일반연구 2022-15

해양수산 분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구(II)

A Study on the Identification of Future Risks and Impact Analysis of the Oceans and Fisheries Sector (II)

김찬호 · 김은수 · 최석우 · 김세원 · 박동아 · 이나영
김영훈 · 조헌주 · 이동림 · 허수진 · 하현정 · 이호춘
최건우 · 류희영 · 조성진 · 최지연 · 최희정 · 김미주
강희재 · 신재호 · 나진성 · 김창희 · 김성기 · 김영준
홍성태 · 최강화 · 정창권 · 엄재근 · 임효숙

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자 **김찬호, 김은수, 최석우, 김세원, 박동아, 이나영, 김영훈, 조헌주, 이동림, 허수진, 하현정, 이호춘, 최건우, 류희영, 조성진, 최지연, 최희정, 김미주, 강희재, 신재호, 나진성, 김창희, 김성기, 김영준, 홍성태, 최강화, 정창권, 엄재근, 임효숙**

내부연구진

연구책임자 김찬호 한국해양수산개발원 항만연구본부 연구위원
공동연구원 김은수 한국해양수산개발원 항만연구본부 연구위원
공동연구원 최석우 한국해양수산개발원 항만연구본부 부연구위원
공동연구원 김세원 한국해양수산개발원 항만연구본부 부연구위원
공동연구원 박동아 한국해양수산개발원 항만연구본부 연구원
공동연구원 이나영 한국해양수산개발원 항만연구본부 전문연구원
공동연구원 김영훈 한국해양수산개발원 항만연구본부 연구원
공동연구원 조헌주 한국해양수산개발원 수산연구본부 전문연구원
공동연구원 이동림 한국해양수산개발원 수산연구본부 전문연구원
공동연구원 허수진 한국해양수산개발원 수산연구본부 전문연구원
공동연구원 하현정 한국해양수산개발원 수산연구본부 연구원
공동연구원 이호춘 한국해양수산개발원 해운연구본부 부연구위원
공동연구원 최건우 한국해양수산개발원 해운연구본부 부연구위원
공동연구원 류희영 한국해양수산개발원 해운연구본부 연구원
공동연구원 조성진 한국해양수산개발원 해양연구본부 전문연구원
공동연구원 최희정 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구위원
공동연구원 최지연 한국해양수산개발원 해양연구본부 부연구위원
공동연구원 김미주 한국해양수산개발원 해양연구본부 전문연구원

외부연구진

공동연구원 강희재 금오공과대학교 조교수
공동연구원 신재호 한성대학교 조교수
공동연구원 나진성 단국대학교 경영학부 부교수
공동연구원 김창희 인천대학교 경영대학 경영학부 교수
공동연구원 김성기 경상국립대학교 국제통상학부 교수
공동연구원 김영준 인천대학교 경영대학 생산성연구실 선임연구원
공동연구원 홍성태 인천대학교 경영대학 생산성연구실 연구원
공동연구원 최강화 한성대학교 경영학부 교수
공동연구원 정창권 시스템리더십교육센터 대표
공동연구원 엄재근 덕성여자대학교 대우교수
공동연구원 임효숙 서울과학종합대학원대학교 조교수

연구기간 2022. 4. 1. ~ 2022. 12. 31.

보고서 집필내역

연구책임자	김찬호 연구총괄
내부연구진	김은수 제1장 최석우 제2장 제1절, 제2절, 제3장 제2절 김세원 제2장 제3절, 제4절 박동아 제2장 제1절, 제2절 이나영 제3장 제2절 김영훈 제3장 제2절 조헌주 제3장 제4절 이동림 제3장 제4절 허수진 제3장 제4절 하현정 제3장 제4절 이호춘 제3장 제1절 최건우 제3장 제1절 류희영 제3장 제1절 조성진 제3장 제3절 최희정 제3장 제3절 최지연 제3장 제3절 김미주 제3장 제3절
외부연구진	강희재 제2장 제1절, 제2절 신재호 제2장 제1절, 제2절 나진성 제3장 제1절 김창희 제3장 제2절 김성기 제3장 제2절 김영준 제3장 제2절 홍성태 제3장 제2절 최강화 제3장 제3절 정창권 제3장 제4절 엄재근 제3장 제4절 임효숙 제3장 제4절

발간사

코로나19로 인한 세계 경제성장률이 2020년 3.1% 이상 감소하고, 세계 교역량도 8.2% 이상 감소하는 등 현대사회의 복잡성과 미래 사회에 대한 불확실성의 확대는 사회·경제적 손실 증가를 초래하고 있다. 더군다나 코로나19에 이어 2022년 초 발생한 러시아-우크라이나 간 전쟁은 글로벌 공급망에 대한 연속적인 위협으로 작용하여 세계 경제를 고물가, 고금리, 실직, 경기 후퇴가 동시에 발생하는 스태그플레이션의 늪으로 빠져들게 하고 있다.

이러한 가운데 해양수산 분야는 자연재해 등 통제할 수 없는 파괴적인 이벤트(turbulence)에 크게 노출되어 있는 분야일 뿐만 아니라 각종 해양수산 관련 비즈니스를 방해하거나 인명 또는 재정적 피해를 초래하는 다양한 고의적 이벤트(deliberate)가 상존하는 분야라 할 수 있는데, 각종 리스크에 대응한 해양수산 분야의 흡수력, 적응력, 복구력 등 회복탄력성을 높일 수 있는 대응체계를 마련하기 위한 연구는 타 분야에 비해 미흡한 것이 사실이다.

그러므로 본 연구는 2021년에 이어 해양수산 분야에서 발생할 수 있는 다양한 미래 리스크, 특히 X-이벤트의 발생 가능성을 예측하고 이에 따른 영향력을 체계적으로 분석하고 그 결과를 토대로 회복탄력성을 확보함으로써 지속가능한 해양수산 산업의 발전을 도모하기 위한 논의의 장을 구축해 나가기 위해 진행되었다.

텍스트 마이닝 기법을 활용한 빅데이터 분석을 통해 발굴된 미래에 발생할 수 있는 예비 리스크 중 전문가 설문과 일반 국민을 대상으로 한 설문조사를 통해 최종적으로 해양수산 분야에 발생할 수 있는 리스크는 해양 분야에 있어 '지구 온난화 가속화', 수산 분야는 '수산물 미세플라스틱 문제', 해운물류 분야는 '중국의 글로벌 물류인프라 선점', 항만 분야는 '기후변화 대응역량 부족' 등이 꼽혔다. 이들 리스크는 해양수산 분야뿐만 아니라 우리 사회가 전반적으로 대응해 나가야 하는 사회적인 리스크이기도 하다. 이러한 리스크 발굴과 더불어, 본 연구에서는 최근 러시아-우크라이나 전쟁으로 인한 글로벌 공급망 리스크로 인해 해양수산 분야에 미치는 영향도 각종 분석방법론을 활용하여 분석하여 제시함으로써 미래 리스크에 대한 우리 해양수산 분야의 흡수력 및 적응력을 가늠해 보았다.

끝으로 본 연구는 항만연구본부의 김찬호 연구위원이 연구책임을 맡았으며, 18명의 KMI 연구진과 11명의 외부 전문가가 공동으로 수행하였다. 또한 한국생산관리학회와 (주)한국리서치가 각각 빅데이터 분석과 설문조사에 참여하였다. 아울러 본 연구를 수행하는 전 과정에 걸쳐 조언을 아끼지 않았던 최상희 부원장, 박광서 기획조정본부장, 김근섭 항만연구본부장, 윤희성 한국해양대학교 교수 등을 비롯한 내·외부 전문가들에게 필자들을 대신하여 감사드린다.

2023년 2월
한국해양수산개발원
원장 김 종 덕

목차

요약 _ i

Executive Summary _ xix

01 서론 _1

제1절 연구 배경 및 목적 1
1. 연구 배경 1
2. 연구 목적 5

제2절 연구 내용 및 방법 6
1. 연구 내용 6
2. 연구 방법 8

제3절 선행연구 검토 및 차별성 9
1. 선행연구 분석 10
2. 선행연구와 차별성 11

02 해양수산 분야 미래 리스크 발굴 _15

제1절 해양수산 미래 리스크 빅데이터 분석 15
1. 빅데이터 분석 개요 15
2. 빅데이터 분석 절차 및 방법론 18
3. 빅데이터 분석 결과 28

제2절 해양수산 분야 예비 리스크 도출 48
1. 예비 리스크 도출 방법 48
2. 예비 리스크 도출 결과 49

제3절 해양수산 미래 리스크 발굴 73
1. 설문조사의 개요 73
2. 전문가 설문조사 결과 75
3. 대국민 설문조사 결과 89

4. 미래 리스크 발굴 결과 109
제4절 소결 117

03 해양수산 분야별 미래 리스크 파급효과 분석 _121

제1절 해운·물류 분야: 공급망 리스크로 인한 해운시황 변화 전망 121
1. 서론 121
2. 유사 사례 및 선행연구 123
3. 연구 방법 130
4. 분석 결과 140
5. 서포트벡터머신(SVM) 분석 158
6. 결론 및 정책제언 164

제2절 항만 분야: 공급망 리스크로 인한 물동량 변화 전망 168
1. 서론 168
2. 유사 사례 및 선행연구 171
3. 연구 방법 181
4. 분석 결과 185
5. 결론 및 정책제언 209

제3절 해양 분야: 코로나19 대유행에 따른 해양관광의 변화 예측 212
1. 분석 배경 및 목적 212
2. 유사 사례 및 선행연구 213
3. 분석 방법 225
4. 시뮬레이션 구축 및 실증분석 결과 245
5. 정책적 시사점 261

제4절 수산 분야: 공급망 리스크로 인한 주요 수산물 수급 변화 전망 263
1. 서론 263
2. 유사 사례 및 선행연구 265
3. 연구 방법 272
4. 분석 결과 295

5. 결론(정책 시나리오) 및 정책제언 300

04 결론 및 정책제언 _317

제1절 요약 및 결론 317
1. 연구의 요약 317

제2절 정책제언 324
1. 공급망 충격 조기경보 시스템 개발 324
2. 리스크 분석 방법론의 고도화 327
3. 지속적인 해양수산 분야 리스크 인식조사 수행 328
4. 리스크의 파급력 분석을 통한 선제적 정책 수립 329

참고문헌 _331

부록_345

표 목차

〈표 1-1〉 2021 해양수산 분야별 상위 10개 미래 리스크 발굴 결과 ····· 3
〈표 1-2〉 본 연구와 선행연구의 차별성 ····· 12
〈표 2-1〉 해양수산 및 미래 분야 주요 이슈 분석 개요 ····· 18
〈표 2-2〉 수집 대상 언론매체 ····· 19
〈표 2-3〉 분야별 언론매체 수집 키워드 및 수집 건수 ····· 19
〈표 2-4〉 수집 대상 학술 저널 및 저널별 건수 ····· 20
〈표 2-5〉 불용어 사전(일부) ····· 23
〈표 2-6〉 사용자 사전(일부) ····· 23
〈표 2-7〉 토픽 모델링 수행 절차 ····· 26
〈표 2-8〉 연도별 해양수산 분야 토픽 모델링 결과(해양) ····· 29
〈표 2-9〉 연도별 해양수산 분야 토픽 모델링 결과(수산) ····· 32
〈표 2-10〉 연도별 해양수산 분야 토픽 모델링 결과(해운·물류) ····· 34
〈표 2-11〉 연도별 해양수산 분야 토픽 모델링 결과(항만) ····· 37
〈표 2-12〉 해양사고 발생 및 인명피해(2017~2021) ····· 46
〈표 2-13〉 원인별 해양사고 발생 현황(2017~2021) ····· 46
〈표 2-14〉 분야별/연도별 감성분석 결과 ····· 47
〈표 2-15〉 토픽 모델링 분석 데이터 분류 목록 ····· 49
〈표 2-16〉 해양수산 분야 예비 리스크(언론매체 기사_해양) ····· 50
〈표 2-17〉 해양수산 분야 예비 리스크(언론매체 기사_수산) ····· 52
〈표 2-18〉 해양수산 분야 예비 리스크(언론매체 기사_해운·물류) ····· 54
〈표 2-19〉 해양수산 분야 예비 리스크(언론매체 기사_항만) ····· 56
〈표 2-20〉 해양수산 분야 예비 리스크(논문_국내) ····· 58
〈표 2-21〉 해양수산 분야 예비 리스크(논문_국외) ····· 61
〈표 2-22〉 해양수산 분야 예비 리스크(정책·전략 보고서) ····· 64
〈표 2-23〉 해양수산 분야 예비 리스크 결과(해양) ····· 67
〈표 2-24〉 해양수산 분야 예비 리스크 결과(수산) ····· 69
〈표 2-25〉 해양수산 분야 예비 리스크 결과(해운·물류) ····· 70
〈표 2-26〉 해양수산 분야 예비 리스크 결과(항만) ····· 72
〈표 2-27〉 해양수산 리스크 설문조사의 진행 ····· 74
〈표 2-28〉 전문가 응답자 분포 ····· 76

〈표 2-29〉 전문가들의 미래 리스크 인식도 ····· 77
〈표 2-30〉 해양 분야 예비 리스크 평가 결과 ····· 79
〈표 2-31〉 수산 분야 예비 리스크 평가 결과 ····· 81
〈표 2-32〉 해운·물류 분야 예비 리스크 평가 결과 ····· 84
〈표 2-33〉 항만 분야 예비 리스크 평가 결과 ····· 86
〈표 2-34〉 일반 국민 설문조사용 분야별 리스크(각 30개) ····· 88
〈표 2-35〉 일반 국민 설문조사 개요 ····· 90
〈표 2-36〉 응답자 특성 ····· 90
〈표 2-37〉 일반 국민의 미래 리스크 인식도 ····· 97
〈표 2-38〉 일반 국민의 해양 분야 미래 리스크 평가 결과 ····· 98
〈표 2-39〉 전문가 설문과 일반 국민 설문 결과의 해양 분야 리스크 비교(10위) ···· 100
〈표 2-40〉 일반 국민의 수산 분야 미래 리스크 평가 결과 ····· 101
〈표 2-41〉 전문가 설문과 일반 국민 설문 결과의 수산 분야 리스크 비교(10위) ···· 103
〈표 2-42〉 일반 국민의 해운·물류 분야 리스크 평가 결과 ····· 103
〈표 2-43〉 전문가 설문과 일반 국민 설문 결과의 해운·물류 분야 리스크 비교(10위) · 106
〈표 2-44〉 일반 국민의 항만 분야 리스크 평가 결과 ····· 106
〈표 2-45〉 전문가 설문과 일반 국민 설문 결과의 항만 분야 리스크 비교(10위) ···· 109
〈표 2-46〉 해양수산 분야별 10대 미래 리스크 ····· 110
〈표 2-47〉 2021년과 2022년 해양수산 분야별 10대 미래 리스크 비교 ····· 112
〈표 2-48〉 2022년 해양수산 분야 10대 미래 리스크 ····· 114
〈표 2-49〉 2022년 해양수산 분야 10대 미래 리스크(평균 계산법) ····· 115
〈표 2-50〉 2022년 해양수산 분야 10대 미래 리스크(재계산 결과) ····· 116
〈표 2-51〉 2021년 분야별 파급효과 분석 대상 리스크 ····· 119
〈표 3-1〉 해운·물류 분야 리스크 관련 연구논문 주요 키워드 ····· 124
〈표 3-2〉 연구 동향 클러스터 분석 ····· 125
〈표 3-3〉 연구 방법 개요 ····· 130
〈표 3-4〉 기사-키워드 이원모드 행렬 ····· 133
〈표 3-5〉 키워드-키워드 일원모드 행렬 ····· 133
〈표 3-6〉 네트워크 텍스트 분석 절차 ····· 136
〈표 3-7〉 빈출 단어(상위 10개) ····· 143

〈표 3-8〉 기사-키워드 에지리스트(일부) ····· 145
〈표 3-9〉 연결중심성 분석 결과 ····· 148
〈표 3-10〉 매개중심성 분석 결과 ····· 149
〈표 3-11〉 근접중심성 분석 결과 ····· 151
〈표 3-12〉 페이지랭크 분석 결과 ····· 152
〈표 3-13〉 토픽 모델링 분석 결과 ····· 155
〈표 3-14〉 연결중심성 분석 주요 결과(토픽그룹1) ····· 156
〈표 3-15〉 연결중심성 분석 주요 결과(토픽그룹2) ····· 156
〈표 3-16〉 연결중심성 분석 주요 결과(토픽그룹3) ····· 157
〈표 3-17〉 연결중심성 분석 주요 결과(토픽그룹4) ····· 158
〈표 3-18〉 연결중심성 분석 주요 결과(토픽그룹 5) ····· 158
〈표 3-19〉 로이즈 리스트 문자 전처리 결과(컨테이너 기사) ····· 160
〈표 3-20〉 SVM을 통해 분류된 긍정어 및 부정어(컨테이너 기사) ····· 161
〈표 3-21〉 SVM 기법을 활용한 컨테이너 시황 예측 결과 ····· 162
〈표 3-22〉 주요 리스크 요인 분석 종합 ····· 165
〈표 3-23〉 공급망 리스크 요인 ····· 174
〈표 3-24〉 기초통계량 ····· 184
〈표 3-25〉 연도별 주요 지역 평균 항만 혼잡지수 추이 ····· 192
〈표 3-26〉 연도별 주요 항만물동량(만TEU) 및 성장률(%) ····· 195
〈표 3-27〉 GSCPI의 적정 시차 분석 결과 ····· 197
〈표 3-28〉 GSCPI-부산항의 VAR 모형의 물동량 영향분석 결과 ····· 197
〈표 3-29〉 GSCPI의 부산항 물동량에 대한 충격반응 계수 ····· 199
〈표 3-30〉 연도별 부산항 항만물동량 예측치(만TEU) 및 성장률(%) ····· 199
〈표 3-31〉 GSCPI-상하이항의 VAR 모형의 물동량 영향분석 결과 ····· 200
〈표 3-32〉 GSCPI-LA/LB항의 VAR 모형의 물동량 영향분석 결과 ····· 202
〈표 3-33〉 적정 시차 분석 결과 ····· 204
〈표 3-34〉 네 변수 VAR 모형의 부산항 물동량 영향분석 결과 ····· 205
〈표 3-35〉 네 변수 VAR 모형의 상하이항 물동량 영향분석 결과 ····· 205
〈표 3-36〉 네 변수 VAR 모형의 LA/LB항 물동량 영향분석 결과 ····· 206
〈표 3-37〉 시스템다이내믹스 분석 절차 ····· 227

〈표 3-38〉 시스템 사고와 시스템다이내믹스 ····· 229
〈표 3-39〉 분석 자료 현황 ····· 233
〈표 3-40〉 수산물 소비자물가지수의 추이(2005=100) ····· 267
〈표 3-41〉 전략적 판단에 영향을 주는 변수 ····· 302
〈표 3-42〉 전략적 판단에 영향을 주는 변수 조정값 ····· 302
〈표 3-43〉 통계적 난수처리를 위한 최솟값 최댓값 ····· 314
〈표 부록-1〉 본 연구 관련 선행연구 현황 ····· 345

그림 목차

〈그림 2-1〉 텍스트 마이닝 인접 분야 ····· 16
〈그림 2-2〉 연구모형 도식 ····· 17
〈그림 2-3〉 데이터 전처리 과정 ····· 22
〈그림 2-4〉 토픽 모델링 알고리즘 도식 ····· 25
〈그림 2-5〉 CONCOR 분석 결과(해양) ····· 41
〈그림 2-6〉 CONCOR 분석 결과(수산) ····· 42
〈그림 2-7〉 CONCOR 분석 결과(해운·물류) ····· 43
〈그림 2-8〉 CONCOR 분석 결과(항만) ····· 44
〈그림 2-9〉 최근 10년 내 리스크 발생 빈도 증가 여부(2021, 2022년 비교) ····· 92
〈그림 2-10〉 최근 10년 내 리스크 발생 강도 증가 여부(2021, 2022년 비교) ····· 93
〈그림 2-11〉 리스크 관리의 중요성 여부(2021, 2022년 비교) ····· 94
〈그림 2-12〉 리스크 관리 수준 향상 여부(2021, 2022년 비교) ····· 95
〈그림 2-13〉 리스크 관리 체계 강화 여부(2021, 2022년 비교) ····· 96
〈그림 2-14〉 해양 분야 상위 10개 미래 리스크 ····· 99
〈그림 2-15〉 수산 분야 상위 10개 미래 리스크 ····· 102
〈그림 2-16〉 해운·물류 분야 상위 10개 미래 리스크 ····· 105
〈그림 2-17〉 항만 분야 상위 10개 미래 리스크 ····· 108
〈그림 2-18〉 2022년 해양수산 분야 10대 미래 리스크 도출 결과 ····· 115
〈그림 3-1〉 연도별 논문게재 현황 ····· 124
〈그림 3-2〉 토픽 모델링 행렬 곱셈 ····· 137
〈그림 3-3〉 LDA 토픽모델링 토픽 산출과정 ····· 138
〈그림 3-4〉 SVM 흐름도 ····· 139
〈그림 3-5〉 연도별 기사 분포 ····· 141
〈그림 3-6〉 빈출 단어 워드클라우드 ····· 144
〈그림 3-7〉 SVM 결정경계 ····· 159
〈그림 3-8〉 테스트 기간 정확도 추이 ····· 162
〈그림 3-9〉 컨테이너 운임과 뉴스 심리 지수 추이 ····· 163
〈그림 3-10〉 연구 프레임워크 ····· 178
〈그림 3-11〉 Global Supply Chain Pressure Index ····· 179
〈그림 3-12〉 주요 항만물동량 변화 추이(만TEU) ····· 182

〈그림 3-13〉 글로벌 공급망 압력지수 추이 ····· 186
〈그림 3-14〉 아시아-북미 컨테이너선 평균 운항 시간 ····· 187
〈그림 3-15〉 컨테이너선 정시성 ····· 188
〈그림 3-16〉 컨테이너선 선대 공급량(천TEU) ····· 189
〈그림 3-17〉 상하이 컨테이너 운임지수 ····· 190
〈그림 3-18〉 항만 혼잡지수 ····· 191
〈그림 3-19〉 산업생산지수 ····· 193
〈그림 3-20〉 소매판매지수 ····· 194
〈그림 3-21〉 GSCPI의 충격반응분석 결과(부산항) ····· 198
〈그림 3-22〉 GSCPI의 충격반응분석 결과(상하이항) ····· 201
〈그림 3-23〉 GSCPI의 충격반응분석 결과(LA/LB항) ····· 202
〈그림 3-24〉 네 변수 VAR 모형의 부산항 물동량 충격반응분석 결과 ····· 208
〈그림 3-25〉 허베이스피릿호 사고 경위와 피해 규모 ····· 214
〈그림 3-26〉 후쿠시마 제1 원자력발전소 사고 당시 ····· 217
〈그림 3-27〉 코로나19 위험지각과 방문의사, 자기효능감 관계 ····· 220
〈그림 3-28〉 해양치유관광 활성화를 위한 방안 ····· 221
〈그림 3-29〉 코로나19로 인한 관광산업 회복을 위한 해양레저관광 지원방안 ····· 221
〈그림 3-30〉 관광 수요와 관광경제의 인과지도 ····· 222
〈그림 3-31〉 코로나19 방역조치와 관광개발에 대한 인과지도 ····· 223
〈그림 3-32〉 코로나19와 관광산업에 대한 인과지도 ····· 224
〈그림 3-33〉 시스템다이내믹스 구성요소(벤심 DSS 9.3 소프트웨어 활용) ····· 230
〈그림 3-34〉 분석 대상 지역: 거제시 ····· 232
〈그림 3-35〉 시스템다이내믹스 개념모델 사례(해양관광정책) ····· 236
〈그림 3-36〉 코로나19로 인한 연안관광 영향의 인과지도(안) ····· 239
〈그림 3-37〉 전염병으로 인한 관광여행의 변화 전망 ····· 240
〈그림 3-38〉 낙동강 하구 생태관광의 전환계획에 대한 인과지도 ····· 243
〈그림 3-39〉 코로나19로 인한 관광여행의 변화 전망 ····· 246
〈그림 3-40〉 거제시 방문 관광객 수와 SNS 검색량(Pearson's r = 0.402***) ·· 248
〈그림 3-41〉 거제시 방문 관광객 수와 처리되는 쓰레기 개수 ····· 250
〈그림 3-42〉 실제 데이터와 시뮬레이션 결과의 비교 ····· 251

〈그림 3-43〉 해양관광 요소별 시뮬레이션 결과 비교 ····· 252
〈그림 3-44〉 민감도 분석 결과 ····· 254
〈그림 3-45〉 시나리오(1)의 분석 결과 ····· 256
〈그림 3-46〉 시나리오(2)의 분석 결과(1) ····· 258
〈그림 3-47〉 시나리오(2)의 분석 결과(2) ····· 260
〈그림 3-48〉 소비정책, 수매 정책, 금어기 정책 결합 시나리오 비교 ····· 265
〈그림 3-49〉 MG 파동으로 인한 생산 피해(좌측)와 사회적 후생 변화(우측) ····· 266
〈그림 3-50〉 명태 산업 가치사슬 ····· 269
〈그림 3-51〉 Rebs et.al.(2019)의 지속가능한 공급망사슬 개념도 ····· 270
〈그림 3-52〉 비어 게임의 유통망 구조 원형 ····· 271
〈그림 3-53〉 수산부문 전망모형 KMI-FOSiM 전체 구조도 ····· 272
〈그림 3-54〉 국제유가 상승에 따른 어로어업 주요 지표 변화 전망 결과 ····· 273
〈그림 3-55〉 2013년 1월~2022년 7월 명태 도매가격 변화 ····· 274
〈그림 3-56〉 도매가격과 수입 단가의 관계 ····· 275
〈그림 3-57〉 도매가격과 순수입량의 관계 ····· 276
〈그림 3-58〉 순수입량의 변화 상세 ····· 277
〈그림 3-59〉 평년 기준 월별 데이터 ····· 277
〈그림 3-60〉 명태 수입 단가 변화 상세 ····· 278
〈그림 3-61〉 명태 도매가격 변화 종합 ····· 279
〈그림 3-62〉 명태 공급망의 구조 ····· 281
〈그림 3-63〉 유통업자의 전략 유형 ····· 282
〈그림 3-64〉 X-이벤트 유형과 공급량 조절 영향 요인 ····· 283
〈그림 3-65〉 도매업자의 기대 심리 모델 저량-유량도 ····· 286
〈그림 3-66〉 도매업자의 기대 심리 시뮬레이션 결과 ····· 288
〈그림 3-67〉 가격 하락에 대한 기대조정 시간에 대한 민감도 ····· 289
〈그림 3-68〉 도매업자 관점에서의 시장 균형 모델 ····· 290
〈그림 3-69〉 기준가격에 따른 변화 ····· 291
〈그림 3-70〉 수요 탄력성에 따른 도매가격 변화 ····· 292
〈그림 3-71〉 Type II. X-이벤트 시뮬레이션 결과 ····· 295
〈그림 3-72〉 X-이벤트 시기의 영향 ····· 296

〈그림 3-73〉 Type III. X-이벤트 시뮬레이션 결과 ····· 298
〈그림 3-74〉 시나리오 1: 초과수익 기대 심리 제거 시점에 따른 변화 ····· 303
〈그림 3-75〉 시나리오 2: 가격 상승 폭에 따른 변화 ····· 305
〈그림 3-76〉 시나리오 3: 가격 조정 시간에 따른 변화 1 ····· 307
〈그림 3-77〉 시나리오 3: 가격 조정 시간에 따른 변화 2 ····· 309
〈그림 3-78〉 시나리오 4: 균형가격대 상승 폭에 따른 변화 ····· 310
〈그림 3-79〉 시나리오 5: 수요 탄력성에 따른 변화 ····· 313
〈그림 3-80〉 몬테카를로 다변량 시뮬레이션 결과 ····· 315

약어 목록

- ADF 검정(보강된 디키풀러 검정): Augmented Dickey Fuller test
- AHP(계층분석법): Analytic Hierarchy Process
- AI(인공 지능): Artificial Intelligence
- AIC(아카이케 정보 기준): Akaike Information criterion
- AIS(선박자동식별시스템): Automatic Identification System
- ALPS(다핵종제거설비): Advanced Liquid Processing System
- BDI(발틱운임지수): Baltic Dry Index
- BOT(시간의 흐름에 따른 동태적 시스템의 변화나 변동 형태): behavior over time
- BPA(부산항만공사): Busan Port Authority
- CAWI(구조화된 설문지에 의한 온라인 조사): Computer Aided Web Interview
- CGT(표준화물선환산톤수): Compensated Gross Tonnage
- CLD(인과순환지도): Causal Loop Diagram
- CONCOR(상관관계를 이용한 구조적 등위성 측정방법): CONvergence of iteration CORrealtion
- COVID-19(코로나바이러스 감염증): coronavirus disease of 2019
- CPTPP(포괄적·점진적 환태평양경제동반자협정): Comprehensive and Progressive Agreement for Trans-Pacific Partnership
- DEA(자료포락분석): Data Envelopment Analysis
- ESG(환경, 사회, 기업 지배구조): Environmental, Social, and Governance
- EU(유럽연합): European Union
- EWS(조기경보 시스템): Early Warning System
- FFA(해상운임선물거래): Forward Freight Agreement
- FPE(최종예측오류): Final Prediction Error
- FTA(자유무역협정): Free Trade Agreement
- GARCH(일반 자기회귀 조건부 이분산성): Generalized AutoRegressive

Conditional Heteroskedasticity

- GRDP(지역내총생산): Gross Regional Domestic Product
- GSCPI(글로벌 공급망 압력지수): Global Supply Chain Pressure Index
- HUG(주택도시보증공사): Housing & Urban Guarantee Corporation
- HQ(하난 퀸 기준): Hannan-Quinn criterion
- IAEA(국제원자력기구): International Atomic Energy Agency
- ICT(정보통신기술): Information & Communications Technology
- IEA(국제에너지기구): International Energy Agency
- IMF(국제 통화 기금): International Monetary Fund
- IMO(국제해사기구): International Maritime Organization
- IoT(사물인터넷): Internet of Things
- IPA(인천항만공사): Incheon Port Authority
- IRGC(국제위험거버넌스위원회): International Risk Governance Council
- IUU(불법·비보고·비규제): illegal, unreported, and unregulated fishing
- JCPOA(포괄적 공동행동계획): Joint Comprehensive Plan of Action
- JDC(제주국제자유도시개발센터): Jeju Free International City Development Center
- KIOST(한국해양과학기술원): Korea Institute of Ocean Science & Technology
- KMI(한국해양수산개발원): Korea Maritime Institute
- KOSIS(국가통계포털): Korean Statistical Information Service
- KRISO(선박해양플랜트연구소): Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering
- LA/LB(로스앤젤레스/롱비치항만): Los Angeles and Long Beach
- LDA(잠재적 디리클레 할당): Latent Dirichlet Allocation
- LNG(액화천연가스): Liquefied Natural Gas

- MEC(다중 액세스 에지 컴퓨팅): Multi-access Edge Computing
- MERS(중동호흡기증후군): Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus
- MICE(기업회의, 인센티브 여행, 컨벤션, 전시회): Meetings, Incentives, Convention, Exhibitions
- MPI(메시지 전달 인터페이스): Message Passing Interface
- NGO(비정부 기구): nongovernmental organization
- NLP(자연어 처리기술): natural language processing
- NLTK(자연어 처리 패키지): Natural Language Toolkit
- NSI(뉴스 심리 지수): News Sentiment Index
- OECD(경제협력개발기구): Organization for Economic Cooperation and Development
- PCI(항만 혼잡지수): Port Congestion Index
- PH(수소이온농도): potential hydrogen
- PMI(구매 관리자 지수): Purchasing Managers Index
- RAHS(리스크 평가 및 수평식 스캔 프로젝트): Risk Assessment and Horizon Scanning
- RBA(위험기반 접근법): Risk Based Approach
- SARS(중증급성호흡기증후군): Severe Acute Respiratory Syndrom
- SC(슈바르츠 기준): Schwarz criterion
- SCAT(방제전문교육): Shoreline Cleanup Assessment Technique
- SCFI(상하이 컨테이너 운임지수): Shanghai Containerized Freight
- SCM(공급망 관리): Supply Chain Management
- SD(시스템다이내믹스): System Dynamics
- SDGs(지속가능한 발전을 위한 목표): Sustainable Development Goals
- SIDS(군소 도서 개발국): Small Island Developing States

- SSCM(지속가능한 공급망 사슬 모델): Sustainable Supply Chain Management
- STEEP/V(거시환경분석): Social, Technological, Environmental, Economic, Political
- SVM(서포트 벡터 머신): Support Vector Machine
- SWOT(강점, 약점, 기회, 위협 분석): Strength, Weakness, Opportunity, Threat
- TAC(총 허용 어획량): Total Allowable Catch
- TF(단어 빈도): Term Frequency
- TF-IDF(단어 빈도-역문헌 빈도): Term Frequency-inverse Document Frequency
- TPB(계획행동이론): Theory of Planned Behavior
- UN(국제연합): United Nations
- UNDP(유엔 개발 계획): United Nations Development Programme
- UPA(울산항만공사): Ulsan Port Authority
- VAR(벡터자기회귀): Vector Auto-Regression
- WEF(세계경제포럼): World Economic Forum
- WHO(세계보건기구): World Health Organization

요 약

해양수산 분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구(II)

김찬호 · 김은수 · 최석우 · 김세원 · 박동아 · 이나영
김영훈 · 조헌주 · 이동림 · 허수진 · 하현정 · 이호춘
최건우 · 류희영 · 조성진 · 최지연 · 최희정 · 김미주
강희재 · 신재호 · 나진성 · 김창희 · 김성기 · 김영준
홍성태 · 최강화 · 정창권 · 엄재근 · 임효숙

1. 연구 배경 및 목적

1) 연구 배경

- **현대사회의 복잡성과 미래 사회의 불확실성 확대는 사회·경제적 손실 증가를 초래**

- 코로나19로 인한 세계 경제성장률은 2020년 3.1% 이상 감소하였으며, 세계 교역량은 8.2% 이상 감소(IMF, 2022)
- 코로나19 팬데믹 현상에 이어 2022년 초 발생한 러시아-우크라이나 간 전쟁은 글로벌 공급망에 대한 연속적인 위협으로 작용해서 세계 경제를 고물가, 고금리, 실직, 경기 후퇴가 동시에 발생하는 스태그플레이션의 늪으로 빠져들게 하고 있음

- **해양수산 분야는 자연재해 등 통제할 수 없는 파괴적인 이벤트(turbulence)[1] 에 크게 노출되어 있는 분야일 뿐만 아니라 각종 해양수산 관련 비즈니스를 방해하거나 인명 또는 재정적 피해를 초래하는 다양한 고의적 이벤트(deliberate)[2]가 상존하는 분야**
  - 2011년 동일본 대지진으로 인한 일본 내 16개 항만의 폐쇄, 2021년 3월 에버기븐호의 좌초 등으로 인한 글로벌 동서 항로의 약 200여 척 이상의 선박 운항 중단 등의 발생과 더불어
  - 지구 온난화 가속화, 초대형 태풍 발생, 해양 플라스틱 쓰레기 증가, 수산물 원전 폐수 방사능 오염, 중국의 글로벌 물류인프라 선점, 전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비, 자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손, 항만 환경오염 증가, 항만 사이버 보안 취약성 등 다양한 리스크가 상존
- **해양수산 분야는 리스크에 대응한 흡수력, 적응력, 복구력 등 회복탄력성을 높일 수 있는 대응체계를 마련하기 위한 연구가 타 분야에 비해 미흡한 것이 사실**
  - 즉 예상하지 못하는 X-이벤트를 예측하거나 사건의 전개 양상에 대한 예상시나리오 개발 등을 통해 선제적으로 대비하기 위한 방안 마련에 대한 논의는 부족한 실정
- **해양수산 분야에서 발생할 수 있는 다양한 미래 리스크, 특히 X-이벤트의 발생 가능성을 예측하고 이에 따른 영향력을 체계적으로 분석하고 그 결과를 토대로 회복탄력성(흡수력, 적응력, 복구력)을 확보함으로써 지속가능한 해양수산 산업의 발전을 도모하기 위한 논의의 장을 구축해 나갈 필요**

1) 통제할 수 없는 외부 환경의 빈번한 변화로 격변(turbulence)으로 대변되며, 여기에는 예측 불가능한 수요, 통화 및 가격 변동, 지정학적 혼란, 자연재해, 기술 실패, 전염병 등이 있음
2) 고의적 위협(deliberate)은 운영을 방해하거나, 인명 또는 재정적 피해를 초래하는 의도적인 위협으로 테러와 방해 행위, 불법 복제 및 절도, 노동 분쟁, 특수 이익 단체, 산업 스파이 행위, 제품 책임 등이 있음

2) 연구 목적

- 1차 연도와 마찬가지로 해양수산 분야에 발생 가능한 미래 리스크를 발굴하고 다양한 파급효과 분석 모델을 개발·활용하여 각종 리스크로 인한 영향을 분석하는 것이 목적
  - 해양수산 분야와 관련한 각종 학회와의 공동연구를 통해 미래 리스크에 대한 연구 기반을 확산시킴으로써 리스크에 대한 논의의 장을 구축
  - 미래 리스크에 대응한 해양수산 전략 수립을 지원하기 위한 다양한 연구자료를 확보
- 1차 연도 연구에서 발굴된 리스크와 1차 연도 조사 시점 이후부터 현재까지의 미래 리스크를 추가 발굴하여 비교함으로써 해양수산 분야에 발생할 수 있는 잠재적 리스크에 대한 국민적 인식 변화를 분석
- 발굴된 리스크 중 현시점에서의 중요성이 높은 리스크를 선정하고, 이를 대상으로 1차 연도에 적용된 분석 모델의 고도화 또는 새로운 분석 방법론을 적용하여 리스크 발생으로 인한 파급력을 분석

2. 연구 방법 및 특징

1) 연구 방법

- (문헌조사) 국내외 정책 보고서, 학술 논문, 뉴스기사 등 문헌자료를 중심으로 해양수산 관련 미래 리스크를 수집
- (빅데이터 분석) 수집된 자료의 체계적 구분하기 위해 빅데이터 분석의 토픽 모델링을 활용하여 1차 예비 리스크를 도출하고, 1차 예비 리스크를 검증·보완할 목적으로 전문가와의 자문회의 및 연구진 브레인스토밍을

실시하여 2차 예비 리스크를 도출

- (설문조사) 도출된 2차 예비 리스크를 해양수산 분야 전문가 166명을 대상으로 설문조사를 실시하여 해양수산 분야의 특수성을 반영한 리스크를 도출하였으며, 전문가 설문 이후 일반 국민(2,000명)을 대상으로 설문조사를 실시함으로써 최종 리스크와 분야별 우선순위를 도출
- (협동연구 실시) 연구 품질제고를 위해 외부 전문기관 및 전문가들과 다양한 방식으로 협동연구를 시행
  - 예비 리스크를 도출하기 위한 빅데이터 분석은 한국생산관리학회와 공동으로 진행
  - 설문조사는 ㈜한국리서치에 설문조사를 의뢰하여 우선순위 및 최종 리스크 도출
  - 해양수산 네 개 분야별로 각각 7~9회 과정의 교육 프로그램을 통해 내부 연구진의 분석 역량을 강화하고, 학연 협동연구를 통해 분석 모델 개발 및 파급효과 분석 실시
  - 해양수산 미래 리스크 세미나를 개최하여 연구성과 공유

2) 본 연구의 특징

- 수집된 문헌자료(보고서 91건)와 학술 논문(국내 592건, 국외 3,917건), 뉴스(2만 9,824건)를 대상으로 빅데이터 토픽 모델링을 활용하여 특정 리스크가 아닌 해양수산 분야에서 발생 가능한 리스크에 대한 키워드와 토픽을 종합적으로 도출
- 해양수산 분야의 대표 리스크 발굴을 위해 전문가 166명과 일반 국민 2,000명을 대상으로 해양수산 분야별 리스크에 대해 설문조사를 함으로써 리스크에 대한 인식, 발생 가능성, 영향력 그리고 산업 자체의 취약성

등을 판단할 수 있는 근거를 마련

- 텍스트 마이닝, 서포트벡터머신(SVM), 시스템다이내믹스(SD), 벡터자기회귀(VAR) 등 파급효과 분석 시 시나리오에 기반을 둔 계량분석을 실시

〈요약 표 1〉 본 연구와 선행연구의 차별성

구분	선행연구	본 연구
대상 리스크	• 특정 리스크를 설정	• 빅데이터 분석, 전문가 및 일반 국민 대상 설문조사를 통한 해양수산 전 분야의 종합적인 미래 리스크 발굴 • 리스크의 발생 가능성, 영향력, 취약성 등을 감안한 리스크의 척도를 산정
연구 범위	• 리스크 발굴과정 및 사례 분석 중심	• 해양수산 전 분야(해운·물류, 항만, 해양, 수산)에 대한 종합적인 미래 리스크 발굴과 발굴된 대표 리스크에 대한 정량적인 파급력 분석
연구 방법	• 대부분 전문가 조사 • 일부 SD, 산업연관분석, 공간통계분석, DEA, 텍스트 마이닝 등 • 설문조사	• SD, 텍스트 마이닝 등 기존 선행연구의 방법론 활용 • 신규 방법론으로 SVM, VAR 활용 • 설문조사(전문가 166명 및 대국민 2,000명)
연구 내용	• 특정 리스크 원인 분석 및 원인의 유형화를 통한 해소방안 도출 • 특정 리스크 촉발동인, 경로 및 시나리오 • SD를 활용한 리스크에 대응한 전략 평가 • 리스크 평가 및 영향력 분석 방법 등	• 4대 해양수산 분야별 발생 가능한 리스크 발굴(연구 이전 특정화 안 함) • 리스크별 인식도, 발생 가능성, 영향력, 통제 불가능성(취약성) 등을 분석하여 리스크의 우선순위 제시 • 리스크에 따른 정량적 영향력(파급력) 분석 – 글로벌 공급망 위기에 따른 해운시황 변화 – 글로벌 공급망 위기에 따른 항만물동량 변화 – 코로나19 팬데믹에 따른 해양관광 수요 변화 – 글로벌 공급망 위기에 따른 명태 도매업자의 심리전략에 따른 소매가격의 변화

자료: 저자 작성

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

(1) 미래 리스크 발굴

가. 미래 리스크 발굴 절차 및 방법

- 텍스트 마이닝 기법을 활용한 빅데이터 분석을 통해 1차 예비 리스크 발굴 → 연구진 브레인스토밍 및 분야별 전문가 자문을 통해 키워드의 적정성을 검토해 해양수산 네 개 분야 167개의 토픽 선정(해양 44개, 수산 48개, 해운·물류 39개, 항만 36개) → 전문가(166명) 설문조사를 통해 네 개 분야별로 30개의 예비 리스크를 압축 → 일반 국민(2,000명)을 대상으로 한 설문조사를 통해 최종 리스크 우선순위 도출

나. 미래 리스크 인식도 조사 결과

- 사회 전반에 있어 리스크의 빈도와 강도가 증가했으며, 리스크 관리의 중요성을 인식하고 있으며, 해양수산 부분의 리스크에 대해서도 사회 전반 리스크와 비슷한 인식
- 다만, 최근 10년 내 리스크 관리 수준 향상 정도는 해양수산 분야가 사회 전반보다 낮게 평가되었으며, 최근 10년 내 리스크 대응체계 강화 여부에 대한 인식도 사회 전반에 비해 낮은 것으로 조사되어, 일반 국민을 대상으로 해양수산 분야에 있어 리스크로 인한 파급력과 대응체계의 중요성을 홍보함으로써 이에 대한 인식을 강화해 나갈 필요가 있음을 시사

〈요약 표 2〉 일반 국민의 미래 리스크 인식도

문항	사회 전반			해양수산 분야		
	예	아니요	모름	예	아니요	모름
최근 10년 내 리스크 발생 빈도 증가 여부	85.7	6.5	7.9	77.7	8.5	13.9
최근 10년 내 리스크 발생 강도 증가 여부	87.3	6.3	6.5	76.4	9.0	14.7
리스크 관리의 중요성 여부	95.7	1.9	2.5	94.6	1.5	4.0
최근 10년 내 리스크 관리의 수준 향상 여부	53.5	28.1	18.5	41.8	31.9	26.4
최근 10년 내 리스크 대응체계 강화 여부	35.2	43.7	21.2	26.7	44.3	29.1

자료: 저자 작성

다. 미래 리스크 발굴 결과

- **미래 리스크 중에서 발생 가능성과 파급력, 통제 불가능성을 고려할 때 해양 분야는 '지구 온난화 가속화', 수산 분야는 '수산물 미세플라스틱 문제', 해운·물류 분야는 '중국의 글로벌 물류인프라 선점', 항만 분야는 '기후변화 대응역량 부족' 등이 가장 위협적인 리스크로 각각 평가**

〈요약 표 3〉 해양수산 분야별 상위 10개 미래 리스크 발굴 결과

순위	해양 분야	수산 분야
1	지구 온난화 가속화	수산물 미세플라스틱 문제
2	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염	수산물 원전 폐수 방사능 오염
3	초대형 태풍 발생	기후변화에 따른 수산업 악영향
4	해양 플라스틱 쓰레기 증가	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동
5	기후변화로 해양생물 다양성 감소	해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제
6	대규모 해저지진 발생	수산생물종 감소
7	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가	자연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증
8	기후변화에 따른 연안 침식	감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화

9	해양 및 바닷가 쓰레기 증가	근해어업 생산량 급감
10	해수면 상승에 따른 연안도시 범람	수산 서식지 훼손

순위	해운·물류 분야	항만 분야
1	중국의 글로벌 물류인프라 선점	기후변화 대응역량 부족
2	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비	중국 항만과 경쟁 격화
3	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손	항만 환경오염 증가
4	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비	자연재해로 인한 항만 폐쇄
5	전염병 등으로 항만 폐쇄	스마트화에 따른 일자리 감소
6	해운업계 파업에 따른 물류대란 발생	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장
7	선박배출 대기오염물질 증가	항만 비용 상승 및 경제성 저하
8	해운운임 급등락	항만 재난 대응체계 미흡
9	선박수주량 감소	중대재해처벌법 등 정부의 안전관리 법규 강화
10	탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패	항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화

자료: 저자 작성

- **2021년도에 실시한 설문조사 결과와 비교하면, 다소의 순위 변동이 발생**

- 해양 분야에서는 작년(2021년)과 올해(2022년) 모두 '지구 온난화 가속화'가 1순위로 도출
- 수산 분야에서는 작년에 1순위였던 '수산물 원전 폐수 방사능 오염'이 2022년 2순위로 바뀜
- 해운·물류 분야에서는 2021년과 2022년 모두 1~3순위까지 동일
- 항만 분야에서는 2021년 1순위로 지목되었던 '중국 항만과 경쟁 격화'가 2022년 2순위로 자리바꿈했으며, 대신 2순위였던 '기후변화 대응역량 부족'이 1순위로 도출

〈요약 표 4〉 해양수산 분야별 10대 미래 리스크 비교(2021 vs. 2022)

분야	순위	2021년도 조사 결과	2022년 조사 결과(순위 변동)
해양	1	지구 온난화 가속화	지구 온난화 가속화(-)
	2	초대형 태풍 발생	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염
	3	해양 플라스틱 쓰레기 증가	초대형 태풍 발생(↓)
	4	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가	해양 플라스틱 쓰레기 증가(↓)
	5	해양 및 바닷가 쓰레기 증가	기후변화로 해양생물 다양성 감소
	6	대규모 해저지진 발생	대규모 해저지진 발생(-)
	7	연근해 해수수질 오염 증가	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가(↓)
	8	해수면 상승에 따른 연안도시 범람	기후변화에 따른 연안 침식
	9	북극항로 환경 변화	해양 및 바닷가 쓰레기 증가(↓)
	10	해저 퇴적물 오염 증가	해수면 상승에 따른 연안도시 범람(↓)
수산	1	수산물 원전 폐수 방사능 오염	수산물 미세플라스틱 문제
	2	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동	수산물 원전 폐수 방사능 오염(↓)
	3	기후변화에 따른 수산업 악영향	기후변화에 따른 수산업 악영향(-)
	4	수산 생물종 감소	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동(↓)
	5	근해어업 생산량 급감	해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제
	6	양식어류 대량 폐사	수산 생물종 감소(↓)
	7	수산 서식지 훼손	자연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증
	8	기름 유출에 따른 수산업 피해 발생	감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화
	9	내수면 고유어종 감소	근해어업 생산량 급감(↓)
	10	불법어업에 따른 수산자원 감소	수산 서식지 훼손(↓)
해운·물류	1	중국의 글로벌 물류인프라 선점	중국의 글로벌 물류인프라 선점(-)
	2	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비(-)
	3	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손(-)
	4	선박배출 대기오염물질 증가	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비(↓)
	5	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비	전염병 등으로 항만 폐쇄
	6	선원 감염병 발생	해운업계 파업에 따른 물류대란 발생
	7	해운운임 급등락	선박배출 대기오염물질 증가(↓)

분야	순위	2021년도 조사 결과	2022년 조사 결과(순위 변동)
	8	선박평형수에 의한 오염 증가	해운운임 급등락(↓)
	9	선박 바이오파울링 증가	선박수주량 감소
	10	해운물류기업 경영난 심화	탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패
항만	1	중국 항만과 경쟁 격화	기후변화 대응역량 부족(↑)
	2	기후변화 대응역량 부족	중국 항만과 경쟁 격화(↓)
	3	항만 환경오염 증가	항만 환경오염 증가(-)
	4	스마트화에 따른 일자리 감소	자연재해로 인한 항만 폐쇄(↑)
	5	자연재해로 인한 항만 폐쇄	스마트화에 따른 일자리 감소(↓)
	6	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장(-)
	7	항만 종사자 감염병 발생	항만 비용 상승 및 경제성 저하(↑)
	8	항만 비용 상승 및 경제성 저하	항만 재난 대응체계 미흡
	9	항만 운영사 경영난 심화	중대재해처벌법 등 정부의 안전관리 법규 강화
	10	항만 사이버 보안 취약성	항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화

주: □은 10위권에서 제외 또는 신규 등장, (↑)은 2021년 대비 순위 상승, (↓)는 순위 하락, (-)은 동일
자료: 저자 작성

- **해양, 수산, 해운·물류, 항만 전 분야를 대상으로 발생 가능성, 파급력, 통제 불가능성을 종합한 결과 상위 10개는 다음과 같음**

- 가장 발생 가능성이 높고, 통제 불가능하며 파급력이 큰 항목으로는 2021년 조사 결과와 동일하게 해양 분야의 '지구 온난화 가속화'로 나타남
- 통제 불가능 부문에서는 '초대형 태풍 발생'이 1위를 차지하여 해양수산 분야에 있어 가장 취약성이 높은 리스크로 평가
- 한편, 2022년에는 '수산물 미세플라스틱 문제'와 '기후변화로 해양생물 다양성 감소' 등이 새롭게 10위권의 리스크로 평가

〈요약 표 5〉 2022년 해양수산 분야 10대 미래 리스크

순위	미래 리스크	분야	발생 가능성	파급력	통제 불가능성
1	지구 온난화 가속화	해양	8.8	8.9	5.5
2	일본 원전오염수 방출로 인한 해양 오염	해양	8.5	8.7	5.5
3	초대형 태풍 발생	해양	8.2	8.6	5.9
4	해양 플라스틱 쓰레기 증가	해양	8.7	8.5	4.7
5	수산물 미세플라스틱 문제	수산	8.5	8.4	5.1
6	기후변화로 해양생물 다양성 감소	해양	8.3	8.2	5.4
7	대규모 해저지진 발생	해양	7.4	8.2	6.2
8	수산물 원전 폐수 방사능 오염	수산	8.1	8.5	5.1
9	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가	해양	8.4	8.2	4.9
10	기후변화에 따른 수산업 악영향	수산	8.1	8.1	5.4

주: (1) 색깔이 진할수록 순위가 높음, (2) 각 분야 순위는 평균값의 소수점 셋째 자리까지 계산하여 도출
자료: 저자 작성

(2) 미래 리스크 파급효과 분석

가. 분석 대상 및 분석 방법 선정

- **전문가 및 일반 국민 대상 설문조사 결과를 일차적으로 고려하되, 분석의 시급성, 중요성, 정책적 수요 등을 연구진 브레인스토밍과 전문가 자문을 통해 종합적으로 고려하여 최종 선정하였으며, 1차 연도의 분석 대상은 제외**

- 해양 분야는 '코로나19 대유행에 따른 해양관광의 변화 예측'을 선정
- 수산 분야는 '공급망 리스크로 인한 주요 수산물 수급 변화 전망'을 선정
- 해운·물류 분야는 '공급망 리스크로 인한 해운시황 변화 전망'으로 선정
- 항만 분야는 '공급망 리스크로 인한 물동량 변화 전망'을 대상으로 선정

▪ **앞에서 선정한 리스크의 파급효과를 계량적으로 분석하기 위해 주제별로 적합한 분석 방법을 채택**

- 해양 분야와 수산 분야는 동일하게 SD를 적용
- 해운·물류 분야는 텍스트 마이닝 및 SVM 기법을 활용하고, 항만 분야는 VAR 모형을 활용

〈요약 표 6〉 해양수산 분야별 미래 리스크 파급효과 분석 대상 및 분석 방법

분야	분석 대상	분석 방법
해양	• 코로나19 대유행에 따른 해양관광의 변화 예측	• SD
수산	• 공급망 리스크로 인한 주요 수산물 수급 변화 전망	• SD
해운 물류	• 공급망 리스크로 인한 해운시황 변화 전망	• 텍스트 마이닝 및 SVM
항만	• 공급망 리스크로 인한 물동량 변화 전망	• VAR

자료: 저자 작성

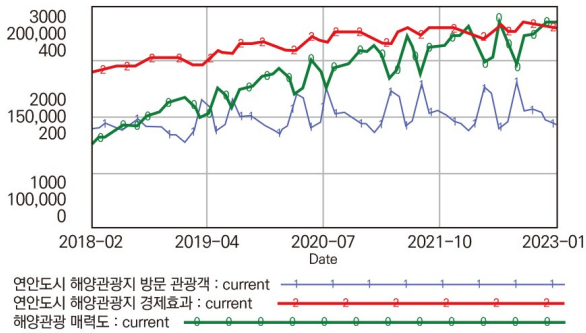
나. 분석 결과

▪ **(해양 분야) 거제시의 관광산업을 대상으로 과거 데이터와 해양 및 연안관광 수요, 해양 및 연안관광 정책역량, 해양 및 연안관광 수용력, 해양 및 연안관광 매력물 등에 대한 시나리오를 설정하여 해양 및 연안관광 수요를 예측**

- 해양관광지의 잠재 관광객, 연안도시 해양관광지의 방문객 및 연안도시 해양관광지 충성고객을 체인(chain, cascade) 구조의 저량 변수 연결 형태로 구성하여, 해양관광의 시계열 경향을 추정한 결과, 계절적 특성을 반영하여 방문 관광객의 수요가 등락을 거듭

〈요약 그림 1〉 실제 데이터와 시뮬레이션 결과의 비교

단위: 관광객(명), 경제효과(원), 매력도(%)



자료: 저자 작성

- 방문객 변동에 따라 연안 지역의 경제효과도 따라서 등락을 거듭하면서 지속적으로 증가하는 추세이며, 해양관광의 매력도는 방문객이 많을 때 해양 쓰레기가 증가하면서 해양 청결도가 감소하고, 이에 따라 해양관광 매력도가 감소하는 추세
- 또한 방문객 증가는 해양관광지 내 혼잡도를 증가시켜 일시적으로 매력도가 감소하는 패턴을 보이나, 관광객의 증가는 전반적으로는 지역경제의 수입을 증가시키며, 그에 따른 기반시설 투자 및 해양관광 어메니티(amenity)에 대한 투자 확대로 이어져 해양관광 매력도는 지속적으로 증가하는 추세
- 한편, 정책적 변수인 코로나19로 인한 사회적 거리두기, 어메니티 및 기반시설 투자 비율에 따른 해양관광 수요에 미치는 영향은 사회적 거리두기 강화가 장기간 관광 수요와 지역경제에 부정적인 영향을 미치는 반면, 어메니티 및 기반시설 투자 비율의 증가는 해양관광 매력도와 충성전환율을 증가시키는 것으로 추정

▪ **(수산 분야) 100% 수입하는 명태의 유통업자가 글로벌 공급망 리스크와 같은 환경 변화에 대응하는 전략에 따른 명태 수급 변화를 전망**

- 공급자 및 소비자 관점의 명태 공급망 구조의 인과관계를 구조화한 후, 유통업자의 도매가격과 유통량에 대한 전략을 유형화시켜 적용한 SD 모델링을 구축
- 공급량의 충격(감소) → 도매가격 상승 → 수요량 감소로 이어지나, 공급량의 충격이 유지되는 기간에 시장은 짧게나마 수요와 공급이 균형을 만드는 것으로 예상
- 아울러 공급량 충격이 사라지고 12개월 지난 뒤 초과수익에 대한 유통업자의 기대 심리가 사라지는 상황이 연출되면서 도매가격이 내려가나 수요는 급격히 증가하지 않는 것으로 예상
- 한편 공급량 충격이 사라지고 일정 기간의 조정 기간이 지났음에도 불구하고 도매업자의 도매가격 인하는 즉각적으로 이루어지지 않는데, 이는 가격 유지에 따른 초과수익에 대한 기대감에 기인
- 따라서 도매업자의 전략에 따른 유통가격의 안정화 정책방안 마련이 중요

▪ **(해운·물류 분야) 텍스트 마이닝을 통해 해운시황에 미치는 주요 이슈를 분석하고, 연결중심성과 매개중심성이 높은 이슈들과 SVM 기법을 활용하여 해운시황의 상승과 하락을 예측**

- 해운시황과 관련한 주요 이슈로는 '코로나19'가 가장 출현 빈도가 높은 이슈로 나타났으며, 그다음으로 '공급망', '원자재', '러시아-우크라이나 전쟁', '컨테이너선', '물동량', '물류대란' 등의 키워드가 해운물류 분야의 리스크를 다룬 기사에 자주 등장한 것으로 확인
- 그중 연결중심성 분석 결과 지난 3년간 해운·물류 분야의 주요 리스크 요인은 '미국과 중국의 무역 갈등', '공급망 교란' 등으로 나타났으며, 매개중심성 분석 결과 다양한 이슈들을 촉발한 요인은 '코로나19'이며, 그 외에 '인플레이션', '노동자', '공급망' 등이 매개중심성 값이 높은 키워드로 분류
- 이들 이슈를 토픽그룹으로 구분하면 〈요약 표 7〉과 같음

〈요약 표 7〉 토픽 모델링 분석 결과

토픽그룹 주요 이슈	관련 키워드
1. 국가 간 신냉전(공급망 재편)	• 미국, 중국, 공급망, 단절, 병목, 우크라이나, 러시아
2. 수급불균형(물동량 변동)	• 해운운임, 물류인프라, 인플레이션, 적체, 혼잡
3. 재해사고(정치·사회적 이슈 포함)	• 코로나19, 노동자, 감염, 중단
4. 물류업계 경영 리스크	• 인수합병, ESG, 디지털
5. 항만인력 관리	• 파업, 비용, 자동화

자료: 저자 작성

- 한편, 해운·조선 전문 일간지인 '로이즈 리스트(Lloyd's list)'를 활용하고 앞서 분석한 주요 키워드에 포함되어 있는 운임지수 관련 이슈들을 SVM 기법을 활용하여 운임지수 예측 테스트를 진행한 결과 주요 이슈들은 컨테이너 운임지수에 상당히 영향을 미치는 것으로 분석

▪ **(항만 분야) 글로벌 공급망 변화가 항만물동량에 미치는 영향 정도를 직·간접적인 방법으로 분석하기 위해 공급망 변동을 살펴볼 수 있는 다양한 지표를 발굴하고, 이들 변수가 항만물동량에 미치는 영향을 VAR 모형을 활용하여 정량적으로 측정**

- 글로벌 공급망 변화를 살펴볼 수 있는 지표로는 글로벌 공급망 압력지수, 해상운송 관련 지수, 항만 혼잡지수, 경제지표 중 산업생산지수와 소매판매지수 등을 선정
- VAR 모형을 활용한 글로벌 공급망 압력지수(GSCPI)가 항만물동량에 미치는 영향분석 결과는 GSCPI가 상승한다면 그 충격이 2시차 후의 부산항 물동량에 부정적인 영향을 주며, GSCPI가 부산항 물동량에 미치는 동태적인 영향은 5시차 정도까지이고, 이후로는 영향이 거의 사라지는 것으로 분석
- 이를 기반으로 2024년까지의 부산항 항만물동량을 예측하면 2022년에는 글로벌 공급망 압력지수 상승에 따른 항만물동량의 소폭 감소가 예상되며,

2023년과 2024년에는 회복되는 것으로 예상

- 아울러 운송, 생산, 소비 측면의 지표에서 모두 2020년 코로나19로 인한 공급망 변동이 두드러지게 나타난 것으로 분석되었으나, 그 충격은 소비나 생산 측면보다는 운송 측면에서 더 두드러지게 나타나고 더 지속적으로 발생하였음을 확인

4. 정책제언

- **(공급망 충격 조기경보 시스템 개발) 공급망 변화로 인한 해운·물류, 항만, 수산 분야에 미치는 영향에 대해 지속적으로 실증분석을 실시함으로써 그 영향 정도에 따른 대비·대응에 필요한 정책방향을 설정해 나갈 필요가 있으며, 이를 위해서는 공급망 충격에 관한 여러 지수를 모니터링하고 지수 변화에 따른 해양수산 분야의 충격을 조기에 진단할 수 있는 조기경보 시스템 개발이 필요**
- **(리스크 분석 방법론의 고도화) 단기 예측의 신뢰성을 높이기 위한 알고리즘 고도화와 더불어 중장기 예측이 가능하기 위해 단기 예측을 통해 확보한 데이터의 데이터베이스화와 이를 통한 알고리즘의 지속적인 고도화가 필요**
- **(지속적인 해양수산 분야 리스크 인식조사 수행) 국민을 대상으로 한 해양수산 분야의 리스크를 조사하여 리스크의 변화와 취약성 등을 분석함으로써 향후 발생할 수 있는 리스크에 대비·대응하기 위한 정책방안 이행의 원동력을 확보**
- **(리스크의 파급력 분석을 통한 선제적 정책 수립) 리스크의 파급력을 분석하기 위해 다양한 시나리오를 설정하였는데, 이는 리스크로 인한**

영향력을 경감하기 위한 정책적 시나리오라 할 수 있어 향후 다양한 방법론과 정책적 시나리오를 설정하여 리스크의 파급력을 분석함으로써 리스크 경감을 위한 정책 마련에 활용

EXECUTIVE SUMMARY

A Study on the Identification of Future Risks and Impact Analysis of the Oceans and Fisheries Sector (II)

Chan-Ho Kim · Eun-Soo Kim · Seok-Woo Choi · Se-Won Kim
Dong-A Park · Na-Young Lee · Young-Hoon Kim · Heon-Ju Jo
Dong-Lim Lee · Su-Jin Heo · Hyun-Jung Ha · Ho-Choon Lee
Gun-Woo Choi · Hee-Young Ryu · Sung-Jin Cho · Ji-Yeon Choi
Hee-Jung Choi · Mi-Ju Kim · Hee-Jay Kang · Jae-Ho Shin
Jin-Sung Rha · Chang-Hee Kim · Sung-Ki Kim · Young-Jun Kim
Seong-Tae Hong · Kang-Hwa Choi · Chang-Kwon Chung
Jae-gun Eom · Hyo-Sook Yim

1. Background and purpose

1) Purpose

- The complexity of modern society and increasing future uncertainty results in growing social and economic costs.
  - The impact of Covid-19 shrank the world economic growth by more than 3.1% in 2020, and the world trade volume declined

by more than 8.2%. (IMF, 2022)

- Following the Covid-19 pandemic, the Russia-Ukraine war has posed a series of threats to the global supply chain which has led to the global economy mired in stagflation whereby high inflation, unemployment, and economic recession unfold at the same time.

▪ The ocean and fisheries sector is not only largely exposed to uncontrollable and destructive events (turbulence[3]) such as natural disasters, but also possesses a variety of deliberate[4] events that may interrupt ocean and fisheries related businesses or cause human or financial damage.

- The Great East Japan Earthquake forced the shutdown of 16 ports within Japan in 2011. When the Ever Given ran aground in the Suez Canal, more than 200 ships suspended the operation in a crucial East-West waterway for global shipping.
- On top of that, a variety of risks remain which include; accelerated global warming, creation of super typhoons, increased ocean plastic wastes, radioactive pollution by nuclear wastewater, China's preemptive investment in global logistics infrastructure, paralysis of the global supply chain resulting from infectious diseases, damage of logistics infrastructure due to natural

3) Represented as turbulence, frequent changes in uncontrollable external environments include unpredictable demand, fluctuation in currency and prices, geopolitical crisis, natural disasters, technological failures and infectious diseases.

4) Deliberate threats imply intentional threats that may disrupt business operations or cause human or financial damage such as terrors and interference activities, illegal copy and robbery, labor disputes, special interest organizations, industrial spying and product responsibilities.

disasters, an increase of environmental pollution at ports and the vulnerability of cyber security at ports etc.

- Despite these risks faced by the ocean and fisheries sector, there has been a lack of research on developing a response system to enhance resilience through capabilities such as absorbing power, adaptability, and recovery.
  - Discussions on formulating preemptive response measures have been insufficient by forecasting an unexpected x-event or developing a scenario on how an event unfolds.
- It is necessary to forecast a variety of future risks that may occur in the ocean and fisheries sector, in particular, predicting the possibility of the occurrence of x-events, analyze the resultant impacts, and then secure the resilience (absorbing power, adaptability and recovery) based on the analysis. Such efforts contribute to the establishment of a venue for discussion to promote the sustainable development of the ocean and fisheries industry.

2) Purpose

- Same as the 1st year of the study, this study aims to analyze the impact of a variety of risks by discovering probable future risks in the ocean and fisheries sector and developing as well as utilizing a number of impact analysis models.
  - Through several conferences and joint research related to the

ocean and fisheries sector, this study intends to establish a venue for relevant discussions by spreading the research basis for future risks.

- A variety of research data were secured to support the establishment of ocean and fisheries strategies in response to future risks.

▪ With the comparison between the risks discovered during the 1st year of the study and additional risks found after the 1st year of the study to now, this study analyzed the change in public awareness of potential risks that may occur in the ocean and fisheries sector.

▪ After selecting highly important risks from the risks discovered, this study applied the advanced version of the analysis model utilized during the 1st year of the study or a new analysis methodology to deduce the spillover effect of risk occurrence.

2. Methodology and Features

1) Methodology

▪ (Literature review) Future risks related to the ocean and fisheries sector were collected centering on literature data including domestic and foreign policy reports, academic articles and news reports etc.

▪ (Big data analysis) In order to systematically classify the data

collected, a topic modelling-based big data analysis was conducted to extract the first list of preliminary risks. For the purpose of verifying and supplementing the first list, this study conducted expert advisory meetings and brainstorming with researchers to produce the second list of preliminary risks.

- (Survey) With the second list of preliminary risks extracted, a survey was carried out targeting 166 experts in the ocean and fisheries sector to draw the risks that reflect distinct characteristics of the ocean and fisheries sector. Following the survey on experts, this study conducted a survey targeting the general public (2,000 people) to deduce the final list of risks and the priority per sector.
- (Collaborative research) Various forms of collaborative research were conducted with external specialized institutes and experts to improve the quality of the research.
  - The big data analysis for extracting preliminary risks was jointly carried out by the Korea Productions and Operations Management Society.
  - Commissioned to Hankook Research, the survey was utilized to draw the priority and the final list of risks.
  - While strengthening the analysis capacity of internal researchers through 7~9 rounds of educational programs per each sector of ocean and fisheries, this study carried out a collaborative study between the academy and research institutes to develop an

analysis model and analyze the spillover effects.

- Research results were shared by holding a future risk seminar in the ocean and fisheries sector

2) Features

- Targeting collected literature data (91 reports), academic articles (592 domestic and 3,917 foreign articles) and news reports (29,824 cases), this study utilized the big data topic modeling to comprehensively extract keywords and topics of risks that may potentially occur in the ocean and fisheries sector.
- Moreover, a survey on risks per ocean and fisheries sector was carried out targeting 166 experts and 2,000 people from the general public in order to discover representative risks of the industry. This effort provides a solid ground for determining the awareness, the possibility of occurrence and the impact of a risk as well as the vulnerability of the industry itself.
- When analyzing the spillover effects, a scenario-based quantitative analysis was conducted including text mining, Support Vector Machine (SVM), SD, and Vector auto-regression (VAR)

〈Summary table〉 Differentiation of this study

Classification	Preceding studies	This study
Target risk	• Selecting specific risks	• Discovering comprehensive future risks encompassing the whole sectors of ocean and fisheries through big data analysis and surveys targeting experts and the general public • Estimating the level of risks considering the possibility of occurrence, impact and vulnerability etc.
Research scope	• Focusing on the process of finding risks and case analysis	• Discovering comprehensive future risks in all areas (shipping, ports, marine and fisheries) of oceans and fisheries and analyzing the quantitative impact of representative risks
Method	• Mostly an expert survey • Partially utilizing SD, inter-industry analysis, spatial statistics analysis, DEA, Test mining etc. • Survey	• Utilizing methodologies of preceding studies including SD and text mining etc. • Adopting new methodologies such as Support Vector Machine (SVM) and Vector Auto-regression (VAR) • Survey (166 experts and 2000 from the general public)
Content	• Drawing solutions by analyzing the causes of specific risks and categorizing the causes • Studying triggers of specific risks, routes and scenarios • SD-based strategic assessment in response to risks • Risk assessment and impact analysis methods	• Discovering potential risks in the four areas of ocean and fisheries (no specification before research) • Presenting the priority of risks by analyzing the awareness, possibility of occurrence, impact and uncontrollability (vulnerability) per each risk • Analyzing the quantitative impact of risks – Changes in shipping market conditions resulting from global supply chain risks – Changes in traffic volume following the risk of the global supply chain – Changes in the demand of marine tourism resulting from the Covid-19 pandemic – Changes in retail prices resulting from

Classification	Preceding studies	This study
		psychological strategies of Pollack wholesalers following global supply chain risks

Source: Prepared by the authors

3. Result

1) Summary

(1) Discovery of future risks

A. The process and methods of discovering future risks

- A big data analysis based on text mining method produced the first list of preliminary risks. Following this, this study reviewed the appropriateness of keywords through consultations with researchers as well as experts per sector, selecting 167 topics in the four sectors of ocean and fisheries (44 in marine, 48 in fisheries, 39 in shipping and logistics and 36 in ports areas). After this process, a survey was conducted to experts (166 people) to narrow down the list into 30 topics in the four sectors. The priority of the final risks was extracted through a survey targeting the general public (2,000 people).

B. The result of a survey on future risk awareness

- In overall society, the frequency and intensity of risks has

inclined while the importance of risk management is recognized. The awareness of the risks in the ocean and fisheries sector is similar to that of the overall society.

- However, the increased level of risk management in the recent decade has been assessed to be lower than that of the overall society. As for the awareness of whether or not the risk response system has been strengthened in the decade, the ocean and fisheries sector was estimated to be lower than the overall society. These results indicate that the ocean and fisheries sector needs to promote the ripple effects of risks and the importance of the response system, boosting the awareness of the general public.

〈Summary table〉 The awareness of future risks by the general public

Questions	Overall society			Ocean and fisheries		
	Yes	No	Do not know	Yes	No	Do not know
Whether or not the frequency of risk occurrence has increased in the recent decade	85.7	6.5	7.9	77.7	8.5	13.9
Whether or not the intensity of risk occurrence has increased in the recent decade	87.3	6.3	6.5	76.4	9.0	14.7
Whether or not the risk management is important	95.7	1.9	2.5	94.6	1.5	4.0
Whether or not the level of risk management has increased in the recent decade	53.5	28.1	18.5	41.8	31.9	26.4
Whether or not the risk	35.2	43.7	21.2	26.7	44.3	29.1

Questions	Overall society			Ocean and fisheries		
	Yes	No	Do not know	Yes	No	Do not know
response system has strengthened in the recent decade						

Source: Prepared by the authors

C. The result of finding future risks

- Taking the possibility of occurrence, the spillover effect and the uncontrollability into account, the marine sector evaluated the most threatening risk as 'acceleration of global warming', with the fisheries sector being 'microplastics in seafood'. While the shipping and logistics sector pointed out 'China's preemptive investment in global logistics infrastructure' as the most threatening risk, the port sector evaluated 'the lack of response capacity against climate change' as the No.1 risk.

〈Summary table〉 Result of Top 10 future risks by ocean and fisheries sector

Rank	Marine sector	Fishery
1	Acceleration of global warming	Microplastics in seafood
2	Marine pollution due to Japan's release of nuclear power plant waste water	Radioactive pollution of fishery products from nuclear wastewater
3	Creation of super typhoons	Negative impact on the fishery industry due to climate change
4	Increase of ocean plastic waste	Change of distribution in microscopic organisms resulting from sea level rise
5	Decline in the diversity of marine life resulting from climate change	Safety of seafood due to pollution of the marine environment

Rank	Marine sector	Fishery
6	Occurrence of large undersea earthquakes	Decrease of aquatic organism species
7	Increase of transboundary marine waste	Sharp increase in the damage of fishing villages and the fishery industry resulting from natural disasters
8	Coastal erosion caused by climate change	Change in consumption patterns resulting from the spread of infectious diseases
9	Increase of marine and coastal waste	Sharp decline in the production of coastal fishing
10	Coastal urban flooding due to rising sea level	Damage of fish habitats

Rank	Shipping and Logistics	Ports
1	China's preemptive investment in global logistics infrastructures	The lack of response capacity to climate change
2	Paralysis of global supply chain due to the outbreak of infectious diseases	Intensive competition with Chinese ports
3	Damage to logistical infrastructures resulting from natural disasters	Increase of environmental pollution at ports
4	Paralysis of inland logistical networks resulting from natural disasters	Port closure due to natural disasters
5	Port closure due to infectious diseases etc.	Decline in employment due to smartization
6	Outbreak of logistical crisis resulting from strikes in the shipping industry	Advent of Blockchain-based large logistics platforms
7	Increase of ship-emitting pollutants	Increase of port costs and declining economic viability
8	Wild fluctuation of ocean freight rates	Insufficient response system for port disasters
9	Decline in ship orders	The government's strengthened regulations on safety management such as the 'Serious Accidents

Rank	Marine sector	Fishery
		Punishment Act'
10	Failure to conform to the international standards of carbon emission reduction	Decrease of competitiveness resulting from the stagnant growth of port traffic volume

Source: Prepared by the authors

- Compared to the result of the survey in 2021, a number of changes have been made in the ranking.

- In the marine sector, 'acceleration of global warming' ranked the No.1 in both last year (2021) and this year (2022).
- In the fishery sector, 'radioactive pollution of fishery products from nuclear wastewater', which claimed the first position, went down to 2nd place in 2022.
- The shipping and logistic sector has the same 1st to 3rd ranking in both 2021 and 2022.
- In port sector, 'intensive competition with Chinese ports' and 'the lack of response capacity to climate change' which were 1st and 2nd ranking respectively in 2021 swapped their positions in 2022.

〈Summary table〉 Comparison of Top 10 future risks by the ocean and fisheries sector (2021 vs. 2022)

Sector	Rank	2021 Survey result	2022 Survey result (ranking change*)
Marine	1	Acceleration of global warming	Acceleration of global warming (–)
	2	Creation of super typhoons	Marine pollution due to Japan's release of nuclear power plant waste water
	3	Increase of ocean plastic	Creation of super typhoons (↓)

Sector	Rank	2021 Survey result	2022 Survey result (ranking change*)
		waste	
	4	Increase of transboundary marine waste	Increase of ocean plastic waste (↓)
	5	Increase of marine and coastal waste	Decline in the diversity of marine life resulting from climate change
	6	Occurrence of large undersea earthquakes	Occurrence of large undersea earthquakes (–)
	7	Deterioration of water pollution at short seas	Increase of transboundary marine waste (↓)
	8	Coastal urban flooding due to rising sea level	Coastal erosion caused by climate change
	9	Environmental change of the northern sea route	Increase of marine and coastal waste (↓)
	10	Increase of underwater deposit pollution	Coastal urban flooding due to rising sea level (↓)
Fishery	1	Radioactive pollution of fishery products from nuclear wastewater	Microplastics in seafood
	2	Change of distribution in microscopic organisms resulting from rising sea level	Radioactive pollution of fishery products from nuclear wastewater (↓)
	3	Negative impact on the fishery industry due to climate change	Negative impact on the fishery industry due to climate change (–)
	4	Decrease of aquatic organism species	Change of distribution in microscopic organisms resulting from sea level rise (↓)
	5	Sharp decline in the production of coastal fishing	Seafood safety resulting from pollution in the ocean environment
	6	Mass death of farmed fish	Decrease of aquatic organism species (↓)
	7	Damage of fish habitats	Sharp increase in the damage of fishing villages and the fishery industry resulting from natural disasters
	8	Damage of the fishery	Change in consumption patterns

Sector	Rank	2021 Survey result	2022 Survey result (ranking change*)
		industry following oil spill accidents	resulting from the spread of infectious diseases
	9	Decline of endemic species in inland waters	Sharp decline in the production of coastal fishing (↓)
	10	Decrease of fishery resources due to illegal fishing	Damage of fish habitats (↓)
Shipping and logistics	1	China's preemptive investment in global logistics infrastructures	China's preemptive investment in global logistics infrastructures (–)
	2	Paralysis of global supply chain due to the outbreak of infectious diseases	Paralysis of global supply chain due to the outbreak of infectious diseases (–)
	3	Damage to logistical infrastructures resulting from natural disasters	Damage to logistical infrastructures resulting from natural disasters (–)
	4	Increase of ship-emitting pollutants	Paralysis of inland logistical networks resulting from natural disasters (↓)
	5	Paralysis of inland logistical networks resulting from natural disasters	Port closure due to infectious diseases etc.
	6	Outbreak of infectious disease on ships	Outbreak of logistical crisis resulting from strikes in the shipping industry
	7	Wild fluctuation of ocean freight rates	Increase of ship-emitting pollutants (↓)
	8	Increase of ballast water-led pollution	Wild fluctuation of ocean freight rates (↓)
	9	Increase of ship biofouling	Decline in ship orders
	10	Heightened financial difficulty of shipping & logistics companies	Failure to conform to the international standards of carbon emission reduction
Ports	1	Intensive competition with Chinese ports	The lack of response capacity to climate change (↑)
	2	The lack of response capacity to climate change	Intensive competition with Chinese ports (↓)

Sector	Rank	2021 Survey result	2022 Survey result (ranking change*)
	3	Increase of environmental pollution at ports	Increase of environmental pollution at ports (–)
	4	Decline in employment due to smartization	Port closure due to natural disasters (↑)
	5	Port closure due to natural disasters	Decline in employment due to smartization (↓)
	6	Advent of Blockchain-based large logistics platforms	Advent of Blockchain-based large logistics platforms (–)
	7	Outbreak of infectious diseases among port workers	Increase of port costs and declining economic viability (↑)
	8	Increase of port costs and declining economic viability	Insufficient response system for port disasters
	9	Heightened financial difficulty of port operators	The government's strengthened regulations on safety management such as the 'Serious Accidents Punishment Act'
	10	Vulnerability of port cybersecurity	Decrease of competitiveness resulting from the stagnant growth of port traffic volume

Footnote: □ implies removal from or new appearance to the Top 10 ranking, (↑) ranking up, (↓) ranking down, (–) same compared to 2021
Source: Prepared by the authors

- Targeting the all sectors encompassing marine, fishery, shipping and logistics and ports, the top 10 future risks are shown as below by taking the possibility of occurrence, the spillover effect and uncontrollability into consideration.

- The risk that the most likely to happen, highly uncontrollable and having the highest spillover effect is 'acceleration of global warming' which is the same result to 2021.
- In terms of uncontrollability, 'creation of super typhoons'

ranked the first place and evaluated as the most vulnerable risk in the ocean and fisheries sector.

- In 2022, risks including 'microplastics in seafood' and 'decline in the diversity of marine life resulting from climate change' have newly entered the top 10 list.

〈Summary table〉 Top 10 future risks in the ocean and fisheries sector in 2022

Rank	Future risk	Sector	Possibility of occurrence	Impact	Uncontrollability
1	Acceleration of global warming	Marine	8.8	8.9	5.5
2	Marine pollution due to Japan's release of nuclear power plant wastewater	Marine	8.5	8.7	5.5
3	Creation of super typhoons	Marine	8.2	8.6	5.9
4	Increase of ocean plastic waste	Marine	8.7	8.5	4.7
5	Microplastics in seafood	Fishery	8.5	8.4	5.1
6	Decline in the diversity of marine life resulting from climate change	Marine	8.3	8.2	5.4
7	Occurrence of large undersea earthquakes	Marine	7.4	8.2	6.2
8	Radioactive pollution of fishery products from nuclear wastewater	Fishery	8.1	8.5	5.1
9	Increase of transboundary marine waste	Marine	8.4	8.2	4.9
10	Negative impact on the fishery industry due to climate change	Fishery	8.1	8.1	5.4

Footnote: (1) The darker the color, the higher the rank, (2) The ranking of each sector was calculated down to 3 places of decimals of the average
Source: Prepared by the authors

(2) Analysis of the spillover effects of future risks

A. Selection of analysis targets and analysis methods

- Preliminarily considering the result of surveys of experts and the general public, this study finally selected the analysis targets after going through brainstorming with researchers and consultation with experts on the imperativeness, importance and policy demand of analysis. The analysis targets under the 1st year of the study were excluded.
  - The marine sector selected 'forecasting the change in marine tourism resulting from the Covid-19 pandemic'.
  - The fisheries sector selected 'forecasting the change in the supply and demand of major seafood caused by supply chain risks' as an analysis target.
  - As for the shipping and logistics sector, 'predicting the change of shipping market conditions resulting from supply chain risks' was selected for the analysis.
  - The ports sector selected 'outlook of change in port traffic volumes arising from supply chain risks' as the target.
- This study adopted an analysis method suitable for quantitatively analyzing the spillover effect of risks selected beforehand.
  - The marine and fisheries sectors equally applied System Dynamics (SD).
  - The shipping and logistics sector utilized text mining and

Support Vector Machine (SVM) methodologies, while the port sector selected a vector auto-regression model.

〈Summary table〉 Targets and methods of analyzing the spillover effects of future risks by sector

Sector	Analysis targets	Analysis methods
Marine	• Forecasting the change in marine tourism resulting from the Covid-19 pandemic	• SD
Fisheries	• Forecasting the change in the supply and demand of major seafood caused by supply chain risks	• SD
Shipping and logistics	• Predicting the change of shipping market conditions resulting from supply chain risks	• Text mining and Support Vector Machine (SVM)
Port	• Outlook of change in port traffic volumes arising from supply chain risks	• Vector auto-regression

Source: Prepared by the authors

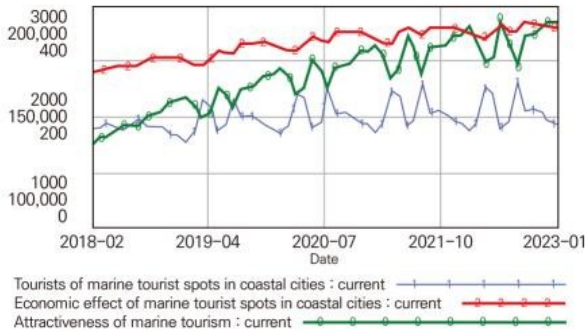
B. Analysis results

▪ (Marine sector) Targeting the tourism industry in Geoje city, this study forecasted the demand for marine and coastal tourism by establishing scenarios relevant to past data, the demand for marine and coastal tourism, policy capacity of marine and coastal tourism, receptive capacity of marine and coastal tourism and attractions of marine and coastal tourism.

- This study estimated the time series trend of marine tourism by connecting stock variables such as potential tourists in marine tourist spots, tourists in marine tourist spots in coastal cities and loyal customers in marine tourism spots in the form of a cascade. The result showed that the demand for visiting tourists fluctuated reflecting seasonal characteristics.

A stock is a quantity which is measurable at a particular point of time

〈Summary picture〉 Comparison of real data and simulation result



Source: Prepared by the authors

- Following the change in the number of tourists, the economic impact of coastal regions have accordingly fluctuated but shown an upward trend. While an influx of tourists may bring about economic growth, it can also result in an accumulation of marine waste and a decline in ocean cleanliness, diminishing the appeal of marine tourism.
- The increasing popularity of marine tourism destinations can lead to temporary congestion and a decrease in attractiveness. However, the growth in tourism also typically drives economic growth in the region, leading to increased investment in infrastructure and amenities related to marine tourism. As a result, the overall attractiveness of marine tourism is likely to continue increasing.
- Looking at the impact of social distancing resulting from

Covid-19, a policy variable, as well as the investment ratio of amenities and infrastructural facilities, strengthened social distancing was analyzed to have negative impacts on long-term tourism demand and regional economies. However, the increasing ratio of investment to amenities and infrastructural facilities is estimated to raise the attractiveness of marine tourism and the loyalty conversion rate.

- (Fisheries sector) This study forecasted changes in the supply and demand of Pollock in accordance with the strategies taken by Pollack distributors who import 100% of their products in responding to environmental changes such as global supply chain risks.
  - System Dynamic Modelling was carried out after the correlation of the Pollock supply chain was constructed from the perspectives of producers and consumers, and then applied the categorized strategies of wholesale prices and distribution volumes of Pollack distributors.
  - The result usually unfolds in the following order; a shock to the supply volume (decrease) → increase of wholesale prices → decrease in consumption. During the period of supply volume shock sustains, however, the market finds the balance, though temporarily, between supply and demand.
  - As the expectation of distributors for excess profits dissipated 12 months after the supply shock disappeared, the wholesale prices declined but the demand was expected not to increase sharply.

- Even through the supply shock disappeared and a certain period of adjustment elapsed, wholesalers have not immediately brought down wholesale prices due to the expectation of excess profit by maintaining prices.
- Therefore, it is important to devise distribution price stabilization measures in accordance with the strategies of wholesalers.

▪ (Shipping and logistics sector) This study analyzed major issues that have an impact on shipping market conditions through text mining while forecasting the ups and downs of shipping market conditions based on issues with a high betweenness centrality as well as a high degree centrality and an SVM methodology.

- An analysis of shipping market conditions identified 'Covid-19' as the most frequently appeared issue, followed by keywords such as 'supply chain,' 'raw materials,' 'The Russo-Ukraine war,' 'containerships,' 'traffic volume,' and 'logistics disruption.' These terms frequently appeared in articles discussing risks in the shipping and logistics industry.
- The analysis of degree centrality identified 'trade conflict between the US and China' and 'supply chain disruption' as major risk factors in the shipping and logistics sector. Our analysis of betweenness centrality revealed that 'Covid-19' was a significant trigger for various issues, with keywords such as 'inflation,' 'laborers,' and 'supply chain' exhibiting high betweenness centrality values.
- These issues were classified into topic groups as shown below.

〈Summary table〉 Result of topic modelling analysis

Major issues of the topic group	Related keywords
1. New cold war between nations (supply chain restructuring)	• The US, China, supply chain, severance, bottleneck, Ukraine, Russia
2. Demand-supply imbalance (change in traffic volumes)	• Ocean freight rates, logistics infrastructure, inflation, accumulation, congestion
3. Accidents (including political and social issues)	• Covid, laborer, infection, suspension
4. Management risk in the logistics industry	• M&A, ESG, digital
5. Management of port workers	• Strike, cost, automation

Source: Prepared by the authors

- While utilizing Lloyd's list, a daily news service specializing in shipping and shipbuilding, this study ran a freight rate forecasting test through an SVM methodology with freight rate-related issues that were included in major keywords. The result showed that major issues were analyzed to have a significant impact on the Container Composite Index.

▪ (Port sector) This study discovered a variety of indicators that examine change in the supply chain in an effort to directly and indirectly analyze the impact of a change in the global supply chain on the level of impact to port traffic volume. With these indicators, a quantitative estimation was carried out to examine the impact of these variables on port traffic volume based on a VAR model.

- As an indicator to examine the change in the global supply chain, this study selected the Global Supply Chain Pressure Index, maritime transportation-related index, Port Congestion Index as

well as Industrial Production Index and Retail Sales Index from economic indicators.

- According the result of a VAR-based analysis on the impact of the Global Supply Chain Pressure Index(GSCPI) to port traffic volume, the GSCPI had a negative impact on the traffic volume at the Busan port after two-time lags. This impact persisted for up to five-time lags before dissipating.
- Based on these analyses, this study forecasted the traffic volume in Busan port by 2024; in 2022, the traffic volume is expected to see a modest decline due to the impact of rising GSCPI and will be recovered in 2023 and 2024.
- In all indicators in terms of transportation, production and consumption, it was analyzed that, in 2020, the change in the supply chain were distinctive resulting from Covid-19. However, the impact is more noticeable from the perspective of transportation rather than from the perspective of consumption and production while taking place more continuously.

4. Policy suggestions

▪ (Development of an early warning system for supply chain shocks) The empirical analysis on the impact of change in the supply chain on the sectors of shipping, ports and fisheries should be continuously carried out, rather than one-eff event, to establish the policy direction required for preparation and response. For this purpose, it is necessary

to develop an early warning system which is able to monitor a variety of indicators relevant to supply chain shocks and diagnose a shock in the ocean and fisheries sector in advance.

- (Advancement of risk analysis methodologies) In order to advance the algorithms to increase the reliability of short-term forecasts and enable mid- to long-term forecasting, the data secured through short-term forecasts should be built into a database thorough which the algorithms should continue to be advanced.
- (Continued survey of risk awareness in the ocean and fisheries sector) By conducting a survey of risks in the ocean and fisheries sector targeting the general public, the changes and vulnerability of risks should be investigated. Such effort is able secure the impetus to implement policy measures for preparing and responding to potential future risks.
- (Establishment of preemptive policies through a risk spillover analysis) This study established a variety of scenarios to analyze the spillover effect of risks, which can be considered policy scenarios to reduce the impact of risks. In the future, it is necessary to establish a variety of methodologies and policy scenarios to analyze the spillover effect of risks, which can be utilized in formulating policies for risk reduction.

01
서론

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경

현대사회의 복잡성과 미래 사회의 불확실성 확대는 사회·경제적 손실 증가를 초래하고 있다. 대표적으로는 2020년 세계를 강타한 코로나19는 글로벌 공급망의 재편과 함께 전 세계적인 경제적 손실을 초래하는 등 사회·경제적 구조변화를 야기하고 있다. 즉 코로나19로 인한 세계 경제성장률은 2020년 3.1% 이상 감소하였으며, 세계 교역량은 8.2% 이상 감소(IMF, 2022)하였다. 특히 코로나19로 인한 중국 생산시설의 운영 중단(원자재 수급의 어려움과 반제품 및 완제품 생산 차질 등)은 글로벌 공급망에 대한 심각한 위협으로 작용하였다.[1)]

1) 2020년 코로나19 팬데믹 확산 → 세계 컨테이너 물동량 감소(전년 대비 1.2%↓) → 임시결항횟수 증가(2019년 동서 항로 기준 24회 → 2020년 105회) → 2020년 후반 경기회복 시작 → 급격한 '컨'운송수요 증가(아시아-북미 항로의 경우, 2021.5. 기준 전년 동기 대비 43.5%↑) → 항만 장치율 상승(2021.6. 기준 LA/LB 최대 80% 수준으로 전년 동기 70% 대비 10%p↑) 및 선박의 항만 대기 증가(2019년 713만TEU → 2020년 793만TEU → 2021년 840만TEU) → 운항 시간 증가(아시아-북미 항로 기준, 2019년 19일 → 2020년 30일 → 2021년 47일) → 선사의 정시성 하락(2019년 78% → 2020년 64% → 2021년 35.7%) → 공급지연 등 공급망 안정성 저하

더욱이 끝나지 않은 코로나19 팬데믹 현상에 이어 2022년 초 발생한 러시아-우크라이나 간 전쟁은 글로벌 공급망에 대한 연속적인 위협으로 작용해서 세계 경제를 고물가, 고금리, 실직, 경기 후퇴가 동시에 발생하는 스태그플레이션의 늪으로 빠져들게 하고 있다. 이러한 현상은 글로벌 공급망의 안정성을 더욱 악화시켜 세계 경제의 침체를 부추기는 악순환의 고리를 만들고 있는 상황이다.

코로나19나 전쟁과 같이 발생 가능성은 낮으나 파급력은 극단적인 사건(X-이벤트)의 발생 가능성을 예측하는 것은 어렵지만, 선제적으로 예측 역량을 강화하고 이를 통해 대응전략을 모색하는 것은 극단적인 사건의 발생으로 인한 악영향을 최소화할 뿐만 아니라 미래 사회의 불확실성에 대한 회복탄력성을 강화해서 국가경제의 강건성을 도모하기 위한 최선책이라 할 수 있을 것이다.

특히 바다라는 자연을 무대로 하고 있는 해양수산 분야는 자연재해 등 통제할 수 없는 파괴적인 이벤트(turbulence)[2]에 크게 노출되어 있는 분야일 뿐만 아니라 각종 해양수산 관련 비즈니스를 방해하거나 인명 또는 재정적 피해를 초래하는 다양한 고의적 이벤트(deliberate)[3]가 상존하는 분야라 할 수 있다. 즉 해양수산 분야는 다양한 X-이벤트에 노출되어 있는 취약성이 높은 분야라 할 수 있다.

이러한 점은 과거의 해양수산 분야에 있었던 다양한 X-이벤트 사례에서도 찾아볼 수 있다. 2011년 발생한 동일본 대지진은 일본 내 16개 항만 폐쇄(1개월)를 시작으로 항만이용기업의 글로벌 공급망 붕괴를 초래하였으며, 이로 인한 자동차, 전기·전자제품 제조기업의 생산 중단은 항만부분에 있어서만 최소

2) 통제할 수 없는 외부 환경의 빈번한 변화로 격변(turbulence)으로 대변되며, 여기에는 예측 불가능한 수요, 통화 및 가격 변동, 지정학적 혼란, 자연재해, 기술 실패, 전염병 등이 있음

3) 고의적 위협(deliberate)은 운영을 방해하거나, 인명 또는 재정적 피해를 초래하는 의도적인 위협으로 테러와 방해 행위, 불법 복제 및 절도, 노동 분쟁, 특수 이익 단체, 산업 스파이 행위, 제품 책임 등이 있음

400억 달러의 피해를 초래한 바 있다. 2021년 3월 수에즈운하에서 발생한 컨테이너선 에버기븐호의 좌초는 6일간 글로벌 동서 항로 운항선박의 발목을 잡아 약 200척 이상의 선박 운항과 약 1,700만 톤의 화물운송을 중단시켰다. 그 결과 단편적이지만 수에즈운하를 관리하는 이집트의 피해 규모만 10억 달러 이상으로 추산된다.

이 밖에도 해양수산 분야를 위협하는 리스크는 물론 나아가 세계 경제를 위협하는 잠재적인 위험요소는 아래의 〈표 1-1〉에서 보는 바와 같이 다양하다. 지구 온난화 가속화, 초대형 태풍 발생, 해양 플라스틱 쓰레기 증가, 수산물 원전 폐수 방사능 오염, 중국의 글로벌 물류인프라 선점, 전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비, 자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손, 항만 환경오염 증가, 항만 사이버 보안 취약성 등이 그것이다.

〈표 1-1〉 2021 해양수산 분야별 상위 10개 미래 리스크 발굴 결과

순위	해양 분야	수산 분야
1	지구 온난화 가속화	수산물 원전 폐수 방사능 오염
2	초대형 태풍 발생	수온상승에 따른 먹이생물 분포 변동
3	해양 플라스틱 쓰레기 증가	기후변화에 따른 수산업 악영향
4	월경성 해양 쓰레기 증가	수산 생물종 감소
5	해양 및 바닷가 쓰레기 증가	근해어업 생산량 급감
6	대규모 해저지진 발생	양식어류 대량 폐사
7	연근해 해수수질 오염 증가	수산 서식지 훼손
8	해수면 상승에 따른 연안도시 범람	기름 유출에 따른 수산업 피해 발생
9	북극항로 환경 변화	내수면 고유어종 감소
10	해저 퇴적물 오염 증가	불법어업에 따른 수산자원 감소

순위	해운·물류 분야	항만 분야
1	중국의 글로벌 물류인프라 선점	중국 항만과 경쟁 격화
2	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비	기후변화 대응역량 부족
3	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손	항만 환경오염 증가
4	선박배출 대기오염물질 증가	스마트화에 따른 일자리 감소

순위	해운·물류 분야	항만 분야
5	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비	자연재해로 인한 항만 폐쇄
6	선원 감염병 발생	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장
7	해운운임 급등락	항만 종사자 감염병 발생
8	선박평형수에 의한 오염 증가	항만비용 상승 및 경제성 저하
9	선박 바이오파울링 증가	항만 운영사 경영난 심화
10	해운·물류기업 경영난 심화	항만 사이버 보안 취약성

자료: 박광서 외(2021), pp. 147-149.

그런데도 해양수산 분야는 위험요소를 체계적으로 분석하여 위험요소에 대응한 흡수력, 적응력, 복구력 등 회복탄력성을 높일 수 있는 대응체계를 마련하기 위한 연구가 타 분야에 비해 미흡한 것도 사실이다. 또한 해양수산 분야에서는 급변하는 대내외 환경 변화에 따른 X-이벤트 발생 및 이에 대응하기 위한 정책적 논의조차 미흡한 실정이다. 즉 최근 코로나19 및 러시아-우크라이나 전쟁 등으로 인한 글로벌 공급망 붕괴에 따른 파급영향 및 대응논의 등 X-이벤트 발생 과정상 논의는 진행되고 있으나, 예상하지 못하는 X-이벤트를 예측하거나 사건의 전개 양상에 대한 예상시나리오 개발 등을 통해 선제적으로 대비하는 방안 마련에 대한 논의는 부족한 실정이다.

반면, 과학 분야는 미래 리스크(X-이벤트)에 대한 예측과 대응능력 강화 필요성을 오래전부터 인지하고 이에 관련한 연구 및 정책들을 지속적으로 발표하고 있다. 특히 2021년 과학기술정보통신부는 'X-이벤트 총괄위원회'를 출범시켜 미래 발생할 수 있는 X-이벤트를 예측하고 사건의 전개 양상에 대한 예상시나리오 설계를 통해 위험에 대비한 대응-회복-예방에 걸친 전 주기 과학기술 정책방향을 제시하고자 연구체제를 구축한 바 있다.

따라서 지금이라도 해양수산 분야에서 발생할 수 있는 다양한 미래 리스크, 특히 X-이벤트의 발생 가능성을 예측하고 이에 따른 영향력을 체계적으로 분석하고 그 결과를 토대로 회복탄력성(흡수력, 적응력, 복구력)을 확보함으로

써 지속가능한 해양수산 산업의 발전을 도모하기 위한 논의의 장을 만들 필요가 있다. 이를 위해 본 연구는 2021년에 이어 해양수산 분야에서 발생 가능한 리스크를 예측하고 이들 리스크가 해양수산 분야에 미칠 수 있는 영향 정도를 분석하여 리스크에 대비하기 위한 장기적인 정책방향을 제시함으로써 미래 리스크에 대한 해양수산 분야 논의의 장을 제공하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 1차 연도와 마찬가지로 해양수산 분야에 발생 가능한 미래 리스크를 발굴하고 다양한 파급효과 분석 모델을 개발·활용하여 각종 리스크로 인한 영향을 분석하는 것이다. 또한 해양수산 분야와 관련한 각종 학회와의 공동연구를 통해 미래 리스크에 대한 연구 기반을 확산시킴으로써 리스크에 대한 논의의 장을 구축하고 미래 리스크에 대응한 해양수산 전략 수립을 지원하기 위한 다양한 연구자료를 확보하는 데 연구의 목적을 두고자 한다. 구체적인 연구의 목적을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 1차 연도 연구에서 발굴된 리스크와 1차 연도 조사 시점 이후부터 현재까지의 미래 리스크를 추가 발굴하여 비교함으로써 해양수산 분야에 발생할 수 있는 잠재적 리스크에 대한 국민적 인식 변화를 분석하고자 한다. 여기에는 텍스트 마이닝의 기법인 토픽 모델링, CONCOR 및 감성분석 등을 통해 예비 리스크를 추출하고, 추출된 예비 리스크에 대한 인식도, 발생 가능성, 영향력 및 통제 가능성 등을 전문가와 일반 국민을 대상으로 설문조사를 한 후 상위 30개의 리스크를 발굴하고자 한다.

둘째, 발굴된 리스크 중 현시점에서의 중요성이 높은 리스크를 선정하고, 이를 대상으로 1차 연도에 적용된 분석 모델의 고도화 또는 새로운 분석 방법론을 적용하여 리스크 발생으로 인한 파급력을 분석하고자 한다. 특히

본 연구의 2차 연도인 2022년은 러시아-우크라이나 전쟁으로 인해 코로나19 팬데믹으로 악화된 글로벌 공급망의 위기가 더욱 증폭된 해이므로 글로벌 공급망 위기가 해양수산 분야에 미친 파급력을 분석하는 데 집중하고자 한다. 파급력 분석에는 텍스트 마이닝, 네트워크 텍스트 분석, 토픽 모델링, 서포트 벡터 머신(SVM: Support Vector Machine), 벡터자기회귀(VAR: Vector Auto-Regression) 모형, 시스템다이내믹스(SD: System Dynamics) 등의 분석 기법을 활용하고자 한다.

셋째, 분석 결과를 토대로 해양수산 분야의 정책방향을 제시하고자 한다. 다만, 본 연구가 총 3차 연도 사업 중 2차 연도 연구인 점을 감안하여 리스크에 대비한 정책적 방향을 모색하고, 향후 3차 연도 연구에서 각 방향에 대한 구체적인 대응전략을 제시하고자 한다.

제2절 연구 내용 및 방법

1. 연구 내용

본 연구는 총 네 개의 장으로 구성되어 있다. 제1장은 본 연구의 배경과 목적, 연구 범위 및 내용, 선행연구 검토 및 차별성, 연구수행 방법 등 연구 개요를 포함한다.

제2장에서는 해양수산 분야의 미래 리스크를 발굴하였다. 언론매체 기사, 학술 논문, 정책 보고서 등을 대상으로 한 빅데이터 분석을 통해 예비 리스크를 도출하고, 이를 해양수산 분야의 전문가와 일반 국민을 구분하여 설문조사를 실시함으로써 최종 리스크를 발굴하였다. 특히, 이번 2차 연도 설문조사에서는

전문가와 일반 국민을 구분하였다. 1차 연도 연구 결과에 대한 평가과정에서 해양수산 관련 전문가들의 인식과 리스크에 대한 중요도가 일반 국민의 판단과 상이할 수 있어 전문가와 일반 국민을 구분할 경우 두 집단 간 해양수산 리스크에 대한 인식을 더욱 명확하게 비교할 수 있다는 의견이 제시되었기 때문이다. 아울러 전문가 설문조사 항목에는 1차 연도에 발굴된 리스크는 물론 1차 연도 연구의 조사 시점(2021년 3월) 이후 2022년 3월까지 발생한 새로운 리스크에 대해 빅데이터 분석을 통해 추가함으로써 리스크에 대한 변화도 분석하여 설문조사 항목을 구성하였다. 설문조사 항목은 해양수산 분야별 예비 리스크 각각에 대해 인식도, 발생 가능성, 영향력, 통제 불가능성 등으로 구분하여 10점 척도로 응답할 수 있도록 구성하였다. 이를 통해 해양수산 분야별로 리스크의 순위를 도출하고 1차 연도 결과와의 비교를 통해 해양수산 분야에서 발생하는 각종 리스크의 순위 변화를 측정하였다.

제3장에서는 2장에서 도출한 미래 리스크 중 시급성, 중요성, 정책적 수요 등을 종합적으로 고려하여 해양수산 분야별(해운·물류, 항만, 해양, 수산 등 네 개 분야) 대표 리스크를 선정하여 파급력을 분석하였다. 아울러 파급력 분석은 분야별 외부 전문가와 공동으로 진행하였으며, 분석 모델은 분야별 연구 내용에 맞게 계량모델(텍스트 마이닝, 네트워크 텍스트 분석, 토픽 모델링, SVM, VAR 모형, SD 등)을 선정하여 적용하였다. 파급력 분석을 위해 선정된 리스크는 해운·물류, 항만 및 수산 분야는 코로나19 팬데믹 및 러시아-우크라이나 전쟁으로 인한 공급망 리스크로 선정하였다. 이는 설문조사의 결과에서도 상위에 랭크되어 있는 리스크이면서 러시아-우크라이나 전쟁으로 인해 코로나19 팬데믹에 이어 글로벌 공급망이 위기에 직면하고 있어 이에 대응하기 위한 정책적 수요가 높기 때문이다. 한편, 글로벌 공급망 리스크로 인한 파급력을 분석하기 위한 대상으로 해운·물류는 해운시황 변화, 항만은 항만물동량 변화, 수산 분야는 100% 수입하는 대중성 어종인 명태의 수급 변화를 삼았다. 반면, 해양 분야는 설문조사에서 상위에 랭크되지는 않았지만 빅데이터 분석

결과 해양 분야의 중요 키워드로 해양관광이 1위로 거론되고 있다는 점과, 설문조사 결과에 해양관광인프라의 낙후성, 해양·레저·관광·문화 소외계층 발생, 관광으로 인한 해양생태계 훼손 등의 리스크가 자리 잡고 있다는 점을 감안하여 코로나19 팬데믹에 따른 해양관광의 변화를 파급력 분석의 대상으로 삼았다.

마지막으로 제4장에서는 본 연구의 분석 결과를 요약하고 한계점, 그리고 리스크에 대비한 정책적 방향을 제시하였다.

2. 연구 방법

본 연구의 주요 연구 방법론으로는 문헌조사, 빅데이터 분석, 설문조사 및 각종 계량분석 모델을 활용하였다.

우선 문헌조사 방법을 활용하였다. 해양수산 분야에서 발생할 수 있는 미래의 리스크를 발굴하기 위해 1차 연도와 마찬가지로 국내외 정책 보고서, 논문, 뉴스기사 등을 중심으로 한 문헌조사를 실시하였다. 국내외 정책 보고서와 관련해서 UN, OECD, IMF 등 국제기구의 해양 정책과 미국, 중국, 일본, 영국 등 해외 주요 국가와 우리나라의 해양 정책 등을 수집하였으며, 논문과 관련해서는 SCOPUS 등재 학술지와 한국연구재단 등재 학술지 중 해양수산 분야 또는 미래연구와 관련한 학술지를 선정하여 게재된 논문을 수집하였다. 또한 최근 사회적인 이슈를 탐색하기 위해 주요 중앙지(5종)와 지방지(15종), 해양수산 분야 전문지 등 언론 뉴스도 포함하였다.

둘째 연구 방법으로 빅데이터 분석을 활용하였다. 1차 연도와 마찬가지로 수집된 자료의 체계적 구분하기 위해 빅데이터 분석의 토픽 모델링을 활용하여 1차 예비 리스크를 도출하였다. 이어서 1차 예비 리스크를 검증·보완할 목적으로 전문가와의 자문회의 및 연구진 브레인스토밍을 실시하여 2차 예비 리스크를

도출하였다. 한편, 빅데이터 분석은 한국생산관리학회와 공동으로 진행하였다.

셋째 연구 방법으로 설문조사를 실시하였다. 도출된 2차 예비 리스크를 해양수산 분야 전문가 166명을 대상으로 설문조사를 실시하여 해양수산 분야의 특수성을 반영한 리스크를 도출하였다. 또한 전문가 설문 이후 일반 국민(2,000명)을 대상으로 설문조사를 실시함으로써 최종 리스크와 분야별 우선순위를 도출하였다. 한편, 설문조사는 ㈜한국리서치에 의뢰하여 진행하였다.

넷째 연구 방법으로는 리스크로 인한 파급효과를 분석하기 위한 다양한 계량모델을 활용했다는 것이다. 1차 연도와 마찬가지로 해당 리스크의 파급력 분석에 적합한 분석 방법론에 대해 전문가 교육을 실시하였다. 2차 연도에서는 SD, 텍스트 마이닝, MPI/DEA 등 분석 모델에 대해 총 28회에 걸쳐 이론과 실습 위주의 교육을 실시하고 해당 전문가와의 공동연구를 통해 분석 결과의 품질을 제고하였다. 아울러 머신러닝 지도학습 모델의 일종인 SVM과 공급망 변동의 대리변수를 설정하고 변수들이 항만물동량에 미치는 영향 분석을 위한 VAR 모형도 1차 연도와 달리 새롭게 적용하였다.

제3절 선행연구 검토 및 차별성

본 연구의 제3장은 해양수산의 분야별로 선정한 리스크와 이에 따른 파급력을 분석하기 위해 분석한 선행연구를 각각 포함하고 있다. 그래서 본 절에서는 해양수산 분야의 리스크 관련 연구에 대한 선행연구 분석 내용만을 포함하고자 한다.

1. 선행연구 분석

해양수산 분야의 주요 리스크 관련 연구의 특징은 특정 리스크를 선정하여 대응방안, 정책적 시사점을 도출한 연구가 대부분이라는 점이다. 예를 들어, 재난 및 재해(김우선·최나영환·김대현, 2016; 김형근 외, 2012), 중대재해처벌법 관련 미래 리스크에 대한 분석(최상균 외, 2021), 연안 지역의 자연재해에 대한 위험도 분석(윤성순 외, 2015; 홍성진 외, 2013), 어촌의 인구소멸 등에 관한 연구(박상우 외, 2018) 등이 그것이다. 이러한 가운데 리스크 발굴 및 분석에 대한 종합적인 연구(최석우 외, 2019; 박광서 외, 2021)가 간헐적으로 수행되었다. 특히 본 연구의 1차 연도 연구인 박광서 외(2021)은 문헌분석 및 설문조사를 바탕으로 해양수산 분야의 리스크를 발굴하고 선정된 주요 리스크를 중심으로 파급효과를 분석함으로써 해양수산 전 분야에 대한 리스크 및 파급효과를 다룬 최초의 연구가 되었다. 한편, X-이벤트 등과 같은 미래 리스크에 대한 연구는 과학기술계를 중심으로 비교적 오래전부터 수행되어 왔으며(윤정현, 2012; 윤정현·오승희, 2016), 다년 차 연구로 수행되어 온 사례도 존재하고 있다[4].

해외의 경우도 해운·물류(Kwesi-Buor, Menachof, & Talas, 2019; Haapasaari et al., 2015; Goulielmos, 2015 등), 항만(Saz-Salazar, García-Menéndez, & Feo-Valero, 2012; Zhang et al., 2017 등), 수산(Rizal & Nurruhwati, 2019; Davies, Mees, & Milner-Gulland, 2015 등) 등 해양수산 각 분야의 특정 이벤트 또는 리스크 관리(지속가능성 및 회복탄력성) 측면에서의 연구가 주류를 이루고 있다. 본 연구와 관련한 선행연구의 현황은 부록 1에서 정리하였다.

아울러 분석 방법에 있어서도 선행연구는 대부분 사례연구, 전문가 인터뷰 및 패널 분석, 설문조사 등이 널리 사용되었으며, 일부 선행연구에서는 토픽

4) 과학기술정책연구원, 2009~2016; 국토연구원, 2009~2011 등

모델링, SD 등이 사용되어 불확실성이 높은 미래 리스크에 대한 연구 방법이 매우 한정적이라는 것을 확인할 수 있었다.

2. 선행연구와 차별성

본 연구에서는 최근 데이터를 활용해 해양수산 분야 미래 리스크를 분석하고, 연구진과 외부 전문가 간 브레인스토밍을 통해 리스크로 인한 파급력을 분석하기 위한 방법론을 확장·고도화하여 해양수산 분야의 특정 리스크에 대한 파급영향을 정량적으로 분석함으로써 기존 연구와의 차별성을 도모하였다.

우선, 수집된 문헌자료(보고서 91건)와 학술 논문(국내 592건, 국외 3,917건), 뉴스(2만 9,824건)를 대상으로 빅데이터 토픽 모델링을 활용하여 특정 리스크가 아닌 해양수산 분야에서 발생 가능한 리스크에 대한 키워드와 토픽을 종합적으로 도출하였다. 아울러 해양수산 분야의 대표 리스크 발굴을 위해 전문가 166명과 일반 국민 2,000명을 대상으로 해양수산 분야별 리스크에 대한 인식도, 발생 가능성, 영향력, 통제 불가능성 등에 관하여 설문조사를 함으로써 리스크에 대한 인식, 발생 가능성, 영향력 그리고 산업 자체의 취약성 등을 판단할 수 있는 근거를 마련하였다. 아울러 종합적으로는 해양수산 분야별 리스크를 순위 매김함으로써 정책적 대응 우선순위를 제시하였다는 점에서 특정 리스크만을 주로 다루는 기존 연구와 차별성을 가진다.

또한 기존 연구에 비해 다양한 분석 방법론을 적용하여 선정된 리스크로 인한 분야별 파급력을 정량적으로 분석하였다는 점에서 본 연구의 차별성을 찾아볼 수 있다. 해운·물류 분야는 텍스트 마이닝을 통해 해운·물류 분야에 영향을 미치는 키워드 및 토픽을 도출하고 도출된 키워드와 토픽이 가지는 감성에 대한 긍정과 부정을 분석한 결과를 활용하여 SVM 기법으로 해운시황을 예측하여 실제 해운시황과 비교함으로써, 향후 시장의 심리 변화에 따른 해운시

황 변화를 예측하기 위한 방법론을 제시하고 있다. 항만 분야는 VAR 모형을 활용하여 기존 데이터(글로벌 공급망 압력지수(GSCPI: Global Supply Chain Pressure Index), 상하이 컨테이너 운임지수(SCFI: Shanghai Containerized Freight), 산업생산지수, 소매판매지수)의 변화가 항만물동량에 미치는 파급력을 분석하고, 시차 분석을 통해 파급력의 상쇄시기를 예측해 봄으로써 리스크 발생에 따른 시기별 정책방향을 가늠할 수 있게 하였다. 해양 분야는 코로나19로 인해 수요가 감소해 가는 해양 관광객 수요에 대한 각종 정책적(홍보투자 비율과 홍보유발효과승수[5] 조정을 통한 홍보 정책과, 기반시설 및 어메니티 투자 비율 개선을 통한 예산 정책 등) 시나리오를 설정하고 이를 SD 모델을 통해 분석함으로써 코로나19 시기에도 해양관광 수요를 증대시키기 위한 방안을 제시함으로써 리스크에 대응한 정책변화가 해양관광 수요를 증대시키는 요인이 될 수 있다는 것을 제시하기도 하였다. 마지막으로 수산 분야는 100% 수입되는 대중성 어종인 명태를 대상으로 공급망 리스크가 수입 단가, 수입량, 도매가격에 미치는 영향을 분석하고, 이를 기반으로 도매업자의 전략적 선택에 따른 시장가격의 변화를 SD를 활용하여 예측함으로써 도매업자의 전략적 선택에 미칠 수 있는 정책적 방향을 제시하고 있다는 측면에서 기존 연구와의 차별성을 가진다.

〈표 1-2〉 본 연구와 선행연구의 차별성

구분	선행연구	본 연구
대상 리스크	• 특정 리스크를 설정	• 빅데이터 분석, 전문가 및 일반 국민 대상 설문조사를 통한 해양수산 전 분야의 종합적인 미래 리스크 발굴 • 리스크의 발생 가능성, 영향력, 취약성 등을 감안한 리스크의 척도를 산정
연구 범위	• 리스크 발굴과정 및 사례 분석 중심	• 해양수산 전 분야(해운·물류, 항만, 해양, 수산)에 대한 종합적인 미래 리스크 발굴과 발굴된 대표 리스크에 대한 정량적인 파급력 분석
연구	• 대부분 전문가 조사	• SD, 텍스트 마이닝 등 기존 선행연구의 방법론 활용

5) 홍보 활동으로 유발된 효과의 정도를 정량적 수치로 나타낸 것

구분	선행연구	본 연구
방법	• 일부 시스템다이내믹스(SD), 산업연관분석, 공간통계분석, 자료포락분석(DEA), 텍스트 마이닝 등 • 설문조사	• 신규 방법론으로 서포트벡터머신(SVM), 벡터자기회귀(VAR) 활용 • 설문조사(전문가 166명 및 대국민 2,000명)
연구 내용	• 특정 리스크 원인 분석 및 원인의 유형화를 통한 해소방안 도출 • 특정 리스크 촉발동인, 경로 및 시나리오 • SD를 활용한 리스크에 대응한 전략 평가 • 리스크 평가 및 영향력 분석 방법 등	• 4대 해양수산 분야별 발생 가능한 리스크 발굴(연구 이전 특정화 안 함) • 리스크별 인식도, 발생 가능성, 영향력, 통제 불가능성(취약성) 등을 분석하여 리스크의 우선순위 제시 • 리스크에 따른 정량적 파급력 분석 – 글로벌 공급망 위기에 따른 해운시황 변화 – 글로벌 공급망 위기에 따른 항만물동량 변화 – 코로나19 팬데믹에 따른 해양관광 수요 변화 – 글로벌 공급망 위기에 따른 명태 도매업자의 심리전략에 따른 소매가격의 변화

자료: 저자 작성

02
해양수산 분야 미래 리스크 발굴

제1절 해양수산 미래 리스크 빅데이터 분석

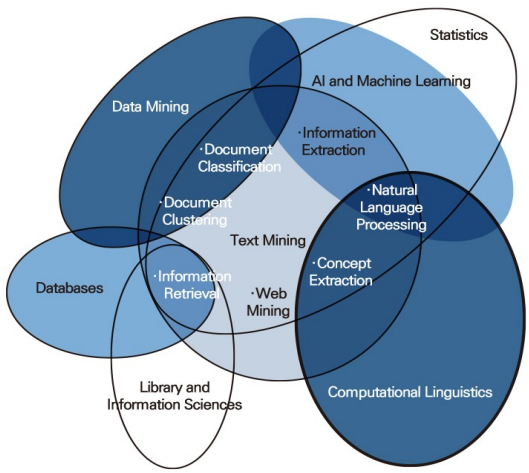
1. 빅데이터 분석 개요

본 연구에서는 텍스트 마이닝(text mining) 또는 텍스트 애널리틱스(text analytics)라 일컫는 빅데이터 분석 기법을 활용해 해양수산 분야의 리스크를 발굴하고자 하였다. 텍스트 마이닝은 비정형(unstructured) 또는 반정형(semi-structured) 형태로 존재하는 텍스트 데이터를 수집, 저장, 처리, 분석하기 위한 다양한 기술을 포괄하는 분석 방법이다. 이는 개인의 인식 체계가 언어를 매개로 표현되는 것을 전제로 대량의 언어 데이터를 분석함으로써 사회적 갈등이나 리스크 등에 대한 함의를 얻을 수 있음을 가정한다.

텍스트 마이닝은 〈그림 2-1〉과 같이 데이터 마이닝(data mining), 데이터베이스(databases), 정보과학(library and information sciences), 전산어학(computational linguistics), AI 및 머신러닝(machine learning) 등을 포괄한다. 이 중 텍스트 마이닝 기술의 핵심은 정형화되지 않은 텍스트 데이터를 수리적 분석이 가능한 구조화된 데이터로 변환하는 자연어 처리기술(NLP,

natural language processing)이다. 텍스트를 정형 데이터로 효과적으로 변환하기 위해서는 개별 단어로부터 문헌 집합 전체까지를 다루는 기법을 결합하여 사용해야 하며, 정형 데이터의 분석에는 다양한 데이터 마이닝 및 통계적 분석 기법이 활용된다.

〈그림 2-1〉 텍스트 마이닝 인접 분야



자료: 저자 작성

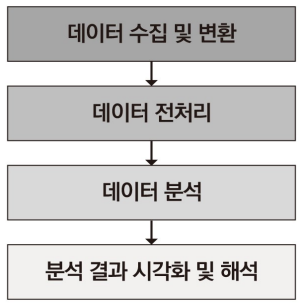
본 장의 목적은 뉴스, 논문, 정책 보고서 등을 대상으로 해양수산 분야의 리스크와 관련한 텍스트 데이터를 수집·분석하여 해양수산 분야의 미래 리스크를 발굴하는 것이다. 뉴스기사는 해당 시점, 해당 분야의 사회적 이슈와 문제를 반영하고 있으며, 논문과 정책 보고서는 그 분야 전문가의 의견과 분석된 객관적 정보를 담고 있어서 해당 분야에 대한 객관적인 함의를 도출하기 위한 중요 데이터이다. 따라서 관련 텍스트 데이터를 수집, 처리, 분석함으로써 관련 분야의 이슈, 리스크, 트렌드 등을 파악할 수 있다.

비정형 텍스트 데이터에서 도출한 정보의 객관성과 정확성을 담보하기

위해서는 분석 대상의 인식 체계를 드러낼 수 있도록 많은 양의 데이터가 요구된다. 이에 본 장에서는 중앙지 5종을 비롯한 총 20종의 언론 기사와 해양수산 분야를 전문으로 하는 26개의 국내외 학술 저널에 실린 논문을 수집하고 토픽 모델링 기법을 활용하여 분석하였다. 그 외에 국내외 정부, 국제기구, 공공기관 등에서 발간한 보고서 등의 문헌자료를 폭넓게 수집하여 분석에 활용하였다.

특히 본 장은 박광서 외(2021)의 후속연구로 결과 비교를 위해 데이터 수집을 비롯한 전체적인 연구 모델과 과정을 최대한 유사하게 진행하고자 하였다. 개략적인 연구모형은 〈그림 2-2〉와 같다. 분석에 필요한 데이터를 수집한 다음 변환과 적재를 수행하였다. 수집하는 플랫폼에 따라 데이터의 형태가 달라지기 때문에 텍스트 데이터를 수집한 이후에는 확장자 TXT 파일 형태로 변환하여 통일하는 과정이 필수이다. 이후 텍스트 데이터의 전처리(pre-processing) 과정을 거쳐 분석 가능한 형태로 데이터를 정형화하는 작업을 거쳤다. 마지막으로 분석 결과를 시각화하고 해석하여 연구 목적에 맞는 의미를 도출하였다.

〈그림 2-2〉 연구모형 도식



자료: 저자 작성

2. 빅데이터 분석 절차 및 방법론

1) 데이터 수집

본 장에서는 언론매체 기사, 학술 논문 그리고 정책 보고서를 대상으로 텍스트 데이터를 수집하였다. 수집 기간은 박광서 외(2021)에서 수집한 데이터의 기간인 2018년부터 2021년 1/4분기에 2021년 2/4분기부터 본 연구 분석 시점인 2022년 1/4분기까지 1년을 추가하였다. 추가 수집 데이터의 개요는 〈표 2-1〉과 같다.

〈표 2-1〉 해양수산 및 미래 분야 주요 이슈 분석 개요

구분	분석 개요
대상 기간	2021년 2/4분기 – 2022년 1/4분기(1년)
대상	언론매체 기사: 중앙지 5종, 지방지 15종 학술 논문: 26개 국내외 저널
문서 건수	기사: 2만 9,824건 논문: 4,509건(국내: 592건/국외: 3,917건) 보고서: 91건
수집 사이트	한국언론진흥재단 빅카인즈, 구글, 및 저널별 홈페이지
분석 방법	토픽 모델링(topic modeling)

자료: 저자 작성

언론매체 뉴스 데이터는 한국언론진흥재단 빅카인즈 플랫폼을 활용하였다. 수집 대상 언론매체는 중앙지 5종과 지방지 15종을 대상으로 하였고(〈표 2-2〉 참고), 수집 키워드는 박광서 외(2021)와 동일하게 해양수산 분야를 크게 해양/수산/해운·물류/항만의 네 개 분야로 나누고 각 분야의 주요 키워드를 사용하였다(〈표 2-3〉 참고). 학술 논문은 각 저널의 홈페이지를 통해 수집하였으며, 해양수산 분야 전문 학술 저널 국내 11개, 국외 15개가 포함되었다(〈표 2-4〉 참고). 최종 수집된 데이터는 언론매체 기사 총 2만 9,824건, 학술

논문 4,509건, 그리고 정책·전략 보고서 91건이다.

〈표 2-2〉 수집 대상 언론매체

구분	언론매체
중앙지	조선일보, 중앙일보, 동아일보, 경향신문, 한겨레
지방지	(강원) 강원도민일보, 강원일보 (경기/인천) 경기일보, 경인일보 (광주, 전라) 전북도민일보, 전북일보, 광주매일신문, 전남일보 (부산, 경상) 부산일보, 경남도민일보, 영남일보, 울산매일 (충청) 중도일보, 충청투데이 (제주) 제민일보

자료: 저자 작성

한편 수집된 데이터는 이용한 플랫폼에 따라 형태(format)가 다르다. 예를 들어 빅카인즈에서 추출한 데이터는 엑셀 파일(xlsx), 저널 홈페이지에서 추출한 논문은 PDF, 그리고 구글 등 웹사이트에서 추출한 일부 보고서는 한글 파일(hwp)의 형태로 수집된다. 이에 데이터 수집 이후 형태를 일치시키기 위한 변환 과정이 필요하며, 본 연구에서는 수집된 모든 데이터를 텍스트 파일 형태로 변환하였다.

〈표 2-3〉 분야별 언론매체 수집 키워드 및 수집 건수

해양	수산	해운·물류	항만
해양	수산	해운	항만
해양관광	어촌	해사	부산항
해양 쓰레기	어민	선원	인천항
북극	어항	선사	광양항
독도	낚시	선박	국제물류
해양수산	어업	컨테이너	물류
해양정책	양식업	해사안전	물동량
해양환경	원양어업	항만 운영	
해양안보	수산물	항만 개발	

해양	수산	해운·물류	항만
해양영토	해산물	자율운항선박	
해양공간정보	수산식품	등대	
극지	수산보조금	선박금융	
해양산업	수산자원	여객선	
해양자원개발	수산시장	LNG 선박	
해양과학기술	수산물 원산지	LNG 벙커링	
해상풍력	위판장	항로	
해양생물	어선	항만자동화	
크루즈	어촌뉴딜300	항만배후단지	
연안	관상어	해운수산 4차산업혁명	
해양문화	활어차	해난사고	
해수면 상승	수산물위생	현대상선	
무인도	수산물가격		
어촌계			
해양에너지			
해양심층수			
미세플라스틱			
천일염			
소금			
11,029건	10,569건	2,304건	5,922건

자료: 저자 작성

〈표 2-4〉 수집 대상 학술 저널 및 저널별 건수

저널명	수집 건수	저널명	수집 건수
산업연구	20	Marine and Coastal Fisheries	57
수산경영론집	20	Marine Fisheries Review	2
한국수산과학회지	137	Maritime Economics and Logistics	31
한국항만경제학회지	49	Technological Forecasting and Social Change	1,098
한국항해항만학회지	57	Maritime Policy and Management	68

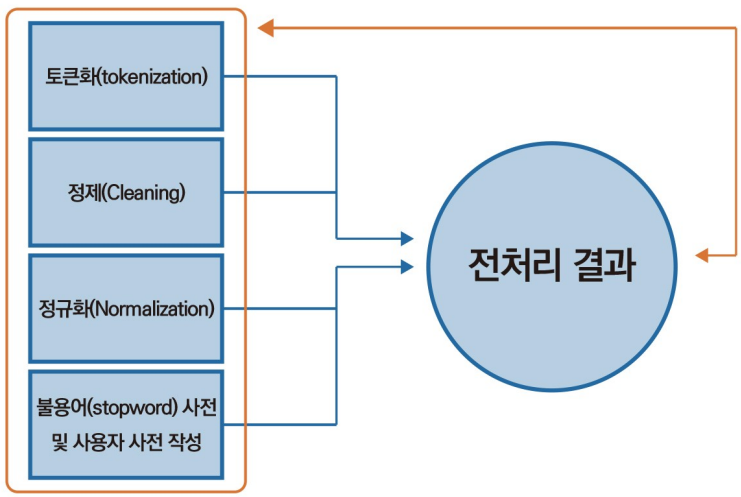
저널명	수집 건수	저널명	수집 건수
해사법연구	39	International Journal of Forecasting	146
바다(한국해양학회)	27	Long Range Planning	61
한국해양환경·에너지학회지	35	Transport Review	88
해양정책연구	10	Fisheries Management and Ecology	65
해양환경안전학회지	148	Marine Pollution Bulletin	1,171
해운물류연구	50	Marine Environmental Research	291
Journal of Futures Studies	32	Marine policy	491
The Asian Journal of Shipping and Logistics	38	Transportation Research Part E Logistics and Transportation Review	278
합계: 4,509건			

자료: 저자 작성

2) 데이터 전처리

수집된 텍스트 데이터는 분석에 활용할 수 있도록 정형화된 데이터로 구조화하기 위한 전처리 과정을 거친다. 전처리 과정은 일반적으로 토큰화(tokenization), 정제(cleaning), 정규화(normalization), 불용어 및 사용자 사전 작성 등으로 진행된다. 다만 전처리 과정은 해당 작업을 일련의 프로세스처럼 순차적으로 진행하는 것이 아니라 처리 결과에 대한 확인과 재작업을 반복적으로 수행한다. 한편 전처리를 과도하게 높은 수준으로 실시하면 유의미한 데이터가 제거될 가능성이 있으며, 반면 너무 낮은 수준으로 실시하면 불필요한 데이터가 분석에 포함되어 결과의 신뢰도가 떨어질 수 있다. 따라서 데이터의 전처리는 반복적인 탐색을 통해 적정 수준을 찾는 것이 중요하다.

〈그림 2-3〉 데이터 전처리 과정



자료: 저자 작성

토큰화는 띄어쓰기(whitespace)와 마침표, 물음표, 느낌표 등의 구두점을 기준으로 분절하는 작업을 일컫는다. 일반적으로 구두점은 한 문장의 마지막과 다음 문장의 시작을 구분하는 기호로 사용되나, 숫자의 소수점이나 'Ph.D'와 같이 약자로 사용되는 경우도 있어 무조건적인 분절은 데이터를 왜곡시킬 수 있다.

정제는 특수문자나 길이가 매우 짧아 의미를 갖지 않는 글자 또는 단어를 제거하는 작업을 말한다. 한국어의 경우 한자에 기반한 단어가 많기에 한 글자 단어도 의미를 갖는 경우가 많지만, 'a' / 'I' / 'to' / 'in' / 'on' / 'by'와 같이 영어에서 두 글자 이하의 단어는 대부분 큰 의미를 갖지 않는다. 따라서 영어 텍스트 데이터를 정제할 때는 기본적으로 두 글자 이하의 단어를 제거한다. 그 외에 '이후', '경우', '계속' 등과 같이 문서에서 많이 등장하지만, 분석 결과에 기여하는 바가 없는 단어를 불용어로 정의하고 제거한다.

〈표 2-5〉 불용어 사전(일부)

인명 키워드	장소 키워드	기타 키워드
박형준	울산시	평가
이철우	인천시	분석
박남춘	남해군	이용
정세균	옹진군	관계
윤제갑	경기도	범위

자료: 저자 작성

〈표 2-6〉 사용자 사전(일부)

국문용어사전	영문용어사전
시아이큐	C.I.Q., Customs, Immigration, Quarantine, CIQ
식물성플랑크톤	Phytoplankton
신개념선박구조 기준	GBS, Goal-Based New Ship Construction Standards
신규 점검제도	NIR, New Inspection Regime
신호홍염	Hand Flare
실용염분단위	Practical Salinity Scale 1978, PSS78
심해시추계획	ODP
심해어	Deep sea fish
심해어장	Demersal fishing ground
심해파	deepwater wave

자료: 박광서 외(2021), p. 99.

정규화는 같은 단어이지만 다르게 표현된 단어를 통합하는 과정을 말하며, 여기에는 대표적으로 어간 추출(stemming)과 표제어 추출(lemmatization)이 있다. 이는 '갔다, 갔었다, 갈 것이다'를 '가다'로, 'is, are, am'을 'be'로 통합할 수 있도록 어간(stem)과 사전적 기본형을 찾는 작업을 말한다. 그 밖에 'USA' / 'U.S.A.' / 'US' / 'United States of America' 또는 대소문자로 나뉜 경우와 같이 텍스트 데이터에서는 동일한 의미를 갖는 단어가 다양한 표현으로 쓰일 수 있다. 어간 또는 표제어와 같이 Python 패키지(본 연구에서는

Mecab과 NLTK를 사용)를 이용해 추출할 수 없는 특수한 용어들은 사용자 사전으로 정의해 통합한다.

3) 데이터 분석

(1) 토픽 모델링

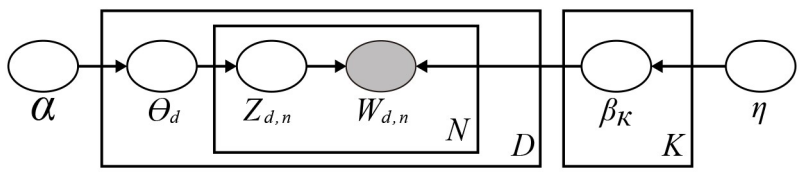
토픽 모델링(Topic Modeling)은 문서 집합의 추상적인 '주제'를 발견하기 위한 텍스트 마이닝 기법의 하나로 하나의 문서는 하나의 주제를 갖고 작성될 것이고, 해당 문서에서는 그 주제에 관한 단어가 다른 단어들에 비해 더 자주 등장할 것으로 가정한다. 예를 들어 여러 문서로 이루어진 집합이 있다고 할 때, '자동차'와 관련된 문서에서는 자동차와 개념적으로 거리가 가까운 '승용차'와 '고속도로'라는 단어가 더 자주 등장하는 반면, '비행기'에 대한 문서에서는 '활주로'와 '공항' 등의 단어가 더 자주 등장할 것임을 가정한다. '자동차'와 '승용차', '고속도로'를 하나의 주제로 묶고, '비행기', '활주로' 그리고 '공항'을 또 다른 주제로 묶는 모형이 토픽 모델의 개략적인 개념이다. 토픽 모델링은 K-means clustering 기법과 같이 토픽의 개수를 사전에 정해 놓고 토픽에 따라 분류된 단어들에 대해 사후적으로 주제를 부여한다.

대표적인 토픽 모델링 기법인 잠재적 디리클레 할당(LDA: Latent Dirichlet Allocation)은 여러 문서에서 잠재적으로 의미가 있는 토픽에 대하여 발견하는 절차적인 확률분포 모델이다(Blei, Ng, & Jordan, 2003). LDA 분석은 여러 단어가 묶인 각 집합을 토픽으로 구성할 때, 단어 기준으로 각 토픽에 포함될 확률을 계산하여 토픽별 포함 가능성이 높은 단어들의 모임을 추출하는 것을 말한다. 즉 LDA 분석은 주어진 문서 내 단어 정보를 바탕으로 문서에 잠재된 단어에 해당하는 토픽을 찾아내는 방법이다.

LDA 알고리즘은 문서 내에서 관찰되는 변수를 통해 보이지 않는 변수

(Hidden variable)를 추론하여 문서에 숨겨져 있는 주제를 발견하는 것으로, 〈그림 2-4〉에서 관찰되는 변수는 단어($W_{d,n}$)이다. 그 외에 하이퍼 파라미터인 α, η와 단어를 추출하기 위해 사용되는 히든 파라미터인 β_k가 있다. 마지막으로 문서 내에서 직접적으로 관찰되지 않고 LDA 모델을 통해 추론하고자 하는 숨은 변수인 $Z_{d,n}$과 $W_{d,n}$ 등이 있다.

〈그림 2-4〉 토픽 모델링 알고리즘 도식



자료: Kim et al.(2019), p. 6.

- K: 토픽의 개수
- α: 문서별 토픽 k의 Dirichlet prior weight, 값을 결정하는 파라미터
- η: 토픽별 단어 w의 Dirichlet prior weight, 값을 결정하는 파라미터
- θ_d: 문서별 토픽 비율
- β_k: 토픽별 단어 w의 생성확률
- $Z_{d,n}$: 문서 d의 n번째 단어의 토픽(index)
- $W_{d,n}$: 문서 d의 n번째 단어(문서에 관측되는 변수, index)

LDA 모델에서 $Z_{d,n}$은 문서별 토픽 비율인 θ_d로부터 생성되고, θ_d는 디리클레 분포를 따르는 값으로, α값에 의해 형태가 정해진다. 마찬가지로 토픽별 단어 생성확률인 β_k는 η값에 의해 결정되는 값으로 η에 따라 β_k의 디리클레 분포가 결정된다. 또한 각 단어의 토픽을 나타내는 값인 $Z_{d,n}$와 토픽별 단어 비율인 β_k값에 따라 단어 $W_{d,n}$가 결정된다. 이를 수식으로 나타내면 [식 2-1]과 같다.

$$p(z_1, \cdots, z_N) = \int p(\theta) \left(\prod_{n=1}^{N} p(z_n|\theta) \right) d\theta$$

$$p(w, z) = \int p(\theta) \left(\prod_{n=1}^{N} p(z_n|\theta) p(w_n|z_n) \right) d\theta$$

$$p(\theta, z|w, \alpha, \beta) = \frac{p(\theta, z, w|\alpha, \beta)}{p(w|\alpha, \beta)} \quad \text{[식 2-1]}$$

일반적인 토픽 모델링 수행 절차는 다음의 〈표 2-7〉과 같다.

〈표 2-7〉 토픽 모델링 수행 절차

1. 몇 개의 토픽으로 분류할 것인지 정함
2. 토픽 모델링 분석
2.1. 각 단어를 랜덤으로 토픽에 할당 – ‘A’라는 단어가 3번 토픽에 할당되었다고 하자
2.2. ‘A’가 어떤 토픽에 속할 것인지 두 가지 기준에 의해 판단
2.2.1. 3번 토픽 안에서 단어 ‘A’가 차지하는 비율이 얼마인가?
2.2.2. 현재 문서 안에서 3번 토픽이 차지하는 비율이 얼마인가?
2.3. 단어 ‘A’를 위 기준에 따라 새로운 토픽에 할당
2.4. 모든 단어에 대해 2.2와 2.3 반복
3. 각 토픽에 토픽 이름을 부여함

자료: 저자 작성

(2) CONCOR 분석

CONCOR 분석은 텍스트 데이터의 문서에서 도출한 키워드 간의 상관관계(correlation)를 기초로 하여 구조적 등위성을 측정하는 대표적인 방법이다. 이를 위해 CONCOR 분석에서는 행위자 간 관계 패턴의 도출을 위해 행위자들 간 상관관계를 사용한다.

구조적 등위성이란 네트워크상에서 행위자들 간에 직접적인 관계가 있지는

않으나 동일한 관계 패턴과 유사한 지위를 가진 행위자들을 일컬으며, CONCOR 분석은 이 행위자들을 군집화(clustering)하고 도식화하는 방법이다. 즉, 단어 간의 관계의 유사성을 토대로 단어를 그룹화하게 되는데 이를 위해서는 키워드 도출이 선행되어야 한다.

일반적으로 키워드는 TF(단어 빈도, term frequency)와 TF-IDF(단어 빈도-역문헌 빈도, term frequency-inverse document frequency)를 이용해 구하며, 본 연구에서는 앞선 토픽 모델링 분석 결과에서 확인한 '해양수산 분야 미래 리스크'를 활용하고 이를 확장하기 위해 라벨링에 포함되어 있는 단어를 키워드로 활용하였다.

다음으로 각 키워드가 문서에서 함께 출현하는 빈도를 이용해 공출현 행렬(co-occurrence matrix)을 작성하였고 이에 기반하여 키워드를 유사성 수준을 표시할 수 있는 트리 다이어그램인 덴드로그램(dendrogram)으로 도출하였다. 덴드로그램을 통해 군집의 개수를 확인하고 이를 적용해 CONCOR 분석을 실시하였다.

(3) 감성분석

감성분석은 텍스트에 나타나 있는 필자의 감성을 분석하기 위한 기법으로 '오피니언 마이닝(opinion mining)'이라는 용어로도 쓰인다. 감성분석에는 대표적으로 어휘(lexicon)에 기반한 감성분석과 머신러닝(machine learning) 기반 감성분석이 있다. 이 중 전자는 다시 사전 기반(dictionary based), 수동(manual), 말뭉치 기반(corpus based) 방법으로 세분화할 수 있다.

사전 기반 감성분석 기법은 기존에 구축되어있는 외부 어휘 사전을 이용해 분석하는 방법이다. 별도의 사전 구축 작업 없이 쉽게 적용이 가능하다는 장점이 있으나 텍스트 데이터의 도메인에 따른 유연성과 확장성이 떨어진다는 단점이 있다. 예를 들어, 온라인 리뷰 텍스트에 '아프다'라는 단어가 포함된

경우 해당 리뷰가 레스토랑에 대한 텍스트인지 아니면 병원에 대한 텍스트인지에 따라 감성이 달라질 수 있다. 또한 '무섭다'라는 단어가 공포 영화 리뷰에서 등장하는 것과 호텔 리뷰에서 등장하는 것에는 감성의 차이가 있다(Hur, Kang, & Cho, 2016).

반면 감성사전을 수동으로 구축하는 방법이나 말뭉치에 기반한 방법은 사전 기반 기법에 비해 도메인 확장성이 높다는 장점이 있으나 사전 구축을 위해 요구되는 데이터의 양과 비용이 매우 크다는 단점이 있다.

한편 대표적인 한국어 감성사전으로는 KNU 감성사전이 있고, 영어에는 SentiWordNet, Vader, Text blob 등이 있다. 대부분의 감성사전은 긍정(positive) 감성을 양수(+)로, 부정(negative) 감성을 음수(-)로 수치화하며, 값의 범위는 -1~+1 또는 -5~+5의 값 등으로 나타낸다.

3. 빅데이터 분석 결과

연도별 비교분석을 수행하기 위해 수집된 데이터를 2018년, 2019년, 2020년, 2021년 그리고 2022년 1/4분기로 총 다섯 개 기간으로 구분한 후 분석하였다. 연도별 토픽 모델링을 통해 해양수산 분야의 핵심 키워드 변화를 살펴보았으며, 추가로 키워드의 상관관계를 나타내는 CONCOR 분석과 키워드의 감성 즉, 긍정 또는 부정을 확인할 수 있는 감성분석을 연도별로 수행하여 각 분야 연도별 키워드의 변화를 심도 있게 살펴보았다.

1) 토픽 모델링 분석 결과

해양수산 분야 리스크에 대한 연도별 키워드 및 토픽을 비교·분석하기 위해 문헌자료를 연도별로 나누어 토픽 모델링을 실시하였다. 2018년 1/4분기

부터 2022년 1/4분기를 연도별로 분류하여 2018년, 2019, 2020년, 2021년 4개년과 2022년 1/4분기까지 다섯 개 그룹으로 구성하였다. 연도별 분석을 통해 시간의 흐름에 따라 어떤 토픽이 새롭게 등장하고 어떤 토픽이 사라지는지를 확인할 수 있다. 이러한 추이를 확인하기 위해 각 토픽에 속할 확률이 높은 문서의 개수를 나타내었고, 문서의 개수가 증가 혹은 감소 추세에 있는지를 확인하여 토픽의 트렌드를 파악하고자 하였다.

해양 분야의 경우 "선박 사고"와 "관광" 토픽은 해양 분야에서 꾸준히 지속적으로 다뤄지고 있다. 특히 "안전사고"와 "플라스틱에 의한 바다 환경오염" 토픽은 꾸준히 이슈가 되고 있다. 2018년과 2019년도에 크루즈 관련 키워드가 있었으나 2020년 이후 크루즈 관련 토픽이 사라졌다. 이는 코로나19로 인해 파생된 결과로 보인다. 또한 2019년부터 "풍력 에너지" 관련 토픽이 증가하고 있고, 2022년에는 "전기차" 관련 토픽이 새롭게 등장하였다(〈표 2-8〉 참고).

〈표 2-8〉 연도별 해양수산 분야 토픽 모델링 결과(해양)

토픽ID	문헌 개수	라벨링	토픽 키워드
2018년도			
1	2,451	교육	교육, 기업, 기관, 교수, 개최
2	2,409	해양수산 정책	수산, 항만, 해수부, 어촌, 어업
3	2,344	해양관광	관광, 예산, 정책, 일자리, 문화
4	2,339	해양 문화	사람, 대회, 영화, 역사, 문화
5	1,780	크루즈 체험	체험, 크루즈, 관광, 축제, 관광객
6	1,727	해양 안전사고	안전, 사고, 선박, 해상, 해경
7	1,284	-	정부, 대통령, 국가, 지적, 상황
8	1,072	해양영토	미국, 중국, 세계, 해군, 영국
9	1,066	해양자원	승진, 음식, 소금, 전보, 부장
10	964	해양 재난	피해, 태풍, 발생, 바다, 상승
11	892	남북 평화	북한, 남북, 평화, 협력, 러시아

토픽ID	문헌 개수	라벨링	토픽 키워드
12	826	해양수산 제품	제품, 생산, 건강, 식품, 소금
13	791	해양 쓰레기	환경, 플라스틱, 바다, 쓰레기, 생태
2019년도			
1	3,337	해양관광	관광, 개최, 활성, 협력, 미래
2	2,583	해상풍력	예산, 에너지, 정부, 단지, 풍력
3	2,550	독도 행사	독도, 행사, 체험, 대회, 축제
4	2,293	해양 안전사고	안전, 선박, 사고, 해상, 해경
5	2,073	해양환경	쓰레기, 환경, 항만, 플라스틱, 바다
6	1,916	-	사람, 역사, 세계, 사람들, 이야기
7	1,696	해양영토	일본, 정부, 대통령, 미국, 북한
8	1,599	해양 문화	여행, 음식, 소금, 인기, 상품
9	1,293	해양 기후 환경	지구, 발생, 기후, 환경, 원전
10	1,104	제주 크루즈	태풍, 크루즈, 제주, 제주도, 예상
11	1,094	수산 수출	수산, 수출, 생산, 기업, 업체
12	1,093	해양 기후	기온, 강수량, 구름, 영동, 전북
13	1,093	해양사고	사고, 헬기, 수색, 독도, 실종자
2020년도			
1	3,183	해상풍력	뉴딜, 풍력, 정부, 에너지, 해상
2	2,746	해양 안전사고	선박, 태풍, 발생, 사고, 안전
3	1,852	교육	교육, 교수, 사회, 대학, 회장
4	1,574	해양관광	관광, 주민, 관광객, 공사, 항만
5	1,536	코로나 수출	기업, 코로나19, 업체, 선박, 수출
6	1,275	-	사람, 시작, 사람들, 이야기, 마음
7	1,206	기후변화	바다, 지구, 기후, 변화, 세계
8	1,130	코로나 방역	코로나19, 코로나, 방역, 감염, 마스크
9	1,026	-	국회, 위원회, 위원장, 대통령, 국민
10	935	-	중국, 미국, 북한, 대통령, 국가
11	848	연안 환경	쓰레기, 환경, 어촌, 플라스틱, 마을

토픽ID	문헌 개수	라벨링	토픽 키워드
12	803	오염수 방류	수산, 제주, 연안, 오염수, 방류
13	711	독도, 해양영토	일본, 독도, 정부, 원전, 울릉도
2021년도			
1	2,952	교육	교육, 기업, 환경, 사회, 제공
2	2,603	-	예산, 유치, 미래, 국가, 반영
3	1,679	해양수산 자원	사람, 소금, 음식, 사람들, 시작
4	1,626	해양 안전사고	안전, 사고, 선박, 해경, 해상
5	1,416	해양수산 정책	정부, 해수부, 위원회, 지적, 정책
6	1,335	해양관광	관광, 공간, 체험, 주민, 설치
7	1,313	갯벌 및 해양생태계	바다, 갯벌, 제주, 생물, 생태
8	1,198	-	미국, 중국, 국가, 세계, 대통령
9	1,117	-	국민, 후보, 대통령, 정책, 지사
10	1,050	해양 기후	기후, 기온, 지구, 변화, 상승
11	941	크루즈 운항	선박, 운항, 차량, 주행, 크루즈
12	934	해상풍력	에너지, 풍력, 해상, 탄소, 기업
13	804	일본 오염수 방류	방류, 오염수, 일본, 원전, 정부
2022년도			
1	678	해양관광	관광, 육성, 미래, 확대, 코로나19
2	499	해양 안전	안전, 운항, 주민, 건설, 공사
3	472	-	후보, 공약, 대통령, 대선, 국민
4	458	해상풍력	풍력, 기업, 해상, 선박, 에너지
5	328	러시아 우크라이나	미국, 러시아, 우크라이나, 대통령, 북한
6	311	어선 사고	어선, 어업, 수산, 발생, 사고
7	202	남극 해양생태계	바다, 발견, 지구, 남극, 사진
8	201	교육 복지	교육, 문화, 복지, 정책, 안전
9	198	해양영토	일본, 독도, 역사, 중국, 호랑이
10	167	해양자원	마을, 바다, 음식, 마음, 소금
11	144	해양환경	쓰레기, 플라스틱, 환경, 미세플라스틱, 제품
12	144	전기차	전기차, 차량, 주행, 제품, 브랜드
13	135	해양 기후변화	상승, 기후, 지구, 변화, 영향

자료: 저자 작성

수산 분야의 경우 “수산물 수출”과 “수산물 판매” 관련 토픽은 매년 꾸준한 관심을 받고 있다. 반면에 “일자리” 관련 토픽이 줄어들고 “바다/갯벌 생태계”와 “일본 오염수 방류” 토픽이 증가한 것을 볼 수 있다. 또한 2019년에는 “어촌 활성화” 키워드가 가장 많은 문헌에 등장하였다(〈표 2-9〉 참고).

〈표 2-9〉 연도별 해양수산 분야 토픽 모델링 결과(수산)

토픽ID	문헌 개수	라벨링	토픽 키워드
2018년도			
1	1,587	어선 사고	사고, 해경, 어선, 해상, 선박
2	1,405	수산 일자리 증가	증가, 일자리, 정부, 감소, 대비
3	1,363	어촌 관광 육성	관광, 군수, 육성, 문화, 어촌
4	1,250	-	대통령, 국민, 정부, 남북, 북한
5	1,228	어촌 양식 개발	양식, 바다, 방류, 환경, 마리
6	1,227	어항 도시	항만, 설치, 공사, 건설, 주민
7	1,178	축제 체험 행사	축제, 체험, 행사, 관광객, 대회
8	1,123	-	선물, 사람, 세트, 시작, 게임
9	992	수산물 판매 수출	수산물, 판매, 수출, 생산, 유통
10	934	해산물 물가	음식, 가격, 물가, 요리, 해산물
11	871	바다낚시	바다, 낚시, 마을, 모습, 사람
12	817	교육	교육, 기업, 학교, 교수, 창업
13	678	불법조업	조업, 어선, 어업, 서해, 불법
2019년도			
1	4,342	어촌 활성화	어촌, 수산, 예산, 활성, 유치
2	1,922	어선 사고	어선, 선박, 사고, 해경, 해상
3	1,544	어업 수산 자원	어업, 방류, 바다, 자원, 수산
4	1,537	교육	교육, 사회, 대학, 학교, 회장
5	1,245	낚시 방송	음식, 낚시, 방송, 요리, 해산물
6	1,223	어촌 관광	마을, 바다, 해수욕장, 관광, 관광객
7	1,088	수산물 판매	수산물, 판매, 선물, 세트, 추석
8	1,079	일본 관련 규제	일본, 정부, 조치, 규제, WTO

토픽ID	문헌 개수	라벨링	토픽 키워드
9	910	-	증가, 감소, 대비, 전년, 상승
10	856	-	북한, 미국, 중국, 대통령, 세계
11	818	불법 어업 피해	피해, 태풍, 불법, 단속, 발생
12	757	-	국회, 한국당, 장관, 위원회, 민주당
13	579	수산물 수출	수출, 수산물, 제품, 기업, 상품
2020년도			
1	2,122	어선 사고	어선, 선박, 사고, 해경, 해상
2	2,006	-	정부, 국회, 후보, 국민, 대통령
3	1,637	수산물 판매	수산물, 판매, 가격, 음식, 요리
4	1,398	수산자원	수산, 종자, 해수부, 양식, 자원
5	1,253	어촌 관광	어촌, 관광, 관광객, 주민, 구간
6	1,223	문화 관광	미래, 기업, 시민, 문화, 관광
7	1,174	-	사람, 아들, 남편, 자신, 사람들
8	1,159	-	증가, 감소, 상승, 대비, 가격
9	1,152	농업	농업, 청년, 군수, 군민, 피해
10	1,016	코로나19	코로나19, 환자, 폐렴, 바이러스, 중국
11	1,002	어선 안전 강화	기선, 안전, 강화, 확대, 단속
12	897	사회적 거리두기	코로나19, 사회, 행사, 거리, 마스크
13	623	사건 수사	사건, 경찰, 공무원, 수사, 혐의
2021년도			
1	1,914	관광 예산	예산, 건설, 주민, 관광, 유치
2	1,786	어선 사고	어선, 선박, 사고, 해상, 해경
3	1,487	수산 교육정책	교육, 정책, 수산, 환경, 사회
4	1,316	-	정부, 국회, 위원회, 피해, 요구
5	1,173	일본 오염수	수산물, 일본, 오염수, 방류, 원전
6	1,032	-	중국, 미국, 일본, 세계, 북한
7	986	수산 생태계	방류, 바다, 자원, 환경, 생태
8	934	수산 수출	수산, 수출, 생산, 양식, 기업
9	831	수산물 선물 세트	선물, 음식, 세트, 판매, 상품
10	685	어촌 관광	어촌, 마을, 주민, 쓰레기, 관광
11	641	-	경찰, 사람, 학교, 혐의, 김씨

토픽ID	문헌 개수	라벨링	토픽 키워드
12	597	코로나19	증가, 상승, 가격, 대비, 코로나19
13	578	낚시	바다, 낚시, 여행, 오징어, 공간
2022년도			
1	690	어촌 관광	수산, 어촌, 환경, 관광, 확대
2	391	-	후보, 대통령, 국민, 정부, 대선
3	267	어업	해상, 풍력, 어업, 점검, 안전
4	200	물가 상승	가격, 물가, 상승, 정부, 러시아
5	164	어선 사고	어선, 사고, 선박, 발생, 선원
6	152	수산물 선물 세트	선물, 세트, 수산물, 명절, 판매
7	147	-	기업, 지방, 회장, 새해, 사회
8	140	수산 수출 정책	수출, 정책, 안전, 수산, 달러
9	137	방역	청년, 확진자, 지급, 수당, 방역
10	136	-	사람, 시작, 사람들, 김치, 이야기
11	133	해산물 요리	음식, 해녀, 요리, 바다, 해산물
12	131	갯벌 생태계	바다, 갯벌, 마을, 환경, 생태
13	103	생산량 증가/감소	증가, 감소, 대비, 전년, 생산

자료: 저자 작성

해운·물류 분야는 선박 및 해운 안전사고와 "물동량 변동" 관련 토픽은 지속적인 관심을 받고 있는 반면에 "해운 역사와 문화" 관련 토픽이 줄어들고 선박 환경규제, 탄소중립 관련 스마트 선박과 관련한 토픽이 증가한 것을 볼 수 있다. 또한, 2019년부터 화재와 태풍 같은 자연재해로 인한 선박 피해에 대한 토픽이 등장하였다(〈표 2-10〉 참고).

〈표 2-10〉 연도별 해양수산 분야 토픽 모델링 결과(해운·물류)

토픽ID	문헌 개수	라벨링	토픽 키워드
2018년도			
1	1,691	기업 유치	정부, 정책, 확대, 기업, 유치
2	1,096	해운 역사와 문화	등대, 역사, 문화, 바다, 세계

토픽ID	문헌 개수	라벨링	토픽 키워드
3	985	선박 안전사고	사고, 해경, 해상, 구조, 선원
4	915	물류 정책	북한, 제재, 석탄, 정부, 선박
5	876	선박 안전	안전, 선박, 어선, 불법, 단속
6	842	컨테이너 물동량	항만, 인천항, 컨테이너, 물동량, 물류
7	661	-	정부, 회사, 회장, 금융, 요구
8	594	제주 여객선	여객선, 제주, 운항, 바다, 주민
9	528	-	사람, 사람들, 세월, 마음, 자신
10	479	선박	기업, 업체, 선박, 조선, 생산
11	467	드론 서비스	서비스, 정보, 드론, 게임, 제공
12	439	사건사고	경찰, 사건, 혐의, 수사, 검찰
13	424	-	남북, 북한, 위원장, 회담, 평양
2019년도			
1	1,753	해운 역사	사람, 바다, 시작, 역사, 이름
2	1,541	해운 일자리 정책	정책, 개최, 정부, 일자리, 이사장
3	1,405	선박 안전사고	사고, 구조, 선원, 해경, 수색
4	1,229	스마트 기업	기업, 세계, 협력, 생산, 스마트
5	1,039	지역 관광	관광, 주민들, 구간, 주민, 조기
6	1,017	해운운임 변동	수출, 감소, 증가, 달러, 중국
7	933	해운 안전사고	안전, 점검, 교육, 사고, 예방
8	831	-	정부, 대통령, 장관, 이란, 상황
9	724	선박 환경규제	선박, 먼지, 미세, 환경, 규제
10	707	물동량 변동	미국, 북한, 제재, 선박, 트럼프
11	690	화재로 인한 선박 피해	피해, 발생, 컨테이너, 화재, 선박
12	636	선박 단속	운항, 선박, 단속, 항로, 해경
13	575	-	기업, 회사, 현대중공업, 회장, 업체
2020년도			
1	1,252	선박 스마트 기업	선박, 기업, 스마트, 미래, 규제
2	1,231	선박 안전사고	사고, 선박, 발생, 구조, 작업
3	949	코로나19	코로나19, 방역, 상황, 마스크, 대책
4	902	-	사람, 시작, 바다, 춘천시, 사람들
5	775	-	정부, 대통령, 국민, 국회, 국가

토픽ID	문헌 개수	라벨링	토픽 키워드
6	766	불법 어선	선박, 어선, 불법, 해경, 어업
7	764	자동차 수출 증가	생산, 제품, 자동차, 업체, 소재
8	762	선원 전염병 피해	확진자, 선원, 확진, 감염, 러시아
9	630	고용 금융 위기	정부, 기업, 고용, 금융, 위기
10	540	쓰레기 컨테이너	쓰레기, 주민, 컨테이너, 바다, 설치
11	498	자연재해로 인한 선박 피해	태풍, 피해, 제주, 제주도, 침수
12	456	물동량 변동	수출, 감소, 달러, 증가, 코로나19
13	448	관광	관광, 관광객, 건설, 목포, 공항
2021년도			
1	1,045	기업 협력	기업, 교육, 제공, 개최, 협력
2	1,024	건설 예산	건설, 예산, 정부, 유치, 단지
3	874	선박 안전사고	해경, 사고, 어선, 해상, 선박
4	842	-	대통령, 정부, 국민, 사건, 후보
5	747	선박 탄소중립 정책	수소, 선박, 에너지, 탄소, 생산
6	733	해운 안전사고	안전, 사고, 점검, 현장, 예방
7	595	제주도	기온, 바다, 제주도, 제주, 독도
8	547	컨테이너 화물	항만, 컨테이너, 물류, 화물, 부산항
9	536	코로나19 백신	백신, 접종, 코로나19, 노동자, 외국인
10	479	항만 및 항로 폐쇄	운항, 여객선, 선박, 항로, HMM
11	407	자연재해로 인한 선박 피해	화재, 피해, 발생, 태풍, 선박
12	403	항공 드론	드론, 항공기, 항공, 우주, 위성
13	383	선박 해양오염	바다, 쓰레기, 어업, 환경, 수거
2022년도			
1	261	코로나19	코로나19, 제공, 관광, 교육, 확대
2	185	-	후보, 대통령, 국민, 시작, 선거
3	184	선박 수소 에너지	수소, 에너지, 기업, 생산, 선박
4	175	전쟁으로 인한 물동량 변동	러시아, 기업, 정부, 우크라이나, EU
5	146	화재로 인한 선박 피해	컨테이너, 피해, 화재, 노동자, 설치
6	143	선박 안전사고	어선, 선원, 구조, 해경, 사고

토픽ID	문헌 개수	라벨링	토픽 키워드
7	125	해운 안전사고	사고, 현장, 안전, 발생, 붕괴
8	121	컨테이너 물동량	항만, 물류, 컨테이너, 화물, 인천항
9	109	기후 위기	세계, 중국, 기후, 변화, 위기
10	108	-	북한, 대통령, 미사일, 선박, 미국
11	107	제주 기온	기온, 제주, 독도, 바람, 바다
12	91	선박 수주	선박, 수주, 대우조선해양, 조선, LNG
13	82	제품 데이터 서비스	기업, 공간, 제품, 데이터, 서비스

자료: 저자 작성

항만 분야는 “복합 물류망”과 “항만 안전사고” 관련 토픽이 매년 꾸준한 관심을 받고 있다. 항만 개발 관련 키워드가 많이 언급되었으며, 특히 “스마트 항만” 관련 키워드가 등장하는 문헌은 계속 증가하고 있다. 2019년도부터는 “항만 탄소중립” 관련 키워드가 새롭게 등장하였다(〈표 2-11〉 참고).

〈표 2-11〉 연도별 해양수산 분야 토픽 모델링 결과(항만)

토픽ID	문헌 개수	라벨링	토픽 키워드
2018년도			
1	1,379	기업 일자리	일자리, 기업, 정책, 창출, 확대
2	1,236	복합 물류망 정책	북한, 남북, 협력, 철도, 중국
3	1,040	중국 물류 투자	기업, 투자, 중국, 물류, 생산
4	959	항만 안전사고	선박, 안전, 발생, 먼지, 사고
5	930	부산항	항만, 부산항, 예산, 해수부, 수산
6	891	항만물동량	인천항, 물동량, 컨테이너, 크루즈, 항로
7	635	-	미국, 택배, 정부, 업체, 회사
8	634	새만금 신항만	새만금, 도로, 건설, 전북, 구간
9	595	스마트 항만	서비스, 스마트, 물류, 정보, 플랫폼
10	576	항만 개발 정책	물류, 기업, 공사, 입주, 인천항만공사
11	556	-	후보, 정부, 대통령, 공약, 선거
12	416	문화 행사	바다, 사람, 행사, 문화, 시작
13	387	드론 물류	공항, 드론, 항공, 우편, 물류

토픽ID	문헌 개수	라벨링	토픽 키워드
2019년도			
1	1,574	항만 개발 정책	항만, 협력, 개최, 기관, 방안
2	1,244	스마트 항만	서비스, 물류, 배송, 로봇, 제품
3	1,198	복합 물류망	철도, 관광, 건설, 새만금, 연결
4	1,071	항만 일자리	기업, 일자리, 투자, 정부, 혁신
5	1,020	항만 인프라 개발	항만, 부두, 공사, 신항, 건설
6	909	-	일본, 사람, 역사, 시작, 문화
7	824	항만 및 물류 노조	노조, 택시, 업체, 물류, 회사
8	800	항만물동량	인천항, 물동량, 터미널, 컨테이너, 화물
9	748	복합 물류망 정책	북한, 대통령, 정부, 남북, 중국
10	653	항만 안전사고	안전, 사고, 선박, 발생, 점검
11	556	글로벌 해운항만	중국, 기업, 세계, 글로벌, 물류
12	502	항만 탄소중립 정책	먼지, 미세, 선박, LNG, 미세먼지
13	413	-	센터, 입주, 분양, 부지, 물류
2020년도			
1	1,484	코로나19	마스크, 코로나19, 확진자, 감염, 방역
2	1,385	항만 수출량	중국, 수출, 기업, 생산, 미국
3	1,360	항만 일자리 정책	정책, 정부, 예산, 미래, 일자리
4	1,171	스마트 항만 개발	기업, 물류, 투자, 센터, 스마트
5	978	항만 개발 정책	북항, 부지, 용역, 공간, 주민
6	920	코로나19로 인한 항만 피해	코로나19, 정부, 중국, 여객, 상황
7	914	항만 안전사고	안전, 화재, 현장, 발생, 사고
8	914	스마트 항만 운영	로봇, 서비스, AI, 의류, 플랫폼
9	913	글로벌 해운항만	중국, 정부, 대통령, 미국, 세계
10	809	택배 물류	배송, 택배, 물류, 쿠팡, 노동자
11	802	복합 물류망	철도, 건설, 도로, 구간, 연결
12	755	문화 행사	사회, 문화, 개최, 행사, 코로나19
13	694	선박 검역	선박, 확진자, 러시아, 선원, 검역

토픽ID	문헌 개수	라벨링	토픽 키워드
2021년도			
1	2,288	복합 물류망	건설, 철도, 물류, 새만금, 국가
2	1,938	해운 및 항만 서비스 투자	기업, 투자, 서비스, 물류, 성장
3	906	항만 안전사고	확진자, 발생, 안전, 사고, 화재
4	873	항만인력 안정 정책	택배, 노조, 요소수, 차량, 화물차
5	839	코로나19 정책	안전, 정책, 코로나19, 사회, 환경
6	795	-	후보, 국민, 대통령, 가덕도, 공항
7	778	-	증가, 달러, 코로나19, 상승, 대비
8	641	항만물동량	항만, 인천항, 컨테이너, 화물, 부두
9	583	항만 운영 및 개발 정책	북항, 해수부, 부산항, 항만, BPA
10	546	스마트 항만 운영	선박, LNG, 에너지, 탄소, 해상
11	439	전기차	로봇, 수소, 전기차, 자동차, 생산
12	436	물류 배송	물류, 배송, 쿠팡, 센터, 서비스
13	421	코로나19 백신	백신, 코로나19, 접종, 방역, 코로나
2022년도			
1	439	스마트 항만	미래, 기업, 유치, 육성, 투자
2	301	전염병으로 인한 항만 물동량 변화	가격, 수출, 중국, 달러, 코로나19
3	299	항만 운영 및 개발 정책	항만, 인천항, 물류, 부산항, IPA
4	235	-	후보, 대선, 건설, 구간, 국민
5	216	복합 물류망 개발 정책	공약, 새만금, 대통령, 후보, 정부
6	199	기업 투자	기업, 투자, 서비스, 제품, 제공
7	185	해운·물류 서비스	물류, 센터, 기업, 유통, 서비스
8	167	항만 안전사고	안전, 현장, 화재, 사고, 발생
9	157	전쟁으로 인한 항만물동량 변동	러시아, 기업, 우크라이나, 수출, 정부
10	146	-	지방, 자치, 정책, 정부, 분권
11	98	항만물동량	선박, 세계, 인천공항, LNG, 운송
12	92	스마트 항만 운영 개발	로봇, 차량, 배송, 모빌리티, 전기차
13	66	-	대구, 대학, 디지털, 물류, 기업

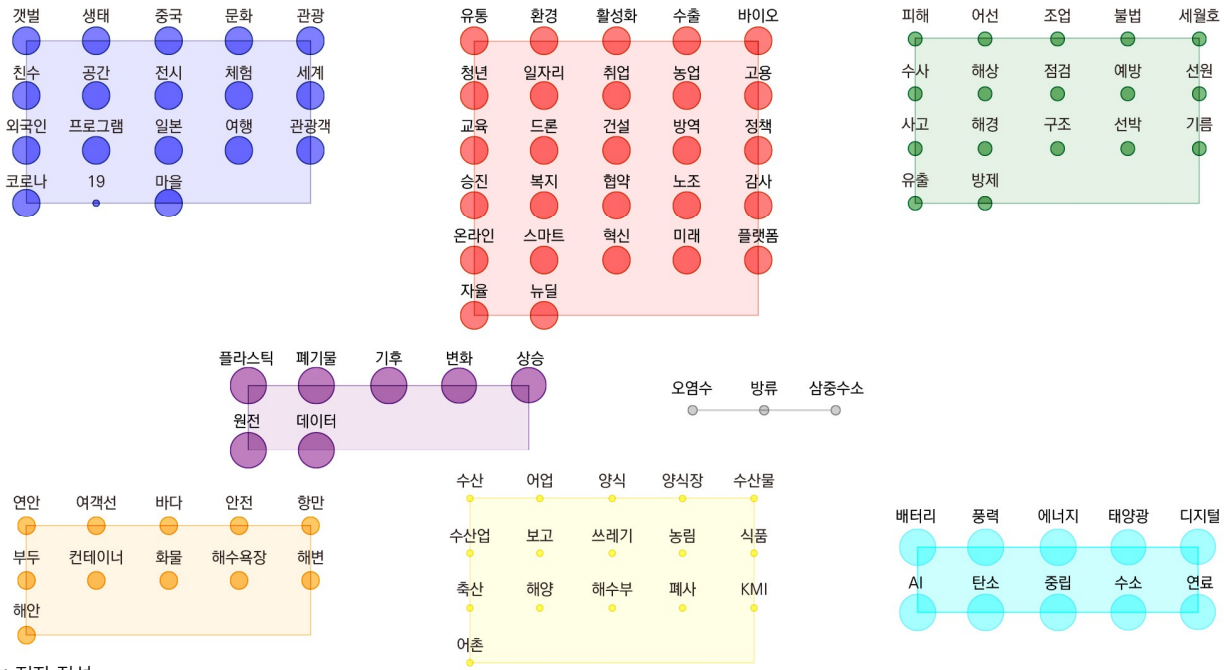
자료: 저자 작성

2) CONCOR 분석 결과

CONCOR 분석 결과를 통해 어떤 단어들이 중심 클러스터를 형성하고 해당 클러스터에는 어떤 단어들이 포함되어 있는지 확인할 수 있다. 높은 상관관계를 갖는 단어들이 많이 포함된 큰 규모의 클러스터를 중심 클러스터로 볼 수 있으며, 중심 클러스터에 속한 단어들이 의미하는 주제가 해당 분야에서 더 큰 비중을 차지한다고 판단할 수 있다. 즉, 중심 클러스터에 속한 단어들로부터 도출된 해양수산 분야 미래 리스크가 다른 리스크에 비해 상대적으로 높은 중요도를 가지며 다른 리스크에 미치는 파급효과도 클 것으로 기대할 수 있다.

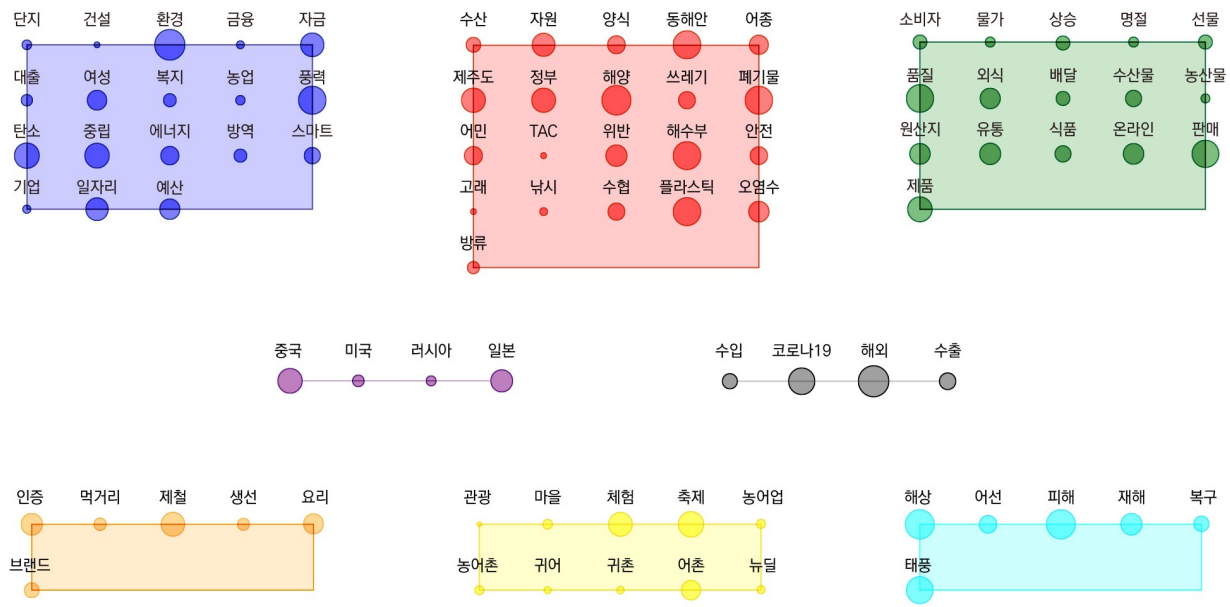
다음의 〈그림 2-5〉에서 〈그림 2-8〉은 CONCOR 분석 결과를 보여준다. 수산 분야의 경우 '환경, 플라스틱, 쓰레기', '스마트, 탄소, 에너지', '수산물, 온라인, 유통, 판매' 등의 단어 클러스터가 다른 클러스터에 비해 영향력이 큰 것으로 볼 수 있다. 마찬가지로 해양 분야에서는 '스마트, 자율, 혁신', '일자리, 고용, 취업', '문화 관광', '갯벌 생태계' 등의 단어가 중심 클러스터를 형성하는 것으로 나타났다. 항만에서는 '스마트, AI, 데이터, 플랫폼', '새만금, 환경, 안전사고' 등으로 분석되었으며, 해운·물류 분야에서는 '안전, 재해', '수출, 유가, 과징금' 등이 중심 클러스터에 속한 단어들로 도출되었다.

〈그림 2-5〉 CONCOR 분석 결과(해양)



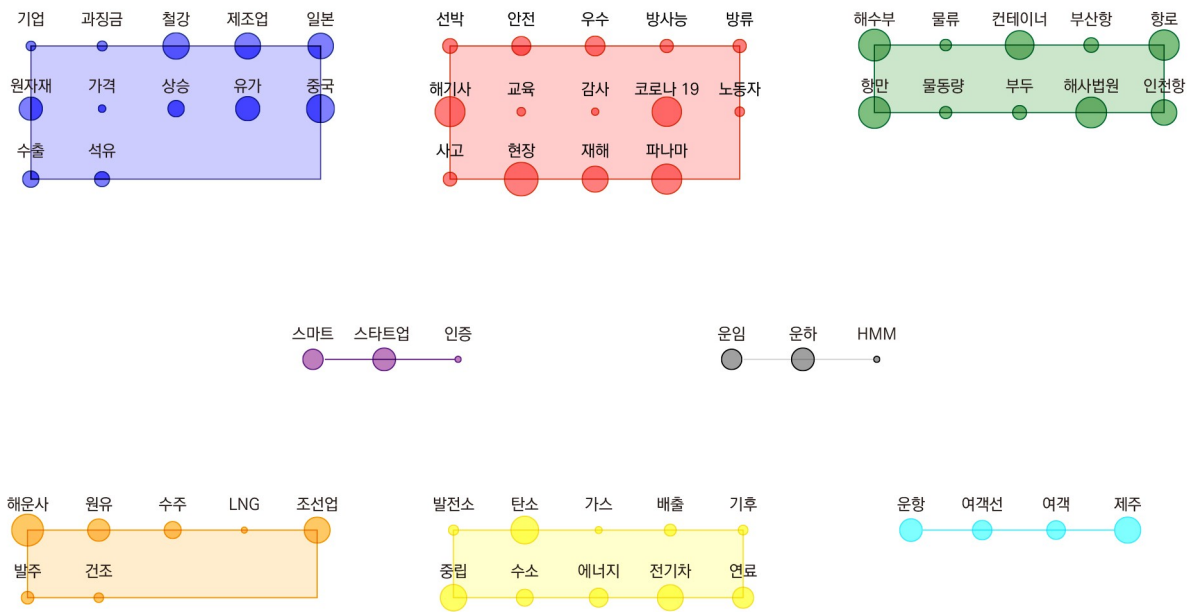
자료: 저자 작성

〈그림 2-6〉 CONCOR 분석 결과(수산)



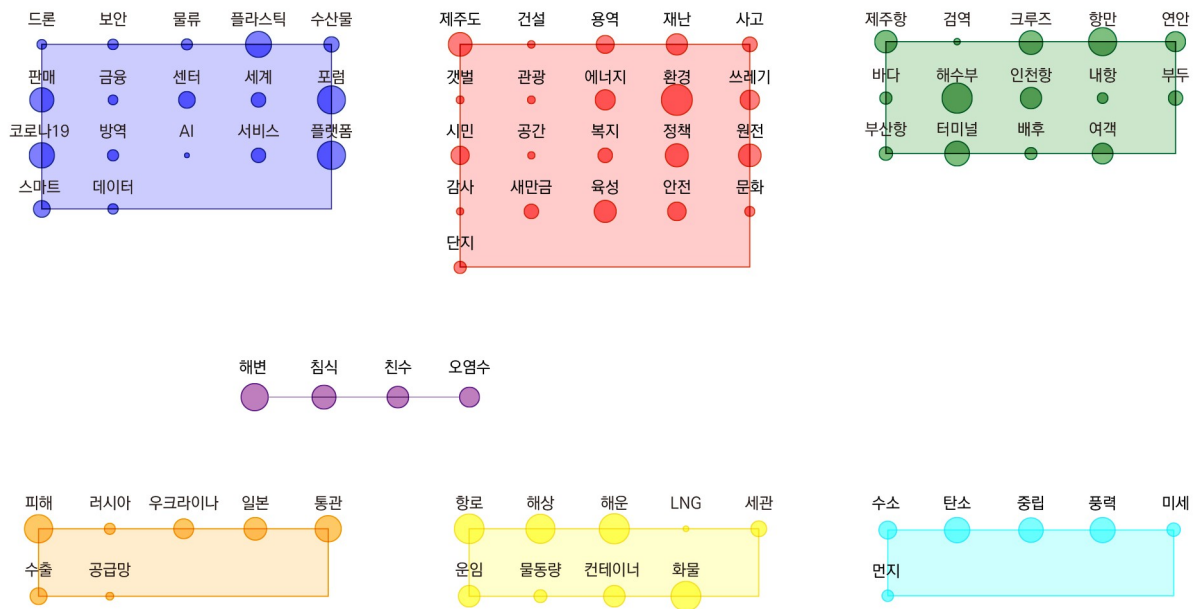
자료: 저자 작성

〈그림 2-7〉 CONCOR 분석 결과(해운·물류)



자료: 저자 작성

〈그림 2-8〉 CONCOR 분석 결과(항만)



자료: 저자 작성

3) 감성분석 결과

분야별/연도별 감성분석 결과 전체 텍스트 데이터 중에서 약 35%~42% 정도의 단어가 부정적인 의견을 나타내고 있는 것으로 분석되었다. 〈표 2-14〉에서 보는 바와 같이, 분야별 평균으로는 수산 분야가 42.22%로 가장 높았고, 다음으로 해양 분야가 37.56%, 해운·물류 분야가 36.76%, 항만 분야가 35.96% 순으로 나타났다.

전 분야에 걸쳐 긍정적인 감성을 나타낸 단어로는 '안전', '혁신', '개선', '우수', '최고', '편리' 등이 있었고, 부정적인 감성을 나타낸 단어로는 '불법', '화재', '사고', '불편', '재난', '부담', '어려움' 등이 있었다. 특히 수산 분야의 경우 '불법조업', '불법포획'의 단어가 다수 포함된 것이 부정적인 의견의 비중이 높게 나온 결과에 일조하고 있는 것으로 분석되었다.

항만 분야에서는 다른 분야와 달리 '화재'와 '재난'이 가장 많이 언급된 부정적인 감성 단어인 것으로 도출되었다.

이는 수산 분야의 미래 리스크 발굴 결과에서 '불법·비보고·비규제(IUU) 어업 위반국가로 지정', '불법어업에 따른 수산자원 감소', '수산종사자 인권침해', '수산물 원산지 표시 위반' 등 여러 법률 및 규제에 대한 리스크와 밀접하게 연관된 결과로 볼 수 있다. 또한 항만 분야에서 2022년 신규 발굴된 미래 리스크 중 '항만 비상사태 대응 매뉴얼 부재', '중대재해처벌법 등 안전관리 법규 강화' 등이 해당 분야의 부정적인 결과를 초래할 수 있는 항목으로 세심한 관리를 필요하다고 판단된다.

마지막으로 연도별 긍·부정 비율을 비교해 볼 때, 전 분야에 걸쳐 2020년의 부정 감성 비율이 가장 높은 것으로 분석되었다. 이는 아래 〈표 2-12〉, 〈표 2-13〉과 같이 최근 5년(2017~2021) 중 2020년에 해양사고 건수가 가장 많았던 점과 코로나19에 따른 여파가 가중된 것으로 해석된다. 즉 해양사고

발생 및 인명피해가 증가되면서 미세하지만 부정적인 감성이 커지는 것을 확인할 수 있다.

〈표 2-12〉 해양사고 발생 및 인명피해(2017~2021)

단위: 건, 척, 명

구분	해양사고 건수			해양사고 발생 척수			인명피해(사망·실종)		
	계	어선	비어선	계	어선	비어선	계	어선	비어선
2017	2,582	1,778	804	2,882	1,939	943	145	100	45
2018	2,671	1,846	825	2,968	2,013	955	102	89	13
2019	2,971	1,951	1,020	3,274	2,134	1,140	98	79	19
2020	3,156	2,100	1,056	3,535	2,331	1,204	126	99	27
2021	2,720	1,786	934	3,053	1,971	1,082	120	89	31

자료: 해양수산부 보도자료(2022.3.8.)(검색일: 2022.7.30.)

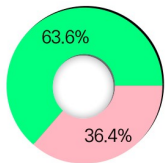
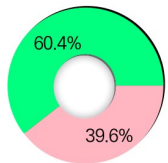
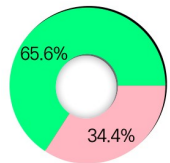
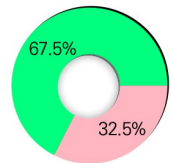
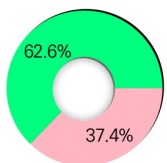
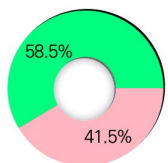
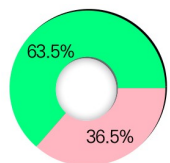
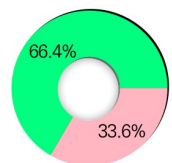
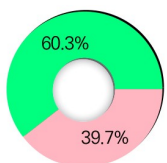
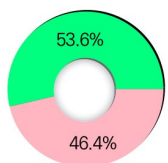
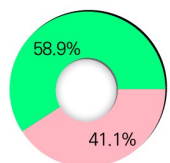
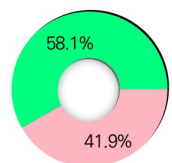
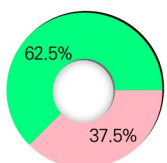
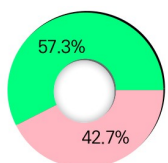
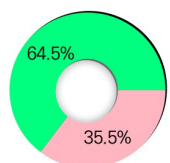
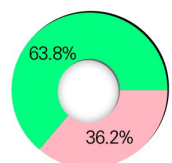
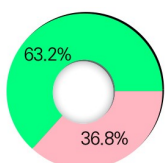
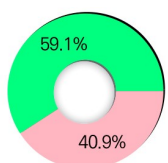
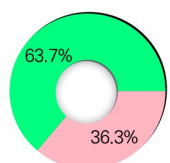
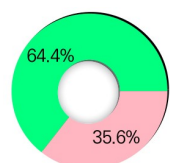
〈표 2-13〉 원인별 해양사고 발생 현황(2017~2021)

단위: 건

구분	합계	주요사고						단순사고					
		소계	충돌	전복	침몰	화재 폭발	안전 사고	소계	기관 손상	부유물 감김	좌초	해양 오염	기타
2017	2,582	608	258	65	29	96	160	1,974	838	311	149	65	611
2018	2,671	615	250	46	38	119	162	2,056	856	278	142	80	700
2019	2,971	775	244	110	61	132	228	2,197	888	346	140	94	728
2020	3,156	785	277	108	69	128	203	2,371	878	358	198	94	843
2021	2,720	719	246	96	54	149	174	2,001	813	336	133	65	654

자료: 해양수산부 보도자료(2022.3.8.)(검색일: 2022.7.30.)

〈표 2-14〉 분야별/연도별 감성분석 결과

연도	해양	수산	해운·물류	항만
2018				
2019				
2020				
2021				
2022				

주: 녹색은 긍정, 분홍색은 부정
자료: 저자 작성

제2절 해양수산 분야 예비 리스크 도출

1. 예비 리스크 도출 방법

해양수산 분야 예비 리스크 도출에는 제1절에서 제시한 토픽 모델링 기법을 사용하였다. 구체적인 도출 방법은 선행연구인 박광서 외(2021)에서 활용한 프로세스와 동일하며, 이를 통해 도출된 예비 리스크를 1차 연도 결과와 비교·분석이 가능할 것으로 기대한다. 구체적으로 먼저 예비 리스크 도출을 위한 데이터 분석 기간은 1차 연도 분석 기간인 2018년 1/4분기~2021년 1/4분기 이후부터 본 장의 조사 시점인 2021년 2/4분기부터 2022년 1/4분기까지로 설정하였다.

예비 리스크 도출 방법은 다음과 같다. 먼저 빅데이터 분석을 통해 분야별 예비 리스크를 키워드 형태로 도출하고 토픽을 선정한다. 다음으로 연구진 브레인스토밍을 통해 각 키워드 그룹 즉 토픽에 대한 라벨링 작업을 수행한다. 라벨링 작업은 각 토픽이 담고 있는 키워드를 살펴보고 해당 키워드를 종합적으로 가장 잘 나타낼 수 있는 단어 또는 문구를 사용해 토픽에 대한 적절한 문구를 지정하는 작업이다. 마지막으로 전문가 자문을 통해 라벨링의 적정성을 검토하고 추가적인 연구진 브레인스토밍을 수행함으로써 토픽 문구를 정리하여 예비 리스크를 도출하였다.

분석 대상인 텍스트 데이터는 언론매체 기사, 학술 논문, 정책·전략 보고서 등 세 개의 출처로 구분되며, 학술 논문은 언어적 특성을 고려해 한국어로 작성된 국내 저널 논문과 영어로 작성된 국외 저널 논문으로 구분된다. 언론매체 기사는 수집 과정에서 분류한 네 개의 세부 분야(해양, 수산, 해운·물류, 항만)에 대해 각각 분석을 실시하였다. 즉, 데이터 출처, 언어, 분야에 따라 아래와 같이 문서 집단을 분류해 분석하였다.

〈표 2-15〉 토픽 모델링 분석 데이터 분류 목록

No.	내용	
1	언론매체 기사	해양
2		수산
3		해운·물류
4		항만
5	학술 논문	국내 저널
6		국외 저널
7	정책·전략 보고서	

자료: 저자 작성

2. 예비 리스크 도출 결과

1) 출처별 도출 결과

출처별 토픽 모델링 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 우선 해양수산 분야별 언론매체 기사와 정책·전략 보고서의 경우 공통적으로 공유하는 토픽을 찾을 수 있다. '갯벌 생태', '환경 협약', '기후변화', '폐사', '탄소중립', '쓰레기' 등의 단어를 중심으로 하는 환경 토픽이 대표적이고, 이와 더불어 '해상 선박 사고', '기름 유출', '코로나19', '점검 예방' 등의 키워드에서 드러나는 안전과 관련된 토픽이 출처별 데이터 전반에 걸쳐 도출되었다. 또한 '드론', '스마트 디지털 혁신', '풍력 에너지', 'AI 서비스 플랫폼' 등의 키워드로 대표되는 4차 산업혁명과 관련된 최신 기술 토픽이 해양수산 분야 전반에 걸쳐 많이 언급되는 것을 확인할 수 있다.

언론매체 기사에서 분야별로 차별화된 토픽은 다음과 같다. 해양 분야는 50개 토픽 중 35개에 대해 1차 라벨링이 되었으며, 그중 '문화, 전시, 해수욕장, 수산 체험' 등을 키워드로 하는 관광 토픽이 다수 분석되었다. 수산 분야는 32개에 대해 1차 라벨링을 실시하였고, 그중 '소비자물가, 외식 배달 수산물

수입, 온라인 판매, 브랜드' 등을 키워드로 하는 수산물 유통 및 판매에 대한 토픽이 많이 도출되었다. 해운·물류 분야는 25개의 1차 라벨링을 거친 토픽이 선정되었고, 그중 '스마트 운항, 선사, 선박 수주, 물동량, 물류 스타트업' 등 최신 기술이 접목된 해상운송 관련 이슈가 토픽으로 등장하였다. 마지막으로 항만 분야는 34개의 토픽을 일차적으로 라벨링이 되었고, '제주도, 크루즈 여객'의 토픽이 다른 분야와 차별화된 토픽으로 도출되었다.

한편, 국내외 저널 데이터를 분석한 결과 국내 논문은 전체 100개의 토픽 중 57개의 토픽에 대해 1차 라벨링을 실시하였고, 국외 논문은 전체 50개의 토픽 중 28개의 토픽에 대해 라벨링 작업을 수행하였다. 그 결과 국내 논문의 토픽은 대체로 '항만, 물류, 컨테이너, 선박 운항' 등 해운·물류와 항만에 대한 토픽이 대부분이었으나, 이와 달리 국외 논문의 경우 '계절풍, 오염, 수경재배, 산호 생태계'와 같이 환경과 수산 분야에 대한 연구도 많이 이루어지고 있음을 확인할 수 있다. 한편, 언론매체 기사에서 엿볼 수 있듯이 최근 ESG(Environmental, Social, and Governance)를 비롯해 환경에 대한 관심이 지속적으로 증가하면서, 국내외에서 해당 분야 연구가 점차 활성화되고 있는 것을 확인할 수 있다. 마지막으로 정책·전략보고서와 관련해서는 50개의 토픽이 선정되었다.

〈표 2-16〉 해양수산 분야 예비 리스크(언론매체 기사_해양)

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
1	수산 어업	어업, 수산, 양식, 해수부, 피해, 단속, 어업인, 생산, 자원, 양식장
2	-	동물, 해조류, 해조, 사료, 미역, 반려, 미생물, 우뭇가사리, 조류, 화장품
3	수산물 유통	수산물, 유통, 소비, 전복, 수산업, 수산, 가공, 소비자, 판매, 산지
4	갯벌 생태	갯벌, 제주, 생태, 보호, 고래, 여객선, 연안, 생물, 제주도, 보전
5	-	작품, 회장, 영화, 행사, 작가, 사랑, 청소년, 전달, 사회, 누리집
6	중국 어선 조업	중국, 어선, 조업, 그물, 서해, 불법, 러시아, 해역, 수역, 해군
7	-	금융, 본부장, 경영, 센터, 영업, 부장, 유공자, 센터장, 별세, 부사장
8	바다 환경	쓰레기, 환경, 플라스틱, 바다, 수거, 처리, 오염, 폐기물, 캠페인, 정화

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
9	문화 관광 활성화	관광, 문화, 새만금, 활성, 육성, 연계, 건립, 유치, 해양관광, 미래
10	농림축산 법안	국회, 위원회, 축산, 농림, 식품, 더불어민주당, 국회의원, 법안, 국감, 소속
11	친수 공간	공간, 창원시, 친수, 창원, 전기, KRISO, 배터리, 지구, 허성무, 개방
12	수산 식품 수출	기업, 수출, 수산, 식품, 제품, 생산, 바이오, 소재, 투자, 센터
13	세월호 수사	수사, 사건, 세월, 공무원, 대통령, 참사, 공개, 청와대, 혐의, 법원
14	청년 일자리	청년, 일자리, 인구, 인력, 농업, 고용, 농촌, 취업, 정착, 교육
15	해양 교육	대학, 교육, 총장, 학생, 학교, 양성, 한국해양대, 인재, 오징어, 학생들
16	드론	드론, 동해, 강릉, 동해시, 해군, 과기, 어촌체험휴양마을, 비행, 묵호항, 정통부
17	-	건설, 국가, 반영, 정부, 공약, 지사, 지방, 현안, 철도, 유치
18	해상풍력 에너지	해상, 풍력, 에너지, 단지, 설치, 부유식, 태양광, 건설, 규모, 주민
19	안전 점검 예방	안전, 점검, 예방, 현장, 코로나19, IPA, 발생, 방역, 강화, 선박
20	정책 승진 복지	정책, 승진, 복지, 전보, 문화, 사회, 환경, 안전, 지방, 인사
21	-	교수, 부경대, 학술, 증가, 학회, 전년, 아시아, 연구원, 문학, 인문학
22	-	정부, 입장, 청문회, 요구, 상황, 반대, 지적, 의견, 북한, 협의
23	-	출신, 회장, 차관, 수산, 지명, 신임, 교통부, 인사, 정부, 직원
24	문화 전시	전시, 도자기, 생물, 문화, 유물, 박물관, 조선, 체험, 국립, 문화재
25	-	여수, 공사, 여수시, 개통, 보령, 규모, 도로, 착공, 보령시, 구간
26	세계 환경 협약	협력, 협약, 환경, 세계, 공동, 가치, 사회, 체결, 기관, 강화
27	외국인 선원 노조	선원, 외국인, 군산, 노조, 임금, 군산시, 노사, 파업, 인상, 베트남
28	지구 기후변화	지구, 기후, 변화, 세계, 상승, 기후변화, 미국, 영향, 발생, 보고서
29	항만 부두 컨테이너	항만, 부두, 컨테이너, 물류, 부산항, 인천항, 신항, 배후, 화물, 군산항
30	해수부 감사	해수부, 북항, 장관, 공공, 부산항, 감사, 콘텐츠, 트램, 시민, BPA
31	온라인 수산 체험 프로그램	제공, 온라인, 행사, 교육, 개최, 프로그램, 코로나19, 수산, 체험, 대회
32	-	후보자, 대통령, 장관, 청와대, 국민, 후보, 민주당, 총리, 인사, 문재인
33	-	사람, 시작, 사람들, 이야기, 자신, 중요, 시대, 나라, 마음, 이름
34	일본 오염수	일본, 오염수, 정부, 방류, 결정, 원전, 후쿠시마, 방사능, 방출, 안전
35	폐사	통영, 소금, 폐사, 바다, 통영시, 수족관, 마리, 물고기, 화성, 음식
36	-	독도, 등대, 포항, 울릉도, 주제, 역사, 세계, 포항시, 대사, 세션
37	-	교체, 부총리, 완도, 완도군, 장관, 홍남기, 사의, 부처, 배우자, 수협
38	-	채용, 해운대, 해운대구, 면접, 선발, 청사포, 모집, 전형, 빈소, 청장

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
39	정책 위원회	정책, 위원회, 위원장, 방안, 마련, 논의, 기관, 회의, 수산, 개최
40	삼중수소	바다, 삼중수소, 해녀, 위성, 해류, 프랑스, 해양법, 세슘, 장비, 해적
41	KMI	원장, KMI, 위도, 이어도, 김선교, 오륙도, 어청도, 생물자원관, 팔미, 항운
42	해수욕장 해변 해안	해수욕장, 해변, 해안, 바다, 치유, 여행, 체험, 개장, 관광객, 거리
43	스마트 디지털 혁신	스마트, 혁신, 디지털, 미래, 플랫폼, 실증, 자율, 정보, 데이터, AI
44	해상 사고	사고, 해경, 구조, 해상, 선박, 발생, 어선, 인근, 신고, 선원
45	코로나19	예산, 코로나19, 가격, 증가, 지급, 감소, 편성, 기준, 대비, 규모
46	기름 유출	낚시, 개체굴, 기름, 마사회, 유출, 방제, 유조선, 장어, 경마, 규격
47	탄소중립	선박, 탄소, 정부, 중립, 수소, 연료, 건조, 가스, 해운, HMM
48	-	태안, 공사, 태안군, 삼척, 한국해양진흥공사, 사장, 해양진흥공사, 운석, 진주, 가세
49	어촌 마을	어촌, 마을, 주민, 공모, 뉴딜, 어항, 개선, 수산, 사업비, 소득
50	-	개정안, 운임, 선사, 공정위, 컨테이너, 행위, 규정, 노동자, 부과, 해수부

자료: 저자 작성

〈표 2-17〉 해양수산 분야 예비 리스크(언론매체 기사_수산)

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
1	소비자물가 상승	물가, 상승, 가격, 소비자, 대비, 전년, 농축수산물, 기록, 지수, 지난달
2	명절 선물	선물, 추석, 명절, 세트, 상향, 기간, 가액, 한우, 매출, 농수산물
3	관광 단지 건설	관광, 건립, 단지, 건설, 부지, 규모, 유치, 공사, 준공, 설치
4	마을 체험 관광	마을, 체험, 주민, 바다, 관광, 공간, 관광객, 어촌, 여행, 서산
5	수산자원	양식, 수산, 자원, 어업, 방류, 마리, 해역, 양식장, 종자, 보호
6	동해안 어종	오징어, 강릉, 동해안, 고등어, 속초, 멸치, 동해, 양양, 춘천, 강릉시
7	-	장관, 대통령, 청와대, 총리, 인사, 임명, 문재인, 국무총리, 교체, 김부겸
8	품질 인증	생산, 인증, 환경, 품질, 식품, 가공, 농가, 효과, 재배, 마늘
9	-	사람, 이름, 시작, 이야기, 사람들, 마음, 문화, 역사, 자리, 모습
10	금융 자금 대출	목포, 자금, 대출, 목포시, 공항, 상환, 금융, 최대, 보증, 경영인
11	외식 배달	배달, 매출, 감소, 소비, 외식, 업종, 거리, 사회, 김해시, 음식
12	제주도	제주, 제주도, 고흥군, 고흥, 가리비, 서귀포시, 고성군, 제주시, 감귤, 고성
13	-	식당, 상인, 손님, 상인들, 여수, 음식, 간편식, 쿠팡, 밀키트, 판매
14	-	중국, 정부, 미국, 북한, 세계, 국가, 부총리, 국제, 차관, 일본

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
15	러시아 수입 수산물	수산물, 러시아, 수입, 연어, 대구, 유통, 위판장, 위판, 명태, 경매
16	-	신청, 교육, 제공, 축제, 온라인, 모집, 프로그램, 코로나19, 확인, 홈페이지
17	해양 쓰레기	쓰레기, 수거, 개체굴, 곤충, 어구, 해양 쓰레기, 국방부, 동물, 폐기물, 처리
18	-	할인, 상품, 판매, 구매, 행사, 배송, 온라인, 고객, 서비스, 수산물
19	-	포항, 등록, 분양, 포항시, 상괭이, 참패, 지리, 무안군, 농정원, 지리적
20	-	가격, 기준, 계란, 증가, 대비, 물량, 인상, 공급, 수입, 품목
21	농산물 먹거리	농산물, 먹거리, 푸드, 급식, 학교, 공급, 로컬, 안전, 유통, 직매장
22	-	어묵, 비빔면, 금강, 투기장, 군산항, 공단, 준설토, 침수, 노점상, 준설
23	여성 복지	정책, 여성, 복지, 안전, 문화, 환경, 의회, 승진, 파견, 보건
24	농어업	농업, 농촌, 교수, 농어업, 소득, 지급, 식량, 농업인, 농어촌, 농지
25	CPTPP	해상, 풍력, 어민, 가입, 어민들, CPTPP, 주민, 계장, 보조금, 수산업
26	-	김치, 김장, 주한, 배추, 한복, 대사, 대사관, 한식, 종가, 미국
27	탄소중립 에너지	전북, 탄소, 에너지, 중립, 새만금, 고창군, 전북도, 기후, 고창, 가스
28	-	유세, 재산, 신고, 아파트, 마지막, 서울시, 조례안, 용납, 매입, 세금
29	-	군산, 군산시, 공장, 가공, 인삼, 절감, 애호박, 사업자, 재판부, 히트
30	-	외국인, 갯벌, 선원, 습지, 신안, 신안군, 노동자, 생태, 인력, 복원
31	코로나19	코로나19, 방역, 확진자, 발생, 정부, 코로나, 상황, 대책, 감염, 백신
32	-	기관, 협력, 사회, 개최, 사장, 환경, 제공, 협약, 경영, 공단
33	스마트 기업 일자리	스마트, 기업, 육성, 미래, 일자리, 청년, 성장, 전략, 창출, 투자
34	TAC	당진, 밀수, 환동, TAC, 스토리텔링, 당진시, 동해시, 보증금, 동해, 남동구
35	수산물 원산지 위반	수산물, 원산지, 단속, 표시, 위반, 유통, 점검, 불법, 행위, 수입
36	해외 수출	수출, 달러, 식품, 증가, 해외, 미국, 한국농수산식품유통공사, 기업, 농식품, 중국
37	해수부 어선 안전	해수부, 어선, 선박, 수산, 안전, 어업, 사고, 항만, 해양수산부, 조업
38	고래 낚시	바다, 고래, 낚시, 해녀, 그물, 채취, 발견, 해경, 제주도, 독도
39	-	정부, 의원, 국회, 지적, 요구, 위원회, 의견, 마련, 방안, 입장
40	수산물 온라인 판매	수산물, 온라인, 판매, 전복, 업체, 기업, 홍보, 유통, 코로나19, 제품
41	소협	회장, 수협, 조합장, 창원시, 수산, 창원, 수산업, 어업인, 수협중앙회, 어업
42	제철 생선 요리	음식, 요리, 생선, 제철, 희석, 여름, 수산물, 꽃게, 해산물, ALPS
43	귀어귀촌	인구, 귀어귀촌, 귀어, 어촌, 귀농, 정착, 귀촌, 부안군, MSC, 교육
44	-	후보자, 의혹, 경찰, 혐의, 수사, 사건, 인사, 청문회, 대통령, 김씨

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
45	재해 피해	피해, 어가, 지급, 경영, 발생, 어업인, 재해, 복구, 태풍, 보험
46	-	의원, 후보, 국민, 민주당, 국회, 선거, 위원장, 더불어민주당, 대선, 후보자
47	뉴딜 어촌 예산	어촌, 예산, 뉴딜, 국비, 공모, 개선, 주민, 사업비, 수산, 투입
48	제품 브랜드	제품, 출시, 브랜드, 부표, 치즈, 막걸리, 플라스틱, 스티로폼, 남창원농협, 참치
49	일본 오염수 방류	일본, 오염수, 방류, 정부, 결정, 원전, 후쿠시마, 방사능, 수산물, 방출
50	-	남구, 도매, 버스, 구리, 구리시, 농수산물, 북구, 브리핑, 시민, 노선

자료: 저자 작성

〈표 2-18〉 해양수산 분야 예비 리스크(언론매체 기사_해운·물류)

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
1	-	예선, 여수항, 해수부, 기준, 개선, 해양수산부, 항만, 전북, 여수, 규모
2	선박 안전	선박, 공단, 안전, 제공, IPA, 김해, 프로그램, UPA, 창원, 우수
3	스마트 운항	선박, 스마트, 운항, 해수부, 전략, 정부, 조선, 세계, 협력, 강화
4	물류	물류, 공항, 건설, 창업, 철도, 스타트업, 새만금, 항공, 건립, 유치
5	-	대통령, 정부, 반도체, 위기, 정책, 세계, 국민, 회복, 국가, 투자
6	-	교통, 창원시, 세월, 도로, 배상, 마산합포구, 아파트, 제기, 창원, 단지
7	우수 기업 인증	인증, 기업, 우수, 정책, WeBUSAN, 제도, 해운, 장관, 선용품, 위부산
8	선사 과징금	공정위, 선사, 과징금, 운임, 담합, 컨테이너, 해운법, 해운, 해운사, 부과
9	철강 발전소 업황	포스코, 발전소, 철강, 회복세, 업황, 환경, 환동, 화학, 제조업, 굴뚝
10	일본 방사능 대응	대응, 정부, 주주, 일본, 방사능, 물가, 결정, 기업, 방류, 판매
11	탄소 가스 배출	탄소, 배출, 가스, 온실, 영국, 중립, 감축, 배출량, 기후, 메탄
12	해기사 교육	공사, 해기사, 교육, 오션폴리텍, 시공, 아파트, 남양건설, 지구, 상선, 입찰
13	원자재 가격 상승	가격, 상승, 원자재, 인상, 유가, 급등, 원유, 국제, 후판, 철광석
14	해수부 감사	장관, 해수부, 청문회, 감사, 차관, 오염수, 후보자, 원전, 정부, 부산일보
15	부산항만공사	항만, 부산항, 해운, 사장, BPA, 코로나19, 제공, 개최, 글로벌, 부산항만공사
16	-	수산, 해수부, 여성, 어촌, 이사장, 정책, 양식, 업무, 고위, 지방
17	-	대통령, 후보자, 검증, 청와대, 발탁, 장관, 능력, 판단, 국회, 야당
18	-	노조, 임금, HMM, 파업, 유물, 노사, 인상, 기증, 해수부, 협상
19	중국 선박 수주	CGT, 중국, 수주, 달러, 세계, 증가, 발주량, 선박, 조선, 발주

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
20	-	회장, 총리, 대통령, 방문, 노무현, 창립, 참배, 김대중, 향토, 총회
21	-	현대글로비스, 현대모비스, 업체, 사고, 자동차, 차량, 부품, 생산, 제품, 업종
22	-	주식, 투자, 주가, 상승, 전망, 하락, 매수, 기업, 증시, 외국인
23	-	네덜란드, 영국, 유대인들, 유대인, 탄생, 사고, 운전, 소금, 근대, 회사
24	여객선 운항	운항, 여객선, 항로, 선박, 선사, 여객, 제주, 안전, 연안, 공모
25	-	회장, 남양유업, 대선조선, 대선, 조선, 경영, 조선사, 지난달, 출범식, 불가리스
26	부산항 물류	통합, 부산항, 부두, 물류, 금호타이어, 신항, 선석, 진해신항, 업체, 피더부두
27	-	기업, 바다, 진출, 글로벌, 해외, 국가, 매출, 미국, 세금, 세계
28	-	교육, 물류, 기관, 학생, 기업, 대학, 양성, 해운, 모집, 취업
29	-	검역, 부임, 통행료, 부시장, 박해운, KSS해운, 시간, 선광, 두산중공업, 제천시
30	-	보유, 아파트, 명의, 서산, 주식, 본인, 안개, 강성운, 가을, 해운항만과장
31	-	중국, EU, 회사, 대만, 분양, 결합, 인수, 도서민, 심사, 상황
32	수소 에너지	생산, 수소, 세계, 에너지, 전기차, 전기, 투자, 자동차, 수리조선, 공급
33	수출 선박 운임	수출, 운임, 선박, HMM, 컨테이너, 물류, 기업, 운송, 중소기업, 코로나19
34	-	검찰, 수사, 세탁기, 사건, 후보, 아파트, 법무부, 검사, 총장, 시민
35	컨테이너 항만물동량	컨테이너, 항만, 물동량, 부두, TEU, 항로, 부산항, 광양항, 인천항, 화물
36	-	파견, 경찰, 전보, 자치, 정책, 위원회, 승진, 보건, 교육, 농업
37	-	바다, 선원, 회장, 정책, 사회, 문화, 단체, 역사, 건설, 거리
38	해사법원	해사, 법원, 설립, 유치, 해사법원, 시민, 부산변호사회, 협의회, 국회, 전문
39	-	인도, 러시아, 선원, 중국, 세계, 코로나19, 중단, 북한, 선박, 우크라이나
40	쌍용차 상장 폐지	상장, 폐지, 의견, 쌍용차, 감사, 기업, 코스닥, 인수, 코스피, 연속
41	-	학교, 어린이, 통학, 현장, 통학로, 세상, 보호, 학부모, 시민단체, 설치
42	인천항만공사 LNG 공장	선박, 공장, LNG, IPA, 건조, 생산, 항만, 인도네시아, 예인선, 연료
43	-	미국, 이란, 협상, 이스라엘, 합의, 해제, 공격, 석유, JCPOA, 제재
44	-	위원, 정책, 사회, 포럼, 이사, 축구, 기업, 수소, 수소경제, 협력
45	선박 수주	선박, 수주, LNG, 조선, 조선업, 건조, 발주, 한국조선해양, 대우조선해양, 세계

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
46	-	후보, 대선, 국민, 민주당, 선거, 공약, 정부, 대통령, 더불어민주당, 지사
47	노동자 사고	사고, 작업, 노동자, 현장, 재해, 상대, 창단, 안전, 사망, 전반
48	파나마 운하	커피, 운하, 카카오톡, 파나마, 서비스, 선장, 수에즈, 자료, 통과, 통계
49	-	증가, 실적, 영업, 이익, 전망, 감소, 매출, 전년, 흑자, 달러
50	HMM	선박, HMM, 선사, 해운, 금융, 정부, 해수부, 규모, 환경, TEU

자료: 저자 작성

〈표 2-19〉 해양수산 분야 예비 리스크(언론매체 기사_항만)

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
1	제주도	제주, 제주도, 크레인, 원격, LG유플러스, 창고, MEC, JDC, 5G, 제주항
2	해변 침식	공기업, 침식, 해변, 부산일보, 아카데미, 임기, 기관장, 사장, 이라크, 감사
3	-	창원시, 창원, 특례시, 사무, 지방, 특례, 자치, 권한, 출범, 이양
4	드론 보안	보안, 드론, 아동, 전달, 선원, 밀입국, 추석, 가정, 비행, 행복
5	검역	검역, 서산, 대산항, 동명대, 유학, 단속, 발사, 크루즈선, 서산시, 베트남인
6	항만 건설 용역	건설, 용역, 항만, 예비, 예타, 사업비, 기본, 진해신항, 효과, 반영
7	재난 피해	피해, 발생, 화재, 재난, 훈련, 대응, 소방, 사고, 해경, 태풍
8	갯벌 관광	갯벌, 호주, 관광, 유산, 연안, 등재, 회복, 기준, KIOST, 상품
9	-	건설, 정부, 철도, 국가, 중국, 새만금, 세계, 연결, 인프라, 투자
10	물류	물류, 기업, 센터, 항로, 항만, 서비스, 해외, 글로벌, 투자, 진출
11	러시아 우크라이나	러시아, 미국, 쿠팡, 우크라이나, 공격, 대통령, 인근, 제재, 전쟁, 테러
12	수소 탄소 에너지	수소, 선박, 탄소, 에너지, 중립, 연료, 생산, 전환, 항만, 배출
13	-	게임, 생산, 선수, 서비스업, 조정, 귀국, 점포, 동월, 기계, 훈련
14	해상풍력 에너지	해상, 풍력, 부유식, 한전, GW, 단지, 덴마크, 규모, 해상풍력, 고상환
15	바다 환경	쓰레기, 환경, 캠페인, 바다, 자원, 수거, 플라스틱, 순환, 보호, 오염
16	수산물 판매	수산물, 판매, 주유소, 행사, 예선, 광양시, 수산, 공단, 소비, 보호
17	시민 친수 공간	북항, 시민, 공간, 친수, 개방, 공원, 부지, 부산항, 원도심, 사업비
18	금융 센터	금융, 센터, 본부장, 부장, 영업, 경영, 피해자, 선고, 대천항, 처벌
19	환경 복지 정책	정책, 복지, 환경, 파견, 안전, 농업, 승진, 계장, 보건, 전보
20	-	현안, 국회, 지사, 노동자, 공약, 동남, 방문, 건설, 정부, 가덕신공항
21	-	여수, 광양항, 여수광양항만공사, 광양, 김제시, 여수시, 무역, 자유, 부

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
		두, 자유무역지역
22	-	기관, 공공, 사회, 기업, 협약, 공공기관, 일자리, 사회적, 창출, 체결
23	세계 항만 포럼	해운, 개최, 세계, 항만, 포럼, 회장, 협력, 주제, 공동, 행사
24	일본 오염수 원전	LNG, 수산물, 일본, 오염수, 원전, 방사능, 벙커링, 안전, 후쿠시마, 방류
25	해수부 감사	해수부, 북항, 감사, 장관, 공공, 트램, 콘텐츠, 협의, 지적, 수산
26	세관 통관	청장, 관세청, 세관, 특송장, 통관, 해군, 아파트, 특송, 스리랑카, 항운
27	-	창업, 혐의, 검찰, 경찰, 수사, 광양제철소, 규탄, 헌혈, 시민모임, 벤처
28	인천항만공사 내항 부두	IPA, 인천항, 인천항만공사, 내항, 부두, 아이디어, 연안, 제공, 공모전, 최준욱
29	수출 운임	미국, 중국, 달러, 운임, 수출, 상승, 가격, 기업, 세계, 공급망
30	코로나19	확진자, 코로나19, 접종, 백신, 방역, 발생, 검사, 중국, 감염, 확진
31	-	시공, 싱가포르, 건설사, 지반, 감독관, 토목, 파업, 아파트, 항만노동자, 동아지질
32	-	불량, 송영길, 서부산, 사장단, 영산대, 부구욱, 영산대학교, 유라시아, 촉박, HUG
33	대선 국민 공약	후보, 대통령, 대선, 국민, 공약, 선거, 민주당, 광주, 윤석열, 이재명
34	물동량 증가	물동량, 증가, 컨테이너, TEU, 화물, 대비, 처리, 전년, 감소, 기록
35	부산항만공사	BPA, 안전, 부산항만공사, 부산항, 사장, 현장, 점검, 예방, 항만, 교육
36	새만금 육성	새만금, 미래, 육성, 전북, 중심, 유치, 성장, 전략, 연계, 관광
37	항만사고	컨테이너, 항만, 사고, 안전, 부산항, 선박, 부두, 작업, 발생, 터미널
38	-	지방, 정부, 정책, 자치, 국가, 지자체, 메가시티, 균형, 수도권, 마련
39	-	군산항, 선박, 항만, 부두, 군산, 군산시, 준설, 도내, 해역, 수심
40	AI 서비스 플랫폼	스마트, 디지털, AI, 서비스, 플랫폼, 유치, 데이터, 혁신, 기업, 대학
41	-	문화재, 아파트, 보령, 분양, 투입, 서핑, 도선사, 신청, 학교, 주택
42	울산항만공사	울산항만공사, 제공, 울산항, 사장, UPA, 경영, 우수, 사회, 교육, 수산
43	-	사람, 사회, 교수, 시작, 이야기, 대학, 출신, 교육, 학생, 가족
44	-	목포, 목포시, 수상, 대회, 남부발전, 정비창, 목포신항, 조립, 한국국제물류협회, 석유공사
45	문화 관광	바다, 문화, 관광, 주민, 공간, 설치, 역사, 주변, 체험, 시민
46	요소수	요소수, 차량, 화물차, 먼지, 미세, 장치장, 정부, 물량, 화물, 공급
47	배후단지	배후, 단지, 부지, 신항, 항만, 민간, 입주, 배후단지, 기업, 면적

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
48	-	공항, 인천공항, 항공, 감염병, 설립, 병원, 유치, 전문, 운항, 법원
49	-	기업, 중소기업, 코로나19, 공사, 협력, 동방, 확대, 성장, 규모, 상생
50	크루즈 여객	수출, 중고차, 자동차, 크루즈, 여객, 재개, 전기차, 생산, 운항, 업체

자료: 저자 작성

〈표 2-20〉 해양수산 분야 예비 리스크(논문_국내)

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
1	연안 선박 관리	관리, 선박, 연안, 산업, 하수, 환경, 개발, 오염, 처리장, 해양
2	양식장 환경	양식장, 정점, 해운, 환경, 군집, 기업, 현금, 효율, 선사, 회복
3	-	변수, 부유사, 입력, 예측, 농도, 선박, 모형, 방향, 골재, 동량
4	수소 관측 시스템	면적, 시스템, 수소, 오측, 가능, 자료, 수질, 수기, 유회, 변화
5	선박 안전 제도	안전, 선박, 제도, 검사, 관리, 기준, 보건, 사고, 해양, 선원
6	콜드 체인	콜드, 체인, 사고, 부착, 물류, 부유물, 저항, 수요, 변화, 조달
7	물동량 가격 정보	가격, 유형, 해양, 정보, 영향, 물동량, 범람, 해수, 충격, 연강판
8	선원 임금	임금, 선원, 설계, 시스템, 콘트랙트, 체불, 해결, 자동, 선주, 스마트
9	컨테이너 터미널	장치장, 터미널, 부산항, 점유, 신항, 확률, 컨테이너, 변화, 수준, 관리
10	선박 정책	정책, 선박, 산업, 항만, 해운, 요인, 필요, 선원, 개선, 해양
11	마리나 활성 방안	방안, 마리나, 활성, 개발, 레저, 해양, 필요, 심층, 인프라, 도출
12	여객선 터미널 환경	여객선, 터미널, 보행, 환경, 중심, 편리, 방파제, 시설, 선장, 항만
13	해양생물 교육	해양, 생물, 가치, 교육, 분류, 전문가, 영향, 참여, 전자기장, 지표
14	해양 관할 규율	해양, 관할, 헌법, 개념, 규율, 국가, 자료, 육상, 영해, 세계
15	부두 계류 시설 관리	관리, 시설, 개선, 국제, 부두, 계류, 선박, 체계, 필요, 여객항
16	물류 기업 서비스	기업, 서비스, 거래, 선원, 물류, 고객, 해운, 영향, 요인, 시스템
17	탄소 유기물	정점, 연안, 유기물, 탄소, 분해, 울릉분지, 퇴적물, 환원, 혐기성, 황산염
18	-	자료, 관리, 해양, 운송, 어구, 표지, 항로, 노선, 유럽, 통합
19	낚시어선 안전	어선, 안전, 낚시, 정박지, 해양, 조업, 제도, 선박, 소음, 기관
20	체선 영향	체선, 효과, 지수, 해운, 소비자, 영향, 예상, 감소, 동물, 복량
21	선박 통신	선박, 요인, 안전, 통신, 파력, 에너지, 운항, 부잔교, 항만, 성능
22	항만 대기 예측	항만, 예측, 대기, 모형, 물동량, 정책, 오염, 배출, 기업, 물질
23	-	영향, 안전, 기업, 요인, 서비스, 선박, 철도, 물류, 해운, 선체
24	터미널 효율	터미널, 모형, 중국, 효율, 수치, 해석, 선박, 환경, 조건, 가능

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
25	-	정점, 영향, 부착, 생물, 시간, 변화, 출현, 자료, 수온, 발생
26	선박 충돌	충돌, 회피, 선박, 신경망, 공유, 영향, 최대, 최소, 거리, 시간
27	선박 화재	선박, 화재, 정보, 교통관제, 필요, 위험, 능력, 부두, 설비, 환적
28	부유사 채취	채취, 골재, 부유사, 대형, 동물, 서식, 출현, 영향, 밀도, 해역
29	-	어업, 기업, 발생, 어구, 조세, 회피, 수산, 해양, 감소, 재무
30	영양염 완충	완충, 영양염, 역량, 유기, 염분, 하계, 수온, 무기, 속도, 해역
31	-	해양, 키워드, 공간, 해운, 기업, 자본, 사고, 중심, 계획, 비용
32	괭생이모자반 관리	진동, 가치, 괭생이모자반, 항만, 관리, 활용, 지속, 가능, 추정, 측정
33	중국 해양 관할	중국, 해양, 해상, 관할, 트림, 특보, 선박, 풍랑, 교통, 해역
34	-	채취, 구조, 지형, 광구, 안전, 풍력, 구조물, 골재, 개발, 해상
35	선원 피복	선원, 피복, 구역, 홍보, 사고, 영역, 해양경찰, 상무, 해양, 퇴적물
36	-	개발, 기업, 상품, 역량, 투자, 영향, 방문, 속성, 소비자, 화장품
37	에너지 투자	에너지, 투자, 심리, 발생, 획득, 가격, 데이터, 영향, 운전, 산업
38	-	권역, 이동, 진주, 유출, 기포, 광양만, 하천, 해빈, 해역, 영향
39	선박 안전 규정	선박, 안전, 규정, 나라, 사이버, 보안, 해사, 선원, 법제, 의무
40	-	서비스, 성능, 해양, 가치, 시각, 시스템, 통발, 득량만, 동기, 로프
41	-	질산염, 해류, 물골, 영향, 운임, 해협, 유출, 요인, 주선, 수수료
42	-	플랑크톤, 섬모충, 수괴, 산소, 해양, 발생, 국내, 피갑, 유기물, 퇴적
43	스마트 물류	스마트, 물류, 활용, 해양, 물질, 항만, 배출, 정보, 영향, 확인
44	-	효과, 배출, 유발, 저감, 책임, 지역, 사회, 인천, 항만, 선박
45	-	선박, 여객선, 연안, 발생, 주묘, 수심, 정책, 보조, 이론, 풍속
46	선박 사고	선박, 발생, 사고, 알고리즘, 조건, 해석, 운항, 설계, 자율, 윤리
47	-	항만, 운송, 요인, 공사, 영향, 해상, 소음, 주택, 전략, 중요
48	-	비율, 기업, 이익, 조정, 항만, 횟수, 지수, 피인, 학회지, 제도
49	-	발생, 구조, 설치, 해상풍력발전, 차서, 실제, 스퍼드, 고려, 응력, 증가
50	선박 자율 운항	선박, 운항, 자율, 서류, 고객, 항만, 변화, 구매, 기반, 국제법
51	-	배제, 해석, 권리, 계약, 책임, 제한, 선주, 효율, 당사자, 법률
52	항만물류비용	항만, 변동, 기업, 물류비용, 구성, 제안, 비율, 자료, 미국, 화산재
53	-	보상, 관리, 자료, 필요, 손실, 시행, 어업, 해양, 플랑크톤, 식물
54	-	거래, 안전, 선물, 물류, 화물, 연계, 철도, 성장, 목적, 건조
55	-	농도, 개선, 어장, 효과, 준설, 존상, 생물, 환경, 휴식, 물질

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
56	-	이식, 거머리말, 지역, 방두, 차량, 대기, 장소, 증가, 물질, 오염
57	-	산업, 직무, 영향, 모형, 요인, 회귀, 소득, 만족도, 이직, 의도
58	-	시험, 독성, 기준, 해양, 비교, 판단, 영향, 제도, 변화, 인천항
59	선박 수요	수요, 선박, 금융, 모형, 통신, 예측, 플랫폼, 표면파, 생태, 가능
60	브랜드 이미지	이미지, 브랜드, 생산, 명품, 영향, 자아, 터미널, 항만, 활용, 효율
61	-	선원, 승선, 실습, 노동, 교육, 만족, 위탁, 만족도, 보호, 관심
62	해양오염	오염, 해양, 방제, 사고, 구축, 스마트, 제어, 속도, 운항, 데이터
63	-	응력, 쇄파, 증가, 파이프, 기존, 수명, 피로, 문제, 제안, 발생
64	항만 해운 정책	항만, 해운, 정책, 데이터, 물류, 요인, 디지털, 자동차, 트윈, 필요
65	-	면적, 변화, 조화, 자료, 상수, 묘도, 관측, 산출, 해빈, 개선
66	해양 분쟁	해석, 분쟁, 해양, 협약, 해양법, 과학, 관통, 균열, 국제, 군사
67	-	관측, 자료, 염분, 정선, 변동, 센서, 해양, 오차, 관리, 변화
68	컨테이너 하역	산업, 하역, 공급, 마산만, 컨테이너, 측면, 선사, 조직, 수출입, 산화
69	-	속력, 선박, 규칙, 예인선, 제한, 준수, 안전, 해양, 승무, 부선
70	-	파이프라인, 방향, 구조, 효과, 조건, 좌굴, 발생, 고려, 해석, 안전
71	선박 자율 운항	선박, 자율, 운항, 필요, 단계, 증가, 역할, 협약, 책임, 산업
72	항만 효율	항만, 효율, 모형, 컨테이너, 항로, 클러스터, 규모, 광양항, 처리, 운항
73	-	요인, 업체, 정책, 세제, 선정, 건설, 기계, 협력, 중요, 물류
74	자율 주행	위험, 주행, 자율, 수출, 장해물, 통항, 완전, 활용, 일반, 기존
75	해양 선박 시스템	해양, 선박, 시스템, 사고, 분류, 국적, 기반, 필요, 분포, 해상
76	-	선박, 제도, 수로, 시험, 도선사, 유엔, 규제, 활용, 법원, 기업
77	-	황해, 조약, 해양, 삼국, 연안국, 단계, 지역, 참여, 협정, 방안
78	선박 재난 대응	선박, 운사, 대응, 재난, 해양, 발생, 영향, 사고, 조정, 정책
79	디지털 전환 전략	요인, 디지털, 전략, 전환, 성공, 경영, 순위, 계층, 조직, 환경
80	환적 물동량	환적, 물동량, 인센티브, 항만, 부산항, 중국, 선사, 군산항, 증대, 효과
81	-	사고, 수익, 부선, 옵션, 주식, 미래, 해양, 탄소, 영업, 운항
82	운항 시스템	운항, 시스템, 역량, 물류, 인력, 자율, 상황, 양성, 직무, 교육
83	해양 시스템	해양, 시스템, 모듈, 카메라, 제안, 영향, 환경영향평가, 풍력, 기반, 해상
84	-	해양, 현금, 보유, 사고, 플랜트, 전파, 수준, 선원, 성장, 증가
85	애플리케이션 개발	개발, 애플리케이션, 인터페이스, 영일, 포항, 만항, 직무, 설계, 스트레스, 입력

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
86	-	화물, 격자, 방향, 터빈, 특화, 집중, 항만, 속도, 고려, 변동
87	-	위험, 해역, 사고, 낚시, 예방, 단속, 자료, 어선, 말류, 처벌
88	어선 최저 임금	임금, 최저, 어선, 선원, 기업, 문제, 보험, 성과, 소유자, 원보험
89	터미널 매립 영향	터미널, 매립, 요인, 변화, 영향, 인력, 외부, 컨테이너, 발달, 사회
90	-	효과, 해양, 환경, 오염, 비용, 선박, 유럽, 방지, 편익, 주행
91	해양 순착	해양, 순찰, 기관실, 로봇, 선박, 사고, 쓰레기, 지점, 기기, 발생
92	-	자치, 지방, 단체, 패각, 폐굴, 분쟁, 통항, 찌꺼기, 커피, 바다
93	컨테이너 시스템	시스템, 컨테이너, 선박, 야드, 계획, 선석, 중요도, 영향, 계층, 차량
94	-	항만, 운동, 동요, 속력, 크기, 선박, 응답, 풍력, 변화, 해석
95	-	추정, 환경, 개발, 광양만, 모형, 사업, 기준, 가치, 편익, 방파제
96	부유사 영향	부유사, 영향, 생물, 농도, 넙치, 발생, 측정, 국내, 노출, 새우
97	-	시스템, 추진, 전기, 방식, 전원, 설계, 제어기, 선박, 배터리, 신경
98	-	식물, 플랑크톤, 우점, 군집, 난류, 엽록소, 연안수, 쓰시마, 편모조류, 이상
99	운항 서비스	지원, 운항, 서비스, 정보, 안전, 선박, 자율, 장비, 사고, 중요도
100	양식장 오염	퇴적물, 오염, 농도, 신항, 양식장, 중금속, 어류, 유기물, 상태, 필요

자료: 저자 작성

〈표 2-21〉 해양수산 분야 예비 리스크(논문_국외)

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
1	계절풍 분석	analytics, groundwater, delivery, monsoon, sample, season, during, intrusion, water, aquifer
2	청어 가입 (recruitment)	stock, river, recruitment, herring, settlement, biofilms, spawning, bass, biofilm, striped
3	-	trust, production, loading, embodied, frontline, distortion, within, recruit, transfer, watershed
4	플라스틱 오염	plastic, microplastics, debris, marine, particle, microplastic, item, beach, found, abundance
5	재생 에너지	energy, market, volatility, spillover, risk, index, return, renewable, value, sample
6	-	patent, board, intellectual, activity, uncertainty, canadian, trend, conflict, diversity, small
7	고객 만족 서비스	service, customer, entrepreneurship, entrepreneurial,

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
		satisfaction, quality, venture, provider, parcel, clam
8	홍합	exposure, mussel, stress, scheduling, response, tissue, exposed, gene, bibliometric, activity
9	낚시 관리	fishery, fishing, fish, management, catch, stock, fisher, mortality, commercial, charging
10	-	integer, event, boat, response, climatic, climate, reduction, yard, noise, during
11	화물운송	root, acquisition, freight, charge, transport, bulk, form, shipping, history, 2021
12	녹조	green, tide, contract, environmental, community, blue, penetration, alliance, value, disease
13	해양관광	marine, litter, beach, coastal, fishing, activity, tourism, item, mpas, protected
14	공급망 플랫폼 전략	strategy, platform, supply, company, chain, research, market, channel, performance, industry
15	핀테크	loan, fintech, globalization, whaling, centered, italian, interconnected, peer, experiential, occasional
16	운송 보조금	port, shipping, ship, vessel, subsidy, container, maritime, cost, fuel, terminal
17	-	characterization, vice, burning, versa, absorption, randomly, aided, larval, adriatic, depth
18	상어 공격	shark, techno, radical, attack, local, event, increase, score, drilling, turf
19	-	university, learning, moral, intensive, thermal, student, credibility, local, fiscal, boosting
20	-	research, technology, literature, paper, management, knowledge, process, future, social, innovation
21	-	algorithm, location, problem, game, news, digitalization, sentiment, service, numerical, disaster
22	-	circular, delay, software, number, fossil, mobility, farmer, cost, component, unit
23	-	forecasting, forecast, spill, prediction, accuracy, series, learning, approach, keywords, variable
24	-	light, citation, specie, response, crab, during, growth, larval, condition, larva
25	-	brand, road, kelp, urchin, rail, behavior, service, long,

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
		freight, significantly
26	폐수 규제	salmon, fish, wastewater, size, price, fairness, migration, survival, recreational, river
27	-	employee, female, male, gender, readiness, cycle, school, augmented, trust, control
28	-	farm, wind, offshore, story, propagation, developer, website, sargassum, waiting, irish
29	-	demand, retailer, electric, retail, commerce, coal, price, shark, value, plasma
30	수경재배	creativity, emergent, latent, aquaculture, phone, farming, organic, learner, exploitation, surge
31	-	network, family, node, investor, journey, matching, business, firm, ambidexterity, commodity
32	-	community, condition, environmental, trait, climate, cruise, response, region, specie, indicator
33	COVID19	covid, pandemic, consumer, travel, during, country, period, health, healthcare, online
34	탄소배출	emission, carbon, product, energy, business, chain, market, supply, food, sector
35	-	city, mode, urban, medical, land, distribution, space, spatial, delivery, other
36	-	manufacturer, disruption, transaction, plant, portfolio, computation, airline, recovery, deep, generic
37	해양 정책	marine, policy, management, ocean, country, nvironmental, waste, international, development, sustainable
38	산호 생태계 시스템	specie, reef, fish, coral, habitat, water, ecosystem, abundance, site, community
39	탄화수소 침전물	hydrocarbon, sediment, aromatic, sample, bacterial, polycyclic, oyster, bacteria, microbial, aquaculture
40	-	social, medium, research, knowledge, perceived, health, development, education, intention, income
41	친환경 자동차	capability, mobile, ecosystem, organizational, professional, business, ease, automotive, senior, design
42	-	novelty, reward, staff, flounder, true, preferential, restaurant, menu, bicycle, cycle
43	식물성 플랑크톤	water, nutrient, nitrogen, phytoplankton, organic, coastal, matter, dissolved, surface, release

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
44	침전물 오염	sediment, concentration, risk, metal, water, source, pollution, ecological, index, value
45	운송 비용	vehicle, problem, proposed, cost, solution, algorithm, network, sharing, transportation, solve
46	디지털 기술 혁신	innovation, technology, digital, development, firm, industry, technological, economic, growth, economy
47	산소 순환	cycling, owned, usage, oxygen, sardine, emotion, virtual, anchovy, during, volunteer
48	-	decision, approach, making, technology, process, risk, information, framework, paper, management
49	연안 재생(회복)	airport, resilience, atoll, coastal, response, regime, ecosystem, intensity, toxicity, char
50	-	diatom, agricultural, pco2, number, fire, bloom, agriculture, dinoflagellate, acidification, scallop

자료: 저자 작성

〈표 2-22〉 해양수산 분야 예비 리스크(정책·전략 보고서)

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
1	어선 감척	어업, 어선, 감척, 연근, 사업, 업종, 자원, 척수, 연안, 근해
2	무인 해수욕장 보전	무인도, 해수욕장, 보전, 무인, 도서, 지정, 지역, 국토, 체계, 기점
3	귀어귀촌	귀어, 어촌, 귀촌, 어업, 지역, 사업, 교육, 도시, 수산업, 센터
4	항만 안전	안전, 항만, 정보, 강화, 시설, 선박, 서비스, 어선, 사고, 구축
5	폐기물 오염	오염, 폐기물, 과제, 강화, 퇴적물, 사업, 수거, 기기, 환경, 정화
6	어항 매립	용지, 시설, 어항, 매립, 전남, 공공시설, 경남, 충남, 경기도, 기타
7	남극 수산 양식	남극, 양식, 수산, 구축, 확대, 체계, 환경, 변화, 강화, 활용
8	크루즈 선박	선박, 해운, 크루즈, 산업, 여객선, 확대, 건조, 강화, 연안, 선사
9	선박 안전	안전, 선박, 해사, 사고, 강화, 국가, 국제, 체계, 교육, 이행
10	정보 관측	정보, 관측, 구축, 기본, 수로, 자료, 활용, 체계, 예측, 서비스
11	항로 표지 시스템	표지, 항로, 등대, 시스템, 정보, 설치, 구축, 교육, 방안, 장비
12	수산 어업	수산, 어업, 수산물, 어촌, 수산업, 원양, 어선, 유통, 강화, 생산
13	친환경 수산물	친환경, 환경, 생태, 수산물, 인증, 사업, 어업, 강화, 양식, 생물
14	습지 생태 보전	습지, 생태, 보전, 지역, 보호, 갯벌, 생물, 현황, 강화, 연안
15	마리나 사업	사업, 수산, 지역, 어업, 마리나, 구축, 강화, 항만, 기본, 교육

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
16	심층수 활용	심층수, 산업, 활용, 식품, 그림, 제품, 확대, 체계, 수의, 심층
17	항만 안전	안전, 항만, 수산, 시설, 사업, 강화, 환경, 지역, 기본, 어항
18	항만시설	항만, 시설, 선박, 사업, 안전, 강화, 지역, 기본, 확대, 구축
19	수산 시스템	사업, 수산, 시스템, 세부, 예산, 구축, 기반, 과학, 과제, 신규
20	항만 안전	항만, 안전, 환경, 사업, 정보, 시설, 선박, 기본, 강화, 체계
21	수산 정보 체계 구축	안전, 수산, 정보, 체계, 구축, 강화, 사업, 환경, 기본, 교육
22	수산 방역 체계	레저, 수중, 질병, 수산, 체계, 방역, 생물, 마련, 국내, 안전
23	안전 정보	정보, 사업, 안전, 지역, 구축, 시설, 시스템, 교육, 강화, 선박
24	안전 정보	사업, 정보, 안전, 지역, 수산, 강화, 환경, 항만, 체계, 구축
25	선박 친환경 사업	선박, 친환경, 해수부, 건조, 사업, 하이브리드, 공급, 보급, 구축, 산업
26	안전 정보	안전, 구축, 정보, 사업, 강화, 시설, 선박, 지역, 수산, 항만
27	항만물류	물류, 화물, 기업, 구축, 항만, 체계, 강화, 국가, 산업, 사업
28	-	지구, 사업, 보전, 연안, 호안, 친수, 미착수, 양빈, 사업비, 보강
29	-	항만, 선박, 국가, 지정, 필수, 협약, 체결, 등록, 비상사태, 국제
30	-	낚시, 낚시터, 치유, 자원, 산업, 사업, 기준, 구축, 안전, 조성
31	낚시용품	낚시, 용품, 안전, 교육, 강화, 증가, 사고, 교실, 산업, 개선
32	선원 교육	선원, 교육, 선박, 근로, 인력, 외국인, 개선, 해기사, 해기, 기준
33	항만 안전	항만, 안전, 선박, 강화, 시설, 낚시, 수산, 지역, 정보, 마리나
34	안전 강화	안전, 강화, 친환경, 사업, 수산, 지역, 어업, 선박, 구축, 시설
35	항만 안전	항만, 안전, 사업, 시설, 구축, 선박, 환경, 수산, 정보, 체계
36	-	지역, 항만, 사업, 자원, 시설, 수산, 체계, 강화, 안전, 물류
37	습지 보전	습지, 사업, 보전, 지역, 강화, 생태, 시설, 연안, 항만, 환경
38	항만 안전	항만, 안전, 사업, 선박, 시설, 산업, 정보, 체계, 기본, 지역
39	양식 환경	어장, 환경, 양식, 구축, 기반, 기준, 마련, 개선, 사업, 해역
40	해역 공간 정보	공간, 정보, 해역, 체계, 활용, 기본, 정책, 생태, 수립, 구축
41	마리나 시설	마리나, 항만, 시설, 안전, 산업, 물류, 강화, 낚시, 환경, 기본
42	-	환경, 해역, 연안, 오염, 정책, 생태, 기본, 부산, 해양수산부, 울산
43	-	안전, 시설, 교육, 선박, 지역, 산업, 사업, 강화, 항로, 구축
44	수산 식품	수산, 식품, 수산물, 산업, 수출, 내수, 생산, 가공, 소비, 육성
45	-	항만, 시설, 마리나, 지역, 배후, 부두, 관광, 단지, 단계, 기본
46	-	자원, 수산, 어업, 사업, 체계, 강화, 회복, 조성, 어종, 어획량
47	농어촌 교육	지역, 농어촌, 교육, 여성, 문화, 어업, 정책, 서비스, 확대, 강화
48	-	어항, 어촌, 사업, 시설, 지역, 마을, 조성, 마련, 관광, 개선

토픽ID	라벨링	토픽 키워드
49	-	안전, 선박, 사고, 정보, 교육, 해상, 점검, 어선, 강화, 체계
50	-	사업, 안전, 시설, 수산, 구축, 지역, 교육, 체계, 항만, 선박

자료: 저자 작성

2) 해양수산 분야별 예비 리스크 도출 결과

출처별 토픽 모델링 분석 결과에 대해 분야별 전문가 자문 및 연구진 브레인스토밍을 통해 토픽의 재분류 및 라벨링을 실시하였다. 재분류 과정에서는 1차 연도 결과와 비교하여 새롭게 등장한 토픽은 추가하고, 기존 토픽은 유지 또는 수정·보완하는 과정을 거쳤다.

그 결과 전체 167개의 토픽이 선정되었으며 분야별로는 해양 44개, 수산 48개, 해운·물류 39개 그리고 항만 36개가 선정되었다. 2022년 새롭게 선정된 토픽은 47개로 해양이 14개, 수산 18개, 해운·물류 아홉 개, 그리고 항만이 여섯 개로 나타났다.

해양수산 분야별 예비 리스크 도출 결과를 신규 항목 중심으로 살펴보면, 우선, 해양 분야의 경우 기후변화에 따른 해양생물 다양성 감소나 연안 침식, 습지 생태계 파괴와 같이 가속하고 있는 기후변화가 새로운 리스크로 나타났다. 해양생태계는 지구 온난화에 따른 기후변화에 가장 민감하게 반응하는 영역이기 때문에 현재의 이상 기후에 대한 우려가 그대로 리스크로 반영된 것이라 볼 수 있다. 또한 독도 영유권 문제, 원전오염수 방출 등 주변국 리스크도 새로운 문제로 나타나고 있는 것을 볼 수 있다. 수산 분야의 경우 수산물 소비패턴 변화에 따른 우려가 지속해서 리스크로 나타나고 있는 것을 관찰할 수 있다. 수산물 소비 급감에 대한 우려는 지속적으로 존재했지만, 코로나19로 인한 소비패턴 변화와 유년층·청소년층의 수산물 식습관 미형성으로 인한 소비 감소가 실제로 가시화되면서 더욱 중요한 리스크로 떠오른 것이라 할 수 있다. 또한, 수산 분야 스마트화와 같은 기술 발전, 메가 FTA·보조금 철폐·연

근해어업 구조개선 등 급격히 진행되고 있는 수산업 환경 변화에 대한 종사자들의 적응 우려 또한 중요한 리스크로 떠오르고 있음을 알 수 있다.

해운·물류 분야에서는 공정거래위원회가 한-일 항로, 한-동남아 항로 등에서 선사 간 담합행위가 있었다고 판단하고 과징금을 부과한 것이 새로운 리스크로 등장하였다. 또한, 코로나19와 같은 전염병으로 인한 항만 폐쇄가 새로운 리스크 요인으로 떠올랐는데 이는 실제로 코로나19로 인해 부산 감천항이 일정 기간 폐쇄되었던 사례에 기인한 것으로 보이며, 항만 폐쇄가 항만 분야뿐만 아니라 해운·물류 분야에도 큰 영향을 미칠 수 있음을 보여주고 있다. 항만 분야의 신규 리스크 항목을 살펴보면 중대재해처벌법의 시행으로 인한 항만 내 안전 분야 리스크가 추가된 것을 볼 수 있다. 또한 ESG의 강조, 항만 스마트화로 인한 노무공급 체계의 변화 필요성 등이 새로운 리스크 요인으로 추가되었다.

〈표 2-23〉 해양수산 분야 예비 리스크 결과(해양)

No.	라벨링	비고
1	국제 해양법 분쟁 증가	2021년 항목
2	남북 접경수역 군사적 충돌 발생	
3	선박 기름 유출로 인한 해양오염 증가	
4	연근해 해수수질 오염 증가	
5	지구 온난화 가속화	
6	해수면 상승에 따른 연안도시 범람	
7	해수산성화(해수의 PH 감소 현상) 심화	
8	해양 기인성 질병 발생	
9	해양 이용자 간 갈등 증가	
10	해양 플라스틱 쓰레기 증가	
11	해양관광인프라 낙후	
12	해양생물 서식지 훼손	
13	해저 퇴적물 오염	
14	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가	

No.	라벨링	비고
15	극지 환경 훼손	
16	대규모 해저지진 발생	
17	미처리된 폐수의 해양 유입 증가	
18	북극항로 환경 변화	
19	선박소음에 따른 해양생물 피해 발생	
20	주변국 해상경계 설정 분쟁	
21	초대형 태풍 발생	
22	해상교통로 안보 취약성 증가	
23	해상사고 구조활동 애로	
24	해양 및 바닷가 쓰레기 증가	
25	해양레저관광/문화 소외계층 발생	
26	해양생물자원 관리 실패	
27	해양에너지 개발에 따른 환경피해 발생	
28	해양에서의 안전사고 증가	
29	해양재해에 따른 항만 및 부두 파손	
30	해저 유전/가스전 폭발 사고 발생	
31	관광산업으로 인한 해양생태계 훼손	2022년 신규항목
32	기후변화로 해양생물 다양성 감소	
33	기후변화에 따른 연안 침식	
34	습지 생태계 파괴	
35	외래해양생물 유입으로 인한 해양생태계 교란	
36	육상기인 독성물질 해양 유입	
37	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염	
38	일본의 독도 영유권 도발 심화	
39	지자체 간 해상경계 설정 분쟁	
40	해양 난개발에 따른 해양생물 감소	
41	해양수산 디지털 기술 혁신 지연으로 해양수산업 경쟁력 약화	
42	해양신재생에너지 공급 부족	
43	해양안전 관리 체계 부재	
44	해저 파이프라인 파손으로 인한 대규모 기름 유출	

자료: 저자 작성

〈표 2-24〉 해양수산 분야 예비 리스크 결과(수산)

No.	라벨링	비고
1	경영난에 따른 수산기업 대규모 도산	2021년 항목
2	기후변화에 따른 수산업 악영향	
3	낚시어선 안전사고 급증	
4	노후된 어구 및 어선 증가	
5	불법·비보고·비규제(IUU) 어업 위반국가로 지정	
6	불법어업에 따른 수산자원 감소	
7	수산물 가격 변동성 심화	
8	수산물 소비 급감	
9	수산물 수출 감소	
10	수산물 원전 폐수 방사능 오염	
11	수산물 유전자 변형식품 공급 확대	
12	수산생물종 감소	
13	수산종사자 감소	
14	수산종사자 인권침해 급증	
15	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동	
16	양식어류 대량 폐사	
17	어민 간 어업권 분쟁 발생	
18	전국 어촌 소멸 현실화	
19	근해어업 생산량 급감	
20	기름 유출에 따른 수산업 피해 발생	
21	내수면 고유어종 감소	
22	대규모 수산물 위생문제 발생	
23	수산 서식지 훼손	
24	수산물 기인 대규모 감염병 발생	
25	수산물 수출규제 확대	
26	수산업에 대한 부정적 인식 증가	
27	어선 탄소배출 증가	
28	전염병 방역 강화로 인한 조업 감소	
29	전통적 수산물 유통체계 붕괴	
30	폐어구 다량 발생	
31	감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화	2022년 신규항목

No.	라벨링	비고
32	국제적 사회적 책임 이행 강화 대응 미비	
33	글로벌 식량 공급망 변화	
34	동물복지 이슈 수산업 적용에 따른 가격 변동성 심화	
35	수산물 미세플라스틱 문제	
36	수산물 소비패턴 변화	
37	수산물 원산지 표시 위반으로 인한 어업인 및 일반 국민 피해 발생	
38	수산 분야 메가 FTA에 따른 수산 가격 급변	
39	스마트화로 인한 일자리 감소	
40	식량안보에 따른 주요 단백질 공급원 변화	
41	어선 사고 증가	
42	여성어업인 복지 문제	
43	연근해어업 대규모 구조개선	
44	원양어업 어장 축소	
45	유통 경로 다변화	
46	자연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증	
47	주요 수입수산물 수급 불안정	
48	해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제	

자료: 저자 작성

〈표 2-25〉 해양수산 분야 예비 리스크 결과(해운·물류)

No.	라벨링	비고
1	국적선사 유동성 위기 심화	2021년 항목
2	글로벌 공급망 변화 대응 능력 부족	
3	금융기관의 선박 투자 회피	
4	미래 고부가가치 해운·물류업 육성 부족	
5	북방물류 중단	
6	선박 사고로 인한 인적/물적 피해 발생	
7	선박 사고로 인한 항만 및 항로 폐쇄	
8	선박배출 대기오염물질 증가	
9	선박평형수에 의한 오염 증가	
10	선원 감염병 발생	

No.	라벨링	비고
11	선원 인권 복지 문제 발생 증가	
12	수출입/연안/환적 화물 물동량 급감	
13	숙련된 해기사(선원) 부족	
14	연안해운 이용객 급감	
15	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비	
16	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손	
17	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비	
18	중국의 글로벌 물류인프라 선점	
19	친환경/디지털 지연으로 국적선사 글로벌 경쟁력 약화	
20	탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패	
21	항만 터미널 및 물류센터 위험물 폭발 사고 발생	
22	해운 얼라이언스 강제 퇴출	
23	해운기업 파산	
24	해운·물류 기술 경쟁력 저하	
25	해운·물류 전문인력 공급 부족	
26	해운선사 사이버 공격 취약	
27	해운운임 급등락	
28	해적 등 선박 통항로 안전성 위협 증가	
29	선박 밑바닥 생물 부착(바이오파울링) 증가	
30	해운물류기업 경영난 심화	
31	국가해사안전기본계획 목표달성 실패	2022년 신규항목
32	선박교통관제 법령 위반	
33	선박교통관제운영시스템 고장	
34	선박수주량 감소	
35	스마트 항만물류 시스템 활성화 지체	
36	전염병 등으로 항만 폐쇄	
37	해사법원 설치 지연	
38	해운 담합 과징금 부과에 따른 선사 비용부담 증가	
39	해운업계 파업에 따른 물류대란 발생	

자료: 저자 작성

〈표 2-26〉 해양수산 분야 예비 리스크 결과(항만)

No.	라벨링	비고
1	글로벌 공급망 변화 대응 미흡	2021년 항목
2	기후변화 대응역량 부족	
3	선박안전사고 증가	
4	스마트화에 따른 일자리 감소	
5	자연재해로 인한 항만 폐쇄	
6	전자상거래 수요 증가 대비 부족	
7	중국 항만과 경쟁 격화	
8	컨테이너 하역생산성 약화	
9	크루즈 관광객 감소	
10	항만 개발과 운영을 둘러싼 지역주민 갈등 심화	
11	항만 기반시설 개선 지연	
12	항만 내 에너지 공급 차단	
13	항만 내 위험 관리조직 구축 미흡	
14	항만 네트워크 약화	
15	항만 방역방제 체계 미구축	
16	항만 비용 상승 및 경제성 저하	
17	항만 사이버 보안 취약성	
18	항만 안전/보안 위기	
19	항만 안전관리 실패	
20	항만 연관산업 육성 부족	
21	항만 작업자 안전사고 발생	
22	항만 재난 대응체계 미흡	
23	항만 환경오염 증가	
24	항만배후단지 재해 발생	
25	항만 운영사 경영난 심화	
26	항만의 미래 변화 대비 미흡	
27	항만의 지역경제 기여도 감소	
28	항만 종사자 감염병 발생	
29	항만 비상사태 대응 매뉴얼 부재	
30	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장	

No.	라벨링	비고
31	중대재해처벌법 등 안전관리 법규 강화	2022년 신규항목
32	항만 노무공급의 불합리성 지속	
33	항만물류 효율성 저하	
34	항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화	
35	항만시설 유지관리 체계 미흡	
36	항만의 ESG 경영 대응 미흡	

자료: 저자 작성

제3절 해양수산 미래 리스크 발굴

본 절에서는 앞선 빅데이터 분석을 통해 찾은 해양수산 분야의 예비 리스크들을 바탕으로 해양수산 관련 전문가와 일반 국민을 대상으로 한 설문조사를 통해 리스크의 인식도 및 평가 결과를 분석한다. 또한, 그 결과를 토대로 해양수산 네 개 분야의 최종 리스크 및 리스크 및 우선순위를 도출하고자 한다.

1. 설문조사의 개요

설문조사는 크게 해양수산 관련 전문가를 대상으로 한 설문조사와 일반 국민을 대상으로 한 설문조사로 나누어 진행하였다. 2021년 수행한 1차 연도의 과제에서는 예비 리스크에 대한 설문조사를 통해 전문가를 포함한 일반 국민의 리스크에 대한 인식도 및 발생 가능성, 영향력, 통제 불가능성의 측면에서 평가를 실시하였고, 그 결과를 토대로 해양수산 분야의 10대 리스크를 도출했었다. 그러나 1차 연도 연구 결과에 대한 평가과정에서 해양수산 관련 전문가들의

인식과 리스크에 대한 중요도가 일반 국민의 판단과는 상이하고, 전문가 설문과 일반 국민 설문을 구분하여 진행하면 전문가 집단과 일반 국민 간의 해양수산 리스크에 대한 인식을 더욱 명확하게 비교할 수 있다는 의견이 제시됨에 따라 2차 연도에서는 전문가 설문과 일반 국민 대상 설문을 구분하여 진행하였다. 따라서 2차 연도에서는 빅데이터 분석을 통해 도출한 해양(44개), 수산(48개), 해운·물류(39개), 항만(36개) 등 총 167개의 해양수산 분야의 예비 리스크에 대해 해양수산 전문가 설문을 먼저 진행한 후, 리스크의 중요성과 발생 가능성 등을 고려한 해운·물류, 항만, 해양, 수산 분야의 예비 리스크를 30개로 압축하여 일반 국민을 대상으로 설문조사를 진행하였다.

〈표 2-27〉 해양수산 리스크 설문조사의 진행

수행 절차	주요 내용
빅데이터 분석	▸ 해양(44개), 수산(48개), 해운·물류(39개), 항만(36개) 등 총 167개의 해양수산 분야 예비 리스크 도출
⇓	
전문가 설문	▸ 해양수산 관련 전문가들을 대상으로 설문 진행 ▸ 해양수산 네 개 분야별 각 30개의 예비 리스크로 압축
⇓	
일반 국민 설문	▸ 선정된 30개의 예비 리스크를 대상으로 일반 국민 대상 설문 진행 ▸ 해양수산 분야별 최종 리스크 및 종합적인 우선순위 도출
⇓	
분석 결과 종합 및 보고서 작성	▸ 전문가 설문 결과 및 일반 국민 설문 결과 비교 분석 ▸ 보고서 작성

자료: 저자 작성

본 장에서 전문가와 일반 국민 설문에 사용된 설문지는 예비 리스크의 항목 외에 기본적인 구성은 동일하게 구성하였다. 먼저 응답자의 리스크(위험) 인식도에 대한 질문 부분이다. 질문은 사회 전반적으로 발생하는 리스크와 해양수산 분야의 리스크를 구분하였으며 최근 10년 내 과거 대비 리스크의 발생 빈도와 강도의 증가 여부, 리스크 관리의 중요성, 리스크 관리 수준의

향상 여부 등을 묻고 있다. 둘째, 해양수산 분야 미래 리스크의 평가 부분이다. 이 부분은 빅데이터 분석을 통해 도출한 해양수산 분야의 미래 리스크 후보군에 대해 발생 가능성과 영향력, 통제 (불)가능성을 평가하는 부분으로 ① 발생 가능성, ② 영향력, ③ 통제 (불)가능성에 대한 정의를 먼저 설명한 후에 해양, 수산, 해운·물류, 항만 분야의 각 예비 리스크에 대해 응답자가 생각하는 발생 가능성과 영향력, 통제 (불)가능성을 1점부터 10점까지 정숫값으로 기입하도록 하였다. 상술한 바와 같이 전문가 설문을 일차적으로 실시한 후 그 결괏값을 토대로 해양, 수산, 해운·물류, 항만 분야의 예비 리스크 항목을 30개로 다시 축소하여 일반 국민 설문을 진행하였으므로 전문가 설문과 일반 국민 설문의 리스크 항목은 다소 차이가 있다.

선행된 전문가 설문은 국내 해양수산 분야 및 미래 리스크 연구 분야의 전문가 풀(166명)을 활용하였다. 일반 국민 설문의 경우에는 성별, 연령, 지역 인구비례 할당표본방식(Quota Sampling)으로 표본을 추출하였다. 전문가 및 일반 설문은 모두 전문 조사기관인 ㈜한국리서치에 의뢰하였고, 구조화된 설문지를 통해 서면 또는 온라인 조사방식으로 수행하였다. 전문가 설문조사는 2022년 7월 20일부터 8월 5일까지 수행되었다.

2. 전문가 설문조사 결과

일차적으로 진행된 전문가 설문의 응답 표본은 총 166명이며, 해양수산 부분의 전문가 141명, 기타 리스크 분야, 또는 경제·경영분야 등 타 분야의 전문가 25명도 포함되어 있다. 전문가그룹 응답자 특성은 아래 〈표 2-28〉과 같다.

〈표 2-28〉 전문가 응답자 분포

구분		사례 수(명)	비율(%)
전체		166	100.0
성별	여성	27	16.3
	남성	139	83.7
연령	19~29세	3	1.8
	30대	33	19.9
	40대	56	33.7
	50대	56	33.7
	60대 이상	18	10.8
전문분야	해양	37	22.3
	수산	33	19.9
	해운·물류	47	28.3
	항만	24	14.5
	기타	25	15.1
소속 기관 유형	대학	50	30.1
	연구기관	64	38.6
	공공기관	9	5.4
	지자체	2	1.2
	산업계 및 관련 단체	40	24.1
	기타	1	0.6

자료: 저자 작성

1) 미래 리스크 인식도 조사 결과

해양수산 분야의 리스크 후보군에 대한 평가에 앞서 전문가들의 리스크에 대한 인식도를 살펴보았다. 리스크에 대한 전문가들의 인식 여부를 종합하면 아래 〈표 2-29〉와 같다.

〈표 2-29〉 전문가들의 미래 리스크 인식도

단위: %

문항	사회 전반			해양수산 분야		
	예	아니요	모름	예	아니요	모름
최근 10년 내 리스크 발생 빈도 증가 여부	89.8	9.0	1.2	90.4	8.4	1.2
최근 10년 내 리스크 발생 강도 증가 여부	90.4	7.8	1.8	91.0	7.2	1.8
리스크 관리의 중요성 여부	100	0	0	100	0	0
최근 10년 내 리스크 관리의 수준 향상 여부	66.9	26.5	6.6	58.4	27.7	13.9
최근 10년 내 리스크 대응체계 강화 여부	48.8	39.8	11.4	34.9	45.2	19.9

자료: 저자 작성

주요 내용을 살펴보면, 우선 ① 사회 전반, ② 해양수산 분야를 구분하여 최근 10년 내 리스크 발생 빈도의 증가 여부에 대한 질문에 대해 전문가의 89.8%가 사회 전반의 리스크 발생 빈도가 증가했다고 답했으며, 90.4%가 해양수산 분야의 발생 빈도도 증가했다고 답했다. 또한, 최근 10년 내 리스크의 발생 강도에 대한 질문에 대해서는 90% 이상이 사회 전반 및 해양수산 분야 모두 증가했다고 답했다. 즉 대다수 전문가들이 최근 10년 내 사회 전반 및 해양수산 분야의 리스크의 발생 빈도 및 강도가 증가한 것으로 인식하고 있었다.

또한, 설문에 참여한 모든 전문가(100%)는 사회 전반 및 해양수산 분야의 리스크 관리가 중요하다고 답하고 있다. 최근 10년 내 리스크 관리의 수준 향상 여부에 대해서는 전문가의 66.9%는 사회 전반의 리스크 관리 수준이 향상되었다고 답하고 있으나, 이보다 다소 낮은 58.4%는 해양수산 분야의 리스크 관리 수준이 향상되었다고 답해 전문가들은 해양수산 분야의 리스크 관리 수준이 사회 전반 분야보다 저조하다고 인식하고 있었다. 최근 10년 내에 과거와 대비하여 리스크 대응체계가 잘 갖춰졌느냐는 질문에 대해 전문가

들의 48.8%가 사회 전반의 대응체계가 강화되었다고 답했고, 39.8%가 그렇지 않다고 답했다. 즉 전문가들은 리스크에 대해 일반 사회보다 해양수산 분야의 리스크 관리 수준이 낮은 것으로 평가하고 있어 이에 대한 개선이 필요하다는 것을 시사하고 있다.

2) 분야별 미래 리스크 평가 결과

(1) 해양 분야

텍스트 분석을 통해 도출된 해양 분야 미래 리스크 44개 항목의 발생 가능성, 파급력, 통제 불가능성 세 가지 부문의 평균으로 순위는 〈표 2-30〉과 같다.[6][7] 전문가들은 해양 분야의 미래 리스크 중에서 가장 발생 가능성이 높고 파급력이 크며 통제가 불가능한 리스크는 평균 7.8점을 기록한 '지구 온난화 가속화'로 나타났다. 다음으로 '초대형 태풍 발생(7.5)', '일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염(7.5)', '기후변화로 해양생물 다양성 감소(7.2)', '기후변화에 따른 연안 침식(6.9)', '대규모 해저지진 발생(6.9)', '해수면 상승에 따른 연안도시 범람(6.9)', '국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가(6.9)', '해양 플라스틱 쓰레기 증가(6.9)' 등의 순으로 나타나 기후변화로 인한 해양 분야의 재해와 관련된 리스크가 상위권에 속하고 있다.

세부적으로 살펴보면, '지구 온난화 가속화'는 발생 가능성(8.6)과 파급력 측면(8.8)에서 가장 높은 점수를 받아 해양 분야에 있어 발생 가능성이 높고 발생에 따른 파급력도 높은 리스크로 평가되었다. 그러나 동일 리스크에 대한 취약성(통제 불가능성)은 5.9로 보통 수준인 것으로 나타났다. 이는 지구

6) 발생 가능성: 각 미래 리스크가 향후 10년 이내에 발생할 가능성, 파급력: 각 리스크가 발생할 경우 사회에 미칠 파급효과의 크기, 통제 가능성: 각 리스크가 발생했다는 가정하에 현재 해당 리스크에 대한 우리 사회의 준비 및 대응체계 수준으로 강건성을 의미하며, 통제 불가능성은 취약성을 의미

7) 당초 설문조사에서는 응답자 편의를 위해 '통제 가능성'으로 질문하였으나, 분석에서는 (10-통제 가능성)으로 계산하여 '통제 불가능성'으로 제시

온난화가 자연재해이기는 하나 어느 정도의 대비대응 체계를 통해 통제가 가능하다는 것을 시사한 것이라 판단된다. 반면, 통제 불가능성 측면에서 '대규모 해저지진 발생'(6.9)이 가장 높게 나타났는데, 이는 해저지진이 발생 가능성이 낮은 반면 이에 대한 통제는 사실상 어렵다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

〈표 2-30〉 해양 분야 예비 리스크 평가 결과

순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균
1	지구 온난화 가속화	8.6	8.8	5.9	7.8
2	초대형 태풍 발생	7.8	8.2	6.6	7.5
3	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염	8.1	8.4	5.9	7.5
4	기후변화로 해양생물 다양성 감소	7.9	7.8	5.9	7.2
5	기후변화에 따른 연안 침식	7.8	7.5	5.5	6.9
6	대규모 해저지진 발생	5.9	8.1	6.9	6.9
7	해수면 상승에 따른 연안도시 범람	7.0	8.2	5.5	6.9
8	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가	8.0	7.4	5.2	6.9
9	해양 플라스틱 쓰레기 증가	8.3	7.8	4.5	6.9
10	극지 환경 훼손	7.4	7.0	5.6	6.7
11	주변국 해상경계 설정 분쟁	7.6	7.6	4.8	6.7
12	해양 및 바닷가 쓰레기 증가	8.1	7.5	4.3	6.6
13	해수산성화(해수의 PH 감소 현상) 심화	7.0	7.2	5.6	6.6
14	일본의 독도 영유권 도발 심화	7.9	7.5	4.3	6.5
15	북극항로 환경 변화	7.5	6.9	5.1	6.5
16	국제 해양법 분쟁 증가	7.5	7.3	4.5	6.4
17	해양생물 서식지 훼손	7.6	7.0	4.5	6.4
18	연근해 해수수질 오염 증가	7.4	7.4	4.3	6.4
19	외래해양생물 유입으로 인한 해양생태계 교란	7.3	6.8	4.6	6.3
20	습지 생태계 파괴	7.1	6.9	4.6	6.2
21	해양생물자원 관리 실패	6.7	7.0	4.9	6.2
22	남북 접경수역 군사적 충돌 발생	6.7	7.6	4.2	6.2
23	해저 퇴적물 오염	7.2	6.7	4.6	6.2
24	선박 기름 유출로 인한 해양오염 증가	6.8	7.7	3.9	6.1

순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균
25	해양 난개발에 따른 해양생물 감소	6.9	6.9	4.5	6.1
26	육상기인 독성물질 해양 유입	7.0	7.3	4.1	6.1
27	해저 파이프라인 파손으로 인한 대규모 기름 유출	5.8	8.0	4.4	6.0
28	해양에너지 개발에 따른 환경피해 발생	7.1	6.9	4.0	6.0
29	해양 기인성 질병 발생	5.8	7.0	5.1	5.9
30	미처리된 폐수의 해양 유입 증가	6.9	7.3	3.6	5.9
31	해양재해에 따른 항만 및 부두 파손	7.0	6.9	3.9	5.9
32	해양에서의 안전사고 증가	7.1	6.8	3.6	5.8
33	해상교통로 안보 취약성 증가	6.5	6.7	4.1	5.8
34	해양 이용자 간 갈등 증가	6.9	6.2	4.0	5.7
35	해저 유전/가스전 폭발 사고 발생	5.3	7.3	4.4	5.7
36	관광산업으로 인한 해양생태계 훼손	6.7	6.4	3.6	5.6
37	해양안전 관리 체계 부재	6.2	6.8	3.4	5.5
38	해상사고 구조활동 애로	6.3	6.5	3.5	5.4
39	해양 신재생에너지 공급 부족	6.2	6.0	4.1	5.4
40	선박소음에 따른 해양생물 피해 발생	6.0	5.3	4.3	5.2
41	해양수산 디지털 기술 혁신 지연으로 해양수산업 경쟁력 약화	5.9	6.1	3.4	5.2
42	지자체 간 해상경계 설정 분쟁	6.1	5.5	3.6	5.1
43	해양레저관광/문화 소외계층 발생	6.3	5.0	3.9	5.0
44	해양관광인프라 낙후	5.9	5.1	3.4	4.8

자료: 저자 작성

전문가들은 텍스트 분석을 통해 도출된 이상의 44개 리스크 이외의 추가적인 리스크에 대해 '기후변화에 따른 태풍과 너울성 파도에 의한 월파 재해 피해 증가', '생물 간 교잡', '해양산업 전반의 몰락', '폐어구로 인한 해양생태계 파괴', '해양 플랜트 산업 증가에 따른 해양생태계 파괴' 등을 제시했으나, 큰 범위에서 모두 44개의 예비 리스크 범위에 포함된다.

(2) 수산 분야

48개 수산 분야 미래 리스크 후보군에 대한 전문가들의 평가 결과는 〈표 2-31〉과 같다. 수산 분야에서 리스크가 가장 큰 것은 평균 7.0점으로 '기후변화에 따른 수산업의 악영향'인 것으로 나타났다. 이어서 '수산물 미세플라스틱 문제(7.0)', '수산물 원전 폐수 방사능 오염(6.9)', '수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동(6.8)', '글로벌 식량 공급망 변화(6.5)', '해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제(6.5)' 등의 순으로 나타났다.

세부 항목별로 보면 전문가들은 발생 가능성 측면에서 '수산물 미세플라스틱 문제'가 가장 발생 가능한 리스크(7.8)로 꼽았으며, 파급력 측면에서는 '수산물 원전 폐수 방사능 오염'이 리스크 발생으로 인한 파급력이 가장 높은(8.0) 것으로 조사되었다. 통제 불가능성 측면에서는 '기후변화에 따른 수산업 악영향'(5.9)이 꼽혀 기후변화에 대한 우리 수산 분야의 취약성이 높은 것으로 나타났다.

〈표 2-31〉 수산 분야 예비 리스크 평가 결과

순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균
1	기후변화에 따른 수산업 악영향	7.6	7.5	5.9	7.0
2	수산물 미세플라스틱 문제	7.8	7.7	5.4	7.0
3	수산물 원전 폐수 방사능 오염	7.1	8.0	5.6	6.9
4	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동	7.6	7.1	5.8	6.8
5	글로벌 식량 공급망 변화	7.2	7.5	4.8	6.5
6	해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제	7.3	7.4	4.8	6.5
7	수산생물종 감소	6.9	6.8	5.7	6.5
8	전국 어촌 소멸 현실화	7.3	6.9	5.0	6.4
9	근해어업 생산량 급감	6.8	7.0	5.2	6.3
10	수산종사자 감소	7.4	6.5	5.0	6.3
11	자연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증	6.9	6.9	5.1	6.3
12	수산 서식지 훼손	7.0	7.0	4.7	6.2

순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균
13	양식어류 대량 폐사	7.1	6.7	4.8	6.2
14	주요 수입수산물 수급 불안정	7.0	6.9	4.6	6.2
15	기름 유출에 따른 수산업 피해 발생	6.5	7.5	4.4	6.1
16	원양어업 어장 축소	6.9	6.6	4.8	6.1
17	감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화	6.7	6.8	4.7	6.1
18	수산물 가격 변동성 심화	7.1	6.7	4.3	6.0
19	내수면 고유어종 감소	6.8	6.1	5.1	6.0
20	폐어구 다량 발생	7.3	6.7	4.0	6.0
21	불법어업에 따른 수산자원 감소	7.0	6.8	3.9	5.9
22	수산물 소비패턴 변화	6.7	6.3	4.6	5.9
23	수산물 유전자 변형식품 공급 확대	6.6	6.4	4.3	5.8
24	수산물 기인 대규모 감염병 발생	5.5	7.1	4.7	5.8
25	수산 분야 메가 FTA에 따른 수산 가격 급변	6.3	6.8	4.2	5.8
26	유통 경로 다변화	7.0	6.3	4.0	5.8
27	식량안보에 따른 주요 단백질 공급원 변화	6.3	6.5	4.4	5.7
28	노후된 어구 및 어선 증가	7.4	6.0	3.6	5.7
29	스마트화로 인한 일자리 감소	6.4	6.2	4.4	5.7
30	대규모 수산물 위생문제 발생	6.0	7.1	3.8	5.6
31	수산물 수출규제 확대	6.2	6.5	4.2	5.6
32	수산물 수출 감소	6.1	6.1	4.5	5.6
33	국제적 사회적 책임 이행 강화 대응 미비	6.3	6.4	4.0	5.6
34	전통적 수산물 유통체계 붕괴	6.2	6.2	4.2	5.5
35	연근해어업 대규모 구조개선	6.3	6.2	3.9	5.5
36	어선 탄소배출 증가	6.4	6.1	3.8	5.4
37	경영난에 따른 수산기업 대규모 도산	5.7	6.4	4.1	5.4
38	전염병 방역 강화로 인한 조업 감소	5.8	5.9	4.5	5.4
39	수산물 원산지 표시 위반으로 인한 어업인 및 일반 국민 피해 발생	6.7	6.2	3.3	5.4
40	어민 간 어업권 분쟁 발생	6.4	5.6	3.8	5.3
41	어선 사고 증가	6.2	6.0	3.6	5.3
42	수산물 소비 급감	5.1	6.0	4.6	5.2

순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균
43	동물복지 이슈 수산업 적용에 따른 가격 변동성 심화	5.6	5.5	4.5	5.2
44	낚시어선 안전사고 급증	6.5	5.6	3.4	5.2
45	수산업에 대한 부정적 인식 증가	5.2	5.6	4.3	5.0
46	수산종사자 인권침해 급증	5.7	5.4	3.9	5.0
47	불법/비보고/비규제(IUU) 어업 위반국가로 지정	5.4	6.3	3.3	5.0
48	여성어업인 복지 문제	5.8	5.2	4.0	5.0

자료: 저자 작성

한편, 전문가들은 텍스트 분석을 통해 도출된 이상의 48개 예비 리스크 이외에도 '전문가 감소', '종사자 부족' '어업인의 고령화', '투명한 CPTPP 가입', '정책 제도를 수용하고 동참할 어업인 수 감소', '수산물 소비 감소', '수산자원 감소 가능성', '어민과 관광객의 분쟁 심화' 등을 제시하고 있어 이에 대한 내용을 포함하여 대국민 설문조사를 실시할 필요성이 제기되었다.

(3) 해운·물류 분야

해운·물류 분야의 경우, '중국의 글로벌 물류인프라 선점'이 평균 6.6점으로 1위를 차지했고, 다음으로 '전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비(6.5)', '해운운임 급등락(6.3)', '전염병 등으로 항만 폐쇄(6.2)', '자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손(6.1)', '선박수주량 감소(6.0)', '글로벌 공급망 변화 대응 능력 부족(5.9)', '숙련된 해기사(선원) 부족(5.9)' 등의 순으로 나타났다.

세부 항목별로 보면 전문가들은 발생 가능성 측면에서는 '중국의 글로벌 물류인프라 선점'이 가장 발생하기 가능한(7.0) 리스크이며, 파급력 측면에서는 '전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비'가 가장 파급력(7.7)이 높다고 판단하고 있다. 통제 불가능성 측면에서도 위 두 개의 리스크가 가장 높은 점수(5.3)를

받아 이에 대한 해운·물류 분야의 취약성을 나타내고 있다.

〈표 2-32〉 해운·물류 분야 예비 리스크 평가 결과

순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균
1	중국의 글로벌 물류인프라 선점	7.0	7.4	5.3	6.6
2	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비	6.5	7.7	5.3	6.5
3	해운운임 급등락	6.9	7.1	5.0	6.3
4	전염병 등으로 항만 폐쇄	6.1	7.6	4.8	6.2
5	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손	6.5	7.0	4.8	6.1
6	선박수주량 감소	6.4	6.8	4.8	6.0
7	글로벌 공급망 변화 대응 능력 부족	6.3	7.0	4.3	5.9
8	숙련된 해기사(선원) 부족	6.7	6.8	4.1	5.9
9	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비	5.8	7.2	4.5	5.8
10	해운·물류기업 경영난 심화	6.4	6.5	4.5	5.8
11	해운업계 파업에 따른 물류대란 발생	6.1	7.3	4.0	5.8
12	미래 고부가가치 해운·물류업 육성 부족	6.4	6.7	4.2	5.8
13	탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패	6.3	7.0	4.0	5.8
14	해운선사 사이버 공격 취약	6.4	6.7	4.2	5.8
15	국적선사 유동성 위기 심화	6.3	6.6	4.4	5.8
16	수출입/연안/환적 화물 물동량 급감	5.8	6.8	4.6	5.7
17	해운기업 파산	6.0	6.7	4.4	5.7
18	해운물류 전문인력 공급 부족	6.4	6.5	4.1	5.7
19	금융기관의 선박 투자 회피	6.1	6.5	4.3	5.6
20	북방물류 중단	6.0	5.8	4.9	5.6
21	선박 사고로 인한 인적/물적 피해 발생	6.4	6.4	3.9	5.6
22	선박배출 대기오염물질 증가	6.5	6.7	3.5	5.6
23	선원 감염병 발생	6.3	6.1	4.3	5.6
24	친환경/디지털 지연으로 국적선사 글로벌 경쟁력 약화	6.1	6.5	4.0	5.5
25	해적 등 선박 통항로 안전성 위협 증가	6.1	6.3	4.2	5.5
26	선박 사고로 인한 항만 및 항로 폐쇄	5.5	6.8	4.1	5.5
27	항만 터미널 및 물류센터 위험물 폭발 사고 발생	5.4	7.1	3.9	5.5

순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균
28	연안해운 이용객 급감	5.9	5.6	4.8	5.4
29	해운 담합 과징금 부과에 따른 선사 비용부담 증가	6.3	6.0	4.0	5.4
30	선원 인권 복지 문제 발생 증가	6.5	6.0	3.7	5.4
31	해운 얼라이언스 강제 퇴출	5.2	6.8	4.1	5.4
32	스마트 항만물류 시스템 활성화 지체	6.0	6.1	3.9	5.3
33	해운물류 기술 경쟁력 저하	5.7	6.4	3.8	5.3
34	선박 밑바닥 생물 부착(바이오파울링) 증가	6.3	5.6	4.0	5.3
35	선박평형수에 의한 오염 증가	6.0	6.1	3.6	5.2
36	국가해사안전기본계획 목표달성 실패	5.6	5.8	3.8	5.1
37	해사법원 설치 지연	5.8	5.1	4.3	5.1
38	선박교통관제운영시스템 고장	5.3	6.4	3.3	5.0
39	선박교통관제 법령 위반	5.6	5.4	3.6	4.9

자료: 저자 작성

전문가들은 텍스트 분석을 통해 도출된 이상의 39개 예비 리스크 이외에도 '해양 물류 시스템에 대한 사이버 공격', 'LNG 터미널 및 수소항만의 안전 이슈', '외국인 선원의 불법체류', '중국이 대만해협, 남중국해 해상교통로상 항행의 자유 제한', '자연재해에 의한 해안물류 중단' 등을 추가적인 리스크로 제시했다.

(4) 항만 분야

항만 분야에서 가장 발생 가능성이 높고 통제가 불가능하며 파급력이 큰 것은 '중국 항만과 경쟁 격화'(평균 6.5)로 나타났다. 이어서 '기후변화 대응역량 부족(6.2)', '자연재해로 인한 항만 폐쇄(6.1)', '스마트화에 따른 일자리 감소(6.0)', '블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장(6.0)', '항만 환경오염 증가(5.9)', '중대재해처벌법 등 안전관리 법규 강화(5.8)', '글로벌 공급망 변화 대응 미흡(5.8)', '항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화(5.7)', '항만

사이버 보안 취약성(5.7)' 등이 10위권 내에 포함되었다.

세부적으로 보면, '중국 항만과 경쟁 격화'가 가장 발생 가능성이 높은 리스크(7.3)로 다가오고 있으며, 이 리스크가 현실화되었을 경우 파급력도 가장 높은(7.1) 것으로 나타나 전문가들은 중국 항만과의 경쟁을 가장 심각하게 우려하고 있는 것으로 나타났다. 반면, 취약성을 나타내는 통제 불가능성 측면에서는 '자연재해로 인한 항만 폐쇄'가 가장 높은 점수(5.1)를 받아 발생 가능성 대비 취약성은 높은 것으로 나타났다.

〈표 2-33〉 항만 분야 예비 리스크 평가 결과

순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균
1	중국 항만과 경쟁 격화	7.3	7.1	5.0	6.5
2	기후변화 대응역량 부족	6.6	6.9	5.0	6.2
3	자연재해로 인한 항만 폐쇄	6.1	7.1	5.1	6.1
4	스마트화에 따른 일자리 감소	6.7	6.6	4.6	6.0
5	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장	6.6	6.6	4.7	6.0
6	항만 환경오염 증가	6.9	6.7	4.2	5.9
7	중대재해처벌법 등 정부의 안전관리 법규 강화	7.0	6.7	3.7	5.8
8	글로벌 공급망 변화 대응 미흡	6.2	6.8	4.3	5.8
9	항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화	6.1	6.5	4.6	5.7
10	항만 사이버 보안 취약성	6.3	6.8	4.0	5.7
11	항만 연관산업 육성 부족	6.2	6.3	4.4	5.6
12	항만 비용 상승 및 경제성 저하	6.1	6.4	4.3	5.6
13	항만 재난 대응체계 미흡	5.9	6.9	4.0	5.6
14	항만 안전/보안 위기	6.0	6.6	4.0	5.5
15	항만 종사자 감염병 발생	6.2	6.2	4.2	5.5
16	항만 개발과 운영을 둘러싼 지역주민 갈등 심화	6.3	6.1	4.1	5.5
17	항만 운영사 경영난 심화	5.9	6.1	4.5	5.5
18	항만의 미래 변화 대비 미흡	5.9	6.5	4.1	5.5
19	항만 노무공급의 불합리성 지속	6.0	6.1	4.3	5.5
20	크루즈 관광객 감소	5.9	5.4	5.0	5.4

순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균
21	항만배후단지 재해 발생	5.7	6.3	4.3	5.4
22	선박안전사고 증가	6.0	6.4	3.8	5.4
23	항만 작업자 안전사고 발생	6.5	6.1	3.6	5.4
24	항만의 ESG 경영 대응 미흡	6.3	5.9	3.8	5.3
25	항만물류 효율성 저하	5.6	6.3	4.0	5.3
26	항만 네트워크 약화	5.4	6.1	4.2	5.2
27	항만 안전관리 실패	5.5	6.3	3.9	5.2
28	항만 내 에너지 공급 차단	5.0	6.8	3.8	5.2
29	항만의 지역경제 기여도 감소	5.4	6.0	4.2	5.2
30	항만 기반시설 개선 지연	5.8	5.9	3.8	5.2
31	항만 비상사태 대응 매뉴얼 부재	5.4	6.5	3.6	5.2
32	전자상거래 수요 증가 대비 부족	5.5	5.9	4.0	5.1
33	컨테이너 하역생산성 약화	5.5	6.1	3.8	5.1
34	항만 방역방제 체계 미구축	5.4	6.3	3.7	5.1
35	항만 내 위험 관리조직 구축 미흡	5.6	5.9	3.8	5.1
36	항만시설 유지관리 체계 미흡	5.5	6.0	3.6	5.0

자료: 저자 작성

전문가들은 텍스트 분석을 통해 도출된 이상의 36개 리스크 이외에도 '자연재해로 인한 항만시스템 붕괴', '항만시설의 현대화 지연', '항만의 중국 자본 접수', '유휴 항만시설 불용에 따른 환경, 공간 피해' 등을 추가적인 리스크로 제시했다.

3) 종합

이상 166인의 해양수산 및 리스크 분야 전문가들의 평가 결과를 토대로 텍스트 분석을 통해 도출한 리스크 항목을 분야별로 30개 예비 리스크로 압축하여 일반 국민 설문조사를 실시하고자 한다. 분야별 30개의 예비 리스크는 아래 〈표 2-34〉와 같다.

〈표 2-34〉 일반 국민 설문조사용 분야별 리스크(각 30개)

No.	해양	수산	해운·물류	항만
1	지구 온난화 가속화	기후변화에 따른 수산업 악영향	중국의 글로벌 물류인프라 선점	중국 항만과 경쟁 격화
2	초대형 태풍 발생	수산물 미세플라스틱 문제	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비	기후변화 대응역량 부족
3	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염	수산물 원전 폐수 방사능 오염	해운운임 급등락	자연재해로 인한 항만 폐쇄
4	기후변화로 해양생물 다양성 감소	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동	전염병 등으로 항만 폐쇄	스마트화에 따른 일자리 감소
5	기후변화에 따른 연안 침식	글로벌 식량 공급망 변화	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장
6	대규모 해저지진 발생	해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제	선박수주량 감소	항만 환경오염 증가
7	해수면 상승에 따른 연안도시 범람	수산생물종 감소	글로벌 공급망 변화 대응 능력 부족	중대재해처벌법 등 정부의 안전관리 법규 강화
8	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가	전국 어촌 소멸 현실화	숙련된 해기사(선원) 부족	글로벌 공급망 변화 대응 미흡
9	해양 플라스틱 쓰레기 증가	근해어업 생산량 급감	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비	항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화
10	극지 환경 훼손	수산종사자 감소	해운·물류기업 경영난 심화	항만 사이버 보안 취약성
11	주변국 해상경계 설정 분쟁	자연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증	해운업계 파업에 따른 물류대란 발생	항만 연관산업 육성 부족
12	해양 및 바닷가 쓰레기 증가	수산 서식지 훼손	미래 고부가가치 해운·물류업 육성 부족	항만 비용 상승 및 경제성 저하
13	해수산성화(해수의 PH 감소 현상) 심화	양식어류 대량 폐사	탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패	항만 재난 대응체계 미흡
14	일본의 독도 영유권 도발 심화	주요 수입수산물 수급 불안정	해운선사 사이버 공격 취약	항만 안전/보안 위기
15	북극항로 환경 변화	기름 유출에 따른 수산업 피해 발생	국적선사 유동성 위기 심화	항만 종사자 감염병 발생
16	국제 해양법 분쟁 증가	원양어업 어장 축소	수출입/연안/환적 화물 물동량 급감	항만 개발과 운영을 둘러싼 지역주민 갈등 심화
17	해양생물 서식지 훼손	감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화	해운기업 파산	항만 운영사 경영난 심화

No.	해양	수산	해운·물류	항만
18	연근해 해수수질 오염 증가	수산물 가격 변동성 심화	해운·물류 전문인력 공급 부족	항만의 미래 변화 대비 미흡
19	외래해양생물 유입으로 인한 해양생태계 교란	내수면 고유어종 감소	금융기관의 선박 투자 회피	항만 노무공급의 불합리성 지속
20	습지 생태계 파괴	폐어구 다량 발생	북방물류 중단	크루즈 관광객 감소
21	해양생물자원 관리 실패	불법어업에 따른 수산자원 감소	선박 사고로 인한 인적/물적 피해 발생	항만배후단지 재해 발생
22	남북 접경수역 군사적 충돌 발생	수산물 소비패턴 변화	선박배출 대기오염물질 증가	선박안전사고 증가
23	해저 퇴적물 오염	수산물 유전자 변형식품 공급 확대	선원 감염병 발생	항만 작업자 안전사고 발생
24	선박 기름 유출로 인한 해양오염 증가	수산물 기인 대규모 감염병 발생	친환경/디지털 지연으로 국적선사 글로벌 경쟁력 약화	항만의 ESG 경영 대응 미흡
25	해양 난개발에 따른 해양생물 감소	수산 분야 메가 FTA에 따른 수산 가격 급변	해적 등 선박 통항로 안전성 위협 증가	항만물류 효율성 저하
26	육상기인 독성물질 해양 유입	유통 경로 다변화	선박 사고로 인한 항만 및 항로 폐쇄	항만 네트워크 약화
27	해저 파이프라인 파손으로 인한 대규모 기름 유출	식량안보에 따른 주요 단백질 공급원 변화	항만 터미널 및 물류센터 위험물 폭발 사고 발생	항만 안전관리 실패
28	해양에너지 개발에 따른 환경피해 발생	노후된 어구 및 어선 증가	연안해운 이용객 급감	항만 내 에너지 공급 차단
29	해양 기인성 질병 발생	스마트화로 인한 일자리 감소	해운 담합 과징금 부과에 따른 선사 비용 부담 증가	항만의 지역경제 기여도 감소
30	미처리된 폐수의 해양 유입 증가	대규모 수산물 위생문제 발생	선원 인권 복지 문제 발생 증가	항만 기반시설 개선 지연

자료: 저자 작성

3. 대국민 설문조사 결과

앞서 수행한 전문가 설문조사 결과를 토대로 일반 국민을 대상으로 한 해양수산 분야의 미래 리스크 설문조사를 실시하였다. 일반 국민 설문조사는

전국 만 19세 이상의 성인 남녀 2,000명을 대상으로 하였으며, 성별, 연령, 지역 인구비례 할당표본방식을 통해 표본을 추출하여 진행하였다. 일반 국민 설문조사는 구조화된 설문지를 통해 온라인 조사방식으로 수행하였으며, 2022년 8월 22일부터 8월 29일까지 진행되었다.

〈표 2-35〉 일반 국민 설문조사 개요

구 분	세부 내용
조사 대상	• 전국 만 19세 이상 성인 남녀
표본크기	• 2,000명
표본오차	• 95% 신뢰수준에서 최대허용 표본오차 ± 2.19%p
조사 방법	• 구조화된 설문지에 의한 온라인 조사 (CAWI: Computer Aided Web Interview)
표본추출	• 성별, 연령, 지역 인구비례 할당표본방식
조사 기간	• 2022.8.22. ~ 2022.8.29.

자료: 저자 작성

설문에 참여한 응답자 특성은 아래 〈표 2-36〉과 같다.

〈표 2-36〉 응답자 특성

구분		사례 수(명)	비율(%)
전체		2,000	100.0
성별	여성	1,011	50.6
	남성	989	49.5
연령	19~29세	322	16.1
	30대	305	15.3
	40대	370	18.5
	50대	396	19.8
	60대 이상	607	30.4
지역	서울	378	18.9
	인천/경기	635	31.8
	충청권	208	10.4
	전라권	194	9.7

구분		사례 수(명)	비율(%)
	대구/경북	197	9.9
	부산/울산/경남	302	15.1
	강원	60	3.0
	제주	26	1.3
직업	농/임/어업	30	1.5
	자영업	154	7.7
	블루칼라	334	16.7
	화이트칼라	742	37.1
	주부	379	19.0
	학생	142	7.1
	무직/기타	219	11.0
바닷가 거주 경험	있음	877	43.9
	없음	1,123	56.2

자료: 저자 작성

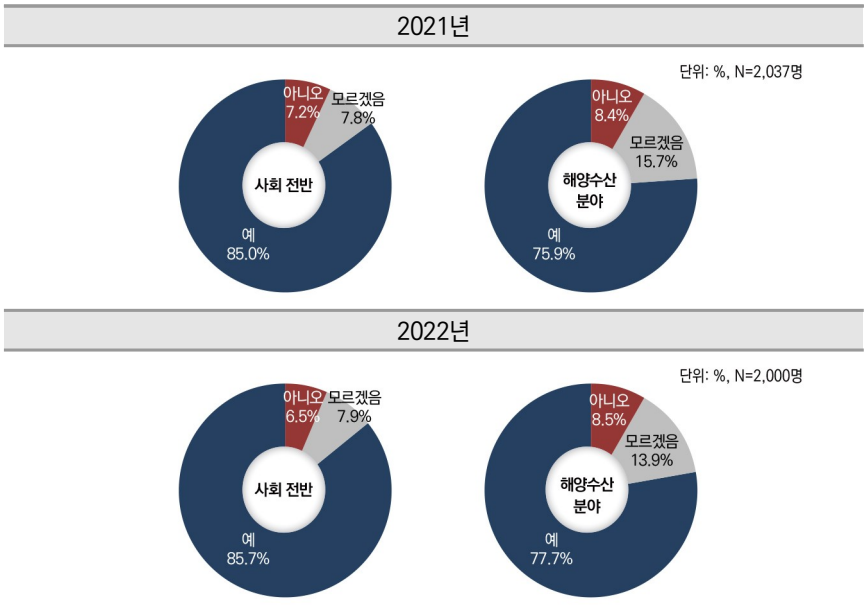
설문의 구성은 전문가 설문과 동일하게 먼저 응답자의 리스크 인식도에 대한 질문과 해양수산 분야의 미래 리스크의 평가 부분으로 이루어지며 평가 방식은 전문가 설문과 동일하다. 조사 결과는 아래와 같다.

1) 미래 리스크 인식도 조사 결과

(1) 리스크 발생 빈도 증가 여부

일반 국민을 대상으로 사회 전반 및 해양수산 분야 리스크 인식도를 살펴본 결과 최근 10년 내 사회 전반의 리스크 발생 빈도가 증가했다는 응답은 85.7%였으며, 해양수산 분야의 리스크 발생 빈도가 증가했다는 응답은 77.7%로 나타났다. '모르겠다'라는 응답은 각각 7.9%와 13.9%로 나타났다. 2021년 조사 결과와 비교하면 2022년에는 사회 전반(85% → 85.7%)과 해양수산 분야(75.9% → 77.7%) 모두 리스크 발생 빈도가 증가했다는 응답 비율이 소폭 높아졌다.

〈그림 2-9〉 최근 10년 내 리스크 발생 빈도 증가 여부(2021, 2022년 비교)



자료: 저자 작성

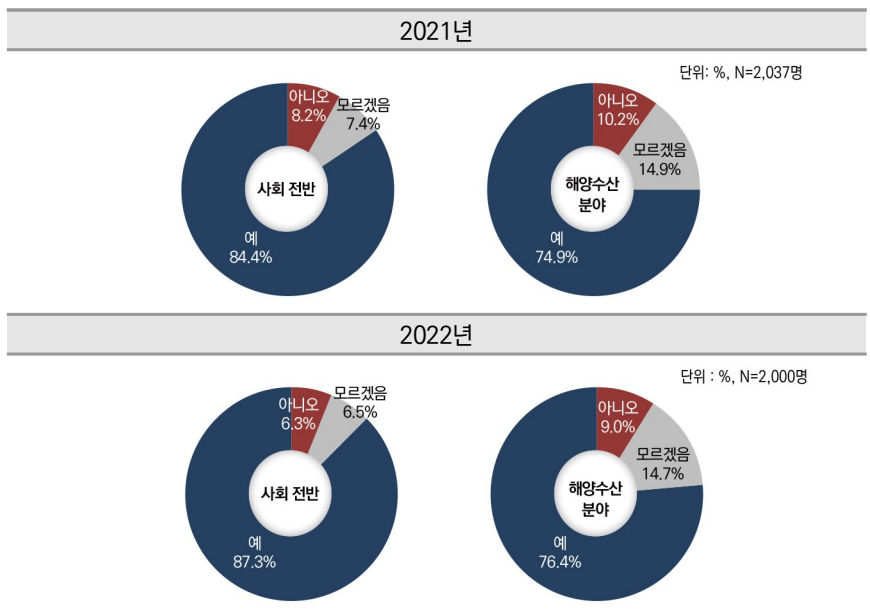
그러나 앞서 실시한 전문가 설문에서의 리스크 발생 빈도가 증가했다는 응답 비율(사회 전반 89.8%, 해양수산 분야 90.4%)에 비해 다소 낮은 것을 확인할 수 있었다(앞의 〈표 2-29〉 참고). 특히 해양수산 분야에서는 그 차이가 두드러진다. 또한, 응답자 특성을 고려하면 바닷가 정주 경험자의 경우 해양수산 분야의 '리스크 발생 빈도가 증가했다'라는 응답이 84%로 나타나 해양수산 분야의 전문가 집단, 바닷가 정주 경험자들은 해양수산 분야의 리스크에 대해 그렇지 못한 응답자에 비해 다소 민감하게 생각하고 있다는 것을 알 수 있다.

(2) 리스크 발생 강도 증가 여부

최근 10년 내에 과거 대비 리스크 발생 강도가 증가했다고 생각하는지에 대해서는 응답자의 87.3%가 사회 전반의 리스크 발생 강도가 증가했다고

답했고, 76.4%가 해양수산 분야의 리스크 발생 강도가 증가했다고 답했다. '모르겠다'라는 응답은 각각 6.5%, 14.7%로 나타났다. 2021년 조사 결과와 비교하면 '강도가 증가했다'라는 응답 비율이 사회 전반(84.4% → 87.3%)과 해양수산 분야(74.9% → 76.4%) 모두 소폭 증가했다. 앞서 실시된 전문가들의 '강도가 증가했다'라는 응답(사회 전반 90.4%, 해양수산 분야 91.0%) 비율보다는 소폭 낮았다. '해양수산 분야의 리스크 발생 강도가 증가했다'라는 응답은 여성(78.1%), 40대(40대 84.1%), 자영업(85.7%), 화이트칼라(79.4%), 주부(78.4%), 바닷가 거주 경험자(81.6%)에서 비교적 높은 것으로 나타났다.

〈그림 2-10〉 최근 10년 내 리스크 발생 강도 증가 여부(2021, 2022년 비교)



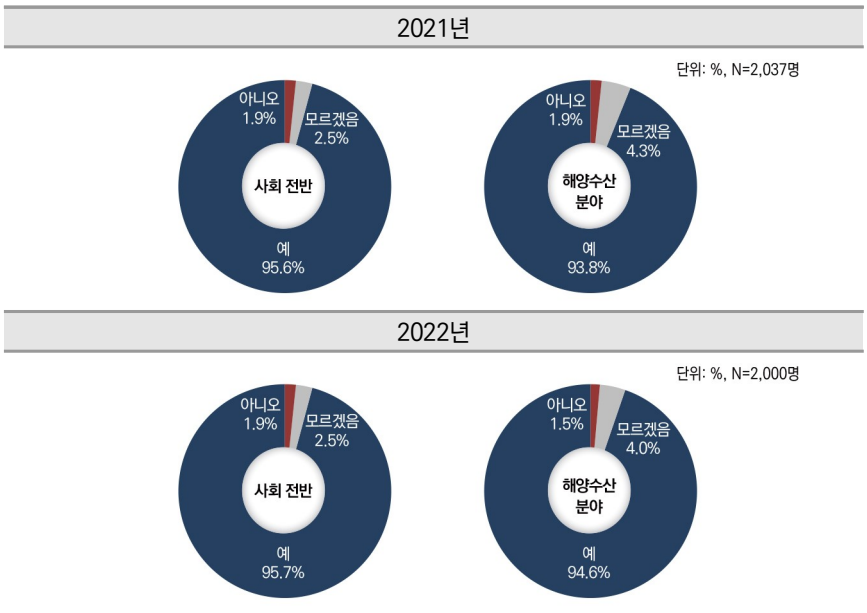
자료: 저자 작성

(3) 리스크 관리의 중요성 여부

리스크 관리의 중요성 여부에 대해서는 사회 전반의 경우 응답자의 95.7%가

해양수산 분야의 경우 응답자의 94.6%가 '중요하다'라고 응답했다. 이는 2021년 조사 결과(사회 전반 95.6%, 해양수산 분야 93.8%)와 거의 비슷한 결과이나, 앞서 실시된 전문가 설문에서 사회 전반과 해양수산 분야 모두 '중요하다'라는 응답이 100%가 나온 것에 비해서는 다소 낮은 수치이다.

〈그림 2-11〉 리스크 관리의 중요성 여부(2021, 2022년 비교)



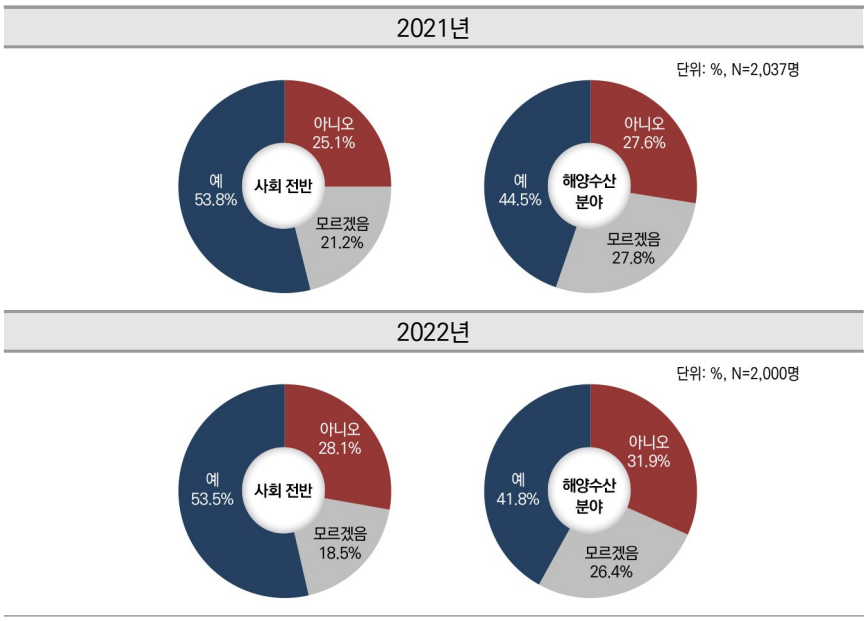
자료: 저자 작성

(4) 리스크 관리의 수준 향상 여부

최근 10년 내에 리스크 관리 수준이 높아졌다고 생각하는지에 대해서는 사회 전반의 경우 응답자의 53.5%가 '향상되었다'고 답했고, 해양수산 분야의 경우 41.8%가 '향상되었다'고 답했다. '모르겠다'라고 응답한 비율은 각각 18.5%, 26.4%로 나타났다. 2021년 조사 결과와 비교하면(사회 전반 53.8%, 해양수산 분야 44.5%), '향상되었다'라는 응답 비율은 모두 소폭 하락했다.

앞서 실시한 전문가 설문조사에서는 리스크 관리 수준이 '향상되었다'고 응답한 비율은 사회 전반에서 66.9%와 해양수산 분야에서 58.4%로 나타났는데 이는 리스크에 대한 관리 체계가 일반 국민 사이에서는 피부로 와 닿지 않을 수 있다는 것을 의미할 수 있으므로 이에 대한 개선이 필요하다.

〈그림 2-12〉 리스크 관리 수준 향상 여부(2021, 2022년 비교)



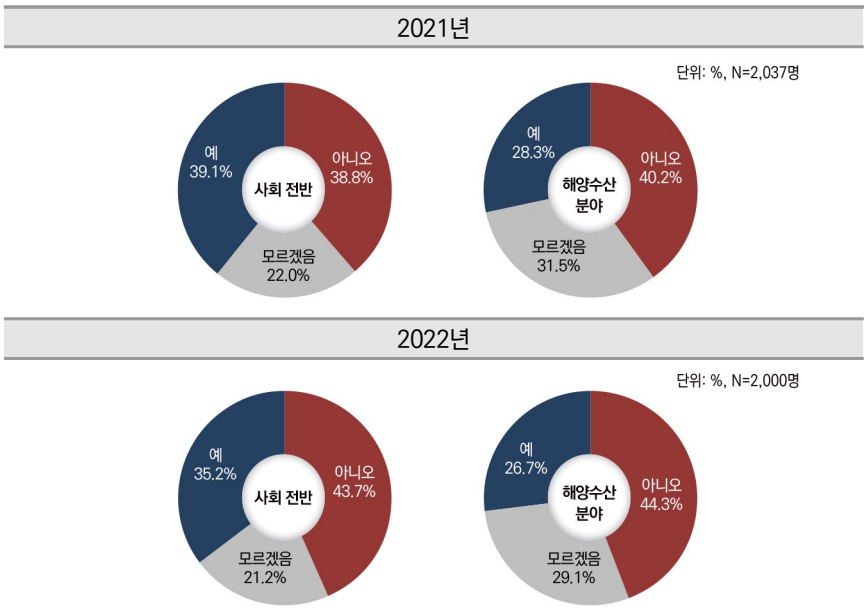
자료: 저자 작성

(5) 리스크 대응체계 강화 여부

최근 10년 내에 리스크의 대응체계가 잘 갖춰졌는지에 대한 질문에는 사회 전반의 경우 응답자의 35.2%가 '그렇다'라고 답했고, 해양수산 분야의 경우 26.7%만이 '그렇다'라고 응답해 최근 10년 내 리스크 대응체계가 잘 갖춰지지 않았다는 응답이 높았다. 또한, '모르겠다'라고 응답한 비율도 각각 43.7%와 44.3%로 높은 편이었다.

2021년 조사 결과(사회 전반 39.1%, 해양수산 분야 28.3%)와 비교해서는 리스크 대응체계가 잘 갖춰졌다는 응답 비율이 모두 소폭 하락하였다. 또한 앞선 전문가 조사와 비교하면 전문가들의 리스크 대응체계가 잘 갖춰졌다는 긍정적인 비율은 사회 전반과 해양수산 분야가 각각 48.8%와 34.9%였는데, 일반 국민의 인식도는 모두 이보다 낮은 것으로 나타났다. 이를 통해 일반 국민은 우리나라의 리스크 관리가 체계적이지 못하다고 인식하고 있어 보다 시스템적인 관리 체계를 구축할 필요가 있다고 판단된다.

〈그림 2-13〉 리스크 관리 체계 강화 여부(2021, 2022년 비교)



자료: 저자 작성

상술한 일반 국민의 리스크에 대한 인식도를 종합하면 아래 〈표 2-37〉과 같다. 일반 국민 역시 사회 전반의 리스크의 빈도와 강도가 증가했다고 인식하고 있으며, 리스크 관리가 중요하다고 생각하고 있다. 또한, 해양수산 부분의 리스크에 대해서도 사회 전반 리스크와 비슷하게 인식한다는 것을 알 수

있다. 다만, 앞선 전문가들의 미래 리스크에 대한 인식과 비교해 본다면(앞의 〈표 2-29〉 참고), 사회 전반의 리스크의 빈도나 강도, 중요성 여부 등에 대해서 '증가했다' 또는 '중요하다'라고 답한 비율이 다소 낮았다. 특히, 해양수산 분야 리스크에 대해 빈도나 강도가 '증가했다', 또는 리스크 관리가 '중요하다'라는 응답 비중은 전문가들의 답변에 비해 크게 낮은 것을 알 수 있으며, '모르겠다'라는 응답의 비중이 모두 크게 높았다. 이는 해양수산 분야 리스크에 대해 일반 국민의 관심이 비교적 낮은 것으로 해석할 수 있으며, 향후 관련 정부 및 기관에서는 일반 국민을 대상으로 해양수산 분야 리스크에 대해 파급력과 중요성에 대한 홍보, 설명을 강화하여 인식 개선이 필요할 것으로 판단된다.

〈표 2-37〉 일반 국민의 미래 리스크 인식도

단위: %

문항	사회 전반			해양수산 분야		
	예	아니요	모름	예	아니요	모름
최근 10년 내 리스크 발생 빈도 증가 여부	85.7	6.5	7.9	77.7	8.5	13.9
최근 10년 내 리스크 발생 강도 증가 여부	87.3	6.3	6.5	76.4	9.0	14.7
리스크 관리의 중요성 여부	95.7	1.9	2.5	94.6	1.5	4.0
최근 10년 내 리스크 관리의 수준 향상 여부	53.5	28.1	18.5	41.8	31.9	26.4
최근 10년 내 리스크 대응체계 강화 여부	35.2	43.7	21.2	26.7	44.3	29.1

자료: 저자 작성

2) 분야별 미래 리스크 평가 결과

(1) 해양 분야

앞선 전문가 설문을 통해 도출된 해양 분야의 미래 리스크 30개 항목을 대상으로 일반 국민이 발생 가능성, 파급력, 통제 불가능성 세 가지 부분을 평가한 결과 그 순위는 아래 〈표 2-38〉과 같다. 해양 분야의 미래 리스크 중에서 가장 발생 가능성이 높고 파급력이 크며, 통제가 불가능한 리스크는 '지구 온난화 가속화'로 나타났다. 다음으로 '일본 원전오염수 방출로 인한

해양오염', '초대형 태풍 발생', '해양 플라스틱 쓰레기 증가', '기후변화로 해양생물 다양성 감소', '대규모 해저지진 발생', '국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가', '기후변화에 따른 연안 침식', '해양 및 바닷가 쓰레기 증가', '해수면 상승에 따른 연안도시 범람' 등이 10위 안에 꼽혔다.

〈표 2-38〉 일반 국민의 해양 분야 미래 리스크 평가 결과

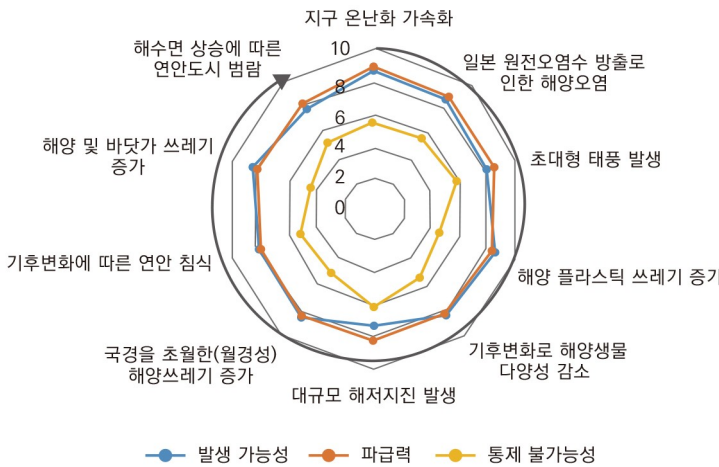
순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균*
1	지구 온난화 가속화	8.8	8.9	5.5	7.7
2	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염	8.5	8.7	5.5	7.6
3	초대형 태풍 발생	8.2	8.6	5.9	7.6
4	해양 플라스틱 쓰레기 증가	8.7	8.5	4.7	7.3
5	기후변화로 해양생물 다양성 감소	8.3	8.2	5.4	7.3
6	대규모 해저지진 발생	7.4	8.2	6.2	7.3
7	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가	8.4	8.2	4.9	7.2
8	기후변화에 따른 연안 침식	8.1	8.1	5.2	7.1
9	해양 및 바닷가 쓰레기 증가	8.6	8.3	4.5	7.1
10	해수면 상승에 따른 연안도시 범람	7.8	8.2	5.2	7.1
11	극지 환경 훼손	8.0	8.0	4.9	7.0
12	해양생물 서식지 훼손	8.1	8.0	4.7	6.9
13	연근해 해수수질 오염 증가	8.1	8.0	4.7	6.9
14	미처리된 폐수의 해양 유입 증가	8.0	8.2	4.5	6.9
15	해양 난개발에 따른 해양생물 감소	8.0	8.0	4.7	6.9
16	해저 퇴적물 오염	7.9	7.8	4.8	6.9
17	해수산성화(해수의 PH 감소 현상) 심화	7.6	7.8	5.0	6.8
18	외래해양생물 유입으로 인한 해양생태계 교란	7.8	7.7	4.8	6.7
19	습지 생태계 파괴	7.9	7.8	4.5	6.7
20	해저 파이프라인 파손으로 인한 대규모 기름 유출	7.3	8.3	4.5	6.7
21	육상기인 독성물질 해양 유입	7.6	7.9	4.6	6.7
22	선박 기름 유출로 인한 해양오염 증가	7.6	8.1	4.2	6.6
23	주변국 해상경계 설정 분쟁	7.7	7.8	4.4	6.6
24	북극항로 환경 변화	7.6	7.6	4.6	6.6
25	해양 기인성 질병 발생	7.3	7.7	4.8	6.6
26	일본의 독도 영유권 도발 심화	8.0	7.9	3.7	6.6

순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균*
27	해양에너지 개발에 따른 환경피해 발생	7.7	7.6	4.4	6.6
28	국제 해양법 분쟁 증가	7.7	7.6	4.4	6.6
29	해양생물자원 관리 실패	7.4	7.6	4.6	6.5
30	남북 접경수역 군사적 충돌 발생	7.1	7.6	4.0	6.2

주: * 평균값의 소수점 셋째 자리까지 계산하여 순위 도출
자료: 저자 작성

평균 점수에서 가장 높게 나온 '지구 온난화 가속화'는 발생 가능성(8.8)과 파급력(8.9)에서 가장 높은 점수를 받았다. 또 다른 지표인 통제 불가능성 측면에서는 대규모 해저지진 발생이 가장 높은 취약성을 내포하고 있는 것으로 나타났으며, 다음으로 '초대형 태풍 발생'이 뒤를 따른다.

〈그림 2-14〉 해양 분야 상위 10개 미래 리스크



자료: 저자 작성

평균 점수를 기준으로 일반 국민 설문에서 도출된 결과와 앞선 전문가 설문의 결과와 비교해 볼 경우, '지구 온난화 가속화'는 두 집단 모두에서 가장 위협적인 리스크로 평가되었으며, 그 외 리스크의 세부 순위는 다소

차이를 보이고 있다. 또한, 전문가 설문에서는 '극지 환경 훼손(10위)'이 10위권에 포함된 반면, 일반 국민 설문에서는 '극지 환경 훼손' 대신 '해양 및 바닷가 쓰레기 증가'가 9위로 포함되어 평가 결과의 차를 확인할 수 있다(아래 〈표 2-39〉 참고). 이는 일반 국민의 실생활에 있어서 극지 환경보다는 해양 쓰레기에 대한 우려가 더욱 밀접하게 연관되어 있기 때문으로 해석할 수 있을 것이다.

〈표 2-39〉 전문가 설문과 일반 국민 설문 결과의 해양 분야 리스크 비교(10위)

순위	전문가 설문 결과(10위)	일반 국민 설문 결과(10위)
1	지구 온난화 가속화	지구 온난화 가속화
2	초대형 태풍 발생	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염
3	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염	초대형 태풍 발생
4	기후변화로 해양생물 다양성 감소	해양 플라스틱 쓰레기 증가
5	기후변화에 따른 연안 침식	기후변화로 해양생물 다양성 감소
6	대규모 해저지진 발생	대규모 해저지진 발생
7	해수면 상승에 따른 연안도시 범람	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가
8	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가	기후변화에 따른 연안 침식
9	해양 플라스틱 쓰레기 증가	해양 및 바닷가 쓰레기 증가
10	극지 환경 훼손	해수면 상승에 따른 연안도시 범람

자료: 저자 작성

(2) 수산 분야

2022년 일반 국민의 수산 분야 미래 리스크 평가 결과는 아래 〈표 2-40〉과 같다. 수산 분야의 미래 리스크 중에서 발생 가능성과 파급력, 통제 불가능성을 고려할 때 '수산물 미세플라스틱 문제'가 가장 위협적인 리스크로 평가되었다. 그 외 '수산물 원전 폐수 방사능 오염', '기후변화에 따른 수산업 악영향', '수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동', '해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제', '수산생물종 감소', '자연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증', '감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화', '근해어업 생산량 급감', '수산 서식지 훼손' 등이 10위권에 포함되었다.

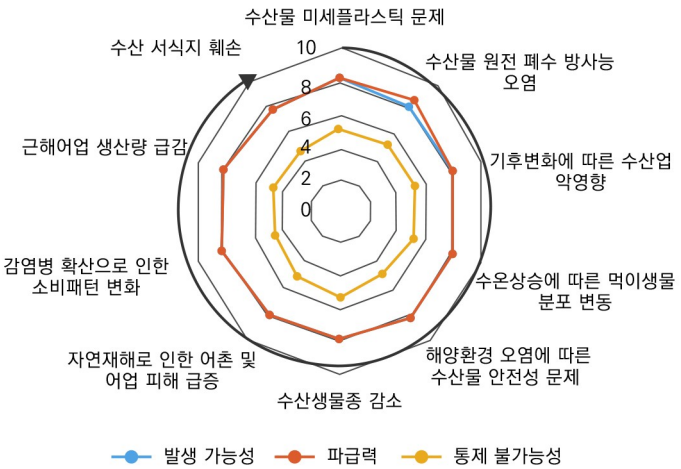
〈표 2-40〉 일반 국민의 수산 분야 미래 리스크 평가 결과

순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균*
1	수산물 미세플라스틱 문제	8.5	8.4	5.1	7.3
2	수산물 원전 폐수 방사능 오염	8.1	8.5	5.1	7.2
3	기후변화에 따른 수산업 악영향	8.1	8.1	5.4	7.2
4	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동	8.0	8.0	5.3	7.1
5	해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제	8.1	8.1	4.8	7.0
6	수산생물종 감소	7.9	7.8	5.2	7.0
7	자연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증	7.8	7.9	5.1	6.9
8	감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화	7.9	8.0	4.6	6.8
9	근해어업 생산량 급감	7.8	7.8	4.9	6.8
10	수산 서식지 훼손	7.9	7.8	4.6	6.8
11	기름 유출에 따른 수산업 피해 발생	7.7	8.1	4.4	6.7
12	양식어류 대량 폐사	7.8	7.8	4.6	6.7
13	글로벌 식량 공급망 변화	7.8	7.8	4.5	6.7
14	스마트화로 인한 일자리 감소	7.8	7.8	4.5	6.7
15	수산물 가격 변동성 심화	7.8	7.7	4.4	6.6
16	내수면 고유어종 감소	7.7	7.4	4.7	6.6
17	전국 어촌 소멸 현실화	7.4	7.7	4.7	6.6
18	수산종사자 감소	7.7	7.4	4.7	6.6
19	주요 수입수산물 수급 불안정	7.6	7.5	4.5	6.5
20	수산물 기인 대규모 감염병 발생	7.1	7.7	4.8	6.5
21	폐어구 다량 발생	7.9	7.5	4.2	6.5
22	불법어업에 따른 수산자원 감소	7.8	7.7	4.0	6.5
23	수산물 유전자 변형식품 공급 확대	7.6	7.6	4.3	6.5
24	수산 분야 메가 FTA에 따른 수산 가격 급변	7.5	7.6	4.4	6.5
25	대규모 수산물 위생문제 발생	7.4	7.7	4.3	6.5
26	원양어업 어장 축소	7.4	7.4	4.6	6.5
27	식량안보에 따른 주요 단백질 공급원 변화	7.4	7.3	4.3	6.3
28	노후된 어구 및 어선 증가	7.8	7.2	3.9	6.3
29	유통 경로 다변화	7.6	7.2	3.9	6.3
30	수산물 소비패턴 변화	7.3	7.0	4.5	6.2

주: * 평균값의 소수점 셋째 자리까지 계산하여 순위 도출
자료: 저자 작성

세부 지표별로 살펴보면, 발생 가능성은 '수산물 미세플라스틱 문제(8.5)', 파급력은 '수산물 원전 폐수 방사능 오염(8.5)', 통제 불가능성은 '기후변화에 따른 수산업 악영향(5.4)'이 가장 높은 리스크로 평가되었다.

〈그림 2-15〉 수산 분야 상위 10개 미래 리스크



자료: 저자 작성

일반 국민 설문 결과와 전문가 설문 결과를 비교하면 10위권 내 리스크 항목에 다소 차이를 보였다. 전문가 설문조사 결과에서 10위권에 포함된 '글로벌 식량 공급망 변화', '전국 어촌 소멸 현실화', '수산종사자 감소' 등이 일반 국민 설문에서는 10위권 밖으로 나타났는데, 그 대신에 '자연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증', '감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화', '수산 서식지 훼손' 등이 포함되었다. 이는 일반 국민이 리스크에 대해 산업 전체를 보기보다는 피부로 와 닿는 리스크를 위협으로 평가하고 있다는 것을 방증하는 결과라 판단된다.

〈표 2-41〉 전문가 설문과 일반 국민 설문 결과의 수산 분야 리스크 비교(10위)

순위	전문가 설문 결과(10위)	일반 국민 설문 결과(10위)
1	기후변화에 따른 수산업 악영향	수산물 미세플라스틱 문제
2	수산물 미세플라스틱 문제	수산물 원전 폐수 방사능 오염
3	수산물 원전 폐수 방사능 오염	기후변화에 따른 수산업 악영향
4	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동
5	글로벌 식량 공급망 변화	해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제
6	해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제	수산 생물종 감소
7	수산 생물종 감소	자연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증
8	전국 어촌 소멸 현실화	감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화
9	근해어업 생산량 급감	근해어업 생산량 급감
10	수산종사자 감소	수산 서식지 훼손

자료: 저자 작성

(3) 해운·물류 분야

2022년 일반 국민의 해운·물류 분야 미래 리스크 평가 결과는 아래 〈표 2-42〉와 같다. 해운·물류 분야의 미래 리스크 중에서 발생 가능성과 파급력, 통제 불가능성을 고려할 때 '중국의 글로벌 물류인프라 선점'이 가장 높은 점수를 받았다. 그 외 '전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비', '자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손', '자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비', '전염병 등으로 항만 폐쇄', '해운업계 파업에 따른 물류대란 발생', '선박배출 대기오염물질 증가', '해운운임 급등락', '선박수주량 감소', '탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패' 등이 10위권에 포함되었다.

〈표 2-42〉 일반 국민의 해운·물류 분야 리스크 평가 결과

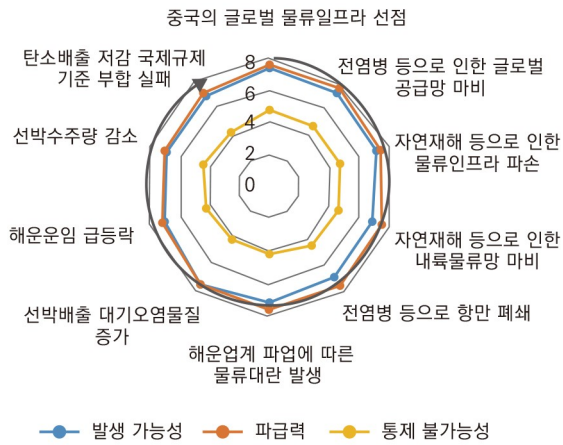
순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균*
1	중국의 글로벌 물류인프라 선점	7.4	7.6	4.8	6.6
2	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비	7.2	7.7	4.7	6.6
3	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손	7.3	7.5	4.8	6.5

순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균*
4	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비	6.9	7.5	4.7	6.4
5	전염병 등으로 항만 폐쇄	7.0	7.5	4.5	6.3
6	해운업계 파업에 따른 물류대란 발생	7.2	7.6	4.1	6.3
7	선박배출 대기오염물질 증가	7.4	7.4	4.0	6.3
8	해운운임 급등락	7.0	7.2	4.3	6.2
9	선박수주량 감소	6.9	7.1	4.4	6.1
10	탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패	6.9	7.2	4.2	6.1
11	해운·물류기업 경영난 심화	6.9	7.0	4.3	6.0
12	국적선사 유동성 위기 심화	6.9	7.0	4.3	6.0
13	글로벌 공급망 변화 대응 능력 부족	6.8	7.1	4.2	6.0
14	해운기업 파산	6.7	7.1	4.3	6.0
15	미래 고부가가치 해운·물류업 육성 부족	6.9	7.0	4.1	6.0
16	선원 감염병 발생	6.9	6.9	4.2	6.0
17	해운선사 사이버 공격 취약	6.9	7.1	4.0	6.0
18	선박 사고로 인한 인적/물적 피해 발생	6.9	7.0	4.0	6.0
19	숙련된 해기사(선원) 부족	6.9	7.0	4.0	6.0
20	수출입/연안/환적화물 물동량 급감	6.8	6.9	4.2	6.0
21	해운·물류 전문인력 공급 부족	6.9	6.9	4.0	5.9
22	북방물류 중단	6.6	6.7	4.4	5.9
23	해운 담합 과징금 부과에 따른 선사 비용부담 증가	6.9	6.8	3.9	5.9
24	선원 인권 복지 문제 발생 증가	7.0	6.7	3.9	5.8
25	친환경/디지털 지연으로 국적선사 글로벌 경쟁력 약화	6.6	6.8	4.1	5.8
26	금융기관의 선박 투자 회피	6.6	6.7	4.2	5.8
27	해적 등 선박 통항로 안전성 위협 증가	6.7	6.8	3.9	5.8
28	선박 사고로 인한 항만 및 항로 폐쇄	6.4	6.9	4.1	5.8
29	연안해운 이용객 급감	6.6	6.5	4.2	5.8
30	항만 터미널 및 물류센터 위험물 폭발 사고 발생	6.2	7.1	3.9	5.7

주: * 평균값의 소수점 셋째 자리까지 계산하여 순위 도출
자료: 저자 작성

세부 지표별로 살펴보면, 발생 가능성과 통제 불가능성 측면에서 '중국의 글로벌 물류인프라 선점(각 7.4, 4.8)'이 가장 위협적인 리스크로 평가하고 있는 반면, 파급력 측면에서는 '전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비(7.7)'를 가장 파급력이 높은 위협으로 평가하고 있다.

〈그림 2-16〉 해운·물류 분야 상위 10개 미래 리스크



자료: 저자 작성

평균 점수를 기준으로 일반 국민 설문 결과와 전문가 설문 결과를 비교하면 10위 권 내의 리스크에는 차이가 있었다. 전문가 설문조사 결과에서는 '글로벌 공급망 변화 대응 능력 부족', '숙련된 해기사(선원) 부족', '해운·물류기업 경영난 심화'가 포함된 반면, 일반 국민 설문 결과에서는 이를 대신하여 '해운업계 파업에 따른 물류대란 발생', '선박배출 대기오염물질 증가', '탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패'가 10위권 내에 포함되었다.

〈표 2-43〉 전문가 설문과 일반 국민 설문 결과의 해운·물류 분야 리스크 비교(10위)

순위	전문가 설문 결과(10위)	일반 국민 설문 결과(10위)
1	중국의 글로벌 물류인프라 선점	중국의 글로벌 물류인프라 선점
2	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비
3	해운운임 급등락	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손
4	전염병 등으로 항만 폐쇄	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비
5	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손	전염병 등으로 항만 폐쇄
6	선박수주량 감소	해운업계 파업에 따른 물류대란 발생
7	글로벌 공급망 변화 대응 능력 부족	선박배출 대기오염물질 증가
8	숙련된 해기사(선원) 부족	해운운임 급등락
9	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비	선박수주량 감소
10	해운·물류기업 경영난 심화	탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패

자료: 저자 작성

(4) 항만 분야

항만 분야의 미래 리스크 평가 결과는 아래 〈표 2-44〉와 같다. 항만 분야의 평균 점수에서는 '기후변화 대응역량 부족'이 가장 높은 점수를 받아, 일반 국민 역시 기후변화에 대한 많은 관심을 보이고 있는 것을 다시 한번 확인할 수 있었다. 그 외 '중국 항만과 경쟁 격화', '항만 환경오염 증가', '자연재해로 인한 항만 폐쇄', '스마트화에 따른 일자리 감소', '블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장', '항만 비용 상승 및 경제성 저하', '중대재해처벌법 등 정부의 안전관리 법규 강화', '항만 재난 대응체계 미흡', '항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화'가 10위권에 포함되었다.

〈표 2-44〉 일반 국민의 항만 분야 리스크 평가 결과

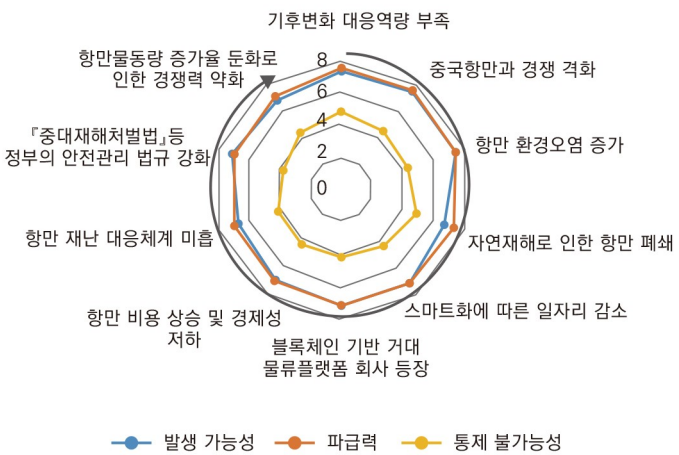
순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균*
1	기후변화 대응역량 부족	7.3	7.6	4.8	6.6
2	중국 항만과 경쟁 격화	7.5	7.6	4.4	6.5
3	항만 환경오염 증가	7.6	7.5	4.3	6.4

순위	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 불가능성	평균*
4	자연재해로 인한 항만 폐쇄	6.8	7.3	4.9	6.3
5	스마트화에 따른 일자리 감소	7.2	7.2	4.3	6.2
6	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장	7.1	7.2	4.3	6.2
7	항만 비용 상승 및 경제성 저하	6.9	7.0	4.2	6.0
8	중대재해처벌법 등 정부의 안전관리 법규 강화	7.1	7.0	3.8	5.9
9	항만 재난 대응체계 미흡	6.7	7.0	4.1	5.9
10	항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화	6.7	6.8	4.3	5.9
11	항만 종사자 감염병 발생	6.7	6.9	4.2	5.9
12	항만 운영사 경영난 심화	6.7	6.8	4.3	5.9
13	항만배후단지 재해 발생	6.6	6.8	4.3	5.9
14	글로벌 공급망 변화 대응 미흡	6.6	6.8	4.1	5.9
15	항만의 미래 변화 대비 미흡	6.7	6.8	4.1	5.9
16	항만의 ESG 경영 대응 미흡	6.8	6.7	4.1	5.9
17	항만 사이버 보안 취약성	6.7	6.9	3.9	5.8
18	항만 비상사태 대응 매뉴얼 부족	6.7	6.9	3.9	5.8
19	항만 연관산업 육성 부족	6.7	6.6	4.2	5.8
20	항만 작업자 안전사고 발생	7.0	6.6	3.8	5.8
21	선박안전사고 증가	6.6	6.8	3.9	5.8
22	항만 안전/보안 위기	6.6	6.9	3.9	5.8
23	항만 개발과 운영을 둘러싼 지역주민 갈등 심화	6.7	6.6	4.0	5.8
24	항만의 지역경제 기여도 감소	6.5	6.6	4.2	5.8
25	항만 기반시설(Infrastructure) 개선 지연	6.5	6.5	4.1	5.7
26	항만 안전관리 실패	6.4	6.8	3.9	5.7
27	항만물류 효율성 저하	6.4	6.5	4.1	5.6
28	크루즈 관광객 감소	6.4	6.0	4.5	5.6
29	항만 내 에너지 공급 차단	6.0	6.8	3.9	5.6
30	항만 네트워크 약화	6.2	6.4	4.0	5.5

주: * 평균값의 소수점 셋째 자리까지 계산하여 순위 도출
자료: 저자 작성

세부 지표별로 살펴보면, '항만 환경오염 증가(7.6)'가 가장 발생 가능성이 높으며, 리스크 발생으로 인한 파급력은 '기후변화 대응역량 부족(7.6)'이 가장 높게 나타났다. 반면, '자연재해로 인한 항만 폐쇄(4.9)'가 가장 높은 통제 불가능성으로 나타나 자연재해에 대한 항만의 취약성이 가장 높은 것으로 나타났다.

〈그림 2-17〉 항만 분야 상위 10개 미래 리스크



자료: 저자 작성

앞선, 전문가 설문 결과를 비교하면 10위 권 내의 리스크에서 다소 차이를 보였다. 전문가 설문조사 결과에서는 '글로벌 공급망 변화 대응 미흡'과 '항만 사이버 보안 취약성'이 포함되어 있었던 반면, 일반 국민 설문 결과에서는 '항만 비용 상승 및 경제성 저하'와 '항만 재난 대응체계 미흡'이 포함되었다. 앞선 해운·물류 분야에서도 전문가 설문에서는 '글로벌 공급망 변화 대응 능력 부족'은 10위권 내에 포함되었으나, 일반 국민 설문조사 결과에서는 제외되었고, 항만 분야에서도 '글로벌 공급망 변화 대응 미흡'이 일반 국민 설문조사 결과에서 10위권에 포함되지 못하였다. 이를 통해 일반 국민은

글로벌 공급망에 대한 리스크 인식이 전문가 집단보다는 다소 약하다고 볼 수 있다.

〈표 2-45〉 전문가 설문과 일반 국민 설문 결과의 항만 분야 리스크 비교(10위)

순위	전문가 설문 결과(10위)	일반 국민 설문 결과(10위)
1	중국 항만과 경쟁 격화	기후변화 대응역량 부족
2	기후변화 대응역량 부족	중국 항만과 경쟁 격화
3	자연재해로 인한 항만 폐쇄	항만 환경오염 증가
4	스마트화에 따른 일자리 감소	자연재해로 인한 항만 폐쇄
5	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장	스마트화에 따른 일자리 감소
6	항만 환경오염 증가	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장
7	중대재해처벌법 등 정부의 안전관리 법규 강화	항만 비용 상승 및 경제성 저하
8	글로벌 공급망 변화 대응 미흡	중대재해처벌법 등 정부의 안전관리 법규 강화
9	항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화	항만 재난 대응체계 미흡
10	항만 사이버 보안 취약성	항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화

자료: 저자 작성

4. 미래 리스크 발굴 결과

1) 미래 리스크 발굴 결과 및 2021년도와 비교

앞서 실시된 대국민 조사 결과를 토대로 해양수산 분야별 상위 미래 리스크를 정리하면 아래 〈표 2-46〉과 같다. 해양 분야에서는 주로 해양환경 악화, 해양 플라스틱, 해양 재난과 관련된 리스크들이 도출되었다. 수산 분야에서도 플라스틱, 원전 폐수, 기름 유출 등 해양환경의 악화에 따른 리스크들이 상위에 랭크되었으며, 수산물의 수요와 공급 측면의 리스크 역시 우려되고 있다. 해운·물류 분야에서는 세계적 경쟁 체계에 대한 리스크와 함께 자연재해, 전염병 등에 대한 리스크가 강조되고 있음을 확인할 수 있다. 항만 분야 역시 글로벌

경쟁(중국 항만)에 대한 우려와 기후변화와 환경오염, 재난 대응에 대한 리스크가 부각되고 있다.

〈표 2-46〉 해양수산 분야별 10대 미래 리스크

분야	순위	미래 리스크	발생 가능성	파급력	통제 불 가능성
해양	1	지구 온난화 가속화	8.8	8.9	5.5
	2	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염	8.5	8.7	5.5
	3	초대형 태풍 발생	8.2	8.6	5.9
	4	해양 플라스틱 쓰레기 증가	8.7	8.5	4.7
	5	기후변화로 해양생물 다양성 감소	8.3	8.2	5.4
	6	대규모 해저지진 발생	7.4	8.2	6.2
	7	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가	8.4	8.2	4.9
	8	기후변화에 따른 연안 침식	8.1	8.1	5.2
	9	해양 및 바닷가 쓰레기 증가	8.6	8.3	4.5
	10	해수면 상승에 따른 연안도시 범람	7.8	8.2	5.2
수산	1	수산물 미세플라스틱 문제	8.5	8.4	5.1
	2	수산물 원전 폐수 방사능 오염	8.1	8.5	5.1
	3	기후변화에 따른 수산업 악영향	8.1	8.1	5.4
	4	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동	8.0	8.0	5.3
	5	해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제	8.1	8.1	4.8
	6	수산생물종 감소	7.9	7.8	5.2
	7	자연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증	7.8	7.9	5.1
	8	감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화	7.9	8.0	4.6
	9	근해어업 생산량 급감	7.8	7.8	4.9
	10	수산 서식지 훼손	7.9	7.8	4.6
해운·물류	1	중국의 글로벌 물류인프라 선점	7.4	7.6	4.8
	2	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비	7.2	7.7	4.7
	3	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손	7.3	7.5	4.8
	4	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비	6.9	7.5	4.7
	5	전염병 등으로 항만 폐쇄	7.0	7.5	4.5
	6	해운업계 파업에 따른 물류대란 발생	7.2	7.6	4.1
	7	선박배출 대기오염물질 증가	7.4	7.4	4.0
	8	해운운임 급등락	7.0	7.2	4.3

분야	순위	미래 리스크	발생 가능성	파급력	통제 불 가능성
	9	선박수주량 감소	6.9	7.1	4.4
	10	탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패	6.9	7.2	4.2
항만	1	기후변화 대응역량 부족	7.3	7.6	4.8
	2	중국 항만과 경쟁 격화	7.5	7.6	4.4
	3	항만 환경오염 증가	7.6	7.5	4.3
	4	자연재해로 인한 항만 폐쇄	6.8	7.3	4.9
	5	스마트화에 따른 일자리 감소	7.2	7.2	4.3
	6	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장	7.1	7.2	4.3
	7	항만 비용 상승 및 경제성 저하	6.9	7.0	4.2
	8	항만 재난 대응체계 미흡	6.7	7.0	4.1
	9	중대재해처벌법 등 정부의 안전관리 법규 강화	7.1	7.0	3.8
	10	항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화	6.7	6.8	4.3

주: 1) 색깔이 진할수록 순위가 높음
2) 각 분야 순위는 평균값의 소수점 셋째 자리까지 계산하여 도출
자료: 저자 작성

2021년도에 실시한 설문조사 결과와 비교하면, 분야별로 다소 차이를 보인다. 먼저 해양 분야에서는 작년과 올해 모두 '지구 온난화 가속화'가 1순위로 도출되었다. 또한, 작년에 10위권에 포함되었던 '연근해 해수수질 오염 증가', '북극항로 환경 변화', '해저 퇴적물 오염 증가'는 2022년도 10위권에서 제외된 반면, '일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염', '기후변화로 해양생물 다양성 감소', '기후변화에 따른 연안 침식'이 새로 포함되었다.

수산 분야에서는 작년에 1순위였던 '수산물 원전 폐수 방사능 오염'이 2022년 2순위로 바뀌었다. 또한, 2021년도에는 10위권에 포함되었던 '양식어류 대량 폐사', '기름 유출에 따른 수산업 피해 발생', '내수면 고유어종 감소', '불법어업에 따른 수산자원 감소'는 2022년에 10위권에서 제외되었다. 반면, 작년 10위권에 없었던 '수산물 미세플라스틱 문제'가 1순위로 도출되었으며, '해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제', '자연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증', '감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화'도 새로이 10위권에 포함되었다.

해운·물류 분야에서는 2021년과 2022년 모두 1~3순위까지 동일하였다. 특히, '중국의 글로벌 물류인프라 선점'은 작년과 올해 모두 1순위를 기록하여, 글로벌 공급망에서 중국의 성장을 우려하고 있었다. 2021년 10위권에 있었던 '선원 감염병 발생', '선박평형수에 의한 오염 증가', '선박 바이오파울링 증가', '해운·물류기업 경영난 심화'는 2022년 10위권에서 제외되었으며, 대신에 '전염병 등으로 항만 폐쇄', '해운업계 파업에 따른 물류대란 발생', '선박수주량 감소', '탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패' 등이 2022년 새로운 리스크로 10위권에 포함되었다.

항만 분야에서는 2021년 1순위로 지목되었던 '중국 항만과 경쟁 격화'가 2022년 2순위로 자리바꿈했으며, 대신 2순위였던 '기후변화 대응역량 부족'이 1순위로 도출되었다. 또한, 2021년 10위권 내에 포함되었던, '항만 종사자 감염병 발생', '항만 운영사 경영난 심화', '항만 사이버 보안 취약성'은 올해 10순위에 포함되지 않았으며, 대신 '항만 재난 대응체계 미흡', '중대재해처벌법 등 정부의 안전관리 법규 강화', '항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화'가 새롭게 10위권에 이름을 올렸다(〈표 2-47〉 참고).

〈표 2-47〉 2021년과 2022년 해양수산 분야별 10대 미래 리스크 비교

분야	순위	2021년도 조사 결과	2022년 조사 결과(순위 변동)
해양	1	지구 온난화 가속화	지구 온난화 가속화(-)
	2	초대형 태풍 발생	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염
	3	해양 플라스틱 쓰레기 증가	초대형 태풍 발생(↓)
	4	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가	해양 플라스틱 쓰레기 증가(↓)
	5	해양 및 바닷가 쓰레기 증가	기후변화로 해양생물 다양성 감소
	6	대규모 해저지진 발생	대규모 해저지진 발생(-)
	7	연근해 해수수질 오염 증가	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가(↓)
	8	해수면 상승에 따른 연안도시 범람	기후변화에 따른 연안 침식
	9	북극항로 환경 변화	해양 및 바닷가 쓰레기 증가(↓)
	10	해저 퇴적물 오염 증가	해수면 상승에 따른 연안도시 범람(↓)

분야	순위	2021년도 조사 결과	2022년 조사 결과(순위 변동)
수산	1	수산물 원전 폐수 방사능 오염	수산물 미세플라스틱 문제
	2	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동	수산물 원전 폐수 방사능 오염(↓)
	3	기후변화에 따른 수산업 악영향	기후변화에 따른 수산업 악영향(-)
	4	수산 생물종 감소	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동(↓)
	5	근해어업 생산량 급감	해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제
	6	양식어류 대량 폐사	수산 생물종 감소(↓)
	7	수산 서식지 훼손	자연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증
	8	기름 유출에 따른 수산업 피해 발생	감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화
	9	내수면 고유어종 감소	근해어업 생산량 급감(↓)
	10	불법어업에 따른 수산자원 감소	수산 서식지 훼손(↓)
해운·물류	1	중국의 글로벌 물류인프라 선점	중국의 글로벌 물류인프라 선점(-)
	2	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비(-)
	3	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손(-)
	4	선박배출 대기오염물질 증가	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비(↓)
	5	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비	전염병 등으로 항만 폐쇄
	6	선원 감염병 발생	해운업계 파업에 따른 물류대란 발생
	7	해운운임 급등락	선박배출 대기오염물질 증가(↓)
	8	선박평형수에 의한 오염 증가	해운운임 급등락(↓)
	9	선박 바이오파울링 증가	선박수주량 감소
	10	해운·물류기업 경영난 심화	탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패
항만	1	중국 항만과 경쟁 격화	기후변화 대응역량 부족(↑)
	2	기후변화 대응역량 부족	중국 항만과 경쟁 격화(↓)
	3	항만 환경오염 증가	항만 환경오염 증가(-)
	4	스마트화에 따른 일자리 감소	자연재해로 인한 항만 폐쇄(↑)
	5	자연재해로 인한 항만 폐쇄	스마트화에 따른 일자리 감소(↓)
	6	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장(-)
	7	항만 종사자 감염병 발생	항만 비용 상승 및 경제성 저하(↑)
	8	항만 비용 상승 및 경제성 저하	항만 재난 대응체계 미흡
	9	항만 운영사 경영난 심화	중대재해처벌법 등 정부의 안전관리 법규 강화
	10	항만 사이버 보안 취약성	항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화

주: □은 10위권에서 제외 또는 신규 등장, (↑)은 2021년 대비 순위 상승, (↓)는 순위 하락, (-)은 동일
자료: 저자 작성

해양, 수산, 해운·물류, 항만 전 분야를 대상으로 발생 가능성, 파급력, 통제 불가능성을 각 인수의 평균으로 종합한 결과 상위 열 개는 〈표 2-48〉과 같다. 분야별로 비교하면 해양 분야에서 도출된 리스크가 전체 10위권에 7개로 가장 많았으며, 다음으로 수산 분야에서 도출된 리스크가 세 개를 차지하고 있었다. 해운·물류와 항만 분야에서 도출된 리스크는 종합 10위권에 포함되지 않았다. 종합한 결과에서는 '지구 온난화 가속화'가 해양수산 분야에 가장 위협을 주는 리스크로 평가되고 있는데, 특히 발생 가능성과 파급력 측면에서 가장 위협이 높은 것으로 평가되었다. 이는 지구 온난화가 현재 진행형이며 이에 따른 파급력도 매우 크다고 인식한다는 것이다. 반면, 해양수산 분야의 취약성(통제 불가능성)이 높은 위협은 '대규모 해저지진 발생'인데, 이는 발생 가능성과 파급력 측면에서 비교적 낮은 점수를 받아 발생 가능성은 낮은 리스크이나 이에 대응한 시설물 또는 정책이 취약하다고 평가되어 이에 대한 대비·대응체계 마련이 필요하다는 것을 방증한다고 할 수 있다.

〈표 2-48〉 2022년 해양수산 분야 10대 미래 리스크

순위	미래 리스크	분야	발생 가능성	파급력	통제 불가능성
1	지구 온난화 가속화	해양	8.8	8.9	5.5
2	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염	해양	8.5	8.7	5.5
3	초대형 태풍 발생	해양	8.2	8.6	5.9
4	해양 플라스틱 쓰레기 증가	해양	8.7	8.5	4.7
5	수산물 미세플라스틱 문제	수산	8.5	8.4	5.1
6	기후변화로 해양생물 다양성 감소	해양	8.3	8.2	5.4
7	대규모 해저지진 발생	해양	7.4	8.2	6.2
8	수산물 원전 폐수 방사능 오염	수산	8.1	8.5	5.1
9	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가	해양	8.4	8.2	4.9
10	기후변화에 따른 수산업 악영향	수산	8.1	8.1	5.4

주: 1) 색깔이 진할수록 순위가 높음
2) 각 분야 순위는 평균값의 소수점 셋째 자리까지 계산하여 도출
자료: 저자 작성

〈그림 2-18〉 2022년 해양수산 분야 10대 미래 리스크 도출 결과



자료: 저자 작성

2022년 도출된 해양수산 분야 10대 리스크를 2021년과 비교하면 아래 〈표 2-49〉와 같다. 2021년 10대 리스크로 도출되었던 '수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동', '해양 및 바닷가 쓰레기 증가', '연근해 해수수질 오염 증가'는 2022년 10대 리스크에 제외된 반면, '일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염', '수산물 미세플라스틱 문제', '기후변화로 해양생물 다양성 감소'는 10대 리스크로 포함되었다. 2022년 포함된 '기후변화로 해양생물 다양성 감소'는 2021년의 '수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동' 등과 본질적으로 유사한 내용으로 볼 수 있을 것이다. 또한, 2022년에도 2021년과 마찬가지로 지구 온난화, 해양오염 악화, 해양 자연재해 등에 대해 국민들이 우려하고 있는 것으로 볼 수 있다.

〈표 2-49〉 2022년 해양수산 분야 10대 미래 리스크(평균 계산법)

순위	2021년 10대 리스크	2022년 10대 리스크
1	지구 온난화 가속화	지구 온난화 가속화
2	초대형 태풍 발생	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염
3	해양 플라스틱 쓰레기 증가	초대형 태풍 발생
4	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가	해양 플라스틱 쓰레기 증가

순위	2021년 10대 리스크	2022년 10대 리스크
5	수산물 원전 폐수 방사능 오염	수산물 미세플라스틱 문제
6	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동	기후변화로 해양생물 다양성 감소
7	해양 및 바닷가 쓰레기 증가	대규모 해저지진 발생
8	기후변화에 따른 수산업 악영향	수산물 원전 폐수 방사능 오염
9	대규모 해저지진 발생	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가
10	연근해 해수수질 오염 증가	기후변화에 따른 수산업 악영향

주: □은 10위권에서 제외 또는 신규 등장
자료: 저자 작성

한편, 본 장에서는 설문조사를 통해 각 리스크의 발생 가능성과 파급력, 통제 불가능성 각 지표(인수) 점수의 평균값을 통해 10대 리스크를 선정했다. 그러나 각 지표의 평균이 아닌 곱을 통한 점수 계산 방법으로 리스크를 선정하는 일부 선행연구도 존재한다. 즉 미국의 항만 보안 리스크 측정 시스템에서는 리스크 평가 시 리스크의 발생 가능성, 결과(파급력) 및 취약성 등을 곱하여 리스크 점수를 측정함으로써 가장 위협적인 리스크를 선정하여 이에 대한 관리 및 개선방안을 마련하는 데 활용하고 있다(김찬호, 2014). 따라서 이 방법으로 2022년 미래 리스크들의 점수를 재계산하면 해양수산 분야의 10대 리스크의 순위는 다소 변동이 있으며, 기존 평균에 의한 계산에 따라 9위에 랭크되었던 '국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가'는 10위에서 벗어나 12위로 바뀌고, 기존에 11위였던 '기후변화에 따른 연안 침식'이 10대 리스크에 포함된다. 각 지표의 곱을 통한 방법으로 계산한 2021년과 2022년 해양수산 분야의 미래 리스크 순위는 아래 〈표 2-50〉과 같다.

〈표 2-50〉 2022년 해양수산 분야 10대 미래 리스크(재계산 결과)

순위	2021년 10대 리스크	2022년 10대 리스크
1	지구 온난화 가속화	지구 온난화 가속화
2	해양 플라스틱 쓰레기 증가	초대형 태풍 발생
3	해양 및 바닷가 쓰레기 증가	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염

순위	2021년 10대 리스크	2022년 10대 리스크
4	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가	대규모 해저지진 발생
5	초대형 태풍 발생	기후변화로 해양생물 다양성 감소
6	수산물 원전 폐수 방사능 오염	수산물 미세플라스틱 문제
7	연근해 해수수질 오염 증가	수산물 원전 폐수 방사능 오염
8	수온상승에 따른 먹이생물 분포 변동	해양 플라스틱 쓰레기 증가
9	기후변화에 따른 수산업 악영향	기후변화에 따른 수산업 악영향
10	미처리된 폐수의 해양 유입 증가	기후변화에 따른 연안 침식

주: 2021년의 경우, 평균 계산으로는 '대규모 해저지진 발생(9위)'이 10순위에 있었으나, 재계산 시 10순위에서는 제외되며, 대신 '미처리된 폐수의 해양 유입 증가'가 포함됨
자료: 저자 작성

제4절 소결

본 장에서는 해양수산 분야의 미래 리스크를 발굴하였다. 먼저 언론매체 기사, 학술 논문, 정책 보고서를 통한 텍스트 데이터를 수집한 후, 토픽 모델링을 통해 해양, 수산, 해운·물류, 항만 분야의 리스크 토픽들을 도출하고, 키워드 분석을 통해, 각 분야의 예비 리스크를 도출했다. 이 과정에서 2021년 결과와 비교하여 새롭게 등장한 토픽은 추가하고, 기존 토픽은 유지 또는 일부 수정하는 작업을 거쳤다. 이렇게 선정된 해양 44개, 수산 48개, 해운·물류 39개, 항만 36개의 분야별 토픽을 선정하고 이를 대상으로 전문가 및 일반 국민 대상 설문조사를 실시했다. 2021년의 경우에는 전문가 설문조사를 별도로 시행하지 않고 일반 국민 설문조사 진행 시 일부 전문가 집단을 포함하여 진행하였으나, 일반 국민 설문조사 결과와 전문가들이 인지하는 리스크에 대한 중요도가 차이가 있을 수 있다는 1차 연도의 연구평가 의견을 반영하여 2차 연도에서는 텍스트 마이닝을 통해 도출된 예비 리스크를 1차적으로 전문가 설문을 통해 분야별로 30개로 축소시킨 후, 2차적으로 일반 국민을 대상으로 설문을 진행하

여 전문가 집단과 일반 국민 간 인식의 차를 좁히는 동시에 전문가와 일반 국민의 견해차를 비교하고자 노력하였다.

이러한 설문조사 과정을 거쳐, 발생 가능성, 파급력 및 통제 불가능성을 지표로 하여 분야별로 상위 10개의 리스크를 도출하였고(〈표 2-45〉 참고), 그 결과를 2021년도 리스크와도 비교하였다(〈표 2-46〉 참고). 비교 결과, 분야마다 새로운 리스크들이 10위권 내에 다수 진입했음을 확인할 수 있었다. 해양 분야에는 원전오염수로 인한 해양오염, 해양생물 다양성 감소, 연안 침식이 10대 리스크에 새롭게 진입했다. 특히 2021년 일본정부가 2023년부터 후쿠시마 원전오염수를 해양에 방류하겠다는 계획을 발표한 이후 여러 국내 환경단체의 소송이 이어지면서 원전오염수에 대한 국민들의 인식이 더욱 부각된 것으로 보이기도 하였다. 수산 분야에서도 미세플라스틱, 수산물 안전성, 감염병에 따른 소비패턴 변화 등이 새롭게 추가되었는데, 코로나19 사태의 장기화로 인한 음식물에 대한 안전 의식과 수급 우려가 반영된 결과로 해석된다. 해운·물류 분야에서도 전염병 등으로 인한 항만 폐쇄, 물류대란 발생, 선박수주량 감소 등이 10위권 내에 새롭게 진입하였는데, 2021년 코로나19로 인한 국외 항만들의 폐쇄 및 2021년 하반기부터 사회적인 이슈가 된 물류대란이 뉴스 등을 통해 일반 국민에게도 전파됨에 따라 이를 눈앞에 다가온 위협으로 인식한 것으로 판단된다. 항만 분야에서도 항만 재난 대응체계, 안전관리, 항만물동량 증가율 둔화 등이 새롭게 10위권으로 부상했다. 올해 초 평택항의 사망사고 등이 이슈화되면서 일반 국민의 항만의 재해 및 재난 관련 인식이 더욱 강화된 것으로 판단된다.

각 분야의 지표 점수들을 종합한 2022년 해양수산 분야의 10대 리스크는 앞선 〈표 2-49〉와 같으며, 최종적으로 2021년도의 결과와 비교하여 '일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염', '수산물 미세플라스틱 문제', '기후변화로 해양생물 다양성 감소'가 새롭게 10대 리스크로 선정되었다. 1위는 전년과 동일한 '지구 온난화 가속화'였으며, '지구 온난화 가속화'는 현재 발생되고

있는 리스크이고, 파급력이 매우 큰 관계로 전년에 이어 올해에도 최고점을 받은 것으로 판단된다. 최종적으로 도출된 10대 리스크는 해양 분야가 가장 많았고(7개), 다음으로 수산 분야(세 개)였으며, 해운·물류, 항만 분야는 포함되지 않았다. 이는 해양 분야와 수산 분야에 비해 아직 일반 국민은 해운·물류나 항만 분야를 전문적이거나 지엽적인 문제로 인식한다고 볼 수 있다. 따라서 국가·지역경제와 실물경제에서 해운·물류 및 항만의 중요성을 지속적으로 알려 국민들의 인식을 고취할 필요성이 있을 것이다.

본 장에서 도출한 해양수산 분야의 리스크들을 토대로 이어지는 3장에서는 다양한 분석 방법론을 활용하여 그 파급효과를 분석하고자 한다. 앞선 2021년(1차 연도) 연구에서는 아래 〈표 2-50〉과 같이 해양 분야에서는 '대형선박 사고에 따른 해양환경 및 생태계 피해 예측', 수산 분야에서는 '원전오염수 방류에 따른 수산물 재고 예측', 해운·물류 분야에서는 '컨테이너 운임 변동 요인과 예측 가능성 고찰', 항만 분야에서는 '항만 보안 리스크 발생에 따른 항만 운영 효율성 평가'를 분석 대상으로 삼았다.

〈표 2-51〉 2021년 분야별 파급효과 분석 대상 리스크

분야	분석 대상	관련 미래 리스크	분야별 평가 순위
해양	대형 선박 사고에 따른 해양환경 및 생태계 피해 예측	연근해 해수수질 오염 증가	7위
		해저 퇴적물 오염 증가	10위
수산	원전오염수 방류에 따른 수산물 재고 예측	수산물 원전 폐수 방사능 오염	1위
		수산 서식지 훼손	7위
해운·물류	컨테이너선 운임 변동 요인과 예측 가능성 고찰	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비	2위
		컨테이너 운임 급등락	7위
		해적 등 선박 통항로 안전성 위협 증가	17위
항만	항만 보안 리스크 발생에 따른 항만 운영 효율성 평가	자연재해로 인한 항만 폐쇄	5위
		항만 사이버 보안 취약성	10위

자료: 박광서 외(2021), p. 159.

반면, 2차 연도인 올해에는 2021년 분석한 대상 외에 다른 대상을 선정하여 진행하고자 한다. 우선, 해양 분야의 10대 리스크는 기후변화 등에 따른 해양환경 변화에 초점이 맞추어 있다. 이는 2021년에 분석한 '대형 선박 사고에 따른 해양환경 및 생태계 피해 예측'과 유사하다고 판단된다. 따라서 연구진 간의 브레인스토밍을 거쳐 예비 리스크에는 포함되었으나 전문가 및 일반 국민 설문과정에서는 누락된 '해양관광'을 주요 분석 대상으로 삼고자 한다. 이는 코로나19 팬데믹 현상이 지속되고 있다는 점과 지구 온난화, 해양오염, 해양플라스틱, 연안 침식, 해양 쓰레기 등이 상위 10위권에 있는 리스크가 경제·인문·사회 분야에 있어 해양관광에 영향을 미칠 수 있다는 판단에 기인한다. 수산과 해운·물류, 항만 분야는 2022년 우크라이나 사태 등으로 이슈가 되고 있는 글로벌 공급망을 대상으로 하고자 한다. 수산 분야에서는 일반 국민 설문조사에는 10위권에 포함되진 않았지만, 전문가 설문조사에서는 '글로벌 식량 공급망 변화'가 높은 순위의 리스크(전문가 조사 5위)로 조사되기도 하였다. 해운·물류 분야에서도 글로벌 공급망 관련 리스크는 일반 국민 설문조사 결과에서도 높은 순위(2위)를 기록하고 있어, 올해에는 글로벌 공급망에 따른 해운시황의 변화를 분석하기로 한다. 항만 분야에서도 글로벌 공급망의 리스크는 매우 중요한 이슈이다. 특히, 올해 항만 분야의 리스크에서는 '항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화'가 새로이 10위권에 등장한 만큼 글로벌 공급망 리스크로 인한 물동량 변화를 분석 대상으로 설정하였다. 분야별 파급효과 분석 대상은 이어지는 제3장에서 보다 자세히 소개하고자 한다.

03
해양수산 분야별 미래 리스크 파급효과 분석

제1절 해운·물류 분야: 공급망 리스크로 인한 해운시황 변화 전망

1. 서론

2020년 3월에 세계보건기구(WHO)가 코로나19를 팬데믹으로 선언한 이후 전 세계 컨테이너 시장에서는 화물수송 수요의 감소로 인해 해운운임이 급락할 것이라는 전망이 우세했다. 하지만 시장은 2분기 약세 이후에 3분기부터는 오히려 운임이 상승하기 시작했으며 해가 바뀐 이후에도 운임의 상승은 지속적으로 이어졌다.

이러한 고운임 상태의 지속은 여러 가지 요인이 복합적으로 작용해서 발생한 결과이지만, 그 기저에는 글로벌 공급망의 불안정성이 확대된 것이 큰 이유로 작용하고 있다. 전 세계적으로 코로나19가 급속하게 확산되면서 선원과 항만 노무자뿐만 아니라 육상운송을 담당하는 트럭 기사와 화물 창고 근무자 등 선박 운송, 항만물류, 하역 그리고 내륙 운송과 관련된 다수 근로자의 작업 효율성이 하락하였다.

이로 인해 미국 서부 항만을 중심으로 선박 대기가 증가하고 항만의 혼잡도가 증가하게 되면서 컨테이너 터미널의 물류 흐름에 병목현상이 발생하게 되었고 결국 컨테이너 물류 대란이 전 세계 주요 항만에서 발생하게 되었다. 이 와중에 중국의 주요 컨테이너 항만들이 코로나19 확진자 발생으로 수 주간 봉쇄되면서 컨테이너 운송의 병목현상은 최악의 상황을 맞이하게 되었고 글로벌 공급망의 불안전성은 더욱더 확대되었다.

본 연구에서 진행한 해운·물류 분야 설문조사에서도 공급망 불확실성에 대한 우려가 상위에 올랐다(〈표 2-33〉, 〈표 2-43〉, 〈표 2-45〉 결과 참조). 중국의 글로벌 물류인프라 선점, 팬데믹과 같은 전염병으로 인한 글로벌 공급망 마비, 해운운임의 급등락, 전염병 등으로 항만 폐쇄 등 공급망 불확실성에 대한 우려가 발생 가능성 측면뿐만 아니라 파급력, 통제 불가능성 측면에서 대부분 평균을 상회하고 있어 해운산업을 위협하는 미래 리스크라 할 수 있다. 또한 특별히 주목할 점은 39개 예비 리스크 중 40% 이상이 공급망과 직간접적으로 연관이 있다는 것이다.

이에 따라 본 연구에서는 컨테이너 시장에서 글로벌 공급망 불안정성이 확대되면서 해운운임 시장에 나타난 미래 리스크 요인들에 대해서 텍스트 마이닝 기법을 이용하여 고찰하고 주요 요인 간의 관계와 영향도, 중요도 등에 대해서 분석하고자 한다. 이를 통해서 포스트 코로나19 시대에 컨테이너 운송 시장에서 나타날 수 있는 잠재 리스크를 예상하고, 이를 사전에 예방할 수 있는 방안에 대한 논의의 실마리를 제공하는 것이 본 연구의 주요한 목적이다. 아울러 미래 리스크에 대응하는 차원에서 기존에 해운시황 예측에서 잘 활용되지 않았던 SVM[8]을 활용해 컨테이너 시황의 전망 가능성을 시도하는 연구도 수행하였다.

8) 비정형 텍스트를 대상으로 머신러닝 학습을 통해 긍정과 부정으로 분류하고 예측을 수행하는 방법론이다.

2. 유사 사례 및 선행연구

본 연구는 최근의 글로벌 공급망 불안정 이슈에 따른 해운·물류 분야의 미래 리스크 요인을 파악하고 고찰하는 데 주요한 목적이 있다. 아래에서는 이와 관련한 선행연구들을 파악해 지금까지 진행된 연구들을 정리하고 향후 연구가 이뤄져야 하는 분야들을 살펴보도록 한다. 선행연구는 해운·물류 분야의 리스크와 관련한 연구들을 먼저 분석하고, 본 연구의 주된 방법론인 텍스트 마이닝을 활용한 기존의 해운·물류 분야 관련 연구들을 정리한다.

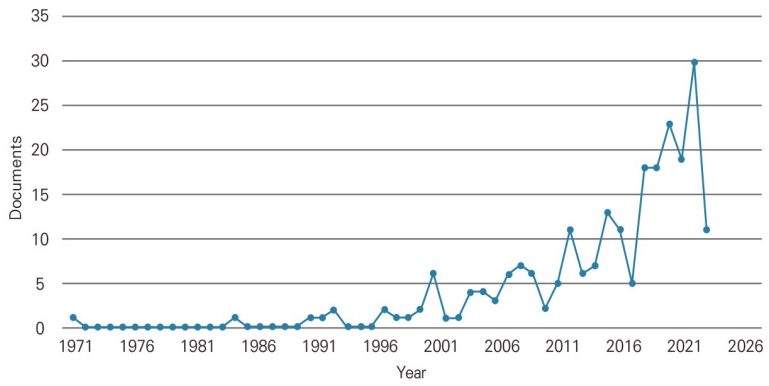
1) 해운·물류 분야 리스크 관련 국내외 연구

해운·물류 분야는 코로나19 팬데믹으로 인한 수급 불일치, 글로벌 공급망 불안정과 같은 여러 요인으로 인한 해운운임 변동성 확대, 물류 지연 및 대란, 선박 부족 등 다양한 리스크 상황에 놓여 있다. 이러한 해운·물류 분야의 다양한 리스크 원인과 파급효과에 대하여 국내외에서 다양한 연구들이 진행되어 왔다. 이러한 선행연구들을 체계적으로 분석하기 위해 본 연구에서는 세계적인 학술 데이터베이스인 SCOPUS를 활용하였다. SCOPUS는 엘스비어 출판사가 운영하는 학술 데이터 플랫폼으로 SCI, SSCI 저널들을 포함하여 각 학문 분야별로 유의미한 임팩트 팩터를 지닌 모든 논문을 인덱스하고 있는 대표적인 학술 논문 데이터베이스이다. 특히, 검색어를 통한 연관검색이 가능하기 때문에 논문을 검색하는 데 상당히 유용하다.

해운·물류 리스크 관련 연구들을 파악하기 위해 'Shipping and Port Logistics Risk', 'Freight Rate Risk' 등의 검색어를 활용하여 논문을 검색하였다. 〈그림 3-1〉과 같이 연도별로 해운·물류 분야 리스크 관련 연구들이 꾸준히 증가하고 있음을 알 수 있다. 보고서 작성 시점이 2022년 7월이기 때문에 2022년도에 게재되는 논문은 이후 더욱 증가할 것으로 전망된다.

〈그림 3-1〉 연도별 논문게재 현황

단위: 건



자료: 저자 작성

〈표 3-1〉 해운·물류 분야 리스크 관련 연구논문 주요 키워드

키워드	출현 빈도	키워드	출현 빈도
Forward Freight Agreements	15	Liner Shipping	9
Value-At-Risk	14	Hedging	9
Safety	13	Road Transport	8
Volatility	13	World Scale	8
Dry Bulk	13	Maritime Transport	8
Forecasting	11	Garch	7
Spot Freight Rates	11	Time Charter Equivalent	7
Baltic Dry Index	10	Uncertainty	7

자료: 저자 작성

2022년 7월을 기준으로 총 234편의 관련 논문이 검색되었으며, 주요 키워드를 분석한 결과는 〈표 3-1〉과 같다. 주요 키워드는 출현 빈도를 기반으로 파악하였으며, 검색어와 직접적으로 관련 있는 키워드[9]는 분석에서 제외하였다.

9) 예를 들면 Risk, Freight Rates 등이 있다.

연구 동향을 파악하기 위해서 추출한 키워드를 대상으로 네트워크를 구축하여 클러스터 분석을 시행하였다. 키워드 네트워크 클러스터 분석 결과에 따르면 〈표 3-2〉와 같이 총 세 개의 클러스터가 형성됨을 확인하였다. 세 개의 클러스터 모두 해운운임 변동성에 대비하기 위한 시황 모니터링 혹은 변동성에 따른 위험 파급력에 대한 연구들이 다수를 이루었다.

〈표 3-2〉 연구 동향 클러스터 분석

클러스터	주요 내용
클러스터1: BDI(Baltic Dry index) 변동성에 대한 연구	• 변동성 관련 모델링을 활용하여 BDI의 변동성과 위험 파급을 예측
클러스터2: FFA(Forward Freight Agreements)에 따른 리스크 요인 분석 연구	• 운임 변동에 대비하기 위한 헤징(Hedging)의 수단으로서의 FFA에 대한 연구
클러스터3: 스폿 운임(Spot Freight Rates)의 변동성에 대한 연구	• 스폿 운임의 변동성에 대한 예측과 리스크 파급력에 대한 연구

자료: 저자 작성

클러스터1은 발틱운임지수(BDI: Baltic Dry Index)의 변동성과 이에 대한 위험 파급력을 예측한 연구들로 구성됨을 알 수 있다. Efes, Başer, & Aç ı k(2019)는 중국의 해상 교역량을 설명변수로 하여 공급과 수요의 상호작용에 따른 BDI의 변동성에 대해서 실증분석 하였다.[10] 회귀분석 결과 중국의 교역량과 BDI 사이에 유의미한 정의 관계가 있는 것으로 분석되었다. Zhang et al.(2019)은 네트워크 이론과 인공지능 알고리즘을 결합하여 BDI 예측을 위한 방법을 제시하였다.[11] 기존의 시계열 분석과는 달리 역동적 변동성 네트워크(Dynamic fluctuation network)를 반영하여 정확도를 향상시켰고, 해운·물류 분야의 리스크에 대한 헤징전략에도 시사점을 주고 있다. 관련한 국내 연구로 모수원(2009)은 GARCH 모형을 이용하여 BDI 변동성에 유의미한

10) Efes, Başer, & Aç ı k(2019), p. 54.
11) Zhang et al.(2019), p. 499.

영향을 주는 뉴스들을 파악하기 위해 뉴스충격곡선을 추정하였으며,[12] 김창범(2015)은 GARCH 모형을 활용하여 BDI 변동성을 도출하고 변동성에 따른 항만물동량의 변화를 실증분석 하였다.[13]

클러스터2는 운임 변동에 대비하기 위한 헤징(Hedging)의 수단으로서의 해상운임선물거래(FFA: Forward Freight Agreements)에 대한 연구들로 구성되었다. Ko(2018)는 건화물선을 대상으로 시간변동계수 오차교정 모형(Time-Varying Coefficient-Error Correction model)을 활용하여 시간경과에 따른 FFA의 상관성 변화에 따른 운임 변동성의 패턴들을 분석하였다.[14] Gómez-Valle et al.(2021)은 비모수적 접근(nonparametric approach)을 활용하여 FFA 가격전략을 통해 실제 운임과 최소 오차에 근접하였다.[15] 국내 연구로는 김태성(2012)과 배성훈·박근식(2019)는 FFA 지수를 독립변수로 부정기선의 운임 변동성을 분석하였다.

클러스터3은 스폿 운임의 변동성에 대한 예측과 리스크 파급력에 대한 연구들로 구성됨을 알 수 있다. Población(2017)은 임계점을 넘어서는 위험요인들이 존재하는 경우 현물운임의 변동성을 대비하기 위한 다양한 헤징전략들이 대부분 효과가 없을 것으로 실증 분석했다.[16] 그러나 Gómez-Valle, López-Marcos, & Martínez-Rodríguez(2020)와 Gómez-Valle et al.(2021)은 옵션가격결정 모형(Option Pricing Model)과 확률변동성 모형(Stochastic Model)을 통해서 운임의 변동성을 상쇄시킬 수 있는 전략을 탐색할 수 있음을 제시하였다. 국내 연구로 이충호·김태우·박근식(2021)은 핸디사이즈 벌크선 시장에서 현물운임의 변동성에 영향을 주는 요인들을 VAR 모형을 통해 분석하였고, 유병철·신성호·노영진(2021)은 코로나19 발생 전후 시황을 비교하여 선박의

12) 모수원(2009), p. 280.
13) 김창범(2015), p. 647.
14) Ko(2018), pp. 319-330.
15) Gómez-Valle et al.(2021), p. 1829.
16) Población(2017), p. 664.

크기와 선복량은 스폿 운임에 음의 영향을 미치고 있으며, 물동량과 용선 기간은 스폿 운임에 양의 영향을 주고 있음을 실증 분석하였다.[17]

해운·물류 리스크 분야의 연구 동향은 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫째, 다수의 연구들이 운임의 변동성 측정 내지는 위험 파급분석에 초점을 두고 있는 것을 알 수 있다. 해운시황 분석에서 운임의 안정성과 변동성 예측이 매우 중요하고 헤징전략에 있어서도 영향을 주기 때문으로 분석된다.

둘째, 대부분의 연구들이 벌크 부정기선 운임의 변동성에 집중하여 위험요인을 분석하고 있었다. 이는 그동안 벌크선의 운임 변동 폭이 컸고, 상대적으로 컨테이너선 운임은 안정적인 추세를 보였기 때문으로 볼 수 있다. 따라서 다수의 연구들이 벌크선 운임에 초점을 두었으며 BDI에 영향을 주는 요인들을 찾기 위한 실증분석이나 모델링 연구들을 진행하였다. 그러나 코로나19 팬데믹을 겪으면서 다양한 이벤트들로 인해서 컨테이너선 운임은 유례를 찾을 수 없을 정도로 상승하였기에 이에 대한 원인과 해결책에 대한 다양한 의견들이 제시되고 있으며, 향후 많은 연구가 이루어질 것으로 보인다.[18]

셋째, 해운·물류 분야의 리스크 요인에 대한 체계적 분류나 대응전략에 대한 연구들은 상대적으로 부족했다. 국제 정세의 변화와 글로벌 공급망의 변동성이 커지는 시점에서 거시적인 관점에서의 리스크 요인에 대한 분석이 요구되는 가운데 이에 대한 연구가 미흡했다. 특히 최근 글로벌 공급망 불안정성이 심화하고 있는 가운데, 이에 대한 실증분석이나 모델링 접근 연구들은 전무한 상황이다. 또한 기존에는 리스크 요인으로 인식하지 않았던 ESG 경영, 탄소중립, 안전보건, 디지털 전환 등의 이슈가 새로운 리스크 요소로 대두되고 있는 만큼 이와 관련한 다양한 연구들이 필요해 보인다.

17) 유병철·신성호·노영진(2021), p. 202.
18) 위의 책, p. 205.

2) 텍스트 마이닝을 활용한 해운·물류 분야 선행연구

본 연구의 목적은 텍스트 마이닝을 활용하여 해운·물류 분야의 리스크 요인들에 대해서 고찰하는 것이다. 텍스트 마이닝 분석은 대표적인 비정형 데이터인 문헌자료를 기반으로 그 안에 숨겨진 다양한 의미적 요소들을 분석한다. 과거에 비해 생성되는 정보량이 기하급수적으로 증가하였고 대부분 문헌 형태로 보존되고 있기 때문에 텍스트 분석에 대한 중요성이 커지고 있다. 따라서 다양한 비정형 문헌자료들을 활용하여 해운·물류 분야의 다양한 주제들에 대해서 분석한 선행연구들을 중심으로 정리한다.

주요 국외 연구들을 살펴보면 다음과 같다. Shin et al.(2018)은 해운 관련 연구의 동향을 분석하기 위해서 텍스트 마이닝 분석을 시행하였다. SCI급 논문들을 분석 대상으로 하였으며 토픽 모델링과 동시출현에 기반한 키워드 네트워크를 구성하여 분석에 활용하였다. Wang et al.(2020)은 해운·물류업계에서 지속가능한 발전을 위한 목표를 달성하기 위해 어떠한 전략을 가지고 있는지 파악하였다. 텍스트 분석을 위해서 선사별 지속가능보고서와 관련한 보고서들을 활용하고 문헌자료들로부터 키워드를 추출하여 주요 이슈들을 분석하였다. Bai et al.(2021)은 토픽 모델링을 활용하여 해운과 관련한 주요 연구 주제들의 동향을 분석하고 향후 연구과제들을 제시하였다. 특히 이 연구에서 TF-IDF 분석을 통해서 불용성의 단어들을 제거해 키워드 분석의 정확도를 높이고자 하였다. Zhou et al.(2022)은 주요 선사별로 지속가능발전을 위해 중요하게 생각하는 요인들을 텍스트 분석을 기반으로 추출하였다. 주요 선사들의 지속가능개발과 관련한 의사결정을 파악하기 위해서 대표적인 소셜 미디어인 트위터 데이터를 활용하였다.

주요 텍스트 마이닝을 활용한 해운·물류 분야 국내 연구들을 살펴보면 다음과 같다. 박성화·권장한·김태일(2018)은 텍스트 분석을 통해 해운뉴스지수를 계량화하고 이를 경기실사지수와의 상관관계를 분석 후 해상운송 화물수

입의 예측변수로서 분석하였다. 분석 대상인 해운산업 분야의 리스크 관련 문헌자료들을 검색하기 위해서 대표적인 국내 뉴스포털인 빅카인즈를 활용하였다. 최건우·윤희성·김동원(2019)은 컨테이너 시장 예측을 위해서 감성분석을 활용하였다. 해운전문저널인 로이즈 리스트로부터 기사 전문을 추출한 후 시기별로 감성지수를 계산하고 당시의 컨테이너 시황 상황과의 비교연구를 진행하였다. 이동화·이상윤(2019)은 국제해운환경의 주요한 변화를 일으키는 요인들을 파악하기 위해 텍스트 마이닝 분석을 시행하였다. 국내외 선행연구들로부터 100개의 키워드를 추출하여 토픽 모델링 분석을 시행하고, 이를 기반으로 주요 요인들을 파악하기 위해 전문가 서베이인 계층분석법(AHP: Analytic Hierarchy Process)을 진행하였다. 윤희영·곽일엽(2021)은 해운·물류 분야의 뉴스 분석을 위해서 토픽 모델링 방법을 활용하였다. 물류 관련 대표 언론사 세 곳을 선정하여 총 1만 8,825건의 기사를 분석 대상으로 하였으며, LDA 토픽 모델링을 통해서 총 여덟 개의 토픽그룹을 발견하였다. 최정석·남궁호(2022)는 텍스트 마이닝, 토픽 모델링, AHP 분석 등을 활용하여 선박가치 요소에 대한 분석을 시행하였다. 텍스트 분석을 위해서 국내 등재지와 국외 주요 학술지를 포함하여 총 111개의 학술지를 대상으로 관련 논문을 검색하여 키워드를 추출한 후 분석에 활용하였다.

텍스트 마이닝을 활용한 해운·물류 분야 연구들은 뉴스기사, 지속가능 보고서, 소셜 미디어데이터, 정책보고서 등 다양한 문헌자료들에 기반하고 있음을 알 수 있다. 또한 해운·물류 분야의 텍스트 마이닝 분석은 해운·물류의 어떠한 사안에 영향을 주는 주요 요인 또는 관련한 주요 이슈들을 추출하고 고찰하는 데 있었음을 선행연구 분석을 통해 확인할 수 있다.

3. 연구 방법

1) 연구 방법 개요

본 연구는 글로벌 공급망 불안정에 따른 해운·물류 분야의 미래 리스크 요인을 파악하고, 리스크 요인 간의 상대적 중요도를 분석하여 향후 과제들을 제시한다. 분석을 위해서 대표적 비정형 데이터인 뉴스기사자료들을 분석 대상으로 하여 다양한 텍스트 마이닝 분석을 시행하였다. 텍스트 마이닝 분석을 위해 본 연구에서 활용하는 방법은 네트워크 텍스트 분석과 토픽 모델링이다. 네트워크 텍스트 분석은 문헌의 구성요소들을 네트워크의 노드로 구성하여 네트워크 분석을 시행하는 것이며, 토픽 모델링에서는 확률에 기반을 두어 개별 키워드로 이루어진 토픽그룹과 토픽과 연관된 문서그룹을 형성한다. 본 연구에서는 LDA 토픽 모델링을 시행한다. 이러한 텍스트 마이닝 기법을 통해서 최근의 공급망 불안정 상황에 대한 해운·물류 분야의 미래 리스크 요인들을 파악한다. 그리고 마지막으로 네트워크 텍스트 분석 결과에서 도출된 중요한 키워드를 대상으로 SVM 기법을 활용한 해운시황 예측을 수행한다. 〈표 3-3〉에서 연구 방법 개요를 정리하여 제시하고 있다.

〈표 3-3〉 연구 방법 개요

연구 방법 순서	주요 내용
1. 네트워크 텍스트 분석	• 공급망 불안정 상황에 따른 해운시황의 변화에 대한 문헌자료 수집 • 키워드를 추출하여 네트워크로 도식화 • 네트워크 분석 시행(중심성, 클러스터 분석)
2. LDA 토픽 모델링	• 네트워크 구축 시 구성된 행렬 활용 • 토픽그룹별로 포함확률 높은 키워드 분석
3. 서포트벡터머신(SVM) 분석	• 인공지능 기반 학습 및 분류 기법을 통해 해운시장에 공시되는 컨테이너 지수(SCFI)와 비정형 데이터 간 매칭 학습을 통해 '긍정' 또는 '부정'으로 분류 및 예측 수행

자료: 저자 작성

2) 네트워크 텍스트 분석[19]

(1) 네트워크 텍스트 분석 정의

본 연구에서는 해운·물류 분야의 리스크 요인들을 추출하기 위해 네트워크 분석을 시행하는데, 이 분석은 텍스트 마이닝과 네트워크 분석을 결합한 방법으로 텍스트 마이닝 기법의 하나이다. 네트워크 텍스트 분석에서는 키워드, 연구자, 소속, 인용관계 등 문헌자료의 특성요인들을 추출하여 이를 네트워크 행렬화하여 분석한다.[20] 본 연구에서는 기사자료에서 추출한 키워드를 대상으로 공출현Co-Occurence) 네트워크 행렬을 구축하여 개별 키워드 노드들의 중심성(Centrality)과 네트워크 구조에 따른 클러스터 분석을 시행한다. 네트워크 텍스트 분석을 통해서 대표적인 비정형 데이터인 텍스트에 숨겨진 다양한 의미들을 추론할 수 있다.[21]

(2) 네트워크 텍스트 분석 절차

네트워크 텍스트 분석 절차는 다음과 같다. 첫째, 텍스트 분석을 위해 분석 대상 문헌자료들을 수집한다. 본 연구에서는 해운시황에 대한 현안을 텍스트화한 기사자료들을 분석 대상으로 한다. 해운·물류와 관련한 다양한 기사문헌자료들을 검색하기 위해서 빅카인즈 데이터베이스를 활용한다.[22] 빅카인즈는 기본 검색어 입력을 통해 관련한 기사들을 시기별로 검색할 수 있으며, 기사에서 관련 키워드를 추출하는 기능이 있어 다수의 텍스트 마이닝 연구에서 활용하고 있다. 검색어로는 '공급망 불안정', '해운·물류', '해운운임', '해운 리스크' 등을 사용하며, 검색 기간은 최근 3년(2020년-2022년)으로 한다.

19) 본 연구에서는 네트워크 텍스트 분석을 시행하기 위해 Netminer 4.0을 사용한다.
20) Rha(2020), p. 4344.
21) Pyun & Rha(2021), p. 9934.
22) 빅카인즈(검색일: 2022.5.20.)

둘째, 수집한 텍스트 데이터로부터 키워드를 추출하고 단어 정제작업을 한다. 빅카인즈에서는 개별 기사별로 키워드를 추출하기 때문에 기사 전문에서 직접 키워드를 추출하지 않아도 되지만, 일부 기사들은 추출 키워드가 없는데 이 경우에는 기사의 제목 또는 헤드라인으로부터 키워드를 추출한다. 키워드를 추출한 후 정제작업을 시행한다. 키워드 정제를 위해서 유의어와 제외어를 선정한다. 유의어는 동일한 의미를 지니고 있는데 서로 상이한 표현으로 나타나는 경우이다. 예를 들어, 기사에 따라서 '공급망'을 '공급사슬'로 표기하거나 '가치사슬'이라는 단어를 사용하는 경우가 있다. 이 경우에는 '공급망'으로 통일하여 키워드를 추출한다. 초기에 추출한 키워드를 대상으로 유의어로 처리할 수 있는 단어들이 있는지 우선 파악한다. 유의어 선정에 있어서 신뢰도를 확보하기 위해 해당 분야 전문가 3인에게 자문했다. 제외어 선정은 키워드 분석에서 사실상 의미가 없는 불용성의 단어들을 제거하는 것을 의미한다. 예를 들어, 기사 문헌자료를 검색할 때 '위험' 이라는 단어를 포함하였다면 다수의 기사자료에서 '위험'이라는 단어의 출현 빈도는 높을 수밖에 없다. 이는 '위험'이라는 단어의 중요도가 높아서라기보다 검색어로 활용했기 때문일 가능성이 높다. 따라서 분석의 유의미성을 위해 불용성의 단어는 제거한다.

셋째, 추출한 키워드를 활용하여 기사와 키워드의 이원모드(Two Mode) 네트워크를 구성한다. 이원모드 네트워크는 기사 노드(Node)와 키워드 노드로 이루어진 네트워크이다. 따라서 기사 간에는 네트워크상에서 링크(Link)로 연결되지 않으며, 키워드 간에도 서로 링크로 연결되지 않는다. 이원모드 네트워크는 행렬로서 표현할 수 있다. 예를 들어, 기사 '1'번에 'A', 'B' 키워드가 등장하고 기사 '2번'은 'A', 'B', 'C' 키워드를 포함하고 기사 '3'번에서 키워드 'A', 'B', 'D' 가 등장하는 경우 이원모드 행렬은 〈표 3-4〉와 같이 나타낼 수 있다.

〈표 3-4〉 기사-키워드 이원모드 행렬

기사 노드(Source)	단어노드(Target)		
기사 1	키워드 A	키워드 B	
기사 2	키워드 A	키워드 B	키워드 C
기사 3	키워드 A	키워드 B	키워드 D

자료: 저자 작성

이원모드 행렬에서는 키워드 간 직접적으로 연결되어 있지 않기 때문에 직접적으로 개별 키워드 노드들의 영향력을 분석하는 것은 불가능하다. 이원모드 네트워크에서는 기사 간의 키워드 공유 정도를 도식화하여 파악할 수 있다.

넷째, 기사-키워드 이원모드 네트워크를 키워드-키워드의 일원모드(One Mode) 네트워크로 변환한다. 이원모드 네트워크에서 직접적으로 노드의 중요도를 분석할 수 없기 때문에 이를 일원모드 네트워크로 변환한다. 일원모드 네트워크로의 변환은 키워드의 공출현 빈도에 기반을 둔다. 예를 들어 여러 기사에 동시출현 하는 키워드의 경우에는 서로 연관성이 높은 것으로 파악할 수 있다. 〈표 3-4〉를 다시 보면, 키워드 A와 키워드 B는 세 편의 기사 모두에서 공출현하고 있기 때문에 키워드 노드만으로 이루어진 네트워크를 구성할 때 링크로 연결될 가능성이 커진다. 이러한 경우 〈표 3-5〉와 같이 일원모드 네트워크 행렬을 구성할 수 있다.

〈표 3-5〉 키워드-키워드 일원모드 행렬

단어노드(Source)	단어노드(Target)		
	키워드 A	키워드 B	키워드 C
키워드 A	0	1	0
키워드 B	1	0	0

주: 노드들끼리 링크로 연결되는 경우 '1'로 표시함
자료: 저자 작성

공출현에 기반하여 일원모드 네트워크를 구축하는 방법은 여러 가지가 있는데 본 연구에서는 [식 3-1]과 같이 코사인 유사도(Cosine Similarity)를 활용하여 키워드 간 인접행렬을 구축하도록 한다. 코사인 유사도는 -1~1의 값을 가지며 1에 가까울수록 키워드 간 관련성이 높은 것으로 분석할 수 있다.

$$CosineSimilarity = \frac{\sum_{k=1}^{n} C_{ik} - C_{jk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{n} C_{ik}^2}\sqrt{\sum_{k=1}^{n} C_{jk}^2}} \qquad \text{[식 3-1]}$$

(Ci=키워드 i 등장횟수, Cj=키워드 j 등장횟수, k=각 논문)

다섯째, 키워드 노드들로만 이루어진 키워드 네트워크를 활용하여 중심성(Centrality)과 클러스터 분석을 시행한다. 네트워크에서 개별 노드의 영향력을 분석하는 방법 중에 가장 대표적인 것이 중심성을 계산하는 것이다. 노드의 중심성에는 연결중심성(Degree Centrality), 매개중심성(Betweeness Centrality), 위세중심성(Eigenvector Centrality), 근접중심성(Closeness Centrality) 등이 있다. 본 연구에서는 키워드 노드의 영향력을 파악하기 위해서 연결중심성과 매개중심성, 근접중심성, 페이지랭크 벡터(PageRank Vector)를 계산한다. 연결중심성은 하나의 노드가 얼마나 많이 다른 노드들과 링크로 연결되어 있는지 파악한다. 네트워크상에서 다른 노드들과 링크로 많이 연결되어 있을수록 연결중심성 값은 높아진다. 키워드 네트워크에서 연결중심성이 높은 키워드는 분석 대상 문헌들을 대표하는 토픽을 상징할 가능성이 매우 높다.[23] 일반적으로 연결중심성이 높은 키워드는 문헌에서 출현 빈도도 높은 편이다. 연결중심성은 [식 3-2]와 같이 계산한다.

23) Rha(2020), p. 4344.

$$cen(a) = \sum_{b=1}^{L} link(a, b) \quad \text{[식 3-2]}$$

(두 노드 a, b의 연결 여부)

매개중심성은 노드가 다른 노드들 사이의 링크를 매개하는 정도를 나타낸다. 특정 노드들의 최단 거리에 존재할수록 매개중심성 값은 높아진다. 키워드 네트워크에서 매개중심성이 높은 경우는 서로 다른 토픽들을 연결해주는 주제들과 밀접한 관련이 있는 키워드로 분석할 수 있으며, 확장성 있는 주제들과 주로 연관성이 높다. 매개중심성은 [식 3-3]과 같이 계산할 수 있다.

$$cen(a) = \sum_{b<c} g(b, c, a)/g(b, c)^{24)} \quad \text{[식 3-3]}$$

중심성 분석을 통해 개별 노드의 영향력을 파악하고 나서 네트워크 구조에 따른 클러스터 분석을 시행한다. 클러스터는 응집성이 높은 노드들끼리 그룹을 이루어 구성한다. 본 연구에서는 Netminer4.0을 활용하여 클러스터 분석을 시행하며, 동일 클러스터 내의 노드들끼리의 밀도는 증가하고 외부 클러스터의 노드들과는 밀도는 감소하는 방법으로 최적의 클러스터 구성을 찾는다. 클러스터 구성의 적절성은 Mojena(1977)가 제시한 Best Cut 값을 활용한다. 클러스터 분석 후에 각 클러스터에 포함된 키워드를 분석하고 키워드 노드 그룹의 제목을 정하고 관련 내용들을 파악한다. 네트워크 텍스트 분석 절차를 요약하면 〈표 3-6〉과 같다.

24) 두 노드 b, c 사이의 최단 경로를 g(b, c)로 했을 때, 노드 a가 노드 b, c 간을 경유하는 경우를 g(a, b, c)로 가정했다.

〈표 3-6〉 네트워크 텍스트 분석 절차

연구 방법 순서	주요 내용
1. 문헌자료 수집	• 빅카인즈 데이터베이스로부터 해운·물류 리스크 관련 기사 수집 • 해운·물류 시황 관련 검색어 활용
2. 키워드 추출 및 정제작업	• 빅카인즈 제공 키워드 활용 • 제공 키워드 없을 시 제목과 헤드라인에서 키워드 추출 • 유의어와 제외어 선정 및 처리
3. 기사-키워드 이원모드 네트워크 구축	• 기사와 키워드 간 행렬 기반으로 이원모드 네트워크
4. 키워드-키워드 일원모드 네트워크 구축	• 기사-키워드 이원모드 네트워크를 코사인 유사도에 기반하여 키워드-키워드 일원모드 네트워크로 변환
5. 키워드 네트워크 분석	• 연결중심성과 매개중심성 분석을 통해서 각 키워드 노드의 영향력 파악과 주요 이슈 파악 • 클러스터 분석을 통해서 해운·물류 리스크 분야의 이슈 동향 파악

자료: 저자 작성

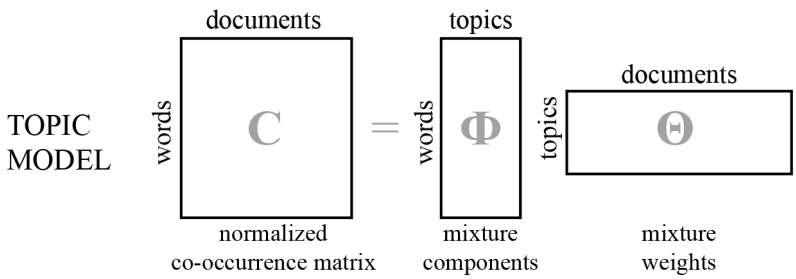
3) 토픽 모델링 분석[25)]

(1) 토픽 모델링 정의

토픽 모델링은 문헌자료에서 추출한 키워드의 토픽그룹 형태를 파악하는 분석 방법이다. 문헌자료에서 숨겨져 있는 토픽들을 확률적 생성모형에 기반하여 통계적으로 파악한다. 토픽 모델링의 원리는 다음과 같다. 분석 대상 문헌자료들로부터 문서열과 단어행으로 이루어진 행렬을 구성한다. 이 행렬은 네트워크 텍스트 분석에서 구성한 문서-키워드 이원모드 행렬과 일치한다. 이러한 이원모드 행렬은 〈그림 3-2〉와 같이 문서열과 토픽행의 행렬과 토픽열과 단어행으로 구성된 행렬의 곱으로 추론할 수 있다.[26)]

25) 본 연구에서는 토픽 모델링 분석을 위해 Netminer4.0을 활용한다.
26) Steyvers & Griffiths eds.(2007), pp. 439-460.

〈그림 3-2〉 토픽 모델링 행렬 곱셈



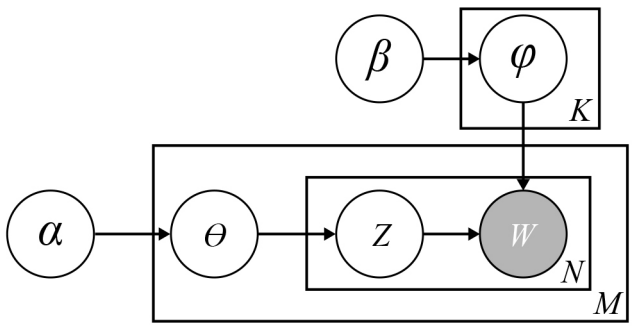
자료: Steyvers & Griffiths eds.(2007), pp. 439-460.

본 연구의 경우 기사자료들은 주어졌기 때문에 기사-키워드 행렬을 가지고 역으로 문서열과 토픽행의 행렬과 토픽열과 단어행으로 구성된 행렬을 확률적 생성모형에 기반하여 추론한다. 이러한 알고리즘을 LDA라고 한다.[27]

확률적 생성모형은 〈그림 3-3〉과 같다. α, β, K는 디리클레 분포의 하이퍼 파라미터 값으로 토픽 모델링 분석을 할 때 연구자가 지정해야 하는 값이다. α값이 주어지면 문서의 토픽 디리클레 분포인 θ를 추정할 수 있게 된다. 그리고 β 값을 지정하면 토픽의 단어 분포 생성을 위한 디리클레 파라미터가 정해지기 때문에 φ를 추정할 수 있으며, 마지막으로 토픽그룹의 수인 k를 지정하면 토픽 모델링 분석을 시행할 수 있다. 토픽 모델링은 결국 역으로 구해지는 행렬의 곱셈을 통해 원래의 문서-단어 행렬을 얼마나 잘 구현해내는가에 따라서 분석의 정확성을 판단할 수 있다.

27) Blei, Ng, & Jordan(2003), pp. 993-1022.

〈그림 3-3〉 LDA 토픽모델링 토픽 산출과정



자료: Blei, Ng, & Jordan(2003), pp. 993-1022.

(2) 토픽 모델링 분석 절차

본 연구의 토픽 모델링 분석 절차는 다음과 같다. 첫째, 네트워크 텍스트 분석에서 구성한 기사-단어 이원모드 행렬을 활용한다. 일반적인 토픽 모델링 분석은 문서를 수집하고 토크나이제이션(Tokenization)을 통해 분석 유닛별로 단어를 추출하고 정제작업을 시행한다. 확률적 생성모형에 기반하여 파라미터 값들을 지정하여 분석을 시행한다.

둘째, α, β, K와 같은 디리클레 분포 하이퍼 파라미터 값을 지정한다. 선행연구에 따라 α값은 α=50/k로 계산하고, β값은 0.01로 지정한다.[28] 토픽의 수는 복잡도(Perplexity)를 계산하여 값이 작으면 작을수록 토픽 모델이 실제 문헌을 정확히 반영하고 있는 것으로 볼 수 있다.[29] 본 연구에서는 복잡도를 계산하지 않고, 네트워크 텍스트 분석을 통해서 도출된 적정 클러스터 값을 참고하여 토픽의 수 k를 지정한다.

28) Griffiths & Steyvers(2004), p. 5230.
29) Zhao et al.(2015), pp. 1-10.

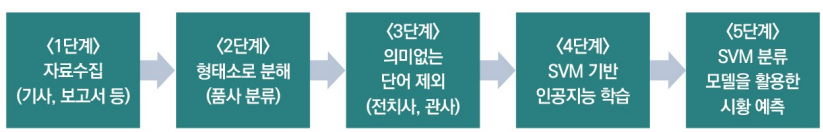
4) 서포트 벡터 머신(SVM) 분석

본 연구에서는 텍스트를 활용해 공급망에 대한 리스크 요인 파악뿐만 아니라 도출된 주요 리스크 키워드를 해운시황에 매칭시킬 수 있는 방안을 연구한다. 텍스트가 가지는 감성(sentiment)에 대한 긍정과 부정을 활용해서 시장의 분위기를 파악하는 일반적인 감성분석 방식에서 벗어나 인공지능을 활용한 예측을 실시한다. 이를 위해 이번 연구에서는 네트워크 텍스트 분석을 통해 도출된 핵심 키워드를 중심으로 SVM 기법을 활용한 해운시황 예측을 실시한다.

SVM 분석 방법의 절차를 보면 먼저 비정형 데이터를 수집한 후 최소 단위인 형태소로 분리하는 품사 분류 작업을 실시한다. 이후 분석 과정에 의미가 거의 없는 관사, 전치사 등의 단어를 제외하는 전처리 작업을 수행한다. 그리고 마지막 단계에서, 전처리 작업을 거친 최종 단어들은 SVM을 활용한 인공지능 학습 및 분류 기법을 통해 해운시장에 발표되는 컨테이너 지수(SCFI)와 매칭 학습시켜 '긍정' 또는 '부정'으로 분류 및 예측을 실시한다.[30]

SVM을 활용한 예측 방법은 학습을 통해 기존 많이 활용되고 있는 감성분석 방법론과 달리 비정형 문자(Input Data) 학습을 통해 문자가 '상승' 및 '하락'에 어떠한 영향을 미치는지 분류한다.[31] 예로 '공급(Supply)'이라는 단어와 컨테이너 운임이 동반 상승했다면 '공급(Supply)'은 '긍정'의 값(의미)을 갖게 된다.[32]

〈그림 3-4〉 SVM 흐름도



자료: 저자 작성

30) 김병주 외(2021), p.61
31) 김병주 외(2021), p.62
32) 김병주 외(2021), p.62

본 연구에서 수행한 SVM을 활용한 해운시황 예측 프로세스는 다음과 같다. 첫째, 작업디렉터리를 설정하고 단어 전처리에 필요한 함수를 읽어 온다. 둘째, 'word_tmp' 함수를 사용하여 최소 단위인 형태소로 문장을 분리한다. 셋째, 분리된 형태소에서 분석에 필요 없는 단어(관사, 전치사) 및 '/', '?', '!' 등과 같이 의미 없는 기호들을 제외한다. 넷째, 지금까지의 과정을 거쳐 토큰화된 단어들을 해운시장 지표와 매칭하여 분석을 실시한다. 이를 통해 해운시황에 '긍정' 또는 '부정'적인 영향을 미친 단어로 분류가 가능하며, 본 과정을 거쳐 수행된 학습 데이터들을 기준으로 예측하고자 하는 시점의 컨테이너선 운임을 예측할 수 있다.[33]

4. 분석 결과

1) 텍스트 마이닝 분석

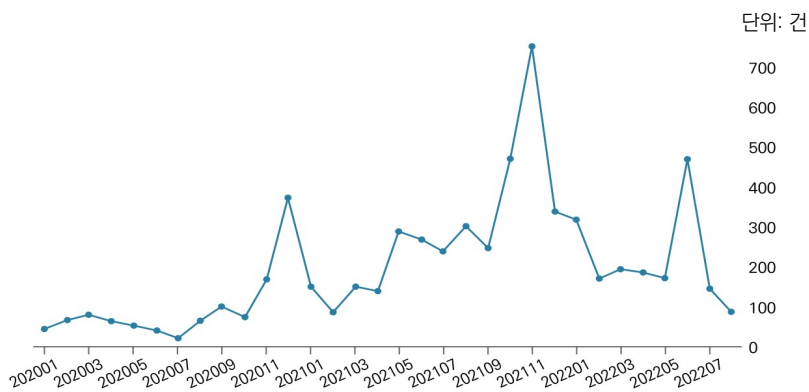
(1) 분석 대상 문헌자료 수집

본 연구에서는 해운·물류 분야의 리스크 요인들을 체계적으로 분석하기 위해서 대표적인 비정형 텍스트 자료인 뉴스기사를 활용하였다. 그동안 다수의 해운·물류 분야 연구들이 국내외 뉴스기사들을 분석 대상으로 하여 텍스트 마이닝 분석 시행하였다.[34] 뉴스기사 검색을 위해서 대표적인 국내 기사 데이터베이스인 '빅카인즈'를 활용하였다. 빅카인즈에서는 언론사와 검색 기간을 지정할 수 있다. 본 연구에서는 해운·물류 관련 기사들을 검색하기 위해서 '공급망 불안정', '공급사슬 불안정', '물류지연', '물류단절', '물류대란', '선박 운송 지연', '해운·물류', '해운·물류 리스크', '해운운임' 등을 사용하였으며,

33) 김병주 외(2021), pp. 65-67.
34) 박성화·권장한·김태일(2018); 최건우·윤희성·김동원(2019); 윤희영·곽일엽(2021); 한하늘·김용진·신나라(2021)

검색 기간은 최근 3년(2020년-2022년)으로 지정하였다. 해운·물류 분야와 직접적으로 관련 있는 기사자료들만을 검색하기 위해서 반드시 포함되어야 하는 키워드로 '해운·물류'를 지정하였다. 또한 자주 언급되는 주요 이슈들을 파악하기 위해 빅카인즈에서 제공하는 모든 언론사의 기사자료들을 분석 대상으로 하였다. 검색 기준에 따라 최종적으로 검색된 뉴스기사는 총 1만 4,705편이다. 연도별로 기사의 분포를 살펴보면 〈그림 3-5〉와 같다. 코로나19가 팬데믹으로 심화되기 시작한 2020년도 초부터 관련 기사량이 급증한 것을 알 수 있으며, 최근까지 해운·물류의 리스크와 관련한 기사들이 주목받고 있음을 확인할 수 있다.

〈그림 3-5〉 연도별 기사 분포



자료: 저자 작성

(2) 키워드 추출 및 정제작업

유의미한 텍스트 마이닝 분석 결과를 도출하기 위해서는 분석 대상 문헌자료들로 적절한 방법을 활용하여 키워드를 추출하여야 한다. 본 연구에서 주로 활용하는 네트워크 텍스트 분석의 경우 주로 두 가지 방법을 활용한다. 첫째, 문헌자료 또는 특정 데이터베이스에서 추출하여 제공하는 키워드를 활용한다.

연구논문의 저자 키워드, 문헌 데이터베이스의 인덱스 키워드를 활용하는 경우가 이에 해당한다. 이 경우에는 연구자 또는 데이터베이스에서 기본적인 정제작업을 통해 키워드를 제시하기 때문에 키워드의 의미중복이나 무의미한 키워드의 활용을 방지할 수 있는 장점이 있다. 반면에 텍스트 전반에 숨겨져 있는 다양한 의미들을 추론하는 데는 한계가 있다. 둘째, 연구자가 문헌자료로부터 단어들 간의 문헌 속에서의 위치와 거리를 고려하여 직접 키워드를 추출하는 방법이다. 인덱스 키워드가 정리되어 있지 않은 경우에 시행하며, 비정형 텍스트에 숨겨져 있는 다양한 의미들을 파악하는 데 유리하다. 그러나 추출하는 키워드의 수가 상대적으로 많으며 이에 따라 유의어, 복합어, 제외어 처리 등이 매우 복잡해지는 단점이 있다.

본 연구에서는 키워드 추출을 위해 빅카인즈에서 제공하는 특성화 추출 키워드를 활용하였다. 빅카인즈에서 검색어, 기간, 언론사 등을 지정하여 뉴스기사들을 검색하고 주요 검색 결과를 엑셀 파일로 다운로드받을 수 있다. 주요 검색 결과에는 빅카인즈에서 제공하는 특성화 키워드(인덱스 키워드)가 포함되어 있다. 특성화 키워드는 뉴스기사 자료들의 특성을 고려하여 빈출 키워드를 추출하며, 특정 뉴스기사들과 관련성의 정도에 따라 제시된다.

인덱스 키워드를 활용하더라도 키워드의 정제작업이 필요하다. 예를 들어, '공급망' 관련 기사에 대해서 '공급망', '공급사슬' 또는 'SCM(Supply Chain Management)' 등의 다양한 인덱스 키워드로 제시되는 경우가 있을 수 있다. 이 경우에 의미가 유사한 단어들끼리 유의어로 지정하여 분석하여야 한다. 또한 인덱스 키워드로 제시가 되었다고 하더라도 텍스트 분석에서 유의미하지 않은 경우들을 고려하여야 한다. 본 연구의 경우 문헌자료들을 검색하기 위하여 모든 기사자료에 '해운' 또는 '해운·물류' 키워드가 포함되는 조건을 명령어로 포함하였다. 따라서 검색된 대부분의 기사에서 '해운'이라는 단어는 반드시 포함되었을 확률이 높다. 이런 경우에 '해운'이라는 단어는 가장 많이 출현하는 단어이지만, 불용성의 성격을 가진 단어일 가능성이 높다. 이는 텍스트 마이닝에

서 고려하는 TF-IDF 개념과 매우 유사하다. 따라서 본 연구에서는 해당 분야 전문가들의 판단에 따라 '해운', '물류', '해운·물류', '리스크' 등의 키워드는 분석에서 제외하였다. 그 외에 특성화 추출 키워드 중에서 '있다', '효과', '분석' 등 불용성의 성격을 지닌 키워드와 특정 기업과 인물에 대한 키워드는 불필요하다고 판단하여 분석에서 가급적 제외하였다.

본 연구에서는 정제작업을 통해서 1만 4,705편의 기사로부터 총 3만 5,380개의 특성화 키워드를 추출하여 분석에 활용하였다. 1만 4,705편의 기사로부터 가장 빈번하게 출현한 키워드를 정리하면 〈표 3-7〉과 같다.

키워드의 빈출 정도에 따라서 〈그림 3-6〉과 같이 워드클라우드를 작성하였다. 글자 크기가 클수록 출현 빈도가 높은 키워드이다. 가장 출현 빈도가 높았던 키워드는 '코로나'이다. 코로나19 팬데믹의 영향으로 해운·물류 분야에 상당한 변화와 함께 여러 위험요인이 발생했음을 알 수 있다. 또한 '공급망', '원자재', '러시아-우크라이나 전쟁', '컨테이너선', '물동량', '물류대란' 등의 키워드가 해운·물류 분야의 리스크를 다룬 기사에 자주 등장한 것을 확인할 수 있다. 코로나19 팬데믹으로 더욱 가속화된 미국과 중국의 무역 갈등과 러시아와 우크라이나의 전쟁으로 인한 원자재 가격 급등에 따른 글로벌 공급망의 재편에 대한 사회적 관심이 매우 큰 것을 알 수 있다.

〈표 3-7〉 빈출 단어(상위 10개)

키워드	출현 빈도	키워드	출현 빈도
코로나	6,705	인플레이션	1,688
미국	5,353	반도체	1,687
공급망	4,860	원자재	1,563
중국	3,948	가능성	1,474
한국	3,496	우크라이나	1,458

자료: 저자 작성

〈그림 3-6〉 빈출 단어 워드클라우드



자료: 저자 작성

(3) 키워드 네트워크 구축

키워드를 추출한 이후에는 네트워크 텍스트 분석을 위해서 키워드 네트워크를 구축해야 한다. 빅카인즈로부터 추출한 자료 형태는 기본적으로 각각의 기사자료에 어떠한 특성화 추출 키워드가 있는지 보여준다. 이는 문서와 키워드로 이루어진 이원모드 네트워크를 위한 행렬의 기초자료를 제공한다. 본 연구에서는 분석의 용이성을 위해서 1만 4,705편의 기사에서 최소 5번 이상 등장한 키워드만을 분석 대상으로 하였다. 뉴스기사와 등장 키워드를 링크로 연결하여 인접행렬을 구성한다. 인접행렬 구성을 위해서 Netminer4.0에서 제공하는 에지리스트(Edge List) 기능을 활용한다.

〈표 3-8〉 기사-키워드 에지리스트(일부)

기사노드	단어노드	가중치
1	여수광양항	1
1	상반기	1
1	중국	1
1	물동량	1
1	ygpa	1
1	인천항	1
1	100만	1
1	부산항	1
1	울산항	1
1	융복합	1
1	정시성	1
1	부정기선	1

자료: 저자 작성

〈표 3-8〉에서는 첫째 기사에서 추출한 키워드를 제시하고 있다. 에지리스트를 통해서 특정 기사에 등장하는 특정 키워드를 파악할 수 있는데, 첫째 기사에서 여수광양항, 중국, 물동량, 정시성, 부정기선 등의 키워드가 출현하고 있다. 본 연구에서는 빅카인즈에서 추출한 특성화 키워드를 활용하였기 때문에 기사별 키워드가 등장할 수 있는 최대 출현 수는 '1'이 된다. 〈표 3-8〉에서 기사노드는 기사를 의미하고 단어노드는 키워드를 의미한다. 에지리스트는 기사-키워드 이원모드 네트워크를 구출하기 위한 기초자료를 제공한다. 가중치가 '0'이 아닌 '1'인 경우 네트워크상에서 링크로 연결된다. 만약에 '부정기선' 이는 키워드가 다른 기사에서도 등장하는 경우는 기사-키워드 이원모드 네트워크에서 부정기선 노드의 출현 빈도(Degree)는 '2'가 된다. 최종적으로 1만 4,705편의 뉴스기사에 등장하는 3만 5,380개의 키워드 사이에 등장 관계에 따라 '0' 또는 '1'의 가중치가 부여되었다.

가. 밀도 분석(Density Analysis)

네트워크의 밀도 분석은 네트워크에서 노드들 상호 간 연결된 정도를 지표화한 것이다. 네트워크의 밀도가 높을수록 노드들 사이의 링크 수가 늘어난다. 밀도는 네트워크에서 실제 노드 간의 링크의 수를 노드들 간 링크로 연결 가능한 최대 경우의 수로 나눈 값이다. 따라서 네트워크상의 모든 노드가 링크로 연결되어 있는 경우 네트워크 밀도의 값은 '1'이 된다. 네트워크 밀도 값이 '1'이면 모든 노드의 영향력은 균등하며 노드별로 중심성 분석의 의미가 없어진다. 그러나 대부분 네트워크의 밀도는 '1'이 될 수 없으며 노드 간 링크로 연결되지 않는 경우가 다수 존재하게 되고 자연스럽게 구조적 공백(Structural Hole)이 생기게 된다. 이에 따라서 특정 노드들이 노드들 사이를 중개하면서 영향력이 커진다. 따라서 노드들이 얼마나 그리고 어떻게 다른 노드들과 연결되어 있는가에 따라서 개별 노드들의 영향력이 다를 수밖에 없다.

본 연구에서는 키워드 네트워크를 구축한 이후에 밀도를 분석하였다. 네트워크 밀도의 분석은 [식 3-4]와 같다. 키워드 네트워크의 밀도는 0.017로 계산되었다. 따라서 키워드 네트워크에서 개별 노드들의 중심성 값이 다르고, 네트워크에서의 영향력이 상이하기 때문에 주요 주제들과 클러스터 분석이 가능함을 확인하였다.

$$Density = \frac{l}{\frac{N(N-1)}{2}} \qquad \text{[식 3-4]}$$

(N은 전체 노드의 수, l은 네트워크 링크의 수 가정)

나. 중심성 분석(Centrality Analysis)

키워드 네트워크를 구축하여 개별 노드의 중심성을 분석하였다. 중심성 분석은 네트워크에서 개별 키워드 노드들이 어느 정도의 영향력이 있는지 파악하기 위함이다. 본 연구에서는 연결중심성과 매개중심성을 분석하였다. 연결중심성은 해당 키워드 노드가 다른 키워드 노드들과 연결된 정도를 의미한다. 따라서 특정 키워드 노드가 다른 키워드노드들과 링크로 연결이 많이 될수록 중심성 값이 높아진다. 연결중심성 값이 높은 키워드는 해운·물류 분야 리스크 뉴스에서 가장 자주 언급되었던 주제들을 상징하는 키워드로 간주할 수 있다.

연결중심성 분석 결과 지난 3년 동안 해운·물류 리스크 요인으로 언론에서 가장 많은 조망을 받은 이슈는 '미국과 중국의 무역 갈등'이었던 것을 확인할 수 있다. 미중 무역 갈등으로 인해서 글로벌 공급망 재편이 일어나고 있으며, 이로 인해 일본과 EU 등도 자국 중심으로 산업의 공급망을 재편하고 있는 가운데 해운·물류 분야의 리스크 요인으로 자리 잡게 되었다. 공급망은 전통적으로 시장에서 개별 기업과 산업 간의 이익을 극대화하는 방향으로 효율성과 비용을 최소화하여 왔기 때문에 상호 간 신뢰를 바탕으로 거래가 이루어져 왔다. 그러나 코로나19 팬데믹 이후에 국가 간 무역 마찰과 자국 중심의 공급망 재편이 이루어지면서 대응 가능 임계치를 넘어 '공급망 단절'보다 심각한 '공급망 교란' 상황으로 변화하고 있다. 기존 '공급망 단절'이 공급망 내부의 문제로 촉발된 것이라면, '공급망 단절'은 국가 간의 통상마찰과 같은 정치·사회적 요인으로 인해 야기된 것으로 분석할 수 있다. 또한 선복량 부족, 물동량 변동, 항만 근로자의 파업과 같은 이슈들이 해운운임 전반적인 상승과 컨테이너의 부족과 같은 다양한 리스크 요인을 파생시킨 것으로 보인다.

〈표 3-9〉 연결중심성 분석 결과

키워드	연결중심성	키워드	연결중심성
미국	0.101652	인천항	0.036849
코로나	0.100381	선복량	0.036849
해운	0.100381	부산	0.036849
컨테이너선	0.09784	격려금	0.036849
중국	0.086404	서울시	0.036849
물류대란	0.086404	임단협	0.036849
총파업	0.07878	국적선사	0.035578
물동량	0.07751	한진해운	0.035578
화물차	0.076239	문재인	0.035578
해운업	0.074968	백악관	0.035578
미주	0.073698	해운업계	0.034307
조합원	0.073698	해운사	0.034307
중소기업	0.069886	경쟁력	0.034307
선복	0.068615	반도체	0.034307
노동자	0.068615	부산신항	0.034307
유럽	0.064803	조선	0.034307
화물연대	0.064803	교통부	0.034307
요소수	0.062262	중앙노동위원회	0.034307
임시선박	0.05972		
관계자	0.055909	한국무역협회	0.033037
연구원	0.055909	무역협회	0.033037
teu	0.054638	la	0.033037
공급망	0.052097	롱비치항	0.033037
영업이익	0.052097	대통령	0.033037
화물	0.049555	해상노조	0.033037
부산항	0.048285	해원노조	0.033037
서안	0.044473	삼성전자	0.031766
파업	0.044473	한국투자증권	0.031766
안전운임제	0.044473	서울의료원	0.031766
사측	0.044473	주유소	0.031766
확진자	0.043202	감염병	0.031766
운반선	0.041931	수출품	0.031766
성과급	0.041931	용산	0.031766
해수부	0.040661	분류작업	0.029225

자료: 저자 작성

매개중심성은 연결중심성과는 다른 관점에서 키워드 노드의 영향력을 파악한다. 매개중심성은 개별 노드가 다른 노드들 사이의 최단 거리에 등장하는 횟수를 기준으로 계산한다. 키워드 네트워크에서 매개중심성 값이 높을수록 이슈 사이를 연계하는 확장성이 강한 이슈로 분석 가능하다. 매개성이 강한 키워드는 여러 리스크 관련 이슈와 깊은 연관성이 있다고 볼 수 있다. 매개중심성 분석 결과는 〈표 3-10〉과 같다.

〈표 3-10〉 매개중심성 분석 결과

키워드	매개중심성	키워드	매개중심성
코로나	0.094825	부산	0.011348
물류대란	0.074965	화물	0.010797
미국	0.065897	임시선박	0.010376
hmm	0.057488	해수부	0.010167
중국	0.05616	여수	0.01009
해운	0.041662	베트남	0.009328
화물차	0.041307	운반선	0.009316
노동자	0.040343	인천항	0.009075
컨테이너선	0.039262	외국인	0.008712
중소기업	0.037771	수출품	0.008677
물동량	0.031779	브렉시트	0.008674
요소수	0.029862	삼성전자	0.008279
선복	0.026276	물류비	0.008174
총파업	0.024287	상반기	0.007954
조합원	0.024255	운임	0.007684
연구원	0.022164	인플레이션	0.007571
서울	0.021437	포스코	0.007424
부산항	0.020726	교통부	0.007356
유럽	0.019601	농수산식품	0.007314
관계자	0.019091	온라인	0.007127
영업이익	0.019074	인천	0.007052
촬영기자	0.018111	대표이사	0.006509

키워드	매개중심성	키워드	매개중심성
미주	0.018091	배후단지	0.006441
화물연대	0.016469	백악관	0.006355
공급망	0.016334	확진자	0.006351
한국	0.014739	음성변조	0.006292
해운업	0.014374	안전운임제	0.006272
원자재	0.013413	구인난	0.006199
teu	0.01338	호주	0.00619
부산신항	0.012855	광양항	0.006173
자동차	0.012155	여수광양항만공사	0.006168
해양수산부	0.011899	근로자	0.005926
수출액	0.011847	중소화주	0.005877
반도체	0.01145		

자료: 저자 작성

매개중심성 분석 결과 지난 3년 동안 해운·물류 리스크의 다양한 이슈들을 야기한 요인은 코로나19 팬데믹인 것으로 파악되었다. 리스크 관리 차원에서 물류 또는 공급망 자체의 내부적인 요인들을 관리하는 것이 중요하지만, 향후 다양한 정치·사회적 이슈들에 대한 체계적인 분석과 관리가 필요함을 시사하고 있다. 이는 미국과 중국의 무역 갈등과도 관련이 깊어 보인다. 그 외에 '인플레이션', '노동자', '공급망' 등이 매개중심성 값이 높은 키워드로 분류되었다. 전 세계적인 인플레이션으로 인한 다양한 파급에 대해서 해운·물류 분야도 대비가 필요해 보인다. 인플레이션으로 인한 소비 위축이 해운물동량에 변동성에 미치는 영향에 대해서 리스크 관리 차원에서 살펴볼 필요가 있다. 코로나19 팬데믹 이후의 상황을 보면 물동량 폭증에 따라서 인플레이션이 가속화된 측면도 있으나, 과도한 인플레이션으로 인해 물동량 감소가 생길 수 있으며 다른 측면에서 해운·물류 분야에 위기를 불러일으킬 수 있다.

연결중심성과 매개중심성 이외에 키워드 노드의 다측면 분석을 위해서 근접중심성과 페이지랭크 벡터를 추가 분석하였다. 근접중심성은 키워드 네트

워크에서 하나의 키워드 노드가 다른 키워드 노드에 링크를 통해서 연결되기까지의 단계를 보여주는 지표 값으로, 두 개의 키워드 간 링크의 최단 거리의 총합을 의미한다. 키워드 네트워크에서 근접중심성 값이 크면 다른 키워드와의 관계성의 정도가 매우 크고 네트워크에서 중앙에 가깝게 위치하게 된다. 키워드 근접중심성은 [식 3-5]와 같이 계산한다.

$$cen(a) = N-1 / \sum_{X \neq a} l_{X,a} \qquad \text{[식 3-5]}$$

(N은 전체 노드의 수, l은 두 노드 사이의 최단 거리를 가정)

키워드 네트워크의 근접중심성 분석 결괏값은 〈표 3-11〉과 같다. 근접중심성이 높은 키워드들은 '물류대란', '코로나', '중국', '미국', '컨테이너선', '물동량', '선복', '임시선박' 등의 키워드로 분석되었다. 이러한 키워드는 키워드 네트워크에서 중앙에 있으며, 다른 키워드와의 연결 관계 정도가 강한 것을 확인할 수 있다.

〈표 3-11〉 근접중심성 분석 결과

키워드	근접중심성	키워드	근접중심성
물류대란	0.437819	한국	0.386273
hmm	0.431449	teu	0.385693
코로나	0.427858	자동차	0.38263
중국	0.424793	임시선박	0.38263
관계자	0.421311	조합원	0.378684
미국	0.420622	총파업	0.378312
해운	0.41925	1만	0.377756
컨테이너선	0.418567	요소수	0.377571
물동량	0.410325	화물연대	0.376649
유럽	0.408802	연구원	0.376281
선복	0.404512	공급망	0.376098
미주	0.403454	서안	0.374818
중소기업	0.398038	상반기	0.373909

키워드	근접중심성	키워드	근접중심성
화물차	0.396605	영업이익	0.371387
해운업	0.394777	원자재	0.36943
부산항	0.392966	경쟁력	0.36943
부산	0.390775	우리나라	0.368723

자료: 저자 작성

페이지랭크는 웹페이지 검색엔진에서 검색어를 활용하여 주요 웹페이지의 영향력 순위를 파악하는 데 사용된다. 텍스트 분석에서 페이지랭크는 일반적으로 기사 간의 인용관계에 중심을 둔다. 영향력 있는 기사에 의해서 많이 인용될수록 페이지랭크 벡터값이 증가한다. 특정 기사를 인용하는 기사들이 얼마나 많이 있는지 파악하는 과정을 링크의 숫자로 정규화하는 방식을 사용한다(Brin & Page, 1998; Ding, 2011). 본 연구에서는 기사 대신에 키워드 네트워크에서의 키워드 간 연결 관계를 기반으로 페이지랭크 벡터값을 분석한다. 페이지랭크는 특정 키워드 노드가 연결 정도가 강한 키워드 노드와 링크로 연결될수록 커지게 된다. 따라서 네트워크에서 페이지랭크 벡터값이 이 큰 노드는 상대적 영향력이 큰 노드로 분석할 수 있다. 단순히 다른 키워드와 링크로 연결이 많이 되어야 영향력이 커지는 것이 아니라 영향력이 강한 키워드와 링크로 연결되어야 값이 커진다.

페이지랭크 분석 결과는 〈표 3-12〉와 같다. 페이지랭크 분석 결과 '미국', '중국', '코로나', '해운', '컨테이너선', '물동량', '총파업' 등의 키워드가 해운·물류 리스크 분야 기사자료들에서 가장 실질적으로 영향력과 파급력이 강한 주제들과 연관된 키워드임을 확인할 수 있다.

〈표 3-12〉 페이지랭크 분석 결과

키워드	페이지랭크	키워드	페이지랭크
미국	0.007083	반도체	0.002688
코로나	0.006805	한국	0.002664
해운	0.006557	파업	0.002663

키워드	페이지랭크	키워드	페이지랭크
컨테이너선	0.005963	백악관	0.002656
중국	0.005789	촬영기자	0.002559
물류대란	0.005663	감염병	0.002522
화물차	0.004881	불법행위	0.002414
중소기업	0.004806	월마트	0.002407
물동량	0.004777		
총파업	0.004763	삼성전자	0.002395
미주	0.004694	상반기	0.002389
선복	0.004435	사측	0.002388
요소수	0.004365	무역협회	0.002379
노동자	0.004342	한국무역협회	0.002355
해운업	0.004316	선복량	0.002345
조합원	0.004204	부산신항	0.002338
유럽	0.004027	연대	0.002323
화물연대	0.003963	국적선사	0.002317
연구원	0.003943	부산	0.002316
공급망	0.003792	추수감사절	0.002315
임시선박	0.003707	문재인	0.002314
영업이익	0.003673	롱비치항	0.002313
teu	0.003501	광양항	0.002308
관계자	0.003394		
확진자	0.003274	근로자	0.002295
부산항	0.00321	중소화주	0.002275
화물	0.003006	업무협약	0.002257
원자재	0.002883	수도권	0.00225
운반선	0.002849	택배노조	0.002237
안전운임제	0.002847	해운사	0.002237
서울시	0.002808	현대글로비스	0.002221
서안	0.00277	롱비치	0.002221
인천항	0.002714	노동부	0.002217
해수부	0.002699		

자료: 저자 작성

다. 클러스터 분석(Cluster Analysis)

키워드 네트워크의 구조적 특성을 활용하여 클러스터 분석을 시행하였다. 대부분의 네트워크에서 노드는 일부 노드들과만 링크로 연결되어 있기 때문에 구조적 공백을 만들게 된다. 이로 인해서 네트워크에서 서로 밀집한 노드들끼리 그룹을 구성할 수 있다. 네트워크 클러스터 분석은 밀도가 높은 노드들끼리 하나의 그룹을 형성하도록 한다. 키워드 네트워크에서 클러스터 분석을 통해 구성된 키워드 그룹들은 하나의 주제를 상징하는 것으로 간주할 수 있다. 본 연구에서는 클러스터 분석의 용이성을 위해 우선적으로 네트워크에서 하나의 큰 그룹을 이루는 Giant Component를 선별한다. 이는 키워드 네트워크에서 상대적으로 다른 노드들과 거리가 멀고 네트워크 외곽에 홀로 존재하는 노드들을 제거하는 개념으로 볼 수 있다. Giant Component를 우선적으로 선별한 이후, Mojena Best Cut 값에 따라서 가장 적합한 클러스터의 수를 파악하여 분석하였다.

본 연구에서는 클러스터 분석 결과에 따른 해운·물류 리스크 이슈별 그룹 분석을 별도로 시행하지는 않았다. 토픽 이슈별 분석은 LDA 토픽 모델링 분석에서 시행한다. 네트워크 텍스트 분석의 결과에 따라서 토픽 모델링 분석 시 적절한 토픽그룹의 수를 '5'로 지정하였다.

2) LDA 토픽 모델링 분석

해운·물류 리스크 분야의 주요 토픽들을 파악하기 위해서 토픽 모델링 분석을 시행하였다. 본 연구에서 활용한 토픽 모델링 분석은 LDA 알고리즘에 기반하고 있다. 따라서 토픽 모델링 분석을 통해서 개별 토픽그룹에 포함될 확률이 높은 키워드와 뉴스기사 자료를 확률적으로 분석할 수 있다.

LDA 토픽 모델링은 확률적 생성모형에 기반하고 있기 때문에 분석을 위해서

는 뉴스기사와 키워드로 구성된 이원모드 행렬이 필요하다. 이원모드 행렬을 네트워크 텍스트 분석을 위해서 구성한 행렬을 그대로 활용하였다. 토픽 모델링 분석에서는 연구자가 적합한 토픽의 수(K)를 지정해야 한다. 적합한 토픽의 수를 파악하기 위해서 복잡도(perplexity)를 계산하여 판단하는 경우도 있으나, 본 연구에서는 네트워크 텍스트 분석에서 파악한 클러스터의 수를 사용하였다. 토픽 모델링의 토픽의 수는 '5'로 지정하고 나머지 디리클레 분포의 하이퍼 파라미터 값인 α, β는 선행연구에 따라 각각 10과 0.01로 지정하였다. 토픽 모델링 분석 결과는 〈표 3-13〉과 같다.

〈표 3-13〉 토픽 모델링 분석 결과

토픽그룹 주요 이슈	관련 키워드
1. 국가 간 신냉전(공급망 재편)	• 미국, 중국, 공급망, 단절, 병목, 우크라이나, 러시아
2. 수급불균형(물동량 변동)	• 해운운임, 물류인프라, 인플레이션, 적체, 혼잡
3. 재해사고(정치·사회적 이슈 포함)	• 코로나, 노동자, 감염, 중단
4. 물류업계 경영 리스크	• 인수합병, ESG, 디지털
5. 항만인력 관리	• 파업, 비용, 자동화

자료: 저자 작성

토픽 모델링 분석 결과에 따라 토픽별로 연관성이 깊은 뉴스기사들을 중심으로 내용을 정리하면 다음과 같다. 첫째 토픽그룹은 국가 간 신냉전에 따른 글로벌 공급망의 재편에 관한 이슈들을 주로 포함하고 있다. 미국과 중국의 무역마찰로 촉발된 자국 중심 글로벌 공급망 재편은 일본과 EU를 포함하여 전 세계적으로 확장되고 있다. 공급망 교란 상황에 따라서 국가 간 통상마찰에 따른 무역안보 차원에서 일부 품목들을 경제안보 품목으로 지정하여 정책적으로 관리하는 상황이다. 해운·물류 분야에서는 선복 확보, 물류비 지원, 수급처 다변화 등을 통해 공급망의 교란 상황에 대비하고 있다. 이러한 가운데 러시아발 리스크에 대한 대비도 필요하다. 주요 에너지 자원을 비롯한 원자재 수급상황이 당분간 악화될 것으로 보이며 러시아 물류통로 단절에 따른 해운·물류 분야의

파급에 대한 분석도 이루어져야 한다. 정치·사회적 이슈에 따른 공급망의 단절과 교란이 반복되고 있기 때문에 해운·물류를 중심으로 하는 동향 모니터링 시스템 구축이 필요하다. 이를 통해 물류 병목에 대한 조기경보 시스템(EWS) 운영도 가능할 것으로 보인다.

〈표 3-14〉 연결중심성 분석 주요 결과(토픽그룹1)

키워드	연결중심성	키워드	연결중심성
물류대란	0.207865	중국	0.022472
공급망	0.146067	러시아	0.022472
미국	0.140449	병목	0.016854

자료: 저자 작성

둘째 토픽그룹은 물동량 변동성 심화에 관한 이슈들을 주로 포함하고 있다. 토픽그룹2의 연결중심성 분석 결과는 〈표 3-15〉와 같다. 지난 수십 년간 효율성과 비용 최소화를 위해서 해운·물류의 기본 인프라가 중국 중심으로 운영되어 왔다. 코로나19 팬데믹 상황과 글로벌 공급망 재편이 맞물리면서 물류의 주요 거점에서 물류 병목현상이 지난 2-3년간 심화되었다. 이로 인해서 해운운임이 최근 급상승하였다. 물동량의 변동성이 증폭하면서 적체 현상, 컨테이너 부족 현상, 항만혼잡도가 증가하였고 이는 정시운항률을 낮추고 물류의 지연시간을 증가시키는 물류대란의 결과로 나타났다. 또한 최근의 전 세계적으로 장기화되고 있는 인플레이션은 해운물동량의 변동성을 불러일으킬 것으로 보이기 때문에 이에 대한 대비가 절실하다.

〈표 3-15〉 연결중심성 분석 주요 결과(토픽그룹2)

키워드	연결중심성	키워드	연결중심성
인플레이션	0.099476	상하이 컨테이너 운임지수	0.078534
물류대란	0.083770	항만 적체	0.036649

자료: 저자 작성

셋째 토픽그룹은 재해사고와 같은 이벤트로 인한 리스크 요인들을 주로 포함하고 있다. 토픽그룹3의 키워드 노드의 연결중심성 분석 결과는 〈표 3-16〉과 같다. 최근 2-3년간 코로나19 팬데믹으로 인해 예기치 않은 물류 중단이 여러 차례 발생하였다. 중국과 싱가포르의 주요 항만에서 항만 종사자들이 코로나19에 걸리면서 항만의 운영이 중단되어 일시적인 물류 중단을 야기하였다. 또한 2021년 3월 수에즈 운하에서 발생한 에버기븐호 좌초사고는 일시적으로 전 세계 물류의 12%를 중단시키기도 하였다. 그동안 공급망 단절을 일으킨 주요 재해 및 사고들은 해운·물류에 일시적인 영향을 주었기 때문에 중장기적 관점에서 대비하기보다는 발생 즉시 대응하는 경우가 다수였다. 그러나 자연재해 성격의 코로나19가 지난 3년간 해운·물류의 많은 부분에 영향을 주었고, 향후에도 해운·물류 분야에 여러 변화를 불러올 것으로 분석되고 있다. 중장기적 관점에서 해운·물류와 관련하여 발생할 수 있는 자연재해, 사고 등에 대한 체계적인 분류와 관리가 필요해 보인다.

〈표 3-16〉 연결중심성 분석 주요 결과(토픽그룹3)

키워드	연결중심성	키워드	연결중심성
코로나	0.185393	감염자	0.084270
근로자	0.162921	중단	0.078652

자료: 저자 작성

넷째 토픽그룹은 해운·물류업계 경영 리스크에 관한 내용들을 주로 포함하고 있다. 토픽그룹4의 연결중심성 분석 결과는 〈표 3-17〉과 같다. 코로나19로 인해서 운임이 상승하면서 주요 글로벌 해운사들의 영업이익이 가파르게 증가하고 이는 업계의 인수합병에 대한 논의로 이어지고 있다. 또한 친환경 경영이 주요 이슈화되면서 오염물질 감소와 기후변화 대비에 대한 노력해야 한다. 최근 ESG 경영을 강제화하기 위해 여러 제도가 마련되고 있다. 해운사를 포함한 주요 해운·물류 관련 업체들은 친환경 경영뿐만 아니라 동시에 안전보건과 같은 노동환경의 개선에 대한 노력도 해야 한다. 그리고 최근에는 디지털

전환(Digital Transformation)과 같이 새로운 물류플랫폼 구축 및 최신 정보기술/데이터 분석기술 도입과 활용에 대해서 업체들이 민첩하게 의사결정을 내려야 하는 상황이다. 해운·물류업계들이 경영 리스크에 효과적으로 대응할 수 있도록 정책적 지원에 대한 고려도 필요한 시점이다.

〈표 3-17〉 연결중심성 분석 주요 결과(토픽그룹4)

키워드	연결중심성	키워드	연결중심성
친환경	0.176471	인수합병	0.037433
ESG	0.165775	디지털	0.021390

자료: 저자 작성

다섯째 토픽그룹은 항만인력에 관한 내용들을 주로 포함하고 있다. 토픽그룹 5의 개별 키워드 노드의 연결중심성 분석 결과는 〈표 3-18〉과 같다. 화물노동자들의 파업으로 인한 항만 적체의 심화가 주된 원인으로 보인다. 물동량의 폭증으로 인해 항만인력의 부족으로 인해 노동자들의 근무 여건이 열악해졌다. 또한 최근 주요 항만에서 시설의 자동화를 추진하면서 비용 절감과 인력 감축과 같은 갈등 상황도 빈번히 발생하고 있다. 항만인력을 위한 환경 개선과 갈등관리가 향후 해운·물류 리스크 관리에서 중요한 요소가 될 것으로 보인다.

〈표 3-18〉 연결중심성 분석 주요 결과(토픽그룹 5)

키워드	연결중심성	키워드	연결중심성
근로자	0.112360	파업	0.073034
자동화	0.089888	물류비용	0.039326

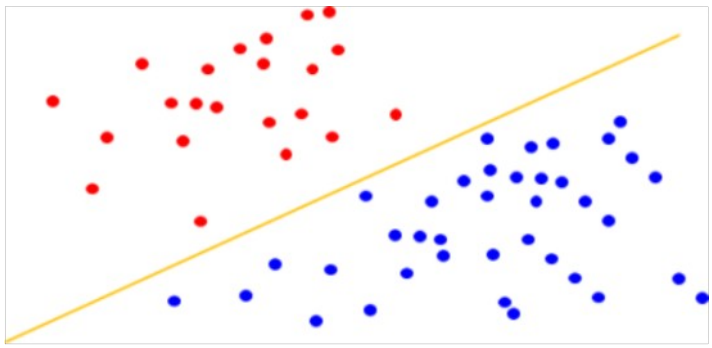
자료: 저자 작성

5. 서포트벡터머신(SVM) 분석

SVM은 분류 과제에 사용할 수 있는 머신러닝 지도학습 모델이며 〈그림

3-7〉과 같이 결정경계(Decision Boundary), 즉 분류를 위한 기준선을 정의하는 모델이다.[35] 개별 연구자에 의해 분류된 감성사전을 이용하는 감성분석 방법과는 달리 SVM은 주어진 데이터들을 인공지능 기법을 통해서 학습한 후 두 개의 집단(클래스)으로 분류하고, 새로운 데이터가 두 집단 가운데 어느 집단에 속하는지를 결정한다. 따라서 SVM은 사전에 정의되지 않은 비정형 데이터들을 대상으로 학습과정을 통해 '긍정(positive)'과 '부정(negative)'으로 분류하고 예측 실험을 수행한다.[36]

〈그림 3-7〉 SVM 결정경계



자료: 저자 작성

본 연구에서는 영국 Informa Publishing에서 발행하는 해운·조선 전문 일간지인 '로이즈 리스트(Lloyd's list)'를 활용한다. 이 전문지는 선주, 중개업자, 조선업자 등이 주요 독자층이며 발행부수는 약 1만 부로 세계 최고 권위의 해운·조선 전문지이다. 로이즈 리스트는 컨테이너선, 건화물선, 탱커선, 가스선, 기타 선박으로 구분하여 기사를 게재하며, 선종별로 기사를 매일 업데이트할 뿐만 아니라 시장 전망에 대한 보고서를 정기적으로 발간하고 있다. 앞서 텍스트 마이닝 분석에서 국내 기사 관련 데이터베이스인 빅카인즈를 사용한

35) 김병주 외(2021), p.74
36) 김병주 외(2021), p.74

것과 달리 SVM 분석에서는 외국 자료인 로이즈 리스트를 사용하였는데, 이는 로이즈 리스트의 경우 컨테이너 선종에 관한 기사만 별도로 제공하고 있기 때문에 별도의 기사 분류 작업이 필요 없을 뿐만 아니라 이러한 분류 과정에서 발생할 수 있는 오류를 최소화할 수 있기에 분석의 대상인 컨테이너 시황과 해운시장에 관련된 기사들로만 구성된 로이즈 리스트를 선택하였다. 또한 앞서 수행한 LDA 토픽 모델링 분석 결과로 도출된 물류대란(토픽그룹1), 항만 적체(토픽그룹2), 코로나(토픽그룹3) 등의 핵심 키워드는 SVM 분석의 절차 가운데 하나인 긍정어[37]와 부정어[38] 분류에서 주요 키워드에 포함되어 운임지수 예측 테스트 분석에 활용되었다.

2020년~2021년 총 2년간 로이즈 리스트의 컨테이너 시황 기사들을 수집하여 단어 전처리 작업을 수행한 결과, 〈표 3-19〉와 같이 2만 890개(중복 단어 제외)의 단어가 수집되었으며, 이 중 SCFI 지표 상승에 긍정적인 영향을 미친 단어는 1만 1,806개, 부정적인 영향을 미친 단어는 9,084개로 분류되었다.[39]

〈표 3-19〉 로이즈 리스트 문자 전처리 결과(컨테이너 기사)

단위: 개

분류된 총단어	긍정어	부정어
20,890	11,806	9,084

자료: 저자 작성

컨테이너 기사에서 SVM을 이용해 '긍·부정'으로 분류를 한 결과는 〈표 3-20〉과 같다. '긍정'으로 분류된 단어는 단어의 의미 자체가 운임의 상승과 연관성이 높은 'increase(증가)', 'positive(긍정)' 등이 일차적으로 해당되며, 단어의 의미는 부정적이지만 공급 축소를 유발해 운임의 상승을 초래하는 pandemic(팬데믹)', 'congestion(혼잡)' 등의 단어들 역시 긍정의 의미를

37) 항만 적체(토픽그룹2)는 congestion, 코로나(토픽그룹3)는 pandemic으로 표현되었다.
38) 물류대란(토픽그룹1)은 disruption으로 표현되었다.
39) 김병주 외(2021), p.75

갖는 단어로 분류되었다. '부정'으로 분류된 단어는 하락 또는 부정적인 의미를 뜻하는 'disruption(붕괴)', 'drop(하락)', 'decline(감소)', 'reduce(축소)', 'outbreak(코로나19 발생)' 등이 해운시황 지표에 부정적(하락)인 영향을 미치는 단어로 분류되었다.[40]

〈표 3-20〉 SVM을 통해 분류된 긍정어 및 부정어(컨테이너 기사)

긍정어		부정어	
supply	increase	disruption	drop
cargo	transshipment	capacity	decline
demand	positive	executive	reduce
pandemic	customer	added	return
congestion	import	outbreak	carriers

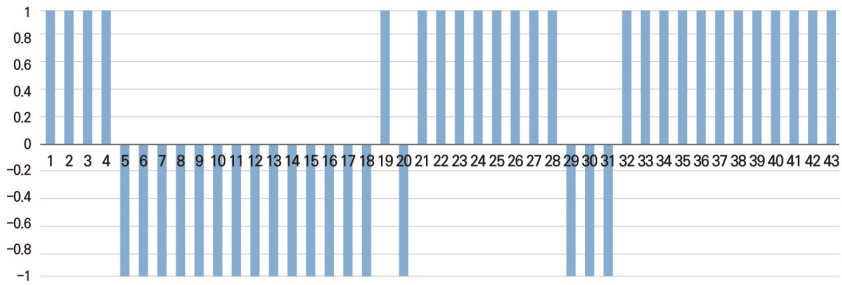
자료: 저자 작성

본 연구에 예측 실험을 수행하기 위해 활용된 로이즈 리스트의 컨테이너 시황 자료는 2020년 1월~2022년 10월 기간의 자료를 수집하여 주 단위로 분류한 자료이다. 데이터 수집기간은 34개월(약 145주)이였으며, 이 중 2020년~2021년 데이터(102주)를 학습을 위한 데이터로 활용하였고, 2022년 1월~10월 데이터(43주)를 성능 평가를 위한 테스트 데이터로 활용하였다.

예측은 컨테이너 시황의 대표적인 지표 중 하나인 SCFI를 활용하여 실시하였다. SVM을 활용해 도출한 예측값은 SCFI의 전주 대비 '상승' 및 '하락' 일치도를 비교해 예측 성능을 확인한다.[41]

40) 키워드 네트워크 분석에서 연결중심성과 매개중심성이 가장 높게 나온 코로나, 물류대란 등의 단어들과 일치한다.
41) 김병주 외(2021), p.70

〈그림 3-8〉 테스트 기간 정확도 추이



주: SCFI와 동일하면 1 아니면 -1
자료: 저자 작성

예측 결과 〈표 3-21〉과 같이 종합 SCFI 지표는 2022년 1월~10월 데이터(43주)의 예측 샘플 중 25개의 샘플이 예측 성공을 기록하며 58.1%의 예측 성공률을 기록하였다. 이 분석 방법이 예상보다 낮은 정확도를 기록한 이유는 컨테이너 시장 운임이 경향성(trend)을 가지기 때문으로 추정된다. 학습데이터로 활용된 2020년부터 2021년은 컨테이너 운임은 하락 없이 지속적으로 상승하는 시기였으며 테스트에 활용된 2022년 1월부터 10월까지는 지속적으로 하락함에 따라 학습효과에 따른 영향도를 제대로 반영할 수 없는 한계가 있다.

〈표 3-21〉 SVM 기법을 활용한 컨테이너 시황 예측 결과

단위: 개, %

구분	총예측 횟수	예측 성공	예측 실패
SCFI	43(100.0)	25(58.1)	18(41.9)

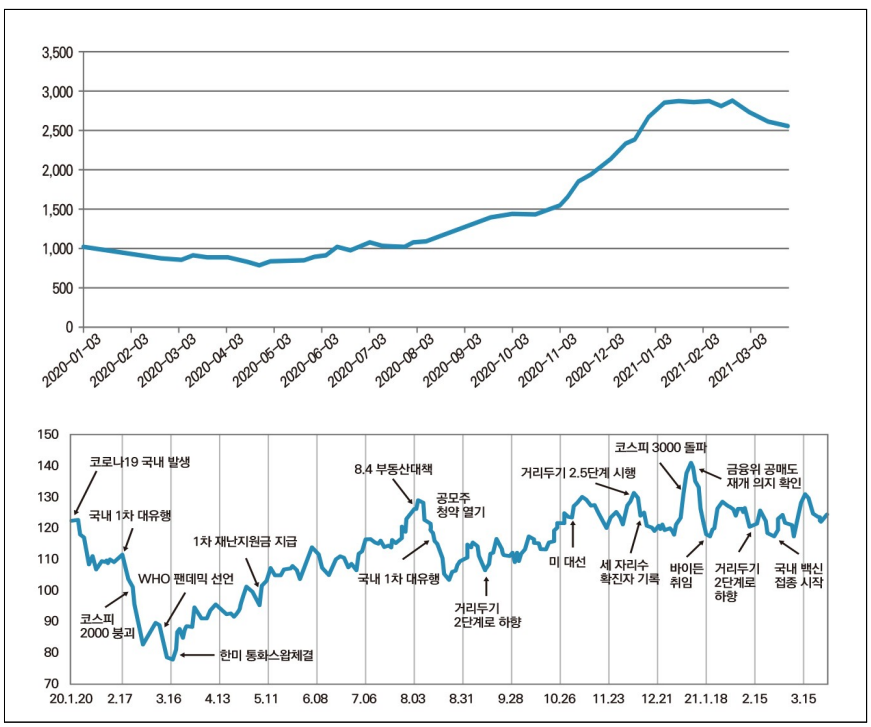
자료: 저자 작성

국내외 구분 없이 컨테이너 해운시장에 영향을 미친 요인과 해운·물류 리스크의 다양한 이슈는 유사한 것으로 나타났다. 사회연결망 분석을 통해 도출된 중심성이 높은 '팬데믹(pandemic)'을 비롯한 '공급망(supply chain)', '물류대란(disruption)' 등은 SVM을 통해 분석된 컨테이너 시장에 영향을 미치는 단어와 유사한 것으로 나타났다. 다만 일반적으로 팬데믹과 같은 단어는

부정적인 인식을 가지고 있으나 SVM을 이용한 결과에서는 해운시장의 운임을 상승시키는 요인으로 작용함을 알 수 있었다.

텍스트를 활용한 예측은 단기적인 시황에는 효율적으로 활용 가능할 것으로 판단되나 장기 예측에는 한계가 있을 것으로 예상된다. 단기적인 이슈가 있는 경우 관련 기사가 증가하면서 시장에 대한 긍정과 부정이 명확하게 나타난다. 반면 중장기적으로 영향을 미치는 이슈는 시장 감성분석을 별도로 분리하기 어렵기 때문에 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 〈그림 3-9〉에서 보듯이 실제로 뉴스 심리 지수(NSI: News Sentiment Index)와 컨테이너 운임과의 관계를 살펴보면 장기적인 추세는 서로 크게 영향이 없는 것으로 판단된다.

〈그림 3-9〉 컨테이너 운임과 뉴스 심리 지수 추이



자료: 상하이해운거래소(상), KMI 내부자료(하)

6. 결론 및 정책제언

1) 결론

본 연구의 목적은 해운·물류 분야의 최근의 리스크 요인들을 분석하여 제시하고 이들 요인이 해운시황에 미치는 영향을 분석함으로써 향후 리스크 관리를 위한 제언을 하는 데 있다. 이를 위해 비정형 문헌자료들을 활용하여 텍스트 마이닝 분석을 시행하였다. 분석 대상 문헌자료는 국내 기사자료들이며, 빅카인즈 뉴스 데이터베이스에서 해운·물류 리스크와 관련한 1만 4,705편의 기사를 검색하여 분석 대상으로 활용하였다. 텍스트 마이닝을 위해서 네트워크 텍스트 분석과 LDA 토픽 모델링 분석을 시행하였다. 텍스트 마이닝 분석을 통해서 1만 4,705편의 기사에 담겨 있는 해운·물류 분야의 주요 이슈들을 체계적으로 분석하였다.

연구결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 국가 간 무역마찰로 인한 신냉전 시대에서의 글로벌 공급망 재편으로 인해 그 어느 때보다 해운·물류의 중장기적 관점의 리스크 관리가 필요한 상황이다. 이러한 이슈와 관련한 키워드가 네트워크에서 중심성이 매우 높은 키워드로 분석되었다. 과거에는 수급불균형으로 인한 공급망의 단절 현상이 일시적이고 파급력이 크지 않았기 때문에 단기간 내에 균형을 찾는 경우들이 다수였다. 그러나 근래의 공급망 단절 상황은 내부적 요인에 따른 일시적 이벤트가 아니라 정치·사회적 외부 요인에 의한 공급망 교란 상황으로 나타나고 있다. 최근의 일본의 한국에 대한 반도체 핵심 소부장 수출 통제, 중국과 호주의 석탄 수출입 갈등으로 인한 중국 요소수 생산 차질에 따른 요소수 부족 사태의 경우가 대표적이다. 지난 수십 년간 해운·물류 공급망 운영에 있어서 효율성과 비용 최소화를 위해 노력해 왔기 때문에 이러한 교란 상황에 대한 대비는 부족한 상황이다. 중장기적으로 중국 중심의 물류인프라를 개선하고 병목 가능 품목과 구간에 대한 체계적인 시스템

구축과 관리가 필요해 보인다.

둘째, 최근 2-3년간 코로나19 팬데믹으로 물동량 변동성이 매우 커짐에 따라 적체 현상, 항만 혼잡, 컨테이너 부족 등이 발생하여 해운운임의 상승을 야기하였다. 코로나19 팬데믹 직후 주요 국가들의 경기 부양책과 보복 소비 심리가 맞물리면서 물동량은 대체로 가파르게 증가하였다. 이러한 물동량의 변화는 해운업계의 전반적인 호황으로 이어졌다. 그러나 최근 원자재 가격이 오르고 전 세계적인 인플레이션이 장기화되면서 물동량의 변동성 이슈가 다시 제기되고 있다. 인플레이션 장기화에 따른 소비 감소와 경기 위축은 해운·물류 산업에 다시 한번 큰 영향을 줄 것으로 보인다. 코로나19 이후 물동량 변화에 따른 어려움을 경험한 해운·물류 업종의 이해관계자들은 다시 한번 물동량 변동에 대한 면밀한 분석을 할 필요가 있다.

셋째, 네트워크 텍스트 분석과 토픽 모델링 분석을 결과를 종합하여 해운·물류와 관련한 주요 이슈들을 글로벌 공급망 재편, 물동량 변동성 심화, 예측 불가능 재해재난사고, 해운·물류업계 경영 리스크, 항만인력 관리의 다섯 가지로 분류할 수 있다. 주요 내용은 〈표 3-22〉에 정리하였다.

넷째, 네트워크 텍스트 분석에서 연결중심성과 매개중심성이 높은 단어들과 SVM 기법을 활용하여 해운시황의 상승과 하락을 예측하는 실험을 시행한 결과 58.1%의 성공 확률을 달성하였다.

〈표 3-22〉 주요 리스크 요인 분석 종합

주요 이슈	관련 내용	대응
• 글로벌 공급망 재편	• 반도체 등 미국, 중국의 글로벌 공급망 재편에 따른 리스크 • 러시아발 리스크(에너지 대란, 러시아 물류통로 중단) • 공급망 단절이 아닌 정치·사회적 요인으로 인한 교란 성격의 상황	• 공급망 교란에 따른 국가 간 무역마찰에 대한 무역안보 대비 • 위기관리 품목 지정(정책적 대응) • 공급망 단절(교란) 탄력성 확보를 위한 투자 → 선복 확보, 물류비 지원, 수급처 다각화 • 물류 병목에 대한 조기경보 시스템 필요

주요 이슈	관련 내용	대응
		• 공급망 교란(재편)에 따른 동향 모니터링/실사 준비
• 물동량 변동성 심화(수급불균형)	• 물류 병목현상 심화에 대한 대비(수급불균형) • 적체 현상/항만 혼잡 증가(정시운항률, 지연시간) • 컨테이너 부족	• 중국 중심의 물류인프라 극복에 대한 대책 • 해운운임 변동에 대한 대비 • 장기적 인플레이션에 따른 물동량 변동 예측 → 해운·물류 파급 예측
• 재해재난사고(코로나19로 인한 글로벌 팬데믹)	• 항만 종사자의 감염으로 인한 항만 운영 변동성 • 항만사고, 자연재해, 코로나19 등 재해로 인한 물류인프라의 파손	• 재해재난으로 인한 물류일시 중단에 대한 대비 • 탄력성(우회로)에 대한 긴급대응계획(Contingency Plan)
• 해운·물류업계 경영 리스크	• ESG 등으로 인한 친환경 경영(오염물질 감소)/ 기후변화 대비 노력 증가 • ESG 등으로 인한 안전보건 이슈 정비 (노동환경 개선 등) • 디지털 전환 등 새로운 물류플랫폼 구축 및 새로운 기술도입에 대한 대비 • 글로벌 해운사들의 인수합병(M&A) 노력	• 친환경, 안전보건 이슈 대비 • EU 중심의 공급망 실사법, RBA 등에 대한 대비 • 글로벌 해운사들 경영상황 모니터링 • 디지털/데이터 분석기술 도입
• 항만인력 관련(파업)	• 항만인력 부족을 위한 환경 개선 • 화물노동자 파업으로 인한 항만 적체 심화 대비 • 항만자동화에 따른 비용 절감과 인력 감소	• 항만 환경 개선 • 항만노동자 갈등 조정 기구 마련

자료: 저자 작성

2) 정책제언

본 연구는 다음과 같은 시사점을 제시하고 있다. 첫째, 해운·물류 분야의 리스크 분석을 위한 텍스트 마이닝 분석 기법들을 제시하고 활용하였다. 분석 대상 문헌자료로 최근 시점의 이슈들을 가장 민첩하고 정확하게 반영하고 있는 뉴스기사들을 선정하였다. 해운·물류 리스크 관련한 분석 대상 문헌 뉴스기사들의 구성요소 중 하나인 키워드를 활용하여 이를 네트워크 행렬화하여 다양한 네트워크 지표들을 분석하였다. LDA 토픽 모델링 분석을 시행하여

1만 4,705편의 기사로부터 핵심이슈들을 파악하였다. 본 연구에서 제시한 방법론에 따라 향후 다양한 비정형 텍스트 데이터들을 활용하여 해운·물류 리스크에 대한 연구가 다각도로 가능할 것으로 기대한다.

둘째, 최근 3년(2020년~2022년) 동안의 해운·물류 리스크 주요 요인들과 파급효과들을 정리하고 대응방안에 대해서 제시하였다. 최근의 공급망과 물류 산업의 교란 상황에 대응하기 위해서 주요 국가들이 정책적으로 대응하고 있기 때문에 정책적 차원에서 해운·물류 리스크에 대한 중장기적 대응방안을 마련할 필요가 있다. 향후 해운·물류 분야 리스크에 대한 정책을 개발하고 수립할 때 본 연구의 결과가 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

셋째, 본 연구에서 텍스트 마이닝 분석 결과 자료들을 토대로 다양한 데이터 마이닝 분석이 가능하다. 해운·물류 분야 리스크의 요인 간의 관계 분석과 예측을 위해 머신러닝, 딥러닝 등 다양한 분석을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

넷째, 향후 텍스트 마이닝 결과와 다양한 데이터 마이닝 기법을 결합해 보다 정확한 해운시황을 예측할 수 있는 후속연구의 추진이 필요하다.

본 연구에서는 아래의 두 가지 정책제언을 제시한다.

첫째, 네트워크 텍스트 마이닝 분석과 LDA 토픽 모델링 분석을 활용한 해운·물류 분야 조기경보 시스템 구축이 시급하다. 네트워크 텍스트 마이닝 분석과 LDA 토픽 모델링 분석 결과는 해운·물류 분야 동향 모니터링 시스템 구축과 조기경보 지수 개발에 활용할 수 있고 해운·물류시장 조기경보 지수의 유효성 검증과 지속적인 개선을 통해서 해운·물류 분야 미래 리스크를 최소화하는 데 도움을 줄 수 있다.

둘째, 우리나라 경제와 직접적으로 영향을 미치는 해운산업에 대한 NSI에 대한 지수 개발이 필요하다. 이 지수를 통해 해운시장의 심리를 정량적으로 도출할

수 있다. 다만, 사전 연구를 통해 우선적으로 시장심리 변동에 따른 해운시황의 변동을 분석하고 학습시킴으로써 안정적인 NSI 모형([식 3-6])을 구축할 필요가 있다.

$$NSI = \frac{\text{기간내긍정문장수} - \text{기간내부정문장수}}{\text{기간내긍정문장수} - \text{기간내부정문장수}} \times 100 + 100 \quad [\text{식 3-6}]$$

제2절 항만 분야: 공급망 리스크로 인한 물동량 변화 전망

1. 서론

1) 연구 배경 및 목적

현대사회의 공급망은 글로벌 지역을 포함하는 '글로벌 공급망'의 형태를 띠고 있다. 제품이나 서비스, 정보, 현금 등이 이동하는 공급망이 글로벌화되었다는 것은 과거보다 공급망의 복잡성이 더 커진 것으로도 해석할 수 있다. 이에 증가한 공급망의 복잡성은 결국 우리가 예측하기 힘든 형태의 리스크로 나타날 수 있다.

우리나라 기업은 해외 공급망에 대한 높은 의존도를 가지고 있어 다양한 형태의 리스크에 노출되어 있으며(송윤아, 2020), 기업들은 규모와 상관없이 섬세한 리스크 관리기법이 필요한 상황이다(신용호, 2006). 이에 따라 신승진·허성호(2022)에서는 글로벌 공급망 다변화에 대한 대응을 위해 물동량 추이를 살펴봐야 함을 역설하였다. 특히, 코로나19 등 물동량에 영향을 주는 공급망 리스크로 인해 신속한 물류 대응이나 글로벌 리스크 분산 등의 필요성이

더욱 커지고 있는 실정을 고려할 때(하영규·우수한, 2020), 물동량과 관련된 공급망 리스크에 대한 연구는 지속적으로 중요한 과제라 할 수 있을 것이다.

공급망 리스크는 기업 내·외부에서 모두 발생할 수도 있으며, 공급망 자체에서 발생할 수도 있다. 이에 따라 김은수·송병준·이종연(2012)에서는 공급망 네트워크 측면에서의 리스크를 다음과 같이 분류하였다. 먼저, 기업의 내부에서 발생하는 리스크를 운영 리스크, 관리 리스크, 제품 리스크, 재무 리스크로 분류하였다. 이를 항만에 적용하면 운영 리스크의 경우 사람으로 인한 사고나 갠트리크레인(Gantry crane) 등의 고장 등으로 볼 수 있으며, 관리 리스크는 화주 또는 선사 관리에 실패하거나 예측/계획에 실패해 체선이 장기간 발생하는 경우라고 할 수 있다. 또한 제품 리스크로는 화물의 도난 및 파괴, 재무 리스크는 재무의 건전성이 저하되는 경우로 볼 수 있을 것이다.

다음으로 기업의 외부에서 발생하는 리스크를 환경 리스크, 자연재해 리스크, 정치적 리스크 등으로 분류하였는데, 이를 항만에 적용하면 환경 리스크는 CO2 절감을 위한 추진체계의 변환에 따른 새로운 에너지 공급정책을 펼치는 것으로 볼 수 있다. 또한 자연재해 리스크는 해일이나 태풍 등을 생각해 볼 수 있으며, 정치적 리스크는 최근 우크라이나 전쟁이나 대외 관계 악화 등을 고려할 수 있을 것이다.

마지막으로 공급망 자체의 리스크로는 화물운송 리스크, 정보 리스크, 신뢰성 리스크로 나누었는데, 화물운송 리스크는 운송 수단인 선박의 물리적인 손상이나 오배송 등을 들 수 있으며, 정보 리스크는 항만 보안 리스크 등이 있을 것이다. 또한 신뢰성 리스크는 물류 서비스 품질 관리 실패 등을 들 수 있다.

이에 따라 본 절에서는 다양한 형태의 공급망 리스크와 그에 따른 공급망 변동에 대한 국내외 선행연구 및 사례를 분석한다. 또한 공급망 변동을 간접적으로 나타낼 수 있는 변수들을 선정하여 그 추이에 대해 알아본 후, 해당 변수들을 통해 공급망 변동이 항만물동량에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 분석하는

것을 목적으로 한다.

2) 연구의 구성

대부분의 국내외 연구가 국내 판매량이나 해외 판매량, 수익성 등을 종속변수로 하는 연구모형을 통해 공급망 리스크 발생에 따른 변동이 물동량에 미치는 영향에 대해 분석해 왔다. 하지만 리스크를 관리하기 위해서는 일정 부분의 투입이 필요하다. 예를 들어, 항만 보안 리스크를 감소시키기 위해서는 더 많은 인력과 장비가 필요하며, 이는 항만 보안 리스크뿐만 아니라 모든 리스크에 적용되는 부분이라 할 수 있을 것이다. 특히 글로벌 공급망의 복잡성이 강화되면서 공급망 자체에서 파생되거나 외부 환경 변화에 따른 리스크가 많아지고 복잡해짐으로 인해 리스크 관리를 위한 투자 성과를 측정하는 것도 복잡·다양해지고 있다.

이러한 분석을 위해 본 절에서는 질적 연구가 아닌 양적 연구 형태를 채택하였다. 공급망 변동을 하나의 자료로 표현하기는 어려운 일이기 때문에 먼저 공급망 리스크와 변동을 나타낼 수 있는 다양한 지수에 대해 알아보고 그 추이를 분석하여 코로나19 등의 공급망 리스크가 어떠한 형태로 해당 지수들에 영향을 미쳤는지 알아보고자 한다. 또한 분석한 자료 중 대표적인 지수를 선정하여 부산항 물동량을 중심으로 공급망 변동이 항만물동량에 미치는 영향에 대해 분석하고자 한다. 특히 본 연구에서 진행한 항만 분야의 리스크 관련 일반 국민 대상 설문조사에서는 상위 10위권에는 랭크되지는 않았지만, 전문가 설문조사에서는 상위에 랭크된 글로벌 공급망 변화에 대한 대응 미흡이나 항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화 등 글로벌 공급망 변동이 항만물동량에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

이와 같은 목적을 달성하기 위해 본 절은 다섯 개의 소절로 구성된다. 첫째, 연구 배경과 목적을 기술하여 공급망 리스크의 종류와 공급망 리스크와 물동량

의 관계, 그리고 양적 연구의 필요성에 대해 역설하였다. 둘째, 항만 분야의 리스크에 대한 선행연구를 정리하고, 해외의 항만 분야의 공급망 리스크 사례를 살펴본다. 셋째, 공급망 변동을 간접적으로 살펴볼 수 있는 다양한 지표들과 해당 지표의 변화 추이에 대해 살펴본다. 넷째, 앞에서 살펴본 지표 중 일부를 선정하여 공급망 변동의 대리변수로 설정하고, 변수들이 항만물동량에 미치는 영향을 분석하여 시사점 및 한계점을 도출한다. 마지막으로 연구의 내용을 요약하고 전체적인 시사점 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 유사 사례 및 선행연구

1) 항만 분야 미래 리스크 관련 선행연구

지난 수십 년 동안 확장된 경제적 규모와 증가하는 국제 무역량, 운송 기반시설 개발, 기술 혁신 등은 전 세계적으로 컨테이너 운송의 급속한 성장에 기여했다. 그러나 세계화와 더불어 한층 더 복잡해진 국제 컨테이너 운송 시스템의 복잡성은 해양 공급망에 불확실성을 초래하였다(Wan et al., 2019). 또한 공급망 구성원 간의 상호관계를 기반으로 한 구성원의 기능 문제는 전체 공급망에 지대한 영향을 미치며 공급망 전반의 성과를 저하하고(Blackhurst, Scheibe, & Johnson, 2008; Chang, Xu, & Song, 2015), 나아가 다양한 리스크를 발생시켜 공급망의 붕괴를 초래할 수 있게 되었다(Tang, 2006). 또한 유가 변동(Notteboom, 2006), 역동적인 고객 요구(Das & Dutta, 2013), 정치적 불안정(Vilko, Lättilä, & Hallikas, 2016), 운송사고(Vernimmen, Dullaert, & Engelen, 2007) 등 여러 단계의 컨테이너 운송 과정에서 발생하는 다양한 요인들은 해양 공급망의 안전하고 효율적인 운영을 방해할 수 있다. 따라서 공급망이 직면한 모든 잠재적 리스크 요소와 이들의 영향을 폭넓은 관점에서 식별하고 체계적으로 분류하며, 공급망에서의 리스크를 적절하고 효율적으로

관리하는 것이 지속가능한 물류체계를 가능하게 하는 매우 중요한 요인으로 자리 잡았다(Notteboom, 2006).

(1) 해양 공급망 리스크의 정의

여러 선행연구가 공급망 리스크가 무엇이며 어떠한 특성을 가지고 있는지 명시적으로 제시하고 있다. Yu & Goh(2014)는 공급망 리스크가 공급망 내 특정 기간 동안 불안한 사건이 발생할 확률과 공급망 성과에 영향을 미치는 관련 결과라고 정의한다. 또한 Kull & Closs(2008), Zsidisin(2003), Goh, Lim, & Meng(2007) 등은 개별 공급업체의 실패 또는 공급 시장의 인바운드 공급과 관련된 사건의 잠재적 발생으로 구매 회사의 무능력이 초래되거나 고객의 안녕과 안전을 위협하는 것이라 간주하기도 했다. 그리고 내재된 위험이 있는 공급망 비용을 최소화하기 위하여 Kumar, Tiwari, & Babiceanu(2010)은 초기 목표로부터의 잠재적인 편차로 공급망 리스크를 정의했으며, 이는 다양한 수준에서 공급망의 가치를 감소시킨다고 주장한다. 즉 공급망 리스크를 명시한 선행연구 전반에서 공급망 리스크는 사건의 발생 확률과 그에 따른 부정적 결과, 예상 목표 또는 가치로부터의 편차, 개별 공급업체의 피해 또는 시장요인에서 발생한 공급위험 등을 내포하는 개념을 의미한다고 할 수 있다.

이와 같은 공급망 리스크는, 해운·물류 및 항만 사업자가 서로의 사업에 참여하여 운영 리스크, 관리 리스크, 재무 리스크 등 여러 차원을 포함하는 전체 공급망 관점에서의 리스크를 관리하는 오늘날의 해운·항만 산업에 매우 중요한 개념이 되었다. 결과적으로 해운·항만 산업에서의 공급망 리스크는, 컨테이너 해상운송 중에 촉발되는 사건 또는 특정 상황의 발생과 항만 인프라, 컨테이너 선박, 화물 또는 환경 등의 손상과 같이 공급망의 구성요소 및 프로세스에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 관련 결과의 조합을 의미하며, 이는 물동량의 감소, 선원들의 부상, 해상운송사업의 중단, 민간 해운기업 및 해운 당국의

평판에 심각한 손상을 주는 원인이 된다(Wan et al., 2019).

(2) 공급망 리스크의 분류

기존 리스크 관리 프로세스를 시작으로 공급망 관점에서의 리스크 분류 및 식별 연구는 광범위하게 논의되었다. 분류 프로세스는 다양한 위험원 간의 관계와 공급망에서의 잠재적 혼란 차원을 명확히 하기 위하여 다양한 방법이 사용된다(Wan et al., 2019).

가장 기본적인 분류 방법은 리스크를 내부 및 외부 리스크의 두 가지 범주로 분류하는 것이다. 예를 들어 Kumar, Tiwari, & Babiceanu(2010)에서는 내부 리스크가 수요, 생산, 공급 리스크와 같은 요인을 포함하여 서로 다른 수준 간의 부적절한 조정으로 인해 발생한다고 설명하였다. 또한 외부 리스크는 테러 공격, 자연재해 및 환율 변동과 같은 요인이 공급망과의 상호 작용으로 발생한다고 설명하였다. 그리고 Olson & Wu(2010)은 가용능력, 내부 운영 및 정보시스템에서 발생한 리스크를 내부 리스크라 하였으며, 자연, 정치, 시장경쟁에서 발생하는 리스크를 외부 리스크라 정의하였다.

또 위험원이 조사된 공급망 내부에 있는지 혹은 외부에 있는지에 따라 리스크를 내인성과 외인성 기원으로 분류할 수 있다(Trkman & McCormack, 2009; Wagner & Neshat, 2012). 이 밖에도 운영 및 중단 리스크(Tang, 2006), 양적 및 질적 리스크(Svensson, 2000), 거시 및 미시적 리스크(Ho et al., 2015), 체계적 및 비체계적 리스크(Baghalian, Rezapour, & Farahani, 2013) 등 다양한 분류 방법이 있다.

일반적으로 이러한 분류 방법들은 상호 작용하는 서로 다른 차원이 공급망에 영향을 미친다는 점에서 유의할 필요가 있다. 특히, 내인성 리스크는 Götze & Mikus(2007)에 따라 기업의 경계선 너머(beyond)와 기업 전체로 세분되며, 해당 방식에 따라 공급망 리스크는 조직 리스크, 네트워크 리스크, 환경 리스크

등 세 가지 범주로 분류된다(Jüttner, Peck, & Christopher, 2003). 조직 리스크는 조직 경계 내에 있는 리스크인 반면, 네트워크 리스크는 동일한 공급망 내의 조직과 다른 파트너 간의 상호작용으로 발생한다. 또한 환경 리스크는 외부 환경에 존재하는 불확실 요인들로 인해 발생한다.

많은 논의가 이루어지는 공급망 리스크의 분류는 물적 흐름, 정보 흐름, 재무 흐름 등의 물류 흐름의 관점에서 리스크 요인을 식별하는 것이다(Tang, 2006;, Tang & Musa, 2011). 재무 흐름 리스크에는 환율 리스크, 가격 및 비용 리스크, 공급망 파트너의 재무 강건성, 금융 처리 및 관행 등이 포함된다. 또한 정보 흐름과 관련한 리스크 요소는 정보 정확성, 정보시스템 보안 및 중단, 지식재산권 및 정보 아웃소싱 등이 있다.

Wan et al.(2019)에서는 기존의 해운·항만산업의 공급망 리스크 분류 연구를 폭넓게 검토하고 다양한 차원의 위험 분류 방법을 통합하였다. 이를 통해 해운·항만산업의 공급망의 리스크를 사회, 자연환경, 관리, 인프라, 기술 및 운영 등 다섯 개의 주요 위험원으로 구분하고 여기에 외부와 내부 리스크의 두 가지 범주로 구분하여 분류하였다. 이에 따른 해양 공급망의 리스크는 〈표 3-23〉과 같다.

〈표 3-23〉 공급망 리스크 요인

Risk source			Risk factor
외부 위험	사회	경제환경	금융 위기
			금리 변동
			환율 변동
			연료비 변동
			비매력적인 시장
			과당경쟁
			독점
		정치환경	무역 정책 불안정
			해양안보 이니셔티브

Risk source			Risk factor
			규정 및 조치
			지역 정치적 갈등
		안보환경	테러
			해적 / 해상 강도
			사보타주
			밀수
			스파이 / 간첩
			감염병 유행
			난민
	자연환경		불안정한 항해 조건
			자연재해
			기후변화
내부 위험	관리	인적 자원	숙련 노동자 부족
			동기 부족
			선원의 정신 건강
			인적 오류
			저임금
		근무환경	언어 및 문화적 다양성
			부서 간 협력 부족
			열악한 안전 문화 / 기후
			낮은 수준의 안전 리더십
			작업장에서의 열악한 인체 공학
	인프라 & 기술		복합운송 장비 부족
			열악한 항만 진입 경로
			적재 공간 부족
			낮은 기술적 신뢰성
			미개발 지상 진입 시스템
			정기적인 장비 유지관리 부족
			불충분한 접안 능력
	운영	정보 흐름	정보 지연
			정보 부정확
			IT 취약점
			인터넷 보안

Risk source			Risk factor
			열악한 정보 공유
			정보 표준화 및 호환성 부족
		재무 흐름	파트너의 지불 지연
			계약 파기
			파산 위기 화주
			신용불량 파트너
			용선료 상승
			현금 흐름 문제
		물리 흐름	부정확한 수요 예측
			위험물 운송
			컨테이너 부족
			항만 파업
			항만 / 터미널 혼잡
			계획된 일정의 유연성 부족
			통관 문제
			정전
			병목현상 / 운송 경로 제한
			부적절한 컨테이너 터미널 운영
			잘못된 컨테이너 포장
			교통사고
			컨테이너 항로 무역불균형
			컨테이너 보관 장소의 부적절한 관리

자료: Wan et al.(2019), pp. 490-493 내용 참조하여 저자 재작성

2) 공급망 리스크로 인한 항만 분야 리스크 연구 사례

(1) 중국 5대 주요 항만의 해양 공급망에 대한 항만 취약성 평가 프레임워크 분석 사례[42]

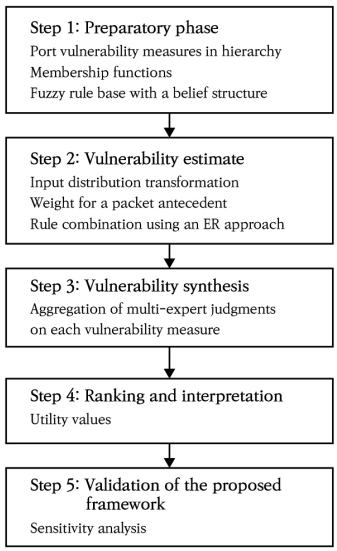
해상운송 네트워크(Maritime transportation networks)의 급속한 발전으로 항만에서의 리스크가 더 커지고 있다. 이에 따라 항만 운영적인 측면에서

42) Jiang et al.(2021)

항만이 얼마나 리스크에 취약한지를 평가하고, 관련되어 해운 공급망(Maritime Supply Chain)의 탄력성(resilience)을 확보하기 위한 효과적인 접근 방법이 필요하다. 이에 따라 해당 사례에서는 해운 공급망 측면에서 항만이 리스크에 얼마나 취약한지를 측정하는 항만 취약성 평가(Port Vulnerability Assessment)를 통해 이를 해결하고자 하였다. 해당 연구에서 개발된 항만 취약성 평가 프레임워크는 중국의 다섯 개 주요 항만을 실제 조사한 사례연구를 통해 검증하였다. 해당 연구는 단순히 하나의 항만 분야 리스크를 조사한 것이 아니라, 여러 리스크를 조사하여 이를 일반화하여 평가하는 프레임워크를 만들고, 이를 기반으로 중국의 5대 항만에서 발생하는 리스크를 평가하는 사례연구로 진행되었다.

해운 공급망은 경제의 세계화, 무역 자유화 및 녹색 운송의 급속한 발전 등으로 복잡하며 큰 운송 네트워크로 성장해 왔다. 이에 따라 항만을 노드로 다양한 형태로 구성되는 운송 루트인 해운 공급망은 안전한 운영을 요구받아 왔으며, 이를 위해 해운 공급망의 탄력성과 회복력은 중요한 이슈가 되어왔다. 해당 연구는 한 가지의 특정한 사건만 분석한 것이 아니라 2001년의 미국 9·11 테러, 2002년의 미국 서안 항만 폐쇄, 2003년 태풍 매미로 인한 한국 부산항의 셧다운, 2011년 후쿠시마 원전사고로 인한 항만 안전사고 등 다양한 형태의 항만 리스크에 대해 다루고 있다. 이에 따라 다양한 해양 공급망의 취약성 연구에 대한 관련 문헌들을 검토하고, 이를 통해 중국의 5대 핵심 항만을 분석한다. 해당 연구에서는 앞서 언급한 다양한 항만의 공급망 리스크에 대한 평가 체계가 잘못되었고, 기존 프레임워크를 사용할 경우 평가자 간의 항만 취약성 평가 결과의 차이가 커서 제대로 된 취약성 평가를 하지 못함을 언급하였다.

〈그림 3-10〉 연구 프레임워크



자료: Jiang et al.(2021), p. 3.

이 연구는 중국의 다섯 개 항만에 대한 평가를 위해 여섯 명의 항만 전문가를 대상으로 항만의 리스크 취약성에 대한 프레임워크를 기반으로 평가를 진행하였다. 참여한 전문가로는 해운 공급망의 항만 연구 프로젝트에 집중적으로 참여한 연구원 두 명과 안전 및 운영관리 부서의 고위관리자 두 명, 5대 항만에 기항하는 선박의 선장 두 명 등으로 구성하였다. 또한 여섯 명의 의견을 비교하여 해당 전문가들의 판단에 큰 불일치가 없음을 확인하여 데이터의 신뢰성을 일부분 확보하고 있다.

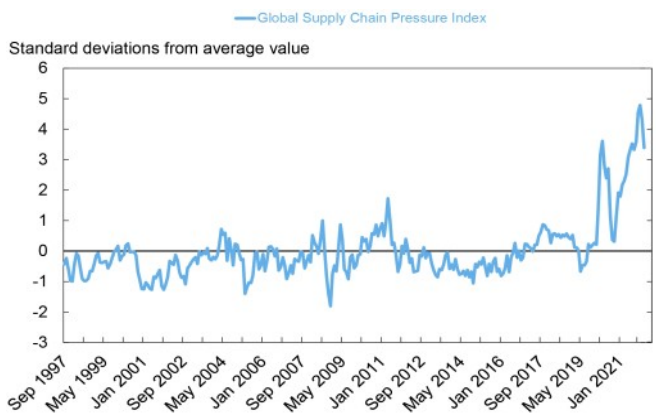
현재까지 항만에 대한 공급망 리스크 취약성을 구체적으로 정의하고 보편적으로 인정되는 기준이 모호한 상황에서 해당 연구는 이를 정의하고자 시도하였다는 데 의의가 있다. 특히 다른 분야의 전문가들이 중국의 다섯 개 항만을 대상으로 평가한 결과에서 전문가들 간의 큰 이견이 없었다는 점이 해당 프레임워크의 신뢰성이 일부 인정될 수 있는 근거가 될 수 있다. 해당 연구에서

진행한 새로운 형태의 해운 공급망 리스크를 측정하는 항만 취약성 평가는 오늘날과 같은 불확실한 상황에서 정성적 데이터와 정량적 데이터를 모두 처리할 수 있다. 해당 연구 이후에는 항만으로 표시되는 각 노드의 중요도를 측정하는 것과 해당 평가 프레임워크의 가중치를 할당하는 연구 등을 진행할 수 있을 것으로 기대된다.

(2) 코로나19와 우크라이나-러시아 전쟁으로 인한 세계적인 공급망 압박에 대한 분석 사례

코로나19로 세계 많은 도시들이 폐쇄 정책을 펼쳤고, 우크라이나와 러시아의 전쟁은 세계적인 식량 및 유류 공급망에 큰 차질을 주었으며, 이로 인해 글로벌 공급망에 대한 압박은 유례없이 높아졌으며, 이로 인한 영향은 다양한 결과로 나타났다.

〈그림 3-11〉 Global Supply Chain Pressure Index



자료: 뉴욕연방준비은행(검색일: 2022.10.25.)

예를 들어, 코로나19로 인하여 2021년 한 해 전 세계적으로 많은 주요 항만들이 혼잡을 겪고 있으며, 특히 미국 서부 해안의 로스앤젤레스/롱비치항

만(LA/LB: Los Angeles and Long Beach)의 경우에는 수십 척의 선박이 정박을 기다리고 있다는 것을 기술하고 있다. 이로 인해 선박의 수요가 증가하여 결과적으로는 해상운임의 인상과 물류비 상승으로 인한 소비자 가격의 상승도 초래하는 것으로 기술한다.

더군다나, 우크라이나와 러시아의 전쟁은 전기와 가스의 가격에도 영향을 끼쳤는데, 이로 인하여 상품의 생산과 운송까지 모든 것에 영향을 미쳤으며, 우크라이나의 항만이 전쟁으로 봉쇄되면서 세계 식품 공급망에 대한 압박은 더욱 가중되었다고 분석한다. 즉 우크라이나 항만의 파괴로 인해 전쟁 이후에도 우크라이나의 식품 수출 재개는 쉽지 않을 것으로 예측하기도 하였다. 이는 육로 수송 능력은 제한적이고, 해상 수송 또한 러시아의 해상 봉쇄로 인하여 이용이 쉽지 않을 것이기 때문이라는 해석이다. 또한 러시아 비료 시장의 핵심 수출국이기 때문에 세계적으로 농산물 가격이 높아질 것으로 예측된다.

중국의 경우 상하이항은 도시의 강력한 폐쇄 정책에 따라 제한된 상태로 운영되고 있으며, 많은 화물이 취소 혹은 연기되거나 닝보-저우산항 등 중국의 다른 항만으로 경로가 변경되고 있어, 기존에 중국에 대한 의존도가 높았던 기업들이 공급업체를 다양화하여 중국 의존도를 낮출 것이라는 전망도 제시하고 있다. 미국 기업의 경우, 자국 시장에서 가까운 위치를 찾고 있으며 수많은 영국 기업과 유럽 기업들 또한 비슷한 방법을 택하고 있는 점을 전망의 이유로 제시하고 있다. 즉 본 사례는 공급망 위기로 인한 이와 같은 변화는 높은 가격을 지불해서라도 안정적인 공급망을 구축하기 위한 전략으로 활용되기 시작하였다는 점을 강조하였다. 민간기업 측면의 공급망 안정화를 위한 전략 변화뿐만 아니라 미국과 같이 국가차원에서 반도체 공급망에 대한 미래의 글로벌 혼란을 식별하기 위한 조기경보 시스템을 개발·계획도 포함하고 있어 글로벌 공급망 압박 강화로 인한 민간기업 및 국가 차원의 공급망 안정화를 위한 전략 변화의 필요성도 사례를 통해 강조하고 있다.

한편, 본 사례연구에서는 영국의 설문조사 결과를 인용하면서 응답 기업 중 4분의 3이 2023년에도 이러한 공급망의 어려움이 지속될 것이며, 소규모 기업의 경우 변화하는 환경에 적응하지 못할 경우 기업의 생존마저 위협받을 수 있다고 단언하기도 하였다. 경기 침체에 대한 두려움이 이미 확산되고 있는 상황에서 공급망에 대한 압박 강화는 경제 회복을 더 어렵게 할 수 있다고 예상하기도 하였다.

3. 연구 방법

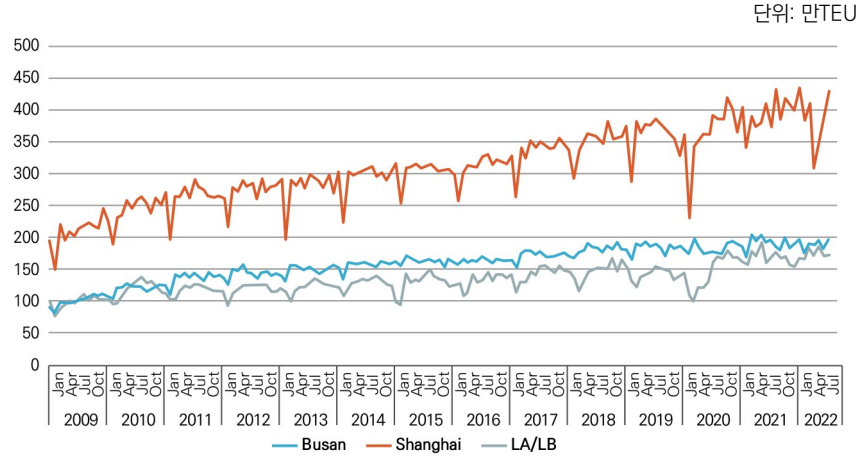
본 연구의 목적은 글로벌 공급망 변화가 항만물동량에 미치는 영향 정도를 직간접적인 방법으로 분석하는 것이다. 이를 위해 먼저 공급망 변동을 간접적으로 살펴볼 수 있는 다양한 지표들을 발굴하고, 해당 지표들의 추이를 분석함으로써 항만에 미치는 영향을 살펴본다. 이어서 공급망 변동의 대리변수를 설정하고 변수들이 항만물동량에 미치는 영향을 VAR 모형을 활용하여 정량적으로 측정하였다.

1) 공급망 변동 및 물동량 지표 추이 분석

공급망은 원자재 공급자로부터 생산자의 변환과정을 거쳐 완성된 산출물을 고객에게 인도하기까지의 전 과정과 연관되어 있다. 다양한 공급자와 생산자는 물론이고, 중간 운송과정까지 모두 포함하고 있는 개념이다. 이러한 복잡성으로 인해 공급망 변동과 리스크를 하나의 지표로 나타내는 것은 사실상 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 공급망 변동을 간접적으로 알아볼 수 있는 몇 가지 지수를 선정하여 코로나19로 인한 생산 차질과 항만물류 적체 현상, 중국의 제로코로나19 정책으로 인한 항만 폐쇄 등의 다양한 공급망 충격 요인이 발생했던 시기에 해당 지수들의 변화 추이에 대해 분석한다.

또한 공급망 변동이 발생했던 기간의 항만 컨테이너 물동량 변화 추이에 대해 분석한다. 대상 항만은 우리나라 부산항, 중국 상하이항, 미국 LA/LB항의 세 개 항만으로 공급망 변동이 항만물동량에 미치는 영향은 국가마다 다르게 나타날 수 있으므로 부산항을 중심으로 분석하되 중국의 상하이항과 미국의 LA/LB항을 비교군으로 선정하였다. 〈그림 3-12〉는 2009년 1월부터 2022년 7월까지 세 개 항만의 물동량 변화 추이를 나타낸 것이다. 부산항의 물동량 자료는 Port-Mis를 통해 수집하였으며, 상하이항은 중국교통운수부, LA/LB항은 각 항만당국의 자료를 활용하였다.

〈그림 3-12〉 주요 항만물동량 변화 추이(만TEU)



자료: Port-MIS(검색일: 2022.8.26.); 중국교통운수부 홈페이지(검색일: 2022.9.10.); LA 홈페이지(검색일: 2022.9.10.); LB 홈페이지(검색일: 2022.9.10.)

2) 벡터자기회귀(VAR) 모형을 활용한 실증분석

공급망 변동이 항만물동량, 특히 컨테이너 물동량에 미치는 영향에 대한 실증분석을 수행한다. 다만 공급망 변동이나 공급망 충격을 하나의 단일 지표로 표현하기는 매우 어렵다. 이에 본 연구에서는 공급망 변동을 간접적으로 표현할

수 있는 지표 중 일부를 선정하여, 해당 지표의 변동이 항만물동량에 미치는 영향에 대해 분석한다. 먼저 공급망 변동을 대표하는 지표라고 할 수 있는 GSCPI가 항만물동량에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 대상 항만은 부산항을 중심으로 분석하였으나, 공급망 변동이 물동량에 미치는 영향은 국가마다 다르게 나타날 수 있으므로 중국의 상하이항과 미국의 LA/LB항을 비교군으로 선정하여 분석을 진행하였다. 또한, GSCPI가 대표적인 공급망 변동의 지표이지만 동시에 한계점도 존재하기 때문에 이를 보완하기 위해 공급망의 운송, 생산, 소비 측면을 대표하는 지표인 SCFI와 산업생산지수, 소매판매지수가 부산항 물동량에 미치는 영향을 추가적으로 분석하였다. 본 연구에서 선정한 공급망 변동 지표 중 항만물류 측면을 대변하는 항만 혼잡지수(PCI: Port Congestion Index)와 해운·물류 분야의 컨테이너선 평균 운항 시간 및 정시성 지수 또한 분석의 대상으로 고려하였으나, 데이터가 각각 2016년, 2017년, 2019년부터 제공되어 분석에 활용할 정도로 충분한 시계열 자료가 확보되지 않아 제외하였다.

연구 방법으로는 VAR 모형을 활용하였다. VAR 모형은 다변량 자기회귀 모형으로 내생변수 변화에 따른 영향분석에 많이 사용하는 모형이다. 엄밀한 이론에 의해 영향분석을 시행하는 모형이 아니라는 단점이 있지만, 실제 관찰되는 시계열 정보를 최대한 활용하여 영향을 분석한다는 점에서 다양한 경제 현상 분석에 많이 활용된다. 또한, 충격반응분석을 통하여 한 변수의 변화가 내생변수에 미치는 영향을 동태적으로 파악할 수 있다는 장점이 있다(문권순, 1997).

VAR 모형은 일반적으로 [식 3-7]과 같이 나타낼 수 있다. 여기서, A_m은 자기회귀 계수를 의미하며, k 차원일 경우 k×k 행렬로 나타난다. u_t는 평균이 0, 분산이 σ^2인 k 차원 벡터의 백색잡음(white noise)을 의미한다. 또한 y_t는 시계열 자료로 이루어진 n×1 행렬이다.

$$y_t = \sum_{m=1}^{p} A_m y_{t-m} + u_t \qquad [식\ 3\text{-}7]$$

공급망 변동이 항만물동량에 미치는 영향에 대한 연구는 아직 많이 진행되지 않아 하나로 정립된 기반 이론을 적용하기가 어렵다. 또한 공급망 변동을 정확히 나타낼 수 있는 대리변수도 없는 상황으로, 본 연구에서 살펴본 여러 가지 변수가 물동량에 미치는 영향에 대해 탐색적으로 분석해야 하는 상황이다. VAR 모형은 실제 관찰되는 변수의 정보를 최대한 활용하여 분석을 시행하는 방법으로, 본 연구와 같은 탐색적 연구에 적용하기 가장 적합한 모형이다. 또한 본 연구에서 선정한 공급망 변동을 대변하는 지표들이 항만물동량에 미치는 동태적 영향의 분석이 가능하므로, 본 연구의 목적을 달성하기에 가장 적합하다고 판단하여 VAR 모형을 적용하여 분석을 시행하였다.

분석에 활용한 시계열 자료는 뉴욕 연방준비은행에서 제공하는 GSCPI 자료와 클라크슨리서치에서 제공하는 SCFI, IHS Markit에서 제공하는 우리나라, 중국, 미국의 산업생산지수와 소매판매지수 등이다. 모든 데이터는 월별 자료이며 길이는 2009년 10월부터 2022년 7월까지의 152기로, 이는 가용한 데이터 중 시계열의 길이가 가장 짧은 SCFI에 맞춘 것이다. 한편 모든 분석은 통계 프로그램인 R의 최신 버전 R 4.2.1을 활용하였다.

〈표 3-24〉 기초통계량

변수	평균	표준편차	중앙값	최솟값	최댓값
GSCPI	0.4	1.2	0.0	-1.0	4.3
SCFI	1363.6	1069.0	1017.8	414.1	5066.8
우리나라 산업생산지수	103.0	7.0	101.7	84.5	121.2
우리나라 소매판매지수	104.3	12.7	103.4	76.3	128.5
중국 산업생산지수	104.0	26.2	103.8	56.6	156.8
중국 소매판매지수	101.7	31.8	102.3	43.5	165.2
미국 산업생산지수	98.0	4.1	98.6	84.2	103.9

변수	평균	표준편차	중앙값	최솟값	최댓값
미국 소매판매지수	105.0	18.6	101.2	76.7	153.3
부산항 물동량(만TEU)	157.4	27.2	161.0	81.0	201.7
상하이항 물동량(만TEU)	315.2	53.8	310.0	188.0	435.0
LA/LB항 물동량(만TEU)	134.5	21.4	130.1	91.4	191.9

자료: 저자 작성

〈표 3-24〉는 분석에 사용한 주요 시계열 자료의 기초통계량 값을 나타낸 것이다.

4. 분석 결과

1) 공급망 변동 및 항만물동량 지표 추이 분석 결과

(1) 공급망 변동 지표 분석

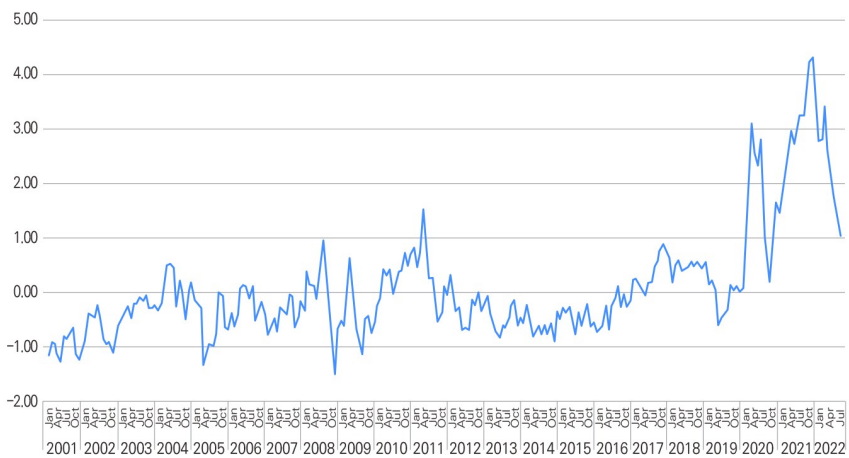
가. 글로벌 공급망 압력지수(GSCPI)

GSCPI는 뉴욕 연방준비은행에서 발표하는 공급망 상태를 측정하기 위한 지수로 정책 입안자와 기업 및 소비자가 글로벌 공급망의 현황을 이해하기 쉽도록 나타내는 지수이다. GSCPI는 공급 측면에서 일어나고 있는 공급망 압력 상태를 나타내기 위해 전 세계 원자재 운송비용을 측정하기 위한 지표인 BDI, 컨테이너 용선료를 나타내는 Harpex index, 미국 출도착 항공화물의 운임을 나타내는 미국 노동통계국 항공화물지수, 구매 관리자 지수(PMI: Purchasing Managers Index)의 네 가지 데이터를 활용하고 있다. PMI는 구매 관리자가 보는 시장 상황을 설문조사를 통해 나타내는 지수로 제조업의 경제 동향을 나타낸다. GSCPI에서는 PMI의 내용 중 공급망 지연의 영향을

나타내는 납품시간(delivery times), 기업이 처리를 완료하지 못한 주문량을 나타내는 백로그(backlogs), 재고의 축척 정도를 나타내는 구매한 재고량(purchased stocks)의 세 가지 지표를 활용한다. GSCPI가 높게 나타난다면 공급 측면의 압력이 평소보다 심하다는 것을 의미한다.

〈그림 3-13〉은 2001년 1월부터 2022년 9월까지 월별 GSCPI의 변동 추이를 나타낸 것이다. 2001년부터 2019년까지는 -1에서 1 정도의 범위 내에서 비교적 안정적인 추세를 보이고 있지만 2020년 이후, 특히 2020년 2월부터 7월 사이에 지수가 크게 상승하여 3 이상으로 상승하였다. 이후 잠시 하락하였다가 2021년 3월부터 다시 상승하기 시작하여 같은 해 12월에 4.3까지 상승하여 정점을 보였으며, 2022년 1월부터 다시 하락하기 시작하여 같은 해 9월에는 1.05까지 하락하였다. GSCPI가 크게 상승한 2020년 전반기와 2021년은 코로나19 팬데믹이 공급망에 크게 영향을 주던 시기로 미국과 유럽 항만 혼잡으로 인한 물류대란, 중국 항만 봉쇄로 인한 적체 현상 등이 글로벌 공급망, 특히 운송과 제조 측면에서 큰 압력으로 작용하였음을 알 수 있다.

〈그림 3-13〉 글로벌 공급망 압력지수 추이

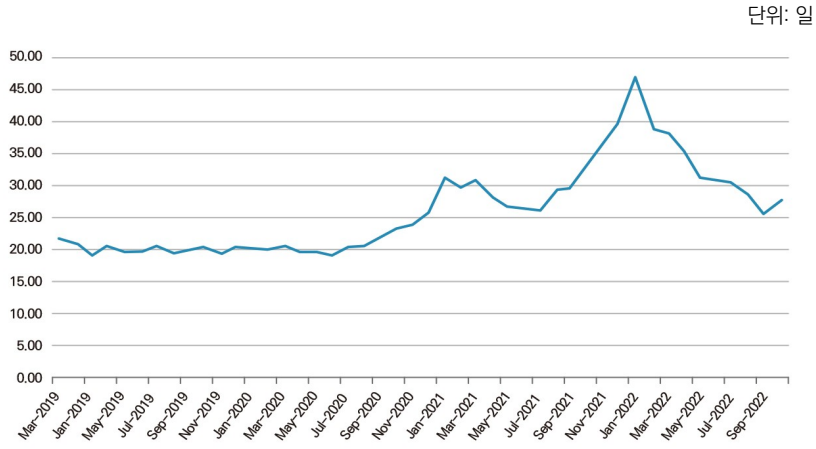


자료: 뉴욕 연방준비은행(검색일: 2022.10.25.)

나. 해상운송 관련 지수

해상운송, 특히 컨테이너 운송은 세계 무역의 중추로 글로벌 공급망의 연결에 중요한 역할을 수행하고 있다. 따라서 본 연구에서는 해상운송 시장의 변화를 나타내는 지수들을 통해 글로벌 공급망에 가해진 충격과 공급망 변동에 대해 분석하고자 한다. 본 연구에서 살펴볼 해상운송 관련 지수는 컨테이너선 평균 운항 시간, 운항 정시성 지수, 컨테이너 선대 공급, SCFI의 네 가지이다. 먼저 〈그림 3-14〉는 2019년 1월부터 2022년 10월까지의 아시아-북미 항로의 컨테이너선 평균 운항 시간을 나타낸 것이다.

〈그림 3-14〉 아시아-북미 컨테이너선 평균 운항 시간



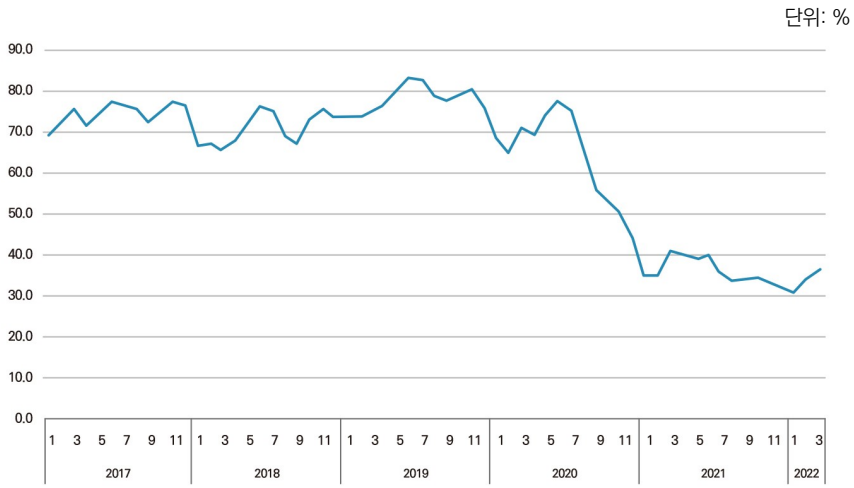
자료: Clarksons Research(검색일: 2022.10.18.)

아시아-북미 항로의 경우, 코로나19 팬데믹의 영향이 본격적으로 나타나기 시작하기 전인 2019년에는 평균 운항 시간이 20.1일로 나타난다. 이후 2020년 중반까지는 평균 운항 시간에 큰 변동이 나타나지 않았으나 2020년 후반부터 증가하기 시작하여 2021년에는 평균 30.7일까지 증가한 것을 볼 수 있다. 월별 평균 운항 시간은 2021년 1월에 46.8일로 최대치를 기록하였고, 이후부터는

서서히 회복 추세를 보이고 있다.

〈그림 3-15〉는 2017년 1월부터 2022년 3월까지의 월별 컨테이너선 정시성을 나타낸 것이다. 정시성은 전체 컨테이너선 중 약속된 시간 안에 운송을 완료한 컨테이너선의 비율을 나타낸 것으로, 비율이 높을수록 안정적으로 운송이 이루어지고 있다는 의미이다. 정시성도 2020년 중반까지는 70~80% 내외의 수치를 보이고 있으나, 2020년 9월부터 50%대로 하락하기 시작하여 2021년에는 평균이 35.7%로 계속해서 30%대에 머무르고 있으며, 2022년 초반까지 계속해서 낮은 수치를 보이고 있다.

〈그림 3-15〉 컨테이너선 정시성



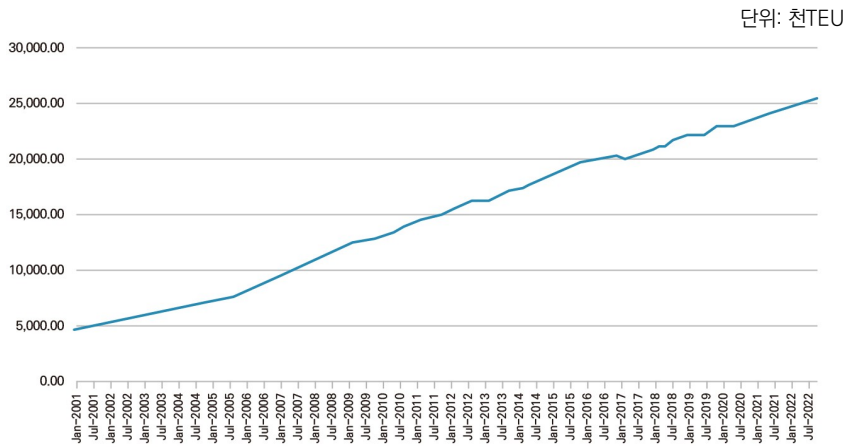
자료: Clarksons Research(검색일: 2022.10.18.)

컨테이너선 평균 운항 시간과 정시성 지표를 보면 공통적으로 2020년 중반부터 악화되기 시작하여 2021년에 가장 좋지 않은 지표를 보이고 있음을 알 수 있다. 이는 2020년 코로나19 팬데믹이 글로벌 공급망 운송 부문에 중요한 변동을 야기하였으며, 이로 인한 주요국의 항만 체선 증가, 내륙물류 지연,

항만 노동자 부족과 항만 폐쇄 등의 다양한 사건들이 컨테이너 공급망에 큰 충격을 주었음을 의미한다.

다음으로 〈그림 3-16〉은 2001년 1월부터 2022년 10월까지 전 세계 컨테이너 선대 공급량을 나타낸 것이다. 선대 공급량은 2001년부터 계속해서 증가 추세를 보이고 있으며, 코로나19 팬데믹으로 인해 공급망에 충격이 가해지고, 본격적인 변동이 나타난 2020년 이후에도 계속해서 증가하고 있다. 실제로 2020년의 월별 선대 공급량의 합계는 약 2억 7,898만TEU로 2019년 2억 7,036만TEU에 비해 3.2% 증가하였고, 2021년에는 2억 8,992만TEU로 다시 3.9% 증가하였다. 즉, 해상운송 시간이 증가하고 정시성 비율이 하락함에 따라 선사들은 정상적인 운송을 위해 계속해서 선대 공급량을 늘리고 있으나, 공급망 충격을 완화할 정도로 급격하게 선대를 늘리는 것은 불가능하기 때문에 가시적인 효과가 나타나지 않는 상황이다.

〈그림 3-16〉 컨테이너선 선대 공급량(천TEU)

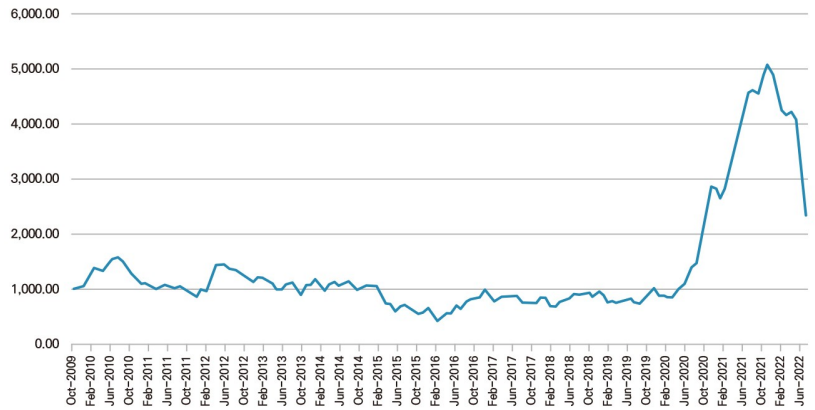


자료: Clarksons Research(검색일: 2022.10.18.)

〈그림 3-17〉은 2009년 10월부터 2022년 9월까지 SCFI의 변화를 나타낸 그래프이다. 해당 기간 SCFI를 살펴보면 2020년 이전 최곳값이 2010년 7월의

1,572이고 2015년부터 2019년까지는 계속해서 1,000 이하의 값을 보이며 안정적인 추세를 유지하고 있었으나, 2020년부터 급격히 상승하기 시작하였다. 2021년 SCFI는 전년 대비 199.8% 상승하였으며, 아시아-북미(서부)는 94.8%, 아시아-유럽항로는 408.2%의 상승을 보였다. 2022년 1월에 5,067까지 상승하여 정점을 보인 후 조금씩 하락 추세를 보이고 있으나, 아직 2020년의 공급망 충격 전보다는 훨씬 높은 지수를 보이고 있는 상황이다.

〈그림 3-17〉 상하이 컨테이너 운임지수



자료: Clarksons Research(검색일: 2022.10.18.)

종합하여 보았을 때, 컨테이너 운송 시장은 지속적인 선대 투입에도 불구하고 2020년 다양한 원인의 공급망 충격으로 발생한 운항 시간 증가와 정시성 하락으로 인해 선박 수요와 공급 간 불균형이 해소되지 않고 있으며, 이로 인해 운임 또한 급격한 상승을 보이는 상황이다. 최근 운임지수가 어느 정도 안정되는 추세를 보이고 있지만, 일시적인 현상일 수 있어 장기적인 관찰이 필요하다.

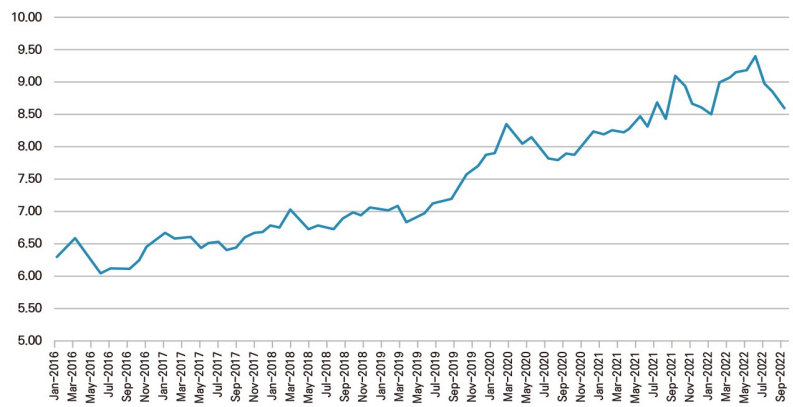
다. 항만 혼잡지수(PCI)

PCI는 클라크슨리서치에서 비교적 최근에 집계하기 시작한 지수로, AIS 신호를 기반으로 항만 내에서 대기하고 있는 선박의 컨테이너 물량을 TEU 단위로 나타낸 것이다. 해당 물량의 수치가 클수록 항만에서 처리하지 못하고 대기하고 있는 물량이 많다는 의미로, 항만의 혼잡도를 간접적으로 알 수 있는 지수이다.

〈그림 3-18〉은 2016년부터 2022년 10월까지의 PCI를 나타낸 것이다. PCI는 2016년부터 2019년까지 큰 변동은 없이 미미한 증가 추세를 보이고 있었으나, 2019년 중반부터 이전에 비해 급격한 증가 추세를 보이기 시작하였다. 컨테이너선 평균 운항 시간이나 정시성, SCFI 등의 지표가 2020년 중반부터 급격한 변동이 나타나기 시작한 것과 비교하면 PCI는 컨테이너 해상운송 관련 지수들에 비해 선행하는 지수로 판단할 수 있다.

〈그림 3-18〉 항만 혼잡지수

단위: 백만TEU



자료: Clarksons Research(검색일: 2022.10.18.)

〈표 3-25〉는 2019년부터 2022년까지 주요 지역별 연평균 PCI를 나타낸 것이다. 동아시아 지역을 제외한 모든 지역에서 꾸준히 상승 추세를 보이고 있으며, 특히 2019년에서 2021년까지 북미 서안의 상승세가 큰 것을 볼 수 있다. 북미 동안은 2021년에서 2022년에 크게 상승하였으며, 중국은 2019년에서 2020년에 크게 상승하였다.

〈표 3-25〉 연도별 주요 지역 평균 항만 혼잡지수 추이

단위: 백만TEU

연도	세계	북미 동안	북미 서안	영국	동아시아 (중국제외)	중국
2018	6.84	0.45	0.35	0.78	0.56	1.80
2019	7.16	0.48	0.35	0.77	0.59	1.86
2020	7.97	0.47	0.43	0.78	0.60	2.33
2021	8.47	0.65	0.83	0.96	0.60	2.00
2022	8.92	1.00	0.67	1.20	0.55	2.18

자료: Clarksons Research(검색일: 2022.10.18.)

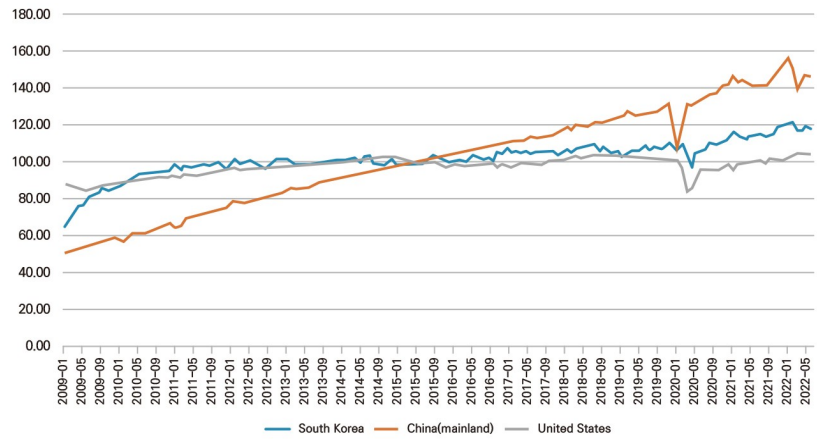
라. 경제지표

공급망 변동은 다양한 경제지표에 영향을 줄 수 있다. 본 연구에서는 여러 경제지표 중 공급망 변동에 직접적으로 영향을 받는 산업생산지수(industry production index)와 소매판매지수(retail sales value index)에 대한 분석을 진행하였으며, 우리나라와 중국, 미국의 주요 3개국의 지수를 대상으로 하였다.

산업생산지수는 국가 산업의 생산활동 동향을 월별로 집계하여 단일 지표로 나타낸 것이다. 국가의 생산활동은 글로벌 공급망과 밀접한 관계가 있기 때문에, 공급망에 가해진 충격은 생산지수에 영향을 미치게 된다. 〈그림 3-19〉는 2009년 1월부터 2022년 7월까지 우리나라, 중국, 미국의 산업생산지수 변화 추이를 나타낸 그래프이다. 추이를 살펴보면 3개국 모두 2020년도 초반~중반에 한 차례의 생산지수 하락을 경험했다가 회복하였으며, 그 후 지수가 다시 상승세로 돌아섰음을 알 수 있다. 이는 2020년에 발생한 코로나19 팬데믹이

실제로 글로벌 공급망에 충격으로 작용하였으나, 그 영향은 크지 않았으며 다시 빠르게 회복하였다는 의미이다. 즉, 운송 측면에서의 코로나19 팬데믹 충격은 아직 그 영향이 남아 있으나, 생산 측면에서는 빠르게 회복되었다는 의미로 해석할 수 있을 것이다. 중국의 경우 2022년 초반 한 차례의 충격이 더 있었음을 관찰할 수 있는데, 이는 코로나19 확산으로 상하이가 봉쇄되었던 기간과 일치한다.

〈그림 3-19〉 산업생산지수

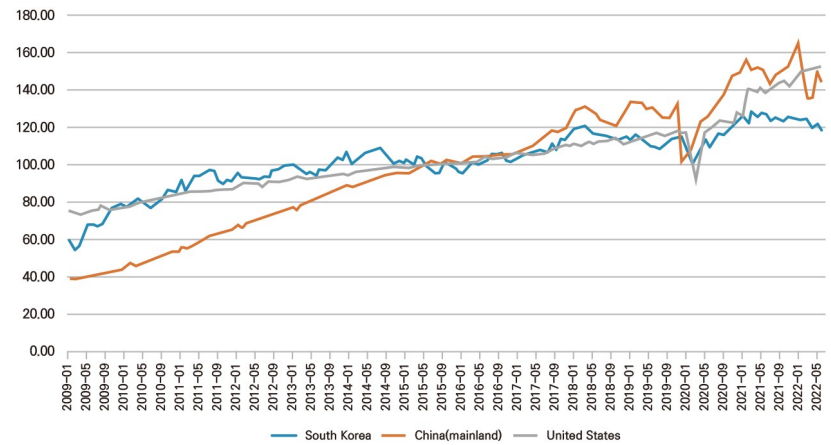


자료: IHS Markit(검색일: 2022.10.18.)

소매판매지수는 소비 동향을 파악하기 위한 지표로 전문 소매점의 판매금액을 조사하여 작성하는 통계로, 공급망 변동이 소비 측면에 미치는 영향에 관해 알아보기에 적합한 지수이다. 〈그림 3-20〉은 우리나라, 중국, 미국의 소매판매지수 추이를 나타낸 것이다. 전체적인 추이는 산업생산지수와 거의 유사하게 나타났음을 볼 수 있다. 2020년 초반의 코로나19 팬데믹으로 인한 하락 추세도 산업생산지수와 거의 비슷하게 나타나나, 소매 측면에서의 영향은 우리나라와 미국보다 중국에서 좀 더 크게 나타났음을 알 수 있다. 2022년 초반 중국 상하이시 봉쇄로 인해 소매판매지수 또한 하락하였으나, 해당 사건은

중국에만 영향을 크게 미쳤으며, 우리나라와 미국에는 제한적인 영향만을 주었음을 알 수 있다.

〈그림 3-20〉 소매판매지수



자료: IHS Markit(검색일: 2022.10.18.)

종합해보면, 2020년의 코로나19 팬데믹으로 인한 공급망 변동은 생산과 소매 측면에서 모두 큰 영향을 주었으나, 우리나라와 중국, 미국 모두 비교적 빠른 회복 추세를 보였음을 알 수 있다. 또한 2022년의 상하이 봉쇄는 중국의 산업생산지수와 소매판매지수에만 영향을 미쳤으며, 다른 나라에 미치는 영향은 제한적인 것으로 나타났다.

(2) 항만물동량 추이 분석

우리나라 부산항, 중국 상하이항, 미국 LA/LB항의 세 개 항만을 대상으로 공급망 변동이 발생했던 기간의 항만 컨테이너 물동량 변화 추이에 대해 분석한 결과는 다음과 같다.

세 개 항만 모두 일정한 주기로 계절에 따른 변동을 보이고 있으며, 지속적으로

상승하는 추세가 나타나고 있다. 상하이항과 LA/LB항의 경우는 2020년 코로나19 팬데믹 시기에 물동량 하락 추이가 두드러지게 나타나는 편이지만, 부산항의 경우는 같은 기간에 큰 하락세를 보이지 않는다. 또한 상하이항과 LA/LB항에서는 2021년 초반에는 주기적으로 나타나는 계절 요인으로 인한 하락세가 보이지 않는다. 이는 코로나19 팬데믹 시기에 나타났던 공급망 충격으로 인한 하락이 회복되면서 나타난 현상으로 추정할 수 있다. 마지막으로 상하이항에서는 2022년 초반에 한차례 큰 물동량 하락 현상이 나타났음을 알 수 있으며, 이는 계절 요인으로 인한 하락과 상하이시 봉쇄로 인해 영향이 겹쳐서 큰 하락이 나타난 것으로 추정할 수 있다.

〈표 3-26〉 연도별 주요 항만물동량(만TEU) 및 성장률(%)

단위: 만TEU, %

연도	부산항		상하이항		LA/LB항	
	물동량	전년 대비 성장률	물동량	전년 대비 성장률	물동량	전년 대비 성장률
2009	1,198.0		2,500.2		1,181.7	
2010	1,419.4	18.5	2,900.3	16.0	1,409.5	19.3
2011	1,618.5	14.0	3,163.3	9.1	1,400.2	-0.7
2012	1,704.6	5.3	3,257.5	3.0	1,412.3	0.9
2013	1,768.6	3.8	3,350.5	2.9	1,459.9	3.4
2014	1,868.2	5.6	3,528.5	5.3	1,516.1	3.8
2015	1,946.9	4.2	3,656.9	3.6	1,535.3	1.3
2016	1,945.6	-0.1	3,713.0	1.5	1,563.2	1.8
2017	2,049.3	5.3	4,018.0	8.2	1,688.8	8.0
2018	2,166.3	5.7	4,198.5	4.5	1,755.0	3.9
2019	2,199.2	1.5	4,332.0	3.2	1,697.0	-3.3
2020	2,182.4	-0.8	4,350.0	0.4	1,732.7	2.1
2021	2,270.6	4.0	4,703.0	8.1	2,006.2	15.8

자료: Port-MIS(검색일: 2022.8.26.); 중국교통운수부 홈페이지(검색일: 2022.9.10.); LA 홈페이지(검색일: 2022.9.10.); LB 홈페이지(검색일: 2022.9.10.)

〈표 3-26〉은 주요 세 개 항의 연도별 물동량과 전년 대비 성장률을 나타낸 것이다. 세 개 항 모두 공통적으로 2019년과 2020년에 전년 대비 성장률이 큰 폭으로 하락하였으며 부산항은 2020년에, LA/LB항은 2019년에 마이너스 성장률을 기록하였다. 부산항의 경우 그래프를 통한 추세 분석에서는 2020년에 큰 하락 추세가 보이지 않았으나, 전년 대비 성장률은 -0.8%로 나타나, 단기간의 하락이 아닌 지속적인 하향 추세가 나타났음을 알 수 있다. 다만 세 개 항 모두 2021년에는 2020년 대비 큰 폭의 물동량 증가가 나타나 물동량에 대한 코로나19 팬데믹의 영향이 2021년에는 거의 사라지고 회복기에 접어들었음을 미루어 알 수 있다.

2) VAR 모형을 활용한 실증분석 결과

(1) 공급망 압력지수(GSCPI)의 영향

먼저 GSCPI가 항만 컨테이너 물동량에 미치는 영향에 대해 분석하였다. VAR 모형을 활용하여 분석을 시행하기 위해서는 먼저 시계열 자료의 정상성에 대한 검정이 필요하다. 정상성 여부에 대한 파악은 보강된 디키풀러 검정(ADF 검정: Augmented Dickey Fuller test)을 통해 단위근의 존재 여부를 파악하는 방식으로 시행하였다. ADF 검정 결과 GSCPI와 세 개 항만물동량 변수에 모두 단위근이 존재하는 것으로 판정되었다. 따라서 각 변수를 안정적인 시계열로 만들기 위해 차분을 시행한 후 단위근을 재검정해 본 결과 모두 안정적인 시계열로 판정되었다. 또한 VAR 모형에는 적정한 시차의 선정이 매우 중요하다. 시차를 넓게 선정한다면 잔차항의 자기상관은 줄지만, 분석의 효율성이 하락하기 때문이다(김철현·남종오, 2015). 〈표 3-27〉은 GSCPI-부산항, GSCPI-상하이항, GSCPI-LA/LB항의 세 가지 모형에 대한 적정 시차를 결정하기 위한 방법으로 네 가지 검정을 시행한 결과를 정리한 것이다. 분석 결과를 고려하여 상하이항은 적정 시차를 3시차로, LA/LB항은 1시차로 결정하였다.

부산항의 경우는 4시차와 2시차로 검증 결과가 나타나나, 분석 결과의 효율성을 고려하여 2시차로 결정하였다.

〈표 3-27〉 GSCPI의 적정 시차 분석 결과

모형	AIC	HQ	SC	FPE
GSCPI-부산항	4	2	2	4
GSCPI-상하이항	3	3	1	3
GSCPI-LA/LB	1	1	1	1

주: AIC(Akaike test), HQ(Hannan-Quinn test), SC(Schwarz test), FPE(Final Prediction Error test)
자료: 저자 작성

〈표 3-30〉은 GSCPI와 부산항 물동량(BU)에 대한 VAR 모형 분석 결과 중 부산항 물동량에 대한 추정 결과를 정리한 것이다.

〈표 3-28〉 GSCPI-부산항의 VAR 모형의 물동량 영향분석 결과

변수	계수	표준오차	p-value	유의성
GSCPI(-1)	-0.292	1.575	0.853	유의하지 않음
BU(-1)	-0.598	0.079	0.000***	유의
GSCPI(-2)	-3.916	1.568	0.013**	유의
BU(-2)	-0.244	0.080	0.002***	유의
Constant	0.984	0.595	0.101	유의하지 않음

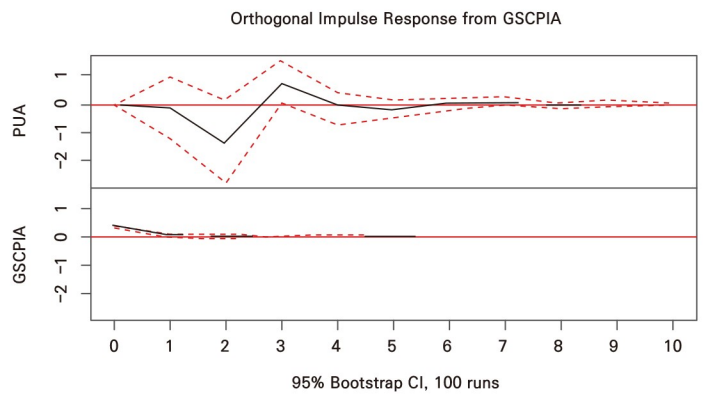
R-Squared: 0.300, Adjusted R-Squared: 0.280

주: *** p 〈 .01, ** p 〈 .05
자료: 저자 작성

결과를 살펴보면 2시차 전의 GSCPI와 1·2시차 전의 부산항 물동량이 현재의 부산항 물동량에 95% 유의수준하에서 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났으며, 계수의 부호는 모두 마이너스이다. 즉, GSCPI가 상승한다면 그 충격이 2시차 후의 부산항 물동량에 부정적인 영향을 준다는 의미로 해석할 수 있다. 또한 이전 2기의 부산항 물동량의 증가도 현재의 부산항 물동량에 부정적인 영향을 미친다.

다음으로 부산항 물동량의 충격에 대한 반응을 알아보기 위해 충격반응분석을 실시하였다. 부산항 물동량의 충격반응이란, GSCPI와 부산항 물동량의 예측오차에 1단위의 표준편차만큼 충격이 주어졌을 때 부산항 물동량이 변하는 동태적인 반응을 나타낸 것이다. 〈그림 3-21〉은 GSCPI에 가해지는 충격이 부산항 물동량과 GSCPI 자신에 미치는 동태적 영향을 그래프로 나타낸 것이다.

〈그림 3-21〉 GSCPI의 충격반응분석 결과(부산항)



자료: 저자 작성

위쪽 점선과 아래쪽 점선은 95% 신뢰구간을 나타내며, 가운데 실선이 내생변수의 충격반응함수를 의미한다. 그림을 보면 GSCPI가 부산항 물동량에 미치는 동태적인 영향은 5시차 정도까지 나타나며, 이후로는 영향이 거의 사라지는 것을 알 수 있다. 또한 3시차 이후에는 물동량에 오히려 긍정적인 충격을 주어 파동 형태로 영향이 나타남을 알 수 있다. GSCPI의 상승은 공급망에 대한 압력이 증가함을 의미한다. 즉, 공급망 압력의 증가는 단기적으로 물동량에 부정적인 영향을 미치지만, 장기적인 관점에서 보면 정상적인 공급망 상태로 돌아가려는 활동에 의해 항만물동량에 긍정적인 영향을 주는 요인이 될 수 있다는 의미이다. 다만, 모든 시차의 영향을 전체적으로 보았을 때는 부정적인 영향이 더 크게 나타나는 것으로 보인다. GSCPI가 부산항 물동량에 주는

충격의 크기를 분석해보면, 1 표준편차 충격은 예측오차 공분산의 제곱근을 의미한다(문권순, 1997). 분석 결과 GSCPI의 예측오차 공분산은 0.140이므로, 이의 제곱근은 0.374가 된다. 따라서 GSCPI의 변화율(차분변수)이 1 표준편차인 0.374(37.4%)만큼 상승한다면, 부산항 물동량 변화율(차분변수)의 반응계수는 〈표 3-29〉와 같이 나타난다.

〈표 3-29〉 GSCPI의 부산항 물동량에 대한 충격반응 계수

	1시차	2시차	3시차	4시차	5시차
부산항 물동량 변화율의 충격반응량	-0,109	-1.409	0.738	-0.065	-0.156

자료: 저자 작성

〈표 3-30〉은 VAR 모형을 활용한 월별 부산항 물동량의 예측치를 연도별로 집계한 것이다. 예측 결과, 2022년의 물동량은 2021년에 비해 0.4% 성장하는 데에 그친다. 2023년과 2024년의 전년 대비 성장률은 각각 5.5%와 3.5%로 나타났다. 이는 2022년에는 공급망 압력지수의 상승으로 인한 부정적인 영향이 크게 나타나지만, 이후에는 서서히 회복되어 물동량 상승률 또한 어느 정도 회복세를 보인다는 의미로 해석할 수 있다.

〈표 3-30〉 연도별 부산항 항만물동량 예측치(만TEU) 및 성장률(%)

연도	부산항	
	물동량	전년 대비 성장률(%)
2018	2,166.3	
2019	2,199.2	1.5
2020	2,182.4	-0.8
2021	2,339,5	7.2
2022(예측)	2,348.9	0.4
2023(예측)	2,478.1	5.5
2024(예측)	2,564.8	3.5

자료: 저자 작성

다음으로 비교군인 상하이항과 LA/LB항에 대한 분석을 시행하였다. 〈표 3-31〉은 GSCPI와 상하이항 물동량(SH)에 대한 VAR 모형 분석 결과 중 상하이항 물동량에 대한 영향 추정 결과를 정리한 것이다.

〈표 3-31〉 GSCPI-상하이항의 VAR 모형의 물동량 영향분석 결과

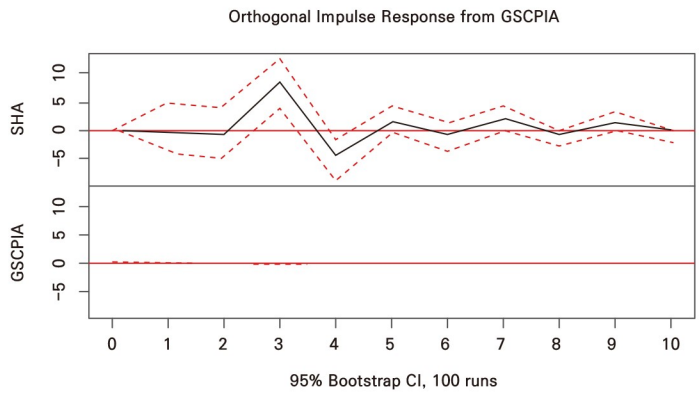
변수	계수	표준오차	p-value	유의성
GSCPI(-1)	-1.168	6.021	0.846	유의하지 않음
SH(-1)	-0.743	0.081	0.000***	유의
GSCPI(-2)	-3.767	5.852	0.521	유의하지 않음
SH(-2)	-0.357	0.102	0.001***	유의
GSCPI(-3)	19.598	5.933	0.002***	유의
SH(-3)	-0.225	0.085	0.009***	유의
Constant	2.047	2.225	0.359	유의하지 않음

R-Squared: 0.434, Adjusted R-Squared: 0.411

주: *** p 〈 .01
자료: 저자 작성

결과를 살펴보면 2시차 전의 GSCPI와 1·2·3시차 전의 상하이항 물동량이 현재의 상하이항 물동량에 99% 유의수준하에서 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났다. 이전 시차의 상하이항 물동량이 현재의 물동량에 주는 영향은 모두 마이너스이나, 3시차 전의 GSCPI가 주는 영향의 계수는 플러스이다. 즉, GSCPI가 상승한다면 그 충격이 3시차 후의 상하이항 물동량에 긍정적인 영향을 준다는 의미이다. 또한, 비록 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났으나 1·2시차 전의 GSCPI는 물동량에 부정적인 영향을 주고 있다. 이는 부산항 물동량의 충격반응분석에서 나타난 것과 유사한 결과이다.

〈그림 3-22〉 GSCPI의 충격반응분석 결과(상하이항)



자료: 저자 작성

〈그림 3-22〉는 상하이항 물동량에 대한 GSCPI의 충격반응분석 결과를 나타낸 것이다. 그래프의 형태는 부산항의 경우와 거의 유사하나 충격의 영향이 훨씬 오래 지속되어 거의 10시차까지 영향이 남아 있는 것을 관찰할 수 있다. 또한 초기의 부정적인 영향보다 3기의 긍정적인 영향이 훨씬 더 크게 나타나 전체적으로 긍정적인 영향이 더 큰 것으로 판단된다. 즉, 글로벌 공급망 압력의 상승은 상하이항 물동량에 초기에는 부정적인 영향을 미치나, 이후에는 더 큰 긍정적인 영향을 준다는 것으로 해석할 수 있다. 영향의 파장은 부산항과 유사하나, 충격의 크기는 다르게 나타나는 것이다.

〈표 3-32〉는 GSCPI와 LA/LB항 물동량(LA/LB)에 대한 VAR 모형 결과 중 LA/LB항 물동량에 대한 분석 결과를 정리한 것이다. 분석 결과, LA/LB항 물동량에 통계적으로 유의미한 영향을 주는 변수는 1시차 전의 LA/LB항 물동량이며, GSCPI의 영향은 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이는 〈그림 3-23〉의 충격반응분석 결과에서도 유사하게 나타났다. 그림을 보면 GSCPI의 충격은 LA/LB항에 거의 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

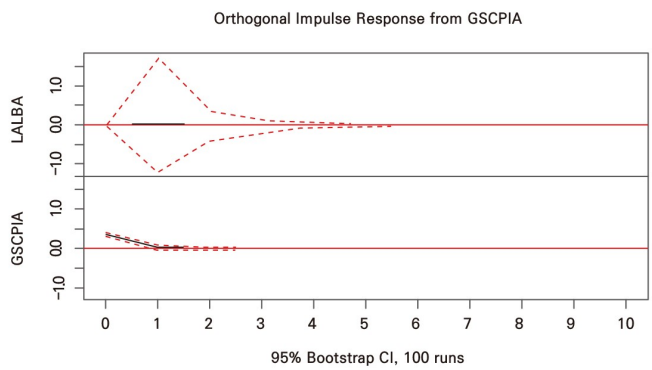
〈표 3-32〉 GSCPI-LA/LB항의 VAR 모형의 물동량 영향분석 결과

변수	계수	표준오차	p-value	유의성
GSCPI(-1)	0.048	0.080	0.602	유의하지 않음
LA/LB(-1)	-0.007	0.003	0.007***	유의
Constant	0.018	0.030	0.607	유의하지 않음

R-Squared: 0.052, Adjusted R-Squared: 0.039

주: *** p 〈 .01
자료: 저자 작성

〈그림 3-23〉 GSCPI의 충격반응분석 결과(LA/LB항)



자료: 저자 작성

부산항의 분석 결과와 상하이항, LA/LB항의 분석 결과를 비교해보면, GSCPI의 영향은 부산항과 상하이항의 물동량에는 어느 정도 영향을 미치나, LA/LB항에는 거의 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다. 또한, GSCPI에 나타나는 충격에 대한 부산항과 상하이항 물동량의 반응을 보면 초기에는 부정적인 영향이 나타나나 3시차 정도 후에 긍정적인 영향이 나타나는 것을 볼 수 있다. 다만, 상하이항에 훨씬 더 오랜 기간 영향을 미치며 긍정적인 영향의 정도도 부산항보다 더 크게 나타난다. 이는 글로벌 공급망에 어떠한 형태의 압력이 가해져 공급망 변동이 일어날 경우 단기적으로는 항만물동량에

부정적인 요인이 되지만, 정상 상태로 공급망을 회복시키려는 노력으로 인해 물동량을 상승시키는 요인이 될 수 있다는 것을 의미한다. 다만, 그 영향의 크기와 지속성은 국가마다 다르게 나타날 것이다.

(2) 운송, 생산, 소비 측면 공급망 변동의 영향

GSCPI를 활용한 공급망 변동 영향분석 모형의 한계점을 보완하기 위해 추가적인 분석을 실시하였다. 비록 GSCPI가 미국 연방준비은행이 공표하는 가장 공신력 있는 공급망 변동에 대한 지수이지만, 건화물 운임인 BDI와 미국 출도착 항공화물 운임 등을 기반으로 한 지수이기 때문에 컨테이너 물동량에 대한 영향을 분석하기에는 적합하지 않을 수 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 GSCPI를 대신한 다양한 지표를 선정하여 VAR 모형 분석을 시행하였다. 선정한 변수는 운송 측면의 변동을 대표하는 SCFI, 생산 측면의 변동인 산업생산지수, 소비 측면의 변동인 소매판매지수의 세 가지이다. 공급망의 세 가지 측면의 변동을 대표할 수 있는 변수들을 선정하여 더욱 다양한 측면에서 공급망 변동이 항만물동량에 미치는 영향에 대해 분석해보고자 하였다. 또한 산업생산지수와 소매판매지수는 국가마다 모두 다르게 나타나기 때문에, 우리나라 산업생산지수와 소매판매지수를 활용, 부산항 물동량에 미치는 영향에 한정하여 분석을 시행하였다. 시계열의 길이는 이전 분석과 동일하다.

각 시계열 자료의 정상성을 알아보기 위해 ADF 검정을 시행한 결과, SCFI, 산업생산지수, 소비 판매지수에 모두 단위근이 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 정상적인 시계열로 변환하기 위해 각 시계열 자료에 로그를 취하고 1차 차분하여 재검정한 결과 모두 정상적인 시계열로 검정되었다. 다음으로, 적정 시차 산정을 위한 분석 결과를 〈표 3-33〉에 정리하였다. 상하이항은 모든 검정에서 2시차가 최적인 것으로 나타났으나, 부산항과 LA/LB항은 검정

결과가 2시차와 1시차로 다르게 나타났다. 실제 분석은 가장 많이 활용되는 AIC 기준을 참고하여 모든 항만에서 2시차를 최적 시차로 선정하여 진행하였다. 또한 여러 가지 변수를 활용한 VAR 모형 분석을 시행할 경우, 변수의 순서가 결괏값에 영향을 미칠 수 있다(김철현·남종오, 2015). 따라서 변수의 외생성 여부를 파악하기 위해 그랜저 인과검정(Granger causality test)을 통해 변수의 순서를 결정하여(문권순, 1997), 외생성이 강한 순서대로 산업생산지수, 소매판매지수, 부산항 물동량, SCFI의 순으로 모형을 구성하였다.

〈표 3-33〉 적정 시차 분석 결과

모형	AIC	HQ	SC	FPE
부산항	2	1	1	2
상하이항	2	2	2	2
LA/LB항	2	1	1	2

주: AIC(Akaike test), HQ(Hannan-Quinn test), SC(Schwarz test), FPE(Final Prediction Error test)
자료: 저자 작성

〈표 3-34〉는 네 가지 변수를 활용한 VAR 모형 분석 결과 중 부산항 물동량에 대한 추정 결과를 정리한 것이다. 결과를 살펴보면 1·2시차 전의 부산항 물동량과 1시차 전의 SCFI만이 현재의 부산항 물동량에 95% 유의수준하에서 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났으며, 계수의 부호는 모두 마이너스이다. 이는 1·2시차 전의 물동량은 현재의 물동량에 부정적인 영향을 미친다는 의미이다. 또한 1시차 전의 SCFI는 현재의 물동량에 매우 강한 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 산업생산지수의 경우 모든 시차에서 물동량에 긍정적인 영향을 미치며, 1시차 전의 소매판매지수는 부정적인 영향을, 2시차 전에서는 긍정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었으나, 이 영향은 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 결과적으로, SCFI의 상승은 부산항 물동량에 부정적인 영향을 미치며, 산업생산지수와 소매판매지수의 영향은 통계적으로 검증되지 않았다.

〈표 3-34〉 네 변수 VAR 모형의 부산항 물동량 영향분석 결과

변수	계수	표준오차	p-value	유의성
산업생산지수(-1)	0.260	0.324	0.424	유의하지 않음
소매판매지수(-1)	-0.282	0.227	0.216	유의하지 않음
부산항 물동량(-1)	-0.571	0.084	0.000***	유의
SCFI(-1)	-17.167	6.712	0.012**	유의
산업생산지수(-2)	0.106	0.324	0.745	유의하지 않음
소매판매지수(-2)	0.184	0.228	0.423	유의하지 않음
부산항 물동량(-2)	-0.199	0.084	0.019**	유의
SCFI(-2)	0.556	6.853	0.935	유의하지 않음
Constant	0.965	0.614	0.118	유의하지 않음

R-Squared: 0.317, Adjusted R-Squared: 0.279

주: *** p 〈 .01, ** p 〈 .05
자료: 저자 작성

다음으로, 비교 분석을 위해 상하이항과 LA/LB항 물동량에 대해서도 부산항과 동일한 분석을 실시하였다. 〈표 3-35〉는 상하이항에 대한 분석 결과를 정리한 것이며, 중국의 산업생산지수와 소매판매지수가 상하이항 물동량에 미치는 영향은 1차시에서 95% 수준하에 통계적으로 유의하게 나타났으며, 계수의 방향은 플러스이다. 또한 SCFI의 변화에도 마이너스의 방향으로 통계적으로 유의미한 영향을 받는 것으로 나타났다. 즉, 상하이항의 물동량은 중국의 생산, 소비, 운송 측면의 영향을 모두 강하게 받는다는 의미로, 부산항과는 다른 분석 결과가 나타났다. 이는 상하이항이 중국 공급망의 관문으로, 게이트웨이 항만의 성격이 있기 때문으로 보인다.

〈표 3-35〉 네 변수 VAR 모형의 상하이항 물동량 영향분석 결과

변수	계수	표준오차	p-value	유의성
산업생산지수(-1)	2.563	1.189	0.032**	유의
소매판매지수(-1)	2.198	0.665	0.001***	유의

변수	계수	표준오차	p-value	유의성
상하이항 물동량(-1)	-0.689	0.083	0.000***	유의
SCFI(-1)	-73.148	22.825	0.001***	유의
산업생산지수(-2)	-1.097	1.107	0.323	유의하지 않음
소매판매지수(-2)	-1.217	0.803	0.132	유의하지 않음
상하이항 물동량(-2)	-0.096	0.085	0.257	유의하지 않음
SCFI(-2)	11.149	23.275	0.632	유의하지 않음
Constant	0.927	2.135	0.664	유의하지 않음

R-Squared: 0.532, Adjusted R-Squared: 0.505
주: *** p < .01, ** p < .05
자료: 저자 작성

다음으로, 〈표 3-36〉은 LA/LB항에 대한 분석 결과를 정리한 것이다. 분석 결과, 1시차 전의 LA/LB항 물동량과 2시차 전의 SCFI만이 95% 수준 하에 통계적으로 유의한 영향을 미치며, 미국의 산업생산지수와 소매판매 지수는 LA/LB항 물동량에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이는 부산항 대상 분석과 유사한 결과이나, 부산항이나 상하이항 분석에 비해서 모형의 설명력(R-Squared)이 매우 낮은 것으로 나타나, LA/LB항에 대한 영향을 분석하기 위해서는 좀 더 다양한 변수에 대한 고려가 필요한 것으로 보인다.

〈표 3-36〉 네 변수 VAR 모형의 LA/LB항 물동량 영향분석 결과

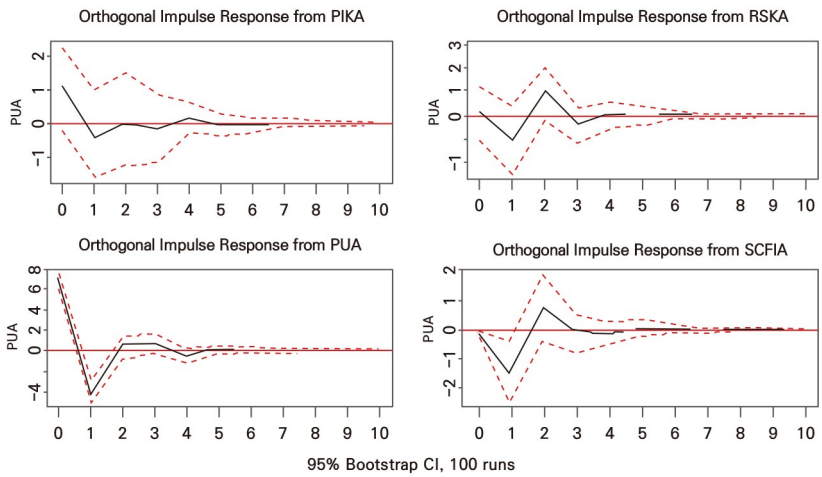
변수	계수	표준오차	p-value	유의성
산업생산지수(-1)	0.392	0.520	0.451	유의하지 않음
소매판매지수(-1)	0.270	0.367	0.469	유의하지 않음
LA/LB항 물동량(-1)	-0.258	0.082	0.002***	유의
SCFI(-1)	10.071	10.691	0.347	유의하지 않음
산업생산지수(-2)	0.194	0.518	0.707	유의하지 않음
소매판매지수(-2)	-0.284	0.366	0.438	유의하지 않음
LA/LB항 물동량(-1)	-0.097	0.083	0.246	유의하지 않음
SCFI(-2)	-22.869	10.740	0.034**	유의

변수	계수	표준오차	p-value	유의성
Constant	0.614	0.986	0.534	유의하지 않음

R-Squared: 0.063, Adjusted R-Squared: 0.010
주: *** p < .01, ** p < .05
자료: 저자 작성

다시 부산항에 대한 분석으로 돌아가 〈그림 3-24〉는 부산항 물동량에 대한 네 가지 변수의 충격반응분석 결과를 나타낸 것이다. 산업생산지수의 경우 약 5시차 정도까지, 소매판매지수는 4시차 정도까지 영향이 나타나며, 그 후로는 0으로 수렴한다. 또한 초기에는 산업생산지수에 훨씬 민감하게 반응하나 2시차 이후에는 소매판매지수에 더 민감하게 반응하는 경향을 보인다. 다음으로 SCFI에 충격이 가해질 경우 부산항 물동량은 1, 2시차에서 강한 반응을 보이나, 3시차 이후부터는 반응이 거의 사라져 0으로 수렴한다. 1시차에서는 강한 부정적인 반응을, 2시차에서는 강한 긍정적인 반응을 보이는 것도 특징적이다. 즉, 컨테이너 운임지수가 상승하면, 다음 기의 물동량은 민감하게 반응하여 하락하지만, 그다음 기에는 억눌렸던 수요로 인해 다시 물동량이 상승하는 반응을 보인다는 의미로, 이는 항만물동량의 수요가 필수재에 속하기 때문에 나타나는 특성으로 보인다. 운임이 상승하였다고 해서 계속해서 운송하지 않을 수는 없으므로 단기적으로는 물동량 하락을 보이지만, 이로 인해 억눌렸던 물동량이 다음 기로 이전되어 오히려 물동량이 상승하는 결과를 가져오는 것이라고 추론할 수 있다.

〈그림 3-24〉 네 변수 VAR 모형의 부산항 물동량 충격반응분석 결과



자료: 저자 작성

전체적인 결과를 정리하면, 우리나라 산업생산지수와 소매판매지수가 부산항의 물동량에 미치는 영향은 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 이는 부산항이 환적 중심 항만의 성격이 강하기 때문에 나타나는 현상으로 추론되며, 물동량이 생산과 소비 지수에도 영향을 받는 것으로 나타난 상하이항의 분석 결과는 이를 지지해주는 결과로 볼 수 있다. 한편 컨테이너 운임지수에 가해지는 충격은 부산항 물동량에 큰 영향을 준다. 단기적으로는 운임이 상승한 만큼 물동량에는 부정적인 영향을 미치지만, 이후에는 오히려 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 다만, 그 영향이 오래 지속되지는 않는 것으로 보인다. 종합적으로, 부산항 물동량은 공급망의 운송 부문에 가해지는 충격에 가장 민감한 반응을 보이며, 우리나라의 생산과 소비 측면에 가해지는 공급망 충격의 영향은 직접적으로 나타나지 않는다고 할 수 있다.

5. 결론 및 정책제언

1) 결론

본 연구의 목적은 글로벌 공급망의 변동이 항만물동량에 미치는 영향에 대해 분석하는 것이다. 이를 위해 먼저 해양 공급망에 관한 선행연구 분석을 통해 글로벌 공급망의 변동을 야기할 수 있는 리스크에 대해 정리하였으며, 공급망 리스크가 항만 운영에 줄 수 있는 영향에 대한 사례, 브라질 항만의 리스크 관리 사례, 코로나19와 같은 사건으로 인한 공급망 압력과 변동에 대한 사례를 분석하였다. 분석 결과를 정리하면, 코로나19 사태로 인해 미국 서부 해안의 항만이나 중국의 항만에서 병목현상과 지연이 나타났으며, 이러한 현상은 운송 측면에서 공급망에 큰 압박을 가하는 결과로 연결되었다. 또한 우크라이나-러시아 전쟁 등 공급망에 변동을 줄 수 있는 사건이 계속해서 발생하면서 기업들은 생존에 위협을 받고 있으며, 이는 항만 운영 분야에 있어서도 예외가 될 수 없음을 확인하였다.

다음으로 공급망 변동을 나타낼 수 있는 지표들을 선정하고, 지표들의 변화 추이에 대해 분석하였다. 선정한 지표는 먼저 글로벌 공급망 충격과 변동을 종합적으로 나타낼 수 있는 GSCPI, 해상운송 측면에서의 충격을 나타내는 컨테이너선 평균 운항 시간 및 정시성과 선대 공급량, SCFI, 항만물류 측면에서의 변동을 나타내는 PCI, 생산과 소비 측면의 변동을 대변하는 산업생산지수와 소매판매지수이다. 분석 결과, 종합 지표 성격의 GSCPI는 물론이며 운송, 생산, 소비의 모든 측면에서 2020년 코로나19로 인한 공급망 변동이 두드러지게 나타난 것으로 분석되었다. 다만, 그 충격은 소비나 생산 측면보다는 운송 측면에서 더 두드러지게 나타나고 더 지속적으로 발생하였음을 확인할 수 있었다.

마지막으로 공급망 변동이 항만물동량에 미치는 영향에 대해 분석하기

위해 지표 몇 가지를 선정하여 부산항 물동량에 미치는 영향을 중심으로 VAR 모형을 활용한 영향분석을 시행하였다. 분석 결과, GSCPI의 변동은 부산항 물동량에 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났다. GSCPI가 상승하면 초기에는 부산항 물동량의 감소로 연결되지만, 일정 시점 후에는 오히려 물동량 증가요인으로 작용하는 것으로 나타났다. 이는 상하이항 물동량을 대상으로 한 비교 분석에서도 동일하게 나타났다. 다만 미국 LA/LB항 물동량을 대상으로 한 분석 결과에서는 GSCPI가 물동량 변동에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타나, 공급망 변동이 항만물동량에 미치는 영향은 해당 국가가 글로벌 공급망에서 수행하는 역할에 따라 다르게 나타날 수 있는 것으로 보인다. 추가적으로 생산, 소비, 운송 측면의 공급망 변동 각각의 영향을 알아보기 위해 SCFI와 우리나라 산업생산지수, 소매판매지수가 부산항 물동량에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 그 결과, 산업생산지수와 소매판매지수가 부산항 물동량에 미치는 영향은 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났으며, SCFI 변동의 영향은 GSCPI가 물동량에 미치는 영향과 거의 유사하게 나타났다. 이러한 결과를 종합해 보면, 글로벌 공급망 변동 중 운송 부문의 충격이 부산항 물동량에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있을 것이다.

2) 정책제언

공급망에 충격을 주는 사건은 점차 빠르게, 점차 많이 발생하고 있다. 2020년 코로나19 팬데믹 이후로 2021년에는 에버기븐호 좌초로 인한 수에즈 운하 통항 불능, 중국 선전 및 닝보-저우산항의 일시 폐쇄, 홍수 등으로 인한 유럽 컨테이너 공급망 마비 등이 연속으로 발생하였다. 또한 2022년에도 영국, 독일, 벨기에에서의 노동자 파업, 가뭄에 따른 라인강 운송 중단 등이 계속해서 발생하고 있으며, 이러한 공급망 변동은 운송시장과 항만의 운영에 악영향을 끼치게 된다. 따라서 공급망 변동이 항만물동량에 미치는 영향에 대한 실증적인 분석을 지속적으로 실시하여 선제적인 대비를 시행할 필요가 있다. 특히 GSCPI

등 공급망 충격에 관한 여러 지수를 모니터링하여 충격을 조기에 진단할 수 있는 조기경보 시스템 개발이 우선되어야 한다.

또한 우리나라를 중심으로 한 공급망 변동을 나타낼 수 있는 지수 개발이 필요하다. 본 연구에서 활용한 GSCPI는 공급망 압력을 한눈에 살펴볼 수 있는 유용한 지수이지만, 학술적 가치가 아직 검증되지 않았으며 특히 미국 항공화물 운임을 사용하여 미국 중심의 공급망 압력을 나타내는 지수라는 단점이 있다. 따라서 GSCPI의 유효성에 대한 검증이 필요하며, 장기적으로는 우리나라를 중심으로 한 공급망 변동을 나타낼 수 있는 지수를 개발하여 연구에 활용할 필요가 있다.

마지막으로 추후 연구에서는 본 연구의 한계점을 보완할 필요가 있다. 공급망 변동의 생산과 소비 측면을 대표하는 변수로 개별 국가의 산업생산지수 및 소비 판매지수 외에 글로벌 공급망 변동을 대변할 수 있는 지표의 탐색이 필요하다. 또한 분석 방법론적 측면에서도 본 연구에서 활용한 VAR 모형 외의 다른 모형을 활용한 분석을 통해 결과를 비교하는 작업이 필요하다. VAR 모형은 시계열 자료의 정보를 최대한 활용하여 현상 분석에 용이하지만, 특정 경제이론에 기반한 분석이 아니라서 시계열 자료의 기간이나 변수 배열에 의해 분석 결과가 달라질 수 있다. 이에 더욱 풍부한 연구 시사점을 얻기 위해서는 다양한 시계열 모형 및 머신러닝 기반의 모형을 활용하여 분석을 시행하고 결과를 비교하는 연구가 필요하다.

제3절 해양 분야: 코로나19 대유행에 따른 해양관광의 변화 예측

1. 분석 배경 및 목적

본 절은 시뮬레이션 방법론을 이용하여 해양 분야 미래 리스크의 파급효과를 분석하고자 한다. 앞서 2장의 해양 분야의 미래 리스크 발굴에서 문헌조사 대상의 빅데이터 분석 결과, 해양관광이 1위(678건)를 차지하였으며, 관련 키워드로 미래, 코로나19 등이 포함되어 해양 분야의 관련 문헌에서 "선박 사고"와 "관광" 토픽이 꾸준하게 다뤄지고 있음을 확인할 수 있다. 세부적인 토픽 분석과 전문가(166명) 대상의 리스크 인식조사에서도 "해양관광인프라의 낙후"(11위), "해양레저관광/문화 소외계층 발생"(25위), "관광산업으로 인한 해양생태계 훼손"(31위) 등 관광 관련 토픽이 다수 포함되었다(〈표 2-23〉 참고). 10대 미래 리스크 발굴에는 포함되지 못했지만, 해양 분야에서 관광의 중요성과 미래 위험성은 지속적으로 논의되고 있으며, 최근 코로나19로 인한 관광산업의 영향이 크게 발생하여 미래에 유사한 팬데믹 상황에서 해양관광의 변화 예측과 대응전략의 수립이 절실한 시점이다.

2019년 11월 중국 후베이성 우한시에서 최초 보고된 코로나19(COVID-19)는 2020년 1월 20일 국내에서 처음 확진자가 발생한 이후에 2022년 8월 국내 확진자 수가 전체 인구의 39%에 달하는 2천만 명(사망자 2.5만여 명)을 초과하며 현재도 확산세가 지속되고 있다.[43] 코로나19로 인한 피해는 사회·경제·문화 등 전 분야에 걸쳐서 나타났으며, 감염병 확산을 막기 위한 사회적 거리두기 조치는 특히 관광산업 전반에 큰 변화를 가져왔다. 한국문화관광연구원 보고서에 따르면,[44] 2021년 상반기 주요 관광지별 평균 방문객 수는 6만여 명으로

43) 질병관리청(검색일: 2022.8.10.)

전년 동월 대비 약 43% 감소하였다. 관광지 유형별 평균 방문객 현황은 문화시설 43%, 관광장소 및 시설 47%로 크게 감소하였으나, 자연 및 생태환경은 20% 감소하였다. 코로나19의 영향으로 관광객의 밀집도가 낮고, 실내보다는 실외를 선호하는 관광 트렌드의 변화로 인한 결과로 해석된다.

코로나19 팬데믹으로 인한 관광 트렌드의 변화는 포스트 코로나19 시대에 자연 및 생태환경 위주의 해양관광산업에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.[45] 미래에 코로나19와 같은 유사한 감염병 확산에 대비해 해양관광산업의 피해 예방과 사후 회복을 위한 적절한 정책대안을 마련할 필요성이 있다. 이러한 배경에서 본 연구는 코로나19와 같은 감염병 리스크로 인한 해양관광에의 파급효과를 예측·분석하여 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

2. 유사 사례 및 선행연구

1) 해양 분야 리스크 사례

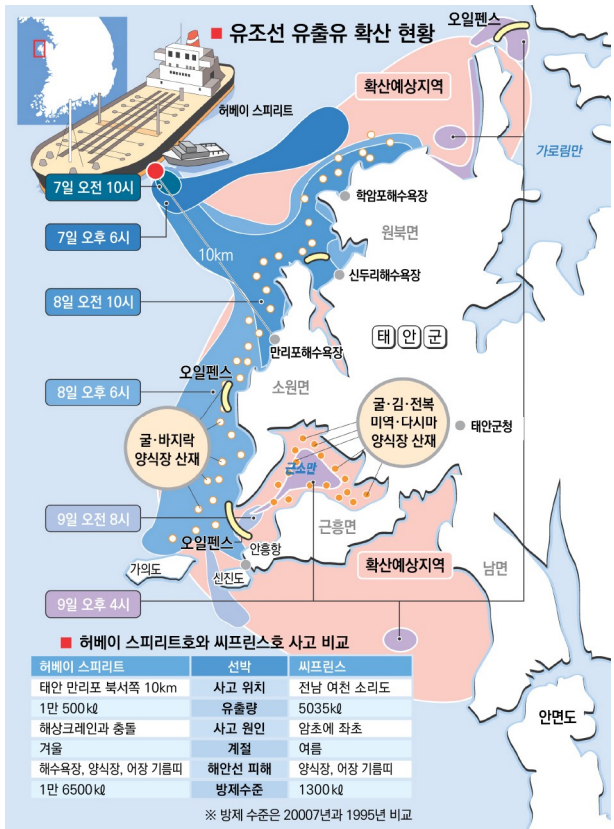
(1) 허베이스피릿호 원유유출사고

가. 사고 개요 및 피해 현황

2007년 12월 6일 인천대교 건설 현장에서 출항한 예인선(삼성 T-5호)의 예인줄이 강한 바람에 절단되면서 크레인선(삼성 1호)이 태안군 원북면 신도 남서방 6마일 해상에서 표류 중이던 원유 운반선(허베이스피릿호)과 충돌하였고, 그 결과 좌측 탱크(3개소)가 파괴되면서 해상에 원유(1만 2,547ℓ)가 유출되었다. 허베이스피릿호의 사고 경위와 피해 규모는 그림 3-25와 같다.

44) 권태일·박소영(2021), pp. 110-111.
45) 하경희(2021), pp. 50-52; 최동희(2021), pp. 113-114; 박재완(2020), pp. 21-25.

〈그림 3-25〉 허베이스피릿호 사고 경위와 피해 규모



허베이 스피리트	선박	씨프린스
태안 만리포 북서쪽 10km	사고 위치	전남 여천 소리도
1만 500㎘	유출량	5035㎘
해상크레인과 충돌	사고 원인	암초에 좌초
겨울	계절	여름
해수욕장, 양식장, 어장 기름띠	해안선 피해	양식장, 어장 기름띠
1만 6500㎘	방제수준	1300㎘

자료: 서울신문(2007.12.10.)(검색일: 2022.8.8.)

당시 사고로 유출된 기름은 1995년 시프린스호 유출량의 두 배 이상으로 국내 최대규모이다. 유출 사고 발생 14시간 만에 해안 쪽으로 빠르게 유입되어 인근 해안에 도달하였으며, 4일째는 이원면 해안까지 총 70km 가까이 오염이 확산하였다. 해안에는 기름 덩어리 상태로 유입되었으며, 나머지는 타르 상태로 변하여 해류를 따라 이동하였다.

2008년 2월 기준 당시 사고로 인한 피해 규모는 충남과 전남지역의 양식장

약 3만 4,000ha에 달하며, 이 지역의 38만 천여 가구가 피해를 보았다. 원유 유출로 인해 바닷물이 혼탁해지면서 용존 산소량이 감소하여 인근 양식장의 어패류가 대량 폐사하였고, 어장이 황폐해지면서 어업에 의존한 지역경제에 치명적인 영향을 끼쳤다. 2011년 기준 유류오염피해 청구금액의 합계가 4조 원에 이른다. 그 밖에도 어업과 관광업 피해로 인한 지역내총생산량 감소, 지역주민의 신체 및 정신적 건강 문제와 더불어 지역사회 갈등이 심화하였다.[46]

나. 사후 대응체계

2007년 12월 7일 사고 수습을 위한 중앙사고수습본부, 방제대책본부, 재난종합상황실을 설치, 운영하여 방제작업을 착수하고, 사고해역 수산물 채취 및 포획 자제를 조치하였다. 이튿날 재난사태 선포와 함께 환경 민감해역 보호를 위한 오일펜스를 설치하였고, 유조선 선주보험사와 국제유류오염보상기금 측 피해조사 관계자가 현장에 도착하여 사고처리방안에 대한 논의를 착수하였다. 12월 9일 사고 유조선의 파공 부위를 응급 봉쇄하고, 방제작업을 위한 자원봉사자가 투입되었다.

사고 이후에 해양유류오염사고 대응을 위한 체계는 다음 항목을 중심으로 수립되었다. 첫째, 초기대응 분야의 개선을 위해서 해양경찰청은 3,000톤급 규모의 대형 방제선박을 확보하였고, 해양 방제지휘체계를 해양경찰로 일원화하였다. 또한, 지자체의 방제능력을 향상시키기 위해서 방제전문교육(SCAT: Shoreline Cleanup Assessment Technique) 프로그램을 도입하고, 자원봉사자 관리 체계를 수립하였다. 둘째, 해양유류 피해 및 영향조사 제도의 선진화를 위한 장기 모니터링 및 복원 조사를 수행하고, 오염 지역 주민의 건강을 위한 건강영향평가 제도, 방제작업자를 위한 안전보건관리 매뉴얼 등을 구축하였다. 셋째, 피해배상 등 관련 제도를 개선하기 위해서 유류오염보상기금 설립을 검토하고, 지역주민 생계비 지원방안, 피해배상 청구를 위한 주민지원체

46) 정광용·이승환(2012), pp. 205-207.

계를 마련하였다. 마지막으로, 중장기적 해양오염방제를 위한 조치로 장기 생태환경평가 및 복원기술을 개발하고, 오염 지역의 해양환경·생태계 복원계획을 수립하고 추진하였다.[47][48]

(2) 후쿠시마 원전오염수 해양방출

가. 사고 개요 및 피해 현황

2022년 7월 일본 원자력규제위원회는 2011년 동일본대지진 당시에 녹아내린 후쿠시마 제1원전의 핵연료를 냉각시키기 위해 사용된 원전오염수를 해양에 방류할 계획을 정식으로 인가하였다. 원전오염수에는 각종 방사성물질이 포함된 것으로 알려졌지만, 일본 정부는 인체에 영향이 없는 수준까지 오염수를 희석하여 순차 방류할 예정이라고 밝혔다. 하지만 안정성을 두고 우리나라를 포함한 인접 국가와 일본 내 반발이 이어지고 있다.

사고 이후, 당시 녹아내린 핵연료를 식히기 위해 냉각수를 주입하고 있으며, 외부에서 지하수까지 유입되어 후쿠시마 원전 시설 내부에서 하루 최대 180톤 가량의 오염수가 발생하고 있다. 오염수에는 삼중수소(트리튬), 세슘-134·137, 스트론튬-90 등으로 알려진 방사성 핵종 물질이 포함되어 있다. 일본 정부는 다핵종제거설비(ALPS: Advanced Liquid Processing System)를 이용해 방사성 핵종 물질을 제거하고, 물로 희석하여 바다에 방출할 계획이다.

원전오염수 방출의 핵심 문제는 ALPS를 거치더라도 원전오염수에서 삼중수소는 잔류하며, 따라서 해양에 오염수를 방출하는 경우에 바다에 삼중수소가 떠돈다. 삼중수소가 인체에 노출되면 DNA에서 핵종 전환[49]을 발생시켜 유전자 변형과 세포 파괴를 일으켜 각종 암을 유발하거나 생식기능을 저하할

47) 신용승·임혜숙(2008), pp. 61-67.
48) 신용승(2009), pp. 409-416.
49) 삼중수소가 인체의 정상적인 수소를 밀어낸 이후 베타선을 방사하면서 삼중수소가 헬륨으로 바뀌는 현상

수 있다. 한국해양과학기술원(KIOST)은 후쿠시마 원전 오염수가 방출되면 극미량의 세슘 등이 한 달 이내로 제주도와 서해에 도달할 수 있을 것으로 보았다. 그림 3-26은 후쿠시마 원전사고 당시의 모습을 나타낸 것이다.

〈그림 3-26〉 후쿠시마 제1 원자력발전소 사고 당시



자료: BBC NEWS 코리아(2021.4.13.)(검색일: 2022.8.8.)

나. 사후 대응체계

2021년 일본의 후쿠시마 원전오염수 방류 방침이 발표된 이후, 국무조정실을 포함한 국내 9개 중앙부처는 국제원자력기구(IAEA) 조사단 파견, 해양 방사능 감시체계 구축, 국제공조 강화, 일본산 수산물 및 국내 유통 수산물의 방사능 검사 강화, 원산지 표시 단속 등의 대책을 발표하였다.[50]

주무 부처인 해양수산부는 2021년 4월 일본 정부의 후쿠시마 원전오염수 해양방출 결정과 관련하여 오염수 해양방출로 인한 해양환경 보호 및 수산물의 안전관리를 목표로 하는 다음 사항의 구체적인 대응방안을 발표하였다.

50) 김진수·장여주·유제범(2021), pp. 3-4.

첫째, 전국 연안에 대한 방사성물질 감시망을 강화하여 삼중수소, 세슘 등 원전오염수에 포함된 방사성물질의 국내 유입을 차단한다. 둘째, 선박평형수를 통한 원전오염수의 유입을 방지하기 위해서 선박평형수에 대한 지속적인 방사능물질 조사와 더불어 오염수의 영향권에 있는 일본 항만에서 출발하는 모든 선박에 대해 중점 관리한다. 셋째, 향후 실제 오염수가 방출되는 경우에 후쿠시마현 등 여섯 개 현에 위치하는 17개 항만에 대한 국내외 선박의 기항을 자제하고, 부득이한 경우에 영해 외부에서 선박평형수를 교환한 후에 입항하도록 세부 절차를 마련한다. 넷째, 일본으로부터 해양방출에 대한 정보를 입수하는 즉시, 관련 기관(KIOST 등)에서 원전오염수의 국내 유입 여부 및 시기, 농도 등을 분석하여 우리 해역에 미치는 영향을 예측한다. 다섯째, 식약처, 해경청, 지자체 등 관계기관과의 협력을 통해서 원전오염수 방출로부터 수산물의 안전을 확보하고, 소비 위축을 방지하기 위한 대응책을 마련한다. 마지막으로, 방사능 검사와 관련된 모든 정보는 해양수산부 누리집 또는 SNS 등을 통해 공개한다.[51]

2) 코로나19로 인한 해양관광 분야 리스크 관련 선행연구

코로나19로 인한 사회·경제적 피해와 더불어 관광 분야, 특히 해양관광에 대한 영향 또한 크게 나타났다. 이에 다양한 학문 영역에서 코로나19로 인한 영향과 향후 관광 행태의 변화를 예측하는 연구를 수행하였다. 본 연구는 코로나19에 의한 해양관광 분야의 파급효과를 예측하기에 앞서 국내외 연구사례를 검토하여 리스크 분석 및 대응체계 마련을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

51) 해양수산부(2021), pp. 1-3.

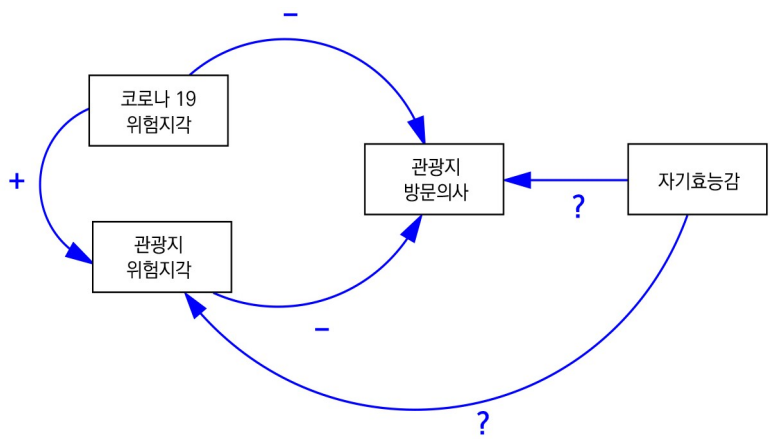
(1) 국내 사례

하정우·김창수(2020)는 코로나19로 인한 국내외 경제 상황을 비롯한 관광산업의 현황을 살펴보고, 관광산업의 위기를 극복하기 위한 대안으로 재난회복탄력성[52]을 향상하는 방안을 제시하였다. 구체적으로, 저자는 국내 관광을 통한 내수 촉진 전략, MICE의 유치와 지원정책, 관광기금 조성, 관련 보험 및 약관 정비, 위기 대응 지침서 마련, 민·관 협의체 구성, 관광산업 종사자 대상의 위기관리 프로그램 도입 등을 관광산업의 재난회복탄력성을 개선하는 방안으로 제안하였다.[53]

오미숙·오미영(2020)은 코로나19 이후에 관광산업 소비자의 여행심리를 회복하기 위한 전략을 탐색하기 위해 코로나19와 같은 감염병 상황에서 관광의 사결정에 미치는 요인을 파악하였다. 저자는 온라인 설문조사(350부) 결과를 토대로 코로나19에 대한 위험지각[54]과 자기효능감[55]이 관광지 위험지각과 방문의사에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과, 코로나19와 관광지에 대한 위험지각이 높을수록 관광지 방문의사에 부정적인 영향을 미치고, 반면에 관광지 방문의사에 대한 자기효능감의 유의미한 영향은 없는 것으로 나타났다(그림 3-27 참조). 따라서 리스크 발생 시 정확한 정보전달은 관광지 선택에 부정적인 영향을 최소화할 수 있으므로 코로나19와 같은 위험 상황에서 관광시장의 전략적 접근을 강조하였다.[56] 이외에도 주신옥(2021)[57], 안성식·조아람·황윤섭(2018)[58], 이창복·이기종(2017)[59] 등 유사 연구에서 리스크 상황에서 위험지각과 관광의사결정에 대한 연구를 수행하였다.

52) 위기 직후에 원상태로 회복할 수 있는 회복성과 변화된 환경에 적응하기 위한 적응성을 토대로 위기 이전보다 나은 상태로 발전시키는 능력
53) 하정우·김창수(2020), pp. 514-515.
54) 위험의 특성이나 강도에 대해 개인이 생각하는 주관적인 판단
55) 특정 상황에서 주어진 과제를 자신감을 가지고 성공적으로 해낼 수 있다는 자기 신념
56) 오미숙·오미영(2020), pp. 102-104.
57) 주신옥(2021), pp. 258-259.
58) 안성식·조아람·황윤섭(2018), pp. 224-225.
59) 이창복·이기종(2017), pp. 57-58.

〈그림 3-27〉 코로나19 위험지각과 방문의사, 자기효능감 관계

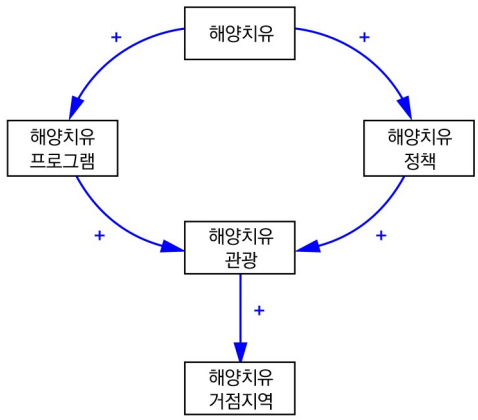


자료: 오미숙·오미영(2020)의 연구 내용을 토대로 저자 작성

하경희(2021)의 연구는 네이버 데이터랩의 '해양치유' 검색어 분석을 통해서 코로나19 이후 해양치유관광에 대한 관심과 변화를 분석하고, 해양치유관광에 대한 정책적 시사점을 제시하였다. 검색어 분석 결과, 해양치유에 대한 인식이 아직 저조함에도 불구하고 해양치유의 힐링 기능에 대한 관심은 코로나19 이후에 높아졌다. 또한, 해양치유 4대 거점 지역 중 완도군과 태안군 이외에 고성군과 울진군의 해양치유 이용자에 대한 활성화 노력이 낮은 것으로 나타났다(그림 3-28 참조). 저자는 해양치유에 대한 인지도를 개선하기 위한 정책과 다양한 해양치유 프로그램 개발의 중요성을 강조하였다.[60]

60) 하경희, 앞의 책, pp. 51-52.

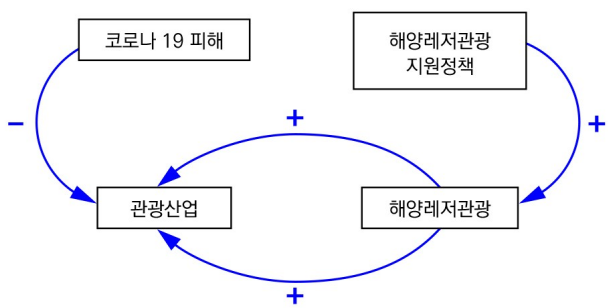
〈그림 3-28〉 해양치유관광 활성화를 위한 방안



자료: 하경희(2021)의 연구 내용을 토대로 저자 작성

박재완(2020)은 코로나19로 인한 관광산업의 피해를 극복하기 위한 대안으로 해양레저관광의 발전전략을 제시하였다. 해양레저관광 정책과 현황을 살펴보고, 국내 관광, 자연 중심, 생활권, 안전 등 코로나19로 인한 관광 활동의 변화에 대응하여 치유관광과 활동 중심 해양레저복합단지 조성을 대안으로 제시하였다(그림 3-29 참조).[61]

〈그림 3-29〉 코로나19로 인한 관광산업 회복을 위한 해양레저관광 지원방안



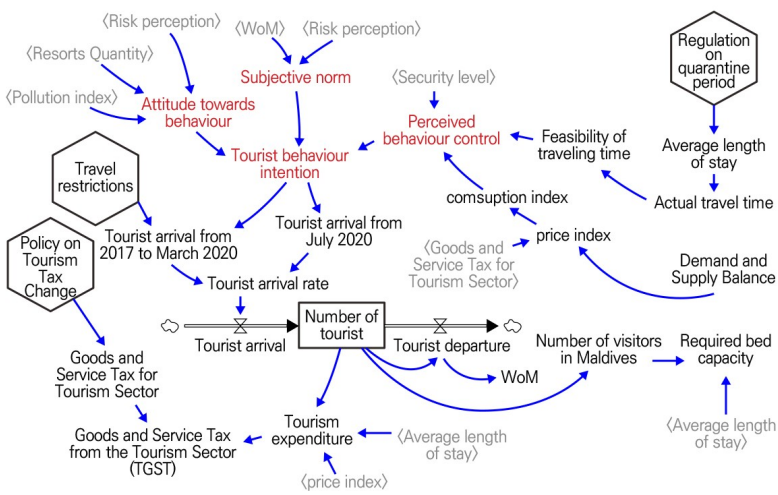
자료: 박재완(2020)의 연구 내용을 토대로 저자 작성

61) 박재완, 앞의 책, p. 26.

(2) 국외 사례

Gu et al.(2022)의 연구는 관광산업 의존도가 높은 군소 도서 개발국(SIDS: Small Island Developing States)의 코로나19 피해 보상을 위한 전략을 탐색하였다(그림 3-30 참조). 저자는 몰디브 지역을 대상으로 계획행동이론(TPB: Theory of Planned Behavior)에 근거한 위험지각과 행동의지에 따른 네 가지 전략(트래블 버블, 사회적 거리두기, 세금 감면, 공동전략)을 SD 기법을 활용하여 평가하였다. 분석 결과, 트래블 버블[62]이 관광객 행태를 변화시키는 가장 효과적인 관광전략이며, 또한 코로나19로 인한 방문객 감소는 지역경제에는 부정적인 효과를 가져오지만, 지역 생태계 회복에 긍정적인 결과를 가져오는 것으로 나타났다.[63]

〈그림 3-30〉 관광 수요와 관광경제의 인과지도

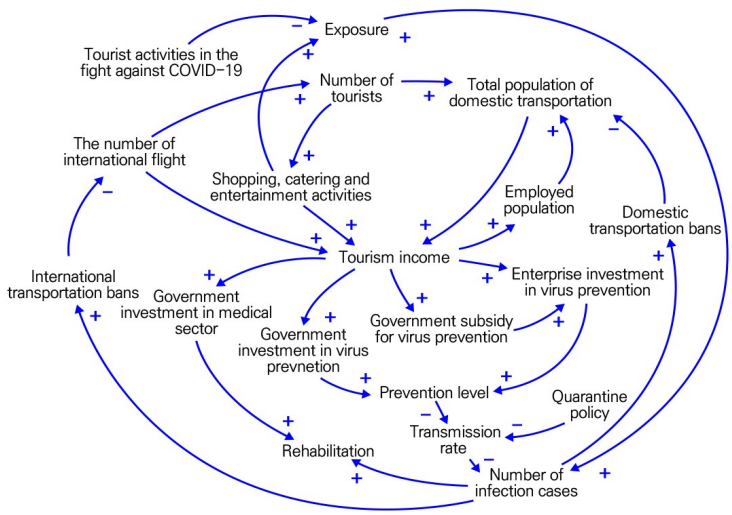


자료: Gu et al.(2022), p.1489 (Figure 4)

62) 방역관리에 대한 상호 신뢰가 있는 국가끼리 입국객 격리를 면제하는 제도
63) Gu et al.(2022), pp. 1499-1500.

Li, Ma, & Zhang(2022)의 연구는 캄보디아의 코로나19 확산을 억제함과 동시에 관광산업 육성을 위한 정책적 대안을 탐색하기 위해 SD를 활용하였다. 국내외 운송 규제, 방역 강화, 관광객 보호조치, 산업 보호조치 등 대안별로 시뮬레이션 분석을 통해 코로나19 억제와 관광개발 지원에 효과적인 정책 대안을 비교, 평가하였다(그림 3-31 참조). 여러 대안 중 관광객 보호조치와 더불어 방역 강화 정책이 코로나19 억제와 관광개발에 가장 효과적인 전략으로 평가되었다.[64]

〈그림 3-31〉 코로나19 방역조치와 관광개발에 대한 인과지도

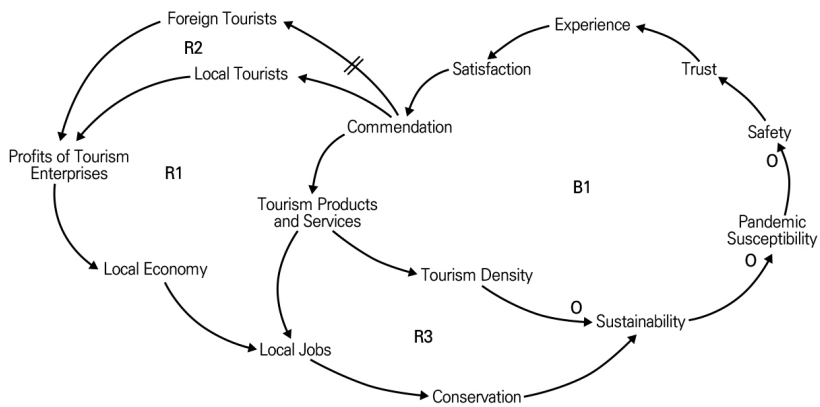


자료: Li, Ma, & Zhang(2022), p. 8 (Figure 3)

64) Li, Ma, & Zhang(2022), p. 8.

Roxas, Rivera, & Gutierrez(2022)의 연구는 시스템 사고(systems thinking approach) 개념을 적용해 코로나19 이후에 경제를 활성화하는 방안으로 관광산업의 중요성을 강조하였다(그림 3-32 참조). 저자는 문헌조사를 통해 코로나19와 지역경제, 그리고 관광산업(내국인, 외국인 포함)의 연관성에 대한 인과지도를 작성하고, 인과지도를 통해서 관광산업을 통한 지역경제 회복에 대한 여러 정책적 시사점, 즉 가치사슬(value chain)의 재설계, 소규모 네트워크의 최적화, 관광패러다임의 변화 등을 제안하였다.[65] 이외에도 Sedarati, Santos, & Pintassilgo(2019)[66], Chen(2004)[67], Lola et al.(2019)[68] 등 관련 연구에서 SD를 이용하여 관광 요소와 자원의 순환적 인과 구조(인과지도)를 구성하고, 인과 구조를 토대로 (자연) 관광산업의 개발 및 육성을 위한 대안을 평가하고 정책적 시사점을 제시하였다.

〈그림 3-32〉 코로나19와 관광산업에 대한 인과지도



자료: Roxas, Rivera, & Gutierrez(2022), p. 91 (Figure 4).

65) Roxas, Rivera, & Gutierrez(2022), pp. 86-101.
66) Sedarati, Santos, & Pintassilgo(2019), p. 17.
67) Chen(2004), p. 111.
68) Lola et al.(2019), p. 268.

코로나19 혹은 리스크에 따른 관광산업의 파급효과 및 발전 방안에 대한 국내외 연구사례를 통해서 다음의 시사점을 도출하였다. 첫째, 코로나19로 인한 관광산업의 피해를 복구하기 위한 정책적 대안을 평가하기 위한 다양한 연구가 시도되었다. 둘째, 코로나19로 인한 영향은 관광인프라의 물리적 요소 외에도 관광 목적지 및 활동 등 관광 행태(관광의사결정)를 변화시킬 수 있는 관광 소비자의 심리적 피해(위험지각 등)를 포괄하므로, 여행객의 안전에 대한 정책(트래블 버블 등)이 요구된다. 셋째, 관광산업의 회복을 위해서 코로나19 이후에 변화된 관광 트렌드(해양치유관광, 해양레저관광 등)에 대한 고려가 필요하다. 본 연구는 이상의 연구사례에서 도출된 시사점을 토대로 코로나19로 인한 해양관광의 영향을 분석하기 위한 개념도 및 인과지도 설계에 반영하였다.

3. 분석 방법

1) 시스템다이내믹스(SD) 개요

SD는 시스템 변동이 내부적 원인으로부터 발생한다는 내재적(endogenous) 관점에서 시스템 외부 또는 내부에서 전해지는 내적 자극을 시스템의 구조와 조건 및 구성 개체 간의 상호 작용으로 이해하고, 시스템의 역동성과 변화 과정을 전략적으로 지원하기 위한 분석 방법론이다. SD는 시스템(system)과 다이내믹스(dynamics)가 합쳐진 용어로, 시스템은 다양한 세부 구성요소로 구성된 목표 지향적 구조이고, 다이내믹스는 시간의 흐름에 따른 동태적 시스템의 변화나 변동 형태(BOT: behavior over time)를 분석하기 위한 접근이다. 여기서 구조는 피드백 루프(feedback loop)를 의미하고, 변동 패턴은 동태적 행태 유형(dynamic pattern of behavior)을 의미한다. 즉 SD는 기존의 사회현상들의 원인과 결과 위주의 단선적 사고방식을 지양하고, 시스템을 구성하고 있는 하위 시스템 간의 상호 유기적이고 순환적인 동태적 관계를

고려하여 시스템을 통합적 시각으로 바라보는 접근 방법이다.

이와 같은 SD는 시스템의 동태성의 원인인 시간, 구성요소 간의 피드백 구조, 그리고 정보 및 물질 흐름의 시간 지연(time delay)을 모델링화하는 데 적합한 프로그래밍 방법으로, 피드백 구조는 시스템의 행태를 계속해서 증감하게 변화시키는 양의 피드백 루프(positive feedback loop)와, 시스템을 안정화하거나 진동 및 확산하는 파동을 유발하는 음의 피드백 루프(negative feedback loop)와의 구조화된 결합을 분석한다. 이를 통해 핵심 연구 영역의 복잡성과 복합화의 구조적 틀의 도식화를 시도한다. 또한 SD는 구조화된 인과지도(CLD: Causal Loop Diagram)를 토대로 문제 해결을 위해 다양한 시나리오 분석을 수행하며, 시간에 따른 행태 변화를 저량(level)과 유량(flow) 기반의 컴퓨터 시뮬레이션(simulation)을 한다. 또한 SD는 '만약에 이러하다면(What-If)' 형태의 정책분석을 통해 다양한 전략적 지렛대를 도출한다.[69]

SD는 복잡다단한 사회 구조시스템에서 다이내믹하게 변화하는 구조주의적 행태를 이해하고 대안을 모색하기 위하여 시스템 사고 기반의 질적 분석 방법과 시뮬레이션 기반의 양적 분석 방법을 결합시킨 연구 방법론이다. 이러한 SD는 공공 정책, 운영정책 수립, 경영 전략 등의 사회과학적 접근뿐만 아니라, 생물 모델링, 에너지 및 환경, 생태계 분석 등의 자연과학에서의 이론 정립, 동태적 의사결정, 비선형 동태역학 등과 같은 다양한 분야에서 활용되고 있다.

(1) 시스템다이내믹스(SD) 분석 절차

SD 방법론은 우선 직관적이고 정성적인 상식의 구조화를 위해 유연한 방법론인 시스템 사고를 통해 정석적 분석인 인과지도를 작성하고, 다음으로 정량적 분석 기반으로 상식 밖의 현상을 검증하기 위해 견고한 방법론인 저량-유량도를 작성하는데, 이 단계에서는 주요 변수들의 동태적 행태를 고찰한다.[70] SD

69) 곽상만·유재국(2016), pp. 42-44.

분석은 동태적이고 순환적인 인과관계의 시각에서 다양한 현상을 분석하고 분석된 인과 구조 논리를 기초로 컴퓨터 시뮬레이션 모델을 구축한 뒤, 구축한 모델이 타당한지를 검증하기 위하여 일반적으로 연구 모델링, 인과지도 작성, SD 시뮬레이션 구축, 그리고 모형의 타당성 검증 등의 네 단계 의사결정 절차를 따른다(표 3-37 참조).

〈표 3-37〉 시스템다이내믹스 분석 절차

단계	분석 절차	목표	분석 대상	결과
1단계	문제의 정의	연구 개념 설정 및 시스템 영역 설정	• 연구 주제 이해 • 시스템 경계 설정	• 시스템 영역
2단계	정성적 분석	시스템 구조의 이해 및 인과지도 작성	• 핵심 변수 도출 • 인과 구조 파악 • 피드백 구조 이해	• 인과지도 • 시스템 원형
3단계	정량적 분석	시스템다이내믹스 시뮬레이션 구축	• 저량-유량 변수 • 보조 변수 및 상수 • 시간 지연 및 비선형 함수	• 저량-유량도 작성 • 시스템 행태 분석(강화, 목표지향, 진동 및 순환, S-자 형태 변동)
4단계	시뮬레이션 및 타당성 검증	시스템다이내믹스 결과 분석 및 타당성 검증, 통계적 추정의 최적화	• 타당성 검증 • 민감도 분석 • 최적화 수행 • 시나리오 분석	• 의사결정 지원 시뮬레이션(의사결정 분석자, 의사결정 시뮬레이터)

자료: 저자 작성

첫째 단계는 문제를 정의하는 단계이다. 즉 문제의 정의 단계에서는 분석 대상의 복잡한 시스템 구조를 정확히 인식하고, 분석 시스템의 경계를 설정한다. 일반적으로 SD는 관찰하고자 하는 어떤 대상이나 공간의 영역, 물질의 양을 시스템의 영역 및 변수로 정의하고 전반적인 모델링 계획을 설계한다. 특히, 시스템의 연구 경계의 설정은 모델화의 범위를 설정하는 것으로 시스템을 둘러싸고 있는 외부 환경적 요소에 대한 분석 범위를 설정하는 중요한 절차

70) Choi(2018), p. 137.

중의 하나이다.

둘째 단계는 인과지도(causal loop diagram)를 작성하는 단계이다. 인과지도는 인과관계를 형성하는 주요 변수 간의 직접적 인과관계를 도식화하는 정성적 분석 단계로 시스템 사고에 기반하고 있다. 이러한 시스템 사고는 시스템의 전반적인 작동 메커니즘을 직관적이고 포괄적으로 이해하고 시스템을 효과적으로 변화시킬 수 있는 전략적 지렛대를 도출하기 위한 사고방식이다. 또한 시스템 사고는 부분에 대한 암묵적 지식을 종합적인 형식지로의 지식으로 전환하려는 사고체계로, 개별적인 인과 변수들의 연결고리를 쉽게 도식화하고, 부분이 연결된 전체가 어떤 양태를 가지고 있는가를 설정해 준다. 이와 같은 시스템 사고는 원인과 결과를 기초로 한 인과관계 구조를 이해하는 인과적 사고, 인과관계의 연결이 순환되는 구조에 기반하고 있다는 피드백 사고, 그리고 시스템의 지속적 변동을 가정하고 있는 파동의 사고를 기반으로 한다.

인과지도는 일반적으로 다양한 시스템 원형(system archetype)을 구성하고 있다. 페가수스 커뮤니케이션(Pegasus Communications)에서 발간된 Systems Thinking Tools에서는 시스템 사고 기반의 인과지도 원형을 크게 강화 엔진(reinforcing engine) 기반의 성장과 저투자(Growth and Underinvestment), 성장의 한계(Limits to Growth), 공유지의 비극(Tragedy of the Commons), 그리고 빈익빈 부익부(Success to the Successful) 등으로 구분하고, 균형 조정(balancing corrections) 기반 목표의 표류(Drifting Goals), 양동 효과(Escalation), 처방의 실패(Fixes that Fail/Backfire), 그리고 중독의 함정(The Pitfall of Addiction) 등의 원형으로 구분하고 있다.[71]

71) Kim(1995), pp. 13-21.

〈표 3-38〉 시스템 사고와 시스템다이내믹스

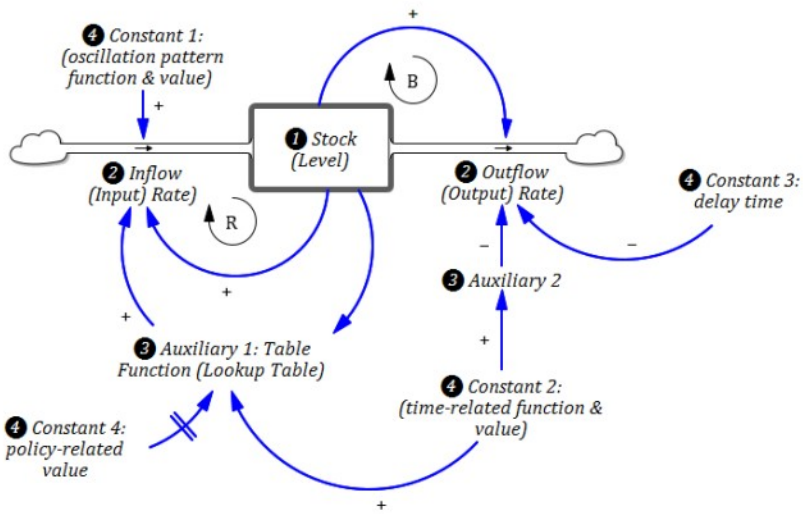
구분	시스템 사고	시스템다이내믹스
결과물	인과지도(Causal-Loop-Diagram)	저량-유량도(Stock-Flow-Diagram)
접근 방법	유연한 방법론(Soft Methodology)	견고한 방법론(Hard Methodology)
분석 기법	직관적(intuitive) 분석	컴퓨터 시뮬레이션(computer simulation) 분석
	질적(qualitative) 분석	양적(quantitative) 분석
개념 및 영역	상식의 구조화	상식 밖의 현상 발견
	대중적(general)	전문적(expert)
도구	그리기 도구 제한 없음	Stella, iThink, PowerSim Studio, Vensim, Anylogic

자료: 저자 작성

셋째 단계는 정량적 분석 단계로 다양한 소프트웨어를 활용하여 시스템다이내믹스 시뮬레이션(system dynamics simulation)을 구축하고, 실증분석을 시행하는 단계이다. 이 단계에서는 SD 시뮬레이션을 구축하기 위해 주요 변수들을 세부적인 서브 모델로 구분하고 주요 핵심 변수들을 저량-유량도(Stock-Flow Diagram)로 작성한다. 또한 실제 분석에 필요한 변수 간의 함수식(equation)과 모수(parameters)를 설정한다. 이러한 저량-유량도를 구현하기 위한 구성요소는 크게, ① 저량(stock) 변수, ② 유량(flow) 변수, ③ 보조(auxiliary) 변수, 그리고 ④ 상수(constant) 또는 정책(policy) 변수로 구분할 수 있다. 이 밖에도 변수 간의 비선형적 관계를 설명하기 위해 룩업(lookup) 함수라는 그래프 함수를 이용한다.

이와 같은 SD의 저량-유량도를 구축하는 대표적인 소프트웨어로는 벤심(Vensim)이 있으며, 다음 〈그림 3-33〉은 벤심에서 SD 구성요소를 도식화하기 위한 주요한 구성요소들이다.

〈그림 3-33〉 시스템다이내믹스 구성요소(벤심 DSS 9.3 소프트웨어 활용)



자료: 저자 작성

저량(stock) 변수는 어떤 특정 시점(snapshot)을 기준으로 측정된 존재량으로, 예를 들어 강물 수위, 인구수, 재고 수준, 은행 잔고, 종업원 수, 지식수준 등과 같이 특정 시간에 누적된 상태 값을 의미하는 것이다. 유량(flow) 변수는 일정 기간을 기준으로 파악된 변화량의 흐름으로, 예를 들어 인구수라는 저량 변수에 증감을 표시하는 출생률 및 사망률, 또는 종업원 수라는 저량을 측정하기 위한 고용과 채용이라는 유입량과 해고와 퇴사와 같은 유출량을 의미한다. 보조(auxiliary) 변수는 저량 또는 유량의 계산을 쉽게 하려면 보조적으로 사용하는 매개 또는 보조 변수로, 다른 변수들과의 관계식을 설정할 때 사용된다. 상수(constant) 또는 정책(policy) 변수는 분석 기간에 변하지 않는 값을 가진 변수로, 정책을 입안하거나 시나리오 분석을 수행할 때 결정해야 할 변수이다. 이처럼, 정량적 분석 단계에서는 시뮬레이션을 수행하기 위해 적정한 저량-유량도를 작성하고, 변수 간의 실증에 기반을 둔 함수 관계식 설정이 중요하다.

넷째 단계에서는 SD 모형의 타당성을 검증(validation) 및 확인(verification)하는 단계로, Sterman(2000)은 SD 모형의 타당성을 크게 구조적(structural) 타당성과 형태적(behavioral) 타당성으로 구분하여 모형의 검증력을 높여야 한다고 주장하고 있다. 여기서 구조적 타당성은 구조의 타당성, 파라미터의 타당성, 극한 조건, 경계 적절성(구조), 측정 단위 일관성을 검증하는 것이고, 행태적 타당성은 행태의 재현성, 행태의 비정상성, 타 상황에서의 적절성, 숨은 행태의 발견, 경제 적절성(행태), 통계적 특성을 검증하는 것이다. 이러한 전반적인 타당성 검증은 모형의 오류를 수정하고 모델의 객관성과 신뢰성을 입증하는 데 필요한 단계이다.

벤심에서는 첫째로 시스템 사고와 SD 간의 강건성을 검증하기 위한 '타당성 검증(Reality Check®)', 둘째로 시뮬레이션의 결과가 과거 자료(historical data)와 가장 유사하도록 모델의 모수들의 최적값을 결정하는 '모델 교정 및 보정(Model Calibration)' 그리고 셋째로 불확실성을 내포한 상수 및 정책 변수에 대해 검증하고자 하는 변수들이 주변의 상수들에 의해서 얼마나 민감하게 반응하는지를 난수를 이용해 검증하는 '민감도 시뮬레이션(Sensitivity Simulation)' 등을 통해 SD 모형의 타당성을 검증하고 확인한다.

2) 분석 대상

구체적인 분석 대상은 우리나라에서 두 번째로 큰 섬인 거제도에 있는 거제시로, 한려해상국립공원에 속해 있으며, 서쪽으로 통영시와 북동쪽으로 부산광역시와 연결되어 있다(그림 3-34 참조). 거제시의 면적은 402.3㎢로, 2019년 12월 기준 24만 명(10만 2천 가구)이 거주하고 있다. 1971년 거제대교가 개통되어 육지와 연결되면서 발전하였으며, 대우조선해양과 삼성중공업 등 조선소가 있어 관광업과 함께 조선업이 발달하였다.

〈그림 3-34〉 분석 대상 지역: 거제시



자료: 거제시청 홈페이지(검색일: 2022.8.9.)

거제시에는 거제 해금강, 외도 자연농원, 구조라 해수욕장 등 자연 관광지가 다수 분포하고 있으며, 역사적으로 임진왜란 당시 옥포해전, 한산도대첩 등 해전이 벌어졌고, 6·25전쟁 중에는 유엔군에 의해 거제 포로수용소가 운영되어 유적지가 있다.

거제시의 산업대분류별 사업체 중 관광산업과 관련된 숙박 및 음식점업의 비중은 전체의 32.4%(2019년 기준)를 차지하며, 2020년 기준 거제시를 방문한 관광객 수는 318만 명으로 2019년(488만 명) 대비 약 35% 감소하였다. 코로나19 팬데믹 이후 2022년 6월 한 달간 거제시를 방문하는 관광객 수는 약

197만 명(외국인 포함)으로 전년 동월 대비 10% 증가하였으며, 방문객의 거주지역별로 살펴보면 인접한 통영시(8.26%)가 가장 많고, 경상남도 이외 지역은 부산광역시 사하구(2.8%)가 가장 큰 비중을 차지하였다.

코로나19로 인한 해양관광의 영향분석을 위한 본 연구의 사례 지역으로 거제시를 선정한 이유는 대표적인 연안 지자체로 해양관광산업의 중요성이 높고, 따라서 코로나19로 인한 해양관광산업의 영향이 뚜렷하게 나타난 지역으로 효과를 분석하는 데 적절하다고 판단하였기 때문이다.

분석에 사용된 자료는 관광 공급과 수요, 지역 현황으로 구분할 수 있으며, 관광 공급 데이터는 관광산업 및 사업체(종업원 수 등) 현황, 관광 자원(관광지, 축제, 관계기관 등) 등을 포함하며, 관광 수요 데이터는 관광 지출, 방문객 수, SNS 검색량 등을 포함한다. 지역 현황은 인구·가구 수, 사업체·종사자 수, 지역내총생산(GRDP: Gross Regional Domestic Product), 그리고 코로나19로 인한 확진자 현황 등을 포함한다. 관광 및 지역 현황 자료는 관련 데이터를 제공하는 시스템(관광지식정보시스템[72], 한국관광데이터랩[73] 등) 혹은 포털 사이트(국가통계포털[74], 공공데이터포털[75] 등)를 통해서 직접 수집하였다.

〈표 3-39〉 분석 자료 현황

자료명	출처	공간 단위	시간 단위	자료 기간	자료 항목
한국관광수지	관광지식 정보시스템	전국	연	1975~2022	관광 지출, 관광수집 1인당 평균소비액
주요 관광지별 입장객 통계		구 (관광지)	월	2004.7.~ 2022.3.	내국인, 외국인 합계
국민여행조사		시군구	일	2009~2020	조사 개요 참고

72) 관광지식정보시스템(검색일: 2022.8.8.)
73) 한국관광데이터랩(검색일: 2022.7.19.)
74) 국가통계포털(검색일: 2022.8.8.)
75) 공공데이터포털(검색일: 2022.8.8.)

자료명	출처	공간 단위	시간 단위	자료 기간	자료 항목
관광사업체조사		시군구	일	2009~2020	조사 개요 참고
관광산업통계		광역시도	연	2000~2020	관광사업체 현황
관광 예산/인력 현황		광역시도	연	2005~2020	관광 예산·인력 현황
관광자원통계		광역시도	연	1999~2020	관광지, 관광단지 문화관광축제 유관기관
전국 대시보드	한국관광 데이터랩	시군구	월	2018.1.~ 2022.4.	관광지출액 관광활동유형 방문자 수, 체류시간 관광지 검색순위 SNS 언급량 등
빅데이터- 이동통신		시군구	월	2018.1.~ 2022.5.	지역별 방문자
빅데이터- 신용카드		시군구	월	2018.1.~ 2022.4.	지역별 관광지출액
빅데이터- 내비게이션		시군구	월	2018.1.~ 2022.5.	지역별 검색건수
관광산업조사	국가통계 포털	전국	연	2013~2019	사업체 수 종사자 수 연매출액 등
권역별 호텔업 등록 현황	한국호텔업 협회	시군구	연	2013~2021	호텔업 등록 현황
한국문화관광 연구원-관광자원정보	공공데이터 포털	시군구	연	2022.4.	자원명, 분류, 주소
e-지방지표	KOSIS	시군구	연	2010~2019	(1인당) GRDP 가구 수 사업체·종사자
		시군구	월	1970~2022	전입/전출인구
		시군구	월	1992~2022	주민등록인구
		시도	연	2000~2021	강수량, 기온
		시도	연	2004~2021	자연재해 피해 현황
코로나19 확진자 현황	공공데이터 포털	시군구	월	2020~2022	지역별 확진자 수
쓰레기	해양환경 공단	시	매 2개월	2018~2021	국가해안쓰레기

자료: 저자 작성

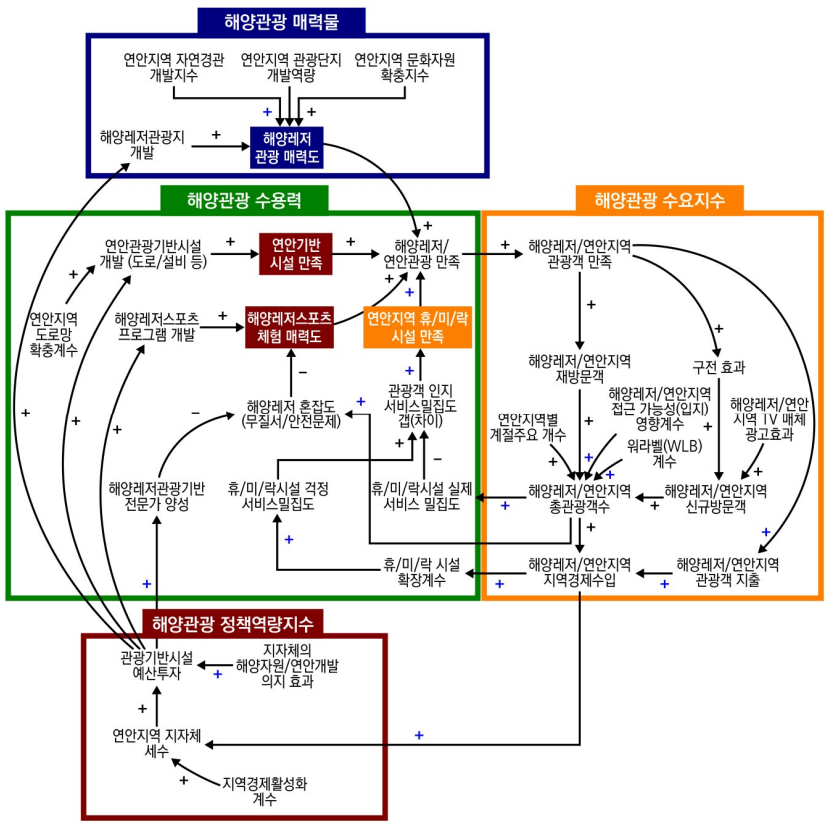
3) 모델 구축

(1) 개념모델 작성

본 연구는 해양 및 연안 지역의 관광 활성화 및 외부 리스크에 효과적으로 대응하기 위한 전략적 지렛대를 도출하기 위한 접근이다. 기존의 해양관광과 관련한 전략적 이슈는 크게 네 가지로 구분한다(그림 3-35 참조). 첫째, 해양 및 연안관광 수요 지수: 해양 및 연안 지역 관광 수요영역은 해양레저 및 연안 지역 총 관광객 수와 관련한 지표로 해양 및 연안 지역 관광객의 증감에 영향을 미치는 주요한 변인들이다. 특히, 해양레저 및 연안 지역 방문 관광객들의 관광 만족도가 총관광객 수에 직접적인 영향을 미치며, 관광객 만족은 잠재적인 신규 관광 수요를 창출할 수 있게 한다. 또한 이러한 관광객 수의 증감과 더불어 해양레저 및 연안 지역 방문 고객들의 관광 지출 규모는 해당 지자체의 지역경제수입에 막대한 영향을 주는 것으로 향후 해양관광 정책역량 지수에 큰 영향을 미친다. 특히, 최근 들어 워라밸(work-life balance)을 추구하는 세대의 신규 관광 수요와 해양레저 및 연안 지역의 접근 가능성 그리고 연안 지역별 계절수요 지수들은 해양레저 및 연안 지역 총관광객 수의 증감에 영향을 미치는 환경요인이다.

둘째, 해양 및 연안관광 정책역량지수: 해양 및 연안 지역의 경제적 수입의 증가는 해당 지자체의 세수 증가에 기여한다. 이렇게 증가된 지자체의 세수는 해양 및 연안관광 지역의 해양관광 수용력을 높이거나 해양관광 매력도를 증가시키기 위한 목적으로 다양한 인적·물적 요인들에 예산을 투자한다. 즉, 해양관광의 정책역량은 이러한 자원들에 대한 보다 효율적인 전략적 자원 배분의 의사결정이며, 이를 통해 궁극적으로 해양 및 연안관광지의 관광 매력도 증진과 해양 및 연안 지역 방문 관광객들의 만족도 제고에 기여하게 된다.

〈그림 3-35〉 시스템다이내믹스 개념모델 사례(해양관광정책)



자료: 저자 작성

셋째, 해양 및 연안관광 수용력: 해양 및 연안 지역의 관광객 수용력은 해당된 해양 및 연안관광지의 다양한 관광 콘텐츠 및 기반시설 요인들을 통해 관광객의 만족을 제고하기 위한 전략적 접근이다. 즉 관광객들은 해양레저 관광이나 해양레저 스포츠 등과 같은 해양 및 연안 관련 관광 콘텐츠에 대한 만족도뿐만 아니라 해양 및 연안 지역의 기반시설이나 휴(休)·미(味)·락(樂) 시설에 대한 만족도를 제고한다. 따라서 해양 및 연안 지역의 지자체들은

다양한 인적·물적 자원을 투자하여 해양 및 연안 관련 관광 콘텐츠를 개발하여야 하며, 잠재적 관광객들이 관광지에 방문해서 편하게 즐길 수 있는 다양한 인프라를 구축하여야 한다. 이를 통해 관광객들의 해양레저 및 연안관광에 대한 만족도를 높일 수 있다.

넷째, 해양 및 연안관광 매력물: 관광객들이 인지하게 되는 해양관광 매력은 해양레저 관광지 개발과 연안 지역 개발, 연안 지역 관광단지 개발, 그리고 연안 지역 문화자원 등의 요인과 관련되어 있다. 즉, 해양 및 연안 관련 관광객들은 개발된 해양레저 및 연안관광지, 연안 지역의 다양한 문화자원들을 통해 해양 및 연안 지역의 관광지로의 방문을 유인할 수 있으며, 이러한 요인들의 최적 조합을 통해 잠재적 관광객들의 해양 및 연안 지역 관광의 매력도를 높일 수 있다. 즉, 해양 및 연안 지역 지자체들은 해양레저 관광지에 대한 전략적 예산투입을 확대하여 해양 및 연안관광지의 개발을 도모하여야 하며, 이를 통해 관광객들의 해양레저관광 매력도를 높이는 것이 매우 중요하다.

(2) 인과지도 작성

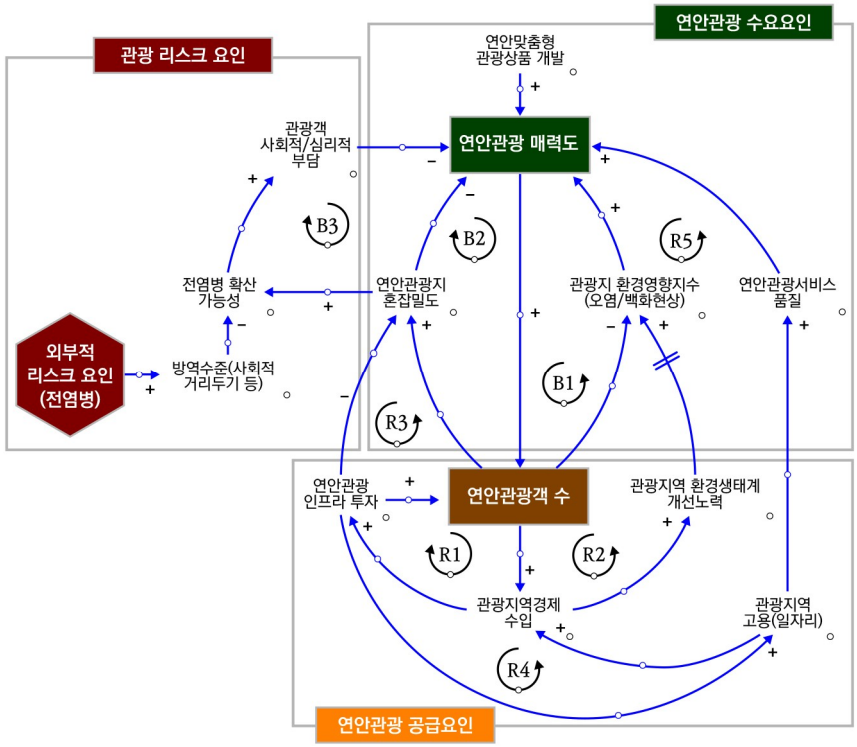
본 연구에서는 국내 연안관광지의 관광정책에 영향을 미치는 다양한 리스크 요인들의 상호순환적 인과 구조 모형을 도출하기 위해 다음 〈그림 3-36〉과 같은 연안관광 생태계의 인과지도를 구축하였다. 특히, 2003년의 사스(SARS)에서 시작해서 2009년 신종플루(influenza A H1N1), 2015년의 메르스(MERS), 그리고 최근의 코로나19까지 주기적으로 발생하는 전염병의 확산이 국내 연안 지역의 관광산업에 미치는 영향을 분석하기 위해 관광 수요와 관광 공급 그리고 내·외부적 리스크 요인을 고려한 인과지도를 작성하였다.

첫째, 관광객을 중심으로 연안관광 수요 측면을 살펴보면, 연안관광지의 매력도가 증가하면 연안 지역을 방문하는 관광객의 수가 증가한다. 그러나 연안관광지의 관광객이 많을수록 환경영향지수가 나빠질 가능성이 매우 높다.

관광지의 오염도 증가나 연안 생태계 및 연안 지역의 백화 현상 등과 같이 연안 지역의 환경오염에 따른 환경 생태계 파괴의 위험성이 상존한다. 특히 오버투어리즘으로 인한 환경 생태계 파괴의 현상은 국내를 포함한 지구촌 곳곳에서 확인되고 있다. 이와 같은 연안 지역 환경오염 증가는 잠재적 연안 관광객들의 연안관광 매력도를 감소시켜 궁극적으로 연안 관광객 수의 감소를 유발한다(B1 Loop). 또한 연안 지역 관광객 수의 증가는 연안관광지의 혼잡밀도를 증가시켜 연안관광 지역 내의 시설 및 서비스의 복잡성을 증가시켜 연안방문 관광객의 만족도를 감소시키며 이로 인해 연안관광의 매력도는 감소하게 된다(B2 Loop).

둘째, 연안관광 서비스를 제공하고 있는 연안관광지 중심의 관광 공급 측면을 살펴보면, 연안관광 매력도 증가에 따른 연안 관광객 수의 증가는 해당 연안 지역의 지역경제에 매우 긍정적인 역할을 한다. 관광객 수의 증가로 지역경제 수입이 증가하고, 이를 통해 연안관광 관련 인프라에 대한 재투자가 증가하여 연안 관광객 수를 더욱 증가시키는 선순환의 역할을 할 뿐만 아니라(R1 Loop), 이러한 연안 지역 인프라 투자는 해당 지역의 고용(일자리) 창출을 통해 관광지역 경제를 더욱 강화시키는 중요한 요인이 되고 있다(R4 Loop). 또한 관광지의 다양한 서비스업에 고용이 확대됨에 따라 연안관광 관련 서비스 품질이 향상되어, 궁극적으로는 관광객들의 연안관광 매력도를 증가시키는 요인이 되고 있다(R5 Loop). 더불어 연안 관광객 수의 증가에 따른 관광지역의 경제 수입의 증가는 연안 관광객 증가에 따른 연안 지역의 환경오염을 줄이기 위한 다양한 개선 노력을 재정적으로 지원하며, 이를 통해 연안관광지의 환경영향지수의 개선을 도모하게 될 가능성이 높다(R2 Loop). 또한 연안관광 지역경제의 수입 증가는 연안 지역에 대한 다양한 휴·미·락 인프라에 대한 투자뿐만 아니라 해양 및 연안 지역의 어메너티(amenity) 보전을 위한 전략적 자원 배분 그리고 연안관광 및 해양레저 관련 콘텐츠 개발을 통해 연안 지역 방문 관광객 수를 더욱더 늘리는 강화효과를 가지고 있다(R1 Loop).

〈그림 3-36〉 코로나19로 인한 연안관광 영향의 인과지도(안)

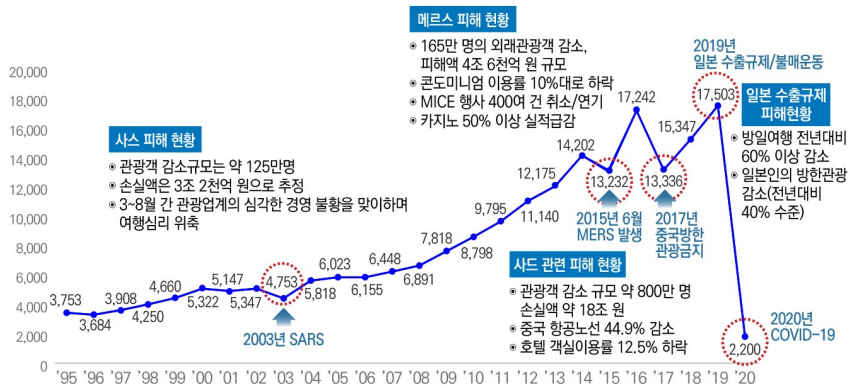


자료: 저자 작성

셋째, 최근의 관광지역에 다양한 외부적 환경 리스크 요인이 증가하고 있으며, 특히 최근의 코로나19 등과 같은 전염병의 확대는 연안관광지의 혼잡밀도와 맞물려 방역 당국의 방역 수준에 따른 전염병 확산 가능성을 증가시키며, 이로 인해 잠재적 관광객들의 관광지역 방문에 대한 사회적·심리적 부담을 증가시키고 있다. 이는 궁극적으로 연안 지역을 포함한 관광지역에 대한 매력도를 감소시켜 관광산업을 위축시키는 요인이 되고 있다(B3 Loop). 특히 전염병 확산에 따른 국내외 관광 수요의 변화를 살펴보면, 여전히 유행하고 있는 코로나19와 같은 전염병의 확산은 국내 및 해외 관광산업에 미치는 영향이

지대함을 알 수 있다(그림 3-37 참조).[76]

〈그림 3-37〉 전염병으로 인한 관광여행의 변화 전망



자료: 이훈(2020), p. 17 (그림 1)

(3) 전문가 자문

코로나19가 해양관광에 미치는 영향을 살펴보기에 앞서 시뮬레이션, 환경·생태, 관광 분야의 전문가를 초청하여 서면 자문 및 세미나를 통해 시뮬레이션 방법론과 환경 및 관광 측면에서 시뮬레이션 연구 방법 및 검증 방안, 생태관광자원의 관리, 코로나19로 인한 해양관광의 영향에 대한 전문가 의견을 수렴하였다. 전문가 의견을 참고하여 모델변수의 선정, 검증 방안 등 본 사례연구의 설계 및 결과의 분석 과정에 활용하였다.

가. 시뮬레이션 검증 방안

SD를 포함한 시뮬레이션 검증 방법은 크게 모델의 구조(즉, 구성요소)를 검증하는 방식과 시뮬레이션 결과를 통한 검증 방식의 두 가지로 구분할 수 있다. 먼저, 전자는 일반적으로 내부적 타당성 검증(internal validation)이

76) 권태일·박소영, 앞의 책, p. 116.

라고 하며, 모델 구성요소에 해당하는 실제 관측치와 시뮬레이션 모델의 표현값을 비교하여 큰 차이가 없는 경우에 모델을 타당하다고 평가할 수 있다. 반면에 결과물 타당성 검증(output validation)이라고 불리는 후자의 방식은, 시뮬레이션으로 구현된 현상의 실제 관측치와 시뮬레이션 결과를 비교하여 그 차이를 통해 모델의 타당성을 검증한다.

SD를 이용한 본 절의 사례연구는 모델 구축을 위해서 직접 관측데이터를 이용하고, 모델의 구성요소 자체보다 구성요소 간 인과 구조에 기초하는 방식이므로 대상 현상의 시뮬레이션 결과와 관측 자료를 비교하는 결과물 타당성 검증 방식이 더 적합하다. 따라서 본 절에서는 모델을 통해 구현된 시계열 패턴과 실제 관측 패턴을 비교하는 방식으로 SD를 통해 구축된 모델의 신뢰도를 검증하고자 한다.

나. 시뮬레이션 모델링 방안

SD는 각 객체, 변수 등의 연결구조 및 알고리즘 구성이 매우 중요한 예측방법론이다. 따라서 기초적이며 광범위한 시뮬레이션 체계를 정립한 이후에 기초모델부터 작성할 필요가 있다. 다양한 객체들의 입력을 위해서 기초적이나 끝까지 시행되어 결과물이 나올 수 있는 초기 모델을 작성한다. 예로, 수산물 절대량 변화의 프로세스라면 초기 변수, 시간당 변화 등을 고려하여 기초모델을 완성한 후에 다양한 선박의 종류, 환경 등을 추가하여 복잡한 모델로 발전시킨다.

여타 과학적 방법론과 마찬가지로 사용자가 쉽게 이해하도록 SD의 프로세스를 디자인할 필요성이 있다. 따라서 다양한 객체의 입력으로 복잡한 모델이 구성되면 각 프로세스에 연결된 객체들을 크기나 색상으로 구분하여 작성한다. 사용자들에게 노출되지 않아도 되는 부수적인 객체는 하나의 큰 객체로 묶어 표현하거나 가시화하지 않는 방법으로 모델 구조의 복잡도를 낮출 수 있도록 디자인을 설계한다. 결과적으로 모델의 전체 구조에 대한 이해도를 높이고,

사용자별로 세부적인 모델 부분에 대한 정보 제공 여부를 결정할 수 있도록 모델을 설계하는 것이 적절하다.

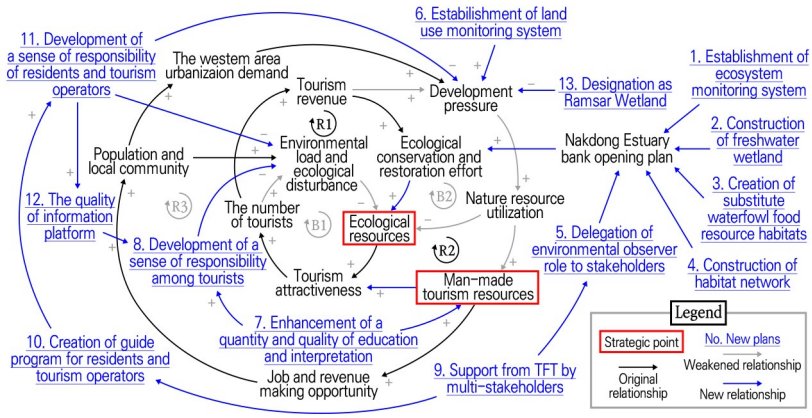
본 사례연구는 문헌조사를 통해 코로나19와 해양관광 분야의 연구 동향을 살펴보고 모델 구조의 설계, 변수 선정 및 알고리즘 활용 등에 참고한다. 아울러 모델 설계(인과지도 및 저량-유량도)에 있어서 일반인도 이해하기 쉽도록 핵심적인 모델 구조를 하위 모델로 단순화시키고, 그 외 모델의 부수적인 구성요소를 색상 및 모양으로 구분하여 작성하였다.

다. 시스템 사고법 활용

환경계획 분야의 시스템 사고 연구방법론에 대한 세미나 발표는 낙동강 하구를 대상으로 생태관광의 생태적, 사회·경제적 이슈의 영향과 생태·사회적 대응을 정리하고, 이런 관계를 시스템 사고법(system thinking approach)과 연결하여 분석하였다.[77] 아울러 회복력(resilience) 원칙과 생태 및 인위적 관광 자원을 연결하여 관리 전략을 도출하였다. 관련 보고서, 언론 기사, 업무 종사자의 인터뷰 내용을 토대로 낙동강 하구의 생태관광 관련 생태적·사회경제적 이슈에 의한 긍정 및 부정 영향을 분석하였다. 시스템 사고법을 이용해 낙동강 하구의 환경 변화와 생태관광시스템 구조 및 행태분석을 통해 인과지도를 구성하였다. 이를 토대로 회복력 원칙을 활용하여 긍정적인 시스템으로 전환할 수 있는 생태관광시스템 계획을 수립하였다(그림 3-38 참조).[78]

77) 〈회복력 있는 환경계획을 위한 시스템 사고 연구 방법론 활용 사례〉 세미나 참조
78) Choi, Oh, & Chon(2021), p. 9.

〈그림 3-38〉 낙동강 하구 생태관광의 전환계획에 대한 인과지도



자료: Choi, Oh, & Chon(2021), p. 9 (Fig. 3)

낙동강 하구를 대상으로 회복력 원칙을 적용한 생태관광 계획의 시스템 연구는 코로나19로 인한 해양관광 영향에 대한 본 절의 사례연구에 있어서 관광과 환경·생태적 요소, 지역사회의 사회·경제적 요소 사이의 인과 구조에 대한 시사점을 제시하고 있다. 생태자원은 관광 매력도에 긍정적 인과관계를 구성하고, 이어서 관광 방문객 수와 수입에 긍정적인 영향을 미친다. 이러한 관광 수입은 생태 보전 및 복원 노력에 기여하여 생태자원에 긍정적인 영향을 미치지만, 지역사회의 개발 압력을 통해서 단기적으로 생태자원에 부정적인 영향을 미치며, 지역사회의 인구 증가를 통해서 장기적 도시화로 인해 생태자원에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 이러한 관광, 환경·생태, 지역사회 사이의 인과관계를 검토하여 본 절의 사례연구의 모델링 설계에 활용하였다.

라. 모델링 변수 선정

'코로나19 이후 해양관광' 세미나 발표는 관광 및 사회 추세를 분석하여 코로나19가 해양관광에 미치는 영향과 코로나19 이후의 해양관광을 예측하였다.[79] 코로나19로 인해 바다에 관한 관심이 증가하였고, 자연환경을 지향하고

휴양과 휴식을 목적으로 하는 여행이 증가하였다는 면에서 긍정적인 영향이 있지만, 다른 한편으로는 환경과 경제에 미치는 부정적 영향도 있었다. 단거리 여행을 선호하면서 접근성이 떨어지는 해양관광 지역이 소외되었으며, 마스크를 비롯한 일회용품 사용 증가로 해양오염이 심화되고 해양관광 환경이 악화되었다. 마지막으로 경기침체로 지방인구가 유출하면서 어촌 및 연안 지역의 축소 더 나아가서는 소멸의 위험이 증가하였다.

코로나19로 인한 문제점을 해결하기 위해 해양관광의 정책방향을 세 가지로 제시할 수 있다. 첫째는 기후변화 문제 인식과 가치소비 및 친환경 여행 추세를 결합한 비치코밍(beachcombing), 플로깅(plogging)[80] 등의 활성화이다. 둘째는 지방소멸 문제를 해결하기 위해 체류형 여행이나 지역사회와 상생하는 워케이션(workcation)[81] 또는 다거점 거주 시스템 제도의 도입이다. 셋째는 누적된 스트레스를 해결하기 위해 해양치유 환경과 프로그램의 활성화이다. 해양치유는 비교적 최근에 도입된 개념으로 산림치유나 치유농업에 비해 인지도가 낮은 편이나 성장할 잠재력이 있다.

코로나19 이후 해양관광 변화를 다룬 세미나 발표는 본 절의 사례연구와 유사한 주제를 다루고 있으며, 관광객의 심리적 요인, 사회적 요인, 환경적 요인의 다양한 측면에서 시사점을 제시하고 있다. 코로나19로 인한 해양관광의 접촉성, 치유성, 지속가능성의 중요성을 강조하였다. 이러한 맥락에서 본 절의 사례연구는 관광객 수의 증가로 인한 관광 혼잡도, 관광지 매력도에 의한 재방문율, 관광 수요로 인한 관광지의 오염도 개념을 적용하였다.

79) 〈코로나19 이후 해양관광〉 세미나 참조
80) 비치코밍이란 해변(beach)을 빗질(combing)하듯이 조개껍데기, 유리 조각 따위의 쓰레기를 주워 모으는 것, 플로깅은 조깅을 하면서 길가의 쓰레기를 수거하는 것
81) 여행지에서 업무와 휴가를 동시에 수행하는 것

4. 시뮬레이션 구축 및 실증분석 결과

1) 저량-유량도 작성

코로나19의 대유행에 따른 해양관광의 리스크 요인을 도출하고, 다양한 시나리오 분석을 통해 이러한 외부적 환경 리스크에 보다 효율적으로 대응하기 위해 본 연구에서는 다음과 같이 저량-유량도의 SD 시뮬레이션을 구축하였다. 앞서 해양관광의 활성화에 대한 인과지도를 토대로 시간의 변동에 따른 전략적 변인들의 변동 패턴을 분석하고, 다양한 시나리오 분석을 통한 전략적 지렛대(strategic leverage)를 도출하기 위한 시뮬레이션 기반의 접근을 시도한다.

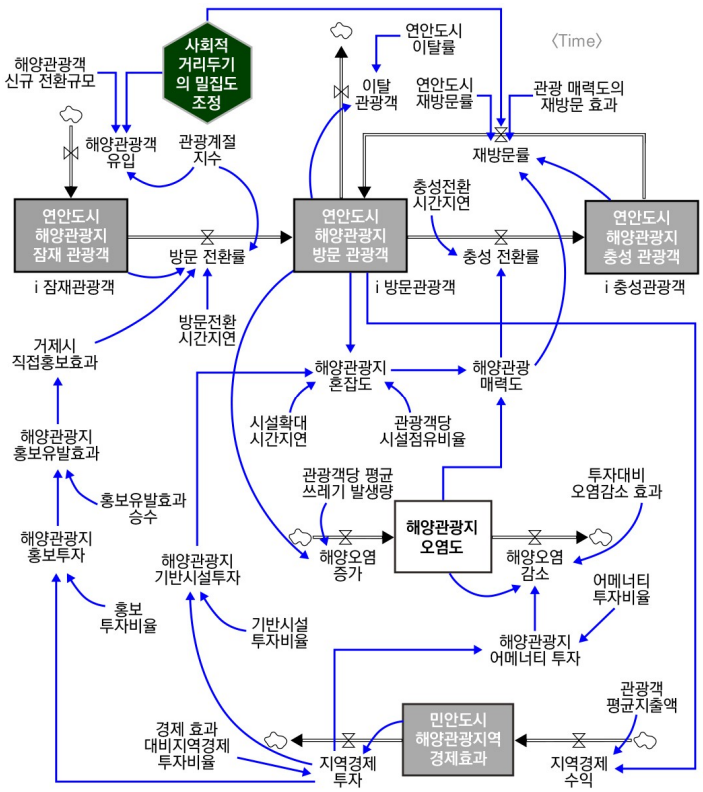
우선 연안도시의 해양관광지 관광객의 변동을 살펴보기 위해 본 연구는 기존 선행연구인 Bass, Krishnan, & Jain(1994)의[82] 확산 모형을 기반으로 연안도시의 해양관광지 방문객을 크게 세 개의 저량 변수로 구성하였다. 즉 본 연구는 연안도시 해양관광지의 잠재 관광객과 연안도시 해양관광지의 방문객 그리고 연안도시 해양관광지 충성고객을 체인(chain, cascade) 구조의 저량 변수 연결 형태로 구성하였다. 일반적으로 체인 구조의 저량 변수 연결은 하나의 저량 변수의 유출(outflow)이 다른 저량 변수의 유입(inflow)으로 연결된 구조화된 틀이다.

연안도시 해양관광지의 잠재 관광객은 연안 지역의 해양관광지를 방문할 가능성이 있는 잠재적 관광객으로, 특정 연안도시의 해양관광지를 방문할 예정이나 계획을 세운 잠재적인 관광객이다. 이러한 특정 연안 지역의 잠재적 관광객은 기존의 다른 연안 지역 방문자들뿐만 아니라 해양관광지 이외의 다른 모든 지역에서 다양한 활동을 수행할 가능성이 있는 잠재적 관광객을 의미한다. 이와 같은 연안 지역 관광객의 잠재 수요는 최근 들어 꾸준히 증가하고 있으며, 특히 최근 코로나19 대유행으로 인한 사회적 거리두기 강화에 따라

82) Bass, Krishnan, & Jain(1994), pp. 203-204.

연안 지역의 해양관광지는 점진적으로 주목받고 있으며, 이에 따라 연안관광지의 잠재적 관광객 수요는 계속해서 증가하는 추세이다. 특히 연안 지역의 해양관광지의 경우는 계절적 요인에 따라 관광객 수의 변동이 매우 크다(그림 3-39 참조).

〈그림 3-39〉 코로나19로 인한 관광여행의 변화 전망



자료: 저자 작성

본 연구는 잠재적 관광객의 유입에 영향을 미치는 변인으로 해양 관광객의 신규 전환 규모와 관광계절지수의 변수를 선정하여 시뮬레이션의 함수식을 도출하였다. 또한 코로나19의 유행에 따른 거리두기 정책은 관광객 간의

밀접 접촉이나 모임·집합·행사에 큰 영향을 미치는 요인이므로,[83] 사회적 거리두기에 따른 밀집도 조정은 연안 지역 해양 관광객의 유입을 제한하는 요인이 된다. 본 연구는 이와 같은 여러 요인을 고려하여 다음 [식 3-8]을 도출하였다.

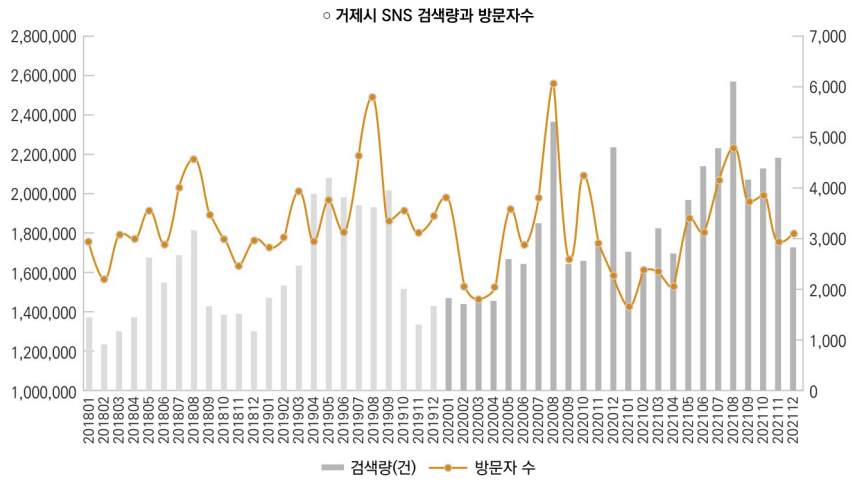
$$\text{해양관광객유입} = \left(\frac{\text{해양관광객신규전환규모} \times \text{관광계절지수}}{\text{사회적거리두기에따른밀집도조정}}\right) \quad \text{[식 3-8]}$$

일반적으로 잠재적 관광객 중에서 상당수 관광객은 연안 지역 해양관광 지역의 홍보나 신문, 광고 및 SNS 등과 같은 다양한 매체를 통한 연안 지역 해양관광지에 대한 정보를 가독하고, 이러한 정보 탐색을 통해 실제로 연안 지역 해양관광지를 방문한다. 특히, 관련된 연안 지역은 다양한 매체 수단을 통해 관광 명소에 대한 소개뿐만 아니라 관광지의 다양한 활동, 그리고 지역 특유의 음식점이나 호텔, 카페 등과 같은 지역 기반시설을 광고하거나 홍보한다. 즉, 관광지역에서는 관광객을 적극적으로 유치하기 위해 지자체의 예산이나 지역 기금 등을 활용하여 지역 신문이나 방송 그리고 SNS와 같은 소셜미디어에 관광지역을 알리기 위한 노력을 하고, 이러한 정보들을 기반으로 잠재적 관광객을 방문 관광객으로 전환한다.[84] 본 연구의 사례분석 대상 지역인 거제시의 지역 방문객과 거제시 관련 SNS의 검색량과의 관계를 살펴보면, 거제시에 대한 SNS 검색량과 거제시 지역 방문자 수는 매우 유사한 패턴으로 변동하는 것을 확인할 수 있다(그림 3-40 참조).

83) Gu et al., op. cit., p. 1500; 김성환·송만석·황준(2009), pp. 66-67; 이판무·문태훈(2019), p. 9.
84) Zhang, Ji, & Zhang(2015), p. 226.

〈그림 3-40〉 거제시 방문 관광객 수와 SNS 검색량(Pearson's r = 0.402***)

단위: 검색량(건), 방문객(명)



자료: 저자 작성 (원자료: 한국관광데이터랩)

연안관광 지역에서 잠재적 관광객을 대상으로 한 홍보 효과는 잠재적 관광객을 실질 방문객으로 유인하는 데 상당히 기여하고 있는 것으로 보인다. 따라서 본 연구는 SD의 Delay1의 함수식을 통해 위 관계를 설정하였다. SD의 Delay1 함수는 시간의 지연을 정의하는 함수로, [식 3-9], [식 3-10]과 같이 연안도시 잠재 관광객들이 일정 시간의 지연을 통해 서서히 해양관광지로의 방문 고객으로 전환됨을 의미한다.

$$\text{방문 전환율} = Delay1(\text{연안 도시 해양 관광지 잠재 관광객} \times \text{관광 계절지수} \times \text{거제시 직접홍보 효과}, \text{방문 전환 시간 지연}) \quad [\text{식 3-9}]$$

$$\text{잠재 관광객}(t) = i\text{잠재 관광객} + \int (\text{해양 관광객 유입}_t - \text{방문 전환률}_t) \times \frac{t}{dt} \quad [\text{식 3-10}]$$

여기서 잠재 관광객(t)는 t 시점의 잠재 관광객의 수를 의미하고, i 는 초기

잠재 관광객의 수, 그리고 dt는 시간(t)의 도함수를 의미한다. 일반적으로 연안 지역 해양관광지의 방문 관광객은 해양관광 매력도에 영향을 받으며, 해양관광 매력도에 따라 일부 관광객은 충성고객으로 전환되거나, 해양관광지 방문 고객에서 이탈하기도 한다. 또한, 해양관광지 충성고객 중에서 일정 비율은 연안도시의 해양관광지로 다시 재방문하는 관광객으로 전환하게 된다.[85] 구체적으로 해양관광지 충성고객은 충성전환율로 유입되고, 재방문율로 유출되는 구조를 가지고 있다. 따라서 연안 지역 해양관광지의 방문 관광객과 충성 관광객은 다음 [식 3-11], [식 3-12]로 정의된다.

$$\text{방문관광객}(t) = i\text{방문관광객} + \int (\text{방문전환율}_t + \text{재방문율}_t - \text{충성전환율}_t - \text{이탈관광객}_t) \times \frac{t}{dt} \quad \text{[식 3-11]}$$

$$\text{충성관광객}(t) = i\text{충성관광객} + \int (\text{충성전환율}_t - \text{재방문율}_t) \times \frac{t}{dt} \quad \text{[식 3-12]}$$

다른 한편으로 연안도시 해양관광지 방문객의 증감은 지역사회에 긍정적인 측면과 부정적인 측면에서 동시에 영향을 미친다. 우선 방문 관광객 수의 증가는 지역경제 활성화에 기여하므로 방문 관광객 수와 지역경제 수익은 서로 비례관계를 갖는다. 따라서 지역경제 수익은 방문 관광객 수와 관광객들이 지출하는 평균 지출액을 곱하여 [식 3-13]과 같이 계산할 수 있다.[86]

$$\text{지역경제수익} = \text{연안도시해양관광지방문관광객} \times \text{관광객평균지출액} \quad \text{[식 3-13]}$$

반면에, 해양관광지에 관광객의 변동은 연안 지역의 해양오염을 증감시키는 요인이 되기도 하고,[87] 다른 측면으로는 해양관광지의 혼잡도를 증감시켜 관광객들의 관광서비스 품질에 영향을 미치기도 한다. 즉 관광지역에서 수용

85) Sedarati, Santos, & Pintassilgo, op. cit., pp. 10-11.
86) 이판무·문태훈, 앞의 책, p. 9; 안지현·김남조(2018), p. 110; Zhang, Ji, & Zhang, op. cit., p. 226.
87) 정대영·한석호(2021), p. 43; Tan et al.(2018), pp. 137-128.

가능한 관광객의 수를 초과한 관광객의 방문은 관광 시설뿐만 아니라 관광지역 내의 다양한 기반시설들에서 혼잡도를 증가시키게 되고, 이로 인해 관광객들의 관광 만족도에 부정적인 영향을 미치기도 한다(식 3-14, 3-15, 3-16 참조).[88]

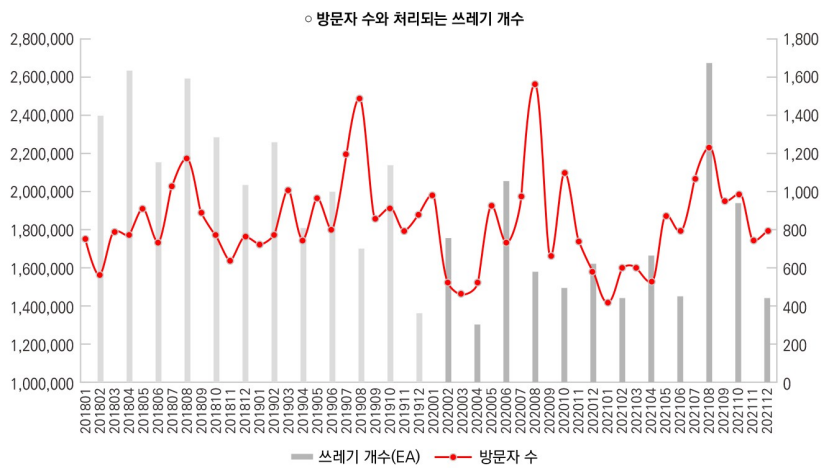
$$\text{해양오염증가} = \text{해양관광지방문관광객} \times \text{관광객당평균쓰레기발생량} \quad [식\ 3\text{-}14]$$

$$\text{해양관광지혼잡도} = \text{해양관광지방문관광객} \times \text{관광객당시설점유비율} \quad [식\ 3\text{-}15]$$

$$\text{해양관광매력도} = (\text{해양관광지오염도} \times \text{해양관광지혼잡도})^{-1} \quad [식\ 3\text{-}16]$$

〈그림 3-41〉 거제시 방문 관광객 수와 처리되는 쓰레기 개수

단위: 수량(개), 방문객(명)



자료: 저자 작성(원자료: 한국관광데이터랩(검색일: 2022.7.19.), 해양환경공단 국가해안쓰레기 모니터링(검색일: 2022.7.20.)

연안 지역 방문자 수와 처리되는 쓰레기 개수의 관계를 기술한 결과에 따르면, 전반적으로 지역 방문자 수와 처리되는 쓰레기 개수는 유사한 패턴으로 변화하는 것을 확인할 수 있다. 따라서 해양관광지의 혼잡도와 해양관광지 오염도는 해양관광지 매력도와 반대 방향으로 변화하는 양상을 보이고 있고,

88) 안지현·김남조, 앞의 책, p. 111; Chen, op. cit., p.111; Zhang, Ji, & Zhang, op. cit., p. 226.

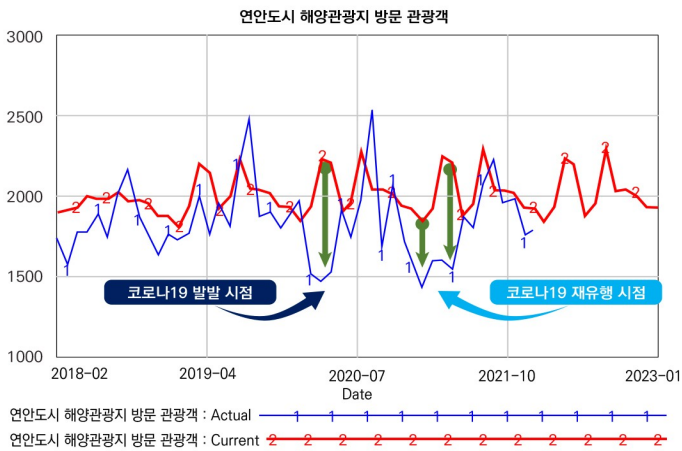
궁극적으로는 방문 관광객이 충성 관광객으로 바뀌는 충성전환율에 매우 큰 영향을 미치는 구조로 되어 있다.

2) 모형 최적화 결과

본 연구에서는 2018년 1월부터 2022년 12월까지 총 5년(60개월)의 기간(월 단위)을 분석 기간으로 설정하여 시뮬레이션 분석을 시도하였다. 모델 구축을 위해 관측데이터를 활용한 기간은 2018년 1월부터 2021년 12월까지 4년(48개월)을 이용하였고, 모델을 이용하여 2022년 1월부터 12월까지 1년(12개월)에 대한 해양관광의 시계열 경향을 추정하였다. 〈그림 3-42〉의 '연안도시 해양관광지 방문 관광객'(파란색)은 한국관광데이터랩에서 추출한 거제시 현황 자료를 활용하였으며,[89] '연안도시 해양관광지 방문 관광객'(빨간색)은 시뮬레이션 결과를 제시하고 있다.

〈그림 3-42〉 실제 데이터와 시뮬레이션 결과의 비교

단위: 방문객(명)



자료: 저자 작성

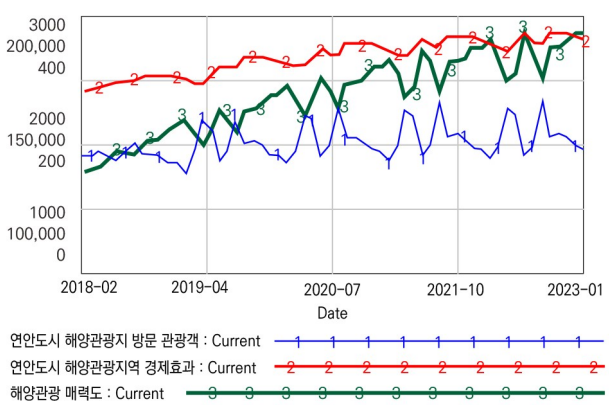
89) 한국관광데이터랩(검색일: 2022.7.19.)

시뮬레이션의 결과를 살펴보면, 전반적으로 톱니 모양의 관광객 패턴이 실제 데이터의 변동과 흡사한 양태를 나타낸다. 특히 계절적 변동의 성격을 가지고 있는 관광산업의 특성을 고려할 때, 시뮬레이션의 결과는 계절적 특성을 반영하여 방문 관광객의 수요가 등락을 거듭하는 형태를 보인다. 2020년 1월부터 발생한 코로나19의 유행으로 인하여 실제 데이터와 시뮬레이션 데이터 간의 큰 차이를 보이는 것을 확인할 수 있다.[90] 즉 코로나19 발생 초기인 2020년 1월부터 5월의 기간과 코로나19 재유행이었던 2020년 8월부터 2021년 6월까지의 기간은 실제 데이터와 시뮬레이션 결과 간의 차이가 크게 발생하였다(〈그림 3-43〉 참고).

본 연구는 외부적 환경요인의 급격한 변동을 예측하기 위해 코로나19에 따른 사회적 거리두기의 밀집도 조정이라는 변수를 적용하여 코로나19 발생으로 인한 사회적 거리두기의 단계 변화, 그리고 이에 따른 관광객의 밀집도 조정과 해양관광지 방문객 수의 변화 등 관계를 살펴보고자 한다.

〈그림 3-43〉 해양관광 요소별 시뮬레이션 결과 비교

단위: 방문객(명), 경제효과(원), 매력도(%)



자료: 저자 작성

90) Gu et al., op. cit., p. 1493 (Table 3).

연안 지역 해양관광지 방문객의 변동에 따른 지역경제효과를 살펴보면, 전반적으로 방문객 변동에 따라 연안 지역의 경제효과도 따라서 등락을 거듭하면서 지속적으로 증가하는 추세를 보인다. 또한 해양관광의 매력도는 방문객이 많을 때 해양 쓰레기가 증가하면서 해양 청결도가 감소하고, 이에 따라 해양관광 매력도는 감소하게 된다. 또한, 방문객 증가는 해양관광지 내 혼잡도를 증가시켜 일시적으로 매력도가 감소하는 패턴을 보이기도 한다. 그러나 관광객의 증가는 전반적으로는 지역경제의 수입을 증가시키며, 그에 따른 기반시설 투자 및 해양관광 어메니티(amenity)에 대한 투자 확대로 이어져 해양관광 매력도는 지속적으로 증가하는 추세를 보인다.

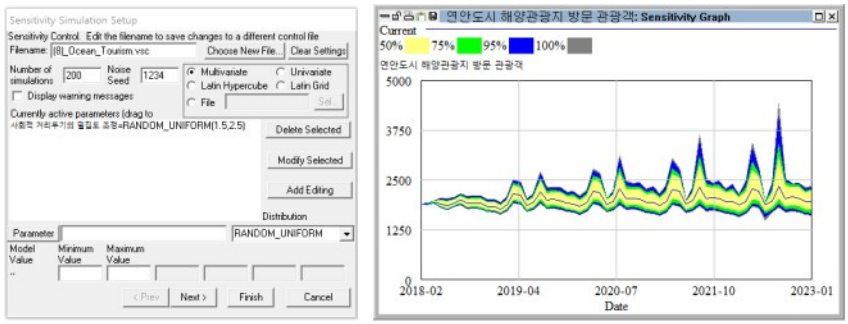
추가로 시뮬레이션의 정책 지표의 변동에 따른 주요 변수들의 민감도를 측정하기 위해 몬테카를로 다변량 시뮬레이션을 수행하였다. 민감도 분석은 모형의 불확실한 상수(uncertain constants)에 대해 일정 범위의 난수를 발생시켜 최종적인 결괏값의 변화를 살펴보는 것으로, 모델에 사용된 상숫값(입력값)에 대한 통계적 가정(조건)을 변화시켜서 그 결과의 변화량을 검증하는 방법이다.

본 연구는 코로나19에 의한 사회적 거리두기로 인한 관광지의 밀집도 조정에 따른 해양관광지 방문객의 변동을 살펴보기 위해 민감도 분석을 시행하였다. 민감도 분석을 수행하기 위한 조건으로는 '사회적 거리두기의 밀집도 조정'의 상숫값을 균등분포(Random_Uniform) 형태의 일양 분포로 가정하고, 현재 기준값에서 ±50%의 변동을 가정하여 분포를 구성하였다.

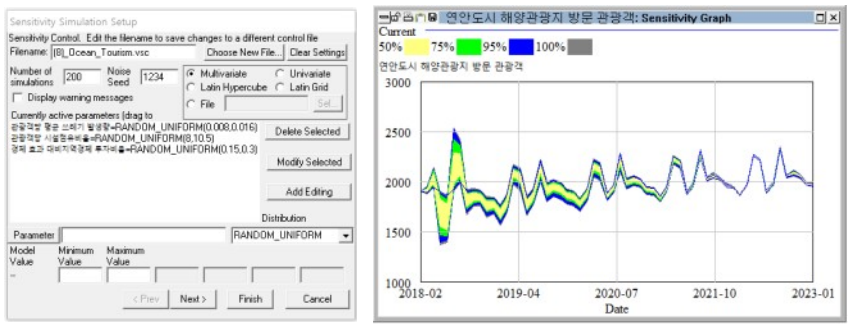
벤심 소프트웨어의 50%, 75%, 95%, 그리고 100%의 구간을 중심으로 한 민감도 분석 결과에 따르면, 전반적으로 사회적 거리두기의 밀집도 조정의 변동에 따른 방문객의 변동은 시간의 추이에 따라 상대적으로 크게 변동하는 것으로 분석되었다. 즉, 코로나19와 같은 외부 환경의 급격한 변화는 관광 방문객 수의 변화를 유발할 수 있다(〈그림 3-44〉 참고).

〈그림 3-44〉 민감도 분석 결과

단위: %



(A) 거리두기의 밀집도 조정에 따른 민감도 분석 결과



(B) 투자 비율 조정에 따른 민감도 분석 결과

자료: 저자 작성

〈그림 3-44〉의 (B)는 관광객 수의 변동에 따른 지역경제효과와 지역경제에서의 다양한 전략적 자원에 대한 투자 비율의 조정과의 관계를 살펴보기 위해 관련 변수들의 민감도를 분석한 것이다. 여기서 '경제효과 대비 지역경제 투자 비율'과 방문객의 다양한 행태에 따른 방문객 수의 변동을 살펴보면, 전반적으로 초기에는 상당한 변동이 있는 것으로 분석되었으나, 시간이 지남에 따라 방문객 수의 변동은 줄어들어 2022년 이후에는 안정적인 통제 범위 내에서 변동하는 것으로 분석되었다. 이러한 민감도 분석 결과를 기초로 사회적

거리두기의 밀접도 조정과 같은 외부환경요인은 변수의 발산을 유도하는 통제하기 어려운 변수이나 관광 자원의 투자 비율 조정과 같은 정책적 운영 변인들은 어느 정도 통제가 가능한 변수임을 확인할 수 있다.

3) 정책 변수의 시나리오 분석

본 연구는 실제 관측데이터를 적용한 시뮬레이션 결과(current model)를 이용하여 인과 구조에 상당한 영향을 미칠 것으로 기대되는 정책 변수들의 조정을 통해 다음과 같은 두 가지의 시나리오 분석을 시도하고자 한다. 첫째, 최근 해양관광산업에 주요한 리스크 요인 중의 하나인 코로나19로 인한 사회적 거리두기의 조정과 이러한 사회적 거리두기의 강화가 연안 지역 해양관광에 미치는 영향을 분석한다. 둘째, 어메니티 투자 비율과 기반시설 투자 비율의 측면에서 연안 지역의 해양관광 촉진 전략이 해양관광 수요 및 여건에 미치는 영향을 분석한다.

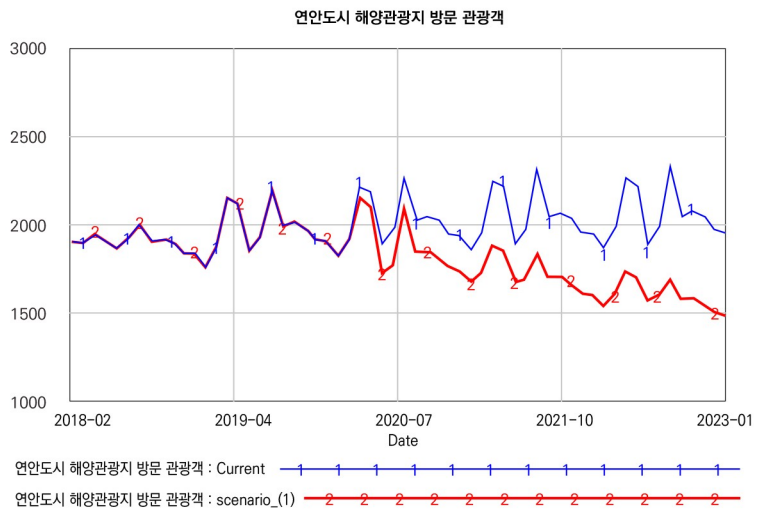
해양관광이 연안 지역에 미치는 영향은 긍정적 부분과 부정적 부분이 상존하고 있다. 즉, 지역경제 측면에서는 해양관광지로의 관광객 유입 증가를 통해 지역경제의 활성화에 기여할 가능성을 높이는 것이 중요하다. 반면에, 한정된 해양관광 지역의 자원 역량을 고려할 경우에 관광지역에서 감당할 수 있는 역량을 벗어난 초과 방문 관광객의 증가는 오히려 사회적 및 경제적 비용을 증가시킨다. 해양관광지 방문객들이 많을수록 해양관광 지역의 혼잡도는 증가하고, 해양지역 및 관광명소에서의 환경오염도가 증가하게 될 가능성이 매우 높다. 따라서 본 연구에서는 방문 관광객의 증가에 대해 오염도 증가 및 혼잡도 증가를 최소화할 수 있는 기반시설 투자 비율과 어메니티 투자 비율을 조정하면서 방문 관광객뿐만 아니라 충성 관광객을 높이는 방안에 대해 시나리오 분석을 수행한다.

(1) 사회적 거리두기에 따른 관광객 변동 시나리오

첫째 시나리오 분석에 필요한 관련 변수들의 값을 살펴보면, 기준 시나리오(current) 모형에서는 사회적 거리두기의 밀집도 값을 초깃값으로 2로 설정하였고, 시나리오(1)의 분석에서는 'If-Then' 함수식("IF THEN ELSE(Time〉25, 3, 2)")을 활용하였다. 이러한 함수식은 0~24 시점(2018년 1월부터 2019년 12월)까지는 현재 값인 2를 유지하고, 25 시점(2020년 1월)부터 현재 값보다 50% 증가한 사회적 거리두기에 의한 밀집도를 의미한다. 따라서 첫째 시나리오 분석은 실제 2020년 상반기에 출현한 코로나19 상황을 가정하여 사회적 거리두기로 인한 방문객 수의 변동과 그로 인한 지역경제의 영향을 추정하였다.

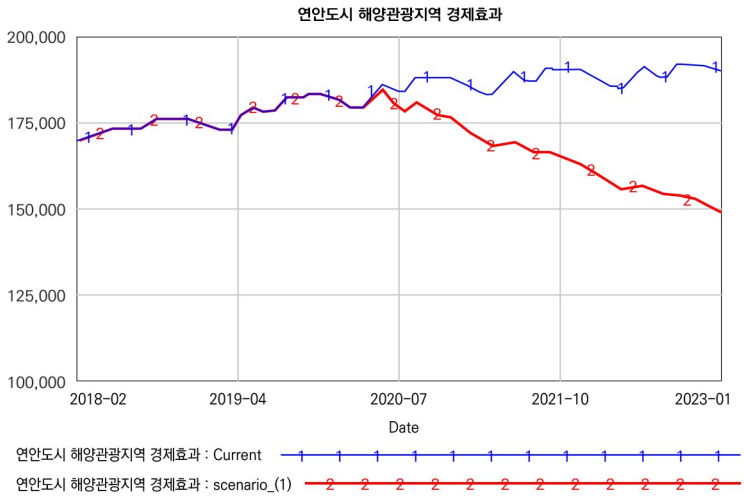
〈그림 3-45〉 시나리오(1)의 분석 결과

단위: 방문객(명)



(A) 시나리오(1)에 따른 연안도시 해양관광지 방문 관광객 수의 변동

단위: 원



(B) 시나리오(1)에 따른 연안도시 해양관광 지역경제효과의 변동

주: 1) current: 사회적 거리두기의 밀집도 조정=2
2) scenario_(1): 사회적 거리두기의 밀집도 조정="If Then (Time 〉 25, 3, 2)"
자료: 저자 작성

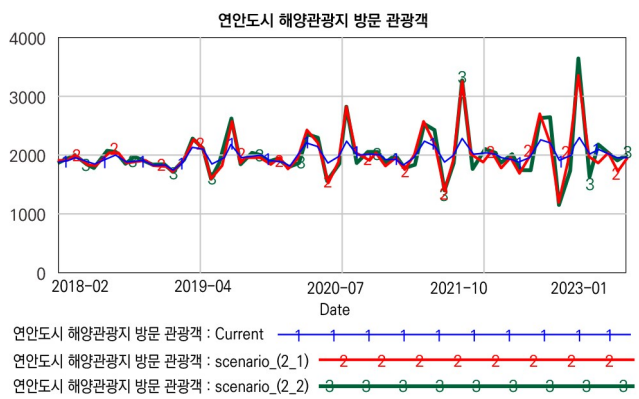
관광 수요 변화에 대한 시나리오의 결과를 살펴보면, 사회적 거리두기에 의한 밀집도 조정이 강화된 2020년 1월 이후 방문 관광객 수가 급감하고 있으며, 이러한 격차는 시간이 갈수록 점차 강화되는 경향을 보여주고 있다. 특히, 2022년 말에는 현재 해양관광지 방문객의 약 25% 정도가 감소할 것으로 예상된다. 다음 지역경제 영향에 대한 시나리오 결과에 따르면, 연안 지역의 경제 상황도 방문객 경향과 마찬가지로 2020년부터 지속해서 감소하는 경향을 보인다. 요약하자면, 기준 시나리오에 따르면 코로나19 상황이 아닌 사회적 거리두기에 의한 밀집도 조정이 없는 현 상황이 유지된다면 해양관광으로 인한 연안 지역의 경제효과는 개선될 것으로 전망되나, 코로나19 상황에서 사회적 거리두기 조치는 장기간 관광 수요와 지역경제에 부정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다(〈그림 3-45〉 참고).

(2) 정책 운영 변화에 관광객 수의 변동 시나리오

다음 시나리오 분석은 연안 지역 해양관광지 방문객 수와 충성 관광객 수에 영향을 미치는 정책 운영 변인의 효과에 대한 내용이다. 우선 잠재적 관광객을 연안 지역 방문객으로 유인하기 위해서는 다양한 홍보 활동을 통해 잠재 관광객에게 해양관광지를 직접 알리고, 이를 통해 방문 관광객으로 전환하는 정책이 필요하다. 따라서 본 연구는 방문전환율을 개선하기 위한 방안으로 홍보유발효과승수를 조정하는 것과 홍보투자 비율을 조정하는 것을 적용한다. 기준 시나리오는 홍보유발효과승수와 홍보투자 비율을 각각 1, 0.05로 설정한다. 비교 시나리오는 홍보유발효과승수와 홍보투자 비율을 각각 20%씩 증가시켜 홍보 변인에 따른 방문객 수의 변동을 살펴본다. 시나리오 분석 결과를 통해 홍보유발효과승수를 1에서 1.2로 증가하였을 때 시간이 지날수록 방문객 수의 변동 폭이 기존에 비해 강화되는 것을 알 수 있다(〈그림 3-46〉 참고).

〈그림 3-46〉 시나리오(2)의 분석 결과(1)

단위: 명



주: 1) Current: 홍보유발효과승수=1.0, 홍보투자 비율=0.05
2) scenario_(2_1): 홍보유발효과승수=1.2, 홍보투자 비율=0.05
3) scenario_(2_2): 홍보유발효과승수=1.0, 홍보투자 비율=0.06
자료: 저자 작성

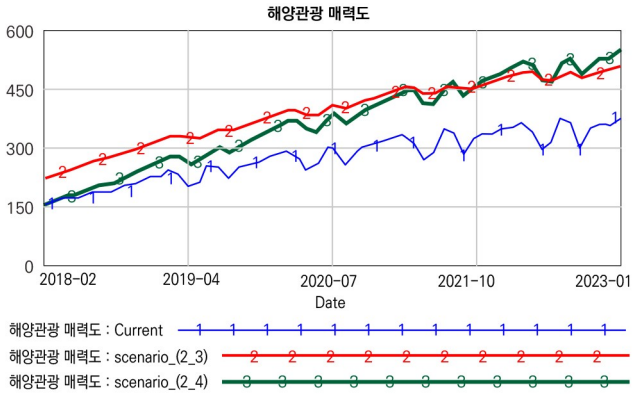
다음 시나리오는 홍보투자 비율을 5%에서 6%로 증가한 경우 해양관광지의 방문객 수의 변화를 분석한 결과이다. 홍보유발효과승수를 개선한 경우와 마찬가지로 시간에 따라 방문객 수요의 변화 폭이 기준 시나리오에 비해 확대되는 것을 확인할 수 있다. 따라서 해양관광지의 홍보 활동을 위한 홍보유발효과승수와 홍보투자 비율의 증가는 시기별로 관광객 수를 증가시키지만, 해양관광지의 전반적인 수요를 개선하는 데 한계가 있는 것으로 분석되었다(〈그림 3-46〉 참고).

한편, 해양관광 매력도에 영향을 미쳐 결과적으로 방문 관광객을 충성 관광객으로 전환하도록 유인하는 정책은 크게 해양관광지 기반시설 투자 확대와 어메니티 투자 확대 정책이다. 본 연구는 우선 비교 시나리오에서 기반시설 투자 비율의 확대(0.35 → 0.5)에 따른 해양관광지의 혼잡도 개선으로 인한 해양관광 매력도와 충성전환율의 변화를 분석하고, 아울러 비교 시나리오에서 어메니티 투자 비율 증가(0.35 → 0.5)와 투자 대비 오염감소효과 확대(0.003 → 0.004)로 인한 해양관광 매력도와 충성전환율의 변화를 기준 시나리오와 비교 분석하였다.

먼저 해양관광 매력도에 대한 시뮬레이션 결과를 살펴보면, 해양관광 매력도의 변동은 기반시설 투자 확대로 인해 그래프의 상향 이동으로 전반적으로 해양관광 매력도가 개선되는 결과를 보인다. 한편 다른 시나리오에 따르면 어메니티 투자 확대와 투자 대비 오염감소효과 개선으로 해양관광 매력도가 점진적으로 증가하며, 높은 증가율로 인해 일정 시점(2021년 10월경) 이후에는 앞서 시나리오 결과보다 높은 해양관광 매력도를 보인다(〈그림 3-47〉 참고).

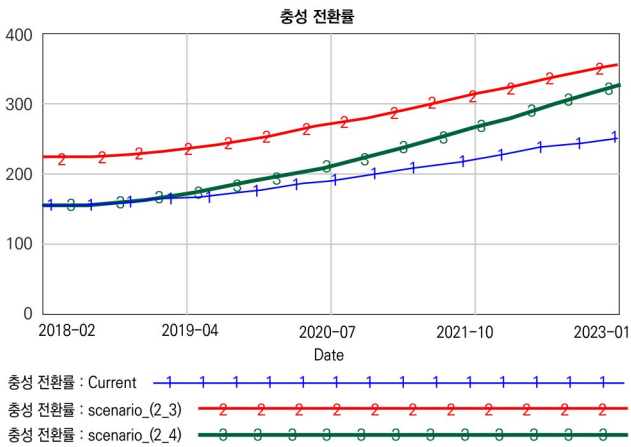
〈그림 3-47〉 시나리오(2)의 분석 결과(2)

단위: 매력도(%)



(A) 시나리오(2)에 의한 해양관광 매력도의 변동

단위: 전환율(%)



(B) 시나리오(2)에 의한 충성전환율의 변동

주: 1) Current: 기반시설 투자 비율=0.35, 어메니티 투자 비율=0.35, 투자 대비 오염감소효과=0.003
2) scenario_(2_3): 기반시설 투자 비율=0.50, 어메니티 투자 비율=0.35, 시설확대시간 지연=2
3) scenario_(2_4): 기반시설 투자 비율=0.35, 어메니티 투자 비율=0.50, 투자 대비 오염감소효과 =0.004
자료: 저자 작성

충성전환율에 대한 시뮬레이션 결과에 따르면, 기반시설 투자 비율을 확대한 비교 시나리오는 전반적으로 그래프를 상향 이동시켜 모든 시기에 걸쳐 충성전환율이 개선되는 결과를 나타낸다. 반면 해양관광지 어메너티 투자 비율과 투자 대비 오염감소효과를 개선한 시나리오는 충성전환율 그래프의 기울기(증가율)를 증가시켜 분석 기간은 기반시설 투자 비율에 비해 효과가 미미하지만, 장기적으로 해양 관광객의 충성전환율 개선에 더 효과적일 것으로 추정할 수 있다(〈그림 3-47〉 참고).

해양관광 활성화를 위한 정책 대안에 대한 시뮬레이션 결과를 요약하자면, 해양관광 매력도와 충성 관광객 전환을 위해서는 단기적으로 기반시설 수용능력의 확대 정책이 적합하며, 장기적으로는 해양관광지 어메니티에 대한 투자 확대를 통해 해양관광지의 오염도를 개선하고, 더 나아가 해양관광 매력도를 높이기 위한 정책 도입이 필요하다.

5. 정책적 시사점

본 절에서는 코로나19 등 미래 팬데믹 상황에서 해양관광의 변화 예측과 정책대안의 효과를 진단하기 위해 SD 모델을 이용하여 시뮬레이션 연구를 수행하였다. 구체적으로, 코로나19 확산으로 인한 사회적 거리두기 정책이 연안도시(거제시)의 해양관광 수요(방문객 수)와 지역경제에 미치는 영향을 우선 살펴보고, 해양관광 활성화를 위한 정책 대안으로 홍보투자 비율과 홍보유발효과승수 조정을 통한 홍보 정책과, 기반시설 및 어메니티 투자 비율 개선을 통한 예산 정책을 해양관광 수요, 매력도와 충성도 측면에서 각각 시나리오 분석을 수행하였다.

분석 결과를 토대로 살펴보면, 우선 코로나19 감염병 확산을 막기 위한 사회적 거리두기 정책은 관광지의 밀집도 조정을 통해 연안 관광객의 유입

및 재방문율에 직접적인 영향을 미쳐 해양관광 수요를 감소시키고, 이는 관광 수익의 감소로 이어져 결과적으로 지역경제에 부정적인 영향을 초래할 수 있다. 코로나19 상황의 장기화에 따른 해양관광 수요 감소는 지역경제의 침체를 발생시키고, 이는 관광인프라 및 환경 개선에 대한 투자를 감소시켜 연안관광지의 혼잡도 상승과 매력도 감소로 이어져 또 다른 해양관광산업 쇠락의 원인이 된다. 따라서 코로나19와 같은 상황에서도 해양관광산업의 위기에 대응하고, 복원하기 위한 시의적절한 정책이 요구된다. 연안관광지에 대한 홍보 활동과 예산 투자는 각각 잠재고객의 방문 가능성(방문전환율)을 높이고, 해양관광 기반시설(숙박지 등) 투자로 인한 관광지의 혼잡도를 낮추고 어메니티 투자로 관광지의 청결도를 개선해 해양관광 수요를 증가시키는 효과를 기대할 수 있다.

다만, 연안관광지의 홍보 활동으로 인한 효과는 연중 방문객이 증가하는 시기(성수기)에만 한정되어 궁극적인 해결책이 될 수 없다. 해양관광 기반시설에 대한 투자는 단기적인 수요 확보에 기여하지만, 어메니티에 대한 투자는 연안 지역 관광 수요의 장기적인 회복에 더 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보인다. 요약하자면 코로나19와 같은 상황에서 해양관광산업의 침체와 지역경제의 위기를 극복하기 위해서는 기반시설 투자에 따른 단기적 대책과 어메니티 투자와 같은 장기적 대책을 적절하게 시행하는 것이 중요하다. 또한, 연안 지역에 관광객이 집중되는 성수기에 시의적절한 관광지 홍보 활동을 통해 승수효과를 기대할 수 있다. 향후 연구에서는 모델의 신뢰도 개선을 위한 추가 자료 활용, 모델 고도화를 위한 이론적 토대 완성, 모델링 결과의 타당성 확보를 위한 다양한 사례 지역 적용 등에 대한 보완이 요구된다.

제4절 수산 분야: 공급망 리스크로 인한 주요 수산물 수급 변화 전망

1. 서론

1) 연구 배경 및 목적

앞서 서론의 연구 배경에서 밝혔듯이 해양수산 분야는 파괴적인 이벤트(turbulence)나 고의적 이벤트(deliberate) 등 다양한 X-이벤트에 노출되어 있다. 여기에 공급 탄력성이 낮다는 특성 때문에 해양수산 분야 이해관계자와 정책 당국은 위험 요소에 대한 흡수력·적응력·복구력 등 회복력을 높일 수 있는 대응체계를 공고히 다져야 한다.

이를 위해 한국해양수산개발원의 해양수산 부문 연구는 2021년에 공급망 사이에 누적되는 재고량 중심으로 재고 파동의 역학적 특징과 정책 대안을 제시한 바 있다. 2022년에는 위험 요소에 대응하는 흡수력·적응력·복구력 등 회복력에 천착하여 유통업자가 어떤 방식으로 대응하고 있는지를 분석하고자 한다.

특히 외부환경요인으로서 손꼽을 수 있는 것은 러시아 정부의 수산업 관련 쿼터 정책의 변경과 러시아-우크라이나 전쟁이다. 그리고 이는 앞선 〈표 2-24〉에서 발굴된 수산 분야 미래 리스크 결과에서 '7. 수산물 가격 변동성 심화'와 직접적 연관이 있는 분야이기도 하다. 이렇게 나타난 공급망의 변화에 대응하는 유통업자의 전략은 매우 독특한 행태를 보인다는 점을 발견하였다. 유통업자는 정부의 정책과 관계없이 자신이 생존하기 위한 전략으로 외부 충격을 흡수하는 전략을 이미 실행해 왔으며 공급망 변화에 성공적으로 대응한 바 있다.

본 연구에서 다루는 X-이벤트는 1) 2019년 러시아 정부의 급격한 수산물 쿼터 정책의 변화 2) 러시아-우크라이나 전쟁으로 촉발된 환경 변화다. 유통업자가 외부 환경 위험에 대응하는 전략은 마치 생물처럼 변화한다. 하지만 이런 변화가 자칫 유통업자만의 생존을 위해 진행될 가능성 역시 있기 때문에 식량 안보, 수산 물가, 그리고 수산업 전반의 건강한 지속가능성을 고려할 때 유통업자의 공급망 관리 전략을 분석하고 나타날 수 있는 미래 시나리오를 기반으로 적절한 정책을 개발해야 한다.

이런 연구의 필요성을 위해서 100% 수입에 의존하는 명태로 외부 환경에 대응하는 유통업자의 전략을 분석하고자 한다. 즉 명태 산업은 외부 환경에 그대로 노출되기 때문에 환경 변화에 따른 변화를 연구하기에 적합한 어종이다. 게다가 명태는 우리나라에서 가장 많이 소비되는 대중성 6종[91] 중 하나이기 때문에 국민 생활에 밀접한 관계가 있다. 예전부터 제사상과 전통 혼례상 등 빠짐이 없이 사용되었고 여러 요리 형태로 우리나라 소비자가 가장 즐겨 먹는 생선으로 인식되고 있기 때문이다. 명태는 여러 가지 가공 형태에 따라 동태, 황태, 생태, 북어, 코다리, 먹태 등 열거하기 힘들 정도로 많은 명칭을 가지고 있다. 명태의 부산물인 명란, 창난은 젓갈 형태로, 머리는 육수용으로, 껍질은 튀김용, 무침용으로 소비되고 있다. 그리고 명태의 연육은 어묵, 맛살, 생선가스 등 여러 가지 형태의 어육가공품으로 활용되고 있어 수산물 중에서 가치가 가장 높다고 볼 수 있다. 하지만 이런 특징은 명태의 대체재가 마땅히 없는 상황에서 수요 탄력성이 낮다는 것을 의미하기도 한다.

따라서 본 연구의 또 다른 시각은 공급 탄력성과 수요 탄력성이 낮은 산업의 유통업자가 환경 변화에 대응하는 전략이라고 볼 수 있다.

91) 우리나라 국민들이 주로 소비하는 오징어, 고등어, 갈치, 명태, 조기, 마른 멸치를 뜻함

2. 유사 사례 및 선행연구

1) 수산 분야 미래 리스크 관련 문헌 연구

마창모·하현정·허수진(2021)은 해양수산 분야 미래 리스크를 체계적으로 분류하고 이에 대한 파급효과를 분석한 바 있다. 이 연구에서 수산 분야는 2023년으로 예고한 일본 원전오염수 방류를 미래 리스크로 상정하고, 이에 대한 파급효과를 수요 SD 모델링을 통한 다양한 시나리오와 정책제안을 하였다. 시뮬레이션 결과로 도출된 대표적인 정책으로는 소비 진작 정책, 수매 정책, 금어기 정책을 결합한 시나리오이다(〈그림 3-48〉 참고). 이 연구는 소비자의 심리, 공급-가격-수요 균형 시스템, 그리고 공급망의 재고 파동을 결합하여 종합적인 패턴을 파악하였다는 데 의미가 크다. 하지만 일본 원전오염수 방류 사건이 미래 리스크를 대표할 수 없다는 점에서 다양한 미래 리스크의 유형에 따른 추가 연구가 필요하다.

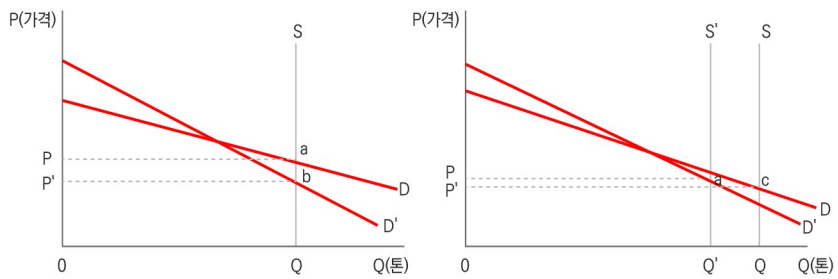
〈그림 3-48〉 소비정책, 수매 정책, 금어기 정책 결합 시나리오 비교



자료: 마창모·하현정·허수진(2021), p. 218.

류정곤·강종호·이정삼(2012)는 2005년 7월 12일에 중국발 말라카이트 그린(MG) 검출 사건이 송어 양식에 미치는 영향을 피해추정 모형을 통해 밝혔다. 이 연구는 환경 리스크를 계량모델링하였다는 점에서 의미가 크다.

〈그림 3-49〉 MG 파동으로 인한 생산 피해(좌측)와 사회적 후생 변화(우측)



자료: 류정곤·강종호·이정삼(2012), p. 84-85.

하지만 위 모델에서는 가격과 공급과의 관계만 규명하였을 뿐, 수요 변화를 반영하지는 않았다.

이광남 외(2009)는 2007년 12월 7일에 발생한 허베이스피릿호 유류 오염 사고를 통해 해양환경 오염 위기 대응 정책 매뉴얼을 연구하였다. 해당 연구는 계량모델은 없으며, 환경 영향 평가 및 위기관리와 국제 보상 정책에 대한 체계적인 관리를 위한 체크리스트를 제공하였다.

마창모 외(2017)는 양식산업 재난 위기관리에 대해 계량모델 없이 정책 매뉴얼 차원에서의 연구를 하였고, 김대영·백진화(2016)는 농수산물의 방사능 관리 체계 개선 방향을 국가별 비교한 정책 연구를 하였다.

2) 수산업 유통 구조에 관한 연구

강종호(2014)는 수산물 공급 구조의 변화의 역사적 고찰과 일본 수산물

유통 구조를 비교 연구를 하였다. 강종호(2011, 2017)는 특히, 산지 위판장의 낮은 경쟁력을 지적하고, 산지 위판장의 소비자 시장 기능과 공동 판매 기능 분석을 통해 전통적 유통 구조의 수급의 불일치가 일어난다고 주장하였다. 그리고 2011년 동일본대지진으로 인한 수급 변화를 제외하고, 국내 수산물 수급과 유통 구조의 불일치 원인을 다음 세 가지로 밝혔다. 첫째, 2008년을 기점으로 수산물 수입량이 국내 생산을 초과했다는 점, 둘째, 2006년을 기점으로 해조류 중심의 양식수산물의 생산량이 연근해 어획생산량을 넘어섰다는 점, 셋째, 수산물 소비자물가지수가 농산물이나 축산물에 비해서도 높은 수치라는 점 등이다.

이 중에서 고등어, 멸치, 명태를 대상으로 피시플레이션 양상을 보이고 있다는 점을 다음 표를 통해 밝혔다. 따라서 전체 소비자물가지수에 미치는 영향이 작다고 하더라도 수산물 소비자물가지수에 지대한 영향을 미치는 명태의 공급망 변화를 연구해야 할 필요성을 방증하고 있다.

〈표 3-40〉 수산물 소비자물가지수의 추이(2005=100)

구분		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011.5
소비자 물가지수	수산물	100	100.9	101.1	107.7	118.8	132.2	145.1
	신선어패류	100	100.1	100.4	106.7	121.2	134.5	148.6

자료: 통계청, 소비자물가조사, 재인용 : 강종호(2011), p.102

고봉현(2014)은 수산물 거래량의 변동성이 가격 변동성에 미치는 영향을 제주산 넙치를 대상으로 실증 분석하였는데, 공급 탄력성이 높을수록 가격 변동 폭이 줄어든다는 비대칭 관계를 증명하였다.

김광호·민희철·이항용(2011)은 정부의 비축 사업과 수매지원 사업을 분리하여 수산물 가격에 미치는 영향을 실증 연구하였다. 비축 사업과 수매지원 사업은 생산사 보호 측면에서는 가격지지를, 소비자 보호 측면에서는 가격 안정을 정책 목적으로 한다. 연구 결과 정부 비축은 가격지지 효과는 낮고

가격 안정 효과는 높으며, 수매지원 정책은 가격지지 효과는 높고 가격 안정 효과는 낮았다. 설명계수(R2)가 낮아서 연구 결과를 그대로 받아들이기 힘든 한계가 있지만, 수산물의 저장·가공시설을 운영하는 자에 의존하는 수산물 유통정책을 고려할 때 내세울 가설로는 의미가 있다.

장영수·장수호·장홍석(1999)는 수산물의 냉동냉장창고업의 경영성과 분석을 통해 민간업자의 경쟁이 과열되고 있으며, 보관료 할인과 영업력이 경영성과에 주요한 요인이라고 밝혔다. 이는 정부의 수매지원 정책은 민간업자에게는 안정적인 수익성을 보장해 준다는 점에서 수매지원 정책이 민간업자를 움직이는 중요한 동인이 될 수 있다는 것을 방증하고 있다.

김윤두·김효미·채수호(2020)는 국내 주요 수산물의 산지-도매가격의 연관성을 당시 대중성 어종 다섯 개 품목(고등어, 갈치, 오징어, 삼치, 조기)을 대상으로 가락도매시장의 가격과 산지 위판장의 가격을 실증 분석하였다. 해당 연구는 이를 통해 산지 위판장 가격이 오히려 더 높게 책정되는 유통가격 왜곡 현상을 밝혔다. 이는 중도매인의 '기록상장'과 '형식경매' 때문인 것으로 보고, 선진 유통 구조를 제안하였다.

3) 명태 유통에 관한 연구

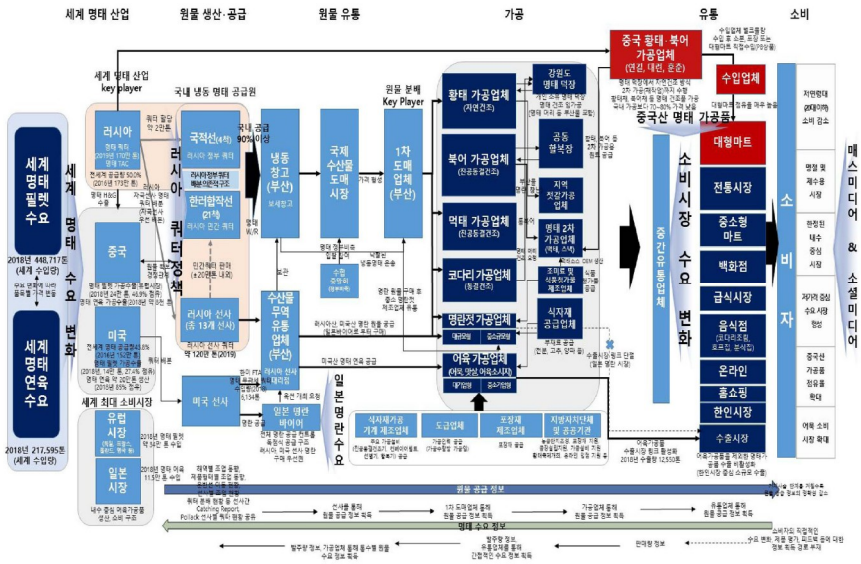
김윤미(2022)와 김지웅(2020)은 우리나라 명태 생산 구조를 역사적으로 고찰하였고, 장영수·송정헌(2006)은 명태의 국제 교역 구조를 통해 우리나라가 국제 명태 시장에서 최대 수입국임을 밝혔다.

김광호·민희철·이항용(2011)은 명태의 정부 비축과 방출, 그리고 회원 조합과 민간 기업의 저장·가공시설을 활용한 수매와 방출을 정리한 바 있다.

김광호·민희철·이항용(2011) 연구에서 눈에 띄는 특징은 수매 시기와 방출 시기다. 수매는 4/4분기에 집중되지만, 방출은 명절에 맞춰서 1~2월 및 9월에

집중적으로 방출하고 민간 기업은 비교적 연중 고르게 방출하고 있다.

〈그림 3-50〉 명태 산업 가치사슬



자료: 김지웅(2020), p. 143.

김지웅(2020)은 명태 산업의 가치사슬을 〈그림 3-50〉과 같이 분석하여 소비자 수요 변화에 즉각적인 대응하는 속도가 느린 구조적인 한계를 밝혔다. 이는 본 연구의 수요 탄력성과 공급 탄력성에 시사한 바가 크다.

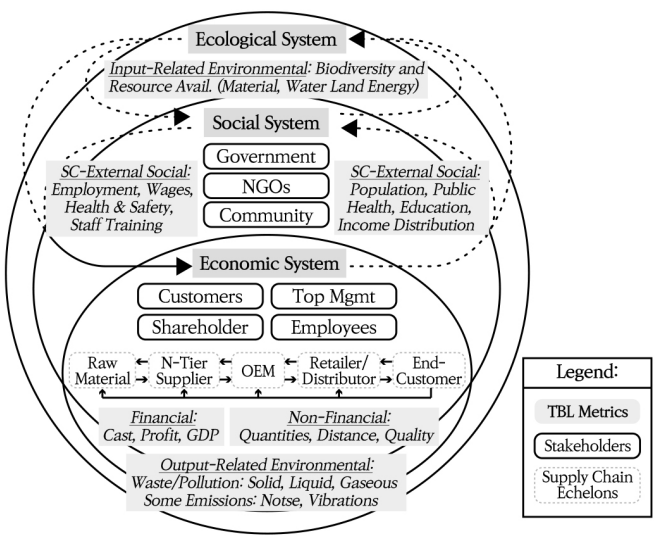
한편, 조용준·조용훈·고승곤(2008)는 주요 14개 어종 중에서 명태는 민어, 꽁치와 함께 수요 변화에 따른 대체탄력성이 없다는 점, 즉 대체 어종이 없다고 밝혔다. 이는 명태 유통망에서 수입물량이 전체 유통망의 가격에 큰 영향을 미친다는 것을 방증한다.

4) 공급망에 관한 SD 연구

공급망에 관한 연구는 SD 연구의 효시라고 할 수 있다. SD의 이론적 토대를 만들과 발전시켰으며 완성한 Forrester(1961)는 공급망에서 파동이 발생하는 원인을 조직 안에서 발생하는 여러 종류의 정보 피드백이며, 이 파동이 황소채찍 효과(bullwhip effect)처럼 파동이 커지는 것을 밝혔다. 그래서 황소채찍효과를 Forrester effect라고도 한다.[92)]

Rebs, Brandenburg, & Seuring(2019)은 글로벌 공급망이 갈수록 외부 환경에 취약하기 때문에 지속가능한 공급망 모델(SSCM: Sustainable Supply Chain Management)의 중요성을, 시스템 사고 관점에서 다음 〈그림 3-51〉과 같이 제시하였다. 이 모델의 특징은 공급망을 특정 기업 및 조직의 문제로 보지 않고 시스템의 경계를 더 확장한 것이 특징이다.

〈그림 3-51〉 Rebs et.al.(2019)의 지속가능한 공급망사슬 개념도

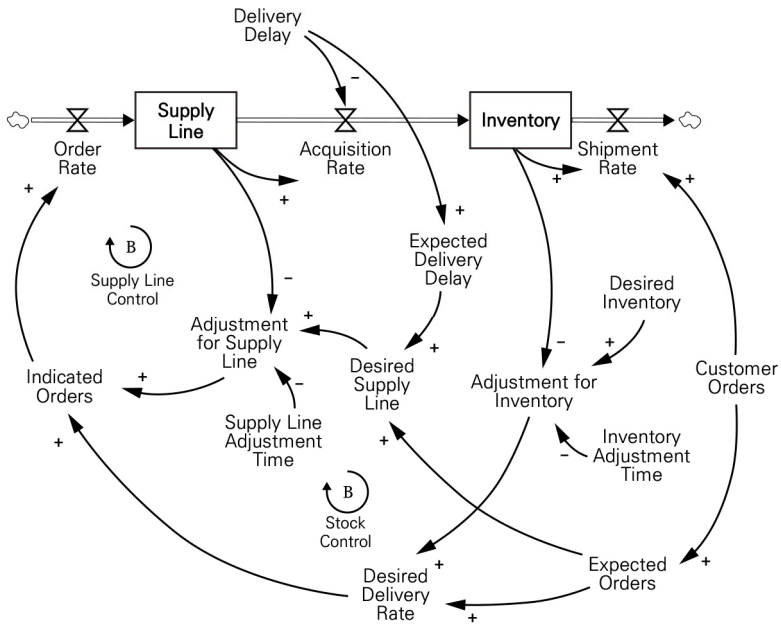


자료: Rebs, Brandenburg, & Seuring(2019), p. 1276.

92) 위키백과(검색일:2022.8.8.)

하지만, Sterman(2000)은 다음 〈그림 3-52〉와 같이 SD로 구현하는 공급망 구조의 원형을 보여준다.[93]

〈그림 3-52〉 비어 게임의 유통망 구조 원형



자료: Sterman(2000), p. 688)

위 모델을 원형으로 본 연구는 명태 공급망 구조를 모델링하였으며, 여기에 공급-가격-수요 균형 모델[94]과 인지부조화 조정 모델[95]을 결합하여 기존의 공급망에 관한 SD 모델에 행동경제학적 요인을 결합한 모델을 구축하였다.

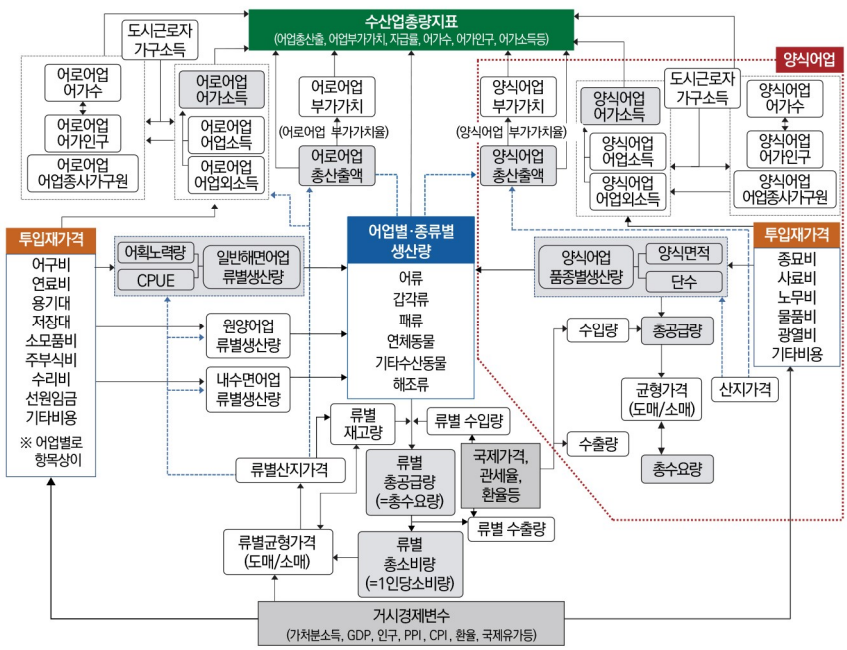
93) Sterman(2000), pp. 663-708.
94) Ibid., pp. 537-544.
95) Ibid., pp. 428-437.

3. 연구 방법

1) KMI-FOSiM 분석 및 본 연구에서의 역할

KMI-FOSiM은 2018~2019년 한국해양수산개발원에서 구축한 〈그림 3-53〉 구조를 갖춘 수산부문 전망모형으로, 수산물의 수급 및 가격, 수산업 부문 총량지표 및 어가경제지표를 전망하고 수산 정책 및 대내외 여건 변화에 대한 정책시뮬레이션을 수행하는 데 목적이 있다.

〈그림 3-53〉 수산부문 전망모형 KMI-FOSiM 전체 구조도



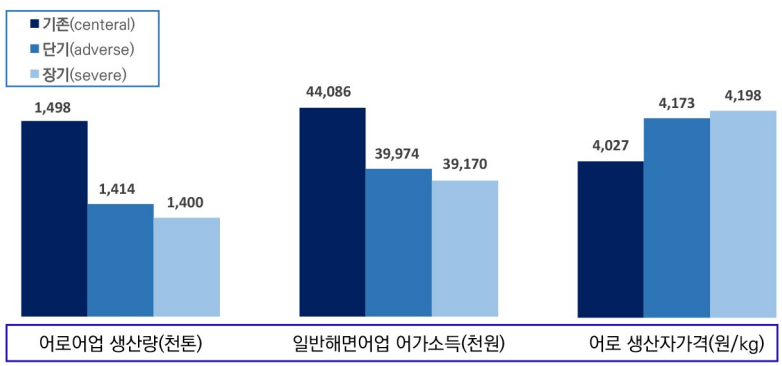
자료: 이헌동·하현정·허수진(2019), p. 71.

KMI-FOSiM 분석에 따르면 2020년 4월을 기점으로 상승세가 이어졌던 국제유가가 러-우 사태 이후 급격히 상승하면서 국내 면세유 가격 또한 크게

상승하였다. 이로 인해 국내 수산업, 특히 연근해어업의 경영비 상승을 초래하여 출어 감소에 따른 생산량 감소, 생산자물가 상승, 어가소득 감소 등 다양한 수급 문제를 야기할 것으로 예상되었다.

이러한 우려가 커짐에 따라 국제유가 상승에 따른 수산부문 영향력을 파악하기 위해 러-우 사태 직후인 2022년 4월 초에 KMI-FOSiM을 이용하여 전망 분석을 실시하였다.[96]

〈그림 3-54〉 국제유가 상승에 따른 어로어업 주요 지표 변화 전망 결과



자료: 조헌주 외(2022), p. 52.

전망 분석 결과, 국제유가 상승세가 단기간 유지될 경우, 2022년 어로어업 생산량은 기존 전망치 대비 5.6% 감소할 것으로, 일반해면어업의 어가소득 또한 기존 전망치에 비해 9.3% 적을 것으로 나타났다. 다음으로 국제유가 상승이 하반기까지 계속될 경우 2022년 어로어업 생산량은 기존 전망치보다 6.6% 감소할 것으로 전망되었으며, 이에 따라 생산자가격은 4.2% 상승할 것으로 나타났다.

앞서 살펴본 바와 같이 KMI-FOSiM은 대내외 변화 요인이 수산업 전반에

96) 러-우 사태 이후 국제유가 상승에 따른 수산부문 영향분석은 러-우 사태 직후인 2022년 4월 초에 진행한 것으로, 조헌주 외(2022), p. 52-53을 요약하여 작성하였다.

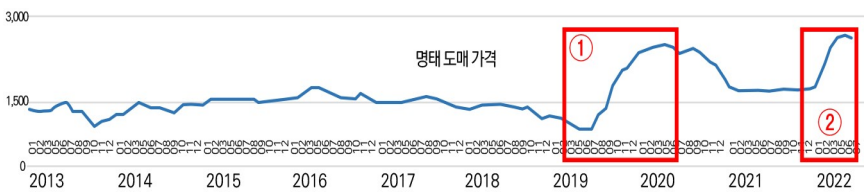
미치는 영향을 분석하는 데 초점이 맞추어져 있기 때문에 수산업 총생산량, 어가소득 등의 전망 및 시나리오 분석이 가능하다. 그러나 러-우 사태로 야기된 명태의 수급 및 가격 변동과 같이 개별 어종에 대한 분석에는 한계가 존재한다.

따라서 개별 어종 단위의 전망 분석에 어려움이 있는 KMI-FOSiM의 한계를 보완하고자 명태의 수급 및 가격 변동 요인 분석에는 SD 모형을 활용하였다.

2) SD 모델링을 통한 분석 및 방법

(1) 문제의 정의: Dynamic Problem

〈그림 3-55〉 2013년 1월~2022년 7월 명태 도매가격 변화



자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터(검색일: 2022.8.26.)

위 〈그림 3-55〉는 2013년부터 최근까지의 명태 도매가격의 추이를 보여준다. 그래프에서 ① 구간과 ② 구간은 X-이벤트 영향을 받은 시기로 각각 러시아의 명태 쿼터 정책에 따른 명태 수입량의 급변과, 러-우 사태가 주요 환경요인으로 작용한 시기다.

위 데이터에서 주목할 것은 X-이벤트 이전 시기에 명태 도매가격이 상대적으로 매우 안정적으로 유지·관리되어 있다는 점이다.

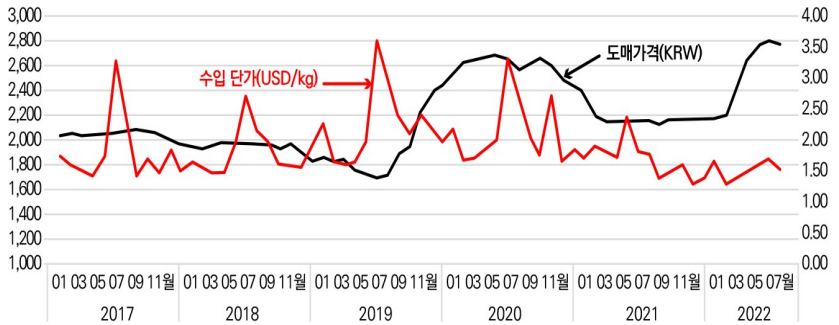
SD 연구의 시작은 Dynamic Problem에서 시작한다. 따라서 본 연구는 위 ① 구간과 ② 구간에서 도매가격의 변화가 일어나는 구조적인 특징을 규명하는 것과 함께, X-이벤트 이전에 도매가격이 상당히 안정적으로 유지되고

있었던 구조적 특징을 규명하는 것도 포함한다.

다음 〈그림 3-56〉은 도매가격이 안정적으로 유지된 시기와 X-이벤트 시기에 도매가격이 변동이 있던 시기에 도매업자가 지불한 수입 단가의 변화를 보여준다.

〈그림 3-56〉 도매가격과 수입 단가의 관계

단위: 원, USD/kg

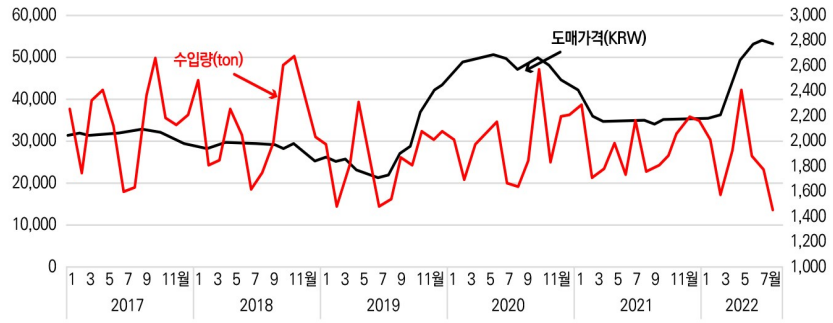


자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터(검색일: 2022.8.26.)

위에서 확인할 수 있는 것은 X-이벤트와 관계없이 수입 단가는 계절 요인이 작용하여 늘 변했다는 점이다. 물론 2019년 7월의 경우에는 평년보다 수입 단가가 올랐다. 이 단서를 통해 러시아의 쿼터 정책 변화로 인해 공급량(수입량)이 줄었기 때문에 환경요인이 작용했다고 평가할 수도 있다. 하지만 러-우 사태 이후의 수입 단가는 오히려 하향 조정되고 있다. 러-우 사태 이후 지금까지 러시아 정부의 쿼터제 변화가 없기 때문에 수입량이 특별히 줄어들 외부 환경적 이유가 없다는 점을 고려하면 러-우 사태가 수입 단가에 영향을 미쳤다고 볼 수 없다. 따라서 명태 도매가격은 외부환경요인과 관계없이 독립적으로 결정될 수 있다는 가설을 조심스럽게 생각해 볼 수 있다.

〈그림 3-57〉 도매가격과 순수입량의 관계

단위: 원, 톤

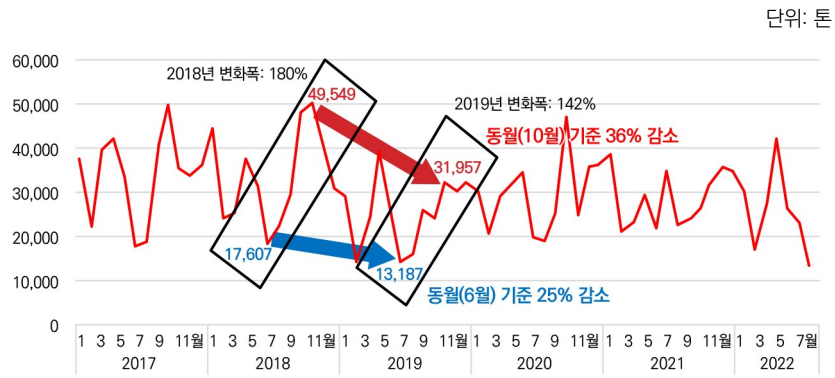


자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터(검색일: 2022.8.26.)

또한, 위 〈그림 3-57〉이 보여주듯이 수입량 역시 계절 요인이 많이 작용하지만, 도매가격은 그렇지 않다는 점이 명확히 드러났다. 특히 X-이벤트 기간에도 도매가격과 수입량과의 상관관계가 전혀 드러나지 않는다는 점은 앞서 제기한 바와 같이 도매가격이 수입 단가와 관계없이 독립적으로 결정된다는 가설을 수입량을 통해서도 재확인할 수 있는 것이다. 따라서 도매가격은 수입 단가나 수입량과 관계없이 독립적으로 결정된다는 가설을 세울 수 있다.

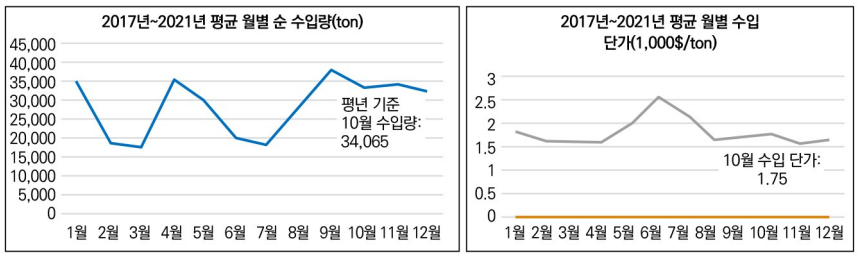
도매가격이 외부환경요인(수입량과 수입 단가)과 독립적으로 결정된다는 가설은 본 연구뿐만 아니라 정부의 정책 입안 관점에서도 매우 중요한 시사점을 제공하기 때문에 좀 더 면밀하게 검증할 필요가 있다. 따라서 다음 자료를 통해 수입량과 수입 단가의 변화를 자세히 살펴보고자 한다.

〈그림 3-58〉 순수입량의 변화 상세



자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터(검색일: 2022.8.26.)

〈그림 3-59〉 평년 기준 월별 데이터



자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터(검색일: 2022.8.26.)

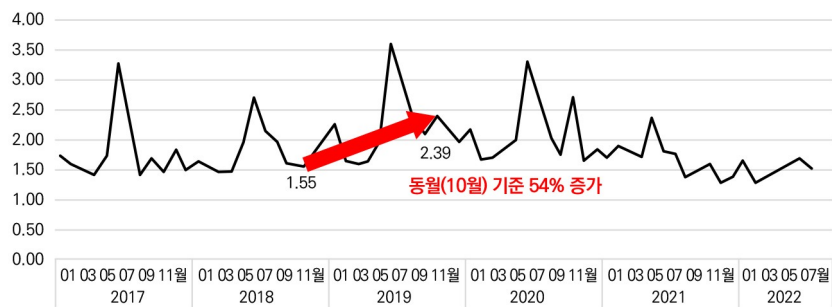
먼저, 위 〈그림 3-58〉, 〈그림 3-59〉를 통해 외부환경요인이 수입량과 수입단가에 어느 정도 영향을 미치는지 살펴보고자 한다.

〈그림 3-58〉에서 확인할 수 있듯이 2019년 B 시즌(6월~10월)에 평년보다 감소한다. 이 감소 원인은 잘 알려진 대로 러시아 정부의 쿼터제 정책이 바뀌었기 때문이다. 하지만 과연 러시아 정부의 쿼터제 정책 변화가 수입량의 급감을 가져왔는지는 의심해 볼 여지가 있다. 소위 B 시즌인 6월~10월 사이의 수입량의 비교 폭을 X-이벤트 발생 연도인 2019년과 직전 해인 2018년을 비교하면

〈그림 3-58〉에서 보여주는 것과 같이 2018년은 180%의 수입량 변화를 보여주고 있는 반면, X-이벤트 당해 수입량의 변화는 142%를 보인다. 더욱이 〈그림 3-59〉에서 보여준 것처럼 평년 기준 10월 순수입량과 비교하면 6% 감소다. 평년 기준을 X-이벤트 이전 시기인 2017~2018년으로 산정해서 비교하면 20% 감소했다. 이 변화 폭의 차이는 보는 관점에 따라 크거나 작다고 평가할 수 있을지 몰라도, 러시아 정부의 쿼터제 정책 변화가 원상태로 복귀된 시점에도 평년 수준으로 바로 복귀하지 않았다는 점을 고려하면 수입량 자체도 X-이벤트에 크게 영향을 받지 않았다고 평가하는 것이 합리적이라고 볼 수 있다.

이런 관점은 매우 조심스럽다. 왜냐하면, X-이벤트 때문에 수산업이 피해를 보고 있다는 것을 기정사실로 받아들여서 도매업자들도 피해를 보고 있으며 이에 대해 정부의 지원책을 고려해야 한다는 논리가 당연하게 여겨지는 상황에서 자칫 도매업자에 대한 지원을 재고해야 한다는 논리로 사용될 수 있기 때문이다.

〈그림 3-60〉 명태 수입 단가 변화 상세



자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터(검색일: 2022.8.26.)

위 〈그림 3-60〉은 명태 수입 단가와 X-이벤트와의 관계를 보여준다. X-이벤트 영향을 받지 않았던 시기인 2018년과 비교했을 때 10월 수입 단가는 54% 증가했고 〈그림 3-59〉를 참고하면 평년 10월 대비 37% 증가했다. 이는

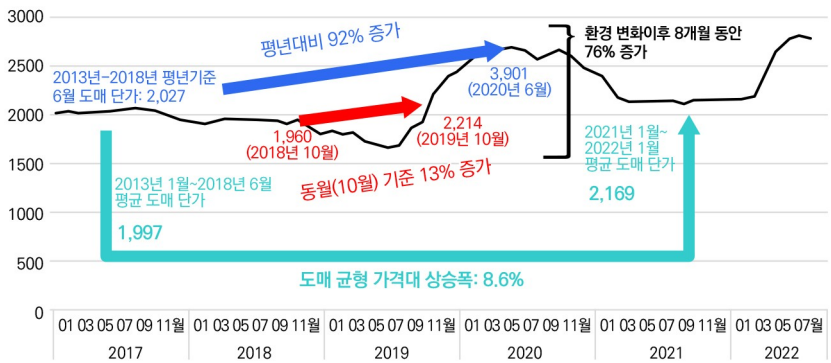
수입량 감소에 따른 가격(수입 단가) 상승으로 볼 수 있다.

종합해보면 러시아 정부의 쿼터제 정책 변화는 도매업자의 수입량과 수입 단가의 변화를 일으킨 요인이 아니라 할 수 없지만, 직접적인 요인이라고 보기 어렵다고 할 수 있다. 따라서 도매업자가 수입량과 수입 단가를 결정할 때는 외부환경요인을 참고하겠지만, 도매업자의 의사결정에 직접 영향을 주는 원인은 다른 면에서 찾아볼 수 있다는 것을 의미한다.

이제 도매업자가 직접 결정하는 도매가격을 살펴보겠다. 도매가격의 변화 행태를 보면서 도매업자의 의사결정 구조의 단서를 찾아보고자 한다.

〈그림 3-61〉 명태 도매가격 변화 종합

단위: 원/kg



자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터(검색일: 2022.8.26.)

〈그림 3-61〉에서 제일 먼저 주목해야 할 점은 X-이벤트 이전에 도매가격이 매우 안정적으로 유지·관리되어 왔다는 점이다. 판매자와 구매자와 관계에서 판매자는 판매량과 판매 가격을 결정할 권한이 있는 반면, 구매자는 판매자의 결정을 선택할지 말지를 결정할 권한이 있다. 본 연구는 도매업자를 구매자 입장이 아니라 판매자 관점에서 조명하고자 한다. 왜냐하면, 국내 수산업 전반에 직접 미치는 영향의 시작은 판매자 입장에서의 도매업자 의사결정

내용이기 때문이다. 위 〈그림 3-61〉에서 볼 수 있듯이 명태 도매업자는 명태 수입량의 변동과 명태 수입 단가의 변동을 명태 도매가격에 모두 반영했다고 볼 수 있다. 즉, 도매업자는 도매가격을 수입량과 수입 단가와 관계없이 전략적으로 판단한다. 이런 의사결정 때문에 도매가격은 균형가격대를 형성할 수 있었다.

이렇게 균형가격대를 형성하는 것은 시장 참여자들에게는 예측 가능성을 높일 수 있어서 긍정적인 면이라고 할 수 있으나, 도매업자의 의사결정 메커니즘은 여전히 블랙박스로 남겨지기 때문에 정책에 반영하기 어렵게 한다.

〈그림 3-61〉에서 발견할 수 있는 또 다른 시사점은 X-이벤트 시기에 도매가격은 수입량의 변화 폭이나 수입 단가의 변화 폭보다 더 큰 폭으로 변했다는 점이다. 계절에 따라 변하는 수입량과 수입 단가의 충격을 충분히 반영해서 도매 균형가격대를 형성해 오던 도매업자가 유독 X-이벤트 시점부터 도매가격을 큰 폭으로 조정한 것은 위기를 기회로 삼는 도매업자의 전략적 판단이라고 생각된다.

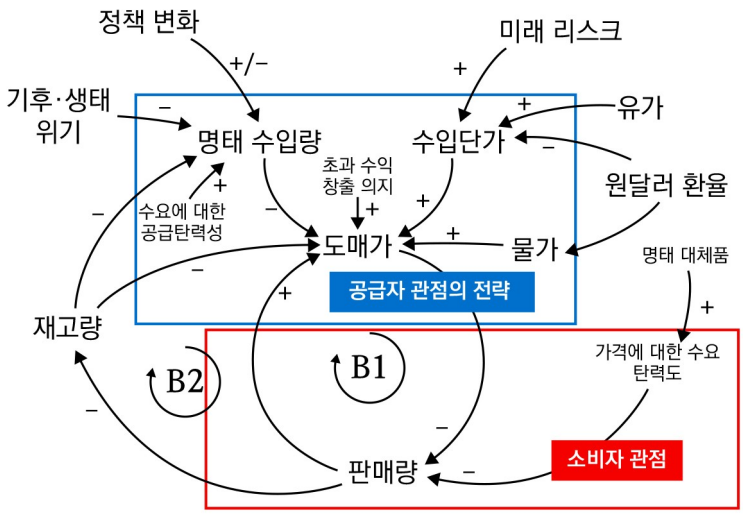
본 연구는 도매업자의 전략적 판단을 중요한 변수로 다루고자 한다. 전략적 판단이라는 표현에서 알 수 있듯이 환경요인은 참고할 수 있는 변수일지라도 의사결정의 중요한 핵심 요인은 아니며, 환경요인과 독립적인 도매업자의 초과수익 창출 의지가 중요한 요인이라는 점을 강조한 것이다. 이를 분석하기 위해서 마창모·하현정·허수진(2021)이 소비자의 기억 및 심리를 모델링한 SD 선행연구를 참고하였다. 시뮬레이션을 위한 모델링에 앞서 SD의 정성적 분석 기법인 시스템 사고의 인과순환지도(CLD: Causal Loop Diagram) 분석을 통해 도매업자의 전략적 판단 및 의지를 구조화하고, 이를 통해 향후 시뮬레이션 및 정책적 시사점을 위한 출발점으로 삼고자 한다.

(2) 명태 공급망 구조에 관한 인과순환지도 분석

다음 〈그림 3-62〉 구조에서 먼저 소비자 관점에서의 구조를 먼저 살펴보고, 공급자 관점에서의 전략을 집중 조명하고자 한다.

명태의 경우에는 수요가 거의 고정적이기 때문에 도매가를 수용하는 성향이 높다고 볼 수 있다. 즉, 가격에 대한 수요 탄력성이 다른 수산물에 비해서 높다고 볼 수 없다. 물론 공급자 관점에서도 구매자가 수용하지 못할 수준으로 도매가를 높게 책정하지 않을 것이다.

〈그림 3-62〉 명태 공급망의 구조



자료: 저자 작성

명태를 둘러싼 판매자와 구매자와의 게임이 어떤 방식으로 이루어지고 있는지는 〈그림 3-55〉와 〈그림 3-61〉에서 확인할 수 있다. 본 연구에서 강조하는 도매 균형가격대는 판매자와 구매자와의 균형을 잘 설명하고 있다. 이런 수요가 시장 유통량을 결정하고, 시장 유통량은 다시 도매가격에 영향을

주는 균형 피드백(Balancing Feedback)을 유지했다. 수요량에 영향을 주는 요인으로 오른쪽에 있는 변수인 수요 탄력성과 그 수요 탄력성에 영향을 주는 명태 대체품이라는 변수에 주목해야 한다. 명태 대체품이 풍부한 상황에서는 도매가격을 함부로 올리지 못할 것이기 때문이다.

소비자 관점의 분석에서 공급자 관점의 전략 분석으로 넘어가기 전에 살펴봐야 할 중요한 변수는 좌측에 있는 재고량 변수이나, 도매업자의 재고량은 확인할 수 없는 블랙박스 영역이다. 그런데 이 재고량 수준이 공급자 관점에서는 전략적 의사결정에 매우 중요한 자료가 된다. 한편, 도매업자가 도매가격을 결정할 권한이 있기 때문에 도매가격과 유통량은 도매업자의 전략적 의사결정의 핵심 변수가 된다.

〈그림 3-63〉 유통업자의 전략 유형



자료: 저자 작성

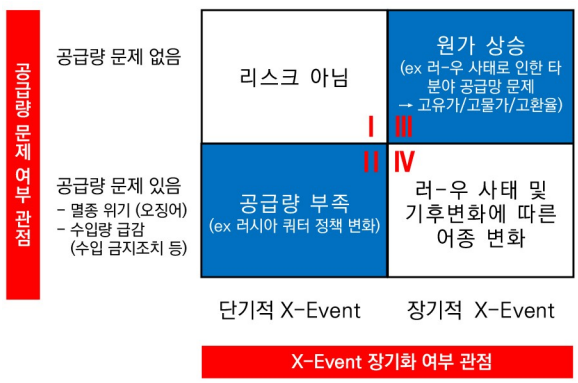
〈그림 3-63〉은 유통업자의 전략 유형을 도매가격과 유통량을 조절하는 행동 유형으로 분류한 것이다. 참고로 본 연구에서는 유통업자와 도매업자를 같은 개념으로 다루고 있다. 엄밀히 말하면 유통업자는 구매자로서의 도매업자가 아니라 판매자로서의 도매업자를 의미한다.

본 연구에서는 위 아홉 가지 유형을 실증 데이터 또는 정성적 분석 근거를

토대로 설명하지 않고 논리적인 추론으로 설명한다. 향후 연구에서 실증 데이터 또는 정성적 분석 자료가 뒷받침한다면 보다 풍성한 정책적 함의를 도출할 수 있다고 기대된다.

다음은 인과순환지도를 통한 명태 공급망 구조의 특징 중에서 가장 중요하게 다룰 공급업자의 초과수익 창출 의지 결정 구조를 살펴보고자 한다. 명태 수입량은 다시 기후·생태 위기와 정책 변화[97]에 영향을 받는다. 한편, 수입 단가는 미래 리스크가 클수록, 유가에 따라, 원·달러 환율에 따라 영향을 받는다. 특히 명태의 경우에 2022년 러-우 사태 이후 공급량(수입량)의 변화가 없어도 도매가격이 오른 이유를 유가와 원·달러 환율에 따른 원가 상승 요인에서 찾아볼 수 있다.

〈그림 3-64〉 X-이벤트 유형과 공급량 조절 영향 요인



자료: 저자 작성

그렇다면 X-이벤트에 따른 영향을 〈그림 3-64〉와 같이 분류할 수 있다. 우리나라가 통제할 수 없는 외부 환경 변수의 큰 변화인 X-이벤트는 2019년 6월에서 10월까지 단기적으로 있었던 러시아 쿼터제 정책의 변화와 장기화되

97) 본 연구에서는 러시아 정부의 쿼터 정책 변화 또는 러-우 사태로 인한 공급량 감소를 예시하였다. 즉, 정책 변화는 외국의 정책 변화 또는 더 넓게는 외부 환경 변화를 의미한다.

고 있는 러-우 사태가 장기적인 X-이벤트라고 할 수 있다. 하지만, 이런 X-이벤트의 영향이 공급량(수입량)에 직접 영향을 미치는지 아닌지를 구분할 필요가 있다. 공급량 영향 유무로 분류하는 이유는 X-이벤트로 인해 분명히 영향을 받긴 하지만 그것이 공급량에만 영향을 미치는 것이 아니라 다른 요인에 영향을 미쳐서 우리 수산업에 영향을 미칠 가능성을 분석하기 위해서이다. 이런 다양한 원인 분석을 통해 적절한 정책적 시사점을 도출할 수 있기 때문이다.

이런 관점에서 보면 본 연구에서 다루고 있는 두 가지 X-이벤트는 상대적으로 뚜렷한 차이를 보인다. 단기적인 X-이벤트인 러시아 정부의 쿼터제 정책 변화 시기에는 공급량(수입량)에 문제가 있었다. 하지만, 장기적인 X-이벤트인 러-우 사태 기간에는 아직까지 명확한 공급량 문제가 발생하지 않고 있다. 그런데도 도매가격이 상승하고 있기 때문에 이는 고유가, 고물가, 고환율로 인한 원가 상승과 식량과 에너지 중심으로 글로벌 공급망에 문제가 발생하면서 나타나는 전 세계적인 물가상승이 주요한 원인이라고 볼 수 있다.

한편, 〈그림 3-64〉에서 설명하고 있는 Type Ⅳ 유형은 본 연구에서 중요도가 낮다. 기후변화에 따른 어종 변화와 같은 장기적인 X-이벤트인데, 공급량이 문제가 있는 경우에는 다시 복원될 가능성이 희박할 것으로 전망되기 때문에 속수무책으로 감수할 수밖에 없다. 그래서 연구의 중요도가 떨어진다. 그리고 러-우 사태로 인한 공급량이 문제가 발생하는 상황에서는 사태가 종식되면 공급량이 다시 회복될 사안이다. 그런데 이렇게 다시 회복될 공급망 사태에 대해서 이미 학습된 유통업자는 자신의 재고량으로 통제하려고 할 것이다. 결국 그 분석 내용은 단기적인 공급량 부족 현상 때와 장기적인 원가 상승 요인 유형에서 크게 다르지 않다고 볼 수 있다.

결론적으로 본 연구는 Type Ⅱ와 Type Ⅲ 유형을 집중적으로 다루고자 한다.

(3) SD 시뮬레이션 모델링[98] 전략

SD 모델링은 두 가지 단계로 진행된다. 1단계는 Type Ⅱ를 재현하는 것이고 2단계는 Type Ⅱ 재현을 통해 검증된 모델의 타당성을 Type Ⅲ 유형에 대입하는 것이다.

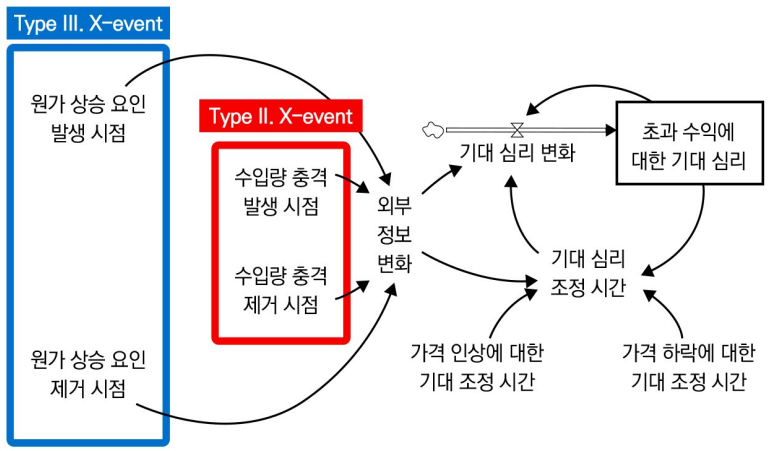
Type Ⅱ는 2019년 6월에 발생하여 10월경에 복원된 환경 변화, 즉 러시아 정부의 쿼터 정책 변화를 다룬다. 따라서 1단계는 과거의 사건(당시 도매가격의 변화)을 모델을 통해 재현하면서 시스템의 구조를 역추적한다. 즉, 과거의 사건은 모델의 타당성을 높이면서 모델링 고도화를 위한 학습의 대상이 된다. 반면, Type Ⅲ은 러-우 사태가 발생한 지금과 미래 사건을 다룬다.

모델의 타당성(Validity)을 검증하는 방법은 다양하며 정해진 것은 없다. 우선, 모델을 완성할 때 Unit Check와 Model Check를 통해 Unit의 일관성과 수식의 논리적 정합성을 검토한다. 본 연구에서 다루는 모델은 이 검증을 통과했다. 다음으로 사용하는 방법은 현실을 재현하는 것이다. 이는 특정 파라미터를 조정하면서 모델의 행태(Behavior)가 현실과 유사한 모습을 보이도록 하는 방식이다. 하지만 현실과 유사한 행태를 보여준다고 해서 모델의 타당성을 검증했다고 볼 수 없다. 즉, 현실 재현 가능성은 모델 타당성의 필요조건이지 충분조건은 아니다. 다만, 여러 가지 검증 절차 중에 현실적으로 설득력이 높은 방식이라는 점에서 중요하게 다룬다. 마지막으로 사용하는 방법은 핵심 파라미터를 조정하면서 시스템의 행태가 시스템 구조에서 논리적으로 나타날 수 있는 변화를 보여주는지를 확인할 수 있는 민감도 테스트다. 이 밖에도 다양한 방법이 있다. 본 연구에서는 Unit check와 Model check는 기본으로 하고 현실 재현과 민감도 테스트로 모델의 타당성을 논리적으로 검증하고자 한다.[99]

98) SD 모델링과 시뮬레이션을 위해서 Vensim Software DSS Ver.9.3.1을 사용했으며 이후 소개하는 모든 모델은 Unit의 일관성을 평가하는 Unit Check와 Equation의 논리적 정합성을 따지는 Model Check를 모두 통과하였음을 밝힌다.

(4) 도매업자의 기대 심리 모델 해설

〈그림 3-65〉 도매업자의 기대 심리 모델 저량-유량도



자료: 저자 작성

〈그림 3-65〉[100]는 SD에서 일반적으로 많이 활용하는 인지부조화 조정 모델을 응용한 것으로[101] 본 연구의 선행연구 역할을 한 마창모·하현정·허수진(2021)에서도 사용한 모델이다. 이 모델은 제한된 합리성에 기반한 행동경제학의 의사결정 구조를 설명할 수 있는 모델로, 의사결정의 심리적인 요인을 다뤘다는 점에서 계량경제학 모델과 차별화를 보인다. 이 모델의 핵심 equation은 다음 [식 3-17], [식 3-18]과 같다.[102]

초과수익에 대한 기대 심리= INTEG (기대 심리 변화, 0)
Units: 1/Month [식 3-17]

99) Forrester & Senge(1980), p. 419.
100) unit 및 equation에 관한 자세한 내용은 부록 참조
101) Sterman, op. cit., pp. 428-437.
102) 자세한 사항은 부록 참조

기대 심리 변화=(외부 정보 변화-초과수익에 대한 기대 심리)/기대 심리 조정 시간
Units: 1/Month/Month [식 3-18]

위 모델은 세 가지 영역으로 나눠볼 수 있다. 첫째 영역은 위 수식에서 밝힌 바와 같이 초과수익에 대한 기대 심리가 어떤 방식으로 변하는가이다. 초과수익에 대한 기대 심리의 초깃값은 0이었다. 그런데 외부 정보의 변화가 초과수익에 대한 기대 심리를 증가시키는 요인으로 작동한다는 논리다.

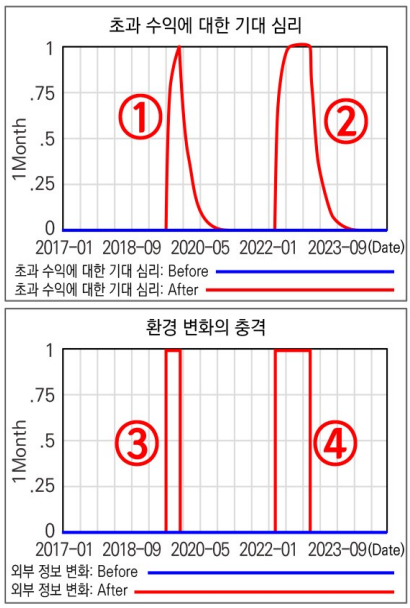
이 모델에서 중요하게 다루는 둘째 영역이 바로 기대 심리 조정 시간이다. 기대 심리 조정 시간은 다시 가격 인상에 대한 기대 조정 시간과 가격 하락에 대한 기대 조정 시간으로 세분화하였다. 이는 현실적으로 가격을 인상하고 인하할 때 보이는 일반적인 의사결정 행태를 그대로 보여준다. 가격 인상을 할 명분이 생기면 바로 가격을 인상시키지만, 그 명분이 사라진다고 해서 바로 가격을 원상태로 복원시키지 않고 좀 더 사태를 보면서 가급적 늦게 인하하려는 심리를 그대로 반영한 것이다.

이 모델에서 중요하게 살펴봐야 하는 셋째 영역이 왼쪽 네 가지 변수이다. 이 네 가지 변수는 모두 환경 변화 발생 시점과 제거 시점을 표현한다. Type Ⅱ X-이벤트 관련한 충격 발생 시점과 제거 시점은 러시아 정부의 쿼터제 정책이 변화 시점(2019년 6월)과 복귀한 시점(2019년 10월)으로 구분했으며, Type Ⅲ X-이벤트 관련한 충격 발생 시점을 원가 상승 요인이 발생한 시점으로 보고 충격 발생 시점을 러시아-우크라이나 전쟁이 발발해서 현실적으로 충격으로 나타나기 시작한 2022년 3월로 설정했다. 반면에 아직 이 사태가 종식되지 않았기에 충격 제거 시점(원가 상승 요인 제거 시점)을 가상으로 2022년 12월로 설정했다.

〈그림 3-66〉이 보여준 시뮬레이션 결과에서 확인할 수 있는 시사점은 X-이벤트가 사라졌다고 해서 초과수익에 대한 기대 심리가 바로 사라지지 않는다는 점이다. ③, ④번 그래프는 X-이벤트의 발생과 종식을, ①, ②번 그래프는

초과수익에 대한 기대 심리의 발생과 종식을 보여준다.

〈그림 3-66〉 도매업자의 기대 심리 시뮬레이션 결과



자료: 저자 작성

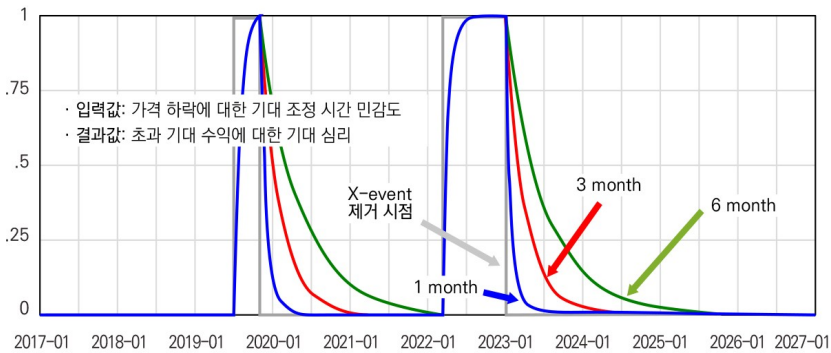
①, ②번 그래프에서 주목해야 할 것은 면적이 아니라 끝나는 시점이다. 도매업자의 초과 이익에 대한 기대 심리는 도매가격의 인상과 인하로 나타난다. 그런데 도매가격은 서서히 발현되지 않고 계단식으로 적용되기 때문에 심리의 총량보다는 누적 심리가 사라지는 시점이 중요하다. 초과수익에 대한 기대 심리가 사라지는 시점에 도매가격을 인하할 것이기 때문이다.

이 모델에서는 초과수익에 대한 기대 심리가 사라지는 시점을 ①, ②번 그래프에서 유추해서 각각 2020년 10월과 2023년 12월로 설정했다. 즉, Type Ⅱ X-이벤트가 2019년 10월에 사라졌지만 1년 동안 시장에 영향을 미쳤고, Type Ⅲ X-이벤트가 2022년 12월에 사라졌지만 역시 1년 동안 영향을 미쳤다고 가정했다.

초과수익에 대한 기대 심리가 사라지는 시점은 도매가격의 충격이 지속되는 것을 의미하기 때문에 정책 대상이 되어야 한다. 따라서 기대 심리가 사라지는 시점이 중요한데 이 시점을 결정하는 변수는 바로 가격 인하에 대한 기대 조정 시간이다. 본 모델에서는 3기로 설정했다. 액면 그대로 설명하자면 가격 인하 결정을 하기까지 3기 동안 주저한다는 의미가 되기도 하고, 실제 도매가격의 행태와 시뮬레이션의 행태를 맞추기 위해(fitting) 설정된 값이라고 보는 것도 맞다. 어떤 의미에서건 정책 변수로서 중요하게 다룰 필요가 있다.

다음 〈그림 3-67〉은 가격 인하에 대한 기대 조정 시간에 따라 기대 심리가 어떻게 바뀌며 기대 심리가 사라져서 도매가격이 정상화되는 시기를 보여주는데, 구체적으로

〈그림 3-67〉 가격 하락에 대한 기대조정 시간에 대한 민감도



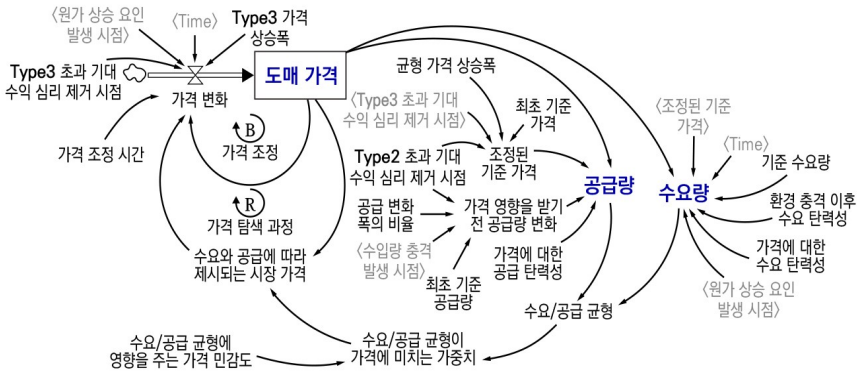
자료: 저자 작성

가격 인하를 위해 얼마나 빨리 심리를 조정하는지를 보여주는 가격 하락에 대한 기대 조정 시간을 1기, 3기, 6기로 설정할 때의 기대 심리 변화를 보여준다. Type Ⅱ X-이벤트의 경우 실질적으로 도매가격이 하락할 시점은 각각 2020년 2월, 2020년 10월, 2021년 10월이 된다. 마찬가지로 Type Ⅲ X-이벤트의 경우 실질적으로 도매가격이 하락할 시점은 각각 2023년 4월, 2023년 12월, 2024년 12월이 된다. 두 종류의 X-이벤트 모두 기대 조정 시간에 따른 시장의 충격은 4개월, 12개월, 24개월이 된다는 의미다.

이 심리 모델에서 발견할 수 있는 정책적 시사점은 X-이벤트가 종식되었을 때 도매업자가 신속하게 도매가격 인하할 수 있도록 유인할 아이디어가 필요하다는 점이다.

(5) 도매업자 관점에서의 시장 균형 모델 해설

〈그림 3-68〉 도매업자 관점에서의 시장 균형 모델



자료: 저자 작성

〈그림 3-68〉[103]은 SD 분야에서 검증된 모델인 가격-수요-공급 구조[104]를 앞서 살폈던 심리 모델과 연결해 본 연구에 맞게 수정한 것이다. 위 모델은 다소 복잡해 보일 수 있다. 따라서 본 모델의 구조를 제대로 이해하기 위해서는 공급-가격-수요의 균형을 보여주는 기본 구조와 X-이벤트에 따라 영향을 받는 명태 도매가격과 이에 따른 공급량과 수요량의 특수한 상황을 구분해서 전체 구조를 살피는 것이 필요하다.

먼저 공급-가격-수요의 균형을 보여주는 기본 구조를 보기 위해서는 특수 상황을 위해 어쩔 수 없이 배치한 변수들을 제거할 필요가 있다. Type Ⅱ, Type Ⅲ과 관련이 있는 시간 변수를 제거하면 핵심 변수만 남게 된다. 핵심 구조는 공급량을 중심으로 도매가격, 공급량, 수요가 상호작용을 하면서 영향을 주고받는다는 구조와, 공급량과 수요량을 결정하는 수식이다. 다음 [식 3-19], [식 3-20], [식 3-21]은 공급량과 수요량에 관한 수식이다.

103) unit 및 equation에 관한 자세한 내용은 부록 참조
104) Sterman, op. cit., pp. 537-544.

공급량=가격 영향을 받기 전 공급량 변화
**(도매가격/조정된 기준가격)^가격에 대한 공급 탄력성*
Units: kg/Month [식 3-19]

가격 영향을 받기 전 공급량 변화=최초 기준 공급량
**(1+STEP(공급 변화 폭의 비율, 수입량 충격 발생 시점)*
-STEP(공급 변화 폭의 비율, Type II 초과 기대 수익 심리 제거 시점))
Units: kg/Month [식 3-20]

수요량=IF THEN ELSE
(Time<=원가 상승 요인 발생 시점,
*기준 수요량 *(도매가격/조정된 기준가격)^가격에 대한 수요 탄력성,*
*기준 수요량 *(도매가격/조정된 기준가격)^환경 충격 이후 수요 탄력성)*
Units: kg/Month [식 3-21]

위 수식에서 조정된 기준가격이라는 변수는 모델 구조에 중요한 단서를 제공한다. 먼저 기준가격은 Reference price를 번역한 것인데, 시장이 균형 상태로 회귀할 때 기준이 되는 가격이라는 의미다. 즉, 어떤 파동이 있더라도 결국 시장은 균형점을 찾아가게 되는데, 이 기준가격으로 회귀한다는 의미다. 같은 의미로 기준 공급량, 기준 수요량이라는 변수도 이 모델에 존재한다.

〈그림 3-69〉 기준가격에 따른 변화



자료: 저자 작성

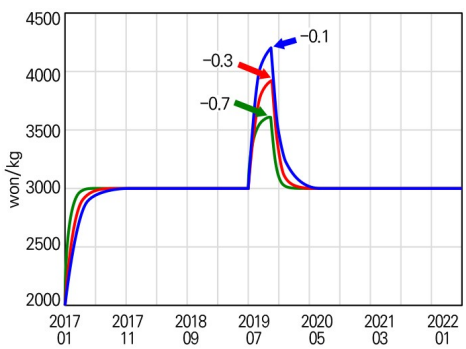
다음 〈그림 3-69〉는 다른 조건을 통제한 뒤 기준가격(원/kg)을 1500, 2000, 3000으로 할 경우 의도적으로 시스템에 충격을 줬을 때 도매가격이 시장 균형 상태로 돌아가는 모습을 연출한 것이다. 시뮬레이션 시작 시점에서 2,000원/kg로

같이 시작했지만, 빠른 속도로 기준가격으로 움직였으며, 충격 이후에도 기준가격으로 회귀하는 것을 확인할 수 있다.

위와 같은 기준가격의 메커니즘은 도매업자가 명태 도매 균형가격대를 조정하는 행태를 모델에서 재현할 때 중요한 단서가 된다. 본 모델에서 사용한 변수명을 최초 기준가격과 조정된 기준가격이라고 분리한 이유는 〈그림 3-61〉이 보여주듯이 명태의 도매 균형가격대가 상향 조정되는 행태를 구현하기 위해서다.

이제 수식에서 탄력성을 살펴볼 차례다. 도매업자 관점에서 공급량은 시장 유통량을 의미한다. 도매업자는 재고 상황을 보면서 유통량을 조절하기 때문에 초기 공급 탄력성이 달라질 이유가 없다. 왜냐하면 도매업자는 도매 균형가격을 만들 정도로 오랜 경험을 통해 공급 탄력성을 학습했기 때문이다. 반면, 수요 탄력성은 유통업자가 통제할 수 없는 독립변수라고 할 수 있다. 명태와 관련된 수요 탄력성은 오랜 습관과 관행으로 굳어졌지만, 〈그림 3-70〉이 보여주듯이 수요 탄력성에 따라 도매가격의 인상폭이 달라지기 때문에 명태 관련해서 가격에 대한 수요 탄력성을 높일 수만 있다면 도매가격을 더욱 안정적으로 관리할 수 있게 된다. 정책 관점에서 수요 탄력성을 주목해야 하는 이유다.

〈그림 3-70〉 수요 탄력성에 따른 도매가격 변화



자료: 저자 작성

이상으로 〈그림 3-68〉의 기본 구조를 살펴봤다. 이제부터는 도매업자 관점에서의 시장 균형 모델의 특수성을 고려한 구조적 특징을 살펴보고자 한다.

Type II X-이벤트를 재현하기 위한 장치로서 주요 시기별 공급량의 변동이

일어나도록 [식 3-22]를 설정했다. 즉, 공급량의 변화(*Y*)는 최초 기준 공급량(*X*)에 특정 비율(*r*, 공급 변화 폭의 비율)을 곱한 *Y = X(1+r)* 형태의 수식으로 표현했다. 이 관계식에 수입량 충격 발생 시점과 Type Ⅱ 초과 기대 수익 심리 제거 시점을 STEP 함수를 통해 표현하여 상황에 따라 공급량이 증가하고 다시 원상태로 복귀하는 상황을 재현하였다.

가격 영향을 받기 전 공급량 변화=최초 기준 공급량
**(1+STEP(공급 변화 폭의 비율, 수입량 충격 발생 시점)*
-STEP(공급 변화 폭의 비율, Type Ⅱ 초과 기대 수익 심리 제거 시점))
Units: kg/Month [식 3-22]

또한, Type Ⅲ X-이벤트를 재현하기 위한 장치로서 주요 시기에 공급량의 변동 없이 가격이 상승하도록 [식 3-23]을 설정했다.

가격 변화=IF THEN ELSE
Time〉=원가 상승 요인 발생 시점,
((수요와 공급에 따라 제시되는 시장가격-도매가격)/가격 조정 시간)
+Type Ⅲ 가격 상승 폭,
(수요와 공급에 따라 제시되는 시장가격-도매가격)/가격 조정 시간)
-STEP(Type Ⅲ 원가 상승 폭, Type Ⅲ 초과 기대 수익 심리 제거 시점)
Units: won/kg/Month [식 3-23]

[식 3-23]은 여타 환경 변수가 통제된 상황에서 도매가격이 변한다는 Type Ⅲ의 상황에 맞춰서 설정한 것이다.

그리고 마지막으로 이 구조에서 도매가격 균형가격이 상승하는 현상 또는 상승했던 도매가격이 하방경직성을 보이는 현상을 재현하기 위해서는 기준가격이 달라지도록 설정해야 한다. 균형가격 상승 폭은 도매가격의 하방경직성을

결정하는 중요한 변수이자 도매업자가 오랜 경험으로 학습한 결과물로 도매업자의 전략적 의사결정의 집약체라고 할 수 있다.

조정된 기준가격=최초 기준가격
*+STEP(최초 기준가격*균형가격 상승 폭, Type Ⅱ 초과 기대 수익 심리 제거 시점)*
+STEP(최초 기준가격(1+균형가격 상승 폭)*균형가격 상승 폭, Type Ⅲ 초과 기대 수익 심리 제거 시점)*
Units: won/kg [식 3-24]

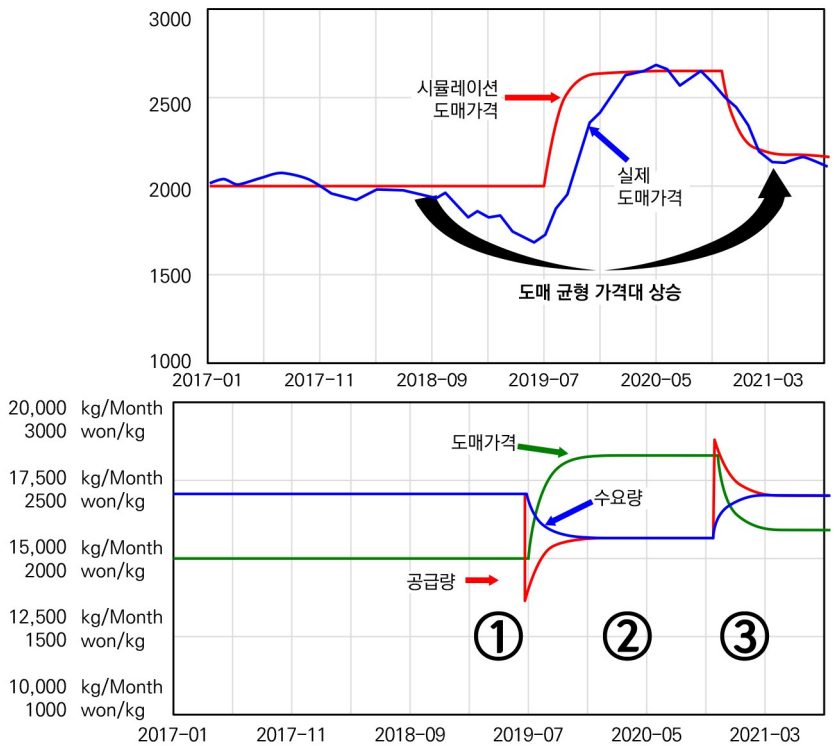
다소 복잡해 보여도 구조는 간단하다. 위 관계식은 Type Ⅱ X-이벤트가 사라졌을 때 도매가격의 하방경직성을 표현하기 위해 도매가격의 균형가격대를 의미하는 조정된 기준가격대가 전략적 판단으로 상승하도록 설정하였다. Type Ⅲ X-이벤트가 사라졌을 때는 위에서 Type Ⅱ의 조정된 기준가격($X+rX$)에 동일한 비율을 곱한 값($r(X+rX)$)을 추가하는 방식으로 관계식을 설정하였다.

따라서 균형가격 상승 폭이라는 변수는 도매업자의 전략적 판단의 결과물이며 향후 정책 시나리오를 개발할 때 통제 변수로 활용될 수 있다.

4. 분석 결과

1) Type II X-이벤트 시뮬레이션 결과 해설

〈그림 3-71〉 Type II. X-이벤트 시뮬레이션 결과



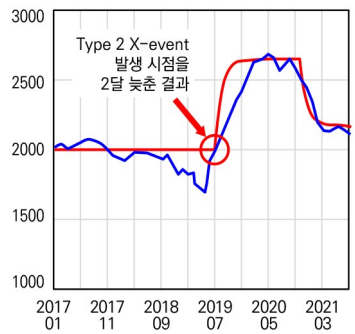
자료: 저자 작성

(1) 실물 데이터와의 비교를 통한 모델 신뢰도 점검

위 〈그림 3-71〉은 Type II X-이벤트를 재현하고 있다. 이처럼 모델링의 결과가 현실 데이터와 얼마나 유사하게 보여주는가는 모델 타당성에 대한 충분조건은 아니지만, 필요조건으로 의미 있다.[105]

〈그림 3-71〉에서 시뮬레이션 결과는 전반적으로 실제 도매가격과 유사하게 움직이지만, 자세히 보면 시뮬레이션 결과와 실제 도매가격과의 간격이 보인다. 이는 큰 문제가 되지 않는다. 〈그림 3-72〉는 Type Ⅱ X-이벤트 시점을 두 달 늦춘 결과로서 실제 도매가격과 훨씬 더 유사한 움직임을 보여준다. 하지만, 최댓값과 다시 하락하는 움직임은 앞서 살펴본 시뮬레이션 결과와 같다. 러시아 정부의 쿼터 정책의 변화가 영향을 주는 B 시점(6월~10월)에서 6월을 기준으로 논리를 전개하고 있기 때문이다. 주목한 대목은 도매 균형가격대의 상승 모습은 실물 도매가격과 시뮬레이션 결과가 매우 유사한 패턴을 보인다는 점이다. 이처럼 현실을 재현했다는 점에서 모델의 신뢰도에 대한 1차 검사를 통과했다고 볼 수 있다.

〈그림 3-72〉 X-이벤트 시기의 영향



자료: 저자 작성

〈그림 3-71〉의 상단 그래프는 관찰할 수 있는 시장 정보인 도매가격을 중심으로 모델링의 신뢰도를 확보했다면, 하단 그래프는 확인하기 어려운 시장 정보, 즉 유통량과 수요량에 대한 변화를 논리적으로 보여주고 있다. 도매가격-유통량-수요량의 상호작용으로 시장 구조를 이해하기 위해서 하단의 그래프를 3단계 시기로 구분해서 살펴봐야 한다.

(2) 시기별 시뮬레이션 결과 해설

①번 시기는 Type Ⅱ X-이벤트의 내용대로 러시아 정부의 쿼터 정책의 변화로 수입량이 줄어든 시기다. 따라서 공급량의 충격(감소) → 도매가격 상승 → 수요량 감소로 이어진다. 그런데 공급량과 도매가격의 변화 폭에

105) Forrester & Senge, op. cit., p. 211.

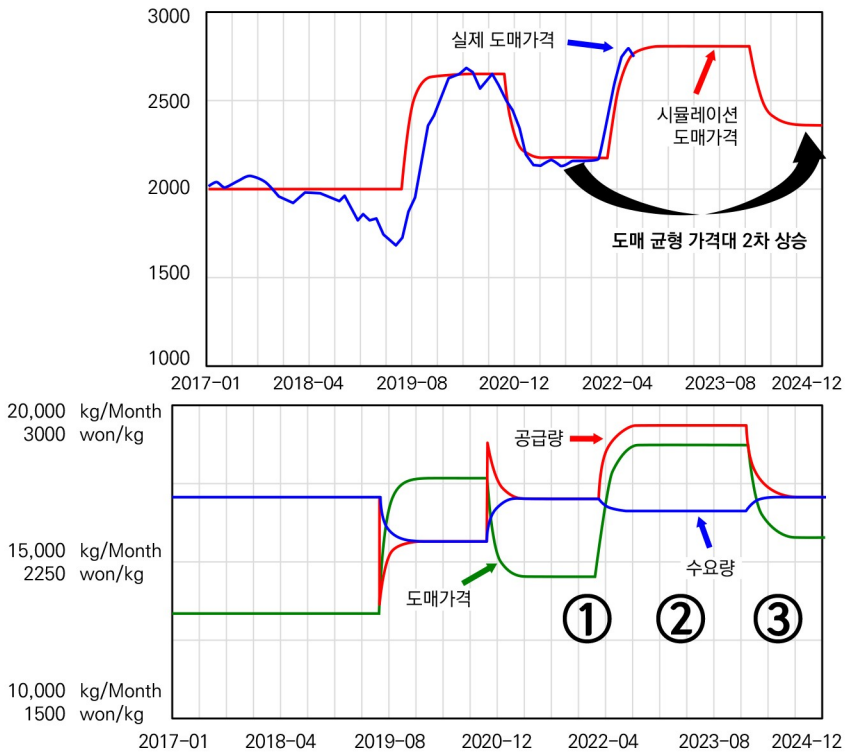
비교해서 수요량의 변화 폭이 좁게 형성되는 것은 수요 탄력성 때문이다. 향후 정책 시나리오를 산출할 때 이 수요 탄력성에 대한 민감도를 확인해서 정책 시사점을 도출할 것이다.

②번 시기는 Type Ⅱ X-이벤트의 충격이 유지되는 기간이다. 이 충격이 유지되는 기간에 시장은 짧게나마 균형을 만들고 있다. 하지만, X-이벤트 이전 수준이 아닌 불안전한 균형 상태다.

③번 시기는 Type Ⅱ X-이벤트가 사라진 뒤 12개월 지난 뒤에야 초과수익에 대한 기대 심리가 사라진 상황을 보여주고 있다. 〈그림 3-65〉의 SD의 심리 모델에서부터 일관되게 주장한 행동경제학적인 의사결정의 논리와도 맞다. 의사결정에 영향을 주는 환경요인이 사라졌다고 해도 의사결정에 영향을 미치는 심리(초과수익에 대한 기대 심리)는 바로 사라지지 않는다는 명제가 시뮬레이션으로 재현된 것이다. 한편, ③번 구간에서 도매가격을 인하할 때 공급량이 갑자기 늘어나는 모습을 보인다. 이는 도매업자 관점에서 수익을 보전하기 위해서 가격 하락 속도보다 공급량 증가 속도를 높여서 높은 중간이윤을 얻고자 전략을 보여준다고 볼 수 있다. 도매가격이 내려가지만 수요가 급격히 증가하지 않는다. 수요 탄력성으로 설명할 수 있다. 이런 도매가격-공급량-수요량의 상호작용 결과 시간이 지나면서 세 변수 모두 균형을 이룬다. 그런데 다시 주목할 점은 도매가격의 균형가격이다. 〈그림 3-71〉의 상단 그래프에서 보듯이, 공급량과 수요량은 X-이벤트 이전 수준으로 회귀했지만, 도매가격의 균형가격대는 은근슬쩍 X-이벤트 이전보다 높은 수준에서 균형을 이룬다. 바로 이 현상이 본 연구에서 주목하고 있는 유통업자의 전략적 의사결정이다.

2) Type Ⅲ X-이벤트 시뮬레이션 결과 해설

〈그림 3-73〉 Type III. X-이벤트 시뮬레이션 결과



자료: 저자 작성

(1) 실물 데이터와의 비교를 통한 모델 신뢰도 점검

위 〈그림 3-73〉은 2024년 12월까지 시뮬레이션 결과물을 보여주고 있다. 본 연구는 2022년 7월까지의 실제 데이터를 참고하고 있다. 실제 도매가격은 계속 오르고 있고, 최근 소폭 감소했지만 언제 다시 상승할지 모른다. 그리고 더 중요한 점은 도매가격이 얼마나 오랫동안 고점을 유지할 것이며, 러-우 사태가 언제 종식될 것이냐는 점이다.

시뮬레이션에 의한 도매가격의 변화는 실제 도매가격이 러-우 사태가 발생할 즈음부터 나타나는 변화를 거의 정확히 재현하고 있다. 실물 데이터를 충실히 재현한 점은 신뢰도를 높일 수 있는 필요조건이다. 하지만 충분하지는 않다. 모델 신뢰도를 더 높일 방안은 이어지는 정책 시나리오 개발에서 다양한 변수에 대한 민감도 결과를 통해 확인해 볼 것이다.

Type Ⅲ X-이벤트 모델링에서 러-우 사태 종식 시점을 2022년 12월로 하였다. 그리고 앞선 모델의 수식과 논리에서 차용한 결과 실질적으로 도매가격 하락을 결정짓는 도매업자의 초과수익에 대한 기대 심리가 사라지는 시점은 12개월 뒤인 2023년 12월이 되며, 도매 균형가격대가 다시 상승한 결과를 얻었다. 도매 균형가격대 변동 폭은 과거 데이터를 통해 추론한 것으로 유통업자의 학습 효과 및 전략적 의지가 반영된 결과물이다.

마찬가지로 시나리오를 도출하기 위한 민감도 분석을 할 때 유통업자의 학습 효과와 전략적 의지라는 점을 고려해서 '균형가격대 변동 폭'을 테스트할 것이다.

이외에 앞선 Type Ⅱ 모델과 큰 차이점은 공급량의 변동은 없으나 고유가, 고물가, 고환율의 영향으로 도매가격이 상승하였다는 점을 재현하는 것이다. 이 또한 유통업자의 학습효과와 전략적 의지가 반영된 결과물로 보는 것이 타당하기 때문에 모델에서는 〈Type Ⅲ 가격 상승 폭〉에 반영하였다.

(2) 시기별 시뮬레이션 결과 해설

Type Ⅲ X-이벤트의 ①번 시기는 러-우 사태 이후에 다른 요인이 공급량 및 수요량의 변화가 같은 값으로 통제된 상황에서 도매가격이 상승하는 시기다. 선행 변수로 도매가격이 상승하자, 공급량이 치솟는 것을 볼 수 있다. 물론, 도매업자의 마음대로 유통량을 증가시킬 수는 없다. 유통량을 통제하는 것이 바로 수요량이기 때문이다. 경제학의 시장 균형 원리에 따라 가격이 오르니

수요량이 줄어들어서 다시 가격이 더 인상되지 못하게 만들었다.

그런데 구매자 입장에서의 수요량은 가격과 공급량의 변화 폭에 비교해서 적은 폭으로 줄어들었다. 이는 Type Ⅱ X-이벤트 발생 당시 수요량이 감소하는 것보다 더 낮은 수준으로 줄어든 것이다. 이 수요량의 낙폭은 수요 탄력성에서 영향을 받는다는 점을 앞서 밝힌 바 있다. Type Ⅲ X-이벤트에서는 수요 탄력성이 이전보다 하향 조정되었다고 가정했다. 이는 가격에 덜 민감하다는 것을 의미한다. 사회 전반적으로 물가가 오르고 있기 때문에 가격이 오르더라도 어쩔 수 없이 받아들이는 현상, 즉, 가격 수용성이 높아진 상황을 모델에 반영한 것이다.

②번 시기는 Type Ⅱ X-이벤트의 충격이 유지되는 기간이다. 이 충격이 유지되는 기간에 시장은 짧게나마 균형을 이루고 있지만, X-이벤트 이전 수준으로 균형을 보이지 않는 불완전한 시장 균형이다.

③번 시기는 러-우 사태가 종식되고 난 뒤에 도매업자의 초과수익에 대한 기대 심리가 사라진 시점을 의미한다. 이 시기는 앞서 Type Ⅱ 모델 결과처럼 세 가지 특징을 보인다. 첫째, 도매가격만 빼고 공급량과 수요량은 X-이벤트 이전 상태로 회복한다. 둘째, 수요의 탄력성 때문에 수요량의 변화가 상대적으로 적게 나타난다. 셋째, 도매가격은 공급량과 수요량과 달리 하방경직성을 보여서 X-이벤트 이전보다 상향 조정되어 2차 도매 균형가격대를 형성한다.

5. 결론(정책 시나리오) 및 정책제언

본 연구의 목적과 범위는 러-우 사태 이후 도매가격의 안정적 관리와 도매업자 관점에서의 명태 공급-도매가격-수요 분석이다. 그런데 도매가격은 도매업자(공급자) 관점에서는 수익성을 의미하며, 소비자(구매자) 관점에서는 경제적

부담을 의미한다. 따라서 구매자(소비자)의 경제적 부담을 줄이면서도 도매업자의 수익 감소를 강요하지 말아야 한다는 정책 딜레마가 존재한다.

따라서 도매업자에 대한 정책 개입을 논의하기 전에 도매업자 관점에서 생존 전략을 언급할 필요가 있다. 도매업자의 초과수익 창출 의지를 죄악시하고 정책 개입으로 일방적으로 억제해야 한다는 것은 일견 자본주의 체제에서 용납하기 어렵기 때문이다. 도매업자도 국민이라는 점에서 도매업자의 생존 전략을 제시해야 한다.

정부나 시장 관점에서도 도매업자의 재고는 외부 충격을 흡수해서 도매가격을 안정적으로 유지할 수 있는 역량을 의미하기 때문에 도매업자의 재고 확보 노력은 긍정적인 면이 있다. 이런 생존 전략을 고려한 정책 개입 방안은 정부 지분이 있는 협동조합 형태의 대규모 연합 재고 관리와 같은 공동 재고 관리다. 대규모 연합 재고 관리를 통해 창출되는 규모의 경제효과는 참여하는 도매업자 관점에서도 재고 관리 비용을 혁신적으로 줄일 수 있어 수용 가능한 정책이라 판단된다. 협동조합 방식을 제안하는 이유는 협동조합의 취지 때문에 재고량이 투명하게 관리될뿐더러 공공의 이익을 먼저 고려해서 도매가격 인상에 좀 더 신중해지기 때문이다.

지금부터는 본 연구에서 직접 확인할 수 있는 정책 변수를 통해 다양한 정책 시나리오를 살펴볼 것이다.

1) 도매업자의 전략적 판단에 영향을 주는 변수 실험

도매업자의 전략적 판단 영역은 사유재산에 대한 권리 영역이라고 볼 수 있다. 따라서 정부 입장에서는 직접 개입한다는 관점보다는 설득의 필요성 및 명분을 확인하는 수준에서 살펴봐야 한다.

〈표 3-41〉 전략적 판단에 영향을 주는 변수

변수명	역할
가격 하락에 대한 기대 조정 시간	초과수익에 대한 기대 심리를 결정함
Type Ⅲ 초과수익 기대 심리 제거 시점	〈가격 하락에 대한 기대 조정 시간〉과 〈원가 상승 요인 제거 시점〉에 따라 결정됨
Type Ⅲ 가격 상승 폭	Type Ⅲ X-이벤트 발생 시 도매가격 인상을 결정함
가격 조정 시간	기존 도매가격이 변경할 때 걸리는 시간으로 도매가격 변화를 결정함
균형가격 상승 폭	도매 균형가격대의 인상 폭을 결정함

자료: 저자 작성

위와 같은 변수를 시뮬레이션을 통해 민감도를 확인하기 위해 다음과 같이 변화를 주었다. 다만, 〈원가 상승 요인 제가 시점〉은 러-우 사태 종식을 의미하며 본 연구에서는 2022년 12월에 종식되는 상황과 1년 뒤인 2023년 12월에 종식되는 상황으로 구분하였다. 하지만, 시뮬레이션 결과 정확히 12개월 연장될 뿐 모든 행태(behavior)는 동일하였다. 이는 러-우 사태가 길어지면서 추가로 발생할 수 있는 변인을 특정할 수 없기 때문이며 주어진 연구 범위 내에서 논리적으로 추론할 수 있는 내용으로 한정해서 시뮬레이션을 실험한 결과다. 즉 본 연구의 한계다. 다만, 시나리오 실험 마지막에 상상력을 가미해서 러-우 사태가 장기화되면서 다른 패턴을 보일 시나리오를 추가하였다.

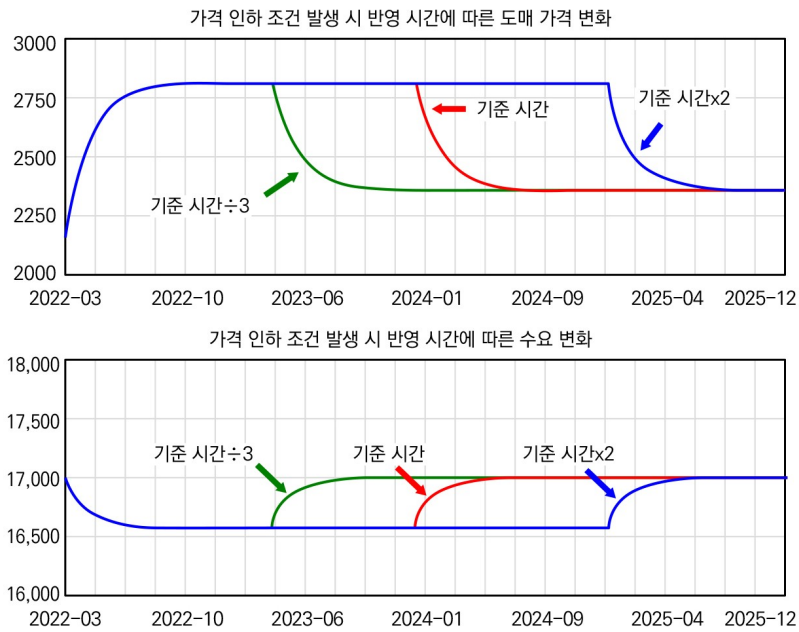
〈표 3-42〉 전략적 판단에 영향을 주는 변수 조정값

민감도 점검을 위한 변화	변수명				
	가격 하락에 대한 기대 조정 시간	Type Ⅲ 초과수익 기대 심리 제거 시점	Type Ⅲ 가격 상승 폭	가격 조정 시간	균형가격 상승 폭
상(上)	6 → 2024년 12월		800	4	0.2
중(中)	3 → 2023년 12월		400	1	0.086
하(下)	1 → 2023년 4월		100	0.25	0.01

자료: 저자 작성

〈표 3-42〉는 각 변수의 민감도를 확인하기 위해 세 종류로 조정하였다. 중(中) 수준 값은 기존 모델 값으로 기준 역할을 한다. 상(上)과 하(下) 수준은 상대적으로 극단적인 값으로 평가할 수 있도록 조정하였다.

〈그림 3-74〉 시나리오 1: 초과수익 기대 심리 제거 시점에 따른 변화



자료: 저자 작성

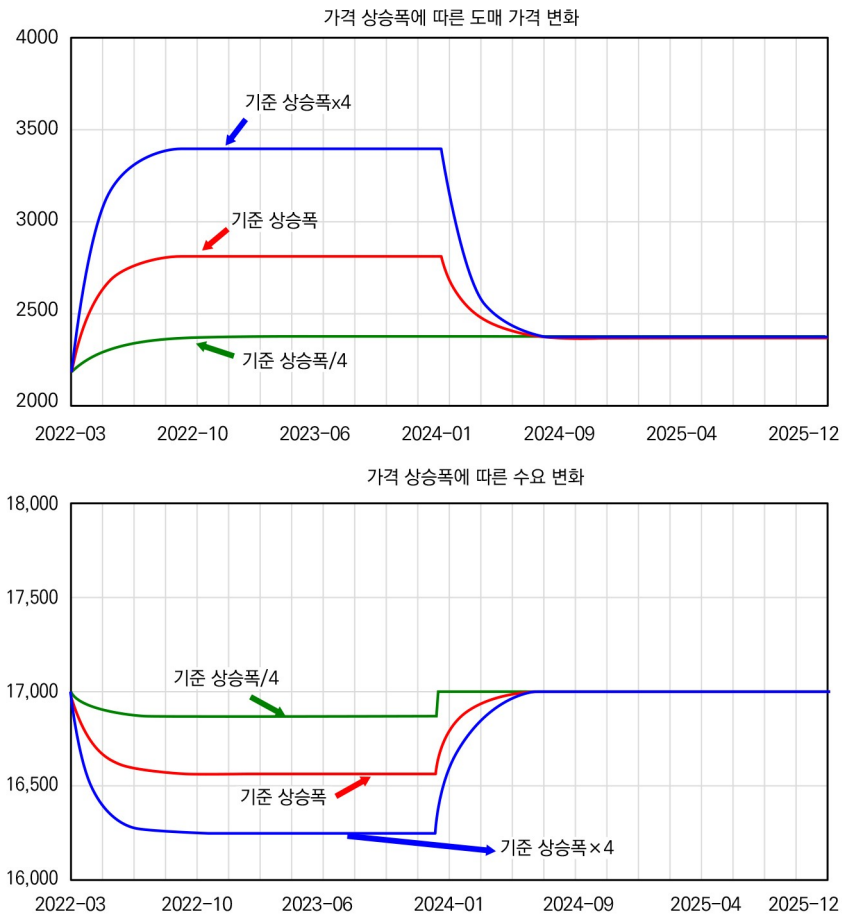
위 〈그림 3-74〉 결과의 독립변수는 가격 하락에 대한 기대 조정 시간과 이로 인한 초과수익에 대한 기대 심리가 사라지는 시점이다. 러-우 사태가 2022년 12월에 종식되었다면 현실적으로 환경 리스크가 제거된 셈이기 때문에 도매가격을 계속 유지할 명분은 사라진 것이고 도매업자는 도매가격을 인하해야 할 상황이다. 하지만 현실적으로 바로 가격 인하는 하지 않는다. 가격을 인하하지 않았을 때 발생하는 초과수익에 대한 기대감 때문이다. 이렇게 가격 인하를 주저하는 심리가 반영된 것이 독립변수다.

시뮬레이션 결과는 논리적으로 예상한 대로다. 가격 인하를 시작하는 시점이 초과수익에 대한 기대 심리가 사라진 시점이기 때문이다. 시뮬레이션에서는 환경 리스크(러-우 사태)가 종료된 시점이 2022년 12월이지만, 정작 가격 인하가 시작된 시점이 각각 2023년 4월, 2023년 12월, 2024년 12월로, 종료된 시점 대비 4개월, 12개월, 24개월 뒤에 가격을 인하하기 시작했다. 인하된 폭은 모두 동일하기 때문에 독립변수의 영향은 가격 인하 시점에만 영향을 미친다고 볼 수 있다. 독립변수의 값이 변한다는 것은 무엇을 의미하는지를 살펴봐야 한다.

가격 하락에 대한 기대조정 시간이 3개월인 것은 3개월 평균값을 가격 하락의 정보로 고려하겠다는 의미다. 따라서 이 값을 1개월(기준값의 1/3)과 6개월(기준값의 2배)로 조정한다는 것은 그만큼 환경 변화를 빨리(1개월) 또는 늦게(6개월) 반영한다는 의미다. 그러면 정부는 X-이벤트 종식 이후에 도매업자들에게 환경 변화를 믿어도 된다고 설득해야 하는지에 대한 딜레마가 있다. 도매업자가 환경 정보를 바로 반영하지 않는 이유는 혹시 생길 수 있는 또 다른 위험요인을 고려하기 때문이다. 예를 들어, 지진의 경우에도 여진이 있는 것처럼 추가 발생하는 위험이 있을 수 있으며, 그렇기 때문에 추가 발생 위험이 완전히 없어진다는 확신은 가지기 어렵다는 것이다.

이로 인해 리스크 발생 이후 신속한 시장 안정화를 도모하기 위해서는 리스크에 대한 지속적인 모니터링을 통해 습득한 정보를 신속하게 시장에 알리는 것이 필요하다.

〈그림 3-75〉 시나리오 2: 가격 상승 폭에 따른 변화



자료: 저자 작성

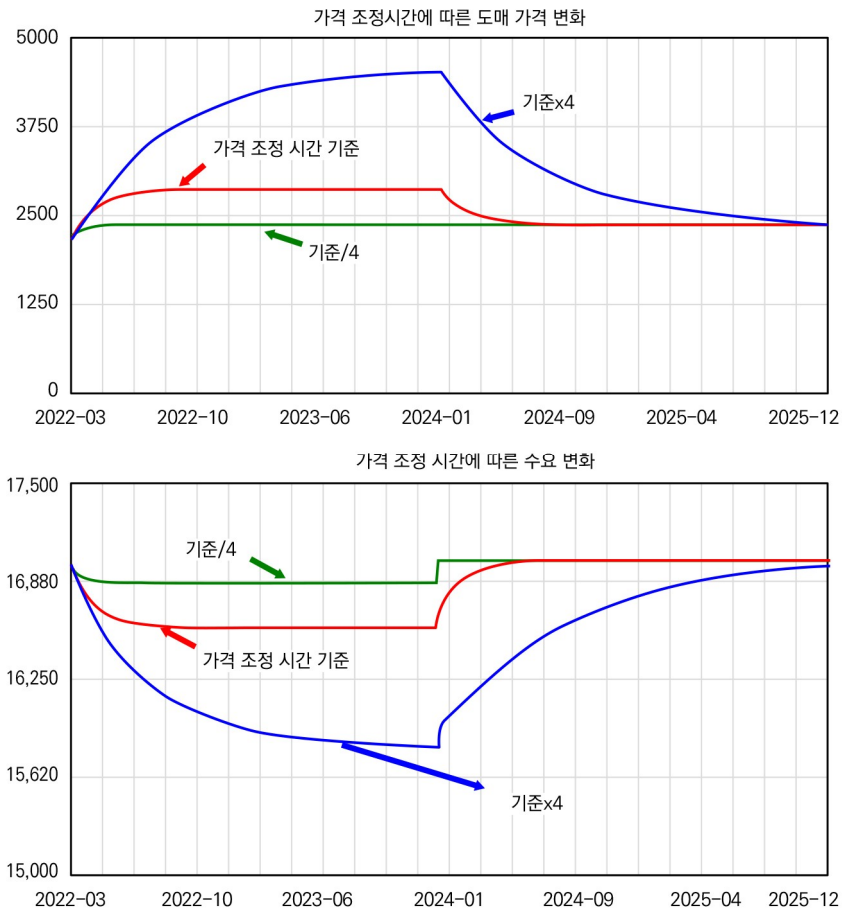
시나리오 2는 X-이벤트가 발생해서 원가 상승 압박을 받지만 공급량에 차질이 없는 상황에서 가격을 인상하는 시나리오다. 이는 도매업자의 초과수익에 대한 기대 수준이 압축된 결과물 중의 하나이다. 또 다른 결과물은 균형가격 상승 폭으로 시나리오 4에서 논의할 예정이다. 가격 상승 폭은 공급량(수입량)이

달라지지 않은 상황에서 물가, 환율, 유가 등 원가 상승 요인과 초과수익에 대한 기대 심리가 반영된 것이다. 시나리오 결과물에서 확인할 수 있듯이 가격 상승 폭은 도매가격 상승에 직접 영향을 미친다. 수요량이 상대적으로 소폭으로 감소한다는 뜻은 가격 상승을 수용한다는 의미이므로 구매자(소비자)에게 경제적 부담이 가중된다.

정부는 가격 상승 폭에 반영되는 원가 상승 요인과 초과수익에 대한 기대 심리 요인을 분리하는 노력을 기울여야 한다. 이 대목에서 정부는 도매업자와의 정보 비대칭성 때문에 불리한 입장이 된다. 정부가 도매업자의 재고 수준에 대한 정보가 부족하기 때문이다. 재고 수준이 높을수록 고유가·고물가·고환율로 인한 원가 상승을 상쇄할 수 있기 때문이다. 즉, 원가가 높을 때는 수입을 안 하고 보유한 재고로 시장에 보내면 되기 때문이다. 따라서 원가 상승이 반영된 물량을 수입하지도 않은 채 원가 상승을 반영해서 도매가격을 인상한 뒤에 보유 재고를 시장에 내보내고, 여기에 약간의 초과 이익을 얹으면 이중으로 초과 이익을 창출할 수 있다.

따라서 시나리오 2의 정책적 시사점은 도매업자의 재고 수준을 파악하는 것이 매우 중요하다는 점이다. 그리고 가격 상승 폭의 영향이 워낙 크기 때문에 도매업자들이 대승적으로 양보한다는 전제하에 도매가격 상한제를 도입할 수 있다.

〈그림 3-76〉 시나리오 3: 가격 조정 시간에 따른 변화 1



자료: 저자 작성

시나리오 3은 도매업자가 시장 정보를 고려해서 가격을 변경할 때 얼마나 신속하게 반영시키는지를 테스트하는 시나리오다. 본 모델은 가격을 조정하는 시간을 1개월로 설정했다. 이는 거의 실시간으로 도매가격이 제시되는 현실과 동떨어져 보일 수 있지만, 앞서 밝힌 바와 같이 1개월로 설정한 것은 전체 모델의 Fitting을 하는 과정에서 설정된 것이기 때문에 1개월이라는 시간

자체는 큰 의미가 없다. 대신, 1개월을 기준으로 기준 시간 대비 4배로 했을 때와 1/4배로 했을 때를 비교하는 것은 정책적 시사점을 도출하기에 매우 큰 의미가 있다.

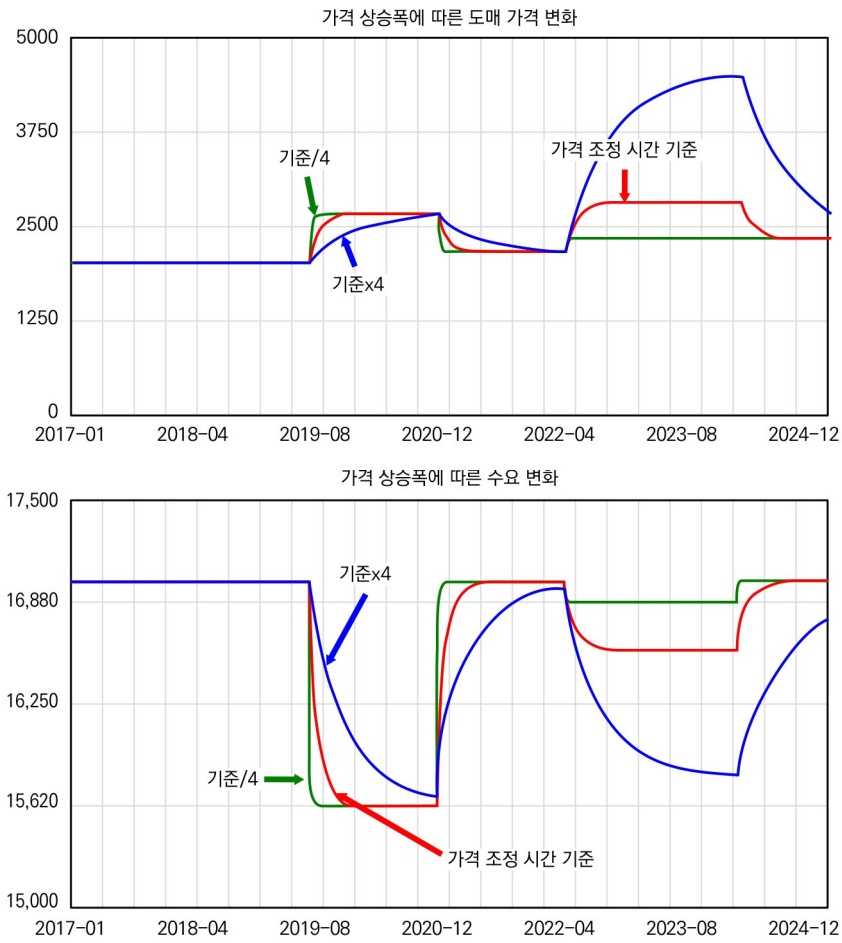
가격 조정 시간을 늘린다는 것은 시장 정보를 천천히 반영하라는 의미다. 즉, 가격 인상 요인이 발생하더라도 즉각 가격을 올리지 말고 시간을 두고 가격을 인상하라는 의미다. 반대로 가격 조정 시간을 줄인다는 의미는 시장에서 가격 인상 요인이 발생하면 최대한 즉각 반영하라는 의미다. 가격 인하 상황에도 마찬가지로 적용한다. 어떤 의사결정이 좋을까?

위 〈그림 3-76〉은 가격 조정 시간에 따른 민감도가 매우 크다는 것을 보여준다. 4배로 길게 했을 때 가격 인상 폭은 매우 크게 나온다. 그리고 가격 하락 시점이 같더라도 인하되는 양상이 더디게 나타나기 때문에 X-이벤트의 충격을 오랫동안 유지하는 결과를 초래한다. 반면, 가격 조정 시간을 매우 짧게 적용한 경우 – 이 모델에서는 1/4배 – 가격 상승 폭이 매우 적게 나타나며 X-이벤트의 충격에서 매우 빨리 회복한다는 것을 확인할 수 있다.

그런데 가격 조정 시간을 짧고 길게 설정하는 문제는 시간을 좀 더 길게 두고 봤을 때 조금 더 복잡한 양상을 보인다.

다음 〈그림 3-77〉은 2017년 1월부터 시스템의 변화를 보여주는데, 가격 조정 시간을 4배로 길게 설정하면 Type II X-이벤트 발생 시점에서는 충격을 흡수해서 천천히 변하는 효과를 확인할 수 있다. 즉, 초기에는 효과가 있다. 하지만, 이 시스템이 상호 연결되면서 길게 지속할 때는 앞서 늦게 반영되어 억눌렸던 가격 인상 폭이 뒤로 갈수록 폭발하듯이 큰 변화를 일으키는 것이다.

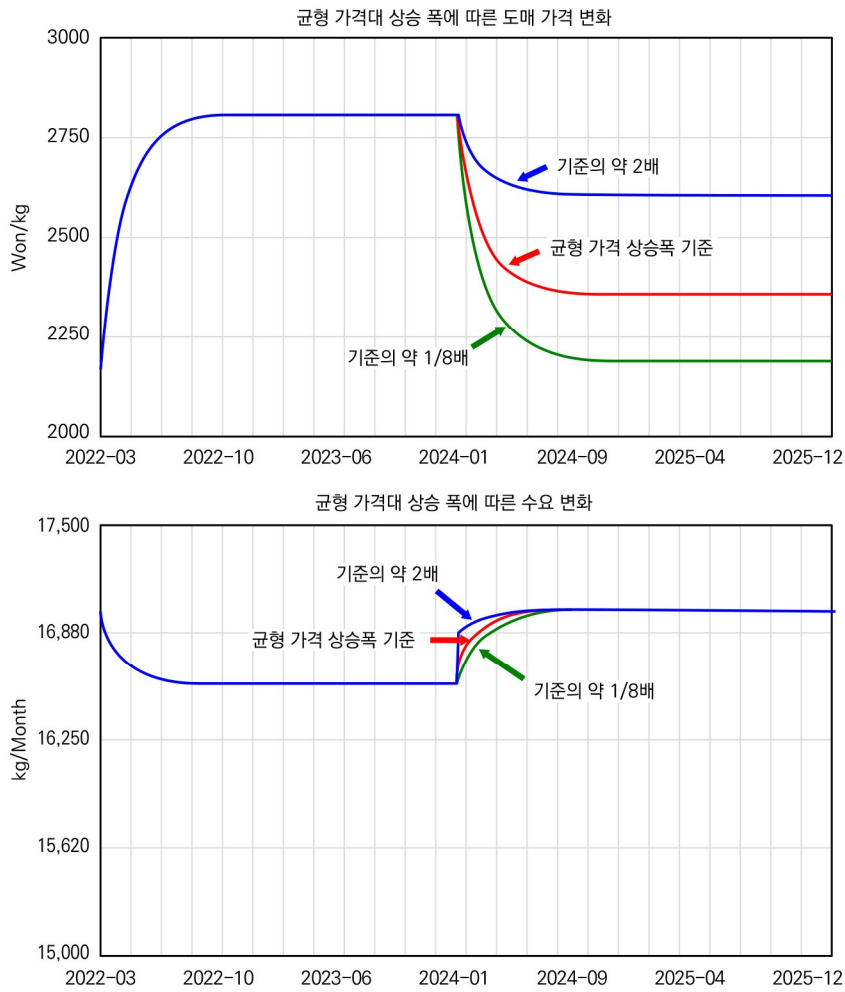
〈그림 3-77〉 시나리오 3: 가격 조정 시간에 따른 변화 2



자료: 저자 작성

가격 조정 시간을 통제하는 시나리오 3의 정책적 시사점은 가격 정보를 통제하지 말아야 한다는 점이다. 처음에는 정보의 비대칭 효과를 볼 수 있으나 정보의 왜곡은 향후 큰 변동 폭을 불러일으키기 때문이다.

〈그림 3-78〉 시나리오 4: 균형가격대 상승 폭에 따른 변화



자료: 저자 작성

본 모델에서 가격의 하방경직성을 재현한 변수가 〈균형가격 상승 폭〉이다. 시나리오 4는 이 하방경직성의 시나리오를 보여준다. 균형가격 상승 폭의 기준값은 계산된 것이 아니라 Type Ⅱ X-이벤트까지의 실제 도매가격의

변화에 맞춰서 역산된 것으로, X-이벤트 이전 대비 균형 도매가격대가 0.86% 상승한 것에 착안한 것이다. 따라서 Type Ⅲ X-이벤트의 가격 하락 시에도 0.86%의 균형 도매가격대 상승을 보일 것이라고 예측한 것이다.

앞서 밝힌 바와 같이 도매 균형가격대는 도매업자의 오랜 경험과 학습을 반영한 것이다. 따라서 정부가 개입해서 적정 균형가격대를 통제하는 것은 매우 어렵고 위험할 수 있다. 다만, 시나리오 4에서 확인할 수 있는 것은 도매가격을 인하할 상황(X-이벤트가 종료되고 초과수익에 대한 기대 수준도 제거된 뒤)에 도매업자의 전략적 의사결정에 따라 가격의 하방경직성의 패턴이 달라진다는 점이다.

지금까지 도매업자의 전략적 의사결정 영역이라고 부를 수 있는 블랙박스의 메커니즘을 통해 다양한 시나리오를 제시하였다. 도매업자가 환경 변화에 독립적으로 의사결정할 수 있는 능력은 재고 수준에서 나온다. 장기 저장에 문제가 없는 명태의 특성상 도매업자는 보관비용과 냉동창고의 크기를 고려해서 재고를 확보할 것이다.

본 연구는 정부의 정책 개입 관점에서 명확한 제안을 하지 않았다. 다만, 그동안 블랙박스 영역으로 확인하지 못했던 도매업자의 의사결정의 인과관계와 상호작용의 메커니즘을 충실히 밝히려고 노력했다. 연구의 한계라고 할 수 있지만, 향후 정부의 정책 수립에 새로운 단서를 제공했다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다.

2) 도매업자가 통제할 수 없는 변수 실험

공급자(도매업자)는 가격과 유통량을 결정하고, 구매자(소비자)는 공급자가 결정한 가격과 유통량을 수용할지를 판단한다. 따라서 구매자 관점에서 시나리오 실험을 할 수 있는 변수는 가격에 대한 수용성이다. 그리고 이 수용성을

결정하는 것이 바로 가격에 대한 수요 탄력성이다.

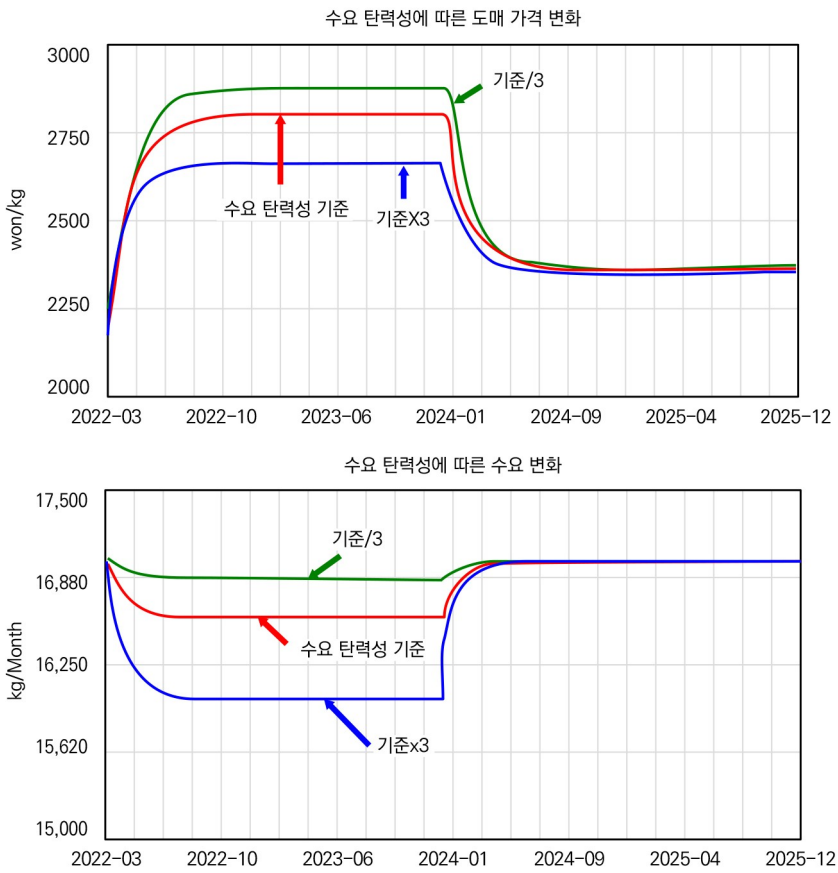
명태 공급망의 구조(〈그림 3-62〉)에서 밝힌 것처럼 수요 탄력성에 영향을 주는 변주 중에서 가장 중요한 것이 대체품 수준이지만, 이번 시나리오 실험에서는 대체품 수준과 기타 영향 요인을 종합적으로 반영한 결과물로 수요 탄력성의 값을 상(上)·중(中)·하(下) 수준으로 나눠서 민감도를 실험할 것이다.

그리고 수요 탄력성 실험에서 중요한 가정은 Type Ⅲ X-이벤트의 특성을 고려해야 한다는 점이다. Type Ⅲ X-이벤트는 고환율·고유가·고물가로 인한 전반적인 원가 상승을 전제한다. 따라서 가격 상승에 대한 저항심이 상대적으로 낮아지는 상황을 고려해야 한다.

그래서 Type Ⅲ X-이벤트 이전의 명태 수요 탄력성을 -0.3으로, Type Ⅲ X-이벤트 이후의 명태 수요 탄력성을 -0.1로 하였다. 시나리오 실험을 위해 X-이벤트 이후의 명태 수요 탄력성을 -0.3, -0.1, -0.03으로 대입하여 민감도를 실험했다.

다음 〈그림 3-79〉에서 확인할 수 있듯이 수요 탄력성이 -0.3에 가까울수록 가격 변화에 민감하게 반응하기 때문에 결과적으로 도매가격 상승을 억제하는 효과를 보인다. 반면, 수요 탄력성이 -0.03에 가까울수록 도매가격 수용성이 높다는 것을 의미하기 때문에 도매가격이 천정부지로 상승하도록 한다.

〈그림 3-79〉 시나리오 5: 수요 탄력성에 따른 변화



자료: 저자 작성

수요 탄력성 실험(시나리오 5)에서 확인할 수 있는 또 다른 정책 시사점은 수요 탄력성을 높일 방안이 마련되지 않고 X-이벤트가 장기화되어 가격 수용성이 커진다면 기준선 그래프가 상향으로 이동할 수 있다는 점이다. 즉, 수요 감소는 미미하지만 도매가격은 더 상승할 수 있다는 점이다.

3) 주요 정책 지표의 다변량 시뮬레이션 민감도 분석

앞선 시나리오는 하나의 종속변수와 하나의 독립변수와의 관계를 설명했다. 이번에는 여러 가지 종속변수와 독립변수와의 관계를 규명하기 위해 SD의 몬테카를로 다변량 시뮬레이션을 활용하였다. 이 기법은 일정 범위의 난수를 입력하여 모델에 사용된 특정 상숫값에 대한 통계적 조건을 변화시켜 그 독립변수의 변화량을 검증한다.

통계적 조건을 변화시키기 위해 Random Uniform 형태의 일양 분포를 가정했고, 핵심 종속변수의 최댓값과 최솟값은 다음과 같이 설정하였다.

〈표 3-43〉 통계적 난수처리를 위한 최솟값 최댓값

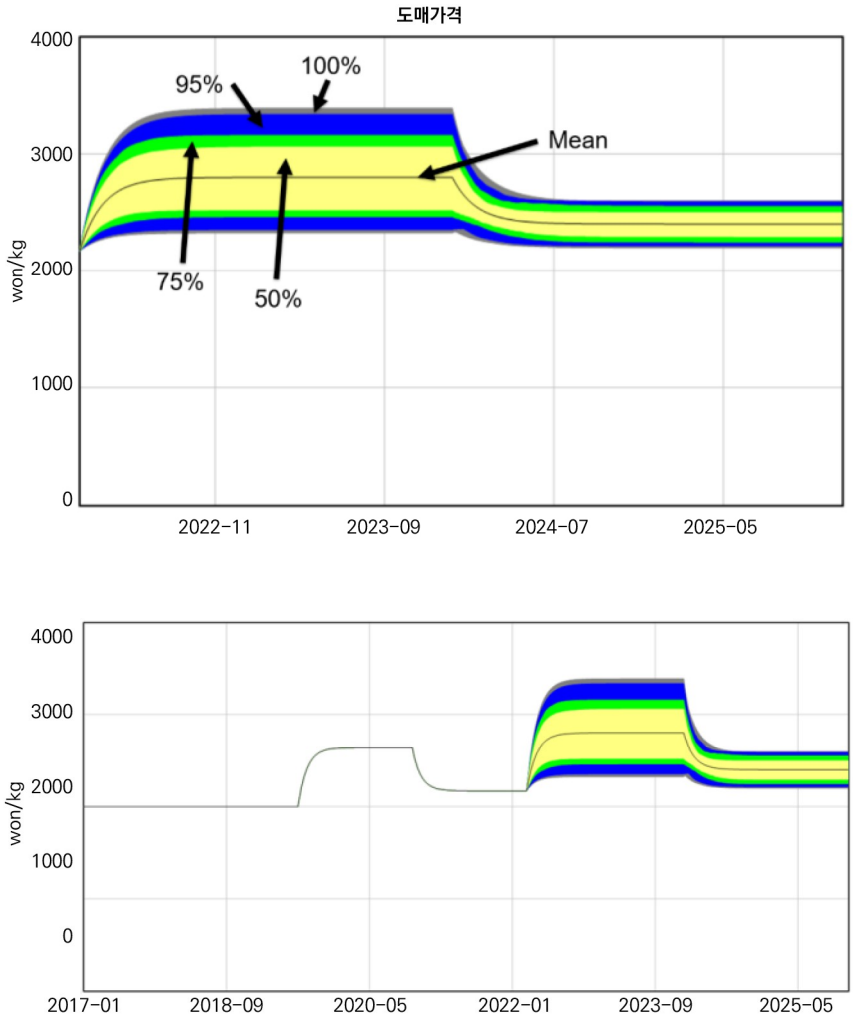
변수명	최솟값	최댓값
Type Ⅲ 가격 상승 폭	100	800
변경된 가격 상승 폭	0.01	0.2
환경 충격 이후 수요 탄력성	-0.3	-0.01

자료: 저자 작성

앞서 살펴봤던 시나리오 변수 중에서 시기에 해당하는 초과수익에 대한 기대 심리 제거 시점과 가격 조정 시간은 제외하였다. 다음 〈그림 3-80〉은 Mean, 50%, 75%, 95%, 100% 구간을 중심으로 한 민감도 분석 결과다. 상단 그래프는 Type Ⅲ X-이벤트 구간을 집중 조명한 것이고, 하단 그래프는 2017년 1월부터 추이를 보여준다.

분석 결과 도매가격은 비교적 안정적인 구간 범위 내에서 통제되고 있다. 즉, X-이벤트가 발생하고 유지되는 기간에는 민감도 분석 범위가 다소 넓어지는 추세를 보이다가 이후 그 변동 폭이 일정한 수준으로 유지되는 안정된 패턴을 보인다. 이처럼 발산하지 않고 일정한 패턴을 보이는 경우 시뮬레이션 결과가 타당하다고 판단할 수 있다.

〈그림 3-80〉 몬테카를로 다변량 시뮬레이션 결과



자료: 저자 작성

04
결론 및 정책제언

제1절 요약 및 결론

1. 연구의 요약

현재 전 세계는 장기화된 코로나19 상황과 더불어 러시아-우크라이나 전쟁 등으로 인해 경제 및 공급망에 있어 위기 상황이다. 특히 2022년 초 발생한 러시아-우크라이나 간 전쟁의 장기화는 식량 및 에너지 위기를 초래하는 등 글로벌 공급망에 위협을 가하고 있다. 지난 수십 년간 진행된 효율성과 생산성을 위한 글로벌화와 다양성으로 인해 현대사회는 급속한 경제성장을 이루었으나, 그 이면에는 복잡성이 높아져 예측 불가능한 리스크의 발생으로 인해 세계적으로 사회·경제적 손실이 지속적으로 증가하는 등 리스크에 대한 취약성이 높아지는 상황이다.

특히 해양수산 분야는 해양을 기반으로 산업 생태계가 구축되어 있어 해일, 태풍, 적조 등 다양한 해양성 자연재해와 같이 통제하기 어려운 리스크에 노출되어 있으며, 전 세계 교역의 80% 이상이 해상운송을 통해 이루어지는 만큼 글로벌 공급망 리스크와 밀접한 관계가 있다. 즉 해양수산 산업 다양한

리스크에 쉽게 노출될 수 있는 산업으로 리스크의 예측 및 관리 능력 강화가 타 분야에 비해 더욱 요구된다. 그런데도 아직 해양수산 분야에 대해 종합적으로 리스크를 분석하고 대응관리 체계를 구축하기 위한 연구는 극소수에 불과한 실정이다. 이에 2021년부터 시작된 '해양수산 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구'는 이러한 배경과 필요성에 의해 시작되었으며, 본 연구는 2021년 수행한 1차 연도 연구의 후속연구이다. 따라서 본 연구는 1차 연도에 이어 해양수산 분야에서 발생할 수 있는 미래 리스크를 종합적으로 발굴하고, 시급성, 주요성, 정책적 수요 등을 고려하여 대상 리스크를 선정하고 산학 협동연구를 통해 해당 리스크로 인한 파급력을 분석하는 것을 목적으로 두었다. 따라서 본 연구는 크게 해양수산 분야의 미래 리스크를 발굴하는 부분과, 대표적인 리스크에 의해 해양수산 분야에 미친 파급력 분석하는 부분으로 나눌 수 있다.

1) 해양수산 분야 전체의 최대 미래 리스크는 기후 온난화

본 연구에서는 미래 리스크 발굴을 위해 먼저 2018년 1/4분기부터 2022년 1/4분기까지의 언론매체, 학술 논문, 보고서 등의 자료를 토대로 분야별 토픽 모델링 분석을 수행하였다. 토픽 모델링을 통해 수집한 키워드 및 토픽에 대한 CONCOR 분석을 시행해 단어 중심의 상관관계 규모를 확인하였으며, 도출된 텍스트 데이터를 대상으로 분야별/연도별 감성분석을 실시하였다. 그 결과 전체 텍스트 데이터 중에서 약 35%~42% 정도의 단어가 부정적인 의미를 내포하고 있는 것으로 나타났다. 분야별로 보면 '불법조업', '불법포획' 등이 다수 포함된 수산 분야의 부정적인 감성 비율이 가장 높았고 연도별로는 2020년의 부정 감성 비율이 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 2020년 해양사고의 건수가 가장 많았던 점과 코로나19의 여파가 가중된 것으로 해석된다. 일련의 토픽 모델링 분석 결과를 토대로 해양수산 분야의 예비 미래 리스크를 도출하였다.

도출된 예비 리스크 목록을 토대로 설문조사를 통해 해양수산 분야별 미래 리스크 발굴을 수행하였다. 설문조사는 1차 전문가 조사를 통해 분야별 상위 30개의 예비 리스크를 선정한 후, 2차로 일반 국민 대상 설문을 수행하여 우선순위를 도출하였다. 1차 연도 연구 결과에 대한 평가과정에서 해양수산 관련 전문가들의 인식과 리스크에 대한 중요도가 일반 국민의 판단과는 차이가 발생할 수 있다는 점을 발견해, 이를 보완하기 위해 본 연구에서는 일반 국민 설문조사 전에 전문가 조사 과정을 추가하였다.

전문가 대상 설문조사 결과 도출된 해양 분야의 3대 리스크는 '지구 온난화 가속화', '초대형 태풍 발생', '일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염' 등이었으며, 수산 분야는 '기후변화에 따른 수산업 악영향', '수산물 미세플라스틱 문제', '수산물 원전 폐수 방사능 오염' 등이었다. 해운·물류 분야는 '중국의 글로벌 물류인프라 선점', '전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비', '해운운임 급등락' 등이었으며, 항만 분야는 '중국 항만과의 경쟁 격화', '기후변화 대응역량 부족', '자연재해로 인한 항만 폐쇄' 등으로 나타났다. 전문가 설문조사 결과를 바탕으로 분야별 30대 예비 리스크를 선정하여 일반 국민을 대상으로 해양수산 분야별 미래 리스크를 선정하였다.

일반 국민 설문조사 결과 도출된 해양 분야의 3대 미래 리스크는 '지구 온난화 가속화', '일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염', '초대형 태풍 발생'으로 나타났다. 수산 분야는 '수산물 미세플라스틱 문제', '수산물 원전 폐수 방사능 오염', '기후변화에 따른 수산업 악영향' 등으로 조사되었다. 해운·물류 분야는 '중국의 글로벌 물류인프라 선점', '전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비', '자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손' 등이며, 항만 분야는 '기후변화 대응역량 부족', '중국 항만과 경쟁 격화', '항만 환경오염 증가'로 조사되었다. 전문가 설문과 일반 국민 설문 결과를 분야별로 비교해보면 순위의 변동은 있지만, 두 집단 모두 인식하고 있는 리스크의 차이는 크지 않은 것을 확인할 수 있었다.

종합해 보면, 2022년 해양수산 전체의 10대 리스크는 '지구 온난화 가속화', '일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염', '초대형 태풍 발생', '해양 플라스틱 쓰레기 증가', '수산물 미세플라스틱 문제', '기후변화로 해양생물 다양성 감소', '대규모 해저지진 발생', '수산물 원전 폐수 방사능 오염', '국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가', '기후변화에 따른 수산업 악영향' 등으로 나타났다. 상위 10대 리스크는 모두 해양과 수산 분야에서 도출된 리스크로 구성되어 있다. 이는 일반 국민이 바라보는 해양수산 분야에 대한 인식에 기인한다고 할 수 있다. 즉 일반 국민은 해양수산 분야를 직접적인 생활에 밀접한 바다와 먹거리로 인식하고 있으며, 해운·물류나 항만 분야는 그에 비해 전문적이거나 산업적인 문제로 인식하고 있는 것이다. 따라서 국가·지역경제와 실물경제에서 해운·물류 및 항만의 중요성을 지속적으로 알려서 국민들의 인식을 고취하여 리스크에 대비한 국민적 공감을 확보할 필요성이 있을 것이다.

한편, 2021년도 해양수산 분야 10대 리스크 결과와 비교하면, 2022년에는 '일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염', '수산물 미세플라스틱 문제', '기후변화로 해양생물 다양성 감소'가 새롭게 10대 리스크로 선정되었다. 다만, 2021년과 2022년 모두 해양수산 분야의 최대 리스크는 '지구 온난화 가속화'였다. 이는 '지구 온난화'로 인한 환경파괴 가능성에 대해 국민이 일반적으로 높게 인식하고 있으며, 그 영향력은 국민 개개인에까지 이어지고 앞으로도 확대될 것이라는 인식이 저변에 확산되어 있다는 것을 방증한 것이라 판단된다.

2) 미래 리스크의 영향은 파형성, 영향을 받는 시장에 따라 상이

설문조사를 통해 도출된 리스크를 상대로 각 분야 연구진과의 브레인스토밍을 통해 2022년 가장 큰 이슈이자 단기간 우리나라 경제에 미치는 영향이 큰 글로벌 공급망 리스크를 파급력을 분석하기 위한 리스크로 선정하였다. 특히 해운·물류 분야는 공급망 마비, 물류인프라, 물류대란 등 관련 리스크와

연계하여 '공급망 리스크로 인한 해운시황 변화 전망'으로, 항만 분야는 중국 항만과의 경쟁, 항만 폐쇄, 항만경쟁성 저하 등 관련 리스크와 연결하여 '공급망 리스크로 인한 물동량 변화 전망'으로, 수산 분야는 수산업 영향, 수산물 안전성, 수산 소비패턴 변화 등의 리스크와 연결하여 '공급망 리스크로 인한 주요 수산물 수급 변화 전망'으로 주제를 선정하였다. 다만, 해양 분야는 공급망 리스크와 직접적인 연계는 되지 않는 산업의 특성을 감안하고 지속적인 대응방안 연구가 필요한 코로나19와 해양 리스크(플라스틱 쓰레기 증가, 연안 침식, 연안도시 피해 등)를 연결하여 '코로나19 대유행에 따른 해양관광의 변화 예측'을 주제로 선정하였다. 분야별 연구결과를 요약해 보면 다음과 같다.

해운·물류 분야는 공급망 불안정성 확대로 인한 해운시황의 변화를 분석하기 위해 비정형 문헌자료들을 활용한 텍스트 마이닝 분석과 SVM 분석을 수행하였다. 토픽 모델링 분석 결과, 해운 산업을 둘러싼 주요 이슈는 국가 간 신냉전으로 인한 공급망 재편, 물동량 변동으로 인한 해운서비스의 수급불균형, 재해사고, 해운·물류업계의 경영 리스크, 항만의 인력관리 등으로 나타났다. 이후 비정형 데이터를 대상으로 머신러닝 지도학습 모델의 일종인 SVM 기법을 활용하여 해운·물류 분야에 대한 키워드 및 토픽들을 '긍정'과 '부정'으로 분류한 후 이들 비정형 데이터가 해운시황에 미치는 영향을 예측하여 실제 SCFI와 비교하는 실험을 시행하였다. 시행 결과, '팬데믹', '혼잡' 등 일반적으로 부정적인 의미의 단어도 오히려 해운시황의 변화에 긍정적인 영향을 미친 것으로 분석되었다. 이러한 결과를 통해 알 수 있었던 것은 텍스트 분석을 통한 시황 예측은 단기 시황 예측에 효율적으로 활용할 수 있으나, 장기 예측에는 효율적이지 않을 수 있다는 것이다. 즉 텍스트 분석은 단기 이슈에 대한 뉴스가 많으면 많을수록 '긍정'과 '부정' 등 시장의 감성을 분석하기가 효율적이지만, 장기적인 시장의 감성을 분석하기는 어렵기 때문이다. 따라서 시장의 감성분석을 통해 장기적인 해운시황을 예측하기 위해서는 장기적인 시장 감성을 분석하기 위한

방법에 대한 추가 연구가 필요할 것이다.

항만 분야는 글로벌 공급망의 변동이 항만물동량에 미치는 영향을 분석했다. 이를 위해 공급망 변동과 관련 있는 GSCPI, 해상운송 관련 지수(컨테이너선 평균 운항 시간 및 정시성과 선대 공급량, SCFI), PCI, 산업생산지수 및 소매판매지수 등이다. 이들 지표와 항만물동량 간의 지표를 VAR 모형을 이용하여 정량적인 분석을 시행하였다. 다만, 항만물동량은 한국(부산항), 중국(상하이항), 미국(LA/LB항) 등을 대상으로 했는데, 이는 글로벌 공급망 위기의 영향을 초래했거나 받은 국가들의 항만이기 때문이다. 분석 결과 GSCPI의 변동은 2시차(2개월) 후부터 부산항 물동량에 부정적인 영향을 미쳐 향후 5시차(5개월)까지 그 영향 속에 있으며 그 이후로는 거의 사라지는 것으로 분석되었다. 또한 3시차(3개월) 이후에는 물동량이 증가하는 긍정적인 충격을 주는 파동형태를 띠는 것을 확인할 수 있었다. 중국의 상하이 항만에 대한 분석 결과는 부산항의 결과와 유사하게 나타난 반면, 미국의 LA/LB에는 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다. 이를 통해 공급망에서 차지하는 국가별 역할에 따라 공급망 위기가 항만물동량에 미치는 영향은 다르게 나타날 수 있다는 점을 확인할 수 있었다. 반면에 산업생산지수와 소매판매지수가 부산항 물동량에 미치는 영향은 통계적으로 유의하지 않다는 결과가 도출되었는데, 이는 부산항이 환적 중심의 물동량이 많기 때문에 나타나는 현상으로 보인다. 따라서 부산항의 물동량은 부산항이 환적 중심항만이라는 특성상 공급망 운송 부문의 충격이 발생했을 때 가장 민감하게 반응했으며, 우리나라의 생산 및 소비와 관련한 공급망 충격에는 직접적인 영향이 나타나지 않는 것을 확인하였다.

해양 분야는 코로나19로 인한 해양관광 변화를 예측하기 위해 System Dynamics 모델을 이용하여 사회적 거리두기가 해양관광 수요에 미치는 영향에 대해 시뮬레이션 연구를 수행하였다. 그 결과 사회적 거리두기는 연안 관광객 유입 감소에 직접적인 영향을 미쳐 연안 지역경제에 부정적인 결과를 미친 것으로 나타났다. 다만, 정책(어메니티 투자, 기반시설 투자, 홍보투자

등) 변화 시나리오를 설정하여 시뮬레이션을 한 경우 코로나19 상황 속에서 해양관광 수요를 증가시키는 요소로 작용할 수 있다는 것을 확인하였다. 즉 코로나19로 인한 해양관광 수요는 감소하나 유인책으로 정책적인 변화를 꾀해야 함을 확인하였다.

수산 분야는 러시아-우크라이나 전쟁으로 인해 글로벌 공급망 리스크가 커진 상황에서 100% 수입에 의존하고 있는 대중성 어종인 명태 수급 변화를 KMI-FOSiM과 SD 방법을 활용하여 분석하였다. 분석 결과, 과거 러시아의 쿼터 정책 변화 시기에도 명태의 수입량과 수입 단가는 계절성을 보이며 등락했지만 도매가격은 매우 안정적이었다는 점과, 쿼터 정책 종료 이후에도 도매가격은 하방경직성을 보였다는 점을 발견할 수 있었다. 이는 리스크 등 환경 변화와는 무관하게 독립적으로 이뤄지는 도매업자의 전략적 의사결정이 주요 요인으로 작용했기 때문이다. 즉 전체 명태 공급망 구조에서 공급자의 초과수익 창출 의지라는 심리적 요인이 작용했다는 것이다. 또한 도매업자의 초과수익 창출 의지와 관련된 심리 모델링과 도매가격을 중심으로 한 가격-공급-수요의 시장 균형 모델링을 결합한 결과, 도매업자의 재고 수준은 리스크 변동 등 환경요인과 상관없이 독립적으로 도매가격을 결정하는 중요한 요소이며, 도매가격 인상 폭은 도매업자의 초과수익 창출 의지와 밀접한 관계가 있다는 것을 확인하였다. 따라서 도매업자의 재고 수준을 확인하고 정부와 도매업자 간 정보의 비대칭성을 줄여 정보를 투명하게 관리함으로써 리스크로 인한 환경 변화에 대응해 시장가격을 안정화시키기 위한 노력이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다.

제2절 정책제언

본 연구는 1차 연도에 이어서 국내에서 해양수산 분야 전반에 걸쳐 리스크를 도출하고, 계량모형을 활용하여 파급력을 분석하였다. 또한, 1차 연도와는 다른 리스크를 선정하고 다른 방법론을 통해 리스크의 파급력을 분석했다는 점에서 1차 연도 연구와의 차별성을 가진다. 그러나 해양수산 분야의 미래 리스크의 종류는 매우 다양하여 모든 리스크에 대한 개별적인 분석이 사실상 불가능하다는 점은 본 연구의 한계일 수밖에 없다. 본 절에서는 전술한 해양수산 분야 미래 리스크의 파급력 분석 결과를 중심으로 미래 리스크를 효과적으로 예측, 관리할 수 있는 정책방안을 제언하고자 한다.

1. 공급망 충격 조기경보 시스템 개발

본 연구는 우리나라 경제에 미치는 영향이 큰 글로벌 공급망 리스크를 대상으로 파급력을 분석하였다. 분석 결과, 산업 자체의 회복력으로 인해 리스크의 영향이 장기화되기는 힘들다는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 복잡성이 높은 현대사회의 특성상 공급망에 충격을 주는 리스크의 발생이 빈번해질 것이고 그 주기도 짧아질 수 있다. 따라서 공급망 변화가 해운·물류, 항만, 수산 분야에 미치는 영향에 대한 실증분석을 지속적으로 실시함으로써 그 영향 정도에 따른 대비·대응에 필요한 정책방향을 설정해 나갈 필요성이 있다. 그렇기 때문에 GSCPI 등 공급망 충격에 관한 여러 지수를 모니터링하고 지수 변화에 따른 해양수산 분야의 충격을 조기에 진단할 수 있는 조기경보 시스템 개발이 필요하다.

실제로 해양수산 분야를 제외한 국내의 다양한 기관에서는 해당 분야의 조기경보 시스템을 구축하여 운영하고 있다. 대표적으로 금융위원회의 '금융기

관 조기경보 시스템', 국토연구원의 '부동산시장 조기경보 시스템', 산업연구원의 '일반 원자재 조기경보 시스템', 노동연구원의 '노동시장 조기경보 시스템', 한국농촌경제연구원의 '국제곡물 조기경보 시스템', 한국석유공사의 '석유위기 조기경보 시스템', 한국해양진흥공사의 '해운시장 조기경보 시스템' 등이다.

그러나 생산과 소비 전 과정의 공급망에 대한 조기경보 시스템은 공급망이 우리 경제의 기반시설이라는 중요성에도 불구하고 아직까지 구축되지 않은 실정이다. 물론 전체 산업의 공급망 충격을 측정할 수 있는 조기경보 시스템을 단기간에 구축하기에는 무리가 있다. 따라서 자동차, 조선, 반도체 등 국내 핵심산업 또는 에너지 분야 등에서 개별적인 공급망 조기경보 시스템 구축이 선행되어야 할 것이다. 일례로 최근 미국 및 EU의 경우 반도체 공급망 조기경보 시스템을 도입할 계획을 발표하기도 했다.[106] 여기에 더불어 해운·항만 분야만 고려할 경우에는 리스크 변동으로 인한 각종 경제지표의 변동에 따른 해운시황 및 항만물동량의 변동을 모니터링하기 위한 해운·항만 조기경보 시스템 구축이 필요하다.

해양수산 분야의 조기경보 시스템을 구축하기 위해서는 우선 해양수산 분야의 위기에 대한 정의를 설정해야 할 것이다. 기존 조기경보 시스템의 위기 정의를 살펴보면, 1) 경제적 충격으로 인한 단기자본이동 발생, 2) 대규모 자본이탈, 주식, 채권 및 대출시장 등 금융시장이 불안한 경우, 3) 경기침체, 대기업 부도 등으로 인한 금융부문의 부실, 4) 내·외부 환경 변화로 인한 원유가격의 급등, 원유수송로 봉쇄 및 테러 발생으로 인한 원유공급에 대한 장애 발생, 5) 원자재 가격의 급상승 및 수급장애, 6) 부동산가격의 변동성 급증으로 인한 거래량 급감, 미분양, 토지부족, 주택건설급감 등 부동산 수급의 심각한 장애, 7) 노동시장의 구조적 문제로 인한 고용률의 급격한 저하 등이다. 즉 내·외부 환경 변화(심각한 변동성)로 인한 시장 구조에 심각한 장애를 주는 것이라

106) 한국무역협회(2022.5.9.)

할 수 있다. 한편 해운시장의 경우에는 해운시장의 변동성으로 인해 산업에 속한 기업의 도산확률이 상승하는 경우를 위기 상황으로 정의하고 있다. 하지만 해양수산 분야는 산업 자체가 다중화(해운·물류, 물류, 항만, 수산 등)되어 있기 때문에 해양수산 전반에 대한 위기를 정의하는 것은 매우 복합적이라 할 수 있다. 따라서 해양수산 분야의 종합적인 조기경보 시스템을 구축하기보다는 해운시장과 이에 따른 항만산업에 대한 조기경보 시스템을 우선적으로 개발하고, 물류와 수산은 다음 단계에서 구축하는 것이 타당한 것으로 판단된다. 다만, 해운·물류와 항만의 조기경보 시스템을 구축하기 위한 위기의 정의는 글로벌 공급망의 변동성(생산, 소비 등)으로 인한 해운서비스의 정시성과 항만이용에 대한 심각한 장애로 정의할 수 있겠다. 이는 본 연구에서 코로나19 팬데믹 및 러시아-우크라이나 전쟁 등으로 인해 공급망이 변동하면서 해운서비스의 정시성과 항만이용에 심각한 장애를 주었던 점을 확인하였기 때문이다.

다음은 조기경보 시스템을 구성하는 지수와 활용 데이터의 설정이다. 지수의 경우, 해운서비스 정시성 지수와 항만 대기 지수를 설정할 수 있다. 이들 지수를 나타내기 위한 활용 가능한 데이터는 해운운임지수, 금융지수, 산업생산지수, 소매지수, 기업경기실사지수, 항만물동량, 항만 적재율 등을 포함할 수 있다. 또한 본 연구에서 살펴본 바와 같이 해운시장과 관련되어 있는 신문기사를 빅데이터 분석을 하고 그 결과를 학습시키는 머신러닝을 통해 시장의 정성적 동향을 통해 시장의 정량적 변동성을 예측하여 이를 적용하는 방법도 고려해 볼 수 있겠다. 하지만 해운서비스의 정시성과 항만이용에 심각한 장애를 주는 요인은 단기에 특정화할 수 없기 때문에 이에 대한 심도 깊은 연구가 필요할 것으로 판단된다. 다만, 해양수산부에서 해운시장의 조기경보망을 구축해 왔지만 그 실효성에 대한 문제가 제기되고 있어 이에 대한 분석과 함께 해운·물류 및 항만 부분의 조기경보 시스템으로 확대하는 것도 고려해야 하겠다.

2. 리스크 분석 방법론의 고도화

본 연구에서는 1차 연도에 이어 다양한 분석 방법론을 통해 미래 리스크가 해양수산 분야에 미친 영향력을 분석했다. 그러나 해양수산 분야 리스크는 매우 다양하기 때문에 일률적인 방법론을 적용하여 영향력을 분석하기에는 한계가 있다. 또한, 동일 리스크라도 다양한 방법론 적용을 통해 각기 다른 영향력을 분석함으로써 최적의 결과를 도출할 수 있을 것이다. 즉 본 연구에서 활용한 분석 방법을 고도화시키고 새로운 방법론을 접목시킴으로써 분석 결과의 신뢰도를 높이고, 이를 통해 대비·대응 정책방향을 만들어가야 할 것이다. 예를 들어 해운·물류 및 수산 분야의 경우, 리스크에 따라 변동하는 시장 참여자들에 대한 심리관계를 예측하고 이를 해운시황이나 수산물의 소비가격 및 수요량을 예측에 활용하기 위해 빅데이터 분석 모델은 물론 머신러닝, 딥러닝 등 다양한 분석 방법을 활용할 수 있을 것이다. 하지만, 본 연구에서 살펴보았듯이 빅데이터 분석을 통한 머신러닝이나 딥러닝 등은 빅데이터 분석에 사용하는 데이터의 확장성 문제가 있고, 빅데이터 분석 결과가 중장기적으로 시장 상황에 영향을 미칠 것인지 아닌지를 분별하는 것이 어렵기 때문에 단기 예측에 많이 활용되고 있다. 그렇기 때문에 우선적으로는 단기 예측의 신뢰성을 높이기 위한 알고리즘 고도화와 더불어 중장기 예측이 가능하기 위해 단기 예측을 통해 확보한 데이터의 데이터베이스화와 이를 통한 알고리즘의 지속적인 고도화가 필요할 것이다. 또한, 항만 분야에 대한 리스크의 영향력을 분석하기 위해 활용한 VAR 모형은 시계열 자료의 정보를 최대한 활용하여 현상 분석에 용이하지만, 특정 경제이론에 기반한 분석이 아니라서 시계열 자료의 기간이나 변수 배열에 의해 분석 결과가 달라질 수 있기 때문에 더욱 정교하고 풍부한 정책 시사점을 얻기 위한 다양한 시계열 모형 및 머신러닝 기반의 모형을 활용하는 것이 필요할 것이다.

3. 지속적인 해양수산 분야 리스크 인식조사 수행

본 연구에서는 전문가 및 일반 국민 설문조사를 통해 해양수산 분야별 리스크를 도출했다. 이는 일반 국민의 해양수산 분야에 대한 관심도를 제고시키고, 해양수산 분야의 리스크가 무엇인지 식별할 수 있는 유용한 방안이다. 또한, 국민 설문을 통해 도출된 리스크는 리스크별로 관계 정부 부처 및 기업들에게 리스크에 대응해야 한다는 경각심을 일깨워 줄 수 있어 이와 관련한 후속 정책조치들을 도출할 수 있다.

또한, 향후 장기간에 축적된 미래 리스크 인식조사의 시계열적 데이터 축적은 해양수산 분야 리스크의 변화 흐름을 탐지하고 시사점을 제공할 수 있다. 예를 들어, 1차 연도 연구와 2차 연도 연구인 본 연구에서 수행한 해양수산 분야 10대 리스크 결과를 살펴보면, 2022년도에 '일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염', '수산물 미세플라스틱 문제', '기후변화로 인한 해양생물 다양성 감소' 등이 새롭게 등장한 것을 확인할 수 있다. 그렇기 때문에 지속적으로 리스크 변화에 대한 모니터링을 한다는 것은 리스크 변화에 대비·대응하기 위한 장기적인 정책방향을 설정하기 위한 기반일 것이다. 이와 더불어 해양수산 분야의 10대 리스크는 해양 및 수산 분야의 리스크가 대부분이다. 이는 아직 일반 국민 측면에서는 해운·물류 및 항만 분야의 중요성에 대한 인식이 부족하다는 것을 방증한다. 따라서 정부 차원에서 해운·물류 및 항만 분야의 중요성을 지속적으로 홍보하고 이 분야의 리스크들을 인식시킴으로써 향후 발생할 수 있는 리스크에 대비·대응하기 위한 정책방안 이행의 기반을 만들어 나가야 할 것이다.

이에 따라, 본 과제에서 실시하는 해양수산 분야의 리스크 인식조사는 2023년 3차 연도로 연구가 완료되더라도 지속적으로 수행할 필요가 있다.

4. 리스크의 파급력 분석을 통한 선제적 정책 수립

앞선 정책제언들은 모두 리스크를 어떻게 식별하고, 모니터링하며 파급효과를 분석할 것인가와 연관성이 있다. 그러나 결과적으로는 리스크를 예상하고 그 파급력을 분석하는 것은 정부 또는 기업들이 해당 리스크에 대한 대비·대응방안을 수립하기 위한 근거를 마련하는 것이다. 본 연구에서도 해양수산 분야별 리스크로 인한 파급력을 분석한 후 분야별 정책방향을 제언하고 있다. 예를 들어, 해양 분야는 코로나19로 인한 해양관광 수요 증대를 위해 연안관광지에 대한 홍보 활동과 기반시설에 대한 투자, 어메니티 투자에 따른 관광지의 청결도 개선 등을 제시하고 있다. 수산 분야는 명태 도매업자와 정부 간 정보의 비대칭성 해소를 위한 수산물 유통체계 정보화시스템 구축 등을 제시하고 있다. 다만, 본 연구에서는 연구결과를 바탕으로 한 구체적인 정책방향은 제시하지 않았다. 그렇기 때문에 3차 연도 연구에서는 리스크에 대비·대응하기 위한 정책적 방안을 제시하는 데 집중할 예정이다.

참고문헌

국내 문헌

강종호(2011), 수산물 공급구조의 변화와 유통정책 방향, 한국식품유통학회 2011년 하계학술대회논문집.

_____(2014), 수산물 도매시장 거래제도의 문제점과 개선방안, 수산경영론, 45(1), pp. 79-83.

_____(2017), 수산물 산지시장의 구조변화와 발전방향, 수산경영론집, 48(4), pp. 1-10.

고봉현(2014), 수산물 거래량의 변동성이 가격 변동성에 미치는 영향 분석, 한국산학기술학회논문지, 15(10), pp. 6084-6091.

곽상만·유재국(2016), 시스템 다이내믹스 모델링과 시뮬레이션 Vensim의 활용, 북코리아.

권태일·박소영(2021), 2021년 상반기 주요관광지점 방문객 현황: 코로나 전후 관광지점 유형별 특성, 한국관광정책, 85, pp. 108-117.

김광호·민희철·이항용(2011), 수산비축 및 수매지원 사업이 수산물 가격에 미치는 영향, 해양정책연구, 26(1), pp. 127-150.

김대영·백진화(2016), 식품분야(농·축·수산물)의 방사능 관리체계 개선 방향, 한국도서연구, 28(3), pp. 83-96.

김병주 외(2021), 서포트벡터머신(SVM) 기법을 활용한 해운시황 예측 연구, 한국해양수산개발원.

김성기 외(2021), 회복탄력성 개념을 적용한 항만 위기관리 시스템 구축 연구, 한국해

양수산개발원

김성환·송만석·황준(2009), 지속가능한 도시 경주 발전을 위한 AHP 분석과 System Dynamics 분석, 경영컨설팅연구, 9(4), pp. 65-91.

김우선·최나영환·김대현(2016), 국내 항만위험물 안전관리체계 개선방안, 한국해양수산개발원.

김윤두·김효미·채수호(2020), 국내 주요 수산물 유통단계 간 가격 연관성 분석: 산지-도매단계를 중심으로, 산업경제연구, 33(1), pp. 33-57.

김윤미(2022), 1970년대 한국의 수산정책과 북태평양 해역의 명태 어업, 인문사회21, 13(2), pp. 2401-2413.

김은수·송병준·이종연(2012), 공급사슬망에서의 리스크 분류체계 연구, 정보처리학회논문지 D, 19(3), pp. 257-262.

김지웅(2020), 명태 산업 가치사슬 분석에 관한 연구(박사학위, 부경대학교 일반대학원.

김진수·장여주·유제범(2021), 후쿠시마 원전 오염수 해양 방출 영향 및 대응 방안, 이슈와 논점, 1827, 국회입법조사처, pp. 1-4.

김찬호(2014), 항만보안 리스크 평가시스템 구축방안 연구, 한국해양수산개발원.

김창범(2015), 해운경기 변동성과 항만 물동량, 산업경제연구, 28(2), pp. 633-652.

김철현·남종오(2015), VAR 모형을 이용한 유통단계별 갈치가격의 인과성 분석, 수산경영론집, 46(1), pp. 93-107.

김태성(2012), 부정기선 해운시장 운임 변동성 대응 방안 연구(석사학위, 중앙대학교 글로벌인적 자원개발대학원).

김형근 외(2012), 항만에서의 재난 및 재해 영향과 대응방안 연구, 한국해양수산개발원.

류정곤·강종호·이정삼(2012), 수산물 수급 위기관리체계 구축을 위한 기초연구, 한국해양수산개발원.

마창모 외(2017), 양식산업 재난 위기관리에 관한 연구, 한국해양수산개발원.

마창모·하현정·허수진(2021), KMI-FOSiM 운용·개편을 통한 수산 부문 중장기 전망, 한국해양수산개발원.

모수원(2009), 경제변수의 변동이 광양항 수입컨테이너 물동량에 미치는 효과, 한국항만경제학회지, 25(3), pp. 269-282.

문권순(1997), 벡터자기회귀(VAR)모형의 이해, 통계분석연구, 2(1), pp. 23-56.

박광서 외(2021), 해양수산 분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구, 한국해양수산개발원.

박상우 외(2018), 인구소멸 시대의 어촌사회 정책 연구, 한국해양수산개발원.

박병원 외(2012), 과학기술기반의 국가발전 미래연구 Ⅳ, 과학기술정책연구원.

박병원 외(2015), 과학기술기반의 국가발전 미래연구 Ⅶ, 과학기술정책연구원.

박병원 외(2016), 과학기술기반의 국가발전 미래연구 Ⅷ, 과학기술정책연구원.

박병원 외(2016), 과학기술기반 미래연구사업 Ⅸ 총괄보고서, 과학기술정책연구원.

박병원 외(2014), 미래사회 중장기 난제해결을 위한 기술사회적 대응방안, 경제·인문사회연구회.

박성원·황윤하(2013), 과학기술기반의 국가발전 미래연구 Ⅴ: 한국인의 미래인식과 미래 적응력 측정, 과학기술정책연구원.

박성화·권장한·김태일(2018), 뉴스 빅데이터를 이용한 해운뉴스지수 개발, 해양정책연구, 33(1), pp. 281-301.

박재완(2020), 포스트코로나시대 해양레저관광 발전전략 연구, 해양관광학연구, 13(3), pp. 9-28.

배성훈·박근식(2019), 발틱운임지수(BDI)와 해상 물동량의 인과성 검정, 무역학회지, 44(2), pp. 127-141.

송윤아(2020), 기업의 조업중단리스크 보장 현황과 과제, KIRI 리포트(포커스), 490, pp. 1-12.

신승진·허성호(2022), 국내 수출입 품목별 집중도 분석을 통한 물류산업의 글로벌 공급망 다변화 대응 방안 연구, 교통연구, 29(1), pp. 11-28.

신용승(2009), 해양 유류유출사고의 중장기적 영향분석 및 제도개선 방안 1, 한국환경연구원.

신용승·임혜숙(2008), 허베이 스피리트호 원유유출사고의 정책적 진단 및 향후과제, 한국환경연구원, 3, pp. 1-84.

신용호(2006), 국제공급망 환경의 안전 및 리스크 관리-항만 물류 분야를 중심으로, 한국물류학회지, 16(4), pp. 181-210.

안성식·조아람·황윤섭(2018), 기후변화의 인식수준에 따른 관광산업 활성화 방안에 관한 연구, 관광레저연구, 30(9), pp. 209-229.

안지현·김남조(2018), 관광 젠트리피케이션 현상에 대한 인과순환 구조와 정책지렛대 탐색, 관광학연구, 42(1), pp. 91-116.

양장미(2012), 정부의 미래연구(foresight) SWOT 분석, 미래연구 포커스, pp. 12-15.

오미숙·오미영(2020), COVID-19 에 대한 위험지각과 자기효능감이 관광지 위험지각과 방문의사에 미치는 영향 연구, 관광연구저널, 34(12), pp. 91-108.

유병철·신성호·노영진(2021), 컨테이너선 용선료 결정요인: 코로나 19 발생 전후 비교, 경영경제연구, 43(3), pp. 185-208.

윤성순 외(2015), 자연재해에 대한 연안 안전성 평가방안 연구, 한국해양수산개발원.

윤정현(2012), 극단적 미래사건(X-events)의 파급효과 분석 방법론, Future Horizon, 12, pp. 14-17.

윤정현·오승희(2016), 정부의 미래 돌발 이슈 대응역량 분석: 재난안전 R&D 투자를 중심으로, 과학기술정책, 26(9), pp. 32-39.

윤희영·곽일엽(2021), 토픽모델링을 활용한 해운물류 뉴스 분석, 무역학회지, 46(4), pp. 61-76.

이광남 외(2009), 허베이 스피리트호 유류오염사고 수산분야 대응평가 및 개선방안 연구, 한국수산회 수산정책연구소.

이동화·이상윤(2019), 국제해운환경 변화요인의 추출 및 중요도 평가, 해양정책연구, 34(2), pp. 225-249.

이민규 외(2014), 항만 shutdown(공급 지장)의 파급효과 분석, 한국해양수산개발원,

이용우 외(2009), 국토 대예측 연구, 국토연구원.

이창복·이기종(2017), 위험지각이 위험감소행동에 미치는 영향 및 관광객 사전지식의 조절효과, 관광레저연구, 29(5), pp. 45-63.

이충호·김태우·박근식(2021), 핸디사이즈 운임지수 및 스팟용선료 변화에 영향을 미치는 요인 분석, 한국항만경제학회지, 37(2), pp. 73-89.

이판무·문태훈(2019), 시스템다이내믹스를 이용한 관광도시의 지속가능한 발전모델에 관한 연구, 한국시스템다이내믹스 연구, 20(3), pp. 5-26.

이헌동·하현정·허수진(2019), 수산부문 전망모형 KMI-Fosim 구축 연구(2차), 해양수산개발원.

이훈(2020), 코로나(COVID-19) 팬데믹, 관광여행의 변화와 전망, FUTURE HORIZO

N, 48, pp. 16-23.

장영수·송정헌(2006), WTO/NAMA 협상 대비 국제명태시장에서의 우리나라 경쟁력, 한국수산경영학회, 37(2), pp. 85-109.

장영수·장수호·장홍석(1999), 수산물 냉동냉장창고업의 경쟁구조와 경영성과 영향요인에 관한 연구, 수산경영론집, 30(1), pp. 119-147.

정광용·이승환(2012), 허베이스피리트호 유류오염사고가 주변환경에 미치는 영향 조사 및 분석, 디지털융복합연구, 10(6), pp. 205-211.

정대영·한석호(2021), DMZ 관광시스템의 회복력 증진을 위한 정책모형 개발 연구, 경기연구원.

조용준·조용훈·고승곤(2008), 수산물 수요에 대한 가격탄력성 고찰 – 주요 14개 어종을 중심으로, 한국협동조합연구, 26(1), pp. 349-363.

조헌주 외(2022), 우크라이나 사태가 우리나라 해양수산 분야에 미치는 영향과 대응방안 – 수산 분야 영향 및 대응방안, KMI 동향분석, 181, 한국해양수산개발원, pp. 52-53.

주신옥(2021), 항공사 고객들의 코로나 19 의 감염병 인식과 지각된 위험이 위험감소 행동과 관광지 전환의도에 미치는 영향, 한국콘텐츠학회논문지, 21(12), pp. 250-263.

최건우·윤희성·김동원(2019), 감성분석을 활용한 컨테이너 시장 예측, 해양정책연구, 34(2), pp. 273-287.

최동희(2021), 해양관광지 스토리텔링, 관광지 매력성, 행동의도 간의 관계에 관한 연구, 해양관광연구, 14, pp. 103-116.

최상균 외(2021), 중대재해처벌법 시행에 따른 항만에서의 대응방안 연구, 한국해양수산개발원.

최상희 외(2008), 국내 컨테이너터미널 리스크 관리방안 -항만시설, 운영 및 전략을 중심으로, 한국해양수산개발원.

최석우 외(2019), 해양수산 분야 예견적 위험분석 기반구축 연구, 한국해양수산개발원.

최정석·남궁호(2022), 선박가치 변화요인에 관한 중요도 평가 연구, 해양환경안전학회지, 28(1), pp. 91-99.

하경희(2021), 코로나 19 이후 해양치유 패러다임의 변화, 해양관광연구, 14, pp. 35-53.

하영규·우수한(2020), 코로나 19 로 인한 자동차 산업 영향과 글로벌 공급망 다변화에 대한 효과 분석, 국제상학, 35(3), pp. 149-169.

하정우·김창수(2020), 바이러스 관광위기 극복을 위한 재난회복탄력성 탐색적 연구: '코로나 19'(COVID-19) 재난을 중심으로, Tourism Research, 45(2), pp. 499-517.

한하늘·김용진·신나라(2021), 블록체인 물류산업의 텍스트마이닝 분석, 인문사회, 21, 12(5), pp. 2567-2578.

해양수산부(2021), 후쿠시마 원전 오염수 해양방출 관련 해양수산 대응방안.

홍성주 외(2014), 미래 혁신전망 방법론 개발 및 적용(1차 연도), 과학기술정책연구원.

홍성진 외(2013), 기후변화를 고려한 해안도시 복합범람 위험도 분석(I), 국립재난안전연구원.

국외 문헌

A2 Global Risk(2019), 2019 Global Risk Forecast.

Baghalian, A., Rezapour, S., & Farahani, R. Z.(2013), Robust supply chain network design with service level against disruptions and demand uncertainties: A real-life case, European journal of operational research, 227(1), pp. 199-215.

Bai, X. et al.(2021), Research topics and trends in the maritime transport: A structural topic model, Transport Policy, 102, pp. 11-24.

Bass, F. M., Krishnan, T. V., & Jain, D. C.(1994), Why the Bass model fits without decision variables, Marketing science, 13(3), pp. 203-223.

Blackhurst, J. V., Scheibe, K. P., & Johnson, D. J.(2008), Supplier risk assessment and monitoring for the automotive industry, International journal of physical distribution & logistics management.

Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I.(2003), Latent dirichlet allocation, Journal of machine Learning research, 3(Jan), pp. 993-1022.

Brin, S., & Page, L.(1998), The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine, Computer networks and ISDN systems, 30(1-7), pp. 107-117.

Chang, C. H., Xu, J., & Song, D. P.(2015), Risk analysis for container shipping: from a logistics perspective, The International Journal of Logistics Management, 26(1), pp. 147-171.

Chen, K. C.(2004), Decision support system for tourism development: system dynami cs approach, Journal of Computer Information Systems, 45(1), pp. 104-112.

Choi, K.(2018), A system perspective on revenue sharing in the mobile value chain: an evidence from China mobile video ecosystem, Supply Chain Management: An International Journal, 12(3), pp. 136-152.

Choi, Y. E., Oh, C. O., & Chon, J.(2021), Applying the resilience principles for sustain able ecotourism development: A case study of the Nakdong Estuary, South Korea, Tourism Management, 83, 104237.

Das, D., & Dutta, P.(2013), A system dynamics framework for integrated reverse sup ply chain with three way recovery and product exchange policy, Computers & industrial engineering, 66(4), pp. 720-733.

Davies, T. K., Mees, C. C., & Milner-Gulland, E. J.(2015), Second-guessing uncertainty: Scenario planning for management of the Indian Ocean tuna purse seine fishery, Marine Policy, 62, pp. 169-177.

Ding, Y.(2011), Applying weighted PageRank to author citation networks, Journal of the American Society for Information Science and Technology, 62(2), pp. 236-245.

Durst, Carolin, et al.(2015), A holistic approach to strategic foresight: A foresight support system for the German Federal Armed Forces, Technological Forec asting and Social Change 97, pp. 91-104.

Efes, K. Ö., Başer, S. Ö., & Aç ı k, A.(2019), Supply-demand interaction in the formati on of freight rates: China's trade volume as demand side in the dry bulk mark et, Pomorstvo, 33(1), pp. 46-55.

Forrester, J. W.(1961), Industrial Dynamics, Productivity Press.

Forrester, J.W., & Senge, Peter. M.(1980), Tests For Building Confidence In System

Dynamics Models, TIMS Studies In Management Science, 14, pp. 209-228.

Gasparotti, C. & E. Rusu(2012), Methods for the risk assessment in maritime transpo rtation in the Black sea basin, Journal of Environmental Protection and Ecol ogy, 13(3-A), pp. 1751-1759.

GCPSE, U. (2014), Foresight as a strategic long-term planning tool for developing countries. UNDP Global Centre for Public Service Excellence, Singapore.

Goh, M., Lim, J. Y., & Meng, F.(2007), A stochastic model for risk management in global supply chain networks, European Journal of Operational Research, 182(1), pp. 164-173.

Gómez-Valle, L. et al.(2021), Estimating risk-neutral freight rate dynamics: A nonpar ametric approach, Journal of Futures Markets, 41(11), pp. 1824-1842.

Gómez-Valle, L., López-Marcos, M. A., & Martínez-Rodríguez, J.(2020), Two new strategies for pricing freight options by means of a valuation PDE and by functional bounds, Mathematics, 8(4), pp. 1-12.

Götze, U., & Mikus, B.(2007), Der Prozess des Risikomanagements in Supply, In Rich ard Vahrenkamp Eds., Risikomanagement in Supply Chains: Gefahren abw ehren, Chancen nutzen, Erfolg generieren(pp. 29-58), Erich Schmidt Verlag GmbH & Co KG.

Goulielmos, A. M.(2015), The Multi-faceted Character of Risk in Maritime Freight Markets(Panamax) 1996-2012, SPOUDAI-Journal of Economics and Busine ss, 65(1/2), pp. 67-86.

Griffiths, T. L., & Steyvers, M.(2004), Finding scientific topics, Proceedings of the National Academy of Sciences, 101(suppl 1), pp. 5228-5235.

Gu, Y. et al.(2021), Small Island Developing States(SIDS) COVID-19 post-pandemic tourism recovery: A system dynamics approach, Current Issues in Tourism, 25(9), pp. 1481-1508.

Haapasaari, P. et al.(2015), A proactive approach for maritime safety policy making for the Gulf of Finland: Seeking best practices, Marine Policy, 60, pp. 107-118.

Ho, W. et al.(2015), Supply chain risk management: A literature review, Internationa l Journal of Production Research, 53(16), pp. 5031–5069.

Hur, M., Kang, P., & Cho, S.(2016), Box-office forecasting based on sentiments of movie reviews and Independent subspace method, Information Sciences, 372, pp. 608-624.

IMF(2022), World Economic Outlook Update.

International Institute for Applied Systems Analysis(2018), Transformations to achi eve the sustainable development goals.

International Risk Governance Council(2010), Emerging Risks: Sources, Drivers an d Governance Issues (2nd ed.).

_____(2013), Public sector governance of emerging risks.

International Risk Governance Council(2018), IRGC guidelines for the governance of systemic risks.

Jiang, M. et al.(2021), Port vulnerability assessment from a supply Chain perspectiv e, Ocean & Coastal Management, 213, 105851.

Jüttner, U., Peck, H., & Christopher, M.(2003), Supply chain risk management: outli ning an agenda for future research, International Journal of Logistics: resear ch and applications, 6(4), pp. 197-210.

Kim, D. H.(1995), Systmes thinking tools: a user's reference guide, Pegasus commni cations.

Kim, J., Park, M., Kim, H., Cho, S., & Kang, P. (2019). Insider threat detection based on user behavior modeling and anomaly detection algorithms. Applied Scie nces, 9(19), 4018.

Ko, B. W.(2018), "Dynamic patterns of dry bulk freight spot rates through the lens of a time-varying coefficient model", Transportation Research Part A: Polic y and Practice, 118, pp. 319-330.

Kull, T., & Closs, D.(2008), The risk of second-tier supplier failures in serial supply chains: implications for order policies and distributor autonomy, European Journal of Operational Research, 186(3), pp. 1158-1174.

Kumar, S. K., Tiwari, M. K., & Babiceanu, R. F.(2010), Minimisation of supply chain cost with embedded risk using computational intelligence approaches, Inte rnational Journal of Production Research, 48(13), pp. 3717-3739.

Kwesi-Buor, J., Menachof, D. A., & Talas, R.(2019), Scenario analysis and disaster preparedness for port and maritimelogistics risk management, Accident An alysis & Prevention, 123, pp. 433-447.

Li, S., Ma, S., & Zhang, J.(2022), Building a system dynamics model to analyze scenari os of COVID-19 policymaking in tourism-dependent developing countries: A case study of Cambodia, Tourism Economics, 13548166211059080.

Liu, X. et al.(2014), Assessing oil spill risk in the Chinese Bohai Sea: A case study for both ship and platform related oil spills, Ocean & Coastal Management, 108, pp. 140-146.

Lola, M. S. et al.(2019), Sustainable development of Tasik Kenyir eco-tourism using system dynamic, In Greater Kenyir Landscapes, Springer, Cham, pp. 257-270.

Mojena, R.(1977), Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation, The Computer Journal, 20(4), pp. 359-363.

Notteboom, T. E.(2006), The time factor in liner shipping services, Maritime Econo mics & Logistics, 8(1), pp. 19-39.

OECD(2018), Assessing Global Progress in the Governance of Critical Risks.

_____(2016), Preparing governments for longterm threats and complex challenges.

Olson, D. L., & Wu, D. D.(2010), A review of enterprise risk management in supply chain, Kybernetes, 39(5), pp. 694-706.

Población, J.(2017), Are recent tanker freight rates stationary?, Maritime Economics & Logistics, 19(4), pp. 650-666.

Popper, R.(2008), How are foresight methods selected?, Foresight, 10(6), pp. 62-89.

Pierre, C. et al.(2016), Seventh framework programme theme7. Transport (includin g Aeronautics)

Prager, S. D., & Wiebe, K. (2021), Strategic foresight for agriculture: Past ghosts, present challenges, and future opportunities. Global Food Security, 28, pp. 1-4.

Pyun, J., & Rha, J. S.(2021), Review of research on digital supply chain management using network text analysis, Sustainability, 13(17), pp. 1-24.

Rebs, T., Brandenburg, M., & Seuring, S.(2019), System dynamics modeling for susta

inable supply chain management: A literature review and systems thinking approach, Journal of cleaner production, 208, pp. 1265-1280.

Rha, J. S.(2020), Trends of research on supply chain resilience: A systematic review using network analysis, Sustainability, 12(11), pp. 1-27.

Rizal, A., & Nurruhwati, I.(2019), New Methodological Approaches for Change in Traditional Sectors: The Case of the West Java Fisheries Socio Economic System, World News of Natural Sciences, 22, pp. 41-51.

Roxas, F. M. Y., Rivera, J. P. R., & Gutierrez, E. L. M.(2022), Bootstrapping tourism post-COVID-19: A systems thinking approach, Tourism and Hospitality Res earch, 22(1), pp. 86-101.

Saz-Salazar, Salvador del, García-Menéndez, Leandro, & Feo-Valero, María(2012), Meeting the environmental challenge of port growth: A critical appraisal of the contingent valuation method and an application to Valencia Port, Spa in, Ocean & Coastal Management, 59, pp. 31-39.

Sedarati, P., Santos, S., & Pintassilgo, P.(2019), System dynamics in tourism plannin g and development, Tourism Planning & Development, 16(3), pp. 256-280.

Shin, S. H. et al.(2018), Analyzing sustainability literature in maritime studies with text mining, Sustainability, 10(10), pp. 1-19

Silveira, P.A.M., A. P. Teixeira & C. G. Soares(2013), Use of AIS Data to Characterise Marine Traffic Patterns and Ship Collision Risk off the Coast of Portugal, The Journal of Navigation, 66(6), pp. 879-898.

Sterman, J. D.(2000), BUSINESS DYNAMICS Systems Thinking and Modeling for a Complex World, McGraw-Hill Education.

Steyvers, M., & Griffiths, T. Eds.(2007), Probabilistic topic models, In Handbook of latent semantic analysis(pp. 439-460), Psychology Press.

Svensson, G.(2000), A conceptual framework for the analysis of vulnerability in supply chains, International journal of physical distribution & logistics management.

Tan, W.-J. et al.(2018), Integrated coastal-zone management for sustainable touris m using a decision support system based on system dynamics: A case study of Cijin, Kaohsiung, Taiwan, Ocean and Coastal Management, 153, pp. 131-1

39.

Tang, C. S.(2006), Perspectives in supply chain risk management, International jour nal of production economics, 103(2), pp. 451-488.

Tang, O., & Musa, S. N.(2011), Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management, International journal of production econ omics, 133(1), pp. 25-34.

Trkman, P., & McCormack, K.(2009), Supply chain risk in turbulent environments— A conceptual model for managing supply chain network risk, International Journal of Production Economics, 119(2), pp. 247-258.

The Intergovernmental Panel on Climate Change(2012), Managing the risks of extre me events and disasters to advance climate change adaptation.

The Nature Conservancy(2020) Fisheries at Risk, Vulnerability of Fisheries to Climat e Change.

UNDP(2018), Foresight Manual Empowered Futures for the 2030 Agenda.

Vernimmen, B., Dullaert, W., & Engelen, S.(2007), Schedule unreliability in liner shi pping: Origins and consequences for the hinterland supply chain, Maritime Economics & Logistics, 9(3), pp. 193-213.

Vilko, J., Lättilä, L., & Hallikas, J.(2016), Assessing vulnerability in multimodal supply chains, In Joseph S. Szyliowicz, Luca Zamparini, Genserik L.L. Reniers, & Daw na L. Rhoades Eds., Multimodal Transport Security(pp. 48-63), Edward Elgar Publishing.

Wan, C. et al.(2019), Analysis of risk factors influencing the safety of maritime contai ner supply chains, International Journal of Shipping and Transport Logistic s, 11(6), pp. 476-507.

Wang, X. et al.(2020), How can the maritime industry meet Sustainable Developmen t Goals? An analysis of sustainability reports from the social entrepreneurshi p perspective, Transportation Research Part D: Transport and Environmen t, 78, pp. 1-17.

Wagner, S. M., & Neshat, N.(2012), A comparison of supply chain vulnerability indic es for different categories of firms, International Journal of Production Rese

arch, 50(11), pp. 2877-2891.

World Economic Forum(2018), The Global Risks Report 2018.

World Economic Forum(2019), The Global Risks Report 2019.

Yu, M. C., & Goh, M.(2014), A multi-objective approach to supply chain visibility and risk, European Journal of Operational Research, 233(1), pp. 125-130.

Zhang, J., Ji, M., & Zhang, Y.(2015), Tourism sustainability in Tibet – Forward planni ng using a systems approach, Ecological Indicators, 56, pp. 218–228.

Zhang, X. et al.(2019), A novel hybrid approach to Baltic Dry Index forecasting base d on a combined dynamic fluctuation network and artificial intelligence met hod, Applied Mathematics and Computation, 361, pp. 499-516.

Zhang, Y. et al.(2017), Optimal sustainable life cycle maintenance strategies for por t infrastructures, Journal of Cleaner Production, 142, pp. 1693-1709.

Zhao, W. et al.(2015), A heuristic approach to determine an appropriate number of topics in topic modeling, In BMC bioinformatics, 16(13), pp. 1-10.

Zhou, Y. et al.(2022), Intelligent container shipping sustainability disclosure via sta keholder sentiment views on social media, Marine Policy, 135, pp. 1-11.

Zsidisin, G. A.(2003), A grounded definition of supply risk, Journal of purchasing and supply management, 9(5-6), pp. 217-224.

인터넷 자료

관광지식정보시스템, https://know.tour.go.kr/(검색일: 2022.8.8.)

거제시청 홈페이지, https://tour.geoje.go.kr/index.geoje(검색일: 2022.8.8.)

공공데이터포털, https://www.data.go.kr/(검색일: 2022.8.8.)

국가통계포털, https://kosis.kr/(검색일: 2022.8.8.)

뉴욕 연방준비은행, www.newyorkfed.org/research/gscpi.html(검색일: 2022.10.25.)

상하이해운거래소, Shanghai Containerized Freight Index, https://en.sse.net.cn/i

ndices/scf(검색일: 2022.9.10.)

서울신문(2007.12.10.), https://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20071210003008 inew.jsp(검색일: 2022.8.8.)

위키백과, 딥 러닝을 이용한 자연어 처리 입문, 02. 텍스트 전처리(Text preprocessing), https://wikidocs.net/21694(검색일: 2022.6.25.)

위키백과, Bullwhip effect, https://en.wikipedia.org/wiki/Bullwhip_effect(검색일: 2022.8.8.)

중국교통운수부 홈페이지, http://www.moc.gov.cn/(검색일: 2022.9.10.)

질병관리청, http://ncov.mohw.go.kr/(검색일: 2022.8.10.)

한국관광데이터랩, https://datalab.visitkorea.or.kr/(검색일: 2022.7.19.)

한국무역협회, https://www.kita.net/(검색일: 2022.5.9.)

한국해양수산개발원 수산업관측센터, https://www.fo.re.kr/(검색일: 2022.8.26.)

해양수산부 보도자료(2022.3.8.), 2021년 해양사고 2,720건으로 2013년 이후 처음 감소, https://www.kmst.go.kr/web/board.do?menuIdx=108&bbsIdx=100043(검색일: 2022.7.30.)

BBC NEWS 코리아(2021.4.13.), https://www.bbc.com/korean/news-56672262(검색일: 2022.8.8.)

해양환경공단, 해안쓰레기 모니터링 통계(검색일: 2022.7.20.)

빅카인즈, https://www.bigkinds.or.kr/(검색일: 2022.5.20.)

Clarksons Research, https://www.clarksons.com/research/(검색일: 2022.10.18.)

IHS Markit, https://www.spglobal.com/en/(검색일: 2022.10.18.)

LA 홈페이지, https://www.portoflosangeles.org/(검색일: 2022.9.10.)

LB 홈페이지, https://polb.com/(검색일: 2022.9.10.)

Port-MIS, https://new.portmis.go.kr(검색일: 2022.8.26.)

부 록

1. 본 연구 관련 선행연구 현황

〈표 부록-1〉 본 연구 관련 선행연구 현황

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
		국내 선행연구	
1	• 과제명: 해양수산 분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구 • 연구자(연도): 박광서 외 (2021) • 연구 목적: 해양수산 분야의 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 모델 개발	• 문헌조사 • 설문조사 • 전문가 자문 및 공동연구 • 토픽 모델링 • 산업연관분석 • SD • DEA	• 국내외 저널, 언론기사 텍스트 마이닝을 통해 해양수산 분야의 예비 리스크 도출 및 대국민 설문조사를 통해 분야별 리스크 도출 • 해양, 수산, 해운, 항만 분야별로 한 개의 주요 리스크를 선정하여 파급효과 분석: (해양) 대형선박 사고에 따른 해양환경 피해, (수산) 원전오염수 방류에 따른 수산물 수급, (해운) 컨테이너선 운임 변동 요인과 예측, (항만) 항만 보안 리스크 발생에 따른 운영 효율성 평가 • 미래 리스크 발굴 및 분석 방법 고도화, 미래 리스크 조기경보 시스템 구축 등 정책제언 제시
2	• 과제명: 중대재해처벌법 시행에 따른 항만에서의 대응방안 연구 • 연구자(연도): 최상균 외	• 문헌조사 • 사례연구 • 전문가 인터뷰	• 중대재해처벌법, 항만안전특별법의 주요 내용과 특징 파악 • 항만 하역업무의 주요 프로세

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	(2021) • 연구 목적: 중대재해처벌법, 항만안전특별법 시행에 대한 대응 현황 모색		스 고찰을 통해 항만 하역단계와 화물 종류에 따른 위험요소 도출 • 항만 하역업무에서 발생한 안전사고 사례 및 지속적인 사고 발생에 따른 문제점 도출 • 신규 법률 발효에 따른 항만에서의 대응 현황 검토 및 제도적 미비점 도출
3	• 과제명: 회복탄력성 개념을 적용한 항만 위기관리 시스템 구축 연구 • 연구자(연도): 김성기 외 (2021) • 연구 목적: 항만의 통합적 위기관리 시스템 구축 방향 제시	• 문헌조사 • 사례연구 • 전문가 인터뷰 및 전문가 설문 • 위험 매트릭스	• 위험관리 개념 정의 및 회복탄력성과의 관계 고찰 • 항만 부분의 위험 사례 및 위기관리 현황 조사 • 항만의 위기관리 시스템 구축 사례조사 • 위기관리 시스템 구축 방향 및 활용방안 • 정책제언(위기관리 시스템 개발 및 위기평가 전담팀 구성 등)
4	• 과제명: 자연재해에 대한 연안 안전성 평가방안 연구 • 연구자(연도): 윤성순 외 (2015) • 연구 목적: 자연재해에 대한 취약성과 안전성의 개념 정립 및 평가체계 제시	• 문헌조사 • 사례연구 • 이해관계자 설문조사 • 전문가 인터뷰	• 연안 지역의 자연재해 종류 유형화 및 종류에 대한 현황 분석 • 국내외의 재해에 대한 안정성 평가 사례분석 • 우리나라 국민들의 자연재해에 대한 안전 인식 파악 및 신규 안전성 평가체계 필요성 설문조사 → 절대다수가 필요성 동의 • 안전성 평가 방법 및 재해 안전성 평가체계 개선을 위한 개선방안 제시
5	• 과제명: 항만 shutdown(공급 지장)의 파급효과 분석 • 연구자(연도): 이민규 외 (2014) • 연구 목적: 항만 shutdown	• 문헌조사 • 사례분석 • 전문가 워크숍 • SD • 산업연관분석	• 국내외 항만 피해 사례와 정책적 대응방안 • 파급효과맵과 인과지도 작성을 통한 항만 shutdown의 파급효과 분석

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	에 따른 파급효과 분석 및 대응을 위한 정책대안 제시		• 산업연관분석을 통한 경제적 파급효과 계측 • 항만 위기관리 매뉴얼의 개선 강구
6	• 과제명: 해양수산 분야 예견적 위험분석 기반구축 연구 • 연구자(연도): 최석우 외 (2019) • 연구 목적: 우리나라 해양수산 분야에서 발생 가능성은 낮지만 발생 시 파급효과는 매우 큰 극단적 위험에 대해 예견적 위험분석 기반을 구축함으로써 위험에 대한 사회의 회복력 향상	• 문헌연구 • 연구진 브레인스토밍 • 참여형 미래워크숍 • 전문가 설문조사 • 전문가 패널 • 사례분석	• 문헌연구를 통해 예견적 위험분석의 개념을 정의했으며 이를 토대로 해양수산 분야 예견적 위험분석 체계 구축 • 해양수산 분야 예견적 위험분석 체계를 실제 적용하여 10가지 해양수산 분야 극단적 위험 발굴 • 그중 '해상 선박 사고', '수산자원 고갈'을 선택하여 사회·경제적 파급효과와 예방·완화·회복적 차원의 정책과제 도출
7	• 과제명: 기후변화를 고려한 해안도시 복합범람 위험도 분석(I) • 연구자(연도): 홍성진 외 (2013) • 연구 목적: 해안 저지대에서의 해수범람과 하천범람에 의한 복합적인 해안재해를 예측할 수 있는 통합적 범람예측 시스템 구축	• 현장조사 • 위험요인 분석 • 사례조사	• 해안지역 상습수해지역 현황조사 및 원인 분석 • 해수면 상승에 따른 재해 발생 변화 • 기후변화에 따른 해일빈도 및 규모 변화분석 • 폭풍해일-하천범람 수치모형 연계방안 제시
8	• 과제명: 국내 컨테이너터미널 리스크 관리방안 -항만시설, 운영 및 전략을 중심으로- • 연구자(연도): 최상희 외 (2008) • 연구 목적: 항만 운영에서 발생 가능한 리스크 분석을 통한 리스크 관리방안 도출, 이를 통한 컨테이너터미널의 경쟁력 강화	• 문헌 및 각종 자료조사 • 현장조사 • 시스템 리스크 분석 • 리스크로직트리 수립방법 • 설문조사 및 인터뷰 • 손실노출 매트릭스 모델 • 요인 간 관계분석	• 항만물류서비스의 환경 변화 • 항만리스크 요인과 비용 간 관계 분석 • 국내 컨테이너터미널 리스크 실태 및 리스크 평가·관리 모델 수립 • 국내 컨테이너터미널 리스크 분석 • 컨테이너터미널 운영사의 리스크 관리방안 수립 • 정책적 시사점 도출

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
9	• 과제명: 항만에서의 재난 및 재해 영향과 대응방안 연구 • 연구자(연도): 김형근 외 (2012) • 연구 목적: 항만시설의 재난 대응체계를 분석하고, 재난 피해 이후의 비즈니스 연속성 확보를 위한 효율적인 대처방안 수립	• 문헌연구 • 통계자료 조사 • 국내외 사례분석 • 전문가 면담조사	• 항만시설의 재난 및 재해 사례분석 • 국내외 현행 항만 재난 및 재해 대응체계 분석 및 평가 • 새로운 항만 재난 대응 접근 전략으로서의 비즈니스 연속성 관리 사례분석 • 국내 항만의 항만 비즈니스 연속성 관리 분석 및 평가와 개선방안 • 정책적 시사점 도출
10	• 과제명: 인구소멸 시대의 어촌사회 정책 연구 • 연구자(연도): 박상우 외 (2018) • 연구 목적: 어촌사회가 직면하고 있는 지역소멸의 실태를 진단하고, 미래 전망을 통해 어촌사회의 지속가능성을 확보하기 위한 종합적·체계적 대응전략 수립	• 문헌연구 • 설문조사 • 자문회의 • 현장조사 • 워크숍 • 공간통계분석 • 세미나 발표 및 토론	• 인구절벽과 지방소멸의 이론적 검토 • 인구절벽과 지방소멸의 전망 및 실태분석 • 인구절벽과 지방소멸의 대응전략 도출 • 정책적 시사점 도출
11	• 과제명: 국내 항만위험물 안전관리체계 개선방안 • 연구자(연도): 김우선·최나영환·김대현(2016) • 연구 목적: 우리나라 항만위험물 관리 체계 문제점 분석과 개선방안 제시를 통한 항만위험물 관리의 선진화	• 문헌조사 • 사례조사 • 전문가 대상 심층면담 및 회의 • 설문조사	• 항만위험물 관리 현황조사 및 문제점 분석 • 항만위험물 관리 해외 사례조사 및 시사점 도출 • 개선방안 우선순위 분석 및 항만위험 발생요인에 따른 위험도 분석 • 항만위험물 관리의 법적·정책적·기술적 개선방안 • 정책적 시사점 도출
12	• 과제명: 극단적 미래사건(X-events)의 파급효과 분석 방법론 • 연구자(연도): 윤정현(2012) • 연구 목적: X-events의 개념과 파급효과 분석 방법론을 소개하고 시사점 제시	• 문헌조사	• X-이벤트 개념과 연구영역 및 목적 소개 • 핀란드의 7 shocks 프로젝트 소개 • X-이벤트s 연구에 대한 시사점 제시

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
13	• 과제명: 과학기술기반의 국가발전 미래연구 Ⅳ • 연구자(연도): 박병원 외 (2012) • 연구 목적: 글로벌 환경 변화 및 우리 사회가 당면하고 있는 이슈들에 대한 엄밀한 분석을 통해 이들이 한국 사회에 미치는 함의는 무엇이고 장기적 차원에서 무엇을 어떻게 준비하고 우선순위로 실행해야 하는지에 대한 정책적 대안 제시	• 문헌조사 • 외부 전문가 회의 • 외부 전문가 인터뷰 • 전문가 설문 • 전문가 워크숍	• X-이벤트 선행연구 분석 • 한국적 맥락에서의 X-이벤트 사례 설정: '인터넷 단절', '75세 은퇴시대의 도래, 동북아 원전사고', '에너지 가격 급변과 기술 혁신' • 각 이벤트의 현황 분석, 촉발동인, 촉발경로 및 시나리오 작성 • 이벤트별 파급효과 맵 작성 (Southbeach 프로그램 이용), 인과지도 작성(벤심 프로그램 이용) • 정책 포트폴리오 도출 • 역대 국가 미래전략 보고서 메타분석 및 정책적 시사점 도출
14	• 과제명: 과학기술기반의 국가발전 미래연구 Ⅴ: 한국인의 미래인식과 미래 적응력 측정 • 연구자(연도): 박성원·황윤하(2013) • 연구 목적: 한국인의 미래에 대한 인식과 미래 적응력 측정과 적절한 정책적 대응방안 마련	• 기존 연구 검토 • 워크숍 • 설문조사 • 텍스트 마이닝 분석	• 서울 거주 20~34세 209명 대상 워크숍을 통해 가능성 높은 미래와 선호하는 미래 조사 • 전국 1,000명 대상 설문조사를 통해 현재와 미래(2033년)에 대한 사회적 분위기 조사 • 시민의 미래 적응력 조사 수행 • 정책적 시사점 도출
15	• 과제명: 과학기술기반 미래연구사업 Ⅷ • 연구자(연도): 박병원 외 (2016) • 연구 목적: 미래연구 심화, 방법론의 정교화 및 정책과의 연계성 강화	• 미래전문가 포럼 • 인공지능/빅데이터 기반 미래이슈 탐색 시스템을 통한 이슈 발굴 • 플랫폼 생태계 구축과 강화를 위한 국제공동연구 프로그램 참여 • T.A를 주제로 한 foresight 심포지엄 개최 • foresight 교육프로그램 작성/제공	• 최신 미래연구 방법론 동향 및 전략적 미래예측을 위한 Toolkit 개발 활용 • 불확실성 시대의 TA를 위한 방법론적 탐색과 시도 • 한국인 선호미래 실현을 위한 과학기술정책방향 연구 • 마이크로시뮬레이션 방법론 연구 • 미래연구 매핑과 정책적 시사점

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
			• 글로벌 트렌드의 한국적 재해석 • STEPI 미래이슈 카드에 해양 분야 포함
16	• 과제명: 과학기술기반 미래 연구사업 IX 총괄보고서 • 연구자(연도): 박병원 외 (2017) • 연구 목적: 정책적 파급력 극대화를 위한 전략적 미래연구로서 국내외 전문가 네트워크 확대 등을 통해 우리나라가 처한 정치경제적, 문화적 맥락에서 미래지향적 정책의사결정을 지원할 수 있는 시스템 구축	• 문헌조사 • 메타분석 • 설문조사 • 자문위원 구성 • 전문가 워크숍 • 이해관계자 PGI • Visualization 기기를 활용한 데이터 분석 • 미래연구 콘퍼런스 개최	• 미래 사회 변화에 따른 기회 발굴 및 위기 대응을 위한 정책 대안을 제시하기 위해 한국적 맥락에서 글로벌 도전 트렌드의 영향력과 시사점을 도출한 뒤, 문제해결을 위한 정책 도구로서의 기능적 측면에서 재해석 • 지능정보기술이 과학연구의 지식생산/확산 방식에 미치는 영향
17	• 과제명: 미래사회 중장기 난제해결을 위한 기술사회적 대응방안 • 연구자(연도): 박병원 외 (2014) • 연구 목적: 미래한국사회 난제(grand challenge) 해결을 위한 기술적 사회적 대응전략 도출	• 문헌연구 • 전문가 인터뷰 • 자문위원단 운영 • 경제사회 및 이공계 출연연 전문가로 구성된 융합연구팀 구성	• 인구구조 변화에 따른 사회경제적 관점에서의 과학기술 대응방안 • 극단적·복합적인 미래의 위험·위기·재난 상황에 대한 전망과 대응전략 • 스마트해진 기술과 인간과의 경쟁이 가져올 미래의 고용·노동 환경 변화 전망 • 우리 시각에서 본 2030년 동북아 기술과 산업 전망 및 대응방향 • 자원고갈 가속화 전망과 국가안보 차원의 대응방안
18	• 과제명: 정부의 미래 돌발 이슈 대응역량 분석: 재난안전 R&D 투자를 중심으로 • 연구자(연도): 윤정현·오승희(2016) • 연구 목적: 최근 투자된 정부의 부처별 연구개발비 현황을 중심으로 돌발적인 미래위험 이슈에 대한 대응을 진단하여	• 문헌분석	• 미래 돌발 이슈 키워드를 다섯 개의 재난 유형으로 그룹화하고 각 그룹의 세부 재난 키워드 도출 • 2013년~2015년 수행된 정부 R&D 과제명을 위의 주제 키워드에 맞춰 선별하여 분석 • 재난 유형 관점에서의 R&D 분포와 부처별 R&D 비중 비

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	이를 토대로 향후 우리 정부가 보완해 나아가야 할 재난 분야 R&D의 정책적 시사점을 도출		교
19	• 과제명: 미래 혁신전망 방법론 개발 및 적용(1차 연도) • 연구자(연도): 홍성주 외 (2014) • 연구 목적: 이해당사자가 참여하는 미래 전망 작업의 설계와 수행의 사례로서 혁신전망방법론 개발과 적용	• 매핑 분석 • 이론 조사 • 사례조사 • 문헌조사 • 워크숍 • 시나리오 기법	• 과학기술혁신 정책에서 활용될 혁신전망 방법론 설계 • 개발한 방법론을 통한 혁신전망 시범테스트
20	• 과제명: 정부의 미래연구 (foresight) SWOT 분석 • 연구자(연도): 양장미(2012) • 연구 목적: 해외 각국과 한국 정부의 미래연구 역량을 SWOT을 통해 분석	• SWOT 분석 • 해외사례 연구	• 미래지향적 정부 역량을 분석하는 관점과 요소 소개 • 해외 각국 정부의 미래역량 SWOT 분석 • 한국 정부의 미래역량 SWOT 분석
21	• 과제명: 국토 대예측 연구 • 연구자(연도): 이용우 외 (2009) • 연구 목적: 우리 국토 특성에 적합한 미래예측 방법론을 정립하여 이를 시범 적용하고, 미래국토의 트렌드와 이슈를 시안적으로 도출	• 문헌조사 • 국민 설문조사 • 전문가 설문조사(리얼타임 델파이 기법을 활용한 실시간 온라인조사방식) • 브레인스토밍 • AHP • 전문가 패널 • 교차영향분석 • 시나리오 기법	• 미래예측 사례연구 및 방법론 종합 • 우리 국토 특성에 적합한 미래예측방법론 정립 • 미래예측방법론 시범 적용을 통한 주거 분야 예측 • 메가트렌드의 영향을 반영한 미래국토 트렌드와 이슈를 각각 10개씩 도출 • 국토 전체 및 지역별 예측을 위한 시사점 도출 및 바람직한 국토 미래를 위한 정책방향 제시
	국외 선행연구		
1	• 과제명: Small Island Developing States(SIDS) COVID-19 post-pandemic tourism recovery: A system dynamics approach	• 문헌조사 • SD를 활용한 시뮬레이션 분석	• 몰디브 지역을 사례로 SD를 활용하여 관광 전략 시나리오에 따른 행태변화를 시뮬레이션 분석함 • 코로나 시대에 관광객의 행태변화와 관광 부흥을 위한 전

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	• 연구자(연도): Gu et al.(2021) • 연구 목적: TPB에 따른 위험 인식 개념을 적용하여 코로나 19에 의한 관광 행태 변화를 연구함		략을 평가함 • 분석 결과, 여러 전략 중 트래블 버블이 가장 효과적이며, 또한 지역 생태계 회복에 긍정적인 영향을 미침 • 시스템의 작동원리에 기초하는 SD는, 과거와 다른 미래 패턴을 추정하는 데 적합한 방법론
2	• 과제명: Fisheries at Risk, Vulnerability of Fisheries to Climate Change • 연구자(연도): The Nature Conservancy(2020) • 연구 목적: 기후변화가 수산업에 미치는 영향을 분석하고, 이에 맞는 대응전략 마련	• 수산업에 대한 기후변화 영향평가 • 기후변화 위험도 프레임 워크 • 위험지표 • 수산업 위험지수 산정	• 기후변화와 수산업 소개 • 기후변화로 인한 수산업 취약성 분석 주요 결과 • 글로벌 평가 • 중기 기후변화 위험도 및 지역 평가
3	• 과제명: Meeting the environmental challenge of port growth: A critical appraisal of the contingent valuation method and an application to Valencia Port, Spain • 연구자(연도): Saz-Salazar, García-Menéndez, & Feo-Valero(2012) • 연구 목적: 항만 성장에 따른 부정적인 영향을 측정하기 위한 조건부가치측정법의 적용 가능성 평가	• 문헌연구 • 조건부가치측정법	• 스페인 발렌시아항을 대상으로 하여 항만 성장에 대해 주민들이 느끼는 부정적 가치 측정 • 평균 보상액은 가구당 약 100유로로 추정
4	• 과제명: Optimal sustainable life cycle maintenance strategies for port infrastructures • 연구자(연도): Zhang et al.(2017) • 연구 목적: 항만시설의 지속	• 문헌연구 • 사례분석 • 조건부가치측정법	• 항만시설 유지보수에 투입되는 비용의 추정 산식 개발 • 도쿄 항만을 대상으로 한 사례분석

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	가능성을 위한 수명 유지 전략 수립		
5	• 과제명: Trends of research on supply chain resilience: A systematic review using network analysis • 연구자(연도): Rha(2020) • 연구 목적: 공급망에 대한 연구를 네트워크 분석을 활용해 체계적으로 정리	• 1998년~2017년, 1,725명의 저자가 작성한 825개 공급망 관련 논문에 대해 네트워크 분석을 실시함	• 공급망에 대한 주요 연구자들과 학계에 미치는 영향력을 계량적으로 분석함 • 시기별 연구 주제의 변화를 분석해 트렌드를 살펴봄 • 네트워크 분석을 활용해 향후 연구 주제를 도출함(IoT, AI 등 새로운 기술이 공급망에 미치는 영향 등)
6	• 과제명: The Multi-faceted Character of Risk in Maritime Freight Markets(Panamax) 1996-2012 • 연구자(연도): Goulielmos(2015) • 연구 목적: 변동성이 큰 해운시장에서는 표준편차를 이용하여 리스크를 분석하는 것은 한계가 있기에 다양한 분야에서 사용하는 리스크 방법론을 분석하고 인덱스를 고안해서 X-이벤트관련 리스크를 예측	• 문헌조사 • 시계열 분석 • 수학적 모델링 • 인덱스 고안	• 다양한 분야에서 사용되는 리스크 방법론 리뷰 • 파나막스선 운임 시장의 리스크에 관한 실증 연구 • 단기적, 장기적 대재앙 리스크 예측
7	• 과제명: Second-guessing uncertainty: Scenario planning for management of the Indian Ocean tuna purse seine fishery • 연구자(연도): Davies, Mees, & Milner-Gulland(2015) • 연구 목적: 시나리오 기법(scenario planning)을 통한 미래 인도양 다랑어 선망어업의 불확실한 미래 예측	• 시나리오 기법 • 어선의 조업 행위와 어업 전략의 변화 및 영향 • 해양보호 활동의 증가 • 지속가능한 수산물 소비에 대한 선호 증가 • 다랑어 어족자원의 감소(고갈)	• 시나리오 기법 개관 • 중점 이슈 식별, 시스템 측정, 대안적 미래 식별, 스토리라인 설정, 시나리오 비교 • 인도양 다랑어 선망어업 시스템 평가 • 운영/지리학/역사적 맥락, 어선의 조업 행위 및 어업 전략 • 대안적 미래의 식별 • 시나리오 스토리라인 설정 및 시나리오별 비교분석 • 인도양 다랑어 선망어업을 위

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	및 잠재적 정책개입(안) 제시		한 잠재적 정책개입(안)
8	• 과제명: Scenario analysis and disaster preparedness for port and maritimelogistics risk management • 연구자(연도): Kwesi-Buor, Menachof, & Talas(2019) • 연구 목적: 업계 행위자의 리스크 경감을 위한 대응과 해상물류 및 공급사슬 네트워크 혼란으로부터의 회복을 위한 정책개입의 영향분석	• 문헌자료 분석 • SD 분석 • 피드백 루프 다이어그램 작성(리스크 예방 태도, 해상물류 활동, 환경/여건 안정성, 기술적 변화, 재해 예방) • 주요항만 관계자 심층, 구조화된 문항기반 인터뷰	• 재해와 예방에 관한 선행연구 분석 • SD 모델링 • 모델 테스트(예측)
9	• 과제명: Seventh framework programme theme7. Transport (including Aeronautics) • 연구자(연도): Pierre et al.(2016) • 연구 목적: 해상운송업에 관한 2030년까지의 시장, 사회 및 정책 트렌드와 영향을 파악하고 관련 정보를 제공	• UN, IEA, IMO 등 국제기구 예측자료 조사	• 글로벌 트렌드 예측 • 개별 트렌드 변화에 따른 해상운송업 영향 예측 • 인구 증가, 식량 및 물 수급, 보건 및 안전에 관련 사회적 기대, 환경 및 안보, 경제 및 해상교역량 증가, 에너지 수급, 기후변화 및 환경훼손, ICT의 영향
10	• 과제명: Methods for the risk assessment in maritime transportation in the Black sea basin • 연구자(연도): Gasparotti & Rusu(2012) • 연구 목적: 흑해 분지에서 이뤄지는 해상운송 활동에 따른 사고의 리스크를 측정하고 평가하는 방법을 제시	• 문헌자료 분석	• 흑해 분지에서 발생하는 주요 해양사고의 원인과 유형 분석 • 해양사고 경감 및 안전 향상을 위한 전략 개선과 리스크 평가 과정 분석 • 위험 식별, 리스크 측정, 리스크 경감 및 통제 대안, 예방/보호/경감 방안 후보군 평가
11	• 과제명: Use of AIS data to characterise marine traffic patterns and ship collision risk off the coast of Portugal	• AIS 데이터 분석 • 선박 충돌 리스크 모델링 (Pedersen's model)	• AIS 메시지 정보의 복호화 및 시각화 • 포르투갈 연안의 해상교통 패턴 분석

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	• 연구자(연도): Silveira et al.(2013) • 연구 목적: AIS 데이터를 활용하여 포르투갈 연안의 해상교통 패턴과 선박 충돌 리스크를 분석하고 선박 충돌 횟수를 예측하는 알고리즘 개발 및 실증		• 선박 충돌 모델 기반 포르투갈 연안 선박 간 충돌 계산 및 예측
12	• 과제명: A proactive approach for maritime safety policy making for the Gulf of Finland • 연구자(연도): Haapasaari et al.(2015) • 연구 목적: 해사안전이 공식 안전평가(FSA)를 통해 국제적으로 합의된 규정에 따라 통제되고 있는 상황에서 핀란드만에 적합한 지역 수준의 사전적 리스크 평가를 위한 모범사례 분석 및 관리를 위한 틀 제안	• 문헌자료 분석 • 사례분석	• 핀란드만의 안전규정 분석 • 타 산업 및 지역의 안전관리 규정 및 사례분석 • 원자력 산업의 사전적 안전관리, 수산업 부문의 구조화된 정보 흐름 관리, Prince William 곶 이해관계자 위원회의 해사 리스크 관리 • 핀란드만에 적합한 해사 리스크 관리 틀
14	• 과제명: Assessing oil spill risk in the Chinese Bohai Sea: A case study for both ship and platform related oil spills • 연구자(연도): Liu et al.(2014) • 연구 목적: 해양석유 개발 및 해상운송의 증가로 중국 보하이해에서 유류유출 사고가 증가함에 따라 보하이해의 유류유출 리스크를 평가하기 위한 확률적 모형 개발	• 문헌자료 분석 • 위성 이미지 및 사고 데이터 분석 • 유류유출 리스크 평가 모형(확률적 모형) • 설문조사	• 잠재적 유류유출 사고발생 구역 식별 • 유류사고 리스크 평가 확률적 모형 수립 및 예측 • 변수 설정(선박/해양석유개발 발생 가능성, 유출량, 선박 및 해양플랫폼 밀집도, 유류유출 영향), 모수 추정
15	• 과제명: Emerging risks Sources, drivers and governance issues • 연구자(연도):	• 라운드테이블 토론(2009.6.8.~9.): 다국적, 다학제적 배경을 지닌 30명의 전문가가 참여	• 리스크 근원(source) 분해: 자연, 인간, 상이한 원천 간의 상호작용 • 리스크 발생 원동력(drivers)

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	International Risk Governance Council(2010) • 연구 목적: 정부, 산업계 및 기타 기관과 조직의 리스크 거버넌스와 관련 의사결정을 지원하기 위해 잠재적으로 중요하나 불명확한 (emerging) 리스크의 근원에 집중하여 리스크가 어떻게 발생하는지를 분석하고 제시	• 전문가 워크숍 실시 (2009.12.16.~17.)	분석: 시스템 복잡성, 사회문화적 역동성, 발전과 빈곤 및 불평등 정도, 천연자원과 환경, 관심사, 사상, 가치 및 종교의 경쟁, 리스크 수용 가변성 • 거버넌스 이슈 분석: 복잡성 다루기, 불확실성 다루기, 조직과 권한, 기관의 변화와 적응의 거버넌스, 더 나은 의제 설정, 갈등 해결
16	• 과제명: Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation • 연구자(연도): The Intergovernmental Panel on Climate Change(2012) • 연구 목적: 기후변화 적응력 증진을 위해 극심한 기후변화의 이해와 관리에서 발생하는 도전과제 탐색	• 주요 사례분석(case studies) • 문헌조사 및 선행연구 조사 • 정부와 옵서버 조직에 의해 선정된 전문가로 구성된 Author team 미팅(4회) • 초안에 대한 공식 검토 2회와 수정작업 • 워킹그룹의 조인트 세션을 통한 평가 (2011.11.14.~17.)	• 기후변화 분석(재해 리스크, 노출, 취약성 및 회복성에 대한 새로운 양상) • 리스크 결정인자 분석(노출과 취약성) • 기후 극한의 변화 및 자연물리적 환경에 미치는 영향분석 • 기후 극한의 영향에 따른 인류와 생태계 변화 분석 • 지역과 전 세계적 수준에서의 기후 극한에 따른 리스크 관리 • 기후 극한에 따른 리스크와 재해 관리를 위한 국가 시스템 논의
17	• 과제명: Public sector governance of emerging risks • 연구자(연도): International Risk Governance Council(2013) • 연구 목적: 정부가 잠재적으로 발생할 가능성이 있는 위협과 불확실성을 효과적으로 다루는 데 있어 발생하는 주요 이슈의 식별 및 분석 방법 제시	• 전문가와 정부 대표가 참여하는 워크숍을 통한 토론 • 주요 사례분석(여섯 개 사례)	• 잠재적 리스크의 효과적인 공적 거버넌스를 위한 아홉 가지 원동력 식별과 적용 1. 불확실성과 잠재적 이슈를 다루는 정부의 목표와 수단의 투명성 발전 2. 책임/책무 규명 3. 평가와 의사결정 과정에 적합한 이해관계자 참여 4. 다양한 리스크 통합 5. 위협 평가와 대안 도출 방법 및 절차 규정 6. 잠재적 위협, 리스크의 우선순위 결정

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
			7. 적절한 개입의 타이밍 결정 8. 유연성과 적응력 확보를 위한 기민성, 혁신 및 창의성 9. 리스크 관련 건설적 토론을 위한 소통
18	• 과제명: Transformations to achieve the sustainable development goals • 연구자(연도): International Institute for Applied Systems Analysis(2018) • 연구 목적: 지속가능한 발전을 위한 목표(SDGs)의 달성을 촉진 또는 저해하는 현재의 트렌드와 관련 연구를 검토하고, SDGs 달성을 위한 중요한 전환을 수행하기 위한 정책제언 제시	• 문헌연구 • 사례분석 • 통합적 평가 모델링과 시나리오 분석: 2030년, 2050년 이후를 위한 타깃과 지표 설정)	• SDGs 달성을 위한 모범적인 여섯 가지 부문의 전환(transformation) 식별과 분석: 인적자원 및 인구, 소비와 생산, 탈탄소화 및 에너지, 식량/생물권/물, 스마트 시티, 디지털 개혁 • 지속가능한 발전을 위한 경로 설정 • 지속가능한 발전을 위한 거버넌스 프레임워크
19	• 과제명: IRGC guidelines for the governance of systemic risks • 연구자(연도): International Risk Governance Council(2018) • 연구 목적: 정부, 기업 등 다양한 조직들이 복잡한 적응적 체계에서 발생하는 사회기술적, 사회생태학적인 체계적(Systemic) 리스크를 다루기 위한 지침을 제공	• 체계적 리스크 이론 문헌 자료 분석 • 체계적 리스크 사례분석 • 산학연 전문가 그룹 워크숍	• 체계적 리스크 이해 및 전략에 관한 7단계 지침 개발 • 조직의 운영 시스템 탐색, 미래 시나리오 작성, 리스크 및 불확실성의 감내 수준과 목표 결정, 개별 시나리오와 시스템 리스크 관리전략 공동개발, 예상치 못한 장애물과 급작스런 변화 다루기, 전략 결정과 시범 수행, 모니터링과 검토 및 적응
20	• 과제명: Assessing Global Progress in the Governance of Critical Risks • 연구자(연도): OECD(2018)	• 34개국 대상 설문조사 실시 • 국가별 정보, 데이터 수집: The OECD survey on Governance of Critical Risks	• 위협적인 재난 리스크 현황 파악 • 전반적인 위험요소 및 월경성 리스크 거버넌스 • 중대한 위험 평가와 자금조달 프레임워크

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	• 연구 목적: 중차대한 재난 위험 거버넌스 관련 국가별 현황을 평가하고 시사점 도출	• 국가별 사례분석	• 중대한 위험 경감, 예방 및 의사소통 • 전략적 위험 관리와 시사점
21	• 과제명: 2019 Global Risk Forecast • 연구자(연도): A2 Global Risk(2019) • 연구 목적: 개인, 기업, 정부기관 및 NGO를 대상으로 정치·안보 부문의 리스크 관리와 평가를 위한 정보 제공	• 문헌자료 분석	• 지역별(미주, 아시아, 유럽, 중동 및 중앙아시아) 주요 정치·안보 부문의 현황 및 향후 계획 분석 • 주요 국가별 상황 평가 및 전망 • 시사점 도출
22	• 과제명: The Global Risks Report 2019 • 연구자(연도): World Economic Forum(2019) • 연구 목적: 복잡하고 상호 연계된 도전과제에 직면한 전 세계의 전 지구적 문제 논의와 위기에 대한 경고를 위해 WEF를 통한 다양한 관점과 협력에서의 글로벌 리스크 발굴과 논의	• 글로벌 리스크 인식조사(Global Risks Perception Survey) 수행: 42개의 이슈를 제시하고 다음 연도에 심화, 완화 여부를 5점 척도로 설문 • 상기 인식조사 결과를 바탕으로 글로벌 리스크 전경과 상호연계 맵 작성 • 카테고리별(경제, 환경, 지정학, 사회, 기술) 글로벌 리스크 가능성-영향 맵 작성 • 리스크-트렌드 상호연계 맵 작성 • 글로벌 리스크 상호연계 맵 작성	• 경제적 취약성, 지정학적 긴장, 사회정치적 압력, 환경의 취약성, 기술적 불안정 • 가능성 측면에서 연도별 글로벌 리스크 상위 다섯 개 도출 • 영향 측면에서 연도별 글로벌 리스크 상위 다섯 개 도출 • 미래 충격 선별 -(2019년도 선정) 기후전쟁, 개방된 비밀, 도시의 한계, 디지털 팬옵티콘, 감정적 분열, 재정적 포퓰리즘 등 • 전년도 주요 글로벌 리스크 돌아보기: 식량안보, 시민사회, 인프라 투자
23	• 과제명: The Global Risks Report 2018 • 연구자(연도): World Economic Forum(201) • 연구 목적: 전 세계는 복잡하고 상호 연계된 도전과제에 직면하여 다양한 관점과 협업을 통한 전 지구적 문제의 논의와 위기에 대해 경고하기 위해 WEF를 통한 글로벌 리	• 글로벌 리스크 인식조사(Global Risks Perception Survey) 수행 • 상기 인식조사 결과를 바탕으로 글로벌 리스크 전경과 상호연계 맵 작성 • 카테고리별(경제, 환경, 지정학, 사회, 기술) 글로벌 리스크 가능성-영향	• 경제적 취약성, 지정학적 긴장, 사회정치적 압력, 환경의 취약성, 기술적 불안정 • 가능성 측면에서 연도별 글로벌 리스크 상위 다섯 개 도출 • 영향 측면에서 연도별 글로벌 리스크 상위 다섯 개 도출 • 미래 충격 선별

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	스크 발굴과 논의 수행	맵 작성 • 리스크-트렌드 상호연계 맵 • 글로벌 리스크 상호연계 맵	
24	• 과제명: A holistic approach to strategic foresight: A foresight support system for the German Federal Armed Forces • 연구자(연도): Durst et al.(2015) • 연구 목적: 독일 연방군에 적합한 종합적인 접근법 기반의 전략적 예측 지원 시스템 개발 및 활용사례 분석을 통한 효과 입증	• 문헌자료 분석 • 기존의 전략적 예측 시스템 비교분석 • 독일 RAHS 활용 세 가지 프로젝트 사례분석 • 독일 RAHS 활용 세 가지 프로젝트 수행 담당자 인터뷰	• 예측지원시스템 구성요소와 설계: 예측과정에서의 규칙, 예측 방법 조합, 예측활동 결과의 재활용 메커니즘, 협력적 의사결정 • 독일연방군대의 예측지원시스템 RAHS 분석: RAHS 시스템에서 제공되는 39개의 예측방법 소개 • RAHS 시스템을 통해 시나리오 기반 미래 탐구 프로젝트 시연(demonstration): STEEP/V을 통한 환경 파악, 영향-불확실성 분석, 탐구적 시나리오 구축, 전략대안 평가 시나리오 및 작성 시나리오 모니터링
25	• 과제명: Foresight as a strategic long-term planning tool for developing countries • 연구자(연도): UNDP Global center for public service excellence(2014) • 연구 목적: 기존의 행정범위에서 벗어난 리스크와 불확실성을 다루는 국가 예측 프로그램의 장점과 편익을 극대화하기 위해 각국 정부의 예측 프로그램 사례를 분석하고 정보를 제공하여 개발도상국의 정책결정 지원	• 문헌자료 분석 • 각국 정부사례 비교분석	• 미래와 전략적 예측에 관한 이론 설명 • 예측과 정책결정 간의 관계 분석 • 각국 정부의 예측 프로그램 • 싱가포르 공공서비스, 선진국의 예측 프로그램 집행, 브릭스 지역의 공공서비스 및 사회문제, 신흥 도상국의 예측프로그램(브라질, 인도, 남아프리카 등) • 협력방안
26	• 과제명: New Methodological	• 전문가 델파이 조사 2회 (2016, 2017)	• 웨스트 자바 지역 수산업 공동체의 사회경제적 여건 분석

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	Approaches for Change in Traditional Sectors: The Case of the West Java Fisheries Socio Economic System • 연구자(연도): Rizal & Nurruhwati(2019) • 연구 목적: 서부 자바지역 수산업 공동체의 대안적 미래를 모색하기 위해 실시된 연안 프로젝트의 방법론과 결과 분석 및 시사점 도출	• 델파이 조사 후속 세미나 • 미래 변화 시나리오 구축: 해당 지역 중등학교 학생들 대상 설문 및 인근 대학, 공공기관에서 수행한 해양 R&D활동의 사회경제적 평가를 통한 시나리오 구축용 정보 수집	• 서부 자바지역 수산업 공동체의 변화 분석을 위한 연구 • 서부 자바지역 수산업에 영향을 미치는 정책기획 및 전략 분석 • 연안 프로젝트 수행절차 및 주요 결과 분석
27	• 과제명: Preparing governments for longterm threats and complex challenges • 연구자(연도): OECD(2016) • 연구 목적: 전략적 리스크 관리를 위한 전략적 예측과 핵심활동 간의 상호연계성을 탐색하고, 각국 정부에서 활용해야 하는 다양한 대안을 평가함으로써 부정적 미래의 발생을 예상하고 긍정적인 기회의 실현을 도모함으로써 의사결정자 지원	• 문헌자료 분석 • OECD 주요국의 전략적 예측 및 리스크 관련 이슈 스캐닝 사례분석	• 전략적 예측 방법론 분석 • 글로벌 트렌드 2030 개관 • OECD 글로벌 전략그룹 선정 핵심 메가트렌드 소개 • 이슈 스캐닝(horizon scanning) 및 미래 관점과 정책/전략의 통합 논의
28	• 과제명: Strategic foresight for agriculture: Past ghosts, present challenges, and future opportunities • 연구자(연도): Prager(2021) • 연구 목적: 미래 농업 분야 연구사례 분석을 통한 전략적 예측기법의 관점 적용의 중요성 확인	• 선행연구 분석 * Global Food Security에 게재된 농업의 미래에 관한 여섯 가지 논문 분석	• 과거 트렌드 회고 및 시사점 도출 • 농업의 미래 예측

NO	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
29	• 과제명: Foresight Manual (Empowered futures for the 2030 agenda) • 연구자(연도): UNDP Global Centre for Public Service Excellence(2018) • 연구 목적: 지속가능한 개발(SDGs)의 수행을 위해 상이한 맥락과 정치적 주기에 따른 미래 예측 활용에 관한 전반적인 소개와 지침 제공	• 문헌자료 분석	• 미래예측을 위한 틀(frame work) • 포괄적인 예측 과정 프레임워크 • 정책을 위한 예측 • Popper의 예측 다이아몬드 • 예측 방법 및 접근법 • 이슈 스캐닝(horizon scanning) 및 트렌드 • 시나리오 기법
30	• 과제명: How are foresight methods selected? • 연구자(연도): Popper(2008) • 연구 목적: 미래예측 방법 선택 및 방법론의 조합 제언	• 미래연구 관련 문헌분석	• 미국, 영국 등 15개국에서 수행된 미래연구사례 130건 분석을 통해 33개의 방법론 도출 → 네 개의 꼭짓점을 가진 다이아몬드 형태의 분류·배치 • 다양한 미래예측 방법론이 단계별로 어떻게 조합될 수 있는지 제언

자료: 저자 작성

2. 해양수산 미래 리스크 발굴 국민인식조사 설문지

■ 전문가 설문지

KMI 한국해양수산개발원 KOREA MARITIME INSTITUTE

ID

2022년 해양수산 분야 미래 리스크(위험) 발굴을 위한 설문조사
(전문가 및 이해관계자 대상)

안녕하십니까?

사회가 복잡·다원화해지고 변화속도가 빨라짐에 따라 과거에는 예상할 수 없었던 사건들이 발생하고 있습니다. 대표적으로 2011년 동일본 대지진 막대한 경제적, 환경적 피해를 입혔고, 2020년 코로나19 펜데믹은 사회경제적 구조변화를 야기할 정도로 막대한 영향을 끼치고 있습니다. 특히 올해는 우크라이나 사태로 인해 안정적인 글로벌 공급망 유지에 어려움을 겪고 있습니다. 이렇듯 현대사회는 과거의 경험과 데이터로는 예측하기 힘든 다양한 위험에 노출되어 있습니다.

한편 국제기구 및 선진국들은 오래 전부터 미래의 불확실성에 대비하고 글로벌 생존전략을 수립하기 위해 미래연구를 수행해 오고 있습니다. 우리나라에서도 여러 기관에서 미래사회의 핵심 이슈 발굴 및 선제적 대응방안 도출을 위한 연구를 수행하고 있습니다. 해양수산 분야의 경우 개별 위험에 대한 분석은 시도하였으나, 해양수산 전반에 걸친 종합적이고 선제적인 예측과 분석은 미흡한 실정입니다.

이에 국무총리실 산하 정부출연연구기관인 한국해양수산개발원(KMI)은 2021년 해양수산 미래 리스크(위험) 발굴을 위한 설문조사를 국민 대상(전문기 포함)으로 실시하였습니다. 올해에도 국민 대상 설문조사를 실시할 계획으로, 사선에 선문가 및 이해관계사 설문조사를 선행하여 해양수산 분야 미래 리스크 발굴에 선문인의 의견을 적극 반영하고자 합니다. 선생님의 답변은 해양수산 분야의 미래 위험을 발굴하는 데 귀중한 참고자료로 활용될 예정입니다. 본 설문은 정답이 있는 것이 아니기에 생각하시는 바를 솔직히, 그리고 가급적 모든 문항에 응답해 주시기를 부탁드립니다.

응답해주시는 정보는 법률 제11690호 개인정보보호법 제15조(개인정보 수집/이용)에 의거하여 보호받을 수 있으며, 동법 제21조(개인정보의 파기)에 의거하여 조사종료 후 파기되오니 원활한 연구가 진행될 수 있도록 가급적 모든 문항에 응답해 주시기를 부딕드립니다. 또한 본 설문의 결과와 내용은 연구관련 목적 이외에는 사용되지 않음도 함께 알려드립니다.

본 설문과 관련한 추가적인 문의사항은 아래의 연락처를 참조하여 주시기 바랍니다. 감사합니다.

2022년 7월

문의 사항	- 설문 문의	한국해양수산개발원	김세원 부연구위원	(051-797-4660)
			박동이 연구원	(051-797-4676)
	- 조사 문의	한국리서치	이태훈 부장	(02-3014-1074)

SQ1	귀하의 성별은 무엇입니까?	① 여성 ② 남성
SQ2	귀하의 나이는 올해 만으로 어떻게 되십니까?	만 ( ) 세 ① 19~29세 ② 30대 ③ 40대 ④ 50대 ⑤ 60대이상 ☞ **만 19세 미만 설문중단**
SQ3	귀하의 전문분야는 어떻게 되십니까?	① 해양수산 분야 ② 비해양수산 분야(일반 분야) ① 해양 ② 수산 ③ 해운물류 ④ 항만 ⑤ 기타 ( )
SQ4	귀하가 종사하는 조직의 유형은 어떻게 되십니까?	① 대학 ② 연구기관 ③ 공공기관 ④ 지자체 ⑤ 언론기관 ⑥ 산업계 및 관련 단체 ⑦ 기타

PART Ⅰ. 리스크(위험) 인식도

※ 다음은 '사회 전반적으로 발생하는 리스크'와 '해양수산 분야의 리스크'를 구분하여 질문하고 있습니다.

A01-1. 귀하는 최근10년 내에 사회 전반적으로 과거 대비 리스크 발생 빈도가 증가했다고 생각하십니까?

① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음

A01-2. 귀하는 최근10년 내에 해양수산 분야에서 과거 대비 리스크 발생 빈도가 증가했다고 생각하십니까?

① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음

A02-1. 귀하는 최근10년 내에 사회 전반적으로 과거 대비 리스크 발생 강도가 증가했다고 생각하십니까?

① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음

A02-2. 귀하는 최근10년 내에 해양수산 분야에서 과거 대비 리스크 발생 강도가 증가했다고 생각하십니까?

① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음

A03-1. 귀하는 사회 전반적으로 리스크 관리가 중요하다고 생각하십니까?

① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음

A03-2. 귀하는 해양수산 분야에서 리스크 관리가 중요하다고 생각하십니까?

① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음

A04-1. 귀하는 최근10년 내에 과거 대비 사회 전반적으로 리스크 관리 수준이 높아졌다고 생각하십니까?

① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음

A04-2. 귀하는 최근10년 내에 과거 대비 해양수산 분야에서 리스크 관리 수준이 높아졌다고 생각하십니까?

① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음

A05-1. 귀하는 최근10년 내에 과거 대비 사회 전반적으로 리스크 대응체계가 잘 갖춰졌다고 생각하십니까?

① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음

A05-2. 귀하는 최근10년 내에 과거 대비 해양수산 분야에서 리스크 대응체계가 잘 갖춰졌다고 생각하십니까?

① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음

PART Ⅱ. 해양수산분야 미래 리스크 평가 및 추가의견

※ 다음은 다양한 자료와 연구진들의 브레인스토밍, 전문가 자문, 빅데이터 분석 등을 통해 도출한 해양수산분야의 미래 리스크 후보군에 대해 발생가능성, 영향력, 통제가능성을 평가하기 위한 설문입니다.

본 설문조사는 해양수산 분야의 전문가 및 이해관계자를 대상으로 하는 만큼 평가 항목 외 저희가 놓친 해양수산분야 리스크가 있다면 각 해양 분야/수산 분야/해운물류 분야/항만 분야에 대해 추가 의견을 꼭 기재해 주시기 바랍니다.

▶ **발생가능성** : 각 미래 리스크가 향후 10년 이내에 발생할 가능성
▶ **파 급 력** : 각 리스크가 발생할 경우 사회에 미칠 파급효과의 크기
▶ **통제가능성** : 각 리스크가 발생했다는 가정 하에 우리 사회의 준비(대응 체계) 정도

[1] 해양수산분야 리스크 후보군 평가

B01-1. 다음은 **해양 분야에서** 발생할지도 모를 미래 리스크 후보군을 도출한 것입니다. 각 리스크별로 귀하께서 생각하시는 **발생가능성, 영향력, 통제가능성을 1점부터 10점까지 부여**해 주시기 바랍니다.(낮을수록 1점, 높을수록 10점으로 부여하되 상대점수가 아닌 개별 리스크별로 **절대점수 부여**)

* 점수 부여 기준(10점 척도): 1점(낮은) ~ 10점(높은)으로 정수값(소수점 제외)으로만 작성 부탁드립니다.

[해양 분야]

NO	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 가능성
1	국제 해양법 분쟁 증가			
2	남북 접경수역 군사적 충돌 발생			
3	선박 기름 유출로 인한 해양오염 증가			
4	연근해 해수수질 오염 증가			
5	지구 온난화 가속화			
6	해수면 상승에 따른 연안도시 범람			
7	해수산성화(해수의 PH 감소 현상) 심화			
8	해양 기인성 질병 발생			
9	해양 이용자 간 갈등 증가			
10	해양 플라스틱 쓰레기 증가			
11	해양관광인프라 낙후			
12	해양생물 서식지 훼손			
13	해저 퇴적물 오염			
14	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가			
15	극지 환경 훼손			
16	대규모 해지지진 발생			
17	미처리된 폐수의 해양 유입 증가			
18	북극항로 환경 변화			
19	선박소음에 따른 해양생물 피해 발생			
20	주변국 해상경계 설정 분쟁			
21	초대형 태풍 발생			
22	해상교통로 안보 취약성 증가			
23	해상사고 구조활동 애로			
24	해양 및 바닷가 쓰레기 증가			
25	해양레저관광/문화 소외계층 발생			
26	해양생물자원 관리 실패			
27	해양에너지 개발에 따른 환경피해 발생			
28	해양에서의 안전사고 증가			
29	해양재해에 따른 항만 및 부두 파손			

NO	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 가능성
30	해저 유전/기스전 폭발시고 발생			
31	관굉신업으로 인한 해양생태계 훼손			
32	기후변화로 해양생물 다양싱 감소			
33	기후변화에 따른 연안 침식			
34	습지 생태계 파괴			
35	외래해양생물 유입으로 인한 해양생태계 교란			
36	육상기인 독성물질 해양 유입			
37	일본 원전오염수 빙출로 인한 해양오염			
38	일본의 독도영유권 두발 심화			
39	지자체간 해상경계 설정 분쟁			
40	해양 난개발에 따른 해양생물 감소			
41	해양수산 디지털 기술 혁신 지연으로 해양수산업 경쟁력 약회			
42	해양 신재생에너지 공급 부족			
43	해양안진관리체계 부재			
44	해저 파이프라인 파손으로 인한 대규모 기름 유출			

B01-2. 해양 분야에 대해서, 앞의 문항에서 제시한 리스크에는 빠졌지만, **귀하께서 추가하고 싶은 리스크를 자유롭게 기재**하여 주시기 바랍니다. 또한 앞의 문항에서와 마찬가지로 각 리스크별로 귀하께서 생각하시는 **발생 가능성, 영향력, 통제가능성을 1점부터 10점까지 부여**해 주시기 바랍니다.(낮을수록 1점, 높을수록 10점으로 부여하되 상대점수가 아닌 개별 리스크별로 **절대점수 부여**)

* 점수 부여 기준(10점 척도): 1점(낮은) ~ 10점(높은)으로 정수값(소수점 제외)으로만 작성 부탁드립니다.

해양분야 리스크 추가의견	발생 가능성	파급력	동제 가능성

B02-1. 다음은 수산 분야에서 발생할지도 모를 미래 리스크 후보군을 도출한 것입니다. 각 리스크별로 귀하께서 생각하시는 **발생가능성, 영향력, 통제가능성을 1점부터 10점까지 부여**해 주시기 바랍니다.(낮을수록 1점, 높을수록 10점으로 부여하되 상대점수가 아닌 개별 리스크별로 **절대점수 부여**)

* 점수 부여 기준(10점 척도): 1점(낮은) ~ 10점(높은)으로 정수값(소수점 제외)으로만 작성 부탁드립니다.

[수산 분야]

NO	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 가능성
1	경영난에 따른 수산기업 대규모 도산			
2	기후변화에 따른 수산업 악영향			
3	낚시어선 안전사고 급증			
4	노후된 어구 및 어선 증가			
5	불법·비보고·비규제(IUU) 어업 위반국기로 지정			
6	불법어업에 따른 수산자원 감소			
7	수산물 가격 변동성 심화			
8	수산물 소비 급감			
9	수산물 수출 감소			
10	수산물 원전 폐수 방사능 오염			
11	수산물 유전자 변형식품 공급 확대			
12	수산생물종 감소			
13	수산종사자 감소			
14	수산종사자 인권침해 급증			
15	수온 상승에 따른 먹이생물 분포 변동			
16	양식어류 대량 폐사			
17	어민 간 이업권 분쟁 발생			
18	진국 어촌 소멸 현실화			
19	근해어업 생산량 급감			
20	기름 유출에 따른 수산업 피해 발생			
21	내수면 고유어종 감소			
22	대규모 수산물 위생문제 발생			
23	수산 시식지 훼손			
24	수산물 기인 대규모 감염병 발생			
25	수산물 수출규제 확대			
26	수산업에 대한 부정적 인식 증가			
27	어선 탄소배출 증가			
28	전염병 방역 강화로 인한 조업 감소			
29	전통적 수산물 유통체계 붕괴			
30	폐어구 다량 발생			
31	감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화			
32	국제적 사회적 책임 이행 강화 대응 미비			
33	글로벌 식량 공급망 변화			
34	동물복지 이슈 수산업 적용에 따른 가격 변동성 심화			
35	수산물 미세플라스틱 문제			
36	수산물 소비 패턴 변화			
37	수산물 원산지 표시 위반으로 인한 어업인 및 일반국민 피해발생			
38	수산분야 메가 FTA에 따른 수산 가격 급변			
39	스마트회로 인한 일자리 감소			
40	식량안보에 따른 주요 단백질 공급원 변화			
41	어선 사고 증가			
42	여성어업인 복지 문제			
43	연근해어업 대규모 구조개선			
44	원양어업 어장 축소			
45	유통 경로 다변화			
46	자연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증			

NO	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 가능성
47	주요 수입수산물 수급 불안정			
48	해양환경 오염에 따른 수신물 안전성 문제			

B02-2. 수산 분야에 대해서, 앞의 문항에서 제시한 리스크에는 빠졌지만, 귀하께서 추가하고 싶은 리스크를 자유롭게 기재하여 주시기 바립니다. 또한 앞의 문항에서와 마찬가지로 각 리스크별로 귀하께서 생각하시는 발생가능성, 영향력, 통제가능성을 1점부터 10점까지 부여해 주시기 바랍니다.(낮을수록 1점, 높을수록 10점으로 부여하되 상대점수가 아닌 개별 리스크별로 절대점수 부여)

* 점수 부여 기준(10점 척도): 1점(낮은) ~ 10점(높은)으로 정수값(소수점 제외)으로만 작성 부탁드립니다.

수산분야 리스크 추기의견	발생 가능성	피급력	통제 가능성

B03-1. 다음은 **해운물류 분야에서** 발생할지도 모를 미래 리스크 후보군을 도출한 것입니다. 각 리스크별로 귀하께서 생각하시는 **발생가능성, 영향력, 통제가능성을 1점부터 10점까지 부여**해 주시기 바랍니다.(낮을수록 1점, 높을수록 10점으로 부여하되 상대점수가 아닌 개별 리스크별로 **절대점수 부여**)

* 점수 부여 기준(10점 척도): 1점(낮은) ~ 10점(높은)으로 정수값(소수점 제외)으로만 작성 부탁드립니다.

[해운물류 분야]

NO	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 가능성
1	국적선사 유동성 위기 심화			
2	글로벌 공급망 변화 대응 능력 부족			
3	금융기관의 선박 투자 회피			
4	미래 고부가가치 해운물류업 육성 부족			
5	북빙물류 중단			
6	선박 사고로 인한 인적/물적 피해 발생			
7	선박 사고로 인한 항만 및 항로 폐쇄			
8	선박배출 대기오염물질 증가			
9	선박평형수에 의한 오염 증가			
10	선원 감염병 발생			
11	선원 인권 복지 문제 발생 증가			
12	수출입/연안/환적 화물 물동량 급감			
13	숙련된 해기사(선원) 부족			
14	연안해운 이용객 급감			
15	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비			
16	자연재해 등으로 인한 물류인프라 파손			
17	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비			
18	중국의 글로벌 물류인프라 선점			
19	친환경/디지털 지연으로 국적선사 글로벌 경쟁력 약화			
20	탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패			
21	항만 터미널 및 물류센터 위험물 폭발 사고 발생			
22	해운 얼라이언스 강제 퇴출			
23	해운기업 파산			
24	해운물류 기술 경쟁력 저하			
25	해운선사 사이버 공격 취약			
26	해운운임 급등락			
27	해적 등 선박 통항로 안전성 위협 증가			
28	선박 밑바닥 생물 부착 (바이오파울링) 증가			
29	해운물류기업 경영난 심화			
30	국기해시안전기본계획 목표달성 실패			
31	신박교통관제 법령 위반			
32	선박교통관제운영시스템 고장			
33	선박수주량 감소			
34	스마트 항만물류 시스템 활성화 지체			
35	선염병 등으로 항만 폐쇄			
36	해사법원 설치 지연			
37	해운 담합 과징금 부과에 따른 선사 비용부담 증가			
38	해운물류 전문인력 공급 부족			
39	해운업계 파업에 따른 물류대란 발생			

B03-2. 해운물류 분야에 대해서, 앞의 문항에서 제시한 리스크에는 빠졌지만, 귀하께서 추가하고 싶은 리스크를 자유롭게 기재하여 주시기 바랍니다. 또한 앞의 문항에서와 마찬가지로 각 리스크별로 귀하께서 생각하시는 **발생가능성, 영향력, 통제가능성을 1점부터 10점까지 부여**해 주시기 바랍니다.(낮을수록 1점, 높을수록 10점으로 부여하되 상대검수기 이닌 개별 리스그별로 **절대점수 부여**)

* 점수 부여 기준(10점 척도): 1점(낮은) ~ 10점(높은)으로 정수값(소수점 제외)으로만 작성 부탁드립니다.

해운물류 분야 리스크 추가의견	발생 가능성	파급력	통제 가능성

B04-1. 다음은 항만 분야에서 발생할지도 모를 미래 리스크 후보군을 도출한 것입니다. 각 리스크별로 귀하께서 생각하시는 **발생가능성, 영향력, 통제가능성을 1점부터 10점까지 부여**해 주시기 바랍니다.(낮을수록 1점, 높을수록 10점으로 부여하되 상대점수가 아닌 개별 리스크별로 **절대점수 부여**)

* 점수 부여 기준(10점 척도): 1점(낮은) ~ 10점(높은)으로 정수값(소수점 제외)으로만 작성 부탁드립니다.

[항만 분야]

NO	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 가능성
1	글로벌 공급망 변화 대응 미흡			
2	기후변화 대응역량 부족			
3	선박안전사고 증가			
4	스마트화에 따른 일자리 감소			
5	자연재해로 인한 항만 폐쇄			
6	전자상거래 수요증가 대비 부족			
7	중국항만과 경쟁 격화			
8	컨테이너 하역생산성 악화			
9	크루즈 관광객 감소			
10	항만 개발과 운영을 둘러싼 지역주민 갈등 심화			
11	항만 기반시설 개신 지연			
12	항만 내 에너지 공급 차단			
13	항만 내 위험 관리조직 구축 미흡			
14	항만 네트워크 약화			
15	항만 방역방제 체계 미구축			
16	항만 비용 상승 및 경제성 저하			
17	항만 사이버 보안 취약성			
18	항만 안전/보안 위기			
19	항만 안전관리 실패			
20	항만 연관산업 육성 부족			
21	항만 작업자 안전사고 발생			
22	항만 재난 대응체계 미흡			
23	항만 환경오염 증가			
24	항만배후단지 재해 발생			
25	항만운영사 경영난 심화			
26	항만의 미래 변화 대비 미흡			
27	항만의 지역경제 기여도 감소			
28	항만종사자 감염병 발생			
29	항만 비상사태 대응 매뉴얼 부재			
30	블록체인 기반 기대 물류플랫폼 회사 등장			
31	중대재해법 등 안전관리 법규 강화			
32	항만 노무공급의 불합리성 지속			
33	항만 물류 효율성 저하			
34	항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화			
35	항만시설 유지관리 체계 미흡			
36	항만의 ESG 경영 대응 미흡			

B04-2. 항만 분야에 대해서, 앞의 문항에서 제시한 리스크에는 빠졌지만, **귀하께서 추가하고 싶은 리스크를 자유롭게 기재**하여 주시기 바랍니다. 또한 앞의 문항에서와 마찬가지로 각 리스크별로 귀하께서 생각하시는 **발생가능성, 영향력, 통제가능성을 1점부터 10점까지 부여**해 주시기 바랍니다.(낮을수록 1점, 높을수록 10점으로 부여하되 상대점수기 아닌 개별 리스크별로 **절대점수 부여**)

* 점수 부여 기준(10점 척도): 1점(낮은) ~ 10점(높은)으로 정수값(소수점 제외)으로만 작성 부탁드립니다.

항만 분야 리스크 추가의견	발생 가능성	파급력	통제 가능성

♣ 설문에 참여해 주셔서 대단히 감사합니다 ♣

■ 일반국민 설문지

KMI 한국해양수산개발원 KOREA MARITIME INSTITUTE

ID

해양수산 분야 미래 리스크(위험) 발굴을 위한 설문조사

안녕하십니까?

사회기 복잡·다원화해지고 변화속도기 빨라짐에 따라 과기에는 예상할 수 없었던 시건들이 발생하고 있습니다. 대표적으로 2011년 동일본 대지진 막대한 경제적, 환경적 피해를 안겼고, 2020년 코로나19 펜데믹은 사회경제적 구조변화를 야기할 정도로 막대한 영향을 끼치고 있습니다. 특히 올해는 우크라이나 사태로 인해 안정적인 글로벌 공급망 유지에 어려움을 겪고 있습니다. 이렇듯 현대사회는 과거의 경험과 데이터로는 예측하기 힘든 다양한 위험에 노출되어 있습니다.

한편 국제기구 및 선진국들은 오래 전부터 미래의 불확실성에 대비하고 글로벌 생존전략을 수립하기 위해 미래연구를 수행해 오고 있습니다. 우리나라에서도 여러 기관에서 미래사회의 핵심 이슈 발굴 및 선제적 대응방안 도출을 위한 연구를 수행하고 있습니다. 해양수산 분야의 경우 개별 위험에 대한 분석은 시도하였으나, 해양수산 전반에 걸친 종합적이고 선제적인 예측과 분석은 미흡한 실정입니다.

이에 국무총리실 산하 정부출연연구기관인 한국해양수산개발원(KMI)은 2021년 해양수산 미래 리스크(위험) 발굴을 위한 설문조사를 실시하였습니다. 올해에도 작년에 이어 본 설문조사를 통해 해양수산 분야 미래 리스크 발굴 및 평가하고자 합니다. 선생님의 답변은 해양수산 분야의 미래 위험을 발굴하는 데 귀중한 참고자료로 활용될 예정입니다. 본 설문은 정답이 있는 것이 아니기에 생각하시는 바를 솔직히, 그리고 가급적 모든 문항에 응답해 주시기를 부탁드립니다.

응답해주시는 정보는 법률 제11690호 개인정보보호법 제15조(개인정보 수집/이용)에 의거하여 보호받을 수 있으며, 동법 제21조(개인정보의 파기)에 의거하여 조사종료 후 파기되오니 원활한 연구가 진행될 수 있도록 가급적 모든 문항에 응답해 주시기를 부탁드립니다. 또한 본 설문의 결과와 내용은 연구관련 목적 이외에는 사용되지 않음도 함께 알려드립니다.

본 설문과 관련한 추가적인 문의사항은 아래의 연락처를 참조하여 주시기 바랍니다. 감사합니다.

2022년 8월

문의 사항				
	- 설문 문의	한국해양수산개발원	김세원 부연구위원	(051-797-4660)
			박동아 연구원	(051-797-4676)
	- 조사 문의	한국리서치	이태훈 부장	(02-3014-1074)

SQ1	귀하의 성별은 무엇입니까?	① 여성 ② 남성		
SQ2	귀하의 나이는 올해 만으로 어떻게 되십니까?	만 ( ) 세		
		① 19~29세 ② 30대 ③ 40대 ④ 50대 ⑤ 60대이상 ☞ 만 19세 미만 설문중단		
SQ3	귀하의 주된 거주 지역은 어디입니까?	① 서울 ② 부산 ③ 대구 ④ 인천 ⑤ 광주 ⑥ 대전 ⑦ 울산 ⑧ 경기 ⑨ 강원 ⑩ 충북 ⑪ 충남 ⑫ 세종 ⑬ 전북 ⑭ 전남 ⑮ 경북 ⑯ 경남 ⑰ 제주		
SQ4	귀하는 바닷가 거주 경험이 있습니까?	① 예 ② 아니오		
SQ5	귀하의 직업은 무엇입니까?	① 농/임/어업	② 자영업	③ 사무직
		④ 판매/영업서비스직	⑤ 생산/노무직	⑥ 기능/숙련직
		⑦ 경영/관리직	⑧ 전문/자유직	⑨ 가정주부
		⑩ 학생	⑪ 무직	⑫ 기타 ( )

PART Ⅰ. 리스크(위험) 인식도

A01-1. 귀하는 최근10년 내에 사회 전반적으로 과거 대비 리스크 발생 빈도가 증가했다고 생각하십니까?
① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음 ④ 기타( )

A01-2. 귀하는 최근10년 내에 해양수산 분야에서 과거 대비 리스크 발생 빈도가 증가했다고 생각하십니까?
① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음 ④ 기타( )

A02-1. 귀하는 최근10년 내에 사회 전반적으로 과기 대비 리스그 발생 강도기 증기했다고 생각하십니끼?
① 예 ② 아니우 ③ 무르겠음 ④ 기타( )

A02-2. 귀하는 최근10년 내에 해양수산 분야에서 과거 대비 리스크 발생 강도가 증가했다고 생각하십니까?
① 예 ② 이니오 ③ 모르겠음 ④ 기티( )

A03-1. 귀하는 사회 전반적으로 리스크 관리가 중요하다고 생각하십니까?
① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음 ④ 기타( )

A03-2. 귀하는 해양수산 분야에서 리스크 관리가 중요하다고 생각하십니까?
① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음 ④ 기타( )

A04-1. 귀하는 최근10년 내에 과거 대비 사회 진반적으로 리스크 관리 수준이 뇪아졌다고 생각하십니까?
① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음 ④ 기타( )

A04-2. 귀하는 최근10년 내에 과거 대비 해양수신 분야에서 리스크 관리 수준이 높아졌다고 생각하십니까?
① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음 ④ 기타( )

A05-1. 귀하는 최근10년 내에 과거 대비 사회 전반적으로 리스크 대응체계가 잘 갖춰졌다고 생각하십니까?
① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음 ④ 기타( )

A05-2. 귀하는 최근10년 내에 과거 대비 해양수산 분야에서 리스크 대응체계가 잘 갖춰졌다고 생각하십니까?
① 예 ② 아니오 ③ 모르겠음 ④ 기타( )

PART II. 해양수산 분야 미래 리스크 발굴

1 해양수산 분야 리스크 후보군 평가

[해양 분야]

B01. 다음은 해양 분야에서 발생할지도 모를 미래 리스크 후보군 30개를 도출한 것입니다. 각 리스크 별로 귀하께서 생각하시는 **발생가능성, 영향력, 통제가능성**을 1점부터 10점까지 부여해 주시기 바랍니다.(낮을수록 1점, 높을수록 10점으로 부여하되 상대점수가 아닌 개별 리스크별로 절대점수 부여)

* 점수 부여 기준(10점 척도): 1점(낮은) ~ 10점(높은)으로 정수값(소수점 제외)으로만 작성 부탁드립니다.

▶ **발생가능성** : 각 미래 리스크가 향후 10년 이내에 발생할 가능성
▶ **파 급 력** : 각 리스크가 발생할 경우 사회에 미칠 파급효과의 크기
▶ **통제가능성** : 각 리스크가 발생했다는 가정 하에 현재 우리 사회의 준비 및 대응체계 수준

NO	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 가능성
1	지구 온난화 가속화			
2	초대형 태풍 발생			
3	일본 원전오염수 방출로 인한 해양오염			
4	기후변화로 해양생물 다양성 감소			
5	기후변화에 따른 연안 침식			
6	대규모 해저지진 발생			
7	해수면 상승에 따른 연안도시 범람			
8	국경을 초월한(월경성) 해양 쓰레기 증가			
9	해양 플라스틱 쓰레기 증가			
10	극지 환경 훼손			
11	주변국 해상경계 설정 분쟁			
12	해양 빛 바닷가 쓰레기 증가			
13	해수산성화(해수의 PH 감소 현상) 심화			
14	일본의 독도영유권 도발 심화			
15	북극항로[1] 환경 변화			
16	국제 해양법 분쟁 증가			
17	해양생물 서식지 훼손			
18	연근해[2] 해수수질 오염 증가			
19	외래해양생물 유입으로 인한 해양생태계 교란			
20	습지 생태계 피괴			
21	해양생물자원 관리 실패			
22	남북 접경수역 군사적 충돌 발생			
23	해서 퇴적물 오염			
24	선박 기름 유출로 인한 해양오염 증가			
25	해양 난개발에 따른 해양생물 감소			
26	육상기인 독성물질 해양 유입			
27	해저 파이프라인 파손으로 인한 대규모 기름 유출			
28	해양에너지 개발에 따른 환경피해 발생			
29	해양 기인성 질병 발생			
30	미처리된 폐수의 해양 유입 증가			

1) 북극항로(北極航路) : 북극해를 통하여 아시아와 유럽을 잇는 항로

2) 연근해 : 연안과 근해의 합성어로 보통 수심 200m까지의 바다를 의미

[수산 분야]

B02. 다음은 수산 분야에서 발생할지도 모를 미래 리스크 후보군 30개를 도출한 것입니다. 각 리스크 별로 귀하께서 생각하시는 **발생가능성, 영향력, 통제가능성**을 1점부터 10점까지 부여해 주시기 바랍니다.(낮을수록 1점, 높을수록 10점으로 부여하되 상대점수가 아닌 개별 리스크별로 절대점수 부여)

* 점수 부여 기준(10점 척도): 1점(낮은) ~ 10점(높은)으로 정수값(소수점 제외)으로만 작성 부탁드립니다.

▶ **발생가능성** : 각 미래 리스크가 향후 10년 이내에 발생할 가능성
▶ **파 급 력** : 각 리스크가 발생할 경우 사회에 미칠 파급효과의 크기
▶ **통제가능성** : 각 리스크가 발생했다는 가정 하에 현재 우리 사회의 준비 및 대응체계 수준

NO	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 가능성
1	기후변화에 따른 수산업 악영향			
2	수산물 미세플라스틱 문제			
3	수산물 원전 폐수 방사능 오염			
4	수온 상승에 따른 먹이생물[1] 분포 변동			
5	글로벌 식량 공급망 변화			
6	해양환경 오염에 따른 수산물 안전성 문제			
7	수산생물종 감소			
8	전국 어촌 소멸 현실화			
9	근해어업 생산량 급감			
10	수산종사자 감소			
11	지연재해로 인한 어촌 및 어업 피해 급증			
12	수산 서식지 훼손			
13	양식어류 대량 폐사			
14	주요 수입수산물 수급 불안정			
15	기름 유출에 따른 수산업 피해 발생			
16	원양어업 어장 축소			
17	감염병 확산으로 인한 소비패턴 변화			
18	수산물 기격 변동성 심화			
19	내수면[2] 고유어종 감소			
20	폐어구[3] 다량 발생			
21	불법어업에 따른 수산자원 감소			
22	수산물 소비 패턴 변화			
23	수산물 유전자 변형식품 공급 확대			
24	수산물 기인 대규모 감염병 발생			
25	수산분야 메가 FTA[4]에 따른 수산 가격 급변			
26	유통 경로 다변화			
27	식량안보에 따른 주요 단백질 공급원 변화			
28	노후된 어구 및 어선 증가			
29	스마트화로 인한 일자리 감소			
30	대규모 수산물 위생문제 발생			

1) 먹이생물 : 수산 생물(어류, 갑각류, 패류 등)의 먹이가 되는 생물로 동 식물성플랑크톤 등
2) 내수면(內水面) : 하천, 댐, 호수, 늪, 저수지와 그 밖에 인공적으로 조성된 담수나 기수(비닷물과 민물이 섞인 물)의 물흐름 또는 수면
3) 어구(漁具) : 수산동식물을 포획 또는 채취하는 데에 직접 사용하는 도구
4) 메가 FTA(Mega FTA) : 다수의 협상국이 참여하는 무역자유화협정(예: 환태평양경제동반자협정[TPP] 등)

[해운물류 분야]

B03. 다음은 해운물류 분야에서 발생할지도 모를 미래 리스크 후보군 30개를 도출한 것입니다. 각 리스크 별로 귀하께서 생각하시는 **발생가능성, 영향력, 통제가능성**을 1점부터 10점까지 부여해 주시기 바랍니다.(낮을수록 1점, 높을수록 10점으로 부여하되 상대점수가 아닌 개별 리스크별로 절대점수 부여)

* 점수 부여 기준(10점 척도): 1점(낮은) ~ 10점(높은)으로 정수값(소수점 제외)으로만 작성 부탁드립니다.

▶ **발생가능성** : 각 미래 리스크가 향후 10년 이내에 발생할 가능성
▶ **파 급 력** : 각 리스크가 발생할 경우 사회에 미칠 파급효과의 크기
▶ **통제가능성** : 각 리스크가 발생했다는 가정 하에 현재 우리 사회의 준비 및 대응체계 수준

NO	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 가능성
1	중국의 글로벌 물류인프라 선점			
2	전염병 등으로 인한 글로벌 공급망 마비			
3	해운운임 급등락			
4	전염병 등으로 항만 폐쇄			
5	지연재해 등으로 인한 물류인프리 파손			
6	선박수주량 감소			
7	글로벌 공급망 변화 대응 능력 부족			
8	숙련된 해기사(선원) 부족			
9	자연재해 등으로 인한 내륙물류망 마비			
10	해운물류기업 경영난 심화			
11	해운업계 파업에 따른 물류대란 발생			
12	미래 고부가가치 해운물류업 육성 부족			
13	탄소배출 저감 국제규제 기준 부합 실패			
14	해운선사 사이버 공격 취약			
15	국적선사[1] 유동성 위기 심화			
16	수출입/연안/환적화물[2] 물동량 급감			
17	해운기업 파산			
18	해운물류 전문인력 공급 부족			
19	금융기관의 선박 투자 회피			
20	북방물류 중단			
21	선박 사고로 인한 인적/물적 피해 발생			
22	선박배출 대기오염물질 증가			
23	신원 감염병 발생			
24	친환경/디지털 시연으로 국적선사 글로벌 경쟁력 약화			
25	해적 등 선박 통항로 안전성 위협 증가			
26	선박 사고로 인한 항만 및 항로 폐쇄			
27	항만 터미널 및 물류센터 위험물 폭발 사고 발생			
28	연안해운[3] 이용객 급감			
29	해운 담합 과징금 부과에 따른 선사 비용부담 증가			
30	선원 인권 복지 문제 발생 증가			

1) 국적선사(國籍船社) : 특정 국가의 국적을 지닌 해운회사. 본문에서는 우리나라(한국적) 해운회사를 의미
2) 환적화물 : 화물을 최종목적지로 운송하는 중에 출발지와 목적지를 제외한 중간 항만에서 다른 선박으로 옮겨 싣는 화물
3) 연안해운 : 자국 영토 내의 바다, 강, 호수의 항로를 이용한 국내 여객 및 화물 운송

[항만 분야]

B04. 다음은 **항만 분야**에서 발생할지도 모를 미래 리스크 후보군 30개를 도출한 것입니다. 각 리스크 별로 귀하께서 생각하시는 **발생가능성, 영향력, 통제가능성**을 1점부터 10점까지 부여해 주시기 바랍니다.(낮을수록 1점, 높을수록 10점으로 부여하되 상대점수가 아닌 개별 리스크별로 절대점수 부여)

* 점수 부여 기준(10점 척도): 1점(낮은) ~ 10점(높은)으로 정수값(소수점 제외)으로만 작성 부탁드립니다.

▶ **발생가능성** : 각 미래 리스크가 향후 10년 이내에 발생할 가능성
▶ **파 급 력** : 각 리스크가 발생할 경우 사회에 미칠 파급효과의 크기
▶ **통제가능성** : 각 리스크가 발생했다는 가정 하에 현재 우리 사회의 준비 및 대응체계 수준

NO	미래 리스크 후보군	발생 가능성	파급력	통제 가능성
1	중국항만과 경쟁 격화			
2	기후변화 대응역량 부족			
3	자연재해로 인힌 항만 폐쇄			
4	스마트화에 따른 일자리 감소			
5	블록체인 기반 거대 물류플랫폼 회사 등장			
6	항만 환경오염 증가			
7	『중대재해처벌법』 등 정부의 안전관리 법규 강화			
8	글로벌 공급망 변화 대응 미흡			
9	항만물동량 증가율 둔화로 인한 경쟁력 약화			
10	항만 사이버 보안 취약성			
11	항만 연관산업 육성 부족			
12	항만 비용 상승 및 경제성 저하			
13	항만 재난 대응체계 미흡			
14	항만 안전/보안 위기			
15	항만종사자 감염병 발생			
16	항만 개발과 운영을 둘러싼 지역주민 갈등 심화			
17	항만 운영사 경영난 심화			
18	항만의 미래 변화 대비 미흡			
19	크루즈 관광객 감소			
20	항만배후단지[1] 재해 발생			
21	선박안전사고 증가			
22	항만 작업자 안전사고 발생			
23	항만의 ESG[2] 경영 대응 미흡			
24	항만 물류 효율성 저하			
25	항만 네트워크 약화			
26	항만 안전관리 실패			
27	항만 내 에너지 공급 차단			
28	항만의 지역경제 기여도 감소			
29	항만 기반시설(Infrastructure) 개선 지연			
30	항만 비상사태 대응 매뉴얼 부족			

1) 항만배후단지 : 항만구역 내 또는 항만 주변에서 항만과 연계하여 물류 및 제조활동이 이루어지는 공간

2) ESG : 기업의 성과를 측정함에 있어 기업의 재무적 성과를 제외한 친환경(Environment), 사회적 기여(Social), 투명한 지배구조(Governance) 등의 분야에서의 기업성과를 의미

2 해양수산분야 리스크 추가의견

B05. B01~B04에서 제시한 리스크에는 빠졌지만, 귀하께서 추가하고 싶은 리스크를 자유롭게 기재하여 주시기 바랍니다. 마찬가지로 각 리스크 별로 귀하께서 생각하시는 **발생가능성, 영향력, 통제가능성**을 1점부터 10점까지 부여해 주시기 바랍니다.(낮을수록 1점, 높을수록 10점으로 부여하되 상대점수가 아닌 개별 리스크별로 절대점수 부여)

▶ **발생가능성** : 각 미래 리스크가 향후 10년 이내에 빌생할 가능싱
▶ **파 급 력** : 각 리스크가 발생할 경우 사회에 미칠 파급효과의 크기
▶ **통제가능성** : 각 리스크가 발생했다는 가정 하에 현재 우리 사회의 준비 및 대응체계 수준

NO	해양수산분야 리스크 추가의견	발생 가능성	파급력	통제 가능성
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

♣ 설문에 참여해 주셔서 대단히 감사합니다 ♣

3. 수산 분야 SD 모델 Equation 및 Units

■ 모델 세팅

INITIAL TIME = 0

FINAL TIME = 67

TIME Unit: Month

TIME STEP = 0.125

■ 도매업자의 초과 수익에 대한 기대 심리 모델링

초과 수익에 대한 기대 심리= INTEG (기대 심리 변화,0)
Units: 1/Month

기대 심리 변화=(외부 정보 변화-초과 수익에 대한 기대 심리)
/기대 심리 조정 시간
Units: 1/Month/Month

가격 인상에 대한 기대 조정 시간=1
Units: Month
가격 하락에 대한 기대 조정 시간=3
Units: Month

기대 심리 조정 시간=
IF THEN ELSE(
외부 정보 변화>=초과 수익에 대한 기대 심리,

가격 인상에 대한 기대 조정 시간,
가격 하락에 대한 기대 조정 시간
)
Units: Month

수입량 충격 발생 시점=30
Units: Month

수입량 충격 제거 시점=34
Units: Month

외부 정보 변화= STEP(1, 수입량 충격 발생 시점)
-STEP(1, 수입량 충격 제거 시점)
+STEP(1, 원가 상승 요인 발생 시점)
-STEP(1, 원가 상승 요인 제거 시점)
Units: 1/Month

원가 상승 요인 발생 시점=62
Units: Month

원가 상승 요인 제거 시점=72
Units: Month

■ 도매업자 관점에서의 가격-수요-공급 구조 모델링

도매 가격= INTEG (가격 변화,2000)
Units: won/kg

```
가격 변화=IF THEN ELSE(
        Time>=원가 상승 요인 발생 시점,
        ((수요와 공급에 따라 제시되는 시장 가격-도매 가격)
                /가격 조정 시간)+Type Ⅲ 가격 상승폭,
        (수요와 공급에 따라 제시되는 시장 가격 - 도매 가격)
                /가격 조정 시간
        )
        -STEP(Type Ⅲ 가격 상승폭,
                Type Ⅲ 초과 기대 수익 심리 제거 시점)
        Units: won/kg/Month

Type Ⅱ 초과 기대 수익 심리 제거 시점=46
        Units: Month

Type Ⅲ 가격 상승폭=400
        Units: won/(kg*Month)

Type Ⅲ 초과 기대 수익 심리 제거 시점=84
        Units: Month

가격 조정 시간=1
        Units: Month

가격에 대한 공급 탄력성=0.5
        Units: Dmnl
가격 영향을 받기 전 공급량 변화=최초 기준 공급량
        *(1+STEP(공급 변화 폭의 비율, 수입량 충격 발생 시점)
        -STEP(공급 변화 폭의 비율,
```

Type II 초과 기대 수익 심리 제거 시점
)
)
Units: kg/Month

가격에 대한 수요 탄력성=-0.3
Units: Dmnl

환경 충격 이후 수요 탄력성=-0.1
Units: Dmnl

공급 변화 폭의 비율=-0.2
Units: Dmnl

공급량=가격 영향을 받기 전 공급량 변화
*(도매 가격/조정된 기준 가격)^가격에 대한 공급 탄력성
Units: kg/Month

균형 가격 상승폭=0.086
Units: Dmnl

기준 수요량=17000
Units: kg/Month

"수요/공급 균형"=수요량/공급량
Units: Dmnl

"수요/공급 균형이 가격에 미치는 가중치"=

"수요/공급 균형"^"수요/공급 균형에 영향을 주는 가격 민감도"
Units: Dmnl

수요량=IF THEN ELSE(
Time<=원가 상승 요인 발생 시점,
기준 수요량
*(도매 가격/조정된 기준 가격)^가격에 대한 수요 탄력성,
기준 수요량
*(도매 가격/조정된 기준 가격)^환경 충격 이후 수요 탄력성
)
Units: kg/Month

수입량 충격 발생 시점=30
Units: Month

원가 상승 요인 발생 시점=62
Units: Month

조정된 기준 가격=최초 기준 가격
+STEP(최초 기준 가격*균형 가격 상승폭,
Type Ⅱ 초과 기대 수익 심리 제거 시점)
+STEP(최초 기준 가격*(1+균형 가격 상승폭)*균형 가격 상승폭,
Type Ⅲ 초과 기대 수익 심리 제거 시점)
Units: won/kg

최초 기준 가격=2000
Units: won/kg

최초 기준 공급량=17000
Units: kg/Month

"수요/공급 균형에 영향을 주는 가격 민감도"=1
Units: Dmnl

기본연구보고서 발간목록

2022년

01	선박투자 가치평가 및 위험관리 모형 연구	박성화
02	항만 컨테이너 반출입 예약시스템 가격결정 모형 연구	서정용
03	연안재해 대응을 위한 그린인프라 구축방안 연구	정지호
04	탄소중립이 해양수산업에 미치는 경제적 영향분석 연구	권장한
05	수산물 안전성 관리체계 개선방안 연구	조헌주
06	준해양사고 통보제도 개선방안 연구	박상원
07	MZ세대 소비트렌드를 반영한 해양관광 추진방안 연구	최일선
08	연근해 어종별 어획쿼터제도 도입방안 연구	심성현
09	행위자기반 해양공간계획 시뮬레이션 개발 연구	조성진
10	항만분야 탄소중립 관리체계 개선방안 연구	안승현
11	탄소중립 시대 양식산업 대응전략 연구 - 육상 어류양식을 중심으로 -	마창모
12	수산식품산업의 탄소중립 대응방안 연구 - 가공업을 중심으로 -	김지연
13	해양환경보건정책 도입방안 연구	박수진
14	포스트 코로나 시대의 컨테이너 해운산업 대응방안 연구 - 디지털 플랫폼을 중심으로 -	최건우
15	항만분야 공공갈등 관리방안 연구	김세원
16	글로벌 가치사슬 변화와 국제물류 분야 대응방안 연구 - 전기자동차 산업을 중심으로 -	권보배
17	항만개발제도 개선방안 연구	이수영
18	클러스터 혁신을 통한 선박관리업 발전방안 연구	허성례
19	수입수산물 예방적 관리체계 도입방안 연구 - IUU 수산물을 중심으로 -	안지은
20	양식수산물 유통 빅데이터 구축방안 연구	이기영
21	글로벌 혁신성장을 위한 신남방·신북방 정책 연구 - 신남방 지역 ICT산업 가치사슬 변화에 따른 물류 공급사슬 대응방안	최나영환

2021년

01	시민참여형 해안돌봄 정책 도입방안 연구	정지호
02	해양 플라스틱 쓰레기가 선박 운항에 미치는 영향분석 연구	김보람
03	여성어업인 노동정책 방향 연구	홍혜수
04	순환경제 시스템을 활용한 어업폐기물의 자원화 방안 연구	고동훈
05	1conomy 시대, HMR 시장 확대에 따른 수산부문 대응전략 수립 연구	마창모
06	AIS 데이터 기반 해상교통 안전 평가모델 개발 연구	황선일
07	항만 에너지 관리시스템 도입을 위한 로드맵 구축 연구 - 부산항 신항 전기에너지 소비를 중심으로 -	김근섭
08	해양분야 리빙랩 활성화 방안 연구	좌미라
09	빅데이터의 연계·활용을 통한 선박의 배출량 산정체계 고도화 방안 연구	안용성
10	해양공간계획 집행체계 고도화 방안 연구	최희정
11	수산식품산업 푸드테크 환경분석 및 적용전략 연구	이상건
12	AIS데이터기반 해상물동량 추정 연구	황수진
13	항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안 연구	이기열
14	항만 컨테이너 물류 프로세스 디지털화 모형 연구	서정용
15	해양수산 분야 국제산업연관표 구축기반 연구	정수빈
16	해양수산 과학기술 정책평가모형 연구 - 해양수산 R&D를 중심으로 -	전형모
17	글로벌 경제위기와 해운산업 대응체계 연구	박성화
18	항만산업 경기진단체계 구축 연구 - 경기동행지수 개발을 중심으로 -	김성아
19	전국 무역항 부두 분류 체계 개선방안 연구	이수영
20	IMO 규제기반 해사산업의 글로벌 지속발전방안 연구 - 新해사산업의 육성 및 지원을 위한 법제화 연구(5차년도) -	박한선
21	수소에너지 거점 구축을 위한 항만의 대응방안 연구	신수용

수시연구보고서 발간목록

2022년

01	항만의 탄소중립 이행·관리 표준안 연구	안용성
02	매립지 소유권 분리 제도화의 이해관계 분석과 관리방안	윤성순
03	글로벌 공급망 리스크별 영향분석 및 대응방안 연구 - 에너지·곡물을 중심으로	조지성
04	대북제재 강화와 코로나 팬데믹 이후 북한 해양수산 이슈와 대응 방안	윤인주
05	남극환경보호의정서 제6부속서의 국내 이행을 위한 법제 정비방안 연구	박예나
06	해양바이오산업 육성을 위한 해양생명자원법 정비 방안 연구	좌미라
07	우리나라 수산종자 관리체계 개선방안 연구	조헌주
08	2050 신해양강국 미래비전 수립 연구	김민수

2021년

01	해양환경산업 육성 방안 연구	한기원
02	선원의 인권 및 근로여건 향상을 위한 선원근로감독관 제도 개선 방안 연구	허성례
03	포스트 코로나 시대를 대비하는 지역 해양축제 활성화 연구	최일선
04	회복탄력성 개념을 적용한 항만 위기관리 시스템 구축 연구	김성기
05	중대재해처벌법 시행에 따른 항만에서의 대응방안 연구	최상균
06	크루즈산업 COVID-19 방역체계 구축방안 연구	황진회
07	한국형 선주사의 최적 운영방안 연구	고병욱
08	어촌형 생활서비스 전달체계 개선 연구	이호림
09	원양산업의 ESG 도입 기초 연구	윤미경
10	수상레저활동 관리체계 개선방안 연구	홍장원
11	연안지역 자연성 회복을 위한 정책 방향_간척지·담수호 중심으로	정지호
12	스마트항만 구축에 따른 탄소저감 효과 연구 - 동력전환을 중심으로 -	김가현

일반연구보고서 발간목록

2022년

01	건화물선 시장 비용분석을 통한 해운시장 위험관리지표체계 구축	류희영
02	해상운임 예측모형 고도화 연구(Ⅰ)	황수진
03	IMO 시장기반조치 도입이 국내 해운기업에 미치는 영향	김한나
04	연안지역발전지수(CoDI) 개발 연구	황재희
05	CGE 기반 국제통상환경 변화의 해양수산부문 파급효과 분석	임병호
06	글로벌 수산부문 이머징 이슈 분석 모델 개발 연구	한기욱
07	양식 수산물 중장기 수급전망모형 구축 연구 - 굴을 중심으로 -	김철현
08	Network DEA를 이용한 물류기업 경쟁력 비교 분석 연구	황선일
09	해양수산 사업체 성과 및 효율성 분석 연구	김주현
10	베이지안 방법을 이용한 양식 멍게 단수 추정방안 연구	천성훈
11	수입수산물과 국산 간의 대체관계 분석 연구 - 활·신선냉장품을 중심으로 -	박혜진
12	국내 컨테이너 해운기업의 디지털 전환 활성화 방안 연구	전서연
13	비컨테이너 항만물동량 예측모형 고도화 방안 연구(Ⅰ) - 자동차, 석탄, 고철, 시멘트를 중심으로 -	최석우
14	동중국해 해양경계획정 방안 기초 연구	박영길
15	해양수산 분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구(Ⅱ)	김찬호
16	항만개발사업의 정책효과 적용방안 연구	이종필
17	국가 해양전략 기본구상 연구	정현욱
18	선박대기시간 예측모형 개발을 위한 방법론 연구	조아현
19	안전항만 구축을 위한 비용 산정 및 지원체계 마련을 위한 연구	최상균

2021년

01	해양수산 정책영향평가를 위한 기초 연구	김주현
02	해양교육의 사회·경제적 가치 평가 연구	이슬기
03	해양수산업 경기진단체계 기초연구 - 해운업을 중심으로 -	권장한
04	선박 기술진보를 고려한 탄소 배출량 추정 연구	최건우
05	서포트벡터머신(SVM) 기법을 활용한 해운시황 예측 연구	김병주
06	크루즈 여객 수요 전망 모형 구축 연구	안승현
07	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(Ⅲ)	서정용
08	수출용 전복의 유통경로 분석 연구	이정필
09	인공지능기반 해상운임 예측 연구(3차년도)	황수진
10	인공신경망모형을 이용한 양식수산물 단수 전망에 관한 연구 - 김 양식을 중심으로 -	천성훈
11	해양수산분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구	박광서

일반연구 2022-15

해양수산 분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구(II)

인 쇄 2023년 2월 26일

발 행 2023년 2월 28일

발 행 인 김 종 덕

발 행 처 한국해양수산개발원

주 소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연 락 처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등 록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 ㈜디자인월드 (051-916-1533)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337

정가 6,000원