일반사업 2023-04

스마트 콘솔센터 플랫폼 고도화
- 재해/재난 모니터링 체계 구축

A Study on the Smart Console Center platform advancements
- Establish a disaster/disaster monitoring system

조지성 · 이언경 · 박혜리

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	**조지성, 이언경, 박혜리**
내부연구진	연구책임자 조지성 한국해양수산개발원 물류·해사산업연구본부 부연구위원 공동연구원 이언경 한국해양수산개발원 물류·해사산업연구본부 연구위원 공동연구원 박혜리 한국해양수산개발원 물류·해사산업연구본부 전문연구원

연구기간	2023. 1. 1. ~ 2023. 12. 31.

보고서 집필내역

연구책임자	조지성 연구총괄, 제1장, 제5장 일부
내부연구진	이언경 제4장, 제5장 일부 박혜리 제2장, 제3장, 제5장 일부

목차

01 **서론 _1**

제1절 연구 배경 및 필요성 1

제2절 연구 목적 및 주요 내용 4

02 **선행연구 검토 _7**

제1절 신선식품의 항만유치 가능성 조사 - 실증: 한·태국 간 해상운송 콜드체인 시스템 (2021년) 7

1. 목적 및 주요 결과 7
2. 향후 과제 11

제2절 우리나라 신선식품 공급망 경쟁력 제고를 위한 스마트 콘솔센터 운영 가능성 조사 (2022년) 14

1. 목적 및 주요 결과 14
2. 향후 과제 19

제3절 시사점 21

03 **국제 해상운송 위험요인 분석 _23**

제1절 전통적인 위험요인 구분 23

제2절 미래 발생 가능한 위험요인 구분 27

1. 유엔무역개발회의(UNCTAD) 27
2. 세계경제포럼(WEF) 31
3. 주요 물류기업 및 해운선사 33

제3절 시사점 39

04 재해·재난 모니터링 시스템 구축 _41

제1절 데이터 개요 41
1. 위험정보(재해·재난 및 사건·사고) 42
2. 선박 운항 정보 45
3. 원천 정보 정제 및 가공 47
4. 물류 위험도 표시 방법 48

제2절 재해/재난 모니터링 시스템 구축 50
1. 글로벌 위험정보 모니터링 시스템 52
2. 관제센터의 영향 받는 항만 등록 58
3. 위험정보와 선박 운항정보 연계 63

05 결론 및 향후 정책과제 _71

제1절 종합 71

제2절 향후 과제 74
1. 위험정보 수집 파운데이션 모델 개발 74
2. 위험정보 영향도 분석 연구 76
3. 디지털 트윈 기반 공급망(외항+연안해역) 위험관리 77
4. 자율운항선박 등 미래선박 운항 위험관리 80

참고문헌 _81

표 목차

〈표 1-1〉 연구내용 및 방법 ····· 6
〈표 2-1〉 1차년도 연구내용 및 방법 ····· 7
〈표 2-2〉 2차년도 연구내용 및 방법 ····· 14
〈표 3-1〉 해상운송에서의 위험요인 ····· 24
〈표 3-2〉 충격규모-예측가능성에 따른 위험요인 분류(맥킨지) ····· 25
〈표 3-3〉 유엔무역개발회의(UNCTAD)가 구분한 주요 위험 요인 ····· 28
〈표 3-4〉 주요 항만 중단 사례 ····· 30
〈표 3-5〉 세계경제포럼이 선정한 장단기 위험(상위 10위) ····· 32
〈표 3-6〉 DHL이 선정한 주요 위험 요인 ····· 33
〈표 3-7〉 머스크가 선정한 주요 위험 요인 ····· 36
〈표 3-8〉 에버그린이 선정한 주요 위험 요인 ····· 38
〈표 4-1〉 위험정보 분류 ····· 43
〈표 4-2〉 선사 스케쥴 정보 ····· 46

그림 목차

〈그림 2-1〉 실증사업 목적 및 주요 관리 지표 ····· 9
〈그림 2-2〉 실증사업 계획 및 순서도 ····· 10
〈그림 2-3〉 수량별 해상운송 수출포도 원가 ····· 11
〈그림 2-4〉 스마트 콘솔센터 개념 및 기능 ····· 15
〈그림 2-5〉 상품 일부 구간 밀크런(주문일자고려) 이용 형태 ····· 17
〈그림 2-6〉 상품 전체 구간 밀크런(위치 고려) 이용 형태 ····· 18
〈그림 3-1〉 다양한 종류의 공급망 충격(규모 및 예측가능성) ····· 26
〈그림 3-2〉 주요 항만 위험요소 ····· 27
〈그림 3-3〉 위험관리 절차 및 체계 ····· 29
〈그림 3-4〉 롱비치 항만의 영향(25마일 이내 컨테이너)(2020-2022) ····· 31
〈그림 3-5〉 머스크사의 2023-2027 주요 리스트 플랜 ····· 34
〈그림 3-6〉 다중 위기에 따른 프레임워크 (사례) ····· 35
〈그림 3-7〉 새로운 위험요인 등장 및 장기적 관리 전략 ····· 37
〈그림 4-1〉 해상운송 위험관리 플랫폼 개념도 ····· 42
〈그림 4-2〉 전송되는 재난·재해정보 형태 ····· 44
〈그림 4-3〉 선사정보와 서비스 노선정보 예시 ····· 45
〈그림 4-4〉 원천 정보 정제 및 가공 개념도 ····· 47
〈그림 4-5〉 선박운항정보와 위험정보 연결 ····· 49
〈그림 4-6〉 수에즈운하 컨테이너선 좌초 사건 ····· 50
〈그림 4-7〉 해상운송 위험 플랫폼 접속화면 ····· 52
〈그림 4-8〉 Risk Monitoring 탭 생성 화면 ····· 53
〈그림 4-9〉 Risk Monitoring 상의 위험정보(Control Center 입력) 표시 화면 ····· 54
〈그림 4-10〉 Risk Monitoring 상의 위험정보(Service Provider 입력) 표시 화면 55
〈그림 4-11〉 위험정보의 상세한 내용(내용, 위치, 일시 등) 표시 ····· 56
〈그림 4-12〉 상세 기사 내용(멕시코 허리케인 오티스 사건) ····· 57
〈그림 4-13〉 관제센터의 영향 항만 등록전 화면 ····· 58
〈그림 4-14〉 영향 받는 항만 선택 화면(멕시코) ····· 59
〈그림 4-15〉 영향 받는 항만이 등록된 상태 ····· 60
〈그림 4-16〉 영향 받는 항만 선택 화면(중국 상하이) ····· 62
〈그림 4-17〉 부킹(Booking) 가능한 선박 리스트 화면 ····· 63

〈그림 4-18〉 Risk가 없는 선박 스케쥴 화면 ····· 64
〈그림 4-19〉 Risk Monitoring 탭 생성 화면 ····· 65
〈그림 4-20〉 지도에 전체항로 표시 화면 ····· 66
〈그림 4-21〉 상세 항로 정보와 리스크 발생 항만 표시 ····· 67
〈그림 4-22〉 해당 항로/항만의 위험정보 기사 표시 화면 ····· 67
〈그림 4-23〉 위험정보가 없는 선사/항로 선택 화면 ····· 68
〈그림 4-24〉 Risk Monitoring 탭 생성 화면 ····· 69
〈그림 5-1〉 파운데이션 모델 개념도 ····· 75
〈그림 5-2〉 위험정보에 따른 항만/항로 영향도 ····· 77
〈그림 5-3〉 연안해역 해양사고 발생 시 선박의 저속운항 ····· 78
〈그림 5-4〉 디지털 트윈 기반 외항 및 연안해역 사고 모니터링 ····· 79

01
서론

제1절 연구 배경 및 필요성

글로벌 콜드체인시장 규모는 2014년 약 920억 달러에서 2025년 약 3,820억 달러로 300% 이상 증가할 것으로 예상된다. 우리나라 콜드체인 시장은 2014년 약 15억 달러, 2022년 약 48억 달러, 2025년 약 77억달러 규모로 추정되며, 연평균 증가율(2020~2025년)이 약 16.7% 수준으로 글로벌 시장의 동기간 연평균 증가율 14.7% 대비 높은 수준이다.[1] 즉 국내외 콜드체인 시장 규모는 지속적으로 성장하고 있다.

신선식품 대부분이 해상으로 운송됨에 따라 글로벌 항만은 콜드체인 시장을 선점하기 위해 선별, 콘솔(Consolidation), 포장, 가공하는 냉장·냉동 물류센터를 포함한 쿨포트(Cool Port)를 운영 중이다. 예를 들면 미국 오클랜드 Lineage Cool Port Oakland는 2018년 11월에 개장했으며, 콜드체인 원스톱서비스(철도·트럭 간 환적서비스, 저장, 수출입 서비스 포함)를 제공 중이다. 미국 Lineage Cool Port Oakland는 개장 후, 신규로 근로자 200여명을 고용하는 등 일자리 창출효과를 보이고 있다.[2] 또한 벨

1) Grand view research, Cold Chain Market, 2019.
2) https://www.oaklandseaport.com/development-programs/cool-port/(검색일:2021.9.14.)

기에 앤트워프항은 항내 냉장냉동창고 설치로 바나나의 글로벌 허브항으로 성장했으며, 바나나의 후숙, 품질검사, 포장(재포장), 라벨링, 재고관리, 오더피킹, 화물 상태·위치 모니터링 등의 부가가치 서비스를 제공하고 있다.

이렇듯 해외에서는 신선식품 수출입을 공급망(Supply chain) 차원에서 접근하는데 반해 우리나라는 각 노드별, 부처별 미시적 관점에서 접근하고 있어 전반적인 콜드체인의 운영 효율성을 고려하고 있지 못하고 있다.

한편 정부는 우리나라 농식품, 수산식품의 해외시장 수출 확대 등을 위해 전용선복 확대, 내륙운송 지원, 특별 판촉 등의 노력도 진행중이다. 예를 들면 해양수산부는 우리나라 수산식품의 세계 인지도를 높이기 위해 2022 한국 수산식품 홍보주간(K-seafood Global Weeks) 행사를 개최했다.[3] 농식품부는 작년 보도자료에서 품목별 생산·수출여건을 분석하고, 산지부터 소비지까지 저온유통체계를 구축하며, 전용 선복 및 전용기를 통한 수출 등 물류 지원을 하기 위해 노력하겠다고 밝혔다.[4]

이에 대한 대안으로 본 연구진은 2021년(1차년도), 2022년(2차년도) 조사분석보고서에서 스마트 콘솔센터(Smart Consolidation Center) 개념 및 운영가능성을 살펴봤다. 해당연구는 총 3차년도로 구성된 연속과제 중 마지막년도에 해당한다. 1차년도 연구에서는 신선식품의 항만유치 가능성을 조사하기 위해 기존에 항만으로 나가지 않고 있던 샤인머스켓을 선정한 후, 블록체인기술 기반 플랫폼과 IoT 센서를 활용하여 한국(김천)에서 태국(방콕)까지 해상으로 운송하는 실증사업을 수행하였다.

1차년도 연구수행 결과, 블록체인기술과 IoT 센서를 이용하여 전체 공급망 구간에서의 정보 가시성 확보가 가능하다는 것을 확인했다. 또한 기존에 항공으로 운송되던 샤인머스켓을 해상으로 운송 시 품질에 영향을 미

3) https://www.coldchaininsight.com/news/articleView.html?idxno=1187(검색일: 2022.12.20.)
4) 농림축산식품부 보도자료, “추석용 조생종 배, 대미 수출 추진”, 2022.8.7.

치지 않는다는 것을 태국 현지에서 일반 소비자를 대상으로 기존 시장가로 판매 성공한 것으로 증명했다. 물류비 측면에서도 기존 항공운송보다 해상운송이 유리하다는 것도 확인했다.

이러한 장점에도 불구하고 샤인머스켓 등 신선화물의 해상운송이 저조한 이유는 우리나라 농축어가가 대부분 중소규모이기 때문에 40ft 리퍼 컨테이너 하나를 채우는데 한계가 발생하고 있다.

이러한 이슈를 해결하기 위해 2차년도 연구에서는 소규모 농축어가의 물량을 물류센터에서 모으는 '스마트 콘솔센터(Smart Consolidation Center)'의 운영가능성을 확인했다. 스마트 콘솔센터는 해상운송을 이용할 수 있도록 40ft 리퍼컨테이너 한 개 분량의 물량이 확보 가능한지를 실증했다. 수입업자가 적은 물량 주문 시, 다수의 수입업자를 모아 40ft 리퍼 컨테이너 1개의 주문 물량을 맞춘다. 반대로 한명의 생산자가 주문물량을 모두 소화할 수 없는 경우, 다수의 생산자로부터 물량을 집하하여 주문 물량을 맞추는 기능이 가능한지도 테스트했다.

2차년도 연구수행 결과, 미국 수입업자인 ㈜꽃피는 아침마을이 7/22~8/31 한국 상품을 4차례에 걸쳐 상품을 주문하고, 스마트 콘솔센터에 입고된 상품을 40ft 리퍼컨테이너 하나에 적재한 후 데이터로거를 장착 후 부산항-미국 LB항으로 해상운송(9/27~10/12했다. LB항에서 꽃마 USA 창고에 인도된 후 최종소비자에게 10/15일 후 창고 출고되는 것까지 실증했다. 즉 스마트콘솔센터를 운영하면 40ft 리퍼컨테이너 물량의 신선식품을 모아 블록체인 및 IoT 기반 해상운송 및 추적관리가 가능한 것이 확인되었다.

2021년과 블록체인기술 및 IoT센서 기반 신선식품 해상운송 추적관리, 2022년 스마트 콘솔센터를 활용한 신선식품 컨테이너 물량 확보 실증을 통해 공급망 차원에서 신선식품의 해상운송 및 데이터 기반 관리 가능성을

검증했다.

신선식품의 예기치않은 지연 배송은 제품의 품질을 떨어뜨리거나 폐기해야 하므로, 지연 배송이 예상되는 항로를 사전에 파악하여 리스크가 없는 항로를 선택하는 것이 필요하다.

이에 3차년도 연구에서는 기존의 정상적인 물류흐름이 아닌 운송 중 항만 혹은 항로상에 발생한 선박화재 및 충돌, 폭풍 등 재난상황 발생 시 해당항로를 회피하여 고객에게 약속한 시간에 신선식품 배송이 가능한지를 시스템상에서 검증하고자 한다.

제2절 연구 목적 및 주요내용

본 연구의 목적은 수출입 화물의 전과정 추적관리 시스템인 스마트 콘솔센터(Smart Consolidation Center) 플랫폼 기능에 재해·재난 모니터링 기능을 추가하여 화주 및 부킹주체가 리스크를 사전에 회피하거나 신속하게 대응하도록 하는 것이다.

또한 공급망 위기관리 차원에서 수출입 신선화물의 재해·재난 모니터링 플랫폼의 확장 가능성을 검토하고자 한다.

이로 인하여 1, 2차년도에서 개발된 신선화물의 주문, 보관, 해상운송, 배송까지 전과정을 추적관리하는 스마트 콘솔센터 플랫폼 기능을 재해·재난 관리 기능을 추가하여 고도화하고자 한다.

〈표1-1〉은 연구내용 및 방법을 요약한 것이다. 2장에서는 1차년도와 2차년도 연구 내용을 요약한다. 3장에서는 국제 해상운송의 위험요인을 전통적인 요인, 미래 발생가능한 요인으로 나눠서 분석한다. 미래 발생가능한

위험요인은 유엔무역개발회의(UNCTAD), 세계경제포럼(WEF), 주요 물류 기업 및 해운선사가 분류한 기준을 기술했다.

4장에서는 재해·재난 등 위험요인 데이터와 선박 운항정보 데이터를 수집하고 기 개발된 수출입 화물을 추적관리하기 위한 스마트 콘솔센터 플랫폼에 연계한다. 그 다음 해당 플랫폼에 재해·재난 정보를 관리하고 위험요소를 사전에 회피하기 위한 부킹 기능을 추가 개발했다.

마지막장에서는 연구결과를 종합하고 관련 이슈를 정리했다. 또한 재해·재난 모니터링 시스템의 발전 가능성 및 향후 과제에 대해 제안했다.

〈표 1-1〉 연구내용 및 방법

구분	연구내용	연구방법
1장 서론	• 연구의 배경 및 필요성 • 연구목적 및 주요내용	• 문헌조사
2장 선행연구 검토	• 신선식품의 항만유치 가능성 조사-실증: 한·태국간 해상운송 콜드체인 시스템 • 우리나라 신선식품 공급망 경쟁력 제고를 이한 스마트 콘솔센터 운영 가능성 조사	• 선행연구 분석
3장 국제 해상운송의 위험요인(리스크) 분석	• 전통적인 위험요인 구분 • 미래 발생가능한 위험요인 구분 • 시사점	• 문헌조사
4장 재해·재난 모니터링 시스템 구축	• 데이터 개요 • 재해·재난 모니터링 시스템 구축	• 데이터수집 및 분석 • 데이터 가공 • 관련 전문가 자문 • 시스템 구축 • 시스템 검증 • 연구진 워크숍
5장 결론 및 향후 연구과제	• 결론 • 향후 연구과제	• 전문가자문 • 연구진 워크숍

자료: 저자 작성

02
선행연구 검토

제1절 신선식품의 항만유치 가능성 조사 – 실증 : 한·태국 간 해상운송 콜드체인 시스템 (2021년) –

1. 목적 및 주요 결과

신선식품을 항만에서 원스톱으로 처리하고 부가가치가 높은 신선 물동량 유치 방안을 마련하기 위하여 3개년에 걸쳐 진행하고자 하였으며, 그 중 1차년도(2021년)에는 관례상 대부분 항공으로 운송되는 신선식품의 해상운송 전환 가능성 및 실시간 온도 정보 등의 추적 가능성을 실증 테스트하였다. 연구의 공간적 범위는 신선식품의 한-태국 수출 공급사슬 전체를 대상으로 하고, 시간적 범위는 출하부터 실험동 실험 시기인 2021년 7월부터 해상운송 및 판매까지 9월까지를 대상으로 했다.

〈표 2-1〉 1차년도 연구내용 및 방법

구분	연구내용	연구방법
1장 서론	실증 대상국가 태국 선정	• 한-아시아 주요 식품 수출국 조사 • 현지 국제기구·수입업자 대상 사전 인터뷰 • 연구진 브레인스토밍

구분	연구내용	연구방법
2장 품목선정 및 한·태국 소비자 트렌드	실증 대상 품목 선정	• 한-태국 신선식품 수출 통계 분석(KITA) • 출하시기 조사
	한국소비자 대상 수출입 과일 및 콜드체인 소비자인식 조사	• 추이, 연관어, 감성분석 등 빅데이터 분석 • 설문조사
	태국 소비자인식 및 트렌드 조사	• 키워드 및 Food Value별 빅데이터 분석
3장 해상운송 요건 결정	유통환경 시험 설계	• 기존 문헌조사 및 전문가 자문 등을 통한 수출 유통경로 및 온습도 등 설정
	식품패키징 센터 유통환경 모의실험 설계 및 시험	• ISTA 7D 기준 저온내구성(환경) 시험 • ASTM 4169 기준 복합환경 진동시험 • ISTA 3A, 3E 기준 충격(수직/수평) 시험
4장 한·태국 간 실증사업	실증사업 설계	• 수출 프로세스 검증 및 현장 전문가 인터뷰 • 블록체인 기반 플랫폼 IoT 센서 부착
	당도 등 품질 측정	• 당도측정기를 이용한 현장 실험
	국내 수출-태국수입업자 연계 등 포워딩 역할 수행	• 현장 전문가 자문
	전 구간 상태정보 추적	• IoT 기반 데이터 로그 분석
	방콕항 현지 식품 품질 조사 및 판매	• 당도측정기 및 육안검사 등을 통한 측정 • 실제 판촉 및 판매 실시
5장 결론	연구결과 요약 및 향후 연구과제	• 연구진 브레인스토밍

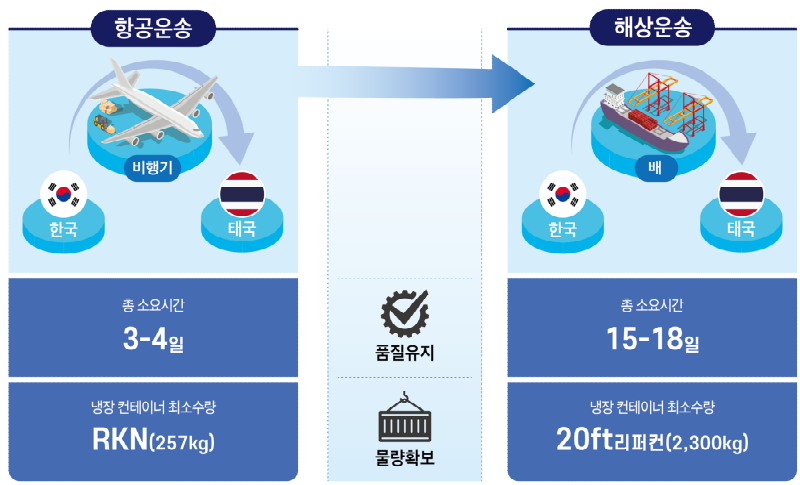
자료: 조지성 외(2021), 신선식품의 항만유치 가능성 조사 – 실증: 한·태국 간 해상운송 콜드체인 시스템, p. 6

우선 신선식품의 해상운송 실증연구를 수행하기 위해 문헌자료 및 통계분석, 빅데이터 분석, 설문조사 등 해상운송 기간(약 7일 이상), 한국의 주요 수출국 및 수출액(지난 5년간 수출액 증가율) 등 기준을 만족하는 태국을 대상국으로 선정하고, 연구 시점 및 출하 시기 등을 고려하여 샤인머스켓을 실증 대상으로 선정했다.

블록체인 기술 기반 플랫폼과 IoT 센서를 활용하여 샤인머스켓을 한국

(김천)에서 태국(방콕)까지 해상으로 운송함으로써 신선식품의 항만유치 가능성을 확인하고자 하였으며, 이를 위해 한국해양수산개발원, 태국 UN-ESCAP이 협력·설계하여 해상운송 실증사업을 설계했다. 해상운송의 특성상 약 15~18일 소요되기 때문에 신선식품의 경우 콜드체인 관리를 통한 식품의 품질 유지가 필수적이었으며 이를 확인하기 위한 실증데이터를 수집·분석하고, 그 결과를 바탕으로 해상운송이 경쟁력을 가질 수 있는 최소 수출 물량 조건을 확인해 보고자 했다.

〈그림 2-1〉 실증사업 목적 및 주요 관리 지표

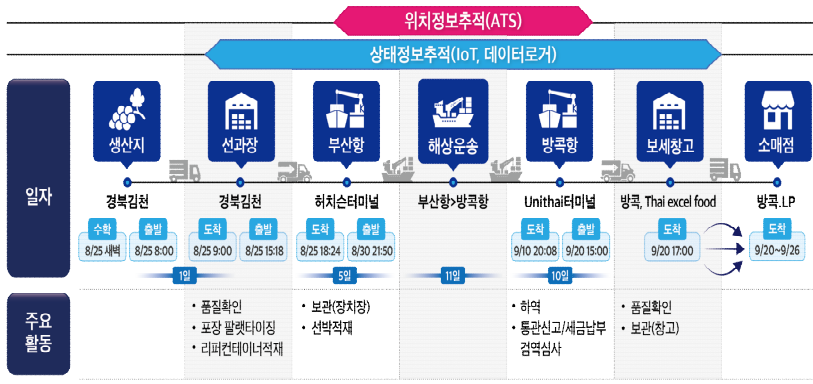


자료: 조지성 외(2021), 신선식품의 항만유치 가능성 조사 – 실증: 한·태국 간 해상운송 콜드체인 시스템, p. 94

대상 품목인 샤인머스텟의 수출 유통경로·기간 및 기준 온·습도 등 해상운송 요건을 설정하고, 블록체인 플랫폼 기반 IoT 센서를 부착하고, 전 구간 상태정보 모니터링 방법 등을 설계했다. 국내 샤인머스켓 출하부터 수출 창고 선별, 해상운송, 태국 통관 및 현지 창고 도착·분류 후 판매까지 전 구간 수출입업자 연계 및 관리를 위한 글로벌 수출입 포워더 역할을 한국해양수산개발원(KMI)이 설계하고 수행하였으며, 수출 전 샤인머스켓 신

선도 및 품질 상태를 파악하기 위해 당도 측정기를 이용한 품질을 측정했다. 마지막으로 방콕항 통관 후 판매전 샤인머스켓의 품질, 신선도가 유지되었는지를 조사하기 위해 한국 현지에서와 동일한 방법의 당도 측정 및 육안 검사를 실시했다.

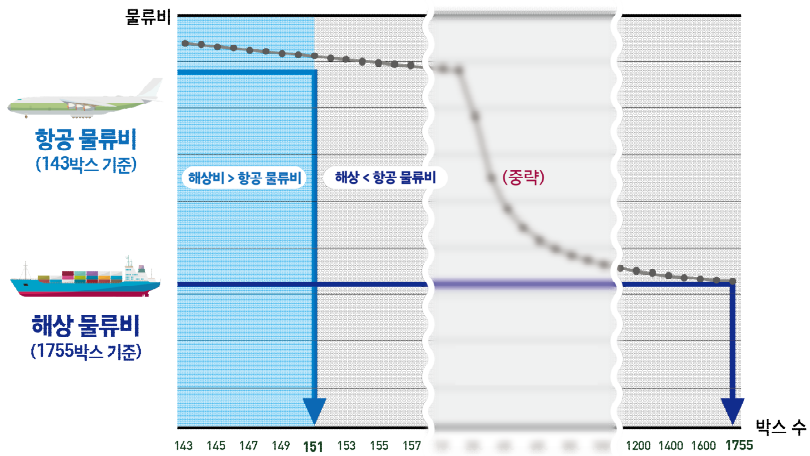
〈그림 2-2〉 실증사업 계획 및 순서도



자료: 조지성 외(2021), 신선식품의 항만유치 가능성 조사 – 실증: 한·태국 간 해상운송 콜드체인 시스템, p. 95

해당 실증사업 결과 태국 현지 판매가 가능한 수준으로 신선도와 품질이 유지되는 것을 확인하였으며, 실제 해상운송 한 실증 물품의 판매한 결과 기존 항공운송 시 가격과 유사한 수준으로 판단되었다. 또한 항공 및 해상운송 시 발생하는 물류비(물류비/포도 수출 원가)의 비중을 비교한 결과 전체 비용에서 물류비가 차지하는 비중이 상당히 낮은 수준(1박스당 0.96%)인 것을 확인하였으며, 일정 수출 물량을 확보할 경우 항공운송 대비 경쟁력을 가질 것으로 분석되었다. 이에 따라 샤인머스켓 수출량 및 수출액이 증가할 뿐만 아니라 신규 품목 발굴로 부가가치가 높은 신선식품의 항만물동량 증대 가능성도 기대해 볼 수 있었다.

〈그림 2-3〉 수량별 해상운송 수출포도 원가



자료: 조지성 외(2021), 신선식품의 항만유치 가능성 조사 – 실증: 한·태국 간 해상운송 콜드체인 시스템, p. 129

2. 향후 과제

1) 스마트 콘솔센터(Consolidation center) 운영 추진

글로벌 신선과일 항만 수출 증대를 위한 신선식품의 발굴 및 물량 확대 등 방안이 마련되어야 할 것이다. 스마트 콘솔센터(Consolidation center) 운영은 신선과일의 수급 매칭을 통한 집적, 분류·포장, 콜드체인 기반 추적관리 등의 연구가 선행되어야 한다.

우선, 수출 대상국 과일 수입 패턴 분석 및 소비자 선호도 등을 고려하여 수출 대상국의 소비자 특성을 파악하고, 해상운송 대상 화물 발굴을 위한 지속적인 데이터 확보 방안을 마련해야 한다. 이를 기반으로 한국과 수출 대상국 간 수급 매칭을 위한 비즈니스 프로세스와 시스템을 설계해야 한다. 또한 운송 중 품목별 품질관리를 위한 컨테이너 최적 포장·운송조건이 설정되어야 할 것이며, 이를 위한 전체 운송과정 중 콜드체인 관리를 위한

최적 온·습도, 패키징기술 적용 및 포장방법(단열박스, 냉매, IoT. Logger 등), 혼재 가능성 등에 대한 실험을 진행해야 할 것이다. 마지막으로 수급 매칭 결과 및 운송조건을 고려한 최적 콘솔 방안을 마련해야 한다. 최적 콘솔 조건을 검색·설정하고, 신선과일 컨테이너 최적 콘솔을 위한 AI(강화학습) 모델 개발 등 실용화 방안을 마련해야 한다.

2) 쿨포트(Cool Port) 비즈니스 모델 개발

해상 수출 과일 콘솔센터 운영을 위해서는 새로운 품목 선정, 대상국 발굴뿐만 아니라 최적화된 비즈니스 모델을 개발해야 한다. 지속적인 항만 신선식품 수출을 위한 스마트 쿨포트 개발 방향을 제시하고, 항만 내에서 물리적·시스템적 콜드체인 원스톱서비스가 가능하도록 설계되어야 한다. 또한 트럭·철도 환적 서비스, 친환경 스마트 냉장·냉동창고를 통한 콘솔·보관 서비스, 신선식품 수출입에 필요한 통관 및 검역 서비스, 신선식품 온습도 정보 공유 서비스 등을 위한 플랫폼의 설치·운영이 필요하다. 이후 스마트 콘솔센터 구축에 대한 경제적 실효성 검토를 통해 사업 확대 방안까지 모색해야 할 것이다.

3) 글로벌 신선화물 추적관리 플랫폼 구축

한국 항만을 중심으로 한 신선화물 물동량의 증대는 물류 및 운송 업계에서 중요한 과제일 것이다. 먼저, 공급사슬 내 이해관계자와 참여자들에게 차별화된 서비스를 제공해야 한다. 이를 통해 경쟁력을 확보하고 물동량을 늘릴 수 있도혹 해야 하며, 스마트 콘솔센터 구축을 통해 글로벌 수출입 공동물류센터를 만들고 이를 통해 물류 및 운송 프로세스를 효율적으로 관리하고 최적화해야 할 것이다. 수출입 물류 플랫폼인 트레이드렌즈와 앤트

워프항의 NxtPort와 같은 협력 플랫폼을 효과적으로 활용하여 참여자들을 동참하도록 유도하는 정책도 필요하다. 이러한 플랫폼을 통해 정보를 등록, 수집, 공유하고 참여자들에게 차별화된 컨설팅을 제공하여 물동량을 집중시킬 수 있을 것이다.

또한 신선화물의 추적 및 상태관리가 필요하다. 한국을 경유하는 신선화물 물량을 모집하고, 수출입 전 구간에서의 신선화물 상태정보를 신속하게 추적하며, 해당국의 통관 및 검역 절차를 효율적으로 처리하기 위한 원스톱 서비스를 제공하는 것이 중요하다. 이를 통해 향후 쿨포트(Cool Port) 구축 후 물동량을 늘릴 가능성을 높일 수 있을 것이다.

신선화물 추적관리를 향상시키기 위해, 단기적으로는 IoT 센서의 지속적 정보 수집 및 음영지역에서의 작동을 보장하기 위한 다양한 센서 기술 개발이 필요하다. 중장기적으로는 외부 환경 조건에 따라 온습도를 원격 제어하는 스마트 컨테이너 연구 등이 추진되어야 할 것이다. 또한 IoT 배터리 충전 및 통신 상태를 개선하여 신선화물 추적 및 상태관리를 원활하게 진행할 수 있는 방안을 마련해야 할 것이다. 이러한 전략을 통해 한국 항만을 중심으로 신선화물 물동량 증대를 위한 노력을 계속 추진함으로써, 물동량 증대와 물류 및 운송 프로세스의 효율화를 지원할 것입니다.

제2절 우리나라 신선식품 공급망 경쟁력 제고를 위한 스마트 콘솔센터 운영가능성 조사 (2022년)

1. 목적 및 주요 결과

2차년도 연구(2022년)는 글로벌 신선과일 항만 수출 증대를 위한 스마트 콘솔센터(Consolidation center) 운영 가능성을 확인하는 것을 목표로 1차년도 연구를 통해 해상 운송의 품질 유지 요인과 함께 해상운송의 경쟁력 확보를 위한 요인 중 하나로 비용 측면에서의 경쟁력 확보를 위한 수출물량 확보 방안을 검증하고자 하였다.

〈표 2-2〉 2차년도 연구내용 및 방법

구분	연구내용	연구방법
1장 서론	• 연구의 배경 및 필요성 • 연구목적 및 주요내용	• 선행연구 검토
2장 우리나라 신선식품 수출입 경쟁력 조사	• 우리나라 신선식품 품목별 경쟁력 조사 • 품목별 글로벌 물류 프로세스 조사 • 주요 경쟁국 및 품목별 물류 프로세스 조사	• 수출입 데이터 분석(한국무역협회, IHS, Uncomtrade) • 해외시장점유율, 무역특화지수, 현시비교우위지수 • 프로세스 분석
3장 신선식품 스마트 콘솔센터 운영가능성	• 스마트 콘솔센터 개념 및 기능 • 스마트 콘솔센터 운영가능성 실증사업 설계 • 스마트 콘솔센터 운영가능성 실증사업 수행 • 스마트 콘솔센터 기대효과 추정	• 스마트콘솔센터 운영 플랫폼 구축 • 관련 전문가 자문 • 현장 실험 • 데이터로거 부착 및 분석 • QR코드 부착 및 분석 • 시나리오 분석 • 연구진 워크숍
4장 결론	• 연구결과 요약 및 향후 연구과제	• 연구진 워크숍

자료: 조지성 외(2022), 우리나라 신선식품 공급망 경쟁력 제고를 위한 스마트 콘솔센터 운영가능성 조사, p. 5

‘스마트 콘솔센터(Smart Consolidation Center)’란 전 구간 신선식품 콜드체인 관리 및 무역 관련 업무를 처리하여 안정적인 해상운송의 이용을 위한 원스톱 시스템으로, 국내 산지, 출하 시기가 다양한 동일 과일 품목을 물류센터에 집적, 품질 테스트·분류한 후 컨테이너 해상운송을 진행하기 위한 하드웨어 및 소프트웨어 모두를 포함한다.

주요 기능은 ①공급자-수요자 매칭 시스템(Supplier-buyer matching system), ②품질보장시스템, ③콘솔 시스템(Consolidation system), ④상품정보 추적시스템, ⑤무역 관련 행정통합 서비스 등이 있다.

〈그림 2-4〉 스마트 콘솔센터 개념 및 기능

자료: 조지성 외(2022), 우리나라 신선식품 공급망 경쟁력 제고를 위한 스마트 콘솔센터 운영가능성 조사, p. 88

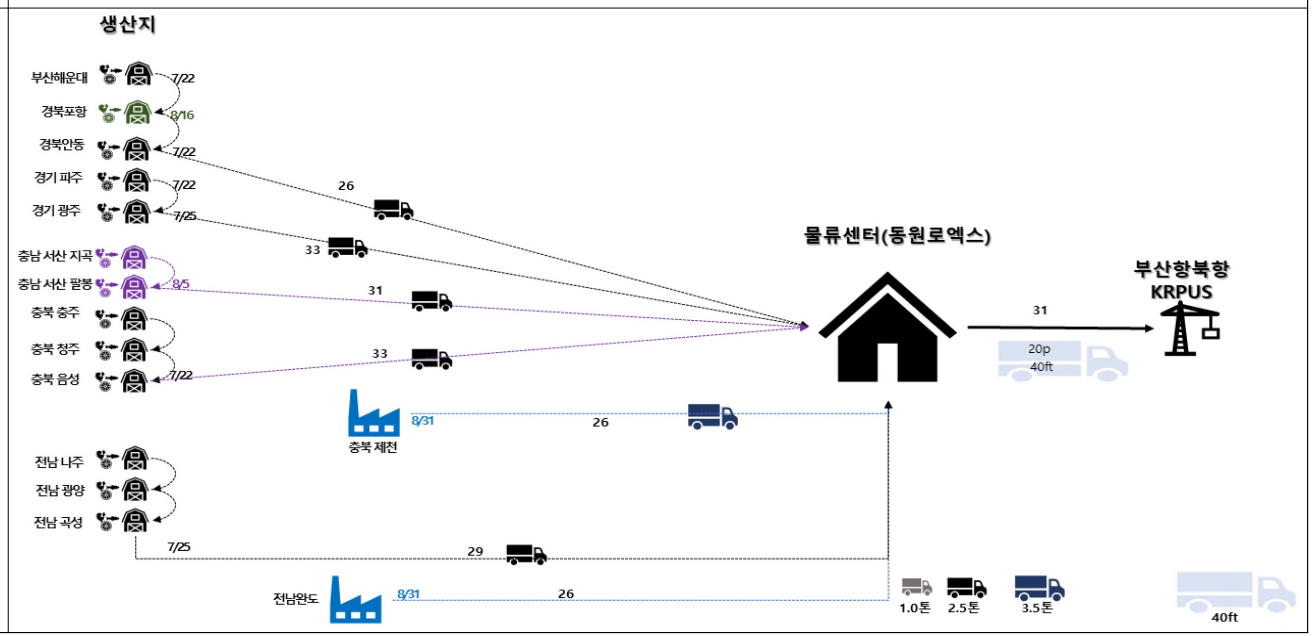
이에 동 연구에서는 스마트 콘솔센터를 이용하는 4개 시나리오를 구성하여 스마트 콘솔센터의 운영 가능성 확인을 위한 실증사업을 수행하였다. 예산 및 시간상의 한계로 인해 소프트웨어 구축 및 운영 가능성에 집중하였으며, 시나리오별 분석을 통해 해상운송 비용 비교 및 기대효과를 제시하였다. 5개 기능 중 ①공급자-수요자 매칭 시스템(Supplier-buyer matching system), ②콘솔 시스템(Consolidation system), ③상품정보

추적시스템을 적용하였다.

본 실증사업 결과, 콘솔센터를 활용하였을 때 생산지-물류센터 간 내륙 운송비는 약 9.6%, 전체 구간에서는 약 22%가 절감되는 것을 확인 할 수 있었으며, 밀크런[5] 방식을 적용할 때 개별 직접 운송(AS-IS)보다 약 38.2% 감소하고 항만까지 배송비를 고려하면 약 46.1% 물류비가 절감(TO-BE)되는 효과를 확인할 수 있었다. 향후 AI 기반 강화학습을 통해 컨테이너 적재율, 운송 거리, 운송비, 고객 주문 일자와의 차이 등을 고려하여 밀크런 최적 알고리즘(배송+적재)을 적용할 경우 스마트 콘솔 시스템의 집하 운송 계획의 최적화를 도모할 수 있을 것이며, 그 효과가 더 확대될 것으로 기대했다.

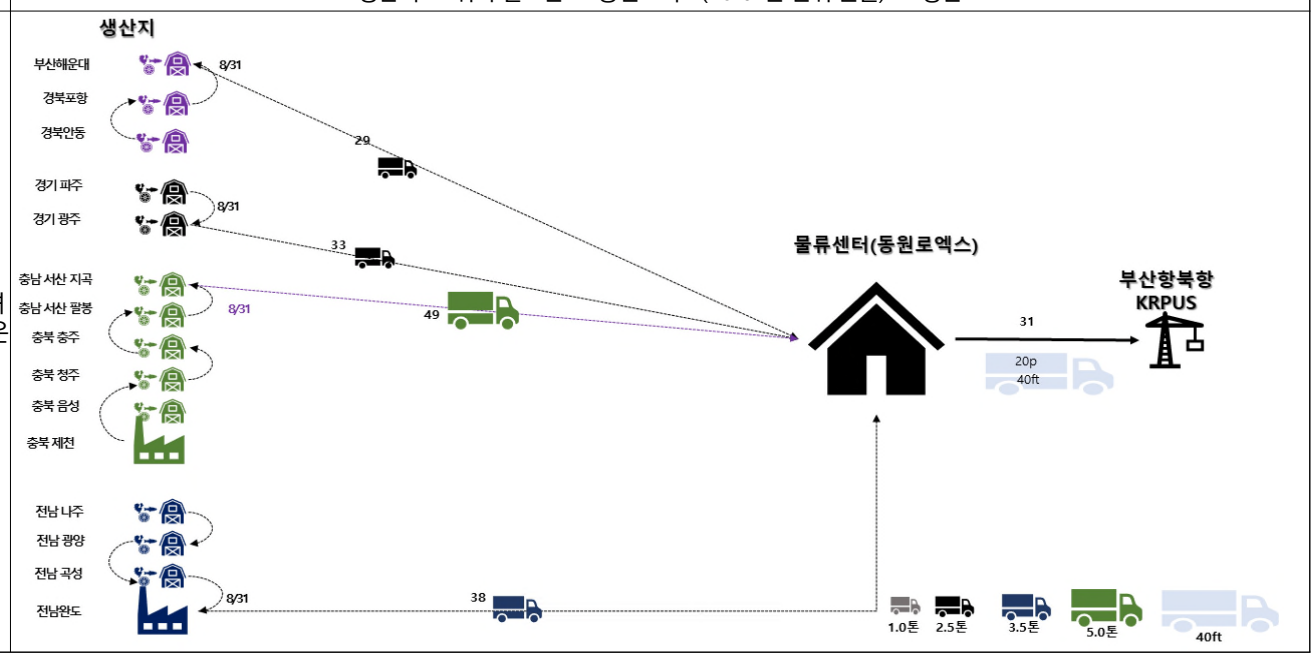
5) 밀크런(milk run): 운송비용과 시간을 줄이기 위해 하나의 트럭이 동일 목적지의 같은 운송루트 상에 있는 상품들을 픽업·혼적하여 물류센터까지 납품하는 방식

〈그림 2-5〉 상품 일부 구간 밀크런(주문일자고려) 이용 형태

구분	생산지 → 주문일자고려 밀크런 → 동원로엑스(40ft '컨'단위 콘솔) → 항만
주문일자 고려 밀크런 운송	

자료: 조지성 외(2022), 우리나라 신선식품 공급망 경쟁력 제고를 위한 스마트 콘솔센터 운영가능성 조사, p. 131

〈그림 2-6〉 상품 전체 구간 밀크런(위치 고려) 이용 형태

구분	생산지 → 위치 밀크런 → 동원로엑스(40ft '컨'단위 콘솔) → 항만
위치 고려 밀크런 운송	

자료:조지성 외(2022), 우리나라 신선식품 공급망 경쟁력 제고를 위한 스마트 콘솔센터 운영가능성 조사, p. 132

2. 향후 과제

1) 중소규모의 신뢰성 있는 생산자 발굴

스마트 콘솔센터의 주요 역할 중 하나는 공급자와 수요자를 연결하는 공급자-수요자 매칭(Supplier-buyer matching system) 이다. 이 기능을 수행하기 위해서는 안정하고 고품질의 상품을 공급할 수 있는 중소규모 생산자를 찾아내는 것이 선행되어야 할 것이다. 한국농수산식품유통공사는 한국 농축수산물의 수출진흥을 지원하기 위해 중소규모 생산자들을 돕기 위한 활동을 진행하고 있으며, 이를 통해 수출선도조직 육성, 수출협의회 구성, 해외 수출 네트워크 구축 등이 이루어지고 있다. 스마트 콘솔센터는 한국농수산식품유통공사와의 협력을 통해 신뢰성 있는 중소규모 생산자를 발굴하는데 기여해야 할 것이다.

또한, 중소규모 생산자를 대상으로 스마트 콘솔센터의 운영 가능성을 실증한 결과에 대한 세미나를 개최하고, 해외 시장 진출의 필요성과 가능성에 대한 인식을 높이는 작업이 필요하다. 중소규모 생산자 풀을 구축하고 협력을 강화하는 것이 중요하지만, 이를 통해 농축 어가와의 상호 협력과 공감대 형성이 이루어지지 않는다면 사업의 성과가 제한될 수 있을 것이다.

2) 선사와의 협력체계 구축 및 안전한 이체시스템의 연계

스마트 콘솔센터의 웹페이지 내에서 안정적으로 컨테이너의 위치(Tracking) 정보를 제공하기 위해서는 주요 선사와 정보 제공에 대한 사전 협의가 필수적일 것이다. 물론 화주, 생산자, 포워더 등 관련 업체가 직접 선사 홈페이지를 통해 정보를 확인할 수 있으나, 센터에서는 수출 관련 업무의 원스탑서비스(one-stop service)를 제공함으로써 업무의 비효율성을 줄이고 편의성을 제고해야 할 것이다.

또한 스마트 콘솔센터에서 제공하고자 하는 원스톱 서비스를 구현하기 위해서는 결제서비스도 해당 웹페이지에서 모두 해결할 수 있어야 할 것이다. 안전 거래 기능을 포함하여 인터넷뱅킹 계좌이체 서비스를 스마트 콘솔센터와 연계하여 생산자 및 수입업자 모두 결제 리스크를 최소화 방안이 마련되어야 한다.

3) 품질관리 시스템 연구

본 실증사업에서는 상품의 품질을 관리하는 시스템에 대한 논의를 다루지는 않았지만, 우리 농축수산물이 해외 시장에서 경쟁력을 확보하기 위해서 안정적으로 고품질의 상품을 수출하는 것이 중요하다. 따라서 스마트 콘솔센터에서는 5단계로 구성된 품질관리 시스템을 제안한다. 1단계는 최초 생산자 발굴 단계에서 생산자의 상품 품질을 평가하고 등급을 분류(A, B, C 등급)하여 등록하도록 한다. 2단계는 상품의 센터 입고 시 보다 효과적이고 신속한 품질관리를 위해 AI 기반의 품질관리 시스템을 적용한다. 입고된 상품에 대해 AI 기술을 활용하여 등급을 재분류하고 납품 계약과 다른 등급의 상품이 입고될 경우 반품 또는 2차 가공 등을 조치하기 위함이다. 3단계는 상품 출고 시, 상품의 포장재 상태 및 샘플링 테스트를 진행한다. 4단계는 해외 스마트 콘솔센터로 상품이 입고되는 시점에 샘플링 테스트를 통해 상품의 품질을 확인하고 최종 소비자에게 출고할 준비를 한다. 5단계는 최종 소비자(수입업자 또는 소비자)가 상품을 받은 후 모바일 앱을 통해 해당 상품의 품질 만족도를 점검하며, 이를 통해 고객의 요구 사항과 선호도를 파악하고 향후 상품 품질관리 기준을 업데이트할 수 있을 것이다.

제3절 시사점

1. 글로벌 신선화물 추적 및 품질보장 시스템 구축

글로벌 및 국내 콜드체인시장 규모는 지속적으로 성장하고 있으며, 2014년 약 920억 달러에서 2025년 약 3,820억 달러의 규모로 약 300% 이상 증가할 것으로 전망하고 있다. 우리나라 콜드체인 시장의 겨우 2014년 약 15억 달러, 2022년 약 48억 달러, 2025년 약 77억 달러 규모까지 성장할 것으로 추정되며, 2020~2025년 연평균 약 16.7%의 증가율이 예상된다. 이는 글로벌 시장의 2020~2025년 연평균 증가율 14.7% 대비 높은 수준으로 이를 고려한 콜드체인 운영 전략이 마련되어야 할 것이다. 현재 신선식품의 대부분이 해상으로 운송됨에 따라 미국 오클랜드, 벨기에 앤트워프항 등 글로벌 항만은 콜드체인 시장을 선점하기 위해 콘솔(Consolidation), 포장, 가공하는 냉장·냉동 물류센터를 포함한 쿨포트(Cool Port)를 운영하고 있다.

이에 지난 2년간 연구를 통해 우리나라에서의 신선식품 전용 항만 유치 가능성을 분석하고, 우리나라 신선식품 공급망 경쟁력 제고를 위한 스마트 콘솔센터 운영 방안에 관해 연구했다. 해외에서는 신선식품 수출입을 공급망(Supply chain) 차원에서 접근하는 데 반해 우리나라는 노드별, 부처별 미시적 관점에서 접근하고 있어 전반적인 콜드체인의 운영 효율성을 고려하고 있지 못하는 등의 한계를 확인 할 수 있었다. 스마트 콘솔센터(Smart Consolidation Center) 운영을 통해 전 구간 신선식품 콜드체인 관리 및 무역 관련 업무를 처리하여 안정적인 해상운송 서비스를 제공하고자 했다. 또한 플랫폼의 상용화를 위한 기능별 고도화와 함께 지속적인 수요조사 및 품질 관리체계가 마련되어야 할 것이다.

2. 해상운송에서의 잠재적 위기관리체계 구축

스마트 콘솔센터(Smart Consolidation Center)는 안정적인 해상운송의 이용을 위한 원스톱 시스템으로 공급자-수요자 매칭 서비스, 품질보장 서비스, 콘솔 및 상품정보 추적 서비스, 행정통합 서비스 등이 포함된다.

특히 이러한 서비스를 고도화하기 위해서는 해상운송 시 발생할 수 있는 위기 및 위험 요소를 최소화하거나 사전 예측 등을 기반으로 효과적인 대응을 통해 안정적인 해상운송 서비스가 제공되어야 할 것이다. 우선 해상운송에 있어 발생가능한 위험·위기 요소를 식별해야 할 것이다. 전통적인 위험에서 글로벌 공급망 위기에 따른 새로운 위험 요인을 분류하고, 주요 위험 요소 또는 재해·재난 모니터링을 통해 시스템을 고도화할 필요가 있다.

03
국제 해상운송의 위험요인(리스크) 분석

제1절 전통적인 위험요인 구분

최근 무역분쟁, 코로나19, 우크라이나 전쟁 등으로 인해 글로벌 공급망(Supply Chain) 위기가 발생했으며, 이러한 위험요인은 다양한 형태 및 기준으로 구분할 수 있다. 예를 들어 순수위험(Pure Risk)과 투기적위험(Speculative Risk), 체계적위험과 비체계적 위험 등으로 구분할 수 있으며, 전통적으로 해운·물류 분야에 포함된 공급망 위험은 다음 표와 같이 시장위험·운영위험·재무위험·산업위험으로 구분할 수 있다.

우선 '시장위험'이란 정치·사회적으로 예측하지 못한 변화가 갑작스럽게 발생해 운임, 선사, 벙커유 등으로 인해 손실이 발생할 수 있는 위험을 의미하는 것으로 정치 및 거시경제 위험, 운임변동 위험, 가격 변동 위험, 계절적 위험 등으로 세분화할 수 있다. '운영위험'이란 선박을 운항하면서 발생할 수 있는 해상 사고 등을 포함해 선사가 운영함에 따라 인적실수로 인해 발생할 수 있는 위험을 의미한다. '재무위험' 신용위험으로 불리기로 하며 기업의 재무상태, 현금흐름과 관련된 위험으로 유동성, 이자율, 투자로 인한 부채 변화 등으로 인해 발생할 수 있는 위험요인이다. 마지막으로 '시장위험'은 해운물류산업과 관련해 환경 변화를 가져올 수 있는 규제, 조세

등으로 이는 통제는 불가능한 위험요인일 수 있으나 이에 대한 대응은 가능한 것이 특징이다.

〈표 3-1〉 해상운송에서의 위험요인

대분류	중분류	사례
시장위험	• 정치 및 거시경제 위험 • 운임변동 위험 • 가격 변동 위험 • 계절적 위험	• 지정학적인 대립, 거시경제 하락 등 • 운임 및 용선료 변화 • 선가 및 연료유 가격 변화 • 흉작, 한파 등
운영위험	• 선박 및 장비운영 위험 • 인적자원 위험 • 신용 위험 • 전략 위험	• 기상 이변 등으로 장비 불능 • 선원 공급부족, 인력이 관리하는 자산가치 증가 • 기업의 재무적 평가, 신용도 • 신조선건조, 중고선 매매, 인수합병 등
재무위험	• 유동성 위험 • 환 위험 • 이자율 위험 • 세무 위험	• 자금조달비율, 자기자본비율 • 환율 변화 • 부채를 활용한 투자시 이자부담 증가 • 잘못된 세무처리, 탈세 등
산업위험	• 법률, 규제위험	• IMO 규제(탈탄소, 황산화물 등)

자료: 김광원(2014), 나정호(2015) 참고, KMI 정리

최근 물류 공급망에 영향을 미치는 요인은 전통적으로 구분하는 위험의 범주에 포함되어 있으나 구체적일 뿐만 아니라 공급망 충격 원인이 더욱 다양해지고 있는 것이 특징이다. 코로나 팬데믹 이전인 2019년에만 40건의 기상재해로 각각 10억 달러가 넘는 피해가 발생해 공급망에 차질이 생겼으며, 1995년 고베 대지진, 2002년 미 서안 항만 폐쇄, 2003년 태풍 매미로 인한 부산항 서비스 중단, 2011년 일본의 대지진과 쓰나미, 2017년 미국의 허리케인으로 인한 텍사스, 루이지애나의 마비 등 기상재해로 인한 충격이 대부분이었다. 그러나 2015년 톈진항 폭발, 2021년에는 에버 기븐

(Ever Given)호 좌초로 인한 수에즈 운하 통항 불능, 선전(옌톈 터미널), 닝보-저우산항의 코로나 확진자 발생에 따른 폐쇄 등 기상이변 외에도 공급망 충격의 원인이 다양해지고 있다.

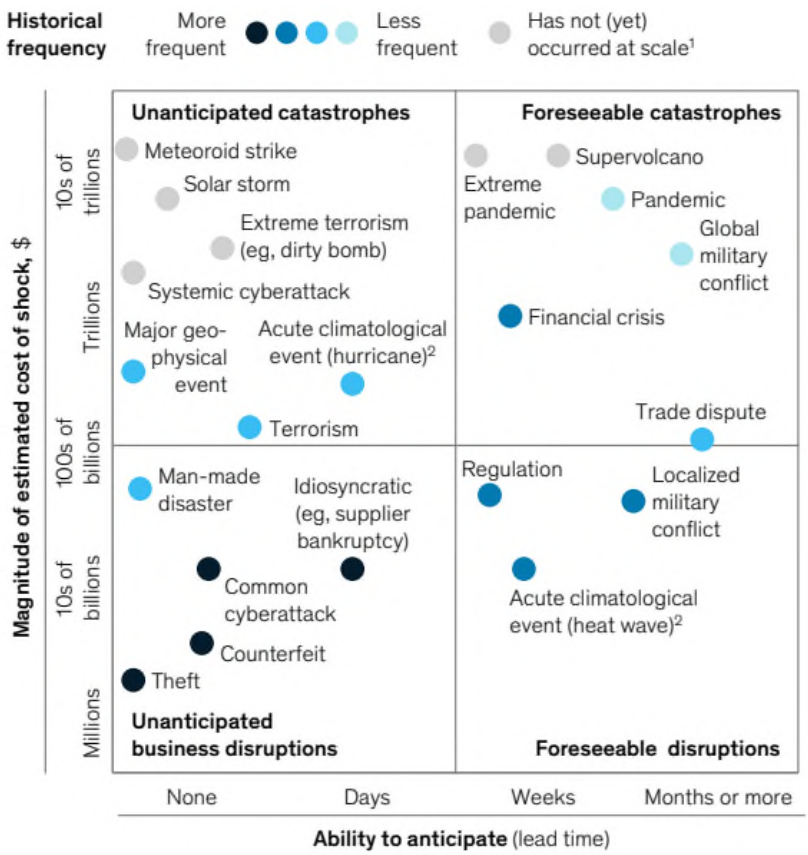
맥킨지에서는 공급망에 주어지는 충격의 규모와 예측가능성으로 카테고리화하여 다양한 위험요인을 다음과 같이 구분하고 있으며, 이때 피해 규모가 수백억 달러 이상인 경우에는 재해·재난으로 보고 있으며, 그 이하는 공급망에 미치는 영향이 재난에 비해 적은 것으로 분류하고 있다.

〈표 3-2〉 충격규모-예측가능성에 따른 위험요인 분류(맥킨지)

구분	대분류	내용
1	예상할 수 없으나 영향(규모)이 작은 사건	• 일상적인 사이버 공격을 비롯해 절도, 모방과 같은 인재로 발생하는 사고가 대다수
2	예상할 수 없으나 영향이 큰 사건	• 허리케인, 지진, 운석, 태양폭풍(solar storm)을 비롯한 자연재해와 테러, 대규모 사이버 공격 등
3	예상할 수 있으나 영향이 작은 사건	• 일부 기상재해를 비롯해 국가(지역) 간 군사 갈등, 규제 • 무역분쟁은 예측 가능하나 사례별로 영향도에 차이가 발생할 수 있음
4	예상할 수 있으며 영향이 큰 사건	• 팬데믹을 비롯해 화산폭발, 대규모 전쟁, 금융위기 등

자료: McKinsey & Company(2020), p. 4., KMI 재정리

〈그림 3-1〉 다양한 종류의 공급망 충격(규모 및 예측가능성)



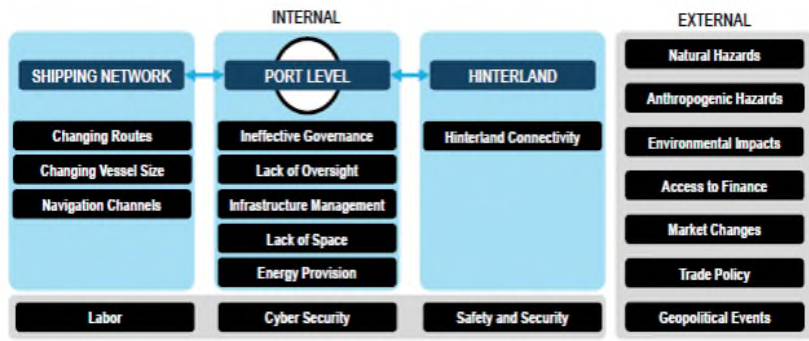
자료: McKinsey & Company(2020), p. 4.

제2절 미래 발생 가능한 위험요인 구분

1. 유엔무역개발회의(UNCTAD)

유엔무역개발회의(UNCTAD)에서는 항만에서의 위기관리를 위한 가이드라인을 마련하였으며, 2023년 3월에 발간된 가이드북은 “팬데믹 시대의 운송 및 무역 연결성: 비접촉식, 원활하고 협력적인 UN 솔루션(Transport and trade connectivity in the age of pandemics: Contactless, seamless and collaborative UN solutions)”이라는 주제로 제작되었다. 이는 지난 2020-2021년 UNCTAD에서 개최한 “코로나-19와 해상운송” 웨비나를 통해 논의된 결과를 기반으로 위험관리연구소(Institute of Risk Management, IRM) 및 관련 전문가, 업계 이해관계자들의 검토 의견을 포함한다. 코로나-19에 따른 해상운송 환경의 변화와 함께 이를 극복하기 위한 방안을 도출하고자 하였으며, 다음과 같이 10개의 주요 위험요인으로 구분하여 이에 대한 관리 지침 및 방법을 제공하고 있다.

〈그림 3-2〉 주요 항만 위험요소



자료: Kim, Y., and L. Ross (2019); UNCTAD(2023), Building Capacity to Manage Risks and Enhance Resilience: A Guidebook for Ports, p.12 재인용

해상운송 및 항만 시스템에 있어 내부 또는 외부 위험요소가 있을 수 있으며, 이에 대한 항만 회복력 수준을 통해 평가할 수 있을 것이다.

〈표 3-3〉 유엔무역개발회의(UNCTAD)가 구분한 주요 위험 요인

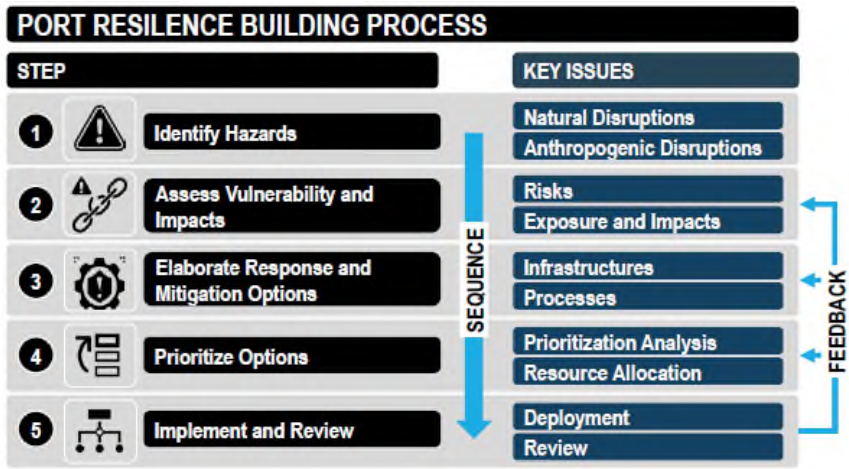
위험요인		상세 내용
내부요인	해상운송 네트워크 (Shipping network)	선박 항로, 운항 스케쥴, 서비스 구성 변화에 따른 해상 물동량 증감의 영향
	항만 수준 (Port level)	항만 당국, 터미널 시설 등 비효율적인 운영 및 의사결정·대응 지연 등에 따른 위험 요소
	배후지(Hinterland)	해상운송과 배후지 및 내륙시설과의 연결성 등 (내륙운송시스템의 장애 등)
	노동력(Labor)	항만 운영 및 시설 관리 등을 위한 인력 요소
	사이버보안 (Cybersecurity)	해상 공급망의 디지털화에 따른 데이터 관리 및 보호 등 관련 인프라 위험
	안전 및 보안 (Safety and security)	공급망 보안 및 안전보호 등 다양한 항만 및 해상 보안 이슈
외부요인	자연재해 (Natural hazards)	허리케인 및 기타 기상 이변 등에 따른 항만 및 해상운송 활동의 문제 발생
	인위적 위험 (Anthropogenic hazards)	인간의 활동에 따른 위험 요인(사이버공격 등)
	시장변화 (Market changes)	갑작스럽거나 점진적인 공급 또는 수요 패턴의 변화, 가격의 변동성 등(경기 침체 등)
	금융 (Access to finance)	항만 재정 자원 또는 투자에 따른 항만 역량 악화
	환경영향 (Environmental impacts)	환경 조건, 오염물질, 수질오염, 소음 등
	물류정책 (Trade policy)	각국 정부의 정책 및 규제에 따른 제한 이슈
	지정학적 사건 (Geopolitical events)	분쟁, 내전 등과 같은 지정학적 사건 또는 사고

자료: UNCTAD(2023), Building Capacity to Manage Risks and Enhance Resilience: A Guidebook for Ports, pp.12-13

이러한 위험관리를 위한 체계적인 대응·관리 시스템이 설계되어 있어야

하며, 상황에 따라 필요한 정보를 충분히 제공되도록 권고하고 있다. 다음과 같이 5단계 이행 전략을 제시하고 있으며, 지속적인 피드백을 통해 관리되어야 함을 강조하고 있다. 특히, 위험 식별 및 인지 단계에서 과거 경험 및 유사 인접 항구의 사건 등을 종합적으로 고려하여 사전에 그 위험요인을 인지하고, 이에 대한 최소화 방안을 마련하도록 한다. 예를 들어 특정 위험 발생 시 항만 폐쇄 및 지연 등의 가능성을 판단하고, 그 영향을 최소화하기 위함이다.

〈그림 3-3〉 위험관리 절차 및 체계



자료: UNCTAD(2023), Building Capacity to Manage Risks and Enhance Resilience: A Guidebook for Ports, p.15

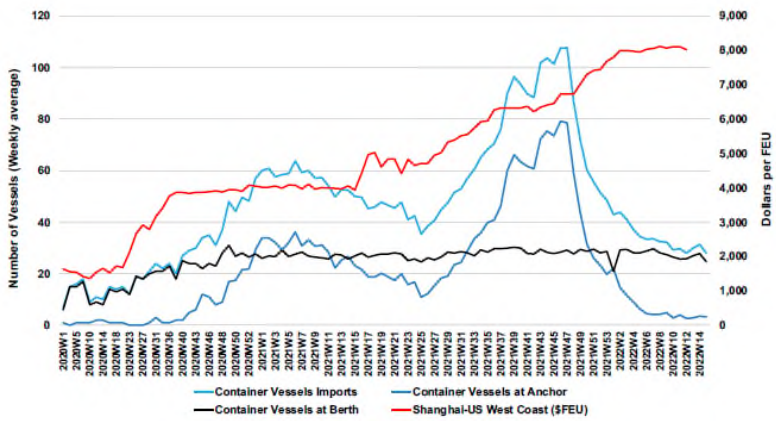
지난 2020-2022년까지 실제 해상운송 및 항만 사고 사례를 분석해 보면 다음과 같다. 코로나-19, 지진, 기상이변, 기름유출, 화재, 노동계 파업, 경제 혼란, 사이버 공격 등 다양한 원인과 사례가 있으며, 이러한 과거 데이터를 기반으로 지속적이고 체계적인 대응 시스템이 마련될 필요가 있다.

〈표 3-4〉 주요 항만 중단 사례

항만	사고	상세 내용
Long Beach, United States	Pandemic, 2020-2022	Covid-19으로 전자상거래 수입량 폭발적 증가. 항만 노동자COVID-19 대규모 감염과확산 방지 조치로 항만기능 비 정상 운영
Port Said, Egypt	Accident, 2021	Suez운하 "Ever Given" 좌초로 6일 간 양방향 선박운행 불가
Tianjin, China	Explosion, 2015	화학물질 폭발 및 연쇄적 초대형 폭발로 대규모 사상자 발생. 항만 기능 6일간 전면 중단
Ho Chi Minh, Viet Nam	Accident, 2019	엔진고장에 기인한 전복 사고로 300개 컨테이너 유실 발생.3~4주간 비정상 운영
Gothenburg, Sweden	Strike, 2016-2017	항만파업으로 약 1년 8개월기간 동안 항만 처리물동량 20% 감소
Valparaiso, Chile	Strike, 2019	2019 칠레 대규모 시위로 인한 국가 전반적 경제활동 중단
Rotterdam, Netherlands	Capacity constraints, 2014-2017	항만 처리 능력 부족으로 인한 적체
New York, United States	Hurricane, 2012	Hurricane Sandy영향으로 항만 시설 피해 다수 발생
Lagos, Nigeria	Civil war, 1975	반복적 내전으로 비정상적 경제활동
Houston, United States	Hurricane Harvey, 2017	Hurricane Harvey영향으로 항만 시설 피해 다수 발생
Meulaboh, Indonesia	Tsunami, 2004	인도네시아 북부 서해안에서 9.1~9.3 규모의 지진으로 대규모 해일 발생. 20만명 이상 사망
JNPT, India	Cyberattack, 2017	APMTerminal대상 랜섬웨어공격으로 전 세계 APM-Terminal에서 영향 받음. 인도 JNPT터미널 운영 중단
Durban, South Africa	Cyberattack, 2021	국영 항만운영사가 사이버공격 영향으로 불가항력(force majeure)선언
Laem Chabang, Thailand	Floods, 2011	3개월 동안의 대형 홍수로 국가 전반 기간 시설 피해

자료: UNCTAD(2023), Building Capacity to Manage Risks and Enhance Resilience: A Guidebook for Ports, pp.61-83 기반으로 KMI 정리

〈그림 3-4〉 롱비치 항만의 영향(25마일 이내 컨테이너)(2020-2022)



자료: UNCTAD(2023), Building Capacity to Manage Risks and Enhance Resilience: A Guidebook for Ports, p.62

2. 세계경제포럼(WEF)

세계경제포럼(WEF, World Economic Forum)의 「The Global Risks Report 2023」에 따르면 글로벌 위험요인을 경제, 환경, 지정학적, 사회, 기술의 5개로 구분하여 다음과 같이 장기적 측면(10년) 및 단기적 측면(2년)으로 분류하고 있다. 이 때 단기 위험에서는 '사회적 위험'과 '환경적인 위험'이 상위권에 포함되어 있으며, 장기 위험에서는 '환경 위험'의 기후변화에 따른 대응, 자연재해, 이상기후, 생태계 붕괴 등이 주를 이로 있는 것이 특징이다.

〈표 3-5〉 세계경제포럼이 선정한 장단기 위험(상위 10위)

구분	순위	위험의 유형	리스크
단기 (2년)	1	사회적 위험	물가 위기
	2	환경 위험	자연재해와 이상기후
	3	지정학적인 위험	지정학적 대립
	4	환경 위험	기후변화 완화 실패
	5	사회적 위험	사회적 결속력 약화 및 양극화
	6	환경 위험	대규모 환경 피해 사고
	7	환경 위험	기후변화 대응 실패
	8	기술적 위험	사이버 범죄 및 불안
	9	환경 위험	천연자원 위기
	10	사회적 위기	비자발적 대규모 이주
장기 (10년)	1	환경 위험	기후변화 완화 실패
	2	환경 위험	기후변화 대응 실패
	3	환경 위험	자연재해와 이상기후
	4	환경 위험	생물 다양성 및 생태계 붕괴
	5	사회적 위기	비자발적 대규모 이주
	6	환경 위험	천연자원 위기
	7	사회적 위기	사회적 결속력 약화 및 양극화
	8	기술적 위험	사이버 범죄 및 불안
	9	지정학적인 위험	지정학적 대립
	10	환경 위험	대규모 환경 피해 사고

자료: WEF(2023), 「The Global Risks Report 2023」, p.6, KMI 재구성

3. 주요 물류기업 및 해운선사

1) DHL

물류 기업인 DHL은 위험을 12개의 대분류로 분리해서 관리하고 있으며, 특히 구체적인 위험의 경우 ISO 27001, 개인정보보호법 등 체계적인 위험관리 시스템을 운영하고 있다. 물류기업의 특성 상 시장에서 선복은 대량으로 구매해 화주에게 재판매하는 형태이기 때문에 가격 위험에 가장 많이 영향을 받는 것으로 평가하고 있다.

〈표 3-6〉 DHL이 선정한 주요 위험 요인

대분류	세부항목
기업전략	운임 책정에 대한 시장 압력 위험
법률 및 규정 이행	반독점 및 경쟁법 규정
	EU의 개인정보보호법 (GDOR, General Data Protection Regulation)
자본지출 및 프로젝트	건물, 항공기, ESG를 위한 투자 등
운영	기후변화로 인한 운영 제한 위험
인적자원	단체 교섭으로 인한 위험
IT	IT 보안사고
	ISO 27001 인증
금융	환율 영향(기회도 가능), 유가 등 변동성에 대한 위험
세금	-
부동산	산업용 자산에 대한 임대, 구매, 판매, 건설에서 발생하는 위험
시장 및 고객	인플레이션
	고객파산
	세계경제의 변화
	지속가능한 연료와 재생에너지 가용성 (SAF, sustainable aviation fuel)

대분류	세부항목
규제	국가별 물류 시장에 대한 규제
	탄소세
	온실가스 배출 제한
환경, 재난 및 전염병	-

자료: DHL(2023),「Annual Report 2022」, p.75~80, KMI 수정

2) 머스크(Maersk)

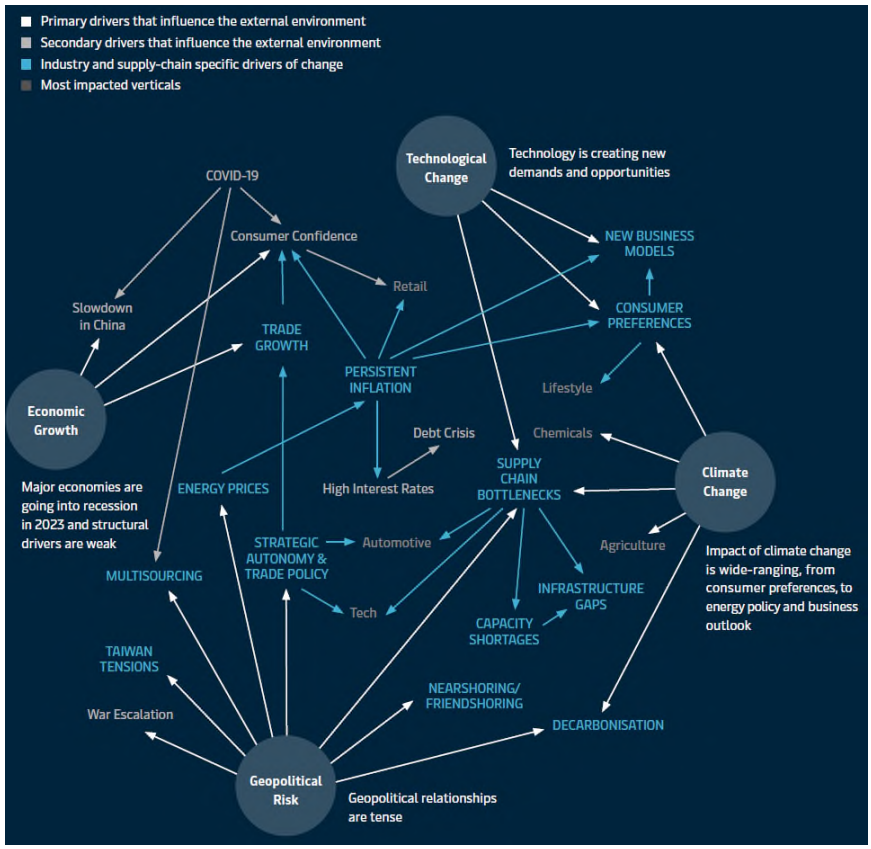
머스크는 기업 경영에 있어 주요 10개 위험요인을 선정하고 이에 대한 2023-2027년 비즈니스 전략 다음과 같이 마련했다. 이는 고객과의 신뢰를 기반으로 안전한 운송과 효과적인 공급망 관리를 위한 목적으로 수립되었다.

〈그림 3-5〉 머스크사의 2023-2027 주요 리스트 플랜

자료: Mearsk(2023),「Annual Report 2022」, p.31

특히 코로나-19에 따른 위험도가 완화되었음에도 물류업계 및 고객들은 광범위한 비즈니스 환경 변화에 직면하였으며, 이에 따른 혼란이 가중되고 있는 것으로 평가되었다. 즉 점차 근본적인 원인 식별 및 해소가 어려워지고 있으며, 공급망 파편화, 지정학적 불안정성 등 패러다임 전환 가속으로 기존 공급망의 부담은 아래 그림과 같이 여러 위험 요인이 유기적으로 연결되어 다양한 형태로 발생하고 있는 것이다.

〈그림 3-6〉 다중 위기에 따른 프레임워크 (사례)



자료: Mearsk(2023), 「Annual Report 2022」, p.29

주요 위험요인은 아래 표와 같이 구분할 수 있으며, 그 중 '지정학적 긴장' 및 '원가 상승'의 2개 이슈가 2022년부터 새롭게 등장했다. 반면 '고객 서비스 수준 하락' 이슈의 경우 글로벌 공급망 혼란 완화 및 고객 관리 프로그램 개발 등으로 점차 완화되고 있는 등 위험요인이 지리적, 시기적 상황에 따라 변화되고 있음에 주목했다.

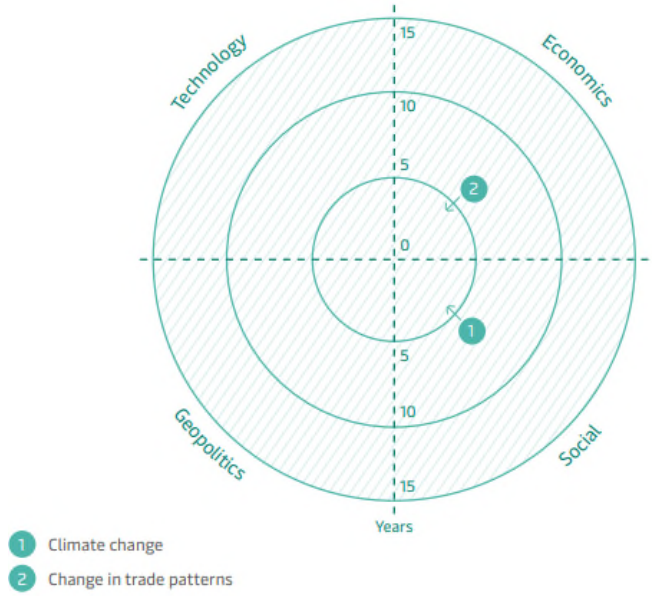
〈표 3-7〉 머스크가 선정한 주요 위험 요인

구분	대상	비고
해운(해양)산업의 붕괴	Chief Product Officer, Ocean	
지정학적인 위기	Chief Corporate Affairs Officer	2022년~
고객 서비스 수준 하락	Chief Delivery Officer	
기술적 표준화 미흡	Head of Transformation	
사이버공격	Chief Technology & Information Officer	
원가상승(인플레이션)	Chief Financial Officer	2022년~
Organisational capabilities	Chief People Officer	
탈탄소화	Chief Infrastructure Officer	
인수 및 합병 실패	Head of Transformation	
법률 및 규정 이행	Chief Corporate Affairs Officer	

자료: Mearsk(2023),「Annual Report 2022」, pp.32-33, KMI 재구성

이에 더해 새롭게 등장하고 있는 '기후변화(Climate change)' 및 '공급망 구조변화(Change in trade patterns)' 이슈를 추가로 선정하고 장기적 관점에서의 위험관리를 위해 집중하고 있다. 우선 기후변화는 아래 그림에서와 같이 글로벌 무역에 있어 점차 더 큰 영향을 미칠 것으로 전망되며, 이는 교통수단 및 관련 인프라에 대한 영향과 함께 경제적 활동 및 수요 측면에서의 무역 흐름 변화를 야기시킬 것으로 평가했다.

〈표 3-7〉 새로운 위험요인 등장 및 장기적 관리 전략



자료: Mearsk(2023),「Annual Report 2022」, p.35

3) 에버그린, 하팍로이드, CMA CGM 등

에버그린은 아래 표와 같이 전통적인 위험과 해운의 특수성을 반영한 위험요인으로 분류하고 있으며, 대다수의 컨테이너 선사의 경우 시장, 운영, 금융 위험 등은 일반적인 위험이나 도크, 부품, 연료 조달 등은 해운의 특수성을 반영한 위험요인으로 유사하게 구분하여 관리하고 있다.

〈표 3-8〉 에버그린이 선정한 주요 위험 요인

위험요인	설명(예시)
시장 위험	국내외 정치, 경제 등으로 인한 운송위험
운영 위험	특정 지역에 대한 서비스 집중으로 인한 위험
금융 위험	금리, 환율, 이자율 등으로 인한 유동성 위험
재무 위험	은행 등 금융기관의 계약 불이행으로 발생하는 위험
운영 및 파업 위험	파업 등으로 인한 서비스 일정 누락으로 발생하는 위험
화물 안전 위험	위험물 신고 누락, 관리 부족으로 발생하는 위험
제재 위험	국제 경제 제재 및 금수조치에 따른 위험
신용 위험	고객 신용 위험으로 인해 미수금 증가 위험
기후 변화	이상 기후로 인해 발생하는 위험
전염병 위험	전염병 발생 위험
정보 보안 위험	사이버테러에 대한 위험
예비 부품 조달 위험	선박 및 기자재 조달에 대한 위험
도크(dock) 위험	선박 도크 입거 지연으로 유지보수 지연 및 품질 저하 위험
연료 조달 위험	연료품질 불량 및 공급 부족 위험

자료: https://csr.evergreen-marine.com/csr/jsp/CSR_RiskControl.jsp(검색일:2023.7.11.)

제3절 시사점

본 장에서는 해상운송에 있어 전통적인 위험요인과 미래 발생가능 위험요인에 대해 분석해 보았다. 코로나-19, 전쟁 등 글로벌 공급망 위기와 함께 다양한 형태로 등장하고 있으며, 그 충격의 원인 및 규모가 다양하고 복합적으로 발생하는 것이 특징이다. 위험요인의 특성 및 기준에 따라 통제가 가능하거나 불가능한 요인 분류할 수 있겠으나, 공통적으로 특정 수준까지 이에 대한 예측 및 대응이 가능할 것으로 평가된다. 즉 위험요인에 따른 충격의 규모 또는 예측 가능성을 고려한 대응 전략이 마련해야 할 것이며, 이는 항로별, 항만별, 시기별 다양한 기준으로 장기간 축적해 온 데이터를 기반으로 해야 할 것이다.

유엔무역개발회의(UNCTAD), 세계경제포럼(WEF) 등은 글로벌 위험요인이 단기적·장기적 관점에서 관리되어야 하며, 해상운송 환경의 변화와 함께 지속적으로 변화되고 있음을 강조했다. 이에 내부 또는 외부 위험요소를 구분하고, 시기·상황에 따라 필요한 정보가 충분히 제공될 수 있도록 체계적인 대응·관리 시스템이 설계될 필요가 있다. 위험 식별 및 인지 단계에서 과거 경험 및 유사 인접 항구의 사건 등을 종합적으로 고려하여 사전에 그 위험요인을 인지하여 그 영향을 최소화하는 것이 가장 중요할 것이다. 또한 장기적 관점에서의 환경위험 및 기후변화 위험요인은 새로운 규제 강화와 연결되어 복합적인 요소로 영향을 미칠 수 있으며, 이에 따른 혼란이 점차 가중될 것으로 전망된다. 국제 해상운송 시장을 기반으로 하는 물류기업의 특성 상 기존의 위험요소와 함께 공급망 파편화, 지정학적 불안정성 등 해상 물류 위기관리를 위한 요소별 대응 방안 마련과 함께 위기 예측 모델 개발 등 체계적인 위기관리 시스템 개발이 필요할 것이다.

04
재해·재난 모니터링 시스템 구축

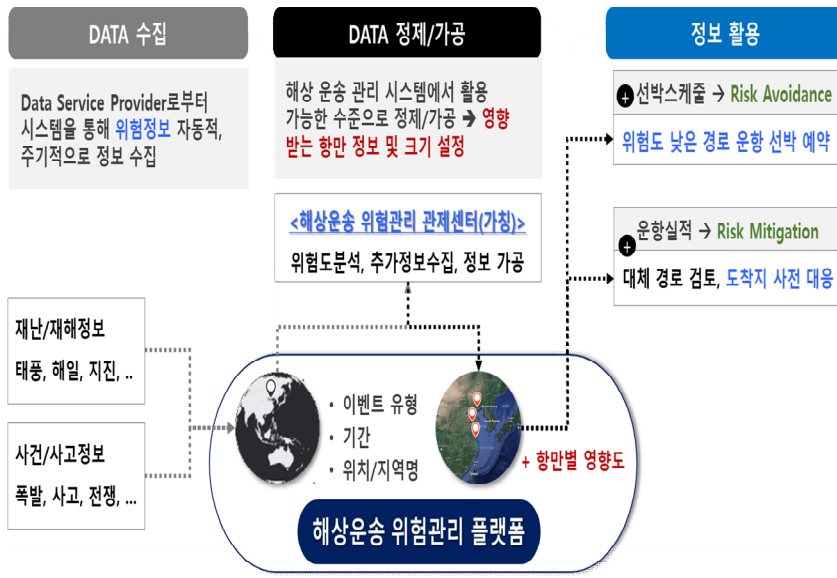
제1절 데이터 개요

신선 화물은 국제 해상 운송 시 재해, 재난, 인적 사고 등으로 인하여 운항 지연이 발생할 경우 상품 품질이 저하하거나 폐기해야 하는 경우가 발생하므로 다른 상품 운송보다 위기 상황 관리 및 대처가 중요하다. 이에 사건 발생 전 혹은 발생 후 신속하게 대응하기 위해서는 국제 해상 운송 구간의 위험요소를 모니터링, 분석하여 이를 회피하는 방안을 마련하는 것이 요구된다.

이러한 작업을 위해서는 전 세계의 태풍, 해일, 지진, 폭발, 전쟁, 충돌 등과 같은 재해·재난 및 사건·사고정보와 선박의 항로, 스케쥴 등의 운항정보 등 2가지 정보가 필요하다. 이에 본 연구에서는 1, 2차년도에 개발한 수출입 지원 및 추적관리를 위한 '스마트 콘솔센터 플랫폼(e2estroy)'에 위기 모니터링(Risk Monitoring) 기능을 구현했다. 위기 모니터링을 위한 2가지 기초 데이터인 재해·재난 및 사건·사고정보와 선박 운항정보의 데이터를 수집·분석하여 플랫폼 상에 수출입 항로별 위기 정도를 표현했다. 개발된 위기관리 플랫폼은 위험요인이 미치는 기간 및 영향 범위 등을 고려하여 수출입업체가 해당 항만, 항로를 회피하여 선박을 예약할 수 있도록 설

계되었다.

〈그림 4-1〉 해상운송 위험관리 플랫폼 개념도



자료: 저자 작성

1. 위험 정보(재해·재난 및 사건·사고)

1) 수집 데이터 항목

R사에서는 전 세계의 비상 및 재난 정보(Emergency and Disaster Information)를 14개 대분류로 분류하여 발생하는 이벤트를 모니터링, 문서화, 분석한 후 고객에게 위·경도 정보와 함께 제공하고 있다.

R사에서 제공하는 위험정보는 〈표3-1〉의 생물학적 요인 등을 포함한 14개의 대분류하에 총 85개의 소분류가 존재한다.

〈표 4-1〉 위험정보 분류

구분	대분류	소분류
1	생물학적 요인 (biological Origin)	①동물 공격, ②전염병 (동물),③전염병(인간), ④전염병 위험, ⑤전염병(식물), ⑥감염 위험
2	주요 기반시설(critical infrastructure)	①은행 서비스 마비, 공공 행정 붕괴, 식량 공급 중단, 유선 및 인터넷 네트워크 고장, 의료 서비스 중단, 식수 공급 중단, 통신 장애, 교통 장애
3	사회적 사건(Social Incident)	①화생방 및 핵무기(CBNR: Chemical, Biological, Nuclear, Radiological), 사이버 공격, 지역 안보 분쟁, 대규모 이동 또는 이주, 연쇄 시위, 연쇄 파업, 테러, 공공 안전 사고, 전쟁
4	생태계 재해 (ecological disaster)	①대기 오염, 인간에 의한 생태계 재해, 생물학적 위험 탈출, 생태계 위험, 환경 오염, 동물 해충 번식, 식물 해충 번식
5	폭발(explosion)	산업 폭발, 주변 폭발
6	화재(fire)	건물 내 화재, 야외 화재
7	지질학적 요인 (geological)	눈사태, 지진, 산사태(landslide), 산사태(mudslide), 기타 지질 사건, 돌출, 토양 침식, 돌 낙하, 화산 분출
8	수문학적 요인 (hydrological)	댐 붕괴, 돌발 홍수, 홍수, 내륙 수로 사건, 기타 수자원 사건, 쓰나미
9	산업재해(industrial)	위험한 공장 사고, 에너지 공급 시스템 고장, 건물 황무, 기술 장애, 유해 화학물질 누출, 천연 가스 및 원유 폭발, 광산 사고
10	원전사고(nuclear accident)	동위원소(isotope) 사고, 원자력 발전소 사고, 핵무기 사고
11	위험경보(risk alet)	대기 질 지수, 여행 정보
12	교통사고(traffic incident)	비행기 사고, 고속도로 사고, 철도 사고, 수상 사고
13	날씨(weather)	사이클론, 가뭄, 눈과 얼음에 의한 피해, 먼지 폭풍, 극한 한파, 극한 강우, 우박, 폭염, 번개, 얼어붙는 비, 짙은 안개, 교통에 심각한 영향을 미치는 날씨, 폭풍, 계속되는 폭설, 토네이도
14	기타	기후 변화, 기타 유해물질 사건, 기타 사건, 해적 공격, 우주 사건

자료: R사 홈페이지 기반 저자 작성

2) 데이터 수집 방법 및 데이터 형태

1차년도와 2차년도 연구에서 개발한 수출입 화물의 전과정 추적관리 시스템인 스마트 콘솔센터(Smart Consolidation Center) 플랫폼 상에 '해상운송 위험관리 플랫폼'을 구현했다. 그 다음 R사에서 제공하는 재해·재난 정보를 Open API 방식을 이용하여 1시간 주기로 시스템 기반으로 자동으로 '해상운송 위험관리 플랫폼'으로 정보를 수집하고 있다.

전송되는 데이터 형태는 JSON(JavaScript Object Notation) 포맷의 구조화된 데이터 형태이다. 예를들면 2023040112100은 년도 4자리(2023), 월 2자리(04), 일 2자리(11), 시 2자리(21), 분 2자리(00)를 표현한다.

전송되는 재해·재난 정보는 제목, 이벤트 상세내용, 발생위치, 기사원문 홈페이지 주소, 발생위치 위/경도 좌표, 이벤트 대분류, 이벤트 소분류, 리스크 심각도, 발생시각, 종료시각 등으로 표시된다.

〈그림 4-2〉 전송되는 재난·재해정보 형태

자료: 저자 작성

2. 선박 운항 정보

유료 데이터 제공업체(Data Service Provider)인 L사의 선사 스케쥴 정보를 FTP(File Transfer Protocal) 서버를 이용하여 제공받는다. FTP방식은 우리가 파일을 요청하면 L사의 서버가 스케쥴 정보를 파일로 주는 방식이다. L사가 제공하는 정보는 항로구간별, 기간별 이용료가 비싼 편이므로 기항지가 많은 부산항-로테르담항 구간에 대한 스케쥴 정보를 유료로 구매하여 제공받았다. 해운선사, 서비스 노선정보 등 해당 정보는 JSON 포맷으로 제공된다.

〈그림 4-3〉 선사정보와 서비스 노선정보 예시

선사정보


```
{
    "items": [
        {
            "id": 1,
            "scac": "MAEU",
            "name": "Maersk",
            "description": "Maersk Line",
            "company": "A.P. Møller - Mærsk",
            "address": "Esplanaden 50",
            "city": "Copenhagen",
            "postcode": "1098",
            "country": {
                "id": "DK",
                "name": "Denmark"
            },
            "phone": "+45 3363 3363",
            "fax": "+45 3363 4108",
            "email": "containerbiz@maersk.com",
            "website": "www.maerskline.com",
            "established": "Est.",
            "year_est": 1904,
            "carrier_group": "A.P. Møller - Mærsk",
            "max_teu": 4187534,
            "max_ships": 697,
            "regions": "Global",
            "kind": "deepsea",
            "smdg": "MSK",
            "bic": "MAEU"
        },
```


서비스 노선정보


```
{
    "items": [
        {
            "id": 2771,
            "code": "AE10 (432)",
            "name": "ASIA EUROPE 10 SERVICE (AE10)",
            "carrier": {
                "id": 1,
                "scac": "MAEU",
                "name": "Maersk"
            },
            "ports": [
                {
                    "id": 9980,
                    "code": "CNNGB",
                    "name": "Ningbo",
                    "region": {
                        "id": 5851,
                        "name": "Zhejiang Sheng",
                        "country_id": "CN"
                    },
                    "country": {
                        "id": "CN",
                        "name": "China"
                    },
                    "latlong": [
                        29.9833,
                        121.9
                    ]
                },
                {
                    "id": 10043,
                    "code": "CNSHA",
                    "name": "Shanghai",
                    "region": {
                        "id": 5864,
```


자료: L사가 제공하는 정보 형태를 기반으로 저자 작성

L사가 제공하는 정보는 해운선사정보, 연락처 정보, 선박정보, 항만정보, 서비스 노선정보, 지역/국가 정보, 구간별 스케쥴, 기항지 정보, 구간별 스케쥴, 잔여콜 수 등이고, 이 값들은 JSON 포맷으로 제공된다.

〈표 4-2〉 선사 스케쥴 정보

구분	정보유형	설명	제공정보
1	Carriers	해운선사 정보	SCACcode기준, 해운선사 상세 정보 ※SCAC(Standard Carrier Alpha Code): "National Motor Freight Traffic Association"에서 운송회사 구분코드로 1960년대 정의하였으며, American National Standards Institute, Accredited Standards Committee X12, United Nations EDIFACT에서 EDI(전자정보교환) 시 활용. 2~4 Alpha code → MAEU: Maersk, MSCU: MSC, HMDU: HMM, ...
2	Contacts	연락처정보	해운선사 국가별 연락처 상세정보
3	Vessels	선박정보	특정 해운선사에서 운영하는 선박상세정보
4	Ports	항만정보	특정 국가의 모든 항만 정보
5	Routs	서비스노선 정보	해운선사에서 서비스하는 노선 정보
6	Locations	지역/국가 정보 검색	특정 글자로 시작되는 모든 국가 또는 지역 정보 검색
7	Trips	구간 별 스케줄	출발항~도착항 사이의 스케줄 정보(Direct, 1 or 2 transhipments) ※KRPUS~SGSIN(669), KRBNP~SGSIN(75), KRPUS~NLRTM(135), KRBBNP~NLRTM(12): 1,028건('23-04-23 기준) ←선박갯수: 도착지 SGSIN= 359건, 도착지 NLRTM= 125
8	Calls	기항지 정보	특정 선박 기항지 정보
9	Schedules	구간 별 스케줄	특정일 이후 기항지 정보에 대해 출발항/도착항 기준으로 표현(Calls API의 다른 표현 방식)
10	Usage	잔여 콜 수	subscription 기반으로 계약 시 계약 조건 기반 남아있는 콜 수 조회

자료:L사 제공정보 기반 저자 작성

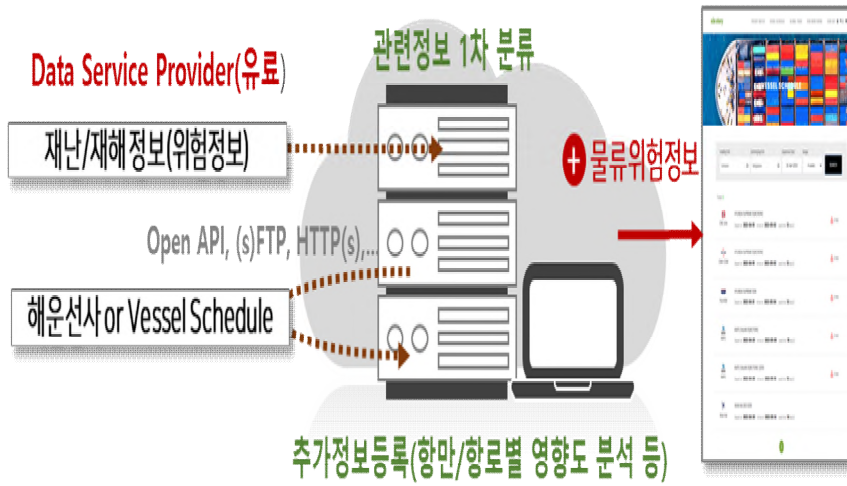
3. 원천 정보 정제 및 가공

R사에서 제공하는 정보는 자연재해 및 인적사고 등에 대한 위·경도 기준의 이벤트 발생 위치를 제시할 뿐이지 L사가 제공하는 선박이 기항히는 항만과 항로와의 연관성을 파악하기 어렵다.

만약 태풍과 같은 자연재해가 발생했다고 가정했을 때, 발생위치를 파악했을지라도 재해 규모, 영향 정도 및 기간, 항만 인프라 상태 및 대응력 등에 따라 심각성과 영향 정도가 달라질 수 있다.

수집된 위경도 중심의 위험정보와 항만 및 항로와의 거리를 가지고 시스템적으로 1차 분류하고 난뒤, 수출입 위험관리 플랫폼을 관리하는 '(가칭) 국제해상운송 위험관리 센터'에서 연구, 경험, 운영 지식을 기반으로 항만 및 항로에 미치는 영향을 재분류하는 추가정보 등록이 필요하다.

〈그림 4-4〉 원천 정보 정제 및 가공 개념도



자료: 저자 작성

이번 연구에서는 위경도 기준의 위험정보가 영향을 받는 항만을 '(가칭) 국제해상운송 위험관리 센터'에서 표시하도록 설정했다. 향후에는 위험정보에 따라 해당 부분의 영향범위와 심각도를 표시하는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

4. 물류 위험도 표시 방법

재해·재난정보 등의 위험정보가 해당 선박의 운항 스케쥴과 겹치는 것을 확인하기 위해서는 선박 운항 정보에서 항만 정박기간이 특정 위험정보 유효기간과 겹칠 때 위험을 표시한다. 현재 위험도는 R사가 제공하는 리스크심각도(Severity) 정보를 그대로 표출한다.

선박운항정보와 위험정보 연결 방법은 L사의 선박정보(Vessel Master), 항로정보(Service Lane), 운항정보(Vessel Schedule)을 순차적으로 연결하고 위험정보와 연결한다.

선박정보는 해운선사에서 해상운송 서비스를 제공할 목적으로 구매 또는 임대를 통하여 새로운 선박을 도입하여 등록한 정보이다. 항로정보는 해운선사 선대기획팀 또는 항로기획팀에서 항만별 수요 등을 기반으로 얼라이언스와 협의하에 서비스 노선 및 투입 선박을 정의한 것이다. 운항정보는 정의된 서비스 노선에 따라 각 항해 차수(Voyage)별로 항만별 예상 도착일시, 예상 출발일시를 지정한 정보이다. 위험정보는 수집 및 등록된 항만별 위험정보가 특정 선박의 항만별 정박기간과 겹칠 때 위험을 표시한다.

예를 들면 상하이항에 MARIBO MAERSK호가 318W항차로 5월 13일 도착해서 5월14일 출발한다고 할 때 코로나 19로 인해 상하이항 봉쇄기간이 4월1일부터 5월 30일이라고 가정하면 해당일자에 항만이 폐쇄가 되기

때문에 해당 항만에 위험도를 표시하게 된다.

〈그림 4-5〉 선박운항정보와 위험정보 연결

자료: 저자 작성

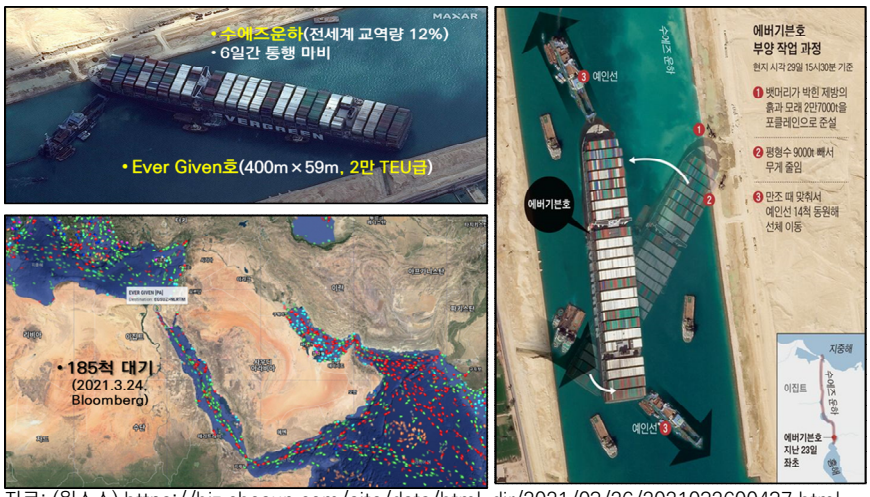
제2절 재해/재난 모니터링 시스템 구축

부산항~로테르담항으로 해상운송하는 경우 운송시간이 33일에서 40일 정도 소요된다. 이는 다른 운송수단에 비해 리드타임이 상대적으로 길기 때문에 위험요소에 노출될 가능성이 매우 높다.

현재 공급망 end-to-end 차원에서 재해·재난 정보 등 위험정보를 관리하고 있지 않기 때문에 해당 항만에 사건이 발생했음에도 불구하고 해당항로에 진입하는 경우가 다수 발생하고 있다.

예를 들면, 2021년 3월 23일에 2만 TEU급 컨테이너 선박인 에버기븐(Ever Given)호가 수에즈 운하에 좌초했다. 수에즈 운하는 전세계 교역량의 12%를 차지하는 물동량이 매우 많은 곳이다.

〈그림 4-6〉 수에즈운하 컨테이너선 좌초 사건



자료: (원소스) https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2021/03/26/2021032600437.html, https://www.chosun.com/international/europe/2021/03/29/7L7AXXQH4ZHRBLKFTCNURYBTVY/, http://www.busan.com/view/busan/view.php?code=2021032518463359622(검색일: 21.11.30) 기반 저자 작성

이때 해당 정보를 받지 못한 선박들이 수에즈운하로 몰리는 바람에 좌초된 그 다음날 185척이 대기하는 사태가 벌어졌다. 좌초된 선박을 빼내는데, 예인선 14척이 동원되어 6일간 작업했다. 이로 인하여 통항이 많으 수에즈 운하는 6일간 마비가 되었다.

수에즈 운하에 컨테이너선이 좌초되었다는 것을 항해하는 선박이 미리 알았다면 해당 항로에서 대기하는 일은 벌어지지 않았을 것이다. 또한 선사들은 좌초된 선박이 어느 정도 시간이 흐르면 수습이 되는지를 알고 싶어하나, 현지 특파원이 파견되지 않은 경우에는 상황을 파악하기 어렵다.

선사들은 사건이 발생했을 때 해당 사건이 어느정도 시간만에 해결이 될지에 대한 불확실성 때문에 해당 항로를 계속 이용할 것인지 대체항로를 이용할 것인지에 대한 의사결정이 쉽지 않다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 선박 통항에 장애가 되는 문제가 발생하는 경우, 신속하게 선사, 운항하는 선박, 화주에게 공유되고, 해당 문제의 영향범위를 분석해서 어떤 방식으로 대응할 것인가에 대한 논의가 신속하게 이뤄져야 한다. 이를 위해서는 위험정보와 선박 운항정보가 연계되고, 실시간으로 정보가 빠른시간에 공유되는 시스템이 필요하다.

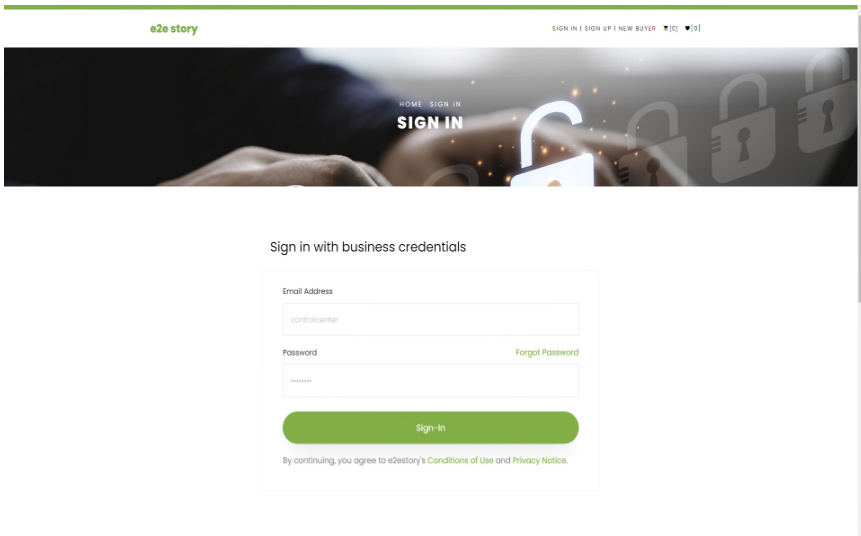
하나의 시스템하에서 전세계 재해·재난 정도 등을 관리하고 해당 사건이 발생했을 때 항만에 미치는 영향을 표시하고, 문제가 발생한 항만 혹은 항로를 회피하는 것이 필요하다. 이러한 관점으로 '수출입 물류 위험관리 플랫폼'을 올해 연구에서 '스마트 콘솔센터 플랫폼'상에 구현했다.

이번 연구에서 개발된 '수출입 물류 위험관리 플랫폼'은 시스템상에서 위험관리가 가능한지에 대한 1차 시험연구를 시행한 것이고 향후에 좀 더 정밀한 연구가 진행된다면, 선사, 화주 등 물류를 영위하는 사람들에게 도움이 될 것이라 판단된다.

1. 글로벌 위험정보 모니터링 시스템

1차년도와 2차년도 연구에서 개발한 수출입 화물의 전 과정 추적관리 시스템인 스마트 콘솔센터(Smart Consolidation Center) 플랫폼 상에 '해상운송 위험관리'에 할당된 관리자 아이디로 접속한다.

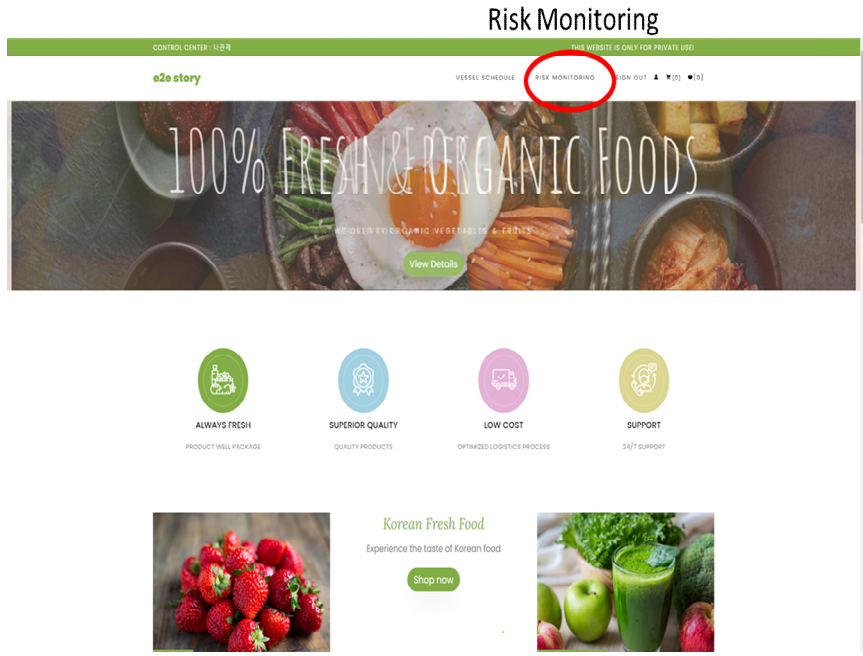
〈그림 4-7〉 해상운송 위험 플랫폼 접속화면



자료: 저자 작성

해상운송 위험관리 관리자 아이디로 접속하면 수출입 화물의 전과정 추적관리 시스템인 '스마트 콘솔센터 플랫폼'의 주문 환경에 수출입 화물의 항로 상에서 일어나는 위험을 관리하기 위한 Risk Monitoring이라는 탭이 생성된다.

〈그림 4-8〉 Risk Monitoring 탭 생성 화면



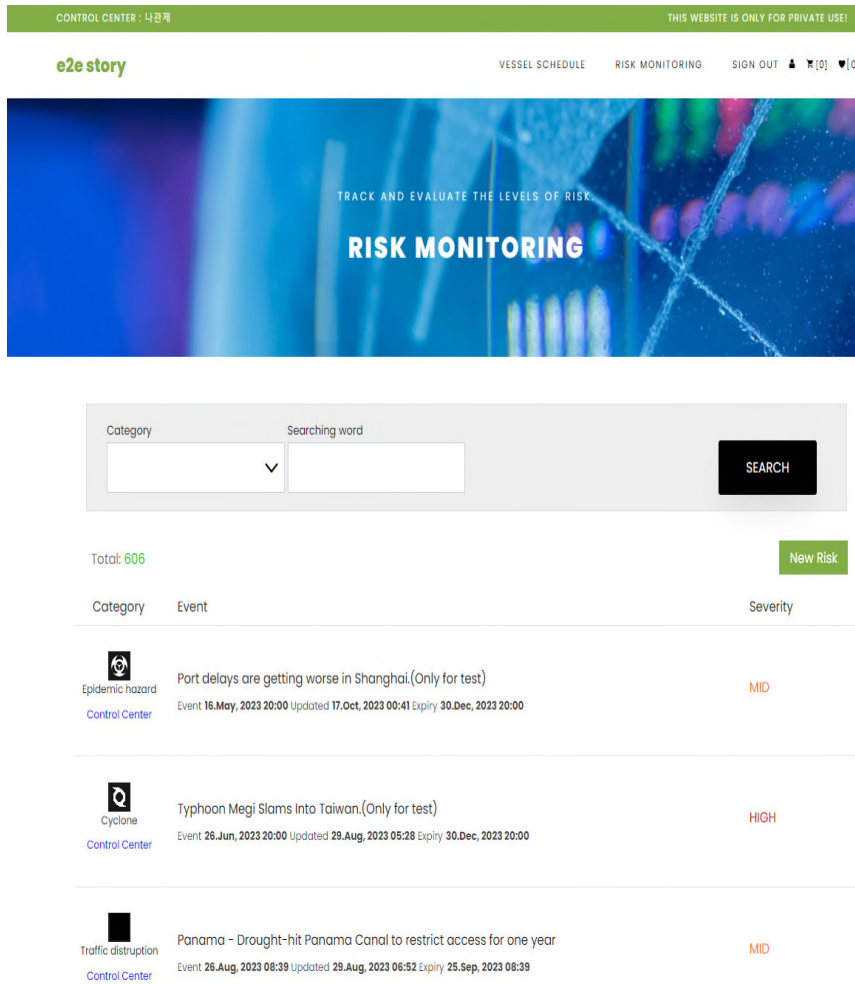
자료: 저자 작성

R사에서 제공하는 14개의 대분류하에 총 85개의 소분류의 위험관리 정보를 Open API 방식을 이용하여 1시간 주기로 수집하여 e2estory 플랫폼에 있는 Risk Monitoring 시스템 상에 표시된다.

위험정보 표시방법은 Control Center에서 직접 입력하거나 Service Provider인 R사의 정보를 가지고 와서 표시한다. Control Center에서 입력한 첫 번째 항은 전염병위험(Epidemic Hazard)으로 상하이 항만에 지연이 심하게 일어나고 있고, 심각성(Severity)은 중간(Mid)로 표현되었다. 두 번째 항은 대만에 태풍(Cyclone)이 상륙하여 카우슝항 등 대만 항만에 심각한 피해를 입혀 심각성이 높음(High)으로 표현되었다. 세 번째 항은

파나마운하 가뭄으로 선박 통항이 정체되는 등의 교통정체(Traffic Disruption) 현상이 발생했으며, 항만에 미치는 영향은 중간(Mid)로 표시되었다.

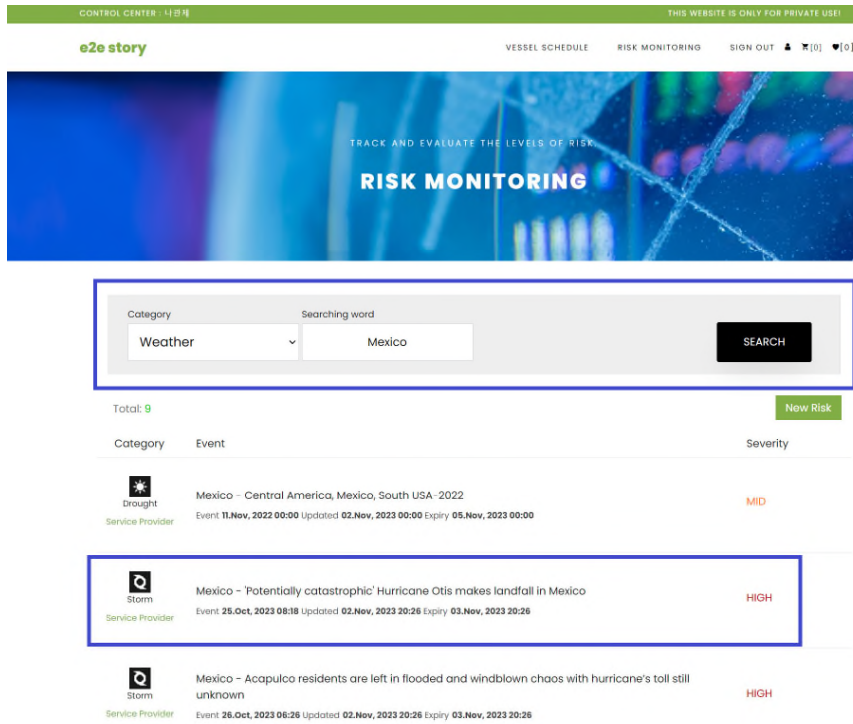
〈그림 4-9〉 Risk Monitoring 상의 위험정보(Control Center 입력) 표시 화면



자료: 저자 작성

검색창에 위험정보 Category는 날씨(Weather)를 선택하고 키워드를 멕시코로 설정하고 검색하면 Service Provider가 유료로 제공하고 있는 위험정보 기사 및 심각도가 표시된다. Service Provider에서 Risk Monitoring 플랫폼으로 끌고 들어온 최신 위험정보 중 하나인 멕시코에 발생한 폭풍(허리케인) 오티스에 대한 것을 선정한다.

〈그림 4-10〉 Risk Monitoring 상의 위험정보(Service Provider 입력) 표시 화면

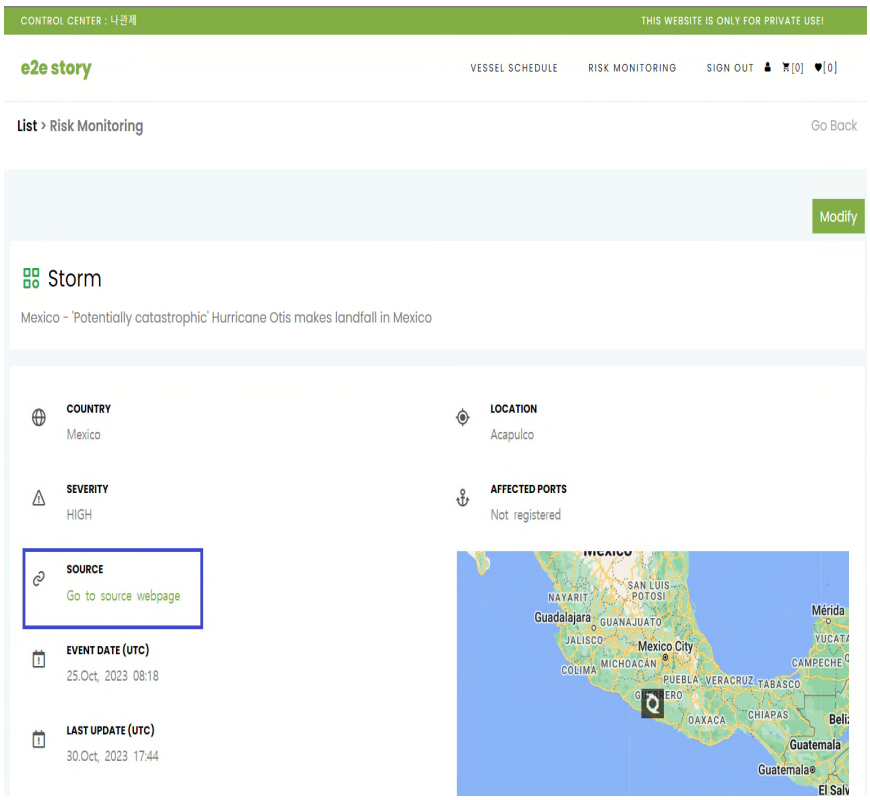


자료: 저자 작성

멕시코의 폭풍(Storm) 정보를 누르면 보다 상세한 위치, 사건 발생 시점, 예상 끝나는 시점과 심각성, 위치 등이 표시된다. 허리케인 오티스는

10월 25일 멕시코에 상륙한 폭풍(허리케인)의 영향은 11월 7일까지 계속될 것으로 예상되고 있으며, 심각성은 High로 표시되었다. 위치는 지도에 표시되고, 기사는 Source에 표시된다.

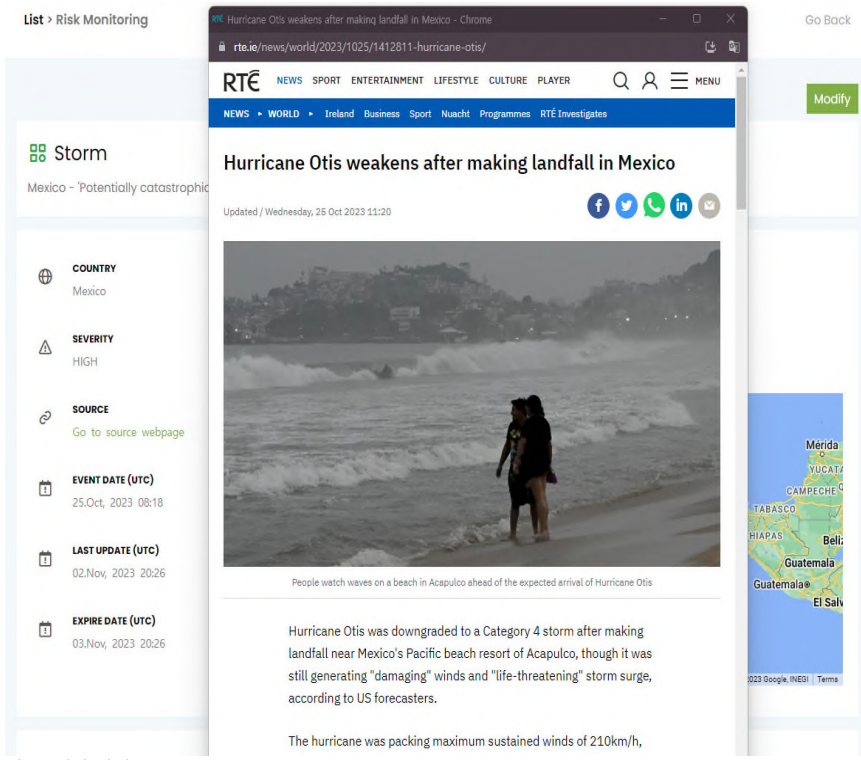
〈그림 4-11〉 위험정보의 상세한 내용(내용, 위치, 일시 등) 표시



자료: 저자 작성

보다 상세한 기사 정보를 보기 위해서는 Source의 Go to source webpage를 누르면 된다. 멕시코 허리케인 오티스 사건에 대한 상세한 기사내용이 Risk Monitoring 플랫폼 상의 팝업창으로 뜬다.

〈그림 4-12〉 상세 기사 내용(멕시코 허리케인 오티스 사건)

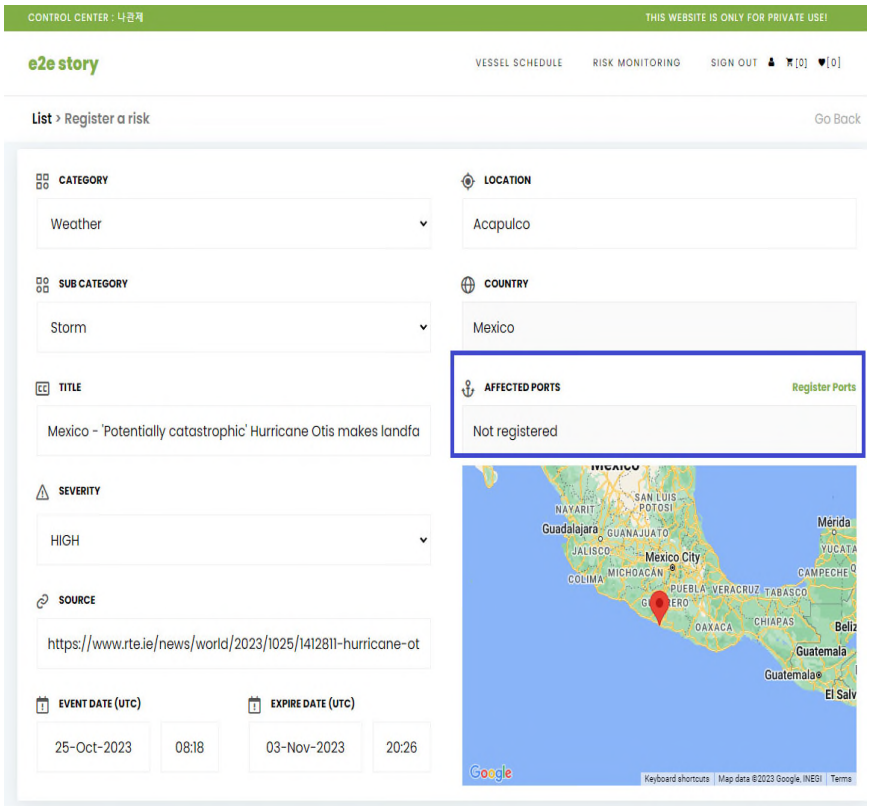


자료: 저자 작성

2. 관제센터의 영향 받는 항만 등록

R사에서 제공하 위험정보는 항만과 관련된 정보가 없다. 그래서 Risk Monitoring 플랫폼의 '해상운송 위험관리 관제센터' 권한으로 항만을 등록해야 한다. 영향 받는 항만을 등록하기 전에는 Affected Ports에 Not regestered라고 뜬다. 영향 받는 항만을 관제센터의 의사결정자가 판단했다면 메일 창에서 Modify를 누르고 Register Ports를 누른다.

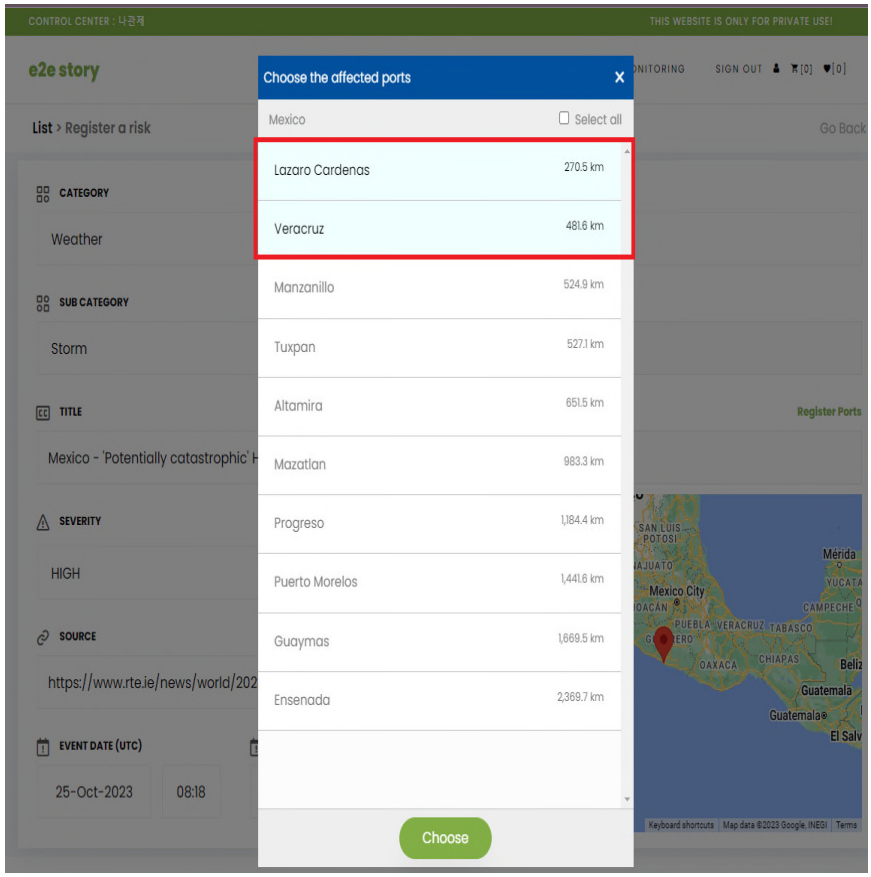
〈그림 4-13〉 관제센터의 영향 항만 등록전 화면



자료: 저자 작성

멕시코의 허리케인 오티스에 의해 영향받는 항만을 등록하는 팝업창이 뜬다. 이때 영향받는 범위를 전문가와 판단하여 관제센터에서 입력한다. 예를 들면 반경 500km 이하의 항만을 등록하려면 Lazaro Cardenas항과 Veracruz항을 선택해서 Choose 버튼을 누른다.

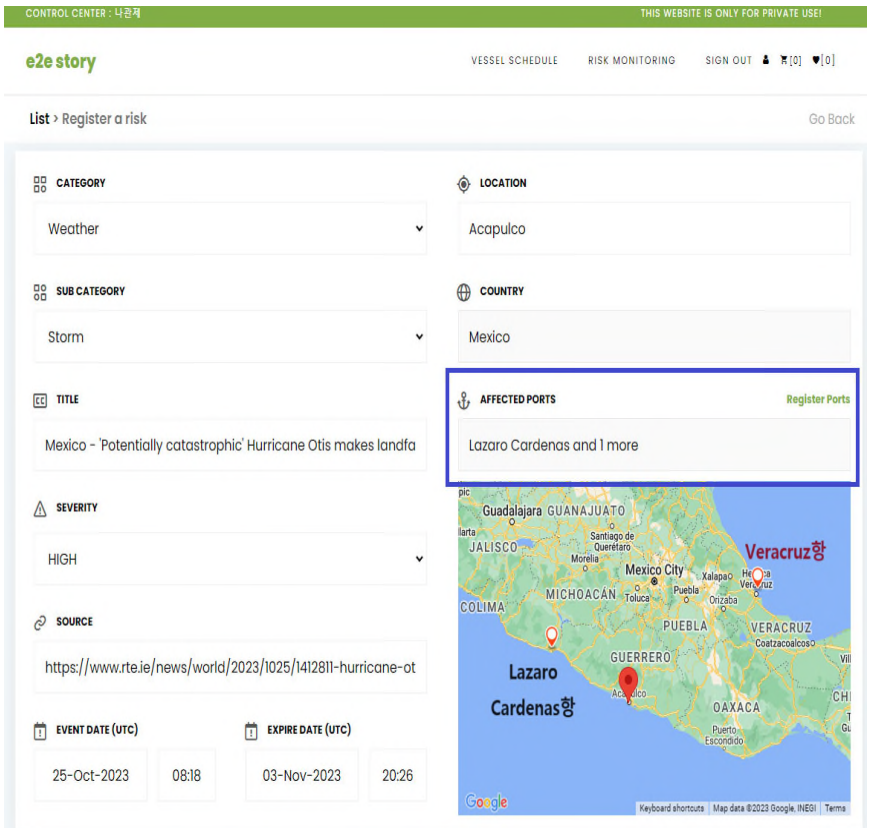
〈그림 4-14〉 영향 받는 항만 선택 화면(멕시코)



자료: 저자 작성

이번 멕시코의 허리케인 오티스에 의해 영향 받는 항만을 화면에 등록하면 Risk Moritoring 플랫폼 화면 상에 Affected Ports에 “Lazaro Cardenas and 1 more’라고 나타난다. 그리고 지도상에 Veracruz항과 Lazaro Cardenas항의 위치가 빨간색으로 표시된다. 〈그림 3-12〉의 영향 받는 항만을 등록하기 전과 비교해보면 두 개의 항만이 지도에 표시된 것을 확인할 수 있다.

〈그림 4-15〉 영향 받는 항만이 등록된 상태



자료: 저자 작성

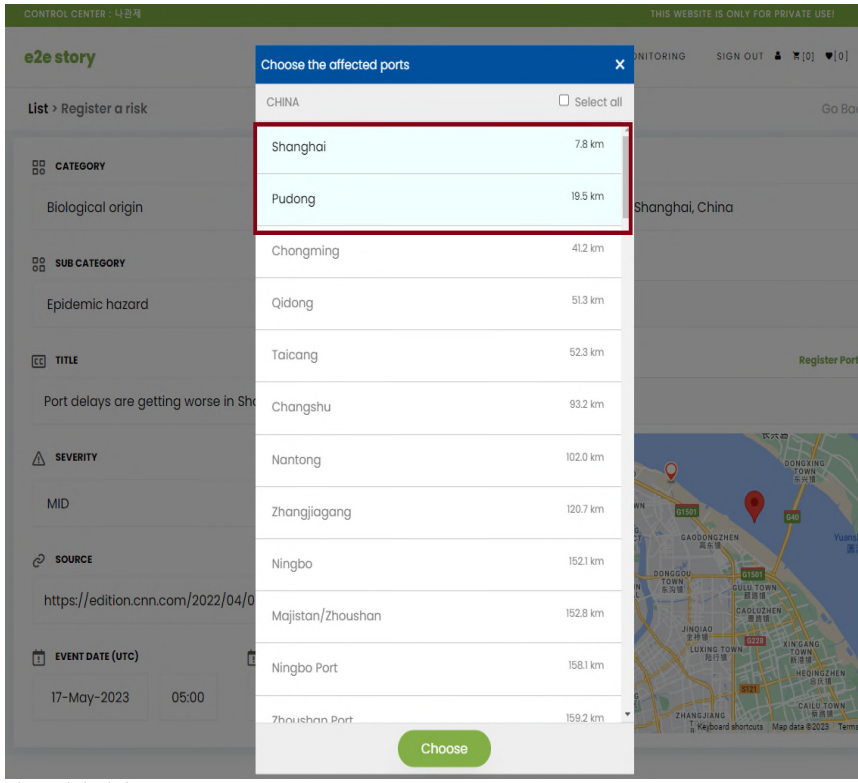
멕시코에서 발생한 위험정보인 허리케인 오티스의 발생 기간 동안 선박이 멕시코 인근 항만으로 들어가야 하는 경우가 발생할 수 있다. 신선화물은 납기일이 지연되거나, 출하일이후 선박이 부킹되지 않아 창고에서 대기할 경우 신선품의 경우에는 맛, 색깔 등 품질이 떨어지거나 심한 경우에는 폐기를 해야할 수도 있다.

그러므로 멕시코로 가는 선박 운항정보를 보고 회피가 가능한 선박 스케쥴이 있는 지를 확인하는 것이 필요하다. 이를 위해 멕시코에서 발생한 위험정보와 선박 운항정보와 연계하기 위한 Vessel Schdule 탭을 선택하고 Risk가 없는 항을 선택하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 위험정보는 전세계에 대한 정보가 Open API를 통해 R사에서 제공되는 정보를 '수출입 물류 위험관리 플랫폼(Risk Monitoring)' 상에 표시가 가능하다. 하지만 L사에서 제공하는 선박스케쥴 정보는 구매단가로 인하여 부산항-로테르담항을 선택했다. 이에 시스템상에서 보여주는 위험정보는 과거 상하이항에서 발생한 항만지연 현상이 최근에 발생했다고 가정하고, 선박스케쥴을 연결하여 기술했다.

중국 상하이에 대분류는 생물학적 요인(Biological Origin), 소분류는 코로나19 등으로 인한 감염위험(Epidemic Hazard)이 발생한 과거 시점이 현재 상하이 주변에 발생했다고 가정했다. 위험관리 관제센터에서는 사건 발생지점에서 반경 20km 이내의 상하이항과 푸동항이 해당 위험의 영향을 받는다고 판단하고 영향받는 항만으로 등록했다.

〈그림 4-16〉 영향 받는 항만 선택 화면(중국 상하이)



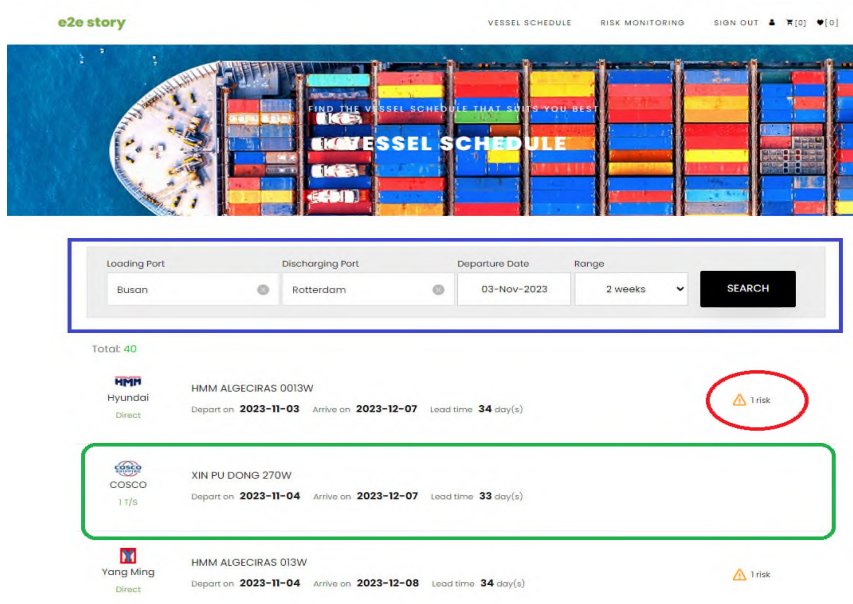
자료: 저자 작성

3. 위험정보와 선박 운항정보 연계

위험정보와 선박 스케쥴 정보를 연결하기 위해 e2e story 시스템 상에 선박 스케쥴(Vessel Schedule) 탭을 선택하면 출항항과 도착항, 출발일을 선정하는 화면이 뜬다. 이때 부산항-로테르담항, 2023년 11월 3일날 출항한다고 검색하면 해당 일정에 부킹이 가능한 선박들의 리스트가 뜬다.

이때 위험정보(Risk Monitoring)에 해당하는 항만을 지나가는 선박의 경우 risk라고 화면에 표시된다. 신선화물 운송이기 때문에 운송가능한 선박 중 risk가 없는 선사를 선택해야 한다. 아래 화면에서는 Cosco선사가 리스크가 없는 것으로 나타나서 선택한다.

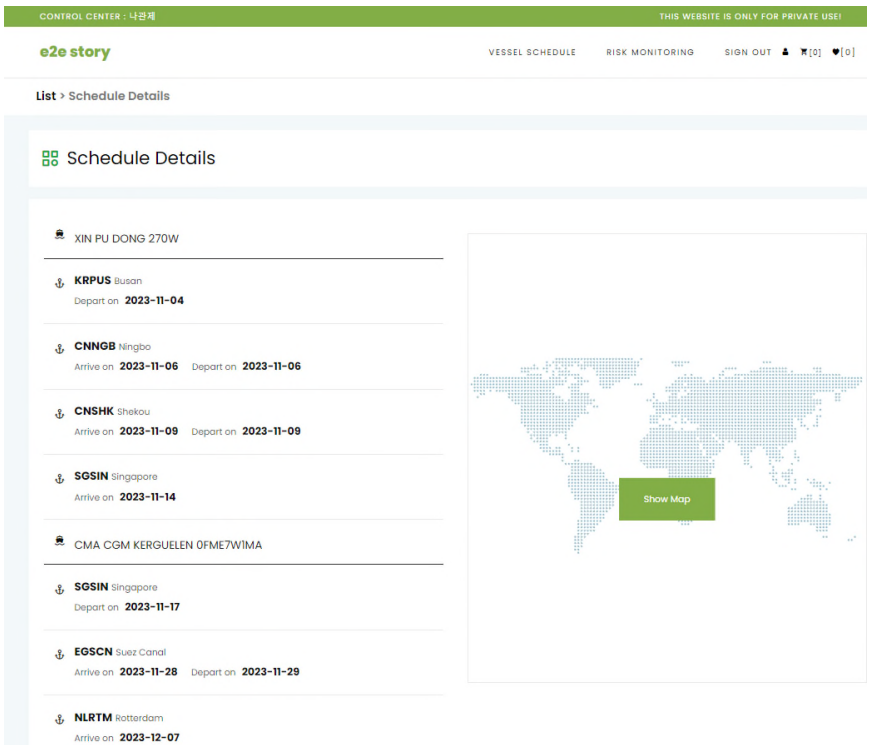
〈그림 4-17〉 부킹(Booking) 가능한 선박 리스트 화면



자료: 저자 작성

해당 선박을 선택하면 상세 스케쥴을 확인할 수 있는데, 해당 항로(Busan-Ningbo-Shekou-Singapore-Suez Canal-Rotterdam)는 상하이항을 거치지 않는 것으로 확인된다.

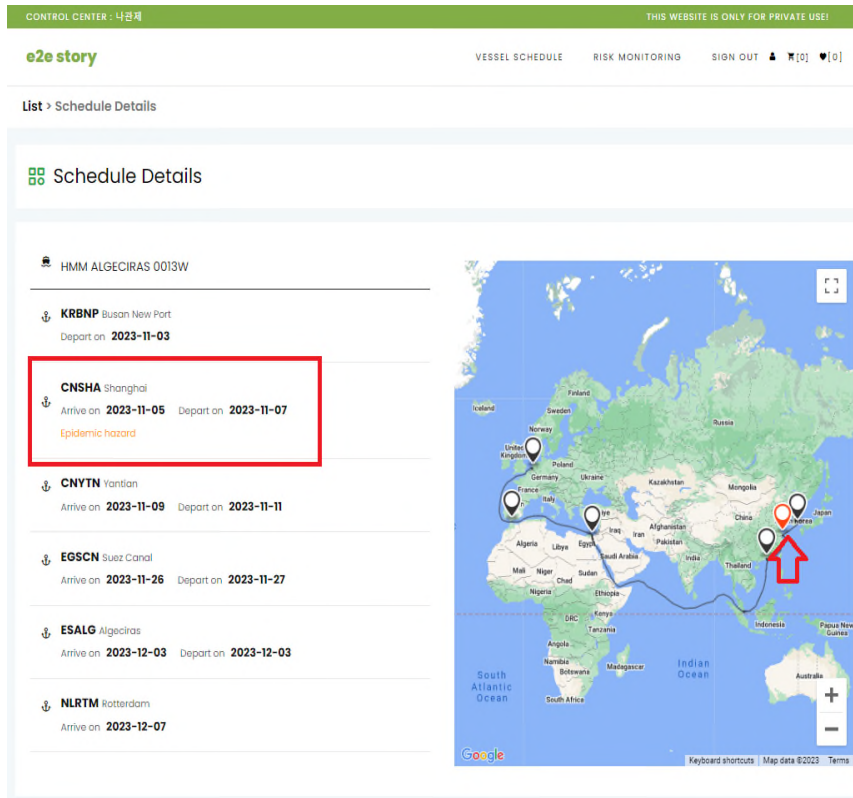
〈그림 4-18〉 Risk가 없는 선박 스케쥴 화면



자료: 저자 작성

〈그림 4-17〉에서 위험도(risk)가 표시된 HMM을 선택한 경우, 상세 스케쥴을 확인하면 해당 항로(Busan-Shanghai-Yantian-Suez Canal-Algeciras-Rotterdam)는 상하이항을 기항한다. 이로 인해 상세 스케쥴 상에 감염위험(Epidemic Hazard)라고 표시가 되고, 지도상에도 다른 항과 달리 붉은색(화살표)으로 표시가 된다.

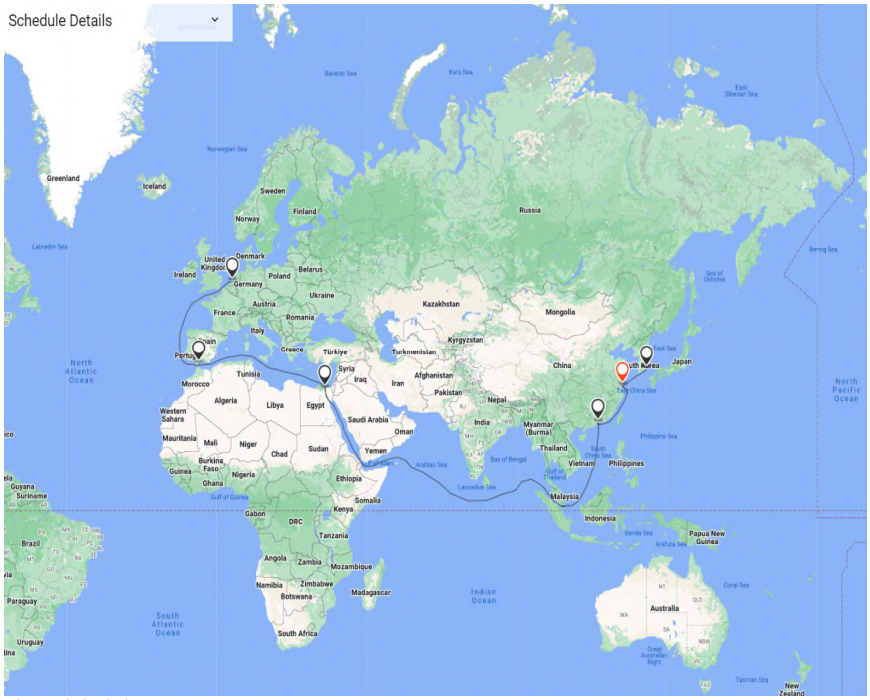
〈그림 4-19〉 Risk Monitoring 탭 생성 화면



자료: 저자 작성

부산항-로테르담항 항로 전체를 지도상에 크게 표시하고 보려면 확대 버튼을 누르면 전체 지도상에 항로가 표시되고, 문제가 되는 항만(상하이항)은 붉은 색으로 표시된다.

〈그림 4-20〉 지도에 전체항로 표시 화면

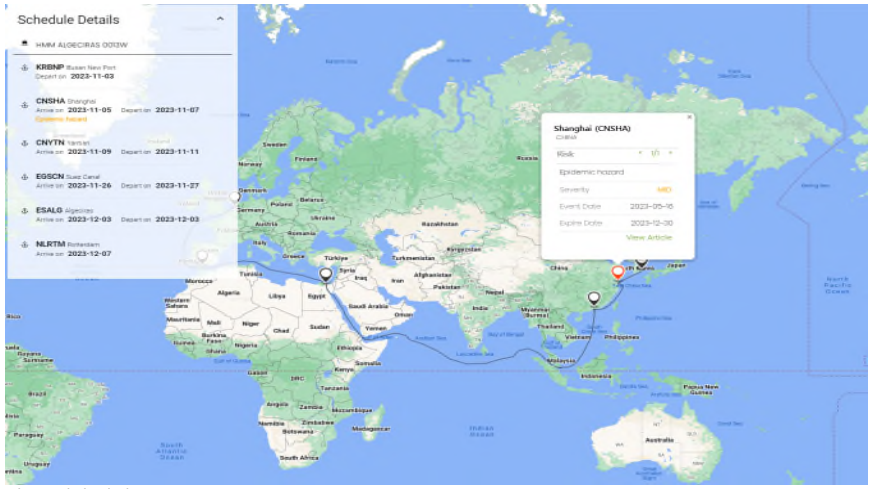


자료: 저자 작성

해당항로에 대한 상세한 스케쥴표와 위험도가 있는 상하이항을 클릭하면 해당 리스크 종류(Epidemic hazard), 심각성(Mid), 사건이 발생한 시점(2023.5.16.), 사건 종료가 예상되는 시점(2023.12.30.)이 화면에 표시된다.

그래서 선박을 이용해야 하는 화주는 문제가 끝나는 시점, 문제 원인 등을 꼼꼼히 살펴본 후 상품을 다른 선박으로 보낼 것인지 해당 선박을 이용할 것인지를 결정해야 한다.

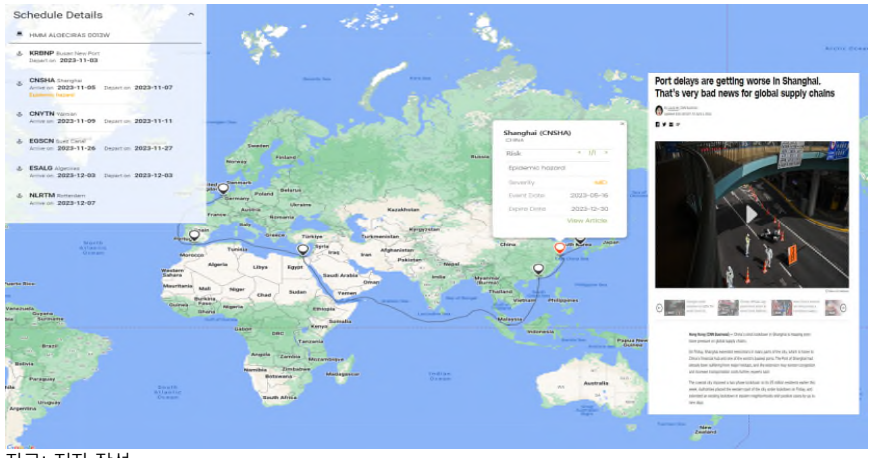
〈그림 4-21〉 상세 항로 정보와 리스크 발생 항만 표시



자료: 저자 작성

해당항만의 문제점을 상세히 알고 싶으면, 이용자가 상하이항 탭에 있는 View Article을 눌러 기사를 살펴볼 수 있도록 시스템에 구현했다.

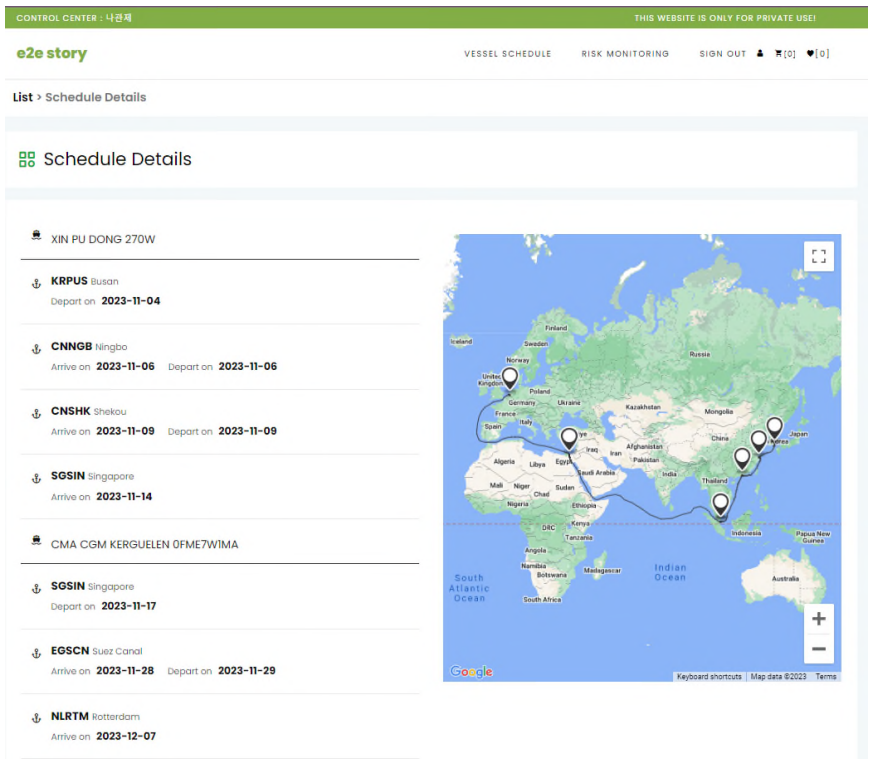
〈그림 4-22〉 해당 항로/항만의 위험정보 기사 표시 화면



자료: 저자 작성

〈그림 4-17〉의 리스크가 없는 Cosco 선사를 최종 선택하면, 지도상에 위험정보가 사라진 것을 확인할 수 있다.

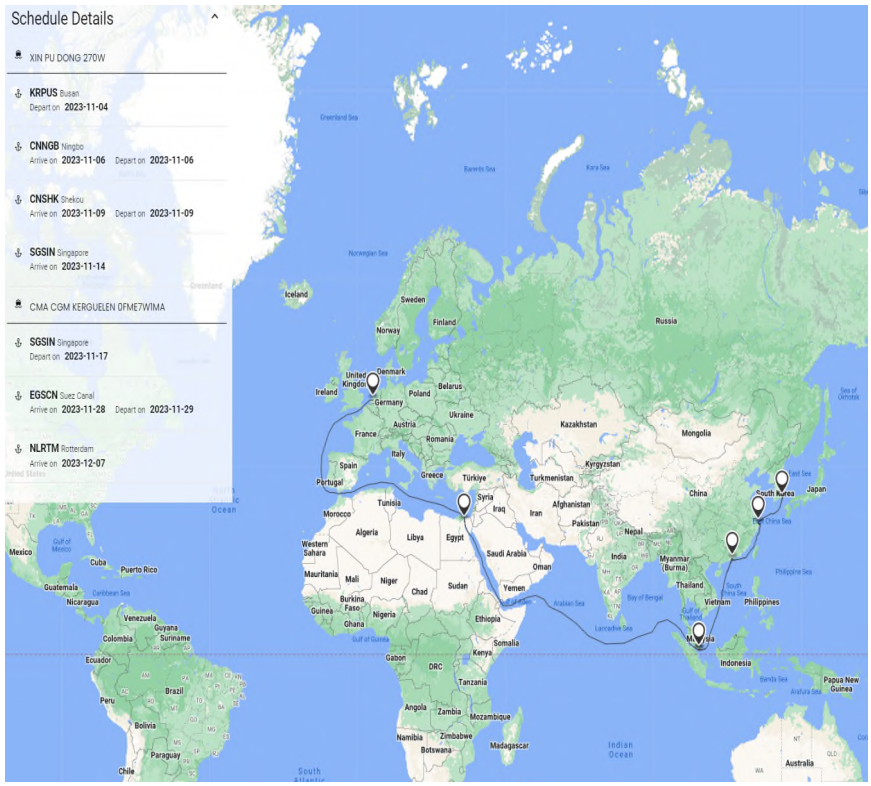
〈그림 4-23〉 위험정보가 없는 선사/항로 선택 화면



자료: 저자 작성

지도를 확대해서 살펴보면 Cosco선사가 운항하는 항로는 부산항을 11월 4일 출발하여 싱가포르에 14일에 도착한후 한 번 환적한 후 17일날 출항하여 수에즈운하를 거쳐 로테르담항에 12월 7일에 도착하는 일정으로 총 33일이 소요된다.

〈그림 4-24〉 Risk Monitoring 탭 생성 화면



자료: 저자 작성

부산항-로테르담항의 해상운송 시간이 약 40일 정도 길기 때문에 폭풍, 선박 좌초 등의 재해·재난 사고가 발생했을 때 지연이 발생할 경우, 신선식품은 타 제품에 비해 상품 손실율이 높아질 수 있다. 이에 다른 품목에 비해 신중한 관리가 필요하다.

이에 본 연구에서 제안한 '수출입 물류 위험관리 플랫폼'을 통한 위험관리 및 문제 발생을 예측해서 대체 항로를 선정하는 등의 회피 방안은 신선식품의 품질을 유지하면서 제 시간에 도착하도록 도와주는 좋은 방법이다.

재해, 재난 정보와 선박의 운항정보를 가지고 공급망 전체의 위험관리 및 모니터링이 가능한지를 시스템을 통해 검증해보았다. 향후 선박 운항정보의 확대, 재해·재난 정보의 항만의 영향도 분석 연구 등을 통해 좀 더 정제되고 효용성이 높은 시스템으로 발전할 수 있을 것이라 판단된다.

05
결론 및 향후 정책과제

제1절 종합

본 연구에서는 1차 년도와 2차 년도에 개발된 신선화물 해상 수출입을 지원하기 위한 스마트 콘솔센터 플랫폼에 위험관리 모니터링 기능을 추구하여 기능을 고도화했다. 신선식품의 경우 납기 지연이 품질저하로 이어져 고객 만족도가 저하되거나 폐기 되어 화주 및 물류기업에게 손실을 입힐 수 있다.

이를 최소화하기 위한 방법의 하나로 기존 스마트 콘솔센터 플랫폼에 위험관리 기능을 추가하여 전세계의 위험관리 정보를 수집·가공하고, 선박운항 정보 기능을 추가하여 위험정보와 항만 및 항로의 운항정보를 매칭시켜 문제가 발생할 가능성이 있는 항로를 회피하도록 하는 것이다.

이를 위하여 전세계 14개 대분류에 총 85개의 세부 항목별로 위험정보를 Open API로 1시간 단위로 수집하여 Risk Monitoring 시스템에 축적시키도록 했다. 해당 정보는 위험정보 카테고리별로 해당 지역별로 검색이 가능하고, 사건이 발생한 위치 정보를 지도로 표현하고, 심각도가 표시되도록 했다. 보다 자세한 사건의 현황을 파악하기 위해서 정보가 수집된 기사에 직접 접속하여 확인이 가능하도록 구현되었다.

또한 수집된 위험정보가 항만에 얼마나 영향을 미치는지는 위험관리 관제센터에서 현재는 거리 정보를 기반으로 등록, 관리하도록 시스템을 구현했다. 영향을 받는 항만이 등록되면 재해, 재난 이벤트가 발생한 지역 주변의 항만에 위치가 표시된다.

재해, 재난 정보 등에 의해 영향을 받는 항만이 정의되고 난뒤, Vessel Schedule 시스템에 접속하여, 출항 항만과 도착 항만을 입력하고 출항일을 기입하면 해당 기간에 가능한 운항 선박 리스트가 검색된다.

운항 선박 리스트에 영향 받은 항만이 있는가에 따라 risk 여부가 표현된다. risk가 표현된 선박의 항로를 검색하면 문제가 발생한 항만을 기항하는 경우다. 지도로 해당 항로를 확인하면 기항항만은 검은색으로 표현되나, 현재 이벤트가 발생한 항만에 대해서는 빨간색으로 표시된다. 해당 항만을 클릭하면 발생한 위험정보와 발생일, 영향을 미칠 것으로 예상되는 일자가 적혀 있다.

반면에 risk 표시가 없는 선사를 선택하면 문제가 발생한 항만이 없기 때문에 지도를 열어 확인하면 빨간색이나 심각성이 있는 항만이 포함되어 있지 않다.

화주가 신선화물을 부산항에서 로테르담항까지 운송하고, 고객가 약속한 날짜에 공급하기 위해서는 위험요인이 있는 항만을 회피하는 것이 필요하다. 즉 화주 혹은 포워더는 risk가 표시되지 않는 항로 중 운송 기간이 짧고, 운송 비용이 다소 저렴한 선박을 선택하여 부킹한다. 이로 인하여 제품을 주문한 소비자는 약속한 날짜에 지연없이 신선식품을 배송받게 된다.

본 연구는 기존에 해상운송 공급망 차원의 위험관리를 모니터링한 시스템이 없었다는 관점에서는 의미있는 연구였다고 판단된다.

하지만 위험관리 관제센터에서 재해, 재난 등의 이벤트 발생 시 거리기

준으로 영향을 받는 항만을 기입한 것은 나름 한계가 있다고 판단된다. 이에 향후 연구에서는 위험요소별 항만의 영향도를 설정할 때 데이터 기반 분석 연구와 운항 전문가 및 항만 인프라 전문가와의 협업을 통한 값 설정 및 영향 항만 등록이 필요할 것으로 판단된다.

그리고 현재 유료로 수집하고 있는 전세계 재해, 재난 정보를 자체적으로 획득, 가공하는 방법을 고려할 필요가 있다. 또한 유료로 구매한 선박 운항 정보를 생성하고 축적하는 방법을 강구하거나, 해당 운항정보를 순차적으로 확대하는 방안도 마련해야 할 것으로 판단된다.

현재 수출입 화물의 위험관리 모니터링 구간이 외항에 집중되어 있는데, 향후 연구에서는 외항뿐만 아니라 내항의 사건, 사고까지 포함함으로써 진정한 의미의 end-to-end 위험관리 모니터링 되도록 하는 것이 필요하다.

또한 향후 연구에서는 기존 선박뿐만 아니라 미래 선박의 등장에 대비하여 위험관리를 관리하는 방법에 대한 고민을 하는 것도 필요할 것으로 판단된다.

제2절 향후 과제

1. 위험정보 수집 파운데이션 모델 개발

파운데이션 모델(Foundation Model)은 대량의 텍스트 데이터 셋을 가지고 레이블이 지정되지 않은 비지도적 학습으로 학습된 모델로 Chat-GPT 등 생성형 AI의 성능과 연관이 높다. 파운데이션 모델은 자연어 처리, 이미지 인식, 음성 인식, 데이터 분류 등에 탁월한 성능을 보이며, 추상적인 내용에 대한 이해도 및 확장성이 높아 복잡한 문제도 해결이 가능하다.

파운데이션 모델은 다양한 방식의 데이터를 중앙 집중화한 후 필요한 영역에 적용 가능한 모델이다. 인공지능에서 머신러닝은 학습 알고리즘을 균질화(예. 로지스틱 회귀), 딥러닝은 모델 아키텍쳐를 균질화하고(예. 신경망), 파운데이션 모델은 모델 자체를 균질화한다. 머신러닝을 통해 작업 수행 방식을 자동으로 추론하고, 딥러닝에서는 예측에 사용되는 고급 기능이 등장하고, 파운데이션 모델은 자연어 처리, 이미지 객체 인식, 비디오 활동 인식 등이 뛰어나다.

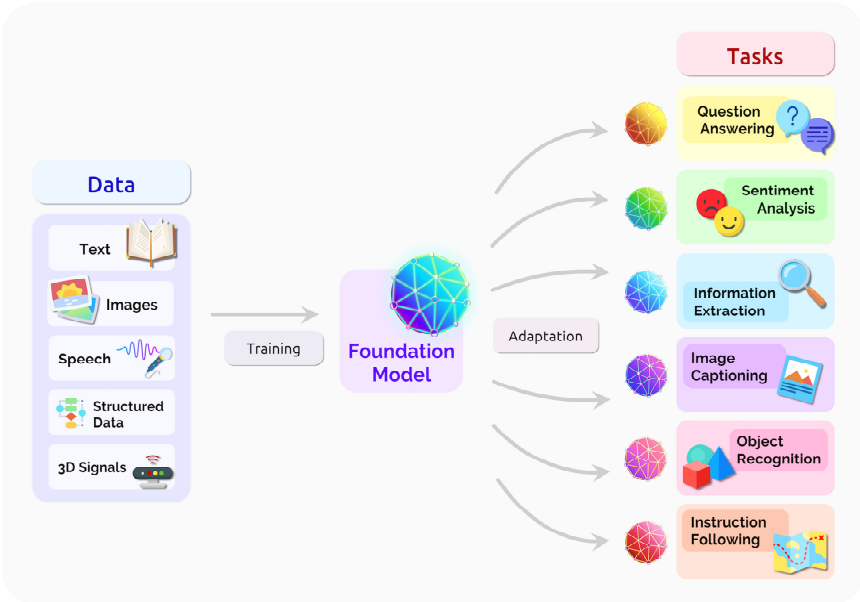
대표적인 파운데이션 모델은 GPT(Generative Pre-trained Transformer), BERT(Bidirectional Encoder Representations from Transformers), ResNet(Residual Network) 등이 있다. 파라메터수가 많을수록 인공지능이 정확한 답을 낼 가능성이 높다. GPT-3의 파라메터 수는 약 175억개이고, BERT-large는 340억개, ResNet-101은 44.5억개 정도이다.[6)]

6) CLOVA X(검색일 2023.10.25.)

전세계에 있는 방대한 재해·재난 뉴스를 위험관리 항목에 맞게 분류하고 정보를 수집, 저장하기 위해서는 첫째 이번 연구에서 개발한 '수출입 화물 위험관리 플랫폼'을 이용하여 전세계 신문기사 등의 데이터를 수집해야 한다. 둘째 수집된 기사 데이터를 기반으로 재해, 재난, 사고 중에서 제목, 내용, 태그를 이용하여 항만과 관련된 뉴스를 선별한다. 셋째 다양한 인공지능 알고리즘을 활용하여 파운데이션 모델을 학습시킨다. 마지막으로 학습된 파운데이션 모델을 이용하여 전세계 기사 중 항만, 항로와 관련된 기사를 선별하고, 분류하는 작업이 가능한지를 검증해야 한다.

위험관리 데이터를 전세계 기사에 있는 원천 데이터에서 수집하여 축적하는 기초 연구를 수행하여, 우리나라 상황에 맞는 위험관리 플랫폼과 데이터 축적 프로세스를 확보하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

〈그림 5-1〉 파운데이션 모델 개념도



자료: CRFM, On the Opportunities and Risks of Foundation Models, p6

2. 위험정보 영향도 분석 연구

기사에서 수집되는 위험정보 14개 대분류에 총 85개의 세부항목은 항만, 해상운송에 적합한 위험관리 분류가 아니다. 이에 UNCTAD, WEF뿐만 아니라 물류회사와 해운선사의 위험요소 분류 항목을 비교·분석하여, 우리나라 실정 혹은 해상운송 위기관리에 적합한 항목으로 재분류하는 것이 필요하다.

또한 각 위험요소가 항만 혹은 항로에 미치는 영향, 심각도를 연구분석하여 계산하는 로직도 마련해야 한다. 그 한예로 UNCTAD가 몇 년간 글로벌 자연재해, 인재의 영향범위 및 심각성을 나타내는 연구를 했다. 예를 들면, 코로나 19는 심각성도 높았지만, 영향 범위가 전세계적으로 미쳤다. 이에 반해 수에즈운하 좌초는 무역 흐름을 단절시켜 영향 범위는 매우 넓었으나 심각성은 코로나 19보다는 심각하지 않다고 판단했다.

원천 정보에서 수집된 위험정보와 선박 스케쥴 정보 단독으로는 신선식품을 싣고 해상운송하는 선박에 영향을 미치는지는 알기 어렵다. 그러므로 위험정보에 대한 영향 범위와 기간, 심각성을 분석하고, 그 이벤트가 미치는 범위와 기간내 운항하는 선박과 항만이 영향을 받게 되는지에 대한 판단도 필요하다.

〈그림 5-2〉 위험정보에 따른 항만/항로 영향도

자료: UNCTAD(2022) 기반 저자 작성

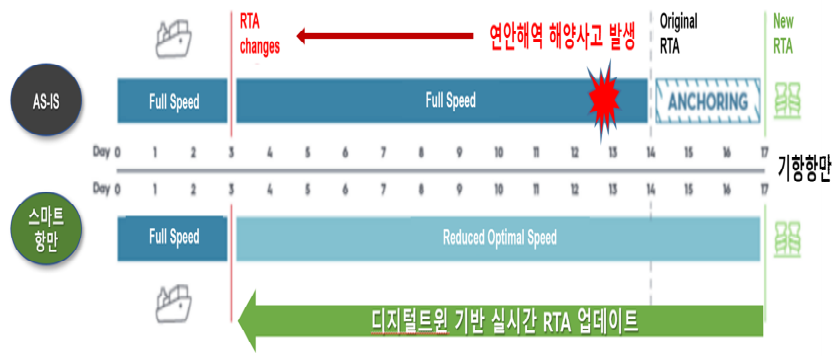
3. 디지털 트윈 기반 공급망(외항+연안해역) 위험관리

수출입 화물의 위험관리 플랫폼을 외항뿐만 아니라 연안해역을 포함하여 전 구간에서 관리하여 항만 구역 내 사고가 발생하고 사고 수습전에 선박이 도착하여 대기가 발생하지 않도록 운항중 선박에게 연락해서 저속운항하게 하는 방안이 마련되어야 한다.

또한 선박이 부산항 등 국내 항만으로 진입 시 외항에서 사건이 발생하여 지연 도착할 가능성이 생길 때 항만이 해당 정보를 미리 파악 가능할 경우, 항만의 하역 순서 등을 바꾸는 등의 조치로 항만 생산성이 저하되는 것을 막을 수 있다.

연안해역 해양사고 발생 시 항만운영사가 선박에 통보한 최초의 RTA(Required Time of Arrival) 시간을 사고 수습 시간을 고려하여 새롭게 통보(New RTA)해주는 것이 필요하다. 그러면 운항 중 선박은 최대 속도로 운항하는 것이 아니라 경제적 속도로 운항하여 항만에 도착함으로써 에너지 효율 뿐만 아니라 이산화탄소 배출량이 감소할 뿐만 아니라 항만에서의 대기도 줄어들 수 있다.

〈그림 5-3〉 연안해역 해양사고 발생 시 선박의 저속운항



자료: GIA, Just in time ariival guide, 2020, p3. 기반 저자 작성

연안해역과 외항에서 발생한 해양사고를 '수출입 물류 위험관리 플랫폼'에서 통합 관리하고, 디지털트윈 기반으로 항만에 들어오는 선박의 도착시간을 조정하여 선박이 항만에 도착 시 대기 없이 작업이 가능하도록 하는 것이 필요하다.

또한 IMO는 전세계 5천톤 이상 선박에 대하여 선박의 1년간 운항데이터를 기반으로 선박 등급을 A부터 E까지 부여하고 D등급을 3년 연속 받거나 E등급을 1번이라도 받으면 시장에서 퇴출되어야 하는 강력한 조치인 CII(탄소집약도지수, Carbon Intensity Index)를 시행하고 있다. 선박이 최고속도로 운항하는 것이 아니라 항만의 상황에 따라 최적 속도로 운항하면 이산화탄소 배출량의 감소가 가능하다.

연안해역에서 사고가 발생했을 경우 외항에 있는 선박이 최적속도로 운항하여 사고 수습후에 도착하면 이산화탄소 배출량이 최고속도로 운항한 것보다 감소할 수 있다. 또한 외항에서 사고가 나서 선박이 도착 예정시간보다 지연되는 경우, '수출입 물류 위험관리 플랫폼'에서 우회항로를 알려줘서 지연시간을 최소화 시키거나, 항만에서 다른 선박부터 우선 처리가 가능하도록 함으로써 선박뿐만 아니라 항만 장비의 이산화탄소 배출량을 감소시킬 수 있다.

이러한 연구를 위해서는 전세계 위험관리와 선박 운항경로를 연계시키는 플랫폼뿐만 아니라 디지털 트윈 기반의 선박 정시도착 시스템과의 연계가 필요할 것으로 판단된다.

〈그림 5-4〉 디지털 트윈 기반 외항 및 연안해역 사고 모니터링

자료: 이언경외, 스마트항만 구축 전략 연구, 해양수산부, 2023 기반 저자 작성

4. 자율운항선박 등 미래선박 운항 위험관리

미래의 선박의 기존 사람 중심의 개념에서 ICT 기술 등 제4차 산업 기술을 적용한 형태의 선박으로 변화될 것으로 전망된다. 자율운항선박은 차세대 고부가가치 선박으로 주목받고 있으며, 해양사고 방지, 해운인력 부족 해소, 선박 운용비용 절감, 온실가스 배출 저감, 국내 조선산업의 경쟁력 강화 등의 효과가 기대된다.

다만 이러한 선박의 변화는 기존 사람의 눈, 귀 역할을 상황인식 등 지능형·자동화 시스템이 도입되고, 기존 선박과 미래선박의 공존으로 다양한 운항방식(원격운항, 자율운항 등)의 선박이 함께 운항하게 될 것이다. 이러한 변화를 위험관리 측면에서 살펴보면 선박 운항방식의 다양화가 새로운 위험요소를 발생할 수 있을 것이며, 이에 선박운항, 항로, 항만·인프라 등에 대해 최적화된 위험관리를 요구할 것이다.

우선 미래선박 운용에 따른 새로운 미래 리스크 관리가 필요할 것이다. 새로운 미래 위험요소 식별을 선행하여 “위기 관리”의 형태가 아닌 “리스크 관리” 형태의 변화가 필요하다. 이러한 위험평가는 선박, 해양공간, 해양교통시설, 항만 및 물류 서비스 등을 포괄하여 종합적인 글로벌 물류 공급망 관리가 필요할 것이다. 또한 모빌리티 서비스 다양화를 고려한 복합적 리스크 관리가 필요할 것이다. 앞서 설명한 것과 같이 종합적인 글로벌 물류 공급망 관리 측면에서 해양, 육상, 항공 분야의 개별적인 모빌리티 기술 발전과 함께 복합 또는 협력운용 형태의 모빌리티 서비스를 고려한 복합관리가 필요할 것이다. 특히 선박의 경우 디지털화, 친환경화 선박의 등장으로 선박 연료의 변화, 선박 운항방식의 변화 등 미래선박에 대한 맞춤형 위험관리가 필요할 것이다.

참고문헌

국내 문헌

농림축산식품부 보도자료, “추석용 조생종 배, 대미 수출 추진”, 2022.8.7.

이언경 외(2023), 스마트항만 구축 전략 연구, 조지성 외(2021), 해양수산부

조지성 외(2022), 신선식품의 항만유치 가능성 조사 - 실증: 한·태국 간 해상운송 콜드체인 시스템

조지성 외(2022), 우리나라 신선식품 공급망 경쟁력 제고를 위한 스마트 콘솔센터 운영가능성 조사

국외 문헌

CRFM, On the Opportunities and Risks of Foundation Models, p6

DHL(2023),「Annual Report 2022」, p.75~80

GIA, Just in time ariival guide, 2020, p.3

Grand view research, Cold Chain Market, 2019.

UNCTAD(2023), Building Capacity to Manage Risks and Enhance Resilience: A Guidebook for Ports, pp.12-83

WEF(2023),「The Global Risks Report 2023」, p.6

Mearsk(2023),「Annual Report 2022」, pp.32-35

Kim Y and Ross L (2019). Ports: An industry guide to enhancing resilience. Resilience Primer. Four Twenty-Seven Inc. and Resilience Shift, United Kingdom.

인터넷 자료

https://www.oaklandseaport.com/development-programs/cool-port/(검색일:2021.9.14.)

https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2021/03/26/2021032600437.html, https://www.chosun.com/international/europe/2021/03/29/7L7AXXQH4ZHRBLKFTCNURYBTVY/, http://www.busan.com/view/busan/view.php?code=2021032518463359622(검색일: 21.11.30)

https://www.coldchaininsight.com/news/articleView.html?idxno=1187(검색일: 2022.12.20.)

https://csr.evergreen-marine.com/csr/jsp/CSR_RiskControl.jsp(검색일:2023.7.11.)

일반사업 2023-04

스마트 콘솔센터 플랫폼 고도화
- 재해/재난 모니터링 체계 구축

인 쇄 2023년 12월 29일
발 행 2023년 12월 31일

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

비매품