

항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안 연구

A Study on the Establishment of a Big-data Platform
to Support Policy Decision-making in the Port Sector

이기열 · 강무홍 · 김동환



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	이기열, 강무홍, 김동환
내부연구진	연구책임자 이기열 한국해양수산개발원 항만연구본부 부연구위원 공동연구원 강무홍 한국해양수산개발원 항만연구본부 부연구위원 공동연구원 김동환 한국해양수산개발원 해운·물류연구본부 연구원

연구기간	2021. 1. 1. ~ 2021. 10. 31.
-------------	-----------------------------

보고서 집필내역

연구책임자	이기열 연구총괄, 제1장, 제3장 제1절 일부, 제2절 일부, 제3절 일부, 제4절, 제4장 제1절 일부, 제2절 일부, 제3절, 제5장 제1절, 제2절 일부
내부연구진	강무홍 제3장 제1절 일부, 제2절 일부, 제3절 일부, 제4장 제2절 일부, 제5장 제2절 일부 김동환 제2장, 제4장 제1절 일부, 제5장 제2절 일부

산·학·연·정 연구자문위원	배혜림 부산대학교 교수 이민규 부경대학교 교수 윤영수 해양수산부 사무관
---------------------------	---

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

현재 우리 사회는 빅데이터 시대라고 할 수 있으며, 매일 빠르고 다양한 형태로 생성되는 데이터를 저장·관리·분석·활용을 통해 가치를 얻어야 성공하는 시대를 의미한다. 디지털 데이터가 새로운 제품, 서비스 및 가치 창출의 핵심 자원으로 활용되는 4차 산업혁명 시대에서 빅데이터의 분석 및 활용은 필수적이다. 뿐만 아니라 빅데이터는 행정의 효율성 제고와 정책수단으로도 긍정적인 평가를 받고 있다. 특히 전통적인 데이터를 통한 실증연구 결과가 정책 수립의 근거로 사용되는 것처럼 빅데이터 또한 정책의사결정에 중요한 수단으로 활용되며, 기계학습 방법을 통해 과거부터 이어온 전반적인 현상 및 전망을 구체적으로 살펴볼 수 있게 한다.

항만부문 또한 항만자동화를 비롯한 스마트항만 구축 등에 4차 산업혁명 기술이 적극 활용되고 있으며, 국내외 주요 항만 또한 터미널 간, 항만-선박, 항만-육상 등 물류 전 부문에서 빅데이터 분석, AI 등을 도입하여 경쟁력을 강화하는 추세이다. 4차 산업혁명 기술이 항만개발, 관리·운영 등 전 부문으로 확산됨에 따라 항만정책 수립 단계에서도 빅데이터 분석을 활용하여 데이터 기반의 정책의사결정 체계 도입이 필요하다. 즉, 정부를 비롯한 항만공사, 터미널 운영사, 선사 등 다양한 이해관계자의 참여와 설득이 필수적인 항만정책결정 과정에서 통념과 관행에 의존하는 행태에서 벗어나 다양한 데이터 기반의 정책수립 체계가 긴요한 시점이다.

기존 국내 해운·항만·물류 관련 데이터 수집 및 관리 체계는 지속적으로 발전되었으며, 그 기능 또한 점진적으로 확대되어 왔으나, 정책의사결정 단계에서는 관련 데이터의 활용이 제한적으로 이루어졌다. 데이터의 활용이 제한된 주요 원인으로는 광범위한 데이터를 분석하고 결과를 도출할 수 있는 기술적인 한계와 선박, 선사 및 화주 관련 개인정보 유출 문제를 꼽을 수 있다. 하지만 2020년 8월 「개인정보보호법」, 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」(정보통신망법), 「신용정보의 이용 및 보호 등에 관한 법률」(신용정보법) 등 데이터 3법의 개정 및 시행을 통해 다양한 데이터를 활용할 수 있게 되면서 빅데이터를 활용한 정책수립의 기틀이 마련되었다.

이에 본 연구는 항만부문 정책을 수립하는 과정에서 정책 수립의 근거 및 필요성 확보와 주요 정책의사결정에 빅데이터 활용 방안을 검토하고, 항만부문 정책의사결정

지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안을 제시하였다. 특히, 항만부문 정책 수립 단계에서 빅데이터의 활용 가능성을 살펴보고, 정책의사결정을 위한 타당성 및 적시성 등을 중점적으로 검토하였다. 또한 실제 정책의사결정을 위한 빅데이터 플랫폼 구축을 위해 법·제도 개선, 민간 및 정부 주도 운영체계 수립 및 관련 인력확보, 빅데이터 분석 관련 심층 연구체계 마련 등의 방안을 제시하였다. 이에 본 연구가 항만부문의 빅데이터 정책의사결정 지원을 위한 기초 연구로 널리 활용되길 기대하며, 더 나아가 항만개발, 항만도시, 항만환경, 항만운영 등 각 부문별 심층적인 빅데이터 분석 연구가 수행되길 기대한다.

마지막으로 본 연구의 책임을 맡은 항만연구본부의 이기열 부연구위원을 비롯한 강무홍 부연구위원, 김동환 연구원의 노고에 감사드리며, 연구에 도움을 주신 모든 분들께 이 자리를 빌려 감사를 드린다.

2021년 12월
한국해양수산개발원
원장 김 종 덕

목차

정책제안 _i

요약 _iii

Executive Summary _xi

01	서론 _1	
	제1절 연구 배경 및 목적	1
	1. 연구 배경 및 필요성	1
	2. 연구 목적	5
	제2절 연구 내용과 방법	6
	1. 연구 내용	6
	2. 연구 방법	7
	제3절 선행연구 검토	16
	1. 선행연구	16
	2. 선행연구와의 차별성	27
02	빅데이터 기반 정책의사결정 _29	
	제1절 정책의사결정의 정의 및 방법론	29
	1. 정책의사결정	29
	2. 정책의사결정 과정	31
	3. 정책의사결정 모형 및 방법론	33
	제2절 빅데이터 기반 정책의사결정	39
	1. 빅데이터	39
	2. 빅데이터 기반 정책의사결정	43
	제3절 빅데이터 기반 정책의사결정 사례	46
	1. 공공부문 빅데이터 기반 정책의사결정 사례	46

2. 해운·항만·물류 빅데이터 기반 정책의사결정 사례	58
제4절 시사점	61

03 항만부문 정책의사결정 빅데이터 적용 가능성 _65

제1절 항만부문 정책의사결정	66
1. 항만부문 주요 정책	66
2. 정책의사결정 주요 지표	72
제2절 항만부문 데이터 시스템	82
1. 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS)	82
2. 해상교통관제시스템(Vessel Traffic Service System)	98
3. 선박자동식별시스템(Automatic Identification System)	105
제3절 빅데이터 적용 가능성	118
1. 부산항 컨테이너 물동량 전망	118
2. 항만의 대기오염물질 배출량 산정	127
3. 항만 서비스 수준 평가	130
제4절 소결	134

04 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안 _137

제1절 국내외 항만 및 물류 데이터 시스템	138
1. 국내 항만 및 물류 데이터시스템	138
2. 해외 항만·물류 데이터	146
제2절 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안	151
1. 항만부문 정책의사결정 주요 지표 발굴	151
2. 지표 평가 모형 선정	159
3. 데이터 표준화 및 연계 방안 수립	161
4. 빅데이터 기반 플랫폼	168
제3절 소결	169

05	결론 및 정책제언 _171	
	제1절 요약 및 결론	171
	1. 요약	171
	2. 결론	173
	제2절 제언	174
	1. 본 연구 기여	174
	2. 제언	175

참고문헌 _187

표 목차

〈표 1-1〉 산업사회-정보사회-지능정보사회 패러다임 변화	2
〈표 1-2〉 국내 선행연구	17
〈표 1-3〉 해외 선행연구	22
〈표 2-1〉 전통적 데이터와 빅데이터의 비교	42
〈표 2-2〉 「데이터기반행정 활성화에 관한 법률」 주요 내용	44
〈표 2-3〉 분야별 빅데이터 기반 정책의사결정 사례	62
〈표 3-1〉 PORT-MIS 이용주체별 제공 서비스	84
〈표 3-2〉 PORT-MIS 민원신고 종류	89
〈표 3-3〉 PORT-MIS 선박제원정보	90
〈표 3-4〉 선박종류 코드	91
〈표 3-5〉 외항선 입항신고	94
〈표 3-6〉 PORT-MIS 제공정보	96
〈표 3-7〉 PORT-MIS 제공 항만물류통계	97
〈표 3-8〉 관제대상선박	100
〈표 3-9〉 VTS 통신절차 예시(부산항)	104
〈표 3-10〉 선박용 AIS의 종류	107
〈표 3-11〉 AIS 정적정보(일부)	108
〈표 3-12〉 AIS 동적정보(일부)	111
〈표 3-13〉 선박 운항상태(MoveStatus)	111
〈표 3-14〉 국내 AIS 정보갱신비율	112
〈표 3-15〉 독립변수 명칭 및 약어	120
〈표 3-16〉 기계학습 모형 및 부문별 선정된 독립변수	124
〈표 3-17〉 수출 적 컨테이너 물동량 예측 LSTM 모형	125
〈표 3-18〉 수입 적 컨테이너 물동량 예측 LSTM 모형	126
〈표 3-19〉 환적 적 컨테이너 물동량 예측 LSTM 모형	126
〈표 3-20〉 모형의 부문별 예측 정확도	127
〈표 3-21〉 부산 신항 일별 연료사용량 추정 및 배기가스 배출량 실측 결과 비교 ...	129
〈표 3-22〉 부산 신항 월별 SO2 일평균 발생량 및 감소율	130
〈표 3-23〉 Port-MIS와 AIS 데이터 분석 결과	132

〈표 3-24〉 주요 항만별 서비스 수준 분석 결과	133
〈표 3-25〉 주요 항만별 서비스 수준 분석 결과(2020년 기준)	133
〈표 3-26〉 항만부문 주요 정책 관련 지표 및 관련 데이터	134
〈표 4-1〉 POMS 주요 서비스	139
〈표 4-2〉 AIRCIS 주요 서비스 및 연계대상	141
〈표 4-3〉 e-TAS 주요 기능 구성	143
〈표 4-4〉 Air Korea 공개대상 측정망 현황(2021년 6월 기준)	144
〈표 4-5〉 항만대기 측정소 정보	145
〈표 4-6〉 수요조사 대상 종합(예시)	152
〈표 4-7〉 의사결정 현황조사(예)	153
〈표 4-8〉 의사결정 수요조사(예)	153
〈표 4-9〉 주요 수요조사 의견 및 데이터(예)	154
〈표 4-10〉 주요 의견 및 대안 도출(예시)	154
〈표 4-11〉 회귀분석	159
〈표 4-12〉 예측 모델	160
〈표 4-13〉 지도학습	161
〈표 4-14〉 연결기준에 따른 데이터 연계 구분	162
〈표 4-15〉 데이터 연계 단계	163
〈표 4-16〉 표준화 작업 예시	165
〈표 5-1〉 빅데이터 기반 의사결정 현황	175
〈표 5-2〉 빅데이터 기반 의사결정 요구사항 및 데이터	177
〈표 5-3〉 항만물류통합정보체계 관련 법 조항	178

그림 목차

〈그림 1-1〉 부산항만공사 해운항만물류 분석시스템	3
〈그림 1-2〉 데이터 3법의 관계 및 주요 개정내용	5
〈그림 1-3〉 세부 연구내용 및 방법론	8
〈그림 1-4〉 의사결정나무 과적합	11
〈그림 1-5〉 Random Forest	12
〈그림 1-6〉 Adaboost	13
〈그림 1-7〉 Gradient Boosting	14
〈그림 1-8〉 LSTM cell의 구조	14
〈그림 1-9〉 LSTM 모형 설계 과정	15
〈그림 1-10〉 선행연구와의 차별성	28
〈그림 2-1〉 정책의사결정 과정	31
〈그림 2-2〉 정책집행 단계	32
〈그림 2-3〉 빅데이터의 4V(IBM)	40
〈그림 2-4〉 인구성장률 변화에 따른 인구소멸가능지역 분석 사례	47
〈그림 2-5〉 빅데이터를 활용한 생활사막지역 전망 분석 사례	48
〈그림 2-6〉 전남혁신도시 거주자의 카드소비패턴 분석 사례	49
〈그림 2-7〉 빅데이터와 AI 기반 국토진단 추진 방안	50
〈그림 2-8〉 서울시 심야버스 노선도	52
〈그림 2-9〉 장애인 콜택시 운영 분석 결과 활용 방안	53
〈그림 2-10〉 시흥시 스마트 정책의사결정 시스템	54
〈그림 2-11〉 시흥시 민원 분석 플랫폼	55
〈그림 2-12〉 충북대학교 혁신경영정보시스템 활용 사례	57
〈그림 2-13〉 중앙대학교 핵심역량개발 진단 분석 사례	58
〈그림 2-14〉 해양수산부 지능정보화 기본계획 추진전략 및 추진과제	59
〈그림 2-15〉 선박위치 정보를 활용한 항만시설 사용료 징수체계 개선방안	60
〈그림 2-16〉 부산항만공사 해운항만물류 분석시스템 제공 서비스(예시)	61
〈그림 3-1〉 기본계획 수립 절차 흐름도	67
〈그림 3-2〉 물동량 연동 항만개발시스템(Trigger Rule) 개념	69
〈그림 3-3〉 자동차 물동량 예측 프로세스(예시)	74

〈그림 3-4〉 적정하역능력의 서비스 수준	75
〈그림 3-5〉 2020년 주요 국가별 컨테이너 항만 선석생산성	76
〈그림 3-6〉 항만서비스의 네트워크 다이어그램	78
〈그림 3-7〉 가덕수로 해상교통조사	79
〈그림 3-8〉 부산항 AIS 데이터 분석 예시	81
〈그림 3-9〉 PORT-MIS 서비스 개요	84
〈그림 3-10〉 PORT-MIS 시스템 처리 간략 흐름도	85
〈그림 3-11〉 선박운항 처리 흐름도	86
〈그림 3-12〉 화물 처리 흐름도	87
〈그림 3-13〉 위험물 처리 흐름도	87
〈그림 3-14〉 해운항만물류통합정보망구축 사용자지침서-민원인용	88
〈그림 3-15〉 전국 VTS 설치현황 및 VTS 센터 위치	99
〈그림 3-16〉 해상교통관제 시설	101
〈그림 3-17〉 해상교통관제시스템 구성도	102
〈그림 3-18〉 AIS 탐지범위	106
〈그림 3-19〉 IHS Markit의 정적정보	108
〈그림 3-20〉 IHS Markit의 동적정보	110
〈그림 3-21〉 우리나라 해양수산부의 동적정보	110
〈그림 3-22〉 선전항 인근 사고 위치	114
〈그림 3-23〉 텐진항 인근 SOx 발생량 및 상하이항 인근 연료사용량 추정	115
〈그림 3-24〉 PARES 톨을 통한 선박 동선 및 시간 파악	116
〈그림 3-25〉 AIS 기반 항만 내 선박 이동 분석(예)	117
〈그림 3-26〉 시계열 방법론 적용 결과	122
〈그림 3-27〉 기계학습 데이터셋 예시	123
〈그림 3-28〉 LSTM 데이터셋 예시	125
〈그림 3-29〉 부산 신항(좌) 및 북항(우) 측정소 위치	128
〈그림 3-30〉 부산 신항의 연료소모량-배기가스 간 산포도	129
〈그림 3-31〉 항만 재항시간 분석 예(부산 신항 기준)	131
〈그림 4-1〉 항만시설물 유지관리시스템(POMS)	138
〈그림 4-2〉 항만시설물 유지관리시스템(POMS) 메뉴 구성	140

〈그림 4-3〉 항공물류정보시스템 홈페이지	141
〈그림 4-4〉 운행기록분석시스템(e-TAS)	143
〈그림 4-5〉 대기오염 등급 표시	144
〈그림 4-6〉 UNCTADSTAT 제공 데이터	146
〈그림 4-7〉 IMF 제공 데이터	148
〈그림 4-8〉 World Bank 제공 데이터	149
〈그림 4-9〉 LPI 순위 및 점수 비교	150
〈그림 4-10〉 대안 선정 과정	156
〈그림 4-11〉 평가항목(예시)	156
〈그림 4-12〉 광화문 1번가	158
〈그림 4-13〉 데이터 연계 프로세스	164
〈그림 4-14〉 항만부문 빅데이터 연계(안)	167
〈그림 4-15〉 빅데이터 기반 정책의사결정 지원 플랫폼	168
〈그림 5-1〉 항만부문 빅데이터 전문인력 양성 방안	185

약어 목록

- Aircis(항공물류정보시스템): Air Cargo Information System
- AIS(선박자동식별시스템): Automatic Identification System
- AMP(육상전원공급장치): Alternative Maritime Power
- ARIMA(자기회귀누적이동평균): Auto Regressive Intergrated Moving Average
- BPA(부산항만공사): Busan Port Authority
- ECA(배출규제해역): Emission Control Area
- IMF(국제통화기금): International Monetary Fund
- IMO(국제해사기구): International Maritime Organization
- LPI(물류성과지수): Logistics Performance Index
- LSTM(장단기 메모리): Long Short-Term Memory
- POMS(항만시설물 유지관리시스템): Port Facility Management System
- PORT-MIS(해운항만물류정보시스템): Port-Managment Information System
- RFECV(교차 유효성 검사를 통한 재귀 기능 제거): Recursive Feature Elimination with Cross Validation
- RNN(순환신경망): Recurrent Neural Network
- UNCTAD(유엔무역개발회의): United Nations Conference on Trade and Development
- VTS(해상교통관제시스템): Vessel Traffic Service System

정책제안

■ 분석 내용 및 방법

1. 의사결정 및 정책수립 단계에서 빅데이터 및 빅데이터 분석 방법론의 활용 가능성을 검토하기 위해 정책의사결정 방법론, 빅데이터 활용 정책의사결정 사례 등을 조사하였음
2. 항만물동량, 하역능력, 항만서비스 수준 등 항만부문 정책수립 과정의 근거로 작용하는 주요 지표에 대한 분석과 이를 산정하기 위해 활용 가능한 PORT-MIS, AIS 등 기존에 구축되어 있는 데이터 시스템의 데이터 구조를 분석함
3. 항만시설 수급에 활용되는 항만물동량 예측에서 빅데이터 분석 방법론의 도입 가능성을 확인하기 위해 기계학습, 딥러닝 등 빅데이터 분석 모형으로 전망한 결과와 기존 시계열 및 회귀분석 모형의 예측 결과를 상호 비교·분석함
4. 빅데이터 플랫폼 구축 시 본 연구에서 분석한 데이터 시스템을 포함하여 국내외 항만·물류 관련 데이터 시스템의 연계 가능성을 제시함

■ 정책제안

1. 데이터 기반 정책의사결정 체계 수립을 위해 정책의사결정 수요 검토 체계와 「항만법」 등 제도 개선을 통해 항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안을 제안함
2. 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼은 장기적으로 국가 물류 및 산업 부문의 데이터 시스템과의 연계를 통해 다양한 부처의 정책의사결정에 지원 및 활용이 가능할 것으로 예상되므로 정부 주도의 운영체계 수립을 제안함
3. 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼은 공공 데이터를 비롯하여 민간 데이터와의 연계가 필수적이므로 데이터 구매 또는 민간 사업자와의 데이터 교환 및 협력체계 구축을 제안함
4. 데이터 시스템의 연계 시 개별 데이터 시스템 구조에 대한 명확한 이해와 수집 데이터의 수준 파악이 중요하므로, 데이터 시스템의 구조에 대한 전문적인 분석과 데이터 연계 수행을 위한 전담조직 마련을 제안함
5. 정책 수립에 활용가능한 평가 지표의 지속적인 발굴과 지표를 산정하기 위한 지속적인 연구개발(R&D)의 추진을 제안함

요약

1. 연구의 목적

- 본 연구는 항만부문 정책을 수립하는 단계에서 정책수립의 근거 및 필요성 확보를 위한 항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안 제시를 목적으로 함
- 국가 물류 및 글로벌 공급망에서 중요한 연결고리로 작용하고 있는 항만부문의 정책수립 단계에 빅데이터 및 빅데이터 분석 방법론의 도입을 통해 관련 정책의 적시성 및 정확성 확보가 필요
- 정책수립 단계에서의 의사결정 방법론 검토와 타 부문의 빅데이터 기반 정책수립 사례 검토를 통해 항만부문 정책의사결정 지원을 위한 빅데이터 플랫폼의 도입 필요성 제시
- 항만부문 정책수립 단계에 활용되는 주요 지표 분석 및 빅데이터 분석 방법론 적용을 통해 항만부문 정책수립에 빅데이터 적용 가능성 도출
- 국내외 기구축된 다양한 항만 및 물류시스템과의 연계 필요성 및 방안을 제시

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구의 방법

- 본 연구에서 정책의사결정의 개념 및 방법론, 빅데이터 기반 정책의사결정 사례 및 방법론은 국내외 문헌조사와 선행사례를 통해 검토함
- 빅데이터의 활용이 가능한 항만부문 정책의사결정 주요 지표를 분석하기 위해 항만기본계획 등 기존 정책보고서와 관련 학술자료 등 문헌조사를 수행함
- 항만물동량 및 항만의 대기오염물질 배출량 산정에 빅데이터 분석 방법론 적용 가능성 검토를 위해 시계열 분석, 기계학습, 딥러닝 방법론 등을 적용함
- 항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 시 연계 가능한 국내외 항만 및 물류 관련 데이터 시스템의 특징 및 수집 항목은 문헌조사 및 인터넷 자료 조사를 통해 검토함

2) 연구의 특징

- AI, 빅데이터 등 4차 산업혁명 기술이 산업 전 부문으로 확산되고 있으며, 교통, 보건·의료 등 다양한 부문에서 빅데이터 분석 결과를 근거로 정책수립이 추진되고 있음
- 본 연구는 항만부문에 분산 구축되어 있는 데이터 시스템(PORT-MIS, AIS, VTS 등)들의 수집항목 및 연계 가능성을 검토하여 빅데이터 체계 구축 가능성을 제시함

- 기계학습, 딥러닝 등 빅데이터 분석 방법론을 적용하여 항만부문 정책 수립 주요 지표를 산정함으로써 빅데이터 분석 방법론의 도입 가능성을 확인함
- 또한, 국내외 항만 및 물류 데이터를 수집하고 있는 데이터 시스템을 검토함으로써 향후 항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 시 연계 대상을 검토함

〈요약 그림 1〉 세부 연구내용 및 방법론

구분	세부 연구내용	목적	연구 방법론
1장 서론	- 연구배경 및 필요성 - 연구목적 및 주요내용 - 선행연구 검토 및 기존연구와의 차별성	- 데이터 기반 정책의사결정 수립의 필요성 도출 - 선행연구 분석을 통한 기존연구와의 차별성 도출	- 국내외 문헌조사 - 선행연구 분석
2장 빅데이터 기반 정책의사결정	- 정책의사결정의 개념 및 방법론 - 빅데이터 기반 정책의사결정 방법론 - 빅데이터 적용 정책의사결정 사례	- 전통적인 정책의사결정 방법론과 데이터 기반 정책의사결정 방법론 검토 - 국내 항만 및 물류 정책수립 단계에서의 데이터 분석·활용 사례 조사 - 빅데이터 기반 정책의사결정 지원 체계 필요성 도출	- 국내외 문헌조사 - 선행연구 분석 - 전문가 자문
3장 항만부문 정책의사결정 빅데이터 적용 가능성	- 항만부문 정책의사결정 주요 요인 분석 - 항만부문 데이터 시스템 구축현황 조사 - 빅데이터 분석 방법론을 적용한 항만물동량 전망 - AIS 데이터 활용한 선박 대기요율질 배출량 및 항만서비스 수준 평가	- 항만정책 수립 시 주요 지표 검토 - PORT-MIS, VTS, AIS 등 항만부문 데이터 수집 및 분석체계 검토 - 항만 물동량 전망에 기계학습, 딥러닝 등 빅데이터 분석 방법론 적용 가능성 검토	- 문헌조사 - 데이터 구조 분석 - 시계열, 기계학습, 딥러닝 - 데이터 분석
4장 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안	- 빅데이터 플랫폼 구축을 위한 국내외 데이터시스템 - 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안	- 국내외 물류 데이터 시스템의 구축 현황 조사 - 항만부문 데이터 연계 방안 및 빅데이터 활용 방안 제시	- 국내외 문헌조사 - 데이터 시스템 검토 - 선행연구 조사
5장 결론 및 정책제언	결론 및 정책제언	항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축을 위한 법제도 개선사항, 정책적 시사점 등 제시	전문가 자문

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- 정책은 국가가 수행하는 모든 업무로서 국민에게 영향을 미치는 모든 정부의 활동 혹은 정부의 모든 결정과 이를 달성하기 위한 계획
- 정부의 제한된 자원, 즉 예산 대비 수많은 문제 중 우선 순위와 대응 방법을 구축하는 것이 매우 중요
- 정보통신기술 및 데이터 분석기법이 발전함에 따라 데이터 연계 및 분석 결과를 활용한 정책수립 확산
- 현재 국토, 교통, 교육, 행정 등 다양한 분야에서 빅데이터를 활용하여 정책 수립을 추진, 관련 데이터의 수집 및 연계를 통해 다양한 정책 대안 수립 및 분야별 협업체계 구축을 통해 시너지 효과 기대
- 항만부문의 정책수립 단계에서 정책의사를 결정하는 주요 지표의 산정에 빅데이터 활용이 가능
- 항만부문 정책의사결정에 이용되는 항만물동량, 하역능력, 생산성, 항만 서비스 수준, 항만 대기오염물질 배출량 등 주요 지표의 정의 및 분석
- PORT-MIS, AIS, VTS 등 현재 항만부문에 구축된 데이터 시스템의 수집 항목 및 수집 체계를 분석, 연계 가능성 및 빅데이터 활용 가능성 검토
- 물동량 전망을 위해 PORT-MIS 데이터, 6개의 운임지수, 4개의 경제지표를 적용한 부산항 컨테이너 물동량 예측 모형을 수립하고 시계열 모형과 기계학습, 딥러닝 모형의 예측 성능 비교를 통해 항만물동량 전망에 빅데이터 분석 방법론의 적용 가능성 확인
- 또한 AIS 데이터 분석을 통해 항만구역에서 선박 활동과 연료유 사용량을 추정하고, 이에 기반한 선박의 대기오염물질 배출량 산정과 재항시간, 대기시간 등 항만 서비스 수준 측정 역시 가능

- 항만부문 정책의사결정을 지원하기 위해서는 기존 항만부문에 구축된 데이터 시스템뿐만 아니라 도로 및 철도 운송, 항공 물류, 국가 대기망 등 타 부처에 구축된 데이터 시스템과의 연계가 중요
- 육상물류 및 항공물류 데이터 시스템과의 연계 시 국가 물류망의 순환구조 파악 및 투명성 확보를 통해 정책 수립 및 적시성 확보 가능
- 또한 수립된 정책의 효과 분석을 통해 정책의 적합성 및 예산 소요의 합리성 판단이 가능
- 빅데이터 플랫폼 구축 시 실시간 항만 및 물류의 현황 파악과 단기 및 중장기 전망 등을 통해 항만부문 정책 수립에 활용이 가능할 것으로 예상

2) 정책대안 제시내용 및 정책화 활동

- 항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축
 - 항만부문의 데이터 기반 정책의사결정을 위해서는 빅데이터 플랫폼의 구축이 필요하며, 이를 위해 정책의사결정 수요 검토 및 제도 개선이 필요
 - (정책의사결정 수요 검토) 정책의사결정에 요구되는 빅데이터 수요 확인과 의사결정사항에 대한 중복 투자 방지를 위해 빅데이터 기반 정책의사결정 수요 검토 필요
 - (제도 개선) 「항만법」 내 ‘항만물류빅데이터체계의 구축·운영’ 관련 조항 신설 및 별도의 「항만물류빅데이터체계 구축·운영 및 절차에 관한 규정」 마련 필요
- 정부 주도의 운영체계 수립
 - 초기 항만부문 정책의사결정에 중요한 역할을 하는 해양수산부가 주도하여 공공기관 및 연구기관 참여가 필요

-
- 향후 타 부처에서 관리하는 데이터 시스템과의 연계적으로 활용되어 분석 대상 및 의사결정 수요 확대 시 국토교통부, 산업통상자원부 등 타 부처 정책의사결정 또한 지원이 가능할 것으로 예상되므로, 범부처 정책의사결정 지원 플랫폼 확대를 위해 정부 주도의 운영체계 수립 필요

- **민간 데이터 확보 방안**

- 민간 데이터의 자발적이고 적극적인 참여를 유도하기 위해서는 데이터 구매, 데이터 교환 및 협력체계 구축 등의 방안 수립이 필요
- 단기간 또는 일회성 연계 분석을 위해서는 데이터 구매, 국가물류 데이터의 연계를 위한 민간 데이터 확보는 상호 간 데이터 교환 및 협력체계 등과 같은 장기적인 방안 마련 필요

- **데이터 관리 전담조직 마련**

- 분산 관리되는 데이터 시스템의 연계 시 개별 데이터 시스템 구조에 대한 명확한 이해와 수집 데이터의 수준 파악이 중요하므로, 데이터 시스템 구조의 전문적인 분석과 데이터 연계 수행을 위한 전담조직 필요
- 조직 구성원들은 대상 데이터 시스템에 접근할 수 있는 권한이 부여되어야 하며, 이를 기반으로 데이터 연계 전략 및 체계 마련

- **정책수립 평가 지표 개발 및 산정 모형 연구**

- 정책 수립에 활용가능한 평가지표의 지속적인 발굴과 지표를 산정하기 위한 연구개발(R&D) 필요

3) 정책적 기여 등 기대효과

- 본 연구는 항만부문의 정책 수립 단계에서 빅데이터의 활용 가능성을 제시함으로써 빅데이터 기반의 정책 수립을 위한 기초를 마련
 - 항만부문 정책 수립에 빅데이터를 적용함으로써 정책 수립의 타당성과 적시성의 확보가 가능할 것으로 예상
 - 동시에 정책 추진 결과의 전망 및 효과 검증도 가능할 것으로 판단
- 항만부문 주요 지표의 산정 및 평가에 빅데이터 및 빅데이터 분석 방법론의 적용 가능성을 제시
 - 기존 시계열 및 회귀 분석과 병행하여 새로운 예측 및 평가 모형을 수립함으로써 지표의 예측 및 평가의 정확성을 향상시킬 수 있을 것으로 예상
- 빅데이터 플랫폼을 구축함으로써 능동적인 정책 수립이 가능할 것으로 예상되며 행정 낭비 방지와 정책의 적시성 및 타당성 확보가 용이
 - 정책의사결정 지표 산정에 빅데이터 분석 방법론 등 학술적인 접근 방향을 제시함으로써 예측 및 평가 모형의 고도화를 기대

EXECUTIVE SUMMARY

1. Purpose

- This study aims to present specific measures to establish a big-data platform to support policy decision-making to secure grounds and necessity for policy establishment in the stage of formulating a policy in the port sector.
- The port sector serves as an important connecting link in national logistics as well as global supply chains. The introduction of big data and big data analysis methodologies in the stage of policy establishment secures timeliness and accuracy of relevant policies.
- This study reviewed decision-making methodologies in the stage of policy establishment as well as cases of formulating big data-based policies in other industries. Through these efforts, this study highlights the necessity for the introduction of a big data platform to support policy decision-making in the port sector.
- With the analyses of major indicators utilized in the stage of

policy establishment in the port sector and application of big data analysis methodologies, this study extracted the applicability of big data in establishing policies in the port sector.

- This study proposed the necessity for connecting a variety of domestic and foreign ports and logistics systems already established as well as specific measures.

2. Methodology and Features

1) Methodology

- Utilizing reviews of domestic and foreign literature and preceding studies, this study looked into the concept and methodologies of policy decision-making, cases of big data-based policy decision-making and methodologies.
- In order to analyze major indicators of policy decision-making in the port sector potentially utilizing big data, this study carried out literature review of existing policy reports such as the Basic Port Development Plan and academic materials.
- Methodologies such as time-series analysis, machine learning and deep learning were applied to review the applicability of big data analysis methodologies in estimating port traffic as well as the emission of air pollution at ports.

- Literature review and Internet data were utilized to find characteristics and collection items of data systems relevant to domestic and foreign ports and logistics applicable to establish a big data platform for supporting policy decision-making in the port industry.

2) Features

- With technologies of the 4th Industrial Revolution such as AI and big data spreading to all industries, a variety of sectors including transportation, health and medical care are starting to establish policies based on the result of big data analysis.
- Based on the review of collection items and connectability to data systems ((PORT-MIS, AIS, VTS etc.) scattered and established in the port sector, this study proposes the possibility for the construction of a big data system.
- Major indicators for establishing policies in the port sector were examined by applying big data analysis methodologies such as machine learning and deep learning, confirming the possibility to introduce big data analysis methodologies.
- By reviewing data systems that collect data pertaining to domestic and foreign ports and logistics, this study examined connecting targets in establishing a big data platform to support policy decision-making in the port sector.

〈Summary〉 Specific research content and methodologies

Classification	Specific research contents	Purpose	Methodology
Chap. 1 Introduction	- Study background and necessity - Purpose and major content - Review of preceding studies and differentiation from existing study	- Deduce the necessity of establishing data-based policy decision-making - Deduce the necessity of establishing data-based policy decision-making	- Review of domestic and foreign literature - Analysis of preceding studies
Chap. 2 Big data-based policy decision-making	- Concept and methodologies of policy decision-making - Big-data based policy decision-making methodologies - Cases of applying big data in policy decision-making	- Review of traditional policy decision-making methodologies and data-based policy decision-making methodologies - Study cases of data analysis and utilization in the process of policy establishment in domestic ports and logistics - Extract the necessity to establish a big data-based policy decision-making support system	- Review of domestic and foreign literature - Analysis of preceding studies - Consultation with experts
Chap. 3 Applicability of big data in policy decision-making in ports	- Analysis of major elements of policy decision-making in the port industry - Survey on the construction status of data systems in the port sector - Forecast port traffic by applying big data methodologies - Evaluate the emission of air pollution from ships and port service level utilizing AIS data	- Review major indications in establishing port policies - Review of data collection and analysis system in the port sector such as PORT-MIS, VTS, and AIS - Review of the applicability of big data analysis methodologies such as machine learning and deep learning to forecasting port traffic	- Literature review - Data structure analysis - Time-series, machine learning, deep learning - Data analysis
Chap. 4 Measures to establish a big data platform to support policy decision-making	- Domestic and foreign data systems to establish a big data platform - Measures to construct a big data system to support policy decision-making	- Survey on the construction status of domestic and foreign logistics data systems - Suggest measures to connect with port-related data and big data utilization measures	- Review of domestic and foreign literature - Data system review - Analysis of preceding studies
Chap. 5 Conclusion and policy suggestion	Conclusion and policy suggestions	Present improvement measures for laws and systems for the construction of a big data platform to support policy decision-making in the port sector as well as policy implications	Consultation with experts

3. Results

1) Summary

- Referring to work performed by a government, a policy can be defined as a set of activities of government having impact on the public, or decisions and plans made by government to achieve a goal.

- Among numerous issues, it is extremely important to establish the priority and countermeasures, given the limited resources of the government, in other words, the budget.
- Following the development of IT technology and data analysis methods, policies have been increasingly established by data connection and utilization of data analysis results.
- At present, a variety of sectors such as land, transport, education and administration are making use of big data, proceeding with policy establishment. Through collecting and connecting relevant data, a number of policy alternatives are established and cooperative systems are established by sector, generating a synergetic effect.
- Big data can be utilized in examining major indicators that determine policy decisions in the stage of policy establishment in the port sector
 - Major indicators that are utilized in policy decision-making in the port sector were defined and analyzed such as port traffic volume, cargo handling capacity, productivity, port service level and emissions of air pollution at ports.
 - Based on the analysis of data collection items and systems of current data systems established in the port sector such as PORT-MIS, AIS, and VTS, this study examined connectability and applicability with big data.
 - To forecast port traffic, a port traffic forecasting model was established for Busan container port with the application of 6 freight rate indicators and 4 economic indicators. Following this,

this study compared the predictability of time-series models, machine learning and deep learning models to verify the applicability of big data analysis methodologies in forecasting port traffic.

- Moreover, based on AIS data analysis, this study was able to estimate a ship's activities and fuel oil consumption in port areas. This analysis can be the basis for estimating the emission of air pollution from ships and port's level of service such as time at ports and waiting time.
- In order to support policy decision-making in the port sector, connection with other data systems established in other departments such as land and railroad transport, air logistics and national atmospheric network is important, along with existing data systems installed within the port sector.
- When connecting with data systems pertaining to land logistics and air logistics, the circulation structure of national logistics network and transparency should be obtained to secure the validity and timeliness of policy establishment.
- The impact analysis of established policies is able to determine the suitability of policies and the rationality of budget spending.
- The establishment of a big data platform can be utilized in formulating port policies by identifying the present status of ports and logistics in real-time and providing short-, mid-, and long-term forecasts.

2) Policy suggestions and policy-making activities

- Establish a big data platform to support policy decision-making in the port sector
 - Data-based policy decision-making in the port sector can be achieved through the construction of a big data platform, which requires a review of policy decision-making demand as well as institutional improvements.
 - (Review of policy decision-making demand) The demand for big data-based policy decision-making should be reviewed to confirm the demand of big data required for policy decision-making and to prevent repetitive investment surrounding decisions.
 - (Institutional improvements) It is necessary to newly establish article of 'construction and operation of port logistics big data system' within the Harbor Act, while stipulating 'Regulations pertaining to the construction, operation and procedure of port logistics big data system' separately.
- Set up a government-driven operational system
 - In the beginning, major roles of policy decision-making should be driven by the Ministry of Oceans and Fisheries with the participation of public organizations and research institutes.
 - When policy decision-making demand and scope for analysis are expanded due to connection and utilization with data systems managed by other departments, support for policy decision-making will be available for other departments such

as the Ministry of land, Infrastructure and Transport and the And the Ministry of Trade, Industry and Energy. Therefore, it is necessary to establish a government-driven operational system for the expansion into a pan-departmental policy decision-making platform.

- **Measures to secure private data**
 - Voluntary and active participation of private data can be induced by establishing specific measures such as data purchase, data exchange and setting up a cooperative system.
 - Whereas short-term or one-time analysis with connected data requires data purchase, while securing private data for connecting national logistics data needs the establishment of long-term plans including mutual data exchange and setting up a cooperative system.
- **Establish a dedicated organization for data management**
 - When connecting separately established and managed data systems, it is important to clearly understand the structure of individual data system and the level of collecting data. Therefore, a dedicated organization is indispensable for conducting specialized analysis of data system structures and performing data connections.
 - Members of the dedicated organization should be granted with access to target data systems, based on which data connection strategies and systems can be devised.
- **Develop indicators for evaluating policy establishment and**

study estimation models

- It is necessary to continue discovering evaluation indicators applicable to policy establishment as well as R&Ds to estimate the indicators.

3) Expected benefits including policy contribution

- By proposing the applicability of big data in the stage of policy establishment, this study has laid solid foundation to establish big data-based policies in the port sector.
- The application of big data to policy establishment in the port sector is expected to allow securing validity and timeliness of policy establishment.
- Simultaneously, forecasting results and ensuing impacts of policy implementation can be verified.
- This study also suggests the applicability of big data as well as big data analysis methodologies in estimating and evaluating major indicators in the port sector.
- In parallel with existing time series and regression analyses, this study established a new forecasting and evaluation model, which will boost the accuracy of forecasts and evaluations by indicators.
- Establishing a big data platform will allow policies to be established proactively, while preventing waste of administrative budget as well as securing the timeliness and

validity of policies.

- By presenting an academic approach to estimate policy decision-making indicators such as big data analysis methodologies, it will contribute to the advancement of forecasting and evaluation models.

01

서론

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경 및 필요성

세계경제포럼(WEF: World Economic Forum)은 2016년 1월 스위스에서 개최된 46회 다보스포럼에서 ‘제4차 산업혁명의 이해(Mastering the Fourth Industrial Revolution)’라는 주제로 기술혁명이 인간의 삶과 미래 세대에게 가져올 변화에 대한 논의가 이루어졌다.¹⁾ 즉 인류의 생활 및 생산 방식을 근본적으로 변화시킬 ‘제4차 산업혁명(4th Industrial Revolution: 4th IR)’을 글로벌 의제로 다룸으로써 증기기관의 발명에 따른 기계적 생산 체계를 구축한 1차 산업혁명, 전기동력 기반의 대량생산 체계를 구축한 2차 산업혁명, 전자기기 및 정보화 기술을 기반으로 자동화 체제를 도입한 3차 산업혁명에 이어 기존 3차 산업혁명과 연계한 4차 산업혁명을 물리적, 디지털, 생물학적 영역의 경계를 허무는 기술들의 융합이 이루어지는 디지털 혁명으로 정의하고 있다.²⁾ 4차 산업혁명을 주도하는 주요 기술은 인공지능(AI,

1) 현대경제연구원(2016. 1. 19), p. 2.

2) 국토연구원 전자도서관(검색일: 2021. 3. 10)

Artificial Intelligence), 로봇틱스(Robotics), 사물인터넷(IoT: Internet of Things), 자율주행자동차, 3D 프린팅, 나노기술(NT: Nano Tehcnology), 바이오기술, 재료과학, 에너지 저장기술(ESS: Energy Storage System), 퀀텀 컴퓨팅 등과 같은 혁신기술이며, 이러한 기술들의 융합으로 기존과는 차별화된 지능화 시대³⁾, 즉 4차 산업혁명의 핵심 지능 기술들이 범용적인 기술로 부각하는 시대가 도래할 것으로 예상된다. 특히 4차 산업혁명의 핵심 기술인 인공지능, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 모바일 등은 데이터에 기반을 둔 기술로 빅데이터 분석의 중요성이 부각되고 있다.

〈표 1-1〉 산업사회-정보사회-지능정보사회 패러다임 변화

구분	산업사회	정보사회	지능정보사회
특징	• 19~20세기 중반 • 기계와 에너지 중심 • 생산능력 제고	• 1960~2007년 전후 • 컴퓨터와 인터넷 중심 • 정보활용 능력 제고	• 2013년 이후 • 데이터와 알고리즘 중심 • 사고능력 제고
경제 사회 구조	• 제조업이 성장 견인(기계) • 노동력과 천연자원이 힘 • 위계적 기계식 사회구조 • 상품 교역, 정보 국내 사용 • 대량생산 • 노동력 공급 위한 대량 사회	• ICT가 성장 견인(컴퓨터) • 정보와 네트워크가 힘 • 수평적 네트워크 사회 • 상품 교역, 정보 교역 • 대량 정보 • 정보연결 통한 사이버사회	• 신제조업이 성장견인(기계+컴퓨터) • 데이터와 알고리즘이 힘 • 신뢰와 협력의 혼계사회(Heterarchy) • 상품 국내, 정보 교역 • 대량 지능 • 지능사물 위한 플랫폼사회

자료: 황종성 외(2016), p. 9

항만부문에서도 항만자동화, 스마트항만, 스마트 해상물류 생태계 구축 등 4차 산업혁명 기술이 전 부문에 걸쳐 도입되고 있다. 국내외 주요 항만은 터미널 간, 항만-선박, 항만-육상 등 물류 전 부문에서 데이터의 효율적인 연계 및 빅데이터 분석, AI 등을 도입하여 물류 경쟁력을 강화하고 있다. 싱가포르항은 차세대 해상교통관리시스템인 SAFER을 도입하여 빅데

3) 황종성 외(2016), p. 3.

이터를 활용한 예측 분석 체계를 구축하여 실시간 선박의 흐름을 추적·관리하고 있다.⁴⁾ 로테르담항은 도선, 하역, 급유 등 항만 내 모든 서비스의 작업계획 정보를 공유하는 플랫폼을 구축하여 항만 이용 최적화를 지원하고 있다.⁵⁾ 함부르크항 역시 항만지역에서 발생하는 도로교통정보, 주차공간정보, 항만하역작업 정보 등을 실시간으로 분석 후 항만이용자들에게 제공하여 최적의사결정을 지원하고 있다.⁶⁾ 국내 부산항만공사에서도 빅데이터 분석을 적용한 해운항만물류 분석시스템을 구축하였으며, 이를 통해 수출입 및 환적 컨테이너 물동량의 패턴을 분석하고, 물동량 이상 현상 등을 감지하여 이용 주체의 의사결정에 활용이 가능하도록 지원하고 있다. 즉, 국내외 항만부문에서는 물류데이터를 실시간으로 수집·분석·활용하려는 노력이 지속되고 있으며, 이렇게 축적된 물류데이터를 활용하는 비즈니스 생태계가 형성되고 있다.

〈그림 1-1〉 부산항만공사 해운항만물류 분석시스템



자료: 부산항만공사 해운항만물류 분석시스템 홈페이지(검색일: 2021. 5. 10)

4) 이연경 외(2019), p. 5.

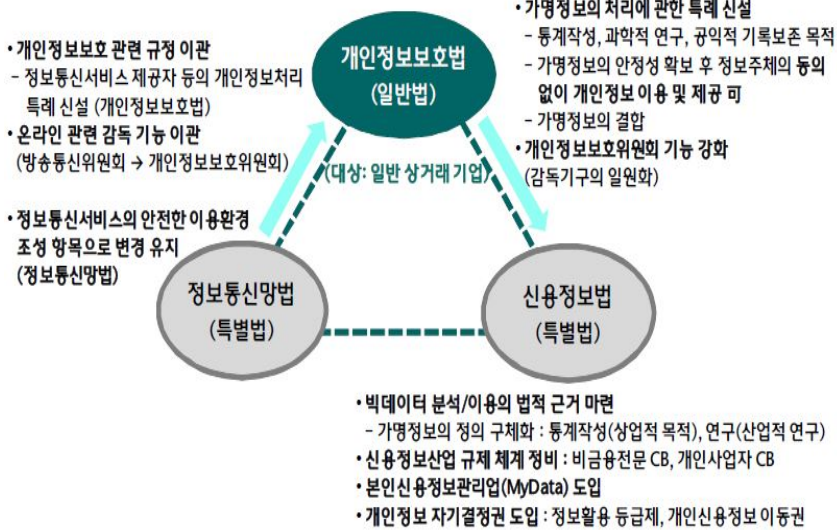
5) 상계서, p. 6.

6) 상계서, p. 7.

4차 산업혁명 기술이 항만 전 부문에 확산됨에 따라 항만부문의 정책수립 단계에서도 빅데이터 분석 기법을 활용하여 데이터 기반의 정책의사결정 체계의 도입이 필요하다. 국내의 항만 및 해운, 물류 관련 데이터 수집 및 관리 체계는 지속적으로 발전되고 그 기능도 점진적으로 확대되어 왔으나, 정책수립 단계에서의 활용은 제한적으로 이루어진 것으로 판단된다. 즉, 항만 기본계획 및 종합발전계획, 재개발기본계획 등 항만부문 중장기 정책 수립 시 주로 기존 항만이용자들의 수요를 기반으로 정책이 수립되었으며, 이러한 수요의 타당성을 검토하기 위한 수단으로 구축된 데이터를 단편적으로 활용하였다. 과거 이러한 데이터의 활용이 제한된 원인으로는 우선 광범위하게 수집된 데이터를 분석하고 유의미한 결과를 도출할 수 있는 기술적인 한계와 수집된 데이터에 포함된 선박 및 화물 관련 데이터에 화주 및 선사 등 민감한 개인정보가 포함되어 있어 데이터의 연계 및 정보 활용이 거의 불가능하였다.

그러나 앞서 언급한 데이터 분석 기술의 비약적인 발전과 4차 산업혁명 기술의 급격한 확산, 그리고 4차 산업혁명 기술의 활용성 강화를 위해 개정된 데이터 3법으로 여건이 변화되었다. 2020년 1월 9일 「개인정보보호법」, 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」(정보통신망법), 「신용정보의 이용 및 보호 등에 관한 법률」(신용정보법) 등 데이터 3법의 개정안이 국회를 통과했으며(2020. 8. 5. 시행), 이는 인공지능 시대와 데이터 경제를 선도하기 위한 제도적 기반을 마련할 것으로 기대되고 있다. 이러한 데이터 3법의 개정으로 정부는 다양한 의견을 수렴하고 정책에 반영함으로써 기업 및 기관 등이 데이터를 안전하게 활용하고, 이를 기반으로 데이터 경제로의 이행이 본격화되도록 지속적으로 지원할 예정이다.

〈그림 1-2〉 데이터 3법의 관계 및 주요 개정내용



자료: 정희수(2020), p. 8.

2. 연구 목적

본 연구는 항만부문 정책을 수립하는 과정에서 정책 수립의 근거 및 필요성 확보와 주요 정책의사결정에 빅데이터 활용 방안을 검토하고, 항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안의 제시를 목적으로 한다. 이를 위해 정책수립 단계에서의 의사결정 방법론을 검토하고, 기존 정부 및 지자체 등에서 빅데이터를 활용한 정책수립 사례를 검토하였으며, 동시에 항만부문의 정책수립 단계에서 활용되는 주요 지표를 분석하고, 항만부문에서 이미 구축되어 있는 데이터 시스템의 수집 항목 검토 및 빅데이터 분석 방법론 적용을 통해 항만부문 정책수립에 빅데이터의 적용 가능성을 도출한다. 또한 국내외 구축되어 있는 다양한 항만 및 물류시스템과의 연계를 통한 빅데이터 플랫폼 구축 방안을 제시한다.

제2절 연구 내용과 방법

1. 연구 내용

본 연구는 전체 5장으로 구성되어 있으며, 제1장은 연구의 배경 및 목적, 주요 연구 내용 및 방법, 선행연구 검토 및 차별성 등을 서술한다. 제2장은 정책의사결정을 지원하는 빅데이터 분석 활용 사례를 서술한다. 우선 정책의 개념 및 정책의사결정 방법론을 살펴보고, 전통적인 정책의사결정 방법론과 빅데이터 기반 정책의사결정 방법론을 검토한다. 또한, 현재 국내 타 부처 및 지자체, 기관 등에서 빅데이터를 활용한 정책의사결정 활용 사례를 분석하여 항만부문의 정책수립 단계에서 빅데이터 분석 및 활용 필요성을 도출한다.

제3장에서는 항만개발, 항만운영, 친환경 항만 정책 등 항만부문의 정책수립 단계에서 의사결정에 적용되는 주요 지표와 현재 국내에 구축되어 있는 항만부문 데이터 시스템의 소개 및 수집항목을 검토한다. 항만개발 및 운영 정책을 수립하기 위해서는 항만시설 수급 및 서비스 수준 등에 대한 검토가 수행되어야 하며, 항만물동량, 하역능력, 항만생산성, 선박 대기시간 및 재항시간, 해상교통혼잡도 등의 지표가 활용된다. 친환경 항만 정책은 선박을 포함한 항만구역에서 배출되는 대기오염물질 배출량 정보가 중요하다. 현재 항만부문의 정책 수립 시 주로 활용되고 있는 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS)과 항만 및 연안해역의 선박교통 안전과 효율성을 확보하고 해양환경을 보호하기 위하여 관제구역 내 통항선박의 동정을 관측하고 이에 필요한 정보를 제공하는 해상교통관제시스템(VTS: Vessel Traffic Service System), 해양사고 발생 시 수색·구조지원 및 해상교통관제시스템의 보조 수단으로 활용되는 선박자동식별시스템(AIS: Automatic

Identification System)을 중심으로 분석한다. 그리고 정책의사결정의 주요 지표의 산정 및 평가에 빅데이터 분석 방법론의 적용 가능성에 대해 검토한다. 우선 항만개발 및 운영에 중요한 지표 중 하나인 물동량 예측에 기계학습, 딥러닝 등 빅데이터 분석 방법론을 적용한 모형의 성능을 평가하고, AIS 데이터를 활용한 선박의 대기오염물질 배출량 및 항만 서비스 수준 평가를 통해 빅데이터의 활용 가능성을 검토한다.

제4장에서는 항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안을 제시한다. 우선 빅데이터 플랫폼을 통해 연계 가능한 국내외 항만·물류 데이터를 소개하고, 정책의사결정 주요 요인 발굴, 모형 개발, 데이터 연계 등 정책의사결정 빅데이터 플랫폼 구축 방안을 제시한다. 마지막 제5장은 본 연구의 결론과 정책제언으로 구성된다.

2. 연구 방법

본 연구의 주요 연구 내용 및 방법론은 <그림 1-3>과 같다. 제2장은 항만부문의 정책의사결정을 위한 빅데이터 플랫폼의 도입 필요성을 검토하기 위해 정책의사결정의 개념 및 빅데이터 기반 정책수립 사례를 조사하기 위한 문헌조사, 선행사례를 분석하였다.

제3장에서는 빅데이터의 활용이 가능한 항만부문 정책의사결정 주요 지표를 분석하고, 동시에 항만부문에서 구축되어 있는 데이터 시스템의 구조 분석을 통해 기존 시스템에서 수집하고 있는 데이터의 종류를 검토하였다. 이를 통해 항만부문 정책의사결정의 주요 지표 중 하나인 물동량 및 항만의 대기오염물질 배출량을 산정하여 빅데이터 분석 방법론의 적용 가능성을 검토하였다. 물동량 전망을 위해 기존 시계열 분석 방법론과 기계학습, 딥러닝 방법론을 적용하였다.

제4장에서는 문헌조사, 인터넷 자료조사 등을 통해 국내외 항만 및 물류 관련 데이터 수집 시스템을 조사하고, 항만부문 빅데이터 플랫폼 구축 방안을 제시하기 위해 기존 타 부문에 구축된 빅데이터 플랫폼 사례를 검토하였다.

〈그림 1-3〉 세부 연구내용 및 방법론

구분	세부 연구내용	목적	연구 방법론
1장 서론	- 연구배경 및 필요성 - 연구목적 및 주요내용 - 선행연구 검토 및 기존연구와의 차별성	- 데이터 기반 정책의사결정 수립의 필요성 도출 - 선행연구 분석을 통한 기존연구와의 차별성 도출	- 국내외 문헌조사 - 선행연구 분석
2장 빅데이터 기반 정책의사결정	- 정책의사결정의 개념 및 방법론 - 빅데이터 기반 정책의사결정 방법론 - 빅데이터 적용 정책의사결정 사례	- 전통적인 정책의사결정 방법론과 데이터 기반 정책의사결정 방법론 검토 - 국내 항만 및 물류 정책수립 단계에서의 데이터 분석·적용 사례 조사 - 빅데이터 기반 정책의사결정 지원 체계 필요성 도출	- 국내외 문헌 조사 - 선행연구 분석 - 전문가 자문
3장 항만부문 정책의사결정 빅데이터 적용 가능성	- 항만부문 정책의사결정 주요 요인 분석 - 항만부문 데이터 시스템 구축현황 조사 - 빅데이터 분석 방법론을 적용한 항만물동량 전망 - AIS 데이터 활용한 선박 대기오염물질 배출량 및 항만서비스 수준 평가	- 항만정책 수립 시 주요 지표 검토 - PORT-MIS, VTS, AIS 등 항만부문 데이터 수집 및 분석체계 검토 - 항만 물동량 전망에 기계학습, 딥러닝 등 빅데이터 분석 방법론 적용 가능성 검토	- 문헌조사 - 데이터 구조 분석 - 시계열, 기계학습, 딥러닝 - 데이터 분석
4장 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안	- 빅데이터 플랫폼 구축을 위한 국내외 데이터시스템 - 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안	- 국내외 물류 데이터 시스템의 구축 현황 조사 - 항만부문 데이터 연계 방안 및 빅데이터 활용 방안 제시	- 국내외 문헌조사 - 데이터 시스템 검토 - 선행연구 조사
5장 결론 및 정책제언	결론 및 정책제언	항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축을 위한 법제도 개선사항, 정책적 시사점 등 제시	전문가 자문

자료: 저자 작성

1) 학술적 방법론

본 연구에서는 항만정책 수립 단계에서 빅데이터의 적용 가능성을 도출하기 위한 항만물동량 전망에 기존 시계열 분석과 기계학습, 딥러닝 등 빅데이터 분석 방법론을 적용하였다. 시계열 분석 방법론 중 미래 예측에 적합한 다양한 방법론이 존재하며, 본 연구에서는 Autoregressive integrated moving average(ARIMA)와 Prophet을 적용하였다.

ARIMA는 시계열 데이터의 특성에 대한 이해를 통해 미래 수치를 예측하는 데 적합한 기법으로, 시계열의 현재 자료가 과거의 자료에 종속적인 경우에는 자기회귀 과정을 사용하며, 시계열이 백색잡음과 종속적인 경우 이동평균 과정을 사용한다. 시계열이 비정상적인 경우에는 시계열의 차를 이용하여 정상적으로 변형한 후, 자기회귀 과정과 이동평균 과정이 혼합된 자기회귀이동평균 과정을 사용한다. 모형을 식별하기 위해서 주어진 데이터의 자기 상관함수, 편자기 상관함수 관찰 후 해당 데이터에 적합한 모형을 선정하기 위해 다양한 후보 모형을 생성한다. 자기 상관함수는 동일한 변수임에도 시차를 가지고 스스로와의 유사성을 검증하는 함수이다. 편자기 상관함수는 임의의 시차 k 에 대하여 Z_{t+k} , 사이의 데이터(Z_{t+1} , Z_{t+2} , ..., Z_{t+k-1})의 상호의존성을 제거한 후 Z_t 와 Z_{t+k} 만의 자기 상관함수이다. 모수 추정은 도출된 다양한 모형의 결과를 통해 최적의 모수(Parameter)를 추정하고, 모형의 적합성은 각 모형의 잔차 그래프의 분석 및 검증을 통해 최적 적합 모형을 선정한다. 최종적으로 선정된 모형을 적용하여 주어진 데이터의 미래값을 예측한다.

Prophet 역시 시계열 데이터의 특성을 고려하여 미래 수치를 예측하는 기법이다. Prophet은 비주기적 변화 트렌드, 계절성이 나타나는 주기적 변화, 휴일과 같은 불규칙 이벤트의 영향력을 포함하는 기법으로, 다른 시계열 분석 기법과는 달리 시간에 종속적인 구조를 가지지 않고 curve

fitting으로 예측 문제를 해결한다. 따라서 계절적 요소와 트렌드에 대한 가정을 쉽게 반영할 수 있는 유연성을 가지며, ARIMA와 달리 측정 간격이 규칙적이지 않아도 예측이 가능하며, 추정 속도가 빠르다는 장점이 있다.

본 연구에 적용한 기계학습 및 딥러닝 방법론은 다중선형회귀, Random Forest, Adaboost, Gradient Boosting, Long Short-Term Memory (LSTM)를 적용하였다.

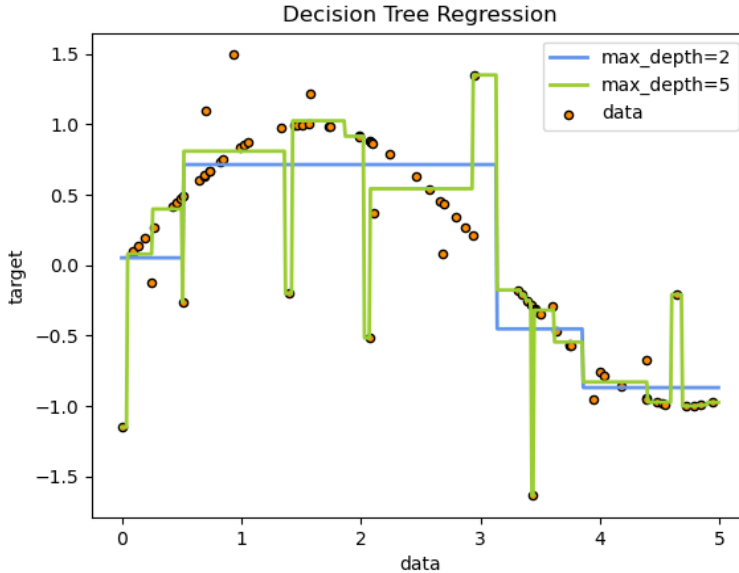
다중선형회귀는 독립변수와 종속변수 간의 관계를 파악하고 선형 방정식을 통해 독립변수 변화에 따른 종속변수의 변화를 예측하는 모형으로 종속변수를 설명하기 위해 복수의 독립변수가 사용된다(수식 1). ϵ_i 는 서로 독립적으로 $N(0, \sigma^2)$ 을 따르는 것을 가정하며, 최소제곱법(Least Square Method)의 방법으로 잔차의 제곱을 최소화하는 회귀계수를 찾아낸다. 다른 기계학습 모형보다 상대적으로 학습이 빠르며 설명력이 좋다는 장점을 가진다.

$$y_i = b_0 + b_1x_{1i} + b_2x_{2i} + b_3x_{3i} + \cdots + b_kx_{ki} + \epsilon_i \quad (1)$$

y_i : 종속 변수
 $x_{1i}, x_{2i}, \cdots, x_{ki}$: 독립 변수
 $b_0, b_1, \cdots, b_k$: 회귀 계수

Random Forest는 독립변수를 무작위로 선택하여 여러 개의 의사결정나무(Decision tree)를 생성하여 최종적인 예측을 수행하는 모형이다. 무작위의 복수 의사결정나무를 생성하기 때문에 단일 의사결정나무의 한계를 극복하고 직관성과 예측력을 최대화할 수 있다. 의사결정나무는 독립변수에서 추론한 규칙을 학습해 새로운 독립변수에 대한 값을 예측하여 회귀 및 분류를 수행하는 기계학습 알고리즘으로 의사결정 과정을 쉽게 시각화할 수 있는 장점이 있지만, 깊이에 따라 과적합(Overfitting)이 발생하는 경우가 존재하므로 일반화 성능이 높지 않다는 단점이 존재한다.

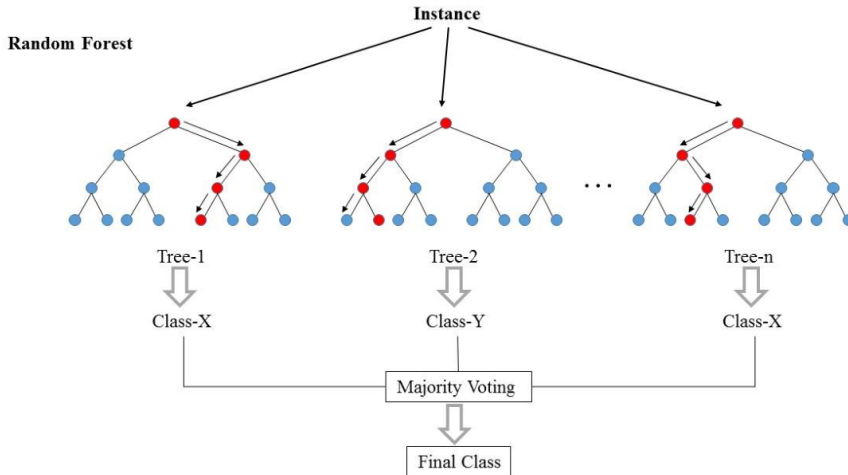
〈그림 1-4〉 의사결정나무 과적합



자료: Runebook.dev(검색일: 2021. 7. 29)

Random Forest는 부트스트래핑(bootstrapping)을 통해 생성된 다수의 의사결정나무에서 예측된 결과에 보팅을 통해 취합하므로 의사결정나무가 가지는 과적합 문제를 완화시킬 수 있는 장점을 가진다. 분류 문제에서는 하드 보팅 또는 소프트 보팅을 통해 예측 결과를 제시하는데, 하드 보팅은 예측된 값 중 다수가 결정한 값을 최종 결과로 제시하며 소프트 보팅은 각 결정 값의 결정 확률을 모두 합한 후 평균을 취해 가장 높은 확률의 결정 값을 제시한다. 회귀 문제에서는 각 의사결정나무에서 반환된 결정 값의 평균을 제시한다.

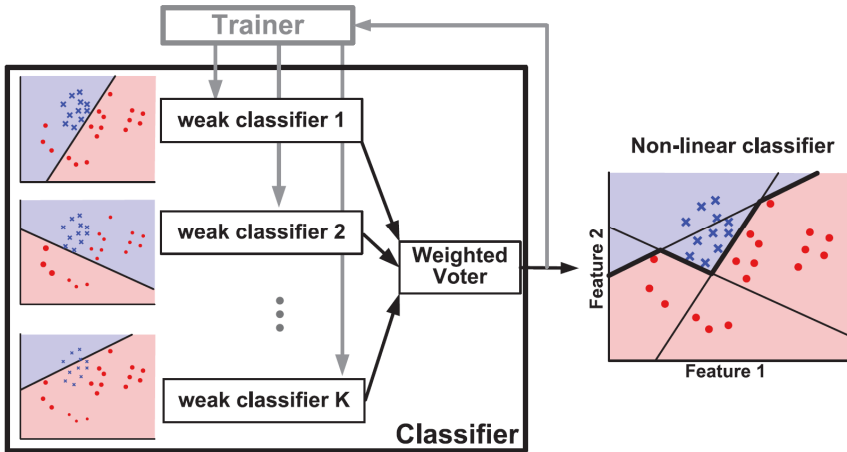
〈그림 1-5〉 Random Forest



자료: Analytics Vidhya(검색일: 2021. 7. 29)

Adaboost는 예측 능력을 향상시킬 것으로 판단되는 특성들만 선택하여 학습하는 모형으로, 모형이 학습 데이터에 과적합되는 것을 방지하기 위해 다수의 약한 모형을 결합하여 결과를 종합하는 방식으로 예측하는 모형이다. 이전의 약한 모형의 학습 결과를 토대로 다음 모형의 학습 데이터의 샘플 가중치를 조정하여 모형 학습을 진행하는 부스팅(boosting) 방식을 채택한다. 이전 모형의 예측 결과를 통해 잘못 예측한 데이터와 이전 모형에서 학습에 이용되지 않는 데이터에 가중치를 부여하여 다음 모형의 학습에 사용한다. Adaboost는 개별 모형의 의사결정 가중치를 서로 달리하는 개념이 반영된 부스팅 기반의 알고리즘으로 차원의 수를 줄이는 동시에 필요 없는 특성들을 고려하지 않음으로써 잠재적인 수행 시간을 개선할 수 있다. 또한 과적합에 덜 민감하고 예측력이 좋다는 장점이 있으나, 이상치에 민감하다는 단점이 존재한다.

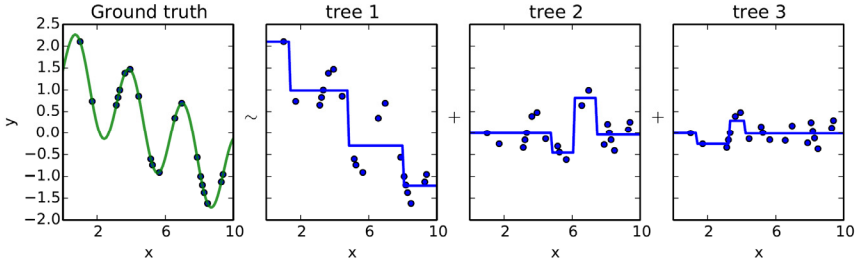
〈그림 1-6〉 Adaboost



자료: Wang, Zhang and Verma(2015), p. 3

Gradient Boosting은 부스팅 과정에서 경사 하강법(Gradient descent)을 활용하여 손실 함수(Loss function)를 최소화하는 방향으로 가중치를 업데이트하는 예측 모형이다. 약한 모형을 차례로 만들어 잔차를 줄여나가며, 잔차를 최소화하는 과정에서 경사 하강법을 사용한다. 손실 함수의 기울기를 최소화하는 방향으로 단계적으로 모형을 생성하므로 사용하는 손실 함수에 따라 최종적으로 생성되는 함수가 달라진다. 회귀를 위한 손실 함수는 제곱 오차(Squared loss), 절대오차(Absolute loss), Huber 오차, Quantile 오차 등이 있으며, 일반적으로 제곱 오차를 사용한다. 기타 트리 기반 모형, 부스팅 계열 모형과 대비하여 학습 속도가 느리며 과적합 이슈가 발생하는 단점이 존재한다.

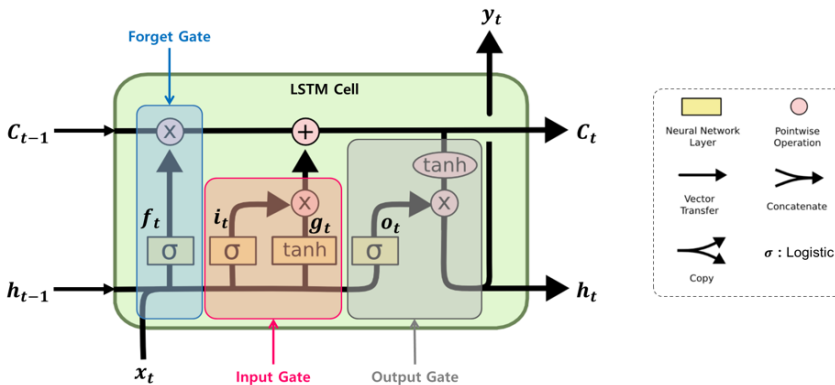
〈그림 1-7〉 Gradient Boosting



자료: Prettenhofer and Louppe(2014), p. 16

Long Short-Term Memory(LSTM)은 Recurrent Neural Network(RNN)의 기울기 소실 문제를 해결하기 위해 제안된 알고리즘이다. Forget Gate는 폐기할 정보를 결정하고 Input Gate는 업데이트할 정보를, Output Gate는 출력할 정보를 결정한다.

〈그림 1-8〉 LSTM cell의 구조



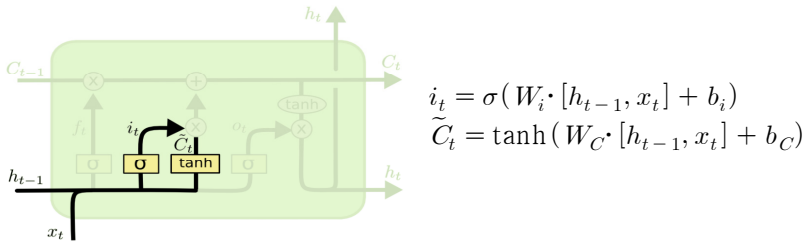
자료: Understanding LSTM Networks(검색일: 2021. 8. 1)

Cell State C_t 는 컨베이어 벨트와 같은 역할로 3개의 게이트(Forget Gate, Input Gate, Output Gate)를 제어하며 기울기 소실(vanishing gradient)을 방지하여 정보가 효과적으로 흐를 수 있게 한다. 딥러닝 모형

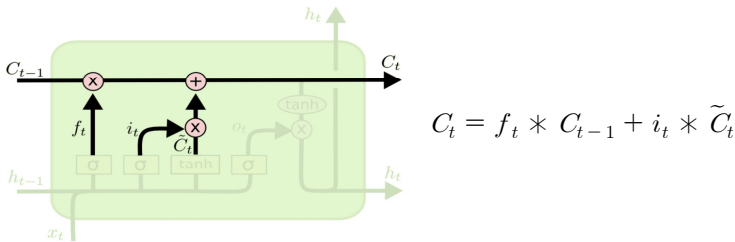
에서는 알고리즘에 적용되는 최적의 하이퍼 파라미터(hyper-parameter)를 도출하여 성능을 최적화하는 것이 중요하다. LSTM 모형의 설계는 우선 cell state로부터 어떤 정보를 버릴 것인지를 결정하고, 다음으로 과거의 C_{t-1} 을 업데이트하여 새로운 cell state인 C_t 를 생성한다. 마지막으로 output으로 내보낼 것을 결정한다.

〈그림 1-9〉 LSTM 모형 설계 과정

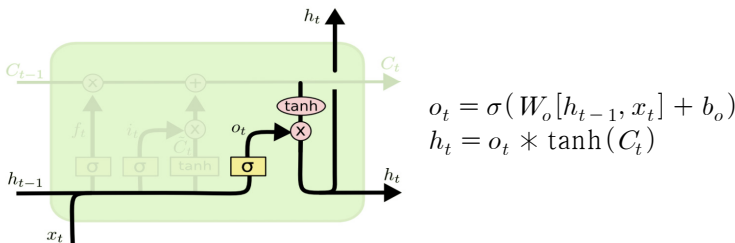
LSTM의 input gate layer



LSTM의 cell state 업데이트



LSTM의 output gate layer



자료: Understanding LSTM Networks(검색일: 2021. 8. 1)

제3절 선행연구 검토

1. 선행연구

1) 국내 연구 동향

2010년 이후 빅데이터의 도입과 활용 가능성이 증가함에 따라 빅데이터 기반의 정책의사결정에 대한 다양한 선행연구가 수행되었다. 초기에는 데이터 기반 정책 수립의 필요성 및 중요성, 발전 방향 등과 관련된 연구가 주로 수행되었다. 이정아(2015)는 데이터 시대의 정책 추진의 변화를 분석하여 증거기반 정책수립의 중요성을 도출하고, 증거기반 정책의 발전 방안을 제시하였다. 김유심(2016)은 증거 기반 정책수립을 정의하고, 데이터 기반 의사결정과 정책수립 사례 조사를 통해 데이터 기반 정책수립의 특징 및 필요성을 도출 후 데이터 기반 정책수립의 역할 및 기대효과를 제시하였다. 윤광석·박경돈·지규원(2016)은 중앙부처의 증거활용 현황 및 부처간 데이터 현황 차이를 분석하였다. 또한 국내외 정책 추진 시 증거활용 사례 분석을 통해 선진국의 데이터 활용 정책의 현황 및 시사점을 도출하고, 국내 정책수립 시 증거활용의 현황분석 및 문제점, 개선방안, 데이터 활용방안을 제시하였다.

빅데이터의 본격적인 연구와 이용이 확대되면서 정책수립 의사결정에 빅데이터 활용에 대한 연구도 진행되었다. 이은미(2015)는 신종플루 감염에 대한 재난위기단계 의사결정 사례 조사를 통해 빅데이터 알고리즘 분석과 정책현상의 해석에 대한 상호관계를 분석함으로써 빅데이터의 행정학 및 정책학 분야에서의 적용방안을 모색하였다. 신동화·김용문(2015)도 국내외 재난 관련 빅데이터 활용 사례 분석을 통해 빅데이터 산업육성에 따른 재난분야 활용 정책을 검토하고, 국내 공공부문 및 민간부문에서 국가 재난

관리를 위한 효율적인 빅데이터 활용 정책방안을 제시하였다. 김동영 외(2016)는 환경분야에서의 빅데이터 구축과 활용 방안을 제시하였으며, 이은환 외(2016)는 보건의료정책 기반 마련을 위한 공공데이터 활성화 방안 연구를 통해 보건의료정책 수립을 위한 공공데이터 제공 및 활용방안을 제시하였다.

물류 부문에서도 빅데이터 활용을 위한 연구가 수행되었다. 민연주 외(2018)는 물류정책 수립과 물류산업 모니터링에 빅데이터를 적용함으로써 통계 및 지표의 정확성 향상과 예산 및 행정 낭비 방지를 목적으로 빅데이터 기반의 물류정책 지원체계 구축 및 활용 방안에 관한 연구를 수행하였으며, 신나라·김용진(2018)은 물류 빅데이터 구축 실태 및 활용사례 분석을 통해 물류 빅데이터 활성화의 애로 요인 및 개선방안을 도출하였다.

〈표 1-2〉 국내 선행연구

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
1	• 과제명: 데이터 증거기반(Evidence-Based)의 과학적 정책 수립 방안 • 연구자: 이정아(2015) • 연구목적: 증거기반 정책 수립의 중요성 도출 및 증거기반 정책의 발전 방안 제시	• 문헌조사	• 데이터 시대 정책 추진의 변화 • 증거기반 정책 수립의 중요성 • 증거기반 정책의 발전 방안
2	• 과제명: 데이터 기반 정책수립 방향에 대한 연구 • 연구자: 김유심(2016) • 연구목적: 데이터 기반 정책수립의 정의와 활용 방안 모색	• 문헌조사 • 사례조사	• 데이터 기반 정책수립의 정의 • 데이터 기반 의사결정과 정책수립 사례 조사 • 데이터 기반 정책수립의 특징 및 필요성 • 데이터 기반 정책수립의 역할 및 기대효과
3	• 과제명: 정책수립시 데이터 활용 강화방안 연구 • 연구자: 윤광석·박경돈·지규원(2016)	• 문헌조사 • 현황조사 • 사례조사	• 중앙부처의 증거활용 현황분석 • 데이터 현황 및 부처 간 차이 분석 • 국내외 정책 추진 시 증거활용 사례 분석

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	연구목적: 국내 데이터 기반 정책수립 현황 분석 및 정책수립 시 데이터 활용 강화 방안 마련	- 전문가 인터뷰 - 설문조사	- 선진국의 데이터 활용 정책의 현황 및 시사점 - 국내 정책수립 시 증거활용의 현황 분석 및 문제점, 개선방안, 데이터 활용방안
4	- 과제명: 빅데이터 기반의 국가전략이론에 관한 연구 - 연구자: 기정훈(2017) - 연구목적: 빅데이터에 기반한 국가전략이론에 대한 검토를 통해 빅데이터를 활용한 국가전략 수립 근거 마련	문헌조사	- 빅데이터 기반 국가전략 이론 - 전자정부 활성화 기반의 국가전략 이론 - 빅데이터 활성화를 위한 기술적 및 제도적 요인 이론 - 빅데이터 분석기술과 소셜네트워크 서비스 연계 이론
5	- 과제명: 빅데이터 기반의 연구혁신 정책의사결정 지원체계 정립 연구 - 연구자: 이윤빈 외(2018) - 연구목적: 혁신연구정책 데이터 분석을 통한 생산성 향상 및 효율성 제고	- 문헌조사 - 사례조사 - 설문조사	- 국내 연구혁신정책 데이터 현황과 이슈 - R&I 정책 데이터 품질 검토와 계량화 - R&I 정책 데이터 전문가 인식조사 - R&I 정책 데이터 연결 및 연계 분석
6	- 과제명: 빅데이터 기반의 물류정책 지원체계 구축 및 활용방안 연구 - 연구자: 민연주 외(2018) - 연구목적: 물류부문에 빅데이터를 적용하여 통계 및 지표의 정확성 향상과 예산 및 행정 낭비 방지	- 문헌조사 - 물류 빅데이터 현황 검토 - 전문가 자문	- 국내 빅데이터 구축 현황·활용 사례 조사 - 물류 빅데이터 품질진단 및 실증 분석 - 물류 빅데이터 활용사업 및 활성화 방안 - 물류 빅데이터 활용 정책 제시
7	- 과제명: 국내 재난관리 분야의 빅데이터 활용 정책 방안 - 연구자: 신동희·김용문(2015) - 연구목적: 국가 재난관리를 위한 효율적인 빅데이터 활용 정책방안 제시	- 문헌조사 - 사례조사	- 국내외 재난 관련 빅데이터 활용 사례분석 - 빅데이터 산업육성에 따른 재난분야 활용 정책 검토 - 국내 공공부문 및 민간부문에서의 역할 제시
8	- 과제명: 빅데이터의 정부 의사결정 반영에 관한 탐색적 연구 - 연구자: 이은미(2015) - 연구목적: 빅데이터의 행정학·정책학 분야에 적용방안 모색	- 문헌조사 - 사례조사 - 질적비교 분석	- 신종플루 감염에 대한 재난위기단계 의사결정 사례 조사 - 빅데이터 알고리즘 분석과 정책현상의 해석에 대한 상호관계 분석

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
9	• 과제명: TOE와 혁신확산이론에 따른 해운항만조직의 빅데이터 사용의도에 관한 연구 • 연구자: 이준필·장명희(2018) • 연구목적: 해운항만조직에서의 빅데이터 도입 및 활용을 통한 경쟁력 제고 방안	• 문헌조사 • 사례조사 • 설문조사	• 빅데이터가 조직 프로세스에 미치는 영향 검토 • 혁신확산이론 모형 변수와 빅데이터 간 인과관계 검토
10	• 과제명: 경기도 환경분야 빅데이터의 구축과 활용 • 연구자: 김동영 외(2016) • 연구목적: 빅데이터 정보 환경에서의 데이터 구축 및 활용 방안 검토	• 문헌조사 • 사례조사 • 현장방문 • 전문가 인터뷰	• 환경분야의 정보화 여건과 현황, 민간부문사업화 현황, 공공부문의 추진계획 등 검토 • 정부 3.0 관련 동향과 이와 연계된 빅데이터 산업 육성계획 검토 • 빅데이터 정보 여건에서의 국내·외 동향과 향후 과제 제시
11	• 과제명: 공공부문 빅데이터 정책 활성화 연구 • 연구자: 성준욱(2016) • 연구목적: 공공부문 빅데이터 분석·활용 확산을 위한 정책 우선 과제 도출 및 대응 방안 모색	• 문헌조사 • 사례조사 • AHP	• 국내 빅데이터 관련 정책 및 연구동향 • 빅데이터 활성화를 위한 법제의 정비가 가장 핵심적인 정책 과제 • 빅데이터 분석 및 활용의 활성화에 대한 공공부문의 인식 확산이 필요 • 조직 내 추진체계의 정비가 필요
12	• 과제명: 물류 빅데이터 구축 실태 및 활용사례 분석을 통한 활성화 방안 • 연구자: 신나라·김용진(2018) • 연구목적: 빅데이터의 물류부문 접목을 통한 활성화 방안 모색	• 문헌조사 • 사례조사	• 빅데이터 기술동향 분석 • 물류분야 빅데이터 구축 및 활용사례 조사 • 빅데이터 활성화 애로요인 및 개선 방안
13	• 과제명: 보건의료정책 기반 마련을 위한 공공데이터 활용 방안 연구 • 연구자: 이은환 외(2016) • 연구목적: 보건의료정책 수립을 위한 보건의료분야 공공데이터의 제공 및 활용 방안을 제시	• 문헌조사 • 통계분석 • 전문가 자문	• 공공데이터 관련 정책 동향 및 활용 현황 조사 • 보건의료 분야 공공데이터 제공 현황 조사 및 사례분석 • 보건의료 분야 공공데이터 활용방안 제시
14	• 과제명: 증거기반 정책에서의 빅데이터에 관한 연구	• 문헌조사 • 통계분석	• 전통적 데이터와 빅데이터의 비교 • 빅데이터 기계학습 방법

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	- 연구자: 김선영(2020) - 연구목적: 증거기반 정책 결정 도구로 빅데이터의 활용 방안 모색		증거기반 정책결정 도구로서의 빅데이터 활용과 우려
15	- 과제명: 증거기반 정책연구를 위한 행정자료의 활용 - 연구자: 유종성 외(2020) - 연구목적: 증거기반 정책을 위한 연구에 행정자료의 구축과 활용 필요성 검토	- 문헌조사 - 사례조사	- 북유럽 국가들의 행정데이터 활용 및 개인정보 보호 문제 - 영국 및 미국의 행정자료 활용 검토 - 국내 행정자료 통합 활용 연구 현황 및 활성화 방안
16	- 과제명: 보건복지정책에서의 빅데이터 활용 전략과 과제 - 연구자: 오미애(2019) - 연구목적: 보건복지정책에서의 빅데이터 활용 전략 및 주요 과제	문헌조사	- 국내외 빅데이터 활용 정책 현황 - 빅데이터 활용 전략별 과제 - 빅데이터 활용을 위한 전략별 실행 과제
17	- 과제명: 빅데이터 기반의 과학행정 구현을 위한 입법방안 연구 - 연구자: 손현(2017) - 연구목적: 과학적 데이터 분석기법의 활용을 통해 과학적 근거에 기초한 행정을 구현하기 위한 입법적 기초 마련	- 문헌조사 - 법령분석 - 전문가 자문	- 빅데이터 기반 과학행정의 개념 - 빅데이터 기반 과학행정 관련 법제 현황 분석 - 해외 사례 조사 - 빅데이터 기반 과학행정 제도화를 위한 입법 방안

자료: 저자 작성

2) 국외 연구 동향

해외에서도 정책의사결정을 포함한 다양한 의사결정 단계에서의 빅데이터 활용에 관한 연구가 다수 수행되고 있다. Höchtl, Parycek & Schöllhammer(2016)는 e-거버넌스와 행정이론의 체계 구축을 목적으로 데이터 기반 사회의 주요 변화요인을 분석하고, 전통적인 정책주기와 빅데이터 기반의 정책주기의 비교를 통해 정책입안 단계에서의 빅데이터 적용의 기회 및 도전을 검토하였다. Giest(2017)는 빅데이터 분석을 활용하기 위한 정부기관의 역량, 디지털 공공 서비스 부문에서의 빅데이터 활용, 빅

데이터 정보의 정책주기 진입 방식 등의 검토를 통해 정책결정 부문에서 빅데이터 활용의 지속 가능성을 모색하였다. Head(2016)는 증거 및 정보 기반의 정책 수립의 전망, 증거 활용 및 평가와 관련된 정책분야 유형 분석, 공공기관과 비정부 기관의 데이터의 관계 검토를 통해 정부기관이 정책 및 프로그램의 효과성에 빅데이터를 활용하는 방법을 제시하였다.

항만 및 물류부문에서의 의사결정을 위한 빅데이터 활용 연구도 진행되고 있다. Li, Nazir Jan & Faisal(2020)은 공급망에서 공급업체 선택 의사결정 시 적정 기준을 검토하고, 의사결정 계층 분석을 통해 안전한 데이터 공유 및 지능형 전송 멀티모달 터미널 지원을 위한 항만 데이터 공간(SDS: Seaport Data Space)을 제시하였다. Bumblausakas *et al.*(2017)은 공급망 전반의 품질, 유지보수, 신뢰성 부문에서의 예측 모델링 및 빅데이터를 적용한 원격 모니터링에 대한 예측적 유지보수 계획 및 고려사항을 설정하는 방법론과 빅데이터 분석을 활용한 장비 유지관리 우선순위 지정 방안을 제시하였다. Munim *et al.*(2020)은 해양산업에서의 빅데이터 및 인공지능(AI) 응용에 관한 279개의 연구를 검토하였다. Mou *et al.*(2020)은 AIS 데이터, 항만 데이터, 배후도시 정보, 운송 데이터 및 관련 경제 및 정책 데이터를 기반으로 항만 개발 잠재력에 대한 새로운 평가지표 시스템을 구축하였으며, 주요 요인으로 항만경제 및 정책, 항만해운 수준, 육상 입지, 해상 입지 등을 제시하였다.

그 외 스마트시티(Kourtit and Nijkamp, 2018), 가치사슬(Löfgren and Webster, 2020), 보건의료(Vassiliou *et al.*, 2020) 분야 등 다양한 분야에서 빅데이터를 의사결정을 위한 중요한 수단으로 활용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

〈표 1-3〉 해외 선행연구

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
1	• 논문명: Big data in the policy cycle: Policy decision making in the digital era • 연구자: Höchtl, Parycek & Schöllhammer(2016) • 연구목적: e-거버넌스와 행정이론의 체계 구축	• 이론조사	• 정책 시스템개발에서 ICT의 역할 및 정책결정 프로세스 • 데이터기반 사회의 주요 변화요인 분석 • 빅데이터 정책입안 적용의 기회 및 도전 검토 • 전통적인 정책주기와 빅데이터 기반 정책주기 비교
2	• 논문명: Big Data, Scientific Programming, and Its Role in Internet of Industrial Things: A Decision Support System • 연구자: Li, Nazir Jan & Faisal (2020) • 연구목적: 산업용 사물인터넷의 빅데이터 및 프로그래밍 처리를 위한 의사결정 지원시스템 제시	• SuperDecision tool	• 최적의사결정 지원시스템 제시 • 공급업체 선택 의사결정 시 적정 기준 검토 • 의사결정 계층 분석
3	• 논문명: Seaport Data Space for Improving Logistic Maritime Operations • 연구자: Sarabia-Jácome <i>et al.</i>(2019) • 연구목적: 안전한 데이터 공유 및 지능형 전송 멀티모달 터미널 지원을 위한 항만데이터 공간 (SDS: Seaport Data Space) 제시	• 문헌조사 • 애플리케이션 개발	• 데이터 공유 및 추적이 가능한 SDS • 데이터 처리 및 의사결정 지원을 위한 정보 추출이 가능한 통합 빅데이터 아키텍처 • SDS에서 공유되는 방대한 데이터에서 추출된 KPI
4	• 논문명: Smart Maintenance Decision Support Systems (SMDSS) based on corporate big data analytics • 연구자: Bumblausakas <i>et al.</i>(2017) • 연구목적: 포춘 500대 기업의 데이터에 기반한 SMDSS의 아키텍처 설계 및 개념적 프레임워크 제시	• 비용최소화 알고리즘 • AHP	• 공급망 전반의 품질, 유지보수, 신뢰성 부문에서의 예측 모델링 및 빅데이터 적용 • 원격 모니터링에 대한 예측적 유지보수 계획 및 고려사항 설정 방법론 제시 • 빅데이터 분석을 활용한 장비 유지관리 우선순위 지정 방안

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
5	• 논문명: Spatial Decision Support Systems: Three decades on • 연구자: Keenan & Jankowski (2019) • 연구목적: 최근 30년간 SDSS (Spatial Decision Support System) 분야의 성장 및 변화 조사	• 문헌조사	• 정책 시스템 개발에서의 ICT의 역할 및 정책결정 프로세스 • 데이터기반 사회의 주요 변화요인 분석 • 빅데이터의 정책입안 적용의 기회 및 도전 검토 • R&I 정책 데이터 연결 및 연계 분석
6	• 논문명: Big data dashboards as smart decision support tools for i-cities – An experiment on stockholm • 연구자: Kourtit & Nijkamp (2018) • 연구목적: 빅데이터 관점에서의 스마트시티의 전략적 거버넌스 제시	• Pentagon Model	• 스마트 i-city 개념 • 지능형 도시를 위한 빅데이터의 역할 • i-city 대시보드의 개념 및 운영 프레임워크 • i-city 대시보드 예시(스톡홀름)
7	• 논문명: Big Data Analytics in Government: Improving Decision Making for R&D Investment in Korean SMEs • 연구자: Kim, Choi & Byun (2020) • 연구목적: 연구개발(R&D) 프로젝트에 대한 정보를 활용한 데이터 기반 의사결정 사례 제시	• Cluster Analysis • Decision Tree Analysis	• 정부투자자와 상업화 성과 결정요인과의 관계 • 국내 중소기업이 수행한 R&D 프로젝트 성과 분석 • 중소기업의 R&D 상용화 성과 향상 및 국가 R&D 투자 효율성 향상을 위한 방안 제시
8	• 논문명: Big data for policy making: fad or fasttrack? • 연구자: Giest(2017) • 연구목적: 정책결정 부문에서의 빅데이터 활용 지속 가능성 검토	• 문헌조사	• 빅데이터 분석을 활용하기 위한 정부기관의 역량 • 디지털 공공 서비스 부문에서의 빅데이터 활용 • 빅데이터 정보의 정책주기 진입 방식
9	• 논문명: Toward More "Evidence-Informed" Policy Making? • 연구자: Head(2016) • 연구목적: 정부기관이 정책 및 프로그램의 효과성에 증거를 활용하는 방법 제시	• 문헌조사 • 사례조사	• 증거 정보기반 정책 수립 개선 전망 • 증거 활용 및 평가와 관련된 정책분야 유형 • 공공기관과 비정부 기관의 데이터의 관계

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
10	• 논문명: The value of Big Data in government: The case of 'smart cities' • 연구자: Löfgren & Webster (2020) • 연구목적 : 가치 사슬 접근 방식을 통해 디지털 거버넌스 및 빅데이터의 가치 분석	• 문헌조사 • 사례조사	• 공공 및 민간 부문 데이터 혼합에서 데이터의 품질 및 신뢰성 • 원시 및 조작된 데이터의 소유권 • 감시 및 개인 정보 보호와 관련된 윤리적 이슈
11	• 논문명: An overview of big data analytics application in supply chain management published in 2010-2019 • 연구자: Ghalekhondabi, Ahmadi & Maihami(2020) • 연구목적: 2010~2019년 기간 동안 공급망 관리 분야에서의 빅데이터 분석 적용 연구 조사	• 문헌조사	• 정보기술 발전 및 데이터 가용성 증가에 따라 기업이 공급망 관리에 빅데이터 활용 증가 • 특히 예측 분석에서 빅데이터 적용 강화 • 빅데이터 분석은 이론적인 연구보다는 실제 활용 프로그램에 적합
12	• 논문명: Big data and artificial intelligence in the maritime industry: a bibliometric review and future research directions • 연구자: Munim <i>et al.</i>(2020) • 연구목적 : 해양 산업에서의 빅데이터 및 인공지능(AI) 응용에 관한 279개의 연구 검토	• 문헌조사	• 해양산업의 디지털 전환 • AIS의 빅데이터 응용 • 에너지 효율성 • 예측 분석
13	• 논문명: Evaluation of Development Potential of Ports in the Yangtze River Delta Using FAHP-Entropy Model • 연구자: Mou <i>et al.</i>(2020) • 연구목적 : 항만개발 잠재력에 대한 새로운 평가지표 시스템 구축	• FAHP-entropy model	• 양쯔강 삼각주 항만의 개발잠재력 평가 • 항만개발 잠재력의 주요 요인으로 항만경제 및 정책, 항만해운 수준, 육상 입지, 해상 입지 등 제시
14	• 논문명: A big data analytics based methodology for strategic decision making • 연구자: Özemre &	• RF • ANN • BCG 매트릭스	• 정확한 거래 예측 및 전략적 시장 분석 가능 • 예측 정확도 측면에서 RF가 ANN 보다 우수

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	Kabadurmus(2020) • 연구목적: 빅데이터 분석 방법론을 적용한 전략적 의사결정 프레임워크 제안		• 제안된 방법론의 타당성 검증을 위한 추가 사례분석 필요
15	• 논문명: Big Data Strategies for Government, Society and Policy-Making • 연구자: Lee(2020) • 연구목적: 빅데이터 기술과 데이터 활용을 통한 공공 행정, 사회 및 정책결정 전략	• 문헌조사 • 사례조사	• 빅데이터의 정의, 기회 요인 및 도전 요인 조사 • 빅데이터 적용 정부 및 공공 정책 사례 조사 • 스마트시티 및 사회에서의 빅데이터 기술 적용 사례조사
16	• 논문명: Health in All Policy Making Utilizing Big Data • 연구자: Vassiliou <i>et al.</i> (2020) • 연구목적: 빅데이터를 활용한 새로운 정책개발의 주도 및 지원 방안 검토	• Policy Development Toolkit(PDT) • 사례조사	• 질병 관련 그룹의 환급데이터 분석 • 입원 및 외래 환자건강 관리 분석 • PDT의 비용 계산을 통해 인과 분석 • 성별, 질병별 보상비용의 임상적 효과 측정을 통한 정보예측
17	• 논문명: Open data visualizations and analytics as tools for policy-making • 연구자: Hagen <i>et al.</i> (2019) • 연구목적: 정책 결정을 위한 시각적 분석 결과의 유용성 평가	• 문헌조사 • Topic modeling	• 시각적 분석과 정책 수립 및 채택 관련성 분석 • 정책 결정을 위한 텍스트 데이터 분석 도구 제안
18	• 논문명: Factors influencing big data decision-making quality • 연구자: Janssen, van der Voort & Wahyudi(2017) • 연구목적: 빅데이터 기반 의사결정에 영향을 미치는 요인 분석	• 문헌조사 • 사례조사	• 기존 문헌에서 제시한 요인 조사 • 조직의 빅데이터 체인 분석 연구방법 제시 • 의사결정 품질에 영향을 미치는 사례 연구 • 비즈니스 시사점 도출
19	• 논문명: Data Science and its Relationship to Big Data and Data-Driven Decision Making • 연구자: Provost, & Fawcett (2013) • 연구목적: 빅데이터 기반 의사결정과 데이터 과학의 관계 규명	• 문헌조사 • 사례조사	• 데이터 과학 사례 조사 • 데이터 과학, 데이터 중심 의사결정, 빅데이터 등의 관계 규명

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
20	• 논문명: BIG DATA in decision making processes of enterprises • 연구자: Koscielniak & Puto (2015) • 연구목적: 의사결정 프로세스에서의 빅데이터 중요성 및 데이터 통합 관리 분석	• 문헌조사	• 기업 의사결정 프로세스 분석 • 데이터 기반 의사결정 프로세스 지원 단계 분석
21	• 논문명: Big Data Analytics in Support of the Decision Making Process • 연구자: Elgendy & Elragal (2016) • 연구목적: 의사결정 프로세스 내 빅데이터 분석 통합 방안 연구	• 설계과학방법론 • 사례연구	• 빅데이터 분석 관련 문헌조사 • 빅데이터 툴, 아키텍처 및 분석을 다양한 의사결정 단계에 매핑하기 위한 B-DAD 프레임워크 개발
22	• 논문명: Big Data Analytics: A Literature Review Paper • 연구자: Elgendy & Elragal (2014) • 연구목적: 빅데이터 분석 방법 및 사례 등에 대한 문헌조사	• 문헌조사	• 빅데이터 분석 관련 문헌조사 • 빅데이터 분석과 의사결정 관련 문헌조사
23	• 논문명: Examining the potential of textual big data analytics for public policy decision-making: A case study with driverless cars in Denmark • 연구자: Kinra <i>et al.</i>(2020) • 연구목적: 빅데이터 분석을 통한 자율주행 자동차 채택 의견 검토	• 문헌조사 • 텍스트 분석 • 사례조사	• 운송부문 텍스트 마이닝 관련 문헌조사 • 텍스트 분석 관련 방법론 설계 및 분석
24	• 논문명: Big data, big decisions The impact of big data on board level decision-making • 연구자: Merendino <i>et al.</i> (2018) • 연구목적: 빅데이터의 주요 의사결정 프로세스 영향 분석	• 문헌조사 • 인터뷰	• 빅데이터 및 의사결정 관련 문헌조사 • 인터뷰 및 데이터 분석을 통한 영향 분석

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
25	• 논문명: Big Data and Management • 연구자: George, Haas & Pentland(2014) • 연구목적: 빅데이터 기반 경영학 연구 확대 방안 분석	• 문헌조사 • 사례조사	• 빅데이터 및 관련 자료 정의 • 빅데이터 분석 방법론 소개 • 경영학 연구에서의 빅데이터 활용 방안

자료: 저자 작성

2. 선행연구와의 차별성

본 연구와 관련된 선행연구는 데이터(증거) 기반 정책 수립의 필요성 제시, 의사결정 단계에서의 빅데이터 적용 예시를 통한 활용 가능성 제시, 데이터 수집 체계 분석 및 빅데이터 분석체계 수립, 빅데이터 활용 및 활성화 방안 제시 등으로 구분될 수 있다. 데이터 기반 정책 수립의 필요성을 제시한 연구는 본 연구의 필요성과 동일한 기초를 유지하고 있다.

의사결정 단계에서 빅데이터의 적용 가능성을 검토한 선행연구는 대부분 산업부문 및 일반적인 국가전략, 물류 부문 등에서의 활용사례를 제시하고 있다. 본 연구는 국토, 교통, 교육 등 정책 수립 단계에서의 빅데이터 활용 사례를 검토하였으며, 이를 통해 항만부문의 정책수립 단계에서도 빅데이터의 활용 필요성을 검토하였다.

데이터 수집 체계 분석 및 빅데이터 분석 체계 수립과 관련된 연구들은 분야별 데이터 공유 및 활용 방안을 제시하고 있으나, 데이터 시스템의 수집 항목에 대한 분석과 구체적 활용 방안에 대한 제시가 부족하다. 본 연구는 항만부문에 구축되어 있는 데이터 시스템의 개요 및 수집 항목, 데이터 구조 등을 분석하고, 동시에 항만부문 정책의사결정에 필요한 지표를 선정하여 빅데이터 분석 가능성을 제시함으로써 구체적인 활용 방안을 제시하고 있다.

빅데이터 활용 및 활성화 방안을 제시한 연구들은 보건, 의료, 재난, 물류

등 특정 분야에서의 빅데이터 활용 방안을 제시하고 있으나, 항만부문에서의 활용 방안에 대한 연구는 부족하다. 반면 본 연구는 항만부문에서의 빅데이터 활용을 통한 정책의사결정 단계의 주요 지표를 산정함으로써 빅데이터의 활용 가능성을 제시하고, 동시에 국내외 항만 및 물류 관련 데이터 시스템의 연계를 통해 정책의사결정을 지원할 수 있는 빅데이터 플랫폼 구축 방안을 제시하였다.

따라서 본 연구는 현재 국내 타 부처 및 기관에서 빅데이터를 활용하여 정책을 수립하는 사례 조사를 통해 항만부문의 정책수립 단계에서 빅데이터의 활용 필요성을 도출하였으며, 항만부문에 구축되어 있는 데이터 시스템의 수집체계 분석 및 이를 활용한 정책의사결정 주요 지표의 산정을 통해 빅데이터 및 빅데이터 분석 방법론 적용 가능성을 확인하였다. 마지막으로 다양한 정책의사결정 지표의 산정을 위해 기존에 구축되어 있는 항만부문 데이터 시스템과 국내외 타 물류 및 항만부문 데이터 시스템의 연계 방안을 제시하였다.

〈그림 1-10〉 선행연구와의 차별성

선행연구	주요 연구내용	데이터(중거) 기반 정책수립 필요성 제시	의사결정 부문 빅데이터 적용 사례 제시	데이터 수집체계 분석 및 빅데이터 분석 체계 수립	빅데이터 활용 및 활성화 방안 제시
	국내	이정아(2015) 김유심(2016) 윤종숙 외(2016) 김연영(2020)	기정훈(2017) 이윤범 외(2018) 이윤미(2015)	유종성 외(2020)	민연주 외(2018) 신동희, 김용운(2015) 이준환, 장영희(2019) 김동영 외(2016) 신나라, 김용진(2018) 이은환 외(2016) 오미애(2019)
	국외	Hochtl et al.(2016) Keenana & Jankowski(2019) Giesl(2017) Head(2017) Lee(2020)	Li et al.(2020) Kim et al.(2020) Coenre & Kabadurmus(2020) Janssen et al.(2017) Provost et al.(2013) Koscielniak et al.(2015) Kina et al.(2020) Merendino et al.(2018)	Sarabia-Jacome et al.(2019) Mou et al.(2020) Elgendy et al.(2016)	Bumbia et al.(2017) Lofgren & Webster(2020) Vassiliou et al.(2020) Hagen et al.(2019) Gorge et al.(2014)
	한계점	-	정책수립 단계에서의 빅데이터 활용 사례도 일부 있으나, 대부분 산업분야에서 의사결정 단계의 빅데이터 적용 사례 제시	분야별 데이터 공유 및 활용 방안을 제시하고 있으나, 데이터 수집 정확 및 구축 활용 방안 미흡	보건, 의료, 재난, 문화 등 다양한 부문에서 빅데이터 활용에 대한 기술적, 방법론적, 항만부문에 대한 연구 부족
	중거기반 정책의사결정의 필요성 및 방향의 제시와 빅데이터의 역할 가능성 검토에 대한 연구 수행				
본 연구	국토, 교통, 교육 등 부문별 정책수립 단계 빅데이터 활용 사례 제시를 통해 정책의사결정에 빅데이터 적용 가능성 제시 기 구축된 항만부문 데이터 시스템의 소개 및 수집항목 등 세부기준도 내용 제시 및 정책수립에 필요한 데이터 수집 항목 제시 항만부문 빅데이터의 활용을 통한 정책의사결정 주요 지표 산정 및 정책의사결정 단계별 활용 가능성을 제시, 국내외 항만 및 물류 데이터 시스템을 연계한 빅데이터 플랫폼 구축 방안 제시				
	본 연구는 현재 국내 항만부문에 구축되어 있는 데이터시스템 분석 및 정책의사결정의 주요 지표를 검토하고, 빅데이터 분석을 적용하여 지표를 산정함으로써 빅데이터 적용 가능성을 제시함 또한 기존 항만부문 데이터시스템과 국내외 항만 및 물류관련 데이터 시스템을 연계한 빅데이터 플랫폼 구축 방안을 제시함				

자료: 저자 작성

02

빅데이터 기반 정책의사결정

본 장에서는 정책의사결정에 대한 정의와 빅데이터 기반 정책의사결정 사례 검토를 통해 항만부문 정책 수립 단계에서의 빅데이터 활용 필요성을 검토한다. 합리적인 정책 수립을 위해서는 정책의 필요성, 정책 수행의 적시성, 정책 결과의 타당성 등이 검토되어야 하며, 이를 위해서 빅데이터의 활용 및 빅데이터 분석 방법론의 활용이 확대되고 있다. 타 부문에서 정책 수립 단계에서의 빅데이터 활용 사례 조사를 통해 항만부문의 빅데이터 활용 필요성을 도출한다.

제1절 정책의사결정의 정의 및 방법론

1. 정책의사결정

1) 정책의 정의

국가가 수행하는 모든 일은 정책에 의해 실행된다. 즉, 국민에게 영향을 미치는 모든 정부의 활동 혹은 결정과 이를 달성하기 위한 계획이 정책이

다. 7) 일반적으로 정책은 사회문제의 해결 또는 공공의 목적 달성을 위한 수단으로 정의된다. 국립국어원 표준국어대사전에서는 정책을 정치적 목적을 실현하기 위한 방책으로 정의하고 있으며, 행정학에서는 공공문제를 해결하기 위한 정부의 행동 방침으로서 법률, 사업 계획, 정부 방침 등 다양한 형태로 표현되며 공공의 목표 달성을 위해 마련한 장기적인 행동 지침으로 요약하고 있다.

이와 같이 다양하게 정의되고 있는 정책의 개념을 종합하면, 정책이란 공공의 가치 창출 및 실현 또는 공공의 수요에 대응하여 공공의 목적 달성을 위한 정부의 합리적인 수단으로 정의할 수 있다.

2) 정책결정

사회에서 발생하는 모든 문제를 해결하기 위해 정부가 사용할 수 있는 자원에 한계가 없다면 정책결정 또는 정책 우선순위 등의 개념은 의미가 없다. 그러나 정부가 한정적인 자원, 즉 제한된 예산으로 사회에서 발생하는 다양한 문제를 해결하기 위해서는 우선순위 및 대응 방안 등의 결정은 정책 수립 단계에 매우 중요한 사항이다.⁸⁾

정책결정은 합리적인 목표를 설정하고, 수립된 목표를 달성하기 위한 방안을 마련하는 과정으로 정의할 수 있다. 즉, 정부가 사회 문제를 해결하기 위해 타당한 목표를 수립하고, 그 목표의 달성을 위한 일련의 동태적 의사결정과정으로, 정부 활동의 일부로 정의된다.⁹⁾

정책결정 단계에 고려되는 중요한 요소는 정치성, 공공성, 가치성, 규범성, 미래 지향성 등이 대표적이며 정책결정 또한 의사결정의 하나이다. 즉,

7) 박치성(2019), pp. 27~28.

8) 상계서, p. 42.

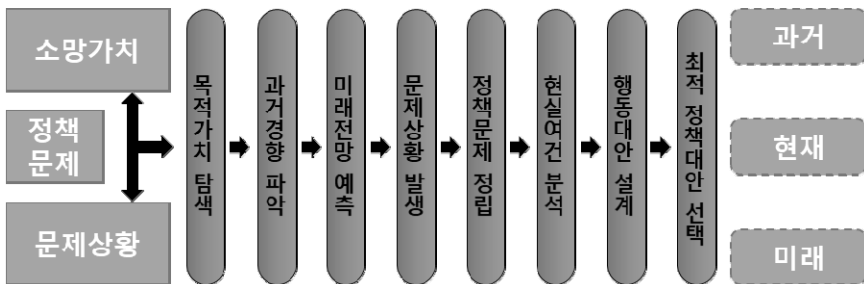
9) 송병주(2018), pp. 2~5.

정책결정은 정부가 공공의 목표 달성을 위해 내리는 의사결정으로 다양한 이해관계자의 정책결정 참여, 동태적인 과정의 지속, 행동 지향적인 특징이 있다. 또한 정책결정은 미래지향적으로 항상 불확실성을 내포하고 있으며, 정책결정의 궁극적인 가치는 공익의 실현에 있다.

2. 정책의사결정 과정

일반적으로 정책의사결정 과정은 정부 조직이 국가목표를 달성하기 위해 정책대안을 탐색하고, 그 결과를 분석·예측하여 최적의 정책대안 및 정책 산출물을 채택하는 과정을 의미한다. <그림 2-1>과 같이 정책의사결정 과정은 목적가치 탐색, 과거 경향 파악, 미래전망 예측, 문제상황 발견, 정책문제 정립, 현실여건 분석, 행동대안 설계의 과정을 거쳐 최종적으로 최적 정책대안 채택 등의 다양한 활동을 연관시키는 과정이다. 즉, 정책의사결정 과정은 현실의 여건에서 실천 가능한 다양한 정책대안을 탐색, 설계 및 선택하는 일련의 과정으로 이루어진다.

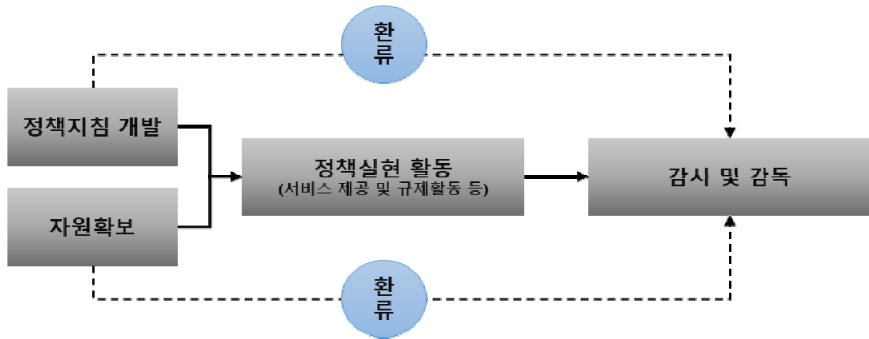
〈그림 2-1〉 정책의사결정 과정



자료: 양승일(2014), p. 2

정책의사결정 과정은 정책집행으로 이어지며, 정책집행은 정책의사결정 과정에서 수립된 정책 산출물을 전달받아 실현하는 과정이다. 정책 산출물을 수행하는 정책집행 과정은 4단계로 구분되며 ① 정책지침 작성, ② 자원 활동, ③ 정책실현, ④ 감시·감독의 단계로 이루어진다(〈그림 2-2〉 참고). 정책지침 개발과 자원확보 후 정책실현이 이루어지며, 감시·감독 단계는 정책이 수행되는 현장이나 정책실현 이후 발생하는 단계로 정책집행 담당자들의 집행활동에 직접적인 영향을 주는 동시에 앞선 2단계에 필요한 정보를 제공한다.

〈그림 2-2〉 정책집행 단계



자료: 양승일(2014), p. 2

정책의사결정 과정은 정책집행 과정의 모든 단계에서 생산된 정보를 통합하여 정치적 판단을 내리고 대안을 선별하는 과정이다. 또한 이전 정책 과정 단계에서 논의되어 왔던 하나 또는 그 이상의 대안들이 공식적인 정책실현 활동으로 승인되거나 또는 거부되는 과정이다. 종합해보면 정책결정과정은 일반적으로 정책결정의 권한을 부여받은 정책결정권자들이 법률이나, 규제 혹은 어떤 대안을 적용할 것인지 또는 적용하지 않을 것인지를 공식적/비공식적으로 표현하는 것이다.¹⁰⁾

3. 정책의사결정 모형 및 방법론

1) 정책의사결정 모형

(1) 합리적 모형

합리적 모형(Rational Model)은 정책결정 문제를 해결함으로써 정책 목적을 극대화시킬 수 있도록 정보를 수집하고 활용하는 정책결정모형이다. 이론적으로 정책 목적을 달성할 수 있는 가장 효율적인 정책 수단을 선택할 수 있으며, 의사결정에 대한 절차를 제시할 수 있어 ‘합리적’이라 할 수 있다.

합리적 모형은 최선의 대안이 식별되고 선택될 수 있도록 적절한 정보가 수집됨으로써 산출 결과를 극대화할 수 있다는 것을 가정하고 있다. 또한 모형의 기본 전제는 정책 결정자가 문제를 정확하게 인식하고 해결하기 위한 모든 대안 및 가용 자원을 파악하고, 대안 선택의 기준 및 자원이 명확하게 존재하여 합리적으로 최선의 대안을 선택하는 것이다.

(2) 만족 모형

만족 모형(Satisfying Model)은 인간의 제한된 합리성에 기초하여 최적 대안보다는 현실적으로 만족할만한 대안의 선택에 타당성을 두고 있는 모형이다. 즉, 인간의 절대적 합리성보다는 제한된 합리성을 기준으로 판단하는 것이 주요 특징이다.

개인이나 조직의 목표 달성을 위한 다양한 방법 및 대안이 존재하며, 합리적인 정책결정을 위해서는 가치를 극대화할 수 있는 대안을 선택한다. 즉, 만족 모형은 현실적인 정책결정과정을 잘 설명하는 장점은 있으나, 정

10) 양승일(2014), pp. 4~6.

책결정과정에서 만족할 만한 대안을 찾은 후 추가적인 대안 탐색을 중지함으로써 최적의 대안이 존재함에도 탐색하지 않고 포기하는 행태를 조장할 우려가 있다.

(3) 점증 모형

점증 모형은 합리적 모형과 전적으로 반대되는 정책의 실현 가능성을 가장 중요하게 평가하는 모형이다. 만족 모형이 인간 보편적인 의사결정에 초점을 맞춘 모형인 반면, 점증 모형은 정책결정권자에게 주로 적용되는 모형이다. 즉, 합리적이고 종합적인 의사결정방법을 비판하고 정책의사결정에 대한 현실적인 설명모형을 제시한 ‘계속적이고 제한된 비교’의 접근 방법을 의미한다.

그러나 과거의 정책을 그대로 유지하는 특징이 있어 기존에 잘못된 정책이 시행되었을 경우 이를 시정하기 어렵고, 현재의 상태를 유지하려는 성향을 강하게 보유하는 등 불균형이나 불평등을 유발한다는 단점을 내포하고 있다.

(4) 혼합 모형

혼합 모형은 적극적인 의사결정 접근법으로 합리적 모형과 점증 모형을 혼합 및 절충한 모형이다. 합리적 모형의 이상주의적 특징을 지양하고, 점증 모형의 보수적인 특징을 탈피하기 위해 두 모형을 혼합한 것이다. 보다 깊이 탐색해야 할 광범위한 대안들을 제시해 주기 때문에 근본적인 정책결정에 도달하는 데 유익한 모형이라 할 수 있다. 합리적 모형에서 수행하는 세부적인 대안을 탐색하지 않고도 정책결정의 여러 분야를 광범위하게 검토할 수 있는 장점이 있다.

또한 정책결정 현상을 설명하는 측면에서는 합리적 모형과 점증 모형의 약점을 극복할 수 있는 방법으로 통합적 모형을 제시했다는 점에서 의의가 있다. 그러나 현실적인 정책결정 과정에서는 근본적인 정책결정과 점증적인 변화를 추진해 나간다는 측면에서 정책 구별이 어렵다는 단점이 있다.

(5) 쓰레기통 모형

쓰레기통 모형은 정책결정이 일정한 규칙에 따라 움직이는 것이 아니라 쓰레기통처럼 뒤죽박죽 움직인다는 것을 가정하고 있다. 동시에 불확실한 선호, 불명확한 기술, 유동적 참여자 등을 전제하고 있다.

불확실한 선호는 기존 모형들이 조직 내에서 특정 목적을 가지고 정책결정에 참여하고 있음을 가정하지만, 실제로는 어떤 목적을 가지고 결정에 참여하는지 모르는 경우가 많아 자신이 무엇을 선호하는지 제대로 알지 못하는 경우가 대부분이다. 불명확한 기술은 목표와 대안 사이에 존재하는 인과관계가 명확하지 않아 정책결정 참여자가 목표를 명확하게 인지하고 있음에도 이를 실행할 구체적인 대안을 모르고 있는 경우가 자주 발생한다.

일반적인 정책의사결정 모형은 문제를 식별하고, 이를 해결하기 위한 대안을 수립한 후 문제와 대안을 동시에 고려하는 접근 방법을 취하고 있다. 쓰레기통 모형은 다양한 해결 방안이 이미 존재하고 있으므로 정책의사결정 과정에 참여하고 있는 이해관계자들은 해결 방안과 정책문제의 가교 역할을 수행한다고 볼 수 있다.

2) 정책의사결정 방법론

정책의사결정 모형은 정책결정 단계에 적용 가능한 이론이며, 실제 문제를 해결하기 위해 다양한 대안 중 가장 효율적인 대안의 선택을 지원하는

것이 정책의사결정 방법론이다.

(1) 모델링 및 시뮬레이션

모델링 및 시뮬레이션은 계량적 예측방법을 적용하는 정책의사결정의 대표적인 방법이다. 모델링은 예측하고자 하는 변화를 종속변수로 두고, 이러한 변화에 영향을 미치거나 높은 상관관계를 가진 요인들을 독립변수로 정의하여 통계적인 관계식을 통해 미래 상황을 예측하는 방법이며, 일반적으로 회귀분석이 많이 사용된다.

시뮬레이션은 종종 모의분석법으로 명명되며, 예측하고자 하는 상황의 축소판 모형을 만들어 그 변화를 관찰하거나 상황을 기술할 수 있는 변수 간의 관계를 설명하는 식을 이용한다. 변수 간의 관계식이 일정한 조건을 변화시킬 때 상황을 기술하는 관계식이 변화하는 과정과 결과를 통해 미래를 전망하는 방법이다.

(2) 비용-효용 분석

비용-효용 분석에는 비용효과분석, 편익비용분석 등 다양한 방법이 포함되며, 대부분 정책 수행에 투입되는 비용과 정책 수행 결과에 따른 효과, 편익을 비교하여 정책을 결정하는 방법으로 정책결정자가 정책 대안이나 프로젝트 대안을 선택하는 단계에서 합리적인 결정을 내릴 수 있도록 도움을 준다. 이 과정에서 정책결정자가 사전에 설정된 효용 수준을 최소의 비용으로 획득할 수 있는 대안을 선택하는 고정효용 접근방법과 사전에 설정된 예산 수준으로 최상의 활동 수준을 달성할 수 있는 대안을 선택하는 고정예산 접근방법으로 구분된다. 비용-효용 분석의 방법은 ① 수행가능한 행동대안 식별, ② 각 대안별 결과 예측, ③ 공통 측정단위 기반 대안 측정, ④ 의사결정 평가기준에 따른 대안 선택 등의 4단계로 구분된다. 비용-효용 분석에서

사용되는 대표적인 2가지 방법은 ‘편익비용분석’과 ‘비용효과분석’이다.

편익비용분석은 정책 수행과 관련된 모든 편익과 비용을 금전적 가치로 추정한 후 그 결과를 토대로 정책의 실행 여부를 판단하는 방법이다. 특히 대규모 투자사업 및 정책과 관련하여 장기적인 관점에서의 평가가 가능한 정보를 정책결정자에게 제공함으로써 정책의사결정에 도움을 준다.

비용효과분석은 편익비용분석과 유사하게 정책 실행에 투입되는 비용을 금전적 가치로 산정하나, 산출되는 편익은 금전적 가치로 환산하지 않고 산출물 자체를 분석에 활용하는 방법이다. 정책의사결정 과정에 한정된 자원들을 가장 효율적으로 활용할 수 있도록 의사결정에 필요한 정보들의 산출을 통해 정책결정에 기여한다.

(3) 영향평가

다양한 영향분석 및 영향평가(환경영향평가, 사회적 영향평가, 경제적 영향평가 등)는 편익비용분석의 단점을 보완하기 위해 사용된다. 특히 영향평가는 무형의 편익과 비용 및 다양한 사회부문에 미치는 편익과 비용의 배분 문제가 중요하게 작용한다. 또한 정책 지향적 성격이 강하며, 단기적 예측에 중점을 두고 있는 것이 주요 특징이다.

(4) 최적화 분석

최적화 분석은 일반적으로 체제분석 기법 또는 관리과학 기법 등으로 알려져 있으며, 정책의사결정 결과와 관련된 상황의 확률을 통해 예측가능 정도에 따라 결정론적 기법과 확률론적 기법으로 구분된다. 결정론적 기법은 특정 행동대안의 선택 결과가 주어지는 것을 가정하거나, 일정한 양의 투입에 따라 고유하게 발생하는 산출량 또는 효과를 기대할 수 있는 경우

활용된다. 반면 확률론적 기법은 투입이나 산출과정에 대한 확률분포를 포함하며, 이러한 확률에 대해 최소한 하나의 산출량 범위가 확정된다.

(5) 델파이 분석

델파이 분석은 집단의 전문가들이 공동 작업을 통해 전문가들의 아이디어를 공유함으로써 얻을 수 있는 장점을 최대한 적용하는 방법으로 전문가 의견을 조사하는 데 이용되며, 다양한 사람들이 모여서 토론하는 과정에서 발생하는 문제점을 줄이기 위해 고안된 방법이다.

델파이 분석을 이용하기 위해서는 우선 전문가 집단을 구성해야 하며, 이후 문제상황에 대한 전문가들의 의견을 통해 전문가들의 반응을 통계적으로 수집하고 정리하는 과정이 필요하다. 정리된 내용은 전문가 집단의 피드백을 통해 제시한 의견의 수정 여부를 결정하고, 다른 전문가들이 새로운 판단을 할 수 있도록 토대를 마련한다. 이러한 과정을 반복함으로써 집단의 의견 차이를 좁히고 합리적인 정책의사결정이 이루어진다.

(6) 브레인스토밍

브레인스토밍은 다양한 아이디어들로부터 특정 대안을 끌어내기 위해 사용하는 방법으로, 우선 의사결정문제와 관련된 참여자들이 방해받지 않아야 한다. 이후 의사결정문제에 대한 폭넓은 의제를 설정한 후 이와 관련된 해결 대안을 자유롭게 제시한다. 제시된 아이디어의 실행 가능성은 현재 단계에서 검토하지 않고 모든 아이디어를 취합한 후 하나하나 검토하는 과정을 통해 평가하고 발전시키는 방법이다.

제2절 빅데이터 기반 정책의사결정

1. 빅데이터

1) 빅데이터의 정의 및 특징

빅데이터는 기존의 전통적인 데이터 분석 기법으로 처리할 수 없을 정도의 대규모 또는 복잡한 데이터를 의미하며, 초기에는 데이터 규모 자체가 중요한 의미를 지녔으나, 현재 단순히 데이터 규모보다는 다양한 특징을 통해 정의되고 있다.

2012년 가트너는 PB(Peta Byte)급 이상의 데이터 규모(Volume), 비정형 데이터를 포함한 데이터의 다양성(Variety), 실시간 효율적으로 처리되는 속도(Velocity)의 3V를 빅데이터의 특징으로 제시하고, ‘대량의 데이터가 실시간으로 끊임없이 다양한 형태로 들어오는 것’으로 정의하였다.¹¹⁾ 그러나 데이터가 사업 성과로 연계되지 않는다면 데이터의 수집 및 분석이 무의미해지므로 SAS는 빅데이터의 특징에 가치(Value)를 추가하여 4V로 정의하였다.¹²⁾ 반면, IBM은 데이터의 양이 증가함에 따라 분석된 정보의 신뢰성이 감소할 수 있으므로 수집된 데이터의 정확도 및 분석할 가치가 있는지를 판단할 수 있는 진실성(Veracity)을 추가하여 빅데이터의 특징을 4V로 정의하였으며(〈그림 2-3〉 참고), 가트너의 3V와 가치(Value), 진실성(Veracity)을 포함하는 5V가 빅데이터의 대표적인 특징으로 정의되고 있다.¹³⁾ 최근 빅데이터 연구 및 활용도가 급증함에 따라 빅데이터의 특징 역시 타당성(Validity), 변동성(Variability), 어휘력(Vocabulary), 모호함

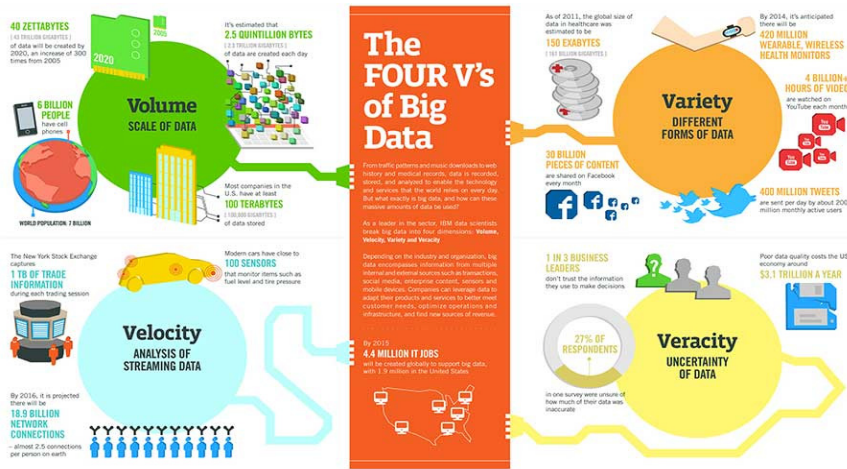
11) 임용재·백선경·연승준(2012), p. 4.

12) SAS Bigdata 홈페이지(검색일: 2021. 6. 7)

13) SAS Bigdata 홈페이지(검색일: 2021. 6. 7)

(Vagueness) 등 다양한 ‘V’가 지속적으로 발견되고 있다.¹⁴⁾

〈그림 2-3〉 빅데이터의 4V(IBM)



자료: OpenSistemas 홈페이지(검색일: 2021. 6. 7)

최근 대부분의 빅데이터는 단일 데이터 셋(data set)으로 구성되지 않고, 다양한 형태의 데이터 셋의 통합으로 구성된다. 또한 빅데이터 분석의 결과물은 대부분 빅데이터 분석 기법을 활용하여 다양한 형태의 데이터를 연계하여 새로운 정보를 생성하는 등 기존의 단순 대규모 데이터를 사용하는 경우는 많지 않다. 즉, 빅데이터 분석이 기존 데이터 용량의 개념에서 새로운 정보 또는 가치가 크다는 개념으로 전환되고 있다. 소규모 데이터에 빅데이터 분석 기법을 적용하여 새로운 정보를 생성하려는 노력이 증가하고 있는데, 이는 다양한 데이터 연계가 가능하기 때문이다. 따라서 다양한 출처에서 수집된 데이터를 통합하여 연계 분석, 패턴 분석 등을 통해 기존 단일 데이터로 도출이 불가능한 새로운 정보를 생성하고 이를 활용함으로써 새로운 가치를 실현할 수 있다. 이는 빅데이터의 다양성(Variety)을 통

14) Panimalar, Shree & Kathrine(2017), pp. 329-331.

해 새로운 가치(Value)를 창조하기 위한 가장 중요한 요소이며, 다양한 형식의 데이터를 연계하여 새로운 가치를 창출하고 미래를 전망하는 것이 빅데이터 분석의 핵심 요소이다. 즉, 빅데이터 시대가 급격하게 도래하게 된 가장 큰 원동력은 데이터의 다양성이며, 데이터의 다양성을 증가시키고 새로운 가치를 생성하기 위해 가장 중요한 것은 데이터의 연계 및 활용하는 방법론의 발전이다.¹⁵⁾

빅데이터는 민간기업, 연구소뿐만 아니라 의료, 금융, 경제 등 다양한 분야에서 의사결정 및 주요 전망에 적극적으로 활용되고 있다. 특히 2018년 6월 4차산업혁명위원회에서 논의된 ‘데이터산업 활성화 전략’ 수립 이후 국가적 차원에서 관심이 급증하였다. 현시점에서 빅데이터는 새로운 가치를 창출하는 수단을 넘어 경제활동의 중요 요소로 인식되고 있으며, 4차 산업혁명 시대의 주요 자산인 데이터의 활용 수준이 국가 경쟁력 확보에 중요한 요인으로 작용하고 있다.

2) 전통적 데이터와 빅데이터

빅데이터의 개념 도입 초기에는 빅데이터가 양적인 측면이 강조된 개념으로 전통적 데이터베이스와 분석 방법으로 처리할 수 없을 정도의 대규모 데이터로 인식되었다. 실제 빅데이터의 ‘빅(Big)’은 중요성 및 복잡성을 내포하고 있으나 여전히 양적인 개념으로 생각되는 경향이 강하다. 빅데이터가 단순히 광범위한 데이터를 의미한다면, 기존에 사용하는 데이터의 양이 증가할 경우 이 또한 빅데이터로 정의될 수 있다. 분석 측면에서 빅데이터는 경제적, 사회적, 기술적 의미를 패턴으로 입증할 수 있는 대용량의 데이터로 기존에 불가능하다고 판단되었던 사실에 대한 지식을 한층 더 발전시킬 수 있는 것으로 해석할 수 있다.¹⁶⁾

15) 오미애(2015), p. 17.

빅데이터는 전통적 데이터에서 주로 사용되었던 관계형 데이터베이스 형태와는 달리 정형적이지 않은 다양한 형식의 데이터로, 정제되거나 정리되지 않은 상태로 계속 생성되는 상태에서 활용될 수 있다는 점에서 전통적 데이터와 대비된다. 또한 이질적인 데이터를 연계하여 분석할 수 있으며, 이는 기존에 일반적으로 인식하던 데이터와 상당한 차이를 보여준다(〈표 2-1〉 참고).

빅데이터는 인터넷과 센서로 연결된 사회에서 실시간 생성되는 데이터가 모두 저장되어 분석되는 데이터의 개념이다. 실시간 생성되는 모든 데이터의 저장으로 인해 데이터 셋이 매우 클 뿐만 아니라 여러 데이터 간 상호작용을 통해 실시간으로 살펴볼 수 있는 장점이 있다. 그러나 생성된 자료가 정제되지 않고 무조건 저장된 형태이므로 의사결정에 활용하기 위해서는 연구설계를 통한 데이터 활용 목적을 명확하게 설정한 후 수집된 데이터의 정제가 수행되어야 한다. 따라서 빅데이터는 전통적 데이터와 다양한 측면에서 차이를 보이고 있으며, 정책 수립의 근거로 빅데이터를 활용하기 위해서는 빅데이터에 대한 개념적인 이해가 선행되어야 한다.

〈표 2-1〉 전통적 데이터와 빅데이터의 비교

구분	전통적 데이터	빅데이터
수집	• 데이터 관리 기관(통계청 등)	• 다양한 경로를 통해 수집
분석 가능 표본	• 모집단에서 표본 추출	• 모집단 전체
데이터 표본	• 데이터만으로 기본 정보 파악 • 목적에 따른 정제된 데이터	• 데이터만으로 기본 정보 파악이 불가능하며 상당한 불순물 포함
데이터 형식	• 구조화 및 정형화 • 고정적 데이터 • 수치로 객관화시킨 형태	• 비구조화 및 비정형화 • 실시간 생성 및 확장 가능 데이터 • 역동성, 데이터 간 상호의존성, 텍스트, 숫자 등 다양한 형태

16) 김선영(2020), pp. 71~72.

구분	전통적 데이터	빅데이터
데이터 분류	• 규칙적인 데이터베이스로 분류 가능	• 규칙적인 데이터베이스로 분류 불가능
데이터 분석	• 계량적 모형기반 전통적인 분석 • 통계적 분석	• 기계적 학습 등을 통한 다양한 기법 • 데이터 시각화 • 자연어 처리 • 인공지능 분석 등
장점	• 통제된 정확성	• 실시간 공개에 따른 투명성 확보
사용의 한계점	• 제한된 표본 • 자료수집 비용 등	• 신뢰성 결여 • 개인정보 문제 및 사생활 침해 • 정보의 불균형 문제 심화 • 보안 문제 등

자료: 김선영(2020), p. 72

2. 빅데이터 기반 정책의사결정

1) 빅데이터 기반 정책의사결정의 정의

‘빅데이터 기반 정책의사결정’의 개념을 정립하기 위해서는 우선 ‘빅데이터 기반’의 의미와 정책의사결정에 대한 이해가 필요하다. ‘데이터 기반(Data-based)’의 기원은 보건 및 의학 분야에서 적용된 ‘증거기반’이다. 증거기반은 환자의 진료 결정에서 객관적인 정보를 성실하고 신중하게 활용한 의사결정의 중요성에 따라 등장하였다. 즉, 데이터 기반 이전에는 증거기반 정책 수립 또는 근거기반 정책 수립 등으로 공공부문에서 언급되었다. 이를 정책결정 과정에 활용하기 위해서 증거의 범위를 ‘정부의 정책 및 사업 평가를 위해 잠재적으로 유용하고, 통계적 활동을 통해서 얻은 정보’¹⁷⁾로 제한하여 정보의 특성을 정의하였다. 이러한 관점에서는 단순히 ‘증거’, ‘근거’보다는 ‘데이터 기반’ 또는 ‘통계 기반’이라는 용어가 더 적절하다.

17) 김사량(2020), p. 4.

국내에서는 2020년 6월 「데이터기반행정 활성화에 관한 법률」이 제정되어 2020년 12월 본격적으로 시행되었다. 해당 법령 제2조제1항에서 데이터를 ‘정보처리 능력을 갖춘 장치를 통해 생성 또는 처리되어 기계에 의해 판독이 가능한 형태’로 정의하고 있다. 이는 기존 증거기반의 맥락과는 다르게 4차 산업혁명에 의한 비정형 데이터의 활용을 염두에 둔 정의로 볼 수 있다(〈표 2-2〉 참고).¹⁸⁾

〈표 2-2〉 「데이터기반행정 활성화에 관한 법률」 주요 내용

구분	내용
제1조(목적)	• 데이터를 기반으로 한 행정의 활성화에 필요한 사항을 정함으로써 객관적이고 과학적인 행정을 통하여 공공기관의 책임성, 대응성 및 신뢰성을 높이고 국민의 삶의 질을 향상시키는 것을 목적으로 한다.
제2조(정의) 제1항	• ‘데이터’란 정보처리능력을 갖춘 장치를 통하여 생성 또는 처리되어 기계에 의한 판독이 가능한 형태로 존재하는 정형 또는 비정형의 정보
제2조(정의) 제2항	• ‘데이터기반행정’이란 공공기관이 생성하거나 다른 공공기관 및 법인, 단체 등으로부터 취득하여 관리하고 있는 데이터를 수집·저장·가공·분석·표현하는 등의 방법으로 정책 수립 및 의사결정에 활용함으로써 객관적이고 과학적으로 수행하는 행정

자료: 「데이터기반행정 활성화에 관한 법률」(2020. 6. 9, 법률 제17370호)

결과적으로 ‘빅데이터 기반’의 용어에서 ‘데이터’는 목적을 가지고 체계적인 방법과 통계적 활동을 통해 생성되고, 기계에 의해 판독 가능한 형태로 존재하는 정보로 정의할 수 있다. 이를 통해 빅데이터 기반 정책의사결정 정의는 ‘정확성 높은 자료나 데이터로부터 추출된 정보를 기반으로 증거의 확실성을 향상시키기 위한 수단적 활동이자 강화된 방법론을 적용한 과학적 정책결정’이라 할 수 있다. 즉, 정책에서 과정적인 확실성이 점차 검증됨에 따라 높은 성과 및 적합한 정책결정으로 이어질 수 있다는 의미이다.¹⁹⁾

18) 김사량(2020), pp. 4~5.

2) 빅데이터 기반 정책의사결정 도입 배경

다양한 이해관계자 참여와 설득이 요구되는 정책의사결정 과정에서 기존의 관행을 답습하는 정책수립 과정을 개선하고 의사결정의 타당성을 확보하기 위해 데이터를 활용한 정책수립이 중요성해지고 있다. 또한 복잡한 정책수립 과정의 효율성 향상뿐만 아니라 공급자 또는 일부 그룹에 의한 의사결정에서 벗어나 수요를 지향하고 혁신적인 연구 진행과 지속가능한 기반 마련에 정부의 역할을 강조하는 요구는 데이터 기반 정책의 중요성과 역할을 더욱 높이고 있다. 각국 정부는 정책의 신뢰성이나 합리성 제고와 같은 목표를 내세우기 위해 데이터 기반 정책 수립에 노력을 기울이고 있다.²⁰⁾

전통적으로 중앙부처 및 정부기관 등은 다양한 외부자료 및 데이터 등 증거보다는 기관 스스로 필요한 정보들을 선별적으로 생산·보유하면서 기관의 유지 및 조직역량 강화에 활용해 왔으며, 정부는 기관 고유의 특수 정보를 선별적으로 보유해 왔다.²¹⁾ 더욱이 조직의 내부 목적을 위해 이러한 정보를 사용해 왔기 때문에 대외적인 공표를 선호하지 않았으나, 최근 이러한 기관 독점적인 정보 관리에 변화를 요구하는 여건이 조성되고 있다. 이는 과거보다 더욱 다양하고 검증할 수 없는 많은 정보가 외부에서 무분별적으로 공급되면서 정책의사결정 과정에 혼란과 복잡성을 가중시키기 때문이다. 과거에도 정책의사결정에 혼선과 혼란을 피하고자 복잡한 외부정보나 불확실한 데이터를 회피하는 경향이 있었다. 이와 같은 현상은 정부 기관에서 다양한 데이터나 정보에서 정책의사결정 단계에 필수적이거나 신뢰 가능한 정보를 정확하게 선별하지 못하는 것을 의미한다. 특히, 정치적 논리나 이념에 기반하여 선택적으로 정책을 결정하거나 추진하는 사례가 나타남에 따라 국민들은 정부 기관의 신뢰성을 의심하게 됨에 따라 상황은 더욱 복잡해진다. 따라서, 데이터 및

19) 윤광석·박경돈·지규원(2016), p. 22.

20) 이윤빈 외(2018), p. 8.

21) 윤광석·박경돈·지규원(2016), p. 17

자료 등에 기반한 정책의사결정의 중요성이 부각되게 되었고, 일본이나 미국 등 주요 선진국들 또한 과학적인 증거를 정책에 더욱 활용하는 추세이다.²²⁾

앞서 공공부문에서 데이터 활용의 중요성과 관련된 논의는 증거기반 정책 수립에 근거를 두고 있다고 살펴보았다. 다시 정리하면 증거기반 정책 수립은 통념 및 관행에 의존한 의견기반 정책과 반대되는 것으로 정책 수립에 객관적이고 과학적인 증거를 활용하는 것이다. 이러한 증거기반 정책이 주목받는 이유는 국가 현안 증가와 함께 불확실성을 내포하면서 정책 수립 및 의사결정의 구체화 방안을 마련하는 일이 더욱 어렵고 복잡해지기 때문이다. 또한 일반적 정책결정, 관습이나 경험에 의존한 정책 수립이 한계에 부딪혀 정책 근거 및 기초가 되는 데이터의 수집이 더욱 강하게 요구되고 있다.

제3절 빅데이터 기반 정책의사결정 사례

1. 공공부문 빅데이터 기반 정책의사결정 사례

1) 국토정책

최근 우리나라 국토의 이슈를 진단하고 미래의 새로운 가치와 수요 전망에 빅데이터를 활용하는 폭이 넓어지고 있다. 국토와 지역의 지속가능한 발전과 균형발전, 도시 재생의 차별화, 정주민 삶의 질 제고와 포용적 성장 등을 지원하는 도구로써 빅데이터의 활용을 극대화하기 위해서는 국토부문의 정확하고 세부적인 데이터 수집이 필수적이다.

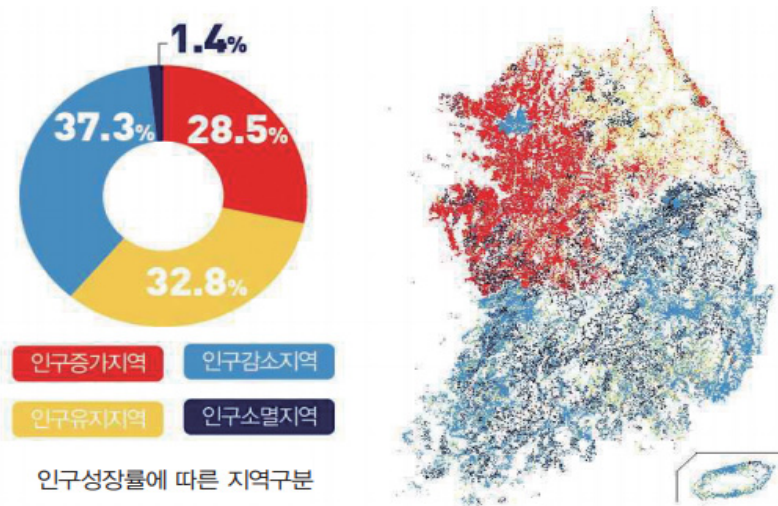
22) 상계서, p. 17.

(1) 빅데이터를 활용한 ‘생활사막’ 전망

임은선(2018)은 건물 빅데이터와 인구통계를 연계 분석하여 2040년 기준 ‘인구소멸가능지역’과 ‘생활사막’ 지역을 전망하였다. 전국 곳곳에 인구소멸가능지역이 출현하는 가운데 주거용 건물의 위치, 인구성장률, 고령화지수 등 다양한 데이터를 적용하여 500m 격자 단위의 인구소멸가능지역을 추정하였다. 이를 통해 거주지역의 37.3%는 인구가 감소하고 1.4%는 인구가 소멸할 것으로 예상하였다(〈그림 2-4〉 참고).

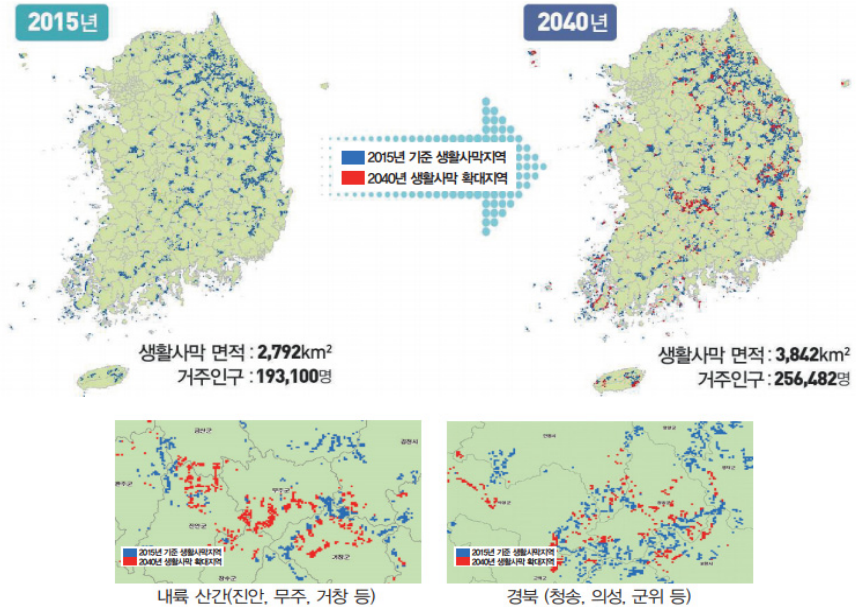
또한 편의점, 시장, 병원 등 생활기반시설의 접근성을 측정하여 인프라 이용이 매우 취약한 생활사막을 추정한 결과 전북 지역의 진안군, 무주군, 경북 지역의 청송군, 의성군, 군위군 등이 심각한 것으로 나타났다. 우리나라 전국 지역을 대상으로 2040년 생활사막 지역을 전망한 결과 생활사막의 면적($2,792\text{km}^2 \rightarrow 3,842\text{km}^2$)과 거주인구(193,100명 $\rightarrow$ 256,482명) 모두 증가하는 것으로 나타났다(〈그림 2-5〉 참고).

〈그림 2-4〉 인구성장률 변화에 따른 인구소멸가능지역 분석 사례



자료: 임은선(2018), p. 4

〈그림 2-5〉 빅데이터를 활용한 생활사막지역 전망 분석 사례



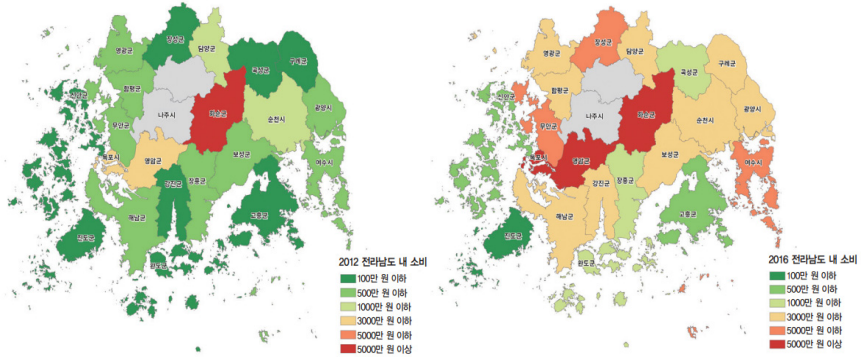
자료: 임은선(2018), p. 4

(2) 빅데이터를 활용한 혁신도시 인구이동과 소비패턴 파악

혁신도시 거주자의 신용카드 소비 빅데이터를 활용하여 2012년과 2016년의 거래 데이터를 비교분석 하였다. 업종 및 성별·연령별 소비 특징 및 혁신도시 내·외부에서의 소비 특징을 분석한 결과 2016년의 소비액은 2012년 대비 약 5배 증가하였으며, 특히 30대 여성의 구매금액이 크게 증가하였다.²³⁾ 이를 통해 소비액 비중을 기준으로 거주인구와 구성은 이전에 비해 젊어진 것을 확인할 수 있으며, 소비액이 급격히 증가하고 젊은 계층의 소비 비중이 증가한 것을 알 수 있다(〈그림 2-6〉 참고).

23) 임은선(2018), p. 5.

〈그림 2-6〉 전남혁신도시 거주자의 카드소비패턴 분석 사례



주: (좌) 2012년, (우) 2016년

자료: 임은선(2018), p. 5

(3) 빅데이터와 AI 기반 국토진단 모니터링 체계 도입

국토교통부와 국토연구원은 빅데이터와 AI 기반의 국토진단 모니터링 체계를 도입함으로써 선제적 대응 정책 및 맞춤형·융합형 정책 수립을 위한 여건을 조성하고 있다. 이를 위해 인구, 산업, 토지, 주택, 교통 등 국토의 각 부문을 종합적으로 예측하고 수시로 피드백 가능한 국토진단 체계를 도입하여 정책의사결정에 적극 활용할 계획이다(〈그림 2-7〉 참고).

〈그림 2-7〉 빅데이터와 AI 기반 국토진단 추진 방안



자료: 임은선(2018), p. 7

2) 교통정책

교통 분야에서는 도로에 설치된 각종 CCTV 및 택시와 버스 등의 상용차에 장착된 디지털 운행기록(DTG), 대중교통 이용자의 교통카드 등 관련 데이터가 대규모로 수집되고 있다. 이와 같은 방대한 데이터는 중앙부처 및 지자체, 관련 기관 등에서 수집·저장·관리하고 있으며, 수집된 원자료(Raw Data)를 내부적으로 가공하여 운영 방안 마련 및 정책 수립에 활용하고 있다.²⁴⁾

(1) 서울시 심야버스 노선 개발 및 검증

서울시는 2017년 이후 대중교통 운영시간이 종료된 심야까지 활동하는 시민들을 위해 대중교통 서비스 공급을 추진하였다. 심야시간대 버스운행 경로 결정을 위해서는 통행의 출발지와 도착지 정보가 필수적이며, 이에 서울시는 기존에 구축된 택시 기종점(O/D) 자료를 토대로 심야버스 초기 노선(안)을 도출하였다. 그러나 해당 자료는 서울시 전체 시민이 아닌 택시 승객의 밀집도만을 표현하고 있어 실제 심야버스 이용 수요 반영 여부에 대한 검증이 필요하였다.

이를 해결하기 위해 서울시는 KT로부터 심야시간대 통화 시 연결된 기지국 위치를 출발점으로 통신요금 청구서가 발송되는 주소인의 거주지를 도착지로 설정하여 심야버스에 적합한 기종점을 새롭게 구성하였다. 신규 기종점 자료를 토대로 서울시 전역을 모서리 길이가 500m인 육각형 구역으로 구분해 구역별 유동인구 밀집도를 분석하여 초기 노선의 검증 및 보완을 통한 심야버스 운행노선을 구축하였다(〈그림 2-8〉 참고).

24) 유경상·이창·윤규근(2017), p. 10.

〈그림 2-8〉 서울시 심야버스 노선도



자료: 유경상·이창·윤규근(2017), p. 27

(2) 서울시 장애인 콜택시 운영 분석

서울시는 장애인들의 이동권 보장을 위해 장애인 콜택시를 운영하고 있으나, 이를 필요로 하는 장애인 수 대비 공급이 부족한 실정이다. 저역이나 심야에는 콜택시 운영 대수가 감소하여 이용이 불편해지고, 지역별 수요와 공급이 편중되어 일부 지역에서는 지나치게 대기시간이 늘어나는 현상도 발생하고 있다.

이에 장애인 콜택시 운행자료 분석을 통해 정책적으로 조정 가능한 부분을 도출하고, 실제 정책에 반영하여 수요와 공급의 불일치를 해소하는 등 서비스를 적극 개선하고자 하였다. 우선 장애인 콜택시 운영 시 수집되어

저장되는 데이터는 콜택시 운영정보, 수요자의 콜 정보, 고객·운전자·차량 등의 운영지원 관련 정보가 존재한다. 추가적으로 교통량 정보 및 운행 기상 정보 등을 연계하여 분석을 실시하였다.

요일 및 시간대, 지역에 따른 승차 희망건수를 산출하여 수요가 집중되는 시공간적 지점을 파악하고, 시간대별 투입 차량과 콜 처리 소요시간을 이용해 공급계수, 실차율, 휴게율 등 세부 운영지표를 분석하였다. 이를 토대로 차량 지연시간 통계 데이터 모형과 최적 배차 알고리즘 등을 개발하여 장애인 콜택시의 운영 효율을 증대시키는 방안을 마련하였다(〈그림 2-9〉 참고).

〈그림 2-9〉 장애인 콜택시 운영 분석 결과 활용 방안



자료: 유경상·이창·윤규근(2017), p. 32

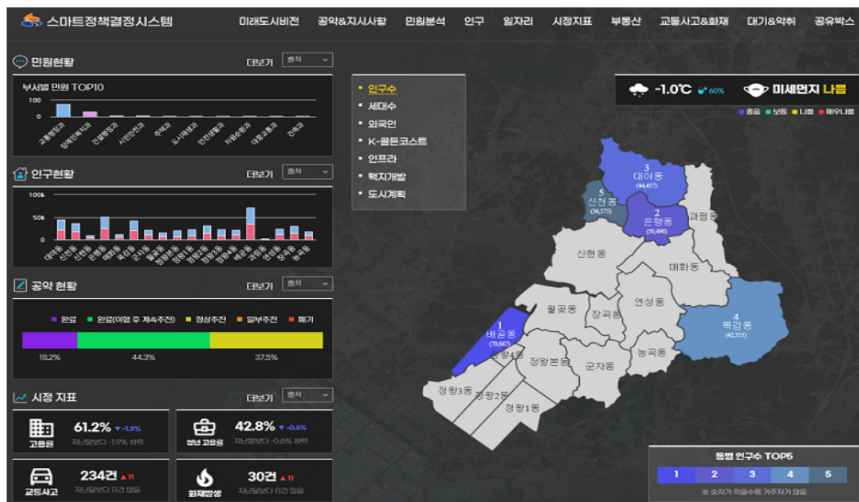
3) 스마트 행정

경기도 시흥시는 2021년 2월 데이터 기반 스마트 행정을 위한 정책의사결정 시스템을 구축하고 관련 행정서비스를 제공하고 있다. 시흥시가 구축한 ‘스마트 정책의사결정 시스템’은 다양한 정책수립 과정에 요구되는 데이터 수요에 적극 대응하기 위한 방안으로 12개 분야, 총 214종의 데이터 제공을 통해 신속하고 효율적인 정책의사결정을 지원한다.²⁵⁾

(1) 스마트 정책의사결정 시스템

2021년 2월 경기도 시흥시가 도입한 스마트 정책의사결정 시스템은 시청 전반에 걸친 모든 데이터의 융복합을 통해 전 직원의 선제적 행정서비스를 실현하고 있다(〈그림 2-10〉 참고).

〈그림 2-10〉 시흥시 스마트 정책의사결정 시스템



자료: 시흥시청(검색일: 2021. 6. 7)

25) 아시아투데이(2021. 1. 29)

(2) 민원 빅데이터 분석 시스템

시흥시는 스마트 정책의사결정 시스템과 동시에 민원 빅데이터 분석 시스템을 도입하여 지속적인 공공데이터 개방 및 공유를 통한 시민들의 참여 확대를 유도하고 있다. 민원 분석 플랫폼에서 다루는 주요 데이터는 주요 사업, 정책, 인구, 민원, 일자리, 부동산, 교통 등 시정지표 전반을 한눈에 파악할 수 있도록 데이터를 시각화하여 제공하고 있다. 이를 통해 객관적인 데이터 기반의 스마트 행정 체계를 수립하고 있다(〈그림 2-11〉 참고).

〈그림 2-11〉 시흥시 민원 분석 플랫폼



자료: 시흥시청(검색일: 2021. 6. 7)

4) 교육정책

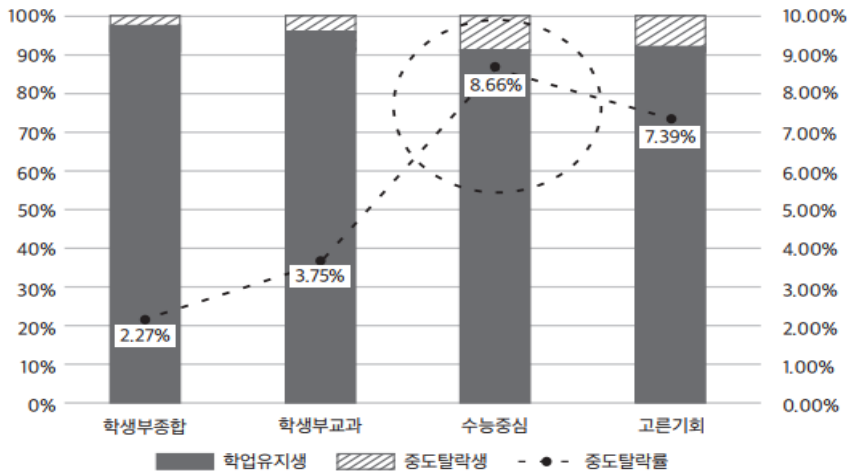
국내 대학들도 데이터 분석을 위한 전담조직 신설 및 데이터 기반의 의사결정을 수행하고 있다. 특히 2017년 발표된 교육부의 대학 재정지원사업이 재편됨에 따라 성과관리 체계의 중요성이 높아지는 추세이다. 해당 사업은 대학의 기본역량을 진단하여 대학의 재정지원 여부를 결정하는 것으로 전공 교육과정, 학생 학습역량, 강의 규모, 취업률 등으로 구성되어 있으며, 대부분 해당 지표들을 중점적으로 고려하여 데이터 분석을 수행하고 있다.

현재 국내 대학들은 해외 대학처럼 대학연구기관으로 부서명을 사용하거나, 기존에 설문조사나 강의 분석 등을 수행했던 기관들이 업무를 개편 및 확대하여 데이터 기반 의사결정 지원 업무를 수행하고 있다.

(1) 충북대학교 혁신경영정보시스템 활용

충북대학교는 교육혁신연구원을 운영하고, 혁신경영정보시스템(ISIE: Information System for Innovative Education)을 개발하여 대학 교육의 품질관리 플랫폼을 구축하였다. 이를 적극 활용하여 정책수립을 위한 의사결정을 지원하고 교육의 질 향상을 위한 컨설팅을 제공하고 있다. 또한 성과관리 모니터링 시스템, 입학 전형별 교육성과 비교, 중도탈락자 특성 분석, 비교과 프로그램 효과성 분석 등 데이터 기반의 다양한 분석을 수행하고 있다(〈그림 2-12〉 참고).

〈그림 2-12〉 충북대학교 혁신경영정보시스템 활용 사례



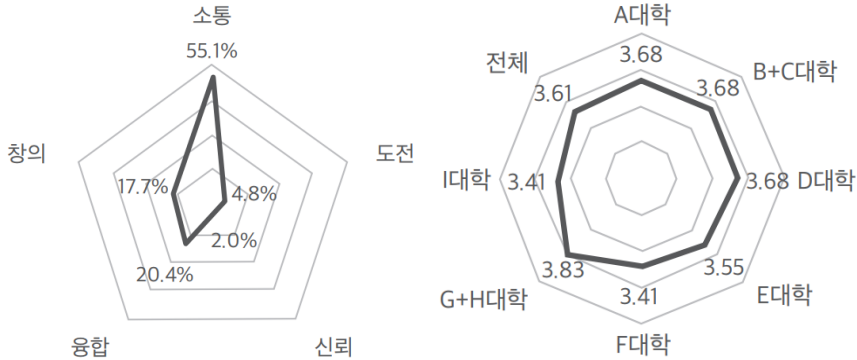
자료: 이기은·윤병운(2020), p. 28

(2) 중앙대학교 데이터 기반 교육혁신센터 운영

중앙대학교는 데이터 기반 교육혁신센터 설립 및 운영을 통해 대학운영 관련 의사결정을 지원하고 있다. 동 센터는 관련 데이터 수집 및 성과 분석, 예측치 산출 등이 주요 기능이다.

데이터 분석 수행의 대표적인 사례는 GPA와 대학 내에서 개발한 다빈치 핵심 역량진단을 통해 학생들의 역량을 분석하고, 지속적으로 학습성과 데이터를 축적하고 있다. 이를 통해 단과대별, 성별, 학년별 강단점 역량 분석을 수행하고, 보완해야 하는 역량을 도출하여 교과목의 핵심역량과 연계하여 교육과정 설계에 활용할 수 있는 기초 자료를 제공하였다(〈그림 2-13〉 참고).

〈그림 2-13〉 중앙대학교 핵심역량개발 진단 분석 사례



자료: 이기은·윤병운(2020), p. 28

2. 해운·항만·물류 빅데이터 기반 정책의사결정 사례

1) 물류정보 연계·공유를 통한 해운항만물류 경쟁력 강화 추진

해양수산부는 해양수산 각 분야별 정보시스템 간의 효과적인 연계 및 공유 방안을 마련하고, 통합관리 시스템 구축 등 거버넌스 체계 구축을 위해 2018년 2월 ‘해양수산부 지능정보화 기본계획(2018~2022)’을 발표하였다. 해양수산부 및 민간에서 보유하고 있는 데이터의 수집·유통·저장·분석 및 공동 활용 정책을 통해 데이터 기반 지능정보화 환경 조성을 위하여 추진되었다. 5가지 추진전략 중 하나로 ‘물류정보 연계·공유를 통한 해운항만물류 경쟁력 강화’를 제안하고 있으며, 이를 추진하기 위해 ① 해운항만물류 민원서비스 혁신, ② 스마트 해운항만물류 구현으로 산업지원 강화, ③ 항만보안체계 강화를 통한 Safety Port 구현 등 3가지의 세부 추진과제를 제시하였다.

〈그림 2-14〉 해양수산부 지능정보화 기본계획 추진전략 및 추진과제

추진전략	추진과제
1. 해양정보 선순환 생태계 조성으로 해양의 가치 재창출	① 해양정보의 체계적 수집 및 해양영토 관리 강화 ② 해양환경 보전과 지속가능한 이용체계 구축 ③ 데이터 기반의 해양산업 지원체계 마련
2. 첨단 ICT 기술을 활용한 수산자원관리 및 수산업 육성 지원	① 기후변화에 의한 수산자원 변동예측 및 대응능력 강화 ② 수산물 안전성 확보 및 신뢰성 강화 ③ ICT 기술을 이용한 양식산업 육성지원
3. 물류정보 연계-공유를 통한 해운항만물류 경쟁력 강화	① 해운항만물류 민원서비스 혁신 ② 스마트 해운항만물류 구현으로 산업지원 강화 ③ 항만보안체계 강화를 통한 Safety Port 구현
4. 인자예측 기반의 안전한 해양환경 조성	① 해양사고 예방 및 재난에 대한 신속대응체계 강화 ② 한국형 e-Navigation을 통한 해양안전관리체계 구축 ③ 해양사고의 원인분석 및 국제환경규제 대응활동 강화
5. ICT기반의 4차 산업혁명 지원 인프라 조성	① 해양수산정보 공동활용 기반 강화 ② 4차 산업혁명 대비, 안전한 사이버공간 구현 ③ 안정적이고 효과적인 정보통신망 구축

자료: 해양수산부(2018a), p. 7

특히 해운항만물류 관련 데이터 수집 및 정책수립에 적극 활용하기 위해 수출입화물 반출입 신고 자료에 대한 품질검증 과정을 강화하고 있다. 화물 반출입 신고 정보는 민원인의 신고 내용에 의존하고 있어 신고 내용에 잘못된 내용(HS 코드 등)이 기재될 경우 통계 오류가 발생할 수 있다. 이에 화물신고 시 품명정보를 이용해 HS 코드를 자동으로 생성 및 입력할 수 있는 방법을 적용하여 통계적 오류를 사전에 방지할 수 있다.

또한 선박자동식별시스템(AIS)의 선박 위치정보를 이용하여 항만시설 사용료를 자동으로 산출하고 징수하는 시스템의 개발을 추진하고 있다. 기존에는 선박과 관제실 간 교신기록을 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS)에 직접 입력하여 사용료를 징수하였으나, 항만시설 및 선박의 위치정보, 관제 정보, 항만시설 사용신고 정보 등을 활용하여 항만시설 사용료를 자동으로 산정하는 모델 개발을 추진하고 있다.

〈그림 2-15〉 선박위치 정보를 활용한 항만시설 사용료 징수체계 개선방안



자료: 해양수산부(2018a), p. 48

2) 부산항만공사 해운항만물류 빅데이터 분석시스템

부산항만공사(BPA)는 2017년 효율적인 해운항만 정책 수립에 빅데이터의 활용을 극대화하기 위해 ‘해운·항만·물류 분석시스템’ 1단계 구축 사업을 완료했다. BPA가 구축한 빅데이터 시스템은 화주, 포워더 및 선사의 화물 운송을 위한 선박 검색서비스를 비롯한 부산항 컨테이너 물동량 통계 및 예측 관련 기능을 포함하고 있다. 2021년 4월 해운·항만·물류 분석시스템 2단계의 구축을 통해 항만운영 및 정책 수립에 빅데이터를 적극 활용하기 시작했다.

현재 해운·항만·물류 분석시스템은 환적화물 물동량 흐름패턴 분석, 수출입화물 물동량 흐름패턴 분석, 환적 수출입화물 물동량 단기 및 중장기 예측, 타부두 환적 패턴 현황 분석, 터미널 생산성 현황 분석 및 모니터링, 공컨테이너 현황 분석, 위험물 컨테이너 현황 분석, 부산항 기항 선박 현황 분석, 외항 통과선박 현황 분석 등 해운항만 관련 다양한 정보를 제공하고 있다.

〈그림 2-16〉 부산항만공사 해운항만물류 분석시스템 제공 서비스(예시)

 물동량 데이터분석	×	 선박데이터 분석	×
물동량 예측[분석가용]	+	주요관심선박 모니터링	
물동량 예측	+	선박대기 및 체선분석	+
물동량 분석	+	선박별 상세분석	+
컨테이너 화물 상세 분석	+		

자료: 부산항만공사 해운항만물류 분석시스템(검색일: 2021. 8. 9)

제4절 시사점

본 장에서는 정책의 정의부터 정책의사결정 과정 및 방법론을 살펴보았으며, 빅데이터 기반 정책의사결정의 정의와 도입 배경 등을 검토하였다. 기존 정책의사결정과 빅데이터 기반 정책의사결정의 차이점 등을 파악하고 정책의사결정시 빅데이터의 활용 가치 등을 중점적으로 살펴보았다.

또한 국토, 교통, 행정 및 교육 등 실생활 다양한 분야에서 빅데이터 기반 정책의사결정 사례를 살펴보았다. 각 분야별 사례를 검토한 결과, 빅데이터를 정책의사결정에 적극 활용하기 위해서는 가장 먼저 어떤 데이터를 수집하고 활용할 것인지 데이터 관리 체계가 수립되어야 한다.

구체적으로 살펴보면 국토 분야에서는 인구 이동 관련 데이터를 집중적으로 수집하고 분석하여 인구소멸가능지역을 예측하고, 이를 통해 도시개발 및 지역균형 정책 등에 적극 활용하였다. 교통 분야에서는 택시, 버스

등 대중교통의 운행기록 데이터를 기반으로 심야시간 대중교통 배차 등 운영에 적극 활용했으며, 서울시는 이를 통해 심야버스 노선도를 새롭게 구축하는 등 성과를 나타내기도 했다. 행정 분야에서는 시정 운영에 필요한 모든 데이터를 총괄 수집 및 분석하여 민원 처리 및 시정 지표에 적극 반영해 빅데이터 기반 행정 체계를 수립한 사례를 꼽을 수 있다(〈표 2-3〉 참고).

〈표 2-3〉 분야별 빅데이터 기반 정책의사결정 사례

분야	데이터 수집	빅데이터 정책 수립	활용 방안
국토	- 인구소멸 지역 대상 인구성장률, 고령화지수 - 생활시설 기반 접근성 - 신용카드 소비 패턴	인구소멸가능지역 추정을 통한 라이프 스타일 및 소비 중심지 파악 → 인구정책 및 도시통합 정책 및 지역균형 발전 정책	- 생활사막지역 파악을 통한 인구소멸 가능 지역 선정 - 해당 지역 대응 방안 및 지원 정책 수립 등
교통	- 택시 및 버스 등 대중교통 디지털 운행기록 분석 자료 - 심야시간 출발지-도착지 정보 - 시간대별 대중교통 이용 패턴	- 시간대별 대중교통 이용 및 인구이동 패턴 분석 → 심야시간 대중교통 집중 운영 정책 - 대중교통 패턴 및 운영 형태 파악 → 도심 내 교통정책	- 대중교통 운영시간 재편성 및 활용 방안 수립 - 심야시간 대중교통 집중 편성 방안 마련
행정	정책, 인구, 민원, 일자리, 부동산, 교통 등 행정 관련 운영 지표 전반	고용률 및 실업률, 교통사고, 부동산 추세, 민원처리 현황 관련 도시정책 수립	민원 관련 다양한 데이터 수집을 통한 행정 전반 체계 수립 및 정책 지원
교육 정책	강의규모, 학습역량, 입학전형별 교육성과, 비교과 프로그램 효율성, 취업률 등	입학 전형별 교육성과 비교 분석, 교육 품질관리 파악 → 입시모집 및 취업연계 등 교육성과 확대를 위한 정책 수립	교육 프로그램 개편 및 성과관리 모니터링 시스템 활용

자료: 저자 작성

앞서 살펴본 사례와 같이 다양한 분야의 정책의사결정에 빅데이터가 적용된 배경에는 정책결정 과정에 대한 보완 및 정책수립의 합리성을 높이기 위함이다. 또한 복잡한 정책결정 과정의 효율성 제고 및 시장의 요구에 부합하기 위해 빅데이터 기반 정책의사결정의 활용도가 더욱 높아지고 있다

고 볼 수 있다.

해운·항만·물류 분야에서는 정부 및 공공기관을 중심으로 빅데이터를 활용한 정책의사결정 체계를 수립하는 중이다. 해양수산부는 지난 2018년 ‘해양수산 지능정보화 기본계획(2018 ~2022)’을 수립하여 해양수산부 및 민간에서 보유하고 있는 데이터의 수집·유통·저장·분석 및 공동 활용 방안을 마련하여 데이터 기반 지능정보화 환경 조성을 추진하고 있다.

부산항만공사는 2017년 해운항만 정책 수립에 빅데이터를 적극 활용하기 위해 ‘해운·항만·물류 분석시스템’의 구축을 시작하였다. 현재 해당 시스템을 이용해 정책의사결정에 일부 활용하고 있는 등 항만부문에서도 빅데이터의 활용은 꾸준히 증가하는 추세이며, 항만부문 정책의 적시성 및 추진 타당성을 확보하기 위해서는 해운·항만 빅데이터의 정책 수립 활용 방안을 모색해야 한다.

03

항만부문 정책의사결정 빅데이터 적용 가능성

제2장에서는 정책의사결정 과정 및 방법론, 빅데이터 기반 정책의사결정의 정의 및 활용 사례를 통해 항만부문의 정책 수립단계에서 빅데이터 활용 필요성을 검토하였다. 본 장에서는 항만부문의 정책의사결정에 중요하게 작용하는 지표를 조사하고, 항만부문의 기구축된 데이터 시스템의 데이터 수집 체계 및 항목, 활용 분야 등을 검토한다. 우선 항만물동량, 하역능력, 서비스 수준, 대기오염물질 배출량 등 항만부문 정책수립에 중요한 지표를 검토하고, 이러한 지표를 산정할 수 있는 데이터를 수집·관리하는 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 해상교통관제시스템(VTS), 선박자동식별시스템(AIS) 등 데이터 시스템의 개요 및 데이터 처리흐름도 등을 분석한다. 마지막으로 항만물동량(컨테이너), 항만의 대기오염물질 배출량, 서비스 수준 등의 항만부문의 정책의사결정 주요 지표를 빅데이터 및 빅데이터 분석 방법론을 적용하여 산정함으로써 항만부문 정책의사결정에서의 빅데이터 적용 가능성을 도출한다.

제1절 항만부문 정책의사결정

1. 항만부문 주요 정책

1) 항만개발 정책

항만개발과 관련 정책은 크게 항만개발과 항만재개발로 구분할 수 있으며, 항만개발은 항만기본계획, 신항만개발기본계획을 바탕으로 다양한 정책을 수립하고, 항만재개발은 항만재개발기본계획을 기반으로 정책을 수립하고 있다.

항만기본계획은 「항만법」 제5조에 따라 국가가 항만의 개발을 촉진하고 운영 효율성을 높이기 위하여 지정 항만에 관한 항만기본계획을 10년 단위로 수립·시행하고, 항만기본계획이 수립된 날부터 5년을 단위로 타당성 여부를 검토해야 한다. 항만기본계획은 ① 항만의 구분 및 위치, ② 항만의 관리·운영 계획, ③ 항만시설의 장래 수요, ④ 항만시설의 공급, ⑤ 항만시설의 규모와 개발 시기, ⑥ 항만시설의 용도, 기능 개선 및 정비, ⑦ 항만연계수송망 추구, ⑧ 항만시설 설치 예정지역 등의 내용을 포함하고 있다.²⁶⁾ 신항만건설기본계획은 「신항만건설 촉진법」(약칭: 신항만건설법) 제3조에 따라 신항만건설이 필요한 시점에 수립하여야 하며, 신항만건설 기본방향 및 계획의 개요, 계획 관련 토지이용계획과 기반시설계획 등의 내용을 포함해야 한다.²⁷⁾ 항만재개발기본계획 역시 「항만 재개발 및 주변지역 발전에 관한 법률」(약칭: 항만재개발법) 제5조에 따라 노후 및 유휴 항만과 주변지역의 체계적인 개발과 지속가능한 발전을 위해 10년 단위의 기본계획을 수립해야 하며, 항만재개발 여건 및 전망, 항만재개발 기본목표

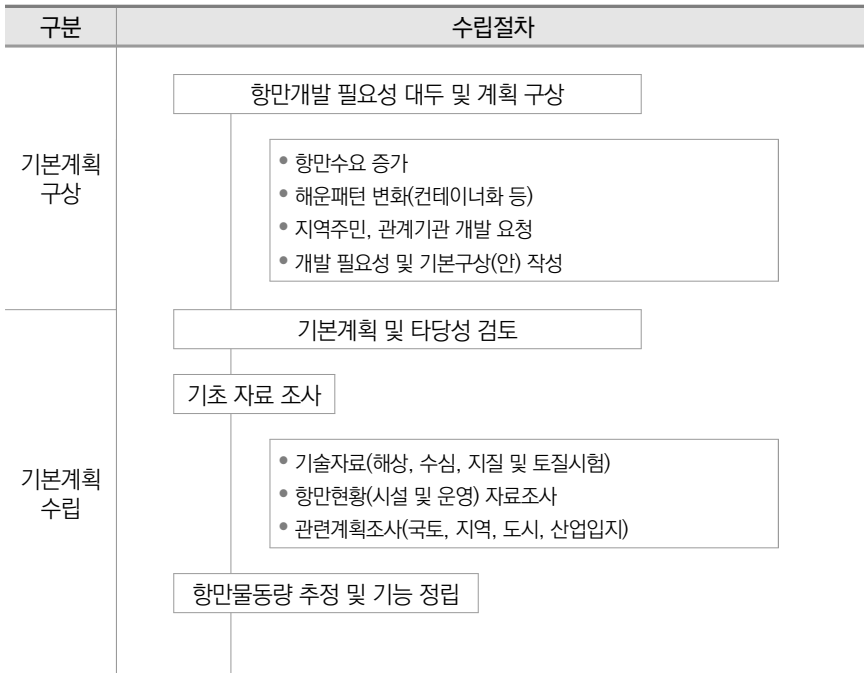
26) 「항만법」 제6조(항만기본계획의 내용)

27) 「신항만건설 촉진법」 제4조(기본계획의 내용)

및 방향, 예정구역 선정기준, 항만기능의 재편 및 정비, 주변지역과의 기능적·공간적 연계 방안, 토지이용계획, 교통계획, 환경계획 및 자원조달 및 행정적·재정적 지원 방안 등의 내용을 포함해야 한다.²⁸⁾

항만기본계획, 신항만건설기본계획 등 항만 본연의 기능 확보 및 개선을 위한 기본계획에는 항만개발 및 운영을 포함한 항만부문의 전반적인 정책 수립과 관련된 내용을 포함하고 있다. 항만기본계획 수립 절차는 <그림 3-1>과 같으며, 지역주민 및 관계기관의 개발 요청에 대해 항만물동량 예측치 및 하역능력, 처리물동량 등을 기준으로 항만개발 및 기능변경 등을 판단하여 계획을 수립한다.

<그림 3-1> 기본계획 수립 절차 흐름도



28) 「항만 재개발 및 주변지역 발전에 관한 법률」 제5조(항만재개발기본계획의 수립)

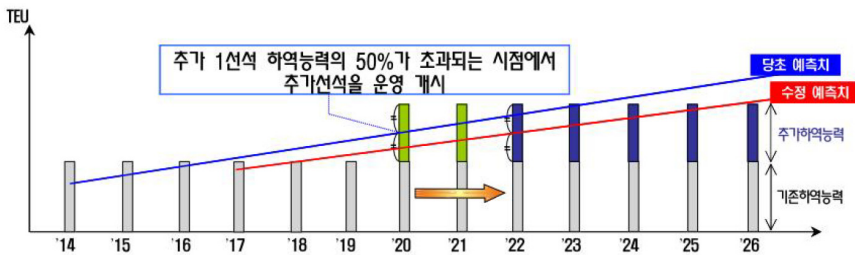
구분	수립절차
기본계획 수립	• 기존 실적자료 분석(화물, 여객 등) • GNP, 인구증가율 등 경제지표 검토 • 관련기관 계획 연계검토
	입지선정 및 평면계획(안) 작성
	• 입지 및 평면계획 대안 선정 • 시설물 배치계획 • 배후수송망 계획 • 최적입지 및 배치안 작성
	수리·수치실험 및 영향조사
	• 항내정온 및 매물·세굴조사 • 해수유통 및 수위상승 해류변화 • 환경·교통·어업피해 영향 검토
	개발계획 수립
	• 각종 구조형식 및 단면 • 공정계획 • 개략사업비 산정 • 단계별 사업계획 작성
	기술적 타당성 검토
	• 각종 공법 및 설계, 시공능력 검토 • 각종 공법적용 검토
	경제적 타당성 검토
	• 각 안별 투자비 편익분석 • 경제성과 개별안 조정 검토
	중간 및 최종검토 보고회의

구분	수립절차
	• 유관기관, 항만관련 기관회의 • 각종 기술사항 최종점검 • 보완사항 확인 및 검토
계획확정	항만기본계획(안) 수립(장관 결재) 및 관계기관 협의 협의의견 검토 반영 및 기본계획(안) 확정 중앙항만정책심의회 심의 의결 항만기본계획 확정 고시

자료: 해양수산부(2020a), pp. 429~430

예를 들어 국내에서 항만시설 개발 규모 및 시기를 결정하는 ‘물동량 연동 항만개발 시스템(Trigger Rule)’은 신규부두 1선석을 개발하기 위해서는 하역능력의 50%가 초과되는 시점에서 신규 선석의 운영을 개시한다는 것을 기본원칙으로 하고 있다(〈그림 3-2〉 참고). 따라서 Trigger Rule 적용 시 개발기간 등을 역산하여 단계별 사업일정의 조정이 가능하며, 단계별 투입예산의 규모 등의 조정도 가능하다.

〈그림 3-2〉 물동량 연동 항만개발시스템(Trigger Rule) 개념



자료: 해양수산부(2020a), p. 462

항만시설의 장래 수요, 항만시설의 공급, 항만시설의 규모와 개발시기, 항만시설의 기능변경 등 항만개발 정책을 수립하기 위해서는 항만물동량 및 하역능력과 같은 지표들이 매우 중요하다.

2) 항만운영 정책²⁹⁾

항만운영 정책은 항만에 입·출항하는 모든 선박과 화물을 신속하고 안전하게 처리하여 선박운항 스케줄에 맞추어 선사와 화주가 불편함이 없도록 하고, 항만시설의 이용률을 극대화하여 물류비 절감과 부가가치 창출을 목표로 한다.³⁰⁾ 즉, 항만운영정책의 핵심은 항만구역 내 여객과 항만종사자들의 편리하고 안전한 출입, 모든 선박과 화물의 신속하고 안전한 처리, 항만 내에서의 조립·가공 등의 부가가치 창출을 위한 배후물류단지의 조성, 글로벌 대형 선·화주와 국제물류기업 유치 등 포트세일 정책이다. 따라서 원활한 항만운영을 위해서는 선박의 입항 시점부터 정박지 지정 및 입항수속절차를 마치고, 적극적인 해상관제 및 예·도선의 지원, 야적장과 창고 등 항만시설과 급유 및 급수 등의 신속한 지원, 항내 운항선박들에 대한 개항질서 관리, 항만경비와 보안활동, 항만근로자의 수급관리와 항만운송산업체의 육성, 항만하역장비 현대화, 적정 항만시설사용료 책정과 서비스 수준 향상을 위한 정책들이 필요하다.

정부는 항만 기능을 제대로 발휘할 수 있도록 「항만법」, 「선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률」(약칭: 선박입출항법), 「항만운송사업법」 등을 기반으로 항만운영 정책의 목표를 설정하여 추진해 왔다. 우선 수출입 및 연안물동량의 신속한 처리를 위한 근로자의 안정적인 수급 관리, 하역장비 현대화, 야적장 확충 및 효율적인 운영, 배후 수송차량의 원활한 집배송 유지

29) 이재균 외(2018), pp. 165~167 재정리.

30) 이재균 외(2018), p. 165.

체계를 마련하고, 국제 카페리 및 크루즈선의 여객과 연안여객의 편리하고 안전한 출입관리 및 서비스 향상을 추진하였다. 또한 유류, 양곡, 석탄 및 생필품 등 국가전략물자의 항만 내 보관 및 안정적인 수급 관리와 선사 및 화주, 환적화물, 다국적 물류기업의 유치 등을 통한 항만 활성화와 항만배후단지의 저렴한 제공 등의 포트세일 정책을 추진하였다.

항만운영 정책은 항만개발 정책과 매우 밀접하게 관련되어 있다. 그러나 항만개발 정책이 항만의 물동량 처리 역량 강화를 통한 항만의 경쟁력 강화가 주요 목적 중 하나인 반면, 항만운영 정책은 항만의 서비스 수준 강화에 초점을 맞추고 있다.

3) 친환경 항만 정책

항만지역에서 배출되는 대기오염물질은 항만 및 인근 도시의 환경문제에 대한 관심이 증가하면서 주요 이슈로 대두되었다. 특히 선박연료유로 사용되는 병커유는 다량의 황이 함유되어 있어 미세먼지 및 초미세먼지 배출의 주요 원인으로 지적되었다. 국가미세먼지정보센터(2017)에 따르면 부산지역 선박의 대기오염물질(황산화물, 질소산화물, 초미세먼지 등)의 배출량이 도시 전체의 36.8%, 66.9%, 37.7%의 높은 비중을 차지하는 것으로 나타났다³¹⁾, 육근형·김근섭·이기열(2017)의 연구에서도 2017년 항만도시의 비도로 이동 오염원 중 선박의 초미세먼지 배출 비중이 약 80% 이상을 차지하는 것으로 나타났다.³²⁾

LA/LB항, 로테르담항, 홍콩항, 오사카항 등 글로벌 주요 항만은 항만의 대기오염물질 배출량 감축을 위한 정책을 수립하여 추진하고 있다.³³⁾ 국내

31) 국가미세먼지정보센터(검색일: 2021. 9. 30)

32) 육근형·김근섭·이기열(2017), p. 9.

33) LA/LB항은 항만의 대기오염물질 배출량 감축을 위해 2005년부터 청정대기행동계획(CAAP: Clean Air Action Plan)을 도입하였으며, 로테르담항은 Green Award, CO2 Footprint, 육상전원공급장치,

에서도 선박의 대기오염물질 배출량 감축을 위해 배출규제해역(ECA: Emission Control Area)을 지정하고 선박저속운항 프로그램을 도입하였으며, 육상전원공급장치(AMP: Alternative Maritime Power)의 설치를 계획하고 있다.

항만의 대기오염물질 배출량 감축 정책을 수립하고, 정책 시행에 따른 효과를 지속적으로 모니터링하기 위해서는 항만의 대기오염물질 배출량에 대한 지속적인 관리·감독 체계가 마련되어야 한다. 특히 ECA 지정 타당성을 검토하고 지정범위를 결정하기 위해 2018년 해양수산부는 부산항, 인천항 등 주요 항만에서의 대기오염물질 배출 현황을 분석하였다.³⁴⁾ 이와 같이 친환경 항만 정책을 수립하기 위해서는 항만에서의 대기오염물질 배출량의 산정이 중요하며, 동시에 대기오염물질 저감 정책 효과 검증을 위한 방안에 대한 검토가 필요하다.

2. 정책의사결정 주요 지표

1) 물동량

항만물동량은 항만시설 수급 산정에 적용되는 기초자료로 항만개발 여부를 판단하는 중요한 결정요소이며, 동시에 항만정책 수립을 위한 중요한 근거자료로 활용된다. 따라서 항만개발의 필요성 및 적합성, 항만정책의 정확성 및 적시성을 확보하기 위해서는 물동량 예측치의 정확도가 매우 중요하다. 특히 국내에서는 부두 기능 및 품목을 14개로 구분하여 운영하고 있어 14개 품목의 수출, 수입, 연안, 환적 물동량을 총 30개의 항만으로 구분

Carbon Capture & Storage 등의 친환경항만 정책을 시행하였음. 홍콩항은 '광둥-홍콩 지역 대기오염 배출물 저감' 및 '홍콩 2020 대기환경 목표'를 수립하여 대기오염물질 배출 저감 목표를 제시하였음 (이현정·이정욱·이향숙(2020), p. 122)

34) 해양수산부(2018c), pp. 11~59.

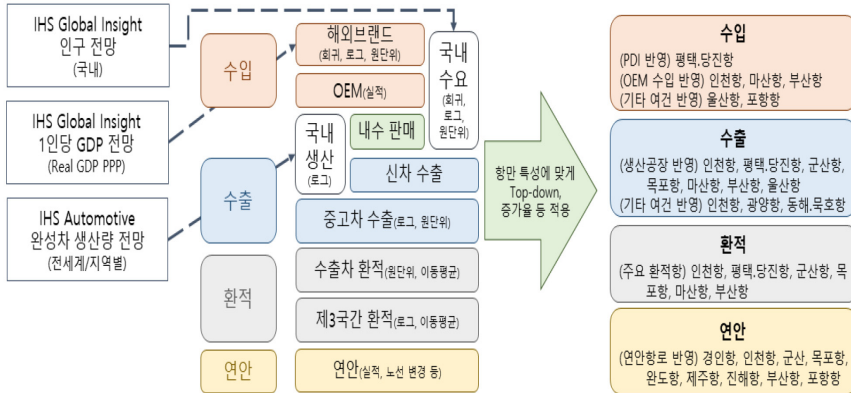
하여 전망해야 한다.

항만물동량을 전망하는 방법은 크게 시계열 분석 방법과 기계학습 방법이 있다. 기존에는 회귀분석, 시계열 분석, 원단위 등을 적용하여 항만물동량을 전망해 왔다(〈그림 3-3〉 참조). 품목별 항만물동량을 산정하기 위해서는 기본적으로 항만물동량 실적과 국내외 경제지표(GDP 등), 전력수급계획, 골재수급계획, 조강생산능력 등 국내 다양한 연관산업 및 관련부처에서 수립된 계획을 활용하였으며, 연간 1회 중장기 품목별 항만물동량을 예측하였다. 그러나 중장기 항만물동량 예측자료는 단기간 물동량의 비정상적인 변동에 즉각적인 대응이 어려워 관련 정책의 유연성 확보에 한계가 존재한다.

최근 빅데이터, 인공지능 등 4차 산업혁명 기술의 급격한 발전으로 기계학습, 인공신경망 알고리즘, 딥러닝 등을 적용하여 항만물동량을 예측하는 연구가 진행되고 있다. 따라서 다양한 형태로 제공되는 데이터의 연계 분석을 통한 항만물동량의 패턴을 분석하고, 이를 기반으로 장래 물동량 예측에 활용함으로써 예측 정확도의 향상이 가능할 것으로 예상된다. 그리고 시시각각 변하는 국내외 경제상황, 해운시장 변동성, 관련 산업의 여건 등을 지속적으로 모니터링함으로써 항만물동량의 이상치를 감지하고, 이에 대응하기 위한 정책 수립에 활용할 수 있다.³⁵⁾

35) 박미혜(2018)는 빅데이터 기법을 활용하여 부산항 환적화물의 물동량 흐름 패턴을 분석하고, 이를 기반으로 부산항 환적화물 물동량 이상치를 탐지하는 연구를 수행함

〈그림 3-3〉 자동차 물동량 예측 프로세스(예시)



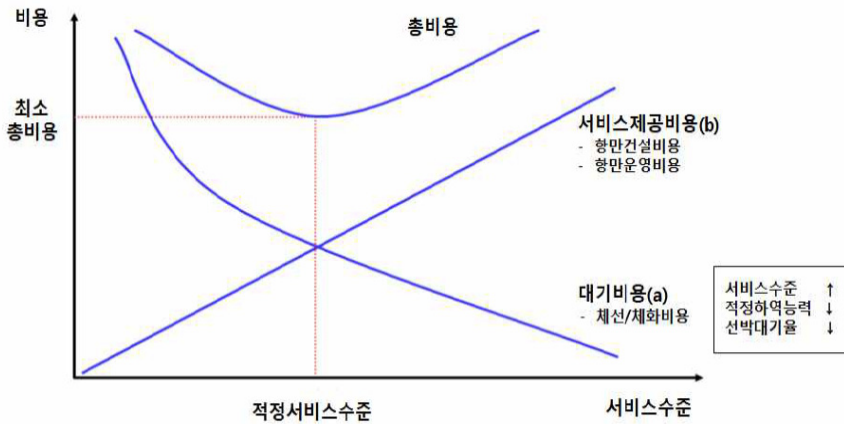
자료: 한국해양수산개발원(2020), p. 102

2) 하역능력

항만의 하역능력은 물동량과 더불어 항만시설의 수급을 산정하는 기초자료로 항만개발 여부를 판단하는 주요 근거로 작용한다. 항만의 하역능력은 크게 고유하역능력과 적정하역능력으로 구분되며, 고유하역능력은 항만시스템의 운영이 중단없이 연간 365일, 24시간 가동됨을 전제하여 산출된 능력이다.³⁶⁾ 적정하역능력은 항만장비의 이용률, 허용 가능한 대기시간 등을 감안하고 접안율, 하역작업시간, 안벽작업일수 등을 고려하여 적정 서비스 수준을 감안해 산정된 능력으로 사회경제적 비용을 최소화하는 방식이다.

36) 해양수산부(2020b), p. 10.

<그림 3-4> 적정하역능력의 서비스 수준



자료: 해양수산부(2020b), p. 12

하역능력은 선석의 수 및 접안능력, 연간 작업가능일수, 1일 작업시간, 선형별·품목별 시간당 하역능력, 선석 점유율, 장비 가동률, 화물 종류, 하역유형 등 다양한 데이터를 기반으로 산정되며, 최근에는 이러한 데이터를 활용한 시뮬레이션을 통해 하역능력을 산정하고 있다.

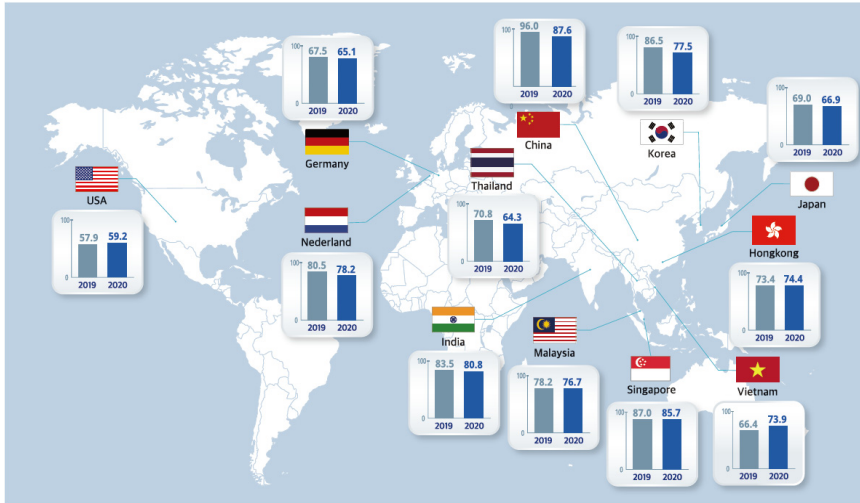
3) 생산성

선석생산성은 컨테이너를 선박에 양적하하는 작업 시간당 작업횟수인데, 높을수록 컨테이너 하역작업에 소요되는 시간을 단축시킬 수 있으므로 선사의 기항지 선택의 주요 요인이라 할 수 있다.³⁷⁾ 선석생산성은 컨테이너 선박의 입출항 실적자료를 기반으로 산정할 수 있으며, KMI 항만수요예측센터에서는 IHS Markit에서 수집되고 있는 원시정보자료를 활용하여 세계 주요 컨테이너 항만의 선석생산성을 매년 산정하고 있다. 국내 항만의 경우 PORT-MIS의 선박 이접안 시간과 하역물동량을 기반으로 산정할 수

37) 하태영·이수영·최상균(2017), p. 3.

있으며, 월단위, 주단위, 일단위의 선석생산성 산정이 가능할 것으로 판단된다.

〈그림 3-5〉 2020년 주요 국가별 컨테이너 항만 선석생산성



자료: 한국해양수산개발원(2021a), p. 54

4) 서비스 수준

(1) 선박 대기시간

선박 대기시간은 항만 서비스 품질의 중요한 요소로서 항만 운영의 효율화 및 경쟁력 확보를 위해서는 대기시간을 최소화해야 한다. 항만 운영 효율성 분석을 위해 이태휘(2017)는 체선 시간을 활용하였으며, 이민규(2012)는 가속화 시간 무형을 적용하여 체선 현상의 최소화를 통한 재항시간 예측 연구를 수행하였다. 이정훈·박남규(2018)는 대기행렬 모형을 적용한 이론적인 대기율과 실제 대기율을 비교·분석하는 연구를 수행하였으며, 오재용·김혜진(2020)은 PORT-MIS 데이터 분석을 통해 정박 대기시간을

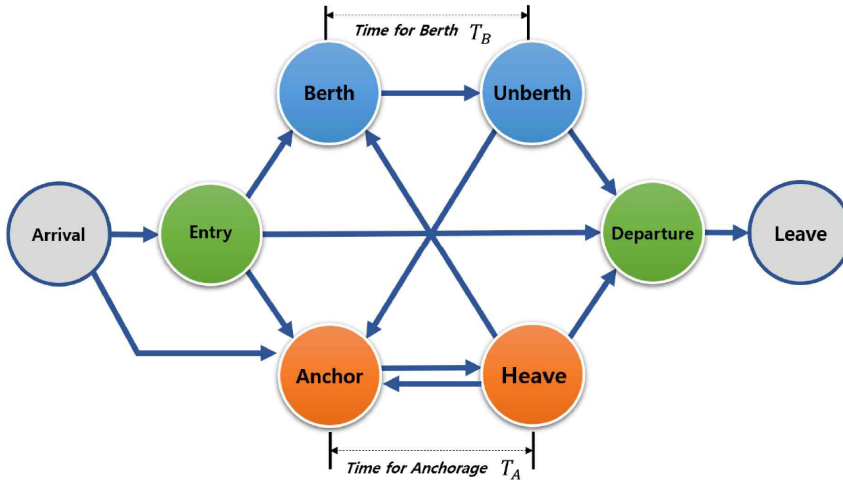
예측하는 연구를 수행하였다.

항만 내 선박의 활동은 입항, 출항, 투묘, 양묘, 접안, 이안 등으로 구성되며(〈그림 3-6〉 참고), 선박 대기시간은 선박의 접안 대상 선석이 사용 중이면 정박지에 투묘 후 대기하여 선석이 사용 가능해지면 양묘하기까지의 시간이다. 선사가 항만에 입항한 후 선석을 비롯한 항만시설을 사용하기 위해서는 PORT-MIS의 항만시설사용을 신청해야 하며, 사용 시작 시간, 종료 시간, 사용 목적 등을 명시해야 한다. 따라서 정박지의 사용 목적이 접안 대기일 경우 정박지 사용 시간을 대기시간으로 산정할 수 있다. PORT-MIS는 신고정보이므로 시간적인 오차를 감소시키고, 정확한 데이터 분석을 위해서는 PORT-MIS의 신고정보와 AIS의 선박 활동 데이터를 연계함으로써 보다 정확한 대기시간 데이터를 확보할 수 있을 것으로 예상된다. 데이터를 연계하기 위해서는 기본적으로 호출부호와 선박명 등 주요 키(Primary Key) 정보와 선박 입출항 시간 정보를 활용할 수 있다.³⁸⁾

PORT-MIS와 AIS 데이터 연계를 통해 항만에서의 선박 대기시간을 분석하고, 이 자료는 항만 내 대기시간을 예측하기 위한 기초 자료로 활용이 가능하다. 즉 이 자료를 기반으로 기계학습, 딥러닝 등 빅데이터 분석 기법을 적용함으로써, 항만 내 선박의 대기시간을 예측할 수 있다. 이러한 예측 결과는 선사를 포함한 고객과 항만관리자, 운영사 등에게 유용할 뿐만 아니라 항만정책을 수립하는 기초자료로 활용될 수 있다.

38) 항만에서는 연간 동일한 선박이 수차례 입출항할 수 있으며, PORT-MIS에서는 이를 항차로 구분하는 반면, AIS는 항차의 개념이 존재하지 않아 데이터의 연계를 위해서는 선박의 입출항 시간이 중요한 연계 키로 작용할 수 있음

〈그림 3-6〉 항만서비스의 네트워크 다이어그램



자료: 오재용·김혜진(2020), p. 3

(2) 선박 통행 특성 및 해상교통혼잡도

항로는 선박이 입출항하는 통로로 이용하기 위한 수로로서 선박의 통행이 빈번하여 사고의 위험이 높은 구역이다.³⁹⁾ 2020년 기준 무역항 및 진입수로에서 발생한 해양사고는 466건으로 국내에서 발생한 전체 해양사고(2,847건)의 16% 수준이다.⁴⁰⁾ 이처럼 항로에서 발생하는 사고를 방지하고 원활한 선박 운항을 지원하기 위해서는 항로에서의 선박 통행 분포와 통행 패턴의 분석을 통해 선박의 흐름을 이해하는 것이 매우 중요하다.

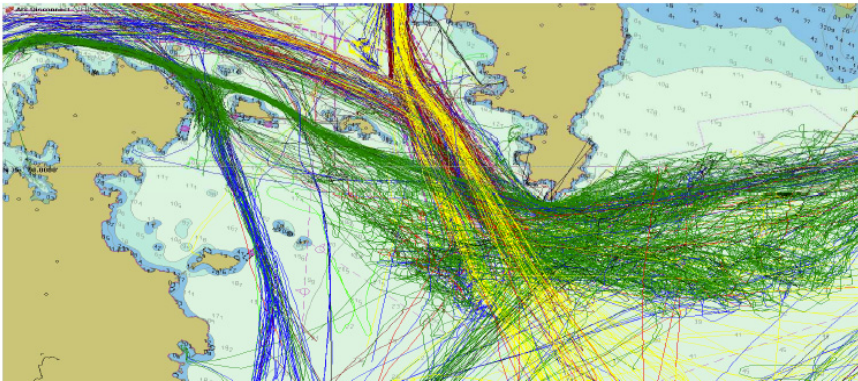
김종관(2018)은 AIS 데이터를 활용하여 가덕수도 입구부 항로, 부산 북항 제1항로, 옹도 항로 등 3개 주요 항로를 선정하고 선박별 통행 분포와 통행 패턴을 분석하였다. 김광일 외(2018)는 AIS 데이터의 짧은 저장 기간과 분석에 많은 데이터가 처리되어야 하는 단점이 있어 장기간의 선박입출

39) 김종관(2018), p. 446.

40) 중앙해양안전심판원(2021), p. 23.

항 데이터를 보유하고 있는 PORT-MIS를 활용하여 항로 통행 특성을 분석하였다. 이와 같이 항로의 통행 특성 및 해상교통혼잡도 분석을 위해서는 선박의 동선 및 항만 입출항 시간 정보들이 필요하며, 이는 현재 PORT-MIS와 AIS에서 수집되고 있다. 따라서 현재 수집되고 있는 데이터 시스템을 연계하여 항로 통행 패턴 분석을 통해 항로 증심 및 보수에 대한 의사결정이 가능하다.

〈그림 3-7〉 가덕수로 해상교통조사



자료: 김종관(2018), p. 448

5) 항만 대기오염물질 배출량

최근 항만구역에서 배출되는 대기오염물질에 전 세계적인 관심이 집중되고 있으며, 동시에 항만의 대기오염물질 배출에 대한 규제가 강화되고 있다. 특히 항만구역에서 배출되는 대기오염물질 대부분이 선박에서 발생하고 있으며, 국제해사기구(IMO: International Maritime Organization)는 선박의 대기오염물질 배출 규제가 필요한 지역을 배출통제구역(ECA: Emission Control Area)으로 지정하고 있다.⁴¹⁾ 또한, IMO는 2020년 전 세계 해역을 통항하는 선박의 연료유 황함유량을 0.5%로 제한하였다.⁴²⁾

국내에서도 2020년 「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」(약칭: 항만 대기질법)을 제정하여 국내 항만구역의 대기질을 관리하고 있으며, 부산항, 광양항, 인천항, 울산항 등 선박 통항량이 많은 지역을 중심으로 ECA를 지정하였다.

그러나 선박의 대기오염물질 배출량의 실측이 불가능하여 대부분의 연구는 선박의 연료량을 기반으로 간접적으로 추정하고 있다. 과거에는 해당 항만의 모든 선박에서 사용한 총 연료량을 기반으로 배출량을 산정한 top-down 방식이 주로 적용되었으나, 정확도에 대한 의구심이 제기⁴³⁾되어 최근에는 항만 내 선박의 활동을 근거로 연료 소모량을 추정한 후 배출량을 산정하는 bottom-up 방식을 활용하고 있다.

Bottom-up 방식을 적용한 선박 배출량을 산정하기 위해서는 항만 내 선박의 활동 데이터가 필수적이며, 이러한 데이터는 PORT-MIS에서 확보할 수 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 PORT-MIS는 선박의 입출항 및 대기 등의 정보를 확보하고 있기 때문이다. 그러나 PORT-MIS는 항만 내 시설 사용료 산정 및 민원 처리 등이 주요 목적인 시스템으로, 선박의 항만 내 속도, 동선 및 이동거리 등에 대한 정보는 제공하지 않는다. 따라서, 이러한 데이터를 확보하기 위해서는 AIS 데이터와의 연계가 필요하다. 일부 항만을 대상으로 PORT-MIS와 AIS 데이터를 연계하여 선박의 대기오염물질 배출량을 추정한 연구가 수행되었다.⁴⁴⁾

또한 항만 배출량이 도시의 대기환경에 미치는 영향을 검증하기 위한 분석도 가능하다. PORT-MIS와 AIS를 기반으로 산정된 항만 배출량의 일간, 월간 데이터와 AIR Korea에서 제공되는 도시의 대기환경 측정자료를 상

41) 이기열·강무홍·서정용(2019), p. 2.

42) IMO 홈페이지(검색일: 2021. 10. 9)

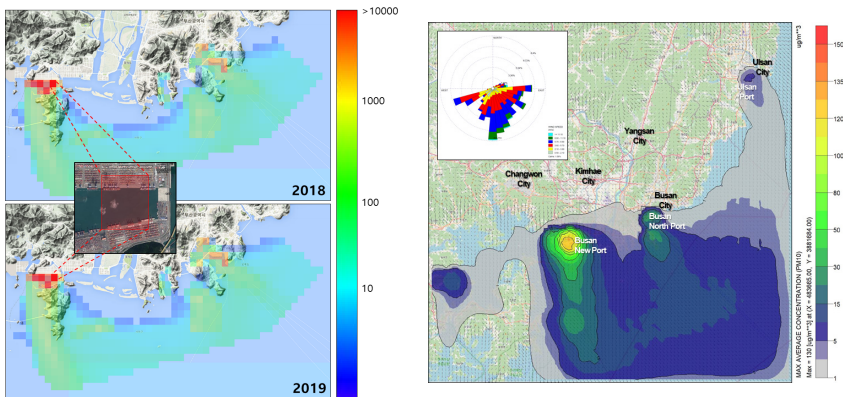
43) 인천항의 배출량을 bottom-up 방식으로 추정한 경우 top-down 방식보다 5배가량 높은 것으로 나타남(장영태·조성현·조아현(2020), p. 42).

44) 장영태·조성현·조아현(2020), pp. 41~78.

호 비교함으로써 항만 배출량과 도시의 대기환경의 상관관계 도출이 가능할 것으로 예상된다. 또한, ECA, 선박저속운항 등 최근 국내 항만에서 시행한 항만 배출량 감축 정책의 효과 검증 역시 관련 정책 시행 전후의 항만 배출량과 도시의 대기질 정보의 상호 비교를 통해 가능하다. An *et al.*(2021)은 국내에서 시행된 선박 저속운항 프로그램으로 항만 인근 지역의 대기질 개선에 관한 연구를 수행하였다.

강무홍 외(2020)의 연구에서는 AIS 데이터를 이용하여 선박 연료소모량 및 배기가스 배출량을 분석하는 모형을 개발하였으며, 이를 통해 <그림 3-8>의 (좌)와 같이 부산항, 상하이항, 싱가포르항 등 주요 항만별로 배출량을 분석하였다. 이연경 외(2020)의 연구에서는 동 모형을 기반으로 추정된 배기가스 배출량을 기반으로 <그림 3-8>의 (우)와 같이 부산항 기인 배기가스의 주변 도시 영향을 분석하였다.

<그림 3-8> 부산항 AIS 데이터 분석 예시



주: (좌) 선박 연료소모량 추정, (우) 부산항 미세먼지 대기확산 분석 결과(2019년 1월)

자료: (좌) 강무홍 외(2020), p. 40 / (우) 이연경 외(2020), p. 198

제2절 항만부문 데이터 시스템

1. 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS)

1) 개요

해운항만물류정보시스템(PORT-MIS)은 선박의 입항 및 출항, 항만이용 및 항만물류, 해운·선원·선박 등과 관련된 정보관리 및 민원사무를 처리하기 위해 구축된 통합정보체계⁴⁵⁾이며 구축 및 운영은 「항만법」 제26조 및 같은 법 시행령 제33조의 규정에 근거를 두고 있다. 「항만법」 제2조에서 항만물류통합정보체계는 관리청 및 항만을 이용하는 자가 항만물류비의 절감 및 각종 정보의 실시간 획득 등을 위하여 항만이용 및 항만물류의 과정에서 발생하는 정보를 정보통신망을 이용하여 상호교환·처리 및 활용하는 체계⁴⁶⁾로 정의하고 있으며, 세부 운영 및 이용 절차는 해양수산부고시 제 2018-161호에 명시되어 있다.

항만법 제26조(항만물류통합정보체계의 구축·운영)

- ① 해양수산부장관은 항만이용 및 항만물류와 관련된 정보관리와 민원사무 처리 등을 위하여 필요한 경우에는 항만물류통합정보체계를 구축·운영할 수 있다.
- ② 해양수산부장관 또는 항만물류통합정보체계의 이용자가 항만물류통합정보체계에서 정하는 표준화된 서식이나 표준전자문서를 이용하여 이 법에 따른 민원사무와 항만물류 관련 업무를 처리한 경우에는 이 법의 해당 규정에 따라 처리한 것으로 본다.
- ③ 항만물류통합정보체계를 이용하여 민원사무를 처리하려는 자는 해양수산부장관에게 신청하여 등록번호를 부여받아야 한다.
- ④ 해양수산부장관은 항만물류통합정보체계의 장애 등으로 항만물류통합정보체계를 통한 민원사무의 처리가 불가능한 경우에는 이용자에게 민원서류를 직접 제출하게 할 수 있다.
- ⑤ 제1항부터 제4항까지에서 규정한 사항 외에 항만물류통합정보체계의 구축·운영 및 이용 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다

45) 해양수산부고시 제2018-161호, 「항만물류통합정보체계 구축·운영 및 이용절차에 관한 규정」

46) 「항만법」 제2조제9항

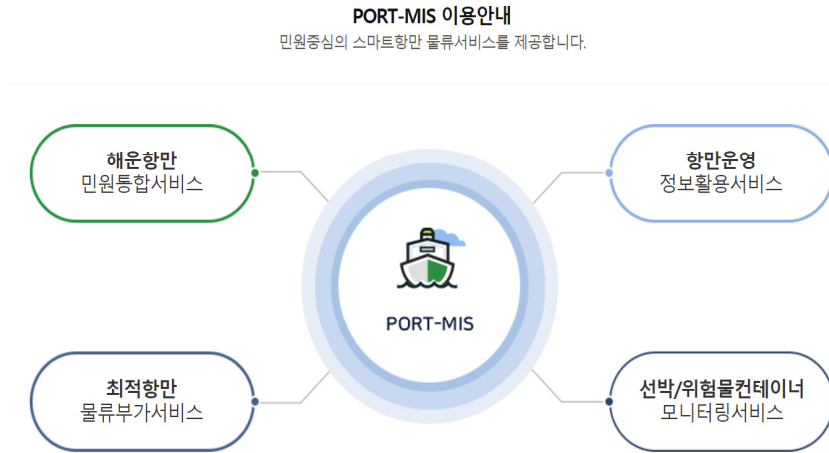
항만법 시행령 제33조(항만물류통합정보체계의 구축·운영 및 이용)

- ① 해양수산부장관은 법 제26조제1항에 따라 항만물류통합정보체계를 항만별로 구축한다.
- ② 해양수산부장관은 항만물류통합정보체계를 통한 민원사무 및 항만물류 관련 업무의 처리를 위해 필요한 표준서식과 표준전자문서를 개발해야 한다.
- ③ 제1항 및 제2항에서 규정한 사항 외에 항만물류통합정보체계의 구축·운영 및 이용에 필요한 사항은 해양수산부장관이 정하여 고시한다.

PORT-MIS는 국내 30개 무역항과 기타항을 이용하는 선박 자원, 항만 시설 이용정보, 선박 입출한 정보, 화물 반출입 정보 등 다양한 정보를 수집하고 있다. 특히 PORT-MIS에서 수집된 항만별·품목별 물동량은 중장기 품목별 물동량 전망에 활용되고 있으며, 이는 부두별로 산정된 적정 하역 능력과 함께 항만기본계획, 항만배후단지 개발계획, 신항만건설 기본계획 등 중장기 항만정책 수립 시 항만시설 수급 분석에 활용되고 있다.

PORT-MIS는 해운항만 민원통합서비스, 항만운영 정보활용서비스, 최적항만 물류부가서비스, 선박 및 위험물 컨테이너 모니터링 서비스 등 크게 4부문의 서비스를 제공하고 있다(〈그림 3-9〉 참고). 동시에 〈표 3-1〉과 같이 선사 및 대리점, 운송사, 화주 및 포워더, 하역사 및 터미널, 예도선사 및 항만운송사업자, CIQ 기관 및 유관기관 등 항만물류 이해관계자별 제공되는 서비스가 구분된다. 예를 들어 선사 및 대리점은 선박운항신고, 화물반출입신고 및 화물로 납부, 시설사용 및 예도선을 신청할 수 있는 서비스가 제공되며, 하역사 및 터미널 운영사는 선박운항정보, 위험물 정보, 화물반출입 도착예정정보, 갑문출거 예정시간 등의 서비스가 제공된다.

〈그림 3-9〉 PORT-MIS 서비스 개요



자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 홈페이지(검색일: 2021. 5. 25)

〈표 3-1〉 PORT-MIS 이용주체별 제공 서비스

구분	제공 서비스
선사/대리점	선박운항신고, 화물반출입신고/화물로납부, 시설사용/예도선 신청
운송사	화물반출입 신고정보/선박입출항 정보/ 컨테이너 반출입정보
화주/포워드	화물의 위치/상태정보, 위험물 반입정보, 항만운영정보/통계
하역사/터미널	선박운항정보/위험물정보, 화물반출입 도착예정정보, 갑문출거 예정시간
예도선사/항만운송사업자	예도선 신청, 예도선 지정, 항만운송사업자신고
유관기관/CIQ기관	항만운영정보, 항만정보관리 및 통계정보, 입출항신고서, 선원승객명부

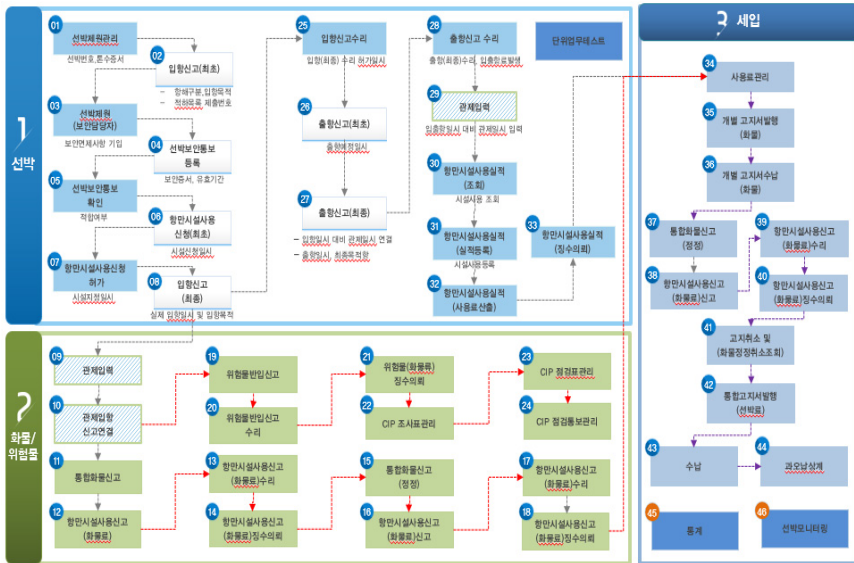
자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 홈페이지(검색일: 2021. 5. 25)

2) 데이터 처리 흐름도

PORT-MIS는 크게 선박운항 관련 시스템과 화물 및 위험물 신고 시스템, 세입 시스템 등 3개의 시스템으로 구분된다(〈그림 3-10〉 참고). 최초 선박이 항만에 입항할 경우 항해구분, 입항목적, 적하목록 등을 기반으로

입항신고(최초)를 하고, 선박보안통보 등록 및 항만시설사용 신청 후 최종적으로 실제 입항일시 및 입항목적 등을 기반으로 입항신고(최종)를 하게 된다. 이후 항만에서 관련 업무를 마친 후 출항일시 및 최종목적지 등이 포함된 출항신고를 하게 된다. 화물의 경우 입항신고(최종) 후 통합화물신고 및 위험물반입 신고와 항만시설 사용신고 단계를 거치게 된다. 마지막으로 세입부문에서는 사용료 관리 및 개별고지서를 통해 통합화물신고를 정정하고, 최종적인 통계를 구축하게 된다.

〈그림 3-10〉 PORT-MIS 시스템 처리 간략 흐름도

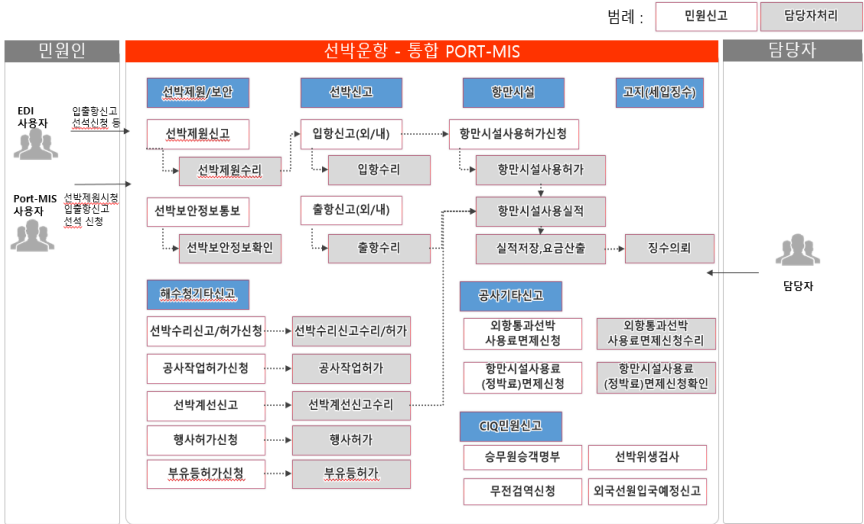


자료: 해양수산부(2018d), p. 2

선박운항과 관련된 세부 데이터는 선박제원 및 보안, 선박 입출항, 항만 시설사용 등이 있으며, 그 외 선박수리신고/허가신청, 공사작업허가신청 등 해수청 기타신고와 사용료면제관련 공사 기타신고 및 CIQ 민원신고 등으로 구성된다. 〈그림 3-11〉에서 보는 바와 같이 우선 선박이 입출항 및

시설사용 신고를 하기 위해서는 사전에 선박제원 신고 및 등록이 이루어져야 하며, 등록된 선박은 입항신고, 선박보안정보 확인, 시설사용허가의 절차를 거쳐 입항하게 된다. 화물수송 외 업무로 항만에 입항한 경우 입항목적에 적합한 신고를 하고, 허가 이후 관련 업무를 수행하고 그에 따라 산정된 항만시설사용료를 징수하게 된다.

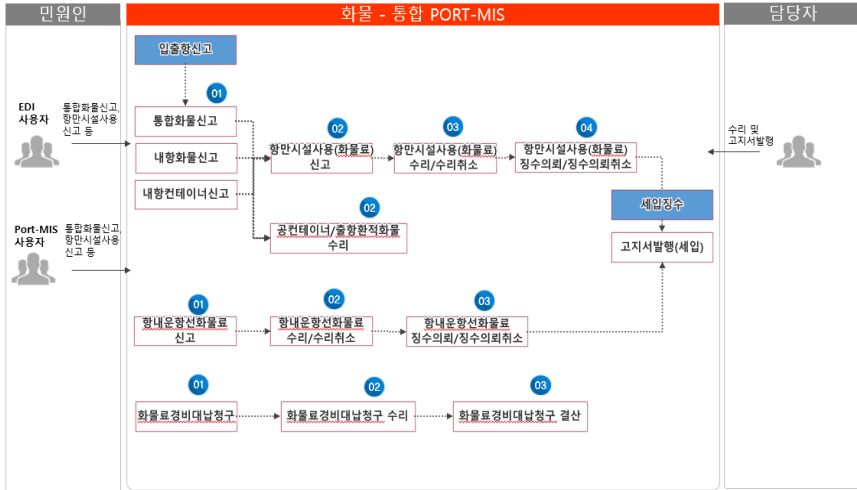
〈그림 3-11〉 선박운항 처리 흐름도



자료: 해양수산부(2018d), p. 2

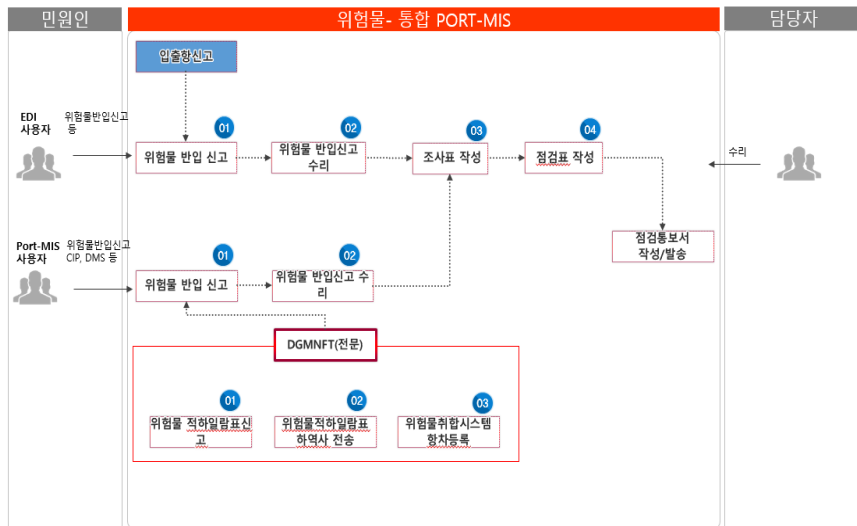
항만에 입항한 선박은 통합화물신고, 내항화물신고, 내항컨테이너 신고 및 항만시설사용신고를 하며, 이를 기반으로 화물료를 산정하게 되며(〈그림 3-12〉 참고), 위험물은 별도의 프로세스를 통해 처리된다(〈그림 3-13〉 참고).

〈그림 3-12〉 화물 처리 흐름도



자료: 해양수산부(2018d), p. 1

〈그림 3-13〉 위험물 처리 흐름도



자료: 해양수산부(2018d), p. 1

3) 데이터 수집 체계

PORT-MIS의 데이터 수집체계 및 데이터 구조 분석은 PORT-MIS 홈페이지와 해양수산부에서 배포한 『해운항만물류통합정보망구축 사용자 지침서-민원인용』을 기반으로 분석하였다. 『해운항만물류통합정보망구축 사용자 지침서-민원인용』은 선박운항, 예도선, 항만시설, 화물, 위험물, 수출 위험물 관리, 관제, 항만운항정보, 지원서비스로 구성되어 있다. 선박운항과 관련된 21개의 민원 신고를 포함해 약 46개의 민원 신고가 존재하며, 이를 기반으로 다양한 데이터가 수집된다.

〈그림 3-14〉 해운항만물류통합정보망구축 사용자지침서-민원인용



자료: 해양수산부(2018d)

<표 3-2> PORT-MIS 민원신고 종류

구분	민원신고	
선박운항	• 외항선 입항신고 • 외항선 출항신고 • 내항선 입항신고 • 내항선 출항신고 • 선박수리허가신청 • 선박수리신고 • 공사작업허가신청 • 선박계선신고 • 행사허가신청 • 선박보안정보통보 • 선박제원신고 • 승무원승객명부 • 외항통과선박 사용료 면제신청 • 무전검역신청 • 보건상태신고 • 외국선원입국예정신고 • 강제도선면제신청 • 선박위생검사 • 서북도서출항신고 • 출국인원신고 • 선박평형수정정신고	
예도선	• 예선신청(지정제) • 예선신청(순번제)	
항만시설	• 항만시설사용신청 • 항만시설사용료(정박료)면제신청 • 경인항 갑문입출거 이용신고 • 원자료선박사용신청	
화물	• 통합화물신고 • 내항화물반출입신고 • 내항컨테이너반출입신고 • 항만시설사용신고(화물료) • 항내운항선화물료신고 • 화물료대납경비청구	
위험물	• 위험물반입신고	
수출위험물관리	• 위험물적하일람표신고 • 위험물적하일람표 하역사 전송 • 위험물취합시스템(DGCS) 항차등록 • 위험물컨테이너재고상태 • 수출위험물사전체크 • 위험물적하일람표전송오류체크 • LINE정보등록 • 위험물검사증식제증보 • 적하일람표미신고위험물 • LINE정보누락위험물 • 항차별위험물신고정보 • SOC위험물	

자료: 해양수산부(2018d)를 기반으로 저자 정리

(1) 선박제원정보

선박제원정보는 국내 항만을 이용하기 위해 사전에 선박제원을 신고함으로써 생성되는 정보이며, 선박제원상세정보, 증서구분 및 톤수, 선주/운행사/선사/대리점/검사정보 등의 1차 소분류와 하위의 2차 소분류 약 40개

의 항목으로 구성된다. 선박제원상세정보는 호출부호, 전호출부호, 선박번호, IMO번호, MMSI번호, 선박명 및 선박국적, 선박 종류로 구성되어 있으며, 총톤수(GT), 재화중량톤수(DWT), 총길이 및 너비, 만재흘수, 깊이, 건조일 등 세부 선박제원은 증서구분 및 톤수에 분류된다.

〈표 3-3〉 PORT-MIS 선박제원정보

구분	내용
선박번호	• 해당선박의 선박번호
선박명(한글), 선박명(영문)	• 해당선박의 선박명
국가코드	• 선박의 국적코드
항구코드	• 국가코드(2자리) + 항구코드(3자리)
업체코드	• 문자(2) - 문자(1) - 숫자(4)로 구성된 업체코드 7자리
나용구분	• 해당선박의 나용여부
운항형태	• 해당선박의 운항형태
톤수증서구분	• 해당선박의 톤수증서구분
사업구분	• 해당선박의 사업구분
총톤수	• 해당선박의 총톤수(최대 6자리)
국제총톤수	• 해당선박의 국제총톤수(최대 6자리)
선박흘수	• 해당선박의 선박흘수(최대 정수 2자리 + 소수점 1자리)
선박길이, 총길이	• 해당선박의 길이, 총길이(최대 정수 3자리 + 소수점 1자리)
선박너비	• 해당선박의 너비, 깊이(최대 정수 2자리 + 소수점 1자리)
선박종류코드	• 해당선박의 종류
선박건조일자	• 해당선박의 건조일자(재계측일자) YYYY/MM/DD

자료: 해양수산부(2018d)를 기반으로 저자 정리

선박의 운항형태는 외항상선, 내항상선, 연근해어선, 원양어선, 해외취업상선, 해외취업어선 등 6개로 구분되며, 선박종류는 산물선, 양곡운반선, 일반화물선, 풀컨테이너선 등과 같은 화물 운반선과 여객선, 화객선, 유람선 등 여객선, 관광선, 예도선 등 총 39개로 분류된다.

<표 3-4> 선박종류 코드

선박종류		통계분류		선박종류		통계분류	
코드	코드명	코드	코드명	코드	코드명	코드	코드명
11	여객선	01	여객선	61	견인용예선	16	기타선
12	화객선	01	여객선	62	이·접안용예선	16	기타선
13	국제카훼리	01	여객선	63	압향예선	16	기타선
14	크루즈선	01	여객선	69	기타예선	16	기타선
21	산물선(벌크선)	02	산물선	70	예부선	16	기타선
22	양곡운반선	02	산물선	71	(모래 운반용) 부선	16	기타선
23	원목운반선	03	원목선	72	(철강재 운반용) 부선	16	기타선
24	광석운반선	02	산물선	73	(원유 운반용) 부선	16	기타선
25	석탄운반선	02	산물선	74	(석유제품 운반용) 부선	16	기타선
26	시멘트운반선	04	시멘트선	75	(화공약품 운반용) 부선	16	기타선
27	자동차운반선	05	자동차선	76	(일반화물 운반용) 부선	16	기타선
28	핫코일운반선	06	핫코일선	77	(공사 작업용) 부선	16	기타선
29	철강재운반선	02	산물선	78	신조선	16	기타선
30	코일전용선	02	산물선	79	기타부선	16	기타선
31	모래운반선	02	산물선	81	관공선	16	기타선
32	냉동·냉장선	07	냉동·냉장선	82	경찰정	16	기타선
33	폐기물운반선	02	산물선	83	군함	16	기타선
39	일반화물선	08	일반 화물선	89	수상레저기구	16	기타선
41	(폴)컨테이너선	09	폴 컨테이너선	91	연근해어선	16	기타선
42	세미(혼재)컨테이너선	10	세미(혼재)컨테이너선	92	원양어선	15	어선
51	원유운반선	11	원유 운반선	93	급유선	16	기타선
52	석유제품운반선	12	석유 정제품 운반선	94	급수선	16	기타선
53	케미칼운반선	13	케미칼 운반선	95	용달선(통선)	16	기타선
54	케미칼가스운반선	13	케미칼 운반선	96	준설선	16	기타선
55	LPG운반선	14	LPG,LNG 운반선	97	유람선	16	기타선
56	LNG운반선	14	LPG,LNG 운반선	98	도선	16	기타선
59	기타유조선	12	석유 정제품 운반선	99	기타선	16	기타선

자료: 해양수산부(2021), pp. 26~24

(2) 선박 입출항정보

선박이 외항 입출항을 하기 위해 수행되는 외항선의 입출항신고를 통해서 다양한 정보가 수집되며, 이미 입력한 외항입항신고 자료가 있을 경우에는 청코드, 호출부호, 입항년도, 입항횟수를 이용하여 조회 후 수정할 수 있다. 선박의 입출항정보를 통해 선박의 입출항일시, 입항목적, 최초 출항지, 전출항지, 경유지, 차항지, 최종 목적지 등 선박 이동 정보를 수집할 수 있다. 동시에 적재화물 및 톤수, 양적하 톤수, 환적톤수 등 화물 관련 정보의 획득이 가능하다. 그 외 출입국신고를 통해 적하목록을 확보할 수 있으며, 유류정보, 선박평형수 정보, 승무원 승하선 정보도 획득할 수 있다.

입항정보의 세부 항목 중 호출부호는 최대 9자리로 구성되어 있으며, 선박재원등록 시 부여된 호출부호이다. 입항년도는 4자리 숫자이며, 입항횟수는 3자리 숫자로 구성된다. 입항일시 및 출항예정일시, 전출항지 출항일시, 경유지 출항일자는 YYYYMMDDHHMM의 형태로 구성되며, 최초출항지, 전출항지, 경유지, 차항지 등은 국가코드 2자리와 항구코드 3자리의 형태로 입력한다. 입항목적은 양하·적하(1), 양하(2), 적하(3), 선박수리(4), 해양사고(5), 승무원교대(6), 여객상륙(7), 급유(8), 선용품적재(9), 단순경유(10), 기타(99)의 11개로 구분되며, 항해구분은 외국 국적 내항선(1), 일시외항(2), 내항·외항자격변경(3), 나포선박(4), 개인항해(5), 신조선(6), 수출선박(7), 선박명변경(8), 폐선예정(9), 남북한출입(10), 실습선또는관공선(11), 원양조업선(12), 기타(99) 등의 13개 항목으로 구성된다. 적재화물은 적재화물코드 2자리 숫자형태로 입력하며, 화물 톤수는 최대 6자리 숫자로 입력할 수 있다.

출입국정보에서 승무원 수는 반드시 한 명 이상이어야 하고 최대 4자리 까지 입력할 수 있으며, 출입국관리소는 입항선박의 출입국관리소 코드를 입력한다. CIQ 수속일시는 YYYYMMDDHHMM의 형태로 입력하며, 출

입국수속항구는 국가코드 2자리와 항구코드 3자리로 구성된다. 그 외 관할 검역소, 수속장소, 검역종류, 선박안전경영증서 유효기간, 적하목록 제출번호의 정보를 입력한다.

유류정보에서는 유류종류, 당항적재여부(Y/N), IMO 기준 탱크용량(최대 10자리 숫자), 현 잔량(최대 10자리 숫자) 등의 정보가 입력된다. 선박형평수정보는 선박소유주, 총 선박평형수 보유량, 선박평형수용량, 선박평형수탱크, 선박평형수이력, 책임 선박직원의 직책 등 항목으로 구성된다.

승무원승객명부는 입출항구분, 승무원승객구분, 적하목록 제출번호(영문, 숫자 혼용 13자리), 성명, 성별, 신고품소지여부, 국적, 주민등록번호(생년월일), 선원수첩번호(여권번호), 승하선구분, 승선지, 승선일자 등의 정보를 수집한다.

외항선 출항신고 시 출항정보 제출항목은 입항정보와 대부분 유사하며, 출항일시, 최종목적지, 선박계선장소 등 일부 항목이 대체되며, 출입국정보는 입항신고와 동일하게 구성된다.

내항선 입출항신고는 외항선 입출항신고와는 달리 입항정보, 출항정보, 출입국정보로 간소하다. 입항정보는 입항일시, 출항예정일시, 최초출항지, 전출항지, 차항지, 전출항지 출항일시, 적재화물, 적재톤수, 양하톤수, 위험물톤수, 부선표출부호(1, 2)로 구성되며, 출항정보는 출항일시, 최종목적지, 차항지, 선박계선장소, 적재화물, 적재톤수, 적하톤수, 위험물톤수, 부선표출부호(1, 2)로 구성된다. 출입국정보는 수속장소만 입력하면 된다.

〈표 3-5〉 외항선 입항신고

구분		세부 신고항목	
입항신고	• 입항정보	• 청코드 • 호출부호 • 입항년도 • 입항횟수 • 신고구분 • 입항목적 • 입항일시 • 출항예정일시 • 최초출항지 • 전출항지 • 차항지	• 전출항지 출항일시 • 경유지 • 경유지 출항일시 • 적재화물 • 적재톤수 • 양하톤수 • 위험물톤수 • 환적톤수 • 부선호출부호 1 • 부선호출부호 2
	• 출입국정보	• 관할검역소 • 수속장소 • 검역종류	• 선박안전경영증서 유효기간 • 적하목록 제출번호
	• 유류정보	• 유류종류 • 당항적재여부	• IMO 기준 탱크 용량 • 현 잔량
	• 선박평형수	• 선박소유주 • 총선박평형수 보유량 • 선박평형수용량 • 선박평형수탱크	• 선박평형수 이력 • 책임 선박직원의 직책 • 책임 선박직원의 성명 • 책임 선박직원의 서명
	• 승무원 승객명부	• 주민등록번호(외국인 생년월일) • 선원수첩번호(여권번호) • 승무원직명	• 승하선 구분 • 승선지 • 승선일자
출항신고	• 출항정보	• 출항일시 • 최종목적지 • 차항지 • 선박계선장소 • 적재화물 • 적재톤수	• 적하톤수 • 위험물톤수 • 환적톤수 • 부선호출부호 1 • 부선호출부호 2
	• 출입국정보	• 관할검역소 • 수속장소 • 검역종류	• 선박안전경영증서 유효기간 • 적하목록 번호제출

자료: 해양수산부(2018d)를 기반으로 저자 정리

(3) 통합화물신고

통합화물신고는 선박 입항 후 양/적하 및 환적 외항화물(컨테이너)이 있을 경우 신고하게 되며, 화물신고, 컨테이너신고, 내항화물반출입신고, 내항컨테이너반출입신고, 항만시설사용신고(화물료), 항내운항선화물료신고, 등으로 구분되어 진행된다. 화물신고 시 청코드, 호출부호, 입항횟수, 수출입구분, 업체코드, B/L 번호를 입력하여 검색 후 화물신고를 조회할 수 있다. 화물신고는 MRN, B/L 번호, MSN, 호출부호, 입항횟수, 입출항일시, 선사, 선박국적, 양적하항, 하역방법, 부두코드(접안시설), 하역방법, 품목, 포장종류, 용적톤, 하역업체, 중량톤, 송수하인 및 주소 등 화물과 관련된 다양한 정보가 포함되어 있다. 컨테이너신고 정보는 컨테이너번호, 컨테이너규격, 봉인번호 등으로 구성된다.

내항화물의 반출입신고는 선박정보와 하역방법, 포장종류, 중량톤 및 용적톤, 양적하항 등의 화물반출입신고정보, 신고자정보 입력이 필요하며, 내항컨테이너반출입신고는 선박정보와 컨테이너반출입신고정보(적/공 컨테이너 수), 신고자정보 등이 포함된다.

항만시설사용신고(화물료)는 하역방법, BL수, 운임톤, 컨테이너 규격 및 개수, 환적 적/공 컨테이너 등의 정보가 포함된다. 항내운항선화물료신고는 하역방법, 화물 톤수(중량톤, 용적톤, 운임톤/개수) 등의 정보와 사용시설 및 시설사용시간 정보가 입력된다.

4) 제공정보

PORT-MIS는 항만이용 및 항만물류와 관련된 정보관리와 민원사무 처리 등을 위하여 구축되었으며, 이와 관련된 정보를 제공하고 있다. PORT-MIS 홈페이지에서 제공하는 정보는 선박운항 관련 정보, 항만시설 이용정

보, 화물 관련 정보, 위험물 관련 정보, 관제 및 코드, HNS 등을 기본적으로 제공하고 있다.

〈표 3-6〉 PORT-MIS 제공정보

구분	세분류	구분	세분류
선박운항	선박제원정보	코드	화물품목코드 조회
	선박입출항정보		컨테이너유형코드 조회
	통과선박 FAX확인		국내항통계분류 조회
항만시설	갑문입출항예정시간		국내항간거리통계분류코드 조회
	시설사용허가현황		부두통계분류코드 조회
화물	집계표정보		위험물코드 조회
	화물컨테이너집계표(민원인)		선박종류코드 조회
	컨테이너이력정보		화물품목통계분류 조회
	화물료신고현황(반출입대비)		지역통계분류 조회
위험물	위험물반입신고현황		포장종류매퍼링코드 조회
	위험물적하일람표		톤급통계분류 조회
관제	모선별관제현황		선박용도 통계분류 조회
	재박선박현황		시설제원코드 조회
	본선동정		국가코드 조회(보안료)
	부두별관제현황		항구코드 조회
	관제교신현황		선사코드 조회
	관제입력LIST 출력		보세장치장코드 조회
HNS	HNS기초자료 조회		

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 홈페이지(검색일: 2021. 5. 25)

또한, PORT-MIS는 선박입출항통계, 화물통계, 컨테이너통계 등 다양한 항만물류통계를 제공한다. 선박입출항통계는 기간별, 항만별, 선박종류별/해외지역별 입출항 실적과 전년대비 기간별/선종별/톤급별/국가별 추이와 전년대비 입출항 추이 등의 세부 통계를 제공하며, 화물 및 컨테이너통계도 세분화된 통계를 제공하고 있다.

〈표 3-7〉 PORT-MIS 제공 항만물류통계

구분	세분류
선박입출항 통계	선박입출항_기간별
	선박입출항_항만별
	선박입출항_선박종류별, 해외지역별
	선박입출항_전년대비 기간별 추이
	선박입출항_전년대비 선종별 추이
	선박입항_전년대비 톤급별 추이
	선박입출항_전년대비 국가별 추이
	선박입출항_전년대비 입출항 추이
화물통계	화물수송_총괄
	내외항 품목별 화물수송 입출항
	지역별 수출입 화물수송 현황
	연안화물
	화물처리실적_품목별
	화물처리실적_전년대비 추이
	컨/비컨 품목별 전년대비 추이
	해외지역별 전년대비 추이
	국가별 전년대비 추이
	지정화물처리실적
	컨/비컨 품목별
컨테이너통계	컨테이너 수송실적_총괄
	컨테이너 수송처리실적_항만별 전년대비 추이
	컨테이너 국가별 전년대비 추이
	컨테이너 전년대비 추이
	컨테이너 처리실적_규격별
	컨테이너 처리실적_해외지역별

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 홈페이지(검색일: 2021. 5. 25)

2. 해상교통관제시스템(Vessel Traffic Service System)

1) 개요

선박교통관제는 선박교통의 안전을 증진하고 해양환경과 해양시설을 보호하기 위하여 선박의 위치를 탐지하고 선박과 통신할 수 있는 설비를 설치·운영함으로써 선박의 동정을 관찰하며 선박에 대하여 안전에 관한 정보 및 항만의 효율적 운영에 필요한 항만운영정보를 제공하는 것을 말한다.⁴⁷⁾ 해상교통관제시스템(Vessel Traffic Service System)은 「선박교통관제에 관한 법률」을 기반으로 레이더, 초단파무선통신장비(VHF: Very High Frequency), 선박자동식별장치(AIS: Automatic Identification System) 등 선박의 위치를 탐지하고, 선박과 통신할 수 있는 설비를 이용하여 항만 또는 연안해역의 통항선박 동정을 관찰하고, 이에 필요한 정보를 제공하는 정보교환체제로 1993년 포항항에 최초 도입 후 부산항, 태안연안 등 전국 20개소에 설치하여 운영하고 있다(<그림 3-15> 참고).⁴⁸⁾

해상교통관제(VTS)의 주요 업무는 항만을 입출항하는 선박 및 연안해역을 운항하는 선박에 대한 해상교통상황을 파악하고 관련 정보를 제공한다. 동시에 항로이탈, 위험구역접근, 충돌위험 등으로부터 해양사고를 예방하기 위한 선박교통관제, 선박운항현황, 도선, 예인선 운항계획 등 해상교통 정보와 항만시설, 정박지 등 항만운영정보 제공, 조류, 조석, 해상기상 등 선박 안전운항을 위한 항행안전정보 제공, 해양사고 및 비상상황 발생 시 신속한 초동조치 및 전파 등 다양한 정보를 제공한다.⁴⁹⁾

47) 「선박교통관제에 관한 법률」 제2조제1호

48) 해양경찰청 홈페이지(검색일: 2021. 5. 9)

49) 위의 자료

〈그림 3-15〉 전국 VTS 설치현황 및 VTS 센터 위치



자료: 해양경찰청(2020), p. 8

관제대상선박은 국제항해에 취항하는 선박, 총톤수 300톤 이상의 선박(「어선법」 제2조제1호에 따른 어선 중 국내항 사이만을 항행하는 내항어선은 제외), 「해사안전법」 제2조제6호에 따른 위험화물운반선, 해양경찰청장이 고시하는 선박(「선박교통관제에 관한 규정」 제5호 및 별표2) 등이다(〈표 3-8〉 참고).

〈표 3-8〉 관제대상선박

대상선박
• 국제항해에 종사하는 선박 • 총톤수 300톤 이상의 선박(단, 내항어선은 제외한다) • 「해사안전법」 제2조제6호에 따른 위험화물운반선 • 부선이나 구조물을 끌거나 밀어서 이동시키는 선박자동식별장치를 설치한 예인선 • 여객선 • 총톤수 2톤 이상의 선박자동식별장치를 설치한 유선 • 총톤수 300톤 미만의 선박자동식별장치를 설치한 다음 어느 하나에 해당하는 선박 - 공사 또는 작업에 종사하는 선박 - 해양조사선·순찰선·표지선·측량선·어업지도선·시험조사선 등 행정목적으로 운영하는 관공선 - 「선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률」 제2조제4호에 따른 예선(경인·태안·진도·여수연안 제외) - 「선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률」 제2조제5호 라목에 따른 급수선·급유선·도선선·통선(경인·태안·진도·여수연안 제외)

자료: 「선박교통관제에 관한 규정」(해양경찰청고시 제2021-2호) 별표 2

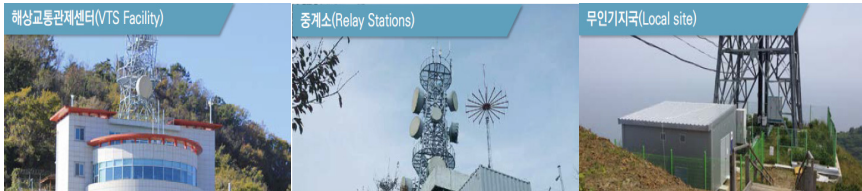
2) 시설 및 장비현황⁵⁰⁾

VTS 시설은 선박교통의 안전 및 효율성을 증진하고 해양환경을 보호하기 위하여 레이더, VHF, AIS 등의 장비를 이용하여 24시간 선박의 활동을 관찰하여 안전한 입출항 및 선박 통항을 지원하는 ① 해상교통관제센터, 원거리 또는 네트워크 통달거리를 벗어난 레이더 사이트의 레이더, 기상, 방향탐지기 등의 정보를 VTS 센터에 전송하기 위해 주로 마이크로웨이브 장비가 설치·운영되는 ② 무인중계소, 관제구역에서 운항 중인 선박을 추적

50) 해양경찰청(2020), pp. 6~7을 참고하여 작성.

및 감시하는 레이더 장비와 통신, 기상 CCTV, 첩탐 등 각종 장비들이 설치된 ③ 무인기지국으로 구성된다.

〈그림 3-16〉 해상교통관제 시설

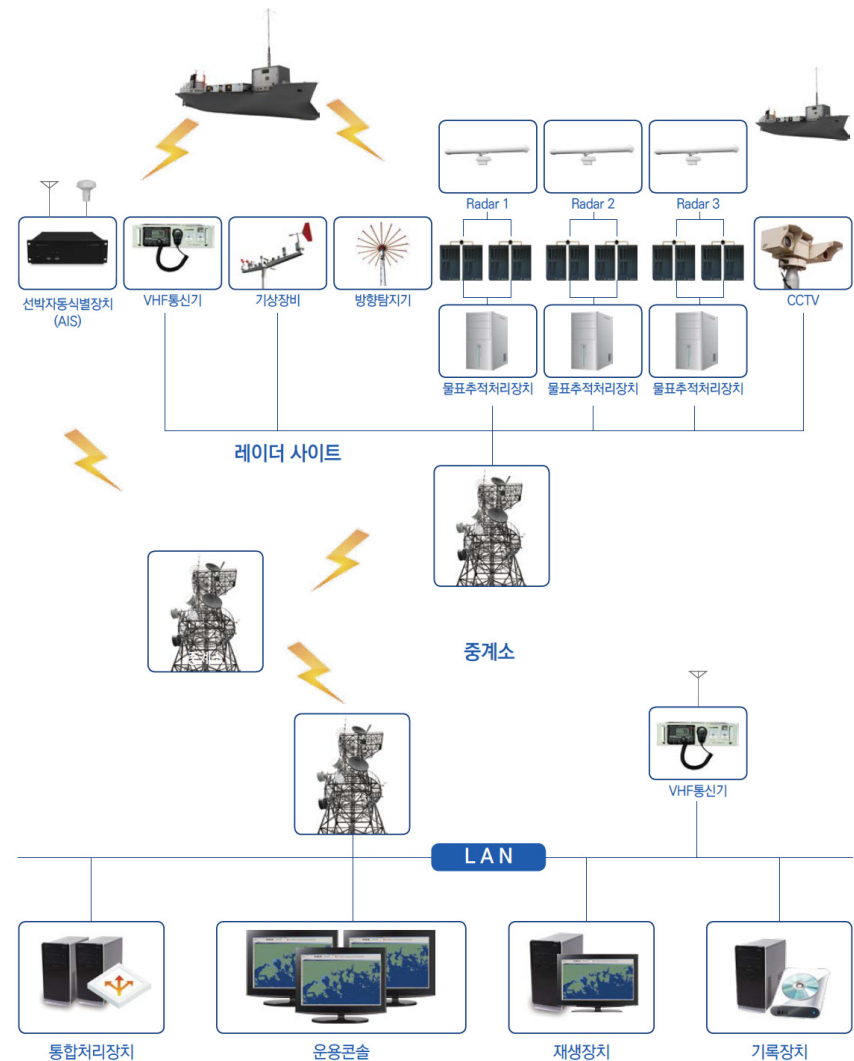


자료: 해양경찰청(2020), p. 6

VTS 장비는 해상교통관제사가 전자해도에 표출되는 레이더 영상, AIS 정보, 기상, 방향탐지 등의 정보와 경보통합장치의 통합경보를 화면에 전시하여 관제구역 내 선박의 이동상황 감시 및 통제하는 VTS 운영콘솔이 있으며, 운영콘솔 화면에 제공되는 대상물체의 거리, 방위, 형상을 측정하는 레이더, 선박의 선명, 제원 등 선박정보와 선박위치, 속력, 방위 등 운항정보 및 흘수, 도착정보, 안전메시지 등 항행정보를 선박 대 선박, 선박 대 육상 간 자동으로 송수신하는 AIS 시스템으로 운영된다. 또한, 관제구역의 레이더 음영구간 등에 운항하는 선박을 화상으로 감시하거나, VTS 센터 및 무인기지국소 등의 주요시설에 대해 외부 침입을 감시하기 위한 CCTV, 해상의 풍향, 풍속, 온도, 습도, 기압, 시정 등 각종 기상정보를 수집하여 VTS 운영콘솔에 전시하는 기상 장비가 운용된다. 그리고 150Mhz 대역의 주파수를 이용하여 선박과 VTS 센터 간 음성 및 데이터를 교신하기 위한 초단파 무선통신장치(VHF System)와 VTS 센터, 선박 간에 이루어지는 VHF 교신신호를 수신하여 선박의 방향정보를 제공하는 장비로 해당 선박과 VHF 교신 시 방향표시선이 운영콘솔 모니터 화면에 표시하는 초단파방향탐지장비(VHF/DF System), VTS 시스템에서 공유되는 레이더 영상, VHF 교신음성 등의 정보를 실시간으로 수집 및 저장하는 기록장치, 해상

의 모든 관제대상 선박 또는 추적대상 선박에 관한 정보를 수집 및 통합하여 경보발령 및 감시하는 경보통합처리장치 등으로 구성된다.

〈그림 3-17〉 해상교통관제시스템 구성도



자료: 해양경찰청(2020), p. 5

3) 운영절차

VTs 운영절차는 크게 선박의 보고절차와 해상교통관제(VTS) 절차로 구분된다. 관제대상선박이 관제구역에 입출항하거나 통과할 경우 VTS 센터의 보고절차에 따라 보고한 후 VTS 센터의 관제를 준수해야 한다. 선박이 관제구역을 입항할 경우 항계 진입 1~2시간 전 또는 6~15마일 전에 선명, 호출부호, 도착예정시간, 목적지, 진출항지 등을 보고해야 하며(입항 예정 보고), 관제구역 진입 시 선명, 호출부호, 통과위치 등을 보고해야 한다(관제구역 진입보고). 마지막으로 목적지 도착 시 선명, 호출부호, 입항장소 및 시간 등의 도착보고를 해야 한다. 선박이 관제구역에서 출항할 경우에는 출항 10~30분 전에 선명, 출항예정 시간, 목적지 등을 보고해야 하며(출항예정 보고), 출항 즉시 선명, 호출부호, 출항시간, 목적지, 선적화물 등을 보고해야 한다(출항보고). 해당 선박이 관제구역을 통과할 경우에도 선명, 호출부호, 통과위치 등을 보고해야 한다(관제구역 통과보고).

해상교통관제센터는 관제구역에 진입한 모든 선박의 통항 상황을 감시하고, 동시에 타 선박의 위치, 기상, 항행 정보 등을 제공한다. 또한 해양사고 위험을 미리 방지하기 위한 안전과 관련된 조언 및 권고를 수행하며, 항법·규정집행 또는 충돌, 좌초 등 긴박한 사고위험이 있을 경우 시정요구를 지시할 수 있다.⁵¹⁾ 해상교통관제센터는 효율적인 관제업무 수행을 위해 관찰 확인부터 지시까지 단계별 관제절차를 준수하며, 사고위험 등 긴급한 사유가 있을 경우 절차 중 일부를 생략하기도 한다.⁵²⁾

51) 국민안전처 해양경비안전본부(2015), p. 33.

52) 상계서,

〈표 3-9〉 VTS 통신절차 예시(부산항)

구분	신고시점		보고내용
부산항 및 부산신항 구역	진입 신고	관제구역 진입 시	• 선박명, 호출부호, 통과위치 • 출항지, 목적지 ※ 목적지가 관제구역 내 항만 또는 정박지에 입항하는 경우에는 목적지, 입항예정시간, 입항장소 • 그 밖에 항행안전에 필요한 사항
		정박지 또는 계류시설 입항 시	• 선박명, 호출부호 • 입항시간 및 입항장소 • 그 밖에 항행안전에 필요한 사항
	진출 신고	출항예정 10분 전	• 선박명, 호출부호 • 출항예정시간, 출항장소 • 목적지 • 그 밖에 항행안전에 필요한 사항
		출항 즉시	• 선박명 • 출항시간 및 출항장소 • 그 밖에 항행안전에 필요한 사항
		관제구역 진출 시	• 선박명 • 통과위치 • 그 밖에 항행안전에 필요한 사항

자료: 「선박교통관제에 관한 법률」 [별표 4] 선박교통관제구역별 관제대상선박 신고 방법

4) 데이터 수집 체계

VTS 시스템은 관제구역을 진출입하는 선박의 진입신고, 진출신고 등을 통해 선박 운항관련 정보를 수집하고 있다. 관제구역 진입 시 선박명, 호출부호, 통과위치, 입항예정시간, 입항장소 및 항행안전에 필요한 사항 등을 신고한다. 예를 들어 부산항을 입항하려는 선박은 부산항 관제구역 진입 시 선박명, 호출부호, 통과위치, 출항지, 목적지 등을 신고하며, 정박지 또는 계류시설에 입항 시 선박명, 호출부호, 입항시간 및 장소 등을 신고해야 하므로 관련 정보를 수집할 수 있다. 출항하는 경우에도 선박명, 통과위치, 출항예정시간, 출항시간 및 장소 등의 진출 신고를 해야 한다. 이 경우에도 출항예정 10분 전 선박명, 호출부호, 출항예정시간, 출항장소, 목적지를 신

고해야 하며, 출항 즉시 선박명, 출항시각 및 장소를, 관제구역 진출 시 선박명, 통과위치를 신고해야 하므로 관련 정보를 획득할 수 있다.

즉 VTS는 관제구역에 진출입 및 통과하는 선박의 이동 및 시간 정보의 획득이 가능하며, 이는 항만을 이용하는 선박의 동선 및 활동시간을 파악하는 데 중요한 정보로 활용할 수 있다.

3. 선박자동식별시스템(Automatic Identification System)

1) 개요

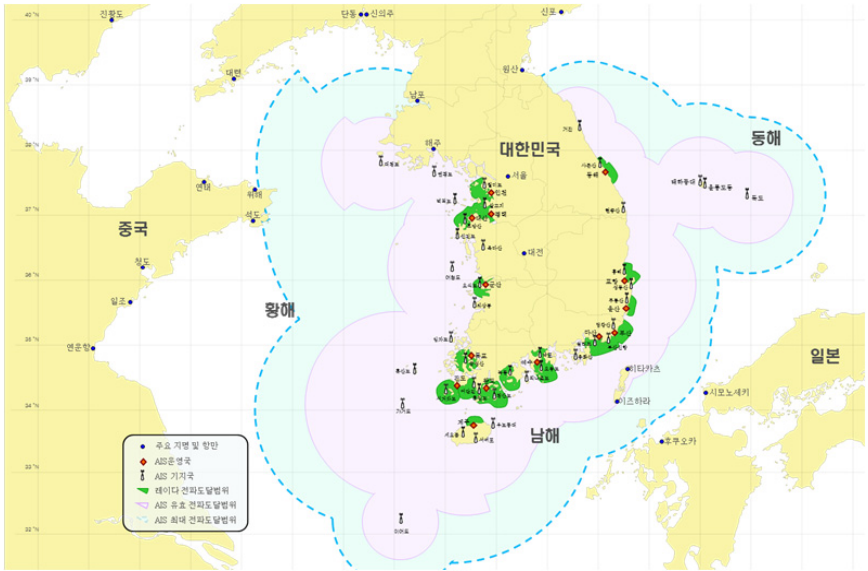
AIS(Automated Identification System, 선박자동식별장치)는 선박의 제원, 위치, 속력 등 항해 관련 정보를 상호 교환함으로써 해상에서 선박의 안전항해를 도모하기 위해 도입한 시스템⁵³⁾으로 최근에는 안전 목적뿐만 아니라 친환경, 생산성 향상 등 다른 목적으로도 많이 활용되고 있다. 그동안 항로 주변의 물표 식별을 레이더에 의존해 왔으나, 레이더의 경우에는 전파의 특성을 사용하여 물표 식별은 용이한 반면 음영지역 또는 소형 물표의 위치식별이 어렵고 물표의 명칭 등 세부 정보를 확인할 수 있는 방법이 없었다.⁵⁴⁾ 이러한 문제를 해결하기 위해 나온 기술이 AIS이며, 움직이는 선박이 현재의 위치나 속도 등의 정보를 직접 송신함에 따라 보다 정확한 정보를 확보할 수 있었다. AIS는 항공교통관리를 위한 항공용 ADS(Automated Dependant Surveillance) 트랜스폰더를 개발한 국제민간항공기구(ICAO: International Civil Aviation Organization)의 경험을 토대로 추진되었으며, 1997년 AIS 성능기준 초안이 완성되었고, 1998년 IMO 해사안전위원회에서 관련 표준이 채택됨으로써 총톤수 300톤 이상의

53) 해양수산부(2016), p. 165.

54) 상계서, p. 3.

신조선의 AIS 장착이 2002년 7월부터 의무화되었다.⁵⁵⁾ 국내에서는 AIS 운영국 14개소와 기지국 42개소가 있으며, 국민안전처 소관 3개소와 해양수산부 소관 39개소로 나누어 운영되고 있다.⁵⁶⁾

〈그림 3-18〉 AIS 탐지범위



자료: 해양수산부(2015a), p. 5

AIS는 SOTDMA, CSTDMA 등 2가지 통신 프로토콜을 사용하고 있으며, SOTDMA의 특허권 문제로 인해 SOLAS 선박용 AIS인 Class-A와 Non-SOLAS 선박용 AIS인 Class-B로 나누어지게 되었으며, 두 가지 유형의 차이점은 위치, 속도 등 동적정보를 전송하는 주기가 다르다는 것이다.⁵⁷⁾ 아래 〈표 3-10〉을 보면, Class-A 타입은 항해 중과 정박 중 다른 전송주기를 가지고 있으나 Class-B 타입은 항해, 정박 구분 없이 5초에서

55) 강무홍 외(2020), pp. 19-20.

56) 박한선 외(2017), p. 23.

57) 해양수산부(2016), p. 4.

3분 주기로 전송하는 것으로 규정되어 있다.

〈표 3-10〉 선박용 AIS의 종류

구 분	Class-A AIS	Class-B AIS	
적용 선박	SOLAS 선박용	Non-SOLAS 선박용	
통신 프로토콜	SOTDMA	CSTDMA	SOTDMA
최대 송신 출력	12.5W	2W	5W
동적정보 전송주기	• 항해 중: 2~10초 • 정박 중 - 3분(~3kn) - 10초(3kn~)	• 30초(2kn~) • 3분(~2kn)	• 5~30초(2kn~) • 3분(~2kn)

자료: 해양수산부(2016), p. 4; 강무홍 외(2020), p. 20

2) 데이터 수집 체계

AIS 데이터는 정적·동적·항해정보 등 3가지 정보로 구분할 수 있다.⁵⁸⁾ 정적정보는 선박제원, 코드와 같이 주로 변하지 않는 정보를 포함하고 있으며, IMO 선박식별번호, 선박 형태, 건조일, 최대 속도, 1일 연료사용량, 연료 종류 등 약 200개 이상의 필드를 가지고 있는 것으로 조사되었다. 아래 〈그림 3-19〉는 AIS 정보 주요 공급사 중 하나인 IHS Markit에서 제공하고 있는 정적정보의 예로, IMO 선박식별번호, 선명, CallSign 등 선박을 식별할 수 있는 고유정보 외에 각 선박별 제원을 확인할 수 있는 총 280개의 필드를 가지고 있다.

58) 강무홍 외(2020), pp. 20~21.

〈그림 3-19〉 IHS Markit의 정적정보

IMOShipNo	ShipName	BreadthExtrema	BreadthMoulded	BulbousBow	CallSign	CasualtyDate	ContractDate	CountryOfBuildCode	DateOfBuild	DateofLastInspection	Deadweight	DeathDate	DeliveryDate	Depth	Displacement
0000000	Ship Name 1	21.39	21.34/N		CallSign1	20020826	19500101 USA		195300		25455		19520000	10.96	31045
0000000	Ship Name 2	21.39	21.34/N		CallSign1	20010318	19490101 USA		195208	2005-11-08 0:00	27128		19520801	10.96	32718
0000000	Ship Name 3	6.81	0		CallSign1		19590000 NTH		196100		289		19630000	0	0
0000000	Ship Name 4	21.39	21.34/N		CallSign1	20110917	19490101 USA		195210	2005-12-20 0:00	26778		19521000	10.96	32368
0000000	Ship Name 5	21.39	21.34/N		CallSign1	20130404	19490301 USA		195206		28388		19520601	10.96	37167
0000000	Ship Name 6	22.92	22.86		CallSign1	20060809	1950101 USA		196008		30442		19970412	11.89	36032
0000000	Ship Name 7	21.39	21.34/N		CallSign1	20201123	19510301 USA		195206	2018-11-21 0:00	23491		19520620	11.28	31543
0000000	Ship Name 8	20.48	20.43/N		CallSign1	20190919	19490101 USA		195209	2019-09-19 0:00	18602		19520901	10.67	0
0000000	Ship Name 9	18.34	18.29		CallSign1		19410000 USA		194300		16805		19430828	10.67	0
0000000	Ship Name 10	18.37	18.29/N		CallSign1	20201017	19400101 USA		194307	2018-09-27 0:00	15787		19420701	10.67	19253
0000000	Ship Name 11	22.92	22.86/N		CallSign1	20190407	19560101 USA		195900	2005-03-08 0:00	24536		19590000	11.43	30126
0000000	Ship Name 12	18.34	18.29/N		CallSign1	20201209	19400101 USA		194308	2020-10-23 0:00	15850		19430800	10.67	0
0000000	Ship Name 13	23.22	23.17		CallSign1		19590101 USA		196204		20190		19520801	13.62	0
0000000	Ship Name 14	22	21.95/N		CallSign1	20061106	19490101 USA		195208		26759		19520801	10.96	35407
0000000	Ship Name 15	22	21.95/N		CallSign1	20200906	19500101 USA		195310	2020-09-07 0:00	19390		19920421	11	25167
0000000	Ship Name 16	22.92	22.86/N		CallSign1		19550101 USA		195800		31750		19730000	11.43	38830
0000000	Ship Name 17	9.56	9.5		CallSign1	19970906	19580101 GFR		196100	2018-12-05 0:00	736		19610000	5.49	0
0000000	Ship Name 18	9.17	9/N		CallSign1		19430000 USA		194500		1030		19450000	4.12	0
0000000	Ship Name 19	12.04	12.01/N		CallSign1	20180904	19580701 SPN		196110		1372		19611000	3.96	0
0000000	Ship Name 20	9.81	9.76		CallSign1	20010929	19420101 USA		194500		968		19450000	4.58	0
0000000	Ship Name 21	20.48	20.43		CallSign1	20151211	19390101 USA		194206		4538		19420601	10.67	0
0000000	Ship Name 22	19.38	19.31/N		CallSign1		19550101 GFR		195810		19991		19581021	12.5	0
0000000	Ship Name 23	8.84	8.82		CallSign1		19580000 GFR		196000	2006-05-27 0:00	721		19600000	3.92	0
0000000	Ship Name 24	12.04	12.01/N		CallSign1		19580701 SPN		196110		1023		19611000	3.92	0
0000000	Ship Name 25	21.37	21.34/N		CallSign1		19490101 USA		195205	2005-11-30 0:00	27128		19740000	10.96	32718
0000000	Ship Name 26	18.34	18.29/N		CallSign1	20081230	19400101 USA		194301		14350		19430101	10.67	17816
0000000	Ship Name 27	8.54	8.49/N		CallSign1		19570200 JPN		195900		832		19590000	4.3	0
0000000	Ship Name 28	22.92	22.86/N		CallSign1	20090822	19560101 USA		195900	2005-03-08 0:00	32412		19600000	11.43	42106
0000000	Ship Name 29	8.01	8		CallSign1		19071200 FRA		190912		908		19091200	3.87	0
0000000	Ship Name 30	8.51	8.48		CallSign1		19550000 JPN		195700		859		19570000	4.3	0
0000000	Ship Name 31	6.91	6.86		CallSign1		19440200 SWE		194600		220		19590000	0	0
0000000	Ship Name 32	0	22.86/N		CallSign1	20070624	19390401 USA		194200	2005-09-08 0:00	24688		19420000	11.89	34689
0000000	Ship Name 33	21.39	21.34/N		CallSign1	20181107	19470101 USA		195000		21845		19500000	11.28	27622
0000000	Ship Name 34	22.92	22.86/Y		CallSign1		19620101 USA		196503		16443		19620101	12.96	0
0000000	Ship Name 35	16.36	16.31		CallSign1		19620101 ITL		196503	2012-10-01 0:00	5840		19650301	7.93	0
0000000	Ship Name 36	8.03	8.01		CallSign1		19630000 JPN		196500		683		19650000	4.02	0
0000000	Ship Name 37	8.03	8.01		CallSign1		19630000 JPN		196500		683		19650000	4.02	0
0000000	Ship Name 38	13.03	13.01/N		CallSign1	20181206	19630101 FIN		196603	2020-10-13 0:00	3282		19660300	7.6	0
0000000	Ship Name 39	0	7.09		CallSign1		19640000 FRA		196600		244		19660000	3.26	0
0000000	Ship Name 40	27.36	27.31/Y		CallSign1		19650800 NTH		196706		37758		19670610	15.65	0
0000000	Ship Name 41	22.94	22.86/N		CallSign1	20171122	19650600 CAN		196705	2016-09-25 0:00	30745		19670508	13.72	39605
0000000	Ship Name 42	9.33	9.28/N		CallSign1	20020324	19660300 NOR		196707	2018-10-31 0:00	838		19670712	5.5	0
0000000	Ship Name 43	23.758	23.736/N		CallSign1	20200413	19660900 CAN		196711	2019-12-24 0:00	28471		19671103	12.11	0
0000000	Ship Name 44	0	22.86/N		CallSign1	20151021	19650601 CAN		196805	2014-12-01 0:00	29365		19680500	12.1	34829
0000000	Ship Name 45	12.53	12.49		CallSign1		19650801 SPN		196804	2013-11-06 0:00	2497		19680400	5.9	0
0000000	Ship Name 46	11.76	11.74/Y		CallSign1		19650901 GFR		196806	2011-01-13 0:00	1416		19680000	4.58	0
0000000	Ship Name 47	7.62	7.6		CallSign1		19651017 JPN		196710		356		19671017	3.18	0
0000000	Ship Name 48	12.72	12.69/N		CallSign1		19651201 SPN		196906	2019-10-01 0:00	2997		19690600	6.66	0
0000000	Ship Name 49	11.64	11.61/N		CallSign1		19660801 SPN		196812	1998-08-24 0:00	2006		19770000	5.21	0

주: IMO 선박식별번호, 선명, CallSign 등의 고유정보는 개인정보보호를 위해 임의로 변경
 자료: IHS Markit(2020)의 자료를 바탕으로 저자 작성

정적정보는 동적정보나 항해정보와 같이 매시간 바뀌는 정보가 아니기 때문에 실시간으로 제공하지는 않고 있으며, 일반적으로 매월 업데이트하여 구매자에게 제공하고 있다. 아래의 〈표 3-11〉은 정적정보 중 대표적인 필드와 예시값을 표시한 표이며, 이 외에도 선박의 제원, 국적, 검사일 등 선박과 관련된 정보들을 포함하고 있다.

〈표 3-11〉 AIS 정적정보(일부)

정적정보명	설명	예
IMO Number	선박식별번호	5112833
Ship Type	선박 유형	Dry Bulk Cargo / Cellular Container

정적정보명	설명	예
Year Of Build	건조일	1988
Speed	최대 속도	22kn
Consumption Speed	연료소모량 측정 기준 속도	21.25kn
Consumption Value	기준 속도로 운항 시 1일 사용하는 연료량	128 tonnes
Deadweight	선박의 재화중량 (화물, 연료, 승객 등)	38,656 tonnes
Fuel Type	연료 종류	Residual Fuel / Distillate Fuel / LNG
Main Engine Type	메인엔진 종류	Oil / Turbine
Main Engine RPM	메인엔진 분당회전수	102 RPM
Power of Main Engines	메인엔진 동력	6,877 KW
Power Of Auxiliary Engines	보조엔진 동력	987 KW

자료: 강무홍 외(2020), p. 22

AIS 데이터 중 항해정보는 목적지, 도착예정시간, 현재 흘수 등 항해 때마다 변경되는 정보를 포함하고 있다. 동적정보는 실시간으로 변경되는 선박의 위치와 상태를 포함하고 있으며, 현재 위치, 속도, 방향 등의 정보를 포함하고 있다. 동적정보는 가장 많이 발생하는 데이터로 선박 이동정보를 포함하고 있어 AIS에서 가장 핵심적인 데이터로 볼 수 있다. 아래 <그림 3-20>은 IHS Markit으로부터 받은 동적정보의 예로, 선박을 식별할 수 있는 고유번호인 IMO 선박식별번호를 기반으로 Dead wight, 위도, 경도, 이동시간, 속도, 이동상태 등의 이동정보를 포함하고 있다. <그림 3-21>은 우리나라 해양수산부에서 수집하고 있는 AIS 동적정보 중 일부이며, IHS Markit과 같은 AIS 공급사들과 비슷한 정보를 제공하고 있다. 다만 현재 이동상태를 나타내는 Move Status와 현재 이동방향을 나타내는 Heading 필드가 각각 제공되고 있으며 사용자의 요구에 따라 모두 받을 수 있다.

〈그림 3-20〉 IHS Markit의 동적정보

LRIMOShipNo	Deadweight	Latitude	Longitude	MovementDateTime	Speed	MoveStatus
1234567	0	22.9778017	113.4549667	2018-12-31 23:49:41	9.2	Under way using engine
1234567	0	-20.1113167	118.6057333	2018-12-31 23:52:44	0.1	Anchored
1234567	0	36.181985	14.9411117	2018-12-31 23:59:29	9.7	Under way using engine
1234567	0	37.5649017	122.9583417	2018-12-31 23:49:41	11.2	Under way using engine
1234567	0	37.2424667	126.4280183	2018-12-31 23:48:31	0	Moored
1234567	0	-39.5108833	-55.6893333	2018-12-31 23:59:14	12	Under way using engine
1234567	0	-20.3216167	-40.2000333	2018-12-31 23:55:02	0	Anchored
1234567	0	35.0091667	129.0493333	2018-12-31 23:58:45	0	Anchored
1234567	0	25.0032567	55.0740667	2018-12-31 23:59:08	0	Moored
1234567	0	9.3343617	76.0594183	2018-12-31 23:50:40	12.9	Under way using engine
1234567	0	11.8775983	43.436425	2018-12-31 23:59:06	11.9	Under way using engine
1234567	0	58.6604717	17.11534	2018-12-31 23:55:24	0	Moored

주: IMO 선박식별번호는 개인정보보호를 위해 임의로 변경
 자료: IHS Markit(2019)의 자료를 바탕으로 저자 작성

〈그림 3-21〉 우리나라 해양수산부의 동적정보

MMSI	일시	위도	경도	SOG	COG	Heading
123456789	2018-01-01 19:46:27	35.24623667	129.46824	14.2	37.3	38
123456789	2018-01-01 19:46:33	35.246495	129.4684817	14.1	37.4	38
123456789	2018-01-01 19:46:38	35.24680667	129.4687717	14	37.3	38
123456789	2018-01-01 19:46:44	35.24711833	129.4690617	14	37.2	38
123456789	2018-01-01 19:46:51	35.24748	129.4694033	14	37.5	39
123456789	2018-01-01 19:46:57	35.24779	129.469695	14	37.6	39
123456789	2018-01-01 19:47:03	35.24809667	129.4699933	14	38	39
123456789	2018-01-01 19:47:09	35.248405	129.47029	14.1	38.2	38
123456789	2018-01-01 19:47:15	35.24871333	129.4705867	14.1	38.3	38

주: MMSI는 개인정보보호를 위해 임의로 변경
 자료: 해양수산부(2018e)의 자료를 바탕으로 저자 작성

〈표 3-12〉는 동적정보의 대표적인 필드와 예로 선박식별번호를 이용하여 선박이 언제, 어디를, 어떻게 지나갔는지 확인할 수 있다. 이 중 선박의 이동상태를 나타내는 Move Status는 〈표 3-13〉과 같이 정박 중, 묘박 중, 항해 중 등 10개 상태로 구분될 수 있고, 이를 통해 선박이 이동 중인지, 문제가 발생했는지 등을 확인할 수 있다.

<표 3-12> AIS 동적정보(일부)

정적정보명	설명	예
IMO Number	선박식별번호	5112833
Latitude	현재 위도	22.977802° (22°58'40.1"N)
Longitude	현재 경도	113.454967° (113°27'17.9"E)
Movement Date & Time	현재 시간 (GMT 기준)	2019-06-08 12:14:00
Speed	현재 속도	13.5kn
Move Status	현재 운항상태	Moored, Anchored, Under way using engine 등

자료: 강무홍 외(2020), p. 23

<표 3-13> 선박 운항상태(MoveStatus)

선박 운항상태	설명
Moored	정박 중
Anchored	요박 중
Aground	좌초
Engaged in fishing	낚시 중
N/A	-
Not under command	선박 조종 불능
Restricted maneuverability	제한 기동 중
Constrained by draught	흘수 제한 중
Under way sailing	항해 중
Under way using engine	항해 중(엔진 사용)

자료: IHS Markit(2019) 기반 저자 분석

이러한 AIS 데이터는 선박들이 주기적으로 자신의 이동정보를 전송하기 때문에 입출항 정보를 기반으로 하는 PORT-MIS 데이터보다 더 정밀한 데이터라 할 수 있다. 다만 AIS는 원칙적으로 2초부터 3분 내의 주기로 전송되는 것으로 규정되어 있으나, 실제 데이터는 그렇지 않은 것으로 조사되었다. 강무홍 외(2020)의 연구에 따르면 IHS Markit의 2019년도 컨테이너선 데

이터는 약 41백만 건, 평균 수신주기가 약 57분인 것으로 조사되어 정밀한 수준의 데이터는 아닌 것으로 분석되었다.⁵⁹⁾ IHS Markit과 같이 AIS 데이터를 제공하고 있는 VesselsValue의 데이터도 비슷한 수준인 것으로 분석되었으며, 이는 AIS 미수신을 및 원양에서의 미수신, AIS 데이터 벤더의 자체 필터링 등이 원인으로 전 세계 AIS 데이터를 정밀한 수준으로 확보하기에는 많은 어려움이 있다. 따라서, 이러한 데이터를 사용하기 위해서는 별도의 보정 과정을 거치거나 수신주기가 짧은 AIS 데이터를 벤더가 아닌 각 국가별로 확보해야 할 것이다. 앞의 〈그림 3-21〉 해양수산부 AIS 데이터와 같이 초 또는 분단위의 데이터가 확보될 것으로 예상된다. 현행 「선박교통관제시설 설치 및 관리에 관한 규칙」⁶⁰⁾의 별표3 선박자동식별장치 시스템 기술기준에는 명시되어 있지 않으나, 과거 같은 목적의 훈령인 「해상교통관제시스템 시설관리규정」⁶¹⁾의 별표4 선박자동식별장치(AIS) 기술기준에는 정보갱신 비율이 〈표 3-14〉와 같이 명시되어 있다.

〈표 3-14〉 국내 AIS 정보갱신비율

구분		보고간격
고정정보(static)		매 6분 그리고 요구 시
유동정보 (dynamic)	정박 중인 선박	3분
	속력이 0-14kts인 선박	12초
	속력이 0-14kts이고 변침 중인 선박	4초
	속력이 14-23kts인 선박	6초
	속력이 14-23kts이고 변침 중인 선박	2초
	속력이 23kts 이상인 선박	3초
	속력이 23kts 이상이고 변침 중인 선박	2초
항해관련		매 6분, 데이터가 수정되거나 요청 시
안전 관련 짧은 메시지		요구 시

자료: 「해상교통관제시스템 시설관리규정」(국민안전처훈령 제40호) 별표 4를 기반으로 저자 정리

59) 강무홍 외(2020), p. 24.

60) 해양경찰청장훈령 제181호(2020. 6. 4.)

61) 국민안전처훈령 제136호(2015. 11. 2.)

따라서 기존 훈령에 명시되어 있는 AIS 정보갱신주기가 동일할 경우 국내 AIS 자료를 활용함으로써 보다 정확한 빅데이터 분석이 가능할 것이며, 이를 확보하여 효과적인 정책의사결정이 가능해지도록 해야 할 것이다.

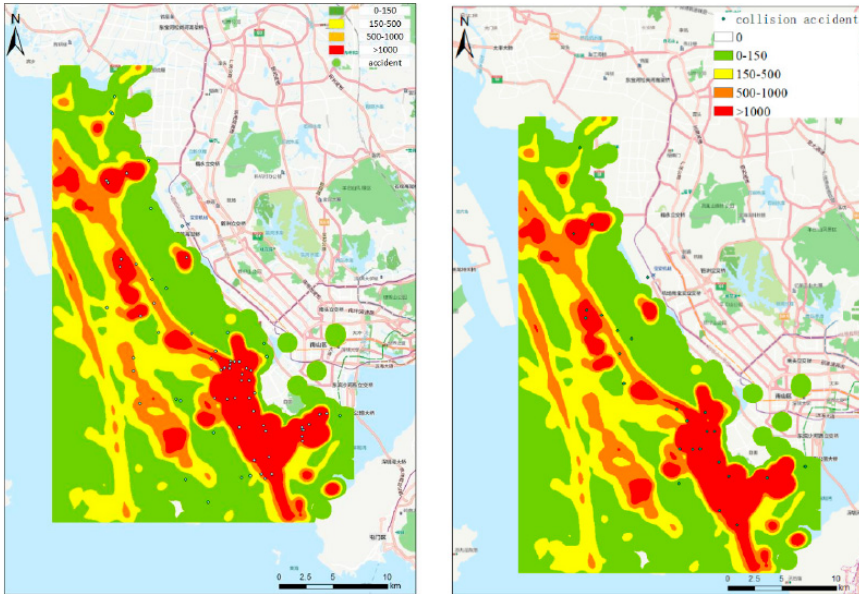
3) 활용 분야

AIS는 파악된 선박들의 위치를 통해 안전사고를 미연에 방지하기 위한 목적으로 개발되었다. 이동 중 초단위로 수신되는 선박들의 위치를 파악함으로써 선박들의 이동 경로를 파악하고, 거리가 가깝거나 충돌 위험이 있는 위치에 있는 경우 이를 선박에 알려 사고를 방지할 수 있다. 많은 전문가들은 선박에 AIS를 설치함에 따라 전 세계적으로 선박 충돌 사고가 줄어들고 있다고 하며, 특히 아래 <그림 3-22>과 같이 선박의 통항량을 바탕으로 사고 발생 가능성이 높은 지역을 파악하여 대비책을 마련하는 연구도 진행되고 있다.

AIS는 선박의 안전항해를 도모하기 위한 장비로 개발되었으나 최근에는 AIS 기술과 주파수를 응용한 다양한 형태의 응용 장치가 활용되고 있으며, 해상에서의 익수자 위치 전송을 위해 활용되는 MOB(Man Overboard) 장치, 어업용 그물의 위치를 표시하는 데 사용하는 어망 표시장치(net buoy), 빙산의 위치를 표시하는 데 사용되는 빙산 표시 장치, 해양관측용 부이 위치 표시 장치 등 매우 다양한 형태의 장치들이 개발 및 사용되고 있다.⁶²⁾

62) 해양수산부(2016), p. 150.

〈그림 3-22〉 선전항 인근 사고 위치



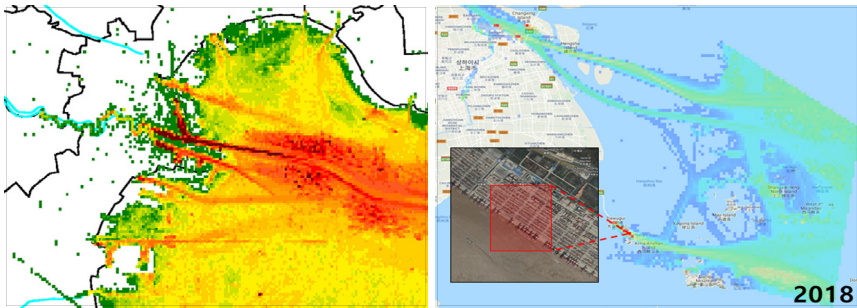
주: (좌) 선박 통항량 및 전체 선박사고, (우) 선박 통항량 및 선박 충돌사고
 자료: Li *et al.*(2019), p. 10

최근에는 이러한 선박 안전 분야 외에 다른 분야에서도 AIS 데이터가 활용되고 있다. 그 중 대표적인 연구로 AIS 데이터를 통해 선박들의 동선을 파악함으로써 선박들이 배출하고 있는 배기가스 배출량을 분석하는 연구가 있다. AIS 데이터가 많이 활용되지 않던 2000년대 초반까지는 전 세계 선박유 판매량을 기준으로 선박들이 배출하는 배기가스량을 추정하거나 또는 선박들이 주요 항만 간 운항한 정보를 통해 이를 추정했다. 하지만 사용된 데이터가 정밀하지 않아 정확한 추정이 불가능하였고, 이러한 문제를 해결하기 위해 최근에는 AIS 데이터를 활용하여 선박들이 배출하고 있는 배기가스량을 추정하는 연구가 많이 추진되고 있다.

Chen *et al.*(2016)의 연구⁶³⁾를 대표적으로 볼 수 있으며, 동 논문에서는 중국 내 AIS 데이터를 기반으로 텐진항 주변의 배기가스 배출량을 추정

했다. 특히 황산화물, 질소산화물, 미세먼지 등 주요 배기가스별로 TEN진항 인근에 얼마나 많이 배출되고 있는지 공간적으로 표시함으로써 주요 배출 지역 또한 표시할 수 있었다. 우리나라에서도 관련된 연구가 진행되었으며, 강무홍 외(2020)의 연구에서는 부산항, 싱가포르항, 상하이항, 로테르담항, LA/LB항 등 전 세계 주요 항만에서 배출되고 있는 선박 기인 배기가스 배출량을 계산하고 이를 공간적으로 표시하였다. 이러한 공간적인 표현은 위치정보를 포함하고 있는 AIS 데이터를 활용했기에 가능했는데, 이를 활용한 다양한 연구가 이뤄질 것으로 예상된다.

〈그림 3-23〉 TEN진항 인근 SO_x 발생량 및 상하이항 인근 연료사용량 추정



자료: (좌) Chen *et al.*(2016), p. 15 / (우) 강무홍 외(2020), p. 48

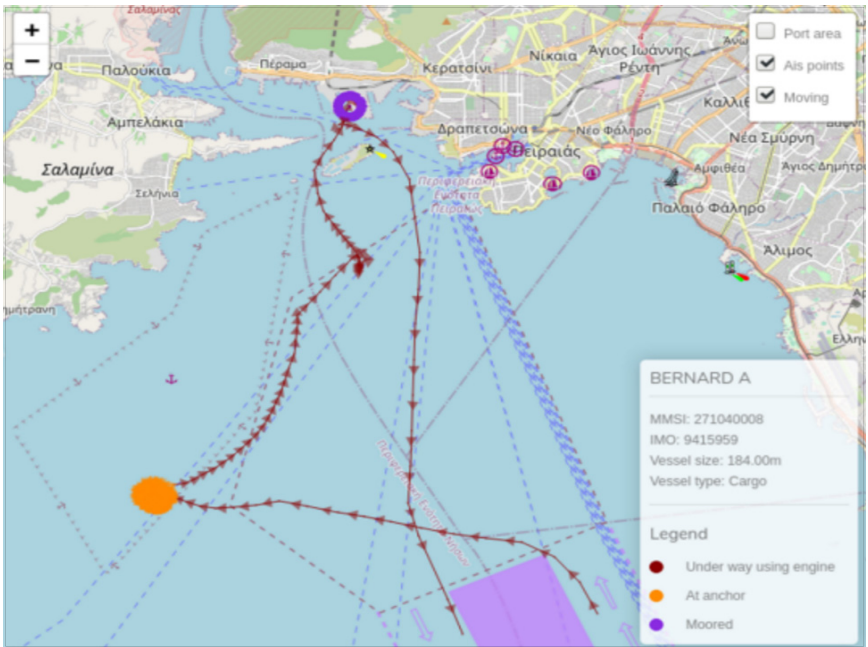
AIS 데이터는 항만 내 생산성 향상을 위한 데이터로도 활용되고 있다. 김광일·이창현·안장영(2020)의 연구에서는 AIS의 선박항적데이터를 이용하여 제주항에 입출항하는 선박의 이동시간 통계를 산출하여 선박입출항 소요시간을 분석했다. 이를 통해 효율적인 선박 배치 방안을 제시함으로써 제주항 생산성을 향상시키고자 했다.

Martincic *et al.*(2020)의 연구에서는 AIS 데이터를 활용하여 선박 내 주요 정박지, 묘박지를 파악하고 오류 데이터⁶⁴⁾를 보정함으로써 AIS 데이

63) Chen *et al.*(2016), pp. 10-18.

터의 정확성을 향상시켰고, 이를 통해 항만 내 비즈니스 및 환경 관련 효율성을 수치적으로 표현할 수 있는 방법을 제안함으로써 생산성 향상을 도모하고자 했다. <그림 3-24>는 동 연구에서 개발한 PARES(The Port Area Vessel Movements) 툴을 통해 특정 선박의 위치를 파악하고, 이를 기반으로 운항상태별로 시간을 파악하는 화면으로, 항만 이해관계자들에게 관련된 정보를 제공함으로써 생산성을 향상하고자 했다.

〈그림 3-24〉 PARES 툴을 통한 선박 동선 및 시간 파악



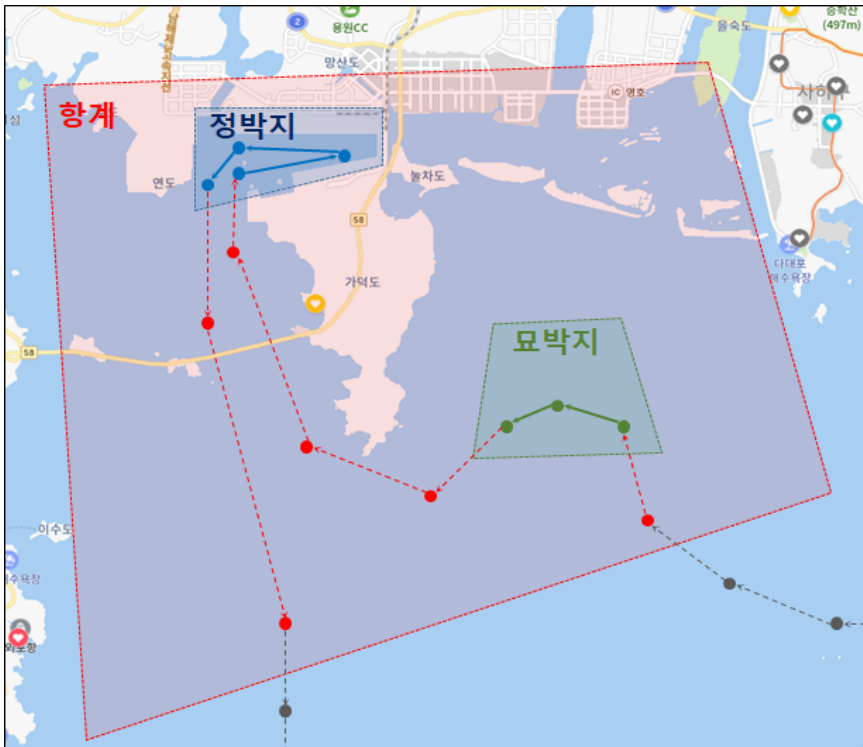
자료: Martincic *et al.*(2020), p. 3

또한 KMI에서는 현재 AIS 데이터를 활용하여 항만의 서비스 수준을 분석하는 연구를 진행하고 있다. 동 연구에서는 앞의 Martincic *et al.*(2020)

64) AIS 데이터 내 운항 중, 정박 중, 묘박 중 등 운항상태 정보 오류

의 연구처럼 AIS 위치정보를 기반으로 <그림 3-25>와 같이 각 선박들의 재항시간, 묘박지 대기시간, 정박지 서비스시간을 파악하여 각 항만별 서비스 수준을 분석하고 있으며, 이를 통해 항만 생산성 향상을 위한 방안 및 지원 정책을 마련하고자 하였다. 다만 기존 연구와의 차별점으로는 운항상태 정보를 통해 정박 또는 묘박 상태를 파악하는 것이 아니고 정박지, 묘박지 위치를 지정해 해당 지역 내에 들어가게 되면 정박 또는 묘박 중임을 파악했다는 것이 다르다.

<그림 3-25> AIS 기반 항만 내 선박 이동 분석(예)



자료: 강무홍(2020), p. 8

이렇게 AIS는 원래 목적인 선박의 안전 운항뿐만 아니라 항만 생산성 향상 및 친환경화를 위해서도 활용되고 있으며, 활용분야 및 활용도가 지속적으로 확대될 것으로 예상된다.

제3절 빅데이터 적용 가능성

1. 부산항 컨테이너 물동량 전망

항만의 물동량은 항만시설 수급 산정에 적용되는 기초자료로서 항만개발여부의 판단 및 항만정책 수립에 활용되는 중요한 근거자료이다. 따라서 항만개발의 필요성 및 적합성, 항만정책의 정확성 및 적시성을 확보하기 위해서는 물동량 예측치의 정확도가 매우 중요하다. 본 절에서는 빅데이터 분석 방법론을 적용하여 부산항 컨테이너 물동량을 예측하였으며, 예측결과와 정확도를 검증하기 위해 시계열, 기계학습, 딥러닝 분석을 동시에 진행하여 상호 비교하였다.

1) 적용 데이터

부산항 컨테이너 물동량 예측 모형을 개발하기 위해 PORT-MIS에서 제공하는 1994~2020년 기간의 월별 수출입, 환적 컨테이너 물동량을 활용하였다. 컨테이너 물동량은 적컨테이너와 공컨테이너로 구분된다. 공컨테이너 물동량은 이전 시점의 적컨테이너와 공컨테이너의 물동량을 기반으로 예측할 수 있으므로 본 연구에서는 적컨테이너의 월별 수출입, 환적 물동량을 예측하였다. 컨테이너 물동량을 전망하기 위해 기존 부산항 컨테이너

물동량 데이터와 경제지표, 운임지수 등을 활용하였다.

항만물동량은 국내외 산업 및 경제와 밀접한 관계가 있으며, 선행연구에서도 항만물동량이 다양한 경제지표와 상관관계가 존재한다고 밝히고 있다.⁶⁵⁾ GDP를 제외한 타 경제지표와 물동량 데이터는 월별 수집이 가능하므로, 월별 물동량을 예측하는 본 연구에서는 GDP의 적용을 배제하였으며, 그 외 소비자물가지수(Customer Price Index)⁶⁶⁾, 생산자물가지수(Producers Price Index)⁶⁷⁾, 수입 물량지수(Import Volume Index)⁶⁸⁾, 수출 물량지수(Export Volume Index)⁶⁹⁾ 등 4개의 경제지표를 독립변수로 추가하였다.

본 연구에서는 문헌조사를 기반으로 6개의 운임지수와 4개의 경제지표를 부산항 컨테이너 물동량 예측 모형의 독립변수로 적용하였다. 배성훈·박근식(2019)에 따르면, 해상운임지수 중 하나인 발틱운임지수가 해상물동량과 유의한 상관관계가 있음을 언급하고 있어 항만물동량과도 유의한 상관관계가 있음을 유추할 수 있다. 본 연구에서는 발틱 해운거래소에서 건화물의 운임지수로 사용된 ‘Baltic Freight Index’를 대체하여 만든 종합운임지수인 발틱운임지수(BDIdx: Baltic Dry Index)를 비롯하여 상하이

65) GDP는 수출입화물에 유의한 변수이며(이성윤·안기명(2020), p. 51), GDP가 상승하면 부산항의 환적 물동량이 탄력적으로 증가하는 것으로 밝혀짐(양향진(2006), p. 89). 또한, GDP, 수출 물량지수, 생산자물가지수, 수입 물량지수, 소비자물가지수는 수출입 물동량과 상관관계가 높은 것으로 알려짐(장문철(2010), pp. 177~199). GDP는 한국은행에서 매 분기 종료 후 약 25일경 GDP 속보치를 작성하여 발표하나, 월별 데이터를 사용하는 본 연구에서는 적용하기에 적합하지 않은 것으로 판단됨. 분기별로 작성되는 GDP는 경기 대표성 등 통계의 상대적 중요성에도 불구하고 여전히 신속한 정보제공 측면에서는 한계가 존재함(강창구(2007), p. 44)

66) 가구에서 일상 소비 생활을 영위하기 위해 구입하는 상품과 서비스의 가격변동을 측정하기 위하여 작성한 지수

67) 국내에서 생산하여 국내시장에 출하되는 모든 재화와 서비스 요금(부가가치세를 제외한 공장도 가격)의 변동을 측정하기 위하여 작성한 지수

68) 수입 물량의 변동을 나타내 주는 것으로 수입 금액 지수를 수입 단가 지수로 나누어 사후적으로 산출한 지수

69) 수출 물량의 변동을 나타내 주는 것으로 수출 금액 지수를 수출 단가 지수로 나누어 사후적으로 산출한 지수

컨테이너 운임지수(SCFI: Shanghai Containerized Freight Index)⁷⁰⁾, 중국 컨테이너 운임지수(CCFI: China Containerized Freight Index)⁷¹⁾와 하우 로빈슨 컨테이너선 용선지수(HRCI: Howe Robinson Container Index)⁷²⁾를 적용하였다.

〈표 3-15〉 독립변수 명칭 및 약어

독립변수	약어
발틱운임지수	BDIdx
상하이 컨테이너 운임지수	SCFI
상하이-유럽 항로 운임지수	SCFI(Europe)
상하이-미국 서안 항로 운임지수	SCFI(USWC)
중국 컨테이너 운임지수	CCFI
하우 로빈슨 컨테이너선 용선지수	HRCI
소비자물가지수	cpi
생산자물가지수	ppi
수입 물량지수	ivi
수출 물량지수	evi

자료: 저자 작성

70) 상하이 거래소에서 2005년 12월 7일부터 상하이 수출 컨테이너 운송시장의 15개 항로의 스팟 운임을 반영한 운임지수

71) 중국 교통부와 상하이 항운교역소가 집계하는 중국 컨테이너 운임지수로, 세계 컨테이너 시장과 중국 해 운시황을 나타내는 주요 지수

72) 영국 해운 컨설팅 및 브로커 기업인 Howe Robinson이 발표하는 컨테이너 지수로, 선박을 하루 용선하는 데 드는 비용에 대한 컨테이너 시장 용선 요율

2) 모형 평가 지표

부산항 컨테이너 물동량 예측 모형들의 성능 비교 및 평가를 위해 본 연구에서는 회귀모형의 성능을 평가하는 다양한 성능지표 중 Mean Absolute Percentage Error(MAPE)를 일부 수정하여 적용한다. MAPE는 오차가 예측값에서 차지하는 정도를 나타내는 지표로 퍼센트 값으로 도출되며 0에 근접할수록 예측 모형의 성능이 우수하다고 해석할 수 있으며, 이상치에 취약하지 않다는 특징을 가지고 있다. 본 연구에서 정확도(Accuracy)는 다음 수식으로 산정하였다. MAPE 수식에서 A_t 는 실제값, F_t 는 예측값을 의미하며, t 와 n 은 각각 시간과 관측값의 총 기간을 의미한다. 정확도는 0~100%의 값을 가지며, 100에 근접할수록 예측 모형의 성능이 우수하다고 해석할 수 있다.

$$Accuracy = 100 - MAPE \quad (2)$$

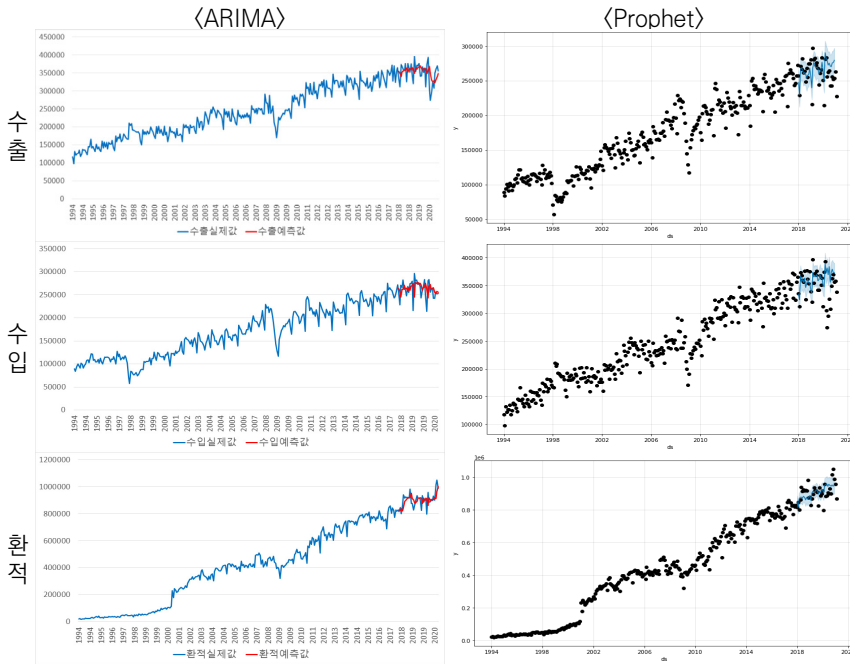
$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

3) 전망모형 구축 및 평가

(1) 시계열 방법론

본 연구에서는 ARIMA, Prophet의 2종류의 시계열 분석 기법을 통해 1994~2017년 기간 동안의 수입, 수출, 환적 적 컨테이너 물동량 추세를 기반으로 2018~2020년의 월별 수출, 수입, 환적 적 컨테이너 물동량을 추정하였으며, 예측 결과는 <그림 3-26>과 같다.

〈그림 3-26〉 시계열 방법론 적용 결과



자료: 저자 작성

(2) 기계학습 방법론

본 연구에서는 앞서 언급한 총 5개의 기계학습 모형을 사용하였으며, 2013~2020년 기간의 컨테이너 월별 물동량과 〈표 3-15〉에 명시된 독립 변수를 예측변수로 적용하였다. 2013~2019년 기간의 월별 물동량이 각 모형의 학습에 사용되며, 2020년 1월부터 12월까지의 월별 물동량을 통해 모형의 성능을 비교하였다.

다중선형회귀, Random Forest, Gradient Boosting, Adaboost 등 4개 모형은 $t-1$ 월의 독립변수를 통해 t 월의 물동량을 예측하도록 학습되었으며, 이러한 모형들은 선형회귀 및 트리 기반의 모형으로 예측변수의

중요도 파악이 가능한 장점이 있다. 따라서 성능이 우수한 모형을 기반으로 항만물동량에 중요한 영향을 미치는 독립변수를 식별할 수 있다(그림 3-27)).

〈그림 3-27〉 기계학습 데이터셋 예시

	물동량	BDIdx	SCFI	SCFI (Europe)	SCFI (USWC)	CCFI	HRCI	cpi	ppi	ivi	evi
2013-01	283312.3	773	1214.7	1340.75	2394.75	1126.426	458.75	97.8	105	95.89	91.23
2013-02	347406.8	747.75	1174.783	1250.667	2428	1144.098	467.775	98.1	105.7	85.34	84.34
2013-03	319246	867	1148.555	1181.6	2193.2	1104.373	471.7	98	105.3	91.71	94.09
2013-04	328933.5	866.5	1098.38	925.75	2200.25	1103.123	490.1	97.9	104.9	93.78	94.29
2013-05	329900	878.5	1006.414	668	2012	1069.464	502.95	97.9	104.6	91.98	98.65
2013-06	327764	941	999.3	900	1881	1023.568	508	97.7	104.6	89.14	90.98
2013-07	309230.8	1117	1090.523	1309	2023.75	1061.033	495.9	97.9	104.5	95.32	93.36
2013-08	312153.3	1114.5	1122.938	1300.75	1940.625	1119.728	502.7	98.3	104.8	90.96	92.51
2013-09	327352	1680.524	1002.635	992	1929.238	1108.303	508.0571	98.5	104.7	89.58	90.54
...											
2019-10	351141	1828.677	745.6233	587.5806	1341.097	779.1433	799.5161	105.5	103.6	116.86	110.88
2019-11	363912.8	1425.5	813.596	715.1333	1423.667	820.09	783.5333	104.9	103.4	113.14	108.3
2019-12	311870.5	1312.968	898.5275	884.6452	1411.032	848.125	770.5806	105.1	103.7	116.5	116.51
2020-01	374272	725.7419	999.2925	1037.097	1561.774	938.7125	769.0968	105.8	104.1	113.4	105.75
2020-02	393386.3	461.8966	891.3533	896.3103	1462.172	920.7	750.8621	105.8	103.7	97.9	104.81
2020-03	304681.8	600.5484	892.715	807.0323	1489.839	898.65	707.4839	105.5	102.8	115.8	122.04
...											
2020-10	369439.5	1637.677	1471.528	1124.71	3853.968	1058.163	846.0323	105.6	103	115.73	117.09
2020-11	356295.5	1181.633	1877.12	1440.255	3882.067	1140.593	1034.567	105.5	103.1	118.21	119.5
2020-12	359894	1255.385	2455.538	2818.577	3934.731	1492.062	1168.308	105.7	103.9	128.14	126.96

자료: 저자 작성

이 기계학습 모형의 학습은 두 가지 방식으로 수행하였다. 첫 번째는 Recursive feature elimination with cross validation(RFECV)⁷³⁾을 통해 변수 선택 및 교차 검증을 수행하여 수출, 수입, 환적 적 컨테이너 물동량을 예측하도록 모형을 학습시켰다. 각 기계학습 모형별 예측 대상의 학습 데이터 셋을 RFECV에 적용하였으며, 선정된 독립변수는 <표 3-16>과 같다. 두 번째 방법은 변수 선택 과정을 거치지 않고 10개의 독립변수를 모두 사용하여 수출, 수입, 환적 적 컨테이너 물동량을 예측하도록 학습하였다.

73) RFECV는 변수 중요도가 낮은 순서로 모형에서 제거해 가면서 반복마다 교차검증을 통해 모형의 성능을 계산하는 알고리즘(Mustaqim *et al.*(2021), pp. 270-275)

〈표 3-16〉 기계학습 모형 및 부문별 선정된 독립변수

모형 지표	다중선형회귀			Random Forest			Adaboost			Gradient Boosting		
	수출	수입	환적	수출	수입	환적	수출	수입	환적	수출	수입	환적
BDIdx			○	○						○		○
SCFI				○	○		○	○	○	○	○	○
SCFI (Europe)				○	○			○	○	○	○	○
SCFI (USWC)							○					○
CCFI												○
HRCI			○			○	○	○	○	○	○	○
cpi	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ppi						○			○	○		○
ivi	○	○	○	○	○		○	○		○	○	○
evi			○	○	○	○	○		○		○	○

자료: 저자 작성

LSTM 모형은 $t-k$ 월부터 $t-1$ 월까지의 독립변수와 물동량을 통해 t 월의 물동량을 예측하도록 학습된다. LSTM 모형은 독립변수와 물동량의 연계성을 반영한 예측 모형으로 예측하고자 하는 시점 이전의 일정 기간 동안 독립변수와 물동량의 관계를 고려할 수 있는 특징을 가진다.

<그림 3-28> LSTM 데이터셋 예시

	물동량	BDIdx	SCFI	SCFI (Europe)	SCFI (USWC)	CCFI	HRCI	cpi	ppi	ivi	evi
2013-01	283312.3	773	1214.7	1340.75	2394.75	1126.426	458.75	97.8	105	95.89	91.23
2013-02	347406.8	747.75	1174.783	1250.667	2428	1144.098	467.775	98.1	105.7	85.34	84.34
2013-03	319246	867	1148.555	1181.6	2193.2	1104.373	471.7	98	105.3	91.71	94.09
2013-04	328933.5	866.5	1098.38	925.75	2200.25	1103.123	490.1	97.9	104.9	93.78	94.29
2013-05	329900	878.5	1006.414	668	2012	1069.464	502.95	97.9	104.6	91.98	98.65
2013-06	327764	941	999.3	900	1881	1023.568	508	97.7	104.6	89.14	90.98
2013-07	309230.8	1117	1090.523	1309	2023.75	1061.033	495.9	97.9	104.5	95.32	93.36
2013-08	312153.3	1114.5	1122.938	1300.75	1940.625	1119.728	502.7	98.3	104.8	90.96	92.51
2013-09	327352	1680.524	1002.635	992	1929.238	1108.303	508.0571	98.5	104.7	89.58	90.54
...											
2019-10	351141	1828.677	745.6233	587.5806	1341.097	779.1433	799.5161	105.5	103.6	116.86	110.88
2019-11	363912.8	1425.5	813.596	715.1333	1423.667	820.09	783.5333	104.9	103.4	113.14	108.3
2019-12	311870.5	1312.968	898.5275	884.6452	1411.032	848.125	770.5806	105.1	103.7	116.5	116.57
2020-01	374272	725.7419	999.2925	1037.097	1561.774	938.7125	769.0968	105.8	104.1	113.4	105.75
2020-02	393386.3	461.8966	891.3533	896.3103	1462.172	920.7	750.8621	105.8	103.7	97.9	104.81
2020-03	304681.8	600.5484	892.715	807.0323	1489.839	898.65	707.4839	105.5	102.8	115.8	122.04
...											
2020-10	369439.5	1637.677	1471.528	1124.71	3853.968	1058.163	846.0323	105.6	103	115.73	117.09
2020-11	356295.5	1181.633	1877.12	1440.255	3882.067	1140.593	1034.567	105.5	103.1	118.21	119.5
2020-12	359894	1255.385	2455.538	2818.577	3934.731	1492.062	1168.308	105.7	103.9	128.14	126.96

자료: 저자 작성

LSTM 모형의 입력 기간(window size) k 는 이전 6개월의 독립변수 및 물동량의 변화를 반영할 수 있도록 6으로 설정하였으며, 모든 모형에 대해 epoch는 10, batch size는 24로 설정하였다. 각 층의 노드 개수를 변경 해가며 분류별 가장 높은 정확도를 나타내는 모형을 선정하였다. 정확도가 높은 모형을 선정함으로써 수출, 수입, 환적 부문의 모형은 각각 model 1-3, model 2-1, model 3-4가 선정되었다.

<표 3-17> 수출 적 컨테이너 물동량 예측 LSTM 모형

구분	LSTM	Dense	Dense	Dense	정확도
model 1-1	16	16	16	1	94.30%
model 1-2	32	16	16	1	93.28%
model 1-3	32	32	16	1	94.35%
model 1-4	32	32	32	1	94.22%
model 1-5	64	32	32	1	92.34%
model 1-6	64	64	32	1	92.17%
model 1-7	64	64	64	1	91.16%

자료: 저자 작성

〈표 3-18〉 수입 적 컨테이너 물동량 예측 LSTM 모형

구분	LSTM	Dense	Dense	Dense	정확도
model 2-1	16	16	16	1	89.62
model 2-2	32	16	16	1	89.54
model 2-3	32	32	16	1	88.78
model 2-4	32	32	32	1	89.37
model 2-5	64	32	32	1	88.85
model 2-6	64	64	32	1	88.16
model 2-7	64	64	64	1	87.63

자료: 저자 작성

〈표 3-19〉 환적 적 컨테이너 물동량 예측 LSTM 모형

구분	LSTM	Dense	Dense	Dense	정확도
model 3-1	16	16	16	1	92.19
model 3-2	32	16	16	1	93.02
model 3-3	32	32	16	1	92.57
model 3-4	32	32	32	1	93.19
model 3-5	64	32	32	1	92.70
model 3-6	64	64	32	1	92.77
model 3-7	64	64	64	1	92.50

자료: 저자 작성

(3) 모형 비교 및 평가

〈표 3-20〉에서 보는 바와 같이 본 연구에서 적용한 다양한 모형의 예측 결과, 시계열 분석 모형이 전반적으로 높은 정확도를 보였다. 이는 부산항 컨테이너 물동량의 월별 예측을 목적으로 하고 있어 계절성 패턴이 반영되는 시계열 모형이 기계학습 모형의 학습 집합에 대비하여 많은 기간의 물동량 데이터를 모형산출에 활용할 수 있었기 때문인 것으로 판단된다. 기계학습 모형의 경우 수출 적 컨테이너 물동량은 RFECV를 적용한 Adaboost

모형이 가장 우수한 결과를 보였으며, 수입 적 컨테이너는 RFECV를 적용하지 않은 Random Forest 모형이 적합한 것으로 나타났다. 마지막으로 환적 컨테이너 물동량 예측에는 LSTM 모형의 정확도가 가장 높게 나타났다.

〈표 3-20〉 모형의 부문별 예측 정확도

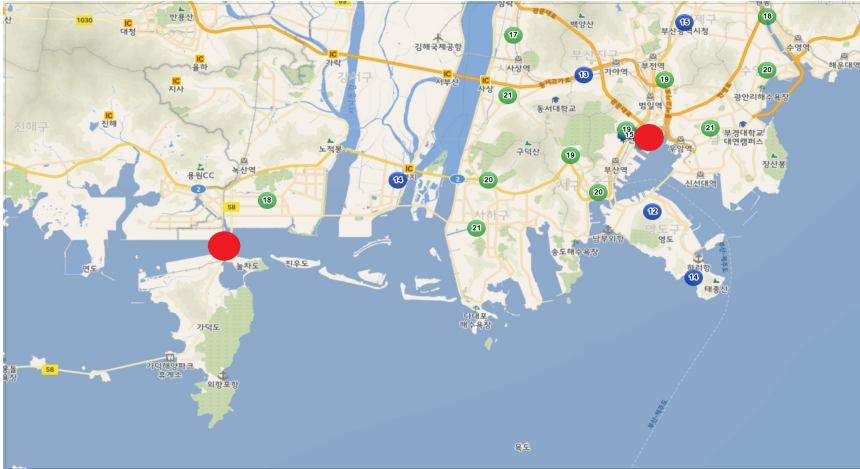
구분		수출	수입	환적
ARIMA		94.17%	93.08%	95.97%
Prophet		95.14%	93.84%	95.58%
다중선형회귀	RFECV 적용	92.31%	90.41%	85.06%
	RFECV 미적용	88.35%	87.88%	85.22%
Random Forest	RFECV 적용	93.48%	87.87%	84.61%
	RFECV 미적용	90.69%	90.48%	85.80%
Gradient Boosting	RFECV 적용	90.22%	86.10%	85.74%
	RFECV 미적용	89.16%	91.90%	85.74%
AdaBoost	RFECV 적용	94.95%	88.29%	85.89%
	RFECV 미적용	90.68%	92.55%	86.00%
LSTM		94.35%	89.62%	93.19%

자료: 저자 작성

2. 항만의 대기오염물질 배출량 산정

본 연구에서는 기존 선행 연구를 기반으로 항만배출량과 도시의 대기질 정보의 상호 비교를 수행해 보았다. 이를 위해 먼저 강무홍 외(2020)의 모형을 이용하여 부산항의 2019년과 2020년 일별 배기가스 배출량을 추정 한 후 〈그림 3-29〉의 부산 신항(좌)과 부산 북항(우)에 있는 측정소의 측정 값들과 비교를 해보았다.

〈그림 3-29〉 부산 신항(좌) 및 북항(우) 측정소 위치



자료: AIR Korea, 대기오염 관련정보 통합지도 갈무리(검색일: 2021.9.16.)

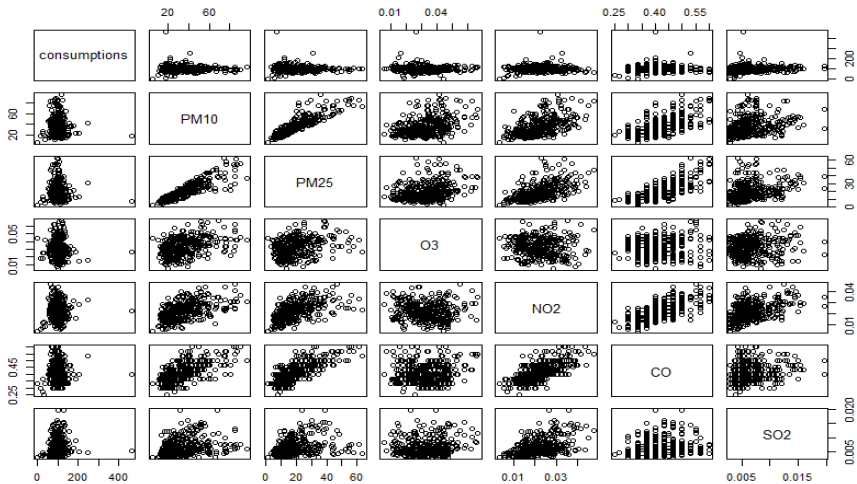
〈표 3-21〉은 부산항 신항의 일별 연료사용량 추정값과 측정소의 배기가스 배출량 실측 결과를 정리한 표이며, 이들 간의 상관관계를 분석한 결과 〈그림 3-30〉과 같이 부산항 신항, 북항 모두 선박 연료사용량과 측정량 간 상관관계수가 낮아 관련도가 낮은 것으로 분석되었는데, 이는 실제 선박이 연료를 사용하여 배기가스를 배출하는 지역과 측정소 간의 위치 차이에 의해 이러한 결과가 도출된 것으로 추정된다. 하지만 이언경 외(2020)의 연구에서와 같이 CALPUFF 모형을 통한 대기확산 분석 후의 데이터를 이용하여 측정소값과 비교·분석한다면 상관관계가 나타날 것으로 추정되며, 이를 통해 항만 배기가스 배출 및 인근지역 영향 예측도 가능할 것으로 예상된다. 실제 이언경 외(2020)의 연구에서도 대기확산 분석을 통해 미세먼지 배출량(톤)을 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)로 계산하여 비교해 본 결과 AIS를 이용해 추정한 값과 실제 측정한 값이 유사한 것으로 분석되어 이러한 분석이 유효할 것으로 예상된다.

〈표 3-21〉 부산 신항 일별 연료사용량 추정 및 배기가스 배출량 실측 결과 비교

날짜	연료 소모량 (톤)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O3 (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	SO2 (ppm)
2019-01-01	183.20	25	19	0.033	0.021	0.4	0.009
2019-01-02	260.65	22	14	0.033	0.025	0.3	0.008
2019-01-03	284.59	31	16	0.017	0.045	0.4	0.009
2019-01-04	263.67	36	23	0.013	0.043	0.5	0.016
...	...	...	...	...	...	...	...
2019-12-28	115.67	32	18	0.028	0.033	0.4	0.005
2019-12-29	76.17	46	30	0.012	0.039	0.5	0.005
2019-12-30	133.84	25	20	0.017	0.034	0.5	0.007
2019-12-31	54.52	19	12	0.042	0.021	0.3	0.006

자료: (연료소모량) 강무홍 외(2020), pp. 32~37의 모형을 기반으로 추정
(배기가스) AIR Korea(검색일: 2021. 9. 16), 최종확정 측정자료 조회(부산 신항, 2019년 기준)

〈그림 3-30〉 부산 신항의 연료소모량-배기가스 간 산포도



자료: 저자 작성

아울러 2019년과 2020년 부산 신항의 SO₂ 배출량을 비교해 본 결과 2020년 약 50% 정도 감소한 것으로 분석되었는데(〈표 3-22〉 참고), 이는 2020년부터 시행된 IMO의 연료규제 때문으로 분석된다. 이렇듯 AIS 데이터와 AIR Korea 측정소 실측값을 이용한다면, 친환경 정책 마련을 위한 데이터 분석이 가능할 것으로 예상된다.

〈표 3-22〉 부산 신항 월별 SO₂ 일평균 발생량 및 감소율

단위: ppm

구분	2019년	2020년	감소율
1월	0.014194	0.004935	65.23%
2월	0.010714	0.005897	44.97%
3월	0.014935	0.006839	54.21%
4월	0.012633	0.005267	58.31%
5월	0.016	0.005387	66.33%
6월	0.0105	0.005367	48.89%
7월	0.012613	0.004452	64.71%
8월	0.011581	0.005935	48.75%
9월	0.0063	0.004067	35.45%
10월	0.008323	0.004419	46.90%
11월	0.008533	0.004967	41.80%
12월	0.009065	0.004323	52.31%
평균	0.011283	0.005154	54.31%

자료: 저자 작성

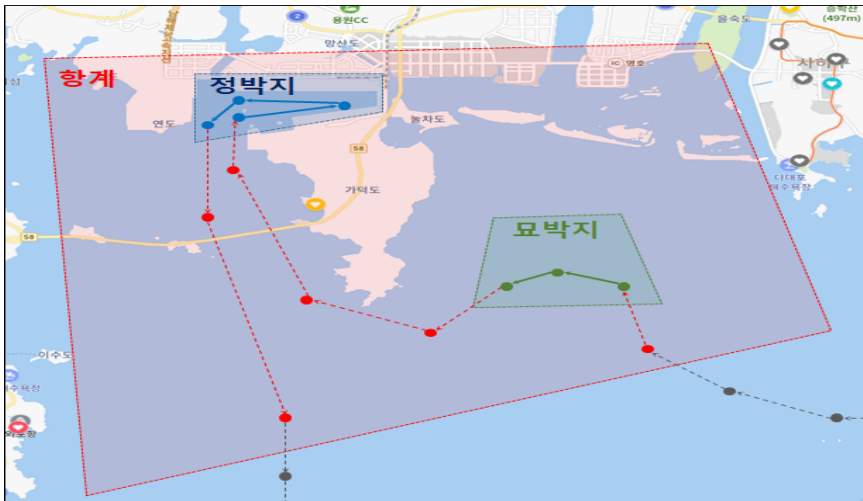
3. 항만 서비스 수준 평가

1) 개요

KMI에서는 현재 전 세계 주요 항만에 대한 서비스 수준을 분석하는 연구⁷⁴⁾를 수행 중이며, 선박의 재항시간을 분석함으로써 각 항만별 서비스

수준을 비교하고 있다. 동 연구에서는 선박이 항계 내에 머문 시간을 전체 재항시간으로 보고 묘박지에서 대기한 시간이 많을수록 항만서비스 수준이 낮은 것으로 가정하고 있다. 이를 위해 아래 <그림 3-31>과 같이 AIS 데이터를 이용하여 선박별로 동선을 파악함으로써 항계 및 묘박지, 정박지 진출입 시간을 파악하였다. <그림 3-31>의 예시에서는 묘박지를 사용했기 때문에 대기가 있었던 것으로 분석되지만, 대부분의 선박들은 묘박지를 지나지 않아 대기가 발생하지 않은 선박들인 것으로 분석되었다.

<그림 3-31> 항만 재항시간 분석 예(부산 신항 기준)



자료: 한국해양수산개발원(2021b), Working Paper

또한 개발된 모형의 검증을 위해 Port-MIS의 부산 신항 및 북항 입출항 데이터와 비교·분석했으며, 도출된 재항시간, 묘박시간 등 관련 정보가 거의 유사함을 확인하였다. 아래의 <표 3-23>은 2018년 부산 신항 5개 터미널의 시설사용시간(정박시간)과 대기시간(묘박시간)의 차이를 분석한 결과

74) 한국해양수산개발원(2021b), Working Paper

로, 모두 5% 정도의 오차를 보이는 것으로 분석되어 유의성을 확인했다.

〈표 3-23〉 Port-MIS와 AIS 데이터 분석 결과

터미널	Port-MIS		AIS		Port-MIS 및 AIS 비교	
	시설사용시간	대기시간	정박시간	묘박시간	정박시간	묘박시간
1-1	16,592.70	637.6	15,764.1	348.7	95.0%	54.7%
1-2	36,024.3	3,200.1	34,283.1	3,213.1	95.2%	100.4%
2-1	17,975.1	431.1	16,624.9	517.8	92.5%	120.1%
2-2	18,691.5	711.3	17,540.4	582.7	93.8%	81.9%
2-3	21,280.2	1,060.8	20,075.6	1,686.0	94.3%	158.9%
합계	110,563.8	6,040.9	104,288.1	6,348.3	94.3%	105.1%

자료: 한국해양수산개발원(2021b), Working Paper

2) 주요 항만 서비스 수준 분석

본 연구에서는 〈표 3-24〉와 같이 선박별로 각 항차별 항만 진출입 시간과 재항시간, 묘박시간, 정박시간, 이동시간 등을 계산했으며, 이를 종합하여 싱가포르, 광저우, 샤먼항, 앤티워프항, 부산항 신항, 부산항 북항, 인천항 등 국내외 주요 10개 항만을 대상으로 서비스 수준을 분석하였다. 분석 결과, 아래 〈표 3-25〉와 같이 샤먼항, 닝보항, 앤티워프항, 가오슝항 등 선박의 대기가 거의 없는 항만들도 있었으며, 반대로 싱가포르항과 같이 선박의 대기가 많은 항만도 있는 것으로 분석되었다. 특히 싱가포르항은 대기시간도 많았으나 전체 17,776 항차 중 18.7%에 해당하는 3,327 항차가 대기했던 것으로 분석되어 서비스 수준이 다른 항만들에 비해 낮은 것으로 나타났다. 우리나라 항만 중 부산 신항, 부산 북항, 인천항은 약 10% 정도 대기가 있는 것으로 나타나 다른 항만들과 비슷한 수준인 것으로 분석되었다.

<표 3-24> 주요 항만별 서비스 수준 분석 결과

선박코드	항차	입항시간	출항시간	재항시간	묘박시간	정박시간
0000000	1	2020-01-06 23:51	2020-01-07 7:59	8.14	-	5.10
0000000	2	2020-01-14 21:46	2020-01-15 7:51	10.09	-	7.07
0000000	3	2020-01-22 8:51	2020-01-23 7:56	23.08	13.95	4.65
0000000	4	2020-01-28 23:53	2020-01-29 9:51	9.98	-	7.06
0000000	5	2020-02-10 12:53	2020-02-11 1:57	13.06	-	11.01
0000000	6	2020-02-21 14:56	2020-02-22 2:51	11.91	-	9.91
0000000	7	2020-02-27 23:56	2020-02-28 6:53	6.95	-	4.93
0000000	8	2020-04-08 13:56	2020-04-09 2:57	13.02	-	12.00
0000000	9	2020-04-14 21:59	2020-04-15 19:44	21.76	12.90	6.91
0000000	11	2020-04-21 17:53	2020-04-22 3:46	9.89	-	7.78
0000001	1	2020-02-03 3:48	2020-02-04 1:54	22.11	-	18.99
0000001	2	2020-04-19 9:56	2020-04-20 3:56	18.00	-	15.98
0000001	3	2020-08-02 14:50	2020-08-03 9:57	19.12	-	17.06
0000001	4	2020-10-18 10:54	2020-10-19 7:56	21.02	-	18.01

자료: 저자 작성

<표 3-25> 주요 항만별 서비스 수준 분석 결과(2020년 기준)

항만	입출항 시간(시간)			입출항 횟수(회)		
	재항시간	대기시간	비율(%)	전체 항차	대기 항차	비율(%)
싱가포르항	553,884	125,656	22.69	17,776	3,327	18.72
광저우항	225,098	2,019	0.90	5,226	162	3.10
샤먼항	94,026	-	-	5,318	-	-
닝보항	515,424	115	0.02	13,095	21	0.16
탄중펠레파스항	60,305	4,053	6.72	2,767	258	9.32
가오슝항	166,657	12	0.01	7,938	3	0.04
엔트워프항	185,900	-	-	4,844	-	-
부산 신항	153,722	8,933	5.81	6,749	376	5.57
부산 북항	153,754	15,540	10.11	7,361	549	7.46
인천항	55,578	4,158	7.48	2,976	337	11.32

자료: 저자 작성

제4절 소결

본 장에서는 항만물동량, 하역능력, 생산성 및 서비스 수준 등과 같은 항만부문의 정책의사결정에 중요하게 작용하는 지표를 검토하였으며, 이 지표의 산정에 필요한 데이터를 수집하고 있는 데이터 시스템을 분석하였다. 동시에 이러한 지표 중 물동량 전망 및 대기오염물질 배출량 산정에 빅데이터 및 빅데이터 분석 방법론을 적용함으로써 항만부문 정책의사결정에 빅데이터 적용 가능성을 검토하였다.

항만부문 정책 수립 단계에서 항만물동량, 서비스 수준 등 다양한 지표가 이용되며, <표 3-26>에서 보는 바와 같이 이러한 주요 지표의 산정에 필요한 데이터 중 일부는 기존에 구축되어 있는 항만부문 데이터 시스템에 수집되고 있다. 그러나 화물의 기종점 등과 같은 육상 및 항공 등 타 부문의 물류와의 연계가 필요한 경우 타 부문의 데이터 시스템과의 연계가 병행되어야 한다.

<표 3-26> 항만부문 주요 정책 관련 지표 및 관련 데이터

정책	주요지표	관련 데이터
항만개발	물동량	• PORT-MIS, 경제지표, 품목별 관련 통계
	하역능력	• PORT-MIS, 항만시설 및 장비 데이터
	서비스 수준	• PORT-MIS, AIS
항만운영	생산성	• PORT-MIS, AIS
	서비스 수준(대기시간)	• PORT-MIS, AIS
친환경 항만	선박 통항량	• PORT-MIS, AIS
	대기오염물질 배출량	• AIS
항만안전	안전등급	• 항만시설 데이터
	사고 건수	• 한국산업안전보건공단 자료

자료: 저자 작성

물동량 전망에서도 시계열 기반, 기계학습 기반, 딥러닝 모형 등을 적용하여 부산항의 컨테이너 물동량 예측 모형을 수립한 결과, 항만물동량 전망에서도 기계학습 및 딥러닝 등의 빅데이터 분석 방법론의 적용 가능성을 확인할 수 있다. 비록 본 연구에서 활용한 빅데이터 분석 방법론을 적용한 모형들이 전통적인 시계열 모형과 대비하여 정확도는 부족하나, 이는 적용한 물동량 데이터의 차이와 독립변수 등 빅데이터 분석을 위한 데이터의 양이 부족함과 빅데이터 모형의 정교함의 부족에 기인한다. 따라서 항만 데이터 DB와 독립변수 DB의 체계적인 구축과 지속적인 업데이트가 필요하다. 또한, 빅데이터 분석 방법론을 적용한 항만물동량 예측 모형 개발에 관한 연구도 필요하다.

AIS 데이터의 경우 항만배출량, 항만서비스 수준 분석 등에 활용이 가능하다. PORT-MIS 데이터가 국내 항만 간 물동량 및 서비스 수준을 비교·분석할 수 있는 반면, AIS 데이터는 전 세계 항만의 재항시간, 대기시간을 분석함으로써 항만별 서비스 수준의 분석이 가능하며, 동시에 AIS 데이터를 활용한다면 선박들이 배출하고 있는 배기가스량을 분석하여 친환경 지표를 도출하는 등 다양한 친환경 정책에도 활용할 수 있을 것이다.

04

정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안

제3장에서는 항만부문 정책의사결정을 위한 주요 지표의 산정에 빅데이터 및 빅데이터 분석 방법론의 적용 가능성을 검토하였다. 본 장에서는 항만부문의 정책의사결정에 빅데이터를 활용하기 위한 빅데이터 플랫폼 구축 방안을 제시한다.

항만부문 정책의사결정 주요 지표를 산정하고 평가하기 위한 빅데이터 플랫폼을 구축하기 위해서는 다양한 데이터 시스템과의 연계가 필수적이다. 과거 항만이 공급망에서 원자재 및 최종 소비품을 일시적으로 보관하는 기능을 수행한 반면, 물류 연계성과 투명성이 강조되고 항만의 사회적 책임이 중요한 현 시점에서는 타 물류시스템을 비롯한 다양한 데이터 시스템과의 연계가 필수적이며, 이를 위해서는 플랫폼이 구축되어야 한다.

본 장에서는 항만 및 물류 빅데이터를 구축하기 위해 앞서 분석한 PORT-MIS, AIS를 제외한 다양한 국내외 항만 및 물류 관련 데이터 시스템을 소개하고, 이들을 연계하여 빅데이터 플랫폼을 구축하기 위한 방안을 제시한다.

제1절 국내외 항만 및 물류 데이터 시스템

1. 국내 항만 및 물류 데이터시스템

1) 항만시설물 유지관리시스템

항만시설물의 관리주체인 해양수산부 및 유관기관은 「항만법」 및 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」에 따라 정기적인 안전점검 및 정밀 안전진단을 실시해야 하고, 그 결과를 기반으로 항만시설물의 기능 유지 및 이용 편의성을 도모해야 한다. 이를 위해 해양수산부는 2011년부터 항만시설물 유지관리시스템(POMS: Port Facility Management System)을 개발·운영하고 있으며, 항만시설물의 체계적인 유지관리 및 보수보강을 위한 기초자료로 활용하고 있다.

〈그림 4-1〉 항만시설물 유지관리시스템(POMS)



자료: 항만시설물 유지관리시스템(POMS) 홈페이지(검색일: 2021. 6. 6)

2018년 기준 POMS에서 관리·운영하고 있는 항만시설물은 해양수산부 소관(지방청, 지자체, 항만공사)의 총 1,040개와 그 외 타 부처 및 타 부처 산하기관, 민간소요 시설물 151개소의 별도 데이터를 관리하고 있다(〈표 4-1〉 참고).

〈표 4-1〉 POMS 주요 서비스

구분	계	국가관리					지자체관리			항만공사관리					
		갑문	계류시설	외곽시설	건축	임항교통	계류시설	외곽시설	건축	갑문	계류시설	외곽시설	건축	임항교통	기타
계	1,040	3	253	137	58	25	191	140	14	1	189	6	18	3	2
1종	64	2	8	15	0	8	3	8	0	1	18	0	1	0	0
2종	254	0	84	29	5	12	18	15	4	0	75	0	7	3	2
기타	722	1	161	93	53	5	170	117	10	0	96	6	10	0	0

자료: 해양수산부(2018b), p. 39

POMS는 〈그림 4-2〉의 메뉴 구성에서 보는 바와 같이 시설물 정보, 의사결정지원, 자료실, 시스템 관리 등 4가지로 구분해 관리주체의 의견수렴과 편의를 고려하여 개발되었다. 시설물 정보는 검색 및 조회 기능으로 구분되며, 조회가능 정보는 시설물의 일반현황, 정기점검 및 정밀점검, 정밀안전진단 등 점검정보, 보수이력 정보 등을 조회할 수 있다. 의사결정지원은 항만별로 항만시설물의 개별 상태등급을 확인할 수 있으며, 보수우선순위는 항만시설물 유지관리체계 운영 매뉴얼⁷⁵⁾에 따라 산출된 보수 필요 시설물의 우선순위 산출결과를 제공하며, 정책결정 담당자만 조회가 가능하다. 그리고 POMS에 구축된 DB를 활용하여 다양한 통계정보를 제공한다.

따라서 항만정책의 중요 결정요소 중 하나인 항만시설현황을 POMS에서 관리하고 있으므로, PORT-MIS의 항만시설사용현황과 연계 시 정확하

75) 해양수산부(2015b)

고 합리적인 정책의사결정이 이루어질 것으로 판단된다.

〈그림 4-2〉 항만시설물 유지관리시스템(POMS) 메뉴 구성



자료: 항만시설물 유지관리시스템(POMS) 홈페이지(검색일: 2021. 6. 6)

2) 항공물류정보시스템(AIRCIS)

항공물류정보시스템(AIRCIS)은 「항공사업법」 제6조, 「물류정책기본법」 제2조에 따라 구축된 항공분야 국가단위 물류정보망으로서 국가물류경쟁력 향상을 위해 국토교통부에서 개발, 인천국제공항공사에서 운영하고 있다. AIRCIS는 항공사, 터미널 조업사, 포워더, 운송사 등 항공물류 주체 간 물류 업무처리 기능을 지원하고, 항공물류정보 서비스를 제공하는 One-site, One-stop 집중형 시스템으로 인천공항에 취항하는 국내외 항공사의 화물 예약, 화물추적, 스케줄 조회, e-Freight 서비스, 터미널 조업정보 등 항공물류정보 서비스를 제공한다.⁷⁶⁾

항만과 공항은 수출입 물류의 중요한 역할을 수행하고 있으며, 전자상거래, 신선화물 등은 상호 간 연계가 발생하는 것으로 판단된다. 따라서 항만물류와 공항물류의 정보를 연계하여 항만-공항 연계 물동량 파악 및 전망

76) 항공물류정보시스템(AIRCIS) 홈페이지(검색일: 2021. 6. 6)

을 통해 관련 시설물 및 제도 도입의 중요한 근거를 도출할 수 있다.

〈그림 4-3〉 항공물류정보시스템 홈페이지



자료: 항공물류정보시스템(AIRCIS) 홈페이지(검색일: 2021. 6. 6)

〈표 4-2〉 AIRCIS 주요 서비스 및 연계대상

구분		주요서비스	연계대상
AIRCIS WEB	e-Cargo	항공화물예약, 화물추적, 스케줄조회	항공사, 포워더
		해외세관 적하목록(AMS) 전송 및 조회	
		e-Freight 데이터 전송 및 조회	
		- e-AWB	
	부가서비스	- 수출 적하목록 신고	포워더
		- 화물접수증	
AIRCIS LING		터미널 작업정보 조회	포워더
		AWB Manager(AWB데이터 입력/조회/출력)	
		항공물류 통계 데이터 조회	물류관련업체
		항공물류 자료(법규 등) 조회	
		자유무역지대(FTZ) 소개	
		항공화물예약	포워더, 항공사
	AIRCIS LING	e-Freight 데이터 전송	화주
		화주 Visibility	

자료: 항공물류정보시스템(AIRCIS) 홈페이지(검색일: 2021. 6. 6)

3) 운행기록분석시스템(e-TAS)

자동차 운송사업자는 「교통안전법」 제55조에 따라 운행기록장치를 의무적으로 장착해야 하며, 교통행정기관의 요청이 있는 경우 관련 기록을 반드시 제출해야 한다. 또한, 교통행정기관의 제출 요청과 관계없이 주기적으로 제출해야 하며, 운행기록을 임의로 조작할 수 없다. 운행기록분석시스템(e-TAS: Digital Tachograph Analysis System)은 이러한 DTG 기록정보(자동차 순간속도, 분당 엔진회전수(RPM), 브레이크 신호, GPS, 방위각, 가속도 등)를 제출하고 관리, 분석하기 위해 구축되었다.⁷⁷⁾

e-TAS는 크게 2개의 기능으로 구성되며, 첫째는 DTG 기록자료 제출 기능, 둘째는 운행기록 분석 및 결과검색 기능이다. 운행기록 분석 및 결과검색 기능은 세부적으로 운행정보 분석 분석, GIS, 종합진단표 작성 및 제공 기능으로 구분된다. 시스템 관리주체는 국토교통부이며, 운영은 한국교통안전공단⁷⁸⁾이 담당하고 있다.

화물자동차 운행기록장치는 화물의 육상 흐름을 파악할 수 있는 중요한 자료로서 항만화물과 연계할 경우 수출입화물의 기종점을 명확하게 파악할 수 있다. 수출입화물의 기종점 자료는 항만개발에 중요 고려요소 중 하나이며 현재는 5년 단위 국가교통조사로 구축된 DB를 활용하고 있으나, 데이터 갱신주기 및 표본조사의 전수화에 따른 불확실성을 내포하고 있다. 또한, e-TAS 정보는 항만과 공항의 물류 연계를 위한 수단으로 활용 가능할 것으로 예상된다.

77) eTAS 홈페이지(검색일: 2021. 10. 9)

〈그림 4-4〉 운행기록분석시스템(e-TAS)



자료: 한국교통안전공단(2017), p. 1

〈표 4-3〉 e-TAS 주요 기능 구성

구분	기능	설명
운행기록자료 제출	자료 업로드	eTAS 업로드 프로그램이나 eTAS 모바일 전송 애플리케이션을 통해 운행기록자료 제출
운행기록 분석 및 결과검색	운행정보 분석	운행기록 분석결과, 위험운전행동 통계, 자료제출 현황 제공
	GIS 분석	운행궤적분석, 위험운전 행동분석, 실시간 위치관제, 사고 지점 중첩분석, 주제도 서비스 제공
	종합진단표 작성 및 제공	운수회사별·개인별 전체 특성분석, 위험운전에 따른 안전 권고문 등 서비스 제공

자료: 민연주 외(2018), p. 42

4) 에어코리아(Air Korea)

에어코리아는 전국 162개 시·군에 설치된 600개의 도시대기 측정망, 국가 배경농도 측정망, 교외대기 측정망, 도로변대기 측정망, 항만대기 측정망에서 측정된 대기환경기준 물질의 측정자료를 다양한 형태로 제공하며, 기상청

에서 운영하는 황사경보제와 지자체에서 운영하는 오존경보제 등의 자료도 동시에 공개⁷⁸⁾하여 대기오염으로 인한 국민의 피해 예방에 기여하고 있다.

에어코리아는 대기환경기준 물질 6개 항목(아황산가스, 일산화탄소, 이산화질소, 오존, 미세먼지)에 대한 대기오염도를 대기오염 시계, 대기오염 달력 등의 표현 방식과 접목하여 시간대별, 일자별, 요일별로 제공하며, 인체 영향과 체감오염도를 반영한 통합대기환경 지수의 적용을 통해 대기오염 상황을 알기 쉽게 4개의 등급과 색상으로 표현하여 제공한다.⁷⁹⁾

〈표 4-4〉 Air Korea 공개대상 측정망 현황(2021년 6월 기준)

구분	공개대상 항목	설치목적	측정소 수
도시대기 측정망	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5}	도시지역의 평균 대기질 농도를 파악하여 환경기준 달성 여부 판정	495개 (161개 시·군)
국가배경농도 측정망		국가적인 배경농도를 파악하고, 외국으로부터의 오염 물질 유입·유출 상태, 장거리 이동현황 등 파악	11개 (7개 시·군)
교외대기 측정망		광범위한 지역의 배경농도 파악	27개 (25개 시·군)
도로변대기 측정망		자동차 통행량과 유동인구가 많은 도로변 대기질 파악	52개 (23개 시)
항만대기 측정망		항만지역 등의 대기오염물질 배출원의 효과적 관리	15개 (12개 시·군)

자료: Air Korea 홈페이지(검색일: 2020. 8. 5)

〈그림 4-5〉 대기오염 등급 표시



자료: Air Korea 홈페이지(검색일: 2020. 8. 5)

78) Air Korea 홈페이지(검색일: 2020. 8. 5)

79) Air Korea 홈페이지(검색일: 2020. 8. 5)

〈표 4-5〉에서 보는 바와 같이 항만대기 측정망은 국내 주요 항만 15곳에 설치되어 있으며, 일자별, 시간별 항만대기 현황을 측정하고 있다. 이렇게 에어코리아에서 제공되는 항만 대기질과 AIS 데이터 분석을 활용한 항만배출량의 인과분석을 통해 항만배출량 감축 정책의 수립이 가능하며, 동시에 항만배출량 감축 정책의 효과를 검증할 수 있다.

〈표 4-5〉 항만대기 측정소 정보

측정소명	측정소 위치
경인항	인천 서구 오류동 경인항 인천컨테이너 부두 내
광양항	전남 광양시 컨부두로316 광양항 컨테이너 터미널 내
군산항	전북 군산시 서해로 194 항만관리실 옥상
대산항	충남 서산시 대산읍 대죽리 1114 대산항 공원부지
동해항	강원 동해시 대동로 210(송정동)
마산항	경남 창원시 서산구 적현로 424(귀곡동)
목포항	전남 영암군 삼호읍 용당리 2169-1 용당부두 내
목호항	강원 동해시 임항로 121 해양수산사무소 옆 부지
부산항	부산 강서구 신항남로 354 부산신항만 내
여수항	전남 여수시 여객선터미널길 17 여수여객터미널 내
울산항	울산 남구 매암로 96 5부두
인천항	인천 중구 항동7가 1-48 내항 24호 창고 앞 부지
장항항	충남 서천군 장항읍 장산로 270-3 장항해양수산사무소 옥상
평택·당진항	충남 당진시 신평면 매산리 975 서부두 방파제 등대 옆
포항항	경북 포항시 남구 신행로 99-98 제4부두 인근

자료: Air Korea 홈페이지(검색일: 2020. 8. 5)

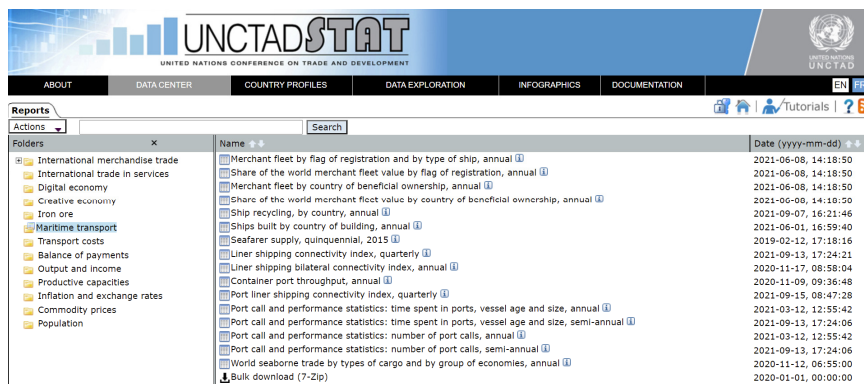
2. 해외 항만·물류 데이터

1) 유엔무역개발회의(UNCTAD)

개발도상국의 산업화와 국제무역 참여 증진을 지원하기 위해 1964년 설립된 UN 산하 정부간 기구인 유엔무역개발회의(UNCTAD: United Nations Conference on Trade and Development)는 무역·투자·금융·개발 등 분야에서의 정책 분석 및 연구, 회원국 간 컨센서스 형성, 개발도상국 기술 지원 제공의 3대 기능을 수행한다.⁸⁰⁾ 우리나라는 1964년 3월에 가입했으며, 현재 총 195개 국가가 가입하고 있다.

UNCTAD는 UNCTADSTAT라는 웹사이트에서 상품 및 서비스 국제무역 통계, 디지털 경제, 해상 수송, 운송비용, 생산능력, 인플레이션 및 환율, 인구 등 다양한 통계를 제공하고 있다.

〈그림 4-6〉 UNCTADSTAT 제공 데이터



The screenshot shows the UNCTADSTAT website interface. At the top, there is a navigation bar with links: ABOUT, DATA CENTER, COUNTRY PROFILES, DATA EXPLORATION, INFOGRAPHICS, and DOCUMENTATION. Below this is a 'Reports' section with a search bar and a list of reports. The reports are organized into folders and listed with their names and dates. The folders include: International merchandise trade, International trade in services, Digital economy, Creative economy, Iron ore, Maritime transport, Transport costs, Balance of payments, Output and Income, Productive capacities, Inflation and exchange rates, Commodity prices, and Population. The reports listed include: Merchant fleet by flag of registration and by type of ship, annual; Share of the world merchant fleet value by flag of registration, annual; Merchant fleet by country of beneficial ownership, annual; Share of the world merchant fleet value by country of beneficial ownership, annual; Ship recycling, by country, annual; Ships built by country of building, annual; Seafarer supply, quinquennial, 2015; Liner shipping connectivity index, quarterly; Liner shipping bilateral connectivity index, annual; Container port throughput, annual; Port liner shipping connectivity index, quarterly; Port call and performance statistics: time spent in ports, vessel age and size, annual; Port call and performance statistics: time spent in ports, vessel age and size, semi-annual; Port call and performance statistics: number of port calls, annual; Port call and performance statistics: number of port calls, semi-annual; World seaborne trade by types of cargo and by group of economies, annual; and Bulk download (7-Zip).

Actions	Search		
Reports			
Actions	Search		
Folders	Name	Date (yyyy-mm-dd)	
International merchandise trade	Merchant fleet by flag of registration and by type of ship, annual	2021-06-08, 14:18:50	
International trade in services	Share of the world merchant fleet value by flag of registration, annual	2021-06-08, 14:18:50	
Digital economy	Merchant fleet by country of beneficial ownership, annual	2021-06-08, 14:18:50	
Creative economy	Share of the world merchant fleet value by country of beneficial ownership, annual	2021-06-08, 14:18:50	
Iron ore	Ship recycling, by country, annual	2021-09-07, 16:21:46	
Maritime transport	Ships built by country of building, annual	2021-06-01, 16:59:40	
Transport costs	Seafarer supply, quinquennial, 2015	2019-02-12, 17:18:16	
Balance of payments	Liner shipping connectivity index, quarterly	2021-09-13, 17:24:21	
Output and Income	Liner shipping bilateral connectivity index, annual	2020-11-17, 08:58:04	
Productive capacities	Container port throughput, annual	2020-11-09, 09:26:48	
Inflation and exchange rates	Port liner shipping connectivity index, quarterly	2021-09-15, 08:47:28	
Commodity prices	Port call and performance statistics: time spent in ports, vessel age and size, annual	2021-03-12, 12:55:42	
Population	Port call and performance statistics: time spent in ports, vessel age and size, semi-annual	2021-09-13, 17:24:06	
	Port call and performance statistics: number of port calls, annual	2021-03-12, 12:55:42	
	Port call and performance statistics: number of port calls, semi-annual	2021-09-13, 17:24:06	
	World seaborne trade by types of cargo and by group of economies, annual	2020-11-12, 06:55:00	
	Bulk download (7-Zip)	2020-01-01, 00:00:00	

자료: UNCTADSTAT 홈페이지(검색일: 2020. 8. 5)

80) 외교부 홈페이지(검색일: 2021. 8. 5)

UNCTADSTAT에서는 해상운송 부문 관련 선종별·등록국가별 선박척수, 국가별 건조척수, 해운 연결지수, 컨테이너 물동량, 재항시간, 입출항 척수 등의 연간 데이터를 제공한다. 따라서 항만물동량, 서비스 수준 등의 국가 간 비교·분석에 활용이 가능하며, 국내 항만의 국제적 수준 평가가 가능할 것으로 예상된다.

2) 국제통화기금(IMF)

국제통화기금(IMF: International Monetary Fund)는 국제수지 및 환율 감시를 통해 국제 금융 체계 감독을 위임받은 국제 기구이며, 회원국의 요청으로 직접적인 금융 지원을 제공하고 있다. 글로벌 통화협력 촉진, 금융 안정성 확보, 국제무역 촉진, 높은 고용과 지속 가능한 경제성장 촉진 및 전 세계 빈부격차 감소를 목표로 추진하는 전 세계 190개 국가로 구성된 조직이다.

IMF는 국제 통화 협력 및 환율안정 등 글로벌 경제의 안정성 유지 등을 달성하기 위해 다양한 데이터를 수집 및 제공하고 있다. IMF가 제공하는 데이터는 190개 회원국을 대상으로 하며 ① Global Data, ② IMF Financial Data, ③ Exchange Data 등 크게 3가지로 구분하고 있다.⁸¹⁾ 구체적으로 살펴보면 경제성장률(GDP), 재정상태, 환율, 인플레이션, 부채 비율, 자본흐름 등 각 국가의 실질적인 금융 및 재정 관련 정보를 제공하고 있다. 또한 국가별 재정통계 관련 통계(GFS: Government Finance statistics) 구축을 통해 시계열 자료 및 향후 전망 등을 살펴볼 수 있다.

종합해보면 IMF에서 제공하는 데이터는 국가별 경제지표, 재정지표 및 환율정보 등으로 설명할 수 있으며, 해당 데이터를 항만물동량과의 연계성

81) IMF 홈페이지(검색일: 2021. 9. 30)

분석 및 항만물동량 전망 등에 적용할 수 있을 것으로 예상된다. 즉, 각 국가별 지표의 변화와 항만물동량과의 관계, 향후 물동량 전망 등에 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

〈그림 4-7〉 IMF 제공 데이터

GLOBAL DATA - World Economic Outlook Databases (WEO) update - International Financial Statistics (IFS) - IMF Statistics Data - Principal Global Indicators (PGI) - Global Housing Watch - Balance of Payments Statistics (BOPS) - Capital Flow Management Measures Taxonomy new - Coordinated Direct Investment Survey (CDIS) new - Coordinated Portfolio Investment Survey (CPIS) new - Currency Composition of Official Foreign Exchange Reserves (COFER) update	IMF FINANCIAL DATA - IMF Financial Data by Country - IMF Financial Data By Topic - IMF Financial Activities - IMF Financial Resources & Liquidity - IMF Financial Transactions (Quarterly) - IMF Financial Statements (Quarterly) - Annual Report - SDR Interest Rate, Rate of Remuneration, Rate of Charge and B Sharing Adjustments update - SDR Interest Rate Calculation
EXCHANGE RATE DATA - SDRs per Currency unit - Representative Rates for Selected Currencies - Annual Report on Exchange Arrangements and Exchange Restrictions - Currency units per SDR	

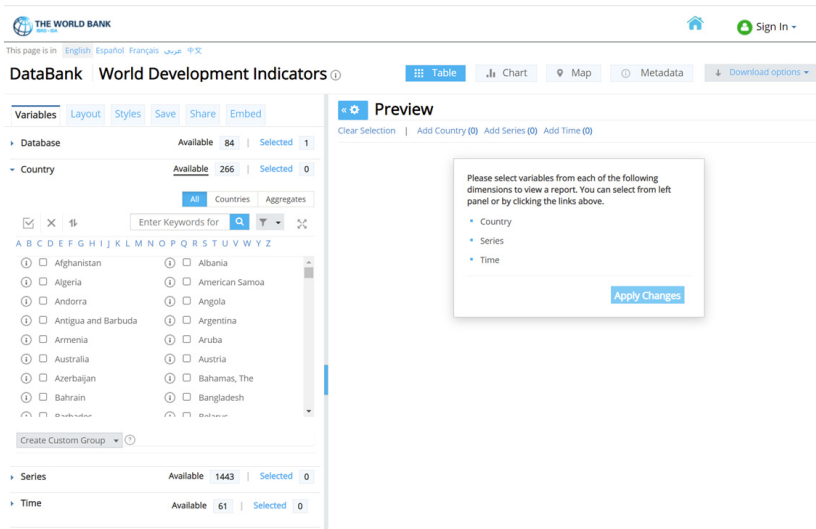
자료: IMF 홈페이지(검색일: 2021. 9. 30)

3) 세계은행(World Bank)

세계은행은 UN 산하의 국제 금융기관으로 전 세계 빈곤 해소를 목적으로 설립되었으며, IMF와 함께 국제 금융의 중추적인 역할을 수행하고 있다. 과거 전 세계의 경제 부흥 및 개발 촉진을 목적으로 설립되었으나, 최근에는 주로 개발도상국의 공업화를 위해 재정적 지원을 수행하고 있다.

세계은행의 재정적 지원 대상이 개발도상국을 중심으로 수행됨에도 불구하고 자체 DB(The World Bank Data)를 구축하여 전 세계 국가를 대상으로 GDP, GNP, 환율 등 경제 및 통화 관련 지표를 제공하고 있다.

〈그림 4-8〉 World Bank 제공 데이터



자료: World Bank DB 홈페이지(검색일: 2021. 9. 30)

특히 세계은행은 2년마다 전 세계 국가별 물류성과지수(LPI: Logistics Performance Index)를 발표하여 국가물류경쟁력을 파악하고 있다. 국가별 물류경쟁력을 총 6가지 기준에 따라 점수화하여 순위를 매기고 있으며 평가 기준으로는 ① Customs, ② Infrastructure, ③ International shipments, ④ Logistics Quality and Competence, ⑤ Tracking and Tracing, ⑥ Timeliness 등이 있다.⁸²⁾

82) World Bank DB 홈페이지(검색일: 2021. 9. 30)

LPI는 각 국가별 물류환경에 대하여 6가지 분야를 대상으로 점수화한 것으로 이를 토대로 우리나라 항만의 물류서비스, 통관, 정시성, 인프라 수준 등을 살펴볼 수 있다. 또한 전 세계 주요 항만별 서비스 수준 비교·평가에도 적극 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

〈그림 4-9〉 LPI 순위 및 점수 비교

Country	2018		2016		2014	
	Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score
 Germany	1	4.20	1	4.23	1	4.12
 Sweden	2	4.05	3	4.20	6	3.96
 Belgium	3	4.04	6	4.11	3	4.04
 Austria	4	4.03	7	4.10	22	3.65
 Japan	5	4.03	12	3.97	10	3.91
 Netherlands	6	4.02	4	4.19	2	4.05
 Singapore	7	4.00	5	4.14	5	4.00
 Denmark	8	3.99	17	3.82	17	3.78
 United Kingdom	9	3.99	8	4.07	4	4.01
 Finland	10	3.97	15	3.92	24	3.62

자료: World Bank DB홈페이지(검색일: 2021. 9. 30)

4) 기타 유료 물류데이터

전 세계 해운·항만·물류 관련 연구 및 컨설팅 전문기관으로 Alphaliner, Drewry, Clarkson 등 다양한 기관들이 존재하고 있으며 각각 분야별 연구·조사 등을 통해 관련 정보를 제공하고 있다.

Alphaliner는 프랑스의 해운시황 분석을 전문으로 하는 컨설팅 기업으로 글로벌 선사별 선복량, 수주량, 발주잔량 및 선대현황 등 선박 관련 정보를 비롯하여 연간 컨테이너 처리량 등을 제공하고 있다. Drewry는 영국

의 해운·항만 전문 컨설팅 기업으로 전 세계 컨테이너 물동량의 국가 및 지역별 분석, 품목별 분석, 컨테이너 선대 규모 변화 및 노선별 물동량 분석 등 해운·항만 관련 폭 넓은 정보를 분석하여 제공하고 있다. IHS Markit은 영국의 글로벌 컨테이너 시장 조사 및 컨설팅 기업으로 해운·항만·물류 관련하여 전 세계 항만별 컨테이너 물동량에 대한 세부 정보를 제공하고 있다. 항만의 기종점, 세부 품목 및 수량, 이용 선사 등 개별 컨테이너에 대한 자세한 정보를 수집하여 제공하고 있다.

이 같은 글로벌 컨설팅 기업에서 제공하는 정보는 각 전 세계 항만별 혹은 선사별 다양한 정보를 수록하고 있으며, 글로벌 컨테이너 시장을 대상으로 조사가 이루어지는 만큼 이를 토대로 글로벌 시장에서 우리나라 항만의 경쟁력 비교 및 네트워크 분석 등에 적극 활용 가능할 것으로 예상된다.

제2절 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안 —

1. 항만부문 정책의사결정 주요 지표 발굴

1) 개요

항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼을 구축하기 위해서는 제3장에서 개략적으로 살펴본 정책의사결정에 필요한 주요 지표를 발굴해야 한다. 본 연구에서는 항만기본계획, 신항만 개발계획 등과 관련하여 기존 정책보고서 등 문헌조사를 기반으로 주요 지표를 도출하였다. 그러나 주요 지표 발굴을 위해서는 이를 위한 체계 구축이 필요하며, 수요조사, 대안도출, 우선순위 도출, 공청회 개최 등 관련된 절차 및 방법에 대해 제시한다.

2) 수요조사

체계적인 정책의사결정 지표 발굴을 위해서는 관련된 산·학·연·관 전문가들을 대상으로 수요조사가 선행되어야 한다. 이를 위해서는 수요조사 대상 선정이 중요하며, 얼마나 다양하고 유능한 전문가들이 참여하는가에 따라 도출되는 결과가 크게 차이 난다. 따라서 <표 4-6>과 같이 정책의사결정을 주로 수행하는 해양수산부, 항만공사 등 정부기관뿐만 아니라 주요 항만별 터미널 운영사, 엔지니어링사, 건설사 등의 산업계와 한국해양수산개발원과 같이 정책을 개발하는 연구기관 등 모든 정책 이해관계자들을 대상으로 수요조사가 시행되어야 한다.

또한 각 이해관계자 그룹별 의견을 모을 수 있는 대표자들을 중심으로 하는 ‘(가칭)정책의사결정요인발굴추진위원회’를 구성함으로써 각 그룹별 수요조사 대상 선정 및 의견을 수렴해야 한다. 동 위원회 운영을 통해 각 그룹별로 원활한 수요조사가 가능할 것이고 특히 내부적으로 조율된 의견 수렴이 가능할 것이다.

<표 4-6> 수요조사 대상 종합(예시)

그룹		소속
정부 및 공공기관	해양수산부	항만정책과, 항만개발과, 항만투자협력과, 항만연안재생과, 항만기술안전과, 스마트해상물류추진단 등
	항만공사	부산항만공사, 인천항만공사, 여수광양항만공사, 울산항만공사
기업	터미널운영사	(부산) PNC, PNIT, HJNC, HPNT, BNCT, BPT, (인천) SNCT, E1CT, (광양) KIT, GWCT 등
	엔지니어링사	한국항만기술단, 건일엔지니어링, 도하엔지니어링 등
	건설사	대우건설, SK건설, 현대건설 등
	장비 개발사	현대인프라솔루션, 두산중공업, 서호전기, 한미테크윈 등
	소프트웨어 개발사	도탈소프트뱅크, 싸이버로지텍, 현대무팩스 등
	협회	한국항만협회, 한국항만물류협회 등
대학교		한국해양대학교, 목포해양대학교, 부산대학교 등
연구기관		한국해양수산개발원, 해양수산과학기술진흥원, 한국해양과학기술원 등

자료: 저자 작성

수요조사에서는 우선 빅데이터 기반 의사결정 현황을 조사하고, 이후 빅데이터 기반 의사결정이 필요한 분야에 대해서 수요조사를 실시함으로써 항만분야 빅데이터 지원 대안을 1차적으로 도출한다.

현황조사 단계에서는 <표 4-7>과 같이 각 기관별로 빅데이터를 기반으로 수행하고 있는 의사결정 사례가 있는지, 있다면 어떤 빅데이터를 이용하여 무슨 의사결정을 하고 있는지를 조사한다. 이후 수요조사에서는 <표 4-8>과 같이 각 기관별로 현재 수행하고 있지는 않으나 빅데이터 기반 의사결정이 필요한 분야를 조사하고, 이를 위해 필요한 빅데이터, 활용 내용, 국내외 유사 사례를 조사한다.

<표 4-7> 의사결정 현황조사(예)

구분	내용
의사결정 사례	AIS 기반 선박 배기가스 배출량 분석
활용 빅데이터	AIS 데이터
활용 내용	빅데이터인 AIS를 이용하여 컨테이너선, 벌크선, 유조선 등의 배기가스 배출량을 분석하여 친환경 정책 수립 시 활용 중

자료: 저자 작성

<표 4-8> 의사결정 수요조사(예)

구분	내용
의사결정 요구분야	빅데이터 기반 선박 배기가스 배출량 및 도시 영향 분석
활용 빅데이터	AIS 데이터, 기상데이터
활용 내용	AIS 데이터를 이용하여 국내 항만별 탄소배출량을 분석한 후 기상데이터를 이용하여 도시에 어떻게 영향을 미치는지 대기확산분석 실시
유사 사례	도로분야에서는 교통DB를 이용하여 주요 지역별 탄소배출량을 분석하고 이를 기상데이터에 접목하여 인근 도시 영향 분석 중

자료: 저자 작성

〈표 4-9〉는 앞의 조사 내용을 기반으로 주요 의사결정 지표와 요구되는 데이터들을 종합한 표로, 추후 정책의사결정 대안을 도출하는 데 기초 데이터로 활용된다.

〈표 4-9〉 주요 수요조사 의견 및 데이터(예)

주요 의견	요구 데이터
■ AIS 기반 선박 사고 위험지역 분석	AIS, 선박 사고 현황
■ AIS 기반 배기가스 배출량 분석	AIS
■ AIS 기반 선박 입출항 통계 분석	AIS
■ 컨테이너 터미널 운영 최적화 알고리즘 개선	AIS, 터미널 계획/운영 DB
■ 외부 트럭 연계 시스템 개발	터미널 계획/운영 DB, 교통 DB
■ ...	

자료: 저자 작성

3) 대안도출

다음으로 ‘(가칭)정책의사결정요인발굴추진위원회’를 중심으로 하는 표적집단면접법(FGI: Focus Group Interview)을 실시하여 결과를 종합하고 대안을 도출한다. 각 그룹별로 전문가 1~2명이 참여하는 토론을 통해 제시된 의견 중 불필요한 내용은 제외하고 중복되는 내용은 취합하여 〈표 4-10〉과 같이 대안을 도출한다.

〈표 4-10〉 주요 의견 및 대안 도출(예시)

주요 의견	대안
■ AIS 기반 선박 사고 위험지역 분석	⇒ AIS 기반 선박 통계 분석 플랫폼 구축
■ AIS 기반 배기가스 배출량 분석	
■ AIS 기반 선박 입출항 통계 분석	
■ 컨테이너 터미널 운영 최적화 알고리즘 개선	⇒ 빅데이터 기반 TOS 기술 개발 지원
■ 외부 트럭 연계 시스템 개발	
■ ...	⇒ ...

자료: 저자 작성

4) 우선순위 도출

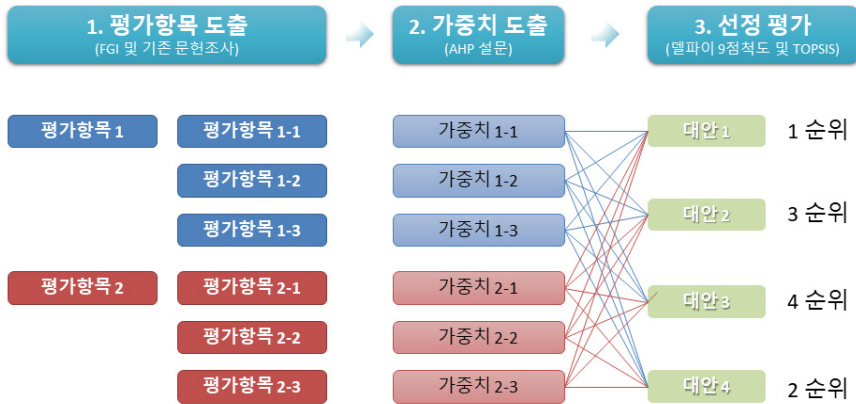
앞의 정책의사결정 대안들은 산·학·연·관 전문가이자 정책 이해관계자들로부터 도출된 의견들이기 때문에 가능하다면 모두 추진하는 것이 바람직하겠지만, 예산, 인력 등의 한계가 있어 현실적으로 불가능하다. 따라서 이들에 대한 추진 우선순위를 도출함으로써 한정된 자원에 맞게 대안들을 추진하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 Fuzzy AHP(Analytic Hierarchy Process)를 이용하여 대안별 추진 우선순위를 도출하는 것을 제안한다. AHP 분석은 1970년 Thomas Saaty 교수에 의해 개발되어 정책, 마케팅 등 다양한 의사결정 대안들의 우선순위를 분석하는 데 많이 활용되고 있다. 하지만 1에서 9 사이의 특정 수치로 표현되는 표현방식의 한계로 인해 발생하는 표현의 부정확성과 수학적 이론이 가지고 있는 한계점으로 인해 모호성과 불확실성을 처리할 수 없다는 근본적인 문제점이 있었다.⁸³⁾ 이러한 모호성과 불확실성을 해결하기 위해 상대적 중요도를 퍼지수로 변환시켜 평가하는 Fuzzy AHP가 개발되었으며, 본 연구에서도 이를 활용하여 대안들의 우선순위를 도출하는 것을 제안한다.

우선순위 도출을 위해서는 먼저 대안들을 평가하기 위한 기준인 평가항목 도출이 필요하다. 평가항목은 기존 문헌 조사 및 전문가 그룹인터뷰를 통해 도출하며, 계층구조를 2단계로 하여 도출한다. 다음으로 전문가들에게 설문지를 배포하여 각 평가항목별 가중치 및 대안별 9점 척도를 실시한다. 특히 평가항목별 가중치는 쌍대비교를 통해 도출하게 되며, 이를 9점 척도 결과에 반영하여 최종적으로 순위를 결정하게 된다. <그림 4-10>은 이러한 3가지 과정을 도식화한 것이며, <그림 4-11>은 문헌조사를 통해 도출된 평가항목 계층구조 예시로, 이를 기반으로 대안들을 평가하게 된다.

83) 노정철·변우희(2016), p. 96.

〈그림 4-10〉 대안 선정 과정



자료: 저자 작성

〈그림 4-11〉 평가항목(예시)



자료: 저자 작성

5) 공청회 개최

도출된 대안들은 시행 전 공청회를 개최함으로써 대국민 의견수렴이 필요하다. 앞의 절차를 통해 도출된 정책의사결정 대안들은 전문가들로부터 수렴된 내용이지만, 일반 국민들의 의견을 청취함으로써 대중성 또한 반영된 정책으로 발전시킬 수 있다. 이를 위해 일반적으로 국민 대상 공청회를 개최하고 있으며, 도출된 대안들에 대한 발표 및 토론을 진행하고 참석한 국민에게서 의견을 청취함으로써 개선된 정책을 마련할 수 있다.

최근 코로나19 확산에 따라 오프라인 공청회가 어려워짐에 따라 ‘광화문1번가’와 같은 대국민 정책참여플랫폼이 많이 활용되고 있다. 2017년 5월, 문재인 정부 출범 직후 국민인수위원회에서 국민이 직접 정책을 제안하고 참여할 수 있는 온·오프라인 창구인 ‘광화문1번가’를 설치·운영하기로 했으며, 2019년 2월부터 본격적인 운영이 시작되었다.⁸⁴⁾ 광화문1번가에서는 현재 정책의 시행계획, 포상 대상자 선정 등에 관해 온라인 공청회가 진행되고 있으며, 필요시 다음 <그림 4-12>와 같이 설문조사, 국민심사 등의 형태로 대국민 의견을 수렴할 수 있다.

84) 광화문1번가(검색일: 2021. 10. 4)

〈그림 4-12〉 광화문 1번가



정책제안

정책참여

현장소통

도전, 한국

참여정보

정책참여 · 설문참여

스마트항만 및 관련 산업 활성화에 대한 의견 청취

참여자 수 1469 공유 수 28



기관명 【해양수산부】항만개발과 담당자 전화번호 044-200-5934

최근 4차 산업혁명 기술의 도입에 따라 산업 전 부문에서 디지털화, 스마트화가 진행되고 있습니다. 해운물류 분야에 해당되는, 세계 주요항만*들도 항만운영의 효율성 제고, 친환경, 내륙물류와의 연계성 강화 등을 위해, 4차 산업혁명 신기술을 신재적으로 도입하고 있습니다.

* 네덜란드 로테르담항, 독일 함부르크항, 미국 LA/LB항, 싱가포르 TUAAS항, 중국 양산항, 상해항 등

우리나라에서도 이러한 세계 주요항만들에 대한 경쟁력 확보를 위하여 스마트항만 구축을 추진 중에 있으며, 이를 위하여 다양한 정책수립·기술개발을 진행하고 있습니다. 특히, 현재 외국산 하역 장비 중심으로 운영되는 국내 항만 현황에서 벗어나, 국내 기술장비를 활용한 스마트항만 구축을 위해, 항만 관련 산업에 대한 활성화 방안도 함께 마련 중에 있습니다.

여와 관련하여, 국내 스마트항만 구축 및 항만 하역장비 국산화를 통한 관련 산업 활성화 방안 마련과 관련하여 국민들의 의견을 청취하고자 하오니 많은 참여 부탁드립니다. (혹시 전문적인 부분에 대하여 자세히 알지 못하시더라도, 스마트항만을 스마트시티나 스마트팩토리 등 가장 잘 아시는 분야에 대입하여 생각하신 후 답변해주시기 바랍니다.)

※ 수집된 의견은 스마트항만 관련 정책에 반영할 계획입니다.

※ 투표가 종료되면 무작위로 200분을 추첨하여 감사한 마음을 담은 소정의 사은품(1만원 커피상품권)을 보내드릴 예정입니다.

질문 1. 스마트항만에 대해 알고 계시거나 들어보신 적이 있습니까?

- ☒ 1-1. 있다
- ☒ 1-2. 없다

질문 2. (질문 1에 '있다'를 답하신 경우) 어떠한 경로로 관련 내용을 접하셨습니까?

- ☒ 2-1. 언론보도
- ☒ 2-2. 정부홈페이지
- ☒ 2-3. 인터넷
- ☒ 2-4. 지인
- ☒ 2-5. 기타

질문 3. 무역항 기본계획, 신항만건설기본계획 등 스마트항만과 관련된 항만정책에 대해서 알고 계시거나 들어보신 적이 있습니까?

- ☒ 3-1. 있다
- ☒ 3-2. 없다

질문 4. (질문 3에 '있다'를 답하신 경우) 어떠한 경로로 관련 내용을 접하셨습니까?

- ☒ 4-1. 언론보도
- ☒ 4-2. 정부홈페이지
- ☒ 4-3. 보고회 및 보고서
- ☒ 4-4. 인터넷
- ☒ 4-5. 지인

자료: 광화문1번가(검색일: 2021. 10. 4)

2. 지표 평가 모형 선정

선정된 정책의사결정 주요 지표의 평가 및 산정을 위해서는 이와 관련된 필요한 데이터의 연계 및 분석 방법을 수립해야 한다. 이를 위해서는 우선 지표에 대한 충분한 이해가 필요하다. 물동량을 전망하기 위해서는 연관산업의 육성 정책 및 계획, 수출입 현황, 국가 경제지표 등의 상관관계를 파악해야 하며, 선박의 대기오염물질 배출량을 산정하기 위해서는 선박의 활동에 따른 연료유 사용량과 연료별 배출계수 등을 기반으로 모형을 개발해야 한다. 즉, 정책의사결정 주요 요인 산정에 필요한 데이터의 변수들을 고려하고, 통계 기반 분석모형, 데이터마이닝 기반 분석 모형, 머신러닝 기반 분석 모형 등 분석 목적에 따라 적합한 데이터 분석 모형을 선정해야 한다.

통계기반 분석은 불확실한 상황에서 객관적인 의사결정을 위해 데이터 수집, 분석, 분류 등을 하는 체계이다. 통계분석은 변수 사이의 연관 관계를 분석하는 상관분석, 2개 이상의 집단 간 비교를 수행하는 분산분석, 집단에 대한 정보로부터 집단을 구별하는 판별분석, 회귀분석 등이 활용되고 있다.

〈표 4-11〉 회귀분석

구분	특징
단순회귀	• 독립변수가 1개이며, 종속변수와의 관계가 직선
다중회귀	• 독립변수가 k개이며, 종속변수와의 관계가 선형
다항회귀	• 독립변수와 종속변수와의 관계가 1차 함수 이상인 관계
곡선회귀	• 독립변수가 1개이며 종속변수와의 관계가 곡선
로지스틱 회귀	• 종속변수가 범주형인 경우 적용 • 단순 로지스틱 회귀 및 다중, 다항 로지스틱 회귀로 확장 가능
비선형 회귀	• 회귀식의 모형이 선형관계로 이루어져 있지 않은 모형

자료: 분석모형 설계(검색일: 2021. 9. 25)

데이터마이닝은 대용량 데이터를 활용하여 데이터에 숨겨져 있는 패턴, 관계, 규칙 등을 도출하고, 통계적 기법을 활용한 모델링을 통해 데이터 분석 및 유용한 데이터를 추출하는 방법이다. 데이터마이닝은 다수의 속성을 가지는 객체들을 사전에 정해진 그룹으로 분류하거나 과거 데이터 분석을 통해 결과를 예측하는 데 활용된다.

〈표 4-12〉 예측 모델

구분	특징
회귀분석	• 관찰된 연속형 변수들에 대해 두 변수 사이의 모형을 수립한 후 적합도를 측정하는 분석방법
의사결정나무	• 의사결정 규칙을 트리구조로 변환하여 분류와 예측을 수행하는 분석법 • 판별분석, 회귀분석 등과 같은 변수 모형을 분석하기 위해 사전에 이상값을 도출할 때도 사용가능 • 의사결정나무 자체를 분류 또는 예측 모형으로 사용
시계열분석	• 연도별, 분기별, 월별 등 시계열로 관측되는 자료를 분석하여 미래를 예측하는 분석 방법
인공신경망	• 사람 두뇌의 신경세포인 뉴런이 전기신호를 전달하는 모습을 모방한 예측 모델

자료: 분석모형 설계(검색일: 2021. 9. 25)

머신러닝은 지도 학습과 비지도 학습으로 구분된다. 지도 학습은 정답이 존재하는 데이터로 프로그램을 학습시키는 방법으로 설명변수와 목적변수 간의 관계를 표현하거나 미래 관측을 예측하는 데 적용되며, 주로 인식, 분류, 진단, 예측 등의 문제해결에 적합하다. 비지도 학습은 정답이 없는 입력 데이터에서 데이터의 구성을 알아내는 기계학습 기법으로 목적변수에 대한 정보 없이 학습이 이루어진다. 주로 예측보다는 현상에 대한 설명이나 특징을 도출하는 데 주로 활용되며, 사전정보가 없는 상태에서 유용한 정보 및 패턴 탐색에 이용된다. 비지도 학습은 군집화, 차원축소 기법, 연관관계 분석, 자율학습 인공신경망, 딥러닝 등의 기법이 적용된다.

〈표 4-13〉 지도학습

구분	특징
로지스틱 회귀	• 반응변수가 범주형인 경우 적용되는 회귀분석 모형
인공신경망 분석	• 인간의 뉴런 구조를 모방하여 만든 기계학습 모델
의사결정 나무	• 데이터가 가진 속성들로부터 분할기준 속성을 판별 • 분할기준 속성에 따라 트리형태로 모델링하는 분류 및 예측 모델
서포트 벡터 머신	• 데이터를 분리하는 초평면 중 데이터들과 거리가 가장 먼 초평면을 선택하여 분리하는 지도학습 기반의 이진 선형분류 모델
랜덤 포레스트	• 의사결정나무의 특징인 분산이 크다는 점을 고려하여 배깅과 부스팅보다 더 많은 무작위성을 주어 약한 학습기반을 생성한 후 이를 선형으로 결합하여 최종 학습기를 만드는 방법
감성분석	• 특정 주제에 대한 주관적인 인상, 감정, 태도, 개인의 의견을 텍스트로부터 추출하는 분석

자료: 분석모형 설계(김색일: 2021. 9. 25)

3. 데이터 표준화 및 연계 방안 수립

데이터 연계는 서로 다른 복수의 데이터를 연결하여 기존보다 다양한 정보를 제공할 수 있는 하나의 통합 데이터를 생성하는 방법이다. 데이터 연계는 기록, 개체식별, 목표식별, 필드 매칭, 데이터 통합, 데이터 퓨전 등의 개념으로 사용된다.⁸⁵⁾

1) 데이터 연계 방식

데이터 연계는 독립적으로 생산·운영되는 데이터 시스템에 존재하는 데이터를 연결하여 통합 데이터 시스템을 구축함으로써 데이터의 활용도를 증가시키는 방법이다. 데이터 연계는 연계 기준에 따라 정확 연계(Exact Matching), 판단 연계(Judgemental Matching), 확률적 연계(Probability

85) 오미애(2015), p. 18.

Matching), 통계적 연계(Statistical Matching), 데이터 연결(Data Linking) 등으로 구분된다(〈표 4-14〉).⁸⁶⁾ 정확 연계는 서로 다른 데이터 셋에 고유 식별정보가 공통적으로 존재하는 경우 적용할 수 있다. 즉, PORT-MIS와 AIS 데이터에서 선박 활동을 분석하기 위해서 공통적으로 가지고 있는 호출부호 및 선박정보(선박명, IMO 번호) 등을 고유식별 값으로 활용할 수 있다. 판단 연계는 데이터 셋에서 정확히 일치하는 값은 없으나 데이터를 잘 파악하고 있을 경우 사전 검증을 통해 연구자의 주관적 판단으로 연결하는 방법이다. 앞서 언급한 PORT-MIS와 AIS의 데이터 연계를 통해 선박 활동을 분석할 경우, 동일한 선박이 2회 이상 입출항하는 경우 PORT-MIS는 ‘항차’라는 식별정보가 있어 구분이 가능하지만 AIS에서는 구분 가능한 정보가 존재하지 않아 정확 연계를 수행할 경우 오류가 발생할 수 있다. 이러한 경우 PORT-MIS의 입출항 시간정보와 AIS의 선박 활동 시간 정보를 활용함으로써 연계가 가능하다. 확률적 연계는 정확 연계에서 고유 식별정보에 오류가 존재하는 경우에 적용하는 방식으로 고유식별정보의 정확도에 가중치를 부여하여 데이터를 확률적으로 연계하는 방식이다. 통계적 연계는 연계하고자 하는 데이터 셋에 고유식별정보가 동일하게 존재하지 않는 경우 적용하는 방식으로 정확히 일치하지 않지만 유사한 데이터를 찾아 연결하는 방법이다. 데이터 연결은 데이터 셋의 항목 간 연관성을 찾아 데이터의 갱신이 가능하도록 연결하는 방식으로 주로 관계형 데이터베이스를 구축할 경우 사용하며, 변수들 간의 관계가 명확할 때 사용한다.

〈표 4-14〉 연결기준에 따른 데이터 연계 구분

구분	정의	연결기준
정확 연계	두 데이터에 동일한 고유식별정보가 있어 이를 이용하여 연결	고유식별정보
판단 연계	두 데이터가 정확히 일치하는 것은 없지만, 연구자의 데이터에 대한 이해를 바탕으로 연결	연구자의 지식

86) 박근화 외(2018), p.22.

구분	정의	연결기준
확률적 연계	정확 연계에서 일치하지 않는 상황이 발생할 경우, 각 변수들의 연결가능성을 계산하여 연결	공통변수로 계산한 가능성
통계적 연계	고유식별정보가 없는 경우 통계적 방법으로 가장 유사한 케이스를 찾아 연결	유사성 측도
데이터 연결	둘 이상의 데이터에서 변수들 간의 연관성이 있을 경우 하나가 변화할 때 같이 변화가 가능하도록 연결	변수들 간의 연계성

자료: 박근화 외(2018), p. 22

2) 데이터 연계 프로세스⁸⁷⁾

데이터 통합 및 연계 방식은 <표 4-15>와 같다. 우선 데이터 연계의 목적을 명확하게 수립하고, 개인정보보호 등 연계 데이터와 관련된 법률, 보안 등의 문제를 해결해야 한다. 다음으로 데이터 제공자와 이용자의 관계를 구축하고 데이터에 대한 이해 확보 및 연계 방법을 결정한다. 연계 방법이 결정되면 데이터 저장소 구축 및 처리요구 조건을 정의하고 데이터 확보 후 연계, 품질 검증 등을 거쳐 최종적으로 분석결과를 공유한다.

<표 4-15> 데이터 연계 단계

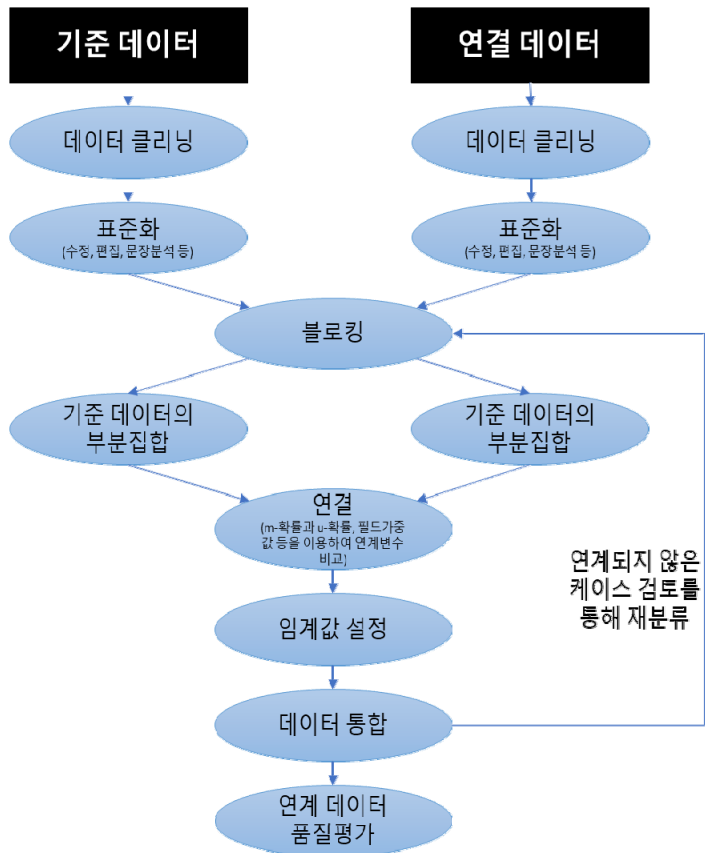
구분	프로세스
1	연계 목표 수립
2	법률, 정책, 개인정보보호 및 보안문제 해결
3	데이터 제공자 및 데이터 이용자 관계 구축
4	데이터 출처에 대한 철저한 이해
5	연계방법 결정
6	정보기술 데이터 저장소 구축 및 처리요구 조건 정의
7	원시데이터 확보
8	연계 수행
9	연계 유효성 검증 및 품질 진단
10	마이크로 데이터 접근권 제공 및 공개 결과물의 비밀성에 대한 고려
11	분석수행 결과 공유

자료: 오미애(2015), p. 19

87) 박근화 외(2018)의 데이터 연계 프로세스 준용

데이터 연계 수행의 세부적인 과정은 <그림 4-13>과 같다. 우선 데이터의 연계를 위해서 가장 기초 과정은 데이터의 오류를 제거하고 수정하는 데이터 클리닝이다. 연계 대상 데이터에 오류가 존재할 경우 데이터 연계 기법이 탁월하다 하더라도 데이터 자체의 문제로 연계 분석 결과에 오류가 발생할 수밖에 없다. 따라서 데이터를 정제하는 클리닝 과정은 데이터 연계 프로세스의 가장 기초임과 동시에 가장 중요한 단계이다.

<그림 4-13> 데이터 연계 프로세스



자료: 박근화 외(2018), p. 29

다음으로는 연계 데이터 간 동일한 변수를 동일한 기준으로 전환하는 데이터의 표준화 작업이 필요하다. <표 4-16>과 같이 기준 데이터에서 사용하는 시간 정보의 표시형식과 연계 데이터의 표시형식이 다를 경우 일반적인 프로그램은 기본적으로 서로 다른 데이터로 인식하여 연계 분석이 불가능하여 동일한 형식으로 전환하는 추가적인 기능이 필요하다. 따라서 동일한 의미를 가지는 변수의 값을 표시형식 및 기준을 동일하게 맞추는 것이 표준화 작업으로 변환, 생성, 추출 등이 포함된다.

<표 4-16> 표준화 작업 예시

구분	기준 데이터	연계 데이터
표준화 전	2018-07-31 13:25:12	07/31/18 13:25:12
표준화 후	2018-07-31 13:25:12	2018-07-31 13:25:12

자료: 저자 작성

블로킹은 명목화된 변수를 선정하여 데이터를 필터링함으로써 연계를 위한 데이터의 비교 횟수를 줄여 연계 효율을 높이는 기법이다. 데이터 연계는 앞서 살펴본 바와 같이 정확 연계, 판단 연계, 확률 연계, 통계적 연계, 데이터 연결 등으로 구분된다. 이러한 연계 방식에 따른 규칙을 적용하여 데이터를 통합하고, 연계되지 않는 사례가 발생할 경우 다시 새로운 연계 규칙을 적용할 수 있다. 다만 연계 수준에 대한 판단은 연계 데이터의 활용 목적에 따라 달라질 수 있다.

데이터 연계가 마무리되면 기본 가정의 충족 여부 및 데이터 간 관계 변화 여부를 확인하는 연계 품질을 검토한다. 즉, 연계된 데이터의 품질이 나쁠 경우 이를 활용한 분석은 잘못된 결과를 도출할 수 있으므로 연계 데이터의 품질이 좋지 않을 경우 다른 방법으로 연계를 시도해야 한다.

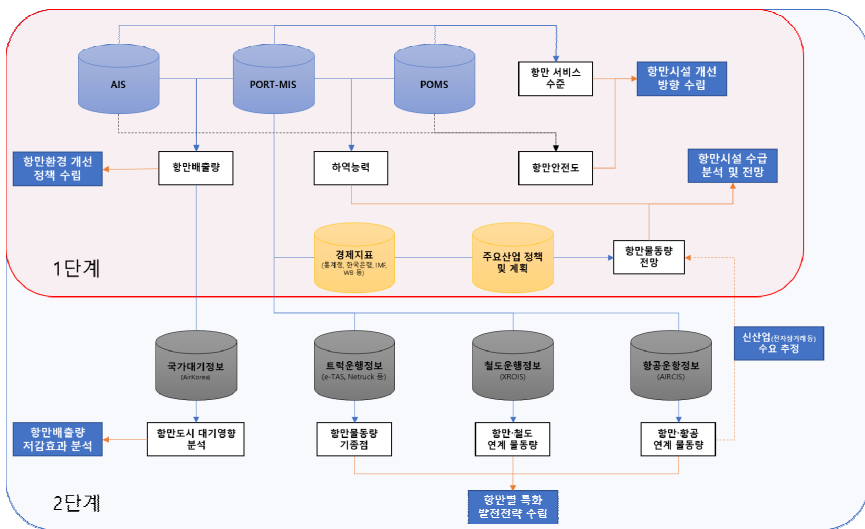
3) 항만부문 데이터 연계

항만부문 데이터 연계를 위해서는 연계 목적이 명확해야 한다. 즉 항만 부문 정책의사결정 주요 요인의 산정에 필요한 데이터 셋이 2개 이상의 데이터 시스템에 분산되어 있을 경우에 데이터 연계가 필요하며, 이와 관련된 데이터 연계 방법을 결정해야 한다.

항만물동량, 하역능력, 항만배출량, 항만 안전도, 항만 서비스 수준 등 항만정책 수립에 필요한 주요 지표를 산정하기 위해서는 PORT-MIS, AIS, POMS 등 항만부문의 데이터 시스템과 국내외 경제지표, 주요산업 정책 및 계획의 연계가 필요하다. 항만물동량은 기존 시계열 데이터를 보유하고 있는 PORT-MIS와 국내외 경제지표, 주요산업 정책 및 계획의 연계 분석이 필요하므로 시계열 항목을 중심으로 연계가 가능하다. 하역능력은 물동량, 운영 시간 정보 등 항만 운영 현황, 항만시설물 및 장비 수준 데이터를 활용하여 시뮬레이션을 통해 산정하기 때문에 PORT-MIS, POMS와 운영사의 장비 운영 데이터 등이 필요하다. 이는 항만시설물을 중심으로 연계가 가능할 것으로 예상된다. 항만 서비스 수준, 항만 배출량 등은 대기시간, 재항시간, 항내 운항시간 등 항만 내 선박 활동과 항만생산성 등 항만 운영 현황을 기반으로 산정되기 때문에 PORT-MIS, AIS, POMS의 연계가 필요하다. PORT-MIS의 물동량 정보와 국내외 경제지표, 주요산업 정책 및 계획은 시점을 기준으로 연계가 가능하며, PORT-MIS, 국내 AIS의 연계는 선박명, 호출부호 등의 고유식별정보가 존재하기 때문에 정확 연계가 가능하나, 호출부호가 존재하지 않을 경우 선박명, 선박 활동 시간을 기반으로 통계적 연계가 가능하다. PORT-MIS와 POMS는 항만시설물 정보가 고유식별정보로 활용 가능하기 때문에 이를 활용한 정확 연계가 가능하다.

항만 내 데이터 시스템 연계 이후 타 부문과 연계한 항만정책 수립을 위해 국가대기정보(AirKorea), e-Tas, AIRCIS 등 타 물류 및 환경 데이터

〈그림 4-14〉 항만부문 빅데이터 연계(안)



167

4. 빅데이터 기반 플랫폼

항만부문 정책의사결정 지원 플랫폼에서는 항만 및 선박운항 관련 데이터, 국내 타 물류데이터, 공공데이터, 해외 물류데이터 등의 데이터가 연계되어야 한다. 따라서 빅데이터 플랫폼은 <그림 4-15>와 같이 데이터 수집·연계 영역, 데이터 분석 영역, 분석결과 서비스 영역, 주제별 데이터 영역으로 구분될 수 있다.

<그림 4-15> 빅데이터 기반 정책의사결정 지원 플랫폼



자료: 오미애(2019), p. 35를 일부 수정하여 작성

데이터 수집 및 연계 영역에서는 본 연구에서 제시한 항만 및 선박데이터와 국내 타부처 공공데이터, 언론·연구기관 및 해외 데이터 등 다양한 데이터를 수집하고, 데이터 정제 및 표준화, 저장 등을 담당한다. 특히 상이한 부문의 데이터 연계를 위한 표준화 및 필터링이 매우 중요하다. 데이터 분석 영역에서는 빅데이터 분석에 주로 활용되는 R, SAS, Python,

Tensoflow 등 분석 도구를 활용하여 단순 통계 분석에서부터 텍스트 마이닝, 기계학습, 딥러닝 등 다양한 분석을 수행하며, 분석 결과 역시 Tableau 등과 같은 도구를 활용하여 인포그래픽, 통계 그래픽 등 시각화 단계에서 사용자 편의를 고려해야 한다. 서비스 영역에서는 정보의 공개 및 공유 방식에 따라 분석 결과를 제공하며, 특정 정책수립과 관련하여 예측 시뮬레이션 및 분석 결과 역시 제공해야 한다.

이 플랫폼을 통해 항만분야의 선제적인 정책 대안 수립이 가능하고, 육상물류 등 타 분야와의 융합연구에 활용될 수 있다. 민간부문에서는 항만의 실시간 현황 분석과 맞춤형 정보서비스 등의 제공이 가능할 것으로 예상된다. 주요 국가, 항만 등과의 국제 비교를 통해 우리나라 항만의 경쟁력 및 서비스 수준 비교가 가능하며, 이를 통해 국내 항만시설 개선을 위한 방향 및 대안 수립도 가능하다.

제3절 소결

항만부문의 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼을 구축하기 위해서는 현재 구축되어 있는 PORT-MIS, AIS, VTS, POMS 등 항만부문의 데이터 시스템의 연계가 필수적이다. 이를 통해 항만물동량, 하역능력, 항만안전도, 서비스 수준, 항만의 대기오염물질 배출량 등 항만부문의 정책 수립에 필요한 다양한 지표를 평가할 수 있을 것으로 예상된다. 뿐만 아니라 국가 대기정보과의 연계를 통한 항만 대기오염물질 저감 정책의 실효성 검토가 가능하며, 트럭·철도 운행정보, 항공운항정보 등 타 물류 부문에서 구축되어 있는 데이터 시스템과의 연계를 통해 항만 물동량의 기종점, 항만-철도,

항만-항공 연계 물동량 등 국가 물류의 범위에서 항만부문의 정책 수립도 가능할 것으로 예상된다.

이와 같은 항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼을 구축하기 위해서는 정책의사결정에 필요한 주요 요인을 발굴하는 것이 선행되어야 한다. 본 연구에서는 선행연구, 문헌조사 등을 통해 항만물동량, 하역능력, 생산성, 서비스 수준, 대기오염물질 배출량 등을 선정하였으나, 실제 정책 수립 단계에서는 다양한 지표가 활용되기 때문에 이러한 요인을 발굴하는 것이 중요하다. 다음으로 발굴된 요인을 산정 및 평가하기 위한 모형의 설계가 필요하다. 본 연구에서 검토한 부산항 컨테이너 물동량 전망에서 시계열 모형, 기계학습 모형, 딥러닝 모형 등을 적용하고 정확도를 평가하였으며, 항만의 대기오염물질 배출량과 대기시간 및 재항시간과 같은 서비스 수준을 평가하기 위해 AIS 데이터 분석 모형을 설계하였다. 이와 같이 개별 요인의 평가 및 산정을 위한 모형이 설계되어야 한다. 동시에 모형에 적용 가능한 데이터 수집 및 연계 방안을 수립하여야 한다. 예를 들어 항만의 컨테이너 물동량 기종점 자료를 확보하기 위해서는 기존 항만 데이터와 육상 물류데이터의 연계가 필수적이다. 이를 위해서는 개별 컨테이너 정보와 육상 운송수단의 정보가 확보되어야 하며, 이 데이터의 연계 방안도 수립되어야 한다. 이상과 같은 단계를 통해 빅데이터 플랫폼의 분석 영역이 수립될 것으로 예상되며, 정보 공유 및 공개, 정책 지원 등 서비스 영역을 마련함으로써 빅데이터 플랫폼의 구축이 가능하다.

05

결론 및 제언

제1절 요약 및 결론

1. 요약

4차 산업혁명 기술의 급격한 성장과 빅데이터 분석 방법론의 확산으로 데이터 기반 또는 증거 기반 정책 수립 요구가 증가하고 있다. 항만부문에 서도 데이터 기반 정책을 수립하기 위해서는 항만 및 물류와 관련된 데이터를 연계 및 분석하여 활용되어야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 항만부 문 정책의사결정 지원을 위한 데이터 시스템을 분석하고, 정책의사결정 주 요 지표 산정과 빅데이터 분석 방법론의 적용 가능성을 검토하였으며, 최종적으로 빅데이터 플랫폼 구축방안을 제시하였다.

정책은 국가가 수행하는 모든 업무로서 국민들에게 영향을 미치는 모든 정부의 활동 혹은 정부의 모든 결정과 이를 달성하기 위한 계획이다. 정부의 제한된 자원, 즉 예산 대비 수많은 문제 중 우선순위와 대응 방법을 구축하는 것이 매우 중요하다. 정보통신기술 및 데이터 분석기법이 발전함에 따라 데이터 연계 및 분석 결과를 활용한 정책수립 방법이 확산되고 있다.

현재 국토, 교통, 교육, 행정 등 다양한 분야에서 빅데이터를 활용하여 정책 수립을 추진하고 있으며, 관련 데이터의 수집 및 연계를 통해 다양한 정책 대안 수립 및 분야별 협업체계 구축을 통해 시너지 효과도 기대하고 있다.

항만부문의 정책수립 단계에서 정책의사를 결정하는 주요 지표는 물동량, 하역능력, 항만생산성, 서비스 수준, 항만 대기오염물질 배출량 등이 있다. 특히 빅데이터 분석 방법론을 적용한 물동량 전망을 위해 PORT-MIS 데이터와 발틱운임지수(BDI_{dx})를 비롯하여 상하이 컨테이너 운임지수(SCFI), 중국 컨테이너 운임지수(CCFI)와 하우 로빈슨 컨테이너선 용선지수(HRCI) 등 6개의 운임지수, 소비자물가지수, 생산자물가지수, 수입 물량지수, 수출물량지수 등 4개의 경제지표를 활용하여 부산항 컨테이너 물동량 예측 모형을 수립하였다. 부산항 컨테이너 물동량 예측 모형은 기존에 활용하던 ARIMA, Prophet 등 시계열 모형과 다중회귀분석, Random Forest, Gradient Boosting, AdaBoost 등 기계학습 기법을 적용한 모형, LSTM을 적용한 딥러닝 모형을 적용하였다. 시계열 모형과 기계학습, 딥러닝 모형의 예측 성능 비교를 통해 항만물동량 전망에도 빅데이터 분석 방법론의 적용 가능성을 확인하였다. 또한 AIS 데이터 분석을 통해 항만구역에서 선박의 활동과 연료유 사용량을 추정하고, 이에 기반하여 선박의 대기오염물질 배출량 산정과 재항시간, 대기시간 등 항만의 서비스 수준 측정 역시 가능하다.

이러한 항만부문 정책의사결정을 지원하기 위해서는 기존 항만부문에 구축된 데이터 시스템뿐만 아니라 도로 및 철도 운송, 항공 물류, 국가 대기망 등 타 부처에 구축된 데이터 시스템과의 연계가 중요하다. 특히 육상물류 및 항공물류 데이터 시스템과의 연계는 국가 물류망의 순환구조를 파악하고 투명성 확보를 통해 정책 수립 및 적용의 적시성을 확보할 수 있다. 또한 수립된 정책의 효과 분석을 통해 정책의 적합성 및 예산 소요의 합리

성 판단이 가능하다. 특히 다양한 데이터 시스템과의 연계 및 빅데이터 분석 방법론을 적용한 빅데이터 플랫폼을 구축함으로써 실시간 항만 및 물류의 현황 파악과 단기 및 중장기 전망 등을 통해 항만부문 정책 수립에 활용이 가능할 것으로 예상된다.

2. 결론

데이터 분석 방법론 및 데이터 시스템의 급격한 발전으로 국토/교통, 보건/의료, 교육 등 다양한 부문의 정책수립에 데이터가 적극 활용되고 있다. 항만부문에서도 정책 수립 단계에서 데이터의 활용도를 확장하고 있으나, 항만 관련 데이터뿐만 아니라 타 부문의 물류 데이터 시스템, 해외 데이터 시스템 등 필요한 다양한 데이터와의 연계를 통해 빅데이터 체계를 구축하고, 이에 기반한 정책 수립을 통해 정책의 정확성 및 적시성 확보 및 이미 시행된 정책의 효과 검증이 수행되어야 한다.

본 연구에서는 실제 항만정책 수립에 적용되는 물동량 등의 예측에 빅데이터 분석 방법론을 적용하고, 빅데이터를 활용하여 항만의 대기오염물질 배출량을 산정하는 등 항만부문 정책수립에 빅데이터의 적용 가능성을 검토하였다. 또한 항만부문 정책 수립에 필요할 것으로 판단되는 국내외 다양한 데이터 시스템의 연계를 통해 산정 가능한 항만부문 정책 수립 지표의 예시를 제시하였으며, 이에 기반한 빅데이터 플랫폼을 제시하였다.

본 연구는 항만부문의 정책의사결정을 지원하기 위한 빅데이터 플랫폼의 구축 필요성 및 구축 방안을 제시하였으나, 항만부문 정책 수립 단계에서 중요한 지표의 발굴과 평가모형 개발, 다양한 데이터 시스템과의 연계 방안 등에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

제2절 제언

1. 본 연구 기여

본 연구는 항만부문의 정책 수립 단계에서 빅데이터의 활용 가능성을 제시함으로써 빅데이터 기반의 정책 수립을 위한 기초를 마련하였다. 항만부문 정책 수립에 빅데이터를 적용함으로써 정책 수립의 타당성과 적시성의 확보가 가능할 것으로 예상되며, 동시에 정책 추진 결과의 전망 및 효과 검증도 가능할 것으로 판단된다.

또한 본 연구에서는 항만부문 정책의사결정 주요 지표를 산정하기 위해 기계학습, 딥러닝 등 빅데이터 분석 방법론을 적용함으로써 항만부문의 주요 지표를 산정하고 평가하기 위한 모형의 적용 가능성을 제시하였다. 기존의 시계열 분석 및 회귀분석과 병행하여 새로운 예측 및 평가 모형을 수립함으로써 지표의 예측 및 평가의 정확성을 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구에서 제시한 빅데이터 플랫폼을 구축함으로써 정책입안자들은 보다 능동적인 정책 수립이 가능할 것으로 예상되며, 이에 따라 행정낭비를 방지하고 정책의 적시성 및 타당성 확보가 용이할 것으로 판단된다. 또한 정책의사결정 지표 산정에 빅데이터 분석 방법론 등 학술적인 접근 방향을 제시함으로써 예측 및 평가 모형의 고도화가 기대된다.

2. 제언

1) 빅데이터 기반 정책의사결정 수요 검토

본 연구 제4장에서 항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터에 적용 가능한 요소에 대한 수요조사 절차를 제시하였다. 본 연구에서는 항만부문 관련 기관의 종사자 16명을 대상으로 빅데이터 및 빅데이터 분석 방법론 적용이 필요한 정책의사결정 요소에 대한 설문조사를 실시하여 의견을 수렴하였다.

현재 해양수산부는 빅데이터 분석을 통한 정책의사결정이 수행되지 않는 것으로 판단되는 반면, 항만을 직접 운영하고 관리하는 항만공사와 터미널 운영사에서는 항만 대기오염물질 분석, 장비 및 인력 배치, 차량/컨테이너 인식, 선석 계획 등에 빅데이터 분석을 활용하고 있는 것으로 나타났다. 다만 항만공사와 터미널 운영사에서 활용한 데이터는 가트너 등에서 얘기하고 있는 4V 범주에 속하지 않는 데이터들이 많아 기존 빅데이터의 개념보다는 데이터의 연계를 통한 빅데이터 분석을 활용하는 사례들이 많았다.

〈표 5-1〉 빅데이터 기반 의사결정 현황

그룹		빅데이터 분석 의사결정 내용
정부 및 공공기관	해양수산부	-
	항만공사	선박, 하역장비, 차량 등의 이동정보를 기반으로 배출량 분석 Port-MIS 기반 광양항 인센티브 정책 수립
터미널 운영사		게이트 반출입 데이터, 세관 EDI 등을 활용한 장비 및 인력 배치
		차량/컨테이너 사진 정보의 머신러닝을 통한 번호 인식
		과거 터미널 운영정보 기반 선석/양적하 계획 수립
		장비별 동력 사용량과 화물처리량 간 상관관계 분석
		항만 내 차량 동선 분석을 통한 혼잡도 개선

자료: 저자 작성

다음으로 현재 수행하고 있는 의사결정 사항 중 빅데이터 분석이 필요한 사항에 대한 조사 결과, 답변자 모두가 1~3가지씩 의견을 제시하였다. 먼저 해양수산부에서는 항만시설 수급 진단, 항만 주변 교통량 분석 등 항만 정책과 관련된 의사결정에 빅데이터 분석이 필요할 것으로 예상하였으며, 항만공사에서도 노후 시설물 생애주기 관리, 항만운영 환경 예보, 항만 대기오염원의 환경 영향도 분석 등에 빅데이터 분석이 필요한 것으로 답변하였다. 즉, 공공기관은 공공 정책과 관련된 의사결정에 빅데이터 분석 활용 수요가 많은 것으로 보인다. 반면 터미널 운영사는 효율적인 관리 및 운영을 위해 장비 고장 예측, 강풍 대응 방안, 게이트 혼잡도 예측 등의 의사결정에 빅데이터 분석이 필요하여 공공기관과 빅데이터 수요 관점에 차이가 있는 것으로 조사되었다.

동 설문을 통해 AIS, IoT 기반 위치·상태 정보, 교통 DB, 대기정보, 해저지형 등 4V 범주에 포함되는 빅데이터의 수요를 파악했다. 그러나 반대로 물동량, 유가 추이, 선박 연료 사용량과 같이 단일 데이터로서 빅데이터가 아닌 일반적인 데이터도 수요가 있는 것으로 조사되어, 향후 관련 플랫폼 구축 시 제공할 데이터 범위에 대한 의사결정 절차가 필요할 것으로 보인다.

또한 본 수요검토를 통해 정책의사결정에 이와 같이 많은 빅데이터 수요가 있는 것을 확인할 수 있었고, 요구하고 있는 빅데이터 종류와 의사결정 사항에 공통적인 부분들이 많은 것을 확인할 수 있었다. 따라서, 공통된 빅데이터 요구와 의사결정사항에 대해 중복으로 투자되는 것을 방지하고, 또한 도출되는 결과의 일관성 확보를 위해서는 통합 플랫폼 구축이 필요하며, 이와 관련된 제도 개선, 운영체계 수립, 전문인력 확보 등이 필요할 것이다.

〈표 5-2〉 빅데이터 기반 의사결정 요구사항 및 데이터

그룹		빅데이터 분석 의사결정 요구사항	요구 데이터
정부 및 공공기관	해양 수산부	빅데이터 기반 전국 항만시설 수급 진단 시스템	물동량
		빅데이터 기반 항만 내 교통량 분석 시스템	교통량(VDS)
		빅데이터 기반 AMP 중장기 설치계획 수립	AIS, 유가, 선박 연료사용량 등
		과거 항만개발 데이터 분석을 통한 신규 사업 효과 예측	물동량, 교통량, 과거 사업 정보 등
		과거 항만시공 데이터 분석을 통한 신규 개발사업 계획, 효과, 이슈 예측	항만시공, 설계, 계측자료 등
		각 항만별 체선/체화 유형 분석을 통한 항만개발 수요 및 적정 개발 수준 평가	Port-MIS
		빅데이터 기반 기후변화 대응방안 마련	해상 조위, 풍향, 풍속 등 계측데이터
		빅데이터 기반 항만구조물 설계파 재산정 및 검증	
	항만 공사	노후 항만시설물 생애주기 관리 의사결정	시설물 관리 이력, 안전 진단 데이터
		빅데이터 기반 항만운영 환경 예보시스템 구축	항만 수리현상, 해저지형, 조류신호 등
		컨테이너 차량 대기시간 단축을 위한 정책 수립	차량 이동정보, 화물처리 데이터
		대기오염 측정소 정보 기반 환경 영향도 분석	대기정보, 배출정보
터미널 운행사		항만 하역장비 예지 정비 및 고장 예측	IoT 센서 정보
		강풍 내습 시 항만운영 영향 분석 및 대응방안 도출	기후정보, 피해정보 등
		반출입 차량의 터미널 도착 패턴 및 영향도 분석	교통정보, 차량 도착 정보 등
		과거 데이터 학습을 통한 항만 내 운송 차량 라우팅	차량 이동정보
		선박 크기 및 하역량에 따른 최적 장비 스펙 분석	글로벌 선박 운영 및 발주계획, 물동량, 양적하 데이터 등

자료: 저자 작성

2) 빅데이터 플랫폼 구축을 위한 제도 개선

항만부문 정책의사결정 지원을 위한 빅데이터 분석 플랫폼 구축을 위해 먼저 「항만법」 내 항만부문 빅데이터에 대한 개념 및 데이터의 범위 등이 명확하게 수립되어야 한다. 현재 국내 항만에서 발생하는 정보를 수집·가공하여 제공하는 시스템은 ‘항만물류통합정보체계’란 명칭으로 사용되고 있으며, 「항만법」 제2조(정의)에 명시되어 있다. ‘항만물류통합정보체계’의 법적 정의는 항만이용 및 항만물류 과정에서 발생하는 정보를 활용하는 체계로 요약할 수 있다. 즉, 항만에서 화물이 공급자로부터 수요자에게 전달 될 때까지 이루어지는 운송·보관·하역 등 일련의 과정에서 발생하는 정보 수집 및 체계로 정의할 수 있다.

항만물류통합정보체계는 항만 내 여러 활동에서 발생하는 정보를 수집·분류의 역할에 중점을 두고 있으므로 항만부문 빅데이터 활용을 위해 해당 용어가 의미하는 정확한 정의가 선행되어야 한다.

이에 「항만법」 내 ‘항만물류빅데이터체계’라는 용어 신설을 통해 향후 빅데이터 플랫폼 구축을 위한 제도적 기반 마련이 필요하며, 항만물류 관련 방대한 양의 데이터를 수집, 저장, 제공하는 것에서 더 나아가 빅데이터의 활용 관련 요소가 함께 고려되어야 한다.

〈표 5-3〉 항만물류통합정보체계 관련 법 조항

구분	내용
「항만법」 제2조(정의)	“항만물류통합정보체계”란 관리청 및 항만을 이용하는 자가 항만물류비의 절감 및 각종 정보의 실시간 획득 등을 위하여 항만이용 및 항만물류의 과정에서 발생하는 정보를 정보통신망을 이용하여 상호교환·처리 및 활용하는 체계
「항만물류통합정보체계 구축·운영 및 이용절차에 관한 규정」 제2조(정의)	“해운항만물류정보시스템(PORT-MIS)”이란 선박의 입항·출항, 항만이용 및 항만물류, 해운·선원·선박 등과 관련된 정보관리 및 민원사무를 처리하기 위해 구축된 통합정보체계

자료: 「항만법」 제2조(정의) 및 제26조(항만물류통합정보체계의 구축·운영)

빅데이터를 활용한 정책의사결정 시스템 구축을 위해 법률 내 빅데이터 플랫폼 구축에 관한 이용규정 등이 신설되어야 한다. 현재 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 구축 및 운영 관련 「항만물류통합정보체계 구축·운영 및 이용절차에 관한 규정」이 시행되고 있다.

항만부문 빅데이터 플랫폼 구축은 현재 이용 중인 해운항만물류정보시스템과 별도의 운영조직, 인력, 예산 등을 마련해 구축해야 하며, 기존 해운항만물류정보시스템과 운영 목적 및 활용 방안에서 차별화될 필요가 있다. 이에 「항만법」 내 ‘항만물류빅데이터체계의 구축·운영’ 관련 조항 신설을 비롯해 별도의 「항만물류빅데이터체계 구축·운영 및 절차에 관한 규정」을 마련해야 한다. 이를 통해 빅데이터 플랫폼의 구체적인 역할 및 범위, 기능, 운영방안, 정보 연계 및 구축 체계 등을 수립할 것을 제안한다.

3) 정부 주도 운영체계 수립

항만부문 빅데이터 분석 플랫폼은 항만개발 및 운영 등 항만정책과 관련된 의사결정을 수행하는 해양수산부를 중심으로 운영되어야 한다. 현재 해양수산 관련 빅데이터를 거래하는 ‘해양수산 빅데이터 거래소’도 해양수산부를 중심으로 한국해양수산개발원, 한국어촌어항공단, 부산항만공사 등의 공공기관과 미래아이티, Tmax 등의 기업이 공동으로 운영하고 있다. 따라서 항만부문 빅데이터 분석 플랫폼 역시 정책의사결정에 중요한 역할을 하는 해양수산부, 항만공사, 한국해양수산개발원 등 정부 및 공공기관, 연구기관의 참여가 필요하며, 데이터의 관리 및 연계를 위하여 민간기업이 참여하는 형태로 운영되어야 한다.

다만 데이터의 확장, 분석 수요의 변화 등에 따라 정책의사결정 대상이 항만분야가 아닌 육상, 항공, 도시 등으로 확대될 수 있다. 제5장에서 살펴본 바와 같이 빅데이터 분석 플랫폼은 PORT-MIS, AIS, POMS 등 항만부

문 데이터 시스템뿐만 아니라 AIRCIS, AirKorea 등 타 부처에서 관리하는 데이터 시스템과의 연계가 필요하다. 향후 이러한 데이터가 모두 연계 활용되어 분석대상 및 의사결정 수요가 확대된다면 국토교통부, 산업통상자원부 등 타 부처 정책의사결정 또한 지원이 가능할 것으로 예상되어 해양수산부 고유의 플랫폼이 아닌 범부처 정책의사결정 지원 플랫폼으로 확대될 수 있다. 따라서 각 부처의 협조 유도 및 분쟁 최소화를 위해서는 상위 기관으로의 운영주체 이관이 필요하며, 국무총리실 등의 범부처 기관에서의 운영이 필요하다.

또한 방대한 데이터를 관리하고 다양한 정책의사결정을 지원하기 위해서는 정책 이해관계자들로 구성된 협의체가 마련되어야 한다. 각 부처 담당자뿐만 아니라 학계, 산업계, 연구계 등 실제 플랫폼 수요자들로 구성된 협의체 운영을 통해 주기적으로 정책의사결정 수요를 발굴하고, 이를 지원할 수 있는 데이터 확보 및 분석 모형을 개발함으로써 유기적이고 활동적인 정책의사결정 생태계의 구축을 통해 지속가능한 플랫폼으로의 발전이 가능하다.

4) 민간 데이터 확보

원활한 정책수립을 지원하기 위해서는 공공데이터의 연계뿐만 아니라 민간 데이터와의 연계도 필요하다. 대표적으로 컨테이너 물동량의 기종점을 파악하기 위해서는 특정 컨테이너와 운송 트럭의 매칭 데이터가 필요한데, 이러한 정보는 컨테이너 터미널 운영사 또는 운송업체에서 보유하고 있다. 「물류정책기본법」 제30조제2항에 따라 국토교통부장관은 필요시 물류관련 기관 또는 물류기업 등에 자료의 제공을 요청할 수 있다. 또한 데이터 3법의 개정으로 가명 처리된 개인정보의 활용 가능성은 확대되었다. 그러나 민간 데이터의 자발적이고 적극적인 참여를 유도하기 위해서는 데이터 구매, 데이터 교환 및 협력체계 구축 등의 방안 수립이 필요하다.

민간 데이터를 확보하는 가장 용이한 방안은 데이터를 구매하는 것이다. 그러나 데이터 제공자가 요구하는 가격을 협상하는 단계에 많은 자원이 소요될 것으로 예상되며, 데이터 구매에 과도한 예산이 소요될 수 있어 지속적인 활용에는 어려움이 예상된다. 즉 단기간 또는 일회성 연계 분석을 위해서는 데이터를 구매하는 것이 최상의 방안이 될 수 있으나 항만 및 물류와 같이 국가 물류 데이터의 연계를 위한 지속적인 방안으로 활용하기는 어렵다.

따라서 민간 데이터 확보를 위해서는 상호 간 데이터 교환 및 협력체계가 구축되어야 한다. 터미널 운영사 등 민간기업 또는 데이터 분석 및 활용을 위해 데이터 시스템을 구축한 개별 사업자들이 보유하고 있는 데이터를 확보하기 위해서는 데이터 상호교환 및 협력체계가 구축되어야 한다. 데이터 교환체계는 상호 간 필요 데이터를 서로 보유하고 있는 경우에 가능하며, 데이터 교환을 위해서는 서로 요구 데이터 확인 및 교환 가능성 검토가 선행되어야 한다. 이후 교환 목적에 적합하도록 데이터의 재가공 등의 단계를 거친 후 데이터의 교환이 이루어지면 된다. 데이터 협력체계는 공공의 목적 및 민간기업의 전략이 부합하는 경우 수립될 수 있으며, 민간 데이터는 공공의 목적을 위해 활용되어야 하며, 데이터 갱신주기, 데이터 품질 표준화 등 데이터 관리에 대해 상호 간 지속적인 협의가 필요하다.⁸⁸⁾

5) 항만별 동일한 빅데이터 분석 시스템 구축

앞서 부산항만공사는 2017년 해운·항만 부문 빅데이터 활용을 위해 ‘해운·항만·물류 분석시스템’을 구축하였다. 현재는 이를 더욱 확대 개편하여 ‘항만물류통합플랫폼’을 구축·운영하고 있다. 이를 통해 물동량 데이터 및 선박데이터를 비롯해 항만운영 관련 다양한 정보를 대국민 서비스 차원에

88) 이기열·강무홍·서정용(2020), p. 63.

서 제공하고 있다. 그러나 부산항만공사를 제외한 인천, 광양, 울산 등 타 항만공사는 여전히 해운·항만 데이터 관련 자체 시스템을 보유하지 못한 실정이다. 향후 항만부문 빅데이터 기반 정책의사결정 체계 및 플랫폼 구축을 위해 먼저 항만별 빅데이터 분석 시스템을 마련하고, 향후 빅데이터 플랫폼 구축을 위한 기반을 조성할 필요가 있다. 또한 각 항만별 시스템은 동일한 체계로 구성하여 정책의사결정 시 용이성 및 활용방안 등을 적극 고려해야 한다.

앞서 제안한 정부 주도의 운영체계 수립 체제에서 국내 항만에서 발생하는 해운·항만 데이터는 각 항만별 빅데이터 분석 시스템을 통해 수집 및 가공하는 체계 구축을 제안한다. 즉, 해양수산부가 주도하는 빅데이터 통합 플랫폼이라는 컨트롤 타워 아래 항만별 자체 빅데이터 시스템을 구축해 이를 적극 지원하는 체계가 마련되어야 한다.

6) 데이터 관리 전담조직 구성

정책수립 과정에 필요한 중요 평가 지표의 산정은 단일 데이터 시스템으로 가능할 수 있으나, 서로 다른 2개 이상의 데이터 시스템의 연계가 필요한 경우도 종종 발생한다. 본 연구에서 살펴본 선박의 대기오염물질 배출량은 AIS 데이터를 통해 추정이 가능하나, 배출규제해역 지정 및 선박저속 운항 등 항만구역의 배출 저감 정책의 효과를 검증하기 위해서는 선박의 배출량과 항만 대기질의 연계 분석이 필요하다. 이와 같이 정책 수립에 빅데이터를 활용하기 위해서는 다양한 데이터 시스템의 연계가 필수적이다.

분산되어 관리되는 데이터 시스템의 연계를 위해서는 개별 데이터 시스템의 구조를 명확히 이해하고 수집되는 데이터의 수준을 파악해야 한다. 현재 공공데이터를 제공하는 대부분의 데이터 시스템은 데이터 구조는 공개하지 않고 요청 데이터가 존재하면 제공하는 형태이다. 따라서 실제 수

집되는 원시 데이터 항목 및 수준을 명확하게 알 수 없다. 예를 들어 PORT-MIS는 선박입출항, 품목별 항만별 물동량 등 해운항만물류 관련 다양한 정보를 제공하고 있으나, 실제 수집되는 데이터의 수준을 정확하게 알 수 없으며, 이와 같이 제한된 환경에서 상이한 데이터 시스템을 연계하는 것은 불가능하다. 즉, 공공데이터라 하더라도 데이터 시스템의 구조, 수집 항목 및 수준의 공개 자체가 불가능 경우가 많다. 따라서 항만 및 물류 데이터의 연계 활용을 위해서는 다양한 데이터 시스템의 구조를 전문적으로 분석하고 데이터 연계를 수행할 수 있는 조직을 구성해야 한다. 조직 구성원들은 연계 대상 데이터 시스템에 접근할 수 있는 권한이 부여되어야 하며, 이를 기반으로 데이터 연계 전략을 수립해야 한다.

동시에 데이터 시스템을 연계하는 방식에 대한 연구도 필요하다. 데이터 규모의 지속적인 증가와 정책 요구의 다양화에 대응하고 선제적 정책 수립을 위해서는 정확히 필요한 데이터를 효과적으로 연계하기 위한 연구가 지속되어야 한다.

7) 정책수립 평가 지표 개발 및 산정 모형 연구

항만개발, 항만경쟁력 향상 및 서비스 수준 제고 등 다양한 항만정책을 수립하거나 시행 중인 정책의 효과를 분석하기 위해서는 선박대기율, 항만 생산성 등과 같은 주요 지표가 활용된다. 현재 KMI에서 수행하고 있는 항만인프라 서비스 수준 분석 연구 또한 항만정책 의사결정을 위한 지표 중 하나로서 항만시설의 서비스 수준을 평가하고, 평가결과를 기반으로 시설 개선 및 보완정책 수립에 활용된다. 이와 같이 정책수립에 필수적인 평가 지표를 지속적으로 발굴하기 위해서는 지속적인 연구개발(R&D)이 필요하다.

또한 정책 수립을 위한 지표를 산정하는 모형의 개발도 필요하다. 모형을 개발하기 위해서는 목적, 활용 데이터 수준 등에 기반하여 통계기법, 기

계학습 기법, 딥러닝 기법 등 다양한 분석 방법론을 적용하여 최적의 모형을 선택해야 한다. 특히 항만물동량과 같이 기존에도 지속적으로 전망되고 있는 항목에 대해서도 주기적으로 또는 필요시 즉각적인 산정이 가능한 모형의 개발이 필요하며, 모형의 성능 평가 후 기존 체계와 함께 활용할 수 있는 방안을 모색해야 한다.

8) 전문인력 확보

최근 기업들은 빅데이터 및 인공지능 개발 전문인력의 부족 현상에 시달리고 있다. 한국소프트웨어정책연구소에 따르면 내년 국내에서는 빅데이터 분야 2,785명, AI 분야 9,986명, 클라우드 분야 335명 등 관련된 개발자가 부족할 것으로 전망되고 있으며, 이에 따라 인건비가 급격하게 상승하고 있다.⁸⁹⁾ 이와 같은 개발자의 품귀현상은 코로나19가 확산됨에 따라 기업들이 디지털 전환을 서두르며 인력 수요가 급증하여 발생하고 있으며, 향후 몇 년간 지속될 것으로 예상되고 있다. 이에 항만부문 정책의사결정 지원 플랫폼 개발 및 운영 시 필요한 전문인력 수급 또한 난항을 겪을 것으로 예상된다. 따라서 인력확보 방안의 수립이 필요하며, 본 연구에서는 2가지 방안을 제시한다.

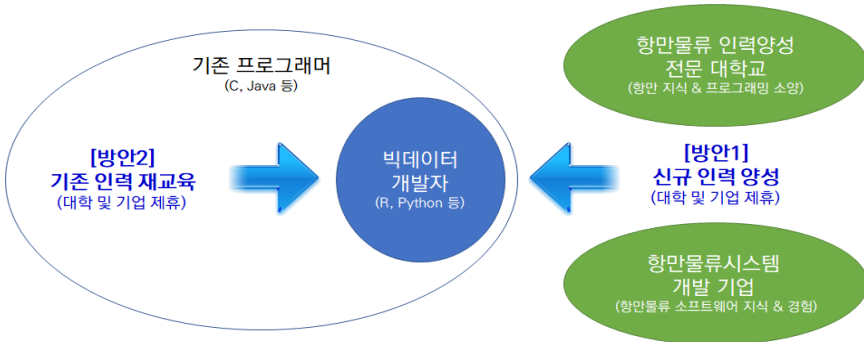
첫 번째로 항만물류 전문 대학교 및 기업 제휴를 통한 신규 인력 양성방안이다. 항만 분야에는 한국해양대학교, 목포해양대학교, 부경대학교 등 항만물류인력을 전문으로 양성하는 대학교들이 있다. 또한 토탈소프트뱅크, 싸이버로지텍, KL-Net 등 항만물류시스템을 전문적으로 개발하고 있는 기업들도 있다. 현재 각 대학은 컴퓨터공학과, 산업공학과, 물류시스템공학과 등 개발자를 양성하기 위한 학과를 운영하여 인력들을 양성하고 있으나, 항만물류 시스템 개발에 특화된 커리큘럼을 가지고 있지는 않다. 따라서

89) 이뉴스투데이(2021. 4. 26)

항만물류시스템을 개발하고 있는 기업들의 전문가들을 강사로 초청하여 기업들이 요구하고 있는 소양 및 지식을 미리 전수해줌으로써 졸업 후 바로 항만 관련 시스템을 개발 또는 운영할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

다음으로 기존 인력들을 재교육하는 방안이다. 토탈소프트뱅크, 싸이버로지텍 등 기존 항만물류시스템 개발 기업들은 전문 개발자들을 많이 고용하고 있지만, 이들 대부분 빅데이터 분석에 필요한 R, Python 등의 분석 도구에 대한 지식은 많이 부족하다. 그러나 이러한 전문 개발자들은 기본적으로 프로그래밍 소양이 있기 때문에 빅데이터 분석 도구에 대한 이해도가 다른 사람들에 비해 상당히 높다. 따라서 이들을 교육한다면, 단기간에 빅데이터 플랫폼 개발 및 운영에 필요한 인력으로 전환할 수 있을 것이다. 다만, 이를 위해서는 교육 비용과 시간이 필요하며, 이는 국가에서 일부 지원하여 기존 인력들이 부담 없이 빅데이터 분석기술을 습득할 수 있도록 지원해야 할 것이다.

〈그림 5-1〉 항만부문 빅데이터 전문인력 양성 방안



자료: 저자 작성

참고문헌

국내 문헌

- 강무홍(2020), 「AIS 데이터를 활용한 연구 사례」, 한국해양수산개발원 내부세미나 발표자료.
- 강무홍 외(2020), 『AIS 기반 글로벌 선박 배기가스 배출량 분석 연구』, 한국해양수산개발원, pp. 19~.
- 강창구(2007), 「인자모형을 이용한 월별 GDP 추정」, 『Quarterly National Accounts』, 2, pp. 44~68.
- 국민안전처 해양경비안전본부(2015), 『해상교통관제(VTS) 관련 법제 개선에 관한 연구』.
- 기정훈(2017), 「빅데이터 기반의 국가전략이론에 관한 연구」, 『정부행정』, 13, pp. 89~100.
- 김광일·정중식·이진석(2018), 「PORT-MIS 선박 입출항 빅데이터를 이용한 항로 통항 특성 분석」, 『한국해양과학기술협의회 공동학술대회』, pp. 93~95.
- 김광일·이창현·안장영(2020), 「AIS 데이터를 활용한 제주항 선박 이·접안 소요시간 분석」, 『한국해양경찰학회보』, 10(4), pp. 221~236.
- 김동영 외(2016), 『경기도 환경분야 빅데이터의 구축과 활용』, 경기연구원.
- 김사랑(2020), 「데이터기반 의사결정을 위한 정책 및 사업 속성 분류체계 개발 연구」, 『정보시스템연구』, 29(3), pp. 1~34.
- 김선영(2020), 「증거기반 정책에서의 빅데이터에 관한 연구」, 『한국정책학회보』, 29

-
- (1), pp. 69~91.
- 김유심(2016), 「데이터 기반 정책수립 방향에 대한 연구」, 『NIA 지능화 연구 시리즈 2016』, 한국정보화진흥원.
- 김종관(2018), 「ND-K-S를 적용한 항로 통항분포와 통항패턴 분석에 관한 연구」, 『한국항해항만학회지』, 42(6), pp. 446~452.
- 노정철·변우희(2016), 「Fuzzy AHP를 활용한 관광정책의 우선순위 분석 -울릉군을 중심으로-」, 『동북아관광연구』, 12(1), pp. 91~112.
- 민연주 외(2018), 『빅데이터 기반의 물류정책 지원체계 구축 및 활용방안 연구』, 한국교통연구원.
- 박미혜(2018), 「빅데이터를 활용한 부산항 환적화물 물동량 이상치 탐지 분석」, 석사학위논문, 한국해양대학교.
- 박치성(2019), 『정책학: 맥락으로 정책 이해하기』, 박영사.
- 배성훈·박근식(2019), 「발틱운임지수(BDI)와 해상 물동량의 인과성 검증」, 『무역학회지』, 44(2), pp. 127~141.
- 박근화 외(2018), 『문화·체육·관광 데이터 연계를 통한 빅데이터 생산 및 활용방안 연구』, 한국문화관광연구원.
- 박한선·최종희·황수진·김보람(2017), 『선박교통관제(VTS) 운영효율화 방안 연구』, 한국해양수산개발원.
- 성준욱(2016), 「공공부문 빅데이터 정책 활성화 연구」, 『한국정책학회보』, 25(2), pp. 125~150.
- 손현(2017), 『빅데이터기반의 과학행정 구현을 위한 입법방안 연구』, 한국법제연구원.
- 송병주(2018), 「정책결정: 정치적 결정과 행정적 결정 -탈원전 정책을 중심으로」, 『한국사회와 행정연구』, 28(4), pp. 1~29.
- 신나라·김용진(2018), 「물류 빅데이터 구축 실태 및 활용사례 분석을 통한 활성화 방안」, 『물류학회지』, 28(2), pp. 91~101.
- 신동희·김용문(2015), 「국내 재난관리 분야의 빅데이터 활용 정책방안」, 『한국콘텐츠학회논문지』, 15(2), pp. 377~392.
- 양승일(2014), 『정책변동론: 이론과 적용』, 박영사.
- 양항진(2006), 「중력모형을 이용한 부산항의 해상물동량 입출항 패턴 분석」, 『한국
-

- 항만경제학회지, 22(3), pp. 79~96.
- 오미애(2015), 「보건복지분야 데이터 연계 필요성 및 활용방안」, 『이달의 초점』, 보건복지포럼.
- 오미애(2019), 「보건복지정책에서의 빅데이터 활용 전략과 과제」, 『이달의 초점』, 보건복지포럼.
- 오재용·김혜진(2020), 「정박 대기시간 예측을 위한 Port-MIS 데이터 분석」, 『한국항해항만학회 2020 춘계학술대회논문집』, pp. 3~4.
- 유경상·이창·윤규근(2017), 『빅데이터와 교통정책의 연계 방향』, 서울연구원.
- 유종성 외(2020), 「증거기반 정책연구를 위한 행정자료의 활용」, 『한국사회정책』, 27(1), pp. 5~37.
- 육근형·김근섭·이기열(2017), 「항만도시 미세먼지 대책 수립 시급」, 『KMI 동향분석』, 한국해양수산개발원.
- 윤광석·박경돈·지규원(2016), 『정책수립시 데이터 활용 강화방안 연구』, 한국행정연구원.
- 이기열·강무홍·서정용(2020), 『데이터 3법 개정에 따른 항만·물류 데이터 활용도 제고 방안』, 한국해양수산개발원.
- 이기열 외(2019), 『동북아 공공배출규제해역 지정 필요성 및 추진방안 연구』, 한국해양수산개발원.
- 이기는·윤병운(2020), 「대학의 데이터기반 의사결정 및 적용 사례」, 『IE 매거진』, 27(1), pp. 24~30.
- 이민규(2012), 「항만 서비스 혁신 관점에서의 선박 재항 시간의 결정요인 분석」, 『한국혁신학회지』, 7(1), pp. 51~68.
- 이성윤·안기명(2020), 「ARIMA와 VAR·VEC 모형에 의한 부산항 물동량 예측과 관련성연구」, 『한국항해항만학회지』, 44(1), pp. 44~52.
- 이연경 외(2019), 「디지털 연계 공동추진이 실효성 있는 스마트항만 구축의 첫걸음」, 『KMI 동향분석』, 한국해양수산개발원.
- 이연경 외(2020), 『스마트항만과 스마트도시 연계발전 방안 연구』, 한국해양수산개발원.
- 이윤빈 외(2018), 『빅데이터 기반의 연구혁신 정책의사결정 지원 체계 정립 연구』,

한국과학기술원.

- 이은미(2015), 「빅데이터의 정부 의사결정 반영에 관한 탐색적 연구」, 『한국정책학회보』, 24(4), pp. 491~512.
- 이은환 외(2016), 『보건의료정책 기반마련을 위한 공공데이터 활용 방안 연구』, 경기연구원.
- 이정아(2015), 「데이터 증거기반(Evidence-Based)의 과학적 정책 수립 방안」, 『IT & Future Strategy』, 한국정보화진흥원.
- 이정훈·박남규(2018), 「컨테이너 터미널의 이론적 대기율과 실제 대기율 비교에 관한 연구: 부산항 신항 A 터미널을 대상으로」, 『한국항만경제학회지』, 34(2), pp. 69~81.
- 이재균 외(2018), 『해운항만정책의 역사적 변동과 전망』, 서울대학교출판문화원.
- 이준필·장명희(2018), 「TOE와 혁신확산이론에 따른 해운항만조직의 빅데이터 사용 의도에 관한 연구」, 『한국항만경제학회지』, 34(3), pp. 159~181.
- 이태휘(2017), 「체선을 고려한 항만의 효율성 분석에 관한 연구」, 『한국항만경제학회지』, 33(4), pp. 135~148.
- 이현정·이정욱·이향숙(2020), 「AHP기법을 활용한 친환경 항만정책의 도입 중요도 순위에 대한 연구」, 『물류학회지』, 30(6), pp. 121~131.
- 임용재·백선경·연승준(2012), 「빅데이터 시대의 경쟁력 확보를 위한 선택과 집중」, 『한국통신학회지(정보와 통신)』, 29(11), pp. 3~10.
- 임은선(2018), 「빅데이터 시대의 국토정책 추진방향과 과제」, 『국토정책 Brief』, 670, 국토연구원.
- 장문철(2010), 「우리나라 수출입 물동량의 구조 분석과 향후 5년의 시계열 예측에 관한 연구」, 『유통경영학회지』, 13(4), p. 177~199.
- 장영태·조성현·조아현(2020), 「Port-MIS와 AIS 데이터를 활용한 항만 내 대기오염물질 배출량 추정」, 『인하대학교 정석물류통상연구원 연구총서』, pp. 41~78.
- 정희수(2020), 「데이터 3법 개정의 의미와 시사점」, 『Bi-Weekly Hana Financial Focus』, 10(2), KEB 하나은행 하나금융경영연구소.
- 중앙해양안전심판원(2021), 『2020년 해양사고 통계』.
- 하태영·이수영·최상균(2017), 「부산항 터미널 생산성 향상대책 수립 필요」, 『KMI 동

- 항분석』, 한국해양수산개발원.
- 황종성 외(2016), 「지능화 시대의 패러다임 변화와 대응전략」, 『IT & Future Strategy』, 한국정보화진흥원.
- 한국교통안전공단(2017), 『운행기록분석시스템 사용자 설명서(간편메뉴얼)』.
- 한국해양수산개발원(2020), 「2020년 품목별 항만물동량 예측 보고서」.
- _____ (2021a), 「항만과 산업 - 통계」, 21(8).
- _____ (2021b), 「국제 항만인프라 경쟁력 지수 적용 및 사업화 방안 마련 연구용역」, Working paper.
- 현대경제연구원(2016. 1. 19.), 『현안과 과제』, 16(2).
- 해양경찰청(2020), 『2020 전국 해상교통관제 안내지』.
- 해양수산부(2015a), 「선박자동식별시스템(AIS) 개요」.
- _____ (2015b), 『항만시설물 유지관리체계 운영 매뉴얼: 항만시설물 유지관리체계 개선(5)차 용역 최종보고서 별권 C』.
- _____ (2016), 『선박자동식별시스템 수신율 향상을 위한 개선방안 마련 연구』.
- _____ (2018a), 『해양수산부 지능화정보화 기본계획(2018-2022)』.
- _____ (2018b), 『항만시설물 유지관리시스템 운영 및 재해예방 대책 수립』.
- _____ (2018c), 『주요항만 대기오염물질 배출 현황 및 배출규제해역(ECA) 지정 타당성 조사 연구』.
- _____ (2018d), 『해운항만물류통합정보망구축 사용자지침서-민원인용』.
- _____ (2018e), 「AIS 동적정보」.
- _____ (2020a), 『2020 항만업무편람』.
- _____ (2020b), 『항만 적정하역능력 재산정』.
- _____ (2021), 『해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 이용 코드집』.

국외 문헌

- An, J., K. Lee & H. Park(2021), "Effects of a Vessel Speed Reduction Program on Air Quality in Port Areas: Focusing on the Big Three Ports in South Korea", *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(4), pp. 1-16.
- Bumblauskas, D., D. Gemmill, A. Igou & J. Anzengruber(2017), "Smart Maintenance Decision Support Systems (SMDSS) based on corporate big data analytics", *Expert systems with applications*, 90, pp. 303-317.
- Chen, D., Y. Zhao, P. Nelson, Y. Li, X. Wang, Y. Zhou, J. Lang & X. Guo.(2016), "Estimating ship emissions based on AIS data for port of Tianjin, China", *Atmospheric Environment*, 145, pp.10-18.
- Elgendy, N. & A. Elragal(2014), "Big data analytics: a literature review paper", *In Industrial conference on data mining*, Springer, cham, pp. 214-227.
- Elgendy, N. & A. Elragal(2016), "Big data analytics in support of the decision making process", *Procedia Computer Science*, 100, pp. 1071-1084.
- George, G., M. R. Haas & A. Pentland(2014), "Big data and management". *Academy of management Journal*, 57(2), pp. 321-326.
- Ghalekhondabi, I., E. Ahmadi & R. Maihami(2020), "An overview of big data analytics application in supply chain management published in 2010-2019", *Production*, 30, pp. 1-22.
- Giest, S.(2017), "Big data for policymaking: fad or fasttrack?", *Policy Sciences*, 50(3), pp. 367-382.
- Hagen, L., T. E. Keller, X. Yerden & L. F. Luna-Reyes(2019), "Open data visualization and analytics as tools for policy-making", *Government Information Quarterly*, 36(4), pp. 1-14..
- Head, B. W.(2016), "Toward more "evidence-informed" policy making?", *Public Administration Review*, 76(3), pp. 472-484.
- Höchtel, J., P. Parycek, & R. Schöllhammer(2016), "Big data in the policy cycle: Policy decision making in the digital era", *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 26(1-2), pp. 147-169.

- IHS Markit(2019), AIS Data – Position Data.
- IHS Markit(2020), AIS Data – Ship Data.
- Janssen, M., H. van der Voort & A. Wahyudi(2017), “Factors influencing big data decision-making quality”, *Journal of Business Research*, 70, pp. 338-345.
- Keenan, P. B. & P. Jankowski(2019), “Spatial decision support systems: Three decades on”, *Decision Support Systems*, 116, pp. 64-76.
- Kim, E. S., Y. Choi & J. Byun(2020), “Big Data Analytics in Government: Improving Decision Making for R&D Investment in Korean SMEs”, *Sustainability*, 12(1), pp. 1-14.
- Kinra, A., S. Beheshti-Kashi, R. Buch, T. A. S. Nielsen & F. Pereira(2020), “Examining the potential of textual big data analytics for public policy decision-making: A case study with driverless cars in Denmark”, *Transport Policy*, 98, pp. 68-78.
- Kościelniak, H. & A. Puto(2015), “BIG DATA in decision making processes of enterprises”, *Procedia Computer Science*, 65, pp. 1052-1058.
- Kourtiti, K. & P. Nijkamp(2018), “Big data dashboards as smart decision support tools for i-cities—An experiment on Stockholm”, *Land use policy*, 71, pp. 24-35.
- LEE, J. W.(2020), “Big data strategies for government, society and policy-Making”, *The Journal of Asian Finance, Economics, and Business*, 7(7), pp. 475-487.
- Li, J., M. Nazir Jan & M. Faisal(2020), “Big data, scientific programming, and its role in internet of industrial things: a decision support system”, *Scientific Programming*, pp. 1-7.
- Li, M., J. Mou, R.R. Liu, P. Chen, Z. Dong & Y. He(2019), “Relational Model of Accidents and Vessel Traffic Using AIS Data and GIS: A Case Study of the Western Port of Shenzhen City”, *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(6), pp. 1-16.
- Löfgren, K. & C. W. R. Webster(2020), “The value of Big Data in government: The case of ‘smart cities’”, *Big Data & Society*, 7(1), pp. 1-14.
- Martincic, T., D. Stepec, J.P. Costa, K. Cagran & A. Chaldeakis(2020), “Vessel and Port Efficiency Metrics through Validated AIS data”, *Global Oceans 2020:*

Singapore – U.S. Gulf Coast, pp. 1-6.

- Merendino, A., S. Dibb, M. Meadows, L. Quinn, D. Wilson, L. Simkin & A. Canhoto(2018), "Big data, big decisions: The impact of big data on board level decision-making", *Journal of Business Research*, 93, pp. 67-78.
- Mou, N., C. Wang, T. Yang & L. Zhang(2020), "Evaluation of development potential of ports in the Yangtze river delta using FAHP-entropy model", *Sustainability*, 12(2), pp. 1-24.
- Munim, Z. H., M. Dushenko, V. J. Jimenez, M. H. Shakil & M. Imset(2020), "Big data and artificial intelligence in the maritime industry: a bibliometric review and future research directions", *Maritime Policy & Management*, 47(5), pp. 577-597.
- Mustaqim, A. Z., S. Adi, Y. Pristyanto & Y. Astuti(2021), "The Effect of Recursive Feature Elimination with Cross-Validation (RFECV) Feature Selection Algorithm toward Classifier Performance on Credit Card Fraud Detection", In *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Computer Science Technology (ICAICST)*, pp. 270-275.
- Özemre, M. & O. Kabadurmus(2020), "A big data analytics based methodology for strategic decision making", *Journal of Enterprise Information Management*, 33(6), pp. 1467-1490.
- Panimalar, A., V. Shree & V. Kathrine(2017), "The 17 V's of big data", *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(9). pp. 329-333.
- Prettenhofer, P. & G. Louppe(2014), *Gradient boosted regression trees in scikit-learn*, pp. 1-39.
- Provost, F. & T. Fawcett(2013), "Data science and its relationship to big data and data-driven decision making", *Big data*, 1(1), pp. 51-59.
- Sarabia-Jácome, D., C. E. Palau, M. Esteve & F. Boronat(2019), "Seaport data space for improving logistic maritime operations", *IEEE Access*, 8, pp. 4372-4382.
- Vassiliou, A. G., C. Georgakopoulou, A. Papageorgiou, S. Georgakopoulos, S. Goulas, T. Paschalis, ..., & V. Plagianakos(2020), "Health in All Policy Making Utilizing Big Data", *Acta Informatica Medica*, 28(1), pp. 65-70.

Wang, Z., J. Zhang & N. Verma(2015), "Realizing low-energy classification systems by implementing matrix multiplication directly within an ADC", *IEEE transactions on biomedical circuits and systems*, 9(6), pp. 825-837.

인터넷 자료

- 광화문1번가, <https://www.gwanghwamoon1st.go.kr>(검색일: 2021. 10. 4.)
- 국가미세먼지정보센터, 「2017 대기오염물질 배출량 통계」, http://airemiss.nier.go.kr/user/boardList.do?command=view&page=1&boardId=160&boardSeq=559&id=airemiss_030500000000(검색일: 2021. 9. 30.)
- 국가법령정보센터(법제처), <https://www.law.go.kr/LSW/main.html>(검색일: 2021. 5. 8.)
- 국토연구원 전자도서관, https://library.krihs.re.kr/bbs/content/2_142(검색일: 2021. 3. 10.)
- 부산항만공사 해운항만물류 분석시스템, <https://bigdata.bpa-net.com/cmm/main/openMain.do>(검색일: 2021. 5. 10, 2021. 8. 9.)
- 분석모형 설계, <https://yssa.tistory.com/entry/Big-Data-%EB%B6%84%EC%84%9D-%EB%AA%A8%ED%98%95-%EC%84%A4%EA%B3%84>(검색일: 2021. 9. 25.)
- 시흥시청, <https://www.siheung.go.kr/main/bbs/view.do?bIdx=127557&ptIdx=82&mId=0401120000>(검색일: 2021. 6. 7.)
- 아시아투데이(2021. 1. 29.), 「시흥시, 스마트 정책결정 시스템 구축...내달부터 서비스 제공」, <https://www.asiatoday.co.kr/view.php?key=20210129010017563>(검색일: 2021. 6. 10)
- 외교부 홈페이지, https://www.mofa.go.kr/www/brd/m_3861/view.do?seq=299139&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=&page=1&titleNm=(검색일: 2021. 8. 5.)
- 이뉴스투데이(2021. 4. 26.), 「IT업계, 개발자 인력난 심화...해외로 눈 돌리는 중소기업」, <https://www.ewestoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=1473462>(검색일: 2021. 10. 4.)

항공물류정보시스템(AIRCIS) 홈페이지, <https://www.aircis.kr/#>(검색일: 2021. 6. 6.)

항만시설물 유지관리시스템(POMS) 홈페이지, <http://poms.portcals.go.kr/>(검색일: 2021. 6. 6.)

해양경찰청 홈페이지, <http://www.kcg.go.kr/kcg/si/sub/info.do?page=2840&mi=2840>(검색일: 2021. 5. 9.)

해양수산 빅데이터 거래소, <https://www.bigdata-sea.kr/>(검색일: 2021. 10. 22.)

해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 홈페이지, <https://new.portmis.go.kr/>(검색일: 2021. 5. 25.)

Analytics Vidhya, <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2020/12/lets-open-the-black-box-of-random-forests/>(검색일: 2021. 7. 29.)

AirKorea 홈페이지, <https://www.airkorea.or.kr/web>(검색일: 2021. 8. 5, 2021. 9. 16.)

eTAS 홈페이지, 「시스템 소개」, <http://etas.ts2020.kr/>(검색일 2021. 10. 9.)

IMF 홈페이지, <https://www.imf.org>(검색일: 2021. 9. 30.)

IMO 홈페이지, <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Air-Pollution.aspx>(검색일: 2021. 10. 9.)

OpenSistemas 홈페이지, <https://opensistemas.com/en/the-four-vs-of-big-data/>(검색일: 2021. 6. 7.)

Runebook.dev, https://runebook.dev/ko/docs/scikit_learn/auto_examples/tree/plot_tree_regression(검색일: 2021. 7. 29.)

SAS Bigdata 홈페이지: <https://www.sasbigdata.com/entry/BIGDATA-definition-3V-4V-5V?category=431089>(검색일: 2021. 6. 7.)

UNCTADSTAT 홈페이지, <https://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx>(검색일: 2021. 8. 5.)

Understanding LSTM Networks, <http://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>(검색일: 2021. 8. 1.)

World Bank DB 홈페이지, <https://databank.worldbank.org/>(검색일: 2021. 9. 30.)

법령 자료

- 「데이터기반행정 활성화에 관한 법률」(2020. 6. 9., 법률 제17370호).
- 「선박교통관제에 관한 법률」(2019. 12. 3., 법률 제16700호).
- 「선박교통관제에 관한 규정」(2021. 3. 3., 해양경찰청고시 제2021-2호).
- 「선박교통관제시설 설치 및 관리에 관한 규칙」(2020. 6. 4., 해양경찰청훈령 제181호).
- 「신항만건설 촉진법」(2020. 3. 31., 법률 제17171호).
- 「항만물류통합정보체계 구축·운영 및 이용절차에 관한 규정」(2018. 12. 18., 해양수산부고시 제2018-161호).
- 「항만 재개발 및 주변지역 발전에 관한 법률」(2020. 3. 31., 법률 제17171호).
- 「항만법」(2020. 12. 8., 법률 제17620호).
- 「항만법 시행령」(2021. 5. 25., 대통령령 제31705호).
- 「해상교통관제시스템 시설관리규정」(2015. 11. 2., 국민안전처훈령 제136호).

기본연구보고서 발간목록

Ⅰ 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	최화정
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

2020년

01	해양수산업의 지역 간 연구구조 분석	장정인
02	해양수산 분야 기술 대외의존도 분석연구 - 스마트항만을 중심으로 -	전형모
03	지역 해양수산 오픈 플랫폼 구축방안 연구	최지연
04	갯벌 거버넌스 개선방안에 관한 연구	육근형
05	해양환경정책의 능동적 추진을 위한 재원체계 개선 방안 연구	박수진
06	항만 대기환경 관리 표준 및 평가모형 연구	안용성
07	해양수산분야 사회문제해결형 R&D 기반 구축 연구	좌미라
08	해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선방안	이윤정
09	수산식품 품질 안전관리 제도 개선방안 연구	이현동
10	국제법 변화에 대응한 어선원 안전 및 권리 제고방안 연구	한덕훈
11	스마트 양식 클러스터 추진 방안 수립 연구	이상철
12	해양포유류 보호에 관한 수산업 대응 방안 연구	정명화
13	수산물 수급통계 개선 방안 연구	김수현
14	IMO 온실가스 규제 대응 정책방향 연구	박한선
15	퇴직전문가 활용을 통한 해운업 경쟁력 강화방안 연구	안영균
16	글로벌 선사들의 물류통합화 전략에 대한 국적선사의 대응방안	전형진
17	내항여객운송항로 정책 발전방안 연구	김태일
18	블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 연구	조지성
19	항만자동화 도입 관련 노무 갈등 해소 방안 연구	김찬호
20	스마트항만과 스마트도시 연계 발전 방안 연구	이연경
21	항만의 회복탄력성 측정 모형 구축에 관한 연구	김성기
22	IMO 규제기반 해사산업의 글로벌 지속발전방안 연구 - 新해사산업의경제적파급효과분석연구(4차년도) -	박한선
23	국내 항만연계 산업의 가치사슬 및 공급사슬 연계성 강화방안 - 자동차 산업을 중심으로	신수용

수시연구보고서 발간목록

Ⅰ 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	황진희
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

Ⅰ 2020년

01	포스트 코로나 19 해양수산 분야 정책방안	박광서
02	생분해성 어구 사용 활성화 방안 연구	심성현
03	해양법 전문인력 양성 방안 연구	박영길
04	무인도서 해양주권 강화와 이용 활성화를 위한 제도 개선방안	정지호
05	지역 해양수산 재정분권 대응방향	황재희
06	데이터 3법 개정에 따른 항만-물류 데이터 활용도 제고 방안	이기열
07	양식 활어 유통 효율화 방안 연구	마창모
08	해양레저관광사업 추진을 위한 제도정비 방안	홍장원
09	해양바이오기업의 규제 정비 방안 연구	최석문
10	비상체제 시 선원의 안전을 위한 선박-항만-항공 이동경로 구축방안	이혜진

일반연구보고서 발간목록

Ⅰ 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

Ⅰ 2020년

01	지역 해양관광 경쟁력 지수 체계화 연구	최일선
02	AIS 기반 글로벌 선박 배기가스 배출량 분석 연구	강무홍
03	김 중기 수급전망모형 「Gim-MFoS」 구축 연구	허수진
04	중앙 북극 공해 비규제어업방지협정 이행방안 연구	김민수
05	동해 평화관광구역 조성 방안 연구	윤인주
06	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(Ⅱ) - 일반 수출입 컨테이너 정보교환방식 중심 -	이연경
07	스트레스 테스트를 통한 우리나라 해운·조선 기업의 안정성 분석	박성화
08	인공지능기반 해상운임예측 연구	황수진
09	국제물류주선업 실태분석 및 경쟁력 제고 방향 연구	최나영환
10	디지털화에 따른 개별 직업의 대체 가능성 추정 연구	박희대
11	시계열 분석을 통한 해운시장 분석 및 예측 연구	고병욱
12	해양수산분야 글로벌 경제효과 분석모형(KMI-GEM) 시범 구축 연구	임병호
13	해운항만물류 인력양성사업 관리운영 제도 개선 방안 연구	이자연

기본연구 2021-13

항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안 연구

인 쇄 2021년 12월 29일

발 행 2021년 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

조판·인쇄 더크리홍보 (02-737-5377)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337

정가 15,000원