

항만지역 대기질 개선을 위한 데이터의 연계·활용방안 연구

A Study on Data Linkage and Utilization Measures for the
Improvement of Air Quality in Port Areas

2019. 9.

안용성 | 김경신 | 정세미 | 이도경



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

연구진

안용성 한국해양수산개발원 해양연구본부 전문연구원
김경신 한국해양수산개발원 해양연구본부 부연구위원
정세미 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구원
이도경 한국해양수산개발원 해양연구본부 위촉연구원

보고서 집필 내역

연구책임자

안용성 연구총괄, 제1장, 제2장 제1절, 제3장, 제4장, 제5장, 제6장

연구진

김경신 제2장 제2절 일부
정세미 제2장 제2절~제3절 일부
이도경 제2장 제2절~제3절 일부

산·학·연·정 연구자문위원

주원균 한국과학기술정보연구원 데이터기반문제해결연구단 단장
김성윤 한국조선해양기자재연구원 기획조정실장

※ 순서는 산·학·연·정 순임

목차

❖ 요약 · i

제 1 장 서 론 · 1

제1절 연구 배경 및 필요성	1
1. 연구의 추진 배경	1
2. 연구의 필요성	6
제2절 연구 목적	10
제3절 연구 내용 및 방법	11
1. 연구 내용 및 범위	11
2. 연구 방법	13
제4절 선행연구 검토	13
1. 선행연구 분석 및 본 연구와의 차별성	13

제 2 장 항만 대기환경-영향 관련 데이터의 연계·활용 현황 · 17

제1절 공공데이터 연계·활용의 개념	17
1. 공공데이터 연계·활용의 개념	17
2. 스마트화의 개념	20
제2절 국내외 관련 법령 및 정책	23
1. 항만 대기환경 관리 관련 법령 및 정책	23
2. 데이터의 연계·활용 관련 법령 및 정책	41
제3절 국내외 항만 대기오염 및 영향 관련 데이터 연계·활용 현황 · 53	
1. 국내 항만 대기오염 및 영향 관련 데이터 연계·활용 현황	53
2. 국외 항만 대기환경-영향 관련 데이터 연계·활용 현황	66

제 3 장	항만지역 대기질 개선을 위한 데이터의 연계·활용 수요 분석 · 73
	제1절 항만의 대기오염물질 배출·오염 현황 파악 74
	1. 항만의 배출원별/대기오염물질별 배출량 산정 74
	2. 주요 지점에 대한 대기오염물질별 대기중 오염농도 측정 76
	3. 종합 76
	제2절 항만배출 대기오염물질의 대기중 이동·확산 및 영향 파악 ... 77
	1. 대기중 농도분포 파악을 위한 대기질 모사 및 분석 77
	2. 주요 항만 도시의 지역/지점별 건강 위해성 평가 78
	3. 종합 79
	제3절 항만 대기오염물질 통합 분석·예측 80

제 4 장	데이터 연계·활용의 장애 요인 및 개선방안 · 83
	제1절 데이터 연계·활용의 장애 요인 분석 83
	1. 데이터의 공유·활용을 위한 제도 및 체계 미비 83
	2. 유관부처 및 기관별 업무·관할 경계의 법적 근거 미비 85
	3. 무분별한 스마트화 추진 우려 86
	제2절 데이터의 연계·활용을 위한 개선방안 87
	1. 데이터의 공유·활용을 위한 범부처 차원의 전략 마련 87
	2. 범부처 차원의 협조체계 구축 88
	3. 국가 또는 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진 필요 90

제 5 장	항만지역 대기질 개선을 위한 데이터의 연계 및 활용방안 · 93
	제1절 국내 항만 및 선박 활동데이터의 연계·활용 가능성 검토 93
	1. 선박별 연료유 사용 정보 94
	2. 항만의 배출원별 활동데이터 96

제2절	항만지역 대기질 개선을 위한 데이터의 연계 및 활용방안 · 103
1.	항만 배출원별 대기오염물질 배출량 분석 및 예측 시스템 103
2.	주요 항만도시별 대기오염물질 대기중 농도분포 분석 및 예측 시스템 · 104
3.	주요 항만도시별 대기오염물질 건강 위해도 분석 및 예측 시스템 · 106
4.	항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안) 108

제 6 장	결론 및 정책제언 · 113
제1절	결론 113
제2절	법제도 정비방안 116
1.	항만 대기질 관련 공공데이터의 수집 116
2.	공공데이터의 연계 및 공유를 위한 조치 117
3.	수요 기술 및 시스템 관련 기술 기준 및 표준화 119
제3절	정책제언 120
1.	데이터의 공유·활용을 위한 범부처 차원의 전략 마련 필요 120
2.	국가 또는 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진 필요 122
3.	‘항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)’ 구축 및 운용 · 124
4.	국내외 항만 대기오염물질 관리기술 표준화를 통한 신규 항만 환경시장 창출 · 125

❖	참고문헌 · 127
----------	-------------------

표 목차



〈표 1-1〉 선행연구 분석과 본 연구와의 차별성	15
〈표 2-1〉 선박의 배출허용기준(대기환경보전법 시행규칙)	25
〈표 2-2〉 해양수산부 녹색성장 추진계획	33
〈표 2-3〉 포용적 녹색국가 구현 비전 체계	33
〈표 2-4〉 우리나라 항만 현황	36
〈표 2-5〉 항만·선박 분야 미세먼지 저감 강화방안	40
〈표 2-6〉 정보공개법 비공개대상정보	43
〈표 2-7〉 개인정보보호 관련 법제 현황	45
〈표 2-8〉 국내 선박 운항 정보시스템 운용 현황	53
〈표 2-9〉 항만 주체별 제공 서비스	54
〈표 2-10〉 MIS 기관별 서비스 항목	55
〈표 2-11〉 AIS 시스템 구성도	56
〈표 2-12〉 선박용 AIS 종류	58
〈표 2-13〉 관제대상 선박	61
〈표 2-14〉 선박 배출 온실가스 관리체계 구축사업 예산	62
〈표 2-15〉 선박 온실가스 종합관리시스템 주요 기능	63
〈표 2-16〉 선박 온실가스 배출 통계정보	66
〈표 2-17〉 EU-MRV와 IMO-DCS 비교	71
〈표 2-18〉 IMO-DCS와 EU-MRV 보고항목 상세 비교	72
〈표 3-1〉 항만의 대기오염물질 배출·오염 현황 파악 데이터	76
〈표 3-2〉 항만 배출 대기오염물질의 대기중 이동·확산, 건강영향 파악 데이터 ...	79
〈표 3-3〉 항만 대기오염물질 통합 분석·예측 데이터	81
〈표 4-1〉 개선방안 1. 데이터의 공유·활용을 위한 전략 마련	88
〈표 4-2〉 개선방안 2. 범부처 차원의 협조체계 구축	89

〈표 4-3〉 스마트화 전략의 개념(안)	91
〈표 4-4〉 개선방안 3. 체계적인 스마트화 전략 추진	92
〈표 5-1〉 AIS의 선박운항정보(선박위치보고) 항목의 표시방법	98
〈표 5-2〉 AIS 전송 데이터의 구분	98
〈표 5-3〉 선박위치발신장치 설치 대상 선박	100
〈표 5-4〉 해상교통관제 시스템(VTS) 관제 대상 선박	101
〈표 5-5〉 항만 배출원별 대기오염물질 배출량 분석 및 예측 시스템	103
〈표 5-6〉 주요 항만도시별 대기오염물질 대기중 농도분포 분석 및 예측 시스템 ..	105
〈표 5-7〉 주요 항만도시별 건강 위해도 분석 및 예측 시스템	107
〈표 5-8〉 항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)	110

그림 목차

❖	
〈그림 1-1〉 대기오염으로 인한 2060년 국가별 후생비용 예측	2
〈그림 1-2〉 아시아의 10개 대규모 컨테이너 항만(Dirty Ten)의 배출	4
〈그림 1-3〉 항만 미세먼지 정책의 기초현황 파악 단계의 누락에 따른 문제점	7
〈그림 2-1〉 사이버 물리적 시스템(CPS)의 정의	22
〈그림 2-2〉 전국항만 분포도	37
〈그림 2-3〉 범정부 데이터플랫폼의 개념도	49
〈그림 2-4〉 빅데이터 플랫폼 및 센터 개념도	50
〈그림 2-5〉 공공데이터 연계-활용 시스템 구성도	52
〈그림 2-6〉 Port-MIS 이용 및 서비스 내용	54
〈그림 2-7〉 AIS 구축 현황	57
〈그림 2-8〉 전국 VTS 설치 현황	60
〈그림 2-9〉 선박 온실가스 종합관리시스템	63
〈그림 2-10〉 선박 온실가스종합관리시스템 구성도	64
〈그림 2-11〉 온실가스 배출량 산출 방법	65
〈그림 2-12〉 선박연료유 사용량 보고 절차	68
〈그림 3-1〉 항만 내 배출원 파악 및 배출량 산정을 위한 수집 필요 정보 예시	75
〈그림 5-1〉 해운-항만 운영시스템의 정보 공유	97
〈그림 5-2〉 항만 배출원별 대기오염물질 배출량 분석 및 예측 시스템 예시	104
〈그림 5-3〉 주요 항만도시별 대기오염물질 대기중 농도분포 분석 및 예측 시스템 예시 ...	106
〈그림 5-4〉 주요 항만도시별 대기오염물질 건강 위해도 분석 및 예측 시스템 예시	107
〈그림 5-5〉 항만 대기질 개선을 위한 사이버 물리적 시스템(CPS) 적용 예시 ...	109
〈그림 5-6〉 '항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)'의 단계별 분석 및 예측 예시	112

요약

항만 대기질 특별법 이행에 체계적인 공공데이터 연계·활용 필요

정부는 최근 미세먼지 종합대책의 하나로 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법(미세먼지법)」 시행에 들어간 데 이어, 항만과 인근 영향지역의 대기오염물질 배출 및 오염을 집중 관리하기 위한 「항만지역 등 대기질 개선에 관한 특별법(항만 대기질법)」을 제정하였다.

향후 특별법의 건실한 이행, 나아가 항만 및 선박의 배출 저감 및 관리정책의 효과를 극대화하기 위해서는 선행적으로 항만의 배출원별 배출 및 오염, 배출된 대기오염물질의 이동·확산 및 보건·환경적 영향 등 현상의 파악·분석을 통한 인과관계 규명 및 예측 과정이 필요하다. 하지만 현재 각 기관들이 각자의 수요에 따라서 개별적인 데이터를 수집·생산하여 배타적으로 관리하고 있거나, 현황 파악을 위해 필요한 데이터임에도 불구하고 제도의 미비로 인하여 접근 및 파악이 어려워 공유 또는 연계가 사실상 어려운 상황이다.

본 연구는 항만 및 선박의 대기오염 현안의 특성과 기술 환경의 변화를 반영하여, 「항만지역 등 대기질 개선에 관한 특별법」의 이행을 위한 항만 및 항만지역 대기환경 관련 고수요·고가치 공공데이터를

발굴하고, 이들 공공데이터의 제공-연계-이용에 장애가 되는 요인을 분석하였다.

우선, 장애 요인으로 ① 데이터의 공유·활용을 위한 제도 및 체계 미비, ② 유관부처 및 기관별 업무·관할 경계의 법적 근거 미비, ③ 무분별한 스마트화 추진 우려 등 3가지를 도출하였다. 이를 개선하기 위한 방안으로는 ① 데이터의 공유·활용을 위한 범부처 차원의 전략 마련, ② 범부처 차원의 협조체계 구축, ③ 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진 등을 제시하고 이를 위한 구체적 방안을 제시하였다.

이어서, 도출된 데이터의 수요 중 우선 해양수산부 차원에서 추진 가능한 항만·선박의 배출-오염과 관련한 데이터, 즉 가장 고수요 데이터이면서 다음 단계 데이터의 산출을 위해서 가장 시급히 확보되어야 할 ‘선박별 연료유 사용 정보’와 ‘항만 배출원별 활동데이터’의 연계·활용 가능성을 검토하였다.

마지막으로, 항만지역 대기질 개선을 위한 공공데이터의 연계 및 활용방안으로 디지털 트윈(Digital-Twin) 개념의 사이버 물리적 시스템(CPS) 기반의 ‘항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)’을 제시하였다.

해당 시스템의 구조 및 작동체계를 살펴보면, 우선 데이터의 수요 및 기존의 데이터의 유효성을 파악하고 이를 바탕으로 수집체계를 개발하고, 사물인터넷(IoT)으로 항만의 물류공정 및 기계설비 및 장비, 나아가 항만 및 항만의 물리적 환경 등을 연결하게 된다. 그리고 이를 통해 빅데이터화된 공공데이터를 수집하고 기간제 데이터 역시 통합적으로 연계하여 이를 인공지능(AI)으로 분석·예측한다. 이와 더불어 가상 공간에서 실제 항만의 개별 구성요소부터 물류의 공정까지 자동적·지능적으로 제어할 수 있는 사이버 물리적 시스

템(CPS)을 도입하여, ‘스마트 커넥티드(Smart connected)’ 개념의 지능형 자동 분석·예측 및 제어시스템을 구축하고, 이는 추후 항만물류 및 운영, 선박의 관제 등 관련 분야까지 통합할 수 있는 ‘에코-스마트 항만(Eco-Smart Port)’의 기술적 기반으로 작용하게 된다.

해당 시스템의 구축·운용으로 ‘Industry 4.0(ID 4.0)’ 기반의 ‘친환경 스마트 항만(Eco-Smart Port)’ 추진을 위한 대내외 기술역량 강화의 기반을 마련할 수 있다. 항만·선박의 배출 및 오염현황, 영향 등에 대한 정확한 기초자료의 ‘수집-생산-관리-분석-예측’ 체계를 구축함으로써, 디지털 전환의 기술적 기반을 공고히 함은 물론 이를 통하여 현상 파악 및 인과관계 규명을 기대할 수 있다. 동시에 분석 및 예측결과의 시뮬레이션, 시각화, 나아가 이를 위한 Visual-Analytic Tool 등의 기술 개발 및 적용으로, 항만 및 선박에 대한 대기오염물질 배출 저감 및 관리정책 또는 미세먼지 관련 국민 보건정책을 시행하기 전에 사전 진단 또는 부작용 등을 예측할 수 있는 시스템 구축이 가능하다.

항만지역 대기질 개선을 위한 공공데이터의 연계·활용 수요

■ 공공데이터의 수요 도출

- 국내 항만 대기오염 및 영향 파악과 관련한 공공데이터의 수요를 도출하기 위하여, 우선 필수적으로 수행해야 하는 작업들을 분야별 특성과 활용의 단계에 따라서, 총 3가지 분야로 분류하였음
 - ① 항만의 대기오염물질 배출·오염 현황 파악
 - ② 항만 배출 대기오염물질의 대기중 이동·확산, 건강영향 파악
 - ③ 항만 대기오염물질 통합 분석·예측 등 (①과 ② 통합)
- 각 단계별 작업의 기대 수요 및 가치 등에 대한 분야별 전문가 그룹의 의견을 반영하여, 이른바 고수요·고가치 작업의 수요를 정리하고 이들 작업을 수행하기 위해서 필요한 데이터를 구체화하였음

〈표 1〉 항만지역 대기질 개선을 위한 공공데이터의 연계·활용 수요

구 분	수행 작업	필요한 데이터	생산 데이터
배출·오염 현황 파악	항만 배출원별 대기오염물질 배출량 산정	- 항만 배출원 분류체계 -선박 배출원 분류체계 -항만하역장비배출원분류체계 - 항만배출원별 등록/제원 정보 - 항만배출원별 활동데이터* - 항만배출원별 연료유사용 정보 - 항만배출량산정구역경계정보	항만 배출원별/대기오염물질별 배출량
	대기중 오염농도 측정	항만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도 측정값*	항만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도
	국내 항만의 배출 및 오염실태 조사 (단기 및 지속 추진)	- 항만배출원별 등록/제원 정보 - 항만배출원별 배출량 측정값 (Sample)* - 항만 지점별 대기중 오염농도 측정값 (Sample)*	항만배출원별/지점별 대기오염물질 배출량/오염농도 비교 추정데이터*

구 분	수행 작업	필요한 데이터	생산 데이터
대기중 이동·확산, 건강영향 파악	주요 항만 도시별 대기오염물질의 대기중 농도분포 파악	- 항만 배출원별/지점별 대기오염물질 배출량 - 배출량 모형 수행 결과 자료 - 항만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도 측정값* -대기질 측정망 자료* - 기상모형 수행 결과 자료 -지표 및 고층기상대 관측 자료 -기상 예보자료	대기오염물질별 대기중 농도분포 데이터
	주요 항만 도시별 대기오염물질의 건강 위해성 평가	- 대기오염물질별 대기중 농도 분포데이터 - 지역별 인구 분포 데이터(일반 인구, 취약인구 등) - 지역별 보건/역학 데이터 (사망, 질환, 입원율 등)	지역별 건강 위해도 데이터

주: * 유무선 네트워크 기반의 센싱 디바이스의 활용으로 실시간 자동 수집이 가능한 데이터

공공데이터 연계·활용의 장애 요인

■ 데이터의 공유·활용을 위한 제도 및 체계 미비

- 각 부처·기관별로 각자의 관장 영역에 따라서 독자적·개별적으로 정책을 마련하고 추진하고 있어, 종합적인 시너지를 기대하기 어려운 상황임
 - 각자의 정책 추진 또는 연구개발(R&D)을 위한 작업의 일환으로 데이터를 수집-생산하거나 관리하고 있으며, 확보된 데이터 활용의 확장을 염두에 두고 있지 않기 때문임.
 - 부처 및 기관별로 수집-생산된 데이터 역시 연계 및 공유·활용이 현실적으로 어려움
- 이른바 고수요 공공데이터 중 상당 부분은 특수 용도 및 민감정보

의 성격으로, 비공개 대상이거나 특수한 경우 또는 용도에만 제공할 수 있도록 법령에서 규정하고 있는 경우가 많음

- ‘국가중요시설’로 분류되는 항만의 특성상 출입 및 행위, 시설 설치, 정보통신, 자료 수집 및 공유 등에 보안과 관련한 엄격한 제약이 있음
- 선박 및 항만 하역 장비 등 항만 배출원의 등록정보 및 활동 데이터 역시 기본적으로는 공유에 제한이 있는 보안사항이며, 기업의 영업비밀 및 개인 정보를 포함하는 민감정보임
- 수집 데이터의 빅데이터화를 위해 필수적인 항만구역 내 유무선 네트워크, 센서 측정 및 제어장비 역시 보안 측면의 엄격한 규제로 실제 설치 및 운용에 어려움이 있음

■ 유관부처 및 기관별 업무·관할 경계의 법적 근거 미비

- 항만의 경우, 배출 저감 및 관리의 주체조차 명확하지 않은 상황에서 제대로 된 관리·감독이 이루어지지 못하는 등의 근본적인 문제로 인해, 각자의 자원을 효과적으로 공유·활용하지 못하는 문제점을 노출하고 있음

■ 무분별한 스마트화 추진 우려

- 공통되는 주요 데이터의 연계, 나아가 활용의 방식 또는 형태에 있어서 표준화 또는 통합적 일원화 과정을 거치지 않는다면, 향후 이용의 목적에 따라서 다른 기준이나 전혀 다른 방식의 프로그램을 적용해야 하는 비효율이 발생할 가능성이 높음

공공데이터의 연계·활용을 위한 개선방안

■ 데이터의 공유·활용을 위한 범부처 차원의 전략 마련

- 각자의 역할에 따라서 공공데이터를 체계적으로 생산하고 이를 연계·활용하기 위해 필요한 사항을 규정·제시하는 범부처 차원의 전략 마련이 시급함

〈표 2〉 데이터의 공유·활용을 위한 전략 마련

장애 요인		개선 방안
• 부처·기관별 개별 사업 추진으로 데이터 연계체계 미비 • 특수용도 데이터 및 민감 데이터 등의 활용 제한	→	• 데이터의 공유·활용을 위한 범부처 차원의 전략 마련 - 데이터 공유 및 연계의 목적 명시 - 데이터의 수요 조사 및 유효성 검토 - 데이터 연계를 위한 조치, 부처/기관별 의무 규정 등

자료: 저자 작성

■ 범부처 차원의 협조체계 구축

- 국가 차원의 거시적인(Macro) 접근으로 중복 및 누락의 가능성을 최소화하고, 부처별 수요와 강점을 유기적으로 조합하여,
- 이른바 융복합적인 기술적·정책적 해결방안을 도출하고 이를 위한 협조 또는 공동 추진체계를 마련해야 함

〈표 3〉 범부처 차원의 협조체계 구축

장애 요인		개선 방안
• 유관부처 및 기관별 업무·관할 경계의 법적 근거 미비	→	• 특별법 및 하위법령 등에서 항만 대기질 개선과 관련한 부처 및 기관의 지역 또는 업무의 경계를 명확화 • 특정 부처 및 기관에 해당 데이터의 수집 또는 생산의 의무, 연계·활용을 위한 협조 체계 규정 - 부처별 수요와 강점을 유기적으로 조합하여 '융복합적인 기술적·정책적 해결방안' 도출 - 협조 또는 공동 추진체계 마련

자료: 저자 작성

■ 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진

- 스마트화 구현의 목적을 명확히 하고, 현재의 디지털 전환 단계, 즉 스마트화 추진을 위한 인프라의 수준을 평가하여 각 구성요소별 목표 및 추진 방향을 구체적으로 제시하는 스마트화 전략을 수립해야 함
- 기존에는 개별적으로 수집-생산-관리되어 오던 부처·기관별 기간계 데이터를 연계하여 공공 DB화하고 이를 활용하기 위한 방안을 마련해야 함

〈표 4〉 체계적인 스마트화 전략 추진

장애 요인		개선 방안
• 무분별한 스마트화 추진 우려	→	• 국가 또는 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진 ※ 앞서 제시한 ‘데이터의 공유·활용을 위한 전략’과 연계 또는 통합 필요 • 기간계 데이터 연계·통합 공공 DB 구축(친환경 항만 운영 / 항만지역 대기질 개선 목적)

자료: 저자 작성

항만지역 대기질 개선을 위한 공공데이터의 연계 및 활용방안

■ ‘항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)’ 구축 및 운용

- 단계별 시스템인 ① 항만 배출원별 배출량 분석 및 예측 시스템, ② 주요 항만도시별 대기중 농도분포 분석 및 예측 시스템, ③ 주요 항만도시별 건강 위해도 분석 및 예측 시스템을 통합하여 ‘통합 모니터링 및 분석·예측 시스템’을 구성할 수 있음

〈표 5〉 향만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)

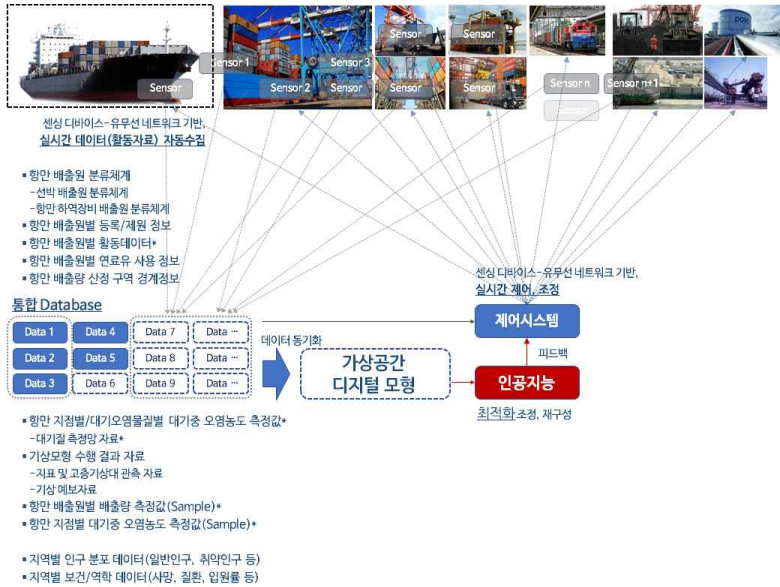
수집 데이터	시스템	산출 결과 데이터
• 향만 배출원 분류체계 -선박 배출원 분류체계 -향만 하역장비 등 육상 배출원 분류체계 • 향만배출원별 등록/제원 정보 • <u>향만 배출원별 활동데이터*</u> • 향만배출원별 연료유 사용 정보 • 향만배출량 산정 구역 경계 정보 • <u>향만배출원별/대기오염물질별 배출량</u>	향만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 알고리즘 (배출량 분석 및 예측 + 대기중 농도분포 분석 및 예측 + 건강 위해도 분석 및 예측)	• <u>조건 변화에 따른 향만 배출원별/대기오염물질별 배출량 예측 결과 데이터</u>
→ • <u>향만배출원별 배출량 측정값 (Sample)*</u> • <u>향만배출원별/지점별 대기오염 물질 배출량 비교 추정데이터*</u>		→ • <u>조건 변화에 따른 향만배출원별/대기오염물질별 배출량 예측 결과 데이터</u>
• <u>조건 변화에 따른 향만배출원별/대기오염물질별 배출량 예측 결과 데이터</u> • 배출량 모형 수행 결과 자료 • <u>향만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도 측정값*</u> -대기질 측정망 자료* • 기상모형 수행 결과 자료 -자표 및 고층기상대 관측자료 -기상 예보자료 • <u>대기오염물질별 대기중 농도 분포데이터</u>		• <u>조건 변화에 따른 대기오염물질별 대기중 농도분포 예측 결과 데이터</u>
• <u>조건 변화에 따른 대기오염물질별 대기중 농도분포 예측 결과 데이터</u> • 지역별 인구 분포 데이터(일반 인구, 취약인구 등) • 지역별 보건/역학 데이터(사망, 질환, 입원율 등)		• <u>조건 변화에 따른 지역별 건강 위해도 예측 결과 데이터</u>

주: 1) * 유무선 네트워크 기반의 센싱 디바이스의 활용으로 자동 수집이 가능한 데이터

2) _ 실시간 데이터 생성 및 활용으로, 빅데이터화

- 최신 디지털 기술을 용도에 따라 단계적으로 적용하여, 가상 공간에 구축한 세계를 현실의 물리적인 세계와 연결하는 디지털 트윈(Digital-Twin) 개념의 사이버 물리적 시스템(CPS)을 구축·운영하는 것임
 - 우선 데이터의 수요 및 기존의 데이터의 유효성을 파악하여 이를 바탕으로 수집체계를 개발하고, 사물인터넷(IoT)으로 항만의 모든 구성요소 및 물리적 환경 등을 연결함
 - 이를 통해 빅데이터를 수집하고 기간제 데이터 역시 통합적으로 연계하여 이를 인공지능(AI)으로 분석·예측할 수 있음
 - 가상 공간에서 실제 항만의 개별 구성요소부터 물류의 공정까지 자동적·지능적으로 제어할 수 있는 사이버 물리적 시스템(CPS)을 도입하여 기존의 공정을 해체하는 동시에 지능형 자동 제어시스템으로 재구성하게 됨
 - ‘스마트 커넥티드(Smart connected)’ 개념의 지능형 자동 분석·예측 및 제어시스템을 구축함으로써, 추후 항만물류 및 운영, 선박의 관제 등 관련 분야까지 통합할 수 있는 ‘에코-스마트 항만(Eco-Smart Port)’의 기술적 기반을 마련하는 것임

〈그림 1〉 항만 대기질 개선을 위한 사이버 물리적 시스템(CPS) 적용 예시



자료: 저자 작성

공공데이터의 연계 및 활용을 위한 정책 제언

■ 공공데이터의 공유·활용을 위한 범부처 차원의 전략 마련 필요

- 항만의 배출 및 오염, 이로 인한 국민 보건상의 위해 정도를 개선하기 위해서는, 국내 항만의 대기오염 및 영향 파악을 위한 작업들이 단계적으로 추진되어야 하며, 이를 위해서는 수많은 데이터가 확보되어야 함
- 공공데이터를 각자의 역할과 역량에 따라서 체계적으로 생산하고 이를 수요에 따라서 연계·공유·활용하기 위해 필요한 사항을 정리·제시하는 범부처 차원의 ‘항만 대기질 개선을 위한 데이터 연계·활용 전략(안)’ 마련이 시급함

- 항만지역의 대기질 개선 또는 이를 위한 기초자료(배출 및 오염, 이동 및 확산, 이로 인한 지역사회에 영향 등) 확보를 공동의 목표로, 이를 구현하기 위한 작업과 작업 수행을 위해 필요한 데이터의 수요를 정확하게 파악해야 함
 - 이어서, 필요한 데이터 또는 이를 대체할 수 있는 데이터의 유무, 생산 및 관리의 주체, 공유 장애 요인(민감정보 등)에 대한 현황 파악이 이루어져야 함
 - 그 결과에 따라서, 현재 기관에서 수집 또는 생산 중인 데이터의 형태 또는 종류를 확대하거나 조정하고 특정 데이터의 수집·생산을 추가적으로 요청할 수 있음
 - 추후 다음에서 제시하는 부처별 ‘스마트화 전략(안)’과 연계 또는 통합하여 추진해야 함
- 데이터 활용의 다양성을 도모하기 위해서는 가능한 부분에 대한 ‘센싱 디바이스-사물인터넷(IoT)’ 기술 적용으로 빅데이터화를 추진해야 함

■ 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진 필요

- ‘스마트화’는 ‘현재 및 미래의 현안 및 문제 해결을 위한 신기술 또는 융복합 기술의 개발 및 적용의 방향’으로 추진되어야 함
 - 이러한 과정에서 해당 부처 및 기관 나아가 국민은 단순한 수요자가 아니라 기술 개발 및 적용, 이를 위한 정책 개발의 주도자가 되어야 함
- 부처 차원에서 해결이 필요한 문제와 이를 해결하기 위한 기술적 방안, 그리고 현재의 기술적 및 정책의 환경에 대한 평가, 활용 가능한 자원 및 연계·활용 전략 등을 구체적으로 제시하는 스마트화 전략 수립이 필요함

- ‘스마트화 추진 전략(안)’은 우선 해결이 필요한 현안 및 가까운 미래에 발생할 것으로 예측되는 문제 등을 파악하고,
- 이를 해결하기 위한 스마트화(Smartification) 작업, 즉 인공지능(AI)과 사물인터넷(IoT)의 연계, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 기반의 신기술 적용방안 및 이를 위한 정책적·기술적 방안을 제시해야 함

■ ‘항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)’ 구축 및 운용으로 4차산업 기술의 융복합·활용 기반 마련

- 사물인터넷(IoT) 기반의 자동 수집으로 실시간 빅데이터 수집체계를 구축하고, 분석 및 예측을 위한 지능형 M&S 또는 디지털 트윈 기술 등을 순차적으로 적용하여 ‘스마트 항만’ 운영 플랫폼의 프로토콜을 만드는 작업임
- 해당 시스템의 구축·운용으로 ‘친환경 스마트 항만(Eco-Smart Port)’ 추진을 위한 대내외 기술역량 강화의 기반을 마련할 수 있음
 - 국내 항만의 물리적·환경적 조건에 적합한 항만 대기오염 모니터링, 분석 및 예측, 이를 활용하기 위한 인터페이스 또는 연계 기술 등을 개발·적용함으로써,
 - 항만의 친환경 운영을 위한 기술적 방안과 정보통신기술 기반의 4차 산업 핵심기술과의 융합을 내재화할 수 있음

■ 국내외 항만 대기오염 관리기술 표준화를 통한 신규 친환경 항만 시장 선도 가능

- 통합 모니터링 및 예측 기술 및 이를 위한 세부 기술의 개발·적용으로, 항만 대기오염물질 관리 표준체계, 그리고 이를 위한 기

술 및 시스템의 기준 및 표준안을 개발해야 함

- 이를 통하여, 항만 내 대기환경 관리 및 친환경적 운영을 최적화함으로써 정책의 효율성과 신뢰도를 제고할 수 있음
 - 국내 주요 항만에 대한 적용 확대 과정을 거쳐, 향후 아시아 역내 항만기구 혹은 국제해사기구(IMO), 국제표준화기구(ISO) 차원의 관련 기술 표준안으로 제정되도록 추진해야 함
- ODA 대상 국가에 필요한 ‘적정기술’ 개념의 ‘항만 및 항만도시 대기오염물질 모니터링 및 관리 표준 시스템’의 모듈 및 최적 기술 등을 개발하여 기술지원 사업의 형태로 국가 차원의 ‘친환경 항만 ODA’ 사업을 추진할 수 있음
- 기술 확산을 통해 세계시장을 선도하기 위한 기반을 확보하는 동시에, 국내기관-업체들의 해외 시장 진출의 마중물 성격의 사업으로 육성해야 함

제 1 장

서 론

제1절 연구 배경 및 필요성

1. 연구의 추진 배경

1) 국제사회의 배출규제 강화

국제사회는 1992년 리우 UN 환경개발회의(UNCED)에서 UN 기후변화 협약(UNFCCC)을 채택하고,¹⁾ 1997년 교토의정서(Kyoto Protocol)에 이어 2015년 제21차 유엔기후변화협약 당사국 총회(COP 21)에서 파리기후협정(Paris Agreement)을 채택하는 등 전 지구적 온실가스 배출 규제 강화를 통한 지구온난화 방지를 도모하고 있다. 국제 해운 분야는 이에 앞서 「선박으로부터의 오염방지를 위한 국제협약(MARPOL)」 제6부속서, ‘선박으로부터의 대기오염 방지를 위한 규칙(Prevention of Air

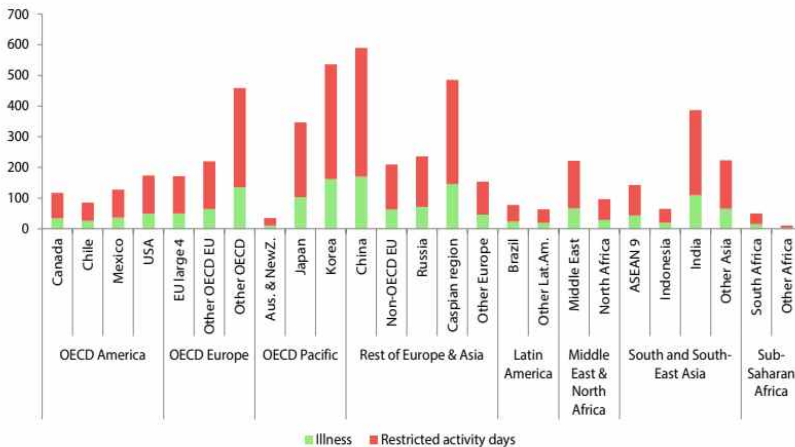
1) 유엔 기후변화협약은 ‘공통의 그러나 차별화된 책임원칙(Common But Differentiated Responsibilities)’을 바탕으로, 국가별 온실가스 감축 의무사항에 관하여 규정

Pollution from Ships)’을 마련한 바 있으나, 파리기후협정 이후 국제 기후변화체제의 강화 움직임에 부응하여 선박에서 발생하는 대기오염 물질 및 온실가스 배출에 대한 규제를 지속적으로 강화하고 있다.

2) 항만 및 선박의 배출에 대한 본격 관리 시급

이와 같이 온실가스와 대기오염물질 정책은 같은 방향성에서 다루 어지고 있었으나, 대기오염물질의 경우 지구온난화와의 연관성 보다는 인체 유해성에 의한 보건적 위해(危害)를 저감하기 위한 정책 동기가 더 크다 할 수 있다.

〈그림 1-1〉 대기오염으로 인한 2060년 국가별 후생비용 예측



자료: OECD, *The economic consequences of outdoor air pollution; POLICY HIGHLIGHTS*, 2016, p. 12.

경제협력개발기구(OECD)는 대기오염으로 인한 전 세계 조기 사망 자 수가 2010년 300만 명에서 2060년에는 연간 최대 600~900만 명까 지 지속적으로 증가하고, 이로 인한 보건비용의 증가와 노동생산성의

감소 등으로 발생하는 경제적 손실 역시 증가의 폭이 커질 것으로 예측하였다.²⁾ 동시에, 조기 사망 및 각종 질환으로 인한 후생비용(Welfare costs) 역시 2060년에는 18~25조 달러(최대 약 3,000조 원 이상)에 이를 것으로 예상하였다.³⁾

국내 연구결과에서도 미세먼지에 노출과 호흡기 질환 및 사망 등 보건적 위해와의 상관성을 확인할 수 있다. 질병관리본부(보건복지부)의 메타분석 결과에 따르면, 대기 중 PM_{10} 농도가 $10\mu g/m^3$ 증가하면 만성폐쇄성 폐질환(COPD)으로 입원하는 비율은 2.7%, 사망률은 1.1% 증가하는 것으로 나타났다.⁴⁾ 폐암 발생과 관련해서는, PM_{10} 의 대기중 농도가 $10\mu g/m^3$ 증가하면 폐암 발생의 위험도가 8%, $PM_{2.5}$ 의 경우에는 9% 증가하는 것으로 나타났다.⁵⁾

한편, 최근 국가 대기오염물질 통계 등 배출 및 오염 관련 자료 발표 결과에 따라서 항만 및 선박 활동으로 인한 대기오염물질의 배출이 국내 항만 및 인근 지역 대기오염의 주요 원인으로 지목되고 있다. 한국해양수산개발원은 주요 항만을 포함하는 지역의 대기오염물질 배출이 두드러지게 나타나고 있으며, 특히 부산의 경우 전체 배출량 대비 선박의 배출량 비중이 질소산화물(NO_x) 41.1%, 황산화물(SO_x) 70.2%, 미세먼지(PM_{10}) 15.5%, 초미세먼지($PM_{2.5}$) 37.8%로 나타나 이에 대한 대책 마련이 시급함을 지적하기도 하였다.⁶⁾

2) OECD(2016), pp. 6-8.

3) *Ibid.*, p. 11.

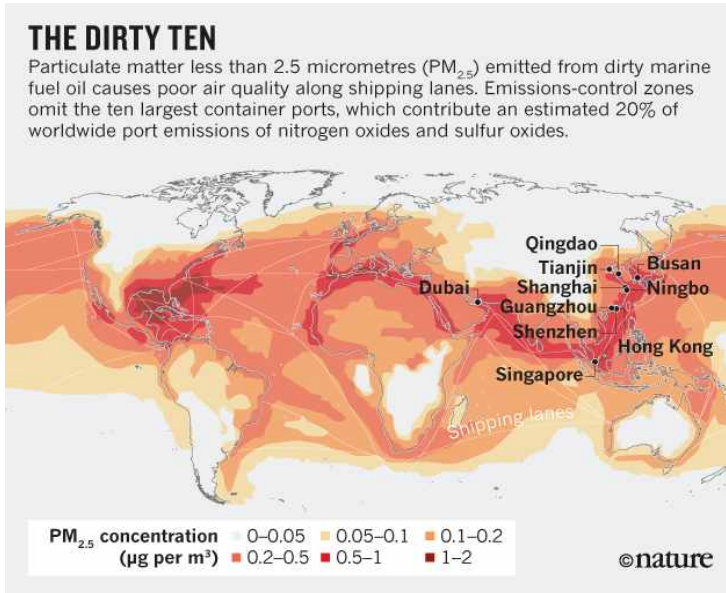
4) 질병관리본부(2014), pp. 87~88.

5) *Ibid.*, pp. 91~92.

6) 안용성 외(2019a), p. 3.

Nature는 동아시아 지역을 운항하는 선박에서 배출되는 대기오염 물질이 2002~2005년에는 전 세계의 선박 배출량 대비 4~7% 수준이었으나 2013년에는 16%로 증가하였으며, 부산항을 포함해 동아시아에 집중되어 있는 세계 10대 컨테이너 항만이 배출하는 주요 대기오염물질 배출량이 전 세계 항만 배출의 약 20%를 차지하는 것으로 분석하였다.⁷⁾ 또한, 전 세계 컨테이너항만 중 가장 규모가 큰 아시아 10개 항만지역이 상기한 바와 같은 심각한 배출 양상에도 불구하고 최근 국제해사기구(IMO)가 선박에 대한 대기오염물질 배출 규제 강화의 일환으로 추진 중인 '배출규제해역(ECA: Emission Control Area)'의 지정 대상에서 제외되어 있음을 지적하기도 하였다.

〈그림 1-2〉 아시아의 10개 대규모 컨테이너 항만(Dirty Ten)의 배출



자료: Nature 홈페이지: Corbett, James J. et al. "Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment", Environ. Sci. Technol, 41(24), 2007, p.8513.에서 재인용

7) Nature(검색일: 2019. 6. 7.)

3) 항만 미세먼지 배출원에 대한 본격 통합관리를 위한 「항만지역 등 대기질 개선에 관한 특별법」 제정

미세먼지에 대한 국민적 관심이 급증하고 있음에도 이에 대한 정책적 성과가 나타나지 못하고 국민 체감 대기질 수준은 오히려 더 심각해지고 있다는 지적에 대응하여, 우리 정부는 미세먼지 및 주요 전구물질의 배출을 저감하고 종합적으로 관리함으로써 미세먼지 문제에 본격 대응하기 위한 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법(미세먼지법)」⁸⁾을 제정하였다.⁸⁾ 미세먼지법의 제정으로 정책 및 사업의 효과를 기준으로 우선순위를 설정하고 미세먼지 집중관리구역⁹⁾을 지정하여 미세먼지 감축·관리를 위한 조치를 시행하는 등 미세먼지 대책을 강력하고 일관되게 추진할 수 있는 기반이 마련되었다.

하지만 항만 및 선박에 대한 구체적인 정책 방안이 결여되어 있다는 지적에 따라서, 해양수산부는 항만지역 등 대기질 개선을 위한 종합적인 관리방안의 수립 및 시행을 통해 항만 및 인근 영향지역의 대기오염물질 배출-오염을 집중 관리하기 위한 「항만지역 등 대기질 개선에 관한 특별법(항만 대기질법)」을 제정하였으며 2020년부터 시행 예정이다. 향후 특별법의 시행으로 항만의 배출 및 오염 저감, 나아가 대기질 정책의 효과를 극대화하기 위해서는, 정확한 문제(배출 및 오염)의 파악, 이를 해결하기 위한 정확한 정책대상 및 방법론을 설정하기 위한 정확한 기초 현황자료의 확보가 관건이라 할 수 있다.

8) 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」 제1조(목적)

2. 연구의 필요성

1) 항만 및 선박의 배출실태·영향 근거자료 미비

아직 우리는 항만 및 선박의 배출실태·영향에 대한 정확한 현황자료조차 생산·확보하지 못하고 있는 상황으로, 이러한 조건에서는 체계적인 배출 저감 및 관리가 불가하다. 선박의 경우는 환경부(국립환경과학원)에서 매년 발표하는 ‘국가 대기오염물질 배출량 통계’에서 비도로 이동오염원의 하위 항목으로 주요 대기오염물질의 배출량을 산정·발표하고 있다. 하지만 항만 및 선박 활동에 대한 전문성·접근성 결여, 이로 인한 유효 정보의 파악 및 구득의 어려움 등의 이유로 산정 결과의 신뢰도가 매우 미흡한 것으로 평가되고 있다.

항만의 경우는 더 심각하다. 현재 상기한 국가 통계에서는 물론 공식적으로 항만의 대기오염물질 배출원에 대한 별도의 분류체계 및 배출량 산정방법은 아직 마련되어 있지 않은 상황이다. 최근 미디어에서 심심치 않게 노출되는 항만의 배출 및 이로 인한 항만도시 대기오염과의 인과관계 역시, 추측에 불과한 것으로 볼 수밖에 없다.

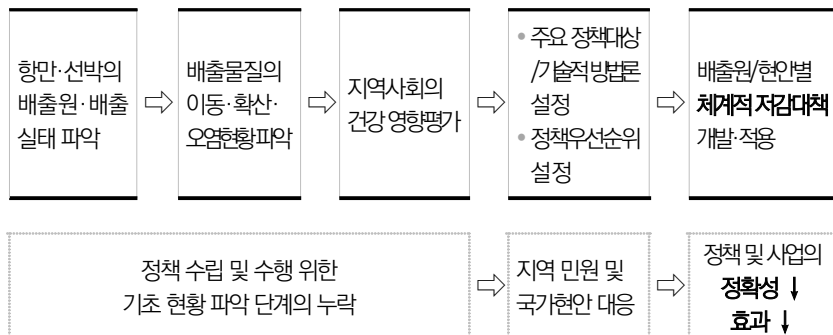
항만의 대기오염물질 배출원 및 이들의 배출, 이동·확산에 따른 대기오염, 이로 인한 환경 및 보건적 영향 등에 대한 근거자료의 부재는 대기질 개선을 위한 제반 정책의 개발은 물론 이행의 과정에서 피할 수 없는 오류 및 비효율을 야기하고 있다. 최근 마련된 항만 대기질법과 미세먼지 정책의 최종 목표인 ‘항만 및 인근 지역사회의 대기질 개선’을 위해서는 선행적으로 항만의 배출원별 배출 및 오염, 배출된 대기오염물질의 이동·확산 및 보건·환경적 영향(위해성) 등 현상의 파악·분석을 통한 인과관계 규명 및 예측 과정이 필요하다.

하지만 현재 이를 위한 기초 근거자료의 부재 또는 부족으로 관련 국가 현안 및 지역사회의 민원 등에 효과적으로 대응하지 못하고 있으며, 이는 다시 항만 대기환경 정책의 신뢰도 저하에 의한 정책 불신, 나아가 항만당국과 지역사회 간의 갈등 요인으로 대두되고 있는 실정이다.

2) 항만 대기질 개선 정책의 체계적 추진을 위한 패러다임의 전환

다음 <그림 1-3>에서 보는 바와 같이 현황 파악 결과에 대한 분석, 예측 과정을 통해서 문제의 파악, 정책 대상의 선택 및 확정, 이를 위한 정책의 개발 및 추진 여부, 또는 사업 간 우선순위 등을 도출하여 체계적으로 추진할 때에 이를 정책의 효과를 극대화할 수 있다. 정확한 현상 파악에 의한 기초자료는, 정책 또는 이를 이행하기 위한 조치의 개발·적용에 있어 정확한 대상 및 문제의 파악, 이를 해결하기 위한 방법론의 선정 등을 위하여 가장 중요한 근거자료라고 볼 수 있다.

<그림 1-3> 항만 미세먼지 정책의 기초현황 파악 단계의 누락에 따른 문제점



자료: 저자 작성

아울러 기초자료를 생산-확보함에 있어서 항만 배출원의 대기 오염물질 배출-대기오염-이동-확산-영향 등 각 단계별 산출결과 및 분석 결과자료의 정확성은 다음 단계는 물론 최종 결과물의 신뢰도 확보를 위한 관건인 동시에 전제조건이라 할 수 있다.

3) 공공데이터의 연계·활용 방안 도출 필요

한편, 현재 국내 데이터 시장은 근래 개별적인 데이터의 수집-활용에 이어서 관련 데이터 간 연계를 통한 새로운 가치 창출의 단계로 전환 중에 있다. 과거에는 각 부처 및 기관에서 수집-생산하여 문서의 형태로 정리·보관하는 방대한 양의 공공데이터를 정리하고 파악하는 데에 어려움이 있었고, 부처·기관 간에도 필요한 정보 및 자료를 파악하고 접근하는 데에 어려움이 존재했다.

하지만 최근 과학기술의 발전으로 주기적 보고·조사에 따른 데이터의 수집방식을 실시간 자동 수집 개념으로 전환 가능하게 되어 데이터의 성격이 빅데이터로 진화하는 한편, 방대한 양의 기존 공공데이터를 전산화함에 따라서, 비식별화 및 표준화 과정 등을 통한 부처·기관 간 연계·활용이 가능해졌다. 또한, 이를 민간에 개방하여 이를 활용할 수 있게 됨에 따라, 공공데이터의 활용으로 새로운 수요와 가치를 창조할 수 있게 되었다.

4) ‘스마트 커넥티드’ 개념의 구현을 위한 기반 마련

최근, 항만 업무 효율화를 목적으로 하는 항만 물류공정의 자동화에 이어서, ‘스마트 커넥티드’ 개념을 적용하는 항만 환경관리 및 모

니터링 기술이 스마트 항만의 구현을 위한 주요 분야로 주목받고 있다. 해양수산부 역시 ‘스마트 해산물류체계 구축’ 정책을 통해 자율 운항 선박, 유무선 해상 통신망, 스마트 항만 등의 개념을 통합·연계 하는 「스마트 해산물류 구축전략」을 수립하여 추진 중이나, 이른바 본격 ‘Port 4.0’ 개념의 ‘스마트 커넥티드’ 물류체계 구축이라기보다는 이를 위한 화물 정보의 공유 및 하역의 자동화 단계에 한정되어 있다. 이는 현재 해운 및 항만 인프라의 자동화 수준 또는 자동화를 위한 기반 수준이 상대적으로 매우 낮은 단계임을 감안하여, 일단 ‘완전 자동화’ 수준까지 도달하기 위한 현실적 방안으로 볼 수 있다.

하지만 향후 ‘스마트 해산물류’ 관련 기술 및 정책 방향은 단순히 하역 및 물류공정의 자동화를 넘어, 구성요소 간 데이터의 실시간 연결 및 공유를 통한 전체 물류망의 통합적 연계, 이를 활용하는 친환경 운영 및 에너지 효율화 등 항만 운영의 최적화는 물론 사회적, 환경적 이슈를 포함하는 폭넓은 관점에서 추진되어야 할 것으로 보인다.

5) 특별법의 이행을 위한 공공데이터 연계·활용방안 마련 시급

최근 새로이 제정된 「항만지역 등 대기질 개선에 관한 특별법」의 견실한 이행, 나아가 항만 및 선박의 배출 저감 및 관리정책의 효과성 제고를 위해서는 배출 및 오염, 영향과 같은 현상과 예측에 대한 정확한 기초자료의 확보, 이를 위한 체계적인 ‘수집-생산-관리·분석-예측’ 체계의 구축이 필요하다. 하지만 항만 및 선박의 배출로 인한 대기오염 문제는 어느 한 부처 또는 기관만의 개별적인 사안이 아니며, 문제의 해결을 위해서 필요한 자료 역시 어느

하나의 주체가 독자적으로 수집-생산할 수 있는 수준이 아니라
는 데에 또 다른 어려움이 있다.

이를 해결하기 위해서는 선행적으로 각 부처 및 기관의 수집-생산
정보는 물론 이를 활용하여 산정·예측·분석한 결과 등의 공공데이터
를 연계·공유하여 공공의 목적에 따라서 활용할 수 있는 공공데이터
연계-활용방안의 마련이 시급하다.

제2절 연구 목적

앞서 살펴본 바와 같이, 항만 및 선박에 대한 배출 저감 및 관리,
나아가 항만 도시의 대기질 개선정책의 정확성·효과성 제고를 위해
서는 선행적으로 항만의 배출원별 배출실태, 배출된 대기오염물질의
이동·확산 및 보건·환경적 영향 파악·분석작업을 통한 인과관계 규
명 및 예측 과정이 필요하다. 하지만 현재는 각 기관들이 각자의 수
요에 따라서 개별적인 데이터를 수집-생산하여 배타적으로 관리하고
있거나, 현황 파악을 위해 필요한 데이터임에도 불구하고 제도적·제
정적 문제 등으로 수집 및 생산되지 못하고 있는 상황이다. 향후
항만 및 선박에 대한 체계적인 배출 저감 및 관리, 나아가 항만지
역 대기질의 획기적인 개선을 위해서는 이를 위한 정보 및 자료
의 수요 및 가용성을 파악하고, 이들 중 유효한 정보의 연계, 나
아가 필요한 정보의 생산·활용을 위한 기반을 마련해야 한다.

따라서 본 연구는 항만지역 대기질 개선을 위한 공공데이터의 제
공-연계-이용 및 활성화에 장애가 되는 요인을 분석하고, 항만 및 선

박의 대기오염 현안의 특성과 정책·기술 환경 변화를 반영하여 「항만지역 등 대기질 개선에 관한 특별법」의 이행을 위한 항만 및 항만 지역 대기환경 관련 고수요·고가치 공공데이터 발굴 및 연계·활용을 위한 구체적 방안을 제시하고자 한다.

제3절 연구 내용 및 방법

1. 연구 내용 및 범위

1) 연구의 범위

본 연구는 2020년부터 시행 예정인 「항만지역 등 대기질 개선에 관한 특별법」의 본래의 취지를 실현하고 이를 위한 주요 조치를 개발하고 이행함에 있어 중요한 근거자료 및 주재료가 될 수 있는 고수요·고가치 공공데이터를 정리하고 연계·활용할 수 있는 구체적 방안을 도출하는 데에 초점을 두고 있다. 이를 위해, 특별법의 이행과 관련하여 항만·선박의 배출·오염 및 대기환경, 기상, 보건 영향 관련 정보 중 ‘항만지역의 대기질 개선’이라는 궁극의 목표 구현을 위해서 연계·활용 수요가 높은 데이터를 구체화하고, 우선 항만·선박의 배출·오염과 관련한 연계·활용 가능성 검토하여 향후 추가적으로 관련 유관 부처 및 기관의 데이터의 연계·활용을 위한 기반을 제시하고자 하였다.

2) 연구의 내용

본 연구는 총 6개의 장으로 구성하였다. 주요 연구내용을 살펴보면, 우선 제2장에서는 항만의 대기환경 관리와 관련한 국내외 법령 및 정책과 데이터의 연계·활용과 관련한 국내외 법령 및 정책을 나누어서 살펴보았다. 이어서 국내외에서 운용 중인 항만 대기오염 모니터링 관련 데이터의 연계·활용 현황에 대해서 조사, 분석하였다.

제3장에서는 항만 및 인근 지역의 대기질 개선 정책의 효과를 극대화하기 위하여 필수적으로 수행해야 하는 작업들을 도출하고, ① 항만의 대기오염물질 배출·오염 현황 파악, ② 항만 배출 대기오염물질의 대기중 이동·확산, 건강영향 파악, ③ 항만 대기오염물질 통합 분석·예측 등 통 3가지 분야로 분류하였다. 이어서, 수요 조사 및 분석을 통해 이들 작업을 수행하기 위해서 필요한 고수요·고가치 데이터를 도출하여 정리하였다.

제4장에서는 최근 항만지역의 대기질 개선을 위한 데이터의 연계 및 활용에 장애로 작용하는 요인들을 도출하여 이를 해결하기 위한 정책 개선방안을 제시하였다.

제5장에서는 우선 해양수산부 차원에서 추진 가능한 항만·선박의 배출 및 오염과 관련한 데이터의 연계·활용 가능성을 검토하였다. 또한 최근 새로이 제정된 ‘항만 대기질 특별법’의 이행과 관련하여 관련 공공데이터를 연계·활용하기 위한 구체적 방안으로 ‘항만 대기오염 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)’을 제시하고, 이를 추진하기 위해 필요한 사항들을 제시하였다. 마지막으로 제6장에서는 연구결과를 정책에 반영하기 위한 제안사항을 결론과 함께 제시하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 크게 문헌조사와 분야별 실무 전문가 자문을 통해 수행하였다. 우선, 문헌조사를 통해 국내외 선행 연구보고서를 분석하고 공공데이터 및 빅데이터 관련 이론적 배경을 검토하였으며, 국내 적용 가능성을 검토하기 위하여 항만·선박 활동으로 인한 대기오염 및 영향 관련 또는 타 분야 공공데이터 연계·활용과 관련한 국내 법령 및 계획, 이어서 국내외 주요 정책 운영 사례 및 이와 관련한 연구 자료 등을 조사·분석하였다.

이와 더불어 국내 항만 대기환경-영향 관련 공공데이터의 수요를 조사하고 연계·활용의 방향 및 타당성을 검토하기 위하여 부처·기관별 항만·선박 대기환경 정보관리 관련 주요 실무자, 연구자 등을 대상으로 핵심그룹 인터뷰(FGI)를 수행하였다. 문헌조사 및 심층 면담 등을 통하여 도출한 ‘연계·활용의 수요, 장애 요인’ 사항을 수정·보완, 구체화하기 위한 전문가 세미나를 수행하고 이를 토대로 ‘국내 항만지역 대기질 개선을 위한 데이터의 연계·활용방안’을 작성하여, 추후 실제 사업으로 연계될 수 있도록 구체적이고 현실적인 방안을 제시하고자 하였다.

제4절 선행연구 검토

1. 선행연구 분석 및 본 연구와의 차별성

전형모 외(2017)는 국내 항만 작업현장의 각종 사고 및 질병재해에 대한 유형 및 주요원인을 파악하고 IoT/빅데이터 기술을 기반으로

해당 문제를 완화시켜, 항만 작업환경을 개선하고 작업자의 안전을 확보하고자 하였다. 이를 위하여 타 분야 분류체계 및 코드화 사례를 검토하여 국내 항만 하역 안전사고 및 질병재해에 대한 분류체계 및 표준코드를 제시하였으며, 항만 작업환경의 위험도 및 유해도를 측정하여 항만에서 발생하는 사고 및 질병 재해의 주요원인을 규명하고자 하였다. 특히, 해당 연구는 첨단기술인 IoT 및 빅데이터 분석기술을 적용하여 항만 작업자의 안전을 확보하기 위한 방안을 제시하였다.⁹⁾

김진희 외(2015)는 기존의 공급자 중심의 체계에서 민간 수요 중심으로 고수요·고가치 공공데이터를 발굴하고 이를 민간에 개방하기 위한 방안을 수립하기 위해, 공공데이터 현황 조사와 고수요·고가치 데이터의 활용 전략에 대해 연구하였다. 이를 위하여 산업통상자원부 산하 9개 기관의 공공데이터 개방현황을 조사하여 분석을 수행하였으며, LG 전자, SK C&C, DBDISCOVER, 비아이큐브 등의 회사를 대상으로 고수요 고가치 공공데이터를 발굴하기 위한 민간 포커스 그룹 인터뷰를 수행하였다. 또한, 공개된 공공데이터 목록을 바탕으로 민간 기업의 활용 가능성을 검토하고 그 결과에 따라서 산업통상자원부의 고수요·고가치 공공데이터를 선별할 수 있는 요소를 도출하였다.¹⁰⁾

본 연구는 항만·선박의 배출 저감 및 관리정책의 효과성 제고를 위하여 항만-선박 배출-오염 및 대기환경, 기상, 보건 영향 정보의 연계·활용 방안 도출하기 위한 연구로, 항만·선박 대기환경 정보관리 관련 주요 실무자, 연구자 등을 대상으로 심층 면담 및 세미나 등을 수행하여 공공데이터의 활용 수요 및 적용방안을 검토하였다.

9) 전형모·최상화·이연경(2017)

10) 김진희 외(2015)

특히, 본 연구는 항만 및 인근 지역의 대기질 개선을 위한 정책 및 기술의 개발을 위한 기초 근거자료를 확보하기 위하여 배출 및 오염, 배출물질의 이동 및 확산, 영향의 범위 및 정도 파악하기 위한 사업들을 단계별로 분류·검토하고 각 단계별, 사업별로 필요한 공공데이터의 수요를 조사·분석하는 한편 자동 수집으로 빅데이터화할 수 있는 데이터를 구분하여 도출하고, 특별법의 건설한 이행을 위해 이를 연계·활용할 수 있는 구체적 방안을 제시했다는 점에서 의의가 크다고 할 수 있다.

〈표 1-1〉 선행연구 분석과 본 연구와의 차별성

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1 • 과제명: 현장수요 기반 IoT/빅데이터 항만하역 안전시스템 구축방안 연구 • 연구자(연도): 전형모·최상희·이연경(2017) • 연구목적: 국내 항만 작업현장의 각종 사고 및 질병재해에 대한 유형 및 주요원인을 파악하고 IoT/빅데이터 기술을 기반으로 해당 문제를 완화시켜, 항만 작업환경을 개선하고 작업자의 안전을 확보	• 현장전문가 인터뷰 • 국내외 문헌조사	• 타분야 분류체계 및 코드화 사례 검토 • 국내 항만 하역 안전사고 및 질병재해에 대한 분류체계 및 표준코드 제시 • 항만작업환경 위험도 및 유해도를 측정 • 항만에서 발생하는 사고 및 질병재해의 주요원인 규명 • 첨단기술인 IoT/빅데이터 분석기술을 도입하여 작업자의 안전확보 방안 제시
	2 • 과제명: 고수요·고가치 공공데이터 발굴 및 활용 방안 연구 • 연구자(연도): 김진희·이정곤 외(2015) • 연구목적: 공급자 중심에서 민간 수요 중심으로 고수요·고가치 데이터 '발굴' 및 발굴 데이터의 활용 '전략' 도출	• 공공기관 담당자 개별 인터뷰 • 파일데이터 분석 (데이터 개방 현황 조사)	• 공공데이터 개방 현황 분석: 산업통상자원부 산하 9개 기관의 공공데이터 개방 현황을 조사, 분석 실시 • 고수요·고가치 데이터의 개방(단기, 장기), 기업 및 민간 활용 활성화(기업연계 사업화, 민간 협업) 등 방안 도출

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
본 연구	항만·선박의 배출 저감 및 관리 정책의 효과성 제고를 위하여, 항만·선박 배출-오염 및 대기 환경, 기상, 보건 영향 정보의 연계·활용 방안 도출	- 국내외 문헌조사 - 부처/기관별 담당자 개별 인터뷰를 통한 연계·활용 수요·조건, 장애 요인 파악	- 국내외 항만·선박 대기환경-영향 데이터 연계·활용 현황·사례 분석 - 국내 항만·선박 대기환경-영향 데이터의 연계·활용 및 빅데이터화 가능성 검토 - 항만·선박 대기환경-영향 데이터 연계·활용방안 제시

제 2 장

항만 대기환경-영향 관련 데이터의 연계·활용 현황

제1절 공공데이터 연계·활용의 개념

1. 공공데이터 연계·활용의 개념

1) 공공데이터

행정안전부는 공공기관이 보유·관리하는 데이터의 제공 및 그 이용 활성화에 관한 사항을 규정함으로써 국민의 공공데이터에 대한 이용권을 보장하고, 공공데이터의 민간 활용을 활성화하기 위하여 2013년 「공공데이터 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」을 제정, 시행하고 있다.¹¹⁾ 동법은 데이터베이스, 전자화된 파일 등 공공기관이 법령 등에서 정하는 목적을 위하여 생성 또는 취득하여 관리하고 있는 광(光) 또는 전자적 방식으로 처리된 자료 또는 정보를 ‘공공데이터’로 규정하고 있으며, 해당 데이터를 보유·관리하는 공공기관의 장

11) 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」 제1조(목적)

은 비공개 대상 정보 등을 제외한 공공데이터를 국민에게 제공하도록 하고 있다.¹²⁾ 또한, 「공공기관의 정보공개에 관한 법률」 제9조에 따른 비공개 대상 정보의 경우에도 비식별 조치 등 기술적으로 분리할 수 있는 때에는 해당 부분을 제외한 공공데이터를 제공하여야 한다.¹³⁾

우리 정부는 동법에 따라서 ‘공공데이터 포털’을 구축하고 활용을 촉진하기 위한 정책적 노력을 확대하고 있으며, 이에 따라서 중앙 정부와 지방자치단체는 공공데이터의 개방 및 활용을 확산하기 위한 각종 정책을 추진 중이다. 이후 공공데이터 개념의 실시간 정보, 자료 등의 민간 활용 사례가 급증하고 있으며, 최근에는 유무선 네트워크 기반의 IoT 기술, 이로 인한 빅데이터, 그리고 ICT(정보통신기술) 등 4차산업 기술로 분류되는 신기술 등과 융·복합할 수 있는 핵심 자원으로서 공공데이터의 중요성 역시 부각되고 있다.

공공 빅데이터 개방의 목적은 공공 빅데이터를 활용하거나 다른 분야의 수요 또는 기술과 융합하여 새로운 재화나 서비스를 창출하고, 이를 통해 국민 삶의 질을 제고하는 한편 신사업 발굴 및 일자리 창출로 인한 경제 활성화에 기여하는 것이다. 이에 정부는 국가 주도의 공공데이터 포털을 중심으로 공공 빅데이터 개방 및 활성화를 위한 정책을 내놓고 있다. 특히, 정부에서는 2016년 2월, 공공 빅데이터 활용과 관련한 10대 전략 분야(기상, 교통, 지리, 특허, 복지, 보건 의료, 재해 안전, 교육, 공공정책, 재정)를 고가치·고수요의 국가 중점 데이터 36개 분야로 확대하여 적극적인 공공 빅데이터의 활용을 도모하고 있다.¹⁴⁾

12) 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」 제2조(정의)

13) 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」 제17조(제공대상 공공데이터의 범위)

14) 전병진·김희웅(2017), p. 29.

2) 공공데이터의 연계·활용

공공데이터는 목적에 따라서 그 활용 범위가 제한이 없기 때문에, 새로운 패러다임 및 이에 따른 가치 창출이 용이하다. 농업, 어업 등의 1차 산업부터 첨단기술 분야까지 많은 분야에서 활용 가능하며 데이터를 무료로 제공한다는 측면에서 보면, 누구나 자유롭게 활용하여 새로운 서비스를 생산하고 이익을 창출하여 국민 삶의 질을 제고하고 신산업, 일자리 창출을 통한 경제 활성화를 도모할 수 있다.¹⁵⁾ 또 다른 측면에서 보면, 정부 및 공공기관이 생산하거나 관리·보유 중인 데이터를 공개함으로써 행정업무 및 정책의 투명성을 제고하는 공공행정의 혁신을 도모하고, 나아가 이를 민간에서 활용하여 새로운 가치를 창출하기 위한 기반 생태계를 제공할 수 있다. 「공공기관의 정보공개에 관한 법률」에 따른 민감정보에 대해서 개인정보 비식별화 조치, 그리고 수요 및 가치에 대한 사회적 합의 또는 기관별 협의 등을 통해 공공 빅데이터의 생산, 연계·활용의 활성화를 추진해야 하는 이유가 여기에 있다.

현재 우리나라는 공공데이터 개방 로드맵에 따라서 국가 중점개방 데이터를 개방하고 그 성과로 OECD의 공공데이터 개방부문에서 전 세계 1위 국가로 평가되는 등 세계 수준에서도 앞서가고 있는 것으로 보고되고 있다.¹⁶⁾

15) 임준원·최경현(2017), p. 1.

16) *ibid.*, p. 1.

2. 스마트화의 개념

1) 디지털 전환(Digital Transformation)

‘디지털 전환’은 디지털 기술을 사회 전반에 적용하여 전통적인 사회 구조 및 작동 패러다임을 혁신하는 것이다. 일반적으로 사물인터넷(IoT), 클라우드 컴퓨팅, 인공지능(AI), 빅데이터 기반의 솔루션 등 4차산업 기술로 인식되는 정보통신기술(ICT)을 플랫폼으로 구축·활용하여 기존의 전통적인 운영방식과 서비스 등을 새로운 패러다임으로 전환, 혁신하는 것을 의미한다.¹⁷⁾ ‘디지털적인 모든 것(All things digital)’을 실현하기 위한 디지털 전환 작업은 형태나 대상에 제약이나 한계가 없어, 불과 가까운 과거에는 불가능했던 많은 일들이 이제는 스마트 기기나 빅데이터, 클라우드 환경에서 가능해졌으며, 활용의 폭이 점차 넓어지고 있다.¹⁸⁾

2) 스마트화(Smartification)

디지털 전환(Digital Transformation)을 구현하기 위해서는 아날로그 형태를 디지털 형태로 변환하는 ‘전산화(Digitization)’ 단계에 이어 이른바 정보통신기술(ICT)을 활용하는 ‘디지털화(Digitalization)’ 단계를 거쳐야 한다.¹⁹⁾ 이는 정확히 부합하지는 않지만, 최근 4차산업 기술의 적용의 일환으로 추진되고 있는 ‘스마트화’ 작업과 깊은 연관이 있다.

우리의 관심사인 ‘스마트 항만’ 또는 ‘스마트 해상물류’는 이른바 항만 활동 또는 해상물류 활동에서 ‘Industry 4.0’ 개념이 구현된 형

17) 한국마케팅연구원(2019), p. 42.

18) 정보통신기술진흥센터(2018), p. 17.

19) 한국마케팅연구원, *op. cit.*, p. 42.

태로 사물인터넷(IoT)을 통해 상호 소통체계를 구축하고, 전체 과정을 최적화하는 것으로 정의할 수 있다. Industry 4.0 즉, 4차 산업혁명을 통해 IoT로 개별 개체들이 양방향으로 소통할 수 있는 체계를 구축하여, 사이버 물리적 시스템(CPS; Cyber Physical System)을 기반으로 가장 최적화된 운영 체계로 진화하는 것이다.²⁰⁾ 이에 따르면, ‘스마트 항만’은 IoT에 의한 개별 항만 활동 구성체의 실시간 연결 및 지능화를 통해 과거의 경직된 중앙 집중식 관리·운영 체계(3차 산업혁명; Industry 3.0)에서 모듈 단위의 유연한 분산, 자율 제어 관리·운영 체계를 구현하여 진화하는 형태로 파악할 수 있다.

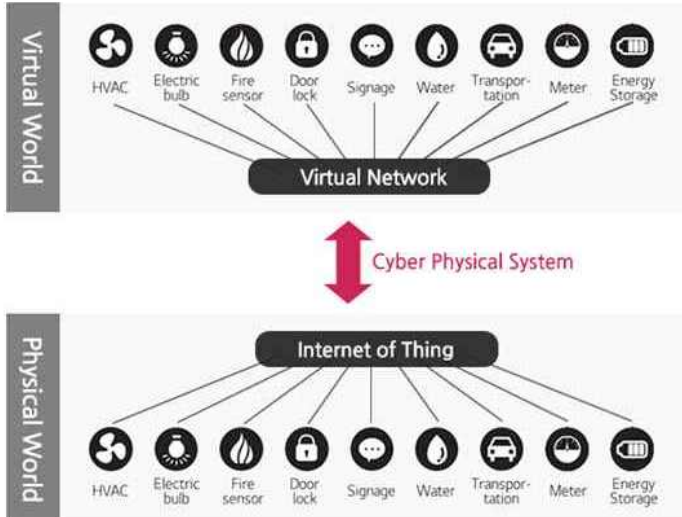
3) 사이버 물리적 시스템(CPS)

사이버 물리적 시스템(CPS)이란 ‘Industry 4.0’ 개념의 스마트화를 위해 필요한 정보통신기술(ICT) 기반 인프라의 일종으로, 가상 공간(Virtual world)과 현실 세계의 물리적 대상(Physical world)을 네트워크로 연결하여 자율 제어하는 시스템을 의미한다.²¹⁾ 이는 아직 규정되지 않은 이른바 4차 산업혁명의 패러다임 및 실체를 구성하는 하나의 형태, 즉 ID 4.0을 구현하기 위한 디지털 플랫폼 활용의 구체적 방안 중 하나로 볼 수 있다.

20) 송하덕 외(2016), p. 48.

21) *ibid.*, p. 51.

〈그림 2-1〉 사이버 물리적 시스템(CPS)의 정의



자료: 송하덕 외, 「인더스트리 4.0 표준 분석 및 한국의 스마트공장 표준화, 표준인증안전학회지 2016년 제6권 제4호, p. 51.

우리는 이를 적용하여, 항만의 배출, 오염 및 영향, 또는 친환경 운영과 관련한 모든 요소들을 사물인터넷(IoT)을 통해 상호 연결하여 양방향 소통체계를 구축하고, 이를 기반으로 사이버 물리적 시스템을 구성하여 인공지능(AI) 기반의 지능형 자율 제어 시스템을 구현할 수 있다. 즉, 현실 세계의 항만 운영요소(선박 및 하역장비, 트럭 등) 및 기타 배출원, 측정망 등에 센싱 디바이스, 구동장치(Actuator), 모바일 디바이스 기술을 적용한 시스템이 사이버 물리적 시스템(CPS)을 통해서 인공지능으로, 다시 모든 시스템으로 연결되어 자율적으로 최적화를 위한 제어를 수행하게 된다.

제2절 국내외 관련 법령 및 정책

1. 항만 대기환경 관리 관련 법령 및 정책

1) 주요 법령 및 계획 현황

(1) 저탄소 녹색성장 기본법

정부는 저탄소 녹색성장 전략을 효율이고 체계적으로 추진하기 위하여 추진체계를 구축하는 한편, 각종 제도적 장치 마련을 위하여 「저탄소 녹색성장 기본법」을 제정하여 시행 중이다. 또한 본 법안을 토대로 ‘포용적 녹색국가 구현’을 목표로 하는 「제3차 녹색성장 5개년 계획(’19~’23)」을 시행 중이다.

가. 주요내용

이 법은 화석연료에 대한 의존도를 낮추고 온실가스 및 오염물질의 발생을 최소화하는 ‘저탄소 녹색성장’을 위한 정책목표와 추진전략 등을 규정하고 있다. ‘저탄소 사회의 구현’을 위해 기후변화에 따른 에너지 대응책 및 온실가스 등 대기배출물질의 관리를 위해 ‘온실가스 종합정보관리체계’를 구축하도록 하고, ‘녹색생활 및 지속가능발전의 실현’을 위하여 국토종합계획 및 지방자치단체별 계획을 수립하여 시행하도록 정하고 있다.²²⁾

특히, ‘저탄소 항만’ 건설 또는 기존 항만을 저탄소 항만으로 전환하고, 친환경 교통체계를 확충하기 위한 방안을 마련하도록 규정하고 있다.²³⁾ 이는 이후 항만 대기오염물질의 배출 저감 및 관리제도의 근

22) 「저탄소 녹색성장 기본법」 제1조(목적)

23) 「저탄소 녹색성장 기본법」 제 51조(녹색국토의 관리) 2항의 3, 4

거로 작용함은 물론, 이후 「항만법」, 「대기환경보전법」의 개정, 「그린 포트 구축 종합계획」, 「제3차 항만기본계획」 수립에도 반영되었다.

나. 저탄소 녹색성장 국가전략

「저탄소 녹색성장 기본법」은 국가의 저탄소 녹색성장을 위한 정책 목표 및 추진전략, 중점추진과제 등을 포함하는 ‘저탄소 녹색성장 국가전략’을 수립하여 시행하도록 규정하고 있다.²⁴⁾ 이에 따르면, 정부는 화석연료의 사용을 단계적으로 축소하고, 녹색산업 발굴과 육성 및 지원, 자원순환 산업 육성을 통한 녹색경제 실현방안을 추진해야 한다. 또한, 각 기업의 친환경 생산체제로의 전환 및 온실가스 배출량 감축, 산림조성 및 자연환경 보전과 지속가능 발전을 위한 제도 개선 및 중소기업의 녹색경영을 지원하도록 하고 있다. 이를 위한 기술 및 금융지원 사항도 포함하고 있다.

(2) 대기환경보전법

이 법은 1990년 8월 1일 대기환경의 관리 및 보전을 위해 「환경정책 기본법」과 함께 환경 정책의 기본이념에 따라 제정되었다. 대기환경 정책의 근거 법률로서, 사업장과 생활환경, 자동차와 선박의 대기 오염물질 및 자동차가 배출하는 온실가스와 대기오염물질의 배출 및 관리 등에 관한 사항을 규정하고 있다.

이 법에 따라서, 정부는 미세먼지 저감대책을 효과적으로 추진하기 위하여 「대기관리권역의 대기환경개선에 관한 특별법」을 제정하여 시행 예정이다.²⁵⁾ 특별법 제정에 따라 ‘대기환경규제지역’제도를

24) 「저탄소 녹색성장 기본법」 제9조(저탄소 녹색성장 국가전략)

25) 2019년 4월 2일 제정, 2020년 4월 3일 시행 예정

폐지하고, 대기환경규제지역에서 시행되고 있는 각종 대기오염 저감 제도의 적용범위 등을 정비하였다. 저공해자동차에 대한 정의와 자동차 배출가스 허용기준을 규정하고 있으며, 저공해차 의무 보급제도 도입 등 광역적인 대기환경 개선대책을 추진하기 위한 제도적인 개선사항을 반영하기 위해서 본 법안을 최근 개정하였으며 최종안이 2020년 4월 3일부터 시행될 예정이다.

가. 주요내용

이 법은 제76조 및 시행규칙에서 선박의 디젤기관에서 배출되는 질소산화물의 배출 허용기준을 규정하고 있다.

〈표 2-1〉 선박의 배출허용기준(대기환경보전법 시행규칙)

기관 출력	정격 기관속도 (n: 크랭크샤프트의 분당 속도)	질소산화물 배출기준		
		기준1	기준2	기준3
130kW 초과	n이 130rpm 미만일 때	17 이하	14.4 이하	3.4 이하
	n이 130rpm 이상 2,000rpm 미만일 때	$45.0 \times n(-0.2)$ 이하	$44.0 \times n(-0.23)$ 이하	$9.0 \times n(-0.2)$ 이하
	n이 2,000rpm 이상일 때	9.8 이하	7.7 이하	2.0 이하

주: 기준 1은 2010년 12월 31일 이전에 건조된 선박에, 기준 2는 2011년 1월 1일 이후에 건조된 선박에, 기준 3은 2016년 1월 1일 이후에 건조된 선박에 설치되는 디젤기관에 각각 적용하되, 기준별 적용대상 및 적용시기 등은 해양수산부령으로 정하는 바에 따른다.

자료: 「대기환경보전법」 시행규칙 제124조(선박의 배출허용기준), 별표35

또한, 본 법에 따라서 환경부는 전국의 대기오염 및 기후와 생태계 변화 유발물질의 감시와 환경적 영향을 평가하기 위한 관측망을 구축하고 설치·운영하도록 하고 있다.²⁶⁾ 따라서 각 지자체장은 환경부령에 따라 관할 구역의 대기오염실태를 파악하여 환경부 장관에게 보고하여야 한다. 하지만 본 법의 대기오염 측정 관할이 항만 구역을

26) 「대기환경보전법」 제3조(상시측정 등) 1항, 시행규칙 제1조(목적)

포함하는지에 대한 명확한 규정은 제시되어 있지 않다. 이에 해양수산부는 「항만법」에 따른 항만지역의 환경실태조사 실시 및 대기질 측정 및 측정망의 설치 및 운영을 위해 「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」을 시행할 예정이다.²⁷⁾

나. 국가 대기질 통합관리센터 및 대기환경개선 종합계획

이 법은 대기 오염도를 과학적으로 예측·발표하고 대기질 통합관리와 대기환경 개선정책의 체계적 추진을 위해 ‘국가 대기질 통합관리센터’를 운영하도록 규정하고 있다. 해당 센터는 대기오염 예보 및 유해물질 정보 제공, 오염관련 자료 수집 및 분석·평가, 정책 지원 등을 수행하며, 대기오염물질 배출현황 및 전망, 저감을 위한 정책을 이행하기 위한 종합계획을 10년마다 수립하여 시행해야 한다. 또한, 환경부에 대기환경정책 수립의 기초자료가 되는 전국의 대기오염물질 배출원 조사 및 배출량 산정의 의무를 부여하고 있다.

(3) 미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법

정부는 미세먼지 문제의 심각성을 인식하고 국가 차원의 종합적 대응을 위해 2017년 9월 범부처 합동으로 「미세먼지관리 종합대책」을 발표하였다. 이어 2018년 8월 14일 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」을 제정하고 2019년 2월 15일부터 시행 중이다.

이 법은 미세먼지 및 미세먼지 생성물질의 배출을 저감하고, 발생을 지속적으로 관리하기 위해 제정되었으며, 특히 미세먼지관리 종합계획 및 시행계획의 수립, ‘국가 미세먼지 정보센터’의 설치 및 운영에 관한 사항을 규정하고 있다.

27) 「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」제9조(실태조사), 2020.1. 1일 시행예정

가. 주요내용

이 법은 미세먼지로부터 국민의 건강과 생명을 보호하기 위하여 필요한 시책을 수립하기 위한 책무를 국가와 지방자치단체에 지우고 있다. 본 법에서 ‘미세먼지’와 ‘미세먼지 배출원’의 정의는 「대기환경보전법」 제2조 제6호 및 제2조 제11호에 따른다. 미세먼지란 먼지 중 흡인성 먼지로, 입자의 지름을 기준으로 미세먼지(입자의 지름이 10마이크로미터 이하인 먼지, PM-10)와 초미세먼지(입자의 지름이 2.5마이크로미터 이하인 먼지, PM-2.5)로 분류된다. 미세먼지 생성 물질이란 대기 중에서 미세먼지로 전환되는 물질로 질소산화물, 황산화물, 휘발성 유기화합물을 일컫는다.²⁸⁾

나. 미세먼지관리종합계획²⁹⁾

정부는 「대기환경보전법」에 따른 「대기환경 개선 종합계획」을 고려하여 5년마다 「미세먼지 관리 종합계획」을 수립하여야 한다. 이는 ‘미세먼지 특별대책 위원회’의 심의를 거쳐 확정하여야 하고, 시·도지사는 종합계획의 시행을 위한 세부계획을 수립하여야 한다. 미세먼지 저감 및 관리정책을 효율적으로 추진하기 위하여 국무총리를 위원장으로 하는 ‘미세먼지 특별대책 위원회’를 설치하고,³⁰⁾ 이를 지원하기 위한 ‘미세먼지 개선 기획단’을 설치하도록 규정하고 있다.³¹⁾

또한 체계적인 미세먼지 저감 정책을 위해 환경부장관은 미세먼지 배출량의 정확한 산정과 관련 정보의 효율적 관리를 위하여 ‘국가 미세먼지 정보센터’를 설치·운영해야 한다. 시·도지사는 미세먼지 저감

28) 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」 제2조(정의)

29) 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」 제7조(미세먼지관리종합계획의 수립 등)

30) 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」 제10조(미세먼지특별대책위원회의 설치)

31) 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」 제12조(미세먼지개선기획단의 설치)

을 위한 자동차의 운행 제한 및 배출시설 등에 대한 가동조정, 비산 먼지 발생 저감조치 및 해제 등의 비상저감조치를 시행할 수 있으며, 환경부장관이 이를 각 지자체에 요청할 수 있다. 또한, 미세먼지 집중관리구역을 지정하고, 어린이·노인 등 미세먼지로부터 취약한 계층의 건강을 보호하기 위하여 대기중 오염농도가 일정 수준 이상일 때는 야외 단체 활동을 제한하고, 취약계층 활동 공간 종사자에 대한 교육을 실시하는 등 취약계층 보호대책을 마련하도록 하고 있다.³²⁾

(4) 해양환경관리법

「해양환경관리법」은 기존의 「해양오염방지법」을 대체하여 2008년에 제정·시행되었다. 이 법은 해양오염물질에 대한 종합적이고 체계적인 관리 체계를 구축하고, 해양을 이용하고 개발하는 행위에 대해 효과적으로 대응하기 위해 제정되었다.

이 법은 선박, 해양시설, 해양 공간 등 해양오염물질을 발생시키는 발생원을 관리하고, 기름 및 유해액체물질 등 해양오염물질의 배출을 규제하는 등 해양오염을 예방·개선·대응·복원하는 데 필요한 사항을 규정하고 있다.³³⁾

이 법은 총 12장 133개의 조문으로 구성되어 있으며, 제2장에서 해양환경의 보전·관리를 위한 조치, 제3장에서 해양오염 방지를 위한 규제, 제4장에서 해양에서의 대기오염방지를 위한 규제를 다루고 있다. 선박의 검사 등에 대한 규정은 제5장에서 제시하고 있으며, 해양오염방제를 위한 조치(제6장), 해양환경 관리업 등(제7장), 해양오

32) 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」 제22조(미세먼지 집중관리구역을 지정 등), 제23조(취약계층의 보호)

33) 「해양환경관리법」 제1조(목적)

염 영향조사(제8장), 해역이용 협의(제9장), 해양환경관리공단(제10장), 보칙(제11장) 및 부칙으로 구성되어 있다. 특히, 제4장에서는 해양 대기오염물질의 배출방지를 위한 설비의 설치 및 선박에너지 효율설계지수의 계산, 오존층 파괴물질의 배출규제 및 질소산화물의 배출규제, 연료유의 황함유량 기준 등 선박의 대기오염물질 배출에 관한 사항을 규정하고 있다.

이와 더불어, 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」에 따른 ‘해양환경 종합조사’를 시행하기 위한 ‘해양환경 측정망’을 구성하여 측정하도록 하고 있다. 해양수산부장관은 해양환경측정망의 구성 및 운영 등 해양환경 관련 조사 및 평가의 정확성과 통일성을 위해 해양환경공정시험 기준을 정하여 고시하여야 하며, 측정망을 통해 측정된 해양환경정보를 국민에게 공개해야 한다.

선박의 대기오염물질 배출에 관한 사항 역시 규정하고 있다. 우선, 선박의 대기오염물질 배출 방지 및 저감설비 설치³⁴⁾를 의무화하고, 선박 에너지 효율관리를 위한 규정을 제시하고 있다. 디젤기관 선박은 「대기환경보전법」에 규정하고 있는 배출허용기준을 따라야 하며, 질소산화물 배출뿐만 아니라 연료유의 황함유량 기준을 규정하여 기준치 이상의 연료유 사용을 제한하고 있다.³⁵⁾ 또한 휘발성 유기화합물 규제 항만을 지정하고 배출을 규제하고 있다.

(5) 항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법

「항만지역 등 대기질 개선에 관한 특별법」은 항만지역의 대기질 개선을 위한 종합 관리 방안 시행을 통해 항만 배출원을 체계적으로

34) 「해양환경관리법」 제41조(대기오염물질의 배출장치를 위한 설비의 설치 등)

35) 「해양환경관리법」 제43조(질소산화물의 배출규제), 제44조(연료유의 황함유량 기준 등)

관리함으로써 인근 지역 주민의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경을 조성하기 위하여 제정되었다.³⁶⁾ 그동안 육상에 집중되었던 미세먼지 배출원 관리대책을 항만 및 선박에 확대했다는 데 의의가 있으며, 종합계획 수립(2장), 배출원의 관리 및 친환경 항만 구축(3장)에 관한 사항을 규정하고 있다.

가. 주요내용

「항만법」에 따른 항만구역, 「어촌·어항법」에 따른 어항구역, 「영해 및 접속수역법」에 따른 내수, 영해 및 접속수역을 ‘항만지역 등’으로 정의하여, 해양수산부가 효율적으로 관리할 수 있는 구역을 적용범위로 규정하고 있다. 또한 대기오염이 심하다고 인정되는 지역을 ‘항만 대기질 관리권역’으로 지정하여 배출 규제해역 지정 및 환경 친화적 선박 조달의무 부과, 특정 경우 자동차 규제 등 강화된 기준을 적용할 수 있도록 하였다.³⁷⁾

이 법은 항만지역 및 항만 내 배출원을 대상으로 하며, 대한민국 선박 이외의 선박이 ‘항만지역 등’의 범위 내에서 항해 또는 정박하고 있는 경우에도 이 법의 적용을 받게 된다. 또한 선박 외에도 항만의 주요 배출원인 하역장비, 자동차 역시 관리 대상으로 규정하고 있다.

나. 항만지역등 대기질 개선 종합계획

본 법은 지속적인 실태조사 등을 토대로 항만지역 등의 대기질 개선을 위하여 5년마다 대기질 개선 종합계획을 수립하여 시행하도록 하고 있다. 정책추진체계는 종합계획 수립·시행과 더불어 항만 대기 측정망 구축에 관한 사항을 제시하고 있다. 종합계획 수립 시 해양수

36) 「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」 제1조(목적)

37) 해양수산부 보도자료(2019. 3. 13)

산부는 환경부와 사전에 협의를 거쳐야 하며³⁸⁾, 항만지역 등에 대한 대기질 실태조사, 이를 위한 측정망 설치 및 운용 역시 환경부와 공동으로 이행하도록 하고 있다.³⁹⁾

법에서 규정하고 있는 대기오염물질은 질소산화물, 황산화물, 휘발성 유기화합물, 먼지, 미세먼지, 오존 등으로, 이들 대기오염물질의 배출 및 오염농도를 저감하기 위한 종합계획을 수립하도록 하고 있다.

다. 배출원 규제

‘항만 대기질 관리구역’ 내에 ‘배출규제해역’ 및 ‘저속운항해역’을 지정할 수 있도록 하고, ‘배출규제해역’에서는 일반 해역보다 황함유량 기준이 강화된 연료유를 사용하도록 하였다. 그렇지 않을 경우에는 배기가스정화장치를 설치하여 황산화물 배출제한 기준량 이하로 황산화물 배출량을 감축해야 한다.⁴⁰⁾ 일반해역의 황산화물 기준은 3.5% 미만으로 2020년부터는 0.5% 미만으로 기준이 강화되며, 규제해역의 경우는 0.1% 미만으로 제한된다.⁴¹⁾ 또한, 항만 하역장비의 배출가스 허용기준을 설정하고, 배출가스 5등급 이상의 노후 경유차에 대해서는 항만구역의 출입을 제한할 수 있도록 하였다.

라. 친환경 항만 구축

국가나 지자체 공공기관 등 국가기관이 새로 선박을 조달할 경우 액화천연가스(LNG) 추진선 등 환경친화적 선박을 조달할 의무를 부과하고 있다. 이에 정부는 민간에서도 LNG 추진선 도입이 확대될 수 있도록

38) 「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」 제7조(종합계획의 수립 등) 1항

39) 「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」 제9조(실태조사 등)

40) 「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」 제10조(선박배출 규제해역의 지정 등)

41) 「해양환경관리법 시행령」 제42조(연료유의 황함유량 기준, 2020.1.1.개정안 시행)

록 항만시설 사용료 감면 등 다각적 지원과 예선에 대한 LNG 추진선 전환 시범사업(2019년 28억 원, 2척) 역시 신규로 추진할 예정이다.⁴²⁾

항만 하역장비의 경우, 경유를 사용하는 기존 하역장비를 LNG 등 청정연료를 사용하는 환경친화적 장비로 교체를 권고할 뿐만 아니라 예산지원 등을 통해 교체를 유도하도록 하고 있다. 또한 육상전원공급설비(Alternative Maritime Power, AMP)⁴³⁾ 등 대기오염 물질 방지 및 감축하기 위한 시설을 설치하고, 선박에 대해서는 AMP에서 전력을 공급할 수 있는 장치, 즉 수전장치 설치를 권고하도록 하였다.⁴⁴⁾

2) 주요 정책 및 사업

(1) 녹색성장 5개년 계획('09~현재)

정부는 2009년부터 「녹색성장 5개년 계획」을 수립하여 시행 중이다. 제1차('09~'13), 제2차('14~'18) 5개년 계획이 시행되었고, 2019년부터 제3차('19~'23) 계획이 진행 중이다.

가. 중점 추진 방향

해양수산부는 「저탄소 녹색성장 기본법」 이행을 위한 「녹색성장 추진계획」에서 「그린포트 구축 종합계획」을 구체화하였으며, 저탄소 배후수송체계 구축, 선박 배출 저감기술 개발, 선박 온실가스 관리시스템 구축 등의 추진전략을 제시하였다.

42) 2019해양수산부 주요업무계획(2019. 3. 8)

43) 선박이 항만에 정박하여 발전기 가동 시 사용연료(경유)로 인해 발생하는 대기오염물질과 미세먼지를 줄이기 위해 전기기반 설비를 구축하는 것

44) 「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」 제18조(육상전원공급설비)

〈표 2-2〉 해양수산부⁴⁵⁾ 녹색성장 추진계획

Green Port 구축 및 친환경 항만물류시설 개발	선박부문 온실가스 감축 및 에너지 효율화
Green Port 구축 종합계획('09.12) 마련	에너지절약형 선박 및 선박용 탄소포집 기술 개발
녹색항만물류 기술개발 및 적용 확대	차세대 친환경 에너지(NGH) 해상운송 기술 개발
해양교통시설물에 녹색에너지 활용 및 해상교통 관제관련 국산화기술 개발	온실가스 감축 규제 대비 선박 온실가스 관리 시스템 구축

자료: 해양수산부, 「녹색성장 추진 계획」, 2009, 저자 재작성

「저탄소 녹색성장 국가전략」은 녹색 성장 제도 정착 및 기후변화 적응을 위한 인프라 구축을 위해서 '2030 국가 온실가스 감축 로드맵'을 수립하고 배출권 거래제를 도입하는 등 온실가스 감축을 위한 법과 제도를 정비하도록 하고 있다.

또한, 「제3차 녹색성장 5개년 계획('19~'23)」⁴⁶⁾은 경제와 환경의 조화를 이루는 녹색성장의 '포용성'을 강조하고 있으며, '포용적 녹색 국가 구현' 비전을 위한 추진방향을 제시하고 있다.

〈표 2-3〉 포용적 녹색국가 구현 비전 체계

3대 추진 전략	5대 정책 방향	20대 중점 과제
책임있는 온실가스 감축과 지속가능한 에너지 전환	온실가스 감축의무 실효적 이행	① 온실가스 감축 평가·검증 강화 ② 배출권 거래제 정착 ③ 탄소 흡수원 및 국외 감축 활용 ④ 2050 저탄소 발전전략 수립
	깨끗하고 안전한 에너지 전환	⑤ 혁신적인 에너지 수요관리 ⑥ 재생에너지 심의 에너지 시스템 구축 ⑦ 에너지 분권·자립 거버넌스 구축 ⑧ 정의로운 에너지 전환 추진

45) 구 '국토해양부'

46) 관계부처 합동(2019)

3대 추진 전략	5대 정책 방향	20대 중점 과제
혁신적인 녹색기술·산업 육성과 공정한 녹색경제	녹색경제 구조혁신 및 성과도출	⑨ 녹색산업 시장 활성화 ⑩ 전주기적 녹색 R&D 투자 확대 ⑪ 녹색금융 인프라 구축 ⑫ 녹색 인재 육성 및 일자리 창출
함께하는 녹색사회구현 과 글로벌 녹색협력 강화	기후적응 및 에너지 저소비형 녹색사회 실현	⑬ 녹색국토 실현 ⑭ 녹색교통 체계 확충 ⑮ 녹색생활 환경 강화 ⑯ 기후변화 적응 역량 제고
	국내외 녹색협력 활성화	⑰ 신기후체제 글로벌 협력 확대 ⑱ 동북아·남북 간 녹색협력 강화 ⑲ 그린 ODA 협력 강화 ⑳ 녹색성장 이행점검 및 중앙·지방간 협력 강화

자료: 관계부처 합동, 「제3차 녹색성장 5개년 계획」, 2019.5, p. 5.

온실가스 감축을 위한 방안으로 온실가스 감축 평가 및 검증을 강화하는 한편, 향만 및 선박의 온실가스 배출 저감 관련 사항을 제시하고 있다. 제3자 공동물류 확산 및 에너지 자립형 향만 구축, 선박 배출 저감기술 개발과 표준화를 통해 녹색 물류 체계를 구축을 제안하고, 물류 분야 온실가스 배출 저감을 위한 세부 전략 내용을 제시하였다.

나. 미세먼지 저감 등 대기환경 개선

녹색생활 환경 강화를 위한 미세먼지 저감 정책을 제시하고 있다. 우선, ‘국가 미세먼지 정보 센터’를 구축하여, 국외 유입 미세먼지의 이동 경로·유입량 등 과학적 근거를 확보하고 배출원을 정밀 파악을 하도록 하고 있다. 또한 대기영향 예측시스템 고도화(‘20~) 전략으로 분야별 미세먼지 발생 특성 파악 및 관련 인벤토리 구축을 도모하고 있다. 지상·해상·위성의 입체 감시체계를 구축하고 예보 인프라의 선진화를 통해 미세먼지 예보의 정확도를 개선하여 선제적 대응기반을 구축하도록 하였다.

부문별 미세먼지 오염원 관리 강화방안도 제시하고 있는데, 특히 선박과 항만 분야의 경우 주요 항만 인근에 배출규제 및 저속운항 해역을 지정하여 일반해역보다 강화된 연료 및 속도 기준을 적용하도록 하였다. 연료유의 황함유량은 3.5%(19)에서 2020년 이후는 0.5%로 낮추고, 권고 속도기준을 12노트 이하로 하였다. 또한 선박설비 개량 자금의 대출이자의 일부(0.2%)를 보전해주는 등 선박평형수 처리설비 및 탈황장치 등 친환경설비 개량 등 미세먼지 저감장치 설치 지원을 함으로써 친환경 연료 전환을 유도하는 한편, 선박배출 미세먼지 통합 저감기술 개발('19~'23)을 추진하도록 하였다. 또한 항만 미세먼지 저감을 위해 '육상전원 공급설비' 구축을 추진하여, 부산항, 인천항, 광양항 등 주요 거점항만을 대상으로 시범사업 추진 중이며 시범사업 결과를 바탕으로 대상 항만을 확대할 예정이다.

(2) 제3차 항만기본계획(2011~2020)

해양수산부는 「제3차 항만기본계획(2011~2020)」에 이어 「제3차 항만기본계획 수정계획(2016-2020)」을 발표했다. 해양수산부는 「항만법」에 따라서 전국의 31개 무역항, 29개 연안항을 대상으로 2011년 7월 「제3차 전국 항만기본계획(2011~2020)」을 발표하였다.

〈표 2-4〉 우리나라 항만 현황

무역항(31개소)		연안항(29개소)	
국가관리항(14개소)	지방관리항(17개소)	국가관리항 (11개)	지방관리항 (18개)
인천항, 경인항, 평택·당진항, 대산항, 군산항, 장항항, 목포항, 광양항, 여수항, 마산항, 부산항, 울산항, 포항항, 동해·목호항	서울항, 보령항, 태안항, 완도항, 삼천포항, 통영항, 고현항, 옥포항, 장승포항, 진해항, 속초항, 옥계항, 삼척항, 호산항, 제주항, 서귀포항, 하동항	용기포항, 연평도항, 상왕등도항, 흑산도항, 가거항리항, 거문도항, 국도항, 후포항, 울릉항, 추자항, 화순항	대천항, 비인항, 송공항, 홍도항, 진도항, 땅끝항, 화흥포항, 신마항, 녹동신항, 나로도항, 중화항, 부산남항, 구룡포항, 강구항, 주문진항, 애월항, 한림항, 성산포항

자료: 해양수산부 「제4차 전국 항만기본계획 수립 추진」, 해양수산부 보도자료, 2018. 6.20), p. 4., 재구성

「제3차 항만기본계획」 수립 당시 정부는 ‘2020년까지 BAU 대비 온실가스 30% 감축’하기로 한 국가 정책 목표를 반영하여 항만 및 선박 부문의 탄소저감 정책을 수립하였다. 또한 7대 추진과제 중 하나로 ‘그린포트 구축 및 재해대응 시스템 마련’을 제시하고, 연안 수송 부담률을 증가시키고, 신재생 에너지의 이용률을 높이는 한편, 육상전원 공급장치(AMP)를 설치하는 등 저탄소 항만 구축을 위한 내용을 구체화하였다.

〈그림 2-2〉 전국항만 분포도



자료: 해양수산부, 「제4차 전국 항만기본계획 수립 추진」, 해양수산부 보도자료, 2018. 6.20, p. 12.

국제사회의 해운항만 부문에 대한 배출 저감 정책 강화 움직임에 따라서, 정부는 국내외 동향을 반영한 「제3차 항만기본계획 수정계획(2016-2020)」을 수립하였다. 수정계획상 세부추진과제의 하나로 ‘지속가능한 친환경 항만 시스템 구축’ 목표를 수립하고, 그린포트 정책 확대, 자연재해로부터 안전한 항만구축, 친환경 운송수단으로 전환과 같은 세부 추진계획을 제시하였으며, 항만 대기질 모니터링 시스템 구축 및 항만 내 온실가스 배출 최소화 등의 정책이 추가 되었다. 수정계획 이후 주요 정책대상이 온실가스에서 대기오염물질 중심으로 변화하였다.

가. 그린포트 정책 확대⁴⁷⁾

수정계획에서는 지속가능한 친환경 항만 시스템 구축을 위해 그린 포트 정책을 확대하였다. 항만 대기질 상시 모니터링 시스템을 구축하는 한편, 항만구역의 대기질 관리 방안을 마련하고, 항만 내 CO₂ 발생원(온실가스 인벤토리) 도출, ICT를 활용한 실시간 모니터링 및 관리 체계 선도사업 등을 추진 중이다.⁴⁸⁾

항만 내 온실가스 배출을 최소화하기 위해서 육상전원 공급시설(AMP) 설치를 추진하고, 선박 연료의 LNG 전환에 대비하여 LNG 연료 공급설비를 확보하도록 하였으며, 항만 하역장비도 전기 혹은 LNG 방식을 도입하도록 하였다.⁴⁹⁾

47) 해양수산부(2016)

48) 인천항 온실가스 인벤토리 및 ICT 시스템 구축(IPA, '15. 3~)

49) 부산항 신항 야드 트랙트 연료 전환(경유→LNG) 추진(BPA, '15~)

나. 제4차 항만기본계획 수립 추진(2021~2030)

해양수산부는 「제3차 항만 기본계획 수정계획(‘16~’20)」 수립 이후 세계 경제 여건의 변화 및 해운과 항만 환경의 변화에 대응하기 위해 「제4차 항만기본계획(‘21~’30)」 수립에 착수한다고 발표했다.⁵⁰⁾

국내 항만의 세계적인 경쟁력을 확보하고 종합 물류기능을 강화하는 한편, 관련 인프라를 적기에 확충하여 항만지역의 새로운 일자리와 부가가치 창출을 목표로 하고 있다. 또한 4차 산업혁명과 초대형 선박 및 LNG 등 친환경 연료 선박 운항 등 미래의 해운·항만의 환경 변화에 능동적으로 대응하는 것을 목적으로 한다. 구체적인 내용으로는 인공지능, 사물인터넷, 로봇틱스 등 4차 산업혁명 기술 등을 활용한 스마트 항만 구축, 미래 초대형선박에 대비한 항만시설 확보, LNG 병커링 등 고부가가치 서비스 제공, 선박·항만의 미세먼지 저감을 위한 육상전원 공급장치(AMP) 도입 등 친환경 항만을 만들어 나가기 위한 계획을 제시하였다.

(3) 미세먼지 관리 종합대책(2017, 부처합동)

환경부는 미세먼지 현안이 심각한 사회문제로 대두됨에 따라 2016년 국내 미세먼지 문제를 개선하기 위해 ‘특별대책 및 세부이행계획’을 발표하였다. 주요 내용으로는 국내 배출원 감축, 신산업 육성, 주변국과 환경협력, 미세먼지 예·경보 체계 혁신 등 세부 계획을 제시하였으며, 선박은 국내 배출원 중 비도로 이동오염원에 포함하였다.⁵¹⁾

50) 해양수산부 보도자료(2018. 6. 20), p. 1.

51) 선박 및 건설기계 미세먼지 관리 강화: 비도로 수송전체 대기 선박 미세먼지 배출 비중(62%) > 건설기계(29%) > 농기계(9%) 등

정부는 2022년까지 ‘미세먼지 국내 배출량 30% 저감’을 목표로 2017년 9월 관계부처 합동으로 「미세먼지 관리 종합대책」을 발표하였다. 미세먼지 국내현황은 대도시는 경유차, 전국적으로는 사업장이 배출량 1순위로 나타났으며, 이러한 4대 핵심 배출원인인 ‘발전’, ‘산업’, ‘수송’, ‘생활’ 부문의 배출량을 줄이기 위한 본격 저감대책으로 볼 수 있다.

가. 항만선박 분야 미세먼지 저감 강화방안

선박 및 하역장비, 항만출입 화물차에서 다량의 미세먼지가 배출되는 등 항만지역의 미세먼지는 도심보다 심각한 상황이지만 정부의 대책은 부족한 상황이다. 이에, 해양수산부는 2018년부터 항만미세먼지 저감을 위한 종합대책을 수립하여 이행 중이며, 「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」을 제정하고 이를 이행하기 위한 하위법령을 마련하고 있다. 해양수산부는 2020년 시행 예정인 항만 대기질 특별법의 이행을 위한 ‘항만선박 분야 미세먼지 저감 강화방안’을 마련하고, 이를 추진 중이다.⁵²⁾

〈표 2-5〉 항만·선박 분야 미세먼지 저감 강화방안

구분	추진과제
선박미세먼지 저감	① 선박배출가스 기준 강화 ② 저속운항프로그램 도입 ③ 친환경 선박 확대
항만미세먼지 저감	① 하역장비 배출기준 신설 및 친환경 전환 ② 분진성 화물 관리 강화 ③ 친환경 항만인프라 구축
항만미세먼지 관리기반 구축	① 항만대기질법 시행 및 협력체계 강화 ② 항만미세먼지 감시체계 구축 ③ 기술개발을 통한 미세먼지 저감역량 제고

52) 해양수산부(2019)

구분	추진과제
고농도 미세먼지 대응 강화	① 공사장·하역장 비산먼지 감축 ② 노후 화물차 항만출입 제한 ③ 취약계층 보호 강화

자료: 해양수산부, 「항만·선박 분야 미세먼지 저감 강화방안」, 2019, p. 3.

2. 데이터의 연계·활용 관련 법령 및 정책

1) 공공데이터 관련 주요 법령

(1) 공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률

정부는 스마트산업의 핵심자원인 공공데이터의 개방 및 민간 활용을 총괄적이고 체계적으로 뒷받침 할 수 있는 법적 근거를 마련하기 위하여, 2013년 10월에 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률(이하, 공공데이터법)」을 제정하였다. 동법은 공공기관이 보유·관리하는 데이터의 제공 및 그 이용 활성화에 관한 사항을 규정함으로써, 국민의 공공데이터에 대한 이용권을 보장하고, 공공데이터의 민간 활용을 촉진하기 위한 사항을 규정하고 있다.⁵³⁾

우선, 데이터베이스, 전자화된 파일 등 국가기관, 지방자치단체 및 「국가정보화 기본법」 제3조 제10호에 따른 공공기관 등이 법령 등에서 정하는 목적을 위하여 생성 또는 취득하여 관리하고 있는 디지털 정보를 ‘공공데이터’로 정의하고 있다.⁵⁴⁾ 공공데이터는 원칙적으로 국민이 최우선적으로 이용할 수 있도록 보장하고, 공공기관에 공공데이터 제공의무를 부여하고 있지만, 개인정보 등이 포함되어 있는 「공공기관의 정보공개에 관한 법률」 제9조에 따른 비공개 대상정보는

53) 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」 제1조(목적)

54) 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」 제2조(정의)

예외로 하고 있다. 하지만 비공개 사유에 해당하는 내용을 기술적으로 분리할 수 있는 때에는 이를 제외한 공공데이터를 제공하도록 하고 있다.⁵⁵⁾

(2) 공공기관의 정보공개에 관한 법률

「공공기관의 정보공개에 관한 법률(이하, 정보공개법)」은 공공기관이 보유·관리하는 정보에 대한 국민의 공개 청구 및 공공기관의 공개 의무에 관하여 필요한 사항을 정함으로써 국민의 알권리를 보장하고 국정(國政)에 대한 국민의 참여와 국정 운영의 투명성을 확보하려는 목적으로 1998년 제정되었다.⁵⁶⁾ 동법은 ‘정보’와 ‘공개’의 개념을 각각 ‘공공기관이 직무상 작성 또는 취득하여 관리하고 있는 문서(전자문서를 포함), 도면, 사진, 필름, 테이프, 슬라이드 및 그 밖에 이에 준하는 매체 등에 기록된 사항’과 ‘공공기관이 정보공개법에 따라 정보를 열람하게 하거나 정보통신망을 통하여 정보를 제공하는 것 등’으로 정의하고 있다.⁵⁷⁾

한편, 정보공개법에서는 비공개 대상정보에 대해 아래 표와 같이 규정하고 있다.

55) 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」 제17조(제공대상 공공데이터의 범위)

56) 「공공기관의 정보공개에 관한 법률」 제1조(목적)

57) 「공공기관의 정보공개에 관한 법률」 제2조(정의)

〈표 2-6〉 정보공개법 비공개대상정보

구 분	내 용
제1호	• 다른 법률 또는 법률에서 위임한 명령(국회규칙·대법원규칙·헌법재판소규칙·중앙선거관리위원회규칙·대통령령 및 조례로 한정한다)에 따라 비밀이나 비공개 사항으로 규정된 정보
제2호	• 국가안전보장·국방·통일·외교관계 등에 관한 사항으로서 공개될 경우 국가의 중대한 이익을 현저히 해칠 우려가 있다고 인정되는 정보
제3호	• 공개될 경우 국민의 생명·신체 및 재산의 보호에 현저한 지장을 초래할 우려가 있다고 인정되는 정보
제4호	• 진행 중인 재판에 관련된 정보와 범죄의 예방, 수사, 공소의 제기 및 유지, 형의 집행, 교정(矯正), 보안처분에 관한 사항으로서 공개될 경우 그 직무수행을 현저히 곤란하게 하거나 형사피고인의 공정한 재판을 받을 권리를 침해한다고 인정할 만한 상당한 이유가 있는 정보
제5호	• 감사·감독·검사·시험·규제·입찰계약·기술개발·인사관리에 관한 사항이나 의사결정 과정 또는 내부검토 과정에 있는 사항 등으로서 공개될 경우 업무의 공정한 수행이나 연구·개발에 현저한 지장을 초래한다고 인정할 만한 상당한 이유가 있는 정보
제6호	• 해당 정보에 포함되어 있는 성명·주민등록번호 등 개인에 관한 사항으로서 공개될 경우 사생활의 비밀 또는 자유를 침해할 우려가 있다고 인정되는 정보
제7호	• 법안·단체 또는 개인의 경영상·영업상 비밀에 관한 사항으로서 공개될 경우 법인 등의 정당한 이익을 현저히 해칠 우려가 있다고 인정되는 정보
제8호	• 공개될 경우 부동산 투기, 매점매석 등으로 특정인에게 이익 또는 불이익을 줄 우려가 있다고 인정되는 정보

자료: 「공공기관의 정보공개에 관한 법률」 제9조(비공개 대상 정보)의 내용 요약, 재구성

(3) 전자정부법

「전자정부법」은 행정업무의 전자적 처리를 위한 기본원칙, 절차 및 추진방법 등을 규정함으로써 전자정부를 효율적으로 구현하고, 행정의 생산성, 투명성 및 민주성을 높여 국민의 삶의 질을 향상시키는 것을 목적으로 2007년 3월 제정되었다.⁵⁸⁾ 동법은 ‘전자정부’의 정

58) 「전자정부법」 제1조(목적)

의를 ‘정보기술을 활용하여 행정기관 및 공공기관의 업무를 전자화하여 기관 상호 간 또는 국민에 대한 행정업무를 효율적으로 수행하는 정부’로 규정하고 있다.⁵⁹⁾

(4) 국가정보화기본법

「국가정보화기본법」은 국가정보화의 기본 방향과 관련 정책의 수립·추진에 필요한 사항을 규정함으로써 지속가능한 지식정보사회를 구현하기 위하여 2009년 8월 제정되었다.⁶⁰⁾ 동법은 ‘정보’와 ‘국가 정보화’를 각각 ‘특정 목적을 위하여 디지털 방식으로 처리되어 부호, 문자, 음성, 음향 및 영상 등으로 표현된 모든 종류의 자료 또는 지식’과 ‘정부 및 공공기관이 정보화를 추진하거나 사회 각 분야의 활동이 효율적으로 수행될 수 있도록 정보화를 통하여 지원하는 것’으로 정의하고 있다.⁶¹⁾

또한, 정부 및 기관이 행정 업무의 효율성 향상, 국민 편익 증진 등을 위하여 정보화를 추진하도록 하고, 이를 효율적으로 추진하기 위한 방안을 마련하도록 하고 있다.⁶²⁾

59) 「전자정부법」 제2조(정의)

60) 「국가정보화기본법」 제1조(목적)

61) 「국가정보화기본법」 제3조(정의)

62) 「국가정보화기본법」 제15조(공공정보화의 추진)

2) 개인정보 보호 관련 법령

개인정보 보호에 관한 일반법은 「개인정보 보호법」으로, 2011년 제정되었다. 기존에는 공공부문에서 일반법은 「공공기관의 개인정보 보호에 관한 법률」이고, 민간부문에서는 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률(이하, 정보통신망법)」이 개인정보 보호와 관련된 일반법으로 기능하였다. 이후 「공공기관의 개인정보보호에 관한 법률」을 폐지하고, 정보통신망법에서 중복되는 개인정보 보호에 관한 규정을 삭제함으로써 「개인정보 보호법」 제정을 통해 공공 부문과 민간부문을 통합하여 규율하는 법률 체계를 갖추게 되었다. 그 밖의 개인정보와 관련된 법률은 아래 표에 제시하였다.

〈표 2-7〉 개인정보보호 관련 법제 현황

구분	개인정보종류	법률	법률조문
1	일반개인정보	개인정보 보호법	제3조
2	일반개인정보	결혼중개업의 관리에 관한 법률	제13조
3	일반개인정보	고용정책 기본법	제13조 제4항
4	온라인 정보	국가정보화 기본법	제39조
5	일반개인정보	국민의 형사재판 참여에 관한 법률	제52조
6	운전자 정보	도로교통법	제89조
7	일반개인정보	도서관법	제8조
8	금융정보	보험업법	제177조
9	일반개인정보	사회보장기본법	제38조
10	의료정보	생명윤리 및 안전에 관한 법률	제18조
11	일반개인정보	소비자기본법	제15조
12	의료정보	암관리법	제49조
13	의료정보	법령장애인 건강권 및 의료접근성 보장에 관한 법률	제25조

구분	개인정보종류	법률	법률조문
14	일반개인정보	유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률	제21조
15	온라인 정보	인터넷주소자원에 관한 법률	제15조
16	일반개인정보	장애아동복지지원법	제18조
17	일반개인정보	장애인차별금지 및 권리구제 등에 관한 법률	제22조
18	온라인 정보	전자문서 및 전자거래 기본법	제12조
19	온라인 정보	전자서명법	제24조
20	소비정보	지능형전력망의 구축 및 이용촉진에 관한 법률	제22조
21	의료정보	지역보건법	제28조
22	금융정보	채권의 공정한 추심에 관한 법률	제10조
23	일반개인정보	총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률	제46조 제2항
24	일반개인정보	환경보건법	제18조
25	의료정보	감염병의 예방 및 관리에 관한 법률 시행령	제21조 제2항
26	신용정보	신용정보의 이용 및 보호에 관한 법률	제19조, 제20조, 제22조, 제32조, 제33조
27	위치정보	위치정보의 보호 및 이용등에 관한 법률	제18조, 제19조, 제20조, 제21조
28	의료정보	의료법	제19조
29	금융정보	전자금융거래법	제21조, 제22조, 제26조
30	온라인 정보	정보통신망법	제22조, 제23조, 제24조, 제28조, 제29조

자료: 한국법제연구원, 「빅데이터 관련 개인정보 보호법제 개선방안 연구」, 2017, pp. 37-38, 편집 및 재작성

(1) 개인정보 보호법

정보사회의 급속한 발달에 따라 개인정보의 유출사례가 빈번하게 발생하여 기본권으로서의 프라이버시권이 침해되는 사례가 많아 개인정보 보호가 국가적 과제로 등장함에 따라서, 행정안전부는 통합적 개인정보 보호원칙을 규정하고 개인정보 보호의 사각지대를 해소함으로써 헌법상 사생활의 비밀과 자유 등을 보호하기 위하여 2011년 「개인정보 보호법」을 제정하였다.

동법은 생존해 있는 개인의 정보로 해당 정보만으로는 특정 개인을 알아볼 수 없더라도 다른 정보와 쉽게 결합하여 알아볼 수 있는 정보 역시 ‘개인정보’로 규정하고 있다.⁶³⁾ 또한, 개인의 사상 및 이념, 신상 및 건강 등에 관련하여 사생활을 현저히 침해할 우려가 있는 개인정보를 ‘민감정보’로 정의하고 있다.⁶⁴⁾

(2) 정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률

개인정보 보호에 관한 일반법인 「개인정보 보호법」에 대하여 특별법적인 성격을 가지는 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」은 1986년 5월 「전산망 보급 확장과 이용촉진에 관한 법률」(법률 제3848호)로 제정된 후, 2001년 전부 개정에 따라 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」(법률 제6360호)로 시행되고 있다. 정보통신망법은 기존 내용에 개인정보 보호에 관한 조항을 추가하고, 적용대상을 민간 정보통신서비스 제공자까지 확대하였다.

63) 「개인정보 보호법」 제2조(정의)

64) 「개인정보 보호법」 제23조(민감정보의 처리 제한)

3) 주요 정책 및 사업

정부는 2019년 3월 ‘정부 혁신전략회의’에서 「2019년 정부혁신 중합추진계획」을 발표하고, 6대 역점 추진분야 중 여섯 번째로 ‘데이터 과학에 입각한 정책결정 지원시스템 구축’의 내용을 제시하였다. 이를 위한 방안으로, 각 부처 및 기관의 행정정보를 DB화하고 정책 결정과정에서 빅데이터를 적극 활용하여 국민이 공공데이터의 소재와 연관관계를 한눈에 파악할 수 있도록 시각화한 ‘국가 데이터맵’을 구축하도록 하였다.⁶⁵⁾

(1) 행정안전부

행정안전부는 정부가 가진 공공데이터의 개방·활용을 통해 혁신성장을 지원하기 위한 ‘범정부 데이터 플랫폼 구축 사업’을 추진하고 있다. ‘범정부 데이터 플랫폼 구축사업’은 700여 개 모든 공공기관이 보유한 공공데이터의 소재와 메타데이터 정보⁶⁶⁾를 통합 관리하고, ‘국가 데이터맵’⁶⁷⁾ 제공을 통해 효율적 공공데이터 제공 체계 기반을 마련하고 데이터기반의 과학적 행정을 지원하는 사업이다. 데이터의 생산단계에서부터 이를 표준화하고, 품질점검을 거쳐 개방하기 위한 시도라는 데에 의의가 있다.

공공데이터법 시행 이후, 개방은 4배, 활용은 400배 이상 증가하였으며, 경제협력개발기구(OECD) 개방지수 평가에서도 우리나라는 2회 연속 1위를 차지하였다. 그러나 여전히 기업이 필요로 하는 데이터나 4차산업 기술의 적용에 필요한 공공데이터는 부족한 실정이고,

65) 행정안전부 보도자료(2019)

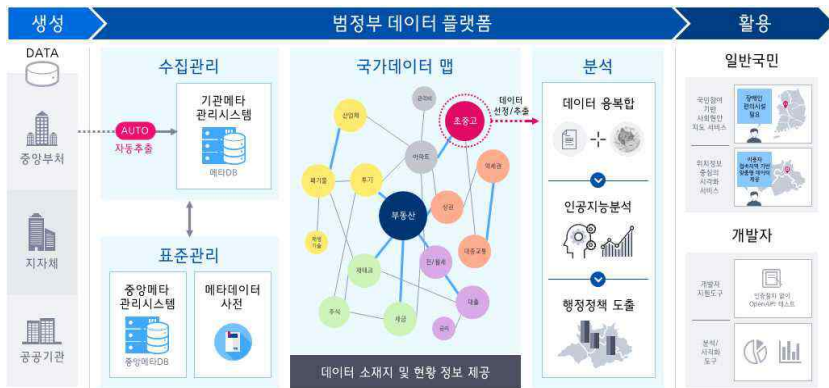
66) 원천데이터에 대한 속성정보(용어, 형식, 분류명, 설명 등)를 포함한 정보

67) 데이터 소재지 및 데이터 간 연관관계를 그래프 형태로 표현한 서비스

각 기관이 보유한 데이터의 소재가 파악되지 않아 데이터를 개방하고 표준화하는 것에 한계가 있었다. 이에, 행정안전부는 모든 공공기관의 메타데이터 정보를 수집·통합하고, 수집된 정보는 ‘국가 데이터맵’을 통해 활용하기 쉽게 데이터를 개방할 예정이다.

‘범정부 데이터 플랫폼 구축사업’의 구체적 추진 내용은 다음과 같다. 먼저, 모든 공공기관에 메타데이터를 관리할 수 있는 메타관리시스템구축을 통해 범정부적 메타데이터정보를 통합하고 메타데이터 사전을 마련하여 용어, 형식 등 표준화를 위한 기틀을 다진다. 700여 개 모든 정부기관 및 공공기관이 보유하고 있는 공공데이터의 소재 및 연관관계를 인공지능 분석 기법을 적용하여 시각화된 맵 형태로 표시해주는 ‘국가 데이터맵’을 국민들에게 제공하게 된다. 또한 데이터 검색 기능을 강화하여 원하는 데이터를 쉽게 검색하고 연관데이터까지 편리하게 찾을 수 있도록 하였다.⁶⁸⁾

〈그림 2-3〉 범정부 데이터플랫폼의 개념도



자료: 행정안전부, 「범정부 데이터플랫폼 구축으로 혁신성장 선도」, 행정안전부 보도자료, 2018, p. 3.

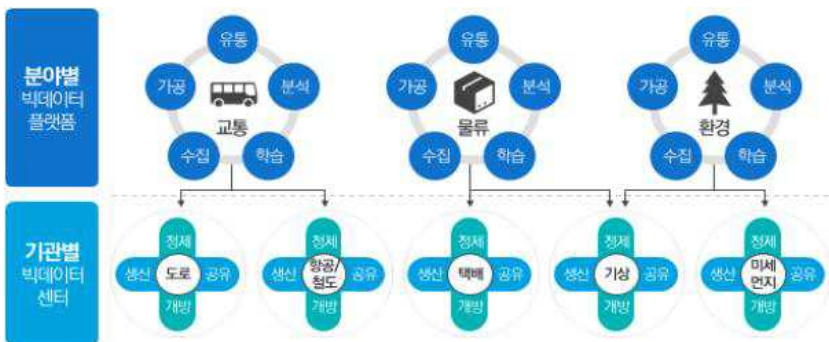
68) 행정안전부(2018), p.2.

(2) 과학기술정보통신부

이러한 정부의 흐름에 따라 과학기술정보통신부는 ‘데이터 경제 활성화 지원 사업을 통해 산업·사회 혁신과 일자리 창출 등 데이터 기반의 혁신 성장을 촉진하기 위해 노력하고 있다.

이를 위한 주요 사업으로 ‘빅데이터 플랫폼 및 네트워크 구축 사업’과 ‘데이터 바우처 지원 사업’을 추진하고 있다. 먼저, ‘빅데이터 플랫폼 및 네트워크 구축 사업’은 10대 분야에 빅데이터 수집·분석·유통 플랫폼 및 이와 연계된 데이터 생산·관리 센터를 구축하여 빅데이터 이용을 활성화하기 위한 사업으로,⁶⁹⁾ 수요 기반 활용가치가 높은 양질의 데이터를 생산 구축하는 빅데이터 센터 100개소를 개소한 다. 아울러 이를 분야별로 연계하는 빅데이터 플랫폼을 구축하여 개방·공유 체계를 마련하게 된다. 공공과 민간이 협업하여 빅데이터 센터 등에서 수집된 데이터를 분석·유통하고 혁신 서비스를 발굴·확산하는 등 데이터 기반의 가치 창출 생태계를 조성하게 된다.

〈그림 2-4〉 빅데이터 플랫폼 및 센터 개념도



자료: 과학기술정보통신부, 「데이터 기반 혁신 성장·일자리 창출 본격 시동」, 과학기술정보통신부 보도자료, 2019, p. 6.

69) 금융, 환경, 문화·미디어, 교통, 국토·도시, 헬스케어, 에너지, 유통·물류, 농수산, 통신, 기타

‘데이터 바우처 지원 사업’은 데이터 소유 기업에 데이터의 판로를 열어주고, 데이터 구매·활용·가공이 필요한 기업에게는 구매·가공비용을 지원하게 된다. 데이터 구매 및 활용⁷⁰⁾에 어려움을 겪는 중소기업, 소상공인 등을 대상으로, 데이터 기반 서비스 개발 및 비즈니스 혁신 등에 활용될 데이터의 구매와 가공 비용을 지원하는 사업이다.

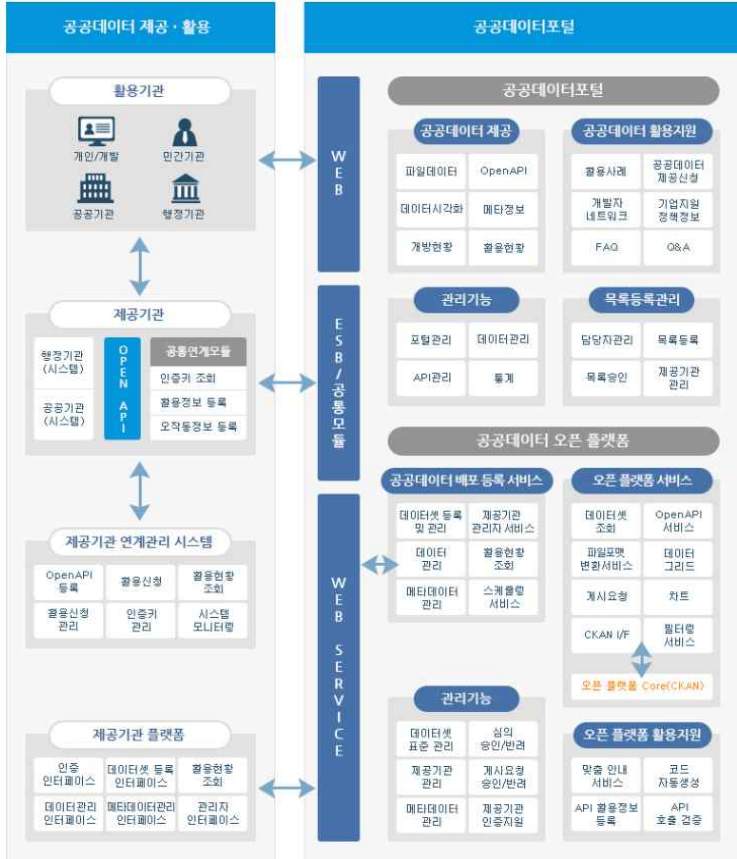
빅데이터·지능정보기술 활용 선도과제 개발을 지원하는 ‘데이터 플래그십 사업’은 빅데이터 분석을 통한 우수 활용 사례를 발굴하는 사업으로, 공공과 민간의 부가가치 창출과 공익 실현을 위한 사회 전반의 데이터 활용가치 인식 향상을 목표로 하고 있다. 플래그십 사업은 과제 성격에 따라 소규모 시범서비스 개발을 위한 기획 검증 과제와 본 서비스를 구축하고 실제 산업 성공모델을 발굴하는 실증 확산 과제로 구분하여 지원할 예정이다.

(3) 공공데이터 활용 사례

행정안전부는 공공데이터법 제21조(공공데이터 포털의 운영)에 근거하여 “공공데이터 포털”을 운영하고 있다. 공공데이터 포털은 공공기관이 생성 또는 취득하여 관리하고 있는 공공데이터를 한 곳에서 제공하는 통합 창구의 역할을 하고 있으며, 파일데이터, 오픈 API, 시각화 등 다양한 형태와 방식으로 공공데이터를 제공하고 있다.

70) 데이터 구매(1,000개사에 각 2천만원 지원), 데이터 가공(640개사에 5천~8.5천만원 지원)

〈그림 2-5〉 공공데이터 연계-활용 시스템 구성도



자료: 공공데이터 포털사이트(검색일: 2019. 7. 3.)

제3절 국내외 항만 대기오염 및 영향 관련 데이터 연계·활용 현황

1. 국내 항만 대기오염 및 영향 관련 데이터 연계·활용 현황

1) 선박 및 항만 운영관리 시스템

현재 선박의 운항 정보 관리는 해양수산부 및 해양경찰청이 운영 중인 항만·해운 운영정보시스템, 즉 항만운영정보 시스템(Port-MIS)과 선박자동식별 시스템(AIS), 해상교통관제 시스템(VTS)을 통해서 이루어지고 있다. 해양수산부는 선박의 운항정보 수집 및 관리를 위해 Port-MIS와 AIS를 운용하고 있으며, VTS는 해양경찰청이 운용 중이다.

〈표 2-8〉 국내 선박 운항 정보시스템 운용 현황

구 분		목 적	범 위	운항 정보
해양 수산부	항만운영정보 시스템 (Port-MIS)	항만운영 및 민원 업무	항만 시설	• 입항 시간 및 출항 시간 • 파일 전환 가능
	선박자동식별 시스템 (AIS)	운항의 안전 확보 및 해양사고 발생 시 대응	기지국에서 50마일	• 위치(좌표, 시간, 속 력, 방향) • 파일 전환 가능
해양 경찰청	해상교통관제 시스템 (VTS)	항만 및 연안 해역에서 선박교통 안전과 효율성	항만 및 연안 관제 구역	• 관제구역 이동 시간 • 입항시간 및 출항시간 • 파일 전환 불가

자료: 저자 작성

(1) 항만운영정보 시스템 (PORT-MIS, Port Management Information System)

항만운영정보 시스템 (PORT-MIS)은 선박 입·출항 관련 민원사무

를 인터넷 방식으로 24시간 서비스하는 정보제공 시스템으로, 해양수산부가 운영 중이다.⁷¹⁾

〈그림 2-6〉 Port-MIS 이용 및 서비스 내용



자료: 해양수산부 해운항만물류정보시스템 (검색일: 2019. 7. 5.)

전국의 31개 무역항에서 이루어지는 선박 출입신고, 항만시설 사용허가신청, 위험물 반입신고, 항만시설 사용신고(화물료) 등의 항만 민원업무와 온라인 민원으로 민원신청, 민원신청 현황 및 민원완료 등의 해운업무, 그리고 항만별 선박 입출항 현황, 화물 수송, 컨테이너 수송실적 등의 항만물류 통계 서비스를 제공하고 있다.

〈표 2-9〉 항만 주체별 제공 서비스

주 체	제공 서비스
선사 및 대리점	• 선박운항신고 • 화물반출입신고/화물료 납부 • 시설사용/예도선신청
운송사	• 화물반출입 신고정보 • 선박 입출항 정보 • 컨테이너 반출입정보

71) 24시간 서비스는 현재 제주항 및 서귀포항에 한함, 제주특별자치도 홈페이지(검색일: 2019. 8. 5.) 참조.

주 체	제공 서비스
화주 및 포터	• 화물의 위치/상태정보 • 위험물 반입신고 • 항만운영정보/통계
하역사 및 터미널	• 선박운항정보/위험물정보 • 화물반출입 도착예정정보 • 갑문입출거 예정시간
예도선사 및 항만운송업자	• 예도선신청 • 예도선지정 • 항만운송사업자신고
유관기관 및 CIQ기관	• 신속한 항만운영정보 • 다양한 항만정보관리 및 통계정보 • 입출항신고서, 선원승객명부

자료: 해양수산부 해운항만물류정보시스템 (검색일: 2019. 7. 5.), 저자 재작성

〈표 2-10〉 MIS 기관별 서비스 항목

해양수산부 (항만공사)	내항선입출항신고서, 외항선입출항신고서, 항만시설사용신청허가선원/승객명부, 화물반출입신고, 내항화물반출입신고서, 내항컨테이너 반출입신고서, 항만시설사용신고서, 선박보안정보통보서, 위험물반입 신고서, 위험물일람표, 화물로대납경비청구서 등
관세청	외항선입출항신고서, 선원/승객명부
출입국 관리사무소	외항선입출항신고서, 선원/승객명부, 선원자격심사결과, 외국선원입국 예정신고
검역소	외항선입출항신고서, 선원/승객명부, 무전검역신청서, 보건상태신고서, 위생검사신고서

자료: 인천항만공사 항만운영정보시스템 (검색일: 2019. 8. 5.)

무역항에 출입하는 모든 선박은 선박의 제원 및 입출항 일시, 최초 출항지, 차항지 및 화물 명세, 승객 및 승무원 수 등을 신고하게 되어 있다. 따라서 해당 지방해양수산청 및 항만공사는 Port-MIS를 통하여 입출항, 화물 반출입, 항만시설 이용과 이에 따른 사용료 및 세입, 예선 및 도선의 신청 및 지정 정보, EDI 정보 등 선박의 운항정보 및 화물정보를 수집·관리, 제공하고 있다.

(2) 선박자동식별 시스템 (AIS, Automatic Identification System)

선박자동식별 시스템(AIS)은 선박의 항해안전 및 보안강화를 위하여, 무선통신으로 선박-선박, 선박-육상 간 자동 송수신이 가능한 항해 장비를 이용하여 선박의 선명, 제원, 속력, 위치 등의 정보를 수집하고 제공하는 시스템이다.

〈표 2-11〉 AIS 시스템 구성도

구 분	주요 내용
선박	AIS신호를 인근선박 및 육상기지국으로 송·수신(무선통신망)
기지국	통신권(50마일) 내 AIS신호를 수신하여 운영국으로 전송
운영국	전송된 데이터 저장 및 VTS·통합전산센터 ⁷²⁾ 로 데이터 송신

자료: 해양수산부, 「(사전행정정보공표) 선박자동식별시스템 운영 현황」, 2018, p.1., 저자 재작성

데이터의 저장을 위한 운영국은 현재 전국 총 14개소가 운영 중이며 이 중 1개소(진도운영국)는 해양경찰청이 운영 중이고, 나머지 13개소는 해양수산부가 운영하고 있다. 기지국은 총 44개가 운영 중이며, 이 중 3개소(진도 서거차도, 어란진, 부산 신항)은 해양경찰청이, 나머지 41개소는 해양수산부가 운영하고 있다. 특히, 해양수산부 운용 기지국 중 2개소는 수신 전용으로 운용되고 있다.

72) 데이터 저장 및 연계서버로 전송 후 해수부 종합상황실 및 각 유관기관(총 14개)으로 선박운항정보를 전송한다.

The map illustrates the strategic location of the National Disaster Management Science Center (NDMSC) in Daegu, South Korea. The NDMSC is positioned centrally, with lines radiating outwards to connect it to various regional disaster management centers and emergency response teams. The legend identifies the following symbols:

- NDMSC (National Disaster Management Science Center):** Represented by a square icon with a cross.
- Regional Disaster Management Centers:** Represented by circles with a cross.
- Emergency Response Teams:** Represented by triangles with a cross.
- Disaster Management Centers:** Represented by circles with a cross.
- Emergency Response Teams:** Represented by triangles with a cross.
- Disaster Management Centers:** Represented by circles with a cross.

The map shows the NDMSC's role as a central hub for disaster management, with lines connecting it to various regional disaster management centers and emergency response teams. The legend identifies the following symbols:

- NDMSC (National Disaster Management Science Center):** Represented by a square icon with a cross.
- Regional Disaster Management Centers:** Represented by circles with a cross.
- Emergency Response Teams:** Represented by triangles with a cross.
- Disaster Management Centers:** Represented by circles with a cross.
- Emergency Response Teams:** Represented by triangles with a cross.
- Disaster Management Centers:** Represented by circles with a cross.

자료: 해양수산부, 「(사전행정정보공표) 선박자동식별시스템 운영 현황」, 2018, p. 2.

선박자동식별 시스템이 제공하는 정보는 정적정보, 동적정보, 항해정보 등 3가지로 구분할 수 있다. 정적정보는 선명, 해상이동업무식별부호(MMSI, Maritime Mobile Service Identity), 호출부호, IMO 번호, 선박의 길이 및 폭 등이며, 이러한 정적정보는 특별한 경우를

제외하고는 거의 변경이 없다. 동적정보는 경도 및 위도, 속력, 선수 방향, 선박의 회전을 등이 있으며, GPS 및 Gyro 등으로부터 정보가 입력되어 처리되는 것으로 별도로 운용자가 처리할 사항은 없다. 항해정보는 목적지, 도착 예정시간, 흘수 등이며, 이는 모두 운용자가 입력해야 한다.

정보의 전송 주기를 살펴보면, 동적정보 이외의 정보는 매 6분마다 전송된다. 동적정보는 선박의 속력에 따라 Class-A AIS의 경우 2초 내지 3분 간격으로, Class-B AIS의 경우에는 30초 내지 3분 간격으로 항해상태 및 속력에 따라서 자동으로 전송-수집된다.

〈표 2-12〉 선박용 AIS 종류

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

자료: 해양수산연구원 외, 「선박자동식별시스템 수신율 향상을 위한 개선방안 마련 연구」, 2016, p. 4.

선박의 위치 및 운항 정보를 통해 선박의 속도 및 계류 시간 등을 추정할 수 있고, 이러한 정보가 통합센터에서 처리되기 때문에 각 항만별 정보 분석이 용이하여, 이는 추후 항만 대기오염 관련 데이터의 통합 시스템 구축 및 활용에 장점이 될 것으로 보인다.

(3) 해상교통관제 시스템 (VTS, Vessel Traffic Service System)

해상교통관제 시스템(VTS)은 레이더 및 VHF, AIS등을 이용하여 항만 또는 연안해역의 선박 교통안전과 효율성을 확보하고 해양환경을 보호하기 위하여, 관제구역 내 통항선박의 동정을 관찰하고 이에 필요한 정보를 제공하는 정보교환체계이다.

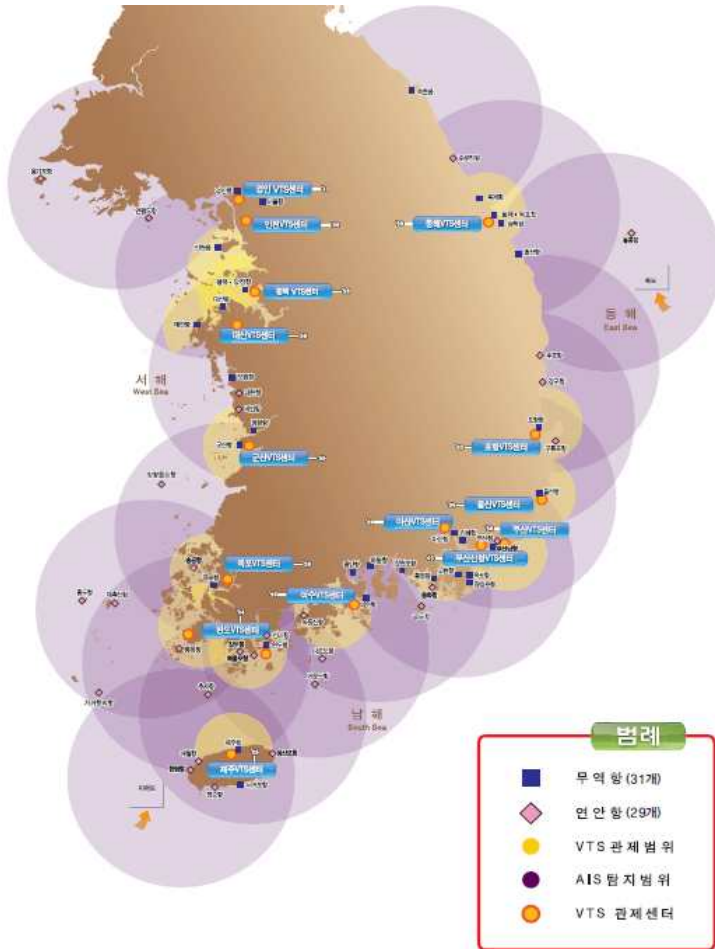
해상교통관제 시스템은 입·출항 선박 및 운항 선박에 대한 해상교통상황을 파악하고 항로 이탈 및 위험구역 접근, 선박충돌 등의 위험이 있는지 관찰한다. 또한 해양사고 예방과 관련된 정보 제공, 조언 및 지시, 항만 운영의 효율성을 높이기 위해 입출항 우선순위를 조정하며, 선석 및 정박지, 도선, 예선 정보 등의 항만운영정보와 조류, 조석, 해상기상, 해상사격 등 선박 안전운항을 위한 항행안전정보를 제공한다. 그 외 해양사고 및 비상상황 발생 시 신속한 초동조치를 취하며 관련정보를 전파한다.⁷³⁾

이 시스템은 1993년 포항항에 최초로 도입된 후, 전국 주요항만으로 확대 설치되었으며 현재 전국 15개 항만에 관제센터가 설치 운영되고 있다.⁷⁴⁾

73) 경기평택항만공사 블로그(검색일: 2019. 8. 5.)

74) 여수(1996.4), 울산(1996.9), 마산(1998.9), 인천·평택·대산(1998.11), 부산(1998.12), 동해·군산·목포·제주(1999.12), 완도(2004.12), 부산 신항(2005.12), 경인항(2011.11)

〈그림 2-8〉 전국 VTS 설치 현황



자료: 해양수산부, 「전국해상교통관제 안내서」, 2013, p. 5.

관제대상 선박은 「선박교통관제의 시행 등에 관한 고시」 제4조에 따라 관제센터별로 적용되며, 관제구역은 본 고시 제5조에 따라 각 관제센터별로 좌표로 제시하는 각 기점을 연결한 해면으로 규정하여 관할 관제구역을 나누고 있다.

관제대상 선박은 입항 및 출항 시, 관제구역 내 이동 시에 해당 관제센터에 이를 보고해야 한다. 관제센터별로 입항예정보고, 통과보고, 입항보고, 출항보고, 이동보고 등이 이루어지며, 이렇게 수집된 입출항 신고정보는 항만운영정보 시스템(Port-MIS)에 제공된다.

〈표 2-13〉 관제대상 선박

선박 종류
• 국제항해에 종사하는 선박
• 톤수 300톤 이상의 선박(단, 내항어선 제외)
• 「해사안전법」 제2조 제6호에 따른 위험화물운반선
• 부선이나 구조물을 끌거나 밀어서 이동시키는 선박자동식별장치(AIS)를 설치한 예인선
• 여객선
• 총톤수 2톤 이상의 선박자동식별장치(AIS)를 설치한 유선
• 선박길이 45m 이상의 어선
• 총톤수 300톤 미만의 선박자동식별장치(AIS)를 설치한 다음 어느 하나에 해당하는 선박 - 선박입출항법 제2조 제4호에 따른 예선 - 선박입출항법 제2조 제5호 라목에 따른 급수선·급유선·도선선·통선
• 공사 또는 작업에 종사하는 선박
• 해양조사선·순찰선·표지선·측량선·어업지도선·시험조사선 등 행정목적으로 운영하는 관공선

자료: 선박교통관제의 시행 등에 관한 고시(해양경찰청 고시)의 내용 요약

2) 해운부문 온실가스·에너지 목표관리제

해양수산부는 선박 및 해운부문의 온실가스 관리를 위해 ‘선박 온실가스 종합관리 시스템’을 운영하고 있다. 이 시스템은 각 해운사별 온실가스 배출 통계 등의 정보를 관리하기 위해, ‘연료유 사용량’ 등 배출량 산정에 필요한 정보를 통합적으로 관리하기 위한 시스템이다.

‘선박 배출 온실가스 관리체계 구축사업’은 「제4차 해양환경종합 계획」에서 구체화되었으며, 이를 통해 선박 배출 온실가스 통계를 구축하고 선박 배출 온실가스 목록 작성을 작성함으로써 배출현황을 파악하고, 이를 위해 선박 배출 온실가스 배출량의 통계적 산정방법을 개발하도록 하고 있다.

〈표 2-14〉 선박 배출 온실가스 관리체계 구축사업 예산

단위: 백만 원

사업명	예산 구분	합계	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년 이후
선박배출 온실가스 관리체계 구축	합 계	1,350	350	150	150	100	100	500
	국고(국토)	1,350	350	150	150	100	100	500
	지방비	-	-	-	-	-	-	-
	기 타	-	-	-	-	-	-	-

자료: 관계부처합동, 「제4차 해양환경종합계획」, 2011, p. 25. 저자 재작성

가. 선박 온실가스 종합관리시스템(SEM: Ship Emission Management System)

선박 온실가스 종합관리 시스템은 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성 및 국제해사기구(IMO) 선박연료유 사용정보의무보고제도(DCS) 이행을 위한 기반 구축 및 체계적인 선박 온실가스 관리를 목적을 위해 개발되었다. 이와 동시에 국내·외 해운부문에서 발생하는 온실가스 및 대기오염물질 등을 체계적으로 관리하기 위한 방안으로, 이를 위한 자료 수집의 일환으로 ‘선박 연료유 사용량 일제조사’를 실시하는 한편, 시스템을 활용하여 해운부문 온실가스와 에너지 목표관리제 운영, 국제해사기구(IMO)의 선박연료유 사용정보의무보고제도(DCS) 업무 수행 등을 지원하고 있다. 또한, 해양수산부의 선박 등록 시스템과 데이터를 연계하여 선박과 해운사의 등록정보를 수집하여 이를 배출량 산정과정에 이용하고 있으며, 다차원 분석, 관련정보 조회 및 출력 등의 기능을 제공하고 있다.

〈그림 2-9〉 선박 온실가스 종합관리시스템



자료: 선박온실가스종합관리시스템 홈페이지(검색일: 2019. 7. 5.)

〈표 2-15〉 선박 온실가스 종합관리시스템 주요 기능

구 분	주요 내용
일제조사	• 해운사·선박별 '연료유 사용량 일제조사표' 온라인 작성 및 제출 • 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 자동 산정 • 보고서 조회 및 출력
목표관리제	• 관리업체 명세서 조회, 이행실적 관리 • 관리업체 예상 배출량 자료 업로드, 감축목표 설정 지원 • 관리업체(사업장)별 목표관리제 이행 현황 시각화 및 알림
통계 DB	• OLAP(통계 전문 솔루션)을 이용한 배출정보의 다차원 분석 • 통계 일반정보에 대한 대국민 서비스 제공
외부연계	• 선박·해운사 등록정보, 선박 입출항 정보 수집 및 활용 • 온실가스 규제 이행 및 통계 다각화 기반 구축
IMO-DCS	• Data보고서, BDN요약본, Data요약본 제출 및 관리 • Data 검증 현황 및 검증결과 관리 • DCS Data의 IMO 제출을 위한 제반조치 이행

자료: 선박온실가스종합관리시스템 홈페이지(검색일: 2019. 7. 5.)

〈그림 2-10〉 선박 온실가스종합관리시스템 구성도



자료: 선박온실가스종합관리시스템 홈페이지(검색일: 2019. 7. 5.)

선박 온실가스 종합관리시스템은, 연안해운 선박으로부터 실제 배출되는 온실가스의 배출량 및 에너지 소비량을 파악하기 위한 자료 수집의 일환으로 ‘연안해운 온실가스 배출량 일제조사’를 실시하고 있다.⁷⁵⁾ 「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조 제5항 및 「해운법」 제3조, 제23조에 따른 내항 여객 및 화물 운송업체 약 800여 개, 2,000여 척이 조사대상이다. 각 해운사는 업체별 담당자가 업체정보, 선박정보, 작성자 정보 등 업체의 일반사항 및 선박별 연료유 사용량 등의 정보를 개별적으로 시스템에 입력한다. 온실가스 배출량 산정은 연안해운 온실가스 배출량 일제조사로 수집된 해운부문 선박연료유 사용량(연간) 등 활동자료에 유종별 배출계수와 발열량을 적용하면 온실가스 배출량이 시스템에서 자동으로 계산된다.

75) 연료유 사용량을 토대로 온실가스 배출량 데이터 산정

〈그림 2-11〉 온실가스 배출량 산출 방법



자료: 선박온실가스종합관리시스템 홈페이지(검색일: 2019. 7. 5.)

나. 선박연료유 사용량 보고제도(해양수산부)⁷⁶⁾

‘선박연료유 사용량 보고제도’는 국제해사기구의 데이터 수집 시스템(IMO-DCS)에 우리나라의 데이터를 제공하기 위한 데이터 보고-수집 시스템으로, 해양수산부는 총톤수 5천 톤 이상의 국제항해 선박을 대상으로 국제항해 선박의 연료유 사용량 정보를 수집한다. 수집-산출된 데이터를 활용하여 온실가스 배출현황을 분석하고, 선박 에너지 효율 진단에 활용하고 있다.

이에 따라 국제항해에 종사하는 총톤수 5천 톤 이상의 선박(단, FPSOs, FSUs, Drilling Rig선, 추진기관이 설치되지 않은 선박은 제외)은 연료유 사용량, 운항거리, 운항시간, 정보수집기간, 선박 식별 정보 및 제원(총톤수, 순톤수, 재화중량톤수, 주기관·보조기관 출력 등)을 보고해야 한다.

76) 해양수산부·선박안전기술공단(2019)

〈표 2-16〉 선박 온실가스 배출 통계정보

시스템	수집 데이터	온실가스 배출량 통계정보 분석·관리
선박온실가스 종합관리시스템	• 연안해운 연료 사용량 일제조사 실시 결과 • 선박등록정보 • 해운업체 등록(면허)정보 • 선박 입·출항 신고정보 • IMO-DCS 수집정보	• 연도별 • 선박 용도별 • 톤급별(총톤수) • 선박 연료 유종별 • 선박 등록 관청별

자료: 선박온실가스종합관리시스템 홈페이지(검색일: 2019. 7. 5.)

2. 국외 항만 대기환경-영향 관련 데이터 연계·활용 현황

1) 국제해사기구의 데이터 수집 시스템(IMO-DCS)

국제해사기구(IMO)는 제68차 해양환경보호위원회(MEPC)에서 국제해운의 에너지효율성 증진을 위하여 선박 운항관련 데이터를 분석 및 수집하여 최종적으로 추가규제 적용 여부를 결정하는 3단계 접근 방식을 도입하기로 결정하였고, 3단계 접근방식 중 데이터 수집을 위하여 MARPOL 부속서 6장 개정을 통하여 ‘데이터 수집시스템(DCS, Data Collection System)’을 시행하기로 합의하였다.⁷⁷⁾

데이터 수집 적용 대상은 총톤수 5,000톤 이상(또는 400톤, 향후 결정)의 선박에 대하여 자발적 또는 강제적 시행을 하며 첫째, IMO 식별번호, 둘째, 선종, 총톤수(GT, Gross Tonnage), 순톤수(NT, Net Tonnage), 재화중량톤수(DWT, Dedweight Tonnage), 주기관 및 보조기관 출력, EEDI, Ice Class 등의 선박 기술적 제원, 셋째, 연료종

77) 강남선 외(2017), p. 2.

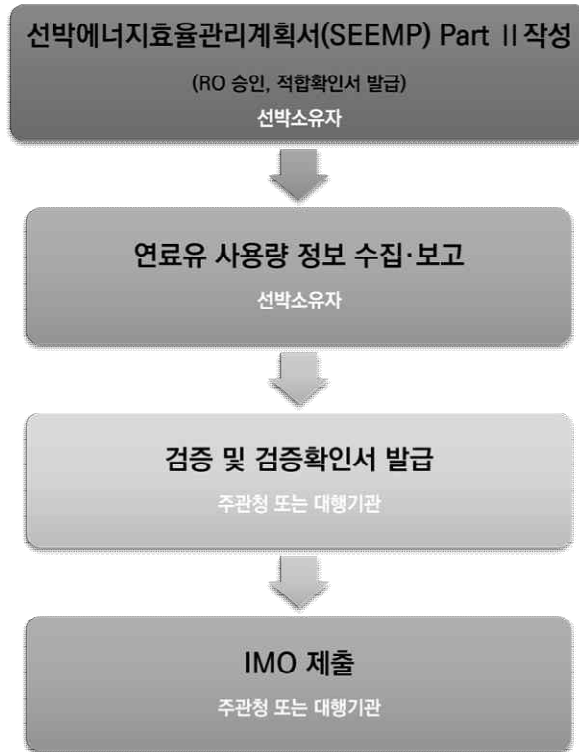
류별 연간 총 사용량에 대한 데이터 수집 방법론을 SEEMP에 명시하고 MEPC의 가이드라인에 따라 해당 데이터를 수집하여야 한다.

IMO MRV 시행 계획안에 따르면 데이터 보고의 주체는 등록선주(Registered Owner)가 되며 데이터는 매년(시행일자로부터 12개월)마다 모든 완료된 항차에 대하여 수집된 데이터를 연간 값으로 합산하여 보고기간 종료일로부터 3개월 이내에 기국(Flag State)에 IMO 표준 서식을 사용하여 전자적인 방법으로 보고하여야 한다.

기국은 「국제안전관리규약(ISM Code, International Safety Management Code)」 등 정립된 기준에 따라 보고된 데이터 검증을 완료하고 매년 보고기간 종료일로부터 4개월 이내에 IMO의 선박 연료사용량 데이터베이스로 전송하여야 한다. IMO는 연료사용량 데이터베이스를 관리하고 수집된 데이터의 통계와 분석을 수행하며 데이터의 출처를 익명 처리하여 IMO 회원국에만 정보를 공개한다.⁷⁸⁾

78) KR(2013) pp.4~28, LR(2015) pp.1~8, 재인용: 강남선 외(2016), pp. 3~4

〈그림 2-12〉 선박연료유 사용량 보고 절차



자료: IMO-DCS(선박연료유 사용량 보고제도) 사용자 매뉴얼

2) 유럽연합의 선박 배출 온실가스 규제(EU-MRV)

EU-MRV는 Monitoring(측정)⁷⁹⁾, Reporting(보고)⁸⁰⁾, Verification(검증)⁸¹⁾의 약자로, 2015년 7월 1일에 발효된 유럽연합의 규칙을 기

79) 온실가스 배출량을 정확하게 비교 가능하도록 정량화하는 방안

80) 정량화된 배출량의 보고 방법, 주기, 보고서 작성 등에 관한 방안

81) 측정된 배출량의 정확성을 제3자 검토를 통해 신뢰성 보장

반으로 시행되는 이산화탄소 배출량에 대한 모니터링, 보고 및 검증에 관한 규제이다. 유럽연합 역내 항만(노르웨이 및 아이슬란드 포함)에 기항하는 선박 중 총톤수 5,000톤을 초과하는 상선을 적용 대상으로 하며, 단, 재급유, 보급품 수급, 선원 교대, 입거 또는 선박 및 설비의 수리만을 목적으로 하는 정박, 지원이 필요한 상황이나 조난 위험에 따른 정박, 항만 외부에서의 선박 간 이송 그리고 악천후로부터 피신 또는 수색 및 구조 활동만을 목적으로 정박하는 경우는 제외된다.

동 규제의 적용 대상에 해당되는 선박을 운항하는 모든 선사는 입출항 일자 및 시간, 배출계수, CO₂ 배출량, 운항거리, 운항시간, 운송 화물량, 운송 업무량 등의 정보를 포함하는 입출항 정보를 모니터링하여 항차 및 연간 기준에 따라 제3자 기관의 검증을 받고 EC에 제출하여야 한다.

EU-MRV 시행 계획은 2017년 8월 31일까지 모니터링 계획서를 제출하고 2018년 1월 1일부터 매년 이산화탄소 모니터링을 개시하며, 차년도 4월 30일까지 검증기관의 확인이 완료된 검증보고서를 유럽연합 집행위원회(EC)에 제출하고 적합확인서를 선내에 배치하여야 한다. EC는 국제해운선박에서 보고된 검증보고서의 결과를 매년 6월 30일 공개한다.⁸²⁾

3) IMO-DCS와 EU-MRV 비교

IMO-DCS와 EU-MRV는 해운분야 온실가스 감축을 위한 규제 도입의 전 단계로, 정보를 수집하고 감축목표를 설정하여 정량적 평가를 수행하기 위한 측정(Monitoring), 보고(Reporting), 검증

82) KR(2013) pp.4~28, LR(2015) pp.1~8, ICS(2013) pp.1~15, 재인용: 강남선 외(2016), p. 3.

(Verification)의 절차이다. 두 시스템은 규제 시행의 목적과 수행 형태가 유사하며, 동일한 기준으로 CO₂ 배출량을 측정하고 측정된 데이터를 보고하고 있음에도 다음과 같은 차이점이 있다.

우선, EU-MRV는 기명으로, IMO-DCS는 무기명으로 데이터가 공개된다. EU-MRV는 선박과 해운선사의 정보가 포함된 연간 수집 데이터를 해운선사에서 직접 EU로 제출하지만 IMO-DCS는 해운선사에서 수집된 데이터를 주관청이 직접 IMO로 보고하며, 보고된 데이터는 MARPOL Annex 적용 국가에 한해 무기명으로 공개된다.

IMO-DCS는 연간 연료사용에 대한 총량을 보고하지만 EU-MRV는 CO₂ 배출량과 평균 에너지 효율에 대한 항차별, 연간 보고를 한다.

마지막으로, EU-MRV는 의무를 준수하지 않는 선박에 대해 EU회원국별 규정에 의한 벌금을 부과하거나, 두 번 이상 연속으로 의무를 준수하지 않을 경우 입항 거부나 퇴거 명령조치가 이루어진다.

〈표 2-17〉 EU-MRV와 IMO-DCS 비교

	EU-MRV (모니터링, 보고 및 검증)	IMO-DCS (데이터 수집 시스템)
관련협약	EU 2015/757 규칙	MARPOL 부속서 VI 22A 규칙
발표일	2015.07.01	2018.03.01
시행일	2018.01.01.	2019.01.01
적용대상	EU 및 EEFT항 입출항 5,000GT 초과 선박	5,000GT 이상 국제항행 선박
대상구역	유럽 영해 내 위치한 항만 입출항	국제 항해구역
모니터링 계획서	(검증) 검증기관 (결과) 적합통보	(검증) 주관청 또는 RO (결과) CoC 발행
모니터링	선박기본정보 연료사용량, CO ₂ 배출량 운항시간/거리, 운송업무량 등	선박기본정보 연료사용량 운항시간/거리, GT/NT/DWT 등
보고	(기준) 연간/항차기준 (제출) 해운사가 EC로 제출	(기준) 연간 기준 (제출) 해운사가 주관청 또는 RO에 제출 주관청 또는 RO가 IMO DB 제출
검증	(데이터검증) 검증기관 (결과) DOC 발행 EU 회원국 : DOC 비치 여부 확인	(데이터 검증) 주관청 또는 RO (결과) SoC 발행 PSD : SoC 비치 여부 확인
데이터베이스	유럽해사안전청의 'THETIS MRV'	기국 또는 인증기관
모니터링 시행일	매년 6월 30일 대부분의 데이터 공개	IMO 회원국만 익명처리된 데이터 접근 권한 (자국 선박은 모든 자료 접근 가능)

자료: 한국선급, 「선박 연료 사용량 데이터 수집 시스템」 발표자료, 2018, p. 7의 내용을 재작성

〈표 2-18〉 IMO-DCS와 EU-MRV 보고항목 상세 비교

IMO-DCS (데이터 수집 시스템)	EU-MRV (모니터링, 보고 및 검증)
일반사항 • IMO 번호선종 • GT, NT, DWT • 주기/보기 출력	일반사항 • 선명 • IMO 번호 • 선박등록항 • 선주명 • 선사연락처, 담당자 • EEDI(신조선에너지효율설계지수) • 주기, 보기, 가스터빈, 보일러, 가스제너레이터 • 연료 종류
	항차별 보고사항 • 출도착항 • 연료유소모량, 연료유 종류별 탄소계수 • CO₂ 배출량 • 운항거리 • 운항시간 • 화물종류/량 등
연간 보고사항 • 총 연료유 소모량 • 총 운항거리 • 총 운항시간	연간 보고사항 • 총 연료유소모량 • 총 CO₂ 배출량 • EU항만간 총 연료유, 소모량 및 CO₂ 배출량 • EU항만발 모든 항차, CO₂ 배출량 • EU항만항 모든 항차, CO₂ 배출량 • 총 운항거리 • 총 운항시간 • 화물종류/량 등

자료: DNV·GL 홈페이지(검색일: 2019. 7. 3.), 저자 재작성

제 3 장

항만지역 대기질 개선을 위한 데이터의 연계·활용 수요 분석

국내 항만 대기오염 및 영향 파악과 관련한 공공데이터의 수요를 도출하기 위하여 분야별 전문가에 대한 핵심그룹 인터뷰(FGI)를 수행하였다. 이들에 대한 심층 면담 과정을 통하여, 항만 및 선박 관련 대기오염 현상의 특성과 분야별 정책·기술 환경 변화를 반영하고 항만 및 인근 지역의 대기질 개선 정책의 효과를 극대화하기 위하여 필수적으로 수행해야 하는 작업들을 도출하였다. 또한 항만·선박 활동 및 대기환경 정보관리 관련 주요 실무자, 연구자 등을 대상으로 하는 전문가 자문회의를 통하여, 이들을 분야별 특성과 활용의 단계에 따라서 ① 항만의 대기오염물질 배출·오염 현황 파악, ② 항만 배출 대기오염물질의 대기중 이동·확산, 건강영향 파악, ③ 항만 대기오염물질 통합 분석·예측 등 총 3가지 분야로 분류하였다.

이어서 각 단계별 작업의 기대 수요 및 가치 등에 대한 전문가 그룹의 의견을 반영하여 이른바 고수요·고가치 작업의 수요를 정리하고 이들 작업을 수행하기 위해서 필요한 데이터를 구체화하였다.

한편, 공공데이터의 수요를 도출함에 있어서 제반 사업의 기준이 되는

‘항만의 대기오염물질 배출원의 범위’는 기존 연구 결과에 따라서 선박 상호 활동 및 주요 선박-항만 연계 활동이 이루어지는 ‘항만 보안 구역’ 내에서 활동하는 모든 배출원으로 정의하였다.⁸³⁾

제1절 항만의 대기오염물질 배출·오염 현황 파악

항만 및 선박으로 인한 대기오염물질의 배출 및 오염 실태 파악을 위해서 필수적으로 수행해야 하는 작업은 ㉦ 항만의 배출원별/대기오염물질별 배출량 산정, ㉧ 항만 구역 내 또는 인근 지역의 주요 지점에 대한 대기오염물질별 대기중 오염농도 측정, 또는 즉시 시행 가능한 작업으로 ㉨ 비교 분석을 위한 배출 및 오염실태조사 등으로 분류할 수 있다.

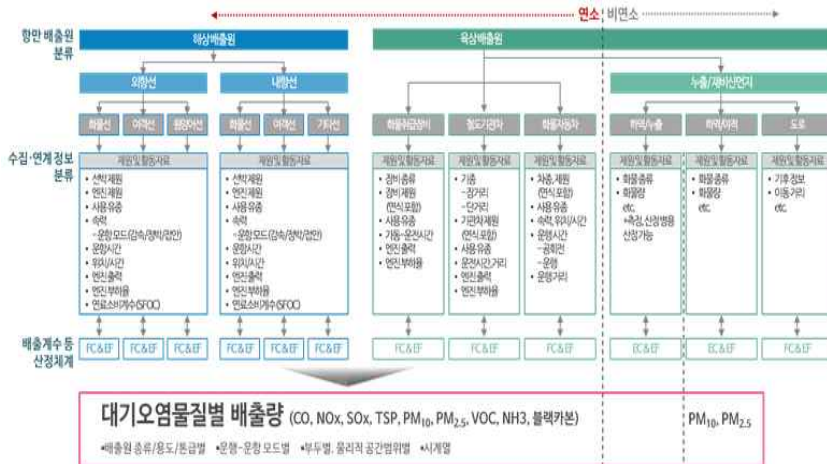
1. 항만의 배출원별/대기오염물질별 배출량 산정

우선, 배출량을 산정하기 위해서는 목적에 따른 산정 대상 대기오염물질을 확정하고, 배출원별 배출량을 정확하게 산정하기 위한 산정방법론(산정식 및 배출계수 등)을 개발하거나 기존의 방법론을 선택적으로 도입해야 한다. 아울러 배출원별로 배출량 산정 방법론을 적용하기 위해서는 항만의 대기오염물질 배출원을 일정하고 명확한 기준에 따라서 분류하고 이를 데이터의 형태로 정리한 ‘항만 대기오염물질 배출원 리스트’를 작성하여야 하며, 다

83) 안용성 외(2019b), pp. 2~4.

시 이를 바탕으로 항만 내 배출원에 대한 ‘배출 인벤토리(Emission Inventory)’를 작성해야 한다. 안용성 외(2019d)는 환경부(국립환경과학원)가 ‘대기오염물질 배출 목록(Emission inventory)’과 ‘대기정책 지원시스템(‘CAPSS)’에서 규정하고 있는 총 8종의 대기오염물질(CO, NO_x, SO_x, TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, VOC, NH₃)을 대상물질로 제안하고, 최근 지구 온난화 메커니즘의 주요인인 동시에 보건적 위해 요인으로 주목 받고 있는 블랙카본(Black carbon)의 추가에 대한 논의 역시 필요하다고 지적한 바 있다.⁸⁴⁾

〈그림 3-1〉 항만 내 배출원 파악 및 배출량 산정을 위한 수집 필요 정보 예시



자료: 안용성 외, 「항만 대기오염 통합 모니터링 및 예측 기술 개발 공동기획연구」, 2019d, p. 92.의 내용을 저자 재작성

84) 안용성 외(2019d), p. 91.

2. 주요 지점에 대한 대기오염물질별 대기중 오염농도 측정

대기오염물질별 대기중 오염농도는 항만 구역 내 또는 인근의 대기환경 측정망의 측정값을 활용하여 구득할 수 있다. 현재 항만 구역 내 대기 측정망은 매우 측정 대상 물질과 설치 숫자가 매우 제한적이거나, 해양수산부와 환경부는 항만 대기질법의 이행을 위해 우선 항만 대기질 측정망을 58개소로 확대 설치하고, 이를 지속적으로 확대 운용할 예정이다.

하지만 수요에 따라서 대상 대기오염물질의 종류를 확대하고 센싱 디바이스와 유무선 네트워크 기술 기반의 측정 데이터 수집을 위한 기술 기준 및 표준화 작업이 필요할 것으로 보인다.

3. 종합

항만 및 선박으로 인한 대기오염물질의 배출 및 오염 실태 파악을 위해 필요한 데이터와 이를 통해 생산되는 데이터는 다음의 표와 같다.

〈표 3-1〉 항만의 대기오염물질 배출·오염 현황 파악 데이터

구 분	필요한 데이터	생산 데이터
항만 배출원별 대기오염물질 배출량 산정	- 항만 배출원 분류체계 -선박 배출원 분류체계 -항만 하역장비 배출원 분류체계 - 항만 배출원별 등록/제원 정보 - 항만 배출원별 활동데이터* - 항만 배출원별 연료유 사용 정보 - 항만 배출량 산정 구역 경계정보	항만 배출원별/대기오염물질별 배출량
대기중 오염농도 측정	항만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도 측정값*	항만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도

구 분	필요한 데이터	생산 데이터
• 국내 항만의 배출 및 오염실태 조사 (단기 및 지속 추진)	• 항만 배출원별 등록/제원 정보 • 항만 배출원별 배출량 추정값 (Sample)* • 항만 지점별 대기중 오염농도 측정값(Sample)*	• 항만 배출원별/지점별 대기오염 물질 배출량/오염농도 비교 추정 데이터*

주: * 유무선 네트워크 기반의 센싱 디바이스의 활용으로 자동 수집이 가능한 데이터

제2절 항만 배출 대기오염물질의 대기중 이동·확산 및 영향 파악

항만 및 선박의 활동으로 배출된 대기오염물질의 대기중 이동·확산, 건강 영향의 범위 및 정도를 파악하기 위해서 필수적으로 수행해야 하는 작업은 ㉡ 주요 항만 도시별 대기오염물질의 대기중 농도분포 파악을 위한 대기질 모사 및 분석, ㉢ 주요 항만 도시의 지역/지점별 대기오염물질의 건강 위해성 평가 등으로 분류할 수 있다.

1. 대기중 농도분포 파악을 위한 대기질 모사 및 분석

대기오염물질의 대기중 이동·확산 양상을 파악하기 위한 대기질 모사는 기본적으로 3차원 광화학 수치 모형을 이용하며, 기상 모형 및 배출량 모형을 각각 수행한 결과자료와 경계조건(BCON), 초기조건(ICON), 광분해율(JPROC) 등 방대한 입력자료를 필요로 한다. 특히, 배출량 모형을 적용하기 위해서는 항만 구역 내 배출원에 대한 분류 결과 즉, 배출원 리스트가 필요하며, 그 외에도 지역 환경특성을 고려하기 위한 공간 할당(Spatial allocation) 자료⁸⁵⁾, 각 배출량

에 대한 시간 분배계수⁸⁶⁾ 적용에 따른 시간 할당자료, 실제 대기 중에 존재하는 수많은 종류의 휘발성 유기화합물(VOCs)을 그룹화하는 화학종 분배 결과자료 등이 준비되어야 한다.

기상 자료의 경우, 풍향, 풍속, 기온, 습도, 운량, 일사량, 기압, 혼합고(Mixing height) 등을 대기질 모사를 위한 기상 변수로 고려하게 되는데, 항만 및 연안지역은 해륙풍이 발생하는 지역으로 육지와는 다른 이동 양상이 나타나게 될 것으로 보인다. 아울러 지표상에서 발생하는 대기오염물질이 혼합되는 높이, 즉 ‘혼합고’ 역시 해안 지역에서는 지표면의 상태(바다와 육지)에 따라서 매우 급격한 차이 및 변화를 보이게 되므로 국지 순환에 대한 보다 정확한 모사가 필요할 것으로 보인다.

입력자료들을 이용해 수행된 모사 결과는 3차원적의 모든 격자별로 모사 변수들의 시간별 농도를 보여준다. 이를 활용하여 수직적인 농도 분석은 물론 주 관심사인 지표층에 대한 분석을 수행하게 된다. 대기질 모사 결과의 신뢰도는 전적으로 입력자료의 정확도에 달려 있으며, 입력자료의 불확실성이 클 경우 그 결과 역시 신뢰하기 어렵다.

2. 주요 항만 도시의 지역/지점별 건강 위해성 평가

이동·확산에 따른 대기오염물질의 위해성을 평가하기 위해서는 대기오염 농도분포에 따른 장·단기 노출평가가 필요하며, 기본적으로 해당 지역의 인구 분포 및 특성을 고려할 수 있는 공간적 해상도 자료의 준비 과정이 필요하다. 여기에 생애주기별 노출 알고리즘을 적

85) 배출원별 공간 분포의 특성을 분석한 후, GIS Shape 형태의 데이터를 준비하고, 공간할당 대리인자(Surrogate)를 이용하여 도로, 산업, 지역, 인구, 농지 등으로 세분화하여 각 지역의 배출 특성에 맞는 공간할당을 수행하게 된다.

86) 배출원별 활동데이터 분석결과를 바탕으로 마련한다.

용하여 노출 분포도를 작성할 수 있다. 또한, 지역의 고유 특성을 고려하여 대기오염물질의 대기중 농도와 이로 인한 사망, 호흡기 질환, 입원율 등의 연관 함수 즉, ‘농도반응함수(CR-function)’를 개발하고, 이를 적용하기 위한 항만지역의 산업 특성 및 수용체(일반인구, 취약인구 등) 분포자료, 해당 지역의 보건 및 역학 데이터가 필요하다.

3. 종합

항만 및 선박의 활동으로 배출된 대기오염물질의 대기중 이동·확산, 건강 영향의 범위 및 정도를 파악하기 위해 필요한 데이터와 이를 통해 생산되는 데이터는 다음의 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2> 항만 배출 대기오염물질의 대기중 이동·확산, 건강영향 파악 데이터

구 분	필요한 데이터	생산 데이터
• 주요 항만 도시별 대기오염물질의 대기중 농도분포 파악	• 항만 배출원별/지점별 대기오염물질 배출량 • 배출량 모형 수행 결과 자료 • 항만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도 측정값* -대기질 측정망 자료* • 기상모형 수행 결과 자료 -지표 및 고층기상대 관측 자료 -기상 예보자료	• 대기오염물질별 대기중 농도분포데이터
• 주요 항만 도시별 대기오염물질의 건강 위험성 평가	• 대기오염물질별 대기중 농도분포데이터 • 지역별 인구 분포 데이터(일반인구, 취약인구 등) • 지역별 보건/역학 데이터(사망, 질환, 입원율 등)	• 지역별 건강 위험도 데이터

주: * 유무선 네트워크 기반의 센싱 디바이스의 활용으로 자동 수집이 가능한 데이터

제3절 항만 대기오염물질 통합 분석·예측

자연적, 물리적 또는 정책 환경 등 조건의 변화에 따른 항만의 배출 및 오염, 이동·확산, 건강 영향의 범위 및 정도를 파악하기 위해서 필수적으로 수행해야 하는 작업은 앞서 수행한 작업들의 분석 및 예측을 위한 알고리즘의 개발로 요약할 수 있다. 전(前) 단계에서 수집·생산된 데이터를 재료로 하여 생산되는 분석·예측 데이터는 다음의 <표 3-3>과 같다. 또한, 각 단계에서 도출된 생산 데이터는 다음 단계(아래 칸)의 데이터 생산을 위한 재료로 활용된다.

아래에서 제시하는 분석 및 예측 틀을 통합하여, 각 단계별 정확한 (실시간)현황 파악은 물론 단계별 작업을 통해 수집·생산된 정보를 분석하여 특정 조건의 변화에 따른 시뮬레이션을 수행하고, 이를 통해 변화 양상을 예측할 수 있다.⁸⁷⁾ 즉, 각 단계별 알고리즘의 유효인자 즉, 조건의 변화값을 입력하여 이로 인한 배출 추이, 이동·확산에 의한 대기중 오염농도의 분포, 또는 특정 지역·인구 등의 보건적 위해 정도의 변화 등을 예측할 수 있다.

아울러 각 단계별 유효 인자 데이터들이 확보되고, 센싱 디바이스 및 유무선 네트워크 기술을 적용하여 일부 주기적 데이터의 수집을 실시간 자동 수집 형태로 재구성한다면, 빅데이터의 수집 및 분석에 의한 지능형 분석·예측 시스템을 구축할 수 있다. 즉, 항만 및 구성요소를 사이버 세계에 만들고, 구성 요소에 해당하는 제반 데이터를 연결하여 동조화하면, 수집되고 단계별로 생산된 빅데이터를 인공지능이 분석, 예측하고 그 결과에 따라서 실제 항만의 구성요소는 물론 물류과정까지 자동적·지능적으로 제어할 수 있는 ‘사이버 물리

87) 실시간 정보 수집은 곧, 해당 데이터의 빅데이터화를 의미

적 시스템'을 구축, 운영할 수 있는 것이다. 이는 이른바 '스마트 팩토리'의 개념을 항만에 적용한 것으로, 가상 세계의 '쌍둥이 모형' 구축 여부, 그리고 동조화하는 데이터의 수준에 따라서 '디지털-트윈(Digital-Twin)' 또는 'M&S(Modeling & Simulation)' 방식으로 구현이 가능하다.

〈표 3-3〉 항만 대기오염물질 통합 분석·예측 데이터

구 분	필요한 데이터	생산 데이터
항만 배출원별 대기오염물질 배출량 분석 및 예측	- 항만 배출원 분류체계 -선박 배출원 분류체계 -항만 하역장비 배출원 분류체계 - 항만 배출원별 등록/재원 정보 - 항만 배출원별 활동데이터* - 항만 배출원별 연료유 사용 정보 - 항만 배출량 산정 구역 경계정보 - 항만 배출원별/대기오염물질별 배출량	조건 변화에 따른 항만 배출원별/대기오염물질별 배출량 예측 결과 데이터
주요 항만 도시별 대기오염물질의 대기중 농도분포 분석 및 예측	- 조건 변화에 따른 항만 배출원별/대기오염물질별 배출량 예측 결과 데이터 - 항만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도* -대기질 측정망 자료* - 기상모형 수행 결과 자료 -지표 및 고층기상대 관측 자료 -기상 예보자료 - 대기오염물질별 대기중 농도분포데이터	조건 변화에 따른 대기오염물질별 대기중 농도분포 예측 결과 데이터
주요 항만 도시별 대기오염물질의 건강 위해도 분석 및 예측	- 조건 변화에 따른 대기오염물질별 대기중 농도분포 예측 결과 데이터 - 지역별 보건/역학 데이터 - 지역별 건강 위해도 데이터	조건 변화에 따른 지역별 건강 위해도 예측 결과 데이터

주: * 유무선 네트워크 기반의 센싱 디바이스의 활용으로 자동 수집이 가능한 데이터

제 4 장

데이터 연계·활용의 장애 요인 및 개선방안

제1절 데이터 연계·활용의 장애 요인 분석

제 4 장

1. 데이터의 공유·활용을 위한 제도 및 체계 미비

1) 부처·기관별 개별 사업 추진으로 데이터 연계체계 미비

현재 정부는 ‘2022년까지 국내 미세먼지 배출량의 30% 감축’을 목표로, 대기질 개선을 위한 범부처 차원 정책 및 사업을 추진 중이다.⁸⁸⁾ 하지만 각 부처·기관별로 각자의 관장 영역에 따라서 독자적·개별적으로 정책을 마련하고 추진하고 있어 종합적인 시너지를 기대하기 어려운 상황이다.

이와 같은 상황에서 각자의 정책 추진 또는 연구개발(R&D)을 위한 작업의 일환으로 데이터를 수집·생산하거나 관리하고 있으며 확보된

88) 관계부처합동, 「미세먼지 관리 종합대책」, 2017, p.10.

데이터 활용의 확장을 염두에 두고 있지 않기 때문에, 현재의 조건에서는 부처 및 기관별로 수집-생산된 데이터 역시 연계 및 공유, 활용이 쉽지 않은 상황이다.

2) 특수 용도 데이터 및 민감 데이터 등의 활용 제한

앞서 제3장에서 국내 항만 및 항만지역의 대기질 개선 정책의 효과를 극대화하기 위하여 필수적으로 수행해야 하는 ‘배출 및 대기오염, 이동·확산, 영향 파악’ 등의 작업을 정리하고 이를 수행하기 위해 필수적인 공공데이터의 수요를 도출하였다. 하지만 이중 상당 부분의 데이터는 특수 용도 데이터 및 민감 데이터 등으로, 비공개 대상이거나 특수한 경우 또는 용도에만 제공할 수 있도록 법령에서 규정하고 있는 경우가 많다.

예를 들어, 항만은 ‘선박-항만 연계 활동’ 또는 ‘선박 상호활동’ 등이 이루어지는 구역으로 「국제항해 선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률」에 의해, ‘보안 구역’으로 지정되어 모든 종류의 진·출입에 통제를 받고 있다. 항만 내 선박 및 하역 장비 등의 등록정보 및 활동데이터 역시 기본적으로는 보안사항이며, 부두 및 터미널 운영사 등은 ‘영업 관련 비밀’ 및 ‘개인정보’ 등의 이유로 정확한 내용을 자발적으로 보고하지 않고 있다. 이는 데이터의 연계가 아닌 수집단계에서부터 데이터의 확보에 어려움으로 작용하고 있다.

또한, 선박의 배출량 산정을 위해 필수적인 ‘선박자동식별 시스템(AIS)’의 선박 활동데이터의 경우 해양수산부가 운영 중인 ‘선박 모니터링 시스템’을 통하여 수집되고 있으나, 수집된 ‘전국 선박운항정보’는 국가안보실 위기관리센터, 행정안전부 등 「선박 위치발신장치의 설치기준 및 운영 등에 관한 규정」에서 지정하는 기관에 국한하여 제공

되고 있다. 또한, 동규정에서 제시하는 특정 용도 외에는 이용할 수 없으며, 그 외의 목적으로 이용하기 위해서는 선박소유자의 동의를 받아야 한다.⁸⁹⁾

2. 유관부처 및 기관별 업무·관할 경계의 법적 근거 미비

항만과 같이 기존의 제도 하에서는 관리의 사각지대에 있었던 분야의 경우 배출 저감 및 관리의 주체조차 명확하지 않은 상황에서 제대로 된 관리·감독이 이루어지지 못하는 등의 근본적인 문제로 인해, 공동·협조 추진이 필요한 범부처 차원의 국가 현안임에도 각자의 자원을 효과적으로 공유하거나 활용하지 못하는 문제점을 노출하고 있다.

안용성 외(2019)는 그간 지속적인 항만 대기질 개선을 위한 지속적인 정책적 노력에도 불구하고 실제 대기질의 개선이 이루어지지 못하는 주요인 중 하나로, 국내 항만의 배출 및 대기오염 관리를 위한 명확한 법적 근거가 미비함을 지적한 바 있다. 해당 연구에 따르면, 기존의 법제도에서는 항만의 대기질 개선과 관련한 정책의 실제 이행을 위한 부처-부서 및 기관별 업무의 경계, 관할 지역의 경계를 명시적으로 규정하지 못하고 있어, 정책의 개발은 물론 수행 단계에서도 업무 및 관할 지역의 중복 또는 누락이 발생하고 있다.⁹⁰⁾ 이는 데이터 측면에서도 같은 맥락으로 이해할 수 있다. 지역 또는 업무의 경계를 명확하게 함으로써 특정 부처 및 기관에 해당 데이터의 수집 또는 생산에 대한 의무가 부여되며, 이를 공공데이터의 개념으로 용도 및 민감도 등에 따라서 공개 또는 공유하는 것을 전제로 하게 되면 결과물의 신뢰도 역시 제고할 수 있을 것으로 보인다.

89) 「선박위치발신장치의 설치기준 및 운영 등에 관한 규정」 제9조(선박모니터링시스템의 운영 등)

90) 안용성 외(2019b), pp. 126-127.

3. 무분별한 스마트화 추진 우려

최근 우리 정부는 4차 산업혁명의 기치 아래에서 공격적인 ‘스마트화’를 추진하고 있다. 하지만 이를 위한 거시적인 전략의 부재로, 사회 문제 해결 또는 정책 효과 제고 등을 위한 디지털 및 ICT(정보통신기술)의 적용방안을 모색한다기보다는 각 분야에서 각자 ‘스마트’라는 간판을 내걸고 성과를 도출하는 데에 치중하고 있는 것으로 보인다.

항만 대기환경과 관련한 사업만 해도, ‘지능형 스마트 항만 구축’, ‘스마트 해상물류 정보서비스 플랫폼’, ‘BIM(Building Information Modeling) 기반 항만 인프라 생애주기 통합관리시스템’, ‘한국형 e-Navigation’, ‘지능형 해양수산 재난정보체계’ 등 수많은 ‘스마트화’ 사업이 각자의 목적과 시간표에 따라서 추진되고 있다. 다소간에 차이는 있지만, 이들은 기본적으로 대부분 항만 활동의 구성요소(선박 및 하역장비, 시설 등)의 활동데이터 및 기본 제원 사항 등 유사한 데이터 소스를 중심으로 사업의 목적에 따라서 추가적인 데이터 및 알고리즘으로 특성화된다.

적어도 공통되는 주요 데이터의 연계, 나아가 활용의 방식 또는 형태에 있어서 표준화 또는 통합적 일원화 과정을 거치지 않는다면, 향후 목적에 따라서 다른 기준이나 전혀 다른 방식의 프로그램을 적용해야 하는 비효율이 발생할 가능성이 높다. 또한, 개별적으로 개발이 어느 정도 진행되었거나 완료되고 나서는 이를 통합하는 작업이 불가능할 수도 있다.

이는 일찍부터 디지털 기반의 스마트화를 추진해 온 국내 금융 분야의 상황을 보면 충분히 예측이 가능하다. 국내 금융그룹들이 앞다투어

이전과 달라진 서비스와 기능을 명분으로 새로운 애플리케이션을 출시 하면서 하나의 은행이 용도에 따라서 서로 다른 개별 애플리케이션을 내놓게 되고, 그 결과 국내 4대 금융그룹이 제공 중인 애플리케이션은 현재 총 30여 개에 이르는 것으로 보고되고 있다. 하지만 그 종류와 방식 역시 제각각인 관계로, 당초 소비자의 편의를 위해 개발·적용되었음에도 도리어 비효율을 초래하고 있으며 이로 인한 소비자의 불만 역시 가중되고 있다.⁹¹⁾

제2절 데이터의 연계·활용을 위한 개선방안

1. 데이터의 공유·활용을 위한 범부처 차원의 전략 마련

부처 또는 기관 간 데이터를 공유하기 위해서는, 우선 누가 어떠한 결과물을 도출하기 위해서 어떠한 데이터를 어떠한 형태로 필요로 하며 그 데이터 또는 이를 대체해서 활용 가능한 데이터를 누가 어떠한 형태로 생산·관리하고 있는지 파악이 되어야 한다.

이를 바탕으로, 유관 부처 및 기관은 각자가 필요로 하는 데이터의 수요를 공유하고, 이를 바탕으로 기존 시스템에서 확보하거나 수집 가능한 관련 유효 정보를 연계·공유하여 항만지역의 배출 및 오염과 이동·확산에 의한 영향 파악, 인과관계 규명 및 분석을 통한 최적의 솔루션을 개발하고 적용할 수 있다. 또한, 데이터의 수요에 따라서 현재 수집 또는 생산 중인 데이터의 형태 또는 종류를 확대하거나 조정하고

91) 데일리안(검색일: 2019. 6. 18.)

추가적으로 새로운 데이터를 수집하거나 생산하도록 요청할 수 있다.

이와 같이, 항만 대기질 개선을 위한 정책을 수립하고 이행함에 있어서 유관 부처⁹²⁾ 및 이들의 역할을 규정하고, 이에 따라서 공공데이터를 체계적으로 생산하고 이를 연계·공유·활용하기 위해 필요한 사항을 정리·제시하는 범부처 차원의 전략 마련이 시급하다.

〈표 4-1〉 개선방안 1. 데이터의 공유·활용을 위한 전략 마련

장애 요인		개선 방안
• 부처·기관별 개별 사업 추진으로 데이터 연계체계 미비 • 특수용도 데이터 및 민감 데이터 등의 활용 제한	→	• 데이터의 공유·활용을 위한 범부처 차원의 전략 마련 -데이터 공유 및 연계의 목적 명시 -데이터의 수요 조사 및 유효성 검토 -데이터 연계를 위한 조치, 부처/기관별 의무 규정 등

자료: 저자 작성

2. 범부처 차원의 협조체계 구축

항만 및 선박의 배출 저감 및 관리, 이를 통해 항만 지역사회의 대기질을 개선하는 것은 국민 보건은 물론 산업적 측면과도 밀접하게 연계되는 국가 차원의 현안으로, 근본적인 해결방안을 마련하기 위해서는 범부처 차원의 유기적인 협조가 무엇보다 필요하다.

앞서 지적하였듯이 현재 우리의 대기오염물질 문제 대응구조는, 국가 대기질 개선 또는 이를 위한 전체 배출량 감축 등의 목표에 따라서 각 부처 및 기관들이 각자의 영역에서 개별적으로 이른바 미시적인(Micro) 정책 및 사업을 계획, 추진하고, 이를 기계적으로 합산하여 국가 전체의 성과를 도출하는 형태로 추진되고 있다. 하지만 전체를 바

92) 해양수산부, 환경부, 과학기술정보통신부, 보건복지부 등

라보는 국가 차원의 거시적인(Macro) 접근으로 중복 및 누락의 가능성을 최소화하고, 부처별 수요와 강점을 유기적으로 조합하여 이른바 융복합적인 기술적·정책적 해결방안을 도출하고 이를 위한 협조 또는 공동 추진체계를 마련해야 한다. 데이터의 연계 역시 이러한 기반 위에서 가능한 일이다.

새로이 제정된 「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」에서도 항만지역의 대기질 개선을 위해 해양수산부와 환경부는 물론 지방자치단체가 각자의 역할을 가지고 협조하도록 규정하고 있다. 특히, 해양수산부와 환경부가 공동으로 항만 및 인근 지역의 대기질 현황 및 변화에 대한 실태조사를 실시하고 그 결과를 공유하는 한편, 해양환경통합정보망 등 각자의 정보 전산시스템에서 이를 활용하도록 하고 있다.⁹³⁾

〈표 4-2〉 개선방안 2. 범부처 차원의 협조체계 구축

장애 요인		개선 방안
• 유관부처 및 기관별 업무·관할 경계의 법적 근거 미비	→	• 특별법 및 하위법령 등에서 항만 대기질 개선과 관련한 부처 및 기관의 지역 또는 업무의 경계를 명확화 • 특정 부처 및 기관에 해당 데이터의 수집 또는 생산의 의무, 연계·활용 위한 협조 체계 규정 - 부처별 수요와 강점을 유기적으로 조합하여 '융복합적인 기술적·정책적 해결방안' 도출 - 협조 또는 공동 추진체계 마련

자료: 저자 작성

93) 「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」 제9조(실태조사 등)

3. 국가 또는 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진 필요

앞서 살펴본 바와 같이 우리 정부는 기존 산업, 나아가 국민의 삶과 관련된 전분야에서 이른바 4차 산업혁명의 개념을 도입하기 위한 스마트화 작업을 추진 중이다. ‘스마트화(Smartification)’는 디지털 전환의 단계인 ‘전산화(Digitization)-디지털화(Digitalization)-디지털 전환(Digital Transformation)’에서 디지털 전환에 의한 결과물 또는 디지털 전환 작업의 일환 정도로 이해할 수 있다.

1) 국가 또는 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진

‘스마트화(Smartification)’는 기존의 방식에 정보통신기술(ICT), 지능형 생산 또는 운영체제 등을 적용하여 ‘Industry 4.0’ 개념을 구현하기 위한 작업으로, 보다 엄밀히 말하면 현재 추진되어야 하는 작업은 향후 스마트화를 실현하기 위한 ‘Pre-Industry 4.0’, 즉 4차 산업혁명 실현을 위해서 산업 및 전체 생산·운영 프로세스 등에서 필요로 하는 구성요소 간 ‘초연결’ 또는 ‘스마트 커넥티드(Smart connected)’ 개념의 디지털 네트워크, 이를 활용하기 위한 플랫폼의 구축 정도로 정의할 수 있겠다.

국가 또는 부처는 스마트화 구현의 목적을 명확히 하고, 현재 스마트화의 대상 인프라의 디지털 전환 단계, 즉 스마트화 추진을 위한 기반의 수준을 평가하여 각 구성요소별 목표 및 추진 방향을 구체적으로 제시하는 스마트화 전략을 수립해야 할 것으로 보인다. 분야별 조사 및 평가를 통해서, 데이터의 수요가 있으나 아직 수집되지 못하는 부분에 대해서는 법제도의 정비과정을 통해 수집하도록 하고 이

를 전산화(Digitization)하는 한편, 디지털화(Digitalization) 또는 자동화(Automation)가 필요한 부분에 대해서는 우선 이를 추진하도록 하는 등 체계적인 스마트화를 추진해야 한다.

〈표 4-3〉 스마트화 전략의 개념(안)

정보화 및 자동화 (ID 3.0)	스마트화 (ID 4.0)		
	Pre-ID 4.0		ID 4.0
	기 반	활 용	
• 컴퓨터 및 인터넷	• 사 물 인 터 넷 (IoT) → 자동수집 → 빅데이터 • 인공지능(AI) → 분석, 최적화 • 클라우드 컴퓨팅 • 가상화 • 융복합 기술	• CPS(사이버 물리 적 시스템) - 디지털 트윈 - M&S 등 • 로봇틱스 등	• 스마트 인프라체계 - 스마트항만 - 스마트팩토리 - 스마트시티 등

자료: 저자 작성

2) 기간계 데이터를 연계·통합하는 공공 DB 구축

나아가, 기존에는 개별적으로 수집-생산-관리되어 오던 부처·기관별 기간계 데이터를 연계하여 공공 DB화하고 이를 활용하기 위한 방안을 마련해야 한다. 즉, 앞서 제시한 항만·선박의 배출현황, 배출물질의 확산·이동, 건강유해 정도, 범위 등 단계별 작업 수행에 의한 생산정보 및 수집정보에, 해양환경 측정망 데이터, 국가 해양생태계 조사 결과데이터(해양수산부) 및 보건·의료데이터(보건복지부/건강보험공단 등) 등 유관 부처·기관의 기간계 데이터를 통합적으로 연계하여 공공 DB화할 수 있으며, 이를 타 기관은 물론 민간에 개방하여 활용의 폭을 넓힐 수 있다.

〈표 4-4〉 개선방안 3. 체계적인 스마트화 전략 추진

장애 요인		개선 방안
• 무분별한 스마트화 추진 우려	➔	• 국가 또는 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진 ※ 앞서 제시한 '데이터의 공유·활용을 위한 전략'과 연계 또는 통합 필요 • 기간제 데이터 연계·통합 공공 DB 구축(친환경 항만 운영/ 항만지역 대기질 개선 목적)

자료: 저자 작성

제 5 장

항만지역 대기질 개선을 위한 데이터의 연계 및 활용방안

제1절 국내 항만 및 선박 활동데이터의 연계·활용 가능성 검토

앞서 제3장에서는 국내 항만의 배출, 대기오염 및 영향을 파악하여 정책 기초자료를 수집-생산하기 위한 관련 공공데이터의 활용 수요를 검토하였다. 제5장에서는 도출된 데이터의 수요 중, 우선 해양수산부 차원에서 추진 가능한 항만·선박의 배출-오염과 관련한 데이터, 즉 가장 고수요 데이터이면서 다음 단계 데이터의 산출을 위해서 가장 시급히 확보되어야 할 ‘선박별 연료유 사용 정보’와 ‘항만 배출 원별 활동데이터’의 연계·활용 가능성을 검토하였다. 이는 향후 항만 대기질 모니터링 및 분석 예측을 위한 스마트화 추진 시 도출된 데이터에 대한 본격적인 연계·활용 가능성 검토에 앞서, 이를 위한 시범적인 검토의 성격으로 볼 수 있다.

1. 선박별 연료유 사용 정보

항만의 대기오염물질 배출량 산정단계에서, 선박의 배출량을 산정하기 위해서는 그 대상이 되는 선박의 범위를 입출항 선박으로 한정해야 한다. 항만 구역의 범위에 따라서 달라질 수 있으나, 대체로 어선을 제외한 여객선과 화물선, 예인선 등과 같은 기타선 등으로 구분할 수 있다.

현재, 이들 선박의 배출량은 선박별 연료유 사용량 정보를 활용하여 산정되고 있으나, 환경부의 산정체계, 심지어 최근 해양수산부가 개선대안으로 제시한 산정체계에서도 ‘공급량’, ‘사용량’, 그리고 ‘실제 소모량’과 ‘추정 사용량’ 등의 개념 등이 혼용되고 있다.⁹⁴⁾ 이는 선박별 데이터의 수집이 어려운 현 상황에서 ‘1년’ 동안 ‘전국’의 배출량을 추정하는 현재의 작업 조건에서는 효율적인 적용방안이기는 하지만 추후 방법론의 고도화, 공간 할당 개념의 도입 등을 고려할 때 시급히 개선되어야 하는 부분이기도 하다.

1) 선박별 면세유 및 과세유 공급 정보

면세유를 구입하여 사용하는 내항 여객선의 경우, 현재 선박의 연료유 사용 정보는 한국해운조합의 면세유 공급 자료를 통해 선박별 연료유 ‘공급량’ 데이터를 ‘사용량’ 값으로 적용하는 방법을 채택하고 있다. 하지만 연료유 공급량 또는 사용량 자료의 보고 또는 수집체계가 별도로 마련되어 있지 않은 과세유를 사용하기 때문에 일률적으로 수집이 어려운 내항 화물선과 기타 선박의 경우, 선박 제원 및 활동데이터 등을 이용하여 추정한 연료유 ‘사용량’ 정보를 적용하고 있다.

94) 안용성 외(2017), p. 43.

현재 선박별 연료유의 사용량은 물론 공급량에 대한 수집 또는 보고체계가 마련되어 있지 못한 상황에서, 이론적으로는 해양수산부가 수행 중인 '연안해운 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 일제 조사'의 결과자료를 활용하여 해당 정보를 파악할 수 있다. 일제 조사는 「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조 제5항 및 「해운법」 제3조, 제23조에 따른 내항 여객 및 화물 운송업체 약 800여 개의 선박 2,000여 척을 대상으로 하고 있으나, 자료 수집 방법은 법적 의무가 없는 자발적 설문조사 형식(최근 온라인 입력 방식으로 전환)으로, 조사 응답률이 저조하여 전체 선박에 대한 연료유 사용량 자료로 활용하기는 어려움이 있다.⁹⁵⁾

안용성 외(2017)는 이를 해결하기 위한 방안으로, 선박의 대기오염 물질 배출 감축에 1차적인 책임이 있는 선박의 소유자 또는 운영자가 선박의 연료유 사용정보를 관할 지방해양수산청(해양수산부)에 보고하고, 이와 별개로 급유업자는 해당 선박에 대한 연료유 공급정보를 보고하는 '이중 보고체계'의 도입을 제안한 바 있다.⁹⁶⁾ 이를 적용하게 되면, 면세유를 사용하는 내항 여객선 및 어선은 물론 과세유를 사용하는 내항 화물선 및 기타선의 경우에도 급유업체의 연료유 공급 정보와 선박 소유자의 사용 정보를 비교하여 보다 정확한 선박별 연료유 사용량을 파악할 수 있다.

2) 연료유 공급서(BDN)의 정보

한편, 기존 제도상 자료 생산의 의무는 있으나 보고 또는 수집에 대한 규정이 없어 확보하지 못하는 데이터에 대한 활용을 검토해야

95) 안용성 외(2017), p. 44.

96) *ibid.*, p. 88.

한다. 「해양환경관리법」에 따르면 선박급유업자는 연료유 및 공급 정보 등을 기재한 ‘연료유 공급서(BDN; Bunker Delivery Note)’를 작성하여 원본을 보관하고, 연료유를 공급받은 선박의 소유자는 사본을 3년간 보관하여야 한다.⁹⁷⁾ 이러한 기존의 제도를 활용하여 내항 선박의 연료유 공급자에 대하여 선박별 연료유 공급자료를 의무적으로 보고하도록 하고, 나아가 이를 전산으로 입력하여 보고하도록 한다면 적용시점을 기준으로 3년 전까지 공급된 선박별 연료유 정보의 수집이 가능할 것으로 보인다.

2. 항만의 배출원별 활동데이터

1) 선박의 활동데이터

항만 입출항 선박의 배출량을 산정하기 위해서는 항만 배출 관리 구역(안)의 진출입을 기준으로 이를 계산하여야 하기 때문에 기존의 Tier1 수준의 산정방법으로는 정확한 배출량의 산정이 어렵다. 이보다는 선박의 제원 및 활동데이터(이동 시간 및 위치 좌표 등)를 기반으로 하는 Tier3 수준의 산정 방식을 적용해야 한다. 이를 위해서는, 선박의 운항자료(활동데이터)를 제공하고 있는 해양수산부의 ‘항만운영정보 시스템(Port-MIS)’, ‘선박자동식별 시스템(AIS)’, 그리고 해양경찰청의 ‘해상교통관제 시스템(VTS)’의 데이터를 연계하여 활용하는 방안을 고려해 볼 수 있다.

앞서 살펴본 바와 같이, 무역항에 출입하고자 하는 모든 선박은 항만운영정보 시스템(Port-MIS)에 접속하여 입출항 신고를 해야 하

97) 「해양환경관리법」 제45조(연료유의 공급 및 확인 등)

며,⁹⁸⁾ 해당 시스템은 이 과정에서 수집된 선박별 제원 및 기본 정보, 입출항 시간 등의 정보를 선박자동식별 시스템(AIS) 및 해상교통관제 시스템(VTS)에 제공하여 공유하고 있다. 동시에, 선박자동식별 시스템(AIS)은 해상교통관제 시스템(VTS)에 입출항 선박 및 통항 선박의 제원 및 기본 정보, 이동 및 운항 관련 정보 등을 제공하고 있으며, 해상교통관제 시스템은 다시 입출항 관련 정보를 항만운영정보 시스템(Port-MIS)에 제공하고 있다.⁹⁹⁾

〈그림 5-1〉 해운-항만 운영시스템의 정보 공유



자료: 안용성 외, 「선박에 의한 대기오염물질 배출량 산정체계 개선 방안」,
한국해양수산개발원, 2017, p. 59.

(1) 선박자동식별 시스템(AIS)

선박자동식별 시스템은 각 기지국의 통신 범위(50 마일) 내에서 개별 선박의 연속적인 운항정보(위치, 속력, 침로, 시각 등)를 ‘좌표 및 시간’ 등의 형태로 수집-전송하고 있으며, 통합전산센터 및 ‘선박 모니터링 시스템’에 저장된 데이터는 원하는 형태의 전자 파일로 변환하여 추출할 수 있어 활용에 용이하다.

98) 「선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률」 제4조(출입 신고)

99) 안용성 외(2017), p. 59.; 선박자동식별 시스템(AIS)은 해상교통관제 시스템(VTS)에 선박명(Name), IMO번호(IMO), 호출부호(Callsign), 대지속도(SOG), 위도(LAT), 대지진로(COG), 경도(LON), 선수방위(Heading), 선박 종류(Type), 선화율(ROT), 흘수(Draught), 시간(Time), 폭(Beam), 길이(Length), 센서 자료(Sensor Data)를 제공하고 있다.

안용성 외(2017)는 이러한 정보를 사용하여, 특정 지점(위치)에서의 시간, 속력 등을 실시간으로 파악할 수 있기 때문에 Tier3 수준의 산정방식을 적용하는 방법론에 활용이 적합하며, 내항 선박은 물론 ‘국내 배출량 산정 경계구역’ 범위를 벗어나는 외항선의 경우에도 진입 및 이탈 등을 정확하게 파악하여 산정이 가능할 것으로 예측하였다.¹⁰⁰⁾

〈표 5-1〉 AIS의 선박운항정보(선박위치보고) 항목의 표시방법

선박운항정보 항목	표시 방법
선박의 고유번호	• IMO번호, 선박번호 또는 무선설비의 고유번호
선박의 위치	• 경도와 위도는 영문자 또는 기호 1자리와 도(度)와 분(分)을 6자리 숫자로 표시 (이때 분은 소수점 한자리까지 3자리수로 표시)
선박의 속력	• 소수점 한자리까지 4자리 숫자로 표시
선박의 침로	• 3자리 정수로 표시
시 각	• 세계표준시로 년(4)/월(2)/일(2)/시(2)/분(2)을 12자리 숫자로 표시

자료: 「선박위치 발신장치의 설치기준 및 운영 등에 관한 규정」 별표1(선박위치보고 항목의 표시방법)
(2016년 기준): 안용성 외, 「선박에 의한 대기오염물질 배출량 산정체계 개선 방안」,
한국해양수산개발원, 2017, p. 54에서 재인용

〈표 5-2〉 AIS 전송 데이터의 구분

구 분	AIS 데이터
정적 정보 (Static Information)	• IMO 번호 • 호출 부호, 선명 • 선장, 폭 • 선형 • 위치추정 안테나의 위치
동적 정보 (Dynamic Information)	• 선박의 위치(정확도 포함) • 시간

100) *Ibid.*, p. 60.

구 분	AIS 데이터
	• 대지침로, 대지속력, 선수방위, 항해상황, 선회를
항해 관련 정보 (Voyage Related Information)	• 흘수 • 유독성 화물 • 목적지와 도착 예정시간
안전 관련 메시지 (Safety Related Messages)	• 항해경고, 기상경고

자료: 국토해양부 보도자료, 「황해해역 선박안전을 중국과 공동 관리하기로 합의」(2008년 5월 7일 자): 안용성 외, 「선박에 의한 대기오염물질 배출량 산정체계 개선 방안」, 한국해양수산개발원, 2017, p. 56에서 재인용

선박자동식별 시스템(AIS)의 데이터를 활용하는 경우, Tier3 수준의 산정방식을 적용하여 항만 내 입출항 선박 및 통항 선박 등의 배출량을 보다 정확하게 산정할 수 있다. 하지만 현재 「선박위치 발신장치의 설치기준 및 운영 등에 관한 규정」에 따르면 선박위치발신장치를 설치해야 하는 선박은 전체 중 일정 부분에 불과하여, 항만 입출항 선박을 대상으로 한정해도 시스템의 미설치로 산정에서 제외되는 선박의 숫자가 적지 않다. 이를 규정하고 있는 「선박안전법」 및 시행규칙을 보면, 「해운법」에 따른 여객선, 「유선 및 도선사업법」에 따른 유선, 총톤수 300톤 이상의 외항선, 총톤수 500톤 이상의 내항선박, 총톤수 50톤 이상의 예선, 그리고 유조선 및 위험물 산적운송선은 모두 선박 위치발신장치를 설치하고 작동하여야 한다.¹⁰¹⁾

101) 「선박안전법」 제30조(선박위치 발신장치) 및 동법 시행규칙 제73조(선박위치발신장치 설치 대상선박)

〈표 5-3〉 선박위치발신장치 설치 대상 선박

구 분	선박 구분
설치 대상 선박	• 「해운법」에 따른 여객선 • 「유선 및 도선사업법」에 따른 유선 • 총톤수 300톤 이상의 외항선박 • 총톤수 500톤 이상의 내항선박 • 총톤수 50톤 이상의 예선, 유조선 및 위험물 산적운송선

자료: 「선박안전법 시행규칙」 제73조(선박위치발신장치 설치 대상선박)의 내용 재작성

이러한 기준에 따르면, 내항 화물운송사업을 위한 내항 화물선의 경우 2016년 기준 전체 2,076척(부산청 944, 인천청 383) 중 총톤수 500톤 이하 선박은 총 1,312척(총톤수 100톤 미만 609척, 100~300톤 미만 432척, 300~500톤 미만 271척 등)으로, 약 63%의 내항 화물선박이 산정에서 제외되게 된다.

(2) 해상교통관제 시스템(VTS)

해상교통관제 시스템(VTS)은 개별 선박의 기본적인 정보(선명, 호출부호 등)와 함께 항계 진출입 시간(입출항 시간) 등의 운항관련 시간정보를 실시간으로 수집하여 관제에 활용하고 있다. 선박자동식별 시스템(AIS)와 마찬가지로 Tier3 수준의 산정방식에 활용 가능한 데이터를 실시간으로 수집하여 이용하고 있는 것이다. 하지만 해상교통관제 시스템(VTS)은 본디 관제 범위 내 선박의 운항에 대한 실시간 관제를 목적으로 운용되고 있는 것으로, 관제 화면에서 실시간으로 나타나는 선박의 운항 정보는 화면을 녹화하는 형태로 보관할 수 있으며, 현재의 시스템 상에서는 이를 위치 및 시간 정보 등의 특정 수요에 따른 형태로 변환하거나 출력하는 것은 불가능하다.

관제 범위 내 모든 선박의 기본 정보, 위치, 방향, 속도 등 활동데

이터를 실시간으로 화면상에서는 확인 가능하다는 것은 해당 시스템에 제반 정보가 전송되어 수집되고 있음을 의미한다. 이는 해상교통관제 시스템(VTS)에 공유-연계되는 제반 데이터를 데이터화하여 실시간으로 수집-관리하는 데이터 연계-활용 기술을 개발하여, 이를 적용하면 항만 및 일정 지역 범위의 모든 선박에 대한 활동데이터를 실시간으로 수집하고 이를 빅데이터화하여 DB를 구축할 수 있음을 의미한다. 나아가 관제 범위를 육상의 항만 배출원까지 추가한다면 항만의 모든 배출원의 활동을 관제하고 이를 실시간으로 수집하여, 빅데이터 개념의 '항만 이동오염원 활동데이터 DB'를 구축, 운용할 수 있다.

하지만 해상교통관제 시스템(VTS) 역시, 선박자동식별 시스템(AIS) 설치 대상 선박보다는 상대적으로 범위가 넓지만, 관제 대상 선박의 범위가 제한적이다. 또한, 선박자동식별 시스템(AIS)은 기지국의 통신 범위가 50마일로 매우 넓은 반면, 해상교통관제 시스템(VTS)의 관제 범위는 기본적으로 항만 및 항계 범위를 포함하고는 있으나 상대적으로 국지적인 규모이기 때문에 향후 필요에 따른 물리적 범위의 확대에 제한이 있다.

〈표 5-4〉 해상교통관제 시스템(VTS) 관제 대상 선박

구 분	선박 구분
관제 대상 선박	• 국제항해에 종사하는 선박 • 총톤수 300톤 이상인 선박(내항 어선은 제외) • 「해사안전법」 제2조 제6호에 따른 위험화물운반선 • 여객선 • 총톤수 2톤 이상의 선박자동식별장치를 설치한 유선 • 선박길이 45미터 이상의 어선 • AIS 및 VTS를 설치한 300톤 이하의 선박(유조선 및 급유선, 폐기물, 운반선, 「항만법」상 어선 및 급유선, 도선선, 통선, 공사·작업선박, 관공선(해양조사선박, 순찰선, 표지선, 측량선, 어업지도선 등)

자료: 「선박교통관제의 시행 등에 관한 고시」 제4조(적용대상 선박)의 내용 재작성

2) 항만 트럭 및 하역장비의 활동데이터

현재 항만 내 육상구역 이동오염원의 활동데이터는 수집이 불가능한 상황이다. 우선, 항만을 출입하는 화물트럭의 경우 별도의 등록 제도가 마련되지 않아 항만당국에서는 출입 차량의 제원 등을 파악하기 어려우며, 항만 내 이동 시간 및 거리 등의 데이터 역시 확보가 불가능하다. 화물트럭의 활동데이터를 수집하기 위해서는 선행적으로 항만공사 또는 지방해양수산청 차원에서 출입차량 등록제도를 시행하여 이를 관리감독할 수 있어야 한다. 출입 차량의 항만 구역 진출입 시간을 수집하기 위한 방안으로는, 원거리 무선인식(RFID, Radio Frequency Identification) 기술에 기반한 항만 출입 관리시스템을 구축하여 진출입 시간 및 해당 게이트의 위치를 자동으로 기록·보고하거나 GPS(Global Position System) 기술을 추가 적용하여 항만 내 이동정보까지 수집·분석할 수 있다.

현재, 항만의 하역장비는 자동차 및 건설기계로 분류되지 않아 무등록 차량으로 볼 수 있다. 이들 역시 원거리 무선인식(RFID) 또는 RFID와 GPS 기술을 적용하여 가동 시간과 이동 거리, 위치 등을 파악할 수 있으며, 선박 및 항만 주요 배출원의 활동데이터 수집·분석 데이터를 공유하는 클라우드 플랫폼(Cloud Platform), 나아가 시뮬레이션 및 예측을 위한 지능형 플랫폼을 구축하여 친환경 항만 운영을 위한 패러다임 자체를 전환할 수 있다.

제2절 향만지역 대기질 개선을 위한 데이터의 연계 및 활용방안

1. 향만 배출원별 대기오염물질 배출량 분석 및 예측 시스템

‘향만 배출원별 대기오염물질 배출량 분석 및 예측 시스템’은 향만의 배출량값 산정을 위해 필요한 유효정보를 수집하고, 수집된 정보(유효인자)를 준비된 알고리즘에 적용하여 배출원별/대기오염물질별 배출량 결과값은 물론 조건 변화에 따른 향만의 배출원별/대기오염물질별 배출량 예측 결과 데이터를 도출하게 된다.

정보의 수집단계에서 선박 및 향만 하역장비, 트럭 등 향만의 배출원에 ‘센싱 디바이스-사물인터넷(IoT)’ 기반의 유무선 네트워크 기술을 적용, 배출원별 활동데이터 또는 제한된 샘플에 대한 배출 측정값을 실시간으로 수집하여 빅데이터화할 수 있다. 이를 적용하여 산출한 배출원별 배출량 결과값 역시 실시간 데이터 개념의 빅데이터의 형태로 산출된다.

〈표 5-5〉 향만 배출원별 대기오염물질 배출량 분석 및 예측 시스템

수집 데이터		시스템		산출 결과 데이터
• 향만 배출원 분류체계 -선박 배출원 분류체계 -향만 하역장비 등 육상 배출원 분류체계 • 향만배출원별 등록/제원 정보 • <u>향만 배출원별 활동데이터*</u> • 향만배출원별 연료유사용 정보 • 향만배출량산정구역 경계정보 • <u>향만배출원별/대기오염물질별 배출량</u>	→	향만 배출원별 대기오염물질 배출량 분석 및 예측 알고리즘	→	• <u>조건 변화에 따른 향만 배출원별/대기오염물질별 배출량 예측 결과 데이터</u>

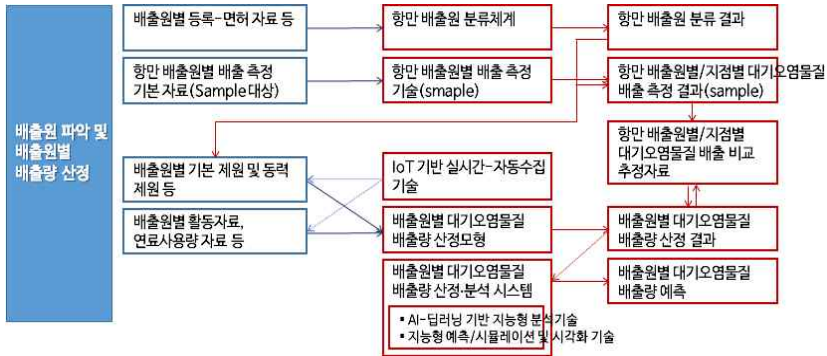
수집 데이터		시스템		산출 결과 데이터
• <u>항만 배출원별 배출량 측정값 (Sample)*</u> • <u>항만배출원별/지점별 대기오염 물질 배출량 비교 추정데이터*</u>				

주: 1) * 유무선 네트워크 기반의 센싱 디바이스의 활용으로 자동 수집이 가능한 데이터

2) _ 실시간 데이터 생성 및 활용으로, 빅데이터화

항만 물류방식의 변화, 부두 및 항만시설, 선박 등의 재배치 또는 선박 및 항만의 주요 배출원에 대한 저감 조치의 적용 등에 따른 입력 값의 변화(특정 조건의 변화)에 따라서 이로 인한 배출량의 변화 양상을 예측할 수 있다.

〈그림 5-2〉 항만 배출원별 대기오염물질 배출량 분석 및 예측 시스템 예시



자료: 저자 작성

2. 주요 항만도시별 대기오염물질 대기중 농도분포 분석 및 예측 시스템

항만 또는 인근지역의 대기오염물질의 대기중 농도분포 파악을 위해서는 배출량 및 오염도 측정값을 입력값으로 하는 대기질 모사를

수행해야 한다. 대기중 이동·확산 모형을 기반으로 하는 알고리즘을 적용하는 ‘대기오염물질의 대기중 농도분포 분석 및 예측 시스템’은 이를 위해 입력해야 하는 유효자료·정보를 수집하고, 수집된 정보(유효인자)를 적용하여 대기오염물질별/지점별 대기중 오염농도의 분포는 물론 특정 조건 변화에 따른 예측 결과 데이터를 도출하게 된다.

한편, 정보의 수집단계에서 항만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도 수집을 위한 측정대상 및 지점에 ‘센싱 디바이스-IoT 기반의 유무선 네트워크’ 기술을 적용하여 측정 지점별 대기중 오염농도 측정값을 실시간으로 수집하여 빅데이터화할 수 있으며, 이를 적용하여 산출한 농도분포 및 예측결과 역시 실시간 데이터 개념의 빅데이터의 형태로 산출된다.

〈표 5-6〉 주요 항만도시별 대기오염물질 대기중 농도분포 분석 및 예측 시스템

수집 데이터	시스템	산출 결과 데이터
• 조건 변화에 따른 항만배출원별/대기오염물질별 배출량 예측 결과 데이터 • 배출량 모형 수행 결과 자료 • 항만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도 측정값* -대기질 측정망 자료* • 기상모형 수행 결과 자료 -지표 및 고층기상대 관측자료 -기상 예보자료 • 대기오염물질별 대기중 농도 분포데이터	주요 항만 도시별 대기오염물질의 대기중 농도분포 분석 및 예측 알고리즘	• 조건 변화에 따른 대기오염물질별 대기중 농도분포 예측 결과 데이터

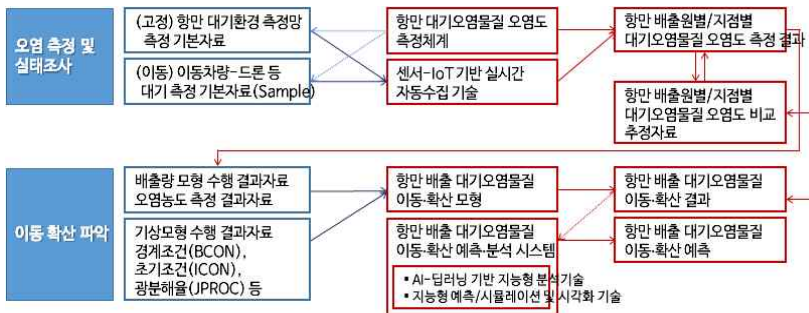
주: 1) * 유무선 네트워크 기반의 센싱 디바이스의 활용으로 자동 수집이 가능한 데이터

2) _ 실시간 데이터 생성 및 활용으로, 빅데이터화

선박 및 항만 주요 배출원에 대한 저감 조치를 적용하여 대상 지점

또는 특정 영역의 배출량에 변화가 생기거나 특정 자연현상 또는 기상현상 등에 의해 대기 중 오염 농도에 변화가 발생하여 입력값의 변화가 있는 경우, 항만 및 선박에서 발생한 특정 대기오염물질의 이동·확산의 양상 변화, 그리고 이로 인한 대기중 오염농도분포의 변화 양상 등을 예측할 수 있다. 아울러 배출물질의 이동 및 대기 확산 결과 시각화 기술을 개발·적용하여 분석 및 예측 결과를 용도에 따라서 2차원 또는 3차원으로 도출할 수 있다.

〈그림 5-3〉 주요 항만도시별 대기오염물질 대기중 농도분포 분석 및 예측 시스템 예시



자료: 저자 작성

3. 주요 항만도시별 대기오염물질 건강 위험도 분석 및 예측 시스템

지역사회의 보건적 영향을 파악하기 위해서는 오염도 측정값 및 지역별 보건 데이터, 지역별 건강 위험도 데이터를 입력값으로 하는 건강영향평가를 수행해야 한다. 지역 및 인구의 특성을 고려하여 대기오염물질에 의한 주요 건강영향별(사망, 질환 등) 농도반응 함수(CR-function)를 도출하고, 해당 지역의 인구분포 및 생애주기에 따른 노출 알고리즘을 적용하여 노출분포도를 작성해야 한다. 이를

적용하여 마련한 건강 위해도 평가 알고리즘을 적용하여 해당 지역사회의 건강 위해도 결과값은 물론 특정 조건의 변화에 따른 지역별 건강 위해도 예측 결과 데이터를 도출하게 된다.

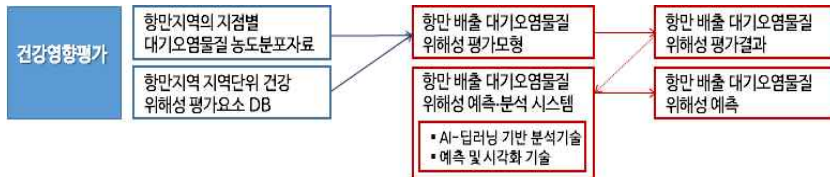
〈표 5-7〉 주요 항만도시별 건강 위해도 분석 및 예측 시스템

수집 데이터	시스템	산출 결과 데이터
• 조건 변화에 따른 대기오염물질별 대기중 농도분포 예측결과 데이터 • 지역별 인구 분포 데이터(일반 인구, 취약인구 등) • 지역별 보건/역학 데이터(사망, 질환, 입원율 등)	→ 주요 항만 도시별 대기오염물질의 건강 위해도 분석 및 예측 알고리즘 →	• 조건 변화에 따른 지역별 건강 위해도 예측 결과 데이터

주: 1) * 유무선 네트워크 기반의 센싱 디바이스의 활용으로 자동 수집이 가능한 데이터

2) _ 실시간 데이터 생성 및 활용으로, 빅데이터화

〈그림 5-4〉 주요 항만도시별 대기오염물질 건강 위해도 분석 및 예측 시스템 예시



자료: 저자 작성

이와 더불어, 주요 항만지역의 대기오염물질의 건강 위해도 평가 나아가 이를 활용한 보건·환경적 관리방안을 마련하기 위해서, 일정 지점 또는 지역별로 해당 지역의 특성 및 수요를 반영한 영향인자, 평가요소 및 유관 데이터를 연계한 통합 데이터베이스(DB), 즉 시스템을 운영하기 위한 기반 작업 역시 필요하다.

4. 항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)

앞서 제시한 ① 항만 배출원별 대기오염물질 배출량 분석 및 예측 시스템, ② 주요 항만도시별 대기오염물질의 대기중 농도분포 분석 및 예측 시스템, ③ 주요 항만도시별 대기오염물질의 건강 위해도 분석 및 예측 시스템의 단계별 시스템을 통합하여 이른바 ‘항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)’을 구성할 수 있다. 이는 기존의 데이터를 활용하여 웹이나 모바일로 작업을 수행하는 수준을 넘어서, 최신 디지털 기술을 용도에 따라 단계적으로 적용하여 가상 공간에 구축한 세계를 현실의 물리적인 세계와 연결하는 디지털 트윈(Digital-Twin) 개념의 사이버 물리적 시스템(CPS)을 구축·운용하는 것이다.¹⁰²⁾

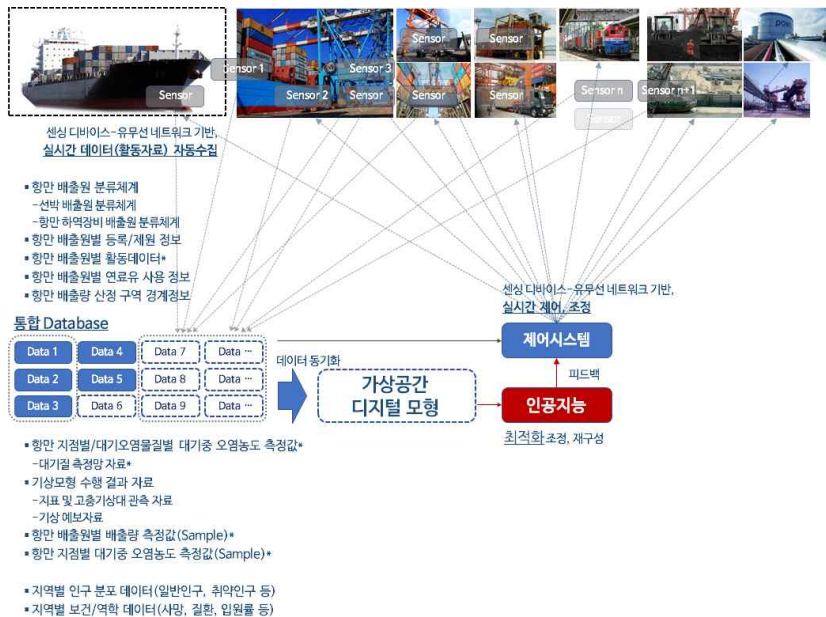
해당 시스템의 구조를 살펴보면, 우선 데이터의 수요 및 기존의 데이터의 유효성을 파악하고 이를 바탕으로 수집체계를 개발하여, 사물인터넷(IoT)으로 항만의 물류공정 및 기계설비 및 장비, 나아가 항만 및 항만의 물리적 환경 등을 연결하게 된다.

그리고 이를 통해 빅데이터를 수집하고 기간제 데이터 역시 통합적으로 연계하여 이를 인공지능(AI)으로 분석·예측한다. 이와 더불어 가상 공간에서 실제 항만의 개별 구성요소부터 물류의 공정까지 자동적·지능적으로 제어할 수 있는 사이버 물리적 시스템(CPS)을 도입하여 기존의 공정을 해체하는 동시에 지능형 자동제어시스템으로 재구성하게 된다. 이른바, ‘스마트 커넥티드’ 개념의 지능형 자동 분석·예측 및 제어시스템을 구축하고, 이는 추

102) 디지털 트윈(Digital-Twin) 기술은 사이버 물리적 시스템(CPS)의 일종으로, 향후 이른바 ‘Industry 4.0’의 구현을 위한 디지털 전환 및 활용 플랫폼 중 현재 구체화되고 있는 하나의 형태로 이해할 수 있다.

후 항만물류 및 운영, 선박의 관제 등 관련 분야까지 통합할 수 있는 ‘에코-스마트 항만(Eco-Smart Port)’의 기술적 기반으로 작용하게 되는 것이다.

〈그림 5-5〉 항만 대기질 개선을 위한 사이버 물리적 시스템(CPS) 적용 예시



자료: 저자 작성

‘항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)’을 통하여 항만의 배출 및 오염 현황, 이동-확산 및 보건적 영향에 대한 정확한 기초자료를 확보하는 동시에, 분석 알고리즘을 통해 ‘항만 배출-지역사회 대기오염-보건적 영향’의 인과관계, 영향 범위 및 위해 정도에 대한 정확한 예측, 규명할 수 있다. 나아가, 분석 및 예측을 위한 알고리즘에 딥러닝 기반의 인공지능(AI) 기술을 적용하여 결과

의 신뢰도를 제고할 수 있으며, 수집된 데이터와 분석 결과를 공유하는 클라우드 플랫폼(Cloud Platform) 구축을 통해 ‘스마트 커넥티드’ 개념의 친환경 항만 운영을 도모할 수 있다.

한편, 수집된 데이터를 바탕으로, 딥러닝 등 빅데이터 분석기법을 활용하여 항만의 배출과 인근 지역 간의 대기오염, 배출인자별 상관관계를 분석하고 특정 데이터를 추출할 수 있다. 또한, 추출·분석된 데이터를 활용하여 영향인자별 대기오염물질 또는 온실가스 대기오염 기여도를 도출하고, 이에 따른 상관관계 특성 모형 역시 구현할 수 있다.

〈표 5-8〉 항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)

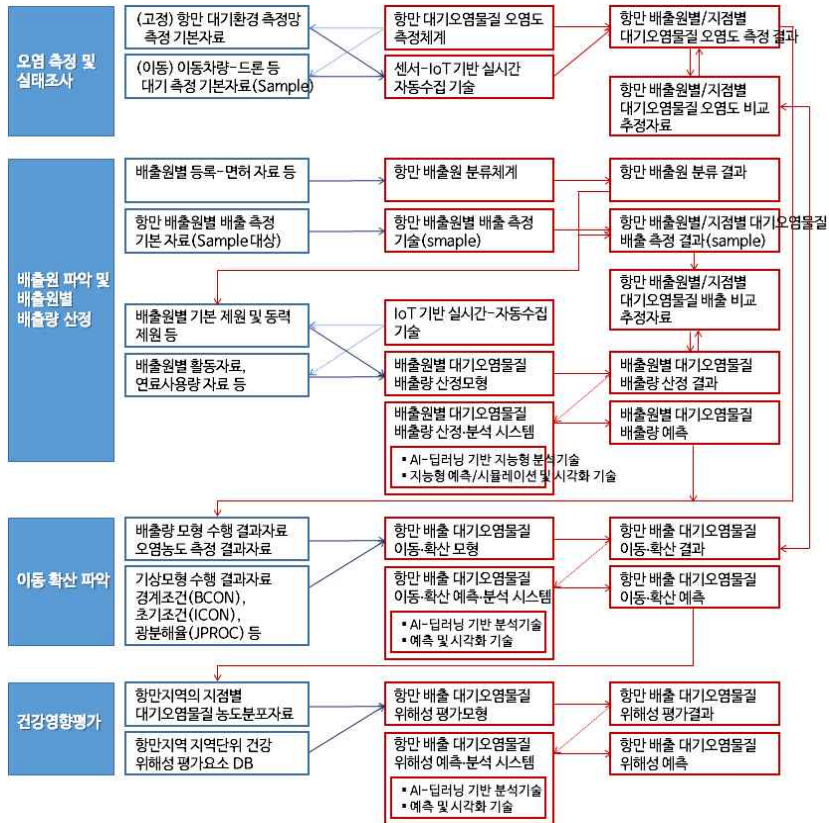
수집 데이터	시스템	산출 결과 데이터
• 항만 배출원 분류체계 -선박 배출원 분류체계 -항만 하역장비 등 육상 배출원 분류체계 • 항만 배출원별 등록/지원 정보 • 항만 배출원별 활동데이터* • 항만 배출원별 연료유 사용 정보 • 항만 배출량 산정 구역 경계 정보 • 항만 배출원별/대기오염물질별 배출량	항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 알고리즘 (배출량 분석 및 예측 + 대기중 농도분포 분석 및 예측 + 건강 위험도 분석 및 예측)	• 조건 변화에 따른 항만 배출원별/대기오염물질별 배출량 예측 결과 데이터
• 항만 배출원별 배출량 측정값 (Sample)* • 항만 배출원별/지점별 대기오염 물질 배출량 비교 추정데이터*		
• 조건 변화에 따른 항만 배출원별/대기오염물질별 배출량 예측 결과 데이터 • 배출량 모형 수행 결과 자료		• 조건 변화에 따른 대기오염물질별 대기중 농도분포 예측 결과 데이터

수집 데이터	시스템	산출 결과 데이터
• <u>향만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도 측정값*</u> -대기질 측정망 자료* • 기상모형 수행 결과 자료 -지표 및 고층기상대 관측자료 -기상 예보자료 • <u>대기오염물질별 대기중 농도 분포데이터</u>		
• <u>조건 변화에 따른 대기오염물 질별 대기중 농도분포 예측 결과 데이터</u> • 지역별 인구 분포 데이터(일반 인구, 취약인구 등) • 지역별 보건/역학 데이터 (사망, 질환, 입원율 등)		• <u>조건 변화에 따른 지역별 건강 위해도 예측 결과 데이터</u>

주: 1) * 유무선 네트워크 기반의 센싱 디바이스의 활용으로 자동 수집이 가능한 데이터

2) _ 실시간 데이터 생성 및 활용으로, 빅데이터화

〈그림 5-6〉 ‘항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)’의 단계별 분석 및 예측 예시



자료: 저자 작성

제 6 장

결론 및 정책제언

제1절 결론

최근 대기오염 및 이로 인한 유해성과 관련한 국민적 관심이 급증함에 따라, 항만 및 선박 활동에 대한 엄격한 배출 저감조치를 적용하거나 및 관리·감독을 강화하는 것에 대한 전 사회적 요구 역시 증대되고 있다. 이에 정부 및 항만당국은 대기질 개선을 위해 항만 및 선박의 대기오염물질 배출 저감을 위한 정책적 노력을 지속적으로 확대하고 있음에도, 국민이 느끼는 대기질의 수준은 크게 나아지지 않고 있으며 정책 및 사업의 추진, 성과 역시 부진한 것으로 나타나고 있다. 안용성 외(2019)는 항만의 배출 저감을 통한 대기질 개선을 도모하는 기존의 정책 및 사업의 성과가 부진하게 나타나고 있는 현 상황을 진단하고, 정책과정의 비효율은 물론 성과의 부진을 초래하는 주요인으로 ① 항만의 배출에 대한 감독·관리를 위한 법적 근거 미비, ② 예산 및 재원의 부족, ③ 배출 및 오염 현황 파악 또는 인과관계 규명을 위한 정책

기초자료의 미비 등을 제시하였으며, 이 중 기초자료 확보의 시급함을 재차 지적하고 있다.¹⁰³⁾

최근 ‘항만 대기질 특별법’의 제정으로 해당 연구에서 제시한 문제점을 개선하기 위한 근거는 마련되었으며, 특히 동법은 항만의 배출 및 오염, 이로 인한 지역사회의 대기질 등에 대한 실태조사를 유관부처 공동으로 수행하고 결과를 공유하여 이를 활용할 수 있는 방안을 강구하도록 규정하고 있다. 실제로 항만의 배출원 및 이들의 배출 실태, 배출된 물질의 이동·확산에 의한 대기오염, 이로 인한 지역사회의 보건적 영향 등에 대한 근거자료의 부재는 기존 정책의 과정에서 정확한 대상 및 방법론의 선정 등을 어렵게 하여 정책 및 이를 위한 사업의 비효율 또는 오류를 야기하는 한편 최종 결과물인 정책성과를 부진하게 하는 주요인으로 작용하고 있다. 하지만 이는 예산이나 법제도 마련과 같이 정책 입안자의 결단으로 일거에 해결할 수 있는 사안이 아니라 방법론의 개발, 제도의 수립 및 개선, 단계별 추진 등으로 중장기적인 시간이 소요된다는 데에 그 시급성이 있다.

이에 본 연구는 최근 제정되어 내년 시행 예정인 「항만지역 등 대기질 개선에 관한 특별법」의 이행을 위한 항만-항만지역 대기오염 및 영향과 관련한 고수요·고가치 공공데이터를 발굴하고 이를 연계·활용하기 위한 구체적 방안을 제시하고자 하였다. 이를 위하여, 우선 항만의 대기환경 관리와 관련한 국내외 법령 및 정책에 이어 데이터의 연계·활용과 관련한 국내외 법령 및 정책을 살펴보고, 국내외에서 운용 중인 항만 및 선박의 대기오염 모니터링 관련 데이터의 생산 및 연계·활용 현황을 조사, 분석하였다.

103) 안용성 외(2019b), pp. 126-130.

제3장에서는 전문가 세미나를 통해 문헌조사 및 심층 면담 등을 통하여 도출한 항만 및 선박 활동으로 인한 대기오염 및 영향과 관련한 데이터의 연계·활용 수요 및 장애 요인을 구체화하였다. 우선, 항만지역 대기질 개선 정책의 효과를 극대화하기 위하여 필수적으로 수행해야 하는 작업들을 ① 항만의 대기오염물질 배출·오염 현황 파악, ② 항만 배출 대기오염물질의 대기중 이동·확산, 건강영향 파악, ③ 항만 대기오염물질 통합 분석·예측 등 총 3가지 분야로 분류하여 도출하였다. 이어서, 분야별 전문가들의 의견을 반영한 수요 조사 결과의 분석을 통해, 앞서 제시한 3가지 그룹의 작업을 수행하기 위해서 필요한 고수요·고가치 데이터를 도출하고, 이들 데이터를 연계·활용을 어렵게 하는 장애요인을 극복하기 위한 개선방안을 구체적으로 제시하였다.

제4장에서는 항만의 대기오염 및 영향 파악을 위한 단계별 필수 데이터 중, 우선 해양수산부 차원에서 추진 가능한 항만·선박의 배출·오염과 관련한 데이터, 즉 가장 고수요 데이터이면서 다음 단계 데이터의 산출을 위해서 가장 시급히 확보되어야 할 ‘선박별 연료유 사용 정보’와 ‘항만 배출원별 활동데이터’의 연계·활용 가능성을 검토하였다.

마지막으로 제5장에서는, 특별법의 이행과 관련하여 관련 공공데이터를 연계·활용하기 위한 구체적 방안으로 ‘항만 배출원별 대기오염물질 배출량 분석 및 예측 시스템’, ‘주요 항만도시별 대기오염물질의 대기중 농도분포 분석 및 예측 시스템’, ‘주요 항만도시별 대기오염물질의 건강 위해도 분석 및 예측 시스템’, 그리고 이들을 단계적으로 통합하는 ‘항만 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)’의 구조 및 작동체계 등을 구체적으로 제시하였다.

앞서 살펴본 바와 같이, 항만의 대기오염 현황을 파악할 수 있는

기초자료의 부재는 정책의 개발은 물론 방법론의 선택, 수행의 과정에서 피할 수 없는 오류 및 비효율을 야기하고 있다. 미세먼지 정책의 효과를 극대화하고 최종적으로 항만 및 인근 지역사회의 대기질을 획기적으로 개선하기 위해서는, 선행적으로 정확한 현상 파악에 의한 인과관계 규명 및 분석·예측작업이 필요하다. 이는 유관 부처 및 기관 간 협업을 통해 필요한 데이터를 공유하고 이를 특정 문제의 해결을 위한 필요에 따라서 활용 할 수 있는 ‘오픈 플랫폼’의 형태로 구축, 운영함으로써 현실화할 수 있을 것으로 보인다.

제2절 법제도 정비방안

1. 항만 대기질 관련 공공데이터의 수집

항만은 「통합방위법」에 따라서, 국가 안보 및 국민 생활에 심각한 영향을 미치는 시설, 즉 ‘국가중요시설’로 분류되어 해양수산부와 국가정보원 등이 출입 및 정보의 제공 등, 보안사항을 관리·감독하고 있다.¹⁰⁴⁾ 항만 근로자 및 항만시설, 항만 내 특정 용도 공간 등의 대상에 따라서 「국제항해 선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률」 등의 관련 법령에 따라서 출입 및 행위, 시설 설치, 정보통신, 자료 수집 및 공유 등에 보안과 관련한 엄격한 제약이 있다.

선박 및 항만 하역 장비 등 항만 배출원의 등록정보 및 활동데이터

104) 「통합방위법」 제2조(정의)

역시 기본적으로는 제공 및 공유에 제한이 있는 보안사항이며, 부두 및 터미널 운영사, 하역-운송 업체, 선사 등의 항만사업자들이 장비의 제원 및 정보, 가동 시간 등의 활동 데이터, 연료 정보 및 사용정보의 정확한 내용을 자발적으로 보고해야 하는 법적 의무는 ‘영업 관련 비밀’ 및 ‘개인정보’ 등의 이유로 마련되지 않은 상황이다.

「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」 제9조(실태조사 등) 또는 「항만법」 제22조의2(환경실태조사)에서 「해운법」 및 「항만운송사업법」 등 관계 법령에 따른 면허·허가·등록 등을 받아 항만구역 안에서 사업을 영위하는 항만사업자¹⁰⁵⁾가 항만지역 등의 대기질 현황 및 변화에 대한 실태조사를 위하여 배출원의 등록정보 및 활동데이터 등 필요한 데이터를 보고하도록 규정해야 한다.

한편, 선박 및 트럭, 항만 하역 장비 등의 배출량 또는 활동데이터의 측정 및 수집을 위하여 항만구역 내 유무선 네트워크, 센서 측정 및 제어장비의 설치 및 운용을 위한 사항을 「항만법」 또는 항만 대기질 특별법과 하위법령에서 규정하여, 항만 내의 스마트화 작업 및 이를 위한 기술기반 구축·활용에 법적 근거를 제공해야 한다.

2. 공공데이터의 연계 및 공유를 위한 조치

앞서 제3장에서 국내 항만지역의 대기질 개선 정책의 추진을 위해 필수적으로 수행해야 하는 작업을 분야별 특성과 활용의 단계에 따라서 ① 항만의 대기오염물질 배출·오염 현황 파악, ② 항만 배출 대기오염물질의 대기중 이동·확산, 건강영향 파악, ③ 항만 대기오염물질 통합 분석·예

105) 「항만법」 제22조의3(온실가스 등 감축)

측 등 총 3가지 분야로 분류하고, 이를 수행하기 위해 필수적인 공공데이터의 수요를 도출하였다. 하지만 이들 필수 데이터의 상당 부분은 보안 등의 이유로 용도 및 연계기관이 제한되어 있거나, 개인 및 기업의 민감정보로 비공개 대상으로 분류되어 있는 경우가 많다.

예를 들어, 앞서 살펴본 ‘선박자동식별 시스템(AIS)’의 선박 운항자료의 경우 수집된 정보를 국가안보실 위기관리센터, 행정안전부 등 법에서 규정된 특정 부처 및 기관에 한정하여 제공할 수 있도록 되어 있으며, 해상에서의 재난 및 안전사고의 예방과 수습, 해상테러 및 해적·무장강도 사고에 대한 신속한 대응, 국가위기관리 등 동 규정에서 규정하는 특정의 목적 외의 용도로 이를 이용하고자 하는 경우에는 선박소유자의 동의를 받도록 하고 있다.¹⁰⁶⁾ 선박의 활동데이터를 해당 시스템에서 구득하려 하는 경우, 해당 규정에서 ‘대기환경 개선’ 또는 ‘대기오염 실태 조사’ 등의 용도를 추가하는 방안을 고려해야 할 것으로 보인다.

필요한 데이터가 개인 및 기업의 민감정보를 포함하는 경우, 「공공데이터 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」은 비식별 조치 등 기술적으로 분리할 수 있는 때에는 해당 부분을 제외한 공공데이터를 제공하도록 하고 있다.¹⁰⁷⁾ 이에 따라서, 항만의 출입 차량 및 장비 등록·활동 정보, 보건 및 의료·역학자료 등은 우선 비식별화 조치를 적용하여 ‘익명 자료’화하고, 공공의 목적으로 사용하는 경우와 민간에 개방하는 경우에 비식별 조치의 수준을 차별적으로 적용하여, 민간에 제공하는 데이터에서는 해당 개인이나 기업을 추정할 수 없도록 해야 한다. 이는 항만 대기질 특별법에서 추가적으로 규정하거나 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」에서 규정하고 있는 ‘해양환경

106) 「선박위치발신장치 설치기준 및 운영 등에 관한 규정」 제9조(선박모니터링시스템의 운영 등)

107) 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」 제17조(제공대상 공공데이터의 범위)

통합정보망'을 구축·운영하기 위한 법령에서 이러한 비식별 조치의 의무 및 주체를 규정하고, 하위법령에서는 구체적 사항 및 방법을 제시해야 할 것으로 보인다.

3. 수요 기술 및 시스템 관련 기술 기준 및 표준화

항만의 배출 및 오염, 이동·확산 및 영향을 모니터링하고, 시뮬레이션에 의한 분석 및 예측작업을 수행하기 위한 '항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)'은 유무선 네트워크 기반의 사물인터넷(IoT) 기반의 구성요소 간 연결이 그 시작점이다. 항만의 물류공정의 모든 구성요소, 대기질 측정망, 일정 대상에 대한 배출 및 오염 측정 등을 연결하여 센서 기반의 데이터를 실시간으로 자동수집하고 이를 인공지능이 분석·예측하여 최적화 또는 자율 제어를 위한 결과물을 산출하는 시스템으로, 이를 통하여 가상 세계에 구축된 모형이 항만 및 항만의 물리적 환경과 연결된다.

하지만 센싱 디바이스와 유무선 네트워크 기술을 적용하여 배출 및 오염을 측정하는 경우, 기술 및 측정 결과에 대한 기준이 아직 마련되지 않아 실제 데이터로 인정되기 어렵다. 아울러 항만 물류 또는 대기질 모니터링 및 분석·예측을 위한 사이버 물리적 시스템(CPS), 즉 디지털 트윈 시스템과 이를 구현하는 기술에 대한 기준 역시 필요하다. 이는 기술 개발 및 실증을 통해 구체화될 수 있는 사항으로, 우선 이를 위한 기술 개발이 이루어져야 한다. 하지만 최근 항만 및 해상물류 분야에서 추진되고 있는 수많은 스마트화 작업의 추진에 있어서도, 공통되는 구성요소 및 데이터의 연계, 나아가 적용

기술의 방식 또는 형태에 있어서 표준화 또는 통합적 일원화의 과정이 필요하다.

아직 구체화되지 않은 ID 4.0을 규정하기는 어려우나, 이미 이를 구현하기 위한 구체적 방법론으로 개발·적용 중인 디지털 트윈 시스템 및 이를 위한 새로운 기술에 대해서는 부처 차원의 ‘스마트화 전략’ 또는 이를 위한 지침 등에서 체계적인 시간표에 따라서 기술 기준을 마련하고, 이를 국내 표준화 과정을 거쳐 국제사회의 표준화를 추진할 수 있다.

제3절 정책제언

1. 데이터의 공유·활용을 위한 범부처 차원의 전략 마련 필요

현재 항만 및 선박, 대기환경 관련 데이터는 특성 및 용도에 따라서 보통 1년 또는 반기 정도의 주기적 보고에 의한 데이터의 형태로 수집되고 있으며, 환경부에서 공식적으로 매년 공개하고 있는 ‘국가 대기오염물질 통계’ 외에는 많은 부분에서 관련 법령 또는 관리·운영 주체의 판단으로 공개·공유되지 못하고 있다. 하지만 앞서 수요조사 및 분석과정에서도 살펴보았듯이 항만의 배출 및 오염, 이로 인한 국민 보건상의 위해 정도를 개선하기 위해서는 국내 항만의 대기오염 및 영향 현상 및 이로 인한 문제를 정확하게 파악하기 위한 작업들이 단계적으로 추진되어야 하며, 이를 위해서는 수많은 데이터가 확보되어야 한다.

항만지역 또는 항만을 포함하는 권역의 대기질 개선을 공동의 목표로 이러한 공공데이터를 각자의 역할과 역량에 따라서 체계적으로 생산하고 이를 수요에 따라서 연계·공유·활용하기 위해 필요한 사항을 정리·제시하는 범부처 차원의 전략 마련이 시급하다.

1) 항만 대기질 개선을 위한 데이터 연계·활용 전략(안)

‘항만 대기질 개선을 위한 데이터 연계·활용 전략(안)’은 데이터 공유 및 연계의 목적을 명시하고, 이를 위한 데이터의 수요 및 용도 등을 명확하게 제시해야 한다. 항만 대기질 개선 또는 이를 위한 기초자료(배출 및 오염, 이동 및 확산, 이로 인한 지역사회에 영향 등) 확보를 공동의 목표로, 이를 구현하기 위한 작업 및 작업 수행을 위해 필요한 데이터의 수요를 정확하게 파악해야 한다. 이어서, 필요한 데이터 또는 이를 대체할 수 있는 데이터의 유무, 생산 및 관리의 주체, 공유 장애 요인(민감정보 등)에 대한 현황 파악이 이루어져야 한다. 그 결과에 따라서, 현재 기관에서 수집 또는 생산 중인 데이터의 형태 또는 종류를 확대하거나 조정하고 특정 데이터의 수집·생산을 추가적으로 요청할 수 있다.

2) 센싱 디바이스-사물인터넷(IoT) 기술 적용으로 빅데이터화 추진

이와 더불어, 데이터의 생산-연계를 넘어서 활용의 다양성을 도모하기 위해서는 가능한 부분에 대한 빅데이터화를 고려해야 한다. 이는 항만지역 대기질 개선을 위한 빅데이터 생산 및 활용 역량의 선순환 구조를 구축하기 위한 것으로, ‘스마트화’를 위한 기술적 기반 마련의 성격으로 이해할 수 있다. 추후 다음에서 제시하는 ‘스마트화 전략

(안)과 연계 또는 통합하여 추진해야 할 것으로 보인다.

앞서 수요조사 및 분석과정에서 도출한 국내 항만 대기오염 및 영향 파악을 위한 고수요·고가치 작업과 이를 수행하기 위해 필요한 공공데이터는 크게 등록 및 통계 등에 의한 기본 정보(제원 및 등록 정보, 인구 분포 등)와 측정 및 산정·평가 등에 의한 정보 등으로 나눌 수 있다. 이 중 측정 또는 조사 등의 방법에 의한 수집 정보는 이른바 ‘센싱 디바이스-사물인터넷(IoT)’ 기반의 유무선 네트워크 기술을 적용하여 실시간 자동 수집에 의한 빅데이터화가 가능하다. 또한, 이를 적용하여 산정·평가 등 알고리즘에 의해 산출한 결과값 역시 실시간 데이터 개념의 빅데이터 형태로 산출할 수 있다.

이러한 과정을 통하여, 항만 및 선박의 배출 및 오염 현황, 이동-확산, 이로 인한 영향 등을 파악하기 위한 수집 정보, 산정·평가·예측 결과 등의 공공 빅데이터를 유관부처 및 기관, 나아가 민간에 공유하여 새로운 고수요·고가치 활용모델을 발굴하고 이를 확산하기 위한 기반 생태계, 즉 빅데이터 활용을 위한 기술 환경을 구축해야 한다.

2. 국가 또는 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진 필요

우리 정부는 사회 전반에 4차 산업혁명의 개념을 도입하여, 산업 및 국민 생활과 관련한 제반 활동의 최적화를 실현하기 위한 ‘스마트화’ 작업을 추진 중이다. 이에 항만 및 해상물류 분야 역시 현재 ‘스마트화’를 통한 혁신을 준비 중이다. 하지만 이른바 ‘스마트 기술’은 적용 자체에 의미를 두기보다 문제의 해결을 위한 수단으로 적용되어야 한다. 즉 스마트화는 ‘현재 및 미래의 현안 및 문제 해결을 위한 신기술 또는 융복합 기술의 개발 및 적용의 방향’으로 추진되어야 하며, 이러

한 과정에서 해당 부처 및 기관 나아가 국민은 단순한 수요자가 아니라 기술 개발 및 적용, 이를 위한 정책 개발의 주도자가 되어야 한다.

이를 체계적으로 추진하기 위하여 국가 또는 부처 차원에서 해결이 필요한 문제와 이를 해결하기 위한 기술적 방안, 그리고 현재의 기술적 및 정책의 환경에 대한 평가, 활용 가능한 자원 및 연계·활용 전략 등을 구체적으로 제시하는 스마트화 전략 수립이 필요하다.

국가 또는 부처 차원의 체계적인 스마트화를 추진하기 위한 ‘스마트화 추진 전략(안)’은 우선 해결이 필요한 현안 및 가까운 미래에 발생할 것으로 예측되는 문제 등을 파악하고, 이를 해결하기 위한 스마트화(Smartification) 작업, 즉 인공지능(AI)과 사물인터넷(IoT)의 연계, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 기반의 신기술 적용방안 및 이를 위한 정책적·기술적 방안을 제시해야 한다. 다시 말하면, 4차 산업의 시대에는 모든 게 4차 산업화되어야 한다는 명제에 의해서 성과 확대 위주로 추진하기보다는, 최종 수요자인 국민 삶의 질 개선이라는 분명한 목표 아래에서 이를 실현하기 위한 서비스의 혁신, 새로운 가치 창출, 나아가 이를 위한 신기술의 활용 및 연계 방안이 정리되어야 한다는 것이다.

아울러 각 분야별 디지털 전환 수준을 진단하고, 자동화 등 아직 ‘3차 산업혁명(Industry 3.0; ID 3.0)’ 단계에 도달하지 못한 분야에 대해서는 우선 ‘스마트화’를 전제로 기술 개발 및 DB 또는 자동화 플랫폼 구축을 완료한 후에 ‘4차 산업혁명(Industry 4.0; ID 4.0)’을 위한 기술 적용을 추진해야 한다. 예를 들어 현재 항만물류 분야에서는 ‘ID 4.0’ 개념의 ‘Port 4.0’ 즉, ‘스마트 항만’ 구축을 추진하고 있으나, 우리나라의 항만은 아직 ‘Port 3.0’의 수준에도 미치지 못하고 있으며, 이른바 스마트 항만을 구축하기 위해서는 우선 자동화를 위한 기술 개발 및 적용, 이를 통한 효율적 데이터베이스 구축이 시급하다.

ID 4.0 개념의 ‘에코-스마트 항만(Eco-Smart Port)’ 구현을 위해서는, 선행적으로 항만 및 선박, 항만지역의 대기오염 관련 공공데이터 기반 빅데이터의 생산-연계-활용을 위한 생태계를 구축하고, 이를 활용함에 있어서 빅데이터 기반의 사이버 물리적 체계(CPS), 즉 M&S(Modeling & Simulation) 또는 디지털 트윈(Digital-Twin)과 같은 인공지능(AI)과 사물인터넷(IoT)의 연계, 클라우드 컴퓨팅 등 신기술 등을 적용할 수 있다.

3. ‘항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)’ 구축 및 운용

본문에서 제안한 ‘항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)’은 현재 가능한 부분부터 사물인터넷(IoT) 기반의 자동 수집으로 실시간 데이터 수집체계를 구축하고, 분석 및 예측을 위한 지능형 M&S 또는 디지털 트윈 기술 등을 순차적으로 적용하여 ‘스마트 항만’ 운영 플랫폼의 프로토콜을 만드는 작업으로 볼 수 있다. 이는 통합 모니터링 및 분석·예측을 위한 데이터의 대부분이 최근 각 분야에서 개별적으로 추진 중인 ‘스마트 항만’ 또는 ‘스마트 해상물류’ 구현을 위한 데이터와 일맥상통하기 때문이다. 따라서, 해당 분석·예측 플랫폼을 구축하여 이를 순차적으로 고도화하는 동시에 항만 물류의 수준을 디지털 기반의 자동화, 즉 ‘Port 3.0’의 수준까지 도달할 수 있도록 병렬적으로 추진한다면, 추후 스마트 항만 운영을 위한 또 다른 지능형 알고리즘을 추가 레이어의 형태로 해당 플랫폼에 추가할 수 있으며, 이는 곧 스마트 항만 운영을 위한 지능형 통합 플랫폼으로 작동하게 된다.

또한, 해당 시스템의 구축·운용으로 ‘친환경 스마트 항만(Eco-

Smart Port)’ 추진을 위한 대내외 기술역량 강화의 기반을 마련할 수 있다. 우선, 항만·선박의 배출 및 오염현황, 영향 등에 대한 정확한 기초자료의 ‘수집-생산-관리-분석-예측’ 체계를 구축함으로써, 디지털 전환을 기술적 기반을 공고히 함은 물론, 이를 통하여 현상 파악 및 인과관계 규명을 기대할 수 있다. 동시에 분석 및 예측결과의 시뮬레이션, 시각화, 나아가 이를 위한 Visual-Analytic Tool 등의 기술 개발 및 적용으로, 항만 및 선박에 대한 대기오염물질 배출 저감 및 관리정책 또는 미세먼지 관련 국민 보건정책을 시행하기 전에 사전 진단 또는 부작용 등을 예측할 수 있는 시스템 구축이 가능하다.

동시에, 국내 항만의 물리적·환경적 조건에 적합한 항만 대기오염 모니터링, 분석 및 예측, 이를 활용하기 위한 인터페이스 또는 연계 기술 등을 개발·적용함으로써, 항만의 친환경 운영을 위한 기술적 방안과 정보통신기술 기반의 4차 산업 핵심기술과의 융합을 내재화할 수 있다. 이는 가까운 미래에 항만 및 해상 물류산업과 통합적으로 연계·활용하기 위한 기술적 기반을 마련하는 작업으로, 항만 대기질 분야의 선제적 활용으로 미래 친환경 스마트항만 구축의 핵심기술을 확보함으로써 국내외 항만 분야 디지털 전환 시장을 선도하기 위한 전략의 첫 번째 시작이 되어야 한다.

4. 국내외 항만 대기오염물질 관리기술 표준화를 통한 신규 항만 환경시장 창출

통합 모니터링 및 예측 기술 및 이를 위한 세부 기술의 개발·적용으로 항만활동으로 인한 대기오염물질의 저감 및 관리를 위한 표준

체계를 도출해야 한다. 이를 통하여, 항만 내 대기환경 관리 및 친환경적 운영은 물론 항만 인근 지역사회의 관련 업무 역시 표준화하여 효율성과 신뢰도를 제고할 수 있다. 또한, 이를 최근 정부가 추진 중인 스마트 항만-해상물류 인프라 구축 작업과 연계하여 4차산업 기술 및 이들의 융복합 기술을 활용한 항만 대기환경 관리 및 모니터링, 나아가 항만운영의 최적화를 도모할 수 있다.

통합 모니터링 및 분석·예측 기술 기반의 항만 대기오염물질 관리 표준체계, 그리고 이를 위한 기술 및 시스템의 기준 및 표준안을 개발하여, 국내주요 항만에 대한 적용 확대 과정을 거쳐 향후 아시아 역내 항만기구 혹은 IMO(국제해사기구), ISO(국제표준화기구) 차원의 관련 기술 표준안으로 제정되도록 추진해야 한다.

이와 더불어, ODA 대상 국가에 필요한 ‘적정기술’ 개념의 ‘항만지역 대기오염물질 모니터링 및 관리 표준 시스템’의 모듈과 이를 위한 세부 적용 기술 등을 개발하여 기술지원 사업의 형태로 국가 차원의 항만-환경 ODA 사업을 추진 할 수 있다. 이는 기술 확산을 통해 세계시장을 선도하기 위한 기반을 확보하는 동시에 국내 항만환경기술 산업의 해외 시장 진출을 위한 마중물 성격의 사업으로 육성 가능할 것으로 보인다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

- 강남산·이법석·김상용·이정진·윤현규, 「MRV 규제 대응을 위한 국제해운 에너지 효율 포탈 시스템 개념 설계」, 제22권 제1호, 2016.
- 강남산·이정엽·홍연정·변상수·김진형, 「국제해사기구 데이터수집시스템 도입에 따른 MRV 지원시스템의 기술적 분석」, 제23호 제1호, 2017.
- 과학기술정보통신부, 「데이터 기반 혁신 성장·일자리 창출 본격 시동」, 과학기술정보통신부 보도자료, 2019.
- 관계부처 합동, 「미세먼지 관리 종합대책」, 2017.
- _____, 「제4차 해양환경종합계획」, 2011.
- _____, 「제3차 녹색성장 5개년 계획」, 2019. 5.
- 국토해양부, 「제3차 전국 항만기본계획」, 2011. 7.
- 김진희 외, 「고수요·고가치 공공데이터 발굴 및 활용 방안 연구」, 산업통상자원부, 2015.
- 송하덕·한승수·백승화, 「인더스트리 4.0 표준 분석 및 한국의 스마트공장 표준화」, 『표준인증안전학회지』, 제6권 제4호, 2016.
- 안용성·육근형·김지윤, 「선박에 의한 대기오염물질 배출량 산정체계 개선 방안」, 한국해양수산개발원, 2017.
- 안용성·이기열, 「특별법 이행을 위한 항만 대기오염물질 관리제도 정비 시급」, 『KMI 동향분석』, 제111호, 한국해양수산개발원, 2019a.
- 안용성·정세마·김태일, 「친환경 선박법 이행을 위한 구체적 후속 조치 필요」, 『KMI 동향분석』, 제125호, 한국해양수산개발원, 2019b.
- 안용성·육근형·김대경·이혜영, 「국내 항만의 대기오염물질 관리정책 및 제도 개선방안 연구」, 한국해양수산개발원, 2019c.
- 안용성 외, 「항만 대기오염 통합 모니터링 및 예측 기술 개발 공동기획연구」, 2019d.
- 임준원·최경현, 「공공데이터 개방 정책이 공공 혁신에 미치는 영향에 관한 연구」, 2017.

- 전병진·김희웅, 「공공 빅데이터 개방 및 활용 활성화 방안에 대한 연구」, 2017.
- 전형모·최상화·이언경, 「현장수요기반 IoT/빅데이터 항만하역 안전시스템 구축방안 연구」, 한국해양수산개발원, 2017.
- 정보통신기술진흥센터, 「4차산업혁명을 위한 디지털 트랜스포메이션」, 2018.
- 질병관리본부, 「미세먼지/황사 건강피해 예방 및 권고지침 개발연구(호흡기질환)」, 2014.
- 한국마케팅연구원, 「Digital Transformation(디지털 전환) 전략과 문제점」, 2019.
- 한국법제연구원, 「빅데이터 관련 개인정보 보호법제 개선방안 연구」, 2017.
- 한국선급, 「선박 연료 사용량 데이터 수집 시스템」 발표자료, 2018.
- 한국해양수산연수원 외, 「선박자동식별시스템 수신율 향상을 위한 개선방안 마련 연구」, 2016.
- 해양경찰청, 「선박교통관제 관련 고시 및 행정규칙」, 2018.
- 해양수산부, 「녹색성장 추진 계획」, 2009.
- _____, 「전국 해상교통관제 안내서」, 2013. 12.
- _____, 「해운항만물류통합정보망 구축 기본계획」, 2014. 12.
- _____, 「제3차 전국 항만기본계획 수정계획(2016-2020)」, 2016. 9.
- _____, 「(사전행정정보공표) 선박자동식별시스템 운영 현황」, 2018. 5. 28.
- _____, 「제4차 전국 항만기본계획 수립 추진」, 해양수산부 보도자료, 2018. 6.20.
- _____, 「항만지역 등 대기질 개선에 관한 특별법안 본회의 통과」, 해양수산부 보도자료, 2019. 3. 13.
- _____, 「항만·선박 분야 미세먼지 저감 강화방안」, 2019. 6.28.
- 해양수산부·선박안전기술공단, 「IMO DCS(선박연료유 사용량 보고제도) 사용자 매뉴얼」, 2019.
- 행정안전부, 「범정부 데이터플랫폼 구축으로 혁신성장 선도」, 행정안전부 보도자료, 2018.

행정안전부, 「2019년 정부혁신 6대 역점 추진분야 확정」, 행정안전부 보도자료, 2019.

〈국외 문헌〉

OECD, *The economic consequences of outdoor air pollution: POLICY HIGHLIGHTS*, 2016.

Corbett, James J. et al. "Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment", *Environ. Sci. Technol.*, 41(24), 2007.

〈인터넷 자료〉

경기평택항만공사 블로그, <http://blog.naver.com/PostView> (검색일: 2019. 8. 5.)

공공데이터 포털, <https://www.data.go.kr/> (검색일: 2019. 7. 3.)

데일리안, "비슷한 앱만 수십개... 디지털 외치는 금융그룹의 '민낯'", <http://www.dailian.co.kr/news/view/802422/?sc=naver> (검색일: 2019. 6. 18.)

선박온실가스종합관리시스템 홈페이지, <https://www.sem.go.kr/portal/login.do> (검색일: 2019. 7. 5.)

인천항만공사, 항만운영정보시스템, <https://www.icpa.or.kr/content> (검색일: 2019. 8. 5.)

제주특별자치도, 해양수산정보, <https://www.jeju.go.kr/farm/ocean/mis.htm> (검색일: 2019. 8. 5.)

해양수산부, 해운항만물류정보시스템, <http://www.mof.go.kr/article> (검색일: 2019. 8. 5.)

DNV·GL 홈페이지, <https://www.dnvgl.com/maritime/insights/topics/EU-MRV-and-IMO-DCS/index.html> (검색일: 2019. 7. 3.)

Nature, "Pollution: Three steps to a green shipping industry", <https://www.nature.co>

m/news/pollution-three-steps-to-a-green-shipping-industry-1.19
369 (검색일: 2019. 6. 7.)

〈법령 자료〉

- 「개인정보 보호법」(법률 제14839호, 2017. 10. 19.)
- 「건설기술 진흥법」(법률 제16135호, 2019. 7. 1.)
- 「공간정보산업 진흥법」(법률 제14087호, 2017. 3. 23.)
- 「공공기관의 정보공개에 관한 법률」(법률 제14839호, 2017. 7. 26.)
- 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」(법률 제14839호, 2017. 7. 26.)
- 「국가정보화 기본법」(법률 제15369호, 2019. 2. 22.)
- 「기상법」(법률 제14786호, 2018. 4. 19.)
- 「기상산업진흥법」(법률 제16101호, 2019. 1. 1.)
- 「대기환경보전법」(법률 제16266호, 2019.01.15.)
- 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」(법률 제16303호, 2019.03.26.)
- 「발명진흥법」(법률 제16172호, 2019. 4. 1.)
- 「선박교통관제의 시행 등에 관한 고시」(해양수산부령 제284호, 2018. 5. 1.)
- 「선박안전법」(법률 제16215호, 2019.01.08.)
- 「선박위치발신장치의 설치기준 및 운영 등에 관한 규정」(해양수산부고시 제2017-130호, 2017. 9. 21.)
- 「선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률」(법률 제16280호, 2019. 1. 15.)
- 「저탄소 녹색성장 기본법」(법률 제16133호, 2018.12.31.)
- 「전자정부법」(법률 제14914호, 2017. 10. 24.)

「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」(법률 제16021호, 2019. 6. 25.)

「통계법」(법률 제14843호, 2018. 2. 10.)

「통합방위법」(법률 제14839호, 2017. 7. 26.)

「항만법」(법률 제16160호, 2018.12.31.)

「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법」(법률 제16308호, 2019.04.02.)

「해양환경관리법」(법률 제16215호, 2019.01.08.)

「행정절차법」(법률 제14839호, 2017. 7. 26.)

기본연구보고서 발간목록

2019년

01	한반도 평화 체제 수립 대비 해양 관련 법제도 정비 방안	최지현
02	수산부문 전망모형「KMI-FOSiM」구축 연구(2차년도)	이현동
03	4차 산업혁명 시대의 스마트 어촌 구축방안 연구	박상우
04	해양수산업 분야 예방적 위험분석 기반구축 연구	최석우
05	연안토지의 공공적 관리 강화를 통한 연안관리 효과 제고방안	윤성순
06	선박 배출저감기술의 국내 보급·활용 촉진을 위한 제도개선 방안 연구	안용성
07	해양레저관광서비스 산업 육성방안 연구	최일선
08	주요국의 해양유전자원 관리체계 강화에 대응한 정책방안 연구	박수진
09	하천·해양 수질의 연계·통합 관리 체계 연구	장원근
10	총허용어획량(TAC) 기반 수산자원관리 강화 방안 연구	이정삼
11	우리나라 수산업·어촌의 공익적 가치 평가 및 보존에 관한 연구	류정곤
12	우리나라 원양산업의 사회적책임 실천 강화를 위한 정책연구	정명화
13	수산업 노동시장 구조 분석과 노동정책 영향분석 연구	한광석
14	우리나라 정기선 해운정책 개선 방안 연구	김태일
15	국내외 해운금융 비교를 통한 국내 해운금융 역량강화 방안 연구	전형진
16	해상 사이버 보안 대책방안 연구	박한선
17	해운산업 재건을 위한 해운기업 역량강화방안 연구	윤희성
18	국내 항만산업이 지역경제에 미치는 영향 분석: 부산항 및 주요항만을 중심으로	하태영
19	동북아 공동배출규제해역 지정 필요성 및 추진방안 연구	이기열
20	수출기업의 글로벌 공급사슬협력 수준 분석과 물류정책 개선방안 연구	김은수
21	온도조절 컨테이너의 국제물류 분석과 대응방안 연구	신수용
22	IMO 규제기반 해사산업의 글로벌 지속발전방안 연구(3/3)	박한선
23	환동해권 경제개발 및 협력방안 연구(3/5)	최나영환

2018년

01	해양환경영향평가제도의 실효성 확보를 위한 개선 연구	박수진
02	공유수면매립 정책의 개선과 전환에 관한 연구	윤성순
03	도서지역 해양관광 발전전략 연구 : 관광행태 분석을 통한 수요 대응을 중심으로	홍창원
04	양식장 해양쓰레기 자원순환 방안 연구	김경신
05	수산업 전망모형 「KMI-FOSiM」 구축 연구(1/2) - 양식산업 전망모형 구축을 중심으로 -	이현동
06	수산업 주요 연관산업의 글로벌 경쟁력에 관한 연구	임경희
07	인구소멸 시대의 어촌사회 정책 연구	박상우
08	양식어장 환경개선 방안에 관한 연구	마창모
09	어업여건 변화에 대응한 연근해어업의 허가제도 개선 방안	엄선희
10	과학적해양사고조사체계도입 및 구축기반 연구	박한선
11	컨테이너 해상물동량 예측 모형 연구 - 베이지안 방법론을 중심으로	고병욱
12	해운기업 지배구조 및 비즈니스 유형과 경영성과 관계 분석	황진희
13	건설용 모래 공급사슬관리(SCM) 방안 - 바다모래 가치 재산정을 중심으로	이연경
14	항만산업 종합통계 연구	하태영
15	항만 위험물 컨테이너 공급사슬 관리방안 연구	최나영환
16	국내 컨테이너항만의 비용함수 추정과 효율성 연구	최석우
17	활동해권 국내기업 진출사례 분석 및 개발 추진전략- 극동 러시아 지역 사례 중심으로-	이기열
18	IMO 규제기반 해사산업의 지속발전방안 연구 - 신규 해사산업 진흥을 위한 법제도 개선방안(2차년도) -	박한선

수시연구보고서 발간목록

2019년

01	일본의 수산물 수입 구조 분석과 對일본 수출 전략 연구	임경희
----	--------------------------------	-----

2018년

01	선화주조선 상생발전을 위한 해운산업투자 확대방안 연구	윤재웅
02	낚시관리 실행력 제고 방안 연구	이정삼
03	국내 항만의 대기오염물질 관리정책 및 제도 개선방안	안용성
04	농·축산물 등의 관세행정 제도 개선을 통한 항만형 자유무역지역(FTZ) 활성화 방안	조지성
05	최저임금 상승이 항만연관산업에 미치는 영향 및 대응방안	이기열
06	수산업·어촌분야 사회적 경제 활성화 방안	류정곤
07	새로운 어선등록제 도입을 위한 제도 개선연구 방안	엄선희
08	유엔 BBNJ 신 공해질서에 대응한 정책방안 연구	박수진

현안연구보고서 발간목록

2019년

01	해양관광 경쟁력 자수 개발 연구	최일선
02	고등어류 수급통계 개선방안	이남수
03	해수욕장의 사회약자 포용성 증진 방안	정지호
04	수산물품질관리사 제도 활성화 방안	황규환

2018년

01	미얀마 국립수산대학 설립 추진 방안	정명화
02	연안여객 해상교통의 대중교통체계 구축 방안 연구	김태일
03	해조류 국제양식규범확산에 따른국내 김산업 수용태세 분석- ASC 인증을 중심으로 -	이상철
04	청년일자리 창출을 위한 해양수산 인력양성 방안 연구- 국제물류 청년인력을 중심으로 -	박광서
05	컨테이너 화물 해상운송 계약 개선방안 연구	윤재웅
06	청년 물류인력 해외진출 정주 지원사업 구상 연구	김은수
07	자율운항선박 도입 관련 대응정책 방향 연구	박혜리

08	연안토지매입 동향과 도입 가능성 검토	윤성순
09	강릉선 KTX 개통에 따른 해양관광 수용태세 개선방안 연구	최일선
10	선박관리산업 육성을 통한 청년 일자리 창출 방안 연구	최영석
11	시민 참여형 연안·해양정보 생산·활용방안	정지호
12	부산항 배후지 부가가치활동 확대를 통한 일자리 창출 연구	하태영
13	해양바이오 산업화를 위한 국가연구개발사업 추진 방향 연구	한기원
14	근로시간 단축제도 시행에 따른 해양수산업 고용영향 분석	장정인
15	어린물고기 남획실태 및 보호정책 연구	이정삼
16	남북관계 개선에 따른 항만물류 부문의 협력사업 발굴	이기열
17	한국 제조기업의 SCM 역량 강화 방안에 관한 연구	신수용
18	제3자 물류산업 발전방향 연구 - 대기업 물류자회사의 역할을 중심으로	고병욱
19	신남방정책 이행 위한 우리나라-베트남 수산분야 개발협력 방안 연구	정명화
20	신 해양도시 조성 필요성 연구	최지연
21	지역 해양수산 혁신사업 발굴과 추진방향	최지연
22	학교급식의 수산물 이용 활성화 방안	문석란
23	주민주도의 에너지 자립형 어촌마을 모델 연구	박상우
24	페루 수산업 실태 및 수산 협력 방향	엄선희
25	경제 총 조사 마이크로 데이터를이용한 어촌지역 고용지표 통계생산	한광석
26	서해평화수역 조성을 위한 정책방향 연구	남정호
27	해양치유산업 육성을 통한 해양휴양·복지서비스 도입방안	홍장원
28	어촌지역재생을 통한 청년일자리 창출방안 연구	박상우
29	해상풍력클러스터 조성을 위한 항만 및 배후단지 활용방안 연구	이종필
30	IMO 배출가스 규제 강화에 대비한 국내 해운산업 대응 전략	이호춘
31	외래병해충에 대한 항만분야 방제체계 개선방안	최나영환
32	수산물 생산·유통분야 블록체인 기술의 도입가능성과 도입방안	고동훈

일반연구보고서 발간목록

2018년

01	전라남도 작은 SOC사업 활성화 방안	김근섭
02	2019 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
03	러시아 Arctic LNG-2 사업 참여 방안 연구	김민수
04	물류기술 R&D 추진성과 분석 연구	강무홍
05	우리나라 기업의 일대일로 물류분야 협력방안 연구	김형근
06	북한 동해 해양관광 활성화 방안	윤인주
07	해양수산 분야 북극권 4차 산업기술 수요조사 및 분석 연구	김민수
08	경상북도 논 생태양식 육성 방안	이상철
09	남북관계 변화에 따른 해운협력 기반 구축 방안	황진희
10	영토 권원 이론의 현대적 발전과 한계	김원희
11	동해표기 문제 연구	현대송
12	우리나라 기업의 창장물류 활용방안 연구	김형근
13	태국의 수산물 소비트렌드 분석 및 수출 전략연구	임경희
14	제주 해상풍력발전지구 제도 개선 연구	육근형
15	해양수산 분야 9브릿지 구축방안 연구	박성준
16	강원도 여촌 신활력 제고방안	박상우

항만지역 대기질 개선을 위한 데이터의 연계·활용방안 연구

인 쇄 | 2019년 9월 08일 인쇄

발 행 | 2019년 9월 10일 발행

발 행 인 | 양 창 호

발 행 처 | 한국해양수산개발원

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 | 한성애드컴 02-2266-6559

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel : 394-0337
정가 6,000원