

우리나라 배출규제해역(ECA) 도입 방안 연구

A Study on the Introduction of
Emission Control Area(ECA) in Korea

2017. 10.

이기열·김근섭·김보경



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

보고서 집필 내역

〈연구책임자〉

이 기 열 : 1장, 2장, 3장 일부, 4장, 6장 일부, 7장

〈연구진〉

김 근 섭 : 3장 일부, 6장 일부

김 보 경 : 3장 일부, 5장

* 순서는 산·학·연·정 순임



요 약 · i

제1장

서 론 · 1

제1절 연구의 배경 및 필요성	1
제2절 연구의 목적 및 방법	3
1. 연구의 목적	3
2. 연구의 방법	4

제2장

우리나라 항만도시 대기환경 현황 및 문제점 · 7

제1절 국내 항만도시 대기 환경 현황	7
1. 국내 주요도시 대기오염물질 배출 현황	7
2. 항만도시 대기환경과 선박의 배출량	13
제2절 대기환경 관리의 문제점	19
1. 선박에 대한 체계적 관리 부실	19
2. 항만구역 대기질 상시관측망의 부재	21
제3절 소결	22

제3장

국외 배출규제해역(ECA) 지정 사례 검토 · 25

제1절 배출규제해역(ECA) 지정 현황	25
1. 국제협약에 의한 ECA	25
2. 자발적 ECA	32
제2절 배출규제해역(ECA) 지정 검토 및 추진 사례	39
1. 일본	39
2. 지중해	40
제3절 배출규제해역 (ECA) 지정 효과	43
1. 이론적 분석 사례	43
2. 실제 효과 측정 사례	47
3. ECA 지정에 따른 영향	52
제4절 소결	54

제4장

우리나라 배출규제해역(ECA) 지정 필요성 · 57

제1절 대기오염에 따른 조기사망 증가	57
제2절 심각한 수준의 항만도시 대기오염 발생	60
1. 선박의 대기오염물질 배출량 지속 증가	60
2. 국내 항만도시 대기환경과 선박의 배출량	63
제3절 배출규제해역(ECA) 지정으로 인한 대기환경 개선	66
제4절 소결	67

제5장

우리나라 배출규제해역(ECA) 지정에 대한 인식도 조사 · 69

제1절 조사개요 및 내용	69
1. 조사 개요	69
2. 조사 내용	70
제2절 조사 결과	71
1. 응답자 특성	71
2. 응답 결과	72

제6장

우리나라 배출규제해역(ECA) 도입 방안 · 81

제1절 결과 분석	81
1. 도입 여부	81
2. 도입 시기	81
3. 도입 지역	85
제2절 배출규제해역(ECA) 도입 시 고려 요건	86
1. 대기질 관측시스템 구축	86
2. 선사 인센티브 지원	87
3. 지원제도 마련	88
4. 법·제도 개편	88

제1절 요약 및 결론	89
제2절 정책제언	92
1. 항만도시 대기환경 개선을 위해 ECA 지정은 필수	92
2. ECA 조기 정착을 위한 지원	92
3. 위반 감시를 위한 인력확보 및 제재를 위한 제도 마련	93
4. 장기적으로 IMO 승인을 위한 검토 수행	94



참고문헌 · 95



부록 · 99

부록1. 설문지	99
부록2. 설문결과	102

» 표목차

〈표 2-1〉 국내 전체 대기오염물질 배출량 현황(2005~2014)	7
〈표 2-2〉 국내 주요도시 질소산화물(NO _x) 배출 현황	8
〈표 2-3〉 국내 주요도시 대기오염물질 배출 현황	9
〈표 2-4〉 국내 주요도시 비도로이동오염원의 배출 비중(2014)	11
〈표 2-5〉 국내 전체 대기오염물질 배출량과 선박의 비중(2014)	13
〈표 2-6〉 항만도시 대기오염물질 배출량과 선박의 비중(2014)	14
〈표 2-7〉 국내 주요도시 비도로이동오염원중 배출 비중(2014)	16
〈표 3-1〉 IMO의 ECA 지정 절차 및 기준	26
〈표 3-2〉 IMO의 ECA 지정 현황 및 배출규제	28
〈표 3-3〉 중국의 ECA 지정 및 시행 현황	32
〈표 3-4〉 홍콩의 ECA 지정 및 시행 현황	38
〈표 3-5〉 중국 상하이항의 ECA 도입에 따른 SO ₂ 배출 감축량	43
〈표 3-6〉 북미 지역 ECA 도입에 따른 대기 오염물질 배출 감축량	44
〈표 3-7〉 북미 지역 ECA 도입에 따른 대기 오염물질 감축 비용 및 편익	45
〈표 3-8〉 북해 및 발트해 운항 선박의 SO ₂ 배출 저감 측정 사례	48
〈표 3-9〉 LA/LB항 청정대기행동계획 추진 결과	49
〈표 3-10〉 중국의 ECA 대기질 개선 효과 (2017.6 기준)	51
〈표 3-11〉 중국의 ECA 내 연료유 사용 규제 준수 현황(2017. 3. 31. 이전)	52
〈표 3-12〉 중국의 ECA 내 연료유 사용 규제 준수 현황(2017.6.30. 이전)	53
〈표 4-1〉 인구 100만 명당 대기오염으로 인한 조기사망자 수	58
〈표 4-2〉 선박의 대기오염물질 배출량	60
〈표 4-3〉 부산시의 대기오염물질 배출량 및 선박의 비중	63
〈표 5-1〉 ECA 지정에 대한 인식도 조사 방법	70
〈표 5-2〉 ECA 지정에 대한 인식도 조사 내용	71
〈표 6-1〉 국내 자동차용 경유 황 함유량 규제 변화	82
〈표 6-2〉 우리나라 단계별 ECA 도입 방안	85
〈표 6-3〉 우리나라 선박 입출항 척수 현황	86

그림목차

〈그림 1-1〉 전 세계 선박에서의 오염물질 배출규제 동향	2
〈그림 2-1〉 국내 주요도시 질소산화물(NO _x) 배출 현황	8
〈그림 2-2〉 국내 주요도시 황산화물(SO _x) 배출 현황	10
〈그림 2-3〉 국내 주요도시 미세먼지(PM ₁₀) 배출 현황	10
〈그림 2-4〉 국내 주요도시 초미세먼지(PM _{2.5}) 배출 현황	10
〈그림 2-5〉 국내 주요도시 질소산화물(NO _x)의 배출원별 배출현황(2014)	11
〈그림 2-6〉 국내 주요도시 황산화물(SO _x)의 배출원별 배출현황(2014)	12
〈그림 2-7〉 국내 주요도시 미세먼지(PM ₁₀)의 배출원별 배출현황(2014)	12
〈그림 2-8〉 국내 주요도시 초미세먼지(PM _{2.5})의 배출원별 배출현황(2014)	12
〈그림 2-9〉 국내 전체 대기오염물질 배출량과 선박의 배출량(2014)	13
〈그림 2-10〉 항만도시 대기오염물질 배출량과 선박의 배출량(부산, 울산: 2014)	15
〈그림 2-11〉 항만도시 대기오염물질 배출량과 선박의 배출량(인천, 제주: 2014)	15
〈그림 2-12〉 국내 항만도시 비도로이동오염원의 질소산화물(NO _x) 배출 비중(2014)	17
〈그림 2-13〉 국내 항만도시 비도로이동오염원의 황산화물(SO _x)배출 비중(2014)	17
〈그림 2-14〉 국내 항만도시 비도로이동오염원의 미세먼지(PM ₁₀) 배출 비중(2014)	18
〈그림 2-15〉 국내 항만도시 비도로이동오염원의 초미세먼지(PM _{2.5}) 배출 비중(2014)	18
〈그림 3-1〉 IMO 승인 ECA 현황	28
〈그림 3-2〉 발트해 및 북해 ECA 지정 해역	29
〈그림 3-3〉 북미 ECA 지정 해역	30
〈그림 3-4〉 카리브해 ECA 지정 해역	31
〈그림 3-5〉 중국의 ECA 지정 현황	33
〈그림 3-6〉 장강삼각주 ECA 지정 현황	35
〈그림 3-7〉 주강삼각주 ECA 지정 현황	36
〈그림 3-8〉 보하이만 ECA 지정 현황	37
〈그림 3-9〉 지중해 ECA 지정 촉구 성명서(Rome Declaration)	41
〈그림 3-10〉 북해 및 발트해의 NO _x ECA 도입 시 효과(2021~2040)	46
〈그림 3-11〉 유럽지역의 SO _x ECA 도입 시 효과	47

〈그림 4-1〉 초미세먼지 및 오존으로 인한 100만 명 당 조기사망자 수.....	58
〈그림 4-2〉 선박의 질소산화물(NOx) 배출량.....	61
〈그림 4-3〉 선박의 황산화물(SOx) 배출량.....	62
〈그림 4-4〉 선박의 미세먼지(PM10) 배출량.....	62
〈그림 4-5〉 선박의 초미세먼지(PM2.5) 배출량.....	62
〈그림 4-6〉 부산시 전체 질소산화물 배출량과 선박 배출 비중.....	64
〈그림 4-7〉 부산시 전체 황산화물 배출량과 선박 배출 비중.....	64
〈그림 4-8〉 부산시 전체 미세먼지 배출량과 선박 배출 비중.....	65
〈그림 4-9〉 부산시 전체 초미세먼지 배출량과 선박 배출 비중.....	65
〈그림 5-1〉 항만도시 거주민 집단의 응답자 특성.....	72
〈그림 5-2〉 업계 종사자 집단의 응답자 특성.....	72
〈그림 5-3〉 ECA 도입 찬성 여부에 대한 응답 결과.....	73
〈그림 5-4〉 ECA 도입 찬성 이유에 대한 응답 결과.....	74
〈그림 5-5〉 ECA 도입 반대 이유에 대한 응답 결과.....	74
〈그림 5-6〉 ECA 도입 적정 시점에 대한 응답 결과.....	75
〈그림 5-7〉 ECA 도입 지역에 대한 응답 결과.....	76
〈그림 5-8〉 ECA 도입을 위한 선행 준비 대한 응답 결과.....	77
〈그림 5-9〉 ECA 도입에 따른 지원 대상.....	78
〈그림 5-10〉 ECA 도입에 따른 인센티브 제공 주체에 대한 응답 결과.....	79
〈그림 5-11〉 ECA 도입에 따른 인센티브 제공 기간에 대한 응답 결과.....	79

요약

우리나라 배출규제해역(ECA) 도입 방안 연구

- 단계적 ECA 지정으로 항만도시의 대기환경 개선해야-

OECD 보고서(2016)는 우리나라의 평균 초미세먼지(PM_{2.5})의 농도가 29.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 OECD 평균(14.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)보다 높고 WHO 기준(10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)의 3배에 이르며, 현재 상태가 지속될 경우 2060년 기준 대기오염으로 인한 우리나라의 조기 사망률이 OECD 국가 중 가장 높을 것으로 전망하였다. 현 정부에서도 우리나라의 대기오염을 심각하게 인식하고 있으며, 대기환경 개선을 위해 환경부를 중심으로 「미세먼지 종합대책」을 수립하였다(2017.9.). 이에 따라 관련 산업분야에서도 발 빠르게 대응하고 있으나, 내륙도시보다 평균 미세먼지(PM₁₀) 농도가 높은 항만도시는 보다 강력하고 적극적인 대기환경 개선 방안이 필요하다.

항만도시의 대기오염물질 주요 배출원은 선박으로 밝혀지고 있다. 부산, 인천, 울산 등 항만도시의 대기오염물질 배출량 통계를 분석한 결과, 선박의 배출량이 높은 것으로 나타났다. 특히 부산의 경우 선박의 황산화물(SO_x) 배출량이 부산시 전체 배출량의 73% 수준에 이르며, 초미세먼지(PM_{2.5}) 배출량의 50% 이상이 선박에서 배출되는 것으로 나타났다. 또한 LA/LB항이 2005년 이후 추진해 온 청정대기행동계획의 감축 결과 보고서에 따르면 선박에 대한 규제 및 관리를 통한 항만의 대기오염물질 배출 감축량이 전체 감축량의 60% 수준에 이르는 것으로 나타났다. 즉, 항만도시의 대기환경을 개선하기 위해서는 선박의 배출량 감축이 매우 중요하며, 해외 주요 항만에서도 ECA 지정, 육상전원공급 시설(AMP), 저속운항프로그램 등 선박의 대기오염물질 배출 관리를 위한 다양한 대책이 수립·추진되고 있다.

특히 ECA 지정은 항만도시의 대기환경 개선 효과와 경제적 편익이 매우 높

은 것으로 나타났다. 미국 환경청의 분석(2010) 결과 북미지역 ECA 도입으로 선박에서 배출되는 SO_x 86%, PM 74%, NO_x 23%의 감축이 가능하며, 경제적 편익은 470억~1,100억 달러에 이를 것으로 추정하였다. 중국의 상하이도 2016년 4월 1일 자발적 ECA를 지정함으로써 2019년 기준 SO_x 배출량이 85% 이상 감축될 것으로 예상하고 있다. 실제 2015년 ECA 황 함유량 규제 강화(1.0% \rightarrow 0.1%)로 발트해와 북해만을 통항하는 선박의 SO_x 배출량이 약 88.9% 감축된 결과가 있으며, 중국 또한 ECA 지정 이후 대기 중 SO_x량이 시행 이전 대비 38% 이상 감축된 것으로 나타났다. 즉, ECA 도입에 따른 항만도시의 대기환경 개선 효과가 탁월하며, 우리나라도 선박의 배출량을 집중 관리하기 위해 ECA 지정은 필수적이다.

해외 ECA 도입 국가와 비교 시, 우리나라의 ECA 도입은 상당히 늦은 것으로 판단되며 가급적 빠른 시점에 ECA가 도입되어야 한다. 이를 위해서는 장기간이 소요되는 IMO의 승인을 통한 ECA 지정보다는 단기간에 도입이 가능한 국내 영해 내에 한정된 자발적 ECA로 우선 지정이 필요할 것으로 판단된다. 최근 지정된 ECA 대부분이 자국 영해 내로 우선 지정하고 단계적으로 확대해 나가는 것도 동일한 이유로 판단된다. 자발적 ECA 지정 이후 범위 확대 및 관리 강화를 위한 노력도 지속되어야 할 것으로 판단된다. 항만구역의 상시 관측망 및 대기오염물질 배출 인벤토리 구축, 국내 여건에 적합한 선박의 배출계수 개발, ECA 지정에 따른 비용편익 분석 등 종합적인 검토가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 또한 ECA 도입은 선사의 비용 증가와 직결되기 때문에 국적선사 및 중소형 선사의 경쟁력 확보를 위한 보조금 지원제도 마련의 검토와 기준 위반을 적발하기 위한 관측 체계 마련과 검사 인력의 확보가 반드시 필요하다.

특히, 장기적으로 중국의 ECA 지정 범위 확대 계획과 연계하여 중국과 한국 공동으로 선박 입출항 빈도가 세계적으로도 가장 높은 서해 지역의 공동 ECA 지정에 대한 추진도 검토 가능할 것으로 판단된다.

우리나라 항만도시의 대기환경 개선을 위해 ECA 도입은 필수, 그러나 단계적 도입을 추진해야

- 경제협력개발기구(OECD) 보고서에 따르면 우리나라의 대기환경이 매우 열악한 상황임
 - OECD 보고서 “Better Life Index”(2016)에 따르면, 우리나라의 대기환경은 OECD 회원 34개국을 포함한 조사대상 38개국 중 38위 기록
 - 우리나라 평균 초미세먼지(PM_{2.5}) 농도는 29.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 OECD 평균인 14.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 2배가 높고, 세계보건기구(WHO) 기준인 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 3배 수준임
 - 또한, OECD의 보고서 “The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution(2016)”에서도 우리나라가 현재 수준의 대기환경을 지속할 경우 2060년 기준 OECD 국가 중 조기사망률¹⁾ 1위 전망
 - 2010년 기준 우리나라의 조기사망률은 359명으로 일본(468명), EU 주요 4개국²⁾(412명)보다 낮으나, 대기오염에 추가 대응하지 않을 경우 2060년 조기사망률이 1,109명으로 급증할 것으로 예상
 - 또한, 대기오염과 관련된 의료비 증가와 노동생산성 감소 등으로 GDP 대비 0.65%의 경제적 손실이 발생할 것으로 예상
- 노후 석탄화력 발전소 폐지, 친환경자동차 보급 확대 등 현 정부에서는 대기환경 개선을 위해 부문별 다양한 미세먼지 저감 대책을 수립하여 추진
 - 전국 미세먼지 배출량의 15%를 차지하는 발전부문에서는 2022년까지 배출량 25% 감축을 목표로 석탄발전 비중 축소, 재생에너지 확대 등 친환경 에너지원 확대 추진
 - 산업부문(전국 배출량의 38% 점유)에서는 총량제 확대, 감시 강화 등 집중 감축 및 관리 내실화를 통해 2022년까지 배출량의 43% 감축 목표

1) 조기사망률은 인구 100만 명당 조기사망자 수.

2) EU 주요 4개국은 영국, 프랑스, 독일, 이탈리아를 의미.

- 도로 수송부문에서도 노후경유차의 저공해화 확대, 전기차 및 하이브리드차 등 친환경 보급 활성화를 통해 배출량의 45% 감축 추진
- 우리나라의 항만도시는 주요 내륙도시보다 대기 환경이 더욱 열악한 상황이며, 주요 배출원인 선박의 배출량 관리가 필요
 - 2016년 기준 미세먼지 평균 농도는 부산 $27\mu\text{g}/\text{m}^3$, 인천 $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 대구 $24\mu\text{g}/\text{m}^3$, 서울 $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 높은 수준(환경부 기준)
 - 국립환경과학원의 대기오염물질 배출량 통계(2014년)를 분석한 결과 NO_x , SO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ 등의 배출량이 내륙도시보다 항만도시가 높은 것으로 나타남
 - NO_x 는 서울의 배출량이 가장 높았으나, 다음으로 부산, 울산, 인천 등 항만도시의 배출량이 높게 나타났으며, SO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ 모두 항만도시의 배출량이 가장 높게 나타남
 - 특히 항만도시에서는 비도로이동오염원³⁾의 배출량이 높게 나타났으며, 비도로이동오염원 중 선박의 배출 비중이 높은 것으로 나타남
 - 국내 대기오염물질 배출량 중 NO_x 12.7%, SO_x 11.4%, PM_{10} 7.1%, $\text{PM}_{2.5}$ 10.1%가 선박에서 배출되는 것으로 분석됨
 - 부산의 대기오염물질 배출량 중 NO_x 39.1%, SO_x 73.2%, PM_{10} 47.2%, $\text{PM}_{2.5}$ 51.4%가 선박에서 배출된 것으로 파악됨
- 항만에 인접한 지역일수록 대기오염으로 인한 조기사망자 수 및 심폐질환 발병률이 높으며 동아시아 지역의 사망자수가 지속 증가
 - 동아시아 지역은 미세먼지로 인한 심폐질환 사망자 수가 13,800명, 폐암 사망자 수가 1,480명이며, 항만이 위치한 지역의 사망자 수가 내륙보다 수천 배 높은 것으로 조사됨⁴⁾

³⁾ 비도로이동오염원은 철도, 선박, 항공, 농업기계, 건설장비 등이 포함됨.

⁴⁾ James J.C., etc., "Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment", *Environmental Science & Technology*, Vol. 41, No.24., pp. 8512-8518, 2007.

- 네이처지(2016)에서는 선박에서 배출되는 대기오염물질에 의한 한국의 조기 사망자수는 약 500~1,100명으로 추정⁵⁾
- 우리나라의 항만도시 대기오염 개선을 위해서는 선박의 대기오염물질 배출량을 감축할 수 있는 방안이 필요하나, 강력하고 체계적인 관리 방안은 부재
- 항만도시 오염물질의 주요 배출원인 선박에 대한 체계적 관리가 부실하며, 우선적으로 법·제도적 장치가 미흡한 것으로 파악
 - 국내 대기오염물질 배출의 관리·감독은 환경부 소관이나 주로 육상을 중심으로 관리가 이루어지며 해상 또는 선박의 오염물질 관리는 별도로 수행하지 않음
 - 또한 해양수산부의 「해양환경관리법」에서 선박으로부터 발생하는 대기오염물질 방지에 대한 국제협약을 수용한 내용을 포함하고 있으나, 배출규제해역(ECA) 등과 같이 보다 적극적인 규제에 대한 내용은 부재
- 또한 선박의 오염물질 배출량 저감을 위한 정책의 추진이 미진한 상황
 - 글로벌 환경규제에 대응하고 대기환경 개선을 위해 친환경선박의 필요성이 대두되었으나 대규모의 자금투입과 경제성 부족으로 민간 스스로의 자발적 투자에 어려움이 있음
 - 육상전원공급장치(AMP) 확충은 전 세계 일부 국가에서 항만구역 대기환경 개선을 위해 이미 시행하고 있으며, 현재 국내에서는 시범사업을 추진할 예정
 - 선박환경지수 제도는 부산항 등 일부 항만에서 시행하고 있으나, 선사의 자발적인 대기오염물질 감축 행동에 대한 인센티브를 제공하는 것으로, 모든 선박을 대상으로 하는 강제적이고 적극적인 조치가 아님
- 특히, 항만구역의 대기질 상시관측망 부재로 인해 항만의 대기오염 수준 및 정확한 배출원에 대한 분석이 제한, 저감대책의 효과 분석도 한계

⁵⁾ Huan Liu, etc, "Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia", *Nature Climate Change*, 2016. 07. 18.

■ 주요 선진국은 선박의 연료유 전환을 통해 대기오염물질 배출량을 저감시키는 ECA를 도입, 선박의 배출량을 적극적으로 관리

- ECA 지정 방식은 IMO 승인을 통한 지정과 자국의 필요에 의해 자발적으로 지정하는 방식으로 구분
- 발트해(2006년), 북해(2007년), 북미해역(2012년) 및 카리브해(2014년)는 IMO의 승인을 통해 ECA를 지정, IMO의 MARPOL 부속서 VI에 따른 규제 수준을 적용
 - 발트해와 북해는 SOx(현재 0.1%/m 이하)와 PM의 배출규제를 적용, 북미해역과 카리브해는 SOx, NOx(Tier III 준수) 및 PM에 대한 배출 규제 적용
- 중국은 2016년 4월 장각삼각주를 시작으로 현재 주강삼각주(2106.10.), 보하이만(2017.1.)을 ECA로 지정, 황 함유량 0.5%/m 이하의 연료유 사용 강제
 - 향후 2019년 ECA 지정 효과를 분석, ECA 범위 및 규제 수준의 확대가 예상되며 IMO 승인에 대한 지정도 고려하고 있음
- 홍콩 역시 대기환경 개선을 목적으로 2015년 7월 홍콩항 전 수역에 대해 황 함유량 0.5%/m 이하의 선박연료유 사용을 규정
- 지중해는 현재 환경단체를 중심으로 ECA 지정을 촉구, 성명서 발표 및 주변국 동의를 구하고 있음
 - 이들은 ECA 지정으로 인한 사회적·경제적 효과에 주목하고, 전체 유럽 지역에 동일한 규제 적용이 필요함을 주장

■ ECA 도입을 통해 항만도시의 대기환경 개선 효과와 이에 따른 비용대비 편익 또한 높은 것으로 평가

- ECA 지정에 대한 효과는 주로 대기오염물질 배출 감축량에 대한 분석과 그 감축으로 인해 조기사망 및 심폐질환 발병을 감소에 따른 사회적 비용 절감 효과 분석이 주를 이룸
- 이론적 추정 결과에 따르면, 미국 환경청(EPA)는 북미지역 ECA 도입으로

- SO_x 92만 톤(86%), PM 9만 톤(74%) 및 NO_x 32만 톤(23%) 감축효과 예상, 경제적 편익은 470억~1,100억 달러로 추정
- 상하이항은 2019년 황 함유량 0.5%_{m/m} 이하 연료유 사용으로 약 9만 톤(85.7%), 0.1%_{m/m} 연료유 사용 시 약 10만 톤(97.1%)의 SO_x 배출량 감축 전망
 - 유럽지역의 ECA 도입으로 인한 편익은 SO_x의 경우, 2015년 기준 최대 170억 유로, 2020년 기준 최대 230억 유로로 추정, 또한 향후 NO_x 규제를 추가 적용 시 2021~2040년 동안 발생될 수 있는 총 편익 238억 유로 전망
- 실측 결과에서도 ECA 도입에 따른 대기오염물질 감축 효과는 뛰어난 것으로 밝혀짐
- 2015년 ECA 규제 강화(연료유 황 함유량 1.0%_{m/m}→0.1%_{m/m})에 따른 효과 분석에서 발트해와 북해를 통항하는 선박에서 배출되는 SO_x의 양이 약 88.9% 감축
 - 미국의 경우, ECA로 지정된 LA/LB항은 2005년 대비 2016년 SO_x 97~98%, PM₁₀ 89%, NO_x 40~41% 감소, ECA 지정으로 인한 선박연료유 전환 효과가 주요 감축 요인 중 하나로 언급
 - 또한 중국 ECA 지역인 장강삼각주의 상하이, 주강삼각주의 선전 및 보하이만의 탕산에서는 각각 52%, 38%, 56%의 SO_x의 감축효과를 보임
- 우리나라에서도 항만도시의 대기환경 개선을 위해 선박 배출량을 적극적으로 관리하기 위한 ECA 지정 필요
- 국내 항만도시의 대기환경이 내륙도시보다 열악한 상황이며, 특히 선박의 배출량 비중이 높을 뿐만 아니라 지속적으로 증가
 - 2005~2013년 기간 동안 국내에서 선박의 NO_x 배출량은 연평균 6.5% 증가, SO_x(2.7%), PM(16.6%)도 지속적으로 증가
 - 특히 국내 대표 항만도시인 부산에서 동기간 선박 배출량의 연평균 증가율은 NO_x 7.1%, SO_x 3.3%, PM 17.3%으로 나타나 전국보다 높은 수준이며, 부산 대기오염물질 중 선박의 배출 비중이 매우 높음

- ECA 지정은 선박의 대기오염물질 배출 감소 효과가 탁월한 것으로 나타났으며, 이에 따른 사회적 비용의 감소가 가능
- ECA 지정 필요성에 대한 설문조사 결과 항만도시 거주민의 98.1%(n=105), 관련업계 종사자의 81.2%(n=101)가 ECA 도입 필요성 인지
 - 두 집단 모두 ECA 지정으로 “항만도시 대기환경 개선” 및 “항만과 도시의 경쟁력 향상”이 가능할 것으로 판단
 - 일부 관련업계 종사자는 “ECA 도입으로 발생하는 비용”과 “ECA 도입이 항만도시 대기환경 개선이 제한”적이라는 이유로 ECA 도입을 반대

■ 또한, 우리나라가 가급적 빠른 시점에 ECA 도입, 단계적 확대 필요

- 일반적으로 국가 수준에서의 환경오염원 관리는 고정오염원을 우선 관리하며, 이후 이동오염원 관리하는 단계를 거침
- 이동오염원 중 자동차, 공정기계 등을 우선 관리하고 마지막에 선박으로 확대, ECA 도입 국가의 도입 시기를 분석한 결과 자동차 연료의 황 함유량 기준을 10ppm이하로 규제하기 전 ECA를 도입 하는 추세
 - 미국과 유럽에서 자동차 연료유 황 함유량 기준을 10ppm으로 규정한 시기는 각각 2017년과 2009년으로 그 전에 ECA를 도입
 - 중국의 육상 운송용 연료유 황 함유량 규제는 ECA 도입 시점(2017년 1월 1일)과 동일하게 시행, 중국은 ECA 도입이 늦었다고 판단
- ECA 도입 국가와 비교 시 우리나라는 ECA 도입이 상당히 늦은 것으로 판단되며, 가급적 빠른 시점에 ECA 도입이 필요
 - 우리나라는 지식경제부 고시(제2008-194호)를 통해 2009년 1월 1일 자동차용 경유의 황 함유량을 10ppm으로 제한
 - 그러나 최근에야 ECA 지정에 대한 논의가 시작되고 있어 상당히 늦은 것으로 판단됨. 따라서 조속히 ECA 지정을 위한 검토와 도입 방안에 대한 준비가 필요
- 항만도시 거주민과 관련업계 종사자를 대상으로 ECA 도입 시점에 대한 인식을 조사한 결과, “3~5년 이내” 도입이 필요한 것으로 나타남(1순위)

- 국외 ECA 지정 사례 및 국민 인식조사 결과, 우리나라 ECA 도입은 우선 자발적 ECA 지정 후 IMO 승인을 통한 확대가 필요
 - 이후 5년 이내에 IMO에 ECA 지정 신청을 목표로 항만구역 상시관측망 구축 및 지속적인 모니터링, 선박의 대기오염물질 배출량 산정 및 영향력 등 충분한 검토 필요

■ 선박 입출항이 많은 주요 항만도시를 중심으로 우선 지정, 우리나라 전 해역으로 확대 추진

- 항만도시 거주민 및 관련업계 종사자들은 “선박 입출항이 많은 특정항만도시”와 “우리나라 전 해상구역”에 ECA 지정이 필요하다고 인식
 - 항만도시 거주민은 “우리나라 전 해상구역”을 ECA로 지정해야 한다는 의견이 1순위(42.9%), “선박 입출항이 많은 특정항만도시”를 대상으로 해야 한다는 의견이 2순위(29.5%)로 나타남
 - 반면, 업계 종사자들은 “선박 입출항이 많은 특정항만도시”를 ECA로 지정해야 한다는 의견이 36.6%로 1순위로 나타남
- 항만도시 대기환경 및 국외 사례를 검토한 결과, 선박 입출항이 많은 주요 항만도시를 중심으로 ECA 지정 후 우리나라 전 해역으로의 확대가 타당
 - 특히 부산, 인천, 울산 등 선박의 대기오염물질 배출 비중이 높은 주요 항만도시를 우선 지정이 필요

〈우리나라 단계별 ECA 도입 방안〉

구분	시기	황 함유량 규제 및 범위
ECA 지정 타당성 검토	~2018년 상반기	-
자발적 ECA 지정 (주요 항만도시)	2019년	0.5% m/m , 12해리
황 함유량 기준 강화, NO _x , PM 규제 추가	2020년	0.1% m/m , 12해리

- ECA 도입을 위해서는 항만의 대기오염물질 측정 시스템 구축 및 유류비 증가 등 비용 증가에 대한 단기적인 지원제도 마련 필요
 - 관련업계에서는 ECA 지정에 따른 비용 증가에 대한 우려가 높았으며, 유류비 차액 지원 또는 정화시설 설치에 대한 보조금 등의 지원제도가 필요한 것으로 나타남
 - 그러나 장기적인 지원보다는 ECA 도입 이후 안정적인 정착을 위해 2~3년 기간의 지원이 바람직함
 - 선사의 경우 유류비 증가 및 개조 비용이 운영비용과 직결되어 지원제도가 5년 이상 지속되기를 희망함
- 동시에 ECA 도입과 시행 및 조기 정착을 위한 인력 확보 및 제도적 장치가 필요
 - ECA 도입 이후 항만을 이용하는 선박의 적정 연료유 사용 여부에 대한 검사 시스템과 인력확보가 필요하며, 이를 통해 도입 효과의 제고 필요
 - 2017년 6월 기준 중국 ECA의 연료유 위반율이 3.6% 수준이나 선박 1,000척당 1건 정도의 검사가 이루어지는 정도이며 검사인원이 부족
 - ECA 지정에 따른 국적선사, 특히 중소형선사의 경쟁력 약화가 예상되므로, ECA 도입 초기 이를 보완하기 위한 제도적 방안 수립이 필요
 - 대형선사는 저비용으로 연료유 확보가 가능하나, 중소형 선사는 ECA 도입이 운항비용 증가로 인한 경쟁력 상실의 원인이 될 수 있음
 - 중국의 ECA 도입 사전 조사에서 대형 선사들은 모든 선박에 동일한 규정을 적용하여 형평성에 맞게 ECA를 시행할 것을 요청
 - 중국은 중앙정부에 의한 보조금 지원은 이루어지지 않고 있으나, 항만 경쟁우위 확보 차원에서 지방정부에서 일정기간 보조금을 지급하기도 함

- 우리나라에서 ECA 도입 방식은 우선 자발적 ECA 지정 후 장기적으로 IMO의 승인을 획득하는 단계적 도입 전략으로 추진이 타당
 - IMO 승인을 통한 ECA 지정은 관련 자료 준비 및 IMO 승인 과정에 많은 기간이 소요되므로 가급적 빠른 ECA 도입이 필요한 우리나라의 여건 상 단기적으로 중국 및 홍콩에서 도입한 자발적 도입 방식이 필요
 - IMO의 승인을 받기 위해서는 ECA 범위, 선박 통항량, 육지에서의 저감 조치, 관리 기준, 해당 지역에 미치는 영향 등 상당한 양의 관련 자료의 준비가 필요
 - 그러나 국내에서는 항만의 대기환경 수준을 측정하기 위한 상시 관측망이 구축되어 있지 않으며, 대기오염물질의 배출원별 체계적 관리 및 검증을 위한 인벤토리 역시 구축되어 있지 않음
 - 또한, 국내 입출항 선박의 운항 방식 및 국내 여건에 적합한 선박의 대기오염물질 배출계수도 없는 상황임
 - 따라서 가급적 빠른 시기에 ECA 지정을 위해서는 우선 우리나라의 영해를 기점으로 하는 자발적 ECA 지정이 타당하며, 선박 연료유 황 함유량 규제 수준은 0.5% m/m 가 적합
 - 2020년 전 해역의 선박 연료유 황 함유량 규제가 0.5% m/m 으로 강화되므로 ECA의 규제 수준은 IMO 승인 ECA와 동일한 0.1% m/m 으로 강화 필요
 - 장기적으로는 IMO의 승인을 받아 ECA 지정 범위를 확대해야 함
 - 자발적 ECA 지정 후, 항만구역의 대기환경 수준을 측정하기 위한 상시 관측망을 구축하고, 이를 활용하여 인벤토리 구축이 필요
 - 또한, 국내 여건에 적합한 선박의 대기오염물질 배출계수 개발 및 IMO 승인 요청을 위한 자료 확보와 검토가 필요
 - 또한, ECA 도입에 소요되는 비용과 대기오염물질 저감으로 인한 조기사망자 및 관련 질환의 감소에 따른 사회적 편익을 검토하여야 함
 - 중국 또한 ECA 범위 확대 및 IMO의 승인을 원하고 있으므로, 주변 여건에 따라 중국 및 일본과 함께 한·중·일 공동 ECA 지정을 검토할 필요도 있음

■ 보조금 지원 제도 마련 및 위반 감시를 위한 시스템 및 전문인력 양성을 통한 ECA 조기 정착 필요

- ECA 도입은 선사의 연료비용 증가 또는 시설교체 비용이 필수적으로 동반되며, 일부 중소형 선사의 경우 경쟁력이 저하되는 결과 초래가 예상
 - ECA는 모든 선박에 동일하게 적용되는 국제적 성격을 가지는 제도로써 도입 초기 국가 차원에서 보조금 지급 등 인센티브 제공 필요
 - 일부 중소형 선사의 경쟁력 확보를 위한 지원은 향후 항만공사 또는 지자체 수준에서의 지원이 필요할 것으로 판단
 - 장기적으로 ECA 적용 범위 확대 및 규제 강화 가능성이 존재하므로 지속적인 지원은 불가
- ECA 도입 후 철저한 감시체계와 검사 인력의 확보, 위반 시 제재를 위한 제도 마련 필요
 - ECA 도입과 동시에 그 실효성 확보 차원에서 감시 인력을 미리 확보하고 필요 시 인력확충 및 양성이 필요, 신규 일자리 창출 가능
 - 선박 오염물질 배출과 관련된 전반적인 내용을 규정하고 있는 「해양환경관리법」에 향후 ECA 시행과 제재 관련 규정 추가 필요
 - 또한 ECA 도입의 보다 높은 효과를 달성하기 위해 위반 시 제재가 가능한 법적 근거 마련 필요

제1장

서론 ≪

제1절 연구의 배경 및 필요성

신정부 출범 이후 제3호 업무지시 “미세먼지 대책 마련”, 100대 국정과제 중 하나로 “미세먼지 걱정 없는 쾌적한 대기환경 조성” 등 최근 대기환경 개선에 대한 범국민적 관심이 고조되고 있다. 신정부 임기 내 국내 미세먼지 발생량의 30% 감축을 목표로 노후 화력발전소의 가동중단, 사업장의 배출규제 강화 및 친환경차 비중 확대 등을 주요 과제로 제시하고 있다. 이에 관련 산업분야에서는 다양한 대책 마련을 통해 발 빠른 대응하고 있으며, 항만도시의 주요 배출원으로 인식되고 있는 선박 및 항만에서도 대기오염물질 감축 방안의 마련이 시급하다.

해외 선진국들은 주요 항만을 중심으로 선박의 대기오염물질 배출량 감축을 위해 다양한 프로그램과 정책을 추진하고 있으며, 감축 효과가 높은 것으로 나타났다. 미국 LA/LB항은 2005년 청정대기행동계획(Clean Air Action Plan: CAAP)을 수립하여 시행한 결과(2006~2016), 2005년 대비 미세먼지 80%, 황산화물(SO_x) 97%를 감축하였으며, 특히 선박의 오염물질 배출량 관리가 대기환경 개선에 가장 효과적인 것으로 나타났다. 또한 해당지역의 배출규제해역(Emission Control Area: ECA)이 주요 감축 요인 중 하나로 명시하고 있다⁶⁾. 유럽, 미국 등에서는 ECA 도입에 따른 사회적 편익을 분석한 결과, ECA 도입을 통한 선박 대기오염물질 배출량 감축으로 수십억 달러 이상의 사회적 비용 절감 효과가 있는 것으로 나타났다.

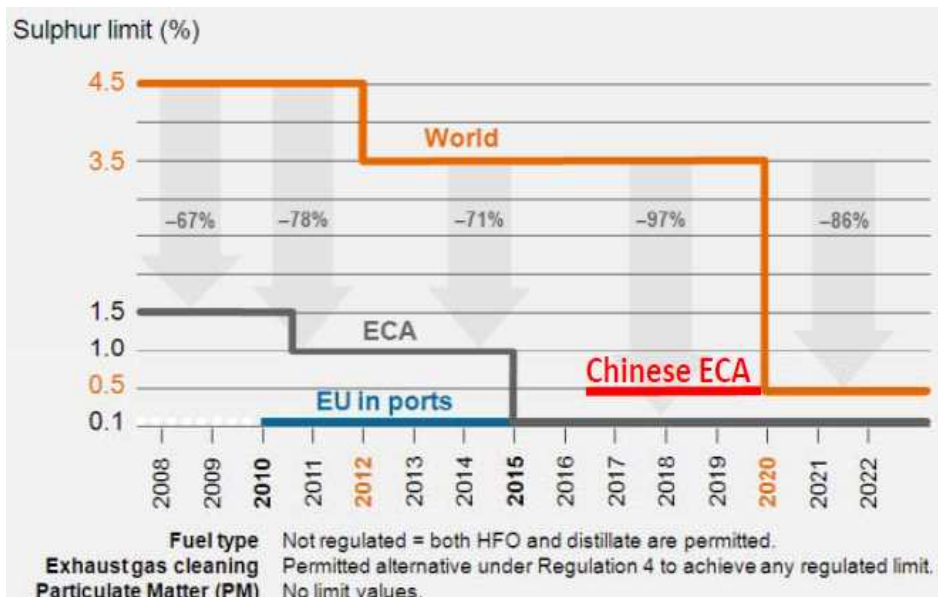
ECA는 2006년 유럽 발트해에 최초 지정된 이후 북해(2007년), 북미(2012년), 카리브해(2014년)가 국제해사기구(International Maritime Organization:

⁶⁾ The port of Los Angeles, “2016 Air Emission Inventory”, 2017.7., pp. 62.

IMO)의 승인을 통해 지정되었다. 중국은 2016년 4월 장강삼각주 지역을 자발적 ECA로 지정하기 시작하여 항만 내 선박의 대기오염물질 배출 제한 정책을 시행하고 있으며, 향후 규제 범위와 수준을 강화 할 예정이다. 홍콩 역시 2015년부터 자발적으로 ECA를 지정하였으며, 일본은 IMO의 승인을 통한 ECA 지정을 위해 2010~2013년 기간 동안 그 필요성을 검토한 바 있다.

전 세계적으로 선박으로부터 발생하는 대기오염물질 배출 규제는 지속적으로 강화되어 왔으며, 일부 해역에서는 ECA 지정을 통해 보다 강화된 수준의 규제를 적용하고 있다. IMO는 전 세계 모든 해역에서 선박의 대기오염물질 배출량을 규제하고 있으며, 특히 2020년 1월 1일부터 전 세계 모든 선박을 대상으로 연료유의 황 함유량을 기존 3.5% m/m 에서 0.5% m/m 이하로 강화할 예정이다.

〈그림 1-1〉 전 세계 선박에서의 오염물질 배출규제 동향



자료: The 4th Sulphur Experts Group Meeting, *The current status and challenges for implementation of emission control area in China*, 2017. 9.

우리나라의 경우, 내륙도시보다 부산, 울산, 인천 등 주요 항만도시의 황산화물(SO_x) 및 미세먼지(PM_{2.5} 기준) 농도가 높은 등 대기환경이 더 열악한 것으로 분석되고 있다. 그 주요 원인은 비도로이동오염원 즉, 선박으로 지적되고 있다. 이는 선박에서 사용하는 연료유(병거C유)에 포함된 황 함유량이 자동차 디젤유 대비 3,500배 높은 것에서 기인한다고 할 수 있다. 이처럼 우리나라는 항만도시 대기오염의 심각성에도 불구하고 대기환경 개선을 위한 대책 마련은 미흡한 수준이다. 최근 친환경 선박 도입, 육상전원공급장치(Alternative Maritime Power: AMP) 확충, LNG병커링 설비 구축, 선박저속운항 프로그램 도입 등 선박으로부터 배출되는 대기오염물질 감축을 위한 다양한 정책이 수립 중에 있으나, 선사의 자발적인 참여를 요구하는 수준에 그치고 있고 그 개선 효과도 뚜렷히 나타나고 있지 않다. 또한 항만구역의 대기질 관측망 부재로 오염물질 배출원에 대한 분석과 효과를 파악하는 것도 현실적으로 불가능한 실정이다.

이러한 관점에서, 근원적인 대기오염 배출원인 선박을 통제할 수 있는 체계적이고 종합적인 관리방안으로써 ECA 지정 검토가 시급하다. 따라서 본 연구에서는 국내 항만을 대상으로 ECA 지정 필요성에 대한 가이드라인을 제시하는 것을 목적으로 한다. 기존에 도입되어 시행하고 있는 국외사례를 및 설문조사 결과를 바탕으로 하여 우리나라의 ECA 지정 필요성과 그 판단기준을 마련하고, 국제적인 대기오염물질 관리 규정 및 국내 여건을 반영한 적절한 도입 방안을 제시하고자 한다.

제2절 연구의 목적 및 방법

1. 연구의 목적

본 연구는 국내 항만도시의 대기환경을 개선하기 위한 ECA 지정 필요성을 검토하고, 우리나라 여건에 적합한 지정 방식 및 절차 등 도입 방안을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위한 본 연구의 세부 목적은 다음과 같다.

첫째, 우리나라 항만도시 대기환경 현황과 문제점을 분석한다. 우리나라 항만

도시의 대기환경은 내륙도시보다 열악하며, 주 오염원은 선박임을 확인할 것이다. 또한 우리나라 항만의 대기오염 물질 감축을 위한 정책 검토를 통해 선박으로부터 기인하는 오염물질 배출 관리체계의 미흡함을 제시하고자 한다.

둘째, 기존에 ECA를 지정·시행하고 있는 국외 사례 검토를 통해 그 지정 현황 및 규제수준을 파악한다. 이를 우리나라 ECA 지정 필요성의 판단 기준 및 근거로 활용할 것이다. 주요 조사 대상은 EU, 북미, 중국 등이며, 해당 지역의 지정현황, 규제수준 및 그 효과 등을 분석하고자 한다.

셋째, 우리나라 ECA 지정 필요성을 분석한다. 국외사례 및 각종 보고서를 기반으로 항만에서 대기오염 저감을 위해서는 ECA 도입이 필요하며, 특히 항만도시 거주민과 관련업계 종사자들을 대상으로 한 설문조사 결과를 바탕으로 도입 타당성을 제시하고자 한다.

넷째, ECA 도입 시기와 지역, 방법 등에 관한 적절한 도입방안을 제시한다. 해외 주요 ECA 지정 국가의 지정 검토기간, 지정 절차에 대한 조사 내용과 설문조사 결과를 반영하여 단계적(단기 및 중장기) 도입 방안을 제시하고자 한다. 또한 우리나라 도입 시 중요하게 고려해야 하는 요인, 지원 방안 등의 구체적인 검토도 함께 이루어질 예정이다.

2. 연구의 방법

본 연구에서는 연구 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 방법을 이용하여 연구를 진행하였다.

첫째, 우리나라 항만도시 대기환경 분석을 위해 국립환경과학원에서 국가대기 오염물질 배출량서비스에서 제공하는 배출량 정보를 이용하였다. ECA 도입으로 규제되는 황산화물(SO_x), 질소산화물(NO_x), 미세먼지(PM₁₀), 초미세먼지(PM_{2.5})를 중심으로 그 배출량을 분석하였다. 2014년부터는 “바다”항목이 추가되어 선박에서 기인하는 오염물질 배출량 정보를 확인할 수 있다.

둘째, 우리나라 항만도시의 대기오염 관리 문제점 분석을 위해서 국내 법률 및 다양한 문헌자료를 활용하였다. 한국해양수산개발원의 동향분석 자료, 국내

외 항만공사에서 제공하는 보고서 등을 검토하여 항만의 대기오염 감축을 위한 다양한 정책들을 비교·분석하였다.

셋째, 현재 지정되어 있는 ECA 사례 검토 및 지정 필요성의 타당성을 확보하기 위해 우선적으로 공신력 있는 기관에서 발행된 다양한 국외 문헌자료를 검토하였다. 국제해사기구(IMO), 미국 환경청(EPA), 중국 교통운수부 수운과학연구원(WTI), 홍콩 환경청 및 일본 국토교통성(MLIT)에서 제공하고 있는 자료 및 국외 학술논문 등을 통해 ECA 지정 현황 및 규제 수준, ECA 지정 효과 파악 및 지정 필요성 판단에 대한 자료로 활용하였다. 또한 중국의 ECA 지정효과 및 영향력을 확인하기 위해 중국 교통운수부 수운과학연구원 전문가 인터뷰를 수행하였다. 다만, 유럽 및 북미 지역의 ECA 지정에 따른 영향력에 대한 검토를 위해서 해당 전문가 인터뷰가 필요할 것으로 판단했으나, 연구의 시간 및 비용의 한계로 인해 수행하지 못하였다. 이는 향후 추가적인 조사가 필요한 것으로 보여진다.

넷째, ECA 지정 필요성에 대한 타당한 근거 마련 및 합리적인 도입 방안 도출을 위해 우선, 우리나라 항만도시 거주민과 관련업계 종사자들을 대상으로 ECA 도입에 대한 의견, 적정 도입 시기와 지역, 지원제도 등에 대한 설문조사를 수행하였다. 또한 국내 선사의 실무전문가를 대상으로 한 인터뷰를 통해 ECA 도입이 선사에 미치는 구체적인 영향, 지원 대책 등의 내용을 조사하였다. 이 같은 방법을 통해 ECA 도입 방안 마련에 대한 타당성을 확보하고, 향후 ECA 지정 시 고려해야 할 정책방향 등을 제시하는 데 활용할 수 있다.

제2장 우리나라 항만도시 대기환경 현황 및 문제점 《

제1절 국내 항만도시 대기 환경 현황

국내 항만도시의 대기환경 현황을 분석하기 위하여 서울, 대전, 대구, 광주 등 주요 내륙도시 및 제주도의 대기환경과 비교하여 분석하였으며, ECA 지정에 따라 감축이 가능한 황산화물(SO_x), 질소산화물(NO_x), 미세먼지(PM₁₀), 초미세먼지(PM_{2.5}) 배출량을 중심으로 검토하였다.⁷⁾

1. 국내 주요도시 대기오염물질 배출 현황

2014년 기준 국내에서 질소산화물 113.6만 톤이며, 황산화물 34.3만 톤, 미세먼지 9.8만 톤, 초미세먼지 6.3만 톤이 배출된 것으로 파악된다.

〈표 2-1〉 국내 전체 대기오염물질 배출량 현황(2005~2014)

단위: 천 톤

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
NO _x	1,307	1,275	1,188	1,045	1,014	1,061	1,040	1,075	1,091	1,136
SO _x	408	446	403	418	388	402	434	418	405	343
PM ₁₀	67	65	98	111	104	117	131	120	122	98
PM _{2.5}	-	-	-	-	-	-	82	76	77	63

자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2005~2014년)를 바탕으로 저자 재정리

⁷⁾ 국립환경과학원의 국가대기오염물질 배출량 서비스(<http://airemiss.nier.go.kr/>, 검색일: 2017. 11. 1)에서 일산화탄소(CO), 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x), 총부유먼지(TPS: Total Suspended Particulate), 미세먼지(PM₁₀), 초미세먼지(PM_{2.5}), 휘발성 유기화합물(VOC: Volatile Organic Compounds), 암모니아(NH₃), 블랙카본(BC)의 배출량 정보를 제공하고 있으며, 초미세먼지는 2011년 이후, 블랙카본은 2014년 이후부터 배출량 정보를 제공. 또한, 2014년 “바다” 항목을 추가하여 선박 배출량을 추가 제공함.

주요 도시별 질소산화물(NO_x)의 배출량은 서울이 가장 높게 나타났으며, 그 외 다른 내륙도시보다 부산, 울산, 인천 등 항만도시가 높은 것으로 나타났다. 2014년⁸⁾의 경우 “바다” 항목에서 배출량이 가장 높은 것으로 조사되었다. 다만 2005년 이후 제주를 제외한 주요 도시에서 질소산화물의 배출량은 전반적으로 감소하는 추세를 보이고 있다.

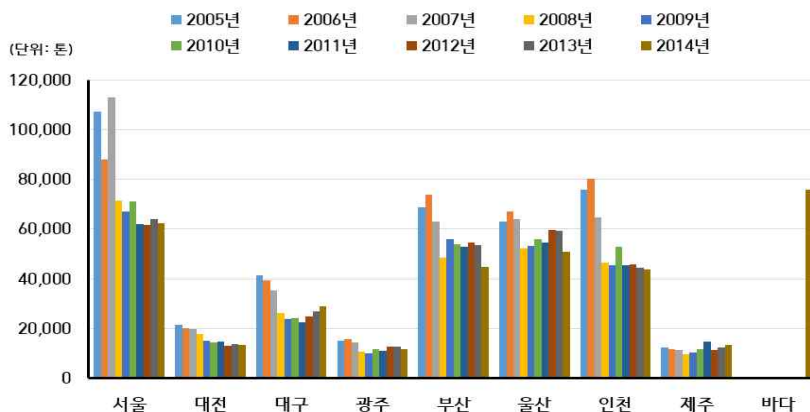
〈표 2-2〉 국내 주요도시 질소산화물(NO_x) 배출 현황

단위: 톤

구분	2005년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	연평균증가율
서울	107,257	71,070	62,067	61,771	64,022	62,350	-5.8%
대전	21,396	14,506	14,617	12,962	13,563	13,492	-5.0%
대구	41,552	24,053	22,529	24,744	26,937	29,052	-3.9%
광주	15,074	11,706	11,077	12,531	12,606	11,594	-2.9%
부산	68,743	53,778	52,764	54,468	53,409	44,796	-4.6%
울산	63,205	55,882	54,463	59,783	59,425	50,813	-2.4%
인천	75,890	52,832	45,315	45,655	44,518	43,853	-5.9%
제주	12,304	11,786	14,549	11,405	12,290	13,364	0.9%
바다	-	-	-	-	-	75,943	-

자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2005~2014년)를 바탕으로 저자 재정리

〈그림 2-1〉 국내 주요도시 질소산화물(NO_x) 배출 현황



자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2005~2014년)를 바탕으로 저자 작성

8) 국립환경과학원의 국가대기오염물질 배출량 서비스(<http://airemiss.nier.go.kr/>, 검색일: 2017. 11. 1)에서 제공하는 배출량의 최신 통계는 2014년 자료임.

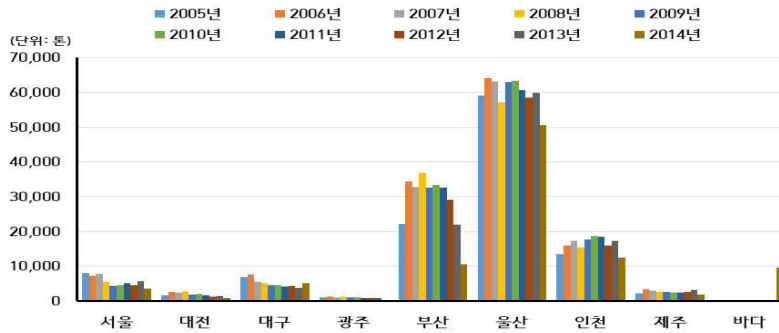
황산화물(SO_x)은 울산의 배출량이 가장 많은 것으로 나타났으며, 다음으로 부산, 인천의 배출량이 높게 나타났다. 황산화물 역시 2005년 이후 전체적으로 감소하는 추세를 보이고 있다. 미세먼지(PM₁₀)와 초미세먼지(PM_{2.5})도 부산, 울산, 인천 등 항만도시가 내륙도시보다 배출량이 많은 것으로 나타났으며, 2014년의 경우 새롭게 추가된 “바다” 항목이 가장 높은 것으로 조사되었다.(〈그림 2-2~4〉 참고)

〈표 2-3〉 국내 주요도시 대기오염물질 배출 현황

단위: 톤

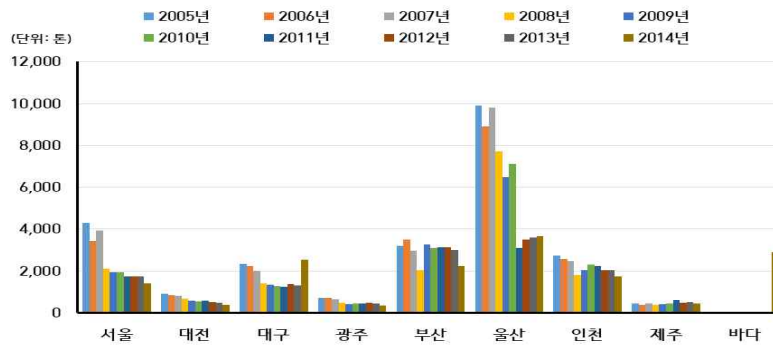
구분		2005년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	연평균증가율
SO _x	서울	8,050	4,451	5,124	4,486	5,710	3,527	-8.8%
	대전	1,592	1,945	1,610	1,321	1,424	926	-5.8%
	대구	6,815	4,451	4,226	4,390	3,830	5,120	-3.1%
	광주	1,075	1,046	932	899	929	349	-11.8%
	부산	22,230	33,459	32,615	29,115	22,000	10,536	-8.0%
	울산	59,198	63,340	60,621	58,522	59,841	50,522	-1.7%
	인천	13,447	18,670	18,516	15,884	17,311	12,421	-0.9%
	제주	2,289	2,410	2,477	2,584	3,180	1,858	-2.3%
PM ₁₀	서울	4,311	1,938	1,742	1,727	1,735	1,424	-11.6%
	대전	906	552	594	497	494	384	-9.1%
	대구	2,343	1,269	1,240	1,361	1,310	2,532	0.9%
	광주	699	443	436	494	463	354	-7.3%
	부산	3,206	3,092	3,147	3,131	2,995	2,223	-4.0%
	울산	9,916	7,108	3,085	3,509	3,602	3,669	-10.5%
	인천	2,728	2,303	2,252	2,041	2,037	1,727	-5.0%
	제주	456	456	599	470	511	449	-0.2%
PM _{2.5}	서울	-	-	1,553	1,540	1,531	1,278	-6.3%
	대전	-	-	517	432	432	343	-12.7%
	대구	-	-	874	947	977	1,480	19.2%
	광주	-	-	374	434	408	318	-5.2%
	부산	-	-	2,802	2,776	2,693	1,849	-12.9%
	울산	-	-	2,434	2,602	2,633	2,430	-0.1%

〈그림 2-2〉 국내 주요도시 황산화물(SO_x) 배출 현황



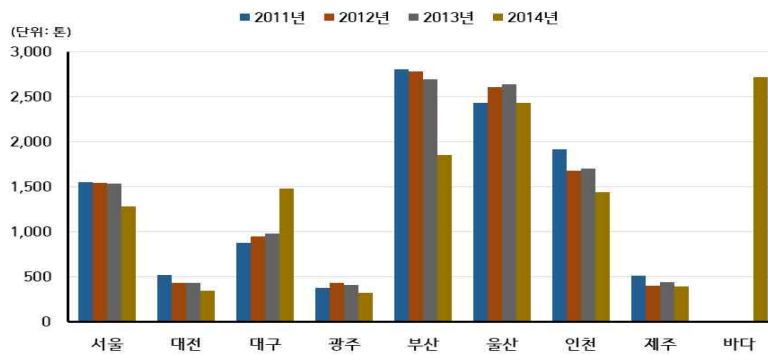
자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2005~2014년)를 바탕으로 저자 작성

〈그림 2-3〉 국내 주요도시 미세먼지(PM₁₀) 배출 현황



자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2005~2014년)를 바탕으로 저자 작성

〈그림 2-4〉 국내 주요도시 초미세먼지(PM_{2.5}) 배출 현황



자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2005~2014년)를 바탕으로 저자 작성

주요도시 대기오염물질의 배출원별 비중을 살펴보면, 항만도시에서는 비도로 이동오염원의 배출 비중이 내륙도시보다 높은 것을 알 수 있다. 2014년 기준 부산에서 발생한 질소산화물의 52.1%, 황산화물의 74.0%, 미세먼지의 59.3%, 초미세먼지의 64.9%가 비도로이동오염원에서 배출된 것으로 나타났다. 물론 울산, 대구, 인천 등과 같이 제조업 연소 및 생산 공정의 배출 비중이 높은 경우도 있다.

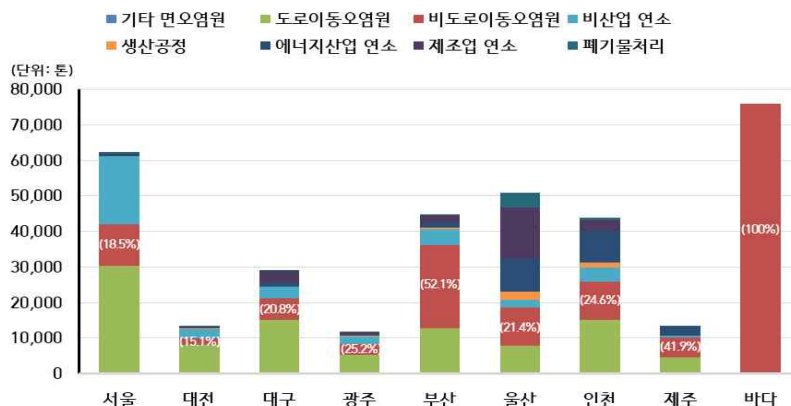
〈표 2-4〉 국내 주요도시 비도로이동오염원의 배출 비중(2014)

단위: 톤

구분		서울	대전	대구	광주	부산	울산	인천	제주	바다
NO _x	전체	62,350	13,492	29,052	11,594	44,796	50,813	43,853	13,364	75,943
	비도로 이동	11,547 (18.5%)	2,034 (15.1%)	6,039 (20.8%)	2,926 (25.2%)	23,356 (52.1%)	10,874 (21.4%)	10,809 (24.6%)	5,595 (41.9%)	75,943 (100%)
SO _x	전체	3,527	926	5,120	349	10,536	50,522	12,421	1,858	9,669
	비도로 이동	93 (2.6%)	7 (0.8%)	15 (0.3%)	11 (3.2%)	7,797 (74.0%)	3,738 (7.4%)	1,944 (15.6%)	652 (35.1%)	9,669 (100%)
PM ₁₀	전체	1,424	384	2,532	354	2,223	3,669	1,727	449	2,898
	비도로 이동	564 (39.6%)	109 (28.3%)	311 (12.3%)	149 (42.2%)	1,319 (59.3%)	640 (17.5%)	448 (25.9%)	242 (54.0%)	2,898 (100%)
PM _{2.5}	전체	1,278	343	1,480	318	1,849	2,430	1,440	393	2,713
	비도로 이동	519 (40.6%)	100 (29.1%)	286 (19.3%)	137 (43.2%)	1,199 (64.9%)	582 (24.0%)	410 (28.4%)	222 (56.5%)	2,713 (100%)

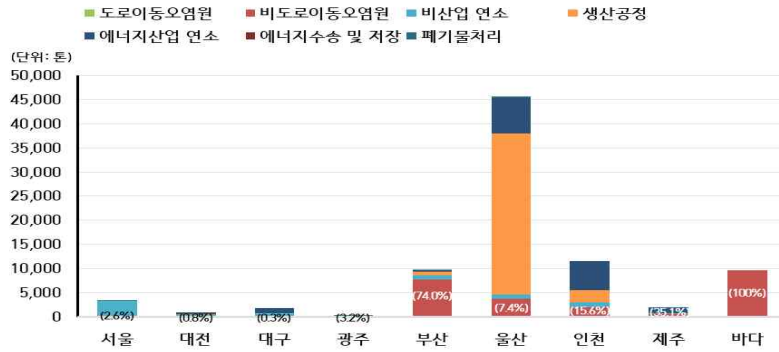
자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 재정리

〈그림 2-5〉 국내 주요도시 질소산화물(NO_x)의 배출원별 배출현황(2014)



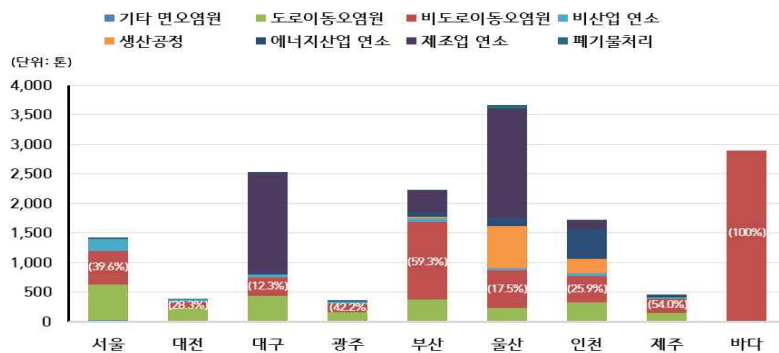
자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 작성

〈그림 2-6〉 국내 주요도시 황산화물(SO_x)의 배출원별 배출현황(2014)



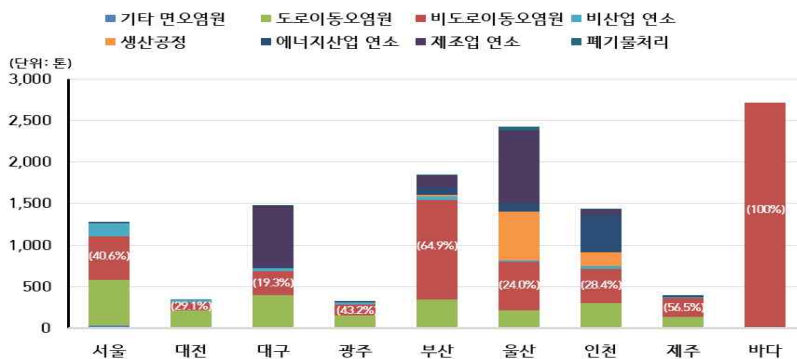
자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 작성

〈그림 2-7〉 국내 주요도시 미세먼지(PM₁₀)의 배출원별 배출현황(2014)



자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 작성

〈그림 2-8〉 국내 주요도시 초미세먼지(PM_{2.5})의 배출원별 배출현황(2014)



자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 작성

2. 항만도시 대기환경과 선박의 배출량

2014년 기준 국내에서 발생하는 대기오염물질 중 선박에서 배출되는 양이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 질소산화물의 경우 대기오염물질의 국내 발생량 중 12.7%가 선박에서 배출되는 것으로 나타났으며, 황산화물의 11.4%, 미세먼지의 7.1%, 초미세먼지의 10.1%가 선박에서 배출되는 것으로 분석되었다.

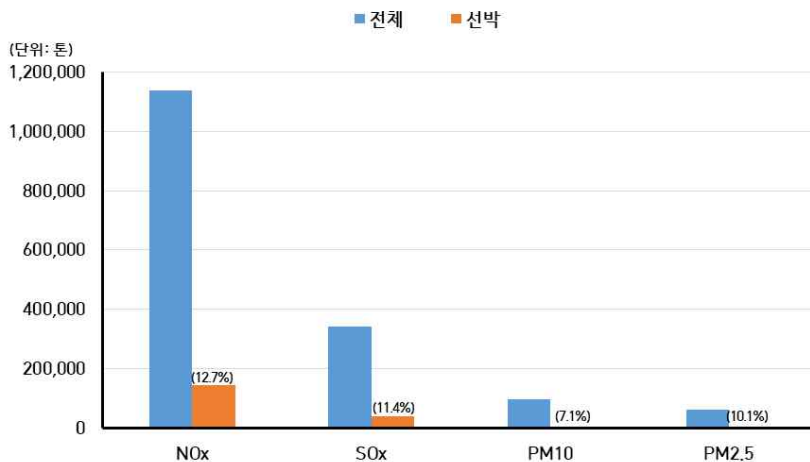
〈표 2-5〉 국내 전체 대기오염물질 배출량과 선박의 비중(2014)

단위: 톤

구분	국내 전체	선박	비율
NOx	1,135,743	144,030	(12.7%)
SOx	343,161	39,074	(11.4%)
PM10	97,918	6,983	(7.1%)
PM2.5	63,286	6,423	(10.1%)

자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 재정리

〈그림 2-9〉 국내 전체 대기오염물질 배출량과 선박의 배출량(2014)



자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 작성

항만도시의 대기환경은 통항 선박의 척수와 해당 도시의 특성에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다. 부산항의 경우 인천항, 울산항보다 통항하는 선박척수가 많아 대기오염물질의 배출량이 절대적으로 많게 나타났으며, 부산 전체 배출량에서 선박의 배출량이 점유하는 비중 역시 높은 것으로 나타났다. 반면, 울산항과 인천항은 통항하는 선박척수가 부산항보다 적을 뿐만 아니라 지역에 입지한 제조 및 에너지 기업에서 배출량이 많아 지역 전체 배출량 대비 선박의 배출량이 차지하는 비중이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

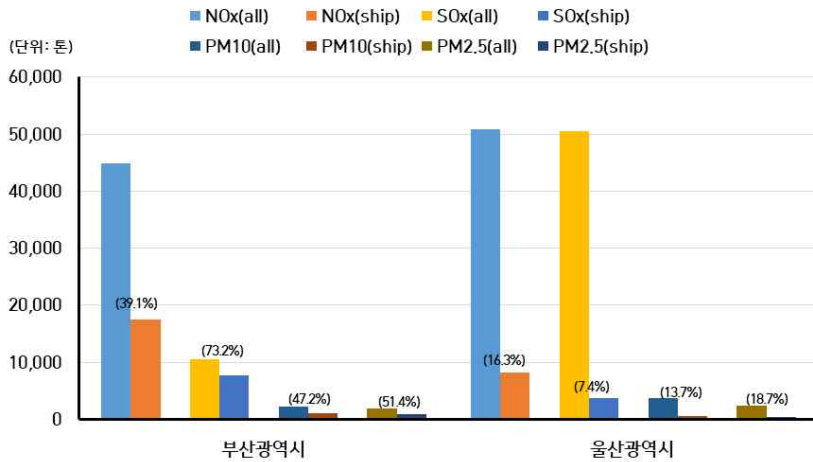
〈표 2-6〉 항만도시 대기오염물질 배출량과 선박의 비중(2014)

단위: 톤

구분		부산	울산	인천	제주	바다
항만 입항척수		47,660	25,848	17,663	3,594	-
NO _x	전체	44,796	50,813	43,853	13,364	75,943
	선박	17,513	8,276	3,671	1,386	75,943
		(39.1%)	(16.3%)	(8.4%)	(10.4%)	(100.0%)
SO _x	전체	10,536	50,522	12,421	1,858	9,669
	선박	7,717	3,729	1,591	524	9,669
		(73.2%)	(7.4%)	(12.8%)	(28.2%)	(100.0%)
PM ₁₀	전체	2,223	3,669	1,727	449	2,898
	선박	1,049	501	224	75	2,898
		(47.2%)	(13.7%)	(13.0%)	(16.6%)	(100.0%)
PM _{2.5}	전체	1,849	2,430	1,440	393	2,713
	선박	951	454	204	68	2,713
		(51.4%)	(18.7%)	(14.1%)	(17.3%)	(100.0%)

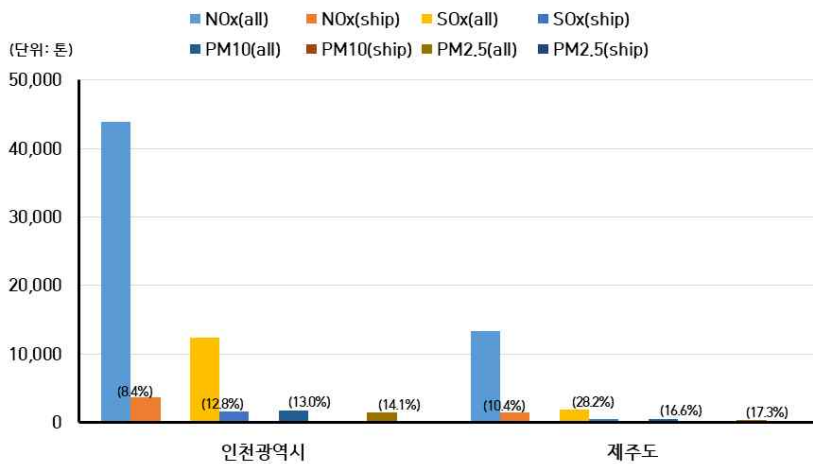
자료: 해양수산부 해운항만물류정보센터(SP-IDC)의 선박 입출항 자료와 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 재정리

〈그림 2-10〉 항만도시 대기오염물질 배출량과 선박의 배출량(부산, 울산: 2014)



자료: 해양수산부 해운항만물류정보센터(SP-IDC)의 선박 입출항 자료와 국립환경과학원 연도별 배출량 통계 (2014년)를 바탕으로 저자 재정리

〈그림 2-11〉 항만도시 대기오염물질 배출량과 선박의 배출량(인천, 제주: 2014)



자료: 해양수산부 해운항만물류정보센터(SP-IDC)의 선박 입출항 자료와 국립환경과학원 연도별 배출량 통계 (2014년)를 바탕으로 저자 재정리

그러나 항만도시의 비도로이동오염원 배출량 중 선박의 비중은 높은 것으로 조사되었다. 2014년 기준 부산의 경우, 비도로이동오염원의 배출량 중 질소산화물(NO_x)의 75.0%, 황산화물의 99.0%, 미세먼지의 79.5%, 초미세먼지의 79.3%가 선박에서 배출되었으며, 울산도 비슷한 수준인 것으로 나타났다. 특히 선박에서 배출된 황산화물은 항만도시의 비도로이동오염원 배출량의 80% 이상을 차지하는 것으로 조사되었다.

〈표 2-7〉 국내 주요도시 비도로이동오염원종 배출 비중(2014)

단위: 톤

구분		부산	울산	인천	제주	바다
NO _x	비도로이동	23,356	10,874	10,809	5,595	75,943
	선박	17,513	8,276	3,671	1,386	75,943
		(75.0%)	(76.1%)	(34.0%)	(24.8%)	(100.0%)
SO _x	비도로이동	7,797	3,738	1,944	652	9,669
	선박	7,717	3,729	1,591	524	9,669
		(99.0%)	(99.8%)	(81.9%)	(80.4%)	(100.0%)
PM ₁₀	비도로이동	1,319	640	448	242	2,898
	선박	1,049	501	224	75	2,898
		(79.5%)	(78.2%)	(50.0%)	(30.8%)	(100.0%)
PM _{2.5}	비도로이동	1,199	582	410	222	2,713
	선박	951	454	204	68	2,713
		(79.3%)	(78.0%)	(49.7%)	(30.5%)	(100.0%)

자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 재정리

〈그림 2-12〉 국내 항만도시 비도로이동오염원의 질소산화물(NOx) 배출 비중(2014)

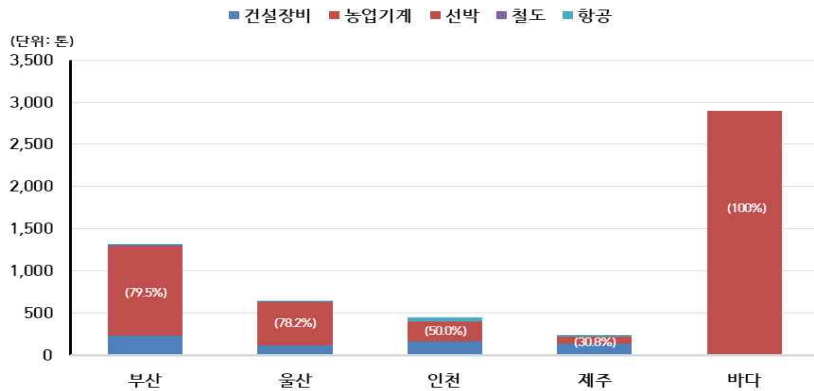


자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 작성

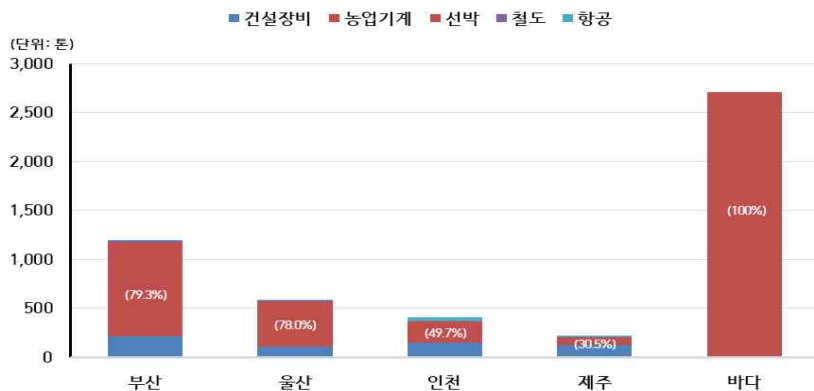
〈그림 2-13〉 국내 항만도시 비도로이동오염원의 황산화물(SOx)배출 비중(2014)



자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 작성

〈그림 2-14〉 국내 항만도시 비도로이동오염원의 미세먼지(PM₁₀) 배출 비중(2014)

자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 작성

〈그림 2-15〉 국내 항만도시 비도로이동오염원의 초미세먼지(PM_{2.5}) 배출 비중(2014)

자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 작성

이상에서 살펴본 바와 같이 부산, 인천, 울산 등과 같은 항만도시의 대기환경이 서울, 대전 등과 같은 내륙도시보다 열악한 것을 알 수 있다. 항만도시와 내륙도시의 배출원별 배출량 통계를 검토한 결과 항만도시의 비도로이동오염원, 특히 선박에서 배출되는 대기오염물질의 비중이 높은 것으로 나타났다. 특히 부산은 선박의 배출 비중이 매우 높은 특징을 보였으며, 인천, 울산은 에너지, 제조, 정유 등 지역 주요 산업의 배출량이 많아 선박의 비중은 상대적으로 낮게 나타났다.

제2절 대기환경 관리의 문제점

1. 선박에 대한 체계적 관리 부실

1) 법·제도적 장치 미흡

우리나라는 황산화물(SO_x), 질소산화물(NO_x), 미세먼지(PM_{2.5}) 등 대기오염 물질의 배출과 관련된 관리를 환경부에서 관할한다. 그러나 환경부는 육상에서 배출되는 대기오염물질을 주로 관리하고 있는 반면 해상에서 배출되는 오염물질에 대해서는 직접적으로 관리하지 않고 있다. 해양수산부의 경우에도 수질오염 등은 집중적으로 관리하고 있으나 해상에서 배출되는 대기오염물질 등에 대한 별도의 관리 방안은 존재하고 있지 않다.

환경부는 사업장과 자동차, 선박 등에서 발생하는 대기오염물질 등에 대한 배출 규제를 위해 「대기환경보전법」과 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」 등을 시행하고 있으나 선박의 경우 배출되는 대기오염물질의 종류와 허용기준만 설정하고 있을 뿐 실질적인 규제를 수행하고 있지 않다.

해양수산부는 「해양환경관리법」에 MARPOL73/78 부속서 VI ‘선박으로부터 발생하는 대기오염물질 방지’ 규칙을 우리나라에 적용하기 위한 틀은 마련해 두었으나 배출규제해역(ECA) 등 보다 적극적인 사항들은 포함되어 있지 않다.

또한 동법 제129조(벌칙) 부분에서는 제4장 개별 조항의 규정을 위반한 자에 대하여 1년 이하의 징역 또는 1천만 원 이하의 벌금에 처하도록 정하고 있다. 하지만 이러한 벌칙은 다른 위반 사항과 비교하면 처벌 강도가 가장 낮은 수준이며, 제43조, 제44조와 제45조에 대한 벌칙을 강화하여 엄격한 법 집행의 실효성을 확보할 필요가 있다.

2) 선박 배출량 저감을 위한 정책 미비

(1) 친환경 선박으로 전환

최근 글로벌 해양환경 규제 강화에 대응하고 항만의 대기환경 개선을 위해 친환경선박 도입 필요성이 대두되어 왔다. 2016년 기준 국내 외항선박 890척의 에너지 효율성 검토 결과 28%인 248척을 고효율친환경선박으로 교체가 필요한 것으로 나타났다.⁹⁾ 친환경 선박의 도입 방식은 LNG 추진선으로 전환, 노후선박 조기 폐선, 탈황장치 및 저감장치 설치 등으로 추진될 수 있으나, 경제성 부족 및 대규모 자금 투입 등으로 민간의 자발적인 투자는 어려운 실정이다.

(2) 육상전원공급장치(AMP) 확충

항만 내 접안 중인 선박의 전원 수요 충족을 위해 엔진을 가동하는 등 계속적인 연료유 소모가 발생함에 따라, 전 세계 주요 항만은 육상에서 전원 수요를 공급하기 위한 AMP 설치를 늘리고 있다. 이를 통해 선박 엔진 가동을 중단시킴으로써 대기오염물질 발생 억제가 가능하다. 미국 LA/LB 항만은 2020년까지 AMP 의무화 비중을 입항선박의 80%까지 확대, EU는 2025년까지 모든 선박을 대상으로 AMP 사용을 강제화할 예정이다. 중국 역시 신규부두계획 시 AMP 시스템을 갖추도록 법으로 강제화하고 있으며, 2018년 총 926개(30% 수준), 2020년 1,543개(50% 수준)으로 확충할 계획에 있다.¹⁰⁾ 우리나라의 경우, 인천 석탄부두에 AMP 시범사업이 올해 12월 완공될 예정에 있으며, 부산 및 인천항 만공사를 중심으로 기존 컨테이너 터미널에 AMP 개조사업 추진을 진행하고 있다. 이처럼 국제적인 AMP 확산 추세에 대응하기 위한 활성화 방안을 수립하고자 하고 있으나, 체계적이고 구체적인 도입 및 적용 계획은 마련되어 있지 않다.

9) 한국해양수산개발원, 우리나라 선박의 28% 고효율·친환경 선박으로 교체가 시급하다, 「KMI동향분석 4호」, 2016.11.

10) 한국해양수산개발원, 항만도시 미세먼지 저감 위해 AMP 설치 서둘러야, 「KMI동향분석 35호」, 2016.06.

(3) 저속운항 프로그램 및 선박환경지수 도입

대기오염 물질 주요 배출원인 선박으로부터의 오염물질 배출 방지를 위한 방안으로써 저속운항프로그램과 선박환경지수 도입 방법을 고려할 수 있다.

저속운항프로그램은 선박운항 속도 저감으로 연료소모량 감소 및 선박으로부터 오염물질 배출량 감축 효과를 도모하는 것으로, 항계 내에서 저속운항(12노트 이하 등)로 운항하는 선박에 대해 접안료 감면 등의 인센티브를 제공하는 제도이다. 대표적으로 미국 LA/LB항만에서 도입하여 시행하고 있으며, 2016년 기준 입출항 선박의 90% 이상이 20해리부터, 80%는 40해리부터 감속운항에 참여하고 있다. 우리나라는 현재 항계 내에서 선박운항 속도 제한(12해리 이하)은 되고 있으나 항계가 육상지역과 인접하여 선박배출량의 실질적 효과는 미미하고, 그 체계적인 운영 프로그램은 시행되지 않고 있다.

한편, 부산항에서는 아시아지역 최초로 2014년부터 선박환경등급평가시스템인 선박환경지수(Environmental Ship Index: ESI)를 도입하여 친환경선박에 대한 인센티브를 제공해 왔다.¹¹⁾ 이 제도는 부산항에 입항하는 선박(선사)이 자발적으로 친환경연료 사용 등으로 배출가스를 절감하면 항비 할인 등의 인센티브를 제공하는 제도로써 미국 2개 항만, 유럽 15개 항만에서도 활용하고 있는 대기오염 물질 배출 감축 제도이다. 하지만 이러한 프로그램은 모든 선박을 대상으로 하는 강제적이고 적극적인 조치가 아닌 선사의 자발적인 노력을 요구하는 데 그치고 있다.

2. 항만구역 대기질 상시관측망의 부재

기존의 선박에서 기인하는 대기오염물질 산정은 국립환경과학원의 배출량 통계에 의해 산정하고 있으며, 전국에 설치된 505개의 관측망을 통해 그 데이터를 수집하고 있다. 반면, 항만지역은 국가대기오염측정망 관리대상에서 제외되어 관측망 설치가 전무한 실정이다. 항만구역의 관측망 부재로 항만의 대기오염 수준, 정확한 배출원에 대한 분석이 어려우며, 대기오염 물질의 행동특성 및 각

11) 부산항만공사, 「지속가능평가보고서」, 2014 (www.busanpa.com, 검색일: 2017.11.10.)

종 저감 대책의 효과 파악도 불가능할 수밖에 없다. 이는 항만 내 대기오염물질 배출원에 대한 관리 정책 수립 및 추진에 한계가 발생할 수밖에 없음을 의미한다. 현재 선박으로부터 배출되는 오염물질 측정은 국가 유류 사용량 통계를 활용한 하향식 방법(Top-down approach)을 채택하여 간접적으로 분석하고 있는 실정이며 이는 오차가 매우 클 가능성이 있다. 따라서 전국 주요 무역항을 대상으로 상시 관측망 설치를 통해 항만구역의 종합적인 대기오염 배출원에 대한 체계적인 관리가 필요하다. 항만구역의 상시 관측망 설치 및 운영을 통해 배출원에 대한 DB 구축, 정기적인 항만 대기오염 배출원에 대한 인벤토리가 마련되어야 한다.

제3절 소결

국립환경과학원의 연도별 배출량 통계(2014년) 자료를 분석한 결과, 항만도시가 내륙도시보다 대기오염물질 배출량이 높음을 알 수 있다. 또한 항만도시의 비도로원오염원 중 선박으로부터 발생하는 배출량이 높으며, 항만도시 중 선박 통항량이 많은 지역의 오염물질 배출량이 상대적으로 높은 것을 알 수 있다.

항만도시의 대기오염 개선을 위해서는 선박으로부터 기인하는 오염물질 배출량을 감축하는 방안이 필요하며, 저속운항 프로그램 시행, AMP 확충, 친환경 선박도입 등 다양한 제도 도입 및 정책을 추진할 수 있다. 앞서 살펴본 바와 같이, 해외 선진항만들은 측정망 설치, 다양한 감축 프로그램 시행으로 항만의 오염물질 배출량을 획기적으로 줄이고 있으나 우리나라는 항만구역 오염물질 측정망 설치 부재, 체계적인 정책 수립과 시행이 미미한 실정이다. 최근 주요 항만을 중심으로 주요 선석 크레인, 야드 트랙터(YT) 등의 동력원을 전기 또는 LNG로 전환하는 사업을 추진완료 또는 진행 중에 있으나 그 추진 속도나 대기오염 개선 효과가 크지 않다. 또한 연료유 사용 절감을 유도하는 인센티브 제도는 강제적인 사항이 아니므로 선사의 자발적인 참여를 기대할 수밖에 없다.

따라서 항만의 대기오염 배출물질 감축을 위해서는 근원적인 배출원인 선박

의 오염물질 배출의 강제적인 제한을 통한 종합적인 관리방안 마련이 필요하다. 이러한 방안을 위해 본 연구에서는 우리나라 항만의 ECA 지정 필요성을 검토하고 국외사례 분석을 통해 우리나라 여건에 맞는 적절한 도입방식 및 절차를 제시하고자 한다.

제3장 국외 배출규제해역(ECA) 지정 사례 검토

제1절 배출규제해역(ECA) 지정 현황

1. 국제협약에 의한 ECA

IMO에서는 선박에서 배출되는 황산화물(SO_x), 질소산화물(NO_x), 미세먼지(PM) 등의 대기오염물질을 보다 강력하게 규제하기 위해서 배출규제해역(Emission Control Area: ECA) 제도를 마련하여 시행하고 있다. ECA는 선박의 황 배출량을 제한하기 위해 1997년 채택된 해양방지오염협약(International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL) 부속서 VI에서 처음 제시되었으며, ECA 지역을 통항하는 선박은 황 함유량이 1.5% 이하의 연료를 사용하거나 배출가스 정화시스템을 의무적으로 설치하도록 하였다. 이후 선박연료유의 황 함유량 제한이 1.0%(2010년), 0.1%(2015년)로 점차 강화되어 왔으며, 질소산화물(NO_x) 및 PM의 배출규제를 추가하고 있다.

1) ECA 지정 절차 및 기준

MARPOL 부속서 VI에 명시된 신청절차와 기준 등에 따라 희망하는 국가들은 ECA 지정을 신청할 수 있으며, IMO는 신청서를 평가하여 최종적으로 ECA를 지정하게 된다. 즉, 모든 국가들은 ECA 지정에 필요한 자료와 MARPOL 부속서 VI의 부록 III(〈표 3-1〉)에 제시된 절차와 기준에 따라 IMO에 ECA 지정 신청을 할 수 있다. 2개국 이상이 관여된 특정해역의 경우에는 당사국들 간 서로 협력을 통해 공동으로 제안해야 하며, ECA 지정 신청 건은 MEPC를 통해 부속서 VI의 개정 사항으로 검토가 진행되며, 채택될 경우 발효일은 최소 16개월 이상의 기간을 필요로 한다.

IMO 승인을 통해 ECA를 지정하기 위해서는 국민보건, 생물다양성, 해양환경 보호 등이 긴급하게 필요한 지역을 선택하며, 대체로 해상 교통량이 많고 주변에 도심이 입지하고 있어 국민건강에 심각한 영향을 미치는 경우가 일반적이다.

ECA 지정 신청국은 ECA를 지정하고자 하는 해역에 대한 설명을 포함하여 선박에서 배출되는 대기오염물질에 대한 규제가 필요하다는 것을 스스로 증명해야 한다. 이와 동시에 ECA 지정으로 인해 발생하는 비용과 편익에 대한 자료도 제시해야 한다. MARPOL 부속서 VI의 부록 III에 제시된 ECA 지정 신청 시 필요한 주요 사항들은 다음과 같다.

- 신청 지역에 대한 상세 기술(신청 지역이 표기된 해도 포함)
- 규제 대상 대기오염물질(NO_x , SO_x , PM 또는 3가지 모두)
- 선박 배출 대기오염물질로 영향을 받는 인구와 환경 지역에 대한 기술
- 선박 배출 대기오염물질이 신청 지역의 대기오염 주변 농도와 부정적 환경 영향에 대한 평가(보건과 환경에 대한 배출 물질의 영향 포함)
- 신청 지역의 기상에 관한 정보(풍향 패턴, 지형학·지리학·해양학·형태학 조건)
- 신청 지역의 해상 교통 상황(교통량 패턴과 교통 혼잡도 포함)
- 육상에서 대기오염물질을 다루기 위해서 취하는 규제 수단에 대한 기술
- 육상 규제 대비 선박 배출 대기오염물질을 줄이기 위한 상대적 비용과 국제 무역에 종사하는 해운업에 미치는 경제적 영향

〈표 3-1〉 IMO의 ECA 지정 절차 및 기준

구분	내용
Section 1. 목적	<ul style="list-style-type: none"> • 본 부속물은 황산화물(SO_x) 배출 규제 구역(ECA)의 지정을 위한 기준과 절차를 제 공하며 ECA 지정 목적은 선박의 황산화물(SO_x) 배출로 인한 대기 오염(해상 및 육 상지역)을 예방, 감소, 통제하기 위함 • 선박의 황산화물(SO_x) 배출로 인한 대기 오염을 예방, 감소, 통제해야 할 이유가 입 증되는 경우, IMO는 ECA 지정을 고려해야함
Section 2. ECA 지정 제안(서) 기준	<p>(제안서 작성)</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Contracting States to the Protocol of 1997 (MARPOL)” 체결국(이하 ‘체결국’) 에 한해 ECA 지정 제안서를 IMO에 제출 가능 • 두 개 이상의 체결국이 공동으로 ECA 지정 신청할 경우, 공동 제안서를 작성해야함

구 분	내 용
	<p>(제안서 내용)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ECA 지정 제안 구역을 정확히 표시한 해도(도면) 및 참고자료 • 선박 황산화물(SO_x) 배출로 인한 오염 피해 지역(해상 및 육상)에 대한 위험 요소 설명 자료 • ECA 지정 제안 구역에서 운항하는 선박의 황산화물(SO_x) (퇴적물 포함)이 해상 및 육상 지역 오염에 영향을 미친다는 평가(서) 자료 • 평가(서)는 육상 및 해양 생태계, 자연 생산 지역, 주요 생물 서식지, 수질, 인체 건강, 문화 및 과학의 요충지 등에 대한 영향 평가(분석)를 반드시 포함하고 방법론 및 관련 자료(출처 포함) 제출 • ECA 지정 제안 구역과 선박의 황산화물(SO_x) 배출 영향을 받는 육상 및 해상구역의 바람 패턴, 지형학적, 지질학적, 해양학적, 형태학적, 기타 지역 대기 오염 또는 산성화 유발 요소 등에 대한 정보 • ECA 지정 제안 구역 내 선박 운항 패턴 및 밀도 관련 자료 • Annex VI, 규칙14(Sulphur oxides(SO_x)) 부합 여부를 판단하기 위해 제안서 제출 국가의 기존(육상 기준) 황산화물(SO_x) 배출 관련 규정 및 통제에 관한 자료 <p>(범위 지정)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ECA의 지리적 범위는 제안서 내용을 기반으로 지정 <p>(제안서 제출)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ECA 지정 제안서는 IMO에서 정한 규칙과 절차에 따라 제출해야 함
Section 3. ECA 지정 제안서 평가 및 채택 절차	<ul style="list-style-type: none"> • IMO는 체결국이 ECA 지정 제안서를 제출할 경우, 평가할 의무가 있음 • ECA 지정 제안(서)은 본 규칙(MARPOL Annex VI)에 따라 검토 및 채택 • 채택된 ECA는 국제해양오염방지협약(International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973) 제16조에 의해 적용 • 제안서 평가 시, Section 2에 명시된 항목 및 이 항목들에 대한 상대적 비용(기존 육상의 황산화물(SO_x) 절감을 위한 비용 대비 선박의 황산화물(SO_x) 배출 절감을 위한 비용)을 고려할 뿐만 아니라 국제무역 및 해운에 대한 경제적 영향도 고려
Section 4. ECA 운영	<ul style="list-style-type: none"> • ECA 선박 운항 관련 사항은 IMO의 규정에 따르고 이와 관련한 선사의 요구사항, 문제점 등은 IMO에 제기해야 함

자료: IMO(www.imo.org)의 MARPOL 부속서 VI, 부록 III(ECA 지정을 위한 절차와 기준)을 참고하여 저자 정리
(검색일: 2017. 10. 15.)

2) 지정 현황

2017년 10월 기준 전 세계에서 IMO가 공식적으로 승인한 ECA는 총 4개 해역이 포함된다. 2006년 발트해를 최초 ECA로 지정하였으며, 이후 북해(2007), 북미(2012), 카리브해(2014) 지역이 ECA로 지정되었다.

〈그림 3-1〉 IMO 승인 ECA 현황



자료: DNV-GL 홈페이지(<https://www.dnvgl.com>, 검색일: 2017. 10. 15.)

〈표 3-2〉 IMO의 ECA 지정 현황 및 배출규제

ECA 지역		채택일	발효일	실제 적용일	SOx 제한 기준 및 적용연도
발트해(SOx)		1997.9.26.	2005.5.19.	2006.5.19.	* 2010.7.1. 이전: 1.5% 이하 * 2010.7.1. 이후: 1.0% 이하 * 2015.1.1. 이후: 0.1% 이하
북해(SOx)		2005.7.22.	2006.11.22.	2007.11.22.	
북미	SOx, PM	2010.3.26.	2011.8.1.	2012.8.1.	* 2012.8.1. 이후: 1.0% 이하 * 2015.1.1. 이후: 0.1% 이하
	NOx	2010.3.26.	2011.8.1.	◎	
미국령 카리브해	SOx, PM	2011.7.26.	2013.1.1.	2014.1.1.	* 2014.1.1. 이후: 1.0% 이하 * 2015.1.1. 이후: 0.1% 이하
	NOx	2011.7.26.	2013.1.1.	◎	

주: ◎ 2016년 1월 1일 이후 건조되어 운항되는 선박은 MARPOL 부속서 6 13.5항에 규정된 NOx Tier III를 준수
 자료: <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/SpecialAreasUnderMARPOL/Pages/Default.aspx> 및 [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Sulphur-oxides-\(SOx\)-Regulation-14.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Sulphur-oxides-(SOx)-Regulation-14.aspx) 및 한국선급 Technical Information, No. 2011-IMO-12참조하여 저자 정리(검색일: 2017. 10. 15.)

(1) 발트해 및 북해

발트해 지역은 보스니아만(the Gulf of Bothnia), 핀란드만(the Gulf of Finland) 및 북위 57°44.8'의 Skagerrak의 Skaw과 평행을 이루는 해역에 지정되어 있다. 북해 지역은 북위 62° 남쪽 해역과 서경 4° 동쪽 해역, 북위 57°44.8'에 의해 Skaw 동쪽 경계지역, 영국해협(English channel)과 서경 5°의 동쪽 및 북위 48°30'의 북쪽 해역에 해당한다.

이 두 지역은 2010년 7월 1일을 기준으로 해당 해역으로 운항하는 선박에 사용되는 연료유의 황 함유량이 1.5%/m 이하에서 1.0%/m 이하로 적용이 강화되었으며, 현재는 황 함유량 0.1%/m 초과하는 연료유 사용이 금지되어 있다.

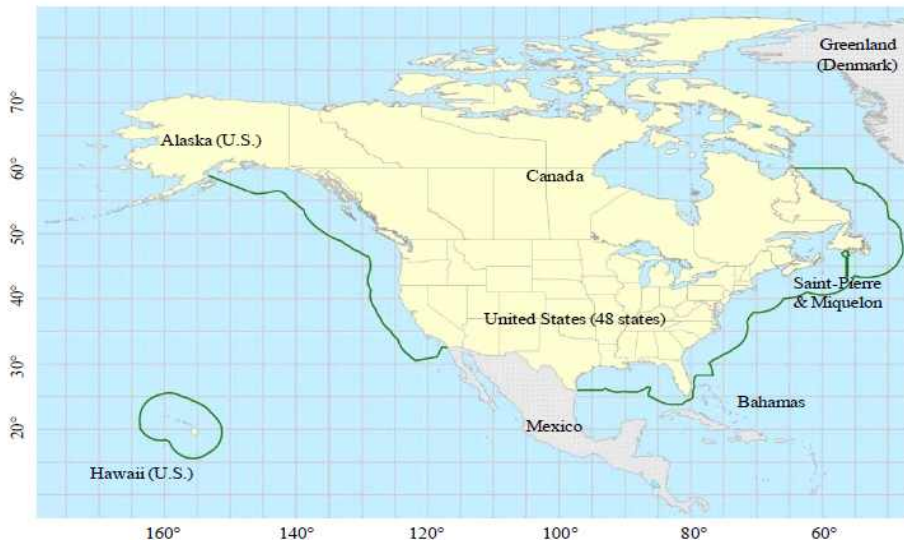
〈그림 3-2〉 발트해 및 북해 ECA 지정 해역



(2) 북미 해역

미국과 캐나다 동·서부 영해기선으로부터 200해리(Nautical Mile, NM) 떨어진 해역, 하와이해역 및 프랑스령의 Saint-Pierre-et-Miquelon를 포함한 북아메리카 지역에 해당한다. 이 지역은 황산화물(SO_x)과 질소산화물(NO_x) 배출이 제한되는 해역으로 황산화물(SO_x)은 2011년 8월 1일부터 황산화물(SO_x) 배출 규제해역으로 발효되어 2012년 8월 1일부터 황 함유량 1.0%_{m/m} 이하 연료유 사용 규정이 시행되었다. 현재는 발트해 및 북해와 동일한 조건인 0.1%_{m/m} 이하의 황 함유량 연료유 사용규정이 적용되고 있다. 질소산화물(NO_x)의 경우, 2016년 1월 1일 이후 건조되어 운항되는 선박은 MARPOL 부속서 VI 13.5항에 규정된 NO_x Tier III를 준수해야 한다.

〈그림 3-3〉 북미 ECA 지정 해역

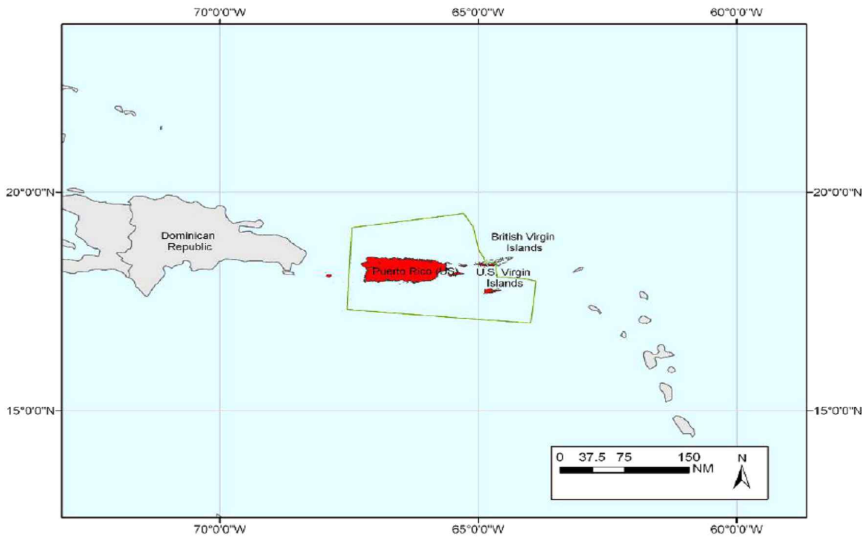


자료: 한국선급, *Technical Information*, No. 2011-IMO-12

(3) 카리브해

카리브해에 지정된 ECA는 미국령 Puerto Rico와 Virgin Islands의 50해리 내 해역을 포함한다. 이 지역 또한 북미해역과 같이 황산화물(SO_x)과 질소산화물(NO_x) 배출이 제한되는 해역으로 황산화물(SO_x)은 2013년 1월 1일부터 황산화물(SO_x) 배출통제 해역으로 발효되어 2014년 1월 1일부터 1.0%_{m/m} 이하 배출통제 규정이 시행되었다. 현재는 발트해 및 북해와 동일한 조건인 0.1%_{m/m} 이하의 황 함유량 연료유 사용규정이 적용되고 있다. 질소산화물(NO_x)의 경우, 북미 해역과 마찬가지로 2016년 1월 1일 이후 건조되어 운항되는 선박에 대해 MARPOL 부속서 VI 13.5항에 규정된 NO_x Tier III를 준수해야 한다.

〈그림 3-4〉 카리브해 ECA 지정 해역



자료: 한국선급, *Technical Information*, No. 2011-IMO-12

2. 자발적 ECA

1) 중국

중국은 자국 내 환경규제 강화 및 항내 오염물질 배출을 제한하기 위해 자발적으로 ECA를 지정하여 시행하고 있다. 2015년 중국 교통운수부(MOT)와 교통운수부 수운과학연구원(WTI)가 공동으로 타당성 조사를 실시하였으며, 그해 8월 타당성이 있음을 판단하여 교통운수부에 보고 및 12월에 ECA 지정을 발표하였다.

당초 장강삼각주, 주강삼각주, 보하이만 지역 등 3개 지역의 ECA 규제는 2017년 1월 1일부터 시행될 예정이었으나, 장강삼각주(2016년 4월 1일)와 주강삼각주 내 선전항(2016년 10월 1일)은 조기에 시행되었다. 현재 중국의 ECA 내 선박 연료유의 황 함유량은 0.5% m/m 으로 제한하고 있으나, 지정 범위는 12해리로 IMO의 승인을 받은 ECA와는 차이가 존재한다. 지정된 3개의 ECA 내 핵심항만에 접안 또는 정박하는 모든 선박(어업, 군용 및 스포츠용 선박을 제외)에 동일한 규제가 적용된다.

〈표 3-3〉 중국의 ECA 지정 및 시행 현황

시행일	규제 적용 항만	구역명	황 함유량	적용 내용
2016. 04.01	상하이항, 닝보항, 저우산항, 쑤저우항, 난통항	장강삼각주	0.5% 이하	* 대상: 모든 선박 * 기간: 접안 1시간 후부터 출항 1시간 전까지
2016. 10.01	선전항	주강삼각주	0.5% 이하	* 대상: 모든 선박 * 기간: 접안 1시간 후부터 출항 1시간 전까지
2017. 01.01	* 장강삼각주(상하이, 닝보, 저우산, 난통, 쑤저우) * 주강삼각주(선전, 광저우, 주하이) * 보하이만(톈진항, 칭황다오, 탕산, 황화)	장강삼각주, 주강삼각주, 보하이만	0.5% 이하	* 대상: 모든 선박 * 기간: 접안 1시간 후부터 출항 1시간 전까지
2018. 01.01	3개 지역 전체 항만	장강삼각주, 주강삼각주, 보하이만	0.5% 이하	* 대상: 모든 선박 * 기간: 접안 1시간 후부터 출항 1시간 전까지
2019. 01.01	3개 지역 전체 항만	장강삼각주, 주강삼각주, 보하이만	0.5% 이하	* 대상: 모든 선박 * 기간: ECA 구역 진입 시

〈그림 3-5〉 중국의 ECA 지정 현황



시행 초기 3개의 ECA 내 주요항만을 대상으로 접안 1시간 후에서 출항 1시간 이전 기간만 0.5% m/m 이하의 연료유 사용이 허용되었다. 향후 2018년 1월 1일부터는 ECA 내 모든 항만으로 확장되며, 2019년 1월 1일부터는 ECA 해역 진입 시부터 0.5% m/m 이하의 연료유 사용만이 허용되며, 당해년도 말까지 ECA 실시 효과를 평가하여 그 지리적 범위 및 통제수준(0.1% m/m 적용 여부)의 변경 적용 여부를 결정할 예정이다.

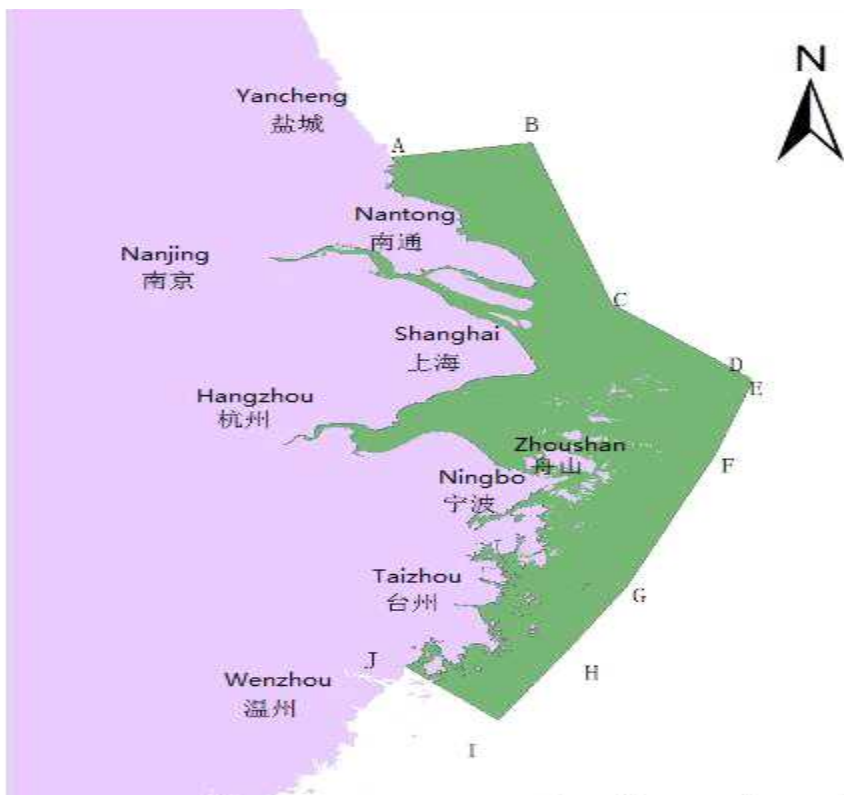
중국은 현재 12해리로 지정된 ECA의 범위 확대를 위해 IMO 승인을 위한 준비 작업을 진행하고 있다. 하지만, 국제법으로 명시된 영해(12해리) 밖의 범위에 대한 ECA 지정은 IMO의 승인이 반드시 요구된다. IMO는 ECA 범위 설정에 대해 해당국에 자율성을 부과하고 있으나, 영토분쟁 지역 또는 ECA 지정으로 발생하는 효과에 대한 증명이 어려운 경우 승인이 불가능하다. 따라서 중국은 향후 ECA 범위를 지나치게 넓게 지정하지는 않을 것으로 예상된다.

중국은 ECA 지정 시 수역을 기준으로 그 범위를 설정하였으며, 선박 입·출항 비중이 높은 칭다오(Qingdao)항 및 샤먼(Xiamen)항은 제외되어 있다. 두 항만 모두 ECA에 포함될 수 있도록 타당성 분석 등의 작업을 수행하고 있으며, 향후 그 범위 확대 시 적용 범위로 고려될 수 있다.

(1) 장강삼각주(Yangtze River Delta)

〈그림 3-6〉과 같이 A~J의 연결점을 따라 육지로부터 12해리 범위에 ECA가 지정되어 있으며 해당 ECA 해역은 난통(Nantong), 상하이(Shanghai), 조우산(Zhoushan) 등 15개 도시 행정구역의 항해 가능한 수역에 해당한다. 각 항만의 해안으로부터 현재 해당 ECA 규정이 적용되고 있는 주요 항만은 상하이(Shanghai), 닝보-조우산(Ningbo-Zhoushan), 쑤저우(Suzhou) 및 난통(Nantong)이다.

〈그림 3-6〉 장강삼각주 ECA 지정 현황



자료: Huatai Insurance Agency & Consultant Service LTD. Circular Ref No. PNI1510, Ministry of Transportation P.R. China Issued a New Regulation on Setting of Three Emission Control Area("ECA") in Pearl River Delta, Yangtze River Delta and Bohai-rim Water, 2015.11.

(2) 주강삼각주(Pearl River Delta)

주강삼각주 지역의 ECA는 <그림 3-7>과 같이 A~F의 연결점을 따라 육지로부터 12해리 범위에 해당된다.¹²⁾ 해당 지역은 광저우(Guangzhou), 선전(Shenzhen), 주하이(Zhuhai), 둥관(Dongguan) 등 9개 도시 행정구역의 항해 가능한 수역이다. 각 항만의 해안으로부터 현재 해당 ECA 규정이 적용되고 있는 주요 항만은 광저우(Guangzhou), 선전(Shenzhen), 주하이(Zhuhai)가 포함되어 있다.

<그림 3-7> 주강삼각주 ECA 지정 현황



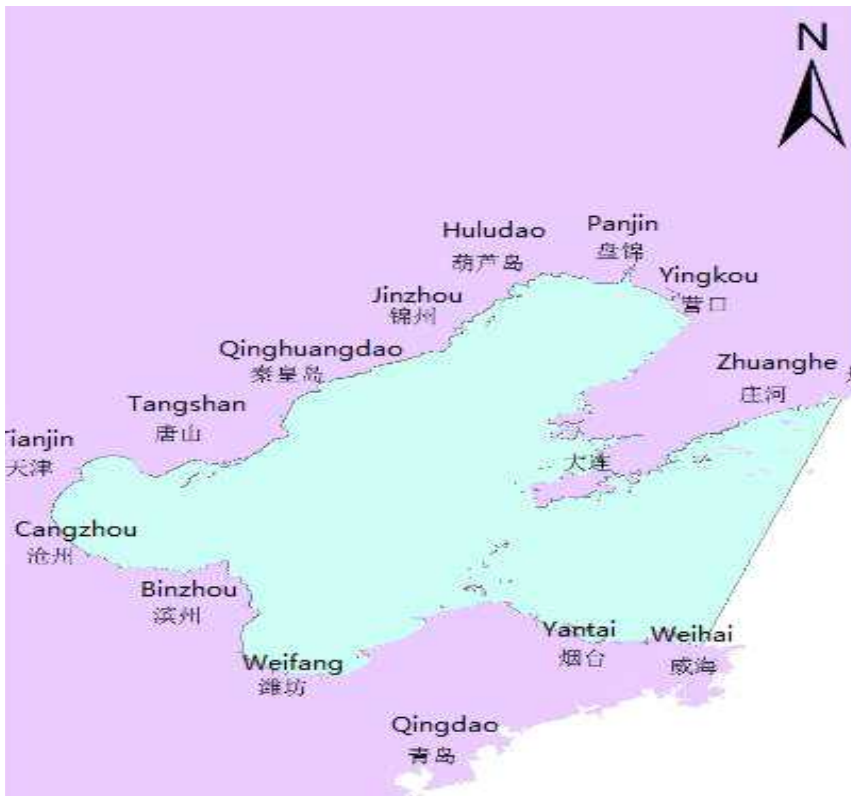
자료: Huatai Insurance Agency & Consultant Service LTD. Circular Ref No. PNI1510, Ministry of Transportation P.R. China Issued a New Regulation on Setting of Three Emission Control Area("ECA") in Pearl River Delta, Yangtz River Delta and Bohai-rim Water, 2015.11.

¹²⁾ 주강삼각주 지역의 ECA에는 홍콩(Hong Kong)과 마카오(Macau)는 제외되어 있다.

(3) 보하이만(Bohai Bay)

〈그림 3-8〉은 보하이만의 ECA를 나타내고 있다. 단둥(Dandong), 다롄(Dalian) 및 옌타이(Yantai), 웨이하이(Weihai)를 연결하는 해역 안쪽에 해당한다. 이 지역은 다롄(Dalian), 칭황다오(Qinghuangdao), 탕산(Tangshan), 톈진(Tianjin), 웨이팡(Weifang) 등 13개 도시 행정구역의 항해 가능한 수역이다. 각 항만의 해안으로부터 현재 해당 ECA 규정이 적용되고 있는 주요 항만은 톈진(Tianjin), 칭황다오(Qinghuangdao), 탕산(Tangshan), 황화(Huanghua)가 포함되어 있다.

〈그림 3-8〉 보하이만 ECA 지정 현황



2) 홍콩

홍콩 또한 입출항 선박에 의한 심각한 대기오염으로 인해 자발적으로 ECA를 지정·시행하고 있다. 2013년 홍콩 환경청이 발표한 “Clean Air Plan for HK (홍콩 청정대기계획)”에 따라 홍콩항의 전 수역을 ECA로 설정하였으며, 입출항 전후 1시간을 제외하고 의무적으로 황 함유량이 0.5% m/m 이하인 연료유를 사용하도록 규정하고 있다. 단, 군용, 내수면 운항선박, 접안 혹은 정박을 목적으로 하지 않는 선박 및 피항, 안전 확보 혹은 인명구조와 관련된 작업의 수행을 목적으로 운항하는 선박은 적용 대상에서 제외된다.

〈표 3-4〉 홍콩의 ECA 지정 및 시행 현황

시행일	지정 구역	황 함유량	적용 내용	주요 규제 내용
2015. 07.01	홍콩 항 전 수역	0.5% 이하	* 대상: 500톤 이상 모든 선박 * 기간: 접안 1시간 후부터 출항 1시간 전까지	* 저유황 연료유, LNG 혹은 항만당국이 승인한 연료유 사용 강제화 * 메인엔진, 발전기, 보일러 등 모든 엔진에 적용 * 연료전환 기록 3년 보관 의무

자료: 홍콩 환경청(<http://www.epd.gov.hk>, 검색일: 2017. 10. 15), A Guide to the Air Pollution Control (Ocean Going Vessels)(Fuel at Berth) Regulation 참조하여 저자 정리

홍콩의 ECA 관련 규정은 홍콩 환경청(Environmental Protection Department)에 상세히 명시되어 있다. 규정에 어긋나는 연료유 사용 시 최대 20만 홍콩달러의 벌금부과와 6개월의 구속, 기록물 미보관, 서류 조작 등의 불법 이행 시 5만 홍콩달러의 벌금과 3개월 구속의 처벌도 규정하고 있다.

향후 홍콩 및 마카오는 중국의 주강삼각주 지역에 ECA 통합을 고려하고 있으며, 통합 시에는 중국의 규정에 따라 0.1% m/m 의 규정 적용이 예상된다.

제2절 배출규제해역(ECA) 지정 검토 및 추진 사례

1. 일본

1) 개요

2008년 10월 IMO의 MARPOL 부속서 VI 개정안 채택¹³⁾ 및 2010년 7월 1일 발효에 따라 일본 역시 자국의 ECA 도입 추진여부를 결정하기 위해 자국 해역 내 ECA 도입 타당성을 검토하였다. 이를 위해 국토교통성(MLIT)의 해양 정책과 및 해사국이 중심이 되어 2010년부터 2013년까지 총 6회의 “ECA기술 검토위원회”를 조직하였다.

이 위원회는 IMO에 ECA 지정 승인을 요청하기 위해 ECA 지정이 인체와 환경에 미치는 영향 및 비용에 대한 종합적 검토를 통해 ECA 범위를 설정하고, IMO에서 규정하고 있는 지정기준 요청에 필요한 자료 수집 등을 목적으로 하였다. 즉, i) 일본의 황산화물(SO_x), 질소산화물(NO_x) 및 PM에 의한 대기오염 평가, ii) 대기 시뮬레이션 실시를 통한 ECA 지정의 효과 예측(인체 및 생태계), iii) ECA 지정 필요 시 적절한 지정범위 설정 및 그 지정 범위의 타당성 검토 등이 주요 내용이다.

2) 검토 결과¹⁴⁾

결과적으로 일본 국토교통성은 2013년 3월 시점에서는 ECA 도입이 불필요한 것으로 결정하였다. 일본 전역의 배출량에 대한 대기질 시뮬레이션, 협역(관동지방)의 대기질 시뮬레이션, ECA에 따른 비용 영향 등을 종합적으로 분석한 결과, ECA 설정이 대기질 개선 효과가 높지않고 불명확하기 때문에 ‘현시점에서 ECA 설정이 필요하지 않다’는 결론을 제시한 것이다. 주요 결과 내용은 다음과 같이 4가지로 요약할 수 있다.

¹³⁾ MARPOL 부속서 VI 개정안은 황산화물(SO_x), 질소산화물(NO_x) 및 PM에 대한 규제와 배출가스통제구역(ECA) 설정 등이 핵심내용임.

¹⁴⁾ 일본 국토교통성, 「선박으로부터의 대기오염물질배출규제해역(ECA)에 대한 기술검토위원회 정리(船舶からの大気汚染物質放出規制海域 (ECA) に関する技術検討委員会取りまとめ)」, 2013.6.27., P.21~22 참조하여 정리.

① 해당 시점에서 일본의 환경기준은 대체로 양호하며 지속적인 개선효과는 향후 국제적 기준을 달성할 것으로 예상되므로 황산화물(SO_x), 질소산화물(NO_x)등의 규제를 위한 ECA 설정은 불필요함

② 2020년 기준 시뮬레이션 결과, 선박으로부터 배출되는 PM은 감소할 것으로 예상되며 전체 농도에 비해 그 배출량이 미미하므로 ECA 설정으로 인한 PM 배출 예방 효과 역시 낮을 것으로 예상됨. 또한 황산화물(SO_x) 배출 규제에 있어서도 2020년 일반 해역에서도 0.5%_{m/m}의 연료유 규제가 적용되는 등 향후 강화되는 규제에 의해 ECA 지정의 필요성이 낮음

③ 질소산화물(NO_x)의 경우, 2020년 기준 시뮬레이션 결과에 따라 선박으로부터 배출되는 질소산화물(NO_x)의 영향은 감소할 것으로 예상되므로 ECA 지정 필요성은 낮은 것으로 판단됨. 오히려 “국가환경기본계획”에 따라 질소산화물(NO_x) 저감 대책을 마련하는 것이 바람직함

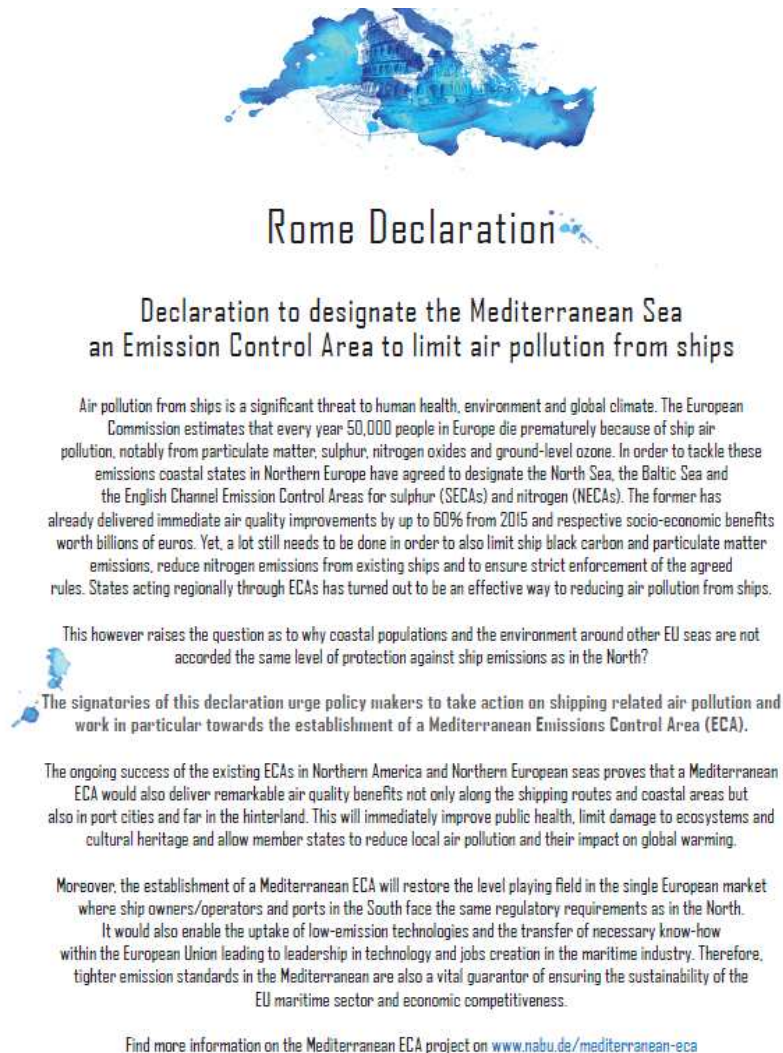
④ 향후 대기오염 배출 규제에 대한 국제적 동향을 파악하고, ECA 지정을 위한 재검토가 필요하면 이를 재평가 할 예정임

2. 지중해

지중해 지역은 환경단체를 중심으로 ECA 추진을 촉구하고 있다¹⁵⁾. 대표적으로, 2017년 3월 로마에서 BirdLife Malta, France Nature Environment, German Nature and Biodiversity Conservation Union(NABU) 등의 환경단체들이 중심이 되어 성명서를 채택하여 발표하였으며, 이를 ‘로마선언(Rome Declaration)’으로 명명하였다. 이 환경단체들은 성명서 발표 외 주변국 즉, 이탈리아를 포함한 남유럽 및 북아프리카 등 12개국에 지중해의 ECA 지정에 대한 동의를 구하고 있다.

¹⁵⁾ Hellenic shipping News 홈페이지(<http://www.hellenicshippingnews.com/ngos-push-for-a-mediterranean-eca/>, 검색일: 2017. 11. 11.)

〈그림 3-9〉 지중해 ECA 지정 촉구 성명서(Rome Declaration)



자료: Birdlifemalta 홈페이지(<http://birdlifemalta.org/wp-content/uploads/2017/03/Rome-Declaration-for-a-Mediterranean-ECA.pdf>, 검색일: 2017. 11. 10.)

성명서의 내용을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 유럽위원회(EC)에서는 선박으로부터 배출되는 오염물질에 의한 대기오염으로 유럽지역에서 매년 5만 명이 사망하고 있음을 주장
- ② 현재 설정되어 있는 북해 및 발트해의 ECA 지정으로 최대 60%의 황산화물(SO_x), 질소산화물(NO_x) 배출량이 감축되었고, 이로 인한 사회적·경제적 이익이 수십억 유로에 달하고 있음
- ③ 지중해 지역의 ECA 지정을 통해 전체 유럽 지역 항만에 동일한 규정을 적용함으로써 형평성을 보장할 수 있음
- ④ 지중해 지역의 지속가능한 항만 경쟁력 향상, 일자리 창출 등 경제적 효과를 위해 ECA 도입을 조속히 추진해야 함

제3절 배출규제해역(ECA) 지정 효과

1. 이론적 분석 사례

많은 연구자들에 의해 ECA 지정으로 인한 대기오염 배출물질 감축사례에 대한 이론적 분석 결과가 제시되고 있다. 대부분은 ECA 도입 전 그 지정효과에 대한 분석이 이루어진 것이며, 많은 연구들이 대기오염 배출물질 감축 및 비용과 인체에 미치는 편익에 대한 효과를 보여주고 있다.

1) 중국 상하이항 SO₂ 배출량 감축¹⁶⁾

Zeru et. al.(2017)의 상하이항에서 처리되는 컨테이너 물동량에 대한 선박 입항 척수 및 그에 따른 연료유 사용량 자료 등을 활용하여 분석하여 2019년까지 상하이항에서 처리되는 컨테이너 물동량을 약 4,500만 TEU로 추정하였으며, 이에 따른 ECA 내 사용 연료유 기준에 따라 그 배출량과 감축량을 아래 <표 3-5>와 같이 분석하였다.

<표 3-5> 중국 상하이항의 ECA 도입에 따른 SO₂ 배출 감축량

황 함유량 기준	SO ₂ 배출량(톤)	SO ₂ 배출량 감축량(톤)
3.5%/m	107,056.33	N/A
0.5%/m	15,293.85	91.763.09
0.1%/m	3,058.77	103,998.17

자료: Zeru et. al., "Evaluation of effects of ship emissions control area: Case study of Shanghai Port in China, Transportation Research Record", *Journal of the Transportation Research Board*, No. 2611, 2017, pp.50~55

¹⁶⁾ Zeru et. al., "Evaluation of effects of ship emissions control area: Case study of Shanghai Port in China, Transportation Research Record", *Journal of the Transportation Research Board*, No. 2611, 2017, pp.50~55 내용을 발췌하여 정리함.

결과적으로 중국에 지정되어 있는 ECA 중에 상하이항에서 2019년 0.5%/m 이하의 황 함유량 연료유 사용 시 약 9만 톤, 0.1%/m 이하로 사용 시 약 10만 톤의 SO₂ 배출량을 줄일 수 있는 것으로 분석된다.

2) 북미지역 ECA 지정에 따른 효과¹⁷⁾

미국 환경청(EPA)은 2009년부터 북미지역(미국 및 캐나다 전 해역과 캐리비안 해역 포함)의 ECA 도입에 따른 대기오염물질 감축 효과와 발생비용 및 인체에 미치는 편익에 대한 분석을 수행하였다. 아래 <표3-6>은 2020년 ECA 지역에서의 선박으로부터 배출되는 오염물질 SO_x, NO_x 및 PM의 예상 감축량을 나타내고 있다.

<표 3-6> 북미 지역 ECA 도입에 따른 대기 오염물질 배출 감축량

구분	감축량(톤)	감축 비율
SO _x	920,000	86%
NO _x	320,000	23%
PM	90,000	74%

자료: EPA, *Designation of north american emission control area to reduce emissions from ships*, 2010

또한 분석 당시 수준에서 2020년까지 선박으로부터 오염물질 배출량을 감축하기 위한 비용을 아래 <표 3-7>과 같이 추정하였다, 이는 같은 수준으로 내륙 지역의 오염물질 감축 비용 대비 그 효과가 크며, 인체 건강에 미치는 편익에 대비 그 비용 효과가 상당히 큰 것으로 나타났다.

¹⁷⁾ EPA, *Designation of north american emission control area to reduce emissions from ships*, 2010 내용을 발췌하여 정리함.

〈표 3-7〉 북미 지역 ECA 도입에 따른 대기 오염물질 감축 비용 및 편익

구분	발생비용(\$/톤)	편익
SOx	1,100	* 470억~1,100억 달러 - 500 ~ 14,000건 조기사망 방지 - 3,800건 응급상황 방지 - 490만 건 호흡기 질환 방지
NOx	2,400	
PM	10,000	

주: 편익 산정 시, 3% 할인율 및 2006년 미국 환율 적용

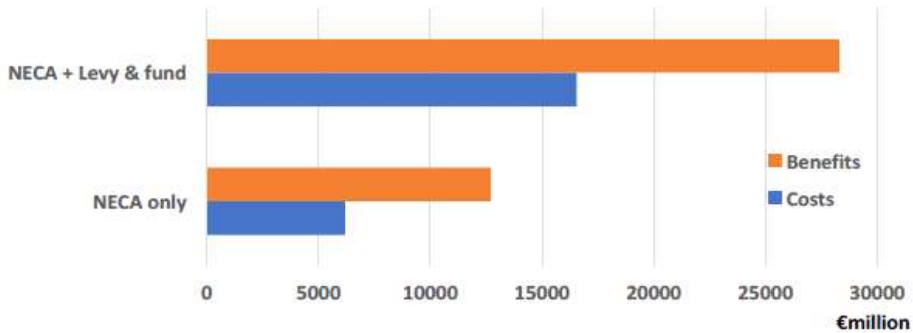
자료: EPA, *Designation of north american emission control area to reduce emissions from ships*, 2010

3) 유럽지역 NOx ECA 지정에 따른 효과¹⁸⁾

본 연구는 2017년 수행된 것으로, 현재 ECA로 지정되어 있는 발트해와 북해를 대상으로 2021년부터 북미지역과 동일한 NOx 규제를 위한 ECA 설정 즉, Tier III 규정을 적용하는 데 따른 비용과 편익을 분석한 것이다.

분석결과는 아래 〈그림 3-10〉과 같이, NOx 배출규제로 2021~2040년 동안 발생하는 비용과 인체 건강에 미치는 편익은 각각 165억 유로, 283억 유로(각국 분담금 및 지원이 있는 경우)로 추정된다. 분담금 및 지원금이 없는 경우에도, 그 비용과 편익은 각각 62억 유로, 127억 유로가 발생할 것으로 분석되었다. 이는 각국의 분담금과 지원금이 비용 대비 편익에 긍정적인 수단이 될 수 있음을 함께 판단할 수 있다.

¹⁸⁾ AirClim, *Cost-benefits analysis of NOx control for ships in the Baltic Sea and the North Sea*, 2017
내용을 발췌하여 정리함.

〈그림 3-10〉 북해 및 발트해의 NO_x ECA 도입 시 효과(2021~2040)

주: VOLY- Value of Life Year lost

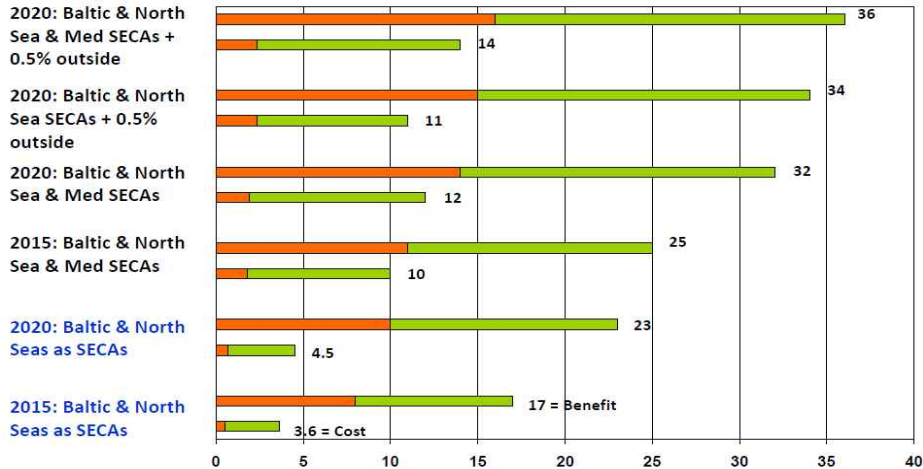
자료: AirClim, *Cost-benefits analysis of NO_x control for ships in the Baltic Sea and the North Sea*, 2017

4) 유럽지역 SO_x ECA 지정에 따른 효과¹⁹⁾

2008년 유럽지역의 IMO의 ECA 지정 논의 시, 선박으로부터 SO_x 배출에 따른 비용편익 분석 사례를 살펴보면 아래 〈그림 3-11〉과 같다. 발트해와 북해의 ECA 도입에 따른 SO_x 배출 규제 시 2015년 기준 최대 36억 유로의 비용 발생, 170억의 인체 건강에 미치는 편익이 도출되었다. 또한 2020년을 기준으로 최대 45억 유로 비용발생 및 230억 유로의 편익이 산출되었다. 발트해와 북해 지역 외 현재 ECA로 지정되어 있지 않은 지중해, 흑해 등 타 해역에 ECA가 도입되었을 경우, 더 많은 편익이 발생할 수 있을 것으로 평가할 수 있다.

¹⁹⁾ AirClim, *Air pollution from shipping*, 2016 (<http://www.nateko.lu.se>, 검색일: 2017.11.11.) 내용을 발췌하여 정리함.

〈그림 3-11〉 유럽지역의 SOx ECA 도입 시 효과



자료: AirClim, Air pollution from shipping, 2016 (<http://www.nateko.lu.se>, 검색일: 2017.11.11.)

2. 실제 효과 측정 사례

1) 유럽의 선박으로부터 오염물질 배출 저감²⁰⁾

위와 같이 ECA 지역 설정에 따라 선박으로부터 기인하는 오염물질 배출량 절감 효과를 살펴보았다. 그 감축 효과에 대한 실제 분석은 일부 연구를 통해 진행되어 왔으며, 아래 〈표 3-8〉과 같이 그 실제 사례를 살펴볼 수 있다.

본 연구는 유럽지역 북해와 발트해의 ECA 내를 운항하는 근해 선박(Short Sea shipping)을 대상으로 실제 선박에서 배출되는 오염물질 감소량에 대한 분석을 진행한 결과이다. 분석에 사용된 선박은 특정 기간(예: 크리스마스)을 제외 하면 연간 왕복항해(front-haul-back-haul)의 화물 선적량의 균형을 이루고 있으며, A선박은 통상 위클리(Weekly)서비스, B선박은 왕복 2주가 소요되는 항로에 투입되었다.

²⁰⁾ Morten, S., "The environmental effects of emission control area regulations on short sea shipping in Northern Europe: The case of container feeder vessels", Transportation Research Part D(In Press, Corrected Proof in 2016) 내용을 발췌하여 정리함.

북해와 발트해는 2015년 1월 1일을 기준으로 황 함유량이 1.0%/m에서 0.1%/m 이하 연료유 사용으로 강화되었으므로, 해당 선박들은 그 강화된 기준에 따라 1.0%/m의 HFO를 사용하는 대신 0.1%/m의 MDO를 주 연료유로 사용하였다. 측정결과는 아래 <표 3-8>과 같이, 1.0%/m이 아닌 0.1%/m의 연료유를 사용할 경우, 연간 평균 SO₂ 배출량은 4.24g에서 0.45g(A선박의 경우), 3.32g에서 0.36g(B선박의 경우)으로 감축됨을 알 수 있다. 결과적으로 0.1%/m의 연료유를 사용할 때 9배 가량 SO₂ 배출량을 줄일 수 있다.

<표 3-8> 북해 및 발트해 운항 선박의 SO₂ 배출 저감 측정 사례

구분			A선박	B선박
선박제원	DWT		4,544	7,750
	TEU		323	458
	TEU당 평균 무게(톤)		13.45	12.47
	평균 운항속도(Knot)		11.5	12.3
	연간 총 운송 거리(TEU-km)		12.5 million	20.4 million
연료 소모 및 SO ₂ 배출계수	연간 총 연료유사용량(메인엔진)		2,508톤 HFO	3,312톤 HFO
	연간 총 연료유사용량(발전기)		163톤 MDO	353톤 MDO
	SO ₂ 배출계수(1.0% HFO)		20g SO ₂ /kg	
	SO ₂ 배출계수(0.1% MDO)		2.0 SO ₂ /kg	
배출량 측정 결과	2015.1.1. 이전	연간 평균 SO ₂ 배출량(TEU-km)	4.24 g	3.32 g
		왕복항해 중 SO ₂ 배출량(TEU-km)	2.81~9.25 g	2.16~4.56 g
	2015.1.1. 이후	연간 평균 SO ₂ 배출량(TEU-km)	0.45 g	0.36 g
		왕복항해 중 SO ₂ 배출량(TEU-km)	0.30~0.99 g	0.23~0.50 g

자료: Morten, S., "The environmental effects of emission control area regulations on short sea shipping in Northern Europe: The case of container feeder vessels", *Transportation Research Part D*(In Press, Corrected Proof in 2016)

2) LA/LB항

북미 ECA에 포함되어 있는 LA/LB항은 항만에서 발생하는 대기오염물질을 감축하기 위해 2005년부터 선박, 하역장비, 외부트럭, 기차 등에 다양한 정책을 적용하여 추진해 오고 있다.²¹⁾ 특히 선박의 대기오염물질 배출량은 연료유 황

함유량 규제 및 NO_x Tier III 적용, AMP 도입, 선박 저속운항프로그램 등을 통해 집중적으로 관리하고 있다. 그 결과, LA항은 2005년 대비 2016년 선박의 황산화물 배출량은 98% 감소하였으며, 미세먼지(PM₁₀) 89%, 초미세먼지(PM_{2.5}) 87%, 디젤입자상물질(DPM) 90%, 질소산화물 40%가 감축되었다.²²⁾ LB항도 선박에서 배출되는 황산화물(97%), 질소산화물(41%), 미세먼지(89%), 초미세먼지(87%), 디젤입자상물질(90%)을 감축한 것으로 나타났다.²³⁾

배출량은 특히 선박의 경우 ECA 지정에 따른 연료유 전환을 대기오염물질 배출량 감축의 주요 요인으로 명시하고 있다.²⁴⁾ 2005년 LA항에 입항한 외항선 중 5%가 주 엔진의 연료유를, 27%가 보조 엔진의 연료유를 전환하였으나, 2016년에는 입항한 모든 선박이 황 함유량이 0.1%인 연료유로 전환하였다.

〈표 3-9〉 LA/LB항 청정대기행동계획 추진 결과

구분		PM ₁₀	PM _{2.5}	DPM	NO _x	SO _x
2005 → 2016 (LA)	Ocean-going vessels	474	373	419	2,095	4,719
		(58%)	(53%)	(55%)	(23%)	(97%)
	Harbor craft	28	26	28	567	5
		(3%)	(4%)	(4%)	(6%)	(0%)
	Cargo handling equipment	48	44	48	1,138	7
		(6%)	(6%)	(6%)	(12%)	(0%)
	Rail locomotives	29	26	29	932	97
		(4%)	(4%)	(4%)	(10%)	(2%)
	Heavy-duty vehicles	240	230	240	4,450	41
		(29%)	(33%)	(31%)	(48%)	(1%)
	Total	818	699	764	9,183	4,869
		(100%)	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)

21) LA/LB Clean Air Action Plan(<http://www.cleanairactionplan.org/>, 검색일: 2017.11.10)

22) The Port of LA, "2016 Air Quality Report Card", 2016.

23) Port of Long Beach, "Air Emission Inventory-2016", 2017.7., p. ES-1.

24) The port of Los Angeles, "2016 Air Emission Inventory", 2017.7., p. 62.

구분		PM ₁₀	PM _{2.5}	DPM	NO _x	SO _x
2005 → 2016 (LB)	Ocean-going vessels	638	500	544	2,760	6,750
		(69%)	(65%)	(66%)	(32%)	(98%)
	Harbor craft	23	21	23	497	4
		(2%)	(3%)	(3%)	(6%)	(0%)
	Cargo handling equipment	41	39	42	825	10
		(4%)	(5%)	(5%)	(9%)	(0%)
	Rail locomotives	22	20	22	705	75
		(2%)	(3%)	(3%)	(8%)	(1%)
	Heavy-duty vehicles	199	190	199	3,930	34
		(22%)	(25%)	(24%)	(45%)	(0%)
	Total	923	770	830	8,716	6,873
		(100%)	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)

자료: The Port of Los Angeles, Port of Los Angeles Inventory of Air Emission-2010, Port of Los Angeles Inventory of Air Emission-2016; Port of Long Beach, Air Emissions-Inventory-2010, Air Emissions-Inventory-2016 내용을 바탕으로 정리하여 저자 작성

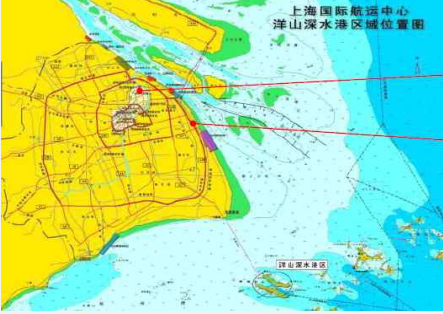


3) 중국의 대기질 개선

중국의 대기오염은 항만이 밀집한 지역에서 특히 높은 것으로 인식되어 왔으며, 최근 물동량 증가(2001년 대비 2016년 6배 증가)에 따라 입항 선박척수 증가 및 그에 따른 연료유 사용량 역시 증가해 왔다. 예를 들어, 선전시의 경우, 전체 SO_x 배출량의 66%가 선박으로부터 배출되고 있다는 분석 결과도 있다.²⁵⁾

중국 교통운수부 수운과학연구원(WTI)에서 분석한 자료를 바탕으로 한 ECA 시행으로 이후 중국의 대기 질 개선 효과는 아래 <표 3-10>과 같다. ECA 내 주요 관측소에서 관측한 SO₂ 감축량은 상당한 효과를 보여주고 있으며, 특히 주강삼각주 지역의 상하이 해역(52%)과 보하이만 탕산항(56%)에서 감축 효과가 큰 것으로 나타나고 있다.

²⁵⁾ 중국 교통운수부 수운과학연구원(WTI) 평찬성 심층 인터뷰(2017. 9. 29.)를 바탕으로 정리

〈표 3-10〉 중국의 ECA 대기질 개선 효과 (2017.6 기준)

해당 지역의 측정 위치	ECA 지역	ECA 시행일	SO ₂ 감축 효과
	장강삼각주 (Yangtze River Delta)	2016.4.1.	23% (측정소: 상하이 푸둥지역 도심 인근) 52% (측정소: 상하이 동쪽 해측)
	주강삼각주 (Pearl River Delta)	2016.10.1.	38% (측정소: 선전항 동쪽)
	보하이만 (Bohai Bay)	2017.1.1.	56% (측정소: 탕산항)

자료: The 4th Sulphur Experts Group Meeting, The current status and challenges for implementation of emission control area in China, 2017. 9

3. ECA 지정에 따른 영향

1) 중국의 규정 연료유 사용 준수

ECA 내 규정된 연료유 사용 수준은 아래 <표 3-11>, <표 3-12>와 같이, 국제항해에 종사하는 선박을 중심으로 그 규정을 준수하고 있는 것으로 평가된다. 반면, 내륙수운(Inland waterway)을 통항하는 선박이나 내항선(Domestic navigation ship)은 미준수 비율이 상대적으로 높은 것을 알 수 있다. 이러한 선박은 대부분 중국 국적의 자국선이며 저품질의 연료유 사용에 기인한다고 할 수 있다.

<표 3-11> 중국의 ECA 내 연료유 사용 규제 준수 현황(2017. 3. 31. 이전)

ECA 지역	ECA 시행일	샘플 측정 지역	샘플 측정 수	미준수 횟수	비율(%)
장강삼각주 (Yangtze River Delta)	2016.4.1.	상하이(Shanghai)	560	57	10.2
		저장(Zhejiang)	해수(Sea) 운항선박: 493	17	3.4
			내륙수운 운항선박: 17	2	11.8
주강삼각주 (Pearl River Delta)	2016.10.1.	선전(Shenzhen)	해수(Sea) 운항선박: 228	1	0.4
	내륙수운 운항선박: 61		8	13.1	
	2017.1.1.	기타	0	0	-
보하이만 (Bohai Bay)	2017.1.1.	허베이(Hebei)	원양선 HFO: 72	8	11.1
			원양선 MDO: 59	0	0
			내항선 HFO: 77	19	24.7
			내항선 MDO: 142	7	4.9
전체			1,09	119	7.0

자료: The 4th Sulphur Experts Group Meeting, The current status and challenges for implementation of emission control area in China, 2017.9

〈표 3-12〉 중국의 ECA 내 연료유 사용 규제 준수 현황(2017.6.30. 이전)

전체 통항 선박수	샘플 측정 지역	샘플 측정 수	미준수 횟수	비율(%)	
20,303	전 지역	3,18	124	전체: 3.6	국제항해 선박: 4.18
					국내 항해 선박: 7.34
					내륙수운 선박: 27.91

자료: The 4th Sulphur Experts Group Meeting, The current status and challenges for implementation of emission control area in China, 2017.9

2017년 3월 31일 기준 위반율이 7.0%에 비해 같은 해 6월 30일 기준으로 3.6%로 그 비율이 감소하였음을 알 수 있다. 중국은 현재 해당 규정 위반 시, 회당 3만~10만 위안(약 500~1,700만 원 수준)의 벌금을 부과하고 있으며, 이는 자국법에서 규정하고 있다. 향후 벌금 수준을 더욱 강화해야 한다는 목소리가 높아지고 있으며, 위와 같이 규정 미준수 비율이 낮아지고 있음을 감안할 때, 규정 준수율은 높아 질 것으로 예상된다.

중국의 적정 연료유 사용에 대한 검사는 교통운수부 해사국에서 수행하고 있다. 중국은 입항척수 대비 검사 인원의 부족으로 1,000척당 1척의 검사 수준에 머무르고 있다. 또한 검사에 약 1주일 정도가 소요되어 결과 통보 전 선박이 이미 출항하는 경우가 많아 제재가 어려운 실정이다. 따라서 연료유 검사에 대해 20~30분으로 단축하기 위한 설비 도입과 검사원 훈련을 고려하고 있다.²⁶⁾

2) 중국의 ECA 도입에 따른 선사에 미치는 영향²⁷⁾

초기 ECA 지정 시 선사에 미치는 영향력이 상당히 클 것이라는 우려가 있었으나 시행 이후 부정적인 영향력은 그리 크지 않은 것으로 파악되고 있다. 중국 내 선사들의 큰 반대는 없었으며, 오히려 차등적용이 아닌 모든 선사에 동일한 기준을 적용할 것을 요청하였다.

대형선사를 중심으로 ECA 도입을 찬성하는 입장이었으며, 이는 대형선사의

²⁶⁾ 중국 교통운수부 수운과학연구원(WTI) 평찬성 심층 인터뷰(2017. 9. 29.)를 바탕으로 정리

²⁷⁾ 중국 교통운수부 수운과학연구원(WTI) 평찬성 심층 인터뷰(2017. 9. 29.)를 바탕으로 정리

경우 대량의 낮은 가격으로 연료유 조달을 해 왔으며 ECA 지정 시에도 강화된 규정에 맞는 연료유 확보에 문제가 없기 때문인 것으로 보여진다. 또한 각 항만 별/ECA 지역별 다른 시기에 따라 적합한 연료유 사용보다 전 구간(예를 들어, 중국 모든 항만에서) 가장 높은 기준에 맞는 연료유를 사용하는 선사도 등장했다. 이는 연료유 전환을 위한 엔진 조작, 전환과정에서 발생하는 엔진 품질 문제 등을 고려할 때, 모든 해역 운항 시 가장 높은 기준의 연료유 사용이 유리하다고 판단했기 때문이다.

반면, 중소형선사의 경우 높은 가격의 연료유 사용으로 인한 경쟁력 상실 우려에 따라 지방정부에서 보조금 지원이 이루어지고 있다. 제정이 확보되어 있거나 인근 지역 항만과의 경쟁우위를 확보할 필요성이 있는 지방정부의 경우 연료유 전환에 따르는 비용 증가분을 보조금 형태로 선사에 지원하고 있다. 대표적으로 선전항(Shenzhen)은 홍콩항과의 경쟁관계에 있으므로 환적화물 확보 등을 위해 보조금을 지급해 왔다.²⁸⁾

ECA 도입에 따른 중국 중앙정부가 지원하는 보조금은 없으며, 이는 ECA가 전 세계 모든 국적의 선박에 공통적으로 적용되는 규정이기 때문인 것으로 보여진다. 향후 ECA 범위 확대는 더 많은 보조금이 지원되어야 하는 상황이 발생할 수 있기 때문에 장기적인 방침은 아닌 것으로 인식하고 있으며, 다만 도입 초기에 일시적인 형태로 지원하는 것이 바람직하다는 입장이다.

제4절 소결

ECA 도입 및 시행은 크게 IMO 승인을 통해 지정하는 방식과 자국의 국내규정에 의해 자발적으로 시행하고 있음을 확인할 수 있다. IMO에 의해 지정되는 방식은 국제협약인 MARPOL 부속서 VI에 근거하고 있으며, 명시된 신청절차와 기준에 따르고 있다. 이 같은 방식으로 지정된 해역은 유럽의 발트해와 북해,

²⁸⁾ 홍콩항 역시 2018년 6월까지 선사를 대상으로 보조금을 지급하고 있음(중국 교통운수부 수운과학연구원(WTI) 평찬성 심층 인터뷰(2017. 9. 29.))

북미 및 카리브해가 포함되며, 일본은 IMO 승인을 통한 지정을 위한 타당성 조사를 수행한 바 있다. 지중해 역시 현재 ECA 도입을 추진하기 위한 움직임을 보이고 있다. 이 해역은 IMO에서 규정한 규제수준을 적용하고 있으며, 규제대상 오염원은 황산화물(SO_x), 질소산화물(NO_x) 및 미세먼지(PM)이다. 단, 질소산화물(NO_x)은 북미와 카리브해만 배출 통제가 적용된다.

한편, 자국의 대기오염물질 배출 감축을 위해 홍콩과 중국은 자발적으로 ECA를 도입하여 시행하고 있다. 2015년 홍콩은 항만 전 수역을 ECA로 지정하여 0.5m/m 이하의 황 함유량 연료유 사용을 강제화하였다. 중국 역시 2016년 장강삼각주, 주강삼각주를 시작으로 2017년 보하이만을 ECA로 지정하여 0.5m/m 이하의 황 함유량 연료유 사용 규제를 적용하고 있다. 중국은 IMO 승인에 의한 ECA 도입도 고려하고 있으며, 향후 2019년까지 그 효과를 검증하여 ECA 범위 및 통제수준을 재설정할 예정이다.

ECA 도입 효과는 주로 배출물질 감축을 위한 비용과 그 감축 효과로 인한 편익에 대한 분석이 많이 이루어 졌으며, 대부분의 지역에서 그 효과를 수치화하여 제시하고 있다. 실제 그 효과 측정 결과, 유럽의 경우 발트해와 북해를 운항하는 선박에서 황 함유량 0.1m/m 이하 연료유 사용 시 황산화물(SO_x) 배출이 9배 감축되는 효과를 보였다. 미국 LA/LB항은 ECA 뿐만 아니라 선박 저속 운항 프로그램, AMP 도입 등 다양한 방법을 통해 오염물질 배출을 관리하였으며, ECA로 인한 연료유 전환 효과가 주요 요인임을 명시하고 있다. 중국 역시 장강삼각주의 상하이, 주강삼각주의 선전 및 보하이만의 탕산에서 황산화물(SO_x) 감축 효과가 각각 52%, 38%, 56%로 분석되었다.

ECA 지정은 해당 항만을 이용하는 선박의 규정에 적합한 연료유 사용이 수반되어야 하며, 그에 대한 검사와 측정 역시 필요하다. 중국의 경우, 2017년 6월 기준으로 그 위반율이 약 3.6%정도 발생하였으며, 대부분 중국 국적선의 저품질의 연료유 사용으로 인한 것이다. 또한 검사 및 선박 제재를 위한 인력배치와 그 시스템 마련이 함께 이루어져야 하며, 이로써 도입 효과를 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

한편, 선사에 미치는 영향력에 대해서는 연료유 전환으로 인한 선박 운항비 증가를 우려할 수 있으며 특히 중소형 선사에 미치는 영향력이 클 수밖에 없다.

하지만 ECA는 해당 항만을 통항하는 전 세계 모든 선박에 공통적으로 적용해야 하는 것이므로 자국 선박에 대한 국가 보조금은 신중히 고려해야 한다. 다만, 항만 경쟁우위 확보를 위해 해당 항만에 입항하는 선박에 대해 지방정부 및 항만공사를 통한 보조금 지급 등은 충분히 고려해 볼 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 다음 장에서는 이러한 국외사례 검토 내용을 바탕으로 우리나라 ECA 지정의 필요성을 모색하고자 한다. 제2장에서 검토한 항만도시의 대기오염 심각성과 그것이 인체에 미치는 영향력을 함께 제시할 예정이다.

제4장 우리나라 배출규제해역(ECA) 지정 필요성 《

제1절 대기오염에 따른 조기사망 증가²⁹⁾

우리나라의 대기환경은 중국, 인도 다음으로 열악한 수준으로 파악되고 있다.³⁰⁾ OECD(2016)는 2010년 기준 대기오염으로 인해 전 세계에서 약 100만 명의 조기사망자가 발생하였으며, 2060년에는 600만~900만 명으로 급격히 증가할 것으로 예상하였다. 또한 대기오염과 관련된 질병으로 인한 의료비용 증가, 노동생산성 감소, 농작물 생산 감소 등으로 2060년경 연간 전 세계의 국내총생산(GDP)의 약 1%(3,015조 원)의 손실이 발생할 것으로 전망하였다.

OECD는 유럽, 러시아, 미국, 캐나다 등 주요 국가들은 2060년까지 대기오염으로 인한 조기사망자 수가 크게 증가하지 않지만, OECD 국가 중 우리나라만이 급격히 증가할 것으로 전망했다. 2010년 기준 우리나라의 조기사망률(인구 100만 명당 조기사망자 수)은 359명으로, 일본(468명), EU 주요 4개국(영국, 프랑스, 독일, 이탈리아; 412명)보다 낮았으며, 미국(299명)보다 높았다. 그러나 2060년 우리나라의 조기사망률은 1,109명으로 급격히 증가한 반면, 일본(779명), EU 주요 4개국(340명), 캐나다(300명), 미국(307명) 등은 일부 감소하거나 비슷한 수준을 유지할 것으로 전망하고 있다.

또한 OECD는 한국, 중국, 러시아, 인도, 동유럽 등에서 대기오염으로 인한 질병 관련 의료비 증가, 노동생산성 저하 등으로 GDP의 손실이 매우 클 것으로 분석하였다. EU 주요 4개국의 GDP 손실은 평균 0.11%로 매우 낮았으며, 미국은 0.21%, 일본은 0.42%의 GDP 손실을 전망하였으나, 우리나라의 경우 0.63%의 손실이 발생할 것으로 전망하여 OECD 회원국 중 가장 많은 경제적 손실이 발생할 것으로 분석하였다.

29) OECD, "The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution: Policy Highlights", 2016.6.

30) Financial Times (<https://www.ft.com/content/b49a9878-141b-11e7-80f4-13e067d5072c?mhq5j=e3>, 검색일: 2017. 10. 29.)

〈그림 4-1〉 초미세먼지 및 오존으로 인한 100만 명 당 조기사망자 수



자료: OECD, "The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution: Policy Highlights", 2016.6.

〈표 4-1〉 인구 100만 명당 대기오염으로 인한 조기사망자 수

구분		2060 non-linear	2060 linear	2010 based on GBD
OECD America	Canada	286	300	248
	Chile	313	300	179
	Mexico	269	268	122
	USA	293	307	299
OECD Europe	EU large 4	319	340	412
	Other OECD EU	502	493	456
	Other OECD	512	502	303
OECD Pacific	Aus. & NewZ.	65	95	77
	Japan	755	779	468
	Korea	1,069	1,109	359
Rest of Europe & Asia	China	1,563	2,052	662
	Non-OECD EU	769	733	818
	Russia	806	809	826

구분		2060 non-linear	2060 linear	2010 based on GBD
Latin America	Brazil	321	320	183
	Other Lat.Am.	227	228	144
Middle East & North Africa	Middle East	518	623	251
	North Africa	428	447	319
South and South-East Asia	ASEAN 9	607	729	3
	Indonesia	346	357	238
	India	945	2,039	508
	Other Asia	754	1,200	461
Sub-Saharan Africa	South Africa	167	168	224
	Other Africa	130	135	205

자료: OECD, "The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution: Policy Highlights", 2016.6.

선행 연구에 따르면, 동아시아 지역에서 선박의 대기오염물질 배출량은 2002~2005년 기간 동안 전 세계 선박 배출량의 4~7% 수준이었으나, 2013년 16%까지 증가하였으며,³¹⁾ 아시아 지역의 10대 컨테이너항만이 전 세계 항만의 대기오염물질 배출량의 20%를 차지하는 것으로 조사되었다.³²⁾ 이러한 대기오염으로 인해 우리나라의 조기사망자 수는 약 500~1000명에 이를 것으로 추정하였으며,³³⁾ 항만이 있는 해안지역의 사망자 수가 내륙지역보다 수 천배 높은 것으로 조사되었다.³⁴⁾

³¹⁾ Huan Liu, etc, "Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia", *Nature Climate Change*, 2016. 7. 18.

³²⁾ Zheng Wan, Mo Zhu, Shun Chen & Daniel Sperling, "Pollution: Three steps to a green shipping industry", *Nature News & Comment*, 2016. 2. 17.

³³⁾ Huan Liu, etc, "Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia", *Nature Climate Change*, 2016. 7. 18.

³⁴⁾ James J.C., etc, "Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment", *Environmental Science & Technology*, Vol. 41, No.24., 2007, pp. 8512-8518,

제2절 심각한 수준의 항만도시 대기오염 발생

1. 선박의 대기오염물질 배출량 지속 증가

특히 선박은 우리나라 항만도시의 대기오염물질 주요 배출원 중 하나이며, 선박의 대기오염물질 배출량은 지속적으로 증가하고 있다. 2014년 국립환경과학원의 대기오염물질 배출량 통계에 “바다” 항목이 생성되어 항만도시에서 선박의 대기오염물질 배출량과 비중이 감소한 것으로 나타난다. 그러나 2005~2013년 기간 동안 우리나라에서 선박의 질소산화물(NO_x) 배출량은 연평균 6.5% 증가하였으며, 황산화물(2.7%), 미세먼지(16.6%)도 지속적으로 증가하고 있다. 초미세먼지(0.04%)의 경우 2011년부터 배출량을 측정하였으며, 2011~2014년 기간 동안 선박의 배출량이 연평균 0.3% 증가하였다. 우리나라 대표 항만도시인 부산의 경우에도 2005~2013년 기간 동안 선박의 질소산화물(7.1%), 황산화물(3.3%), 미세먼지(17.3%), 초미세먼지(2011~2014년, 0.5%) 배출량이 지속적으로 증가하였다.

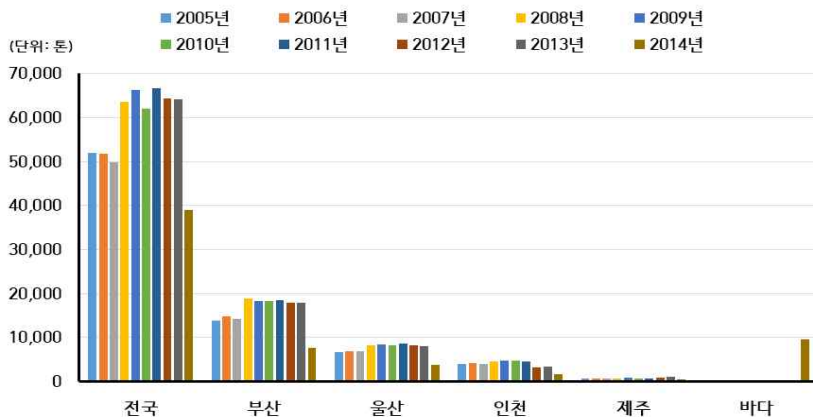
〈표 4-2〉 선박의 대기오염물질 배출량

구분		2005년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	연평균 증가율	
								05-14	05-13
NO _x	전국	54,311	83,576	89,811	89,658	89,887	144,030	11.4%	6.5%
	부산	14,511	24,742	24,922	24,994	25,180	17,513	2.1%	7.1%
	울산	6,919	11,034	11,484	11,375	11,340	8,276	2.0%	6.4%
	인천	4,235	6,453	6,084	4,576	4,663	3,671	-1.6%	1.2%
	제주	673	1,025	1,011	1,100	1,530	1,386	8.4%	10.8%
	바다	-	-	-	-	-	75,943	-	-
SO _x	전국	51,882	62,019	66,646	64,295	64,186	39,074	-3.1%	2.7%
	부산	13,862	18,360	18,494	17,923	17,980	7,717	-6.3%	3.3%

구분		2005년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	연평균 증가율	
								05-14	05-13
	제주	643	761	750	789	1,093	524	-2.3%	6.8%
	바다	-	-	-	-	-	9,669	-	-
PM ₁₀	전국	2,022	6,436	6,916	6,905	6,922	6,983	14.8%	16.6%
	부산	540	1,905	1,919	1,925	1,939	1,049	7.6%	17.3%
	울산	258	850	884	876	873	501	7.7%	16.5%
	인천	158	497	469	352	359	224	4.0%	10.8%
	제주	25	79	78	85	118	75	12.9%	21.3%
	바다	-	-	-	-	-	2,898	-	-
PM _{2.5}	전국	-	-	6,363	6,352	6,369	6,423	0.3%	0.0%
	부산	-	-	1,766	1,771	1,784	951	-18.6%	0.5%
	울산	-	-	814	806	803	454	-17.7%	-0.6%
	인천	-	-	431	324	330	204	-22.1%	-12.5%
	제주	-	-	72	78	108	68	-1.8%	23.0%
	바다	-	-	-	-	-	2,713	-	-

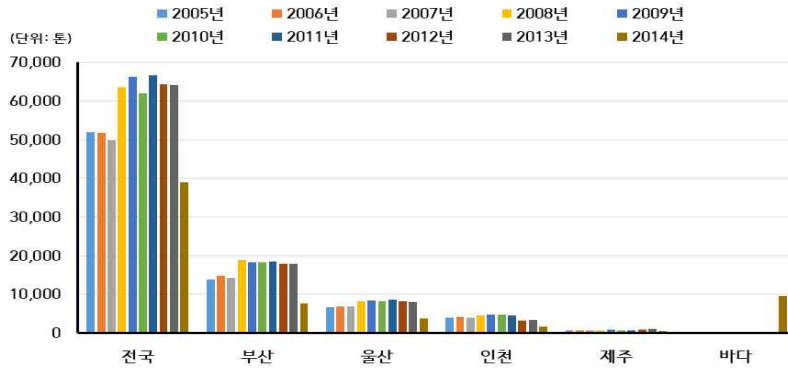
자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 재정리

〈그림 4-2〉 선박의 질소산화물(NOx) 배출량



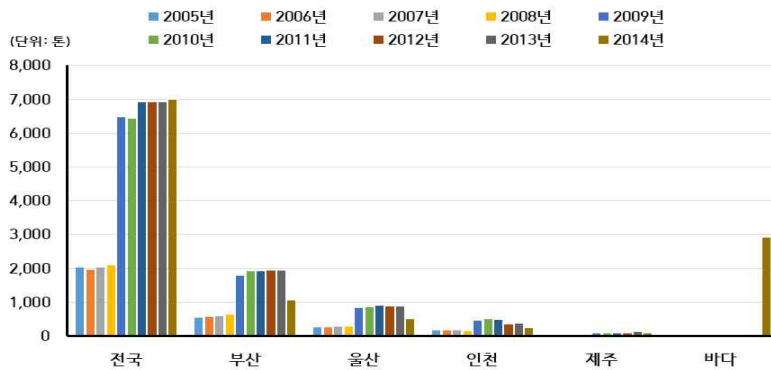
자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 작성

〈그림 4-3〉 선박의 황산화물(SO_x) 배출량



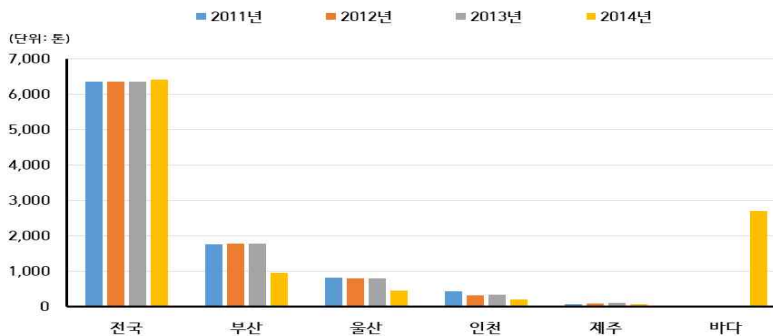
자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 작성

〈그림 4-4〉 선박의 미세먼지(PM₁₀) 배출량



자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 작성

〈그림 4-5〉 선박의 초미세먼지(PM_{2.5}) 배출량



자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 작성

2. 국내 항만도시 대기환경과 선박의 배출량

2010~2013년 기간 동안 ECA 지정을 검토한 일본의 경우, 검토 시점의 대기 환경이 양호한 것으로 나타났으며 선박에서 배출되는 대기오염물질의 배출량 및 비중이 높지 않아 ECA 지정으로 인한 개선효과가 미미할 것으로 판단하였다.

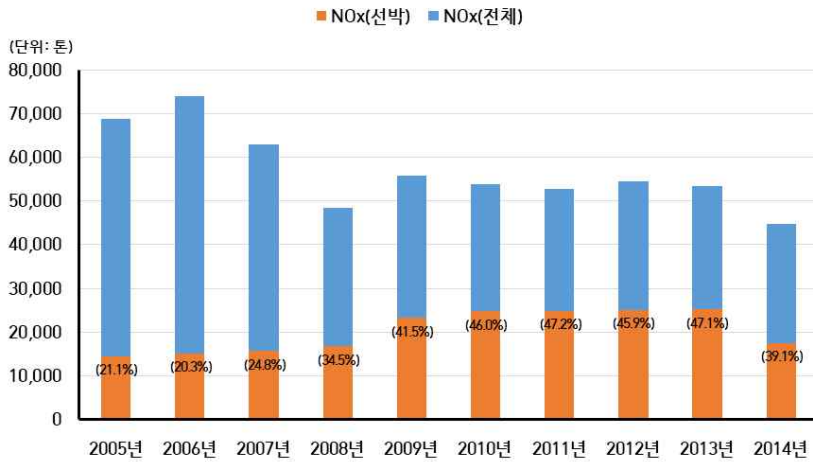
그러나 2장에서 살펴본 바와 같이 우리나라의 경우 국가 전체 대기오염물질 배출량 중 황산화물 11.4%, 질소산화물 12.7%, 초미세먼지 10.1%가 선박에서 발생하는 것으로 분석되어 선박 배출 비중이 높은 것으로 판단된다(아래 <표 4-3>, <그림 4-6>~<그림 4-9> 참조). 특히, 2013년 부산의 경우 선박에서 배출된 대기오염물질의 비중은 황산화물 81.7%, 질소산화물 47.1%, 미세먼지 64.7%, 초미세먼지 66.2%를 차지하고 있어 선박이 항만도시의 대기환경에 미치는 영향이 매우 크다는 사실을 알 수 있다.

<표 4-3> 부산시의 대기오염물질 배출량 및 선박의 비중

단위: 톤

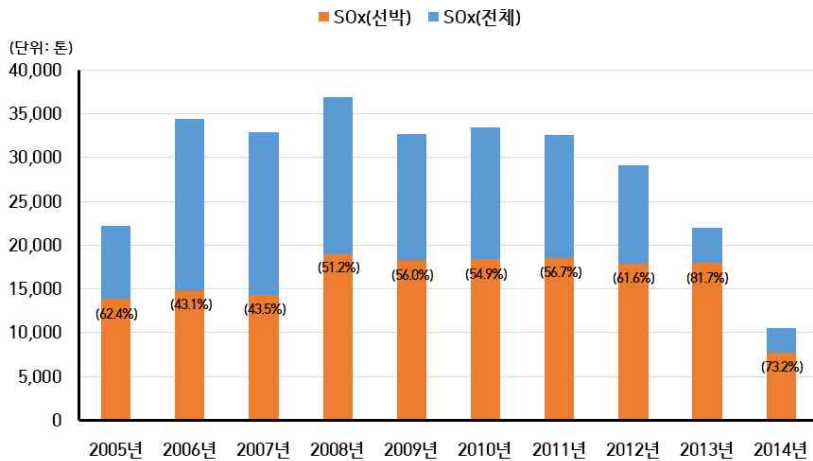
구분		2005년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
NO _x	전체	68,743	53,778	52,764	54,468	53,409	44,796
	선박	14,511	24,742	24,922	24,994	25,180	17,513
		(21.1%)	(46.0%)	(47.2%)	(45.9%)	(47.1%)	(39.1%)
SO _x	전체	22,230	33,459	32,615	29,115	22,000	10,536
	선박	13,862	18,360	18,494	17,923	17,980	7,717
		(62.4%)	(54.9%)	(56.7%)	(61.6%)	(81.7%)	(73.2%)
PM ₁₀	전체	3,206	3,092	3,147	3,131	2,995	2,223
	선박	540	1,905	1,919	1,925	1,939	1,049
		(16.8%)	(61.6%)	(61.0%)	(61.5%)	(64.7%)	(47.2%)
PM _{2.5}	전체	-	-	2,802	2,776	2,693	1,849
	선박	-	-	1,766	1,771	1,784	951
		-	-	-	-	-	-

〈그림 4-6〉 부산시 전체 질소산화물 배출량과 선박 배출 비중



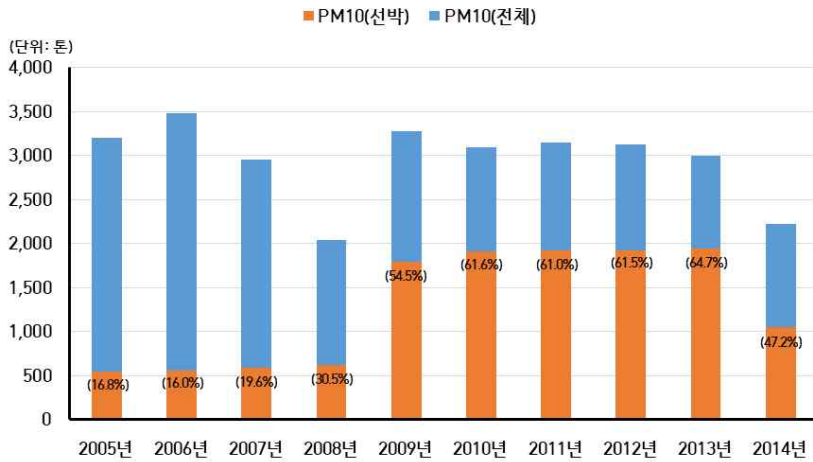
자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 재정리

〈그림 4-7〉 부산시 전체 황산화물 배출량과 선박 배출 비중



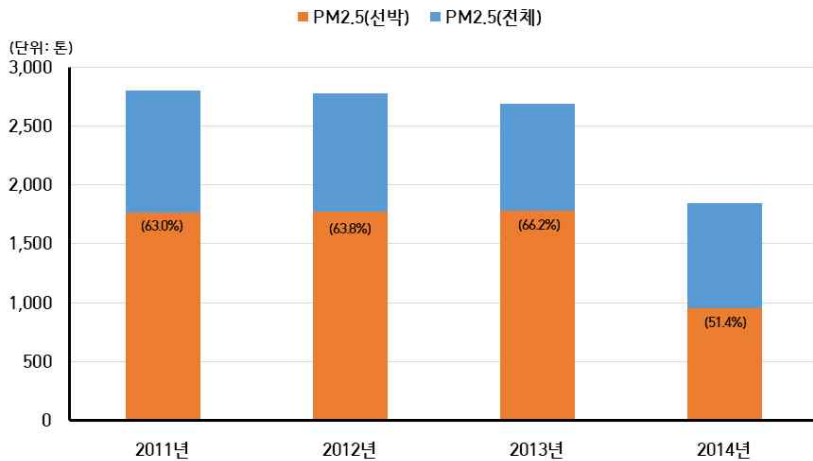
자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 재정리

〈그림 4-8〉 부산시 전체 미세먼지 배출량과 선박 배출 비중



자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 재정리

〈그림 4-9〉 부산시 전체 초미세먼지 배출량과 선박 배출 비중



자료: 국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2014년)를 바탕으로 저자 재정리

제3절 배출규제해역(ECA) 지정으로 인한 대기환경 개선

3장에서 살펴본 바와 같이 ECA 지정은 항만구역 대기환경 개선 효과가 탁월한 것으로 나타났으며, 이에 따른 사회적 비용의 감소가 가능한 것으로 나타났다.

중국 상하이항의 ECA 지정에 따른 황산화물 감축효과를 전망한 연구에 따르면 기존 연료유(HFO, 황 함유량 3.5%) 사용할 경우 대비 황 함유량 0.5%인 연료유를 사용할 경우 황산화물 배출량의 약 85.7%를 감축할 수 있을 것으로 예상하고 있으며, 0.1% 연료유를 사용할 경우 황산화물 배출량의 97%를 감축할 것으로 예상하고 있다. 북미 지역 ECA 지정에 앞서 미국 환경청에서 검토한 ECA 도입에 따른 대기오염물질 감축 효과 분석에서도 황산화물 86%, 질소산화물 23%, 미세먼지 74%가 감축 가능할 것으로 예상되었으며, 이러한 대기환경 개선으로 큰 사회적 편익이 발생할 것으로 전망하였다. 또한 유럽의 발트해와 북해의 황산화물 배출을 제한하는 ECA 지정과 관련된 연구에서는 황산화물 배출 규제 시 2015년 기준 최대 36억 유로의 비용이 발생하는 반면 편익은 170억 유로가 발생할 것으로 분석되었다. 2020년을 기준으로 분석한 경우 최대 45억 유로의 비용과 230억 유로의 편익이 산정되었다. 또한 발트해 및 북해의 ECA에서 질소산화물 배출 규제 도입에 따른 비용편익 분석에서도 165억 유로의 비용이 발생하는 반면 편익은 이보다 높은 283억 유로로 추정하였다.

더욱이 실제 ECA 지정에 따른 선박의 대기오염물질 감축효과가 탁월한 것으로 나타났다. 2015년 유럽의 발트해와 북해에서 운항하는 선박의 황산화물 배출량을 측정한 결과 2015년 1월 1일(ECA 황 함유량 기준 1.0% \rightarrow 0.1% 강화) 이후 황산화물의 배출량이 90% 이상 감축되었다. 미국 LA항과 LB항의 경우에도 “청정대기행동계획”을 수립, 다양한 배출원 관리를 통해 2005년 이후 항만 및 인근 도시의 대기환경을 개선하고 있다. 특히 선박의 대기오염물질 배출량 감축 효과가 가장 탁월한 것으로 나타났으며, ECA 지정을 통한 선박의 연료유 전환이 선박 배출량 감축의 중요한 요인 중 하나로 지적하고 있다. 중국의 경우에도 자체적으로 ECA를 지정하였음에도 황산화물의 감축 효과가 크게 나타났다(상하이 23~52%, 선전 38%, 탕산항 56%).

제4절 소결

OECD(2016)에서는 우리나라 대기환경 상황은 매우 열악하며, 이에 따라 조기사망률이 상당히 높은 것으로 분석하고 있다. 또한 선박에 의한 대기오염물질 배출량이 지속적으로 증가하고 있으며, 항만도시의 대기환경 악화 요인은 선박의 비중이 높음을 알 수 있다. ECA 지정은 선박에서 배출되는 대기오염 물질을 직접 통제하게 되므로 대기환경 개선 효과가 크다고 할 수 있다. 따라서 우리나라 역시 ECA 지정은 타당한 것으로 보이며, 이를 통해 항만도시의 대기환경 개선이 필요하다.

다음 장에서는 ECA 지정에 대한 항만도시 거주민과 ECA 지정에 따르는 이해당사자들을 대상으로 한 설문조사를 결과를 바탕으로 ECA 지정 당위성에 대한 충분한 근거를 마련하고자 한다.

제5장 우리나라 배출규제해역(ECA) 지정에 대한 인식도 조사 《

제1절 조사개요 및 내용

1. 조사 개요

1) 조사 목적

본 연구에서는 우리나라 해역을 대상으로 ECA 도입 방안을 제시하는 것을 목적으로 하며, 이에 대한 실효성 있는 적정 도입시기와 지역 등을 제시할 필요성이 있다. 따라서 항만도시에 거주하는 도시민(인천, 부산 해당)과 해운기업, 항만운영자 및 화주 등 관련 이해당사자를 대상으로 한 설문조사를 통해 ECA 도입에 대한 찬성여부, 도입시기 및 지역 등에 대한 의견 수렴을 통해 그 판단 근거를 마련하고자 하였다.

2) 조사 방법

우리나라 ECA 지정에 대한 인식도 조사는 크게 항만도시 거주민과 업계 종사자를 대상으로 하여 개별적으로 수행되었다. 우선, 우리나라 대표항만인 인천과 부산의 거주자를 대상으로 1:1 개별면접 방식으로 설문을 진행하였다. 업계의 경우, ECA 지정에 따라 영향이 있을 것으로 판단되는 해운기업, 항만운영사, 화주기업, 항만공사 및 항만관련 유관기관을 대상으로 전화조사를 수행하였으며, 모든 집단에서 구조화된 설문지를 활용하였다. 본 조사는 2017년 12월 4일부터 12월 15일까지 진행되었다.

〈표 5-1〉 ECA 지정에 대한 인식도 조사 방법

구 분	내 용
조사 대상	1. 시민: 인천, 부산 거주시민 2. 업계: 전국 해운기업, 항만(터미널)운영사, 화주기업, 유관기관(항만공사, 협회 등) ³⁵⁾
조사 방법	1. 시민: 구조화된 설문지에 의한 1:1 개별면접 조사 2. 업계: 구조화된 설문지에 의한 전화조사
유효 표본	각 100sample (총 200부)
표본 추출	리스트 추출
표본 오차	1. 시민: 시민 : ± 9.56 2. 업계: ± 9.75
조사 기간	2017. 12. 4.~12. 15.
응답률	1. 시민: 1:1 개별면접방식으로 100 회수 시까지 진행 2. 업계: 50.2%(총 201부 설문지 배부 후 101부 회수)
분석 기관	C.S. for Life

자료: 저자 작성

2. 조사 내용

본 조사의 목적을 달성하기 위하여 아래 〈표 5-2〉와 같이 설문지를 구성하였다. 인구통계학적 특성 파악을 위해 거주민을 대상으로는 성별, 나이, 거주지역, 직업 관련 4문항, 업계 종사자는 성별, 나이, 업종 및 근무년수 관련 4문항이 명목척도로 이루어져 있다.

거주민과 업계 종사자 모두 ECA 찬성여부와 그 이유, 도입시기 및 도입지역에 대한 3문항이 공통으로 포함되어 있으며, ECA 도입에 따라 선행되어야 하는 준비, 인센티브 지급 관련 항목 등 5문항은 업계 종사자만 대상으로 설문을 진행하였다. 그 외 ECA 지정과 관련된 의견을 묻는 1문항을 추가적으로 포함하였다.

35) 조사에 활용된 선사 및 선박관리사는 한국선주협회 회원사(외항해운기업) 및 한국선박관리협회 회원사, 터미널운영사는 항만편람(2016)에 기재된 우리나라 컨테이너 터미널 운영사, 화주(포워더)는 2016년 코트라 디렉토리의 기업, 정부 및 항만공사는 우리나라 항만공사, 각 항만 관련 협회 및 유관기관을 대상으로 함

〈표 5-2〉 ECA 지정에 대한 인식도 조사 내용

구분	세부 내용			
	성별	나이	거주 지역	직업
항만도시 거주민 대상	1. 배출규제해역 도입 찬성여부			
	1-1. 찬성하는 이유 / 반대하는 이유			
	2. 배출규제해역 도입 시기			
	3. 배출규제해역 도입 지역			
	4. 재출규제해역지정에 대해 제안하고 싶은 점			
업계 종사자 대상	성별	나이	근무 업종	근무년수
	1. 배출규제해역 도입 찬성여부			
	1-1. 찬성하는 이유 / 반대하는 이유			
	2. 배출규제해역 도입 시기			
	3. 배출규제해역 도입 지역			
	4. 배출규제해역 도입 시 가장 필요한 준비			
	5. 배출규제해역 도입 시 적절한 인센티브			
	6. 배출규제해역 도입 시 인센티브 지원방법			
	7. 배출규제해역 도입 시 혜택이 이루어 질 때 지원주체			
	8. 배출규제해역 도입 후 혜택 적정 지원기간			
	9. 배출규제해역지정에 대해 제안하고 싶은 점			

자료: 저자 작성

제2절 조사 결과

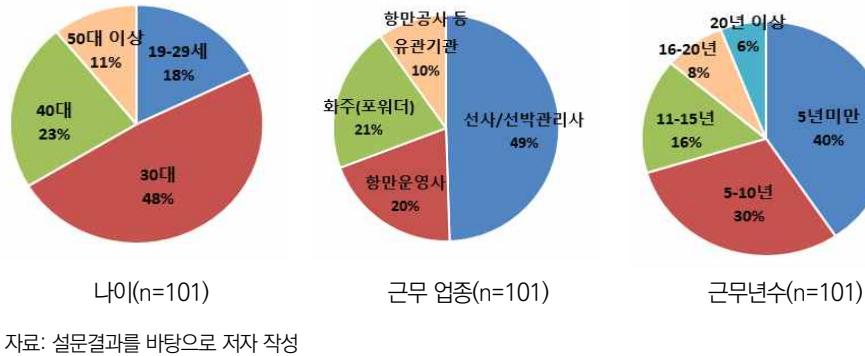
1. 응답자 특성

우리나라 ECA 지정에 대한 인식도 조사 대상은 인천과 부산 거주민 및 ECA 관련 이해당사자를 대상으로 각각 수행되었으며, 응답자 특성은 〈그림5-1〉와 〈그림5-2〉와 같다. 항만도시 거주민은 19세 이상 성인이 나이대별로 고른 분포를 보이고 있으며, 인천과 부산이 각각 50%를 차지하고 있다. 업계 종사자의 경우, 선사 및 선박관리사가 49%, 항만운행사 20%, 화주(포워더)가 21%, 항만공사 및 협회 등 유관기관이 10%의 응답률을 보였다.

〈그림 5-1〉 항만도시 거주민 집단의 응답자 특성



〈그림 5-2〉 업계 종사자 집단의 응답자 특성



2. 응답 결과

1) 도입 찬성 여부

항만도시에 거주하는 시민과 ECA 지정과 관련된 이해당사자들을 대상으로 한 설문조사에서 대부분의 응답자가 우리나라에 ECA 도입을 찬성하고 있는 것으로 나타났다. 특히, 항만도시 거주민 집단에서는 98.1%가 ECA 도입이 이루어져야한다고 응답했으며, 선사, 화주, 항만운영사 등의 업계에서도 81.2%가 ECA 도입을 찬성하고 있다.

〈그림 5-3〉 ECA 도입 찬성 여부에 대한 응답 결과



자료: 설문결과를 바탕으로 저자 작성

ECA 도입을 찬성하는 이유에 대해서는 두 집단 간 차이를 보이고 있다. 우선 항만도시 거주민의 경우, ‘항만도시의 대기환경 개선 효과가 있기 때문’에 ECA 도입이 이루어져야 한다는 응답이 54.4%로 1순위로 나타났으며, ‘환경문제에 적극 대응함에 따른 항만과 도시의 경쟁력 향상’이 40.8%로 2순위로 도출되었다. 인천과 부산의 거주지역에 따른 응답자의 차이는 없는 것으로 분석되었다.

반면 업계 종사자의 경우, 74.4%가 ‘환경문제에 적극 대응함에 따른 항만과 도시의 경쟁력 향상’을 가장 큰 이유로 꼽았다. 업계 종사자 응답의 경우도, 업종에 따른 큰 차이는 보이지 않고 있으나, 다만 항만운영사는 ‘환경문제에 적극 대응함에 따른 항만과 도시에 경쟁력 향상’에 약 80%의 응답률을 보이고 있다.

〈그림 5-4〉 ECA 도입 찬성 이유에 대한 응답 결과



자료: 설문결과를 바탕으로 저자 작성

한편, 업계 종사자 집단에서 18.8%가 ECA 도입을 반대하고 있으며, 그 주된 이유는 'ECA도입에 따른 과중한 비용 발생'을 1순위(47.4%)로 꼽았으며, 이 같은 응답은 특히 선사(53.8%)에서 높게 나타나고 있다. 그 밖에, 'ECA 도입만으로 대기환경 개선이 불가능'하다는 입장(21.1%)도 있는 것으로 분석되었다.

〈그림 5-5〉 ECA 도입 반대 이유에 대한 응답 결과



자료: 설문결과를 바탕으로 저자 작성

2) 도입 시점

ECA의 적정 도입 시점을 도출하기 위해서 항만도시 거주민과 업계 종사자를 대상으로 설문조사를 통해 그 의견을 살펴본 결과, 두 집단 모두 ‘3~5년 이내’라는 응답이 1순위로 가장 높게 도출된 것을 알 수 있다(〈그림 5-6〉). 일반시민 응답자 중 인천 거주민이 ECA 도입을 조속히(1~2년 이내 즉시) 시행하자는 의견이 28.3%로 부산(19.2%)보다 높게 나타났다.

업계 종사자의 경우, ‘10년 이내’에 도입하자는 의견이 34.7%로 일반 시민 집단보다 비교적 높게 나타났으며, 그 중에서도 선사의 응답률(40%)이 가장 높게 도출되었다. 이는 ECA 도입이 선사에 미치는 영향이 가장 클 것으로 예상되며, 직접 선박을 소유·운항하는 선사의 입장에서는 비싼 연료유 사용 또는 정화 시설을 설치 등의 조치가 선사의 입장에서 비용이 증가와 직결되기 때문이다.

〈그림 5-6〉 ECA 도입 적정 시점에 대한 응답 결과



자료: 설문결과를 바탕으로 저자 작성

3) 도입 지역

ECA 도입을 위한 적정 지역을 판단하기 위해서 항만도시거주민과 업계 종사자를 대상으로 설문조사를 통해 그 의견을 살펴보았다.

아래 <그림 5-7>과 같이, 두 집단은 그 응답 결과가 상이함을 알 수 있다. 항만도시 거주민의 경우, 우리나라 전 해상구역을 ECA로 지정해야 한다는 의견이 42.9%로 가장 높았으며, ‘선박 입·출항이 많은 특정항만도시’를 대상으로 해야 한다는 의견이 29.5%로 나타났다. 반면, 업계 종사자들은 ‘선박 입·출항이 많은 특정항만도시’를 ECA로 지정해야 한다는 의견이 36.6%로 1순위로 나타났다.

<그림 5-7> ECA 도입 지역에 대한 응답 결과



자료: 설문결과를 바탕으로 저자 작성

4) 도입 방법

(1) 도입 선행 요건

우리나라에 ECA 도입 시 우선적으로 선행되어야 하는 사항에 대해 앞서 수행한 동일한 설문조사를 통해 살펴보았다.³⁶⁾ 1순위와 2순위 중복응답을 기준으로, ECA 도입을 위해서는 우선적으로 ‘선박 유류비 증가에 따른 지원제도 마련’이 61.4%로 가장 높은 응답률을 보였고, 그 다음 높은 순위로 ‘항만의 대기 오염물질 측정 시스템 구축’이 53.5%로 나타났다.

〈그림 5-8〉 ECA 도입을 위한 선행 준비 대한 응답 결과



자료: 설문결과를 바탕으로 저자 작성

특히 유류비 지원에 대한 응답률은 선사에서 가장 높은 빈도를 보였으며, 그 외 업계에서는 대기환경 관측 시스템 구축이 우선적으로 필요한 것으로 나타났다. 항만운영사의 경우, ‘ECA 위반 및 감시업무를 위한 운영시스템 마련’이 필요하다는 응답이 다른 업종에 비해 상대적으로 높게 도출되었다.

³⁶⁾ ECA 도입에 따른 준비사항, 인센티브 제공 방법, 주체 등에 대한 설문조사는 일반시민을 제외하고 업계 종사자(n=101)를 대상으로만 수행함.

(2) ECA 도입에 따른 지원 방법

실제 국내 업계 종사자를 통한 설문조사에서도 응답자의 97%가 인센티브 제공은 필요한 것으로 나타났다. 구체적으로 ‘유류비 차액 지원 또는 정화시설 추가 설치에 대한 보조금’ 지급이 73.3%, ‘ECA 내 입항선박의 항비 감면’이 23.8%로 조사되었다.

또한 선사를 대상으로 한 인센티브 제공 방식에 대해서는 ‘국적에 관계없이 모든 선사(선박)를 대상으로 해야 한다’는 응답이 34.7%로 가장 높았으며, 다음으로 ‘모든 국적선사(선박)를 대상으로 해야 한다’는 응답이 31.7%로 나타났다. 단, 이 항목에 대해서는 선사의 경우 ‘지원기준을 설정을 통해 제한적 범위의 국적선사(선박)’를 대상으로 인센티브를 제공하는 것이 필요하다는 의견이 40%로 가장 높게 나타났다.

〈그림 5-9〉 ECA 도입에 따른 지원 대상



자료: 설문결과를 바탕으로 저자 작성

ECA 시행으로 인한 인센티브 제공의 적정 제공 주체와 기간에 대한 설문에서는 아래 〈그림 5-10〉과 〈그림 5-11〉과 같이 ‘해양수산부 등의 중앙정부에서 제공해야 한다’라는 응답이 76.2%로 가장 높게 나타났으며, ECA 도입 이후 안정적인 정착을 위해 ‘2~3년까지 인센티브가 제공되어야 한다’는 응답이 63.4%로 1순위로 도출되었다.³⁷⁾ 특히, 다른 업종에 비해 선사는 인센티브 제공 기간이 ‘5년 이상 지속되어야 한다’는 응답이 비교적 높은 것으로 조사되었다.

37) 중국은 초기 제도 안정 시까지 선사를 대상으로 인센티브를 제공하고 있으며, 홍콩의 경우 2018년 6월까지 보조금을 지급할 계획임. 이에 따라 본 조사에서도 도입 안정시기를 제도 시행 후 2~3년으로 보고 있음.

〈그림 5-10〉 ECA 도입에 따른 인센티브 제공 주체에 대한 응답 결과



자료: 설문결과를 바탕으로 저자 작성

〈그림 5-11〉 ECA 도입에 따른 인센티브 제공 기간에 대한 응답 결과



자료: 설문결과를 바탕으로 저자 작성

제6장 우리나라 배출규제해역(ECA) 도입 방안 《

제1절 결과 분석

1. 도입 여부

앞서 살펴본 설문조사 결과에서는 대부분의 응답자들이 ECA 지정이 필요한 것으로 말하고 있다. 항만도시 거주민의 98.1%, 선사, 화주, 항만운영사 등의 업계에서도 81.2%가 ECA 도입을 찬성하고 있다.

따라서 우리나라 ECA 도입은 필요하며, 그 도입 시기와 지정 해역, 도입 방법 등에 대한 구체적인 검토가 필요한 것으로 판단된다.

2. 도입 시기

1) 우리나라 ECA 도입 시기에 대한 국외 사례 비교 검토

일반적으로 대기오염물질 배출원 관리는 고정 오염원(산업체, 발전소 등)과 이동 오염원(자동차, 선박, 항공기 등)으로 구분된다. 국가 차원의 환경개선 정책을 수립하는 과정에서 고정 오염원 관리 정책을 우선적으로 수립하여 환경을 개선하고, 이후 이동 오염원을 관리하는 정책을 수립하고 있다. 특히 이동 오염원의 경우 자동차, 공정기계 등을 우선 관리하고, 최종적으로 선박으로 확대되는 움직임을 보이고 있다. 미국, 유럽 등은 자동차 연료의 황 함유량 기준으로 10ppm을 도입하기 전 ECA 지정을 추진한 것으로 나타났다. 유럽에서는 2009년부터 자동차 연료유의 황 함유량을 10ppm으로 제한하는 규정을 도입하였으며, ECA는 2006년부터 지정하였다. 미국의 경우에도 2017년 육상 운송 수단용 연료유의 황 함유량을 10ppm으로 제한한 반면, ECA는 2012년부터 도입하

였다. 중국은 육상 운송용 연료유 황 함유량 규제를 적용한 시기(2017.1.1.)와 동일하게 ECA를 도입함으로써 자체적으로 ECA 도입이 늦었다고 판단하고 있다.³⁸⁾

우리나라의 경우 2009년 1월 1일 개정된 「석유제품의 품질기준과 검사방법 및 검사수수료에 관한 고시」(지식경제부 고시 제2008-194호)에 자동차용 경유의 황분(mg/kg)을 10ppm이하로 제한하고 있다. 2005년까지 자동차용 경유의 황 함유량을 430ppm으로 제한하였으나, 2006년 1월 1일의 30ppm으로 강화하였으며(산업자원부 고시 제2005-123호), 2009년 이후 황 함유량 규제를 10ppm으로 강화하였다. 그러나 국내에서는 최근에서야 ECA 지정과 관련된 논의가 나타나고 있어 국외 사례와 비교하면 매우 늦은 것으로 판단되며, 따라서 ECA 지정에 대한 본격적인 검토와 도입 방안에 대한 논의가 충분히 이루어져야 할 것으로 판단된다.

〈표 6-1〉 국내 자동차용 경유 황 함유량 규제 변화

구분	적용 일자	황 함유량(ppm)
산업자원부 고시 제2003-68호	2003.11.3.	430
산업자원부 고시 제2005-123호	2006.01.1.	30
지식경제부 고시 제2008-194호	2009.01.1.	10
산업통상자원부 고시 제 2015-140호	2015.07.24.	10

자료: 각 고시 내용 참조하여 저자 작성

2) 우리나라 ECA 적정 도입 시점 검토

앞서 3장에서 살펴본 국외 사례와 같이, 대부분 ECA를 시행하고 있는 국가에서는 ECA 도입을 위해 최소 3년 이상의 타당성 조사 기간을 가져왔다. 유럽지역은 기존에 ECA가 지정되어 있어 자연스럽게 IMO의 승인을 받아 ECA 제도를 시행하였다. 미국은 2009년부터 ECA 도입 검토가 시작되었으며, 이에

38) 중국 교통운수부 수운과학연구원 평찬성 심층 인터뷰(2017. 9. 29.)

2002년부터 축적된 대기오염물질 인벤토리를 활용하였다.³⁹⁾ 일본의 경우, 결과적으로는 ECA 도입이 불필요한 것으로 판단했으나 3년간의 타당성 검토가 진행되기도 했다. 반면, 중국은 2015년 타당성 조사를 수행하여 도입결정까지 1년이라는 비교적 짧은 시간이 소요되었으며, 그 당시 배출계수를 고려한 정확한 배출원에 대한 산정이 이루어지지 않은 상태에서 ECA 도입이 먼저 이루어졌다. 본 연구의 설문 조사 결과에서는 적절한 ECA 도입은 '3~5년 이내'라고 조사되었다.

결과적으로, 우리나라 ECA 도입의 적절한 시점은 국외 사례 및 우리나라의 현실적인 여건을 고려하고 오염물질 배출 정도와 그 영향력에 대한 충분한 검토를 거쳐 5년을 목표로 IMO에 지정 신청을 추진하는 것이 바람직하다고 사료된다.

3) ECA 도입 시점에 따른 절차

우리나라가 ECA를 지정하기 위해서는 국내 여건을 고려하여 5년을 목표로 한 단계적인 도입이 적절하다. 미세먼지 등 대기환경에 대한 국민적 관심이 지속되고 있는 상황과 자료 준비 및 검토, 승인에만 수십 개월이 소요되는 IMO의 ECA 지정은 현실적으로 수용하기 어려울 것으로 판단된다.⁴⁰⁾ 앞서 살펴본 바와 같이 승인 요건으로는 ECA 범위, 선박 통항량, 육지에서의 저감 조치, 관리 기준, 해당 지역에 미치는 영향 등 관련 자료의 준비 과정이 매우 까다롭고 장기간이 소요되는 단점이 있는 반면 ECA 지정 범위를 충분히 확대할 수 있다. 반면 중국이 자발적으로 지정한 ECA의 경우 범위가 12해리로 제한되는 대신 단기간에 ECA 지정이 가능하다는 장점이 있다. 중국은 ECA 도입 타당성 검토를 약 8개월 동안 수행하고 그 결과를 바탕으로 4개월 후 ECA 지정을 선포하였다. 물론 유예기간 1년을 두어 실제 발효는 2017년에 할 예정이었으나, 장강삼각주와 주강삼각주는 그보다 이른 2016년 4월, 10월부터 적용하였다. 현재 중국은 IMO 승인을 위해 자료 수집 및 도입 타당성에 대한 검토를 수행하고

39) EPA, *Proposal to designation an Emission Control Area for Nitrogen Oxides, Sulfur Oxides and Particulate Matter*, 2009. 4. 참조

40) 중국 교통운수부 수운과학연구원 평환성 심층 인터뷰(2017. 9. 29.)에 따르면, IMO의 승인 절차는 매우 복잡하며 승인을 받는 기간만 최소 48개월이 소요됨.

있다. 따라서 국내에 ECA 도입 시점에 대한 검토는 자체적으로 ECA를 지정한 중국의 사례를 벤치마킹할 필요가 있다. 우선 단기적으로 자발적 ECA를 도입한 후, ECA 지정에 따른 효과, 지정 범위 등을 검토하여 IMO 승인을 취득하는 과정을 거쳐야 할 것으로 판단된다.

(1) 단기 방안: 자발적 ECA 지정

우리나라의 항만도시 대기환경을 개선하기 위해 ECA 지정은 필수적인 것으로 판단된다. 그러나 IMO 승인을 통한 ECA 지정은 관련 자료 준비 및 IMO 승인 과정에 많은 기간이 소요되므로 현실적인 대안이 될 수 없다. 따라서 중국 및 홍콩에서 도입한 방식인 자발적 ECA 지정을 통해 우리나라 항만도시의 대기환경을 개선시킬 필요가 있다. 중국에서 도입한 절차와 동일하게 우선 항만별 ECA 지정을 위한 타당성 조사가 선행되어야 하며, 이를 바탕으로 자발적 ECA 지정이 필요하다. 이 경우 ECA 범위는 영해를 기점으로 하는 12해리 수준으로 규정하고, 연료유 황 함유량 기준도 초기에는 0.5% 수준으로 제한한 후 점진적으로 강화할 필요가 있을 것으로 판단된다.

(2) 중장기 방안: IMO 승인

중장기적으로는 IMO의 승인을 통한 ECA 도입이 필요하다. 자발적 ECA는 규제 범위가 12해리로 제한되며, 이는 해풍의 영향거리인 35km보다 짧아 육상 구역이 선박 대기오염물질의 피해를 받을 수 있다. 그러나 IMO의 승인을 받을 경우 ECA 범위는 최대 200해리까지 확장시킬 수 있어, 선박의 대기오염물질 배출로 인한 육상구역의 피해를 최소화할 수 있다. 따라서 중장기적으로는 IMO 승인을 획득하는 것이 무엇보다도 중요하다. 이를 위해서는 자발적 ECA 지정으로 항만도시의 대기환경 개선 자료와 ECA 범위 확대에 따른 추가 개선효과, 투입 비용 및 편익 등 관련 자료를 철저히 준비해야 할 것으로 판단된다. 또한 지리적으로 인접해 있는 중국, 일본과 함께 한·중·일 공동 ECA 지정에 대한 협의 및 검토도 이루어져야 할 것으로 판단된다.

〈표 6-2〉 우리나라 단계별 ECA 도입 방안

구분	시기	황 함유량 규제 및 범위
ECA 지정 타당성 검토	~2018년 상반기	-
자발적 ECA 지정	2019년	0.5% m/m , 12해리
황 함유량 기준 강화, NO _x , PM 규제 추가	2020년	0.1% m/m , 12해리
IMO 승인 ECA 지정 신청 (또는 한·중·일 공동 ECA)	2022년	0.1% m/m , 200해리

자료: 저자 작성

3. 도입 지역

앞서 살펴본 바와 같이, 우선적으로 2019년을 기준으로 중국 및 홍콩에서 도입한 방식인 자발적 ECA 지정을 통해, 대기환경이 열악하고 선박의 배출오염 물질의 영향이 높은 항만구역을 중심으로 ECA를 지정하였다. 이 경우 ECA 범위는 영해를 기점으로 하는 12해리 수준으로 규정하고 있다.

설문조사 결과에서는 우리나라 전 해상구역 또는 선박입출항이 많은 특정항만 도시를 ECA로 지정해야 한다는 의견이 대다수였다.

우리나라의 경우, 자발적 ECA 지정 시기에는 전 해상구역을 ECA로 지정하는 것은 불가능할 것으로 사료되며, 우선적으로 영해 12해리를 중심으로 대기오염이 심각하고 선박 입·출항이 많은 특정 항만도시를 중심으로 ECA 도입을 추진하는 것이 바람직하다고 판단된다.

특정 항만도시에 대한 분석은 국립환경과학원(4장에 제시)의 자료에 따라 우리나라 항만도시 중 SO_x, NO_x, PM에 대한 대기오염이 심각한 부산, 울산, 인천이 해당될 수 있다.⁴¹⁾ 또한 선박 입출항이 가장 많은 항만都市는 아래 〈표 5-3〉과 같이 부산, 울산, 광양, 인천, 마산 등이 포함될 수 있다.

41) 광양은 전라남도에도 포함되어 개별적인 지역으로 대기오염 물질 배출량이 조사되지 않음

〈표 6-3〉 우리나라 선박 입출항 척수 현황

구분		2012	2013	2014	2015	2016
1위	부산	100,845	99,249	95,378	98,087	100,197
2위	울산	50,502	50,518	51,565	51,525	50,495
3위	광양	48,277	46,474	46,746	48,299	52,263
4위	인천	35,162	35,237	35,363	37,560	37,407
5위	마산	17,750	16,228	14,350	15,849	16,151

자료: 해양수산부, 2017 항만업무편람, p.340 참조

다만, ECA 지정을 위한 항만도시를 결정할 시, 입·출항 선박 중 외항선/내항선 비중, 입항 선박 톤수, 해당도시의 시행 여건 등을 종합적으로 고려하여 결정해야 할 것이다.⁴²⁾

또한 앞서 제시한 도입 시기에 대한 절차에 따라, 대상 항만지역을 확대 적용할 수 있으며, 2020년 이후 IMO 승인에 따른 ECA 지정 준비 시에는 우리나라 전체 해상구역을 대상으로 지정할 수 있을 것으로 판단된다.

제2절 배출규제해역(ECA) 도입 시 고려 요건

1. 대기질 관측시스템 구축

우리나라는 항만구역 내 대기질 관측망, 오염물질 인벤토리 등 ECA 도입 타당성을 검토할 수 있는 시스템이 미흡하여 ECA 지정 필요성에 대한 검토가 불가능한 실정이다. 설문조사 결과에서 살펴 본 것처럼, ‘항만의 대기오염물질 측정 시스템 구축’이 필요하다는 응답이 가장 높게 도출되기도 하였다.

현재 환경부에서 대기오염물질 배출량을 산정하고 있으나, 이는 육상에 집중되어 있다. 선박과 항만은 배출 특성이 육상과 상이할 수 있으며, 정확한 배출량 검증을 통해 신뢰성 있는 자료를 확보해야 한다.

42) 내항선은 외항선과 달리 bunker유를 연료유로 사용하지 않을 수 있으며, 선박 크기에 따라 연료유 사용량 등의 차이를 보임.

따라서 우리나라에서도 ECA 도입 후 제도 시행의 실효성을 보장하고 대기오염물질 감축 효과를 확인하기 위해서는 항만구역 내 대기질 관측망이 선제적으로 구축되어야 할 것으로 보인다.

2. 선사 인센티브 지원

1) 선사 인센티브 지원 필요성

중국에서 ECA 도입 과정에 30개 선사를 대상으로 사전 조사를 실시한 결과, 대형 선사들은 모든 선사에 대해 동일한 기준을 적용해야 한다는 의견을 제시하며 ECA 도입을 찬성하였다. 즉, 대형선사들은 대량으로 선박 연료유를 조달하기 때문에 기존과 유사하게 저렴한 가격으로 조달이 가능하며, ECA 지정에 큰 영향을 받지 않기 때문이다. 중국의 경우 중앙 정부차원에서는 보조금을 지원하지 않고 있으나, 일부 지방정부는 자국의 중소형 선사를 위해 일부 보조금을 지원하고 있다.

설문조사 결과에서도 ‘선박 유류비 증가에 따른 지원제도 마련’이 ECA 도입 시 중요하게 고려해야 하는 요인으로 나타났으며, ECA 도입으로 직접적으로 영향을 받을 수밖에 없는 국내 중소형 선사의 시장 경쟁력 확보를 위해서는 일부 지원이 필요한 것으로 나타났다. 그러나 향후 ECA 범위가 확대될 경우 보조금의 규모 또한 증가할 것으로 예상되기 때문에 장기적인 대책은 될 수 없을 것으로 판단하고 있다.⁴³⁾

2) 선사 인센티브 제공 방안

우리나라 역시 초기 ECA 시행과 그 제도의 안정적인 정착, 선사 부담 해소 등을 위해서는 중국 사례와 같이 단기간의 인센티브 제공은 불가피 할 것으로 보여 진다. 국내 선사 실무전문가 대상 인터뷰 결과에서도, 연료유 부담은 곧 운임 상승을 야기하고 이는 글로벌 경쟁환경에 노출된 국내 선사의 가격 경쟁력을 약화시킬 수밖에 없다.

⁴³⁾ 중국 교통운수부 수운과학연구원 평찬성 심층 인터뷰(2017. 9. 29.)

다만, ECA는 우리나라를 입항하는 모든 선박에 공통적으로 적용되는 국제적인 제도인 점을 고려하였을 때, 형평성에 맞는 지원 대상에 대한 검토가 반드시 이루어져야 한다. 설문조사에서도 업계 종사자 집단별 응답에 대한 차이가 발생하는 점 역시 이 형평성 문제와 부합한다고 할 수 있다.

따라서 우선적으로는 도입 초기 제도 정착 및 활성화 기간(시행 후 2~3년) 동안 유류비 차액 지원 수준의 인센티브 제공이 필요할 것으로 보인다. 또한 지원 주체는 정부 및 해양수산부 등을 통한 지원을 고려할 수 있다. 단, ECA 지정 항만에 따른 우리나라 입항 선사, 척수, 국내 예상 지원 규모 등을 종합적으로 고려하여 보다 정밀한 조사 및 법적 타당성 검토가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

3. 지원제도 마련

ECA의 효율적인 시행을 위해서는 다양한 지원제도가 수반되어야 한다. 대표적으로 ECA에서 사용되는 저유황유의 원활한 수급이 가능해야 하며, 가격 안정화 방안도 필요할 것으로 판단된다. ECA 시행에 따른 저유황유 수요 파악 및 저유황유 생산과 유통망 확충에 대한 검토와 대안이 마련되어야 한다. 이와 관련하여서는 정유사-급유 대리점-항만당국의 공동 대응이 필요할 것으로 보인다.

그 밖에 ECA 위반 감시를 위한 검사인력 확보, 주관부처 설정, 검사 프로세스가 마련되어야 하며, 이에 대한 법적 타당성 확보가 필요하다.

4. 법·제도 개편

현재 우리나라의 선박 오염물질 배출을 포함한 해양오염에 대한 내용은 「해양환경관리법」에서 규정하고 있다. 향후 ECA 시행은 법적·제도적 타당성이 반드시 확보되어야 하며, 이는 기존 법의 정비가 필요하다.

따라서 향후 ECA 도입에 따른 전반적인 사항 즉, 시행 시기 및 도입 지역, ECA 실행에 따른 지원제도 실천 및 선사 인센티브 지원 방안 등을 아우르는 종합적인 법·제도 체제 마련이 요구된다.

제7장

결론 및 정책제언 ≪

제1절 요약 및 결론

우리나라 항만도시의 대기환경은 서울을 비롯한 내륙도시보다 열악한 상황이다. 국립환경과학원의 연도별 배출량 자료를 분석한 결과, 질소산화물(NO_x)은 서울이 가장 높았으나 다음으로 울산, 부산, 인천의 순이었으며, 황산화물(SO_x)과 미세먼지(PM_{10}), 초미세먼지($\text{PM}_{2.5}$)는 모두 부산, 인천, 울산이 내륙도시보다 높게 나타났다. 이러한 항만도시에서는 비도로이동오염원의 비중이 내륙도시보다 높게 나타났으며, 특히 선박의 배출량이 높은 것으로 분석되었다. 2013년 기준 부산의 황산화물 배출량 중 81.7%가 선박에서 배출되었으며, 질소산화물(47.1%), 미세먼지(64.7%), 초미세먼지(66.2%) 등도 선박에서의 배출량이 절대적으로 높은 수준으로 분석되었다. 즉, 선박의 배출량 감축은 항만도시의 대기환경 개선과 직결된다. 따라서 선박의 대기오염물질을 제한하기 위한 방안인 ECA의 도입 필요성에 대한 검토가 이루어져야 한다.

IMO는 발트해 및 북해, 북미 연안, 카리브해에 ECA를 지정하여 선박의 대기오염물질 배출을 규제하고 있다. 2006년 발트해를 최초 ECA로 지정하였으며, 이후 북해(2007년), 북미(2012년), 카리브해(2014년) 등으로 확대하였다. 선박 연료유의 황 함유량도 1.5% m/m 에서 1.0% m/m (2010년), 0.1% m/m (2015년)으로 단계적으로 강화하고 있다. 또한 발트해와 북해는 황산화물의 배출을 규제하고 있으며, 북미와 카리브해는 질소산화물과 미세먼지의 배출도 규제를 하고 있다. 중국과 홍콩의 경우 IMO의 승인을 거치지 않고 자발적으로 ECA를 지정하였다. 홍콩은 2015년 7월 1일을 기점으로 홍콩항의 전 수역을 ECA로 지정하고 선박 연료유의 황 함유량을 0.5% m/m 으로 제한하고 있으며, 중국은 장강삼각주, 주강삼각주, 보하이만 지역을 ECA로 지정하였으며, 범위는 자국의 영해인 12해리까지로 규정하

였다. 중국은 향후 추가적인 검토 및 자료 조사 후 IMO의 승인을 요청할 계획이다. 일본의 경우 2010~2013년 기간 동안 자국 해역 내 ECA 도입 타당성을 검토하였다. 검토 결과, 해당 시점에서의 일본의 대기 환경은 양호한 수준이었으며, 지속적인 개선효과로 국제적 기준을 달성할 것으로 판단하여 ECA 도입이 필요 없을 것으로 판단하였다. 그러나 향후 대기오염 배출 규제에 대한 국제적 동향을 지속 파악하여, ECA 지정을 위한 재검토가 필요할 경우 재평가할 예정이다. 또한, 지중해 지역에서도 환경단체를 중심으로 ECA 지정을 촉구하고 있다.

ECA 지정의 가장 직접적인 효과는 대기오염물질의 감축이다. 미국의 LA/LB항은 2005~2015년 기간 진행된 “청정대기행동계획”의 결과 동안 선박의 황산화물 배출량이 약 97%, 질소산화물 41%, 미세먼지 89%, 초미세먼지 87% 등이 감축되었다. 물론 청정대기행동계획에서는 AMP 전환, 저속운항프로그램 등 다양한 프로그램을 통해 선박의 배출량을 감축하였으나, 그 중 연료유의 전환이 가장 큰 감축 요인 중 하나라고 밝히고 있다.

유럽에서도 ECA 황 함유량 규제가 강화(1.0% m/m →0.1% m/m)된 2015년을 기점으로 선박의 황산화물의 배출량을 실제 측정한 결과 90% 이상 감축된 것을 확인할 수 있었으며, 최근 자발적으로 ECA를 지정한 중국에서도 상하이, 선전, 탕산항 등의 대기환경이 개선된 것을 확인할 수 있다. 또한, 미국 환경청에서 ECA 도입에 따른 대기오염물질 감축 효과와 발생 비용 및 편익을 분석한 결과 ECA 내 선박으로 배출되는 황산화물의 86%, 질소산화물 23%, 미세먼지 74%가 감축되며, 조기사망자 방지 및 호흡기 질환 방지 등과 같은 사회적 편익이 470억~1,100억 달러가 발생할 것으로 추정하였다.

유럽의 황산화물(SO_x) ECA 도입에 따른 효과 분석(2008년)에서도 2020년 기준 비용(45억 유로) 대비 편익(230억 유로)이 높았으며, 기존 ECA에 질소산화물(NO_x) 규제 추가 효과를 검토(2017년)한 결과 2021~2040년 기간 동안 비용(165억 유로) 대비 편익(283억 유로)이 발생하는 것으로 나타났다. 즉, ECA 도입은 선박의 대기오염물질 배출량을 크게 줄일 수 있는 것으로 판단되며, 더불어 대기오염으로 인한 조기사망 및 심폐질환을 예방할 수 있어 추가적인 사회적 편익이 발생하는 것을 알 수 있다.

OECD(2016) 보고서에 따르면, 현재 대기환경 수준이 지속될 경우 2060년 우

리나라는 OECD 국가 중 조기사망률이 가장 높을 것으로 전망되었으며, 대기오염과 관련된 의료비 증가, 노동생산성 저하 등으로 GDP 손실을 또한 OECD 국가 중 가장 클 것으로 분석하였다. 또한, 국립환경과학원의 자료 분석 결과 우리나라의 선박 배출 대기오염물질이 지속적으로 증가하고 있으며, 특히 항만도시인 부산의 대기오염물질 배출원 중 선박의 비중이 매우 높은 것으로 나타났다. 항만도시 거주민과 관련업계 종사자들을 대상으로 한 설문조사에서도 대부분의 응답자가 우리나라의 ECA 지정을 찬성하고 있는 것으로 분석되었다. 따라서, 우리나라 역시 ECA 지정을 통한 선박의 대기오염물질의 배출량을 제한해야 한다. 이를 통해서, 지속적으로 증가하고 있는 선박의 배출량을 감축하여 항만도시의 대기환경을 개선할 뿐만 아니라, 조기사망자 및 관련 질환의 감소로 추가적인 사회적 비용이 감소할 것으로 예상된다.

국외 ECA 도입 시기를 검토한 결과 일반적으로 자동차 연료유의 황 함유량을 10ppm으로 제한하기 전에 ECA를 도입하는 것으로 나타났다. 그러나 우리나라의 경우 그 시기가 2009년으로, ECA 도입이 상당히 지체된 상태이다. 하지만 국외 사례에서의 ECA 지정 검토 기간, 설문조사 결과 및 우리나라 도입 여건 등을 고려하였을 때, 단기간에 IMO의 승인을 통한 ECA 지정은 현실적으로 불가능하며, 5년을 목표로, 단기적으로는 중국과 같이 자발적인 ECA를 지정하고 ECA 지정에 따른 효과 분석 및 추가적인 검토를 통해 IMO의 승인을 획득하는 과정이 필요할 것으로 판단된다.

ECA 도입 지역에 대해서는 전 해상구역을 통해 ECA를 지정하자는 조사결과에도 불구하고, 현실적인 상황을 반영하여 단기적으로는 대기오염 정도가 심각하고, 선박 입·출항이 많은 특정항만도시를 중심으로 하여 우선적으로 시행하고, 그 범위를 점차 확대하여 IMO 승인 신청 시점에 전 해상 구역으로 확대 적용하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

ECA 도입을 위해서는 항만의 대기오염 물질 측정 시스템 마련과 선박의 유류비 지원 등의 지원책 마련이 가장 중요하게 추진되어야 할 것으로 보이며, 특히 선사를 대상으로 한 인센티브 형태의 지원은 그 대상, 시기, 지급 주체 등에 대해 종합적이고 구체적인 검토가 필요하다. 다만, 중국사례와 같이, 초기 제도 시행의 안정적 정착과 선사 부담 해소를 위해 단기간에 걸쳐 일시적으로 제공되어야 할 것이다.

제2절 정책제언

1. 항만도시 대기환경 개선을 위해 ECA 지정은 필수

국외 ECA 도입 시기와 비교해 볼 때, 우리나라는 최근에서야 ECA 지정 및 시행 필요성에 대한 논의가 시작되고 있어 도입 시기는 이미 늦었다고 할 수 있다. 현재 항만도시의 대기오염 수준은 계속적으로 높아지고 주요 오염 배출원이 선박임을 감안할 때 정부는 효과적으로 선박의 오염물질 배출을 규제할 수 있는 ECA 도입을 적극적으로 검토해야 할 것이다. ECA 제도는 이미 주요 항만이 포함된 국가에서 시행하고 있어 도입 방법에 대한 벤치마킹이 가능하고, 오염물질 배출 절감 효과도 이미 검증되어왔다. 또한 향후 2020년 0.5% m/m 이하 연료유의 사용 의무화 등 점차 강화되고 있는 글로벌 대기오염 배출 규제에 대응할 수 있는 가장 적극적인 방법이라 할 수 있다.

2. ECA 조기 정착을 위한 지원

ECA 시행은 고품질 연료유 사용 혹은 전환이 반드시 수반되어야 하며, 이는 선사들의 운항비 증가에 영향을 미칠 수밖에 없다. 우리나라 ECA 도입에 대해 선사는 기업의 사회적 책임, 환경문제 대응 등을 이유로 우리나라 ECA 도입을 무조건 반대할 수는 없는 입장이나, 운항비 증가로 인한 피해에 대한 우려도 큰 상황이다. 중국의 경우에도 대형 선사들은 대량의 저비용 연료유 확보가 용이하나, 중소형 선사는 그렇지 못한 상황이므로 일부 지방정부는 이를 위해 연료유 전환에 따른 비용 증가분에 대해 보조금 지급이 이루어지고 있다.⁴⁴⁾

ECA는 모든 국적의 선박에 동일하게 적용되는 국제적 성격을 가지는 제도이므로 도입 초기에는 정부 및 해양수산부 차원에서 상징적으로 보조금 지급 등의 인센티브를 제공하여 제도 조기정착 및 활성화가 필요하다. 향후 국내 중소형

44) 중국 교통운수부 수운과학연구원 평환성 심층 인터뷰(2017. 9. 29.)

선사의 경쟁력 향상 및 유류비 부담을 완화시키기 위한 보조금 지원 등은 형평성이 문제가 될 수 있으므로 항만이 속해 있는 지자체 및 항만공사 등을 통한 지원이 필요할 것으로 판단된다. 그러나 장기적으로 ECA는 그 적용 범위와 규제 수준이 향상될 가능성이 있으므로 지원제도는 초기 제도 정착을 위한 단기적인 수준에 머물러야 할 것이다.

3. 위반 감시를 위한 인력확보 및 제재를 위한 제도 마련

ECA 도입에 따라 적정 연료유 사용 여부를 확인하기 위해서는 검사인력, 검사시설 혹은 장비 확보가 요구된다. 중국은 검사인력 부족과 검사시간이 장시간 소요되어 약 1,000척당 1회 수준의 낮은 검사율을 보이는 등 ECA 위반에 대한 감시효율이 떨어지고 있어, 중국 정부는 3억 위안의 예산을 배정하여 신속한 검사를 위한 인력훈련과 설비를 도입할 계획이다.⁴⁵⁾

우리나라 역시, ECA 도입과 동시에 그 실효성 확보 차원에서 감시 인력을 미리 확보하고 필요 시 인력확충 및 양성이 필요할 것으로 판단된다. 이는 새로운 일자리 창출을 실현할 수 있는 방안이 되기도 한다.

한편, ECA 도입에 따라 그 규정을 위반할 시 법적인 제재조치를 마련할 필요성이 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 중국의 경우 그 위반 비율이 약 3.6%이며, 자국법에 의해 벌금을 부과하고 있다. 홍콩, 미국 역시 동일한 제재조치를 취하고 있다.

우리나라의 경우 현재 「해양환경관리법」에서 선박 오염물질 배출과 관련된 전반적인 내용을 규정하고 있다. 향후 ECA 시행과 제재에 대한 내용 역시 동법에서 규정하는 것이 바람직하다고 보여지며, ECA 도입의 보다 높은 효과를 달성하기 위해 위반 시 제재가 가능한 법적 근거를 마련하여야 할 것이다.

⁴⁵⁾ 중국 교통운수부 수운과학연구원 평찬성 심층 인터뷰(2017. 9. 29.)

4. 장기적으로 IMO 승인을 위한 검토 수행

본 연구에서는 단기적으로 중국의 경우를 참고하여 자발적으로 ECA를 도입하고, 향후 지정에 따른 효과 분석을 통해 IMO 승인을 획득하는 과정을 제안하였다. 이를 위해 가장 중요한 작업은 ECA 시행으로 대기오염 개선 효과를 측정하고 분석할 수 있는 기초자료를 확보하는 것이다. IMO 승인을 위해서는 ECA 지정이 해당 지역의 대기환경 개선에 영향을 미친다는 것을 반드시 증명해야 하므로 투입비용 및 편익분석을 위한 자료를 위해서도 항만지역의 오염물질에 대한 기초자료가 필요하다.

우선적으로는 항만구역의 대기오염 관측망 설치를 통해 자료의 DB 구축이 이루어져야 한다. 또한 대기오염물질의 배출원별 체계적인 관리와 검증을 위한 인벤토리(Inventory) 구축, 국내 입출항 선박의 운항방식에 적합하고 국내 여건에 맞는 대기오염물질 배출계수 개발 등이 요구된다.

그 밖에, IMO 승인을 통한 ECA는 장기간 까다로운 절차가 요구되므로 자발적인 ECA 지정으로 그 효과 및 영향력을 객관적으로 분석할 수 있도록 사전에 준비할 필요가 있다고 판단된다.

참고문헌 《

〈국내 문헌〉

- 이호춘 외, 「우리나라 선박 배출 대기오염물질의 체계적 관리방안」, 한국해양수산개발원, 2016
- 한국선급, Technical Information, No. 2011-IMO-12
- 한국해양수산개발원, 우리나라 선박의 28% 고효율·친환경 선박으로 교체가 시급하다, 「KMI 동향분석 4호」, 2016.11.
- 한국해양수산개발원, 항만도시 미세먼지 저감 위해 AMP 설치 서둘러야, 「KMI 동향분석 35호」, 2016.06.
- 해양수산부, 2017 항만업무편람

〈국외 문헌〉

- 일본 국토교통성, 「船舶からの大気汚染物質放出規制海域(ECA)に関する技術検討委員会取りまとめ(선박으로부터의 대기오염물질배출규제해역(ECA)에 대한 기술검토위원회 정리)」, 2013. 6. 27.
- AirClim, Air pollution from shipping, 2016.
- AirClim, Cost-benefits analysis of NOx control for ships in the Baltic Sea and the North Sea, 2017.
- EPA, *Designation of north american emission control area to reduce emissions from ships*, 2010.
- EPA, *Proposal to designation an Emission Control Area for Nitrogen Oxides, Sulfur Oxides and Particulate Matter*, 2009. 4.
- Huan Liu, etc, "Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia", *Nature Climate Change*, 2016. 7. 18.

- Huatai Insurance Agency & Consultant Service LTD. Circular Ref No. PNI1510, Ministry of Transportation P.R. China Issued a New Regulation on Setting of Three Emission Control Area("ECA") in Pearl River Delta, Yangtz River Delta and Bohai-rim Water 2015. 11.
- James J.C., etc, "Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment", *Environmental Science & Technology*, Vol. 41, No.24., 2007.
- Morten. S, "The environmental effects of emission control area regulations on short sea shipping in Northern Europe: The case of container feeder vessels", *Transportation Research Part D*(In Press, Corrected Proof in 2016)
- OECD, "The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution: Policy Highlights", 2016. 6.
- Port of Long Beach, "Air Emission Inventory, 2010/2016", 2017.7., p.ES-1.
- The 4th Sulphur Experts Group Meeting, The current status and challenges for implementation of emission control area in China, 2017. 9.
- The Port of LA, "2016 Air Quality Report Card", 2016.
- The port of Los Angeles, "Air Emission Inventory 2010, 2016", 2017.7., p.62.
- Zeru et. al., "Evaluation of effects of ship emissions control area: Case study of Shanghai Port in China, Transportation Research Record", *Journal of the Transportation Research Board*, No. 2611, 2017.
- Zheng Wan, Mo Zhu, Shun Chen & Daniel Sperling, "Pollution: Three steps to a green shipping industry", *Nature News & Comment*, 2016. 2. 17.

〈인터넷 자료〉

국가법령정보센터 해양환경관리법 www.law.go.kr

국립환경과학원 연도별 배출량 통계(2005~2014년) www.nier.go.kr

국제해사기구 홈페이지 www.imo.org

부산항만공사 홈페이지 www.busanpa.com

일본 국토교통성 홈페이지 www.mlit.go.jp

중국 교통운수부 홈페이지 www.moc.gov.cn

한국선급 홈페이지 www.krs.co.kr

해양수산부 해운항만물류정보센터(SP-IDC) 홈페이지 www.spidc.go.kr

홍콩 환경청 홈페이지 www.epd.gov.hk

Financial Times 홈페이지 www.ft.com

Hellenic shipping News 홈페이지 www.hellenicshippingnews.com

LA/LB Clean Air Action Plan 홈페이지 www.cleanairactionplan.org

NRDC 홈페이지 www.nrdc.org

부록 《

부록 1. 우리나라 배출규제해역(ECA) 지정에 대한 인식도 조사 설문지

KMI 한국해양수산개발원 KOREA MARITIME INSTITUTE ID

우리나라 ECA 도입방안 인식 조사

안녕하십니까? 저희 CS for Life는 국무총리실 산하 정부출연연구기관인 한국해양수산개발원의 의뢰를 받아, 우리나라 배출규제해역(ECA: Emission Control Area) 도입에 대한 인식조사를 실시하고 있습니다. 귀하의 답변은 향후 해양분야의 국가 정책을 추진함에 있어 귀중한 참고 자료로 활용될 예정입니다.

응답해주시는 정보는 법률 제1169호 개인정보보호법 제15조(개인정보 수집/이용)에 의거하여 보호받을 수 있으며, 동법 제21조(개인정보의 파기)에 의거하여 조사종료 후 파기되오니 원활한 연구가 진행될 수 있도록 가급적 모든 문항에 응답해 주시기를 부탁드립니다. 또한 본 설문문의 결과와 내용은 연구관련 목적 이외에는 사용되지 않음도 함께 알려드립니다.
감사합니다.

2017. 11.

문의 사항	- 설문 문의 한국해양수산개발원 이기열 전문연구원 051-797-4670 김보경 연구원 051-797-4674
-------	--

SQ1	귀하의 성별은 무엇입니까?	① 여성 ② 남성
SQ2	귀하의 나이는 올해 만으로 어떻게 되십니까?	① 19~29세 ② 30대 ③ 40대 ④ 50대 ⑤ 60대이상 ▶ 만 19세 미만 설문중단
SQ3	귀하는 현재 어느 기관에 종사하고 계십니까?	① 선사(선박관리회사 포함) ② 항만(터미널)운행사 ③ 화주사(포워더 포함) ④ 항만공사 ⑤ 정부기관(해양수산부, 해양수산청 포함) ⑥ 기타 ()
SQ4	귀하의 해당기간 근무연수는 어떻게 되십니까?	① 5년 미만 ② 5~10년 ③ 11~15년 ④ 16~20년 ⑤ 20년 이상

- ◎ 배출규제해역(ECA: Emission Control Area)은 선박연료유 연소 과정에서 배출되는 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 미세먼지 등의 대기오염물질 배출 규제가 지정된 해역을 의미함
- ◎ 배출규제해역(ECA)을 항해하는 선박은 황산화물(SOx) 배출 절감을 위해 저유황 연료유 사용(기준대비 고비용), 질소산화물(NOx) 배출 절감을 위해 높은 기술수준의 엔진을 탑재해야 함
- ◎ 현재 유럽의 북해(전체), 발트해(전체), 북미(미국, 캐나다) 해역 및 카리브해(일부), 중국, 홍콩에서 시행하고 있음

- 1 -

01. 귀하께서는 우리나라에 배출규제해역(ECA) 도입을 찬성하십니까?

- ① 찬성 ☞ 01-1번으로 이동 ② 반대 ☞ 01-2번으로 이동

01-1. 찬성하신다면 그 이유는 무엇입니까?

- ① 선진 항만 지역에서도 이미 시행하고 있기 때문
 ② 항만도시 대기환경 개선이 가능하기 때문
 ③ 공장, 자동차 등의 타 오염물질 배출 규제와 형평성 때문
 ④ 환경문제에 적극 대응함에 따라 항만과 도시의 경쟁력 향상
 ⑤ 기타()

01-2. 반대하신다면 그 이유는 무엇입니까?

- ① 배출규제해역(ECA) 지정만으로 항만도시 대기환경 개선 불가능
 ② 우리나라 항만에 입항하는 선박에 미치는 부담
 ③ 배출규제해역(ECA) 도입에 따른 수준 높은 규제로 우리나라 항만 경쟁력 저하
 ④ 배출규제해역(ECA) 시행에 과중한 비용 발생
 ⑤ 기타()

02. 귀하께서는 우리나라에 배출규제해역(ECA)을 언제 도입하는 것이 적당하다고 생각하십니까?

- ① 즉시(1~2년 이내) ② 충분한 검토 후 3~5년 이내 ③ 장기적 관점에서 10년 이내
 ④ 기타()

03. 귀하께서는 우리나라 어느 지역에 배출규제해역(ECA)을 도입하는 것이 타당하다고 생각하십니까?

- ① 우리나라 전 해상 구역 ② 우리나라 전체 항만 구역 ③ 우리나라 주요 항만 구역
 ④ 선박 입출항이 많은 특정 항만 도시(예: 인천, 부산 등) ⑤ 기타()

04. 귀하께서는 우리나라에 배출규제해역(ECA) 도입 시 어떤 준비가 가장 먼저 선행되어야 한다고 생각하십니까? 가장 중요하다고 생각하는 2가지를 골라주십시오. 1순위(), 2순위()

- ① 항만의 대기오염물질 측정 시스템 구축 ② 배출규제해역(ECA) 지정에 따른 비용편익 분석
 ③ 우리나라 항만 기항 패턴 변경 가능성 분석 ④ 선박의 유류비 증가에 따른 지원제도 마련
 ⑤ 배출규제해역(ECA) 위반 및 감시업무를 위한 운영시스템 마련
 ⑥ 저유황유 가격 및 수급 안정화 및 저품질 연료유 규제 ⑦ 기타()

05. 귀하께서는 우리나라에 배출규제해역(ECA) 도입 시 어떤 혜택(인센티브)이 적절하다고 생각하십니까?

- ① ECA 내 입항선박의 항비 감면 ② 유류비 차액 또는 정화시설 추가에 대한 보조금 지급
 ③ 기타() ④ 필요 없음

06. 귀하께서는 우리나라에 배출규제해역(ECA) 도입에 따른 혜택(인센티브)이 이루어 질 시, 어떻게 지원이 되어야 한다고 생각하십니까?

- ① 모든 국적선사(선박) 대상 ② 지원 기준 설정을 통한 제한적 범위의 국적선사(선박)
 ③ 국적에 관계없이 모든 선사(선박) ④ 기타() ⑤ 필요 없음

07 귀하께서는 우리나라에 배출규제해역(ECA) 도입에 따른 혜택(인센티브)이 이루어 질 시, 지원 주체는 누가 되어야 한다고 생각하십니까?

- ① 해양수산부 등 중앙 정부 ② 해당 지역 항만의 시·도 지자체 ③ 항만공사
④ 누가 지원해도 관계없음 ④ 필요 없음

08 귀하께서는 우리나라에 배출규제해역(ECA) 도입 후, 혜택(인센티브) 지원 기간은 어느 정도가 적절하다고 생각하십니까?

- ① 시행 초기(1년 이내) ② 도입 안정 시기까지(2~3년) ③ 5년 이상
④ 기타() ④ 필요 없음

09. 마지막으로 우리나라 배출규제해역 지정에 대해 제안하고 싶은 점이 있다면 자유롭게 말씀해 주십시오.

♣ 설문에 참여해 주셔서 대단히 감사합니다 ♣

부록 2. 우리나라 배출규제해역(ECA) 지정에 대한 인식도 조사 설문 결과



우리나라 ECA도입방안 인식조사



<제목 차례>

I. 조사개요 -----	3
1. 조사목적 -----	3
2. 조사개요 -----	3
3. 조사내용 -----	3
II. 인천 부산거주 시민 결과 -----	5
1. 배출규제해역(ECA)도입 찬성여부 -----	5
2. 배출규제해역(ECA)도입 찬성이유 -----	6
3. 배출규제해역(ECA)도입 반대이유 -----	7
4. 배출규제해역(ECA)도입 시기 -----	8
5. 배출규제해역(ECA)도입 지역 -----	9
6. 배출규제해역(ECA)지정에 대해 제안하고 싶은 점 -----	10
III. 관련업체 결과 -----	12
1. 배출규제해역(ECA)도입 찬성여부 -----	12
2. 배출규제해역(ECA)도입 찬성이유 -----	13
3. 배출규제해역(ECA)도입 반대이유 -----	14
4. 배출규제해역(ECA)도입 시기 -----	15
5. 배출규제해역(ECA)도입 지역 -----	16
6. 배출규제해역(ECA)도입 시 준비 1순위 -----	17
7. 배출규제해역(ECA)도입 시 준비 1순위+2순위 -----	18
8. 배출규제해역(ECA)도입 시 적정 인센티브 -----	19
9. 배출규제해역(ECA)도입 시 적절한 인센티브 필요한 지원 -----	20
10. 배출규제해역(ECA)도입 시 적절한 인센티브 지원주체 -----	21
11. 배출규제해역(ECA)도입 시 적절한 인센티브 지원 기간 -----	22
12. 배출규제해역(ECA)지정에 대해 제안하고 싶은 점 -----	23

I. 조사개요

1. 조사목적

- 항만도시에 거주하는 도시민(인천, 부산 중심), 해운기업, 터미널 운영사, 항만당국 등 관련된 이해당사자를 대상으로 ECA 도입 시기와 해역에 대한 의견 수렴을 통해 그 판단 근거를 마련하고자 함.

2. 조사개요

[표 1_2 조사개요]

구 분	내 용
조사 대상	인천, 부산 거주시민 전국 해운기업, 항만(터미널)운영기업, 화주기업, 항만당국(항만공사 및 해수청 등)
조사 방법	전화조사
유효 표본	각 100sample (총 200부)
표본 추출	리스트 추출
표본 오차	시민 : ± 9.56 기업 : ± 9.75
조사 기간	2017.12.04.~12.15
분석 기관	C.S. for Life

3. 조사내용

[표 1_3 조사내용]

세부 내용				
시민 일반사항	- 성별	- 나이	- 거주지역	- 종사기관
문항	- 배출규제해역 도입찬성여부			
	- 찬성하는 이유 / 반대하는 이유			
	- 배출규제해역 도입 시기			
	- 배출규제해역 도입 지역			
업체 일반사항	- 배출규제해역지정에 대해 제안하고 싶은 점			
	- 성별	- 나이	- 종사하는 기관	- 근무연수
	- 배출규제해역 도입찬성여부			
	- 찬성하는 이유 / 반대하는 이유			
문항	- 배출규제해역 도입 시기			
	- 배출규제해역 도입 지역			
	- 배출규제해역 도입 시 가장 필요한 준비			
	- 배출규제해역 도입 시 적절한 인센티브			
	- 배출규제해역 도입 시 인센티브 지원방법			
	- 배출규제해역 도입 시 혜택이 이뤄질 때 지원주체			
	- 배출규제해역 도입 후 혜택 적정 지원기간			
	- 배출규제해역지정에 대해 제안하고 싶은 점			



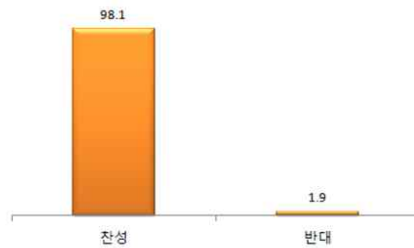
II. 인천 부산거주 시민 결과

1. 배출규제해역(ECA)도입 찬성여부

- ECA도입 찬성여부를 살펴보면, 찬성 98.1%, 반대 1.9%로 나타남.

[그림 II_1 배출규제해역(ECA) 도입 찬성여부]

n: 105, 단위 : %



[표 II_1 배출규제해역(ECA) 도입 찬성여부]

n: 105, 단위 : %

		사례수	ECA도입찬성여부	
			찬성	반대
(전 체)		(105)	98.1	1.9
성별	여성	(51)	98.0	2.0
	남성	(54)	98.1	1.9
나이	19~29세	(24)	95.8	4.2
	30대	(19)	100.0	
	40대	(21)	100.0	
	50대	(22)	95.5	4.5
	60대 이상	(19)	100.0	
거주지역	인천	(53)	98.1	1.9
	부산	(52)	98.1	1.9
종사기관	자영업	(8)	100.0	
	판매/영업/서비스직	(21)	95.2	4.8
	기능/숙련직	(3)	100.0	
	생산/노무직	(4)	100.0	
	사무직	(27)	100.0	
	경영/관리직	(2)	100.0	
	전문/자유직	(6)	100.0	
	가정주부	(18)	94.4	5.6
	학생	(11)	100.0	
무직	(5)	100.0		

2. 배출규제해역(ECA)도입 찬성이유

- 배출규제해역(ECA)도입 찬성이유를 살펴보면, 항만도시 대기환경 개선이 가능하기 때문 54.4%, 환경 문제에 적극 대응함에 따라 항만과 도시의 경쟁력 향상 40.8% 등으로 나타난.

[그림 11.2 배출규제해역(ECA) 도입 찬성이유]

n: 105, 단위 : %



[표 11.2 배출규제해역(ECA) 도입 찬성이유]

n: 105, 단위 : %

		사례수	찬성하는 이유			
			선진항만 지역에서도 이미 시행하고 있기때문	항만도시 대기환경 개선이 가능하기 때문	공장, 자동차등의 타 오염물질 배출규제와 형평성 때문	환경문제에 적극 대응함에 따라 항만과 도시의 경쟁력향상
{전 체}		(103)	2.9	54.4	1.9	40.8
성 별	여성	(50)	4	58	2	36
	남성	(53)	1.9	50.9	1.9	45.3
나 이	19~29세	(23)		47.8	4.3	47.8
	30대	(19)		47.4	5.3	47.4
	40대	(21)	9.5	57.1		33.3
	50대	(21)		61.9		38.1
	60대 이상	(19)	5.3	57.9		36.8
거주 지역	인천	(52)	1.9	53.8	3.8	40.4
	부산	(51)	3.9	54.9		41.2
종사 기관	자영업	(8)		75		25
	판매/영업/서비스직	(20)		40	10	50
	기능/숙련직	(3)		100		
	생산/노무직	(4)		100		
	사무직	(27)		51.9		48.1
	경영/관리직	(2)		50		50
	전문/자유직	(6)	16.7	50		33.3
	가정주부	(17)	11.8	64.7		23.5
	학생	(11)		36.4		63.6
	무직	(5)		40		60

3. 배출규제해역(ECA)도입 반대이유

- 배출규제해역(ECA) 도입 반대이유를 살펴보면, ECA도입으로 우리나라 항만 경쟁력 저하 50.0%, ECA지정만으로 대기환경 개선 불가능 50.0% 등으로 나타남.

[그림 11_3 배출규제해역(ECA) 도입 반대이유]

n: 105, 단위 : %



[표 11_3 배출규제해역(ECA) 도입 반대이유]

n: 105, 단위 : %

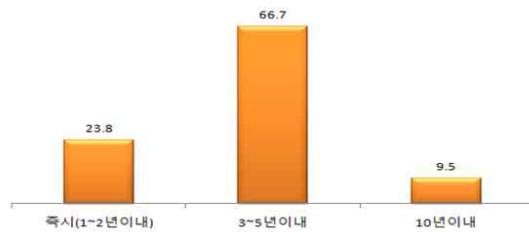
		사례수	반대하는 이유	
			ECA지정만으로 대기환경 개선 불가능	ECA도입으로 우리나라 항만 경쟁력 저하
{전 체}		(2)	50	50
성별	여성	(1)	100	
	남성	(1)		100
나이	19~29세	(1)		100
	50대	(1)	100	
거주지역	인천	(1)		100
	부산	(1)	100	
종사기관	판매/영업/서비스직	(1)		100
	가정주부	(1)	100	

4. 배출규제해역(ECA)도입 시기

- 배출규제해역(ECA)도입 시기를 살펴보면, 즉시(1~2년 이내) 23.8%, 3~5년 이내 66.7%, 10년 이내 9.5%로 나타남.

[그림 11_4 배출규제해역(ECA) 도입 시기]

n: 105. 단위 : %



[표 11_4 배출규제해역(ECA) 도입 시기]

n: 105. 단위 : %

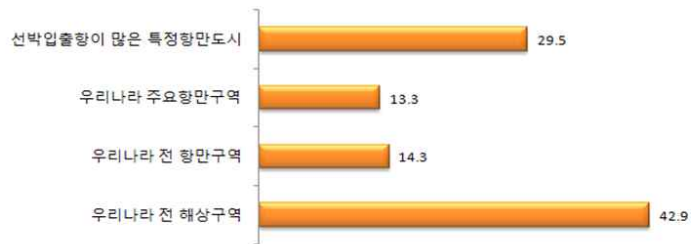
		사례 수	ECA도입 시기		
			즉시(1~2년 이내)	3~5년 이내	10년 이내
{전 체}		(105)	23.8	66.7	9.5
성별	여성	(51)	25.5	60.8	13.7
	남성	(54)	22.2	72.2	5.6
나이	19~29세	(24)	33.3	58.3	8.3
	30대	(19)	15.8	73.7	10.5
	40대	(21)	28.6	61.9	9.5
	50대	(22)	22.7	68.2	9.1
	60대 이상	(19)	15.8	73.7	10.5
거주지역	인천	(53)	28.3	64.2	7.5
	부산	(52)	19.2	69.2	11.5
종사기관	자영업	(8)	25	75	
	판매/영업/서비스직	(21)	38.1	52.4	9.5
	기술/숙련직	(3)		66.7	33.3
	생산/노무직	(4)		100	
	사무직	(27)	22.2	70.4	7.4
	경영/관리직	(2)		50	50
	전문/자유직	(6)	66.7	33.3	
	가정주부	(18)		83.3	16.7
	학생	(11)	27.3	63.6	9.1
	무직	(5)	40	60	

5. 배출규제해역(ECA)도입 지역

- 배출규제해역(ECA) 도입 지역을 살펴보면, 우리나라 전 해상구역 42.9%, 선박입출항이 많은 특정항만도시 29.5% 등의 순서로 나타남.

[그림 11.5 배출규제해역(ECA) 도입 지역]

n: 105. 단위 : %



[표 11.5 배출규제해역(ECA) 도입 지역]

n: 105. 단위 : %

		사례수	ECA도입위치			
			우리나라 전 해상구역	우리나라 전 항만구역	우리나라 주요항만구역	선박입출항이 많은 특정항만도시
	{전 체}	(105)	42.9	14.3	13.3	29.5
성별	여성	(51)	49	9.8	13.7	27.5
	남성	(54)	37	18.5	13	31.5
나이	19~29세	(24)	50	12.5	8.3	29.2
	30대	(19)	31.6	5.3	42.1	21.1
	40대	(21)	33.3	28.6	4.8	33.3
	50대	(22)	45.5	13.6	4.5	36.4
거주지역	60대 이상	(19)	52.6	10.5	10.5	26.3
	인천	(53)	37.7	15.1	11.3	35.8
	부산	(52)	48.1	13.5	15.4	23.1
종사기관	자영업	(8)		37.5	12.5	50
	판매/영업/서비스직	(21)	38.1	23.8	9.5	28.6
	기능/숙련직	(3)	100			
	생산/노무직	(4)	25	50		25
	사무직	(27)	37	11.1	25.9	25.9
	경영/관리직	(2)	50			50
	전문/자유직	(6)	50			50
	가정주부	(18)	55.6	5.6	5.6	33.3
	학생	(11)	54.5	9.1	9.1	27.3
	무직	(5)	60		40	

6. 배출규제해역(ECA)지정에 대해 제안하고 싶은 점

- 적극적인 시행이 필요하다
- 지구환경개선을 위해 육상 해상 모두 최대한의 노력과 법체제가 필요하고 본다.
- 환경오염은 지역에 관계없이 똑같이 진행을 해야 효과를 볼 수 있다.
- 더 오염되지 않게 빨리해야한다.



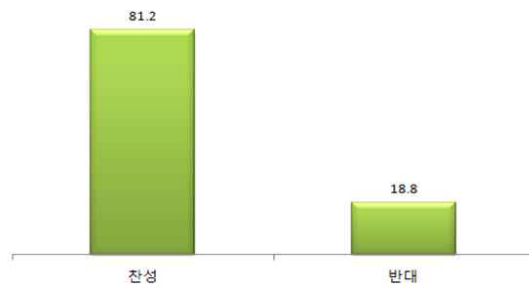
III. 관련업체 결과

1. 배출규제해역(ECA)도입 찬성여부

- ECA도입 찬성여부를 살펴보면, 찬성 81.2%, 반대 18.8%로 나타남.

[그림 III_1 배출규제해역(ECA) 도입 찬성여부]

n: 101, 단위 : %



[표 III_1 배출규제해역(ECA) 도입 찬성여부]

n: 101, 단위 : %

		사례수	ECA도입찬성여부	
			찬성	반대
{전 체}		(101)	81.2	18.8
성별	여성	(27)	81.5	18.5
	남성	(74)	81.1	18.9
나이	19~29세	(18)	72.2	27.8
	30대	(49)	81.6	18.4
	40대	(23)	82.6	17.4
	50대	(11)	90.9	9.1
종사기관	선사(선박관리회사포함)	(50)	74	26
	항만(터미널)운영사	(20)	95	5
	화주사(포워더포함)	(21)	85.7	14.3
	항만공사	(10)	80	20
근무연수	5년 미만	(41)	82.9	17.1
	5~10년	(30)	73.3	26.7
	11~15년	(16)	75	25
	16~20년	(8)	100	
	20년 이상	(6)	100	

2. 배출규제해역(ECA)도입 찬성이유

- 배출규제해역(ECA)도입 찬성이유를 살펴보면, 환경문제에 적극 대응함에 따라 항만과 도시의 경쟁력 향상 74.4%, 항만도시 대기환경 개선이 가능하기 때문 17.1% 등으로 나타남.

[그림 III_2 배출규제해역(ECA) 도입 찬성이유]

n: 101, 단위 : %



[표 III_2 배출규제해역(ECA) 도입 찬성이유]

n: 101, 단위 : %

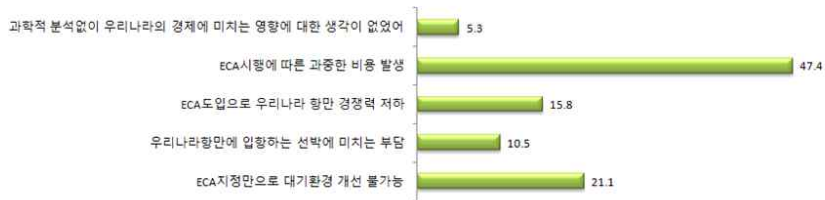
		사례수	찬성하는 이유			
			선진항만 지역에서도 이미 시행하고 있기때문	항만도시 대기환경 개선이 가능하기 때문	공장, 자동차등의 타 오염물질 배출규제와 형평성 때문	환경문제에 적극 대응함에 따라 항만과 도시의 경쟁력향상
	{전 체}	(82)	6.1	17.1	2.4	74.4
성별	여성	(22)	4.5	27.3		68.2
	남성	(60)	6.7	13.3	3.3	76.7
나이	19~29세	(13)		46.2		53.8
	30대	(40)	10	10	2.5	77.5
	40대	(19)		15.8	5.3	78.9
	50대	(10)	10	10		80
종사기 관	선사(선박관리회사포함)	(37)	2.7	21.6		75.7
	항만(터미널)운영사	(19)	5.3	10.5	5.3	78.9
	화주사(포워더포함)	(18)	11.1	16.7	5.6	66.7
	항만공사	(8)	12.5	12.5		75
근무연 수	5년 미만	(34)	5.9	23.5	2.9	67.6
	5~10년	(22)	9.1	9.1	4.5	77.3
	11~15년	(12)		8.3		91.7
	16~20년	(8)		25		75
	20년 이상	(6)	16.7	16.7		66.7

3. 배출규제해역(ECA)도입 반대이유

- 배출규제해역(ECA)도입 반대이유를 살펴보면, ECA시행에 따른 과중한 비용발생 47.4%, ECA지정만으로 대기환경 개선 불가능 21.1% 등의 순으로 나타남.

[그림 III_3 배출규제해역(ECA) 도입 반대이유]

n: 101, 단위 : %



[표 III_3 배출규제해역(ECA) 도입 반대이유]

n: 101, 단위 : %

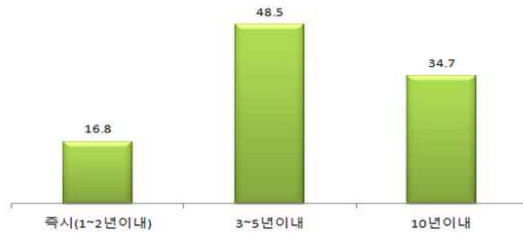
			반대하는 이유					
			ECA지정만으로 대기환경 개선 불가능	우리나라항만에 입항하는 선박에 미치는 부담	ECA도입으로 우리나라 항만 경쟁력 저하	ECA시행에 따른 과중한 비용 발생	과학적 분석 없이 우리나라의 경제에 미치는 영향에 대한 생각이 없었어.	
{전 체}			(19)	21.1	10.5	15.8	47.4	5.3
성별	여성	(5)	20		20	60		
	남성	(14)	21.4	14.3	14.3	42.9	7.1	
나이	19~29세	(5)	40		40	20		
	30대	(9)	11.1	22.2	11.1	44.4	11.1	
	40대	(4)	25			75		
	50대	(1)				100		
증사 기관	선사(선박관리회사포함)	(13)	30.8	7.7	7.7	53.8		
	항만(터미널)운영사	(1)				100		
	화주사(포워더포함)	(3)			66.7	33.3		
	항만공사	(2)		50			50	
근무 연수	5년 미만	(7)	42.9		28.6	28.6		
	5~10년	(8)	12.5	25	12.5	50		
	11~15년	(4)				75	25	

4. 배출규제해역(ECA)도입 시기

- 배출규제해역(ECA)도입 시기를 살펴보면, 즉시(1~2년 이내) 16.8%, 3~5년 이내 48.5%, 10년 이내 34.7%로 나타났다.

[그림 III_4 배출규제해역(ECA) 도입 시기]

n: 101, 단위 : %



[표 III_4 배출규제해역(ECA) 도입 시기]

n: 101, 단위 : %

		사례수	ECA도입 시기		
			즉시(1~2년 이내)	3~5년 이내	10년 이내
{전 체}		(101)	16.8	48.5	34.7
성별	여성	(27)	11.1	44.4	44.4
	남성	(74)	18.9	50	31.1
나이	19~29세	(18)	5.6	33.3	61.1
	30대	(49)	20.4	49	30.6
	40대	(23)	26.1	47.8	26.1
	50대	(11)		72.7	27.3
종사기관	선사(선박관리회사포함)	(50)	14	46	40
	항만(터미널)운열사	(20)	35	50	15
	화주사(포워더포함)	(21)	9.5	52.4	38.1
	항만공사	(10)	10	50	40
근무연수	5년 미만	(41)	14.6	48.8	36.6
	5~10년	(30)	20	36.7	43.3
	11~15년	(16)	12.5	56.3	31.3
	16~20년	(8)	25	62.5	12.5
	20년 이상	(6)	16.7	66.7	16.7

5. 배출규제해역(ECA)도입 지역

- 배출규제해역(ECA)도입 지역을 살펴보면, 우리나라 전 해상구역 42.9%, 선박입출항이 많은 특정항만 도시 29.5% 등의 순서로 나타남.

[그림 III_5 배출규제해역(ECA) 도입 지역]

n: 101, 단위 : %



[표 III_5 배출규제해역(ECA) 도입 지역]

n: 101, 단위 : %

		사례 수	ECA도입위치				
			우리나라 전 해상구역	우리나라 전 항만구역	우리나라 주요항만구역	선박입출항이 많은 특정항만도시	가장 작은 항만구역부터
성별	{전 체}	(101)	27.7	16.8	17.8	36.6	1.0
	여성	(27)	14.8	14.8	29.6	40.7	
나이	남성	(74)	32.4	17.6	13.5	35.1	1.4
	19~29세	(18)	11.1	16.7	16.7	55.6	
나이	30대	(49)	28.6	10.2	24.5	34.7	2
	40대	(23)	30.4	26.1	13	30.4	
	50대	(11)	45.5	27.3		27.3	
종사기관	선사(선박관리회사포함)	(50)	26	14	20	40	
	항만(터미널)운영사	(20)	25	25	20	30	
	화주사(포워더포함)	(21)	38.1	14.3	14.3	33.3	
	항만공사	(10)	20	20	10	40	10
수명	5년 미만	(41)	29.3	12.2	19.5	39	
	5~10년	(30)	20	13.3	23.3	43.3	
	11~15년	(16)	25	25	18.8	25	6.3
	16~20년	(8)	50	37.5		12.5	
	20년 이상	(6)	33.3	16.7		50	

6. 배출규제해역(ECA)도입 시 준비 1순위

- 배출규제해역(ECA)도입 시 준비 1순위를 살펴보면, 항만의 대기오염물질 측정 시스템 구축 35.6%, 선박의 유류비 증가에 따른 지원제도 마련 31.7% 등의 순으로 나타남.

[그림 III.6 배출규제해역(ECA) 도입 시 준비 1순위]

n: 101, 단위 : %



[표 III.6 배출규제해역(ECA) 도입 시 준비 1순위]

n: 101, 단위 : %

		사례 수	ECA도입 시 준비 1순위					
			항만의 대기오염 물질 측정 시스템 구축	ECA지정 에 따른 비용편익 분석	우리나라 항만 기항패턴 변경가능성 분석	선박의 유류비 증가에 따른 지원제도 마련	ECA위반 및 감시업무를 위한 운영시스템 마련	저유황유 가격 및 수급 안정화 및 저 품질 연료유 규제
	{전 체}	(101)	35.6	13.9	4.0	31.7	10.9	4.0
성 별	여성	(27)	33.3	18.5	3.7	44.4		
	남성	(74)	36.5	12.2	4.1	27	14.9	5.4
나 이	19~29세	(18)	44.4	11.1	5.6	38.9		
	30대	(49)	36.7	14.3	4.1	30.6	6.1	8.2
	40대	(23)	26.1	17.4	4.3	26.1	26.1	
	50대	(11)	36.4	9.1		36.4	18.2	
업 사 기 관	선사(선박관리회사포함)	(50)	30	20	6	32	10	2
	항만(터미널)운영사	(20)	35	5		35	20	5
	화주사(포워더포함)	(21)	42.9	9.5	4.8	28.6	9.5	4.8
	항만공사	(10)	50	10		30		10
수 입 요 인	5년 미만	(41)	36.6	19.5	2.4	36.6	2.4	2.4
	5~10년	(30)	43.3	6.7	10	26.7	6.7	6.7
	11~15년	(16)	18.8	18.8		31.3	25	6.3
	16~20년	(8)	37.5			37.5	25	
	20년 이상	(6)	33.3	16.7		16.7	33.3	

7. 배출규제해역(ECA)도입 시 준비 1순위+2순위

- 배출규제해역(ECA)도입 시 준비 1순위+2순위를 살펴보면, 선박의 유류비 증가에 따른 지원제도 마련 61.4%, 항만의 대기오염물질 측정 시스템 구축 53.5% 등의 순으로 나타남.

[그림 III.7 배출규제해역(ECA) 도입 시 준비 1순위+2순위]

n: 101, 단위 : %(복수응답)



[표 III.7 배출규제해역(ECA) 도입 시 준비 1순위+2순위]

n: 101, 단위 : %(복수응답)

		사례 수	선박의 유류비 증가에 따른 지원제도 마련	항만의 대기오염 물질 측정 시스템 구축	저유황유 가격 및 수급 안정화 및 저 품질 연료유 규제	ECA위반 및 감시업무를 위한 운영시스템 마련	ECA지정에 따른 비용편익 분석	우리나라 항만 기항패턴 변경가능성 분석	배출규제 해역 인식 증분히 공유
성 별	{전 체}	(101)	61.4	53.5	27.7	25.7	21.8	8.9	1.0
	여성	(27)	81.5	55.6	25.9	11.1	18.5	7.4	
	남성	(74)	54.1	52.7	28.4	31.1	23.0	9.5	1.4
나 이	19~29세	(18)	83.3	61.1	22.2	11.1	11.1	11.1	
	30대	(49)	57.1	57.1	26.5	24.5	26.5	8.2	
	40대	(23)	52.2	39.1	39.1	43.5	17.4	8.7	
	50대	(11)	63.6	54.5	18.2	18.2	27.3	9.1	9.1
종 사 기 관	선사(선박관리회사포함)	(50)	72.0	40.0	26.0	26.0	24.0	10.0	2.0
	항만(터미널) 운영사	(20)	45.0	65.0	25.0	45.0	20.0		
	화주사(포워더포함)	(21)	52.4	61.9	33.3	19.0	19.0	14.3	
	항만공사	(10)	60.0	80.0	30.0		20.0	10.0	
수 대 무 기 인	5년 미만	(41)	70.7	58.5	22.0	17.1	24.4	7.3	
	5~10년	(30)	53.3	60.0	26.7	23.3	20.0	16.7	
	11~15년	(16)	56.3	31.3	43.8	43.8	25.0		
	16~20년	(8)	75.0	62.5	25.0	25.0			12.5
	20년 이상	(6)	33.3	33.3	33.3	50.0	33.3	16.7	

8. 배출규제해역(ECA)도입 시 적정 인센티브

- 배출규제해역(ECA) 도입 시 적정 인센티브를 살펴보면, 유류비 차액 또는 정화시설추가에 대한 보조금 지급 73.3%, ECA내 입항선박의 항비감면 23.8% 등의 순으로 나타남.

[그림 III.8 배출규제해역(ECA) 도입 시 적정 인센티브]

n: 101, 단위 : %



[표 III.8 배출규제해역(ECA) 도입 시 적정 인센티브]

n: 101, 단위 : %

		사례수	ECA 도입 시 적절한 인센티브		
			ECA내 입항선박의 항비감면	유류비 차액 또는 정화시설추가에 대한 보조금 지급	필요 없음
{전 체}		(101)	23.8	73.3	3.0
성별	여성	(27)	14.8	85.2	
	남성	(74)	27	68.9	4.1
나이	19~29세	(18)	22.2	72.2	5.6
	30대	(49)	26.5	73.5	
	40대	(23)	26.1	69.6	4.3
	50대	(11)	9.1	81.8	9.1
종사기관	선사(선박관리회사포함)	(50)	24	72	4
	항만(터미널)운영사	(20)	15	85	
	화주사(포워더포함)	(21)	33.3	66.7	
	항만공사	(10)	20	70	10
근무연수	5년 미만	(41)	19.5	78	2.4
	5~10년	(30)	33.3	66.7	
	11~15년	(16)	25	68.8	6.3
	16~20년	(8)	12.5	87.5	
	20년 이상	(6)	16.7	66.7	16.7

9. 배출규제해역(ECA)도입 시 적절한 인센티브 필요한 지원

- 배출규제해역(ECA) 도입 시 적절한 인센티브 필요한 지원을 살펴보면, 국경에 관계없이 모든 선사(선박) 34.7%, 모든국적선사(선박) 대상 31.7% 등의 순으로 나타남.

[그림 III.9 배출규제해역(ECA) 도입 시 적절한 인센티브 필요한 지원]

n: 101, 단위 : %



[표 III.9 배출규제해역(ECA) 도입 시 적절한 인센티브 필요한 지원]

n: 101, 단위 : %

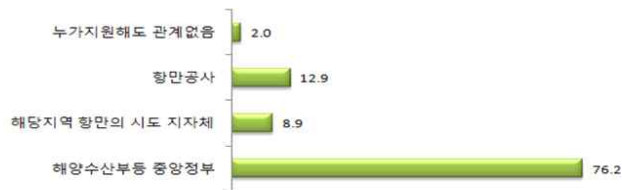
		사례 수	지원방법			
			모든국적선사(선박)대상	지원기준설정을 통한 제한적 범위의 국적선사(선박)	국경에 관계없이 모든 선사(선박)	필요 없음
{전 체}		(101)	31.7	30.7	34.7	3.0
성 별	여성	(27)	29.6	37	33.3	
	남성	(74)	32.4	28.4	35.1	4.1
나 이	19~29세	(18)	22.2	33.3	38.9	5.6
	30대	(49)	22.4	36.7	40.8	
	40대	(23)	52.2	26.1	17.4	4.3
	50대	(11)	45.5	9.1	36.4	9.1
종 사 기 관	선사(선박관리회사포함)	(50)	34	40	22	4
	항만(터미널)운영사	(20)	30	15	55	
	화주사(포워더포함)	(21)	23.8	33.3	42.9	
	항만공사	(10)	40	10	40	10
수 연 무 근	5년 미만	(41)	24.4	36.6	36.6	2.4
	5~10년	(30)	30	30	40	
	11~15년	(16)	37.5	37.5	18.8	6.3
	16~20년	(8)	62.5		37.5	
	20년 이상	(6)	33.3	16.7	33.3	16.7

10. 배출규제해역(ECA)도입 시 적절한 인센티브 지원주체

- 배출규제해역(ECA)도입 시 적절한 인센티브 지원주체를 살펴보면, 국경에 관계없이 모든 선사(선박) 34.7%, 모든국적선사(선박) 대상 31.7% 등의 순으로 나타남.

[그림 III_10 배출규제해역(ECA) 도입 시 적절한 인센티브 지원주체

n: 101, 단위 : %



[표 III_10 배출규제해역(ECA) 도입 시 적절한 인센티브 지원주체

n: 101, 단위 : %

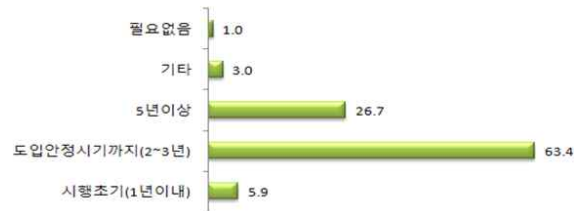
		사례수	지원주체			
			해양수산부등 중앙정부	해당지역 항만의 시도 지자체	항만공사	누가지원해도 관계없음
			%	%	%	%
	{전 체}	(101)	76.2	8.9	12.9	2.0
성별	여성	(27)	63	14.8	18.5	3.7
	남성	(74)	81.1	6.8	10.8	1.4
나이	19~29세	(18)	50	16.7	27.8	5.6
	30대	(49)	87.8	4.1	8.2	
	40대	(23)	69.6	13	13	4.3
	50대	(11)	81.8	9.1	9.1	
종사 기관	선사(선박관리회사포함)	(50)	76	8	12	4
	항만(터미널)운영사	(20)	70	5	25	
	화주사(포워더포함)	(21)	71.4	19	9.5	
	항만공사	(10)	100			
근무 연수	5년 미만	(41)	73.2	9.8	14.6	2.4
	5~10년	(30)	83.3	6.7	10	
	11~15년	(16)	68.8	6.3	18.8	6.3
	16~20년	(8)	87.5	12.5		
	20년 이상	(6)	66.7	16.7	16.7	

11. 배출규제해역(ECA)도입 시 적절한 인센티브 지원 기간

- 배출규제해역(ECA)도입 시 적절한 인센티브 지원 기간을 살펴보면, 도입안정시기까지(2~3년) 63.4%, 5년 이상 26.7% 등의 순으로 나타남.

[그림 III_11 배출규제해역(ECA) 도입 시 적절한 인센티브 지원 기간

n: 101, 단위 : %



[표 III_11 배출규제해역(ECA) 도입 시 적절한 인센티브 지원 기간

n: 101, 단위 : %

		사례수	지원기간				
			시행 초기 (1년 이내)	도입안정시기까지 (2~3년)	5년 이상	기타	필요 없음
성	{전 체}	(101)	5.9	63.4	26.7	3.0	1.0
	여성	(27)	3.7	55.6	37		3.7
	남성	(74)	6.8	66.2	23	4.1	
나 이	19~29세	(18)	11.1	27.8	50	5.6	5.6
	30대	(49)	4.1	69.4	26.5		
	40대	(23)	8.7	69.6	17.4	4.3	
	50대	(11)		81.8	9.1	9.1	
종 사 기 관	선사(선박관리회사포함)	(50)	2	60	34	4	
	항만(터미널)운영사	(20)	20	60	20		
	화주사(포워더포함)	(21)	4.8	76.2	14.3		4.8
	항만공사	(10)		60	30	10	
근 무 연 수	5년 미만	(41)	7.3	53.7	34.1	2.4	2.4
	5~10년	(30)	6.7	66.7	26.7		
	11~15년	(16)	6.3	68.8	18.8	6.3	
	16~20년	(8)		75	25		
	20년 이상	(6)		83.3		16.7	

12. 배출규제해역(ECA)지정에 대해 제안하고 싶은 점

- 선사에 정보공유가 필요하다.
- 정보에 대해 알고 싶어도 알 수 있는 부분이 없다.
- 홍보가 많이 필요하다.
- 세계적으로 하면 지원 필요 없다.
- 육전공급시스템이 필요하다.
- 작은 항만부터 진행을 하고 리스크를 줄여서 넓혀가야 한다.



우리나라 배출규제해역(ECA) 도입 방안 연구

• 인 쇄	2017년 10월 23일 인쇄
• 발 행	2017년 10월 25일 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	(주)영진피앤피 Tel : 02-734-3713

판매 및 보급 : 정부간행물판매센터 Tel : 394 - 0337

정가 6,000원