KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

WEEKLY REPORT

KMI 동향분석

VOL.35
2017 JUNE

발간년월 2017년 6월(통권 제35호) **주 소** 49111 부산광역시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동) **발행인** 양창호 **감 수** 하동우 **인포그래픽** 김태한 **발행처** 한국해양수산개발원 **자료문의** 정책동향연구본부 동향분석실 **홈페이지** www.kmi.re.kr 이 보고서의 내용은 본원의 공식적 견해가 아닙니다.

항만도시의 미세먼지 저감 위해 AMP 설치 서둘러야

이언경 항만물류기술연구실 부연구위원
(eklee@kmi.re.kr/051-797-4682)
최상희 항만물류기술연구실 실장
(shchoi@kmi.re.kr/051-797-4681)
강무홍 항만물류기술연구실 전문연구원
(mkang@kmi.re.kr/051-797-4684)

2016년 환경성과지수(EPI)에서 우리나라 대기질 수준은 180개국 중 173위로 최하위권을 기록했다. 또한 OECD 보고서(2016)는 2060년 우리나라의 대기오염에 의한 사망자수가 OECD 국가 중 제일 많을 것으로 예측하고 있어 대기질 개선을 위한 정책수립이 시급한 실정이다.

항만지역에서도 선박이 배출하는 오염물질로 인해 대기오염이 심각한 것으로 나타났다. 컨테이너선박 1척이 디젤 승용차량의 5,000만대 분의 황산화물(SOx), 트럭 50만대 분의 초미세먼지(PM2.5)를 배출할 수 있기 때문이다. 우리나라의 최대 항만도시인 부산도 전체 황산화물, 초미세먼지 배출량 중 선박배출 비중이 각각 73.2%, 51.4%로 다른 도시 수준을 훨씬 상회하고 있다.

항만도시의 미세먼지 피해 심각성을 인식한 국제사회는 선박 정박 시 배출량을 제로화시키기 위해 육상에서 전력을 공급하는 AMP 설비 설치를 서두르고 있다. 국제해사기구(IMO)는 항만에 AMP 사용 의무화 추진을 검토했으나, 당시 기반설비 부족으로 회원국에게 비강제적 설치만을 권고했다. 그러나 많은 국가에서 항만을 중심으로 AMP 설치가 활발하게 이뤄지고 있다.

특히 미국과 중국은 이미 주요 항만에서 AMP 사용을 강제화하고 있다. 현재 미국 LA항은 30개 선석에 AMP를 설치 운영하고 있으며, 2017년 LA/LB항에 입항하는 선박의 70%에 AMP 사용을 의무화했고, 2020년까지는 80%로 확대할 계획으로 있다. 중국은 “대기오염방지법(大气污染防治法)”에서 신규부두계획, 설계 및 건설 시 AMP 시스템을 갖추어야 하고, 이미 개발된 부두는 점차적으로 AMP 시스템으로 개조를 진행해야 하며, 입항한 선박은 우선적으로 AMP를 사용하도록 규정했다. 현재 중국은 2018년 총 926개 선석(전체 약 30%), 2020년 1,543개 선석(50% 수준)에 AMP를 설치할 계획이다.

이에 반해 우리나라 항만 선석에는 미세먼지를 많이 배출하는 대형선용 고압 AMP는 한 곳도 설치된 곳이 없다. 2017년 2월 인천항 석탄부두에 고압 AMP 시범사업이 시작되어 2017년 12월 완공을 목표로 하고 있다. 이밖에 부산항만공사, 인천항만공사가 주축이 되어 기존 컨테이너 터미널의 AMP 개조사업을 추진하려 하고 있다. 이러한 상황은 중국보다도 AMP에 대한 준비가 늦은 편이며, 항만지역의 심각한 미세먼지 수준을 생각할 때 AMP 설치 사업 추진이 시급한 실정이다. 2030년까지 항만기본계획상의 신규부두에 AMP를 설치할 경우 120개 선석에 총 2,392억원의 자금이 소요될 것으로 추정되며, 이미 운영 중인 터미널도 단계적으로 개조하는데 많은 자금이 필요할 것으로 판단된다. 선사의 경우에도 선박에 AMP를 설치하는데 척당 약 12억원의 시설투자가 필요하고 AMP 사용에 따른 전기료 부담도 늘어날 것이다.

AMP 사업을 본격적으로 추진하기 위해서는 AMP 설치로 인해 얻게 될 환경편익을 관련 당사자들이 공유할 수 있도록 다음과 같은 방향으로 추진되어야 한다. 첫째, 해양수산부, 환경부, 산업통상자원부(전기료 결정 등), 지자체 등 AMP 관계기관간의 협력체계가 구축되어야 한다. 둘째, AMP를 설치하고 운영하는 직접 이해당사자인 선사와 항만 간 협력방안을 마련해야 한다. 셋째, 고압/저압 AMP 시범사업을 조속히 추진하여 국가 표준안을 마련해야 한다, 넷째, 인센티브 자금, AMP 프로젝트 재정지원을 위한 초기 투자자금 확보 및 AMP를 통한 환경편익을 거래하는 방안 등을 논의해야 한다. 또한 AMP 추진을 통한 미세먼지 저감 등의 실효적 효과를 얻기 위해서는 미세먼지 관리, 전기료 개편 등 관련 법·제도의 개선을 통한 정책적 뒷받침도 필요하다.

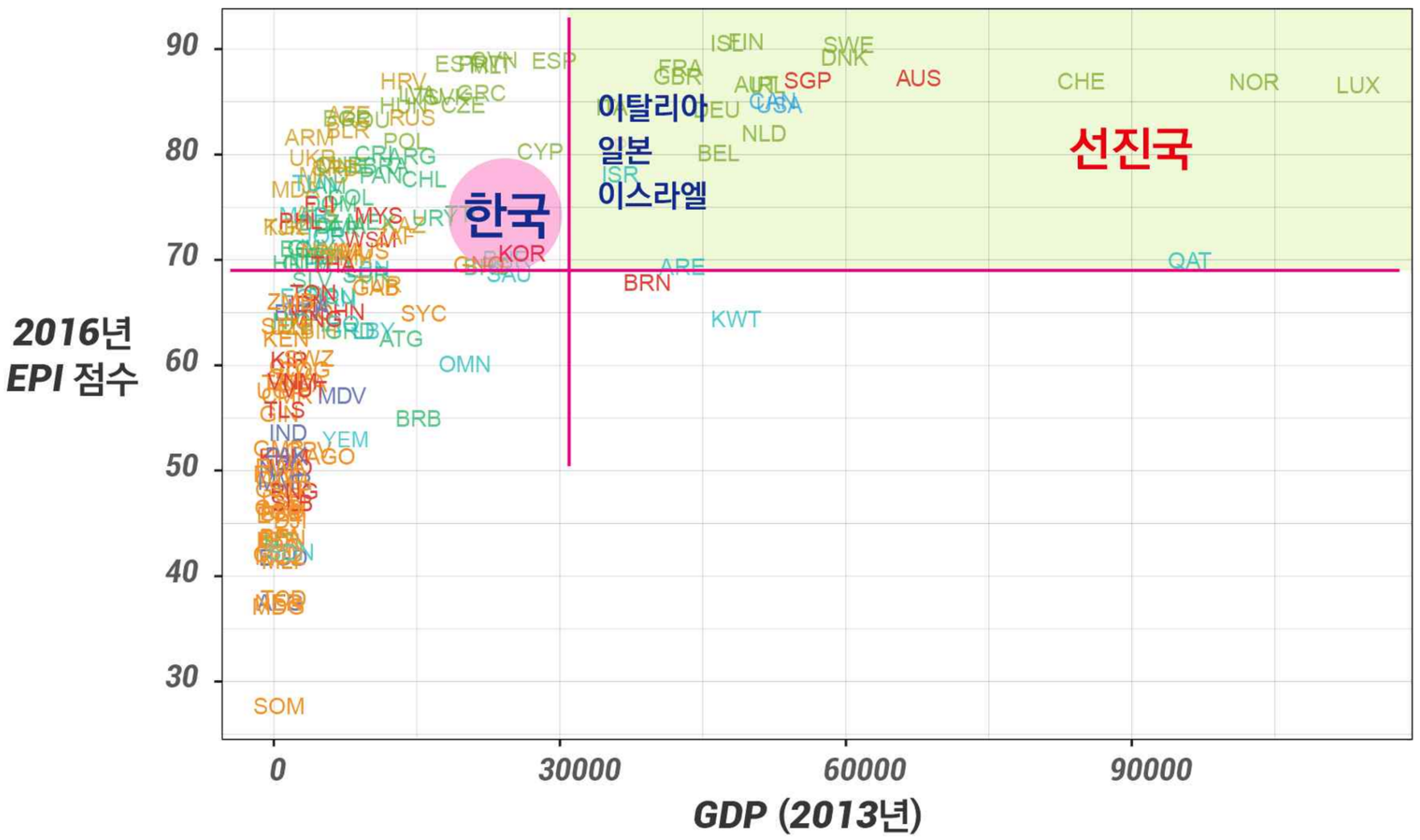
한국 세계 최악의 대기오염 국가로 등극

■ 2016년 환경성과지수(Environmental Performance Index, EPI)에서 한국의 대기질(Air Quality) 수준은 조사 대상국 180개국 중 173위로 최하위권 차지[1)]

- 미국 예일대와 컬럼비아대가 공동으로 2년마다 세계경제포럼(World Economic Forum)을 통해 세계 각국의 생태계 지속가능성과 환경보건 관리 능력을 평가한 점수인 환경성과지수(EPI)를 발표함
- 한국은 2014년 43위(63.79점)로 중상위권이었으나, 2016년에는 37단계 하락하여 180개국 중 80위(70.61점)로 남미 및 아프리카국가와 비슷한 수준임
- GDP와 환경성과지수(EPI) 특히 환경 및 건강 관련 지표는 강한 양의 상관관계를 가지는데, 한국은 GDP가 높은 편임에도 불구하고 낮은 EPI를 기록하고 있어 개선이 필요함
- 한국이 GDP대비 낮은 EPI를 받는데 가장 큰 영향을 미친 항목은 초미세먼지 노출 정도 등을 나타내는 대기질로 2016년에는 173위(45.51점)로 최하위권임[2)]

그림 1. GDP와 환경성과지수(EPI) 관계

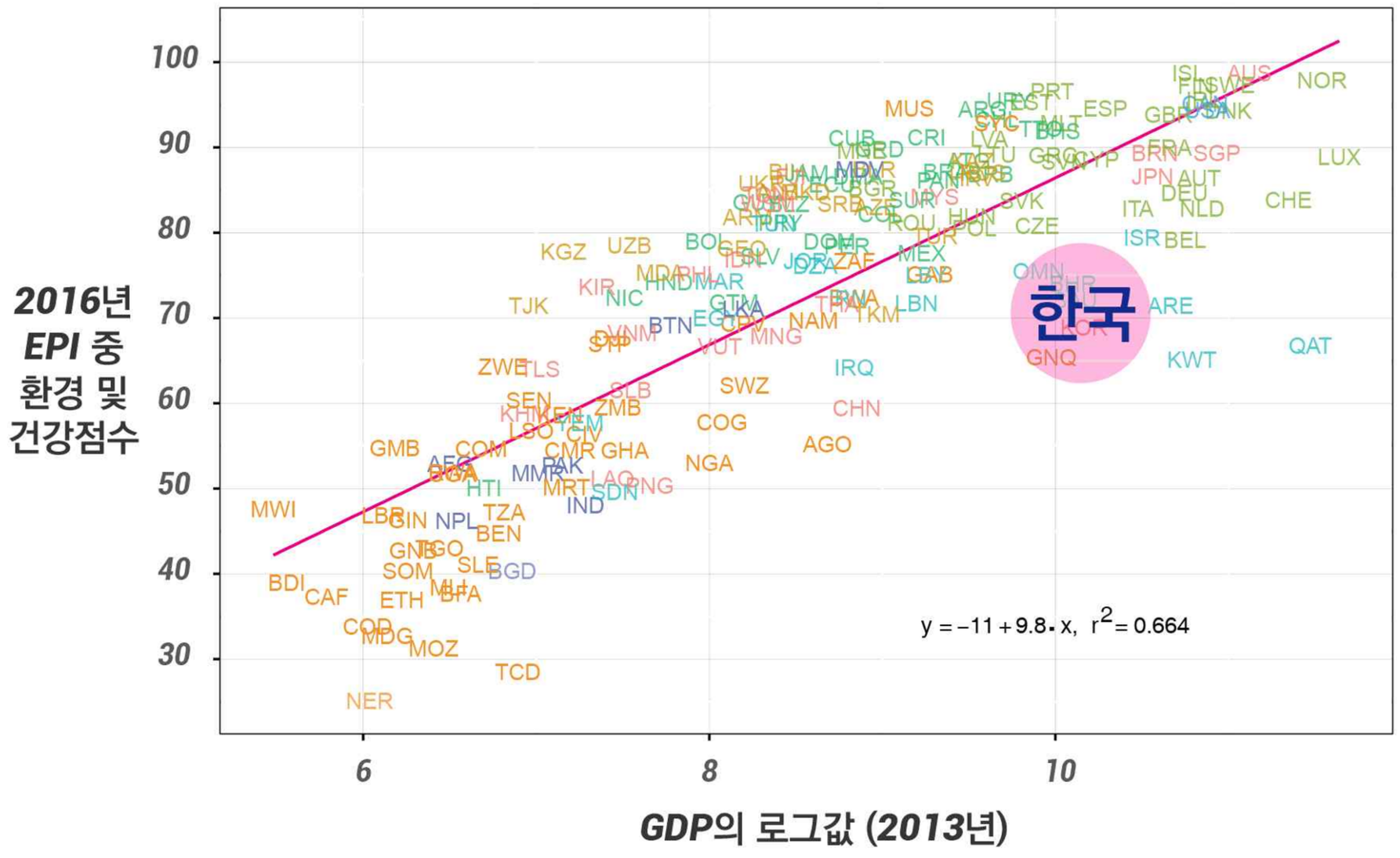
그림 1-1. GDP와 EPI점수



1) http://epi.yale.edu/country/south-korea; YCELP(Yale Center for Environmental Law & Policy) and CIESIN(Center for International Earth Science Information Network), Global Metrics For the Environment: The Environmental Performance Index ranks countries' performance on high-priority environmental issues, 2016 Report.; 환경성과지수(EPI)는 보건영향, 대기질, 식수 및 위생, 수자원, 농업, 임업, 어업, 서식지, 기후 및 에너지 9개 분야에 대해 100점 만점으로 평가하여 점수를 집계함

2) 미얀마(174위), 파키스탄(175위), 라오스(176위), 네팔(177위), 인도(178위), 중국(179위), 방글라데시(180위)

그림 1-2. GDP와 EPI의 환경 및 건강점수 상관관계



자료: YCELP and CIESIN, Global Metrics For the Environment: The Environmental Performance Index ranks countries' performance on high-priority environmental issues, 2016 Report, 2017. 6. 19. 검색

표 1. 2016년 한국의 환경성과지수(EPI) 결과

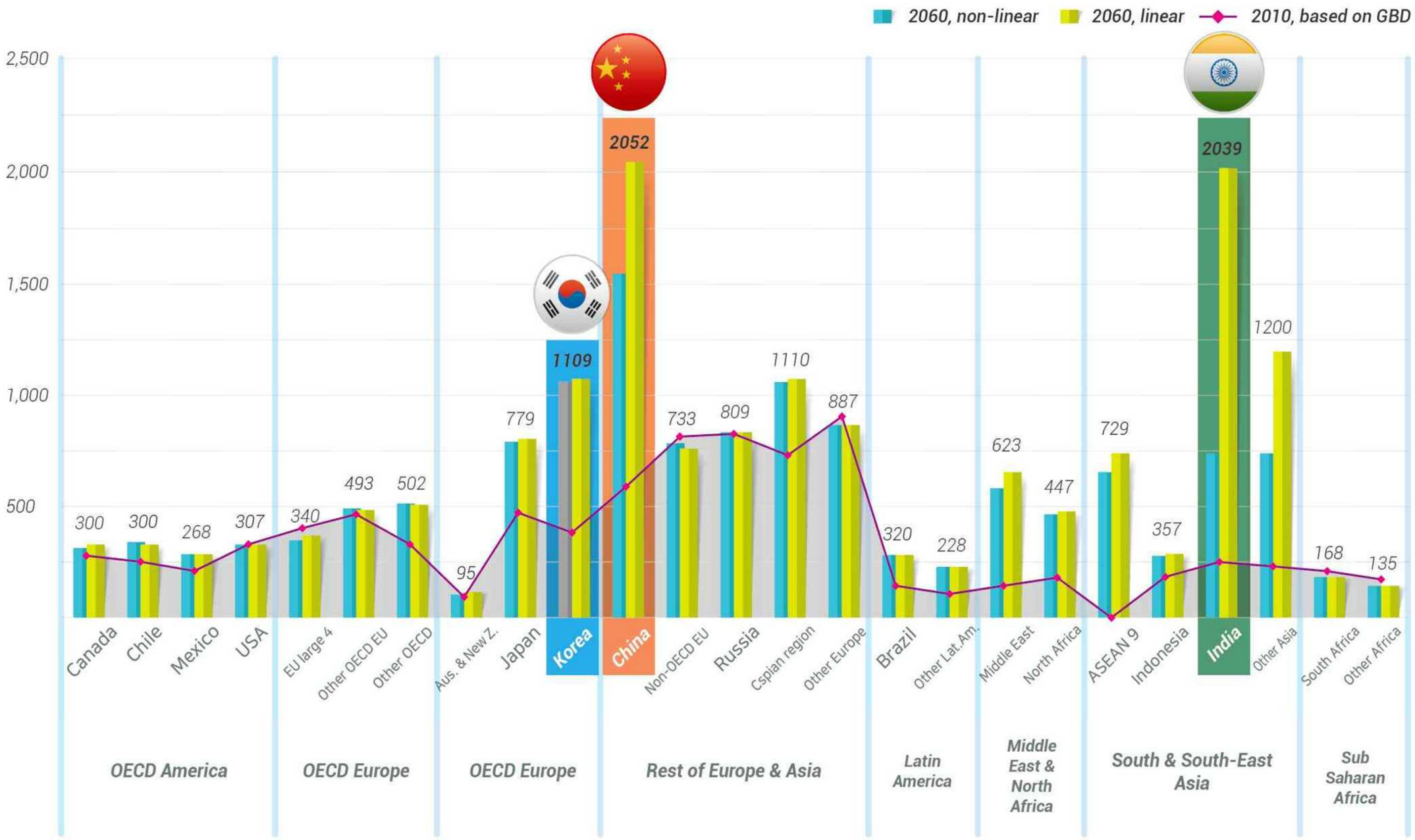
지표	점수(점)	순위(등)	동일GDP 대비 한국 수준(%)	동일지역 대비 한국 수준(%)
보건영향(Health Impacts)	65.93	103	-21.89	-6.17
대기질(Air Quality)	45.51	173	-44.26	-39.38
식수 및 위생(Water and Sanitation)	95.11	35	0.41	21.09
수자원(Water Resources)	93.15	19	15.34	99.10
농업(Agriculture)	57.80	133	-18.85	-14.45
임업(Forests)	74.42	32	60.25	48.01
수산업(Fisheries)	58.47	33	25.12	25.33
생물다양성과 서식지 (Biodiversity and Habitat)	69.34	126	-18.61	-9.58
기후 및 에너지 (Climate and Energy)	62.39	83	-17.18	-7.26
한국 종합점수	70.61	80	-	-

자료: http://epi.yale.edu/country/south-korea, 2017. 6. 19. 검색

■ 파이낸셜타임스, 경제협력개발기구(OECD) 보고서에 따르면 한국이 중국, 인도와 함께 대기오염이 심각한 국가로 분류

- 올해 영국의 파이낸셜타임스(FT) 보도에 따르면 서울이 중국 베이징, 인도 뉴델리와 함께 대기오염이 심각한 지역으로 발표함[3)]
- FT 보도에서는 환경오염의 원인이 중국 등의 외부 요인이 80%라고 주장하고 있지만, 환경단체인 그린피스는 외부영향은 30%에 불과해 나머지는 우리나라 자체에서 발생한 것이라고 언급함
- 또한 OECD의 대기오염으로 인한 경제적 영향 보고서(2016)에 따르면, 2060년 미세먼지(PM2.5)와 오존농도 등 대기오염물질에 의한 한국의 조기사망자 수가 OECD 국가 중에서 가장 많을 것으로 예측됨[4)]

그림 2. 매년 인구 100만 명당 대기오염에 의한 사망자 수



자료: http://www.oecd.org/env/air-pollution-to-cause-6-9-million-premature-deaths-and-cost-1-gdp-by-2060.htm 기반 재수정, 2017. 6. 19. 검색

3) https://www.ft.com/content/b49a9878-141b-11e7-80f4-13e067d5072c?mhq5j=e3
4) OECD, "The economic consequences of outdoor air pollution: Policy Highlights", 2016. 6.

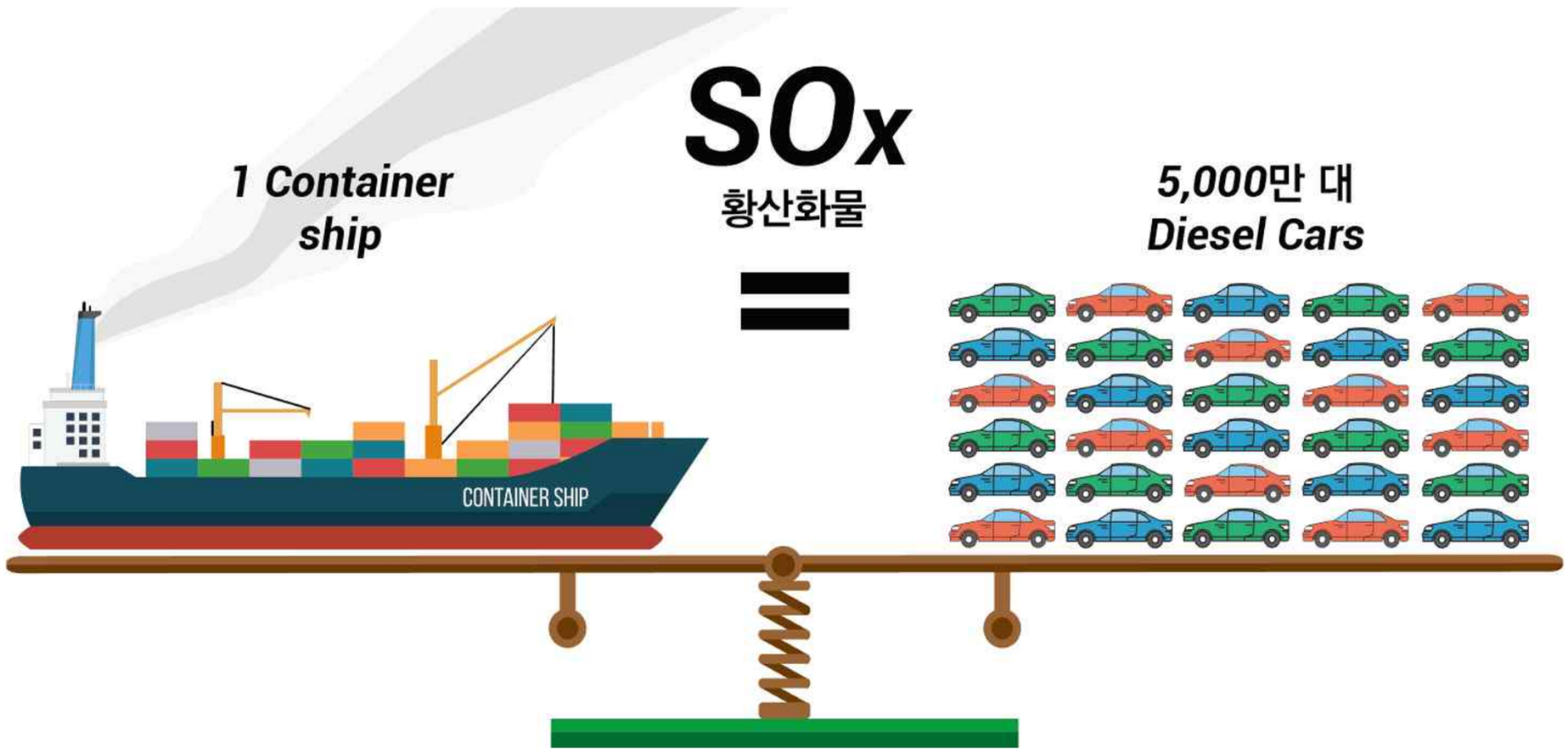
항만지역이 내륙지역보다 대기오염에 의한 조기사망자수 많아

■ 컨테이너선박 1척은 디젤승용차량의 5,000만 대에 해당하는 황산화물을 배출하고, 트럭 50만 대에 해당하는 미세먼지를 배출[5)]

- 황함유량 3%의 연료유를 사용하는 대형 컨테이너선박 1척은 디젤승용차량 5,000만대와 동일한 황산화물을 배출함
- 황함유량 3.5%의 연료유를 가지고 최대 70% 출력으로 운영하는 중대형 컨테이너 선박 1척이 하루 동안 배출하는 미세먼지양은 유로4를 만족하는 신형 트럭[6)] 50만대 배출량과 동일함

그림 3. 컨테이너선박 1척과 디젤 차량의 대기오염물질 배출량 비교

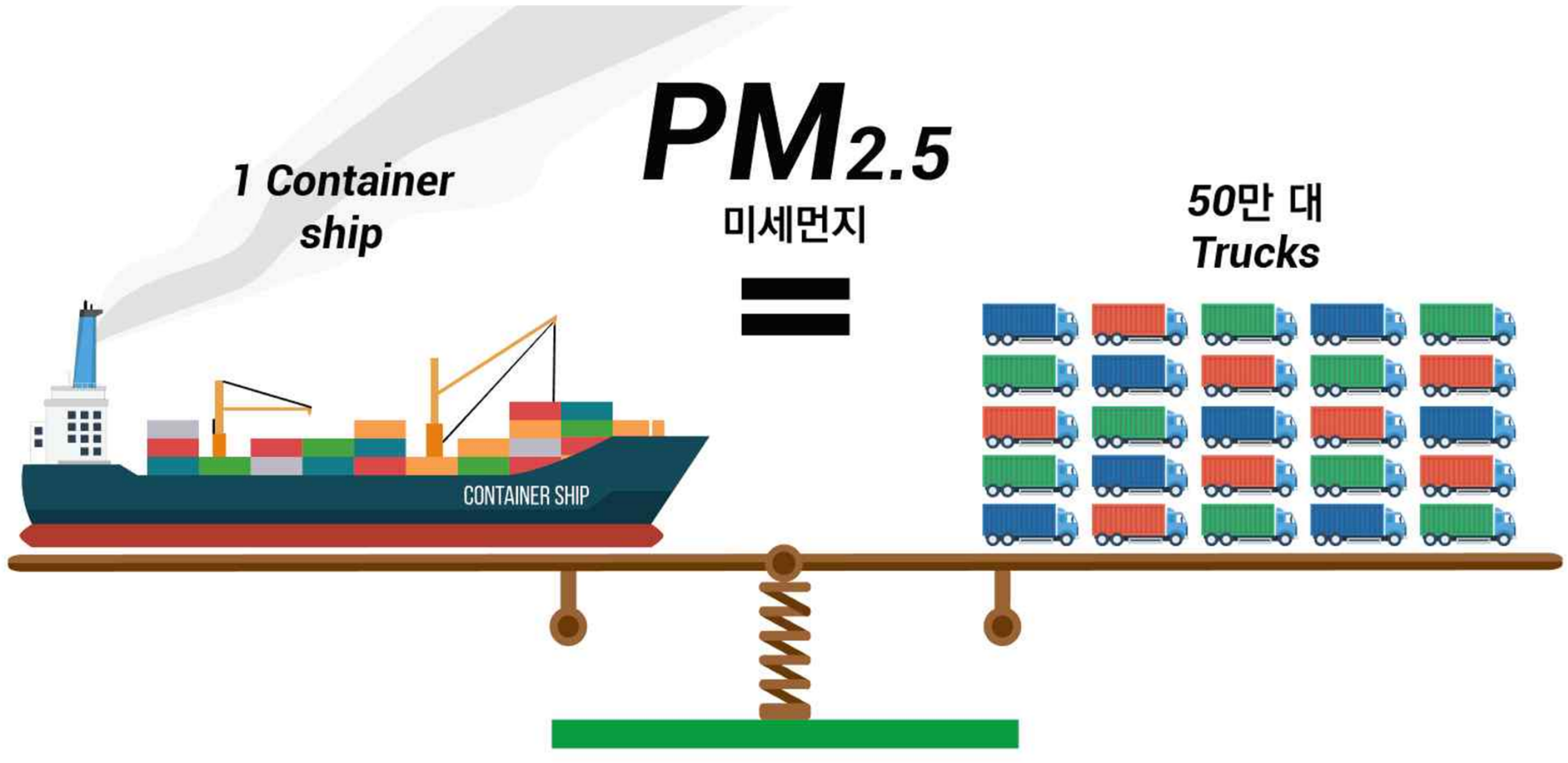
그림 3-1. 컨테이너선박과 디젤승용차량 SOx 배출량 비교



원자료: China Daily Asia, Ship Emissions Choking the Region, 2016. 5. 20.

5) International Gas Union(IGU), "Enabling Clean Marine Transport", 2017. 3.
6) 유로기준은 EU가 1991년 도입한 경유(디젤)차 배기가스 규제 단계이며, 유로4는 일산화탄소(CO) 1.5g/kWh, 탄화수소(HC) 0.46g/kWh, 질소산화물(NOx) 3.5g/kWh, 미세먼지(PM) 0.02g/kWh 배출기준 만족 (자료: http://www.cvinfo.com/news/articleView.html?idxno=2732)

그림 3-2. 컨테이너선박과 트럭 PM2.5 배출량 비교



원자료: Fung, Freda, et. al. Prevention and Control of Shipping and Port Air Emissions in China, Natural Resources Defenses Council White Paper, 2014.

자료: International Gas Union(IGU), “Enabling Clean Marine Transport”, 2017. 3.

■ 미세먼지 등으로 인한 심폐질환 사망자 수는 내륙지역보다 해안지역이 수천 배가 높으며, 10대 항만이 많은 동아시아 지역의 사망자수 증가 추세

- 네이처지(2016)에서는 동아시아지역의 선박에서 배출되는 대기오염물질이 2002~2005년에는 전 세계의 선박 배출 대기오염물질의 4~7% 수준이었으나, 2013년에는 16%로 높아졌다고 분석함[7)]
- 그리고 부산항을 포함한 아시아지역 10대 컨테이너항만이 동아시아에 집중되어 있어 이들 지역에서 배출되는 황산화물, 질소산화물 배출량이 전 세계 항만 배출량의 20%를 차지한다고 조사됨[8)]
- 동아시아 지역 미세먼지로 인한 심폐질환 사망자 수가 13,800명, 폐암 사망자수가 1,480명이며, 항만이 있는 해안지역의 사망자수가 내륙지역보다 수천 배 높은 것으로 조사됨[9)]
- 한편 Huan Liu(2016)의 연구에서는 선박에서 배출되는 대기오염물질에 의한 한국의 조기 사망자수는 약 500~1,100명으로 추정했으며, 동아시아 지역은 24,000명 이상으로 분석함[10)]

---

7) Huan Liu, etc, “Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia”, Nature Climate Change, 2016. 07. 18.
8) Zheng Wan, Mo Zhu, Shun Chen & Daniel Sperling, “Pollution: Three steps to a green shipping industry”, Nature News & Comment, 2016. 2. 17.
9) James J.C., etc, “Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment”, Environmental Science & Technology, Vol. 41, No. 24., pp. 8512–8518, 2007
10) 중국본토는 18,000±8,600명, 일본은 3,600±1,200명, 대만/홍콩/마카오는 1,100±400명, 한국은 800±300명, 베트남 600±200명으로 추정(Huan Liu, etc, “Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia”, Nature Climate Change, 6, 1037-1041, 2016(published online 2016. 7. 18.))

그림 4. 내륙지역과 해안지역의 선박배출가스에 의한 조기사망자 수 비교

그림 4-1. 내륙지역과 해안지역의 심폐질환 사망자 수 비교

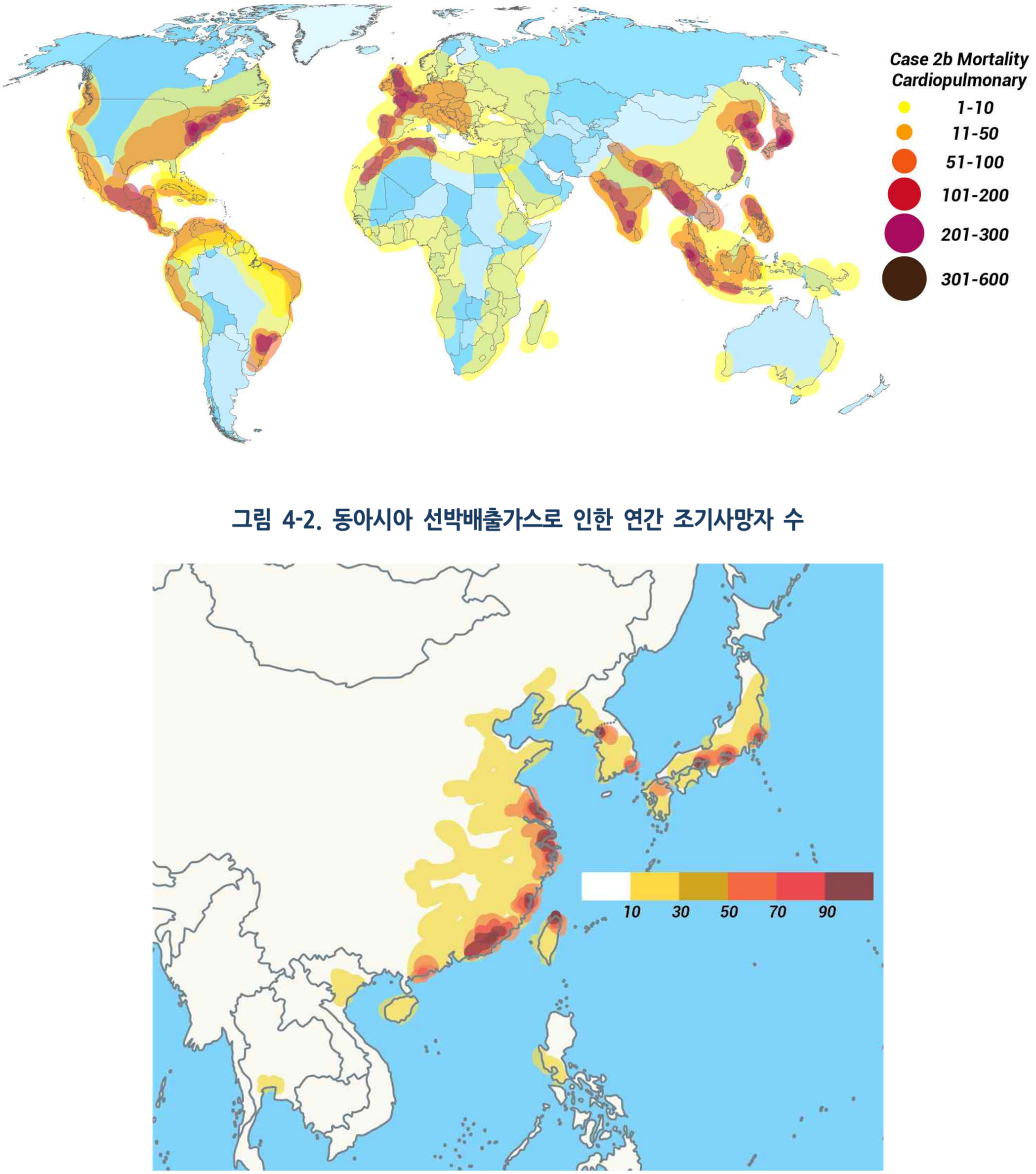


그림 4-2. 동아시아 선박배출가스로 인한 연간 조기사망자 수

자료: James J.C., etc, “Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment”, Environmental Science & Technology, Vol. 41, No. 24., pp. 8512-8518, 2007; Huan Liu, etc, “Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia”, Nature Climate Change, 2016. 7. 18.

■ 국내 항만도시의 황산화물, 질소산화물, 미세먼지의 주요 배출원은 선박

- 전국의 대기오염물질 중 선박에서 배출된 양은 황산화물 11.4%, 초미세먼지 10.1%를 차지하고 있는데, 주요 항만인 부산항, 인천항, 울산항, 평택·당진항, 광양항이 위치한 시도에서의 선박 대기오염물질 배출 비중은 전국 평균을 상회함

- 특히 부산시는 황산화물, 초미세먼지 배출량 중 선박에서 배출되는 비중이 각각 73.2%, 51.4%로 매우 심각한 수준임

표 2. 선박에서 배출된 대기오염물질 비중

(단위: 톤/년)

구분		NOx	SOx	PM_{10}	$PM_{2.5}$
대기오염물질 전체 배출량	부산광역시	44,796	10,536	2,223	1,849
	인천광역시	43,853	12,421	1,727	1,440
	울산광역시	50,813	50,522	3,669	2,430
	경기도	163,061	15,511	6,763	5,135
	전라남도	101,453	62,921	23,844	13,833
	전국	1,135,743	343,161	97,918	63,286
선박 배출량	부산광역시	17,513	7,717	1,049	951
	인천광역시	3,671	1,591	224	204
	울산광역시	8,276	3,729	501	454
	경기도	5,280	2,384	327	297
	전라남도	14,983	6,445	898	816
	전국	144,030	39,074	6,983	6,423
선박 배출 비중	부산광역시	39.1%	73.2%	47.2%	51.4%
	인천광역시	8.4%	12.8%	13.0%	14.1%
	울산광역시	16.3%	7.4%	13.7%	18.7%
	경기도	3.2%	15.4%	4.8%	5.8%
	전라남도	14.8%	10.2%	3.8%	5.9%
	전국	12.7%	11.4%	7.1%	10.1%

자료: 국립환경과학원 국가대기오염물질배출량서비스(2014년 기준) 기반 재작성, 2017. 6. 22. 검색

정부의 미세먼지 관리대책은 항만보다는 육상부분에 집중

■ 정부의 이동오염원에 대한 미세먼지 관리대책은 선박이 아닌 육상차량에 집중

- 문재인정부의 미세먼지 저감 종합대책은 임기 내 미세먼지 배출량 30% 감축, 미세먼지 관리대책 마련, 대책기구 설치, 한중 정상외교 주요 의제화 등 4가지임
- 미세먼지 배출량 30% 감축 방향은 주로 석탄 화력발전소 셧다운 및 감축, 친환경차 보급 확대 등에 초점이 맞추어져 있으나, 항만 내 배출가스 주범인 선박에 대한 대책은 마련되어 있지 않음[11)]
- 산업단지, 화력발전소, 공항·항만 등을 대기오염 특별대책지역으로 설정하여 엄격하게 관리하겠다는 방향은 설정되어 있으나 항만 관련해서 구체적인 실행안이 부족한 상황임

■ 최근 해양수산부도 선박 배출 미세먼지 저감 대책을 마련 중

- 해양수산부는 항만, 선박 등 해양수산분야 미세먼지 집중 배출원에 대한 근본적인 저감대책 및 관리방안 마련을 위해 항만부분 미세먼지 실태조사 등을 시행할 예정이고, 항만 터미널 운영사의 야드트랙터 연료를 LNG로 전환하는 등 항만장비의 친환경 연료 사용 확대도 추진함
- 선박의 항만 정박 시 전기 사용을 통한 미세먼지 저감을 위해 항만 육상전원공급장치(AMP, Alternative Maritime Power)[12)] 운영 활성화 방안 마련 및 시범사업 추진 계획 중임
- 선박 부분의 미세먼지 관리를 위해 선박 대기오염물질 통합관리 시스템을 개발 및 운영하고, 친환경 선박 개발 및 보급 촉진을 위하여 LNG 관공선 우선 도입 후 민간부문 LNG 추진 선박 도입지원 시범사업을 추진할 예정임

---

11) 2016년 정부가 발표한 미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획에 따르면 2020년까지 친환경차 보급에 3조 원, 충전인프라에 7,600억 원, 노후경유차 조기폐차에 1,800억 원 등 약 5조원 투자 예정임; 또한 수도권대기환경청에서는 자동차 관리에 전체 예산 1조 6천억 원의 73.1%를 투입한 반면 선박에는 3,000척을 대상으로 배출가스 저감장치 부착하는데 300억 예산 투입 (출처: 육근형 외, "항만도시 미세먼지 대책 수립 시급", KMI 동향분석 Vol. 28, 2017. 3.)

12) AMP는 OPS(Onshore Power Supply), Cold Ironing, Shore Side Electricity, Shore Power 등 다양한 이름으로 명명되는데, 선박이 항만에 접안하면 선박연료유로 가동되던 엔진은 끄고, 육상에서 선박으로 공급되는 전원에 의해 보조엔진을 가동시키는 시스템임(부록 AMP개념도 참조)

국제사회는 해안지역 선박 배출가스 저감 위해 AMP 설치 등 다양한 노력 시행 중

■ 국제해사기구(IMO)의 2020년 전 해역 내 황함유량 기준 0.5% 이하의 연료유 사용 의무화에 따라 선사들은 다양한 대책을 강구 중

- 선사들이 강화된 규제 요건을 만족하기 위해서는 저유황유(0.5% 이하) 사용, 황산화물 저감장치(Scrubber)를 추가로 설치, LNG 추진선 등 친환경 선박으로 교체해야 함[13)]
- 선사가 황함유량 기준 0.5%를 만족하는 저유황유인 MGO(Marine Gas Oil) 혹은 초저유황중질유(ULSHFO, Ultra Low Sulphur Heavy Fuel Oil)를 사용하려면 기존 고유황유(HFO, Heavy Fuel Oil)에 비해 40~80% 정도 높은 비용을 지불해야 함[14)]
- 기존 고유황유를 사용하면서 황산화물 저감장치를 탑재하기 위해서는 엔진 출력에 따라 척당 100만~1,000만 달러(약 12억~120억 원)의 설비 투자비용과 50~700 kW의 추가전력이 요구되는데[15)], 스크러버 운영 시 발생하는 배출수와 슬러지의 배출을 제한하는 항만에서는 사용이 불가능함
- LNG 벙커링 선박을 도입하려면 기존 선가의 20~30%의 추가 설비 투자, LNG 저장탱크만큼 화물 저장 공간이 줄어들고, LNG 추진을 위한 추가전력이 요구되는 단점이 있지만, 가장 큰 문제는 현재 벙커링 설비가 유럽에만 집중되어 있다는 것임[16)]

■ 자국민의 건강을 위해 배출규제지역(ECA, Emission Control Area)을 설정하여 황산화물, 질소산화물, 초미세먼지 등을 관리

- 2017년 3월 기준 IMO가 승인한 ECA는 북해, 발틱해, 북아메리카 해역 및 미국령의 캐리비안 해역 등으로 이들 지역에서는 선박의 연료유 황함유량 기준이 0.1% 이하를 만족해야 함
- 중국은 자국법으로 주강삼각주, 장강삼각주, 환발해(경진기)구역 등 3개 지역을 ECA로 설정하여 2017년부터는 연료유 황함유량 기준을 0.5% 이하로 설정하고, 2019년 대기질 개선효과를 검토하여 0.1%로 상향 조정할 예정임

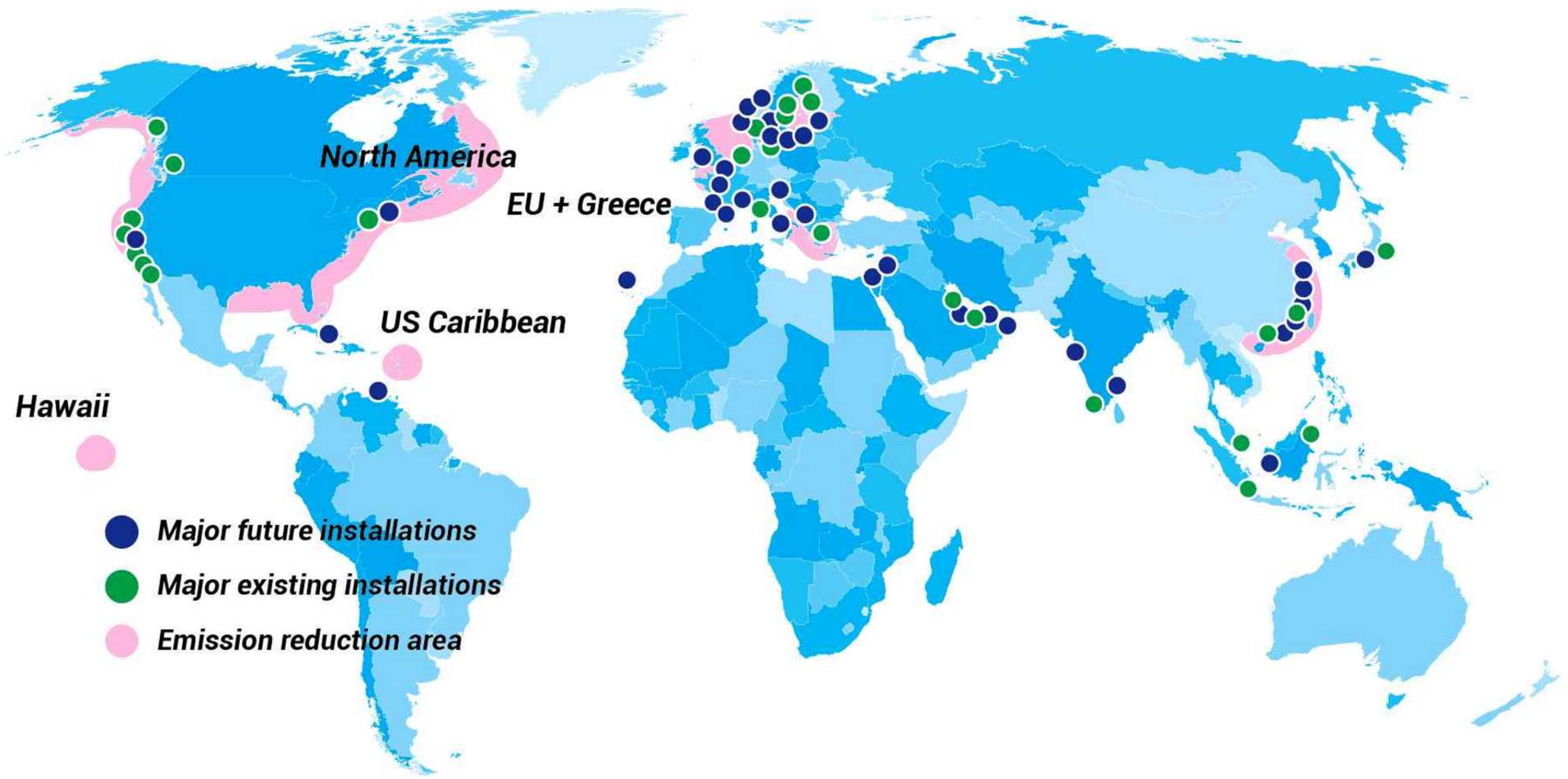
---

13) 한국선급, "강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주 지침서", 2017. 1. 6.
14) HFO(3.5% S) = 280 달러/톤, ULSHFO(0.5% S) = 400 달러/톤, ULSHFO(0.1% S) = 430 달러/톤, MGO(0.1% S) = 460 달러/톤(출처: 한국선급, "강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주 지침서", 2017. 1. 6.)
15) 한국선급, "강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주 지침서", 2017. 1. 6.
16) 한국선급, "강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주 지침서", 2017. 1. 6.

■ ECA 설정 국가들은 항만에 선박 정박 시 배출하는 유해가스를 차단하고 소음을 저감시키기 위해 항만에 AMP 설치를 주도적으로 추진 중

- IMO가 지난 10년 동안 AMP가 선박에서 기인한 배기가스를 감축시키는 데 효과적이라는 것에 동의하고 MEPC 64차 회의에서 회원국의 항만에 AMP를 의무적으로 설치하도록 하는 규정 초안을 검토했으나 기반 설비 부족으로 회원국에 국제표준안 마련 및 비강제적 설치를 권고함[17)]
- 전 세계 ECA 설정지역에 위치한 대부분의 국가들은 선박이 항만에 정박 시 배출하는 대기오염 물질인 황산화물, 질소산화물 등을 저감시키기 위해 AMP를 설치했거나 고려중임

그림 5. 세계 ECA 지역과 AMP 설치 현황



자료: Christian B. Petersen, ABB , Clean air in ports and port cities Danish Parliament, 2014. 4. 6.

17) Trafi(Finnish Transport Safety Agency), "What does mandatory shore power in EU mean?", 13 November 2015.; Lloyd's Register Group Limited 2012, "IMO MEPC 64: Report-External Client Version" Executive Summary.; MEPC(Marine Environment Protection Committee) 64차 회의(2012. 11.)

우리나라 주요 교역국인 미국, 중국 AMP 사용 강제화

■ 올해 미국 LA/LB항에 입항한 선박 70%의 AMP 설비 사용을 의무화

- LA/LB항은 2014년부터 입항선박의 50%, 2017년부터 70%, 2020년 80% 이상의 선박이 AMP를 사용해야 한다고 강제 규정화하고, 접안한 선박의 보조엔진 사용 시간을 3시간 이하로 규정함
- LA/LB항은 AMP 사용, 선박저속운항 프로그램 실시 등의 친환경 정책에 의한 대기오염 감축 효과를 지속적으로 모니터링 하고 있음

표 3. 캘리포니아지역 AMP 사용 및 온실가스 감축 목표

기한	입항선박 AMP 사용 규제	온실가스 배출량 감축 목표
2010년부터	입항선박 AMP 설치선석에서 사용	10% 감축
2012년부터	입항선박 AMP 설치선석에서 사용	25% 감축
2014년부터	입항 선박의 50% 사용	50% 감축
2017년부터	입항 선박의 70% 사용	70% 감축
2020년부터	입항 선박의 80% 사용	80% 감축

자료: http://wpci.iaphworldports.org/data/docs/onshore-power-supply/library/1266571852_shorepowerfactsheet.pdf. 2017. 6. 19. 검색

표 4. LA/LB항 대기오염물질 감축 효과(2005~2015년)

대기오염물질	LA항 감축비율(%)	LB항 감축비율(%)
디젤미세먼지(DPM)	85	84
$PM_{2.5}$	83	82
PM_{10}	84	84
NOx	51	48
SOx	97	97

자료: https://www.portoflosangeles.org/environment/progress/initiatives/reporting-our-progress/ Port of Long Beach, Air Emissions Inventory 2015, 2016. 7, 2017. 6. 19. 검색

■ 우리나라가 대기오염국이라고 지목한 중국도 AMP 시범사업 결과를 기반으로 2020년까지 ECA와 장강 간선항로 항만에 50% 이상 AMP를 설치한다는 목표로 사업 진행 중[18)]

- 중국의 “교통운수업 에너지절약 및 친환경 13차 5개년 발전계획(交通运输节能环保十三五发展规划)”에서는 “항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案)”을 수립함
- 중국은 “대기오염방지법(大气污染防治法)”에서 신규부두계획, 설계 및 건설 시 AMP 시스템을 갖추어야 하고, 이미 개발된 부두는 점차적으로 AMP 시스템으로 개조를 진행해야 하며, 입항한 선박은 우선적으로 AMP를 사용하도록 명확히 규정함
- 2016년 7월 기준 627척의 선박을 AMP 공급이 가능하도록 개조했고, 대상선석 292개(연안선석 133개, 내륙하천 선석 159개)에 AMP 설비를 구축함
- 중국은 2018년까지 총 926개 선석(연안항만 선석 311개, 내륙하천 선석 615개)을 대상으로 하고 2020년에는 1,543개 선석(연안항만 선석 519개, 내륙하천 선석이 1,024개)에 AMP를 구축할 예정임

표 5. 2020년 중국 AMP 구축 계획

구분		연안항만 선석			내륙하천항만 선석		
		AMP	전체	비율	AMP	전체	비율
ECA 내	컨테이너선석	151	275	55%	71	119	60%
	로로선석	56	91	62%	-	-	-
	크루즈선석	6	12	50%	248	607	41%
	벌크선석	253	457	55%	402	607	66%
	다목적선석	-	-	-	21	23	91%
ECA외 주요항만	컨테이너선석	29	83	35%	19	60	32%
	로로선석	4	28	14%	12	24	50%
	크루즈선석	-	-	-	-	-	-
	벌크선석	5	64	13%	248	607	41%
	다목적선석	-	-	-	400	818	49%
기타 일정규모 이상 항만 (상위 99개)	컨테이너선석	4	10	40%	1	6	17%
	로로선석	2	14	14%	1	1	100%
	크루즈선석	1	8	13%	-	-	-
	벌크선석	5	42	12%	248	607	41%
	다목적선석	-	-	-	11	105	10%

자료: 교통운수부, 항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案), 2017. 2 기반 KMI 작성

18) 교통운수부, 항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案), 2017. 2

그림 6. 2020년 기준 중국의 AMP 설치 위치

그림 6-1. 컨테이너 선석



그림 6-2. 벌크선석



자료: 교통운수부, 항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案), 2017. 2 기반 KMI 작성

■ 중국은 AMP 구축계획 시행을 위해 6가지 AMP 추진과제를 도출, 적용 중

- 선사와 항만의 공동 노력, 유관부서 협력체계 마련, 관련 기술 규범 마련, 시범사업 추진, 투자자금 확보, 과학적·조직적 추진체계 마련 등 6가지 AMP 추진과제를 도출하고 단계적으로 추진 중임

표 6. 중국의 AMP 추진과제

구분	세부 추진과제
선사와 항만의 공동 노력	◦ 선박의 AMP 시설 설치 독려 ◦ 입항선박이 AMP 사용 시 인센티브 지원 ◦ 선사와 항만이 공동으로 AMP 기술 보급
유관부서 협력체계 마련	◦ 유관부서 합동 협의체 구성 및 협상 체계 마련 ◦ 육상 전기 공급 및 판매 체계 마련 ◦ 전기용량 증설, 전기가격 설정 등의 표준안 마련 ◦ 인센티브 정책 마련 및 보급 촉진
관련 기술 규범 마련	◦ 국가 AMP 관련 기술 표준 편찬 ◦ AMP 부두 설계규범 마련 ◦ 항만과 선박 연계 안전 확보안 마련
시범사업 추진	◦ 시범사업 추진으로 기술 및 운영 노하우 확보 ◦ 시범사업의 문제점 도출 및 해결 ◦ 답습 및 보급 용이한 AMP 모델 수립
투자 자금 확보	◦ 2016~2018년 중앙정부는 인센티브 자금 마련 및 AMP 프로젝트 재정지원 ◦ 장기적 지방재정 확보 및 자금지원 메카니즘 마련
과학적·조직적 추진체계 마련	◦ 교통운수 주관부서는 과학적 추진 방안 마련 ◦ 구축 주체 확정 및 프로젝트 진행 ◦ 심사 및 감독 메카니즘 구축(구축계획에 맞게 실현되도록 추진)

자료: 교통운수부, 항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案), 2017. 2 기반 KMI 작성

항만도시 미세먼지 저감을 위해 우선적으로 AMP 설치 필요

■ 우리나라 미세먼지를 많이 배출하는 대형선 정박 시 육상전원 공급할 수 있는 AMP 전무

- 관공선부두 등 부산항(76개소), 인천항(66개소)에 설치된 저압 AMP는 LA항 3선석에서 운영되고 있고 중국에서 설치하고 있는 저압 AMP와 상이하고, 국제규격에 부합하지 않는 형태임

- 현재 기존 부두 중 AMP 설비를 설치할 수 있는 공관로 등 기반시설이 준비된 항만도 매우 적음[19)]

■ 우리나라 AMP 구축 대상 선석은 컨테이너 14개, 로로 4개, 벌크 82개, 크루즈 및 여객부두 20개 등 총 120개로 AMP 구축비용으로 총 2,392억원이 소요될 것으로 예상[20)]

- AMP를 항만에 설치하기 위해서는 충분한 공관로가 확보되어야 하므로 우선 「제3차 전국항만기본계획 수정계획(2016~2020년)」을 검토하여 기존 항만이 아닌 신규 개발계획이 있는 18개 항만을 후보지로 선정했음[21)]
- 신규개발계획이 있는 18개 항만 중 선박크기, 선박종류에 따른 AMP 용량에 따라 고압 AMP와 저압 AMP로 분류한 후, 항만개발계획에 따른 로드맵과 AMP 구축비용을 명시함[22)]
- 고압 AMP 대상 선석은 총 57개로 1,132억 원이 소요되며, 저압 AMP 대상 선석은 총 63개로 1,260억 원이 소요될 것으로 예상됨
- 향후 AMP가 장착된 선박의 국내 항만 입출항이 증가하면 기존 항만도 개조 우선순위를 선정하여 AMP를 설치하는 것이 바람직함[23)]

표 7. 우리나라 AMP 설치 선석 및 투입 예산(안)

(단위: 백만 원)

구분		2017~2018	2019	2020	중기 (21~25)	장기 (26~30)	총계
고압 AMP	선석수	17	2	30	6	2	57
	비용	32,000	7,800	58,200	11,600	3,600	113,200
저압 AMP	선석수	27	5	10	17	4	63
	비용	54,000	10,000	20,000	34,000	8,000	126,000
AMP전체	선석수	44	7	40	23	6	120
	비용	86,000	17,800	78,200	45,600	11,600	239,200

자료: “한국해양수산개발원, 「AMP 설치 수요조사 및 추진과제 연구」, 현안연구, 2017. 7.

19) 컨테이너의 경우 고압 AMP를 설치하기 위해서는 관로수가 부산항은 8개, 인천항은 5개가 필요한데 부산항은 공관로가 3개, 인천항은 4개의 여유만 있음

20) “한국해양수산개발원, 「AMP 설치 수요조사 및 추진과제 연구」, 현안연구, 2017.7.” 발간예정 보고서의 연구 결과물

21) 이용량이 거의 없는 서울항을 제외한 30개 무역항 중 항만개발계획이 있는 인천항, 평택·당진항, 대산항, 태안항, 보령항, 군산항, 목포항, 광양항, 하동항, 삼천포항, 통영항, 고현항, 마산항, 부산항, 울산항, 포항항, 동해·묵호항, 제주항 등 18개를 검토

22) 일반적으로 AMP 공급용량이 1,000 kW 이상인 경우 고압 AMP를 설치함; 항만개발계획 시작 시점을 AMP 구축 시점으로 정의함; 고압 AMP 중 7.5 MVA는 선석당 약 20억 원, 4 MVA는 약 18억 원의 구축 비용이 소요되고, 크루즈선은 선석당 약 60억 원, 저압 AMP는 선석당 약 20억 원이 소요된다고 가정함(출처: 인천크루즈부두 AMP 실시 설계 값, 이언경외, 「선박의 육상전원공급설비 구축계획 수립 및 자동화부두 조명기준 개선 연구」, 2016. 연구 내용을 기반으로 재 계산)

23) 기존 항만에 AMP를 설치하는데는 1) 공관로가 부족할 경우 바닥부 관로 공사를 위해 현재 운영 중인 터미널 선석의 일부를 영업 중단해야 하고, 2) 안벽부의 작업에 영향을 주지 않기 위해서는 육상전원공급상자(SPO, Shore Power Outlet)를 바닥에 매입해야 하는데, 케이슨 구조의 안벽은 수정하기가 어렵고, 3) 부변전소 크기가 28.4 m × 8.4 m로 매우 크기 때문에 기존 터미널에 설치가 어려운 점 등이 있음

■ 빠른 시일 내에 AMP 구축 시범사업 통한 노하우 확보, 문제점 파악, 단계적 추진계획 필요

- 현재 인천항은 인천지방해양수산청, 인천시, 수도권대기환경청, 한국해양수산개발원, 인천항만공사, 한국전력공사, 한국남동발전과 업무협력을 통하여 영흥발전본부 석탄부두 3번 선석에 18톤급 석탄운반선을 대상으로 고압 AMP 시범사업을 시행하고 있음

- 또한 해양수산부는 부산항만공사와 협의하여 기존 컨테이너 부두에 고압 AMP 시범사업을 추진할 수 있도록 협의를 진행 중에 있음

- 부산항은 향후 신규 부두인 남컨테이너 2-4단계와 서컨테이너 2-5단계 건설 시 AMP를 위한 공관로 설치를 추진하고 있음

관계기관 협력 모델 개발 등 AMP 추진과제 필요

■ AMP 관계기관 협력 모델 개발

- AMP 설치를 위해 항만공사와 해양수산부는 선석당 약 20억 원을 투자해야 하고, 선사는 선박에 AMP를 설치하는데 약 12억 원의 투자비가 발생할 뿐만 아니라 AMP 사용에 대한 전기료를 부담해야 함

- 한국전력은 AMP에 필요한 전기용량 증설 등의 투자에 대한 비용을 사용자에게 기본료 형태로 부과하게 되고, 이로 인하여 선사의 전기료 부담이 커져 선사의 AMP 사용을 꺼리게 만들므로 산업통상자원부와 협의하여 적정한 AMP 전기료 산출이 필요함

- AMP 투자비용은 발생하지만 선박 정박 시 발생하는 인체에 유해한 초미세먼지, 황산화물 등의 배출이 저감되어 도시의 환경을 담당하는 시정부, 대기환경청 등은 환경편익을 기대할 수 있음

- 투자비 부담 주체와 수익 부담 주체가 다르므로 유관부서가 합동 협의체를 구성하여 적정 전기료 설정, 인센티브 정책 마련 등 서로 이득이 발생할 수 있는 협력 모델을 개발하는 것이 필요함

■ AMP 설치 선사와 항만 간 협력 모델 개발

- 항만과 선사가 상호 협력하여 AMP 접속, 해제 작업이 용이하도록 기술 및 운영 노하우를 상호 전파함

- 항만당국은 입항 선사의 적극적인 AMP 사용을 유도하기 위해 AMP 사용 시 항비 감면 등의 인센티브를 제공함

- 항만은 선박이 AMP를 사용함으로써 저감되는 선박 유해 배기가스 양을 측정하고, 선사는 AMP를 사용함으로써 발생하는 손익을 지속적으로 모니터링하여, 항만과 선사 모두 이익이 발생할 수 있는 방안을 마련해야 함
- 또한 항만과 선사가 AMP 사용을 통해 발생되는 환경편익을 거래하여 AMP 설치, 운영으로 부담해야 하는 전기료 등의 추가 비용을 상호 상쇄시키도록 하는 협력 모델을 개발함

■ 고압 및 저압 AMP의 시범사업 추진

- 국내에는 국제규격에 맞는 고압 및 저압 AMP를 설치하고 운영한 경험이 없어 안전사고가 발생할 수 있으므로 시범사업을 통한 문제점 해결, 운영노하우 확보 등을 통하여 선박과 항만 연계 매뉴얼을 작성함
- 항만의 모양, 입항 선종 및 선박 크기·횟수, 체류시간 등을 고려하여 AMP 설계 표준안을 마련해야 하는데 이에 대한 데이터 확보가 되어 있지 않아 시범사업을 통해 관련 기준을 마련해야 함
- 또한 AMP 설치비용, AMP 이용에 따른 편익에 대한 실태조사가 되어 있지 않아 경제성 분석을 통한 AMP 설계, 운영 방향 설정 등이 어려우므로 시범사업을 통해 국가 AMP 부두 개발계획 설정, 비용 부담 주체, 수익 발생 시 배분 방법, 자금 조달 방법 등을 설정하는 것이 필요함

■ AMP 투자자금 확보 및 회수 방안 마련

- AMP를 설치하고 운영하려면 항만은 선석 당 약 20억 원, 선박은 척당 12억 원 정도의 비용이 필요하므로 이를 위한 투자재원을 확보할 수 있는 방안을 마련해야 함
- 그리고 AMP 활성화를 위해 이용 선사에게 지불해야 하는 인센티브 자금 등도 확보하는 것이 필요함
- 이를 위해서는 중앙정부, 지방정부, 환경부, 해양수산부, 산업통상자원부 등 관련 기관이 AMP 설치 프로젝트를 지원하기 위한 자금 마련 및 투자비 회수 방안을 수립해야 함
- 또한 국가차원의 친환경 금융 상품을 만들어 AMP 사용에 따른 온실가스 저감, 인체 유해가스 저감량을 거래하여 발생하는 수익을 투자자에게 지원하는 방안을 마련하는 것도 필요함

AMP 활성화를 위한 법·제도 개선 필요

■ 선박 배출가스의 인체영향 및 설치효과에 대한 지속적인 모니터링 체계 마련

- 전국 무역항에 AMP 설치 항만을 대상으로 상시 대기오염 측정기를 장착하여 선박 입항부터 출항까지 발생하는 초미세먼지, 황산화물량을 측정하고, AMP 사용 선박과 사용하지 않는 선박의 배출량을 비교하여 설치 효과를 계산하는 것이 필요함
- 선박 배출가스의 실제 인체 영향도를 분석하여 국가 차원에서 조기사망자 수를 저감할 수 있는 방안을 마련해야함
- AMP 설치에 따른 선박배출가스 모니터링뿐만 아니라 선박의 AMP 사용 강제화 정도가 환적 화물에 미치는 영향도 면밀히 분석해야 함

■ 선박유 황함유량 수정 및 선박에서 발생하는 미세먼지를 관리할 수 있도록 관련 법 개정 추진

- IMO가 2020년부터 선박유의 황함유량을 0.5% 이하로 규제하는 것에 맞추어 「해양환경관리법 시행령」의 제42조 연료유의 황함유량 기준을 경유는 0.1%, 중유는 0.5% 이하로 조정해야 함
- 현재 「대기환경보전법」 제76조 선박의 배출허용 기준에서는 질소산화물만 관리하고 있으므로, 미세먼지도 관리할 수 있도록 법 개정 필요함

■ 선사가 AMP를 이용하는 것이 황함유량 0.5%의 선박유를 이용하는 것보다 유리하도록 전기요금 개편 필요

- 정부는 전기차 보급을 늘리기 위해 “전기차 특례요금제”를 도입하여 2017년 1월부터 3년간 기본요금은 전부 면제되고 전력량 요금도 50% 할인함
- 이에 AMP 활성화 차원에서 전기차 요금제와 같은 혜택을 주는 방안도 고려해볼 필요가 있음
- 우리나라 전기요금은 “기본료 + 사용료” 구조로 되어 있어 황함유량 0.5%의 선박유를 사용할지라도 기본료 때문에 전기요금보다 유류 사용이 더 저렴한 구조이므로 이에 대한 조정 및 협의가 필요함
  · 황함유량 ULSHFO 0.5%인 연료유, MDO(2.0%)를 사용시 전기사용단가가 선박발전단가 보다 약간 저렴(A-B)할지라도 기본료가 있기 때문에 현 구조상에서는 유류보다 AMP 전기료가 비쌈

표 8. 선박 연료유 사용 비용과 전기료 비교

구분	톤당 가격	발전량 (kWh/톤)	선박연료유 가격	전기 사용 가격		차이 (A-B)
			선박발전단가(A) (원/kWh)	전기사용단가(B) (원/kWh)	기본료 (원/kW)	
ULSHFO(0.5% S)	400달러 (464,000원)	4,608	100.7	99.2	7,220	1.49
MDO(2.0% S)	450달러 (522,000원)		113.3			14.08
IFO 180(3.5% S)	334달러 (387,440원)		84.1			-15.12

주: 달러당 1,160원, ULSHFO 가격은 한국선급 자료(2017. 1. 6), MDO(Marine Diesel Oil, 디젤엔진연료유)와 IFO180(Intermediate Fuel Oil, 중질유)자료는 www.bunkerindex.com의 부산항 가격(2017. 6. 16); 운항중에는 IFO를 사용하고, 정박 시에는 MDO, MGO, ULFHFO 등을 사용함

■ AMP 사용에 따른 대기오염물질 저감분에 대한 환경편익 계산 및 거래 추진

- 캘리포니아에서는 선박에서 배출되는 질소산화물(NOx), 황산화물(SOx), 미세먼지(PM_{10}) 등에 대한 톤당 거래 가격(환경 편익)을 설정하고 있어, AMP 사용에 따른 전기사용료가 유류비보다 비쌀지라도 상쇄가 가능함
- 그러므로 우리나라도 AMP 사용으로 인한 선박 배출 대기오염물질 저감량을 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」의 외부사업 승인대상에 포함시켜 환경편익을 거래할 수 있도록 하는 방안을 마련하는 것도 필요할 것으로 판단됨

표 9. 캘리포니아주 선박 대기오염물질의 환경 편익

(단위 : 달러/톤)

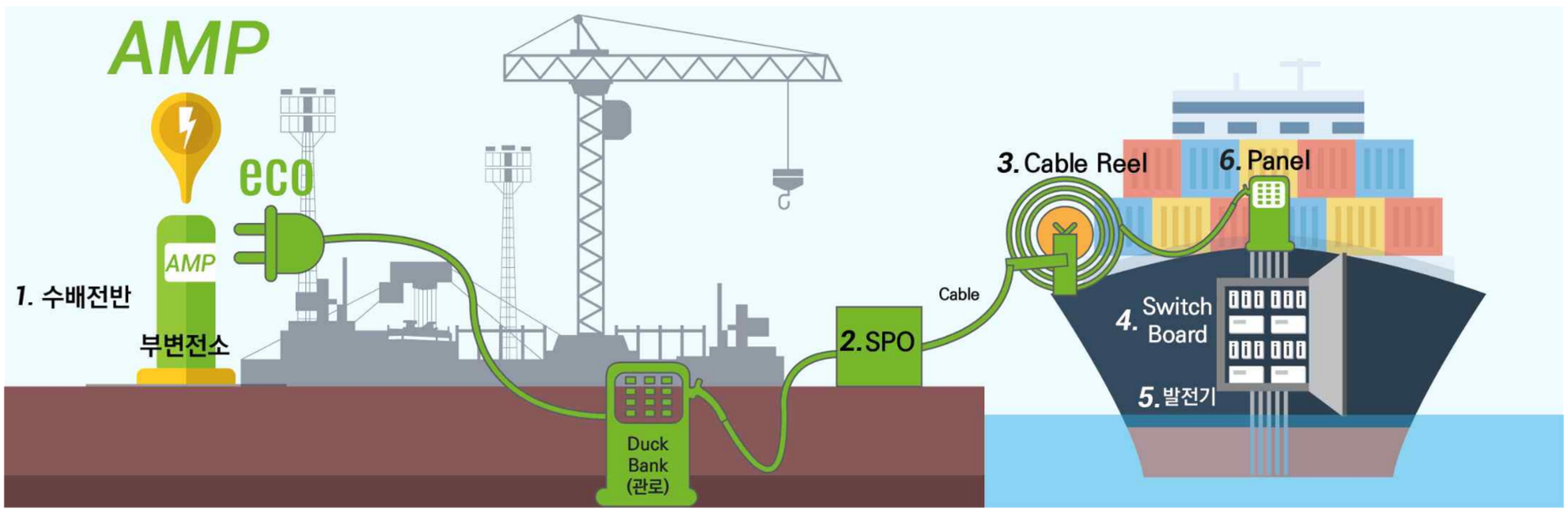
구분	NOx	HC	PM_{10}	CO	SOx
평 균	47,143	43,435	40,025	6,198	65,921
중위값	47,500	34,000	51,879	5,593	36,500
고위값	216,216	344,828	77,000	12,500	421,918
하위값	5,593	2,500	400	500	3,000

자료: California Environmental Protection Agency, Air Resources Board(ARB), “Emission Reduction Offset Transaction Costs Summary Report for 2008”, 2011. 5.

[부록] AMP 개념도

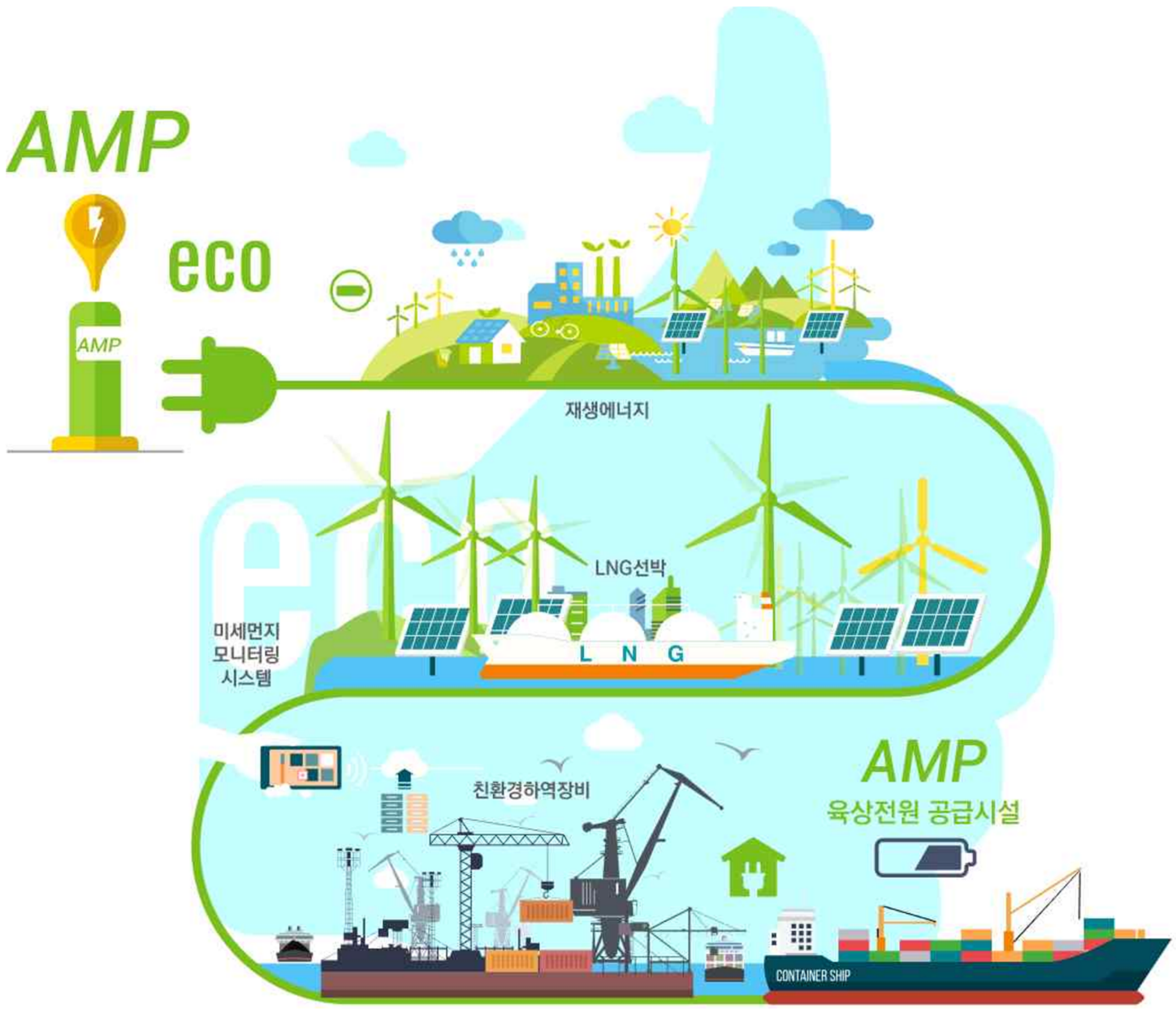
- 선박이 항만 안벽에 접안 했을 때 선박연료유 대신 AMP 시설을 통한 육상 전력을 공급하여 선박 보조엔진을 가동시킴으로써 선박에서 배출되는 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 초미세먼지($PM_{2.5}$) 등의 배출가스 저감이 가능함

그림 7. AMP 개념도



자료: 이언경 외, 「선박의 육상전원공급설비 구축계획수립 및 자동화부두 조명기준 개선 연구」, 해양수산부, 2016. 4. KMI 재구성

그림 8. 친환경 AMP 항만 구상도



자료 : KMI

KMI 동향분석

구분	제목	발행일
제1호	한진해운사태로 부산항 환적물동량 연간 50만TEU 이상 줄어들 듯	2016.11.02
제2호	지진예측을 위해 해저활성단층 조사가 시급하다	2016.11.09
제3호	미 대선 결과에 따른 해운·항만·수산 부문 영향과 대응	2016.11.16
제4호	우리나라 선박의 28%, 고효율·친환경 선박으로 교체가 시급하다	2016.11.23
제5호	해운업 구조조정 지원, 정책금융 왜 실효성 없었나?	2016.12.01
제6호	해운의 산업적 특성을 고려한 새로운 해운금융 시스템 구축해야	2016.12.08
제7호	수산양식산업, 식량부문의 4차 산업혁명 예고	2016.12.15
제8호	해운 얼라이언스 재편으로 부산항 환적물동량 추가 감소 우려	2016.12.26
제9호	해양수산정책, 국민경제 발전에 기여-해양수산의 성과와 과제	2017.01.04
제10호	해양수산과 국민경제 -'2017 KMI 해양수산 전망대회'지상 중계 -	2017.01.11
제11호	중·일 해양경비력 강화에 따른 전략적인 대응 필요	2017.01.19
제12호	2016 유엔총회 결의, 한국 KMI의 역할 높이 평가	2017.01.26
제13호	연근해어업 생산량 92만 톤으로 추락, 특단의 자원회복 대책 필요	2017.02.01
제14호	빅데이터로 본 2016 해양수산	2017.02.08
제15호	對EU 수산물 수출, 환경인증제도 개발에 대비 필요	2017.02.15
제16호	남해 EEZ 모래채취 갈등을 수습할 공동연구와 대책이 시급	2017.02.22
제17호	아베 정권, 독도 침탈 노골화 - 초·중 '학습지도요령 개정안'에 독도는 '일본 고유 영토' 명기	2017.02.23
제18호	'전국 해양수산 가치 공유로 지역 상생발전시대 막 열어' 2017 전국 해양수산 대토론회 성황리에 개최	2017.03.02
제19호	동북아 허브경쟁력 강화 위해 부산항 LNG 벙커링 터미널 구축 서둘러야	2017.03.15
제20호	2017년 중국 '양회', '해양강국' 건설 천명	2017.03.24
제21호	3대 얼라이언스의 체제 변화로 부산항 운영 비효율성 개선 시급	2017.03.31
제22호	우리 해운산업도 민관 협력 산업정책(Smart 산업정책) 적용해야	2017.04.07
제23호	국민 78.7%, 해양수산에 '보통 이상의 관심', 국민 인식과 정책 수립, 함께 가야 : KMI, '전국' 규모의 '해양수산 국민인식조사' 첫 실시	2017.04.14
제24호	러시아 명태 비즈니스 모델, 우리 수산업의 새로운 활력 기대	2017.04.19
제25호	어린 물고기를 살릴 지혜로운 소비로 국민이 수산자원관리를 주도해야	2017.04.21
제26호	블록체인 기술 적용으로 컨테이너 화주의 비용 20% 절감 가능	2017.04.28
제27호	국내 크루즈시장 체질개선 시급	2017.05.04
제28호	항만도시 미세먼지 대책 수립 시급	2017.05.18
제29호	中 알다일로, 글로벌 SCM 구축을 통한 중국식 세계화 전략 본격화	2017.05.25
제30호	새정부의 해양수산 일자리 창출 방안	2017.06.01
제31호	4차산업혁명의 첨병!,로보틱·스마트 항만이 현실로... - 한국, 완전무인자동화 항만 세계 흐름을 따라가야 -	2017.06.07
제32호	60돌 맞은 원양산업, 원양어업 재건을 위한 특단 대책 필요	2017.06.14
제33호	'여객 안전'과 '일자리 창출' 위해 연안여객 운송의 대중교통체계 편입 필요	2017.06.21
제34호	소매 수산시장 해수공급시설 교체시급, 국민들은 가격표시제 요구	2017.06.28
URL : http://www.kmi.re.kr/		