한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

WEEKLY REPORT

KMI 동향분석

VOL.28
2017 MAY

발간년월 2017년 5월(통권 제28호) **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.

항만도시 미세먼지 대책 수립 시급

육근형 해양환경·기후연구실장
(ykh690@kmi.re.kr/051-797-4733)

김근섭 항만정책연구실장
(gskim@kmi.re.kr/051-797-4662)

이기열 항만정책연구실 전문연구원
(kylee@kmi.re.kr/051-797-4670)

문재인 대통령은 취임 후 세 번째 업무지시로 미세먼지 저감 대책을 지시했다. 임기 내 국내 미세먼지 배출량의 30%를 감축할 것을 목표로 노후 발전소는 폐기하고 신규 건설 중인 화력발전소도 재검토하도록 했다. 이번 조치는 미세먼지 저감에 대한 정부의 정책 의지를 상징적으로 보여준다.

미세먼지 및 초미세먼지의 상당량은 중국에서 날아오는 것으로 알려져 있지만, 국내에서도 화력발전, 디젤자동차, 제철소 등 제조업 연소 등이 주된 요인으로 파악된다. 그러나 부산, 인천, 울산과 같은 항만도시의 경우 선박기인 초미세먼지의 영향도 큰 것으로 분석되는데, 특히 선박에 의한 대기오염은 다량의 황이 함유된 벙커C유 등 저급연료를 연소하기 때문에 초미세먼지, 황산화물, 질소산화물 등의 대기오염물질을 다량 발생시킨다. 예를 들어 이용객이 늘고 있는 초대형 크루즈선의 경우 경유를 사용하는 디젤 승용차 3백 50만대에 달하는 황산화물을 배출하는 것으로 추정된다.

이 때문에 선박이 많이 기항하는 항만도시에서는 초미세먼지 뿐만 아니라 그 원인물질인 황산화물의 농도도 내륙도시에 비해 높게 나타난다. 부산항의 경우는 중국 7개 항만, 두바이, 싱가포르와 함께 '세계 10대 초미세먼지 오염항만'으로 꼽히는 등 우리나라 항만도시의 대기오염도 위험수준에 이르렀다.

지금까지 정부에서 추진해온 미세먼지 관리대책은 석탄화력발전소와 경유차량의 관리에 치우쳐 선박에 기인한 대기오염에 대한 고려가 부족하다. 정부에서 추진 중인 '미세먼지 관리특별대책 세부이행계획'은 전체 예산 약 5조 원 중 친환경차 보급에 3조 원을, '수도권 대기환경관리

계획’에서는 1.6조 원 중 자동차관리에만 1조 2천억 원이 투입되는데, 이중 선박 배출가스 저감장치 부착을 위해 3,000척의 선박에 300억 원이 배정되었다. 아직까지 녹색해운이나 친환경 항만 정책을 이행할 수 있는 재원이 충분히 확보되지 못한 상태이다. 이 때문에 저감장치 부착 사업도 제대로 진행되지 못하고 있으며, 야드 트랙터 등 터미널 내 하역장비의 친환경 연료 전환 작업도 정부 예산 확보의 어려움, 민간기업의 수익성 고려 등으로 인해 원활하게 진행되지 못하고 있다. 무엇보다도 항만구역에서 배출되는 대기오염물질 오염수준을 상시 측정할 수 있는 관측망도 없는 실정이다.

반면 국제사회는 선박 등 해운·항만 산업에 의한 환경오염을 저감시키기 위해 다양한 노력을 기울이고 있다. 중국은 이미 자체적으로 배출통제구역을 지정해 선박의 연료 규제를 시작했다. 미국은 선박의 운항속도를 줄여 대기오염물질 배출을 줄이는 자발적 프로그램을 도입하고 있다. 특히 LA항의 항만대기 개선 정책은 미세먼지를 80% 이상 줄이고, 발암 위험도도 85% 가까이 줄이는 성과를 보이고 있다.

우리나라 역시 선박과 항만에서 배출되는 초미세먼지 등 대기오염물질에 대한 적극적 관리와 그 재원 확보가 시급하다. 선박에 대해서는 연료유의 황 함량 규제, 선박 배출가스 처리장치(Scrubber) 개발과 장착, LNG 추진선 등 친환경 선박 도입 확대, 노후선박 조기폐선 보조금 지원 제도 도입, 배출규제해역 지정, 감속운항구역 설정을 통한 선박운항속도 규제 등의 대책이 마련되어야 한다.

또한 항만에 대해서는 항만구역의 대기오염 관측망 설치 및 확대 등 모니터링 시스템 구축, 항만 내 야드 트랙터 LNG연료 교체와 육상전원 공급장치(Alternative Marine Power, AMP) 설치, 항만 내 신재생에너지 이용 등이 도입 가능한 효율적 정책 수단이다. 그러나 항만도시의 미세먼지 관리는 해양수산부를 비롯하여 항만당국, 선사, 지자체 등의 협력이 필요한 문제이다. 이를 지원할 통합관리 조직이 해양수산부 내에 필요하다. 무엇보다도 이들 정책이 경제적 타당성 등 경제적 관점보다는 국민의 건강과 삶의 질 향상이라는 복리후생 정책적 관점에서 판단되고 추진될 필요가 있다.

30년 이상된 석탄화력발전소 6월 한 달 간 한시적 가동 중단

■ 문재인 대통령은 제3호 업무지시로 미세먼지 주오염원으로 꼽히는 30년 이상 된 석탄화력발전소 10곳 중 8곳의 가동을 6월 한 달간 중단할 것을 전격 지시

- 문재인 대통령은 임기 안에 국내 미세먼지 배출량의 30%를 감축할 것을 목표로 하여 이들 노후 석탄화력발전소는 임기 내 모두 폐쇄될 예정임
- 30년 미만의 석탄화력발전소 49기는 내년부터 전력 비수기(3~6월) 4개월 동안 교대로 가동을 중단하고 건설 중인 화력발전소 중 공정률 10% 미만인 것은 원점 재검토할 예정임

■ 이번 조치로 인해 저감되는 미세먼지는 약 1~2% 수준으로 미미하더라도 국민건강과 환경에 대한 정부의 정책의지를 상징적으로 보여주는 조치로 평가

- 향후 액화천연가스(LNG) 발전소의 추가 가동으로 0.2%의 요금 인상요인이 있으나 이는 한전이 자체적으로 부담이 가능한 수준으로 별도의 전기요금 인상은 없음
- 다만 미세먼지로 학교 체육활동 등이 어려운 점을 감안하여 실내체육관 시설을 확보하고, 교실과 체육관에 공기청정기와 간이 미세먼지 측정기 등을 설치할 예정임
- 미세먼지 저감 대책의 실질적이고 원활한 이행을 위해 별도의 대책기구가 조만간 설치될 예정임

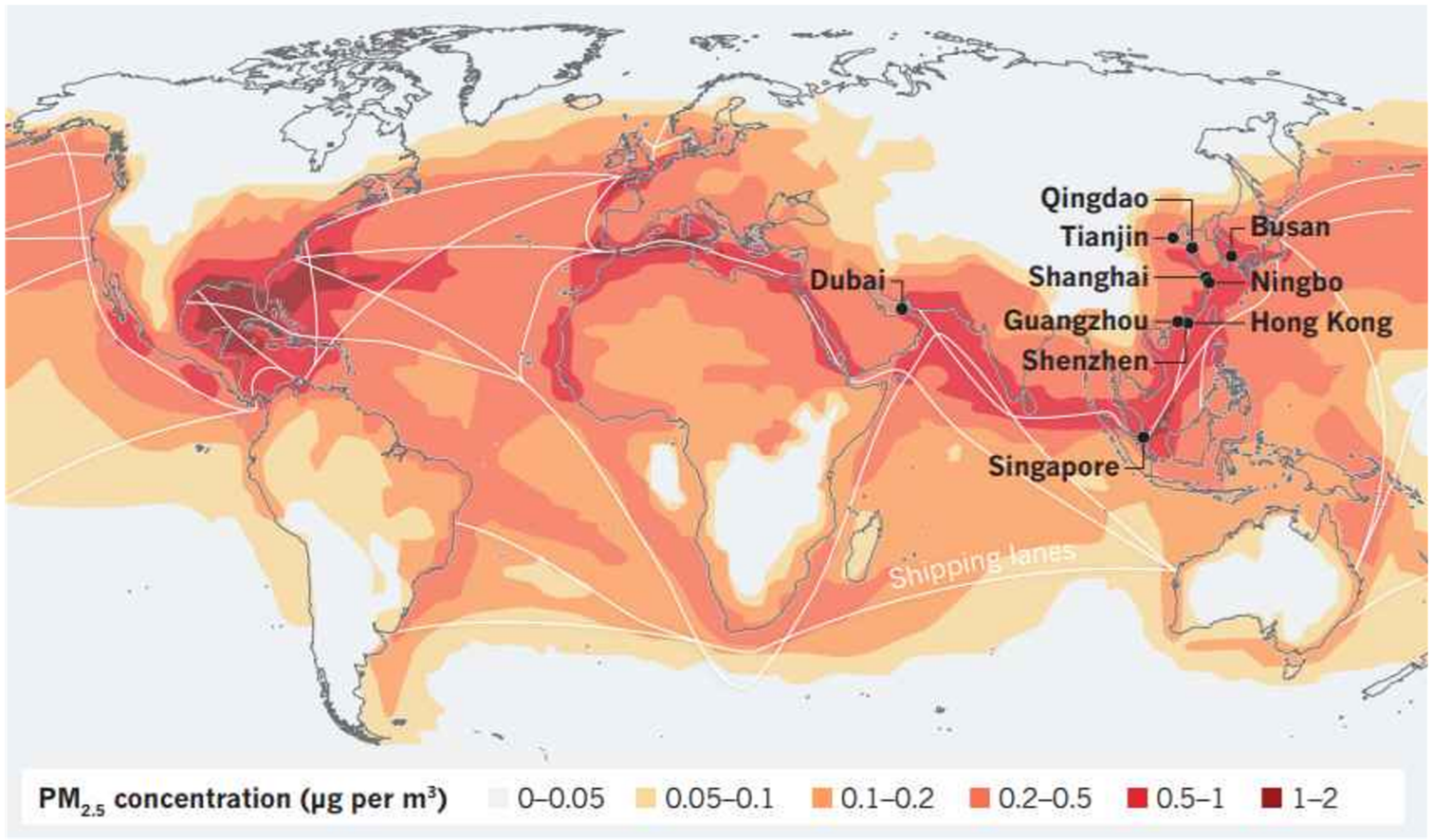
부산항, 초미세먼지 세계 10대 오염항만으로 꼽혀

■ 2016년 〈네이처〉에 따르면 우리나라 부산항은 중국의 7개 항만, 두바이, 싱가포르와 함께 “10대 초미세먼지 오염 항만”으로 선정[1)]

- 초미세먼지의 농도가 항로를 중심으로 높게 나타나고 있는 가운데, 전 세계적으로 초미세먼지가 가장 높은 10대 항만이 모두 아시아 권역에 분포함
- 특히 물동량이 급증한 중국의 항만과 환적화물이 많은 싱가포르 항과 더불어 우리나라 부산항이 전 세계 10위 안에 드는 높은 초미세먼지 농도를 보이고 있음

1) Z. Wan et al., 2016. Nature, 530: 275–277.

그림 1. 초미세먼지 세계 10대 오염 항만



자료: Z. Wan et al.(2016)

■ 선박에 의한 오염물질 배출로 전 세계 인구 중 6만 여명이 폐암이나 심장마비 등 심폐질환으로 사망할 것으로 예측[2)]

- 해상에서 운항되는 선박에 의한 대기오염은 이미 상당한 수준으로 전 세계 질소산화물 배출의 약 15%와 황산화물 배출의 약 5~8%를 차지하는 것으로 알려짐[3)]
- 더욱이 선박 운항에 의한 대기오염 배출은 연안에서 400㎞ 이내에서 이루어지기 때문에 연안 지역에 집중적인 영향을 미칠 수밖에 없음

■ 올해 〈네이처〉의 다른 논문[4)]에 따르면, 중국에서 날아온 초미세먼지로 인해 우리나라 조기 사망자 수가 2007년 기준으로 약 7,000명이 넘는 것으로 추정

- 네이처 지에 실린 이 논문은 중국의 대기오염의 문제를 국제 무역과 연계하여 분석하였는데, 특히 외국에서 소비할 물건을 중국에서 생산하면서 희생되는 조기사망자수가 중국에서 배출된 오염물질에 의해 외국에서 발생하는 조기사망자수보다 많다는 결과를 제시함

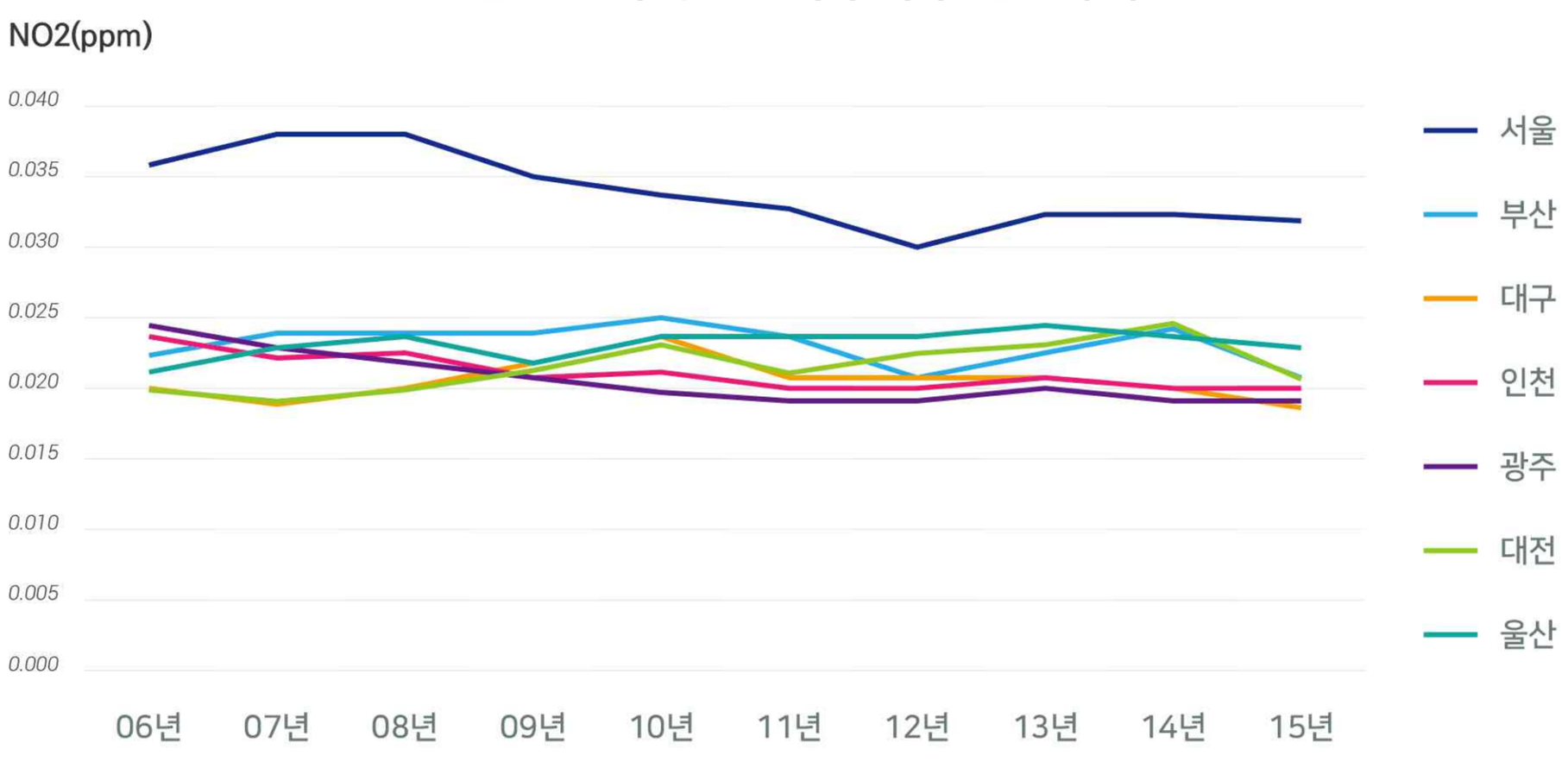
2) Corbett et al., 2007. Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment, Environ. Sci. Technol., 41, 8512–8518.
3) Eyring et al., 2005. Emissions from international shipping: 1. The last 50 years. J. Geophys. Res., D: Atmos. 2005, 110 (D17), D17305.
4) Q. Zhang et al., 2017. Transboundary health impacts of transported global air pollution and international trade, Nature, 543, 705-709.

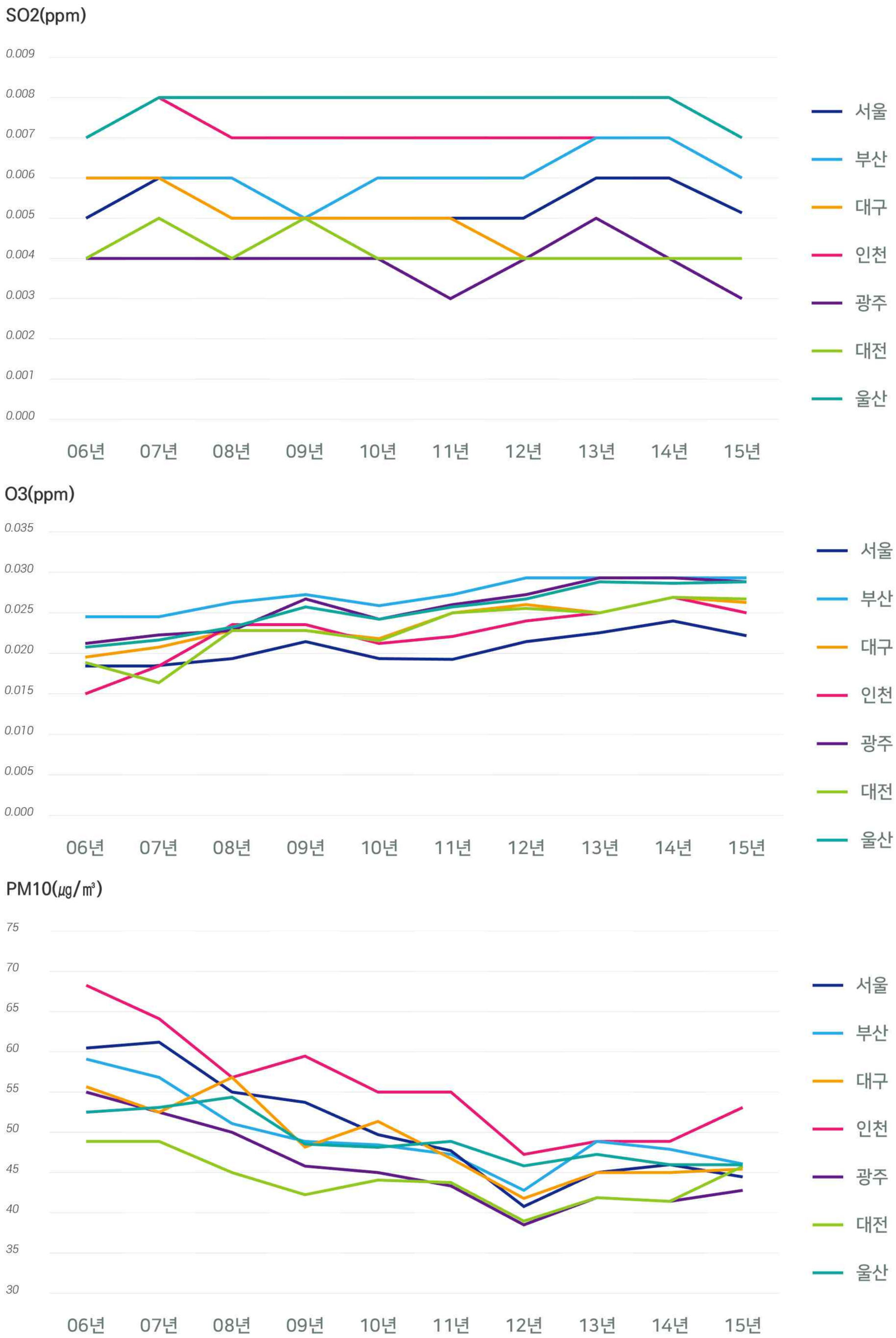
부산, 인천 등 항만도시에서 초미세먼지와 그 원인물질의 오염도 매우 높아

■ 항만도시에서 질소산화물은 내륙도시(서울)보다 높지 않은 반면, 황산화물과 미세먼지 농도는 상대적으로 높게 측정

- 질소산화물은 내연기관에서 연소 과정에서 대기 중 질소가 함께 연소하면서 발생하는데, 서울과 인천 지역에서 매우 높은 농도를 보임
- 황산화물은 대기 중에서 공급되는 질소와 달리 연료 중에 포함된 황이 산화된 것으로 연료 내 함량에 따라 배출량이 결정되는데, 울산이 가장 높고 뒤를 이어 부산과 인천의 순임
- 미세먼지(PM10)는 전국적으로 꾸준한 감소추세를 보이는 가운데 인천을 제외한 대부분의 광역시의 오염도는 대기환경기준인 연간평균 50㎍/㎥을 가까스로 만족하는 수준임
- 초미세먼지(PM2.5)는 2015년 기준, 서울 23㎍/㎥, 부산 26㎍/㎥, 인천 29㎍/㎥의 연평균농도를 보임

그림 2. 전국 주요 도시의 대기오염도 추이





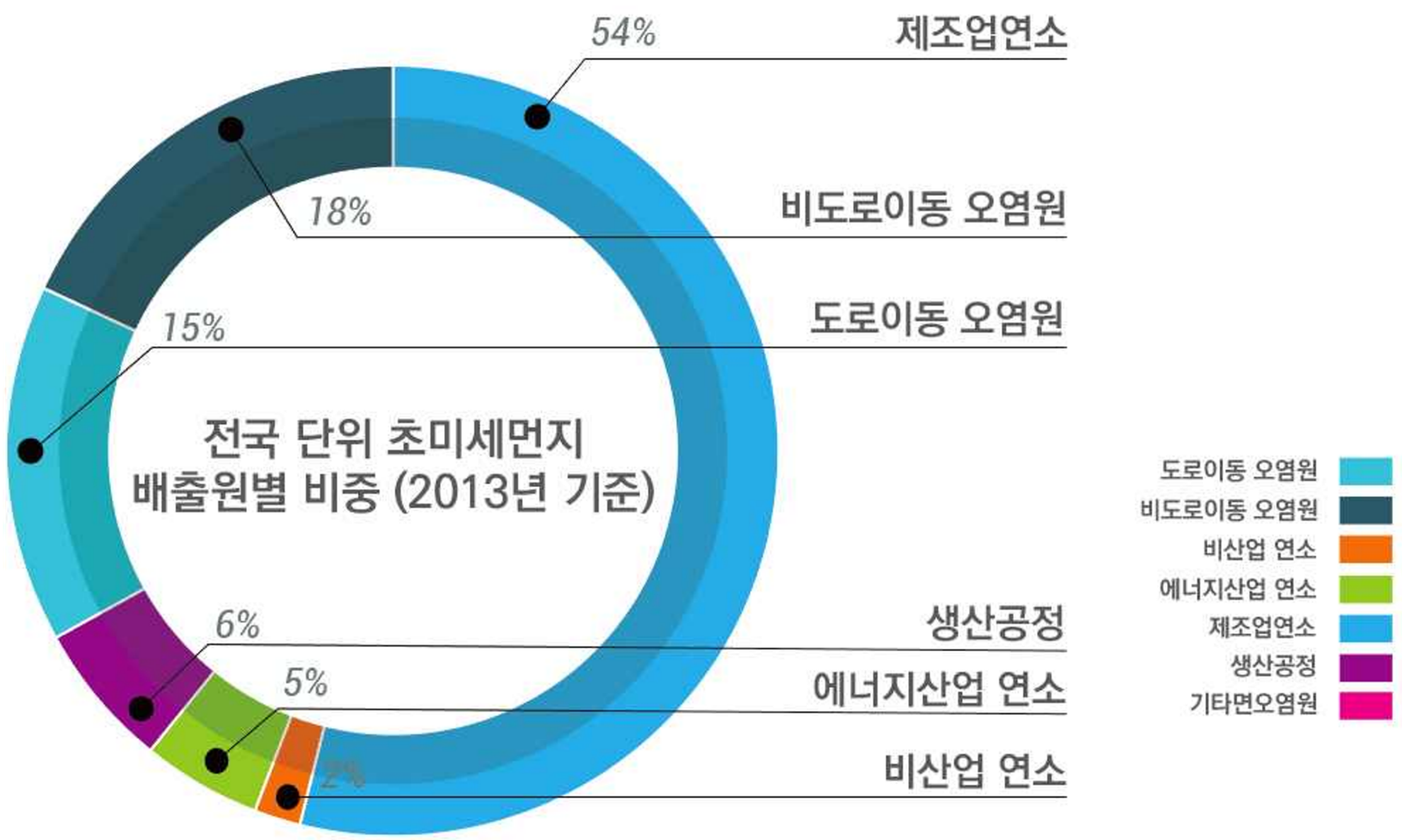
주. 1 : 이산화황, 2 : 이산화질소, 3 : 오존, 4 : 미세먼지(PM10)
자료: 환경부, 2016. 2015 대기환경연보.

항만도시에서 초미세먼지는 선박 배출이 차량의 4배 이상

■ 전국 배출량 기준으로 선박이 포함된 비도로이동오염원에서 배출한 초미세먼지가 도로이동오염원에서 배출된 양을 훨씬 초과[5)]

- 초미세먼지 배출원 중 제조업 연소에 의한 비중이 54%로 가장 크며, 뒤를 이어 비도로이동오염원 18%, 도로이동오염원 15%, 생산공정 6%, 에너지산업 연소 5%의 순서로 나타남
- 비도로이동오염원 중에는 선박이 45.6%, 건설장비 40.9%, 농업기계 9.1%, 철도 3.8%의 배출량을 보임

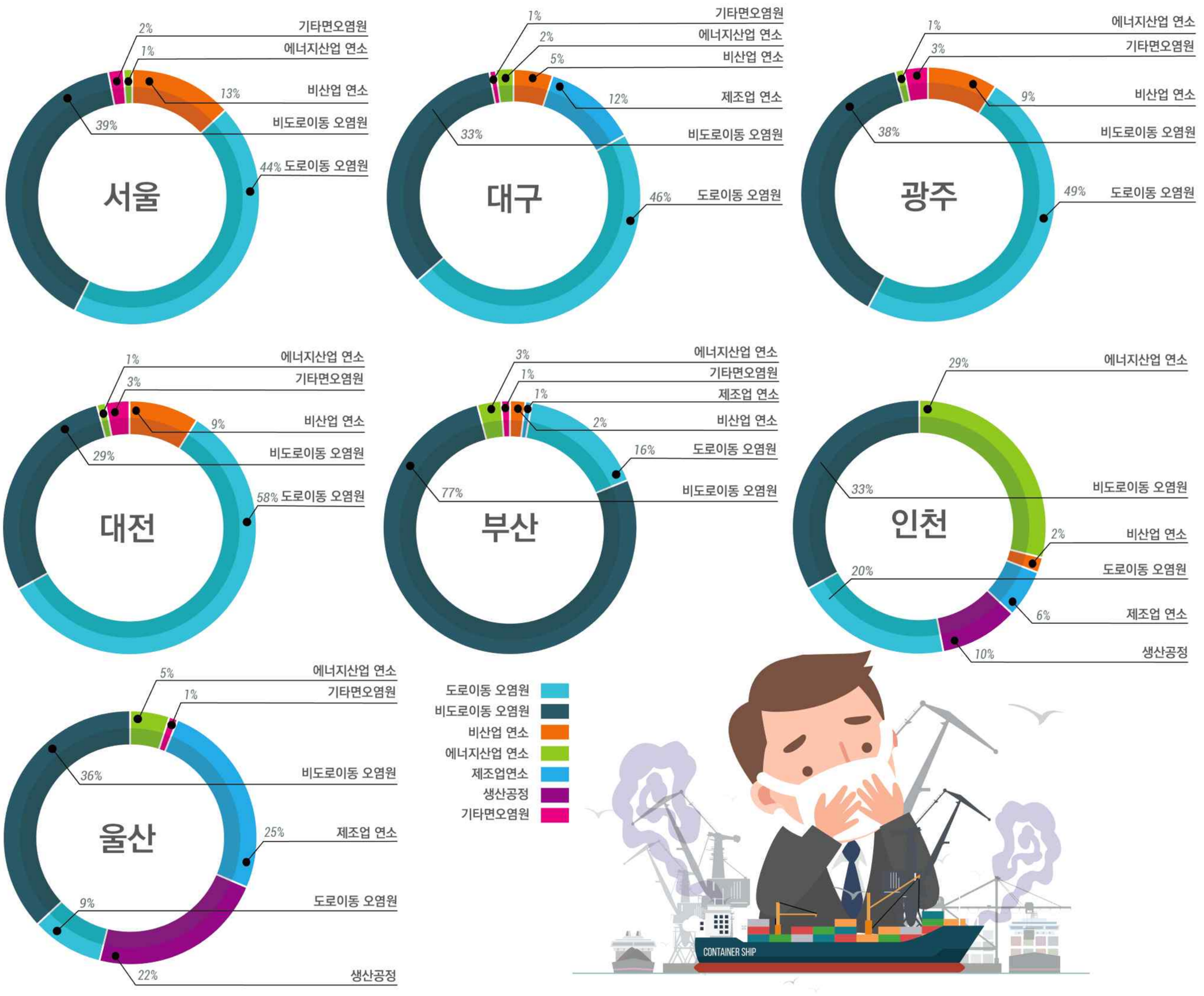
그림 3. 전국단위 초미세먼지 배출원별 비중(2013년 기준)



자료: 국립환경과학원 국가대기오염물질 배출량 서비스 (http://airemiss.nier.go.kr/)
주: 비산먼지, 생물성 연소 및 식생은 제외된 수치임

5) 배출원 분류상 도로이동오염원에는 각종 승용차와 화물차, 특수차 포함, 비도로이동오염원에는 철도, 선박, 항공, 농업기계, 건설장비 등이 포함됨.

그림 4. 국내 주요 도시의 초미세먼지 배출 특성



자료: 국립환경과학원 국가대기오염물질 배출량 서비스 자료 분석(http://airemiss.nier.go.kr/)토대로 KMI 재구성

■ 항만의 특성이 강한 도시일수록 선박에서 기인한 비도로이동오염원의 비중이 커

- 서울시를 비롯한 대구, 광주, 대전과 같은 내륙도시에서는 도로이동오염원이 전체의 절반 가까이 배출하고, 나머지를 비도로이동오염원과 비산업연소가 차지함
- 부산시는 비도로이동오염원이 전체의 77%를 차지하고, 이 중 절반은 선박에서 기인하는 배출량임
- 같은 항만도시여도 인천시는 발전소 등 에너지 산업연소의 비중이 타 도시에 비해 높고, 기타 제조업이나 생산공정, 제조업 연소 등 다양한 배출원이 존재함
- 울산은 인천과 함께 비도로이동오염뿐만 아니라 제조업 연소, 생산공정 등의 비중이 높은 산업도시의 배출 특성을 보여줌

■ 항만도시에서는 선박에서 배출된 황산화물과 초미세먼지가 차량에서 배출된 양을 크게 압도[6)]

- 초미세먼지 발생원 중 도로이동오염원과 비도로이동오염원을 비교해보면, 서울과 대구에서는 0.9배, 0.7배 수준이나, 부산에서는 4.8배, 인천 1.6배, 울산 4.1배로 항만지역에서 비도로이동오염원의 배출량이 도로이동오염원보다 상대적으로 매우 큼
- 항만도시에서는 비도로이동오염원 중 선박의 비중이 80% 이상으로 매우 높게 나타남[7)]

초대형 크루즈 선박은 디젤승용차량 3백 50만 대에 해당하는 이산화황 배출

■ 선박의 주 연료인 벙커C유의 황 함유 기준은 3.5%로 디젤 차량용 경유의 황 함유 기준 0.001%의 3,500배

- 일반적으로 연료의 황 함량은 「대기환경보전법」에 따라 연료의 종류별로 황 함유 기준이 정해지고 공급지역과 사용시설의 범위가 결정됨
- 전국 모든 지역에서 경유는 0.1% 이하의 황 함유 규제를 받으며, 중유는 서울, 경기 등 인구밀집 지역에서는 0.3%, 그 외 지역에서는 0.5%를 적용하며, 차량용 경유는 초저황경유로 0.001%(10ppm) 이하의 황 함량이 유지됨

---

6) 본 분석에서 활용한 대기오염물질 배출량 정보는 국립환경과학원의 국가대기오염물질 배출량 정보에 기초로 함.
7) 인천시는 관 내에 위치한 인천공항 등에서 발생하는 항공분야와 건설장비 분야의 기여도가 상대적으로 높게 나타나 선박의 비중이 다른 항만도시에 비해 상대적으로 낮게 나타남.

- 선박은 주로 벙커C유를 주로 쓰고, 항행 특성이나 엔진의 종류에 따라 경유나 벙커A, 벙커B유를 혼합해서 사용함
- 선박 연료유 황 함유 기준은 「해양환경관리법 시행령」 제42조에 따라 경유 1.0%(이하 무게 기준), 벙커A유 2.0%, 벙커B유 3.0%, 벙커C유 3.5% 이하임
- 선박과 차량이 동일한 크기의 엔진에서 동일한 양의 연료를 연소할 때 선박에서 배출되는 황의 양이 자동차에서 배출되는 양의 3,500배에 해당하며, 실제 선박의 엔진 크기와 연료 소모량은 단위 시간당 수백 배 이상임

■ 초대형 크루즈선은 승용디젤차량 1,000대의 연료를 소모하여, 차량 3백 50만대에서 배출하는 수준의 이산화황을 배출

- 초대형 크루즈선은 승객의 이동은 물론 선박 내 각종 위락시설의 운영에 소요되는 전기 등을 생산하기 위해 컨테이너선이나 일반여객선에 비해 더 많은 연료를 소모함
- 연료소모량이 알려진 초대형 크루즈선의 경우 시간 당 연료 소모량이 약 10,000L[8], 승용 디젤 차량의 시간 당 연료 소모량을 10L 기준으로 약 1,000배에 달함
- 크루즈선의 연료소모량과 선박 연료유의 높은 황 함량을 고려하면, 크루즈 선박은 차량 수백만 대에서 달하는 이산화황을 배출하는 수준임
- 이산화황이 이산화질소와 더불어 초미세먼지의 2차 유발물질로 변환되고 있어 이에 대한 관리가 필요함

8) 현재 영국 인근 해역에서 운항 중인 "Harmony of Seas"호의 연료 소모량으로 이 크루즈는 총 16층 구조로 승객 6,780명, 선원 2,100명이 탑승하며, 하루 연료 사용량 6,600갤론, 시간당 약 2,700갤론(약 1만 리터)를 소모함. 비슷한 크기로 부산항에 입항하는 크루즈는 " Ovation of the Seas"호로 16만7천t급 초대형 크루즈로 승객 4,800명과 승무원 1,300여명이 탑승하는 규모로 연료 소모량은 알려져 있지 않으나 "Harmony of Seas"호와 유사하거나 다소 작은 수준으로 추정됨.
(https://www.theguardian.com/environment/2016/may/21/the-worlds-largest-cruise-ship-and-its-supersized-pollution-problem)

정부의 미세먼지 관리대책은 석탄화력발전소와 경유차량에 치우치는 한계 노출

■ 2016년 정부합동 미세먼지 관리대책은 주로 친환경차량 보급, 석탄화력발전소 감축, 노후경유차 운행 제한이 있는 반면, 선박 기인 배출량에 대한 고려 부족

- 최근까지 미세먼지 정부대책은 주로 차량 등 도로이동오염원, 화력발전소와 같은 에너지산업 연소를 중심으로 진행되었으나, 산업계에 직접적으로 관련되는 제조업이나 비도로이동오염원에 대해서는 실질적 대책이 마련되지 못함

- 작년에 정부가 발표한 『미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획』에 따르면, 2020년까지 친환경차 보급에 3조원, 충전인프라에 7,600억 원, 노후경유차 조기폐차에 1,800억 원 등 약 5조원 투자 예정임

- 이 계획에서는 에너지상대가격 조정, 석탄화력발전소 미세먼지 저감대책, 노후경유차 수도권 운행제한(LEZ) 시행 확정 등 핵심대책을 구체화하고 일정을 단축하였음

■ 2017년 2월, 수도권대기환경청에서는 미세먼지 관리대책을 통해 총 1조 6천억 원을 투자할 계획을 밝혔으나, 선박 등 해양기인에는 불과 300억 배정

- 『제2차 수도권 대기환경관리 기본계획(변경)(`15-`24)』에서는 인천, 평택 수도권 항만을 대상으로 선박별 미세먼지 배출량 산정을 시작으로 황 함유 기준을 강화하고, 배출가스 저감장치 부착, 항구 정박 선박에 대한 육상전원 공급시설(AMP)[9], 야드 트랙터 LNG 연료 전환 사업 등을 구체적으로 제시함

- 자동차 관리에 전체 예산의 73.1%가 투입된 반면, 선박과 관련해서는 유일하게 선박 3,000척을 대상으로 배출가스 저감 장치 부착하는데 300억의 예산이 계획됨

- 이에 반해 국제사회는 선박 연료유 황 함량 규제, 선박 운항속도 자율 감속 등 다양한 방식을 활용 중임

9) AMP : Alternative Maritime Power

■ 또한, 항만에 입출항하는 선박에 대한 실질적 관리 부족, 친환경 하역장비로의 개선 지연 등으로 실질적으로 추진되는 대기오염 저감 정책은 미흡한 상황

- 우리나라의 경우 해외 주요 선진국에서 추진하는 항계 내 선박속도 저감프로그램, ECA 지정, 선박의 대기오염 배출량 측정 등 항만에 입출항하는 선박에 대한 실질적인 대기오염 배출 관리를 추진하고 있지 않은 상황임
- 또한, 터미널 내 하역장비를 친환경 연료 사용 장비로 개선 및 교체하는 작업도 정부 예산 부족으로 인해 원활하고 신속한 추진이 이루어지고 있지 않으며, 이 작업도 일부 항만에서만 추진되고 있는 실정임
- 더욱이 미세먼지 등 항만의 대기오염 배출량을 측정할 수 있는 상시관측망도 없는 상황으로 선박에 대한 관리 강화, 친환경 하역장로의 개선이 이루어지더라도 그 개선효과를 파악할 수 없고 도시 대기환경시스템의 틀에서도 다루고 있지 않음

국제사회는 선박 연료유 황 함량 규제, AMP, 선박 운항속도 자율 감속 등 다양한 방식을 활용 중

■ 국제항해 선박은 국제해사기구(IMO)의 규제에 따라 2020년부터 황 함유 기준 0.5% 이하의 연료 사용 의무화

- 외항선은 국제규제를 일괄적으로 적용하기 때문에 국내 항만에서는 외항선에 공급하기 위해 새로운 황 함유기준에 따른 연료의 생산과 공급이 필요함
- 이와는 별개로 온실가스 배출을 줄이기 위해 선박의 에너지효율을 높이려는 국제해사기구의 규제는 결국 선박의 연료사용량을 줄여 이산화황과 초미세먼지 배출도 함께 줄일 수 있음

■ 심각한 대기오염으로 몸살을 앓고 있는 중국은 2016년 초부터 핵심 항만 구역에서 황 함유 0.5% 이하의 연료유 규제를 시작[10)]

- 중국은 2015년 「선박 및 항구 오염방지 특별행동실시방안('15~'20)」을 통해 연료유 규제를 강제하는 선박 배출통제구역(ECA)을 주강삼각주, 장강삼각주, 환발해(경진지) 구역에 적용할 방침을 제시함

10) 이호춘 외, 2016, 선박배출 대기오염물질의 체계적 관리방안 연구, 한국해양수산개발원, 부산.

- 배출통제구역의 도입을 통해 2020년까지 통제구역에서 SOx, COx, PM을 2015년에 비해 각각 65%, 20%, 30%씩 줄이는 목표를 제시함

■ 미국 LA항은 「청정대기행동계획」(2006)을 수립하여 선박 및 항만구역의 하역장비, 노후트럭에서 발생하는 대기오염물질의 배출량 저감 추진

- 미국은 선박의 대기오염물질 배출량을 줄이기 위해 ECA 지정, 선박 저속운항 프로그램, AMP 도입, 저속운항 선박 및 AMP 이용 선박 대상 인센티브 제공 등을 통해 선사의 적극적인 참여를 유도해오고 있음

- 미국은 LA항을 포함한 북미 연안 지역을 선박의 황산화물, 질소산화물, 미세먼지의 배출을 제한하는 ECA(연료유 황함유량 0.1%)로 지정 신청, IMO에서 2010년 3월 채택 후 2011년 8월 발효되었으며, 2012년 8월부터 실제 적용해옴[11)]

- LA항의 경우, 2001년에 도입한 '선박속도감소(VSR, Vessel Speed Reduction) 프로그램'은 이웃한 롱비치항과도 연계해서 운영되고 있으며, 남캘리포니아 대기질 개선에 가장 효과적인 방법으로 인정받고 있음

- 2015년 기준으로 LA항에 입항하는 3,542척의 선박 중 93%는 항에서 20해리(약 37㎞) 이내에서 12노트(시속 약 22㎞) 이하로 운항, 83%는 40해리(약 74㎞) 이내에서도 저속운항을 유지하고 있음

- 또한 LA항은 2004년 97-109번 선석에 세계 최초 컨테이너 선박용 AMP를 설치하였고 선박장착용 AMP장비를 설치하는 선사에 재정적 인센티브 제공, 2014년까지 26개의 AMP를 확대 설치함[12)]

■ LA항의 항만대기 개선 정책은 미세먼지의 80% 이상을 줄이고, 발암 위험도(Risk)도 85% 가까이 줄이는 획기적인 성과 도출

- LA항은 프로그램을 통해 지난 10년간 디젤미세먼지 87%, 황산화물 97%를 줄였으며, 온실가스 역시 약 25%를 감축하는 효과를 얻었는데, 더욱 중요한 사실은 발암 위험도를 단 9년 사이에 85%나 줄였다는 점임[13)]

- 2008년 이후 2015년 말까지 140만 달러(우리 돈 약 15억 원)를 참가자들에게 환불해 주었으며, 비용 대비 매우 효과적인 감축 성과로 평가할 수 있음

---

11) IMO(http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/SpecialAreasUnderMARPOL/Pages/Default.aspx)
12) Ship-Technology(http://www.ship-technology.com/features/feature-shore-power-green-answer-costly-berthing-emissions)
13) LA항 홈페이지 내 대기오염보고 기록
https://www.portoflosangeles.org/environment/progress/initiatives/reporting-our-progress/

표 1. 미국 LA항의 대기오염물질 감축 성과(`05~`15)

오염물질	감축율	감축량(톤)
디젤미세입자(DPM)	85%	743
초미세먼지(PM2.5)	83%	683
미세먼지(PM10)	84%	801
NOx	51%	8,324
SOx	97%	4,824

선박에서 배출되는 미세먼지와 원인물질에 대한 입체적 관리 우선 필요

■ 국제항해 선박에 대한 IMO의 연료유 황 함량 규제 정책의 충실한 이행

- 2020년부터 국제항해 선박 연료의 황 함량을 0.5%로 강화하는 IMO의 규제를 이행하기 위해서는 저유황연료의 생산과 공급체계를 사전에 확보해야 함
- 원천적으로 연료 내 황 함유 기준을 강화하면 대기오염물질의 배출량이 떨어지는 직접적 효과를 기대할 수 있는 반면, 저유황 연료 사용에 따른 추가비용의 발생과 운임 전가와 같은 경제적 문제도 함께 고려하여야 함
- 국제 항해에 종사하는 국적선을 대상으로 저유황 연료 사용에 따른 가격 상승요인을 보조금이나 세제혜택 등의 방식으로 지원하는 것은 무역협정 위반의 소지가 있음

■ 실용성이 높고 저렴한 선박 배출가스 처리장치(Scrubber) 개발과 장착 지원

- 배출처리장치는 처리장치의 기술적 한계나 선박장착의 구조적 문제, 상시가동의 여부, 주기적 관리의 문제, 교체에 따른 비용 발생의 문제를 고려하여 효과가 좋고 적용이 쉬운 기술개발이 필요함
- 배출가스 처리장치의 선체 장착은 기존 선박의 구조에 맞지 않거나 추가적인 비용부담을 불러오기 때문에 기본적으로 연료의 황 함량 규제 등이 선행된 후 배출가스 농도 개선을 위해 추가적인 조치단계에서 함께 고려하여야 함

■ 감속운항 구역의 설정을 통한 선박 대기오염물질 배출 저감 필요

- 한편 미 LA항의 감속운행 프로그램은 연료유나 항속에 대한 직접 규제가 아닌 인센티브를 매개로 하는 자발적 프로그램으로, 항 주변에서 운항 시간이 다소 길어지나 대기오염물질의 저감 측면에서는 비용효과적이고 탁월한 방법으로 국내 도입을 적극 고려할만함

- 선박의 입출항이 밀집한 부산항 등을 시범 지역으로 설정하여, 항만이용요금을 깎아주거나 별도의 인센티브를 제공함으로써 대기오염물질 배출 저감과 선박 안전사고를 예방함

■ 연안해운과 어선의 연료유 내 황 함량 규제 일정 제시 및 지원 프로그램 확보

- 국제항해 선박 외에 연안해운과 어선에 대한 연료유 규제는 배후 항만 지역의 대기오염 저감이나 발암물질인 미세먼지로부터 승객과 선원의 건강을 위해서도 불가피한 조치임

- 연료유 규제 일정을 사전에 고지하고, 이와 함께 연안선사나 어민의 경제적 여건을 고려하여 저유황 연료유 도입에 따른 비용 상승과 이에 대한 정책적 지원책을 함께 제시하여 정책적 수용력을 높여야 함

항만구역의 실질적인 대기오염배출 관리 강화도 함께 추진

■ 항만구역의 대기오염 모니터링 시스템 구축

- 전국 주요 무역항을 대상으로 항만구역내 주요 지점별로 상시 대기오염 관측망을 설치하여, 대기오염 배출량 측정, 측정결과의 분석을 통한 발생원인 분석, 결과의 DB화 등을 통해 실질적 대기오염 개선계획이 수립되어야 함

- 또한, 중장기적으로 배후도심의 대기환경 관리시스템과 통합하여 측정자료의 신뢰성을 제고하고, 통합대기시스템의 틀 내로 편입하여 국가차원의 관리가 필요함

■ 항만별로 미세먼지를 포함한 대기오염물질 배출량 상세검증과 오염물질 거동 파악

- 국내 항만과 선박의 운항방식에 맞는 대기오염물질 배출계수를 개발하고 배출특성, 대기 중 거동 특성에 따라 미세먼지 배출량과 오염도에 대한 기초정보를 확보함[14)]

- 한편 초미세먼지의 급격한 발생에 대비하고 항만 주변 권역에서 대기오염물질의 행동특성을

14) 기존 선박 배출 대기오염물질 산정은 국립환경과학원의 배출량 통계를 따르는데, 국가 유류 사용통계를 이용한 하향식 방법(top-down approach)을 이용해 산정한 관계로 오차가 매우 클 가능성이 높음. 향후 항만과 선박에서의 배출원과 활동특성을 반영한 상향식 방법(bottom-up approach)의 배출량 산정이 필요함.

파악하기 위해 항만 주변지역을 중심으로 대기오염 측정망을 확대함

■ 선박, 하역장비, 노후트럭 등에 대한 대기오염물질 배출 관리 강화

- 항만에 입출항 하는 선박의 연료 사용 최소화를 위해 전국 항만에 육상전원공급장치(Alternative Marine Power, AMP)를 50대 이상의 도입을 추진하고, AMP를 이용하는 선박에 대해서는 입항료, 접안료 감면 등 인센티브 제공을 통해 국내 입출항 선박의 AMP 이용을 유도함
- 특히, 예선, 도선 등 항내 이동이 많은 관공선에 대한 친환경 선박연료 사용, AMP 이용 등을 우선적으로 추진하고, 중기적으로 LNG 추진선으로 개조 또는 교체를 추진함
- 또한, 컨테이너크레인, 야드트랙터, 트랜스퍼크레인 등 터미널내 하역장비를 LNG, 전기 등을 연료로 사용하는 친환경 하역장비로 신속하게 확대 전환함

■ LNG 추진선 등과 같은 친환경 선박 전환 촉진을 위한 실효적 제도 도입 필요

- 국내 해양수산부 등록 외항선박 917척 중 335척(36.5%)이 고선령·저효율 선박으로 IMO의 환경규제 강화 추세에도 해당 선주 및 선사들은 해운경기 불황과 자금 부담으로 고효율· 친환경 선박 전환에 대해 보수적 태도를 견지함
- 따라서, LNG 추진선 등 친환경 선박으로의 전환 경제성이 부족한 노후선박의 조기폐선을 촉진하고 연안·항만 지역의 환경개선을 추진하기 위한 노후선박 조기폐선 보조금 지원 제도 도입이 필요함
- 신조선 건조에 대한 선사의 부담을 경감시켜 발주 수요를 증가시켜 항만도시의 환경개선 뿐만 아니라 침체된 조선산업 활성화 및 고용효과 창출이 가능하도록 함

■ 항만구역 내 신재생에너지 생산 확대

- 터미널 운영건물, 항만배후단지의 물류센터 등 항만구역의 다양한 건물을 활용한 태양력 발전 확대, 중소형 해상풍력발전시설 설치 등을 통해 에너지원 전환으로 필요한 전력을 자체 생산할 수 있는 전력공급체계를 구축함
- 항만구역은 태양력, 풍력 등 신재생에너지 생산을 위한 적지로서 신재생에너지 생산을 확대할 수 있도록 태양광 등의 설치 및 이용 기업에 대한 인센티브 확대를 병행 추진해야 함

무엇보다 녹색 해운·항만의 통합 정책적 접근, 국민 건강과 삶의 질 향상 최우선 고려

■ 선박 및 항만구역의 대기오염물질 배출 저감을 위해서 단계적 정책 추진이 필요

- 우선 항만구역의 대기오염도를 측정하고 대기오염 배출원을 명확히 규명하기 위한 관측망의 구축이 선행되어야 하며, 이와 더불어 LNG 벙커링 인프라, AMP 설치 등 친환경 선박 접안 여건 조성이 필요함
- 중기적으로 선박 배출가스 처리장치 장착, 노후 선박의 조기 폐선, LNG 추진선 건조 등을 지원하는 보조금 및 인센티브 등 제도를 도입하여 친환경 선박 도입 확대를 추진해야 함
- 또한, 터미널 내 하역장비를 친환경장비로 전환하고, 항만구역 내 태양광, 풍력 등 신재생에너지 확대 생산을 통해 자체 전력공급체계 구축이 필요함
- 장기적으로 우리나라 해역을 통항하는 모든 선박의 대기오염 배출을 체계적으로 관리하기 위해 우리나라 해역을 배출통제지역으로 지정하기 위한 검토가 추진되어야 함

■ 국민 건강 증진 및 삶의 질 향상을 최우선으로 하는 친환경 정책적 관점에서 추진 필요

- 무엇보다도 대기오염관리는 국민건강, 삶의 질과 직결되는 사안으로서 경제성, 타당성 등 경제적 관점에서 판단하는 것보다 국민 복지를 위한 정책적 관점에서 추진이 필요함
- 또한, 미세먼지 등 대기오염 배출이 예상되는 다양한 부문의 개선이 동시에 이루어질 수 있도록 예산 등을 확대하여 추진함으로써 정책의 실효성과 실질적인 개선을 앞당길 수 있을 것임

■ 특히 항만과 선박에서 배출한 대기오염물질이 지역민과 항만 종사자, 선원에게 미치는 건강상 영향에 대한 과학적 평가 필요

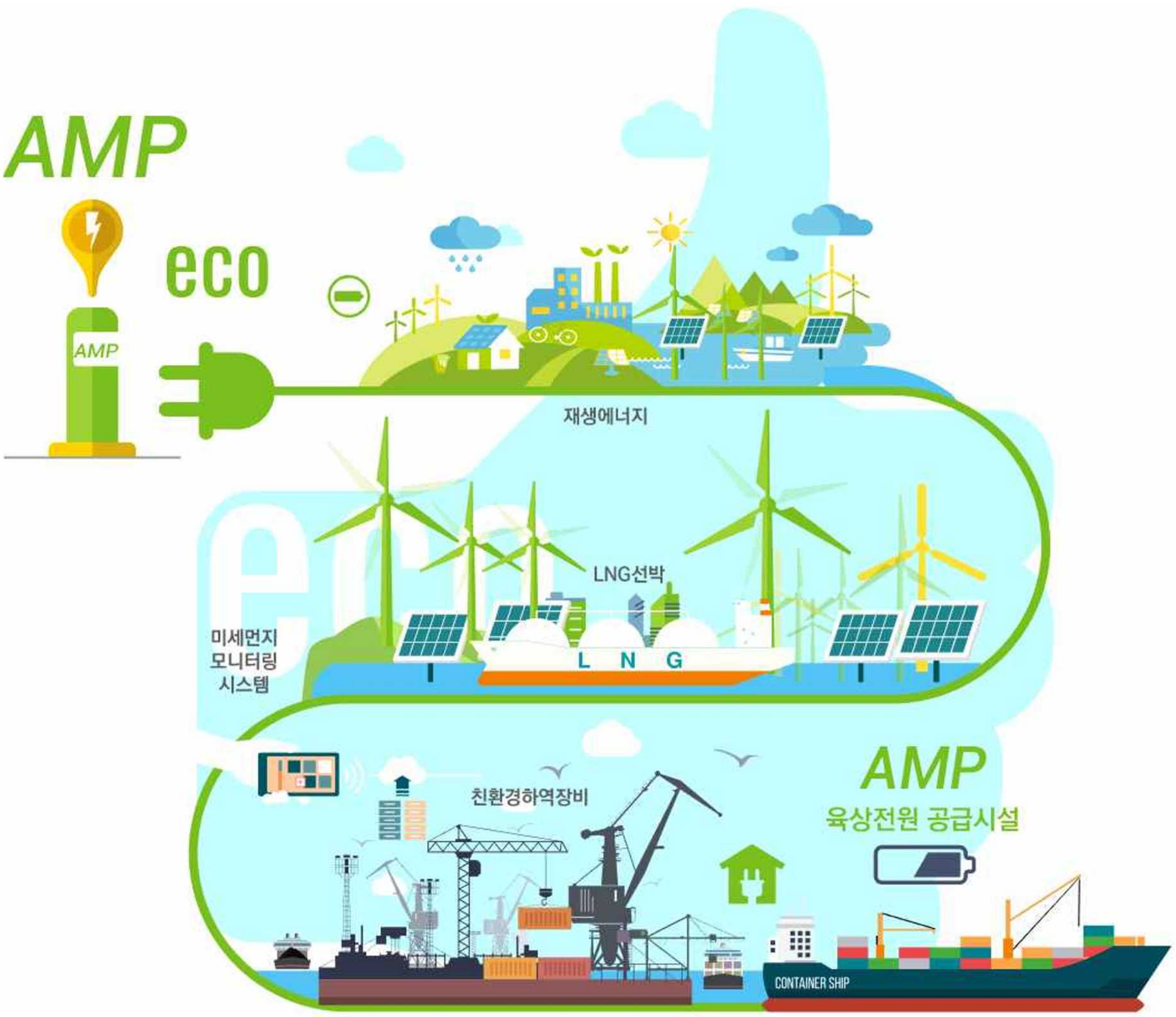
- 선박이라는 강력한 대기오염물질 배출원에 근접한 지역민, 선원, 항만근무 인력에 미치는 보건환경상 영향에 대한 정량적 평가 필요함
- 보건환경에 미치는 영향과 이에 따른 경제적 비용의 발생, 선박기인 대기오염 개선에 따른 비용 등을 함께 평가함

■ 항만도시 미세먼지 오염 관리를 위해 해양수산부는 물론 항만당국, 선사, 지자체 등의 협력이 필요하며, 이를 지원할 해양수산부 내에 이행조직이 필요

■ 또한 기존 녹색항만, 녹색해운 정책의 연장선에서 온실가스 저감정책과 대기오염물질 관리 정책 연계·확대 필요

- 항만과 선박에서 온실가스와 대기오염물질을 관리하기 위해서는 저급연료의 사용을 줄이거나 청정연료 및 에너지 사용을 늘리며, 에너지 효율을 높이는 등 본질적으로 매우 유사한 정책수단이 필요함
- 화석연료의 이용에서 발생하는 온실가스와 대기오염물질을 별개의 관리대상으로 나누지 말고 대상의 파악과 정책수단의 투입에 있어 통합적인 접근이 필요함
- 미세먼지를 비롯한 대기오염물질과 온실가스 관리를 위해 해양수산부 차원의 관리기본계획을 마련하고 지방해양수산청 또는 항만 단위로 이행계획을 수립·이행하며, 주기적으로 이행 상태를 점검·평가하는 관리체계 마련도 제도적으로 뒷받침 되어야 함

그림 5. 초미세먼지대응 친환경 항만 구상도



자료: KMI

[부록] 주요 통계자료

표 1. 주요 광역시의 배출원별 대기오염물질 배출량 상대적 비교

시도('13기준)	배출원 대분류	NOx	SOx	PM2.5
서울특별시	도로이동오염원	1.0	1.0	1.0
	비도로이동오염원	0.5	4.5	0.9
대구광역시	도로이동오염원	1.0	1.0	1.0
	비도로이동오염원	0.5	1.6	0.7
부산광역시	도로이동오염원	1.0	1.0	1.0
	비도로이동오염원	2.5	1,994.7	4.8
인천광역시	도로이동오염원	1.0	1.0	1.0
	비도로이동오염원	1.1	484.3	1.6
울산광역시	도로이동오염원	1.0	1.0	1.0
	비도로이동오염원	2.2	1,927.1	4.1

자료: 국립환경과학원 국가대기오염물질 배출량 서비스(http://airemiss.nier.go.kr/)

주1. 각 도시에서 도로이동오염원의 배출량을 1로 할 때 비도로이동오염원 배출량을 비율로 표시

주2. 비도로이동오염원 중 선박기인오염원의 비율은 80~90% 이상임(부산시 기준)

표 2. 비도로이동오염원에서 선박의 배출량 비중

	NOx	SOx	PM2.5
부산광역시	79.6%	99.6%	86.6%
인천광역시	36.8%	90.4%	59.4%
울산광역시	78.3%	99.9%	84.2%

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	2017.01.18
제12호	2016 유엔총회 결의, 한국 KMI의 역할 높이 평가	2017.01.25
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	어린물고기를 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

URL : http://www.kmi.re.kr/web/trebook/list.do?rbsIdx=273