

nabO

미세먼지 관리 특별대책의 현황 및 개선과제

- 수송 및 발전부문을 중심으로

김상우, 허가형



미세먼지 관리 특별대책의 현황 및 개선과제

- 수송 및 발전부문을 중심으로

사업평가현안분석 제59호 (통권 373호)

미세먼지 관리 특별대책의 현황 및 개선과제

- 수송 및 발전부문을 중심으로

총 괄 | 고기석 사업평가국장

기획·조정 | 김수옥 사회사업평가과장

최미희 산업사업평가과장

작 성 | 김상우 사회사업평가과 사업평가관

허가형 산업사업평가과 사업평가관

지 원 | 유선주 사회사업평가과 행정실무원

이정아 산업사업평가과 행정실무원

이희선 산업사업평가과 자료분석지원요원

「사업평가현안분석」은 국회가 관심 있게 다룰 재정 현안이나 정책 이슈에 대해 객관성 있는 분석정보를 적시성 있게 제공함으로써, 국회의 예산 및 법안 심사와 의제 설정을 실효성 있게 지원하기 위한 것입니다.

문 의 : 사업평가국 사회사업평가과 | 02) 788-3782 | peb2@assembly.go.kr

이 책은 국회예산정책처 홈페이지(www.nabo.go.kr)를 통하여 보실 수 있습니다.

미세먼지 관리 특별대책의
현황 및 개선과제
- 수송 및 발전부문을 중심으로

김상우, 허가형

2016. 10

이 보고서는 「국회법」 제22조의2 및 「국회예산정책처법」 제3조에 따라 국회의원의 의정활동을 지원하기 위하여, 국회예산정책처 「보고서발간심의위원회」의 심의(2016. 9. 29.)를 거쳐 발간되었습니다.

발간사

우리나라의 대기오염은 산업화와 자동차 배출가스 증가 등으로 인하여 1960년대부터 급속히 악화되어 왔으며, 정부는 대기환경을 개선하기 위하여 2005년부터 제1, 2차 수도권 대기환경관리 기본계획을 추진하고 있습니다. 이러한 노력으로 미세먼지 오염도가 개선되는 성과가 나타났으나, 2013년부터 그 추세가 정체되었으며, 2016년 들어서는 고농도 미세먼지가 자주 발생하여 국민 건강을 위협하고 있는 실정입니다.

본 보고서는 심각한 미세먼지 문제에 대처하기 위해 정부가 추진하고 있는 「미세먼지 관리 특별대책(2016.6.3.)」의 실태를 파악하고, 동 대책이 취지를 달성하기 위해서 개선해야 할 과제를 도출하였습니다.

분석 결과, 노후경유차 저공해화 등 수송 부문 대책의 미세먼지 저감 목표 달성 가능성이 낮은 것으로 나타났고, 이를 달성하는 경우에도 초미세먼지($PM_{2.5}$) 목표농도까지 낮추지는 못하는 것으로 예측되었습니다. 특히 친환경자동차가 전체 자동차에서 차지하는 비중이 작고 미세먼지 기여율도 낮아서 미세먼지 저감효과는 미미한 것으로 분석되었습니다. 뿐만 아니라, 수도권 이외 지역의 미세먼지 측정망이 부족하고, 미세먼지 예보의 정확성을 향상시키기 위한 ‘국가 대기질 통합관리시스템’이 당초의 목적을 달성하지 못한 것으로 나타났습니다. 발전부문의 미세먼지 저감대책도 효과가 나타나기까지 상당기간이 예상됩니다. 폐기예정인 10기의 발전소는 지리적으로 외곽에 있거나 2025년까지 더 이용할 계획이며, 기존 발전설비에 대한 대기오염방지설비 개선도 2030년까지 계획되어 있으므로 단기적인 성과는 크지 않을 전망입니다.

따라서 향후 정부는 정확한 현황 파악을 위해 충남, 충북, 강원 등 미세먼지 배출량 및 농도가 높은 수도권 외 지역의 측정망을 확충하는 한편, 수송부문에서 신기후체제 대응을 위해 장기적으로 친환경차 개발 및 인프라 구축을 지원하되, 대기환경 개선을 위해 시급한 노후경유차 저공해화 등에 재정 지원을 확대할 필요가 있습니다. 또한 발전부문에서 미세먼지를 적게 배출하는 발전원을 우선적으로 가동하는 환경급전방식을 검토하고, 장기적으로는 경제성 뿐 아니라 환경성을 고려하여 전력수급 계획을 수정할 필요가 있습니다.

본 현안분석보고서가 미세먼지 문제에 관심을 가지고 계신 국회의원님들의 의정활동에 기여할 뿐만 아니라, 이에 대한 보다 심층적인 평가와 분석이 수행되는 계기가 될 수 있기를 기대합니다.

2016년 10월

국회예산정책처장 김준기

요 약

□ 분석 목적 및 방법

- 본 보고서는 최근 빈발하는 고농도 미세먼지 문제에 대처하기 위해 정부가 관계부처 합동으로 발표한 「미세먼지 관리 특별대책(2016.6.3.)」의 실태를 파악하고, 실현가능성을 검토함으로써 개선과제를 도출함.
 - － 환경부는 미세먼지 저감 관련 사업에 2005~2016년 동안 1조 9,259억원의 예산을 투입하였고, 2017년 예산안에 4,844억원이 배정됨.
 - － 한국환경정책평가연구원에 의하면, 수도권의 미세먼지($PM_{2.5}$) 연평균 농도를 WHO 권고기준인 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 낮출 경우, 조기사망자가 7,852명 감소하는 등 연간 약 3.3조원의 건강편익이 발생할 것으로 추정됨.
- 현장 방문과 수도권 대기환경청, 환경부, 산업통상자원부와의 업무협의를 통하여 실태를 파악하고, 문헌조사와 통계 데이터 분석을 통해 각 대책들로 인한 미세먼지 저감효과와 전력수급 및 비용에 미치는 영향을 계량적으로 추정함.

□ 주요 쟁점 및 분석 결과

- 우리나라의 미세먼지 대기환경기준이 주요 국가 대비 느슨함에도 불구하고 대기환경기준 달성률이 낮음.
 - － 세계보건기구(WHO)의 미세먼지(PM_{10})의 권고기준은 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인데 우리나라의 환경기준은 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 미세먼지($PM_{2.5}$) 권고기준은 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인데 비해 우리나라의 환경기준은 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 차이가 있음.
 - － 미세먼지(PM_{10})의 2014년 일평균 환경기준 달성률은 8.2%에 불과했음.
- 수도권 이외 지역의 미세먼지 측정망이 부족하고, 미세먼지 예보의 정확성을 향상시키기 위한 ‘국가 대기질 통합관리시스템’ 등 데이터베이스 구축도 미흡함.
 - － 시스템에 구축기로 한 대기질 자료분석, 시험예보 모델링 검토 등이 누락됨.

- 대기환경기준은 직경이 $10\mu\text{m}$ 이하인 미세먼지를 기준으로 하지만 사업장별 대기오염배출허용기준은 직경이 $50\mu\text{m}$ 이하인 총부유먼지(TSP)를 기준으로 하고 있어 사업장에 대한 배출허용기준을 미세먼지로 적용하는 것을 검토할 필요가 있음.
- 노후경유차 저공해화 등 수송 부문 대책의 미세먼지 저감 목표 달성 가능성이 낮은 것으로 나타났고, 이를 달성하는 경우에도 수도권의 연평균 $PM_{2.5}$ 농도를 목표인 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 낮추기 위해서는 추가 대책이 필요함.
 - 수송부문의 주요 대책에 의한 미세먼지(PM_{10})와 질소산화물(NO_x) 삭감량은 각각 839톤, 1만 9,475톤으로 추정되는데, 이것은 수송부문 전체 목표 삭감량의 28.3%, 17.9%에 불과하여, 목표 달성을 위해서는 효율성을 고려한 예산 배분 및 추가 지원이 필요함.
- 친환경자동차가 전체 자동차에서 차지하는 비중이 작고 미세먼지 기여율도 낮아서 미세먼지 저감효과는 미미한 것으로 분석됨.
 - 친환경차는 대부분 승용차를 대체하는데, 경유승용차의 PM_{10} 및 NO_x 배출량은 0.8%에 지나지 않고, 대형화물차 1대가 배출하는 PM_{10} 및 NO_x 배출량은 각각 경유승용차의 145.25배, 260.64배에 이름.
- 온실가스 정책에 따라 클린디젤 보급 확대를 추진하였는데, 최근 디젤 자동차가 대표적인 미세먼지 발생원으로 대두되는 등 정책간 충돌이 발생함.
 - 클린디젤 보급 확대를 위해 경유택시를 도입하였는데, 경유 미세먼지의 발암위해성 기여율은 약 68%에 이르러 미세먼지 대책과 배치됨.
 - 국토교통부는 CNG버스 확대를 통해 경유차 감축 정책을 추진키로 했으나, 유로-6 경유택시 유가보조금 지급 정책은 그대로 유지함.
- 환경부는 대기오염물질 대량배출 사업장 578개소에 굴뚝자동측정기(TMS)를 부착하여 실시간 배출량을 관리하는데 이 중 발전부문은 14%에 해당하는 80개 사업장에 불과하지만 먼지의 배출비중은 49%를 차지함.
 - 발전 부문에 대한 대기오염배출량 관리는 비용효율적인 면에서 가장 우선적으로 관리되어야 함.
- 발전부문의 미세먼지 저감대책 중 노후 발전기 폐기는 수도권의 미세먼지 저감효과가 제한적일 것으로 예상됨.

- 기존 발전기의 대기오염배출량 저감을 위한 시설투자가 필요하며, 전력 수급상황과 발전사 재무상황을 고려하되 신속한 시설확보가 필요함.

□ 개선과제

- 세계보건기구(WHO) 기준에 따라 미세먼지 대기환경기준 및 배출허용 기준을 낮추는 규제예고제를 통해 배출시설의 변화를 유도할 필요가 있음.
 - － 주요 국가의 대기환경기준과 정책 대응 사례를 검토하여 적극적인 미세먼지 대책을 수립할 필요가 있음.
- 미세먼지의 국내 배출원에 대한 현황 파악·관리를 위해 충남, 충북, 강원 등 수도권 이외 지역에 대한 미세먼지 측정망의 확충이 필요함.
 - － 충남은 2012년부터 미세먼지 배출량이 크게 증가하고 있고, 충북, 강원, 전북, 경북은 PM_{10} 연평균농도가 17개 시·도 중 2~5번째로 높음.
- 수송부문에서 신기후체제(파리 의정서) 대응을 위해 장기적으로 민간의 친환경차 개발을 지원하되, 미세먼지 정책과 배치되고 온실가스 감축 근거도 빈약한 경유택시 등 클린디젤 확대 정책은 중단할 필요가 있음.
 - － 경유 미세먼지에 다량 포함된 블랙 카본은 1급 발암물질로 지정되었을 뿐만 아니라 지구온난화에도 이산화탄소 다음으로 악영향을 미침.
- 노후경유차 조기폐차 및 PM/NOx 동시저감장치 부착 등 미세먼지 저감에 효율적인 수송부문 대책에 대한 정부의 적극적 재정 지원이 필요함.
 - － 경유차는 수도권 미세먼지의 29%를 배출하는데, 특히 노후경유차가 총 배출량의 79%를 차지함.
- 발전부문 미세먼지 저감 대책으로 미세먼지를 적게 배출하는 발전원을 우선적으로 가동하는 환경급전방식을 검토할 필요가 있음.
 - － 석탄발전은 가스발전 대비 3배 이상 더 많은 대기오염물질을 배출하며 유류발전은 5배 이상 더 많이 배출하므로, 가스발전을 우선적으로, 유류발전은 가장 마지막으로 가동하는 것이 유리함.
 - － 환경급전방식으로 변경시 발전비용은 증가하나 건강비용과 생산성 하락효과 등을 고려하면 비용효과적인 대안이 될 수 있음.
 - － 환경급전방식의 법적근거를 위하여 「전기사업법」 개정의견을 제시함.
- 장기적으로는 화력발전 위주의 전력수급 계획을 신기후체제를 고려한 친환경 체계로 수정하는 것이 필요함.

1. 개요

- 2013년부터 미세먼지 문제가 개선되지 않고, 최근 고농도 미세먼지가 자주 발생함에 따라, 정부는 2016년 6월 3일 관계부처 합동으로 “미세먼지 관리 특별대책”을 발표함.
- 본 보고서는 미세먼지 관리 특별대책의 실태를 파악하고, 미세먼지 관리 체계, 수송 및 발전 분야 대책의 실현가능성을 검토하여 개선과제를 제시하고자 함.

2. 미세먼지 관리 특별대책의 내용 및 주요 사업 현황

- “미세먼지 관리 특별대책”은 제2차 수도권대기환경기본계획을 기초로 전국적으로 적용이 가능한 대책은 확대하고, 조기 시행이 가능한 대책은 앞당겨 시행하며, 여기에 신규 대책을 추가함.
 - 제2차 수도권대기환경기본계획의 목표($20\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 2024년에서 2021년으로 3년 앞당겨 달성하고, 10년내 유럽 주요도시의 현재수준으로 미세먼지를 개선하는 것을 목표로 함.(서울 기준, 2026년 $18\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- 대책의 기본방향은 ①국내배출원의 과학적 저감, ②미세먼지· CO_2 동시저감 신산업 육성, ③주변국과의 환경협력, ④예·경보체계 혁신, ⑤전국민이 미세먼지 저감에 참여하되 서민부담은 최소화하는 것임.
 - 세부이행계획에 따르면, 수송 부문 17개, 발전·산업부문 4개, 생활부문 3개 등 국내 배출원 집중 감축 대책 24개, 미세먼지· CO_2 동시저감 신산업 육성 대책 5개, 주변국과의 환경협력 대책 6개, 예·경보체계 혁신 대책 7개 등 총 42개 과제로 구성됨.

미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획

주요 대책 (총 42개 과제)		
1. 국내 배출원의 집중 감축 (24개)	수송	1-1. 경유차 미세먼지 감축 (5개)
		1-2. 친환경차 보급 및 충전인프라 확충 (6개)
		1-3. 대기오염 심각도에 따른 자동차 운행제한 (2개)
		1-4. 비도로 이동오염원 배출저감 (4개)
	발전 산업	1-5. 발전소 미세먼지 저감 (2개)
		1-6. 사업장 미세먼지 관리 (2개)
	생활	1-7. 생활주변 미세먼지 관리 (3개)
2. 미세먼지와 CO ₂ 를 함께 줄이는 신산업 육성 (5개)	2-1. 저에너지 도시 구축산업 육성 (2개)	
	2-2. 환경과 상생하는 에너지 신산업 육성 (3개)	
3. 주변국과의 환경협력 (6개)	3-1. 주변국과의 미세먼지 저감 협력 강화 (4개)	
	3-2. 국내 신산업의 해외 환경시장 진출 지원 (2개)	
4. 미세먼지 예·경보체계 혁신 (7개)	4-1. 미세먼지 예보정확도 제고 (3개)	
	4-2. 미세먼지 원인규명과 기술개발 (2개)	
	4-3. 건강취약계층 보호를 위한 홍보 및 대응 (2개)	

자료: 환경부 자료 재정리

- 환경부는 미세먼지 관리를 위하여 수도권 및 수도권외 대기개선추진대책, 천연가스자동차 보급, 대기오염측정망 구축·운영, 전기자동차 보급 및 충전인프라 구축 사업 등을 추진함.

○ 2016년도 예산은 3,458억원으로 2015년 대비 약 849억원(32.6%)이 증액됨.

미세먼지 관리 특별대책 관련 사업 예결산 현황

(단위: 백만원)

세부사업명	2014년		2015년		2016년
	예산	결산	예산	결산	
계	177,981	156,875	260,908	232,859	345,837
1. 수도권 및 수도권외 대기개선추진대책	108,676	97,580	104,905	92,975	104,514
2. 천연가스자동차보급	26,890	26,311	18,925	17,321	15,276
3. 대기오염측정망 구축·운영	16,992	16,516	17,907	17,395	21,131
4. 한·중 공동 미세먼지저감 환경기술 실증협력 사업	0	0	10,000	10,000	10,000
5. 전기자동차 보급 및 충전인프라 구축	25,423	16,468	78,779	78,776	148,524
6. 하이브리드차량 구매 보조금 지원	0	0	30,392	16,392	46,392

자료: 환경부 내부자료, 2016. 9.

3. 미세먼지 관리 특별대책의 주요 쟁점

가. 자료 축적·관리 및 예·경보 시스템

- 우리나라는 2015년부터 미세먼지($PM_{2.5}$) 환경기준을 적용하였으나 일평균 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 세계보건기구의 권고기준인 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 높으며 주요국가보다도 높은 상황임.
 - 미국은 2006년부터 배출기준을 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 적용하였고 일본은 2009년부터 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 환경기준을 적용함.

주요 국가의 미세먼지($PM_{2.5}$) 기준 및 도입년도

(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	WHO 권고기준	한국	미국	일본	유럽연합	호주	중국
일평균	25	50	35	35	-	25	75
연평균	10	25	15	15	25	8	35
도입년도	-	2015	2006	2009	2010	2005	2012

자료: 환경부 내부자료, 2016. 9.

- 우리나라의 미세먼지(PM_{10}) 일평균 환경기준은 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이나 2014년 전국 255개 측정소 중 234개 측정소가 일평균 기준을 달성하지 못하여 미세먼지 배출기준 달성률이 미흡한 것으로 나타남.
 - 미세먼지의 연평균 기준은 255개소 중 99개소가 미달성하여 38.8%의 미달성률을 보이며, 24시간 기준은 21개소만이 기준을 충족하여 미달성률이 91.8%로 높음.

대기환경기준 미달성률

(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 개소, %)

항목	환경기준		유효 측정소	해당 측정소수		환경기준 미달성률
				달성 측정소	미달성 측정소	
미세먼지 (PM_{10})	연평균	50	255	156	99	38.8
	일평균	100		21	234	91.8

주: 2014년 전국의 대기오염물질 측정소를 기준으로 함.

자료: 환경부, 「대기환경연보」, 2015.

□ 미세먼지 정보 이후 대응조치 미흡

- 환경부는 대기오염 경보제를 운영하고 있으며 대기상태를 좋음, 보통, 나쁨, 매우 나쁨의 4단계로 구분한 예보와 2단계로 구분하는 경보를 발령하지만, 미세먼지 정보 이후 각 단계별로 취해야할 조치가 구체적이지 않음.
 - 미세먼지주의보와 경보는 PM_{10} 시간당 평균농도가 각각 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 과 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때 발령함.
- 프랑스 파리시는 자체 대기오염경보제도를 운영하며, 미세먼지 경보시 차량 이용 제한과 시내 구간별로 대기오염에 따른 제한속도 규정, 특정 수송수단에 대한 이동제한조치, 대중교통 이용 장려책과 벌금을 부과함.
 - 프랑스 파리시의 경보발령은 PM_{10} 의 24시간 평균 $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 우리나라보다 엄격함.
- 미세먼지 경보시 단기 대응을 위하여 고농도 구간의 자동차 운행자제와 대중교통 이용 장려를 동시에 실시하는 방안을 검토할 필요가 있음.

□ 미세먼지 예·경보의 정확성 및 효율성 미흡

- 국립환경과학원이 PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 등 대기오염 예보의 정확성과 효율성을 향상시키기 위해 추진한 ‘국가 대기질 통합관리시스템’ 구축 사업이 당초 목적을 달성하지 못하는 등 데이터베이스 구축·관리가 미흡함.
 - 기상, 배출량 및 대기오염도를 예보 등급 결정시 적극 활용할 수 있도록 다양한 통계 분석 방법을 개발·적용하는 것이 필요함.

□ 미세먼지 데이터 축적 미흡

- 수도권 지역 및 대도시의 도시대기 측정망은 잘 구축되어 있는 반면, 그 외 지역의 경우 측정망이 매우 부족한 실정임.
 - 총 152개소의 $PM_{2.5}$ 측정소 중에서 81개소(53.3%)가 특·광역시에 설치되었고, 서울에는 천 km^2 당 41.3개소가 설치된 반면, 경상북도 0.3개소, 강원도 0.4개소, 충청남도 0.4개소에 불과함.

나. 수송 부문

□ 미세먼지 저감 목표 달성 가능성 저조

- 대책의 효과에 대한 엄밀한 분석 과정 없이, 제2차 수도권 대기환경관리 기본계획에서 설정한 미세먼지 농도의 달성을 앞당긴다는 목표를 먼저 설정하고, 기존 대책을 강화하거나 그 동안 논의되었던 대책을 추가함.
- 노후경유차 저공해화 확대, 친환경차 보급 확대, 비도로 이동오염원 배출저감 등 수송부문 주요 3개 대책에 의해 저감할 수 있는 미세먼지(PM_{10})와 질소산화물(NO_x) 총량은 각각 839톤, 1만 9,475톤인 것으로 추정됨.
 - － 이것은 수송부문 전체 PM_{10} , NO_x 목표삭감량인 2,964톤, 109,056톤의 28.3%, 17.9%에 머무는 것으로, 효율성을 고려한 예산 배분 및 추가 지원이 필요함.

수송 분야 대책별 저감효과 추정 결과

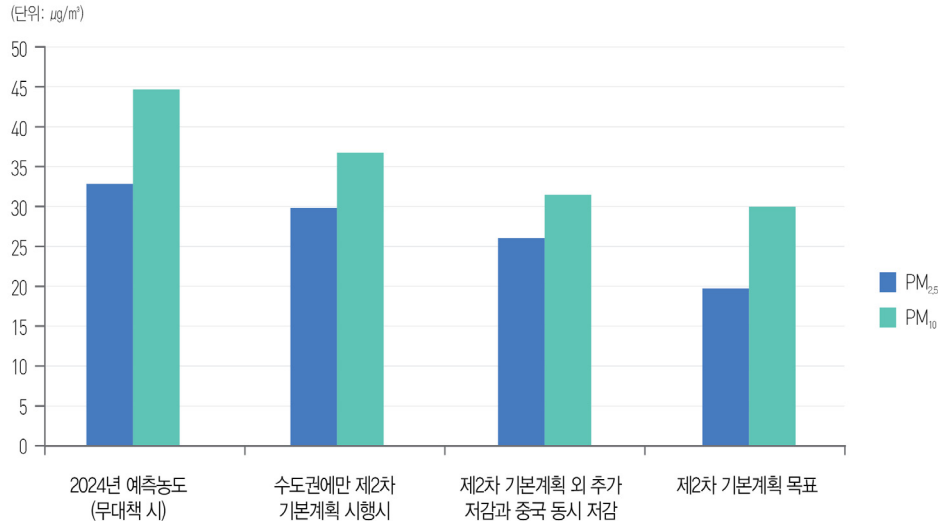
(단위: 톤, %)

대책		목표 대수	PM_{10}	NO_x
노후경유차 저공해화 확대	PM· NO_x 동시저감	9,700	130	3,558
	조기폐차	212,000	466	12,488
친환경차 보급 확대	전기차	250,000	29	440
	수소차	10,000	1	18
	하이브리드차	1,240,000	71	1,091
비도로 이동오염원 배출저감	건설기계	10,000	143	1,882
계		-	839	19,475

자료: 정용일, 전문가 간담회(2016.7.) 자료를 기초로 재정리

- 한국대기환경학회의 모델링 결과에 따르면, 제2차 수도권 대기환경 기본계획 외에 비산먼지 대책 등에 따른 추가 저감과 2024년까지 중국에서 환경 규제를 강화하여 대기오염물질 배출량을 저감하는 경우에도, $PM_{2.5}$ 농도가 $26.2\mu g/m^3$ 로 예측되어 목표농도 $20\mu g/m^3$ 에 미치지 못하는 것으로 나타남.

한국대기환경학회 미세먼지 모델링 결과



자료: 감사원, “수도권 대기환경 개선사업 추진실태”, 「감사보고서」, 2016.4.

□ 친환경자동차 보급에 따른 미세먼지 저감효과 미미

- 전기자동차의 보급을 위해서는 충전인프라 구축이 선행되어야 하는데, 2015년 현재 전체 충전시설 5,742기 중에서 3,710기(64.6%)가 서울과 제주에 집중됨.
 - － 특히 급속충전기가 337기(5.9%)이고, 완속충전기가 5,405기로 대부분을 차지해서, 전기자동차를 중장거리용으로 보급하는 데 한계로 작용함.
- 2020년까지 3,000기의 충전시설을 확충한다는 정부의 계획은 민간의 참여를 유도하는 인센티브가 미흡하여 실현가능성이 낮음.
 - － 충전방식을 다원화하고, 신축 아파트에 전용주차구역 설치 근거를 마련하며 충전시설 설치공간을 건폐율 면적에서 제외하는 것이 유인책임.
- 친환경자동차가 대부분 승용차를 대체하는데, 수송 분야의 미세먼지는 주로 경유차에서 배출되며, 그 중에서도 화물·특수차량의 기여율이 70% 이상이어서 친환경차 보급이 미세먼지 저감에 기여하는 효과는 미미함.
 - － 경유승용차의 PM_{10} 및 NO_x 배출량은 0.8%에 지나지 않고, 대형화물차 1대가 배출하는 PM_{10} 및 NO_x 배출량 대비 각각 1/145 및 1/260 수준에 불과함.

- 미세먼지 관리 등 대기오염과 CO₂ 관리 온실가스 정책간의 상호 모순
 - 온실가스 정책에 치우쳐서 클린디젤 보급 확대를 추진하였는데 최근 디젤 자동차가 대표적인 미세먼지 발생원으로 대두되었으며, 미세먼지 관리 특별 대책도 미세먼지에만 치중하여 대기질 개선에 대한 종합적 접근이 부족함.
 - 클린디젤 보급 확대 정책의 일환으로 경유택시를 도입하였는데, 경유 미세먼지의 대기 중 $PM_{2.5}$ 농도 기여율은 약 15%이나 발암위해성 기여율은 약 68%에 이름.
 - 국토교통부는 유가보조금 지원대상을 압축천연가스(CNG) 버스로 확대 하며, M버스(수도권 광역급행버스)는 앞으로 CNG 버스만 신규 허가하는 등 미세먼지를 줄이기 위한 경유차 감축 정책을 추진기로 했으나, 유로-6 경유택시 유가보조금 지급 정책은 그대로 유지함.
 - 대기오염과 온실가스 정책을 동시에 고려하는 장기적인 로드맵 설정이 필요함.

다. 발전 부문

- 소수의 발전시설에서 다량의 미세먼지 배출
 - 2015년 말 기준 굴뚝자동측정기를 부착한 전국 578개 사업장 중 발전부문은 80개 사업장으로 14%를 차지하지만, 배출량 비중은 먼지의 46%, 황산화물의 60%, 질소산화물의 42%로 높은 수준임.
 - 발전부문은 소수의 사업장에서 다량의 대기오염배출량을 배출하므로 비용 효율적인 대응이 될 수 있음.
 - 일부 발전기의 대기오염물질 배출농도는 평균을 초과하여 고농도의 대기 오염물질을 배출하므로 설비개선계획에 우선적으로 반영할 필요가 있음.
 - 100ppm을 초과하는 황산화물을 배출하는 발전시설이 18개소이며, 140ppm을 초과하는 질소산화물을 배출하는 발전시설은 23개소가 있음.
 - 발전시설의 미세먼지 배출량을 측정할 수 있는 장비가 없음.
 - 발전시설에 부착된 먼지배출량 측정기기는 총부유먼지 TSP를 측정하며 미세먼지 PM_{10} 혹은 $PM_{2.5}$ 는 측정하지 않음.

□ 노후 발전기 폐기에 따른 미세먼지 저감효과 미미

- 정부는 발전부문 미세먼지 관리 특별대책으로 30년 이상된 10기의 노후 발전기를 2025년까지 폐기하는 것으로 발표함.
- 하지만 폐기 예정인 화력발전소의 소재지는 강원권 2기, 남해안 4기, 충남 4기이며 수도권에 가장 근접한 보령화력 1·2호기는 2025년에 폐기할 계획이므로 동 대책은 수도권의 미세먼지 저감효과가 미미할 것으로 예상됨.
 - 보령화력 1·2호기의 배출량은 2016년 상반기 중 굴뚝자동측정기가 부착된 화력발전소의 전체 질소산화물 배출량의 5%를 차지함.

□ 가동 중인 발전기의 미세먼지 등 대기오염물질 배출량 과다

- 가동 중인 발전기는 설치당시 규제 수준과 대기오염방지시설 투자비 규모에 따라 배출농도와 배출량이 달라짐.
- 2004년 설치된 영흥화력 1·2호기와 2014년 설치된 5·6호기는 대기오염방지시설 투자비 규모가 2배 이상 차이가 있었으며 그에 따라 대기오염물질 배출량에서 차이가 있음.
 - 영흥 2호기의 SO_x와 NO_x의 배출농도는 각각 24ppm 인데 비해 영흥 6호기는 8ppm과 13ppm으로 6호기의 배출농도는 2호기의 절반이하임.
 - 2015년 영흥 2호기는 6호기보다 전력판매량이 적었음에도 대기오염물질 배출량은 2배 이상 많았음. 1kWh의 전력을 판매하기 위해 영흥 2호기는 0.46톤을 6호기는 0.17톤의 대기오염물질을 배출함.

영흥화력 2호기와 6호기의 대기오염물질 배출현황(2015년)

(단위: 억원, 톤, GWh, 톤/GWh)

	2호기	6호기
시설투자비	499	1,036
물질 배출량	2,648	1,124
전력판매량	5,783	6,582
전력판매량당 배출량	0.46	0.17

주: 대기오염방지시설은 2개 호기에 공동으로 설치되므로, 대기오염방지시설 투자비는 1,2호기와 5,6호기의 투자비를 1/2로 나눈 값임.

자료: 남동발전 내부자료를 이용하여 국회예산정책처에서 작성함.

□ 발전기의 가동우선순위 선정시 미세먼지 배출량 고려 미흡

- 석탄화력발전과 유류화력은 발전비중 대비 미세먼지 등의 대기오염물질 배출량이 많음. 가스화력 대비 석탄화력은 3.8배, 유류화력은 5.4배 더 많은 대기오염물질을 배출함.
- － 석탄화력은 2015년 화력발전량 중 63%를 차지했으나 대기오염물질 배출량은 83%를 배출하였으며 유류화력은 3.0%의 전력을 생산하였으나 5.5%의 대기오염물질을 배출함.

발전원별 대기오염물질 배출량

(단위: GWh, %, 톤, 톤/GWh)

구 분	석탄	가스	유류	계
발전량	201,070	106,503	9,394	316,967
(발전 비중)	(63.4)	(33.6)	(3.0)	
대기오염물질 배출량	183,027	25,208	12,073	220,308
(배출량 비중)	(83.1)	(11.4)	(5.5)	
단위 발전량 당 배출량	0.91	0.24	1.29	
가스화력 대비 배출량	(3.85)	(1.0)	(5.43)	

주: 1. 발전량은 한국전력의 「전력통계속보」에 따름.

2. 대기오염물질 배출량은 발전부문 굴뚝자동측정기를 통해 측정된 SO_x, NO_x, TSP의 합임.

자료: 한국전력과 환경부 내부자료를 이용하여 국회예산정책처에서 작성함.

4. 개선과제

□ 미세먼지 측정망의 지역적 불균형 해소 필요

- 국내 배출원에 대한 정확한 현황 파악과 관리를 위해서는 수도권 외 지역에 대한 PM₁₀ 및 PM_{2.5} 측정망 확충이 필요함.
- － 특히 PM₁₀ 연평균농도가 16개 시도 중에서 2~5위인 충북, 강원, 전북, 경북과 2012년부터 미세먼지 배출량이 크게 증가하고 있는 충남 지역은 측정망의 개수 및 면적당 밀도 모두 낮음.

□ 수송부문에서 온실가스 정책과 미세먼지 정책의 충돌 해소 필요

- 신기후체제(파리 의정서) 대응을 위해 장기적으로 민간의 친환경차 개발을 지원하되, 미세먼지 정책과 배치되고 온실가스 감축 근거도 빈약한 경유택시 등 클린디젤 확대 정책은 중단할 필요가 있음.

- 경유 미세먼지에 다량 포함된 블랙 카본은 1급 발암물질로 지정되었을 뿐만 아니라 지구온난화에도 이산화탄소 다음으로 악영향을 미침.
- 미세먼지 저감을 위해 단기적으로 정부가 직접 친환경자동차 보급 확대를 추진하는 것보다는, 장기적으로 민간의 기술 개발 및 인프라 구축을 지원하는 방안이 효과적임.

□ 미세먼지 저감에 효율적인 수송부문 대책에 대한 집중 투자 필요

- 경유차는 수도권 미세먼지의 29%를 배출하는데, 특히 노후경유차가 총 배출량의 79%를 차지하므로, 노후경유차 저공해화 대책에 대한 투자 확대가 필요함.
 - 중소형 경유차 조기폐차 외에 배출 기여율이 높은 대형경유차와 건설 기계에 대한 PM/NOx 동시저감장치 보급 및 조기폐차의 확대가 필요함.

□ 발전부문 미세먼지 저감대책으로 발전원별 가동 우선순위 및 전력공급 계획 조정 필요

- 발전부문 미세먼지 저감대책으로 미세먼지를 적게 배출하는 발전원을 우선적으로 가동하는 환경급전방식을 검토할 필요가 있음.
 - 현재는 발전원가가 가장 낮은 석탄화력을 우선적으로 가동함.
 - 환경급전방식은 미세먼지를 적게 배출하는 가스, 석탄, 석유 순으로 발전기 가동 순서를 변경하여 발전부문 대기오염물질 배출량을 줄일 수 있음.
- 환경급전방식은 전체 전력생산원가가 높아진다는 단점이 있으나 단기적으로 미세먼지 배출량을 줄일 수 있는 방안임.
 - 미세먼지 배출량이 줄어들에 따른 건강비용 감소와 생산성 하락 방지 효과를 고려하면 환경급전방식이 사회적으로는 비용효과적일 수 있음.
- 환경급전방식에 대한 법적근거를 확보하기 위하여 「전기사업법」 개정의견을 제안함.
- 2016년 2~5월의 급전우선순위 변경 시나리오에 따르면 추가 비용은 약 8,312억원이며, 그로 인해 미세먼지를 포함한 26,742톤의 대기오염물질 배출량을 줄일 수 있을 것으로 나타남. 즉 발전비용은 약 10%가 증가하며 배출량은 약 37%가 감소하는 것임.

환경급전 시나리오에 따른 미세먼지 저감비용과 효과

(단위: GWh, 백만원, 톤)

		석탄	가스	유류	계
발전량	기존	63,377	32,033	5,370	100,780
	시나리오	32,033	68,747	0	100,780
	차이	△31,344	36,714	△5,370	0
거래금액	기존(A)	4,624,900	3,192,600	540,600	8,358,100
	시나리오	2,337,590	6,851,736	0	9,189,326
	차이(B)	△2,287,310	3,659,136	△540,600	831,226
	(A/B)				(9.9%)
배출량	기존(C)	57,690	7,582	6,901	72,173
	시나리오	29,159	16,272	0	45,431
	차이(D)	△28,531	8,690	△6,901	△26,742
	(C/D)				(37%)

주: 1. 단위 배출량은 2015년의 전력거래량과 SOx, NOx, PM₁₀ 배출량의 단순합을 이용하여 구함.

2. 정산단가는 2016년 2~5월 평균 거래단가를 적용함.

자료: 전력거래소 내부자료를 이용하여 국회예산정책처에서 작성함.

- 미세먼지의 환경기준과 사업장 배출허용기준을 PM₁₀으로 일치할 필요
 - 「대기환경보전법」은 환경기준을 PM₁₀과 PM_{2.5}를 기준으로 하지만 사업장 배출허용기준은 총부유먼지(TSP)를 기준으로 관리하고 있으므로, 배출허용기준을 환경기준에 맞추어 변경할 필요가 있음.
- 중장기적인 발전부문 미세먼지 저감대책으로 현재 가동 중인 발전기의 대기오염물질 저감장치 교체 및 신설 필요
 - 탈황설비와 탈질설비, 전기집진기의 3가지 대기오염물질 저감장치를 모두 교체하거나 신설할 경우 발전소 1기당 약 1,000억원의 비용이 소요될 것으로 예상되는데, 한전 및 발전자회사의 최근 5년간 누적 당기순이익이 13.4조원이었으므로 설비교체 비용은 발전사에서 수용할 수 있는 규모로 판단됨.
 - 하지만, 기존 설비의 개선은 설치까지 시간이 소요된다는 점에서 단기적으로 미세먼지 배출량을 줄이기에는 현실적으로 어려울 것으로 판단됨.
 - 산업통상자원부는 35기 발전기에 대해 대기오염물질 저감장치 교체를 계획하고 있으나 교체 시기 및 교체 범위를 발전공기업 뿐 아니라 민간 발전사의 발전기까지 확대하여 시행할 필요가 있음.

차 례

I. 분석 개요 / 1

1. 분석 목적 및 배경	1
2. 분석 대상 및 방법	2
3. 주요 쟁점	3

II. 미세먼지 현황 및 미세먼지 관리대책의 주요 내용 / 5

1. 미세먼지 개관	5
2. 미세먼지 관리 특별대책의 주요 내용 및 사업 현황	8
가. 미세먼지 관리 특별대책의 추진 경과	8
나. 환경부의 주요 사업	12
3. 지방자치단체별 미세먼지 관리대책	13
가. 서울시 미세먼지 저감 종합대책	13
나. 인천광역시 미세먼지 저감 종합대책	14

III. 미세먼지 관리체계의 쟁점 / 15

1. 미세먼지 관리체계	15
가. 우리나라의 미세먼지 법적 관리체계	15
나. 미국의 대기환경 관리체계	16
다. 유럽연합의 대기환경 관리체계	18
2. 미세먼지 대기환경기준의 국제비교 및 달성률	19
가. 미세먼지 대기환경기준의 국제 비교	19
나. 우리나라의 미세먼지 대기환경기준 달성률 미흡	21
3. 미세먼지 경보 발령시 대응조치 미흡	22
4. 미세먼지 데이터 축적 및 관리 미흡	26
가. 측정망 분포의 지역간 불균형과 관리 부실	26
나. 데이터베이스 구축 및 관리 미흡	29

IV. 수송부문 미세먼지 관리대책의 쟁점 / 33

1. 수송부문 미세먼지 배출계수 및 배출량 현황 33
 - 가. 정부의 미세먼지 전망배출량 및 삭감 목표 33
 - 나. 수도권 수송부문 PM_{10} 및 NO_x 배출량 및 배출계수 34
2. 미세먼지 목표 삭감량 및 농도 달성 가능성 저조 36
 - 가. 수송부문 대책별 삭감량 추정 결과 36
 - 나. 미세먼지 목표농도 모델링 결과 42
3. 친환경자동차 보급에 따른 미세먼지 저감효과 미미 44
 - 가. 친환경자동차 보급 대책의 실현가능성 미흡 45
 - 나. 친환경자동차 보급의 미세먼지 저감효과 검토 필요 47
4. 미세먼지 관리 대책과 온실가스 정책간의 충돌 49

V. 발전부문 미세먼지 관리대책의 쟁점 / 53

1. 발전부문 미세먼지 배출 기여도 및 배출량 현황 53
2. 노후 발전기 폐기에 따른 미세먼지 저감효과 미미 56
3. 가동 중인 발전기의 미세먼지 저감장치 설치 및 성능개선 필요 58
 - 가. 가동 중인 화력발전설비의 미세먼지 배출량 비교 58
 - 나. 미세먼지저감설비 미설치 발전기의 대기오염물질 배출량 과다 62
 - 다. 미세먼지저감설비 설치를 위한 발전사 투자여력 및 전력수급상황 검토 66
 - 라. 발전설비의 미세먼지 배출기준 및 측정설비 누락 69
4. 발전원별 가동 우선순위 조정 필요 70

VI. 정책 시사점 / 77

참고문헌 / 85

표 차례

[표 1] 제1차 및 제2차 기본계획의 대기환경 개선 목표 비교	9
[표 2] 미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획	10
[표 3] 미세먼지 관리 특별대책 관련 사업 예정현황	12
[표 4] 서울특별시 미세먼지 저감 종합대책	13
[표 5] 인천광역시 미세먼지 저감 종합대책	14
[표 6] 미국의 대기오염 관리체계	18
[표 7] 주요 국가의 $PM_{2.5}$ 기준 및 도입년도	20
[표 8] 미세먼지에 대한 세계보건기구(WHO) 권고기준과 잠정목표	20
[표 9] 먼지에 대한 환경기준 변화	21
[표 10] 대기환경기준 달성률	22
[표 11] 대기오염예보 단계별 미세먼지의 농도 기준	23
[표 12] 2015년 미세먼지 경보 발령일수	24
[표 13] 대기오염 경보 단계별 미세먼지의 농도 기준	24
[표 14] 프랑스의 물질별 경보 발령 기준	25
[표 15] 시·도별 미세먼지 측정소 현황	28
[표 16] 2024년 대기오염물질별 전망배출량 대비 목표 삭감량 및 목표 배출량	34
[표 17] 자동차 PM_{10} 배출량(수도권)	35
[표 18] 자동차 NO_x 배출량(수도권)	35
[표 19] 친환경차 보급확대 계획	37
[표 20] 수송 분야 대책별 저감효과 추정 결과	38
[표 21] 미세먼지 관리 특별대책과 기존 대책의 차이점(수송 부문)	39
[표 22] 미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획 사업별 예산 현황	41
[표 23] 수도권 대기환경개선사업 추진에 따른 대기환경 개선 정도 예측 모델링 결과	43
[표 24] 지역별 충전시설 보급 현황	46
[표 25] 하이브리드차와 일반휘발유차의 오염물질 및 연비 비교	48
[표 26] 시험모드별 특징 및 평균 주행속도	50
[표 27] 업종별 연간 대기오염물질(먼지, 황산화물, 질소산화물) 배출량 현황(2015년)	54
[표 28] 지역별 굴뚝 자동측정기기 부착 시설 운영 사업장 현황(2015년)	55

[표 29] 지역별 굴뚝 자동측정기기 부착 발전시설 현황	55
[표 30] 노후화력 발전기 폐기 계획	57
[표 31] 미세먼지 감축을 위한 발전부문 세부 추진계획	58
[표 32] 고농도 황산화물 배출 설비	59
[표 33] 고농도 질소산화물 배출 설비	61
[표 34] 영흥화력 2호기와 6호기의 대기오염물질 배출 현황	63
[표 35] SO _x 배출저감장치가 설치되지 않은 석탄화력발전기	64
[표 36] NO _x 배출저감장치가 설치되지 않은 석탄화력발전기	65
[표 37] NO _x 배출저감장치가 설치되지 않은 복합화력발전기	65
[표 38] 한전 및 발전자회사 당기순이익	68
[표 39] 발전원별 대기오염배출량	71
[표 40] 환경급전 시나리오에 따른 미세먼지 저감비용과 효과	74
[표 41] 「전기사업법」 개정의견	81

그림 차례

[그림 1] 미세먼지의 2015년 연평균 농도 분포	7
[그림 2] 주요 대도시의 $PM_{2.5}$ 농도(2008-2015)	8
[그림 3] 미세먼지관리특별대책	10
[그림 4] 대기오염물질 배출시설 설치허가·신고 업무처리 절차 개요	16
[그림 5] 세계 주요도시의 미세먼지 농도 비교	19
[그림 6] $PM_{2.5}$ 측정소 전국 분포도	27
[그림 7] 발생원별 $PM_{2.5}$ 배출 기여도	33
[그림 8] 한국대기환경학회 미세먼지 모델링 결과	42
[그림 9] 경유 승용차와 LPG 택시의 질소산화물 배출량 및 환경비용	51
[그림 10] 폐기예정 노후 석탄발전소의 위치	57
[그림 11] 발전시설별 SO_2 최고농도	59
[그림 12] 발전시설별 NO_x 최고농도	60
[그림 13] 발전기별 먼지(TSP) 최고 농도	62
[그림 14] 우리나라의 전력수급 실적과 전망	67
[그림 15] 전력수요 증가와 신규 발전설비의 비교	67
[그림 16] 최근 전력공급예비율 및 설비예비율	72
[그림 17] 주요 도시의 2015년 PM_{10} 월평균 농도	73

I. 분석 개요

1. 분석 목적 및 배경

우리나라의 대기오염은 산업화 및 자동차 배출가스 증가 등으로 1960년대부터 악화되었다. 우리나라의 미세먼지¹⁾ 오염도는 2005년부터 추진된 제1차 수도권 대기환경관리 기본계획을 비롯한 대기환경 개선 노력으로 인하여 지속적으로 개선되는 추세였으나, 그 추세가 2013년부터 정체되었고 2016년 들어서 고농도 미세먼지²⁾가 자주 발생하였다.

세계보건기구(WHO)가 2008년 발표한 자료에 의하면, 우리나라의 대기오염으로 인한 사망자는 인구 10만 명당 24명으로 주요 12개국 중에서 중국 다음으로 많은 것으로 나타난다.³⁾ 미국 항공우주국(NASA)이 위성을 이용하여 측정한 오염도 분석 자료에서도 2005년 대비 2014년 대기 중 NO_2 농도가 일본, 미국, 유럽 등은 감소하고 있는 반면, 중국과 우리나라는 증가하여 중국에 이어 두 번째로 나쁜 것으로 나타났다.⁴⁾ WHO는 미세먼지 PM_{10} 과 $\text{PM}_{2.5}$ 의 권고기준을 일평균 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 와 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 정하고 있는데, 2016년 상반기에 이 기준을 충족한 날은 이틀에 불과하다. 이에 따라 미세먼지 문제 해결을 위한 국가적 차원의 특단의 대책 수립 필요성이 대두되었고, 정부는 2016년 6월 3일 황교안 국무총리 주재로 관계부처 장관 회의를 개최하여, “미세먼지 관리 특별대책”을 확정 발표하였다.

금번 특별대책은 제2차 수도권 대기환경관리 기본계획(2015~2024)을 기초로 전국적으로 적용이 가능한 대책은 확대하고, 조기 시행이 가능한 대책은 앞당겨 시

1) 미세먼지는 우리 눈에 보이지 않는 아주 작은 물질로 대기 중에 오랫동안 떠다니거나 흩날려 내려오는 입자상 물질을 말하는데, 직경이 $10\mu\text{m}$ 이하인 PM_{10} 과 직경 $2.5\mu\text{m}$ 이하인 $\text{PM}_{2.5}$ 로 나눌 수 있다.(자세한 내용은 2장 1절 참조)

2) 일반적으로 미세먼지 주의보 기준을 초과하는 것을 “고농도 미세먼지”라고 부른다.(자세한 내용은 2장 1절 참조)

3) 수도권대기환경청, WHO 국가별 대기오염에 의한 사망자 추정, 2013.

4) 감사원, “수도권 대기환경 개선사업 추진실태”, 「감사보고서」, 2016.4.

행하며, 여기에 신규 대책을 추가한 것이다. 감사원의 감사 결과에 의하면 당초 제2차 기본계획에서 2024년까지 $PM_{2.5}$ 의 연평균 농도를 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 한다는 목표의 달성 가능성이 높지 않은 것으로 나타났다. 그런데 특별대책은 이 목표를 2021년까지 당겨서 달성하고, 2026년까지 $18\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 낮추는 것으로 되어 있다. 이에 따라 미세먼지 관리 특별대책이 합리적인 근거에 의하여 달성 가능한 목표를 설정하였다기보다는 이미 논의되어왔던 대책들을 모두 모아놓은 실효성 없는 대책이라는 비판도 제기되고 있는 실정이다. 따라서 본 보고서는 정부의 미세먼지 관리 특별대책의 실태를 파악하고 동 대책이 취지를 달성하기 위해서 개선하여야 할 과제를 도출하는 것을 목적으로 한다.

2. 분석 대상 및 방법

본 보고서는 2016년 6월 3일에 발표된 미세먼지 관리 특별대책의 주요 대책을 분석 대상으로 한다. 동 대책 세부이행계획에 따르면, 수송 부문 17개, 발전·산업부문 4개, 생활부문 3개 등 국내 배출원의 집중 감축 대책이 24개 포함되어 있고, 미세먼지와 CO_2 를 함께 줄이는 신산업 육성 대책 5개, 주변국과의 환경협력 대책 6개, 미세먼지 예·경보체계 혁신 대책 7개 등 총 42개 과제로 구성된다. 이 중에서 실질적인 미세먼지 감축 방안의 중심이라고 할 수 있는 국내 배출원 대책 중에서 수송 부문과 발전 부문 대책에 초점을 맞추어 분석한다.

화력 발전소 등에 대한 현장 방문과 수도권 대기환경청, 환경부, 산업통상자원부와의 업무협의를 통하여 실태를 파악하고, 관련 논문 및 연구보고서 등에 대한 문헌조사와 데이터 분석, 전문가 면담 및 간담회를 통하여 개선과제를 도출하였다.

3. 주요 쟁점

본 보고서는 미세먼지 관리체계, 수송부문, 발전부문으로 나누어 미세먼지 관리 특별대책의 쟁점을 분석하였다.

미세먼지 관리체계 측면에서는 미세먼지 환경기준의 적합성과 현황 파악의 기초가 되는 미세먼지 측정망의 확충 및 관리, 정확한 미세먼지 예보를 위한 “국가 대기질 통합관리시스템” 구축의 적절성을 다루었고, 수송부문에서는 수송 부문 대책의 미세먼지 저감 목표 달성 가능성과 친환경자동차 보급 대책의 효과성, 클린디젤 보급 확대 정책의 일환인 경유택시 도입의 타당성을, 발전부문에서는 정부의 노후 화력발전소 폐기 및 대기오염방지시설 개선의 필요성과 효과성을 분석하였다.

II. 미세먼지 현황 및 미세먼지 관리대책의 주요 내용

1. 미세먼지 개관

미세먼지는 우리 눈에 보이지 않는 아주 작은 물질로 대기 중에 오랫동안 떠다니거나 흩날려 내려오는 입자상 물질을 말하는데, 직경이 $10\mu\text{m}$ 이하인 PM_{10} ⁵⁾과 직경이 $2.5\mu\text{m}$ 이하인 $PM_{2.5}$ ⁶⁾로 구분할 수 있다. 「환경정책기본법」, 「수도권 대기환경개선을 위한 특별법」 등 법령에서는 PM_{10} 과 $PM_{2.5}$ 를 모두 “미세먼지”로 표기하고 있는데, 본 보고서에서는 PM_{10} 과 $PM_{2.5}$ 를 모두 포함하는 경우는 “미세먼지”로, 구분하여 사용할 경우는 각각 PM_{10} 과 $PM_{2.5}$ 로 지칭하기로 한다.

미세먼지는 제조업·발전소·자동차 등의 1차 오염원(배출원)에서 직접 배출되거나, 대기 중에서 NO_x ⁷⁾, SO_x ⁸⁾, NH_3 ⁹⁾, VOCs ¹⁰⁾ 등이 화학반응을 일으켜 2차적으로 생성되는 것으로 알려져 있다.¹¹⁾ 오염원은 공장, 발전소, 가정 등 고정된 위치에서 대기오염물질을 배출하는 “고정오염원”과 자동차, 기차, 항공기 등 이동하면서

5) “Particulate Matter smaller than $10\mu\text{m}$ ”의 약자이다.

6) “Particulate Matter smaller than $2.5\mu\text{m}$ ”의 약자이다.

7) 질소산화물(NO_x)은 이산화질소(NO_2), 일산화질소(NO) 등 질소(N)와 산소(O)의 화합물인 대기오염물질로서 고온의 연소 과정에서 생성된다. 오존(O_3)을 생성하는 원인 물질이며, 폐질환 등을 유발한다.

8) 황산화물(SO_x)은 이산화황(SO_2), 일산화황(SO) 등 황(S)과 산소(O)의 화합물인 대기오염물질로서 연료 등에 함유된 황이 연소하면서 발생한다. 산성비와 $PM_{2.5}$ 생성의 원인 물질이며, 폐질환을 유발한다.

9) 암모니아(NH_3)는 세균의 유기물 분해 과정 및 화학합성 등에 의해 생성되고, 질소산화물(NO_x)과 황산화물(SO_x)과 반응하여 $PM_{2.5}$ 의 구성성분인 질산암모늄이나 황산암모늄을 생성하며 악취를 유발한다. 코, 목, 눈을 자극하고, 폐렴, 기관지염, 두통 등을 유발한다.

10) 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds)은 유기용제 사용, 주유소, 세탁소, 자동차 등에서 배출되며, 나무에서 자연적으로 배출되기도 한다. 질소산화물(NO_x)과 햇빛의 존재하에서 광화학 반응을 하여 오존(O_3)과 $PM_{2.5}$ 등을 생성한다. 수 천종 이상이 존재하는데, 종류에 따라 졸음, 의식불명, 통증, 구토 등을 유발한다.

11) 환경부는 $PM_{2.5}$ 의 경우 직접배출(1차 생성물)과 간접배출(2차 생성물)이 약 1:2로 구성되는 것으로 파악하고 있다.

오염물질을 배출하는 “이동오염원”¹²⁾으로 분류할 수 있다. “고정오염원”은 다시 정확히 특정 배출구를 파악할 수 있는 대단위 사업장, 공공건물, 화력발전소 등을 의미하는 “점오염원(Point Source)”과 일반 가정, 소규모 건물, 음식점, 세탁소 등 규모가 작거나 불확실하여 정확히 특정 배출구를 알기 어려우나 구역단위로 발생량을 산정할 수 있는 “면오염원(Area Source)”으로 구분할 수 있다. “이동오염원”은 도로 상에서 운행하면서 대기오염물질을 배출하는 대기오염원으로 주로 자동차를 의미하는 “도로 이동오염원”과 도로상에서 운행하지는 않으나 이동이 가능한 건설용 중장비(포크레인, 불도저 등), 농기계, 선박 등을 의미하는 “비도로 이동오염원”으로 나눌 수 있다.

장기간 미세먼지에 노출될 경우 면역력이 급격히 저하되어 감기, 천식, 기관지염 등의 호흡기 질환은 물론 심혈관 질환, 피부질환, 안구질환 등 각종 질병에 노출될 수 있다. 특히 $PM_{2.5}$ 는 인체 내 기관지 및 폐 깊숙한 곳까지 침투하기 쉬워 기관지, 폐 등에 붙어 각종 질환을 유발한다.¹³⁾ 세계보건기구(WHO)는 미세먼지 중 디젤에서 배출되는 BC(blackcarbon)¹⁴⁾를 1급 발암물질로 지정한 바 있다.

우리나라는 1995년부터 PM_{10} 를 측정하였으며 2002년에는 $76\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 크게 높았으나 점진적으로 개선추세를 보이며 2012년에는 $45\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 낮아졌다. 그런데 2013년부터 악화추세로 전환되어 2015년에는 $48\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이 되었다. $PM_{2.5}$ 는 2015년에 $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 PM_{10} 의 54% 수준을 보였다.

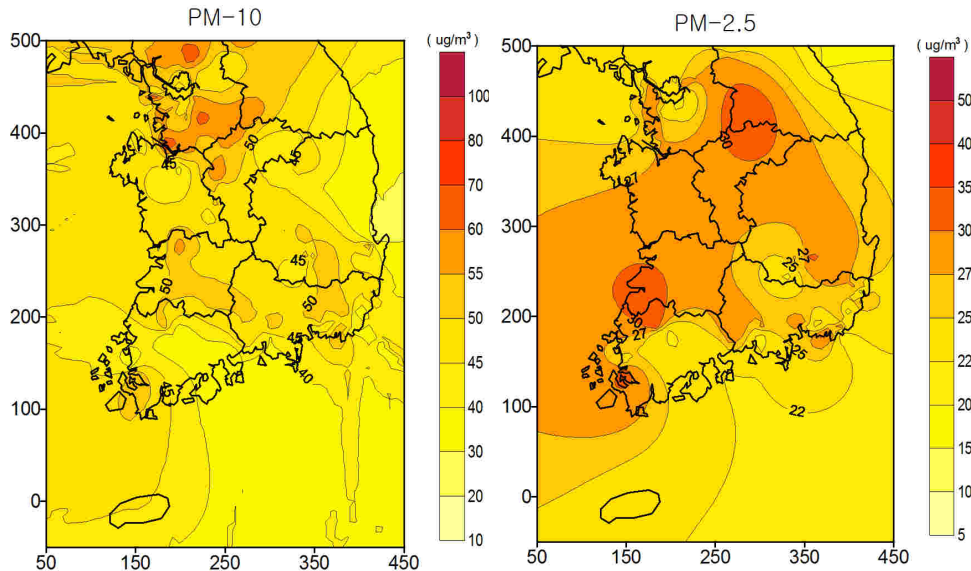
전국의 미세먼지 연평균 농도의 공간 분포를 살펴본 결과, 경기도 북부·남동지역과 강원영서, 충북 북부지역이 다른 지역보다 높은 농도를 나타내고, $PM_{2.5}$ 의 경우 측정소가 미설치된 지역이 많지만 강원영서, 충북 북부지역과 전북 남서 지역이 높게 나타났다.

12) 이동성을 가지므로 “선오염원(Line Source)”이라고도 한다.

13) 국립환경과학원, 「 $PM_{2.5}$ 환경기준 설정연구」, 2006.

14) 석탄, 석유, 나무 등과 같이 탄소를 포함한 연료가 불완전 연소할 때 나오는 그을음을 가리킨다. 보통 자동차 매연이나 아궁이에서 나오는 검은 연기에 포함되어 있다. 가시광선(햇빛)을 흡수해 적외선으로 전환시켜 대기 중으로 배출하는데, 이때 열을 함께 배출시키기 때문에 지구온난화에 영향을 미친다. 지구온난화에 영향을 미치는 정도는 이산화탄소가 40% 정도이고, 블랙 카본은 두 번째로 높은 18% 정도인 것으로 알려져 있다.

[그림 1] 미세먼지의 2015년 연평균 농도 분포

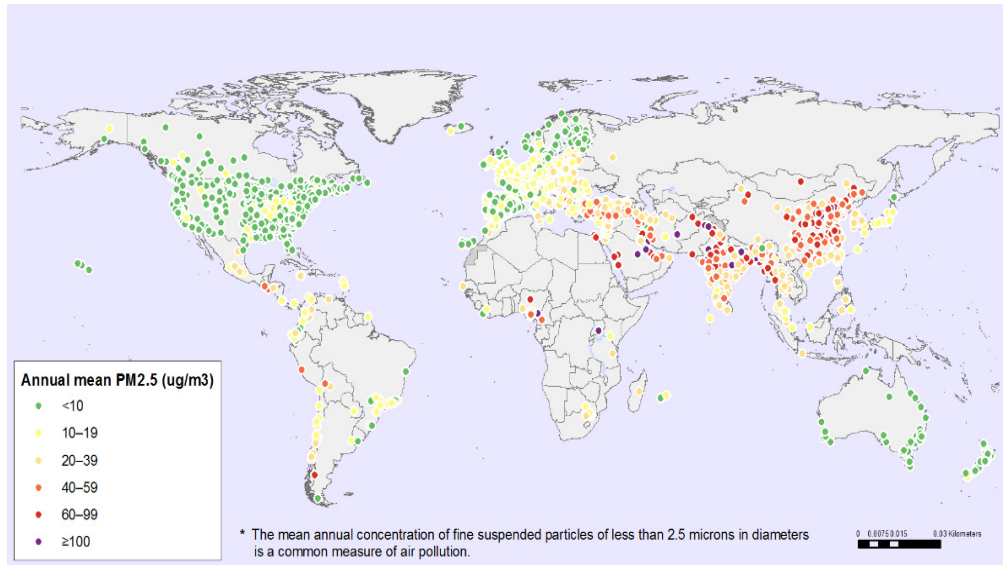


자료: 환경부, 「2015년 대기환경연보」, 2016.

우리나라의 미세먼지 농도는 세계보건기구(WHO)의 권고기준보다 높을 뿐 아니라 도쿄나 파리, 런던, 워싱턴과 같은 주요 선진국 도시에 비해서도 높은 편이다. 세계보건기구(WHO)에서 발표한 주요 대도시의 $PM_{2.5}$ 지도에 따르면 북유럽과 북아메리카에 위치한 OECD 국가는 양호한 미세먼지 농도를 보이는데 비해 한반도의 연평균 농도는 $20\sim39\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다. 2015년 서울의 $PM_{2.5}$ 농도는 연평균 $23.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고 일평균 최대값은 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 세계보건기구의 권고기준을 크게 초과하였다.

우리나라의 미세먼지 농도가 주요 국가 대비 높은 것은 세계보건기구의 보고서 뿐 아니라 다양한 조사에서 확인되었다. 미국 예일대와 컬럼비아대에서 조사한 ‘2016 환경성파지수(EPI)’에서도 우리나라의 공기질은 세계 180개국 가운데 173위였으며 특히 $PM_{2.5}$ 부문은 중국과 같은 174위였다. OECD의 2016년 보고서 ‘더 나은 삶 지수’ 조사에서 환경부문 중 세부항목 대기오염은 38개국 중 38위로 최하위였다.

[그림 2] 주요 대도시의 $PM_{2.5}$ 농도(2008-2015)



주: $PM_{2.5}$ 농도는 주요 대도시의 연평균 농도를 의미함.

자료: 세계보건기구(WHO), *Global Health Observatory Map Gallery*, 2016.

http://gamapserver.who.int/mapLibrary/Files/Maps/Global_pm25_cities_2008_2015.png

2. 미세먼지 관리 특별대책의 주요 내용 및 사업 현황

가. 미세먼지 관리 특별대책의 추진 경과

환경부는 수도권 대기질을 개선하기 위해 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」을 2005년 1월 1일부터 시행하고 기본계획을 10년 단위로 수립하고 있다. 제1차 기본계획은 2005년부터 2014년까지 추진하였는데, 대기오염도를 선진국 수준으로 낮추기 위해 PM_{10} 은 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로, NO_2 는 프랑스 파리 수준인 22ppb로 대기환경 개선 목표를 설정하였다.

이와 같은 대기환경 개선 노력으로 인하여 우리나라의 미세먼지 오염도는 2000년대 이후 지속적으로 개선되는 추세였으나, 2013년부터 정체되어서 $PM_{2.5}$ 및 O_3 등의 대기오염물질에 대한 관심이 커졌다. 이에 따라 제2차 기본계획(2015~2024)에서는 “맑은 공기로 건강한 100세 시대 구현”이라는 비전을 설정하였으며, 제1차 기본계획보다 PM_{10} 과 NO_2 의 목표농도를 더 낮은 $30\mu\text{g}/\text{m}^3$, 21ppb로 설정하고, $PM_{2.5}$ 와 O_3 ¹⁵⁾을 대기환경개선 목표 항목에 새로 추가하였다.

[표 1] 제1차 및 제2차 기본계획의 대기환경 개선 목표 비교

(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ppb)

	제1차 기본계획 (2005~2014)	제2차 기본계획 (2015~2024)
PM_{10}	40	30
NO_2	22	21
$PM_{2.5}$	-	20
O_3	-	60

자료: 감사원, “수도권 대기환경 개선사업 추진실태”, 「감사보고서」, 2016.4.

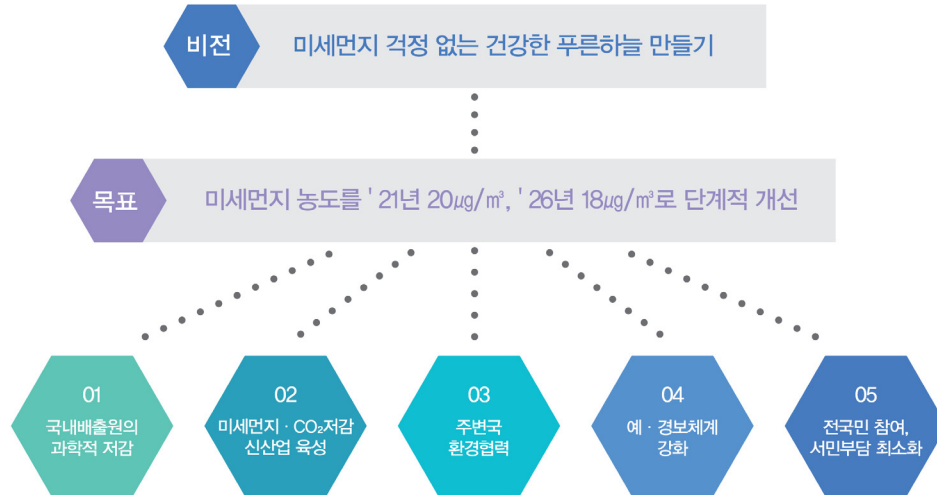
그런데 2016년에 들어서 고농도 미세먼지가 빈발하여 미세먼지 문제 해결을 위한 국가적 차원의 특단의 대책 수립 필요성이 대두됨에 따라 국무조정실을 중심으로 관계부처 차관회의 등을 거쳐 방안을 마련하였다. 정부는 2016년 6월 3일 황교안 국무총리 주재로 관계부처 장관회의를 개최하여, “미세먼지 관리 특별대책”을 확정 발표하였다.

금번 “미세먼지 관리 특별대책”은 제2차 수도권 대기환경관리 기본계획을 기초로 전국적으로 적용이 가능한 대책은 확대하고, 조기 시행이 가능한 대책은 앞당겨 시행하며, 여기에 신규 대책을 추가한 것이다. 먼저 제2차 수도권대기환경기본계획의 목표($20\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 2024년에서 2021년으로 3년 앞당겨 조기 달성할 계획이다. 또한 10년 내에 유럽 주요도시의 현재 수준¹⁶⁾으로 미세먼지를 개선한다는 목표(서울 기준, 2015년 $23\mu\text{g}/\text{m}^3 \rightarrow$ 2026년 $18\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 설정하였다. 대책의 기본방향은 ① 국내배출원의 과학적 저감, ②미세먼지· CO_2 동시저감 신산업 육성, ③주변국과의 환경협력, ④예·경보체계 혁신, ⑤전국민이 미세먼지 저감에 참여하되 서민부담은 최소화하는 것이다.

15) 오존(O_3)은 휘발성유기화합물(VOCs)과 질소산화물(NO_x)이 강한 햇빛에 의해 광화학 반응을 일으켜 생성되는데, 눈 등의 점막을 자극하고 폐질환, 호흡곤란 등을 유발하는 경보제 대상 대기오염물질이다.

16) 유럽 주요도시의 현재 수준: 파리 $18\mu\text{g}/\text{m}^3$, 도쿄 $16\mu\text{g}/\text{m}^3$, 런던 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$

[그림 3] 미세먼지관리특별대책



자료: 환경부, 미세먼지관리특별대책 홈페이지, <http://issue.korea.kr/me/finedust/>

미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획에 따르면, 수송 부문 17개, 발전·산업부문 4개, 생활부문 3개 등 국내 배출원의 집중 감축 대책이 24개 포함되어 있고, 미세먼지와 CO_2 를 함께 줄이는 신산업 육성 대책 5개, 주변국과의 환경협력 대책 6개, 미세먼지 예·경보체계 혁신 대책 7개 등 총 42개 과제로 구성된다.

[표 2] 미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획

주요 대책 (총 42개 과제)	세부 과제
1. 국내 배출원의 집중 감축 (24개) 〈수송 부문〉 (17개)	
1-1. 경유차 미세먼지 감축 (5개)	제작 경유차 질소산화물 대폭 감축, 운행경유차 미세먼지·질소산화물 저감, 노후경유차 저공해화 확대, 경유버스를 친환경버스로 단계적 대체, 에너지 상대가격 합리적 조정방안 검토
1-2. 친환경차 보급 및 충전인프라 확충 (6개)	20년 신차판매의 30%를 친환경차로 대체, '20년까지 주요 소의 25% 수준으로 근거리 충전인프라 구축, 친환경 차종별 특화된 신기술 R&D 추진, 친환경버스 보급 확대, 친환경 대중교통체계, 친환경차 인센티브 적극 확대
1-3. 대기오염 심각도에 따른 자동차 운행제한 (2개)	(정상시) 공해차량 운행제한 도입·시행, (비상시) 차량부제 등 비상저감조치

주요 대책 (총 42개 과제)	세부 과제
1-4. 비도로 이동오염원 배출저감 (4개)	건설기계 등의 제작차 기준을 선진국 수준으로 강화, 노후 건설기계 매연저감을 위한 저공해화 사업 추진, 건설기계에 대한 차세대 저공해 엔진 도입, 선박 배출 미세먼지 저감 대책 마련(추가)
〈발전·산업부문〉 (4개)	
1-5. 발전소 미세먼지 저감 (2개)	석탄화력발전소 미세먼지 저감, 친환경전원믹스 확대
1-6. 사업장 미세먼지 관리 (2개)	수도권 사업장의 대기오염 총량관리제 강화, 수도권 외 사업장 미세먼지 저감 추진
〈생활부문〉 (3개)	
1-7. 생활주변 미세먼지 관리 (3개)	비산먼지 주요 배출원 집중관리, 생활주변 연소의 맞춤형 강화, 미세먼지 실내유입 차단으로 실내 공기질 개선
2. 미세먼지와 CO ₂ 를 함께 줄이는 신산업 육성 (5개)	
2-1. 저에너지 도시 구축 산업 육성 (2개)	지속가능한 스마트 도시 확산, 제로에너지빌딩 등 친환경 건축물 확산
2-2. 환경과 상생하는 에너지 신산업 육성 (3개)	에너지 수요관리 인프라 확충, 프로슈머 거래 확산 및 태양광 등 신재생에너지 보급 촉진, 대기오염물질과 CO ₂ 저감 관련 환경기술·산업 육성
3. 주변국과의 환경협력 (6개)	
3-1. 주변국과의 미세먼지 저감 협력 강화 (4개)	정부간 상시·비상 대화채널 구축, 정부간 연구협력 기반 강화, 미세먼지저감 공동 실증사업 확대, 동북아 대기질 개선을 위한 국제적 공동노력 강화
3-2. 국내 신산업의 해외 환경시장 진출 지원 (2개)	주변국 환경시장 진출 지원, 글로벌 환경 R&D 강화 및 에너지신산업 해외진출 추진
4. 미세먼지 예·경보체계 혁신 (7개)	
4-1. 미세먼지 예보 정확도 제고 (3개)	미세먼지 측정망 확충, 예보인프라 확대, 예보관 전문성 배양 및 대국민 소통강화, 황사-미세먼지 통합 협업시스템 강화
4-2. 미세먼지 원인 규명과 기술개발 (2개)	지역별·배출원별 기여도 심층분석, 미세먼지 측정 및 대응 기술 개발
4-3. 건강취약계층 보호를 위한 홍보 및 대응 (2개)	건강취약계층 보호를 위한 범부처 협력, 미세먼지 위해성 및 국민행동 요령 교육·홍보 강화

자료: 환경부, 「미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획」, 2016. 7.

나. 환경부의 주요 사업

환경부는 미세먼지 관리를 위하여 환경개선특별회계를 통하여 수도권 및 수도권외 대기개선추진대책¹⁷⁾, 천연가스자동차 보급, 대기오염측정망 구축·운영, 한·중 공동 미세먼지저감 환경기술 실증협력사업 등을 추진하고 있다. 또한 에너지및자원사업 특별회계를 통하여 2010년부터 전기자동차의 보급 활성화를 위한 구매 보조금 지원 및 충전인프라 설치 지원 사업을 추진하고 있으며, 2015년부터 친환경차에 대한 수요증대를 위한 하이브리드차량 구매 보조금 지원 사업을 수행하고 있다. 동 사업들은 「대기환경보전법」과 「수도권 대기환경 개선에 관한 특별법」, 「환경친화적자동차 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 등을 근거로 추진되고 있다.

미세먼지 관리 특별대책 관련 사업의 2015년도 예산은 2,609억원인데 2,329억원이 집행되어 약 89.2%의 집행률을 보인다. 2016년도 예산은 3,458억원으로 2015년 대비 약 849억원(32.6%)이 증액되었다. 특히, 전기자동차 보급 및 충전인프라 구축, 하이브리드차량 구매 보조금 지원 사업이 대폭 증액되었다. 환경부가 2005~2016년까지 미세먼지 저감과 관련된 사업들에 투입한 총예산은 1조 9,259억원이다.

[표 3] 미세먼지 관리 특별대책 관련 사업 예결산 현황

(단위: 백만원)

세부사업명	2014년		2015년		2016년
	예산	결산	예산	결산	
계	177,981	156,875	260,908	232,859	345,837
1. 수도권 및 수도권외 대기개선추진대책	108,676	97,580	104,905	92,975	104,514
1-1. 수도권 대기개선 추진대책	87,169	76,274	86,603	75,277	-
1-2. 수도권외 오염심화지역 대기개선 사업	17,921	17,909	14,895	14,576	-
1-3. 자동차 배출가스관리	3,586	3,397	3,407	3,122	-
2. 천연가스자동차보급	26,890	26,311	18,925	17,321	15,276
3. 대기오염측정망 구축·운영	16,992	16,516	17,907	17,395	21,131
4. 한·중 공동 미세먼지저감 환경기술 실증협력사업	0	0	10,000	10,000	10,000
5. 전기자동차 보급 및 충전인프라 구축	25,423	16,468	78,779	78,776	148,524
6. 하이브리드차량 구매 보조금 지원	0	0	30,392	16,392	46,392

주: 2016년부터 수도권 대기개선 추진대책, 수도권외 오염심화지역 대기개선사업, 자동차배출가스 관리 등 3개 사업이 수도권 및 수도권외 대기개선추진대책으로 통합됨.

자료: 환경부 내부자료, 2016. 9.

17) 2016년부터 수도권 대기개선 추진대책, 수도권외 오염심화지역 대기개선사업, 자동차배출가스 관리 등 3개 사업이 수도권 및 수도권외 대기개선추진대책으로 통합되었다.

3. 지방자치단체별 미세먼지 관리대책

가. 서울시 미세먼지 저감 종합대책

서울시는 2018년까지 서울의 연평균 미세먼지 농도를 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2015년 기준 $23\mu\text{g}/\text{m}^3$)까지 낮추는 가시적인 성과를 만든다는 목표로 「서울시 대기질 개선 특별대책」을 발표했다. 동 대책은 서울 지역 미세먼지 3대 발생원인 자동차(35%)와 건설기계(17%), 비산먼지(12%)대책을 중심으로 하고, 특히 배출 영향이 가장 큰 교통 부문은 강력한 교통수요 관리를 통해 발생 원인을 원천 차단하는 투트랙(two-track) 전략이 핵심이다. 발생원 억제에 있어서는 환경부, 경기도, 인천광역시와의 협력으로 2.5톤 이상 노후 경유차, 관광버스, 통근버스 등 전세버스, 서울에 진입하는 경가인 천 버스 등에 집중한다.

[표 4] 서울특별시 미세먼지 저감 종합대책

부문	실행계획	내용
1. 수송	1-1. 경유차 발생 미세먼지 감축	- 노후 경유차 저공해화 및 운행제한 강화 - 2018년까지 경유 전세버스(서울시 등록) 저공해화 추진 - 서울진입 경유버스 저공해화 - 배출가스 수시점검 확대 및 공회전 단속 강화
	1-2. 전기차 등 친환경차 대전환	- 전기차 1만2천대 보급 및 급속충전기 200기 확충(~2018년) - 관용차량 100% 친환경차 전환(~2018년)
	1-3. 강도 높은 교통 수요 관리	- 교통문화 혁신을 위한 친환경 공유교통 수단 활성화 - 교통유발시설 및 주차수요 관리 강화 - 도로 재비산먼지 저감을 위한 관리
2. 생활주변	2-1. 생활 주변 비산 먼지 관리	- 비산먼지 배출 공사장 및 사업장 관리
3. 미세먼지 경보제 운영	3-1. (초)미세먼지 예·경보제 보완	- (초)미세먼지 예·경보제 운영 보완(2016. 8월~)
4. 미세먼지 측정·분석	4-1. 과학적 미세먼지 정책 마련	- 배출원 모니터링 등을 통한 과학적 미세먼지 정책 마련 (~2016.12월)
5. 시민 건강 보호	5-1. 취약계층 건강보호	- 어린이, 유치원생 등 취약계층 건강보호 (2016.8월~)

자료: 서울시, 「서울시 대기질 개선 특별대책」, 2016.

나. 인천광역시 미세먼지 저감 종합대책

인천시는 2020년까지 미세먼지 중 PM_{10} 은 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하, $PM_{2.5}$ 는 $24\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 낮추는 것을 목표로 설정했다. 발전 및 산업부문의 배출사업장에 대한 총량관리제를 확대하고 수송부문에서 노후운행차의 저공해 조치 및 친환경차 보급, 경유버스의 CNG 전환을 추진하기로 하였다. 미세먼지의 측정 및 분석을 위해서 대기오염 측정·분석 시스템을 개선하고 미세먼지 경보제를 운영할 계획이다.

[표 5] 인천광역시 미세먼지 저감 종합대책

부문	실행계획
1. 발전 및 산업	1-1. 대기오염물질 배출사업장 총량관리 운영 강화
	1-2. 발전소 등 대형 사업장 오염물질 배출량 저감
	1-3. 항만·공항 등 국영기업 오염물질 배출량 저감
	1-4. 대기오염물질 자발적 감축 추진
	1-5. 대기오염물질 배출업소 특별관리
2. 수송	2-1. 노후 운행차 저공해 조치
	2-2. 자동차 운행제한(LEZ: Low Emission Zone)
	2-3. 비도로 이동오염원 배출저감 (건설기계, 선박)
	2-4. 운행 경유자동차 배출가스 특별관리
	2-5. 친환경차 보급
	2-6. 경유버스 CNG 버스 전환
3. 생활주변	3-1. 도로먼지 저감 시스템 개선
	3-2. 비산먼지 발생원별 관리
4. 미세먼지 측정·분석	4-1. 대기오염 측정·분석 시스템 개선
	4-2. 도로 재비산먼지 조사차량 운영 시스템 개선
5. 미세먼지 경보제	5-1. 경보시스템 강화 운영 및 홍보
6. 기타	6-1. 정화능력 확보를 위한 녹지공간 확대
	6-2. 다중이용시설 등 실내 공기질 관리 확대

자료: 인천시, 「2020 미세먼지 저감 종합대책(안)」, 2016.

III. 미세먼지 관리체계의 쟁점

1. 미세먼지 관리체계

가. 우리나라의 미세먼지 법적 관리체계

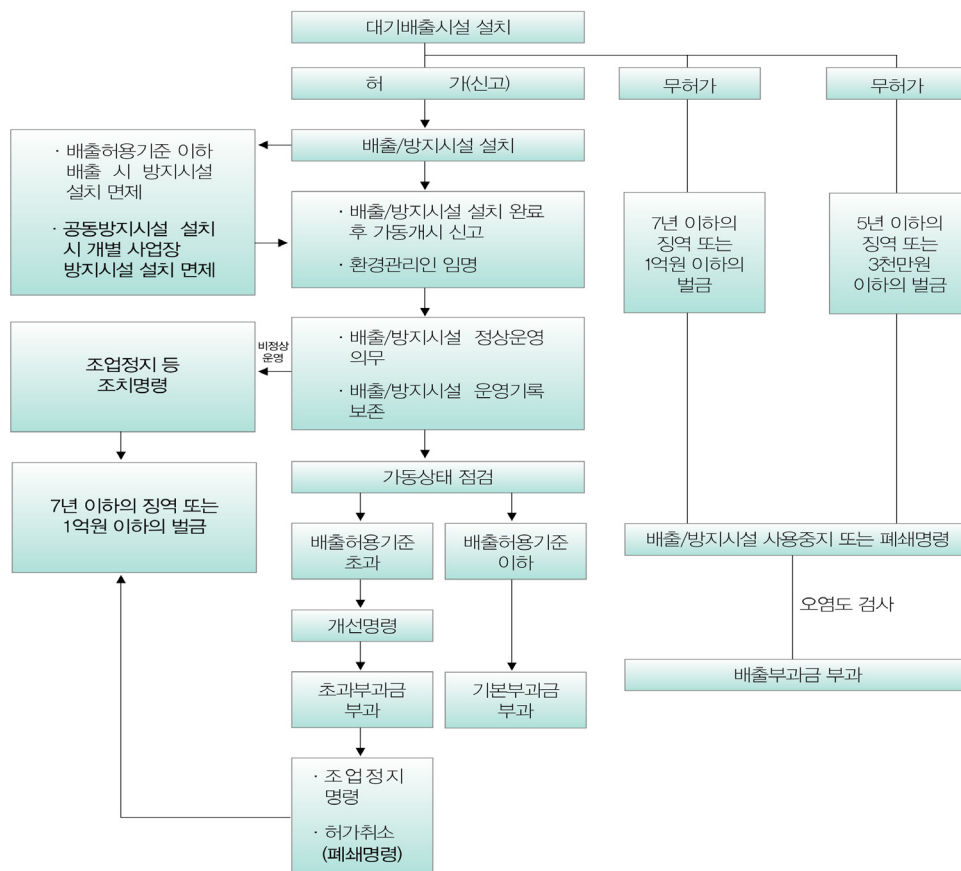
미세먼지는 「대기환경보전법」상의 환경기준물질로 등록되어 관리되고 있다. 대기질 관리를 위해 대기오염물질을 별도로 관리한 것은 1990년으로 비교적 최근이다. 환경권이 헌법에 명시된 것이 1980년이었으며 오염물질별로 대책법이 제정된 것은 1990년으로 기존의 「환경보전법」으로 총괄하던 것을 「환경정책기본법」, 「대기환경보전법」, 「수질환경보전법」, 「소음·진동규제법」, 「유해화학물질관리법」, 「환경분쟁조정법」 등 6개 법으로 구분하였다. 2003년에는 수도권대기환경개선 대책의 추진을 위한 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」이 제정되었으며, 2004년 2월에는 「악취방지법」이 제정 및 시행(2005년 2월)되었다.

미세먼지 관리를 위한 근거 법은 「대기환경보전법」과 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」이다. 「대기환경보전법」은 대기오염으로 인한 국민건강이나 환경에 관한 위해(危害)를 예방하고 대기환경을 적정하고 지속가능하게 관리·보전하여 모든 국민이 건강하고 쾌적한 생활할 수 있게 하는 것을 목적(「대기환경보전법」 제1조)으로 하여, 대기환경개선 계획수립, 대기오염물질 배출시설의 설치·운영, 생활환경 상의 대기오염물질 배출 규제, 자동차·선박 등의 배출가스 규제 등을 규정하고 있다.

대기오염물질 배출시설을 설치·운영하려는 자는 「대기환경보전법」에 따라 특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사로부터 설치허가를 받거나 시·도지사에게 설치신고를 해야 하며, 수도권 대기관리권역에서 총량관리대상 오염물질(먼지, 황산화물, 질소산화물)을 배출하려는 사업장을 설치하거나 이에 해당하는 사업장으로 변경하려는 자는 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」에 따라 서울특별시·인천광역시 또는 경기도지사로부터 설치허가를 받거나 서울특별시 등에 신고하여 허가의제처리를 받아야 한다.

환경부는 대기오염물질 배출 설치허가제도와 1종~3종 배출사업장 중 배출시설 규모에 따라 굴뚝자동측정기(TMS: Tele-Monitoring System)를 설치하도록 하는 제도를 운영하고 있다. 즉, 특정 지점에서 대기오염물질을 고정적으로 배출하는 점오염원의 경우 인허가제와 배출기준이 적용되고 있다. 또한 배출허용기준을 초과하는 경우 배출초과 부담금을 납부해야 하므로 점오염원에 대한 관리체계는 갖추어져 있다.

[그림 4] 대기오염물질 배출시설 설치허가·신고 업무처리 절차 개요



자료: 찾기 쉬운 생활법령정보, <http://oneclick.law.go.kr/>

나. 미국의 대기환경 관리체계

우리나라의 미세먼지 관리에 있어서 지자체의 역할은 제한적인 수준이다. 서울과 인천이 미세먼지 관리방안을 발표한 바 있고, 경기도와 충청도도 미세먼지 관리 방

안을 검토 중에 있다. 하지만 지자체의 실행계획은 위반시 제재조치를 강제할 수단이 제한적이라는 점에서 효과가 제한적이다. 반면 미국은 연방정부에서 대기오염물질에 대한 기준을 정하되 세부 실행계획은 주정부를 중심으로 실행된다. 이때 참고하는 대기질이 국가대기질기준(NAAQS: National Ambient Air Quality Standard)이다.¹⁸⁾ 미국 환경청(US EPA)은 분야별로 다양한 미세먼지 배출저감방안과 비용효과성을 제시한다. 지방정부는 제시된 정보를 활용하여 해당 지역에 적합한 전략과 계획을 수립하는 것이다. 즉 광역 대기오염을 저감하기 위한 대기오염물질의 제어는 발생원이 존재하는 주(state) 정부와 지역(local) 정부에 우선적인 책임이 있으며 연방정부는 국가의 전체적인 대기오염제어와 방지를 위한 프로그램을 개발하는 것이다. 각 주는 대기질 개선 관련 법령에 따라 자기 주의 대기질을 개선하기 위한 주정부 시행계획(SIP: State Implement Plan)을 작성하여 미국 환경청(US EPA)에 제출하여야 하며 주정부 시행계획에는 대기질 제어지역 내에서 1,2차 국가 대기환경기준을 성취하고 지속시키기 위한 방법이 명시된다. 대기질 제어지역은 미달성(nonattainment), 달성(attainment), 미분류(unclassifiable)의 세 그룹으로 분류된다. 주 정부는 주내의 작은 지역이라도 국가 대기환경기준을 만족하지 못하는 미달성지역으로 예측될 경우 이를 개선하기 위한 대책을 마련하고 미달성 지역으로 예측될 경우 이를 개선하기 위한 대책을 마련하고 이를 주정부 시행계획에 포함시켜야 한다. 미국 환경청은 매 5년마다 최근 과학정보를 바탕으로 대기환경기준을 검토해야 하며, 새로운 기준이 도입되기 전에 전문가 집단의 검토를 거친다.¹⁹⁾

미국 환경청은 대기질관리를 위한 법적 강제력과 정책수단을 갖고 있다. 1999년 지역 연무규칙(Regional Haze Rule)을 신설하여 주요 156개 지역(Class I region)의 가시도 악화에 기여하거나 원인이 있다고 예상되는 특정 배출원에 가장 유용한 개선기술(BART: Best Available Retrofit Technology)을 설정할 것을 규정하고 있다. 또한 「청정대기법(Clean Air Act)」은 미국 환경청이 오염물질을 부과하는 각 기관에 법적 강제력을 행사할 수 있도록 규정하고 있다. 지역의 대기오염 배출량 관리를 위한 주정부 시행계획(SIP)에 오류가 있을 경우 미국 환경청은 신규 배출원의 도입을 제약하거나 해당 지역의 연방정부 고속도로기금을 보류하는 등의 제재를 가할 수 있다.

18) <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>

19) 우정현, “수도권 미세먼지 환경개선을 위한 미국의 대기환경정책 사례 조사 연구”, 「한국대기환경학회지」 제25권 제6호, pp.579~593

[표 6] 미국의 대기오염 관리체계

법적근거	청정대기법 Clean Air Act
대기질 기준	NAAQS (National Ambient Air Quality Standard)
연방정부의 역할	미국 환경청(US EPA)는 매 5년마다 대기환경기준을 검토함.
지방정부의 역할	대기오염물질 제어 주체로 주정부시행계획 (SIP: State Implement Plan)을 작성함.
구속력	주정부시행계획에 오류가 있을 경우 미국 환경청은 제재를 가할 수 있음.

자료: 미국 환경청, 미세먼지 홈페이지(www.epa.gov/pm-pollution)를 근거로 정리함.

다. 유럽연합의 대기환경 관리체계

유럽연합의 대기환경관리원칙은 개별 국가가 대기환경질의 측정과 모델링을 통해 대기환경수준을 측정할 책임이 있으며, 대기오염농도가 높아지면 개별 국가가 제재 조치를 포함하는 대기질관리계획이나 프로그램을 마련해야한다는 원칙을 갖는다.

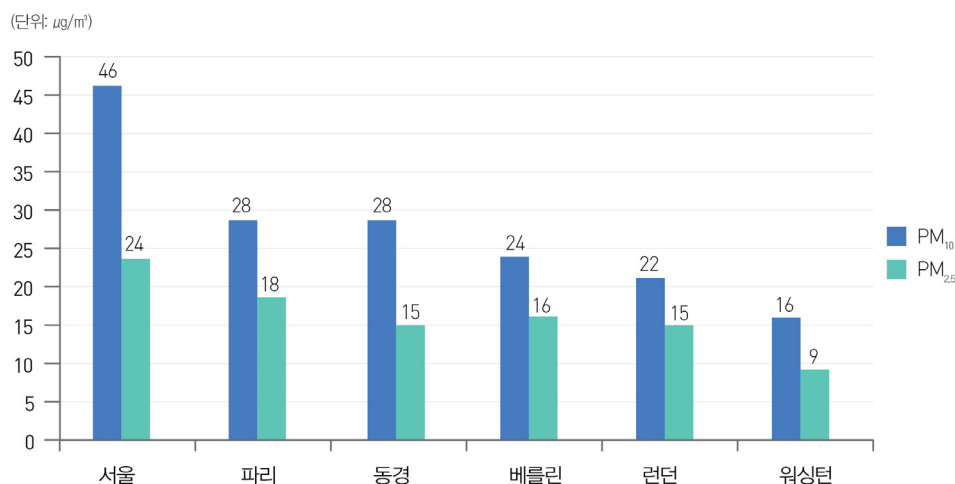
유럽의 대기질 관리의 이행은 6가지 항목으로 구성된다. 우선 관리대상이 되는 지역이나 구역(zones)을 지정한다. 두 번째는 대기질의 관측과 모델링, 객관적인 추정법을 통해 대기질이 환경기준을 충족하였는지와 추가적인 대기오염물질 저감노력의 평가(assessment)이다. 세 번째로 대기오염물질로 인한 부정적 환경 및 건강피해를 줄이기 위해서 기초 지자체(communitiy) 수준에서 연료의 질과 제품의 환경기준을 정하는 등의 다양한 조치를 실시한다. 이와 같은 대기오염저감조치는 구체적으로 특정일까지 목표값 아래로 대기오염농도기준을 어떻게 낮출 것인가에 대한 대기질계획(air quality plan)을 포함한다. 네 번째 항목은 정보 공개로 저감계획과 대기질농도기준을 공개한다. 다섯 번째로 유럽연합의 지침이 잘 이행되고 있는지를 유럽연합위원회(EU Commission)에 보고하여 유럽환경청(European Environment Agency)과 EU회원국, 일반 시민에게도 대기질 관리와 평가에 대한 정보를 제공한다. 마지막으로 미세먼지와 관련하여 기준 값을 충족하지 못할 경우 3년의 이행준비기간을 제공한다. 즉 유럽연합은 유럽 전체의 대기환경기준을 설정한 후 개별 회원국이 대기질 관리계획을 세우고 이를 다시 유럽연합위원회에 보고함으로써 개별 국가의 특수성을 고려하면서 이행을 독려하는 체계를 갖추고 있다.

2. 미세먼지 대기환경기준의 국제비교 및 달성률

가. 미세먼지 대기환경기준의 국제 비교

우리나라의 미세먼지 농도는 세계보건기구(WHO)의 권고기준보다 높을 뿐 아니라 도쿄나 런던과 같은 주요 선진국 도시에 비해서도 높은 편이다. 2012~2014년 세계 주요 도시의 미세먼지 농도변화에 따르면 서울의 미세먼지 농도가 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상으로 높아지는 추세인데 비해 도쿄와 런던은 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 전후를 유지하며, 미국과 프랑스는 $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하를 유지하였다. 2015년부터 관측값이 있는 서울의 $\text{PM}_{2.5}$ 농도는 연평균 $23.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고 일평균 최대값은 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 세계보건기구의 권고기준인 연평균 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$, 일평균 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하였다.

[그림 5] 세계 주요도시의 미세먼지 농도 비교



주: 2014년을 기준으로 하되, 동경은 2012년 런던은 2013년 자료임.

자료: 세계보건기구(WHO), *Global Urban Ambient Air Pollution Database*, 2016.

[표 7]은 우리나라의 대기환경기준과 주요 국가의 $\text{PM}_{2.5}$ 기준을 비교한 것이다. 미국과 일본은 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 호주는 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다. 특히 미국은 2006년에 일평균 기준농도를 설정하였으며 일본도 2009년에 WHO의 잠정목표 3에 해당하는 기준을 설정한바 있다. 하지만 우리나라는 WHO의 잠정목표 2에 해당하는 기준을 2015년에야 시행하여 미세먼지에 대한 국가기준이 주요 국가 중 느슨한 편이었다.

[표 7] 주요 국가의 $PM_{2.5}$ 기준 및 도입년도

(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	한국	미국	일본	유럽연합	호주	중국
일평균	50	35	35	-	25	75
연평균	25	15	15	25	8	35
도입년도	2015	2006	2009	2010	2005	2012

자료: 환경부 내부자료, 2016. 9.

OECD 주요 국가의 미세먼지 기준은 우리나라보다 세계보건기구의 권고기준에 보다 근접하다. 미세먼지에 대한 세계보건기구(WHO)의 권고기준은 심폐질환과 폐암에 의한 사망률 증가가 최저수준인 목표치이다. 세계보건기구는 미세먼지 농도가 권고기준에 달성하기 위한 단계별 목표로 세 단계의 잠정목표를 제시하고 있다. 세계보건기구의 $PM_{2.5}$ 의 권고기준은 연평균 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$, 일평균 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다. 잠정목표 1은 권고기준 대비 사망위험률이 15% 증가하는 수준이며, 잠정목표 2는 잠정목표 1보다 6%의 사망위험률이 감소하는 상태, 잠정목표 3은 잠정목표 2보다 6%의 사망위험률이 감소하는 상태이다. 우리나라의 기준은 잠정목표 2를 적용하고 있다.

[표 8] 미세먼지에 대한 세계보건기구(WHO) 권고기준과 잠정목표

(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	$PM_{2.5}$		PM_{10}		연평균 기준 설정시 건강영향
	연평균	일평균	연평균	일평균	
잠정목표1	35	75	70	150	권고기준 대비 사망위험률 15% 증가
잠정목표2	25	50	50	100	잠정목표1보다 6%의 사망위험률 감소
잠정목표3	15	37.5	30	75	잠정목표2보다 6%의 사망위험률 감소
권고기준	10	25	20	50	심폐질환과 폐암에 의한 사망률 증가가 최저수준

자료: 환경부 내부자료, 2016. 9.

나. 우리나라의 미세먼지 대기환경기준 달성률 미흡

우리나라는 대기오염물질 중 8개 항목(SO_2 , CO , NO_2 , PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 , 납, 벤젠)을 대상으로 환경기준을 설정하고 있다. 2000년 이전에는 $50\mu m$ 이하의 입자상 물질일 때 총부유먼지(TSP)로 대기중 부유물질을 관리하였고, 미세먼지에 대한 환경기준은 1993년 $10\mu m$ 이하의 PM_{10} 에 관한 기준을 설정하면서 시작되었다. 「환경정책기본법 시행령」 제2조 [별표]에 환경개선의 정책 목표를 정한 “환경기준”이 명시되어 있는데, PM_{10} 의 환경기준은 1993년에 24시간 평균 $150\mu g/m^3$ 였으며, 2007년에 24시간 평균치 $100\mu g/m^3$, 연간 평균치 $50\mu g/m^3$ 이하로 낮아졌다. 2011년에는 $2.5\mu m$ 이하의 $PM_{2.5}$ 를 추가하여 일평균 $50\mu g/m^3$ 을 기준으로 한다. $PM_{2.5}$ 에 대한 규제는 2015년 1월 1일부터 적용하여 현재는 미세먼지 2종에 대한 대기환경기준이 있다.

[표 9] 먼지에 대한 환경기준 변화

(단위: mg/m^3 , $\mu g/m^3$, $\mu g/m^3$)

		1983	1991	1993	2001	2007	2015
총먼지	연 (일)	150 (300)	150 (300)	150 (300)	(삭제)		
미세먼지 (PM_{10})	연 (일)			80 (150)	70 (150)	50 (100)	50 (100)
미세먼지 ($PM_{2.5}$)	연 (일)						25 (50)

주: $PM_{2.5}$ 에 대한 배출허용기준은 2011년에 「대기환경보존법」 시행규칙 별표8에 설정하면서 시행 시기는 2015년 1월1일부터 적용하였으므로 실제 환경기준의 변화시기를 기준으로 함.
자료: 환경부 내부자료, 2016. 9.

2014년 전국 대기환경기준 달성률을 대기오염물질별로 비교하면 황산화물은 기준치 이하로 모든 측정소에서 환경기준을 달성한 것으로 나타났다. 하지만 질소산화물은 256개 측정소 중 72개 측정소에서 기준을 달성하지 못하여 기준 달성률이 71.9%였다. 미세먼지의 달성률은 이보다 낮다. 연평균 기준으로는 99개 측정소가 기준을 달성하지 못했으며 일평균 기준으로는 234개 측정소가 기준을 충족하지 않아 환경기준 달성률은 8.2%에 불과했다. 대기오염물질 중 환경기준 달성률이 가장 낮은 물질은 오존(O_3)이었다. 8시간 평균치를 기준으로 할 때 256개 측정소 중 256개 측정소가 기준을 달성하지 못하여 환경기준 달성률이 0%로 나타났다.

[표 10] 대기환경기준 달성률

(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 개소, %)

항목	환경기준		유효 측정소	해당 측정소수		환경기준 달성률
				달성 측정소	미달성 측정소	
SOx	연평균	0.02	253	253	0	100
	24시간	0.05		253	0	100
	1시간	0.15		251	2	99.2
NOx	연평균	0.03	256	184	72	71.9
	24시간	0.06		168	88	65.6
	1시간	0.1		197	59	77.0
PM ₁₀	연평균	50	255	156	99	61.2
	24시간	100		21	234	8.2
O ₃	8시간	0.06	256	0	256	0.0
	1시간	0.1		96	160	37.5

주: 2014년 전국의 대기오염물질 측정소를 기준으로 함.

자료: 환경부, 「대기환경연보」, 2015.

3. 미세먼지 정보 발령시 대응조치 미흡

PM₁₀ 오염도는 수도권 지역을 중심으로 지속적으로 감소하고 있으나 여전히 선진국에 비해 높은 수준이며, 특히 2013년부터 기상 및 국외 영향 등으로 다시 정체하는 추세를 보이고 있다. 이와 같은 고농도 미세먼지 발생 현상은 황사, 스모그 등 국외 장거리 이동오염물질의 국내 유입량 증가와 확산지연 등이 주요 원인인 것으로 추정되며, 장거리 이동오염물질의 국내 오염에 대한 기여도는 약 30~50% 수준이라는 연구결과가 있다. 이와 같은 현상은 중국 등 주변국의 오염물질 배출량을 단기간 내 줄이기 어려운 점, 대기정체 등 기상상황을 고려할 때 당분간은 자주 발생할 가능성이 높을 것으로 예상된다.²⁰⁾ 단기적인 미세먼지 저감이 어려운 경우 미세먼지 예경보 발령을 통해 피해를 최소화하는 노력이 필요하다.

환경부는 2013년 8월부터 미세먼지 시범예보를 거쳐 2014년 2월부터 미세먼지 예보제를 전면적으로 시행하고 있으며, PM_{2.5}에 대해서는 2014년 5월 시범예보를

20) 환경부, 「환경백서」, 2016, 204쪽

거쳐 2015년 1월부터 시행하고 있다.²¹⁾ 대기오염 예보는 PM_{10} 과 $PM_{2.5}$ 의 예측 농도에 따라 대기 상태를 좋음, 보통, 나쁨, 매우 나쁨의 4단계 등급으로 나누어 발표하도록 되어 있다.

[표 11] 대기오염예보 단계별 미세먼지의 농도 기준

(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

물질	농도산정 시간기준	등급			
		좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
PM_{10}	24시간	0~30	31~80	81~150	151이상
$PM_{2.5}$	24시간	0~15	16~50	51~100	101이상

자료: 환경부 자료 재구성, 2016. 9.

미세먼지 예보는 기상청과 국립환경과학원의 통합예보실에서 실시하며, 정보는 지자체에서 주의보와 경보의 2단계로 구분하여 실시하는데, 이는 모바일 앱과 인터넷을 통해 실시간으로 확인할 수 있다.

또한 각 지방자치단체는 현재 미세먼지의 실측 오염농도가 일정수준을 초과하여 건강상 위해를 줄 정도로 나쁜 경우, 피해를 막기 위해 PM_{10} , $PM_{2.5}$ 를 기준으로²²⁾ 미세먼지 주의보 또는 경보를 발령하도록 되어 있다. 일반적으로 미세먼지 주의보 기준을 초과하는 것을 “고농도 미세먼지”라고 표현한다. 즉 PM_{10} 은 시간당 평균농도가 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때, $PM_{2.5}$ 는 시간당 평균농도가 $90\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때일 때 “고농도 미세먼지” 상태라고 할 수 있다.

2015년 PM_{10} 주의보는 59일간 234회 발령되었으며 경보는 3일간 6회 발령되었다. $PM_{2.5}$ 주의보는 71일간 173회 발령되어 고농도 미세먼지 현상이 잦았다는 것이 확인되었다.

21) 환경부는 대기오염으로 인한 피해를 최소화하기 위하여 「대기환경보전법」 제7조의2, 동법 시행령 제1조의2 등의 규정에 따라 대기오염 예보제를 운영하고 있다.

22) 그 외에 오존(O_3)을 대상으로도 대기오염 경보제를 운영하고 있다.

[표 12] 2015년 미세먼지 경보 발령일수

(단위: 일)

항목	경보 단계	계	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
PM_{10}	주의보	59 (234)	5 (3)	11 (16)	8 (6)	21 (32)	7 (3)	11 (12)	12 (7)	29 (48)	25 (33)	26 (29)	5 (2)	13 (6)	4 (5)	11 (24)	3 (3)
	경보	3 (6)	-	-	-	-	-	-	-	-	3 (4)	-	-	-	-	1 (2)	-
$PM_{2.5}$	주의보	71 (173)	8 (6)	23 (28)	4 (4)	16 (26)	20 (10)	8 (6)	14 (8)	10 (12)	39 (28)	12 (11)	1 (1)	10 (7)	6 (5)	8 (7)	15 (8)
	경보	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

주: ()는 주의보 및 경보발령 횟수를 의미함.

자료: 환경부, 「대기환경연보」, 2016.

[표 13] 대기오염 경보 단계별 미세먼지의 농도 기준

대상 물질	경보 단계	발령 기준	해제 기준
PM_{10}	주의보	기상조건 등을 고려하여 해당 지역의 대기자동측정소 PM_{10} 시간당 평균농도가 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때	주의보가 발령된 지역의 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 PM_{10} 시간당 평균농도가 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만인 때
	경보	기상조건 등을 고려하여 해당 지역의 대기자동측정소 PM_{10} 시간당 평균농도가 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때	경보가 발령된 지역의 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 PM_{10} 시간당 평균농도가 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만인 때는 주의보로 전환
$PM_{2.5}$	주의보	기상조건 등을 고려하여 해당 지역의 대기자동측정소 $PM_{2.5}$ 시간당 평균농도가 $90\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때	주의보가 발령된 지역의 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 $PM_{2.5}$ 시간당 평균농도가 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만인 때
	경보	기상조건 등을 고려하여 해당 지역의 대기자동측정소 $PM_{2.5}$ 시간당 평균농도가 $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때	경보가 발령된 지역의 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 $PM_{2.5}$ 시간당 평균농도가 $90\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만인 때는 주의보로 전환

주: 해당 지역의 대기자동측정소 PM_{10} 또는 $PM_{2.5}$ 의 권역별 평균 농도가 경보 단계별 발령기준을 초과하면 해당 경보를 발령함.

자료: 환경부 자료 재구성

우리나라의 대기오염경보 발령은 일기예보와 같은 일방적인 예보조치로 후속적인 대기오염물질 배출 저감조치가 수반되지 않는다. 반면 대기질 관리가 우수한 주요 국가는 경보체계를 구축할 뿐 아니라 각 단계별로 취해야할 조치를 구체화하여 대기오염으로 인한 피해를 최소화하기 위해 노력하고 있다.

프랑스 파리시는 1994년부터 자체적인 대기오염경보제도를 실시하였으며 대기오염물질²³⁾이 기준을 초과할 경우 권고 또는 경보를 발령하고 오염물질 배출저감조치가 적용된다. 알림 및 권고수준은 어린이 및 노약자의 피해발생 가능성을 알리는 것이지만, 경고는 기업의 활동 및 자동차 이용제한조치를 포함한다. 특히 차량으로 인한 오염물질 배출을 억제하기 위하여 차량이용 제한 및 시내 구간별로 대기오염에 따른 제한속도 규정을 별도로 정하고 있다. 특정 구간에 대한 우회나 이륜차 및 3.5톤 이상 트럭에 대한 이동제한 조치 등도 가능하다. 이와 같은 직접적인 규제와 더불어 파리시는 경보발령시 시내의 공유자전거와 공유차량 및 대중교통을 무료화하는 대중교통 이용 장려책도 활용한다. 또한 이러한 조치를 위반할 경우 위반 정도에 따라 22, 35, 75유로의 벌금을 부과할 수도 있다.²⁴⁾

[표 14] 프랑스의 물질별 경보 발령 기준

(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	NO_2	O_3	SO_2	PM_{10}
알림 및 권고	200	180	300	50
경보	400	360	500	80

주: 경보발령 기준은 24시간 평균치를 기준으로 함.

자료: 최준영, “대기오염 경보체계: 주요국의 사례와 시사점”, 「이슈와 논점」, 국회입법조사처, 2016.1.19.

프랑스는 보다 높은 규제기준을 적용하여 경보발령 기준농도가 우리나라 보다 낮다. 프랑스에서 외출자제 알림 및 권고가 발동하는 PM_{10} 기준은 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인데 우리나라에서는 보통 등급에 해당한다. 프랑스의 PM_{10} 경보 발령기준은 $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인데 이는 우리나라의 나쁨 기준에 해당하며 법적으로 환경기준 주의보 발령기준에 해당하지 않는다. PM_{10} 을 기준으로 할 때 우리나라의 환경기준은 24시간 평균치 $100\mu\text{g}$

23) 이산화황(SO_2), 오존(O_3), 이산화질소(NO_2)

24) 최준영, “대기오염 경보체계: 주요국의 사례와 시사점”, 「이슈와 논점」, 국회입법조사처, 2016.1.19.

/m³이며, 미세먼지 주의보 발령기준은 2시간 평균 150 μ g/m³, 경보 발령기준은 300 μ g/m³이다.²⁵⁾

미국은 환경보호청(EPA)에서 오존(O₃)과 PM_{2.5}의 예측농도를 대기환경지수(Air Quality Index, AQI)로 환산하여 6단계로 공개하며 고농도 대기오염이 예상될 경우 각 지자체는 사전경보를 발령하고 자동차 운행자제 및 외출자제를 실시한다. 다만 미국의 예보는 강제성을 갖지는 않는다. 독일의 stuttgart시도 대기오염농도가 높아지면 개인 승용차를 두고 대중교통이나 전기차, 카풀을 이용하도록 권고한다. 이러한 조치를 취하는 기준 농도는 50 μ g/m³으로 우리나라와 비교하면 크게 낮음에도 불구하고 지방정부가 적극적으로 실시하고 있다.

4. 미세먼지 데이터 축적 및 관리 미흡

대기 중의 미세먼지, NO_x 농도 등을 측정하는 측정망이 지역적으로 편중되어 있고, 관련 데이터를 축적하고 분석하기 위한 데이터베이스 구축 및 관리도 미흡하다는 문제점이 나타났다.

가. 측정망 분포의 지역간 불균형과 관리 부실

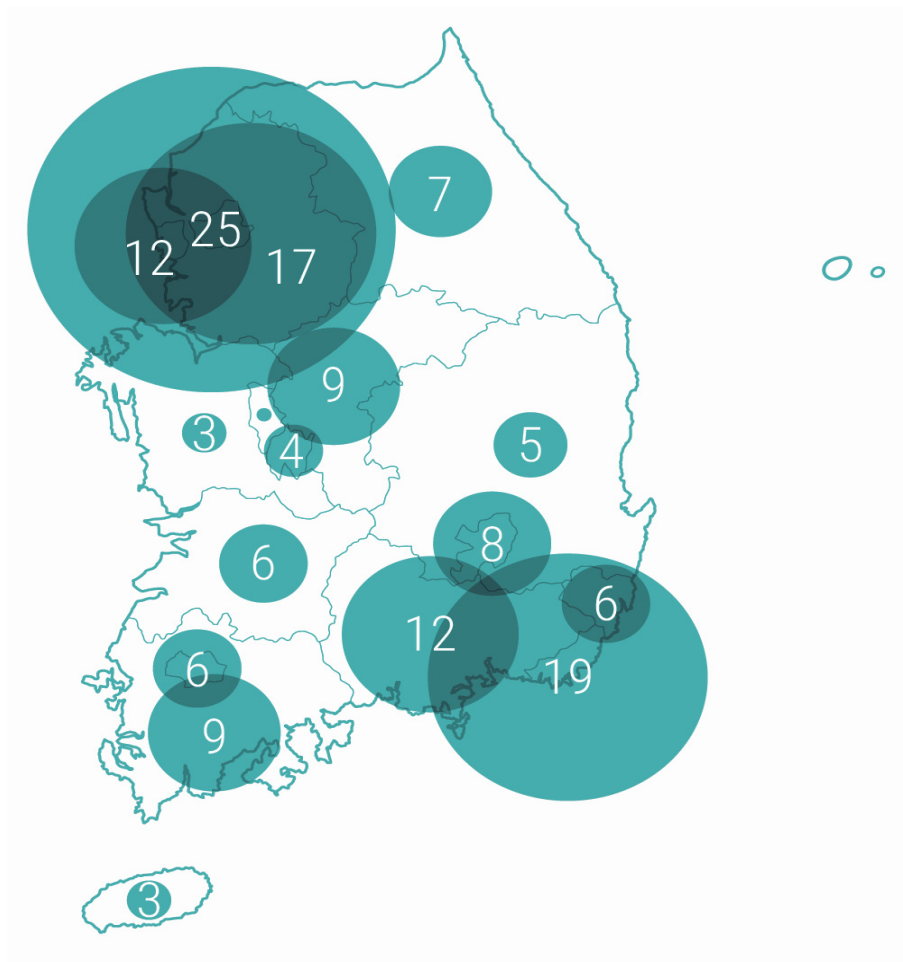
수도권 지역 및 대도시의 도시대기 측정망은 잘 구축되어 있는 반면, 그 외 지역의 경우 측정망이 매우 부족한 실정이다. 총 262개소의 PM₁₀ 측정소 중에서 101개소(38.5%)가 특·광역시에 소재하며, 총 152개소의 PM_{2.5} 측정소 중에서 81개소(53.3%)가 특·광역시에 설치되어 있다.

이러한 경향은 시·도 면적 대비 측정소의 밀도를 보면 더욱 명확히 나타난다. PM₁₀ 측정소의 경우, 천km² 당 서울 41.3개소, 부산 24.7개소, 인천 14.3개소가 설치된 반면, 강원도 0.4개소, 경상북도 0.7개소, 충청남도 0.9개소에 불과한 것으로 나타났다. PM_{2.5} 측정소의 경우도, 천km² 당 서울 41.3개소가 설치된 반면, 경상북도 0.3개소, 강원도 0.4개소, 충청남도 0.4개소에 불과하여 서울의 1/100에도 미치지 못하는 실정이다.²⁶⁾ 인구 밀도를 고려하여 대도시 지역에 측정소가 많이 배치되는

25) 우리나라의 미세먼지 경보발령은 시간당 평균농도가 300 μ g/m³이상 2시간 이상 지속될 때를 기준으로 하며, 해제기준은 시간당 평균농도가 150 μ g/m³ 미만일 때이다.

것은 이해할 수 있으나, 지역적인 공간 분포도 고려하여 측정망을 확충할 필요가 있다. 특히 PM_{10} 연평균농도가 16개 시도 중에서 2~5위인 충북, 강원, 전북, 경북과 2012년부터 미세먼지 배출량이 크게 증가하고 있는 충남 지역의 측정망 개수 및 면적당 밀도가 모두 낮은 것은 시급히 시정되어야 할 것이다. 또한 PM_{10} 과 $PM_{2.5}$ 측정은 여러 가지 분석을 위하여 같은 측정소에서 동시 측정이 이루어질 필요가 있으므로, 특히 부족한 $PM_{2.5}$ 측정소의 추가적인 확충이 시급하다.

[그림 6] $PM_{2.5}$ 측정소 전국 분포도



자료: 환경부 내부자료(2016.8.) 기초로 국회예산정책처 작성함.

- 26) 시멘트 공장의 입지로 강원도의 미세먼지 농도가 높은 것으로 나타나며, 충청남도에는 당진, 보령 등에 화력발전소가 집중적으로 입지하고 있다.

[표 15] 시·도별 미세먼지 측정소 현황

구분	측정소 수(개소)		면적(km^3)	측정소 밀도(개소/천 km^3)	
	PM_{10}	$PM_{2.5}$		PM_{10}	$PM_{2.5}$
합계	262	152	100,295	2.6	1.5
서울	25	25	605	41.3	41.3
부산	19	19	770	24.7	24.7
인천	15	12	1,049	14.3	11.4
대구	11	8	884	12.4	9.0
대전	8	4	539	14.8	7.4
광주	7	6	501	14.0	12.0
울산	14	6	1,061	13.2	5.7
세종	2	1	465	4.3	2.2
경기	72	17	10,175	7.1	1.7
강원	7	7	16,826	0.4	0.4
충북	9	9	7,407	1.2	1.2
충남	7	3	8,214	0.9	0.4
전북	14	6	8,067	1.7	0.7
전남	16	9	12,313	1.3	0.7
경북	14	5	19,031	0.7	0.3
경남	19	12	10,539	1.8	1.1
제주	3	3	1,849	1.6	1.6

자료: 환경부 내부자료(2016.8.) 기초로 국회예산정책처 분석함.

미세먼지 현황에 대한 데이터 축적을 위해서는 정확한 측정이 이루어지도록 측정망 관리를 철저히 할 필요가 있다. 국립환경과학원에서 「환경측정기기의 형식 승인·정도검사 등에 관한 고시」에 따라 측정기기의 정확성과 통일성을 기하기 위하여 PM_{10} 과 $PM_{2.5}$ 자동측정기에 대하여 등가성평가시험²⁷⁾을 거쳐 형식승인을 하고, 측정값의 신뢰도를 확보하기 위하여 주기적으로 정도검사²⁸⁾를 하고 있다.

그런데 감사원의 감사 결과, 수도권지역 PM_{10} 자동측정기 중 약 16%에 해당하는 17대가 일반적으로 허용되는 오차율인 10%를 초과하였고, $PM_{2.5}$ 측정기도 형식승인 기준으로는 65대 중 35대가 불합격하여 측정값을 신뢰하기 어려운 것으로 나타났다.

27) 등가성평가시험은 시험실 검량이 어려운 $PM_{2.5}$ 를 수동으로 직접 농도를 측정한 값(중량농도법)과 자동측정법으로 측정한 값을 현장시험을 실시하여 두 값의 차이가 인정하는 기준 내에 있는지 여부를 인증하는 절차이다.

28) 「환경측정기기의 형식승인·정도검사 등에 관한 고시」 제7조에 따라 PM_{10} , $PM_{2.5}$ 등 자동측정기의 성능을 확인하여 일정 수준의 성능을 유지하도록 하는 수리 및 관리하는 것을 의미한다.

나. 데이터베이스 구축 및 관리 미흡

미세먼지 데이터를 축적하고 분석하기 위한 데이터베이스 구축 및 관리도 미흡한 것으로 나타났다.

국립환경과학원은 2013년 9월부터 PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 등 대기오염 예보의 정확성과 효율성을 향상시키기 위하여 “국가 대기질 통합관리시스템” 구축 사업을 1, 2차에 걸쳐 추진하였고, 2014년 8월 및 2015년 10월 동 시스템을 구축하여 운영하고 있다. 동 시스템이 취지를 달성하기 위해서는 각종 기상 및 대기질 관측자료, 예보 모델링 결과 등을 통합·분석하여 대기 오염물질의 발생현상과 그 원인을 파악할 수 있어야 한다. 이에 따라 “국가 대기질 통합관리시스템(I)” 구축사업에 예보 모델링 결과와 대기질 관측자료를 비교·분석하여 예보의 정확성을 향상시킬 목적 등으로 “대기오염도 예보 상황실 자료 표출” 기능을 구축하도록 제안요청서에 명시하였다. 또한 “국가 대기질 통합관리시스템(II)” 구축사업에는 자료 분석 기능을 고도화하여 대기오염 예보의 정확도를 향상시킬 목적으로 “대기질 자료연계 시스템 확대”²⁹⁾, “대기질 자료분석”³⁰⁾, “시험예보 모델링 검토”³¹⁾ 등의 기능을 구축하도록 제안요청서에 명시하였다. 그런데 동 사업은 제안요청서에 명시된 상기 4개 기능이 제대로 구축되지 않은 상태에서 종료되었고, 결과적으로 대기오염 예보 정확도와 효율성 향상을 위한 분석 기능을 구축하고 고도화하겠다는 당초 사업목적을 제대로 달성하지 못한 것으로 나타났다.³²⁾³³⁾

미세먼지 원인을 국외영향과 국내배출로 나눌 수 있는데, 정부는 국외영향이 30~50%(고농도시 60~80%)인 것으로 파악하고 있다. 한국대기환경학회의 대기오염 예측 모델링 결과에 의하면, $PM_{2.5}$ 의 경우 수도권 자체 발생오염원의 영향이 평균 36%(23~54%), 수도권 외 지역의 영향이 평균 11%(3~20%), 국외(주로 중국) 영향

-
- 29) 대기오염 현상 및 원인을 효율적으로 파악하기 위해 산재되어 있는 자료들을 통합하는 기능
- 30) 대기오염을 정확하고 효율적으로 예보하기 위하여 예보 모델링 결과와 대기질 관측자료를 분석하는 기능
- 31) 시험 개발 중인 대기오염 예측 모델들을 비교·분석하여 성능을 평가·향상하기 위한 기능
- 32) 감사원, “수도권 대기환경 개선사업 추진실태”, 「감사보고서」, 2016.4.
- 33) 환경부 답변에 의하면, 최초 사업자 선정과정에서 입찰에 참여한 사업자가 입찰제안서에 제시한 과업 내용 중 일부 사항에 대한 과업이 완료되지 못하였으나, 향후 미흡한 부분을 보완하여 조치가 완료(2016.6.)되었다고 한다.

이 평균 53%(26~74%) 정도인 것으로 분석되었다.³⁴⁾ 그런데 우리나라는 현재 미세먼지 자료 축적이 미흡하여 대기질에 대한 설명력이 약하기 때문에, 국내 배출원의 기여도를 과소평가할 우려가 있다.³⁵⁾ 특히 4, 5종 사업장에 대해서는 배출량 자료뿐만 아니라 업체 현황 파악조차 못하고 있는 실정이다.

미국의 가장 주요한 대기 오염물질 배출 목록은 EPA³⁶⁾ 주관 하에 개발되는 국가배출목록(national emission inventory; NEI)인데, 다양한 배출 포인트를 가지고 있는 52,000개의 점오염원과 400개의 카테고리별 가지는 도로 및 비도로 이동오염원 및 300개 이상의 카테고리에 대한 면오염원에서 배출되는 대기오염물질 배출량에 대한 정보를 담고 있다. 미국 주정부 시행계획(SIP)은 이러한 자료를 기초로 배출량을 파악하고 저감 대책을 수립하며, EPA의 모델링 시스템을 이용하여 저감 목표 달성 여부를 분석한다. 배출량 저감의 대상이 되는 배출원, 오염물질, 저감량, 근거법령, 시행시기 등이 파악되고 결정되면 그에 따라 몇 개의 저감 시나리오를 형성하여 그 시행효과를 분석하는 것이다. EPA는 주정부 시행계획의 달성도 증명 기법에 대한 안내서(US EPA SIP Guidance)를 개발하여 제공하고 있다.³⁷⁾ 여타 배출오염물질들과 마찬가지로 미세먼지의 배출과 대기 중 생성에 대한 과학적 이해는 아직 완전하지 못하지만, 이러한 과학적 불완전성을 극복하고 보완하기 위하여 EPA가 배출량 자료 수집, 대기 모델링, 저감 성과 평가 기준 제시 등에 주도적인 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

미세먼지의 고농도 현상을 정확하게 이해하기 위해서는 과학기술을 기반으로 한 기초연구가 반드시 필요하며, 이를 위해 관련 연구에 대한 집중적인 투자가 필요하다. 대기관리정책 수립의 기초자료가 되는 배출자료의 신뢰도를 향상하기 위해서는 모든 사업장 특히 소규모와 무허가 사업장의 대기오염과 유해물질 배출 실태를 정기적으로 실시하여 정확한 배출 실태를 파악하는 것이 시급하다.³⁸⁾

34) 감사원, “수도권 대기환경 개선사업 추진실태”, 「감사보고서」, 2016.4.

35) 미세먼지가 주로 국외에서 발생하는 것으로 알려짐으로써, 노후경유차 도심진입제한(LEZ) 대책 등 규제에 대한 국민들의 협조를 이끌어내는 데 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

36) 미연방 환경보호청(Environmental Protection Agency)

37) 우정현, “수도권 미세먼지 환경 개선을 위한 미국의 대기환경정책 사례 조사 연구”, 「한국대기환경학회지」 제25권 제6호, 2009, pp.579~593

38) 한국대기환경학회, 보도자료 “미세먼지 특별대책의 실효성 확보를 위해 제안한다.”, 2016.6.4.

이러한 점을 보완하기 위해서는 대기정책지원시스템(CAPSS³⁹⁾)의 문제점을 개선하는 것이 선행되어야 한다. 환경부는 ‘제2차 대기환경개선 종합계획’을 통해 시스템의 구성과 목표에 대한 장기 발전 계획을 수립하였고, 기존 국내 배출량 산정 연구 성과를 CAPSS에 지속적으로 반영하고 있으며, 배출계수, 활동도, 배출량 자료의 품질보증(QA) 및 등급 평가체계를 미국 환경보호청(EPA)의 대기오염배출자료 불확도⁴⁰⁾ 평가 추천방법인 자료속성평가시스템(Data Attribute Rating System, DARS)을 활용하는 등 많은 개선이 이루어지고 있다. 그러나 아직 미국·유럽 등 국외 배출계수를 적용하는 경우가 76.1%이고, 국내 배출계수를 적용하는 경우는 23.9% 수준으로 지속적인 개발이 필요하다. 또한 CAPSS의 불확도를 개선하는 속도를 높일 수 있도록 인력·예산 등 보다 높은 관심과 투자가 필요하다.⁴¹⁾

39) 대기정책지원시스템(CAPSS; Clean Air Policy Support System)은 환경부에서 운용하는 대기오염물질 배출량 산정 시스템으로 국토교통부 등 150여개 기관의 통계자료를 확보하여 8개 대기오염물질(일산화탄소, 질소산화물, 황산화물, 총먼지, PM_{10} , $PM_{2.5}$, 휘발성유기화합물, 암모니아)의 배출원별 배출지역별 배출량을 산정한다.

40) 측정 결과에 관련하여 측정량을 합리적으로 추정한 값의 분산 특성을 나타내는 파라미터로 어떠한 측정결과에서도 존재하는 불확실한(의심의) 정도이다.

41) 현재 CAPSS 운용을 담당하고 있는 국립환경과학원의 경우, 담당자 1인이 모든 업무를 수행하고 있을 정도로 관심과 투자가 미흡한 실정이다.

IV. 수송부문 미세먼지 관리대책의 쟁점

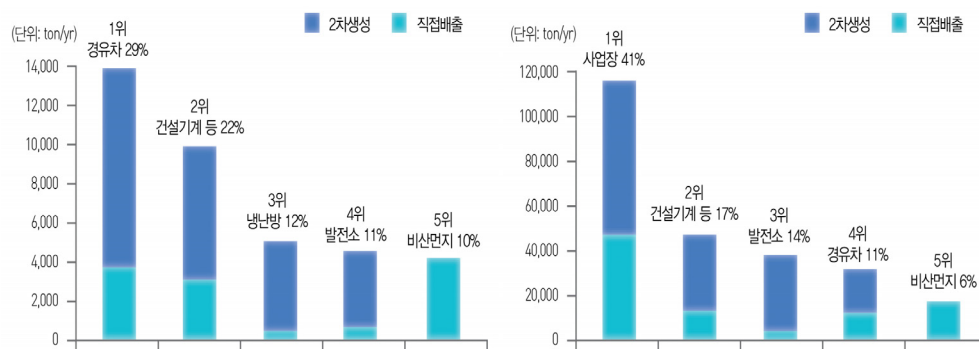
1. 수송부문 미세먼지 배출계수 및 배출량 현황

가. 정부의 미세먼지 전망배출량 및 삭감 목표

환경부는 미세먼지 발생원 중에서 국외 영향이 30~50%(고농도시는 60%~80%)이고, 나머지 국내배출의 경우 수도권은 경유차가 29%, 전국적으로는 공장 등 사업장이 41%로 가장 높은 비중⁴²⁾을 차지하는 것으로 분석하고 있다.

환경부는 제2차 수도권 대기환경관리 기본계획을 수립하면서, 대기오염물질 배출량 조사자료(CAPSS에 의한 산정 자료)를 바탕으로 산업 성장계수 등을 고려하여 산업시설 등 고정오염원의 장래 배출량을 전망하고, 자동차 등록 대수와 종류별 일평균 이동거리, 자동차 등록 대수 증가 추이 등을 고려하여 이동오염원의 장래 배출량을 전망하였다.

[그림 7] 발생원별 $PM_{2.5}$ 배출 기여도
 < 수도권 > < 전국 >



- 주: 1. 수도권 기타 배출원: 사업장 9%, 생물성 연소 5%, 휘발유차 등 4%
 2. 전국 기타 배출원: 냉난방 등 5%, 생물성 연소 5%, 휘발유차 등 1%
 3. 대기오염물질 배출량 통계(13, 국립환경과학원)를 기초로 대기 중 성분을 분석하여 2차 생성 반영
 자료: 환경부, 「미세먼지 관리 특별대책」, 2016. 6.

42) 대기오염물질 배출량 통계(2013, 국립환경과학원)를 기초로 입자로 대기 중에 직접 배출되는 미세먼지(1차 배출)와 가스상으로 배출되어 대기 중에서 화학반응에 의해 생성되는 미세먼지(2차 생성)를 포함한 것이며, 2차 생성 미세먼지는 대기 중 $PM_{2.5}$ 의 조성 성분을 분석하여 산정한다.

이러한 전망을 기반으로 2024년 대기환경 개선 목표를 달성하기 위해 각종 저감 대책 추진을 통해 2024년 전망 배출량 대비 PM_{10} 34%, $PM_{2.5}$ 45%, SO_x 44%, NO_x 55%, VOC_s 56% 삭감하는 것을 목표로 제시하고 있다. NO_x 10만 9,056톤, PM_{10} 2,964톤, $PM_{2.5}$ 2,737톤 등 삭감량 중 많은 부분을 수송 분야 대책을 통하여 달성하는 것으로 계획하고 있다.

[표 16] 2024년 대기오염물질별 전망배출량 대비 목표 삭감량 및 목표 배출량
(단위: 톤/연)

구 분		PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_x	NO_x	VOC_s
배출량	2024년 전망 배출량	8,659	6,265	50,401	300,157	303,620
	2024년 목표 배출량	3,534	3,029	28,159	134,041	133,195
삭감량	합 계	5,125	3,236	22,242	166,116	170,425
	자동차 (비도로 포함)	2,964	2,737	1,838	109,056	13,970
	배출시설 (점오염원)	1,735	285	15,882	36,506	20,920
	생활오염원 (면오염원)	426	214	4,522	20,554	135,535

주: 배출량은 비산먼지를 제외한 것임.
자료: 환경부, 「제2차 수도권 대기환경관리 기본계획(2015~2024)」, 2013.

나. 수도권의 수송부문 PM_{10} 및 NO_x 배출량 및 배출계수

수도권의 수송부문 PM_{10} 연간 배출량 현황을 보면, 건설기계가 31%로 가장 많은 비중을 차지하고, 대형화물(20.3%), 경유RV(15.5%), 소형화물(14.5%), 중형화물(10.4%) 순으로 나타난다. 1대당 PM_{10} 배출량은 대형화물이 16.7kg으로 가장 많고, 다음으로 건설기계(14.3kg), 버스(5.2kg), 중형화물(3.4kg) 순으로 나타난다.

[표 17] 자동차 PM_{10} 배출량(수도권)

	배출량(톤)	배출량 비율(%)	대수(대)	대당 배출량(kg)	경유승용 대비(%)
경유승용	52	0.8	454,909	0.1143	1
경유RV	983	15.5	1,205,700	0.8153	7.13
경유승합	212	3.3	296,450	0.7151	6.26
소형화물	918	14.5	893,329	1.0276	8.99
중형화물	659	10.4	195,425	3.3721	29.5
대형화물	1,287	20.3	77,111	16.6902	145.25
버스	250	3.9	47,880	5.2214	45.68
건설기계(전체)	1,970	31.1	138,000	14.2750	124.89

자료: 정용일, 미세먼지 관리대책-수송분야, 국회예산정책처 전문가간담회, 2016. 7.

수도권의 NO_x 배출량 현황을 보면, 대형화물이 37.5%로 가장 많은 비중을 차지하고, 중형화물(22.3%), 버스(14.6%), 소형화물(9.6%), 경유RV(8.0%) 순으로 나타난다. 1대당 NO_x 배출량은 대형화물이 458.5kg으로 가장 많고, 다음으로 버스(287.3kg), 건설기계(188.2kg), 중형화물(107.6kg) 순으로 나타난다.

화물자동차, 버스, 건설기계가 PM_{10} 과 NO_x 총 배출량 규모 및 1대당 배출량에서 타 차종보다 두드러지게 큰 비중을 차지함을 알 수 있다. 다만 PM_{10} 의 경우, 경유RV의 총 배출량이 화물자동차 다음으로 큰 것으로 나타난다.

[표 18] 자동차 NO_x 배출량(수도권)

	배출량(톤)	배출량 비율(%)	대수(대)	대당 배출량(kg)	경유승용 대비(%)
경유승용	800	0.8	454,909	1.7590	1
경유RV	7,552	8.0	1,205,700	6.2640	3.56
경유승합	2,131	2.3	296,450	7.1884	4.09
소형화물	9,084	9.6	893,329	10.1690	5.78
중형화물	21,036	22.3	195,425	107.6400	61.2
대형화물	35,353	37.5	77,111	458.4700	260.64
버스	13,756	14.6	47,880	287.3000	163.33
건설기계(덤프, 믹서)	4,674	5.0	24,840	188.1600	106.97

자료: 정용일, 미세먼지 관리대책-수송분야, 국회예산정책처 전문가간담회, 2016. 7.

2. 미세먼지 목표 삭감량 및 농도 달성 가능성 저조

실효성 있는 미세먼지 관리 특별대책을 수립하기 위해서는 각 대책별 저감효과를 예측하고 이를 합산한 총 미세먼지 삭감량을 추정한 후, 이를 기초로 대기 중 미세먼지, NO_x 농도에 대한 시뮬레이션을 수행하여야 한다.⁴³⁾ 그러나 금번 미세먼지 관리 특별대책은 제2차 수도권 대기환경관리 기본계획에서 설정한 미세먼지 농도의 달성을 앞당긴다는 목표를 먼저 설정하고, 기존 대책을 강화하거나 그 동안 논의되었던 대책을 추가하였다. 이러한 정부 대책의 적절성과 실효성을 검토한 결과, 달성 가능성이 저조한 것으로 확인되었다.

가. 수송부문 대책별 삭감량 추정 결과

수송 분야 대책별로 미세먼지 저감효과를 추정한 결과, 정부의 삭감 목표량 달성은 실현가능성이 낮은 것으로 나타난다.

위에서 산정한 자동차 종류별 1대당 배출량 자료를 이용하여, 경유차 미세먼지 감축, 친환경차 보급 및 충전인프라 확충, 비도로 이동오염원 배출저감 등의 대책별 예상 삭감량을 추정하였다.⁴⁴⁾

경유차 미세먼지 감축 대책으로는 노후경유차⁴⁵⁾ 저공해화 확대를 위해 대형(9톤 이상) 화물차에 PM/NO_x 동시저감 장치를 부착하는 것과 중소형 화물차를 조기폐차하는 대책이 있다. 대형 화물차 9,700대에 대한 PM/NO_x 동시저감 장치 부착에 의해 PM₁₀ 130톤⁴⁶⁾, NO_x 3,558톤⁴⁷⁾이 저감할 수 있다. 또한 중소형 화물차 21만 2,000대를 조기폐차함에 따라 PM₁₀ 466톤⁴⁸⁾, NO_x 12,488톤⁴⁹⁾을 저감할 수

43) 선진국의 경우 배출원별 배출량이 대기 중 대기오염물질의 농도에 어느 정도 영향을 미치는지를 토대로 대책의 우선순위를 결정하고, 대책 시행 후의 평가도 대기 중 농도 감소로 하도록 되어 있다.

44) 정용일, 미세먼지 관리대책-수송분야, 국회예산정책처 전문가간담회, 2016.7.

45) 노후경유차는 전체 경유차의 37%(318만대)이지만, 미세먼지 배출량은 약 79%를 차지한다.

46) $16.69(\text{kg}/\text{대}) \times 9,700(\text{대}) \times 0.8(\text{PM 저감장치(DPF) 효율}) = 129.5(\text{톤})$

47) $458.47(\text{kg}/\text{대}) \times 9,700(\text{대}) \times 0.8(\text{NO}_x \text{ 저감장치(SCR) 효율}) = 3,557.7(\text{톤})$

48) $(1.0276+3.3721)/2(\text{kg}/\text{대}) \times 212,000(\text{대}) = 466.4(\text{톤})$

49) $(10.169+107.64)/2(\text{kg}/\text{대}) \times 212,000(\text{대}) = 12,488(\text{톤})$

있다.⁵⁰⁾ 그러나 폐차 후 다른 차를 구입하기 때문에 조기폐차에 의한 저감효과는 이보다 작을 것이다.

친환경차 보급확대 대책은 전기차 25만대, 수소차 1만대, 하이브리드차 124만대 등 2020년까지 총 150만대의 친환경차를 보급한다는 계획이다. 이를 위해 전기차 충전소 3,000기, 수소차 충전소 100개소를 확충하는 것으로 되어 있다.

[표 19] 친환경차 보급확대 계획

(단위: 만대, 개소)

구 분		현 재	2020 기준목표	2020 확대계획
친환경차	합 계	17.4 (신차판매 중 2.6%)	108 (신차판매 중 20%)	150 (신차판매 중 30%)
	전기차	0.6	20	25
	수소차	0.01	0.9	1
	하이브리드차	16.8	87	124
충전 인프라	합 계	347	1,480	3,100
	전기	337	1,400	3,000
	수소	10	80	100

자료: 환경부 내부자료, 2016.8.

전기차 보급확대에 의하여 PM_{10} 29톤⁵¹⁾, NO_x 440톤⁵²⁾을 저감하고, 수소차 보급확대에 의하여 PM_{10} 1톤⁵³⁾, NO_x 18톤⁵⁴⁾을 저감할 수 있을 것으로 추정된다. 또한 하이브리드차 보급확대에 의하여 PM_{10} 71톤⁵⁵⁾, NO_x 1,091톤⁵⁶⁾을 저감할 수 있다.

건설기계 등 비도로 이동오염원 배출저감대책으로는 건설기계 등의 제작차 기준을 선진국 수준으로 강화하고, 신형엔진 교체를 통해 노후 건설기계 매연 저감을 위한 저공해화 사업을 추진하며, 건설기계에 차세대 저공해 엔진(수소연료)을 도입

50) 중소형 화물차를 각각 50%씩 조기폐차하는 것으로 가정하였다.

51) $0.1143(\text{kg}/\text{대}) \times 250,000(\text{대}) = 28.6(\text{톤})$

52) $1.759(\text{kg}/\text{대}) \times 250,000(\text{대}) = 439.8(\text{톤})$

53) $0.1143(\text{kg}/\text{대}) \times 10,000(\text{대}) = 1.1(\text{톤})$

54) $1.759(\text{kg}/\text{대}) \times 10,000(\text{대}) = 17.6(\text{톤})$

55) $0.1143(\text{kg}/\text{대}) \times 1,240,000(\text{대}) \times 0.5(\text{하이브리드차 저감효율}) = 70.9(\text{톤})$

56) $1.759(\text{kg}/\text{대}) \times 1,240,000(\text{대}) \times 0.5(\text{하이브리드차 저감효율}) = 1,090.6(\text{톤})$

하는 것 등이 있다. 노후 건설기계 10,000대에 대한 신형엔진 교체에 의해 PM_{10} 143톤⁵⁷⁾, NO_x 1,882톤⁵⁸⁾을 저감할 수 있을 것으로 추정된다.

이상과 같은 대책에 의해 삭감할 수 있는 PM_{10} 과 NO_x 총량은 각각 839톤, 1만 9,475톤인 것으로 추정된다. 제2차 수도권 대기환경관리 기본계획에서는 2024년도까지 수송부문 대책 추진을 통하여 PM_{10} 을 2,964톤, NO_x 를 109,056톤 삭감하는 것을 목표로 하고 있다. 그런데 미세먼지 관리 특별대책은 제2차 수도권 기본계획의 목표($20\mu g/m^3$)를 2024년에서 2021년으로 3년 앞당겨 달성하는 것을 목표로 하고 있으므로, 삭감량 목표도 2021년까지 달성해야 할 것이다. 노후경유차 저공해화 확대, 친환경차 보급 확대, 비도로 이동오염원 배출저감 등 주요 수송부문 대책에 의해 삭감할 수 있는 PM_{10} (839톤)과 NO_x (19,475톤)는 당초 3개 대책의 목표 삭감량인 1,632톤, 46,783톤의 51.4%, 41.6% 수준이다. 뿐만 아니라 2017년 예산안에서 3개 대책의 예산 총액이 3,488억원으로 수송부문 예산 4,240억원의 82.3%를 차지하는 반면, 동 대책에 의해 예상되는 삭감량은 수송부문 목표 삭감량 전체의 28.3%, 17.9%에 머무는 것으로 나타났다.

[표 20] 수송 분야 대책별 저감효과 추정 결과

(단위: 톤, %)

대책		목표 대수	PM_{10}	NO_x
노후경유차 저공해화 확대	PM· NO_x 동시저감	9,700	130	3,558
	조기폐차	212,000	466	12,488
친환경차 보급 확대	전기차	250,000	29	440
	수소차	10,000	1	18
	하이브리드차	1,240,000	71	1,091
비도로 이동오염원 배출저감	건설기계	10,000	143	1,882
계		-	839	19,475
3개 대책 목표 삭감량		-	1,632	46,783
목표 달성률		-	51.4	41.6

자료: 정용일, 미세먼지 관리대책-수송분야, 국회예산정책처 전문가간담회(2016.7.) 자료를 기초로 국회예산정책처 정리

57) $14.275(kg/대) \times 10,000(대) = 142.8(톤)$

58) $188.16(kg/대) \times 10,000(대) = 1,881.6(톤)$

미세먼지 관리 특별대책은 제2차 기본계획을 중심으로 현행 대책을 강화하고, 몇 가지 신규 대책을 추가하였다. 따라서 강화 또는 추가된 대책의 미세먼지 저감 효과도 고려할 필요가 있다. 미세먼지 관리 특별대책에서 기존 대책과 다른 수송 부문의 주요 변화는 다음과 같다.

[표 21] 미세먼지 관리 특별대책과 기존 대책의 차이점(수송 부문)

	현행 대책	6/3 특별대책
제작차	• 실내 인증기준 적용 • 경유차 저공해차 인증	• 경유차 실도로 검사기준 도입(신) • 경유차 저공해차 기준강화(휘발유차 수준)
운행차	• 제작사 리콜명령 • 매연기준 적용 • 노후차 DPF 위주 저공해화 • 노후차 운행제한(서울 부분시행) • CNG 버스 보급	• 소유자 리콜이행 강화(정기검사 불합격처리) • 매연기준 강화, NO_x 기준 신설 • 조기폐차, PM·NO_x 동시저감 확대 • 노후차 운행제한 확대(수도권) • 모든 노선버스의 CNG버스화 • 에너지상대가격의 조정 검토
친환경차	• 친환경차 보급(보급목표 20%) • 충전기 1,480기	• 친환경차 보급 확대(보급목표 30%) • 충전기 3,100기
건설기계 등	• 실내 인증기준 적용 • 노후 건설기계 저공해화(2종)	• 실도로 검사기준 도입(신) • 저공해화 대상 확대(4종)

자료: 환경부 내부자료, 2016.8.

제작차 대책으로서 질소산화물(NO_x) 저감을 위한 신차 실도로 인증기준을 신설하고,⁵⁹⁾ 경유차 저공해차 지정기준을 휘발유·가스차 저공해차 수준으로 강화한다.⁶⁰⁾ 보증기간 이내 차량 중에서 제작사의 시정조치(리콜)를 미이행하는 차량은 자동차 정기검사시 불합격 처리하고, 보증기간 이후 차량의 경우 NO_x 기준을 신설하는 등 경유차 배기가스 기준을 강화하고, 기준초과시 저공해 조치명령을 하며 이를 미이행할 경우 과태료를 부과한다. 노후경유차 수도권 진입제한 제도(IEZ)를 2017년 서울시부터 단계적으로 확대 시행키로 환경부와 수도권 지자체간에 합의하였다.⁶¹⁾ 또한 노후경유차에 대해 PM·NO_x 동시저감사업과 조기폐차 사업을 확대하였는데, 이것은 앞에서 대책별 삭감량을 추정할 때 반영하였다.

59) 2017년 9월부터 3.5톤 미만에 대하여 실시한다.

60) 「수도권 대기개선 특별법」 시행규칙 개정안을 입법예고 중이다.

61) 환경부 장관, 서울시장, 인천시장, 경기도지사가 제도시행에 합의하였다.(2016.8.4.)

경유버스를 친환경버스로 대체하기 위해 유가보조금 지원대상을 CNG버스(84.24원/m³)로 확대하고, CNG 충전소를 확대함으로써 모든 노선·전세버스를 CNG버스로 대체한다는 계획이다. 에너지상대가격 조정에 대해서는 환경 및 산업에 미치는 영향, 관련업계 입장, 국제수준 등을 고려하여 4개 국책연구기관⁶²⁾이 2016년 8월~2017년 8월까지 공동연구를 수행한 후, 공청회 등을 거쳐 조정여부를 결정할 계획이다.⁶³⁾ 2020년까지 누적 친환경차 판매량 150만대를 달성하는 것을 목표로, 전기차 보조금을 1,200만원에서 1,400만원으로 상향 조정하였고, 행정·공공기관 의무구매비율을 30%에서 50%로 올리고 위반기관에 대한 과태료를 신설한다. 앞서 대책별 삭감량을 추정함에 있어서 친환경차 150만대 목표를 달성하는 것을 전제로 하였다.

환경부의 미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획 사업별 예산 현황(2017년 예산안)에 따르면, 관련 사업 총 예산 4,844억원 중에서 수송부문 예산이 4,240억원(87.5%)으로 대부분을 차지하고, 그 중에서도 친환경차 보급 및 인프라 구축 사업이 3,387억원(69.9%)으로 가장 큰 비중을 차지한다.

그런데 친환경차 보급 및 인프라 구축 사업을 통해 2020년까지 감축할 수 있는 미세먼지의 양은 크지 않을 것으로 추정된다. 더불어 친환경차 의무구매율 상향 및 대상기관 확대, 친환경차 인센티브 확대 등은 이미 제2차 기본계획에도 포함되어 있던 대책들이다. 경유차 실도로 검사기준 도입, 소유자 리콜이행 강화, 노후차 운행제한(LEZ) 확대, 건설기계 실도로 검사기준 도입 등도 실제로 얼마나 감축 효과가 있을지 예측하기 어려운 대책들이라고 할 수 있다. 이에 반하여 노후경유차 저공해화 및 조기폐차, 노후건설기계 저공해화 등 미세먼지 배출량에서 차지하는 비중이 커서 감축 효과도 클 것으로 기대되는 사업들의 2017년도 예산은 2016년도보다 감액 편성된 것으로 나타난다.

이러한 점들을 고려할 때, 미세먼지 관리 특별대책에서 설정한 삭감량 목표를 달성하기 위해서는 노후경유차 저공해화 등 미세먼지 저감에 효율적인 대책에 대한 재정 지원을 확대하고, 실효성 있는 제도개선사업을 적극적으로 추진하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

62) 조세재정연구원, 환경정책평가연구원, 교통연구원, 에너지경제연구원

63) 경유가 산업용으로 많이 사용되고, 서민들의 생업과 관련되었다는 점 때문에 많은 논란이 예상되고, 큰 폭의 경유 가격 상승은 어려울 것으로 예상된다.

[표 22] 미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획 사업별 예산 현황

(단위: 백만원, %)

구 분			2016			2017 예산안	증 감	증 감 률	
			계	당초	추경	현반영			
총계			388,088	313,168	74,920	484,418	96,330	24.8	
국내 배출원 집중 감축	합계		368,825	294,905	73,920	454,278	85,453	23.2	
	수송	소계	348,233	274,313	73,920	423,956	75,723	21.7	
		제작·운행차 미세먼지 저감	50	50	0	7,412	7,362	14,724	
		CNG	10,200	10,200	0	9,000	△1,200	△11.8	
		에너지상대가격조정 검토	0	0	0	200	200	순증	
		친환경차 보급 및 인프라 확충	소계	264,673	198,753	65,920	338,749	74,076	28.0
			친환경차 보급	195,573	152,153	43,420	277,000	81,427	41.6
			충전인프라 확충	69,100	46,600	22,500	61,749	△7,351	△10.6
		공해차량 운행제한		69,915	61,915	8,000	66,000	△3,915	△5.6
		건설기계 등 비도로 이동 오염원 배출저감	소계	3,395	3,395	0	2,595	△800	△23.6
			건설기계 등 제작차 기준 강화	0	0	0	150	150	순증
			노후건설기계 저공해화	3,395	3,395	0	2,345	△1,050	△30.9
			선박배출연구	0	0	0	100	100	순증
	산업	사업장 미세먼지 관리	13,065	13,065	0	13,315	250	1.9	
	생활	생활주변 미세먼지 관리	7,525	7,525	0	17,007	9,480	125.9	
주변국 환경 협력			11,000	11,000	0	11,000	0	0	
미세 먼지 예경보 혁신	합계		8,263	7,263	1,000	19,140	10,877	131.6	
	미세먼지 예보정확도 제고	소계	7,963	6,963	1,000	19,040	11,077	139.1	
		미세먼지 측정망	3,503	2,503	1,000	8,683	5,180	147.9	
		예보인프라 확충	4,460	4,460	0	10,357	5,897	132.2	
	건강취약계층 보호를 위한 홍보 및 대응		300	300	0	100	△200	△66.7	

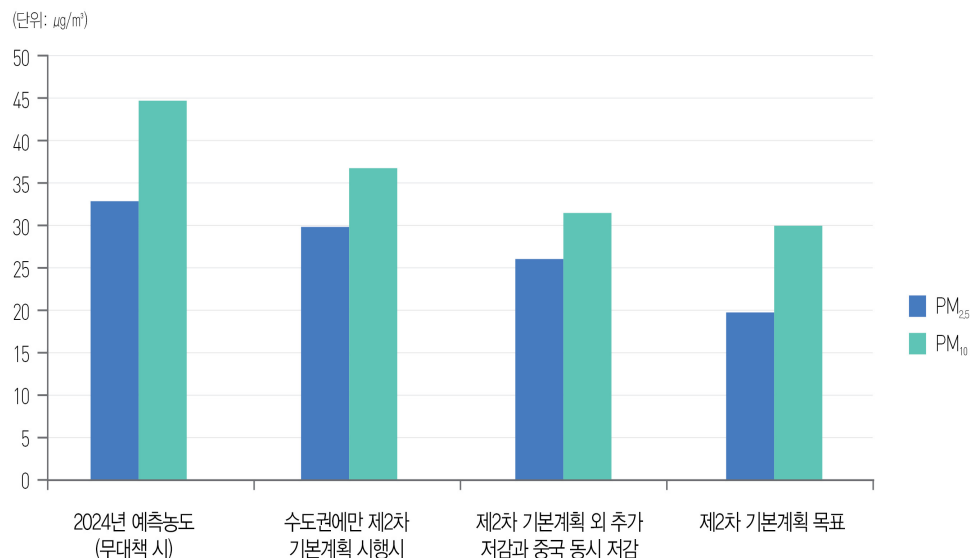
자료: 환경부 자료 재구성, 2016.9.

나. 미세먼지 목표농도 모델링 결과

이렇게 목표 삭감량을 달성하기 어려울 뿐만 아니라, 대기모델링을 수행한 결과, 기본계획대로 대기오염 저감대책이 시행된다고 하더라도 금번 특별대책에서 설정한 미세먼지 목표농도를 달성하지 못할 것으로 예측되었다.

2015년 12월 한국대기환경학회에서 감사원에 제출한 자문의견서 등에 따르면, 기본계획대로 수도권에서만 대기오염 저감대책을 시행할 경우 $PM_{2.5}$ 와 PM_{10} 농도가 각각 $32.7\mu\text{g}/\text{m}^3$, $44.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 $30.0\mu\text{g}/\text{m}^3$, $37.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 감소되나 목표농도인 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$, $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과하는 것으로 예측되었다.⁶⁴⁾

[그림 8] 한국대기환경학회 미세먼지 모델링 결과



자료: 감사원, “수도권 대기환경 개선사업 추진실태”, 「감사보고서」, 2016. 4.

64) 감사원, “수도권 대기환경 개선사업 추진실태”, 「감사보고서」, 2016. 4.

[표 23] 수도권 대기환경개선사업 추진에 따른 대기환경 개선 정도 예측 모델링 결과

(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

구분	2024년 예측농도 (무대책 시)	수도권에만 제2차 기본계획 시행시 ¹⁾	제2차 기본계획 외 추가 저감과 중국 동시 저감 ²⁾	제2차 기본계획 목표
$PM_{2.5}$	32.7	30.0	26.2	20
PM_{10}	44.8	37.9	30.7	30

- 주: 1. 수도권에만 제2차 기본계획의 대책을 시행(PM_{10} 23,253톤, $PM_{2.5}$ 6,243톤 저감)하는 경우
 2. 위 1항의 대책 외에 비산먼지, 생물성연소 등에 대한 추가 대책을 통해 기본계획 저감 목표량보다 PM_{10} 77%, $PM_{2.5}$ 85% 추가 저감(PM_{10} 41,203톤, $PM_{2.5}$ 11,562톤)하고, 중국의 대기오염 관리정책에 따라 중국의 2024년 예상 배출량 대비 NH_3 , PM_{10} 및 $PM_{2.5}$ 30% 저감, VOC_s 25% 저감하는 경우. 2024년 무대책 시 예측 농도 $PM_{2.5}$ $33\mu\text{g}/\text{m}^3$, PM_{10} $45.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 조건에서 저감대책 반영한 예측 농도임.
 자료: 감사원, “수도권 대기환경 개선사업 추진실태”, 「감사보고서」, 2016.4.(환경부(2013), 「제2차 수도권 대기환경관리 기본계획 수립」 및 한국대기환경학회 등으로부터 제출받은 자료 재구성)

또한 제2차 기본계획 외에 비산먼지 대책 등에 따른 추가 저감과 2024년까지 중국에서 환경 규제를 강화하여 대기오염물질 배출량을 저감⁶⁵⁾하는 경우에도, 2024년의 $PM_{2.5}$ 농도가 $26.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 예측되어 목표농도 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 그런데 금번 미세먼지 관리 특별대책은 제2차 기본계획의 목표($20\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 2024년에서 2021년으로 3년 앞당겨 조기 달성하고, 2026년까지 유럽 주요도시의 현재 수준⁶⁶⁾인 $18\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 수도권의 $PM_{2.5}$ 농도를 개선한다는 목표를 설정하였다. 동 특별대책에서 강화 또는 추가된 대책들을 추진한다고 하더라도 이러한 목표를 달성하는 것은 실현가능성이 낮은 것으로 예측된다.

환경부는 미세먼지 관리 특별대책 수립을 위해 2013년 배출량(CAPSS)과 각 대책별(발전소, 교통 등) 삭감 가능량을 활용, 대기질 모델링(WRF-smoke-CMAQ)을 통하여 대기질 개선목표 달성 가능성을 평가하였다고 한다. 그러나 이것은 $PM_{2.5}$

65) 중국의 대기오염 관리정책에 따른 저감량은 중국에서 따로 제시하지 않아 환경부에서 2013년 “제2차 수도권 대기환경관리 기본계획 수립” 용역을 하면서 전문가 회의에서 결정한 저감량이다. 또한 국내 배출량 중 $PM_{2.5}$ 와 PM_{10} 에 대하여도 생물성연소 저감 등 대책 외에 저마모타이어 보급 등으로 도로 재비산 먼지가 연쇄적으로 줄어들 가능성이 있다고 판단하고 임의로 저감량을 반영하여 모델링한 것이다.(감사원, “수도권 대기환경 개선사업 추진실태”, 「감사보고서」, 2016.4.)

66) 유럽 주요도시의 현재 수준: 파리 $18\mu\text{g}/\text{m}^3$, 도쿄 $16\mu\text{g}/\text{m}^3$, 런던 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$

에 대한 측정을 시작한 첫해인 2015년에 측정된 서울의 연평균 $PM_{2.5}$ 농도 $23.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 기준으로 모델링한 결과이다. 서울의 농도가 대도시 중에서 가장 낮게 나왔고, 수도권 중에서 인천의 $PM_{2.5}$ 농도는 $29\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다. 기준이 된 서울의 연평균 $PM_{2.5}$ 농도 $23.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 는 도시대기측정망 25개 측정소의 측정 결과를 기초로 산정한 것이다. 도로변대기측정망 14개 측정소⁶⁷⁾에서도 $PM_{2.5}$ 농도를 측정하고 있지만, 그 측정 결과는 연평균 산정에서 누락되어 있다. 더불어 2016년도의 연평균(1~8월) $PM_{2.5}$ 농도는 서울 $26.6\mu\text{g}/\text{m}^3$, 인천 $26.5\mu\text{g}/\text{m}^3$, 경기 $27.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 환경부가 기준으로 삼았던 $23.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 $3.5\sim 4.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 높은 것으로 나타난다.⁶⁸⁾ 이러한 점을 고려할 때 정부가 공개한 2015년 서울의 연평균 $PM_{2.5}$ 농도 $23.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 기준으로 한 환경부의 모델링 결과를 근거로 미세먼지 관리 특별대책의 목표를 달성할 수 있다고 보기는 어렵다.

3. 친환경자동차 보급에 따른 미세먼지 저감효과 미미

정부는 2010년 녹색성장위원회에서 범정부 차원의 「그린카 발전 로드맵」,⁶⁹⁾ 2014년 「전기자동차 보급확대 및 시장활성화 계획」을 발표하였다. “2020 확대계획”에 따르면 전기차 25만대, 수소차 1만대, 하이브리드차 124만대 등 총 150만대(신차판매 중 30%)의 친환경자동차를 공급한다는 목표를 설정하였다.

2015년 전기차 보급대수는 3,000대가 증가하였으며 2016년에는 10,000대 증가를 목표로 하고 있다. 따라서 2020년까지 25만대를 보급하기 위해서는 2017~2020년 4개년동안 24만대를 보급해야 한다. 그런데 전기차 및 연료전지자동차가 높은 차량 가격과 완충 후 최대 주행거리 등 기술적 장애요인으로 공공 부문을 제외한 일반 차량 구매자의 호응을 유도하는 데 한계가 있다. 특히 전기자동차의 보급을

67) 서울에 위치한 도로변대기측정망은 한강대로, 청계천, 강변북로, 종로, 청량리, 내부순환로, 신촌로, 공항대로, 영등포로, 동작대로 중앙차로, 도산대로, 강남대로, 길동, 화랑로 등 14개소로 도시대기측정망에 비하여 일반적으로 미세먼지 농도가 보다 높게 나타난다. 도로변대기측정망에서 측정된 PM_{10} 자료는 공개하고 있으나, $PM_{2.5}$ 자료는 공개하지 않고 있다.

68) 확정자료가 아닌 에어코리아(www.airkorea.or.kr)에 공개되는 실시간 측정 자료로 산정된 결과이다.

69) 에너지 다변화를 통한 배출가스 저감을 위해 관계부처가 합동으로 ‘전기차 개발 및 보급계획’(2010.9), ‘그린카 산업 발전 대책’(2010.12) 추진해왔다.

위해서는 충전 인프라의 구축이 선행되어야 하는데, 정부의 충전인프라 구축 대책은 민간의 참여를 유도하는 인센티브가 미흡하여 실현가능성이 낮다. 또한 친환경자동차가 전체 자동차 등록대수에서 차지한 비중이 미미하고, 친환경자동차가 주로 승용차를 대체하는데 미세먼지는 주로 화물, 특수차량, 건설기계 등 경유차에서 배출된다는 점을 고려할 때 친환경자동차 보급에 따른 미세먼지 저감효과는 미미할 것으로 추정된다.

가. 친환경자동차 보급 대책의 실현가능성 미흡

전기자동차의 보급을 위해서는 무엇보다 충전 인프라의 구축이 선행되어야 한다. 지역별 충전시설 보급현황에 따르면, 수도권에서는 서울이 1,301기로 가장 많이 설치되었으며, 비수도권에서는 제주도가 2,409기로 가장 많이 설치된 것으로 나타났다. 수도권을 제외한 지역 중에서 광역시는 면적 대비 충전시설의 밀도가 높은 편이지만, 강원도, 충청북도, 전라북도 등은 매우 낮은 실정이다. 특히 전체 충전시설 5,742기 중에서 급속충전기가 337기(5.9%)이고, 완속충전기가 5,405기로 대부분을 차지한다. 이렇게 충전시설 보급이 저조한 것은 전기자동차를 중장거리용으로 보급하는 데 한계로 작용할 것이다.⁷⁰⁾

70) 기술 개발에 의해 충전 시간이 단축되고 있으나, 급속충전기는 완충에 30분 정도, 완속충전기는 3~4시간이 소요된다.

[표 24] 지역별 충전시설 보급 현황

(단위: 개)

구분	총계			2013			2014			2015		
	전체	급속	완속	소계	급속	완속	소계	급속	완속	소계	급속	완속
계	5,742	337	5,405	892	59	833	1,239	60	1,179	2,532	100	2,432
서울	1,301	44	1,257	421	8	413	269	8	261	334	0	334
부산	214	13	201	6	2	4	83	5	78	101	0	101
대구	72	4	68	3	0	3	4	0	4	52	3	49
인천	70	12	58	18	4	14	8	1	7	4	0	4
대전	195	10	185	66	3	63	72	3	69	50	0	50
울산	20	2	18	7	1	6	0	0	0	0	0	0
광주	21	4	17	3	0	3	5	0	5	3	3	0
세종	12	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
경기	248	56	192	41	18	23	49	14	35	80	15	65
강원	85	7	78	4	1	3	11	1	10	48	4	44
충북	39	13	26	4	1	3	4	1	3	19	11	8
충남	151	19	132	32	0	32	24	4	20	12	4	8
전북	43	15	28	2	0	2	5	1	4	23	13	10
전남	309	33	276	23	1	22	58	3	55	120	20	100
경북	158	26	132	26	0	26	26	4	22	44	16	28
경남	395	29	366	59	3	56	111	5	106	129	11	118
제주	2,409	49	2,360	177	17	160	510	10	500	1,513	0	1,513

자료: 환경부 내부자료, 2016.8.

환경부는 2020년까지 공공·민간 충전시설 총 3,100기(전기 3,000, 수소 100)를 확충함으로써 충전소 1기당 커버 범위를 2015년의 185.7km²로부터 2020년에는 33.2 km²로 대폭 줄이는 것을 목표로 제시하였다. 공동주택에 대한 충전시설 설치 의무화, 대형마트, 주유소, 주차장 등에 충전기 확대, 고속도로 휴게소에 충전기 1기 이상 설치 등을 통해 2020년까지 주유소의 25% 수준으로 근거리 충전인프라를 구축한다는 것이다.

그러나 재정지원만으로 이러한 충전인프라 구축을 하는 데는 한계가 있으므로 결국 민간부문의 자발적 참여를 유도하는 인센티브가 필요한데, 이에 대한 구체적인 대책은 미흡한 실정이다. 세부이행계획에서 제시하고 있는 인센티브는 급속, 중속, 완속, 이동형 등으로 충전방식을 다원화하고, 신축 아파트에 전용주차구역 설치 근거를 마련하고 충전시설 설치공간을 건폐율 면적에서 제외하는 것이 전부이다. 전기자동차 보급이 상당 부분 이루어져서 일정 수준 이상의 충전 수요가 형성될 때까지 충전시설 설치 및 유지관리 비용을 보전해줄 수 있는 구체적인 방안이나 수익 모델이 제시되지 않고서는 충전인프라 구축 목표를 달성하는 것은 어려울 것이다.

이러한 문제점을 보완하기 위해서는 전기자동차 충전인프라 설치와 지역개발 정책의 연계가 필요하다. 한정된 재원으로 충전인프라를 충분히 확보하기 위해서는 근거리 이동 수요가 많은 지역을 대상으로 충전시설과 전기자동차 보급을 추진하여, 전기자동차 중심 교통체제의 실증단지로 운영할 필요가 있다. 특정 지역에 충전인프라가 잘 구축될 경우 공공부문 뿐만 아니라 민간수요를 유발할 수 있는데, 대상지역은 기존의 자동차 부품산업이 강한 지역을 중심으로 지역전략산업과 매칭되는 시·군단위로 설정할 수 있다. 자동차산업이 지역전략산업인 지역은 인천(자동차), 충남(자동차부품), 전북(자동차기계), 광주(자동차부품), 울산(자동차)이 있다.⁷¹⁾

나. 친환경자동차 보급의 미세먼지 저감효과 검토 필요

친환경자동차 150만대 공급 목표를 달성한다고 하더라도 근본적으로 전체 자동차 등록대수 약 2,100만대와 비교할 때,⁷²⁾ 7.1% 정도의 비중을 차지하는 것으로 미세먼지 저감효과는 크지 않을 수 있다.

또한 친환경자동차가 대부분 승용차를 대체하는데,⁷³⁾ 수송 분야의 미세먼지는 주로 경유차에서 배출되며, 그 중에서도 화물·특수차량의 기여율이 70% 이상인 것으로

71) 일본의 경우 시범지역을 선정하여 인프라를 집중 보급하였다. 예를 들어 가나가와현은 충전 인프라 확보와 관내 택시 및 공공 자동차의 전기자동차 교체를 계획하여 전기자동차타운 프로젝트로 시행중이며, 그 외 실증모델 실시지역으로 6곳을 EV·PHEV 타운으로 선정하였다.

72) 국토교통부의 자동차등록대수현황 보고에 의하면, 2015년 자동차등록대수는 20,989,885대이다.

73) 일부 전기 및 수소 버스로의 대체에 대하여 지원하고 있지만, 그 수량은 많지 않다. 2017년 예산안에 반영된 내역을 보면, 전기차 지원물량이 15,000대, 수소차 지원물량이 200대인 반면, 전기버스 지원물량은 100대에 불과하다.(수소버스 지원 사업은 반영되지 않음.)

로 나타난다. 경유차로 범위를 좁히더라도 경유승용차의 PM_{10} 및 NO_x 배출량은 0.8%에 지나지 않는다. 또한 대형화물차 1대가 배출하는 PM_{10} 및 NO_x 배출량은 각각 경유승용차의 145.25배, 260.64배에 이르는 것으로 나타난다.⁷⁴⁾ 장기적으로 대기 환경의 개선을 위해 친환경자동차의 보급을 추진하는 것이 필요하지만, 금번 특별대책에 포함된 보급 계획이 미세먼지 저감에 기여하는 효과는 미미하다고 볼 수 있다.

한편 친환경자동차 보급 계획의 약 83%를 차지하고 있는 하이브리드자동차가 재정 지원에 상응하는 오염물질 저감효과가 있는지에 대한 엄밀한 분석도 미흡한 실정이다. 환경부의 제출 자료에 의하면, 하이브리드차가 일반 내연기관차의 배출량에 비하여 일산화탄소 32~67%, 질소산화물 10~15%, 온실가스 66% 정도만 배출하고, 연비는 약 44~45% 높은 것으로 나타났다. 그러나 이것은 제작차 배출가스 인증결과를 기초로 한 것으로서, 실제로 주행 시 오염물질 저감효과에 대하여 분석한 자료는 없는 실정이다.

[표 25] 하이브리드차와 일반휘발유차의 오염물질 및 연비 비교

구분		일산화탄소 (g/km)	질소산화물 (g/km)	온실가스 (g/km)	연비 (km/L)
저공해차 인증기준		0.625	0.0125	-	-
쏘나타 (2.0)	HEV	0.0675	0.002	91	18.2
	내연기관차	0.2140	0.021	138	12.6
K5 (2.0)	HEV	0.0900	0.0026	91	17.5
	내연기관차	0.1340	0.017	137	12.1

자료: 환경부 내부자료, 2016. 8.

74) [표 17], [표 18] 참조

4. 미세먼지 관리 대책과 온실가스 정책간의 충돌

정부는 교토의정서 대응을 위한 온실가스 정책에 치우쳐서 클린디젤 보급 확대를 추진하여 왔는데, 최근 미세먼지 관리가 이슈화되면서 디젤자동차가 대표적인 발생원으로 대두되는 정책적 모순이 나타나고 있다. 또한 이번 미세먼지 관리 특별대책도 미세먼지에 초점이 맞추어져 있어 대기질 개선에 대한 종합적 접근과 제안이 부족하다는 비판이 있다.⁷⁵⁾ 국제적으로 기후변화가 이슈가 된다고 해서 기후변화 대책에만 집중하고, 미세먼지 농도가 높다고 미세먼지 관리 특별대책에만 매달리는 것은 바람직한 정책 방향이라고 할 수 없다. 2020년 신기후체제⁷⁶⁾ 발효로 우리나라도 온실가스 의무적 삭감에 대처해야 한다. 기후변화 대응과 함께 이산화질소와 오존의 고농도 발생, 대기 중 유해화학물질 위험 증가 등 대기오염 문제들을 동시에 고려하는 종합적인 대책 수립 및 투자가 필요할 것이다.

클린디젤 보급 확대 정책의 대표적인 사례로 경유택시 도입을 들 수 있다. 경유택시는 2013년 12월 「택시운송사업 발전에 관한 법률」이 국회를 통과함으로써 도입되었다.⁷⁷⁾ 이 법에 따르면 LPG 외에 CNG와 경유도 택시 연료로 사용할 수 있게 되었다. 정부는 유로-6 기준⁷⁸⁾을 적용하는 경유택시에 대해서는 연간 1만대에 한해 화물차나 버스 수준인 리터당 345.54원의 유가보조금을 주기로 했다. 실제 운행이 가능해진 것은 2015년 9월부터이다.

경유택시 도입과 관련하여 국민 건강피해가 우려된다는 비판이 지속적으로 제기되어 왔다. 경유차량이 LPG차량보다 질소산화물(NOx)을 50배 넘게 배출할 뿐만 아니라, 경유차량의 배출가스에 포함된 미세먼지 중에는 WHO(세계보건기구)가 지

75) 한국대기환경학회, 보도자료 “미세먼지 특별대책의 실효성 확보를 위해 제안한다.”, 2016.6.4.

76) 신기후체제는 2020년 만료 예정인 교토의정서를 대체, 2020년 이후의 기후변화 대응을 담은 국제협약이다. 파리협정은 선진국만 온실가스 감축 의무가 있었던 1997년 교토의정서와 달리 195개 당사국 모두에게 구속력 있는 보편적인 첫 기후합의라는 점에 역사적인 의미를 가진다.

77) 경유택시 정책은 당초 박근혜 대통령이 2012년 대통령 선거 때 LPG 가격이 급등하면서 택시기사들이 어려움을 토로하자 ‘행복택시 종합대책’에 포함해 공약했던 내용이다.

78) 유럽연합(EU)이 도입한 경유차 배기가스 규제단계의 명칭이다. 1992년 유로-1에서 출발해 2013년 유로-6까지 지속적으로 강화되어 왔다. 유로-6 기준에 의하면 대형경유차의 경우 질소산화물(NOx)을 유로-5단계(2.0g/kWh)의 1/5 수준인 0.4g/kWh까지만 허용한다. 승용차도 NOx 기준이 0.18g/km에서 0.08g/km로 50% 이상 강화된다. 이 기준은 2015년부터 국내 디젤 신차에도 도입되었다.

정한 1급 발암물질이 포함되어 있다는 것이 지적되었다.⁷⁹⁾ 미국 캘리포니아(South Coast Air Quality Management District)에서 실시한 대기 위해성 평가에 따르면, 경유 미세먼지의 대기 중 $PM_{2.5}$ 농도 기여도는 약 15%이나 발암위해성 기여도는 약 68%이다.⁸⁰⁾

환경부가 자동차부품연구원에 발주한 연구용역 결과에서도, 질소산화물(NO_x) 배출 수준은 측정모드에 따라 경유 승용차가 LPG 택시보다 9배에서 30배 많이 배출 되고 전체 오염물질로 인한 환경 비용도 2만원에서 26만원 정도 높게 나타났다. 실제 도로를 주행하면서 측정한 결과에서도 경유 승용차가 LPG 택시에 비해 질소산화물 (NO_x)이 29배 많이 배출되어 연간 환경 비용도 16만원 높은 것으로 조사되었다.⁸¹⁾

[표 26] 시험모드별 특징 및 평균 주행속도

(단위: km/h)

시험모드	FTP 75	NEDC	NIER 05
특징	미국의 시내주행모드로 국내 휘발유자동차 인증모드	유럽의 시내주행 및 고속도로주행 복합모드로 국내 경유자동차 인증모드	국내 택시주행 조건을 반영한 시험모드
평균 주행속도	31.5	43.1	17.3

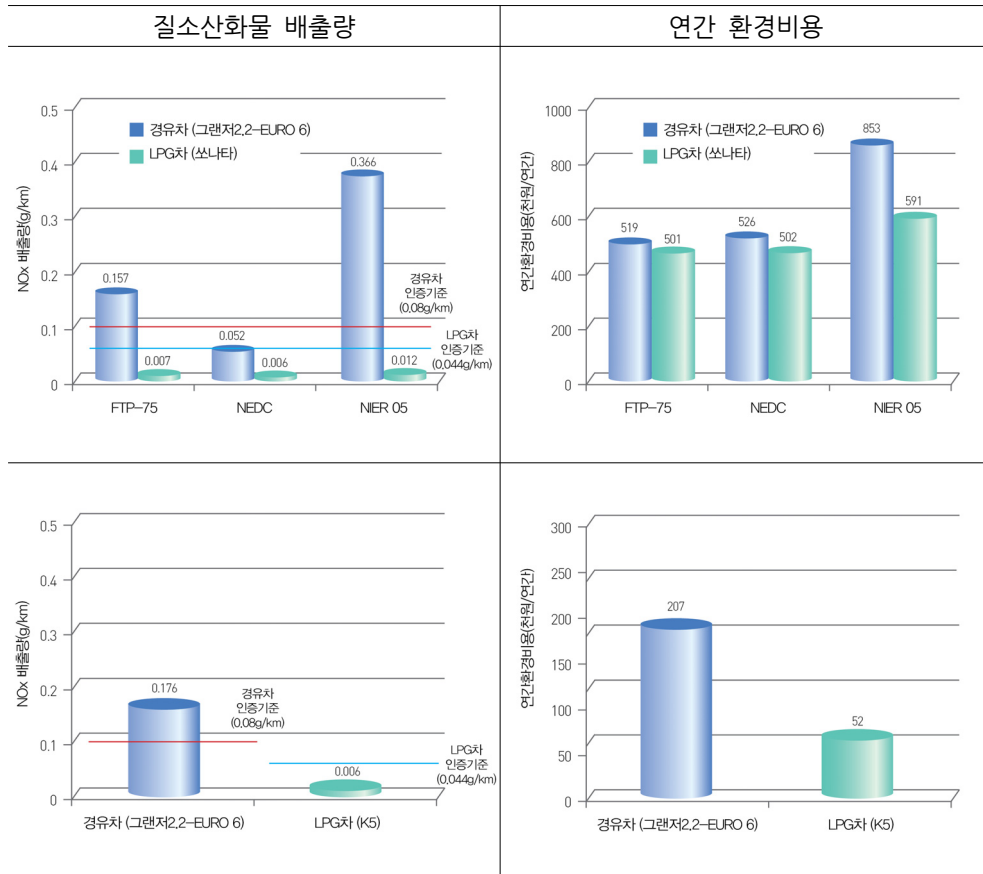
자료: 환경부, 보도자료, “환경부, 경유택시 배출가스 관리방안 정책토론회 개최”, 2014.10.28.

79) 한정애 의원실, 「경유택시 도입과 수도권 대기환경관리 대책에 관한 토론회 자료집」, 89쪽, 2014.

80) South Coast Air Quality Management District(SCAQMD), Multiple Air Toxics Exposure Study IV in the South Coast Air Basin, *Final Report*, 2015.5.

81) 경유택시에 부착하는 미세먼지 저감장치 DPF는 고속 주행 시에는 저감효과가 제대로 나타나지만, 시내 주행과 같은 운행 형태에서는 저감효과가 낮다는 전문가의 지적도 있다.

[그림 9] 경유 승용차와 LPG 택시의 질소산화물 배출량 및 환경비용



주: 1. 시험차량: 그랜저2.2 디젤(2014년식), 쏘나타2.0 LPG(2011년식)

2. 위는 시험(측정)모드별 조사결과이고, 아래는 실제 도로 주행 시 측정 결과임.

자료: 환경부, 보도자료 “환경부, 경유택시 배출가스 관리방안 정책토론회 개최”, 2014.10.28.

국토교통부는 미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획을 통해 유가보조금 지원 대상을 CNG 버스로 확대하며, M버스(수도권 광역급행버스)는 앞으로 CNG 버스만 신규 허가하고, 농어촌·시외버스 등은 CNG 차량 도입시 면허기준을 완화하는 등 미세먼지를 줄이기 위한 경유차 감축 정책을 추진키로 했다.⁸²⁾ 그런데 이와는 별개로 국토교통부는 유로-6 경유택시 유가보조금 지급 정책은 그대로 유지한다는 입장이다.⁸³⁾

82) 국토교통부 보도자료, “미세먼지 관리 위해 경유차 감축하고 전기차 확대한다”, 2016.6.3.

83) 국토교통부 보도자료, “「대선공약 ‘경유택시’ 백지화될 듯」 보도 관련”, 2016.6.3.

환경부는 경유택시 도입에 따른 배출가스 관리방안을 마련하고 있다. 제작·인증단계 대책으로 자동차 제작사의 배출가스 보증기간을 16만km에서 24만km로 강화하고, 배출가스 저감장치의 임의설정 방지를 위한 실도로 배출가스 검증·평가제 도입을 검토하며, 운행단계 대책으로 경유택시 배출가스 검사주기를 1년에서 6개월로 강화하고, 배출가스 검사항목에 질소산화물을 추가하여 경유택시에 대해 우선적으로 적용하는 방안과 노후 경유택시 배출가스 저감장치의 세척 또는 교체비용의 일부를 지원하는 방안을 계획하고 있다.⁸⁴⁾ 국토교통부는 대기환경에 악영향을 미칠 가능성이 있는 경유택시를 도입하고 환경부는 이에 대한 보완책을 마련하는 모순되는 행태를 보이고 있다.

미세먼지 관리 특별대책에서도 노후 경유차 진입제한 대책을 수도권 전역으로 확대하는 것을 추진하고 있다. 유로-6 기준을 만족한다고 해도 LPG택시에 비하여 질소산화물을 수십배 많이 배출하는 경유택시를 도입하는 정책은 세계적 추세에 역행하는 것이며,⁸⁵⁾ 미세먼지 관리 대책과도 배치되는 것이라고 할 수 있다.

정부는 경유자동차의 연비가 높다는 것을 근거로 온실가스 정책의 일환으로 클린디젤 확대 정책을 추진하였다. 그러나 폭스바겐 사건에서 드러난 바와 같이, 출고 시에 유로-6 수준을 충족하는 경유자동차라고 하더라도 도로 주행 시에 높은 연비를 유지하기 위해서는 오염저감장치의 가동을 중단해야 하는 것으로 나타났다. 또한 경유 미세먼지에 다량 포함된 블랙 카본은 1급 발암물질로 지정되었을 뿐만 아니라, 지구온난화에도 이산화탄소 다음으로 악영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 경유택시 도입 등 정부의 클린디젤 확대 정책은 미세먼지 정책과 배치될 뿐만 아니라 온실가스 정책으로도 근거가 미약한 정책이라고 할 수 있다.

84) 환경부, 보도자료 “환경부, 경유택시 배출가스 관리방안 정책토론회 개최”, 2014.10.28.

85) 인도, 영국 등 해외에서는 경유택시 폐지 움직임이 확산되고 있고, 독일, 프랑스, 일본 등에서는 시내로 진입하는 경유차에 대한 규제를 강화하고 있다.

V. 발전부문 미세먼지 관리대책의 쟁점

1. 발전부문 미세먼지 배출 기여도 및 배출량 현황

산업 및 발전부문에서 대기오염배출시설은 27개 종류이다.⁸⁶⁾ 대기오염배출시설은 「대기환경보전법」 제26조 제1항에 따라 배출시설에서 나오는 대기오염물질이 배출허용기준⁸⁷⁾ 이하로 나오게 하기 위해 대기오염방지시설을 설치해야한다. 이에 환경부는 대기오염배출시설에서 나오는 오염물질 배출량에 따라 1종부터 5종까지 분류하여 관리하며 2014년 말 기준 전국적으로 5만 721개소이다. 하지만 일반 사업장의 대다수는 4, 5종 사업장이며, 1~3종 사업장의 수는 전체의 8.5%에 해당하는 4,309개이다. 그 중에서도 1,2종 사업장의 배출량이 전체 배출량의 80% 이상을 차지하며 발전부문은 미세먼지 배출량에서 차지하는 비중이 전국기준으로 11%이고 수도권 기준으로 14%이다.

전국기준 $PM_{2.5}$ 의 배출기여도 1위는 41%를 기여하는 일반 사업장이며 수도권 기준 $PM_{2.5}$ 의 배출기여도 1위는 51%를 차지하는 경유차 및 건설기계임을 고려하면, 발전부문의 절대적인 기여도는 높지 않은 것으로 보인다.⁸⁸⁾ 하지만 발전부문은 전국 배출량 기여도에 비해 발생원이 소수라는 점에서 배출량 저감에 효과적인 관리대상이다. 더군다나 국립환경과학원과 한반도의 미세먼지 항공측정을 통해 ‘한·미 협력 국내 대기질 공동조사(KORUS-AQ)’를 진행 중인 미국 항공우주국(NASA)은 “2차 미세먼지 유발 물질을 봤을 때 충남 지역의 정유 시설·화력발전소가 미세먼지를 유발할 가능성이 있다”고 언급한 바 있다. 2차 미세먼지는 석탄이나 유류를 태우면서 발생하는 황산화물, 질소산화물 등이 대기 중의 암모니아와 반응하여 생성

86) 대기오염물질 배출시설은 대기오염물질을 대기 중에 배출하는 시설물, 기계, 기구류, 기타물체로 「대기환경보전법」 시행규칙 별표3에 따른다. 현행 대기오염물질 배출시설은 섬유제품 제조시설, 가죽모피가공시설, 등 27개 종류가 있다.

87) 대기오염물질 배출허용기준은 「대기환경보전법」 제16조 제1항, “대기환경보전법 시행규칙” 제15조 및 별표8에 따른다.

88) 환경부, “미세먼지 관리 특별대책 배출량 분석”

되는 추가적인 물질인데, 충남의 화력발전 밀집 지역은 비슷한 미세먼지 농도에도 2차 미세먼지 생성 물질이 많아 화력발전 밀집지역인 충남 당진·태안·보령·서천 지역의 아황산가스는 같은 날 오전 서울 상공에서 측정한 아황산가스 수치와 비교해 2배 이상 높았다는 것이다. 감사원에서 발표한 「수도권 대기환경 개선사업 추진실태」 보고서에서도 충남지역 화력발전소가 수도권 미세먼지 $PM_{2.5}$ 1일 평균농도에 최대 28%까지 영향을 미치고 있다고 밝힌 바 있다.

따라서 발전부문에 대한 대기오염배출량 관리는 비용효율적인 면에서 가장 우선적으로 관리되어야 한다. 환경부는 4,309개 1~3종 사업장 중 578개 대형 사업장의 1,531개 굴뚝에 대해 굴뚝자동측정기(TMS)를 부착하여 배출시설에서 나오는 오염물질을 상시 실시간으로 측정·관리하는 시스템을 운영하고 있다. 굴뚝자동측정기(TMS)로 측정되는 2015년의 대기오염물질 배출량은 400,892이며 발전시설이 213,512톤으로 53%를 차지했다. 1차 금속산업의 배출시설이 연간 1,768톤, 시멘트·석회제품 제조 관련 배출시설이 연간 1,203톤 등의 순으로 많은 것으로 조사되었다.

[표 27] 업종별 연간 대기오염물질(먼지, 황산화물, 질소산화물) 배출량 현황(2015년)
(단위: 톤/년, %)

업종		오염물질별 연간 배출량(톤/년)		
		먼지	SOx	NOx
전체	배출량	7,778	118,591	274,523
1차 금속	배출량	1,768	22,042	31,291
	(비중)	22.8	18.6	11.4
석유정제	배출량	340	11,515	16,761
	(비중)	4.4	9.7	6.1
시멘트석회	배출량	1,203	-	72,960
	(비중)	15.5	-	26.6%
발전	배출량	3,848	76,986	132,678
	(비중)	49.5	64.9	48.3
기타	배출량	619	8,048	20,833
	(비중)	8.0	6.8	7.6

주: 굴뚝자동측정기가 부착된 대표 업종을 기준으로 작성함.

자료: 환경부 내부자료, 2016.9.

황산화물(SO_x)의 연간 배출량은 118,591톤이며 발전시설은 연간 76,986톤, 1차 금속산업은 연간 22,042톤, 석유정제품 제조업종은 연간 11,515톤을 배출하여 이들 3개 업종의 배출시설이 연간 황산화물 총배출량의 93 %를 배출하고 있는 것으로 나타났다. 질소산화물(NO_x)의 연간 배출량은 전체 274,523톤 중 발전시설이 연간 132,678톤, 시멘트·석회제품제조업종의 배출시설이 연간 72,960톤으로 NO_x의 연간 배출량의 75 %를 차지하는 것으로 조사되었다.

발전부문의 대기오염물질 배출량은 먼지의 경우 49%, 황산화물의 경우 65%, 질소산화물의 경우 48%에 달하지만,⁸⁹⁾ 2015년 말 기준 굴뚝자동측정기를 부착한 시설이 전국 578개 사업장이며 이 중 발전시설이 80개 사업장으로 14%만을 차지한다는 점에서 발전부문 대기오염배출량 관리는 비용효율적인 대응이 될 수 있다. 특히 수도권에 소재한 발전부문 사업장이 38개소로 수도권의 굴뚝자동측정기기 부착시설의 18%이며 전체 발전시설의 48%에 해당한다.

[표 28] 지역별 굴뚝 자동측정기기 부착 시설 운영 사업장 현황(2015년)

(단위: 개소, %)

업종별 체계	권역별				
	총 계	수도권	영남권	중부권	호남권
전체 사업장 수	578	207	176	98	97
발전시설 사업장수	80	38	13	13	16
(비중)	14	18	7	13	16

자료: 환경부 내부자료, 2016. 9.

굴뚝자동측정기기가 부착된 발전시설의 개수는 2015년 기준 291개이며 이 중 134개가 수도권에 소재하고 있다.

[표 29] 지역별 굴뚝 자동측정기기 부착 발전시설 현황

연도	권역별				
	총 계	수도권	영남권	중부권	호남권
2014년	273	123	55	57	38
2015년	291	134	57	61	39

주: 굴뚝 자동측정기기가 부착된 굴뚝 기준

자료: 환경부 내부자료, 2016. 9.

89) 굴뚝 자동측정기에서 측정된 배출량은 2차 대기오염물질을 고려하지 않은 수치이다.

지난 6.3 특별대책에서 산업부는 발전부문의 대책으로 건설중인 석탄화력은 현 기술상 최고수준의 방지시설 확충을 발표하였으며 노후 발전기 10기는 폐기하고 가동 중인 발전기는 대기오염방지시설을 확충하여 오염물질을 대폭 감축하는 것으로 계획하였다. 산업부의 계획에 따르면 이와같은 방지시설의 설치로 오염물질 총량과 2차 발생 추정치를 합하여 전국적으로 발전부문 배출량의 약 40%, 충남 지역의 경우 약 50%를 절감할 수 있을 것으로 예상하였다.

따라서 본 보고서에서는 산업부의 발전부문 대책에 대해서 단기적인 효과성을 중심으로 노후 발전기 폐기 효과와 설비개선 효과를 검토하였다.

2. 노후 발전기 폐기에 따른 미세먼지 저감효과 미미

정부는 발전부문 미세먼지 관리 특별대책으로 30년 이상된 10기의 노후발전기를 폐기하는 것으로 발표하였다. 대상 발전기는 서천화력 1·2호기(충남 서천), 보령화력 1·2호기(충남 보령), 삼천포화력(경남 고성) 1·2호기, 호남화력(여수) 1·2호기로 해당 발전기의 수명종료시점에 폐기하고, 영동화력(강릉) 1·2호기는 연료를 석탄 대신 바이오매스 등으로 전환할 계획이다.

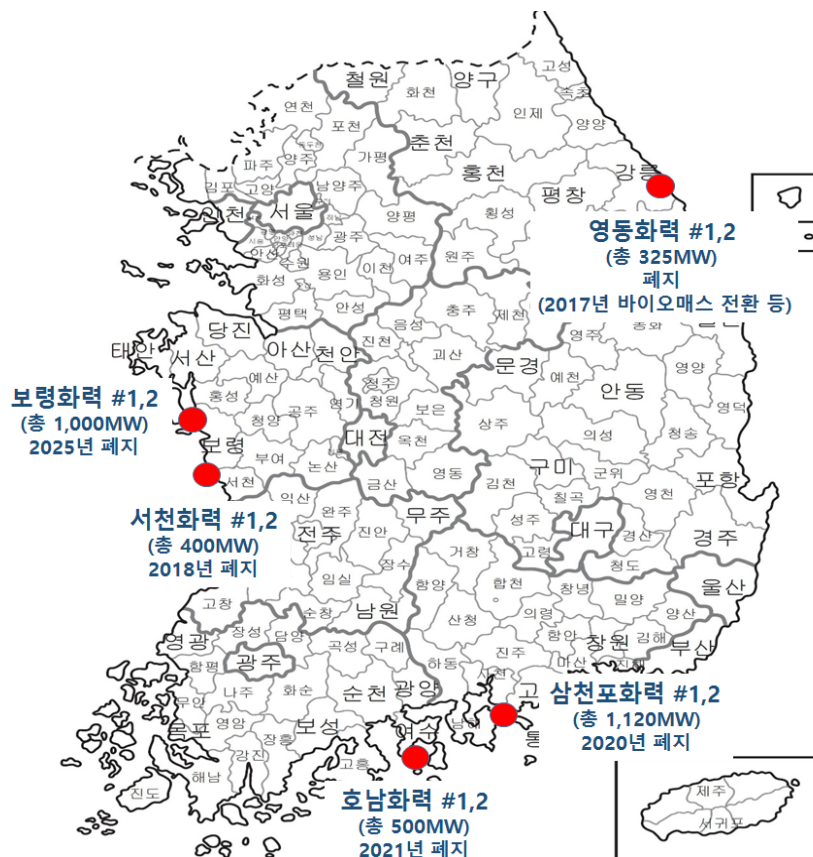
준공 30년이 넘는 노후 화력의 대기오염물질 배출농도가 평균적인 화력발전소의 배출농도보다 크게 높은 것을 고려하면 노후 화력의 폐기는 화력발전소의 평균 배출농도를 낮출 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 폐기 예정인 노후 화력발전소의 소재지로 인해 수도권 대기질과 연관성이 낮을 것으로 예상된다. 폐기 대상 발전기 10기 중 2기는 강원도, 4기는 남해안, 4기는 충남 지역에 소재한다. 게다가 수도권과 가장 근접한 100만kW 규모 보령화력 1·2호기는 2025년에야 폐기하므로 향후 10년간 보령화력의 운전기간동안 대기오염물질은 감수해야한다. 게다가 보령 1,2호기는 대기오염 배출량이 많은 발전기이다. 2016년 1월부터 6월까지 굴뚝 자동측정기가 부착된 화력발전소의 전체 질소산화물 배출량은 55,688톤이었고, 보령 1호기와 2호기는 2,777톤의 질소산화물을 배출하여 발전부문 질소산화물 배출량의 5%를 차지했다. 따라서 보령 1,2호기는 폐기 시점을 앞당기거나 가동률을 낮추는 방안을 고려할 필요가 있다.

[표 30] 노후화력 발전기 폐기 계획

발전기	처리방안
서천화력 1·2호기	2018년 폐기
삼천포화력 1·2호기	2020년 폐기 (수명 종료 시점)
호남화력 1·2호기	2021년 폐기 (수명 종료 시점), 폐기시점은 여수지역 전력 공급 상황을 감안. 광양 신여수 송전선로 준공에 연계
보령화력 1·2호기	2025년 폐기 (수명 종료 시점). 2020년 이후 수급여건을 감안. 추후 LNG 대체건설 방안도 검토
영동화력 1·2호기	2017년 이후 연료(석탄)를 바이오매스 등으로 전환

자료: 산업통상자원부 내부자료, 2016.

[그림 10] 폐기예정 노후 석탄발전소의 위치



자료: 산업통상자원부 보도자료, 2016.7.6.

3. 가동 중인 발전기의 미세먼지 저감장치 설치 및 성능개선 필요

가. 가동 중인 화력발전설비의 미세먼지 배출량 비교

노후화력발전기가 2018년부터 2025년 동안 순차적으로 폐기될 것으로 감안하면 노후화력 폐기의 효과는 중장기적으로 기대할 수 있는 수준에 이를 것으로 보인다. 따라서 발전부문의 대기오염물질 배출을 낮추기 위해서는 노후 발전기의 폐기보다는 현재 운영 중인 화력발전의 배출량과 배출농도를 낮추기 위한 대책마련이 필요하다.

[표 31] 미세먼지 감축을 위한 발전부문 세부 추진계획

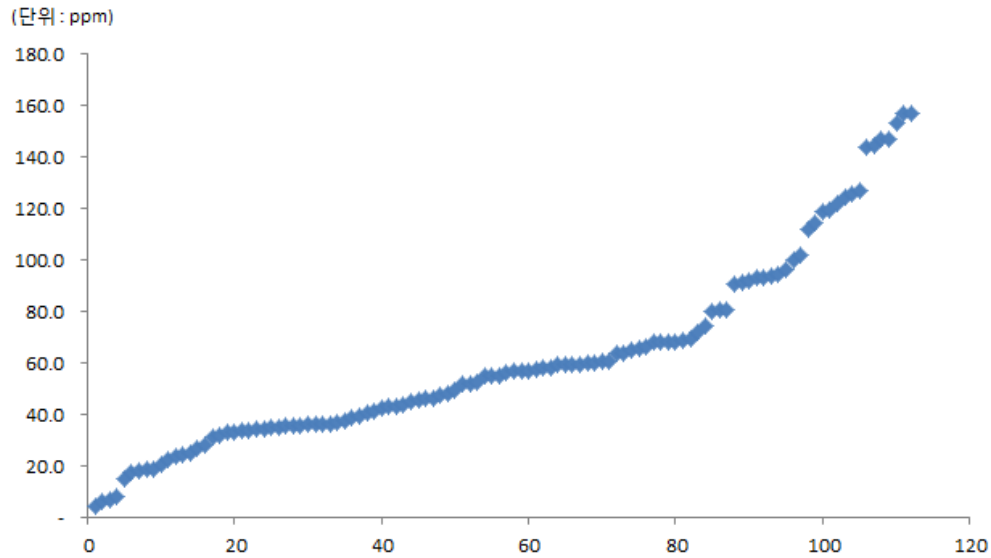
- 노후 석탄발전 : 10기 폐기 (2기는 연료전환)
- 20년 이상(8기) : 성능개선(retrofit)과 환경설비 전면교체 병행
- 20년 미만(35기) : 저감시설 확충, 20년 이상 경과시 성능개선. 충남지역 최대한 조속히 설비 확충
- 공정률 90% 이상 신규 발전기 (11기) : 강화된 배출기준 적용중, 40% 추가감축
- 공정률 낮은 신규 발전기 (9기) : 세계 최고수준 영흥화력 배출기준 적용
- 신규 석탄발전소 : 원칙적으로 진입 제한

자료: 산업통상자원부 내부자료, 2016. 9.

발전시설별 배출농도는 설치년도에 따라 차이가 크게 난다. 설치 당시에는 규제 수준을 충족하는 발전기일지라도 시간이 지남에 따라 발전효율이 낮아지고 규제 기준이 높아져 평균적인 배출농도를 초과하는 발전기가 있다. 따라서 굴뚝자동측정기를 설치한 화력발전 배출시설의 2015년 중 최고농도기준으로 대기오염물질별 배출농도를 검토하였다.

2015년 황산화물을 배출하는 액체 및 고체연료를 사용하는 발전시설은 112개 시설이다. 112개 화력발전시설의 2015년 이산화황(SO_2)의 24시간 최고농도는 최저치가 4.5ppm 이며 최고치는 157ppm이다. 「대기환경보전법」 시행규칙에서 정하는 석탄발전설비의 황산화물 배출기준은 50ppm이지만, 1996년 이전에 설치된 시설은 100ppm이며 2014년 이전에 설치된 시설은 80ppm을 적용한다. 가장 과거의 배출기준인 100ppm을 적용하면 해당 기준을 초과하는 발전시설은 16개소이다. 반면 가장 최근의 기준을 적용하면 해당 기준을 초과하는 발전시설은 61개소이다.

[그림 11] 발전시설별 SO_2 최고농도



자료: 환경부 내부자료를 이용하여 국회예산정책처에서 작성함.

[표 32] 고농도 황산화물 배출 설비

(단위: ppm)

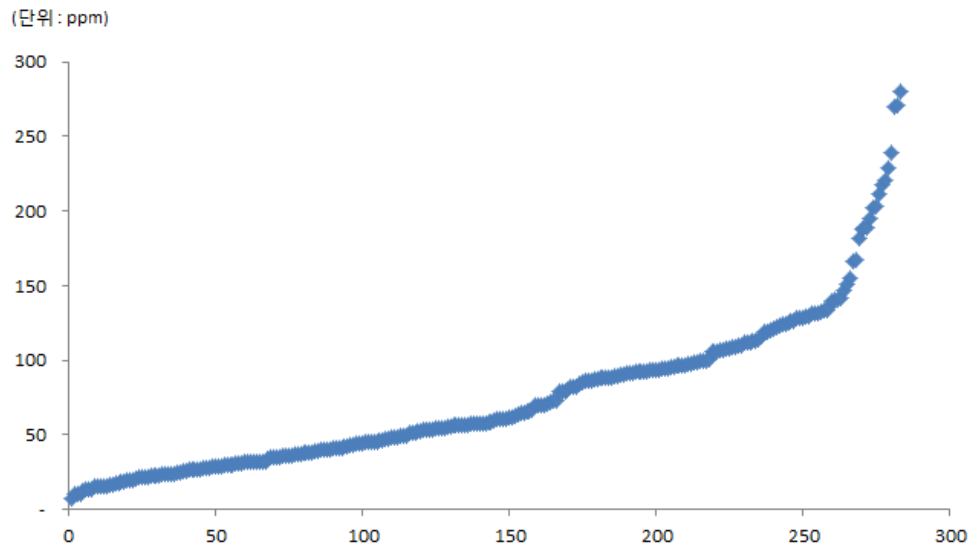
발전사	발전설비	배출농도
민간발전사	(주)한주#5	101.8
서부발전	평택발전#3	111.7
남동발전	한국남동발전(주)삼천포#10	114.3
남동발전	한국남동발전(주)삼천포#12	118.8
남동발전	한국남동발전(주)삼천포#11	119.6
남동발전	한국남동발전(주)삼천포#9	121.6
서부발전	평택발전#1	124.3
민간발전사	부산패션칼라산업협동조합#1	125.7
민간발전사	전북집단에너지(주)#1	127.1
민간발전사	대전열병합발전(주)#1	144.1
민간발전사	(주)에스이엔알#5	147.2
민간발전사	대전열병합발전(주)#3	153.1
민간발전사	대전열병합발전(주)#2	156.7
중부발전	한국중부발전(주)제주화력#2	157.1

주: 배출농도는 2015년 중 최고농도를 기준으로 함.

자료: 환경부 내부자료, 2016. 9.

질소산화물을 배출하는 발전시설은 284개 시설이다. 284개 발전시설의 질소산화물 24시간 최고농도는 최저치가 7.53ppm이고 최대농도는 280ppm이었다. 「대기환경보전법」 시행규칙에서 정하는 석탄발전설비의 질소산화물 배출기준은 50ppm이지만, 1996년 이전에 설치된 시설은 140ppm이며 1996년 이후에 설치된 시설은 70ppm을 적용한다. 그런데 가장 과거의 배출허용기준인 140ppm을 적용하더라도 해당 기준을 초과하는 발전시설은 22개소가 있었다. 발전설비의 질소산화물 (NO_x) 배출허용기준 분포는 전체 284개 배출시설 중 50ppm 이하 시설이 115개소이며, 50ppm초과 시설은 168개소였다.

[그림 12] 발전시설별 NO_x 최고농도



자료: 환경부 내부자료를 이용하여 국회예산정책처에서 작성함.

[표 33] 고농도 질소산화물 배출 설비

(단위: ppm)

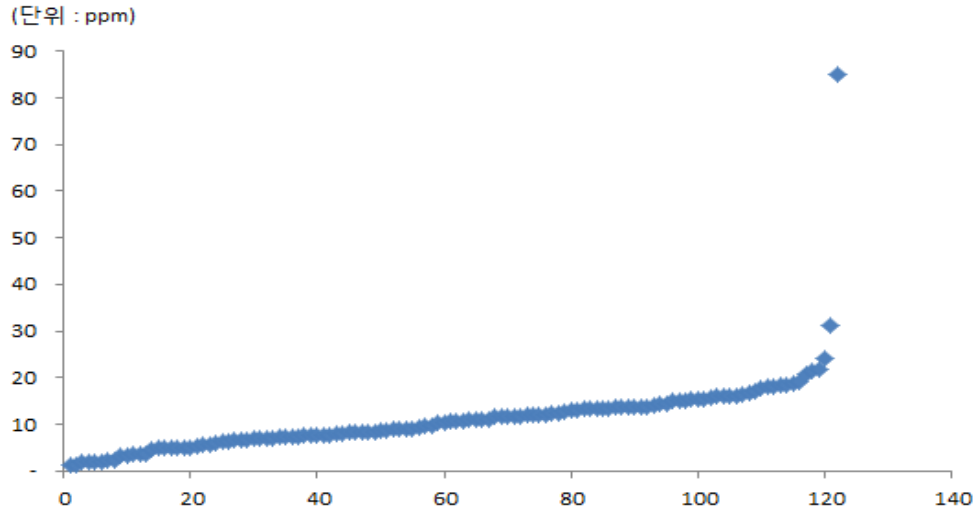
발전사	발전설비	배출농도
동서발전	한국동서발전(주)울산화력#6	141.5
동서발전	한국동서발전(주)동해화력#1	147.0
민간발전사	한화에너지(주)군산#1	154.6
남동발전	한국남동발전(주)삼천포#1	166.5
남동발전	한국남동발전(주)삼천포#2	167.8
남부발전	한국남부발전(주)하동화력#3	181.9
민간발전사	(주)군장에너지#6	187.8
민간발전사	금호석유화학(주)열병합#2	188.4
민간발전사	금호석유화학(주)열병합#1	188.8
중부발전	한국중부발전(주)서천화력#2	195.3
동서발전	한국동서발전(주)당진화력#4	202.0
중부발전	한국중부발전(주)서천화력#1	202.8
민간발전사	(주)군장에너지#3	211.0
중부발전	한국중부발전(주)제주화력#5	217.7
중부발전	한국중부발전(주)제주화력#4	221.0
민간발전사	(주)군장에너지#5	228.7
남동발전	한국남동발전(주)영동본부#1	269.5
남동발전	한국남동발전(주)영동본부#2	280.0

주: 배출농도는 2015년 24시간 기준 최고농도를 기준으로 함.

자료: 환경부 내부자료, 2016. 9.

발전시설에는 미세먼지 배출량을 측정할 수 있는 장비가 없다. 미세먼지는 PM_{10} 혹은 $PM_{2.5}$ 의 먼지를 측정할 수 있어야하지만, 발전시설에 부착된 먼지 배출량 측정기기는 총부유먼지 TSP(Total Suspended Particles)를 측정한다. 이는 석탄 화력에서 배출되는 먼지의 크기가 크기 때문에 미세먼지 배출량 측정설비를 설치하지 않았기 때문이기도 하다. 그런데 총부유먼지의 측정설비도 석탄화력발전설비에만 부착되어 먼지배출을 측정하는 자동측정설비를 부착한 발전시설은 복합화력을 제외한 122개 시설이다. 122개 화력발전시설의 24시간 최고농도의 최저치는 1.2 mg/m^3 , 최대치는 84.9 mg/m^3 이다. 24시간 기준 최고 배출농도가 10 mg/m^3 이하인 시설은 58개이며 10 mg/m^3 초과 시설은 64개이다. 「대기환경보전법」 시행규칙에서 정하는 석탄발전설비의 먼지배출기준은 10 mg/m^3 이지만, 2001년 6월 30일 이전에 설치된 시설은 25 mg/m^3 이며 2001년 7월 이후에 설치된 시설은 20 mg/m^3 을 적용한다. 가장 과거의 배출허용기준인 25 mg/m^3 을 적용하면 해당 기준을 초과하는 발전시설은 2개소가 있었다.

[그림 13] 발전기별 먼지(TSP) 최고 농도



자료: 환경부 내부자료를 이용하여 국회예산정책처에서 작성함.

나. 미세먼지저감설비 미설치 발전기의 대기오염물질 배출량 과다

발전기별 최고 배출농도를 확인한 결과 일부발전기는 타 발전기에 비해 대기오염배출 농도가 크게 높은 것으로 나타났다. 따라서 대상 발전기를 우선적으로 폐기하거나 시설개선을 실시할 필요가 있다. 발전부문 대기오염배출량은 대기오염배출저감 시설에 대한 설비투자에 크게 영향을 받는다.

발전부문의 대기오염방지시설은 황산화물(SO_x)를 잡기 위한 탈황설비와, 질소산화물(NO_x)를 잡기 위한 탈질설비, 먼지 및 부유물질을 포집하기 위한 전기집진기로 구성된다. 대기오염물질 배출량이 많은 석탄화력발전은 배연탈질 및 탈황시설, 전기집진시설을 대부분 갖추고 있다. 반면 가스화력발전은 저NO_x버너로 가동하여 대기오염방지시설의 설치를 면제받는 설비가 있는 반면 과거에 소규모 발전소의 경우 높은 대기오염배출 농도에도 불구하고 방지시설을 설치하지 않은 설비도 있다. 즉, 발전부문 미세먼지 관리는 설치 당시의 규제수준과 환경기초시설 투자규모에 따라 차이가 있다.

예를 들어 수도권 대기질 규제 대상인 영흥화력도 1,2호기와 3,4호기의 준공당시 배출가스규제 수준이 달라 대기오염방지시설 투자비와 대기오염물질 배출량에 차이가 있다. 2004년 준공된 영흥화력 1,2호기의 대기오염방지시설 투자비는 997억

원이나 2014년 준공된 영흥 5,6호기는 2,072억원이었다⁹⁰⁾. 그 결과 영흥 2호기의 SOx와 NOx의 배출농도는 각각 24ppm 인데 비해 영흥 6호기는 각각 8과 13ppm 으로 6호기의 대기오염 배출농도는 2호기의 절반 이하이다. 따라서 배출량에서도 차이가 있었다. 2015년 SOx배출량이 2호기는 1,475톤인데 비해 6호기는 521톤이었으며 NOx배출량은 2호기는 1,062톤인데 비해 6호기는 564톤으로 크게 차이가 있었다. 황산화물과 질소산화물, 먼지 배출량을 단순히 합할 때 영흥 6호기의 2015년 배출량은 1,124톤으로 2,648톤을 배출한 2호기 배출량의 42%에 불과하다. 반면 영흥 2호기와 6호기의 전력판매량은 각각 5,783GWh와 6,582GWh로 6호기가 더 많았다. 따라서 1GWh의 전력을 판매하면서 배출하는 대기오염물질은 2호기가 0.46톤인데 비해 6호기는 0.17톤으로 단위 배출량은 3배가량 더 많았다.

[표 34] 영흥화력 2호기와 6호기의 대기오염물질 배출 현황

(단위: ppm, mg/m³, 톤, 억원, GWh, 톤/GWh)

	2호기			6호기		
	SOx	NOx	먼지	SOx	NOx	먼지
기준 배출농도	45	55	20	25	15	5
2015년 배출농도	24	24	4	8	13	1
2015년 배출량	1,475	1,062	111	521	564	39
시설투자비	499			1,036		
설치년도	2004.7			2014.11		
전력판매량	5,783			6,582		
전력판매량당 배출량	0.46			0.17		

주: 대기오염방지시설은 2개 호기에 공동으로 설치되므로, 대기오염방지시설 투자비는 1,2호기와 5,6호기의 투자비를 1/2로 나눈 값임.

자료: 남동발전 내부자료를 이용하여 국회예산정책처에서 작성함.

이와 같은 차이는 영흥 2호기와 6호기의 설치시점에 따라서도 다르다. 2호기는 2004년 7월에 설치되었으며 당시의 배출허용기준을 따랐다. 하지만 6호기는 강화된 환경기준에 맞추어 대기오염배출방지시설투자를 확대하였고 그 결과 대기오염물질

90) 대기오염방지시설은 탈황설비, 탈질설비, 전기집진기를 의미한다. 영흥화력은 대기오염방지시설 이외에도 석탄취급설비, 회처리설비, 폐수처리설비, 분석설비 등의 환경설비 투자가 있었다.

배출량을 크게 줄일 수 있었다. 발전을 위해 대기오염배출이 불가피한 것이 아니라 시설투자를 통해 개선할 수 있다는 것이다. 따라서 발전부문의 대기오염물질 배출량을 줄이기 위해서는 배출허용기준을 낮추고 시설투자를 확대하는 정책결정이 중요하다. 또한 효과적으로 대기오염물질을 줄이기 위해서는 현재 대기오염배출농도가 높거나 과거 발전소의 건설당시 배출저감설비를 설치하지 않은 설비를 중심으로 시설투자를 시행하는 것이 필요하다.

발전설비별 대기오염방지시설 투자비의 차이는 대기오염배출 규제기준이 강화되면서 최근 건설된 발전기일수록 높은 수준의 배출농도규제를 적용받기 때문이다. 「수도권대기질특별법」 시행 이후 설치된 화력발전소는 대기오염 배출저감장치(환경기초시설)를 설치하였으나, 그 이전에 설치된 발전소는 저감설비가 없는 경우도 있다. 발전공기업의 발전기 중 대기오염 배출저감장치가 설치되지 않은 발전기는 아래와 같다. 석탄화력 중 삼천포 5·6호기는 탈황설비와 탈질설비가 모두 설치되지 않았다. 영동 1·2호기는 탈질설비가 설치되지 않았다. 따라서 266ppm의 높은 질소산화물을 배출하였고, 질소산화물의 배출량도 1,653톤으로 높았다.

[표 35] SOx 배출저감장치가 설치되지 않은 석탄화력발전기

(단위: MW, ppm, 톤)

발전기명	준공년월	용량	배출농도(2015)	황산화물 배출량(2015)
삼천포#5	1997.7	560	83	4,276
삼천포#6	1998.1	560	88	3,968
동해#1	1998.1	200	82	720
동해#2	1999.1	200	85	837

자료: 발전사 내부자료, 2016. 6.

[표 36] NOx 배출저감장치가 설치되지 않은 석탄화력발전기

(단위: MW, ppm, 톤)

발전기명	준공년월	용량	배출농도(2015)	배출량(2015)
삼천포#5	1997.7	560	73	2,728
삼천포#6	1998.1	560	80	2,752
영동#1	1973.5	125	234	1,036
영동#2	1979.1	300	266	1,653
동해#1	1998.1	200	46	589
동해#2	1999.1	200	46	581

자료: 발전사 내부자료, 2016. 6.

가스복합화력도 질소산화물 배출저감장치가 설치되지 않은 발전기가 다수 있다. [표 37]은 탈질장치가 설치되지 않은 복합화력 발전기를 나타낸다.

[표 37] NOx 배출저감장치가 설치되지 않은 복합화력발전기

(단위: MW, ppm, 톤)

발전기명	준공년월	용량	배출농도(2015)	배출량(2015)
분당복합GT#1~#8	1992.6	622	28~53	953
신인천#1~#8	1997.6	3,600	21~53	865
부산#1~#8	2004.3	3,600	14~21	627
한림#1~#2	1997.7	210	179~187	259
영월#1~#3	2010.1	2,644	18~24	398
울산복합#1~#3	1995.6	1,200	33~67	380
일산#1~#6	1995.6	179	21~44	465
서인천#1~#8	1992.11	1,800	16~56	603
군산#1~#2	2010.5	718.4	22~24	815
보령복합#1~#6	2009.6	900	7~34	138

자료: 발전사 내부자료, 2016. 6.

특히 복합화력은 주거지에 보다 근접하다는 점에서 대기오염 배출농도 규제가 보다 적극적으로 이루어질 필요가 있다. 그런데 분당복합, 신인천, 서인천, 군산, 인천복합과 같이 수도권에 소재하고 있지만 배출저감장치를 부착하지 않은 발전설비가 다수 있다.

다. 미세먼지저감설비 설치를 위한 발전사 투자여력 및 전력수급상황 검토

노후화력의 폐기와 함께 가동중인 발전설비 중 배출저감장치가 부착되지 않은 설비에 우선적으로 저감설비를 설치하는 것을 검토할 필요가 있다. 그런데 가동 중인 발전기의 대기오염배출 저감설비를 교체하는 것은 상당한 비용과 시간이 소요되는 설비공사가 필요하다. 이에 대기오염배출저감장치의 설치여부에서 고려해야할 점은 발전사의 투자여력과 전력수급상황이다.

설비 예비력이 낮을 경우 설비교체 등을 위해 발전소 가동을 멈출 여력이 부족해진다. 반면 설비예비율이 높을 경우 대기오염배출량이 높은 발전기를 순차적으로 정지하여 설비를 교체할 수 있기 때문이다. 최근 1년의 월별 전력설비예비율은 최저 17.6%(2016년 8월), 최대 50.2%(2016년 4월)를 기록했으며 월별 전력공급예비율은 최저 8.5%(2016년 8월), 최대 30.8%(2016년 4월)를 기록했다.⁹¹⁾ 따라서 하계 전력피크기간을 제외하고 전력설비의 공급은 안정적이었으며 이와 같이 전력수급이 안정적인 상황은 당분간 지속될 것으로 예상된다.

정부는 전력수급의 안정을 위하여 발전설비 규모와 전력수요관리에 관한 사항을 계획하는 전력수급기본계획에서 2029년까지의 전력설비 예비율을 22%이상으로 계획한 바 있다. 전력수급기본계획은 전력수급의 기본방향, 전력수급의 장기전망, 발전설비 및 주요 송변전설비계획에 관한 사항, 전력수요의 관리에 관한 사항, 직전 기본계획의 평가에 관한 사항 등을 포함한다. 가장 최근에 수립된 「제7차 전력수급 기본계획」(이하 “7차 계획”)⁹²⁾의 설비투자가 이행될 경우 2029년까지 전력공급 불안은 없을 것으로 예상된다. 2016년 이후 설비예비율은 2000년 이후 최고치를 기록할 것으로 전망되기 때문이다.

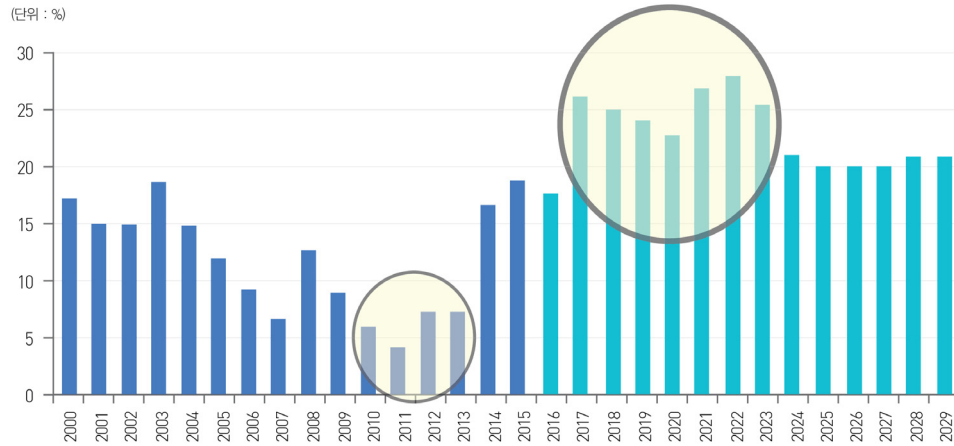
91) 설비예비율은 최대전력수요를 초과하여 보유하는 발전설비율을 의미하며, 공급예비율은 고장·정비 등의 이유로 공급가능한 설비 중 최대수요를 초과하는 발전설비율을 의미한다.

전력 설비예비율 (%) = (설치된 설비용량 - 전력수요) / 전력수요 × 100

전력 공급예비율 (%) = (공급가능 설비용량 - 전력수요) / 전력수요 × 100

92) 「제7차 전력수급기본계획」은 부처협의, 국회 상임위원회 보고, 공청회를 거쳐 전력정책심의회에서 2015년 6월에 확정됨. 2017년에는 「제8차 전력수급기본계획」에서 2031년까지의 발전설비 규모를 확정할 예정이다.

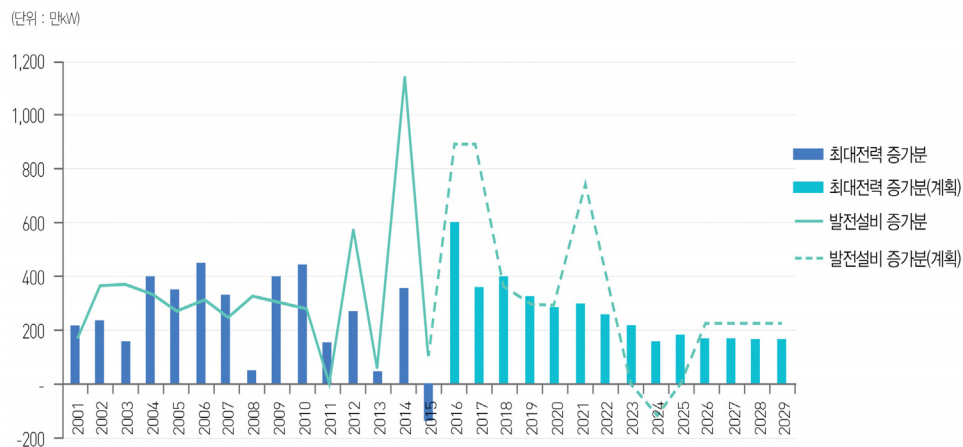
[그림 14] 우리나라의 전력수급 실적과 전망



주: 2000~2016년은 전력설비예비율 실적치이며, 2016년 이후는 「제7차 전력수급기본계획」에 따른 계획치임.

자료: 전력통계시스템과 「제7차 전력수급기본계획」을 이용하여 국회예산정책처에서 정리함.

[그림 15] 전력수요 증가와 신규 발전설비의 비교



주: 2016년 이후는 제7차 전력수급기본계획에 따른 계획치임.

자료: 전력통계시스템과 「제7차 전력수급기본계획」을 이용하여 국회예산정책처에서 정리함.

향후 전력설비 예비율이 높은 것은 2015년 전후로 발전설비 공급이 크게 늘었기 때문이다. [그림 15]에 나타난 바와 같이 2010~2013년에는 전력수요 증가에 비해 신규 발전설비 공급이 충분하지 못하였던 반면, 2014년부터 2017년까지는 2,930 만kW 용량으로 40개 발전기가 집중적으로 공급되었고 공급될 예정이다.

전력설비에비율에 여유가 있더라도 발전사의 재무상황이 나쁠 경우 대기오염 방지시설에 투자할 여력이 없다. 따라서 기존 설비에 대기오염방지시설을 설치하기 위해서는 전력설비에비율 뿐 아니라 발전사의 재무현황도 검토할 필요가 있다. 국회예산정책처에서 발간한 「2015회계연도 공공기관 결산 평가」에 따르면 한전 및 발전자회사는 2011년과 2012년에는 2조원대의 당기순손실이 있었다. 2013년에는 한전과 전체 발전자회사의 영업이익이 4,249억원이었으나 연간 전력판매액이 54조 원임을 고려하면 2013년의 영업이익은 높다고 볼 수 없다. 하지만 2015년의 당기순 이익이 크게 증가하면서 최근 5년간 13.4조원의 순이익을 기록하였다.

[표 38] 한전 및 발전자회사 당기순이익

(단위: 백만원)

	2011	2012	2013	2014	2015	최근5년 누적
한국전력공사	-3,514,130	-3,226,597	238,307	1,039,887	10,165,653	4,703,120
한국수력원자력	662,215	124,985	-188,302	1,440,548	2,457,113	4,496,559
한국남동발전	143,303	174,158	87,765	418,141	583,272	1,406,639
한국남부발전	67,314	103,368	102,670	68,481	224,757	566,590
한국동서발전	92,863	167,465	33,317	159,590	448,960	902,195
한국서부발전	42,142	105,431	94,760	133,228	300,309	675,870
한국중부발전	83,421	128,610	56,417	116,946	243,318	628,712
계	-2,422,872	-2,422,580	424,934	3,376,821	14,423,382	13,379,685

주: 한국전력공사는 개별재무제표, 발전자회사는 연결재무제표를 기준으로 작성함,
자료: 국회예산정책처, 「2015회계연도 공공기관 결산 평가」, 2016. 6.

탈황설비와 탈질설비, 전기집진기의 3가지 대기오염물질 저감장치를 모두 교체 하거나 신설할 경우 발전소 1기당 약 1,000억원의 비용이 소요될 것으로 예상된다. 이 경우 35기 전부를 교체 대상으로 하는 경우 약 3.5조원의 비용이 든다. 이는 2014년 한전과 발전자회사 전체의 당기순이익에 해당하는 규모이다. 하지만 35기에 대한 대규모 설비교체의 경우 10년 이상의 기간이 소요될 수 있으므로 설비교체 비용은 발전사에서 수용할 수 있는 투자규모로 판단된다.

정부가 전력수급의 문제와 대규모 설비투자가 수반됨에도 불구하고 운영 중인 발전기에 대한 대규모 성능개선(retrofit)사업을 결정한 것은 미세먼지관리의 필요성에 상당한 정책적 우선순위를 두고 있는 것으로 정부의 정책의지를 알 수 있다. 하지만 정부대책은 발전공기업을 대상으로 하고 있으므로 중소기업 민간 발전사를 포함하여 전체 발전기에 대해 발전기별 대기오염배출 농도를 확인하여 고농도 대기오염물질 배출 발전기에 대해서는 발전공기업과 민간 발전사를 구분하지 않고 종합적인 대응을 할 필요가 있다. 다만 이와 같은 설비교체는 발전설비별 부지확보와 성능개선 계획을 세우고 그에 맞춘 대기오염저감시설을 발주하여 설치해야 한다. 기존 화력발전소에 추가적인 환경기초시설을 설치할 수 있는 부지와 기술공학적 연계성이 지원되는가를 확인하는 것도 필요하다. 따라서 전체 발전설비에 대한 설비교체는 점진적으로 시행될 것으로 예상된다.

라. 발전설비의 미세먼지 배출기준 및 측정설비 누락

화력발전기의 발전기별 대기오염물질 배출농도를 확인한 결과, 두 가지 개선과제가 제기되었다. 우선 발전설비별 미세먼지 배출량을 측정할 수 있는 측정설비를 부착할 필요가 있다. 현재 발전설비에 부착된 설비는 총부유분진(TSP)을 측정할 수 있는 장비이다. 총부유분진은 직경 $50\mu\text{m}$ 이하의 모든 부유 먼지를 의미한다. 먼지의 크기가 $10\mu\text{m}$ 이하이면 PM_{10} 으로 분류하고 $2.5\mu\text{m}$ 이하이면 $PM_{2.5}$ 를 의미한다.

PM_{10} 과 같이 먼지의 크기가 $10\mu\text{m}$ 이상인 경우에는 도시미관에 영향을 미치긴 하지만 인체의 건강에는 영향이 적기 때문에 우리나라도 2001년부터 대기오염물질에서 총부유먼지(TSP)에서 PM_{10} 으로 환경기준을 변경하고 2015년부터는 초미세먼지로 대기오염물질을 규제하고 있다. 그런데 발전설비의 대기오염물질 측정기준은 총부유분진을 기준으로 하고 있으므로 대기오염물질 대기환경기준과 농도측정대상이 일치하지 않는다.

대기오염물질 배출기준과 대기오염농도 기준이 일치하지 않는 것은 입자상물질에 대한 일반적인 배출허용기준이 총부유분진을 기준으로 하기 때문이다. 「대기환경보전법」 시행규칙 별표8에 따르면 배출기준은 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이 아닌 mg/m^3 을 기준으로 한다. 따라서 발전설비의 먼지 측정기준을 PM_{10} 단위로 낮추기 위해서는 「대기환경보전법」의 허용기준을 변경하는 것을 검토할 필요가 있다.

4. 발전원별 가동 우선순위 조정 필요

발전부문의 대기오염물질 배출을 막는 궁극적인 방법은 대기오염저감시설을 짓는 것이다. 하지만 앞서 검토한 바와 같이 대기오염저감장치는 투자비용 조달의 문제는 고려하지 않더라도 대형 설비장치의 설계와 시공에 상당한 시간이 소요될 것으로 예상된다. 하지만 산업통상부는 발전부문의 미세먼지 저감을 위한 단기 대책은 제시하지 않고 있다. 따라서 본고에서는 단기적인 발전부문 미세먼지 저감대책으로 발전원별 가동 우선순위 조정의 필요성을 검토하고자 한다. 미세먼지를 적게 배출하는 발전원을 우선적으로 가동함으로써 단기적으로 발전부문의 미세먼지 배출기여도는 낮추는 방식이다.

화력발전원별 대기오염물질 배출량을 검토하기 위하여 2015년 화력발전의 연료에 따른 대기오염물질 배출량 실측치와 전력판매량을 검토하였다. 화력발전의 연료는 석탄과 가스, 유류로 구분할 수 있는데 2015년 석탄화력의 발전량은 201,070GWh로 전체 화력발전의 63.4%를 차지하였다. 그런데 대기오염물질 배출량은 먼지와 황산화물, 질소산화물을 단순합계할 때 183,027톤을 배출하여 전체의 83.1%를 차지하였다. 가스화력은 106,503GWh를 발전하여 화력발전의 33.6%를 차지하였지만 대기오염물질 배출량은 11.4%에 불과했다. 유류발전은 9,394GWh를 발전하여 발전비중은 3.3%였으나 대기오염물질 배출량은 12,073톤으로 5.5%였다.

따라서 1GWh의 전력을 판매하는데 배출한 대기오염물질량은 석탄이 0.91톤이며 가스는 0.24톤, 유류는 1.29톤이었다. 가스발전을 기준으로 할 때 석탄화력은 3.85배의 대기오염물질을 더 배출하며 유류화력은 5.43배의 대기오염물질을 더 배출하는 것이다. 유류화력은 발전량에서 차지하는 비중은 작지만 화력발전 중 가장 대기오염물질 배출량이 많은 발전원으로 나타났다. 발전부문의 대기오염물질 배출량을 줄이기 위해서는 단위 발전량당 배출량이 낮은 발전원부터 우선적으로 가동하는 방식을 검토할 수 있으며, 유류발전은 가장 마지막으로 가동해야하는 발전원으로 나타났다.

[표 39] 발전원별 대기오염배출량

(단위: GWh, %, 톤, 톤/GWh)

구 분	석탄	가스	유류	계
발전량	201,070	106,503	9,394	316,967
(발전 비중)	(63.4)	(33.6)	(3.0)	
대기오염물질 배출량	183,027	25,208	12,073	220,308
(배출량 비중)	(83.1)	(11.4)	(5.5)	
먼지(TSP)	3,702	369	115	4,186
황산화물(SOx)	71,618	327	5,054	76,999
질소산화물(NOx)	107,706	24,513	6,904	139,123
단위 발전량 당 배출량	0.91	0.24	1.29	
가스화력 대비 배출량	(3.85)	(1.0)	(5.43)	

주: 1. 발전량은 한국전력의 「전력통계속보」에 따름.

2. 대기오염물질 배출량은 발전부문 대기오염자동측정기를 통해 측정된 대기오염물질량임.

자료: 한국전력과 환경부 내부자료를 이용하여 국회예산정책처에서 작성함.

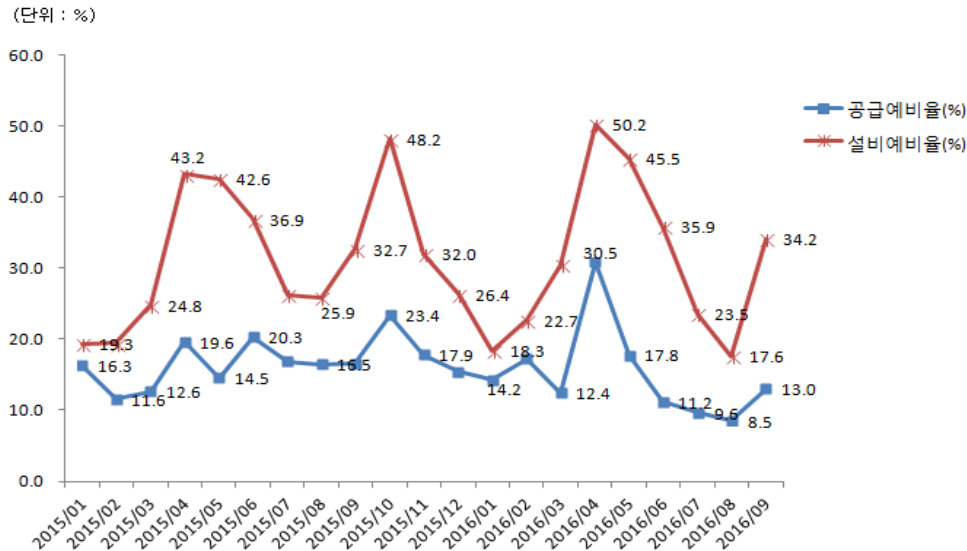
현재의 전력시장에서 모든 전력거래는 전력거래소를 통해 발생하며, 전력거래소는 전력시장에 입찰한 발전기 중 변동비가 가장 낮은 발전기부터 전력시장에 도입을 승인하는 방식으로 발전원을 결정한다. 이를 경제급전방식에 따른 발전원 선정이라고 하는데 현재 전력거래소는 발전기 변동비가 가장 낮은 순으로 석탄화력, 가스화력, 유류화력 순서로 가동하고 있다.⁹³⁾ 그런데 대기오염물질 배출량을 기준으로 발전원을 선정하게 되면 가스화력을 우선적으로 가동하고 석탄화력과 유류화력을 가동하게 된다.

이와 같은 급전방식을 환경급전방식으로 정의할 수 있다. 발전방식을 환경급전으로 변경하기 위해서는 전력수급상황을 고려해야한다. 설비예비율이 낮아서 여유 발전설비가 없을 경우 우선 가동원칙을 적용하지 못하고 대부분의 발전기를 가동해야하기 때문이다. 하지만 최근 전력수급상황은 상당히 양호한 것으로 나타났다. 최근 1년간의 전력공급예비율과 설비예비율을 검토한 결과, 동계 전력피크인 12~1월과 하계 전력피크인 7~8월을 제외한 계절에는 전력설비예비율이 30%를 웃돌았다.

93) 경제급전원칙은 다음의 원칙에 따라 운영된다.

발전사업자는 전력시장운영규칙 제 2.1.1.1조(발전기운전비용 등 자료 제출 및 심사) 2항에 따라 비용자료를 제출하고, 제출된 자료는 7항에 따라 비용평가위원회의 심사를 거친다. 전력시장운영규칙 제2.1.1.1조(발전기 운전비용 등 자료 제출 및 심사)에 제출된 특성자료를 근거로 발전기별 사용열량(H)을 구하고 이 결과에 열량단가(FC)를 곱하여 순위별로 나열한 것이 경제급전우선 순위이다.

[그림 16] 최근 전력공급예비율 및 설비예비율

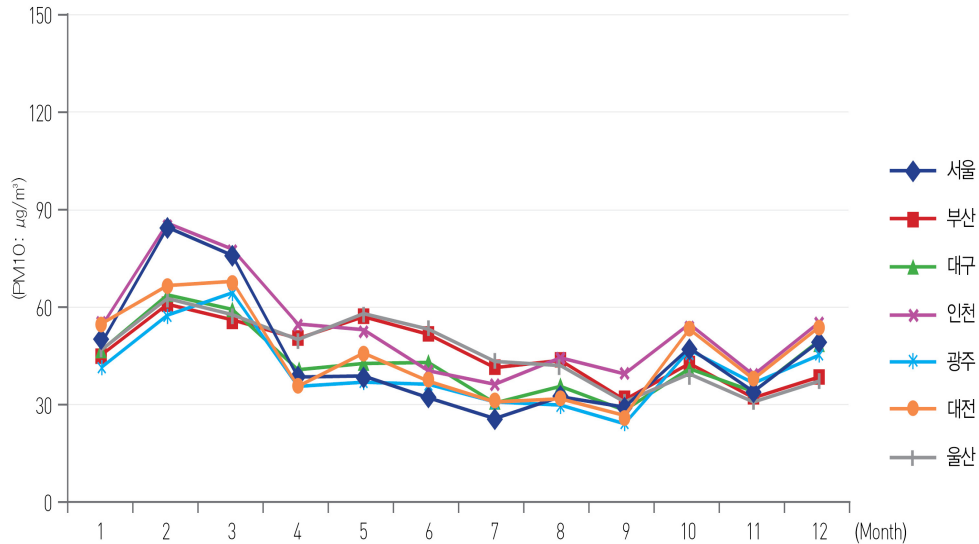


자료: 전력통계시스템을 이용하여 국회예산정책처에서 정리함.

그런데 우리나라의 미세먼지 농도는 일반적으로 봄철에 높은 것으로 나타나고 있다. 환경부의 「대기환경연보」에 따르면 PM_{10} 의 월평균 농도는 황사 등의 영향을 받는 봄철에 가장 높은 농도수준을 보였으며, 강수가 집중되는 하계(7~8월)에 감소하는 경향을 있었다. 주요 도시 중 인천이 타 도시에 비해 다소 높은 월평균 농도분포를 나타내었으며, 주요 도시의 월평균 농도 수준은 $25\sim 84\mu\text{g}/\text{m}^3$, 연평균은 $43\sim 53\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 전년대비 변화폭이 증가하였다.

따라서 단기적인 미세먼지 배출량 관리는 봄철에 집중하는 것이 효과적이며 동 기간 전력수급 상당히 양호하므로 화력발전의 가동에 환경급전방식을 적용하는 것을 고려할 필요가 있다. 석탄화력발전은 황산화물과 비산먼지와 같은 미세먼지를 가스화력발전보다 3배 이상 더 배출한다는 점에서 환경급전방식은 단기적으로 대기 오염배출량이 줄어들 수 있다.

[그림 17] 주요 도시의 2015년 PM_{10} 월평균 농도



자료: 환경부, 「대기환경연보」, 2016.

경제급전원칙이 발전비용을 최소화하는 방식이었던데 비해 환경급전방식으로 가스발전의 비중이 확대되면 전체 전력생산원가가 높아진다는 단점이 있다. 따라서 2~5월 동안 가스화력을 우선 가동하는 경우 가정할 경우 발생할 수 있는 추가비용을 간단히 검토하였다. 예를 들어 고농도 미세먼지 발생이 잦았던 2016년 상반기 중 2월부터 5월까지 화력발전의 연료별 발전비중을 변경하고 그로 인한 추가 비용과 대기오염물질 배출량 감축량을 단순비교해 보았다.

2016년 2~5월의 발전량은 총 100,780GWh였다. 이 중 석탄화력은 63,377GWh로 63%를 차지했으며 가스화력은 32,033GWh로 32%, 석유화력은 5,370GWh로 5.3%를 차지하였다. 동 기간 연료별 정산단가는 석탄화력이 73원/kWh이었으며 가스화력은 99.7원/kWh, 유류화력이 100.7원/kWh였다.⁹⁴⁾ 그로 인한 총 전력거래금액은 8조 3,581억원이었다. 동 기간 대기오염물질 배출량은 2015년의 발전원별 단위 배출량을 적용할 때 72,173톤으로 예상된다. 그런데 환경급전 시나리오에 따라 가스화력을 최우선으로 가동하여 석유화력의 발전량을 전부 가스화력으로 대체하고, 석탄화력

94) 석탄화력의 정산단가는 2016년 2~5월의 유연탄 발전과 무연탄 발전의 전력거래금액과 전력거래량을 이용하여 구하였으며 가스화력의 정산단가는 동 기간 LNG발전과 복합발전의 전력거래금액과 전력거래량을 이용하여 구하였다.

과 가스화력의 발전량이 바뀌는 경우를 가정해보았다. 정산단가는 발전원가를 반영하므로 발전원별 발전량이 달라지더라도 동일하게 유지된다고 가정할 경우 총 전력거래금액은 9조 1,893억원으로 늘어난다. 즉 경제급전원칙을 적용할 때와 비교하여 약 10%인 8,312억원의 비용이 증가하는 것으로 나타났다.

반면 환경급전방식에 따라 대기오염물질 배출량은 72,173톤에서 45,430톤으로 줄어들어 총 26,743톤의 저감효과를 기대할 수 있다. 이는 기존 배출량의 37%를 줄이는 효과가 있다.

[표 40] 환경급전 시나리오에 따른 미세먼지 저감비용과 효과

(단위: 원/kWh, 톤/GWh, GWh, 백만원, 톤)

		석탄	가스	유류	계
정산단가		73.0	99.7	100.7	
단위 발전량당 배출량		0.91	0.24	1.29	
발전량	기존	63,377	32,033	5,370	100,780
	시나리오	32,033	68,747	0	100,780
	차이	△31,344	36,714	△5,370	0
거래금액	기존(A)	4,624,900	3,192,600	540,600	8,358,100
	시나리오	2,337,590	6,851,736	0	9,189,326
	차이(B) (A/B)	△2,287,310	3,659,136	△540,600	831,226 (9.9%)
배출량	기존(C)	57,690	7,582	6,901	72,173
	시나리오	29,159	16,272	0	45,431
	차이(D) (C/D)	△28,531	8,690	△6,901	△26,743 (37%)

주: 1. 단위 배출량은 2015년의 전력거래량과 SO_x, NO_x, PM₁₀ 배출량의 단순합을 이용하여 구함.

2. 정산단가는 2016년 2~5월 평균 거래단가를 적용함.

자료: 전력거래소 내부자료를 이용하여 국회예산정책처에서 작성함.

환경급전방식을 적용할 경우 전력생산비용이 증가하는 것은 불가피하다. 하지만 2016년 상반기 중 4개월 동안 유류발전을 멈추고 가스발전을 석탄발전보다 우선적으로 가동하는 경우 발전비용은 약 10%가 증가하지만 대기오염배출량은 약 37%가 줄어들 수 있는 것으로 나타났다.⁹⁵⁾ 단기적인 대기오염배출량 감소 방안이 부재한

상황에서 발전부문의 환경급전은 최소한의 사회적 비용으로 시행할 수 있는 방안일 수 있다. 더군다나 미세먼지 배출량이 줄어들에 따른 건강비용 감소와 생산성 하락 방지효과를 고려하면 환경급전이 사회 전체적으로는 오히려 비용효과적인 방안이 될 수 있다. 또한 최근 5년간 발전사의 누적 당기순이익이 13조원이었고, 2016년의 당기순이익은 2015년보다 높을 것으로 예상되는 상황에서 미세먼지 농도가 높은 봄철 화력발전의 급전우선순위 변경에 따른 비용은 발전사에서 감당할 수 있는 범위내의 비용으로 판단되므로 급전우선순위 변경에 대해 적극적인 검토가 필요하다.

다만 급전우선순위 변경에 따른 정산단가의 변화와 추가비용의 규모, 발전사별 급전 가능성에 대해서는 전력시장 운영방식에 따라 차이가 있으므로 예상 비용에 대해서 정부와 전력거래소는 보다 엄밀한 분석을 수행할 필요가 있다.

95) 급전우선순위 변경에 따른 추가적인 발전비용은 발전원별 정산단가에 따라 달라질 수 있으므로 보다 정확한 정산단가의 추정이 필요하다. 2016년 상반기에는 가스 도입가의 하락으로 가스화력과 석탄화력의 차이가 29원/kWh였으나, 2015년만해도 가스복합화력과 유연탄화력간 정산단가는 57.7원/kWh이었다. 따라서 2015년에 환경급전을 시행했을 경우 2016년보다 비용이 높았을 것이다. 다만 현재의 낮은 가스 도입가는 당분간 유지될 것으로 예상되므로 경제성을 고려하더라도 가스화력을 석탄화력과 유류화력보다 우선하여 발전하는 방안을 긍정적으로 검토할 필요가 있다.

VI. 정책 시사점

본 보고서는 정부가 심각한 미세먼지 문제에 대처하기 위해 관계부처 합동으로 발표한 「미세먼지 관리 특별대책(2016.6.3.)」의 실태를 파악하고 동 대책이 취지를 달성하기 위해서 개선해야 할 과제를 도출하였다.

정부의 미세먼지 관리 특별대책은 수송, 발전·산업 등 국내 배출원관리, 에너지 신산업, 주변국 환경협력, 미세먼지 예경보제 혁신 등 총 4개 분야 100개 세부사업을 대상으로 수립되었다. 국민생활과 밀접한 국내 배출원관리 분야는 수송부문 17개 대책, 발전·산업부문 4개 대책, 생활주변부문 3개 등 42개 대책으로 구성된다. 수송부문에서 제작경유차와 건설기계 실도로 검사기준을 도입하고, 발전·산업부문에서 노후석탄발전소 10기를 폐기하거나 대체하며, 비수도권사업장은 간접배출물질에 대한 부과금제 개선을 제안하는 등 새로운 대책이 추가되었다.

하지만 정부의 미세먼지 관리 특별대책의 부문별 세부이행계획을 검토한 결과 단기적으로 체감할 수 있는 미세먼지 저감효과는 크지 않을 것으로 예상된다.

동 대책은 제2차 수도권대기환경기본계획 등 기존 계획의 미세먼지 관리 특별대책들을 모두 포함하고 일부 신규 대책을 추가한 것으로서, 미세먼지 농도를 앞당겨 낮춘다는 목표를 세웠으나 이를 이행할 수단은 미흡한 것으로 나타났다. 노후경유차 저공해화 등 수송 부문 대책의 미세먼지 저감 목표 달성 가능성이 낮은 것으로 나타났고, 이를 달성하는 경우에도 초미세먼지($PM_{2.5}$) 목표농도까지 낮추지는 못하는 것으로 예측되었다. 특히 친환경자동차가 전체 자동차에서 차지하는 비중이 작고 미세먼지 기여율도 낮아서 미세먼지 저감효과는 미미함에도 2017년도 수송부문 예산의 약 80%를 배정하고 있다. 수도권 이외 지역의 미세먼지 측정망이 부족하고, 미세먼지 예보의 정확성을 향상시키기 위한 ‘국가 대기질 통합관리시스템’이 당초의 목적을 달성하지 못한 것으로 나타났다. 또한 정부가 폐기하기로 한 10기의 화력발전소도 2025년까지 단계적으로 폐기할 계획이고, 운영 중인 발전시설에 대한 대기오염방지설비 개선은 시간이 소요된다. 따라서 미세먼지 관리를 위한 발전부문 대책의 단기적인 효과는 크지 않을 것으로 예상된다.

2005년부터 시행한 수도권 대기환경관리에 따라 수도권의 대기질은 상당부분 개선되었다. 하지만 최근 고농도 미세먼지의 원인을 무엇으로 볼 것이냐에 따라 대책도 달라질 수 있다. 이런 현상이 한반도 주변의 대기순환에 따른 것인지, 주변국가로부터의 유입증가인지, 국내 발생량 증가 때문인지에 대한 구체적인 자료를 파악하는 데는 한계가 있다. 그러나 분명한 것은 단기적으로 대응할 수 있는 최선은 국내 발생원을 모니터링하고 국내 발생량을 저감하는 방법밖에 없다는 것이다. 대기순환은 정책이나 인력으로 해결할 수 있는 것이 아니며, 주변국으로부터의 영향도 국제협력을 통한 장기적인 대처가 필요하다.

따라서 미세먼지 문제에 근본적으로 대응하기 위해서는 다음과 같은 점들이 개선·보완되어야 하는 것으로 분석되었다.

첫째, 문제를 제대로 파악하여야 대책을 제대로 수립할 수 있다는 점에서, 국내 배출원에 대한 정확한 현황 파악과 관리를 위해 수도권 외 지역을 포함한 전국적인 PM_{10} 및 $PM_{2.5}$ 측정망을 확충할 필요가 있다. 현재 미세먼지 측정망이 서울, 인천, 경기 등 수도권 지역에는 어느 정도 확충되었으나,⁹⁶⁾ 기타 수도권 외 지역에는 측정소가 많이 부족한 실정이다. 특히 PM_{10} 연평균농도가 16개 시도 중에서 2~5위인 충북, 강원, 전북, 경북과 2012년부터 미세먼지 배출량이 크게 증가하고 있는 충남 지역은 측정망의 개수 및 면적당 밀도가 모두 낮다.

정부가 2,500만명에 달하는 인구가 거주하는 수도권 지역에 대하여 특별한 노력을 기울이는 것은 당연하다. 그러나 대기질 관리의 우선과제는 최악 조건들을 어떻게 빨리 최소화시키느냐 하는 것에 맞추어져야 한다. 이를 위해서는 현재의 측정망이 전국적인 대기오염 최악 상황들을 제대로 감시하고 분석할 수 있도록 빨리 확충할 필요가 있다. 특히 PM_{10} 측정소에 비하여 $PM_{2.5}$ 측정소가 매우 부족한 실정이다. 전국적인 $PM_{2.5}$ 측정소의 개수를 보완하고 미세먼지의 화학성분 분석 자료를 더 확보하여 대기질 모델과 배출자료의 신뢰도를 높이고 이를 기초로 대기오염 관리의 지역적 균형을 높여야 할 것이다.⁹⁷⁾

측정망을 통해 생산된 미세먼지 데이터를 축적하고 관리하는 데이터베이스(DB) 시스템과 이를 기반으로 한 예·경보 시스템도 정비할 필요가 있다. 대기오염

96) 경기 지역의 경우 PM_{10} 측정망에 비해 $PM_{2.5}$ 측정망이 매우 적은 실정이다.

97) 장영기, “미세먼지 관리 특별대책도 지역차별, 측정망에 ‘구멍’”, 『한겨레 환경 전문 웹진-물바람숲』, 2016.9.20.

물질 배출량 산정 시스템인 대기정책지원시스템(CAPSS)과 대기오염 예보의 정확성과 효율성을 향상시키기 위한 국가 대기질 통합관리시스템에 여러 가지 문제점이 나타났는데, 이를 시급히 보완할 필요가 있다. 대기오염 예·경보 시스템은 일시적으로 미세먼지가 고농도로 높아질 때 비교적 적은 비용으로 환경 피해를 최소화하고 국민 건강을 지킬 수 있다는 점에서 활용도가 높다. 프랑스의 경우 대기오염 경보를 2단계로 단순하게 운영하고 있는데, 경보가 발생하면 차종별 이동제한, 도로별 속도제한 및 대중교통 이용 장려 등 적극적이고 구속력 있는 조치를 시행해 왔다. 지방자치단체가 경보 및 대응체계 전반에 걸쳐 주도적인 역할을 수행하는 것이다. 우리나라도 프랑스 파리와 같이 경보 발령 시 지방정부가 실효성 있는 오염저감 조치를 하도록 할 필요가 있다.

둘째, 미세먼지 환경기준 강화에 대한 규제예고제가 필요하다. 우리나라의 미세먼지 환경기준은 세계보건기구(WHO)의 권고기준에 미치지 못할 뿐 아니라 주요 국가의 환경기준에도 미치지 못하고 있다. $PM_{2.5}$ 배출기준이 미국과 일본은 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 호주는 $8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다. 우리나라는 이들 국가 중 늦은 2015년부터 $PM_{2.5}$ 배출기준을 적용하였으나, 규제 수준은 보다 낮다. 더군다나 느슨한 규제수준도 충족하지 못하여 전체 측정소 255개소 중 234개 측정소에서 대기환경기준에 미달성하는 비율인 91.8%로 높았다.

세계보건기구는 미세먼지로 인한 심폐질환과 폐암에 의한 사망률 증가를 최저 수준으로 할 수 있는 권고기준을 $PM_{2.5}$ 의 경우 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 설정하면서 이를 달성하기 위한 잠정목표를 15, 25, $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 3단계로 제시하고 있다. 우리나라는 잠정 목표 2단계에 해당하는 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 적용하고 있으므로 향후 잠정목표 1단계와 권고기준의 달성시점을 언제부터 적용할 것인가에 대한 사전 예고가 필요하다. 점진적인 규제예고제는 점진적인 대기오염배출시설의 변화를 유도할 수 있으며 수송수단의 선택에서도 보다 일관성을 유지할 수 있다는 점에서 정책의 예측가능성을 높여 줄 수 있다.

셋째, 수송부문에서 온실가스 정책과 미세먼지 정책간의 정책 혼선 및 상호모순을 해소하여야 한다. 이를 위해서 정부는 장기적으로 신기후체제(파리의정서) 대응을 위해 민간의 친환경자동차 개발을 지원하되, 미세먼지 정책과 배치되고 온실가스 감축 근거도 빈약한 경유택시 등 클린디젤 확대 정책은 중단할 필요가 있다.

정부는 경유자동차의 연비가 높다는 것을 근거로 온실가스 정책의 일환으로 클린디젤 확대 정책을 추진하였다. 그러나 폭스바겐 사건에서 드러난 바와 같이, 출고 시에 유로-6 수준을 충족하는 경유자동차라고 하더라도 도로 주행 시에 높은 연비를 유지하기 위해서는 오염저감장치의 가동을 중단해야 하는 것으로 나타났다. 또한 경유 미세먼지에 다량 포함된 블랙 카본은 1급 발암물질로 지정되었을 뿐만 아니라, 지구온난화에도 이산화탄소 다음으로 악영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 경유택시 도입 등 정부의 클린디젤 확대 정책은 미세먼지 정책과 배치될 뿐만 아니라 온실가스 정책으로도 근거가 미약한 정책이라고 할 수 있다.

또한 정부는 수송부문 미세먼지 관리 대책으로서 친환경차 보급 및 인프라 확충 사업에 많은 예산을 투입하고 있다. 그러나 미세먼지 저감을 위해 현 시점에서 정부가 직접 친환경자동차 보급 및 충전인프라 확대를 추진하는 것은 그 효과가 미미한 것으로 예측된다. 현재 자동차 제조업체에서 생산하는 전기차, 하이브리드차 등 친환경자동차는 대부분 승용차인데, 휘발유 승용차는 미세먼지 배출이 미미하여 배출계수를 산정조차 하지 않고 있고, 경유승용차의 경우도 4장에서 분석한 바와 같이 대형화물차에 비하여 배출량이 매우 적은 수준이다.⁹⁸⁾ 더불어 충전 후 최대주행거리 등 기술적 한계로 인하여, 많은 재정을 투입한다고 하더라도 전기차를 중장거리 주행에 사용할 수 있을 만큼 충전 인프라를 구축하는 것은 실현가능성이 크지 않다. 이보다는 장기적으로 민간의 친환경차 기술 개발을 지원함으로써 충전 후 최대주행거리를 200~300km 수준으로 향상시키고, 전기승용차뿐만 아니라 전기버스, 전기화물차 모델을 개발할 수 있도록 유인을 제공하는 정책을 추진하는 것이 효과적일 것으로 판단된다. 따라서 단기적인 미세먼지 관리 대책 차원에서 친환경차 대책을 추진하는 것보다는 장기적으로 신기후체제(파리의정서) 대응 및 대기오염 개선 차원에서 접근하는 것이 바람직하다.

넷째, 미세먼지 저감에 효율적인 수송부문 대책에 대하여 집중적으로 투자할 필요가 있다. 경유차는 수도권 미세먼지의 29%를 배출하는데, 특히 노후경유차가 경유차 총 미세먼지 배출량의 79%를 차지하는 것으로 나타난다. 따라서 노후경유차 저공해화 대책에 대한 투자를 더욱 확대할 필요가 있다. 현재 2020년까지 9톤

98) 경유승용차가 가장 많은 강남구, 서초구보다 화물차가 많은 영등포구의 미세먼지 오염도가 높은 것에서도 알 수 있다.

이상 대형 경유차 9,700대에 PM/NO_x 동시저감장치를 설치하고, 중소형 경유차 21만 2,000대를 조기폐차하는 것으로 계획하고 있는데, 대형 경유차와 건설기계에 대한 PM/NO_x 동시저감장치 보급을 대폭 확대하는 것이 필요하다.

다섯째, 발전부문의 미세먼지 배출량은 단기 대응과 중장기 대응으로 구분할 필요가 있다. 단기적으로는 봄철 고농도 미세먼지가 자주 발현되는 2~5월 중 발전원별 가동 우선순위 및 전력공급 계획을 조정할 필요가 있다. 현재 발전원별 가동 우선순위는 발전원가가 가장 낮은 발전원부터 가동하는 경제급전방식을 이용하고 있어서, 석탄, 가스, 유류화력 순으로 가동하고 있다. 그러나 대기 중 미세먼지 농도가 상승하는 경우, 단기적인 미세먼지 저감대책으로 미세먼지를 적게 배출하는 발전원을 우선적으로 가동하는 환경급전방식을 검토할 필요가 있다. 환경급전방식은 미세먼지를 적게 배출하는 가스, 석탄, 유류발전 순으로 가동하게 된다. 이와 같은 환경급전방식은 발전원가가 상승하는 비용부담이 발생한다. 하지만 미세먼지 배출량 감소로 인한 보건상의 피해와 경제활동에 미치는 부정적 영향을 줄임으로써 발생하는 편익을 고려할 때 사회적 총 비용은 크지 않을 수 있다. 따라서 본 보고서는 환경급전 방식의 법적 근거를 위해서 「전기사업법」 개정안을 제안한다.

현재의 경제급전원칙은 「전기사업법」 제45조에서 전력시장에서 결정된 우선순위에 따라 급전지시를 하는 것으로 정하고 있다. 따라서 본 보고서는 아래와 같이 「전기사업법」 제45조의 개정의견을 제시한다.

[표 41] 「전기사업법」 개정의견

현행	개정안
제45조(전력계통의 운영방법) ① 한국전력거래소는 전기사업자 및 수요관리사업자에게 전력계통의 운영을 위하여 필요한 지시를 할 수 있다. 이 경우 발전사업자 및 수요관리사업자에 대한 지시는 전력시장에서 결정된 우선순위에 따라 하여야 한다. ②·③ (생략)	제45조(전력계통의 운영방법) ① ----- -----, ----- 우선순위에 따르되, 「지속가능발전법」에 따른 환경의 보전 등을 함께 고려하여야 한다. ②·③ (현행과 같음)

발전부문의 중기 대책은 운영 발전기의 대기오염물질배출저감시설을 개선하거나 설비교체를 통해 대기오염물질 저감효율을 큰 폭을 높여야 한다. 영흥화력 2호기와 6호기의 비교에서 확인할 수 있는 바와 같이 동일한 지역의 동일한 시설도 시설투자규모에 따라 대기오염물질 배출량이 크게 차이가 있다. 산업부는 미세먼지 관리 특별대책의 이행방안으로 현재 가동중인 발전기 35기에 대한 시설교체를 계획하고 있다. 하지만 가동중인 발전기에 대해서는 시설개선의 범위를 발전공기업 뿐 아니라 민간 발전사로 확대하여 시행할 필요가 있다.

또한 장기적으로 발전부문은 미세먼지 뿐 아니라 탄소배출량을 줄여야하는 이중적인 목표를 갖고 있으므로 정부는 지난 특별대책에서 확인한 바와 같이 신규 석탄화력의 진입은 최소화하고 기존 화력발전의 운전에서도 대기오염배출량을 고려하여 경제성과 함께 환경성을 고려하는 전력수급계획을 세울 필요가 있다.

여섯째, 발전설비의 배출허용기준을 미세먼지를 중심으로 조정할 필요가 있다. 현재 발전설비의 먼지 배출허용기준은 미세먼지보다 입자가 큰 총부유먼지(TSP)를 기준으로 설정하고 있으며, 배출량 측정설비도 총부유먼지를 기준으로 하고 있다. 하지만 2001년부터 먼지에 대한 환경기준을 미세먼지(PM_{10})를 기준으로 하면 2015년부터는 초미세먼지($PM_{2.5}$)를 적용하고 있으므로 대기오염배출기준도 미세먼지와 초미세먼지를 기준으로 재정립할 필요가 있다. 이를 위해 우선적으로 「대기환경보전법」 시행규칙을 변경하여 입자상 물질의 허용기준을 미세먼지 형태로 개정해야 한다. 또한 발전설비에서 발생하는 미세먼지 발생량을 파악하기 위하여 모든 발전설비에 미세먼지 측정설비를 설치할 필요가 있다.

일곱째, 6.3 특별대책으로 인해 발전부문의 미세먼지 배출량은 장기적으로 감소할 것으로 예상할 수 있다. 하지만 산업부문의 미세먼지 배출량은 모니터링을 확대하는 외에 추가적인 저감수단이 부족하였다. 발전부문이 소수 지점에서 대량의 배출을 하지만 일반 사업장에서도 절반의 먼지를 배출하고 있음을 고려할 때 일반 사업장의 배출량 저감방안을 추가적으로 수립할 필요가 있다.

그 동안 우리나라는 물환경에 대한 관심과 투자와 비교할 때 대기환경 개선을 위한 정부의 투자가 상대적으로 미흡했던 것이 사실이다. 국제적으로 기후변화가 이슈화되면서 대기환경 정책의 초점이 온실가스 대책에 맞춰졌다가, 2013년 이후로는 미세먼지의 심각성이 대두되면서 초점이 미세먼지 관리로 바뀌고 있다.

그러나 온실가스 대책과 미세먼지를 포함한 대기오염 대책 모두 등한시킬 수 없는 문제이다. 2020년 신기후체제(파리 의정서)가 발효됨에 따라 우리나라도 온실가스 삭감 의무를 부담하게 되었고, 자동차 온실가스 기준이 140g/km에서 97g/km으로 30% 강화되어서 이에 대응하는 것이 필요한 실정이다. 한편 높은 미세먼지 농도는 막대한 사회적 비용을 야기한다. OECD(2014)에서 추산한 대기오염비용에 따르면 2005년에서 2010년 사이 실외 대기오염으로 인한 경제 손실은 연간 3,500조 원 이상으로 추정하였다.⁹⁹⁾ 따라서 미세먼지 관리를 환경규제로 인식하기보다는 사회적 비용을 줄이는 투자로 인정하고, 재정지원과 민간부문의 투자를 유도하는 정책을 병행할 필요가 있다. 따라서 단기적인 성과에 위해 한쪽으로 치우친 정책을 추진하기보다는, 시급한 미세먼지 등 대기오염 저감과 더불어 친환경자동차 개발 등 온실가스 감축을 동시에 고려하는 중장기적인 대기환경 개선 정책을 추진하는 것이 필요한 시점이다.

99) OECD, The Cost of Air Pollution, *OECD Report*, 2014.

참고문헌

- 감사원, “수도권 대기환경 개선사업 추진실태”, 「감사보고서」, 2016.4.
- 국립환경과학원, 「 $PM_{2.5}$ 환경기준 설정연구」, 2006.
- 국토교통부, 보도자료 “미세먼지 관리 위해 경유차 감축하고 전기차 확대한다.”, 2016.6.3.
- _____, 보도자료 “「대선공약 ‘경유택시’ 백지화될 듯」 보도 관련”, 2016.6.3.
- 국회예산정책처, 「2015회계연도 공공기관 결산 평가」, 2016.6.
- 서울시, 「서울시 대기질 개선 특별대책」, 2016.
- 수도권대기환경청, 「WHO 국가별 대기오염에 의한 사망자 추정」, 2013.
- 우정현, “수도권 미세먼지 환경 개선을 위한 미국의 대기환경정책 사례 조사 연구”, 「한국대기환경학회지」 제25권 제6호, 2009.
- 인천시, 「2020 미세먼지 저감 종합대책(안)」, 2016.
- 장영기, “미세먼지 관리 특별대책도 지역차별, 측정망에 ‘구멍’”, 「한겨레 환경 전문 웹진-물바람숲」, 2016.9.20.
- 정용일, 미세먼지 관리대책-수송분야, 국회예산정책처 전문가간담회, 2016.7.
- 최준영, “대기오염 경보체계: 주요국의 사례와 시사점”, 「이슈와 논점」, 국회입법조사처, 2016.1.19.
- 한국대기환경학회, 보도자료 “미세먼지 특별대책의 실효성 확보를 위해 제안한다.”, 2016.6.4.
- 한정에 의원실, 「경유택시 도입과 수도권 대기환경관리 대책에 관한 토론회 자료집」, 2014.
- 환경부, 「2015년 대기환경연보」, 2016.
- _____, 「대기환경정책 수립 지원을 위한 차세대 CAPSS 구축 연구」, 2014.10.
- _____, 「미세먼지 관리 특별대책」, 2016.6.
- _____, 「미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획」, 2016.7.
- _____, 「제2차 수도권 대기환경관리 기본계획(2015~2024)」, 2013.
- _____, 「환경백서」, 2016.22.
- _____, 보도자료 “환경부, 경유택시 배출가스 관리방안 정책토론회 개최”, 2014.10.28.

OECD, The Cost of Air Pollution, *OECD Report*, 2014.

South Coast Air Quality Management District(SCAQMD), Multiple Air Toxics Exposure Study IV in the South Coast Air Basin, *Final Report*, 2015.5.

WHO, *Global Health Observatory Map Gallery*, 2016.

WHO, *Global Urban Ambient Air Pollution Database*, 2016.

미국 환경청, <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>

유럽연합, <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

찾기 쉬운 생활법령정보, <http://oneclick.law.go.kr/>

환경부, 미세먼지관리특별대책 홈페이지, <http://.issue.korea.kr/me/finedust/>

사업평가현안분석 제59호
미세먼지 관리 특별대책의 현황 및 개선과제
- 수송 및 발전부문을 중심으로

발간일	2016년 10월 6일
발행인	김준기 국회예산정책처장
편 집	사업평가국 사회사업평가과
발행처	국회예산정책처 서울특별시 영등포구 의사당대로 1 (tel 02·2070·3114)
인쇄처	디자인 여백 (tel 02·2672·1535)

내용에 관한 문의는 국회예산정책처 사회사업평가과로
연락해주시기 바랍니다. (tel 02·788·3782)

ISBN 978-89-6073-947-5 93350

© 국회예산정책처, 2016

나라살림 지킴이
나라정책 길잡이

