

2016 JUNE
vol.25

25

융합

WeeklyTIP

Technology • Industry • Policy

미세먼지 : 정부의 대책과 향후 전망

서덕록 | 융합연구정책센터





미세먼지 : 정부의 대책과 향후 전망

서덕록 | 융합연구정책센터

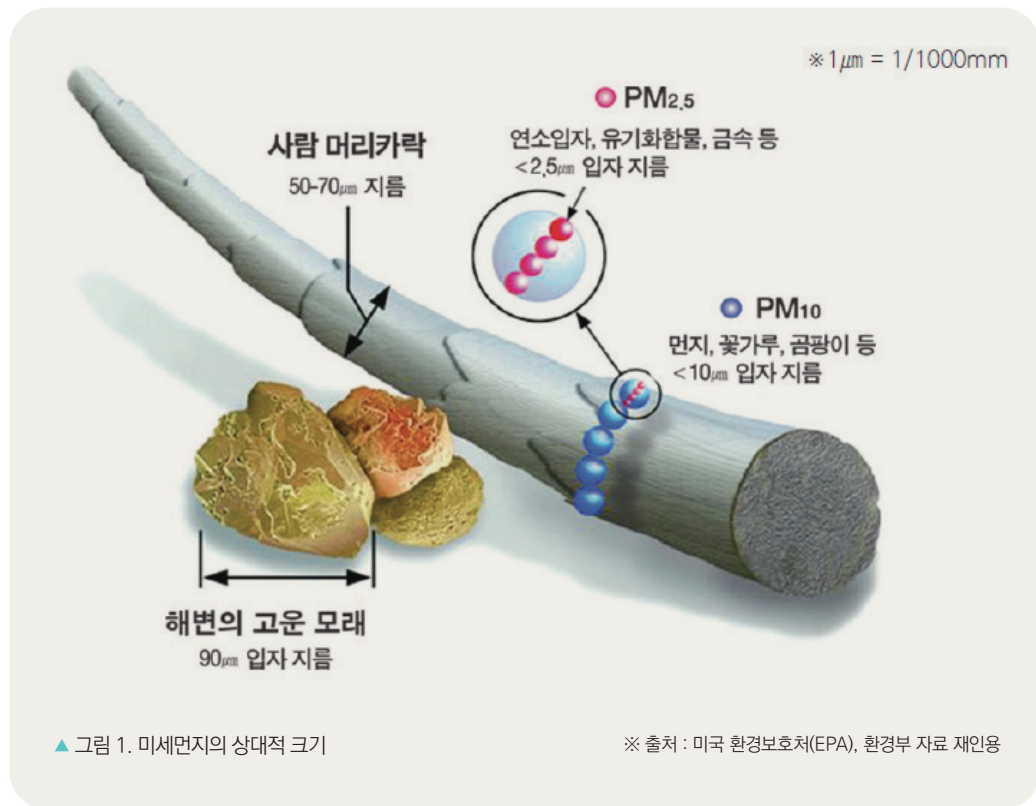
선정 배경

- 최근 3년간 점차 악화된 대기중 미세먼지는 우리사회가 공동으로 해결해야 할 현안으로 급부상함
 - 2000년대 중반까지는 중국발 황사가 주요한 대기오염의 문제로 인식되었으나, 최근에는 해외요인과 함께 국내요인이 결합되어 가시거리를 심하게 감소시켜 그 심각성이 크게 부각
- 정부는 초미의 관심사가 된 미세먼지에 대응하기 위하여 관계부처 장관회의를 개최하고 “미세먼지 관리 특별대책”을 발표('16.6.3)하였으며, 이를 요약 설명하고 향후 전망을 제시

정의

- 미세먼지(Particulate Matter, PM, 분진)는 발생원인에 관계없이 직경 $10\mu\text{m}$ (0.01mm) 이하의 눈에 보이지 않고 대기중에 부유하는 작은 입자를 통칭
 - 입자의 크기에 따라 지름이 $10\mu\text{m}$ 이하인 미세먼지(PM₁₀), 지름이 $2.5\mu\text{m}$ 이하(PM_{2.5})인 초미세먼지로 구분
 - 초미세먼지는 머리카락 직경의 1/20 이하의 작은 입자로 대개는 연소물질이 2차반응하여 유기화합물(황산염, 질산염 등)로 변환된 상태





● 석탄, 석유 등의 화석연료 연소, 제조업 · 자동차 매연 등의 배출가스를 통해 주로 발생하며, 입자가 미세하여 호흡기(코 점막 등)에 걸러지지 않고 기관지를 통해 폐에 흡착되어 천식이나 폐질환 등을 유발

- 세계보건기구(WHO)에서는 미세먼지를 석면, 벤젠과 같은 1군(Group 1) 발암물질로 분류('13년 1월)

표1. 미세먼지의 발생원 분류

구 분		오염원
인위적 요인	고정발생원	난방, 발전소, 쓰레기소각장, 산업활동(금속 및 철 생산)
	이동발생원	자동차 매연, 타이어 마모, 브레이크 패드 마모, 도로포장 마모, 건설기계 매연, 선박 및 항공 운행 매연
	기타	공사장 비산먼지, 노천소각
자연적 요인		화재, 황사, 화산폭발, 토양풍식, 꽃가루, 생물유기물질 등
2차 발생원		1차 오염원이 대기중에 화학반응을 일으켜 의한 황산화물, 질소산화물, 암모니아 등 생성하며, 수도권의 경우 초미세먼지 발생량의 약 2/3가 2차 발생원

- - 황사*와 달리 미세먼지는 상당수는 인간의 경제·사회활동으로 인위적으로 발생

* 황사는 바람에 의하여 모래먼지가 하늘로 부유했다가 이동·낙하하는 현상으로 주로 자연적으로 발생하며, 칼슘, 철분, 알루미늄, 마그네슘 등 토양성분을 포함하는 점에서 미세먼지와 차이 (환경부, 미세먼지, 2014)

- 특히 상당수의 미세먼지가 연소작용 및 2차반응으로 발생하기 때문에 황산염, 질산염, 암모니아 등의 이온성분과 금속화합물, 탄소화합물 등의 유해물질로 구성

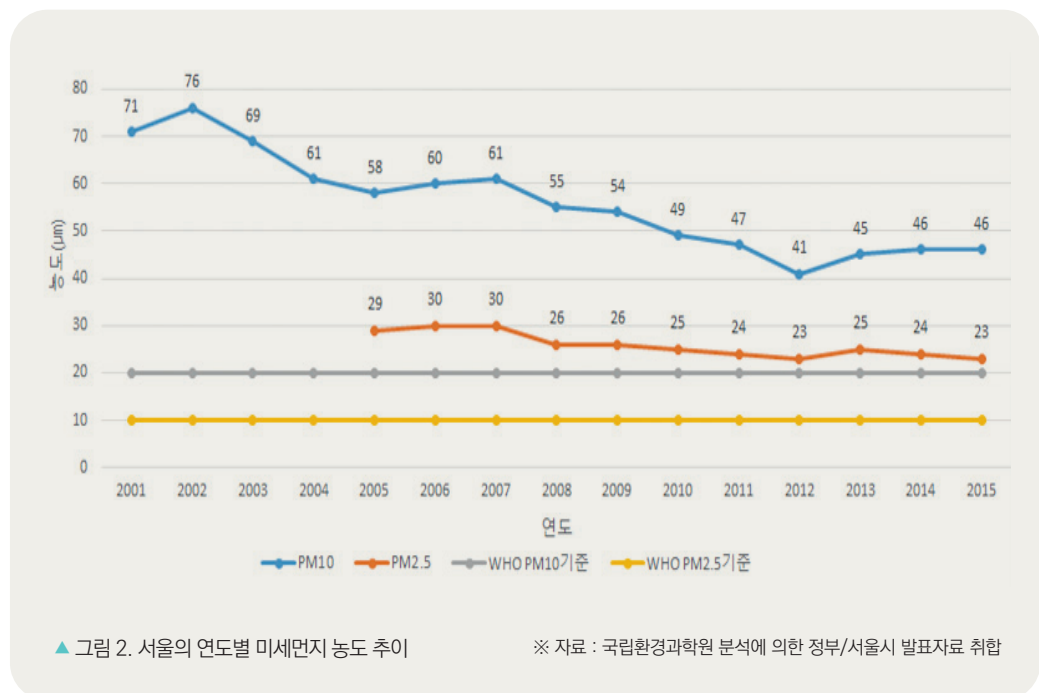
미세먼지 오염현황



- 최근 수도권의 미세먼지 농도는 PM₁₀기준 '15년 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준으로 WHO 권고기준(20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)이나 주요국 오염도(도쿄 21, 런던 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)에 비해 약 2.3배 높은 수준

- '95년 환경기준(50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)* 도입 이후 서울의 미세먼지 농도는 지속적으로 개선되었으나, 최근 3년 다시 악화되고 있는 양상

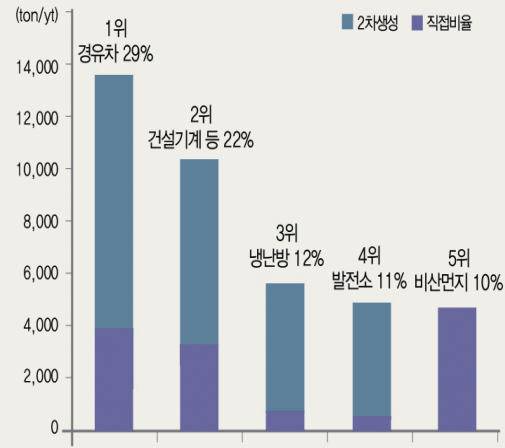
* 국내환경기준이 WHO 권고기준(20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)보다 2.5배 이상 높게 설정되어 있어 현재 국내 대부분의 도시에서 환경기준을 만족하고 있는 실정으로, 환경기준을 국제수준으로 낮추어야 한다는 목소리가 있음



- 미세먼지 발생원은 국외 영향이 30~50%(고농도시는 60%~80%)이고, 국내배출이 50~70%인 것으로 분석

- 수도권과 전국, 그리고 오염물질에 따라 배출원이 상이한데, 수도권에서는 경유차(29%)와 건설기계(22%)가, 전국에서는 공장 등 산업활동(41%), 건설기계(17%), 발전소(14%)순으로 배출에 기여하고 있는 것으로 나타남

수도권 PM_{2.5} 배출기여도

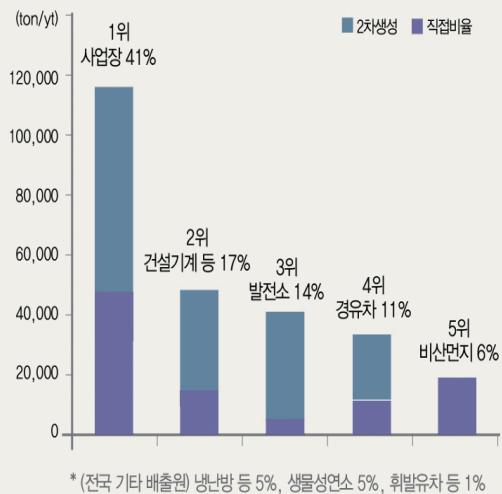


수도권 배출량

(unit : ton/yr)

배출원		대기오염물질		
		PM _{2.5}	SOx	NOx
에너지산업연소	발전소	697(4%)	11,088(23%)	24,406(7%)
	제조업연소	300(2%)	3,941(10%)	11,507(4%)
사업장	생산공정	206(1%)	4,657(12%)	4,056(1%)
	폐기물처리	63(0.4%)	689(2%)	2,945(1%)
냉난방 등	비산업연소	383(2%)	8,653(23%)	42,724(13%)
	기타연오염원	90(1%)		57(0.02%)
도로이동오염원	경유차	3,769(24%)	46(0.1%)	143,474(44%)
	휘발유차 등		30(0.1%)	25,027(8%)
비도로이동오염원	건설기계 등	3,328(21%)	8,837(23%)	68,355(21%)
생활주변오염원	비산먼지	4,775(30%)		
	생물성연소	2,122(13%)	24(0.1%)	1,072(0.3%)
합 계		15,733(100%)	37,965(100%)	323,623(100%)

전국 PM_{2.5} 배출기여도



전국 배출량

(unit : ton/yr)

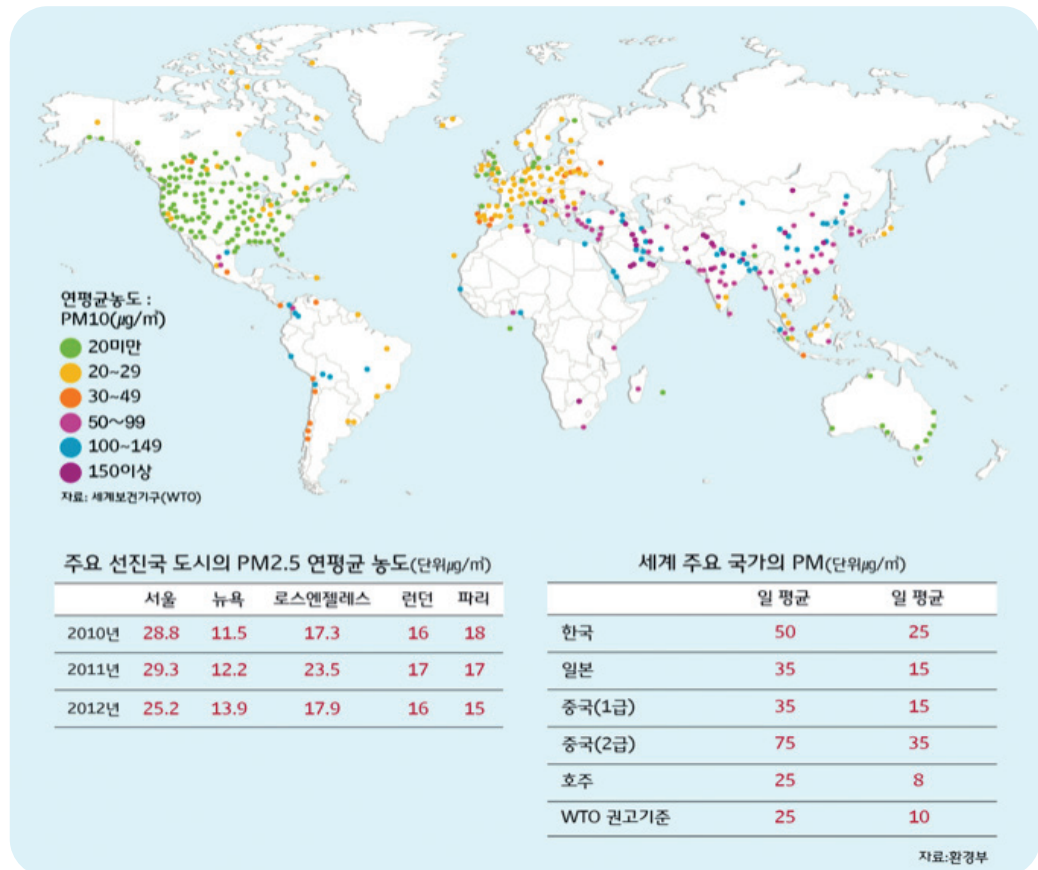
배출원		대기오염물질		
		PM _{2.5}	SOx	NOx
에너지산업연소	발전소	3,573(3%)	97,565(23%)	177,219(15%)
	제조업연소	41,606(39%)	95,836(24%)	178,034(16%)
사업장	생산공정	4,829(5%)	108,333(27%)	55,151(5%)
	폐기물처리	202(0.2%)	6,517(2%)	9,529(1%)
냉난방 등	비산업연소	1,226(1%)	31,101(8%)	88,769(8%)
	기타연오염원	279(0.3%)		165(0.02%)
도로이동오염원	경유차	11,134(10%)	117(0.03%)	284,700(26%)
	휘발유차 등		72(0.02%)	51,021(5%)
비도로이동오염원	건설기계 등	13,953(13%)	65,119(16%)	246,027(23%)
생활주변오염원	비산먼지	17,127(16%)		
	생물성연소	12,681(12%)	148(0.04%)	9,110(1%)
합 계		106,610(100%)	404,808(100%)	1,099,724(100%)

▲ 그림 3. 미세먼지 배출원과 배출량

※ 자료 : 대기오염물질 배출량통계(국립환경과학원, '13, 정부합동 미세먼지 특별대책 재인용)

● 전세계적으로는 사막과 생산공장이 몰려 있는 북아프리카, 아시아 지역의 미세먼지 농도가 높음

- 특히 생산공장이 몰려있는 중국의 동쪽과 이의 영향권에 있는 우리나라의 미세먼지 농도가 세계적으로 높은 수준임



▲ 그림 4. 전세계 미세먼지(PM10) 오염지도(2010~2013년)

- 초미세먼지(PM_{2.5})기준으로는 세계주요도시(뉴욕, LA, 런던, 파리, 도쿄 등) 중에서 서울이 가장 높으며, 대부분의 도시가 WHO의 권고기준인 10µg/m³을 초과

미세먼지 대책방안 주요내용



- 정부의 이번 대책에서는 미세먼지 오염에 대한 관리수치목표를 제시하여, 미세먼지 농도를 '21년 20µg/m³, '26년 18µg/m³로 WHO기준 이내로 단계적 개선하는 것이 골자
 - 10년내에 수도권의 초미세먼지(PM_{2.5})를 유럽 등 주요도시의 현재 수준(파리 18, 도쿄 16, 런던 15µg/m³)으로 개선
 - 이는 기존 제2차 수도권 대기환경 기본계획의 목표(PM_{2.5} 기준 20µg/m³)를 '24년에서 '21년으로 3년 앞당기는 수치
- 이를 위하여 ① 국내배출원의 과학적 저감(오염기여도, 비용효과중심), ② 미세먼지·CO₂ 동시저감 신성장산업 육성, ③ 주변국(특히 중국)과의 환경협력, ④ 국민 건강보호를 위한 예·경보체계 혁신, ⑤ 전 국민이 미세먼지 저감에 참여하되 서민부담은 최소화하는 기본 방향으로 추진

- 국내배출원 감축을 위하여 경유차 억제, 친환경 보급 확대, 대기오염 심각도에 따른 자동차 운행 제한, 건설기계 등 비도로 이동오염원 배출 저감, 발전소·사업장 미세먼지 저감 등을 제시

- 경유차 미세먼지 감축을 위하여 질소산화물(NOx) 인증기준을 실험실 인증에서 실도로 기준 인증으로 전환하고, 노후 경유차 조기폐차사업 확대, 경유노선버스의 CNG버스로의 단계적 전환을 추진

※ 당초 가솔린과 경유의 상대가격(100:85)을 조정할 예정이었으나 서민생활 및 산업활동 영향, 물가상승 등을 이유로 장기과제로 검토

- 전기차, 수소차 등 친환경차 등 판매목표를 '20년까지 연간 108만 대에서 150만 대로 확대하고, 충전인프라도 1,480기에서 3,100기로 확대 예정

※ 정부대책만으로 민간소비부문인 친환경차에 대한 구매가 이루어질지는 미지수이며, 구매촉진을 위해서는 정부의 보조금 확대와 이를 위한 자원 마련 필요

표2. 친환경차 및 충전인프라 확대계획(~'20년)

구 분		현 재	2020 기존목표	2020 확대계획
친환경차	합 계	총 17.4만대	총 108만대	총 150만대
	전기차	(신차판매 중 2.6%) 0.6만대	(신차판매 중 20%) 20만대	(신차판매 중 30%) 25만대
	수소차	0.01만대	0.9만대	1만대
	하이브리드차	16.8만대	87만대	124만대
충전 인프라	합 계	총 347기	총 1,480기	총 3,100기
	전 기	337기	1,400기	3,000기
	수 소	10개소	80개소	100개소

※ 출처 : 정부합동 미세먼지 관리 특별대책, 2016

- 미세먼지에 의한 대기오염이 심각해지면 노후경유차의 수도권 운행을 제한하며, 건설기계 등에 대한 저공해와 사업을 추진할 예정
- 발전·산업부문에서는 노후 선탄발전소 10기를 폐지 또는 대체하고, 신규 석탄발전소에 미세먼지 배출기준을 영흥화력 수준*으로 높이며, 공장 등 사업장 먼지를 줄이기 위해 대기오염총량제 대상을 확대(1·2종→3종 추가)하고, 오염총량 할당기준을 강화할 계획

* 인천 옹진 영흥면에 위치한 석탄화력발전소로 5·6호기는 '15.4월에 준공. 탈황, 탈질, 전기집진기 등 환경설비에만 약 8천억 원이 투입되었으며, 질소산화물은 10ppm, 먼지는 1mg/㎥수준으로 화력발전소기준 국내에서 가장 엄격한 기준을 충족

- 미세먼지와 CO₂ 저감을 위하여 지속가능한 스마트도시와 제로에너지 빌딩 등 친환경 건축물을 확산
- 환경과 상생하는 에너지 신산업 육성을 위해 프로슈머 거래 확산, 학교 태양광, 에너지절약전문기업(ESCO) 등 에너지신산업 투자를 확대

- 2조원 규모의 펀드를 조성해 신재생에너지, 전기차, 전기저장장치(ESS) 등 에너지산업 투자·기술개발·해외진출을 지원하는 한편, CO₂ 포집·저장(CCS), 이산화탄소재활용(CCU) 핵심기술 개발과 ESS산업을 육성
- 주변국(중국, 일본 등)과의 환경협력을 확대하여 가시적인 미세먼지 저감성과를 거두고, 해외 환경시장 진출기회를 적극적으로 활용
 - 한·중·일 환경장관회의 및 대기정책대화를 통해 대기오염방지, 대기질 모니터링 협력을 강화하는 한편, 한·중 비상채널을 구축하여 대기오염 악화시 긴밀히 협력
 - 현재의 한중 대기오염 공동연구단을 '동북아 대기질 공동연구기구(JRO-AQ)'로 확대추진하고, 중국, 중동, 중남미 등 환경 거대 신시장에 대한 환경기업과 에너지기업의 해외 진출을 지원
- 미세먼지에 대한 예·경보 체계를 혁신하기 위하여 PM_{2.5}의 측정망을 PM₁₀ 수준으로 단계적으로 확대('16.4월 152→'18년 287개소)하고, 예보모델의 다양화 및 고도화를 추진
 - 미세먼지의 발생원·구성성분에 대한 분석이 아직 명확히 되지 않은 상태이며, 이에 따른 근본적·과학적 대응을 위한 기술개발을 적극 추진
 - 이동형·초소형 IoT 기반 미세먼지 측정기술을 개발하여 국가 측정망 확충하고, 화력발전소·자동차 및 비산먼지 등 발생원별 집진기술을 개발
 - 미세먼지 노출로 인한 건강영향분석과 개인 노출 수준에 따른 맞춤형 치료기술을 개발할 예정
- 특별대책에서 마련된 과제가 효과적으로 시행되기 위하여 관계부처 합동으로「미세먼지 대책 이행추진TF」를 구성·운영할 계획

정부 대책에 대한 평가



- 언론에서는 이번 대책이 기존의 미세먼지 대응정책*을 재탕한 것으로 기존대책의 목표수치만 2~3년 앞당긴 것에 반하여 이를 달성하기 위한 실질적인 실천계획이 부족하다고 비판적인 입장
 - * 제2차 수도권 대기개선 대책(2015~2024, '14.7), 미세먼지 종합대책('13.12), 제7차 전력수급계획(2015~2029, '15.7) 등
 - 특히 수도권 미세먼지의 주요오염원으로 지목된 디젤자동차의 수요억제를 위해 최우선적으로 검토한 경유가 인상이 에너지 요금체계 개편문제와 경제 및 서민부담 가중 문제를 해결하지 못하고 정부내의 반대에 사실상 좌초
 - 전기차 등 친환경차의 보급계획이 기존계획대비 약40% 증가('20년까지 108만대→150만대)하는 것으로 목표설정이 되었으나, 부족한 충전인프라와 감소되고 있는 구입보조금으로 인하여 목표달성이 가능할지 의문
 - 석탄화력발전소의 획기적인 축소나 신규 석탄화력발전소에 대한 배출강화는 기존에 이미 수립되어 있던 정책의 반복이며, '11년 정전사태에 따라 과도한 수요예측으로 증설(또는 증설예정)계획을 수립한 전력수급계획의 재검토 필요

※ 노후 석탄화력발전소 10기 폐기는 기존에 계획되어 있던 사항으로 향후 7년 이내 단계적으로 추진되며, 전략기본계획에 따라 오히려 신규화력발전소 34기가 증설예정

- 황사의 대부분인 미세먼지의 50%~70%를 제공하는 해외발 대기오염에 대해서는 초보적인 R&D 협력단계에 그치고 있으며, 실질적인 해결에 이르기까지는 장시간 소요될 것으로 예상

과학 기술의 기여



- 미세먼지 등 사회문제는 문제의 해결을 위해서는 과학기술외에도 사회제도(규제)와 시스템, 생활양식, 정부정책, 기업·산업 등이 각 분야가 협력해야 가능
 - 과학기술만으로 해결할 수 있는 문제의 범위는 제한적이나, 최근의 주요사회문제는 원인분석과 문제 해결에 있어서 R&D 및 이의 성과 활용이 필수
- 미래부에서는 산·학·연 전문가로 이루어진 '범부처 미세먼지 연구기획위원회'를 구성하여 착수회의를 갖는 등 9월까지 미세먼지 대응 기술개발 세부 이행계획을 마련할 계획
 - 미세먼지의 발생·유입, 측정·예보, 집진·저감, 국민생활 보호·대응으로 나누어 연구개발, 연구결과 실증·보급·적용, 관련 산업 육성으로 구성

※ 미세먼지에 대한 연구는 '14년부터 사회문제해결형 과제로 인체 유해성 진단과 저감기술개발 사업이 일부 진행중

표3. 분야별 중점 연구기획 분야(예시)

구 분	중점 연구기획 분야(예시)
미세먼지 발생·유입	• 국내 미세먼지 발생 원인 규명 • 해외 유입 미세먼지 규명
미세먼지 측정·예보	• 초소형·이동형 측정장치 • 이동형 관측망 및 입체 관망 구축 • AI·빅데이터 기반 정밀 장기예측
미세먼지 집진·저감	• 무동력·저전력·대용량 집진기술 • 배출원별 고효율·저비용 미세먼지 저감기술
국민생활 보호·대응	• 착용형·창호형 정화장치 등 미세먼지 노출 예방 기술 • 미세먼지 성분별 유해성 분석 및 DB구축

시사점



- 최근 급격히 악화된 대기중 미세먼지로 인하여 국민건강에 대한 우려가 높아짐
 - 황사와 달리 국내배출이 50~70%를 차지하여 발생배출원별 대책마련이 시급
 - 미세먼지는 천식, 폐질환, 호흡기질환 등을 높이는 것으로 분석

- 정부는 국내배출원의 과학적 저감, 미세먼지·CO₂ 동시저감 신성장산업 육성, 주변국과의 환경협력, 국민 건강보호를 위한 예·경보체계 혁신 등을 골자로 하는 미세먼지 종합대책을 발표
 - 하지만 언론과 시민단체 등에서는 기존의 정부정책을 재탕한 것으로 현재의 미세먼지 해결을 위한 근본적인 대책의 마련에는 미흡한 것으로 비판
- 미세먼지 등과 같은 사회문제는 원인규명부터 방안 마련, 개선에 이르기까지 단기간내에 해결하기는 사실상 불가능
 - 초미세먼지의 측정과 대기확산 모델을 통한 예보, 배출원 관리, 2차반응 체계의 이해와 억제 등 과학적 원리규명이 필요한 사항
 - 산업활동, 운송 부문에서 '비용의 사회화'를 억제·규제하고 관리하는 제도의 마련과 환경에 대한 인식의 개선이 필요

참고자료



- 2014년 서울 대기질 평가 보고서, 2015, 서울특별시
- 국민안전과 건강보호를 위한 미세먼지 관리 특별 대책, 2016.6, 정부 관계부처 합동
- 미세먼지, 2014, 환경부
- 미세먼지 종합대책, 2013.12, 정부 관계부처 합동
- 바로알면 보인다, 미세먼지, 도대체 뭘까?, 2016.4, 환경부
- 수도권 대기환경 개선 대책, 그 성과와 미래, 2014.7, 환경부
- 황사와 미세먼지, 재난상황관리 정보 3호, 2014, 소방방재청