

기본연구 2017-09

# 대전시 적용가능한 미세먼지 예경보제에 관한 기초조사 연구

문충만

**연구책임**

- 문충만 / 도시기반연구실 연구위원

**연구보조**

- 차미선 / 도시기반연구실 연구보조원

기본연구 2017-09

## 대전시 적용가능한 미세먼지 예경보제에 관한 기초조사 연구

발행인 박재묵

발행일 2017년 11월

발행처 대전세종연구원

34863 대전광역시 중구 중앙로 85(선화동 287-2)

전화: 042-530-3524 팩스: 042-530-3575

홈페이지 : <http://www.dsi.re.kr>

인쇄: 나은문화사 TEL 042-252-4103 FAX 042-252-4104

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시와 세종자치특별시의  
정책적 입장과는 다를 수 있습니다.

출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.

# 차 례

<b>1장 서론</b> .....	1
1절 연구의 배경 및 필요성 .....	3
2절 연구의 목적 및 방법 .....	4
<b>2장 미세먼지 개요</b> .....	7
1절 미세먼지 정의 .....	9
2절 미세먼지 발생원 .....	11
3절 국내 미세먼지 오염도 현황 .....	15
4절 미세먼지의 영향 .....	19
<b>3장 국내 미세먼지 관리대책 및 사업현황</b> .....	23
1절 미세먼지 관리 특별대책의 추진 .....	25
2절 환경부 주요사업 .....	27
3절 국내 미세먼지 관리대책 .....	29
4절 국내 미세먼지 예·경보 제도 .....	31
5절 지방자치단체별 미세먼지 관리대책 .....	35
6절 인접국가와의 미세먼지 관리대책 협력 .....	40
<b>4장 해외 미세먼지 관리대책 및 정책</b> .....	43
1절 미국 미세먼지 관리대책 및 정책 .....	45
2절 영국 미세먼지 관리대책 및 정책 .....	57
3절 독일 미세먼지 관리대책 및 정책 .....	59
4절 프랑스 미세먼지 관리대책 및 정책 .....	61
5절 중국 미세먼지 관리대책 및 정책 .....	63
6절 일본 미세먼지 관리대책 및 정책 .....	65

5장 대전시 미세먼지 현황 및 정책 .....	73
1절 대전시 미세먼지 현황 .....	75
2절 대전시 미세먼지 관리대책 및 정책 현황 .....	83
6장 결론 및 정책제언 .....	93
1절 결론 .....	95
2절 정책제언 .....	97
참고문헌 .....	99

## 표 차례

[표 2-1] 2013년 주요 배출원별 PM <sub>10</sub> 과 PM <sub>2.5</sub> 의 연간 배출현황	13
[표 2-2] 지역별 PM <sub>10</sub> 연평균 농도변화(1995-2014)	16
[표 3-1] 미세먼지 관리 특별대책관련 사업 예산(2016-2017)	28
[표 3-2] 서울특별시 미세먼지 저감 종합대책	36
[표 3-3] 인천광역시 미세먼지 저감 종합대책	37
[표 4-1] 캘리포니아 대기질 관리계획 대책	49
[표 4-2] 2017년 SCAQMID의 Air Quality Management plan	51
[표 4-3] 뉴욕주의 PM 관리를 위한 시설관리 내용	54
[표 4-4] 뉴욕주의 황산화물 관리를 위한 시설관리 내용	55
[표 4-5] 프랑스 오염물질 기준에 따른 경고 수준	62
[표 4-6] 일본 우베시의 대기오염관리 특성	71
[표 5-1] 대전광역시 도시대기측정망 연평균 농도	75
[표 5-2] 2013년 지자체별 먼지 배출량	76
[표 5-3] 2014년 분야별 대기오염물질 배출량	78
[표 5-4] 연도별 배출원별 먼지 배출량	79
[표 5-5] 2015년 월평균 PM <sub>10</sub> /PM <sub>2.5</sub> 농도	80
[표 5-6] 연도별 황사 발생 일수 및 미세먼지 일평균 기준 초과 일수	80
[표 5-7] 2015년 도시 대기측정소별 미세먼지 농도	81
[표 5-8] 연도별 도시 대기측정소별 미세먼지 농도 초과 횟수	82
[표 5-9] 도로변 측정소별 미세먼지 농도	82
[표 5-10] 대기환경기준 비교	83
[표 5-11] 대전광역시 대기오염측정망 현황	84
[표 5-12] 대전광역시 미세먼지 예보 등급 및 행동 요령	85
[표 5-13] 대전광역시 미세먼지 경보제 권역 구분	86
[표 5-14] 미세먼지 경보 발령 및 해제기준	86
[표 5-15] 미세먼지 경보 등급별 행동요령 및 저감대책	87
[표 5-16] 2015년 미세먼지(PM <sub>10</sub> ) 경보제 운영결과	88
[표 5-17] 2015년 미세먼지(PM <sub>2.5</sub> ) 경보제 운영결과	88

[표 5-18] 미세먼지 줄이기 2020 천천만 시민운동 .....	92
---------------------------------------	----

## 그림 차례

[그림 1-1] 미세먼지 피해 대응 방안 .....	4
[그림 1-2] 연구방법 및 내용 .....	5
[그림 2-1] 미세먼지의 상대적 크기 비교 .....	9
[그림 2-2] 미세먼지 발생과정(1차, 2차 생성) .....	12
[그림 2-3] 오염배출원별 배출기여율(2013, 전국) .....	14
[그림 2-4] 미세먼지의 2015년 연평균 농도 분포 .....	17
[그림 2-5] 세계 주요 대도시의 PM <sub>2.5</sub> 농도 현황 (2008-2015) .....	18
[그림 2-6] 미세먼지로 인해 발생 가능한 각종 질병 .....	19
[그림 3-1] 미세먼지 예보등급 및 예보내용 .....	32
[그림 3-2] 미세먼지 경보 발령 및 해제기준 .....	33
[그림 3-3] 미세먼지 경보에 따른 조치사항 .....	34
[그림 4-1] 미세먼지 관련 미국의 AQI 지수 단계, 미국의 학교 옥외활동 지침	46
[그림 4-2] 미국 내 다른 도시와 캘리포니아주의 대기질 비교 .....	48
[그림 4-3] 캘리포니아주 PM <sub>10</sub> 과 PM <sub>2.5</sub> 추세 .....	48
[그림 4-4] SCAQMID 지역 실시간 대기질 모니터링 정보 .....	50
[그림 4-5] 미국 대도시의 연간 PM <sub>2.5</sub> 농도 변화 .....	54
[그림 4-6] 영국의 대기질 지수 및 행동요령 .....	58
[그림 4-7] 독일 EURAD Model System을 이용한 대기질 예측 .....	60
[그림 4-8] 프랑스 대기질 예측 국가플랫폼을 통한 실시간 대기질 공개	61
[그림 4-9] 중국의 대기환경지수(AQI)를 활용한 6단계 경보체계 .....	64
[그림 4-10] 베이징 대기환경지수(AQI) 실시간 공개 .....	64
[그림 4-11] 도쿄도의 PM <sub>2.5</sub> 단기 및 장기 환경기준 .....	66
[그림 4-12] 도쿄도의 대기환경 중 발생원별 기여비율 .....	67
[그림 5-1] 대전광역시 미세먼지 특별관리 대책 비전 및 목표 .....	89
[그림 5-2] 대전광역시 미세먼지 저감을 위한 T/F팀 운영 .....	90



# 1장

## 서론

1. 연구의 배경 및 필요성
2. 연구의 목적 및 방법



# 1장 서론

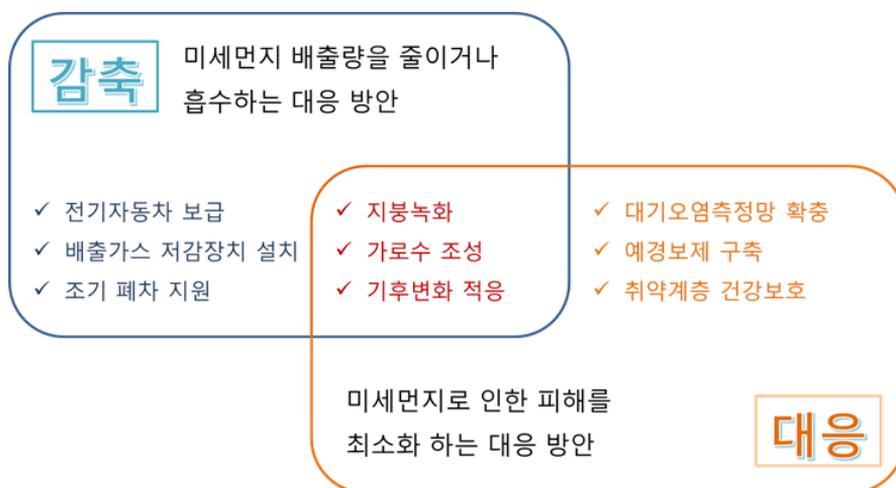
## 1절 연구의 배경 및 필요성

먼지란 대기 중에 부유하고 있는 물질로 공장이나 자동차의 배출가스에서 많이 발생하며 석탄·석유 등의 화석연료를 태울 때에도 발생한다. 먼지는 입자의 크기에 따라 총먼지와 입자크기가 매우 작은 미세먼지로 구분할 수 있다. 특히 미세먼지의 크기와 성분은 매우 복잡하고 다양하며 이에 따라 건강에 미치는 영향을 결정하는 것으로 알려져 있다. 미세먼지는 대기 중에 머물러 있다 호흡기를 거쳐 폐 등에 침투하거나 혈관을 따라 체내로 이동하여 들어갈 수 있어 천식, 만성기관지염 등을 일으키거나 악화시키는 작용을 하게 되며 폐 조직에서 박테리아의 불활성화 작용을 방해함으로써 호흡기계 감염을 일으킬 수도 있다. 또한, 이산화황이나 이산화질소가 많이 묻어 있는 미세먼지는 산성비를 내리게 해 토양과 물을 산성화시키고 이에 따른 농작물과 생태계에도 피해를 줄 수 있다.

이러한 미세먼지의 피해를 줄이고자 할 수 있는 방법은 크게 미세먼지 배출량을 줄이거나 흡수함으로써 대기 중의 미세먼지 농도를 줄이는 감축 방안과 미세먼지로 인한 피해를 최소화하는 대응 방안으로 나눌 수 있다. 미세먼지 감축 방안으로는 전기자동차 보급, 배출가스 저감 장치 설치, 비산먼지 배출 공사장 및 사업장 관리 등을 들 수 있다. 대응 방안으로는 미세먼지 예경보제 보완, 대기오염망 확충, 취약계층 건강보호 등을 들 수 있다. 최근에 새 정부가 들어서면서 정부 국정운영 5개년 계획에 따른 100대 국정과제 중에 ‘미세먼지 걱정 없는 쾌적한 대기환경 조성’ 과제를 통해 미세먼지를 줄이고자 하는 정책을 제시하여 미세먼지에 따른 시민들의 건강 피해를 줄이고자 노력하고 있다.

대전시도 전국 최고의 대기질 수범도시 조성이라는 비전을 가지고 2020년까지 초미세먼지 농도를 18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 개선을 목표로 4개 시도 협의체 구성 운영, 미세먼지 측정망 확충, 청정에너지 보급, 천천만(千千萬)시민운동 등의 정책을 추진하고 있다.

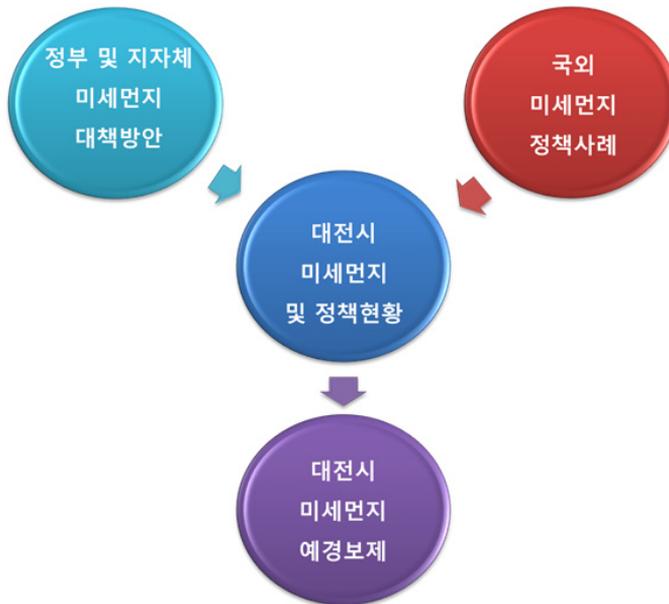
본 연구에서는 국내외 미세먼지 대응 방안 등을 통해 대전시에서 추진하고 있는 미세먼지 대책의 현황을 살펴보고 미세먼지 예경보제를 비롯하여 대전시 적용가능하거나 추진이 필요한 미세먼지 대책들을 살펴보고자 한다.



[그림 1-1] 미세먼지 피해 대응 방안

## 2절 연구의 목적 및 방법

본 연구에서는 국내외 미세먼지 대응 방안 등을 통해 대전시에서 추진하고 있는 미세먼지 대책에 대해서 살펴보고 이를 개선할 방안이 무엇인지 고민하고자 한다. 국내 미세먼지 대책으로는 환경부 미세먼지 대책 방안과 미세먼지 예·경보제, 지자체 단위로는 서울시와 수도권 미세먼지 대책 방안 등을 살펴보았고 국외로는 미국, 프랑스, 일본, 중국 등의 미세먼지 대책들을 살펴보고 대전시에 적용할 방안 등을 강구해 보았다. 특히 본 연구에서는 미세먼지 발생의 국제적인 협력, 또는 예산 등의 문제로 도입하기 어려운 감축 방안보다는 대응 방안이 지자체에서 적용하기 쉽기 때문에 미세먼지 대응 방안의 하나인 예·경보제에 대해 좀 더 집중적으로 기초 연구를 진행하고자 한다.



[그림 1-2] 연구방법 및 내용



## 2장

### 미세먼지 개요

1. 미세먼지의 정의
2. 미세먼지 발생원
3. 국내 미세먼지 오염도 현황
4. 미세먼지 영향



## 2장 미세먼지 개요

### 1절 미세먼지의 정의

먼지는 우리 눈에 보이지 않은 작은 물질로 대기 중에 오랫동안 떠다니거나 흩날려 내려오는 입자상 물질을 말한다[그림2-1]. 먼지는 입자의 크기에 따라 50  $\mu\text{m}$  이하인 총먼지 (TSP, Total Suspended Particles)와 입자 크기가 매우 작은 미세먼지 (PM, Particulate Matter)로 구분한다. 최근에는 입자의 크기가 작을수록 위해하다는 사실이 밝혀짐에 따라 미세먼지를 다시 직경이 10  $\mu\text{m}$  이하인 미세먼지 (PM<sub>10</sub>, Particulate Matter smaller than 10 $\mu\text{m}$ )와 직경이 2.5  $\mu\text{m}$  보다 작은 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>, Particulate Matter smaller than 2.5  $\mu\text{m}$ )로 나누고 있다. 「환경정책기본법」, 「수도권 대기환경개선을 위한 특별법」 등 법령에서는 PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub>를 모두 “미세먼지”로 표기하고 있다.



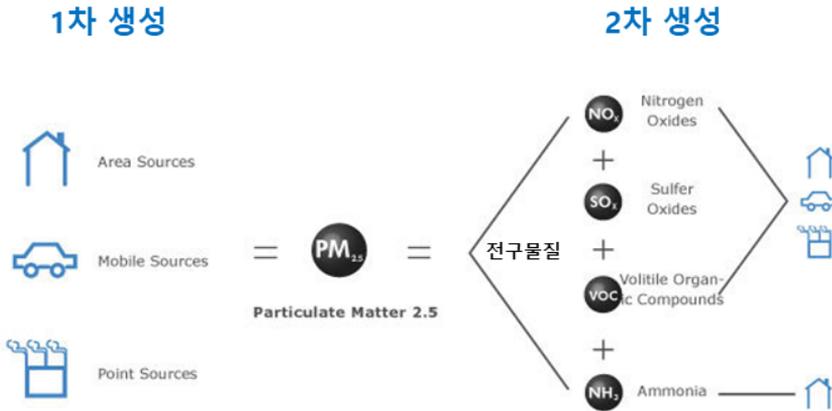
[그림 2-1] 미세먼지의 상대적 크기 비교

한편, 미세먼지는 황사와는 다른 현상으로 인식해야한다. 이들은 공통적으로 대기 중에서 부유 상태로 존재하며 물질들의 농도가 높아지는 현상을 의미하긴 하지만, 두 물질의 유래와 물리·화학적인 특성이 다르므로 두 현상을 다른 환경문제로 구분지어 접근해야 한다. 황사의 근본적인 발생 원인은 중국의 북쪽지역의 사막화와 몽골 사막지역 등으로부터 발생한다. 이들은 대부분 흙먼지이며 주로 규소(Si), 칼륨(K), 칼슘(Ca), 철분(Fe)등이 주를 이루고 이들이 바람을 타고 장거리를 이동하여 우리나라뿐만 아니라 일본, 태평양을 거쳐 북미까지 영향을 미치게 된다. 황사는 어디를 거쳐 어떻게 이동하느냐에 따라 중금속이나 다른 오염물이 표면에 흡착되거나 혼재되어 나타날 수 있다. 반면, 미세먼지는 크게 두 가지로 구분할 수 있는데, 1차적 발생은 주로 흙먼지나, 검댕, 화분 혹은 유기 화합물이 주성분이 되고 2차 발생의 경우 질산염, 황산염 또는 다양한 유기 화합물이 주성분으로 발생원이나 이들의 변화과정에 따라서 중금속이나 유해한 화학물질들을 포함한다.

## 2절 미세먼지 발생원

미세먼지의 발생은 크게 자연적 또는 인위적 원인으로 구분되어진다. 과거의 미세먼지의 대표적 발생 원인은 자연적 발생으로 화산활동으로 발생하는 화산먼지, 황사원인이기도 한 흙먼지, 바닷물에서 생기는 소금, 식물에서 발생하는 꽃가루 등이 대표적이다. 그러나 최근 도시화와 산업 발전의 가속화에 의해 미세먼지 발생의 대부분은 인위적 원인이 되었다. 대부분 화석연료의 연소과정이나 산업시설의 배출가스와 자동차 배출가스로부터 발생한다. 그 외 공사장, 도로 등에서 발생하는 비산먼지도 많은 양을 차지한다(환경부 2016). 또한, 인위적 미세먼지는 이의 발생 과정에 따라 1차 미세먼지와 2차 미세먼지로 구분되어진다. 1차 미세먼지는 화석연료 연소시설, 자동차배출구, 바람에 흩날리는 먼지의 형태로 주로 배출되고, 2차 미세먼지는 대기 중에서 1차 미세먼지와 함께 황산화물, 질산화물, 암모니아 등이 화학반응을 통하여 질산암모늄이나 황산암모늄 같은 에어로졸과 대기 중에서 생성되는 유기물질들을 말한다. [그림2-2]는 2차 미세먼지 생성과정에 대해 간략히 설명하고 있다. 우리나라 서울 지역에서 측정되는 미세먼지 분석결과를 살펴보면  $PM_{10}$ 의 경우 전체의 약 60-80%가 1차 미세먼지로 구성되어 있으며 2차 미세먼지는 20-40%를 차지한다. 현재 학계는 2차  $PM_{2.5}$ 의 양이 1차  $PM_{2.5}$ 의 양에 비해 더 많다(60-80%)고 추정하고 있다(민경은 2016).

## Particulate Matter 2.5 (PM2.5) Formation



[그림 2-2] 미세먼지 발생과정(1차, 2차 생성)

국가 대기오염 배출량은 국립환경과학원에서 운영하는 대기정책지원시스템(CAPSS)에서 제공하고 있다. 미세먼지의 주요 배출원별 배출현황은 국립환경과학원에서 운영하는 대기정책지원시스템(CAPSS)에서 제공하고 있다. 이를 자세히 살펴보면 [표 2-1]과 같다. 2013년 전국 기준 PM<sub>10</sub> 배출량은 246,168 톤/년, PM<sub>2.5</sub>의 배출량은 106,610 톤/년으로 PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> 배출량비율은 0.43이었다(국립환경과학원 2016).

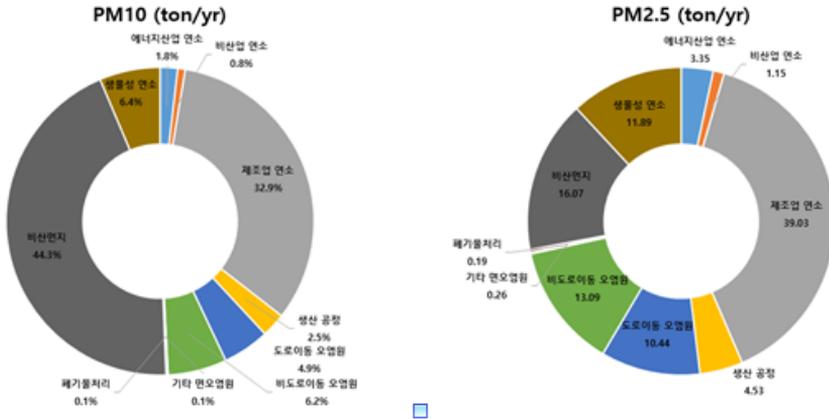
[표 2-1] 2013년 주요 배출원별 PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub>의 연간 배출현황

대분류	PM <sub>10</sub> (ton/yr)	PM <sub>2.5</sub> (ton/yr)
에너지산업 연소	4,524	3,573
비산업 연소	1,955	1,226
제조업 연소	81,014	41,606
생산 공정	6,249	4,829
도로이동 오염원	12,103	11,135
비도로이동 오염원	15,167	13,953
폐기물처리	243	202
기타 면오염원	310	279
비산먼지	108,942	17,127
생물성 연소	15,663	12,681
총 합계	246,168	106,610

자료: 국립환경과학원(2016), 대기오염물질 배출량(2013)

[그림2-3]과 같이 연간 PM<sub>10</sub> 배출량의 배출원별 분포를 살펴보면 사업장 굴뚝이나 도로이동 오염원으로 분류되는 자동차와 비도로이동 오염원으로 분류되는 건설기계와 같은 이동오염원의 배출구로부터 발생하는 양이 전체 배출량의 50%정도의 비중을 차지하고 있다. 그 외에는 굴뚝과 같은 일정한 배기구가 아닌 곳에서 배출되는 비산먼지가 상당한 부분을 차지하고 있다. 비산먼지 배출량의 약 50%는 도로(포장+비포장)에서 자동차가 주행하면서 발생하는 재 비산먼지로 추정된다. 포장도로 비산먼지는 주로 자동차가 도로 주행에서 발생할 수 있는 타이어, 브레이크, 도로표면의 마모에 의해서 생성되는 미세먼지들이 재 비산되어 발생하는 것이다. 반면에 비포장도로 비산먼지는 차량이 비포장도로를 주행하면서 발생되며 토양성분이 대부분이다. 이외에 비산먼지는 건설공사, 나대지, 농업활동으로부터 발생하기도 한다. 비산먼지 배출은 강우시에 감소하게 되므로 강우조건을 고려하여 계 발생량을 추정하나 이는 매우 복잡하며 추정치의 확실성도 떨어지므로 공

식자료 발표에서는 제외되고 있다. 그림3과 같이 PM<sub>2.5</sub>와 PM<sub>10</sub>의 배출원별 배출기여도를 비교해보면 이들의 배출원별 기여도가 다른 분포를 보인다. 비산먼지는 총 PM<sub>10</sub>의 배출기여율 중 약 44%를 차지하나 PM<sub>2.5</sub>의 배출기여율에는 약 15%로 상대적으로 작은 비중을 차지한다. 이는 비산먼지의 크기가 PM<sub>10</sub>에 가까운 입자들이 주를 이루기 때문이다. 반면에 화석연료의 연소과정에서 배출되는 미세먼지는 작은 미립자들을 많이 포함하고 있으므로 PM<sub>2.5</sub> 중에 제조업 연소 배출원의 배출비중이 약 40%정도 차지하는 것으로 나타났다. 그밖에 도로와 비도로 이동오염원 배출원의 PM<sub>2.5</sub> 배출비중은 약 22%로 PM<sub>10</sub>에서의 배출 기여율보다 큰 것으로 나타났다. 특히 생물성 연소의 배출비중은 2배 정도 커져서 약 12%를 차지하게 되는데 생물성 연소에는 농업 잔재물 소각, 화목난로, 고기구이 등이 포함된다. 이와 같이 미세먼지는 입경 기준을 달리하게 되면 배출원별 기여율도 달라진다(장영기 2016).



[그림 2-3] 오염배출원별 배출기여율(2013, 전국)

자료: 국립환경과학원(2016), 대기오염물질 배출량(2013)

### 3절 국내 미세먼지 오염도 현황

우리나라는 1995년부터 PM<sub>10</sub>을 측정하였으며 최근 20년간 수도권 대기관리권역을 포함한 지역별 연평균 PM<sub>10</sub>의 농도는 [표 2-2]와 같다. 1995년 이후 2014년까지의 평균 농도를 계산해보면, 경기도에서 최고값(평균 64  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )을 보였고, 그 다음으로 서울(평균 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )의 순이었다. 그러나 연도별 변화경향을 보면, 2000년대 이전(1996년~1999년)까지는 대구지역에서 최고 농도를 보였다가 이후감소 추세를 보였으며 수도권에서 가장 높은 농도를 기록하고 있다. 전체적인 PM<sub>10</sub> 농도의 변화경향을 살펴보면 서울지역은 1998년 이후 증가추세를 보였으며 특히 2001년과 2002년의 경우에는 당시 연평균 환경기준치인 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과하였으나, 이후 PM<sub>10</sub> 농도의 감소를 보이고 있다. 이밖에 2007년부터 강화된 연평균 환경기준치인 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 만족한 지역은 대전밖에 없었으며 그 외 지역은 연평균 환경기준치를 초과했다. 이후 2014년에는 경기도(54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )를 제외한 지역에서 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 낮은 농도를 보였다. 특히 주목할 만한 점은 서울은 2010년 이후 2014년까지 환경기준치인 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하의 연평균농도를 보였다.

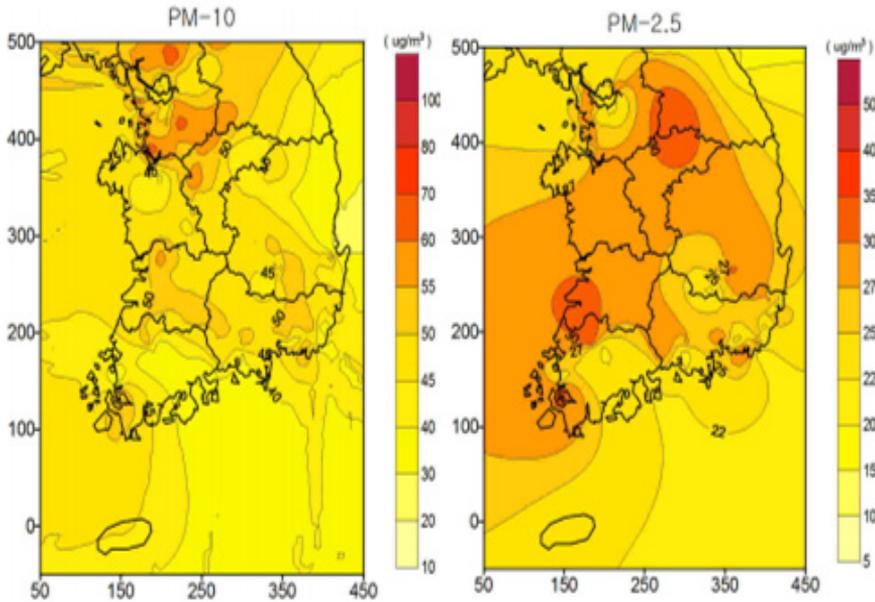
PM<sub>2.5</sub>의 경우 2015년에 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  으로 PM<sub>10</sub>의 54% 수준을 보였다. [그림 2-4]와 같이 전국의 PM<sub>10</sub> 연평균 농도 분포를 살펴본 결과, 경기도 북부·남동지역과 강원영서, 충북 북부지역이 다른 지역과 비교하여 높은 농도를 나타내고, PM<sub>2.5</sub>의 경우 측정소가 미설치된 지역이 많지만 강원·영서, 충북 북부지역과 전북 남서 지역이 높게 나타났다.

[표 2-2] 지역별 PM<sub>10</sub> 연평균 농도변화 (1995-2014)

(단위:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	서울	인천	경기	부산	대구	광주	대전	울산
1995	78	76	86	73	81	49	63	69
1996	72	67	74	76	87	51	63	51
1997	68	70	69	68	72	49	69	43
1998	59	57	59	67	72	49	58	29
1999	66	53	58	65	66	56	55	29
2000	65	53	59	62	63	58	51	52
2001	71	52	71	60	67	57	48	55
2002	76	57	74	69	71	52	53	54
2003	69	61	68	55	59	36	43	40
2004	61	62	67	60	58	46	49	50
2005	58	61	65	58	55	49	48	50
2006	60	68	68	59	54	55	49	52
2007	61	64	66	57	53	51	49	53
2008	55	57	59	51	57	50	45	54
2009	54	60	61	49	48	46	43	49
2010	49	55	58	49	51	45	44	48
2011	47	55	56	47	47	43	44	49
2012	41	47	49	43	42	38	39	46
2013	45	49	54	49	45	42	42	47
2014	46	49	54	48	45	41	41	46

자료: 환경부(2015), 2014년 대기환경연보

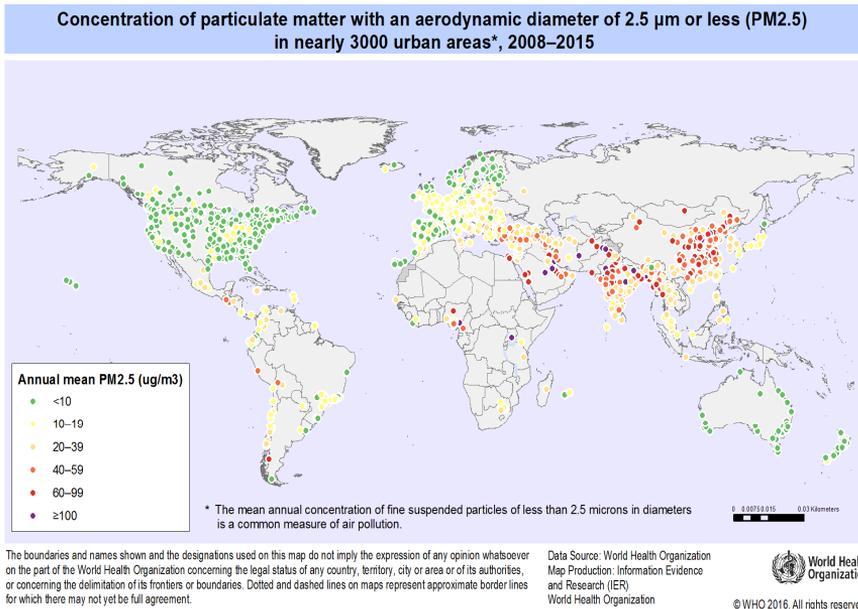


**[그림 2-4] 미세먼지의 2015년 연평균 농도 분포**

자료: 환경부(2016), 2015년 대기환경연보

[그림2-5]는 세계 주요 대도시의 PM<sub>2.5</sub> 농도 현황을 보여준다. 우리나라의 미세먼지 농도는 세계보건기구(WHO)의 권고기준보다 높을 뿐 아니라 도쿄나 파리, 런던, 워싱턴과 같은 주요 선진국 도시에 비해서도 높은 편이다. WHO에서 발표한 주요 대도시의 PM<sub>2.5</sub> 지도에 따르면 북유럽과 북아메리카에 위치한 OECD 국가는 양호한 미세먼지 농도를 보이는데 비해 한반도의 연평균 농도는 20~39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다. 2015년 서울의 PM<sub>2.5</sub> 농도는 연평균 23.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고 일평균 최댓값은 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 환경성과지수(EPD)’에서도 우리나라의 공기질은 세계 180개국 가운데 173위였으며 특히 PM<sub>2.5</sub> 부문은 중국과 같은 174위였다. OECD의 2016년 보고서 ‘더 나은 삶 지수’ 조사에서 환경부문 중 세부항목 대기오염은 38개국 중 38위로 최하위였다.

미세먼지는 먼지 핵에 여러 종류의 오염물질이 엉겨 붙어 구성된 것으로 호흡기를 통하여 인체에 유입될 수 있다. 미세먼지에 장기간 노출될 경우 면역력이 급격히 저하되어 감기, 천식, 기관지염 등의 호흡기 질환은 물론 심혈관 질환, 피부질환, 안구질환 등 각종 질병에 노출될 수 있다.

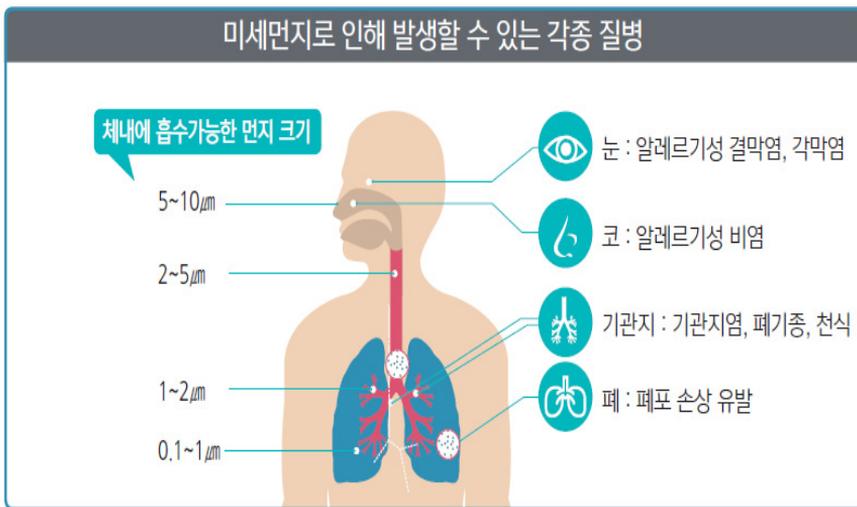


### [그림 2-5] 세계 주요 대도시의 PM<sub>2.5</sub> 농도 현황(2008-2015)

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

## 4절 미세먼지의 영향

미세먼지는 호흡기를 통하여 인체에 쉽게 유입될 수 있다. 이로 인해 미세먼지에 사람이 장기간 노출될 경우 면역력이 급격히 떨어지게 되어 감기, 천식, 기관지염 등의 호흡기 질환에 걸리기 쉬우며 그밖에 심혈관, 피부, 안구질환 등 각종 질병에 노출될 수 있다.



[그림 2-6] 미세먼지로 인해 발생 가능한 각종 질병

자료: 환경부, [바로알면 보인다, 미세먼지 도대체 뭘까?]

### 1. 미세먼지와 호흡기질환

특히 PM<sub>2.5</sub>는 인체 내 기관지 및 폐 깊숙한 곳까지 쉽게 침투할 수 있기 때문에 체외로 배출되지 않고 기관지와 폐 등에 붙어 각종 질환을 유발한다(김상우, 허가형 2016). 미세먼지에 의한 폐 손상에 대해 좀 더 자세히 살펴보자면 폐에서 미세먼지가 침적하는 주요 기작은 밀착(impaction), 침전(sedimentation), 확산(diffusion)으로 이루어진다. 밀착은 100 $\mu\text{m}$ 이상의 미세먼지가 침적하는 기전으로 알려져 있고, 침전은 중력 자체의 힘 아래로

떨어지면서 발생하는데 0.1~50 $\mu\text{m}$  미세먼지가 영향을 받는다(홍윤기 2014). 확산은 더 작은 물질의 침적하는 기전으로 소기도 및 가스교환 장소에서 무작위 가스이동으로 대체된다. 주로 침전, 확산의 기전을 통해 호흡기에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 미세먼지가 인체에 호흡기를 통해 유입되었을 때 인체에서 작용하는 방어기전에서 상피표면액 및 폐포대식세포가 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있는데 상피표면액에 존재하는 surfactant는 6 $\mu\text{m}$ 이하의 PM입자를 치환시켜 점액섬모 청소(mucociliary clearance)를 쉽게 하도록 만드는 작용을 하고, surfactant의 단백질들은 대식세포가 미세먼지를 감지하여 제거하도록 돕는다. 반면에 폐포대식세포는 점액섬모 청소 및 기침에 의해 미처 제거되지 않은 입자들을 제거하는 역할을 한다. 실제 한 연구에서는 미세먼지의 농도와 폐포대식세포의 개수간의 상관관계를 규명하기도 했다. 최근의 연구들에서는 미세먼지의 입자 크기가 작을수록 입자의 수가 많아 미세입자의 표면적이 커지게 되며 더 큰 염증 반응을 발생시키므로 인체에 치명적이라고 보고하고 있다. 따라서 미세먼지 농도와 대기오염의 증가는 인체의 방어기전 손상하거나, 방어 과정에서 발생하는 염증반응에 의해서 건강영향이 심화될 수 있다. 또한, 폐포대식세포 전체 부피의 약 60% 이상의 미세먼지를 대식하였을 때 대식 및 화학작용이 억제되었고, 대식된 미세먼지의 양이 전체 폐포대식세포 부피의 6%만 되어도 점액섬모 청소가 감소한다고 보고되었다. 미세먼지의 대식 과정에서 발생하는 폐포대식세포의 활성화는 단백분해효소, 활성산소, 성장조절 단백질, 염증매개체 등 폐의 염증 관여하는 물질들을 과다 분비되어 폐의 손상을 유발하게 할 수 있다. 질병관리본부에 의하면, 대기중에 PM<sub>10</sub>이 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  증가할 때마다 만성 폐쇄성 폐질환 (COPD)에 의한 입원율이 2.7%, 사망률이 1.1% 각각 증가한다고 보고되고 있다. 이중 특히 PM<sub>2.5</sub>이 문제가 되는데 농도가 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 씩 증가할 때마다 폐암 발생률이 9% 상승된다고 나타났다.

## 2. 미세먼지와 심혈관질환

미세먼지의 입자가 매우 작아 인체의 폐포를 통해 혈관까지 침투해 염증을 유발시킬 수 있는데, 이 과정에서 혈관 손상이 발생하여 협심증이나 뇌졸중 발병으로 이어질 수 있다. 특히, 심혈관 질환을 앓고 있는 노인에게 미세먼지는 치명적이다. 이들의 혈관에 미세먼지가 축적이 되면 산소 교환 활동이 원활하지 못해 병이 악화될 수 있다. 질병관리본부에 따르면, PM<sub>2.5</sub>에 장기간 노출될 경우 심근경색과 같은 허혈성심질환의 사망률은 30-80% 증가하는 것으로 나타났다(환경부 2016).

## 3. 농작물 및 생태계에 미치는 영향

미세먼지는 농업활동과 생태계에도 영향을 준다. 특히 대기 중에 이산화황이나 이산화질소가 다량 포함된 2차 미세먼지는 산성비를 내리게 해 토양과 물의 산성화를 유발시키고, 생태계 파괴, 토양 황폐화, 수목 및 기타 식생의 악영향 등을 유발시킬 수 있다. 중금속이 미세먼지에 포함하게 되어도 농작물, 토양, 수생생물에 중금속 생물농축을 유발시킨다. 또한 미세먼지가 식물의 잎에 부착되면 잎의 기공을 막고 광합성을 저해함으로써 작물의 생육을 지연시킬 수 있다(환경부 2016).

## 4. 산업활동에 미치는 영향

미세먼지는 산업계의 생산성이나 운송업에도 적지 않은 영향을 미친다. 악영향을 준다. 우리나라 주력 산업인 반도체와 디스플레이 생산 과정에서 가로·세로 높이 30 cm 공간에 1 $\mu$ g의 먼지 입자가 들어가도 불량률을 증가시킬 수 있다. 미세먼지는 자동차의 도장 공정에서 불량 발생율을 증가시킬 수 있고 미세먼지로 인한 자동화 설비의 오작동 등의 피해가 발생할 수 있다. 또한 가시거리를 떨어뜨리기 때문에 비행기나 여객선 운항도 지장을 받는다(환경부 2016).



## 3장

# 국내 미세먼지 관리대책 및 사업현황

1. 미세먼지 관리 특별대책 추진
2. 환경부 주요사업
3. 국내 미세먼지 관리대책
4. 국내 미세먼지 예·경보 제도
5. 지방자치단체별 미세먼지 관리대책
6. 인접국가와의 미세먼지 관리대책 협력



## 3장 국내 미세먼지 관리대책 및 사업현황

### 1절 미세먼지 관리 특별대책의 추진

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<sub>10</sub>은 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 대기환경 개선목표를 설정하였다. 이와 같은 대기환경 개선 노력으로 인하여 국내 미세먼지 농도는 2000년대 이후 지속적인 감소추세였으나, 2013년부터 감소추세가 정체되었고 이는 PM<sub>2.5</sub>의 영향이 클 것이라고 판단되었고 이에 대한 관심이 커졌다. 이에 따라 제2차 기본계획(2015~2024)에서는 “맑은 공기로 건강한 100세 시대 구현”이라는 비전을 설정하였으며, 제1차 기본계획보다 PM<sub>10</sub>의 목표농도를 더 낮은 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 설정하고, PM<sub>2.5</sub>를 대기환경개선 목표 항목에 새로 추가하였다.

그런데 2016년에 들어서 미세먼지 고농도 오염일수가 증가하여 사회적 이슈로 부각됨에 따라 미세먼지 오염 문제 해결을 위한 국가적 차원의 특단의 대책 수립 필요성이 대두되었고 이에 대한 방안을 마련하였다. 정부는 2016년 6월 3일 미세먼지 저감을 위한 국무총리를 주재 관계부처 장관회의를 개최를 통해, “미세먼지 관리 특별대책”을 확정 발표했다. 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 수도권대기환경기본계획’의 목표(20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )를 2024년에서 2021년으로 3년 앞당겨 조기 달성할 계획이다. 또한 10년 내에 유럽 주요도시의 현재 수준으로 미세먼지를 개선한다는 목표(서울 기준, 2015년 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  → 2026년

18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )를 설정하였다. 대책의 기본방향은 아래와 같다.

- ① 국내배출원의 과학적 저감
- ② 미세먼지·이산화탄소 동시저감 신산업 육성
- ③ 주변국과의 환경협력
- ④ 예·경보체계 혁신
- ⑤ 전 국민이 미세먼지 저감에 참여하되 서민부담은 최소화

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

## 2절 환경부 주요사업

환경부는 미세먼지 관리를 위하여 환경개선특별회계를 통하여 수도권 및 수도권 외 대기개선추진대책, 천연가스자동차 보급, 대기오염측정망 구축·운영, “한·중 공동 미세먼지저감 환경기술 실증협력사업” 등을 추진하고 있다. 또한 에너지 및 자원사업 특별회계를 통하여 2010년부터 전기자동차의 보급 활성화를 위한 보조금 지원과 충전시설 설치 지원 사업을 추진하고 있으며, 2015년부터 친환경차에 대한 수요증대를 위한 하이브리드 차량 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.

[표 3-1]과 같이 미세먼지 관리 특별대책 관련 사업의 2016년도 예산 4,116억 원, 2017년도 예산 5,695억 원으로 2016년 대비 약 1,579억 원 (38.4%)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 9,259억 원이다(환경부 2017).

[표 3-1] 미세먼지 관리 특별대책관련 사업 예산 (2016-2017)

단위: 백만 원

구 분	2016년 예산	2017년 예산	증감률(%)	비 고
계	411,534	569,487	38.4	
전기자동차 보급 및 충전 인프라 구축	148,524	264,274	77.9	-전기차 구매 차액 보조
하이브리드차량 구매 보조금 지원	46,392	52,492	13.1	-CO <sub>2</sub> 배출량이 97 g/km 이하 중소형 하이브리드차량 보조금 지원
환경기초시설 탄소중립 프로그램	2,950	2,797	-5	-환경기초시설에 태양광 설치
온실가스관리인프라구축	18,133	9,845	-46	-온실가스 배출거래제 운영 및 중소기업 지원 등
기후변화 적응 및 국민 실천	22,822	21,913	-4	-탄소포인트제 및 그린카드제 운영 -기후변화대응 범국민운동 추진 등
대기개선 추진대책	98,062	118,330	20.7	-배출가스 저감장치, 조기폐차, 전기이륜차보급 등
수소연료전지차보급	6,453	26,500	310.7	-수소연료전지차 및 수소충전소 보급
천연가스자동차보급	15,276	13,755	-10	-CNG 버스, 청소차 보급 등
천연자동차보급 기타 민간융자금	4,900	4,900	-	-충전소 설치비 용자 지원
대기오염측정망 구축 운영	21,131	27,538	30.3	-국가/자자체 대기측정망확충, 미세먼지예보제 등
자동차연료환경성평가	565	567	0.4	-자동차 연료 품질검사 등
굴뚝원격감시체계구축	7,226	8,321	15.2	-4개 권역 TMS 관제센터 운영
악취취약지역 및 시설관리대책	1,677	1,540	-8	-악취취약사업장기술지원
대기유해물질관리	3,962	3,662	-8	-유증기회수설비검사, 도로함유기준확대 등
국가온실가스종합정보관리체계구축	4,861	-	순감	-온실가스관리총괄시스템구축
기후변화대응환경기술개발	8,600	7,353	-15	-기후변화 적응, 온실가스 감축 통합관리 분야 기술 개발
국가전략프로젝트	-	5,700	순증	-관계부처 합동 과학기술기반 미세먼지 솔루션 개발

자료: 환경부 내부자료(2017)

### 3절 국내 미세먼지 관리대책

미세먼지는 「대기환경보전법」상의 환경기준물질로 등록되어 관리되고 있다. 대기질 관리를 위해 대기오염물질을 별도로 관리한 것은 1990년으로 비교적 최근이다. 1980년에 환경권이 헌법에 포함되었으며 이로부터 10년 후인 1990년에 오염물질별로 대책법이 제정되면서 기존의 「환경보전법」으로 총괄하던 것을 「환경정책기본법」, 「대기환경보전법」, 「수질환경보전법」, 「소음·진동규제법」, 「유해화학물질관리법」, 「환경분쟁조정법」 등 6개 법으로 분리 및 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 생활을 목적(「대기환경보전법」 제1조)으로 하여, 대기환경의개선을 위한 계획수립, 대기오염물질 배출시설의 설치 및 운영, 생활환경으로의 대기오염물질 배출 규제, 자동차 및 선박 등의 배출가스 규제 등을 규정하고 있다. 대기오염물질 배출시설을 설치 및 운영하려는 자는 「대기환경보전법」에 따라 특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사로부터 설치허가를 받거나 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 등에게 신고하여 재허가를 받아야 한다.

환경부는 대기오염물질 배출 설치허가제도와 1종~3종 배출사업장 중 배출시설 규모에 따라 굴뚝자동측정기(TMS: Tele-Monitoring System)를 설치

하도록 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.

그러나 우리나라의 미세먼지 관리에 있어서 지자체의 역할은 제한적인 수준이다. 서울과 인천이 미세먼지 관리방안을 발표한 바 있고, 경기도와 충청도도 미세먼지 관리 방안을 검토 중에 있다. 하지만 지자체의 실행계획은 위반 시 제재조치를 강제할 수단이 제한적이라는 점에서 효과가 제한적이다.

## 4절 국내 미세먼지 예·경보제도

미세먼지 예·경보제이란 전국 대기오염 측정소에서 관측된 미세먼지 농도 및 기상변화 등을 고려하여 예측한 다음 미세먼지를 예보하며, 미세먼지가 일정기준 이상 측정되었을 때, 신속하게 시민에게 미세먼지 경보를 발령함으로써 행동요령이나 조치사항을 실천하도록 함으로써 인체 및 생활환경에의 피해를 최소화할 수 있고, 미세먼지에 대한 국민의 관심과 환경의식 수준을 높이기 위하여 시행하는 제도이다.

### 1. 국내 미세먼지 예보제도

서울시(2005년 시행), 경기도(2007년 시행), 인천시(2008년 시행) 등의 지자체에서는 미세먼지 예보제를 자체적으로 실시하였으나, 여러 부족한 문제점이 발생하였는데 이 중, 미세먼지 광역화 발생 특성을 고려할 수 없는 지역적 한계, 낮은 예보정확도, 예보 결과의 신속한 전달체계의 미흡 등이 있다. 2013년 이후 서울 경기 수도권 중심 고농도 미세먼지 발생 빈도가 현저하게 증가하면서 미세먼지에 대한 국민적 우려와 관심이 증가되었다. 이에 따라 국민 눈높이에 맞는 정보를 제공하기 위한 국가 차원의 신속하고 정확한 미세먼지 오염 예보와 농도 실시간 현황, 고농도 미세먼지가 발생했을 경우에 취할 수 있는 행동요령 등의 정보를 제공할 필요가 커졌다. 이에 따라 환경부에서는 2013년 8월 수도권 지역에 시범적으로 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 예보를 시행하고 있다. 미세먼지 예보 시범기간 동안 예보의 정확성을 높이고 전달체계를 정비하여, 2014년 2월부터 기상청과 함께 전국을 대상으로 본 예보를 시작하였다. 또한, 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)는 2014년 5월부터 수도권 지역에 시범예보를 시작하였으며, 2015년 1월부터는 전국 10개 권역에 본 예보를 시작했다. 같은 해 11월부터 전국을 18개 권역으로 세분화하고, 익일에 대한 미세먼지 예보 전망을 매일 4회(5:00/11:00/17:00/23:00) 국민들에게 방송·인터넷 등을 통해 알리고 있다. 미세먼지 오염도를 기상정

보와 대기예측모델 등을 활용하여 ‘좋음-보통-나쁨-매우나쁨’으로 4가지로 구분하여 예보한다. 각 단계에 대한 구체적 설명은 [그림 3-1]과 같다.

미세먼지 예보등급 및 예보내용					
예보 내용		등급(μg/m <sup>3</sup> )			
		좋음	보통	나쁨	매우나쁨
예보 물질	미세먼지 (PM <sub>10</sub> )	0~30	31~80	81~150	151 이상
	미세먼지 (PM <sub>2.5</sub> )	0~15	16~50	51~100	101 이상
행동 요령	민감군	-	실외활동시 특별히 행동에 제약을 받을 필요는 없지만 몸 상태에 따라 유의하여 활동	장시간 또는 무리한 실외활동 제한, 특히 천식을 앓고 있는 사람이 실외에 있는 경우 출입기를 더 자주 사용할 필요가 있음	가급적 실내활동, 실외활동시 의사와 상의
	일반인	-	-	장시간 또는 무리한 실외활동 제한, 특히 눈이 아픈 증상이 있거나 기침이나 목의 통증으로 불편한 사람은 실외활동을 피해야 함	장시간 또는 무리한 실외활동제한, 목의 통증과 기침 등의 증상이 있는 사람은 실외활동을 피해야 함

※ 미세먼지 예보등급은 PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub> 중 높은 등급을 기준으로 발표  
 ※ 민감군 : 어린이, 노인, 천식같은 폐질환과 심장질환을 앓고 있는 어른

[그림 3-1] 미세먼지 예보등급 및 예보내용

미세먼지 농도의 예보를 위한 절차는 ‘관측→모델→예측→전달’의 4단계로 이루어진다. ‘관측’은 국내의 기상과 대기질을 감시하고 추세를 파악하는 단계이며, 기상 관측망과 국내외의 실시간 대기질 측정 자료가 이에 활용된다. ‘모델’은 사계절 다양한 기상 조건을 고려하여 오염물질 배출량을 대기 중 농도로 산정하는 과정이며 이 절차에서는 기상·배출처리·대기화학·수송 등의 요소가 구성된다. ‘예측’은 국내외 기상과 대기질 관측자료와 모델 결과를 고려하여 미세먼지 농도 예보를 하는 과정이다. 그리고 미세먼지 예보결과를 대중매체, 홈페이지(에어코리아), 휴대폰 문자서비스, 모바일 앱(우리동네 대기질) 등을 통해 국민에게 알리는 것이 마지막 단계인 ‘전달’이다.

## 2. 국내 미세먼지 경보제도

미세먼지 경보 발령주체는 지자체장이고 ‘주의보’ 또는 ‘경보’를 발령한다. 2014년까지는 지자체별로 이들의 예보 기준이 달랐으나, 2015년부터는 이 기준을 통일하여 국민에게 알리고 있다. 또한, 2015년부터 대기환경보전법령에 따라 시·도지사는 미세먼지(PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) 농도가 일정 기준 이상일 경우 [그림3-2]과 같이 대기오염정보를 주의보 및 경보로 구분하여 발령하고 있다.

대기오염경보가 발령되었을 때 해당 지역 지자체장은 경보단계에 따라 주민의 건강보호와 대기오염개선을 위한 조치를 취할 수 있다[그림3-3]. 예를 들어 주민들에게 대기질의 실시간 상황을 신속히 알리고, 주민들의 실외활동 자제, 외출 시 마스크 착용을 위한 권고 등 주민들의 건강보호를 위해 필요한 조치사항도 알린다. 또한, 어린이 청소년 등의 미세먼지에 취약 계층이 활동하는 시설의 실외수업 제한, 수업단축 등을 권고하고 있다. 아울러 대기오염물질 배출사업장이나 차량 운전자 등에게는 오염물질 저감 노력에 참여하도록 유도한다. 지자체장은 미세먼지 경보를 발령한 이후 실시간 미세먼지 농도가 일정기준 이하로 떨어질 경우 경보 발령을 해제하거나 대체 발령할 수 있다.

대상 물질	경보 단계	발령기준	해제기준
미세먼지 (PM <sub>10</sub> )	주의보	기상조건 등을 고려하여 해당지역의 대기 자동측정소 PM <sub>10</sub> 시간당 평균농도가 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때	주의보가 발령된 지역의 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 PM <sub>10</sub> 시간당 평균농도가 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만인 때
	경보	기상조건 등을 고려하여 해당지역의 대기 자동측정소 PM <sub>10</sub> 시간당 평균농도가 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때	경보가 발령된 지역의 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 PM <sub>10</sub> 시간당 평균농도가 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만인 때는 주의보로 전환
미세먼지 (PM <sub>2.5</sub> )	주의보	기상조건 등을 고려하여 해당지역의 대기 자동측정소 PM <sub>2.5</sub> 시간당 평균농도가 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때	주의보가 발령된 지역의 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 PM <sub>2.5</sub> 시간당 평균농도가 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만인 때
	경보	기상조건 등을 고려하여 해당지역의 대기 자동측정소 PM <sub>2.5</sub> 시간당 평균농도가 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때	경보가 발령된 지역의 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 PM <sub>2.5</sub> 시간당 평균농도가 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만인 때는 주의보로 전환

• 대기환경보전법 시행규칙 제14조 별표 7

[그림 3-2] 미세먼지 경보 발령 및 해제기준

미세먼지 경보에 따른 조치사항		
경보단계	주의보	경보
시 민 건 강 보 호	가. 어린이·노인·폐질환 및 심장질환자 등 민감군은 실외활동 제한 나. 일반인은 장시간 또는 무리한 실외활동을 줄임(책이, 눈이 아프거나, 기침 또는 목의 통증이 있는 경우 실외활동 자제) 다. 외출시 황사(보호) 마스크 착용 (매기는 질환자는 의사와 충분한 상담 후 사용) 라. 교통량이 많은 지역 이동 자제 마. 어린이집·유치원·초등학교 실외수업 금지 바. 중·고등학교 실외수업 자제 사. 공공기관의 야외 체육시설 운영 제한 아. 공원·체육시설·고궁·터미널·철도 및 지하철 등을 이용하는 시민에게 과격한 실외활동 자제 홍보 자. 그 밖에 시민건강 보호를 위해 필요한 사항	가. 어린이·노인·폐질환 및 심장질환자 등 민감군은 실외활동 금지 나. 일반인은 장시간 또는 무리한 실외활동 자제 (기침 또는 목의 통증이 있는 경우 실내생활 유지) 다. 외출시 황사(보호) 마스크 착용 (매기는 질환자는 의사와 충분한 상담 후 사용) 라. 교통량이 많은 지역 가급적 이동 금지 마. 어린이집·유치원·초등학교 등·하교시간 조정, 수업단축 또는 휴교 바. 중·고등학교 실외수업 금지 사. 공공기관의 야외 체육시설 운영 중단 아. 공원·체육시설·고궁·터미널·철도 및 지하철 등을 이용하는 시민에게 과격한 실외활동 금지 홍보 자. 그 밖에 시민건강 보호를 위해 필요한 사항
대 기 오 염 개 선 노 력	가. 행정기관 관용차량 운행 감축(비상용 차량 제외) 나. 자동차 운행 자제 및 대중교통 이용 권장 다. 주·정차시 공회전 금지 라. 도로 물청소 또는 진공청소 등 시행 마. 공공기관 운영 대형 사업장 조업시간 단축 바. 사업장의 연료사용량 감축 권고 사. 공사장의 조업시간 단축 또는 일부 작업중지 권고 아. 그 밖에 대기오염 저감을 위해 필요한 사항	가. 행정기관 관용차량 운행 제한(비상용 차량 제외) 나. 자동차 운행 제한(부계 운행 등) 다. 주·정차시 공회전 금지 라. 도로 물청소 또는 진공청소 등 강화 마. 공공기관 운영 대형 사업장 조업시간 단축 바. 사업장의 연료사용량 감축 명령 사. 공사장의 조업시간 단축 또는 일부 작업중지 명령 아. 그 밖에 대기오염 저감을 위해 필요한 사항

[그림 3-3] 미세먼지 경보에 따른 조치사항

자료: 에어코리아, www.airkorea.kr

## 5절 지방자치단체별 미세먼지 관리대책

### 1. 서울시 미세먼지 관리대책

서울시는 2016년에 대기질 개선 특별 대책「서울시 대기질 개선 특별대책」을 수립하였고 이후 2018년까지 연평균 미세먼지 농도를  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  까지 낮춘다는 목표를 발표했다[표 3-2]. 동 대책은 서울시 미세먼지 3대 발생원인 자동차(35%)와 건설기계(17%), 비산먼지(12%)대책을 중심으로 하고, 특히 투트랙(two-track) 전략이 핵심인데, [표 3-2]와 같이 배출량이 가장 큰 교통 부문은 교통수요 관리 제도를 통해 발생 원인을 원천적으로 차단하겠다는 목표를 가지고 있다. 발생원의 억제 및 감소를 위해서는 환경부, 경기도, 인천광역시와의 협력으로 2.5 톤 이상 노후 경유차, 관광버스, 통근버스 등 전세버스, 서울에 진입하는 경기·인천 버스 등의 관리 및 단속에 집중하고 있다. 교통수요 관리는 도심 내 개인차량을 줄이고 대중교통을 중심으로 이뤄질 수 있도록 ‘지속가능교통물류발전법’에 따른 1호 ‘녹색교통진흥지역’을 지정하였다. 그리고 배출원 모니터링을 통한 과학적 미세먼지 정책 마련을 위해 측정 및 분석을 강화하고, 어린이, 유치원생 등 취약계층의 건강보호를 위한 전략도 병행하여 추진할 계획이다.

**[표 3-2] 서울특별시 미세먼지 저감 종합대책**

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

자료: 서울시(2016), 서울시 대기질 개선 특별대책

## 2. 인천광역시 미세먼지 관리대책

인천시는 2020년까지 미세먼지 중 PM<sub>10</sub>은 40 µg/m<sup>3</sup> 이하, PM<sub>2.5</sub>는 24 µg/m<sup>3</sup> 이하로 낮추는 것을 목표로 설정했다. [표 3-3]과 같이 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 3-3] 인천광역시 미세먼지 저감 종합대책**

부문	실행계획
1. 발전 및 산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>-대기오염물질 배출사업장 총량관리 운영 강화</li> <li>-발전소 등 대형 사업장 오염물질 배출량 저감</li> <li>-항만·공항 등 국영기업 오염물질 배출량 저감</li> <li>-대기오염물질 자발적 감축 추진</li> <li>-대기오염물질 배출업소 특별관리</li> </ul>
2. 수송	<ul style="list-style-type: none"> <li>-노후운행차 저공해 조치</li> <li>-자동차 운행제한 (LEZ, Low Emission Zone)</li> <li>-비도로 이동오염원 배출저감(건설기계, 선박)</li> <li>-운행 경유자동차 배출가스 특별관리</li> <li>-친환경차 보급</li> <li>-경유버스 CNG 버스 전환</li> </ul>
3. 생활주변	<ul style="list-style-type: none"> <li>-도로먼지 저감 시스템 개선</li> <li>-비산먼지 발생원별 관리</li> </ul>
4. 미세먼지 측정 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>-대기오염 측정·분석 시스템 개선</li> <li>-도로 재비산먼지 조사차량 운영 시스템 개선</li> </ul>
5. 미세먼지 경보제	<ul style="list-style-type: none"> <li>-경보시스템 강화 운영 및 홍보</li> </ul>
6. 기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>-정화능력 확보를 위한 녹지공간 확대</li> <li>-다중이용시설 등 실내 공기질 관리 확대</li> </ul>

자료: 인천시(2016), 2020 미세먼지 저감 종합대책(안)

### 3. 수도권 미세먼지 관리대책

현재 수도권은 [2차 수도권 대기환경관리 기본계획(2015~2024)]을 진행 중에 있다. 대기 관리의 방향은 인체위해성을 중심에 두었으며 관리대상물질에 PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub> 등을 추가하였다. 특히, PM<sub>2.5</sub>에 관해서는 2015년 적용된 환경기준보다 더 낮은 수치인 20 µg/m<sup>3</sup>을 적용하고 있으며 자동차 및 사업장의 배출관리도 강화하고 있다. 그 외에 대형 직화 구이 음식점과 숲가마의 배출가스 관리대상 포함과 동시에 배출 방지시설 설치를 위한 지원을 시작했다.

2014년에는 대기질 개선 종합대책을 세워 동북아시아 주요 도시들과의 PM<sub>2.5</sub> 공동대응에 중점을 두었고 2024년까지 PM<sub>2.5</sub> 농도를 기존 20 µm/m<sup>3</sup>인 환경기준보다 강화된 18 µm/m<sup>3</sup> 수준으로 저감하는 목표를 수립하였다. 이 중 ‘대기질 개선 종합 대책’을 발표하였는데 7개 분야 23개 사업이 포함되었다. 수도권 대기환경관리 경기도 시행계획을 좀 더 구체화 하였는데 이는 ‘수도권 대기환경관리 기본계획’을 토대로 2007년 1월 ‘수도권 대기환경관리 경기도 시행계획’을 수립하여 10개 분야 34개 단위사업 추진하고 하이브리드와 천연가스 등 무·저공해 자동차의 보급 활성화, 매연 저감 장치 부착 등 기존 운행 자동차의 저공해화, 사업장 오염물질 총량관리 및 배출권거래제 시행, 주유소 내 VOCs 회수장치 장착 등 도시 내 VOCs 관리강화를 중점으로 두고 있다. 구체적 추진대책은 아래와 같다.

- 제작차 관리 강화
- 친환경자동차 보급 확대
- 운행차 관리강화
- 비도로이동오염원
- 자가용 일일평균 주행거리(VKT) 30% 감축
- 대기오염물질 배출총량제 강화
- 총량사업장 외 배출시설 관리
- 생활 주변 VOCs, NO<sub>x</sub> 배출원 관리 강화

- 생활주변 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 관리 강화
- 수도권 대기환경관리 정책시스템 확립
- 대기 모니터링 기반 강화
- 국제 협력 강화를 통해 장거리이동 PM<sub>2.5</sub> 해결
- 미세먼지 예·경보제의 조기 시행
- 대 시민 대기정보 공개 대기환경 홍보 강화

#### 4. 기타 광역시별 미세먼지 관리대책

대구시는 “대구 도심에서 팔공산의 정취를 느끼도록”이라는 비전을 가지고 2020년까지 32개 사업에 총 1조 2,079억 원을 투입하여 2021년까지 초미세먼지를 연평균 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로, 가시거리는 17 km에서 20 km로 개선하는 ‘초미세먼지 20% 저감 종합대책’을 확정·발표했다(대구경북연구원 2017).

울산시는 미세먼지 대책 관련 1단계(2011~2015년) 대책에서 추가하고 보완한 2단계(2016~2020년) ‘대기질 개선 중장기 종합대책’을 세우고 추진 중으로 17개 전략 69개 세부시행 계획을 마련했다. 2017년 대기환경 개선 정책을 한 단계 향상시켜 추진하는 전환점으로 삼고 ‘대기질 개선 중장기 종합 대책(2단계)’ 등 주요 시책을 강력 추진코자 한다(울산테크노파크 2017).

부산시는 2015년 12월 미세먼지 관리 방안 기초조사를 시작으로 현재 미세먼지 관리를 위한 로드맵을 추진 중에 있다(부산광역시 2015).

## 6절 인접국가와의 미세먼지 관리대책 협력

### 1. 한·중 협력

2014년 7월 중국 국가주석의 한국 방문 시기에 개최된 한·중 정상회의에서 미세먼지 공동 대응을 위한 “환경협력” 양해각서를 체결하고 실증사업을 추진 중이다. 또한 2015년 10월 “한·중 대기질 및 황사 측정자료 공유에 관한 합의서”를 체결하여 양국의 대기질 측정자료를 실시간 공유할 수 있도록 하였다. 2015년 12월부터는 전용선(FTP, File Transfer Protocol)을 이용하여 한국의 서울 등 3개 도시와 중국 베이징을 포함한 35개 도시의 실시간 대기질 관측자료를 상호 공유 시스템을 구축했다. 현재까지 공유대상 물질은 미세먼지를 비롯한 6개 항목이며, 대기질 관측 공유 도시를 확대할 예정이다. 또한, 2015년 6월부터 ‘한·중 대기질 공동연구단’의 연구활동을 통해 대기오염의 원인 메카니즘 규명, 대기오염물질 배출량의 정보공유, 미세먼지 예보모델 개선 등을 위한 노력을 하고 있다. 동시에 양국의 우수한 대기정책과 대기오염 저감 기술을 공유하기 위하여 대기분야 전문 인력도 교류한다.

### 2. 한·일 협력

미세먼지 PM<sub>2.5</sub> 측정자료의 공유, 배출특성 관련 공동연구 등 한·일 협력도 추진하고 있다. 2014년 개최된 3국 환경장관회의 시 열린 한·일 양자회담에서 PM<sub>2.5</sub> 협력사업을 추진하기로 합의하였다. 2017년까지의 한·일 공동연구계획을 마련했고 현재 세부 연구를 진행하고 있다. 특히 양 국가 공동으로 미세먼지 예보모델의 개발과 배출 항목 분야에 대한 기초연구를 추진하고 있다.

### 3. 한·중·일 협력

1999년 우리나라의 제안을 통해 매년 한·중·일 ‘3국 환경 장관회의’를 각 나라로 돌아가며 개최해 오고 있다. 이는 해외에서 유입되는 미세먼지에 한·중·일 공동대응을 위해 주변국과 협력을 강화를 목적으로 하고 있다. 이후 광역화 발생이 특징인 미세먼지 등 대기오염 문제에 대해서는 한·중·일 3국은 지리적 특성에 따라 동일운명체라는 인식이 밀바탕이 되어, 2014년부터 ‘한·중·일 대기분야 정책대화’를 개설했다. 우리나라에서 열린 2015년 2차 정책대화에서는 미세먼지 등에 대한 공동대응을 위한 2개 공동작업반(WC. Working Group) 구성에 합의하여 공동연구를 추진하고 있다. 또한, ‘한·중·일 9대 우선협력분야 공동실행계획(2015-2019)’을 채택하여 대기오염의 예방과 관리를 위한 공동노력을 더욱 강화하기로 하였다.

한편 3국 환경장관회의 출범 이전인 1995년부터는 우리나라가 주도로 하는 동북아 지역의 대기오염물질의 장거리이동에 관한 공동연구(LTP, Long-range Transboundary Air Pollutants Northeast Asia)가 지금까지 진행되고 있다. 황산염, 질산염 등의 대기오염물질의 국가 간 상호영향을 정량적으로 도출하였고, 미세먼지에 대한 공동관측과 영향분석도 하고 있다.



## 4장

# 국외 미세먼지 관리대책 및 정책

1. 미국 미세먼지 관리대책 및 정책
2. 영국 미세먼지 관리대책 및 정책
3. 독일 미세먼지 관리대책 및 정책
4. 프랑스 미세먼지 관리대책 및 정책
5. 중국 미세먼지 관리대책 및 정책
6. 일본 미세먼지 관리대책 및 정책



## 4장 국외 미세먼지 관리대책 및 정책

### 1절 미국 미세먼지 관리대책 및 정책

1971년에는 미국 환경보호청(EPA)에서 대기 중 총먼지(TSP)에 대한 기준을 처음으로 포함시켰다. 이후 1987년에는 PM<sub>10</sub>에 대한 정의와 기준을 처음으로 정하고, 1차와 2차물질의 기준을 통합하였으며 이후 10년 후인 1997년, PM<sub>2.5</sub>을 분리시켜 기준을 처음으로 제정하였다. 2012년에는 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>의 기준 강화 및 PM<sub>2.5</sub> 연간 기준에 대한 1차와 2차의 기준 구분하여 PM<sub>10</sub>은 24시간동안 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하를 기준으로 하였으며, PM<sub>2.5</sub>는 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (24시간), 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (연간, primary)을 기준으로 하여 시행하고 있다. 또한, 미국 EPA는 2015년 3월 기 개정된 PM<sub>2.5</sub> 기준으로 기준치 초과 지역 설정 및 해당 지역에 한하여 이에 대한 개선 계획을 제출하도록 요구하도록 하고 있다. 예컨대 EPA는 어떤 주의 주실행계획(SIP)이 적정하지 못하다고 판단되면, 해당 주의 배출감축량을 두 배로 부과할 수 있는 권한을 갖고 있으며, 해당 주 내에서의 고속도로 건설비용과 같이 연방자금을 지원받는 사업에 자금지원을 보류할 권한도 갖고 있기 때문에, 주는 주실행계획(SIP)과 관련하여 EPA의 조정에 따르지 않기 어려운 입장이 된다.

[그림4-1]과 같이 미세먼지 예·경보제도는 미국 해양대기관리청(NOAA)에서 예측한 PM<sub>2.5</sub> 농도를 대기환경지수(Air Quality Index)로 환산한 뒤 6단계로 구분하여 해당 홈페이지(AirNow)에 실시간 공개하고 있다. 또한, 해당 지자체와 각종 미디어는 공개된 예보결과를 지역방송, E-mail 등을 통해 EPA의 예보결과를 국민들에게 실시간 알리고 있다. 고농도 미세먼지가 발생할 우려가 있는 경우에는 예보를 통해 해당 지역에 미세먼지 위험 가능성을 사전에 알리고 자동차 운행자제, 노약자 외출자제 등의 국민 행동요령을 알린다. 질병통제예방센터(CDC)가 대기환경지수를 토대로 작성한 5단

계 옥외활동지침을 토대로 대기오염상황에 맞춰 취약계층인 취약아동 및 청소년 대상인 학교 및 교육시설의 옥외활동을 제한하고 있다.

구분	AQI	구분	활동지침
좋음(Good)	0~50	 양호	옥외활동 권장
보통(Moderate)	51~100	 보통	민감학생의 경우 증상 발생 가능
민감그룹에 좋지 않음 (Unhealthy for Sensitive Group)	101~150	 민감자 건강 주의	단기간 체육활동은 가능하지만 장시간 활동시 주의
건강에 좋지 않음(Unhealthy)	151~200	 건강상 좋지 않음	장시간 활동의 경우 옥내활동 전환 고려
매우 건강에 좋지 않음 (Very Unhealthy)	201~300	 건강상 매우 좋지 않음	모든 활동을 옥내활동으로 전환
위해함(Hazardous)	301~500		

(가)

(나)

[그림 4-1] 미세먼지 관련 (가) 미국의 AQI 지수 단계,  
(나) 미국의 학교 옥외활동 지침

자료: 미국 EPA(2016)

## 1. 캘리포니아

해외 도시의 미세먼지 대응 사례 중 미국의 캘리포니아주는 1920년대에 발생한 LA 스모그 사건을 계기로 대기오염 자체 규제 법안들을 제정하였다. 이후 1946년 캘리포니아주는 미국에서 처음으로 산업체의 대기오염도를 알리기 위한 대기오염 규제법을 만들었으며 수송기관 배출 제어를 위한 주관청을 1950년 중반에 설립하였다. 이후 계속해서 1970년까지 지역 대기오염법안이 주 전체에 걸쳐 단행되었다. 이와 같이 캘리포니아주에서 시작된 대기오염 규제방안들은 1960년대의 미국 연방내 대기오염 규제방안의 근간이 되었다. 현재는 캘리포니아주의 대기환경 기준은 연방정부의 기준보다 엄격한 규제 설정하여 지속적인 강화를 하고 있다. 한 예로 캘리포니아주 남부해안은 미세먼지 오염도와 기타 오염물질이 타 지역에 비해 매우 높은 수준이므로 별도로 남부해안 대기질 관리지구(South Coast Air Quality Management, SCAQMD)로 지정하여 지속적인 규제와 관리를 하고 있다.이

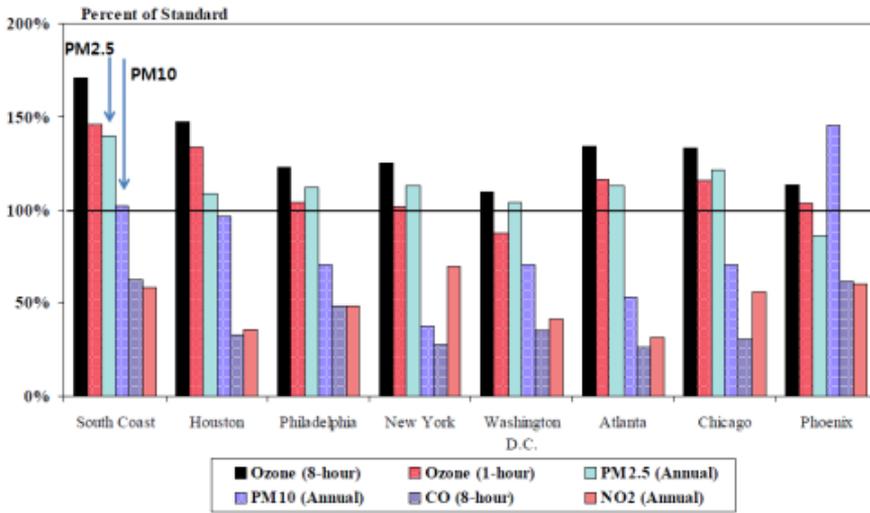
에 따라 1991년 SCAQMD의 대기질은 상당히 개선되었다. 캘리포니아주는 이를 계기로 매 3년마다 대기질 변화와 전망을 반영하여 AQMP가 지정되고 관리를 하고 있다. 1997년에는 AQMP 관련하여 강화 기준을 마련하였으며 이는 미세먼지(PM<sub>10</sub>)의 연방 대기질 기준 달성 증명을 위해 미세먼지의 개선에 중점을 두고 있으며 구체적 내용은 아래와 같다.

- ① PM<sub>10</sub> Technical Enhancement Program으로부터 도출한 특정 입자상 물질 자료를 포함한 최근 대기질 정보를 이용
- ② 비산먼지, 자동차, 암모니아 오염원 등의 개선된 배출목록
- ③ Intercredit 거래를 포함한 유연하고 대안의 접근방법을 강조하는 총체적 대기질 개선 제어전략
- ④ 미래의 간접배출원 대책 등과 같은 1994년 AQMP에 포함되어 있는 제어대책의 실현가능성 여부 결정
- ⑤ PM<sub>10</sub>의 개선된 모델링
- ⑥ 특정지역 (솔턴호 대기역 코첼라 계곡과 모자브사막 대기역 안텔로프 계곡)의 대기질 개별 분석
- ⑦ NO<sub>2</sub>농도 유지계획
- ⑧ SIP 개정과 PM<sub>10</sub>에 대한 달성증명과

캘리포니아주의 AQMP의 작성과 개정을 위해 수많은 지역 단체와 개인의 의견이 반영되었다. 특히, 1997년 AQMP 개정 시 PM<sub>10</sub> 전략을 수립하기 위해 기업계, 정부, 학계, 시민단체를 대표하는 56명이 포함된 특별 전담팀을 구성하였고 이들은 2년간 1달에 1회 이상 모임을 통해 의견 수렴을 하였다. 또한, PM<sub>10</sub>에 대한 자료와 미래 전망 등을 위한 모델 공급을 위하여 협력연구로서 EPA와 LA시를 포함하는 7개의 단체가 공동 투자하여 PM<sub>10</sub> 제거 기술 향상 프로그램(PTEP)를 발족했다. 이러한 절차와 연구 협력을 통하여 SCAQMD의 대기질 향상을 이룬 것으로 평가되고 있다.

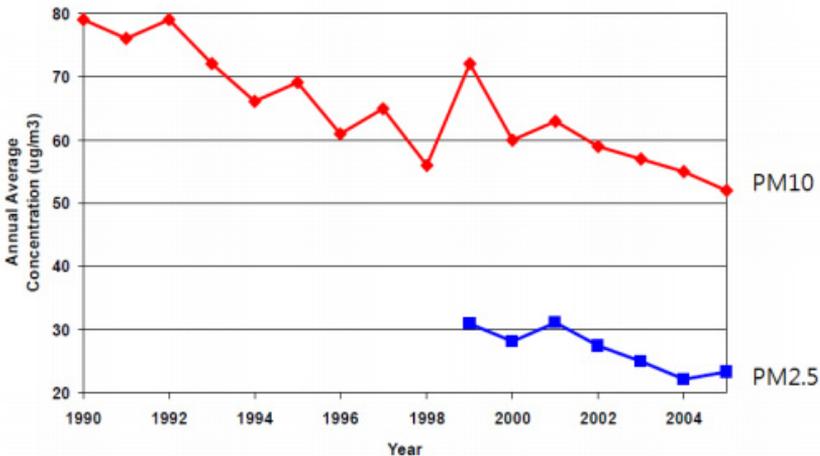
[그림 4-2]은 2007년 캘리포니아주 SCAQMD과 미국 타도시의 대기질을

비교한 것이다. SCAQMD내 미세먼지의 농도가 여전히 다른 도시들과 비교하여 대체로 높은 수준이고 특히 PM<sub>2.5</sub>는 가장 높은 것으로 나타났으나 SCAQMD의 PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub>는 1990년부터 최근까지 지속적인 감소추세를 보이고 있으며 상당부분 개선된 것으로 평가된다[그림 4-3].



[그림 4-2] 미국 내 다른 도시와 캘리포니아주의 대기질 비교

자료: SCAQMD(2007), 2007 Air Quality Management Plan



[그림 4-3] 캘리포니아주 PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub> 추세

자료: SCAQMD(2007), 2007 Air Quality Management Plan

2007년 대기질 관리계획에서는 여전히 기준치를 초과하고 있는 오존과 PM<sub>2.5</sub>의 기준농도 이하로 감소를 위한 정책방향과 세부계획이 포함하고 있다. 캘리포니아주의 지역적 특성상 국지적 배출 오염물의 영향이 대기질에 중요하며 특히 질산염의 기여도가 미세먼지 농도에 가장 주요한 것으로 평가됨에 따라 차량에서 배출되는 NO<sub>x</sub>의 통제를 저감 방안의 핵심으로 다루고 있다.

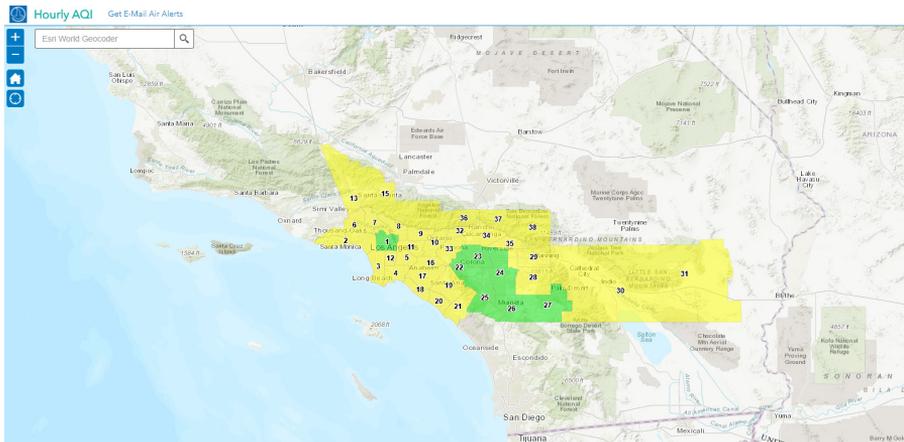
**[표 4-1] 캘리포니아 대기질 관리계획 대책**

구분		내용
중단기	이동, 고정오염원 제어	-배출오염원 설비 현대화 -PM 제어시설의 적용 강화 -정정기술 사업장 인센티브 제공 -PM hot spot에 대한 국지적 제어대책 -항만관리
	교통전략 및 제어	-다인승차량 우대전략 -교통인프라 확충 -교통정보 제공
	관리권역	-청정엔진 교체 -Smog check 프로그램 강화
장기	중장기대책 강화 및 진보기술	-연료전지기술 확대적용 -하이브리드 자동차 사용 장려 -교통인프라 개선

자료: SCAQMD(2007), 2007 Air Quality Management Plan; 2009 인천지역 미세먼지 실태분석 및 정책방안(2009)

## 2. 미국 SCAQMID(South Coast Air Quality Management District)

SCAQMID는 미국 내 가장 열악한 대기질 수준 지역 가운데 하나이며 특히 오존과 PM<sub>2.5</sub>이 연방 대기환경기준을 충족하지 못한 대기질 개선 요구 지역으로 구분되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 SCAQMID 오존 생성에 의한 미세먼지로부터 발생하는 광화학 메카니즘 규명, 규제 제어 전략의 효율성, 배출 인벤토리의 정확성 검토 등 다방면의 분석수행이 이루어지고 있다.



[그림 4-4] SCAQMID 지역 실시간 대기질 모니터링 정보

자료: <http://www.aqmd.gov/home/library>

이에 따라 2017년 AQMP 대책에서는 2019년까지 PM<sub>2.5</sub>는 24시간 기준 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2025년까지 연간 농도 기준으로 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 오존은 매시간 기준으로 2022년까지 120 ppb, 8시간 기준으로 2023년까지 80 ppb, 2031년까지 75 ppb 이하의 달성을 목표로 설정하고, 이와 관련 규제 전략 및 연방정부, 주정부 및 지방정부, 공공기관, 산업체, 지역주민과의 밀접한 협력을 하고 있다.

**[표 4-2] 2017년 SCAQMID 의 Air Quality Management Plan**

Standard	Concentration	Classification	Latest Attainment Year
2008 8-hour Ozone	75 ppb	Extreme	2031
2012 Annual PM <sub>2.5</sub>	12 µg/m <sup>3</sup>	Serious	2025
2006 24-hr PM <sub>2.5</sub>	35 µg/m <sup>3</sup>	Serious	2019
1997 8-hour Ozone	80 ppb	Extreme	2023
1979 1-hour Ozone	120 ppb	Extreme	2022

자료: SCAQMID, 2016 annual report and 2017 plan update

### 1) 대기질 현황

오존과 PM<sub>2.5</sub> 농도 개선은 다소 둔화 되었지만 꾸준한 개선 추이를 보이고 있다. 24시간 연방 대기환경 기준을 초과하는 일수가 지속적 감소를 보이고 있다.

### 2) 배출원의 배출량

2008년 SCAQMID내 주요 배출시설로부터 배출된 오염물질량을 살펴보면 도로부문(65%)이 가장 크고, 다음으로는 자연현상(16%), 건설(13%), 농업활동(5%), 매립지(1%)의 분포를 나타내고 있다.

### 3) 저감대책

설정 목표농도 달성을 위한 2013년 AQMP 대책은 크게 고정오염원에 대한 전략과 이동오염원에 대한 전략으로 구분되어진다. 고정오염원에 대한 저감 전략은 오염물질의 제로 배출 또는 거의 배출되지 않는 기술과 제어

기술의 개발과 이행, 실용적인 청정기술의 개발, 저감기술의 최적관리방안, 저감기술 설치에 따른 다양한 인센티브 프로그램 등이 있다. 이동오염원에 대한 저감 전략은 모든 이동수단 오염원으로부터 배출되는 오염물질을 저감시키는 방안이다. 특히 전기자동차와 같은 대체 교통수단 투입, 노후된 차량의 조기 폐차, 향후 이동오염원에 대한 보다 진보된 제어기술의 개발을 포함한다.

### ① 이동·고정 오염원에 대한 중·단기 전략

- 가정용 목재연소시설 대책: 실내외 벽난로 설치 금지 및 주민의식 대선 교육활동, 가스난로 교체 장려 프로그램 시행
- 노천소각 관리: 대기오염이 심한 경우 'No burn day'를 지정하여 노천소각 금지
- 직화구이(숯불)관리: 일정규모 이상의 레스토랑은 최소한의 효율 기준에 적합한 제어 장치 설치
- 가축분뇨로부터 암모니아 삭감 대책: 사육밀도가 높은 목장은 배설물 처리에 SBS(황산수소나트륨) 사용 고려
- 교육, 봉사, 인센티브대책 : 소비자들을 위한 교육 봉사활동, 인센티브 제도 활성화, 에너지 효율적인 상품 개발, LED전구로의 교체, 밝은 색 지붕 사용, 나무심기 등

### ② 교통전략

- 다인승 차량 전략: 다인승 차량의 우대 제도를 통해 1인 차량의 운행 감소 유도, 교통혼잡 시간대에 탄력적으로 다인승 차량 우선 차선(High Occupancy Vehicle Lanes) 제도 시행
- 정보제공: 인터넷 등 모바일 네트워크를 이용하여 운전자에게 실시간 교통 상황 정보를 제공하여 교통혼잡지역을 우회하게 함으로서 교통량의 재분배, 카풀 활성화를 위한 매칭 서비스 제공

### ③ 장기전략

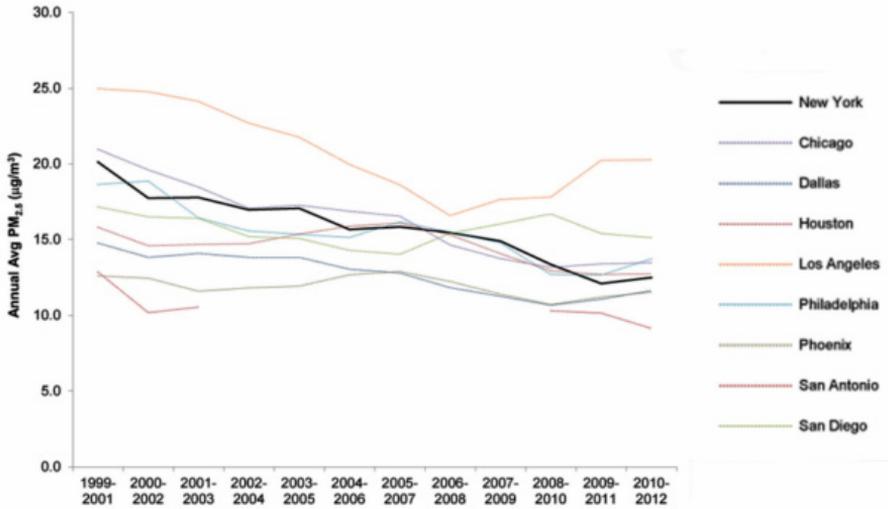
- 전기자동차 보급
- 노후자동차 폐차 유도, 기존의 대형 트럭과 버스 엔진의 개조 및 교체, 하이브리드 차량 구매 지원
- 대체연료 사용 차량에 대한 클린 자동차 표시(CNG, 수소연료전지 등)
- 연료전지기술을 고정·이동오염원에 확대 적용
- 교통인프라 개선 정책
- 농기구 등 Zero-Emission 지원 및 비도로오염원(항만, 항공)의 엔진 기준, 청정연료, 개조 등의 배출 기준 강화

### 3. 뉴욕

미국의 뉴욕주는 주정부 차원의 대기오염물질의 잠재적 배출 억제 및 제어 전략을 수립하여 이를 통해 연방정부에서 규정한 농도 수준 준수와 효율적인 대기질 개선을 위한 노력을 하고 있다. 특히 기본적으로 대기오염물질 배출량 감축을 위한 계획은 캘리포니아주의 대기질 관리계획과 같이 배출원 제어 전략을 고정 및 이동오염원 등으로 구분하여 시행하고 있다.

다만, 뉴욕주의 지리적 및 지형적 특성상 미국 중서부와 남부 대서양 연안에서 발달한 고기압의 영향에 의해 기류의 이동, 제트기류의 형성, 해풍, 산곡풍, 육풍 등과 같이 복합적 현상에 기인한 대기오염물질의 중·장거리 이동에 따른 확산 영향에 대응하기 위한 방법에 집중하고 있다.

뉴욕주의 PM<sub>2.5</sub> 관리를 위한 계획은 배출원으로 부터 직접 배출되는 PM<sub>2.5</sub>의 주 구성성분을 중심으로 관리대책을 제시하고 있다.



[그림 4-5] 미국 대도시의 연간 PM<sub>2.5</sub> 농도 변화

자료: NYC Health(2013), NewYork City Trends in Air Pollution and its Health

## 1) PM관리

뉴욕주는 PM을 관리하기 위해 기존시설(6NYCRR Part 215)과 신규시설(6NYCRR Part 227)로 구분하고 있으며, 기존시설 관리에 대한 내용은 아래와 같다.

[표 4-3]. 뉴욕주의 PM 관리를 위한 시설관리 내용

프로그램	관리내용
노천소각	-2만명 이하 거주 소도시에서 매년 5월 15일부터 다음해 3월 15일 사이 6×8 이하의 나뭇가지 소각 허용 -개인가정에서 배출되는 쓰레기 소각 금지(단, 캠프파이어, 농업관련, 허가된 소각, 기념행사에서 하는 소각은 허용)
연방정부 소유의 내연기관	-엔진으로부터의 오염물질 배출량을 저감을 위해 EPA는 이와 관련된 규칙들을 제정하고 있으며, 새로운 배출 기준 설정

## 2) 황산화물 관리

황산화물 배출량 관리를 위해 뉴욕 주정부는 아래 [표 4-4]와 같이 연료 연소관리(6NYCRR Part 225)를 시행하고 있다.

**[표 4-4] 뉴욕주의 황산화물 관리를 위한 시설관리 내용**

프로그램	관리내용
연료연소	<ul style="list-style-type: none"> <li>-고황유 및 석탄의 사용규제를 하고, 총열량이 250 mmBTu 이상인 고정연소 시설에서 연소 목적의 연료 구입 또는 판매 금지</li> <li>-수송용 디젤 또는 연료첨가제 판매 및 공급하는 경우 특별 규정에 따름 (40 CFR Part80, Subpart I)</li> </ul>
산성비 저감	<ul style="list-style-type: none"> <li>-화석연료 연소로부터 발생하는 산성비 발생 문제를 해결하기 위해 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> 배출량은 1980년 배출수준에서 연간 1,000만 ton, 200만 ton 감축 목표 설정</li> <li>-허용 배출량 수준에 따라 배출원에 SO<sub>2</sub> 배출 허용량을 부여 및 이를 자유롭게 거래할 수 있는 배출권 거래제도 도입</li> <li>-할당 배출허용량을 초과하는 시설 운영자에게 2,000달러/ton의 배출 벌금 부과</li> </ul>
저유황유 보급	<ul style="list-style-type: none"> <li>-저유황유 사용을 유도하여 SO<sub>2</sub> 배출량 감소</li> </ul>

### 3) 질소산화물 관리

뉴욕 주정부차원에서 질소산화물 관리를 위해 기존시설은 개인선박(6NYCRR Part 210), 자동차(NYCRR Part 217, 218)등으로 포함하여 이들의 배출량 제어 대책이 추진되고 있다. 또한 신규시설에 대해 질소산화물 배출량 관리를 하고 있는 가운데 일반 조항 이외에도 시멘트 공장과 유리 공장 등에 대한 특별기준을 포함하고 있다.

- ① 개인용 선박에 대한 배출관리 및 평가 실시(2003년)
- ② 자동차 배출규제(2002년 10월 20일)
  - 자동차의 NO<sub>x</sub>, PM, VOCs 및 CO 배출 제한, 검사 및 유지 명시
  - 대형 자동차(8,500 lbs 이상)의 공회전 금지
  - 대형 디젤 차량의 배출량 검사 규정(단, 버스, 관용차 및 규제에 해당하지 않는 기타차량은 제외)
- ③ 자동차 배출허용 기준: CAA 의 Section 177에서 캘리포니아주와 동일한 신규자동차 배출 허용기준 채택 및 승인, 소형자동차 배출허용기준 포함
- ④ 비도로 디젤엔진: 1994년 6월 비도로 디젤엔진의 배출허용 기준 제정, 2006년 10월 37kW 미만의 비도로 디젤 엔진 포함
- ⑤ NO<sub>x</sub> MACT: 고정연소 터빈, 제지공장 연소시설의 NO<sub>x</sub> 배출 규제

## 2절 영국 미세먼지 관리대책 및 정책

영국에서는 런던스모그현상을 계기로 미세먼지에 대한 관심이 일찍이 시작되었다. 당시 런던의 가장 문제 오염물질은 NO<sub>2</sub>와 PM<sub>10</sub>이며 이는 자동차와 가정 및 공장에서 사용된 화석연료에 의한 것을 발견하였다. 특히, 2008년 기준 전체 PM<sub>10</sub> 배출량의 약 79%는 자동차로부터 유래되었음을 확인하였다. 2008년 국민의 생활의 질의 향상을 위한 환경보건학적 위해성 저감 차원에서 PM<sub>2.5</sub> 법정 기준치와 노출농도를 의무화하였고 이에 따른 기준치를 신규 항목 설정 및 적용하였다. 현재는 런던의 통합 및 개선된 대기질 모니터링을 수행하고 있으며, 그동안 측정 오염물질 범위와 측정소를 꾸준히 늘려 현재는 측정소가 100 개 이상 설치 되어있다. 2010년에는 런던 33 개 자치구에서 제공하는 대기질 자료를 LAQM(The London Air Quality Network)에 제공하고 있다. 좀더 구체적으로 런던시가 대기오염물질과 미세먼지 저감을 위해 ‘도로먼지 저감 대책’, ‘혼잡통행료 부과’, ‘배출가스 정화시설 확대 보급’, ‘배기사스 고·저배출지역(LEZ) 구분’ 시행을 하고 있다.

미세먼지 예·경보제도는 [그림4-6]과 같이 영국 환경식품농무부(DEFRA, Department for Environment Food & Rural Affairs)에서 영국 기상청(MET)이 예측한 주요 대기오염물질(O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)의 농도를 종합하여 10단계로 나눈 대기질 지수 DAQI(Daily Air Quality Index)를 DEFRA 공식 홈페이지에 실시간 공개하고 있다. 이에 따라 DEFRA 홈페이지 정보를 바탕으로 각종 미디어는 국민에게 대기질 예보정보를 제공하고 있다. 예를 들어 익일의 DAQI가 보통(Moderate) 이상으로 예측되면 사전 경보를 발령하여 국민들에게 관련 정보를 제공하고 이에 따른 주의사항을 제공하고 있다.

### Recommended Actions and Health Advice

Air Pollution Banding	Value	Accompanying health messages for at-risk individuals*	Accompanying health messages for the general population
Low	1-3	Enjoy your usual outdoor activities.	Enjoy your usual outdoor activities.
Moderate	4-6	Adults and children with lung problems, and adults with heart problems, <b>who experience symptoms</b> , should <b>consider reducing</b> strenuous physical activity, particularly outdoors.	Enjoy your usual outdoor activities.
High	7-9	Adults and children with lung problems, and adults with heart problems, should <b>reduce</b> strenuous physical exertion, particularly outdoors, and particularly if they experience symptoms. People with asthma may find they need to use their reliever inhaler more often. Older people should also <b>reduce</b> physical exertion.	Anyone experiencing discomfort such as sore eyes, cough or sore throat should <b>consider reducing</b> activity, particularly outdoors.
Very High	10	Adults and children with lung problems, adults with heart problems, and older people, should <b>avoid</b> strenuous physical activity. People with asthma may find they need to use their reliever inhaler more often.	<b>Reduce</b> physical exertion, particularly outdoors, especially if you experience symptoms such as cough or sore throat.

[그림 4-6] 영국의 대기질 지수 및 행동요령

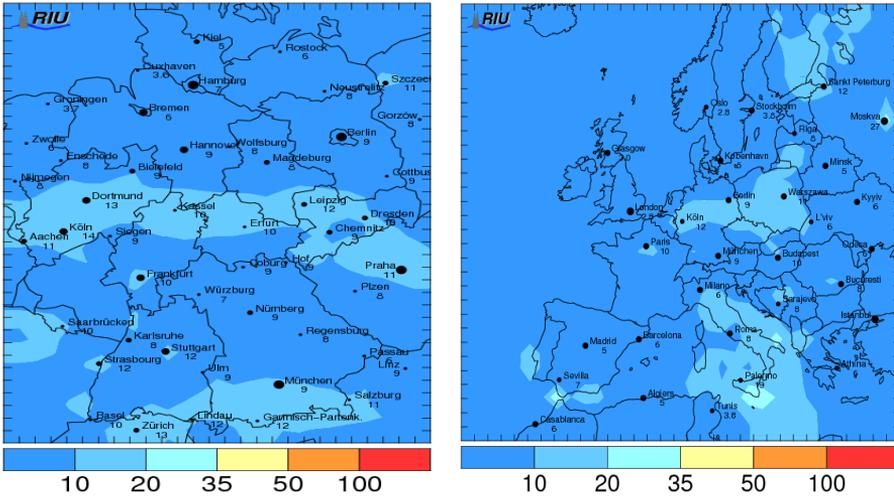
자료: 영국, <https://uk-air.defra.gov.uk/air-pollution/daq>

### 3절 독일 미세먼지 관리대책 및 정책

다른 국가들과 비교하여 독일은 상대적으로 기술에 의한 대기질 개선을 시도하고 있다. 환경정책적 측면에서는 국가 전체의 대기질 개선 대책을 수립하는 경향이 비교적 강했고, 도시의 경우에는 환경대책이 필요한 특정 지역에 대한 필요한 추가적인 대책들을 채택하는 경향을 보인다.

구체적으로 1974년에는 연방배출방지법(Federal Emission Control Act)이 제정을 통해 기술적인 운영에 대한 자세한 법적 요구사항 등의 내용이 수록된 22개의 조례를 제정했다. 이후 1986년에는 FECA 외에 대기질 개선 기술지침(Technical Instructions on Air Quality Control)인 TA-Luft를 제정하여 행정이행규제를 시작했다. 21세기에 들어서 2002년 FECA과 더불어 22개 조례를 개정하여 대기오염물질 항목(SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> 등)의 EU에서 정한 기준치보다 강력한 기준농도 규정과 측정 및 평가과정을 확립하였다. 최근에는 시민의 건강과 관련된 논의의 초점은 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 성분으로 이동하였고 PM<sub>10</sub>에 대한 측정을 전체 지역에서 시행하고 있다[그림4-7].

미세먼지 예·경보제도는 쾰른대 라인환경연구소(Rhenish Institute for Environmental Research)가 EURAD Model System을 이용한 대기질 예측을 하고 있다. 라인환경연구소는 예보 결과를 공식 홈페이지에 공개 및 환경자연보전건설행안전부(Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit)에 전달한다. 이에 따라 지자체는 제공된 자료를 지자체 공식 홈페이지에 공개하고 각종 미디어를 통해 대기질 예보 정보를 국민에 알리고 있다.

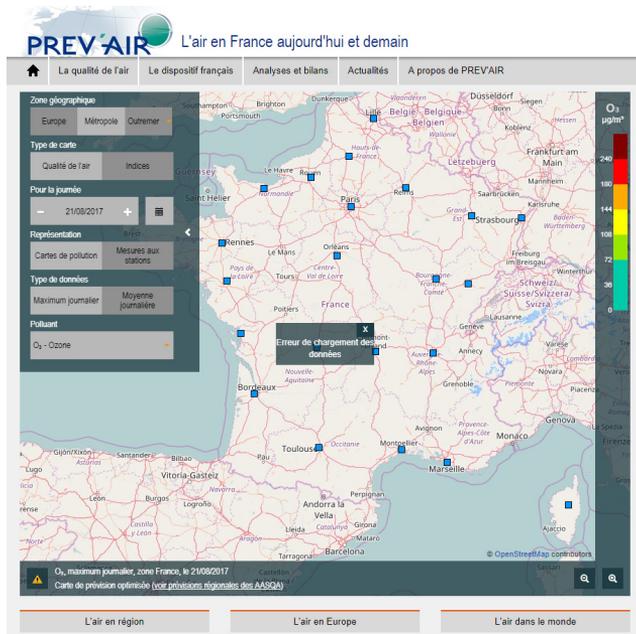


[그림 4-7] 독일 EURAD Model System을 이용한 대기질 예측

자료: [http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index\\_e.html](http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html)

## 4절 프랑스 미세먼지 관리대책 및 정책

프랑스는 [그림4-8]과 같이 국립환경연구원(L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, INERIS)에서 제공하는 대기질 예측 국가 플랫폼인 PREV'AIR를 통해 자체 홈페이지에 공개한다. PM<sub>10</sub> 농도가 80 µg/m<sup>3</sup>을 초과한 경우에는 대기오염 경보가 발령되며, 심각한 대기오염상황이 발생한 경우 지자체의 판단 하에 대기질 개선조치의 방법으로 차량2부제, 대중교통 무료개방, 시내 운행차량 속도제한, 대형트럭 시내 진입제한, 전 기차와 공공 자전거 무료개방 등의 규제 및 조치를 취한다. 특히, 파리시는 1994년부터 대기오염경보제도를 자체적 실시하고 있으며, 1996년에는 법률적 근거를 확보하기 위해 대기 관련법 개정을 단행했다.



[그림 4-8] 프랑스 대기질 예측 국가 플랫폼 PREV'AIR를 통한 홈페이지 실시간 대기질 공개

자료: 프랑스 PREV'AIR, <http://www2.prevoir.org/>

오염물질이 기준[표 4-5]를 초과 할 경우 파리는 권고 또는 경보를 발령하며, 이에 따른 오염물질 배출 저감 조치가 적용된다. 또한, 자동차로 인한 대기오염물질 배출을 줄이기 위해 필요에 따라 자동차 이용제한 및 시내 구간별로 제한속도 규정을 별도로 정하고 있다.

**[표 4-5] 프랑스 오염물질 기준에 따른 경고 수준**

단위:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
알림 및 권고	200	180	300	50
경보	400	360	500	80

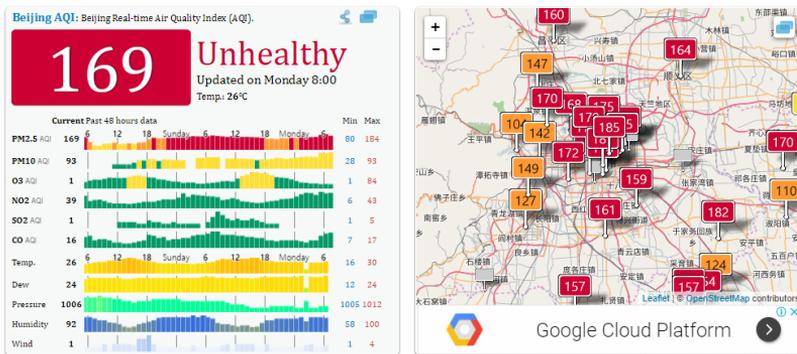
## 5절 중국 미세먼지 관리대책 및 정책

매년 베이징 등을 중심으로 극심한 대기오염에 시달리고 있는 중국은 2014년부터 대기환경지수(AQI)를 활용한 6단계 경보체계를 전국적으로 운영하고 있으며[그림4-9], 경보단계별 행위제한을 점차 강화하고 있다. 지역별 경보단계와 경보 발령 기준이 다르기 때문에 대기오염 대응에 혼선이 발생하는 문제가 제기됨에 따라 2014년부터 중국 환경보호부는 각 지방정부에게 통일된 6단계 경보체계의 운영 규정하였다. 경보발령 기준은 대기오염이 3일 이상 지속될 경우 ‘심각한 오염’이 발령된다. 황색경보가 발령되면 학교의 야외활동 자제 등의 조치를 각지방정부가 의무 시행하게 하고 있다(Zhang and Cao 2015). 보다 심각한 적색경보 발령 시에는 차량 2부제 의무실시와 오염물질 배출공장 및 공사장의 조업 중단 등의 조치를 취하게끔 한다.

특히 베이징에서는 스모그 황색경보가 발령되면 취약계층인 노약자 야외활동 자제를 권고하고 시민들이 대중교통을 이용하도록 권고한다. 또한 지방정부 차원에서의 제제가 별도로 이루어진다. 성(省)급 지방정부에서는 스모그 발생 가능성이 있을 시에는 조기경보를 발령하고, 현(縣)급 지방정부는 필요시 대기오염물질 배출공장의 조업중단 및 단축, 불꽃놀이 금지, 차량운행 제한, 학교 실외 수업 금지 등의 조치를 시행하고 있다.

AQI Score	Description	PM10 (US) µg/m3 24 hr	PM10 (CHINA) µg/m3 24 hr	PM2.5 (US) µg/m3 24 hr	PM2.5 (CHINA) µg/m3 24 hr
0-50	Excellent	0	0	0	0
51-100	Good	50	50	15	35
101-150	Slightly Polluted	150	150	40	75
151-200	Lightly Polluted	250	250	65	115
201-300	Moderately Polluted	350	350	150	150
>300	Heavily Polluted	420	420	250	250

[그림 4-9] 중국의 대기환경지수(AQI)를 활용한 6단계 경보체계



[그림 4-10] 베이징 대기환경지수(AQI) 실시간 공개

자료: 베이징 AQI 홈페이지, <http://aqicn.org/city/beijing/>

## 6절 일본 미세먼지 관리대책 및 정책

일본은 사막이나 건조지역이 없고 섬나라임에 따라 다른 국가와 비교할 때 대기오염물질 관련 환경이 상대적으로 유리한 편이나 현재까지 일본이 아시아에서 가장 강력한 환경오염 규제를 시행하고 있다. 1990년대 이후부터 대도시지역 내에서 미세먼지에 의한 건강피해가 문제되면서부터 PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub>에 대한 사회적 관심을 받기 시작했으며 일본 환경성이 1999년부터 ‘미세입자물질 노출 영향조사’를 실시한 후 PM<sub>2.5</sub>의 노출과 건강과의 관련성을 명확화 하였다. 이후 일련의 수정 과정을 통해 2008년에는 ‘미세입자 물질 리스크 평가법 전문위원회’가 설치되었고 PM<sub>2.5</sub> 환경기준농도 및 미세입자 물질 측정법 검토와 공청회를 거친 뒤 2009년 현재의 PM<sub>2.5</sub> 환경기준이 마련되었다. 2004년 트레일러에 대해 배기가스 배출 규제조치를 단행한 이후 미세먼지와 함께 질소산화물, 황산화물까지 배출규제물질에 포함하였고, 같은 해 6월에는 정부·학계·기업의 협력으로 선박 등에 의한 대기오염 대책 검토 위원회를 설치하였다. 미세먼지 예측경보제는 규슈대학에서 정부의 지원을 받아 농도 예측결과를 홈페이지를 통해 제공하고 있다. 예를 들어 지방정부인 가나가와 현은 PM<sub>2.5</sub>의 농도가 높아질 것으로 예상될 경우, 주민들에게 미디어를 통해 사전에 알리고 피해를 최소화 하도록 하고 있다(Wakamatsu 등 2013).

### 1. 일본 도쿄도

일본의 도쿄도는 1972년에 PM<sub>10</sub>을 부유입자상물질(SPM)로 정의하고 관련 환경기준을 마련하였다. 이후 디젤자동차 사용의 규제, 폐기물 소각시설 규제 강화 등 각종 대책이 시행되어 도내 모든 측정지역에서 SPM의 대기환경기준을 만족한 바 있다.

## 1) PM<sub>2.5</sub> 환경기준

최근 SPM 가운데 PM<sub>2.5</sub>의 노출에 따라 일정 건강 양향에 대한 문제를 인지하고 2009년 환경성 고시로 PM<sub>2.5</sub>에 대해 독립항목으로서 환경 목표 값을 설정(장기기준: 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 단기기준: 일평균의 98% 퍼센틸 값 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 되어 있다. 2013년에는 법령에 준하지 않는 주의환기를 위한 잠정적 지침 농도로 PM<sub>2.5</sub>의 일평균(70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )을 설정하고 있다.

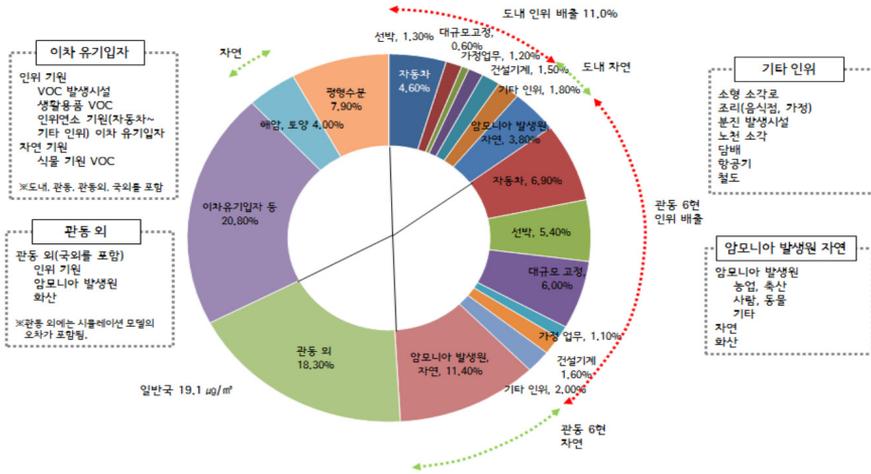


[그림 4-11] 도쿄도의 PM<sub>2.5</sub> 단기 및 장기 환경기준

자료: 서울시(2014), 서울시 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)예·경보 적정기준 설정 및 배출원 관리정보 구축 연구

## 2) PM<sub>2.5</sub> 농도 현황

일본 도쿄도의 PM<sub>2.5</sub>의 발생원 기여의 분포는 도내의 발생원이 약 20%를 차지하며, 관동6현이 약 30%, 해외를 포함한 기타 기여비율은 약 20%, 기타 2차 유기입자가 약 20%, 해염, 토양 및 수분이 약 10%를 차지한다. 도쿄도의 PM<sub>2.5</sub>의 배출원별 기여비율은 자동차 등 인위배출원은 약 11%, 관동 6현의 배출원이 약 23% 분포를 보이고 있다. 또한 관동 6현 배출원별 기여도는 도내 배출원별 기여비율과 비교하면 대규모 고정 배출원의 기여율이 상대적으로 큰 특색이 있다. 암모니아 배출원(농축산 포함), 자연배출원(화산활동)의 기여비율은 약 4%, 관동 6현의 배출원이 약 11%를 차지한다.



**[그림 4-12] 도쿄도의 대기환경 중 발생원별 기여비율**  
 자료: 서울시(2014), 서울시 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)에·경보 적정기준 설정 및 배출원  
 관리정보 구축 연구

도쿄도의 미세먼지 관리 대책을 살펴보면 크게 이동발생원과 고정발생원으로 구분지어 시행하고 있다.

### 3) 경유차 배출가스 대책

도쿄시의 질소산화물과 입자상물질의 배출량은 NO<sub>x</sub>는 약 40%, PM의 25%가 자동차(건설기기포함)에서 배출되고 있다. 자동차 배기관의 배출량 가운데 디젤차에서 전체 질소산화물의 약 90%, 입자상물질의 대부분 배출되고 있다.

#### ① 경유차 배출가스 규제

도쿄시는 조례에 의해 2003년부터 디젤차 배출가스 규제를 시행하고 있다. 대상 디젤차는 버스, 트럭 가운데 국가의 신·단기규제에 부적합한 차이다.

배출가스 규제시행 이후 조례에서 정한 PM 배출 기준에 부적합한 디젤차는 도내를 진입할 수 없으나, 신차 등록에서 7년 규제의 적용 대상에서

유예된다. 기준에 부적합한 차는 최신 저공해차로 교체하거나, PM 감소장치 장착을 유도하고 있다.

또한 인접한 사이타마, 지바, 가나가와현에서도 같은 규제를 실시하고 있다. 조례에서 정한 PM 배출 기준은 2006년 4월 이후 2단계 배출가스 규제로서 신·단기 국가 규제와 같은 기준치를 적용하고 있다.

## ② 위반 경유차 단속

도쿄도는 자동차에 관한 각종 규제 실효성 확보를 위해 환경 확보 조례에 따라 자동차 배출 감시원을 고용하고, 기준에 부적합 차량에 대한 단속을 실시하고 있다. 단속 내용은 노상·물류 거점에서 차량검사, 비디오카메라에 의한 주행차량의 촬영이다. 또한 수도고속도로에 2005년 6월부터 설치한 단속카메라를 활용하여 부적합 차량의 유입 대책을 강화하고, 시민으로부터 신고하는 흑연 stop 100번을 개설하고 있다.

이후 2013년 3월말까지 평균 1,060개소에서 노상·물류 거점 단속을 실시하고, 비디오카메라 촬영에 의한 단속은 1,050개소에서 각각 실시하고 있다.

위반차량의 도내 주행이 확인될 경우, 도쿄시는 규제의 신속한 대응을 한 이후 해당 차량의 운행책임자에 대해 도내의 운행금지 행정처분을 실시한다. 운행금지명령은 받은 자가 불이행할 경우에는 위반자를 공표하고 50만엔 이하의 벌금이 부과된다.

## ③ PM감소장치의 지정

2001년 PM 저감장치 지정 요건을 규정하고, 신청한 PM 저감장치에 대해 해당 전문가로 구성된 심의 위원회에서 이에 대한 심사를 실시하여 지정 여부를 결정한다. 2002년 6월부터는 9개 도, 현, 시의 공동제도로 PM 저감장치를 지정하고 있다. PM 저감장치 부착 차량은 해당 제작사가 발행하는 장치 부착 증명서를 휴대 및 스티커를 지정된 곳에 부착해야 한다.

#### ④ 디젤차 규제에 관한 지원제도

도쿄시는 경영이 영세한 중소기업 대상으로 조례규제에 따른 대응을 위해 저공해차의 구매에 대한 용자를 알선해주거나 지원하는 제도를 마련하고 있다.

### 4) 고정발생원 대책

#### ① 사업자의 자주적 대처 지원

도쿄시는 공정이나 사업장 대상으로 적용되는 규제에 의한 대책 외에 사업자가 자발적 대응을 할 수 있도록 유도 제도를 마련하였다. 대표적 사례로는 VOCs 대책이 있다. 도쿄시는 VOCs를 생산 및 취급하는 사업자의 배출 저감을 위해 자발적 노력에 대한 해당 기술 지원 등의 대책을 추진하고 있다.

#### ② 소규모 연소기기 대책

도쿄도 내 고정발생원으로 발생하는 NO<sub>x</sub> 중 약 20%를 차지하고 있는 소규모 보일러, 냉온수기, 업무용 소규모 연소기기에 대하여 2009년 3월부터 ‘저NO<sub>x</sub>·고효율 소규모 연소기기’로 지정하고 있다. 또한 2013년부터 환경성능이 우수한 소규모 연소기기의 보급을 위해 인증된 기기에는 다양한 인증 라벨이 부착시키고 있다.

### 5) VOC 배출량 삭감 대책

도쿄도는 2004년 개정된 대기오염방지법에 의해 사업장에서 배출되는 VOCs 배출 억제를 목적으로 대규모 사업자 대상 배출억제 제도와 사업자의 자발적 대책에 의한 배출억제 제도를 시행하고 있다.

도내 VOCs 배출량의 약 60%는 도장, 인쇄, 세탁 등의 증발계 고정발생원이 차지하고, 그 외 40%는 중소규모의 사업자로부터 발생된다. 따라서

중소기업을 대상으로 하는 자발적 대책의 기술지원으로서 관련 워크숍 개최, 효과적 VOCs 배출억제를 위한 기술가이드라인 제작 및 배포, 각 사업소의 특성 및 실태를 바탕으로 한 맞춤형 VOCs 발생 저감 대책을 지원하기 위한 전문인력 파견 등을 시행하고 있다.

한편, 도쿄도는 VOCs 억제 대책에 따라 그린 구입 가이드 및 환경물품 조달 방침을 바탕으로 저VOC도료의 사용 유도, 홈페이지에 선진 사용 사례 안내 등의 활동으로 활발한 홍보를 추진하고 있다.

이 외에 2011년부터 여름철 VOC 배출 저감을 중점적으로 유도하고, 이에 따른 사업자의 대응 대책을 요구하고 있다.

## 2. 일본 우베시

우베시(宇部市)는 대표적인 일본의 산업도시로 일찍이 대기오염문제가 이슈가 되어 대기오염문제를 해결을 위한 규제가 실시되었고 이에 따라 최근까지도 우베시를 대기오염문제를 획기적으로 해결한 모범사례로 꼽히고 있다. 우베시는 야마구치 현 서남부지역에 위치하며 인구 18만 명으로 야마구치 현에서 3번째로 인구가 많은 도시이다. 우베시는 야마구치현 내에서도 특히 공업이 발달해 있는데 시멘트산업이 주축인 전형적 산업도시로 1900년대에 급성장하였으며 세토 내해에 접하고 있고 연안지역은 공단을 형성하고 있다.

1950년대 초까지만 해도 우베시의 대부분의 공장이 저품위 석탄을 연료로 사용하여 이에 따른 대기오염 발생이 매우 심각한 수준이었다. 1951년의 경우 1개월 기준 먼지와 검댕의 낙하량이 약 56 ton/km에 달할 만큼 오염이 심각했다. 이에 따라, 우베시 의회는 사용 석탄의 질과 양, 석탄 연소 조건, 사업장의 굴뚝높이 등을 측정하게 하고 그 결과를 지역신문에 매달 공개하게 하였다. 이어 1951년 6월 일본에서 오염문제해결을 위해 결성된 최초 단체로 우베시 낙하먼지 대책위원회를 구성했으며 이는 이후에 ‘우베 모델’로 불리게 됐다. 이와 같은 노력의 일환으로 1960년 우베시의 모든

공장의 배출먼지농도가 국가가 지정한 배출허용기준을 이하를 달성했고, 평균 낙하 먼지량은 1951년 기준의 1/3로 줄었고 1971년에는 1/4로 감소하게 되었다.

**[표 4-6] 일본 우베시의 대기오염관리 특성**

특성	내용
지방정부의 자발적 노력	지역별 오염 발생 특성에 따라 지방정부 권한으로 조례 제정, 스스로 규제조항을 결정하여 자치적으로 행함
지자체, 지역주민, 산업체, 학계 상호협조	지자체, 지역주민, 산업체, 학계로 구성된 환경오염대책 위원회를 통해 경영이 영세한 중소기업을 포함한 모든 사업장의 오염문제에 공동 대처하는 긴밀한 시스템을 구축
정보공개	우베시의 환경상태를 수록한 신문을 연간 2회 이상 발간, 해당 주민들에게 저감대책에 대한 이해와 협조를 구함
산업체의 자발적인 저감대책 유도	지방정부와 지역 내 규제대상 기업체간의 오염방지협정이 설립
녹색도시 프로젝트 추진	오염이 심한 지역에 나무와 꽃을 심는 방법을 통해 녹색도시를 유도함

이처럼 우베시는 1940년-1960년 장기간에 걸쳐 종합적이고 체계적인 오염 규제와 노력을 통하여 도시의 심각한 대기오염문제를 자체 해결한 모범 사례이다. 이 중에 가장 중요한 부분은 이들 오염물질 배출원 및 발생량의 과학적 조사에 기초한 환경영향정보를 구축하고 이들을 공유함으로써 보다 정확하고 신뢰성 있는 데이터를 확보하였다. 이를 기초로 지속적 환경 영향 모니터링과 다양 시각에서 연구를 수행한 것이다. 또한, 도출된 결과를 시민에게 공개하여 시민의 환경오염에 대한 올바른 이해와 높은 관심을 유도하였다. 즉, 우베시의 대기오염 저감 및 관리 방법의 특징은 지역사회의 자발적 노력과 관심, 그리고 기업, 시민, 학계의 상호 긴밀한 협조 시스템 구성 및 정보의 상호 공개 등으로 판단되며 이에 대한 상세한 내용은 위의 [표 4-6]과 같다.



## 5장

# 대전시 미세먼지 현황 및 정책

1. 대전시 미세먼지 현황
2. 대전시 미세먼지 관리대책 및 정책  
현황



# 5장 대전시 미세먼지 현황 및 정책

## 1절 대전시 미세먼지 현황

### 1. 대기오염물질 배출량 추이

대전광역시의 최근 4년간(2012~2015)의 대기오염물질 항목별 연 평균 농도를 다음 [표 5-1]에 나타내었다. 아황산가스, 오존, 일산화탄소 등의 농도는 비교적 양호한 편이나 미세먼지 PM<sub>10</sub>은 지속적으로 증가하는 추세로 나타났다.

[표 5-1] 대전광역시 도시대기측정망 연평균 농도

연도	SO <sub>2</sub> (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> (ppm)	CO (ppm)
2012	0.004	0.021	39	-	0.024	0.5
2013	0.004	0.021	42	-	0.024	0.4
2014	0.004	0.020	41	-	0.026	0.5
2015	0.004	0.019	45	25	0.025	0.5

자료: 대전보건환경연구원(2016)

대전광역시는 2013년 기준 17개 지자체 중 먼지 배출량이 15위에 해당하며, 인근 지역인 충남(2위), 충북(8위), 세종(17위)에 비해 낮은 편에 속하고 있다.

[표 5-2] 2013년 지자체별 먼지 배출량

(단위: ton)

지자체	TSP					순 위	PM <sub>10</sub>					순 위	PM <sub>2.5</sub>					순 위
	2009	2010	2011	2012	2013		2009	2010	2011	2012	2013		2009	2010	2011	2012	2013	
<b>합계</b>	<b>155,496</b>	<b>177,598</b>	<b>201,810</b>	<b>182,744</b>	<b>185,983</b>	-	<b>103,735</b>	<b>116,808</b>	<b>131,173</b>	<b>119,980</b>	<b>121,562</b>	-	-	-	<b>81,794</b>	<b>76,288</b>	<b>76,801</b>	-
서울특별시	2,015	1,996	1,805	1,793	1,807	11	1,951	1,938	1,742	1,727	1,735	11	-	-	1,553	1,540	1,531	11
부산광역시	3,451	3,196	3,244	3,239	3,078	9	3,280	3,092	3,147	3,131	2,995	9	-	-	2,802	2,776	2,693	6
대구광역시	1,707	1,626	1,559	1,732	1,585	13	1,331	1,269	1,240	1,361	1,310	13	-	-	874	947	977	13
인천광역시	2,424	2,648	2,502	2,350	2,322	10	2,053	2,303	2,252	2,041	2,037	10	-	-	1,911	1,673	1,697	10
광주광역시	418	462	454	511	480	16	398	443	436	494	463	16	-	-	374	434	408	16
<b>대전광역시</b>	<b>603</b>	<b>579</b>	<b>619</b>	<b>521</b>	<b>518</b>	<b>15</b>	<b>577</b>	<b>552</b>	<b>594</b>	<b>497</b>	<b>494</b>	<b>15</b>	-	-	<b>517</b>	<b>432</b>	<b>432</b>	<b>15</b>
울산광역시	10,194	11,339	4,484	5,112	5,320	7	6,490	7,108	3,085	3,509	3,602	6	-	-	2,434	2,602	2,633	7
세종특별자치시	-	-	-	346	345	17	-	-	-	343	343	17	-	-	-	315	315	17
경기도	7,347	6,902	6,268	6,600	6,852	5	6,741	6,384	5,834	6,044	6,433	5	-	-	5,030	5,149	5,606	5
강원도	55,867	62,162	79,180	6,611	5,851	6	32,941	36,612	46,125	3,871	3,491	7	-	-	24,306	2,295	2,157	8
충청북도	7,522	7,743	7,847	5,512	4,954	8	4,953	5,103	5,026	3,603	3,164	8	-	-	2,968	2,196	2,002	9
충청남도	4,677	5,697	6,270	49,934	50,440	2	3,729	4,446	5,312	30,818	30,976	2	-	-	4,316	17,743	17,698	2
전라북도	1,788	5,524	4,892	1,797	1,703	12	1,718	3,925	3,510	1,721	1,624	12	-	-	2,105	1,506	1,421	12
전라남도	33,887	38,760	48,274	28,898	32,849	3	21,067	24,085	29,663	18,359	20,508	3	-	-	17,457	11,607	12,388	3
경상북도	19,151	24,727	29,250	54,375	54,786	1	12,567	15,848	18,309	32,859	33,091	1	-	-	10,967	18,543	18,546	1
경상남도	4,000	3,758	4,542	12,923	12,561	4	3,515	3,244	4,299	9,132	8,785	4	-	-	3,668	6,131	5,857	4
제주도	445	479	620	490	532	14	424	456	599	470	511	14	-	-	512	399	440	14

※비산먼지, 생활성 연소는 제외되며 ‘에너지수송 및 저장, 유기용제 사용’ 배출원에서는 TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 물질 배출량이 없음  
 자료: 대전광역시(2017), 미세먼지 대응을 위한 과학적 분석과 저감 기술 세미나

국립환경과학원(2016)에 따르면 2014년 대전광역시 분야별 대기오염물질 배출은 도로이동오염원(43.07%), 유기용제 사용(21.8%), 비산업 연소(13.21%), 비도로이동오염원(8.06%), 폐기물 처리(5.83%), 에너지 수송 및 저장(2.81%), 에너지산업 연소(1.70%) 등의 순으로 배출된 것으로 나타났다.

SO<sub>x</sub>는 비산업연소, 에너지산업연소에서 89.5%가 배출되고 있으며, NO<sub>x</sub>와 CO의 경우 도로이동오염원이 연 배출량의 59%와 68%에 해당하는 것으로 나타났다.

또한, 미세먼지 PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub>의 경우에도 도로이동오염원에 의한 배출이 각각 연 배출량의 58%, 60%에 해당하며, 비도로 이동오염원과 비산업 연소에서 다량 배출되는 것으로 나타났다.

VOCs는 유기용제 사용에 의해 약 63%가 배출되며, NH<sub>3</sub>는 기타 면오염원과 도로이동오염원, 농업 분야에서 각각 연 배출량의 40%, 28%, 25%가 배출되는 것으로 나타났다.

[표 5-2]에 나타난 배출원별 먼지 배출량을 살펴보면, TSP, TM<sub>10</sub>, TM<sub>2.5</sub> 모두 감소 추세이나 2012년과 2013년에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 2013년 기준, 도로이동오염원 > 비도로이동오염원 > 비산업연소 순으로 배출량이 많았고 비산먼지와 생물성 연소가 포함될 경우 비산먼지 >> 도로이동오염원 > 생물성 연소 순으로 배출량이 많은 것으로 분석되었다.

한편, 2011~2013년 TSP와 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>의 비는 1.00 : 0.98 : 0.85로 PM<sub>2.5</sub>의 비중이 높았으나, 비산먼지와 생물성 연소가 포함될 경우에는 1.00 : 0.39 : 0.16으로 PM<sub>10</sub> 초과 비중이 높게 나타난다.

[표 5-3] 2014년 분야별 대기오염물질 배출량

(단위: kg)

분야별	합계	SOx	NOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	CO	VOCs	NH <sub>3</sub>
<b>합계</b>	<b>42,828,590</b>	<b>926,216</b>	<b>13,491,588</b>	<b>384,483</b>	<b>343,475</b>	<b>11,897,441</b>	<b>14,827,964</b>	<b>957,423</b>
에너지산업 연소	728,764	409,518	212,096	2,695	1,402	78,943	15,883	8,227
비산업 연소	5,657,695	419,665	2,635,221	33,124	22,148	2,431,628	85,577	30,332
제조업 연소	555,136	5,406	387,443	740	585	137,014	18,319	5,629
생산공정	91,782	22,960	35,260	875	731	820	18,083	13,053
에너지수송 및 저장	1,204,831						1,204,831	
유기용제 사용	9,336,507						9,336,507	
도로이동오염원	18,445,735	4,396	7,962,057	224,067	206,141	8,092,837	1,684,779	271,458
비도로이동오염원	3,452,311	7,497	2,033,621	108,765	100,063	933,814	267,450	1,101
폐기물처리	2,496,810	56,773	221,273	6,075	5,078	26,959	2,180,113	539
농업	244,133							244,133
기타 면오염원	614,937		4,617	8,142	7,328	195,426	16,472	382,952

자료: 국립환경과학원

[표 5-4] 연도별 배출원별 먼지 배출량

(단위: ton)

배출원 (대분류)	TSP					PM <sub>10</sub>					PM <sub>2.5</sub>				
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
계	637 (10,106)	565 (9,770)	606 (5,191)	507 (4,891)	506 (4,461)	622 (2,739)	552 (2,665)	594 (2,214)	497 (1,848)	495 (1,670)	-	-	518 (842)	433 (741)	432 (703)
에너지산업 연소	6	8	6	6	4	3	4	4	5	3	-	-	2	5	2
비산업 연소	87	97	91	87	82	71	81	75	71	67	-	-	42	41	40
제조업 연소	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	-	-	1	1	1
생산공정	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1
도로이동오염원	370	313	281	289	270	370	313	281	289	270	-	-	258	266	248
비도로이동오염원	157	139	220	116	138	157	139	220	116	138	-	-	203	107	127
폐기물처리	13	6	6	7	10	9	4	4	5	7	-	-	4	4	6
기타 면오염원	15	14	13	13	12	9	9	8	9	8	-	-	7	8	7
비산먼지	9,454	9,191	4,360	4,160	3,752	2,117	2,113	1,505	1,238	1,065	-	-	230	215	190
생물성 연소	-	-	212	211	191	-	-	115	113	110	-	-	94	93	81

※비산먼지, 생물성 연소는 제외되며 ‘에너지수송 및 저장, 유기용제 사용’ 배출원에서는 TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 물질 배출량이 없음

※ ( ) : 비산먼지, 생물성 연소를 포함한 총 배출량

자료: 대전광역시(2017), 미세먼지 대응을 위한 과학적 분석과 저감 기술 세미나

## 2. 미세먼지 농도 현황

대전광역시의 2015년 연 평균 미세먼지 농도는 PM<sub>10</sub> 45.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM<sub>2.5</sub> 24.75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이다.

2015년 미세먼지 농도를 살펴보면 황사 유입에 의한 봄과 난방연료를 사용하는 겨울에 미세먼지 농도가 높게 나타내고 있다. PM<sub>10</sub>은 2월과 3월에 68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  로 계측되어 최고 농도를 보였고, 9월에 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  로 최저농도를 나타냈다. PM<sub>2.5</sub>도 3월에 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  로 최고 농도, 9월에 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  로 최저 농도를 나타내었다.

[표 5-5] 2015년 월평균 PM<sub>10</sub> / PM<sub>2.5</sub> 농도

측정소	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
PM <sub>10</sub>	52	68	68	40	49	40	31	32	27	50	37	49
PM <sub>2.5</sub>	28	30	32	21	25	24	18	19	15	29	25	31

자료: 대전보건환경연구원(2016)

[표 5-6] 연도별 황사 발생 일수 및 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 일평균 기준 초과 일수

구분	황사 발생 일자						환경기준 초과 일자					
	계	2012	2013	2014	2015	2016	계	2012	2013	2014	2015	2016
계	21	2	0	6	10	3	112	13	26	19	35	19
1월	1	-	-	1	-	-	21	4	9	3	3	2
2월	3	-	-	-	3	-	18	1	4	6	7	-
3월	9	-	-	2	7	-	24	1	6	3	9	5
4월	2	-	-	-	-	2	10	2	3	-	-	7
5월	4	-	-	3	-	1	10	1	1	4	2	2
6월	0	-	-	-	-	-	2	-	-	1	1	-
7월	0	-	-	-	-	-	2	-	-	1	1	-
8월	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
9월	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
10월	0	-	-	-	-	-	5	-	-	-	5	-
11월	0	2	-	-	-	-	9	4	-	-	3	2
12월	0	-	-	-	-	-	9	-	3	1	4	1

자료: 대전광역시(2017), 미세먼지 대응을 위한 과학적 분석과 저감 기술 세미나

특히, 3월의 경우 황사 발생일수 증가와 함께 미세먼지 환경기준 초과일 수도 가장 많이 발생하였다.

그러나, 최근 5년간(2012~2016년)의 황사 발생일은 총 21일지만, 24시간 환경기준초과일은 112일로 약 5배 더 많은 수치를 나타내고 있으며 이는 비황사 기간에도 환경기준을 초과하는 경우가 있다는 것을 알 수 있다.

**[표 5-7] 2015년 도시 대기측정소별 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 농도**

(단위:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

측정소	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
읍내동	55	56	58	49	56	39	31	27	30	43	46	50
문평동	65	58	59	50	58	46	35	28	34	40	47	52
문창동	50	51	52	42	50	35	27	26	28	36	37	39
구성동	54	53	54	45	52	40	29	24	23	31	36	44
노은동	59	55	56	46	54	39	26	21	29	38	44	49
성남동	58	55	58	47	56	44	31	20	26	32	37	45
정림동	44	47	48	41	49	35	26	26	25	31	33	37
둔산동	49	49	53	45	54	37	30	27	29	36	38	40

자료: 대전보건환경연구원(2016)

2015년 도시 대기측정소별 미세먼지 PM<sub>10</sub>의 농도는 다음 [표 5-7]과 같다. 문평동( $47.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )이 가장 높았으며, 읍내동( $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 노은동( $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 성남동( $42.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 둔산동( $40.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 구성동( $40.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 문창동( $39.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 정림동( $36.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 순으로 나타났다. 공업지역인 문평동과 읍내동이 가장 높은 농도를 보였으며, 주거지역인 정림동에서 최저 농도를 나타냈다.

이에 따라 최근 4년간 미세먼지 PM<sub>10</sub>의 환경기준 초과 횟수 현황을 살펴 보면 공업지역인 읍내동이 57회로 최다 초과를 기록하였고, 특히 2015년에 29회 초과한 것으로 나타나 최근 4년간 중 가장 많이 초과한 것으로 분석되었다.

대전광역시 도시 대기측정소의 미세먼지 PM<sub>10</sub>의 농도 초과 횟수는 지속적으로 증가되고 있으며 특히 읍내동, 노은동, 문평동의 초과 횟수가 비교적 높은 편이다.

**[표 5-8] 연도별 도시 대기측정소별 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 농도 초과 횟수**

측정소	합계	2012	2013	2014	2015
합계	284	31	74	85	94
읍내동	57	3	13	12	29
문평동	42	6	16	11	9
문창동	23	1	4	7	11
구성동	30	5	6	10	9
노은동	44	8	13	12	11
성남동	38	5	12	13	8
정림동	19	0	3	8	8
둔산동	31	3	7	12	9

자료: 대전보건환경연구원(2016)

**[표 5-9] 도로변 측정소별 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 농도**

(단위:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
2012	58	55	57	56	59	40	26	21	31	38	52	45
2013	64	58	64	55	58	42	28	31	34	34	42	52
2014	62	59	58	52	66	41	34	25	28	31	39	43
2015	55	71	70	43	45	36	29	40	32	57	42	55

자료: 대전보건환경연구원(2016)

대흥동, 월평동에 설치되어있는 도로변 측정소의 미세먼지PM<sub>10</sub>의 평균이며, 도시대기에 비해 도로변의 미세먼지가 높은 것을 알 수 있다.

## 2절 대전시 미세먼지 관리대책 및 정책 현황

### 1. 대전광역시 대기환경기준

대전광역시 대기환경기준은 1996년 4월에 환경기본조례를 제정하여 공포하였으며, 지역적 특성을 반영하여 8차에 걸쳐 개정해 현재의 지역환경기준 목표를 설정하여 시행중에 있다.

[표 5-10] 대기환경기준 비교<sup>1)</sup>

(단위: kg)

항목	구분	국가	대전시	측정방법
아황산가스 (ppm)	연평균	0.02	0.01	자외선형광법 (UV)
	24시간 평균	0.05	0.03	
	1시간 평균	0.15	0.10	
일산화탄소 (ppm)	8시간 평균	9	5	비분산적외선분석법 (NDIR)
	1시간 평균	25	10	
이산화질소 (ppm)	연평균	0.03	0.02	화학발광법 (CLM)
	24시간 평균	0.06	0.06	
	1시간 평균	0.10	0.10	
오존 (ppm)	8시간 평균	0.06	0.06	자외선광도법 (UV)
	1시간 평균	0.10	0.10	
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	연평균	50	40	베타선흐수법 ( $\beta$ -ray)
	24시간 평균	100	100	
PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	연평균	25	25	중량농도법, 베타선흐수법
	24시간 평균	50	50	
납 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	연평균	0.5	0.3	원자흡광광도법
벤젠 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	연평균	5	5	가스크로마토그래피법

자료: 대전보건환경연구원(2016)

1) 1시간 및 24시간의 평균치는 연간 3회 이상 그 기준을 초과하여서는 아니 된다.

[표 5-11] 대전광역시 대기오염측정망 현황

구분	측정소	위치	용도 지역	항목
도시 대기오염 측정망	문창동	중구 보문로 20번길 38	주거	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도, 일사량
	읍내동	대덕 대전로 1331번길 75	공업	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도, 일사량
	구성동	유성 대학로 407	녹지	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도, 일사량
	문평동	대덕 문평동로 18번길 34	공업	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도, 일사량, 벤젠
	성남동	동구 계족로 368번길 70	주거	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도, 일사량
	정림동	서구 정림동로 10	주거	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도, 일사량
	둔산동	서구 둔산서로 84	상업	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도, 벤젠
	노은동	유성 노은동로 87번길 89	준주거	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도, 일사량
도로변 대기오염 측정망	대흥동	중구 중앙로 58	주거	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도, 일사량
	월평동	서구 월평동 160-5	녹지	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도, 벤젠
대기 중금속 측정망	문창동	중구 보문로 20번길 38	주거	Pb, Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, As, Be, Al, Ca, Mg
	읍내동	대덕 대전로 1331번길 75	공업	Pb, Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, As, Be, Al, Ca, Mg
	구성동	유성 대학로 407	녹지	Pb, Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, As, Be, Al, Ca, Mg
	정림동	서구 정림동로 10	주거	Pb, Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, As, Be, Al, Ca, Mg

자료: 대전보건환경연구원(2016)

## 2. 미세먼지 예경보제 운영

2015년 이전까지는 대전광역시를 단일권역으로 하여 주의보 또는 경보를 발령하였으나 2015년 이후 기상조건과 지형에 따른 지역별 시차 및 연관성을 고려하여 다음 표와 같이 2개 권역으로 나누어 실시하고 있다.

대기환경보전법에 의거 2015년 1월 1일부터 적용된 미세먼지 경보 발령 및 해제기준은 다음 표와 같다.

[표 5-12] 대전광역시 미세먼지 예보 등급 및 행동 요령

물질	농도산정 시간기준	좋음	보통	나쁨	매우나쁨
PM <sub>10</sub>	24시간	0~30	31~48	81~150	151이상
PM <sub>2.5</sub>	24시간	0~15	16~50	51~100	101이상
행동요령	민감군		실외활동을 할 때는 마스크를 착용하고, 특히 미세먼지 농도가 높을 때는 실내에서 활동하는 것을 권고한다.	장시간 실외활동을 할 때는 마스크를 착용하고, 특히 미세먼지 농도가 높을 때는 실내에서 활동하는 것을 권고한다.	가급적 실외활동을 피하고, 실내에서 활동하는 것을 권고한다.
	일반인			장시간 실외활동을 할 때는 마스크를 착용하고, 특히 미세먼지 농도가 높을 때는 실내에서 활동하는 것을 권고한다.	장시간 실외활동을 피하고, 실내에서 활동하는 것을 권고한다.

자료: 대전광역시청 홈페이지

[표 5-13] 대전광역시 미세먼지 경보제 권역 구분

구분	측정소명	측정소 위치
동부권역	성남동	성남동 주민센터
	읍내동	태아산업
	문평동	문평119 안전센터
	문창동	문창동 주민센터
서부권역	구성동	보건환경연구원
	정림동	정림동 주민센터
	둔산동	근로자복지회관
	노은동	노은동 주민센터

자료: 대전보건환경연구원(2016)

[표 5-14] 미세먼지 경보 발령 및 해제기준

구분	단계	발령기준	해제기준
PM <sub>10</sub>	주의보	기상조건 등을 고려하여 해당지역의 대기자동측정소 PM <sub>10</sub> 시간당 평균농도가 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때	주의보가 발령된 지역의 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 PM <sub>10</sub> 시간당 평균 농도가 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만인 때
	경보	기상조건 등을 고려하여 해당지역의 대기자동측정소 PM <sub>10</sub> 시간당 평균농도가 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때	경보가 발령된 지역의 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 PM <sub>10</sub> 시간당 평균 농도가 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만인 때는 주의보로 전환
PM <sub>2.5</sub>	주의보	기상조건 등을 고려하여 해당지역의 대기자동측정소 PM <sub>2.5</sub> 시간당 평균농도가 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때	주의보가 발령된 지역의 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 PM <sub>2.5</sub> 시간당 평균 농도가 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만인 때
	경보	기상조건 등을 고려하여 해당지역의 대기자동측정소 PM <sub>2.5</sub> 시간당 평균농도가 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 이상 지속인 때	경보가 발령된 지역의 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 PM <sub>2.5</sub> 시간당 평균 농도가 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만인 때는 주의보로 전환

자료: 대전보건환경연구원(2016)

[표 5-15] 미세먼지 경보 등급별 행동요령 및 저감대책

구분	시민 건강 보호	저감대책
주의 보	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 어린이·노인·폐질환·심장질환자 등 민감군 실외활동 제한 및 실내생활 권고</li> <li>- 일반인 장시간 또는 무리한 실외활동 자제</li> <li>- 눈 질환, 기침 또는 목 통증자 실외활동 자제</li> <li>- 부득이 외출시 황사(보호)마스크 착용</li> <li>- 교통량이 많은 지역 이동 자제</li> <li>- 유치원·초등학교 실외수업 자제</li> <li>- 공공기관 야외 체육시설 운영 제한</li> <li>- 과격한 실외활동 자제 홍보</li> <li>- 그 밖에 시민 건강 보호를 위해 필요한 사항</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 행정기관 관용차량 운행 감축 (비상차량 제외)</li> <li>- 자동차 운행자제 및 대중교통 이용 권장</li> <li>- 공공기관 운영 대형 사업장 조업시간 단축</li> <li>- 주정차시 공회전 금지</li> <li>- 도로 물청소 또는 진공청소 등 시행</li> <li>- 사업장 연료사용량 감축 권고</li> <li>- 공사장 조업시간 단축 또는 일부 작업중지 권고</li> <li>- 그 밖에 대기오염 저감을 위해 필요한 사항</li> </ul>
경보	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 어린이·노인·폐질환·심장질환자 등 민감군 실외활동 금지(실외활동 시 의사와 상의)</li> <li>- 일반인 장시간 또는 무리한 실외활동 자제</li> <li>- 기침, 목 통증이 있는 경우 실내생활 유지</li> <li>- 부득이 외출시 황사(보호)마스크 착용</li> <li>- 교통량 많은 지역 가급적 이동 금지</li> <li>- 유치원·초등학교 실외수업 금지, 수업 단축 또는 휴교</li> <li>- 중고등학교 실외수업 자제</li> <li>- 공공기관 운영 야외 체육시설 운영 중단</li> <li>- 시민에게 과격한 실외활동 금지 홍보</li> <li>- 그 밖에 시민 건강 보호를 위해 필요한 사항</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 행정기관 관용차량 운행 제한 (비상차량 제외)</li> <li>- 자동차 운행 제한(부제운행 등)</li> <li>- 공공기관 운영 대형 사업장 조업시간 단축</li> <li>- 주정차시 공회전 금지</li> <li>- 도로 물청소 또는 먼지 청소 등 강화</li> <li>- 사업장 연료사용량 감축 명령</li> <li>- 공사장 조업시간 단축 또는 일부 작업중지 명령</li> <li>- 그 밖에 대기오염 저감을 위해 필요한 사항</li> </ul>

자료: 대전보건환경연구원(2016)

[표 5-16] 2015년 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 경보제 운영결과

횟수	일수	권역	발령				해제				지속시간
			날짜	시각	농도 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	기준	날짜	시각	농도 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	기준	
1	2	서부	3.1.	20	267	1H	3.2.	01	129	1H	5
2		동부	3.1.	20	276	1H	3.2.	01	133	1H	4
3	2	동부	3.17.	07	124	24H	3.18.	06	119	1H	23
4		서부	3.17.	11	121	24H	3.18.	06	109	1H	19
5	2	동부	3.21.	23	121	24H	3.22.	18	77	1H	19
6		서부	3.22.	02	121	24H	3.22.	18	76	1H	16
7	2	동부	3.30.	08	124	24H	3.31.	15	92	1H	31
8		서부	3.30.	09	122	24H	3.31.	15	75	1H	30
9	2	동부	5.15.	21	125	24H	5.16.	12	68	1H	15
10		서부	5.16.	01	122	24H	5.16.	12	44	1H	11
11	1	동부	10.22.	06	128	24H	10.22.	15	66	1H	9
12		서부	10.22.	06	124	24H	10.22.	15	68	1H	9

자료: 대전보건환경연구원(2016)

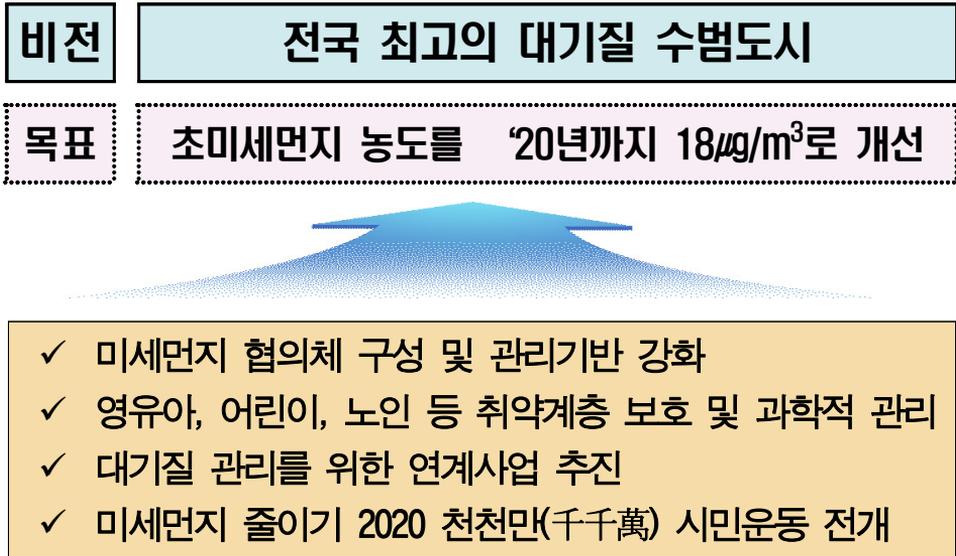
[표 5-17] 2015년 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 경보제 운영결과

횟수	일수	권역	발령				해제				지속시간
			날짜	시각	농도 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	기준	날짜	시각	농도 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	기준	
1	2	서부	1.5.	19	65	24H	1.6.	09	32	1H	14
2	2	동부	5.15.	22	66	24H	5.16.	12	16	1H	14
3		서부	5.16.	01	67	24H	5.16.	12	33	1H	11
4	2	동부	7.14.	14	65	24H	7.15.	15	49	24H	25
5	2	동부	10.22.	06	69	24H	10.22.	15	39	1H	9
6		서부	10.21.	06	70	24H	10.22.	15	48	1H	33

자료: 대전보건환경연구원(2016)

### 3. 대기질 수범도시 특별대책

대전광역시는 미세먼지 줄이기 특별대책(‘16.6.)과 연계하여 대기질 수범도시로 거듭나기 위한 추진 계획으로 「전국 최고의 대기질 수범도시 조성」을 비전으로 하여 초미세먼지 농도를 ‘20년까지 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 개선하는데 목표를 두는 미세먼지 특별대책을 2017년 5월에 마련하였다.



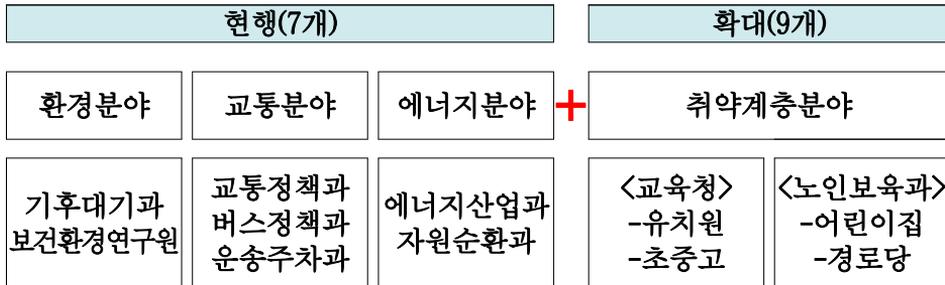
[그림 5-1] 대전광역시 미세먼지 특별관리 대책 비전 및 목표

#### 1) 미세먼지 협의체 구성 및 관리 기반

대전광역시는 대전녹색환경지원센터와 함께 고농도 미세먼지 공동대응 대책을 마련하기 위한 미세먼지 협의체를 구성하고 운영하고 있다. 협의체는 4개 시도(대전, 세종, 충남, 충북)의 민·관, 전문가 등 분야별 대표 15명 내외로 구성되어 있으며, 고농도 미세먼지 관련 세미나, 공동 대응방안 마련 등 실무협의와 대책을 마련하는데 대전광역시가 주도적 역할을 수행하고 있다.

또한, 미세먼지 저감을 위한 T/F팀을 확대하여 현행 미세먼지 관리 중심에서 취약계층 관리분야까지 확대하여 9개 실과에서 미세먼지 저감을 위한

노력을 기하고 있다.



[그림 5-2] 대전광역시 미세먼지 저감을 위한 T/F팀 운영

뿐만 아니라, 미세먼지 줄이기 민·관·산·학·연 거버넌스를 구축하여 전문가, 환경단체, 산업체가 모여 분야별 대책을 협의하고 미세먼지 문제의 현안사항 등에 대한 상호 협력체계를 마련하여 경청과 소통의 장을 마련하고 있으며, 미세먼지 측정망을 신도심지역(도안 등 신도시 인구 밀집지역)에 확충하고 노후 측정망을 교체 하는 등의 미세먼지 관리 기반을 강화하는데 노력하고 있다.

## 2) 취약계층 보호 및 과학적 관리

대전광역시는 미세먼지에 취약한 영유아, 어린이, 노인 등을 보호하기 위한 미세먼지 대응 시스템을 구축하여 운영하고 있다. 어린이집에 공기청정기를 보급(일부 예산지원 검토 등)하고, 통학차량을 친환경차량으로 교체하거나 저감장치를 부착 하는 등의 사업을 진행하고 있으며, 미세먼지 경보를 자동으로 전파하는 시스템을 2017년 6월에 구축하여 경보 시 10분 이내 통보하도록 하고 있다.

또한, 485개교(유치원 182, 초 147, 중 88, 고68)에 미세먼지 문자 수신 전담자를 지정 및 대응요령을 교육하고, 15개교(구별 유·초·중 각 1개교)를 환경시범학교로 지정하여 미세먼지 농도 색상이 녹색~빨강으로 표시되는 미세먼지 신호등을 설치하여 눈높이에 맞는 홍보효과를 제고하고 있다.

### 3) 대기질 관리를 위한 연계사업 추진

공원 602개소와 3대하천 등 도로에 의해 단절된 녹지축을 유기적으로 연결하는 「그린웨이(Green Way)」을 구축하고, 저영향개발(LID) 사업으로 도로변 미세먼지를 차단하는 등 친환경적 사업을 추진하고 있다. 또한, 미니태양광 발전을 400가구에 보급하고 공동주택에 태양광을 대여하는 등 시민들이 신재생에너지를 사용할 수 있도록 지원하고 있다.

또한, 4차 산업관련 「지능형 대기오염물질 관리·예측 시스템」을 구축하여 IOT(사물인터넷)와 AI(지능화)기술을 접목하여 대기질을 통합·관리하고 분석하는 시스템을 환경부와 2017년 5월에 공동협약 후 시범사업으로 추진 중에 있다. 시범지역은 산업단지, 학교주변, 도심권 등으로 센서를 우선 설치하고 대기질 실태를 파악하는데 노력하고 있다.

### 4) 미세먼지 줄이기 2020 천천만(千千萬) 시민운동 전개

천천만(千千萬) 시민운동은 전기차 보급 1천대, 전기이륜차 보급 1천대, 노후경유차 저감사업 1만대를 목표로 하고 있다. 수송, 산업 및 공사장, 시민 실천 부문으로 나누어 시내버스 전기·천연가스 하이브리드 차량 교체, 대형배출사업장 미세먼지 줄이기 자발적 협약, 승용차 요일제 참여 확대 등 구체적인 미세먼지 저감 내용과 미세먼지 고농도(주의보)발생 시 액션 플랜 가동 내용을 담고 있다.

**[표 5-18] 미세먼지 줄이기 2020 천천만(千千萬) 시민운동**

<p><b>수송</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전기차 보급사업 확대 : 1,000대( '20년 까지)</li> <li>- 전기 이륜차 보급 : 1,000대( '20년까지)</li> <li>- 노후 경유차 조기폐차 및 저감장치 부착 : 10,000대( '20년까지)</li> <li>- 시내버스 전기·천연가스 하이브리드 차량 교체 : 1,000대( '18년까지)</li> <li>- 무공해 수소연료차 보급 : 100대( '20년까지)</li> <li>- 청소차 천연가스 차량으로 교체 : 100대( '18년부터)</li> <li>- 건설기계 엔진교체 등 저공해화 사업 : 100대( '18년부터)</li> <li>- 차량 자율정비·점검 : 제작사 합동 정비행사(연 2회)</li> </ul>
<p><b>산업 및 공사장</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대형배출사업장 미세먼지 줄이기 자발적 협약(1~3종)</li> <li>- 열병합발전소 청정연료 확대(B-C유 → LNG)</li> <li>- 도로먼지 저감 노면청소차 보급 확충 및 분진흡입차량 신규 구입</li> <li>- 미세먼지 주의보시 비산먼지 사업장 살수차 활용 주변도로 살수</li> <li>- 중소사업장 등 저녹스 버너 설치사업 지원 : 총 718대( '20까지)</li> </ul>
<p><b>시민 실천</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대중교통 이용 활성화(예, 버스-타(BUS STAR)왕 선발 (공무원 시범 후 시민확대))</li> <li>- 자전거이용 활성화(타슈 확대, 자전거도로 노선 확대)</li> <li>- 친환경 교통수단 트램 홍보</li> <li>- 범시민 운동 전개(공한지 나무심기 등)</li> <li>- 승용차 요일제 참여 확대 : 22천대 목표</li> </ul>
<p><b>미세먼지 고농도(주의보) 발생시 액션플랜 가동</b></p>	
<p><b>주요 부문 행동 요령</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (사업장·공사장) 인근 주변도로 살수, 조업시간 탄력적 단축 권고</li> <li>- (공공기관) 도로 노면청소차 일제투입(12대), 직원차량 2부제 운영</li> <li>- (다중이용시설) 구내방송 등을 이용 행동요령 신속전파 → 보다 강화된 세부 매뉴얼 제작·배포(교육 및 홍보 병행)</li> </ul>

## 6장

### 결론 및 정책제언

1. 결론
2. 정책제언



## 6장 결론 및 정책제언

### 1절 결론

미세먼지는 일반먼지에 비해 입자크기가 매우 작은 먼지를 말하며 대기 중에 머물러 있다 호흡기를 거쳐 폐 등에 침투하거나 혈관을 따라 체내로 이동하여 천식이나 만성기관지염 등으로 시민건강에 피해를 줄 수 있다. 이러한 미세먼지의 피해를 줄이고자 할 수 있는 방법은 크게 미세먼지 배출량을 줄이거나 흡수함으로써 대기 중의 미세먼지 농도를 줄이는 감축 방안과 미세먼지로 인한 피해를 최소화하는 대응 방안으로 나눌 수 있다.

우리나라의 경우, ‘수도권 대기환경개선에 관한 특별법’ 등을 통해서 미세먼지 관리 특별대책을 추진하였으며 최근 정부에서는 2016-2017년의 2년간 약 1조원의 예산을 들여 ‘미세먼지 관리 특별대책 사업’을 추진하고 있다. 이 중 전체 예산의 절반에 해당되는 전기자동차 보급 및 충전인프라 구축 사업, 배출가스 저감장치, 조기폐차 등의 대기개선 추진대책 사업은 미세먼지 농도를 줄이는 감축 방안으로 이러한 미세먼지 감축사업은 정부 주도하에 각 지자체별로 해당 사업들을 추진하고 있다. 미세먼지 대응 방안으로는 미세먼지 예·경보제 보완, 대기오염망 확충, 취약계층 건강보호 등이 있으며 지역적 특성을 고려하여 서울시, 인천시, 대전시 등의 각지자체에서 주도하여 시민들의 건강피해를 줄이고자 사업들을 추진하고 있다.

이러한 미세먼지 감축 또는 대응 방안 등은 다른 정부 또는 지자체 정책들과 달리 시민들의 행동을 제재하여 목적을 달성하기 보다는 시민참여에 의한 노력이 목표 달성에 가장 필요하다는 것을 알 수 있다. 예를 들면 전기자동차 구입이나 조기폐차 등의 감축방안은 시민들이 스스로 참여하여야 전기자동차 보급률을 높이는 등의 결과로 나타나고 예·경보제 보완 등을 통하여 미세먼지 발생시 시민들이 자발적으로 외출을 삼가거나 마스크를 착용하는 등의 노력으로 미세먼지에 의한 건강피해를 줄일 수 있다. 따라

서, 정부와 지자체에서 제시하는 미세먼지에 대한 대책의 성공을 위해서는 시민들의 참여를 높이기 위한 방안들도 동시에 이루어져야 한다.

미세먼지 예·경보제도란 전국 대기오염 측정소에서 관측된 미세먼지 농도 및 기상변화 등을 고려하여 예측한 다음 미세먼지를 예보하며, 미세먼지가 일정기준 이상 측정되었을 때 신속하게 시민에게 미세먼지 경보를 발령함으로써 행동요령이나 조치사항을 실천하도록 함으로써 인체 및 생활환경에의 피해를 최소화할 수 있고, 미세먼지에 대한 국민의 관심과 환경의식 수준을 높이기 위하여 시행하는 제도이다. 국내에서는 서울시, 경기도 등의 지자체에서 미세먼지 예보제를 실시하였으나 미세먼지 광역화 발생 특성을 고려할 수 없는 지역적 한계, 낮은 예보정확도, 예보 결과의 신속한 전달체계의 미흡 등의 문제점을 나타내어 국가 차원에서의 신속하고 정확한 예보를 시행하고 있다. 미세먼지 경보제도는 미세먼지 농도에 따라 주의보 또는 경보를 발령하여 시민의 건강보호와 대기오염개선을 위한 조치를 취하고 있다.

이러한 미세먼지 예·경보제의 국외사례를 보면 미국의 경우는 미세먼지 농도를 대기환경지수로 환산하여 5단계로 구분하여 해당 홈페이지는 물론 지역방송, 이메일 등을 통해 시민들에게 알리고 있다. 영국의 경우, 대기오염물질의 농도를 10단계로 나눈 대기질 지수를 홈페이지에 실시간 공개하고 있으며 농도가 위험단계가 아닌 보통 이상으로 예측되면 사전 경보를 발령하여 국민들에게 관련 정보를 제공하고 이에 따른 주의사항을 제공하고 있다.

미세먼지 예·경보제는 미세먼지 농도를 예측하고 경보를 발령하여 시민들의 행동요령이나 조치사항을 실천하도록 하여 건강피해를 최소화하고자 한다. 하지만, 시민 한사람의 입장에서는 미세먼지 예·경보제가 광범위한 범위에서 이루어져 본인이 현재 있는 곳과 떨어진 곳에서의 예보로 정보내용을 받거나 현재 있는 곳의 정확한 미세먼지 농도가 파악을 못해 정확한 행동요령을 취할 수 없는 경우도 나타난다. 미세먼지 예·경보제의 효율적인 운영을 위해서 예·경보제의 정보접근성이 강화되는 정책이 필요할 것으로 사료된다.

## 2절 정책제언

대전시의 최근 4년간 대기오염물질 농도를 살펴보면, 인근 지역인 충남, 충북, 세종보다 낮은 편에 속하고 아황산가스, 오존, 일산화탄소 등의 농도가 비교적 양호한 편이나 미세먼지 PM<sub>10</sub>은 지속적으로 증가하는 추세로 나타났다. 또한 대기측정소별 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 농도 초과 횟수는 2012년부터 증가하였으며 2015년에는 2012년보다 약 3배가 많은 94회로 나타났다. 따라서 대전시는 2016년에는 ‘미세먼지 줄이기 특별대책’을 마련하여 추진하였고 2017년에는 미세먼지 줄이기 특별대책’과 연계하여 「전국 최고의 대기질 수범도시 조성」을 비전으로 하여 초미세먼지 농도를 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 개선하는데 2026에서 2020년으로 앞당겨 목표를 달성하는 미세먼지 특별대책을 2017년 5월에 마련하였다. 우선 4개 시·도(대전, 세종, 충남, 충북)의 민·관, 전문가 등 분야별 대표 15명 내외로 미세먼지 협의체를 구성하고 운영하고 있으며 미세먼지 줄이기 민·관·산·학·연 거버넌스를 구축하여 전문가, 환경단체, 산업체가 모여 분야별 대책을 협의하고 미세먼지 문제의 현안사항 등에 대한 상호 협력체계를 마련하여 경청과 소통의 장을 마련하고 있다. 또한 미세먼지에 취약한 영유아, 어린이, 노인 등을 보호하기 위한 미세먼지 대응 시스템을 구축하여 운영하고 있으며 대기질 관리를 위한 연계사업도 추진하고 있다. 직접적인 미세먼지 줄이기를 위해 ‘2020 천천만(千千萬) 시민운동’을 전개하고 있으며 수송, 산업 및 공사장, 시민 실천부문으로 나누어 시내버스 전기·천연가스 하이브리드 차량 교체, 대형배출사업장 미세먼지 줄이기 자발적 협약, 승용차 요일제 참여 확대 등 구체적인 미세먼지 저감 내용과 미세먼지 고농도(주의보)발생 시 액션플랜 가동내용을 포함하는 등의 미세먼지에 대한 피해를 줄이기 위한 노력을 아끼지 않고 있다. 대전시 미세먼지 정책은 다른 지자체와 마찬가지로 시민의 행동을 제한하는 것보다 시민의 참여를 유도하는 정책 등이 많다. 정책이 효과적으로 시행되기 위해 대전시에서는 교육 및 홍보 등을 통해 좀 더 많은 시민의 참여를 유도하고 시민들은 시에서 주도적으로 추진하고 있는 정책에 좀 더 능동적으로 참여하여 미세먼지에 의한 건강 영향을 줄이기 위한

노력이 필요하다.

대전시 예·경보제는 환경부 ‘우리동네 대기질’ 어플리케이션과 대전시 대기오염 통합 관리시스템(대기오염 경보 자동 전파시스템)으로 운영 중에 있다. 또한 미세먼지 측정망을 도안과 가오지구에 설치하여 10개소에서 12개소로 확충하고 있다.

본 연구에서는 대전시 대기관리시스템과 미세먼지 측정망 확충과 관련하여 다음과 같은 대전시 미세먼지 예경보제의 정보접근성 강화에 대한 시스템 개발을 제안하고자 한다.

1. 대전시 미세먼지 알림 어플리케이션 개발을 통해 실시간 정보 제공이 가능한 시스템 개발
2. 대기 측정망과 휴대폰 기지국을 활용하여 시민들이 현재 본인 위치에서의 미세먼지 농도를 확인할 수 있는 실시간 정보 제공
3. 또한, 미세먼지 농도가 높을 경우, 측정망을 기준으로 위치하는 시민들에게 어플리케이션을 통해 행동요령 등을 정확하게 전달하여 피해를 최소화
4. 취약계층(노인, 어린이)에게는 어플리케이션 설치에 대한 홍보(노인정, 초등학교, 병원 등)를 통하여 미세먼지에 적극 대응할 수 있도록 하여 취약계층을 보호

## 참고문헌

- 국립환경과학원(2016), 대기오염물질배출량(2013)
- 김상우, 허가형(2016), 미세먼지 관리 특별 대책의 현황 및 개선과제-수송 및 발전 부분을 중심으로
- 대전광역시청 홈페이지, <http://www.daejeon.go.kr>
- 대전보건환경연구원(2016), 2012~2015년 대전광역시 대기질 평가보고서
- 대구경북연구원(2017), CEO Briefing, “미세먼지, 발생원별 관리가 중요하다”
- 독일 AQI 홈페이지, [http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index\\_e.html](http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html)
- 미국 EPA(2016)
- 민경은(2016), 숨쉬기 안녕하십니까? -미세먼지에 대한 오해와 진실 그리고 접근 방법배이징 AQI 홈페이지, <http://aqicn.org/city/beijing/>
- 부산광역시(2015), 부산광역시 미세먼지 발생원별 저감대책
- 서울시(2014), 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)예·경보 적정기준 설정 및 배출원 관리정보 구축 연구
- 서울시(2016), 서울시 대기질 개선 특별대책
- 세계보건기구(WHO)(2016), Global Health Observatory Map Gallery, URL: [http://gamapservr.who.int/mapLibrary/Files/Maps/Global\\_pm25\\_cities\\_2008\\_2015.png](http://gamapservr.who.int/mapLibrary/Files/Maps/Global_pm25_cities_2008_2015.png)
- 에어코리아, <http://www.airkorea.or.kr/dustForecast>
- 영국 DEFRA 홈페이지, <https://uk-air.defra.gov.uk/air-pollution/daq>
- 울산테크노파크(2017), 보도자료, 울산 미세먼지와 그 대책 “심포지엄
- 인천시(2016), 2020 미세먼지 저감 종합대책(안)
- 인천발전연구원(2009) 인천지역 미세먼지 실태분석 및 정책방안
- 프랑스 PREV’AIR, <http://www2.prevoir.org/>
- 홍윤기(2014) 미세먼지가 호흡기 건강에 미치는 영향
- 홍종호(2016), [이슈]미세먼지
- 환경부(2015), 대기환경연보(2014)
- 환경부(2016), 바로 알면 보인다. 미세먼지, 도대체 뭘까?
- 환경부(2017), URL: <http://www.me.go.kr>
- NYC Health(2013), NewYork City Trends in Air Pollution and its Health
- SCAQMD(2017), URL: <http://www.aqmd.gov/home/library>
- Shinji Wakamatsu, Tazuko Morikawa and Akiyoshi Ito(2013), Air Pollution Trends

in Japan between 1970 and 2012 and Impact of Urban Air Pollution Countermeasures

Yan-Lin Zhang & Fang Cao(2015), Fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) in China at a city level