

충청남도 (초)미세먼지 배출 현황과 정책제언

표정기, 이상신, 권지수

충남연구원 기후변화대응연구센터 센터연구원, pyojk@cni.re.kr

- ◇ 최근 도내 화력발전소 등에 기인한 것으로 추정되는 미세먼지와 2차 미세먼지 등에 대한 우려가 증대됨에 따라,
- ◇ 도내 (초)미세먼지 발생량에 대한 자료 분석을 통해 미세먼지 관련 기초자료 및 도 정책수립에 활용하고자 함.

□ 초미세먼지 발생 현황

- 한국의 PM_{2.5}(초미세먼지) 노출 정도는 2015년 180개국 중 174위를 기록하여 2014년(171위)보다 악화됨.

※ 출처: 환경부, 2014.08, 환경성과지수 관리 및 개선방안 마련 연구 II 최종보고서

- 최근 PM_{2.5}에 대한 주의가 지속적으로 보도됨에 따라 정부는 PM_{2.5}에 대한 개선 계획 및 정책을 제시함.
- 이러한 국내·외적 상황을 고려하여 도 대기환경·기후변화 정책 개발의 기반이 되는 자료 수집이 필요한 상황임.

- PM_{2.5}: 아황산가스, 질소 산화물, 납, 오존, 일산화탄소 등 다수의 오염물질을 포함하여 대기 중으로 장기간 떠다니는 입자직경이 2.5 μ m이하의 미세한 먼지로 PM₁₀과 구분하여 초미세먼지로 불려짐.

□ 관련 연구 보고

○ 2015년 충남지역 시간 당 $PM_{2.5}$ 최고치는 $177 \mu g/m^3$ 로 전국에서 가장 높은 수치를 기록함.

※ 차량이 많은 서울($129.5 \mu g/m^3$)에 비해서도 약 27% 높은 수치임(출처: 녹색당, 2016, 녹색당 보도자료).

○ 충남지역 $PM_{2.5}$ 가 높은 원인으로 서해산단에 위치한 화력발전소가 지목됨.

※ 화력발전소에서 배출하는 오염물질의 총량 자체가 많고 질소산화물과 황산화물의 화학반응을 통해 $PM_{2.5}$ 발생은 추가적으로 생성

※ 현재 화력발전소는 다양한 대기배출물질에 관한 조사는 시행하나, 미세먼지(PM_{10} , $PM_{2.5}$)에 대한 조사는 시행되지 않음.

○ 충남 화력발전소는 수도권 $PM_{2.5}$ 농도에 최대 28% 기여한다고 보고됨.

※ 서풍이 심한 겨울철에는 화력발전소 오염물질이 바람의 영향으로 수도권에 유입되는 과정에서 $PM_{2.5}$ 가 생성되어 수도권 $PM_{2.5}$ 농도를 높이는 것으로 조사됨. 충남 화력발전소는 지역의 $PM_{2.5}$ 농도를 높일 뿐만 아니라 수도권 $PM_{2.5}$ 에 최대 28%까지 기여하는 것으로 분석됨(출처: 감사원, 2016, 감사보고서-수도권 대기환경 개선사업 추진실태)

○ 신규 발전시설 가동 시 수도권 $PM_{2.5}$ 가 일평균 최대 $19 \mu g/m^3$ 가까이 증가할 것.

※ 2015년 한국의 연평균 $PM_{2.5}$ 농도는 $26.5 \mu g/m^3$ 로 이미 환경관리공단과 세계보건기구(WHO)의 대기환경기준을 초과하는 매우 심각한 수준(출처: 그린피스, 2016, 신규 석탄화력발전소의 건강피해)

- 한국환경공단의 연평균 $PM_{2.5}$ 관리기준: $25 \mu g/m^3$
- 세계보건기구(WHO)의 $PM_{2.5}$ 관리기준: 연평균 $10 \mu g/m^3$

○ 신규 화력발전소와 운전 중인 화력발전소로 인해 매년 1,144명의 조기사망자가 발생할 것

※ 출처: KEI, 2015, 국내 화력발전소 운영에 따른 대기질 영향 보도자료

□ 국가 초미세먼지 측정 체계

- 환경부에서는 한국환경공단(<http://www.airkorea.or.kr/>)을 통해 전국 실시간 대기오염 정보 제공함.
- PM_{2.5} 관측소는 전국에 162개로 수도권(57개소, 35%)과 대도시(48개소, 30%)에 주로 분포함(그림1).
- 충남지역 측정소는 3개가 운영 중이며, 서북부지역에 위치하고 있어 대표성이 부족하며, 시군별 분석이 불가능함.
- 현재 국가 측정망은 미세먼지 확산 이후(대도시 지역) 측정위주의 시스템으로 체계적이고 효율적인 미세먼지 분석과 대책수립을 위해서는 미세먼지 발생지점 위주의 측정망 시스템 구축이 필요함.



분류	광역시도	측정소 수
수도권	서울	25
	경기	20
	인천	12
광역, 자치시	부산	21
	대구	9
	울산	7
	광주	6
	대전	4
	세종	1
시도	경남	12
	충북	10
	전남	10
	전북	8
	강원	6
	경북	5
	충남	3
	제주	3
총계		162

〈그림1〉 PM_{2.5} 국가 측정망 분포 (출처: 환경공단 에어코리아)

□ 충청남도 (초)미세먼지 발생량 분석

○ 미세먼지 전국 배출량 평균은 $1.52\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$, 충남 $3.77\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ 으로 평균 대비 2.5배이고 초미세먼지 전국 평균 배출은 $1.15\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$, 충남 $2.15\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ 으로 평균대비 1.8배임.

○ 충청남도의 1인당 연간 초미세먼지 발생량($15,231\text{g}/\text{인}/\text{yr}$)은 전국평균($3,324\text{g}/\text{인}/\text{yr}$)의 4.5배 이상으로 광역지자체 중 가장 높게 나타남.

※ 본 자료는 국가에서 시도별 연료사용량을 바탕으로 추정한 수치이고 측정치와 차이가 있음.

〈표1〉 시도별 미세·초미세먼지 배출량(2013년 기준)

구 분	연간 단위면적당 (초)미세먼지 배출량		연간 1인당 (초)미세먼지 배출량	
	PM ₁₀ (g/m ² /yr)	PM _{2.5} (g/m ² /yr)	PM ₁₀ (g/인/yr)	PM _{2.5} (g/인/yr)
서울특별시	2.87	2.53	174	153
부산광역시	3.89	3.50	858	772
대구광역시	1.48	1.10	528	394
인천광역시	1.94	1.62	714	595
광주광역시	0.92	0.81	316	278
대전광역시	0.92	0.80	325	284
울산광역시	3.40	2.48	3,133	2,290
세종특별자치시	0.74	0.68	2,828	2,600
경기도	0.63	0.55	530	462
강원도	0.21	0.13	2,284	1,411
충청북도	0.43	0.27	2,025	1,282
충청남도	3.77	2.15	15,231	8,702
전라북도	0.20	0.18	873	764
전라남도	1.67	1.01	10,830	6,542
경상북도	1.74	0.97	12,340	6,916
경상남도	0.83	0.56	2,652	1,768
제주특별자치도	0.28	0.24	868	747
전국 평균	1.52	1.15	3,324	2,115

※출처 : 국립환경과학원. 2013. 대기오염물질 배출량 통계(<http://airemiss.nier.go.kr/>)

- 대규모 화력발전소와 산업단지가 위치한 5개 시군(당진, 보령, 서산, 서천, 태안)을 제외한 충청남도 10개 시군평균 미세먼지 배출량은 $0.26\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ (PM_{10}), $0.24\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ ($\text{PM}_{2.5}$)로 강원도와 전북을 제외하면 연간 단위면적당 미세먼지 배출량이 가장 적은 것으로 나타남.

〈표2〉 도내 시군별 미세·초미세먼지 배출량(2013년 기준)

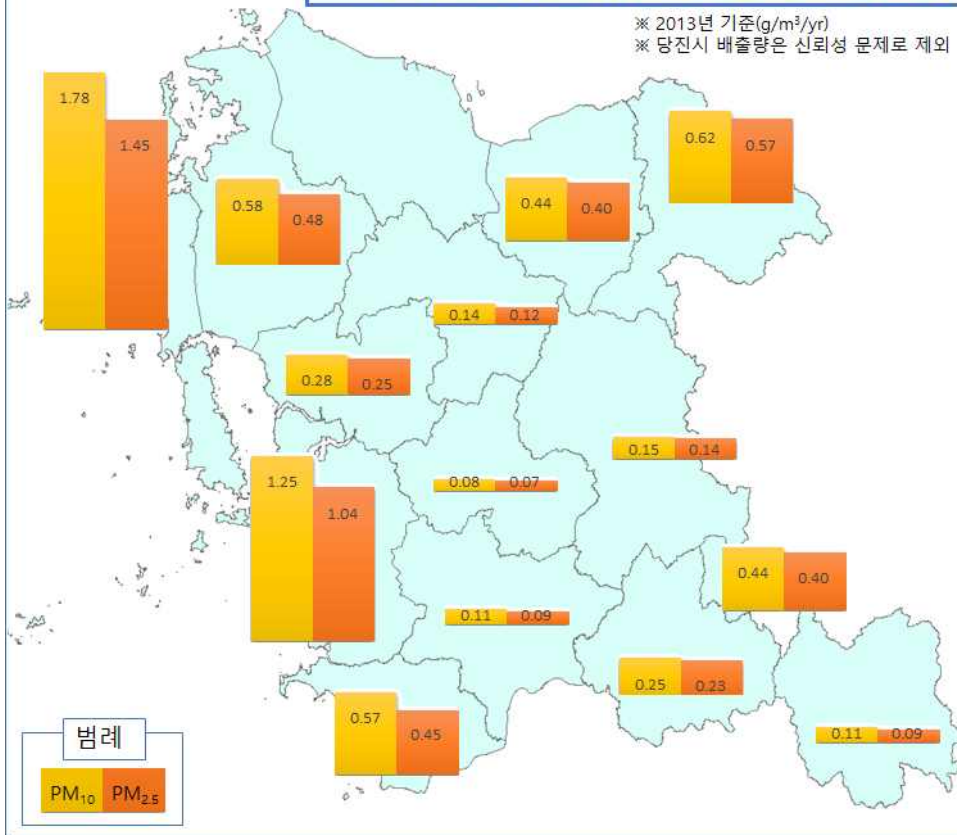
구	분	연간 단위면적당 (초)미세먼지 배출량		연간 1인당 (초)미세먼지 배출량	
		PM_{10} ($\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$)	$\text{PM}_{2.5}$ ($\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$)	PM_{10} ($\text{g}/\text{인}/\text{yr}$)	$\text{PM}_{2.5}$ ($\text{g}/\text{인}/\text{yr}$)
천	안	0.62	0.57	675	614
공	주	0.15	0.14	1,144	1,038
당	진	39.41	21.10	172,634	92,397
보	령	1.25	1.04	6,820	5,675
아	산	0.44	0.40	829	756
서	산	0.58	0.48	2,598	2,137
논	산	0.25	0.23	1,130	1,004
계	룡	0.44	0.40	655	590
금	산	0.11	0.09	1,125	996
부	여	0.11	0.09	977	817
서	천	0.57	0.45	3,528	2,794
청	양	0.08	0.07	1,224	1,064
홍	성	0.28	0.25	1,385	1,256
예	산	0.14	0.12	876	781
태	안	1.78	1.45	14,846	12,115
충청남도 평균		3.08	1.79	14,030	8,269
5개 시군제외 평균		0.26	0.24	1,002	892

※출처 : 국립환경과학원. 2013. 대기오염물질 배출량 통계(<http://airemiss.nier.go.kr/>)

(1) 국가차원에서 발표한 본 자료에 의하면(당진시 배출량, 특히 현대제철 무연탄 사용량에 대한 추가검토가 필요한 것으로 판단되나), 화력발전소와 대규모산업단지 등이 충청남도의 (초)미세먼지 배출량의 상당부분을 차지하고 있음을 확인 할 수 있음.

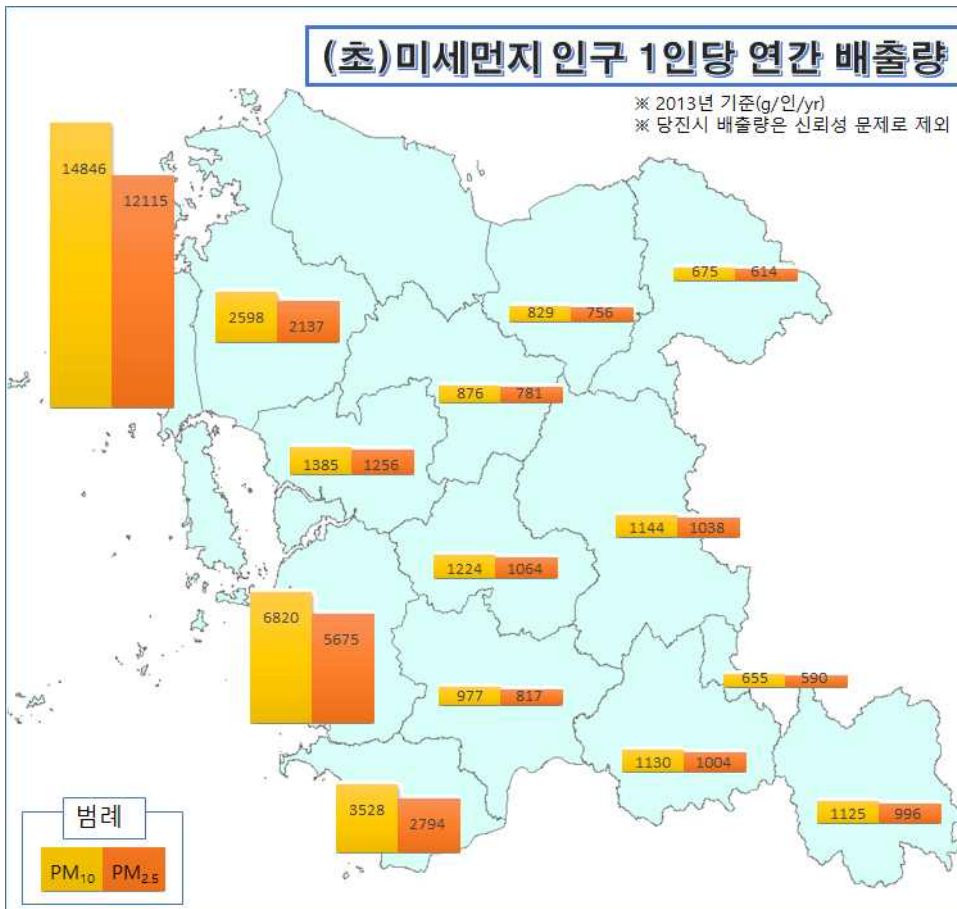
(초)미세먼지 단위면적당 연간 배출량

※ 2013년 기준(g/m²/yr)
※ 당진시 배출량은 신뢰성 문제로 제외



(초)미세먼지 인구 1인당 연간 배출량

※ 2013년 기준(g/인/yr)
※ 당진시 배출량은 신뢰성 문제로 제외



□ 충청남도 대기환경관리 변화를 위한 제언

- 국가 대기환경관리 정책이 인체위해성 저감(HAPs)중심으로 패러다임이 변화하고 그 추진방식도 중앙정부 보조사업 위주에서 지자체별 특화 대책 위주의 정책이 요구됨에 따라 충남 자체적 모니터링 및 분석을 위한 연구가 필요함.
 - ※ 특히, 국가단위에서 발표하는 자료의 신뢰성에 대해 지역 차원의 문제제기와 수정·보완 요구를 제시하기 위한 연구인프라 구축이 시급함.
- 국가 측정망이나 이에 준하는 수준의 도내 측정소 확대를 위해 개소수 측면이 아닌 초미세먼지 관리 측면의 논리접근을 통해 대표성을 가질 수 있는 자료 확보가 필요함.
 - ※ 확산 모델링 등 분석을 위해서는 오염배출원 위주의 측정망 구축이 필요함. 현재의 측정망을 활용한 분석은 역추적 모델과 같이 모델 구현이나 결과에 대한 신뢰성 문제가 발생함.
- 미세먼지에 대한 충청남도 대응논리에 개발에 있어 과학적 근거와 지원에 국한하지 않고 국민정서를 고려한 중장기적 접근이 필요함.
 - 현재대응 논리 : 미세먼지가 다량 배출되고 있고 많은 오염물질이 수도권에 영향을 미침으로 배출량 억제를 위한 수도권의 지원요구
 - 문제점 : 충청남도가 미세먼지를 비롯한 오염물질 발생의 근원지로 인식되어 장기적으로 관광산업, 농업, 수산업 등에 부정적인 영향 우려, 환경에 대한 부정적 이미지로 인구 유입 등에 악영향 미칠 가능성 내포
 - 추가 논리 개발 : 초미세먼지의 경우 장거리 이동이 가능하여 오염배출원 주변을 벗어나면 그 영향정도에 큰 차이가 없음으로 배출원 관리에 집중하는 정책 필요

부록1. 시도별 초미세먼지 배출량, 면적, 인구(2013년 기준)

구 분	PM ₁₀ (g/yr)	PM _{2.5} (g/yr)	면적 (km ²)	인구 (인)
서울특별시	1,735,384,977	1,531,363,827	605	9,989,672
부산광역시	2,994,852,773	2,693,297,862	770	3,488,719
대구광역시	1,310,366,988	976,578,185	884	2,481,553
인천광역시	2,037,216,549	1,697,011,410	1,049	2,851,777
광주광역시	463,011,074	407,607,699	501	1,463,770
대전광역시	494,368,562	431,991,420	539	1,521,699
울산광역시	3,602,200,450	2,633,442,269	1,061	1,149,742
세종특별자치시	343,000,492	315,342,366	465	121,267
경기도	6,433,025,608	5,606,210,986	10,175	12,133,582
강원도	3,490,743,735	2,156,544,678	16,826	1,528,493
충청북도	3,164,287,849	2,002,412,152	7,407	1,562,383
충청남도	30,976,065,400	17,698,409,457	8,214	2,033,818
전라북도	1,623,649,639	1,420,683,703	8,067	1,860,561
전라남도	20,508,212,274	12,387,980,847	12,313	1,893,578
경상북도	33,090,771,453	18,546,289,237	19,031	2,681,479
경상남도	8,784,603,382	5,856,664,458	10,539	3,312,399
제주특별자치도	511,456,099	440,390,514	1,849	589,235

※ 자료출처: 미세먼지배출량(국립환경과학원, 2013, 대기오염물질 배출량통계);
면적(국가통계포털(kosis.kr)); 인구(행정자치부 주민등록 인구통계,
2013.12월 기준)