

# 충청남도 대기오염물질 배출허용기준(안) 설정 연구

기후변화대응연구센터



충청남도 서해안기후환경연구소

2016. 9

# 충청남도 대기오염물질 배출허용기준(안) 설정 연구

2016. 9

# Contents

# 표/그림목차

목차 .....	i
표·그림목차 .....	ii
연구요약 .....	iii
<b>1장 서론 .....</b>	<b>1</b>
1. 연구배경 및 필요성 .....	3
2. 연구범위 및 방법 .....	5
<b>2장 배출허용기준 조사 .....</b>	<b>7</b>
1. 배출허용기준 정의 및 법적 근거 .....	9
2. 배출허용기준 설정 방법 .....	11
3. 국내 배출허용기준 설정 현황 .....	13
4. 국외 배출허용기준과 조사 .....	18
<b>3장 충청남도 대기환경 현황 분석 .....</b>	<b>21</b>
1. 대기질 현황 분석 .....	23
2. 대기환경기준 초과율 조사 .....	26
3. 배출량 현황 분석 .....	29
4. 석탄화력발전소 대기질 기여도 분석 .....	38
<b>4장 대기오염물질 배출허용기준(안) .....</b>	<b>41</b>
1. 배출허용기준 항목 설정 .....	43
2. 배출허용기준 제안 .....	45
<b>5장 결론 및 제언 .....</b>	<b>47</b>
1. 결론 .....	47
2. 정책제언 .....	51
참고문헌 .....	55

[표 2-1] 지자체별 배출허용기준 비교 .....	13
[표 2-2] 국내 11개 석탄화력발전소에 적용된 NO2 배출허용기준 현황 .....	15
[표 2-3] 국내 11개 석탄화력발전소에 적용된 SO2 배출허용기준 현황 .....	16
[표 2-4] 국내 11개 석탄화력발전소에 적용된 먼지 배출허용기준 현황 .....	17
[표 2-5] 미국의 배출허용기준 적용기준 .....	19
[표 2-6] EC 대기오염 관련 지침 구분 .....	20
[표 3-1] 2015년 기준 도내 석탄화력발전소 배출량 .....	38
[표 4-1] 석탄 연소로 인한 배출 오염물질과 건강 영향 .....	44
[표 4-2] 단계별 충청남도 대기오염물질 배출허용기준 설정 제안 .....	45
[표 4-3] 충청남도 대기오염물질 배출허용기준(안) .....	46
[그림 2-1] 배출 규제 기준(안) .....	12
[그림 3-1] 광역지자체(선) 및 화력발전소 주변지역(막대) SO2 농도변화 .....	24
[그림 3-2] 광역지자체(선) 및 화력발전소 주변지역(막대) NO2 농도변화 .....	24
[그림 3-3] 광역지자체(선) 및 화력발전소 주변지역(막대) PM10 농도변화 .....	25
[그림 3-4] 2014년 광역지자체별 환경기준초과율(NO2) .....	27
[그림 3-5] 2014년 광역지자체별 환경기준초과율(PM10) .....	28
[그림 3-6] 광역지자체별 황산화물(SOx) 배출량(2004~2013) .....	29
[그림 3-7] 광역지자체별 면적/인구 대비 황산화물(SOx) 배출량(2013) .....	30
[그림 3-8] 충청남도 사군별 면적/인구 대비 황산화물(SOx) 배출량(2013) .....	31
[그림 3-9] 광역지자체별 질소산화물(NOx) 배출량(2004~2013) .....	32
[그림 3-10] 광역지자체별 면적/인구 대비 질소산화물(NOx) 배출량(2013) .....	33
[그림 3-11] 충청남도 사군별 면적/인구 대비 질소산화물(NOx) 배출량(2013) .....	34
[그림 3-12] 광역지자체별 미세먼지(PM10) 배출량(2004~2013) .....	35
[그림 3-13] 광역지자체별 면적/인구 대비 미세먼지(PM10) 배출량(2013) .....	36
[그림 3-14] 충청남도 사군별 면적/인구 대비 미세먼지(PM10) 배출량(2013) .....	37
[그림 3-15] 운영 중인 화력발전소의 24시간 평균 PM10 최대 기여농도 .....	40

정책지원과제(기후변화) 2016-14  
**충청남도 대기오염물질  
 배출허용기준(안) 설정 연구**



## 연구요약

- 충청남도에는 철강제조, 석유화학 및 석탄화력과 같은 대기오염물질 다량 배출시설이 다수 입지하고 있으며, 석탄화력발전소의 경우 전국 53기 중 26기가 도내에서 운영되면서 미세먼지 등의 대기오염 문제를 유발하고 있음.
- 이러한 배경에 입각하여 충청남도 안희정 지사는 2016년 7월 기자회견을 통해 미세먼지 문제의 근본적 해결방안으로 도내 화력발전소의 배출허용기준을 수도권 영흥화력발전소 수준으로 강화할 것을 정부에 건의함.
- 현행 대기환경보전법 제16조 3항에 의하면 지역환경기준의 유지가 곤란하다고 인정되거나, 대기환경규제지역 지정·고시 되면 대기질 개선을 위해 조례로 환경부령에 의한 대기오염물질 배출허용기준 기준보다 엄격한 지역배출허용기준을 설정할 수 있음.
- 본 연구에서는 문헌고찰 및 대기환경 현황 조사를 통해 보다 엄격한 충청남도의 지역배출허용기준(안) 제정의 당위성과 합리적인 방안을 제시하고자 하며 나아가서 본 연구의 보완점에 대한 추가 연구와 정책방향을 제안하고자 함.
- 배출허용기준은 개별적인 오염물질배출시설에 적용되는 규제기준으로서 오염물질 배출의 최대허용치 혹은 최대허용농도로써 대기환경기준이 대기환

경 개선 및 도민의 건강보호를 위한 정책목표로서의 의미를 지닌다면 배출허용기준은 이를 실현하기 위한 법적 효력을 갖는 정책수단이자 제도적 장치임.

- 배출허용기준은 일반적으로 대기환경기준 달성 정도, 방지시설 기술 및 시설별 배출현황과 선진국의 배출허용기준 수준 등을 고려하여 설정하며, 일반적으로 현재의 방지기술 수준에 기반하여(technology-based approach) 가능한 최고 수준의 기술(Best Available Technology, BAT)을 적용하는 방법과 환경기준을 만족하도록 배출량을 규제하는 방식이 있음(OECD, 1999 재인용)
- 참고로 국립환경과학원(1994)에서는 대기오염물질 배출허용기준 마련을 위해 [그림 2-1]과 같은 절차를 제안함.

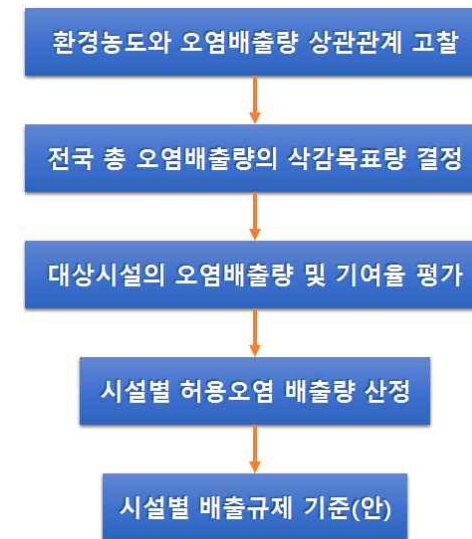


그림 1. 배출 규제 기준(안)  
 출처: 국립환경과학원, 1994(재구성)

- 2016년 기준 국내 운영 중인 발전설비용량 100MW 이상의 11개 발전소를 대상으로 적용된 배출허용기준을 조사하였고, 석탄화력발전소 주요 대기오염물질인 NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> 및 먼지를 기준으로 영흥화력발전소 3~6호기에 대해 가장 엄격한 배출허용기준이 적용되고 있음.

표 1. 국내 11개 석탄화력발전소에 적용된 NO<sub>2</sub> 배출허용기준 현황

물질	발전소	배출허용기준			
		1996.6.30.이전설치		1996.7.1.이후설치	
		용량	법적기준	용량	법적기준
NO <sub>2</sub> (ppm)	태안화력	500MW 8기 (1~8호기)	140(6)이하	1,000MW 2기, 381.3MW 1기	70(6)이하
	당진화력	500MW 8기 (1~8호기)		1,000MW 2기	
	보령화력	500MW 6기 (1~6호기)		500MW 2기 (7~8호기), 1,000MW 2기	
	서천화력	200MW 2기	280(6)이하		
	삼천포화력	560MW 4기 (1~4호기)	140(6)이하	500MW 2기 (5~6호기)	70(6)이하
	동해화력	200MW 2기	140(6)이하		
	영동화력	125MW 1기 200MW 1기	320(6)이하		
	영흥화력			800MW 2기 (1~2호기)	55(6)이하
				870MW 4기 (3~6호기)	15(6)이하
	여수화력			328.6MW 1기 340MW 1기	80(5)이하
	하동화력			500MW 8기 (1~8호기)	70(6)이하
	호남화력	250MW 2기	140(6)이하		

\*2015년 기준 운영 중인 100MW 이상 발전소 대상

\*배출허용기준 란의 ( )는 표준산소농도(O<sub>2</sub>의 백분율)를 말함

- 대기질 현황 분석은 충남서해안기후환경연구소 정책지원과제 ‘충청남도 지역 대기환경기준 설정 기초연구(2016-13)’ 내의 대기질 현황 검토를 참조하고, 화력발전소 주변지역(반경 20km)에 위치한 파도리, 난지도리, 독곶리 3지점을 추가하여 재분석함.

- 충남의 미세먼지(PM10) 농도는 전국 평균에 약간 못 미치는 정도이며, 화력발전소 주변지역의 농도는 충남의 평균보다 다소 높게 나타나고, 지역 간 편차가 적은 것이 특징임.
- 2004년~2013년 간 광역지자체별 황산화물, 질소산화물 및 미세먼지의 배출량 조사한 결과, 충청남도의 배출량이 전국 평균에 비해 월등히 높아 엄격한 배출량 제한이 필요한 것으로 판단됨.
- 특히 충청남도 내에서 단위면적당 및 인구수 대비 인당 오염물질의 배출량은 화력발전소가 소재한 당진시, 태안군, 보령시, 서산시, 서천군에서 두드러지게 높게 나타남.

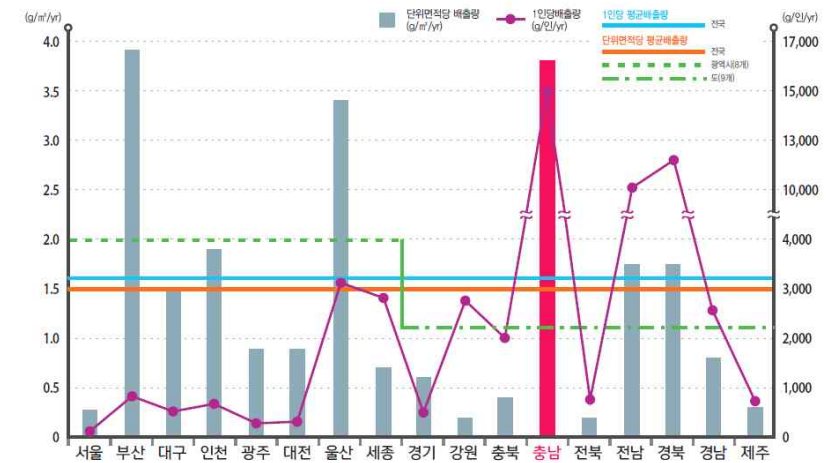


그림 2. 광역지자체별 면적/인구 대비 미세먼지(PM10) 배출량(2013)

- 충청남도에 소재한 석탄화력발전소의 대기질 기여도 분석한 결과, 24시간 평균 PM10 최대 기여농도는 가을철인 10월에 다른 계절 대비 상대적으로 높으며, 최대 25.07 $\mu\text{m}^3/\text{m}^3$ 으로 나타남(한국환경정책·평가연구원, 2015).

○ 본 연구에서는 충청남도 내에 운영 중인 석탄화력발전소의 배출허용기준(안)을 설정하고자 하였고, 충청남도 내에 운영 중인 석탄화력발전소의 배출허용기준을 설정함에 현재 굴뚝 자동측정기에서 측정 중인 질소산화물, 황산화물, 먼지 3항목을 1차적으로 설정하고 향후에 추가적인 실측조사와 영향평가연구를 통해 2차적으로 휘발성유기화합물 및 중금속을 포함한 추가항목을 설정할 것을 제안함.

○ 또한, 현재 도내 석탄화력발전소 영향 분석을 위한 대기질 측정자료의 지점수가 턱없이 부족하며, 방지시설을 갖추기 위한 재원의 조달방법 및 전력수급을 고려한 설치시기 등에 대한 충분한 검토가 이루어져야 하므로 본 연구에서는 이러한 실정을 감안하여 단계적인 배출량 감축방안을 제시함.

표 2. 단계별 충청남도 대기오염물질 배출허용기준 설정 제안

구분	1단계	2단계	3단계
기준안	국가 배출허용기준의 50% 적용	영흥화력 수준의 배출허용기준 적용	2단계 수준 유지 및 대기보전특별대책구역 설정을 통한 배출허용총량제 실시
기준물질	질소산화물, 황산화물, 먼지	질소산화물, 황산화물, 먼지	기존물질 및 VOCs, 중금속물질 추가
적용시설	도내 석탄화력발전소	도내 석탄화력발전소	석탄화력발전소 및 관리권역 지정
적용시기	2018년 1월 1일	2020년 1월 1일	2022년 1월 1일

○ 대기환경보전법 시행규칙(별표8)에서는 고체연료사용 발전시설 중 설비용량 100MW 이상에 대해 설치년도를 기준으로 배출허용기준을 설정하고 있으므로 본 연구에서도 각 시설에 대해 단계별 구체적인 강화기준 설정함.

표 3. 충청남도 대기오염물질 배출허용기준(안)

오염물질	석탄화력발전소 구분	법적기준	강화기준(안)	
			1차	2차
황산화물 (SO <sub>2</sub> , ppm)	기존시설 (1996.6.30.이전설치)	100(6)	50(6)	25(6)
	기존시설 (2014.12.31.이전설치)	80(6)	40(6)	25(6)
	신규시설	50(6)	25(6)	25(6)
질소산화물 (NO <sub>2</sub> , ppm)	기존시설 (1996.6.30.이전설치)	140(6)	70(6)	15(6)
	기존시설 (1996.7.1.이후설치)	70(6)	35(6)	15(6)
	신규시설	50(6)	15(6)	15(6)
먼지 (mg/Sm <sup>3</sup> )	기존시설 (2001.6.30.이전설치)	25(6)	15(6)	5(6)
	기존시설 (2001.7.1.이후설치)	20(6)	10(6)	5(6)
	신규시설	10(6)	5(6)	5(6)

\*배출허용기준 란의 ( )는 표준산소농도(O<sub>2</sub>의 백분율)를 말함

○ 본 연구에서는 문헌연구에 기반하여 석탄화력발전소를 대상으로 주요 대기오염물질(SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, 먼지)에 대한 배출허용기준(안)을 제안하여, 이론적 근거 및 이해당사자의 협의절차가 미비함으로 배출허용 기준 제정절차를 명

확히 하고 이에 따라 명확한 근거와 협의 과정이 추가로 필요함

- 또한, 대기환경개선 및 기후변화 완화를 위한 온실가스 감축측면에서 배출허용 제한시설 및 물질에 대한 확대도 반드시 필요함.
- 즉, 충청남도에는 석탄화력발전소 이외에도 제철산업단지, 석유화학단지 등 대형 배출시설이 다수 입지하고 있고 대기오염물질의 다량 배출로 인한 주민피해가 심각한 상황이므로 추가적인 영향조사 연구를 통해 대기환경기준 강화와 함께 대기보전특별대책지역 및 대기관리지역 설정을 통한 종합적인 배출저감 방안의 마련이 필요함.
- 이에 앞서 언급하였듯이 일반적인 농도규제 방식만으로는 지역단위의 대기환경을 관리하는데 한계가 있으므로, 관리권역 설정을 통한 총량규제방식을 병행할 필요가 있음.
- 한편, 석탄화력발전소에서는 연소에 의한 배출 뿐 아니라 연료의 하역·저장·분쇄·회처리 단계에서도 비산먼지가 발생하고 있으나 이에 대한 영향과 규제에 대한 필요성이 있음으로 비산먼지 발생에 대한 정확한 배출량 산정과 주변지역에 대한 영향조사 등을 위한 체계적인 연구 수행을 통한 관리강화가 필요함.
- 더불어 가장 빈번한 주민 민원 사례인 악취물질에 대해서도 악취방지법을 근거로 악취발생을 제한할 수 있음으로 악취물질에 대한 현황조사를 통해 관련 물질의 배출허용기준을 지자체 조례로 제정할 필요가 있음.
- 나아가서 제7차 전력수급계획에 따라 충남도내 석탄화력발전소의 추가 건설이 진행 또는 예정되어 있어 미세먼지를 포함한 대기오염물질 배출의 증가가 우려됨으로 주변지역 대기질에 미치는 영향을 정량적으로 평가할 수 감시와 대응체계 마련이 필요함.

제 1 장

## 서론

1. 연구배경 및 필요성
2. 연구범위 및 방법



## 제 1 장

## 서론



## 1. 연구배경 및 필요성

- 충청남도에는 철강제조, 석유화학 및 석탄화력과 같은 대기오염물질 다량 배출시설이 다수 입지하고 있으며, 석탄화력발전소의 경우 전국 53기 중 26기가 도내에서 운영되면서 미세먼지 등의 대기오염 문제를 유발하고 있음.
- 특히 석탄화력발전소로부터 배출된 대기오염물질은 계절별 기상조건에 따라 수도권에 최대 28% PM2.5 기여율을 보이며(감사원, 2016) 및 NASA 항공기상 관측에서 한반도 남부를 포함한 전국적으로 영향을 주면서 대기오염의 주범으로 인식되고 있음.
- 이러한 배경에 입각하여 충청남도 안희정 지사는 2016년 7월 기자회견을 통해 미세먼지 문제의 근본적 해결방안으로 도내 화력발전소의 배출허용기준을 수도권 영흥화력발전소 수준으로 강화할 것을 정부에 건의함.
- 일반적으로 대기오염물질의 배출을 규제하는 방식에는 농도규제방식과 총량규제방식이 있음(경기개발연구원, 2001).
- 농도규제방식은 모든 배출원에 대하여 일률적인 기준을 적용할 수 있는 장점에 비해 배출원이 다수 존재할 시 환경용량을 초과할 우려가 있음.

※ 환경용량이란: 환경문제에 대해 자연환경이 스스로 정화할 수 있는 능력 또는 일정한 삶의 질을 지속적으로 유지할 수 있는 수준에서 지역이 지탱할 수 있는 인간활동의 수준

- 총량규제방식은 이러한 단점을 극복하고자 도입되었지만, 환경용량의 산정 및 배출총량 규제의 구체적인 방법 결정의 어려움이 있어 두 방식의 병행 시행이 필요함.
- 현행 대기환경보전법 제16조 3항에 의하면 지역환경기준의 유지가 곤란하다고 인정되거나, 대기환경규제지역 지정·고시 되면 대기질 개선을 위해 조례로 환경부령에 의한 대기오염물질 배출허용기준 기준보다 엄격한 지역배출허용기준을 설정할 수 있음.
- 따라서 엄격한 지역배출허용기준은 지역환경 및 여건을 고려하여 배출원에 대한 직접 규제 수단이 됨.
- 본 연구에서는 문헌고찰 및 대기환경 현황 조사를 통해 보다 엄격한 충청남도의 지역배출허용기준(안) 제정의 당위성과 합리적인 방안을 제시하고자 하며 나아가서 본 연구의 보완점에 대한 추가 연구와 정책방향을 제언하고자 함.



## 2. 연구범위 및 방법

- 본 연구에서는 충청남도 도내 입지한 석탄화력발전소에 대한 강화된 배출 허용기준을 제안하고자 함.
- 대기질 현황 분석에 사용된 자료는 최근 11년(2004~2014) 대기오염물질 측정자료와 2014년 대기환경연보를 활용함.
- 배출량 현황 분석에 사용된 자료는 최근 10년(2004~2013) 대기정책시스템(Clean Air Policy Support System, CAPSS)기반 국가배출량 및 도내 석탄화력발전소 굴뚝자동감시시스템(Tele Monitoring Systems, TMS)으로 획득된 배출량 자료를 사용함.
- 연구 방법 및 내용은 다음과 같음.
  - (1) 국내외 배출허용기준 자료 조사 → 배출허용기준 현황 검토
  - (2) 지역별 대기질 및 배출량 현황 검토 → 기준 설정의 과학적 근거 마련
  - (3) 앞선 조사결과를 바탕으로 충청남도에 적합한 지역배출허용기준(안) 제시
  - (4) 본 연구에서 도출된 문제점 및 한계점과 향후 연구정책방향 제언

제2장

## 배출허용기준 조사

1. 배출허용기준의 정의 및 법적 근거
2. 배출허용기준 설정 방법
3. 국내 배출허용기준 설정 현황
4. 국외 배출허용기준 조사

## 제2장

## 배출허용기준 조사



## 1. 배출허용기준 정의 및 법적 근거

- 배출허용기준은 개별적인 오염물질배출시설에 적용되는 규제기준으로서 오염물질 배출의 최대허용치 혹은 최대허용농도를 말함.
- 대기환경기준이 대기환경 개선 및 도민의 건강보호를 위한 정책목표로서의 의미를 지닌다면 배출허용기준은 이를 실현하기 위한 법적 효력을 갖는 정책수단이자 제도적 장치임.
- 대기오염물질의 배출을 규제하는 방식에는 농도규제방식과 총량규제방식이 있으며, 농도규제방식은 모든 배출원에 대하여 일률적인 기준을 적용할 수 있는 장점에 비해 배출원이 다수 존재할 시 환경용량을 초과할 우려가 있고, 총량규제방식은 이러한 단점을 극복하고자 도입되었지만, 환경용량의 산정 및 배출총량 규제 방법 결정의 어려움이 있음.
- 현행 대기환경보전법 제16조 제1항에서 대기오염물질 배출시설에 대한 배출허용기준을 환경부령으로 정할 수 있으며, 제3항에 의하면 지역대기환경기준의 유지가 곤란하다고 인정되거나, 대기환경규제지역의 대기질 개선이 필요하다고 인정되는 경우에 환경부령에 의한 대기오염물질 배출허용기준보다 엄격한 지역배출허용기준을 조례로 설정할 수 있음.

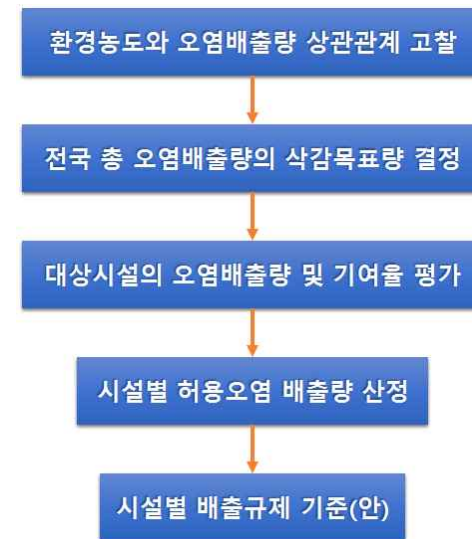
- 또한 대기환경보전법 제16조 제5항에서는 대기보전특별대책지역의 대기오염 방지를 위해 필요하다고 인정되는 경우에 환경부장관은 해당지역에 기 설치된 배출시설에 대하여 보다 엄격한 배출허용기준을 정할 수 있으며, 새로 설치되는 배출시설에 대하여 특별배출허용기준을 정할 수 있음.
- 수도권 대기환경개선에 관한 특별법에서는 수도권 총량관리사업장의 관리대상 오염물질(질소산화물, 황산화물, 먼지) 중 일부 배출허용 기준에 대하여 적용의 특례를 두고 있어 총량관리를 위한 일부 배출시설의 배출허용기준 완화 등의 유연성을 부여하고 있음(국립환경과학원, 2010)



## 2. 배출허용기준 설정 방법

- 배출허용기준은 일반적으로 대기환경기준 달성 정도, 방지시설 기술 및 시설별 배출현황과 선진국의 배출허용기준 수준 등을 고려하여 설정함(국립환경과학원, 2010)
- 배출허용기준의 설정을 위해서는 크게 두 가지 접근 방법이 있음.
- 먼저 현재의 방지기술 수준에 기반하여(technology-based approach) 가능한 최고 수준의 기술(Best Available Technology, BAT)을 적용했을 때를 기준으로 해당 시설의 배출허용기준을 설정하는 방법과 환경기준을 만족하도록 배출량을 규제하는 방식이 있음(OECD, 1999 재인용)
- 우리나라는 후자의 방법을 따르고 있으며, 90년대부터 3년 내지 5년 주기로 예고기준을 설정하여 지속적으로 강화하여 왔음.
- 대기환경보전법에서는 황산화물을 포함한 25종의 일반대기오염물질과 35종의 특정대기유해물질을 포함한 총 61종을 대기오염물질로 정하고 있으며 이중 25종에 대해 배출허용기준을 설정하고 있음.
- 역시나 대기환경보전법에서는 한국표준산업분류에 따라 27종의 대기오염물질 배출시설을 분류하고 있고, 시설별 BAT 적용에 따른 배출규제 강화 및 총량규제 확대 시행에 활용됨.
- 참고로 국립환경과학원(1994)에서는 대기오염물질 배출허용기준 마련을 위해 [그림 2-1]과 같은 절차를 제안함.

- 대기오염물질 농도와 배출량 사이의 상관관계 분석을 통해 기준 달성이 가능한 오염삭감량을 추정하며, 그 값은 현 배출량을 고려한 대기확산모델링을 통한 검증을 통해 환경용량과 함께 정할 수 있음.
- 최종적으로 배출시설별 기여도를 고려하여 배출허용기준 설정함.



[그림 2-1] 배출 규제 기준(안)  
출처: 국립환경과학원, 1994(재구성)



### 3. 국내 배출허용기준 설정 현황

- 환경부에서는 대기환경을 보전하기 위해 권역을 설정하여 해당지역을 지정·관리하고 있으며, 크게 “수도권 대기관리권역”, “대기보전특별대책지역”과 “대기환경규제지역”으로 구분됨.
- 이 중 서울특별시와 인천광역시, 경기도 및 울산광역시에서는 지역대기환경 기준 달성을 위해 조례로 지역배출허용기준을 설정하고 있으며, 그 외 대구 권역, 광양만권역 및 부산권역에서는 각 시도지사에 의해 대기환경개선 실천계획을 수립하고 그 지침에 대기오염물질 배출삭감량을 목표를 정하고 있음.
- 해당 지역에서의 조례 특징을 간략히 요약하면 [표 2-1]과 같음.

[표 2-1] 지자체별 배출허용기준 비교

지자체	조례명	비고
서울	서울특별시 대기오염물질 배출허용기준 조례(2008.5.29)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 발전시설(기체연료)과 소각시설, 액체연료사용 보일러의 질소산화물 배출허용기준 설정</li> <li>- 도장시설의 탄화수소 배출허용기준 설정</li> </ul>
인천	인천광역시 대기오염물질 배출허용기준 조례(2011.6.13)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 발전시설(고체 및 기체연료)과 소각시설의 질소산화물 배출허용기준 설정</li> </ul>
경기	경기도 환경기본조례(2012.12.28)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 발전시설 질소산화물 배출허용기준 설정</li> </ul>
울산	울산광역시 환경기본조례(2011.12.15)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 액체연료를 사용하는 발전 및 일반보일러의 질소산화물과 황산화물, 먼지의 배출허용기준 설정</li> </ul>

출처: 한국환경정책·평가연구원, 2014 (재인용)

- 대기보전특별대책지역으로 지정된 울산·미포 및 온산 국가산업단지와 전라남도 여수시 여천 국가산업단지 및 확장단지는 환경부령으로 정해진 배출허용기준보다 엄격한 배출허용기준을 기존시설과 신규시설로 구분하여 차등규제하고 있으며, 환경부고시 제2009-93호로 “대기보전특별대책지역 지정 및 동지역내 대기오염 저감을 위한 종합대책”에 고시되어 있음
- 2016년 기준 국내 운영 중인 발전설비용량 100MW 이상의 11개 발전소를 대상으로 적용된 배출허용기준을 조사하여 [표 2-2~4]에 나타내었음.
- 석탄화력발전소 주요 대기오염물질인 NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> 및 먼지를 기준으로 영흥 화력발전소 3~6호기에 대해 가장 엄격한 배출허용기준이 적용되고 있음.
- 현재 충청남도에서는 도내 석탄화력발전소를 제어할 수 있는 어떠한 제도적 장치도 마련되어 있지 않는 관계로 일반 배출허용기준이 적용되고 있는 실정임.
- 국내산 무연탄을 사용하며 수명이 오래된 서천화력과 영동화력은 환경부령으로 상당히 완화된 배출허용기준이 적용되고 있음.

[표 2-2] 국내 11개 석탄화력발전소에 적용된 NO<sub>2</sub> 배출허용기준 현황

물질	발전소	배출허용기준			
		1996.6.30.이전설치		1996.7.1.이후설치	
		용량	법적기준	용량	법적기준
NO <sub>2</sub> (ppm)	태안화력	500MW 8기 (1~8호기)	140(6)이하	1,000MW 2기, 381.3MW 1기	70(6)이하
	당진화력	500MW 8기 (1~8호기)		1,000MW 2기	
	보령화력	500MW 6기 (1~6호기)		500MW 2기 (7~8호기), 1,000MW 2기	
	서천화력	200MW 2기	280(6)이하		
	삼천포화력	560MW 4기 (1~4호기)	140(6)이하	500MW 2기 (5~6호기)	70(6)이하
	동해화력	200MW 2기	140(6)이하		
	영동화력	125MW 1기 200MW 1기	320(6)이하		
	영흥화력			800MW 2기 (1~2호기)	55(6)이하
				870MW 4기 (3~6호기)	15(6)이하
	여수화력			328.6MW 1기 340MW 1기	80(5)이하
	하동화력			500MW 8기 (1~8호기)	70(6)이하
	호남화력	250MW 2기	140(6)이하		

\*2015년 기준 운영중인 100MW 이상 발전소 대상

\*배출허용기준 란의 ( )는 표준산소농도(O<sub>2</sub>의 백분율)를 말함[표 2-3] 국내 11개 석탄화력발전소에 적용된 SO<sub>2</sub> 배출허용기준 현황

물질	발전소	배출허용기준			
		1996.6.30.이전설치		2014.12.31.이전설치	
		용량	법적기준	용량	법적기준
SO <sub>2</sub> (ppm)	태안화력	500MW 8기 (1~8호기)	100(6)이하	1,000MW 2기 381.3MW 1기	70(6)이하
	당진화력	500MW 8기 (1~8호기)		1,000MW 2기	
	보령화력	500MW 6기 (1~6호기)		500MW 2기 (7~8호기) 1,000MW 2기	
	서천화력	200MW 2기	280(6)이하		
	삼천포화력	560MW 4기 (1~4호기)	70(6)이하		
		500MW 2기 (5~6호기)	140(6)이하		
	동해화력	200MW 2기	100(6)이하		
	영동화력	125MW 1기 200MW 1기			
	영흥화력			800MW 2기 (1~2호기)	45(6)이하
				870MW 4기 (3~6호기)	25(6)이하
	여수화력			328.6MW 1기 340MW 1기	50(6)이하
	하동화력			500MW 8기 (1~8호기)	70(6)이하
	호남화력	250MW 2기	100(6)이하		

\*2015년 기준 운영중인 100MW 이상 발전소 대상

\*배출허용기준 란의 ( )는 표준산소농도(O<sub>2</sub>의 백분율)를 말함

[표 2-4] 국내 11개 석탄화력발전소에 적용된 먼지 배출허용기준 현황

물질	발전소	배출허용기준			
		2001.6.30.이전설치		2001.7.1.이후설치	
		용량	법적기준	용량	법적기준
먼지 mg/S.m <sup>3</sup>	태안화력	500MW 8기 (1~8호기)	25(6)이하	1,000MW 2기, 381.3MW 1기	20(6)이하
	당진화력	500MW 8기 (1~8호기)		1,000MW 2기	
	보령화력	500MW 6기 (1~6호기)		500MW 2기 (7~8호기), 1,000MW 2기	
	서천화력	200MW 2기			
	삼천포화력	560MW 6기 (1~6호기)			
	동해화력	200MW 2기			
	영동화력	125MW 1기 200MW 1기			
	영흥화력			800MW 2기 (1~2호기)	20(6)이하
				870MW 4기 (3~6호기)	5(6)이하
	여수화력			328.6MW 1기 340MW 1기	10(6)이하
	하동화력	500MW 5기 (1~5호기)	25(6)이하	500MW 3기 (6~8호기)	20(6)이하
	호남화력	250MW 2기			

\*2015년 기준 운영중인 100MW 이상 발전소 대상

\*배출허용기준 란의 ( )는 표준산소농도(O<sub>2</sub>의 백분율)를 말함

#### 4. 국외 배출허용기준과 조사

- 미국의 경우 배출허용기준을 적용함에 크게 2단계로 구분 할 수 있으며, 규제종류를 세분화하고 방지시설의 적용수준을 차등화하고 있음.
- 1단계에서는 배출시설을 신규시설과 기존운영시설로 구분하고, 2단계에서는 해당지역의 국가대기환경기준(National Ambient Air Quality Standard, NAAQS) 달성도를 판단하여 차등규제를 실시하고 있음.
- 규제종류로는 신규배출허용기준(New Source Review permits, NSR Permits)과 운영허가(operating permits)로 구분됨.
- 신규시설 해당지역 중 대기환경기준을 달성하는 지역과 판단이 어려운 지역에 대해서는 오염우심예방허용기준(permit Prevention of Significant Deterioration, PSD permits)을 적용하고 미달성지역 및 오존특별대책지역에 대해서는 미달성배출허용기준(Non-Attainment Area, NAA permits)을 적용하고 있음.
- 방지시설로는 앞서 설정된 지역에 따라 달리 적용하고 있는데, PSD permits 지역에는 최고수준의 방지시설(Best Available Control Technology, BACT)을 적용하여 추가적인 오염 악화를 방지하고 있으며, NAA permits 지역에서는 실제 적용된 가장 엄격한 수준의 방지시설(Lowest Achievable Emission Rate, LAER)을 적용하고, 기존운영시설 지역에서는 NAAQS 달성을 위한 합당한 수준의 방지시설(Reasonably Available Control Technology, RACT)를 적용하고 있음.
- 위의 내용을 정리하면 [표 2-2] 같이 나타낼 수 있음.



[표 2-5] 미국의 배출허용기준 적용기준

시설 설치시기	기준달성여부 지역구분	규제 종류		방지사설 적용수준	기준설정방법
신규시설 혹은 시설변경시	·대기환경기준 달성 지역 ·대기환경기준 달성 여부 판단이 어려운 지역	NSR Permits	PSD Permits	BACT	개별시설별 협의, 승인
	·대기환경기준 미달 성지역 ·오존 특별대책지역 (Ozone Transport Region)		NAA Permits	LAER	개별시설별 협의, 승인
기존시설	·모든 지역	Operating Permit		RACT	개별시설별 협의 혹은 연방 및 주정부가 미리 정해놓은 일률적인 기준 적용

출처: 경기연구원, 2001

- 유럽연합(EU)에서는 유럽회의(The European Parliament and of the Council, EC)를 통해 각종 규제와 가이드라인을 설정하고 있으며 가입국을 규제하고 있음.
- 배출규제 구조는 [표 2-5]와 같이 나눌 수 있으며 기준을 설정함에 대기오염 저감을 위해 적절한 예방책을 수립하도록 하고 적용 가능한 범위 내에서 최상의 저감기술(Best Available Technology, BAT)를 적용하도록 하고 있음(국립환경과학원, 2010)

[표 2-6] EC 대기오염 관련 지침 구분

구분		지침(Directive)
국가별 배출 한도(Ceiling)		Directive 2001/81/EC, 2002/3/EC
IPCC 통합오염 저감		Directive 96/61/EC → 2008/1/EC
고정오염원 배출 저감	대용량 연소시설(발전)	Directive 2001/80/EC
	폐기물 소각시설	Directive 2000/76/EC
	VOCs(Srage I )	Directive 94/63/EC, 99/13/EC
	액체연료 황산화물	Directive 99/32/EC

출처: 국립환경과학원, 2010

- 특히 50MW급 이상의 발전시설에 대해서 유럽연합(EU)내에서 황산화물 배출량의 60%, 질소산화물 배출량의 20%를 차지하고 있다고 판단하여 발전소의 설치 및 인허가 시기에 분진, 황산화물, 질소산화물의 배출허용기준을 엄격히 정하고 있음.

제 3 장

## 충청남도 대기환경 현황 분석

1. 대기질 현황 분석
2. 대기환경기준 초과율 조사
3. 배출량 현황 분석
4. 석탄화력발전소 대기질 기여도 분석

## 제3장

## 충청남도 대기환경 현황 분석



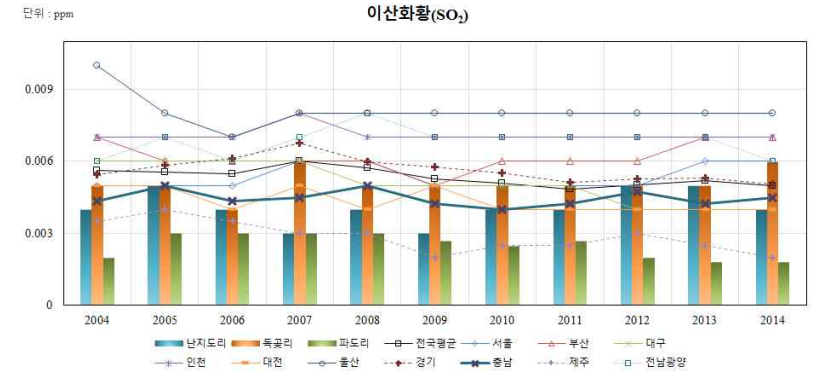
## 1. 대기질 현황 분석

○ 대기질 현황 분석은 충남서해안기후환경연구소 정책지원과제 ‘충청남도 지역 대기환경기준 설정 기초연구(2016-13)’ 내의 대기질 현황 검토를 참조하고, 화력발전소 주변지역(반경 20km)에 위치한 파도리, 난지도리, 독곶리 3지점을 추가하여 재분석함.

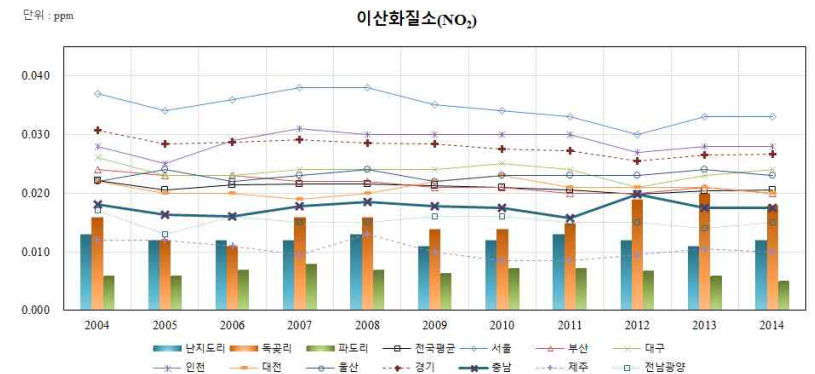
1.1 이산화황(SO<sub>2</sub>)

○ 최근 11년 간(2004년~2014년), 울산광역시의 이산화황 농도가 가장 높게 나타나며, 제주특별자치도에서 가장 낮은 것으로 나타남.

○ 충청남도의 이산화황 농도는 전국 평균에 약간 못 미치는 정도이며, 화력발전소 주변지역의 농도는 충남의 전체 평균농도보다 높게 나타남.

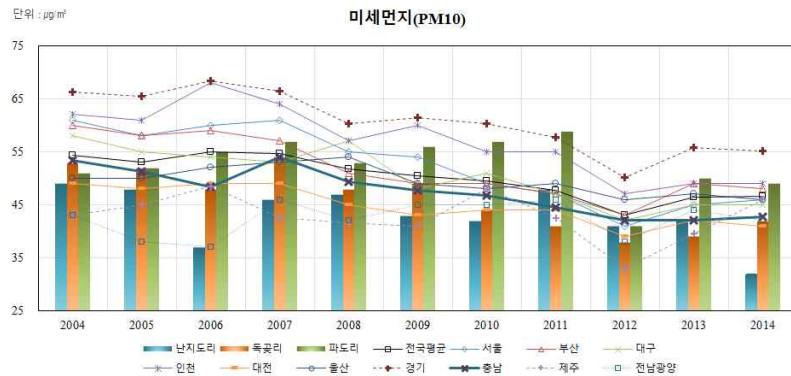
[그림 3-1] 광역지자체(선) 및 화력발전소 주변지역(막대) SO<sub>2</sub> 농도변화1.2 이산화질소(NO<sub>2</sub>)

○ 최근 11년 간(2004년~2014년), 이산화질소의 농도는 서울특별시에서 가장 높고, 제주특별자치도에서 가장 낮았으며, 지역 간 편차가 큰 것이 특징임.

[그림 3-2] 광역지자체(선) 및 화력발전소 주변지역(막대) NO<sub>2</sub> 농도변화

### 1.3 미세먼지(PM10)

- 최근 11년 간(2004년~2014년), 미세먼지(PM10)의 농도는 경기도에서 가장 높게 나타나고, 2004년에서 2006년까지는 전남 광양, 2010년을 제외하고 2007년부터 2014년까지는 제주특별자치도에서 가장 낮은 것으로 나타났으며, 지역 간 편차가 적은 것이 특징임.
- 충남의 미세먼지(PM10) 농도는 전국 평균에 약간 못 미치는 정도이며, 화력발전소 주변지역의 농도는 충남의 평균보다 다소 높게 나타나고, 지역 간 편차가 적은 것이 특징임.
- 화력발전소 주변의 미세먼지(PM10)농도는 전반적으로 충남의 평균보다 높게 나타났으며, 특히 파도리 지점에서는 상대적으로 높은 농도를 나타냄.



[그림 3-3] 광역지자체(선) 및 화력발전소 주변지역(막대) PM10 농도변화



## 2. 대기환경기준 초과율 조사

- 국가 대기환경기준 대비 지자체(지역)별 환경기준초과율(=초과측정소수/총 유효측정소수)을 검토하여 오염물질별 배출허용기준 강화를 위한 참고자료로 활용하고자 함.

### 2.1 이산화황(SO<sub>2</sub>)

- 이산화황의 2014년 시·도별 환경기준초과 측정소 현황을 보면, 1시간 측정값의 기준초과 측정소 비율이 가장 높은 지역은 울산광역시(7.1%)이며, 울산광역시와 경기도(1.4%)를 제외하고 모든 시·도에서 환경기준을 만족함.

- 24시간 측정값과 연평균 측정값의 경우 모든 시·도에서 환경기준을 만족하고 있음.

※ 울산광역시와 경기도를 제외한 모든 시·도에서 환경기준을 만족하여 환경기준초과 측정소가 없는 지역이 대부분이기 때문에 그래프는 생략하였음.

### 2.2 이산화질소(NO<sub>2</sub>)

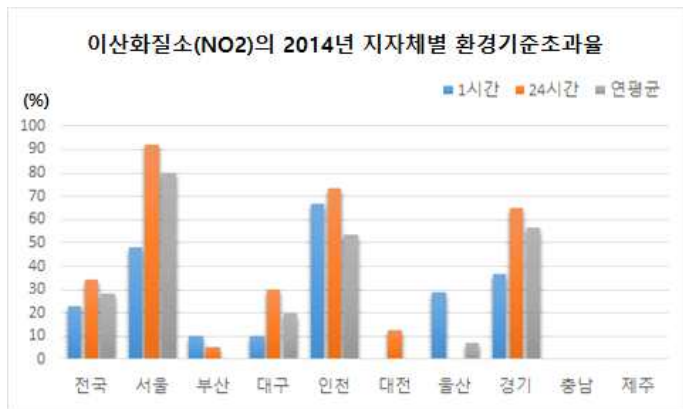
- 이산화질소의 2014년 시·도별 환경기준초과 측정소 현황을 보면, 1시간 측정값의 기준초과 측정소 비율이 전국 평균보다 높은 지역은 서울특별시, 인천광역시, 울산광역시, 경기도이며, 이 중 가장 높은 지역은 인천광역시로 66.7%임.

- 충남과 대전광역시, 제주특별자치도는 환경기준을 만족하여 0%로 1시간 측정값의 기준초과 측정소 비율이 가장 낮게 나타남.

- 24시간 측정값의 기준초과 측정소 비율이 전국 평균보다 높은 지역은 서울

특별시, 인천광역시, 경기도이며, 이 중 가장 높은 지역은 서울특별시로 92.0%임.

- 충남과 울산광역시, 제주특별자치도는 환경기준을 만족하여 0%로 1시간 측정값의 기준초과 측정소 비율이 가장 낮게 나타남.
- 연평균 측정값 또한 기준초과 측정소 비율이 전국 평균보다 높은 지역이 서울특별시, 인천광역시, 경기도이며, 이 중 가장 높은 지역은 서울특별시로 92.0%임.
- 충남과 부산광역시, 대전광역시, 제주특별자치도는 환경기준을 만족하여 0%로 1시간 측정값의 기준초과 측정소 비율이 가장 낮게 나타남.



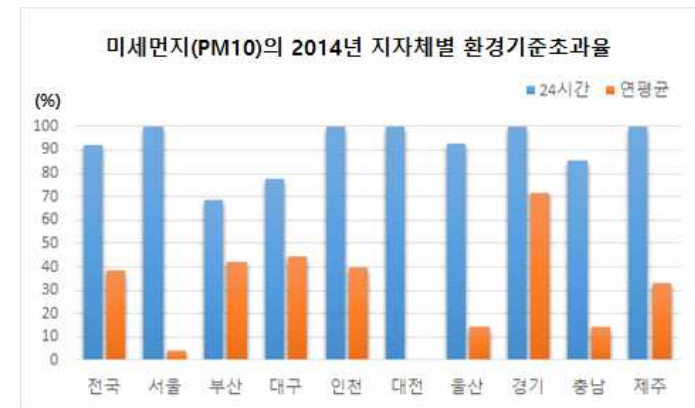
[그림 3-4] 2014년 광역지자체별 환경기준초과율(NO<sub>2</sub>)

## 2.3 미세먼지(PM10)

- 미세먼지(PM10)의 2014년 사·도별 환경기준초과 측정소 현황을 보면, 24시간 측정값의 기준초과 측정소 비율이 부산광역시, 대구광역시, 충남을 제

외한 모든 사·도에서 전국 평균(91.8%)보다 높은 비율을 나타냄.

- 이 중 서울특별시, 인천광역시, 대전광역시, 경기도는 환경기준을 모두 만족하지 못하여 기준초과 측정소 비율이 100%로 가장 높은 지역이고, 환경기준초과 측정소 비율이 가장 낮은 지역은 부산광역시로 68.4%를 나타냄.
- 연평균 측정값의 기준초과 측정소 비율이 전국 평균보다 높은 지역은 부산광역시, 대구광역시, 인천광역시, 경기도이며, 이 중 가장 높은 지역은 경기도로 71.8%인 반면, 대전광역시는 환경기준을 만족하여 0%로 연평균 측정값의 기준초과 측정소 비율이 가장 낮게 나타남.



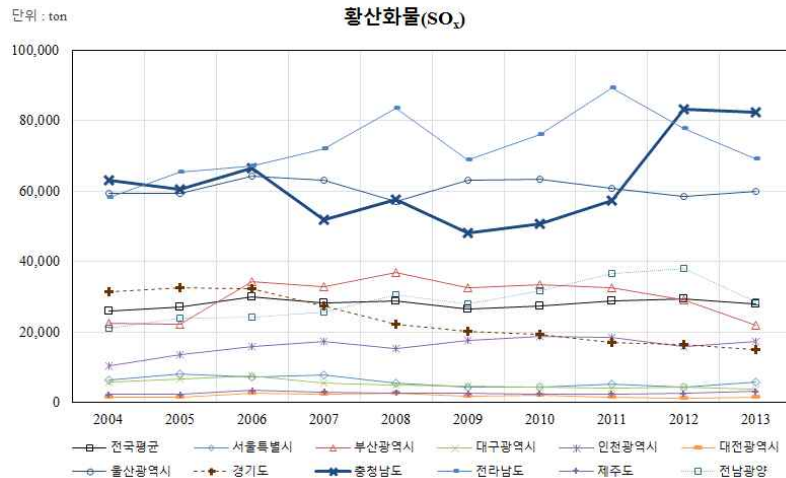
[그림 3-5] 2014년 광역지자체별 환경기준초과율(PM10)



### 3. 배출량 현황 분석

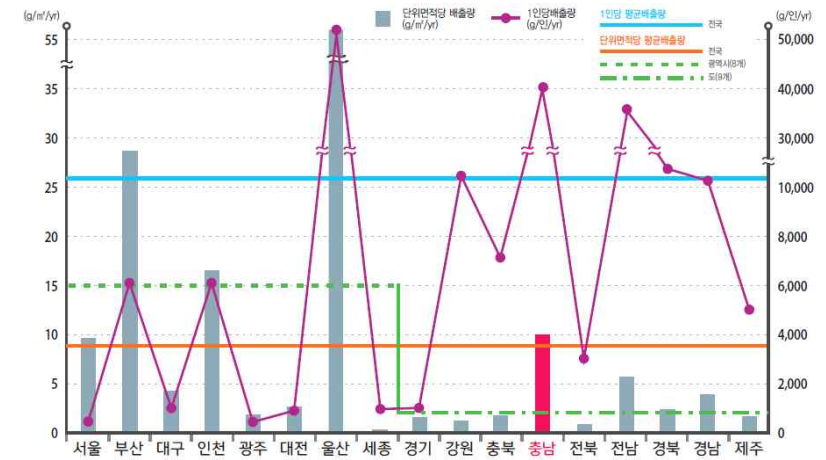
#### 3.1 황산화물(SO<sub>x</sub>)

- 2004년~2013년 간 광역지자체별 황산화물의 배출총량을 살펴보면[그림 3-6], 배출량이 전국 평균에 비해 월등히 높은 광역지자체는 전라남도, 울산광역시, 충청남도로 전국 평균보다 월등히 높음.
- 세 광역지자체 중 대체로 전라남도, 울산광역시, 충청남도 순으로 높은 배출량을 보였으나, 2012년부터는 충청남도가 두 광역시보다도 높은 배출량을 보이며 전국에서 가장 높은 수치를 기록함.



[그림 3-6] 광역지자체별 황산화물(SO<sub>x</sub>) 배출량(2004~2013)

- 2013년 우리나라 광역지자체별 단위면적당 황산화물 배출량을 살펴보면[그림 3-7], 9개 도 평균 배출량보다 높은 배출량을 보인 지자체는 충청남도, 전라남도, 경상북도, 경상남도이며, 네 지자체 중에서는 충청남도의 황산화물 배출량이 가장 높고, 이는 9개 도 평균 배출량의 3배 이상의 수치를 기록함.
- 단위면적당 황산화물 배출량이 전국 평균 이상인 광역지자체는 서울특별시, 부산광역시, 인천광역시, 울산광역시, 충청남도 등 다섯 지역이며, 광역시가 아닌 지자체는 충청남도가 유일함.
- 2013년 우리나라 광역지자체별 1인당 황산화물 배출량을 살펴보면, 전국 평균 배출량보다 월등히 높은 배출량을 보인 광역지자체는 울산광역시, 충청남도, 전라남도이며, 세 광역지자체 중에서는 울산광역시의 황산화물 배출량이 가장 높고, 이는 전국 평균 배출량의 4배 이상의 수치를 기록함.

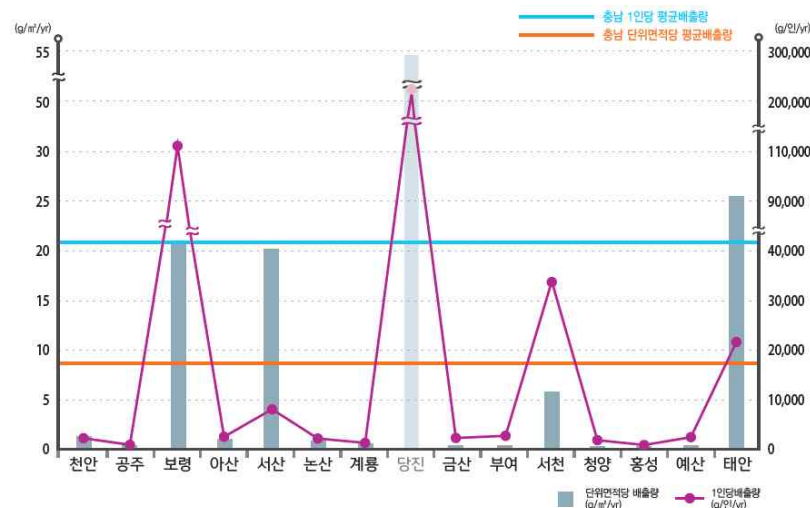


[그림 3-7] 광역지자체별 면적/인구 대비 황산화물(SO<sub>x</sub>) 배출량(2013)

○ 2013년 충청남도 시군별 단위면적당 황산화물 배출량을 살펴보면[그림 3-8], 충청남도 평균 배출량보다 높은 배출량을 보인 시군은 보령시, 서산시, 당진시, 태안군이며, 네 시군 중에서는 당진시의 황산화물 배출량이 가장 높고, 이는 충청남도 평균 배출량의 6배 이상의 수치를 기록함.

○ 2013년 충청남도 시군별 1인당 황산화물 배출량을 살펴보면[그림 3-9], 충청남도 평균 배출량보다 월등히 높은 배출량을 보인 시군은 보령시와 당진시이며, 두 시군 중에서는 당진시의 황산화물 배출량이 가장 높고, 이는 충청남도 평균 배출량의 5배 이상의 수치를 기록함.

○ 충청남도에서 단위면적당 황산화물 배출량은 당진시, 태안군, 보령시, 서산시, 서천군 순으로 높고, 1인당 배출량은 당진시, 보령시, 서천군, 태안군 순으로 높아 대체로 화력발전소 소재 시군이 다른 시군에 비해 월등히 높은 배출량을 보임.

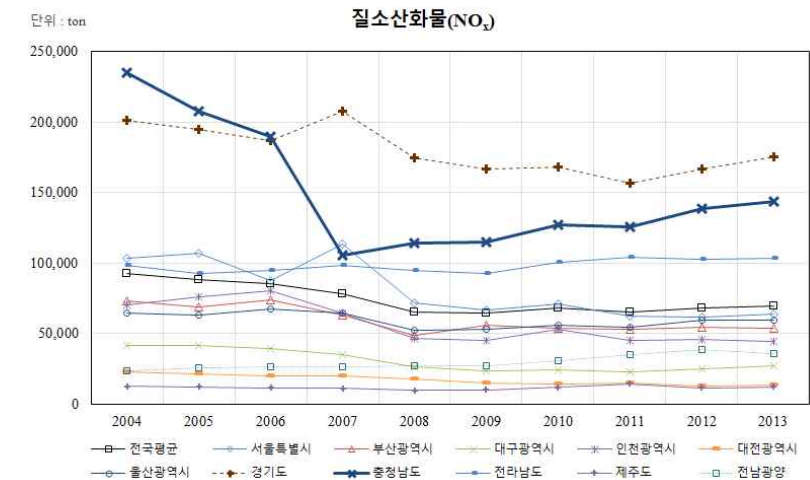


[그림 3-8] 충청남도 시군별 면적/인구 대비 황산화물(SO<sub>x</sub>) 배출량(2013)

### 3.2 질소산화물(NO<sub>x</sub>)

○ 2004년~2013년 간 광역지자체별 질소산화물 배출총량을 살펴보면[그림 3-9], 질소산화물의 배출량이 전국 평균에 비해 월등히 높은 광역지자체는 경기도와 충청남도이며, 서울특별시 및 전라남도의 몇 해를 제외한 다른 광역지자체의 배출량은 2004년~2013년 간 10만 톤 이하를 나타내지만, 경기도와 충청남도만 매 해 10만 톤 이상의 배출량을 기록함.

○ 2004년~2013년 간, 경기도의 질소산화물 배출량은 미미하게라도 감소하는 추세이나, 충청남도는 2007년 이후 계속 증가하는 경향을 보임.

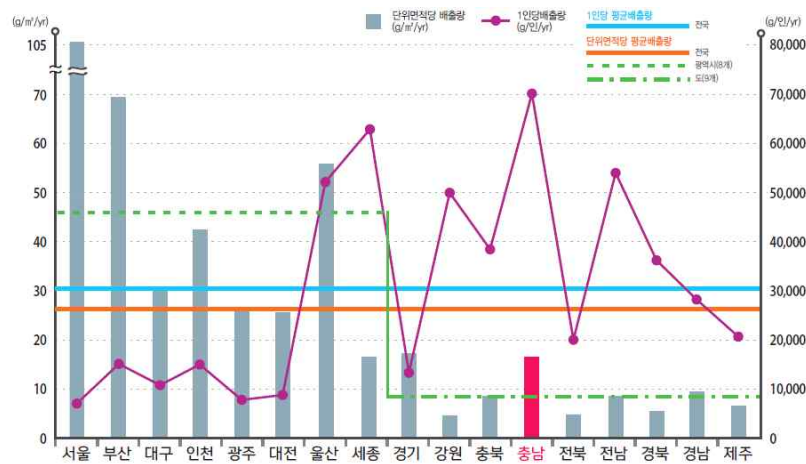


[그림 3-9] 광역지자체별 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 배출량(2004~2013)

○ 2013년 우리나라 광역지자체별 단위면적당 질소산화물 배출량을 살펴보면 [그림 3-10], 9개 도 평균 배출량보다 높은 배출량을 보인 지자체는 경기도, 충청남도, 경상남도이며, 세 지자체 중에서는 충청남도의 질소산화물 배출량이 가장 높고, 이는 9개 도 평균 배출량의 2배에 가까운 수치를 기록함.



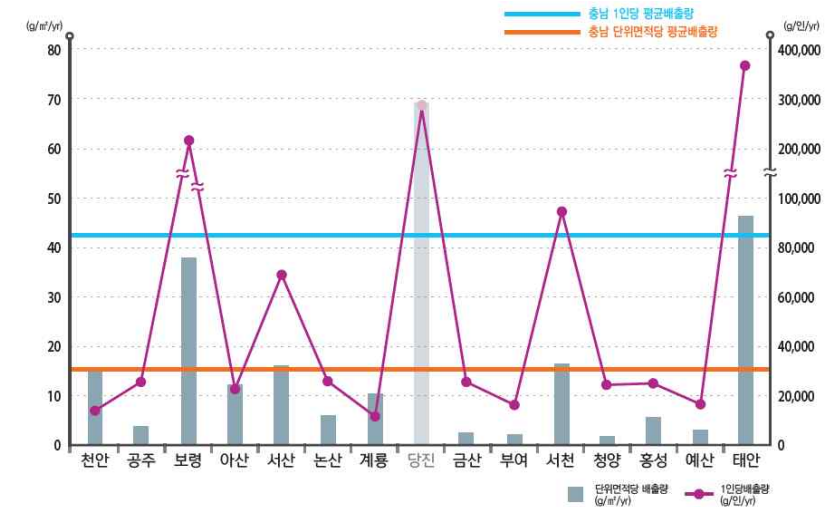
- 2013년 우리나라 광역지자체별 1인당 질소산화물 배출량을 살펴보면[그림 3-10], 전국 평균 배출량보다 높은 배출량을 보인 광역지자체는 울산광역시, 세종특별자치시, 강원도, 충청북도, 충청남도, 전라남도, 경상북도, 경상남도이며, 여덟 개의 광역지자체 중에서는 충청남도의 질소산화물 배출량이 가장 높고, 이는 전국 평균 배출량의 2배 이상의 수치를 기록함.



[그림 3-10] 광역지자체별 면적/인구 대비 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 배출량(2013)

- 2013년 충청남도 시군별 단위면적당 질소산화물 배출량을 살펴보면[그림 3-12], 충청남도 평균 배출량보다 높은 배출량을 보인 시군은 보령시, 당진시, 태안군이며, 세 시군 중에서는 당진시의 질소산화물 배출량이 가장 높고, 이는 충청남도 평균 배출량의 4배 이상의 수치를 기록함.
- 2013년 충청남도 시군별 1인당 질소산화물 배출량을 살펴보면[그림 3-12], 충청남도 평균 배출량보다 높은 배출량을 보인 시군은 보령시, 당진시, 서천군, 태안군이며, 네 시군 중에서는 태안군의 질소산화물 배출량이 가장 높고, 이는 충청남도 평균 배출량의 4배 이상의 수치를 기록함.

- 충청남도에서 단위면적당 질소산화물 배출량은 당진시, 태안군, 보령시, 서산시, 서천군 순으로 높고, 1인당 배출량은 태안군, 당진시, 보령시, 서천군 순으로 높아 대체로 화력발전소 소재 시군이 다른 시군에 비해 월등히 높은 배출량을 보임.

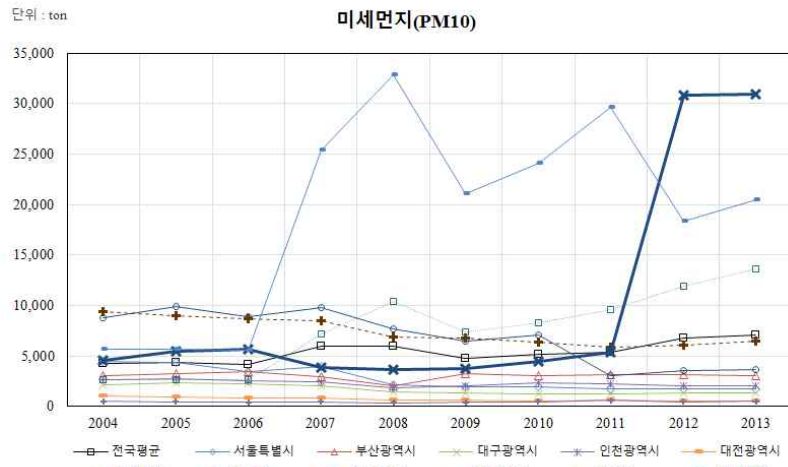


[그림 3-11] 충청남도 시군별 면적/인구 대비 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 배출량(2013)

### 3.3 미세먼지(PM<sub>10</sub>)

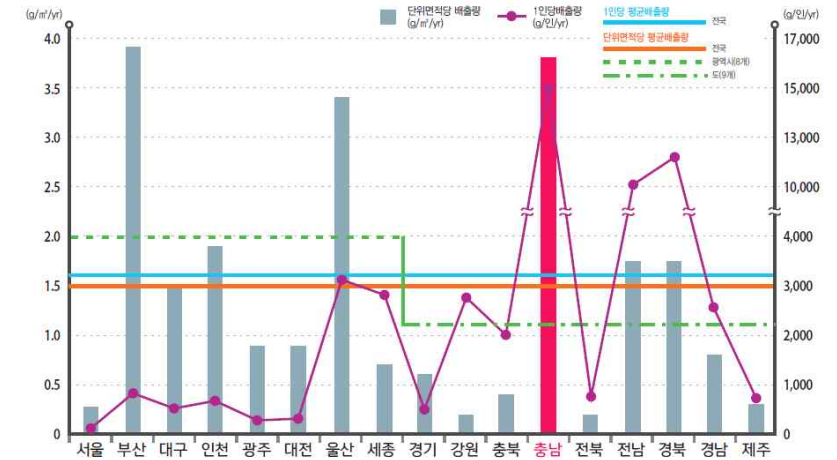
- 2004년~2013년 간 광역지자체별 미세먼지 배출총량을 살펴보면[그림 3-12], 미세먼지의 배출량이 전국 평균에 비해 월등히 높은 광역지자체는 뚜렷하게 나타나지 않지만, 2012년 이후에는 충청남도에서 미세먼지의 배출량이 3만 톤 이상으로 전국에서 가장 높은 수치를 기록함.





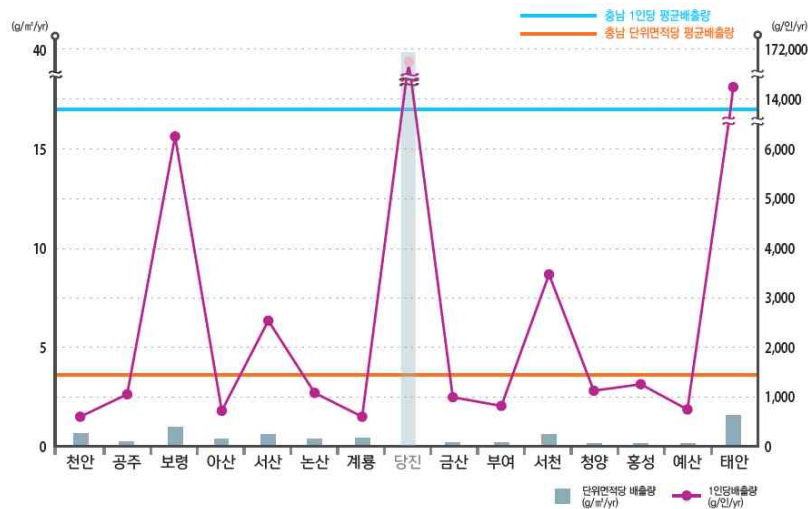
[그림 3-12] 광역지자체별 미세먼지(PM10) 배출량(2004~2013)

- 2013년 우리나라 광역지자체별 단위면적당 미세먼지 배출량을 살펴보면[그림 3-13], 9개 도 평균 배출량보다 높은 배출량을 보인 지자체는 충청남도, 전라남도, 경상북도이며, 세 지자체 중에서는 충청남도의 미세먼지 배출량이 가장 높고, 이는 9개 도 평균 배출량의 3배 이상의 수치를 기록함.
- 특히, 단위면적당 미세먼지 배출량이 전국 평균을 초과한 광역지자체는 부산광역시, 인천광역시, 울산광역시, 충청남도, 전라남도, 경상북도로 총 여섯 지역이며, 충청남도의 미세먼지 배출량은 전국에서 두 번째로 높고, 이는 전국 평균 배출량의 2배 이상의 수치임.
- 2013년 우리나라 광역지자체별 1인당 미세먼지 배출량을 살펴보면, 전국 평균 배출량보다 월등히 높은 배출량을 보인 광역지자체는 충청남도, 전라남도, 경상북도이며, 세 광역지자체 중에서는 충청남도의 미세먼지 배출량이 가장 높고, 이는 전국 평균 배출량의 4배 이상의 수치를 기록함.



[그림 3-13] 광역지자체별 면적/인구 대비 미세먼지(PM10) 배출량(2013)

- 2013년 충청남도 시군별 단위면적당 미세먼지 배출량을 살펴보면[그림 3-14], 충청남도 평균 배출량보다 높은 배출량을 보인 시군은 당진시이며, 이는 충청남도 평균 배출량의 11배 이상의 수치를 기록함.
- 2013년 충청남도 시군별 1인당 미세먼지 배출량을 살펴보면[그림 3-14], 충청남도 평균 배출량보다 월등히 높은 배출량을 보인 시군은 당진시와 태안군이며, 두 시군 중에서는 당진시의 미세먼지 배출량이 가장 높고, 이는 충청남도 평균 배출량의 11배 이상의 수치를 기록함.
- 충청남도에서 단위면적당 미세먼지 배출량은 당진시, 태안군, 보령시 순으로 높고, 1인당 배출량은 당진시, 태안군, 보령시, 서천군 순으로 높아 대체로 화력발전소 소재 시군이 다른 시군에 비해 높은 배출량을 보임.



[그림 3-14] 충청남도 시군별 면적/인구 대비 미세먼지(PM10) 배출량(2013)



#### 4. 석탄화력발전소 대기질 기여도 분석

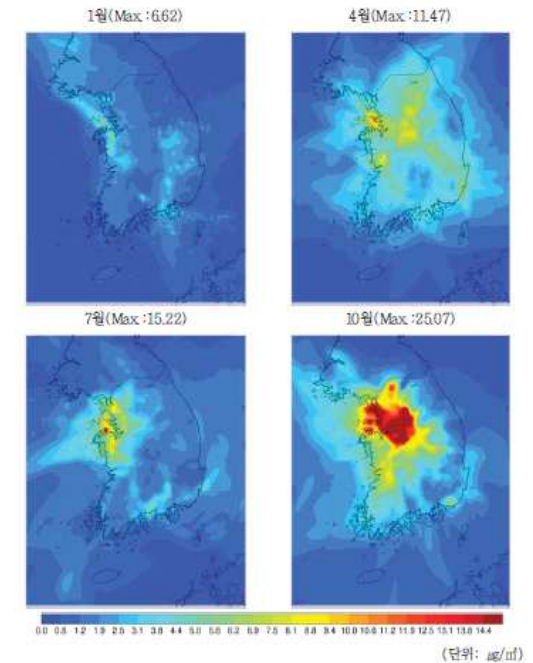
○ 앞서 대기질 현황 분석과 배출량 현황 분석에서 살펴본바와 같이, 충청남도에 소재한 석탄화력발전소는 지역의 대기질 및 배출량에 큰 부분을 차지하면서 지대한 영향을 주고 있는 것으로 확인되어, 대기질 기여도를 판단할 수 있는 관련연구를 분석하였음.

○ 먼저, 충청남도 내 운영중인 석탄화력발전소의 2015년 기준 배출총량을 산정하여 [표 3-1]에 나타내었음.

[표 3-1] 2015년 기준 도내 석탄화력발전소 배출량

발전소명	발전용량	'15년 대기오염물질 배출량		
계	32기 (18,400MW)	94,066.63톤	SO2 NO2 먼지	34,379(36.6%) 57,601.83(61.3%) 2,085.8(2.2%)
태안화력	500MW 8기 1,000MW 2기(시운전중)	35,321.63 (37.6%)	SO2 NO2 먼지	13,085.66(38.1%) 21,327.85(37%) 908.12(43.5%)
당진화력	500MW 8기 1,000MW 2기(신당진) ※ 신당진 시운전중	22,876.6 (24.3%)	SO2 NO2 먼지	7,016.15(20.4%) 15,316.17(26.6%) 544.28(26.1%)
보령화력	500MW 8기 1,000MW 2기(신보령) ※ 신보령 시운전중	31,915.63 (33.9%)	SO2 NO2 먼지	13,251.9(38.6%) 18,082.94(31.4%) 580.79(27.8%)
서천화력	200MW 2기	3,952.88 (4.2%)	SO2 NO2 먼지	1,025.32(3%) 2,874.87(5%) 52.69(2.6%)

- 국립환경과학원(2012)의 연구에 따르면, 국내 화력발전소 전체 질소산화물 배출량의 66%, 황산화물 배출량의 56%, 미세먼지(PM10) 배출량의 63%에 해당하는 상당한 부분이 충청남도 지역에서 배출되고 있음.
- 계절별 대표월을 1월, 4월, 7월, 10월로 각각 선정하여 대기질을 분석한 결과, 운영 중인 화력발전소 배출량으로 인한 24시간 평균 PM10 최대 기여농도는 가을철인 10월에 다른 계절 대비 상대적으로 높으며, 최대  $25.07 \mu\text{m}/\text{m}^3$ 로 나타남(한국환경정책·평가연구원, 2015).
- 24시간 평균 PM10의 최대 기여농도가 나타난 10월의 경우를 살펴보면, 화력발전소가 상대적으로 많이 위치한 충남 지역 배출량의 영향으로 충청남도 및 수도권의 미세먼지 고농도 현상을 초래하였음.
- 현재, 한국환경정책·평가연구원(KEI)의 ‘환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영(2015)’의 기여농도 분석에서는 미세먼지(PM10, PM2.5)와 오존( $\text{O}_3$ )만 분석하였으므로, 황산화물과 질소산화물에 대한 추가 분석이 필요하며 배출량 제한에 따른 대기환경 영향분석이 필요함.



[그림 3-15] 운영 중인 화력발전소의 24시간 평균 PM10 최대 기여농도  
출처: 한국환경정책·평가연구원(KEI), 2015

제 4 장

## 대기오염물질 배출허용기준(안)

1. 배출허용기준 항목 설정
2. 배출허용기준 제안

## 제4장

## 대기오염물질 배출허용기준(안)



## 1. 배출허용기준 항목 설정

- 본 연구에서는 충청남도 내에 운영 중인 석탄화력발전소의 배출허용기준(안)을 설정하고자 하였고 석탄화력발전소로부터 배출되는 다양한 오염물질에 대해 우선적으로 강화할 기준 항목을 설정할 필요가 있음.
- 참고로 Heal(2013)에 따르면 석탄화력발전소로부터 배출되는 주된 대기오염물질은 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM(PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) 외에도 VOCs와 중금속물질 등 다양하고 건강피해가 우려됨[표 4-1].
- 반면에 대기환경보전법에 따르면 연간 대기오염물질 배출 총량이 8만톤 이상인 1종 사업장에 대해서 굴뚝 자동측정기기를 의무적으로 부착하도록 규정하고 있으며 측정 항목은 질소산화물, 황산화물, 먼지로 제한됨.
- 즉, 충청남도 내에 운영 중인 석탄화력발전소의 배출허용기준을 설정함에 현재 굴뚝 자동측정기기에서 측정 중인 질소산화물, 황산화물, 먼지 3항목을 1차적으로 설정하고 향후에 추가적인 실측조사와 영향평가연구를 통해 2차적으로 휘발성유기화합물 및 중금속을 포함한 추가항목을 설정할 것을 제안함.

[표 4-1] 석탄 연소로 인한 배출 오염물질과 건강 영향

오염물질	관련 건강 피해
<b>High Volume hazardous air pollutants</b>	
Sulphur dioxide(SO <sub>2</sub> )	호흡기곤, 폐기능, 천식의 악화와 만성 기관지염에 영향을 끼칠 수 있음; 눈 자극; 심장병 악화; 허혈성 뇌졸중 위험
Nitrous oxides(NO <sub>2</sub> )	천식발달 및 악화, 만성폐쇄성 폐질환; 심부정맥, 허혈성 뇌졸중 VOCs의 햇빛과의 반응으로 인한 O <sub>3</sub> 생성
Particular matter; PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub>	호흡기관: 천식발달 및 악화, 만성 폐쇄성 폐질환, 폐암 심혈관: 심부정맥, 급성 심근경색증, 울혈성심부전 신경기관: 허혈성 뇌졸중
Ammonia(NH <sub>3</sub> )	호흡기 자극, 피부 및 눈 화상, 2차입자 전구물질
Hydrogen Chloride and Fluoride(HCl, HF)	피부, 눈, 코, 목, 호흡경로의 급성 자극
<b>Non-Methane Volatile Organic Compounds(VOCs)</b>	
Aromatic hydrocarbons	피부, 눈, 코, 목 자극; 호흡곤란; 폐기증 장애; 시각자극의 지연반응; 장애 메모리; 위장 장애; 간과 신장에 영향; 신경기관 이상반응 벤젠은 강력한 발암물질
Aldehydes including formaldehyde	발암의심물질; 눈, 코, 목 자극; 호흡기관 증상
<b>Heavy metals</b>	
Mercury, in food as Methylmercury	뇌, 신경기관, 신장 및 간 손상
Lead(Pb)	어린이 신경기관 손상; 배움, 기억 및 행동 이상반응; 산소상 의식물질; 심혈관질환, 빈혈증 원인
Antimony(Sb), Arsenic(As), Beryllium(Be), Cadmium(Cd), Chromium(Cr), Nickel(Ni), Selenium(Se), Manganese(Mn)	발암물질; 신경, 심혈관, 피부, 호흡 및 면역체계 이상반응 국제암연구기관은 arsenic과 그 화합물을 발암물질 제1그룹으로 지정

출처: 한국환경정책·평가연구원, 2014 (재인용)



## 2. 배출허용기준 제안

- 일반적으로 배출허용기준은 대기환경기준 달성 정도, 방지시설 기술 및 시설별 배출현황과 선진국의 배출허용기준 수준 등을 종합적으로 고려하여 설정함.
- 하지만 현재 도내 석탄화력발전소 영향 분석을 위한 대기질 측정자료의 지점수가 턱없이 부족하며, 방지시설을 갖추기 위한 재원의 조달방법 및 전력수급을 고려한 설치시기 등에 대한 충분한 검토가 이루어져야 하므로 본 연구에서는 이러한 실정을 감안하여 단계적인 배출량 감축방안을 제시함[표 4-1].

[표 4-2] 단계별 충청남도 대기오염물질 배출허용기준 설정 제안

구분	1단계	2단계	3단계
기준안	국가 배출허용기준의 50% 적용	영향화력 수준의 배출허용기준 적용	2단계 수준 유지 및 대기보전특별대책구역 설정을 통한 배출허용총량제 실시
기준물질	질소산화물, 황산화물, 먼지	질소산화물, 황산화물, 먼지	기준물질 및 VOCs, 중금속물질 추가
적용시설	도내 석탄화력발전소	도내 석탄화력발전소	석탄화력발전소 및 관리권역 지정
적용시기	2018년 1월 1일	2020년 1월 1일	2022년 1월 1일

- 대기환경보전법 시행규칙(별표8)에서는 고체연료사용 발전시설 중 설비용량

100MW 이상에 대해 설치년도를 기준으로 배출허용기준을 설정하고 있으므로 본 연구에서도 각 시설에 대해 단계별 구체적인 강화기준 설정하여 [표 4-3]에 나타냄.

[표 4-3] 충청남도 대기오염물질 배출허용기준(안)

오염물질	석탄화력발전소 구분	법적기준	강화기준(안)	
			1차	2차
황산화물 (SO <sub>2</sub> , ppm)	기존시설 (1996.6.30.이전설치)	100(6)	50(6)	25(6)
	기존시설 (2014.12.31.이전설치)	80(6)	40(6)	25(6)
	신규시설	50(6)	25(6)	25(6)
질소산화물 (NO <sub>2</sub> , ppm)	기존시설 (1996.6.30.이전설치)	140(6)	70(6)	15(6)
	기존시설 (1996.7.1.이후설치)	70(6)	35(6)	15(6)
	신규시설	50(6)	15(6)	15(6)
먼지 (mg/Sm <sup>3</sup> )	기존시설 (2001.6.30.이전설치)	25(6)	15(6)	5(6)
	기존시설 (2001.7.1.이후설치)	20(6)	10(6)	5(6)
	신규시설	10(6)	5(6)	5(6)

\*배출허용기준 란의 ( )는 표준산소농도(O<sub>2</sub>의 백분율)를 말함

제 5 장

## 결론 및 정책제언

1. 결론
2. 정책제언

## 제5장

## 결론 및 제언



## 1. 결론

- 최근 사회적 문제로 대두된 미세먼지의 원인으로 우리도의 석탄화력발전소가 지목되면서 도차원에서 강력한 배출 저감 정책을 구현하려고 노력하고 있음.
- 현재 국내의 배출허용기준은 농도 중심의 배출허용기준을 적용하고 있으며, 수도권외의 경우 특별히 총량규제를 병행하고 비수도권에 비해 최고수준의 배출 저감시설의 도입을 통해 매우 엄격한 배출허용기준을 적용하고 있음.
- 충청남도 내에 운영 중인 석탄화력발전소의 배출허용기준은 대기환경보전법에 의거한 일반적인 배출허용기준을 적용받고 있으며, 특히 서천화력의 경우 상당히 완화된 예외적인 배출허용기준을 적용받고 있음.
- 국외의 경우 배출 저감을 위해 대기환경기준 달성도 여부에 따라 배출저감 시설 수준을 반영하여 체계적인 절차와 방법에 따라 배출허용기준을 엄격하게 설정하여 관리하고 있음.
- 지난 11년간의 대기질 측정자료를 이용하여 충청남도의 대기질 현황을 분석한 결과, 미세먼지(PM10)는 지속적인 증가추세를 보이고 있으며, 석탄화력발전소 주변지역에서의 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM10 농도는 충청남도 평균보다 높게 나타남.

- 2014년 9개 지자체(지역)의 환경기준 초과율을 조사한 결과 미세먼지(PM10)의 경우 대부분 지역에서 초과율이 높게 나타났으며, 충청남도도 80%이상(24시간 측정값)으로 나타남.
- 배출량의 경우 광역지자체별로 배출총량과 면적 및 인구 대비로 구분하여 분석한 결과, 충청남도는 SO<sub>2</sub>물질의 경우에 9개 도 평균 배출량의 3배 이상 높은 배출량 수치를 기록하였으며 도내에서는 석탄화력발전소가 위치한 당진시, 태안군, 보령시, 서산시, 서천군이 다른 시군에 비해 월등히 높은 배출량을 보임.
- 충청남도 내 운영 중인 석탄화력발전소 배출량은 국내 화력발전소 전체 질소산화물 배출량의 66%, 황산화물 배출량의 56%, 미세먼지(PM10) 배출량의 63%에 해당하며, 이로 인한 24시간 평균 PM10 최대 기여농도는 가을철인 10월이 다른 계절 대비 상대적으로 높음(최대 25.07 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ ).
- 따라서 충청남도 내에 운영 중인 석탄화력발전소의 배출허용기준을 엄격하게 설정할 필요가 있으며, 현재 굴뚝 자동측정기에서 측정 중인 질소산화물, 황산화물, 먼지 3항목에 대해 우선적으로 설정하고 향후 추가적인 영향조사를 통해 물질을 추가할 수 있음.
- 배출허용기준은 관련 이해당사자들이 참여하는 합리적인 절차와 방법에 의해 설정되어야 하나, 현재 수준에서는 충남도내 현황 분석을 위한 대기질 측정자료 부족과 방지시설 설치를 위한 재원 조달방법과 전력수급 등을 고려한 설치시기 등의 검토가 충분하지 않음으로 본 연구에서는 이러한 실정을 감안하여 3단계에 걸쳐 단계별 배출허용기준을 설정할 것을 제안함.





## 2. 정책제언

- 본 연구에서는 문헌연구에 기반하여 석탄화력발전소를 대상으로 주요 대기 오염물질(SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, 먼지)에 대한 배출허용기준(안)을 제안하여, 이론적 근거 및 이해당사자의 협의절차가 미비함으로 배출허용 기준 제정절차를 명확히 하고 이에 따라 명확한 근거와 협의 과정이 추가로 필요함
- 또한, 대기환경개선 및 기후변화 완화를 위한 온실가스 감축측면에서 배출허용 제한시설 및 물질에 대한 확대도 반드시 필요함.
- 즉, 충청남도에는 석탄화력발전소 이외에도 제철산업단지, 석유화학단지 등 대형 배출시설이 다수 입지하고 있고 대기오염물질의 다량 배출로 인한 주민피해가 심각한 상황이므로 추가적인 영향조사 연구를 통해 대기환경기준 강화와 함께 대기보전특별대책지역 및 대기관리지역 설정을 통한 종합적인 배출저감 방안의 마련이 필요함.
- 이에 앞서 언급하였듯이 일반적인 농도규제 방식만으로는 지역단위의 대기환경을 관리하는데 한계가 있으므로, 관리권역 설정을 통한 총량규제방식을 병행할 필요가 있음.
- 한편, 석탄화력발전소에서는 연소에 의한 배출 뿐 아니라 연료의 하역·저장·분쇄·회처리 단계에서도 비산먼지가 발생하고 있으나 이에 대한 영향과 규제에 대한 필요성이 있으므로 비산먼지 발생에 대한 정확한 배출량 산정과 주변지역에 대한 영향조사 등을 위한 체계적인 연구 수행을 통한 관리강화가 필요함.
- 더불어 가장 빈번한 주민 민원 사례인 악취물질에 대해서도 악취방지법을 근

거로 악취발생을 제한할 수 있음으로 악취물질에 대한 현황조사를 통해 관련 물질의 배출허용기준을 지자체 조례로 제정할 필요가 있음.

- 나아가서 제7차 전력수급계획에 따라 충남도내 석탄화력발전소의 추가 건설이 진행 또는 예정되어 있어 미세먼지를 포함한 대기오염물질 배출의 증가가 우려됨으로 주변지역 대기질에 미치는 영향을 정량적으로 평가할 수 감시와 대응체계 마련이 필요함.

참고문헌





## 참고문헌

- 감사원. 2016. 수도권 대기환경 개선사업 추진실태 감사보고서
- 국립환경과학원. 1994. 대기오염물질 배출량 허용기준을 위한 조사연구(Ⅱ) - SO<sub>x</sub> 및 NO<sub>x</sub> 배출시설 조사
- 국립환경과학원. 2010. 대기배출원 관리 선진화 방안 마련 연구
- 경기개발연구원. 2001. 경기도 지역배출허용기준 설정 방안
- 한국환경정책·평가연구원. 2014. 사업장 배출허용기준 강화가 환경기술 개발 및 배출량 저감에 미친 영향
- 한국환경정책·평가연구원. 2015. 환경평가 지원을 위한 지역 환경현황분석 시스템 구축 및 운영
- HEAL. 2013. The unpaid health bill
- OECD. 1999. Environmental requirements for industrial permitting case study on the iron and steel sector

연구책임		이상신 기후변화대응연구센터 책임연구원
연구참여		김동혁 기후변화대응연구센터 책임연구원 권지수 기후변화대응연구센터 연구원

정책지원과제(기후변화) 2016-14  
충청남도 대기오염물질 배출허용기준(안) 설정 연구

---

발행일 : 2016년 10월

발행인 : 충남연구원장

발행처 : 충남연구원 서해안기후환경연구소

(32258) 충청남도 홍성군 홍북면 홍예로 360

홈페이지 [www.cni.re.kr](http://www.cni.re.kr) / [www.shari.re.kr](http://www.shari.re.kr)

발간등록번호 : -

---