

[제2차 충남현장포럼]

충남 석탄화력발전소, 멈춤 신호가 필요하다

일 시 : 2016. 6. 30 (목) 13:00 ~ 17:30

장 소 : 당진화력발전소, 당진시청 해나루홀(3층)

주 최 : 당진시 · 충남연구원

주 관 : 당진시 · 충남연구원

프 로 그 램

시 간	소 요	내 용	비 고
15:00~15:15	15'	개회식 ○ 인사말	강현수 / 충남연구원장
15:15~15:30	15'	기조발제	김홍장 / 당진시장
15:30~16:10	40'	주제발표 ○ 주제발표1 ○ 주제발표2	김선태 / 대전대학교 교수 석광훈 / 에너지시민연대 정책위원
16:10~16:20	10'	휴식	
16:20~17:30	70'	토론	○ 좌장 강현수 / 충남연구원장 ○ 토론자 강광규 / 한국환경정책평가연구원 선임연구위원 김은경 / 충남기후에너지전략특위 에너지전환분과위원장 김정호 / 충청남도 에너지산업과장 명형남 / 충남연구원 책임연구원 여형범 / 충남연구원 책임연구원 유종준 / 당진환경운동연합 사무국장 이진수 / 충청남도 환경관리과장 정종한 / 한국동서발전 당진화력본부 차장 조성준 / 당진시 환경정책과장
17:30		폐회	

목 차

1. 기조발제 『당진 석탄화력발전소와 환경피해』

김 홍 장 / 당진시장

2. 주제발표1 『충남 석탄화력발전소에 의한 대기오염 실태』

김 선 태 / 대전대학교 환경공학과 교수

3. 주제발표2 『신기후체제와 석탄화력의 미래』

석 광 훈 / 에너지시민연대 정책위원

4. 토론문

기조발제

[충남 석탄화력발전소, 멈춤 신호가 필요하다]

『당진 석탄화력발전소와 환경피해』

김 홍 장

당진시장

당진 석탄화력발전소와 환경피해

안녕하십니까. 먼저 당진시를 찾아 주신 충남연구원 강현수 원장님과 토론에 참석해 주신 모든 분들께 깊은 감사와 환영의 인사를 드립니다. 또한, 오늘 충남의 석탄화력발전소 문제를 짚어보기 위해 갖는 현장포럼을 준비해 주신 오혜정 부장님을 비롯한 관계 하신 모든 분들께도 깊은 감사를 드리면서, 참으로 시의 적절한 포럼이라 생각합니다.

지금 여러분이 계신 이곳 당진은 도농복합도시의 특성을 갖는 만큼 생태자연환경이 수려한 도시입니다. ‘행복한 변화 살고 싶은 당진’을 방침으로 시민 모두가 행복한 도시 만들기에 노력하고 있습니다. 하지만 최근 이슈가 되고 있는 석탄화력발전소 문제로 인해 시민 모두가 불안해하고 있는 것이 사실입니다.

물론 석탄화력발전소의 문제는 어제 오늘의 일이 아닙니다. 발전소의 분진과 냄새로 인해 민원이 끊임없이 제기되어 왔습니다. 급기야는 발전소 건설 이후 암환자가 타 지역보다 월등히 많은 발생한다는 언론보도 등 석탄 화력 발전소에 의한 피해가 그것입니다.

오늘 포럼을 통해 최근 국민적 화두가 되고 있는 석탄화력발전소와 미세먼지 문제를 제기하고자 합니다.

초미세먼지는 조기사망율을 높인다는 연구결과가 발표되고 그 초미세먼지의 발원지로 현장방문에서 보신 충남의 석탄화력발전소가 감사원에 의해 지목되었습니다. 미세먼지가 이동하여 수도권에 영향을 준다는 내용입니다.

지난 5월 감사원은 환경부의 수도권 대기환경개선 사업의 부실을 지적하면서 충남지역의 화력발전소에서 배출되는 미세먼지가 수도권 대기환경에 최대 28%까지 영향을 주고 있는 것으로 발표한 바 있습니다.

또 지난 3월에 국제환경단체인 그린피스는 현재의 석탄화력발전소 초미세먼지로 매년 1,600명의 조기사망자가 발생하며, 정부가 계획중인 24기의 석탄화력발전소를 증설할 경우 충청·수도권 등의 초미세먼지(PM2.5) 평균농도가 최대 입방미터당 19마이크로그램($\mu\text{g}/\text{m}^3$)이 증가되어 그 피해는 매년 최대 2,800명까지 늘어난다고 발표했습니다. 이 내용 중 당진시 지역의 당진화력 9, 10호기로 인하여 매년 220명, 당진에코파워(1, 2호기)로 인하여 매년 80명 조기사망을 예측했습니다.

건강에 대해서도 국립환경과학원에서 제시한 미세먼지가 인체에 미치는 영향을 보면

눈은 알레르기성 결막염, 각막염에 걸릴 수 있고, 코는 알레르기성 비염, 기관지는 기관지염, 폐기종, 천식 등의 질환에 걸릴 수 있으며, 초미세먼지는 폐속 깊숙이 침투해 폐포를 손상시킬 수 있다고 경고하고 있습니다.

감사원 발표에 의하면 계절별 대기오염 물질 확산 모델링을 실시한 결과 1월에는 당진 지역을 비롯한 충남지역에 머물던 오염물질이 4월부터는 수도권과 전국으로 확산된다는 것을 보였을 것입니다. 충남 지역의 화력발전소에서 배출되는 오염물질이 수도권에 최대 28%의 영향을 미친다는 것입니다. 이런 사실이 알려지면서 수도권대기개선 계획에 문제가 있다. 수도권도 안전하지 못하다는 인식이 확산되고 있습니다.

그렇다면 당진은 어떨까요. 배출된 초미세먼지가 이동하지 않고 정체된 상태라면 이곳, 당진에 가장 많은 영향을 줄 것이 분명합니다. 배출되는 총량이 당진지역에, 또 충남지역에 그대로 농축되어 있다면 사람이 살 수 있느냐 하는 문제에 봉착하지 않을까요.

수도권 대기환경개선 계획에 충남지역의 화력발전소를 원인으로 지목하면서도 정작 미세먼지의 발생 원인인 석탄화력발전소에 대한 근본적인 처방 없이 수도권 대기질 개선만을 운운하고 있습니다. 수도권 인구의 피해만 부각시키면서 화력발전소 주변 지역에 살고 있는 주민들의 건강에 대하여는 언급조차 없습니다. 못살겠다는 아우성에는 귀를 기울이지 않고 있습니다.

그러면서도 발전소 건설의 축소는 커녕 충남에 발전소는 더 늘어날 전망입니다. 제7차 전력수급기본계획에 의하면 충남에는 전국 53기 화력발전소 중 49%에 달하는 26기가 설치되어 가동되고 있습니다. 현재 6기가 건설 중에 있으며 착공하지 않은 발전소 4기까지 하면 앞으로 10기가 더 신설될 예정입니다. 전국 석탄화력발전 전력생산량(77기 4,822만kw)의 40.6%(36기 1,960만kw)를 생산하다보니 전국 석탄화력발전소의 대기오염 물질 배출량 29만 5천 톤 중 37.6%인 11만 1천 톤이 충남지역에서 배출되고 있는 것입니다.

그동안 화력발전소 건설은 지역주민의 반대의견에도 정부 전력수급계획에 반영하여 지속 추진되어 왔습니다. 그 결과, 화력발전소 집중화로 이어져 오늘과 같은 대기오염의 주요 원인으로 지목되고 있는 것입니다. 특히 이와 관련하여 당진은 시민단체를 중심으로 신설되는 발전소와 송전선로 건설을 반대하고 이에 대한 찬반 주민투표를 요구하는 등 정부의 에너지 정책에 대한 지역민심이 악화되고 있습니다.

이러한 상황에서도 당진시는 지역주민의 피해를 예방하기 위해 지역주민의 건강 피해 조사를 실시하고 발전소와의 환경협정을 통해 오염물질 저감 대책은 물론 주민 피해예방

대책을 다각적으로 모색하고 있습니다만 대기질 개선에는 한계를 느끼고 있습니다.

우리 시나 충청권 뿐만 아니라 수도권의 대기 개선을 위해서는 반드시 오염원에 대하여 신속하고도 근본적인 대책이 필요합니다.

우선, 기존의 석탄화력 발전소의 획기적인 오염물질 배출저감 대책을 하루 속히 세워야 합니다. 배출허용기준이 지역별로 다르게 적용하던 것을 수도권의 발전소와 동일하게 강화된 배출기준을 적용하도록 법을 통해 강화해야 합니다.

뿐만 아니라 점차 발전 연료를 대체해야 합니다. 신재생 에너지를 확대해 나감으로써 궁극적으로는 석탄화력 발전소의 건설을 멈춰야 합니다.

이와 함께 국가계획에 의해 건설된 화력발전소로 인한 피해 조사와 치유도 분명 국가가 책임져야 합니다. 앞으로 다시 이러한 피해가 발생하지 않도록 하는 것 역시 국가의 책무입니다.

물론 당진시도 지속가능한 발전을 위해 환경오염 개선은 물론 대기환경의 개선을 위해 노력하면서 이산화탄소 저감의 장으로 만들고자 합니다. 우리의 이러한 노력은 국민의 건강에 대한 염려를 불식시키고 친환경적 산업도시의 새로운 모델이 될 것이라고 생각합니다.

그런 점에서 이번 포럼이 충남 석탄화력발전소에 대한 대응 방안과 미래를 전망하는 다양한 의견이 모이는 포럼이 되길 기대합니다.

감사합니다.

주제발표 01

[충남 석탄화력발전소, 멈춤 신호가 필요하다]

『충남 석탄화력발전에 의한 대기오염 실태』

김 선 태

대전대학교 환경공학과 교수

충남 석탄화력발전에 의한 대기오염 실태

2016. 6. 30 (목)



열린대학
미래대학



대전대학교
DAEJEON UNIVERSITY

김선태 교수(envsys@dju.kr)

[대전대학교 환경공학과, 환경모니터링연구실]

DJU Environmental Engineering, Environmental Monitoring Lab.

Contents

목 차

- I. 최근 이슈
- II. 석탄화력발전과 대기오염
- III. 충남의 대기오염 실태와 관리현황
- IV. 충남의 대응방안



1. 최근 이슈

충남지역 화력발전소 → 수도권에 PM10, PM2.5 기여도 분석

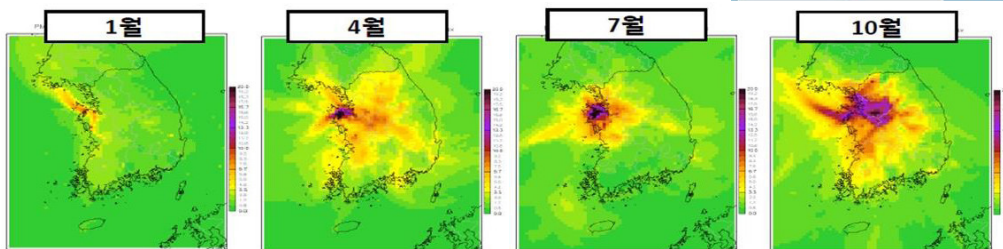
PM 충남지역 화력발전 → 수도권 기여

(수도권 대기환경 개선사업 추진실태, 감사보고서 2016년 4월)

- 국외(주로 중국) 영향 : 평균 53%(26 ~ 74%)
- 수도권 자체 발생 오염원 영향 : 평균 36%(23 ~ 54%)
- 수도권 이외 지역의 영향 : 평균 11%(3 ~ 20%)

1) PM10 : 3 ~ 21%, PM2.5 : 4 ~ 28% / 충남지역 화력발전 영향.

2) 7 ~ 10월 사이에 수도권에 영향을 미치는 것으로 분석.



3

1. 최근 이슈

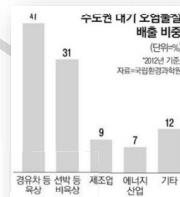
중국발 미세먼지, 경유차, 석탄화력발전소, 산업시설... 이제는 고등어구이 ?



넌 누구냐.

‘미세먼지’

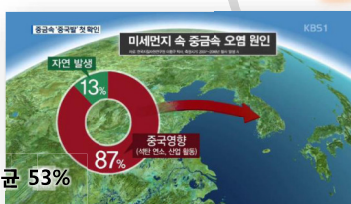
수도권 미세먼지 원인 '경유차' → 대책.. 경유값 인상 !!



Questions?

미세먼지 사태...

갑작스런 일인가?



- 국외 원인 : 평균 53%
- 절반은 내부 원인 !!



후쿠시마 원전 사고 → 석탄화력발전소 증대 !!

4

1. 최근 이슈

미세먼지(PM10), 초미세먼지(PM2.5)

- **1급 발암물질 '초미세먼지'...** 폐 · 혈액까지 침투 생명 위협한다. (서울신문, 2016년 2월)
- 서울의 초미세먼지 중 **절반(51%)이 국내에서 발생.**
(서울시 '초미세먼지 저감대책 연구 최종보고서' 2011년)
- 국내 초미세먼지 어디서 발생하나? **화석연료를 사용하는 공장, 발전소 그리고 자동차에 의해 주로 발생.**
- '화력발전소가 내뿜는 죽음의 초미세먼지, 연 1,600명 앓아 가' (한국일보, 2015년 3월)
- 국내에는 현재 총 53기의 석탄발전소 운영, **정부 2029년까지 13기(1만 2,180MW) 추가 석탄화력발전소 증설** 예정. (그린피스 '침묵의 살인자, 초미세먼지' 2015년)
- 초미세먼지 기준($\mu\text{g}/\text{m}^3$) : 일평균 한국(50), 미국(35), 일본(35), WHO(25)
연평균 한국(25), 미국(12), 일본(15), WHO(10)

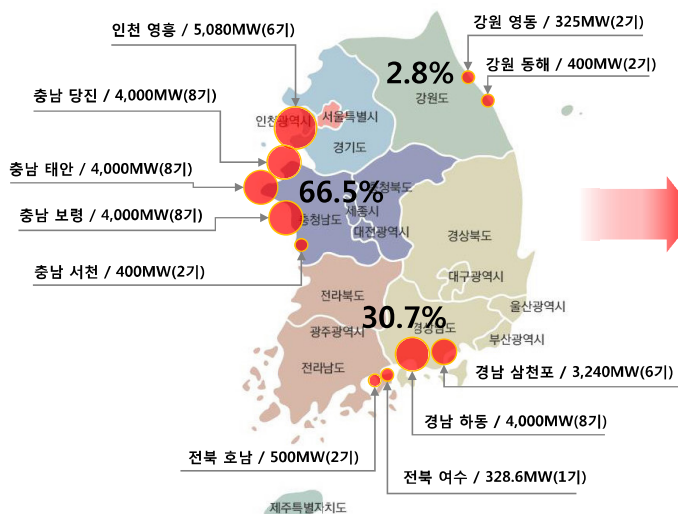


5

1. 최근 이슈

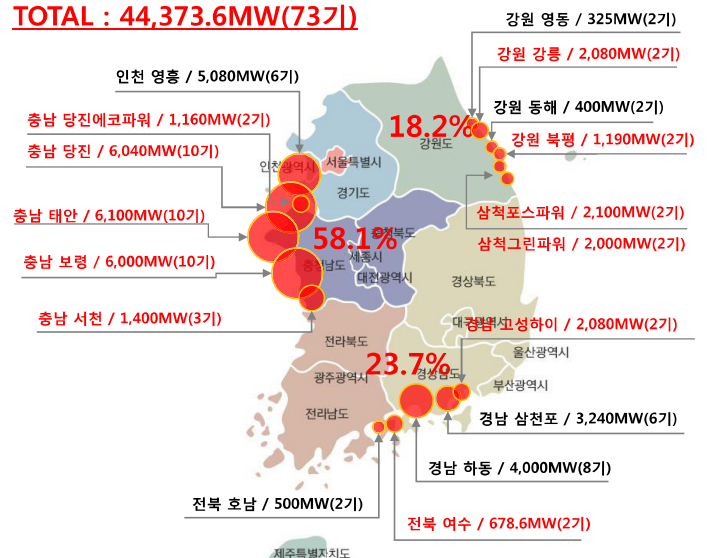
국내 석탄화력발전소 현재('16)와 미래('30)

TOTAL : 26,273.6MW(53기)



출처 : 전력통계정보시스템, 2016. 4

TOTAL : 44,373.6MW(73기)



출처 : 그린피스, 살인면허, 2016. 3

6

1. 최근 이슈

정부의 변화... 충남은 변화가 없고 반대로 늘어날 전망 !!

- 앞으로 7 ~ 8년 후 충남의 화력발전소는 총 4기가 종료되어야 함... 그러나... 신규 발전시설은 9기가 새롭게 증설 !!



발전소명	가동시기	40년 시점	잔여기간
보령화력 1호기	1983년 12월	2023년 12월	7년
보령화력 2호기	1984년 9월	2024년 9월	8년
서천화력 1호기	1983년 3월	2023년 3월	7년
서천화력 2호기	1983년 12월	2023년 12월	7년

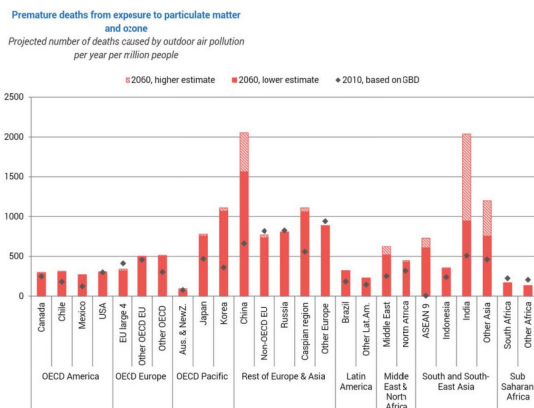
그러나, 2019년 까지.
총 9기가 증설 예정

7

1. 최근 이슈

2060년 대기오염으로 인한 조기 사망률 → 1,109명

- OECD(경제협력개발기구) 회원국 중 한국 '대기오염 조기 사망률 최고', 유일하게 1,000명 넘어 !!



> The market impacts of outdoor air pollution are projected to lead to global economic costs that gradually increase to 1% of global GDP by 2060. Costs related to additional health expenditures and labour productivity losses dominate in the long run.

**“한국은 초미세먼지 및 오존 대책을 세우지 않는다면
대기오염으로 인한 조기 사망 3배로 급증”**

대기오염으로 인한 국가별 조기 사망자(단위:명/100만명)

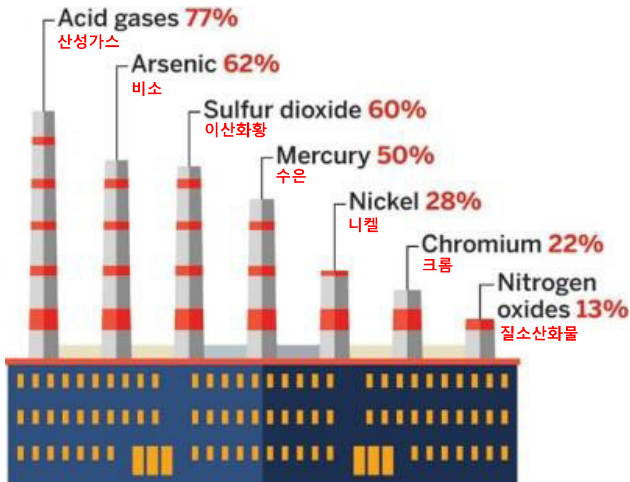


8

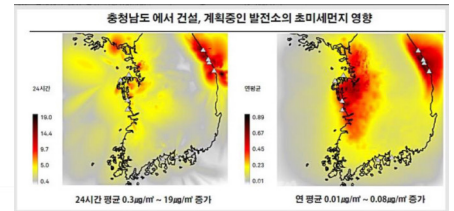
1. 최근 이슈

석탄화력발전에 의한 대기오염물질과 피해

- NOx, SOx 기준성 물질보다는 위해성이 높은 유해화학물질(HAPs) 관리가 더욱 중요



출처 : 미국 환경보호청



한국
석탄화력발전소의
대기오염물질로 인한
조기 사망자 수



출처 : 그린피스

9

1. 최근 이슈

서해안 화력발전소... 미세먼지, 북서풍 영향.... 전국으로 퍼져나가 ?

[기사내용 : 동아일보, 2016. 6. 20]

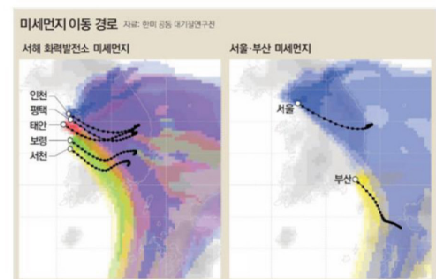
... 더 큰 문제는 화력발전소 지역에서 발생한 대기오염물질이 봄철 북서풍에 실려 한국 전체로 퍼져나간다는 점... 서해 화력발전소 5곳에서 발생한 초미세먼지가 동쪽으로 퍼지면서 남한 전체로 뻗어나간 사실을 확인.....

초미세먼지는 특히 서해안에 위치한 화력발전소 인근에서 대거 발생했다. 인천~태안, 당진~서천 인근 앞바다를 날려 대기 질을 관측하자 초미세먼지의 주된 성분 중 하나인 고체 상태의 황산화물(SO₄)을 만드는 아황산가스(SO₂)의 수치가 10~60ppb 수준으로 치솟았다. 같은 시각 서울은 1~3ppb 수준에 불과했다.

한국 상공의 초미세먼지 성분은 유기물질이 약 50%로 가장 많았고, 고체 상태인 질소산화물(NO₃)과 SO₄는 각각 20% 수준이었다. 유기물질의 대부분은 자동차 매연과 유기용제 사용 등에서 주로 발생하는 휘발성유기물질(VOCs)의 산화물이다. 단일 성분으로 가장 많은 비중을 차지한 NO₃ 역시 주된 배출원은 자동차 배기가스다.

“서울 초미세먼지의 성분은 부산 등 다른 도시의 초미세먼지 보다 NO₃가 차지하는 비중이 더 높게 나타났다. 이는 서울에 밀집해 있는 교통량 때문인 것으로 추정된다”고 말했다. 모델 시뮬레이션 결과 서울에서 발생한 초미세먼지도 전국으로 퍼져나갔다. “대체로 중국발 초미세먼지는 높은 고도의 기류를 타고 넘어왔지만, 국내 발생 초미세먼지는 우리가 숨 쉬는 지표면 가까이 낮게 깔린 채로 퍼져나갔다”고 말했다.

[심층탐사기획/프리미엄 리포트/미세먼지, 우리 동네는 괜찮나]
한미 공동연구 자료 분석
서해지역 미세먼지 서울의 20배... 서울 도심 차량도 전국 오염 주원인



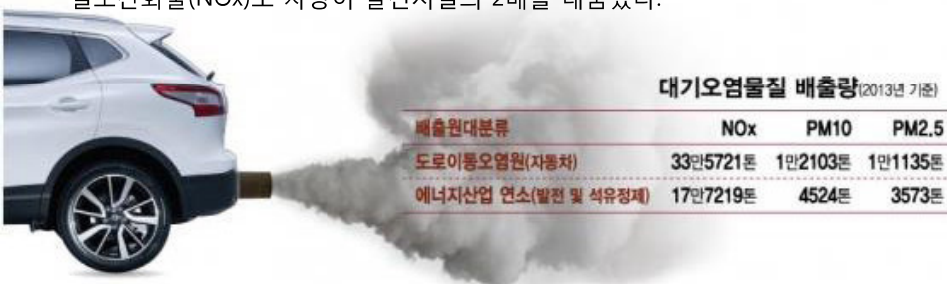
‘한미 공동 대기 질 연구(KORUS-AQ)’ 연구진이 5월 17일 0시~부터 24시간 동안 초미세먼지 등 대기오염 물질의 이동 경로를 추적했다. 서해 화력발전소 지 역에서 발생한 초미세먼지는 전남 일부 지역을 제외한 전국으로 퍼져나갔다(왼쪽). 서울에서 발생한 초미세먼지는 중부 일대와 강원, 경북으로 퍼져나갔다.

10

1. 최근 이슈

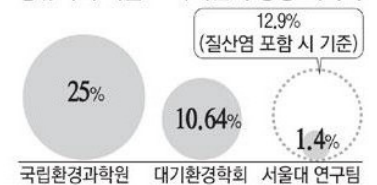
'1급 발암물질' 미세먼지, 자동차가 발전소의 3배

- [클린디젤의 배신-발암물질 배출 심각성]
질소산화물은 차량이 발전시설의 2배...
화물차 · RV · 승합차가 주범
- 자동차가 내뿜는 미세먼지가 발전시설에서 나오는
미세먼지의 3배에 달하는 것으로 나타났다.
질소산화물(NOx)도 차량이 발전시설의 2배를 내뿜었다.
- 자동차 대기오염 물질은 대부분 디젤차에서 나온다. 도로이
동오염원에서 각 차종이 차지하는 비중은 PM2.5의 경우 화
물차가 69.4%에 달했다. 이어 레저용차량(RV) 22.1%, 승합차
4.9%, 버스 2.2% 순이었다. 버스를 제외하고 모두 디젤엔진
이 주를 이루는 차종이다. 반면 아직 가솔린 엔진이 주류를
이루는 세단형 승용차의 경우 0.5%의 비중에 머물렀다.



출처 : 머니투데이, 2016. 5. 18

경유차의 서울 초미세먼지 영향 제각각



11

1. 최근 이슈

미세먼지 농도와 성분분석·원인파악은 별개 문제... 중국영향 과학적 데이터 없어

[기사내용 : 조선 Biz, 2016. 6. 13]

5월 31일 강원도 원주시의 미세먼지 농도는 $120\mu\text{g}/\text{m}^3$, 초미세먼지 농도는 $71\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 달했다. 같은 날 서울의 일평균 미세먼지 농도는 $87\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 그쳤다.

6월 3일 미세먼지 종합대책을 발표한 정부는 그 동안 미세먼지의 원인으로 경유차와 화력발전, 생활연소(각종 구이 등)를 꼽았다. 그런데 5월 31일 원주 사례처럼 상대적으로 경유차가 많은 수도권에 비해 다른 지역의 미세먼지 농도가 높을 때가 있다는 사실은 **미세먼지의 근본 원인에 대한 궁금증을 증폭**시킨다.

과학자들은 다양한 원인에 의해 발생한 미세먼지가 대기의 이동을 통해 확산되기 때문에 특정 지역 미세먼지의 직접적인 원인을 정확하게 밝히기 어렵다고 말한다. **수도권**의 **미세먼지 농도가 낮은 날임에도 산간 벽지의 미세먼지 농도가 높은 이유를 정확히 파악하기 어렵다**는 의미다.

특히 중국발 황사에 섞인 미세먼지가 어떻게 국내에 유입되고, 국내에서 발생한 미세먼지와 어떻게 섞이고 확산되는지 제대로 파악하지 못하고 있다. **원인 규명과 대책이 걸들고 있다**는 지적을 피하기 어려운 셈이다.

기업 · 과학 · 기술
 김만수 기자

[미세먼지 재앙]⑤ 중국발 미세먼지 과학적 데이터 없어...NASA 공동연구 결과 '축각'

기사 100자평(8)

입력 : 2016.06.08 15:00

5월 31일 강원도 원주시의 미세먼지(PM10, 입자 크기 10마이크로미터 이하) 농도는 $120\mu\text{g}/\text{m}^3$, 초미세먼지(PM2.5, 입자 크기 2.5마이크로미터 이하) 농도는 $71\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 달했다. 같은 날 서울의 일평균 미세먼지 농도는 $87\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 그쳤다.

6월 3일 미세먼지 종합대책을 발표한 정부는 그동안 미세먼지의 원인으로 경유차와 화력발전, 생활연소(각종 구이 등)를 꼽았다. 그런데 5월 31일 원주 사례처럼 상대적으로 경유차가 많은 수도권에 비해 다른 지역의 미세먼지 농도가 높을 때가 있다는 사실은 미세먼지의 근본 원인에 대한 궁금증을 증폭시킨다.

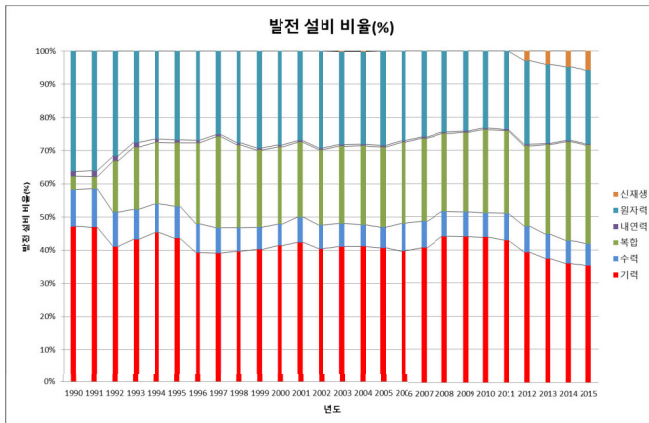
중국발 황사에 섞인 미세먼지의 유입경로와 성분 특성에 대한 연구도 중구난방이라는 지적도 많다. **대기오염 물질 측정 자료 데이터베이스(DB)가 제대로 갖춰져 있지 않은데다 기존의 연구들도 명확한 기준이 없어** 연구결과의 타당성이 검증되지 않았기 때문이다.

12

2. 석탄화력발전과 대기오염

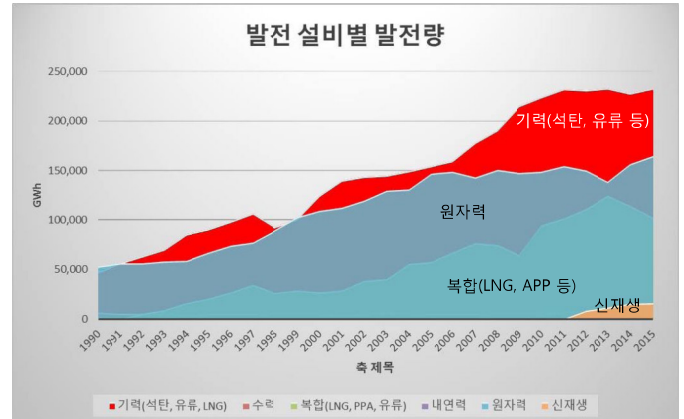
우리나라 발전원별 발전량

- 발전 설비별 현황 (%)
 - 기력, 복합, 원자력의 비중 높음



출처 : 에너지통계 월보, 2016. 6

- 발전 설비별 발전량
 - 현재까지 기력(석탄, 유류)에 의한 발전량이 높은 사항

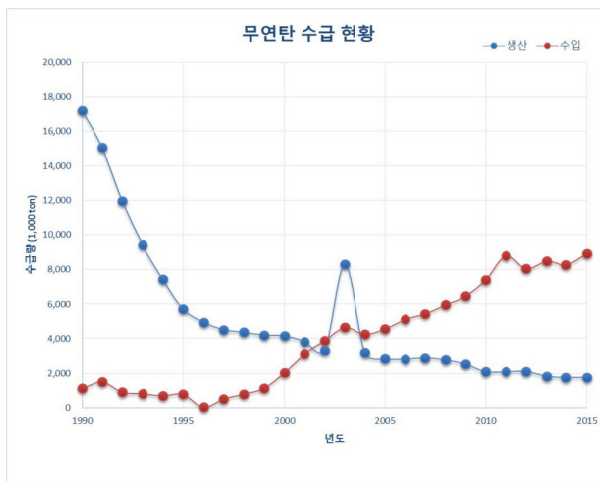


13

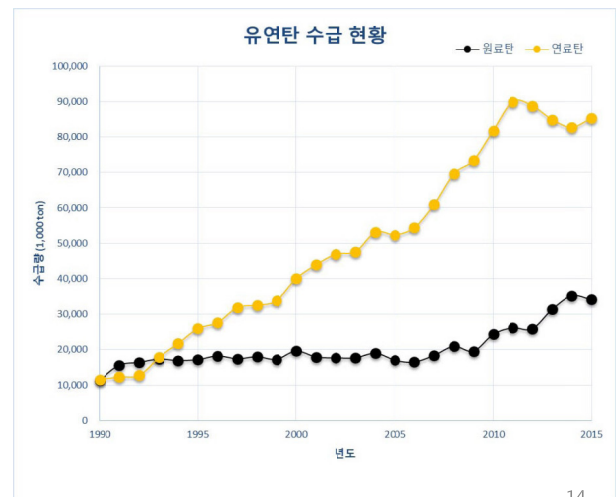
2. 석탄화력발전과 대기오염

우리나라 석탄 수급현황

- 무연탄 수급현황
- 유연탄 수급현황
(월료탄 : 코크스 · 도시가스 등의 제조, 연료탄 : 연료로 사용하는 석탄)



출처 : 에너지통계 월보, 2016. 6



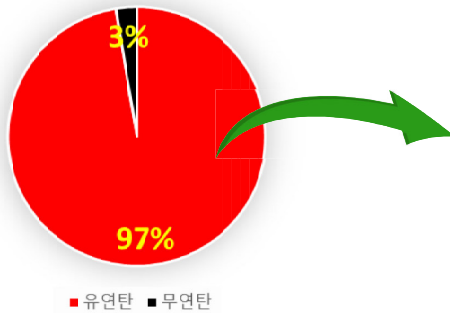
14

2. 석탄화력발전과 대기오염

발전연료 소비분야 석탄 사용량

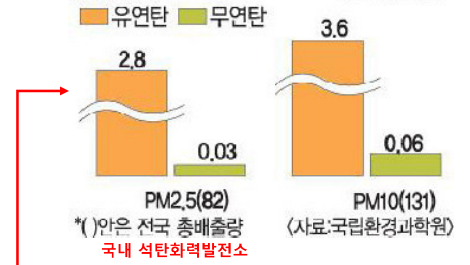
- 유연탄(97.4%)을 이용한 발전연료 사용이 지배적 (2015년 기준)
- 유연탄은 미세먼지 배출량이 높음(▲), 반대로 가격(▼) 및 효율(▲)이 우수

2015년 기준 발전분야 석탄종류별 사용 비중



출처 : 에너지통계 월보, 2016. 6

석탄화력발전소 (초)미세먼지 배출량 (단위: t) *2011년 기준



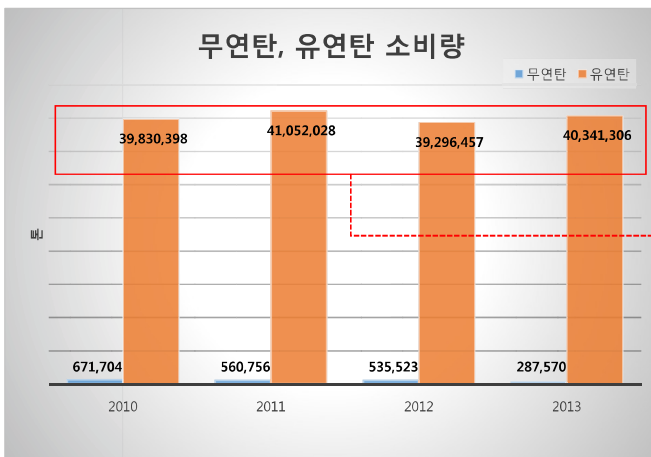
구 분	유연탄 (Bituminous coal)	무연탄 (Anthracite coal)
연료비	12 이하	12 이상
가격 (15년 12월)	63.2 \$/ton	78.8 \$/ton
고정탄소	80 ~ 90% 이하	91% 이상
휘발분	14% 이상	14% 이하
착화온도	250 ~ 450℃	440 ~ 500℃
연소율	75 ~ 260kg/m ² /hr	50 ~ 90kg/m ² /hr
발열량	5,000 ~ 7,000kal/kg	4,500kal/kg 이하

15

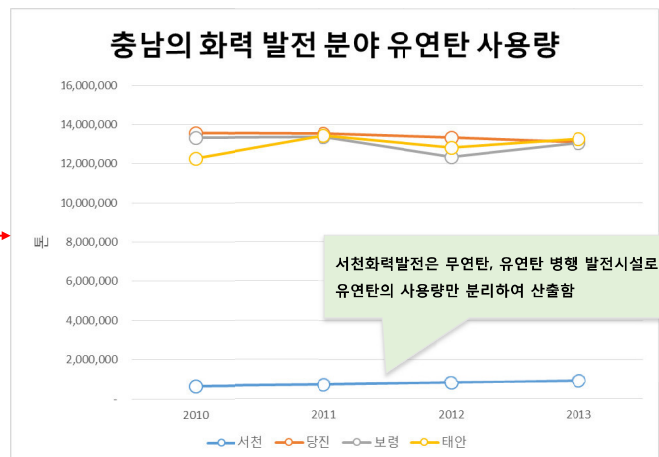
2. 석탄화력발전과 대기오염

충남의 석탄 소비량

- SEMS(대기배출원관리시스템) 자료에 의한 충남 석탄류(화력발전 분야) 사용량
- 충남의 화력발전소 유연탄 사용량



출처 : SEMS(Stack Emission Management System) 자료

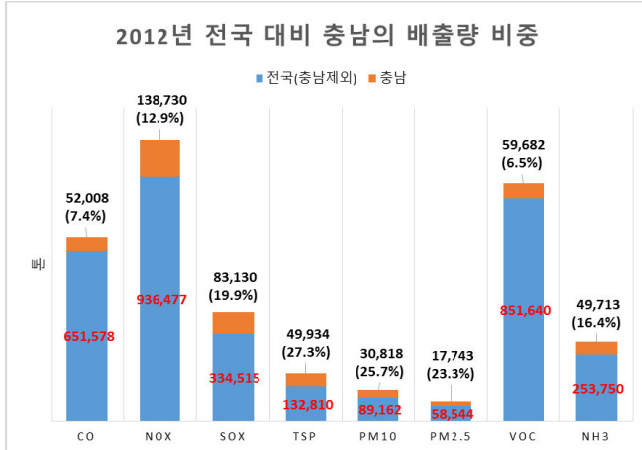


16

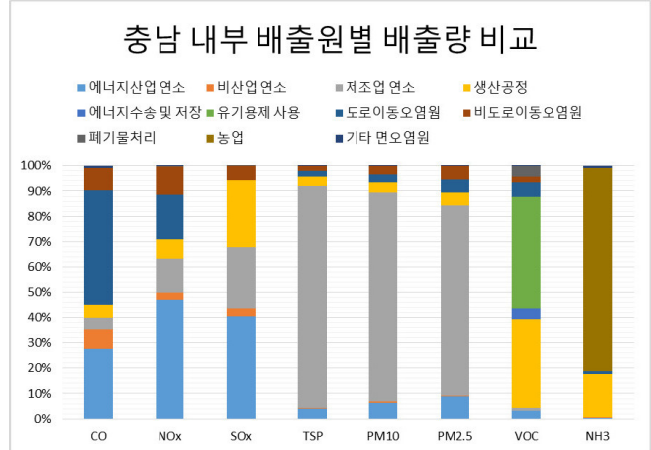
2. 석탄화력발전과 대기오염

전체 배출량 대비 충남의 비중

- 국가 대기오염배출량에 의하면 충남은 전국 배출량 대비 6 ~ 27% 배출량 비중을 보이고, TSP 및 PM의 배출량이 23% 이상을 차지
- 충남 내부에서는 제조업 연소에 의한 TSP, PM10, PM2.5 발생량이 높고, 에너지산업 연소에 의한 CO, NOx, SOx 배출량 또한 높음



출처 : CAPSS(Clean Air Policy Support System) 자료

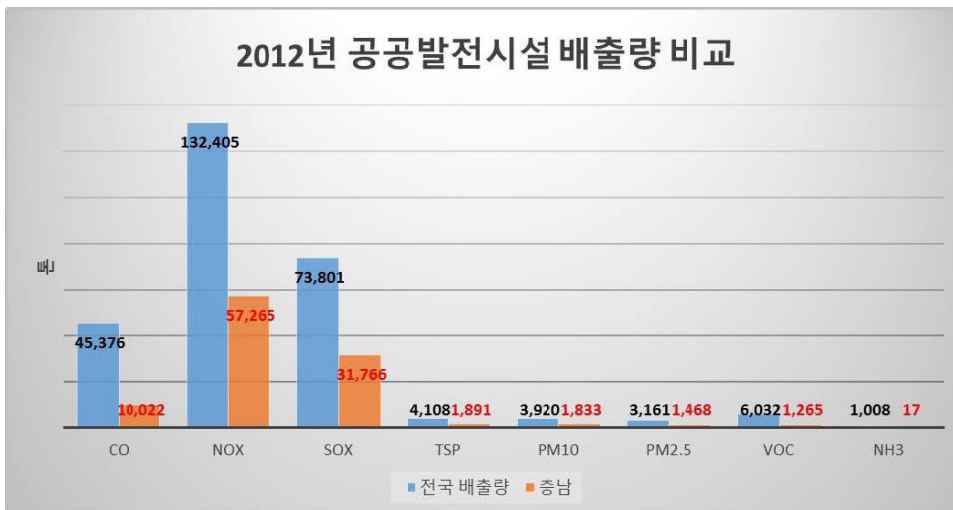


17

2. 석탄화력발전과 대기오염

에너지산업(공공발전 분야) 연소에 의한 대기오염물질 배출량

- CAPSS 자료에 의하면, 충남의 공공발전 시설이 전국 배출량에 NOx, SOx, TSP, PM10, PM2.5 물질이 40% 이상을 차지



출처 : CAPSS(Clean Air Policy Support System) 자료

- 전국대비 충남의 배출량 비중

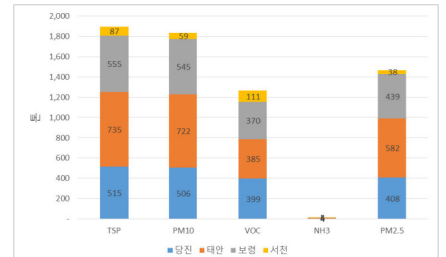
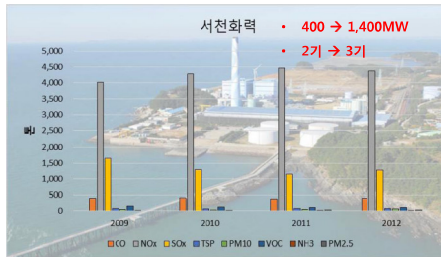
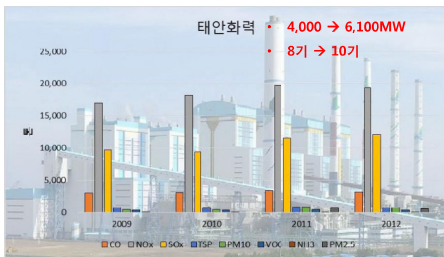
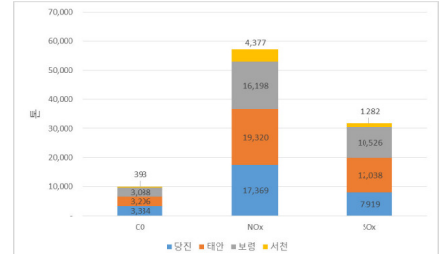
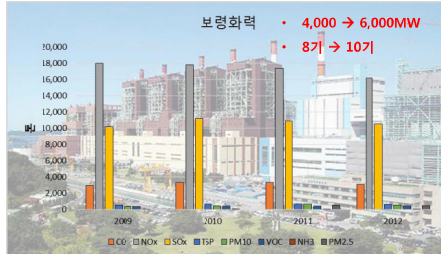
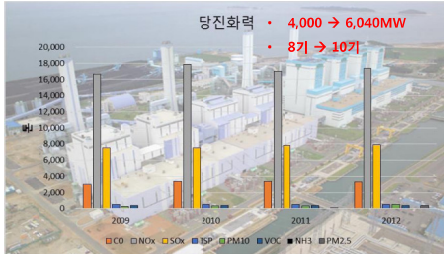
CO	22.1%
NOx	43.2%
SOx	43.0%
TSP	46.0%
PM10	46.8%
PM2.5	46.4%
VOC	21.0%
NH ₃	1.7%

18

2. 석탄화력발전과 대기오염

충남내 석탄화력발전소간 배출량 비교

- 당진, 태안, 보령, 서천 발전소간 물질별 배출량 비교



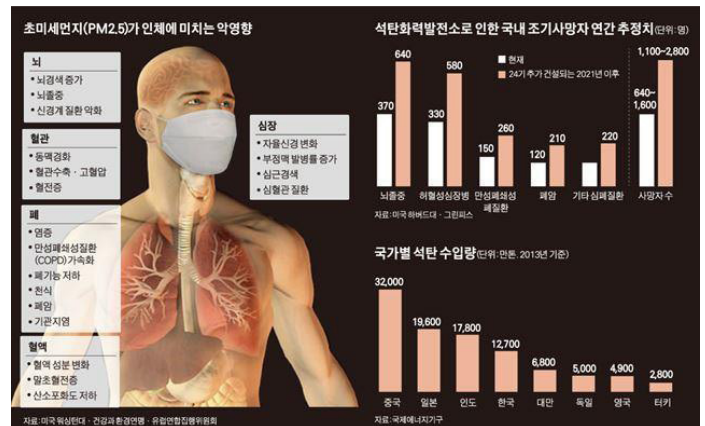
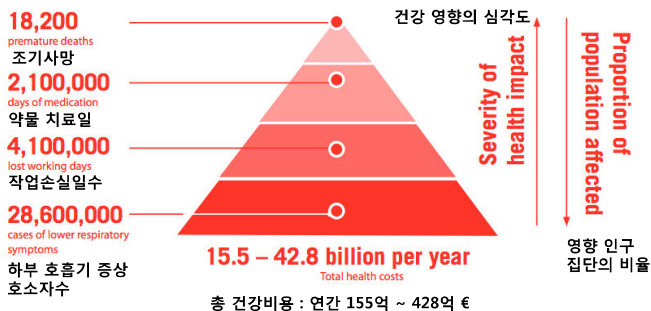
출처 : CAPSS(Clean Air Policy Support System) 자료

19

2. 석탄화력발전과 대기오염

석탄화력발전에 의한 대기오염물질과 피해

- 유럽연합 27개국 석탄화력발전소에 의한 연간 건강영향 (Heal : Health and Environment Alliance)
- 초미세먼지가 인체에 미치는 영향 (한국일보, 2015. 3)

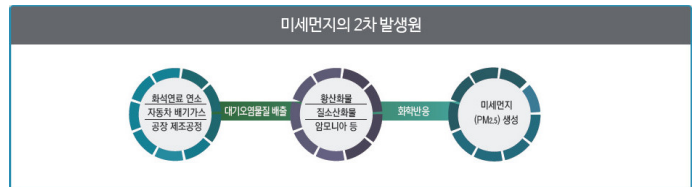
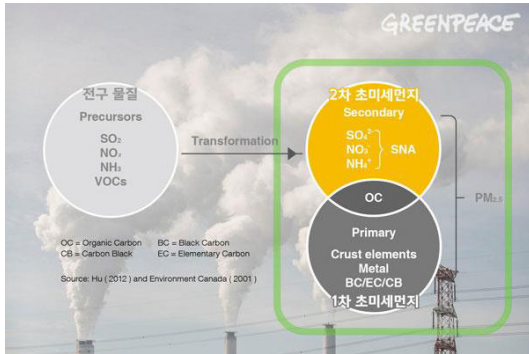


20

2. 석탄화력발전과 대기오염

2차 반응에 의한 오염물질 발생이 중요

- 미세먼지는 굴뚝 등 발생원으로부터 고체 상태의 미세먼지로 나오는 경우(1차적 발생)와 발생원에서는 가스 상태로 나온 물질이 공기 중의 다른 물질과 화학반응을 일으켜 미세먼지가 되는 경우(2차적 발생)로 나누어 질 수 있음.
- 석탄·석유 등 화석연료가 연소되는 과정에서 배출되는 황산화물이 대기 중의 수증기, 암모니아와 결합하거나, 자동차 배기가스에서 나오는 질소산화물이 대기 중의 수증기, 오존, 암모니아 등과 결합하는 화학반응을 통해 미세먼지가 생성되기도 하는데 이것이 2차적 발생.
- 2차적 발생이 중요한 이유는 수도권만 하더라도 화학반응에 의한 2차 생성 비중이 전체 미세먼지(PM_{2.5}) 발생량의 약 2/3를 차지할 만큼 매우 높기 때문.



21

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

각국의 대기환경기준

항목	기준시간	한국	미국 ¹⁾	일본	캐나다 ¹⁾	호주	중국	영국 ¹⁾	EU	WHO
SO ₂	10분					500 ¹⁾ µg/m ³				500µg/m ³
	15분									
	1시간	0.15ppm	0.075 ²⁾⁽³⁾ ppm	0.1ppm	900µg/m ³	0.20 ¹⁾ ppm	500µg/m ³	350 ²⁾ µg/m ³	350 ¹⁾ µg/m ³	
	3시간		0.5 ³⁾⁽³⁾ ppm							
	24시간	0.05ppm		0.04ppm	300µg/m ³	0.08 ¹⁾ ppm	125 ¹⁾ µg/m ³	125 ³⁾ µg/m ³	125 ¹⁾ µg/m ³	200µg/m ³
	1년	0.02ppm			60µg/m ³	0.02ppm	60µg/m ³			
CO	15분									
	30분									
	1시간	25ppm	35 ³⁾⁽³⁾ ppm		35µg/m ³		30,000µg/m ³	10µg/m ³		
	8시간	9ppm	9 ³⁾⁽³⁾ ppm	20ppm	15µg/m ³	9 ¹⁾ ppm	10,000µg/m ³	10 ⁴⁾ µg/m ³	10µg/m ³	
	24시간			10ppm			4µg/m ³			
NO ₂	1시간	0.10ppm	0.1 ³⁾⁽³⁾ ppm		400µg/m ³	0.12 ¹⁾ ppm	200 ³⁾ µg/m ³	200 ³⁾ µg/m ³	200 ¹⁾ µg/m ³	200µg/m ³
	24시간	0.06ppm		0.04~0.06ppm	200µg/m ³		80µg/m ³			
	1년	0.03ppm	0.053 ³⁾⁽⁵⁾ ppm		100µg/m ³	0.03ppm	40µg/m ³	40µg/m ³	40µg/m ³	40µg/m ³
O ₃	1시간	0.1ppm			0.06ppm	160µg/m ³	0.10 ¹⁾ ppm			
	4시간						0.08 ¹⁾ ppm			
	8시간	0.06ppm	0.075 ³⁾⁽⁵⁾ ppm					160 ²⁾ µg/m ³	160 ²⁾ µg/m ³	120 ³⁾ µg/m ³
	24시간							50µg/m ³	50µg/m ³	100µg/m ³
	1년							30µg/m ³		
PM ₁₀	1시간				200µg/m ³					
	24시간	100µg/m ³	150 ³⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾ µg/m ³	100µg/m ³	25µg/m ³	50 ³⁾ µg/m ³	100 ³⁾ µg/m ³	150µg/m ³	50 ³⁾ µg/m ³	50µg/m ³
PM _{2.5}	1년	50µg/m ³	35 ³⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾ µg/m ³	35 ¹⁾ µg/m ³	15µg/m ³	25µg/m ³	75 ³⁾ µg/m ³	75µg/m ³	40µg/m ³	20µg/m ³
	24시간	50 ¹⁾ µg/m ³	35 ³⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾ µg/m ³	35 ¹⁾ µg/m ³	15µg/m ³	25µg/m ³	75 ³⁾ µg/m ³	75µg/m ³		25µg/m ³
Pb	1년	25 ¹⁾⁽²⁾ µg/m ³	12 ³⁾⁽⁷⁾ µg/m ³	15µg/m ³		8µg/m ³	35µg/m ³	25µg/m ³	25µg/m ³	10µg/m ³
	30일		0.15 ³⁾⁽⁵⁾ µg/m ³							
	3개월									
	분기									
Benzene	1년	0.5µg/m ³				0.5µg/m ³	0.5µg/m ³	0.5µg/m ³	0.5µg/m ³	0.5µg/m ³
	24시간									

한국
주 1) 2011년 PM_{2.5} 기준 신설(2015년도 적용)
주 2) 24시간 평균치 95백분위수의 값이 그 기준을 초과해서는 안됨
미국
주 1) Primary, Secondary로 나누어져 있어 PM_{2.5}로 구분하여 표기함
주 2) 1시간 평균치 95백분위수의 값이 그 기준을 초과하면 안됨
주 3) 1년에 1회 이상 초과하면 안됨
주 4) 95백분위의 3년 평균치가 초과하면 안됨
주 5) 1년간 4개월 평균 95년 평균치 95백분위의 값이 그 기준을 초과하면 안됨
주 6) 1년간 4개월 평균치 95년 평균치 95백분위의 값이 그 기준을 초과하면 안됨
주 7) 연평균치 3년간 평균치가 초과하면 안됨
일본
주 1) PM_{2.5}의 24시간 농도의 95백분위치가 대기환경기준을 초과하면 안됨

캐나다
주 1) Maximum Acceptable Level
호주
주 1) 최고농도가 1년에 1회 이상 초과하면 안됨
주 2) 최고농도가 1년에 5회 이상 초과하면 안됨
중국
주 1) 1년에 3회 이상 초과하면 안됨
주 2) 1년에 9회 이상 초과하면 안됨
주 3) 1년에 18회 이상 초과하면 안됨
영국
주 1) 도시지역에 적용한 Class2 기준임
주 2) 8시간 평균농도의 값, 최극값

영국(UK)
주 1) Limit value
주 2) 1시간 농도가 1년에 36회 이상 초과하면 안됨
주 3) 24시간 농도가 1년에 36회 이상 초과하면 안됨
주 4) 1년간 평균농도의 값, 최극값
주 5) 1시간 농도가 1년에 18회 이상 초과하면 안됨
주 6) Target value, 91년 평균농도가 1년에 10회 이상 초과하면 안됨
주 7) 24시간 농도가 1년에 36회 이상 초과하면 안됨
EU
주 1) 1시간 농도가 1년에 36회 이상 초과하면 안됨
주 2) 24시간 농도가 1년에 36회 이상 초과하면 안됨
주 3) 1시간 농도가 1년에 36회 이상 초과하면 안됨
주 4) 3년간 평균농도가 1년에 36회 이상 초과하면 안됨
주 5) 24시간 농도가 1년에 36회 이상 초과하면 안됨

22

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

미세먼지 기준은 WHO에 2 ~ 2.5배 낮게 관리

[한국의 NO₂ 기준]

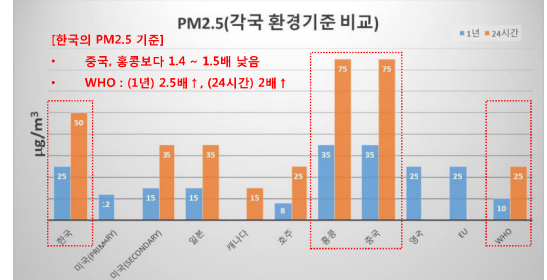
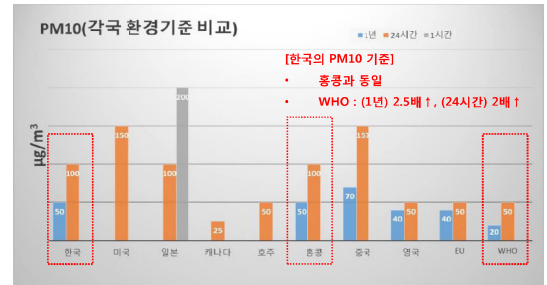
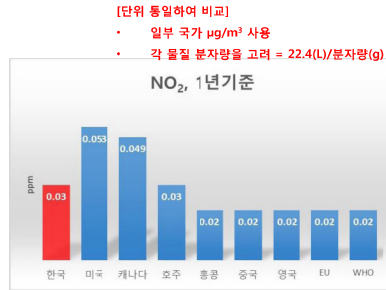
- 미국, 캐나다 보다는 기준치 낮음
- 아시아, 유럽 보다는 높음

[한국의 SO₂ 기준]

- 캐나다, 호주 등 보다는 기준치 낮음
- 일본, 유럽, WHO 보다는 높음

[한국의 O₃ 기준]

- 유럽 및 WHO와 기준치 유사
- 미국, 홍콩, 중국 보다는 낮음

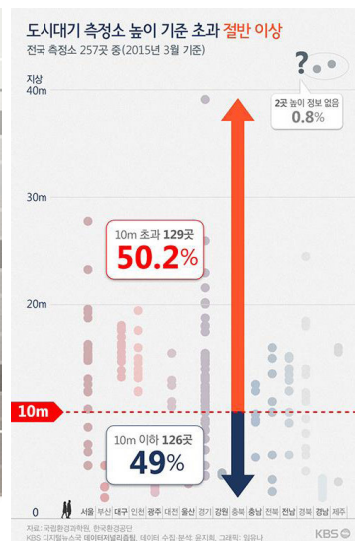


23

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

대기오염 측정망 관리의 허술

감사원 "미세먼지 측정기 오차 커"...대기환경관리계획 '허술'
[the300]감사원 '수도권 대기환경개선사업 추진실태' 감사 결과 공개



[PM10 측정기 오차율]

- 수도권 108대 중 16%인 17대
허용오차율 10% 초과.
- 인천시가 운영하는 17대 중 절반이 넘는 9대 10% 오차율 넘어.

[PM2.5 측정기 오차율]

- 수도권에 설치된 65대 중 54%인 35대 정확성 기준 미달.

24

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

충남의 대기오염측정소 보급 현황



출처 : 에어코리아, 2016년 6월 기준 (도시대기, 국가배경, 도로변대기, 교외대기 포함)

우리나라 대기오염 측정소

PM2.5 측정소

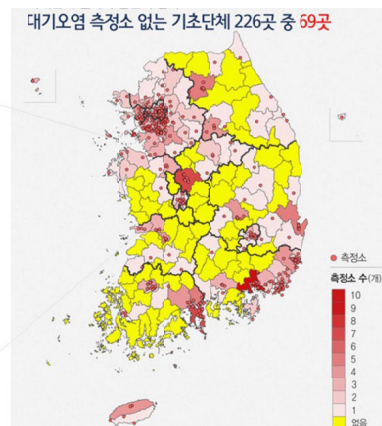
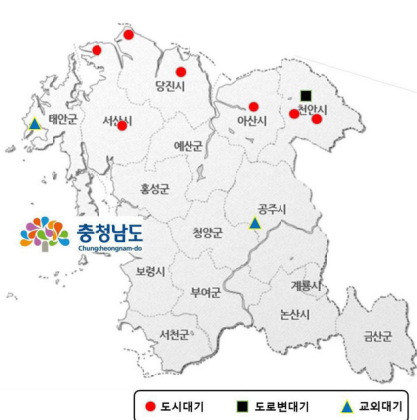
전국	321곳	189곳	58.9%
수도권	120곳 37.4%	53곳 28.0%	
광역시/지자체	91곳 28.3%	68곳 36.0%	
충청남도	10곳 3.1%	3곳 1.6%	
충청북도	11곳 3.4%	10곳 5.3%	
강원도	11곳 3.4%	7곳 3.7%	
경상북도	18곳 5.6%	9곳 4.8%	
경상남도	23곳 7.2%	12곳 6.4%	
전라남도	17곳 5.3%	12곳 6.4%	
전라북도	16곳 5.0%	11곳 5.8%	
제주도	4곳 1.3%	4곳 2.1%	

25

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

화력발전 시설 비중이 높은 충남의 대기오염측정망은 전국 최하위

- 전국 : 321개소, 수도권 서울, 경기 : 37.4%(120개소), 광역/지자체 울산, 대구, 대전, 광주, 세종, 인천, 부산 : 28.3%(91개소), 도 : 34.3%(110개소)
- 발전소 비중이 높은 충남의 경우, 측정망은 10개소... 8개도 지역(110개소) 측정소 중 9.1%(7위), 전국(321개소) 3.1%(15위/17개 지역)



PM2.5 측정소 : 전국 189개소

- 수도권 : 53개소
- 광역시/지자체 : 68개소(세종시 포함)
- 도 : 68개소

충남 PM2.5 측정소 : 3개소

- 측정소 : 천안, 당진, 서산
- 8개 도중 8위 (최하위)
- 전국 17개 지역구분 중 : 16위

(17위 = 세종 2개소)

26

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

미세먼지(PM10) 농도변화

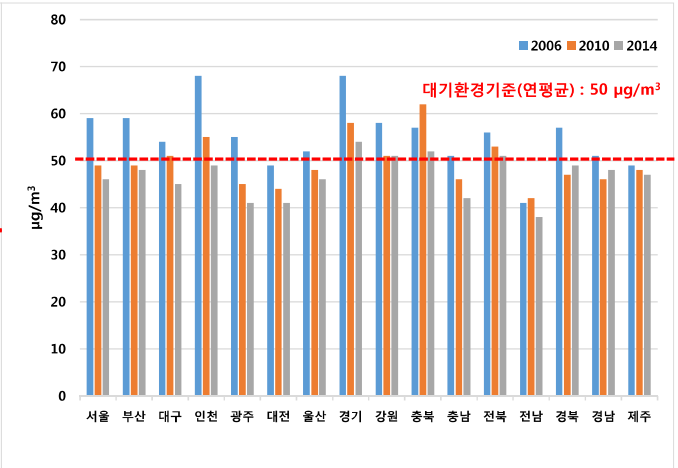
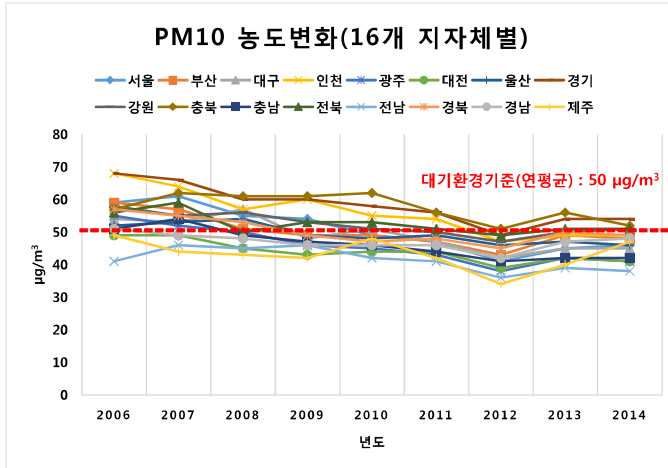
- 16개 지자체의 미세먼지 농도는 감소추세를 보임

- 06년 대비 : 전국 평균 18% 감소.

인천(39% ▼), 광주(34% ▼), 서울(28% ▼), 충남(21% ▼)

- 10년 대비 : 전국 평균 6% 감소.

그러나 경북 및 경남(4% ▲)은 증가, 충남 (10% ▼)

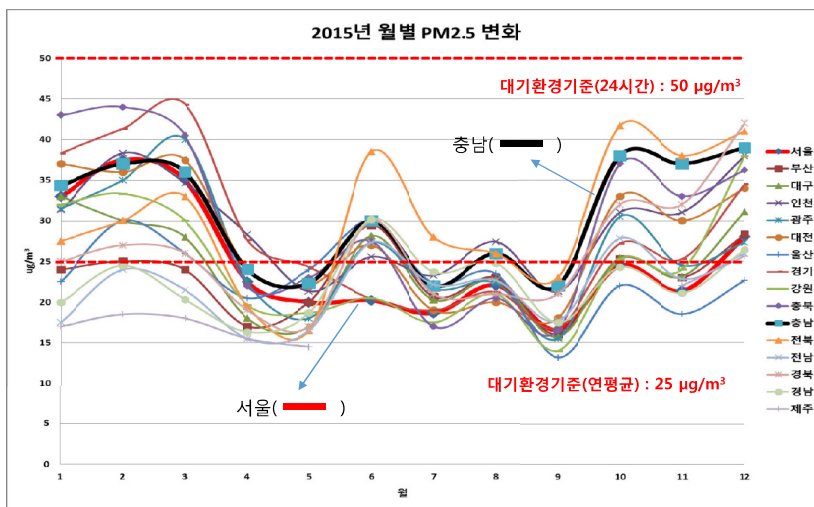


27

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

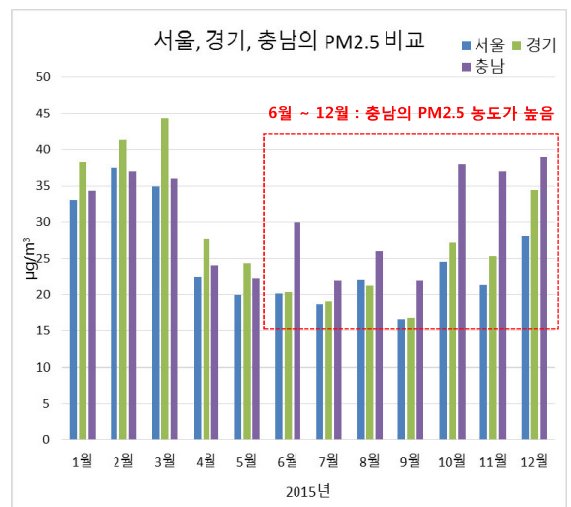
초미세먼지(PM2.5) 농도변화

- 몇몇 시도를 제외한다면 봄과 가을에 연평균 대기환경기준 초과



대부분의 측정소 PM2.5 측정기는 형식승인제도 도입('14.1) 이전에 설치된 측정기로부터 생산된 자료임.

- 서울보다 충남의 초미세먼지 농도가 높다 !!

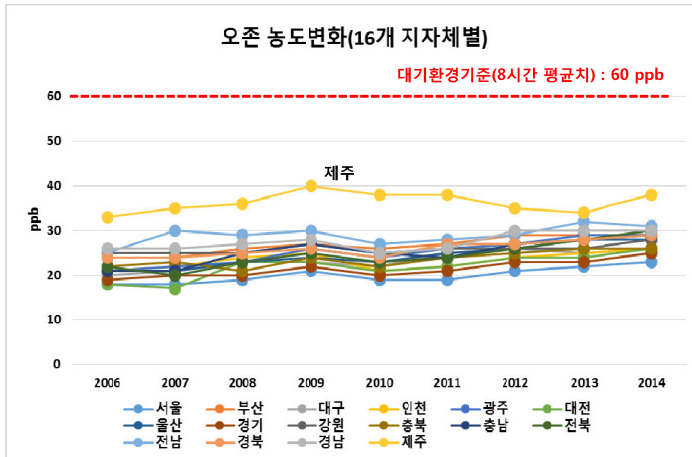


28

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

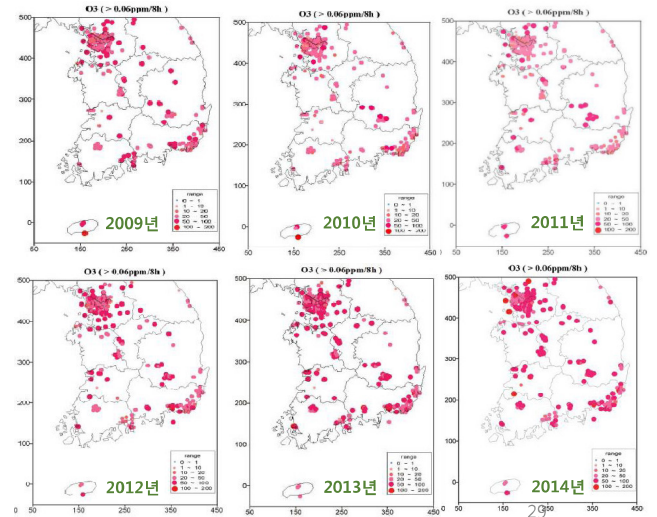
오존 농도변화

- 제주 및 충남 서해안의 오존 농도가 높음



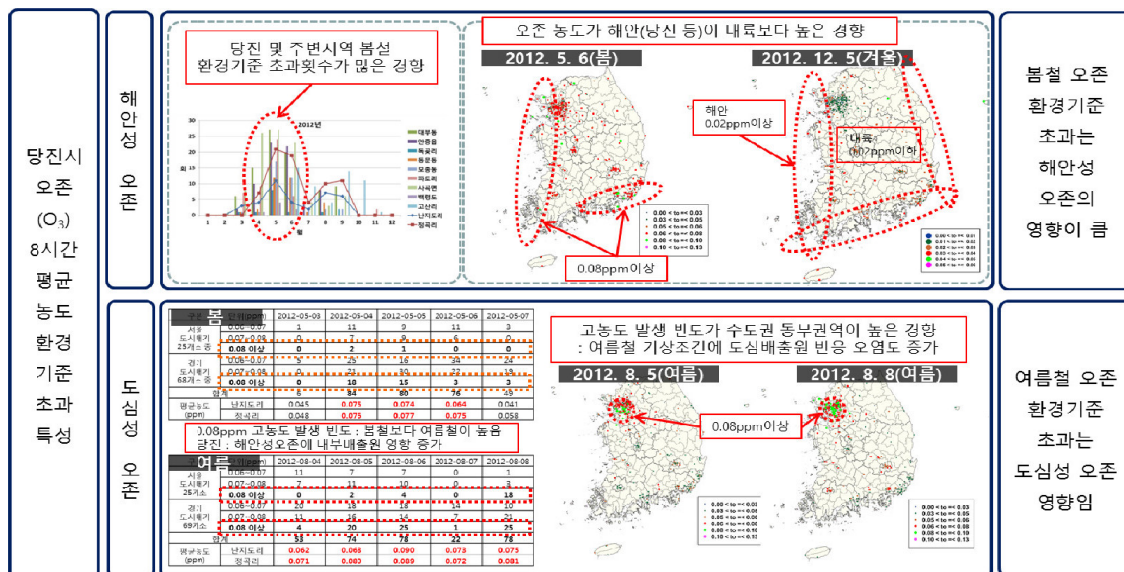
- 오존 주의보 발령

경보단계	주의보	경보	중대경보
발령기준	0.12ppm/hr 이상	0.3ppm/hr 이상	0.5ppm/hr 이상



3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

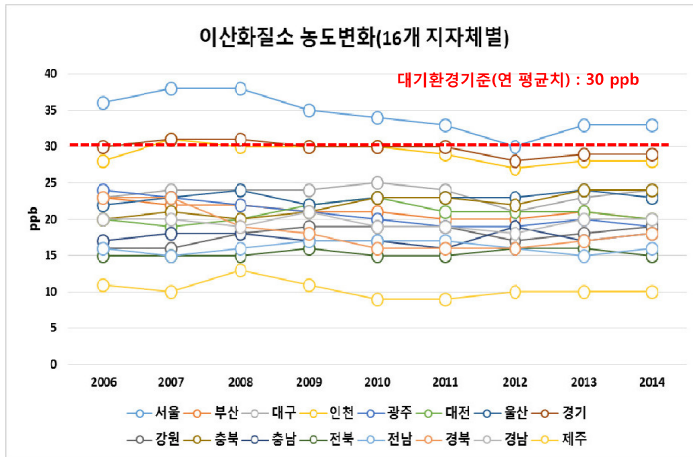
해안성 및 도심성 오존의 차변화된 분석이 중요



3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

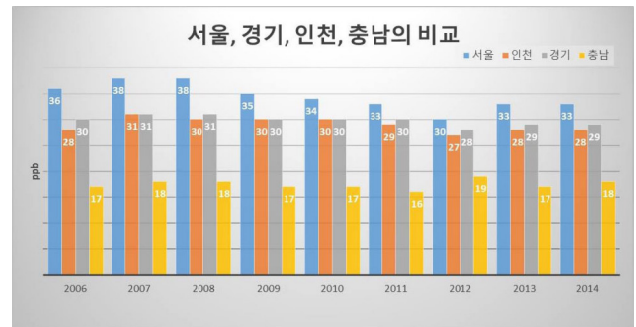
이산화질소 농도변화

- 서울 > 경기 > 인천의 이산화질소 농도 초과



출처 : 에어코리아

- 이산화질소는 2차 PM의 전구물질
- 즉, 수도권의 경우 NO₂에 의한 PM2.5가 가중됨



31

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

대표 화력발전소 지역의 대기오염물질 비교

- 미세먼지(PM10)

- 이산화질소(NO₂)

- 오존(O₃)



출처(측정자료): 영동화력(인천 중구 운서동 도시대기 측정소), 당진화력(석문면 난지도리 도시대기 측정소), 태안화력(소원면 파도길 교외대기 측정소)

32

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

정부의 미세먼지 종합대책... 수도권 중심의 공장, 발전소 규제 대책



정부의 미세먼지 종합 대책 주요 내용

1 (고농도 미세먼지 발생 시) 올해 하반기부터 수도권 차량부제 시행	전국 확대는 2017년 이후
2 (정상시) '환경지역(LEZ)' 내 경유차 진입·운행 금지	2005년 말 이전 생산된 경유차 중 오염물질 과다 배출 경유차 45만3000대가 대상 서울부터 시작 후 인천·경기도로 확대
3 배기가스 정지 개조 명령제 도입	보종기간(주행거리 16만km) 경과 경유차의 배기가스 기준 강화 기준 초과 차량은 LPG 등 저공해 차로 개조 의무화
4 배기가스 과다 배출 차량 소유자에 리콜 이행 의무화	지금은 차량 소유자가 리콜을 거부해도 처벌 불가
5 수도권 공장·발전소 등에 대한 규제 확대	질소산화물·황산화물 배출 규제 대상에 중형 사업장도 포함(현재는 대형 사업장만 규제)

33

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

수도권 대기환경개선 사업

최신기사

뉴스 홈 > 최신기사

미세먼지 줄인다더니... 정부 대책 '충체적 부실'

송고시간 | 2016/05/10 10:36

f t i g+ BAND

수도권 대기환경 개선사업 추진실태 감사 결과 공개
수도권 대기오염에 악영향 충남 화력발전소 관리 '구멍'
오염물질 삭감 실적 부풀려지고, 측정장비도 신뢰성 '허점'

(서울=연합뉴스) 이한승 기자 = 정부가 미세먼지를 줄이기 위해 대기환경관리 계획을 시행하고 있지만, 수도권 대기에 많은 영향을 주는 충남의 화력발전소에 대한 관리 방안이 빠져 있는 등 대기오염 대책에 허점이 있는 것으로 드러났다.

또 오염물질 저감 실적은 부풀려졌고, 측정 장비 가운데 상당수가 허용 오차 범위를 벗어난 신뢰할 수 없는 것으로 나타났다.

감사원은 10일 이 같은 내용을 담고 있는 수도권 대기환경 개선사업 추진실태에 대한 감사 결과를 공개했다.

감사원이 지적한 환경부 대기환경 개선사업 예산낭비 사례

◆오염물질 저감목표표(t)

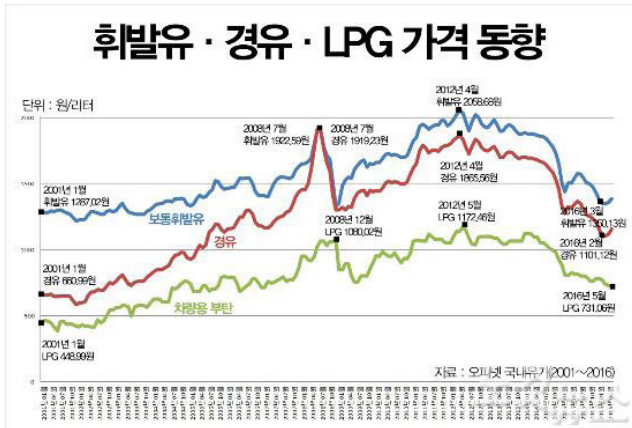
구분	질소산화물 (NOx)	미세먼지 (PM10)	초미세먼지 (PM2.5)	휘발성유기 화합물(VOCs)	계	예산 사업비 (억원)
환경부제2차 기본계획	177,780	1529	1407	9579	190,295	1조5332
감사원 권고안	203,666	1628	1755	7319	214,368	8832
차이	25,886	99	348	-2260	24,073	-6500



34

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

그 동안 경유차 대기환경개선 사업의 면목으로 징수된 세금 사용처는 ?



제품별 가격 단위: 원, 리터

원유가	정유 · 유통비, 마진, 기타	세금
고급휘발유	230.81	719.25
주유소 판매가	1947.02	996.96
보통휘발유	134.02	719.25
주유소 판매가	1800.95	947.68
자동차용 경유	181.91	719.25
주유소 판매가	1614.78	713.62

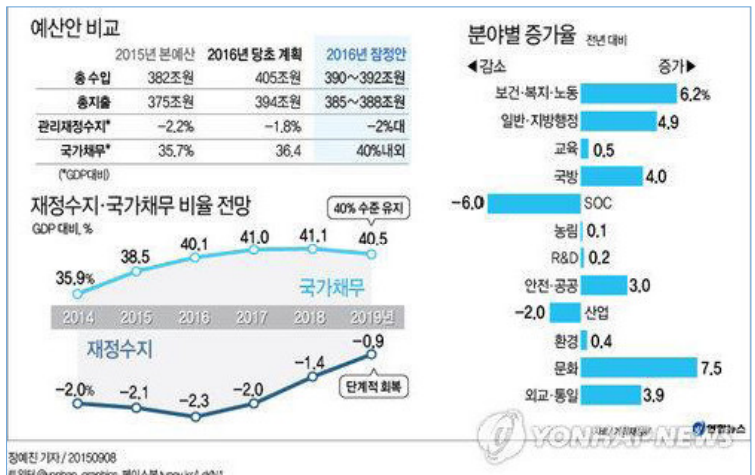
*2014년 2월 3주 전국 국내 주유소 평균가
자료: 오피넷, 페트로넷 자료를 취합해 재구성

35

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

2016년 환경부 예산 6.8조, 전체 예산의 1.8%(전년대비 0.4% 증가)

- 2016년 정부 및 충청남도(3,566억원 : 총예산의 7.8%)의 환경분야 예산은 여전히 부족한 실정

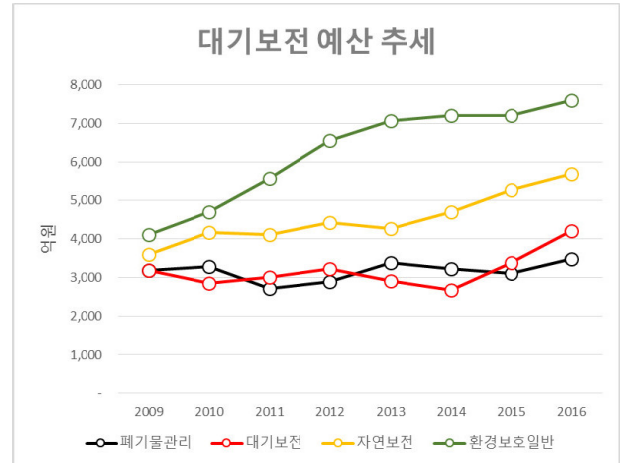
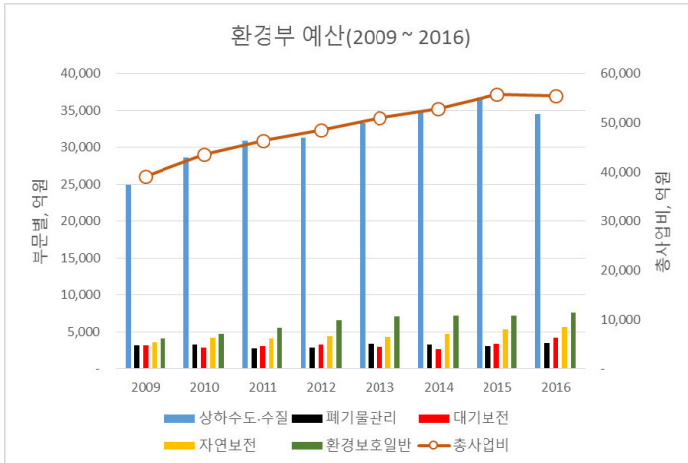


36

3. 충남의 대기오염 실태 및 관리 현황

턱없이 부족한 대기보전 예산

- 환경부, 대기보전 예산은 최하위 수준



37

4. 충남의 대응방안

배출량, 농도, 위해성 기여도 관점의 해석 필요

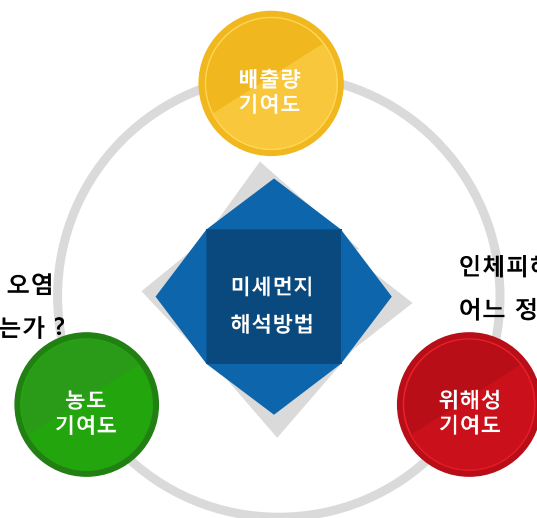
- 대규모 배출시설에 대한 배출실태 전면 점검
- 발전소 및 산업단지 주변 대기오염 실태 조사
- 인체 위해도 관점에서의 건강영향 조사



어느 배출원에서 얼마나 대기 오염물질이 배출되는가 ?

어디에 얼마나 오염 물질이 존재하는가 ?

인체피해는 어느 정도인가 ?



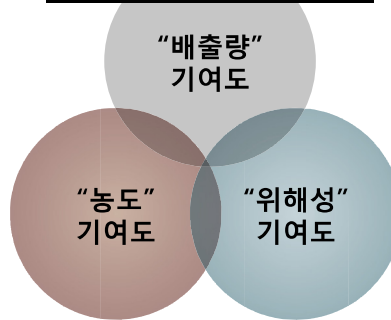
38

4. 충남의 대응방안

발전소 및 산업단지 주변, HAPs 관점의 평가 필요

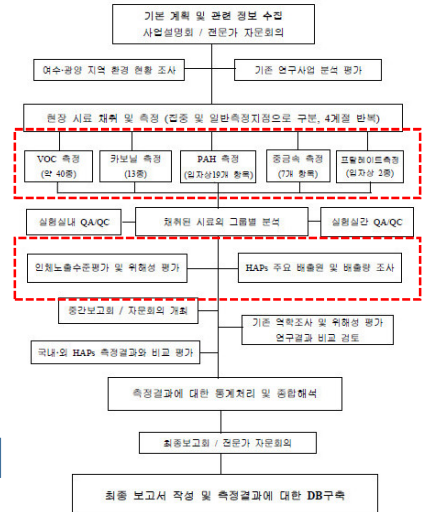


환경취약 지역,
유해대기오염물질
평가의 중요성



- 현재 평가지역**
- 시화, 반월산단
 - 서산 대산석유화단지
 - 청주, 포항, 울산, 여수, 광양 지역

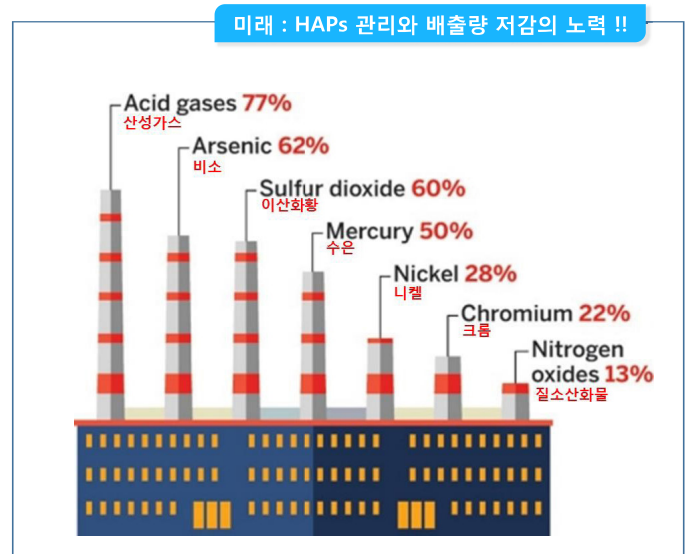
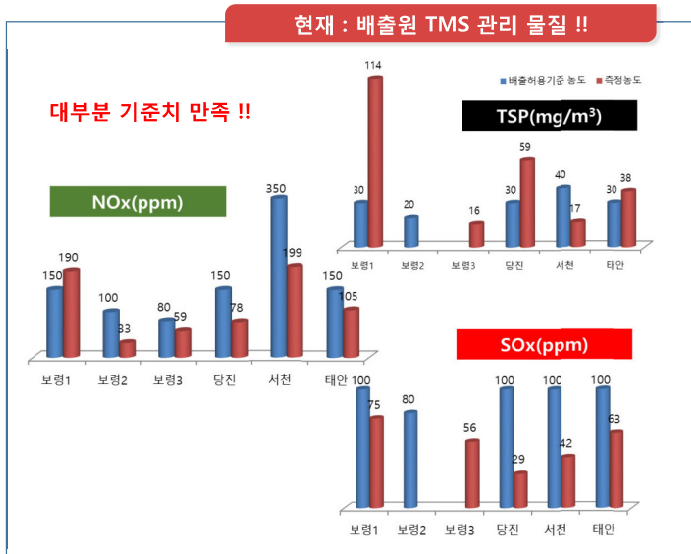
여수, 광양지역 HAPs 조사 연구 사례



39

4. 충남의 대응방안

TSP, SOx, NOx 관리와 HAPs의 병행 관리 필요



40

4. 충남의 대응방안

측정소의 확충과 측정소 정밀도 확보 노력

- 미세먼지 측정소 절반이 건물 3층 ~ 4층 높이 (기준 : 1.5 ~ 10m 이하)



출처 : KBS, 2015년 4월 10일 보도자료



41

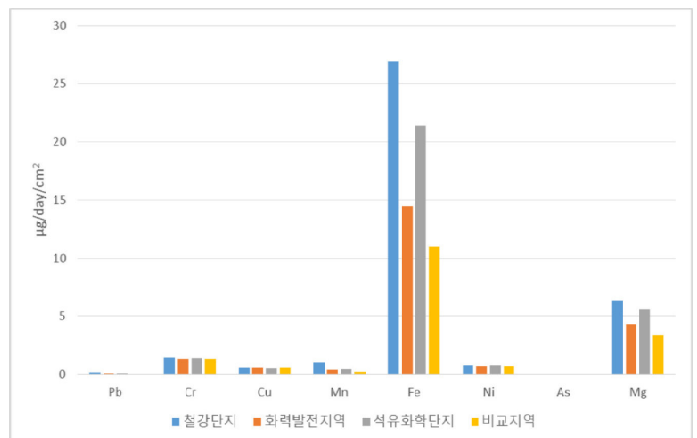
4. 충남의 대응방안

다양한 측정방법의 활용에 따른 공간해상도 제고

- 충남취약지역 Passive Air Sampler에 의한 **먼지** 측정 결과



- 충남취약지역 Passive Air Sampler에 의한 **중금속** 측정 결과



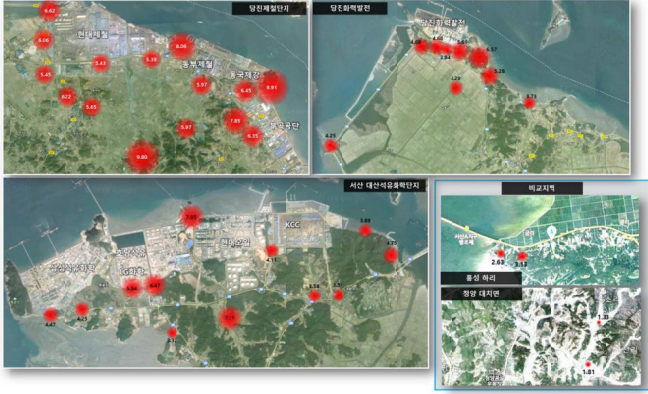
출처 : 충청남도 환경오염 취약지역 주민건강영향 조사, 2015년 3월

42

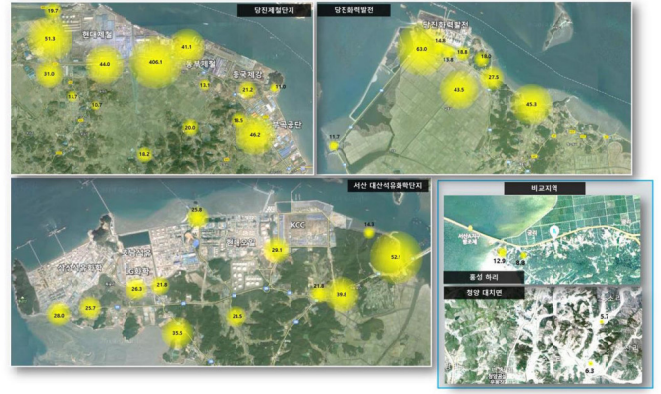
4. 충남의 대응방안

기준 달성이 목표가 아니라, 지속적 개선을 위한 노력

- 충남취약지역 Passive Air Sampler에 의한 **VOCs** 측정 결과



- 충남취약지역 Passive Air Sampler에 의한 **NO₂** 측정 결과



출처 : 충청남도 환경오염 취약지역 주민건강영향 조사, 2015년 3월

43

4. 충남의 대응방안

지역자원시설세의 합리성 검토 및 환경교부금 증액이 필요

- 충남은 국가경제가 필요로 하는 전력과 제품생산의 비중이 높은 지역임
- 그러나, 충남의 환경보전 및 도민 건강보호 문제에 대한 정부 지원은 부족한 사항
- 환경재원 확보 차원에서 충남 환경기금 조성이 요구됨
- 배출부과금의 일부를 지자체 재원으로 확충하고 오염원인자 부담원칙을 더욱 확고히 하는 방안이 필요
- 배출부과금(기본 및 초과배출) 및 지역자원시설세의 합리성 검토, 환경교부금 등의 증액 등이 필요함
- 발전소 주변 전면 조사 및 오염물질 관리를 위한 수도권대기질 개선기금의 활용

44

4. 충남의 대응방안

대응방안 요약

충남 주요 발전소, 산업단지 지역의 미세먼지, 오존 등 유해물질(HAPs)에 대한 실태 및 유해도 조사

충남 화력발전소를 포함한 미세먼지, 2차 PM 등 대기오염 배출원의 전수 조사 및 이동 경로 조사

발전시설의 비중이 높은 충남의 대기오염 측정망 확충과 측정장비의 신뢰도 확보

국가 차원의 발전소 배출구 TMS 전면 점검 및 측정망 확충

주민체감 차원의 측정 방법의 다양화

배출부과금, 지역자원시설세의 합리성 검토 및 환경교부금 증액

수도권 대기질개선 대책에 발전소 미세먼지 저감대책을 포함하는 등 정부-충남도 협의라인 구축

지역환경기증의 설정과 지속적 개선을 위한 자율환경개선 거버넌스 구축

45

감사합니다.



www.dju.ac.kr



envsys@dju.kr



042-280-2534

주제발표 02

[충남 석탄화력발전소, 멈춤 신호가 필요하다]

『신기후체제와 석탄화력의 미래』

석 광 훈

에너지시민연대 정책위원



신기후체제와 석탄화력의 미래

석광훈

이화여대 소비자학과 겸임교수, 에너지시민연대 정책위원

2016.6.30

목차

에너지시민연대
Korea NGO's Energy Network

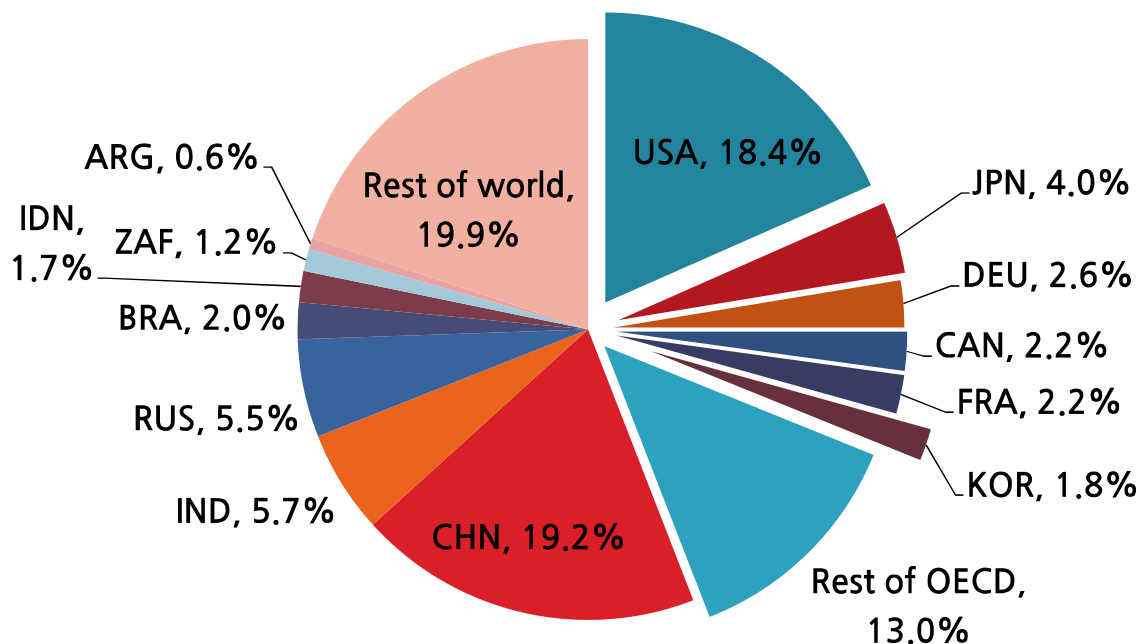
1. 산업부문 주요 탄소저감대책과 실상
2. 전력요금통제정책과 전력다소비형 산업구조
3. 국내발전부문의 외부비용 (CO₂, PM_{2.5})
4. 결론 및 제안

1. 산업부문저감대책과 실상

1) 산업부문 에너지 및 배출통계의 왜곡 및 효과

세계 에너지소비량에서 한국의 위치

한국 에너지소비량: 세계 11위(OECD 6위),
탄소(CO₂-e)배출량: 연료연소기준 세계7위(정부통계)



- ▶ 2030년 BAU전망(8.51억톤)대비 37% 감축
 - 정부안중 제3안(25.7%)을 채택하되, 추가분 11.3%는 국제탄소 시장(IMM)을 활용하여 추가 감축잠재량 확보
- ▶ 산업부문(공정포함) 12%감축, 배출권거래제활용
 - “에너지 신산업 집중육성, 세계시장 선점노력”
 - “〈(가칭) 에너지신산업 육성특별법〉 제정 등”
- ▶ 산업자원부 에너지 신산업 추가대책(2015.11.)
 - “누구나 전력을 생산판매하는 에너지프로슈머시장 활성화”
 - “프로슈머, 분산형 청정에너지, ICT융합, 온실가스감축 등의 미래 에너지 트렌드에 기반 에너지신산업 과제도출”

5

정부의 부문별 온실가스 BAU 배출전망(백만CO₂-e톤)

구분	2013	2020	2025	2030	연평균증가율(%)	
					'13~'20	'13~'30
에너지						
전환(발전 등)	233.4	295.5	303.9	333.1	3.43	2.11
산업	211.7	225.8	234.6	239.1	0.93	0.72
수송	86.0	95.4	100.5	104.1	1.49	1.13
가정, 상업 등	54.3	53.1	53.6	54.1	-0.32	-0.02
탈루	6.8	7.7	8.0	8.4	1.79	1.25
에너지 소계(A)	592.2	677.5	700.5	738.9	1.94	1.32
비 에너지 (B)	87.7	104.9	109.1	111.7	2.59	1.43
총계(A+B)	679.8	782.5	809.7	850.6	2.03	1.33

출처: 정부 “Post2020 온실가스감축목표 설정 추진계획” 2015

6

석유전환 중복계산(에너지+제품원료), IEA 대비 7.8%오차 (2013)
국가 온실가스 배출량 과대평가, 통계전체에 대한 신뢰도 저하

단위: 백만석유환산톤(Mtoe)

구분	석탄	석유	천연가스	원자력	수력/열 등	합계
IEA 통계 (A)	77.88	96.57	47.6	36.17	5.6	263.82
정부통계 (B)	78.10	108.60	51.7	36.50	9.4	284.30
B - A	0.22	12.03	4.1	0.33	3.8	20.48
오차율	0.3%	12.5%	8.6%	0.9%	67.9%	7.8%

참조: 정부 "Post2020 온실가스감축목표 설정 추진계획" 2015,
IEA *Energy Balances of OECD Countries 2015*

7

정부의 최종에너지통계 왜곡효과

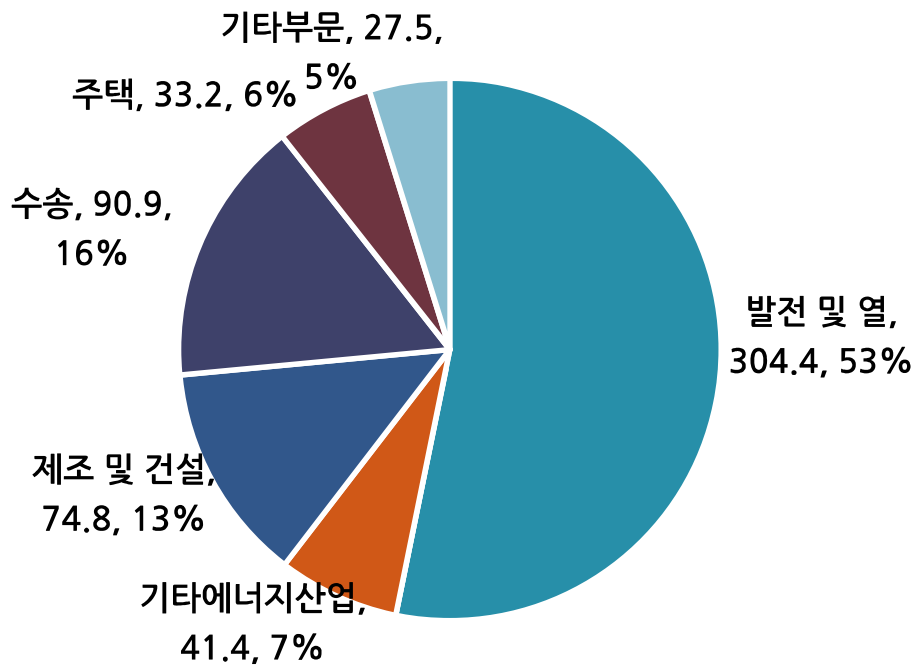
석탄, 석유 중복계산 등 과대평가, IEA 대비 24.8%오차 (2013)
국내 에너지소비에서 전력소비 비중 과소평가, 감축부문·정책 오도
단위: 백만석유환산톤(Mtoe)

구분	석탄	석유	가스	전력	신재생, 폐기물, 수력	열	합계
IEA 통계 (A)	9.45	84.62	24.13	41.89	3.48	4.26	167.83
정부통계 (B)	32.68	101.81	25.35	40.84	7.12	1.70	209.50
B - A	23.23	17.19	1.22	1.05	3.64	2.56	41.67
IEA대비오차율	245.8%	20.3%	5.1%	-2.5%	104.6%	-60.1%	24.8%

참조: 에너지통계연보 2015, IEA *Energy Balances of OECD Countries 2015*

8

[연료연소CO2기준, 2013실적, 단위:백만CO2톤]

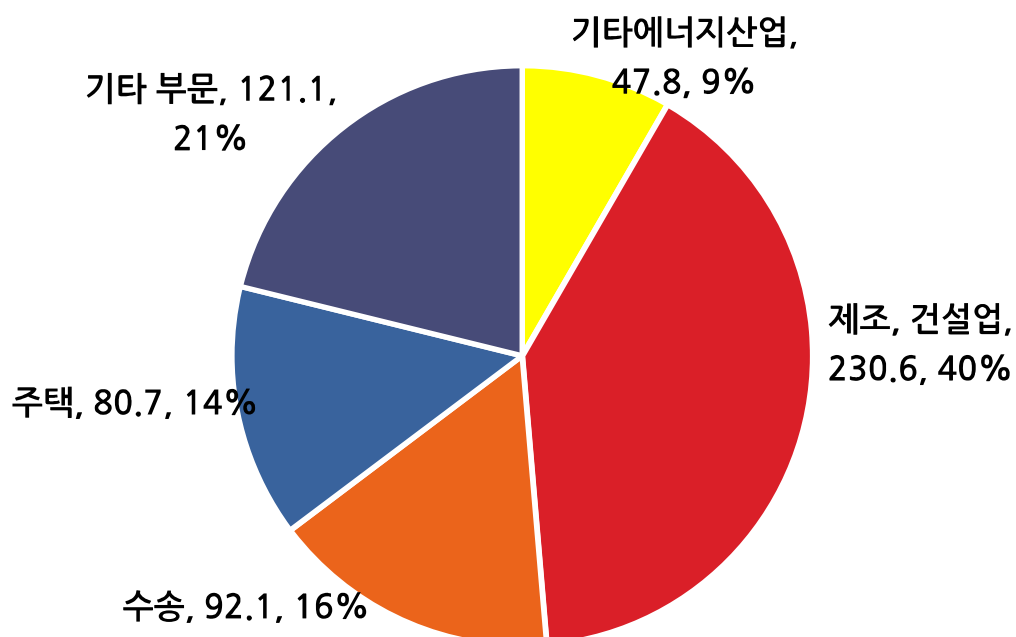


출처: IEA, CO2 Emission from Fuel Combustion, 2015

9

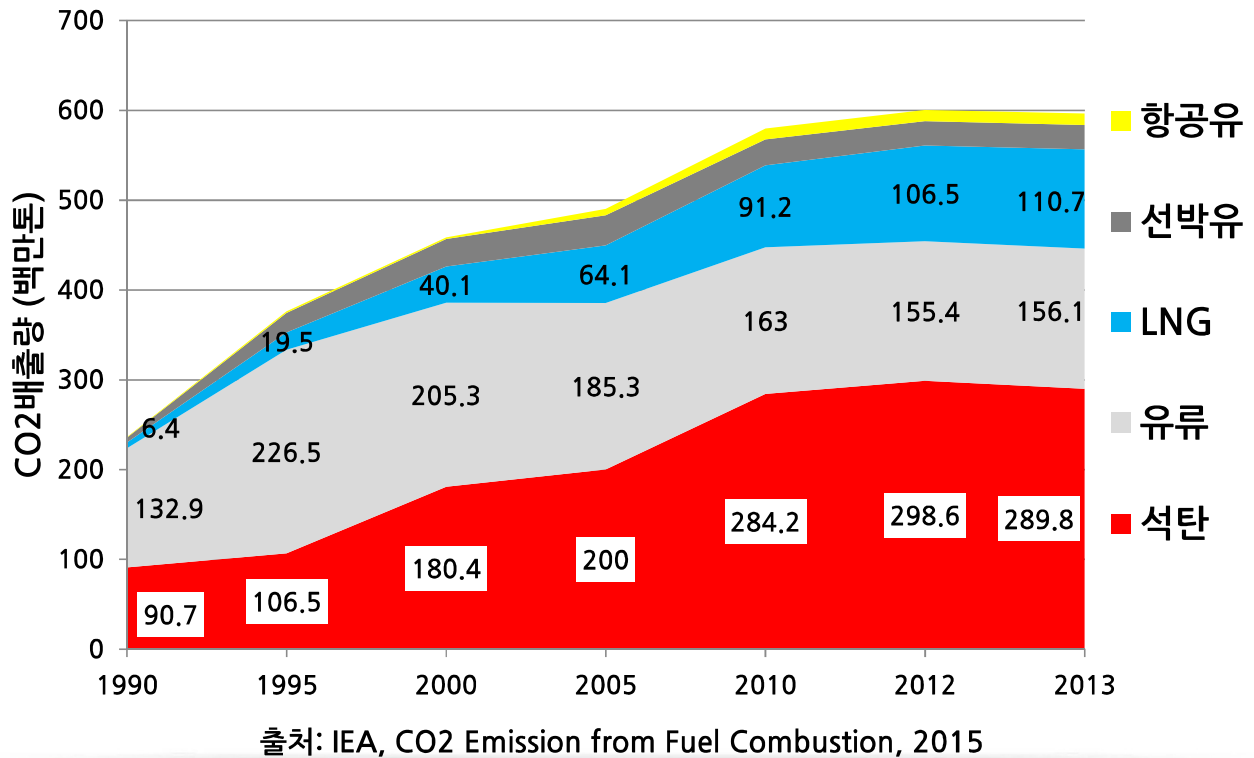
전력 및 열생산을 소비부문으로 배분산정시 부문별 배출

[연료연소CO2기준, 2013실적, 단위:백만CO2톤]



출처: IEA, CO2 Emission from Fuel Combustion, 2015

10

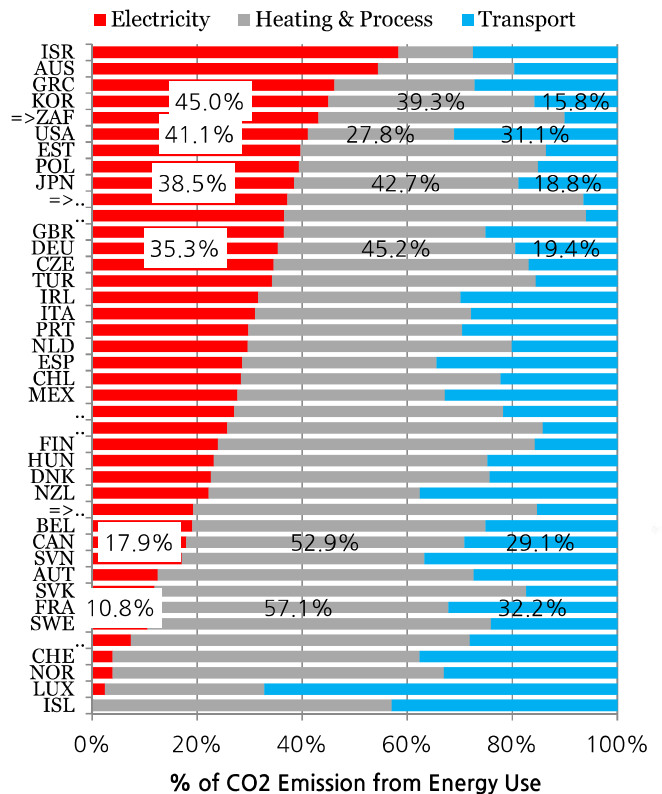
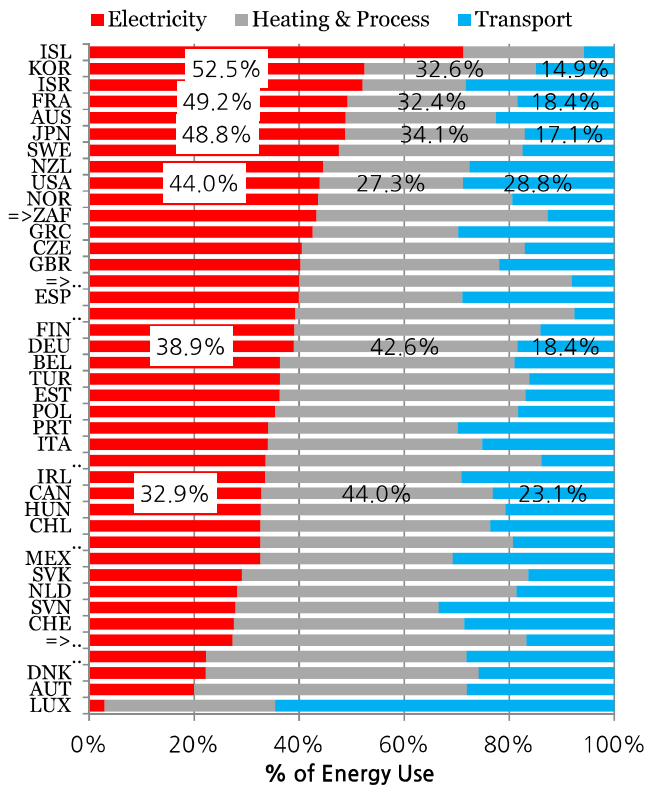


11

IEA와 정부간 통계오차로 인한 함의

- ▶ 정부 에너지통계는 산업부문 배출량을 과대평가, 전환(발전)부문 배출량을 과소평가하는 효과유발
 - 국가적으로 연료연소로 인한 배출량을 과대평가
 - ※ 이 같은 오차는 단순오류가 아니며, 정부가 과거 10년 이상 IEA의 통계 가이드라인을 따르지 않은 결과
- ▶ 동 통계오차는 정부의 부문별 감축목표, 감축수단에 왜곡을 유발
- ▶ 산업부문 전력소비제외 배출저감효과를 과대평가, 그만큼 산업부문의 전력소비 저감효과를 과소평가

12



Source: OECD calculations based on energy use data for 2009 from IEA (2014), IEA World Energy Statistics and Balances (database)

1. 산업부문저감대책과 실상

2) 주요감축수단인 탄소배출권 거래제도의 실상

- ▶ 정부의 산업부문 온실가스저감 주요정책
 - 탄소배출권거래제도를 통해 업종별 할당, 산업부문 전체적으로 2030년 BAU 대비 12%감축
- ▶ 그러나 국내 배출권거래시장은 사실상 개점휴업상태
 - 2015~'17년 기간 525개 기업에 할당된 약 16억톤중 2016년 6월 현재까지 불과 344.3만톤(0.2%)만 거래
- ▶ 배출권 구매수요에 비해 공급자 부재
 - 기업들은 배출권 판매시 정부가 차기 할당량을 더 낮출수 있다는 우려로 판매기피
- ▶ 전력, 가스 등이 자유롭게 거래되는 유럽 경쟁에너지시장과 달리 국내 국가독점시장제도에서 탄소배출권만 거래할 수 있다는 것은 환상

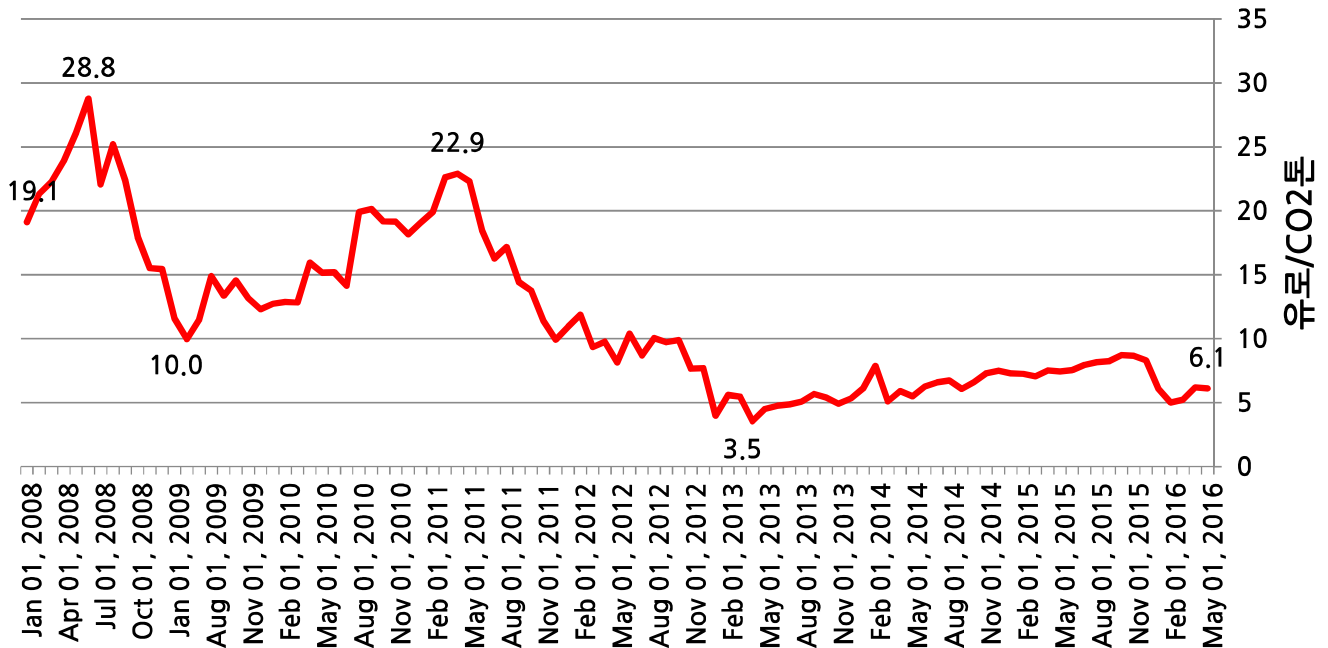
15

해외 탄소배출권거래의 실상

- ▶ 국내 배출권거래시장 및 해외 배출권거래시장과도 연계계획 공표
 - 2030년 BAU대비 37% 감축목표중 11.3%를 해외 탄소배출권 구입을 통해 달성
- ▶ 해외 배출권거래제도의 실상
 - 유럽 배출권거래제도(2005년~) 배출권가격의 급등락반복, 2011년 이후 가격폭락 등 CO2감축기능 상실
 - 유럽은 전력, 가스의 자유로운 거래시장에 기반해 ETS를 시행, 국내의 경우 모두 국가독점, 제도적 Mismatch
 - IMF는 제도적으로 미발달된 개도국의 경우 배출권거래제 도입을 자제, 탄소세 등의 조세를 통한 감축정책 권고

16

가격불안정성, 2011년 대폭락으로 저탄소경제로의 전환기능 상실



Source: EU ETS Dataset

17

유럽 탄소배출권거래제 실패의 배경

- ▶ 실패한 유럽 탄소배출권거래 제도
 - 1단계(2005~'07): 오히려 배출 증가, 2단계(2008~'12): 금융위기로 배출량 줄었으나 탄소가격 폭락
 - 1~2단계 기간 ETS는 신재생에너지나 저탄소기술 투자유인을 전혀 제공하지 못함
- ▶ 실패원인 1: 공급과 수요의 부조화
 - 공급량은 1년전 결정, 수요만 변동하는 재화는 시장재로 기능할 수 없음
- ▶ 실패원인 2: 규제의 복잡성과 행정비용
- ▶ 실패원인 3: 거래시스템이 탈세, 사기행위에 취약

18

- ▶ 국내 주요 CO2배출업종은 주로 저렴한 전기요금에 의존하는 전기 다소비 업종 (구산업)
- ▶ 이 업종들에서 거래실적이 저조한 배출권시장보다는 구조조정을 통한 감축이 보다 현실적인 방안
- ▶ 이 업종들에 대한 정부의 인위적인 구조조정은 한계가 있으며, 전기요금에 외부 비용을 적절히 반영, 자발적인 구조조정 유도
- ▶ CO2배출, 대기오염물질, 사고위험 등에 적절한 조세와 전력산업구조개편을 통해 정부의 가격통제가 아닌 시장가격에 의한 전기요금 조성 필요
- ▶ 전력시장개방시 전력-도시가스-통신-인터넷 부문간 융복합을 통해 신산업 창출, 서비스업 비중 확대 도모

2. 전력요금통제와 산업구조

구분	Post-2020 업종별 부가가치 성장전망 (2015.6)		금융감독원 한계기업 구조조정방안 (2015.12.)	구조조정 대상업체
	'13~'20 전망	'13~'30 전망		
건설업	2.67%	1.93%	상시구조조정	C:2개, D:12개
철강	1.37%	0.85%	합금철 설비 40%감축	C:7개, D:4개
석유화학	2.92%	2.29%	TPA 설비 30%감축 등	-
디스플레이	4.30%	3.82%	-	C:5개, D:3개

출처: 정부 온실가스 감축목표 (2015.6.10.), 금융감독원(2015.12)

※주: C등급 = 워크아웃대상, D등급 = 법정관리(시장퇴출)대상

21

현 산업구조의 지속가능성 문제

- ▶ 국내 전기다소비업종들(철강, 석유화학, 시멘트, 디스플레이 등)은 한중일 공급과잉이 심화되는 업종들
- ▶ 과거 구조조정정책은 산업퇴출이 아닌 시장퇴출, 즉 인수합병으로 업종별 생산능력은 오히려 지속 확대
 - 중국변수가 없던 과거에는 경기사이클로 공급과잉 문제가 해소되었으나, 현재의 한중일 공급과잉은 장기적 문제임
- ▶ 전기요금 통제(경부하요금 등)를 통한 전기다소비업종 보조 역시 해당 업종들의 구조조정을 지연시켜옴.
- ▶ 따라서 향후 산업구조조정은 정부의 인위적인 인수합병이 아닌 선명한 가격신호를 통한 자발적 산업퇴출이 바람직

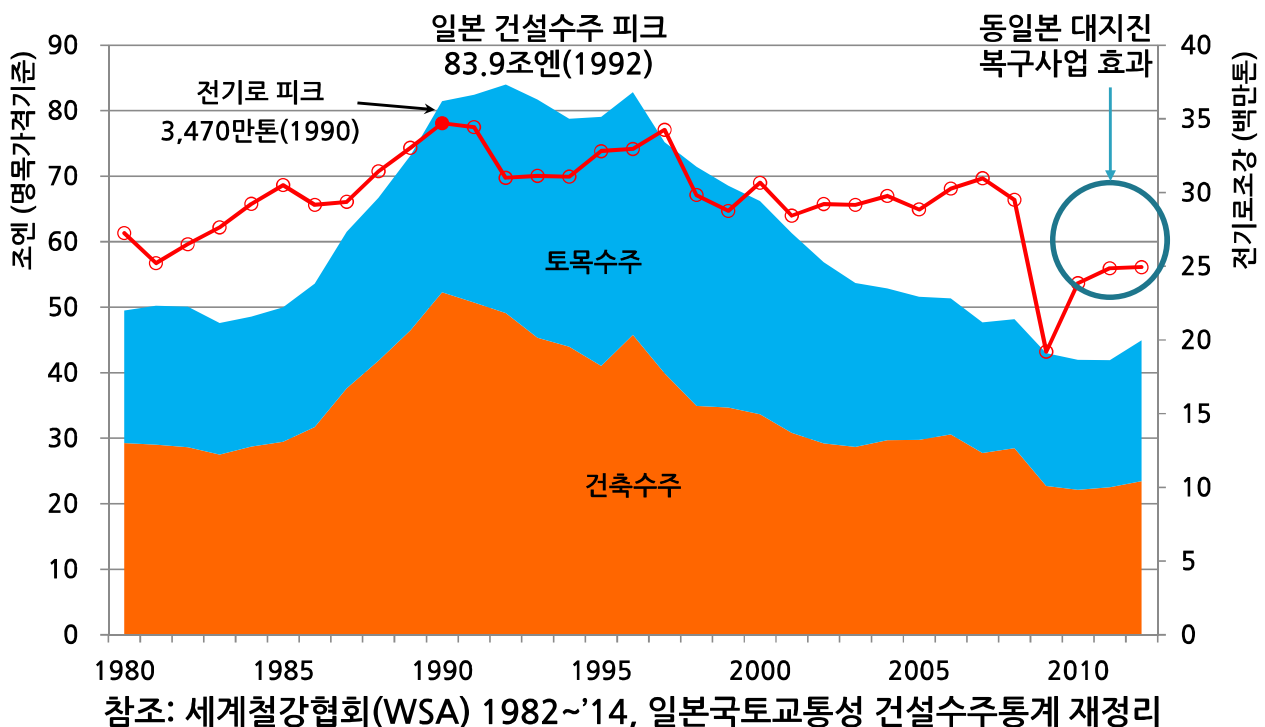
22

- ▶ 제7차전력수급계획 전력수요전망모델은 이를 지난해 온화한 기후 및 정부 수요관리에 의한 일시적 변화로 간주,
 - 2015년부터 GDP성장률을 상회하는 3%대의 전력수요증가 전망
- ▶ 정부의 Post-2020 감축계획은 제조업성장을 전제, 전력수요증가율을 '13~'20기간 3.43%, '13~'30기간 2.11%로 전망했으나,
 - 지난 '13~'15년 전력수요실적은 1.8%, 0.6%, 1.3%로 저조.
- 특히 3대 전기다소비업종 중 1차금속(철강 등)과 영상음향(디스플레이 등)이 2015년 각각 -5.3%, -0.7% 실적
 - 현 추세대로라면 감축목표 조기달성도 가능할 수 있음

23

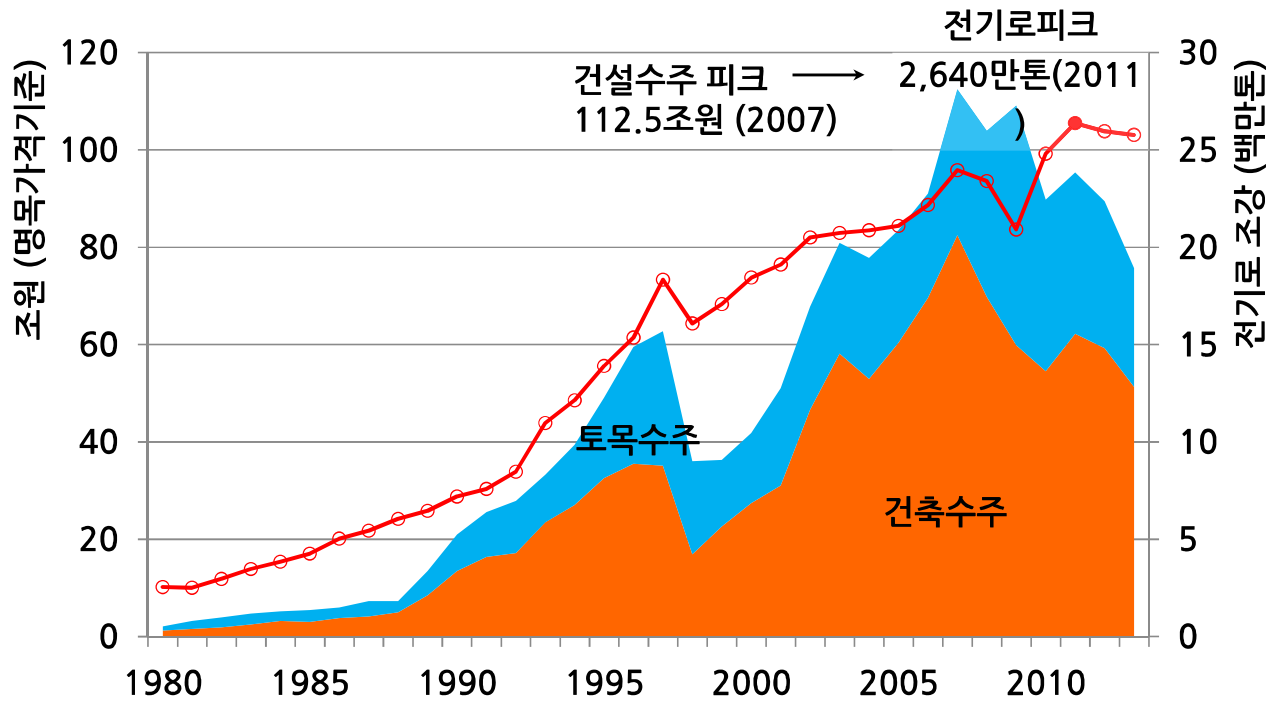
해외사례와 교훈 ①

일본의 건설수주와 전기로제강 생산추이



24

일본의 구조변화를 약 20년 격차로 답습



참조: 세계철강협회(WSA) 1982~'14, 한국은행경제통계시스템 및 통계청자료 재정리

25

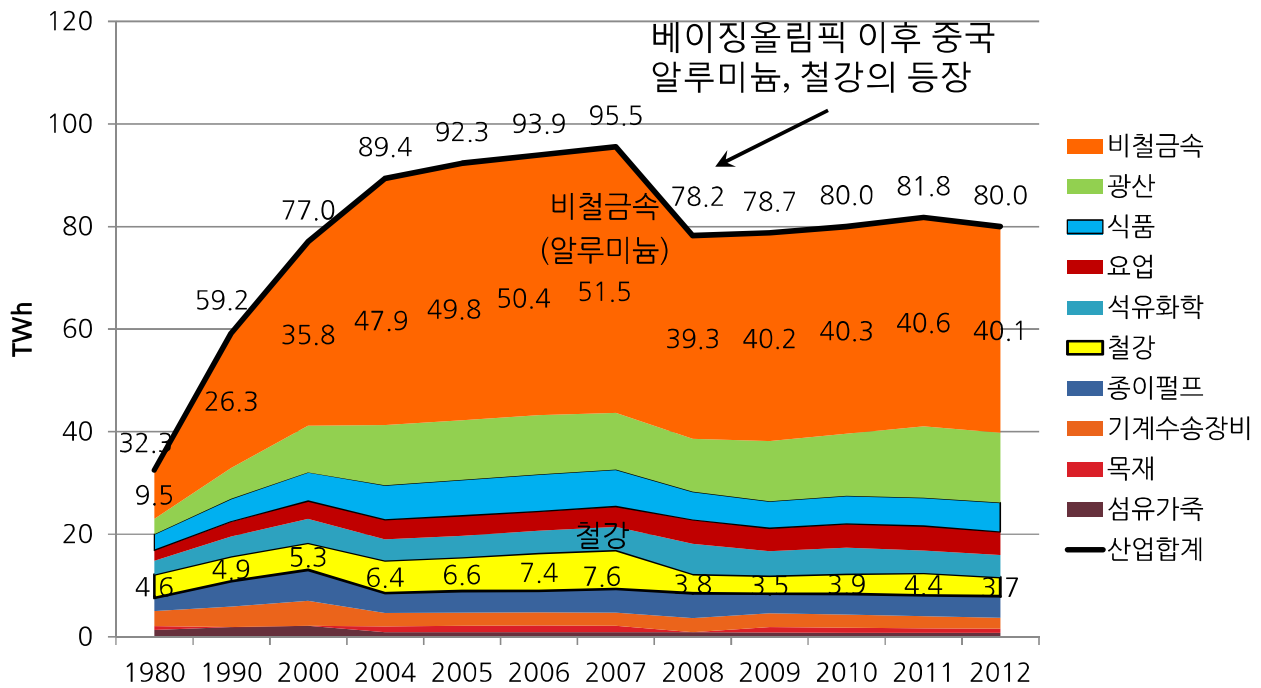
해외사례와 교훈 ②

호주의 알루미늄 및 철강사례와 교훈

- ▶ 호주는 풍부한 자원과 OECD최저 전기요금으로 알루미늄 산업, 철강 등 대표적 전기다소비업종을 지원해왔으나,
- ▶ 2008년 베이징올림픽 직후 중국산 알루미늄, 철강의 등장으로 설비감축(1/3) 등 구조조정 본격화
 - 과거 지연되던 노후전력설비 교체 및 요금반영을 2000년대 후반 뒤늦게 시행(요금 40% 인상)
 - 동기간 중국효과로 국제알루미늄 가격폭락(40%)
- ▶ 산업지원정책으로 적기 가격신호를 지체할 경우 오히려 경제주체들의 고통은 배가됨

26

호주 주요 전기다소비업종 전력수요 급락추세

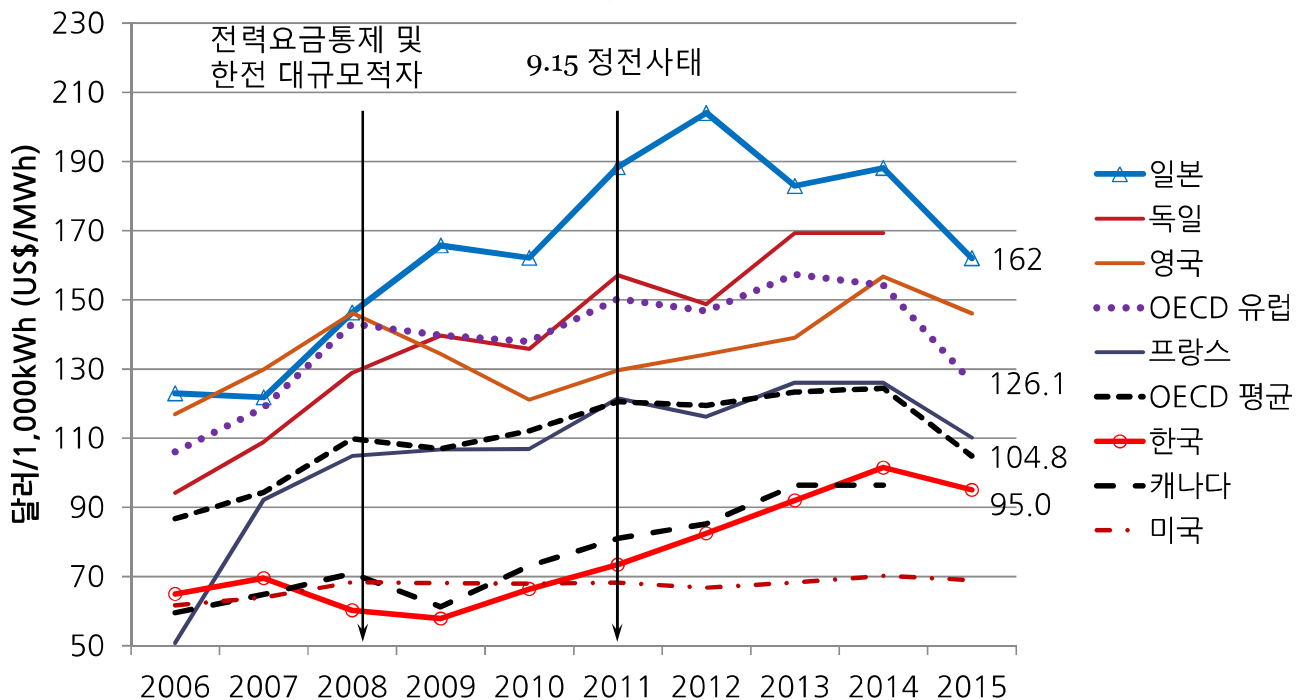


참조: Author's elaboration from IEA Electricity Information 2002~2014

27

국내 전기요금 통제정책의 결과

(OECD주요국 산업용 전기요금추세)



Source: IEA Energy Prices & Taxes 2008~2016Q1, 한전 전력통계속보 2016년 1월

28

- ▶ 에너지상대가격 왜곡으로 비효율적 전력의존심화
 - 석탄의 CO2, 대기오염물질, 원전의 사고위험 등 외부비용의 가격 미반영에 따른 저가 전기요금
 - 국내 산업용전기 중국보다 저렴 (한:약\$100, 중:\$120/MWh)
- ▶ 외부비용을 발전연료 조세 등을 통해 가격에 반영
- ▶ 전기요금 정상화로 자연스러운 산업구조조정 유도
 - 일본의 철강, 석유화학, 알루미늄제련 등 전기다소비업종은 '2차오일쇼크' 이후 1980년대 자발적 구조조정
 - 일본 제조업 전반에서 저에너지 고부가가치 기술로 전환

3. 국내 발전부문 외부비용

- ▶ 연료간 모순된 시장제도로 인한 왜곡
 - 유류(가격자유화) vs 전력, 가스(정부통제)
 - 유류는 국제유가에 연동되나 전력, 가스는 공기업체제하 요금 통제로 발전부문의 기술, 연료선택 왜곡
- ▶ 연료간 비대칭적 시장제도는 다시 연료간 세제왜곡으로 연결, 이중 왜곡
 - 자유화된 유류가격에 중과세(1996~) vs. 국영 전력산업의 발전연료(원전·석탄)는 면세
 - 수송을 제외한 모든 부문에서 비효율적인 전전화(全電化)진행, 사회적 외부비용이 큰 석탄·원전 의존도 심화

31

부문간·연료간 극단적 불균형과세

- ▶ 국내 유류세(휘발유, 경유, 등유, LNG 등)는 유럽과 유사한 수준으로 일본보다 중과세
 - 그 결과 총세수중 에너지세의 비중은 OECD평균 2배수준
 - 이는 국내 유류세의 강한 소득역진성을 의미
- ▶ 반면 CO₂, 이차 PM_{2.5}의 주요 발생원인 발전부문(석탄)에 대해 면세 수준 처우
- ▶ 부문간 연료간 과학적이며 형평한 조세개편 필요
 - 발전부문 석탄에 대한 과세를 강화하되, 세수중립차원에서 유류세 전반에 대한 경감필요
 - 육상수송부문 PM_{2.5} 및 NO_x 배출량의 70%를 차지하는 화물차량, 건설장비 등에 대한 세제지원 단계적 폐지

32

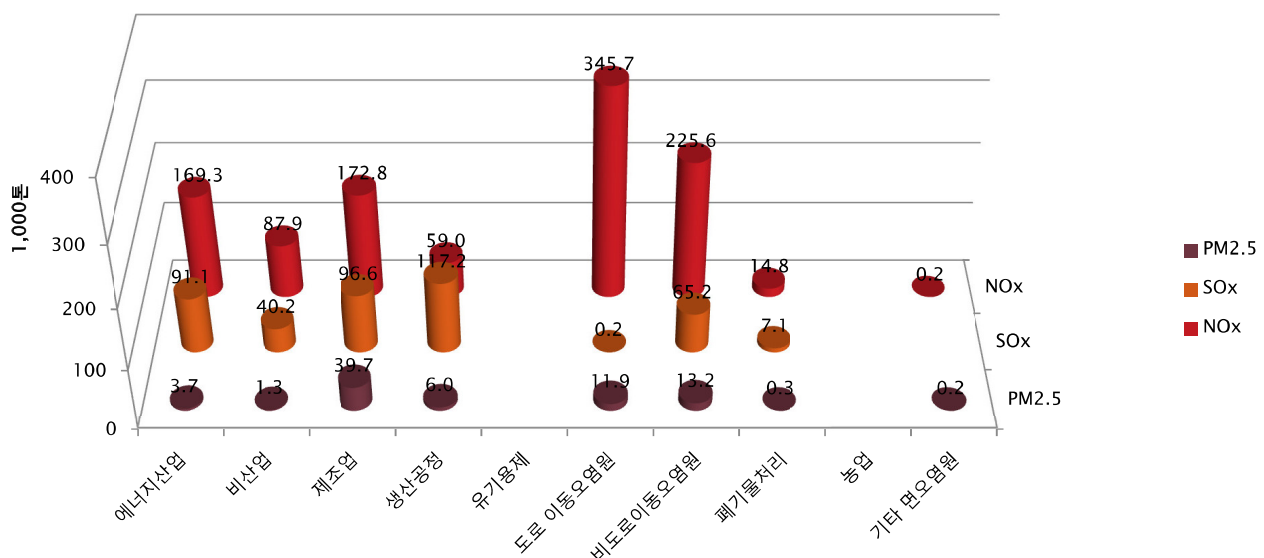
※유연탄은 면세대상이었으나, 제2차에너지기본계획에 따라 2014.7.부터 발전용에 한해 개별소비세 도입
※지면제약상 부생유 세제, 관세 할당률, 개소세 및 교통세의 탄력세율, 품질검사수수료 등 생략

34

- ▶ PM2.5는 화석연료의 연소후 화학반응에 의해 발생하며 인체 혈관 및 뇌에 침투 사망률에 직접적인 영향
 - US EPA 2011: PM2.5 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가시 미국인구의 조기사망위험이 10.6% 상승
 - Burnett et al. 2013: 세계평균 기준 PM2.5 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가시 조기사망위험 9.8% 증가
 - 최근 홍콩 65세 이상 노인들에 대한 연구는 암사망률 22%증가
- ▶ WHO PM2.5기준 연평균 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$, 일평균 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 권고
 - 미국 환경청은 국가대기질기준(NAAQS)상 PM2.5를 연평균 $12\mu\text{g}/\text{m}^3$, 일평균 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 설정(2013)
- ▶ 환경부는 PM2.5관련 경유차 및 경유세조정방안을 제안했으나,
 - 수송부문을 넘어 발전부문까지 포괄적으로 PM 2.5, SO2, NOX의 정확한 배출량과 위해도에 따라 세금 및 부담금 재산정 필요

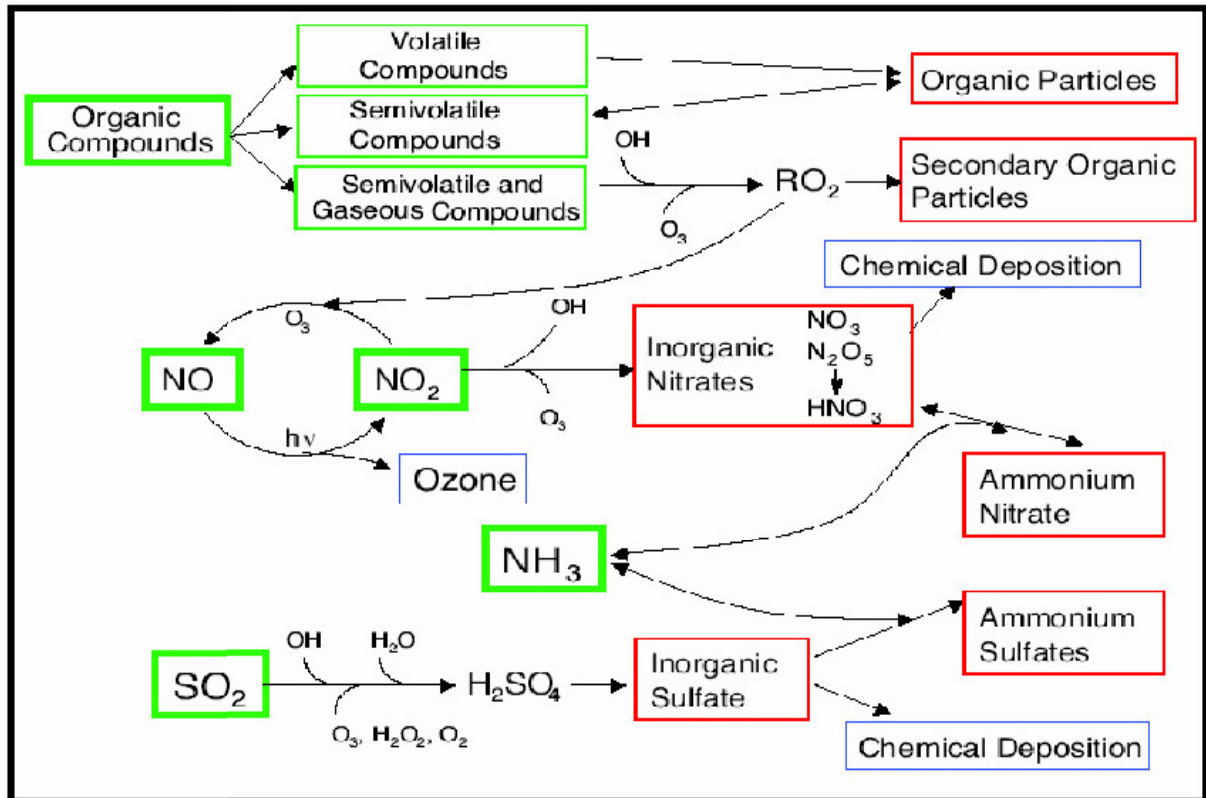
35

2012년 대기오염물질 배출현황 (배출원 대분류별 배출량)



참조: 국립환경과학원 2015

36



37

국내 PM2.5 집계 및 대처 실상

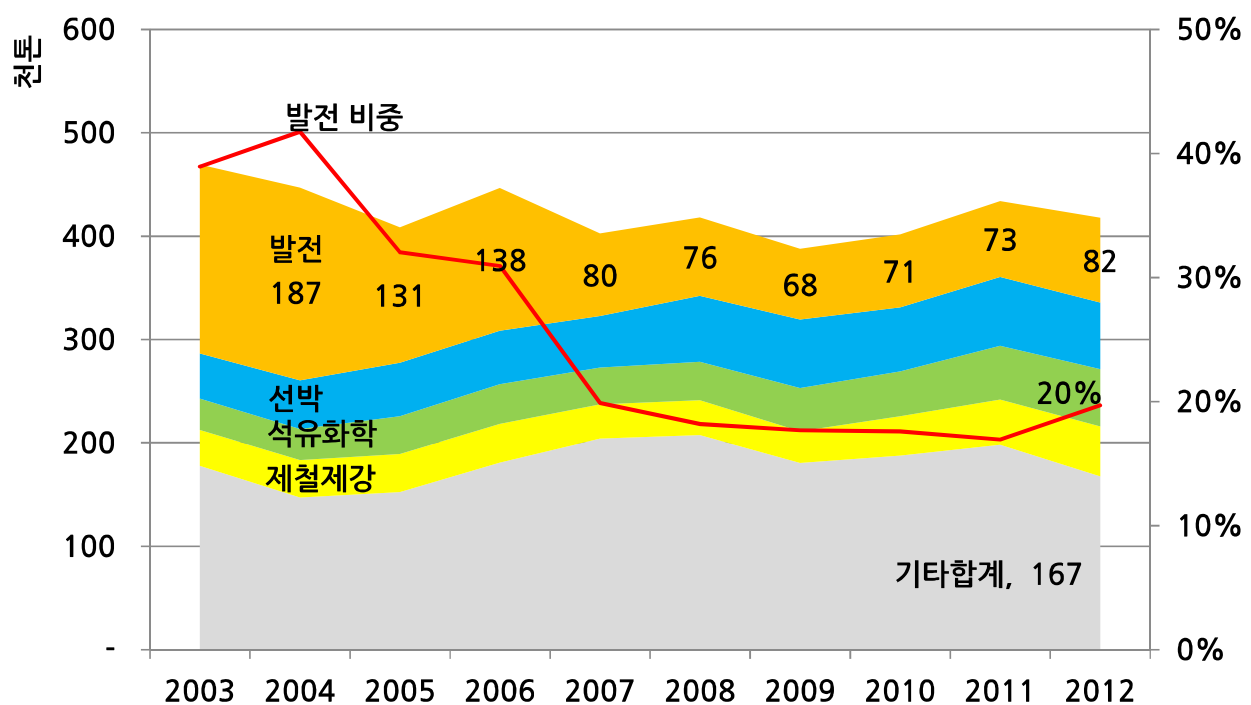
- ▶ PM 2.5 집계는 2011년부터(지난해부터 공표, 집계·검증에 3년소요), 규제는 2015년부터 시행
 - 그마저도 1차 PM 2.5에 국한, 2차 PM 2.5에 대한 측정 및 집계 부재
- ▶ 환경부는 그간 경유차의 1차PM2.5, NOX 배출집계, 규제, 세제 중심으로 대기보전대책을 추진,
 - 단순배출량 집계를 넘어 위해도평가를 통해 과학적인 비용평가 필요
 - 수송부문을 넘어 배출량 및 위해도가 큰 발전부문에 대한 비용평가 필요

38

- ▶ 2차성 PM2.5의 주요 원인은 SO2와 Nox이지만, 단위당 기여도는 SO2가 Nox보다 높음
- ▶ 국내 발생 이산화황의 20% 이상이 석탄화력발전에서 배출 (NOx도 상당량)
 - 수도권내 영흥석탄 1~6호기 가동(겨울, 봄철)
 - 당진, 서산 석탄발전도 여름철 남동풍으로 수도권에 영향
- ▶ 석탄화력의 PM2.5 및 SO2배출로 인한 환경비용
100km 이내 주민과 100~500km 구간 주민간 피해비용차이는 8배 (Zhou 2006; IMF 2014)

39

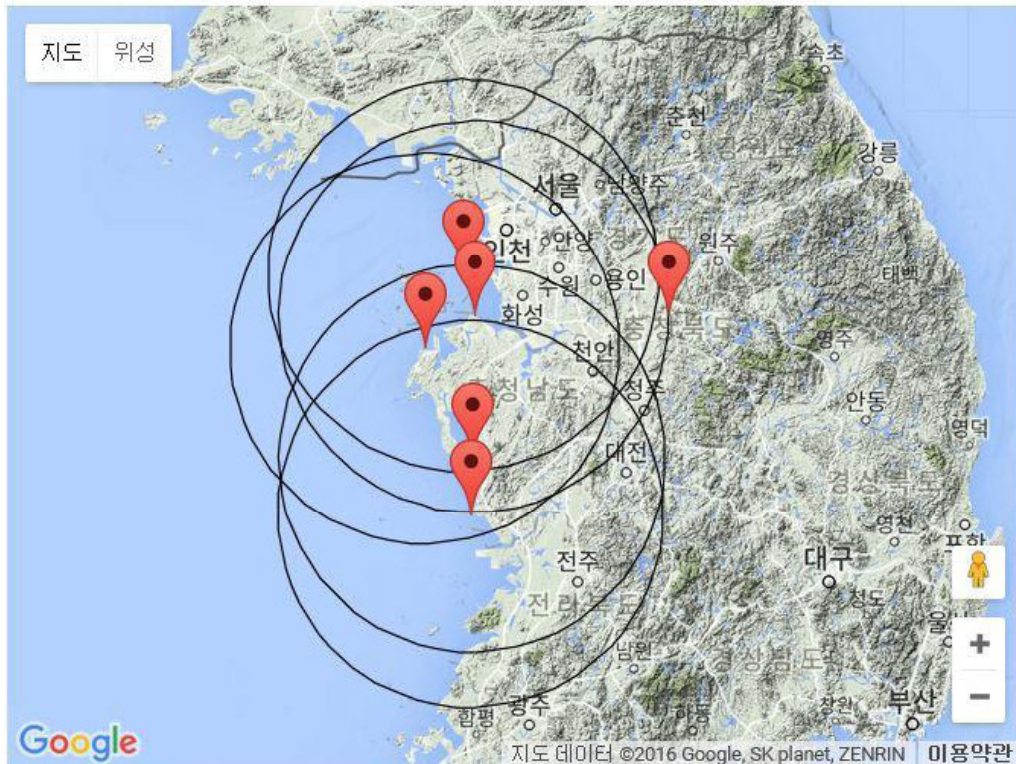
국내 주요업종별 SO2배출 추세



참조: 국립환경과학원 2015

40

수도권, 대전 등 인구밀집지역 100km 이내 위치



41

에너지관련 PM2.5 비용연구 주요문헌

- ▶ US National Research Council (US NRC) 2009, *Hidden Costs of Energy: Unpriced Consequences of Energy Production and Use*
- ▶ Humbert et al (US, Germany, France & Switzerland) 2011, *Intake Fraction for Particulate Matter: Recommendations for Life Cycle Impact Assessment*
- ▶ International Monetary Fund (IMF) 2014, *Getting Energy Prices Right: From Principle to Practice*

42

- ▶ CO2 손실비용: 지구적으로 동일한 비용적용
 - \$35/CO₂Ton (US IAWG, 2013)
- ▶ 지역대기오염으로 인한 사회적 손실비용 평가
 - 고해상도 위성정보(1km²)로 발전소입지, 인구분포 특정
 - 지역 인구집단의 대기오염물질 흡입량 평가
 - 대기오염물질 노출로 인한 조기사망위험 평가
 - (각국 인구집단의 연령, 질병통계 적용)
 - 건강에 영향에 대한 국가별 비용평가
 - 각 국가별 오염원별, 대기오염물질별 톤당 비용 평가
 - 단 국가별 기상 및 지형조건, 암모니아농도는 Zhou(2006)의 중국여건과 동일하게 전제
 - IMF(2014)의 대기오염물질 외부비용 세부산정방식은 참고자료에 요약

43

오염원별 대기오염물질의 사회적 비용 (\$/ton of Emission, 2010년 기준)

배출원	석탄화전			가스화전	수송, 난방		
오염물질	SOx	NOx	PM2.5	NOx	SOx	NOx	PM2.5
일본	36,786	24,230	44,381	24,772	31,548	6,405	812,178
한국	35,228	25,439	46,054	25,375	20,862	4,253	545,623
독일	53,192	35,624	65,936	36,603	20,082	4,115	535,454

Source: IMF 2014

44

구 분	석탄화전 배출량(톤)			석탄 합계	가스복합 NOx
	SOx	NOx	PM2.5		
2011	63,267 ton 25,096 억원	99,094 ton 28,385 억원	2,669 ton 1,384 억원	54,865 억원	34,942 ton 9,984 억원
2012	63,208 ton 25,073 억원	99,002 톤 28,358 억원	2,666 톤 1,383 억원	54,814 억원	37,683 ton 10,767 억원
2013	63,775 ton 25,298 억원	99,890 ton 28,613 억원	2,690 ton 1,395 억원	55,305 억원	43,123 ton 12,321 억원
2014	64,615 ton 25,630 억원	101,205 ton 28,989 억원	2,725 ton 1,413 억원	56,033 억원	40,292 ton 11,512 억원

참조: IMF 2014, Getting the energy price right
전력거래소 2015, 제7차전력수급기본계획 발전설비실무회의 자료

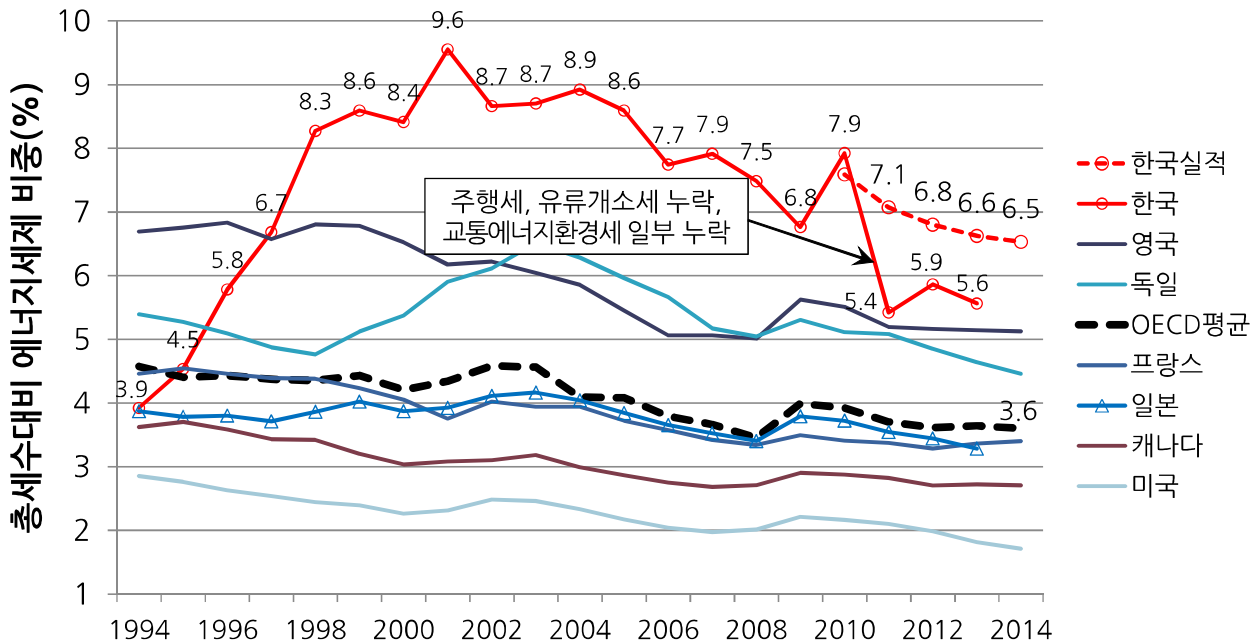
45

국내 에너지관련 세제 수준의 검토

- ▶ 국내 에너지세제의 총세수 대비 비중은 OECD평균의 2배를 넘는 최고수준
 - 이는 대부분 수송부문의 교통에너지환경세(부가세포함)와 난방용 유류에 대한 개별소비세에서 기인
- ▶ 현재 에너지세제 수준은 소득역진성이 강하기 때문에 에너지세수를 총량 수준에서 세수중립을 유지할 필요
- ▶ 따라서 발전부문의 환경관련 세제강화시 수송부문에서 그에 준하는 세제경감이 필요

46

총세수대비 국내 에너지세 소득역진적: OECD평균 3.6% 국내 6.5%



참조: OECD, Stat Air, Climate & Energy Taxes, 국세청통계연보(2000~2014), 조세연구원 2015

47

국내 에너지세제 세수 추이 (단위: 억원)

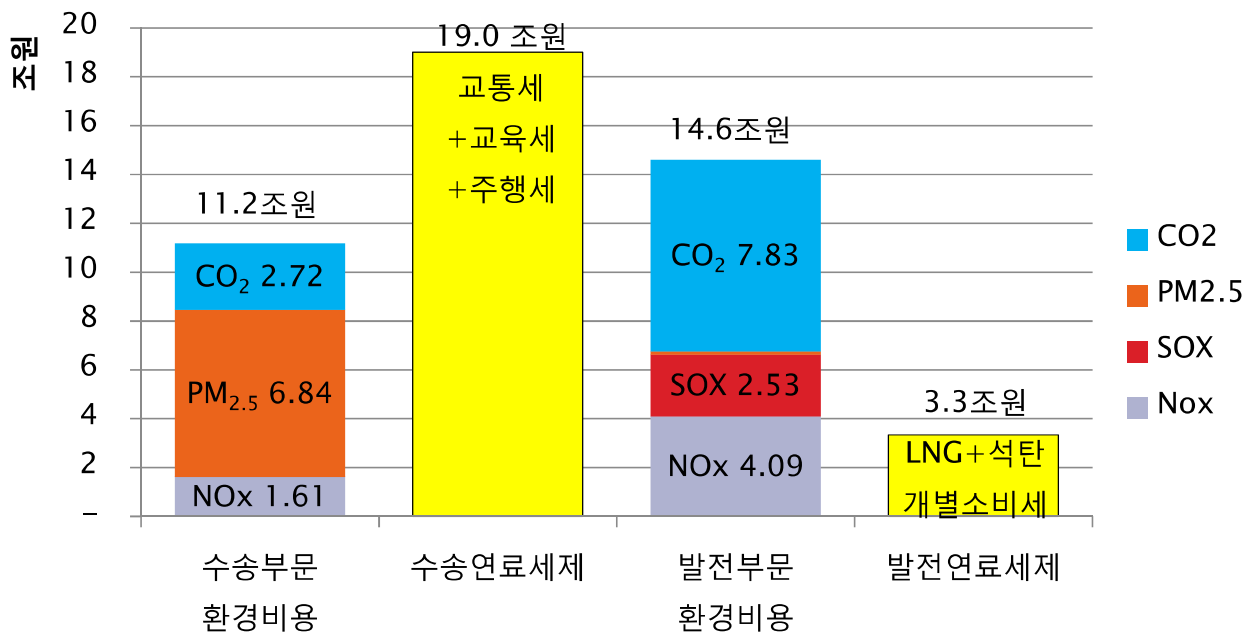
구 분	2010	2011	2012	2013	2014
교통에너지환경세	129,620	130,651	135,520	133,110	143,679
유류개별소비세	38,991	39,788	38,503	39,990	33,805
관련 교육세	22,217	23,159	22,748	22,288	23,660
소계	190,828	193,598	196,771	195,388	201,144
총 국세	1,777,184	1,923,812	2,030,149	2,019,065	2,055,198
에너지세 비중	10.7%	10.1%	9.7%	9.7%	9.8%
주행세 포함	12.6%	11.8%	11.4%	11.4%	11.6%

출처: 강성훈, 이동규, 유종민 (조세연구원 2015): 36

48

수송부문 환경비용대비 약 7조8천억원 초과징수

발전부문 환경비용 대비 약 11조2천억원 추가 과세필요



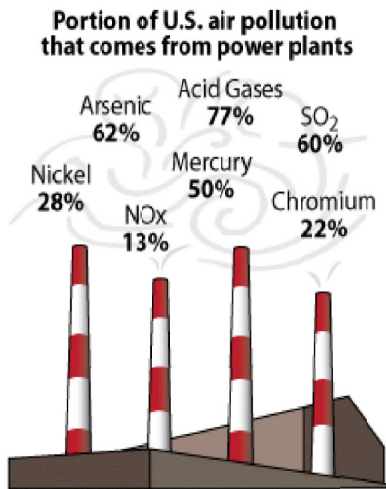
* 수송부문: 휘발유·경유·LPG, 발전부문: 석탄·LNG 적용

49

석탄화력에 대한 주요 선진국들의 동향

- ▶ 미국, 석탄화력발전설비 수출 금융지원 중단선언 (2013년 버락 오바마 대통령 조지타운대 연설)
 - 세계은행 미국 방침에 동참, 석탄화력 금융지원 중단선언
 - 덴마크, 핀란드, 아이슬란드, 노르웨이, 스웨덴, 프랑스, 독일, 네덜란드, 영국도 자국의 석탄화력설비 수출금융 중단
- ▶ 미국, 석탄 및 중유 발전소에 대한 수은규제 도입 (2011)
- ▶ 영국 기후에너지부, 온실가스 및 대기오염물질 억제를 위해 2025년까지 모든 석탄화력의 폐쇄결정(2015.11)
- ▶ 독일 환경부, “2050년보다 훨씬 전에 국내 석탄화력 폐쇄할 예정” (로이터Reuters 인터뷰 2016.5.3.)
 - 구체적인 석탄발전 폐쇄계획을 담은 독일의 “2050 기후행동계획”은 7,8월중 공표될 전망이다

50



미국 환경청(EPA)은 청정대기법의 개정(2011)을 통해 발전소(석탄 및 중유)에 대한 수은배출규제 (Mercury & Air Toxics Standards, MATS) 도입(2015.4. 발효)

발전소에서 배출된 수은(미국 수은배출량의 50%)에 임신기간중 노출된 신생아들의 근육 및 인지기능 발달에 심각한 장애, 성인들의 조기사망, 천식, 심장질환, 면역계 및 생식기 질환 등 막대한 사회적 비용을 발생시킨다는 연구결과에 기반 규제도입

수은규제로 석탄화력 저감시설 도입으로 미국 전력산업계에 연간 약11조원 (\$96억) 정도의 비용을 유발하나, 수은배출감축의 사회적 편익 등을 감안, 도입 결정

4. 결론

CO2 및 PM2.5의 비용감안 발전연료 세계개혁
전력-통신 시장 통합을 통한 신산업 창출

- ▶ CO₂, 1차PM_{2.5}, 2차PM_{2.5}(SO₂, NOX) 배출량 및 위해도를 감안할 때 발전부문의 과세강화필요
 - 비록 제2차에너지기본계획에 따라 유연탄에 대한 과세(24원/kg)가 도입되었으나 사회적비용 대비 미미
 - 유연탄은 연간 CO₂배출로 약 4.3조원, 1,2차PM_{2.5}배출로 약 5.6조원의 추가과세 필요
- ▶ 소득역진성이 강한 국내 에너지세 수준을 감안, 세수중립차원에서 수송용 유류세의 전반적 감면 (CO₂, PM_{2.5}유발효과 대비 과도)
 - 연간 약 24조원 (국세의 12%, 총세수의 6.5%)의 유류세에 석탄세 추가분만큼 경감 필요
 - 단 육상수송부문 1차PM_{2.5} 및 Nox 배출량의 70%(2012기준)를 차지하는 화물차 및 건설장비에 대한 정부 세제 보조금 단계적 폐지

53

전력-통신 시장통합과 신산업 창출

- ▶ 국내 전력산업은 국가독점체제하에 석탄, 원전 등 외부비용을 제도적으로 제외 시킴에 따라 OECD 최저 전기요금 구현
 - 스마트그리드 등 전력 신산업의 생태계 위축의 주요원인으로 작동
- ▶ 국내 ICT산업은 서비스의 다양화 없이 단말기 제조업 위주의 편중성장, 한계도 달
 - 이동통신 가격(단말기포함) 또한 OECD내에서 높은 수준
- ▶ 전력과 통신의 통합시장 구축과 결합상품 등을 통해 저가전기요금과 고가의 통신요금을 중화
 - 일본 전력시장 개방이후 전력산업과 통신산업간 융복합 (도쿄전력-소프트뱅크 등)
 - 한계에 이른 양 시장 통합을 통해 새로운 가치 창출

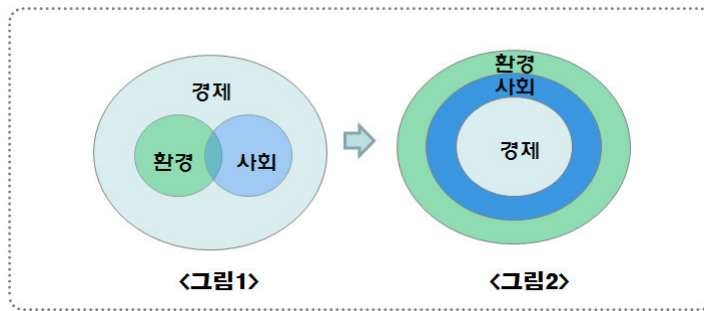
54

토론문

삶의 질 개선을 위한 통합적 접근

김은경 지속가능성센터 지우 대표

❖ 지속가능한 사회를 위한 기본 철학



출처 : 피터 센게 등(2008), 피터 센게의 그린경영

- 경제활동은 인간 사회의 다양한 활동 중의 하나로 사회가 유지되기 위한 윤리와 조건을 벗어날 수 없으며, 인간 사회는 지구상의 다양한 생태계의 하나로 지구 생태계가 유지되고 작동되는 논리를 벗어날 수 없다.
- 양적 성장에 수반된 환경적, 사회적 문제를 성찰하고, 질적 발전으로 전환

❖ 대기 오염에 대한 대응

- 환경 정책의 한계
 - 기준치 충족은 문제가 없나?
 - 오염원에 대한 사전 예방이 아니라 기술적 저감에 초점
 - 기술적 접근의 실패
- 산업 정책 관점에서의 접근
 - 산업 입지에 대한 종합적 검토
 - 화력발전소의 환경적 문제
 - 대기오염, 송전 탑, 물 부족, 온배수로 인한 해양 생태 영향, 기후변화 대응
 - 화력발전소의 사회적 문제
 - 주민 건강, 경제적 기회의 독점, 역외 유출, 지역 공동체
- 지역 주민들의 '우리가 살고 싶은 마을'에서 접근
 - 지역의 발전을 경제 성장으로 보지 않는 시각
 - 안전을 위한 변화에 참여

❖ 에너지 전환

- 에너지 정책 목표의 전환, 에너지원의 전환, 에너지 생산 소비 시스템의 전환, 에너지 정책 주체의 전환

전력수급체계(Paradigm) 바뀌어 나가야 할 시점

김정호 충청남도 에너지산업과장

1. 문제 진단

- 도내 서해안 지역에 화력발전소 집중
 - 경제적, 사회적, 환경적, 수급안전성 측면
- ⇒ 우리 도 지역의 문제를 넘어 국민 전체의 건강 및 생활환경과 연결되고 우리나라 전력수요 공급체계(패러다임)의 구조적 한계, 위기

2. 구조와 한계

- (수요) 수도권 수요 집중 → 자체 전력자립도 부족 → 외부전력 의존도 심화
- (발전) 원자력, 석탄에 편중 → 대규모 단지화 및 지역 편중
- (송전) 장거리 송전망 건설 지속 → 송전선로 지역내 주민 간 갈등 야기

< 화력발전 설비 현황 >

- '16. 6 현재, 총 26기 12,400MW(우리나라 전체의 47.2%)
 - ※ 2020년대 전,후로 20,300MW규모, 가동
- ⇒ 대부분 20년 미만, 계획된 설비는 사실상 준공단계로 폐지 또는 계획설비(민간사업자 경우 사업권의 문제)취소가 쉽지 않은 실정

3. 미세먼지 감소 등 대기오염 저감방안

- 현재 화력발전설비의 환경기술 개선, 연료 전환
 - 고정비 증가, 연료비 증가 등 재정투자 수반
 - ※ 미세먼지 감소는 물론 신기후체제에 대비한 온실가스 감축을 위해서라도 연료전환은 적극적으로 검토, 긴요
- ⇒ 제8차 전력수급기본계획 수립 시('16 하반기) 의견 제시 및 반영
- “우리 도 생산, 수도권 소비”특별한 희생과 감내 중인 지역사정을 감안, 지역사회 외부불경제 효과를 요금체계에 반영한 “공정한 요금제” 도입

당진시, 환경보건 선도 도시로 거듭나는 계기로 삼아야

명형남 충남연구원 책임연구원

- 당진시는 산업화와 도시화를 통해 급속한 경제성장을 이룬 반면에 석탄화력발전소와 이로 인한 송전탑의 집중, 철강단지(현대제철), 대산석유화학단지의 영향권으로서 이들 시설로부터 배출되는 환경유해인자로 인해 환경오염과 주민건강피해 우려에 대한 지속적인 논란과 이슈가 된 환경취약지역임
- 당진시는 이러한 특성으로 인해 충남에서 배출되는 미세먼지, 황산화물과 질소산화물의 약 20~40% 정도를 차지하고 있음. 주로 대기형태로 배출되는 화학물질 배출량의 경우 2009년 21,584 kg에서 2013년 212,070 kg으로 계속 증가하고 있으며 2013년도를 기준으로 충남에서 천안시, 서산시, 아산시에 이어 네 번째로 화학물질 배출량이 많은 것으로 나타남
- 당진시는 특히 사람에게 발암성을 일으킬 충분한 근거가 있는 물질 그룹으로 분류된 발암물질(IARC 1)의 경우, 미국에서 위해성이 크다고 분류한 ‘크롬 및 그 화합물’과 ‘벤젠’의 배출량이 상대적으로 많은 것으로 나타났고, ‘비소 및 그 화합물’의 경우도 폐기물 형태로 이동되는 양이 상대적으로 많은 상황임(화학물질 배출량·이동량 정보시스템)
- 국내·외 다양한 연구들에 따르면, 석탄화력발전과 여기에서 발생하는 미세먼지에 의한 건강영향은 조기 사망률과 호흡기계 질환, 심혈관계 질환 등과 관련되어 있는 것으로 밝혀짐. 특히 충남도에서 2013년도부터 진행해왔던 주민건강영향조사 결과도 비소와 카드뮴 등의 중금속과 관련하여 취약지역과 비교지역에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타남. 질병관리본부의 지역사회건강조사 자료를 활용하여 충남연구원에서도 전략과제로 진행하였던 연구에서는 천식의 유병률¹⁾을 조사한 결과, 충남이 전국에서 전남 다음으로 천식의 유병률이 높았고 시군 중에서는 태안 다음으로 당진시가 높은 것으로 나타남

1) 2008년도부터 2013년도까지 각 데이터에 가중치값을 적용하여 모집단의 인구 10,000 명당 천식 질환자수를 추정하여 분석한 결과임

- 당진시의 경우는 석탄화력발전소에서 배출되는 미세먼지, 송전탑의 전자파, 철강분진, 대산석유화학단지의 악취 등 환경과 건강에 유해한 요인들이 집중되어 있어 개별사업이 주는 각각의 영향이 누적되고 있을 뿐만 아니라 서로 상호작용으로 인한 건강피해까지 일으킬 수 있음. 따라서 유해요인의 누적과 상호작용의 복합영향을 고려한 매체별 환경오염정도와 매체별 환경노출 경로, 이로 인한 건강영향과의 연관성, 건강영향의 크기, 노출인구집단의 규모 등을 먼저 명확히 파악할 필요가 있음. 그리고 이로 인한 사회적 비용까지 추정할 수 있는 구체적인 연구와 이를 바탕으로 한 예방관리 정책 수립 등을 통해 당진시가 환경보건에 있어서 선도도시로 거듭나는 계기로 삼아야 함

미세먼지 문제에 대한 논의 필요

여형범 충남연구원 책임연구원

1. 미세먼지 문제는 대기, 건강, 에너지 부문의 정책 변화를 위한 기회의 창(window of opportunity)을 열고 있음. 기회의 창을 어떻게 활용하여 정책 변화를 이끌고 확장시킬 수 있을지를 고민해야 함.

- 충남 서해안 지역에 석탄화력발전소가 집중된 것에는, 70년대 석유파동으로 인한 전력원 다변화(석유 중심에서 석탄, 천연가스, 원자력 등으로 변화), 대도시 지역의 대기오염 악화에 대한 대응(수도권 외, 대도시 지역 외 지역 중 석탄 수입 및 저장, 냉각수 이용 및 배출이 유리한 지역에 석탄화력발전 건설)이 결합되었을 것임.
- 1970년대 이후 전력시스템의 경로는 1970년대 이전 전력시스템의 경로와 달랐음. 1970년대 중반에 열린 기회의 창. 2030년의 전력시스템은 현재의 전력시스템의 경로와 다를 수 있을까?

2. 미세먼지 문제 대응을 위해 석탄화력발전 부문은 어떤 역할을 할 수 있을지에 대해, 환경, 건강, 에너지 분야에서 함께 논의해야 함. 미세먼지를 비롯한 대기오염물질 배출, 환경 오염과 건강 피해, 전력수급의 변화, 기후변화 대응(온실가스 감축 압박 등)이 얹여 있는 문제임.

- 석탄화력발전의 미세먼지 배출량과 기여도는 어느 정도인가? 건강에 얼마나 영향을 미치는가? 시군별 에너지 생산-소비, 온실가스 배출은 어느 정도인가? 기존 데이터는 충분하고 정확한가? 이를 어떻게 보완할 것인가?
- 석탄화력발전 부문은 다른 분야(제조업, 교통 등)에 비해 효과적, 효율적으로 감축할 수 있는가?
- 석탄화력발전소의 대기오염물질 배출량을 감축하는 방법은 다양할 것인데, 대기오염물질 배출 최소화 기술 적용, 발전량 통제, 발전소 폐쇄 등 어느 수준의 대안 적용이 필요할까?

3. 결국 비용을 누가, 어떻게 부담할 것인지에 대한 문제와 연관될 것임. 비용 문제에 대한 논의도 함께 필요함.

- 정책 변화를 위한 비용이 얼마나 들까?
- 현재 비용부담 구조는 어떠한가, 누가 어떻게 부담하고 있는가? (전력요금, 지역자원시설세, 전력산업기반기금, 배출부과금 등)
- 각 비용부담 주체들은 비용부담 증가를 어떻게 받아들일 것인가?
- 비용부담 구조의 변화는 어떻게 가능한가?

당진지역 석탄화력 현황과 주민피해

유종준 당진환경운동연합 사무국장

1. 개요

1) 요약 및 배경 설명

- 당진시 온실가스 배출량 증가율 연평균 12.24%로 국가 평균 2.70%의 4.5배 수준
<충남의 온실가스 배출특성 분석, 충남리포트 제15호(2009-03.), 정종관 충남발전연구원 환경생태연구부 연구위원>
- 충청남도에 대한 당진시 온실가스 배출 점유율 2006년 현재 28%로 충남도내 1위
<충남의 온실가스 배출특성 분석, 충남리포트 제15호(2009-03.), 정종관 충남발전연구원 환경생태연구부 연구위원>
- 당진화력 총 600만kW 가동, GS EPS 복합화력 180만kW 가동 등 900만kW 밀집
<www.ewp.co.kr>, <www.gseps.com>
- 당진군환경종합계획(2011) 결과 2015년 온실가스 배출 추정량 5330만톤으로 2009년 환경부 발표 전국 1위인 광양시(3522만톤)를 능가, 전국 1위 예상
<당진군환경종합계획(2011)>
- 지식경제부 '12년 '국가전력소비지도' 발표 결과 당진시 5,412kWh로 1인당 전력 소비량 1위, 현대제철과 동부제철을 비롯한 전기로 제철소 가동으로 추정
<'12년 국가전력소비지도, 지식경제부>
- 환경부, 당진 대기환경측정망 기준치 초과로 2012년 대기오염규제지역으로 지정 예고

2. 현황 및 문제점

1) 지역/현장 소개

- 당진시 석문면 일원: 서쪽 경계인 서산시 대산면 일원에 1991년 석유화학단지가 조성되고 1999년 석문면 교로리 해안가에 당진화력이 가동되기 시작한 이후 급격한 대기환경 악화로 주민피해 발생

- 당진화력의 규모 <www.ewp.co.kr>
 - 설비용량: 총 4000MW(500MW급 8기 가동)
 - 예정용량: 2000MW(1000MW급 2기 공사중)
 - 향후 총 발전용량: 6000MW
- GS EPS 복합화력발전소의 규모 <www.gseps.com>
 - 설비용량: 총 1500MW (500MW급 3기 가동)
 - 예정용량: 1100MW (100MW급 바이오매스 발전소 제5차 전력수급기본계획 반영, 1000MW급 복합화력 1기 제6차 전력수급기본계획 반영)

- 현대제철 부생가스 화력발전소 규모 <www.hg-power.co.kr>
 - 설비용량: 총 800MW (100MW급 8기)
- 당진에코파워(구 동부화력) <www.skgas.co.kr>
 - 향후 계획: 1000MW (500MW급 2기 제5차 전력수급기본계획에 반영)
- SK E&S(석문국가산업단지 집단에너지 설비)
 - 향후 계획 : 17MW

⇒ 전체 화력발전 가동 발전용량: 5800MW

⇒ 향후 건설 예정 발전량: 4117MW

⇒ 가동 발전량 + 계획 발전량 = 9917MW

2) 환경 피해 현황 / 환경 피해 원인

- 1999년 발전소 가동 이후 석문면 교로2리에서만 암 환자 24명 발생, 이중 13명 사망
<1999년 발전소 가동 이후 석문면 교로2리 암 환자 발생 현황. 2013, 석문면 교로2리>
- 충청남도 2014년 환경오염취약지역 6곳에 대한 건강영향조사 결과, 당진화력 주변지역 주민들의 건강이 가장 심각한 것으로 드러남. 기관지 천식, 폐렴, 피부염, 심전도, 중금속 오염 등에서 건강 이상.
<충남도 환경오염 취약지역 주민건강영향 조사. 노상철. 2013>
- 2009년 광역자치단체별 온실가스 배출량 조사 결과 충남 전국 배출량의 15.7%로 1위
<광역자치단체별 온실가스 배출량. 지식경제부 2009. 7.31>
- 당진시, 충남전체 온실가스 배출량의 28%
<충남의 온실가스 배출특성 분석. 충남리포트 제15호(2009-03.). 정종관 충남발전연구원 환경생태연구부 연구위원>
- 석탄화력 50만kW급 8기, 100만kW급 2기 등 전국 최대규모의 화력발전소가 위치한 데다 인근에 대산석유화학단지가 위치해 대기오염 급속히 악화

3) 주민의견 수렴 및 알 권리 등 인권침해 사례

- 석탄화력 집중으로 당진화력 5, 6호기 건설 당시부터 인근 주민은 물론 당진시에 서도 추가 증설에 반대했지만 결국 9, 10호기까지 건설
- 현 당진화력발전소에 인접해 동부화력(현 당진에코파워) 1, 2호기를 추가로 건설하려는 움직임이 있어 인근 주민과 당진시, 시의회, 환경단체, 당진시개발위원회 등 시 전체를 망라한 범시민대책위원회를 구성해 반대했음에도 전력수급기본계획에 반영한 데 이어 전기사업 허가
- 제5차 전력수급기본계획 수립 주민동의를 중요한 평가기준으로 한다는 내부 기준에도 불구하고 당진시 전체 주민의 반대의견을 무시한 채 본안에 반영

4) 그린피스 보고서(2015, 2016)

- 국내 석탄화력발전소에서 나오는 초미세먼지로 매년 최대 1,600명 조기사망(2015)
- 2021년까지 계획 중인 석탄발전소 증설 때 조기사망자가 연간 최대 2,800명으로 증가
<침묵의 살인자, 초미세먼지 - 한국 석탄화력발전의 건강 영향과 정책의 현주소. 그린피스. 2015>
- 현재 건설 중으로 준공 앞두고 있는 당진화력 9·10호기 가동 시 연간 220명 조기사망 (운전수명 40년 간 8,800명 조기사망, 건설 중인 발전소 중 태안화력에 이어 두 번째)
<2016년 그린피스 보고서 살인면허 신규 석탄화력의 건강 피해>
- 전원개발 실시계획 승인 신청 단계 당진에코파워 1·2호기 가동시 연간 80명 조기사망 (운전수명 40년 간 3,200명 조기사망, 계획 중인 발전소 중 전국 최고)
<2016년 그린피스 보고서 살인면허 신규 석탄화력의 건강 피해>

5) 개선방안

- 미착공된 석탄화력발전소(당진에코파워)
- 석탄화력 발전 총량제
- 고체연료 사용제한, 충남도 차원 기준 강화
- 재생에너지로 가는 가교로서 LNG 활용

석탄화력발전에 관한 의견

정중한 당진화력본부 차장

I. 충남 석탄화력발전에 의한 대기오염 실태

1. 현 황

- ☐ PM_{2.5} 관련 환경부 배출기준 적용은 2015년 1월1일부터 시행됨
- ☐ 국립환경과학원, 2016. 6월
 - 미세먼지 예보 정확도 87% 수준임 (PM₁₀, PM_{2.5})
 - 특히, 고농도 미세먼지 예보 정확도 60% 수준임 (PM₁₀ 62%, PM_{2.5} 69%)
 - 2013년 이후 미세먼지 농도 증가원인은 기상여건 악화, 국외유입량 증가, 국내배출량 개선정체로 설명함
- ☐ 정부합동, 미세먼지 관리 특별대책 확정.발표 (2016.6.3.)

2. 개선 사항

- ☐ 미세먼지 예보 정확도 및 측정망 확대 등 (기상관측 시스템 포함)
- ☐ 미세먼지 배출원 파악 및 관리 강화
 - 미세먼지 발생원.구성성분 규명과 근본적 대응 등

3. 의 건

- ☐ 미세먼지가 중차대한 환경난제임을 인식하고, 미세먼지 문제를 해결하기 위한 총력적 대응이 필요함
- ☐ 충청남도, 당진시 그리고 시민단체 등과 긴밀히 협의를 기반으로 산업부, 환경부의 정책 및 개선방안 추진이 필요한 것으로 판단됨

II. 신기후체제와 석탄화력발전의 미래

- ☐ 영국, 2025년까지 석탄화력 전면폐쇄 (2015.12, 전기신문)
 - 신재생에너지 전력생산 비중(25.3%)이 석탄화력(20.5%)를 사상최초로 추월함
- ☐ 독일, 2015년 전체 소비량의 32.6%를 신재생에너지로 충당
 - ※ 전체 신재생에너지의 약 25%를 태양광이 차지
- ☐ 석기시대는 돌이 부족해서가 아니라 더 우수한 청동기가 개발되어 종말을 고한 것임 (에너지혁명 2030, 토니세바 2014.5)
- ☐ 우리는 향후 10년간 대체에너지와 생명공학, 나노기술 등에서 기본적인 혁신이 이루어지고, 완전히 새로운 산업과 에너지산업의 패러다임의 변화를 보게 될 것임 (2018 인구절벽이 온다, 해리덴트 2015.1)
- ☐ 신재생 등 신산업 확대를 통해 환경.경제적으로 지속가능한 정책추진 및 산업구조 개편 등의 패러다임 전환이 필요함.

충남에 이런 화력 발전소가...

조성준 당진시 환경정책과장

최근 이슈가 되고 있는 미세먼지는 충남지역 석탄화력발전소가 주원인이라고 지목되고 있습니다. 충남지역에 화력발전소가 집중적으로 모여있다 보니 당장 배기가스로 인한 공기오염 문제가 되고 있는 것입니다.

감사원이나 그린피스의 보고에 따르면 당진을 비롯한 충남지역만의 문제가 아니라 전국적인 문제입니다. 정부가 계획 중인 24기의 석탄화력 발전소를 증설 할 경우 충청·수도권 등의 초미세 먼지(PM2.5) 평균농도가 입방미터 당 최대 19마이크로그램($19\mu\text{g}/\text{m}^3$) 증가되어 조기사망자가 매년 최대 2,800명까지 늘어난다는 것입니다.

언론에 의하면 발전소주변지역의 주민 중 암 환자가 급격히 늘고 있다고 보도하고 있습니다. 실제로 주변 주민들이 심각한 건강피해를 호소하고 있는 것이 사실입니다. 이에 따라 당진시와 충청남도 등 4개 시군이 금년부터 2020년까지 공동으로 55억원을 부담하여 「화력발전소 주변지역 환경 조사·평가」사업을 추진하고 있습니다만 더 광범위한 조사가 이루어져야 하며, 중앙정부 차원의 대책이 더 필요합니다.

최근 석탄화력발전소와 관련한 정부의 대책을 보면 중앙정부는 30~40년 된 석탄화력발전소의 가동을 중단하고 나머지 석탄화력발전소는 부품을 교체한다고 하는데, 이는 근본적인 해결방안이 아니고 미세먼지 등 최근 문제가 불거진 부분에 대해서만 임시 처방식의 대응입니다. 중앙정부는 전국토를 아우르는 큰 그림에서 발전소 문제를 봐야합니다. 물론 지역 간의 이해관계와 전기료 문제 등 중앙정부가 해결해야 할 문제가 많이 있을 것입니다만, 이것은 중앙정부가 전 국민을 대상으로 여러 가지 갈등문제 등을 설득하고 합의하여 추진해야 할 문제입니다.

우리 국민들은 건강한 환경을 위해서는 어느 정도의 부담을 받아들일 수 있는 성숙한 민주시민이라고 생각하며, 어느 한쪽의 희생을 담보로 하는 전력생산은 반대합니다. 특히, 충남 지역과 수도권에 배출허용기준에 차이가 나는 것은 수도권에 사는 사람만 사람인가 하는 의구심마저 들게 합니다.

국가의 발전을 위해 전력이 필요하고 그로 인해 당진을 비롯한 충남 지역에 발전소를 집중하여 건설한 것은 정부입니다. 지역주민의 끊임없는 반대에도 불구하고 화력발전소를 건설한 정부가 책임을 지고 문제를 해결해야 합니다. 발전소의 시설을 개선하는 일에도 정부가 나서야 합니다. 지금까지 충남지역에 집중적으로 화력발전소를 설치해 왔다면 이제는 전국으로 분산 배치해야 합니다. 또 대체 에너지 발전소를 개발 설치하는 것이 바람직할 것입니다.

이와 함께 앞으로 지어질 발전소에 대한 계획을 철회하고 새로운 친환경적인 발전 방식을 도입하는데도 정부가 나서야 합니다. 지금까지 피해를 봐 온 당진지역의 환경개선을 위해 대기환경을

개선 할 수 있는 시범단지를 충남 지역에 구축하고 개선을 위한 노력을 해야 합니다. 이를 통해 감사원에서 수도권 대기오염의 원인으로 지목한 충남 지역의 대기 환경을 원천적으로 개선해 나가야 합니다.

정리해 말씀드리자면 우선 충남은 운영적인 석탄화력발전소의 대기 오염물질 배출허용 기준을 수도권 수준으로 강화하고 미 착공된 석탄화력발전소는 철회할 것을 요구합니다. 기존의 피해에 대해 주민건강영향조사 등을 위해 재정적 지원은 물론 정부가 직접 나서서 조사하고 대책을 세울 것을 촉구합니다. 지역의 대기환경 개선을 위해 당진에 대기환경을 저감할 수 있는 시범단지나 연구소를 설치해 대기 개선의 모델로 해야 할 것으로 생각합니다.