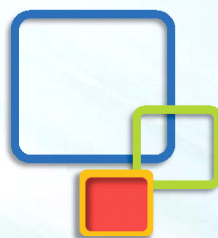


발표 |

충남 대기질 현황과 개선노력

충남연구원 _ 김 동 혁 책임연구원



충남 대기질 현황과 개선노력

2017. 11. 01.

기후변화대응연구센터 책임연구원 김동혁



Contents

I 충청남도 미세먼지 현황

II 미세먼지 저감정책

III 미세먼지 개선을 위한 과학적 노력

IV 향후 정책 방향 모색

I 충청남도 미세먼지 현황

1. 지리조건
2. 배출현황
3. 대기현황

미세먼지 불똥 충청남도로

■ 화력발전소 증설 관련 관심과 우려 확산

- ✓ 화력발전소 증설 관련 건강영향 Greenpeace 보고서(2015)
 - 충청도내 발전소 신규건설(9기, 8,160MW)로 매년 750명 조기사망 추정
- ✓ 초미세먼지 원인으로 화력발전소 지목, 절반이상 충남 및 인천에 밀집

■ 충남 화력발전소 발 미세먼지 봄철 전국적 영향

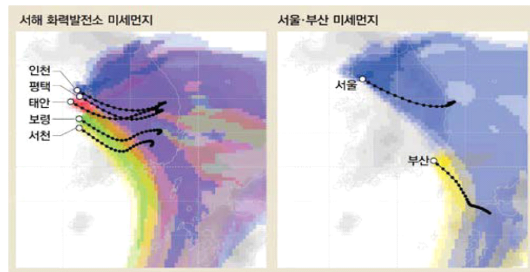
- ✓ 한미 공동 대기질 연구(KORUS-AQ)에 의한 충청남도 입지 화력발전소에 의한 대거 발생
- ✓ 봄철 북서풍을 타고 한반도 전역으로 확산
- ✓ 황산화물 과다배출에 의한 2차 미세먼지 생성 가능성 큼

석탄화력발전소 운영에 의한 피해 사례



화력발전소에 의한 건강영향(자료: Greenpeace Report)

서해 화력발전소 발 미세먼지 전국 확산



미세먼지 이동경로 (자료: KORUS-AQ)

미세먼지 불동 충청남도

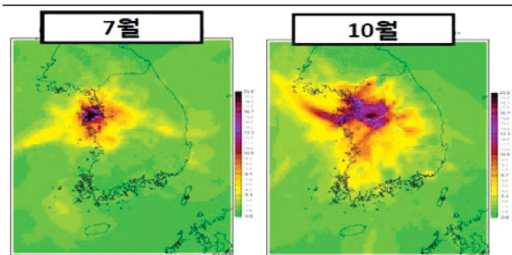
■ 충청남도 석탄화력발전소 수도권 미세먼지 영향

- ✓ 2015' 감사원 '수도권 대기환경개선 특별법' 감사보고서에 충청남도 화력발전소 지목
- ✓ 충남소재 화력발전소에 의해 수도권 미세먼지 농도에 최대 28% 기여
- ✓ 석탄화력발전소 대기오염 저감을 위한 노력 부족 지적

■ 서해안 석유화학단지의 대기오염물질 배출 급증

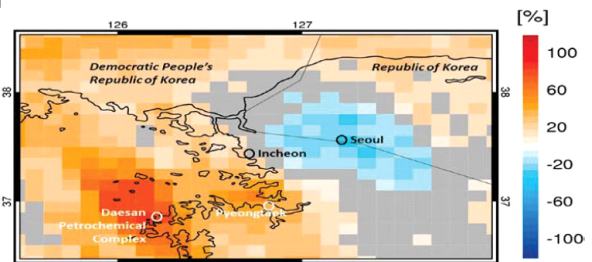
- ✓ NASA 최근10년 이산화질소(NO₂) 모니터링 결과 발표
- ✓ 인도의 잠나가르(Jamnagar)와 함께 서산지역 주목
- ✓ 국내 언론 인용 보도 증가 및 주민민원 폭발

석탄화력발전소 운영에 의한 피해 사례



화력발전소 확산범위(자료:감사원보고서)

서산 대산석유화학단지의 이산화질소(NO₂) 배출량 급증



10년간 국내 NO₂ 발생량 변화량

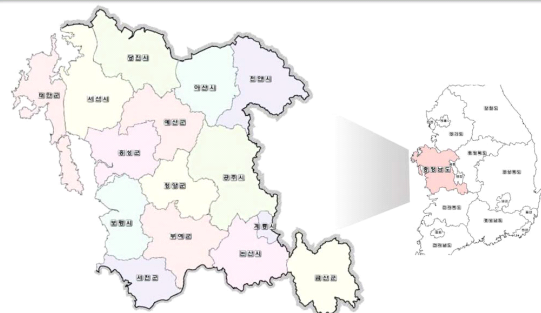
5

1. 지리조건

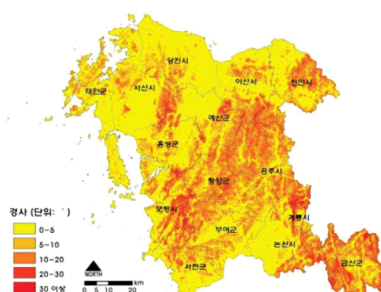
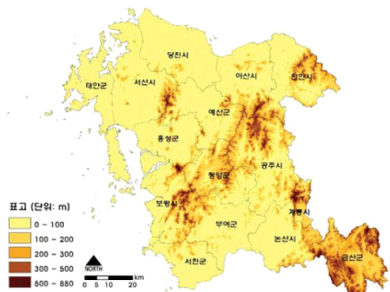
- 충청남도는 국토의 중서부에 위치하며, 8개 시, 7개 군으로 구성되어 있음.
- 2016년 12월 기준 총 면적 8,226km²로 전국(100,339km²)의 약 8.2%를 차지함.

시청 소재지	단	경도와 위도의 극점		연장거리
		지명	극점	
충남 홍성군 홍북면 충남대로 21	동단	금산군 부리면 방우리	북위 36°01'47" 동경 127°38'31"	동서간 187.7km
	서단	태안군 근흥면 가의도리	북위 36°36'37" 동경 125°32'21"	
	남단	금산군 남일면 신동리	북위 35°58'30" 동경 127°29'15"	남북간 120.8km
	북단	당진시 석문면 난지도리	북위 37°03'44" 동경 126°25'46"	

표고 100m 이하 약 65.7%(대표적인 저지대)



경사 5° 이하 약 53.4%(개발잠재성 높음)



6

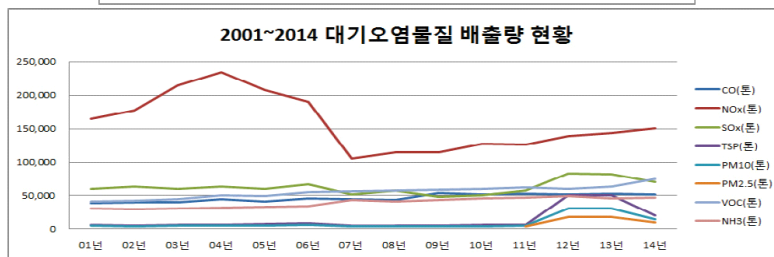
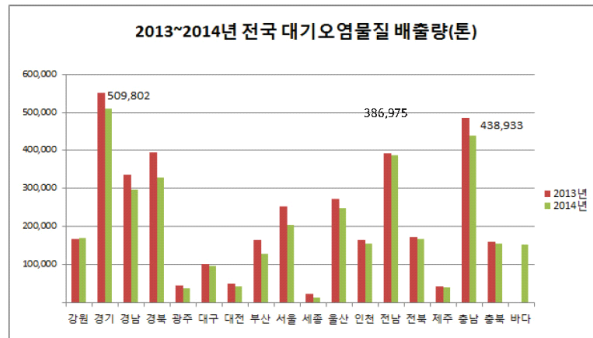
2. 배출현황 (추세)

▶ '14년 충남 배출량은 438,933톤(12.3%)으로 전국2위, '13년 대비 46,715톤(9.6%) 감소

* 1위 경기도 509,802톤(14.2%), 3위 전남 386,975톤(10.8%)

▶ NO2는 '05년부터 감소하다가 '08년 이후 증가하는 추세를 보임

※ NO2 배출량 산정방식이 2006년까지 연료의 배출계수에 의한 산정방식에서 2007년 굴뚝자동측정망(TMS)의 측정 자료를 활용하는 방식으로 바뀌에 따라 배출량에 큰 변화가 나타남

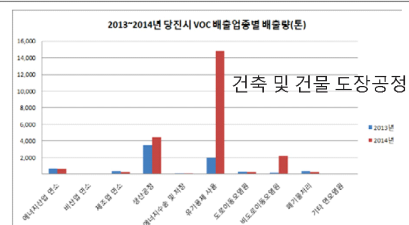
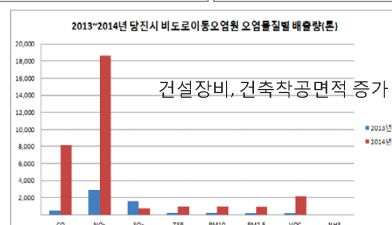
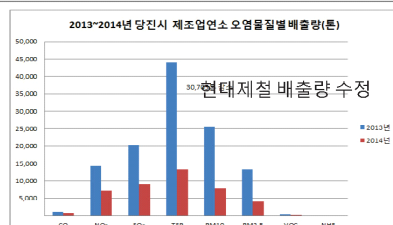
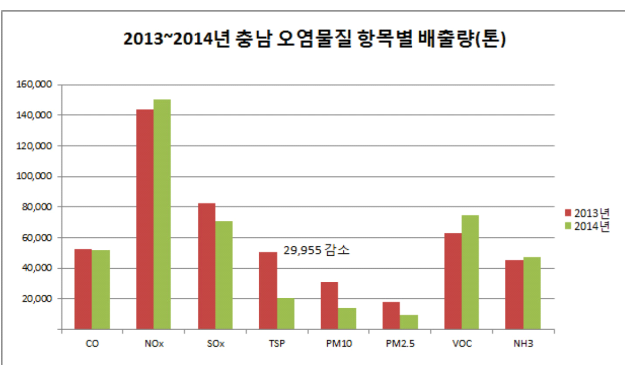
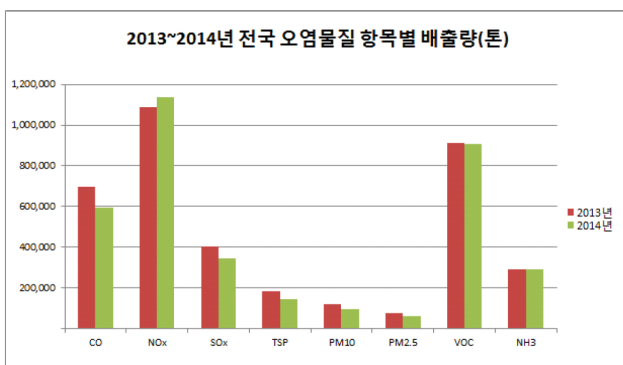


9

2. 배출현황 (물질별)

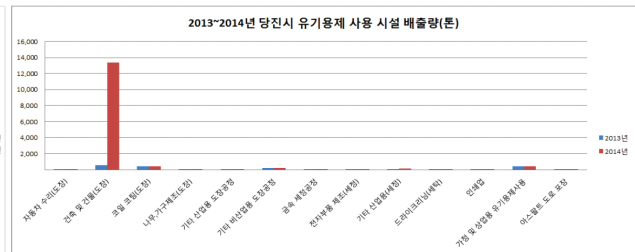
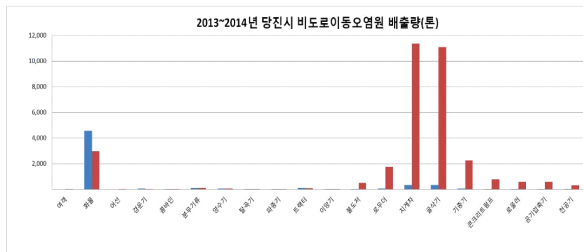
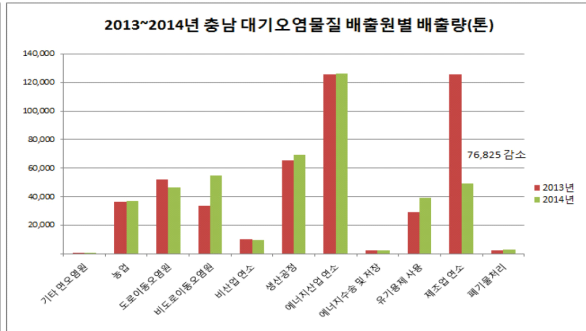
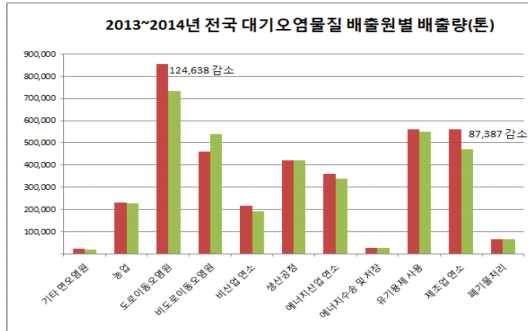
□ 전국 대기오염물질 배출량은 NOx가 '13년에 비해 증가하였고, CO, SOx, TSP는 감소된 것으로 나타남

□ 충남의 경우 NOx, VOC 배출량 '13년에 비해 각 6,791톤(4.7%), 12,245톤(19.5%) 증가 하였으나, TSP의 배출량이 '13년 대비 29,955톤 (59.4%) 감소하여 전체 오염물질 배출량이 감소되는 추세를 보임



2. 배출현황(오염원별)

- '14년 전국의 가장 큰 오염원은 도로이동오염원으로 731,476톤(22.6%)이며, '13년에 비해 124,638톤(14.6%)
- 충남의 가장 큰 오염원은 '13년 제조업연소(25.94%)에서 '14년 에너지산업연소(28.8%)로 바뀌었으며, 제조업연소 부분의 대기오염물질 76,825톤(61%)이 대폭 감소되었음



11

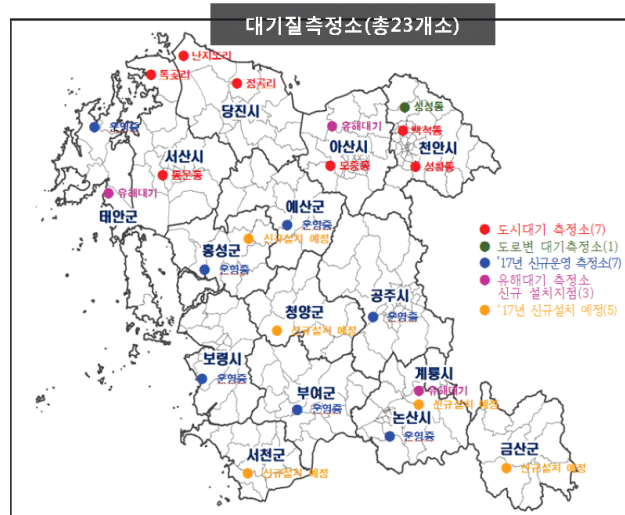
3. 대기현황

- 미세먼지 측정소 턱없이 부족, 충남의 경우 천안에 국한, 대기질 측정소 서북부 편중
- 도시대기 7개소, 도로변 1개소, 17년 신규운영 도시대기 7개소, 설치예정 8개소(유해대기 3개소, 도시대기 5개소)
- 총 23개소 측정망 구성 예정

전국 미세먼지(PM-2.5) 측정소 현황



자료: 환경부 내부자료(2016.8.) 기초로 국회예산정책처 작성함.

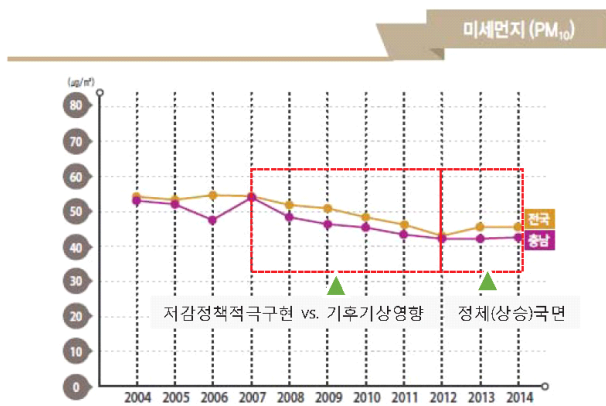


12

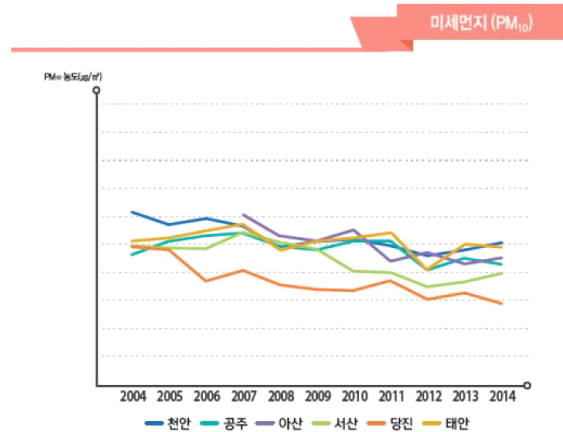
3. 대기현황

- 물질별 전국 시도 최근 10년 측정결과 충남은 전국평균에 비해 다소 낮은 결과를 보임
도내 측정소가 위치하는 6개 시군에 대해 살펴본 결과, 미세먼지 평균농도수준
화력발전소 및 철강/정유 시설의 영향을 판단하기에 한계가 있음

충남의 미세먼지 농도 변화



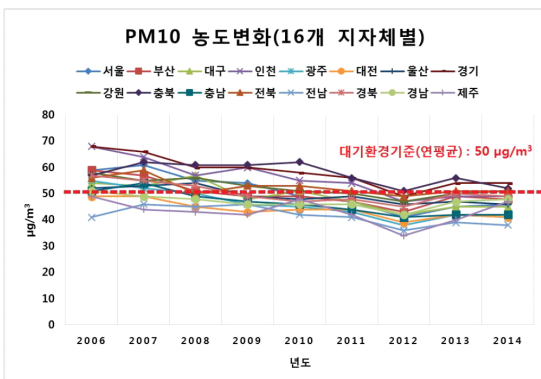
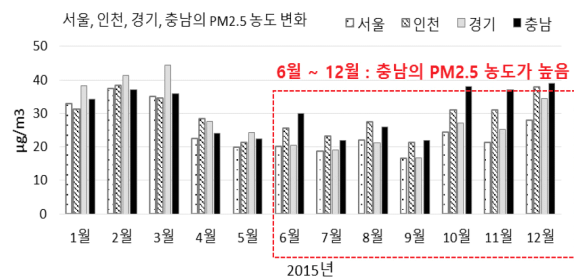
도내 6개 시군 미세먼지 농도 변화



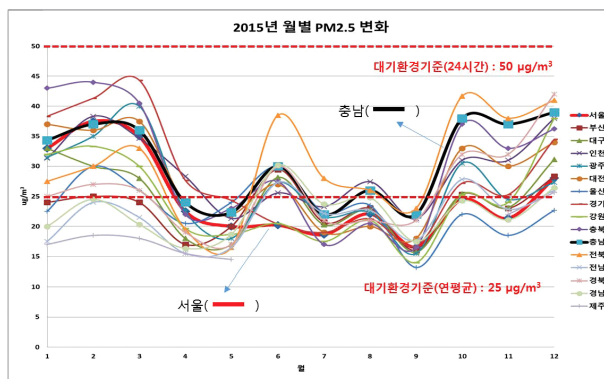
13

3. 대기현황

- ▶ 대부분의 지자체는 환경기준을 초과하고 있으나 점차 감소추세
- ▶ 초미세먼지는 주로 봄과 겨울에 높으며 환경기준을 초과
- ▶ 서울 : 인천 : 경기 : 충남의 비교에서도 충남은 6월 ~ 12월에 초미세먼지의 농도가 상대적으로 높게 나타남



<16개 지자체별 PM10 농도 변화>



<2015년도 16개 지자체의 월별 PM2.5 변화추이>

14

II 미세먼지 저감정책

1. 정책동향
2. 입법추진
3. 연구과제

1. 정책동향



대통령 업무지시 3호 “미세먼지 문제를 국가적 의제로 설정하고 근본적 해결방안 마련위한 미세먼지 대책으로 노후화발전소 Shutdown 지시”

‘17년 6월 1일부터
노후 석탄화력 발전소
보령 1·2호기, 서천 1·2호기
한시적 중지

제2차 대기환경개선 종합계획

- 계획기간: 2016~2025년
- 비전: 건강 100세 시대를 여는 맑은 공기, 시원한 지구
- 목표: **미세먼지·오존 오염 50% 이상 감축**(기준초과 비율 ½)
- 추진전략: 국민참여적 거버넌스
- 대기·기후(감축·적응) 통합적 접근
- 경제와 환경의 상생·조화
- 과학기술 기반의 혁신

2차 수도권 대기환경관리 기본계획

- 계획기간: 2015~2024년
- 비전: 맑은 공기로 건강한 100세 시대 구현
- 목표: **PM-10 30 μ g/m³, PM-2.5 20 μ g/m³, NO₂ 0.021ppm, O₃ 0.06ppm**
- 기본방향
 - 자동차 관리
 - 배출시설 관리
 - 생활오염원 관리
 - 과학적 관리기반 구축 및 홍보 강화

산업통상자원부 석탄발전 미세먼지 대책

- 계획기간: 2016~2030년
- 목표
 - 노후 석탄발전 10기 폐지
 - 기존 석탄발전 성능 개선 및 환경설비 전면교체
 - 신규 석탄발전 원칙적 진입제한
- 총괄: ‘30년까지 총 11.6조원 투자계획
 - 노후 석탄발전소 폐기 2,032억
 - 1단계 탈황·탈질 설비 보강 2,179억원
 - 2단계 주기기 및 환경설비 교체 9.5조
 - 건설중 발전기 친환경설비 투자 1.7조

1. 정책동향



석탄화력발전소 오염 저감시설 강화, 증설 중단 등으로
미세먼지 배출량을 현재보다 절반 이상 줄여야 ...

대기질 개선관리 추진방안

- 계획기간: 2017~2025년
- 비전: 맑은 공기, 시원한 바람
함께 누리는 행복한 충남!
- 목표: 2025년 PM-10 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
PM-2.5 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 달성
- 추진방향
 - 중앙정부 추진계획과 연계
 - 미세먼지 배출량 많은 전기·가스 사업
 - 집중 배출지에 대한 대기환경규제지역 지정
 - PM-2.5, 특정대기유해물질 저감에 우선 투자
 - 경유차 없는 도로 관리 역점

충청남도 환경보전종합계획

- 계획기간: 2017~2020년
- 비전: 쾌적한 환경, 건강한 사람,
행복한 충남
- 목표: 환경보전을 선도하는 충남,
누구나 건강한 충남
- 추진전략
 - 지역주도 환경보전 역량강화
 - 지역 환경보전 조사연구 기반구축
 - 새로운 환경유해인자 예방관리
 - 환경오염 취약지역·계층 건강격차 해소
 - 도민 공감형 환경보전 확대

제4차 환경보전계획

- 계획기간: 2016~2025년
- 비전: 자연과 사람이 벗하는,
느리고 깊은 충남
- 목표: 2025년 PM-10 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
O₃ 0.023ppm,
대기오염 측정망 20개소
- 추진전략
 - 선제적 통합 대기오염관리 체계 구축
 - 환경친화적인 산업형 대기오염관리 체계 구축
 - 청정공기를 활용한 치유형 에코시티 추진

17

1. 정책동향

환경부 발표(9/26) 미세먼지 관리 종합대책 분석



구 분	중전 6~3대책	금번 종합대책
감축목표	•'21년 국내배출 14% ↓	•'22년 국내배출 30% ↓
발전	<ul style="list-style-type: none"> •신규 석탄발전 설치 원칙적 금지 •신규 석탄발전 배출기준 강화 	<ul style="list-style-type: none"> •신규 발전소(9기) 원전 계통도(新) •노후발전소 출력 가동중단 및 조기폐지(新)
재생에너지	•'25년 11%로 확대	•'30년 20%로 확대(新)
에너지관리	-	•에너지효율제 시행(新)
산업	<ul style="list-style-type: none"> •배출 부과금 •총량관리 	<ul style="list-style-type: none"> •NOx 배출부과금 신설 검토 •수도권 총량관리 지역 확대(충청·동남·경남·광주·전남)
수송	<ul style="list-style-type: none"> •친환경차 •선택·건설기계·이륜차 •노후 경유차 	<ul style="list-style-type: none"> •전기차 등 보급 •건설기계 배출 저감 •수도권 운행제한 •전기차, LPG차 등 친환경차 보급 확대(新) •친환경차 협력업체(新) •선택·건설기계 관리 강화(新) •건설기계 배출 저감 확대(新) •이륜차 관리 강화 및 전기이륜차 보급 확대(新) •운행제한 지역 확대(新)
환경기준	-	•미세먼지 환경기준 선진화(新)
인프라 확충	•미세먼지 측정망 확대	•미세먼지 측정망 선진화(新)
교육·환경 서비스	•매뉴얼 마련 및 교육·홍보	•교육·환경 서비스 확대(新)
국제협력	•의제 작성	•한·중·일 환경장관
협약 체결	-	•한·중·일 환경장관
		•미세먼지 저감 국제협력 체결 적극 검토(新)

18

1. 정책동향

환경부 발표(9/26) 미세먼지 관리 종합대책 분석

분야		주요 대책	
		중 앙(2017.9.26.)	우리 도 관련 사항
배출량 감축	발전	▶ 화력발전소 관리 등 강화	▶ 최고 수준 관리: 신서천 ※ 배출허용강화조례 시행중(17.7.1~)
	산업	▶ 배출 총량제 수도권 외 전국 확대	▶ 충남 북부지역부터 준비 철저
		▶ 제철·석유 등 다량배출 사업장 배출허용기준 강화	▶ 주요 다량배출 사업장 자발적 협약 확대 및 배출 총량제 도입 검토
		▶ 먼지 총량제 신규 도입	
	수송	▶ 노후 경유차 임기내 77% 조기폐차	▶ 중앙 정부와 연계하여 현 상태 추진 유지
		▶ 친환경차 보급 확대(22년 200만대)	▶ 중앙 정부와 연계하여 현 상태 추진 유지
		▶ 노후건설기계 및 선박의 저공해 조치	▶ 정부 계획 검토 후 발표 필요
	생활	▶ 도로청소차량 2배 확충	▶ 중앙 정부와 연계 지속적 보급 확산
		▶ 건설공사장-농촌불법소각 집중 점검	▶ 봄·가을 집중 점검 기간 지정 확대
국외	한·중	▶ 대기질 공동조사, 미세먼지 저감 환경기술 실증사업 강화	▶ 도·장쑤성 환경행정교류회를 통한 미세먼지 저감 협력 강화 ※ 우리도 대책 소개 및 공동연구 제안(17.8)
민감층 보호	환경기준	▶ 미세먼지 기준을 미국·일본 등 선진국 수준 강화(50→35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	▶ 국가기준 보다 엄격한 지역 환경기준 제정근거 마련 ※ 미세먼지: 국가 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 우리도 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	활동공간	▶ 어린이 통학차량 친환경차(LPG, CNG)로 전면 교체	▶ 도 교육청과 협의, 연계 방안 마련
		▶ 실내체육시설 및 공기정화장치 설치 지원	▶ 화력발전소 인근 학교 공기정화 장치 보급 확대
	서비스	▶ 독거노인 등 민감계층 찾아가는 케어서비스 실시	▶ 중앙 세부 계획에 따라 추진계획 마련

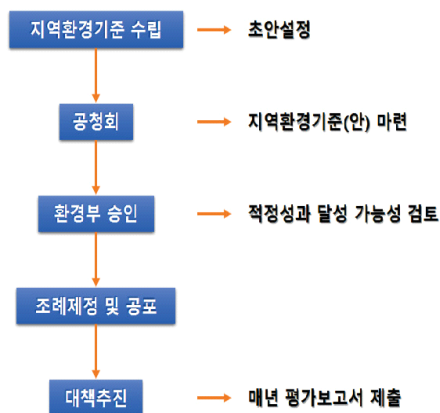
19

2. 입법추진(조례-지역환경기준)

■ 대기환경기준 설정

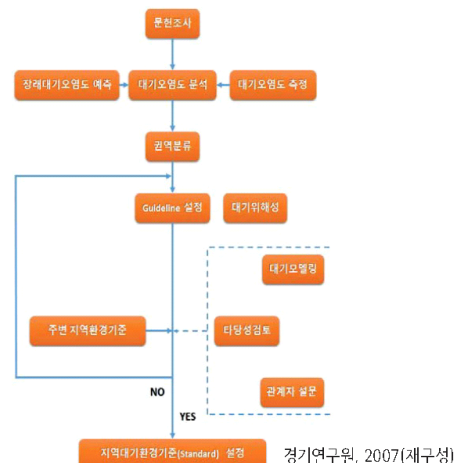
- ✓ 행정적 목표치로써 단기목표치와 장기목표치로 구분하여 설정할 수 있음
- ✓ 환경정책기본법 제12조 1항 및 환경정책기본법 제12조 3항에 근거 확대·강화된 별도의 환경기준(이하 "지역환경기준"이라 한다)을 설정

지역환경기준 제정 절차



경기연구원, 1999(재구성)

경기도 지역대기환경기준 제정 절차



경기연구원, 2007(재구성)

20

2. 입법추진(조례-지역환경기준)

- 현재 국내에서는 총 9개 지역(6개 광역시, 2개 광역자치도, 1개 오염권역)에서 지역대기환경기준을 설정하고 있음
기준항목은 국가대기환경기준 8개 항목을 토대로 설정하고 있으며, 해당지역의 특성과 목표수준을 감안하여 설정됨

국내 대기환경기준

항목		국가	서울	부산	대구	인천	대전	울산	경기도		전라남도 광양만권	제주
									대기관리권역	대기관리권역외 지역		
미세먼지(PM10) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	연간평균치	50	50	50	50	50	40	50	50	30	50	50
	24시간평균치	100	100	100	100	100	100	100	100	50	100	100
미세먼지(PM2.5) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	연간평균치	25			25		25		25	15		25
	24시간평균치	50			50		50		50	25		50

해외 대기환경기준

항목	기준 시간	한국	미국 ¹⁾	일본	캐나다 ¹⁾	호주	홍콩	중국	영국 ¹⁾	EU	WHO
미세먼지 (PM10)	1시간			200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
	24시간	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	년	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
미세먼지 (PM2.5)	24시간	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	년	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

21

2. 입법추진(조례-지역환경기준)

- 향후 추가적인 연구를 통해 2단계에서는 우리도 행정목표 달성과 도민 환경복지 차원의 건강보호 증진을 위해 WHO 권고기준을 참조하여 최고수준의 기준을 설정하는 것이 필요함

국내 대기환경기준

기준(안)	제안이유
1. 경기도 지역대기환경기준 설정	- 대기오염관리 측면에서 공간적 범위 및 지역적 특성이 충남도와 유사 - 오염물질 다배출 시설지역과, 청정지역으로 구분하여 관리
2. 물질별 시계열 유사지역 기준 설정	- 현실적으로 가장 실현가능성이 높은 방안 - 타 시도와의 형평성 문제 해결
3. 국가대기환경기준 80% 수준 설정	- 대기환경규제지역 지정시 활용하는 방안 - 향후 화력발전소 주변지역 등을 대기환경 규제지역 지정시 정책의 일관성 유지 가능

충청남도 대기환경기준

항목	국가	기준(안)1	기준(안)2	기준(안)3
미세먼지(PM10) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	연간평균치	50	50	40(20)
	24시간평균치	100	100	80(50)
미세먼지(PM2.5) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	연간평균치	25	25	20(10)
	24시간평균치	50	50	40(25)

22

2. 입법추진(조례-배출허용기준)

- 배출허용기준은 일반적으로 대기환경기준 달성 정도, 방지시설 기술 및 시설별 배출현황과 선진국의 배출허용기준 수준 등을 고려하여 설정

배출규제기준 제정 절차



국립환경과학원, 1994(재구성)

■ 배출허용기준 설정

✓배출허용기준은 환경기준을 실현하기 위한 법적 효력을 갖는 정책수단이자 제도적 장치

✓일반적으로 대기오염물질의 배출을 규제하는 방식에는 농도규제방식과 총량규제방식이 있음(경기개발연구원, 2001)

■ 대기환경보전법 제16조 3항, 대기환경보전법 제16조 제5항에 의거

■ 배출허용기준 적용 물질

✓대기환경보전법 총 61종 중 25종에 대해 배출허용기준 설정

■ 제정 절차

✓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

23

2. 입법추진(조례-배출허용기준)

- 2016년 기준 국내 운영 중인 발전설비용량 100MW 이상의 11개 발전소를 대상으로 배출허용기준기준 적용하고 있음

충남 배출허용기준(석탄화력발전소)

오염물질	배출시설	대상시설	적용시기 및 배출허용기준
먼지 (mg/Sm ²)	1. 발전시설 중 고체연료사용시설 (설비용량 100MW 이상)		
	가. 2001년 6월 30일 이전 설치시설	보령 3~6호기, 당진 1,3,4호기, 태안 1~4호기	2021년 1월 1일 부터 15(6)ppm이하 2023년 1월 1일 부터 5(6)ppm이하
		보령 1~2호기 당진 2, 5~8호기, 태안 5~8호기	2021년 1월 1일 부터 15(6)ppm이하 2026년 1월 1일 부터 5(6)ppm이하
	나. 2001년 7월 1일 이후 설치시설	보령 7~8호기	2021년 1월 1일 부터 12(6)ppm이하 2026년 1월 1일 부터 5(6)ppm이하
		신보령 1~2호기, 태안 9~10호기, 당진 9~10호기,	2026년 1월 1일 부터 5(6)ppm이하
	다. 2015년 1월 1일 이후 설치시설	신서천 1호기	5(6)ppm이하
		당진예코 1~2호기	

24

2. 입법추진(특별법)

- 배출허용기준 강화에도 불구하고 대기오염 계속 악화
사후적인 농도규제로는 급증하는 배출량 총량관리 불가능

특별법 발의 배경 (안희정 지사 기자회견 후 초안 마련)

- 석탄화력발전소가 건강에 치명적인 초미세먼지를 다량 배출함으로써 각종 암, 중금속 오염 등 국민의 신체 및 건강에 심각한 문제를 야기하는 에너지원임에도 불구하고 이에 대한 관련 대책이 미비한 실정
- 국내 석탄화력발전소에서 발생되는 미세먼지 등 오염물질을 저감하고, 주변 지역의 환경 및 건강영향 조사를 실시토록 하는 법안이 발의(한정에 국회의원, 2017년 3월 3일)

석탄화력발전소 주변지역 대기환경개선에 관한 특별법 내용

- 석탄화력발전소 설치 지역을 포함한 주변지역을 ‘석탄화력발전소 주변 지역’으로 설정하고, 해당 지역의 대기환경 개선을 위해 10년마다 대기오염물질을 줄이기 위한 석탄화력발전소 주변 지역 대기환경관리 기본계획을 수립
- **대기오염물질 배출허용총량도 도입**해 이를 초과할 경우 총량초과부과금을 부과·징수할 수 있도록 하고, 사업자로 하여금 환경영향조사 및 건강영향조사를 실시토록 (c.f. 배출부과금 면제, 저감시설 설치 재정지원, 배출허용기준 완화 등의 인센티브 제공)

25

3. 연구과제

- 도차원에서 대기환경개선을 위한 종합적 검토를 통해 충청남도 미래 대기환경 청사진을 제시하고자 함
우선적으로 석탄화력발전소를 대상으로 실질적/구체적인 기후-대기환경-보건 영향을 파악하고자 함

대기환경개선 5개년 종합계획 수립 연구

- 미세먼지를 포함한 대기오염도 충남도의 환경현황을 종합적/체계적으로 진단하고 실용적 환경관리 개선방안 마련하여 **충청남도 미래 청정대기환경의 청사진을 제시**하고자 함
- 2017년 5월 ~ 2018년 3월 (10개월), 140,000천원

석탄화력발전소 주변지역 기후환경/건강 영향조사 용역 수행

- 화력발전소 주변지역 기후환경변화에 대한 모니터링과 분석, 대기질 모델링 시스템 구축 등을 통한 **과학적 실증자료 축적**과 이에 따른 충남지역 화력발전소에 따른 사회적 피해비용 산정, 화력발전소의 배출규제 강화를 위한 제도적 방안 도출
- 충남도내 화력발전소 주변지역 피해입증을 위한 과학적 실증자료를 축적하고 지역자원시설에 표준세를 향상 및 제도개선안 검토를 바탕으로 **충남도 지역맞춤형 지역자원시설세 활용방안을 마련**
- **2016년 11월 ~ 2021년 11월 (5년간), 5,000,000천원**

26

3. 연구과제

- ▶ 민관산학 협의체(대산지역 환경협의회)를 통한 과제 발주
- ▶ 대기유해물질 위주의 실측조사수행, NASA조사결과 대응, 상생방안 마련 목표

대산공단지역 대기환경영향조사

- 대산지역의 이산화질소 오염 심각성에 대한 저널 발표로 이목 집중
 - 미국항공우주국(NASA)이 최근 10년간(2004~2014) 전 세계 195개 도시 상공의 이산화질소 농도를 관측한 결과 대산지역이 인도의 잠나가르와 더불어 세계에서 가장 급격하게 심해진 도시로 밝힘
- 시민, 환경단체 및 충청남도 시군 의회에서 환경영향조사 촉구
 - 대산지역은 메이저 석유화학공장 및 70여 개가 넘는 유사 중소기업이 가동되고 있고 지역주민의 악취 및 대기오염물질 피해 민원이 지속적으로 제기됨에도 1993년 이후로 종합적인 환경영향조사가 실시된 적이 없음
- 대기환경영향조사를 통한 환경피해 진단과 종합대책의 기초자료 마련
 - 유해화학물질의 직·간접 피해에 대해 대기는 일차적인 매개체이므로 최우선적인 조사가 이루어져야하며, 축적된 자료를 토대로 토양·해양·수환경 등의 피해에 대해 순차적인 영향조사가 가능함

대산 석유화학단지 주변지역의 대기환경 조사를 시행함으로써 대기오염 실태를 파악하고 지역 주민의 건강보호와 삶의 질 개선을 위한 종합적인 대책 수립의 기초자료를 마련하는데 목적이 있음

2017년 10월 ~ 2019년 10월(2년간), 735,000천원

27

III 미세먼지 저감을 위한 과학적 노력

1. 실측 조사
2. 모델링 예측
3. 과학기반 통합행정

1. 대기오염도 조사

한미 대기질 합동 연구(KORUS-AQ) 결과 분석

- ▶ 지역 내 오염원이 2차 미세먼지 생성에 지배적 기여(VOCs, NOx, SO₂, NH₃ 배출량 감축이 PM-2.5 감축과 직결)
- ▶ 대산 화학단지 상공 내 벤젠, 1,3-부타디엔 농도가 지역 평균 값을 상회(지상 관측소 측정값 더 높을 것으로 예상)

목적

2차 미세먼지 및 주민 건강 보호를 위한 NOx 및 VOCs 저감 정책 필요

방향

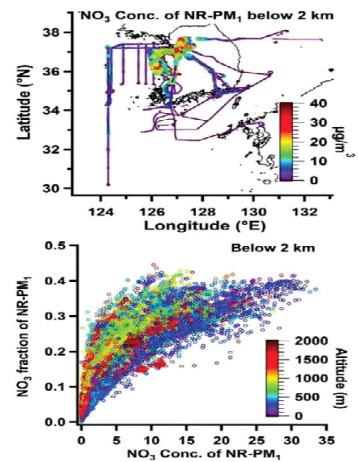
VOCs 배출 사업장 관리 강화를 위한 법적 근거 마련 : 규제지역 지정

- VOCs 관리를 위한 특별대책지역 또는 대기환경규제지역 지정
- VOCs 관련 대기배출시설 중 방지시설 면제 사업장에 대한 규제

벤젠 및 1,3-부타디엔 등 VOCs 배출 저감 대책 강구

- VOCs 배출 사업장 대상 대기오염물질 저감을 위한 자발적 협약 확대
- 1,3-부타디엔의 발생 및 배출 원인 분석을 통해 저감 방안 마련

대산화학단지 주변 VOCs 모니터링 강화



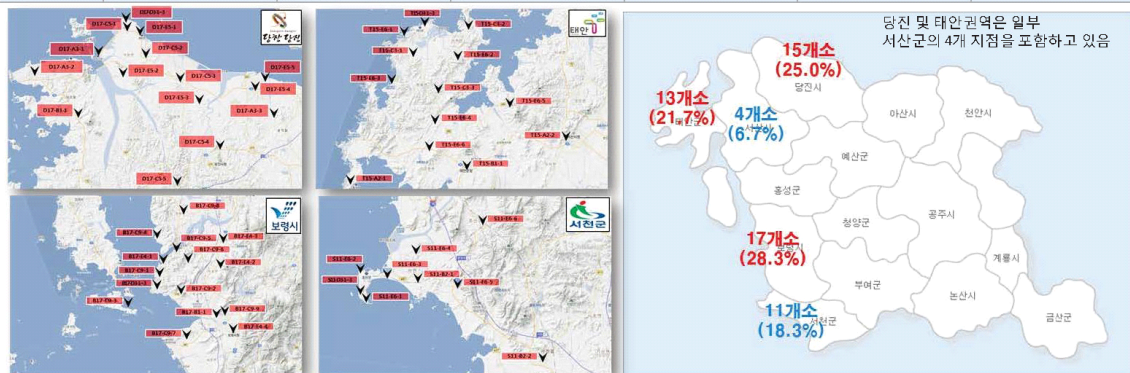
* DG-8에서 관찰한 2 km 이하의 하층 대기 내 미세먼지의 질산염 농도 지도 (좌)와 질산염 농도 대비 미세먼지에서 질산염이 차지하는 부분 (우) (이태원교수 한국외국어대학교)

1. 대기오염도 조사

화력발전소 연구구역 - 간이대기오염 측정기 운영 현황

- 화력발전 주변 지역의 대기질 평가 : 60개 지점 * 4계절별 수행 중 (NO₂, SO₂, O₃, TSP, PM₁₀, CO₂, 중금속, VOCs)
- 충남도 대기환경개선 5개년 종합계획 수립을 위해 당진, 태안, 서산, 보령, 서천권역의 자료로 활용

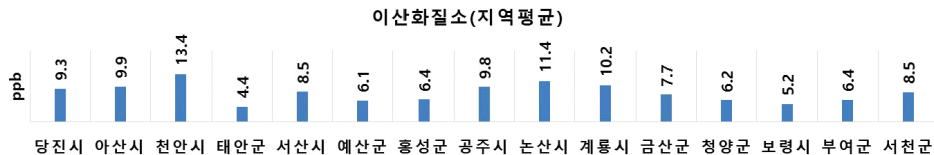
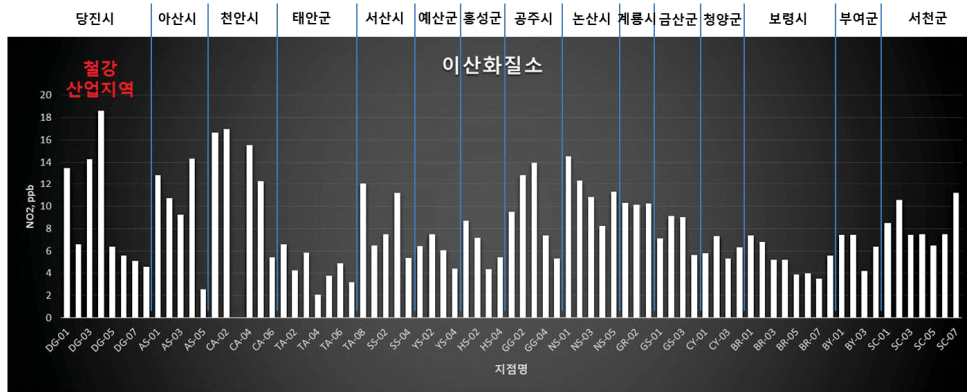
구분	기존 국가측정소 (도시, 교외)	신규 계획측정소	발전소 외부	화력발전 관련 측정소	발전소 내부	합계
당진권역	3	1	5	5	3	17(2개소 서산)
태안권역	2	1	6	3	3	15 (2개소 서산)
보령권역	-	1	4	9	3	17
서천권역	-	2	6	-	3	11
소계	5	5	21	17	12	60



1. 대기오염도 조사

측정결과 - NO2

- 이산화질소 농도범위 : 최소 (2.1 ppb) ~ 최대 (18.6 ppb), 평균 (8.1 ppb)
- 지역간 비교에 의하면 1)천안시 > 2)논산시 > 3)계룡시 > 4)아산시 > 5)당진시 > 15)태안군



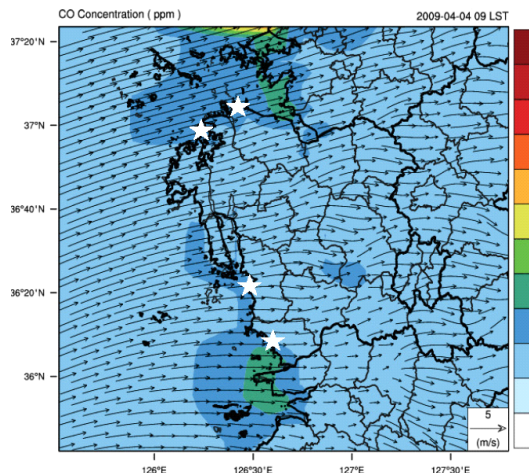
31

2. 모델링 예측

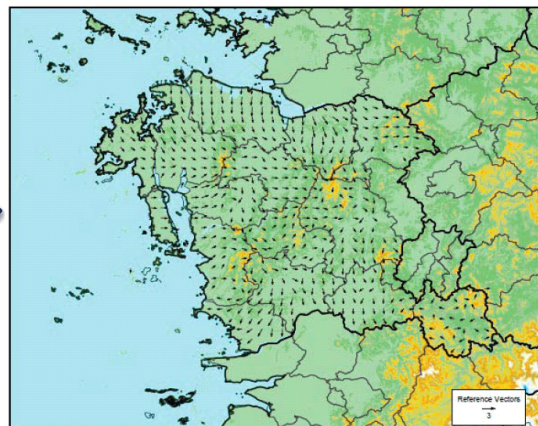
- 수치모델을 이용하여 격자별 바람장 생성 및 충남권역 격자 바람 추출
- 동서성분과 남북성분으로 구분하여 평균장 생성 및 군집분석에 입력자료로 활용

기상모델결과를 활용한 바람기후 분석

수치모델 예측



평균바람분포(바람기후지도)



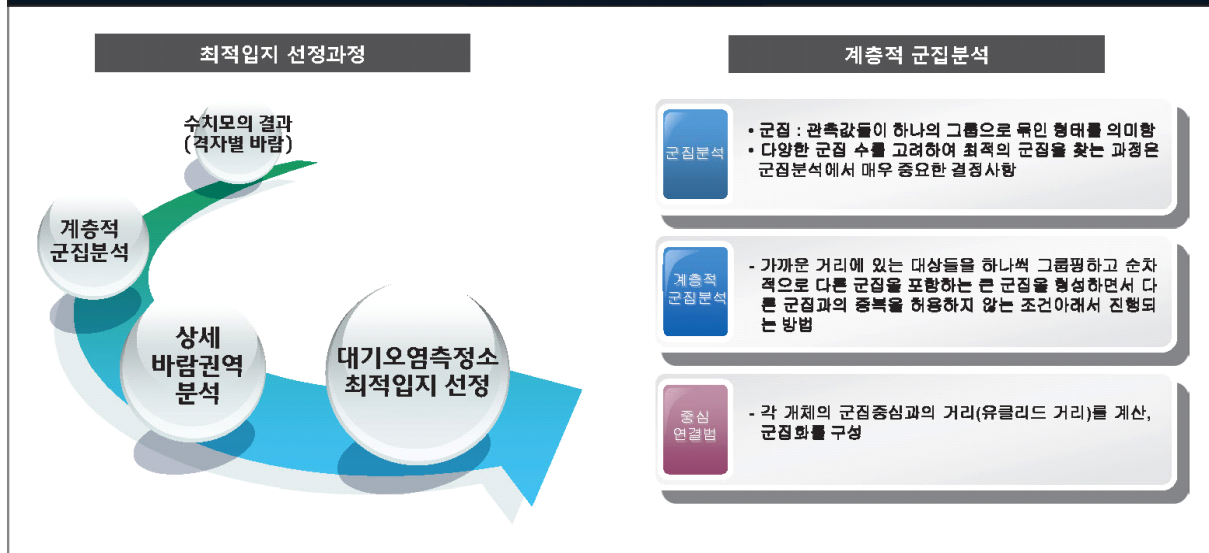
32

2. 모델링 예측



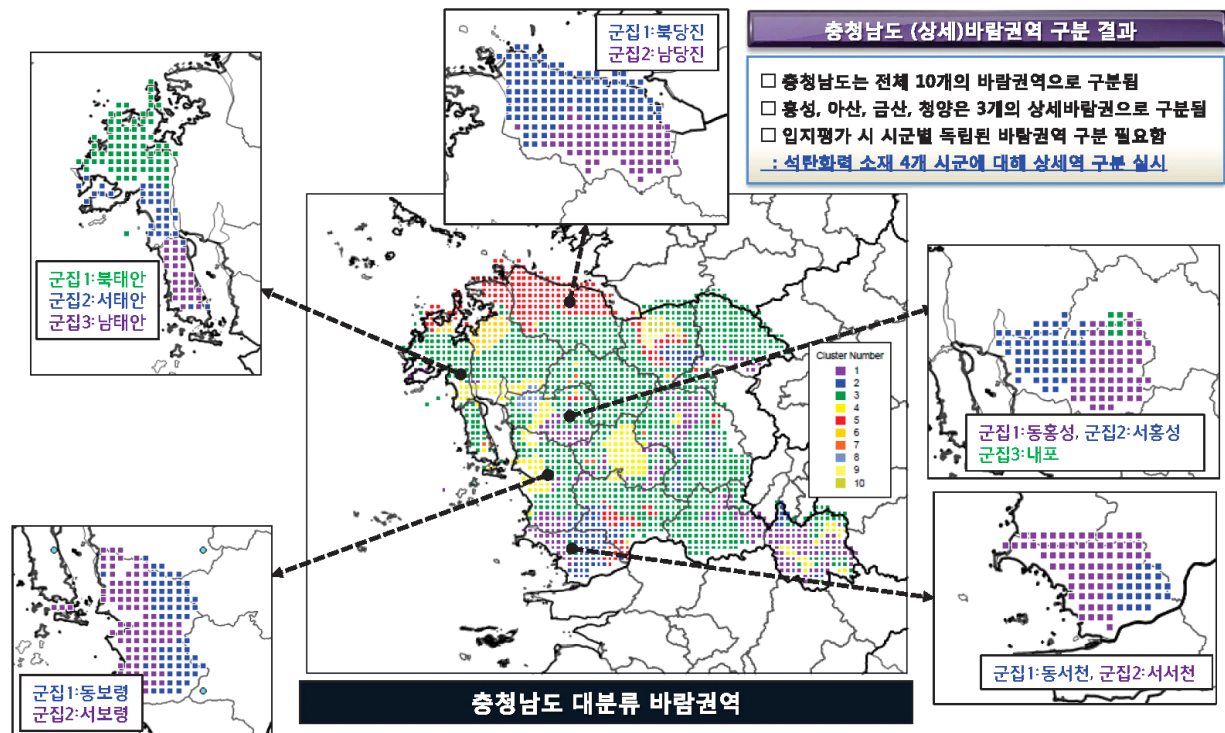
- 석탄화력발전소 집중측정소 최적입지 선정 방법론 제시
- 기상조건을 감안한 통계분석을 통해 바람권역 구분

모델링 시스템 구축 방안



33

2. 모델링 예측



34

2. 모델링 예측

- 바람권역 구분에 의해 요구되는 12개소 중 9개소(운영중+예정:7, 산림+농축산권역 :2) 제외함
- 결론적으로 기준지점 1(내포) 및 배경지점 3개소 추가가 필요하며 순차적으로 설치해 나갈 것임

Lst	지역	구분	상세권역	토지피복	측정소현황	배경지점	
						필요지점수	설치년도
1	당진	1	북당진	산업지역	난지도리	1	2차년도
2		2	남당진	주거지역(당진시)	당진		
3	태안	1	북태안	산업지역	태안군	(교외대기)	3차년도
4		2	서태안	주거지역	파도리(국가)		
5		3	남태안	도서지역	-		
6	보령	1	동보령	산림지역	X	(화력발전소)	4차년도
7		2	서보령	주거지역	대천2동		
8	서천	1	동서천	농업지역	-	-	-
9		2	서서천	산림/주거지역	예정		
10	홍성	1	동홍성	농축산지역	X	1	1차년도
11		2	서홍성	주거지역	홍성읍		
12		3	내포	도심시	-		

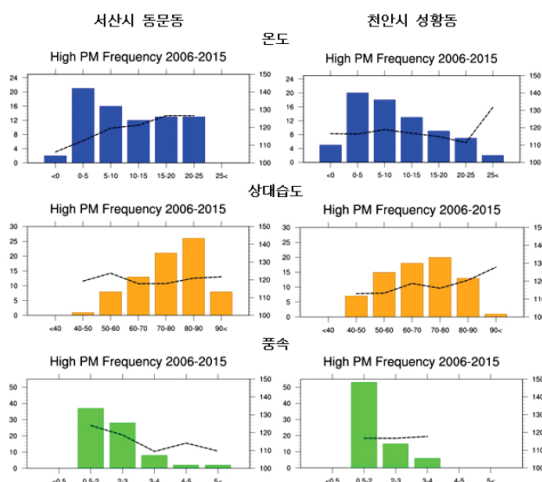
대기질측정소 운영현황
(2017년 7월 현재)



35

2. 모델링 예측

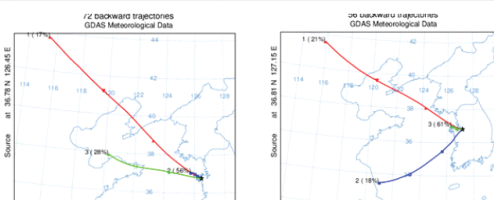
- 고농도 미세먼지 발생시 기온, 상대습도, 풍속 구간별 발생빈도와 평균농도에 대해 살펴봄
- 고농도 미세먼지 발생시 역궤적 분석을 통해 기원을 추정한 결과, 3개의 군집으로 분류됨
- 외부요인과 내부요인으로 구분해 볼 때, 대략 43:57의 비율로 조사됨



【그림 3-3】 기상요소 구간별 고농도 발생빈도 및 평균농도

【표 3-5】 고농도 미세먼지 발생 시 역궤적 군집 결과

지역 구분	서산시 동문동				천안시 성황동			
	군집	기원	기여율 (%)	농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	군집	기원	기여율 (%)	농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2015년	군집1	몽골	16	45.5	군집1	몽골	4	44.5
	군집2	내부	42	37.2	군집2	만주	21	52.1
	군집3	화남	26	41.4	군집3	내부	64	49.9
	군집4	러시아	16	9.6	군집4	러시아	10	24.7
고농도	군집1	몽골	17	190.7	군집1	몽골	21	197.0
	군집2	내부	56	109.8	군집2	화남	18	113.3
	군집3	화북	28	147.2	군집3	내부	61	108.5



【그림 3-7】 고농도 미세먼지 발생 시 역궤적 군집 결과

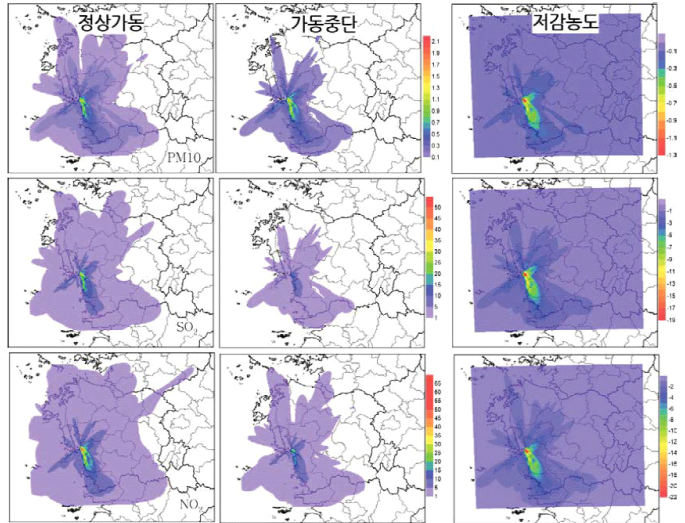
36

2. 모델링 예측



- 2017년 6월, 전국의 30년 이상 노후 석탄화력 발전소가 한 달 동안 일시 가동중단에 들어감. 충남에서는 보령과 서천에 각 2기씩 총 4기가 해당되는바, 그에 따른 주변지역 대기질 변화여부를 살필 필요가 제기되어 연구를 수행함. 고농도 미세먼지 발생시 기온, 상대습도, 풍속 구간별 발생빈도와 평균농도에 대해 살펴봄

NO ₂ (ppb, 24h)	방 향	거리 (km)	현황농도(평균)			예측농도(최대)			
			2015	2016	2017	증감 (%)	정상 가동	가동 중단	증감 (%)
오포	E	3.0	4.67	8.42	8.36	-0.7	35.8	16.3	-44.6
송학	SE	4.5	8.02	7.55	7.04	-6.8	47.9	24.6	-37.7
죽정	SE	11.9	10.02	4.34	4.26	-1.8	8.9	4.5	-39.6
신흥	SSW	10.0	8.85	2.98	2.96	-0.7	32.4	18.1	-32.8
학성	N	5.5	8.94	5.92	4.89	-17.4	6.5	4.0	-20.6
오천	ENE	4.8	8.52	8.00	2.81	-64.9	6.6	2.7	-25.0
교성	NE	5.1	7.49	5.30	4.91	-7.4	11.1	5.8	-37.1
천북	NNE	10.1	9.83	9.57	2.39	-75.0	12.8	7.3	-32.4
원산	WS W	5.6	7.18	6.56	2.62	-60.1	2.3	1.9	-7.1
평균			8.2	6.5	4.5	-26.1	18.3	9.5	-30.8

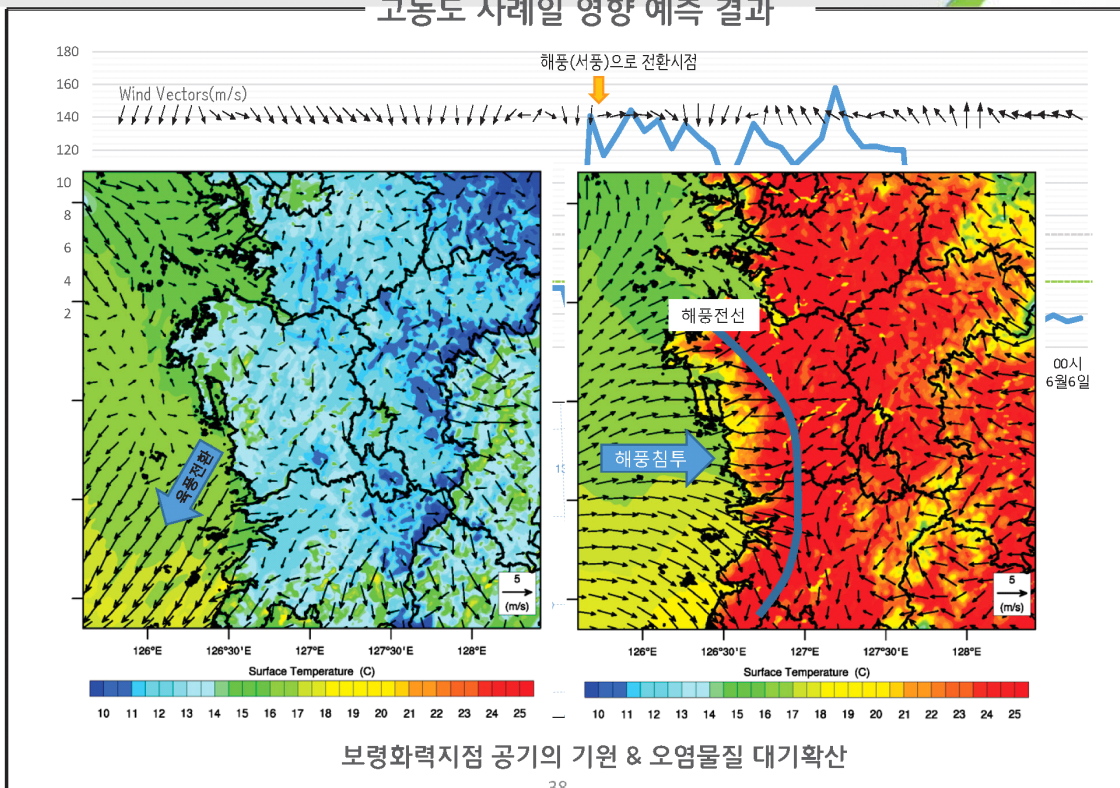


37

2. 모델링 예측



고농도 사례일 영향 예측 결과



38

3. 과학기반 통합행정

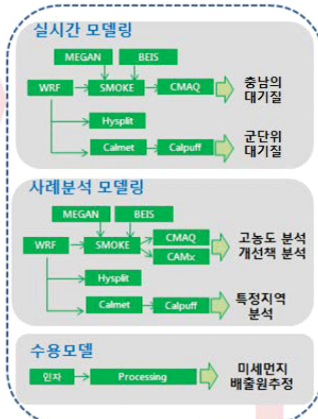


- ▶ 국정과제(#58) 대응 및 미세먼지 예경보 조례시행
- ▶ 고농도 미세먼지 원인규명 / 구군단위 예경보제 지원 / 중장기 저감 정책 지원

[데이터 처리]



[대기질 모델링]

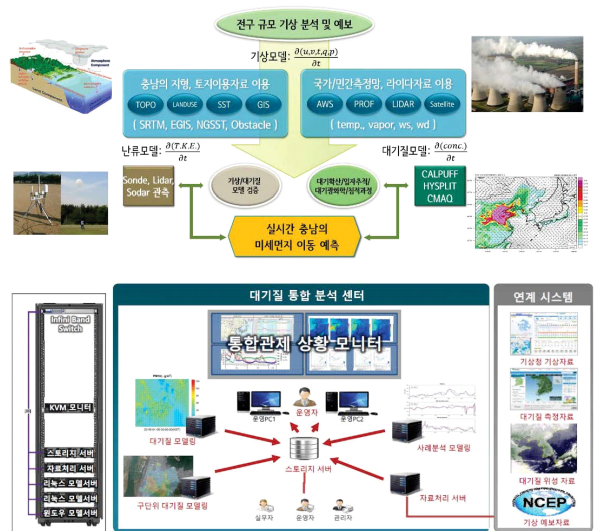


자료분석 프로그램

[진단·예측]



충남 맞춤형 대기화학수송 예측 시스템 개요



39

VI 향후 정책 방향 모색

향후 정책 방향 모색



배출 제어

규제와 더불어 자발적 협약 유도

- 특별법 및 조례 제정 한계 인식
- 미세먼지 총량제, 규제지역 등 도입
- 배출량 감축 자발적 협약 유도

원인 규명

미세먼지는 복합적 요인에 의해 발생

- 지역내 미세먼지 발생원 등 총체적 파악(ex. 선박항만공항 등)
- 기준물질 외 성분분석 가능한 종합대기질 측정소 확충

연구 지원

미세먼지 저감을 위한 과학적 노력 확산

- 미세먼지 예보 정확도 향상을 위한 노력
- 지자체, 중앙정부, 국제공동협력 추진
- 대기진단예측시스템 도입 추진

상생 방안

민관산학 대화협력의 장 마련

- 시민의 불안불신해소를 위해 다각적 노력
- 협의체 운영 활성화 등 대화의 장 마련
- 시민참여 대기질 측정, 대기오염 관련자료 공개 투명화

국가 대책 수립

- 국가 대기환경 개선종합계획(2015)
- 미세먼지 관리 특별대책 수립(2016)
- 미세먼지 관리 종합대책(2017)

지자체 맞춤형 대책수립

- 인천, 2020 미세먼지 저감 종합대책
- 충남 대기질 개선 기본계획
- 성남, 군포, 당진 등 기초지자체 수립

충청남도 대응

- 지역 대기환경기준 설정
- 미세먼지 예보 및 경보 조례 제정
- 화력발전소 배출허용기준 강화
- 청정 대기질 관리 추진 방안 수립



과학적 근거와 실효성 있는
대기질 개선계획 수립

41



Thank You!

“맑은 공기, 시원한 바람” 함께 누리는 행복한 충남

42