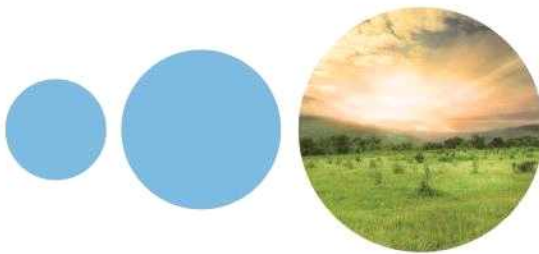


# 충청남도 미세먼지 저감을 위한 정책 워크숍 (제조업 연소부문을 중심으로)

기후변화대응연구센터



충청남도 서해안기후환경연구소



2019. 3. 6.

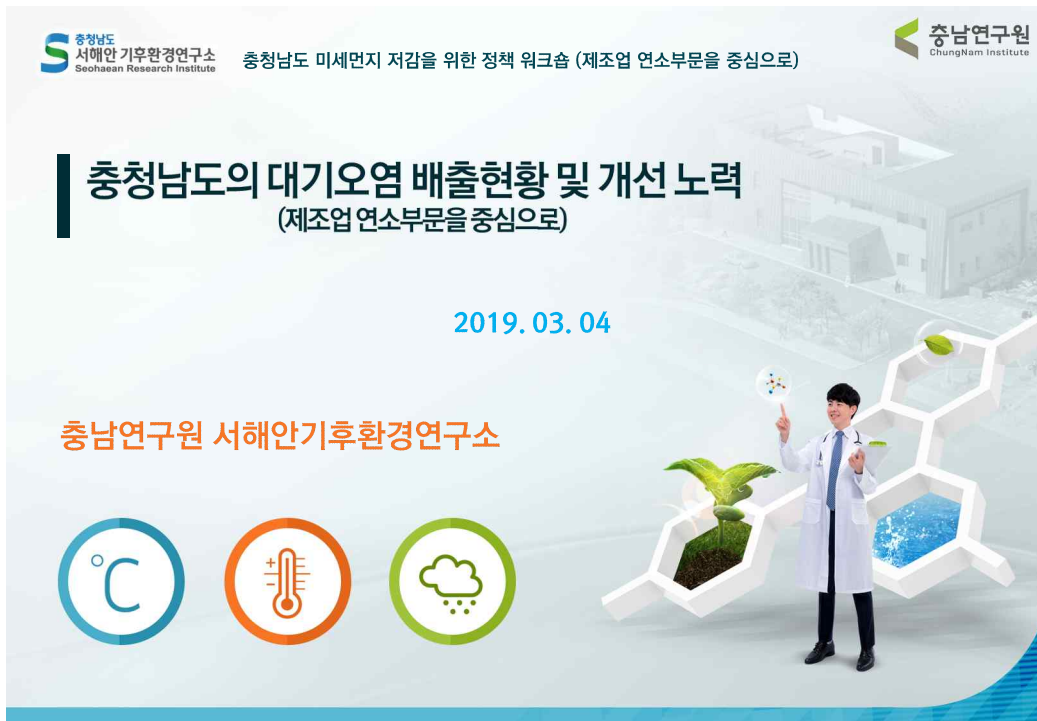
## 세부 프로그램

시 간	내 용	
16:00~16:10(10`)	참석자 소개	사회자
16:10~16:30(20`)	충청남도의 대기오염 배출현황 및 개선 노력-제조업 연소부문을 중심으로(충남연구원 서해안기후환경연구소)	김종범 (책임연구원)
16:30~16:50(20`)	사업단 소개 및 미세먼지 저감을 위한 국가차원의 노력 (미세먼지 국가전략프로젝트 사업단)	배귀남 (사업단장)
16:50~17:10(20`)	제철소 미세먼지 저감을 위한 기술개발 현황 (한국과학기술연구원 미래융합기술연구본부)	하현필 (본부장)
17:10~17:50(40`)	종합토론	
17:50~18:00(10`)	정리 및 폐회	

1

충청남도의 대기오염 배출현황  
및 개선 노력(제조업 연소부문을 중심으로)

김종범 (충남연구원 서해안기후환경연구소)



1. 서해안기후환경연구소 소개
2. 충청남도의 일반현황
3. 충청남도의 오염물질 배출
4. 충청남도의 대기오염 현황
5. 충청남도의 대기질 개선 노력





## 1. 서해안기후환경연구소 소개



## 1. 서해안기후환경연구소 소개



충남연구원  
Chungnam Institute

### 설립목적 및 목표



### 설립목적 (2015. 3 개소)

- 충청남도 산하 지방출연기관인 충남연구원 부설 연구소
- 충청남도과 서해안 연안의 기후변화 대응 기반을 조성
- 환경보전을 통한 지속가능한 발전 도모

### 주요연구분야

- 기후변화 정책지원
- 에너지·온실가스 관리
- 기후변화적응대책 수립
- 연안환경관리
- 기후변화 모니터링
- 녹색경영지원



출처 : 충남연구원 서해안기후환경연구소 (<http://shari.re.kr/>)



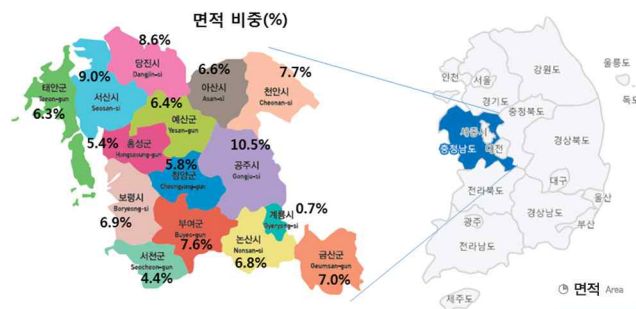
## 2. 충청남도의 일반현황



## 2. 충청남도의 일반현황



충남연구원  
ChungNam Institute



- 국토 중서부에 위치하며 8개시, 7개군으로 구성
- 전국면적의 8.2%
- 면적은 공주시>서산시>당진시>천안시>부여군



<느수버들>



<원앙>



<국화>

① 면적 Area

충남 Chungnam	전국 Nation	비율 Proportion
8,226km <sup>2</sup>	100,339km <sup>2</sup>	8.2%

② 행정구조 Administrative Structures

시 Si	군 Gun	읍 Eup	면 Myeon	동 Dong	출장소 출장소		행정리 행정리	통 Tong	반 Ban
					도	읍·면			
8	7	25	136	46	-	4	4,372	1,293	24,934

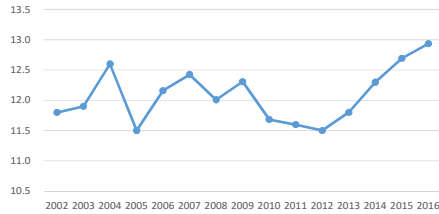
출처 : 충청남도 (2018) 제 58회 2018 충남통계연보

## 2. 충청남도의 일반현황



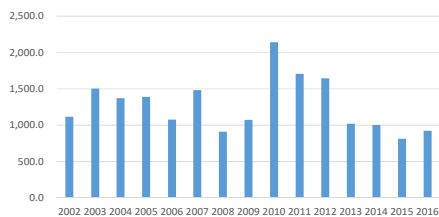
충남연구원  
ChungNam Institute

평균온도



- 2002년 대비 2016년 온도 1.1°C 증가

강수량

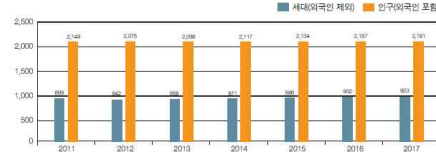


- 2010년 이후 감소세 (2010년 대비 ½수준)

출처 : 충청남도 (2018) 제 58회 2018 충남통계연보

인구 세대 추이

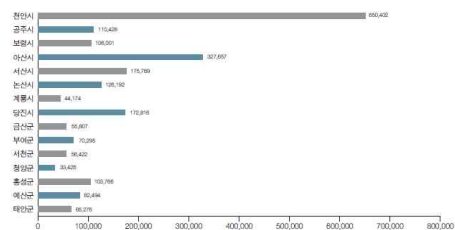
(단위 : 천명, 천세대)



- 전체적인 인구(세대)는 소폭 증가 추세

시·군별 인구

(단위 : 명)



- 천안/아산에 대부분의 인구 밀집 (44.2%)

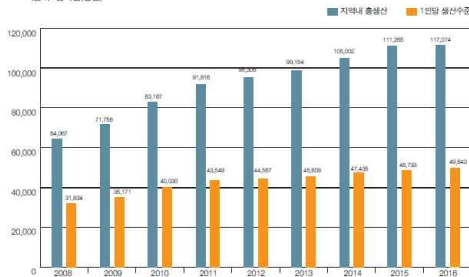
## 2. 충청남도의 일반현황



충남연구원  
ChungNam Institute

지역내 총생산(당해년가격)

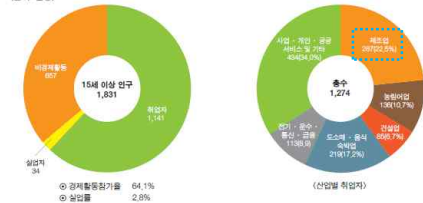
(단위 : 십억원, 천명)



- 지역 내 총생산은 급속도로 증가하고 있음

경제활동 인구

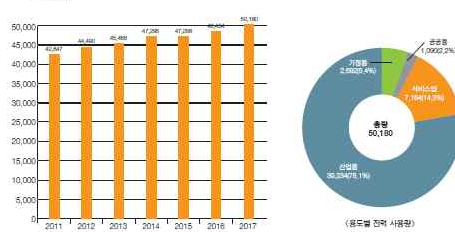
(단위 : 천명)



출처 : 충청남도 (2018) 제 58회 2018 충남통계연보

연도별 전력 사용량

(단위 : GWh)



- 전력사용량 증가 추세 (산업용 78.1%)

월별 전력 사용량

(단위 : GWh)

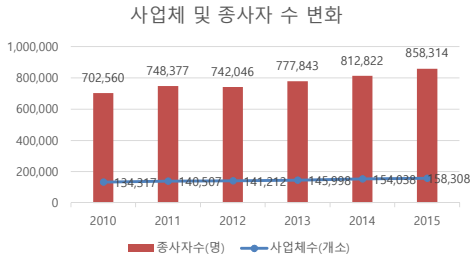


- 월별 전력사용량은 차이가 거의 없음 (일정한 소비)

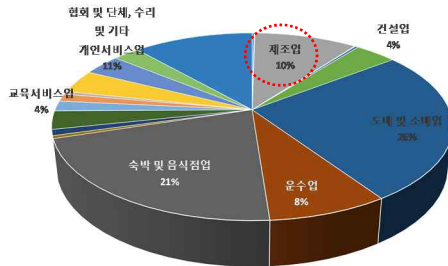
## 2. 충청남도의 일반현황



충남연구원  
Chungnam Institute



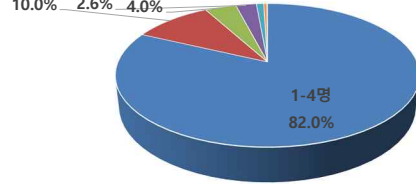
- 사업체 및 종사자 수 꾸준히 증가 중



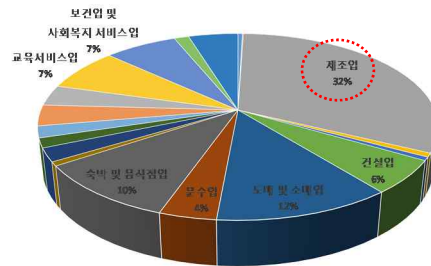
<사업별 사업체 비율(2015)>

출처 : 충청남도 (2018) 제 58회 2018 충남통계연보

종사자규모별 사업체수



- 10명 이하의 소규모 사업장이 대부분 (92.0%)



<사업별 종사자 비율 (2015)>

- 전체 사업체의 10%를 차지하는 제조업에 종사자의 32%가 재직 중



## 3. 충청남도의 오염물질 배출

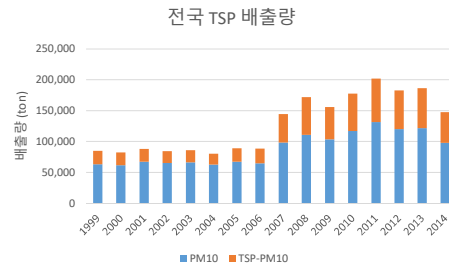
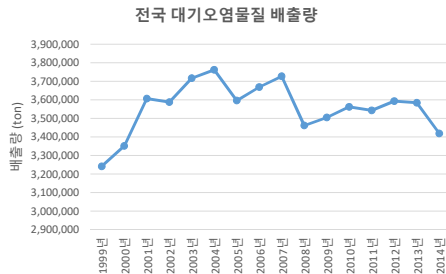


### 3. 충청남도의 오염물질 배출



충남연구원  
ChungNam Institute

#### 전국의 오염물질 배출 현황



- 전국 대기오염물질 = CO + NOx + SOx + TSP + VOC + NH3 (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>는 TSP에 포함)
- 2015년부터 입자상 오염물질(TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) 산정에 비산먼지, 생물성 연소 포함
- 전국 대기오염물질은 2007년 이후 감소하는 추세임
- TSP는 2006년부터 증가하다가 2011년 이후 감소하는 경향을 보임 (2015년도 제외)
- TSP 내 PM<sub>10</sub> 비율은 64.6~78.0%로 대부분의 입자가 10 μm 이하의 미세입자 임

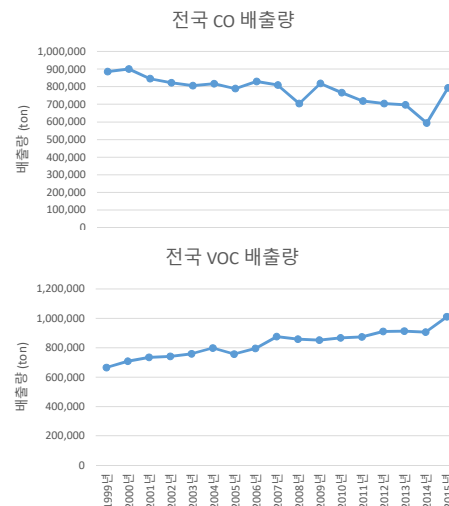
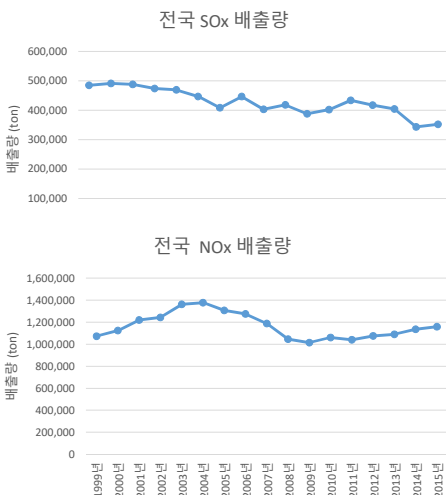
출처 : 국립환경과학원, 국가대기오염물질 배출량 서비스

### 3. 충청남도의 오염물질 배출



충남연구원  
ChungNam Institute

#### 전국의 오염물질 배출 현황



- SOx와 CO는 감소세, NOx와 VOC는 증가하는 추세임. 특히, VOC가 급속하게 증가하고 있음

출처 : 국립환경과학원, 국가대기오염물질 배출량 서비스

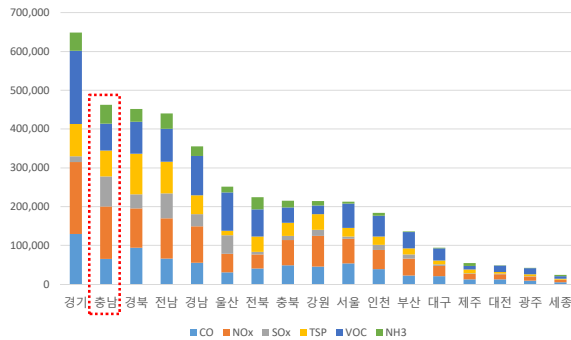
### 3. 충청남도의 오염물질 배출



충남연구원  
ChungNam Institute

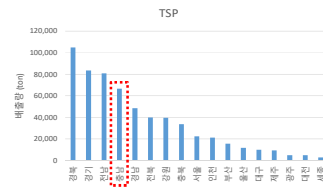
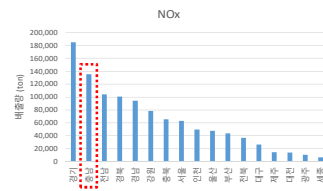
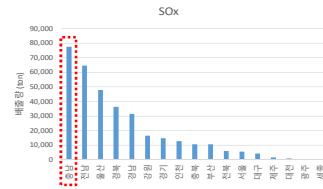
#### 전국의 오염물질 배출 현황

전국 대기오염물질 배출량 순위 (2015)



- 전국 대기오염배출량 2위 (전국의 11.4%)
- 오염물질별 배출량 순위
  - SOx : 전국 1위 (22.6%)
  - NOx : 전국 2위 (12.6%)
  - TSP : 전국 4위 (11.1%)

출처 : 국립환경과학원, 국가대기오염물질 배출량 서비스



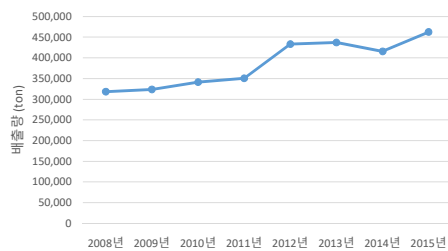
### 3. 충청남도의 오염물질 배출



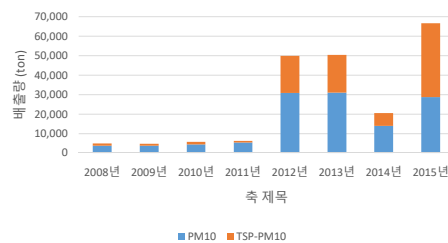
충남연구원  
ChungNam Institute

#### 충청남도의 오염물질 배출 현황

충청남도 대기오염물질 배출량



충청남도 TSP 배출량



- 전국 배출량이 2007년 이후 감소하는 것에 반해 충남지역의 대기오염 배출량을 지속적으로 증가 추세
- 2012년부터 배출량 산정방식의 변경에 따라 산정 배출량 증가
- 배출량 산정방법에 대한 문제 제기 후 2014년 수정된 배출량 산정방법을 활용한 배출량 산정
- 2015년도 비산먼지와 생물성연소 부문이 추가되면서 배출량 증가
- 비산먼지와 생물성연소에 대한 지역별 자료가 불분명한 가운데 부정확한 배출량 산정방법에 대한 문제점 제기

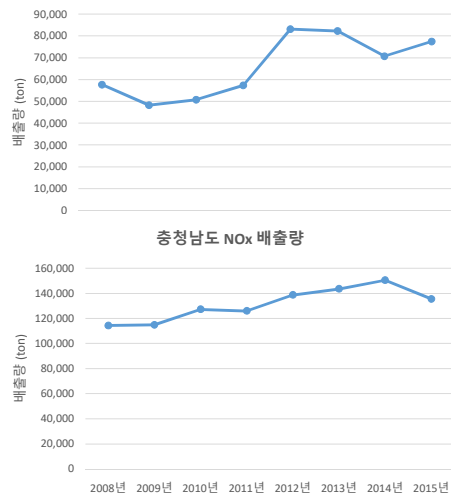
출처 : 국립환경과학원, 국가대기오염물질 배출량 서비스

### 3. 충청남도의 오염물질 배출

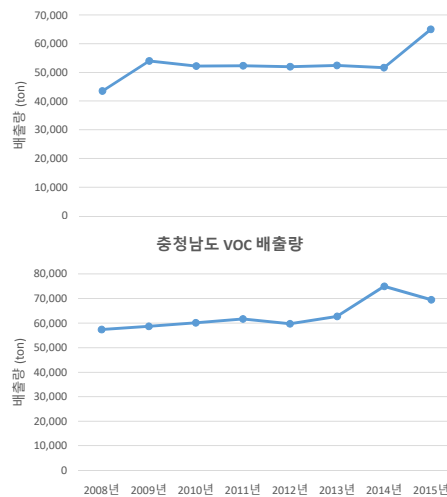


## 충청남도의 오염물질 배출 현황

충청남도 SOx 배출량



충청남도 CO 배출량



충청남도 VOC 배출량

- 전국적으로 SOx와 CO는 감소하는 추세이나 충청남도의 경우 모든 오염물질의 배출량 증가추세

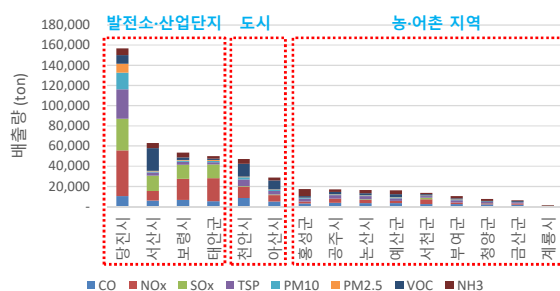
출처 : 국립환경과학원, 국가대기오염물질 배출량 서비스

### 3. 충청남도의 오염물질 배출



## 충청남도의 오염물질 배출 현황

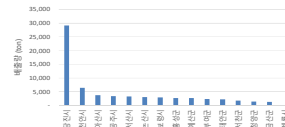
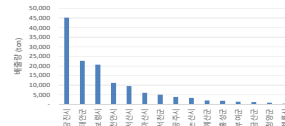
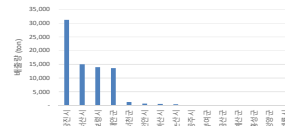
충청남도 대기오염물질 배출량 순위 (2015)



- 충청남도 전체 대기오염배출량 1위 : 당진 (28.4%)
- 오염물 질별 배출량 순위
  - CO : 당진(16.2%)>천안(12.9%)>보령(10.4%)>서산(9.0%)
  - NOx : 당진(33.4%)>태안(16.8%)>보령(15.2%)>천안(8.3%)
  - TSP : 당진(43.8%)>천안(9.7%)>아산(5.6%)>공주(5.1%)
  - SOx : 당진(40.3%)>서산(19.5%)>보령(18.0%)>태안(17.5%)

출처 : 국립환경과학원, 국가대기오염물질 배출량 서비스

TSP

NO<sub>x</sub>SO<sub>x</sub>

CO



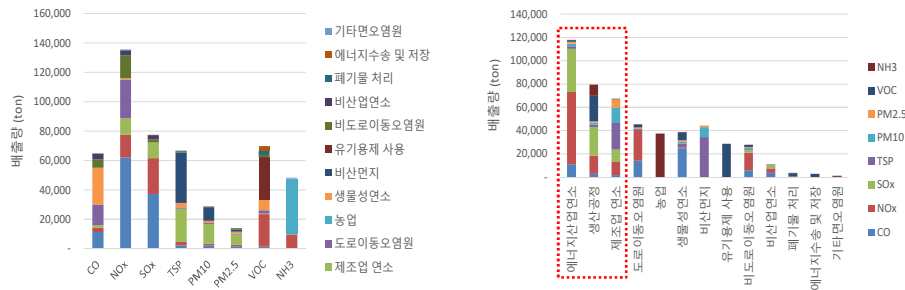


### 3. 충청남도의 오염물질 배출



충남연구원  
Chungnam Institute

#### 충청남도의 오염물질 배출 현황



- 부문별로는 오염물질 배출량은 NOx (29.3%)가 가장 많은 부분을 차지하고 있고, 그 뒤로 SOx (16.8%), VOC (15.0%) 순임
- TSP는 전체 배출량의 14.4%를 차지함
- 충남은 에너지 산업연소가 가장 큰 비율(24.7%)을 차지하고 있고, 그 뒤를 생산공정(16.6%), **제조업 연소(10.2%)**, 도로이동오염원(9.5%) 순으로 나타났음
- 이는 충남 내 위치하고 있는 화력발전소와 산업단지, 제철소의 영향인 것으로 판단 됨

출처 : 국립환경과학원, 국가대기오염물질 배출량 서비스



### 4. 충청남도의 대기오염 현황





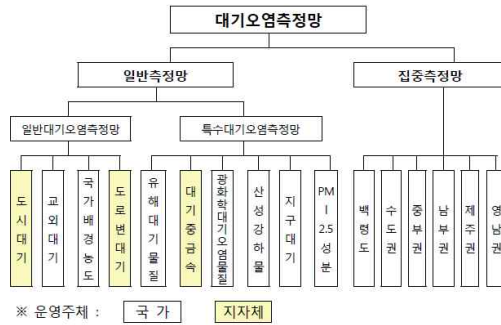
## 4. 충청남도의 대기오염 현황



충남연구원  
ChungNam Institute

### 대기환경측정소

- 관련근거 : 대기환경보전법 제 3조 및 동법 시행규칙 제11조
- 관리주체 : 환경부 장관 및 특별시, 광역시 또는 도지사
- 측정항목 : SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>
- 설치목적 : 주민 건강보호, 상시 모니터링, 정책 정보제공



자료: 국립환경과학원 (2016) 대기오염측정망 설치·운영지침

대산읍 측정소 (서산)



자료 : Electric power journal (17.03.17)

이원면 측정소 (태안)



출처 : 연합뉴스 (17.08.03)

## 4. 충청남도의 대기오염 현황



충남연구원  
ChungNam Institute



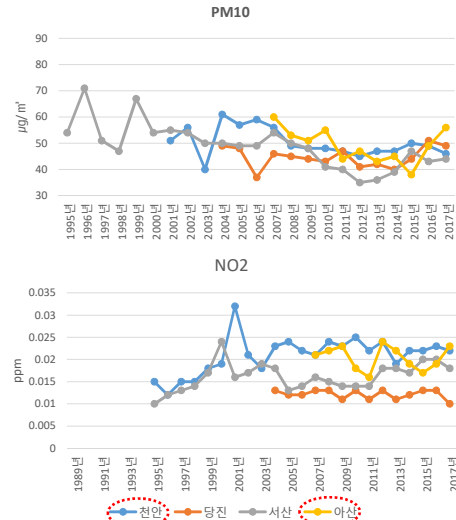
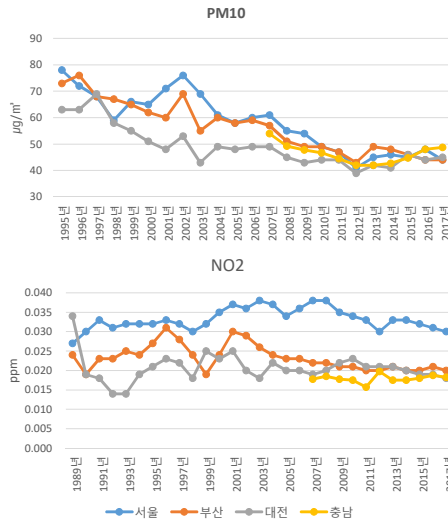
출처 : 충남연구원 (2019) 충남기후정보브리핑, 2018년 충청남도 미세먼지 일시

## 4. 충청남도의 대기오염 현황



충남연구원  
ChungNam Institute

### 주요 도시들의 오염물질 농도변화 추이



- 전반적으로 감소세, PM10의 경우 2011년 이후 정체 혹은 증가추세

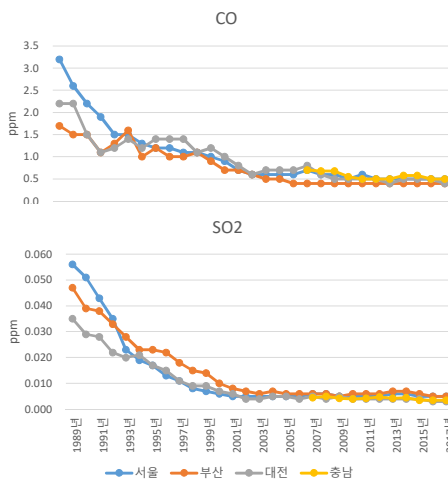
출처 : 국립환경과학원 (2018) 대기환경연보 2017

## 4. 충청남도의 대기오염 현황



충남연구원  
ChungNam Institute

### 주요 도시들의 오염물질 농도변화 추이



- 충남을 포함한 전국에서 CO와 SO2의 농도는 감소 추세이나, 배출량을 오히려 증가하고 있음 (전국은 감소세)

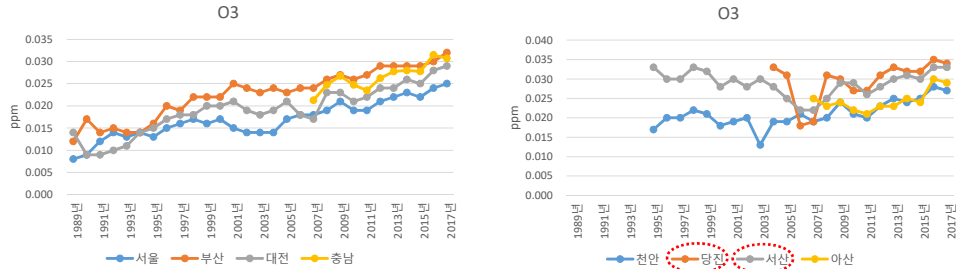
출처 : 국립환경과학원 (2018) 대기환경연보 2017

## 4. 충청남도의 대기오염 현황



충남연구원  
ChungNam Institute

### 주요 도시들의 오염물질 농도변화 추이



- 전국적으로 가파른 상승세를 보이고 있으며, 충남지역도 2005년 이후 빠른 성장세를 보이고 있음

출처 : 국립환경과학원 (2018) 대기환경연보 2017

## 4. 충청남도의 대기오염 현황



충남연구원  
ChungNam Institute

### 주요 배출시설 인근지역의 대기오염 수준 (서산시, 당진시)

- 연구목적 : 도시대기 측정소 분포에 따른 도시지역 대기질 분석시 나타날 수 있는 차이 분석
- 연구대상 지역 : 서산시, 당진시 5개 측정소
- 대상기간 : 2018년 6월 ~ 9월 (자료 : 에어코리아)
- 분석항목 :  $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$
- 측정소 정보
  - 서산시 독곶리 (1994) : 한국수자원공사 / 공업
  - 서산시 동문동 (1996) : 서산초등학교 / 주거
  - 서산시 대산리 (2018) : 일반 주택 / 상업
  - 당진시 송산면 (2017) : 하폐수처리시설 / 공업
  - 당진시 수청동 (2018) : 당진시청 / 주거
- 분석방법 : 시계열 분석 (일, 월간 자료분석)



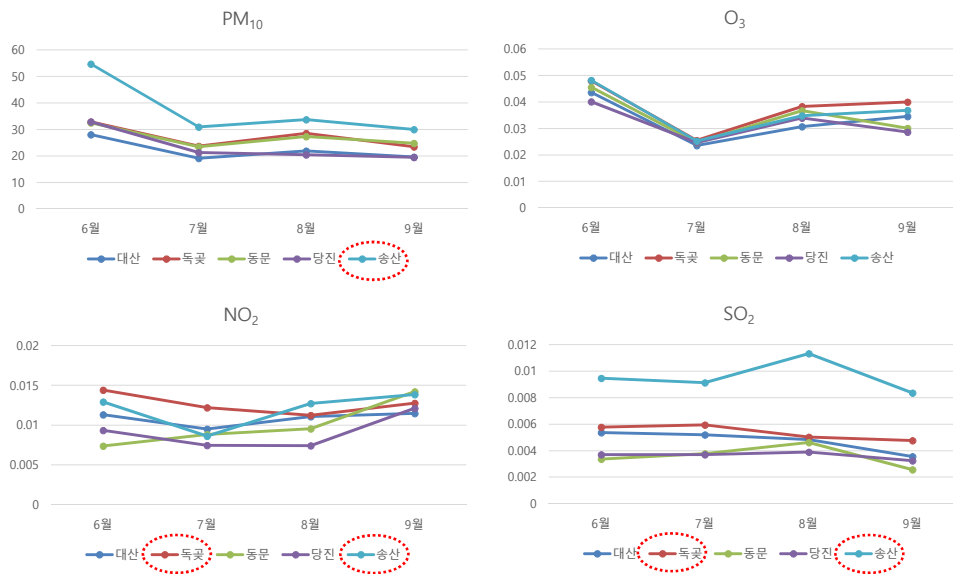
출처 : 구글지도

## 4. 충청남도의 대기오염 현황



충남연구원  
Chungnam Institute

### 서산시와 당진시의 오염물질 농도변화 추이 (6-9월, 2018)

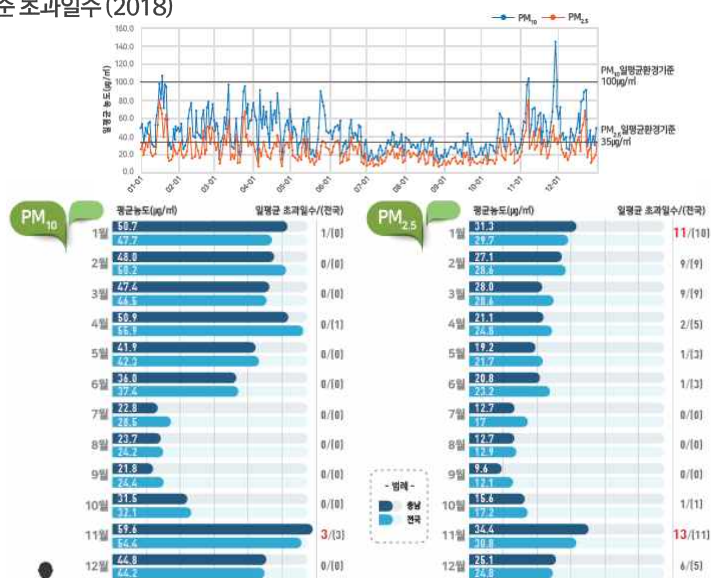


## 4. 충청남도의 대기오염 현황



충남연구원  
Chungnam Institute

### 일평균 환경기준 초과일수 (2018)

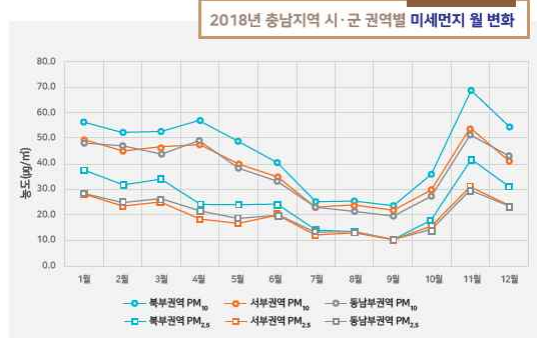


## 4. 충청남도의 대기오염 현황



충남연구원  
ChungNam Institute

### 월별 미세먼지 평균 최고농도 발생 지역 (2018)



- 전 기간동안 북부권역에서 높은 미세먼지 농도가 기록됨
- 고농도 미세먼지 발생 달(1, 2, 3, 4, 11월)에는 타권역과 7~10µg/m³의 차이를 보임

### 월별 미세먼지 평균 최고농도 발생지역



출처 : 충남연구원 (2019) 충남기후정보브리핑, 2018년 충청남도 미세먼지 일지

## 4. 충청남도의 대기오염 현황



충남연구원  
ChungNam Institute

### 시군별 미세먼지 평균농도, 일평균 환경기준 초과일수 (2018)

	진안	공주	보령	아산	서산	논산	계룡	당진	금산	부여	서천	청양	홍성	예산	태안
PM <sub>10</sub> 초과일수(일)	14	3	5	14	4	7	2	10	3	3	2	2	9	6	5
PM <sub>10</sub> 연평균농도 (µg/m³)	43	35.6	37.2	45.5	36.7	39.7	31.1	44.9	35.1	39.8	33.3	34.3	39.5	40	36.9
PM <sub>2.5</sub> 초과일수(일)	79	60	43	87	30	24	7	84	32	23	8	54	62	50	15
PM <sub>2.5</sub> 연평균농도 (µg/m³)	25	22	20.7	25.2	18.4	18.8	14.8	25.2	19.4	19	15.7	22.1	23.7	20.1	17.5



- PM<sub>10</sub>농도 환경기준 초과일수, 북부권역 중심으로 10~14일
- PM<sub>2.5</sub>농도 환경기준 초과일수, 북부권역 중심으로 80일 내외
- 홍성, 청양, 공주의 PM<sub>2.5</sub>초과일수가 PM<sub>10</sub>에 비해 상대적으로 높게 나타남  
- PM<sub>2.5</sub>발생원인 규명(황산염, 질산염 등에 의한 2차생성)과 기상상황에 따른 이동을 고려한 맞춤형 대책 필요
- 계룡, 서천, 태안 지역은 PM<sub>2.5</sub>농도 환경기준 초과일수가 10일 내외로 낮음

출처 : 충남연구원 (2019) 충남기후정보브리핑, 2018년 충청남도 미세먼지 일지



## 5. 충청남도의 대기질 개선 노력



## 5. 충청남도의 대기질 개선 노력



충남연구원  
ChungNam Institute

### 비전 및 목표

**비전** 깨끗한 공기, 푸른 하늘 더 행복한 충남 !

**목표** 2022년 대기질 PM-10 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM-2.5 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  달성

⇒ 대기오염물질 배출원별 효율적 관리로 2015년 배출량(279,543톤) 대비 2022년 대기오염물질(NOx, SOx, 먼지) 30% 감축(83,762톤)

※ NOx(산성) 20.6%, SOx(중성) 1.1%, 먼지(중성) 11.0%, NOx(중성) 6.7%, SOx(중성) 1.1%

### 8대 전략, 40개 과제

- 8대 전략**
- 전략1 : 에너지산업연소 관리 - 6개 사업
  - 전략2 : 산업부문 저감대책 - 6개 사업
  - 전략3 : 이동배출원 관리 - 8개 사업
  - 전략4 : 대기오염물질 총량관리제 도입 - 2개 사업
  - 전략5 : 과학적인 관리기반 구축 - 6개 사업
  - 전략6 : 건강보호 등 생활환경 개선 - 6개 사업
  - 전략7 : 대외협력 및 정책건의 - 4개 사업
  - 전략8 : 교육 및 홍보 - 2개 사업

### 추진전략

비전	깨끗한 공기, 푸른 하늘 더 행복한 충남 !	
8개 분야	40개 과제	
1. 에너지산업 연소 관리	① 석탄화력발전소 노후기종 단축 (2015~2018년 조기 폐기) ② 배출허용기준 강화에 따른 대기오염물질 감축 ③ 열량 누출 차단장치 설치 가동유지	④ 고농도 미세먼지 발생시 즉각적인 상향 차단 ⑤ 석탄화력 발전소 배출가스 저감장치로 인한 ⑥ 특정 지역(산성비) 미세먼지 관리
2. 산업부문 저감대책	① 대기오염물질 배출시설별 저감 대책 (연말 등 순차적 확대) ② 사업장 대기오염물질 배출허용기준 강화 ③ NOx 가연성 (연료) 산성비 (산성) 추진	④ 저농도 미세먼지 및 산성비로 인한 배출량 개선 ⑤ 저농도 배출량 (산성비) 관리 (연말) 추진 ⑥ 산성비(중성) 관리(산성) 관리
3. 이동배출원 관리	① 친환경차 및 연료차 사용 보급 추진 ② 경유차 배출가스 저감 대책 ③ 도로부설 흡입장치 보급 ④ 노후 경유차 순차적 교체	⑤ NOx 가연성 (연료) 산성비 (산성) 관리 ⑥ 저농도 배출량 (산성비) 관리 (연말) 추진 ⑦ 내향 (산성비) 배출(산성) 관리 ⑧ 특정 지역(산성비) 관리
4. 대기오염물질 총량관리제 도입	① 총량제 체계관리 Task Force(7개) 운영 ② 대기오염물질 총량관리제 도입	
5. 과학적 관리기반 구축	① 운영 및 관리 시스템(산성비) 운영 ② 총량제 대기질 관리시스템 구축 ③ 미세먼지 정보 3개분야 확대 운영	④ 대기오염물질 총량 관리 ⑤ 대기오염물질 및 환경(산성비) 관리 ⑥ 미세먼지 정보 3개분야 확대 운영
6. 건강 보호 등 생활환경 개선	① 환경영향평가 제도(산성비) 운영 ② 산성비(중성) 관리 및 환경영향평가 추진 ③ 환경영향평가 실시(산성비) 추진 ④ 대기오염물질 관리(산성비) 관리	④ 미세먼지 저감 (산성비) 관리 ⑤ 고농도 미세먼지 발생(산성비) 관리 ⑥ 미세먼지 정보 3개분야 확대 운영
7. 대외협력 및 정책건의	① 미세먼지 대책(산성비) 관리(산성비) 관리 ② 기후 변화 및 대기(산성비) 협력 강화 ③ 미세먼지 발생(산성비) 관리(산성비) 관리	④ 미세먼지 저감 (산성비) 관리 ⑤ 고농도 미세먼지 발생(산성비) 관리 ⑥ 미세먼지 정보 3개분야 확대 운영
8. 교육 및 홍보	① 미세먼지 발생(산성비) 관리(산성비) 관리 ② 기후 변화 및 대기(산성비) 협력 강화 ③ 미세먼지 발생(산성비) 관리(산성비) 관리	④ 미세먼지 저감 (산성비) 관리 ⑤ 고농도 미세먼지 발생(산성비) 관리 ⑥ 미세먼지 정보 3개분야 확대 운영

출처 : 충청남도 (2018) 대기환경개선 계획 토론회 - 미세먼지 중심 충청남도 -



## 5. 충청남도의 대기질 개선 노력



### 1. 에너지산업 연소관리

#### (1) 석탄화력발전소 노후기준 단축으로 조기 폐기

- 대상 : 도내 석탄화력발전소
- 기간 : 2018년~2025년
- 감축량 :
  - 먼지 : 1,533.0톤/년 → 872.8톤/년(43% ↓)
  - 황산화물 : 26,239.7톤/년 → 13,978.9톤/년(47% ↓)
  - 질소산화물 : 44,087.4톤/년 → 24,280.1톤/년(45% ↓)
- 실천방안 :
  - 석탄화력발전소 수명단축 노리개발 및 환경에너지 전환 정부제안
  - 탈석탄 공론화를 위한 분위기 확산

#### 사업내용

현행, 산자부에 의한 석탄화력발전소 노후기준은 30년으로 2025년까지 총 4기의 석탄화력발전소 폐기가 가능하나, 노후기준을 30년에서 25년으로 축소할 경우 2025년까지 총 13기 폐기 가능

#### (2) 석탄화력발전소 배출허용기준 강화에 따른 대기오염물질 감축

- 대상 : 도내 석탄화력발전소
- 기간 : 2018년~2025년
- 감축량 :
  - 먼지 : 2,084톤/년 → 1,787톤/년(14.2% ↓)
  - 황산화물 : 34,332톤/년 → 24,677톤/년(28.1% ↓)
  - 질소산화물 : 57,406톤/년 → 14,090톤/년(75.5% ↓)
- 실천방안 :
  - 발전사별 환경설비 보강 등 배출허용기준 이행 준비사항 점검 및 독려

#### 사업내용

석탄화력발전소로 인한 주민 피해를 최소화하기 위해 대기오염물질 배출허용기준 강화 조례 제정, 정부계획을 5년 앞당겨 2025년까지 대기오염물질(SOx, NOx, 먼지) 배출 감축

출처 : 충청남도 (2018) 대기환경개선 계획 토론회 - 미세먼지 중심 충청남도 -

## 5. 충청남도의 대기질 개선 노력



### 1. 에너지산업 연소관리

#### (3) 봄철 노후 석탄화력 일시 가동중단

- 대상 : 30년 이상된 석탄화력 발전시설 (보령 1~2호기)
- 적용기간 : 매년 3월~6월
- 감축량 : PM<sub>2.5</sub> 약 380톤 (전국의 47%)

#### 사업내용

고농도 미세먼지 발생기간인 봄철에 석탄화력발전 일시 가동 중단으로 미세먼지 감축 도모

#### (4) 고농도 미세먼지 발생시 화력발전 상한 제약

- 운영기간 : 2019년부터 본격 시행 ('18.10월부터 시범운영)
- 발령기준 : 당일 PM<sub>2.5</sub> 주의보(76 µg/m³) 발령 + 익일 50 µg/m³ 예보
- 제약요청 : 발령기준 당일 14시, 발전사에 해당 시설 상한제약 요청
- 대상시설 : 보령화력, 신보령, 당진화력, 대안화력

#### 사업내용

고농도 미세먼지 발생 시 석탄화력 발전출력을 80% 이내로 제한해서미세먼지 감축 도모

#### (5) 석탄화력 발전연료 저유황탄으로 전환

- 적용대상 : 상한제약 대상 15기
- 추진내용 : 기존 유연탄 황함유량 0.53% → 0.4%로 전환
- 감축량 : 황산화물 2,150톤/년 감축 기대

#### 사업내용

발전부문 미세먼지 감축을 위해 석탄화력 발전연료를 저유황탄으로 전환

#### (6) 옥외 저탄장 실시간 비산먼지 관리

- 설치대상 : 도내 석탄화력 발전소
- 사업기간 : 2019년~2020년
- 사업내용 : 저탄장 미세먼지 전용 측정장비 설치·운영

#### 사업내용

화력발전소 저탄장에 의한 비산먼지 날림에 대한 정확한 원인파악 및 실시간 감시를 위해 저탄장 내부와 인근에 미세먼지 측정기 설치·운영

출처 : 충청남도 (2018) 대기환경개선 계획 토론회 - 미세먼지 중심 충청남도 -

## 5. 충청남도의 대기질 개선 노력



충남연구원  
ChungNam Institute

### 2. 산업부문 저감대책

#### (1) 대기오염물질 배출사업장 자발적 감축 이행 및 감축 대상 확대

- 추진기간 : 2019년~2022년
- 실천방안
  - 자발적 감축 사업장 12개 업체에 대해 이행여부 점검 및 독려
  - 자발적 감축 대상 사업장 확대 (285개소)

##### 사업내용

굴뚝자동측정기(TMS) 부착사업장 대기오염물질 배출량이 전국의 24%로 전국 1위, 중·대형사업장에 대한 미세먼지 감축 적극 추진

#### (2) 사업장 대기오염물질 배출허용기준 강화

- 대상 : 도내 6개업체(화력발전 4, 제철업 1, 석유정제업 1)
- 실천방안
  - 2019년부터 미세먼지 다량배출사업장 배출허용기준 최대 2배 강화
  - 2020년부터 일반사업장 배출허용기준 30%이상 강화(환경부)
  - 2021년도 사업장 대기오염물질 배출허용기준 강화(안) 조례 검토

##### 사업내용

다량 배출사업장의 대기오염물질 배출허용기준 강화로 오염물질 배출 저감

#### (3) IoT 기반의 청정 산업단지 프로젝트 추진

- 사업기간 : 2019년~2022년
- 추진대상 : 57개소 (국가산단 5개소, 일반산단 52개소)
- 실천방안 :
  - (진단) 산업단지 배출통계 분석을 통한 프로젝트 대상 사업단지 선정
  - (1단계) 청정생산 컨설팅, 에너지 네트워크 구축, 에너지경영시스템(EnMS) 보급
  - (2단계) 산단 내 환경업종 집적화, 도시숲 조성사업 추진
  - (3단계) IoT 기반 미세먼지 관제 솔루션 통합관제시스템 구축

##### 사업내용

오염물질 배출량이 많은 산업단지를 대상으로 에너지 효율향상 시스템 구축, 녹색기술 개발, 도시 숲 조성 등 친환경 산업단지로 전환

출처 : 충청남도 (2018) 대기환경개선 계획 토론회 - 미세먼지 중심 충청남도 -

## 5. 충청남도의 대기질 개선 노력



충남연구원  
ChungNam Institute

### 2. 산업부문 저감대책

#### (4) 저녹스 버너지원 및 컨설팅을 통한 배출량 개선

- 사업기간 : 2018년~2022년
- 사업비 : 1.56억원 (국비 0.63, 시·군비 0.63, 기타 0.3)

##### 사업내용

미세먼지 영향물질인 보일러에서 배출되는 질소산화물의 배출 저감을 위해 저녹스버너 지원

#### (5) 지역별 배출량 산정을 위한 인벤토리 시스템 구축

- 사업기간 : 2018년~2022년
- 사업비 : 12억원 (도비 6, 시·군비 6)
- 실천방안 :
  - 2021년까지 단계별로 실측 배출량 조사 추진
  - 국가 배출량 자료 수정 및 보완 요구

##### 사업내용

석탄화력발전 및 대형사업장이 밀집한 시·군에 대해 우선적으로 실측을 통한 정확한 대기오염물질 배출량을 산정하여 사업장 관리 자료 구축

#### (6) 굴뚝자동측정기(TMS) 관리 강화

- 대상 : 굴뚝자동측정기 부착 사업장 61개소
- 추진내용 : 환경관리공단 합동 단속 : 1회/년 (2018년~)

##### 사업내용

다량의 대기오염물질 배출시설에 대한 점검 강화 및 기준초과 시 배출부과금 부과 등의 강도 높은 관리



※시·도별 2017년 TMS 부착사업장 대기오염물질 배출현황 (단위 :톤/년)※

출처 : 충청남도 (2018) 대기환경개선 계획 토론회 - 미세먼지 중심 충청남도 -



## 5. 충청남도의 대기질 개선 노력



### 4. 대기오염 총량관리제 도입

#### (1) 총량제 체계관리 Task Force[T/F] 운영

- 사업기간 : 2019년~2024년
- 사업내용 :
  - 대기오염물질 총량관리제 준비단 T/F 구성
  - 대기관리권역 지정, 배출허용총량 지역할당 등을 위한 연구

#### 사업내용

대기질 개선을 위한 대기관리권역 지정 및 대기오염 물질 총량관리제 시행을 위한 준비 필요

#### (2) 대기오염물질 총량관리제 도입

- 사업기간 : 2019년~
- 사업비 : 426억원 (국비 169.6, 도비 86.8, 기타 169.6)
- 관리지역 : 1권역 (보령, 서산, 당진, 서천, 태안), 2권역 (천안, 아산)
- 실천방법 : 수도권 이외에 당진·태안 등 충청권을 포함하는  
「수도권 등 대기환경개선에 관한 특별법」의 조속한 처리 건의(국회)

#### 사업내용

대기오염물질 배출량이 많은 당진, 태안, 서산 등을 대기관리권역으로 지정하고 사업장에 배출허용총량을 할당해 오염물질 배출을 제한하는 대기오염물질 총량관리제 도입

출처 : 충청남도 (2018) 대기환경개선 계획 토론회 - 미세먼지 중심 충청남도 -

## 5. 충청남도의 대기질 개선 노력



### 5. 과학적 관리기반 구축

#### (1) 공공 및 민간 측정소 통합관리와 효율적 운영

- 사업기간 : 2018년~2022년
- 사업비 : 72.6억원 (발전사 3사 부담)
- 대기측정소 현황 : '18년 6월말 기준 15개 시군 28개소

#### 사업내용

공공 및 민간 대기측정소의 통합 운영·관리로 대기오염물질 다각적인 분석 및 정보 공유

#### (2) 충남형 대기질 분석·진단 시스템 구축

- 사업기간 : 2018년~2022년
- 사업비 : 4.29억원 (도비 4.29)
- 사업내용 :
  - 실시간 대기오염모델링 상시구동 체계 구축(1km<sup>2</sup>)
  - 대기질 분석·평가 분석도구 개발
  - 대기오염 발생원 규명으로 대기오염 개선정책 영향분석

#### 사업내용

효과적인 대기측정 데이터 활용과 다양한 조건에 의해 변화하는 대기질에 대한 충남지역 미세먼지 동태(상세)예보 체계 마련

#### (3) 미세먼지 경보제 3개권역 확대 운영

- 사업기간 : 2018년 3월~
- 사업비 : 34억원 (국비 1, 도비 33)
- 사업대상 : 도내 15개 시군 도시대기측정소 27개소
- 사업내용 :
  - 미세먼지(PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) 등 대기오염물질 연중 24시간 측정
  - 환경기준 초과 시 권역별 경보상황 신속 전파

#### 사업내용

미세먼지 고농도 발생 시 지역특성에 따른 권역별 신속한 상황전파로 실시간 대응력 제고 및 건강 위해성 조기조치

출처 : 충청남도 (2018) 대기환경개선 계획 토론회 - 미세먼지 중심 충청남도 -

## 5. 충청남도의 대기질 개선 노력



충남연구원  
ChungNam Institute

### 5. 과학적 관리기반 구축

#### (4) 대기오염측정소 확충

- 사업기간 : 2018년~2022년
- 사업대상 : 도내 15개 시군
- 사업비 : 39.6억원 (국비 10, 도비 19.8, 시·군비 9.8)
- 사업내용 : 도시대기 및 도로변 대기오염측정소 확대 설치 및 운영

##### 사업내용

대기오염측정소 확충으로 미세먼지 등 대기오염물질 모니터링 강화, 신속·정확한 정보발령 및 대기질 농도를 측정·분석하여 도민의 알권리 증진

#### (5) 집중측정소 및 종합대기측정소 설치

- 사업기간 : 2018년
- 사업대상 : 서산시(집중측정소), 당진시(종합대기측정소)
- 사업비 : 30억원 (국비 30)
- 사업내용 : 집중측정소 및 종합대기측정소 설치
  - 집중측정소 : 서산시 수석동 / 25억원 / 환경부(국립환경과학원)
  - 종합대기측정소 : 당진시 송산면 / 5억원 / 환경부(한국환경공단)

##### 사업내용

지역 대기오염측정소만으로는 대기오염물질별 오염 원인 규명 한계 대기질 오염 현황 및 고농도 오염현상의 원인 파악을 위한 다기능 측정소 설치

#### (6) 도서지역에 미세먼지 장거리이동 측정소 설치

- 사업기간 : 2020년~2021년
- 사업비 : 5억원 (도비 5)
- 사업대상 : 태안, 보령 도서지역
- 사업내용 : 외부유입 분석용 대기측정소 설치
  - 태안권역 : 가의도 / 2020년, 보령권역 : 외면도 / 2021년

##### 사업내용

중국과 인접해 미세먼지 영향을 직접 받는 우리 도의 여건을 고려해 도서지역에 외부유입 분석용 미세먼지 측정체계 구축

출처 : 충청남도 (2018) 대기환경개선 계획 토론회 - 미세먼지 중심 충청남도 -

## 5. 충청남도의 대기질 개선 노력



충남연구원  
ChungNam Institute

### 8. 교육 및 홍보

#### (1) 미세먼지 발생 예방교육 및 홍보

- 사업기간 : 2019년~2022년
- 사업비 : 0.4억원 (도비 0.4)
  - 미세먼지 바로 알기 및 계층별, 단계별 미세먼지 대응요령 교육 실시
  - 고농도 미세먼지 대응 요령(7대) 배포, 미세먼지 배출 예방 교육

##### 사업내용

고농도 미세먼지 발생시 대응요령 및 불법 소각 등에 따른 미세먼지 배출 예방교육 실시  
\* 환경교육센터 연계 운영

#### (2) 학교 미세먼지 교육 강화

- 사업기간 : 2019년~
- 사업내용 :
  - 교원 자격연수 및 안전관련 연수를 통해 미세먼지 관련 안전교육 및 예방교육 실시
  - 교장 자격연수(교육부), 교감·1급 정교사 등 연수(교육청)
  - 충남도 교육청에서 학교 미세먼지 담당자 교육 추진(매년 2~3월)
  - 유아·초·중학생 대상 '맞춤형 환경교육 프로그램' 운영

##### 사업내용

일선 학교부터 미세먼지 유해성 및 대응요령 등에 대한 교육 실시로 미세먼지로 부터 취약계층 보호

구분	주요 추진사항
유아	누리과정 연계 유아환경교육관 운영
초·중등	푸름이 이동환경교실, 자유학기제 연계 환경체험프로그램 운영

출처 : 충청남도 (2018) 대기환경개선 계획 토론회 - 미세먼지 중심 충청남도 -

## 5. 충청남도의 대기질 개선 노력



충남연구원  
ChungNam Institute

### 대기오염물질 감축 목표량 설정

구분	설정(안)	제안사유와 장단점	2022년 감축목표
1안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지산업연소, 제조업 생산공정 협의사항 반영</li> <li>- 국가의 구체적 계획이 없는 비산먼지부문의 기존 계획을 50% 수준으로 하향조정, 생물연소 동일 수준 감축 반영</li> <li>- 비산먼지, 생물연소 부문 실현 가능성 측면에서 추가감도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지산업연소, 제조업 생산공정의 협의사항 반영</li> <li>- 국가의 구체적 계획이 없는 비산먼지부문의 기존 계획을 50% 수준으로 하향조정, 생물연소 동일 수준 감축 반영</li> <li>- 기존 계획(안)을 최대한 유지하여 실현가능성 높음</li> <li>- 예상되는 국가감축목표에 미치지 못할 우려 있음</li> </ul>	98,571톤/ 35.3%
2안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1안에 추가하여 비산먼지, 생물성연소 부문 도전적 식감 목표(각 30%) 제안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지산업연소, 제조업 생산공정의 협의사항 반영</li> <li>- 비산먼지, 생물성연소 30% 식감목표 반영</li> <li>- 예상되는 국가감축목표와 유사하거나 상향된 감축목표 설정가능</li> <li>- 비산먼지, 생물성연소에 대한 국가감축계획 수립시 연계성 있는 감축계획 구체화 필요</li> </ul>	103,936톤/ 37.2%
3안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2안에 추가하여 국가 목표 예상치(35~40%)의 최고목표(40%) 달성을 목표로, 에너지산업연소, 제조업 생산공정 추가식감 제안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최고목표 40% 달성을 위해 에너지산업연소, 제조업 생산공정 부문 추가식감 반영</li> <li>- 예상되는 국가감축목표를 상회하는 감축목표 설정 가능</li> <li>- 다량배출사업장의 과도한 추가 식감량 할당으로 감축목표 실현 가능성 문제 발생</li> <li>- 추가 식감량(7,882톤)에 대해 추가 할당계획 수립 필요</li> <li>- 비산먼지, 생물성연소에 대한 국가감축계획 수립시 연계성 있는 감축계획 구체화 필요</li> </ul>	111,818톤/ 40.0%

- 국가 환경기준 강화에 따른 향후 국가 감축량 조정과 새롭게 추가되는 비산먼지와 생물성연소 부문반영을 위해 대기오염물질 감축목표 수정(안)을 채택할 필요가 있으며, 국가감축목표 예상치를 고려하고 특히, 실현가능성 측면에서 **1안을 채택할 것을 제안함**
- 향후 국가목표(2018년 10월 예상)가 상향되어 37%내외에서 결정된다면 **2안으로 수정**할 필요가 있으며, 38% 이상의 목표가 제시된다면 국가계획에 맞도록 에너지산업연소, 제조업 생산공정에 추가 할당량을 조정한 3안으로 계획 수정이 필요함

출처 : 충남연구원 (2018) 대기오염물질 감축 목표량 설정

## 5. 충청남도의 대기질 개선 노력



충남연구원  
ChungNam Institute

### 대기오염물질 감축목표 안별 삭감량과 삭감비율

구분	NOx (톤/년)	SOx (톤/년)	TSP (톤/년)	계 (톤/년)	오염원별 삭감량비율
기준년도 (2015년) 발생량	에너지산업연소	61,872	37,182	2,181	101,235
	제조업 생산공정	31,250	38,077	25,253	94,580
	이동오염원	41,452	2,198	1,647	45,297
	비산먼지			34,289	34,289
	생물성연소	914	9	3,220	4,143
	소계	135,487	77,465	66,591	279,543



2022년 삭감량

1안	에너지산업연소	43,140	12,100	841	56,081	55.4%
	제조업 생산공정	10,436	9,305	9,841	29,582	31.3%
	이동오염원	5,720	782	241	6,743	14.9%
	비산먼지	-	-	6,600	6,600	19.2%
	생물성연소	176	2	620	797	19.2%
	소계	59,296	22,187	16,423	98,571	
	삭감량비율	43.8%	28.6%	24.7%		<b>35.3%</b>
2안	에너지산업연소	43,140	12,100	841	56,081	55.4%
	제조업 생산공정	10,436	9,305	9,841	29,582	31.3%
	이동오염원	5,720	782	241	6,743	14.9%
	비산먼지	-	-	10,287	10,287	30.0%
	생물성연소	274	3	966	1,243	30.0%
	소계	59,296	22,187	21,210	103,936	
	삭감량비율	43.8%	28.6%	31.9%		<b>37.2%</b>
3안	에너지산업연소	47,109	13,213	918	61,241	60.5%
	제조업 생산공정	10,786	9,618	10,172	30,575	32.3%

출처 : 충남연구원 (2018) 대기오염물질 감축 목표량 설정

## 5. 충청남도의 대기질 개선 노력



### 발전소 및 제철소 포함 주요 제조배출시설의 배출목표량

구분	2015년 배출량	2022년 배출목표	비고
화력발전소	93,902	39,739	
제조업체	29,520	19,410	현대제철은 2021년 배출목표 적용

- 발전소 및 제철소는 각 기업에서 도에 제출한 자체감축목표를 대상으로 산정되었음
- 제조업체 : 현대제철, 현대오일뱅크, GS-EPS, 씨텍, 삼광글라스, 한화토탈, 삼성디스플레이, 코닝정밀소재, 한국타이어, 엘지화학, 롯데케미칼, 한화종합화학
- 배출량은 기업활동을 대표할 수 있는 값으로 업체별 배출량과 배출목표는 비공개로 작성함

출처 : 충남연구원 (2018) 대기오염물질 감축 목표량 설정

# 감사합니다



Chungnam Institute

.....

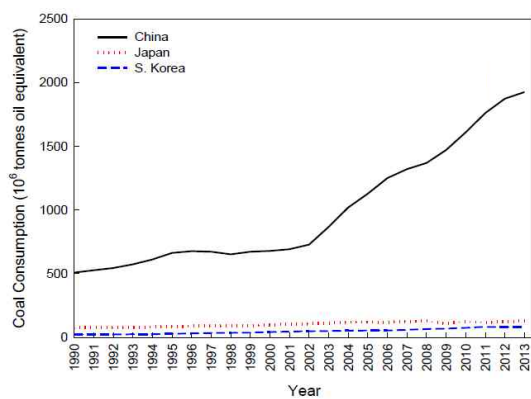
# 2

## 미세먼지 범부처 프로젝트 추진 현황

배귀남 (미세먼지 범부처 프로젝트 사업단)

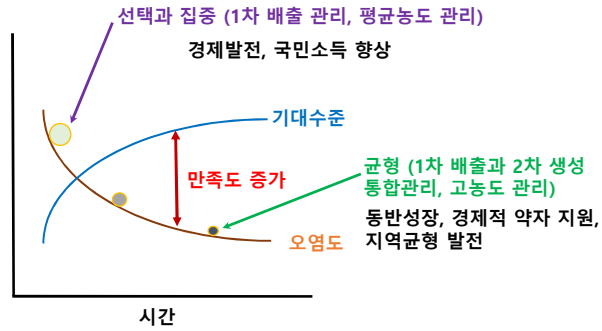
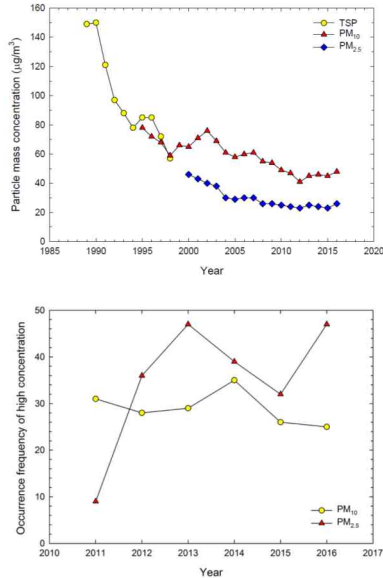


## 제3의 스모그 : 동북아 스모그



스모그	London	L A	동북아
계 절	겨울	여름	사계절
주요 오염물질	SO <sub>2</sub> , PM, soot	NO <sub>x</sub> , VOCs, O <sub>3</sub> , PM	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> , VOCs, PM
주요 오염원	석탄 연소	자동차	복합 (석탄, 산업, 자동차, 장거리이동 등)

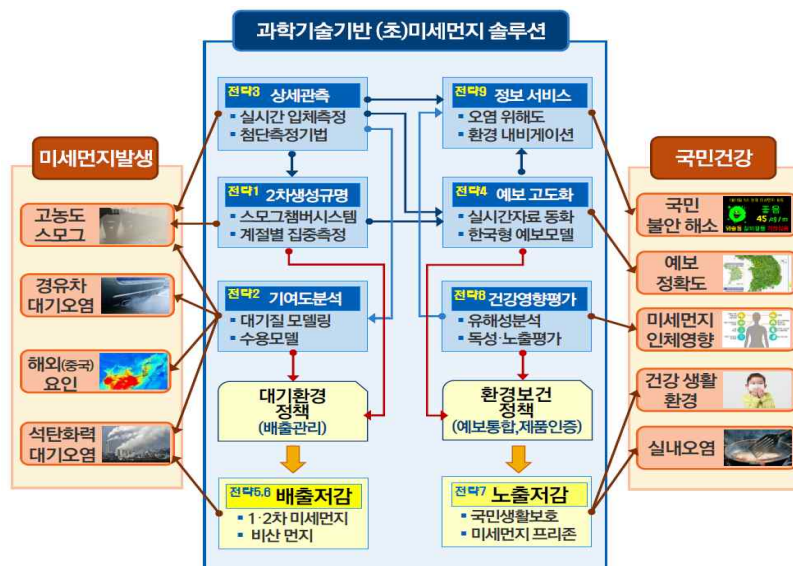
## 미세먼지 관리방향



- 미래예측 : 사회경제적 거시지표 동향분석
- 연구설계 : 국민기대수준 충족, 기술수요 발굴

3

## 과학-기술-정책 통합형 미세먼지 솔루션

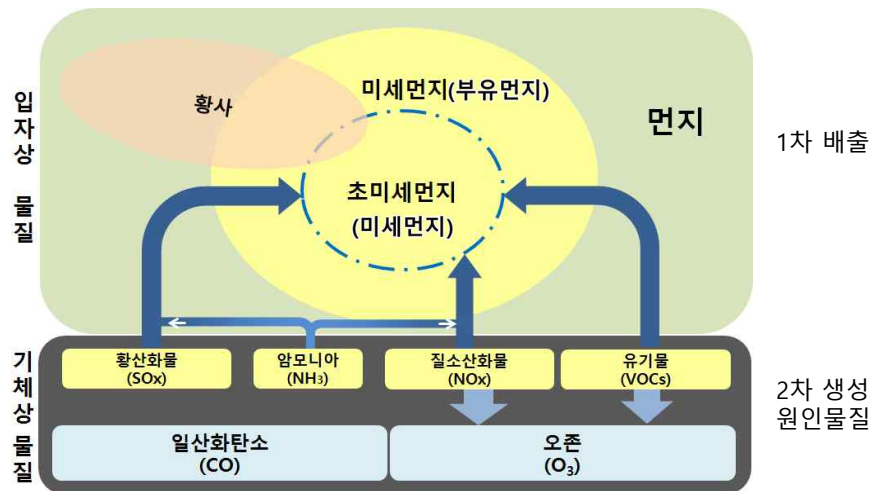


출처 : "과학기술기반 미세먼지 대응 전략" 공청회 자료

4



## 1차 배출 및 2차 생성 미세먼지의 통합관리



출처 : 과학기술기반 미세먼지 대응 전략(안)(2016.11)

5

## 미세먼지의 화학적 조성

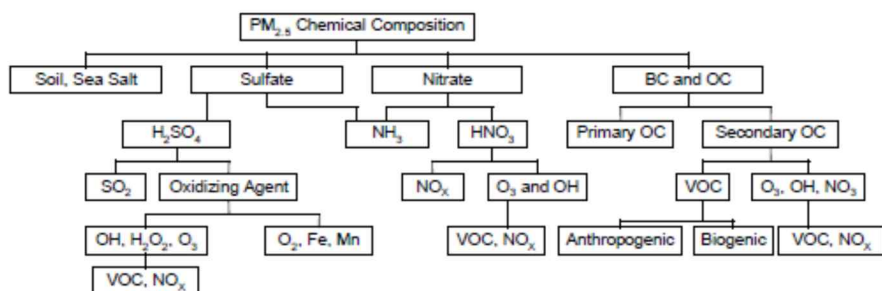


Figure 1.7. Breakdown of PM by chemical composition illustrating potential precursor contributions and limiting process steps.

Source: McMurry et al. (2004) Particulate Matter Science for Policy Makers – A NARSTO Assessment -

6



## 미세먼지 대응 기술 분류체계(안)



대분류(3)	중분류(10)	세부기술(25)	기술 내용
현상규명 및 예측	원인규명 연구	생성 및 변환 규명	인위적 및 자연적 생성, 변환, 소멸 규명
		오염원 규명	미세먼지 오염원 규명 및 기여도 추정
	현상진단 및 측정·조사	배출원 조사	배출량 산정 및 배출측정, 배출계수 연구
		측정·분석 기술	측정자료 정확도/정밀도 향상을 위한 측정·분석 기술 개발
		상시 및 집중측정	실시간, 3차원, 집중 측정 등을 통한 감시 및 현상 진단
대기질 모델링	미세먼지 예측-예보·진단 모델링	미세먼지 예보·모델링 정확도 향상 및 모델을 이용한 현상 규명 연구	
	대기질 모델링	기후영향평가 모델링	미세먼지에 의한 기후영향평가 모델링
미세먼지 배출저감	고정오염원배출저감	고정오염원 1차 배출 저감	사업장(대형, 중소형 및 직화구이, 숯가마 등) 1차 배출 부유먼지/미세먼지 저감 기술
		고정오염원 2차 생성 저감	사업장(대형, 중소형 및 직화구이, 숯가마 등) 배출 전구물질(SOx, NOx, VOCs, NH <sub>3</sub> , 등) 저감
	도로	차량 1차 배출 저감	차량 1차 배출 부유먼지/미세먼지 저감 기술
	이동오염원배출저감	차량 2차 생성 저감	차량 배출 전구물질(SOx, NOx, VOCs, NH <sub>3</sub> , 등) 저감
	비도로	선박배출 미세먼지 저감	선박배출 미세먼지 및 전구물질 저감 기술
	이동오염원배출저감	기타 비도로용 이동오염원 미세먼지 저감	건설·농기계, 항공 등 기타 이동오염원 미세먼지 및 전구물질 저감 기술
	비산먼지 저감	도로 비산먼지 저감	도로(차질도, 터널 등 특수 도로 포함) 발생 비산먼지 저감
		비도로 비산먼지 저감	건설현장 비산먼지 저감
국민생활 보호	건강영향 평가	특성 평가	미세먼지와 화학성분의 특성평가 기술
		인체 노출 평가	미세먼지의 군집별 노출 정도 평가 기술
		인체위해성 역학	코호트 구축, 장기노출 추적조사 등 미세먼지에 의한 위해성 평가 기술
	미세먼지 노출저감 기술	실내 미세먼지 탐지	실내공기 미세먼지 중 유해성분 탐지 기술
		실내 공기 정화	청정공조, 청정환기, 청정주방배기 등 실내공기정화 기술
		실내 공기질 관리	주책, 대중교통, 다중이용시설 등 생활환경 실내공기질 관리 기술
		개인착용형 노출저감 기구	마스크, 개인휴대용 탐지 기구 등
	정책 및 정보 서비스	미세먼지 정보관리 및 서비스	미세먼지 농도, 위해성, 오염지도 등 통합정보관리 및 대국민 서비스
		과학기술포럼 결과의 정책 연계	R&D 결과를 정책/제도 개선에 반영하는 체계
		기술의 글로벌화	R&D 성과수출 산업화 및 국제 대하환경 협력공동체 구축/운영

7

## 미세먼지 R&D 패키지 투자 모델



[미세먼지 패키지(파이) 모형]

8

## 미세먼지 관리 종합대책 ('17.9.26)



- ◇ 목표 : '22년까지 미세먼지 국내 배출량 30% 저감
- ◇ 대책 : 4대 핵심 배출원(발전, 산업, 수송, 생활) 집중 감축

## &lt; 부문별 감축률 및 주요대책(31.9% 감축 기준) &gt;

부문	'14년 배출량 (톤, 기준연도)	'19년 배출량 (톤, △12.6%)	'22년 배출량 (톤, △31.9%)	감축량 (톤)	감축률	
					부문 감축률	31.9% 기준 감축비중
합계	324,109 (100%)	283,400 (100%)	220,836 (100%)	△103,273	31.9%	
발전	49,350 (15%)	42,973 (15%)	36,839 (17%)	△12,511	25%	3.9%
산업	123,284 (38%)	104,652 (37%)	70,493 (32%)	△52,791	43%	16.3%
수송	90,361 (28%)	79,982 (28%)	61,377 (28%)	△28,984	32%	9.0%
생활	61,114 (19%)	55,793 (20%)	52,127 (23%)	△8,987	15%	2.8%

※ 부문별 감축목표는 이행력 제고를 위한 구체적 이행계획 수립 및 점검과정에서 수정·보완 예정

9

## 미세먼지 관리 종합대책 ('17.9.26)



<b>1 발전부문</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 석탄火電 비중 축소(공정률 낮은 석탄발전 원점 재검토, 노후 석탄 기동중단 및 조기 폐지 등)</li> <li>○ 재생에너지 확대('30년 20%)</li> <li>○ 발전용 에너지(유연탄, LNG 등) 세율체계 조정 검토</li> </ul>
<b>2 산업부문</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 총량제 대상 지역(수도권→충청·동남·광양만권) 및 대상 물질(먼지) 확대</li> <li>○ 배출기준 강화 및 NOx 부과금 부과</li> <li>○ 사업장 감시 확대(TMS 부착, 수시점검 등) 및 중소기업장 지원(개선자금 융자 등)</li> </ul>
<b>3 수송부문</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 노후경유차 점진적 퇴출 추진(조기폐차 물량 확대, 운행제한 확대 등)</li> <li>○ LPG차, 전기차 등 친환경차 보급 확대</li> <li>○ 선박(연료 황 함량기준 강화 등) 및 건설기계(3.1만대 저공해화 등) 관리 강화</li> </ul>
<b>4 생활부문</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 도로청소차량 보급 2배 확대('16년 1,008대 → '22년 2,100여대)</li> <li>○ 건설공사장 비산먼지 관리 강화(지도·점검, 제도개선 등)</li> <li>○ 농촌 불법소각 차단 지원책 강화(농업잔재물 파쇄 지원 등)</li> </ul>

10

## 비상·상시 미세먼지 관리 강화대책 ('18.11.8)



< 부문별 감축률 및 주요대책(총 35.8% 감축) >

부 문	기준배출량 (톤, 2014기준)	9.26 대책 후 (기준대비 △30.5%)			추가대책 후 (기준대비 △35.8%)			최종 감축량 (톤)
		감축량 (톤)	감축률 (%)	배출량 (톤)	추가 감축량 (톤)	추가 감축률 (%)	최종 배출량 (톤)	
합 계	324,109 (100%)	△98,740	△30.5	225,369 (100%)	△17,375	△5.4%	207,994 (100%)	116,115 (△35.8%)
발전	49,350 (15.2%)	△9,885	△20.5	39,465 (18%)	△1,796	△3.6%	37,669 (18%)	11,681 (△3.6%)
산업	123,284 (38.0%)	△52,791	△42.8	70,493 (31%)	△9,609	△7.8%	60,884 (29%)	62,400 (△19.3%)
수송	90,361 (27.9%)	△27,077	△30.0	63,284 (28%)	△5,282	△5.8%	58,001 (28%)	32,360 (△10.0%)
생활	61,114 (18.9%)	△8,987	△14.7	52,127 (23%)	△688	△1.1%	51,439 (25%)	9,675 (△3.0%)

11

## 미세먼지 특별법 시행 ('19.2.15)



◇ 중앙·지방정부 모두 참여하는 전방위적 미세먼지 대응기반 구축

- ① 강력한 컨트롤타워 설치 등 전담조직 강화
  - (미세먼지특별대책위원회) 국무총리 및 민간위원장을 공동위원장으로 미세먼지 정책 의사결정 기구 구축
  - (미세먼지개선기획단) 국무총리 소속으로 위원회의 사무 및 운영을 지원하기 위한 기획단 설치
  - (국가미세먼지정보센터) 환경부 소속으로 배출량 정확도 향상, 체계적 정보관리 등 미세먼지 대책을 과학적으로 뒷받침하는 전담조직 설치
- ② 범정부 범정부계획 및 지자체 맞춤형 대책 수립
  - (미세먼지 종합계획) 중앙정부는 5년마다 미세먼지 저감목표 달성을 위한 '미세먼지관리종합계획' 수립(분야별·단계별 대책, 자원조달계획 포함)
  - (지자체 시행계획) 시·도지사는 종합계획에 따라 지역에 특화된 세부 시행계획을 수립하고, 매년 이행실적을 보고
    - \* 예시 : 가정용보일러(서울), 항만(부산, 인천), 석탄발전(충남, 인천)
- ③ 고농도 비상저감조치 확대(수도권·공공기관 중심→전국·민간 부문)
  - (고농도 비상저감조치) 자동차 운행제한(등급제, 2부제 등), 배출시설 가동률 조정, 휴교·휴업(학생), 탄력적 근무(근로자) 시행 등
  - (화력발전 상한계약) 발령조건(1→3개) 및 시행대상 발전소(36→47기) 확대
  - (계절적 요인 발생 시 조치) 고농도 미세먼지가 발생하는 봄철 등 일정기간에 공공기관 배출시설 가동률 조정 등 조치를 추가적으로 시행
- ④ 취약계층에 대한 건강보호 기반 강화
  - (취약계층 보호의무 규정) 민감계층(어린이·영유아·노인·임산부·호흡기 질환자 등), 육외근로자 등에 대한 정부 보호대책 의무를 규정
  - (미세먼지 집중관리구역 지정) 취약계층 이용시설이 집중된 지역 등을 집중관리구역으로 지정하여 공기정화시설 등 지원 확대
  - (간이측정기 인증제 도입) 성능인증제를 시행, 성능등급 및 측정결과 공개

12

## 미세먼지 사업단 개요



주관기관	한국과학기술연구원
사업단장	배귀남
연구기간	중연구기간: 2017. 8. 8. ~ 2020. 5. 31. (34개월) 2차년도 연구기간: 2018. 5. 8. ~ 2019. 2. 7. (9개월)
연구비	중연구비: 492.53억원 (정부지원 457.03억원 + 기업부담금 35.5억원) '18년 연구비: 136.41억원 (정부지원 126.03억원 + 기업부담금 10.38억원)
참여기관	한국기계연구원, 서울대, 한국과학기술원 등 47개 기관 (대학 20, 정부 출연연구소 7, 기업 20)
참여연구원	박사급 연구원 172명 등 총 참여연구원 566명

13

## 미세먼지 사업단 비전과 목표



비전	미세먼지 솔루션 확보로 국민에게 건강환경			
핵심 목표	<p>미세먼지 예보모델 예측 정확도 75% 이상 ('20.5)</p> <p>'15년 고농도 미세먼지 예보모델 예측 정확도 44%</p> <p>제철소 미세먼지 배출 30% 저감 기술 실증 ('20.5)</p> <p>현재 제철소 총먼지 배출농도 약 5 mg/m<sup>3</sup></p>			
핵심 과제	I 발생·유입	II 측정·예보	III 집진·저감	IV 보호·대응
연구 목표	<p>독자적인 항공측정 시스템</p> <p>프로토타입 한국형 입자모듈 version 1</p> <p>맞춤형 권역별 주요 오염원 기여도</p> <p>국제공동관측</p>	<p>실시간 입체 관측자료 통합시스템</p> <p>한국형 대기질 모델링 시스템</p> <p>고농도 미세먼지 예보모델 예측정확도 제고(&gt;75%)</p> <p>저고도 미세먼지 원격관측 시스템</p>	<p>제철소 1차 미세먼지 배출농도 50% 저감 기술 실증</p> <p>제철소 2차 생성먼지 원인물질(NOx) 배출농도 30% 저감 기술 실증</p> <p>중소사업장 미세먼지 배출량 30% 저감 기술 개발</p>	<p>생활보호제품 실환경 평가 인증규격</p> <p>가정주부 미세먼지 노출 건강영향평가</p> <p>전국 건강영향지도</p>

14

## 세부사업단 및 세부과제 구성



세부사업단	과제명	주관연구기관	연구책임자
[1. 발생·유입] 미세먼지 생성 및 오염원 규명	스모그 챔버를 이용한 동북아 미세먼지 생성기작 규명	한국과학기술연구원	김진영
	미세먼지 입체감사를 위한 항공측정 시스템 구축	한서대학교	김중호
	현안이슈 대응을 위한 미세먼지 발생원인 및 정량적 기여도 규명	이화여자대학교	김용표
	동북아 미세먼지 이동 규명을 위한 국제공동 관측 연구	광주과학기술원	박기홍
[2. 측정·예보] 미세먼지 입체감사 및 예보기술 개발	한국형 통합 대기질 측정·예보시스템 개발	광주과학기술원	송철한
	이동형 저고도 미세먼지 관측 시스템 개발 (1년 종료)	세종대학교	홍성경
[3. 집진·저감] 사업장 미세먼지 저감기술 개발	저비용 고성능 Long Bag Filter 실규모 실증	㈜한빛파워	양창룡
	제철소 소결로용 건식 탈황 및 저온 SCR 탈질촉매 연계 기술개발 및 실증	한국과학기술연구원	하현필
	중소사업장 SOx, NOx 입자전환 및 고점도 입자상물질 여과집진시스템 개발	한국생산기술연구원	최석천
	미세먼지 저감을 위한 선택적 SO <sub>2</sub> 분리 공정기술 개발	한국과학기술연구원	이현주
[4. 보호·대응] 국민생활 보호·대응 기술 개발	주택 실환경 미세먼지 통합관리 기술 및 실환경 평가 인증규격 개발	한국기계연구원	한방우
	미세먼지 저감 필터소재 및 생활보호제품 개발	광주과학기술원	이재석
	미세먼지 인체건강영향 평가	서울대학교	홍윤철
	우리나라 미세먼지 등 대기오염 건강영향 연구 및 건강영향 지도 구축 (2년 종료)	서울대학교	황승식
	미세먼지·황사 건강피해 예방관리 및 보건용마스크 효용성 연구 (1년 종료)	고려대학교	임도선

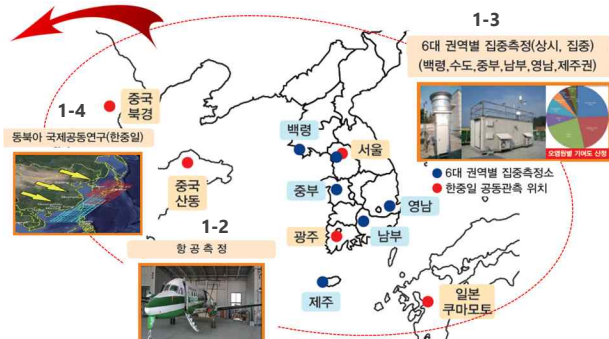
15

## 1세부사업단 : 발생·유입



연구목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>스모그 챔버 이용 동북아 미세먼지 생성기작 규명 및 입자모형 개발</li> <li>미세먼지 입체감사를 위한 항공측정 시스템 구축</li> <li>국내 권역별 미세먼지 기여도 산출</li> <li>국외 미세먼지 유입 특성 규명 및 기여도 산출</li> </ul>
연구기관	1-1: 한국과학기술연구원, 경북대, U. Florida, 인하대 1-2: 한서대 1-3: 이화여대, 서울대, 아주대, KIST, 한국표준과학연구원, iGBu, U. Maryland at College Park 1-4: 광주과학기술원, 국립목포대, 한국기초과학지원연구원, 서울시립대, 경북대, 중국 북경대

### 1-1 스모그챔버를 이용한 미세먼지 생성기작 규명



16

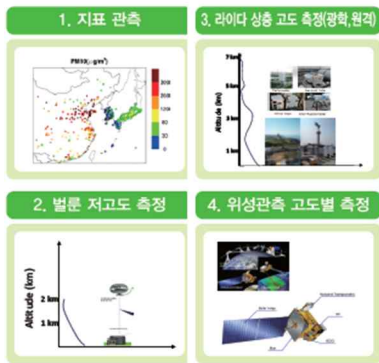


## 2세부사업단 : 측정·예보

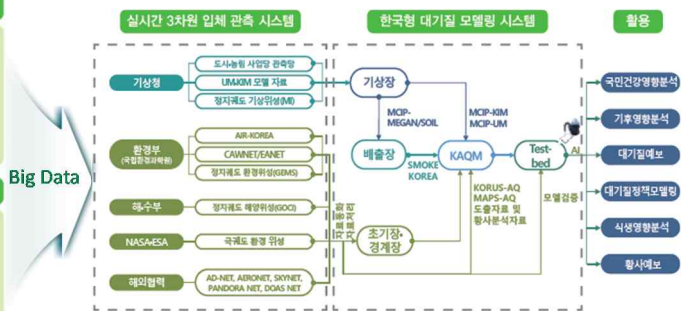


연구목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국형 통합 대기질 측정·예보시스템 개발</li> <li>이동형 저고도 미세먼지 관측시스템 개발</li> </ul>
연구기관	2-1: 광주과학기술원, 울산과학기술원, 한국환경정책·평가연구원, U. of Colorado Boulder, Ramboll Environ., U. of Houston, U. of North Carolina at Chapel Hill 2-2: 세종대, 연세대

2-1과제 1세부, 2-2과제



2-1과제 2, 3세부

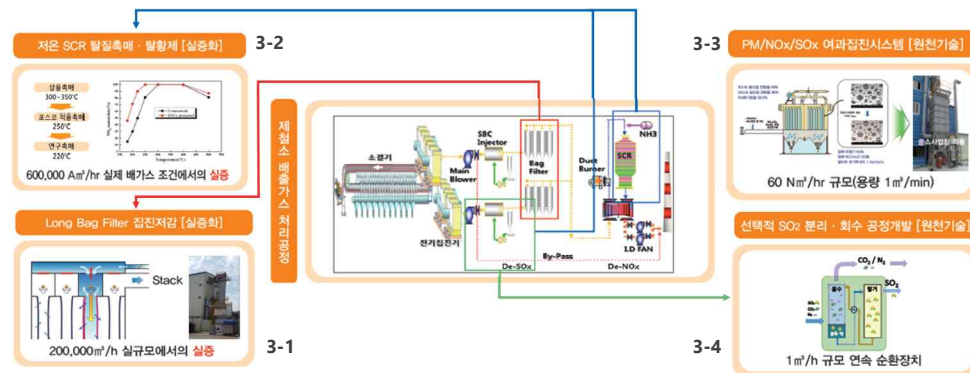


17

## 3세부사업단 : 집진·저감

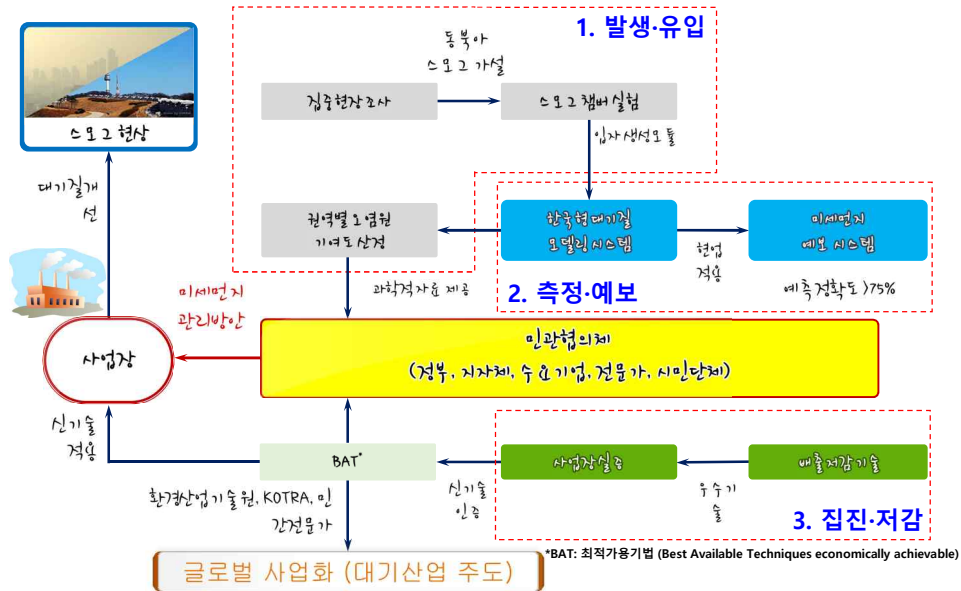


연구목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>제철소 저비용 고성능 Long Bag Filter 실규모 실증</li> <li>제철소 소결로용 건식 탈황 및 저온 SCR 탈질촉매 연계 기술개발 및 실증</li> <li>중소사업장 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> 입자전환 및 고점도 입자상물질 여과집진시스템 개발</li> <li>사업장 선택적 SO<sub>2</sub> 분리·회수 공정기술 개발</li> </ul>
연구기관	3-1: ㈜한빛파워, ㈜마이크로원 3-2: 한국과학기술연구원, (재)포항산업과학연구원, 경기대학교, ㈜알앤비즈 3-3: 한국생산기술연구원, 서울시립대 3-4: 한국과학기술연구원



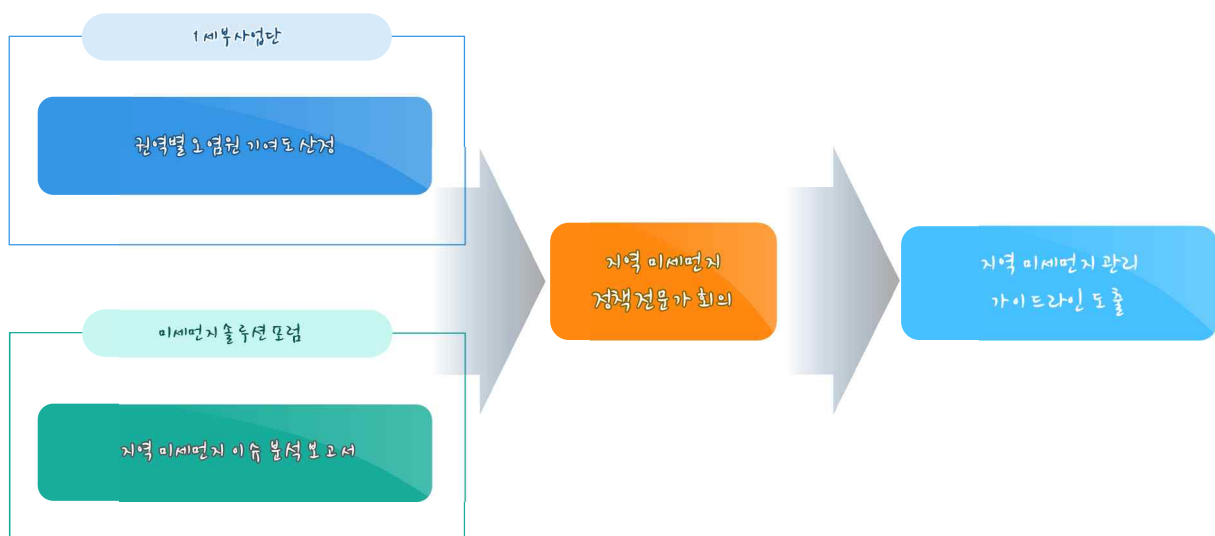
18

## 1~3 세부사업단 연계성 : 연구개발과 정책(패키지 솔루션)



19

## 지역 미세먼지 관리방안 도출

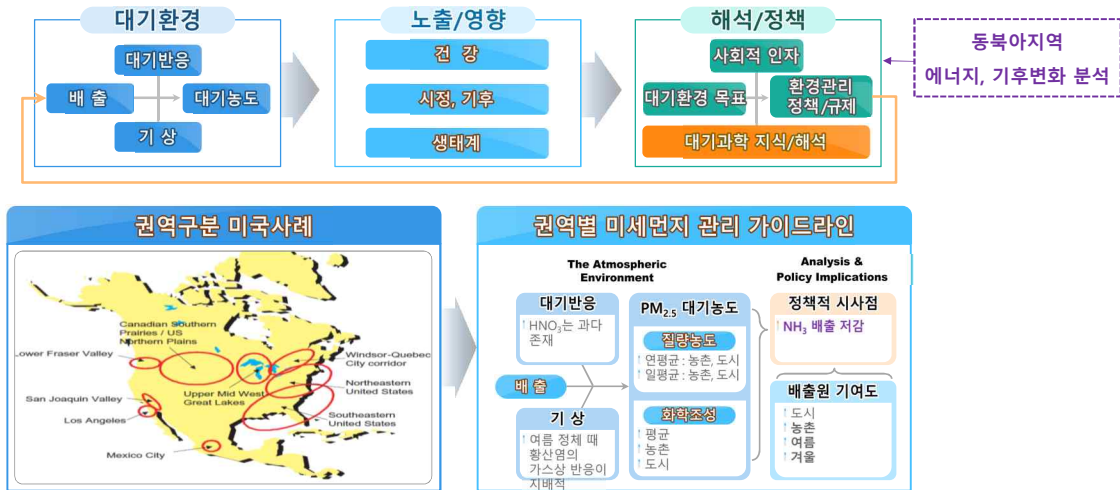


20

## 과학적 대기 미세먼지 관리체계 구축



... 스마트 미세먼지 관리 체계 개념도 ...

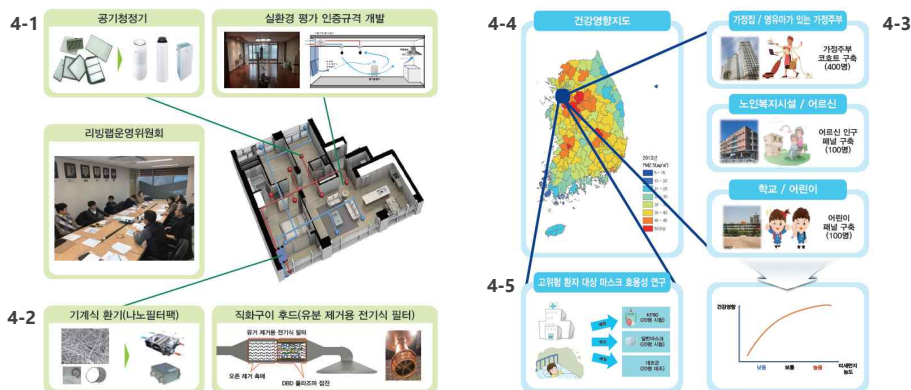


21

## 4세부사업단 : 보호·대응



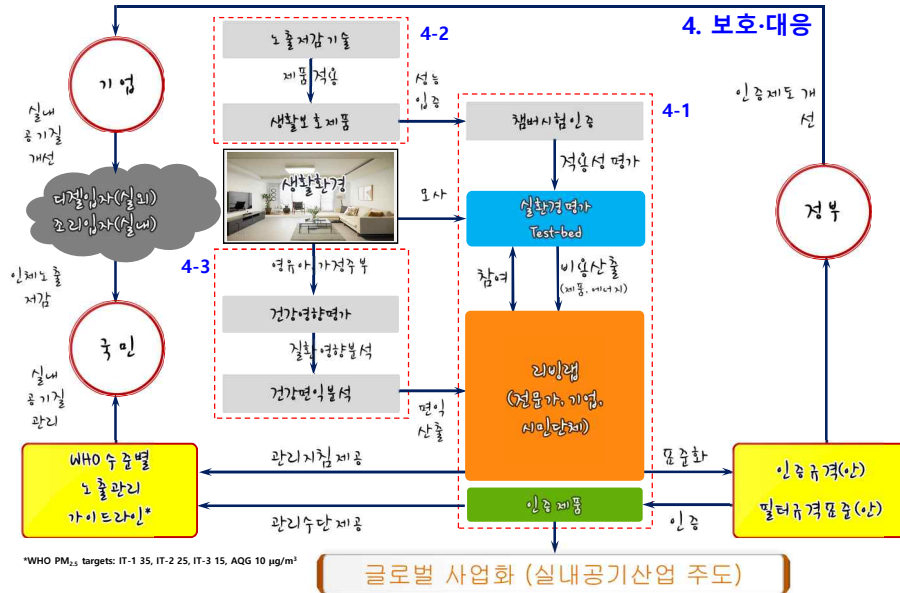
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>주목 실환경 미세먼지 통합관리기술 및 실환경 평가 인증규격 개발</li> <li>미세먼지 저감 필터소재 및 생활보호제품 개발</li> <li>어린이, 가정주부, 어르신의 미세먼지 인체건강영향 평가</li> <li>우리나라 시군구 단위 미세먼지 건강영향 지도 구축, 보건용 마스크 효용성 평가</li> </ul>
연구기관	4-1: 한국기계연구원, ㈜에코픽쳐스, 에어랩 4-2: 광주과학기술원, 연세대, 전자부품연구원 광주본부, (재)한국건설생활환경시험연구원 4-3: 서울대 의과대학, 울산대, 단국대, 한국환경정책·평가연구원 4-4: 서울대 보건대학원, 4-5: 고려대



22



## 4 세부사업단 연계성 : 연구개발과 정책 (패키지 솔루션)



23

## 상층 대기질 관측용 항공 측정 시스템 구축



### < 기존 항공 측정 시스템 >

(한서대 보유 상층 대기질 관측용 측정시스템)

#### 한서대 King-Air (Hanseo Univ.)



- 국립환경과학원에서 운영 중인 한서대 보유 소형항공기(KingAir)를 이용하여 미세먼지 관측 대기질 관측용 측정시스템을 구축
- KingAir-CRGT는 해평읍 소형항공기로 기저상 또는 입자상 오염물질을 별도로 측정하여 난을 고려하여 측정
- 조미비행기의 비행과정을 운영하기 위하여는 기저상 및 입자상 오염물질을 동시에 관측 필요

### < KORUS-AQ 항공 측정 시스템 >

(미국 NASA 보유 대기질 관측용 대형항공 측정시스템)



- 2016년 미국 NASA와 국립환경과학원의 공동연구에서 NASA 보유 대형항공기(DC-8)를 이용하여 한반도 상층 대기질을 종합관측
- DC-8은 해평읍을 이가 한서대 비행기로는 관측이 불가능하므로 측정장비의 탑재가 가능
- KORUS-AQ Campaign 기간에 한국 한서대 보유 KingAir-CRGT를 사용하여 보조관측

### < 본 연구 구축 항공 측정 시스템 >

(한서대 보유 상층 대기질 관측용 측정시스템)



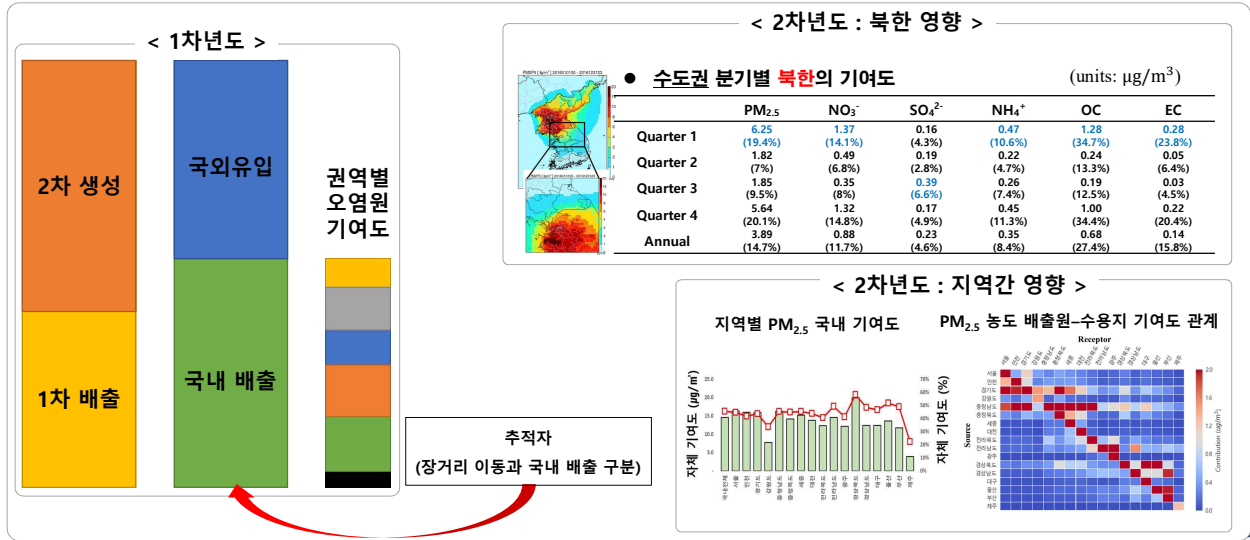
- 독자적 항공 측정시스템을 구축하기 위하여 한서대 보유 소형항공기(Beechcraft 1900D)를 관측용으로 개조
- Beechcraft 1900D는 해평읍을 소형항공기로 기저상 및 입자상 오염물질을 동시에 측정할 수 있어 조미비행기의 비행과정을 운영 가능
- 본 미비행기에서 관측한 상층 대기질 관측 및 국립환경과학원에서 관측한 상층 대기질 관측을 연계하여 운영
- 한서대 KORUS-AQ 측정 장비에 대한 공동연구를 통해 측정 가능

24

# 미세먼지 기여도 분석 방법의 고도화



< 1·2차년도 > : 분석 방법론 비교 (CMAQ-BFM, CAMx-PSAT)



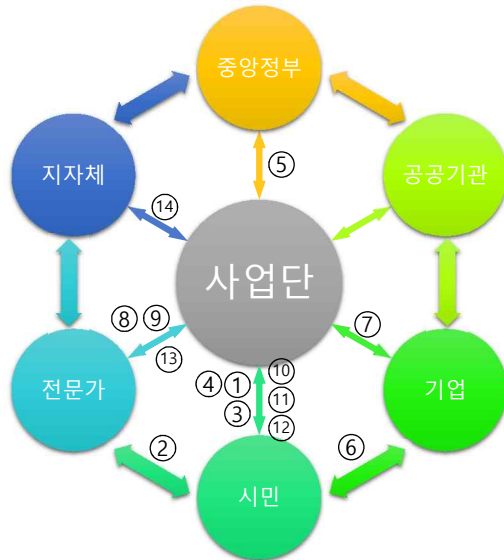
## 제철소 소결공장 집진·탈질·탈황 기술 실증



	1차년도	2차년도	3차년도
15 m Long-Bag Filter (한빛파워)	<ul style="list-style-type: none"> <li>6,000 m<sup>3</sup>/h Pilot 설비 이관/설치 및 시험</li> <li>Long-Bag Filter Cage 제작 및 시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>6,000 m<sup>3</sup>/h Pilot 설비 시험</li> <li>Long-Bag Filter 실증설비 설계</li> <li>실증설비 설치 Site 선정</li> <li>실증설비 설치 계약('18.12)</li> <li>CFD 분석</li> <li>실증설비 현장설치 3D 모델링</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>200,000 m<sup>3</sup>/h 실증설비 설치('19.6)</li> <li>Long-Bag Filter 실증설비 연속 운전(&gt;6개월)</li> </ul> <p>※ 시설 비운 30% 절감, 설치면적 60% 이하, 먼지 배출 1/5 이하 2건은 저비용 집진기술 실증</p>
저온 SCR 탈질촉매 (KIST)	<ul style="list-style-type: none"> <li>탈질 촉매층매 설계 및 성능 평가</li> <li>저온 탈질 성능의 우수성 확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장 배가스 저온 Pilot 시험(500시간)</li> <li>*100 Am<sup>3</sup>/h, &gt;90% @ 220°C</li> <li>Monolith 촉매 제조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>포스코 광양제철소 구매 후 촉매 적용('19.6)</li> <li>1,200,000 Am<sup>3</sup>/h 실증설비 설치</li> </ul> <p>※ 탈질 성능 : &gt;90% @ 220°C</p>
건식 탈황 반응제 (RIST)	<ul style="list-style-type: none"> <li>순조 대체 가능한 다공성 반응제 개발</li> <li>비표면적 &gt;100 m<sup>2</sup>/g</li> <li>SO<sub>2</sub> 제거율 90% : 7 g/Nm<sup>3</sup> 투입</li> <li>경제성 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pilot Test</li> <li>다공성 반응제 제조설비 설계/실증 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>600,000 m<sup>3</sup>/h 실증설비 설치('19.8)</li> <li>1 ton/day 제조설비 완성으로 다공성 반응제 연속 생산</li> </ul> <p>※ 제거 성능 : SO<sub>2</sub> &gt;95%, HCl &gt;98%</p>

26

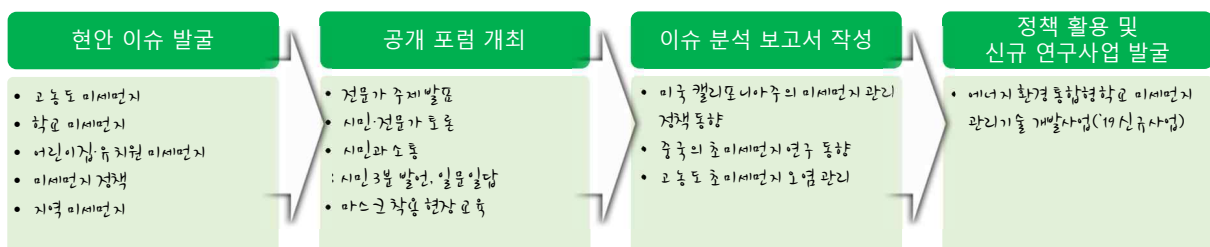
## 미세먼지 정보소통 활동



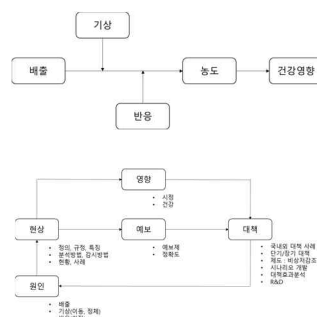
- ① 미세먼지 파수꾼 양성교육
- ② 미세먼지 솔루션 토론회
- ③ 연구현장 개방
- ④ 국민 참여 토론회
- ⑤ 관계 기관 간담회
- ⑥ 생활환경경각식(상식/지식) 토론회
- ⑦ 생활보호 기술 수준 기업협의회
- ⑧ Fact check
- ⑨ 전문가 대토론회
- ⑩ 홈페이지 오픈
- ⑪ 뉴스레터 발간
- ⑫ 전시회 참가
- ⑬ 미세먼지 정보소통위원회
- ⑭ 지역 미세먼지 정책전문가 협의체

27

## 미세먼지 솔루션 포럼



회 차	주 제	개최일
제1차	고농도 미세먼지, 과학적 진단과 해법	2017. 12. 20.
제2차	고농도 미세먼지, 예방과 대책	2018. 01. 23.
제3차	학교 미세먼지, 대기와 실내공기	2018. 02. 22.
제4차	학교 미세먼지, 기준과 관리	2018. 03. 21.
제5차	어린이집 미세먼지, 실내공기질과 미세먼지	2018. 04. 26.
제6차	어린이집과 유치원 미세먼지, 보육과 환경	2018. 05. 31.
제7차	고농도 미세먼지, 오존과 미세먼지	2018. 07. 05.
제8차	고농도 미세먼지, 한국과 중국	2018. 08. 24.
제9차	미세먼지 정책, 장기전망	2018. 10. 04.
제10차	미세먼지 정책, 에너지와 대기오염	2018. 11. 07.
제11차	전주시 미세먼지 원인과 대책	2019. 02. 21.

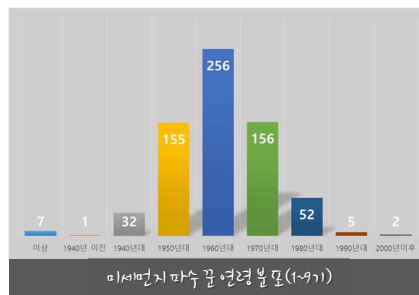
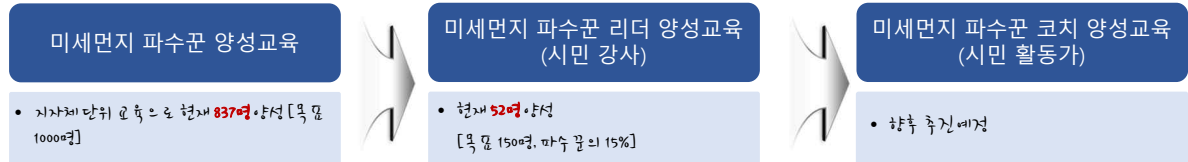


28

## 미세먼지 파수꾼 양성교육



### ▶▶ 대국민 미세먼지 교육 추진성과 및 향후 계획



29

## 사업단 대국민 홍보활동



### 홈 페이지 구축 (일반인, 미세먼지 파수꾼 정보 제공 및 소통창구 마련)

- 미세먼지 파수꾼 전용 게시판, 시민참여단, 금금증창구를 통한 **국민과 소통**
- 사업단 과제참여연구기관 **연구성과 및 소식 공유**
- ※ 게재 논문 및 출원 특허 정보 공유, 사업단 주관 행사 및 **과제관리 안내**
- 모바일 접근성 강화** (모바일 홈페이지 오픈 (2018.7.31.) → 네이버 '미세먼지사업단' 검색)

### 사업단 팸플릿 (사업단 연구 내용 및 국민소통 활동 안내)

- 사업단 연구 기관 및 중 연구비 등 기본 개관
- 각 세부사업단별 **과제연구비** 및 연구 내용 소개
- 미세먼지 솔루션 포럼 및 파수꾼 양성교육 등 **시민소통** 활동 및 **국제협력** 활동 소개

### 뉴스레터 발간 (미세먼지 이슈 및 사업단 활동을 일반인, 연구자에게 홍보)

- 년간 총 **4회** (분기별) 제작 및 배포
- 미세먼지 주간 이슈를 주제로 **전문가의 미세먼지 칼럼** 게재
- 미세먼지 솔루션 포럼, 미세먼지 파수꾼 양성교육 등 사업단 활동 현황 공유
- 미세먼지 과제 수행 기관 연구 현황 및 사업단 연구 성과 소개, 미세먼지 TIP 정보 제공



30

# 미세먼지 R&D 아이디어 토론회 개최



## ▶ 미세먼지 R&D 아이디어 국민참여 토론회(18.6.1)

- 우수한 미세먼지 R&D 아이디어를 대상으로 국민·전문가가 함께 논의  
※ 선정된 20개 R&D 아이디어 발표 및 시민/전문가 매칭코멘트
- "식물 이용 미세먼지관리", "농업분야 미세먼지관리", "도시환경미세먼지관리", "실내환경미세먼지관리" 등 6개 분야 발표
- 6개 연구사업을 선정하여 범부처 미세먼지 연구개발협의체 공동으로 "국인제안형 미세먼지 R&D 신규사업 기획연구"에 반영, '19년 신규사업 추진



주요 참석자



매칭 코멘트

## ▶ 대한민국 미세먼지 R&D 전문가 대토론회 개최(18.10.10~11)

- 지역별 사전전문가 간담회 4회 개최(부산, 광주, 춘천, 대전)를 통해 지역 현안 미세먼지 이슈 공유
- "미세먼지 국가 R&D 사업 추진방향", "미세먼지 현상 규명 및 예측 분야", "집진저감 기술 분야", "생활환경보호 기술 분야", "건강영향평가 분야" 등 이틀 동안 5개 세션 발표
- 논의된 아이디어는 미세먼지 R&D 관련 부처(11개)에서 신규 사업 기획 시 적극 활용할 수 있도록 공유

함께 지키는 국민 호흡 건강

### 미세먼지 R&D 아이디어 국민 참여 토론회

일시 : 2018. 6. 1.(금) 14:00 ~ 18:00  
장소 : 연세세브란스병원 지하1층 대회의실 (서울역 4, 5번 출구 지하도와 연결)

본회의 개최목적: 본회의에서는 미세먼지, 생활환경, 환경변 연구 및 일반 국민들의 관심 있는 미세먼지 R&D 아이디어를 공유합니다. 이 중 우수한 R&D 아이디어를 바탕으로 국민·전문가가 함께 아이디어를 구체화 시켜줄 예정입니다. 연구개발(R&D)을 통해 실현된 미세먼지 문제의 해결책은 만들어 나가는 과정에 함께 참여 순서로 진행됩니다.

일정

시간	내용
13:30 ~ 14:00	등록
14:00 ~ 14:30	행사 개회
14:30 ~ 17:30	지역별 발표회
17:30 ~ 18:00	국무회의

사전등록 및 문의처

· 사전등록: e-mail 접수  
(secenter@kist.re.kr)  
· 등록비: 없음  
· 문의: 한국연구재단 (043-700-7770, 7807)  
한국연구재단(교육과학기술부) (02-950-7372, 7374)

주최: 환경부, 과학기술정보통신부, 교육부, 문화체육관광부, 산업통상자원부, 국토교통부, 행정안전부, 보건복지부, 농림축산식품부, 해양수산부, 기상청, 기상청

주관: NRE 한국연구재단, 미세먼지, 국가과학기술정책 연구원

대한민국 미세먼지 R&D 전문가 대토론회 개최

모집기간: 18.9.3(월) ~ 18.9.30(일)

1. 사전등록: 18.9.3 ~ 18.9.30  
2. 발표: 18.10.10 ~ 18.10.11  
3. 토론회: 18.10.10 ~ 18.10.11  
4. 발표: 18.10.10 ~ 18.10.11

주최: 환경부, 과학기술정보통신부, 교육부, 문화체육관광부, 산업통상자원부, 국토교통부, 행정안전부, 보건복지부, 농림축산식품부, 해양수산부, 기상청, 기상청

주관: NRE 한국연구재단, 미세먼지, 국가과학기술정책 연구원

31

# 기대효과



수요자	기대효과	
연구자	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국측정시스템 구축(19) → 독자적대기질 종합관측 수행</li> <li>서울 스모그 가설 검정 &amp; 검증(19)</li> <li>한국형 미세먼지 예측 모델링 시스템 개발(19)</li> </ul>	동아시아 미세먼지 연구역량 제고
국민	<ul style="list-style-type: none"> <li>고농도 미세먼지 예보 모델 예측 정확도 향상(19): 44% → 75%</li> <li>주력 미세먼지 관리 가이드라인 제공</li> </ul>	대한민국 미세먼지 정보 서비스 제공
기업	<ul style="list-style-type: none"> <li>주수기술의 실용성을 통한 중소기업화</li> <li>국내 대형사업자실적 기반 해외 사업화</li> <li>생활보호제품의 실현경인 감소로 소비자만족도 향상 → 국내시장 확대, 글로벌 시장 주도</li> </ul>	배출저감/노출저감기술의 중소기업화
정부	<ul style="list-style-type: none"> <li>권역별 맞춤형 미세먼지 관리 가이드라인 제공</li> <li>오염원 기여도 기반 과학적 배출원 규제정책 도입</li> <li>생활환경보호제품 관련 인공제도 보완, 부품(제품) 표준화</li> </ul>	과학기술 기반 미세먼지 관리 정책제도 도입

32

.....  
3

저온 SCR 탈질촉매 기술개발 및  
제철소 소결로 실증

하헌필 (한국과학기술연구원 미래융합기술연구본부)

구분: 3-2과제

총괄과제명 : 제철소 소결로용 건식 탈황 및 저온 SCR 탈질촉매 연계 기술개발 및 실증

## **(1세부)** 저온 SCR 탈질촉매 기술개발 및 제철소 소결로 실증

KIST

하헌필

2019.03.04



## 목 차

**01** 연구개발 필요성

**02** 연구 추진현황

**03** 향후 연구계획



01

연구개발 필요성

3

# 1. 연구개발 필요성

초미세먼지의 인체위해성 심각

대기의 PM2.5는 NOx/SOx의 2차  
생성물이 약 35%를 차지

‘환경오염시설의 통합관리에 관  
한 법률(환경법)’의 총량 규제

## 저온 SCR

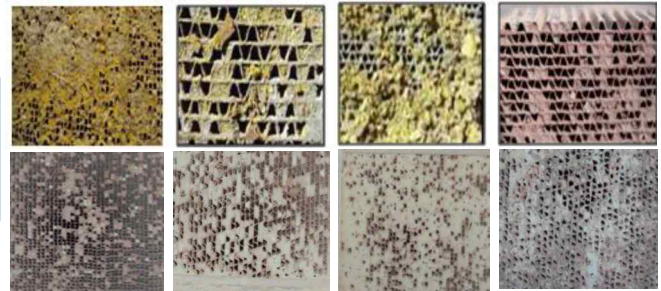
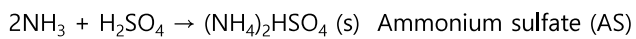
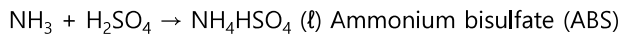
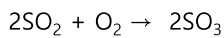
### Overall Heat Balance Sheet



## 저온 SCR

기존 SCR 촉매는 배기가스에 함유된 황성분으로 인해 황피독이 발생되어, 이를 극복하고 내황피독성과 넓은 온도 영역에서 탈질 효율이 우수한 고효율 촉매 개발을 추진

- 저온 황피독(ABS) 문제
  - 배가스 중에 존재하는 SOx(주로 SO<sub>3</sub>)와 NH<sub>3</sub>의 반응으로 Sticky ABS, AS를 형성하여 촉매 Cell 및 표면의 기공을 막음



✓ 저온 활성과 내황 특성이 우수한 SCR 촉매 필요

5

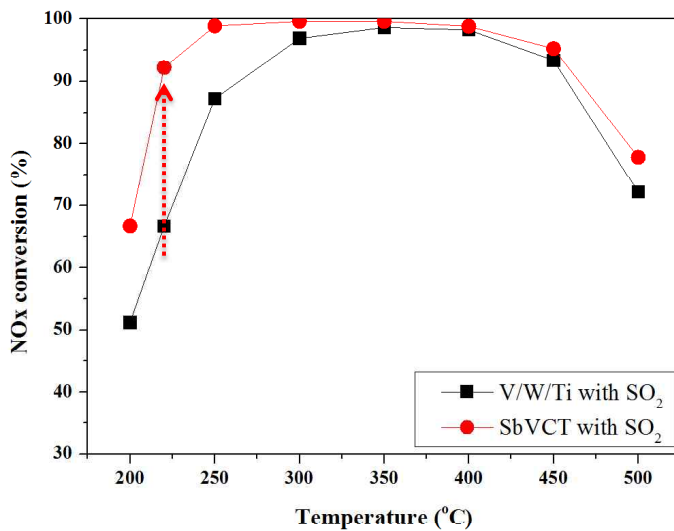
## 02

## 연구 추진현황

6

## 2. 연구 추진현황

### ✓ 탈질성능 증진



[Fig] Comparison of NO conversion over SbV10CT and commercial V/W/Ti catalysts.

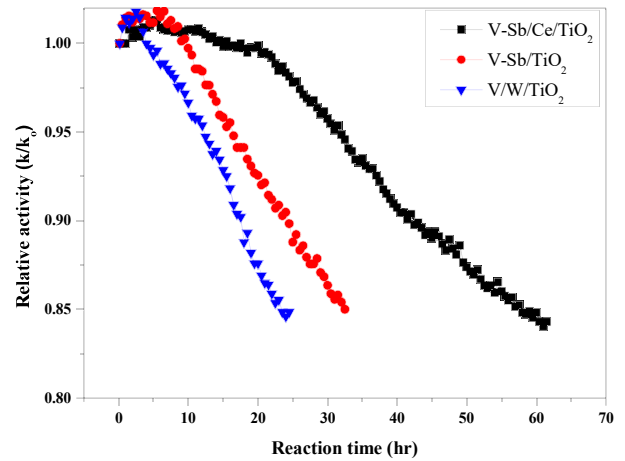


Fig. Relative activity in the present of  $\text{SO}_2$  for the SCR of NO by  $\text{NH}_3$  over various catalysts at  $250^\circ\text{C}$ . (Reaction conditions: 740 ppm NO, 62 ppm  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3/\text{NOx}=1.0$ , 3 vol%  $\text{O}_2$ , 6 vol%  $\text{H}_2\text{O}$ , 500 ppm  $\text{SO}_2$ , S.V: 60,000  $\text{hr}^{-1}$ )

1. terminal oxygen  $\text{V}=\text{O} + \text{SO}_2(\text{g}) \rightarrow (\text{V}^{3+})-\text{SO}_3(\text{ads}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g})$   
 $\text{NH}_3 + \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{HSO}_4$

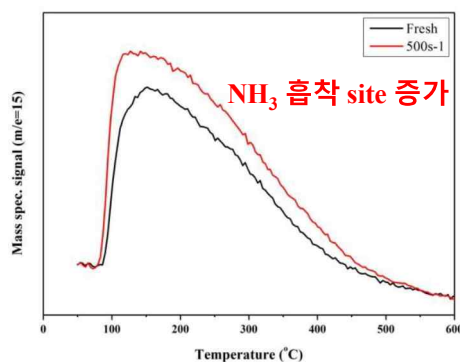
Added ceria

1.  $2\text{CeO}_2 + 3\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$  formation  
 2. terminal oxygen  $\text{V}=\text{O} + \text{SO}_2(\text{g}) \rightarrow (\text{V}^{3+})-\text{SO}_3(\text{ads}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g})$   
 $\text{NH}_3 + \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{HSO}_4$  (decreased form)

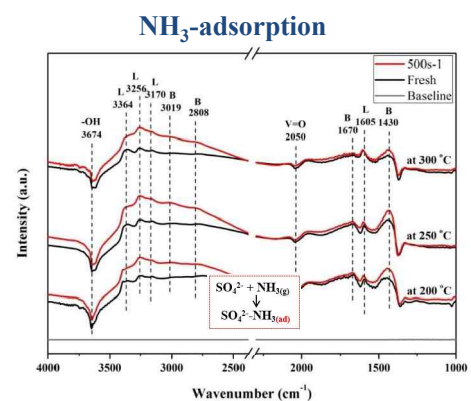
7

## 2. 연구 추진현황

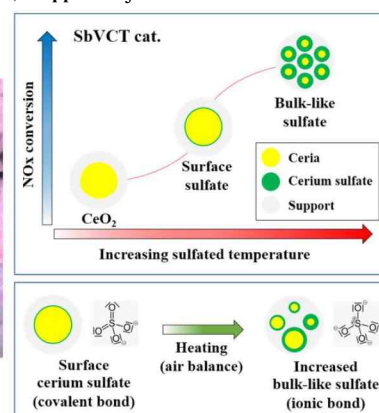
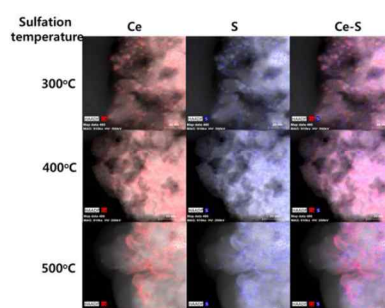
### ✓ 초산점 구현 탈질촉매 설계 $\text{NH}_3$ -TPD



[Fig]  $\text{NH}_3$ -TPD patterns of fresh and 500s-1 catalysts.



[Fig]  $\text{NH}_3$ -DRIFT spectra of fresh and 500s-1 catalysts exposed to 1,000 ppm  $\text{NH}_3$  for 30 min at  $250^\circ\text{C}$ .



[Fig] TEM image of the sulfated catalyst with the sulfation temperature.

8

## 2. 연구 추진현황

### ✓ 촉매 피독물질(sulfur)에 대한 영향 및 재생 연구

#### • Full saturated sulfated 촉매의 SO<sub>2</sub> 내구성 실험 결과

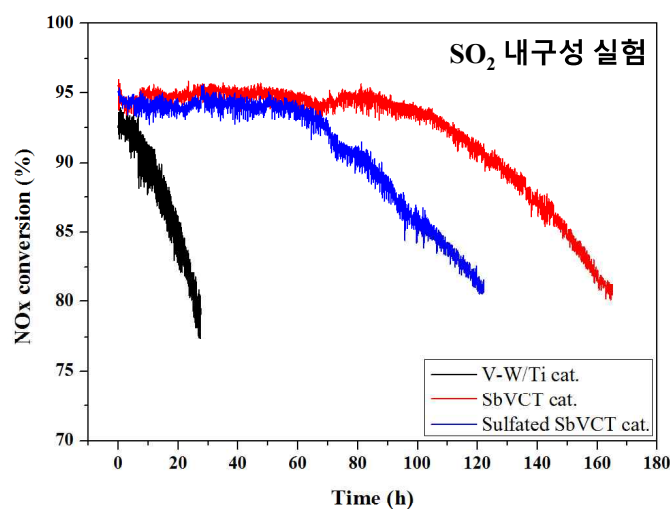


Fig. Relative activity in the present of SO<sub>2</sub> for the SCR of NO by NH<sub>3</sub> over various catalysts at 220 °C. (Reaction conditions: 800 ppm NOx, NH<sub>3</sub>/NOx=0.96, 3 vol% O<sub>2</sub>, 6 vol% H<sub>2</sub>O, 100 ppm SO<sub>2</sub>, S.V: 30,000 h<sup>-1</sup>)

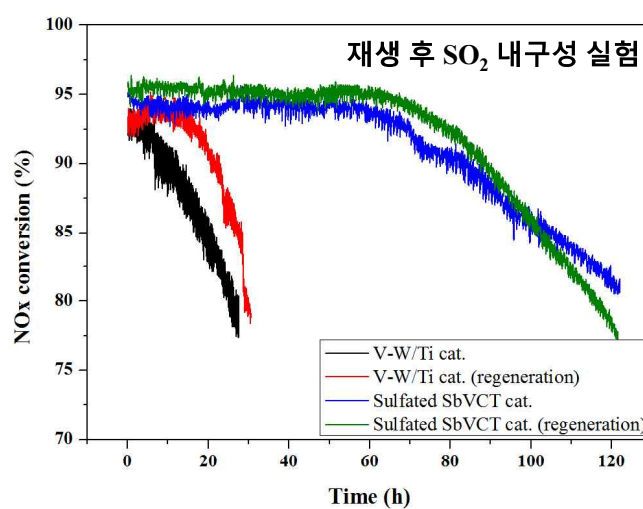


Fig. Relative activity in the present of SO<sub>2</sub> for the SCR of NO by NH<sub>3</sub> over various catalysts at 220 °C. (Reaction conditions: 800 ppm NOx, NH<sub>3</sub>/NOx=0.96, 3 vol% O<sub>2</sub>, 6 vol% H<sub>2</sub>O, 100 ppm SO<sub>2</sub>, S.V: 30,000 h<sup>-1</sup>)

9

## 2. 연구 추진현황

### ✓ 촉매 피독물질(sulfur)에 대한 영향 및 재생 연구

#### • High vanadium loading (5 wt.%) VWT 촉매 비교

#### Longevity test (220 °C) \_ powder

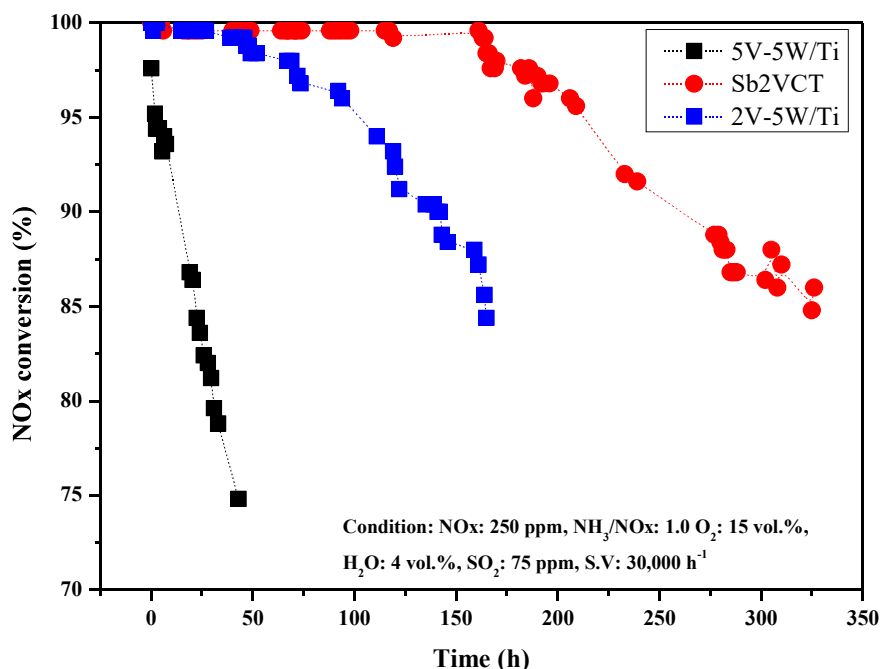


Fig. Relative activity in the present of SO<sub>2</sub> for the SCR of NO by NH<sub>3</sub> over various catalysts at 220 °C.

10

## 2. 연구 추진현황

### ✓ 촉매 피독물질(sulfur)에 대한 영향 및 재생 연구

#### ✓ 분말 촉매의 regeneration test

VWTi vs SbVCT  
재생 시간별 (300 °C)

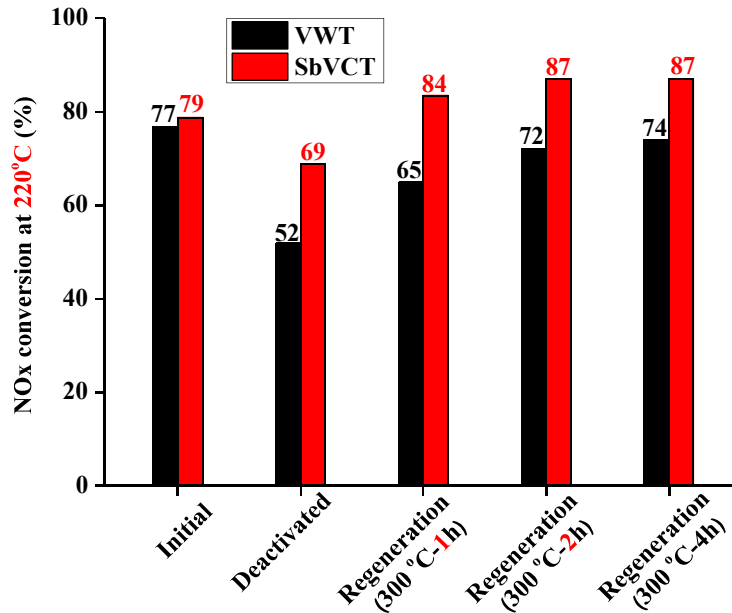


그림. 비활성화된 2V5WT 및 Sb2VCT 촉매의 1,2,4 h 재생 후 220 °C에서 NO<sub>x</sub> conversion (%).

Initial: NO<sub>x</sub> conversion (%) before deactivation, Deactivated: NO<sub>x</sub> conversion (%) after deactivation

Deactivation conditions: NO<sub>x</sub>: 800 ppm, NH<sub>3</sub>/NO<sub>x</sub>: 1.0, SO<sub>2</sub>: 500 ppm, O<sub>2</sub>: 3 vol.%, H<sub>2</sub>O: 6 vol%, N<sub>2</sub> balance for 3 h at 180 °C

Measurement conditions: NO<sub>x</sub>: 800 ppm, NH<sub>3</sub>/NO<sub>x</sub>: 1.0, O<sub>2</sub>: 3 vol.%, H<sub>2</sub>O: 6 vol%, N<sub>2</sub> balance, S.V: 60,000 h<sup>-1</sup>

11

## 2. 연구 추진현황

### ✓ 촉매 피독물질(sulfur)에 대한 영향 및 재생 연구

#### ✓ 분말 촉매의 regeneration test

SbVCT 재생 온도별 (1 h)

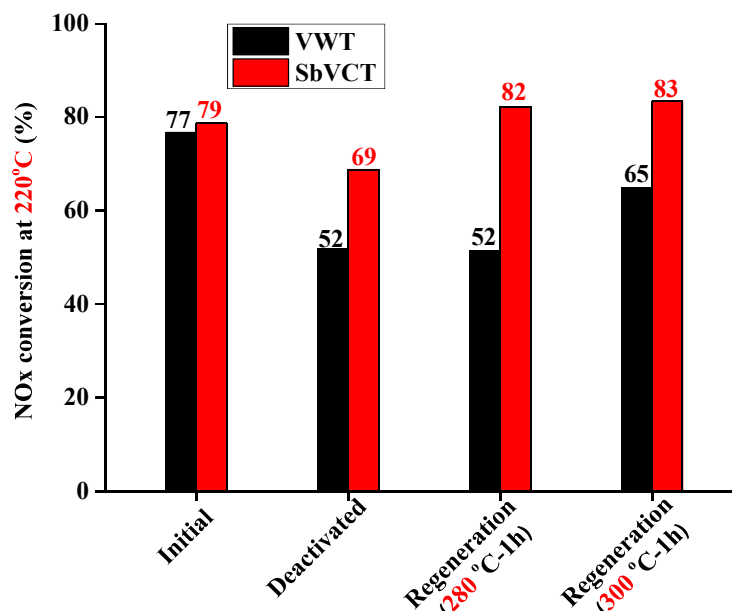


그림. 비활성화된 2V5WT 및 Sb2VCT 촉매의 280 및 300 °C 재생 후 220 °C에서 NO<sub>x</sub> conversion (%).

Initial: NO<sub>x</sub> conversion (%) before deactivation, Deactivated: NO<sub>x</sub> conversion (%) after deactivation

Deactivation conditions: NO<sub>x</sub>: 800 ppm, NH<sub>3</sub>/NO<sub>x</sub>: 1.0, SO<sub>2</sub>: 500 ppm, O<sub>2</sub>: 3 vol.%, H<sub>2</sub>O: 6 vol%, N<sub>2</sub> balance for 3 h at 180 °C

Measurement conditions: NO<sub>x</sub>: 800 ppm, NH<sub>3</sub>/NO<sub>x</sub>: 1.0, O<sub>2</sub>: 3 vol.%, H<sub>2</sub>O: 6 vol%, N<sub>2</sub> balance, S.V: 60,000 h<sup>-1</sup>

12

## 2. 연구 추진현황

### ✓ 촉매 피독물질(sulfur)에 대한 영향 및 재생 연구

#### ✓ 분말 촉매의 regeneration test

SbVCT 재생 온도별 (1 h)

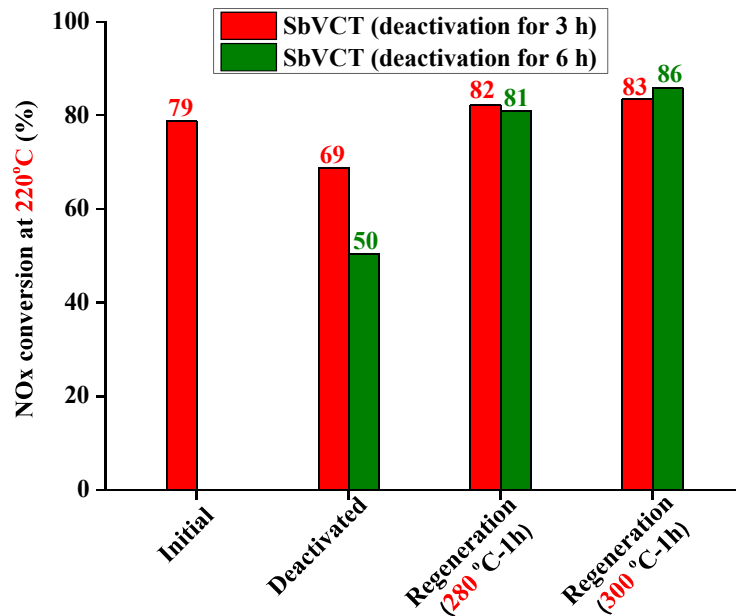


그림. 비활성화된 Sb2VCT 촉매의 280 및 300 °C 재생 후 220 °C에서 NOx conversion (%).

(red: 3 h deactivation 후 air regeneration, green: 6 h deactivation 후 air with NOx (250ppm) & H<sub>2</sub>O regeneration)

Initial: NO<sub>x</sub> conversion (%) before deactivation, Deactivated: NO<sub>x</sub> conversion (%) after deactivation

Deactivation conditions: NOx: 800 ppm, NH<sub>3</sub>/NOx: 1.0, SO<sub>2</sub>: 500 ppm, O<sub>2</sub>: 3 vol.%, H<sub>2</sub>O: 6 vol.%, N<sub>2</sub> balance for 3 h (or 6 h) at 180 °C

Measurement conditions: NOx: 800 ppm, NH<sub>3</sub>/NOx: 1.0, O<sub>2</sub>: 3 vol.%, H<sub>2</sub>O: 6 vol.%, N<sub>2</sub> balance, S.V: 60,000 h<sup>-1</sup>

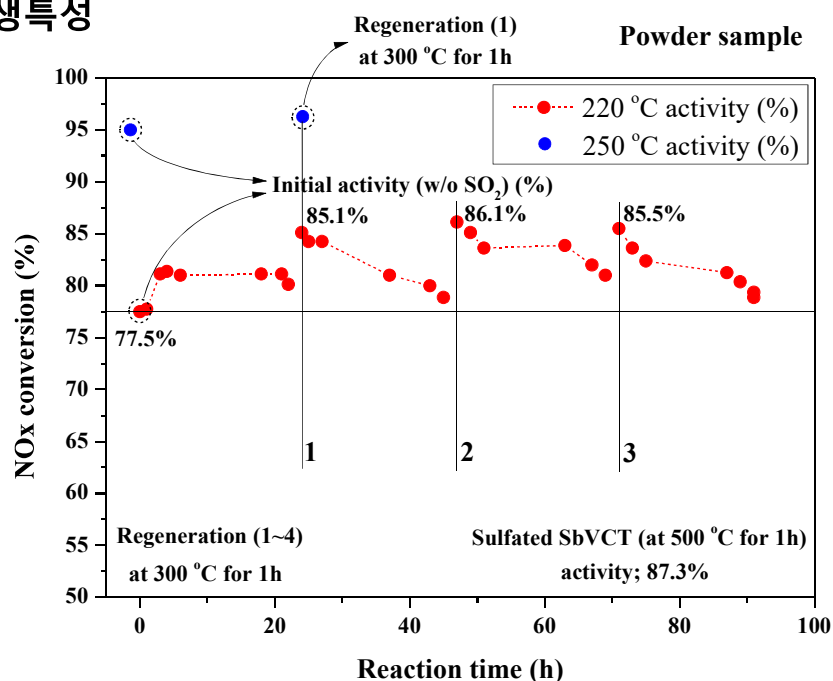
13

## 2. 연구 추진현황

### ✓ 촉매 피독물질(sulfur)에 대한 영향 및 재생 연구

#### ✓ 분말 촉매의 regeneration test

반복 재생특성



[Fig] NOx conversion by repetitive regeneration of SbVCT catalyst.

Experimental conditions: NOx: 800 ppm, NH<sub>3</sub>/NOx: 1.0, SO<sub>2</sub>: 50 ppm, O<sub>2</sub>: 3 vol.%, H<sub>2</sub>O: 6 vol.%, S.V: 60,000 h<sup>-1</sup>

14



## 2. 연구 추진현황 (pilot test)

### ■ Pilot test 이미지



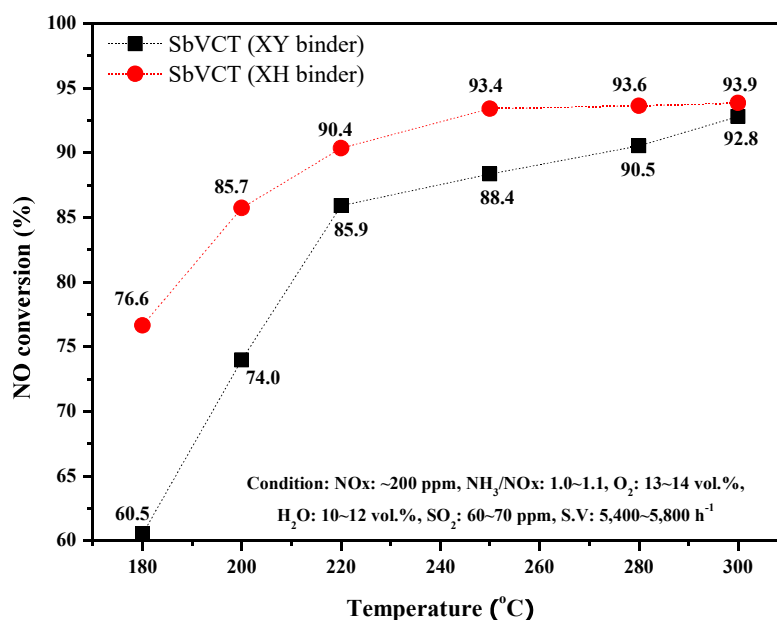
✓ 실제 배기가스 100 Nm<sup>3</sup>/hr 규모의 SCR pilot test 장비를 설치하여 탈질성능 평가

15

## 2. 연구 추진현황 (pilot test)

### ✓ 현장 배기가스를 이용한 저온 SCR 촉매 탈질평가

- 촉매 코팅 시 바인더의 영향



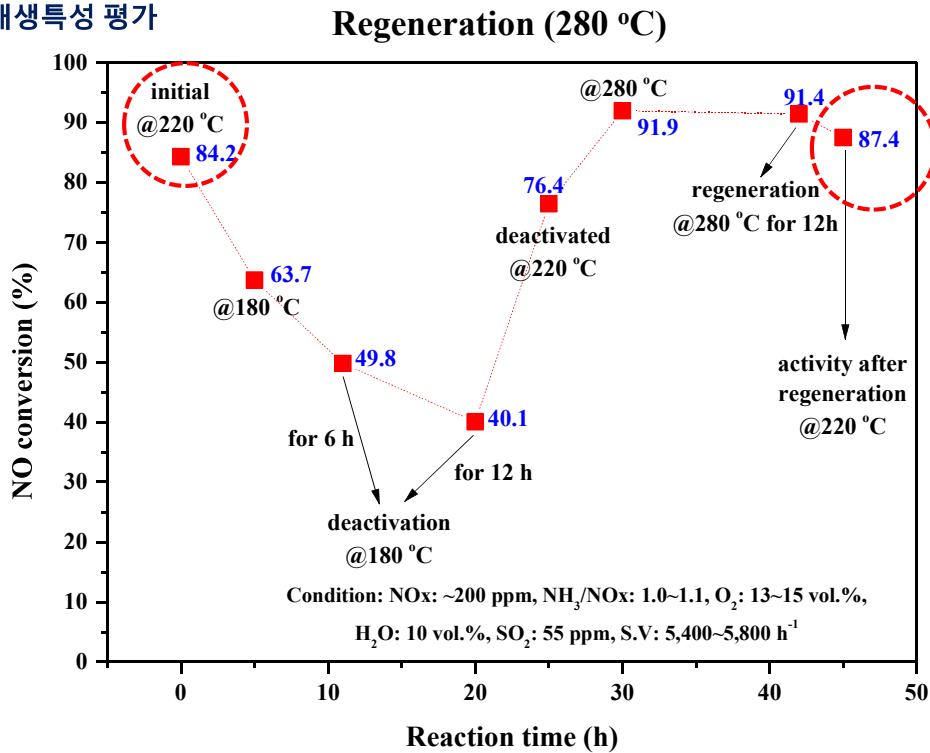
[Fig] The effect of reaction temperature on NOx conversion of SbVCT catalyst (corrugate type).

16

## 2. 연구 추진현황 (pilot test)

### ✓ 현장 배기가스를 이용한 저온 SCR 촉매 탈질평가

- 촉매 재생특성 평가



[Fig] The effect of reaction temperature on NOx conversion of SbVCT catalyst (corrugate type).

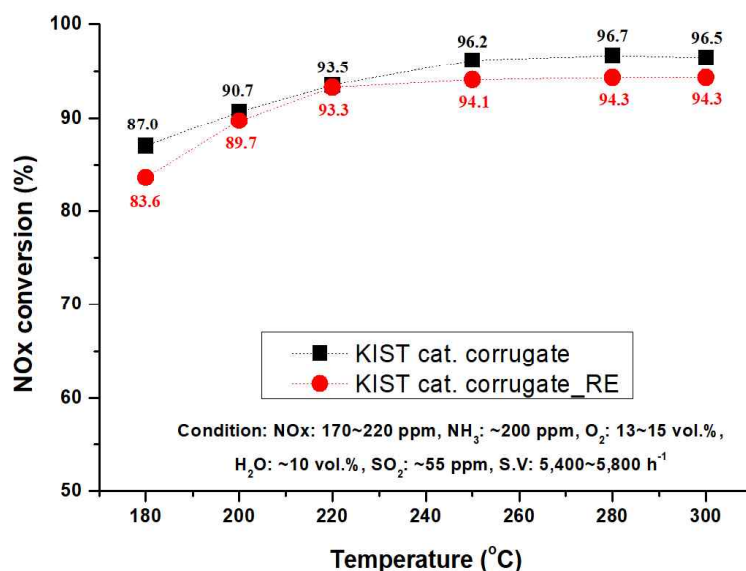
- ✓ 280도 재생 시, 초기성능 이상으로 재생됨. (84.2 → 87.4% @220도)

17

## 2. 연구 추진현황 (pilot test)

### ✓ 현장 배기가스를 이용한 저온 SCR 촉매 탈질평가

- Catalytic activity test of KIST cat.



[Fig] The effect of reaction temperature on NOx conversion of SbVCT catalyst (corrugate type).

18

## 2. 연구 추진현황 (pilot test)

재생평가 [KIST cat.]

### ✓ 현장 배기가스를 이용한 저온 SCR 촉매 탈질평가 (KIST cat.)

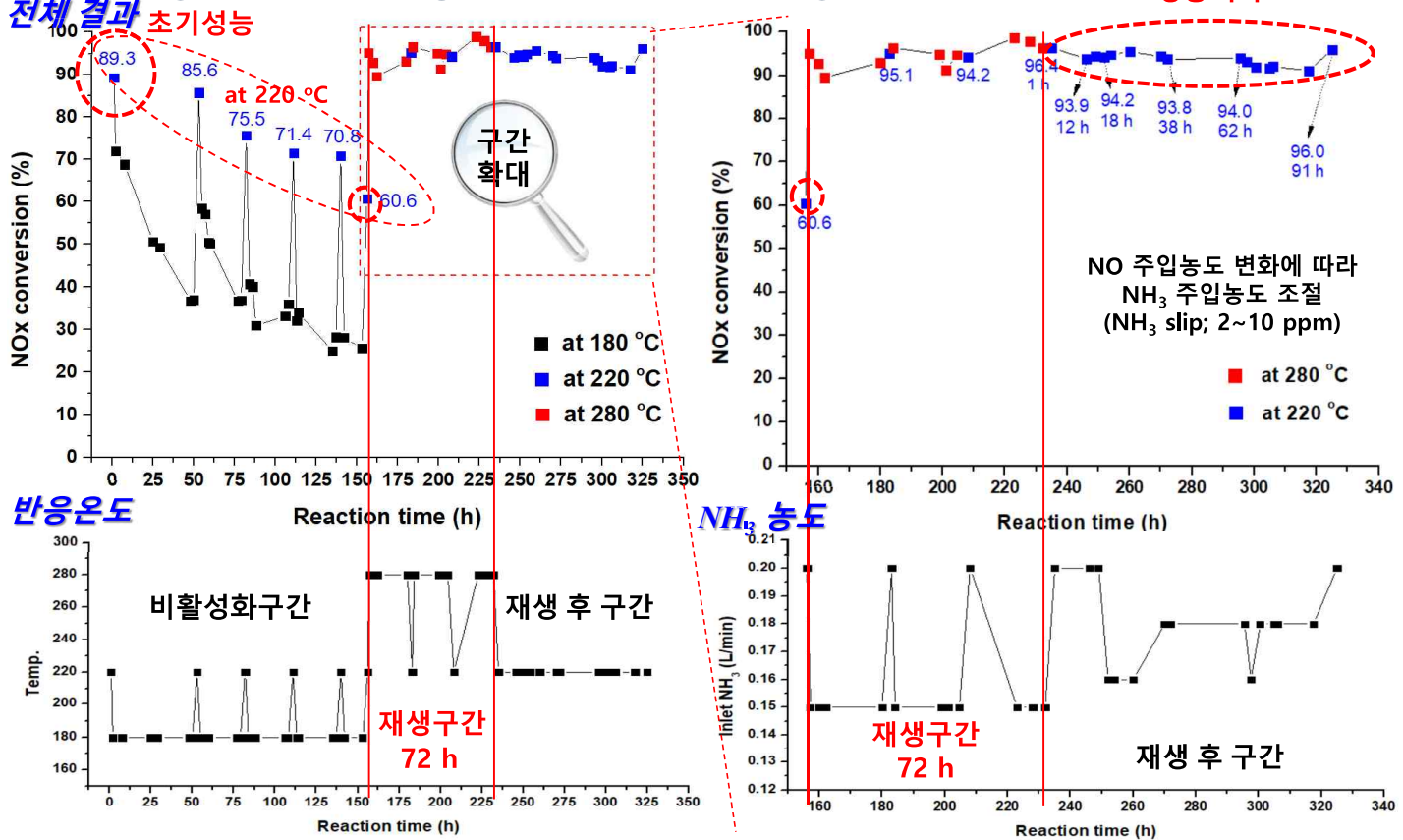


Fig. Regeneration characteristics of SbVCT catalyst.

## 2. 연구 추진현황 (pilot test)

재생재현평가 [KIST cat.]

### ✓ 현장 배기가스를 이용한 저온 SCR 촉매 탈질평가 (KIST cat.)

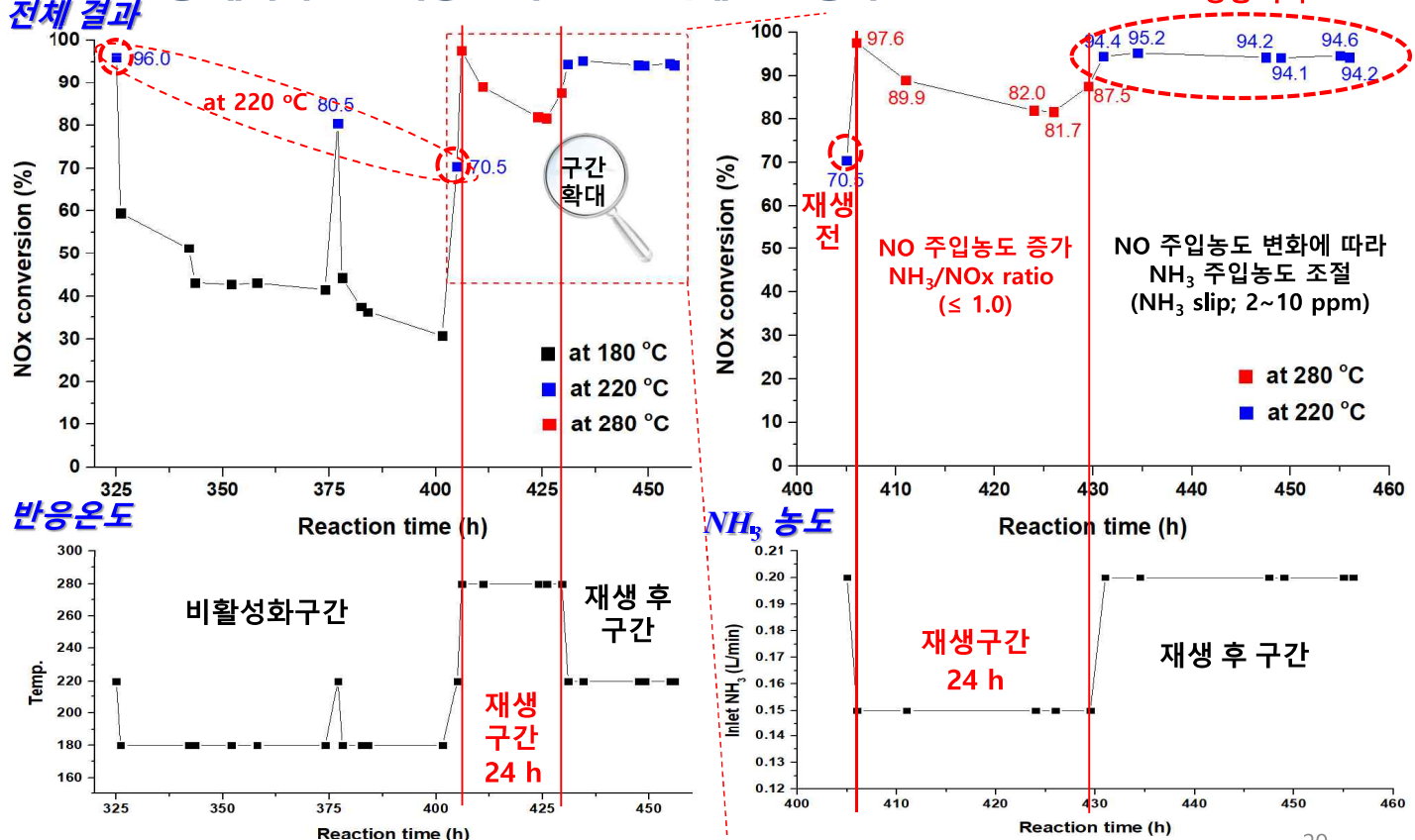


Fig. Regeneration characteristics of SbVCT catalyst.

04

향후 연구계획

21

## 4. 향후 연구계획

### ✓ Future Plans

1. 촉매성분 최적화에 의한 저온 특성 향상 연구
2. 촉매 재생에 대한 심화연구
3. 실제 소결로의 원활한 가동을 위한 back up data 준비
4. 촉매 비활성화 mechanism 및 피독 특성 연구
5. 본 기술 도입에 따른 경제성 평가
6. Pilot test 현장 설비에 대한 공인인증시험 결과 제시