

CNI세미나 2024-01

중부권 대기질



# 개선방안 마련을 위한 세미나

일 시 2024년 1월 9일(화) 10:00~12:00

장 소 금강유역환경청 2층 중회의실





# 중부권 대기질 개선방안 마련을 위한 세미나



## 추진배경

- 나날이 증가하는 고농도 미세먼지 발생사례 증가로 대기오염에 대한 국민적 관심과 우려가 증가하고 있으며, 이에 국가 차원의 대기질 개선노력이 진행되고 있음
- 2020년 시행된 “대기관리권역의 대기환경개선에 관한 특별법”에 따라 대전, 세종, 충남, 충북, 전북이 중부권으로 분류되었고, 금강유역환경청의 관리하에 대기환경 개선 시행계획을 추진 중에 있음
- 대기오염은 어느 한 지역의 개선만으로 대기질 개선을 이룩할 수 없고, 대기오염 영향권으로 설정된 중부권에 대한 전반적인 개선 노력과 관련 연구가 요구되고 있음
- 중부권 주요 배출시설을 보유하고 있는 충청남도의 대기질 관리와 중부권 대기질 개선을 위해 유관기관의 협력이 필요하며, 이에 관·학·연간 연구 교류를 통해 이를 논의하고자 함



## 추진목적

- 중부권 대기질 개선을 위한 관·학·연간 연구분야 공유
- 공동연구방안 논의



## 기대효과

- 기관별 연구분야 공유에 따른 공동연구방안 도출 가능
- 지역 대기질 개선을 위한 연구 네트워크 구축

## IV 행사개요

- 중부권 대기질 개선방안 마련을 위한 세미나(CNI세미나 2024-01)
- 일 시 : 2024년 1월 9일(화) 10:00~12:00
- 참 석 : 충남연구원, 금강유역환경청, 충남대, 충남녹색환경지원센터
- 주 관 : 충남연구원, 충남녹색환경지원센터
- 장 소 : 금강유역환경청 2층 중회의실
- 참석인원 : 김종범 책임연구원 외 29명

## V 세부일정

소 요 시 간		내 용		비고
10:00~10:10	10분	참석자 소개		조광곤 연구사
10:10~10:15	5분	인사말씀 / 환영사		이상신 연구위원 김종철 과장
10:15~10:45	30분	주제 발표	대기시험분석실 순회	김나래 환경연구사
			측정분석과 주요 업무 소개	김나래 환경연구사
			PAHs 분석방법 연구	김지혜 전문연구원
			시험분석실 안전관리	조광곤 환경연구사
			충남지역 대기질 현황 및 정책 이슈	김종범 책임연구원
10:45~11:10	25분		공편익을 위한 도심 에어로졸 연구: 대기질-기후-건강	임세희 교수
11:10~11:35	25분			
11:35~11:55	20분	종합토의		조광곤 환경연구사
11:55~12:00	5분	마무리		조광곤 환경연구사

**VI****소요비용 : 금 1,950,000원(금일백구십오만원)**

---

- 음료 및 다과 : 15,000원 × 30명 = 450,000원
- 자문비 : 300,000원× 3명 = 900,000원
- 제본비 : 20,000원× 30명 = 600,000원
- 지출과목 : 연구과제활성화 조성(연구조성사업)-충남서해안기후  
환경연구소(기후변화)-746-201-01 사무관리비

【별첨 1】

## 참석자 명단 (30명)

	소 속	직 위	이 름	
1	충남연구원 (9)	연구위원	이상신	발제 1
2		책임연구원	김종범	
3		책임연구원	최영남	
4		책임연구원	박세찬	
5		연구원	황규철	
6		연구원	고성훈	
7		연구원	이은희	
8		연구원	이상기	
9		연구원	정이령	
10	충남대 (6)	교수	임세희	발제 2
11		연구원	유나기	
12		연구원	윤원진	
13		연구원	최지안	
14		연구원	조이슬	
15		연구원	이은아	
16	금강유역환경청 (10)	과장	김종철	발제 3
17		팀장	김나래	
18		환경연구사	조광곤	
19		환경연구사	고영재	
20		전문연구원	맹경태	발제 4
21		전문연구원	김지혜	
22		전문연구원	박준혁	
23		전문연구원	김승현	
24		전문연구원	최재원	
25		전문연구원	김시완	
26	충남녹색환경지원센터 (5)	센터장	명형남	
27		팀장	김영준	
28		팀장	강민주	
29		연구원	오세권	
30		연구원	박예은	



## **1. 측정분석과 주요 업무소개 및 PAHs 분석기법 연구**



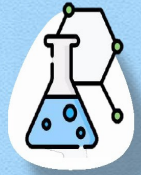


# 측정분석과 주요 업무 소개 및 PAHs 분석기법 연구

2024.1.9.



금강유역환경청  
Geum River Basin Environmental Office



## Part 1. 측정분석과 주요 업무 소개



# 1 일반 현황

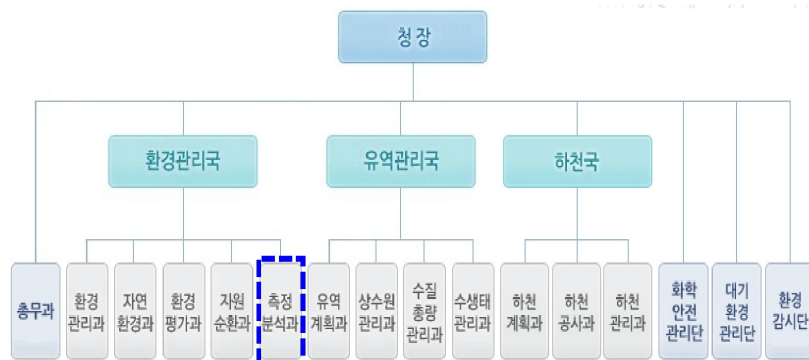
## 관할구역



3

# 1 일반 현황

## 금강유역환경청 조직도

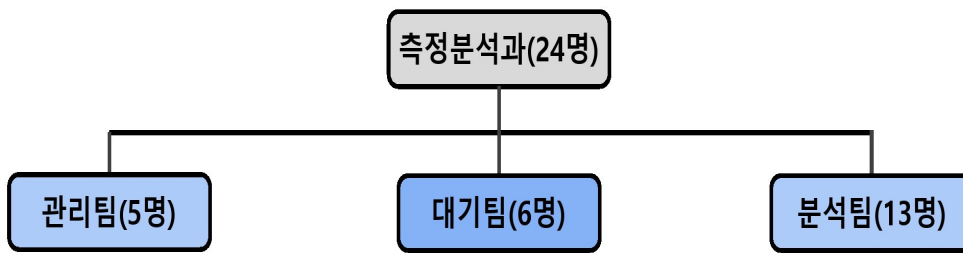


4



# 1 일반현황

## 측정분석과 조직도



- 통합허가사업장 대상 시료채취 및 시험분석
- 대기분야 의뢰시료에 대한 시험분석
- 대기분야 정도관리 업무
- 대기분야 시험·분석 기기, 소모품 구매 및 운영·관리
- 대기분야 시험분석실 안전관리

# 2 주요 업무(측정분석과)

## 대기시험분석실 구축 현황



- ❖ (목 적) 통합환경관리제도(사후관리) 업무 위임('20.2.25.)에 따라 대기 시험분석실 구축
- ❖ (기 간) 2022. 1. 11. ~ 2022. 11. 7.
- ❖ (면 적) 대기시험분석실(589 m<sup>2</sup>) 및 복도, 화장실 등 공용 공간(130 m<sup>2</sup>) 시공

## 2 주요 업무(측정분석과)

### 유관기관과의 기술교류(1)

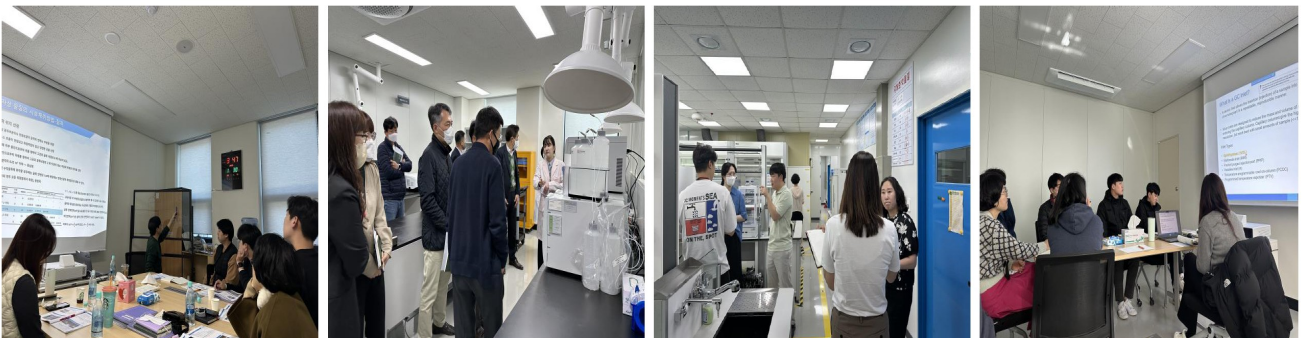


7

## 2 주요 업무(측정분석과)

### 유관기관과의 기술교류(2)

- 대기분야 전문가 초청 세미나를 통한 직원 역량 강화(1.30.~31.)
- 대기시험분석실을 기운영 중인 환경청\*과의 기술교류
  - \*낙동강유역환경청, 영산강유역환경청, 대구지방환경청, 수도권대기환경청
- 유관기관\*과의 기술교류를 통한 숙련도 향상 및 분석노하우 교류
  - \*\*한국환경공단 환경전문심사원, 보건환경연구원, (재)FITI 시험연구원 등



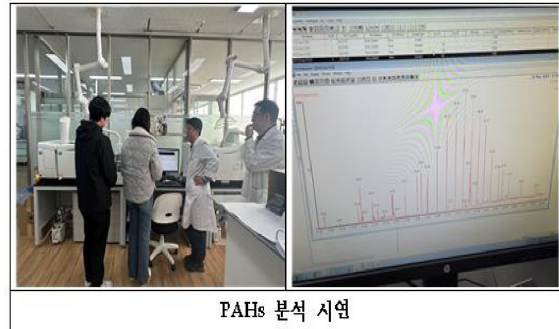
8



## 2

## 주요 업무(측정분석과)

### 유관기관과의 기술교류(3)



- 다소 전처리방법이 복잡하고 까다로운 **다환방향족탄화수소류**(PAHs, polycyclic aromatic hydrocarbons)에 대하여 연구 필요
- 추출, 농축, 정제 등의 **PAH<sub>5</sub>** 전처리 과정을 일원화하여 진행할 수 있도록 구성된 **유기물질전처리시스템 (FMS, Fluid Management System)**을 구비하여 보다 효율적인 업무 수행을 기대함
- 이에, **FMS**를 활용하여 실무에 적용하고 연구 중인 연구소에 방문하여 기술 및 노하우를 공유함

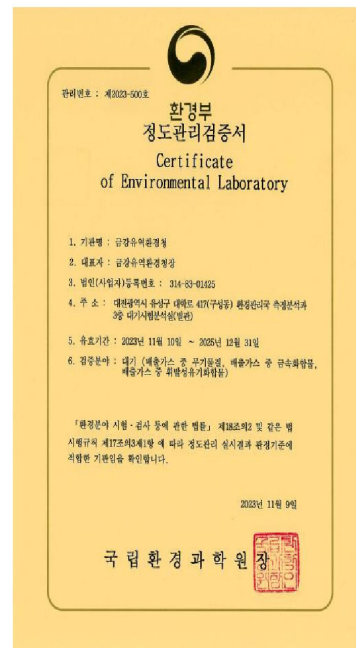
## 2

## 주요 업무(측정분석과)

### 신뢰성 확보를 위한 정도관리 수행



- 대기분야 전 항목 QA/QC 실시하여 내실 강화(35종)
- 정도관리 현장평가 대응
  - 품질문서(품질매뉴얼(23), 절차서(19), 지시서(73) 제·개정(총 105개))
  - 국내 속련도 시험(7.13, 시험분석, 7.28, 시료채취) 전 항목 **적합** 판정
  - 현장평가 수감(10.5~6) 및 정도관리 최종 결과 **적합** 판정



## 2 주요 업무(측정분석과)

### 통합허가사업장 대상 시료채취 및 시험분석



- 2017.1.1. 통합환경관리제도 시행
- 2020.2.25. 통합관리사업장 사후관리 업무를 환경청으로 위임\*

\*(위임사무) 가동개시, **오염도 측정**, 기본·초과 부과금, 정기·수시검사, 자체개선 현장확인, 사업장 수준평가, 과태료 부과, 행정처분 등

연도	2017~2020	2018~2021	2019~2022	2020~2023	2021~2024
공통	- 대기오염물질 배출시설 1, 2종 사업장(대기오염물질 배출량 20톤/년 이상) - 폐수배출시설 1, 2종 사업장(폐수배출량 700ml/일 이상)				
대상 업종	전기업(발전) 중기공업 폐기물처리업(소각) 한국남동발전, 지역난방공사 등	비철금속, 철강제조, 기초화학물질제조 (석유화학계) 포항제철, 현대제철 등	석유정제, 비료제조, 화학제품, 기초화학물질제조 GS칼텍스, 현대오일뱅크 등	펄프, 종이, 기타종이, 전자제품 한울제지, 전주제이퍼 등	플라스틱, 섬유제품, 알콜음료, 도축·육류, 자동차부품, 반도체 ㈜진로, 삼성전자 등

## 2 주요 업무(측정분석과)

### 통합허가사업장 대상 시료채취 및 시험분석

사업장 선정  
↓  
굴뚝시료채취  
↓  
기기 분석  
↓  
결과 도출



## 2

## 주요 업무(측정분석과)

## 통합허가사업장 대상 시료채취 및 시험분석

전처리 장비



FMS(Fluid Management system)



Microwave



회전증발농축기



질소농축기



불소증류장치

분석 장비



GC/MS



IC



ICP-MS



UV-vis



HPLC

## 3

## 2024년 업무계획

## 업무 계획

## □ 향후 계획

- 대기분야 전 항목 QA/QC 실시하여 내실 강화
- 신뢰성 확보를 위한 정도관리(품질문서 개정, 숙련도 참가 등) 수행
- 통합허가사업장 대상 시료채취 및 시험분석 실시
- 유관 기관과의 상호 업무협력체계 구축 및 분석기술 교류
  - 대기분야 전문가 초청 세미나 추진하여 직원 역량 강화
  - 유관기관 교육 및 현장 시료채취 참관하여 노하우 습득



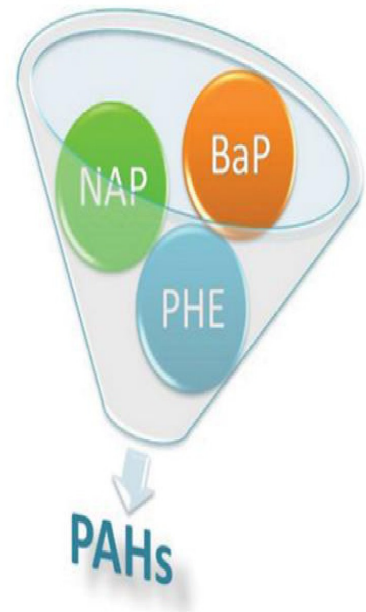
# Part 2. PAHs 분석기법 연구

## 4 PAHs 소개

### PAHs

(Polycyclic aromatic hydrocarbons, 다환방향족탄화수소)

- 두 개 이상의 벤젠 고리가 결합된 탄화수소류를 총칭
- 화학 연료(석탄, 오일, 가스 등) 또는 유기물(담배, 숯불로 구운 고기)의 불완전 연소로 인해 형성되는 100가지 이상의 화학물질  
→ 대기, 토양, 식생 등의 자연 환경에 존재함
- 국제보건기구 산하의 국제암연구소(IARC)에서 인정한 발암물질



## 4 PAHs 소개

### PAHs

(Polycyclic aromatic hydrocarbons, 다환방향족탄화수소)

대기중에서,

가스상 - 대부분 벤젠 고리 2 ~ 3개의 분자량이 작은 물질

입자상 - 벤젠 고리 4개 이상의 분자량이 큰 물질(대기 중 PAHs의 대부분)

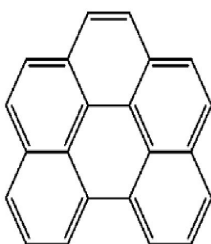
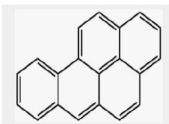
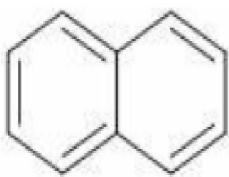
특히, 입자상 PAHs는 미세먼지에 흡착해 대기중에 떠다니며 인체에 쉽게 노출됨

→ 우리나라에서는 16종의 물질을 '우선 대상 오염 물질'로 지정해 관리하고 있음

17

## 4 PAHs 소개

### PAHs 16종



명 칭	CAS No.	화학적식	분자량
나프탈렌 (Naphthalene)	91-20-3	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	128.17
아세나프틸렌 (Acenaphthylene)	208-96-8	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub>	152.19
아세나프텐 (Acenaphthene)	83-32-9	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub>	154.21
플루오렌 (Fluorene)	86-73-7	C <sub>13</sub> H <sub>10</sub>	166.22
페난트렌 (Phenanthrene)	1985-01-08	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	178.23
안트라센 (Anthracene)	120-12-7	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	178.23
플루오란텐 (Fluoranthene)	206-44-0	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	202.25
피렌 (Pyrene)	129-00-0	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	202.25
벤조(a)안트라센 (Benz(a)anthracene)	56-55-3	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228.29
크라이센 (Chrysene)	218-01-9	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228.29
벤조(b)플루오란텐 (Benzo(b)fluoranthene)	205-99-2	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252.31
벤조(k)플루오란텐 (Benzo(k)fluoranthene)	207-08-9	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252.31
<u>벤조(a)피렌 (Benzo(a)pyrene)</u>	50-32-8	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252.31
인덴노(1,2,3-c,d)피렌 (Indeno(1,2,3-c,d)pyrene)	193-39-5	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	276.33
다이벤조(a,h)안트라센 (Dibenzo(a,h)anthracene)	53-70-3	C <sub>22</sub> H <sub>14</sub>	276.35
벤조(g,h,i)퍼릴렌 (Benzo(g,h,i)perylene)	191-24-2	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	276.33

모든 배출시설에서  
0.05 mg/Sm<sup>3</sup> 이하

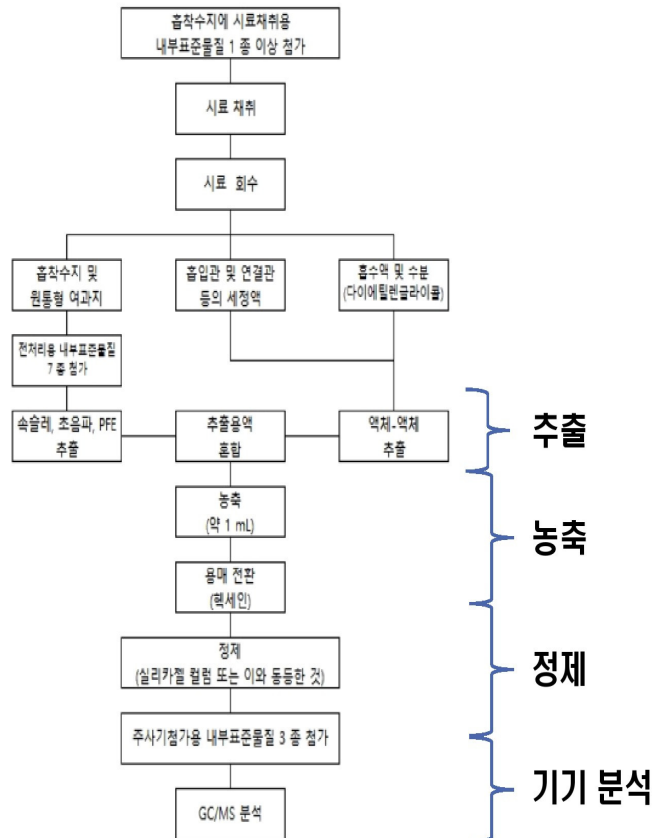
18

## 5 PAHs의 분석기법

### 분석절차

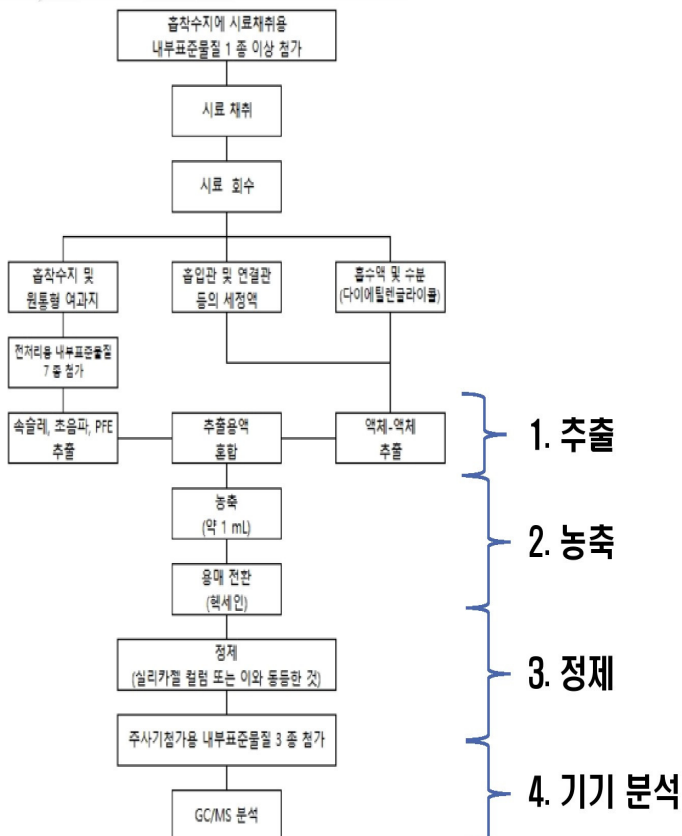
#### 시료채취

#### 분석



19

## 5 PAHs의 분석기법



### 1. 추출

#### • 가압용매추출기(PFE)



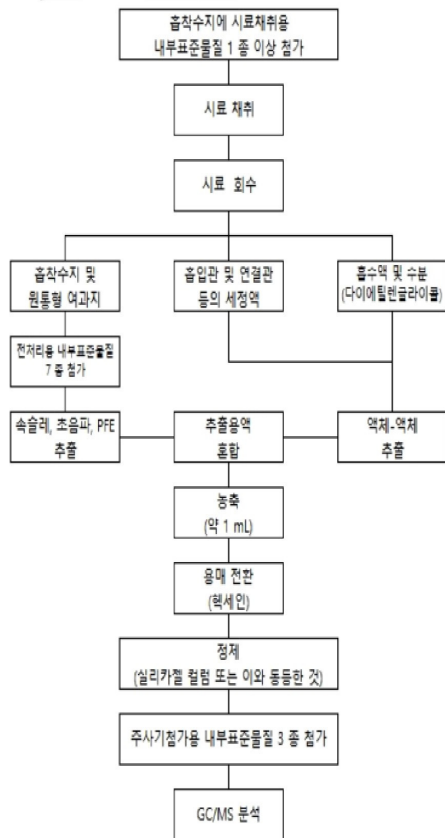
#### • 분액깔때기를 활용한 액-액 추출



20



## 5 PAHs의 분석기법



1. 추출

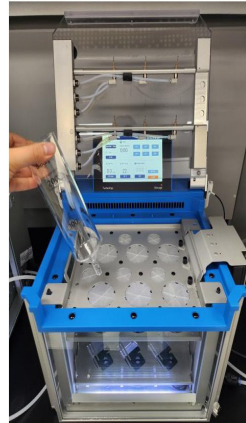
2. 농축

3. 정제

4. 기기 분석

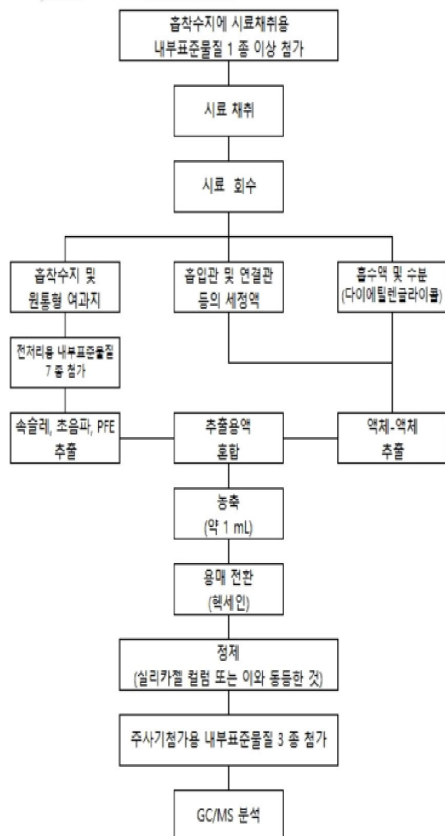
### 2. 농축

#### • 질소농축기



21

## 5 PAHs의 분석기법



1. 추출

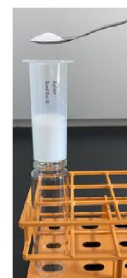
2. 농축

3. 정제

4. 기기 분석

### 3. 정제

#### • 정제용 컬럼



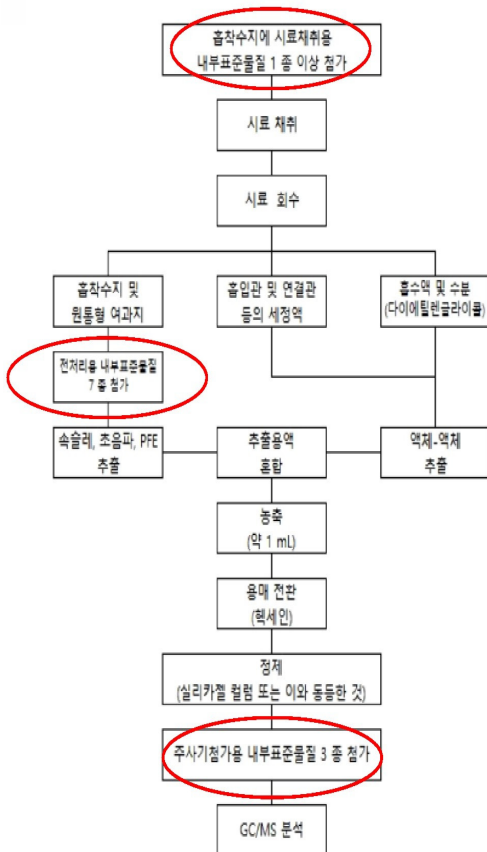
### 4. 기기 분석

#### • GC/MS



22

## 5 PAHs의 분석기법



### ◆ 회수율

$$R_{is} = \frac{A'_{is}}{A'_{rs}} \times \frac{1}{RRF_{is-avg}} \times \frac{C'_{rs}}{C'_{is}} \times 100 \quad (\text{식 8})$$

여기서,  $R_{is}$  : 전처리용 내부표준물질의 회수율 (%)

$A'_{is}$  : 시료에 첨가된 전처리용 내부표준물질 선택이온의 피크 면적

$A'_{rs}$  : 시료에 첨가된 주사기첨가용 내부표준물질 선택이온의 피크 면적

$C'_{is}$  : 시료에 첨가된 전처리용 내부표준물질의 농도

$C'_{rs}$  : 시료에 첨가된 주사기첨가용 내부표준물질의 농도

대기오염공정시험기준,

분석의 신뢰성을 위하여 **결과와 함께 제시**

각 물질에 대한 회수율은 **50% ~ 150%**의 범위를 만족할 것

23

## 5 PAHs의 분석기법

유기물질전처리시스템 (FMS, Fluid Management system)

- 추출-정제-농축 과정을 일원화하여 시료의 손실을 줄이고자 함



24



## 향후 계획

- 현재, 데이터 신뢰성에 대한 검증이 필요함
  - 이를 위해 다양한 실험조건을 적용하여 PAHs 분석기법에 대한 연구 진행 예정
- 국내 FMS 보유 기관과의 기술교류 진행 예정
  - 국립환경과학원(대기공학연구과)
  - 강원도, 전북, 충북, 울산 보건환경연구원
  - 소수 민간 기업

따라서,  
정확하고 신속한 분석을 위한 **PAHs 분석기법 연구 필요**

# 감사합니다.



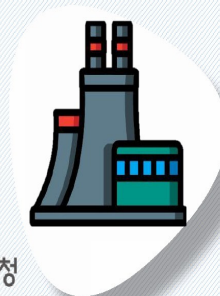


## 2. 연구실 안전관리





## 연구실 안전관리



2024. 1. 9.



금강유역환경청

Geum River Basin Environmental Office



금강유역환경청

Geum River Basin Environmental Office

암스테르담

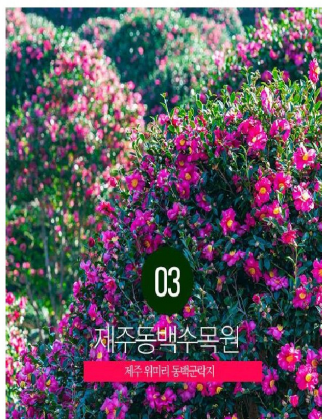






고석정 꽃밭

3



제주도 동백꽃

4





와  
인상 무섭다  
저런 사람들은  
무슨 생각 할까

(아...  
퇴근하고싶다)



가루악을 잘 못먹는 타입

## 1 연구실 안전 및 관련법 소개

### 1) 주요 적용법

연구실 안전환경  
조성에 관한 법률  
(약칭: 연안법)

산업안전보건법  
(약칭: 산안법)

화학물질관리법  
(약칭: 화관법)

# 1 연구실 안전 및 관련법 소개

## 2) 연안법에서의 연구실 정의

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다. <개정 2021. 8. 17.>

1. “대학·연구기관등”이란 다음 각 목의 기관을 말한다.

가. 「고등교육법」 제2조에 따른 대학·산업대학·교육대학·전문대학·방송대학·통신대학·방송통신대학·사이버대학 및 기술대학, 같은 법 제29조에 따른 대학원, 같은 법 제30조에 따른 대학원대학, 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제33조에 따른 대학원대학, 「국민 평생 직업능력 개발법」 제39조에 따른 기능대학, 「한국과학기술원법」에 따른 한국과학기술원, 「광주과학기술원법」에 따른 광주과학기술원, 「대구경북과학기술원법」에 따른 대구경북과학기술원 및 「울산과학기술원법」에 따른 울산과학기술원

나. 국·공립연구기관

다. 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」의 적용을 받는 연구기관

라. 「특정연구기관 육성법」의 적용을 받는 특정연구기관

마. 「기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률」 제14조제1항제2호에 따른 기업부설연구소 및 연구개발전담부서

바. 「민법」 또는 다른 법률에 따라 설립된 과학기술분야의 법인인 연구기관

2. “연구실”이란 대학·연구기관등이 연구활동을 위하여 시설·장비·연구재료 등을 갖추어 설치한 실험실·실습실·실험준비실을 말한다.

3. “연구활동”이란 과학기술분야의 지식을 축적하거나 새로운 적용방법을 찾아내기 위하여 축적된 지식을 활용하는 체계적이고 창조적인 활동(실험·실습 등을 포함한다)을 말한다.



연안법 미적용

7

# 1 연구실 안전 및 관련법 소개

## 3) 법 시행 예고...

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다. <개정 2021. 8. 17., 2023. 10. 31.>

1. “대학·연구기관등”이란 다음 각 목의 기관을 말한다.

가. 「고등교육법」 제2조에 따른 대학·산업대학·교육대학·전문대학·방송대학·통신대학·방송통신대학·사이버대학 및 기술대학, 같은 법 제29조에 따른 대학원, 같은 법 제30조에 따른 대학원대학, 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제33조에 따른 대학원대학, 「국민 평생 직업능력 개발법」 제39조에 따른 기능대학, 「한국과학기술원법」에 따른 한국과학기술원, 「광주과학기술원법」에 따른 광주과학기술원, 「대구경북과학기술원법」에 따른 대구경북과학기술원 및 「울산과학기술원법」에 따른 울산과학기술원

나. 국·공립연구기관

다. 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」의 적용을 받는 연구기관

라. 「특정연구기관 육성법」의 적용을 받는 특정연구기관

마. 「기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률」 제14조제1항제2호에 따른 기업부설연구소 및 연구개발전담부서

바. 「민법」 또는 다른 법률에 따라 설립된 과학기술분야의 법인인 연구기관

사. 중앙행정기관 및 지방자치단체의 소속 기관 중 직제에 연구활동 기능이 있고, 연구활동을 위한 연구실을 운영하는 기관

2. “연구실”이란 대학·연구기관등이 연구활동을 위하여 시설·장비·연구재료 등을 갖추어 설치한 실험실·실습실·실험준비실을 말한다.

3. “연구활동”이란 과학기술분야의 지식을 축적하거나 새로운 적용방법을 찾아내기 위하여 축적된 지식을 활용하는 체계적이고 창조적인 활동(실험·실습 등을 포함한다)을 말한다.



연안법 적용 예정(23.5.1.)

8

## 4) 금강유역환경청 시험분석실 안전관리규정

## 금강유역환경청 시험분석실 안전관리규정

[시행 2023. 12. 27.] [금강유역환경청예규 제80호, 2023. 12. 27., 일부개정]

제1조(목적) 이 규정은 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」(이하 "법"이라 한다)에 따라 금강유역환경청(이하 "금강청"이라 한다)에 설치한 **시험분석실**의 안전관리와 사고예방에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조(적용범위) 이 규정은 금강청에 소속을 둔 **시험분석실**에 종사하는 모든 공무원 및 시험연구원(이하 "연구활동종사자"라 한다) 등에게 적용한다.

## 연구실 or 실험실로 호칭

## 제정배경

- ✓ 1999년 9월 'S' 대학 플라스마 연구 폭발화재 3명 사망
- ✓ 2003년 5월 'K' 대학 공동실험실 폭발사고 1명 사망
- ✓ 2005년 1월 'S' 연구소 폭발사고 6명 부상
- ✓ 2005년 7월 'G' 에테르 폭발사고 3명 사상

✓ 의원발의(총 22명 공동발의)

연구실  
중대재해  
발생

법안  
제정촉구

연구실안전법  
의원발의

연구실안전법  
제정시행



원자핵공학과  
폭발사고



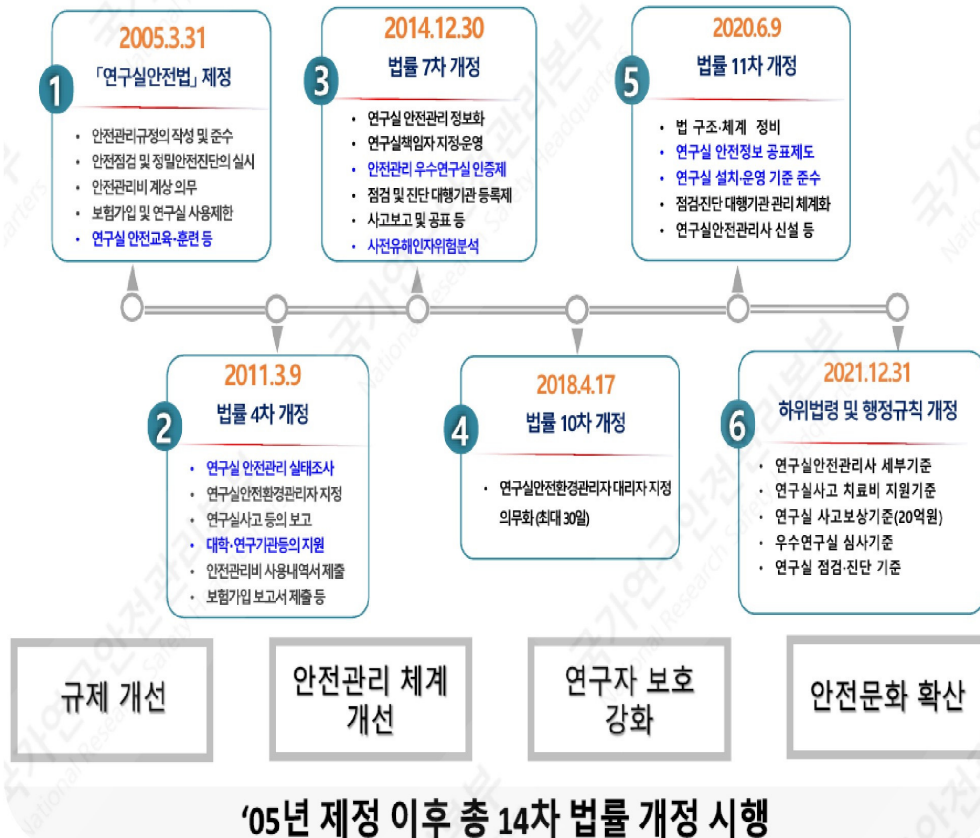
공동실험실  
폭발사고

- 05. 3. 31 (제정)
- 06. 4. 1 (시행)

- ✓ 04.5 월 말 한국과학기술원 대학원 총학생회가 실험실 안전관련 법안제정 촉구
- ✓ 1,756명의 서명



# 1 연구실 안전 및 관련법 소개



11

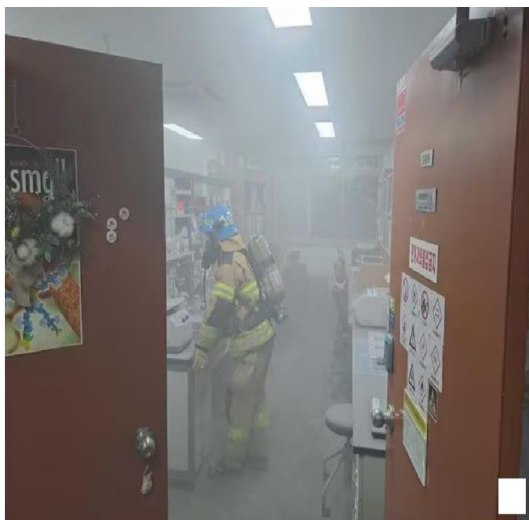
# 1 연구실 안전 및 관련법 소개

“연구실 안전사고 매년 증가하는데...안전예산 2년간 33억원 줄어”

이정문 의원실 “작년 첫 300건 넘고 올해도 7월까지 214건” 지적

정운서 기자

입력 2023.09.18 18:02



강원대 춘천캠퍼스내 자연과학대학 실험실 화재 현장./뉴스1

연구실 안전 사고는 해가 갈수록 증가하는 반면, 연구실 안전 예산은 2년간 30억원 넘게 삭감되고 있다는 지적이 나왔다.

국회 과학기술정보방송통신위원회 소속 이정문(더불어민주당) 의원실이 과학기술정보통신부(이하 과기부)로부터 받은 자료에 따르면 최근 6년간(2018년~2023년 7월) 연구실에서 발생한 안전사고는 2018년 211건, 2019년 233건, 2020년 225건, 2021년 292건, 2022년 319건, 올해 7월까지 214건으로 꾸준히 발생했다.

연구실 안전사고 발생으로 총 1565명의 인적 피해가 발생했고, 69명이 중상이상(사망 5명)의 피해를 입었다. 실험기기 파손 등 물적 피해는 55건으로 피해금액 31억6000만원으로 집계됐다.

12

## 2 연구실 구조 및 연구원 현황

### 시험분석실

이화학 분석실, 유기물질 분석실 등 36실(1층 24실, 3층 12실)

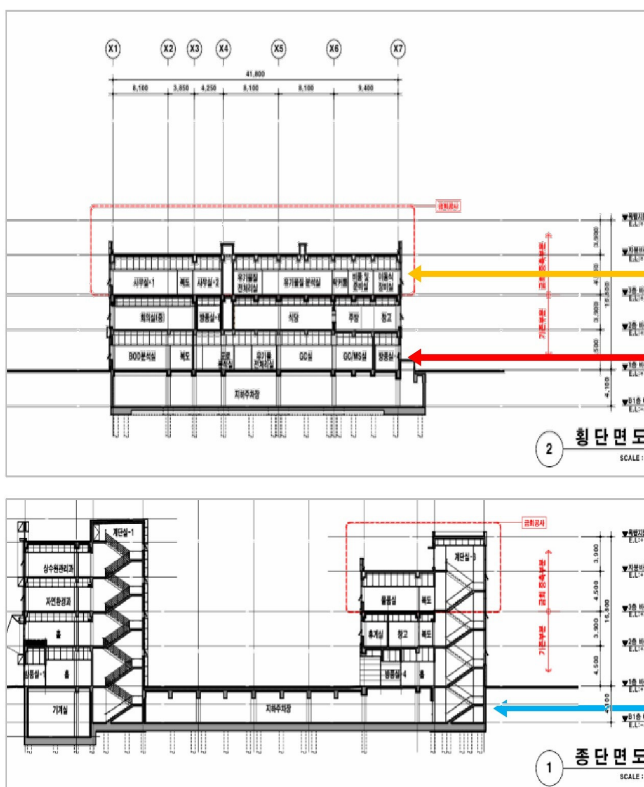


### 연구활동종사자('24.01.)

구 분	연구사	전문연구원	시험연구원	계
현원/정원	9/10	4/4	7/9	20/23

13

## 2 연구실 구조 및 연구원 현황



<금강유역환경청 단면도>

### 연구실 구조 및 기능

- 1층: 수질, 먹는물, 폐기물, 토양 등 환경오염물질 분석
- 3층: 대기오염물질(배출가스) 분석(도로 VOCs 포함)
- 가스저장실(외부), 폐수저장조(지하)

14

### 연구실 안전환경 조성에 관한 법률

- 연구실안전관리계획 수립(매년 초), 일상안전점검(1회/일), 정밀안전진단(1회/2년), 연구실 안전교육(1회/반기), 안전관리위원회 운영(1회/년) 및 안전관리규정 제·개정(필요시), 안전물품구매 등 예산 편성(상시)

### 산업안전보건법

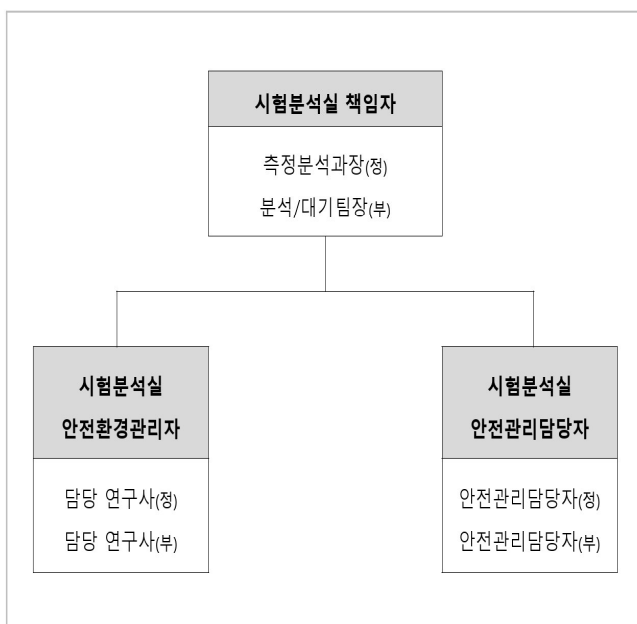
- 연구활동종사자 작업환경측정(1회/반기), 특수건강진단(1회/반기)

### 화학물질관리법

- 유해화학물질 취급시설 설치신고(필요시), 유해화학물질 취급시설 자체점검(1회/주)

### 안전관리 조직 구성

시험분석실 책임자, 안전환경관리자, 안전관리담당자 지정



	시험분석실 책임자	시험분석실 안전환경관리자	시험분석실 안전관리담당자
담당 업무	시험분석실 안전관리 총괄  • 시험분석실 내 교육 및 안전에 관한 책임 • 시험분석실 안전관리 업무의 효율적 수행을 위해 안전관리담당자 지정 • 연구활동종사자를 대상으로 해당 시험분석실의 유해인자 교육 • 사전유해인자위험분석 및 보고	시험분석실 안전관리  • 시험분석실 안전점검 및 정밀안전진단, 안전교육계획 수립시행 • 시험분석실 사고발생 원인 조사 및 재발방지를 위한 기술적 지도·조언 • 시험분석실 안전환경 및 안전관리 현황 통계의 유지관리	소관 시험분석실의 안전관리  • 시험분석실 내 안전점검, 위험유해물 취급 및 관리 • 화학물질(약품) 보호장구 목록 및 관리대장 작성 • 시험분석실 안전관리에 따른 시설 개·보수 요구 • MSDS의 작성 및 보관 시험분석실 안전관리 규정 비치 등
근거	「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제2조 및 시행령 제2조	「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 시행령 제2조	「금강유역환경청 시험분석실 안전관리규정」 제10조



## 4 금강유역환경청 실험실 안전관리

### 1) 연안법

#### 시험분석실 안전관리계획

#### 2023년도 시험분석실 안전관리계획(안)

2023. 3.

<안전관리계획 수립>

#### 나. 연구활동종사자 건강검진 및 안전교육

##### □ 연구활동종사자 특수건강진단

- (개요) 유해물질 및 유해인자를 취급하는 연구활동종사자에 대하여 특수 건강진단 실시
- (관련법령) 「산업안전보건법」 제130조
- (대상) 유해물질 및 유해인자를 취급하는 연구활동종사자
- (일정) 1회/반기
- (방법) 노출 항목에 따라서 특수건강진단 대상 유해인자 개인별 맞춤 검사  
※ 관련근거: 「산업안전보건법 시행규칙」 별표22 및 별표23
- (실적) '22년 상/하반기 연구활동종사자 전원 검진 완료

##### □ 연구활동종사자 안전교육

- (목적) 시험분석실 안전교육을 통한 안전의식 고취
- (개요) 시험분석실 안전관리 관련 정보 제공 및 시험분석실 사용에 따른 안전성 확보와 사고예방에 필요한 교육 실시  
※ 주요내용: 연구실 안전환경 조성 및 안전 사항, 연구실 유해인자에 관한 사항, 보호장비 및 안전장비 취급과 사용에 관한 사항, 연구실 사고사례 및 사고예방 대책에 관한 사항, 안전표지에 관한 사항, 물질안전보건자료에 관한 사항, 시범유역관리위원회에 관한 사항 등
- (관련법령) 「연구실 안전환경 조성 관련 법률」 제20조
- (대상) 금강유역환경청 시험분석실 연구활동종사자
- (일정) 6시간 이상/반기(신규 채용자의 경우 8시간 이상)  
※ 관련근거: 「연구실 안전환경 조성 관련 법률」 제20조 및 동법 시행규칙 제43조
- (방법) 온라인 및 집합 교육
- '22년 안전교육 결과  
- 연구활동종사자 전원 상/하반기 이수율 100% 달성

#### 다. 안전면 실험환경 진단 및 구축

##### □ 시험분석실 작업환경측정

- (개요) 시험분석실에서 발생될 수 있는 유해물질을 재취하여 작업환경측정 실시

추진일정(월)	1/4분기			2/4분기			3/4분기			4/4분기		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
시험분석실 안전관리계획 수립	수립 및 보고											
일상점검 및 유해화학물질 자체점검	일상점검: 매일 1회, 유해화학물질 자체점검 매주 1회 이상											
연구활동종사자 안전교육	상반기 정기교육						하반기 정기교육					
시험분석실 작업환경측정					상반기 작업환경측정					하반기 작업환경측정		
시험분석실 정밀안전진단							정밀안전진단		유해물질 측정 수립·시행			
연구활동종사자 특수건강진단					상반기 특수건강진단						하반기 특수건강진단	

<추진 일정>

<세부 내용 작성>

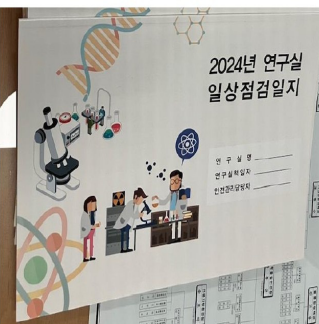
17

## 4 금강유역환경청 실험실 안전관리

국가연구안전관리본부

### 1) 연안법

#### 안전점검(일상, 정밀안전진단)



<일상점검일지 제작·구매>

2023년 9월 연구실 일상점검 체크리스트

구분	점검항목	점검결과
1. 안전환경	1.1 연구실 안전환경 조성 관련 사항	
	1.2 유해화학물질 취급 관련 사항	
	1.3 유해화학물질 저장 관련 사항	
2. 안전교육	2.1 연구실 안전교육 실시 여부	
	2.2 연구실 안전교육 실시 내용	
	2.3 연구실 안전교육 실시 시기	
3. 안전점검	3.1 일상점검 실시 여부	
	3.2 일상점검 실시 내용	
	3.3 일상점검 실시 시기	

<일상점검일지 속지>

#### 1-4. 안전점검 및 정밀안전진단 검사 결과-① 일상점검

일상점검 실시 등 4개 항목 검사결과 총 167건 지적사항 확인



대학			연구기관			기업(연)		
순위	지적사항	건수	순위	지적사항	건수	순위	지적사항	건수
1	일상점검 확인 여부	24(54.5%)	1	일상점검 확인 여부	17(48.6%)	1	일상점검 확인 여부	33(37.5%)
2	일상점검 실시 내용	10(41.7%)	2	일상점검 실시 내용	17(48.6%)	2	일상점검 실시 내용	33(37.5%)
3	일상점검 실시 시기	5(20.8%)	3	일상점검 실시 시기	-	3	일상점검 실시 시기	18(20.5%)

※ 주요 지적사항은 **일상점검 확인 여부(74건, 44.3%)**와 **일상점검 실시 내용(62건, 37.1%)**에 해당

※ (문제점①) 일상점검 연구실책임자 확인 미흡 → 확인 서명 누락, 주 또는 월 단위 확인 등

※ (문제점②) 점검항목 내용 미흡 → 양식 부적절 변경 사용 등

※ (문제점③) 일상점검 미실시 등 → 기업(연)의 경우 법 인지 부족으로 일상점검 미실시(과태료 부과)

18

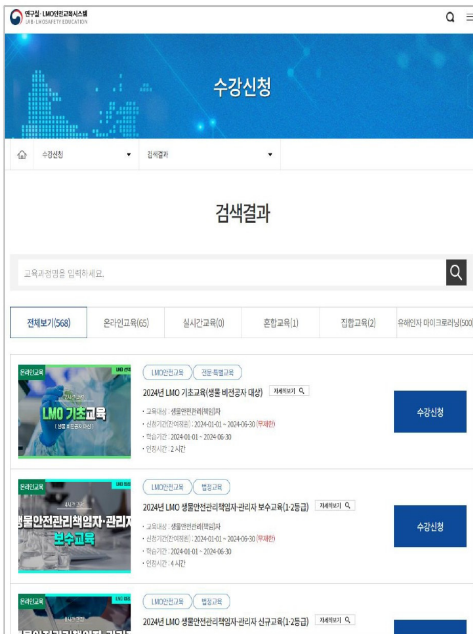




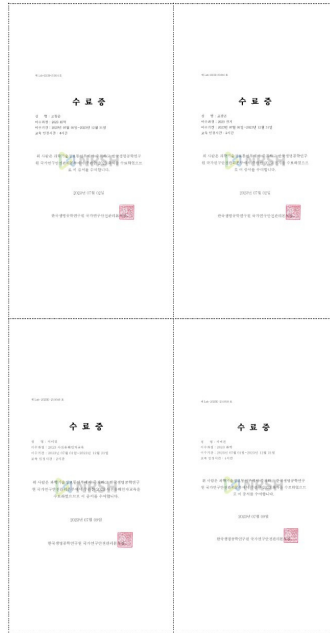
## 4 금강유역환경청 실험실 안전관리

### 1) 연안법

#### 연구활동종사자 안전교육



<연구실-LMO안전교육시스템>



<교육 수료증>

#### 연구활동종사자 안전교육

- 법정필수 안전교육: 6시간 이상/반기
- 신규채용자의 경우 8시간 이상
- 자체 안전교육 실시 예정(2024년)

21

## 4 금강유역환경청 실험실 안전관리

### 1) 연안법

#### 안전관리위원회 운영 및 안전관리규정 제·개정



<위원회 구성>

#### 금강유역환경청 시험분석실 안전관리규정

[시행 2023. 12. 27.] (금강유역환경청령 제808, 2023. 12. 27. 일부개정)

금강유역환경청(총무분석과), 042-868-9770

#### 제1장 총칙

- 제1조(목적) 이 규정은 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」(이하 "법"이라 한다)에 따라 금강유역환경청(이하 "금강청"이라 한다)에 설치한 시험분석실의 안전관리와 사고예방에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.
- 제2조(적용범위) 이 규정은 금강청에 소속된 본 시험분석실에서 사용하는 모든 공무원 및 시험연구원(이하 "연구활동종사자"라 함)에게 적용한다.
- 제3조(용어의 정의) 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.
1. "사고"라 함은 시험분석실에서 실험·시험 및 연구활동에 관련하여 연구활동종사자가 생명 및 신체상의 손해를 입거나 시험분석실의 시설·장비 등이 훼손되는 것을 말한다.
  2. "연구활동종사자"라 함은 금강청의 시험분석실에서 사용하는 공무원 및 시험연구원 등을 말한다.
  3. "위험물"이라 함은 화재, 폭발의 위험이 되는 폭발성, 발화성, 인화성, 가연성, 산화성, 부식성 물질 등을 말한다.
  4. "유해물"이라 함은 급성독성, 특수독성 물질과 같은 유해한 물질을 말한다.
  5. "시험분석실"이라 함은 시험·분석을 위하여 시설·장비·시험재료 등을 갖추어 설치한 시험시설을 말한다.
  6. "안전관리자"라 함은 시험분석실에서 발생할 수 있는 화재, 가스, 화학물질, 시험폐기물, 미생물 등을 다루는 사고로부터 인명 및 재산상의 피해를 예방할 수 있는 모든 조치를 말한다.
  7. "시험분석실 책임자"라 함은 시험분석실에서 연구활동종사자를 직접 지도, 관리, 감독하는 자를 말한다.
  8. "시험분석실 안전환경관리자"라 함은 시험분석실 안전과 관련된 기술적인 사항에 대하여 상담을 보좌하고 시험분석실 안전관리담당자를 지도하는 자를 말한다.
  9. "시험분석실 안전관리담당자"라 함은 시험분석실에서 안전관리 및 사고예방 업무를 수행하는 자를 말한다.
  10. "안전점검"이라 함은 점검과 기준을 갖춘 자가 확인 또는 점검기구 등에 의하여 검사한 결과로서 시험분석실에 내재되어 있는 위험 요인을 조사하는 행위를 말한다.
  11. "생물안전관리"라 함은 시험분석실에서 발생할 수 있는 재해를 예방하기 위하여 잠재적 위험성의 발견과 그 개선대책의 수립을 목적으로 할 경우 또는 재해를 예방하기 위하여 실시하는 조사·평가 등을 말한다.
  12. "자연유해물질(유해물질)"이라 함은 시험분석실 시험·연구 목적을 위하여 분석하는 것을 말한다.
  13. "중대사고"라 함은 시험분석실 사고 중 인명 또는 재산상의 손실이 심한 사고로서 사망 또는 후유장애 부상자가 1명 이상 발생한 사고, 3개

<금강유역환경청 시험분석실 안전관리규정>

22

## 4 금강유역환경청 실험실 안전관리

### 1) 연안법

#### 안전물품 및 시설물



#### 안전시설물 현황

- 안전물품 구매 후 불출(매년)
- 노후시설 점검 및 교체
- 안전정보게시판 최신화

23

## 4 금강유역환경청 실험실 안전관리

### 1) 연안법

#### 안전물품 및 시설물



<자동제어시스템>



<가스디텍터 교정>



<차단기 설치>



<가스잔여량 모니터링>

#### 안전시설물 현황

- 안전물품 매년 구매 후 불출
- 노후시설 점검 및 교체
- 안전정보게시판 최신화

24

## 4 금강유역환경청 실험실 안전관리

### 1) 연안법

#### 안전물품 및 시설물

유해인자 취급 및 관리대장(제13조제4항 관련)

- 연구실명 : 유기물분석실
- 작성일자 : 2024년 1월 2일

- 작성자 : 김지혜 (인)
- 실험분석실 책임자 : 김나래 (인)

\* 실험 주요 화학물질 8종 작성(기타 물질 별도 관리대장 작성 중)

연번	물질명	CAS No.	보유량	보관장소	유해·위험성 분류		대신여부
					물리적 위험성	건강 및 환경 유해성	
1	헨조 피분	50-32-6	본도 관리대장 작성 중	연구실명서 층실			
2	헥산	110-64-3					
3	헥센	71-43-2					
4	스타이렌	100-42-6					
5	에틸렌	100-41-4					
6	피분	106-95-2					
7	에틸알코올	67-59-1					
8	디클로로메탄	75-09-2					

비고

- 물질명(CAS No.) : 연구실 내 사용, 보관하고 있는 유해인자(화학물질, 인공염색, 안료 등)에 대해 작성
- (단, 화학물질에 연구장비(분리) 등도 별도로 작성(연구기밀))
- 보유량 : 보관 또는 사용하고 있는 유해인자에 대한 보유량 작성(연구기밀)
- 보관장소 : 저장 또는 보관하고 있는 화학물질의 장소 작성
- 유해·위험성분류 : 화학물질은 MSDS를 확인하여 작성(MSDS 2면 유해·위험성 분류 및 '화학물질 분류 표시 기준'을 참고하고, 갈색은 취급상 주의사항 등 참고)
- 대신여부 : 화학물질별 분할에서 정한 관리대상 여부(연구실 안전성 제1호 정밀안전관리 대상 물질대부, 산업안전보건법 시행규칙 별표 2의 1 위험성평가 대상 유해인자 여부)
- ※ 연구실책임자의 동의에 따라 '연구 750' 기준을 초과하여 관리하고 있는 물질(연구기밀, 보관장소, 보유량, 취급상 주의사항, 그 밖에 연구실책임자가 필요하다고 판단하는 사항은 반드시 포함할 것)

<유해인자 취급 및 관리대장 작성>

#### 안전시설물 현황

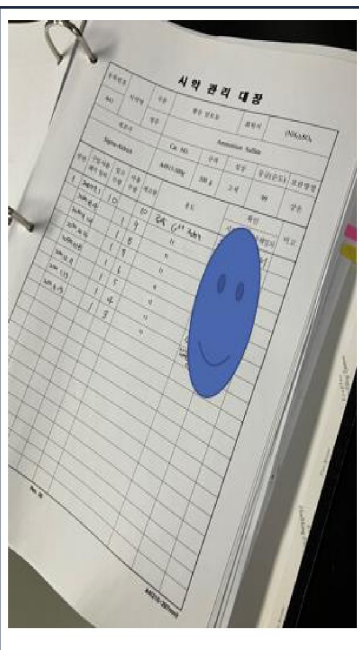
- 안전물품 매년 구매 후 불출
- 노후시설 점검 및 교체
- 안전정보게시판 최신화

25

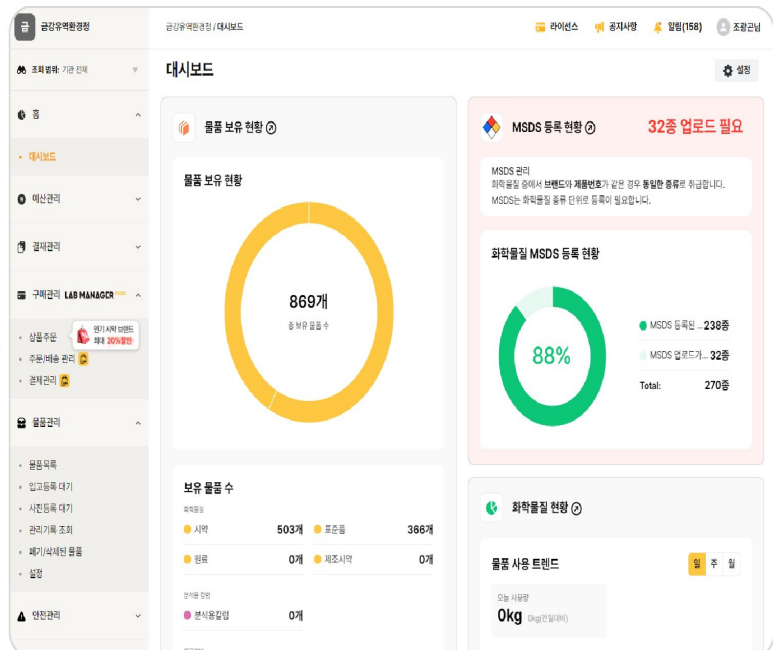
## 4 금강유역환경청 실험실 안전관리

### 1) 연안법

#### 시약 및 표준물질 등 관리



<기존 수기식 시약관리>



<웹기반 시약 및 안전관리>

26

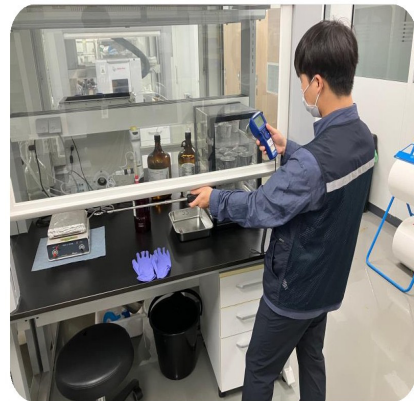


## 2) 산안법

## 작업환경측정

대기분석											
구분	항목	법규	기준	측정방법	측정위치	측정시기	측정주기	측정방법	측정위치	측정시기	측정주기
1	대기중 질소산화물	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 질소산화물	2015-01-01	100	대기중 질소산화물	대기중 질소산화물	2015-01-01	100
2	대기중 황산화물	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 황산화물	2015-01-01	100	대기중 황산화물	대기중 황산화물	2015-01-01	100
3	대기중 이산화탄소	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 이산화탄소	2015-01-01	100	대기중 이산화탄소	대기중 이산화탄소	2015-01-01	100
4	대기중 오존	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 오존	2015-01-01	100	대기중 오존	대기중 오존	2015-01-01	100
5	대기중 미세먼지	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 미세먼지	2015-01-01	100	대기중 미세먼지	대기중 미세먼지	2015-01-01	100
6	대기중 휘발성 유기화합물	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 휘발성 유기화합물	2015-01-01	100	대기중 휘발성 유기화합물	대기중 휘발성 유기화합물	2015-01-01	100
7	대기중 질소	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 질소	2015-01-01	100	대기중 질소	대기중 질소	2015-01-01	100
8	대기중 황	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 황	2015-01-01	100	대기중 황	대기중 황	2015-01-01	100
9	대기중 염소	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 염소	2015-01-01	100	대기중 염소	대기중 염소	2015-01-01	100
10	대기중 불소	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 불소	2015-01-01	100	대기중 불소	대기중 불소	2015-01-01	100
11	대기중 아황산가스	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 아황산가스	2015-01-01	100	대기중 아황산가스	대기중 아황산가스	2015-01-01	100
12	대기중 이산화황	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 이산화황	2015-01-01	100	대기중 이산화황	대기중 이산화황	2015-01-01	100
13	대기중 질소산화물	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 질소산화물	2015-01-01	100	대기중 질소산화물	대기중 질소산화물	2015-01-01	100
14	대기중 황산화물	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 황산화물	2015-01-01	100	대기중 황산화물	대기중 황산화물	2015-01-01	100
15	대기중 이산화탄소	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 이산화탄소	2015-01-01	100	대기중 이산화탄소	대기중 이산화탄소	2015-01-01	100
16	대기중 오존	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 오존	2015-01-01	100	대기중 오존	대기중 오존	2015-01-01	100
17	대기중 미세먼지	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 미세먼지	2015-01-01	100	대기중 미세먼지	대기중 미세먼지	2015-01-01	100
18	대기중 휘발성 유기화합물	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 휘발성 유기화합물	2015-01-01	100	대기중 휘발성 유기화합물	대기중 휘발성 유기화합물	2015-01-01	100
19	대기중 질소	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 질소	2015-01-01	100	대기중 질소	대기중 질소	2015-01-01	100
20	대기중 황	국립환경과학원	2015-01-01	100	대기중 황	2015-01-01	100	대기중 황	대기중 황	2015-01-01	100

&lt;개인별 사용시약 조사&gt;



27

## 2) 산안법

## 특수건강진단

2. 대상자 명단 (이하 표 미 작성 인원 내역은 검진 불가 / 공란 없이 작성 / 대상자명 20명 초과시 대상자명만 시트에 작성)											
연번	구분	성명	생년월일	직업	주거지	주거지	주거지	주거지	주거지	주거지	주거지
연번	구분	성명	생년월일	직업	주거지	주거지	주거지	주거지	주거지	주거지	주거지
1	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-1	특수	2023-08-11	1일	11111-1	특수	2023-08-11
2	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-2	특수	2023-08-11	1일	11111-2	특수	2023-08-11
3	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-3	특수	2023-08-11	1일	11111-3	특수	2023-08-11
4	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-4	특수	2023-08-11	1일	11111-4	특수	2023-08-11
5	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-5	특수	2023-08-11	1일	11111-5	특수	2023-08-11
6	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-6	특수	2023-08-11	1일	11111-6	특수	2023-08-11
7	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-7	특수	2023-08-11	1일	11111-7	특수	2023-08-11
8	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-8	특수	2023-08-11	1일	11111-8	특수	2023-08-11
9	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-9	특수	2023-08-11	1일	11111-9	특수	2023-08-11
10	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-10	특수	2023-08-11	1일	11111-10	특수	2023-08-11
11	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-11	특수	2023-08-11	1일	11111-11	특수	2023-08-11
12	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-12	특수	2023-08-11	1일	11111-12	특수	2023-08-11
13	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-13	특수	2023-08-11	1일	11111-13	특수	2023-08-11
14	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-14	특수	2023-08-11	1일	11111-14	특수	2023-08-11
15	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-15	특수	2023-08-11	1일	11111-15	특수	2023-08-11
16	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-16	특수	2023-08-11	1일	11111-16	특수	2023-08-11
17	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-17	특수	2023-08-11	1일	11111-17	특수	2023-08-11
18	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-18	특수	2023-08-11	1일	11111-18	특수	2023-08-11
19	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-19	특수	2023-08-11	1일	11111-19	특수	2023-08-11
20	특수	대장(가)	2023-08-11	1일	11111-20	특수	2023-08-11	1일	11111-20	특수	2023-08-11

&lt;개인별 유해인자 취합&gt;

## 특수건강진단

- 개인별 취급물질 조사(주기 상이)
- 내원하여 특수검진 실시
- 결과 취합 후 보고

28

## 4 금강유역환경청 실험실 안전관리

### 3) 화관법

#### 유해화학물질 취급시설 설치신고



#### ■ 연구실(실험실)은 어떤 취급시설 검사를 받아야 하나요?

○ 「연구실 안전환경 조성 관련 법률(이하 '연안법」)에 따른 연구실은 **정기수시검사** 면제

- ① 단위설비의 1회 처리용량이 100kg 이상 회분식 설비
  - ② 단위설비의 시간당 처리용량이 10kg 이상 연속식 설비
- 연속적으로 60일을 초과하여 운영하는 설비는 **제외**

구분	연안법 대상	연안법 비대상
설치검사	대상	대상
정기수시검사	<b>면제 (연안법에 따른 정기점검 실시)</b>	대상

29

## 4 금강유역환경청 실험실 안전관리

### 3) 화관법

#### 유해화학물질 취급시설 설치신고

#### ■ '취급시설 검사단위'는 어떻게 해야 할까요?

- ① 검사단위 : 제조사용시설(연구 실험 공간) 및 실험보관시설(약품보관실, 시약수납장)로 구분
- ② 제조사용시설(연구 실험 공간) : 격실/층/건물로 구분될 수 있음

[ 제조사용시설(연구 실험 공간) 검사단위 구분 예시 ]

구분	예시	설명
격실단위	<p>격실별 구분 → 사용시설 2개씩 신청(A,B)</p>	<p>콘크리트 벽체 등 물리적으로 분리된 경우</p> <p>▶ 격실로 구분</p>
층 단위	<p>층별 구분 → 사용시설 1개씩 신청(A)</p>	<p>동일 층내 물질 및 연구장비 이동이 빈번한 경우</p> <p>▶ 층으로 구분</p>
건물물 단위	<p>건물물 구분 → 사용시설 1개씩 신청(A)</p>	<p>소규모 건물이거나 격 층(또는 실험)구분이 어려운 경우</p> <p>▶ 건물물로 구분</p>

★ POINT! 검사단위는 최초 검사 시 검사자 검토 및 사업장 담당자와 협의 등에 따라 정해지며, 차후 검사 시 변경이 필요한 경우 이전 검사자와 협의 후 진행

30

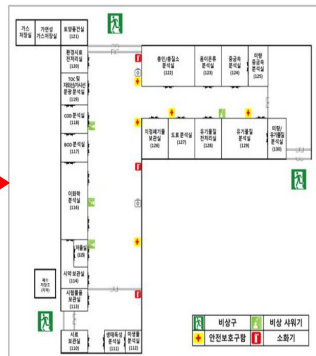
## 4 금강유역환경청 실험실 안전관리

### 3) 화관법

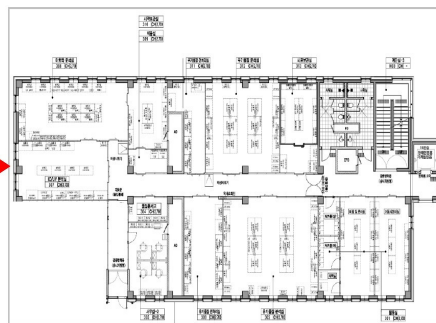
#### 유해화학물질 취급시설 설치신고

1층: 2020년 신고 완료

3층: 증축 후 2023년 신고 완료



6개 실 대장 작성 및 관리



층으로 묶어 신고 → 대장 1개 작성

\* 1층도 1개로 묶어 변경 신고할 예정

31

## 4 금강유역환경청 실험실 안전관리

### 3) 화관법

#### 유해화학물질 취급시설 자체점검

#### 유해화학물질 취급시설 자체점검대장 ( )

2023

<유해화학물질 취급시설 점검대장>

1. 부록기간: 5년

2. 유해화학물질 취급시설 자체점검(예시)

점검 항목	점검 일자	소속	점검 담당자	점검 결과
유해화학물질 취급시설 자체점검대장	2023.01.01	00-00-00-00	00-00-00-00	합격
점검 항목	점검 일자	소속	점검 담당자	점검 결과
1. 유해화학물질 취급시설 자체점검대장	2023.01.01	00-00-00-00	00-00-00-00	합격
2. 유해화학물질 취급시설 자체점검대장	2023.01.01	00-00-00-00	00-00-00-00	합격
3. 유해화학물질 취급시설 자체점검대장	2023.01.01	00-00-00-00	00-00-00-00	합격
4. 유해화학물질 취급시설 자체점검대장	2023.01.01	00-00-00-00	00-00-00-00	합격
5. 유해화학물질 취급시설 자체점검대장	2023.01.01	00-00-00-00	00-00-00-00	합격
6. 유해화학물질 취급시설 자체점검대장	2023.01.01	00-00-00-00	00-00-00-00	합격
7. 유해화학물질 취급시설 자체점검대장	2023.01.01	00-00-00-00	00-00-00-00	합격
8. 유해화학물질 취급시설 자체점검대장	2023.01.01	00-00-00-00	00-00-00-00	합격
9. 유해화학물질 취급시설 자체점검대장	2023.01.01	00-00-00-00	00-00-00-00	합격
10. 유해화학물질 취급시설 자체점검대장	2023.01.01	00-00-00-00	00-00-00-00	합격



자체점검대장 전산관리 (태블릿)

32



#### 4) 기타

## 대기배출구 시료채취 안전관리 가이드라인

대기 배출구 시료채취  
안전관리 가이드라인

2023. 2. 16.



[참고] 대기오염공정시험기준 배출가스 중 가스상 물질 시료채취 방법(ES0111.a)

항목	내용
5.1 일반사항	5.1.1 제작에 참여한 사람은 총 2명 (작업자 1명 연구자 1명)
	5.1.2 골목 배후공간 조성은 2016년 12월 24일(수요일) 동을 잘 마무리함
	5.1.3 제작하는 과정에서는 참여하는 배후의 환경을 확인하여 어떤이든 누가 봐서도 작업할 수 있도록 함
	5.1.4 위험요인을 위하여 다량의 사물과 관련된 정보 수집
	5.1.5 사물과 사물들이 있는 곳들을 잘 정리하여 정리함
	5.1.6 작업현장 및 공간의 사물들은 다양하여 지역도 많음 없음
5.2 제작위주의 주위환경	5.1.7 높은 곳에서 작업할 때는 아래에서 작업하는 인원 안전을 위하여
	5.1.8 높은 곳에서 작업할 때는 아래에서 작업하는 인원 안전을 위하여
	5.1.9 높은 곳에서 작업할 때는 아래에서 작업하는 인원 안전을 위하여
	5.1.10 높은 곳에서 작업할 때는 아래에서 작업하는 인원 안전을 위하여
	5.1.11 높은 곳에서 작업할 때는 아래에서 작업하는 인원 안전을 위하여
	5.1.12 높은 곳에서 작업할 때는 아래에서 작업하는 인원 안전을 위하여
5.3 시뮬레이션 주위환경	5.2.1 제작위주의 주위환경은 작업하는 공간의 안전을 위하여
	5.2.2 제작위주의 주위환경은 작업하는 공간의 안전을 위하여
	5.2.3 제작위주의 주위환경은 작업하는 공간의 안전을 위하여
	5.2.4 제작위주의 주위환경은 작업하는 공간의 안전을 위하여
	5.2.5 제작위주의 주위환경은 작업하는 공간의 안전을 위하여
	5.2.6 제작위주의 주위환경은 작업하는 공간의 안전을 위하여
5.4 시뮬레이션 주위환경	5.3.1 제작위주의 주위환경은 작업하는 공간의 안전을 위하여
	5.3.2 제작위주의 주위환경은 작업하는 공간의 안전을 위하여
	5.3.3 제작위주의 주위환경은 작업하는 공간의 안전을 위하여
	5.3.4 제작위주의 주위환경은 작업하는 공간의 안전을 위하여
	5.3.5 제작위주의 주위환경은 작업하는 공간의 안전을 위하여
	5.3.6 제작위주의 주위환경은 작업하는 공간의 안전을 위하여

●●●● 11

대기 배출구 시도별위 안전관리 가이드라인 ●

### 3 자연재난대비 안전수칙

태출구 시료 채취 시 태풍, 호우, 한파, 대설, 무연 등 자연재난 시에는 태출구 대기시료 채취를 하지 않고 시료채취가 가능한 안전한 날을 선정하여 시료채취를 실시한다.

※재난(대설, 한파 등) 경보 발령 시, 추락·낙하 등의 사고예방을 위해 해당  
측정 주기 사업장 대기배출시설 자가측정 생략의 선택적 적용이 가능하다.

- 자연재난 경보 발령 기준

종류	구분	가상 성능
대형	대형주요장비	대형으로 진여의 강골, 동물, 호수, 육체외의 현상 등이 주요보 기종이 되므로 정교도 예외적임
	대형중보	대형 중 여의 체중에 따라정하는 경우 ① 강골에는 200mm 이상 강골로 대형으로 예외적됨 ② 중 강골에는 200mm 이상 대형됨 ③ 육체외의 현상 기종이 대형으로 대형됨
	중요주요장비	중요장비 30m 이하 60mm 이하 여의정기다. 124칸 동안 110mm 이하 여의정기다
	중요중보	중요중보 34칸 동안 90mm 이하 여의정기다. 124칸 동안 180mm 이하 여의정기다
중형	중형주요장비	<10>-14mm 대형 중 여의에 해당하는 경우: ① 10mm 이하의 체중보가 70°C 대형 강골로 2°C 이하하고 본질보가 3°C 이하하고 대형으로 예외적됨 ② 10mm 이하의 체중보 -12°C 이하가 2°C 이상 지출을 2°C 이하하고 대형의 지출은 대형으로 대형의 대형으로 대형됨
	중형중보	<10>-14mm 대형 중 여의에 해당하는 경우: ① 10mm 이하의 체중보 70°C 대형 강골로 2°C 이하하고 본질보가 3°C 이하하고 대형으로 예외적됨 ② 10mm 이하의 체중보 -15°C 이하가 2°C 이상 지출을 2°C 이하하고 대형의 지출은 대형으로 대형의 대형으로 대형됨
	대형주요장비	244칸 이하의 체중보 5m 이하 대형 강골로 대형됨 (단식식 목기 기종은 대형의 대형의 대형)
	대형중보	244칸 이하의 체중보 20m 이하 대형 강골로 대형됨 30m)
대형	대형주요장비	10~20mm 이하 3°C 이하의 대형 2mm 이하 지출을 20mm 이하로 예외적됨 호수 20mm 이하 3°C 이하의 대형 2mm 이하 지출을 20mm 이하로 예외적됨
	대형중보	244칸 이하의 체중보 20m 이하 대형 강골로 대형됨 30m)

26 • • • •

33

## 5 사고 사례

국가연구안전관리본부

## 연안법 제정 전 연구실 사고



- 원자력연구소 폭발(1명 사망, 2003)
- 항공대 시험비행 추락(2명 사망, 2004)
- 경상대 에테르 폭발(3명 부상, 2005)

## 5 사고 사례

뉴스룸 | 최신기사

### 아산 대학연구실서 폭발사고...교수 숨져

송고시간 | 2010-12-21 15:54



폭발 사고 난 아산의 대학 실험실

[아산-연합뉴스] 21일 오후 2시36분께 충남 아산시 배방읍 모 대학교 1층 실험실에서 LPG가스가 폭발하면서 이 대학 교수 오모(55) 씨가 그 자리에서 숨지고 연구원 이모(36, 여)씨가 얼굴에 중화상을, 최모(22)씨 등 학생 3명은 교막을 다쳐 병원으로 옮겨졌다. 사진은 폭발사고가 난 병목(목피명지)실험실 내부. 2010.12.21  
kjinho@yna.co.kr

(아산-연합뉴스) 박주영 기자 = 21일 오후 2시36분께 충남 아산시 배방읍 모 대학교 1층 실험실에서 약품이 폭발했다.

35

## 5 사고 사례



[연구실 사고사례 제2015-02호]

### 국내 OO대학교 연구실 화학 약품 폐기처리 중 폭발사고

2015년 2월, 국내 OO대학교 연구실에서 학생들이 화학물질 폐기과정 중 폭발이 일어나 4명이 부상을 입는 사고 발생



#### 사고 개요

일시 : 2015년 2월 26일(목), 15시경  
장소 : 국내 OO대학교 연구실  
사고 유형 : 유해물질 폭발사고  
피해 현황 : 경상 4명

#### 사고 경위

- 대학원생 3명과 학부생 1명이 화학실험 후 염소화합물 약 200mℓ 폐기 처리를 위해 다른 용기로 옮기던 중 화학반응이 일어나며 폭발함
- 사고 직후 출동한 소방대원이 부상자를 병원으로 이송하고, 다른 연구실에 있던 대학원생과 교수 30여 명을 긴급 대피시킴
- 2월 27일 국립과학수사연구원에서 감식 활동을 하였으며, 정확한 원인은 조사 중에 있음

#### 사고 원인

- 산성 화학약품을 폐기하는 과정에서 용기 안의 다른 화학약품과 반응이 일어나며 폭발한 것으로 추정

#### 유사사고 예방을 위한 주의 사항

- 화학약품 폐기 시에는 물질안전보건자료(MSDS)(서울대학교 앱 등) 등을 활용하여 **공존할 수 없는 물질들 반드시 확인**할 것
- 실험과정에서 사용하는 초차, 기구 등은 사전에 점검하여 사용할 것
- 환경안전 교육을 이수하지 아니한 **학부생이 실험·실습에 참여해야 하는 경우**
  - 학부생은 실험 안전 확보를 위해 환경안전원 <http://eps.snu.ac.kr> 사이버교육VOD를 통해 '환경안전관리', '인화성, 폭발성 및 독성 물질' 등 주요 과목을 수강할 것
  - 해당 연구실에서는 자체 안전 교육을 실시한 후 지도교수의 감독하에서 실험할 것



36



## 5 사고 사례

[연구실 사고사례 제2016-03호]



### 학내 연구실 전기 누전에 의한 화재사고

2016년 2월, 학내 자연과학대학 연구실에서 사람이 없는 새벽 시간대에 전기 누전으로 인해 화재가 발생하는 사고 발생



사고 발생 연구실



사고 확인 중인 소방대원

#### 사고 개요

일시 : 2016년 2월 19일(금), 05시경  
장소 : 자연과학대학 000연구실  
사고 유형 : 전기/과열 화재사고  
피해 현황 : 컴퓨터 2대, 모니터 2대 등 손실로 약 500만원의 물적 피해 발생

#### 사고 경위

- 금요일 새벽 시간 비어 있는 실험실에서 화재 감지기를 통한 소방 화재 경보기 작동
- 방재실 당직자 화재 현장 확인 후 화재 진압 실시, 초기 진압 실패 후 소방서 출동 신고
- 화재 발생 20여 분 만에 소방차 출동하여 화재 진화 완료

#### 사고 원인

- 조사결과 화재는 멀티콘센트 내부 누전과 트래킹에 의한 것으로 추정된다고 함

#### 유사사고 예방을 위한 주의 사항

- 멀티콘센트 **문어발식 연결** 사용은 콘센트의 전격 허용전류 용량을 초과할 수 있어 과열로 인한 화재 또는 기기 고장의 원인이 될 수 있으므로 **사용을 금함**
- 멀티콘센트는 분진, 먼지 등 **이물질이 축적되지 않도록 벽면에 고정하여 사용하고, 탄화된 흔적이 있는 콘센트는 즉시 교체**할 것
- 감전사고 예방을 위하여 **접지형 (멀티)콘센트와 플러그를 사용**할 것

37

## 5 사고 사례

[연구실 사고사례 제2018-04호]



### 학내 연구실 황산에 의한 화상사고

2018년 1월, 학내 공과대학 연구실에서 대학원생이 황산 시약병을 흘려쓰던 중 시약병을 바닥에 떨어뜨리면서 화상 사고 발생



#### 사고 개요

일시 : 2018년 1월 4일(목), 13시경  
장소 : 공과대학 000연구실  
사고 유형 : 화상사고  
피해 현황 : 부상 1명 (발목, 발등 부위 화상)

#### 사고 경위

- 대학원생이 황산(95%) 완액을 희석하기 위하여 황산이 들어있는 시약 병(2L)을 흘려쓰던 중 황산 시약병을 바닥에 떨어뜨림
- 바닥에 떨어뜨린 황산 시약병이 깨지면서 발목, 발등에 튀어 화상 사고 발생함
- 사고 직후, 개수대에서 화상 부위를 흐르는 물로 씻고, 응급실 치료 받음

#### 사고 원인

- 오른손 엄지손가락 통증이 있는 상태에서 황산 시약병을 들고 이동하는 도중 시약병을 바닥에 떨어뜨리면서 발등에 화상 사고 발생함

#### 유사사고 예방을 위한 주의 사항

- **화학약품 운반 시 주의사항**
  - 물질안전보건자료를 활용하여 인체 유해성, 취급 시 주의 사항 등과 같은 안전 정보를 사전에 충분히 숙지한 후 적절한 개인 보호장비를 착용할 것
  - 화학약품 용기를 손으로 운반 시에는 반드시 두 손을 모두 사용하여, 한 손은 용기의 목 부분을 잡고 다른 손으로는 용기의 바닥을 받쳐 운반할 것
- **강산, 강알칼리 등 인체 유해 화학약품에 의한 피부 오염사고 시 응급조치 방법**
  - 신발, 옷 등에 묻은 경우 **피부로의 오염 전이를 차단**하기 위해 신속히 탈의할 것
  - 피부에 직접 묻은 경우 **오염 부위를 다량의 흐르는 물로 15분 이상 세척**할 것

38



## 5 사고 사례

[연구실 사고사례 제2018-05호]



### 학내 연구실 대학원생 초자기에 의한 절상사고

2017년 4월, 학내 공과대학 연구실에서  
대학원생이 실험 초자기를 세척하던 도중 세척대에  
놓여져 있던 깨진 초자기에 손가락을 베이는 사고 발생



#### 사고 개요

일시 : 2017년 4월 12일(수),  
17시 30분경  
장소 : 공과대학 000연구실

사고 유형 : 초자기에 의한 절상사고  
피해 현황 : 부상 1명 (중지손가락  
2마늘 봉합)

#### 사고 경위

- 연구실 세척대에 주둥이가 깨진 초자기를 나중에 폐기하려고 방지함
- 실험 종료 후 사용한 실험 초자기를 세척하던 도중 세척대에 방치되어  
있던 주둥이가 깨진 초자기에 손가락을 베이는 사고 발생함

#### 사고 원인

- 주둥이가 깨진 초자기를 바로 폐기처리 하지 않고 세척대에 방치하  
여 절상 사고 발생함
- 실험 전, 후 정리 정돈 및 안전한 실험방법, 절차 미흡함

#### 유사사고 예방을 위한 주의 사항

- 실험 전, 후 **연구실 내부 정리 정돈** 실시
- 연구실 안전보호구 착용(실험 가운, 보안경, 안전장  
갑 등)
- 연구활동종사자 **자체 안전교육을 주기적으로 실시**  
하여 안전의식 강화
- 위급 상황 발생 시 대응 방법을 사전에 숙지

39

## 5 사고 사례

### 5.1 폭발사고 사례

#### 재해발생 개요



(2014.05.) 울산시 남구 소재 무수분산(NE) 생  
산공정의 반응로(킬른)의 자켓에 열풍을 공급  
하는 열풍로의 도시가스 버너 초기 가동 중  
열풍로 분체 및 관련 계통설비에 계류한 미  
연소 도시가스에 의한 폭발사고가 발생하여  
1명이 사망하고 4명이 부상

#### 재해발생 원인

- 열풍로 버너 점화 전 내부 환기 미흡 : 버너를 점화할 때 내부의 미연소 가스를 사전  
에 환기시켜야 하나 설치된 열풍로 시스템은 환기가 진행되는 동안 내부의 가스가  
외부로 배출되지 않고 내부 순환되는 구조로 실질적으로 환기가 이루어지지 않음
- 열풍로 구조 부재질 : 위험물 건조설비인 열풍로에는 주변 상황을 고려하여 폭발성  
생성되는 폭발압력을 안전하게 배출하기 위한 폭발구를 설치하여야 하나 설치되어  
있지 않음

### 5.2 추락사고 사례

#### 재해발생 개요

(2021.08.) 경북 [OOO] 공사 현장에서, OO 소속  
피재자가 절연 고소작업차(3.5톤) 작업대에 탑승하여  
작업 종료 후 이동을 위해 붐(Boom)을 약 4m까지  
줄여 시계 반대 방향으로 회전하다가 절연고소작업  
차가 진도되면서 추락하여 사망한 재해



#### 재해발생 원인

- 고소작업차 사용 전 안전조치 미흡 및 설치상태 불량 : 고소작업차 사용 전 근로자

배치 및 작업방법, 방호장치 등 필요한 사항을 미리 확인 후 위험방지조치를 실시  
해야 하나 미흡시 하였으며, 설치 시 바닥 수평을 유지하지 않고 전도 방지를 위  
한 아웃트라이저를 확장시키지 않은 상태에서 작업 실시

- 전도방지장치 등 방호장치 해체 : 고소작업차에 설치된 전도방지장치를 작업의 편  
의성을 위해 임의로 해체

### 5.3 낙하사고 사례

#### 재해발생 개요

- (2022. 02.) 중남 당진시에 소재한 철재 탱크(용기)제작 공장에서 압력용기  
동체 외면에 부착할 패드 플레이트(동체에 새를 부착을 위한 보강 철판)를  
천장크레인으로 벨트 슬링을 걸어 들어 올리던 중 줄걸이에서 떨어진  
패드 플레이트(560kg)에 맞아 사망

#### 재발방지책

- 재해 예방을 위해서는 낙하위험구역 내 상·하 동시 작업을 금지하여야 하며,  
작업장 내에서는 개인보호구를 착용하여야 한다. 또한, 낙하물의 위험에 위험반경을  
출입제한구역으로 설정
- 천장크레인으로 중량물 인양시 올바른 줄걸이 방법 적용과 안전 조작

### 5.4 전도사고 사례

#### 재해발생 개요

- 사업장에서 천장을 보수하기 위해 A형 사다리틀 설치한 후 사다리에  
올라가 작업하던 중 중심을 잃고 사다리와 함께 뒤로 넘어지면서 작업장  
바닥에 머리를 부딪혀 병원으로 후송하였으나 사망

#### 재발방지책

- 안전도 등 보호구 착용 후 사다리 작업 실시 : 사다리에서 작업시 근로자의  
추락, 전도에 의한 재해예방을 위해 안전도 착용 후 작업 실시

- 적정한 방법으로 사다리 설치 후 작업 실시

- A형 사다리 사용시 다음의 기준에 따라 설치 후 사용하여야 함

- 견고한 구조로 할 것
- 발판의 간격은 동일하게 할 것
- 사다리가 넘어지거나 미끄러지는 것을 방지하도록 사다리 작업시 추락에 의한  
위험을 방지하기 위해 2인 1조 작업으로 1인은 사다리를 지지 할 것하기 위한  
조치를 할 것
- 이동식 사다리식 통로의 기울기는 75도 이하로 할 것

- 높이 2m이상의 장소에서 작업시 비계 등 사용 : 높이 2m이상의 장소에서 작업시  
추락 위험이 있는 경우 비계를 조립하는 등의 방법에 의하여 작업발판 설치

### 5.5 감전사고 사례

#### 재해발생 개요

- (2019.09.) 백전전공이 A형 사다리를 신축전문 벽면에 걸린 상태로 걸차고 올라가  
건물 속 인입구 배선에 환선 상태인 인입선(3상 4선식 220/380V)을 연결하기  
위해 입관선 피복을 벗기던 중 피복이 벗겨진 전선 중전류에 만장급을 착용하고  
작업 중이던 피재자의 신체 가 접촉되어 감전220V, 손-땀-몸-안구비밀 사다리→  
대지로 통전된 후 약 3m 이내 지상으로 떨어져 사망한 재해

#### 재해발생 원인

- 작업 중전류로 연결 작업 중 절연장갑 미착용 : 작업 인입선(3상 4선식 220/380V)  
연결 시 중전류로 피복을 벗기면서 노출된 중전류에 신체가 접촉되어 감전될 위험  
이 있음에도 절연장갑을 착용시키지 않고 만장급을 착용한 상태로 작업
- 급속에 이동식 사다리를 작업발판 용도로 사용 : 발판이 사다리(A형)를 펼쳐서 사용  
하는 경우 오르내리는 이동용도로만 사용하여야 하나, 외력에 가해진 상태에서 작업발  
판으로 사용 중 전선 중전류에 신체 접촉 시 통전으로 형성으로 인한 감전

#### 재발방지책

- 작업 중전류로 연결 작업 시 절연용 보호구 착용 철저
- 가급 안전선 연결 작업 시 안전한 작업발판 설치 철저

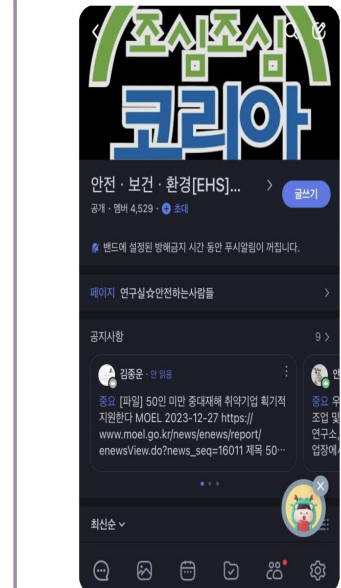
40

## 6 관련 사이트 소개

### 국가연구안전정보시스템



### 조심조심코리아 BAND



41

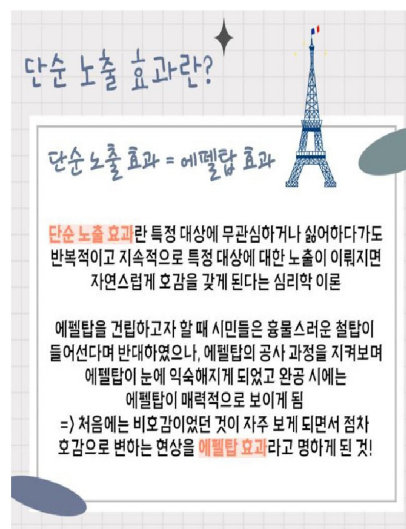
## 7 마치며...

### 왜 이렇게 까다롭고 번거로운 규정들이 많은지...

#### 안전심리학 관점에서..

- 1) 동기(Motive) : 사람의 마음을 움직이는 원동력
- 2) 기질(Temper) : 인간의 성격, 능력 등 개인 특성
- 3) 감정(Emotion) : 사고를 일으키는 정신적 동기
- 4) 습성(Habits) : 인간행동에 영향을 미칠수 있는 것
- 5) 습관(Custom) : 성장과정에서 자신도 모르게 습관화 됨

[출처] 119-1-2. 안전심리 5대 요소|작성자 대경안전지도사



규정 준수 및 책임 여부도 좋지만..실질적인 대안이 있어야..

42





## Quiz. '감사'의 반대말은?



## 당연함



나에게 일어나는 소소한 일들이 '당연한' 일이 될 때... → 위험도 증가



## Q & A



# 감사합니다.

새해 복 많이 받으세요!

## 보충 자료



## 5 사고 사례

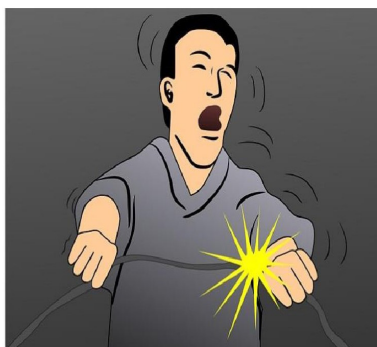
### Zn(아연) powder 쓰레기통 화재



47

## 5 사고 사례

### 감전 및 전기 화상

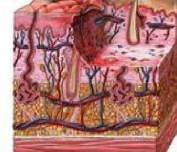


통전 전류 의 크기	1mA	5mA	10mA	15mA	50~100mA
	약간 느낄 정도	경련유발	통증유발	강렬한 경련 초래	사망위험
증상					

1도 화상 : 피부가 쓰리고 빨갛게 된 상태



2도 화상 : 피부에 물집이 생기는 상태



3도 화상 : 피부가 벗겨지는 상태



4도 화상 : 피부 조직이 괴사 되는 상태

48



### 3. 충남지역 대기질 현황 및 정책 이슈





# 충남지역 대기질 현황 및 정책 이슈

2024. 1. 9

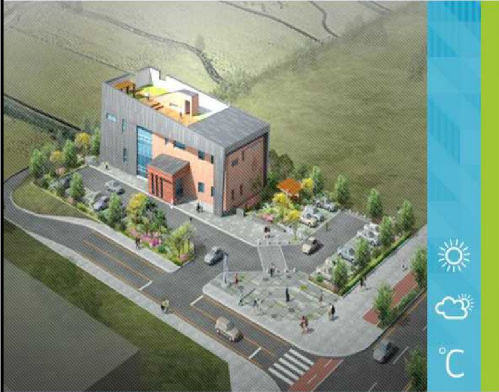
충남연구원 서해안기후환경연구소



## CONTENTS

1. 충남연구원 소개
2. 서해안기후환경연구소 연구 사례
3. 연구 과제 소개





## 1. 충남연구원 소개



## 1. 충남연구원 소개



### ■ 충남연구원(ChungNam Institute)

**충남연구원은 충남을 연구합니다**

- **미션**
  - ✓ 도민이 행복한 지역발전을 위한 정책개발 · 활용
- **목표**
  - ✓ 미래정책 선도발굴
  - ✓ 도민참여 연구 추진
  - ✓ 이슈과제 지원 확대
  - ✓ 통합조직 역량 강화
- **구성**
  - ✓ 5실, 1본부, 1단으로 구성
  - ✓ 약 160여명 근무
  - ✓ 전국 3위 규모의 지역정책 연구기관(1위 서울, 2위 경기)





# 1. 충남연구원 소개



## 서해안기후환경연구소



### 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



5/48

# 1. 충남연구원 소개

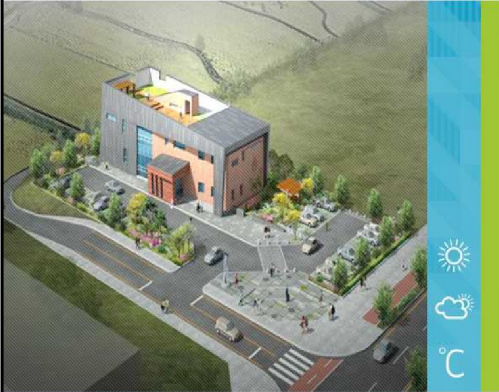


## 연구소 구성

- 총원 12명 : 연구위원 2명, 책임연구원 3명, 연구원 7명 / 박사급 6명, 석사급 4명, 학사급 2명  
□ 해양연구 3명, 기후분야 3명, 대기정책 2명, 마을대기측정망 운영 4명

성명	직급/직책	담당업무
윤종주 (박사)	연구위원 / 기후변화대응센터장	해양환경관리 및 정책수립, 연안 방재 연구
이상신 (박사)	연구위원	기후대기, 탄소중립 및 기후위기 적응정책
김종범 (박사)	책임연구원	대기 및 실내공기질, 대기환경정책
최영남 (박사)	책임연구원	기후위기적응, 마을대기측정망 운영
박세찬 (박사)	책임연구원	대기환경정책, 마을대기측정망 운영
이상기 (박사)	연구원	탄소중립 정책, 온실가스 공공목표관리제
이상우 (석사)	연구원	해양환경 연구
송혜영 (석사)	연구원	해양환경 연구
황규철 (석사)	연구원	대기환경 정책, 대기 데이터 분석
고성훈 (석사)	연구원	대기연구, 마을대기측정망 운영
정이령 (학사)	연구원 / 행정원	마을대기측정망 운영
이은희 (학사)	연구원	온실가스 공공목표관리제

6/48



## 2. 서해안기후환경연구소 연구 사례



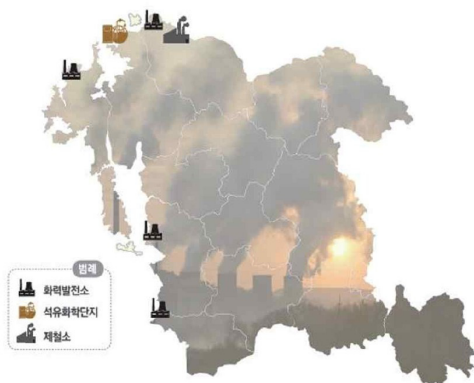
## 2. 서해안기후환경연구소 연구 사례



충남연구원  
ChungNam Institute

충청남도의 환경 이슈 : 지역·환경적 여건 : **편서풍 지대에 위치한 중국의 영향, 쉴 틈 없는 오염벨트 지역**

- 지리적 여건 : 중국발 미세먼지는 대륙고기압 중심이 남쪽으로 이동하거나 북서풍이 강할 때 국내 유입됨
- 환경적 여건 : 석탄화력발전소(당진, 보령, 태안, 서천), 대산 석유화학단지, 현대제철소 등 다수의 대형배출시설 위치



- 1 지리적 영향 → 편서풍 지대  
장거리 이동 대기오염물질  
중국발 황사의 영향
- 2 환경적 영향 → 전국 석탄화력발전소의 1/2 위치  
전국 3대 석유화학단지 위치  
쉴 틈 없는 오염벨트(자체+외부영향)
- 3 끊임없는  
사건사고와  
보도자료 → 한화토탈 유증기 사고 등 지속적 화학사고  
대기오염물질 배출급증(KORUS-AQ)  
주민들의 우려와 정부에 대한 불신 증가

복합적인 환경문제 발생

주민 건강 보호와 대기환경 개선을 위한 대기 관리 대책 마련이 시급



## 2. 서해안기후환경연구소 연구 사례



### 화력발전소 주변지역 기후환경영향 연구

- 연구 목적 : 화력발전소 주변지역 기후환경 및 대기질 영향 조사 / 2017~2023년 (5년간 약 50억원)
- 연구 내용 : 발전소 주변지역 기후, 대기현황 분석, 생태환경 조사, 피해비용 산정

#### 연구최종목표: 화력발전소 주변지역 환경복지구현을 위한 기후환경변화 과학적 실증자료 구축

- 1st: 기후환경 영향조사 기반마련과 법제도 분석
- 2nd: 맞춤형 정보생산과 피해비용 분석
- 3rd: 정보서비스 기반확보와 취약지역 관리방안 마련
- 4th: 기후환경 정보확대와 내외부 기여도 평가

#### 5차년도 목표: 기여도 분석을 통한 피해비용분석과 생태환경 영향분석



- (시간적 범위) 2017~2023년(5년차 중 5차년도, 차수별 과업조정 기간 포함)
- (공간적 범위) 화력발전시설 및 그 주변지역을 중심으로 충청남도 전역고려

## 2. 서해안기후환경연구소 연구 사례

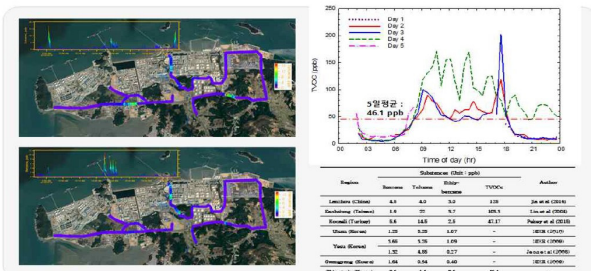


### 대산 공단지역 대기환경영향 조사

- 연구 목적 : 대산 석유화학단지에 대한 현황조사 및 관리 정책 제언 / 2017~2019년 (2년간 7.5억원)
- 연구 내용 : 석유화학단지 인근지역 대기질 모니터링, 위해성평가, 대기질 관리 정책 개발



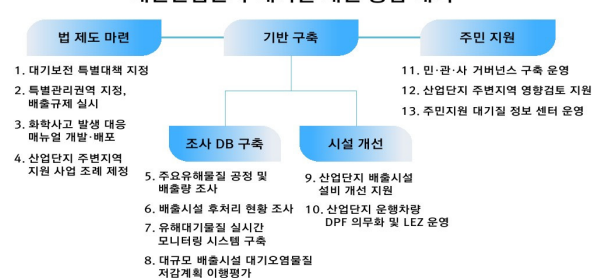
실시간 측정장비를 활용한 VOCs 연속모니터링



#### 지자체 자원 정책: 주민 의견수렴

일시	행사명	목적	장소	대상 (참석자)
18.03.21-23	1차 설문조사	주민 의견수렴 및 인지도 조사	1대1 대면조사	이동단 (28)
18.09.03	1차 중간보고회	연구진행사항 보고	대산읍사무소	
18.12.13	주민간담회 (1)	과제소개 및 향후 연구일정 공유	대산읍사무소	지역 도 환경협의회 (21)
19.01.17	간담회 결과 송부			지역 도 환경협의회 (21)
19.02.04	2차 설문조사	주민 의견수렴 및 인지도 조사	대산읍사무소 등	지역 도 환경협의회 (95/235)
19.04.25	2차 중간보고회 (2)	연구진행사항 보고	중앙사회복지관	지역 주민 (82)
19.06.18	중간보고회 조치계획 설명회	중간보고회 조치사항 보고	대산읍사무소	대산지역 환경협의회 및 자문회 (8)
19.07.10		2차 보고회 조치결과 송부		대산지역 환경협의회 및 자문회 (39)
19.09.03	연구결과 보고회	연구결과 보고 및 개선방안 토의	대산석유화학단지	대산공단협의회 (10)
19.09.04	연구결과 보고회	연구결과와 자문단 검토	대산읍사무소	대산지역환경협의회 및 자문회 (18)
19.09.19	주민공청회 (3)	연구결과와 보고 도 의견수렴	중앙사회복지관	대산(서산)지역 주민
19.10.01	주민설명회 (4)	연구결과 보고 및 의견수렴	대산 1리마을회	대산(서산)지역 주민

#### 대산산업단지 대기질 개선 종합 대책



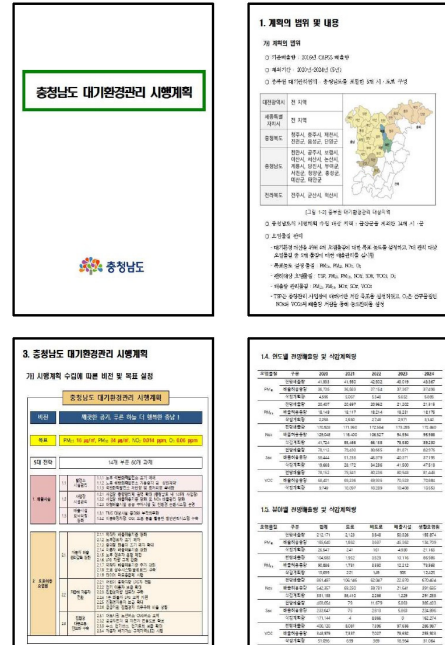
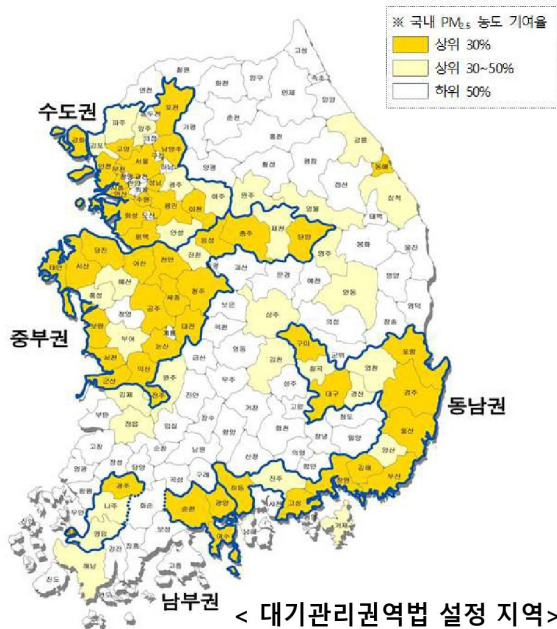


## 2. 서해안기후환경연구소 연구 사례



### 충청남도 대기환경관리 시행계획 수립

- 연구 목적 : 대기관리권역법에 따라 지정된 중부권의 기본계획상 목표 달성을 위한 세부 시행계획 수립 / 2020년
- 연구 내용 : 충청남도의 대기질 현황 분석 및 미래예측, 목표달성을 위한 삭감량 산정 및 개선 세부시행계획 제시



11/48

## 2. 서해안기후환경연구소 연구 사례



### 서해안권 초광역 대기질 개선 프로젝트

- 연구 목적 : 중국 등으로부터 유입되는 오염물질과 광역적으로 나타나는 대기오염에 대한 광역적 개선대책 마련 / 2021년
- 연구 내용 : 광역 대기질 개선목표 수립, 고농도 미세먼지 발생시 정책협력 시스템 구축, 초광역 추진사업 개발



12/48







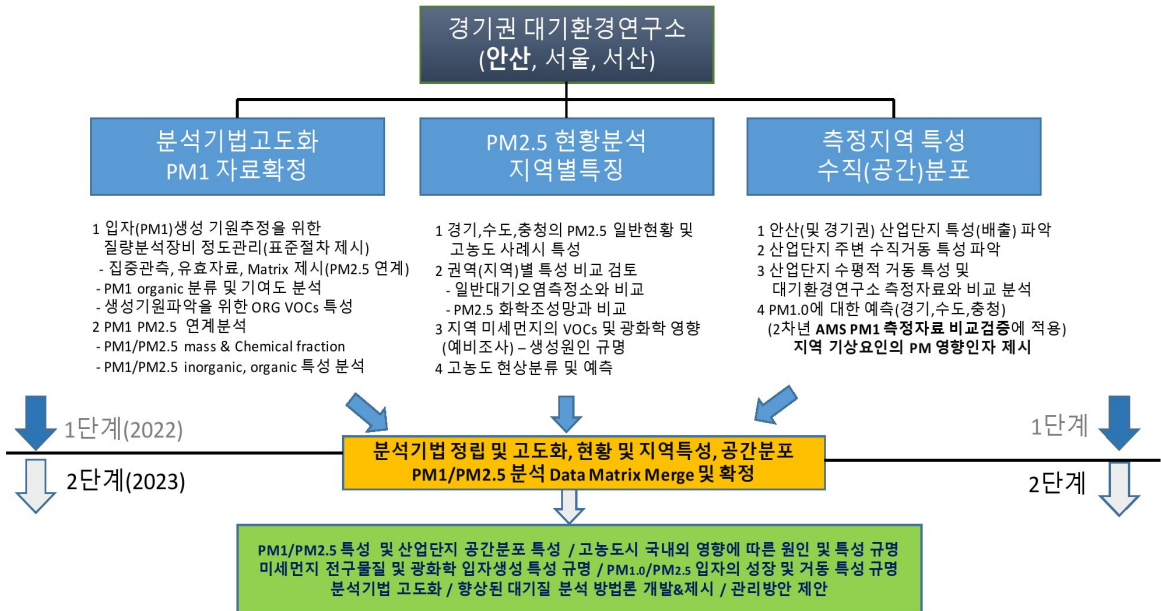


### 3. 연구과제 소개 I



#### 지역별 PM<sub>1.0</sub>, PM<sub>2.5</sub> 상세분석 결과를 활용한 미세먼지 특성 및 생성원인 규명

- 발주처 : 국립환경과학원(경기관 대기환경연구소) / 2022~2024년, 연 3억원
- 참여기관 : 충남연구원, 아주대, (주)미세먼지연구소
- 연구 목적 : 대기환경연구소 데이터를 활용한 지역별 PM<sub>1.0</sub> 및 PM<sub>2.5</sub> 생성원인 규명



17/48

### 3. 연구과제 소개 I



#### 연구배경 및 필요성

- 미세먼지 특별법 시행과 권역별 대기환경관리 기본계획에 따라 국가 및 권역별 대기환경개선 목표 수립(대기환경 개선시행계획)
- 지역별 PM<sub>2.5</sub> 개선대책 수립을 위한 원인분석과 추진경과 분석을 위한 지역별 정밀측정 자료 확보 필요



- 대기관리권역 설정
  - 2005년부터 지정된 수도권 외에 중부권, 동부권, 남부권을 권역으로 추가 총 77개 특광역시 및 시군을 권역으로 관리
- 권역별 맞춤형 대기환경관리 추진
  - 지역 특성을 고려한 광역적이고 체계적 관리 실시
  - 환경부, 관계 중앙행정기관의 장 및 권역에 포함된 시도지사와의 협의를 거쳐 권역별 대기환경개선 목표, 시도별 배출허용총량, 배출원별 저감계획 등이 포함된 권역별 <대기환경관리 기본계획>을 5년 마다 수립
- 사업장 대기오염물질 총량관리제 확대 시행
  - 권역 내 위치한 690여개 오염물질 다량 배출사업장에 대한 총량규제 실시
  - 2024년까지 2018년 대비 약 40% 감축목표
- 자동차 및 건설기계의 배출가스 억제
- 생활주변 소규모 배출원 및 기타 배출원 관리



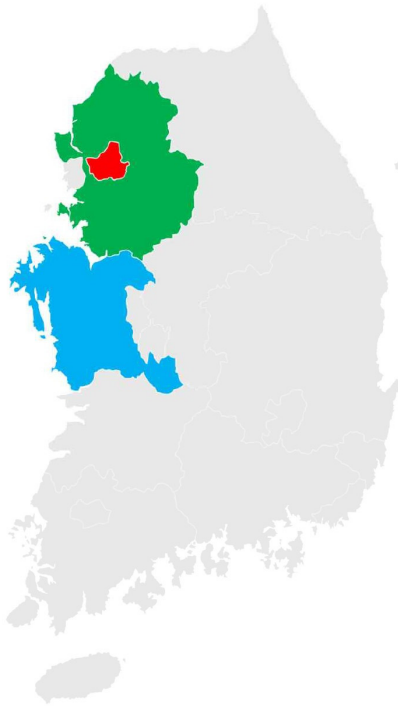
개선대책 수립의 근거자료 확보 및 정책추진에 따른 결과 해석을 위해 **지역별 정밀분석 필요**

18/48

### 3. 연구과제 소개 I



#### 연구배경 및 필요성



	• 대한민국 인구의 47.8% 거주 (서울, 경기, 충남)
	• 대기오염물질 배출량의 1/3 (2019년 기준) 배출 • 경기 16.5%(1위), 충남 11.0%(3위), 서울 5.6%(8위)
	• 충남 지역 석탄화력발전소 전국 59기 중 29기 위치 • 전국 3대 제철소(당진), 전국 3대 석유화학단지(서산)
	• 편서풍지대 위치: 북서풍 및 서풍계열이 주풍 • 장거리이동오염물질에 직접 영향권(정서쪽 위치)
	• 상이한 배출특성 지역(도심, 산업, 교외지역) • 상이한 지역적 특성분석을 통한 연구결과 확산 용이

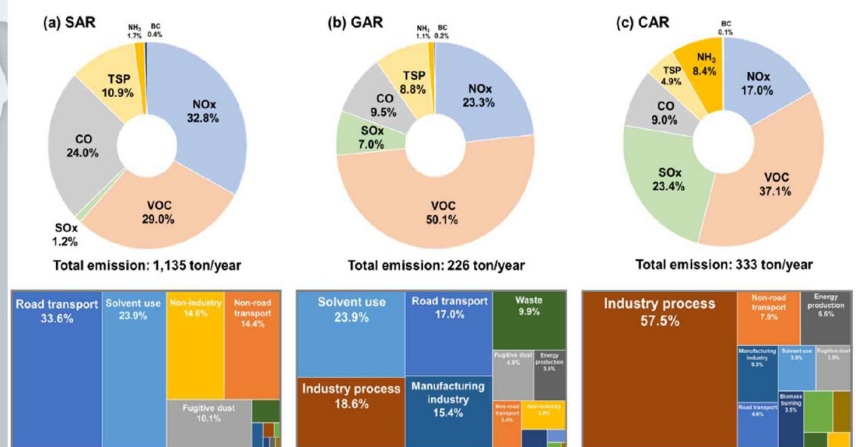
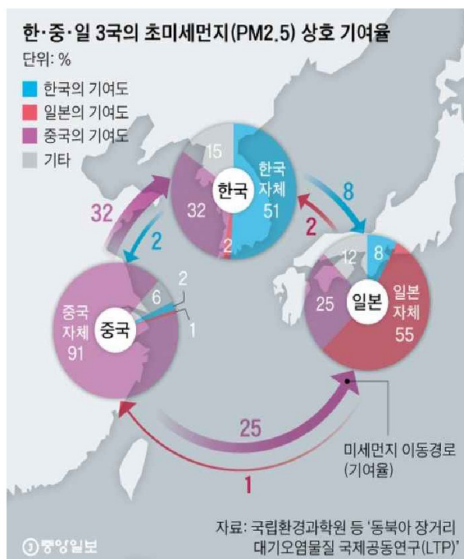
19/48

### 3. 연구과제 소개 I



#### 고농도 사례시 지역별 PM<sub>2.5</sub> 물리화학적 특성

- 국내 고농도 PM<sub>2.5</sub> 발생시 해외유입과 국내 자체발생으로 구분되며, 지역 자체배출원에 대한 부분이 반영됨
- 수도권은 도로와 유기용제 사용, 경기권은 유기용제 사용, 도로, 산업배출, 제조업, 충청권은 산업배출의 기여도가 크게 나타남
- 국외/국외/지역특성을 고려한 자료 해석 및 대책 수립이 요구됨



20/48

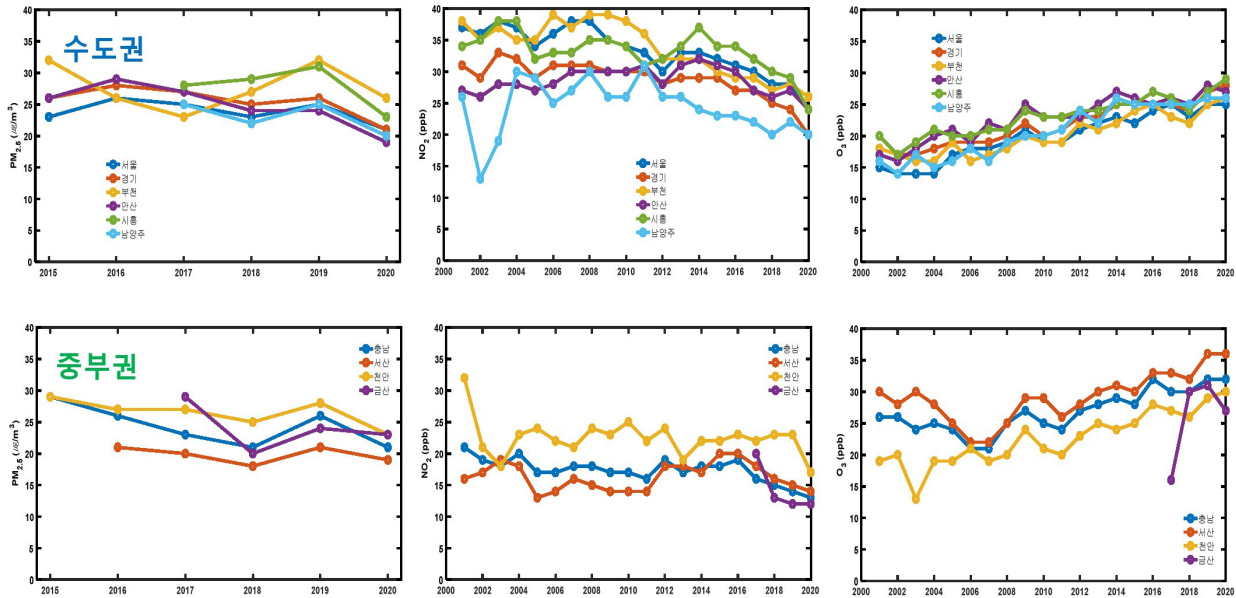
### 3. 연구과제 소개 I



#### 지역별 대기질 현황 분석

(자료 : 국립환경과학원, 대기환경연보, 2021)

- 측정소가 위치한 서울, 경기, 충남지역 모두  $PM_{2.5}$ 와  $NO_2$ 는 감소 추세이며,  $O_3$ 은 증가 추세
- 수도권에서는 **부천시**가  $NO_2$ 와  $PM_{2.5}$  모두 가장 높게 나타났고, 중부권에서는 **천안**이 높게 나타남 → **도심지역**
- $O_3$ 은 시흥과 서산에서 높게 나타남 →  $O_3$  전구물질 :  $NO_x$ , VOCs (**시화·안산, 서산** VOCs 배출기여도 높음)



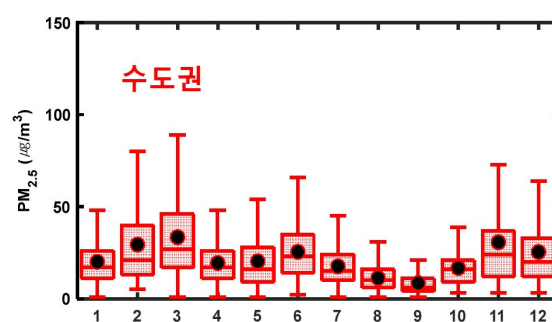
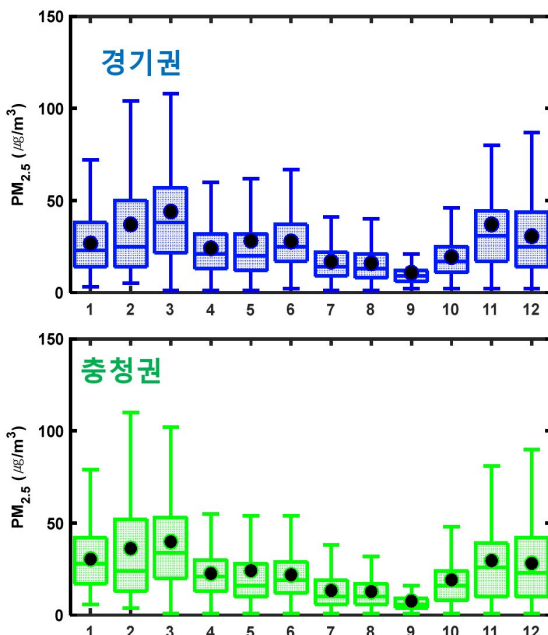
21/48

### 3. 연구과제 소개 I



#### 지역별 $PM_{2.5}$ 특성: 월간, 계절별

- 미세먼지 계절관리제가 이루어지는 **겨울철(1~2, 11~12월)**에 농도가 높고, 편차가 가장 크게 나타남
- 계절별 최대/최소농도 차이 : 경기권 4.1배, 수도권 4.0배, **충청권 : 5.7배**



	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
경기	26.7	37.0	44.0	24.0	28.1	27.7	16.8	15.9	10.8	19.3	37.0	30.6
서울	20.1	29.4	33.5	19.4	20.3	25.5	17.7	11.2	8.4	16.7	30.7	25.4
충청	30.4	36.2	39.8	22.5	23.6	21.7	12.1	11.2	7.0	19.0	29.5	28.0

22/48

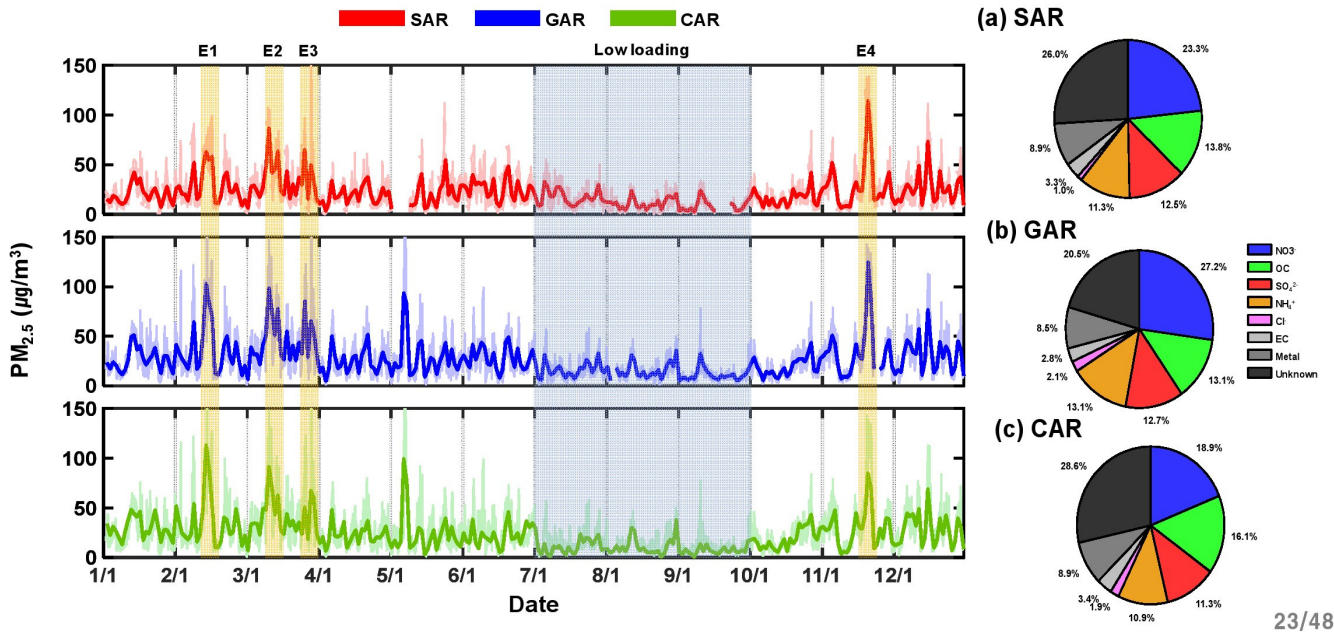


### 3. 연구과제 소개 I



#### 고농도 사례시 지역별 PM<sub>2.5</sub> 물리화학적 특성

- 경기권 측정소 데이터가 26.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높음 (충청권 23.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 수도권 21.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- 성분별로 질산염( $\text{NO}_3^-$ )이 가장 높은 분율을 보였고, 그 다음 황산염( $\text{SO}_4^{2-}$ ), 유기탄소(OC), 암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ ) 순으로 확인됨
- 고농도 사례 분석 : 일평균 농도로 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이상인 구간 / 4개 이벤트 선정



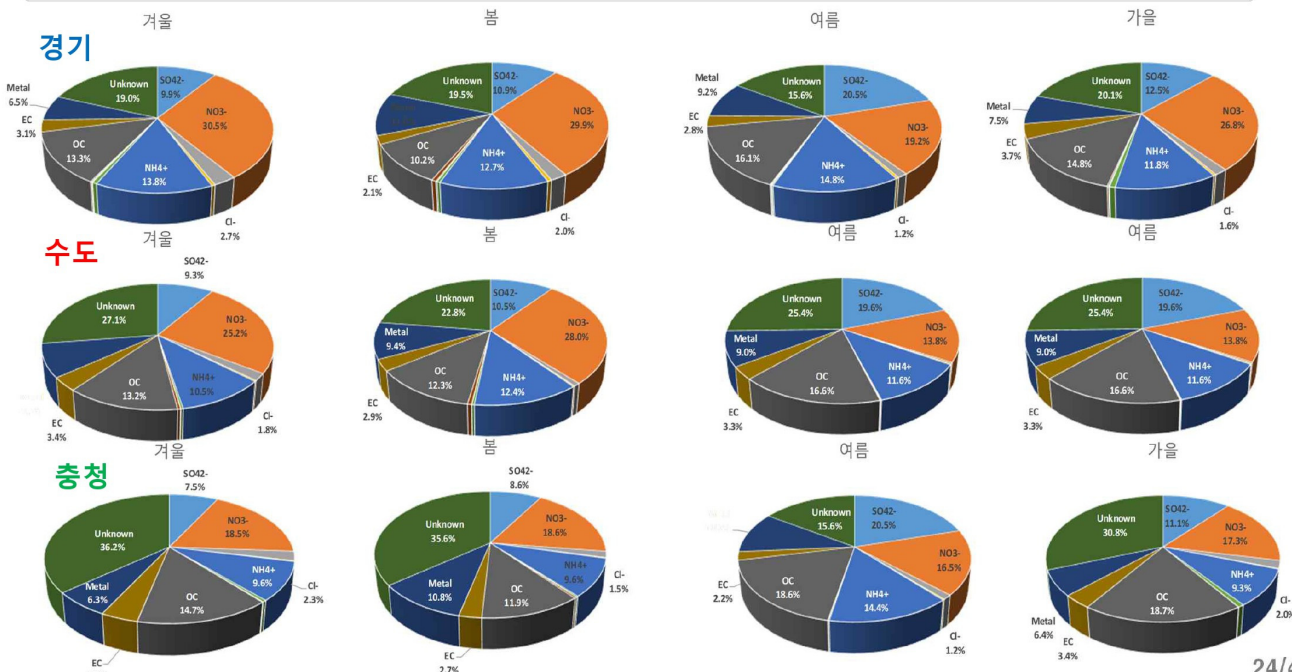
23/48

### 3. 연구과제 소개 I



#### 지역별 PM<sub>2.5</sub> 특성: 계절별 화학 조성 분석

- 전국이 유사하게 황산염+질산염약 40%를 차지, 여름철 황산염 급격히 증가한 만큼 질산염이 급격히 감소
- OC비율 충청권 가장 높음 / 암모늄 이온 경기권 가장 높음 / EC는 전체적으로 2~3% 차지



24/48

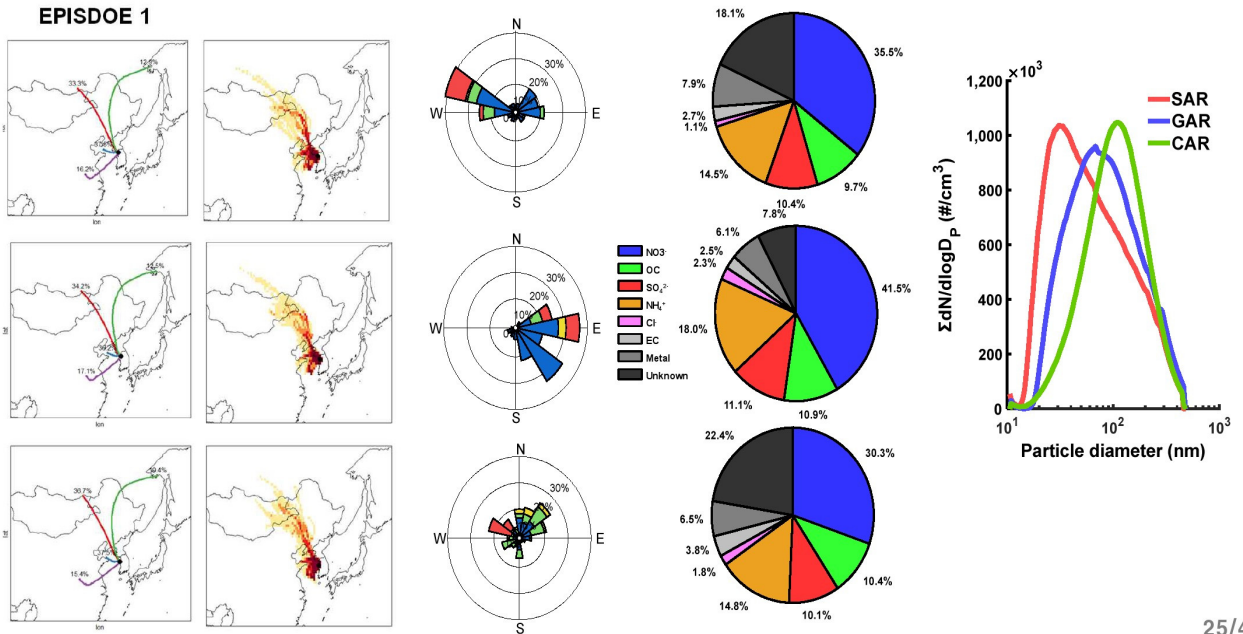
### 3. 연구과제 소개 I



#### 고농도 사례 및 지역별 PM<sub>2.5</sub> 물리화학적 특성

- Episode 1 : 2/12~2/14 → 수도권과 충청권은 동풍 및 서풍이 혼재, 경기권은 동풍이 지배적으로 나타남
- 지역적 정체로 인한 국내영향으로 발생 / 질산염이 가장 높고, 암모늄, 황산염, 유기탄소가 높음
- 수도권과 충청권의 비율이 유사하며, 경기권은 타 지역 대비 암모늄의 비율이 높고, 금속성분 비율이 낮게 나타남

EPISODE 1



25/48

### 3. 연구과제 소개 I

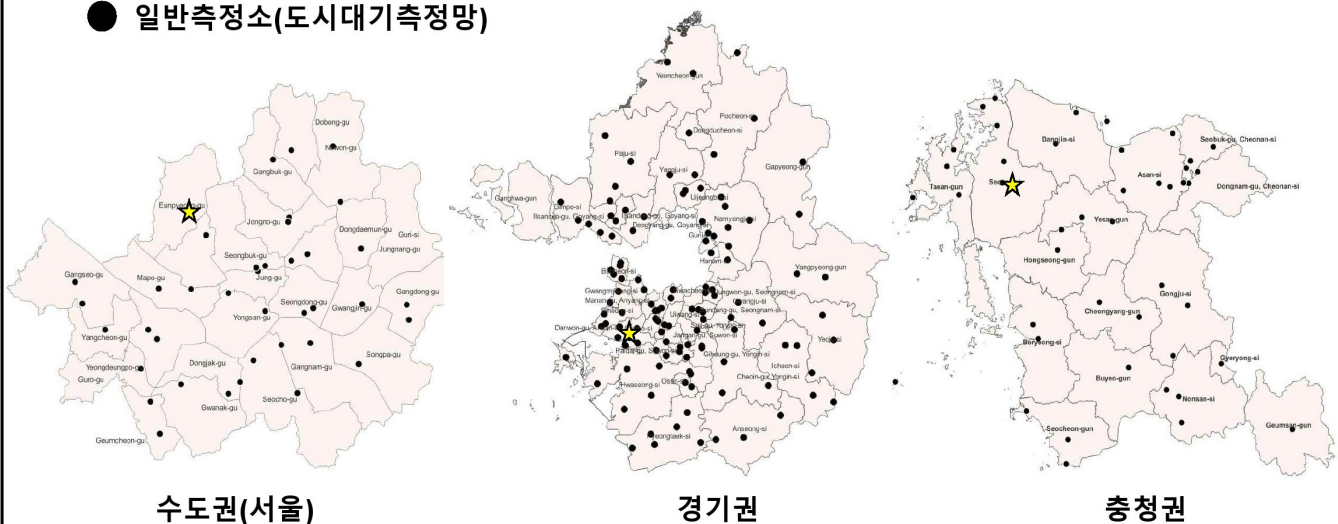


#### 대기환경연구소와 권역 내 측정소간 상관성 분석

- 도시지역 대기질 모니터링과 정책추진 결과 분석을 위해 대기측정망이 설치·운영되고 있음 (PM<sub>2.5</sub> 포함 기준물질)
- 2021년 기준 수도권 40개소, 경기권 123개소, 충청권 46개소가 위치해 있음 (도시+도로변측정망)
- 대기환경연구소와의 정합성 여부 판단을 위해 PM<sub>2.5</sub>를 대상으로 상관성 분석 수행

★ 집중측정소(대기환경연구소)

● 일반측정소(도시대기측정망)



26/48



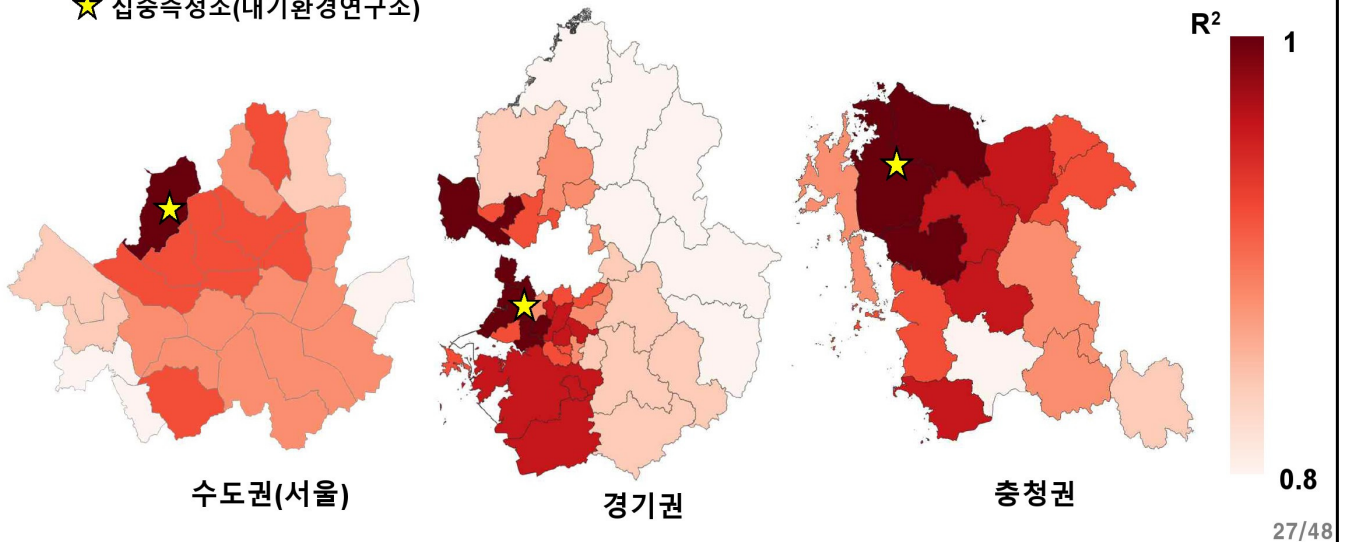
### 3. 연구과제 소개 I



#### 대기환경연구소와 권역 내 측정소간 상관성 분석

- 대기환경연구소와 일반측정소 간의 PM<sub>2.5</sub> 상관성 분석 수행 : 모든 측정소에서 R<sup>2</sup> 0.8 이상으로 높은 상관성이 나타남
- 서울의 경우 측정소가 위치한 은평구 측정소와 높은 상관성을 보이며 공간적으로 멀어질수록 낮은 상관성은 나타남
- 경기권은 안산을 기준으로 서쪽 해안에 위치한 지역에 높은(인천, 시흥 등)에서 높은 상관성을 보임, 동쪽으로 갈수록 낮아짐
- 충청권은 측정소가 위치한 서산과 당진, 홍성에서 높은 상관성을 보이며, 동쪽으로 이동할수록 상관성이 낮아짐
- 우리나라 주풍이 북서풍으로 서쪽에서 동남쪽으로 갈수록 상관성이 낮아지는 것을 확인할 수 있었음

#### ★ 집중측정소(대기환경연구소)



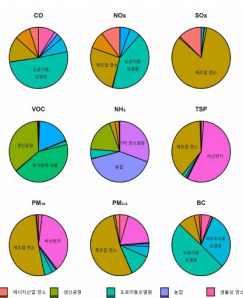
### 3. 연구과제 소개 I



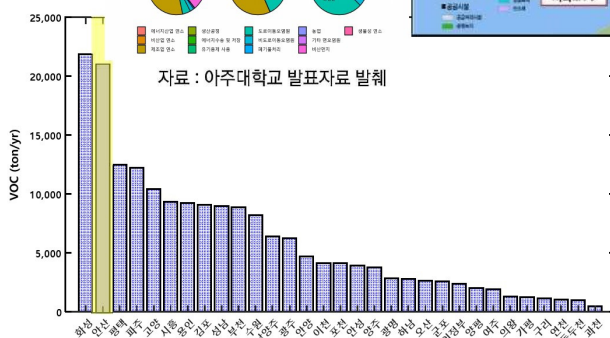
#### 광화학스모그에 따른 SOA 생성 특성 분석

- CAPSS : 경기도 배출량 전국 1위, 안산시 VOCs 배출량 지역 내 2위(1위와 유사) / 반월 및 시화 국가산업단지 위치
- 풍량이 적고, 북서풍 주풍, 정온상태 35.0~45.9% → 산업단지 영향 크고, 배출된 오염물질의 희석, 확산력 약함

안산시 배출원 분류(2019)



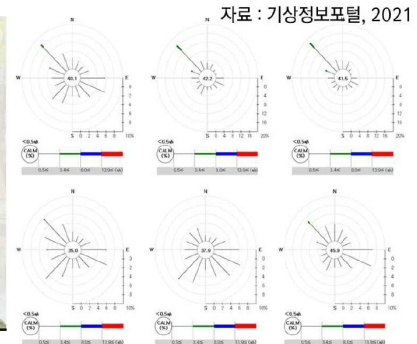
자료 : 아주대학교 발표자료 발췌



자료 : CAPSS, 2019



(자료 : 연합뉴스(15.07.13))



자료 : 기상정보포털, 2021

구 분	계(면적)	산업시설 구역	지원시설 구역	공공시설 구역	녹지구역	비 고
계(안산)	31,495	18,380	1,761	5,613	5,741	도로 1,987천m <sup>2</sup> 그 외 주차장, 운동장, 종말처리장 등 공공시설
반월국가 산단	15,374	7,929	427	2,086	4,932	
시화 국가 산단	안산	4,304	4,130	48	1	125 안산시 26.7%
	시흥	11,817	6,321	1,286	3526	684 시흥시 73.3%
	소계	16,121	10,451	1,334	3,527	809

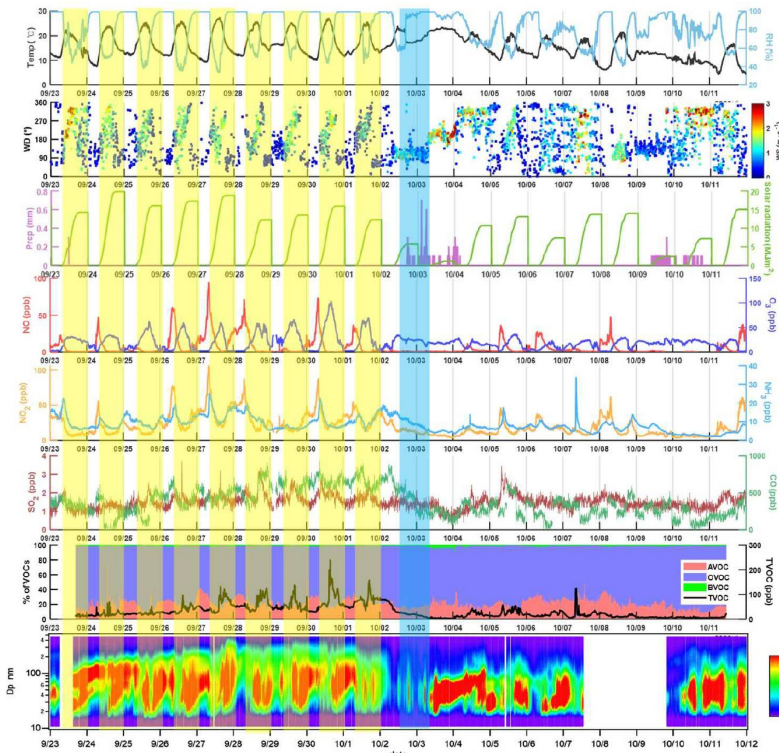
자료 : 블로그(안산 둘러보기) 28/48



### 3. 연구과제 소개 I



#### 광화학스모그에 따른 SOA 생성 특성 분석



- 측정기간 대상 수집된 정보 시계열 분석
- 강우이후는 반응성이 낮게 나타나 분석제외
- 노란라인은 SR을 기준 설정
- 파란라인은 강우지역
- 풍향은 강우전에는 일을 주기로 U자형 패턴을 보이나 강우이 후 패턴이 사라짐
- O<sub>3</sub>을 제외한 가스상 오염물질은 시계열 분석에서 유사한 농도변화 패턴을 보임 → 주변에 일관성 있는 배출원 존재
- SR과 온도, O<sub>3</sub> 피크가 유사하게 변화
- 노란라인 시작과 NO 최대피크 후 감소 일치
- VOCs는 노란라인 안에서 증가가 확인되나 상관성은 낮게 나타남

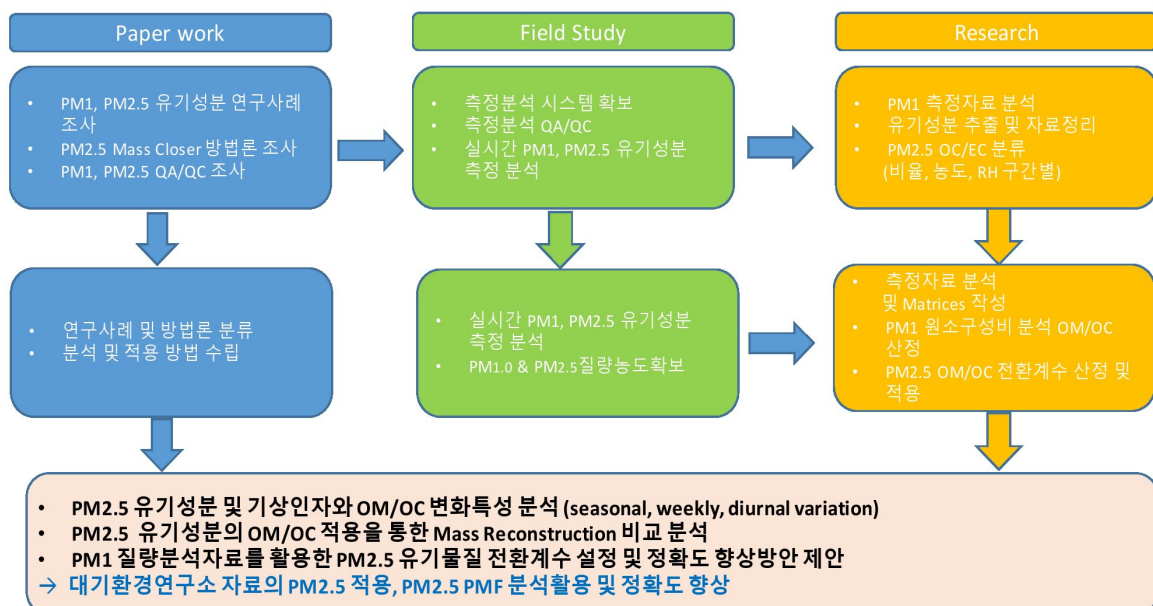
29/48

### 3. 연구과제 소개 I



#### AMS 데이터를 활용한 OM/OC 산정

- 지역별 OM특성 파악 → 현재는 수도권 대기환경연구소(불광동) 자료를 기반으로 한 OM이 제시되어 활용되고 있음
- 경기권 대기환경연구소 AMS 데이터를 기반으로 OM 산정 연구 → ㈜미세먼지연구소 김정호 소장
- AMS, SMPS, APS, QCM을 활용하여 PM<sub>1.0</sub>에 대한 밀도추정 연구 → 충남연구원



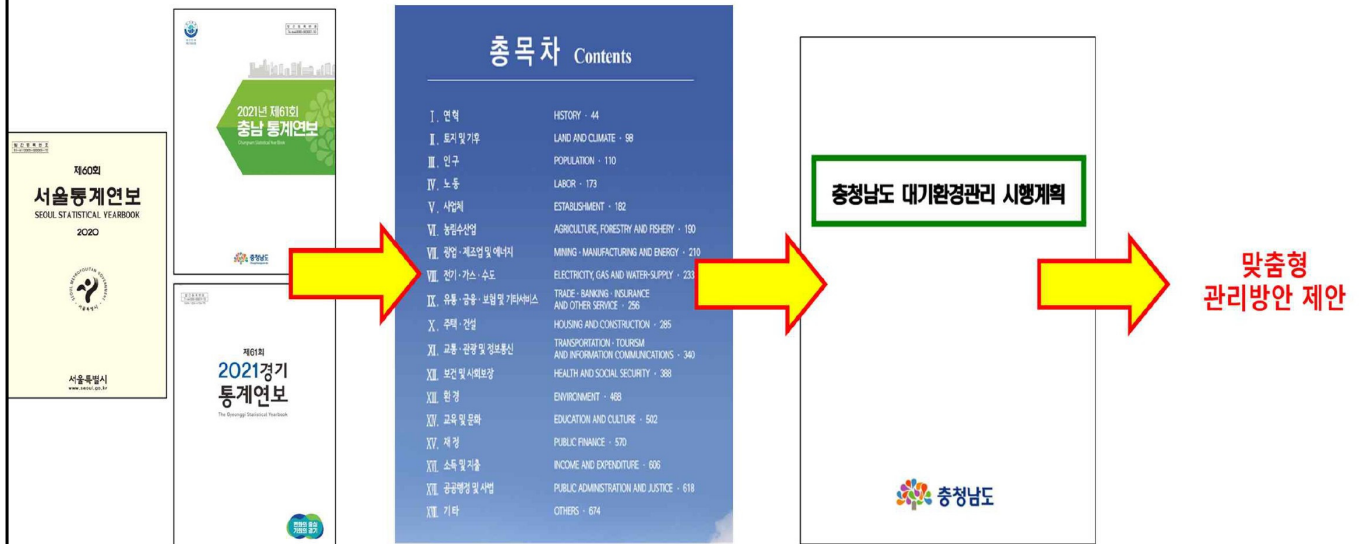
30/48

### 3. 연구과제 소개 I



#### 고농도 미세먼지 발생시 PM<sub>1.0</sub>과 PM<sub>2.5</sub> 국내외 영향에 따른 원인 상세 분석

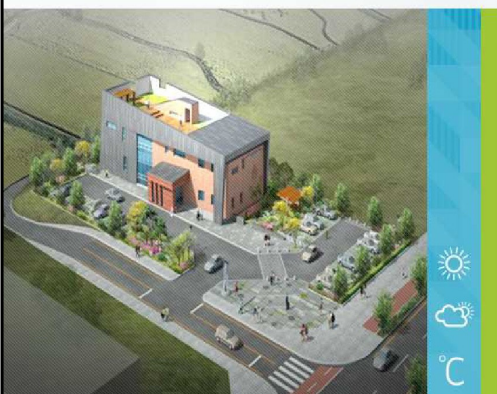
- 지역별 활용 가능한 통계자료 및 정책자료 확보 → 기초인자 분석 → 대기질 개선 관련 정책자료 수집 → 정책효과 분석
- 활용자료 : 인구, 자동차 등록대수, 기후환경, 토지이용, 에너지 및 산업시설, 배출시설 분포, 대기배출량, 대기측정망 농도 등
- 지역 맞춤형 정책 제안



31/48

### 3. 연구과제 소개 II

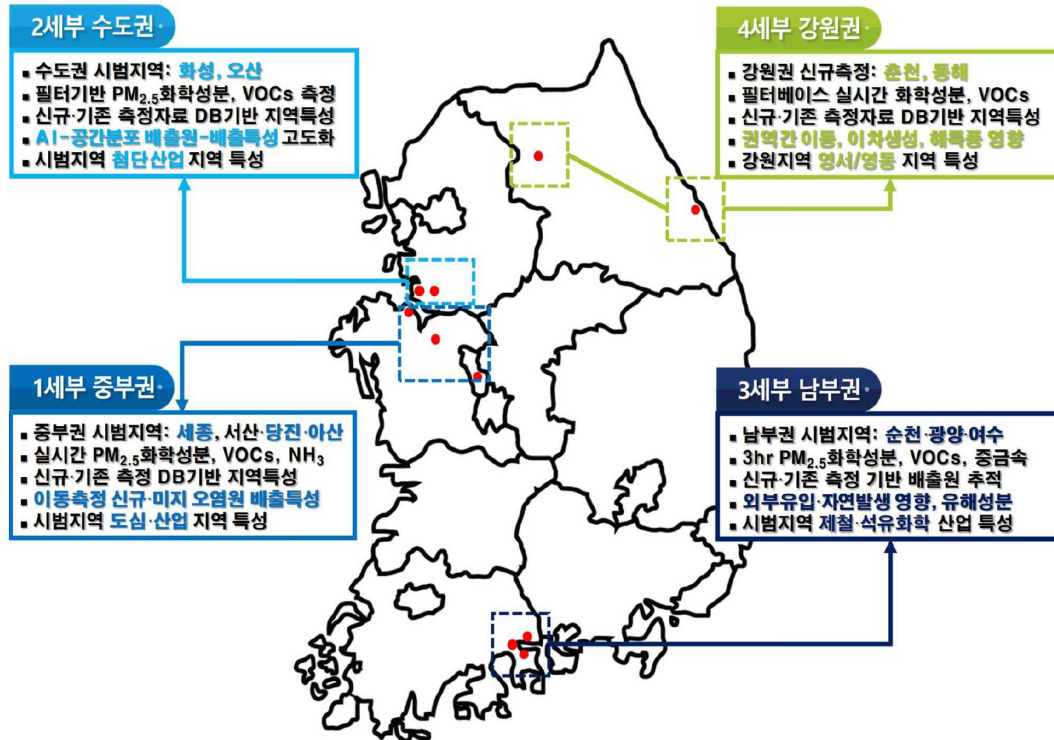
#### 시범지역 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 발생원인 규명



### 3. 연구과제 소개 II



#### 시범지역 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 발생원인 규명

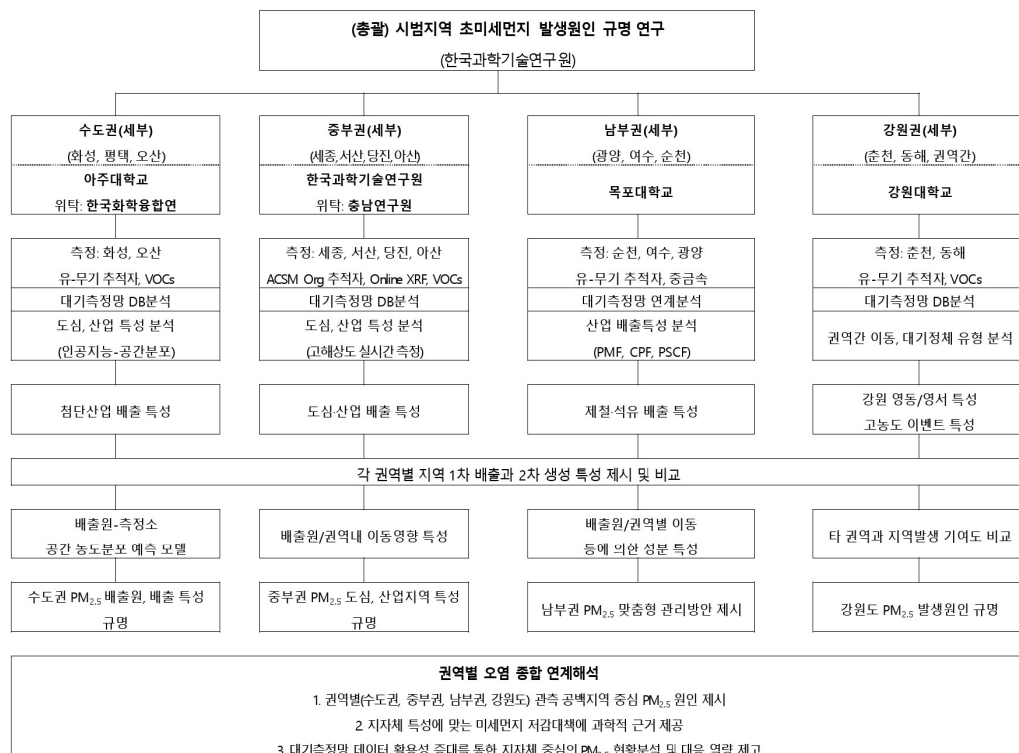


33/48

### 3. 연구과제 소개 II



#### 연구단 구성



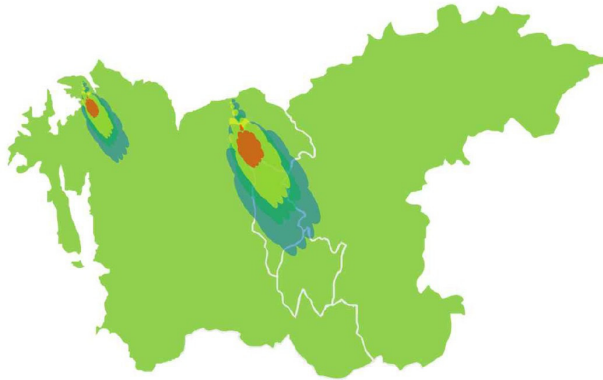
34/48



### 3. 연구과제 소개 II



#### ■ 실시간 측정기반 고정 및 이동측정을 통한 중부권 시범지역 지역적 특성 규명



성분특성 측정기반 배출원-수용지 관점

주관

KIST

고해상도 질량분석 기반 측정 시스템의 이동측정 플랫폼 구축 및 중부권 시범지역 집중·이동 측정을 통한 미세먼지 생성 특성 및 오염원 규명

ACSM, PTR-MS, XRF, Mobile lab



위탁

충남연구원

충청권 대기환경연구소 PM<sub>2.5</sub> 성분 특성과 중부권 시범지역 기초자료 분석 및 현장 지원 등을 통한 지역 맞춤형 개선 정책 제언

마을대기측정망, PM<sub>2.5</sub> 필터샘플



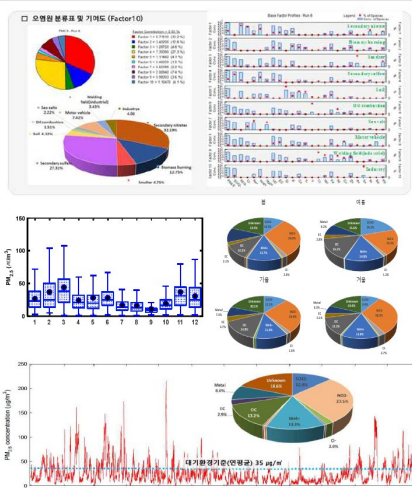
최종: 중부권 시범지역의 초미세먼지 및 전구물질의 지역적 특성 규명

35/48

### 3. 연구과제 소개 II



#### ■ 중부권 초미세먼지의 물리화학적 특성 및 지역 발생원 조사



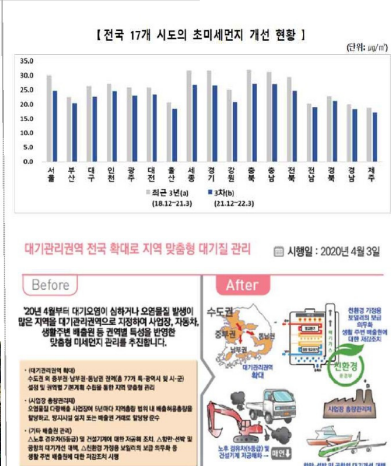
##### 충청권 대기환경연구소 기반 PM<sub>2.5</sub> 성분특성 분석

- 연평균, 월, 계절별, 일평균 농도 분석
- 고농도 미세먼지 시 물리화학 특성 분석
- PMF모형을 활용한 기여도 분석
- 오염물질간 상관성 분석



##### 중부권 시범지역 기초자료 분석 및 현장지원

- 시범지역에 대한 현황자료 분석
- 대기관련 조사(배출량, 농도, 배출원 등)
- 지역적 대기오염특성 분석
- 세부 집중측정 현장 지원



##### 대기환경 개선효과 분석 및 맞춤형 정책 제언

- 중권 기본계획에 따른 개선효과 분석
- 지역적 배출특성과 정책적합성 조사
- 지역 맞춤형 개선정책 제언

36/48

### 3. 연구과제 소개 II



#### 중부권 초미세먼지의 물리화학적 특성 및 지역 발생원 조사

- ▶▶ **충남연구원**: 위탁과제 기관으로 측정자료 확보/분석, 집중측정 공동 수행 및 지역 정책발굴/제안
- ▶▶ **충청권대기환경연구소**: 실시간 데이터 자료 공유 협조
- ▶▶ **충남보건환경연구원**: 집중측정, 필터샘플링 등을 위한 장소 협조
- ▶▶ **중부권 미세먼지연구관리센터**: 데이터 활용을 통한 지역 정책 개발, 공동연구 및 업무협력 협조
- ▶▶ **당진, 아산시 및 충청남도**: 측정 위치선정 및 현장 지원 / 제안된 정책에 대한 현장적용



37/48

### 3. 연구과제 소개 II



#### 중부권 초미세먼지의 물리화학적 특성 및 지역 발생원 조사

- 충남지역 연구 네트워크 운영  
: 충남도 및 시군 - 충남보건연 - 미세먼지 연구센터 - 충청권대기환경연구소
- 데이터 기반 충남지역 대기질 특성 분석 (AQMS, 마을대기측정망, 대기환경연구소)
- 필터기반 집중측정 (당진, 아산시) / 현장 이동관측 지원
- 집중측정 및 측정소 데이터 연계 PM<sub>2.5</sub>의 물리화학적 특성 분석 / 정책제언

연차	지역	중부권 주관 - KIST	위탁 - 충남연구원
1차년도 (2023)	도심 (세종)	이동측정 플랫폼 (Mobile Lab; ML)	고정측정 플랫폼 (Bongo EV; ACSM)
		ML 정비 및 테스트 측정	ACSM, XRF, PTR-MS 구축 및 테스트 측정
		상세 이동측정계획 수립, 고정측정 지점 선정 및 예비 측정(6월)	유기성분 선정
		이동(ML) 및 고정(ACSM) 본 측정 수행 (9, 10, 11월)	장소 확정
2차년도 (2024)	산업 (당진)	차량영향 예비결과	성분 분석
		실시간 성분 예비결과	시료 채취
		필터성분 예비결과	지역적 특성 예비결과
		지역적 특성 예비결과	지역적 특성 예비결과
3차년도 (2025)	통합	예비결과 확정 심화분석, 오염지도 제시, ACSM PMF 배출원 기여도 제시, 전구물질 특성 제시 등	예비결과 확정 심화분석, 오염지도 제시, ACSM PMF 배출원 기여도 제시, 전구물질 특성 제시 등
		중부권 도심(세종)과 산업(당진) 지역의 초미세먼지 및 전구물질의 지역적 특성 제시	중부권 도심(세종)과 산업(당진) 지역의 초미세먼지 및 전구물질의 지역적 특성 제시

38/48



### 3. 연구과제 소개 II



#### 중부권 초미세먼지의 물리화학적 특성 및 지역 발생원 조사

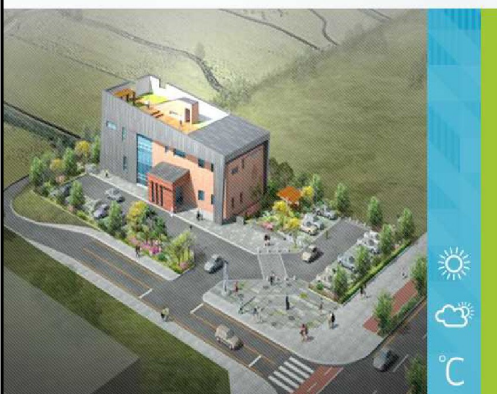
- ≫ 충남 대기오염물질 배출량 전국 (3위) → **충남 서북부 4개 시**(당진, 서산, 천안, 아산)의 기여도 높음 (64.5%, CAPSS, 2019)
- ≫ 당진시 충남 내 배출량 1위(31.4%), 아산시 5위 (65%) / 당진→아산으로 영향(충남 내 인구밀도 2위)
- ≫ 아산시 탕정면 중금속, 포름알데하이드 고농도 관측 (신도시 및 산업단지 조성에 따른 환경영향평가 결과)



39/48

### 3. 연구 사례 소개 III

#### - 충청남도 마을대기측정망 통합운영





### 3. 연구사례 소개 I



#### 석탄화력발전소에 의한 대기질 악화 → 관리 필요성 인식

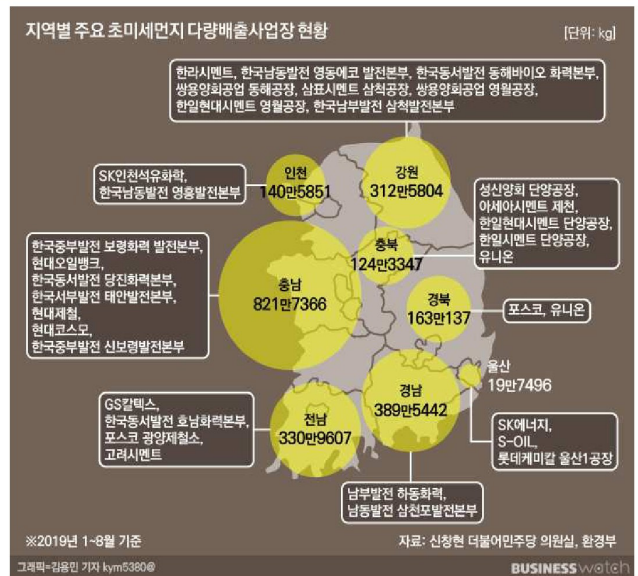
- ❶ 전국 주요 초미세먼지 다배출사업장 기준 총배출량의 35.7% 충청남도 배출(2019. 1~8월 기준)
- ❷ 석탄화력발전소에 의한 대기질, 기후변화 가속화 우려로 과학적 기반 기초자료 구축 필요

2018년 전국 대형사업장 미세먼지 배출량

지역	사업장(개)	미세먼지(톤)	배출량 비중(%)
충남	59	16,233	29.0
전남	57	9,462	17.0
경남	54	8,036	14.0
강원	26	5,859	11.0
울산	51	3,415	6.1
⋮	⋮	⋮	⋮



한국환경공단 2018년 통계자료  
2019.10. 대전MBC



비즈니스와치(2019.11.01.)

41/48

### 3. 연구사례 소개 I



#### 충청남도 대기오염 측정망

2021.06. 기준

- 충청남도 국가대기 측정망 현황 : 도시대기측정소(AQMS) 37개소, 도로변측정소(RAQS) 2개소
- 지역별 측정소 개수 : 아산(6) > 천안(5) > 서산(4) > 태안, 서천(3) > 당진, 보령(2) / 충남 도민 57,216명당 1개 AQMS



국가대기 측정망(충청남도 보건환경연구원 관리)

##### 한계점 1

도시대기 측정을 목적으로 하기 때문에 주거지역 위주의 배치되어 있어 발전소 주변 지역 대기질을 판단하기에 무리가 있음

##### 한계점 2

측정소 위치를 화력발전소 기준으로 계산하면 태안화력을 제외한 모든 측정소가 10 km 이상 떨어져 있음

##### 한계점 3

충남지역에 화력발전소가 위치하는 시군별 대기측정소는 태안군 및 서천군 3개소 당진시 및 보령시 2개소가 전부인 실정임

42/48

### 3. 연구사례 소개 I



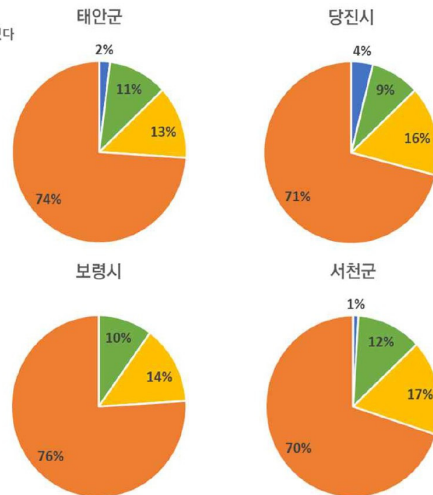
#### 충청남도 대기오염 측정망

- 충청남도 민간대기 측정망 현황 : 보령 12개소, 당진 11개소, 태안 10개소, 서천 5개소
- 발전사별로 정보를 별도로 제공하며 뚜렷한 지침이 없어 도민들의 정보 취득에 불편함이 있음



민간대기 측정망(발전3사 관리)

- 매우 잘 알고 있다
- 대략적으로 알고 있다
- 내용은 잘 모른다
- 처음 들어본다



발전사 사후영향평가 및 자체모니터링 인지도

43/48

### 3. 연구사례 소개 I



## 마을대기측정망 통합정보센터 구축



- (17.11.) 발전 3사 지속 가능 상생발전 실무추진단 회의  
마을대기측정망 道 통합운영 등 협의
- (18.05.) 발전 3사 ↔ 충청남도 상생발전 업무협약 체결(포괄적 협약)
- (18.12.) 충청남도 마을대기측정망 통합시스템 구축·운영 협정('19~'23)  
발전 3사 : 시스템 구축 및 운영 등 사업비 납부(법정기부금)  
충청남도 : 사업 총괄, 충남연구원에 사업비 지원(출연)  
충남연구원(서해안기후환경연구소) : 시스템 구축 및 운영
- (20.09.) 마을대기측정망 통합시스템 개발 완료
- (20.10.) 마을대기측정망 통합시스템 설치
- (20.11.) 마을대기측정망 통합정보센터 개소
- (21.05.) 마을대기측정망 유지보수 위탁관리 용역 계약

44/48



### 3. 연구사례 소개 I



#### ■ 마을대기측정망 통합정보센터 역할

##### 💡 설립목적

충청남도 내 마을대기측정망의 통합운영 관리로 도내 대기질측정체계의 신뢰를 향상하고, 도민 대기질 정보서비스 질 향상과 대기질 정책의 과학적근거 제공

##### 💡 추진전략

1. 빈틈없는 측정망 관리, 꼼꼼한 데이터 축적
2. 가치 있는 정보분석, 실효성 있는 정책 제안
3. 함께하는 미세먼지 대응

#### 산후 마을대기측정소



〈 마을대기측정망 측정소 예시 〉

구분	시·군	측정소명	주 소
보령시 (11곳)	교성 / 교성1리 마을회관	충남보령시오천면 김신길31	
	남포 / 삼현1리 노인회관	충남보령시남포면 병곡삼현길 590(삼현1리)	
	송학 / 송학초등학교	충남보령시주교면 토정로 796-52	
	신북 / 오천면사무소 어항출장소	충남보령시대천면중앙길 46	
	오천 / 오천초등학교	충남보령시오천면 송정수영로 822	
	오포 / 발전소 남부회치리장	충남보령시오천면 오산책안로 89-37	
	함산 / 함산마을회관	충남보령시오천면 함산도1길14	
	주포 / 주포면사무소	충남보령시주포면 병곡읍성길 39-1	
	죽림 / 함천사육	충남보령시봉황로80 함천사책내 201동	
	천북 / 천북초등학교	충남보령시천북면 화곡길 45	
	학성 / 학성초등학교	충남보령시천북면 학성길 94-26	
당진시 (11곳)	교로 / 양진 화북분부	충남당진시면천면 면천로 623(상상리 945)	
	금원 / 신명면사무소	충남당진시신명면 신명로 834(금원리 458)	
	사관 / 신당진면사무소	충남당진시정미면 정미로316(사관리 231-2)	
	삼봉 / 석문초등학교	충남당진시석문면 대호로 1533-6(삼봉리 802)	
	성상 / 면천면사무소	충남당진시면천면 면천로 623(상상리 945)	
	용두 / 고대면사무소	충남당진시고대면 구정리길 9(용두리 664-1)	
	운산 / 합덕읍사무소	충남당진시합덕읍 예곡로 403(운산리 675-172)	
	원암 / 당진예고학원	충남당진시석문면 대호로 2222-17(교로리 2893)	
	적서 / 적서리 마을회관	충남당진시대호면 대호로 662(적서리 156-9)	
	중흥 / 송악초등학교	충남당진시송악읍 송악로663-1(중흥리 257)	
	통정 / 석문면사무소	충남당진시석문면 통정3길2-1(통정리 393-1)	
서천군 (5곳)	내도동 / 내도도 마을회관	충남서천군서천 서천로317번길21(마령리 74-1)	
	마령 / 마령초소	충남서천군서천 마령로 151-2	
	오포 / 오포 마을회관	충남서천군서천 서천로415번길36(도동리 716)	
	송정대 / 송정대 사택	충남서천군서천 송정대로 130(도동리 1-4)	
	출원 / 출원 마을회관 이전부지	충남서천군서천 도로로 957-7	
태안군 (11곳)	고남 / 고남면사무소	충남태안군고남면 안면대로 4254-12	
	관리 / 이원초등학교 관동분교	충남태안군이원면 관리로 572-1	
	내리 / 이원초등학교 내리분교	충남태안군이원면 내리로 2431	
	대기 / 대기초등학교	충남태안군 원북면 대기길 12-21	
	반개 / 원북초등학교	충남태안군 원북면 원개로 849-3	
	방갈 / 방갈2리 마을회관	충남태안군 원북면 방갈로길 29	
	산후 / 산후1리 다목적회관	충남태안군태안면 방나루길 390	
	안기 / 안기2리 마을회관	충남태안군군북면 방갈길 6-4	
	외항 / 외항리 보건지소	충남태안군소원면 개죽길 25-9	
	이곡 / 이곡1리 다목적회관	충남태안군원북면 이곡1길 14	
	평원 / 평원3리 다목적회관	충남태안군태안면 평원길 77	
고정대기 측정망	당진시	석문(대난지도)	충남당진시석문면 교로리 난지도리 177-62, 당진시청소년수련원
	보령시	청리(청리면)	충남보령시청리면 나원리 749

45/48

### 3. 연구사례 소개 I



#### ■ 세부사업

##### · 마을대기측정망 주변 지역 대기오염 정보제공과 DB 구축

- ✓ 측정망 유지관리
- ✓ 측정기기별 정도관리(등가성 평가)
- ✓ 정보시스템 운영
- ✓ 측정망 주변 환경 개선 사업

##### · 대기질 정보 활용성 제고와 정책지원

- ✓ 연간보고서 작성
- ✓ 정책지원 연구과제 수행
- ✓ 전문가 그룹 네트워크 구축

##### · 지역주민 미세먼지 대응 역량 강화

- ✓ 맞춤형 마을 미세먼지 정보 제공
- ✓ 함께하는 미세먼지 측정 교육
- ✓ 찾아가는 마을대기 관련 민원 상담
- ✓ 홍보물 제작·배포



〈 마을대기측정망 상황실 〉



46/48

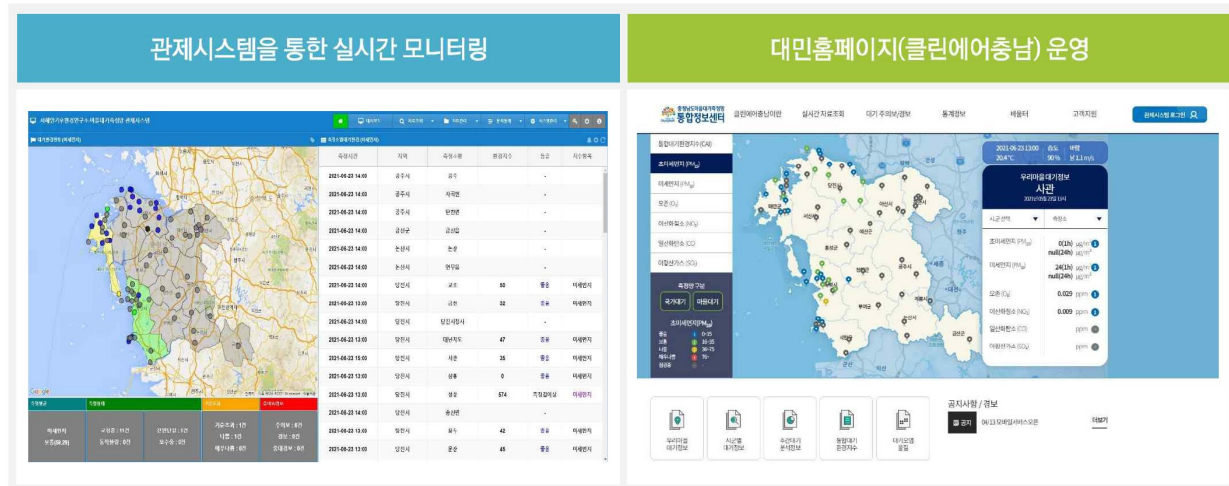


### 3. 연구사례 소개 I



#### 관제시스템 및 대민홈페이지 운영

- 관제시스템을 통해 데이터 수집 및 실시간 모니터링 함으로써 정도관리를 수행함
- 관제시스템으로 수신되는 데이터는 마을대기측정망 뿐만 아니라 국가대기측정망 측정값도 포함됨
- 현재 대민홈페이지(클린에어충남)를 시범 운영 중에 있으며 추후 모바일 서비스를 오픈할 예정임



47/48

감사합니다.





#### **4. 공편익을 위한 도심 에어로졸 연구: 대기질-기후-건강**





# 공편익을 위한 도심 에어로졸 연구: 대기질-기후-건강

임 세 희

충남대학교 환경공학과, 환경IT융합공학과

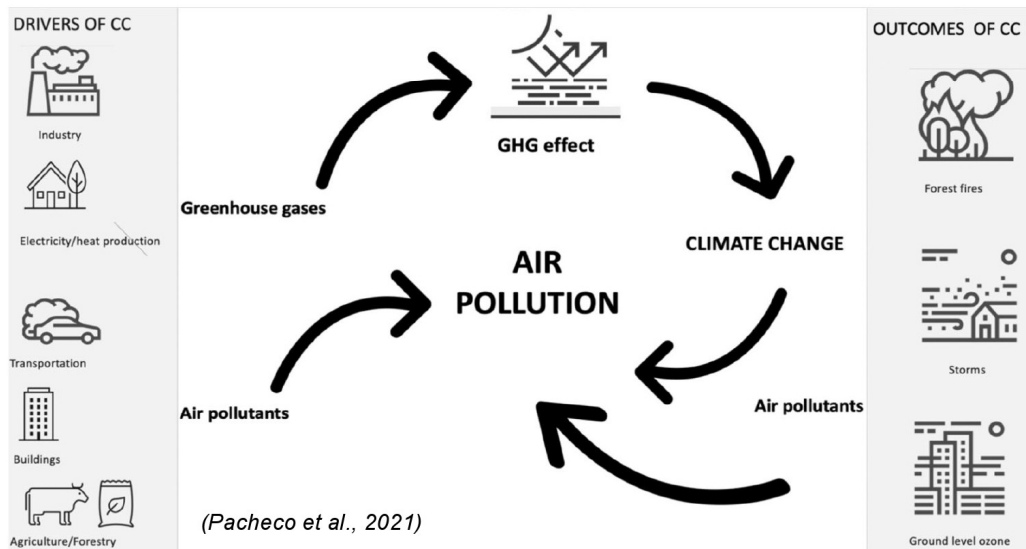
2024년 1월 9일 @ 금강유역환경청

## Contents

1. Context of Study
2. Introduction to research at ACCLab
3. Outlook

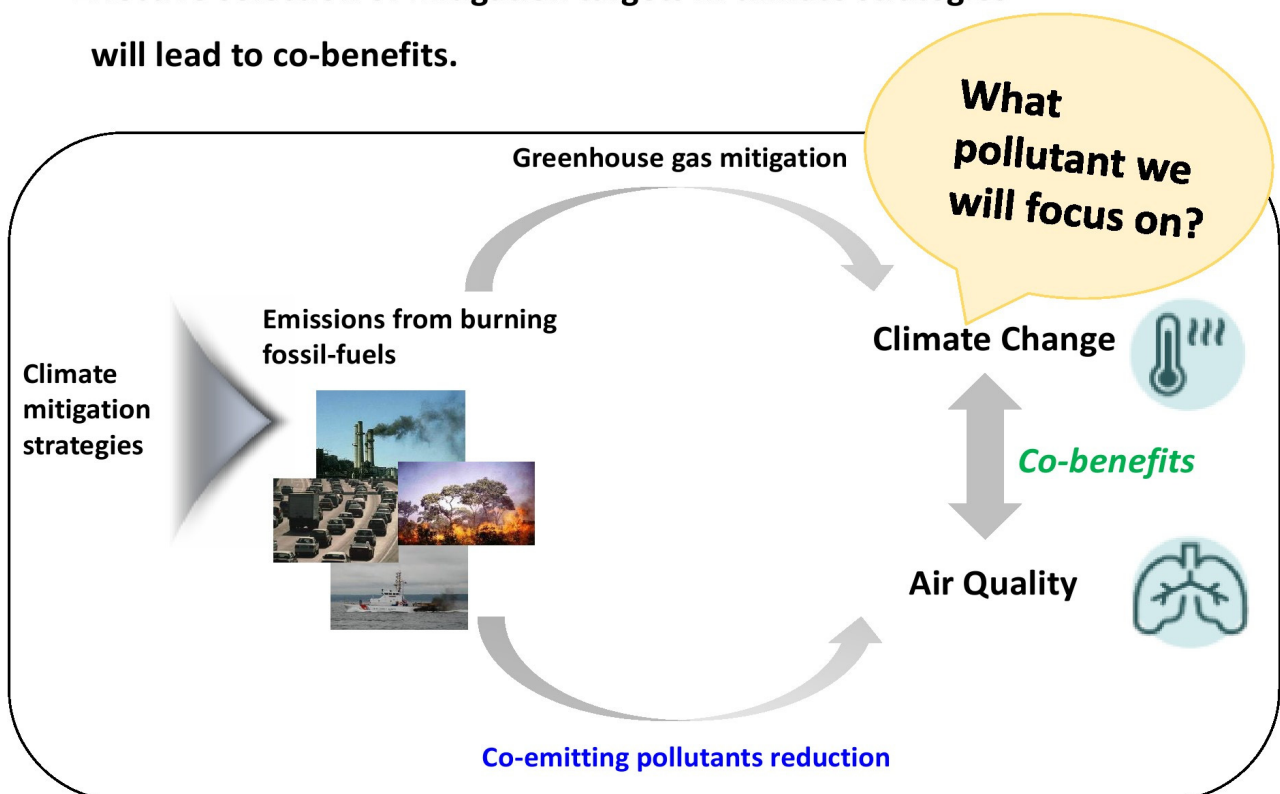
# Air Quality and Climate Change

- Air quality and climate change are intimately connected.

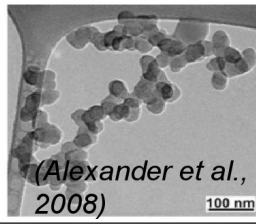


## Co-benefits

- Effective selection of mitigation targets in climate strategies will lead to co-benefits.



# What is Black Carbon ?



(Alexander et al., 2008)

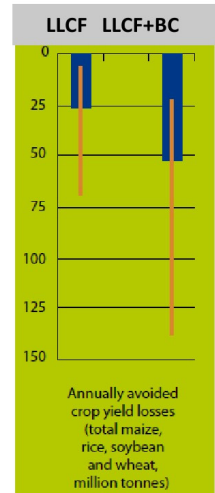
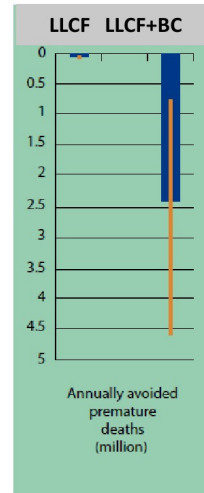
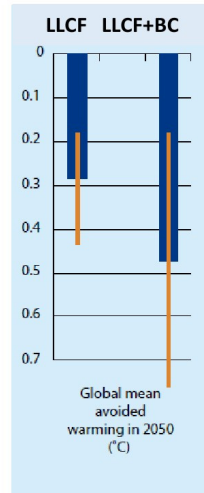
## 블랙카본 (Black carbon; BC):

Light-absorbing carbonaceous particulate matter directly emitted from fossil-fuel combustion and biomass burning

Climate change Human health Food security

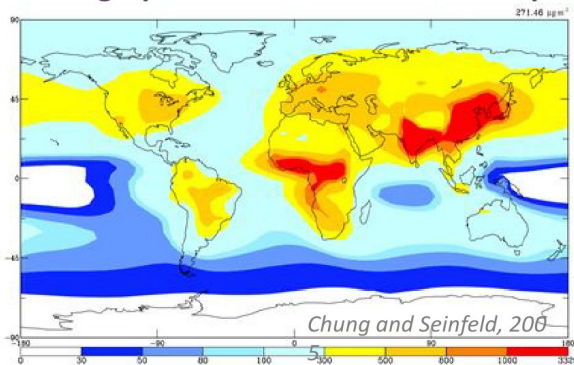


## Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone Summary for Decision Makers

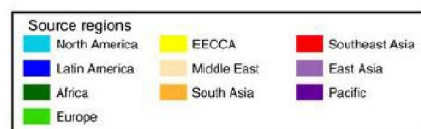


# BC Distribution & emission sources

## Geographical distribution of atmospheric black carbon mass concentrations

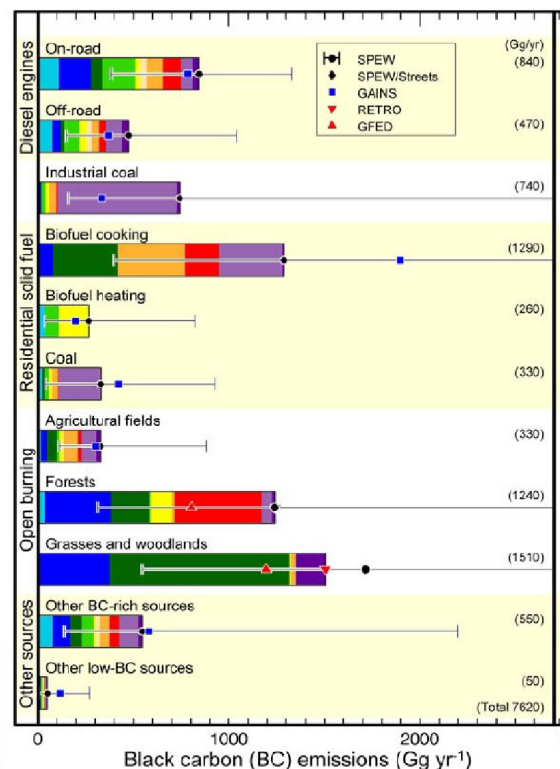


- Global:** Fossil & bio fuels, 4770 Gg yr<sup>-1</sup>  
Open biomass burning, 2760 Gg yr<sup>-1</sup>
- Regional:** Contribution of each source highly varies.  
e.g., Europe, fossil & bio fuels, >90 %  
Africa, open biomass burning, > 60 %



Adapted from Bond et al., 2013

## BC emissions in year 2000 by regions





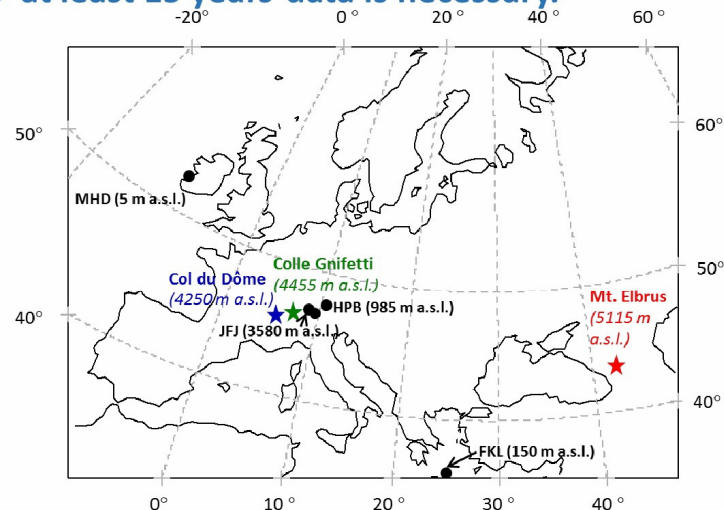
## Recent trends in BC conc. over Europe

Lim, PhD thesis

### ○ Reconstruction of atmospheric BC from snow/ice archives

- Question: Mitigation strategies have worked well?
- Issue: No long-term observational data exist to assess the policy.

→ at least 15 years-data is necessary.



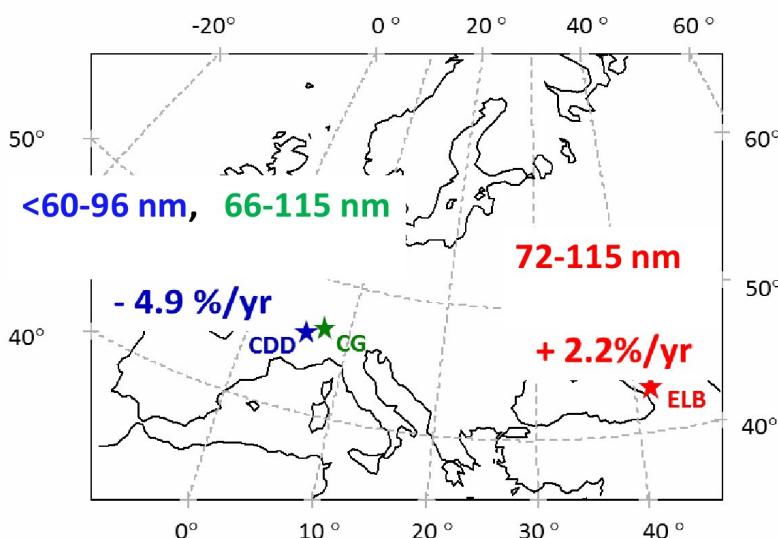
Time period: 2006-2012 1998-2008 1998-2009

## Recent trends in BC conc. over Europe

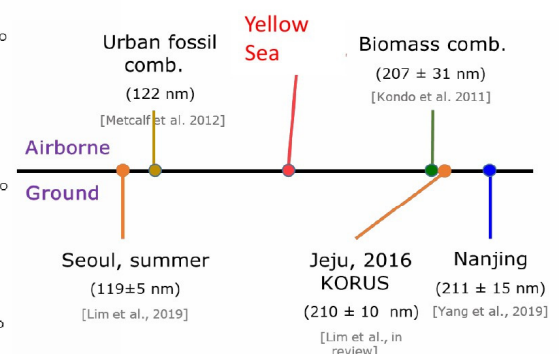
Lim, PhD thesis

### ○ Reconstruction of atmospheric BC from snow/ice archives

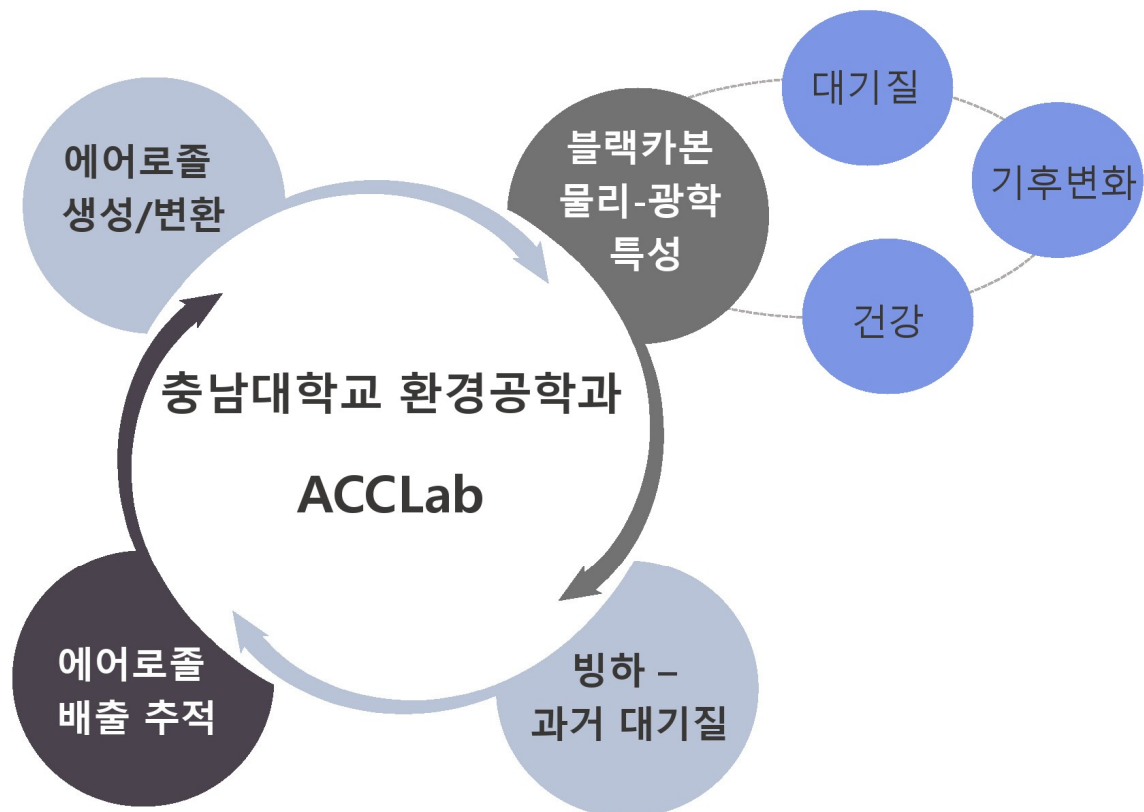
- Divergent trends, which are from different mitigation strategies?
- The size of BC indicates different emission sources determining its trends.



### [ MMD of Atmospheric BC]



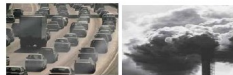
## Research at ACCLab



## $^{14}\text{C}$ -based source apportionment

Lim et al., 2019, 2020, 2022

Fossil-fuel combustion source (%)



Contemporary Source (%)



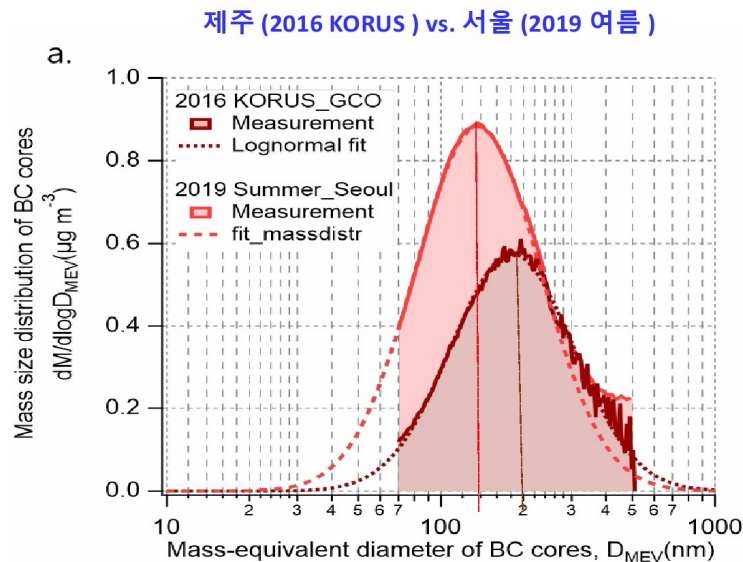
	Seoul (n=33)	TRF (n=11) 경기도 태화산	Beijing (n=31)
Total Carbon			
Elemental Carbon			

$$F_{ff}(TC) = \frac{f_M(TC) - f_M(c)}{f_M(ff) - f_M(c)} \times 100, \quad F_c(TC) = \frac{f_M(TC) - f_M(ff)}{f_M(c) - f_M(ff)} \times 100$$

## BC – Physical properties

### ○ Source-dependent size distributions of BC

- Fossil-fuel combustion emits smaller BC than biomass burning does.



NIMS, 2019; Lim et al., 2023

11

## BC – Mixing state

### ○ Mixing state impacts on radiative forcing

- Internally-coated BC has stronger light-absorbing ability.



12

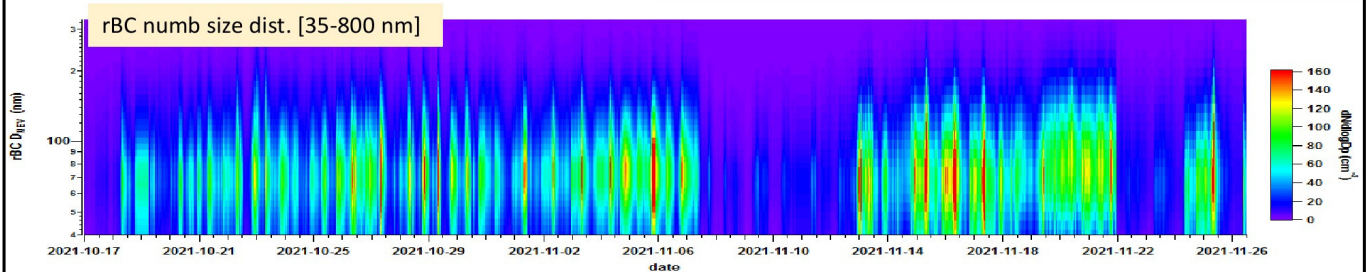
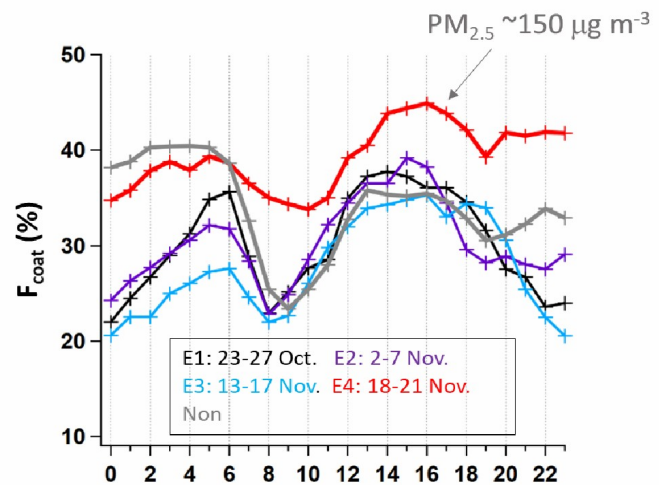


# BC – Mixing state in Seoul (2021 GMAP)

NIER, 2021

@ Olympic park, Seoul, 2021

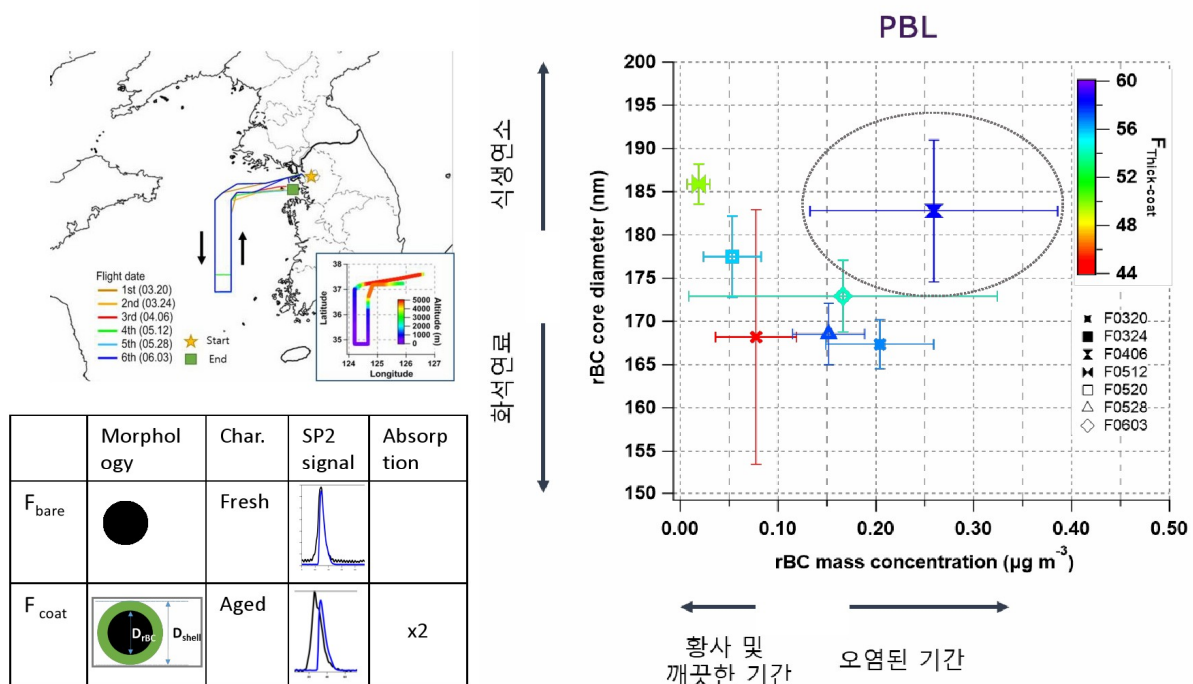
- Fresh emissions at rush-hour
- Vehicle emissions with small rBC
- These rBC accounts for 10~20% of total aerosol number



# BC – Airborne measurements

NIMS, 2020

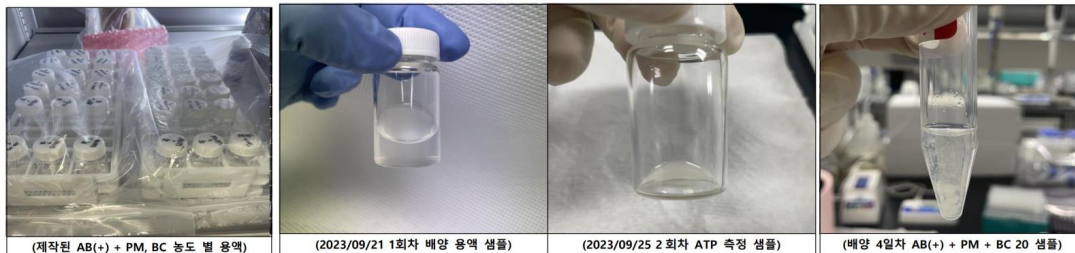
○ Airborne measurements @ Yellow Sea, 2020



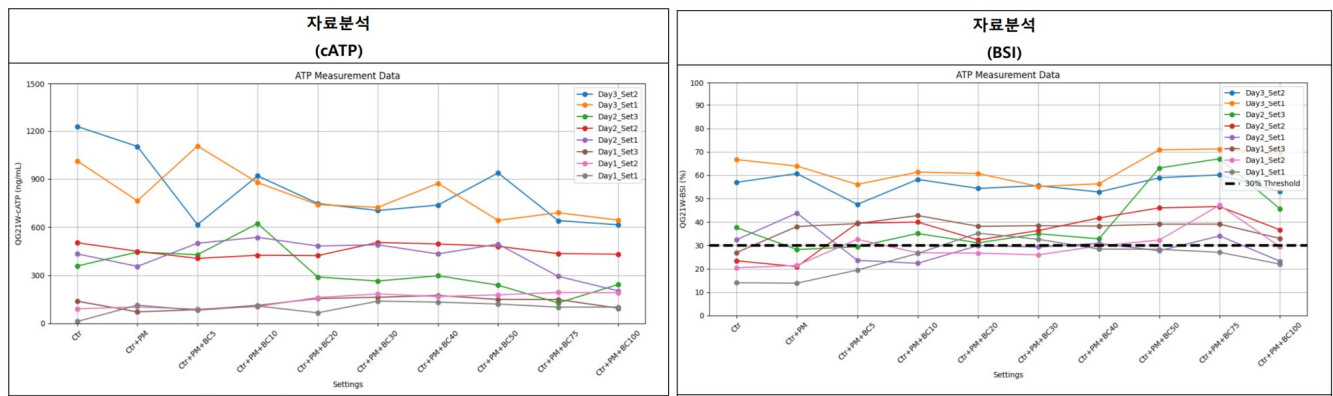
# Aerosol health effects – microbe test

## ○ C, N isotopes-based PM<sub>2.5</sub> source apportionment

[PM과 BC 농도에 따라 PA14(Pseudomonas aeruginosa) 배양]



[APT test – 미생물의 활동도 (좌) & 스트레스 지수 (우)]

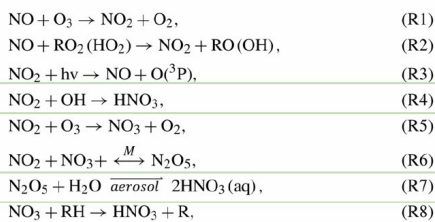


## Nitrate – oxidation pathway

2018-2019 @ Seoul  
PM<sub>2.5</sub> sampling

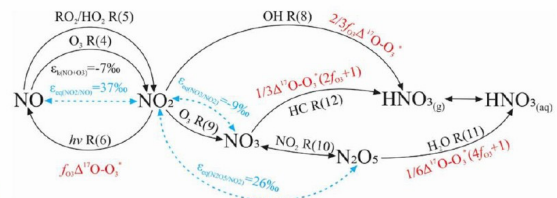
Atmospheric  
Chemistry  
and Physics  
EGU  
Lim et al., 2022

## ○ O, N isotopes-based formation mechanisms of PM<sub>2.5</sub> nitrate



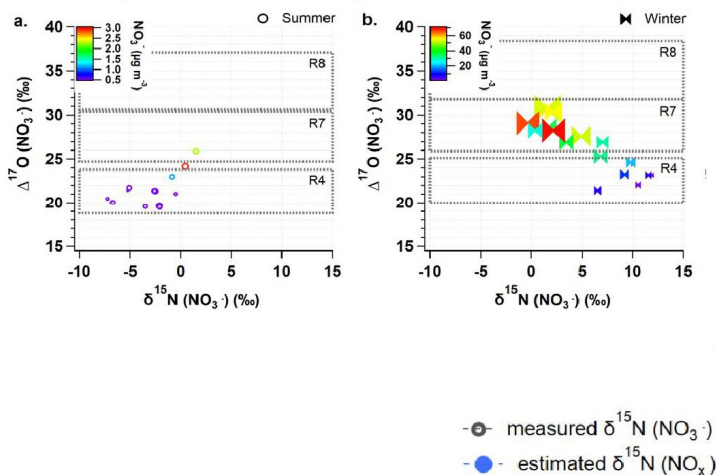
OH pathway (Daytime)

N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pathway (Nighttime)  
NO<sub>3</sub> pathway (Nighttime)

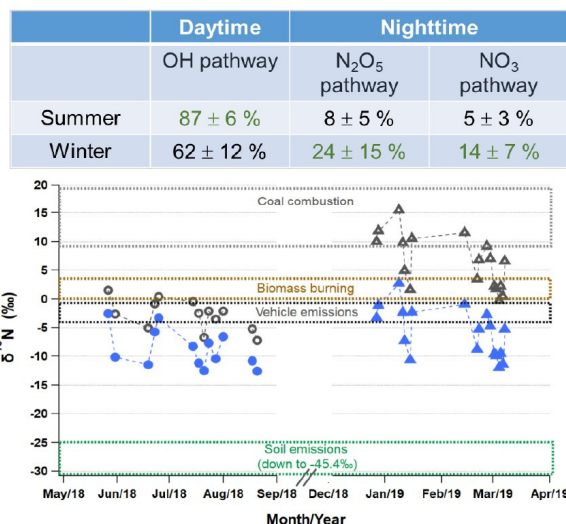


Rose et al., 2019

### [ Oxidation pathway from Dual isotopes ]

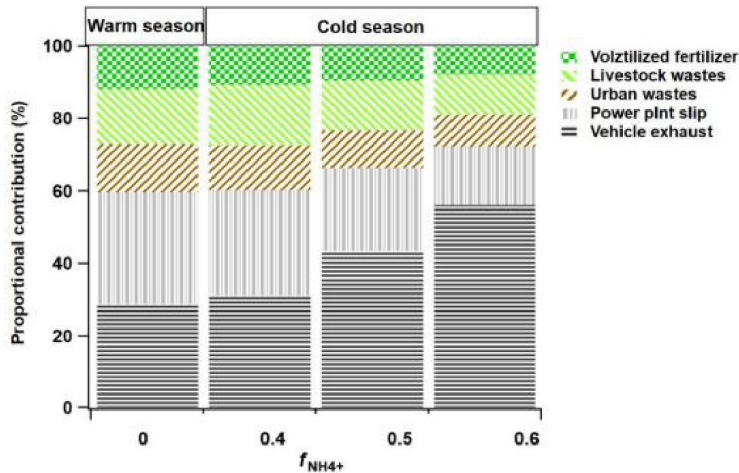


### [ Isotope mixing modeling ]

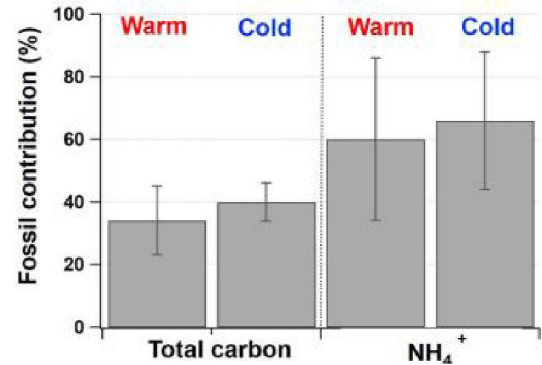


## ○ C, N isotopes-based PM<sub>2.5</sub> source apportionment

[ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> source contribution from N isotopes ]



[ Fossil-source contribution on TC & NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ]



## Outlook

- 공편익 고려한 대기오염물질 특성화 결과를 단기/장기 관리 정책 수립에 활용

지역 특화  
보건 위생학적  
정책 수립

- 온도상승, 가뭄, 산불 발생에 따른 대기오염물질 생성/변환 가능성 추적 및 기후 상황별 최적 적응 방안 수립

- 오염원별 최적 맞춤 배출 저감정책 및 계절 맞춤형 대기질 관리 전략 수립

지역특화  
계절관리제 수립

기후변화  
대응기술 개발

지속가능 지구환경



# 경청해 주셔서 감사합니다

