CNI세미나 2024-01

중부권 대기질 개선방안 마련을 위한 세미나

일 시 2024년 1월 9일(화) 10:00~12:00

장 소 금강유역환경청 2층 중회의실

충남연구원
ChungNam Institute

CNGEC 충남녹색환경지원센터

중부권 대기질 개선방안 마련을 위한 세미나

Ⅰ 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 연구교류를 통해 이를 논의하고자 함

Ⅱ 추진목적

○ 중부권 대기질 개선을 위한 관·학·연간 연구분야 공유

○ 공동연구방안 논의

Ⅲ 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
10:45~11:10	25분		충남지역 대기질 현황 및 정책 이슈	김종범 책임연구원
11:10~11:35	25분		공편익을 위한 도심 에어로졸 연구: 대기질-기후-건강	임세희 교수
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)-충남서해안기후환경연구소(기후변화)-746-201-01 사무관리비

【별첨 1】

참석자 명단 (30명)

	소 속	직 위	이 름	
1	충남연구원 (9)	연구위원	이상신	
2		책임연구원	김종범	발제 1
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	
17		팀장	김나래	발제 3
18		환경연구사	조광곤	
19		환경연구사	고영재	
20		전문연구원	맹경태	
21		전문연구원	김지혜	발제 4
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

" 건강한 환경 행복한 미래 "

측정분석과 주요 업무 소개 및 PAHs 분석기법 연구

2024.1.9.

금강유역환경청
Geum River Basin Environmental Office

Part 1. 측정분석과 주요 업무 소개

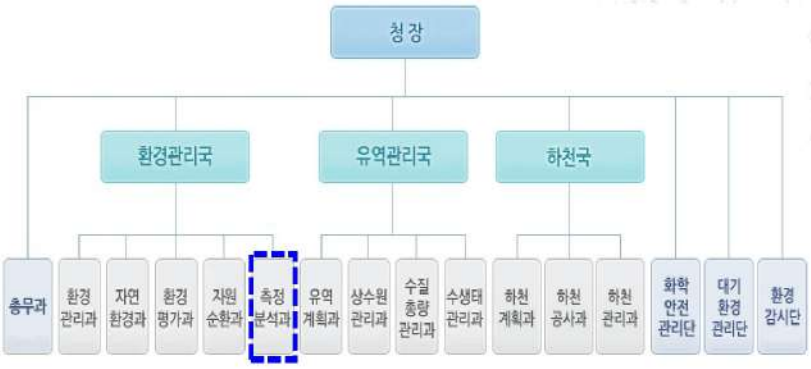
1 일반 현황

관할구역

금강유역환경청
Geum River Basin Environmental Office

1 일반 현황

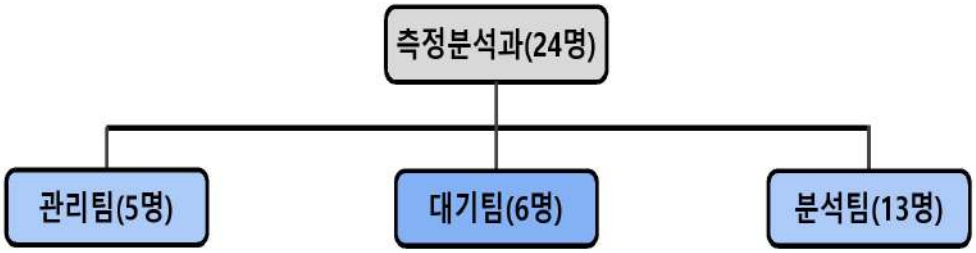
금강유역환경청 조직도



금강유역환경청
Geum River Basin Environmental Office

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

금강유역환경청
Geum River Basin Environmental Office

2 주요 업무(측정분석과)

대기시험분석실 구축 현황

시공 전

시공 후

❖ (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^2) 및 복도, 화장실 등 공용 공간(130 m^2) 시공

금강유역환경청
Geum River Basin Environmental Office

2 주요 업무(측정분석과)

유관기관과의 기술교류(1)

배출구 전체사진 | 차량 내부 사진 | 지상작업 위치 | 고소작업 준비

측정공 및 작업대 사진 | 시료 참관 사진 | 지상작업 위치 | 시료 채취 사진

7

금강유역환경청 Geum River Basin Environmental Office

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

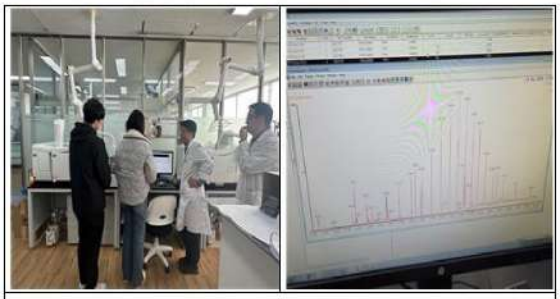
8

금강유역환경청 Geum River Basin Environmental Office

2 주요 업무(측정분석과)

유관기관과의 기술교류(3)

전처리과정(FMS) 시연



PAHs 분석 시연

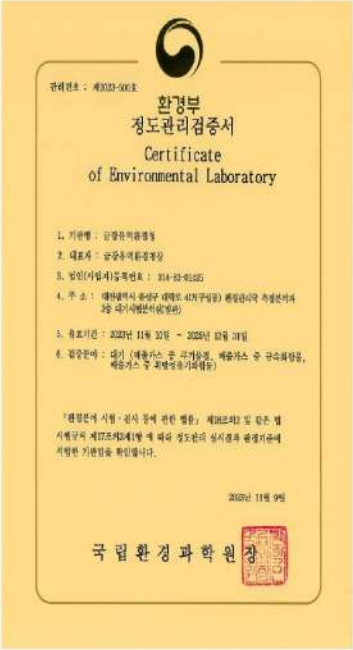
○ 다소 전처리방법이 복잡하고 까다로운 **다환방향족탄화수소류**(PAHs, polycyclic aromatic hydrocarbons)에 대하여 연구 필요

○ 추출, 농축, 정제 등의 **PAH_S** 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



관리번호 : 제2023-500호

환경부
정도관리검증서
Certificate
of Environmental Laboratory

1. 기관명 : 금강유역환경청
2. 대표자 : 금강유역환경청장
3. 법인(사업자)등록번호 : 314-83-00325
4. 주 소 : 대전광역시 유성구 대학로 41(지구동) 환경관리국 측정분석과 3층 대기시험분석실(방류)
5. 유효기간 : 2023년 11월 10일 ~ 2025년 12월 31일
6. 검증분야 : 대기 (배출가스 중 유기용제, 배출가스 중 금속화합물, 배출가스 중 화합물유기화합물)

「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제16조제2 및 같은 법 시행규칙 제17조제3제1항 에 따라 정도관리 실시결과 환경기준에 적합한 기관임을 확인합니다.

2023년 11월 9일

국 립 환 경 과 학 원 장

○ 대기분야 전 항목 QA/QC 실시하여 내실 강화(35종)

○ 정도관리 현장평가 대응

- 품질문서(품질매뉴얼(23), 절차서(19), 지시서(73) 제·개정(총 105개)
- 국내 숙련도 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 업무을 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 700㎥/일 이상)				
대상 업종	전기업(발전) 증기공급업, 폐기물처리업(소각)	비철금속, 철강제조, 기초화학물질제조 (석유화학계)	석유정제, 비료제조, 화학제품, 기초화학물질제조	펄프, 종이, 기타종이, 전자제품	플라스틱, 섬유제품, 알콜음료, 도축,육류, 자동차부품, 반도체
	한국남동발전, 지역난방공사 등	포항제철, 현대제철 등	GS 칼텍스, 현대오일뱅크 등	한솔제지, 전주페이퍼 등	㈜진로, 삼성전자 등

금강유역환경청 Geum River Basin Environmental Office

2 주요 업무(측정분석과)

통합허가사업장 대상 시료채취 및 시험분석

사업장 선정

↓

굴뚝시료채취

↓

기기 분석

↓

결과 도출

금강유역환경청 Geum River Basin Environmental Office

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

금강유역환경청
Geum River Basin Environmental Office

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

금강유역환경청
Geum River Basin Environmental Office

Part 2. PAHs 분석기법 연구

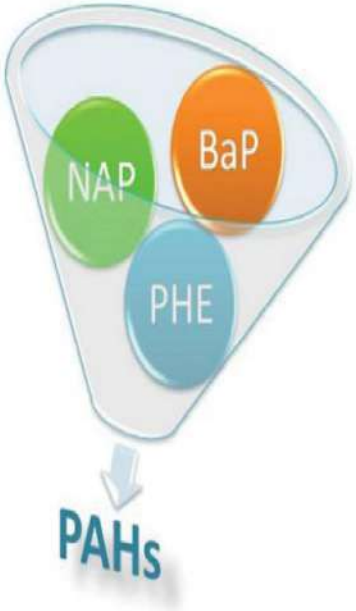
4 PAHs 소개

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



금강유역환경청
Geum River Basin Environmental Office

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)

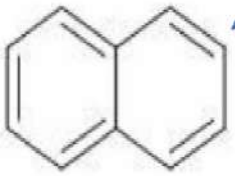
특히, 입자상 PAHs는 미세먼지에 흡착해 대기중에 떠다니며 인체에 쉽게 노출됨

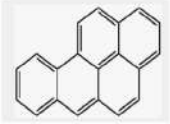
→ 우리나라에서는 16종의 물질을 '우선 대상 오염 물질' 로 지정해 관리하고 있음

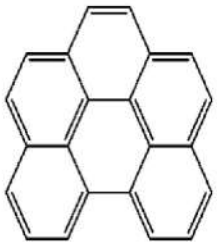
금강유역환경청 Geum River Basin Environmental Office

4 PAHs 소개

PAHs 16종







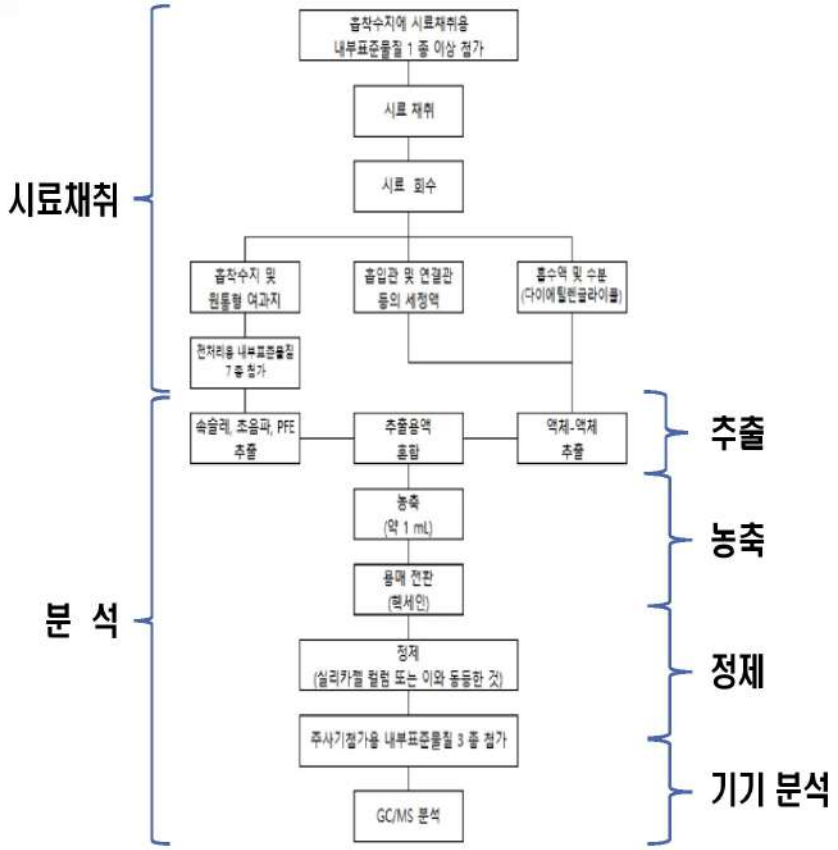
명 칭	CAS No.	화학식	분자량
나프탈렌 (Naphthalene)	91-20-3	$C_{10}H_8$	128.17
아세나프틸렌 (Acenaphthylene)	208-96-8	$C_{12}H8$	152.19
아세나프텐 (Acenaphthene)	83-32-9	$C_{12}H_{10}$	154.21
플루오렌 (Fluorene)	86-73-7	$C_{13}H_{10}$	166.22
페난트렌 (Phenanthrene)	1985-01-08	$C_{14}H_{10}$	178.23
안트라센 (Anthracene)	120-12-7	$C_{14}H_{10}$	178.23
플루오란텐 (Fluoranthene)	206-44-0	$C_{16}H_{10}$	202.25
피렌 (Pyrene)	129-00-0	$C_{16}H_{10}$	202.25
벤즈(a)안트라센 (Benz(a)anthracene)	56-55-3	$C_{18}H_{12}$	228.29
크라이센 (Chrysene)	218-01-9	$C_{18}H_{12}$	228.29
벤조(b)플루오란텐 (Benzo(b)fluoranthene)	205-99-2	$C_{20}H_{12}$	252.31
벤조(k)플루오란텐 (Benzo(k)fluoranthene)	207-08-9	$C_{20}H_{12}$	252.31
벤조(a)피렌 (Benzo(a)pyrene)	50-32-8	$C_{20}H_{12}$	252.31
인데노(1,2,3-c,d)피렌 (Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	193-39-5	$C_{22}H_{12}$	276.33
다이벤즈(a,h)안트라센 (Dibenz(a,h)anthrancene)	53-70-3	$C_{22}H_{14}$	276.35
벤조(g,h,i)퍼릴렌 (Benzo(g,h,i)perylene)	191-24-2	$C_{22}H_{12}$	276.33

모든 배출시설에서 0.05 mg/Sm^3 이하

금강유역환경청 Geum River Basin Environmental Office

5 PAHs의 분석기법

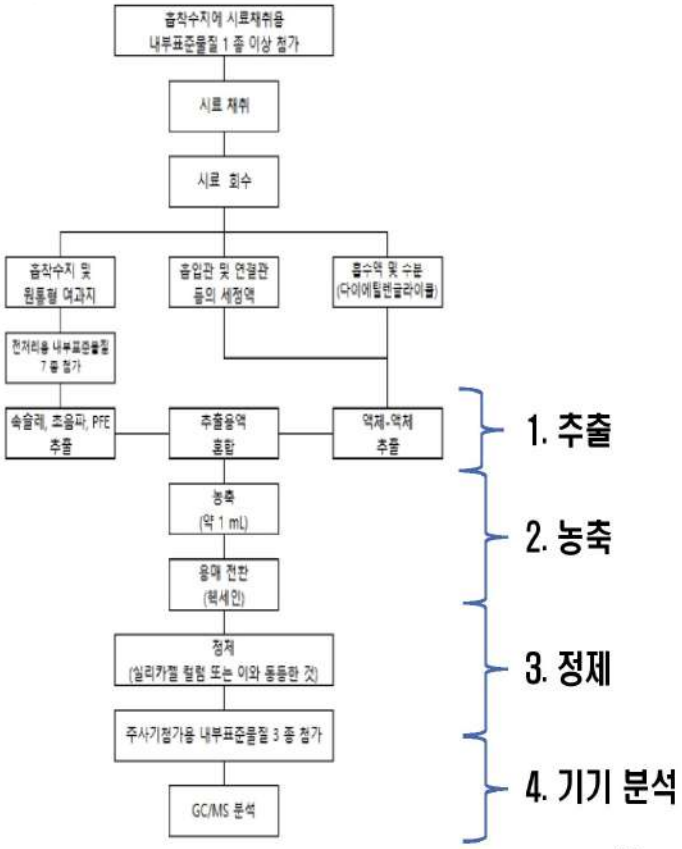
분석절차



19

금강유역환경청 Geum River Basin Environmental Office

5 PAHs의 분석기법



1. 추출

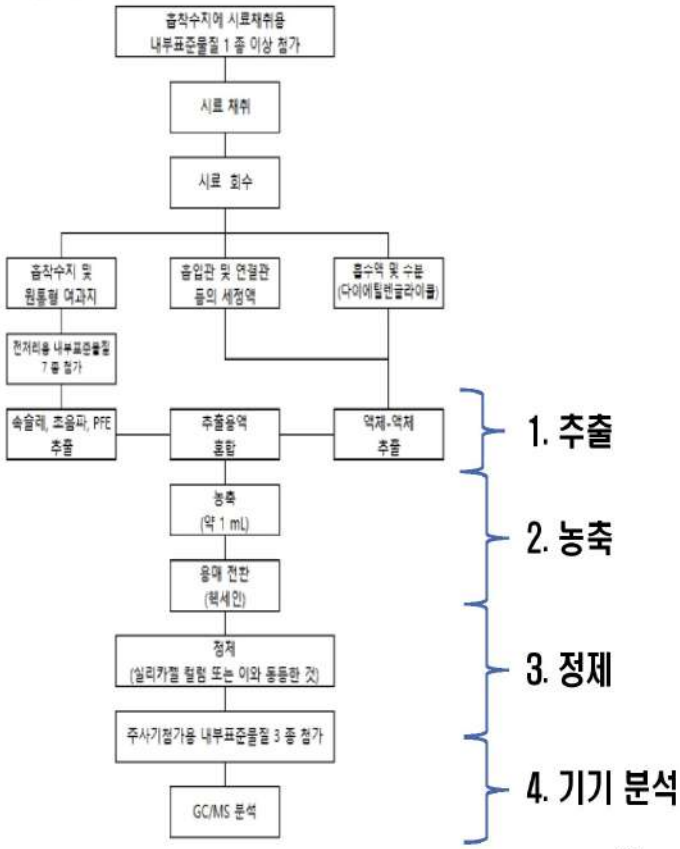
- **가압용매추출기(PFE)**

- **분액깔때기를 활용한 액-액 추출**

20

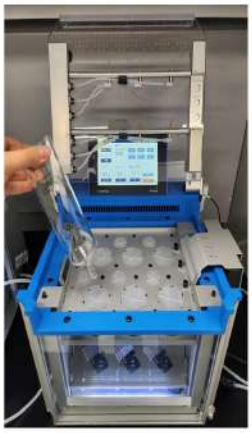
금강유역환경청 Geum River Basin Environmental Office

5 PAHs의 분석기법



2. 농축

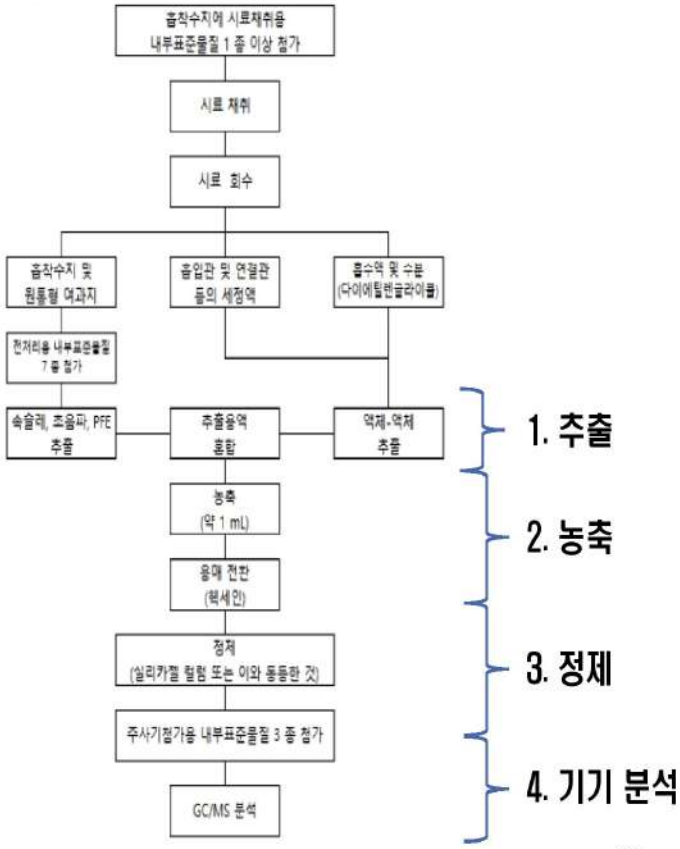
- 질소농축기



21

금강유역환경청
Geum River Basin Environmental Office

5 PAHs의 분석기법



3. 정제

- 정제용 컬럼

4. 기기 분석

- GC/MS

22

금강유역환경청
Geum River Basin Environmental Office

5 PAHs의 분석기법

◆ 회수율

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

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

5 PAHs의 분석기법

유기물질전처리시스템(FMS, Fluid Management system)

- **추출-정제-농축 과정을 일원화하여 시료의 손실을 줄이고자 함**

5 PAHs의 분석기법

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

25

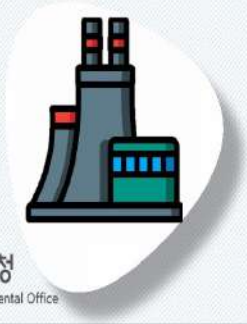
금강유역환경청
Geum River Basin Environmental Office

감사합니다.

2. 연구실 안전관리

" 건강한 환경 행복한 미래 "

연구실 안전관리



2024. 1. 9.

금강유역환경청
Gaum River Basin Environmental Office

금강유역환경청
Gaum River Basin Environmental Office

암스테르담

2

고석정 꽃밭

제주도 동백꽃

5

1 연구실 안전 및 관련법 소개

1) 주요 적용법

연구실 **안**전환경 조성에 관한 **법**률

(약칭: 연안법)

산업**안**전보건**법**

(약칭: 산안법)

화학물질**관**리**법**

(약칭: 화관법)

6

1 연구실 안전 및 관련법 소개

금강유역환경청

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

금강유역환경청

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

1 연구실 안전 및 관련법 소개

금강유역환경청

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 시험분석실의 안전관리와 사고예방에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

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

연구실 or 실험실로 호칭

9

1 연구실 안전 및 관련법 소개

금강유역환경청

국가연구안전관리본부

10

1 연구실 안전 및 관련법 소개

금강유역환경청

국가연구안전관리본부

2005.3.31 「연구실안전법」 제정
- 안전관리규정의 작성 및 준수
- 안전점검 및 정밀안전진단의 실시
- 안전관리비 계상 의무
- 보험가입 및 연구실 사용제한
- 연구실 안전교육·훈련 등

2011.3.9 법률 4차 개정
- 연구실 안전관리 실태조사
- 연구실안전환경관리자 지정
- 연구실사고 등의 보고
- 대학·연구기관등의 지원
- 안전관리비 사용내역서 제출
- 보험가입 보고서 제출 등

2014.12.30 법률 7차 개정
- 연구실 안전관리 정보화
- 연구실책임자 지정·운영
- 안전관리 우수연구실 인증제
- 점검 및 진단 대행기관 등록제
- 사고보고 및 공표 등
- 사전유해인자위험분석

2018.4.17 법률 10차 개정
- 연구실안전환경관리자 대리자 지정 의무화 (최대 30일)

2020.6.9 법률 11차 개정
- 법 구조·체계 정비
- 연구실 안전정보 공표제도
- 연구실 설치·운영 기준 준수
- 점검진단 대행기관 관리 체계화
- 연구실안전관리사 신설 등

2021.12.31 하위법령 및 행정규칙 개정
- 연구실안전관리사 세부기준
- 연구실사고 치료비 지원기준
- 연구실 사고보상기준(20억원)
- 우수연구실 심사기준
- 연구실 점검·진단 기준

규제 개선 | 안전관리 체계 개선 | 연구자 보호 강화 | 안전문화 확산

'05년 제정 이후 총 14차 법률 개정 시행

11

1 연구실 안전 및 관련법 소개

금강유역환경청

조선일보

"연구실 안전사고 매년 증가하는데...안전예산 2년간 33억원 줄어"

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

장윤서 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.

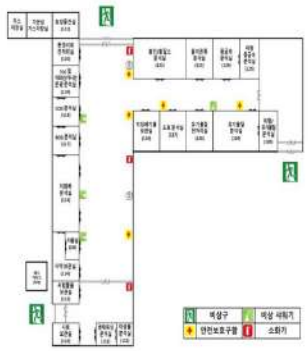
12

2 연구실 구조 및 연구원 현황

금강유역환경청

시험분석실

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



별관 1층

별관 3층

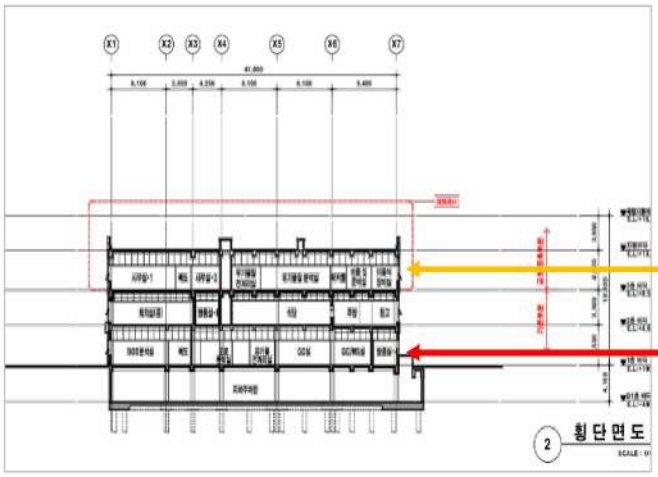
연구활동종사자('24.01.)

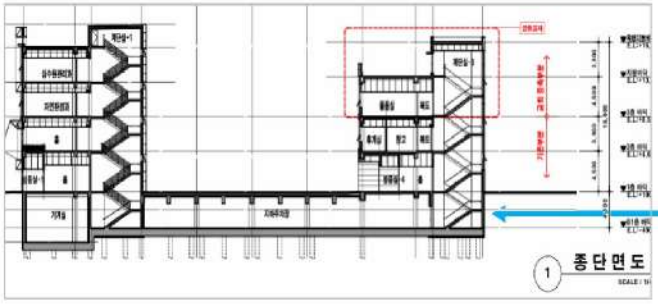
구 분	연구사	전문연구원	시험연구원	계
현원/정원	9/10	4/4	7/9	20/23

13

2 연구실 구조 및 연구원 현황

금강유역환경청





<금강유역환경청 단면도>

기능

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

14

3 법 이행 사항

금강유역환경청

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)

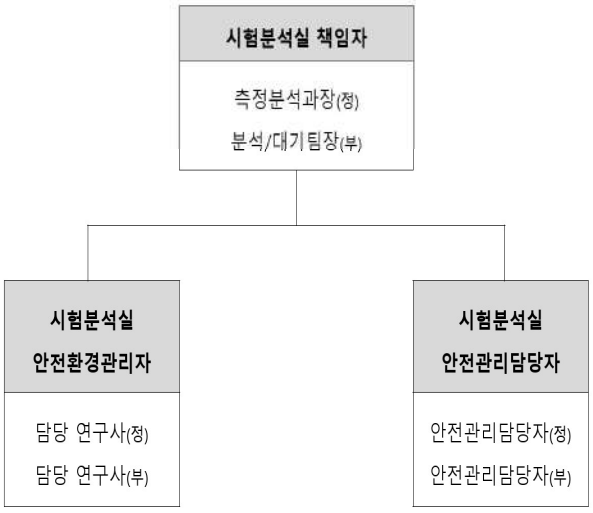
15

4 금강유역환경청 실험실 안전관리

금강유역환경청

안전관리 조직 구성

시험분석실 책임자, 안전환경관리자, 안전관리담당자 지정



	시험분석실 책임자	시험분석실 안전환경관리자	시험분석실 안전관리담당자
담당 업무	시험분석실 안전관리 총괄	시험분석실 안전관리	소관 시험분석실의 안전관리
	• 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 안전점검 및 정밀안전진단 안전교육계획 수립·시행 • 시험분석실 사고발생 원인 조사 및 재발방지를 위한 기술적 지도·조언 • 시험분석실 안전환경 및 안전관리 현황 통계의 유지관리	• 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 시험분석실안전관리 규정 비치 등
근거	「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제8조 및 시행령 제6조	「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 시행령 제8조	「금강유역환경청 시험분석실 안전관리규정」 제10조

16

4 금강유역환경청 실험실 안전관리

금강유역환경청

1) 연안법

시험분석실 안전관리계획

2023년도 시험분석실 안전관리계획(안)

2023. 3.

금강유역환경청
측정분석과

<안전관리계획 수립>

나. 연구활동종사자 건강검진 및 안전교육

□ 연구활동종사자 특수건강진단

○ (개요) 유해물질 및 유해인자를 취급하는 연구활동종사자에 대하여 특수건강진단 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 안전정보 확보와 사고예방에 필요한 교육 실시

※ 주요내용: 연구실 안전환경 조성 법령에 관한 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, 사전유해인자주의정보에 관한 사항 등

○ (관련법령) 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제20조

○ (대상) 금강유역환경청 시험분석실 연구활동종사자

○ (일정) 6시간 이상/반기(신규 채용자의 경우 8시간 이상)

※ 관련근거: 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제20조 및 동법 시행규칙 제16조

○ (방법) 온라인 및 집합 교육

○ '22년 안전교육 결과

- 연구활동종사자 전원 상/하반기 이수율 100% 달성

다. 안전한 실험환경 진단 및 구축

□ 시험분석실 작업환경측정

○ (개요) 시험분석실에서 발생할 수 있는 유해물질을 제거하여 작업환경측정 실시

<세부 내용 작성>

내용 \ 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		후속조치 계획 수립 · 시행				
연구활동종사자 특수건강진단				상반기 특수건강진단						하반기 특수건강진단		

<추진 일정>

17

4 금강유역환경청 실험실 안전관리

금강유역환경청

국가연구안전관리본부

1) 연안법

안전점검(일상, 정밀안전진단)

<일상점검일지 제작·구매>

<일상점검일지 속지>

1-4. 안전점검 및 정밀안전진단 검사 결과_① 일상점검

일상점검 실시 등 4개 항목 검사결과 총 167건 지적사항 확인

대학

순위	지적사항	건수
1	일상점검 확인 여부	24(54.5%)
2	일상점검 실시 내용	10(41.7%)
3	일상점검 실시 여부	5(20.8%)

연구기관

순위	지적사항	건수
1	일상점검 확인 여부	17(48.6%)
2	일상점검 실시 내용	17(48.6%)
3	일상점검 실시 시기	-

기업(연)

순위	지적사항	건수
1	일상점검 확인 여부	33(37.5%)
2	일상점검 실시 내용	33(37.5%)
3	일상점검 실시 여부	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

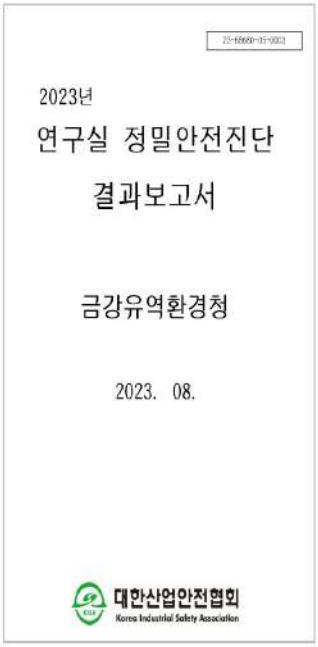
☞ (문제점③) 일상점검 미실시 등 → 기업(연)의 경우 법 인지 부족으로 일상점검 미실시(과태료 부과)

18

4 금강유역환경청 실험실 안전관리

1) 연안법

안전점검(일상, 정밀안전진단)



<정밀안전진단>

<체크리스트>

19

4 금강유역환경청 실험실 안전관리

1) 연안법

정밀안전진단 언론보도

2023년 09월 12일 (화)
세종일보
대전/충남

금강유역환경청 연구실 정밀안전진단...2년 연속 1등급 획득

충청신문
2023년 09월 13일 (수)
사회 06면

과기부, 정밀안전진단

금강청 연구실 1등급

금강유역환경청은 지난 8월 실시된 연구실 정밀안전진단에서 '1등급'을 받았다고 12일 밝혔다.

정밀안전진단은 과학기술정보통신부가 '연구실 안전환경 조성에 관한 법률' 등에 따라 2년마다 시행하는 것으로, 일반·기계·전기 등 8개 분야에 대해 평가한 후 등급을 부여한다.

분야별 점검 세부 항목은 △연구실 일상점검 실시 여부 △폐액용기 성상별 분류 및 안전 라벨 부착·표시 여부 △시약 적정기간 보관 및 용기 파손, 부식 등 관리 여부 △가스용기 보관 위치 적정 여부 △개인보호구 적정 수량 보유·비치 및 관리 여부 등 총 110개다.

금강청은 안전한 연구 환경을 조성하기 위해 매년 1분기 연구실 안전관리계획을 수립, 이에 따라 연구실 일상점검·연구활동종사자 특수건강진단·작업환경측정 및 안전교육 등을 실시하고 있다.

조희송 청장은 "연구실 안전사고를 예방하려면 유해인자를 사전에 파악하는 것이 중요하다"며 "앞으로도 안전관리가 강화된 연구실 운영을 통해 청 내 연구활동종사자들의 안전을 확보하고 국민이 신뢰할 수 있는 측정·분석 품질을 유지하겠다"고 말했다.

고재은 기자 jeun6318@daily.cc.net

54 X 175 mm

20

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

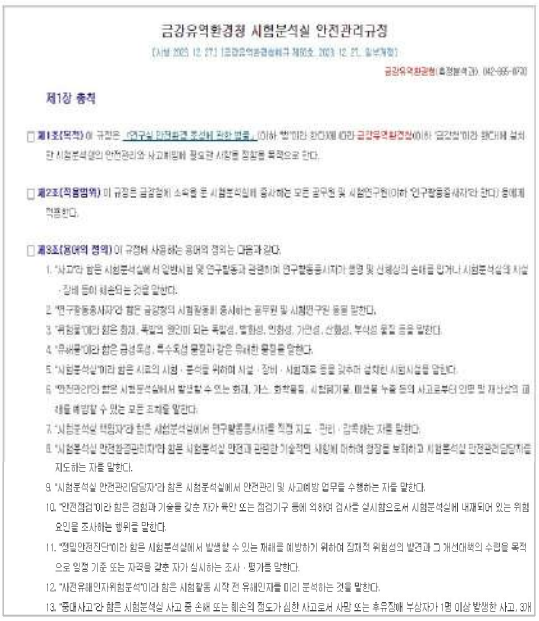
안전관리위원회 운영 및 안전관리규정 제·개정

위원장
환경관리국장

(「금강유역환경청 시험분석실 안전관리규정」 제7조)

위원		
시험분석실 책임자(3인)	안전환경 관리자(1인)	연구활동종사자(1인)
측정분석과장(정) 분석/대기 팀장(부)	담당 연구사	기타 연구활동종사자 중에서 위원장이 지명하는 자 (연구사 1인)
유관부서 팀장(2인)		
총무과 시설관리팀장 화학물질관리팀장		

<위원회 구성>



금강유역환경청 시험분석실 안전관리규정

(시행 2023. 12. 27.) [금강유역환경청훈령 제80호, 2023. 12. 21., 일부개정]

금강유역환경청(측정분석과), 042-935-6730

제1장 총칙

제1조(목적) 이 규정은 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」(이하 "법"이라 한다)제 10조 금강유역환경청(이하 "금강청"이라 한다)에 설치한 시험분석실의 안전관리와 사고예방에 필요한 사항을 목적으로 한다.

제2조(적용범위) 이 규정은 금강청에 소속된 시험분석실에 종사하는 모든 공무원 및 시험연구원(이하 "연구활동종사자"라 한다) 등에게 적용한다.

제3조(정의의 정의) 이 규정에 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "사고"라 함은 시험분석실에서 일반시설 및 연구활동과 관련하여 연구활동종사자가 생명 및 신체상의 손해를 입거나 시험분석실에 시설·장비 등이 훼손되는 것을 말한다.
2. "연구활동종사자"라 함은 금강청의 시험활동에 종사하는 공무원 및 시험연구원 등을 말한다.
3. "위험물"이라 함은 폭발, 폭발의 원인이 되는 폭발성, 발화성, 인화성, 가연성, 산화성, 부식성 물질 등을 말한다.
4. "유해물"이라 함은 금성독성, 특수독성 물질과 같은 유해한 물질을 말한다.
5. "시험분석실"이라 함은 시료의 시험·분석을 위하여 시설·장비·시험재료 등을 갖추어 설치한 시험시설을 말한다.
6. "안전관리인자"라 함은 시험분석실에서 발생할 수 있는 화재, 가스, 화학물질, 시험기기, 미생물 누출 등의 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 관련한 기술적인 사항에 대하여 영향을 보좌하고 시험분석실 안전관리담당자를 지도하는 자를 말한다.
9. "시험분석실 안전관리담당자"라 함은 시험분석실에서 안전관리 및 사고예방 업무를 수행하는 자를 말한다.
10. "안전점검"이라 함은 점검과 기술을 갖춘 자가 혼인 또는 점검기구 등에 의하여 검사를 실시함으로서 시험분석실에 내재되어 있는 위험요인을 조사하는 행위를 말한다.
11. "행정안전진단"이라 함은 시험분석실에서 발생할 수 있는 재해를 예방하기 위하여 잠재적 위험성의 발견과 그 개선대책의 수립을 목적으로 일정 기준 또는 자격을 갖춘 자가 실시하는 조사·평가를 말한다.
12. "사전유해인자위험분석"이라 함은 시험활동 시작 전 유해인자를 미리 분석하는 것을 말한다.
13. "중대사고"라 함은 시험분석실 사고 중 손해 또는 훼손의 정도가 심한 사고로서 사망 또는 후유장해 부상자가 1명 이상 발생한 사고, 3개

<금강유역환경청 시험분석실 안전관리규정>

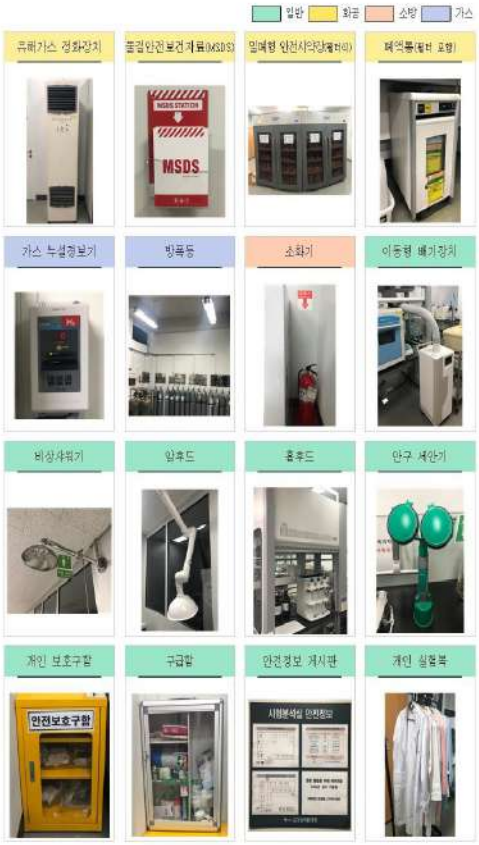
22

4 금강유역환경청 실험실 안전관리

금강유역환경청

1) 연안법

안전물품 및 시설물



안전시설물 현황

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

4 금강유역환경청 실험실 안전관리

금강유역환경청

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

4 금강유역환경청 실험실 안전관리

1) 연안법

안전물품 및 시설물

유해인자 취급 및 관리대장(제13조제4항 관련)

• 연구실명 : 유기물질분석실 • 작 성 자 : 김지혜 (인)
• 작성일자 : 2024년 1월 2일 • 시험분석실 책임자 : 김나래 (인)

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

연번	물질명	CAS No.	보유량	보관장소	유해·위험성 분류		대상여부	
					물리적 위험성	건강 및 환경 유해성	정밀 안전진단	작업 환경측정
1	벤조 피렌	50-32-8	별도 관리대장 작성 중	연구실명과 동일				
2	톨루엔	110-54-3						
3	벤젠	71-43-2						
4	스티렌	100-42-5						
5	에틸벤젠	100-41-4						
6	피놀	108-95-2						
7	에틸헥사놀	87-56-1						
8	디클로로메탄	75-09-2						

비고
- 물질명(Cas No) : 연구실 내 사용, 보관하고 있는 유해인자(화학물질, 연구장비, 안전설비 등)에 대한 작성
(단, 화학물질과 연구장비(설비) 등은 별도로 작성·관리 가능)
- 보유량 : 보관 또는 사용하고 있는 유해인자에 대한 보유량 작성(년 평균기준)
- 물질보관장소 : 계량 없는 보관하고 있는 화학물질의 장소 작성
- 유해·위험성분류 : 화학물질은 MSDS를 확인하여 작성(MSDS상 2번 유해·위험성 분류 및 표시(경보문구)에 명한 기준), 법률 1 참조하고, 장비는 작업장 유해사항 등을 기재
- 대상여부 : 화학물질법 법령에서 정한 관리대상 여부(연구실 안전법 시행령 제11조 정밀 안전진단 및 이상 측정여부, 산업안전보건법 시행규칙 별표 21 작업환경측정 대상 유해인자 여부)

※ 연구실책임자의 필요에 따른 일부 변경 가능(단, 제 1조제3항)에 구분하고 있는 물질명(분야별), 보관장소, 보유량, 취급상 유의사항, 그 밖에 연구실책임자가 필요하다고 판단하는 사항은 반드시 포함할 것

<유해인자 취급 및 관리대장 작성>

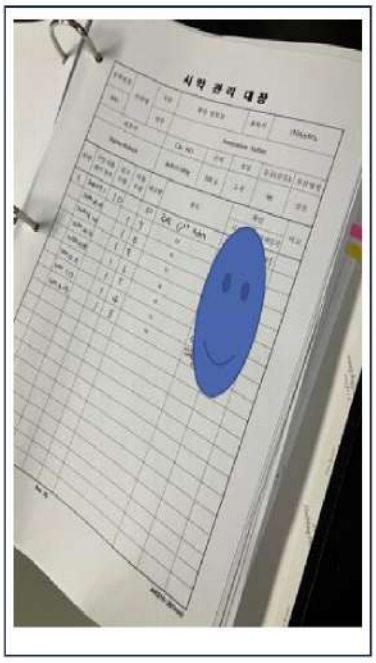
안전 시설물 현황

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

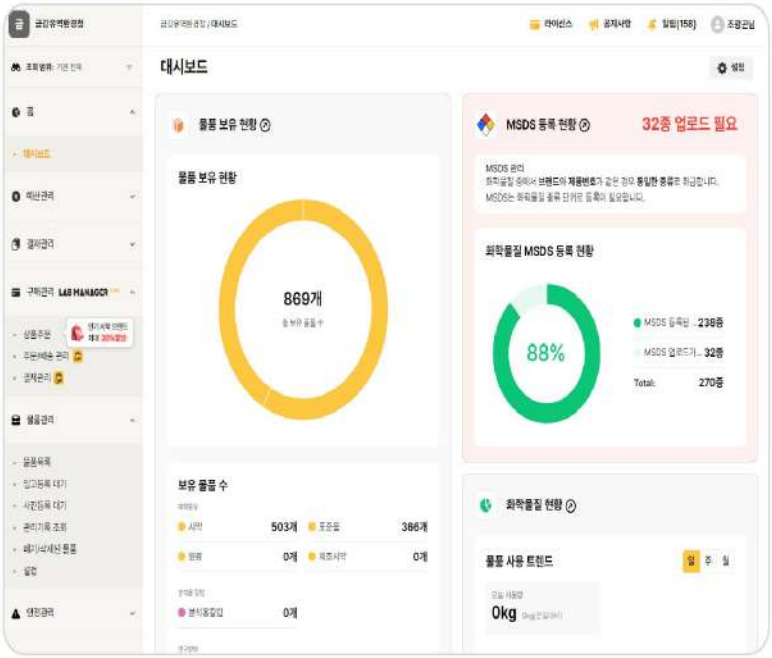
4 금강유역환경청 실험실 안전관리

1) 연안법

시약 및 표준물질 등 관리



<기존 수기식 시약관리>



<웹기반 시약 및 안전관리>

4 금강유역환경청 실험실 안전관리

금강유역환경청 Geum River Basin Environmental Office

2) 산안법

작업환경측정

대기분석

순번	공정	작업명	채취시	측정 위치명	유도	시료번호	측정 시간(분)	동일조건	단위	대상물질	기준치(ppm)	측정치(ppm)							
1	연구실	Lactum Methylbutanamide Methanol	[illegible]	2023-06-11	1인	화이팅		3	L	[illegible]	[illegible]	4	1.0						
2	연구실	Phenol Salt	[illegible]	2023-06-07	1인	화이팅		3	L	[illegible]	[illegible]	0	1.0						
3	연구실	N-N-Naphthylethylenediamine dihydrochloride	[illegible]	2023-06-07	1인	화이팅		3	L	[illegible]	[illegible]	0	1.0						
4	연구실	Potassium dihydrogen phosphate for analysis KH2PO4 5-12	수기(실험대기 중 이동)	2023-06-11	1인	산업위생		3	L	[illegible]	[illegible]								
5	연구실	질화 제1수은 Mercury(I) nitrate	지정폐기	2023-06-14	1인	화이팅		3	L	[illegible]	[illegible]	0.4	1.0	부적	부적		다량	다량	
6	연구실	Potassium phosphate monobasic	[illegible]	2023-06-11	1인	화이팅		3	L	[illegible]	[illegible]		1.0						
7	연구실	Magnesium nitrate hexahydrate	[illegible]	2023-06-11	1인	화이팅		3	L	[illegible]	[illegible]								
8	연구실	Potassium hexacyanoferrate(II) trihydrate	[illegible]	2023-06-20	1인	화이팅		3	L	[illegible]	[illegible]	0.5	1.0						
9	연구실	아세트산(빙초산)	[illegible]	2023-06-14	1인	[illegible]		3	L	[illegible]	초산, 초산 증기	0.11	0.5	부적	부적	초과도			
10	연구실	Sodium Salt	[illegible]	2023-06-08	1인	화이팅		3	L	[illegible]	황화 [illegible]		1.0						
11	연구실	아세트산(빙초산) Glacial Acetic Acid	지정폐기	2023-06-14	1인	화이팅		3	L	[illegible]	아세트산 증기	0.4	1.0				초과도	다량	
12	연구실	Potassium Salt	[illegible]	2023-06-07	1인	화이팅		3	L	[illegible]	칼륨 [illegible]		1.0						
13	연구실	Potassium sulfate for synthesis	[illegible]	2023-06-20	1인	화이팅		3	L	[illegible]	[illegible]								
14	연구실	Potassium Iodide	[illegible]	2023-06-08	1인	화이팅		3	L	[illegible]	요오드화 칼륨	0.4	1.0	부적	부적		초과도	다량	
15	연구실	[illegible]	고무보호장갑	2023-06-07	1인	[illegible]		3	L	[illegible]	라텍스 [illegible]		1.0						
16	연구실	[illegible]	공기순환장갑	2023-06-20	1인	화이팅		3	L	[illegible]	[illegible]	1	2						
										[illegible]	연산 시료		1.0						
										[illegible]	라텍스 [illegible] 장갑		0.1	부적	부적		라텍스 장갑	다량	
										[illegible]	[illegible]	1.0							
17	연구실	Lactum phosphate monobasic dihydrate	[illegible]	2023-06-08	1인	화이팅		3	L										
18	연구실	Sodium cyanoborohydride	[illegible]	[illegible]	1인	화이팅		3	L	[illegible]	가죽장갑 [illegible]	1	2						

<개인별 사용시약 조사>

4 금강유역환경청 실험실 안전관리

금강유역환경청 Geum River Basin Environmental Office

2) 산안법

특수건강진단

2. 대상자 명단 [아래 표 미 작성 인원 내원시 검진 불가 / 공란 없이 작성 / 대상자인원 20명 초과시 대상자명단 시트에 작성]

연번	검진구분	일반검진 실시 여부	최초검진일	수검자명	주민등록번호	부서	입사연월일	유해인자	직종코드
연수	[특수 / 배치전 / 수시 1]	[해당 / 비해당 / 수검일부터 1년 경과]	최초검진일 변경시 외소 공단원하여 연락		숫자만 붙여기입 [생년월일6개월로표기]			라텍스관련정보교육 및 MSDS 확인 후 해당 유해인자 작성	직종코드 시트 참고
EX	특수	비대상	2023-01-09	홍길동	290101-1066415	건축부	2010-01-01	아연도금(불용접 6시간)(보시전)(염화수소	2371D2
1	특수	대상(자후)	2023-06-11	1일동	111111-1	유정분석2)	2022-11-09	아세톤, 에탄올, 유리알루	2371J
2	특수	대상	2023-06-04	2일동	111111-2	유정분석2)	2022-09-14	페인트 희석	2371J2
3	특수	대상(자후)	2023-06-18	3일동	111111-3	유정분석2)	2022-11-02	[illegible]	2371J1
4	특수	대상(자후)	2023-06-26	4일동	111111-4	유정분석2)	2011-08-02	디메틸포름아미드, 에탄올,아세톤 과을 염화수소 희산	2371J2
5	특수	대상(자후)	2023-06-11	5일동	111111-5	유정분석2)	2017-08-01	[illegible]	2371J2
6	특수	대상(자후)	대장	6일동	111111-6	유정분석2)	2006-04-12	에탄올, 질산 희산	2371J2
7	특수	대상(자후)	2023-06-18	7일동	111111-7	유정분석2)	2022-09-14	[illegible]	2371J1
8	특수	대상(자후)	2023-06-18	8일동	111111-8	유정분석2)	2018-05-10	디클로로메탄(75-09-2), n-헥산(110-54-3), 아세톤(67-64-1), 메탄올(67-56-1), 부구 초산(108-24-7)	2371J2
9	특수	대상(자후)	2023-06-14	9일동	111111-9	유정분석2)	2022-09-14	[illegible]	2371J1
10	특수	대상(자후)	2023-06-11	10일동	111111-10	유정분석2)	2021-02-01	아세톤, 염화수소, 질산 희산	2371J2
11	특수	대상	2023-06-01	11일동	111111-11	유정분석2)	2023-09-25	황산, 크로모 및 포오드화 칼륨, 탄산 및 구구화칼륨	2371J2
12	특수	대상(자후)	2023-06-30	12일동	111111-12	유정분석2)	2022-07-01	아연화인산염(금속세정), 염화수소,시안화칼륨 염산 질산 염화수소, 초산, 수은	2371J1
13	특수	대상(자후)	2023-06-04	13일동	111111-13	유정분석2)	2017-08-01	n-헥산 황산, 염화수소, 질산 톨루엔,아세톤 자고르는 아세톤	2371J2
14	특수	대상(자후)	2023-06-11	14일동	111111-14	유정분석2)	2019-09-26	[illegible]	2371J2
15	특수	대상(자후)	2023-06-10	15일동	111111-15	유정분석2)	2022-11-02	아세톤 에탄올, 과을, 인하산로로과을 크리졸 톨루인	2371J1
16	특수	대상(자후)	2023-06-21	16일동	111111-16	유정분석2)	2012-10-02	질산 희산	2371J2
17	특수	대상(자후)	2023-06-14	17일동	111111-17	유정분석2)	2019-09-26	염화수소(Hydrogen chloride, 7647-01-0)	2371J2
18	특수	대상(자후)	2023-06-04	18일동	111111-18	유정분석2)	2018-11-11	[illegible]	2371J2
19	특수	대상(자후)	2023-06-17	19일동	111111-19	유정분석2)	2018-01-21	질산(Nitric acid 7697-37-2), 아세톤(Acetone 67-64-1), 톨루엔(Toluene 108-88-3), 염화수소산(Hydrogen chloride 7647-01-0)	2371J2
20	특수	대상(자후)	2023-06-26	20일동	111111-20	유정분석2)	2017-08-01	디메틸포름아미드, 에탄올,아세톤 과을 염화수소 희산	2371J2

<개인별 유해인자 취합>

특수건강진단

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

4 금강유역환경청 실험실 안전관리

금강유역환경청

3) 화관법

유해화학물질 취급시설 설치신고

■ 연구실(실험실)은 어떤 취급시설 검사를 받아야 하나요?

○ 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률(이하 '연안법')」에 따른 연구실은 정기·수시검사 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
정기·수시검사	면제 (연안법에 따른 정기점검 실시)	대상

29

4 금강유역환경청 실험실 안전관리

금강유역환경청

3) 화관법

유해화학물질 취급시설 설치신고

■ "취급시설 검사단위"는 어떻게 해야 할까요?

① 검사단위 : 제조·사용시설(연구·실험 공간) 및 실내보관시설(약품보관실, 시약수납장)로 구분

② 제조·사용시설(연구·실험 공간) : 격실/층/건물로 구분될 수 있음

[제조·사용시설(연구·실험 공간) 검사단위 구분 예시]

구 분	예 시	설 명
격실단위	격실별 구분 ➡ 사용시설 2개로 신청(A,B)	콘크리트 벽체 등 물리적으로 분리된 경우 ▶ 격실로 구분
층 단위	층별 구분 ➡ 사용시설 1개로 신청(A)	동일 층 내 문짝 및 연구장비 이동이 용이한 경우 ▶ 층으로 구분
건축물 단위	건물별 구분 ➡ 사용시설 1개로 신청(A)	소규모 건물이거나 각 층(격)을 쉽게 구분이 어려운 경우 ▶ 건축물로 구분

★ 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

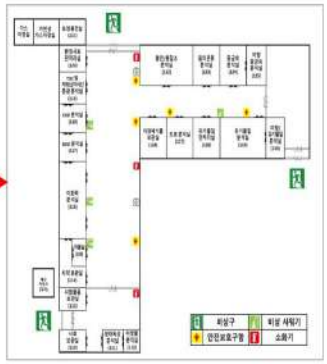
금강유역환경청

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

금강유역환경청

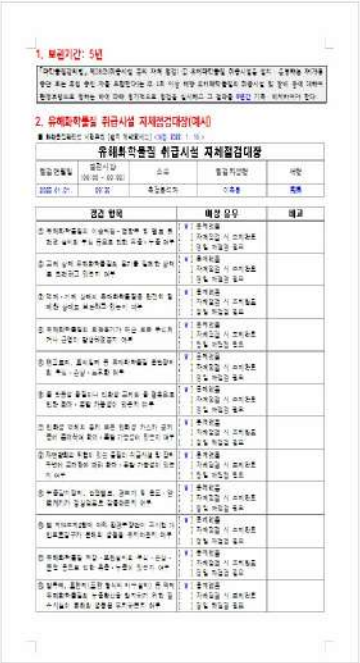
3) 화관법

유해화학물질 취급시설 자체점검

유해화학물질 취급시설 자체점검대장

(　　)

2023



1. 보관기간: 5년

2. 유해화학물질 취급시설 자체점검대장(예시)

유해화학물질 취급시설 자체점검대장				
점검연월일	점검시간 (00:00 ~ 00:00)	소속	점검자성명	서명
2023.01.01.	09:00	측정분석과	이측정	측정

점검 항목	해당 유무	비고
① 유해화학물질의 이상유무(누출·파손·변형 및 밸브, 펌프, 실린더 주변 등 유해화학물질 취급시설 설치·운영 관련 이상 유무 확인)	Y 문제없음 자체점검 시 조치완료 장기 미사용 밸브	
② 고압 상태 유해화학물질의 용기 및 밸브의 상태 및 보호장치 정상유무 여부	Y 문제없음 자체점검 시 조치완료 장기 미사용 밸브	
③ 저온·고압 상태의 유해화학물질 용기의 밸브, 실린더 및 보호장치 정상유무 여부	Y 문제없음 자체점검 시 조치완료 장기 미사용 밸브	
④ 유해화학물질의 화재발생가능 위험 요소 유무 확인(주변 인화성물질 유무)	Y 문제없음 자체점검 시 조치완료 장기 미사용 밸브	
⑤ 탱크, 플랜지, 밸브 등에 연 유해화학물질 용접접합부 및 주변 · 산성 · 알카리 등	Y 문제없음 자체점검 시 조치완료 장기 미사용 밸브	
⑥ 물 또는 증기 등을 이용하여 인화성 고체나 물 접촉하여 인화 물질이 생성되는 위험성 여부	Y 문제없음 자체점검 시 조치완료 장기 미사용 밸브	
⑦ 인화성 액체나 증기, 분진 등 인화성 가스가 공기 중의 산화작용 또는 폭발 가능성이 있는지 여부	Y 문제없음 자체점검 시 조치완료 장기 미사용 밸브	
⑧ 자연발화의 위험이 있는 물질이 이상고온 및 접촉 주의하여 고온장소 또는 폭발 가능성이 있는지 여부	Y 문제없음 자체점검 시 조치완료 장기 미사용 밸브	
⑨ 부식성이 있거나, 인화성물질, 금속이 및 분진 · 안료제조가 등 장치에서 발생하는지 여부	Y 문제없음 자체점검 시 조치완료 장기 미사용 밸브	
⑩ 밸 저장소에서 이에 접촉하여 있는 고기능 이 인화성물질이 변화로 생성될 위치하는지 여부	Y 문제없음 자체점검 시 조치완료 장기 미사용 밸브	
⑪ 유해화학물질 저장 · 폐기하는 곳 주변 · 산성 · 염기 등 주변에 있는 화학 · 누출이 있는지 여부	Y 문제없음 자체점검 시 조치완료 장기 미사용 밸브	
⑫ 밸브, 플랜지 등의 밸브 및 보호장치 등 유해화학물질의 누출방지를 위한 적절 수리실시 · 변경, 교체 등 유지보수 여부	Y 문제없음 자체점검 시 조치완료 장기 미사용 밸브	

<유해화학물질 취급시설 점검대장>

자체점검대장 전산관리 (태블릿)

32

4 금강유역환경청 실험실 안전관리

금강유역환경청 Geum-River Basin Environmental Office

4) 기타

대기배출구 시료채취 안전관리 가이드라인

대기 배출구 시료채취 안전관리 가이드라인

2023. 2. 16.

국립환경과학원 +Pride National Institute of Environmental Research

[참고] 대기오염공정시험기준 배출가스 중 가스상 물질 시료채취 방법(ES01111.a)

항 목	내 용
5.1 일반사항	5.1.1 채취에 종사하는 사람은 보통 2 인 이상을 1 조로 한다. 5.1.2 굴뚝 배출가스의 조성, 온도 및 압력과 작업환경 등을 잘 알아둔다. 5.1.3 옥외에서 작업하는 경우에는 태풍의 방향을 확인하여 바람이 부는 쪽에서 작업하는 것이 좋다. 5.1.4 위험물질을 취하여 다음의 사항들에 충분히 주의한다. 5.1.4.1 피부를 노출하지 않는 복장을 하고 완전하게 신는다. 5.1.4.2 작업환경이 고온인 경우에는 드레이아이어스 자켓 등을 입는다. 5.1.4.3 높은 곳에서 작업을 하는 경우에는 반드시 안전벨트를 한다. 5.1.4.4 교정용 가스가 들어있는 고압가스 봉기를 취급하는 경우에는 안전하고 쉽게 운반, 설치할 할 수 있는 방법을 한다. 5.1.4.5 측정 작업대까지 오르기 전에 승강시설의 안전여부를 반드시 점검한다.
5.2 채취위치의 주의사항	5.2.1 위험한 장소는 피한다. 5.2.2 채취위치의 주변에는 작업한 높이와 측정작업에 충분한 넓이의 안전한 작업대를 만들고, 안전하고 쉽게 오를 수 있는 설비를 갖춘다. 5.2.3 채취 위치의 주변에는 배전 및 급수 설비를 갖추는 것이 좋다.
5.4 시료채취 장치의 주의사항	5.4.1 흡수병은 각 분석법에 공용할 수가 있는 것도 있으나, 대상 성분마다 전용으로 하는 것이 좋다. 만일 공용으로 할 때는 대상 성분이 달라질 때마다 묽은 산 또는 알칼리 용액과 물로 깨끗이 씻은 다음 다시 흡수액으로 3 회 정도 씻은 후 사용한다. 5.4.2 습식가스미터를 이동 또는 운반할 때는 반드시 물을 뺀다. 또 오랫동안 쓰지 않을 때에도 그와 같이 해수한다. 5.4.3 가스미터는 100 mmH$_2$O 이내에서 사용한다. 5.4.4 습식가스미터를 장시간 사용하는 경우에는 배출가스의 성상에 따라서 수위의 변화가 일어날 수 있으므로 필요한 수위를 유지하도록 주의한다. 5.4.5 가스미터는 정밀도를 유지하기 위하여 필요에 따라 오차를 측정해 둔다. 5.4.6 시료가스의 양을 재기 위해서 쓰는 채취병은 미리 0 ℃ 때의 정확치를 구해둔다. 5.4.7 수사법에 의한 시료가스의 채량에 있어서 계량 오차가 크다고 생각되는 경우에는 흡입펌프 및 가스미터에 의한 채취방법을 이용하는 것이 좋다. 5.4.8 시료채취장치의 조립에 있어서는 채취부의 조작을 쉽게 하기 위하여 흡수병, 미노미터, 흡입펌프 및 가스미터는 가까운 곳에 놓는다. 또 습식가스미터는 정확하게 수평을 유지할 수 있는 곳에 놓아야 한다. 5.4.9 배출가스 중에 수분이 미스트 (mist)가 대량에 있을 때에는 채취부와 흡입펌프, 전기배선 접속부 등에 물방울이나 미스트 (mist)가 부착되지 않도록 한다.

3 자연재난대비 안전수칙

배출구 시료 채취 시 태풍, 호우, 한파, 대설, 폭염 등 자연재난 시에는 배출구 대기시료 채취를 하지 않고 시료채취가 가능한 안정한 날을 선정하여 시료채취를 실시한다.

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

○ 자연재난 경보 발령 기준

종류	구분	기상 상태
태풍	태풍주의보	태풍으로 인하여 강풍, 풍랑, 호우, 폭풍해일 현상 등이 주의보 기준에 도달할 것으로 예상될 때
	태풍경보	다음 중 어느 하나에 해당하는 경우 ① 강풍(또는 풍랑) 경보 기준에 도달할 것으로 예상될 때 ② 총 강우량이 200mm 이상 예상될 때 ③ 폭풍해일 경보 기준에 도달할 것으로 예상될 때
호우	호우주의보	강우량이 3시간 동안 60mm 이상 예상되거나, 12시간 동안 110mm 이상 예상될 때
	호우경보	강우량이 3시간 동안 90mm 이상 예상되거나, 12시간 동안 180mm 이상 예상될 때
한파	한파주의보	<10월~4월에 다음 중 하나에 해당하는 경우> ① 아침 최저기온이 전날보다 10℃ 이상 하강하여 3℃ 이하이고 평년값보다 3℃가 낮을 것으로 예상될 때 ② 아침 최저기온이 -12℃ 이하가 2일 이상 지속될 것이 예상될 때 ③ 급격한 저온현상으로 중대한 피해가 예상될 때
	한파경보	<10월~4월에 다음 중 하나에 해당하는 경우> ① 아침 최저기온이 전날보다 15℃ 이상 하강하여 3℃ 이하이고 평년값보다 3℃가 낮을 것으로 예상될 때 ② 아침 최저기온이 -15℃ 이하가 2일 이상 지속될 것이 예상될 때 ③ 급격한 저온현상으로 급격하한 지역에서 중대한 피해가 예상될 때
대설	대설주의보	24시간 신적설이 5cm 예상 예상될 때 (산적설: 특정 기간동안 새롭게 내려 쌓인 눈의 깊이)
	대설경보	24시간 신적설이 20cm 예상 예상될 때(신적설 30cm)
폭염	폭염주의보	일 최고기온 33℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때
	폭염경보	일 최고기온 35℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때

5 사고 사례

금강유역환경청 Geum-River Basin Environmental Office

국가연구안전관리본부

연안법 제정 전 연구실 사고

(실험동 폭발 : 3명 사망, 서울대, 1999)

(풍동실험실 폭발 : 1명 사망, KAIST, 2003)

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

5 사고 사례

금강유역환경청

연합뉴스

뉴스홈 | 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 중화상를, 허모(22)씨 등 학생 3명은 고막을 다쳐 병원으로 옮겨졌다. 사진은 폭발사고가 난 생명(폭파방지)실험실 내부. 2010.12.21.
kjunho@yna.co.kr

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

35

5 사고 사례

금강유역환경청

서울대학교 환경안전원

[연구실 사고사례 제2015-02호]

화학

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 폐기처리를 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 물질을 반드시 확인할 것
- 실험과정에 사용하는 초자, 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', '인화성액체, 반응성 및 폭발성 물질' 등 주요 과목을 수강할 것
  - 해당 연구실에서는 자체 안전교육을 실시한 후 지도교수의 감독하에서 실험할 것

서울대학교 앱

36

5 사고 사례

금강유역환경청

서울대학교 환경안전원

[연구실 사고사례 제2016-03호]

화재

학내 연구실 전기 누전에 의한 화재사고

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

사고 개요

일시 : 2016년 2월 19일(금), 05시경

장소 : 자연과학대학 OOO연구실

사고 유형 : 전기/과열 화재사고

피해 현황 : 컴퓨터 2대, 모니터 2대등 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 소방서화재 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 교체할 것
- 감전사고 예방을 위하여 접지형 (멀티)콘센트와 플러그를 사용할 것

37

5 사고 사례

금강유역환경청

서울대학교 환경안전원

[연구실 사고사례 제2018-04호]

화상

학내 연구실 황산에 의한 화상사고

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

사고 개요

일시 : 2018년 1월 4일(목), 13시경

장소 : 공과대학 OOO연구실

사고 유형 : 화상사고

피해 현황 : 부상 1명 (발목, 발등 부위 화상)

사고 경위

- 대학원생이 황산(95%) 원액을 희석하기 위하여 황산이 들어있는 시약병(2L)을 흄후드로 옮기던 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 주의사항 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 차단하기 위해 신속히 탈의할 것
  - 피부에 직접 묻은 경우 오염 부위를 다량의 흐르는 물로 15분 이상 세척할 것

38

5 사고 사례

금강유역환경청

서울대학교 환경안전원

[연구실 사고사례 제2018-05호]

베임

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 OOO연구실

사고 유형 : 초자기에 의한 절상사고

피해 현황 : 부상 1명 (중지손가락 2마늘 봉합)

사고 경위

- 연구실 세척대에 주둥이가 깨진 초자기를 나중에 폐기하려고 방치함
- 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 방치하여 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, 안전장갑 등)
- 연구활동종사자 자체 안전교육을 주기적으로 실시하여 안전의식 강화
- 위급 상황 발생 시 대응 방법을 사전에 숙지

5 사고 사례

금강유역환경청

국립환경과학원

5.1 폭발사고 사례

● 재해발생 개요

(2014.05.) 울산시 남구 소재 무수불산(HF) 생산공정의 반응로(킬른)의 자켓에 열풍을 공급하는 열풍로의 도시가스 버너 초기 가동 중 열풍로 본체 및 관련 계통설비에 체류한 미연소 도시가스에 의한 폭발사고가 발생하여 1명이 사망하고 4명이 부상

● 재해발생 원인

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

5.2 추락사고 사례

● 재해발생 개요

(2021.08.) 경북 「◎◎◎」 공사 현장에서, ○○ 소속 피재자가 절연 고소작업차(3.5톤) 작업대에 탑승하여 작업 종료 후 이동을 위해 붐(Boom)을 약 4m까지 줄여 시계 반대 방향으로 회전하다가 절연고소작업차가 전도되면서 추락하여 사망한 재해

● 재해발생 원인

- 고소작업차 사용 전 안전조치 미흡 및 설치상태 불량 : 고소작업차 사용 전 근로자 배치 및 작업발판, 방호장치 등 필요한 사항을 미리 확인 후 위험방지조치를 실시해야 하나 미실시 하였으며, 설치 시 바닥 수평을 유지하지 않고 전도 방지를 위한 아웃트리거를 확장 시키지 않은 상태에서 작업 실시
- 전도방지장치 등 방호장치 해제 : 고소작업차에 설치된 전도방지장치를 작업의 편의성을 위해 임의로 해제

5.3 낙하사고 사례

● 재해발생 개요

- (2022. 02.) 충남 당진시에 소재한 철제 탱크(용기)제작 공장에서 압력용기 동체 외면에 부착할 패드 플레이트(동체에 새롭 부착을 위한 보강 철판)를 천정크레인으로 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 위험이 위험반경을 출입제한구역으로 설정
- 천장크레인으로 중량물 인양시 올바른 줄걸이 방법 적용과 안전 조작

5.4 전도사고 사례

● 재해발생 개요

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

● 재발방지책

- 안전모 등 보호구 착용 후 사다리 작업 실시 : 사다리에서 작업시 근로자의 추락, 전도에 의한 재해예방을 위해 안전모 착용 후 작업 실시
- 적정한 발판으로 사다리 설치 후 작업 실시
  - A형 사다리 사용시 다음의 기준에 따라 설치 후 사용하여야 함
    - 견고한 구조로 할 것
    - 발판의 간격은 등일하게 할 것
    - 사다리가 넘어지거나 미끄러지는 것을 방지(아동용 사다리 작업시 추락에 의한 위험을 방지하기 위해 2인 1조 작업으로 1인은 사다리를 지지 할 것)하기 위한 조치를 할 것
    - 이동식 사다리식 통로의 기울기는 75도 이하로 할 것
- 높이 2m이상인 장소에서 작업시 비계 등 사용 : 높이 2m이상인 장소에서 작업시 추락 위험이 있는 경우 비계를 조립하는 등의 방법에 의하여 작업발판 설치

5.5 감전사고 사례

● 재해발생 개요

- (2019.09) 배전공장이 A형 사다리를 신축건물 벽면에 결전 상태로 길쳐놓고 올라가 건물 측 인입구 배선에 활선 상태인 한전 인입선(3상 4선식 220/380V)을 연결하기 위해 입전선 피복을 벗기던 중 피복이 벗겨진 전선 충전부에 면장갑을 착용하고 작업 중이던 피재자의 신체 가 접촉되어 감전(220V, 손→몸통→양무릎→사다리→대지로 통전)된 후 약 3m 아래 지상으로 떨어져 사망한 재해

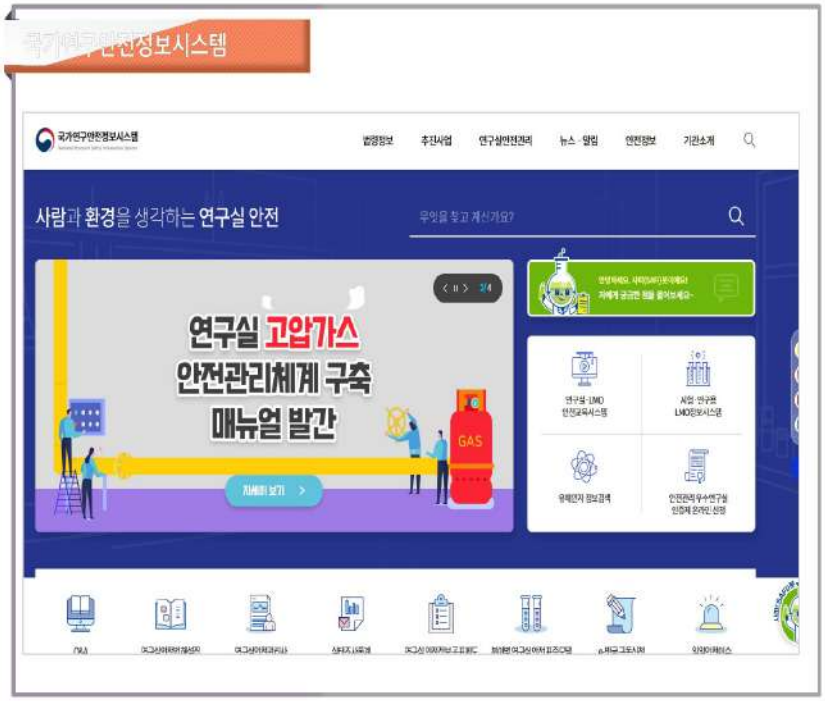
● 재해발생 원인

- 저압 충전전로 연결 작업 중 절연장갑 미착용 : 저압 인입선(3상 4선식 220/380V) 연결 시 충전전로 피복을 벗기면서 노출된 충전부에 신체가 접촉되어 감전될 위험이 있음에도 절연장갑을 착용시키지 않고 면장갑을 착용한 상태로 작업
- 금속제 이동식 사다리를 작업발판 용도로 사용 : 발붙임 사다리(A형)를 펼쳐서 사용하는 경우 오르내리는 이동통로로만 사용하여야 하나, 외벽에 기대 상태에서 작업을 겸으로 사용 중 전선 충전부에 신체 접촉 시 통전경로 형성으로 인한 감전

● 재발방지책

- 저압 충전전로 연결 작업 시 절연용 보호구 착용 철저
- 가공 인입선 연결 작업 시 안전한 작업발판 설치 철저

6 관련 사이트 소개



41

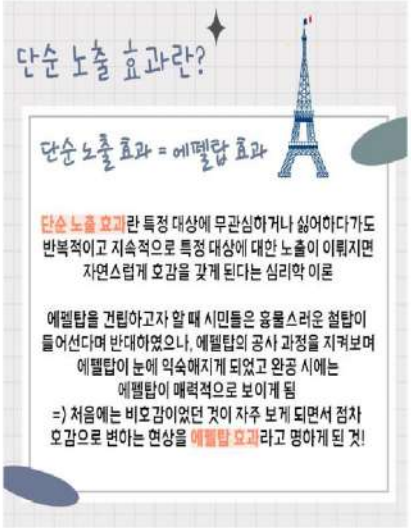
7 마치며...

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

7 마치며...

금강유역환경청

Quiz. '감사'의 반대말은?

당연함

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

43

Q & A

감사합니다.

새해 복 많이 받으세요!

보충 자료

5 사고 사례

금강유역환경청

Zn(아연) powder 쓰레기통 화재

47

5 사고 사례

금강유역환경청

감전 및 전기 화상

48

3. 충남지역 대기질 현황 및 정책 이슈

충청남도 서해안 기후환경연구소 Seohaean Research Institute

중부권 대기질 개선방안 마련을 위한 세미나

충남연구원 ChungNam Institute

충남지역 대기질 현황 및 정책 이슈

2024. 1. 9

충남연구원 서해안기후환경연구소

CONTENTS

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

충남연구원 ChungNam Institute

1. 충남연구원 소개

1. 충남연구원 소개

충남연구원
ChungNam Institute

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)

충남연구원 ChungNam Institute

충청남도 서해안 기후환경연구소 Seohaean Research Institute

4/48

1. 충남연구원 소개

충남연구원
ChungNam Institute

서해안기후환경연구소

설립목적 (2015. 3 개소)

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

주요연구분야

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

1. 충남연구원 소개

충남연구원
ChungNam Institute

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

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 ½ 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

8/48

2. 서해안기후환경연구소 연구 사례

충남연구원 ChungNam Institute

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 환경복지 구현을 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

세부 1. 대기환경정보구축	세부 2. 대기질 측정분석	세부 3. 사회적 피해비용 평가	세부 4. 생태환경 모니터링
정보구축·확산과 모델링 시스템 운영	취약지역 대기질 측정분석과 관리	피해비용 농도반응함수 개발 기초조사	생물종, 취약종, 산림생태 오염물질 모니터링
• 3차원 대기모델링 구축 • 대기질 영향파악(기여도분석) • 기후환경 DB 시스템 개선 • 고정측정망 운영 • 미기후, CO2 모니터링 • 지역 거버넌스 최적안 제시	• 발전소 배출시설 배출량 산정 및 특성평가 • 실시간 비산먼지 배출량 평가 및 국가배출량추가 방안 • 비산먼지 발생량 분석 및 배출저감 대책효과 분석	• 화력발전소 기인 농도-반응함수 개발 • 사회적 피해비용 산정 • 자원시설세증세 대안 마련 • 화력발전소 폐쇄에 따른 가상 시나리오 분석	• 주변지역 수목내 수은 분석 • 포유류, 어류 중 중금속 분석 • 분야별 생태모니터링 • 분야별 종 목록 구축 • 기후변화 취약종 모니터링 • 모니터링 결과 도감 제작
충남연구원 ChungNam Institute	대전대학교 DAEJEON UNIVERSITY	kfq 한국품질재단 Korean Foundation for Quality	KNU 강원대학교

- 미기후 모니터링
- 고정측정망 운영
- 생활권 대기질 정보 제공
- 대기오염물질 기원 추정
- 정보DB 시스템 구축
- 지역 거버넌스 체계 구축

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

9/48

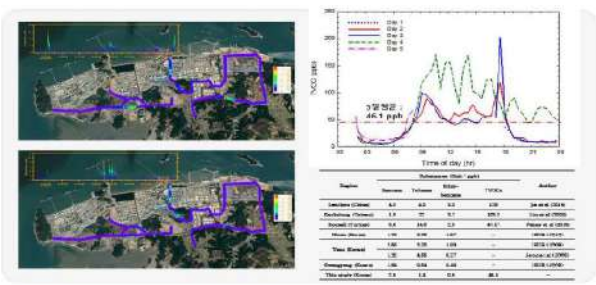
2. 서해안기후환경연구소 연구 사례

충남연구원 ChungNam Institute

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 지원 정책 : 주민 의견수렴				
일시	행사명	목적	장소	대상 (인원수)
18.03.21-23	1차 설문조사	주민 의견수렴 및 인지도 조사	1대1 대면조사	이정단 (28)
18.09.09	1차 중간보고회	연구진행사항 보고	대산읍사무소	
18.12.13	주민간담회(1)	과제소개 및 향후 연구일정 공유	대산읍사무소	지역 및 환경협의체 (21)
19.01.17		간담회 결과 송부		지역 및 환경협의체 (21)
19.02-04	2차 설문조사	주민 의견수렴 및 인지도 조사	대산읍사무소 등	지역 및 환경협의체 (95/221)
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 (29)
19.09.03	연구결과 보고회	연구결과 보고 및 개선방안 토의	대산석유화학단지	대산공단협의회 (10)
19.09.04	연구결과 보고회	연구결과 자문단 검토	대산읍사무소	대산지역환경협의회 및 자문회 (18)
19.09.19	주민공청회(3)	연구결과 보고 및 의견수렴	중앙사회복지관	대산(서산)지역 주민
19.10.01	주민설명회(4)	연구결과 보고 및 의견수렴	대죽1리마을회관	대산(서산)지역 주민

대산산업단지 대기질 개선 종합 대책

법 제도 마련
1. 대기보전 특별대책 지정
2. 특별관리권역 지정, 배출규제 실시
3. 화학사고 발생 대응 매뉴얼 개발·배포
4. 산업단지 주변지역 지원 사업 조례 제정

기반 구축

조사 DB 구축
5. 주요유해물질 공정 및 배출량 조사
6. 배출시설 후처리 현황 조사
7. 유해대기물질 실시간 모니터링 시스템 구축
8. 대규모 배출시설 대기오염물질 저감계획 이행평가

시설 개선
9. 산업단지 배출시설 설비 개선 지원
10. 산업단지 운행차량 DPF 의무화 및 LEZ 운영

주민 지원
11. 민·관·사 거버넌스 구축 운영
12. 산업단지 주변지역 영향검토 지원
13. 주민지원 대기질 정보 센터 운영

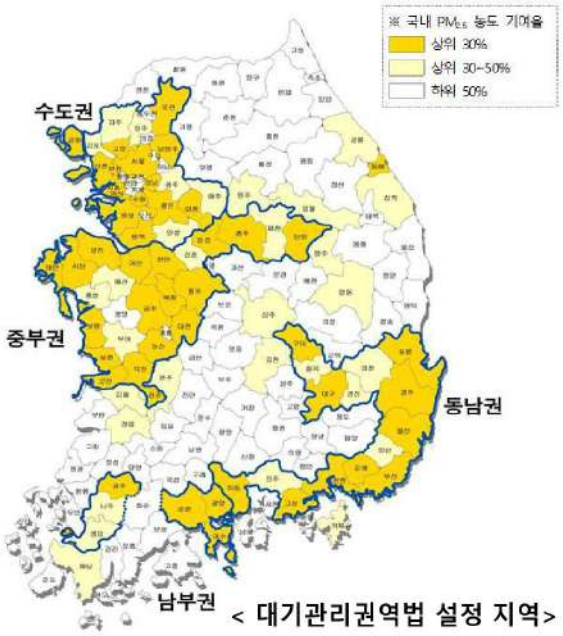
10/48

2. 서해안기후환경연구소 연구 사례

충남연구원 ChungNam Institute

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



< 대기관리권역법 설정 지역>

2. 서해안기후환경연구소 연구 사례

충남연구원 ChungNam Institute

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

비전	빈 틈 없는 대기오염 관리 협력 벨트 구축		
추진목표	초광역권 대기오염 배출량 저감	서해안권 기초자료 축적과 관리시스템 구축	서해안권 초광역관리 체계 마련
추진방법	시설, 항만, 연안 관리협력 강화	대기환경 관리 통합 추진	대기질 통합 관리조직 구성
추진사업	초광역권 대기개선 관리협력 - 배출시설 지도점검 협력 - 항만주변 대기질 관리협력 - 연안도서 대기배출 관리협력	초광역권 대기환경 통합관리 - 대기질 통합분석시스템 구축 - 배출량, 시설조사 및 DB구축 - 위해성 평가 및 관리시스템 구축	서해안권 대기환경 관리단 설치·운영
추진성과	초광역(인천, 경기, 충남) 공동 지도점검팀 운영	초광역권 대기환경 통합관리 시스템 운영	서해안권 대기환경관리단 운영

2. 서해안기후환경연구소 연구 사례

충남연구원 ChungNam Institute

탄소중립 기본계획 수립

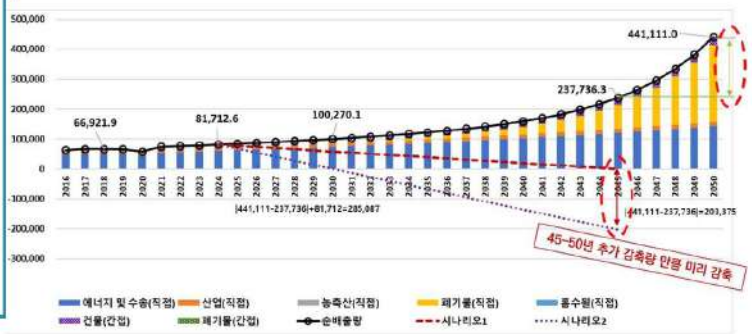
□ 연구 목적 : 2050 국가탄소중립 실현, 탄소중립기본법 제11조, 제12조 의거 법정의무사항
□ 연구 내용 : 지역 온실가스 배출현황과 전망, 탄소중립 실현을 위한 온실가스 감축로드맵 수립 등

지역 탄소중립 녹색성장 기본계획수립 절차와 내용

Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6
기후변화현황-전망 및 지역 관련 기존 계획 분석	당진시 온실가스 배출 현황 및 전망	상위 계획 및 시민 참여 의견 수렴	탄소중립 비전-목표 및 세부추진과제 수립	온실가스 감축 로드맵 수립	재정조달방안 및 탄소중립 인지예산제 적용방안 마련

법정계획 절차에 더하여 연구진이 새롭게 시도한 연구내용

2045 탄소중립 로드맵 수립시 탄소중립 속도에 따른 추가 필요 감축량 산정



이중맹검법 적용 : 정책효과의 극대화 유인방향 설정

연구진 A
국내외 탄소중립 우수지역 선별

연구진 B
연구진 & 결과에 대한 다방면 분석

탄소중립 정책방향
지역 특성에 맞게 적용하여 탄소중립 정책효과 극대화

기본계획 수립·운영 체크리스트 활용

2. 서해안기후환경연구소 연구 사례

충남연구원 ChungNam Institute

기후위기 적응대책 수립

□ 연구 목적 : 지역 기후탄력성 확보, 탄소중립기본법 제40조 의거 법정의무사항
□ 연구 내용 : 지역 기후변화 현황과 전망, 취약성 및 리스크 평가, 기후위기 적응대책 세부로드맵 수립 등

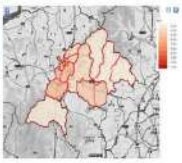
지역 기후위기 적응대책 세부시행계획 수립 절차와 내용

Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6
계획의 개요	제2차 세부시행 계획 성과평가	지역 현황 및 적응여건 분석	계획 목표 및 추진전략 제시	부문별 세부시행 계획 수립	계획의 집행 및 관리

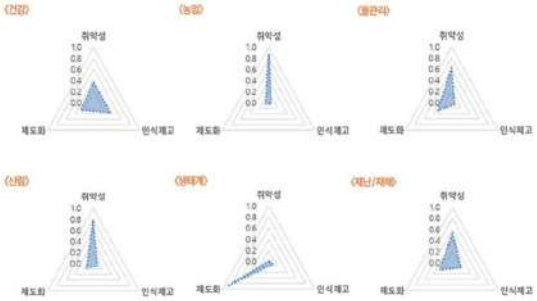
법정계획 절차에 더하여 연구진이 새롭게 시도한 연구내용

기후위기 적응사업 추진에 따른 취약성 개선 정도 평가

순위			지역	취약성 종합지수					적응능력		
기준	전년도	이행년도		기준	전년도	이행년도	개선율	노출	민감도	기준	전년도	이행년도
1	1	1	성동동	0.36	0.36	0.36		0.34	0.01	0.00	0.00	0.00
1	1	1	신방동	0.36	0.36	0.36		0.26	0.09	0.00	0.00	0.00
4	3	3	원당2동	0.32	0.32	0.32		0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
5	4	4	봉명동	0.30	0.30	0.30		0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
7	5	5	중앙동	0.28	0.28	0.28		0.29	0.00	0.01	0.01	0.01
8	6	6	수신면	0.26	0.26	0.26		0.29	0.00	0.03	0.03	0.03
9	7	7	원당1동	0.25	0.25	0.25		0.21	0.00	0.03	0.00	0.00
10	9	8	월봉동	0.24	0.24	0.24		0.24	0.00	0.00	0.00	0.00
10	9	8	문성동	0.24	0.24	0.24		0.26	0.00	0.01	0.01	0.01
5	11	8	공남면	0.30	0.17	0.24	20%	0.31	0.01	0.02	0.15	0.08
3	8	11	홍세면	0.34	0.24	0.22	35%	0.32	0.03	0.01	0.11	0.13
12	12	12	목천읍	0.16	0.16	0.16		0.15	0.01	0.00	0.00	0.00
13	13	13	신안동	0.12	0.12	0.12		0.11	0.01	0.00	0.00	0.00
14	14	14	북면	0.09	0.08	0.08	11%	0.11	0.00	0.01	0.02	0.03
15	15	15	병천면	0.08	0.04	0.06	25%	0.10	0.00	0.01	0.05	0.02
17	16	16	동면	0.00	0.00	0.00		0.04	0.00	0.03	0.04	0.05
16	17	17	광덕면	0.04	-0.08	-0.08	300%	0.06	0.00	0.01	0.14	0.14



부문별 세부사업 유형분류에 따른 정책방향 설정지원



2. 서해안기후환경연구소 연구 사례

충남연구원
ChungNam Institute

고농도 미세먼지 대응을 위한 지역간 공동 연구

□ 연구 목적 : 국지적으로 발생하는 미세먼지 사회이슈 대응을 위한 지역 연구간 공동 연구 및 이슈 발굴 / 2021~현재
□ 연구 내용 : 지역별 대기환경관련 추진 연구사례 조사, 소형사업장 대기오염물질 배출 특성 분석, 공동 세미나 및 학술대회 발표

천안도심지역 도장시설과 인접 도로변 VOCs의 시공간 분포 특징
Characteristics of Spatial and Temporal Distribution of VOCs around Painting Facilities and Roadside Located near Cheonan Downtown Area

파주출판단지의 VOCs 농도 공간분포에 관한 연구
A Study on Distribution of Volatile Organic Compounds Concentration over Paju National Publishing Complex

15/48

3. 연구과제 소개 I

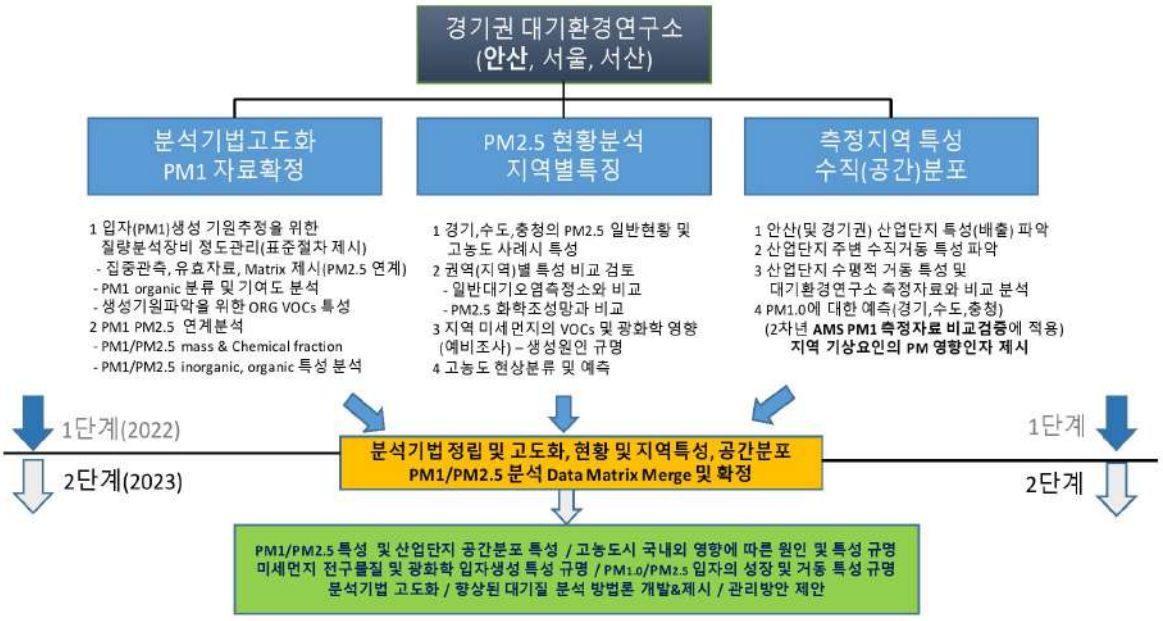
- 지역별 $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$ 상세분석 결과를 활용한 미세먼지 특성 및 생성원인 규명

3. 연구과제 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

지역별 $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$ 상세분석 결과를 활용한 미세먼지 특성 및 생성원인 규명

□ 발주처 : 국립환경과학원(경기권 대기환경연구소) / 2022~2024년, 연 3억원
□ 참여기관 : 충남연구원, 아주대, ㈜미세먼지연구소
□ 연구 목적 : 대기환경연구소 데이터를 활용한 지역별 $PM_{1.0}$ 및 $PM_{2.5}$ 생성원인 규명



3. 연구과제 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

연구배경 및 필요성

□ 미세먼지 특별법 시행과 권역별 대기환경관리 기본계획에 따라 국가 및 권역별 대기환경개선 목표 수립(대기환경 개선시행계획)
□ 지역별 $PM_{2.5}$ 개선대책 수립을 위한 원인분석과 추진경과 분석을 위한 지역별 정밀측정 자료 확보 필요

'21년 전국 권역별 대기환경연구소 현황

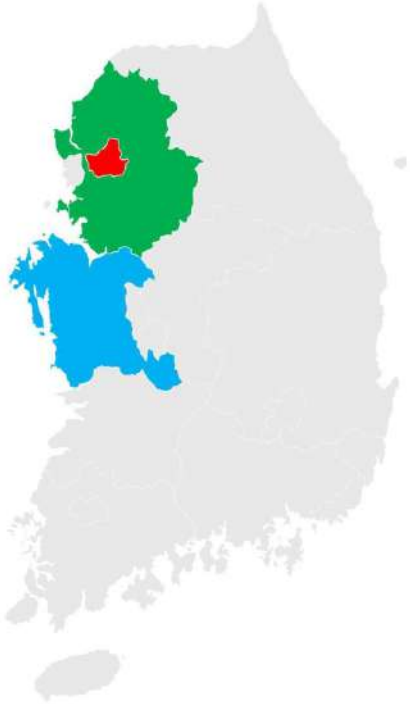
□ 대기관리권역 설정
- 2005년부터 지정된 수도권 외에 중부권, 동부권, 남부권을 권역으로 추가 총 77개 특광역시 및 시군을 권으로 관리
□ 권역별 맞춤형 대기환경관리 추진
- 지역 특성을 고려한 광역적이고 체계적 관리 실시
- 환경부, 관계 중앙행정기관의 장 및 권역에 포함된 시도지사와 협의를 거쳐 권역별 대기환경개선 목표, 시도별 배출허용총량, 배출원별 저감계획 등이 포함된 권역별 〈대기환경관리 기본계획〉을 5년 마다 수립
□ 사업장 대기오염물질 총량관리제 확대 시행
- 권역 내 위치한 690여개 오염물질 다량 배출사업장에 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 정책 추진에 따른 결과 해석을 위해 지역별 정밀분석 필요

3. 연구과제 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

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)

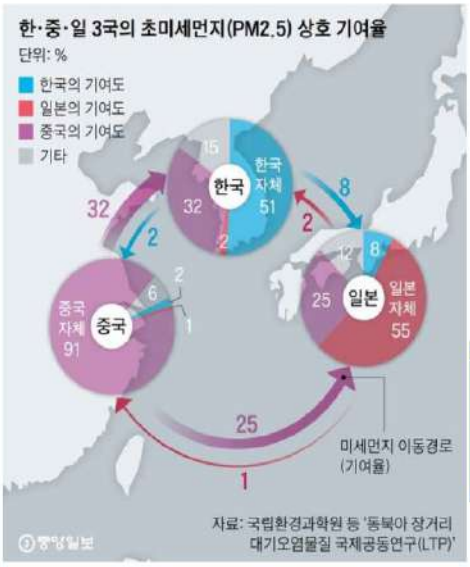
- 상이한 배출특성 지역(도심, 산업, 교외지역)
- 상이한 지역적 특성분석을 통한 연구결과 확산 용이

3. 연구과제 소개 I

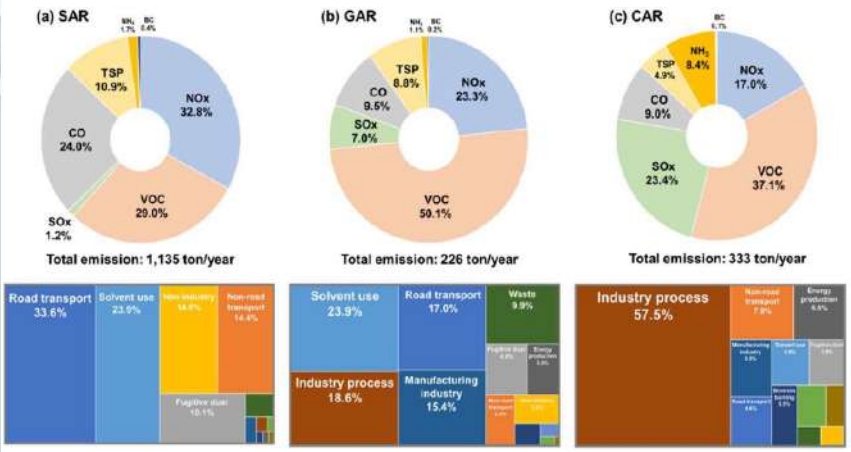
충남연구원 ChungNam Institute

고농도 사례시 지역별 $PM_{2.5}$ 물리화학적 특성

□ 국내 고농도 $PM_{2.5}$ 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



자료 : 중앙일보(19.11.20)



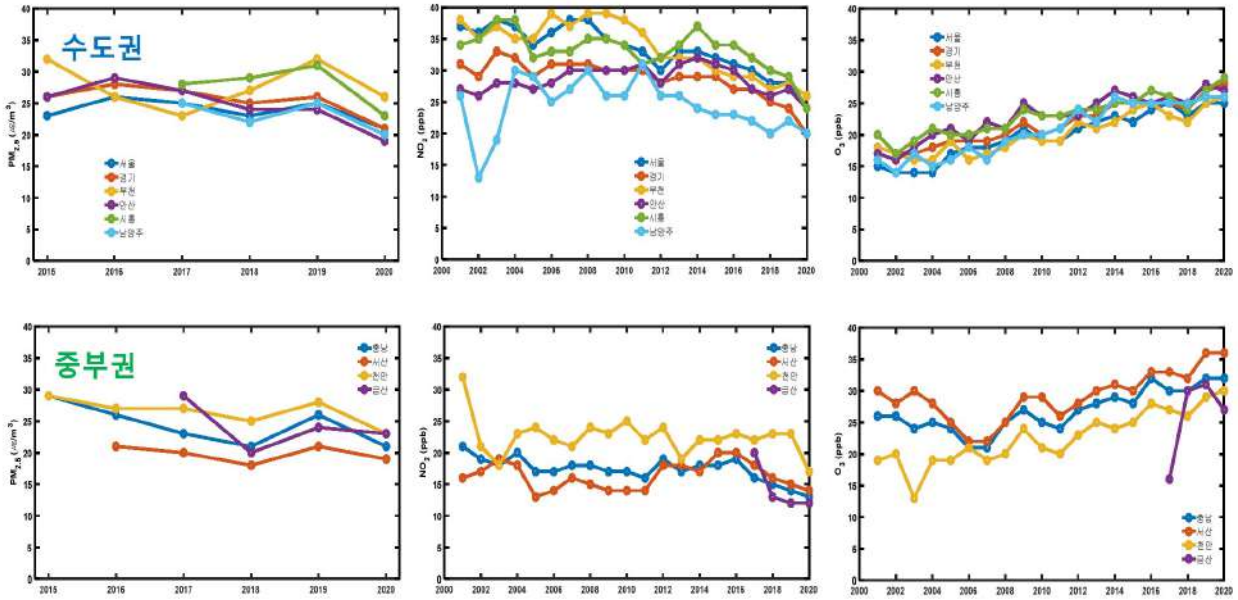
3. 연구과제 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

지역별 대기질 현황 분석

(자료 : 국립환경과학원, 대기환경연보, 2021)

□ 측정소가 위치한 서울, 경기, 충남지역 모두 $PM_{2.5}$와 NO_2는 감소 추세이며, O_3은 증가 추세
□ 수도권에서는 부천시가 NO_2와 $PM_{2.5}$ 모두 가장 높게 나타났고, 중부권에서는 천안이 높게 나타남 → 도심지역
□ O_3는 시흥과 서산에서 높게 나타남 → O_3 전구물질 : NOx, VOCs (시화·안산, 서산 VOCs 배출기여도 높음)



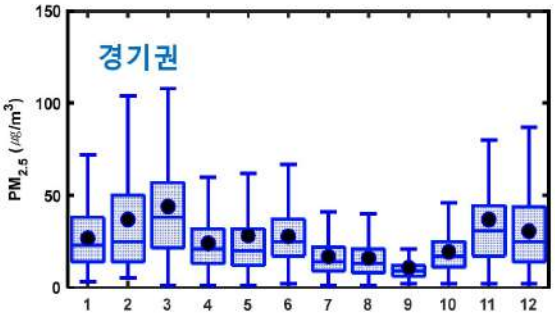
21/48

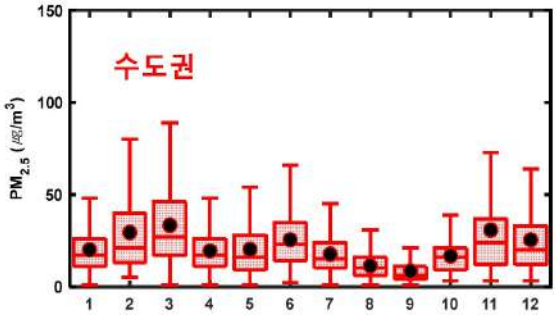
3. 연구과제 소개 I

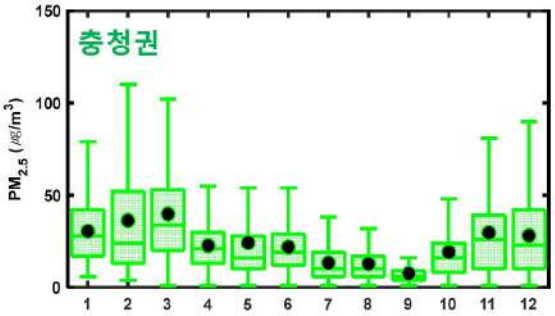
충남연구원 ChungNam Institute

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

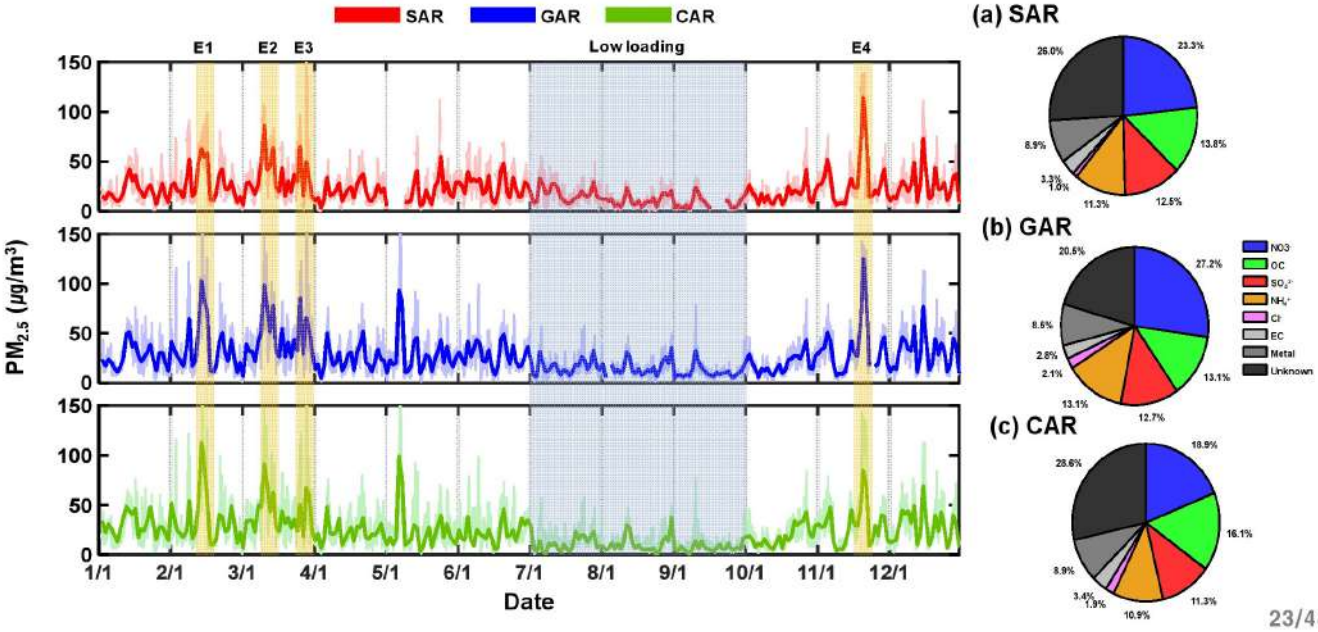
22/48

3. 연구과제 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

고농도 사례시 지역별 $PM_{2.5}$ 물리화학적 특성

- □ 경기권 측정소 데이터가 26.4 ㎍/㎥으로 가장 높음 (충청권 23.4 ㎍/㎥, 수도권 21.8 ㎍/㎥)
- □ 성분별로 질산염(NO_3^-)이 가장 높은 분율을 보였고, 그 다음 황산염(SO_4^{2-}), 유기탄소(OC), 암모늄 이온(NH_4^+) 순으로 확인됨
- □ 고농도 사례 분석 : 일평균 농도로 75 ㎍/㎥ 이상인 구간 / 4개 이벤트 선정

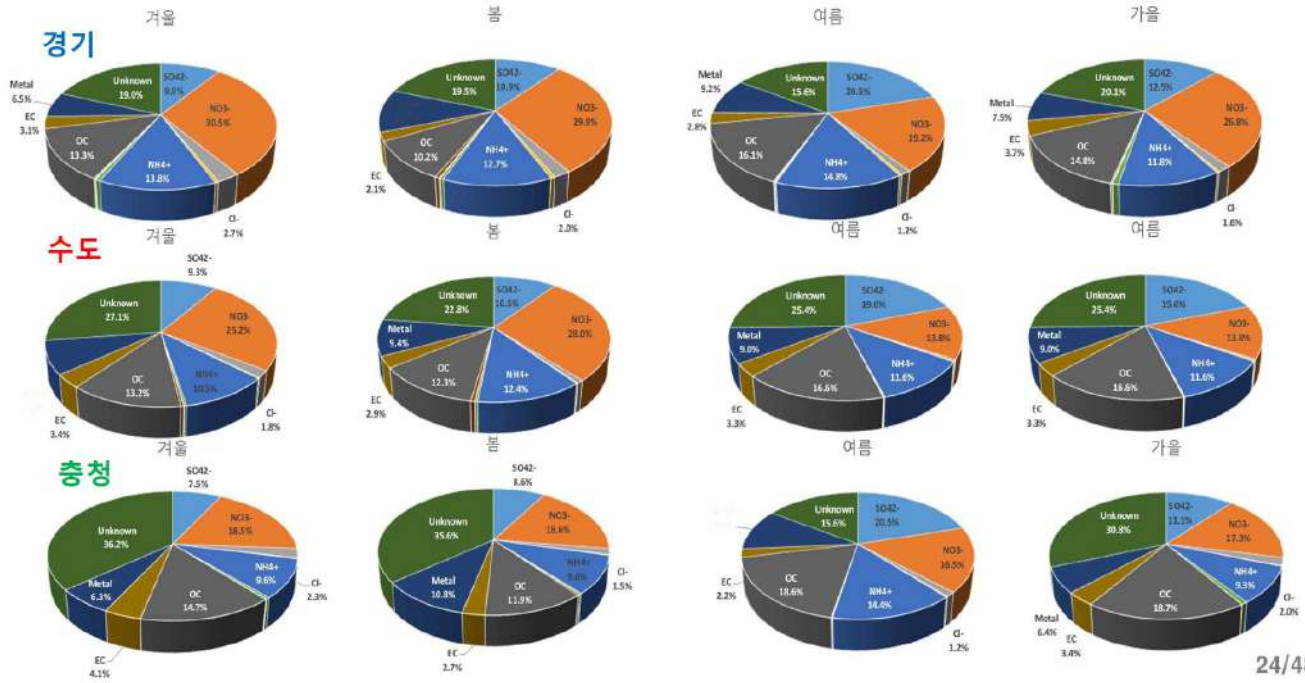


3. 연구과제 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

지역별 $PM_{2.5}$ 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

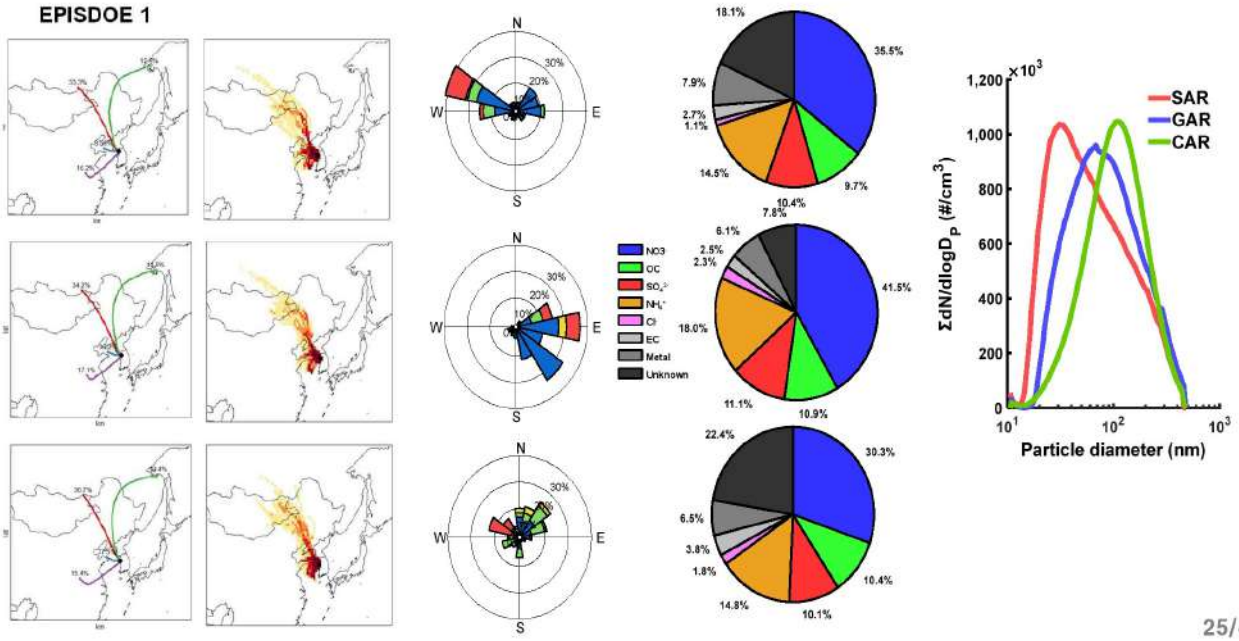


3. 연구과제 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

고농도 사례 및 지역별 $PM_{2.5}$ 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, 황산늄, 유기탄소가 높음
- □ 수도권과 충청권의 비율이 유사하며, 경기권은 타 지역 대비 암모늄의 비율이 높고, 금속성분 비율이 낮게 나타남



3. 연구과제 소개 I

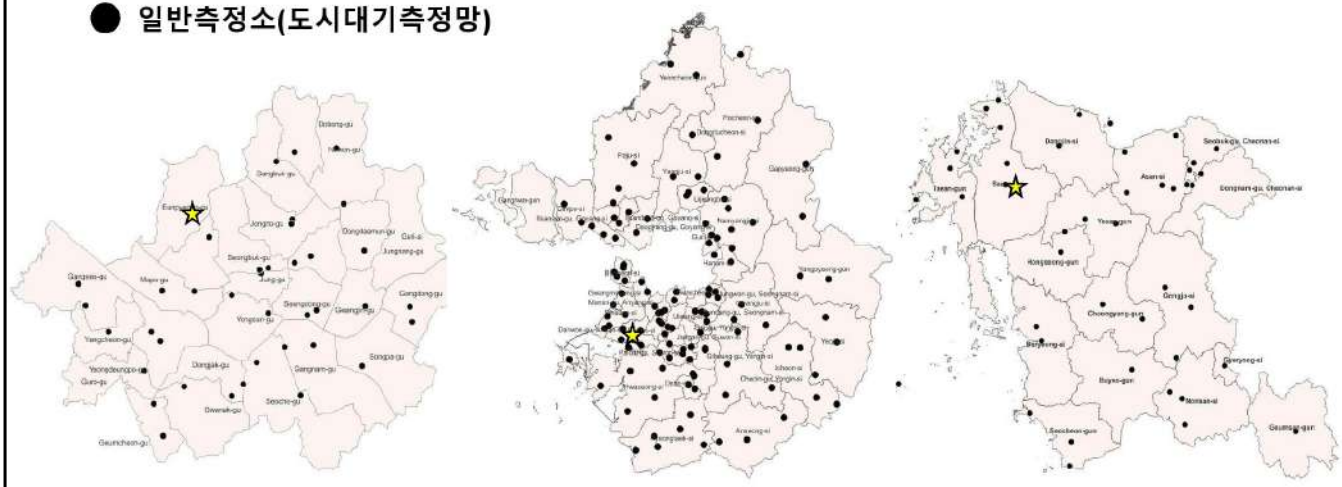
충남연구원 ChungNam Institute

대기환경연구소와 권역 내 측정소간 상관성 분석

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

☆ 집중측정소(대기환경연구소)

● 일반측정소(도시대기측정망)



수도권(서울) 경기권 충청권

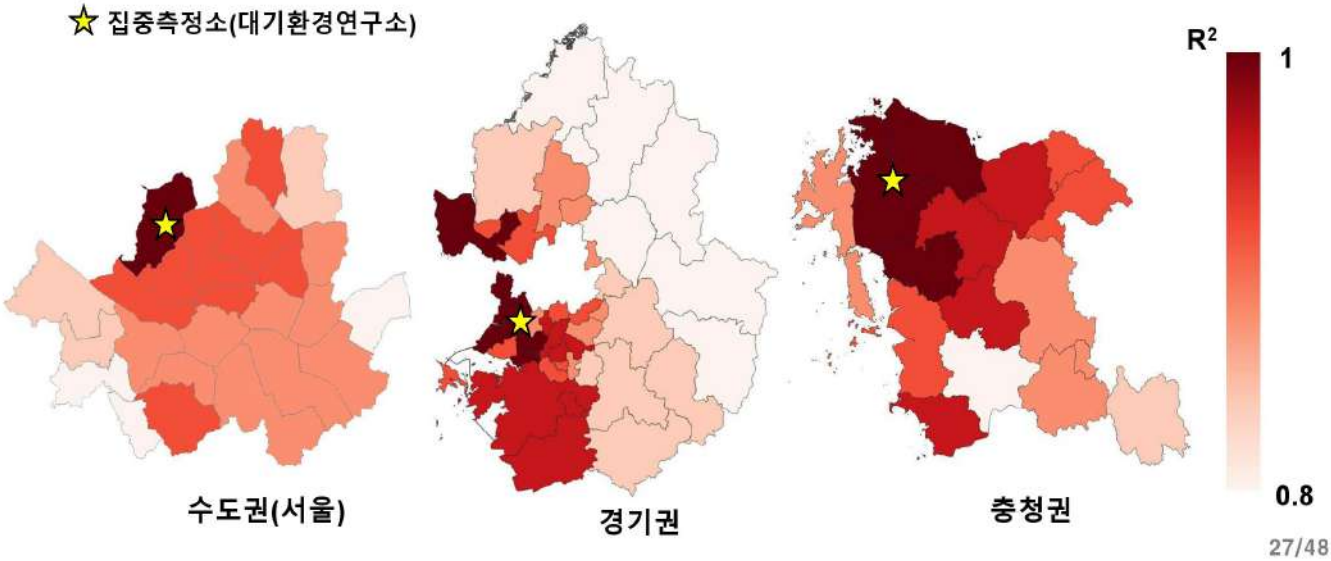
3. 연구과제 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

대기환경연구소와 권역 내 측정소간 상관성 분석

□ 대기환경연구소와 일반측정소 간의 $PM_{2.5}$ 상관성 분석 수행 : 모든 측정소에서 R^2 0.8 이상으로 높은 상관이 나타남
□ 서울의 경우 측정소가 위치한 은평구 측정소와 높은 상관성을 보이며 공간적으로 멀어질수록 낮은 상관성은 나타냄
□ 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)



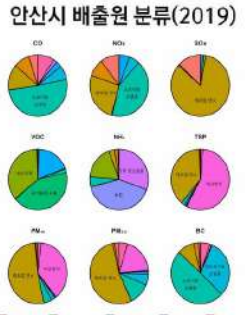
3. 연구과제 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

광화학스모그에 따른 SOA 생성 특성 분석

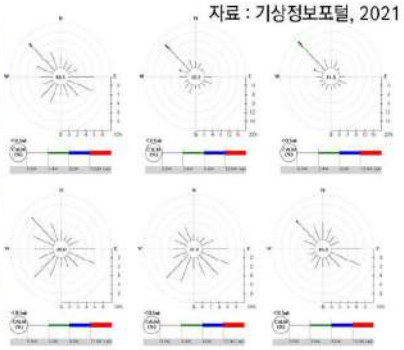
□ CAPSS : 경기도 배출량 전국 1위, 안산시 VOCs 배출량 지역 내 2위(1위와 유사) / 반월 및 시화 국가산업단지 위치
□ 풍량이 적고, 북서풍 주풍, 정온상태 35.0~45.9% → 산업단지 영향 크고, 배출된 오염물질의 희석, 확산력 약함

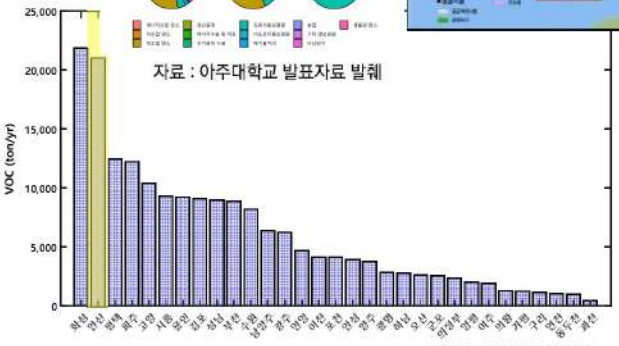
안산시 배출원 분류(2019)



(자료 : 연합뉴스(15.07.13)

자료 : 기상정보포털, 2021





자료 : 아주대학교 발표자료 발췌

자료 : CAPSS, 2019

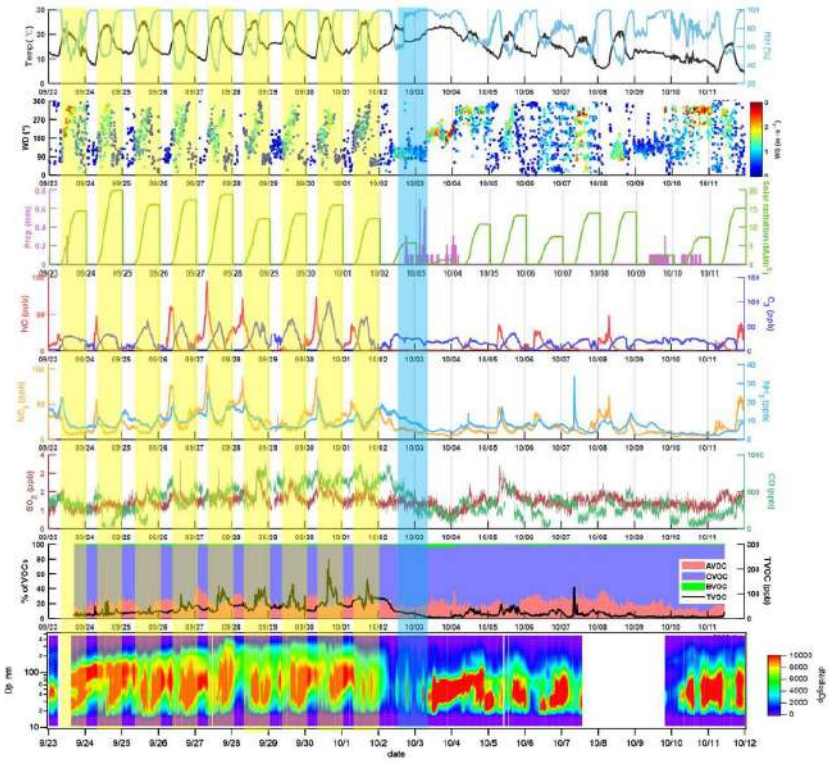
구 분		계(면적)	산업시설 구역	지원시설 구역	공공시설 구역	녹지구역	비 고
계(안산)		31,495	18,380	1,761	5,613	5,741	도로 1,987천㎡ 그 외 주차장, 운동장, 종말처리장 등 공공시설
반월국가산단		15,374	7,929	427	2,086	4,932	
시화국가산단	안산	4,304	4,130	48	1	125	안산시 26.7%
	시흥	11,817	6,321	1,286	3526	684	시흥시 73.3%
	소계	16,121	10,451	1,334	3,527	809	

자료 : 블로그(안산 둘러보기)

3. 연구과제 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

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_3을 제외한 가스상 오염물질은 시계열 분석에서 유사한 농도변화 패턴을 보임 → 주변에 일관성 있는 배출원 존재
- □ SR과 온도, O_3 피크가 유사하게 변화
- □ 노란라인 시작과 NO 최대피크 후 감소 일치
- □ VOCs는 노란라인 안에서 증가가 확인되나 상관성은 낮게 나타남

29/48

3. 연구과제 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

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 $PM_{1.0}$에 대한 밀도추정 연구 → 충남연구원

Paper work

- PM1, PM2.5 유기성분 연구사례 조사
- PM2.5 Mass Closer 방법론 조사
- PM1, PM2.5 QA/QC 조사

Field Study

- 측정분석 시스템 확보
- 측정분석 QA/QC
- 실시간 PM1, PM2.5 유기성분 측정 분석

Research

- PM1 측정자료 분석
- 유기성분 추출 및 자료정리
- PM2.5 OC/EC 분류 (비율, 농도, RH 구간별)

- 연구사례 및 방법론 분류
- 분석 및 적용 방법 수립

- 실시간 PM1, PM2.5 유기성분 측정 분석
- PM1.0 & PM2.5질량농도확보

- 측정자료 분석 및 Matrices 작성
- PM1 원소구성비 분석 OM/OC 산정
- PM2.5 OM/OC 전환계수 산정 및 적용

- **PM2.5 유기성분 및 기상인자와 OM/OC 변화특성 분석 (seasonal, weekly, diurnal variation)**
- **PM2.5 유기성분의 OM/OC 적용을 통한 Mass Reconstruction 비교 분석**
- **PM1 질량분석자료를 활용한 PM2.5 유기물질 전환계수 설정 및 정확도 향상방안 제안**

→ **대기환경연구소 자료의 PM2.5 적용, PM2.5 PMF 분석활용 및 정확도 향상**

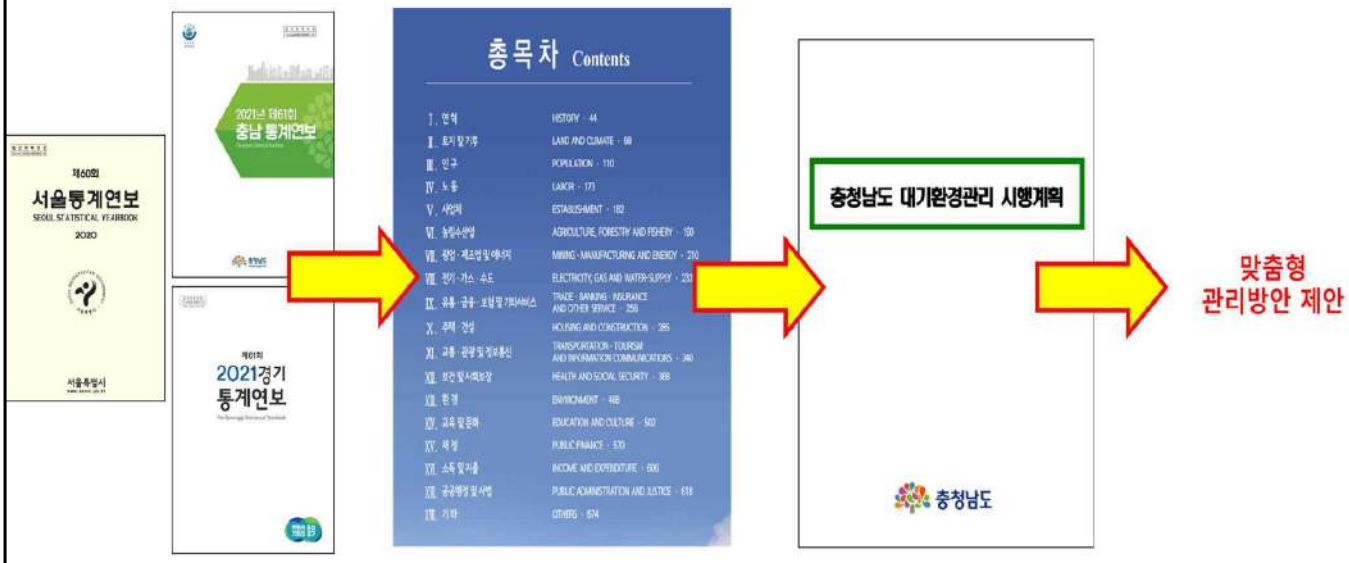
30/48

3. 연구과제 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

고농도 미세먼지 발생시 $PM_{1.0}$과 $PM_{2.5}$ 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

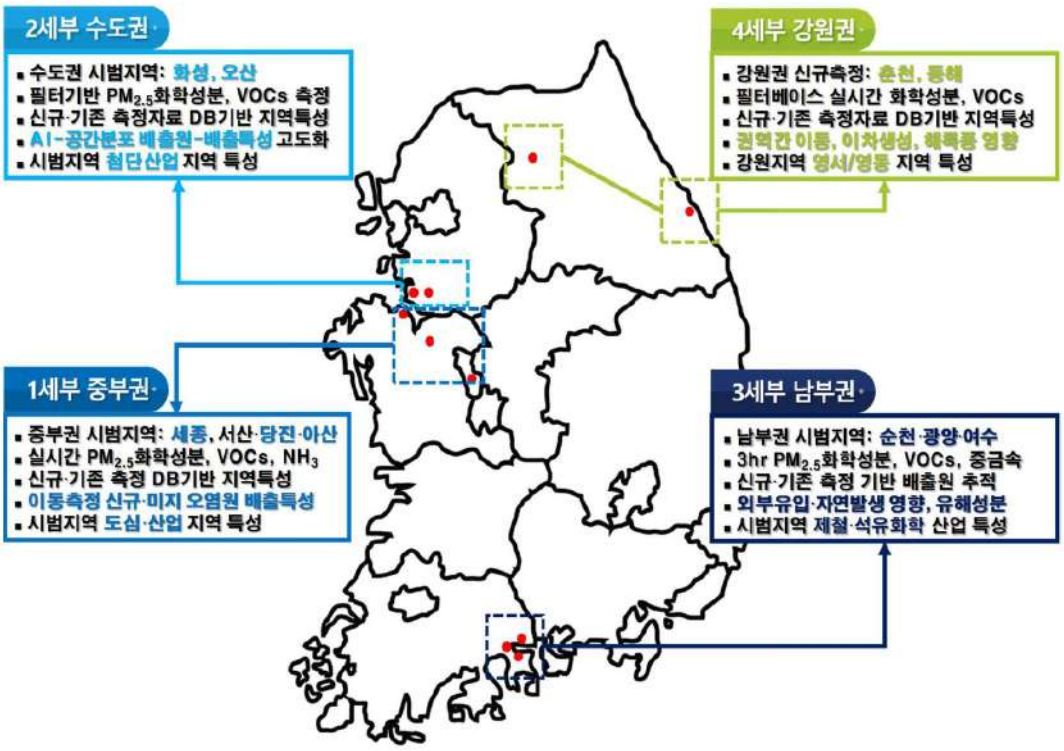
3. 연구과제 소개 II

- 시범지역 초미세먼지($PM_{2.5}$) 발생원인 규명

3. 연구과제 소개 II

충남연구원 ChungNam Institute

시범지역 초미세먼지($PM_{2.5}$) 발생원인 규명



3. 연구과제 소개 II

충남연구원 ChungNam Institute

연구단 구성

(총괄) 시범지역 초미세먼지 발생원인 규명 연구
(한국과학기술연구원)

수도권(세부)	중부권(세부)	남부권(세부)	강원권(세부)
(화성, 평택, 오산)	(세종,서산,당진,아산)	(광양, 여수, 순천)	(춘천, 동해, 권역간)
아주대학교 위탁: 한국화학융합연	한국과학기술연구원 위탁: 충남연구원	목포대학교	강원대학교
측정: 화성, 오산 유-무기 추적자, VOCs	측정: 세종, 서산, 당진, 아산 ACSM Org 추적자, Online XRF, VOCs	측정: 순천, 여수, 광양 유-무기 추적자, 중금속	측정: 춘천, 동해 유-무기 추적자, VOCs
대기측정망 DB분석	대기측정망 DB분석	대기측정망 연계분석	대기측정망 DB분석
도심, 산업 특성 분석 (인공지능-공간분포)	도심, 산업 특성 분석 (고해상도 실시간 측정)	산업 배출특성 분석 (PMF, CPF, PSCF)	권역간 이동, 대기정체 유형 분석
첨단산업 배출 특성	도심-산업 배출 특성	제철-석유 배출 특성	강원 영동/영서 특성 고농도 이벤트 특성

각 권역별 지역 1차 배출과 2차 생성 특성 제시 및 비교

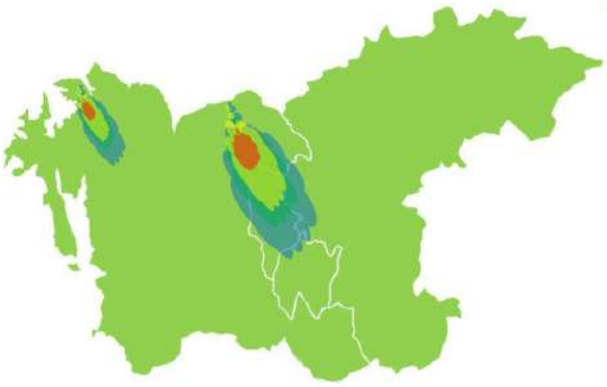
배출원-측정소 공간 농도분포 예측 모델	배출원/권역내 이동영향 특성	배출원/권역별 이동 등에 의한 성분 특성	타 권역과 지역발생 기여도 비교
수도권 $PM_{2.5}$ 배출원, 배출 특성 규명	중부권 $PM_{2.5}$ 도심, 산업지역 특성 규명	남부권 $PM_{2.5}$ 맞춤형 관리방안 제시	강원도 $PM_{2.5}$ 발생원인 규명

권역별 오염 종합 연계해석
1. 권역별(수도권, 중부권, 남부권, 강원도) 관측 공백지역 중심 $PM_{2.5}$ 원인 제시
2. 지자체 특성에 맞는 미세먼지 저감대책에 과학적 근거 제공
3. 대기측정망 데이터 활용성 증대를 통한 지자체 중심의 $PM_{2.5}$ 현황분석 및 대응 역량 제고

3. 연구과제 소개 II

충남연구원 ChungNam Institute

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 $PM_{2.5}$성분 특성과 중부권 시범지역 기초자료 분석 및 현장 지원 등을 통한 지역 맞춤형 개선 정책 제언

마을대기측정망, $PM_{2.5}$필터샘플

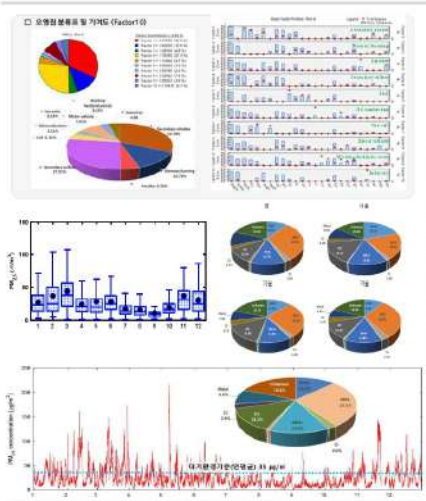
최종: 중부권 시범지역의 초미세먼지 및 전구물질의 지역적 특성 규명

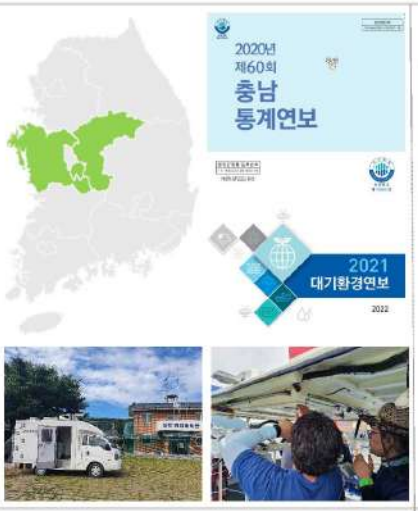
35/48

3. 연구과제 소개 II

충남연구원 ChungNam Institute

중부권 초미세먼지의 물리화학적 특성 및 지역 발생원 조사





충청권 대기환경연구소 기반 $PM_{2.5}$ 성분특성 분석

- 연평균, 월, 계절별, 일평균 농도 분석
- 고농도 미세먼지시 물리화학 특성 분석
- PMF모델을 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

충남연구원 ChungNam Institute

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 미세먼지연구·관리센터**: 데이터 활용을 통한 지역 정책 개발, 공동연구 및 업무협력 협조
- **당진, 아산시 및 충청남도** : 측정 위치선정 및 현장 지원 / 제안된 정책에 대한 현장적용

3. 연구과제 소개 II

충남연구원 ChungNam Institute

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 $PM_{2.5}$의 물리화학적 특성 분석 / 정책제언

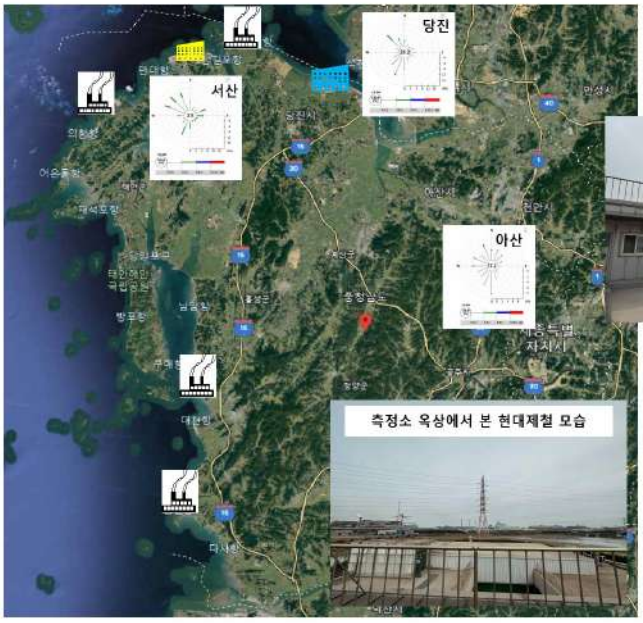
연차	지역	중부권 주관 - KIST		위탁 – 충남연구원			
1차년도 (2023)	도심 (세종)	이동측정 플랫폼 (Mobile Lab; ML)	고정측정 플랫폼 (Bongo EV; ACSM)	당진-아산 필터 샘플		기존 자료 활용 지역 미세먼지 특성 분석	
		ML 정비 및 테스트 측정	ACSM, XRF, PTR-MS 구축 및 테스트 측정	유기 성분 선정	장소 확정	상세 성분자료	시공간 분포특성
		상세 이동측정계획 수립, 고정측정 지점 선정 및 예비 측정(6월)					
		이동(ML) 및 고정(ACSM) 본 측정 수행 (9, 10, 11월)		성분 분석	시료 채취	대기환경 연구소	도시·마을 대기
		차량영향 예비결과	실시간 성분 예비결과	필터성분 예비결과		지역적 특성 예비결과	
2차년도 (2024)	산업 (당진)	당진 제철소 중심 이동*/고정**측정 겨울(1~2월), 봄(4~5월), 여름(7~8월), 가을(10월) * 이동측정은 고정측정 주변 우심지역 중심으로 2~3일 측정 ** 고정측정은 제철소 풍하지역 중심으로 2~3주 측정		당진-아산 $PM_{2.5}$ 채취 겨울(1~2), 봄(4~5), 여름(7~8), 가을(10) (계절별 3~4주 수행)		도시-마을대기-대기환경 연구소 데이터 연계 통합 분석기법 개발 사례별 권역내 이동현상 분석	
		$PM_{2.5}$, 전구물질 산업 배출 주변지역 영향 특성 예비결과		수용모델 및 권역내 이동현상 사례 예비결과			
3차년도 (2025)	통합	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					

3. 연구과제 소개 II

충남연구원
ChungNam Institute

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 (6.5%) / 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

충남연구원 ChungNam Institute

석탄화력발전소에 의한 대기질 악화 → 관리 필요성 인식

- **전국 주요 초미세먼지 다배출사업장 기준 총배출량의 35.7% 충청남도 배출(2019. 1~8월 기준)**
- **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	5859	11.0
울산	51	3415	6.1
⋮	⋮	⋮	⋮

한국환경공단 2018년 통계자료
2019.10. 대전MBC

비지니스와치(2019.11.01.)

3. 연구사례 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

충청남도 대기오염 측정망

2021.06. 기준

- □ 충청남도 국가대기 측정망 현황 : 도시대기측정소(AQMS) 37개소, 도로변측정소(RAQMS) 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

3. 연구사례 소개 I

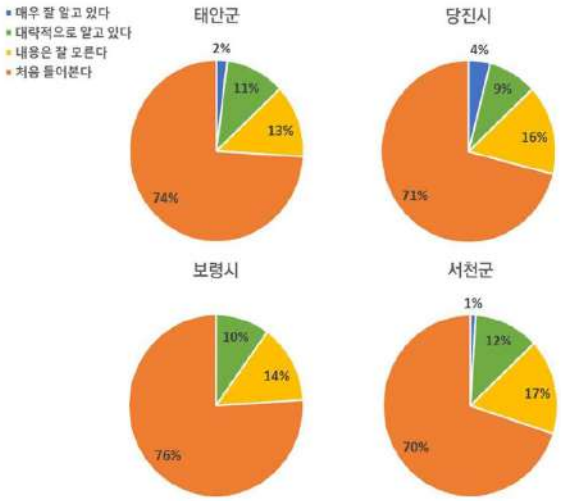
충남연구원 ChungNam Institute

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)



발전사 사후영향평가 및 자체모니터링 인지도

3. 연구사례 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

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

3. 연구사례 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

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
마을대기 측정망	보령시 (11곳)	교성 / 교성1리 마을회관	충남 보령시 오천면 김산길31
		남포 / 삼현1리 노인회관	충남 보령시 남포면 봉덕삼현길 590(삼현1리)
		송학 / 송학초등학교	충남 보령시 주교면 토정로 796-52
		신흥 / 오천면사무소 어항출장소	충남 보령시 대천항중앙길46
		오천 / 오천초등학교	충남 보령시 오천면 충청수영로 822
		오포 / 발전소 남부회처리장	충남 보령시 오천면 오천해안로 89-37
		원산 / 원산 마을회관	충남 보령시 오천면 원산도1길14
		주포 / 주포 면사무소	충남 보령시 주포면 보령읍성길 39-1
		죽정 / 한전사옥	충남 보령시 봉황로60 한전사택내 201동
		천북 / 천북 초등학교	충남 보령시 천북면 하공길 45
		학성 / 바닷황잡인근	충남 보령시 천북면 학성염전길 94-26
	당진시 (11곳)	교포 / 당진화력본부	충남 당진시 면천면 면천로 623(성상리 945)
		금천 / 신평 면사무소	충남 당진시 신평면 신평로 834(금천리 458)
		사곡 / 신당진 변전소	충남 당진시 정미면 정미로316(사곡리 231-2)
		삽봉 / 석문 중학교	충남 당진시 석문면 대호로 1533-6(삽봉리 892)
		성상 / 면천 면사무소	충남 당진시 면천면 면천로 623(성상리 945)
		용무 / 고대 면사무소	충남 당진시 고대면 구장터길 9(용무리 664-1)
		운산 / 합덕읍사무소	충남 당진시 합덕읍 예덕로 403(운산리 675-172)
		한당 / 당진 에코파워	충남 당진시 석문면 대호만로 2222-17(교로리 2693)
		적서 / 적서리 마을회관	충남 당진시 대호지면 대호로 662(적서리 156-6)
		송악 / 송악초등학교	충남 당진시 송악읍 송악로663-1(송촌리 257)
		통정 / 석문 면사무소	충남 당진시 석문면 통정 3길2-1(통정리 393-1)
	서천군 (5곳)	내도둔 / 내도둔 마을회관	충남 서천군 서면 서인로317번길21(마량리 74-1)
		마량 / 마량초소	충남 서천군 서면 마량리 151-2
		요포 / 요포 마을회관	충남 서천군 서면 서인로415번길36(도둔리 716)
		춘장대 / 춘장대 사택	충남 서천군 서면 춘장대로 130(도둔리 1-4)
		홍원 / 홍원 마을회관 이전부지	충남 서천군 서면 도둔리 957-7
	태안군 (11곳)	고남 / 고남 면사무소	충남 태안군 고남면 안면대로 4254-12
		관리 / 이원초등학교 관동분교	충남 태안군 이원면 관리 572-1
		내리 / 이원초등학교 내리분교	충남 태안군 이원면 원이로 2431
		대기 / 대기초등학교	충남 태안군 원북면 대기길 12-21
		반계 / 원북 초등학교	충남 태안군 원북면 원이로 849-3
		방갈 / 방갈2리 마을회관	충남 태안군 원북면 학암포길 29
		상후 / 상후1리 다목적회관	충남 태안군 태안읍 뱀나무길 390
		안기 / 안기2리 마을회관	충남 태안군 근흥면 항장길6-4
		의항 / 의항리 보건지료소	충남 태안군 소원면 개목길 25-9
		이곡 / 이곡1리 다목적회관	충남 태안군 원북면 이곡1길 14
		원전 / 원전3리 다목적회관	충남 태안군 태안읍 원전길 77
고정대기 측정망	당진시	석문(대난지도)	충남 당진시 석문면 교로리 난지도리 177-62, 당진시청소년수련원
	보령시	청라(청라면)	충남 보령시 청라면 나원리 749

3. 연구사례 소개 I

충남연구원 ChungNam Institute

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 〉

3. 연구사례 소개 I

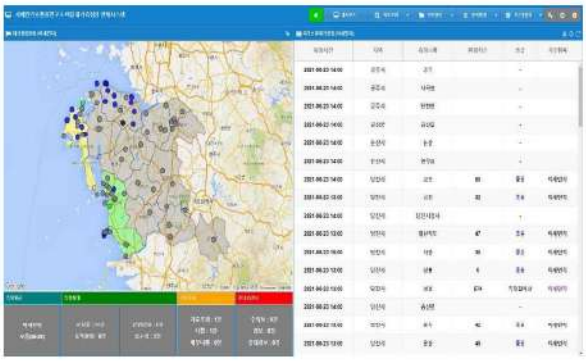
충남연구원
ChungNam Institute

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

관제시스템을 통한 실시간 모니터링	대민홈페이지(클린에어충남) 운영
	

47/48

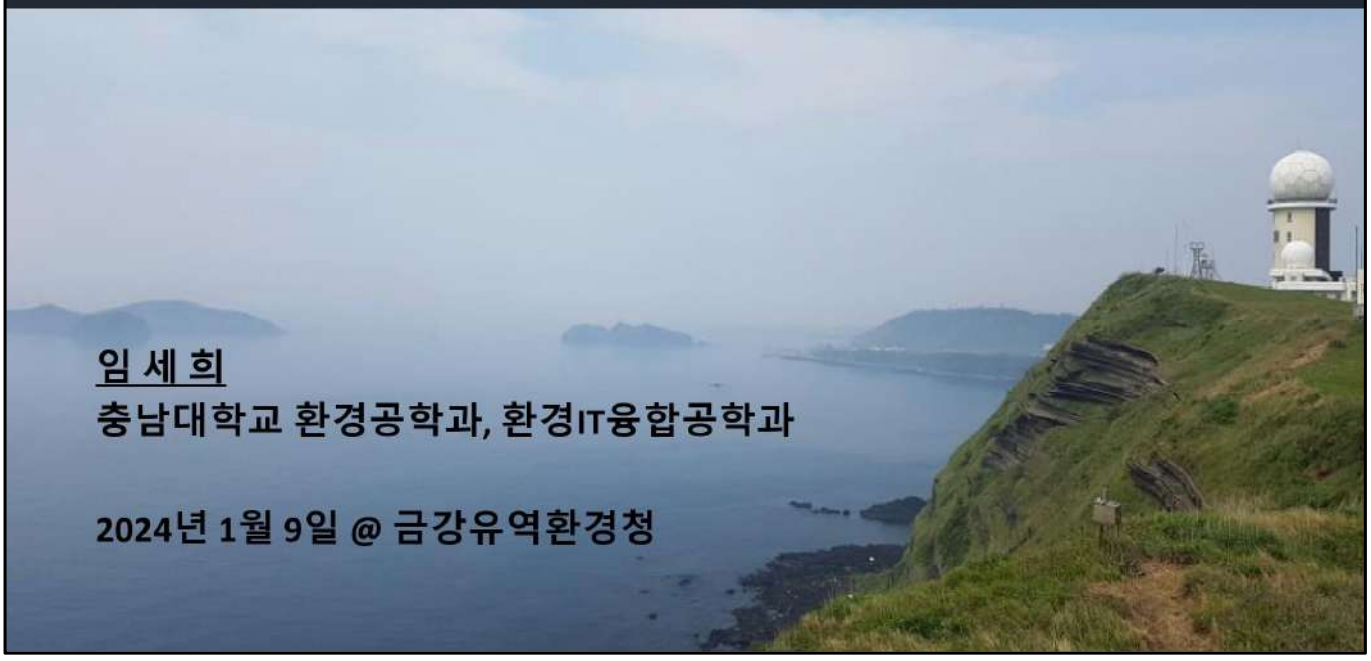
감사합니다.

충남연구원
ChungNam Institute

Chungnam Institute

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

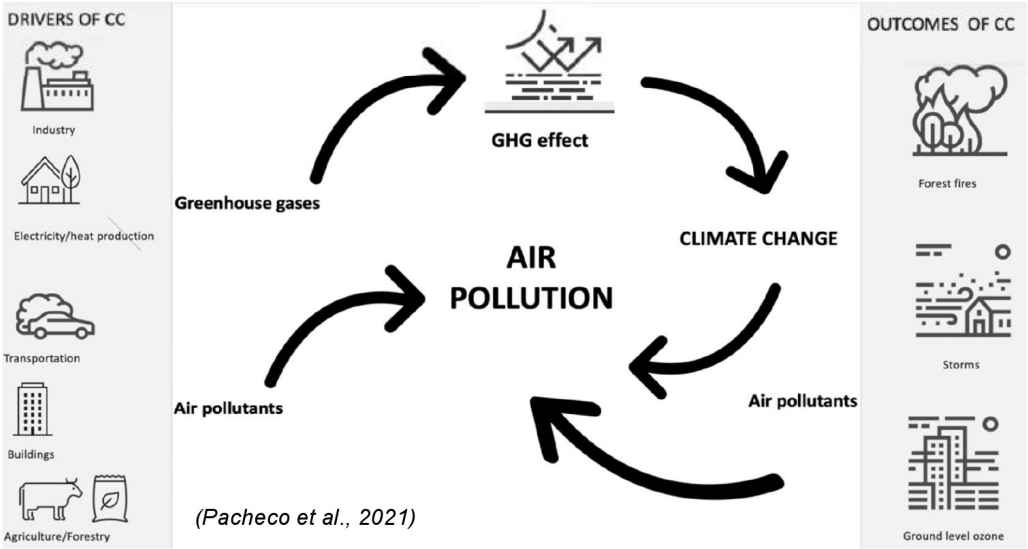
1. Context of Study

2. Introduction to research at ACCLab

3. Outlook

Air Quality and Climate Change

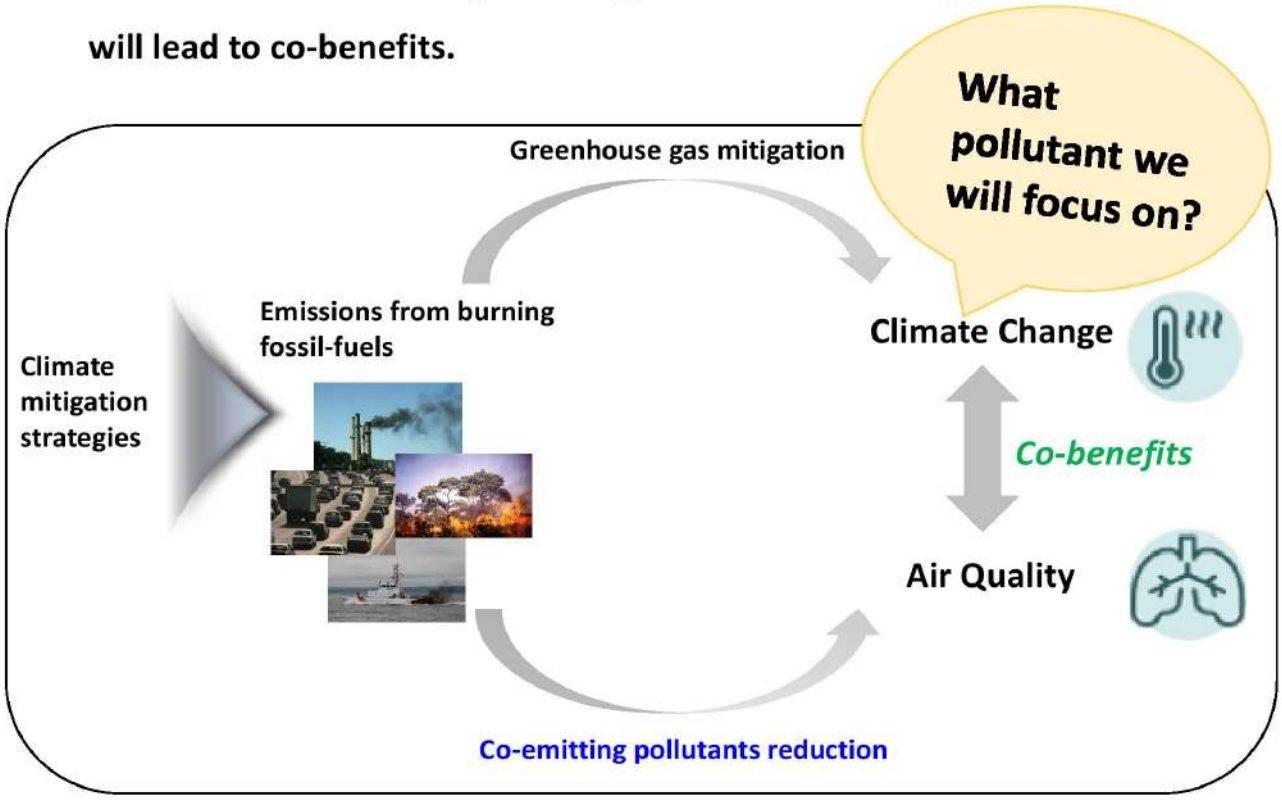
- **Air quality and climate change are intimately connected.**



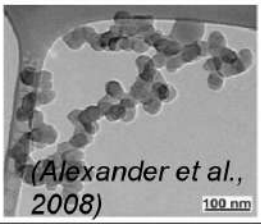
(Pacheco et al., 2021)

Co-benefits

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



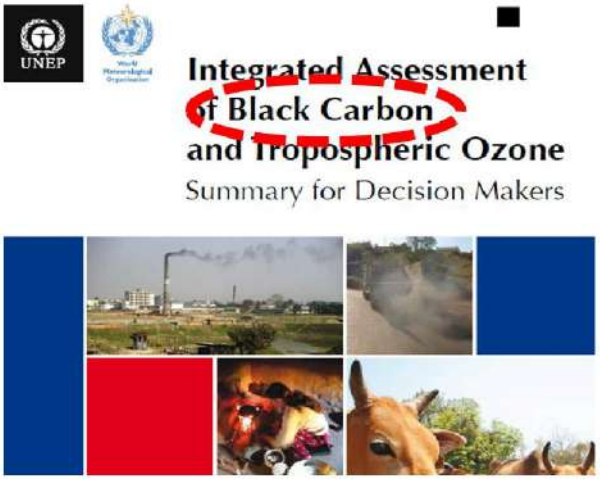
What is Black Carbon ?

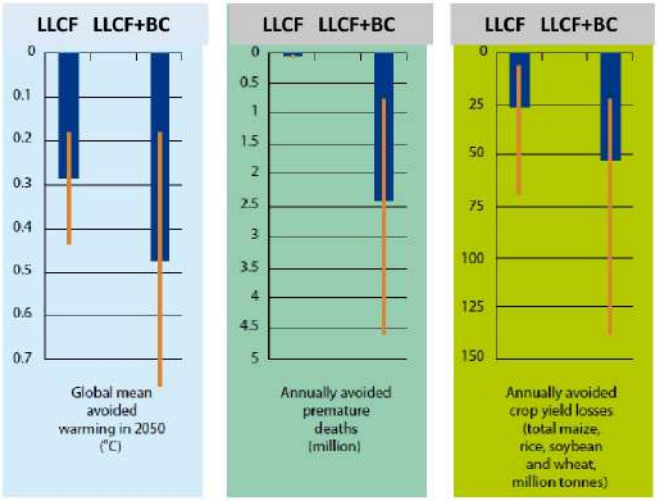


(Alexander et al., 2008)

블랙카본 (Black carbon; BC):

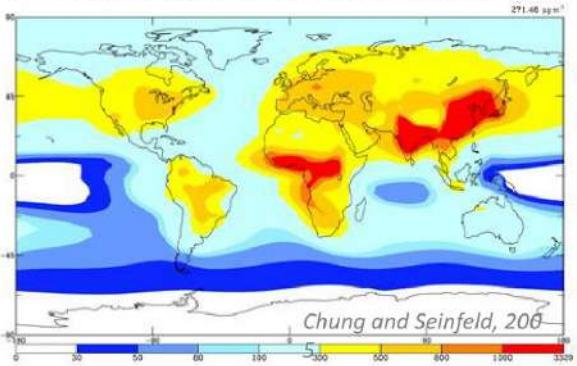
Light-absorbing carbonaceous particulate matter directly emitted from fossil-fuel combustion and biomass burning





BC Distribution & emission sources

❍ **Geographical distribution of atmospheric black carbon mass concentrations**



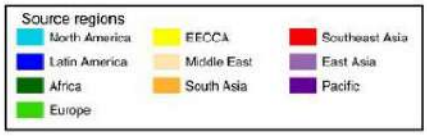
- **Global:** **Fossil & bio fuels, 4770 Gg yr^{-1}**

  Open biomass burning, 2760 Gg yr^{-1}

- **Regional:** **Contribution of each source highly varies.**

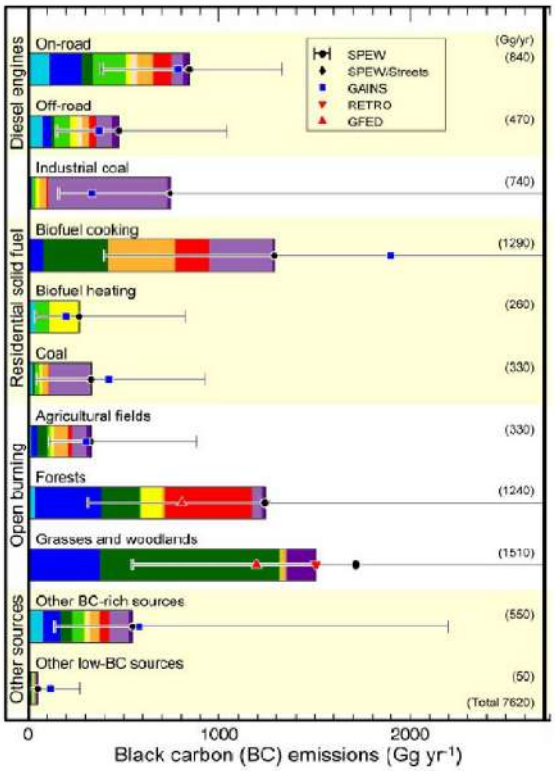
  e.g., Europe, fossil & bio fuels, >90 %

  Africa, open biomass burning, > 60 %



Adapted from Bond et al., 2013

BC emissions in year 2000 by regions



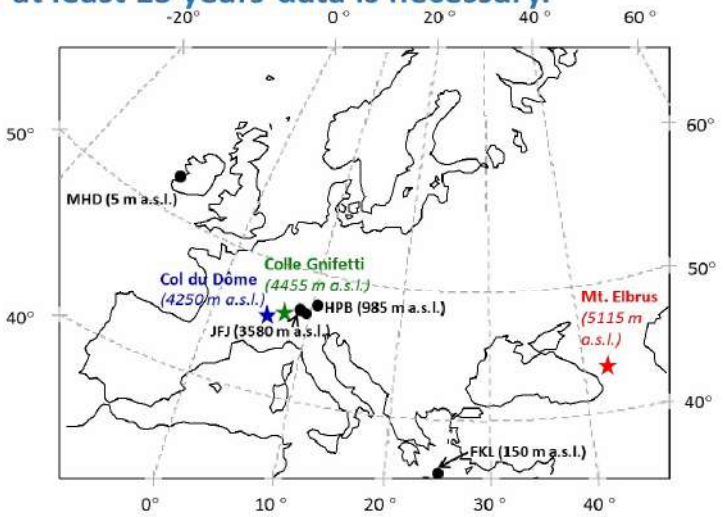
Recent trends in BC conc. over Europe

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.



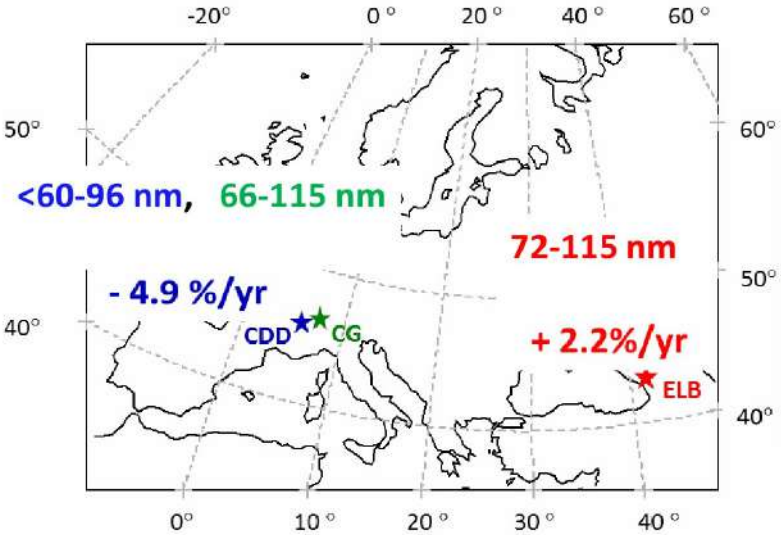
Time period: 2006-2012 1998-2008 1998-2009

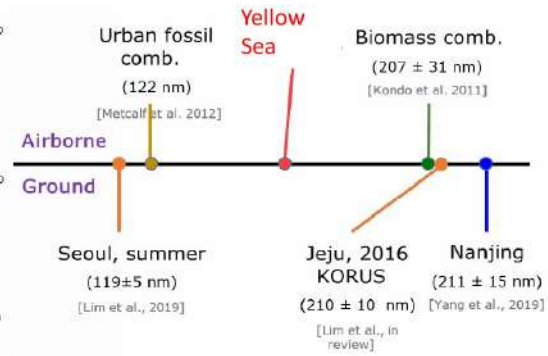
Recent trends in BC conc. over Europe

Lim, PhD thesis

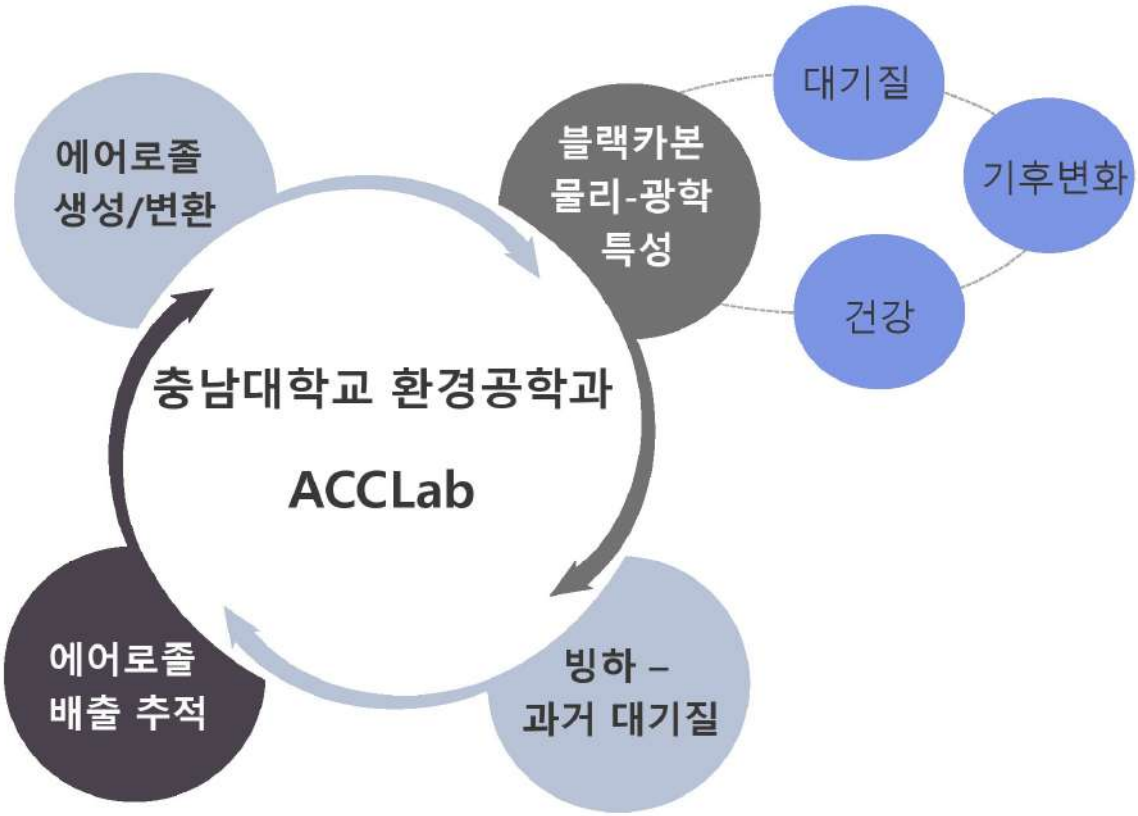
❍ Reconstruction of atmospheric BC from snow/ice archives

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





Research at ACCLab

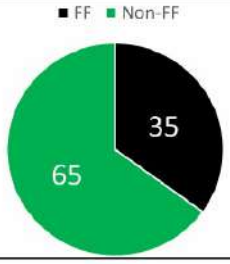
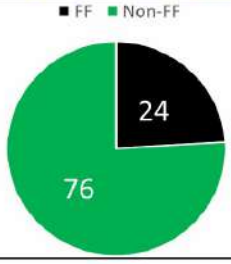
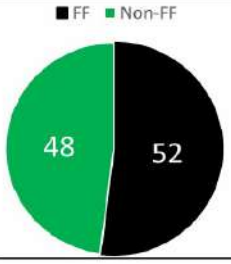
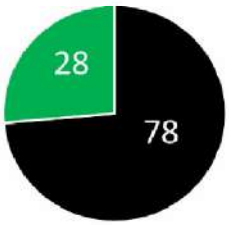


^{14}C-based source apportionment

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			

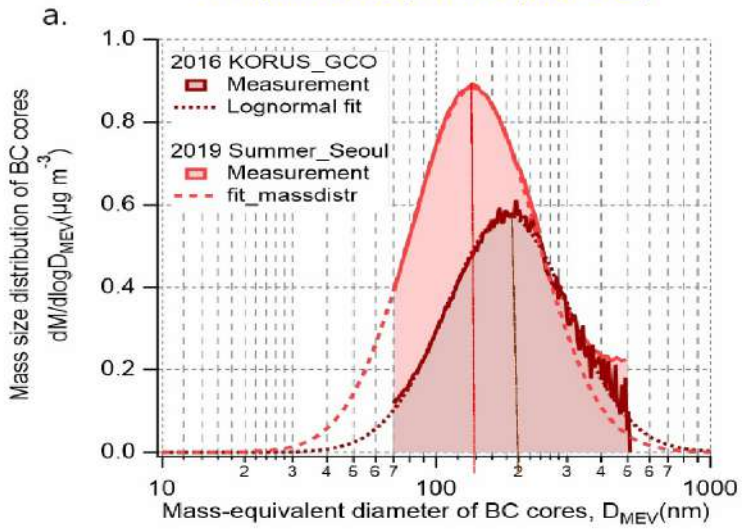
$F_{ff}(TC) = \frac{f_M(TC) - f_M(c)}{f_M(ff) - f_M(c)} \times 100,$ $F_c(TC) = \frac{f_M(TC) - f_M(ff)}{f_M(c) - f_M(ff)} \times 100$

BC - Physical properties

❍ Source-dependent size distributions of BC

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

제주 (2016 KORUS) vs. 서울 (2019 여름)



NIMS, 2019; Lim et al., 2023

BC - Mixing state

❍ Mixing state impacts on radiative forcing

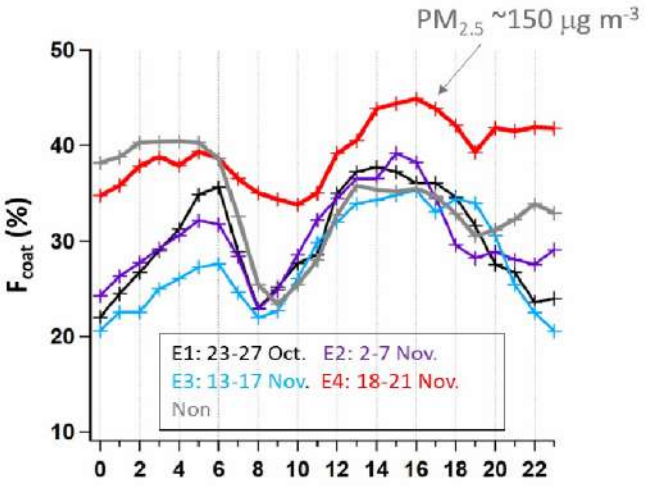
- **Internally-coated BC has stronger light-absorbing ability.**

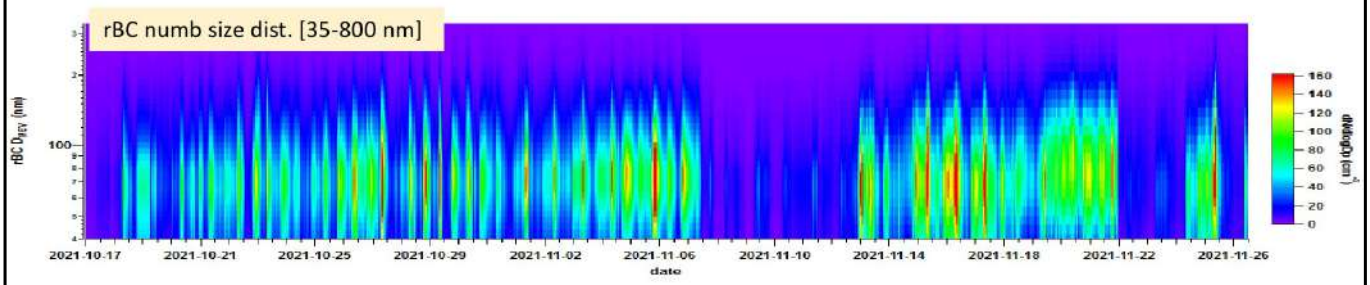
BC – Mixing state in Seoul (2021 GMAP)

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

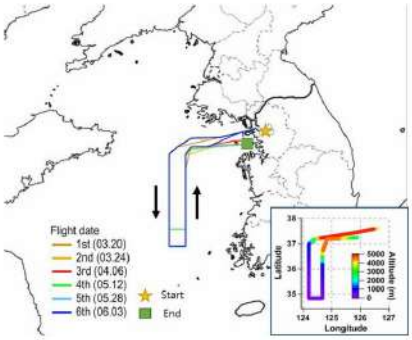




BC – Airborne measurements

NIMS, 2020

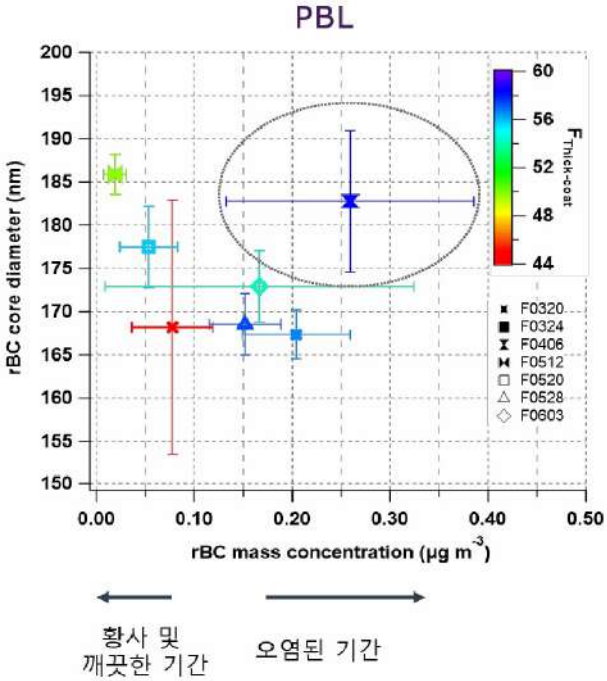
❍ **Airborne measurements @ Yellow Sea, 2020**



	Morphology	Char.	SP2 signal	Absorption
F_{bare}	●	Fresh		
F_{coat}	D_{rBC} D_{shell}	Aged		x2

식생연소

화석연료



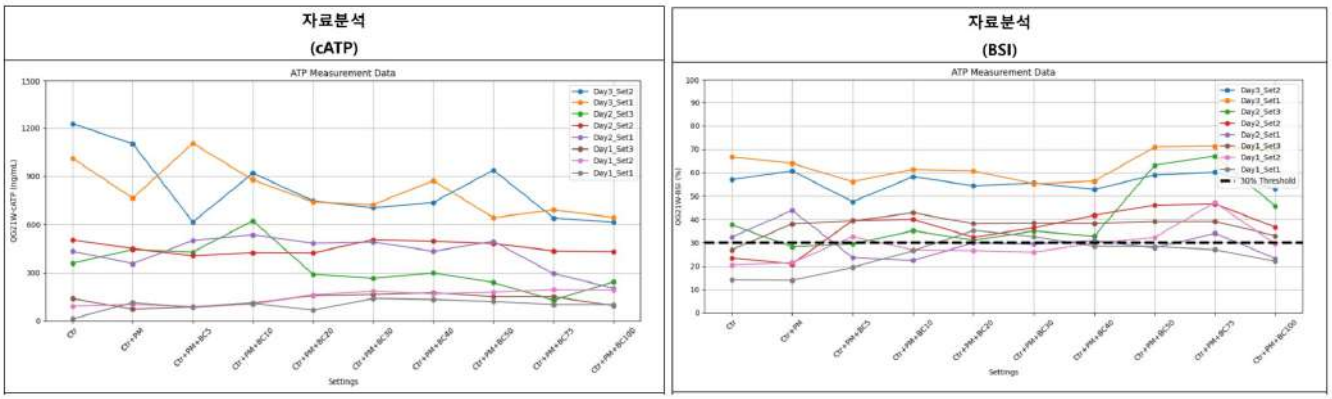
Aerosol health effects – microbe test

❍ C, N isotopes-based $PM_{2.5}$ source apportionment

[PM과 BC 농도에 따라PA14(Pseudomonas aeruginosa) 배양]

(제작된 AB(+) + PM, BC 농도 별 용액) | (2023/09/21 1회차 배양 용액 샘플) | (2023/09/25 2회차 ATP 측정 샘플) | (배양 4일차 AB(+) + PM + BC 20 샘플)

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



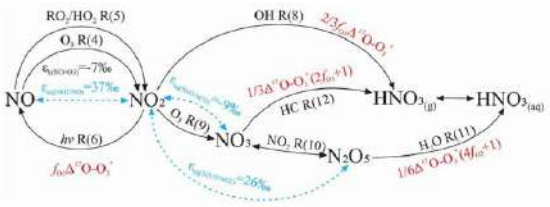
Nitrate – oxidation pathway

2018-2019 @ Seoul
$PM_{2.5}$ sampling

Atmospheric Chemistry and Physics
Lim et al., 2022

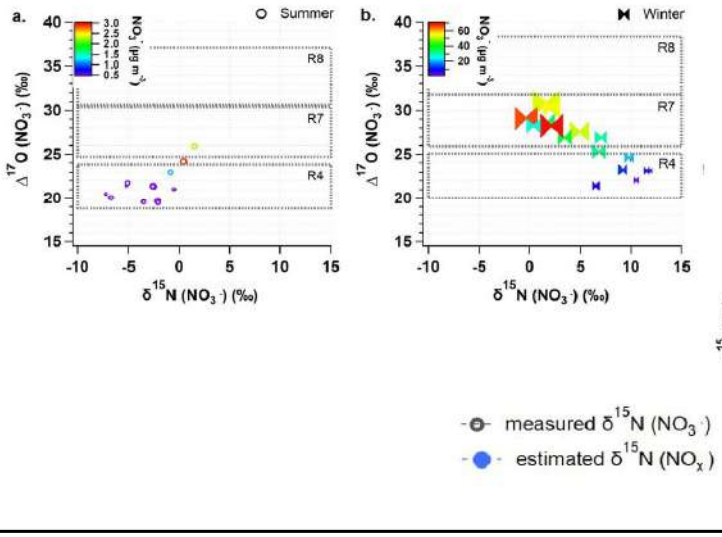
❍ O, N isotopes-based formation mechanisms of $PM_{2.5}$ nitrate

$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$,	(R1)	
$NO + RO_2(HO_2) \rightarrow NO_2 + RO(OH)$,	(R2)	
$NO_2 + h\nu \rightarrow NO + O(^3P)$,	(R3)	
$NO_2 + OH \rightarrow HNO_3$,	(R4)	OH pathway (Daytime)
$NO_2 + O_3 \rightarrow NO_3 + O_2$,	(R5)	
$NO_2 + NO_3 + \overset{M}{\longleftrightarrow} N_2O_5$,	(R6)	
$N_2O_5 + H_2O \xrightarrow{aerosol} 2HNO_3(aq)$,	(R7)	N_2O_5 pathway (Nighttime)
$NO_3 + RH \rightarrow HNO_3 + R$,	(R8)	NO_3 pathway (Nighttime)



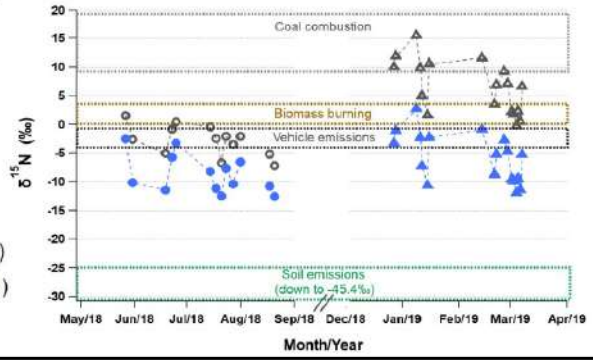
Rose et al., 2019

[Oxidation pathway from Dual isotopes]



[Isotope mixing modeling]

	Daytime	Nighttime	
	OH pathway	N_2O_5 pathway	NO_3 pathway
Summer	87 ± 6 %	8 ± 5 %	5 ± 3 %
Winter	62 ± 12 %	24 ± 15 %	14 ± 7 %

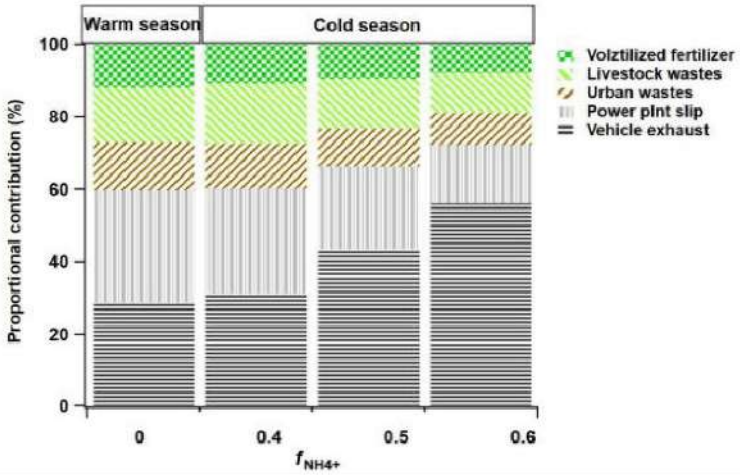


carbon & Ammonium – Source apportionment

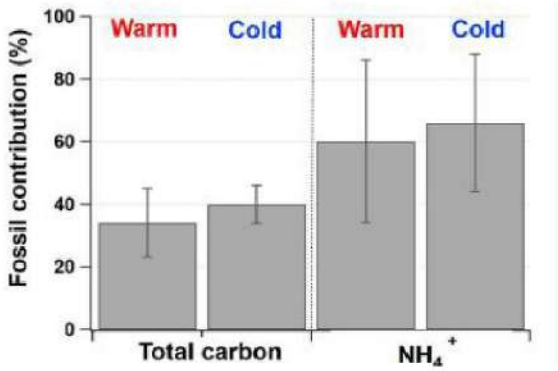
Environmental Science & Technology
Lim et al., 2022

❍ C, N isotopes-based $PM_{2.5}$ source apportionment

[NH_4^+ source contribution from N isotopes]



[Fossil-source contribution on TC & NH_4^+]



Outlook

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

- 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

18

경청해 주셔서 감사합니다