



충남환경보건열린포럼 민·관·학·연 합동 워크숍

충남의 미세먼지와 건강

- 주 최 : 충청남도
- 주 관 : 충남연구원
- 일 시 : 2019. 5. 21.(화) 14:00
- 장 소 : 충남연구원 4층 대회의실

－ 인 사 말 씀 －

충청남도행정부지사 김 용 찬

‘미세먼지와 건강’이라는 시의성 있는 주제로 도민 건강을 높이기 위한 ‘충남 환경 보건 열린 포럼 민관학연 합동 워크숍’이 열리게 된 것을 매우 뜻깊게 생각합니다.

귀한 걸음을 해주신 모든 분들께 진심으로 감사드리며, 기초발제를 맡아주신 단국대 권호장 교수님과 주제발표를 해주실 발표자님들을 비롯한 패널 여러분께 각별한 감사를 드립니다.

오늘의 뜻깊은 워크숍을 통해 미세먼지 걱정 없는 깨끗하고 안전한 충남을 향해 모두의 힘과 지혜를 모아나가길 기대합니다.

미세먼지 문제는 지역 간의 경계도, 사람 사이의 차별도 없습니다. 그러나 우리 충남은 석탄화력과 철강산업 등 지역적 특수성으로 인해 그 어느 지역보다도 큰 피해를 겪고 있습니다.

현재 우리 도의 산업부문 배출량은 전체 대기오염물질 배출량의 67.4%를 차지하고 있습니다. 또한 굴뚝 자동측정기기 사업장에서 배출되는 대기오염물질은 전국 23%를 차지하며 안타까운 1위를 기록하고 있습니다. 따라서 우리 도의 특성을 고려한 보다 세심하고 정교한 미세먼지 대책이 요청되고 있다 하겠습니다.

이에 충청남도는 그동안 우리 지역의 특성을 고려하고, 사각지대 없는 상시 미세먼지 저감대책을 추진하고자 다양한 노력을 펼쳐왔습니다. 그 결과 지난 3월, 미세먼지 관련 법안의 제·개정을 통해 우리 도가 건의해온 대기오염물질 총량관리제가 확대·시행될 수 있었습니다.

그러나 이는 아직 시작일 뿐입니다. 앞으로 더욱 효과적인 미세먼지 저감대책을

지속적으로 발굴하여 중앙정부에 적극 건의해 나가겠습니다. 아울러 도 자체적으로 추진할 수 있는 다양한 대책들도 심혈을 기울여 나가겠습니다.

그러한 차원에서 우리 도가 추진하고 있는 「환경보건조례」와 「환경보건종합계획」, ‘미세먼지 걱정없는 더 행복한 충남 위원회’ 발족은 그 의미가 크다 하겠습니
다.

앞으로 우리 충남은 도민과 함께 미세먼지 저감방안을 발굴하고, 이를 유기적으로 추진하는데 혼신의 노력을 다할 것입니다. 또한 이를 뒷받침할 정책과 제도를 개선하고, 관련 예산을 확보하는데 모두의 협력을 높여나가겠습니다.

모쪼록 오늘 개최되는 워크숍이 미세먼지 없는 건강한 충남을 만드는 뜻깊은 토론의 장이 되길 바랍니다. 저와 충청남도가 오늘 숙의된 의견들을 정책으로 구현하고, 환경보건의 중요성을 널리 알리는데 더욱 노력해 나가겠습니다.

감사합니다.

－ 인 사 말 씀 －

충남연구원 원장 윤 황

매일 아침에 미세먼지 농도를 파악하는 것이 일상사가 될 정도로 미세먼지는 온 국민의 관심사가 되었습니다. 특히 어린아이를 키우는 엄마들의 걱정은 높아지고 있습니다. 이러한 때에 오늘 <충남의 미세먼지와 건강>이라는 주제로 ‘충남환경보건열린포럼’을 개최하게 된 것을 의미 있게 생각합니다.

우리 충청남도는 바다와 접하고 있으면서 수도권과 가깝다는 지리적 특성으로 전국 석탄화력발전의 절반이 가동 중에 있으며, 철강단지와 석유화학단지 등 대형대기오염물질 사업장이 집중되어 있습니다. 또한 공장과 주거지역이 혼재된 환경우심지역, 난개발 등도 이슈가 되고 있습니다. 그래서 지역주민들의 건강피해에 대한 염려가 점점 커지고 있습니다.

요즘은 미세먼지를 포함한 지역환경보건문제에 대해 주체적 대응을 위한 지자체 권한이 강화되고 있습니다. 충남연구원은 지자체 최초로 세운 「환경보건종합계획(2017~2020)」이 정책화·내실화 될 수 있도록 충청남도과 협업하면서 본 포럼을 진행해 오고 있습니다.

이 자리에 함께하신 단국대 권호장 교수님, 환경부 관계자분을 비롯하여 지역의 다양한 환경보건전문가들과 기관·단체 분들이 본 포럼을 위해 함께 활동을 해오셨습니다. 이 자리를 통해 다시 한번 감사드립니다.

오늘 포럼을 통해 국가와 충남의 미세먼지 정책 방향이 세부 지역 단위에서 보다 더 촘촘하게 실현될 수 있는 다양한 방안이 도출되어, 도민들의 삶의 질이 더욱 증진되기를 기대합니다.

감사합니다.



일 정

시 간		내 용	
13:30~14:00	'30	등 록	
14:00~14:10	'10	개회 및 참석자 소개	명형남 (충남연구원 책임연구원)
		인사말씀	충청남도 행정부지사
14:10~14:40	'30	[기조발제] 미세먼지와 건강	권호장 (단국대학교 교수)
14:40~16:00	'20	[주제발표1] 미세먼지 건강분야 추진현황	안세창 (환경부 환경보건정책과장)
	'20	[주제발표2] 미세먼지 건강영향 규명을 위한 어린이 패널 연구	배상혁 (가톨릭대학교 교수)
	'20	[주제발표3] 주택 실내환경 미세먼지 통합 관리기술 방안	한방우 (한국기계연구원 환경기계연구실장)
	'20	[주제발표4] 국가 생활공감 환경보건서비스 개발 사례	양원호 (대구가톨릭대학교 교수)
16:00~16:10	'10	휴 식	
16:10~17:30	'80	[패널토론] - 이종화 (순천향대학교 교수) - 김상경 (청양군보건의료원 원장) - 허종일 (태안군보건의료원 원장) - 박노찬 (충남 지속가능발전협의회 사무처장) - 서상옥 (충남 환경운동연합 사무처장)	좌장: 정종관 (충남연구원 선임연구위원)
17:30~17:55	'25	[종합토론]	
17:55~18:00	'5	마무리 및 폐회	
18:00~	-	만 찬	

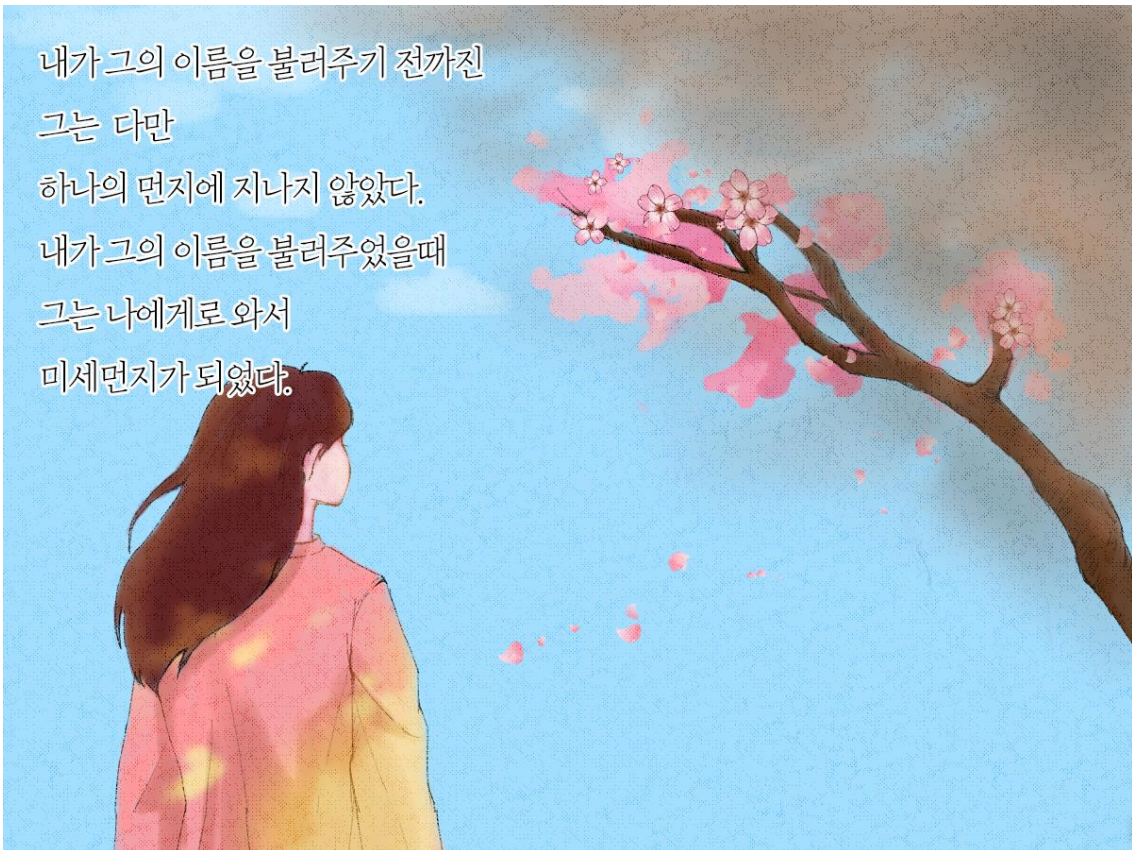
미세먼지와 건강

권호장 교수 (단국대학교)

미세먼지와 건강

단국대학교 의과대학
권호장

내가 그의 이름을 불러주기 전까진
그는 다만
하나의 먼지에 지나지 않았다.
내가 그의 이름을 불러주었을때
그는 나에게로 와서
미세먼지가 되었다.

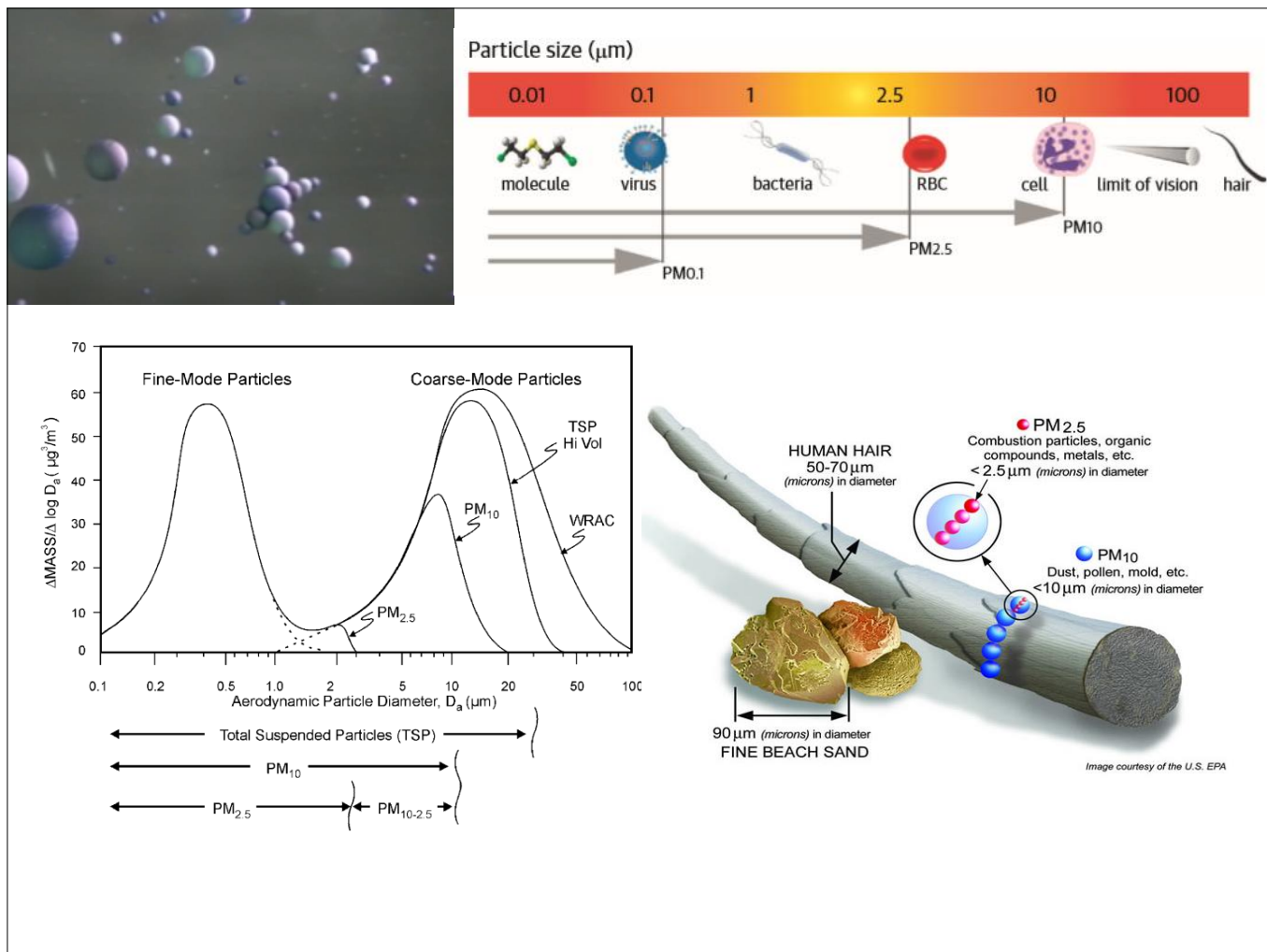


미세먼지 건강영향

- 미세먼지의 정의
- 미세먼지 발생원
- 건강영향
- 기전
- 미세먼지 관리방안
 - 미세먼지 관리원칙
 - 미세먼지 보건학적 관리방안

먼지(particle)

- 총부유먼지(TSP, total suspended particulate): 100 μ 이하의 전체분진
- 미세먼지(PM10, particulate matter less than 10 μ)
- 초미세먼지(PM2.5, particulate matter less than 2.5 μ), fine particulate
- Ultrafine particle(0.1 μ 또는 100 nanometer 이하의 입자)

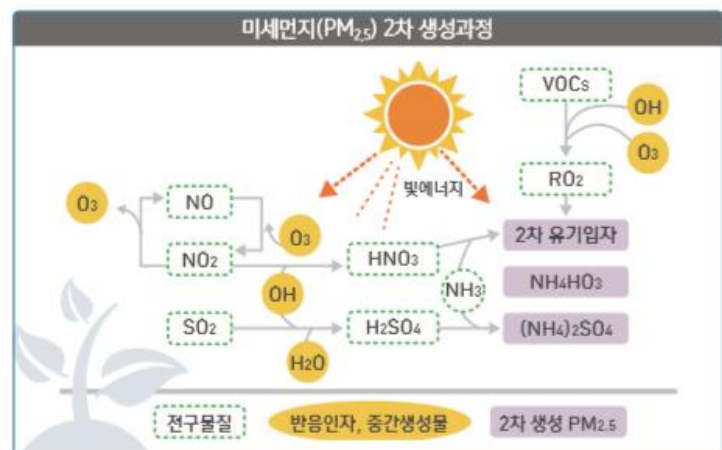
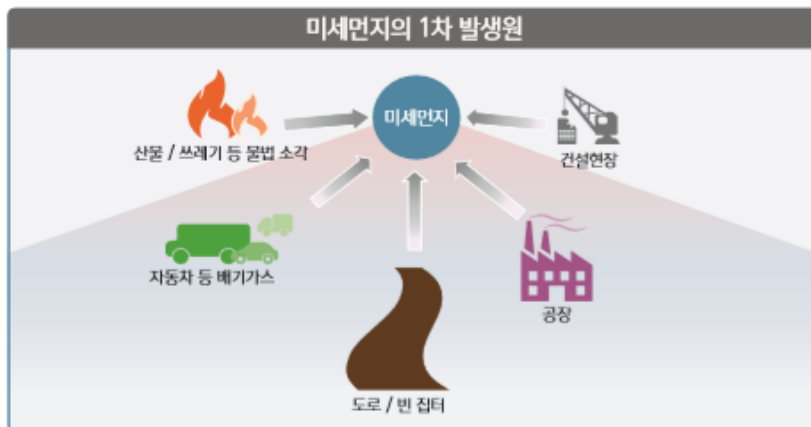


배출부문별 PM2.5/PM10 비율

구분	PM _{2.5} /PM ₁₀ 비율	비고
에너지 산업연소	0.90	CAP88 분류
비산업연소	0.90	
제조업연소	0.90	
생산공정	0.90	
도로이동오염원	0.90	
비도로이동오염원	0.90	
폐기물처리	0.90	
(추가)휘발유승용차	1.00	-
(추가)이륜차	0.90	-
건설기계	0.94	-
도로비산(포장)	0.14	PM ₁₀ PM _{2.5} 배출계수 사용
도로비산(비포장)	0.10	-
건설활동	0.10	-
농업활동	0.20	-
나대지	0.15	-
축산활동	0.19	PM ₁₀ PM _{2.5} 배출계수 사용
고기구이	0.93	PM ₁₀ PM _{2.5} 배출계수 사용
노천소각(폐기물)	0.92	PM ₁₀ PM _{2.5} 배출계수 사용
노천소각(농업잔재물)	0.95	PM ₁₀ PM _{2.5} 배출계수 사용
산불	0.95	-
숯가마	0.95	-
아궁이	0.95	-
화목난로	0.95	-

미세먼지 구성성분

- Primary PM
 - 탄소(carbon)
 - 자동차, 트럭, 산불, 소각
 - 지각
 - 토양, 도로비산, 마모
- Secondary PM
 - 황산염(sulfate)
 - 발전소나 공장의 아황산가스로부터 형성
 - 질산염(nitrates)
 - 자동차, 발전소 등의 질소산화물로부터 형성



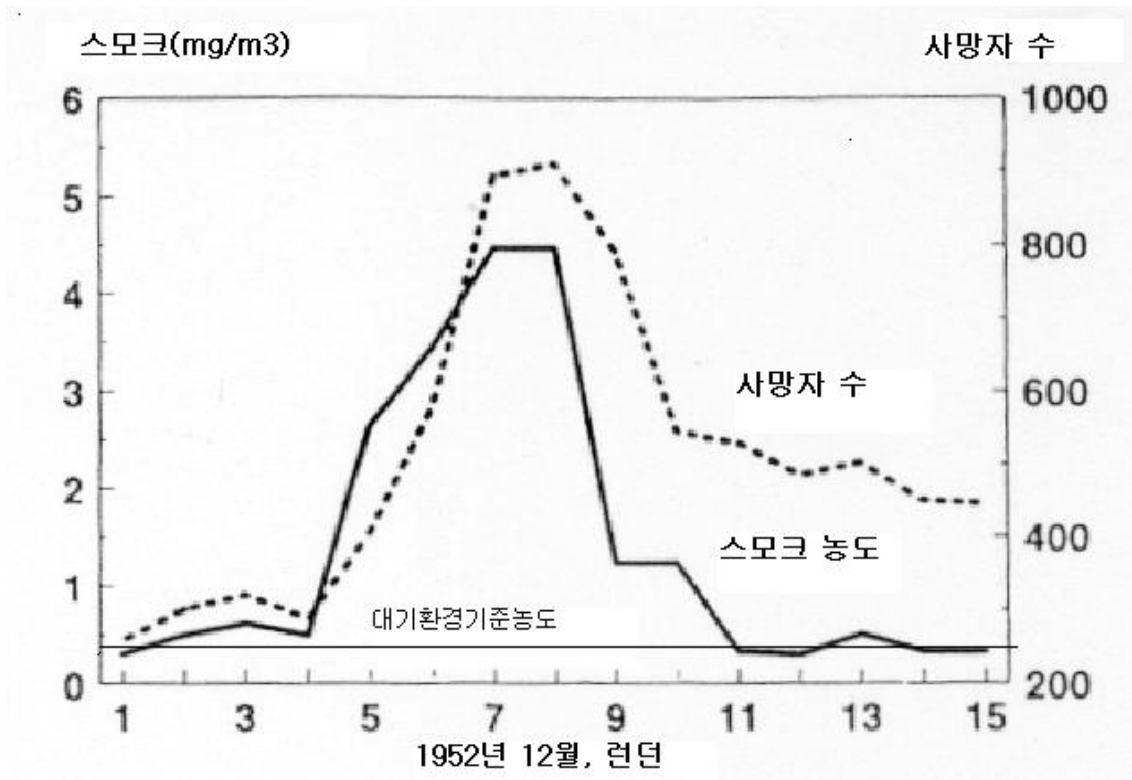
미세먼지 1차배출과 2차생성

< 2차 생성을 고려한 미세먼지 배출량 분석('14년 기준) >

구분	합계	직접배출 (1차 배출)	간접배출(2차 생성)			
			소계	NOx	SOx	VOCs
수도권	53,634톤 (100%)	14,427톤 (27%)	39,207톤 (73%)	21,348톤 (40%)	10,857톤 (20%)	7,002톤 (13%)
전국	324,109톤 (100%)	91,460톤 (28%)	262,649톤 (72%)	90,416톤 (28%)	118,418톤 (37%)	23,817톤 (7%)

※ 출처 : 「미세먼지 관리 종합대책('17.9.26)」

런던스모그, 1952년



The New England Journal of Medicine

©Copyright, 1993, by the Massachusetts Medical Society

Volume 329

DECEMBER 9, 1993

Number 24

AN ASSOCIATION BETWEEN AIR POLLUTION AND MORTALITY IN SIX U.S. CITIES

DOUGLAS W. DOCKERY, Sc.D., C. ARDEN POPE III, Ph.D., XIPING XU, M.D., Ph.D.,
JOHN D. SPENGLER, Ph.D., JAMES H. WARE, Ph.D., MARTHA E. FAY, M.P.H.,
BENJAMIN G. FERRIS, JR., M.D., AND FRANK E. SPEIZER, M.D.

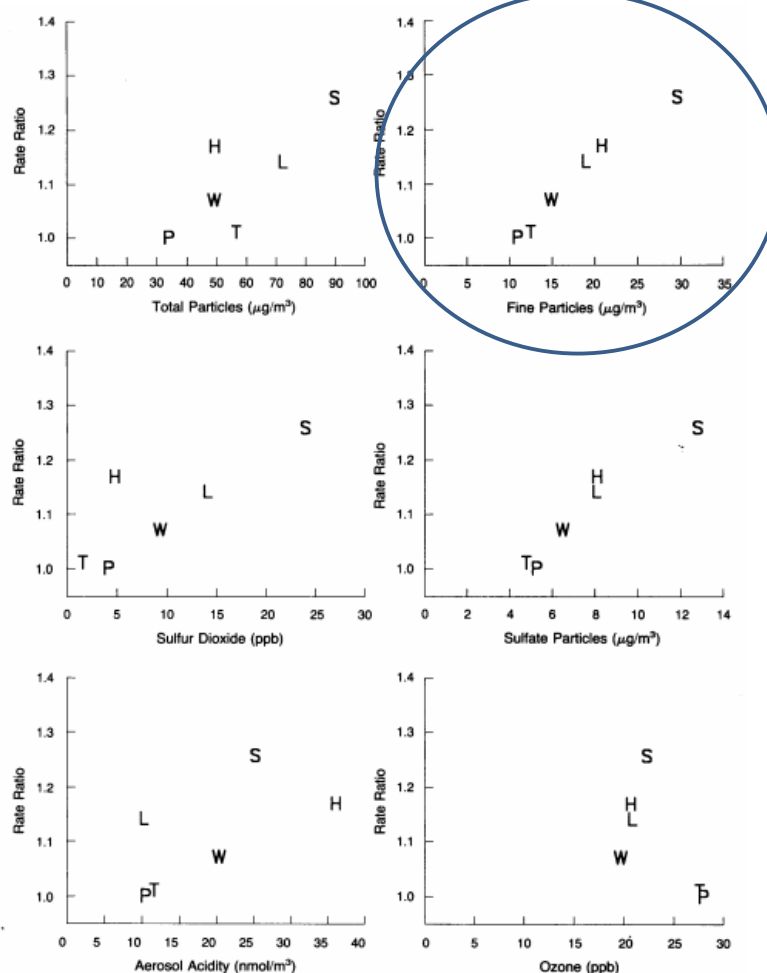
Abstract Background. Recent studies have reported associations between particulate air pollution and daily mortality rates. Population-based, cross-sectional studies of metropolitan areas in the United States have also found associations between particulate air pollution and annual mortality rates, but these studies have been criticized, in part because they did not directly control for cigarette smoking and other health risks.

Methods. In this prospective cohort study, we estimated the effects of air pollution on mortality, while controlling for individual risk factors. Survival analysis, including Cox proportional-hazards regression modeling, was conducted with data from a 14-to-16-year mortality follow-up of 8111 adults in six U.S. cities.

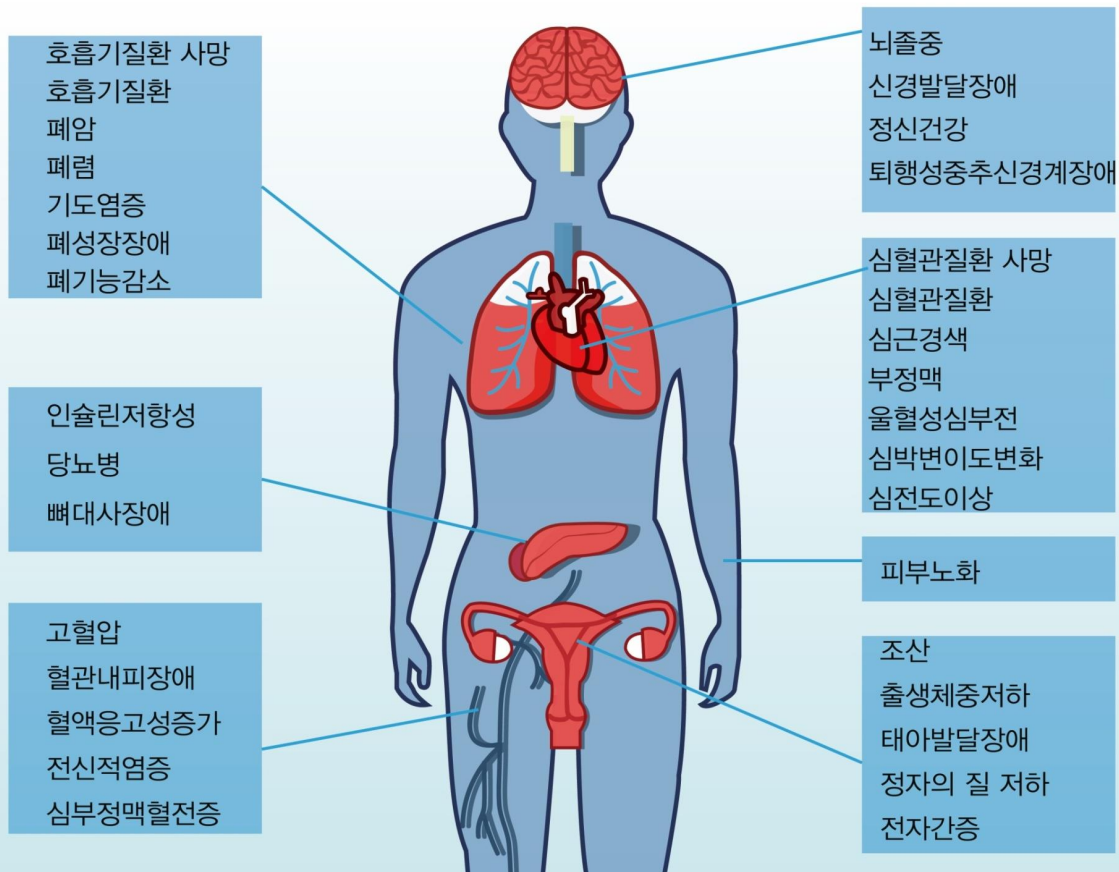
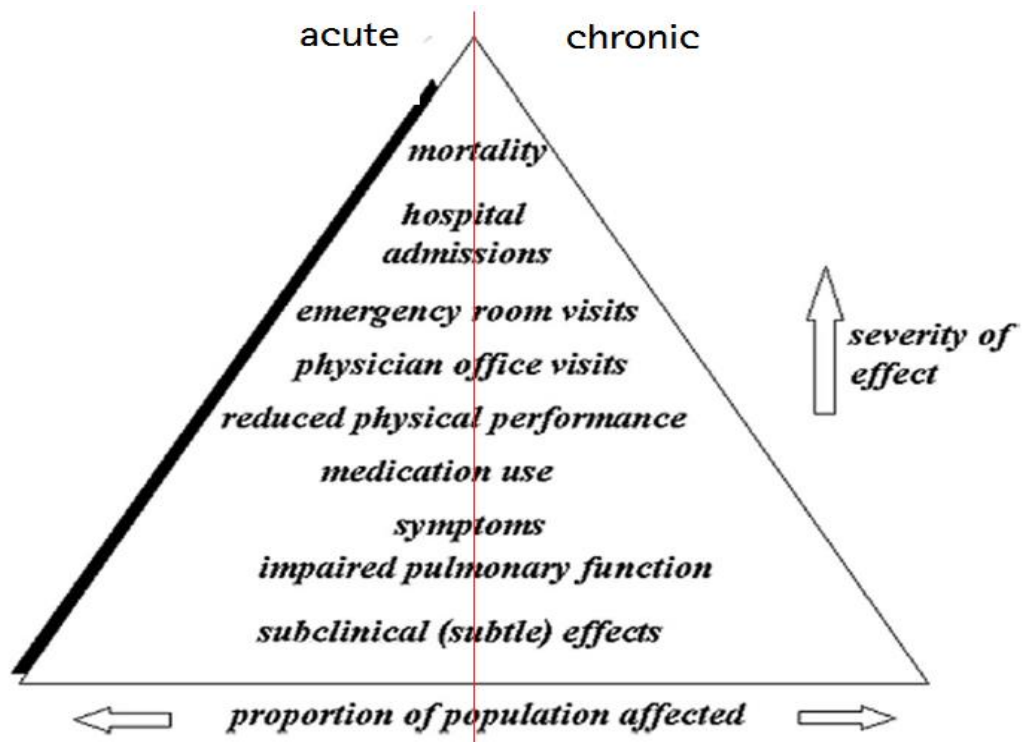
Results. Mortality rates were most strongly associated with cigarette smoking. After adjusting for smoking and

other risk factors, we observed statistically significant and robust associations between air pollution and mortality. The adjusted mortality-rate ratio for the most polluted of the cities as compared with the least polluted was 1.26 (95 percent confidence interval, 1.08 to 1.47). Air pollution was positively associated with death from lung cancer and cardiopulmonary disease but not with death from other causes considered together. Mortality was most strongly associated with air pollution with fine particulates, including sulfates.

Conclusions. Although the effects of other, unmeasured risk factors cannot be excluded with certainty, these results suggest that fine-particulate air pollution, or a more complex pollution mixture associated with fine particulate matter, contributes to excess mortality in certain U.S. cities. (N Engl J Med 1993;329:1753-9.)

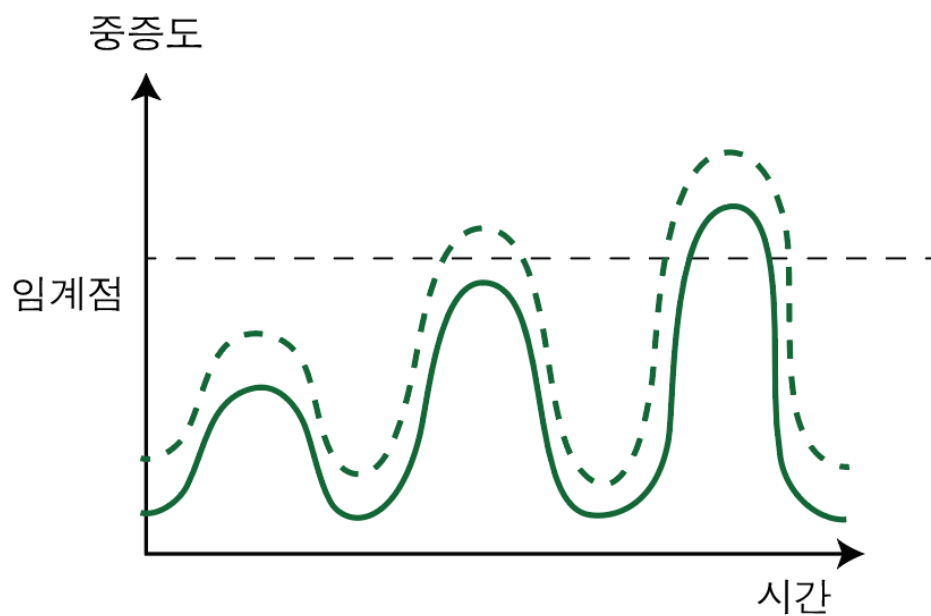
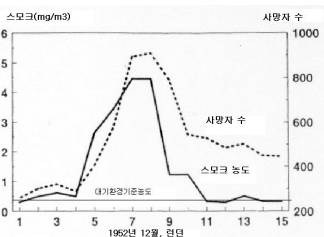
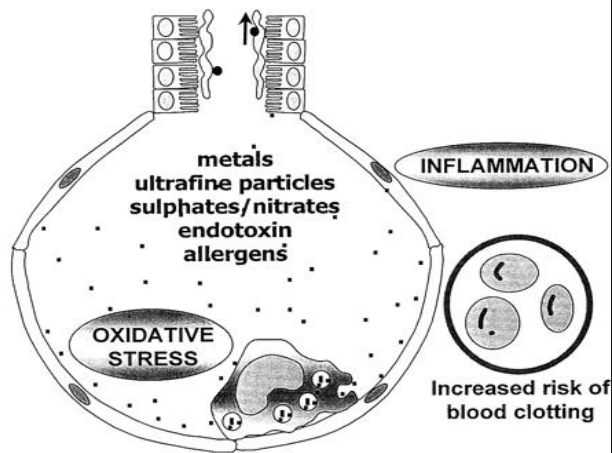
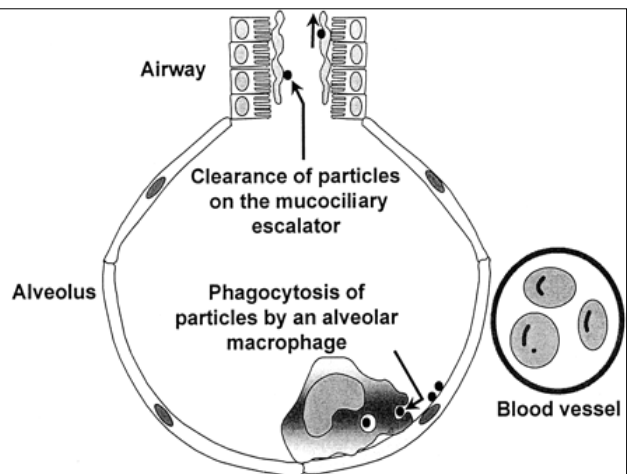
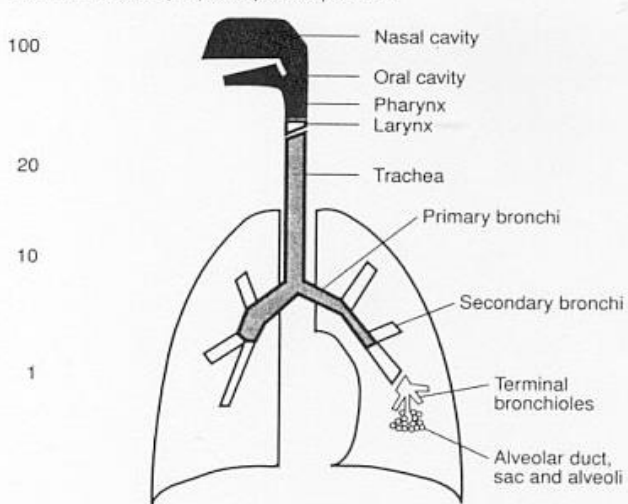


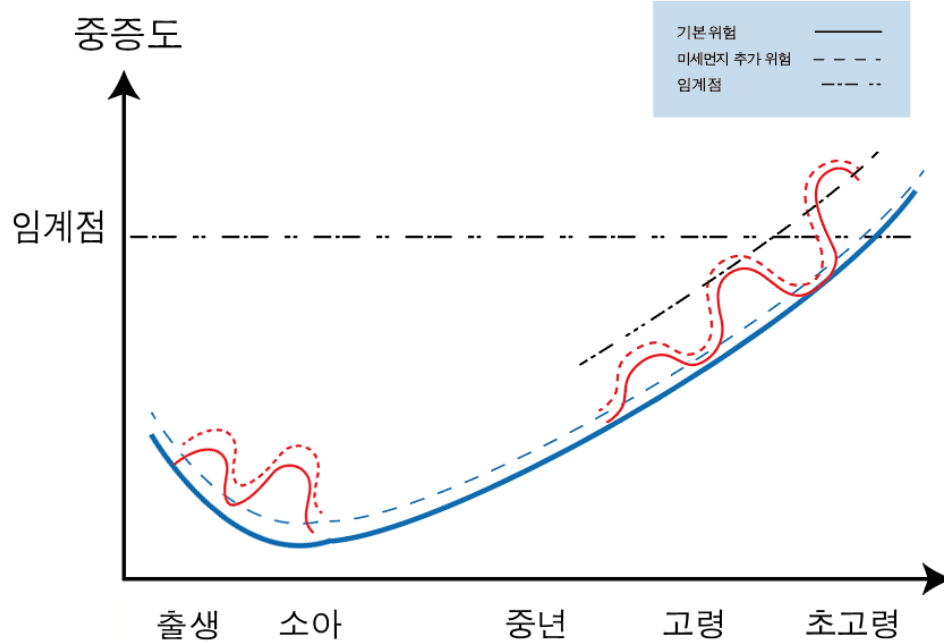
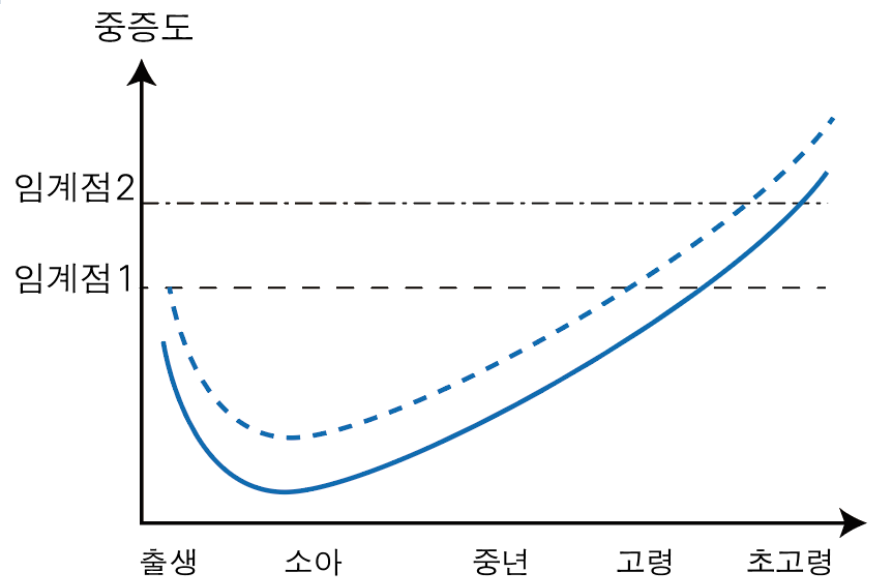
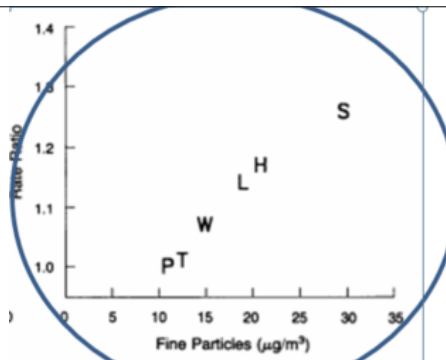
대기오염 건강영향의 피라미드

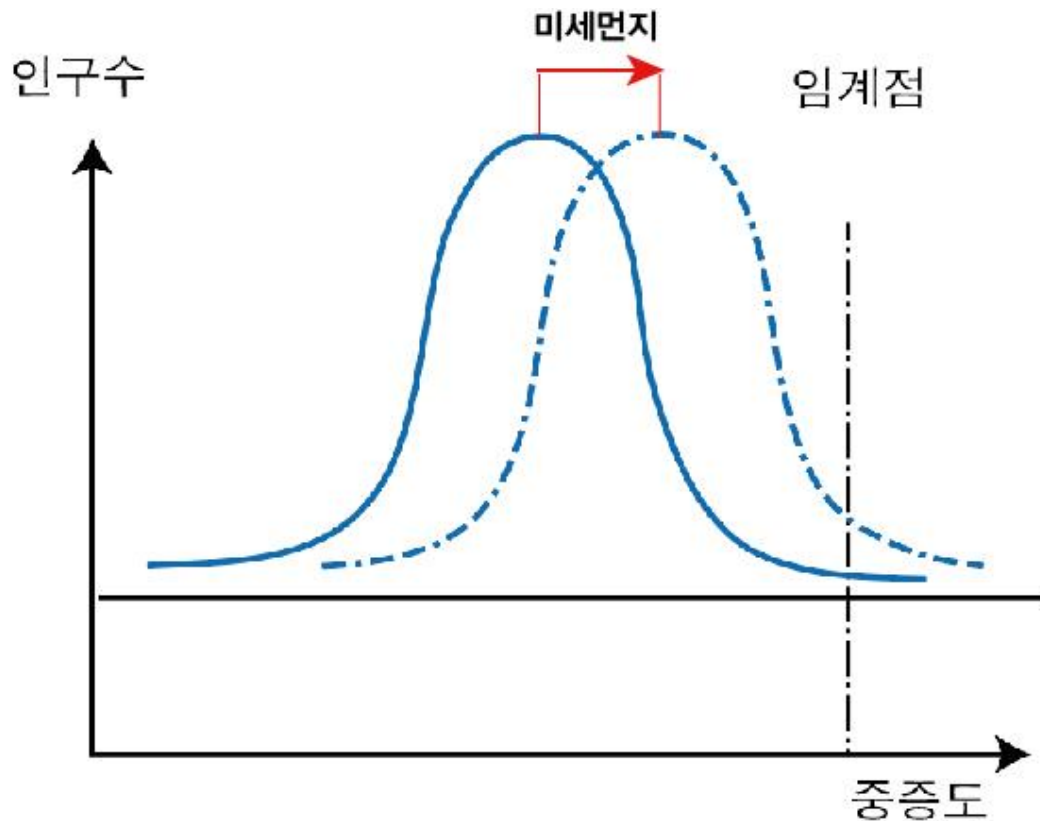


Rajagoparan et al., JACC, 2018

Approximate size (um) of deposited particles

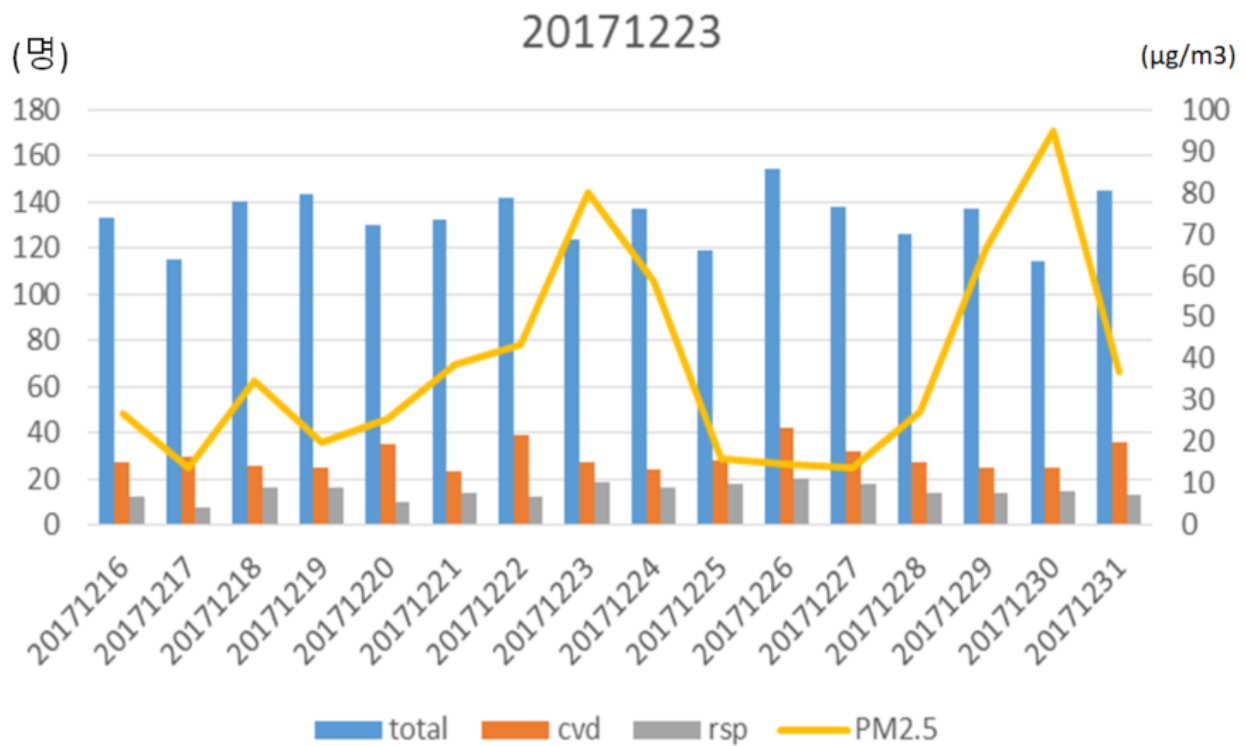
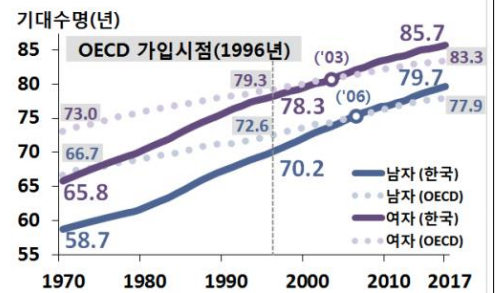
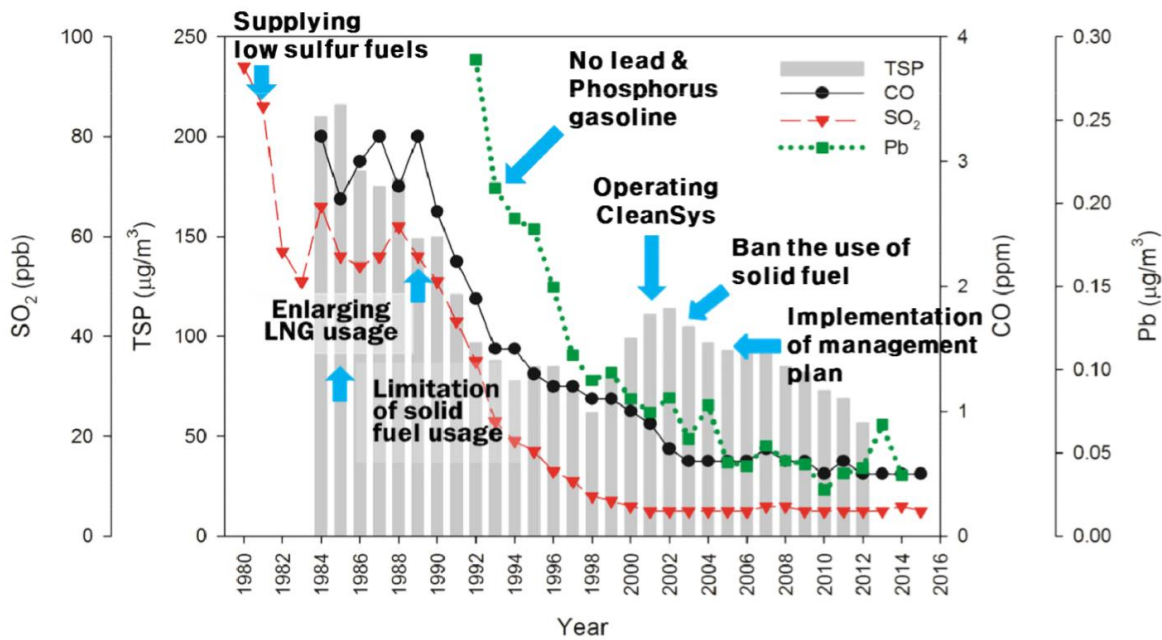




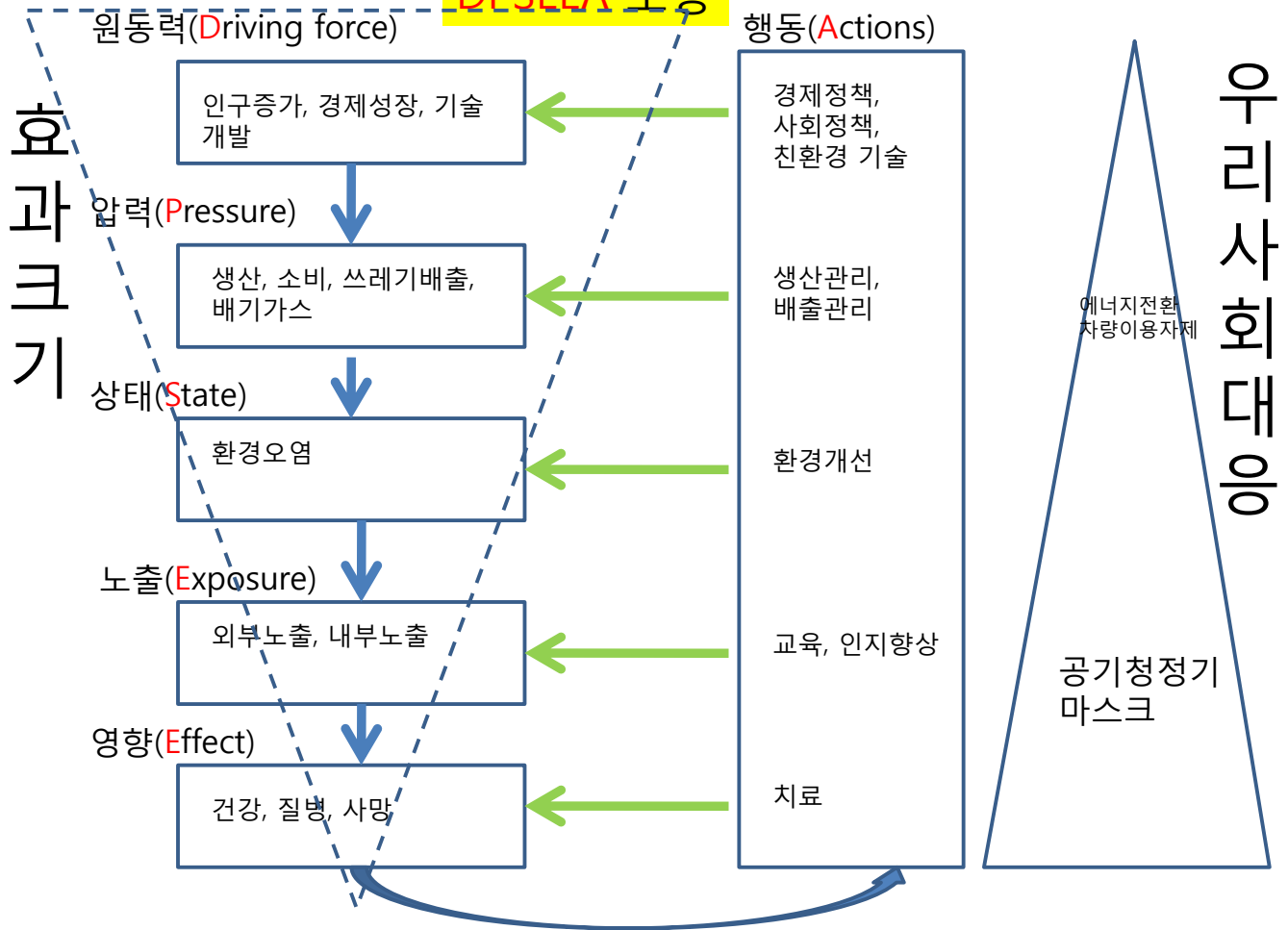


미세먼지 보건관리 급성 독성영향 vs 만성 위험요인





DPSEEA 모형

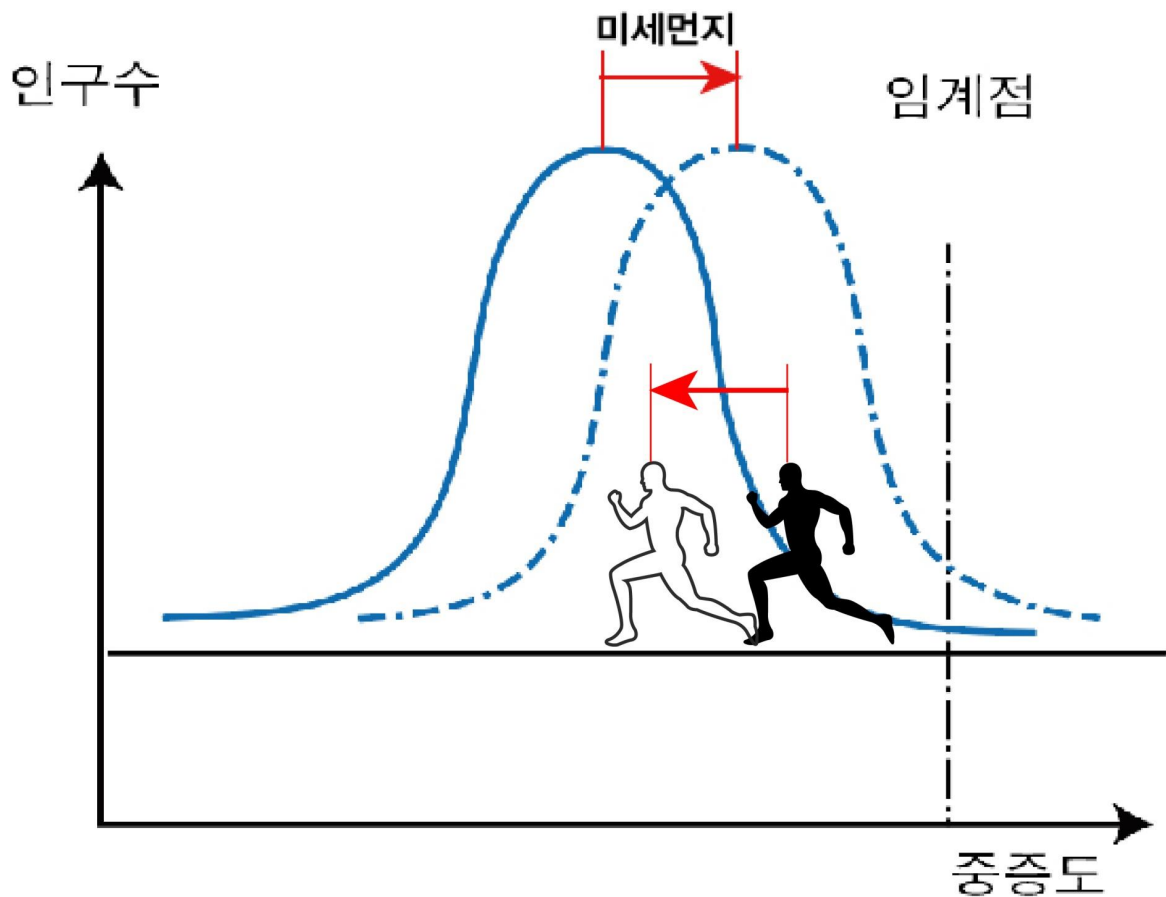


3
10
20,000

미세먼지에 대한 보건학적 접근방법의 핵심 요소

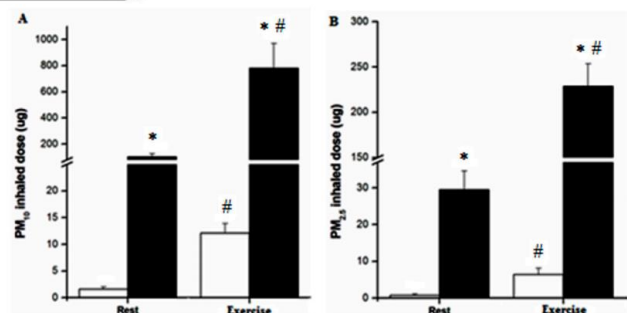
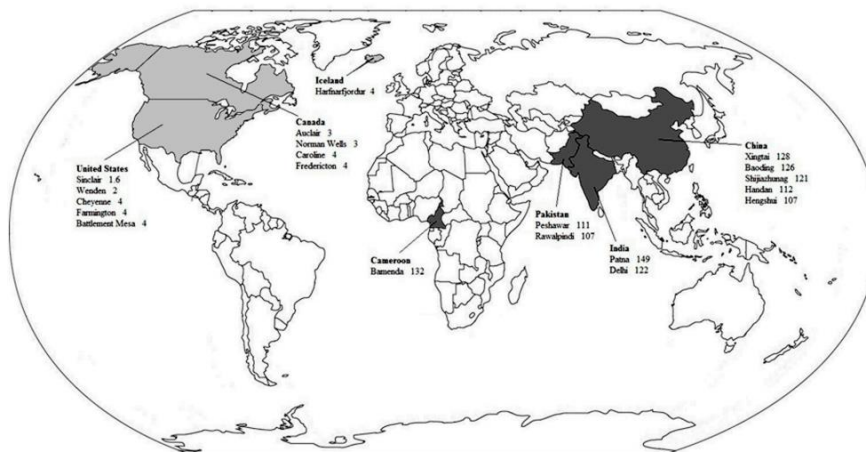
1. 미세먼지 기인 심혈관질환에 취약한 환자의 확인
 - 낮은 경제 수준, 고령, 비만, 당뇨, 관상동맥질환, 다수의 심혈관위험인자 보유
2. 질적인 위해평가
 - 실내오염 vs 대기오염
3. 양적 위해평가
 - 미세먼지 노출량과 심혈관질환 발생위험 계산
4. 조치 및 권고
 - 노출평가에 들어난 노출에 초점
 - 기존의 심혈관위험인자에 대한 관리 강화
 - 지역사회에서 수용가능한 조치 우선 적용
 - 정부와 협조하여 환경기준 준수와 오염배출 감소 노력



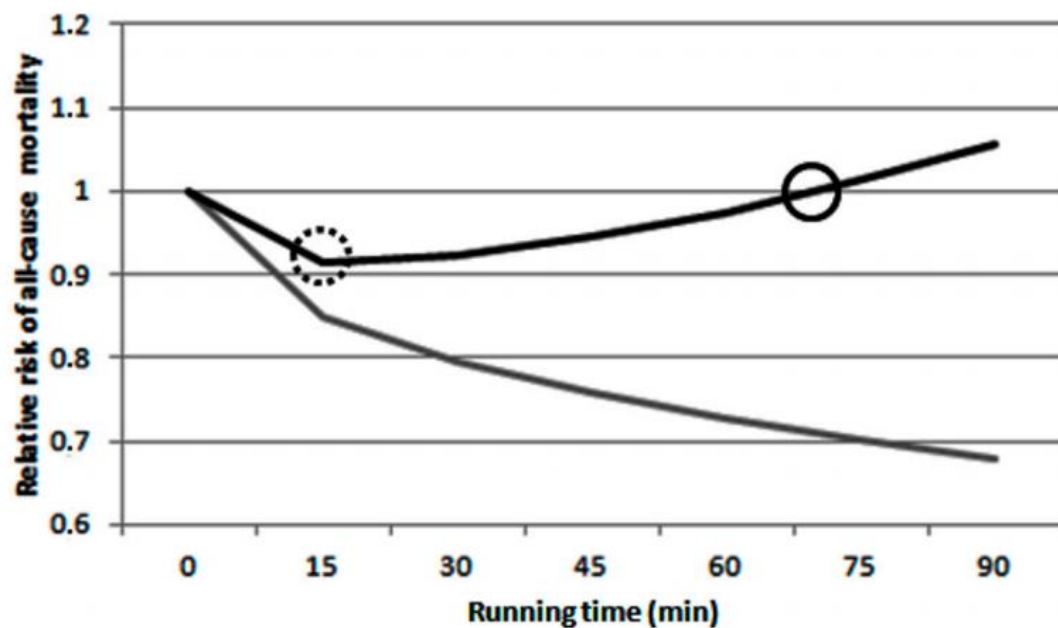


Article

Exercising in Air Pollution: The Cleanest versus Dirtiest Cities Challenge



Pasqua et al., Int. J. Environ. Res. Public Health, 2018



Pasqua et al., Int. J. Environ. Res. Public Health, 2018

ngiyabonda
 谢谢
 Se lo agradezco
 danke
 La ringrazio!
 dank je
 آركش
 gracias
 bedankt
 thank you
 ขอบพระคุณครับ
 sukriya
 terima kasih
 ありがとうございます。
 감사합니다
 권호장
 taiku
 go raibh maith agat
 obrigado
 merci

미세먼지 건강분야 추진현황

안세창 과장 (환경부 환경보건정책과)

미세먼지 건강분야 추진현황

2019. 5. 21.



환경부 환경보건정책과

☐ ☐ 목 차 ☐ ☐

I. 미세먼지의 일반 건강영향	1
II. 환경부 추진현황	4
III. 향후 추진방향	7

I. 미세먼지의 일반 건강영향

□ 조기사망 및 질병부담

○ (WHO) 전세계적으로 연간 700만명이 미세먼지로 인해 조기사망(18.5)

- 실외대기오염*으로 420만명, 실내대기오염**으로 380만명이 조기사망

* 허혈성심질환 및 뇌졸중 58%, 만성폐쇄성폐질환 18%, 급성하기도감염 18%, 폐암 6%

** 폐렴 27%, 뇌졸중 18%, 허혈성심질환 27%, 만성폐쇄성폐질환 20%, 폐암 8%

- 저소득국가의 미흡한 대기환경 관리와 실내 고체연료 사용이 조기사망의 대부분을 차지

- 1 -

I. 미세먼지의 일반 건강영향

○ (IHME*) 세계질병부담(GBD**)을 바탕으로 분석한 결과 미세먼지가 조기사망의 8번째 요인

* Institute of Health Metrics and Evaluation : 건강 계측·평가 연구소, 매년 세계 질병부담 연구를 발표하는 민간 건강 연구센터

** Global Burden of Disease(GBD) : 유해요인으로 인한 건강영향(질병발생)을 기대수명 대비 조기사망과 장애일수로 정량적으로 평가하는 방법

- 우리나라는 흡연이 가장 큰 요인, 미세먼지는 5번째 요인으로 평가

❖ IHME의 세계 및 한국 조기사망 관련 주요 위험요인(Risk factor) 분석결과('17년 기준)

※ 세계 ①고혈압, ②흡연(710만명), ③높은 공복 혈당수치, ④비만, ⑤LDL 콜레스테롤, ⑥나트륨 과다 섭취, ⑦곡물 섭취 미흡, ⑧대기 미세먼지(294만명)

※ 한국 ①흡연(48,053명), ②높은 공복 혈당수치(44,263명), ③고혈압(30,648명), ④나트륨 과다 섭취(16,440명), ⑤대기 미세먼지(16,135명)

- 2 -

I. 미세먼지의 일반 건강영향

- 국내의 미세먼지로 인한 조기사망은 12,000~16,000명 수준으로 연구됨
 - IHME 16,135명('17년 기준), 성균관대 12,037명('13년 기준), 서울대 11,924명('15년 기준)
 - 미국 등 선진국과 비교시 PM_{2.5} 농도 대비 조기사망은 높지 않음

※ 국가 의료체계, 의료시설 접근성 등의 영향으로 추정

< PM_{2.5}로 인한 조기사망·질병부담 분석 >

(PM_{2.5} : $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 질병부담 : 10만명당 년수, 조기사망 : 10만명당 명수)

년도	독일			일본			미국			한국		
	PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	질병 부담	조기 사망	PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	질병 부담	조기 사망	PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	질병 부담	조기 사망	PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	질병 부담	조기 사망
'10	14	392	23	12	262	14	9	373	19	25	443	25
'16	13	348	20	13	232	13	9	385	19	29	431	25

- 3 -

II. 환경부 추진현황

□ 취약계층 건강보호

- 취약계층 활동공간 미세먼지 집중관리 실시
 - 미세먼지 집중관리구역* 등 지정하여 노후경유차 출입제한, 미세먼지 발생 사업장 조업단축 등 조치, 미세먼지 측정 인프라 추가 확충

* 민감계층 이용시설 집중지역, 어린이집·학교 주변지역 등

- 미세먼지 저감대책, 국민행동요령 등 교육·홍보 강화
 - 고농도 미세먼지 취약계층 대응매뉴얼 제작·배포, 현장 이행 강화
 - 고농도 미세먼지 발생 전 미세먼지 위해성, 고농도시 대응요령, 대중 교통 이용 등 집중 홍보

- 4 -

II. 환경부 추진현황

□ 노출량 평가

- 지역별*, 집단별** 추적조사를 실시하여 환경유해인자 노출수준 및 건강영향 파악

* 주요 국가산단 등 환경오염물질 배출시설 주변 지역주민 추적조사('03~)

** 노령인구('07~'14), 산모·영유아('06~'15), 어린이('15~) 등 민감계층 추적조사

- 중금속, VOCs, PAHs, PM₁₀ 등을 주로 평가, PM_{2.5} 대상 평가는 부족

□ 질병 발생 원인규명

- 기존에 알레르기 질환(천식, 아토피피부염) 위주로 연구를 진행하였으나,
 - '12년부터 국외에서 기전이 다수 밝혀진* 심혈관 질환(허혈성 심질환, 심근경색 등), 호흡기 질환(COPD 등) 외에 신규질환 대상 연구 추진 중

* 미세먼지가 체내로 유입된 후, 염증이 유발되어 기존 질환이 악화되는 기전 제시

- 5 -

II. 환경부 추진현황

□ 질병부담/건강편익

- 미세먼지로 인한 건강영향과 대기질 개선사업 등으로 인해 얻어지는 건강편익을 정량화
 - 장기적 영향 파악에 필요한 농도-반응 함수(C-R함수) 등의 자료가 부족하여 국외자료를 채용

□ 건강영향 상관성 분석

- 미세먼지로 인한 조기사망, 심혈관·호흡기계 영향 등이 국제기구, 미국·유럽 등 연구결과와 유사한 수준
 - 단기노출 영향을 확인하는 시계열 분석 위주로 연구가 진행되어 장기노출 영향 분석은 선진국에 비해 부족

- 6 -

Ⅲ. 향후 추진방향

- 미세먼지 노출특성 정밀분석 및 만성 건강영향 파악(장기)
 - 기존 어린이·노인·임신부 등 민감군 외에 사회경제적 민감군, 민감지역 등 민감군을 세분화·다양화하여 노출특성 및 만성건강영향 분석
- 미세먼지 건강피해 저감을 위한 중재방안 마련, 정보제공
 - 마스크, 공기청정기, 항산화제, 운동 등 건강피해 저감효과가 있는 것으로 알려진 중재기법들에 대한 분석 실시, 과학적 근거에 기반한 정보제공 추진
- 건강영향 분석 기술개발, 빅데이터 구축 등 연구기반 지속 강화

미세먼지 건강영향 규명을 위한 어린이 패널연구

배상혁 교수 (가톨릭대학교)



미세먼지 건강영향 규명을 위한 어린이 패널 연구

가톨릭대학교 의과대학
배 상 혁

연구 배경

- 어린이는 환경노출에 취약
 - 성인 대비 단위체중당 흡입 공기량 3배
 - 높은 대사율 및 흡수율
 - 미성숙한 신체방어체계
 - 위험에 대한 인지능력 낮음
 - 어린이 시기는 성인기의 건강 결정에 중요한 시기
- 어린이 건강에 관한 높은 국민적 관심
- 실내외 통합 노출 평가 필요
- 인과성 추론을 위한 높은 수준의 근거 생산 필요
- 다양한 영역의 건강영향 평가 필요
- 노출 저감 중재에 대한 근거 생산 필요

어린이 미세먼지 건강영향?

- 호흡기 질환
- 신경발달장애
 - 간접흡연에 노출된 ~13세 어린이 ADHD 및 우울증 1.2% (0.20-2.28) 증가 (Leung et al. 2015)
- 비만
 - 생후 2년간 초미세먼지 노출 어린이 아동기 과체중 및 비만 RR=1.3 (1.1-1.5)



3

연구 목표

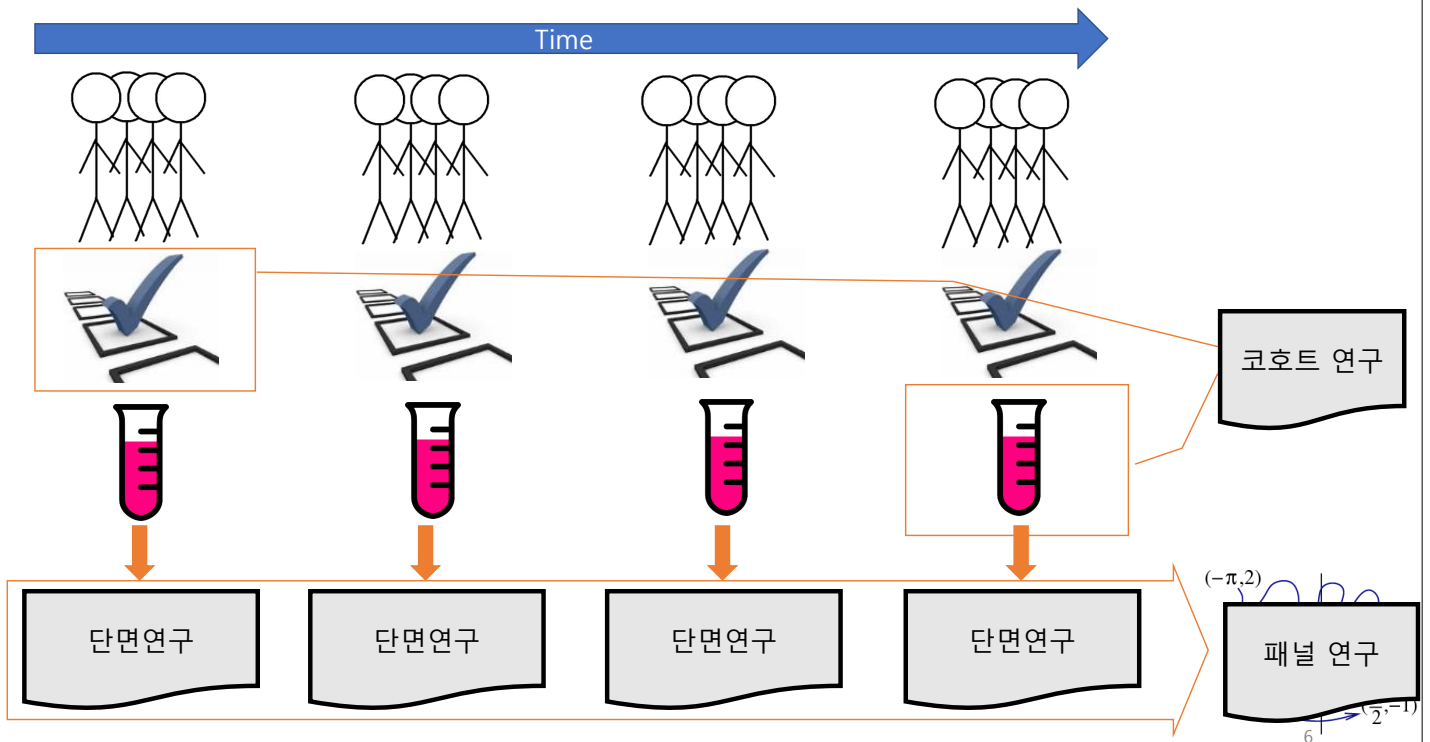
구분	내용
최종목표	미세먼지 노출에 의한 어린이 건강영향 규명 및 노출 저감법 효과 검증
세부목표	어린이 생활공간의 실내외 미세먼지 노출 평가 어린이 패널 연구를 통한 미세먼지 노출과 건강영향의 관련성 규명 어린이 패널 연구를 통한 미세먼지 노출과 건강영향 기전 사이의 관련성 규명 미세먼지 노출 저감법의 효과 검증

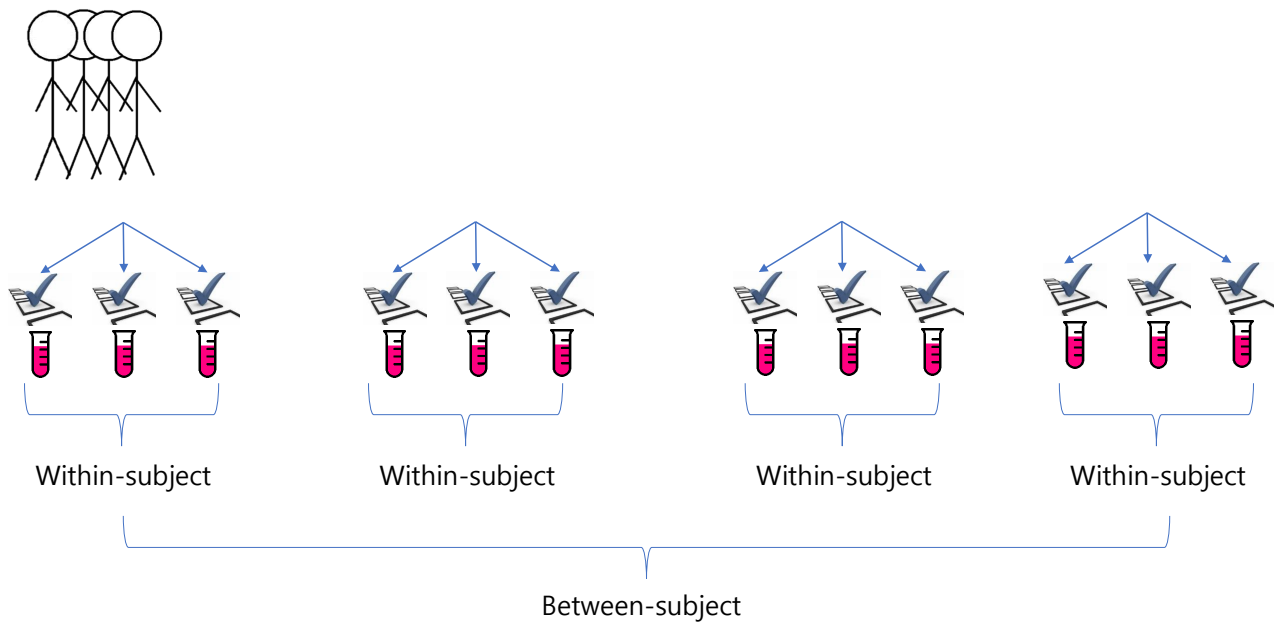
4

패널 연구

- 어린이 패널 52명 7일 연속 측정
- 참여 기준
 - 9~10세 (초등학교 3~4학년) 어린이
 - 만성 질환 등의 심각한 질병으로 현재 치료를 받지 않음.
 - 법적 보호자로부터 연구 참여 동의를 받음
- 1차년도 7일*1회, 2차 년도 7일*2회 → 장·단기 변이 반영
- 3차년도 무작위배정 교차 중재시험 수행
 - 1, 2차년도에 도출된 지표를 일차 유효성평가 변수로 설정
 - 1, 2차년도에 문헌 리뷰 및 개발 상황을 참고하여 중재법 결정
 - 2회의 반복 중 1회를 중재기로, 다른 회를 대조기로 하여 유효성 평가 변수 비교

5





7

단기 및 장기 반복 측정



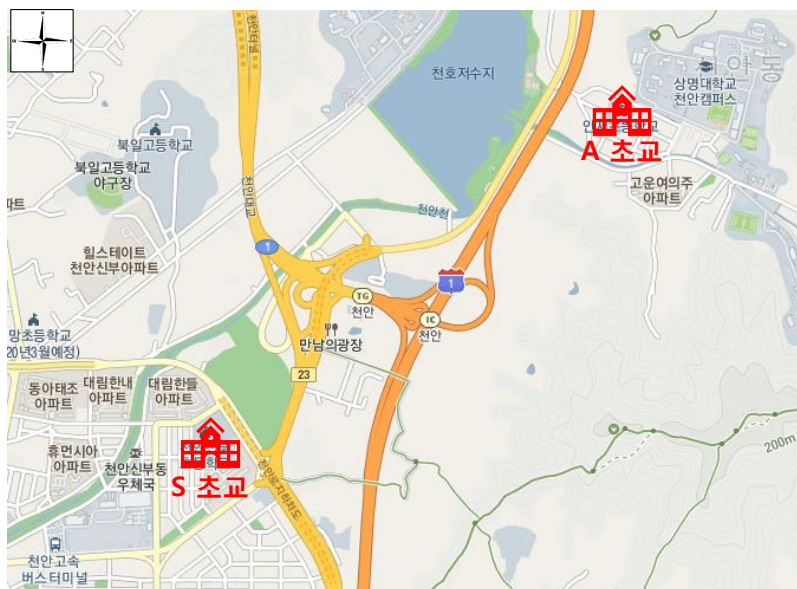
8

2차년도 수행 내용

- 패널 확대 모집 (총 2개 학교 52명 대상)
- 실내 미세먼지 센서 상시 측정 중 (7월부터)
- 2, 3차 패널 조사
- 관련성 분석
 - 3차 노출 자료 정리 완료 후 1, 2, 3차 반복 자료 관련성 분석 예정
- 중재시험 유효성 평가변수 도출

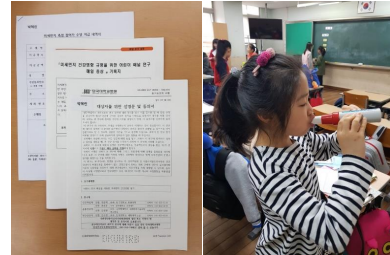
9

대상학교의 지리적 위치



건강영향 평가

- 단기 반복 측정 지표
 - 폐기능 (PEFR)
 - 불안 증상
 - 알레르기 증상
- 장기 반복 측정 지표
 - 폐기능 검사
 - 알레르기 증상 (ISSAC 설문)
 - 신경행동/인지 발달 (설문)
 - 키, 체중 등 성장발달 지표
 - 혈압
 - 혈당
- 노출 및 기전 지표 (장기 반복)
 - 산화손상
 - 중금속
 - PAHs 대사체



11

기반 설문 조사

환경성 알레르기 질환 예방 관리를 위한 모니터링

총괄공동필수 | 미세먼지 건강영향 규명을 위한 어린이 패널 연구

Part. 1 / 10

Part A. 제 1 장 인적사항 조사

보호자 설문

Part A부터 Part F까지는 설문대상 자녀의 보호자 분께서 작성하시는 설문입니다.

안내문

학부모 및 보호자님께

최근에 국가적 관심과 집중되고 있는 미세먼지 관련 위해 우려 어린이들의 건강에 크게 위협을 받고 있습니다. 세계보건기구(WHO), 미국환경보호청(EPA), 한국환경정책·평가연구원(KEO) 등 국내외 연구기관에서, 미세먼지 노출과 건강영향에 대한 연구결과를 발표하고 있습니다. 특히, 어린이들의 건강에 미치는 영향은 성인에 비해 더욱 심각할 것으로 예상되고 있습니다. 이에 따라, 어린이들의 건강을 보호하고, 미세먼지 노출을 줄이기 위한 정책 마련을 위해, 어린이들의 건강영향에 대한 연구를 진행하고 있습니다.

본 설문은 각 문항은 어린이의 미세먼지 노출과 건강영향을 평가하고, 관련 위험요인을 파악하기 위해 개발되고 검증된 설문으로, 응답해 주신 설문은 어린이의 노출과 건강 영향 사이의 연관성 분석을 위한 자료로 활용됩니다.

본 조사결과는 통계법 제33조에 의해 철저한 비밀이 보장되며 보고사항과 논문에 결과가 제시될 때는 전체적인 결과로 제시되며 각 응답자의 응답은 물론 익명처리됩니다.

본 조사에 참여하여 주심에 감사드립니다.

조사기관: 한국대학교 의과대학

문의처: 041-556-4611

팩스: 041-556-6461

이메일: coolmadam@hotmail.com

A-1. *조사일 년 월 일 (ex) 2017년 09월 08일)

A-2. *설문대상 자녀 이름

구분	항 목	내 용
일반적 특성	인 구 학 적 특성	성별, 연령, 현재주소, 출생 시 주소, 다문화가정
	사 회 경 제 적 특성	보험종류, 직업, 가계소득, 부모학력, 결혼상태
	가 족 병 력	가족의 자폐장애, 예측장애, ADHD, 아버지/어머니/형제자매의 알레르기질환 과거력
생애주기별 양육환경	주산기	임신기간의 건강상태, 약물복용, 임신주수, 분만방법(자연 분만/제왕절개), 진통시간, 출생 시 체중, 출생 시 신장, 난산
	신 생 아 기	인큐베이터 사용여부, 사용기간, 사용사유, 예방접종, 모유수유여부, 모유수유기간, 분유수유여부, 분유주유 시작시기
건강상태 및 신경행동 인지 발달	신 경 행 동 인 지 발 달	K-ARS (주의력결핍과잉행동장애 측정), K-CBCL (정서, 행동장애 측정), CDI (소아 우울 척도)
	전 식 및 알 레 르 기	ISAAC (국제 소아천식 및 알레르기 질환 설문)
	영 양 및 식 품 노 출	식품섭취빈도조사
	환경노출	어머니의 흡연력, 첫 흡연 시기, 흡연량, 흡연여부 (임신/출생 이후), 자녀의 간접흡연 노출, 간접흡연 노출횟수, 가족 흡연시기
환경노출	흡 연	어머니 흡주력, 흡주횟수, 임신 중 흡주여부, 임신 중 흡주횟수, 흡주
	음 주	주거형태, 조리연료형태, 거주주택 방의 수, 도로근접도, 차선, 도로통행량, 거주기간
	거 주 지 및 가 청 환 경	운동 횟수, 운동시간, 게임시간, 외부놀이시간(평일/주말), 손 씻기

12

노출 평가: 센서

- IOT 센서기반의 측정기기 사용
- 학교 교실 및 어린이가정 실내거주 공간을 상시 측정
- App으로 통합적, 효율적, 체계적인 관리가능
- 외부에서도 WiFi로 실내 가정의 공기질을 관찰 가능
- 개인 모니터링 측정 (추가)



13

노출 평가: 중량법

- 학교 실외 미세먼지(PM2.5) 농도 측정
- 24시간 단위 측정
- 건강영향 평가 기간 (7일 * 2회)에 동시 측정



14

전체 대상자의 Baseline(1차 조사) 특성

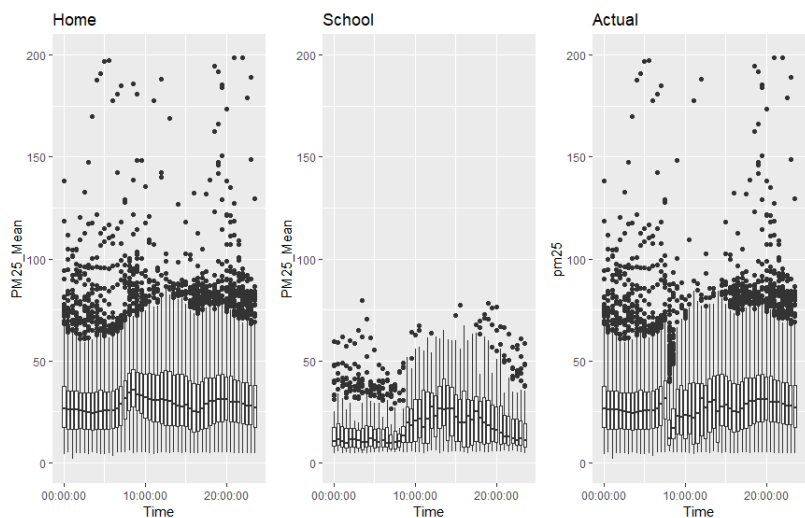
지표	값
n (명)	52
성별 (남자, 명 (%))	24 (46.2%)
나이 (세, 평균±SD)	9.9±0.34
나이 (개월, 평균±SD)	118.6±4.17
가정 내 간접흡연 (있음, %)	11 (21.6%)
기타 장소 간접흡연 (있음, %)	19 (38.0%)
지난 1년간 월 평균 가구 소득 (명 (%))	
150만~200만	1 (2%)
200만~300만	3 (5.9%)
300만~400만	6 (11.8%)
400만~500만	8 (15.7%)
500만~600만	13 (25.5%)
600만 이상	20 (39.2%)
주택 형태 (명 (%))	
단독주택	3 (5.8%)
다세대주택	4 (7.7%)
아파트	44 (84.6%)

지표	값
키 (cm±SD)	138.8±6.21
체중 (kg, 평균±SD)	36.3±8.61
수축기 혈압 (mmHg, 평균±SD)	102.2±14.41
이완기 혈압 (mmHg, 평균±SD)	63.2±11.59
맥박 (회, 평균±SD)	96.8±15.29
혈당 (mg/dL, 평균±SD)	99.2±12.27

15

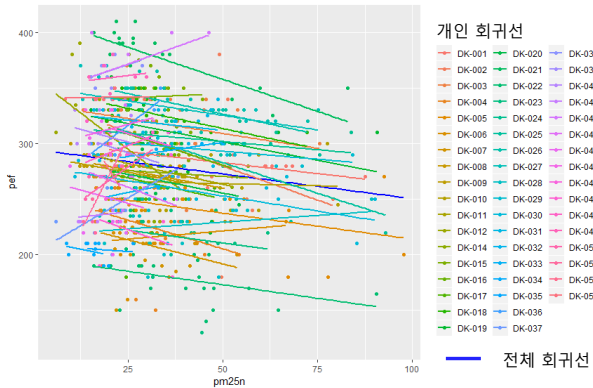
시간대별 실내 PM2.5 농도 (1, 2차)

- 가정: 아침, 저녁에 높음
- 학교: 낮 시간에 높음
- 대체로 학교가 낮으므로 대상자의 거주 장소에 따른 통합 노출 중 가정에서 높은 경우가 많음



16

PEFR과 미세먼지 (1, 2, 3차)



	회귀계수 (L/min)	표준오차	P-value
PM2.5 (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-3.72	0.74	<0.001
성별(남)	9.03	15.26	0.554
체질량지수	2.91	2.09	0.165
주택종류			
단독주택	ref		
다세대 주택	-85.77	39.36	0.029
아파트	-36.38	30.67	0.235
기타	-40.96	65.04	0.529

17

회차별 건강 지표

폐기능 검사

	1차	2차	3차
FEV1	1.9±0.56	2.0±0.31	2.0±0.28
FEV1(%)	88.5±4.75	88.8±4.82	87.1±5.63
FVC	2.2±0.30	2.2±0.35	2.3±0.32
FEV1/FVC (%)	88.5±4.75	88.7±4.84	87.1±5.67
PEF	5.2±5.05	4.5±0.80	4.37±0.80

요중 생체 지표

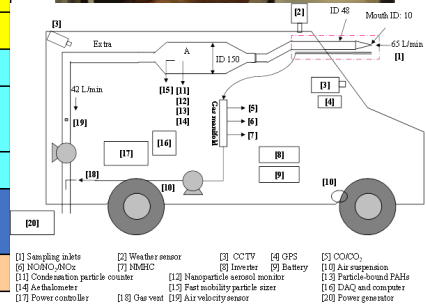
	1차	2차
수은	0.68±0.26	0.44±0.24
카드뮴	0.34±0.18	0.28±0.11
2-naphthol	6.62±19.97	2.28±1.90
1-OHP	0.15±0.42	0.09±0.14
8-OHdG	8.21±7.26	7.12±4.97
MDA	1.41±0.63	1.54±0.61

장기 노출 자료 가공 후 미세먼지 노출과 관련성 분석 예정

18

Mobile Lab

정보의 종류	장치	내용
위치	GPS	위도, 경도, (고도)
차량	GPS	차속, 차가속도, 방위
입자상 대기오염	CPC	개수 농도
	FMPS	입경분포
	NAM	표면적 농도
	Aethalometer	Black carbon
	PAHs Monitor	Particle-bound PAH
	Beta gauge	PM ₁₀ or PM _{2.5} (정지모드)
	Dust monitor	PM ₁₀ /PM _{2.5} /PM ₁
가스상 대기오염	CO/CO ₂ Analyzer	CO, CO ₂
	NO-NO ₂ -NO _x Analyzer	NO, NO ₂ , NO _x
	NMHC Analyzer	THC, CH ₄ , NMHC
기상	Weather sensor	풍향, 풍속, 기온, 상대 습도, 압력, 강수량
영상	CCTV	교통상황

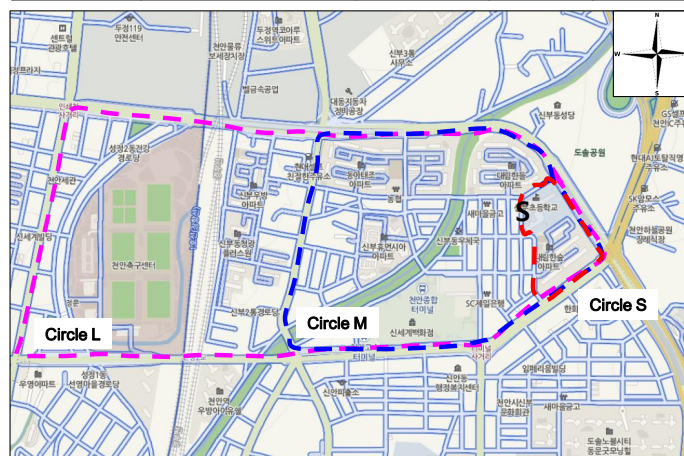


ML 천안 S초등학교 측정

2018.11.19일 측정

시간	대상	측정시간(h)	측정모드	비고
08:00-09:00	S초교 주변 상세	1	이동측정	등교길
09:00-09:30	S초교 운동장	0.5	정지측정	수업
09:30-10:30	S초교 주변 상세	1	이동측정	수업
10:30-11:00	S초교 운동장	0.5	정지측정	수업
11:00-12:00	S초교 주변 상세	1	이동측정	수업
12:00-13:00	S초교 운동장	1	정지측정	점심식사
13:00-15:00	S초교 주변 상세	1	이동측정	하교길
15:00-18:00	S초교 주택가 상세	3	이동측정	주택가

S초교 주변
상세 측정루트



ML 천안 A초등학교 측정

2018.11.21일 측정

시간	대상	측정시간(h)	측정모드	비고
08:00-09:00	A초교 주변 상세	1	이동측정	등교길
09:00-09:30	A초교 운동장	0.5	정지측정	수업
09:30-10:30	A초교 주변 상세	1	이동측정	수업
10:30-11:00	A초교 운동장	0.5	정지측정	수업
11:00-12:00	A초교 주변 상세	1	이동측정	수업
12:00-13:00	A초교 운동장	1	정지측정	점심식사
13:00-15:00	A초교 주변 상세	1	이동측정	하교길
15:00-18:00	A초교 주택가 상세	3	이동측정	주택가

A초교 주변
상세 측정루트

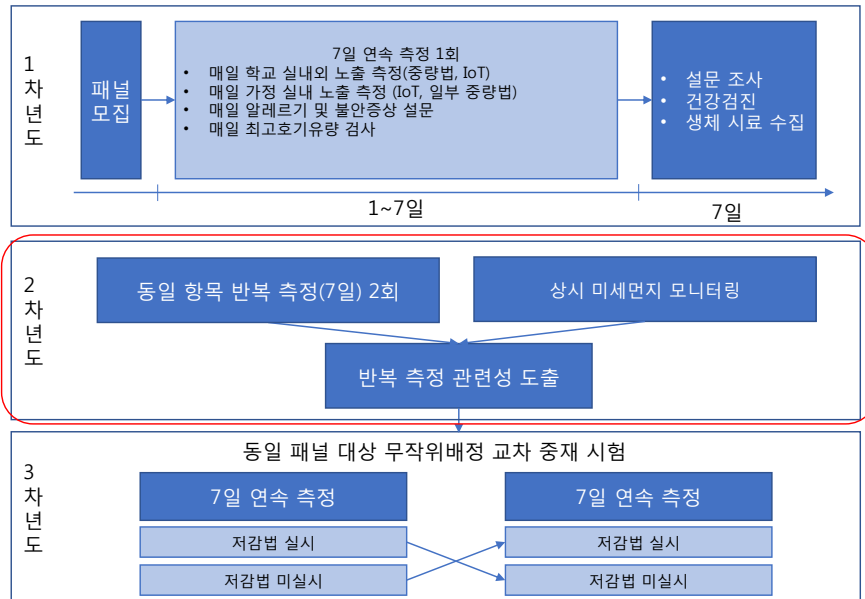


- Circle S(red)
- Circle M(blue)

연차별 연구 내용

구분	년도	세부 연구 목표	세부 연구 내용
1차년도	2017	어린이 패널 구축	어린이 패널 모집 건강영향 자료 수집
		어린이 패널 미세먼지 노출 평가	실내 미세먼지 노출 평가 실외 미세먼지 노출 평가
2차년도	2018	어린이 패널 자료 수집	어린이 패널 추적 건강영향 자료 수집
		어린이 패널 미세먼지 노출 평가	실내 미세먼지 노출 평가 실외 미세먼지 노출 평가
3차년도	2019	저감법 중재 시험	어린이 패널 추적 추적과 함께 저감법 무작위 교차 중재 시험
		어린이 패널 미세먼지 노출 평가	실내 미세먼지 노출 평가 실외 미세먼지 노출 평가

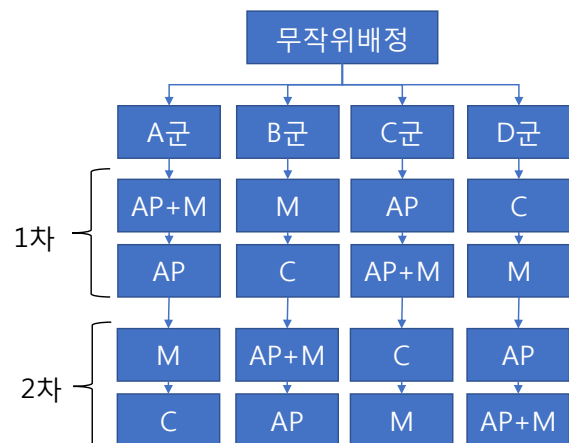
추진 체계



3차년도 계획

- 2차년도에 유의하게 도출된 지표 (폐기능 검사 등)를 1차 유효성 평가 변수로 하는 무작위배정 교차시험 수행
- 1, 2차년도의 반복 측정 체계를 기반으로 하되 개인적 미세먼지 노출 저감법 적용하여 노출 저감의 효과 검증
 - 어린이 가정 실내 공기청정기
 - 마스크
 - 반복 측정 중 저감법 적용한 회차와 적용하지 않은 회차의 비교
 - 저감법 적용한 회차와 1, 2차년도 결과 비교

중재시험 체계 (안)



AP: 공기청정기, M: 마스크, C: 대조

활용방안 및 기대효과

- 어린이 인구집단의 미세먼지 노출에 의한 건강영향 및 기전 규명
- 어린이 인구집단의 미세먼지 노출에 의한 질병 부담 산출의 근거로 활용
- 어린이 인구집단의 미세먼지 노출 감축을 위한 정책적 근거로 활용
- 개인적 미세먼지 노출 저감책의 효과 규명
- 개인적 미세먼지 노출 저감책 사용의 근거로 활용

25

감사합니다.

26

주택 실내환경 미세먼지 통합 관리기술 방안

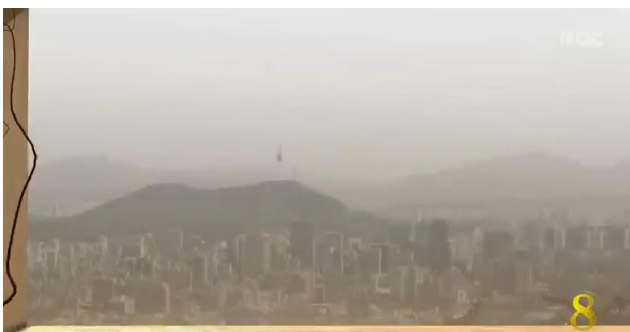
한방우 실장 (한국기계연구원)

주택 실내환경 미세먼지 통합 관리기술 방안

한국기계연구원
한방우

KIMM 한국기계연구원
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS

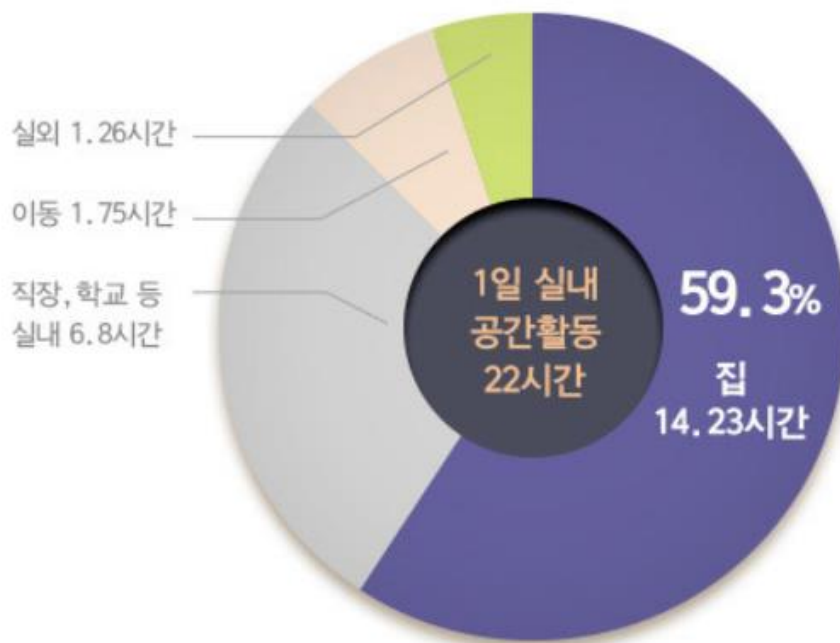
생활환경 미세먼지 노출 위험



MBC 뉴스 (2013.12.07)

대기환경보다 실내 생활환경에서 미세먼지 오염도 체감이 어려우므로 미세먼지
노출 확률이 훨씬 높음

국민 일일 활동시간 양상



자료: 대구가톨릭대학교, 국립환경과학원 (2009)

이동 시간 포함 실외 활동 시간은 하루 3 시간 정도로 하루 90% 가까이 실내에서 생활하고 있고 특히 집과 직장(학교)에서 보내는 시간은 전체 시간의 88%에 근접

실내 공기오염에 의한 사망자



참고: YTN science, 2016. 5. 30.

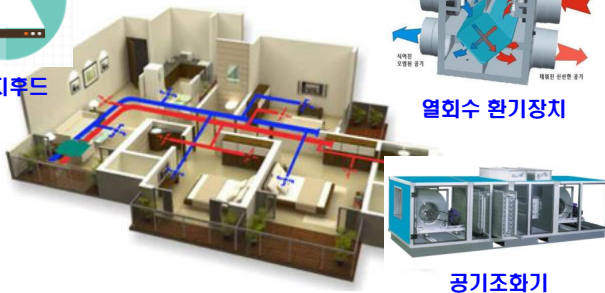
실내 생활환경 미세먼지 제어 방법



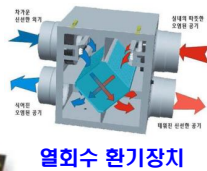
자연 환기(Natural Ventilation)



레인지후드



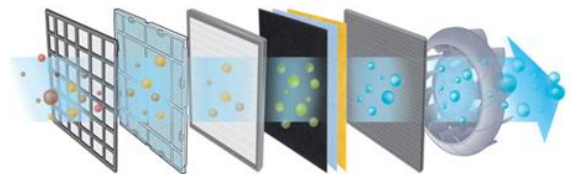
기계 환기(Mechanical Ventilation)



열회수 환기장치



공기조화기



공기청정기(Air Cleaner)

공기청정기나 환기장치 효과 의문

HOME > 경제 > 생활경제

[실험기] 공기청정기 효과 있나 없나?... 미세먼지 속을 들여다

✎ 박근제 김동길 최형철 기자 | 📅 승인 2018.03.26 13:39 | 💬 댓글 0

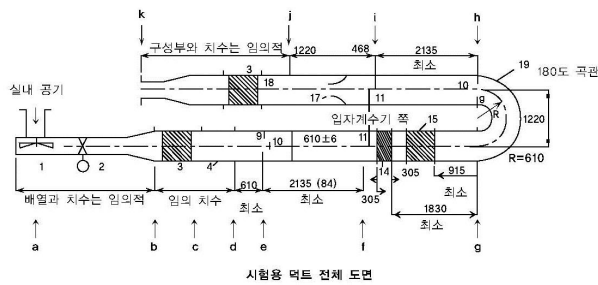
-미세먼지 속 공기청정기 불티... 소비자들은 '효과 불신'

-공기청정기 2대 구입 후 한달간 체험 후 먼지필터 개봉

-톱데일리 기자들 "효과 있지만, 눈 따끔거려 환기 필수"

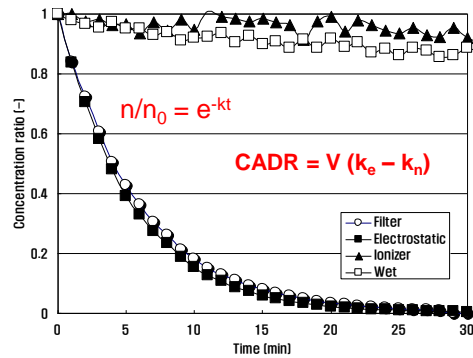
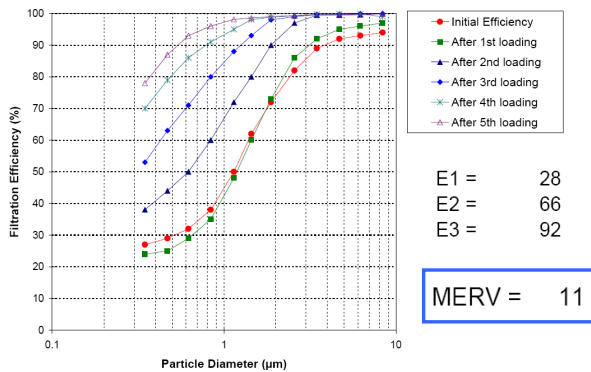


환기(공기조화기) 및 공기청정기 평가 (부품, 제품 위주)



공조기용 필터 시험 덕트 (미 ASHRAE 52.2)

30 m³ 밀폐 챔버 (미 AHAM, 한 KACA, 중 GB 규격)



입경별 필터 집진효율 측정

공기청정기 가동 후 시간에 따른 감소율

공기청정기 실환경 표준사용면적 기준 부재

- 표준사용면적** : 공기청정기의 효율적인 사용을 위해서는 아파트 면적을 고려해 적정 용량(표준사용면적)을 가진 제품 중에서 선택한다. 적정 용량(표준사용면적)에 대한 공인된 기준은 없다. 사용공간의 120~130%(업체 의견)에서 150%(공기청정협회)까지 다양한 의견이 제시됐다. 한국소비자원은 사용 공간의 130% 정도를 적정 용량(표준사용면적)으로 계산했다.

아파트 면적에 따른 적정 용량(표준사용면적)

아파트 면적	66㎡대	99㎡대	132㎡대	165㎡대	198㎡대
평균 거실 면적	19.4㎡	26.7㎡	34.6㎡	39.5㎡	50.4㎡
적정 용량 (표준사용면적)	25.2㎡	34.7㎡	45.0㎡	51.4㎡	65.5㎡

참고: 한국소비자원, 2013년 6월호 소비자시대

주방 레인지후드 운전 환경에 따른 환기효과 차이

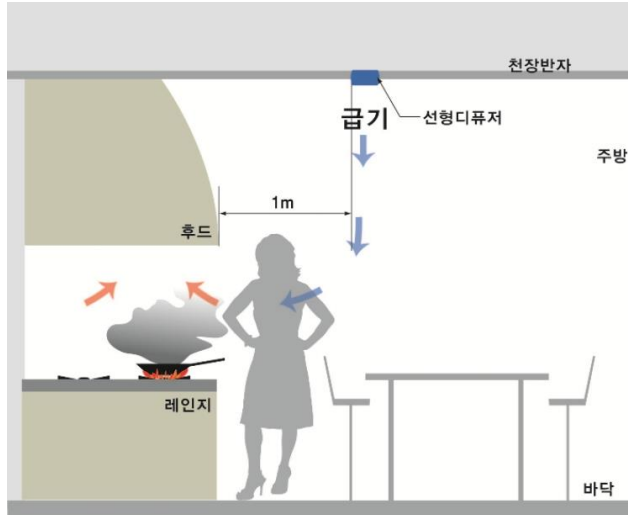
	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	폼알데하이드 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	휘발성유기화합물 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	블랙카본 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)
밀폐	2290	324	40.13	5.8	0.8	1712.7
밀폐+후드가동	741	102	18.66	1.83	0.5	1089.4
자연환기	176	42	78.93	1.28	0.47	804
자연환기+후드가동	117	48	90.1	0.96	0.27	794.9

자료: 환경부, 2016

효율적
주방환기
방법



급기
+
레인지
후드



부엌에서는 환기 팬이나 레인지 후드용으로 사용하지 마세요. 수명이 짧아집니다.



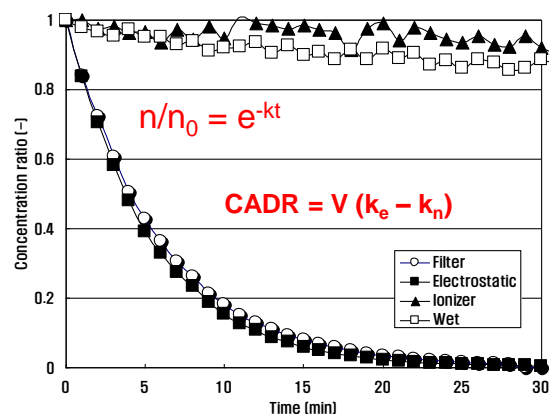
공기청정기 사용 시
필터 수명단축

공기청정화 능력 (CADR)

공기청정화 능력 (CADR, Clean air delivery rate) :
공기청정기가 정격 풍량으로 운전되는 경우에 얻어지는 단위 시간 당 오염 공기 정화량



30 m³ 밀폐 챔버 (미 AHAM, 한 KACA, 중 GB 규격)



공기청정기 가동 후 시간에 따른 감소율
[0.3 μm 시험입자]

$$\text{적용면적 (m}^2\text{)} = 7.7 \times \text{CADR (m}^3\text{/min)}$$

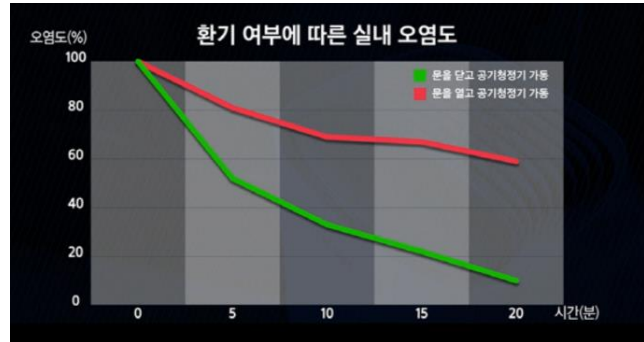
$$[100 \text{ m}^2 = 7.7 \times 13 \text{ m}^3\text{/min}]$$

$$\text{CADR} = \text{깨끗한 공기 공급량} = \text{공기청정기 풍량} \times \text{필터 집진효율}$$

1. 실환경의 기밀도 저하에 따른 성능 저하



경향비즈 (2016.12.27)



CADR 11.4 CMM 공기청정기 사용

2. 성능은 최대풍량 조건에서 진행

CA인증 기준 = 제품의 최대 성능치!

운전모드	총 풍량	청정 풍량	소비 전력	소음
제트클린	10.5m ³ /min	6.6m ³ /min	72W	60dB
강	6.9m ³ /min	4.8m ³ /min	30W	50dB
중	4.2m ³ /min	3.2m ³ /min	15W	40dB
약	3.0m ³ /min	2.5m ³ /min	10W	30dB
절전	2.0m ³ /min	1.3m ³ /min	5W	15dB
대기	-	-	4W	7dB

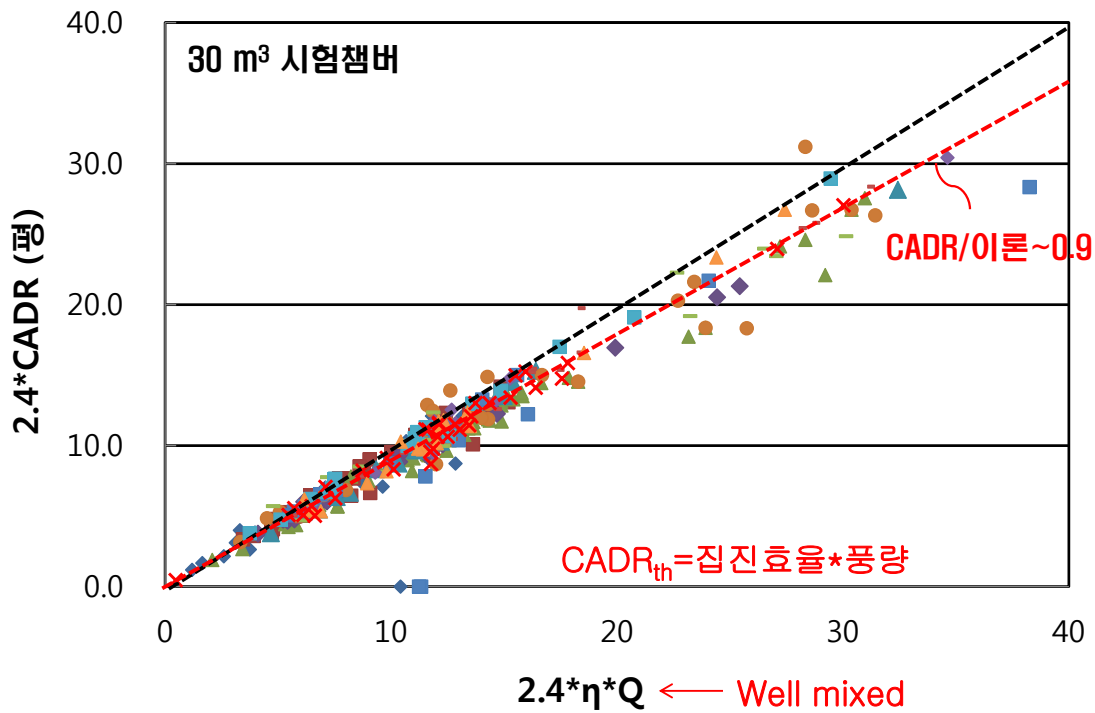
<표 E-19> 보유하고 있는 공기청정기의 주 작동방법

(N=418, 공기청정기를 실제 사용하는 경우)

	N	%
자동	225	53.8
중풍 (중간 단계)	114	27.3
약풍 (낮은/약한 단계)	55	13.2
강풍 (높은/강한 단계)	19	4.5
터보	4	1.0
실외 대기질로 판단	1	0.2

미세먼지에 대한 소비자 인식 및 실내 미세먼지관리 기기 사용 행태 조사 2018.04

3. 실환경에서 혼합 효과 저하 (구조 복잡)

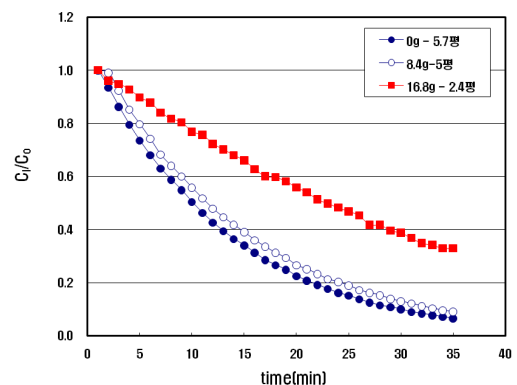


30 m³ 시험챔버 내에서도 대부분 깨끗한 공기를 오염된 공기와 완전히 혼합시키지 못함
: 선풍기나 에어컨 동시 사용 → 공기 혼합 효과 증가

4. 필터 관리 미흡에 따른 성능 저하 발생



JTBC 뉴스룸 (2018.2.20)



전처리필터 관리 미흡 : 풍량 저하
헤파필터 관리 미흡 : 집진효율 저하 (정전기능 상실)

미세먼지 국가전략프로젝트 사업단 : 4-1과제 개요

- 과 제 명 : 주택 실환경 미세먼지 통합 관리기술 및 실환경 평가 인증규격 개발
- 연구기간 : 2017. 09. ~ 2020. 04. (당해년도 2019. 02. ~ 2020. 02)
- 총괄(세부1) 연구기관 책임자 : 한국기계연구원 한방우 박사(책임연구원)
- 세부2 연구기관 책임자 : (주)에코픽쳐스 지준호 박사(대표)
- 위탁1 연구기관 책임자 : 에어랩 노광철 박사(대표)
- 총연구비 :

[최종목표]



생활보호제품의 실환경 평가 방법 및 주택 미세먼지 관리 기준 마련

[세부목표]

- 생활보호제품군 실환경 평가방법 개발 (인증규격)
- 주택 미세먼지 노출저감을 위한 생활보호제품군의 실환경 통합 관리 가이드라인 마련
(WHO 권고기준 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하 유지)
- 최적 운전제어 전 대비 에너지 비용 **30% 이상 저감** 방안 마련
- 리빙랩 운영방안 마련

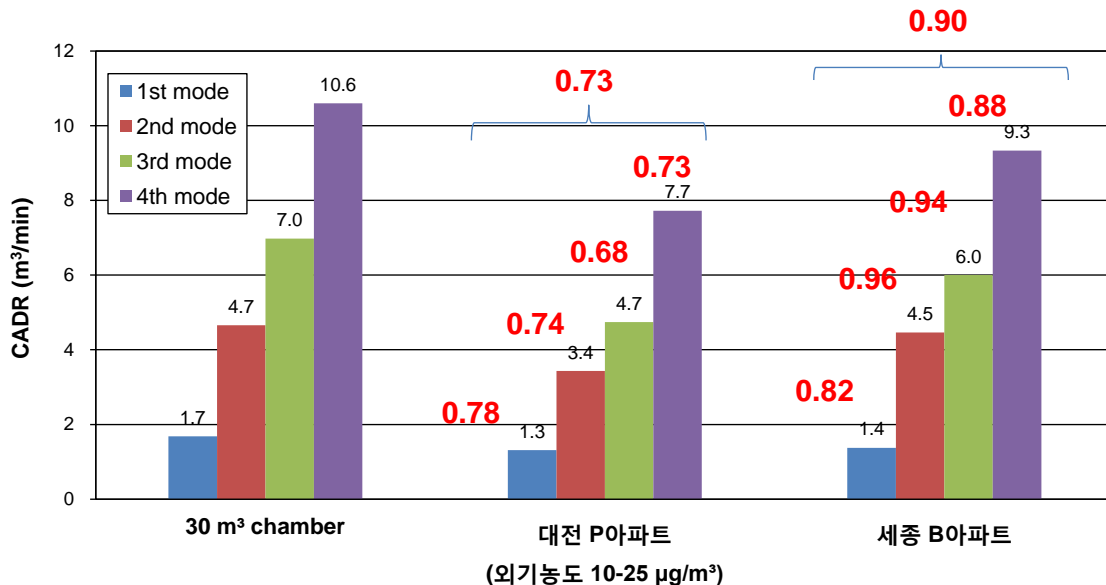
공기청정기/환기장치 실환경 평가 시험방법 개발

실험주택 선정 : 30평형대 아파트 2개

	기존 아파트 (P 아파트)	신축 아파트 (B 아파트)
위치	대전 동구 홍도동	세종시 대평동
준공년도	2007.07	2018.02
총동수/총세대수	2동/153세대	8동/529세대
공급면적/전용면적	112 m ² / 85 m ²	98 m ² / 72 m ²
거실면적/부피	36.8 m ² (11.2평) / 84.6 m ³	37.0 m ² (11.2평) / 85.0 m ³
아파트 구조	 <p>3베 이</p>	 <p>4베 이</p>
건물기밀도	리모델링 작업으로 측정 못함	ACH50 2.15(가압), 2.54(감압)
비고	내공사 대전충남지역본부 ('18년 1월 한달 지원)	KIMM 연구원 전세집 이용

공기청정기 실환경 평가 시험방법 개발

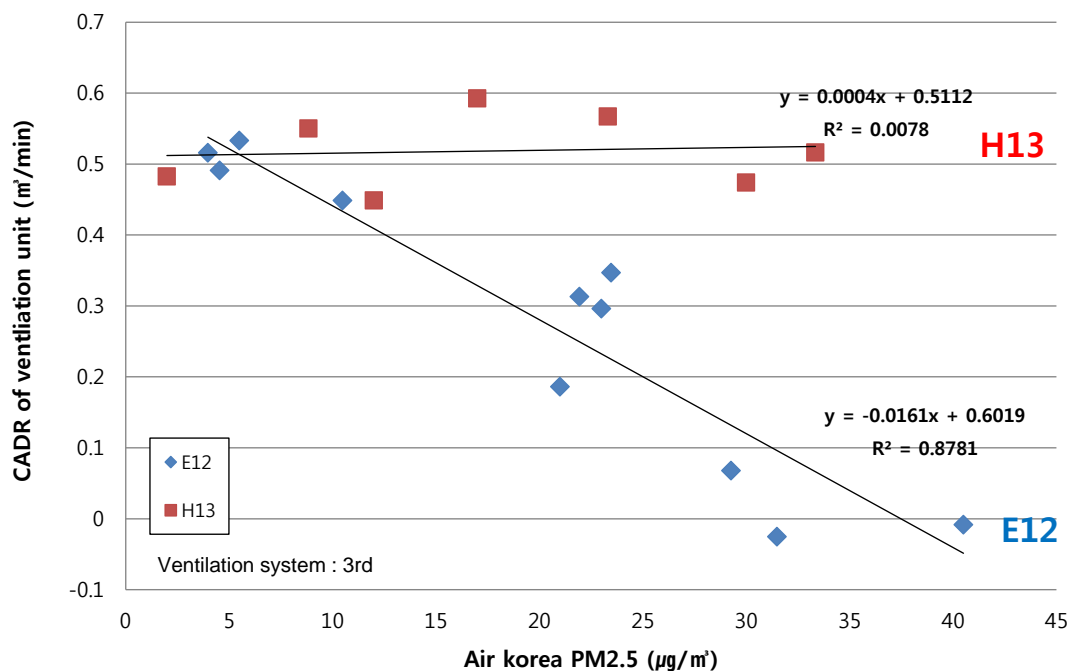
공기청정기 운전 모드별(풍량) 챔버 CADR(기준 규격)과의 비교 (거실)



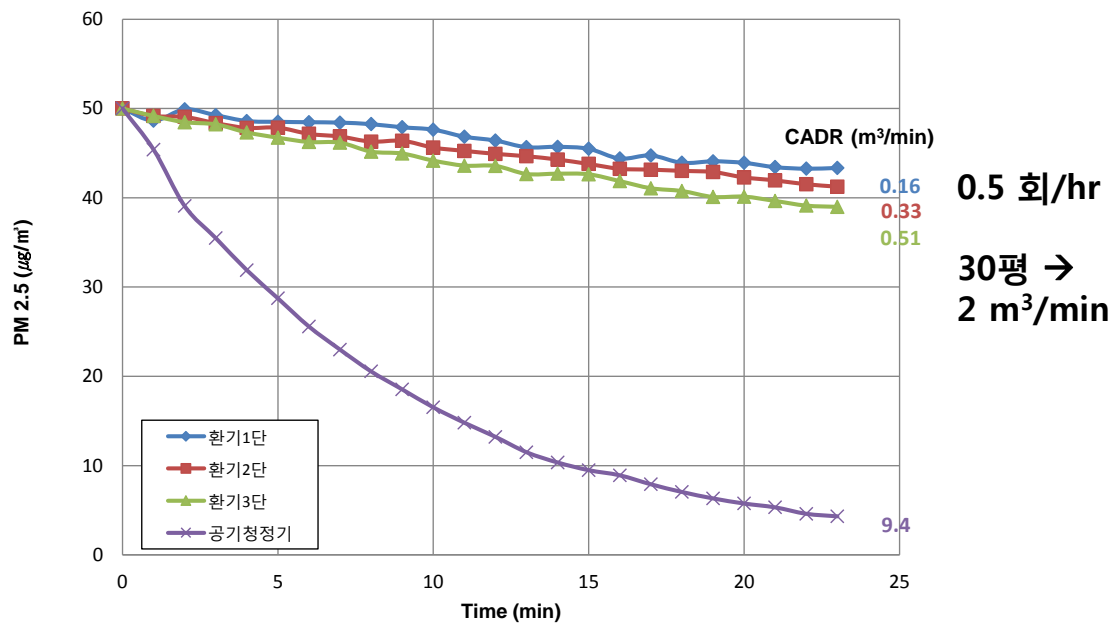
대전 P아파트는 챔버법(CA규격) 대비 60~70% 수준, 기밀도가 우수한 세종 B아파트의 경우는 90% 정도로 규격 성능 대비 저하 발생

환기장치의 외기농도에 따른 필터 종류별 CADR 비교

외기농도에 따른 E12 및 H13 필터 적용 시 환기장치의 CADR 비교 (거실)



환기장치와 공기청정기 CADR과 비교 (거실)



주택 환기장치에 필터 장착만으로 미세먼지 제거에 다소 한계 존재
← 본질적으로 풍량이 너무 낮음!

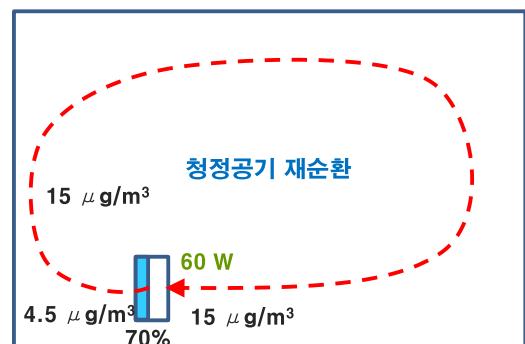
환기장치와 공기청정기의 미세먼지 제거 원리

- 필터관리어려움 (교체 어렵고, 관리주체 미흡)
- 필터교체주기 빨라짐



환기장치 (MERV 14 필터)

- 필터관리용이, 관리주체 명확
- 필터교체주기 느림
- 압력손실 적음

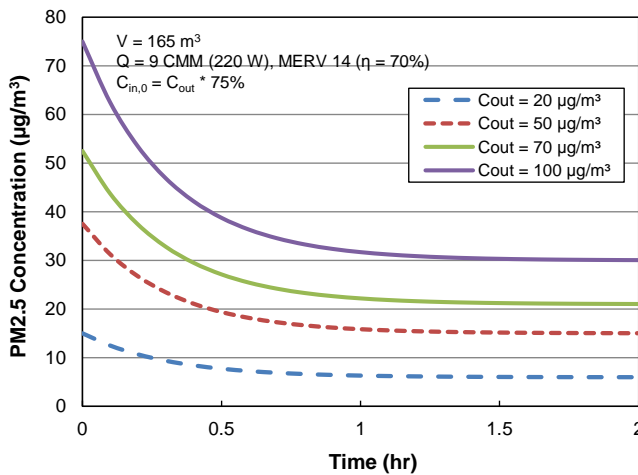


공기청정기 (MERV 14 필터)

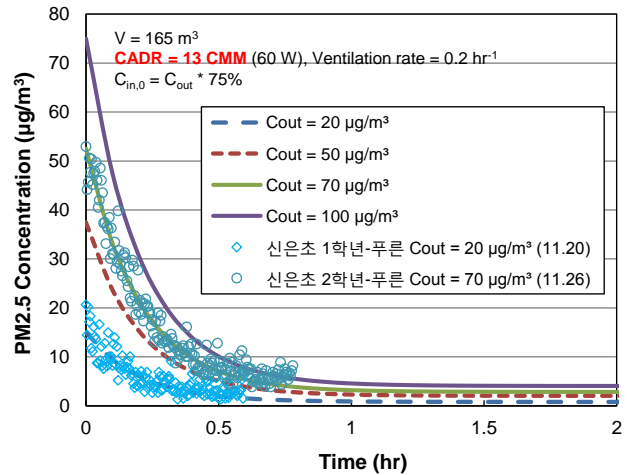
미세먼지는 공기를 순환시켜 제거하는 것이 보다 효과적

환기장치(MERV14)와 공기청정기의 미세먼지 처리 예측

PM2.5 미세먼지 처리 시



환기장치 (MERV 14 필터)

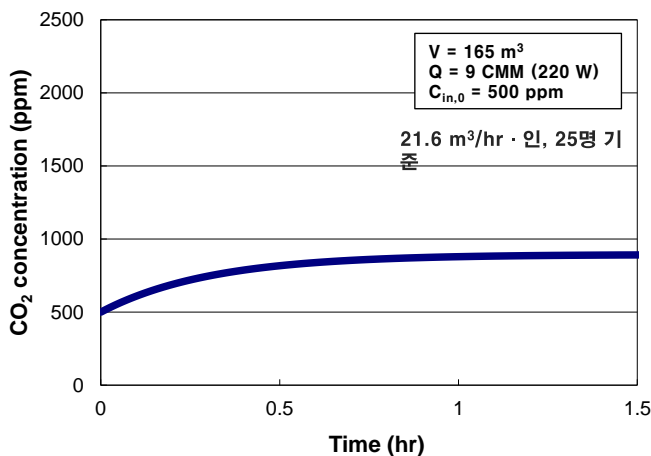


공기청정기 (적용면적 100 m^2)

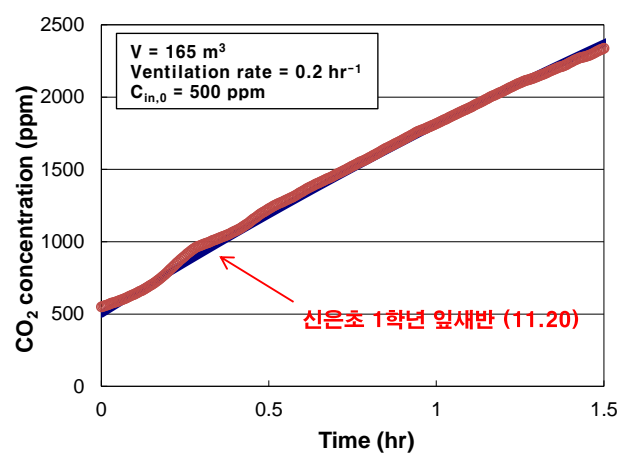
환기장치에 고성능 에어필터를 설치하는 방법으로는 미세먼지 문제 해결 쉽지 않음!!

환기장치와 공기청정기의 CO₂ 처리 예측

이산화탄소 처리 시



환기장치 (MERV 14 필터)

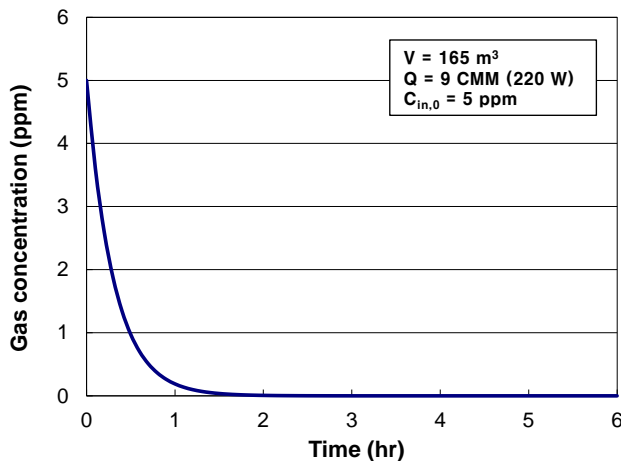


공기청정기 (적용면적 100 m^2)

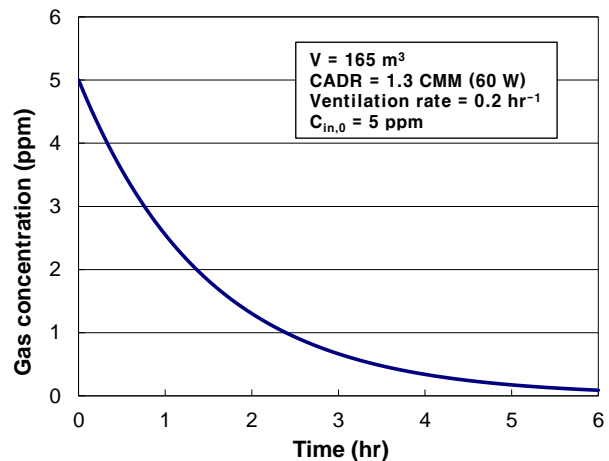
공기청정기는 CO₂ 처리 성능 없음

환기장치와 공기청정기의 유해가스 처리 예측

유해가스 처리 시



환기장치 (MERV 14 필터)

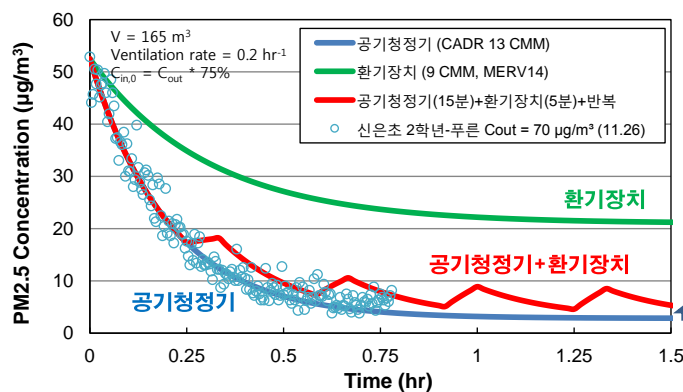


공기청정기 (적용면적 100 m³)

공기청정기의 유해가스 처리 성능은 미세먼지 처리 성능의 1/10 수준

공기청정기와 환기장치 복합 운전 시

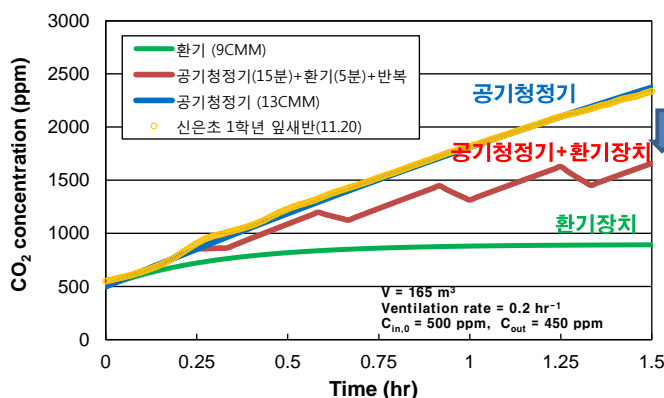
PM2.5



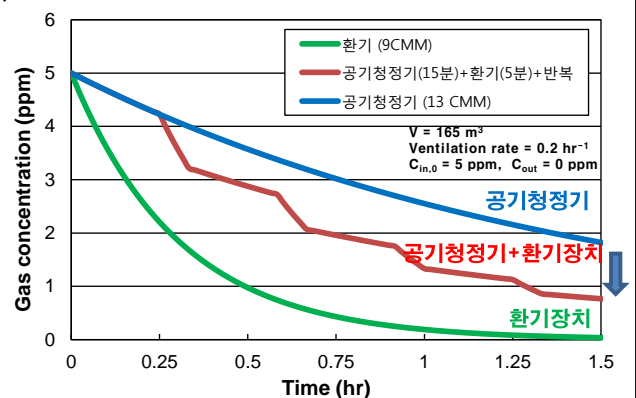
(예) 공기청정기 15분 + 환기장치 5분 반복 운전 시

두 장치 연속 운전 시의 소비 전력의 60% 이상 절약 가능

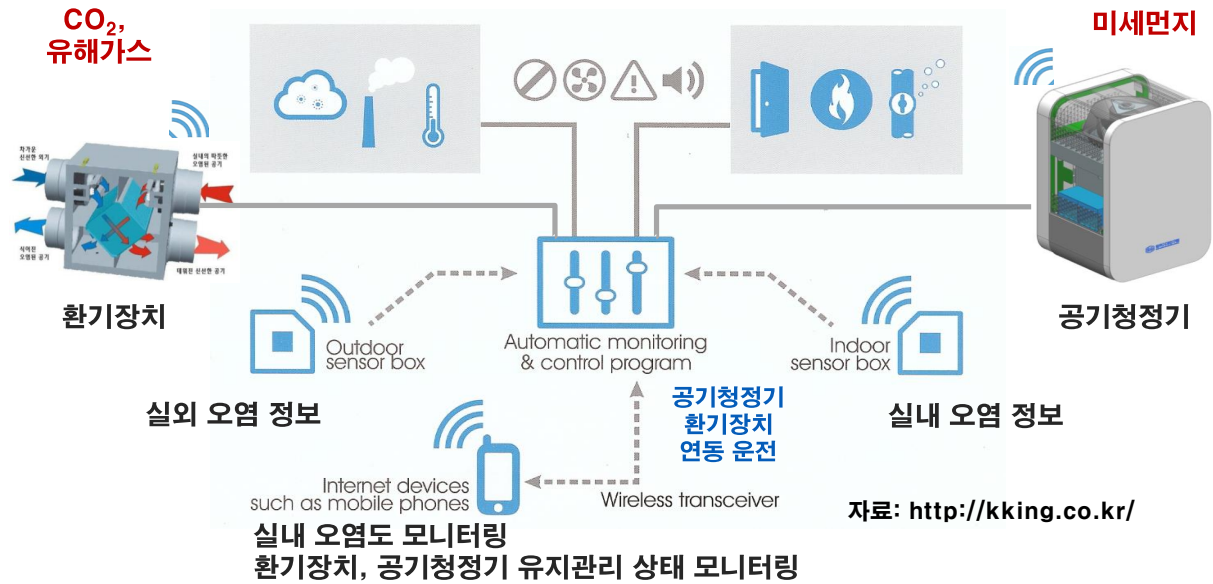
CO₂



유해가스

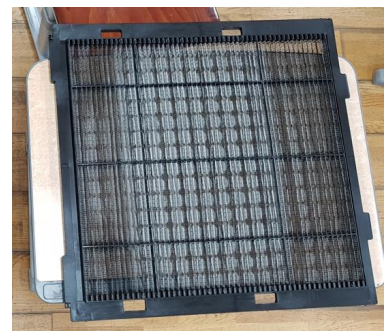


공기청정기와 환기장치 통합 운전 제어 필요



미세먼지, 이산화탄소, 유해가스 등 모두 고려한 실내 공기질 향상을 위해서는 환기장치와 공기청정기의 적절한 통합 운전 제어가 필요, 에너지 소비량 고려

공기청정기와 환기장치 유지관리가 더욱 중요



● 기존의 일반 헤파필터



1년간 연속 사용한 종래형 헤파필터로부터 공기 출구 측면을 주사형 전자 현미경으로 보았을 때 많은 세균이 생존하여 미생물에 의한 2차 오염의 상태가 확인

공기청정기 필터 오염



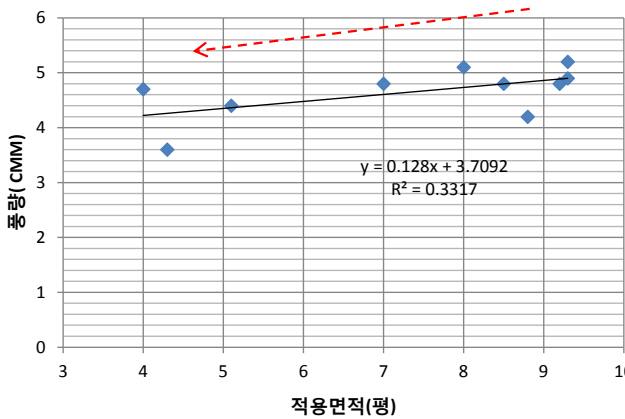
환기장치의 급·배기구 오염



천정형 히트펌프 전처리 필터 오염 (공기청정기 기능)

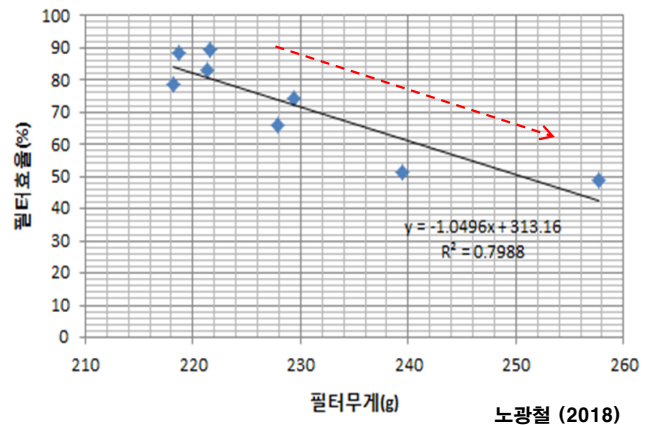
필터 청소 및 교체 주기 마련 중요

쟁점 ✓ 1년 후 적용 면적 1/2 저하



주택 환경 필터 교체 주기 : 약 1년

쟁점 ✓ 1년 후 필터 효율 90% → 50%로 저하



전처리 필터 상태: 2-4주 후 오염 심각

필터 청소 및 교체 등의 관리 방법 교육, 홍보 필요



(예) 2-4주 1회 이상 진공청소기로 전처리필터 청소



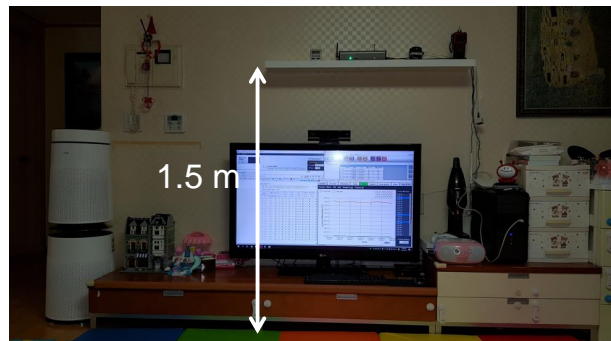
(예) 1년 마다 먼지필터와 탈취필터 교체

서울 아파트 현장 Test

공덕동 112 m² (34평형, 4인 가족 실거주 환경)

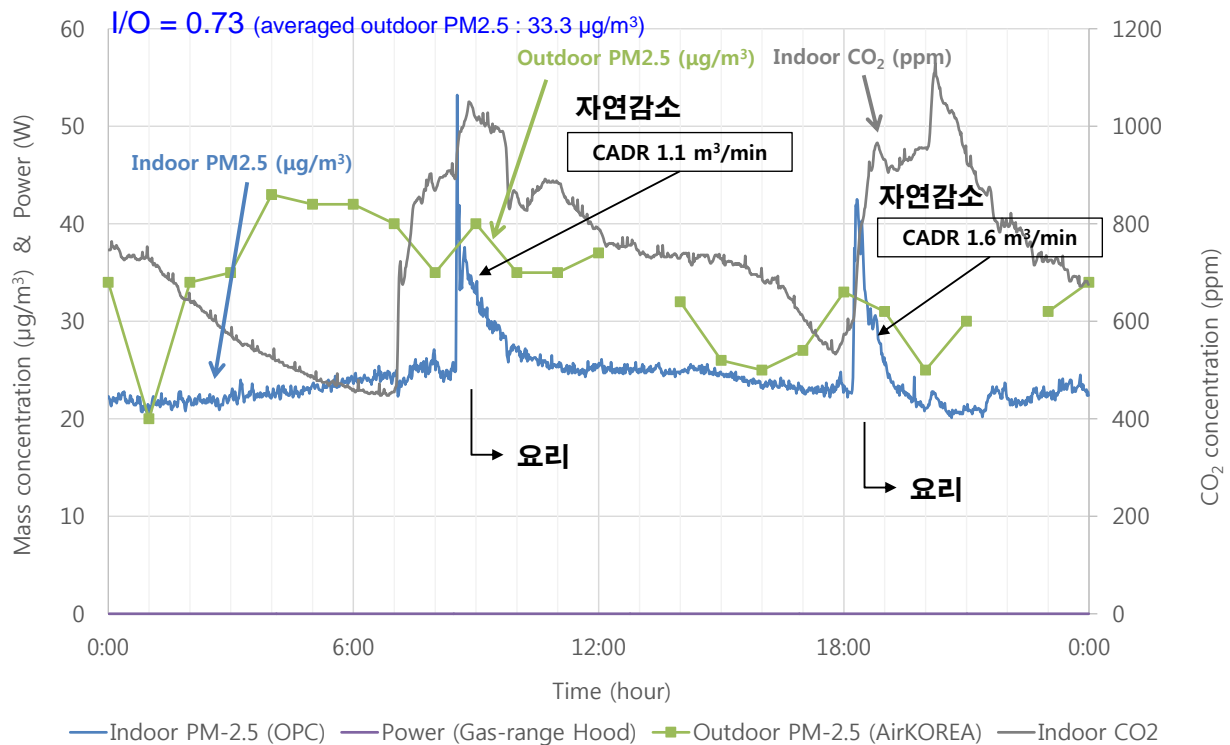


거실 크기: 37.8 m² (11.5 평)
 높이 : 2.3 m
 거실 부피 : 86.95 m³



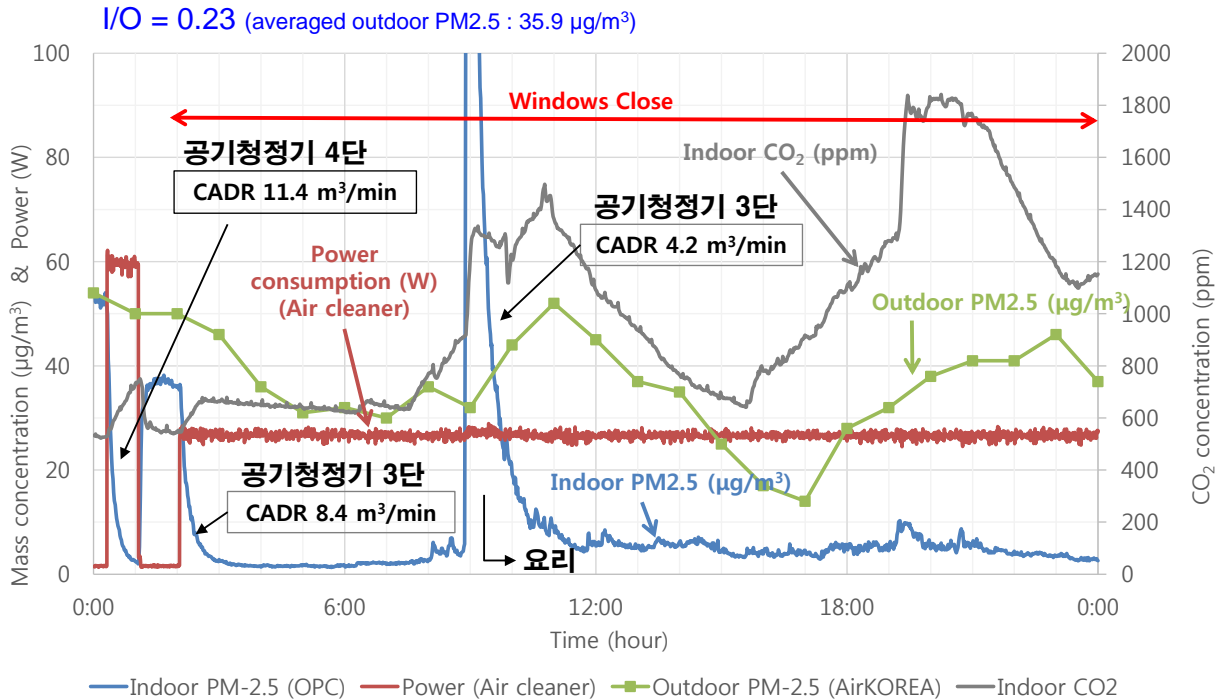
서울 아파트 현장 Field Tests

창문 closed, 공기청정기 비가동 (2018.06.20)



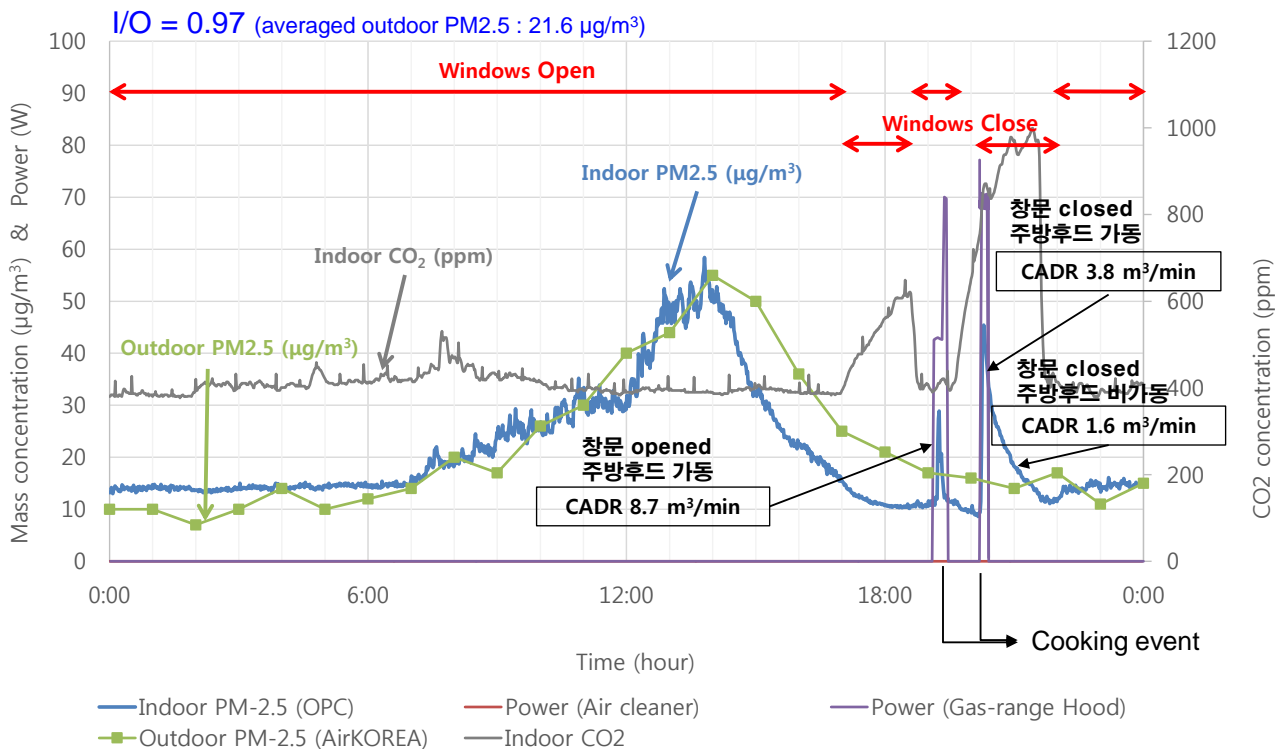
서울 아파트 현장 Field Tests

창문 close 공기청정기 가동 (4단 → 3단) (2018.11.04)



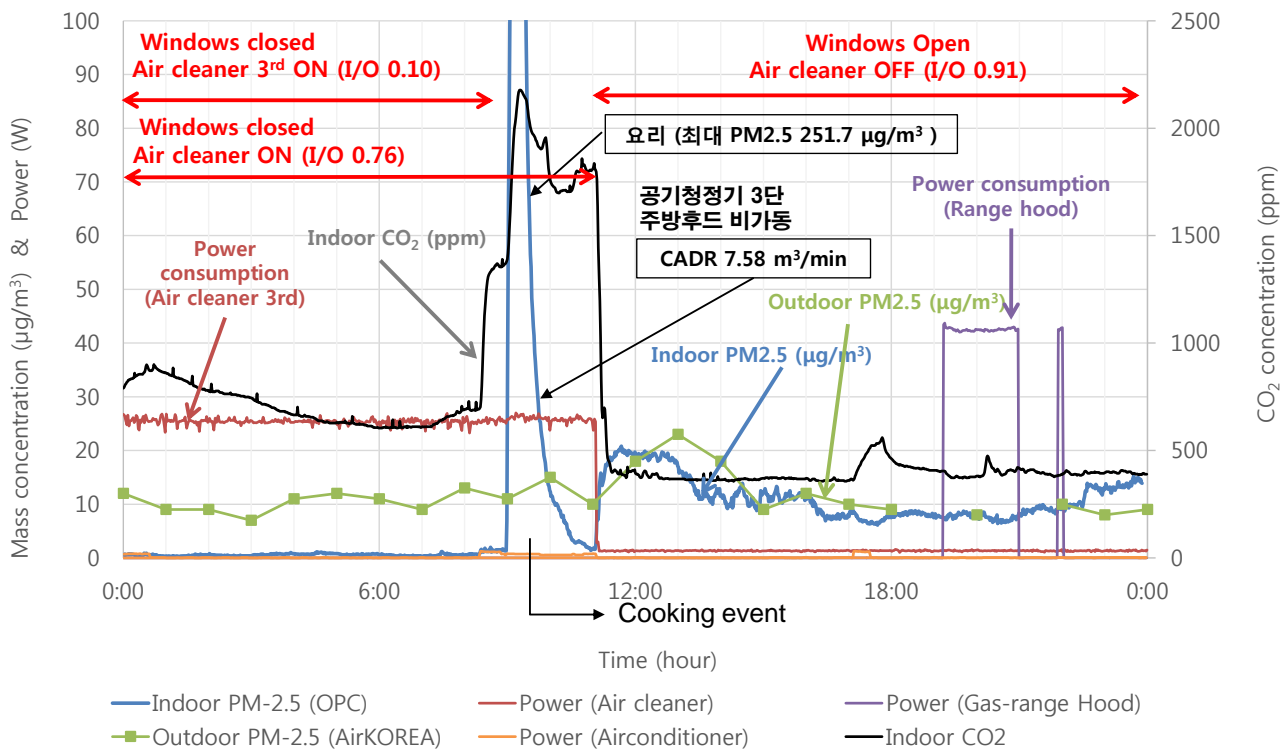
서울 아파트 현장 Field Tests

주로 창문 open, 요리 이벤트 시 일부 창문 close, 공기청정기 비가동 (2018.07.20)



서울 아파트 현장 Field Tests

창문 close, 공기청정기 가동 → 창문 open, 공기청정기 비가동 (2018.07.14)



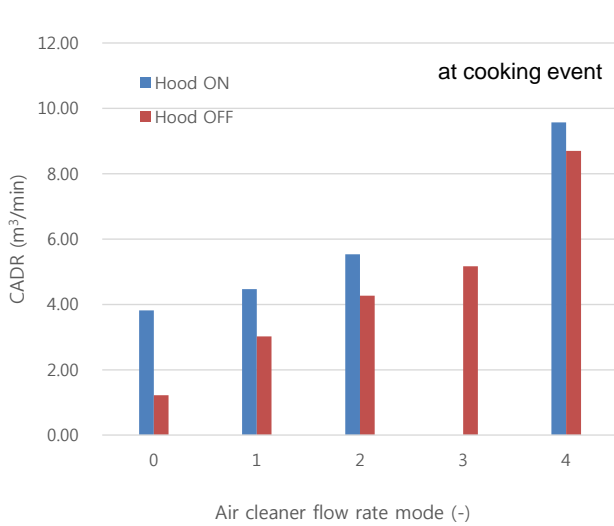
서울 아파트 현장 Field Tests

공기청정기 풍량별 $\text{PM}_{2.5}$ indoor/outdoor ratio (창문 close, 주방후드 비가동)

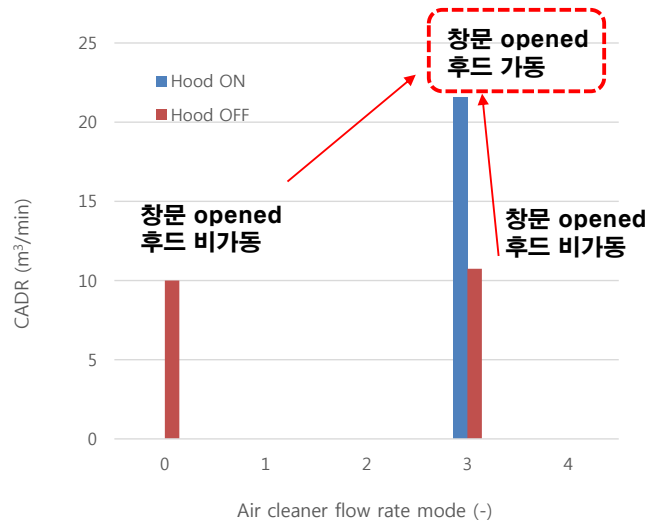


서울 아파트 현장 Field Tests

요리 이벤트 시 후드 작동 유무에 따른 공기청정기 풍량별 CADR

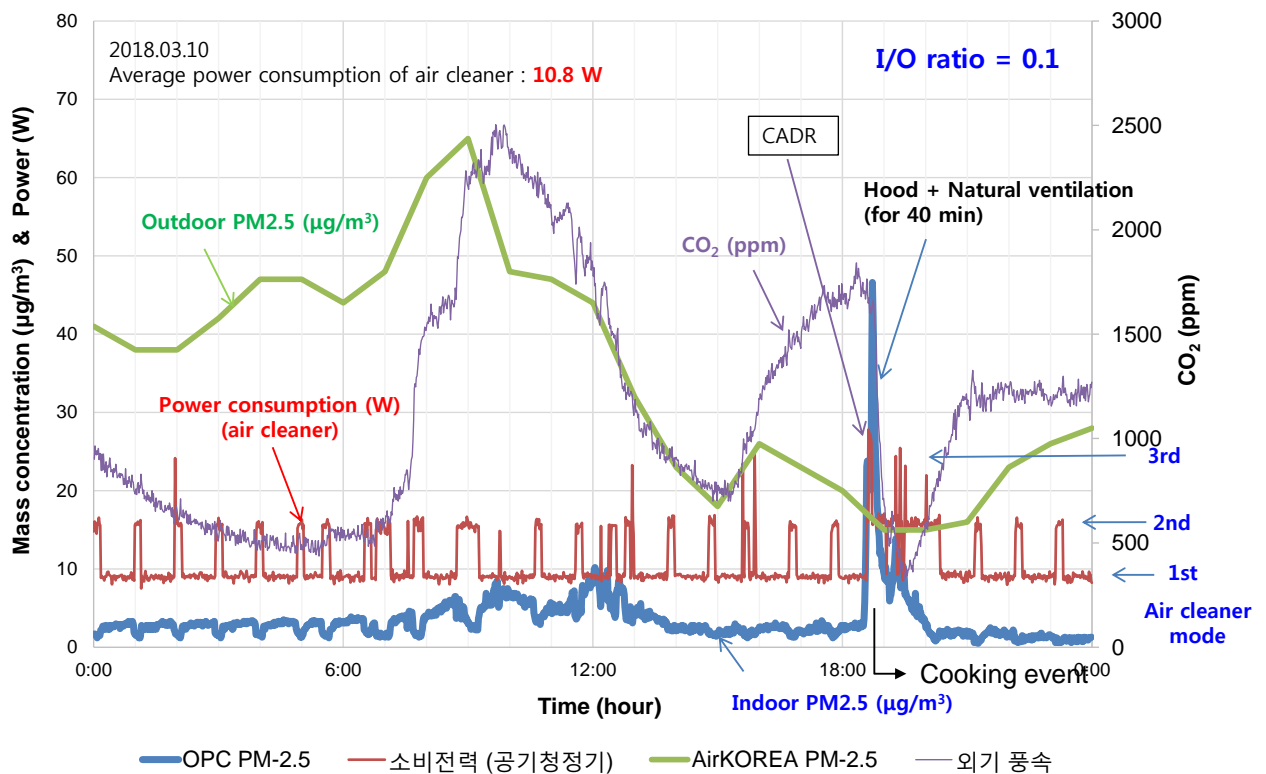


창문 closed 상태에서 공기청정기 풍량별 CADR



창문 opened 상태에서 CADR

서울 아파트 현장 Field Tests



결론

1. 실환경에서의 성능저하(57-90%) 및 최대풍량 운전조건을 고려하여 **적용공간 대비 충분한 적용면적의 공기청정기 적용 필요**
[사용공간의 1.5배 정도, 11평 거실 → 16평형 공기청정기]
2. 자동 운전에 의존하는 것 보다는 이벤트 시 **최대풍량으로 일정 시간 운전 후 중 모드나 약모드**로 지속적으로 운전하는 것이 바람직함
3. 공기청정기는 밀폐 환경에서 효과적이므로 거실+주방, 안방 등 적용공간에서 창문과 방문을 닫고 운전하는 것이 좋음 [**주기적인 자연환기 이후 최대한 밀폐 조건에서 운전**]
 - * 공기청정기는 환기장치보다 미세먼지 제거 성능 우수 (10배 이상)
4. 전처리 필터의 **주기적(2-4주) 청소 관리** 매우 중요하고 헤파필터는 최소한 1년에 1번씩 교체 관리 필요
5. **주방 조리 시는 레인지후드+자연환기**가 가장 효과적임
[조리 배출 먼지는 공기청정기의 필터 수명 단축 원인이 될 수 있음]
6. 공기청정기는 저에너지소비형 가전제품(10-30 W)으로서 하루 24시간 운전해도 1-2천원/월 수준이므로 **지속적으로 사용**하는 것이 바람직
7. 미세먼지와 이산화탄소, 유해가스 동시 관리를 위해서는 **공기청정기와 환기장치의 조합 운전 필요**

감사합니다.

국가 생활공감 환경보건서비스 개발 사례

양원호 교수 (대구가톨릭대학교)

국가 생활공감 환경보건서비스 개발 사례

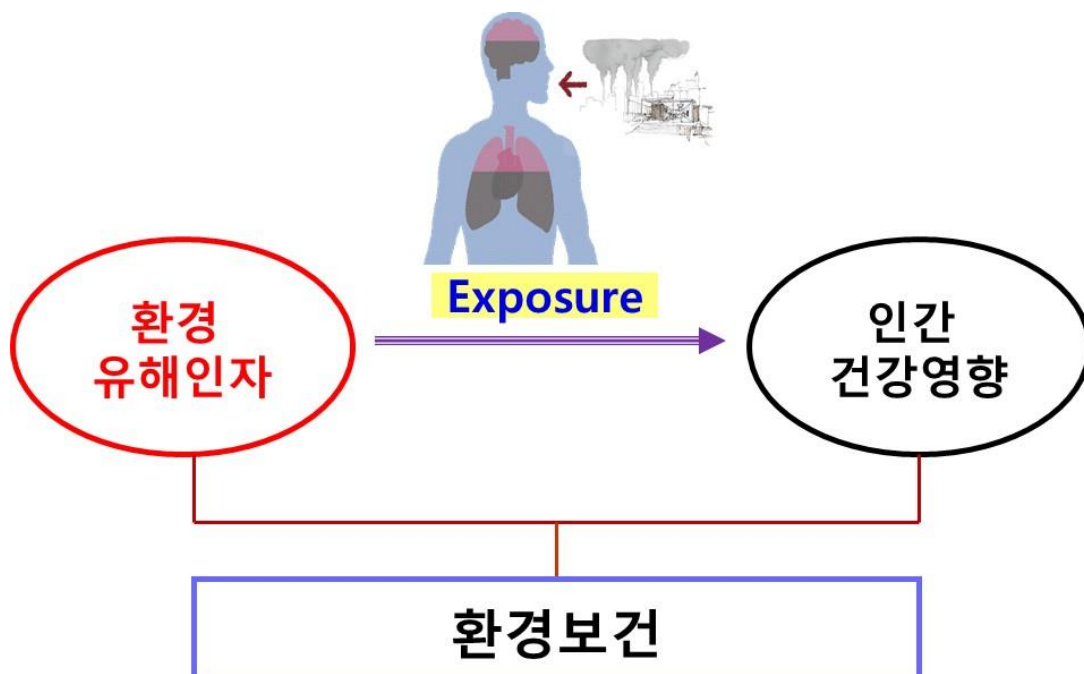
양 원 호 (Ph.D., PE)
(whyang @cu.ac.kr)

대구가톨릭대학교
산업보건학과

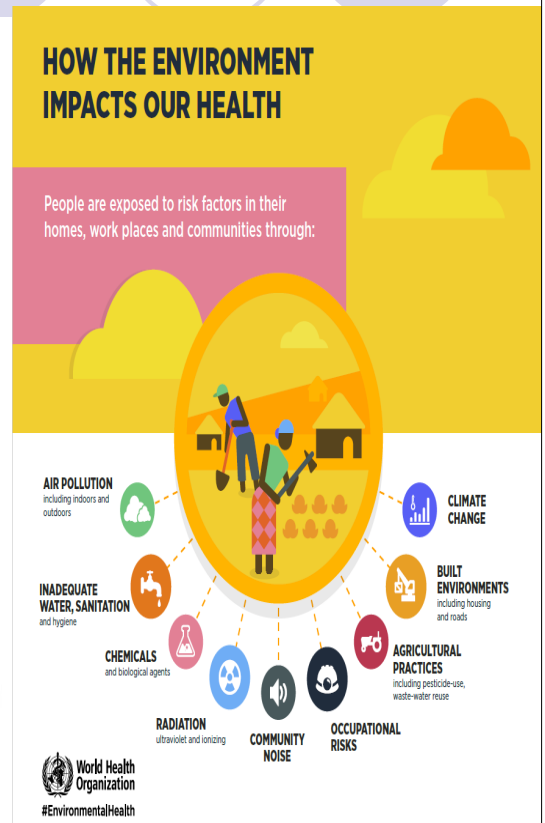
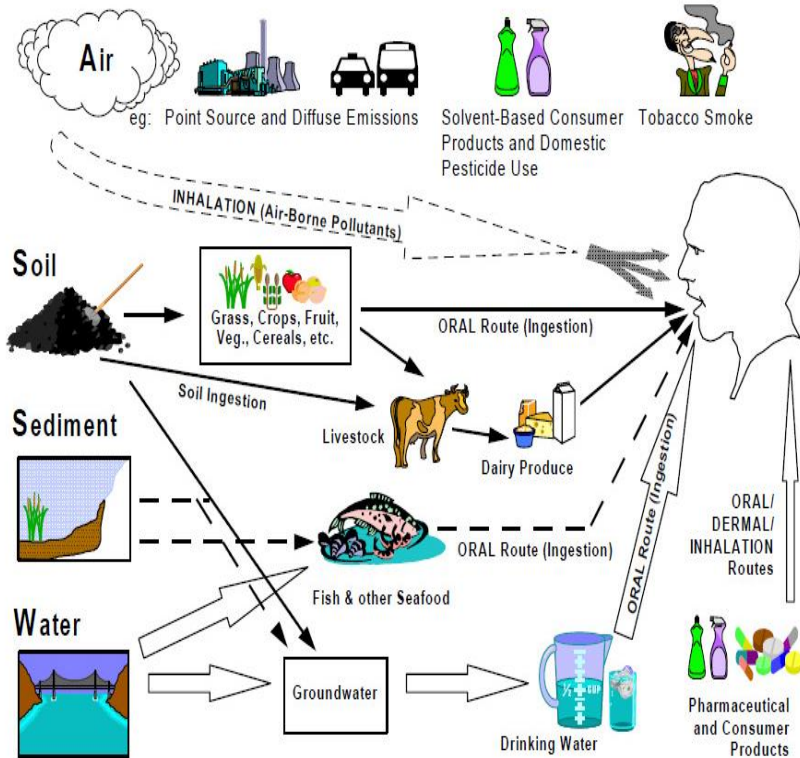
DCU *for you*

2019년 5월 21일

환경보건



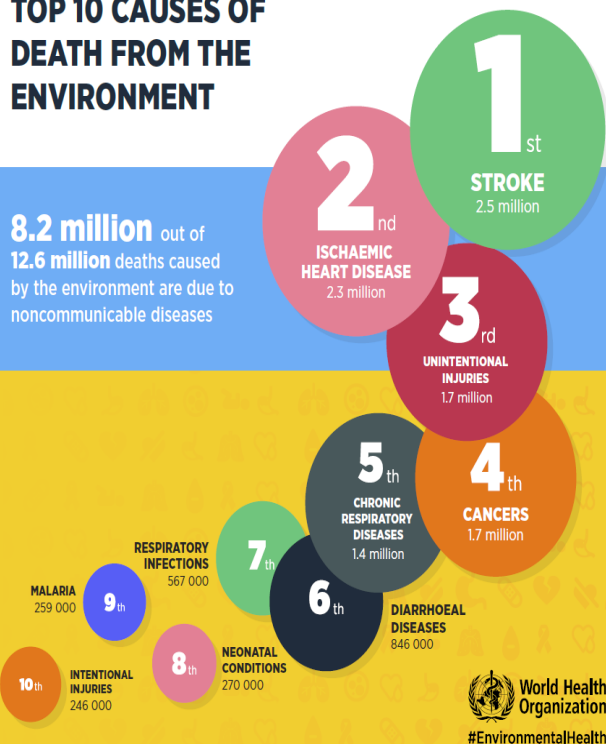
유해인자 – 노출경로 – 사람노출



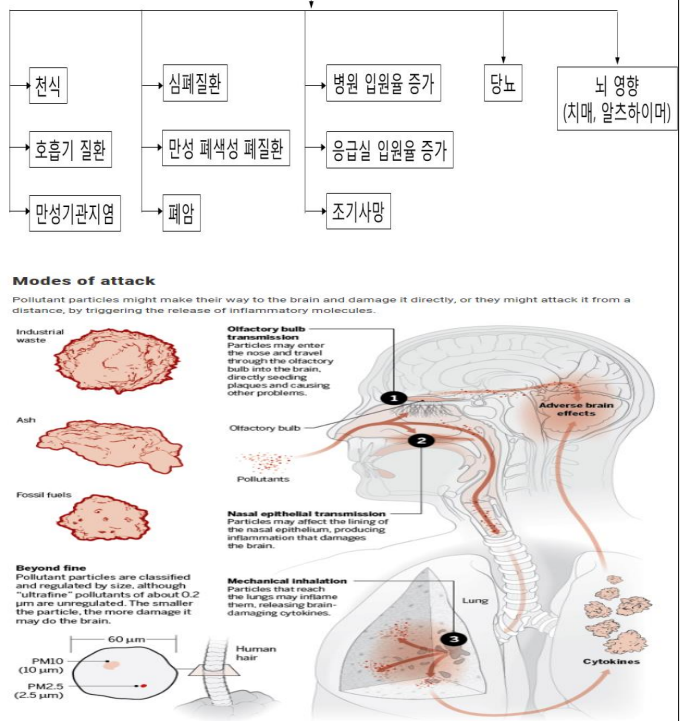
노출 – 건강 영향

TOP 10 CAUSES OF DEATH FROM THE ENVIRONMENT

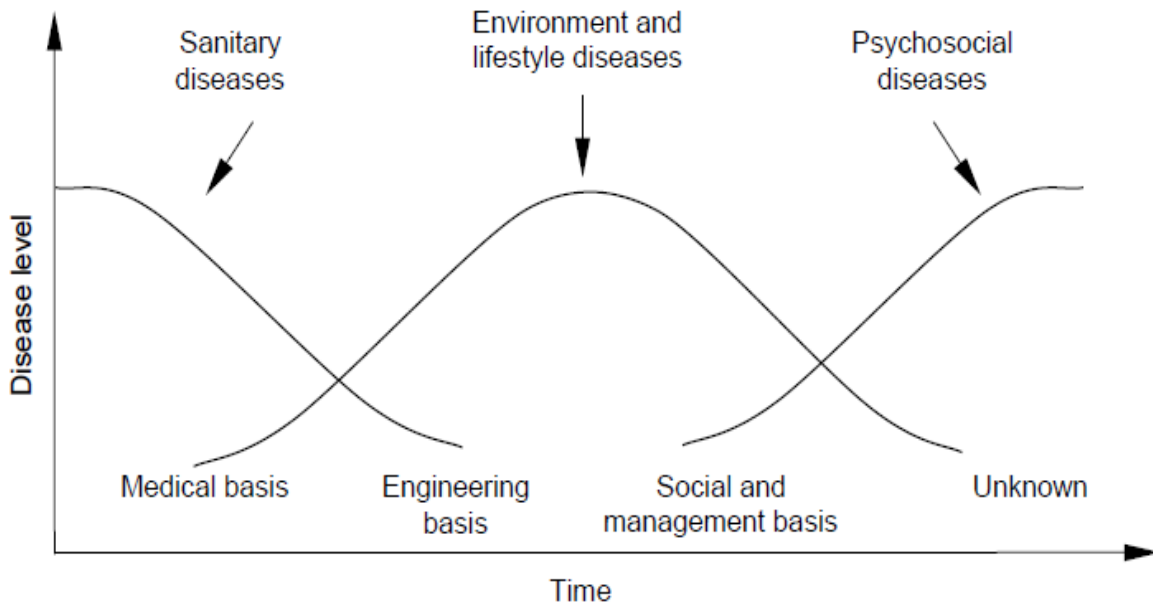
8.2 million out of 12.6 million deaths caused by the environment are due to noncommunicable diseases



(초)미세먼지 노출에 따른 건강영향



질병 양상 변화



MacArthur & Bonnefoy, 1998

환경보건 서비스

- 환경보건 서비스(Environmental Health Service, EHS)?
 - ➔ 건강한 생활환경과 국민의 삶의 질 향상을 위해 수요자와 공급자의 양방향 소통과 참여를 기반으로 서비스 대상과 수요를 도출하고 그 혜택이 모두에게 제공될 수 있도록 하는 것. 즉 사람들이 일상생활에서 느끼는 환경오염으로 인한 피해와 이에 따른 건강 증진에 대한 요구를 파악하여 해결하거나 지원하는 제도(KEI, 2015).
 - ➔ EHS can be defined as those services implementing environmental health policies through monitoring and control activities. They carry out that role by promoting the improvement of environmental parameters and by encouraging the use of environmentally friendly and healthy technologies and behavior. They also have a leading role in developing and suggesting new areas of policy(WHO, 2000).

환경보건서비스 중요성

Why Are
Environmental
Health Services
So Important?

These environmental factors contribute
to the quality of our health.

Air

Food

Water

Sewage

US CSC, <https://www.cdc.gov/nceh/ehs/default.htm>

환경보건 서비스

- 예를 들면, 실내·외공기질 측정 결과와 실시간 노출 데이터 공유를 통한 환경보건 서비스 제공 (개인별, 집단별...)
- 서비스 수혜자와 공급자를 연결하는 소통 통로를 제공 (platform)
- ‘크라우드소싱(crowd sourcing)*’을 이용한 환경보건 서비스 제공

크라우드 소싱*: '대중(crowd)'과 '외부 자원 활용(outsourcing)'의 합성어.
비전문가인 대중에게서 공개적으로 정보를 수집하여 문제 해결

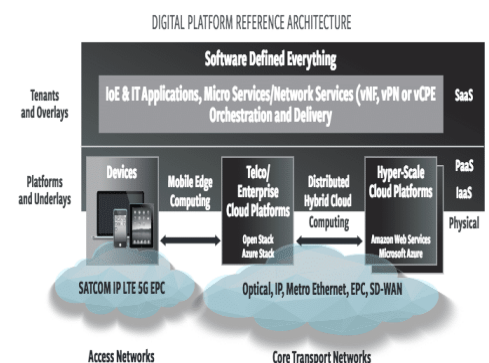
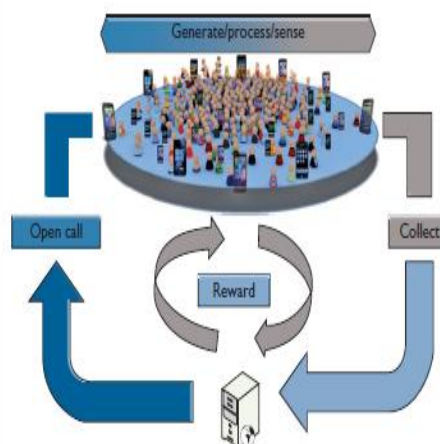


Figure 3. Cloud Platforms are geographically distributed for performance and regulatory reasons. This means that platforms must have built-in 'native capabilities' for distributed cloud platform and ecosystem management including cyber-security. They also must be able to gracefully accommodate different security and privacy requirements that may vary by context, country, industry, and tenant.

환경보건서비스?

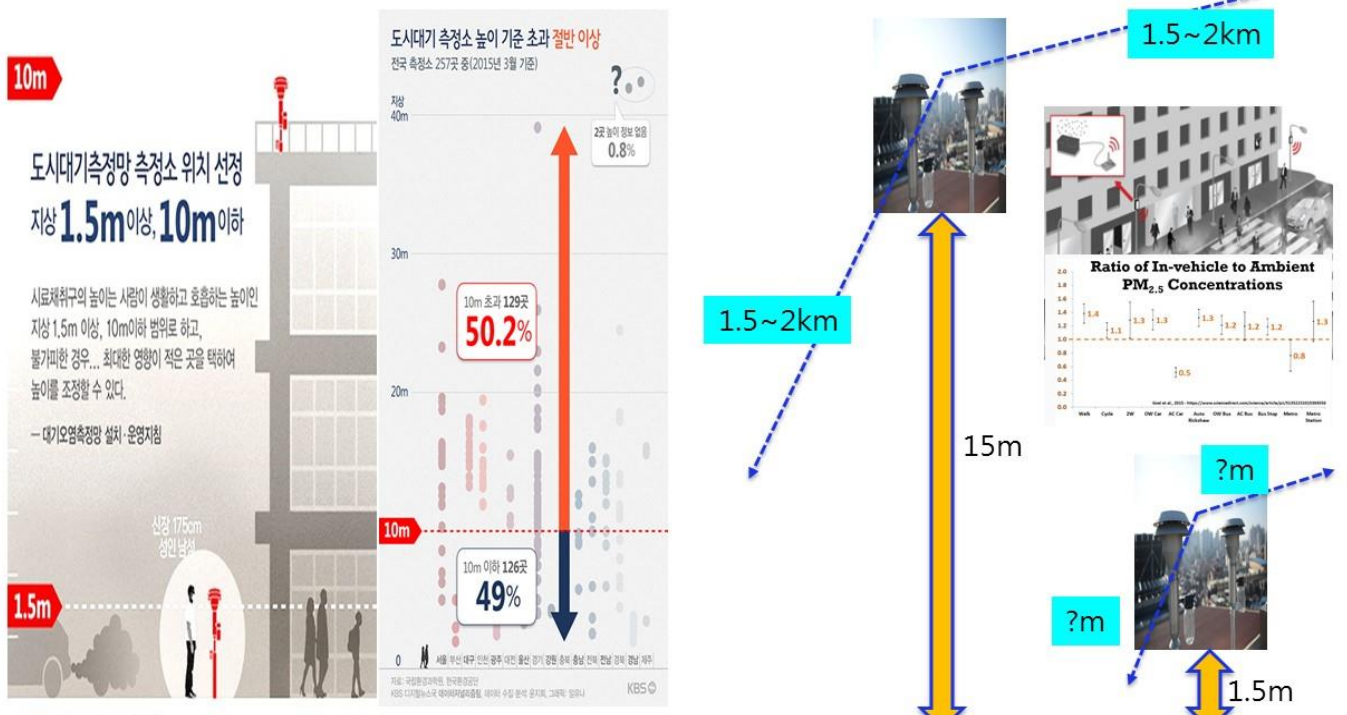
1) 국민은 환경유해인자(공기) 노출정보를? **알고싶다....**

"아침에 제일 먼저 미세먼지 농도 확인?"



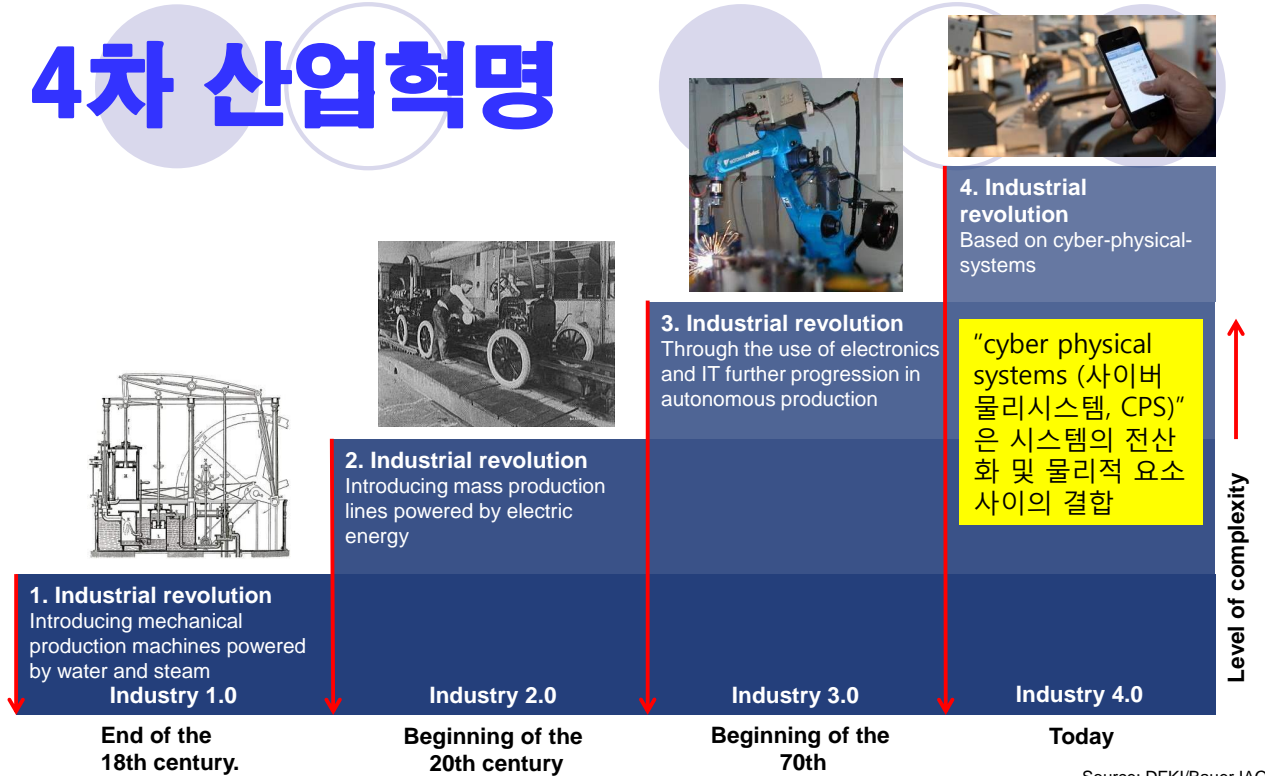
환경보건서비스?

지상의 초미세먼지, 옥상에서 측정?
- KBS news -





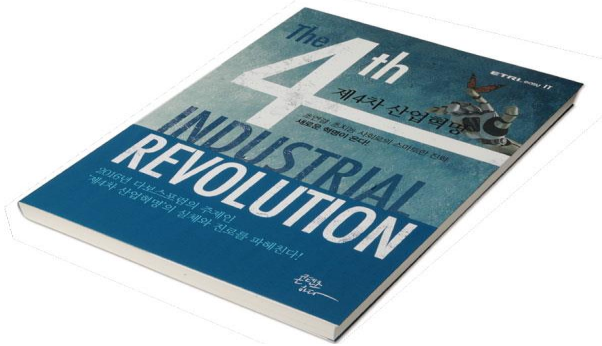
4차 산업혁명



Source: DFKI/Bauer IAO

- 4차 산업혁명의 특징[융합과 연결]은 1) 초연결성, 2) 초지능성, 3) 예측 가능성. 즉 사람과 사물, 사물과 사물이 인터넷 통신망으로 연결(초연결성), 초연결성으로 비롯된 막대한 데이터를 분석하여 일정한 패턴 파악(초지능성), 분석결과를 토대로 인간의 행동을 예측(예측 가능성)

4차 산업혁명



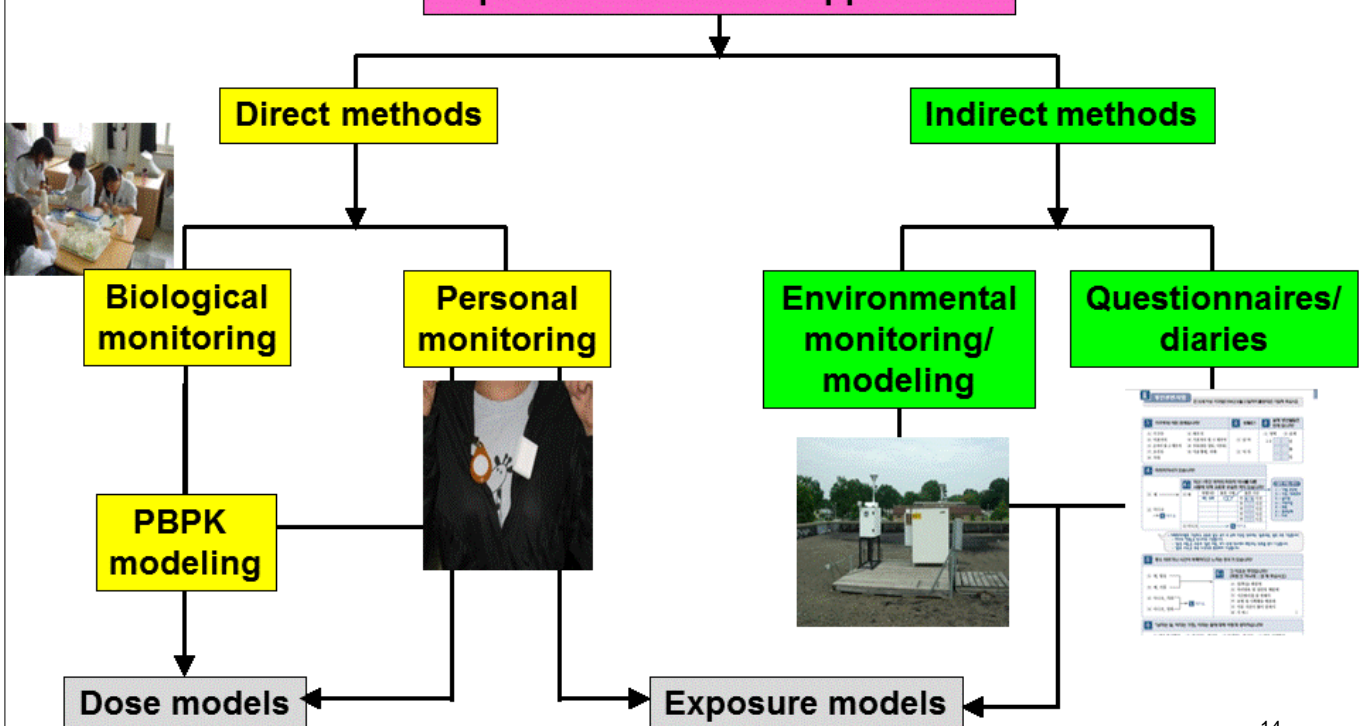
- 2016년 1월 20일 스위스 다보스 세계경제 포럼에서 처음 언급

[Previous industrial revolutions liberated humankind from animal power, made mass production possible and brought digital capabilities to billions of people. This Fourth Industrial Revolution is, however, fundamentally different. It is characterized by a range of new technologies that are fusing the physical, digital and biological worlds, impacting all disciplines, economies and industries, and even challenging ideas about what it means to be human.]

- 메가트렌드(mega-trends)
- 4차 산업혁명(4th industrial revolution)
- 인공지능(Artificial Intelligence, AI)
- 사물인터넷(Internet of Things, IoT)
- 정보통신기술(Information & Communication Technologies, ICT)
- Smart factory, Smart farm, Smart city
- 빅 데이터(big data)
- 자동화(automation)
- 기후변화(climate change)

노출평가 방법

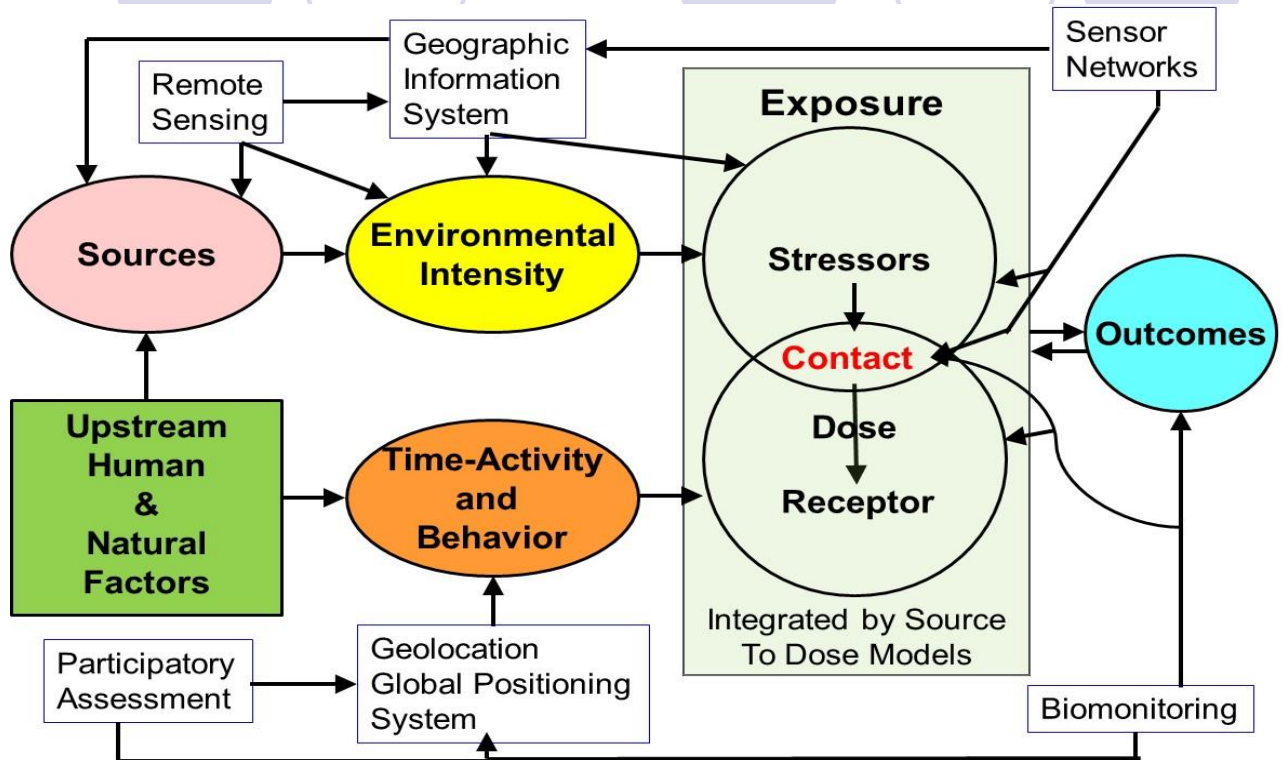
Exposure assessment approaches



14

Maroni et al., Toxicology Letter, 168, 1999.

Selected scientific and technologic advances considered in relation to the conceptual framework

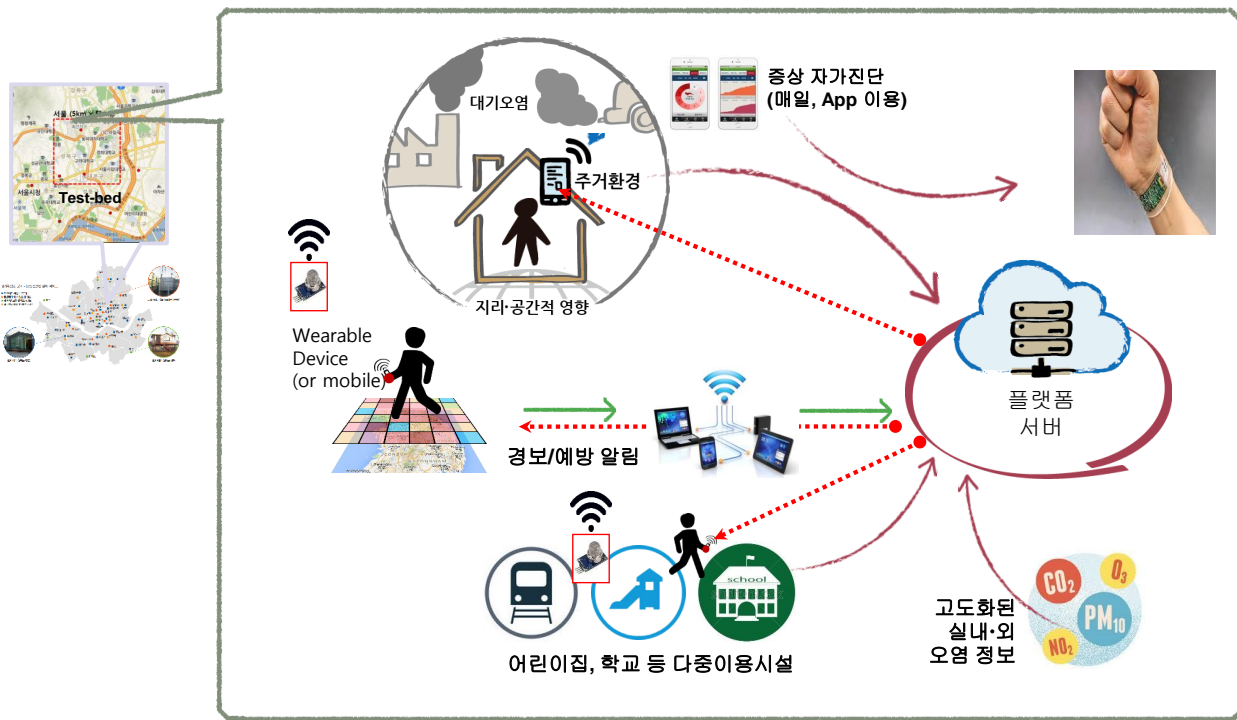


Exposure Science, NRC, 2012

노출 정보 서비스 개요

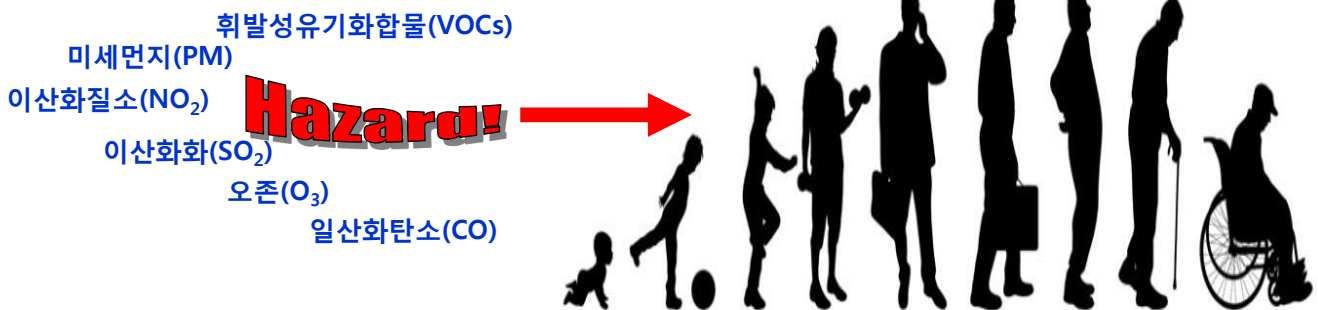


공기오염물질 측정 Sensor + IoT + ICT



17

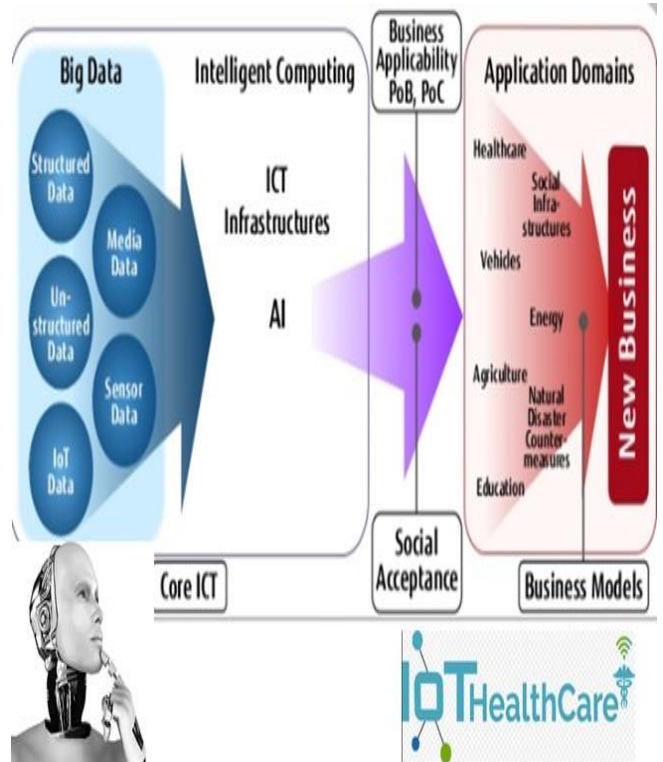
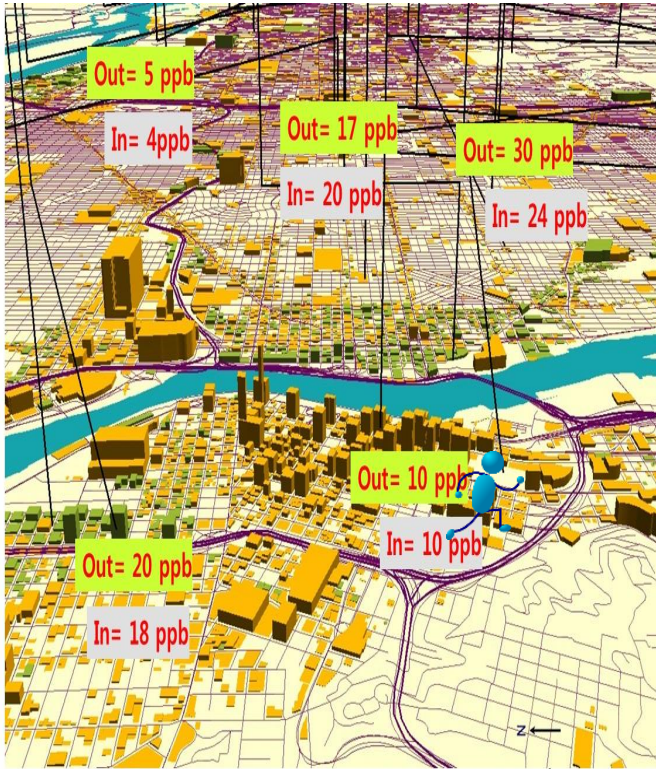
전생애 (Life-stages) 유해인자 노출



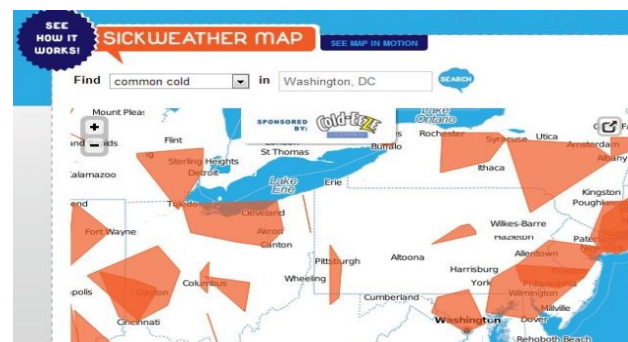
‘정부24’ 생애주기별 서비스 (행안부, 2018년 7월)



노출평가 고도화에 따른 환경보건 서비스



국외사례 : Sickweather 플랫폼



- Sickweather는 SNS를 통해 질병 관측 지도를 보여주는 서비스임 페이스북이나 트위터와 같은 SNS임
- '아픔', '열이 남', '가려움' 등 자신의 지역에서 발생하는 질병에 대한 발생 현황을 게시시 위치정보 수집

국외사례: ASTHMAPOLIS 플랫폼

- 현재까지 국내외에서 노출평가를 고려하여 대국민 자가 환경보건 위해성을 확인 할 수 있는 시스템은 매우 부족
- 본 연구를 통해 양방향 환경보건서비스 제공이 가능함
- 국민들이 활동하면서 생성되는 데이터와 환경부에서 제공되는 데이터가 또 다른 환경보건감시 및 서비스를 실행 할 수 있을 것

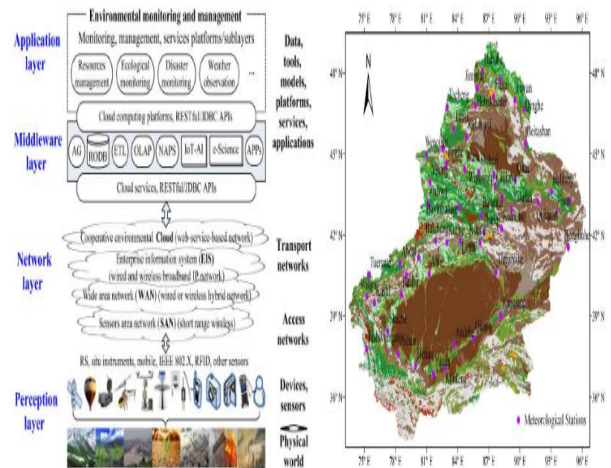
(1) Asthmapolis



자료: medGadget (2015.11.10, <http://www.medgadget.com/2012/07/asthmapolis-receives-fda-clearance-for-asthma-inhaler-sensor-system.html>) 참조.

- Asthmapolis는 천식환자를 추적하여 관리하기 위한 서비스
- 모바일 센서에 천식 흡입기를 부착하고 애플리케이션을 통해 증상, 시간, 위치를 모니터링
- 위험환자 식별 이외에 역학연구 및 공중보건에 활용할 수 있는 실시간 데이터를 수집

(2) 센서를 이용한 환경모니터링 시스템 대국민 서비스



국외사례: PRISMS



Program pursues dual goals: to develop a non-invasive health monitoring system for pediatric asthma research and to make the resulting environmental and health data available to epidemiologists.

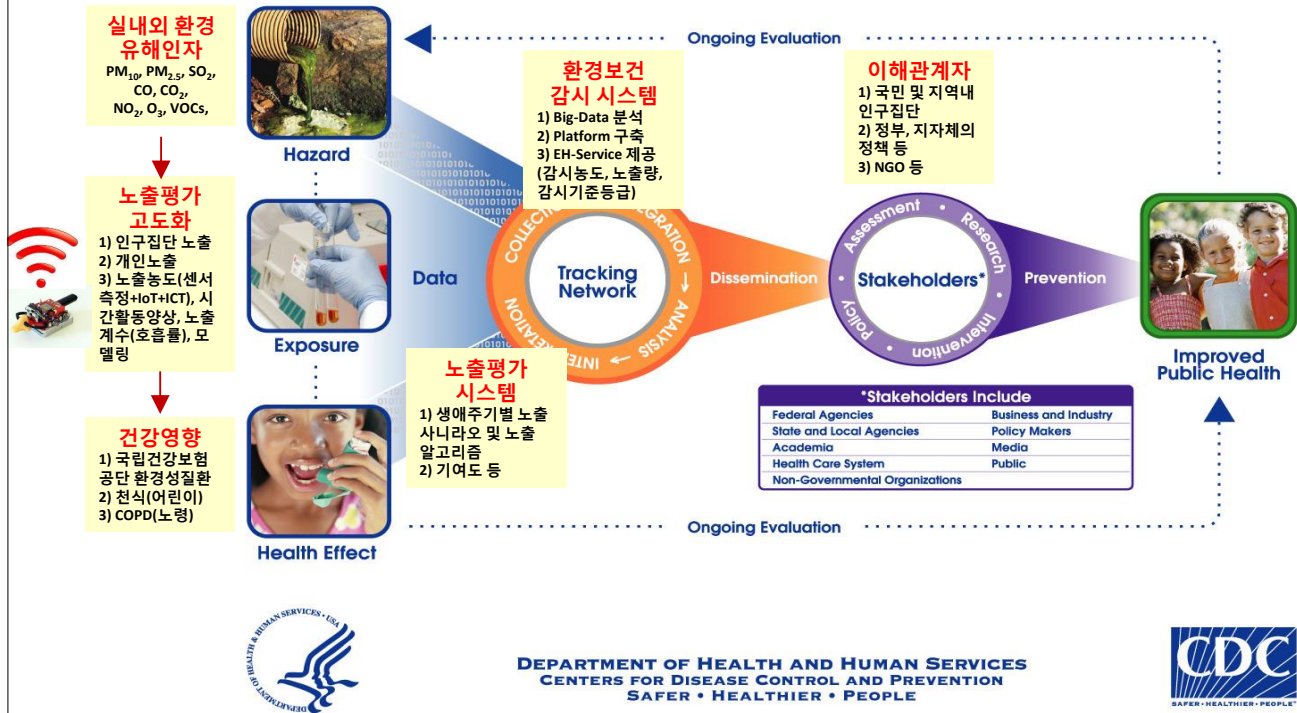
Specialized centers comprise the work of the PRISMS Program:

- **Sensor Development Centers** establish specifications for device operation and measurement and develop new or redesigned sensors to monitor multiple environmental stressors and physiological parameters correlated with pediatric asthma.
- Sensors transmit data to **Informatics Platform Centers**, which manage transmission and acquisition of data securely for processing and



환경보건 감시체계

ENVIRONMENTAL PUBLIC HEALTH TRACKING



요약





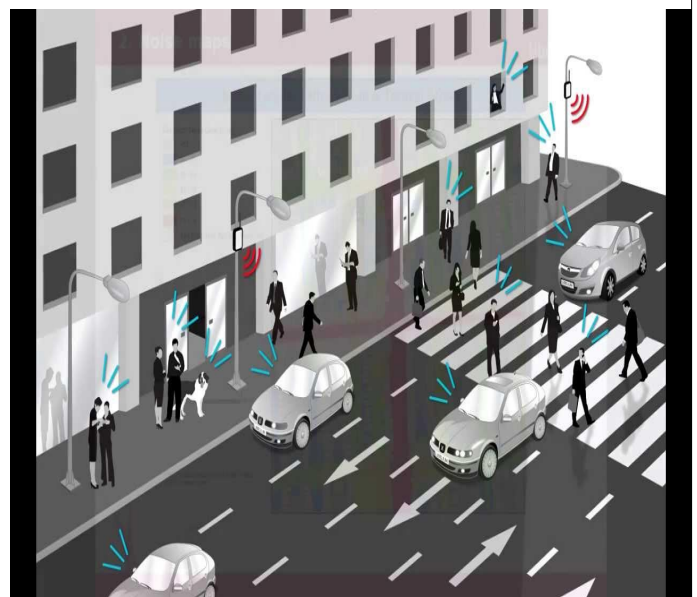
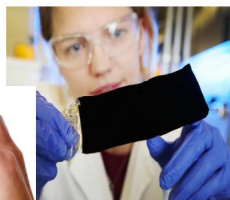
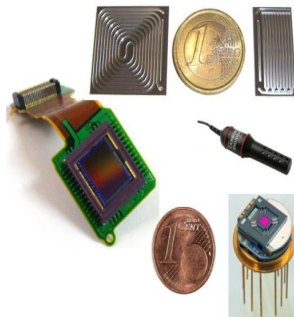
실내·외 환경유해인자 노출평가 고도화 및 환경보건 감시체계 시스템 기술개발 (Eye of Horus - Exposure Study)

호루스의 눈(Eye of Horus)은
건강과 총체적인 인식과 이해를 상징

A solution for air pollution & smart city

Emerging technologies

- Development of new materials
- Advancement in MEMS
- Nanotechnologies
- More powerful computing in small size
- Lighter, smaller and cheaper
- Easy installation roadside to form network
- Portable for easy application
- Professional sensing technology
- NO, NO₂, O₃, CO, SO₂, CO₂ and PM_{2.5}/PM₁₀
- Benzene, VOC and others;



센서(sensor) 측정 기술

Table 2. Number of papers analyzed per publication year. The sum of all papers resulting from raw research within ISI Web of Knowledge, PubMed and Scopus (inclusion/exclusion criteria not considered) were reported in the second column. The number of papers selected and present in this work was reported in the third column. The only paper published before 2004 is reported in brackets.

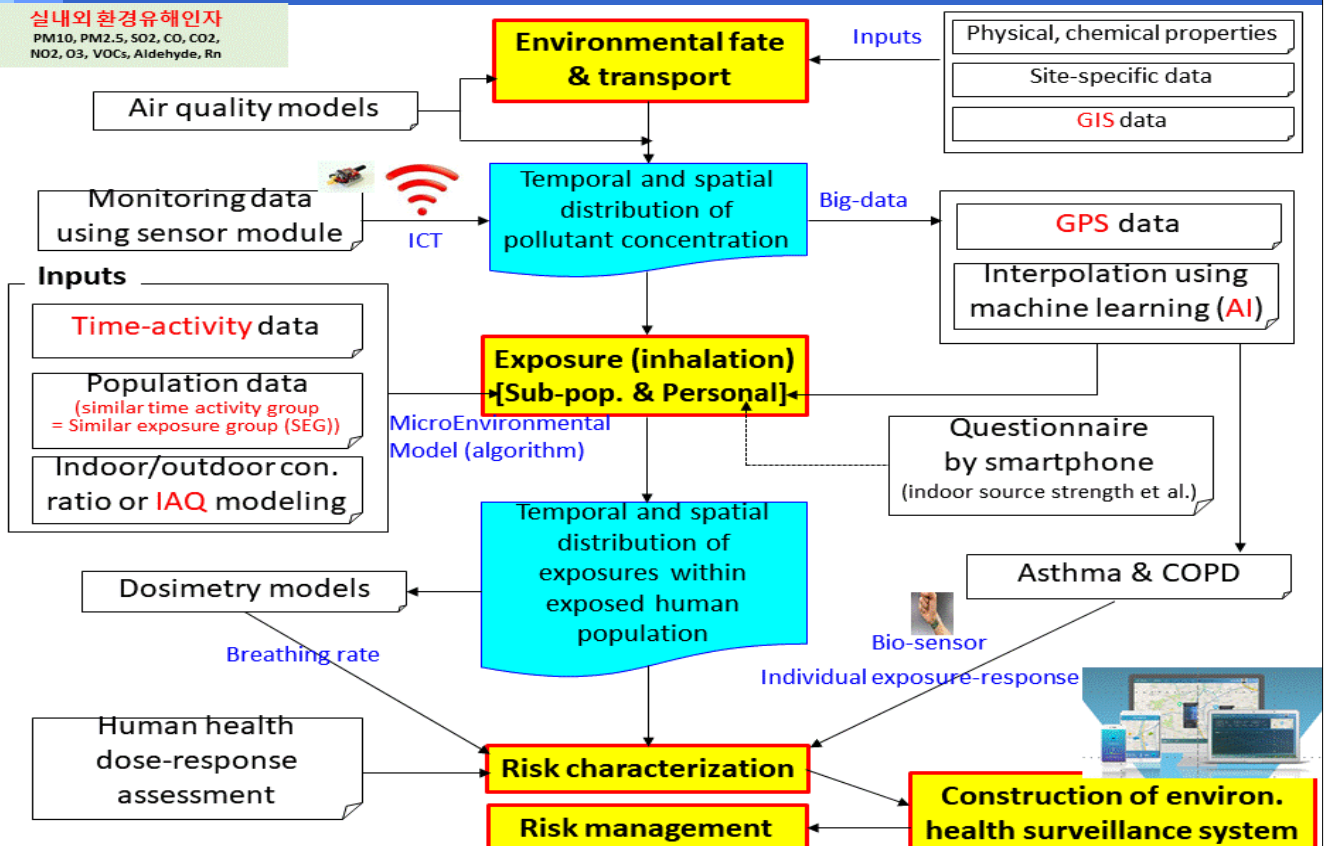
Publication Year	Sum of Papers
(1977)	1
2004	1
2005	0
2006	5
2007	0
2008	12
2009	6
2010	11
2011	12
2012	17
2013	26
2014	39
2015	57
2016	56



Borghi et al., Miniaturized monitors for assessment of exposure to air pollutants: a review, 2017

노출평가 기반 플랫폼 및 감시시스템 구축

실내외 환경유해인자
PM10, PM2.5, SO2, CO, CO2,
NO2, O3, VOCs, Aldehyde, Rn

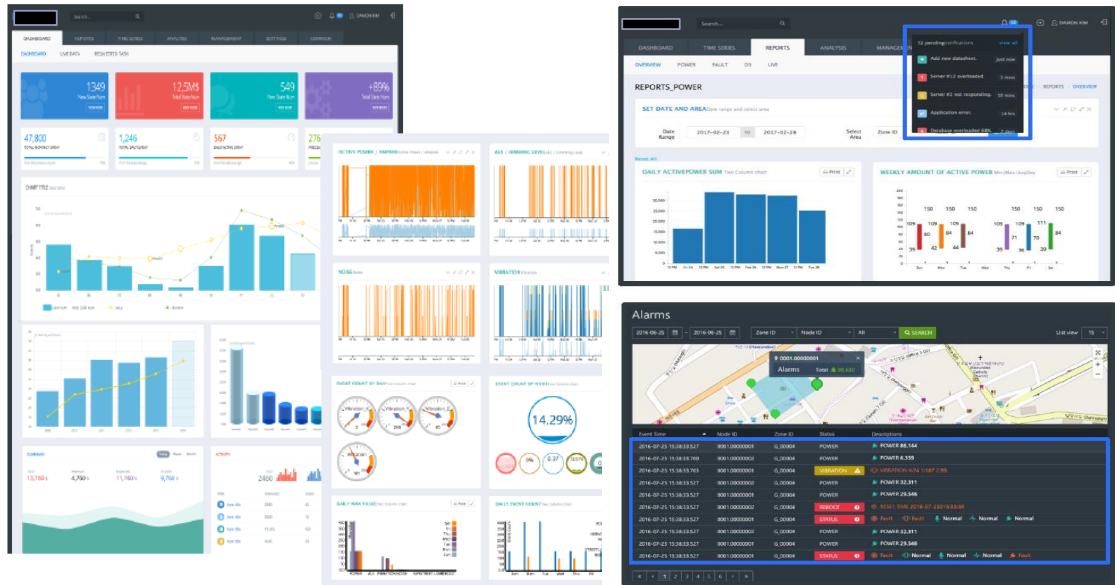


2~3차년도

실내·외 환경유해인자에 의한 수용체 중심 노출 예측 서비스 플랫폼 개발 및 시범적용

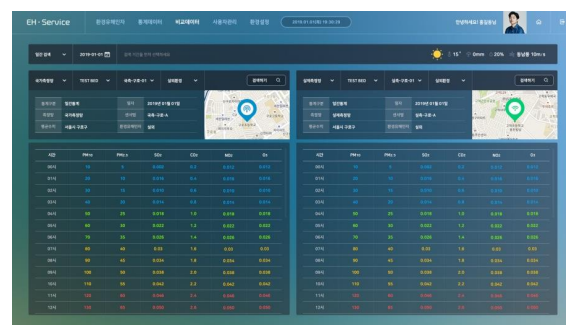
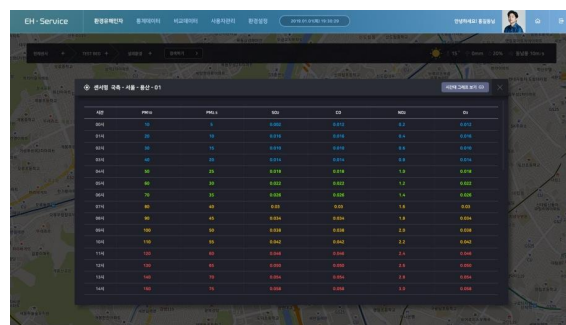
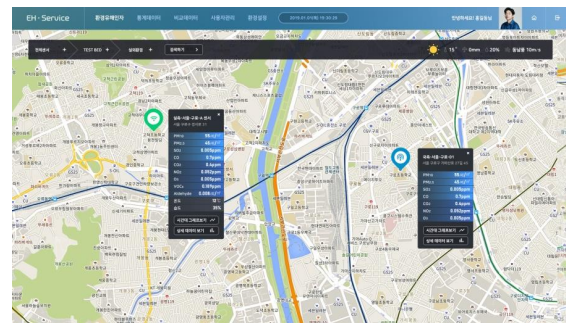
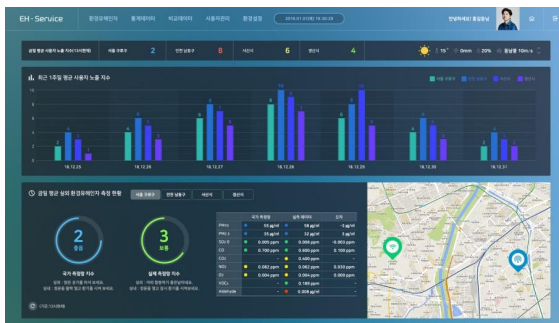
2. 수용체 중심 노출 평가에 따른 노출량 예측·평가 플랫폼 기술개발

- 서비스 플랫폼 운영보고서 작성



29

UX/UI_Web 개발



Platform 개발 최종 결과 이미지



UX/UI_Mobile App 개발



감사합니다



【패 널 토 론】

이종화 교수 (순천향대학교)

충남환경보건열린포럼 제5차 워크숍

"충남의 미세먼지와 건강" 토론회

순천향대학교 이종화

1. 우리나라 및 충청남도 미세먼지 오염 현황

가. 우리나라 미세먼지 오염 현황

- 2016년 관계부처합동 「미세먼지 관리 특별대책」을 수립·추진하고 있으며, 2018년부터 2022년까지 30% 감축을 목표로 중장기 대책을 수립하여 추진하고 있으나 우리나라의 대기 중 미세먼지 수준은 18년 연속으로 OECD 국가 가운데 미세먼지 수치가 최악으로 나타났습니다.
- 세계 주요도시별 미세 및 초미세먼지 농도에서 최근 4년간 서울은 미국 로스앤젤리스, 일본 도쿄, 프랑스 파리 및 영국 런던과 비교하여 현저히 높은 것으로 조사되었다(표 1 과 그림 1)

표 1. 세계 주요도시별 초미세먼지 농도

국외 주요도시 비교

구분	지역	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ (ppm)	SO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	
						O ₃ 연평균	O ₃ 8시간 최고 농도연평균
2017년	서울	44	25	0.030	0.005	0.025	0.039
	미국(LA)	33	14.8	0.025	0.001	-	0.111
	일본(도쿄)	17	12.8	0.016	0.001	0.032	0.084
	프랑스(파리)	21	14	0.020	-	0.020	-
	영국(런던)	17	11	0.020	0.111	0.015	0.022
2016년	서울	48	26	0.031	0.005	0.024	0.038
	미국(LA)	34	12.0	0.024	0.001	-	0.1
	일본(도쿄)	17	12.6	0.016	0.002	0.031	0.087
	프랑스(파리)	22	14	0.02	-	0.019	-
	영국(런던)	20	12	0.022	0.001	0.013	0.019
2015년	서울	45	23	0.032	0.005	0.022	0.036
	미국(LA)	37	12.9	0.25	0.001	-	0.056
	일본(도쿄)	19	13.8	0.017	0.002	0.031	0.091
	프랑스(파리)	23	14	0.020	-	0.020	-
	영국(런던)	19	11	0.025	0.001	0.016	0.022
2014년	서울	46	-	0.033	0.006	0.023	0.037
	미국(LA)	30	13.1	0.022	0.0003	-	0.064
	일본(도쿄)	20	16.0	0.017	0.002	0.032	0.091
	프랑스(파리)	22	15	0.021	-	0.019	-
	영국(런던)	20	15	0.027	0.0008	0.014	0.021



미세먼지 오염도

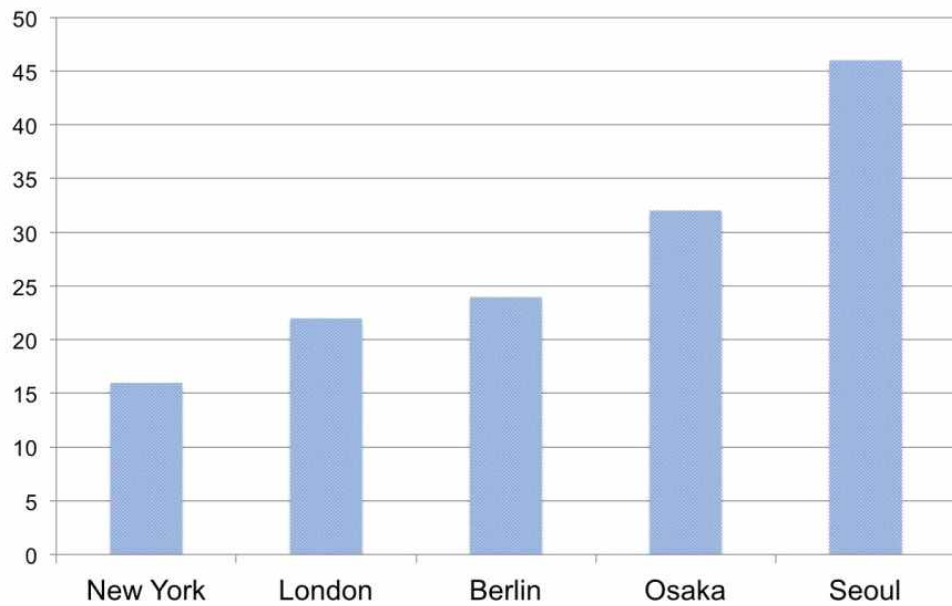


그림 1. 2016년 주요 도시 미세먼지(PM₁₀) 오염도, 단위:µg/m³ (자료원: WHO)

나. 충청남도 미세먼지 오염 현황

- 최근 5년간('13-'17) 시도별 미세먼지 농도에서 충청남도의 경우 타시도와 비교하여 높지 않았으며, '14부터 매년 감소 추세에 있는 것으로 나타났다(그림 2).

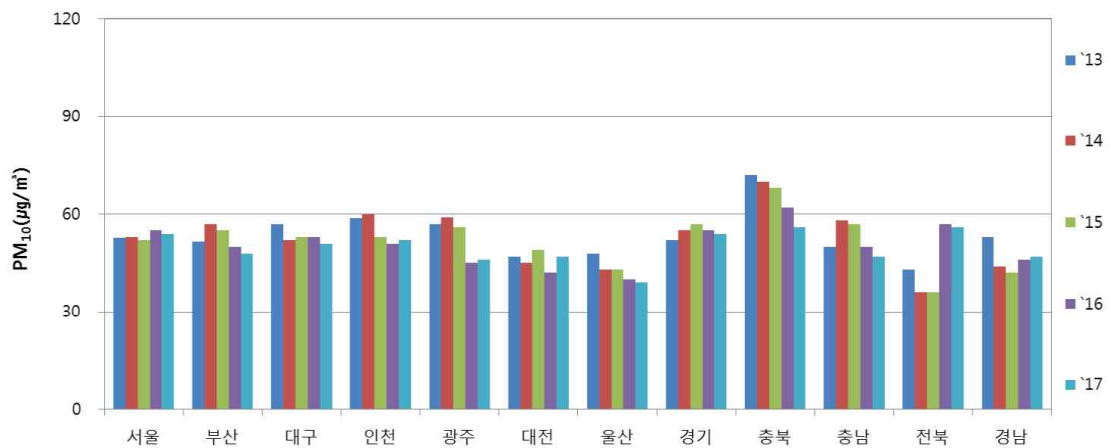


그림 2. 최근 5년간 시도별 미세먼지 농도

- 초미세먼지의 경우에는 '17년에 충북 보다 낮았지만 다른 시도에 비교하여 높게 나타났으며, (그림 3). 초미세먼지 나쁨 일 수는 25일로 전북, 경북, 충북 다음으로 높은 것으로 조사되었다(그림 4).

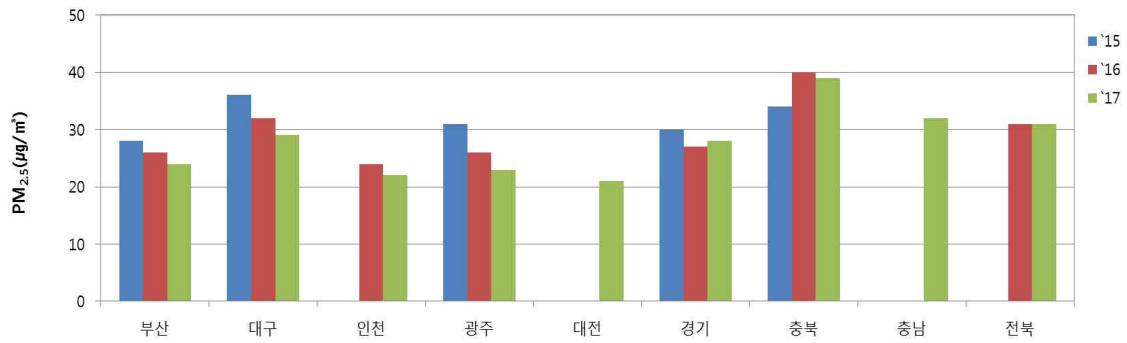


그림 3. 최근 3년간 시도별 초미세먼지 농도

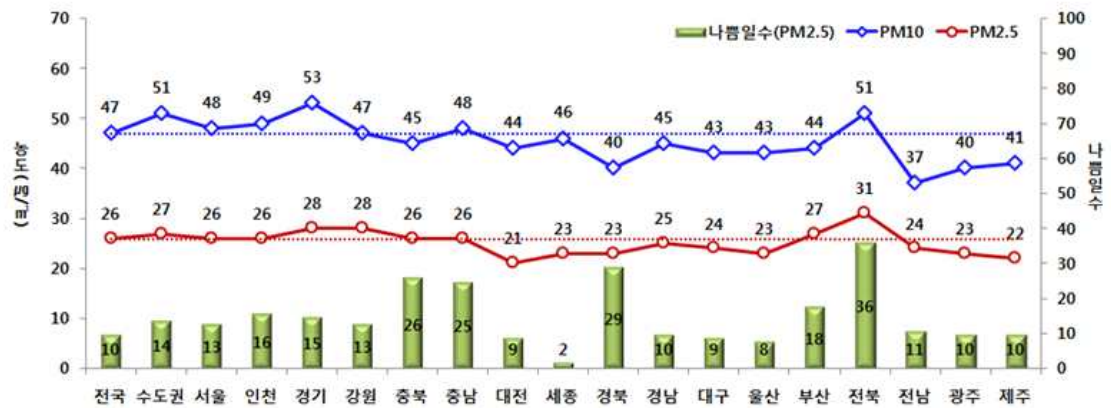
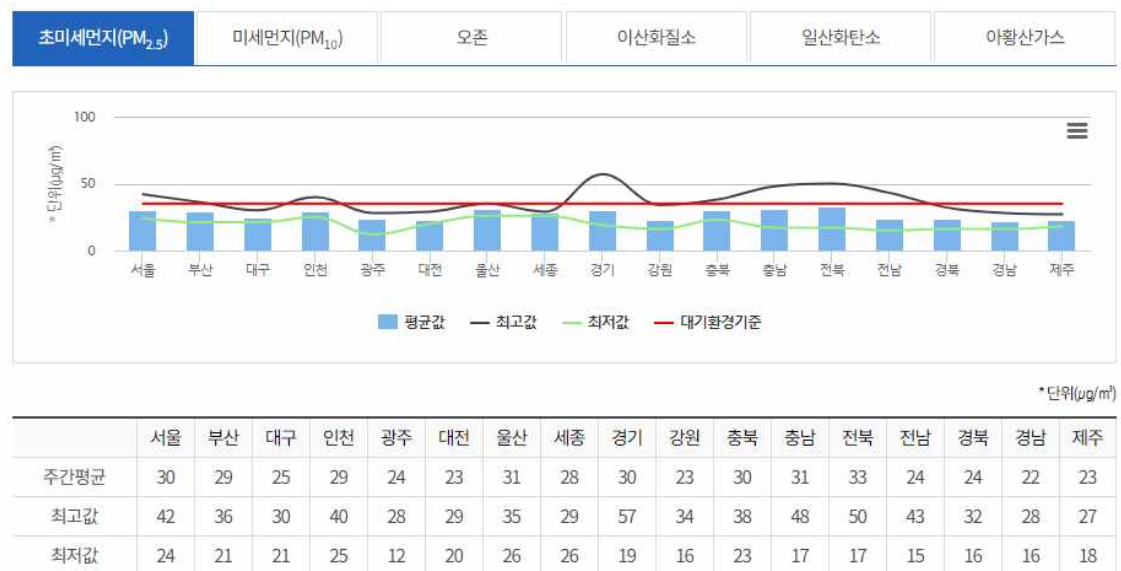


그림 4. '17년도 미세먼지 농도(자료: 관계부처합동 2017. “미세먼지관리종합대책”)

- 그러나 최근 대기오염측정망 자료에서 주간 평균 및 최고값에서 다른 시도에 비교하여 높았으며(그림 5), 초미세먼지 주의보 발령횟수 및 발령일수도 증가하였다(그림 6).

지역별(16개 시도)주간대기오염도비교



- 주간평균: 해당지역측정소별 주간평균의 평균치
- 최고/최저값: 해당지역 측정소별 주간평균의 최고/최저값

그림 5. 2019년 4월-5월(4월 29일-5월 5일) 시도별 초미세먼지 농도



그림 6. 최근 4년간 충청남도 초미세먼지 주의보/경보 발령 현황

- 또한 환경부 2018년 ‘굴뚝 자동측정기기(TMS)’가 부착된 사업장 연간 대기오염물질 배출량 자료에서 현대제철이 한 해 동안 2만3291톤가 가장 많이 발생시켰고, 서부발전 태안화력본부(1만4993톤)가 5위, 태안화력이 7위, 보령화력이 7위, 당진화력이 9위로 배출량 상위 10위 내에 5개가 충청남도에 소재하여 사업장이었다.
- 시도별로는 충청남도가 7만5825톤(23%), 강원도가 5만2810톤(16%), 전라남도 4만8370톤(15%), 경상남도 3만6078톤(11%), 충청북도가 2만5572톤(8%) 순으로 나타났다.

2. 미세먼지의 건강영향

- 미세먼지는 입자의 크기가 작아 인체 내 침투가 용이하고, 폐나 기도를 비롯해 인체 장기에서 흡수되기 쉽고, 호흡기에서 입자를 제거하는 속도가 느려 건강에 각종 악영향을 주게 된다. 기관지나 폐에 쌓인 미세먼지는 코나 기도점막에 자극을 줘 비염, 중이염, 후두염증, 기관지염, 천식을 유발하거나 악화시킨다. 미세먼지의 독성물질이 모세혈관에 유입돼 혈액의 점도가 증가하면 혈관을 수축시키고 심혈관에 영향을 주게 된다.
- 세계보건기구(WHO)는 대기오염을 1등급 발암물질로 규정했다. 크기가 더 작은 초미세먼지는 인체에 침투해 심혈관 질환 뿐만 아니라 뇌경색과 치매 위험을 높인다. 선천성 심장 기형, 선천성 기형, 자폐증, 주의력 결핍 과잉 장애 등도 초미세먼지와 연관되어 있다고 한다. 초미세먼지가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가하면 총사망률이 7~14% 증가하고, 심혈관 호흡기계 사망률은 12~19% 증가한다.
- ‘19년 4월 미국 비영리단체 보건영향연구소(HEI)가 발표한 「지구 공기 상태 2019 보고서」에 따르면, 2017년 한국의 대기오염 사망자는 1만7300명으로 추산됐다. 1990년 1만 3100명 이후 최고치다. 국내 대기오염 10만 명당 사망자 수는 1990년 54명에서 2017년 22명으로 집계됐다. 우리나라 전체 사망자 중 초미세먼지에 의한 사망자 수는 1만 6100명이다. 이는 오존으로 사망한 사람(1550명)보다 10배 많은 규모다.

- HEI는 대기오염은 전 세계 만성 폐쇄성 폐 질환 사망자의 41%, 2형 당뇨병 사망자의 20%, 폐암 사망자의 19%, 허혈성 심장질환 사망자의 16%, 심장마비 사망자의 11%에 영향을 미친 것으로 판단했다.
- 2017년 대기중금속측정망 자료에서 미세먼지 중 금속은 마그네슘, 칼슘, 알루미늄 및 철이 주종인 것으로 나타났으며(그림 7), 유해중금속은 비교적 저농도로 함유되어 있어 중금속으로 인한 건강위해성은 낮은 것으로 판단된다. 그러나 과잉 철분은 각 장기에 축적되며, 위치에 따라 간 경변, 간 섬유화를 비롯해 부정맥, 심부전, 당뇨병, 관절염 등 다양한 합병증을 유발할 수 있는 것으로 보고되고 있기 때문에 향후 이에 대한 연구가 필요하다.

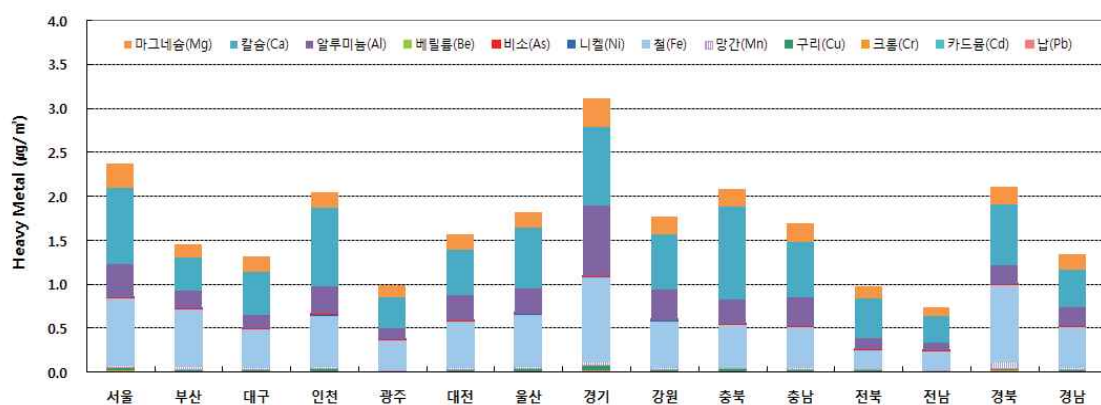


그림 7. 2017년 중금속 측정망 자료

3. 미세먼지의 대책

가. 국가적 대책

- 2016년 관계부처합동 「미세먼지 관리 특별대책」을 수립·추진하고 있으며, 최근에 정부는 2022년까지 미세먼지를 35.8%(11만6천 톤) 감축키는 것을 목표로 로드맵을 세웠다. 특히 ▲건강영향·국민불안 해소 ▲고강도 배출저감 ▲국제협력 강화 ▲과학기술 인프라 확충 ▲활발한 국민소통 등 5대 핵심과제를 세우고 구체적인 실천 방안을 계획했다.
- 5대 과제의 구체적인 방안에는 미세먼지 시준제 도입, 핵심 배출원(경유차, 사업장) 및 사각지대 배출원(군용장비, 농업 등) 관리, 경유차 및 노후차 폐기, 사업장 관리 강화, 석탄 발전 재검토, 한·중 협력 강화, 지난 4월 29일 출범한 국가기후환경회의 등을 통한 활발한 국민소통 등이 포함됐다(그림 8).
- 그러나 최근 KCERN (Korea Creative Economy Research Network) 포럼에서 김용표(이화여자대학교 환경공학과) 교수는 미세먼지 해결을 위해서는 10년 이상의 장기계획이 마련돼야 한다고 강조했다. 장기 계획이 없기 때문에 중국에 무엇을 요구할지, 어떤 전략을 세워야 해야 할지 어렵다”면서 “결국 중국이 원하는 방향으로 갈 수 밖에 없게

된다”고 말했으며, 장기계획이 없으면 파생되는 문제로 소통의 어려움과 현상규명의 부재를 들었다. 또한, 미세먼지 정책에 대해 국민들이 정부 정책을 불신하는 정도가 심각하다며, 정부는 적극적인 소통을 해야 한다고 지적했다.



그림 8. 미세먼지 중장기 대책

나. 충청남도 대책

■ 미세먼지 발생원 파악

- 우리나라 미세먼지의 발생 원인은 기온과 바람의 방향에 따라 다르지만, 한국:중국:북한이 40%:40%:20% 정도로 추정하고 있다. 전체 미세먼지 중에서 국내가 원인인 40%는 석유, 석탄 등 화석연료의 사용으로 만들어지고 있고, 초미세먼지는 많은 부분이 자동차 배기가스에서 나오는 것으로 조사되고 있다.

- 환경부에서 발표한 2015년 배출원별 대기오염물질 배출량에 따르면 제조업 연소, 비산먼지, 도로이동오염원, 생물성 연소, 비도로이동오염원 순으로 기여도가 높은 것으로 나타났다(표 2).

표 2. 2015년 배출원별 대기오염물질 배출량

(단위 : 톤)

배출원 대분류	CO	NOx	SOx	TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	BC	VOCs	NH ₃
합 계*	792,776 (100%)	1,157,728 (100%)	352,292 (100%)	604,243 (100%)	233,177 (100%)	98,806 (100%)	15,934 (100%)	1,010,771 (100%)	297,167 (100%)
에너지산업 연소	55,138 (7.0%)	150,818 (13.0%)	91,243 (25.9%)	4,692 (0.8%)	4,394 (1.9%)	3,607 (3.7%)	307 (1.9%)	7,464 (0.7%)	1,379 (0.5%)
비산업 연소	72,299 (9.1%)	82,948 (7.2%)	28,736 (8.2%)	1,841 (0.3%)	1,582 (0.7%)	1,025 (1.0%)	155 (1.0%)	2,622 (0.3%)	1,351 (0.5%)
제조업 연소	16,854 (2.1%)	169,139 (14.6%)	85,098 (24.2%)	121,668 (20.1%)	70,893 (30.4%)	36,317 (36.8%)	741 (4.6%)	3,101 (0.3%)	627 (0.2%)
생산공정	26,069 (3.3%)	59,830 (5.2%)	105,385 (29.9%)	11,876 (2.0%)	6,658 (2.9%)	5,132 (5.2%)	16 (0.1%)	182,899 (18.1%)	39,432 (13.3%)
에너지수송 및 저장								29,137 (2.9%)	
유기용제 사용								555,359 (54.9%)	
도로이동오염원	245,516 (31.0%)	369,585 (31.9%)	209 (0.1%)	9,583 (1.6%)	9,583 (4.1%)	8,817 (8.9%)	5,456 (34.2%)	46,145 (4.6%)	10,078 (3.4%)
비도로이동오염원	135,700 (17.1%)	304,376 (26.3%)	39,424 (11.2%)	15,320 (2.5%)	15,317 (6.6%)	14,106 (14.3%)	6,879 (43.2%)	40,311 (4.0%)	117 (0.04%)
폐기물처리	1,548 (0.2%)	11,977 (1.0%)	2,119 (0.6%)	340 (0.1%)	246 (0.1%)	209 (0.2%)	3 (0.02%)	57,074 (5.6%)	22 (0.01%)
농업									231,263 (77.8%)
기타 면오염원	7,197 (0.9%)	172 (0.01%)		498 (0.1%)	317 (0.1%)	285 (0.3%)	15 (0.1%)	648 (0.1%)	12,882 (4.3%)
비산먼지				408,242 (67.6%)	109,633 (47.0%)	17,248 (17.5%)	108 (0.8%)		
생물성 연소	232,455 (29.3%)	8,883 (0.8%)	79 (0.02%)	30,183 (5.0%)	14,552 (6.2%)	12,060 (12.2%)	2,255 (14.2%)	86,012 (8.5%)	15 (0.01%)

- 배출원별 대기오염물질 배출량은 시도별로 다르기 때문에 도차원의 적절한 대책을 수립하기 위해서는 충청남도의 배출원별 기여도를 정확하게 조사할 필요가 있다.

■ 대기오염물질(미세먼지) 발생원별 기여도 파악

- 각 시도별 미세먼지 발생원별 기여도가 서로 다른 것으로 조사되었다. 초미세먼지의 경우에 충청남도는 제조업 연소, 에너지산업 연소, 비산먼지 순으로 나타났으며, 경기도의 경우에는 비산먼지, 비도로이동오염원, 도로이동오염원 순으로 나타났다(그림 9와 12).

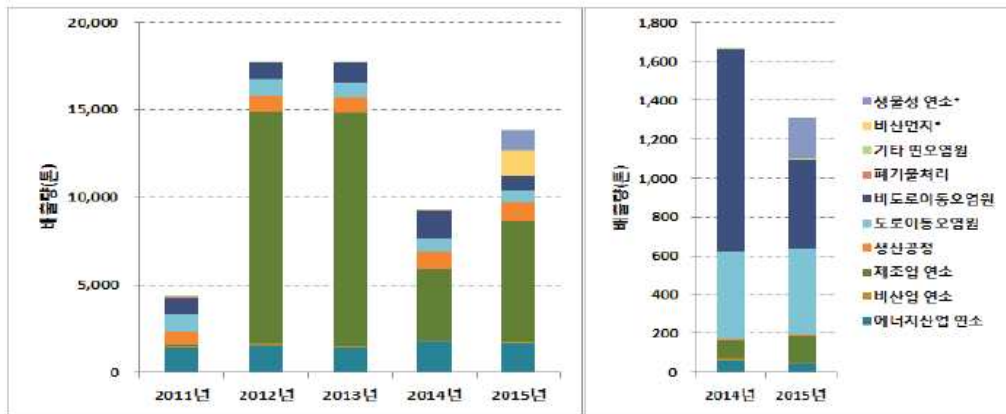


그림 9. 충청남도 발생원별 PM_{2.5}(좌), BC(우) 배출량 추이

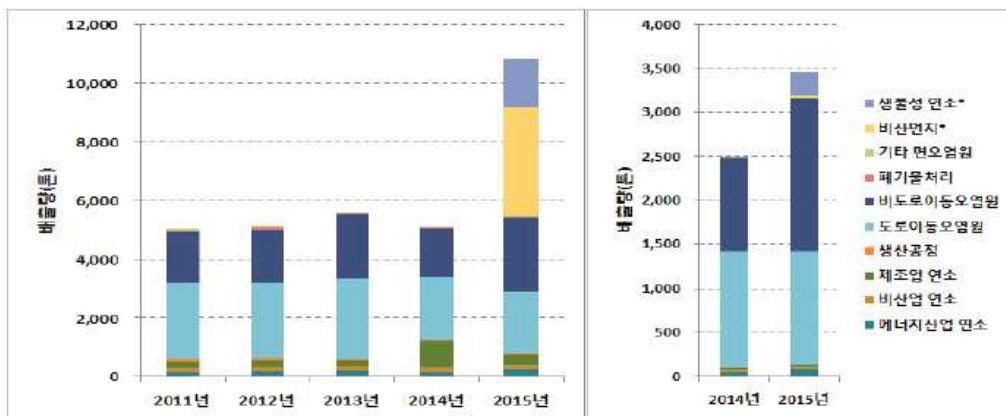


그림 10. 충청남도 발생원별 PM_{2.5}(좌), BC(우) 배출량 추이

- NO_x의 배출원에서 충청남도의 경우에 에너지산업 연소, 도로이동오염원, 생산공정 순으로 기여도가 높았으며, 서울시의 경우에는 도로이동오염원, 비산업 연소, 비도로이동오염원 순으로 조사되었다(그림 11과 12).

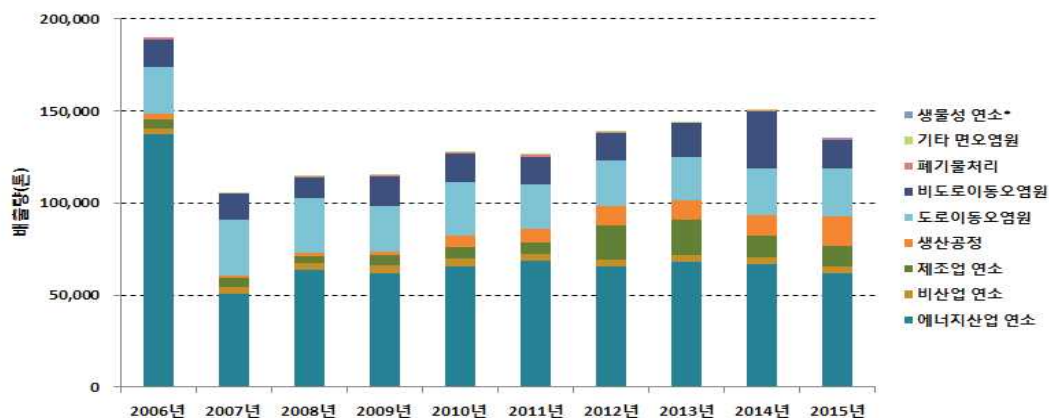


그림 11. 충청남도 배출원별 NO_x 배출량 추이

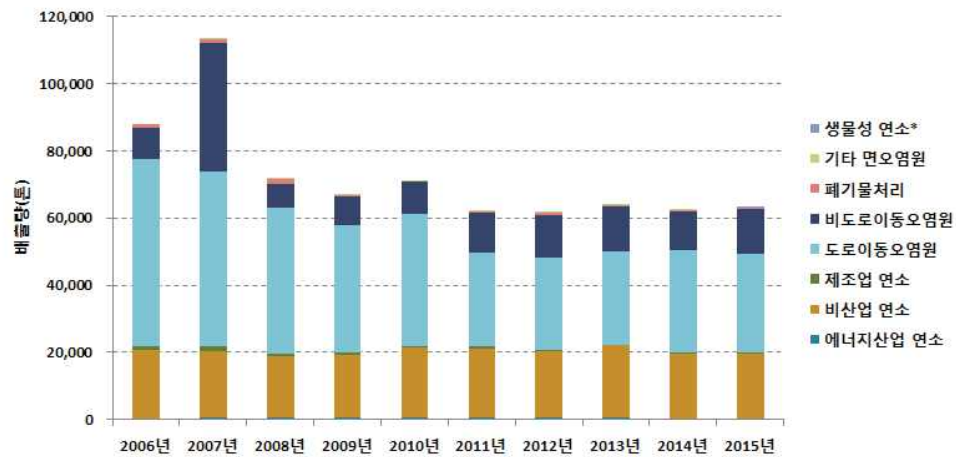


그림 12. 서울시 배출원별 NOx 배출량 추이

- 시도별 오염물질별 배출량도 상당히 다른 것으로 조사되었다. 대부분의 대기오염물질 배출량이 많았으며, 충청남도는 SOx가 상대적으로 높았다(표 3).

표 3. 2015년 대기오염물질별 배출량

(단위 : 톤)

시도	CO	NOx	SOx	TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	BC	VOCs	NH ₃
서울특별시	53,678	63,197	5,509	22,442	9,163	2,580	794	62,916	4,668
부산광역시	22,019	43,755	10,659	15,680	6,607	2,458	521	42,207	1,978
대구광역시	20,441	26,193	4,185	9,886	3,939	1,381	392	31,216	2,100
인천광역시	38,917	49,460	12,854	21,244	8,292	2,730	654	54,211	7,333
광주광역시	9,188	10,552	399	4,963	1,872	576	172	15,629	1,137
대전광역시	11,892	13,897	957	4,877	1,912	656	226	16,057	970
울산광역시	30,456	47,506	47,979	11,886	5,910	2,987	382	98,781	14,668
세종특별자치시	4,840	6,201	176	2,866	1,379	400	155	6,176	3,248
경기도	129,420	185,176	14,811	83,566	33,148	10,836	3,468	188,801	47,301
강원도	45,417	78,689	16,379	39,749	11,869	5,177	736	22,488	11,884
충청북도	48,418	65,429	10,683	33,663	11,016	4,490	954	39,711	17,351
충청남도	64,995	135,487	77,465	66,591	28,650	13,845	1,308	69,545	48,227
전라북도	40,373	36,597	5,913	39,892	9,877	3,282	760	69,908	31,328
전라남도	65,662	104,037	64,649	80,941	33,854	16,140	1,202	85,226	39,700
경상북도	94,249	100,731	36,364	104,748	44,265	21,255	2,156	82,389	33,212
경상남도	54,948	94,311	31,434	48,674	14,786	6,107	1,279	101,232	24,298
제주도	12,013	14,296	1,703	9,519	3,584	1,048	253	9,319	7,757
바다*	45,850	82,214	10,174	3,055	3,055	2,859	523	14,959	7
합 계**	792,776	1,157,728	352,292	604,243	233,177	98,806	15,934	1,010,771	297,167

■ 충청남도 미세먼지 발생 특성에 따른 대책

분 야		중점 추진과제
배출원별 기여도	① 제조업 연소	① 총량관리 대상지역 확대 및 먼지총량제 실시 ② TMS사업장 확대 ③ 불법행위에 대한 전방위적인 점검·감시 실시 -고농도 발생시즌(봄, 겨울)에 다량 배출업소 집중 점검
	② 에너지산업 연소	① 노후 석탄화력 폐지 등 석탄발전 비중 축소 ② 화력발전소 배출량 감소 국가적 지원 ③ 재생에너지 보급 확대
	③ 비산먼지	① 도로 및 건설공사장 비산먼지 저감 ② 미세먼지 저감 및 조기 분산을 위한 ‘도시숲’ 조성·관리
지리적 특성 기인 국제협력		① 양국간 공고한 환경협력체계구축 - 중국지역 대상 공동연구 및 기술이전 협력사업 강화: 국내 영향이 큰 중국지역(화북지역·산동성 등) 대기질 공동조사·연구 ② 동아시아 국제협약 체결 적극 검토 - 한·중·일 채널, 동아시아 다자 채널 등 활성화: NEACAP (동북아청정대기파트너십) 출범 추진으로 동북아 미세먼지 협약 체결 기반마련 - 유럽(CLR TAP), 미국-캐나다의 대기질협약 모델
환경오염 취약지역 주민 보호		① 미세먼지 대량 배출 사업장(화력발전, 제철 등)지역 주민 건강보호 서비스 강화 ② 민감계층(노인 및 어린이) 대상 보호서비스 강화 ③ 선제적 대도민 홍보·교육 실시- 매년 미세먼지 집중홍보 기간(2주)으로 설정, 선제적 홍보 실시 ④ 학교 미세먼지 교육 강화 및 인식 제고
과학적 관리 기반		① 미세먼지 생성메커니즘 연구 등 과학적 연구 강화 ② 미세먼지 도 배출량 정보의 체계적인 생산·관리 ③ 인공지능(AI) 기반의 대기질 예·경보시스템 구축 등
미세먼지 관리 거버넌스 구축		① 미세먼지 관리대책은 관련부처와의 협의하에 기후 환경국이 주도적으로 추진 ② 대기질 개선에 대한 특별대책, 미세먼지 관리 특별대책, 미세먼지 관리 종합대책 등

다. 도민 개인적 대책

- 도는 최선의 노력을 다해 시민 건강을 개선할 수 있는 방안을 구축해야 하지만 개인 차원에서도 미세먼지에 책임이 있다고 생각하고 노력해야 한다.
 - 개인들은 책임을 다하기 위해선 어떤 방식으로 오염물질을 배출하는지 알아야 한다. 그래서 교육이 중요하다.
- 미세먼지 대응 요령: 가급적 외출 자제하기, 외출 시 보건용 마스크 착용하기, 외출 후 깨끗이 씻기, 물과 비타민이 풍부한 과일·야채 섭취하기, 환기·실내 물청소 등 실내 공기질 관리하기 등
- 미세먼지 저감 요령: 생활주변 미세먼지를 줄이기 위한 실천 약속에는 대중교통 이용하기, 가정에서 에너지 사용 줄이기, 친환경 운전하기, 쓰레기 태우지 않기, 공기정화식물 키우기 등

【패 널 토 론】

허종일 원장 (태안군보건의료원)

태안군 보건의료원장 허 종 일

미세먼지의 유해성은 일반적으로 두가지로 분류할 수 있는데 첫째는 입자의 크기이며 둘째는 입자의 성분이다. 먼저 입자의 크기는 알려진 바와 같이 일반적인 미세먼지로 불리우는 PM10과 초미세먼지로 불리는 PM2.5로 분류해서 사용하고 있으며 PM10은 대개 호흡기로 침투하여 각종 호흡기 질환을 야기시킬 수 있으며 PM2.5는 혈액으로 침투하여 각종 장기에 건강영향을 줄 수 있다고 알려져 있다.

다음으로 입자의 성분으로는 황산화물, 질산화물, 각종 금속 성분의 혼합물 등 여러 가지 성분이 있으며 그 중에는 발암물질로 분류되는 여러 물질들이 일반적으로 혼재해있다.

그러므로 입자의 크기도 작고, 성분도 유해도가 높은 물질로 구성된 미세먼지는 건강에 치명적인 위협을 가할 수 있는 요소이다. 하지만 미세먼지는 성분이 아주 복잡하므로 연구자는 분석을 할지 모르나 일반적으로 관리에 있어서는 분별을 할 수 없는 문제가 있으며 그럼에도 성분 분석을 많은 연구자들이 하는 것은 결국 배출원 관리를 위해서라고 생각이 든다.

우리나라에서는 공기중 총부유분진 측정은 오래전부터 측정해 왔지만, 초미세먼지 측정은 2015년부터 시작되었다 하며 전문가들에 따르면 과거 70-8-년대의 미세먼지 양은 현재보다 훨씬 심각한 수준이었다고 한다. 하지만 미세먼지에 대한 여러 정보가 쏟아지면서 과학적으로는 오염량이 많이 개선되었으나 국민들 인식 속에는 오히려 더 증가한 것으로 보여진다.

특히 2013년 WHO 산하 국제암연구소에서 미세먼지를 1군 발암물질로 지정하고 2014년부터 우리나라에서 예경보제를 시행하면서 미세먼지에 대한 불안감은 증폭된 것으로 보인다.

한 때 우리나라 미세먼지는 중국으로 특정되는 국외영향이 과하게 인식되었으나 최근 조사에 따르면 물론 국외영향이 있기는 하지만 그로인해 우리 자체의 문제가 상대적으로 가벼워 보이는 착시 현상을 가지고 있는 것 같다. 현재 중국이 획기적으로 미세먼지를 줄이고 있음을 보면 우리가 뭘 할 수 있는냐, 무얼 해야 하는가 하는 것이 고민의 핵심이어야 한다.

현 정부 들어서 미세먼지를 30% 줄이겠다는 감축 계획을 발표하고 각종 대책 마련에 나름 이전과는 다른 노력을 기울이고 있지만 아직 피부로 많이 느껴지지 않는 듯하다.

모든 문제에 대한 행정적인 접근에는 예산과 조직이 수반되어야 하는데 국민들의 불안해소를 위한 투자가 제대로 되고 있는지도 살펴 볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

미세먼지의 주범으로 보통 시멘트, 발전, 철강, 석유화학을 드는데 그 중 단일 최대의 오염원은 석탄발전으로 알려져 있고 특히 중남의 경우 전국 최대규모의 석탄발전소가 있다. 그동안의 석탄 발전에 대한 규제가 효과적으로 이루어졌는지, 또한 도심에서의 경유차 운행에 대한 문제 해결에 어떤 노력이 있었는지 되돌아보고 거시적으로라도 하나하나 개선시켜야 할 것이다.

미세먼지는 크게 3가지의 문제가 있다는데 첫째 국내배출과 둘째 국외영향, 셋째 기상상태에 직접적인 영향을 받는다. 이 중 둘째와 셋째는 우리가 할 수 없는 부분이라는 생각이 들고 우리가 실제 할 수 있는 국내배출을 최소화 할 수 있는 노력이 따라야 할 것이다.

모언론에 나왔던 “미세먼지는 정직하며 오염물질 발생량은 연료사용량과 비례한다”라는 말처럼 미세먼지에 대한 환경 개선을 위해서는 결국 우리가 그동안 누리던 많은 부분을 일정정도 포기하거나 참아야하는 문제로 느껴진다.

환경보건의 관점에서 미세먼지에 대한 개인적인 예방법은 한계가 뚜렷하게 느껴진다. 실제 오염원이 있다면 피하는게 최선이겠지만 공기중에 있는 미세먼지를 완벽하게 피할 재간이 없다. 지자체 차원에서 각종 행사 때 마스크를 공급해주기도 하고 건강 취약계층의 집단 거주 시설에 공기청정기를 설치하기도 하는 등 여러 가지 개인에 대한 지원책을 사용하기도 하지만 실제 느끼는 부분은 근원적인 해결 없이는 개인 회피 수준의 대책들은 한계가 더욱 뚜렷할 수 밖에 없다는 것이다.

미세먼지는 에너지, 산업, 교통, 소비 등 개인의 일상생활 전 영역에 걸쳐 있다. 궁극적으로 친환경적인 에너지 체제로의 변화나 전체 사회를 위해 개개인의 희생이 없이는 불가능할 것으로 생각된다. 일단 미세먼지 배출의 주된 원인으로 생각되는 각종 발전소, 사업장등에 돈이 많이 들더라도 상시 모니터링 할 수 있는 장치의 공급도 반드시 필요할 것 같다.

충남은 공기 좋고 수려한 자연경관이 많은 곳임에도 불구하고 미세먼지 예보를 볼 때, 공기좋은 시골이라는 말도 예전의 말이 되어가는 것 같다.

현 정부에서 과거와는 달리 구체적인 목표를 세우고 각종 노력을 기울이고 있지만 전 국민적인 동의가 뒷받침 되었으면 하고, 일관성있게 지속적인 정책 실현이 되어야 할 것이다.

【패 널 토 론】

박노찬 사무처장 (충남 지속가능발전협의회)

‘충남의 미세먼지와 건강’ 토론문

토론자 : 박노찬(충남지속가능발전협의회 사무처장)

과도한 화석연료 기반의 에너지 사용으로 폭염과 사막화 등 기후변화가 급격히 증가하고, 인간의 건강을 직접적으로 위협하는 미세먼지가 빈번하게 발생하면서 시민들의 불안감이 고조되고 있습니다.

실제로 최근 환경부에서 국민 1,000여명을 대상으로 미세먼지에 대한 인식을 조사한 결과, 응답자 10명 중 9명이 미세먼지 오염도를 심각하게 느끼고 있었으며, 10명 중 8명이 건강에 위협이 된다고 인식하고 있는 것으로 나타났습니다.

특히 오늘 환경부 자료에서 보듯 전세계적으로 연간 700만명이 미세먼지로 인해 조기사망하고, 우리나라는 미세먼지로 인한 조기사망이 매년 12,000~16,000명 수준인 것으로 나타날 만큼 이제 미세먼지 문제는 국민의 건강과 쾌적한 삶의 보장을 위해 더 이상 미룰 수 없는 과제, 어떤 정책보다 적극적으로 나서야 할 시급성을 깨닫고 함께 공유하는 소중한 시간이었습니다.

충남의 데이터가 필요하다

저는 발제문을 보며 가장 먼저 드는 생각은 내 삶의 터전인 ‘충남은 과연 미세먼지로부터 어느정도 안전할까?’ ‘충남은 미세먼지 해결을 위해 무엇을 해야지?’라는 생각이었습니다.

환경부 자료에 보면 우리나라에서 건강영향에 미치는 요인 중 흡연이 1위인 반면 미세먼지는 다섯번째라고 했는데, 대기오염물질 발생량이 전국 2위('15년 기준)이며, 특히 석탄화력발전소, 석유화학단지, 철강단지 등 산업부문에서 발생하는 대기오염물질이 전체의 67.4%를 차지하고 있는 충남도는 미세먼지가 건강에 더 큰 해악을 끼치지 않을까? 걱정도 들었습니다.

그런데 정작 중요한 것은 이런 걱정은 저 혼자만의 생각이 아니고 최근 각종 언론매체를 통해 미세먼지의 심각성을 보고 듣는 많은 도민들도 저와 같은 걱정을 할 텐데 충남의 미세먼지 현황과 건강영향 사이의 상관

관계를 과학적으로 규명하는 데이터를 확보하기 위해 충남도는 어떤 노력을 기울이고 있을까 의문이 들었습니다.

환경부가 현재 지역별, 집단별로 추적조사를 실시해서 환경유해인자 노출수준과 건강영향을 파악하고 미세먼지로 인한 건강영향 연관성 등을 밝히는 사업을 추진 중이라는데 다른 지역 보다 미세먼지에 대한 우려가 많은 충남도가 이런 연구결과를 정부에 의존하지 않고 선도적으로 노력할 수는 없는 것일까? 욕심도 내봅니다.

막연하고 과장된 추측으로 도민에게 미세먼지에 대한 공포심을 자극하기 보다는 이런 연구결과를 통해 미세먼지와 건강에 미치는 과학적이고 객관적인 자료를 제공했을 때 미세먼지의 심각성을 도민들이 함께 공감하고 도민 스스로 미세먼지 해결을 위한 의식을 갖는데 더 큰 도움이 될 수 있습니다.

시 · 군 미세먼지 기여 GIS 제작 필요

충남도는 미세먼지 문제를 선제적으로 대응하기 위해 경제적 위협과 주민갈등을 무릎쓰고 노후화력발전소를 폐쇄하기 위해 노력하고 있는 것은 도민의 건강권을 지키기 위해 행정이 선도적 노력을 하고 있다는 측면에서 매우 긍정적인 평가를 받을만합니다.

좀 더 욕심을 내자면 충남도가 지금까지는 미세먼지 대책에 대한 큰 그림을 그려왔는데, 이제부터는 좀 더 충남의 환경과 여건에 맞는 보다 다양하고 세심한 정책을 펼쳐 나갔으면 좋겠다는 부탁을 드리고 싶습니다. 그 중 하나가 우선 지리정보체계 GIS(Geographic Information System)를 활용해서 시 · 군 미세먼지 기여도를 확인할 수 있는 지도를 만들었으면 좋겠습니다.

GIS는 지역에서 수집한 각종 지리 정보를 수치화하여 컴퓨터에 입력 · 정보 · 처리하고, 이를 사용자의 요구에 따라 다양한 방법으로 분석 · 종합하여 제공하는 정보 처리 시스템을 말합니다.

노후발전소와 현대제철, 중국발 미세먼지 등 산업적 측면과 외부적 요인은 그동안 국가적 차원에서 다양한 분석들이 추진되어 어느 정도 신뢰할 만한 데이터를 구축하고 있지만, 충남 자체적으로 시 · 군에서 발생하고

있는 다양한 미세먼지 발생규모에 대한 데이터는 아직 확보가 되어 있지 못합니다.

GIS를 활용하면 현재 큰 공장 중심으로만 표시된 오염원을 지역별로 오염물질의 종류, 양 등을 한 눈에 볼 수 있고, 오염원의 확산경로까지 파악할 수 있습니다.

지역의 다양한 시민사회와 거버넌스를 통해 이런 다양한 분야의 오염원을 조사하고, 자료가 누적되면 충남 15개 시·군에서 자체적으로 발생하는 미세먼지의 발생 원인을 파악할 수 있고 충남도가 그 원인에 맞는 대안을 마련하고 정책의 우선순위도 마련해서 각 시·군의 여건에 맞게 지원할 수 있다고 생각합니다. 그래야 보다 좋은 성과가 나올 수 있습니다.

역동적인 협업시스템 만들자

미세먼지 문제는 다양한 사안들이 복합적으로 얹혀 있는 만큼 행정 내부, 혹은 행정과 전문가, 시민사회들과의 협업 시스템이 매우 중요합니다.

현재 충남도는 미세먼지를 해결하기 위해 팀을 신설했고, 문제해결을 위한 집중할 수 있는 행정구조를 만들었는데 행정주도형 보다는 지역현장의 목소리를 반영하여 지역사회의 시민사회가 더 참여할 수 있는 정책으로 확장하면 더 큰 성과를 만들어 낼 수 있을 것입니다.

시민사회의 역동적인 참여는 미세먼지 해결을 위한 굳건한 토대가 되는 다양한 사업들을 전개할 수 있습니다.

- 미세먼지 대응 시민교육 진행 :

미세먼지 비상저감조치 발령시 시민참여 행동방안 안내

- 미세먼지 강사단(활동가) 양성과정 :

자연의 소중함과 에너지 저감·절약 등 환경의식을 고취시킬 수 있는 교육전담 인력을 양성

- 미세먼지 대응 우수사례 발굴 및 평가 토론회 :

시민들의 미세먼지 대응 행동 매뉴얼 및 우수사례 학습, 효과적인 미세먼지 정책이 추진되도록 정책 모니터링과 대안제시 활동을 연계하는 활동을 기획하고 펼치도록 돕는다.

- 효과적인 미세먼지 대응 정보지원 :

행동 매뉴얼, 효과적인 정책사례제공, 관련 전문가 교육지원을 통한 시·군 대응력 향상

- 미세먼지 대 배출업소(지역) 모니터링을 통한 감축 촉진 활동 :

미세먼지 대응에 관심을 가진 교육 참가자나 시민 등이 정기적이고 심화된 모니터링 활동을 통해 미세먼지 다배출업소(지역)가 미세먼지 감축행동에 나서도록 촉진하는 활동을 조직한다.

- 시민참여에 의한 정기적인 데이터 기반 조사활동 :

미세먼지 기여도에 대한 데이터 구축 등 조사

이런 활동들은 미세먼지 해결을 위해 매우 중요한 활동들인데, 이는 행정 혼자의 힘 만으로는 할 수 없는 사업들입니다.

시민사회의 역동성을 촉진시켜 지역의 문제를 해결 할 수 있는 행정의 협치정신이 매우 중요합니다.

마지막으로 역동적인 협업시스템은 민관 차원 뿐만 아니라 지자체와 지자체와의 관계에서도 매우 중요합니다.

가령 충남이 충북과 경기도 전라도 등 인접 지자체와 협력을 통해 오염원 관리에 대한 효율성을 높이고 정책의 일관성을 함께 유지하는 노력을 기울인다면 미세먼지 저감효과정책의 효율성은 더욱 높아질 수 있습니다.

마무리

충남연구원을 중심으로 전문가들이 행정, 전문가, 시민사회들의 역할성을 극대화 할 수 있는 제안들을 많이 해 주었으면 좋겠습니다.

충남지속가능발전협의회 역시 행정과 전문가, 그리고 시민사회와 더 소통되고 연대할 수 있는 거버넌스 기구가 될 수 있도록 노력하겠습니다.

【패 널 토 론】

서상옥 사무처장 (충남 환경운동연합)

[토론문] 충남의 미세먼지와 건강

-서상옥 충남환경운동연합 사무처장

미세먼지 폭풍이 지나갔다. 재난 수준으로 치달던 초미세먼지 농도의 수치가 최근 많이 낮아졌다. 기후변화로 인해 겨울철 온도가 높아지고 ‘대기 정체일’이 예년의 2배로 늘어나다 보니 미세먼지가 흩어지지 않고 대기 중에 축적되면서 역대 가장 높은 수치를 경신한 것이다.

모든 국민은 맑은 공기를 마실 권리가 있다. “헌법 35조 1항은 ‘모든 국민은 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 권리를 가지며, 국가와 국민은 환경보전을 위해 노력해야 한다’라고 되어 있다. 하지만 미세먼지로 인한 조기 사망자가 연간 1만 명이 넘는 나라에서 어떻게 보면 이 권리는 공허하기만 느껴진다. 미세먼지가 국가적 재난이 되어 연달아 오는 재난 문자가 일상화 되어버렸고 사람들이 쓴 마스크로 인해 길에서 만난 옆집 사람들의 얼굴조차 알아보기 어려울 지경이 되어 버린 현실속에 미세먼지로 인해 모든 국민이 신음하는 동안 대기업을 비롯한 수많은 기업은 집단으로 배출조작까지 공모하며 법을 비웃고 시민을 기만한 사태가 발생되었다. 더 큰 사태는 미세먼지를 최대 40% 저감하는 도시의 천연 공기청정기인 도시공원이 2020년 7월 1일부터 공원일몰제로 인해 속수무책으로 해지될 위기에 처해 있다는 점이다. 전국적으로 1만 9천여곳에 달한다. 나무 한 그루당 일 년에 약 금 열돈 무게 만큼의 미세먼지를 흡수하는데 팍팍한 도시에서의 쉼터인 도시숲이 사라질 위기에 처해 있는 것이다. 세계보건기구(WTO)는 쾌적한 환경과 시민건강을 위해 1인당 공원면적을 9m²으로 규정하고 있지만 우리나라는 세계 주요 도시에 비해 턱없이 부족한 실정이다. 미세먼지로 인한 공포와 피해를 피할 수 없는 현실에서 마땅히 누려야 할 시민들의 건강권을 짓밟는 심각한 인권침해의 문제이다.

미세먼지 피해는 어린이, 환자, 야외노동자, 노숙인 등 취약계층이 가장 먼저 그 피해를 입을 수밖에 없다는 점에서 사회정의와 불가분의 문제이다. <위험사회>로 잘 알려진 울리히 벡은 빈곤은 위계적이지만 스모그는 평등하다고 했는데 대부분 특정 계층, 계급에게 전가되는 빈곤과 다르게 미세먼지는 모두에게 영향을 끼친다는 의미로 보이지만 공기청정기 회사와 당리당락을 앞세우는 정치인 일부는 미세먼지로 행복해하고 있어 불평등한 상황이 전개되고 있다. 건강을 위해 사람들은 더 소비하며 가장 좋은 성능의 최신의 공기청정기를 사무실에, 집안에 들여야 하나 고민하는 처지에 놓였다. 관련 업계에 따르면 폭발적인 수요 증가로 올해 공기청정기 시장이 2016년 대비 3배 가까이 성장할 것으로 전망되고 있고 향후 공기청정기 필터에 대한 수요도 함께 폭증할 것으로 예상된다고 한다. 공기청정기는 시민들의 건강에 어느 정도 일조할 수 있지만, 공기청정기에 사용되는 전력으로 인해 화력발전소는 더욱 많이 가동될 것이고, 이는 악순환으로 이어지게 된다.

석탄발전이 전체 발전원 중 80~90%의 대기오염물질과 이산화탄소를 배출하고 있고 한국의 석탄발전소 60기 가운데 30기가 해안가에 몰려있는 충남의 현실은 녹록치 않다. 그래서 도민의 불안은 더욱 크고 답답하다. 유럽연합(EU)에서 가동중인 석탄화력으로 인해 매년 18,000명 이상의 조기 사망자와 약 428억 유로(약61조원)의 경제적인 피해가 유발되고(2013.Health and Environment Alliance, HEAL), 미국에서 매년 석탄화력에 의한 조기사망 17,000명(만성 기관지염 4,300건, 비치명적 심장마비 11,000건, 어린이 천식환자 120,000명_2011. 미국 에너지 정보국), 인도에서 석탄발전에 따른 대기오염으로 연간 8~12만명 조기사망과 2천만 명의 천식환자가 발생되어 이로 인해 병원에 들어가는 비용이 연간 33억~46억 달러(한화 3조 6천억~5조원/2013 그린피스) 피해 사례가 보고 된 바 있다.(2014 충남화력발전소 및 제철소주변 주민피해와 환경문제 대책토론회)

그러함으로 쌓아둔 석탄으로 인해 바람에 흩날려 주변 마을로 퍼져 천식 같은 호흡기 질환을 일으키고 있는 충남 화력발전소와 제철소 주변 오염지역 인근 주민들의 건강피해에 대해 지속적인 전수조사와 정책적인 관심을 놓치지 말아야 하는 이유이며 석탄화력발전소와 충남 고농도 미세먼지의 연관성이 드러난 만큼 특단의 실행계획들이 다른 정책에 우선하여 좀 더 속도감있게 조속히 추진되어야 한다. 다행히 지난 3월 민선 7기 주요 미세먼지 정책으로 충남 맞춤형 미세먼지 대책 수립과 산업체와 민간의 참여를 끌어내기 위한 ‘미세먼지 없는 더 행복한 충남위원회’를 구성, 출범하였다. 130여명에 달하는 각 분야의 위원회를 구성하고 활동에 돌입했으나 세심한 실천 계획은 아직 미흡한 수준이다. 충남도가 오염도가 상대적으로 높은 시기에만 정책적 관심을 나타낼게 아니라 산제적이면서 일상적인 고강도 관리대책이 요구된다.

미세먼지는 더 강해진 모습으로 다시 찾아올 것이다. 미세먼지 대란이 남기고 간 교훈을 되새기면서 일상적인 미세먼지 관리에 나설 것을 촉구한다. 도민들이 원하는 파란 하늘, 도민의 호흡권을 되찾는 길은 멀고 험한 길일 수 있다. 미세먼지 재난은 비상시기 대처로만 해결할 수 없다. 일상적인 방비가 중요하다. 평상시 강력한 배출원 관리만이 미세먼지로부터 벗어 날 수 있고 도민 건강을 지키는 길이다. 끝.

【종 합 토 론】

- 충남의 미세먼지와 건강 -

[종합토론]

Blank lined paper for writing.

Blank lined paper for writing.

