

국외출장 결과보고서

1 출장 개요

□ 출장목적

- 본 출장의 주요 목적은 지역사회 중심의 미세먼지 및 대기오염 대응 방식, 고령자 등 건강 취약계층을 위한 미세먼지 저감 및 대응 전략을 조사하는 데 있음. 중재효과 평가를 위해 유관 분야 전문가들과 교류 및 세미나를 진행하고, 본 연구의 프로그램 보완 및 지역사회 확대방안 모색을 위해 미국 조지아주 애틀랜타 지역의 공공 및 시민사회 기관을 방문하고자 함.
- (중앙 및 주 정부 유관부서) 미국은 주 및 지역 보건부와 협력해 BRACE (Building Resilience Against Climate Effects) 프레임워크를 통해 대기오염 등 기후 관련 건강 문제에 대한 대응 전략을 마련하고 있음. 지역사회와 연계한 환경 위험에 대한 공중보건 대응 및 실행 방안, 대기오염에 대한 건강 가이드스 개발 등의 추진 과제들을 검토하고자 함.
- (지역사회 연계 활동 시민단체) 지역사회 기반 미세먼지, 환경요인 피해 최소화를 위한 활동 및 프로그램 사례를 공유하고, 본 연구 사업에 적용 및 확대방안 모색하고자 함.
- (국제환경역학회) 미세먼지 건강영향 최소화를 위한 최신 학술 동향을 파악하고, 유관 분야 전문가들과 교류하고자 함.

□ 과제명

- 노인 대상 지역사회 기반 미세먼지 건강피해 최소화를 위한 중재프로그램 적용 연구

□ 출장기간

- 2025.8.17.-2025.8.22. (4박 6일)

□ 출장국가(도시)

- 미국(애틀랜타)

□ 출장자

- 채수미 연구위원, 김혜윤 전문연구원

□ 일정 요약

일시		지역		수행내용 및 방문기관
일자	시간	출발	도착	
8/17 (일)	오전	인천		- 국가 간 이동(8/17 9:20 한국 → 8/17 10:20 미국)
	오전		아틀란타	
	오후	미국 아틀란타		- 방문기관: 조지아 환경보호국(Environmental Protection Division) - 주요 내용: 미세먼지 노출 및 건강영향 평가를 위한 계측 모델링 및 감독(permit modeling and photochemical modeling) - 면담자: Dr. Byeong-Uk Kim (Monitoring program manager),
8/18 (월)	오전	미국 아틀란타		- 방문기관: Hyatt Regency Atlanta - 주요 내용: International Society of Environmental Epidemiology 참석 및 유관 분야 전문가 세미나 * 발주처(국립보건연구원)는 연구성과 확산을 필수적으로 요구하고 있어 학회에 연구결과를 게시하였으며(poster), 총괄 및 세부 연구진과 동행 ** 해당 학회는 8/17~20 4일간 진행되나, 이후 일정은 기관 방문 일정 외에 참석 예정
	오후	미국 아틀란타		- 방문기관: 시민단체 Eco-Action - 주요 내용: R.E.A.C.H. - Atlanta 프로그램(기후변화가 만성질환, 천식, 정신건강, 비만 등 민감질환에 미치는 영향을 인식하고 관리하기 위한 지역사회 기반 프로그램), MACAI 프로그램(공기질 모니터링 프로그램) 운영사례 - 면담자: Eri Saikawa (Emory University, professor), Carla Lewis (Executive director), Adedamola Adebamiro (MACAI program manager), Opeyemi Aransiola (REACH program manager)
8/19 (화)	오전	미국 아틀란타		- 방문기관: 조지아 환경보호국(Environmental Protection Division) - 주요 내용: 시민 참여형 환경 감시체계인 '저소득층 지역 공기질 모니터링 프로젝트' 등 지역 참여 프로젝트 운영 사례 공유 - 면담자: Jame Boylan (Branch Chief), DeAnna Oser (Assistant Branch Chief), Jaime Gore (Program manager), Nick Irwin (Communication specialist), Elisabeth Munsey (Branch Coordinator)
	오후	미국 아틀란타		- 방문기관: Hyatt Regency Atlanta - 주요 내용: International Society of Environmental Epidemiology 참석
8/20 (수)	오전	미국 아틀란타		- 방문기관: Hyatt Regency Atlanta - 주요 내용: International Society of Environmental Epidemiology 참석
	오후	미국 아틀란타		- 방문기관: 미국 질병관리청 환경보건국(CDC NCEH) - 주요 내용: · 지역사회와 연계한 환경 위험에 대한 공중보건 대응 및 실행 방안, 대기오염에 대한 건강 가이드선스 · 주 및 지역 보건부와 협력해 BRACE (Building Resilience Against Climate Effects) 프레임워크를 통해 대기오염 등 기후 관련 건강 문제에 대한 대응 전략 마련 - 면담자: Fuyuen Yip, PhD (Chief), D'Artonya Graham (Director)
8/21 (목)	오전	아틀란타		- 국가 간 이동(8/21 12:40 미국 → 8/22 16:50 한국)
8/22 (금)	오후		인천	

2

출장 주요내용

①	조지아 환경보호국(Environmental Protection Division)
일 시	8월 17일(일) 15:00~16:00
장 소	조지아 환경보호국(Environmental Protection Division)
참석자	○ (면담자) Dr. Byeong-Uk Kim (Program Manager manager) ○ (출장자) 채수미 연구위원, 김혜윤 전문연구원

주요 내용

□ EPD 산하 대기보호국의 주요 역할 및 수행 업무

- EPD 산하 대기보호국(Air Protection Branch, APB): EPD 내에서 대기질 보호 업무를 전담하는 실무 조직으로, 산업 및 이동 오염원으로부터의 배출을 규제하고, 주 전역의 대기오염물질 농도를 모니터링하며, **관련 대기질 정보를 대중에게 제공하는 것임.**

* Georgia Department of Natural Resources. Air Protection Branch. (2024). 2023 Air Quality Report.

<https://storymaps.arcgis.com/stories/4eaea016f4c046378d412f1303384a4c>

○ 대기질 측정 프로그램(Ambient Monitoring Program, AMP)

- 주 전역에 걸쳐 약 34개의 측정소를 운영하며 미세먼지(PM2.5)를 포함한 200개 이상의 대기오염물질을 측정함. 이 프로그램에서 수집된 데이터는 연방 대기질 기준 준수 여부 평가, 스모그 예보, 대중 정보 제공의 근거가 됨.
 - 주 전역에 40여 개 측정소를 운영, 40년 이상 대기질 자료 수집하고 있음.
 - 측정 데이터는 Air Georgia 웹사이트, EPA AirNow 플랫폼, 연례 보고서 등을 통해 대중에게 공개됨.

○ 이동 및 면 오염원 프로그램(Mobile and Area Sources Program): 차량, 비도로 장비 등 이동오염원과 주유소 유증기 등 면오염원으로부터의 배출을 평가하고 통제함.

- Georgia's Clean Air Force: 조지아 주의 차량 배출가스 검사 프로그램
- Georgia Commute Options: 교통 수요 관리 전략의 일환으로, 시민들이 카풀, 대중교통, 자전거, 재택근무 등 친환경적인 출퇴근 방식을 선택하도록 유도함. 프로그램은 참여자에게 현금 인센티브, 경품, 긴급 상황 시 귀가 교통편 제공(Guaranteed Ride Home) 등 다양한 혜택을 제공함.

○ 고정오염원 허가 및 규제준수 프로그램(Stationary Source Permitting and Compliance Programs): 발전소, 공장 등 고정오염원이 대기질 허가에 명시된 모든 주 및 연방 규제를 준수하는지 확인하기 위해 허가를 발급하고 현장을 점검함. 이를 통해 산업 부문 미

세먼지 배출을 통제함.

- 계획 및 지원 프로그램(Planning and Support Program): 연방 대기질 기준(NAAQS)을 충족시키기 위한 주 실행 계획(State Implementation Plans, SIPs) 개발, 관련 규칙 제정, 대기질 모델링 등 APB의 모든 프로그램에 대한 전략적 기획 활동을 담당함.

□ (Federal-level) 국가 대기 질 기준(National Ambient Air Quality Standards, NAAQS)

- EPA는 청정대기법(Clean Air Act)에 따라 인체 건강에 유해한 6가지 주요 "기준 오염 물질(criteria pollutants)"에 대해 국가 대기질 기준(NAAQS)을 설정함. 이 6가지 기준 오염물질은 오존(O₃), 미세먼지(PM_{2.5} 및 PM₁₀), 일산화탄소(CO), 이산화황(SO₂), 이산화질소(NO₂), 납(Pb)이 포함됨¹⁾.
- NAAQS는 두 가지 기준으로 설정됨²⁾.
 - 1) 1차 기준(Primary Standards): 어린이, 노인, 호흡기 질환자 등 민감집단을 포함한 일반 대중의 건강을 보호하기 위한 목적으로 설정
 - 2) 2차 기준(Secondary Standards): 농작물, 건물, 시정(visibility) 등 공공 복지 및 환경을 보호하기 위한 목적으로 설정

오염물질	기준(1차/2차)	평균시간	기준치	관련 건강영향(1차 기준)
일산화탄소(CO)	1차	8시간	9 ppm	혈액의 산소 운반 능력 감소, 협심증 환자의 흉통 유발
	1차	1시간	35 ppm	
납(Pb)	1차&2차	3개월 평균	0.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	신경계 손상(특히 어린이), 심혈관 및 신장 기능 영향
이산화질소(NO ₂)	1차	1시간	100 ppb	기도 염증, 호흡기 질환 악화 (특히 천식환자)
	1차&2차	연평균	53 ppb	
오존(O ₃)	1차&2차	8시간	0.070 ppm	흉통, 기침, 인후 자극, 천식 악화, 폐 기능 저하
미세먼지(PM _{2.5})	1차	연평균	9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	심장 및 폐 질환자의 조기 사망 위험 증가, 심장마비, 부정맥, 천식 악화, 폐기능 저하
	2차	연평균	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	1차&2차	24시간	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
미세먼지(PM ₁₀)	1차&2차	24시간	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	심장 및 폐질환 악화, 호흡기 문제
이산화황(SO ₂)	1차	1시간	75 ppb	기관지 수축, 호흡 곤란 (특히 천식환자)
	2차	연평균	10 ppb	

출처: EPA. (2025). NAAQS Table. Criteria Air Pollutants.

- EPA는 주기적으로(5년 단위) 최신 연구결과를 바탕으로 NAAQS를 검토하고 필요시

1) EPD. (2025). National Ambient Air Quality Standards. <https://epd.georgia.gov/air-protection-branch/air-branch-programs/planning-and-support-program/national-ambient-air-quality>

2) EPA. (2025). NAAQS Table. Criteria Air Pollutants <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>

개정할 의무가 있음. 기준이 강화되면 주 정부는 새로운 기준을 충족하기 위한 추가적인 규제 조치를 마련해야 함. 따라서 NAAQS는 **조지아주가 법적 의무로써 달성해야 하는 구체적이고 집행 가능한 목표치 역할**을 함. 특정 지역이 이 기준을 충족하지 못할 경우, 해당 지역은 "**기준 미달 지역(non-attainment area)**"으로 지정되며, 의무적인 규제 조치를 실시해야 함.

- 기준치에 미달한 항목에 대해 control measure를 투입하여 원인 규명 후 평가에 따라 어떤 조치, 개선사항을 적용할 것인지 결정함. 정책 비용을 단계적으로 확인한 후 이행계획을 설계함.

□ 정책적 함의점

- 대기 질 모니터링의 목적은 1) 어린이, 노인, 호흡기 질환자 등 민감집단을 포함한 일반 대중의 건강을 보호하고(Primary Standards), 농작물, 건물, 시정(visibility) 등 공공 복지 및 환경을 보호하기(Secondary Standards) 위한 목적으로 설정됨. 건강 적응 정책의 일환으로 중재를 시행하기 위해서는 1차 기준에 준하여 중재대상 지역의 대기 질 수준을 모니터링하고 평가하는 것이 필요함.
- 현재 시범사업에서는 지역의 협조가 가능한 곳을 중심으로 사업대상지역을 선정하고 있지만, 전국적으로 확대될 경우는, 법적으로 모니터링하고 있는 오염물질의 '기준 미달 지역'을 우선적으로 중재 및 개입하는 것이 필요함.

②	시민단체 Eco-Action
일 시	8월 18일(월) 15:00~17:00
장 소	Eco-Action Office
참석자	○ (면담자) Eri Saikawa (Emory University), Carla Lewis (Executive director), Adedamola Adebamiro (MACAI program manager), Opeyemi Aransiola (REACH program manager) ○ (출장자) 채수미 연구위원, 김혜윤 전문연구원

주요 내용

□ 기관 개요

- ECO-Action(Environmental Community Action)은 미국 조지아주 애틀랜타를 기반으로, 저소득·취약 커뮤니티의 환경 정의(Environmental Justice)와 건강증진을 위해 활동하는 비영리 단체임.
- 모든 지역사회가 깨끗하고 안전한 공기, 물, 토지, 에너지를 누리며, 삶에 영향을 미치는 결정 과정에 참여할 권한을 갖도록 하는 데에 활동 목적이 있음.
 - 미국 폐 협회(American Lung Association)가 발행한 '대기 현황(State of the Air)' 보고서에 따르면, 애틀랜타 대도시권의 대기 질은 악화되었으며, 오존과 연중 미세먼지 오염도 측면에서 미국 남동부 최악의 도시 중 하나로 꼽혔음. 특히 연중 미세먼지 오염도에서 'F(낙제)' 등급을 받았음(American Lung Association, 2025).
 - 또한, 해당 보고서는 유색인종이 백인에 비해 오염 관련 측정항목에서 낙제등급을 받은 지역사회에 거주할 가능성이 두 배 이상 높다고 밝혔는데, 이는 취약계층, 저소득층, 유색인종 공동체 등에 우선적으로 개입을 하는 것이 필요함을 시사함.
 - 즉, 저소득 및 취약 커뮤니티를 기반으로 하는 지역사회 기반 활동이 필요하며, 환경 불평등의 격차를 완화하는 데 기여할 수 있음.
- 애틀랜타 지역의 시민단체 협업으로 '저소득층 지역 공기질 모니터링 프로젝트'가 추진되었으며, 이는 시민 참여형 환경 감시체계의 대표적 사례임. 노인 대상 건강 보호 프로그램과의 접목을 통해 지역사회 주민의 참여를 유도하는 방안을 모색할 수 있음.

□ Eco-Action 주요 활동

- MACAI(Metro-Atlanta Clean Air Initiative, 공기질 모니터링 프로그램)
 - 대상: 5개 취약지(underserved area)를 대상
 - 저소득 소외 지역은 공기 질을 측정하는 모니터가 없는 경우가 많아 데이터 수집이 거의 없었기 때문에 정책적 개입의 필요성이 큼.

- 주요 활동: 지역사회가 직접 대기오염 데이터를 수집하도록 자원을 제공하고, 오염 물질의 건강 영향에 대한 교육을 실시하며, 문제 해결을 위한 권익 옹호(Advocacy) 전략을 개발함.
- 프로젝트 목표:
 - 대기질 모니터 7개를 설치하여 1년 동안 데이터 수집
 - 수집된 데이터를 지역사회 및 이해관계자에게 거의 실시간으로 제공
 - 최소 75명의 주민에게 5회의 전문 교육 세션 제공(지역당 15명)*
- * 당초 8~10회의 교육을 제공하는 것을 계획하였으나, 지역사회마다 참여 구성원이 상이하고, 이들에 맞춰 교육 세션을 운영하기 위해 5회로 운영횟수를 축소함.

〈 MACAI 프로그램: 지역사회 교육세션 구성(5회차) 〉

회차	주제	교육주체
1회차	대기 질 오염원이 건강에 미치는 영향	Mothers & others
2회차	공기 질 모니터링 데이터 수집 및 관리	Emory University
3회차		
4회차		
5회차	공기 질 데이터와 건강지표의 통합 및 해석	

〈 MACAI 프로그램: 공기 질 모니터링을 위한 교육자료 〉



출처: EcoAction(2025) 제공 자료

- 5개 지역사회의 여건에 맞는 건강 피해 감소 전략을 개발하도록 지원(조례 제정, 지역사회 보호 정책 수립, 기존 환경정책의 집행 강화 등)
- 프로젝트 대상집단: 아동(학생), 노인 등 주로 일반 대중을 대상으로 구성하였으며, 지역 구성원에 따라 맞춤형 커리큘럼을 제공하였음.
- 데이터 모니터링을 통해 일 평균 대기 질 데이터, 시간 단위 데이터, AQI 등이 제공되며, 데이터 툴을 통해 customizing이 가능함. 프로젝트 참여 대상자들에게 데이터에 대한 feedback이 제공되었으나, 적극적인 건강보호 전략이 제공되지는 않았음.
- COPD 등 환자 대상은 별도의 프로젝트를 운영하였음.

- 운영체계: 지역사회 리더, Eco-Action, 에모리 대학교 등 여러 비영리 단체와 파트너십을 구축함.
 - 지역사회 구성원: 5개 지역사회마다 대상자를 모집하고 중심점이 되는 'leader'와 'logistics'를 담당하는 실무자가 있음. 지역사회 리더는 前시의원 등 지역사회에 영향력 있는 사람을 섭외하였으며, 회의마다 이들에게는 \$50 수준의 수당을 지급하였음.
 - Eco-Action: 지역사회 조직자이자 주요 실행 기관으로서, 깊은 지역사회 관계를 활용하여 주민들을 동원하고, 교육을 촉진하며, 옹호 활동을 주도함.
 - 에모리 대학교: 핵심적인 과학 파트너로서, 모니터링 장비 설치, 샘플 분석을 위한 기술 전문성을 제공하고, 수집된 데이터에 과학적 신뢰성을 부여함.
 - Mothers & others (NGO): 대기오염 및 미세먼지가 건강에 미치는 피해에 대한 교육 및 활동을 수행함. 교육세션 중 1회차 교육(주제: 대기오염의 건강 영향)을 주로 수행함.
 - 미국 환경보호청(EPA): 소외·취약 지역의 대기 모니터링 강화를 목표로 보조금을 지원함.
- 기대 효과: 단기적으로는 ①주민들이 직면한 문제의 심각성을 파악할 데이터를 제공하고, ②대기오염의 위험성에 대한 인식을 높이며, ③건강 피해를 줄이는 데 필요한 정보와 도구에 대한 접근성을 높이는 것임. 장기적으로는 오염물질에 대한 인체 노출을 근본적으로 줄이고자 함.

○ REACH-ATL(Resilience, Equity, and Adaptation for Climate and Health)

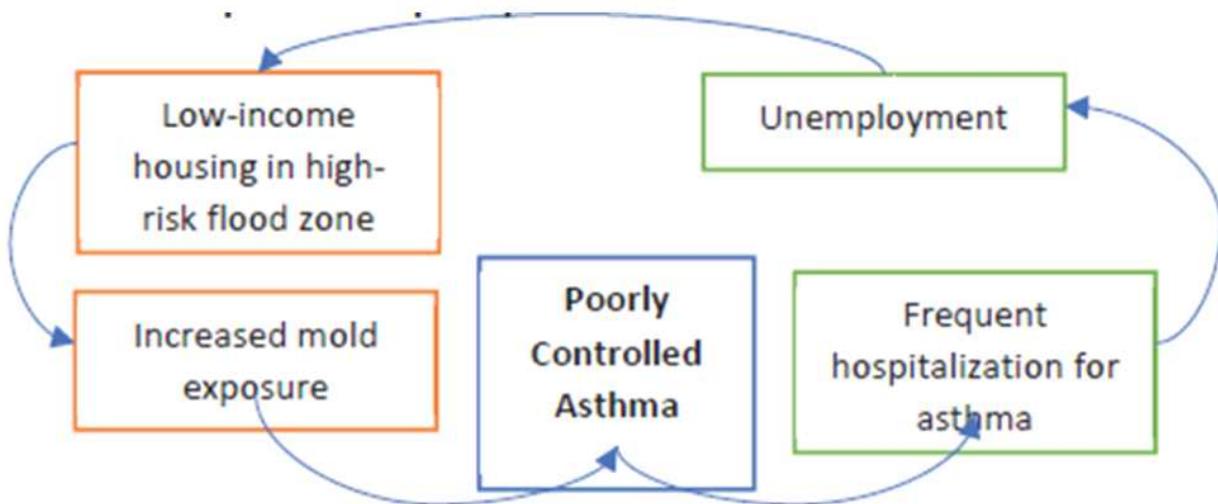
- 애틀랜타의 취약 지역사회를 대상으로 기후변화가 건강에 미치는 복합적인 영향을 이해하고, 이를 통해 지역사회의 회복력을 강화하는 것을 목표로 함.
 - 대기 오염이나 수질 오염 같은 화학적 스트레스 요인뿐만 아니라, 소득수준, 의료서비스 접근성, 보험 가입 여부와 같은 비화학적 스트레스 요인이 기후변화와 맞물려 지역 주민의 건강에 어떤 영향을 미치는지 총체적으로 파악하고자 함.
- 주요 활동
 - 누적 영향 분석 및 시각화: 애틀랜타의 동네 수준에서 화학적, 비화학적 노출이 기후변화로 인해 어떻게 건강에 악영향을 미치는지 보여주는 지수(누적노출지수, cumulative exposure index)와 지도를 개발함.
 - 취약 계층 중심의 이해 증진: 천식, 정신건강 문제, 비만 관련 질환(당뇨, 고혈압 등)과 같은 만성질환을 앓고 있는 주민들이 이러한 복합적인 위협을 어떻게 인식하고 관리하는지 이해하는 것을 목표로 함.
 - 지역사회 주도 교육 및 역량 강화: 주민들이 주도하는 교육 세션을 통해 기후변화와 그로 인한 건강 영향에 대응하여 스스로 회복력을 높일 수 있도록 지원하고 역량을 강화함.

〈 REACH 프로그램: Community Action Circle Schedule 〉

Community Action Circle Sessions
Content Area 1 - What is Climate Change? (2 sessions)
Session 1: What is Climate Change
Session 2: Climate Change 101: History of Climate Change
Content Area 2 - Climate Change Impacts (2 sessions)
Session 3: Climate Change in Atlanta
Content Area 3: Assessing Vulnerability (4 sessions)
Session 4: Vulnerability and Human Health (diabetes, asthma, mental health)
Session 5: Climate Change and Mental Health (GMB Feedback)
Session 6: Climate Change and Asthma (GMB Feedback)
Session 7: Climate Change and Lifestyle Diseases (GMB Feedback)
Content Area 4: Building Resilience (3 sessions)
Session 8: Strategies for Resilience
Session 9: Building Community Resilience
Session 10: Strategies for Adaptation
Session 11: Reflecting on Vulnerability index
Content Area 5: Why We organize (4 sessions)
Session 12: Strategies for Community Climate Action
Session 13: From Protest to Policy
Session 14: Organizing to Build Power

- 주민 참여형 분석의 일환으로 커뮤니티 참여형 모형화 기법(participatory group modeling) 적용, 인과 순환 구조(causal loop) 다이어그램 제작 등을 실시함.

〈 참여형 모형화 기법 사례 〉



출처: EcoAction(2025) 제공 자료

○ Moving from Surviving to Thriving in the Face of Climate Change

- EPA 지원으로 저소득 지역 주민들의 기후 변화 대응 회복력 강화를 목적으로 함.
- 극심한 폭염, 강수량 증가, 오존 등 대기오염 완화 전략 포함하며, 지역 공원에 오염원 저감용 녹지 설치, 커뮤니티 텃밭 확대, 공공냉방 쉼터 운영 등을 추진함.

□ 정책적 함의점

- 한국은 폭염, 미세먼지를 법적 재난으로 규정하고 이로 인해 발생하는 피해에 대해 국가가 보상하도록 책임을 명시하고 있으나, 미국의 경우 명시된 법적 근거는 부재함.
- 개인의 관심과 인식을 제고(rasing awareness)하는 데 중점을 두고 있으며, 이를 통해 정책적 옵션을 제안하거나 완화를 위한 촉구에 기여할 수 있을 것으로 봄.
- 다만, 미국의 경우 현 정부가 환경 관련 학술 활동, 정책 지원에 우호적이지 않아 지속적인 프로젝트 운영 여부가 확정적이지 않음.

③	조지아 환경보호국(Environmental Protection Division)
일 시	8월 19일(화) 11:00~13:30
장 소	조지아 환경보호국(Environmental Protection Division)
참석자	○ (면담자) Jame Boylan (Branch Chief), DeAnna Oser (Assistant Branch Chief), Jaime Gore (Program manager), Nick Irwin (Communication specialist), Elisabeth Munsey (Branch Coordinator) ○ (출장자) 채수미 연구위원, 김혜운 전문연구원

주요 내용

□ 기관 개요

- 정식 명칭: Georgia Environmental Protection Division (조지아 환경보호부)
소속: Georgia Department of Natural Resources (조지아 주 자연자원부)
- 구성 부서 중 대기 분야: Air Protection Branch
 - 대기오염물질 규제 및 감축
 - 오염원 허가 발급·관리
 - 대기질 모니터링 및 예측
 - 환경 규제 준수 여부 점검 및 법 집행
- 대기질 교육 및 모니터링 프로그램을 운영하며, 지역 주민을 대상으로 한 환경교육 자료와 정책을 공유하고 있음.

□ (State-level) 조지아 주 환경보호국의 지역사회 기반 미세먼지 저감 정책

- 조지아 주 대기질 관리 거버넌스
 - 조지아 환경보호국(EPD): 주(state) 정부 내 환경 규제를 총괄하는 기관으로, 조지아 천연자원부(Department of Natural Resources, DNR) 산하 7개 부서 중 하나임.
 - 주요 역할은 조지아의 환경을 보호하고 복원하는 것으로 명시되어 있음. 이는 단순히 환경 규제를 넘어, 깨끗한 공기, 물, 토지를 보장함으로써 활기찬 경제와 건강한 지역사회를 위한 기반을 제공하는 것을 목표로 함. 이러한 임무는 환경 품질 개선 및 안전한 생활 환경 제공이라는 조지아 주의 상위 전략 목표와 직접적으로 연계됨.
 - EPD의 법적 권한은 연방 및 주 법률에 근거하며, 대기질 관리 분야에서 연방 환경보호청(EPA)이 제정한 '청정대기법(Clean Air Act)'을 조지아 주 내에서 집행하는 주체로서, 이를 위해 '조지아 대기질법(Georgia Air Quality Act, O.C.G.A. §§ 12-9-1 to -25)'에 따라 권한을 집행함.
 - 연방 환경보호청(EPA)의 National Ambient Air Quality Standards(NAAQS) 기준

을 충족시키기 위한 주 차원의 규제 프로그램을 개발하고 시행할 법적 책임이 있음.

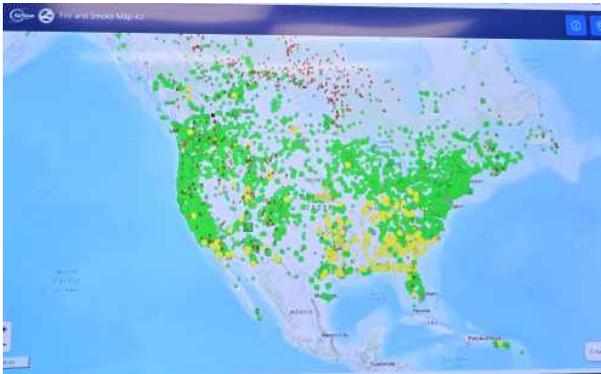
○ 민감계층 및 취약계층을 위한 프로그램 및 보호 조치

1) 대기질 지수(AQI)와 "스모그 경보" 시스템

- EPD의 대기질 측정 프로그램(AMP)은 애틀랜타, 메이컨 등 주요 대도시 지역을 대상으로 매일 오존과 미세먼지(PM2.5) 농도를 예측하여 "스모그 경보(Smog Alert)"를 발령함(예보).
 - 이 정보는 AirGeorgia.org 웹사이트를 통해 실시간으로 제공되며, EPA의 전국적인 플랫폼인 AirNow에도 연동됨.
 - EPA 가이드라인에 따라 측정소를 선정하고, air censor toolbox를 설치함.
- 이 경보 시스템은 EPA의 대기질 지수(Air Quality Index, AQI)를 활용하여 대기오염의 건강 위험도를 색상으로 구분해 쉽게 전달함.
 - 이는 EPA의 표준화된 코드에 따라 동일한 기준으로 적용됨.
 - AQI 등급 중 '민감계층에게 비건강(Unhealthy for Sensitive Groups)'에 해당하는 '주황색(Code Orange)' 단계는 "모든 사람들이 건강 위험에 노출되었으며, 특히 심장 및 폐 질환자, 노인, 어린이 등은 공기 중 입자상 물질로 인해 더 큰 위험에 처한다"는 의미임. Code Orange 이상의 경우, EPA Facebook 등에도 게시됨.
- Ambient Monitoring은 광범위한 지역의 대기 질을 측정하므로, 협소한 범위의 대기 질을 모니터링하기에는 제약이 있음. 이에 대한 대안으로 저비용 센서인 'purple censor'(약 \$300)를 공장지대 등 미세먼지 발생이 많은 지역에 설치하여 대기 질 수준을 확인함. 필요시 해당 지역의 주민들이 직접 구매하여 설치하고 있음.
 - 대기 질 모니터링 관측 설비를 유지 및 관리하는 데는 장비, 인력, 데이터 품질관리(3~4단계의 절차를 거쳐 EPA에 보고) 등이 수반됨. 이를 다수의 지역에 설치하기에는 자원이 충분하지 않으므로, purple censor를 통해 개인이 미세먼지 노출 수준을 확인하고 있으나, 이에 대한 구체적인 지원이 이루어지고 있지는 않는 것으로 보임.
- 또한, 시민들은 EnviroFlash 서비스를 통해 **이메일이나 문자로 특정 AQI 단계 도달 시 알림을 받도록 신청할 수 있음.**
 - 실시간 경보는 아니나 예보(forecast)의 기능을 하며, 광범위한 지역 단위 정보임.
 - 대기오염에 민감한 시민들이 스스로 "하루 일과를 계획하고 오염 노출을 제한할 수 있도록" 하기 위해 정보를 제공하고 있으며, AQI가 높은 날(Code Orange가 12시간 이상 지속)에는 장시간 또는 격렬한 실외 활동을 줄이는 등 구체적인 권고사항을 제시함.
 - AQI는 6개 등급으로 구분하고 있지만, 건강 영향이나 질환에 따라 세분화하여 접근

하지는 않고 있음. 민감계층에 해당되는 경우, 스스로 위험 수준에 대해 판단해야 함.

- AirNow의 데이터가 보건부(Department of Health and Human Services)로 공유가 되기는 하지만, 환경부와 협업하여 건강 피해를 저감하는 연방정부 차원의 정책을 실시하지는 않았음. 다만, 산불 등 큰 재난이 발생하였을 때 지역(county) 단위로 보건부, 환경부 등 유관부서가 협력하고 있음.



The **Air Quality Index (AQI)** is a national air standard rating system developed by EPA for reporting daily air quality. The AQI provides information on the associated health effects that might be of concern at the current levels being measured. The AQI is divided into six categories. Each category is assigned a specific color to make it easier to understand whether air pollution is reaching unhealthy levels. For example, the color orange means that conditions are "unhealthy for sensitive groups," while red means that conditions may be "unhealthy for everyone."

AQI Category and Index Value	Previous AQI Category Breakpoints	Updated AQI Category Breakpoints	What changed?
Good (0 – 50)	0.0 to 12.0	0.0 to 9.0	EPA updated the breakpoint between Good and Moderate to reflect the updated annual standard of 9 micrograms per cubic meter.
Moderate (51 – 100)	12.1 to 35.4	9.1 to 35.4	
Unhealthy for Sensitive Groups (101 – 150)	35.5 to 55.4	35.5 to 55.4	No change, because EPA retained the 24-hour fine PM standard of 35 micrograms per cubic meter.
Unhealthy (151 – 200)	55.5 to 150.4	55.5 to 125.4	EPA updated the breakpoints at the upper end of the unhealthy, very unhealthy, and hazardous categories based on scientific evidence about particle pollution and health. The Agency also collapsed two sets of breakpoints for the Hazardous category into one.
Very Unhealthy (201 – 300)	150.5 to 250.4	125.5 to 225.4	
Hazardous (301+)	250.5 to 350.4 and 350.5 to 500	225.5+	

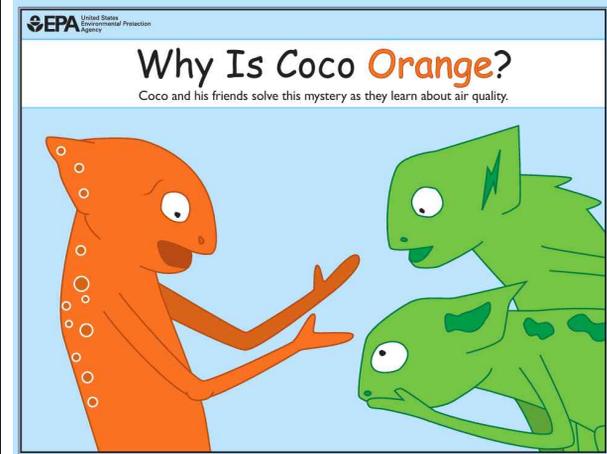
2) 교육 및 홍보자료

- EPD 웹사이트의 '대기오염에 대해 알아보기(Learn About Air Pollution)' 섹션을 통해 초·중·고 및 대학에서 활용할 수 있는 학생과 교사를 위한 다양한 교육자료를 제공하며, 대부분 EPA의 자료를 활용함.
- 미세먼지(PM2.5, PM10) 정의, 건강 영향, 저감 방법 등이 포함되며, 교육 현장에서 활용 가능하도록 구성됨.
- 웹사이트를 통해 PDF·온라인 자료로 배포하여 교사·학생이 자율적으로 활용함.
- 천식을 앓는 4-8세 아동 등 특정 민감계층을 대상으로 한 맞춤형 자료도 개발함. "미세먼지와 당신의 건강" 등 브로셔를 다운로드할 수 있도록 제공하여 기저질환자나 민감계층이 겪을 수 있는 위험을 구체적으로 설명하고 있음.

3) 정보 접근성 강화 및 주민 의견 수렴

- 대기질 트렌드 보고서: 장기 추세 데이터를 그래프와 해설로 제공해 주민 인식 제고에 기여함.
- 공청회 및 의견 제출 절차: 대기오염 관련 허가 심사나 규제 변경 시 공청회를 개최하고, 주민 의견 수렴 절차를 거침.
- 환경정의(EJ) 도구 활용: EJSCREEN 지도 등 시각 자료를 사용해 특정 지역 주민에게 맞춤형 정보를 전달함.

오존으로 인한 대기 질 악화에 대한 교육자료 [영문]



Mrs. Bugeye looked over the chart. "Hmmm. I can use this to plan recess."



If you have **asthma**, pay attention to how you feel and have your **inhaler** with you. Tell the teacher if you have breathing problems.

20

산불 연기와 그로 인한 대기 질 저하에 대한 교육자료 [한국어]



집으로 돌아가는 길에 코코가 “쿨, 가슴이 답답해. 천식 때문에 그런가 봐.”



천식은 숨쉬기 어렵게 만들 수 있는 질병입니다. 수많은 아동, 심대, 성인이 천식을 앓고 있습니다. 폐 안의 공기가 부족하면 천식 발작을 일으킵니다. 기침을 하거나 쌉쌉거리는 소리를 낼 수도 있고, 가슴이 아프거나 답답할 수도 있습니다. 연기는 천식 발작을 일으킬 수 있습니다.

14

출처 1) EPA. Why is Coco Orange? Picture Book. [교육자료, 영문].

2) EPA. Why is Coco Red? Picture Book. [교육자료, 한국어].

○ 지역사회 주도 대기질 모니터링 프로젝트

- 최근 미국 환경보호청(EPA)은 대통령의 '미국 구조 계획(American Rescue Plan)' 및 '인플레이션 감축법(Inflation Reduction Act)'을 통해 확보된 재원으로 지역사회 대기질 모니터링 강화를 위한 보조금을 지원함.

1) 지속가능한 지역사회 센터(Center for Sustainable Communities)

- 애틀랜타 남부 11개 소수민족 지역사회를 대상으로 498,401달러 규모의 프로젝트를 운영함. 이 프로젝트는 교통량이 많은 도로 인근에 위치하여 건강 영향이 우려되지만 기존 대기질 모니터링 장비가 없는 공립학교들과 추진함. 학교에 PM2.5(초미세먼지) 센서를 설치하고, 학생들이 직접 데이터를 수집하고 분석할 수 있도록 기술 교육과 교과과정을 개발함. 이를 통해 지역사회가 자체적으로 대기오질의 원인과 영향을 파악하고 해결책을 모색할 수 있도록 역량을 강화하는 것을 목표로 함.

2) 환경 공동체 행동(Environmental Community Action Inc., ECO-Action)

- 조지아주의 모니터링 네트워크는 광범위한 지역의 대기질을 효과적으로 측정하지만, 일부 지역사회 및 동네 단위의 미세한 오염 변화를 포착하지 못할 수 있고 특히 저소득층 및 소수 인종 커뮤니티가 대기오염에 더 많이 노출될 가능성이 높음. 즉, 광역적 단위에서는 기준치를 달성할 수 있으나, 지역적 위험이 여전히 잔존할 수 있으며 이로 인해 지역사회 주도 모니터링 활동의 필요성이 제기됨. → **같은 맥락으로, 지역사회 대기 질 모니터링으로 인해 발견된 건강 위험에 대한 정책적 개입의 근거가 될 수 있음.**
- Emory 대학교 및 다른 비영리 단체들과 협력하여 475,947달러 규모의 프로젝트를 진행함. 5개의 소외된 지역사회에 7개의 대기질 모니터를 설치하고, 1년간 데이터를 수집하여 거의 실시간으로 주민들에게 공개함. 또한, 최소 75명의 주민을 대상으로 8~10회의 교육 세션을 제공하여, **주민들이 수집된 데이터를 바탕으로 지역의 대기질 문제 해결을 위해 자발적으로 참여할 수 있도록 지원함.** → **MACAI 프로그램**

□ 정책적 함의점

- 미국의 환경보호청(EPA)과 지역 환경국(EPD)은 특정한 사건이나 재해를 중심으로 미세 먼지에 대응하고 있었고, 일상적인 건강 피해를 다루기에는 법적 근거와 자원이 부족한 실정임.
- 산업화, 교통량 증가 등에 따른 대기 질 악화를 감소하기 위해 경고시스템 등을 통해 일상적인 대기 질을 개선하기 위한 노력을 촉구하는 한편, 일정 시간 및 수준 이상의 대기 농도가 지속되면 응급 경보를 통해 개개인이 대비할 수 있도록 정보를 제공하고 있음.
- 환경국(EPD)에서는 정밀하게 대기 질을 측정하고 분석하는 것에 중점을 두고 있고, 이를 예보(weather alerts)나 Facebook 등을 통해 대중에게 알리는 역할을 주로 수행하고 있음. 지역사회 개입을 위해 인력 또는 자원을 투입하고 있지는 않음.
- 노인, 리터러시 수준이 떨어지는 인구집단을 대상으로 한 중재는 추진하고 있지 않지만, 다국어로 번역된 자료나 설명을 웹사이트 상에 업로드 하고 있음. 학교, 가정 등에서 실천할 수 있는 수칙을 제공하고 있지만 얼마나 실천하고 있는지 확인하거나 평가하지는 않음.
- 모니터링 시스템은 조지아 주 전체에 25개 정도가 있으며, 이는 모든 사람들의 니즈를 충족하지는 못함. 이에 대한 대안으로 교육이나 저비용 센서를 활용하는 것을 제시하고 있음. 대기 질 오염원 또는 미세먼지의 위험에 대해 대중과 소통하는 것이 환경국에서도 가장 어려운 부분으로 꼽았음.

④	미국 질병관리청 환경보건국(CDC NCEH)
일 시	8월 20일(수) 16:00~18:00
장 소	(화상회의) *당초 대면회의로 예정되어 있었으나, 직전 주 CDC 테러사건 발생으로 인해 화상회의로 전환
참석자	○ (면담자) Fuyuen Yip, PhD(Chief), D'Artonya Graham(Director) ○ (출장자) 채수미 연구위원, 김혜윤 전문연구원

주요 내용

□ 기관 개요

- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) 중 National Center for Environmental Health (NCEH, 환경보건국)은 미국 질병관리청의 Air Quality Programs, Environmental Public Health Tracking Program 등 기후변화와 미세먼지로 인한 건강 피해를 최소화하기 위한 프로그램을 운영하고 있음.
- 환경보건국 산하 Division of Environmental Health Science and Practice (DEHSP): 지역사회와 연계하여 환경 위험에 대한 공중보건 대응 방안 개발 및 실행을 담당하며, 미세먼지 등 대기오염에 대한 건강 가이드스를 발행함.

□ 중앙정부 차원의 미세먼지 건강피해 저감 프로그램

○ 국립 천식 관리 프로그램(National Asthma Control Program, NACP)

- 천식 및 대기질 부서(Asthma and Air Quality Branch)는 대기오염과 직접적으로 연관된 건강 문제에 중점을 두며, 대기오염, 기후와 건강, 산불 등에 대한 전문적인 지식을 제공함. 해당 부서는 국립 천식 관리 프로그램을 운영 중에 있음.
 - 2024년 부서명이 기존의 '천식 및 지역사회 보건 지부(Asthma and Community Health Branch)'에서 현재의 이름으로 변경되었는데, 특정 질병(천식) 중심의 접근에서 더 근본적인 원인인 대기 질 자체를 관리하는 방향으로 전략적 초점이 이동했음을 시사함. 이는 산불 연기와 같은 새로운 대기오염원의 위협이 증가함에 따라, 하나의 증상이 아닌 포괄적인 원인을 다루고자 하는 접근방식임.
- NACP는 주 보건부와 협력하여 지역사회 기반의 증재 프로그램을 지원하는 방식으로 운영됨. 이 프로그램은 1999년부터 2018년 사이에 천식 관련 사망률을 45% 이상 감소시키는 데 기여한 것으로 평가하고 있음.
 - 비용효율성 측면에서, NACP 프로그램에 1달러를 투자할 때마다 약 71달러의 사회적 비용 절감 효과가 발생하는 것으로 추정됨. 이는 데이터 기반 감시와 지역사회 중심의 프로그램 시행이 장기적으로 사회 전체의 의료비 부담을 줄이고 생산성을 높일 수 있

음을 알 수 있음.

○ Climate and Health Program

- DEHSP의 활동 내에 포함된 프로그램으로 기후변화가 어떻게 대기 질 문제를 악화시키는지 다룸. 주 및 지역 보건부와 협력해 BRACE(Building Resilience Against Climate Effects) 프레임워크를 통해 대기오염 등 기후 관련 건강 문제에 대한 대응 전략을 수립함.
- 이 프로그램은 기후변화가 대기 질을 악화시키는 구체적인 메커니즘을 대중과 정책 결정자에게 알리는 데 주력함. 과학적 예측을 통해 건강위험을 정량화함으로써 정책적 개입이 신속히 추진될 수 있도록 근거를 마련함.
- (예) 기후변화로 악화된 오존과 미세먼지 오염으로 인해 2050년까지 미국에서 연간 1,000명에서 4,300명의 추가 조기 사망자가 발생할 수 있다는 예측을 제시
- 이 프로그램의 모든 활동은 국가 '기후 및 건강 전략 프레임워크'에 따라 체계적으로 이루어짐. 이 프레임워크는 기후 관련 비상사태에 대한 대비 및 대응 역량 강화, 기후 민감성 질환에 대한 감시 개선, 그리고 기후 변화로 인해 악화되는 건강 불평등 해소를 목표로 함.

□ BRACE 프레임워크 기반 지역사회 미세먼지 저감 사례

- 2011년 개발된 BRACE는 그간의 실행 경험과 최신 과학을 반영하여 2024년에 6단계의 핵심 요소로 개정됨. 형평성, 정의, 소속감을 우선순위에 두고, 기존의 '적응' 중심에서 '완화'까지 포함하도록 범위를 확장하였다는 특징이 있음. 이 6단계는 계획에서부터 실행으로의 논리적 흐름을 제공하며, 각 단계는 기후변화에 대응하는 공중보건 역량을 강화하도록 설계되었음.

〈 BRACE 프레임워크 구성 및 세부내용 〉

단계	핵심 목표	미세먼지 관련 활동
준비 및 유지 (Get Ready, Stay Ready)	내부 역량을 구축하고 지역적 맥락을 이해	대기 질 관련 직원 전문성 목록화, 자원 평가
파트너십 구축 (Partner)	다분야에 걸친 협력적, 지역사회 기반 파트너십을 구축	지역 천식 환자 단체, 비상 관리 기관과 연합 구성
경청 및 평가 (Listen & Assess)	참여를 통해 핵심 기후/미세먼지 위협과 지역사회 취약성을 파악	EPHT 데이터를 활용하여 천식 입원율과 PM2.5 농도 분포 지도화
선택지 조사 (Investigate Options)	다양한 잠재적 공중 보건 중재 방안을 연구하고 식별	산불 연기 발생 시 HEPA 필터가 장착된 공공 냉방 쉼터의 효과성 평가
우선순위 설정 및 계획 (Prioritize & Plan)	효과적이고 실행 가능한 중재 방안을 선택하고 실행계획을 수립	학교를 위한 산불 연기 대응 커뮤니케이션 프로토콜 개발
실행 (Take Action)	계획을 실행, 모니터링, 평가하고 필요에 따라 조정	지역 커뮤니티 센터에 대기 질 깃발 프로그램 도입 및 운영

○ 뉴욕 주 사례: 지역 프로그램의 주 정책과의 통합

- 뉴욕의 BRACE 프로그램은 대기오염이 건강에 미치는 영향을 직접 연구하고, 대기 질 악화 지역과 종종 상관관계가 있는 '열 취약성 지수'와 같은 도구를 개발함. 또한, 주 정부의 기후법(Climate Act)을 적극적으로 지원하며 지역 보건 공무원들과 협력하여 기후 적응 노력을 촉진함.

* (참고자료) <https://www.health.ny.gov/environmental/weather/about.htm>

○ 캘리포니아 주(CalBRACE) 사례: 취약성 평가(BRACE 1단계) 특화

- 캘리포니아 공중보건부(CDPH)는 BRACE를 활용하여 '기후 변화 및 건강 취약성 지표 (CCHViz)'라는 대화형 데이터 시각화 플랫폼을 포함한 웹 기반 적응 계획 도구를 운영함.

* (참고자료) <https://www.cdph.ca.gov/Programs/OHE/Pages/calbrace.aspx>

○ 남서부 지역(산불 연기) 사례: 지역사회 이해관계자 소통체계 구축

- 캘리포니아 알라메다 카운티 지역은 BRACE의 원칙(특히 3단계 '경청 및 평가'와 5단계 '계획')을 적용하여, 지역사회 이해관계자들과의 포커스 그룹을 통해 산불 연기 경보에 대한 가장 효과적인 소통 방법을 개발함.

* (참고자료) <https://www.cdc.gov/climate-health/php/stories/southwest.html>

□ 전문가 및 정책결정자를 위한 지침 제공

cf. 대중을 위한 소통 수단: AQI 및 AirNow

- 유해물질 및 질병 등록 관리국(Agency for Toxic Substances and Disease Registry, ATSDR)은 보건 전문가와 위험 평가자를 위한 기술적인 지침을 제공하고 있음.
- 이중 '미세먼지 흡입 노출에 대한 지침(Guidance for Inhalation Exposures to Particulate Matter)'은 공중보건 평가관이 미세먼지 데이터를 과학적으로 평가하기 위한 공식적인 3단계 절차를 제시함.

1) 데이터 평균화

2) 세계보건기구(WHO) 가이드라인을 기준으로 한 미세먼지 스크리닝

3) 급성 및 만성 노출에 대한 데이터 평가

- 이 지침은 전국의 주 및 지방 보건 공무원들이 미세먼지 데이터를 해석하고, 그 건강 영향을 파악하며, 권고사항을 공식화하는 방식을 표준화함으로써 일관성 있고, 근거 기반 정책을 추진하는 데 기여함.
- 또한, 일반 대중과 고위험 민감군에 대한 위험을 구분하여 건강 권고문 예시를 제공함으로써, 전문가들이 상황에 맞는 정밀한 소통을 할 수 있도록 지원함.

〈 미세먼지 대기질지수(AQI) 등급에 따른 건강영향 및 권고사항 〉

AQI 범주	24시간 PM _{2.5} 농도 (µg/m ³)	건강영향	권고사항
좋음	0-9.0	없음	없음
보통	9.1-35.4	<ul style="list-style-type: none"> - 비정상적으로 민감한 개인의 호흡기 증상 - 심폐 질환의 악화 	<ul style="list-style-type: none"> - 비정상적으로 민감한 사람들은 장시간 또는 격렬한 활동을 줄이는 것을 고려
민감군 위험	35.5-55.4	<ul style="list-style-type: none"> - 민감군에서 호흡기 증상의 가능성 증가 - 기존 심폐 질환의 증상 악화 또는 이로 인한 사망 	<ul style="list-style-type: none"> - 심장 또는 폐 질환이 있는 사람, 노인, 어린이 및 사회경제적 지위가 낮은 사람들은 장시간 또는 격렬한 활동 자제
건강 위험	55.5-125.4	<ul style="list-style-type: none"> - 민감군에서 호흡기 증상의 가능성 증가 - 기존 심폐 질환의 증상 악화 또는 이로 인한 사망 - 일반 대중에게 호흡기 영향의 가능성 증가 	<ul style="list-style-type: none"> - 심장 또는 폐 질환이 있는 사람, 노인, 어린이 및 사회경제적 지위가 낮은 사람들은 장시간 또는 격렬한 활동 삼가 - 그 외 모든 사람들은 장시간 또는 격렬한 활동 자제
건강에 매우 위험	125.5-225.4	<ul style="list-style-type: none"> - 민감군에서 호흡기 증상의 가능성 증가 - 기존 심폐 질환의 증상 악화 또는 이로 인한 사망 - 일반 대중에게 호흡기 영향의 상당한 증가 	<ul style="list-style-type: none"> - 심장 또는 폐 질환이 있는 사람, 노인, 어린이 및 사회경제적 지위가 낮은 사람들은 모든 실외 신체 활동 삼가 - 그 외 모든 사람들은 장시간 또는 격렬한 활동 삼가
	225.5+	<ul style="list-style-type: none"> - 민감군에서 호흡기 증상의 심각한 악화 - 기존 심폐 질환의 증상 악화 또는 이로 인한 사망 	<ul style="list-style-type: none"> - 모든 사람은 모든 실외 신체 활동을 삼가 - 심장 또는 폐 질환이 있는 사람, 노인, 어린이 및 사회경제적 지위가 낮은 사람들은 실내에 머물고 활동 수준을 낮게 유지

⑤	International Society of Environmental Epidemiology
일 시	8월 17일(일)~20일(수)
장 소	Hyatt Regency Atlanta
참석자	○ (출장자) 채수미 연구위원, 김혜윤 전문연구원

주요 내용

□ 근거 기반 과학과 정책의 연계(Bridging Science and Policy)

* 세션 주제: Bridging Science and Policy: Shaping Global and Local Responses to Environmental and Climate Health Challenges

- 환경 및 기후 보건 위기 상황에서 과학적 근거가 어떻게 효과적으로 정책에 반영될 수 있는지 탐구하였음.
- 과학과 정책의 연계, 글로벌-지역 정책의 균형, 다양한 이해관계자와의 협력 방안에 대해 심도 있는 논의가 이루어졌으며, 연구자가 증거(evidence) 제공자를 넘어 정책 형성의 적극적인 주체로서 어떤 역할을 수행해야 하는지에 대해 논의함.

○ 과학적 정보 제공의 흐름(Slama, 2025)

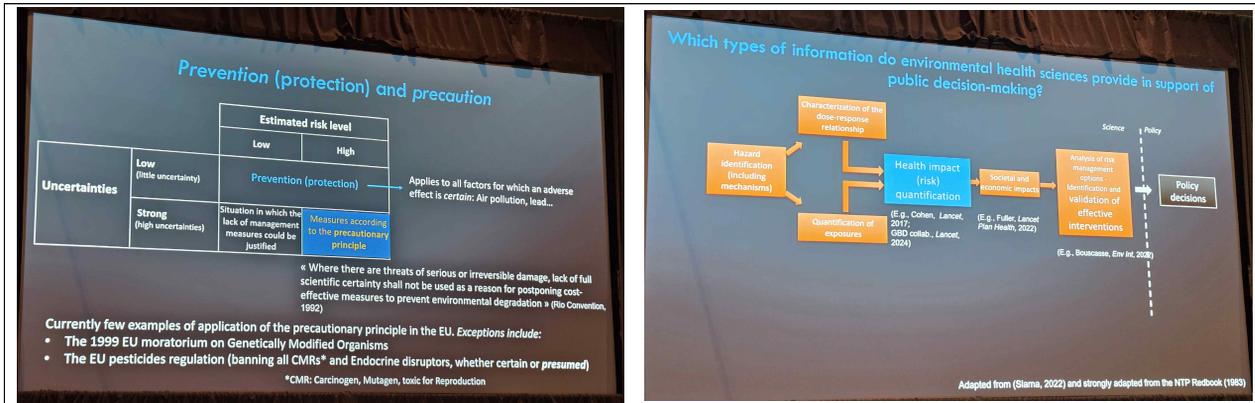
- ▲위험요인 규명(Hazard Identification), ▲노출 정량화(Quantification of Exposures), ▲인체 반응 관계 규명(Characterization of the dose-response relationship)의 단계를 거쳐 ▲건강 영향 및 위험 정량화(Health impact quantification)라는 핵심적인 결과를 도출함.
- 이 정량화된 건강 영향은 사회·경제적 영향 분석과 결합되어, 최종적으로 정책결정자가 선택할 수 있는 효과적인 관리 방안 및 증재 전략을 검증(Identification and validation of effective interventions)하는 데 사용됨.

○ (참고 사례) PM2.5 건강부담 감소를 위한 건강영향평가(HIA)(Slama, 2025)

- 정책 시나리오: 기존 교통수단(Reference) 대비, 대중교통(Public Transport) 및 자전거/도보(Active Modes) 이용을 늘리는 다양한 시나리오(S1A, S1B, S1C)를 설정함.
- 건강 및 경제적 편익 분석: 교통수단을 친환경적으로 전환하는 정책이 시행될 경우, 연간 조기사망자 수를 최대 277명까지 줄일 수 있으며, 뇌졸중 및 허혈성 심장질환 발생률도 유의미하게 감소시키는 것으로 나타남.
- 비용-편익 분석 결과, 해당 정책의 편익/비용 비율(Benefit-cost ratio)은 최대 6.0에 달하는 것으로 분석됨. 이는 정책 입안자에게 과학적 근거에 기반한 설득력 있는 의사결정 근거를 제공함을 의미함.

○ 불확실성 하에서의 의사결정: 예방(Prevention)과 사전예방(Precaution)(Slama, 2025)

- 정책 결정 시 과학적 불확실성 수준에 따라 다른 원칙이 적용되어야 함을 강조함.
- 예방의 원칙 (Prevention): 대기오염, 납 노출과 같이 위험 수준이 높고 그 유해성이 명확하여 불확실성이 낮은 경우에 적용됨. 과학적 근거가 확실하므로 **즉각적인 보호 조치가 필요함**.
- 사전예방의 원칙 (Precautionary Principle): 위험 수준은 높으나, 과학적 불확실성 또한 높은 상황에서 적용됨. "심각하거나 비가역적인 손상의 위협이 있을 경우, 과학적 확실성이 부족하다는 이유로 환경 파괴를 예방하기 위한 비용 효과적인 조치를 미뤄서는 안 된다"는 리우 선언(1992)의 원칙에 따라, 잠재적 위험을 관리하기 위한 선제적 조치가 정당화됨.



○ 글로벌(국가) vs. 지역 정책 간의 우선순위 설정(Kogevinas, 2025)

- 환경 및 기후 보건 문제는 글로벌과 지역 단위의 협력적 대응이 필수적임을 강조하며, 두 정책 사이의 균형점을 찾는 것이 중요하다고 밝힘.
- 글로벌 정책의 역할: WHO의 대기질 가이드라인처럼 명확한 목표와 기준, 장기적 방향성을 제시하여 각국의 정책을 이끌어내는 역할을 수행함. 다만, 이는 각 지역의 특수성(예: 예산 부족, 문화적 차이)을 반영하기 어려운 한계가 있음.
- 지역 정책의 역할: 런던의 초저배출구역(ULEZ) 정책처럼, 지역 특성에 맞는 구체적이고 실현 가능한 해결책을 제시함. 성공적인 지역 정책 모델은 다른 지역으로 확산되어 글로벌 정책에 영향을 줄 수 있는 잠재력을 가짐(예: 아프리카/아시아의 비닐봉투 사용 금지 정책).
- 글로벌 정책은 방향을 제시하고, 지역의 실행과정에서 나온 근거가 다시 글로벌 정책에 반영되는 역동적이고 양방향적인 접근이 필요함을 강조함. 연구자들은 이러한 과정에서 지역의 데이터가 글로벌 정책에 공정하게 반영되도록 옹호하는 역할을 해야 함.

○ 다양한 이해관계집단과의 협력 관계 구축

- 의료 전문가 단체: 높은 사회적 신뢰도를 바탕으로 대기오염의 건강 위험성을 대중과 정책결정자에게 효과적으로 전달할 수 있음. 과학적 근거를 기반으로 정책의 필요성과

시급성을 역설하는 핵심적인 역할을 수행함.

- 환자 단체: 대기오염으로 인해 직접적인 건강 피해에 노출되거나 경험하는 당사자로서, 정책 변화를 촉구하는 가장 강력하고 진정성 있는 목소리를 낼 수 있음. 이들의 경험과 요구는 정책이 실제 시민들의 삶에 미치는 영향을 구체적으로 보여줌으로써 정책 입안의 중요한 동력이 됨.
- 연구자들은 이들과 적극적으로 협력하여, 과학적 데이터가 전문가의 목소리와 환자의 실제 경험과 결합될 때 정책 변화를 이끌어내는 시너지가 극대화될 수 있음을 인지해야 함.

○ 주요 시사점

- 연구자가 사회와 적극적으로 소통하고 정책 과정에 참여해야 하는 당위성과 구체적인 방법을 제시하였음. 과학적 증거가 정책으로 변환되기 위해서는 글로벌-지역 단위의 유기적인 연계와 더불어 의료 전문가, 환자 단체 등 다양한 이해관계자와의 전략적 협력이 필수적임. 향후 국내 기후 건강적응 정책 수립 과정에서도 이러한 다각적인 접근법을 도입하여, 과학적 근거가 실효성 있는 정책으로 이어질 수 있도록 해야 함.

□ 지역사회 연계 증대 및 정책 개입 사례

* 세션 주제: Community Involvement in Environmental Health and Beyond: Lessons Learned and Upcoming Challenges

- 대기 질, 화학물질 노출, 주거 취약성 등 다양한 현안에 대해 연구자와 지역사회가 협력한 혁신적인 프로젝트 사례들이 공유됨. 특히, 연구 목표와 지역의 실제적 요구 사이의 간극(gap)을 줄이고, 사회적 불평등 문제를 연구 설계에 통합하는 방안에 대한 논의가 이루어짐.

○ 연구에서 고려해야 할 지역사회 현장에서의 관점 차이

- (목표하는 바의 차이) 연구자는 학문적 성과(편당, 논문 등)에 대한 기대가 큰 반면, 지역사회는 직면한 문제의 해결에 활용할 데이터를 필요로 하는 경우가 많음(Wickliffe, 2025).
- (환경에 대한 정의의 차이) 연구자들이 대기오염, 천식 등 전통적인 환경 보건 지표에 집중할 때, 버밍햄의 고등학생들은 총기 폭력, 범죄 등 일상의 안전을 위협하는 문제를 더 시급한 '환경' 문제로 인식하고 있었음. 이는 연구자가 자신의 관점을 강요하기 전, 지역사회가 우선순위로 두는 '환경'이 무엇인지 먼저 이해해야 함을 시사함(Stephens, 2025).

○ '참여'를 넘어 실질적인 협력 모델 구축

- '지역사회 기반'이라는 용어가 연구비 제안서에 남용되면서, 실제로는 지역사회에 해를 끼치는 '표면적인' 연구가 증가하고 있음을 비판함(Hyland, 2025).

- 매사추세츠 스프링필드의 'Healthy Air Network'는 지역사회가 주도하는 대기 모니터링 네트워크의 성공 사례로, 연구와 지역의 행동주의가 결합하여 환경 정의를 실현하였음(Hudson et al., 2025).
- 연구진은 PurpleAir 센서 설치, 데이터 검증 프로토콜 제공 등을 통해 기술적으로 지원하되, 센서 위치 선정부터 교육, 옹호 활동까지 모든 과정에 주민들이 참여하여 데이터의 소유권을 가짐.

○ 연구에 반영할 시사점

- 연구 또는 중재 전 설문이나 포커스그룹인터뷰(FGI) 등을 통해 지역사회가 가장 시급하게 생각하는 '환경 문제'가 무엇인지 파악하는 과정이 선행되어야 함. 연구자의 과학적 우선순위와 지역사회의 생활 안전 우선순위가 다를 수 있음을 인정하고, 그들의 필요(hierarchy of needs)를 연구 설계의 출발점으로 삼아야 함.
- 연구자의 학문적 목표(논문, 데이터)와 지역사회의 실질적 목표(문제 해결, 권익 옹호)는 다를 수밖에 없으므로, 파트너십 초기 단계부터 이를 투명하게 공개하고 서로에게 이익이 되는 공통의 목표를 설정하는 과정이 필수적임.
- 데이터와 기술의 '소유권'을 지역사회에 부여함으로써 지역사회의 역량을 강화하고 정책적 개입의 지속가능성을 높일 수 있음. 연구자의 역할은 지역사회가 스스로 데이터를 생산하고 해석하며, 이를 옹호 활동의 도구로 사용할 수 있도록 역량을 강화하는데 초점을 맞춰야 함.

□ 정책연구의 효과성 평가설계 및 모델링

* 세션 주제: Prioritizing and evaluating air pollution policy

- 어떤 유해물질을 우선적으로 관리할 것인지 결정하는 '정책 우선순위 선정'에 대한 방법론부터, 정책이 시행된 후 그 효과와 영향을 분석하는 다양한 '정책 평가' 접근법까지 폭넓은 스펙트럼의 연구들이 발표됨. 정책 평가에 있어 인과관계 규명, 시공간적 분석, 사회적 형평성 등 다각적인 관점의 중요성이 강조됨.

○ [중재 전] 유해 대기오염물질의 위험 기반 우선순위 선정(Pusker, 2025)

- 다수의 유해 대기오염물질(air toxics) 중 어떤 물질을 우선적으로 규제하고 관리할지 과학적 근거에 기반하여 결정하는 프레임워크를 개발함. 미국 환경보호청(EPA)의 AirToxScreen 모델, 주 정부의 자체 모델링 및 모니터링 데이터를 통합하여 스크리닝 수준의 위험성 평가(risk assessment)를 수행함. 대기오염 관리 정책의 우선순위를 정하는 데 활용될 수 있는 틀을 제공함.

○ [과정평가] 혼잡통행료 정책의 PM2.5 영향에 대한 시공간적 분석(McCuskee, 2025)

- 뉴욕시에서 시행된 혼잡완화구역(CRZ) 정책이 PM2.5 농도에 미치는 영향을 정책 시행 초기에 평가하고자 함. 정책 시행 전후, 혼잡완화구역 내외부의 PM2.5 농도를 시

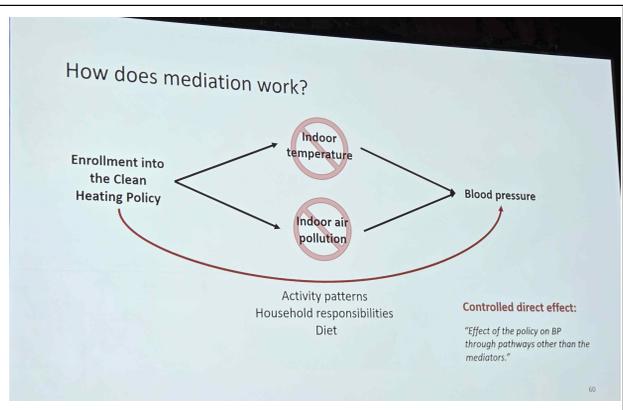
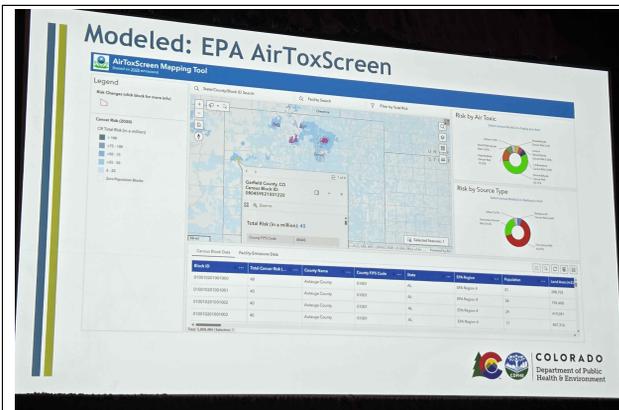
- 정책의 조기 긍정 효과를 시사하는 동시에, 계절적 요인 등을 고려한 장기적인 평가의 필요성을 함께 보여줌.

○ [효과평가] 혈압 영향에 대한 매개효과 분석(Sternbach, 2025)

- 중국 북부에서 시행된 석탄 난방을 전기 난방으로 전환하는 '청정난방정책(CHP)'이 어떻게 혈압 개선에 영향을 미쳤는지 그 작동 기전을 규명하고자 함. 정책의 직접적인 효과와 함께, 실내 온도 개선 및 실내 초미세먼지(PM2.5) 감소라는 두 가지 매개변수가 혈압에 미치는 영향을 인과 매개 분석(causal mediation analysis)을 통해 분석함.
- 정책의 효과를 단순 결과가 아닌 인과 경로를 통해 이해하는 것의 중요성을 보여줌.

○ [효과평가] '정의로운 전환' 지역의 환경 및 건강 불평등 연구(Orru, 2025)

- 유럽의 '정의로운 전환(Just Transition)' 기금 대상 지역(주로 화석연료 기반 산업 지역)에서 기후중립 경제로 전환하는 과정에서 발생하는 환경 및 건강 불평등을 분석함. 대기질 분산 모델링, 국가 보건 통계 데이터, 문헌 고찰 등을 통해 정의로운 전환 지역의 대기오염 노출, 기대수명, 소득 수준 등을 비교 분석함.
- 해당 지역은 대기오염 수준이 높고 기대수명이 국가 평균보다 최대 5년 낮았음. 에너지 전환으로 대기질이 개선되어 신체 건강에는 긍정적 효과가 예상되나, 경제적 불확실성 증가로 인한 정신 건강 악화가 우려됨. 이는 정책 평가 시 사회경제적 요인과 건강 불평등을 반드시 함께 고려해야 함을 강조함.



○ 연구에 반영할 시사점

- 단순히 데이터 확보가 용이한 대상을 넘어 실제 공중보건 위험도가 높은 대상을 체계적으로 식별하고 우선순위를 부여하는 접근법을 도입할 필요가 있음.
- 장기적인 중재의 효과를 평가할 때, 어떤 경로를 통해 효과가 나타나는지를 밝히는 인과 매개 분석을 활용하는 것이 필요함. 이는 연구 결과의 과학적 설득력을 높이고, 향후 더 정교한 정책을 설계하는 데 근거를 축적할 수 있음.
- 정책 평가 연구에는 사회경제적 수준, 지역 등 하위 그룹(subgroup) 분석을 포함하여 정책으로 인한 혜택이 공평하게 분배되는지, 혹은 특정 집단에게 예기치 않은 부작용

(예: 정신건강)은 없는지 평가하는 건강 형평성(health equity) 관점을 반영하는 것이 필요함.

(붙임 자료) 연구성과 e-poster



Dear Dr. Hyeyun Kim,

You have successfully submitted your abstract for the ISES-ISEE 2025. Please find below a copy of your contribution. To view or edit your submission please enter the system via <https://www.eventclass.it/isesisee2025/> with your personal account. Changes on your contribution are possible until the submission deadline (June 30, 2025).

Effect of health education program on particulate matter for the elderly in South Korea

J. Choi¹, H. Kim², S. Chae¹

¹ Korea Institute for Health and Social Affairs, Department of Healthcare Policy Research, Sejong, Republic of Korea

² Korea Institute for Health and Social Affairs, Department of Universal Health Coverage Policy Research, Sejong, Republic of Korea

Background and Aim: Particulate matter poses significant health risks, particularly for the elderly who are a vulnerable population. This study aimed to design and provide health education programs with regard to preventing the effects of particulate matter on the elderly, as well as to analyze whether there are differences in the improvements of knowledge, attitude, and practice between the educated and non-educated groups.

Methods: Conducted through "Developing a Visiting Health Education Program of Groups Sensitive to Particulate Pollution" project, the study involved 285 elderly individuals (142 educated, 143 non-educated). Educational content and evaluation tools were developed based on the Health Belief Model and Knowledge-Attitude-Practice Model. The educated group received two 10-minute in-person sessions over two weeks. Data were analyzed using various statistical tests, including multiple logistic regression.

Results: Unadjusted analyses of pre- and post-scores revealed statistically significant improvements in the educated group's awareness of particulate matter, preventive behaviors, and attitude that such behaviors could protect their health. After adjusting for control variables in a multiple logistic regression analysis, the educated group demonstrated significantly greater improvement compared to the non-educated group. Improvements in the educated group were 3.21 times higher for knowledge, 2.71 times for practice, and 2.12 times for attitude toward particulate matter exposure prevention.

Conclusion: Although older adults are generally considered less responsive to educational interventions due to age-related factors, this study suggests that continuous education can effectively enhance their knowledge and preventive behaviors regarding particulate matter exposure.