

아주대학교 대기환경연구실

AQRL

Air quality research laboratory

아주대학교 대기환경연구실

아주대학교 대기환경연구실 (연구책임자 아주대학교 환경안전공학과 김순태 교수)은 2009년도에 신설되어 3차원 대기화학수송 모델을 기반으로 대기오염물질의 물리/화학적 발생 원인 규명, 농도 예측, 배출량 저감 정책 효과 분석 등에 대해 연구하고 있습니다. 이와 관련하여 현재까지 정부/지자체/산업체에서 발주한 150개 이상의 연구사업을 수행하였으며, 국내외 저널에 120편 이상의 논문을 게재하였습니다. 또한, 2건의 프로그램 등록, 국내외 학술상, 환경부장관 표창, 대통령 표창 등 다수의 수상실적을 보유하고 있습니다.



<아주대학교 대기환경연구실>

대기환경연구실에서는 대기환경 연구를 위해 대표적인 3차원 대기화학수송 모델인 CMAQ (The Community Multiscale Air Quality Modeling System)과 CAMx (Comprehensive Air Quality Model with Extensions)를 활용하고 있습니다. CMAQ과 CAMx는 수백 종의 대기오염물질에 대해 매시간 유입, 이동, 변화, 침적, 확산 등을 계산하며, 1,000개 이상의 화학반응을 고려하여 현실과 유사한 수준의 대기오염물질($PM_{2.5}$, 오존 등) 농도를 모의할 수 있는 모델입니다. 이를 활용하여 대기오염물질의 생성-소멸과정을 정량적으로 파악함으로써 관측만으로는 파악하기 어려운 대기오염 현안들에 대한 원인을 규명하고, 가상의 시나리오에 대한 대기질 변화를 예측할 수 있습니다. 현재 대기환경연구실에서는 13개의 고성능 클러스터 시스템 (총 688 CPUs)을 보유하고 있으며, 국내외 다양한 대기환경 연구기관과 협력하고 있습니다. 이를 기반으로 국내 대기오염 문제해결을 위해 다음과 같은 연구를 진행하고 있습니다.

1. 대기오염물질 농도 원인 규명

대기질 모델링을 통해 대기오염물질 ((초)미세먼지, 오존)의 장거리 이동 및 화학·에어로졸 반응을 통한 2차 생성 메커니즘을 분석하고 있습니다. 국가 간 혹은 국내 지역 맞춤형 원인 분석 (기초 지자체별, 배출 부문별)을 통해 대기오염물질 배출량의 기여도를 정량적으로 제시하기 위한 연구를 수행하고 있습니다.

2. 대기질 개선 대책 마련 및 정책효과 분석

대기질 모델링을 통해 배출량 저감 효과를 예측하고 정책 방향을 제시하며, 정책 시행에 따른 배출량 감축 및 대기오염물질 농도 저감 효과를 예측합니다. 대표적으로, 계절관리제 시행에 따른 미세먼지 농도 개선 효과 (기상

영향, 배출량 감소 영향, 국외 영향), 제2차 수도권 기본계획의 시행 효과, 화력발전소 가동 중지 효과 예측 연구를 수행하였습니다.

3. 대기질 모델링 고도화

효과적인 대기오염 저감 정책 수립을 위해 세부 배출원별 주변 지역 영향 및 개선 정책 시행 효과를 평가할 수 있는 모델링 시스템을 마련하였으며, 이는 현재 국가 연구기관에서 이용되고 있습니다. 모사 정확도 향상 및 양질의 고해상도 모사 결과를 생산할 수 있도록 지속적인 시스템 고도화를 위해 연구를 수행하고 있습니다.

4. 국가대기오염물질배출량 평가

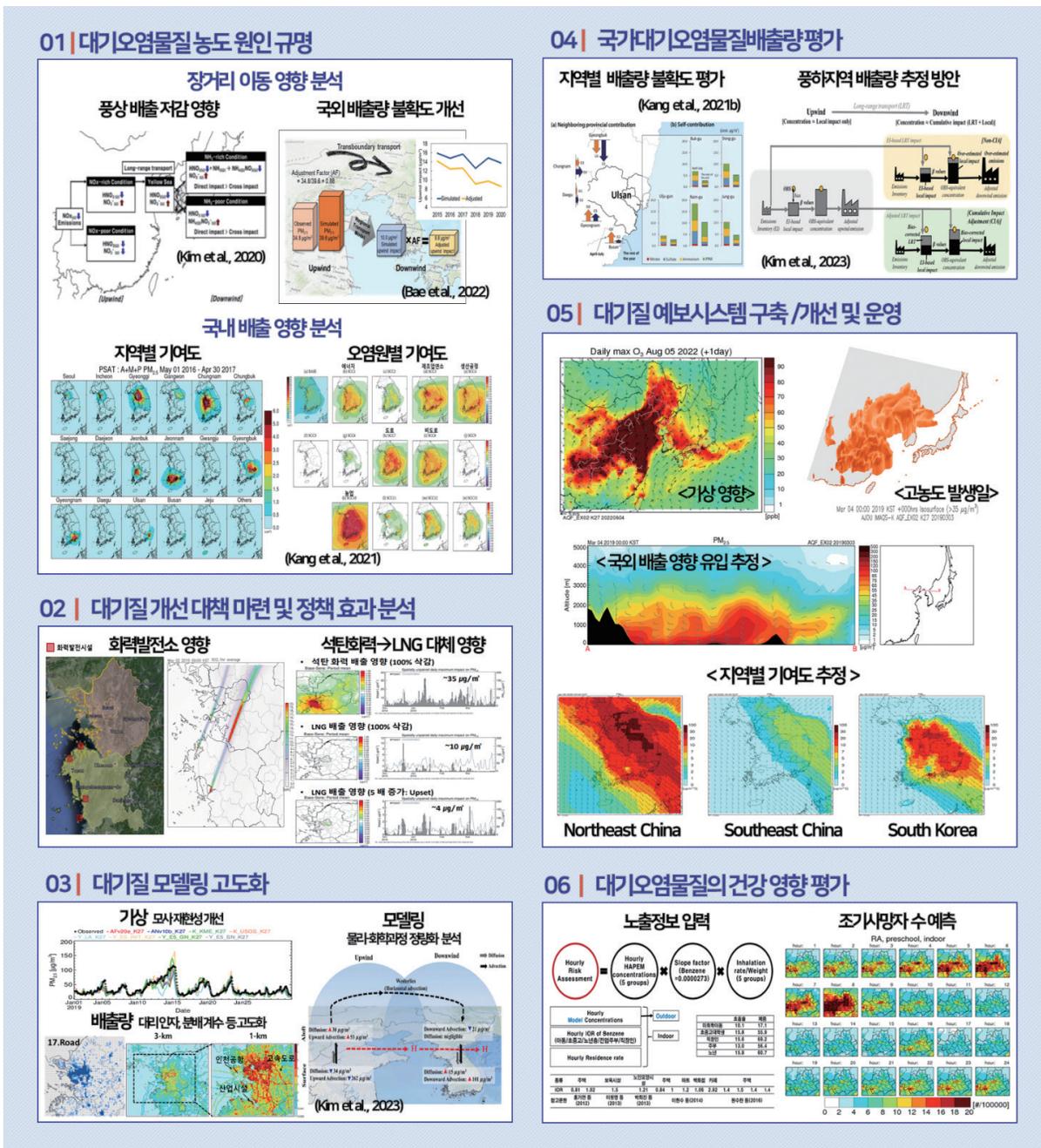
배출량 통계자료, 대기질 모델링, 다양한 관측자료 (지표, 항공, 위성 등)를 바탕으로 국내외 및 오염원의 배출량을 추정하고 있습니다. 이를 바탕으로 배출량 통계자료를 검증하기 위한 방법론을 마련하고 있습니다.

5. 대기질 예보시스템 구축/개선 및 운영

2012년에 국내에서 최초로 기상, 배출량 및 대기질 모델을 기반으로 한 (초)미세먼지 및 오존 예보 시스템이 구축되어 실시간 운영 중에 있습니다. 현재 대기질 예보시스템의 결과는 방송, 신문, 인터넷 등 각종 언론 매체를 통해 국민들에게 제공되고 있으며, 이를 통해 대기오염 취약계층에 대한 피해를 사전에 방지할 수 있도록 기여하고 있습니다. 예보 정확도 개선을 위한 초기장 개선, 자료동화, 준실시간 배출량 보정 등 최신 모델링 기법들을 탐색 및 적용하고 있습니다.

6. 대기오염물질의 건강 영향 평가

대기오염물질 노출로 인한 다양한 질병에 대한 유병률 증가, 국민 건강 위협, 사회 비용 증대 등 사회문제를 해결하기 위해 대기오염물질의 농도-노출-위해도 정보를 연계하여 유해대기오염물질 농도 노출에 따른 조기 사망률을 예측합니다. 또한, 해당 과정에서 유해대기오염물질의 모델 예측 기반 수용자 중심 노출 패키지 프로그램을 개발하였습니다.



<아주대학교 대기환경연구실에서 수행 중인 대기질 모델링 관련 연구들>

한국외국어대학교 에어로졸연구실



한국외국어대학교 에어로졸연구실

한국외국어대학교 환경학과 이태형 교수 연구실(Aerosol and air Quality Laboratory, AQL)은 국내 및 동북아시아의 대기오염 원인 규명과 문제 해결을 위해 다양한 연구활동을 하고 있습니다. 한국외대 AQL은 대표적으로 High Resolution Time-of-Flight Aerosol Mass Spectrometer (HR-ToF-AMS), Vocus Proton Transfer Reaction Time-of-Flight Mass Spectrometer (Vocus PTR-ToF-MS), Vocus Chemical Ionization Mass Spectrometer (Vocus-AIM CIMS), Oxidation Flow Reactor (OFR) 등 실시간 고도화 측정 장비들을 갖추고 있으며, 보유한 고도화 장비들을 활용하여 입자상 물질과 가스상 전구물질의 농도와 화학적 조성을

실시간으로 분석하여 대기오염 물질의 물리·화학적 특성과 발생 메커니즘을 연구하고 있습니다(그림 1). 또한, 실시간 고도화 분석 장비들뿐만 아니라 다양한 분석 장비들의 현장 측정 기술을 바탕으로 지상·항공·모바일랩·선박 등 다양한 플랫폼에서 대기오염에 대한 종합적인 분석을 수행하고 있습니다.



HR-ToF-AMS



Vocus PTR-ToF



Vocus-AIM CIMS



OFR

그림1. 연구실 보유 실시간 고도화 측정 장비

지상관측은 국가연구기관들 및 타 대학들과 협력하여 지역별 대기오염물질 현황과 미세먼지의 생성 및 국내·외 영향을 조사하고 있습니다. 이를 위해 일반 대기 중 입자상 물질과 가스상 전구물질 측정뿐만 아니라, 도로변과 소각로 등 특정 배출원에서 발생하는 대기오염에 관한 연구와 특정 환경을 모사할 수 있는 스모그챔버를 활용한 대기 화학 반응 연구 등 다양한 연구들도 함께 진행하고 있습니다. 더불어, 연구실 자체적으로 모바일랩을 보유하고 있어 측정 장소에 국한되지 않는 현장 중점의 연구를 진행하고 있습니다(그림 2).



그림 2. 도로변 관측 및 모바일랩 사진

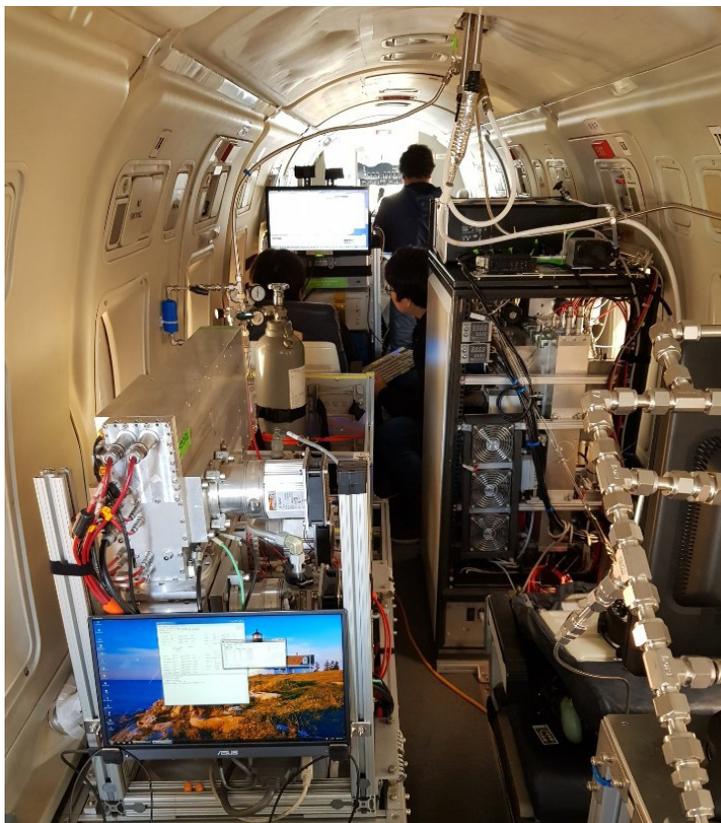


그림 3. 항공관측 수행 및 항공기 내·외부 사진

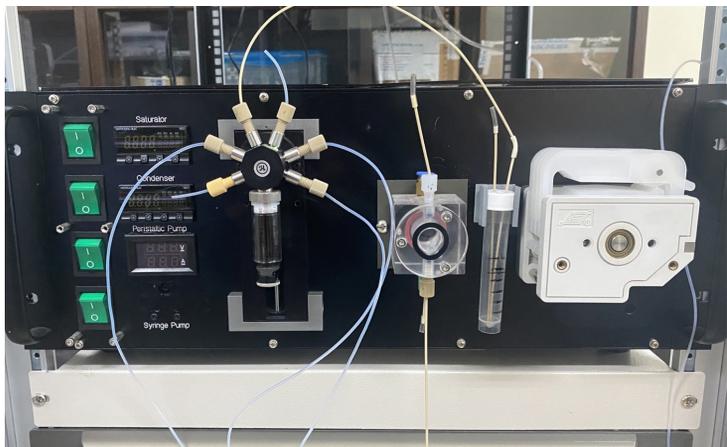


그림 4. 준실시간 미세입자 포집기 (PCS(좌)) 및 준실시간 HNO₃ 측정 분석 시스템(우)

항공관측은 연구용 항공기(Beechcraft 1900D, KingAir C90GT 등)에 실시간 고도화 장비를 탑재하여 국내 상공의 대기오염물질 현황과 배출 특성에 관한 연구를 하고 있습니다(그림 3). 2016년 KORUS-AQ를 시작으로, 미세먼지사업단과 국립환경과학원 등 다양한 기관과 협업을 통하여 배경지역, 수도권, 대형배출원 등 국내 상공의 대기질 현황 파악 및 대기오염물질의 장거리 이동에 관한 분석을 수행하고 있습니다.

직접적인 측정·관측 외에도 다년간의 대기오염물질 분석 장비 운영 경험을 바탕으로 측정 장비 개발 활동을 하고 있습니다(그림 4). 대표적인 예로, Particle Condensation Sampler (PCS)는 입자상 물질을 응축시켜 액화 상태의 시료로 포집하는 준실시간 포집 장비로 다양한 분석 장비와 연동하여 준실시간으로 화학성분 분석을 가능하게 합니다. 또한 가스상 물질인 HNO₃를 준실시간 측정 분석할 수 있는 시스템을 개발하여 여러 연구에 활용 중입니다.

다양한 지역과 환경에서 대기오염물질의 현황과 물리·화학적 특성 및 발생 메커니즘을 연구하는 것은 국내 대기질 현황 및 고농도 현상 발생 원인 파악과 대기질 향상을 위한 과학적 접근 방법 등을 제시하는데 기여 할 수 있습니다. 한국외대 AQL은 후학양성을 위해 실시간 고도화 장비들의 운영 경험을 제공하고, 이를 통해 대기질 측정 및 분석 기술에 대한 높은 이해도와 개인 연구 역량 향상 기회를 제공하고 있습니다.