

2026 인천연구원 행사자료집

「인천연구원·Texas A&M Transportation Institute
교통·대기환경 정책 세미나」
“교통부문 배출가스가
인천 대기환경에 미치는 영향과
정책적 대응 방향”

- 일시 : 2026년 6월 2일(화) 15:00~17:00
- 장소 : 인천연구원 대회의실



PROGRAM

- **개회식** 15:00~15:10
- 개회선언, 국민의례, 내빈 및 패널 소개, 진행순서 안내
 - 인사말씀 : 최계운 (인천연구원 원장)
- **주제발표** 15:10~16:00
- 발 표 1 : 김범식 (TTI Environmental Modeling Program Manager)
 - 교통활동이 대기오염물질 배출과 오존 농도에 미치는 영향 및 저감 전략
 - 교통수단별 초미세먼지 배출 특성과 성분 분석 연구 동향
 - 교통활동이 오존 농도에 미치는 실증적 영향과 배출저감 전략
 - 발 표 2 : 박현영 (인천연구원 환경안전연구부 부연구위원)
 - 교통수단과 대기오염: 대류권 오존, 초미세먼지, 인천의 사례를 중심으로
 - 교통수단이 대기오염에 미치는 영향
 - 인천의 대기오염도와 배출량 현황
- **토론** 16:00~16:45
- 사 회 자 : 김성우 (인천연구원 환경안전연구부 부장)
 - 토 론 자 : 손지연 (인천연구원 교통물류연구부 부장)
박민호 (인천연구원 교통물류연구부 연구위원)
한 준 (인천연구원 환경안전연구부 연구위원)
- **마무리** 16:45~17:00
- 기념촬영
 - 폐회

※ 전체진행사회 : 채은경 (인천연구원 연구기획실장)

CONTENTS

□ 발표1 :	3
- 교통활동이 대기오염물질 배출과 오존 농도에 미치는 영향 및 저감 전략	
□ 발표2 :	17
- 교통수단과 대기오염: 대류권 오존, 초미세먼지, 인천의 사 례를 중심으로	
□ MEMO	29

» 주제발표 1

교통활동이 대기오염물질 배출과
오존 농도에 미치는
영향 및 저감 전략

김범식

Program Manager, Environmental Modeling Program

Texas A&M Transportation Institute



Texas A&M Transportation Institute

소개와 최신 연구 동향

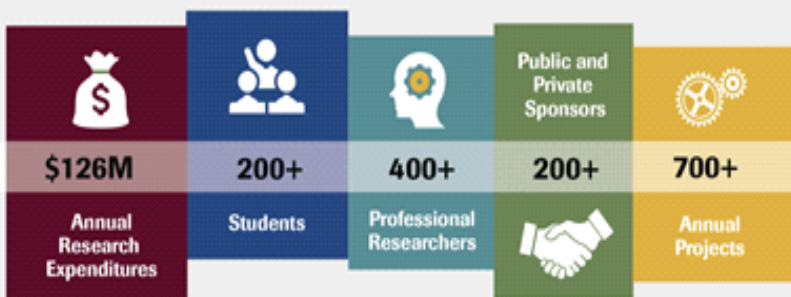
Bumsik Kim, Ph.D.
 Environmental Modeling Program
 Texas A&M Transportation Institute

June 2, 2026

Texas A&M Transportation Institute

- The Texas A&M Transportation Institute (TTI) is an agency of the State of Texas and a member of the Texas A&M University System.
 - Established in 1950
 - Diverse, interconnected group of 700 professionals, students, and support staff from 38 different countries.

TTI BY THE NUMBERS



Environment Group

- Environment Group (One of the Five Research Groups)
 - TTI's Environment Research Group conducts sponsored research related to **transportation and the environment**, including in our state-of-the-art laboratory facilities and the field.

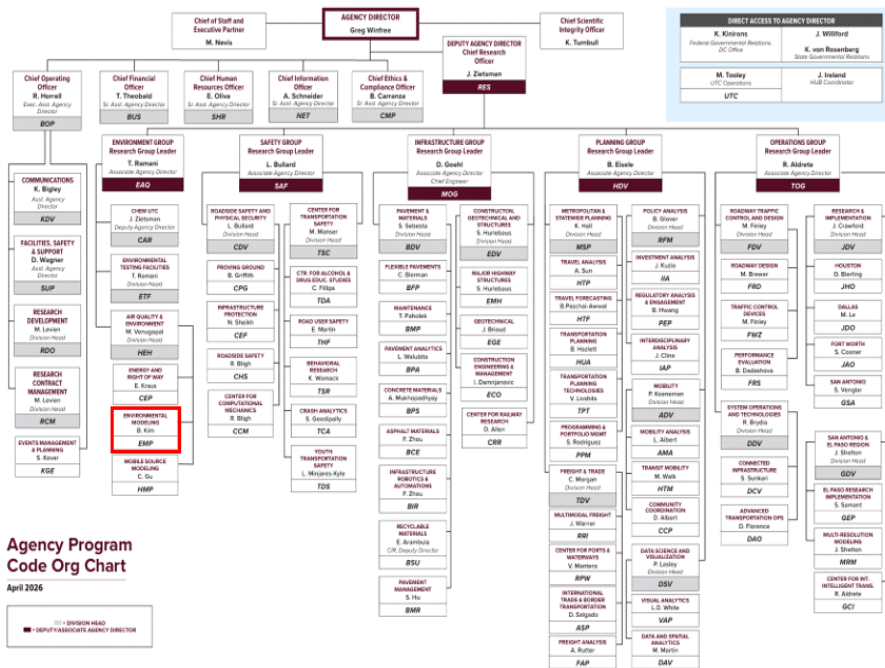
RESEARCH GROUPS



- Environment**
TTI's Environment Research Group conducts sponsored research related to transportation and the environment, including in our state-of-the-art laboratory facilities and the field.
- Safety**
TTI saves thousands of lives through its preeminent roadside and in-vehicle safety, traffic operations, roadway safety and distracted driving programs – resulting in safer drivers on safer roadways.
- Infrastructure**
TTI teams develop transformative infrastructure solutions to build and rehabilitate the nation's pavements, bridges and structures and improve their resiliency.
- Planning**
TTI's Planning Group bridges the gap between theory and practice. We engage in pioneering research and create reliable tools and techniques for improved decision-making on the multimodal transportation system for the benefit of all system users.
- Operations**
The Transportation Operations Group at the Texas A&M Transportation Institute conducts research, transfers future technology, and educates future leaders of the transportation profession. Our vision is to be recognized as a premier group in transportation system operations research.



TTI Org Chart





주요 연구

- Transportation Conformity and MOBILE Source Emission Reduction Strategies
- Quantify the Real Impact of Transportation Activity on Regional Ozone
- Texas Low Emission Diesel (TxLED) Study
- Monitoring and Speciation of Particulate Matter Under 2.5 Microns (PM_{2.5}) Composition across Texas Counties

Transportation Conformity and MOBILE Source Emission Reduction Strategies

- 대기질에 따른 미국의 지역구분
 - 미국의 Clean Air Act 에 의해 대기 환경기준 (National Ambient Air Quality Standard, NAAQS) 을 설정하고 미국 각 County (우리나라의 시 또는 군)를 아래와 같이 구분함
 - Nonattainment Area: NAAQS를 초과 (대기질 나쁨)
 - Maintenance Area: NAAQS를 간신히 맞춤 (대기질 나쁨)
 - Attainment Area: NAAQS 이하 (대기질 좋음)

오염물질	미국 NAAQS	한국 대기환경기준	비교
PM _{2.5}	연평균 9 µg/m ³ , 24시간 35 µg/m ³	연평균 15 µg/m ³ , 24시간 35 µg/m ³	연평균은 미국이 더 엄격, 24시간은 동일
PM ₁₀	24시간 150 µg/m ³	연평균 50 µg/m ³ , 24시간 100 µg/m ³	한국이 더 엄격
O ₃ (오존)	8시간 0.070 ppm	8시간 0.060 ppm, 1시간 0.100 ppm	한국이 더 엄격
NO ₂	연평균 0.053 ppm, 1시간 0.100 ppm	연평균 0.03 ppm, 24시간 0.06 ppm, 1시간 0.10 ppm	연평균은 한국이 더 엄격, 1시간은 유사
SO ₂	연평균 0.010 ppm, 1시간 0.075 ppm	연평균 0.02 ppm, 24시간 0.05 ppm, 1시간 0.15 ppm	단순 비교 어려움. 미국은 단기고농도 관리 중심
CO	8시간 9 ppm, 1시간 35 ppm	8시간 9 ppm, 1시간 25 ppm	1시간은 한국이 더 엄격, 8시간은 동일
Pb (납)	0.15 µg/m ³ (3개월 이동평균)	연평균 0.5 µg/m ³	미국이 더 엄격

Transportation Conformity and MOBILE Source Emission Reduction Strategies

▪ Nonattainment Area 가 할 일

- 특정 County가 Nonattainment Area로 지정될 시 해당 지역은 State Implementation Plan (대기질 시행계획 SIP)을 제출해야 함
 - 해당 지역이 언제, 어떻게 NAAQS를 달성 할 수 있는지에 대한 내용
- Emission Inventory 작성
 - Point Source (공장, 발전소), Mobile Source (교통관련), Area Source (난방, 사업장)...
- Transportation Conformity (교통적합성 평가)
 - 해당지역의 모든 교통관련 프로젝트가 SIP와 일치하는지 확인
 - 일치하지 않을 경우 정부 예산에 제동
- Motor Vehicle Emissions Budget (교통부문 배기가스 배출한도) 설정
 - 향후 교통계획에서 배기가스 배출한도를 초과할 수 없음

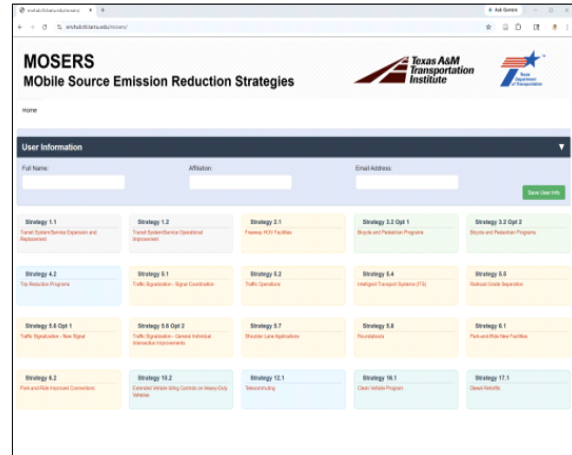
Transportation Conformity and MOBILE Source Emission Reduction Strategies

▪ Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES)를 통한 배기가스 모델링

- 미국 환경청 (U.S. EPA)에서 개발한 MOVES는 캘리포니아를 제외한 미국 전역의 배기가스 모델링에 사용되고 있음
 - 13개 차종 (Motorcycle, Passenger Car, Passenger Truck, Combination Truck...)
 - 9개 연료유형 (Gasoline, Diesel, Ethanol, CNG, LPG, Electricity)
 - 225개 오염물질 (CO, CO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CH₄...)
 - 17개 배출과정 (주행, 시동, 브레이크/타이어 분진, 엔진 크랭크케이스, 주유 중 연료 기화...)
- 지역 특성 입력자료를 통한 Customize 가능
- 모델링 시 많은 입력자료 필요, 실무자가 사용하기 어려움

Transportation Conformity and MOBILE Source Emission Reduction Strategies

- MOBILE Source Emission Reduction Strategies (MOSERS) 를 이용한 교통 프로젝트 별 대기오염 감소 추정
 - 다양한 이동오염원 배출저감 전략에 따른 배출 저감 효과를 평가하기 위한 포괄적인 배출량 산정 방법
 - Shiny for Python, Azure를 이용한 web-based application



<Web-based MOSERS>

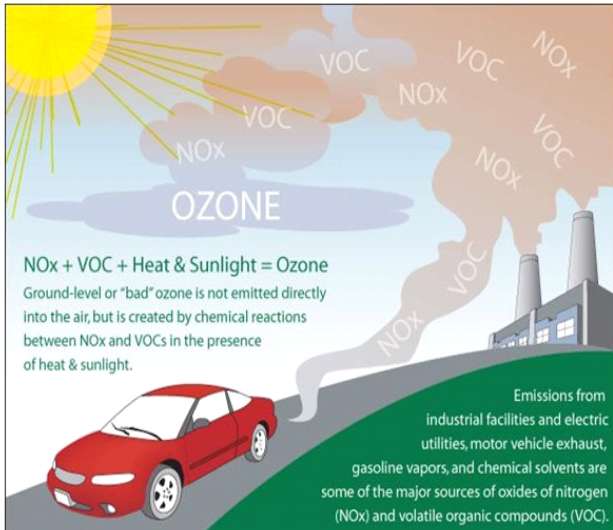
<https://envhub.tti.tamu.edu/mosers/>

Quantify the Real Impact of Transportation Activity on Regional Ozone

- 연구의 배경
 - 미국 교통, 환경규제 분석에서는 교통활동이 감소하면 대기오염도 감소한다는 가정을 가지고 있음
 - 그러나 2020년 COVID-19 팬데믹 때 특정 대도시에서 지표오존 (Ground-level O_3 , 이하 O_3) 은 증가세를 보임
- 연구주제
 - COVID-19 전, 후 분석을 통한 교통활동이 O_3 농도에 미치는 영향 분석
 - 환경규제에 사용되는 연쇄모형(Regulatory Modeling Chain) 의 유효성 검증
 - Transportation Activity → Emission Estimation → Air Quality

Quantify the Real Impact of Transportation Activity on Regional Ozone

- Ground-level O₃ forming process
- O₃ is the main ingredient of Smog

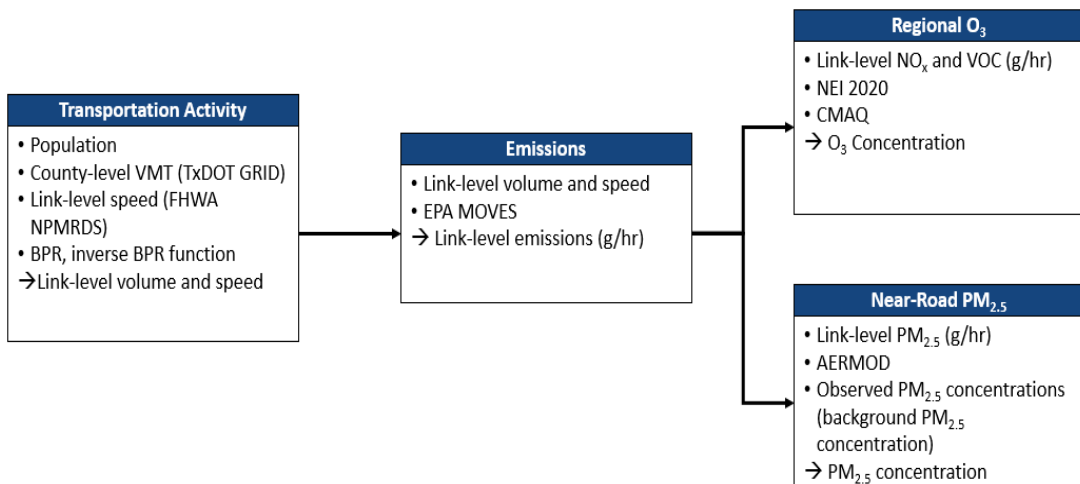


- PBS documentary film "Clearing the Air: the War on Smog" [Link](#)

Source: EPA (<https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ground-level-ozone-basics#wvh>)

Quantify the Real Impact of Transportation Activity on Regional Ozone

- 연쇄모형 (Regulatory Modeling Chain)

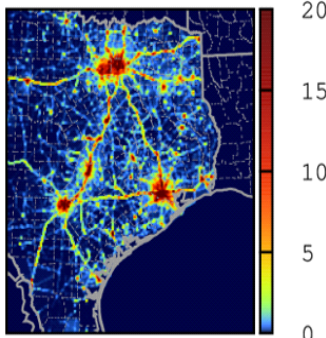


Quantify the Real Impact of Transportation Activity on Regional Ozone

■ 광화학 모델 (Photochemical Model - CMAQ)



TAMU High Performance Research Computing

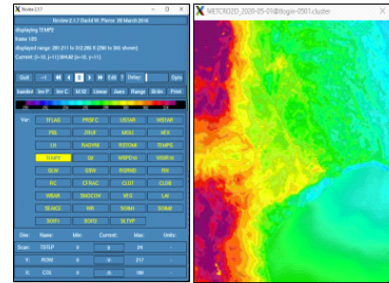


NEI NO_x Emission (Ton)

CMAQ predicts hourly concentration and deposition values for a large number of chemical species for each location in the modeled domain

Key Inputs

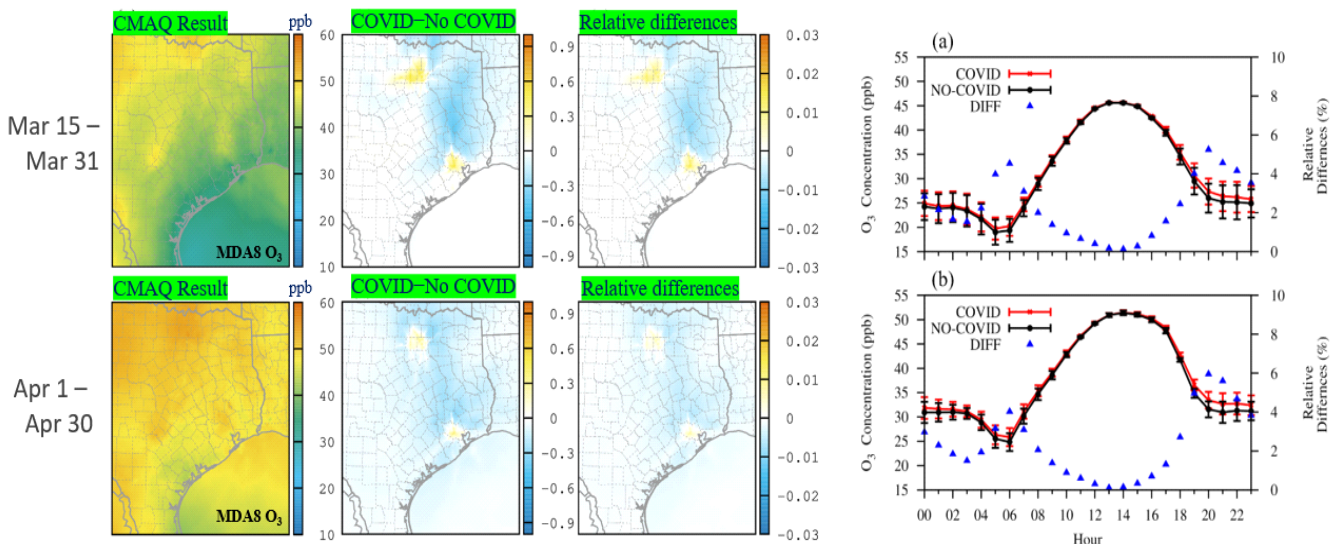
- 2020 National Emission Inventory (NEI)
- Weather Research and Forecasting (WRF)
- Estimated on-road emission (previous step)



WRF Predicted 2m Temperature (K)

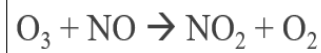
Quantify the Real Impact of Transportation Activity on Regional Ozone

■ 분석 결과



Quantify the Real Impact of Transportation Activity on Regional Ozone

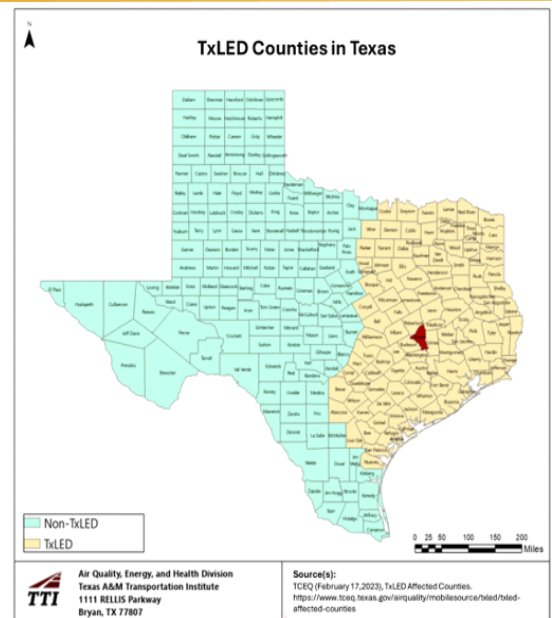
- 텍사스 도심지역은 일반적으로 VOC-Limited 지역으로 구분됨
 - 더 많은 NO_x가 있더라도 더 많은 O₃을 생성할 수 없음
 - 더 많은 VOC가 있으면 더 많은 O₃을 생성할 수 있음
- 야간에는 O₃ 적정효과 (O₃ titration effect)로 인해 O₃ 감소를 기대할 수 있음
 - O₃는 NO_x, VOC, 열, 그리고 햇빛에 의해 생성됨 (균형이 중요)
 - 야간에는 열과 햇빛이 부족하기 때문에, O₃가 NO와 반응하면서 소모되어 O₃이 분해됨



- 연구지역의 경우 NO_x가 많으므로 햇빛과 열이 차단될 경우 O₃와 NO가 만나 NO₂와 O₂로 분해됨

Texas Low Emission Diesel (TxLED) Study

- Texas Low Emission Diesel (TxLED)?
 - TxLED 는 디젤 연료의 질소산화물(NO_x) 감소를 위해 개발된 연료 혹은 연료 첨가물
 - TxLED 연료는 방향족 탄화수소 (Aromatic Hydrocarbon) 함량이 부피 기준 10%를 초과하지 않도록함 (한국의 경우 30% 이하)
 - 세탄가(Cetane Number): TxLED 연료는 세탄가 48 이상을 가져야 함 (한국의 경우 52 이상)
 - 위 조건을 충족하지 못할경우 승인된 대체 배출저감 전략을 사용하여 TxLED 규정을 충족 (대부분의 경우)

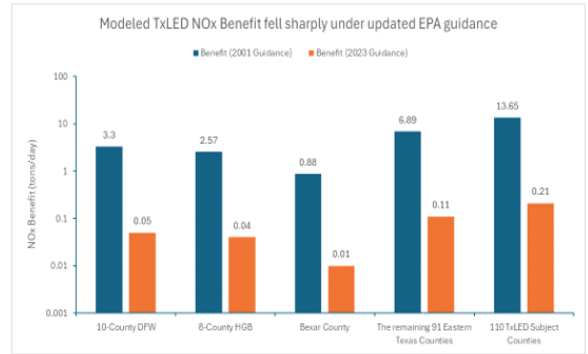


<TxLED County Map>

Texas Low Emission Diesel (TxLED) Study

연구의 배경

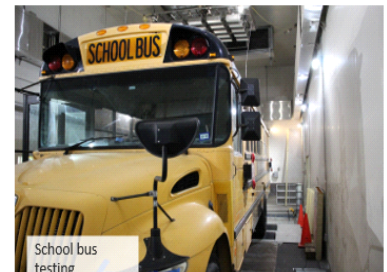
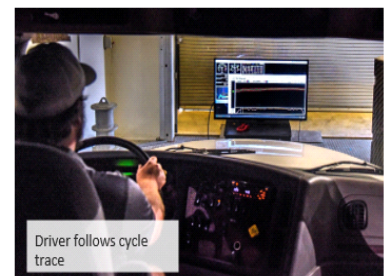
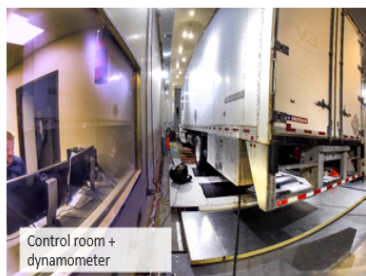
- US EPA에서 TxLED의 NO_x 저감효과 산식을 개정, 새로운 방법론에 의하면 NO_x 저감효과가 크게 감소
- 현대 디젤 엔진은 EGR, SCR, DPF, 그리고 초저유황 디젤(ultra-low sulfur diesel)을 사용하므로, 초기 TxLED 효과를 형성했던 과거 차량군과는 근본적으로 차이가 있음
- 이에 TxLED에 대한 실증적인 NO_x 저감효과를 알아보기 위해 연구가 시작됨



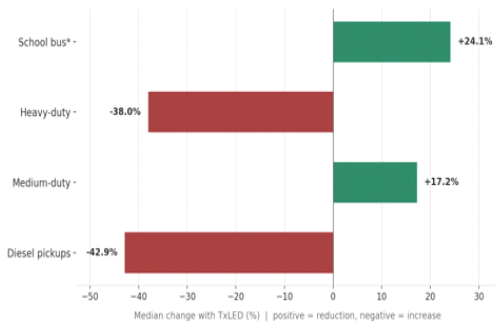
Texas Low Emission Diesel (TxLED) Study

연구 방법

- 텍사스 내 실제 운행 차량 비율을 반영하여 총 16종의 디젤 차량을 시험 대상으로 선정
- 반복 가능한 조건에서 초 단위 배출량을 측정하기 위해, TTI HQ의 온도 제어 실험실에서 EPA 표준 운행궤적을 적용한 시험을 수행



Texas Low Emission Diesel (TxLED) Study



Diesel Pickup



Medium-Duty



Heavy-Duty

Diesel pickups

TxLED 사용시 NO_x 배출이 증가, 현대 고출력 트럭에 TxLED 사용시 주의 필요

Medium-duty

전반적으로 결과는 혼재되어 있었지만 방향성 측면에서는 개선되는 경향; 후처리장치 의존도가 낮은 구형 차량 플랫폼의 영향이 일부 작용

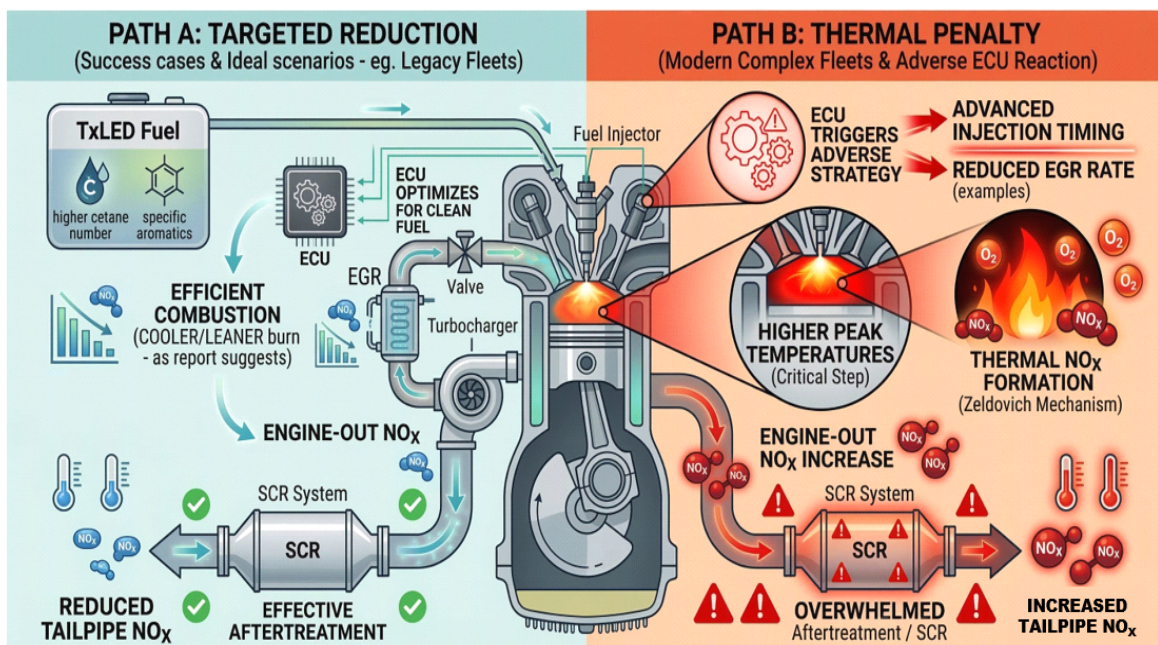
Heavy-duty

결과는 차량별로 상이하게 나타났으며, 뚜렷한 긍정적 사례도 있었지만 큰 폭의 불이익도 확인. 현대 중대형 차량에서의 적용 적합성이 보장된다고 보기 어려움

School bus

시험된 단일 스쿨버스에서는 순효과가 긍정적으로 나타났지만, 차량 부하와 운전 스트레스 조건에 대한 민감성이 큼

Texas Low Emission Diesel (TxLED) Study



Monitoring and Speciation of Particulate Matter Under 2.5 Microns (PM_{2.5}) Composition across Texas Counties

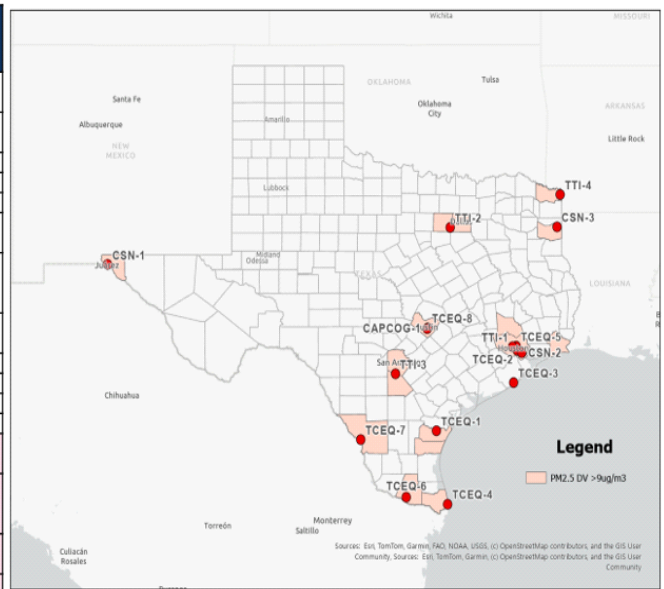
■ 연구의 배경

- 2026년 현재, 텍사스 254개 카운티 중 16개 카운티가 PM_{2.5} 비달성지역 (Nonattainment Area)으로 지정될 가능성이 있음
- PM_{2.5}의 발생원은 매우 다양하지만, 어떤 부문에서 얼마나 배출되는지에 대해서는 아직 충분히 규명되지 않음
- 텍사스 전역에서 PM_{2.5} 시료를 채취한 뒤, 성분 분석(speciation)과 오염원 기여도 분석(source apportionment)을 통해 지역별·부문별 PM_{2.5} 발생 특성을 분석함
- 이러한 분석 결과는 보다 효과적인 PM_{2.5} 저감 전략 수립에 기여할 것으로 기대됨

Monitoring and Speciation of Particulate Matter Under 2.5 Microns (PM_{2.5}) Composition across Texas Counties

■ 연구 대상

AQS	County	Local Name	Site ID (Area Name)	Latest data in	2024 DV	Q1 Avg	Q2 Avg	Q3 Avg	Q4 Avg
481410044	El Paso	El Paso Chamizal	CSN-1	2026	9.6	8.5	9.4	9.7	10.6
482011039	Harris	Houston Deer Park #2	CSN-2	2026	9.2	8.1	10.9	9.7	8.0
482030002	Harrison	Karnack	CSN-3	2026	9.5	8.7	12.3	9.9	6.9
483550034	Nueces	Dona Park	TCEQ-1	2024	9.3	8.1	14.1	9.4	5.8
482011035	Harris	Clinton	TCEQ-2	2026	10.8	9.9	12.8	11.3	9.4
480391012	Brazoria	Freeport South Avenue I	TCEQ-3	2026	-	7.7	8.9	9.6	6.5
480612004	Cameron	Isla Blanca State Park Road	TCEQ-4	2026	14.4	14.5	22.6	10.9	9.5
482010046	Harris	Houston North Wayside	TCEQ-5	2023	12.7	12.2	13.6	13.0	12.1
482150043	Hidalgo	Mission	TCEQ-6	2024	-	10.9	19.5	9.0	7.3
484790016	Webb	Laredo College	TCEQ-7	2025	9.7	8.9	15.2	8.9	5.9
484530021	Travis	Webberville	TCEQ-8	2025	9.7	9.5	12.6	9.2	7.5
484531619	Travis	Austin	CAPCOG-1	2026	10.0	9.0	12.9	10.1	7.8
482011052	Harris	Houston North loop	TTI-1	2026	11.9	11.1	13.7	12.2	10.7
484393011	Tarrant	Arlington Municipal Airport	TTI-2	2026	9.4	8.0	11.1	10.5	8.2
480131090	Atascosa	Von Ormy Highway 16	TTI-3	2026	9.5	8.2	13.8	9.8	6.2
480371031	Bowie	Texarkana	TTI-4	2026	10.0	8.9	11.0	11.5	8.7



Monitoring and Speciation of Particulate Matter Under 2.5 Microns (PM_{2.5}) Composition across Texas Counties

■ 연구 방법 - 샘플 수집

- Quartz, Teflon 필터를 이용한 24시간 대기 PM_{2.5} 수집 (매 3일)



■ 연구 방법 - 성분분석

- 탄소 성분 분석: EC/OC (Thermal-Optical)
- 무기 이온 분석: 수용성 이온 (IC-MS)
- 유기화합물 분석: 분자표지자 (GC-MS)
- 미량 원소 분석: 원소 조성 (ICP-MS)

■ 연구 방법 - 오염원 기여도 분석

- Positive Matrix Factorization (PMF)
- Chemical Mass Balance (CMB)



질의응답

Bumsik Kim, Ph.D.

B-Kim@tti.tamu.edu

Texas A&M Transportation Institute
1111 RELIS Parkway
Bryan, TX 77807
info@tti.tamu.edu
979-317-2000

Follow us on social media



» 주제발표 2

교통수단과 대기오염:
대류권 오존, 초미세먼지,
인천의 사례를 중심으로

박현영

인천연구원 환경안전연구부 부연구위원

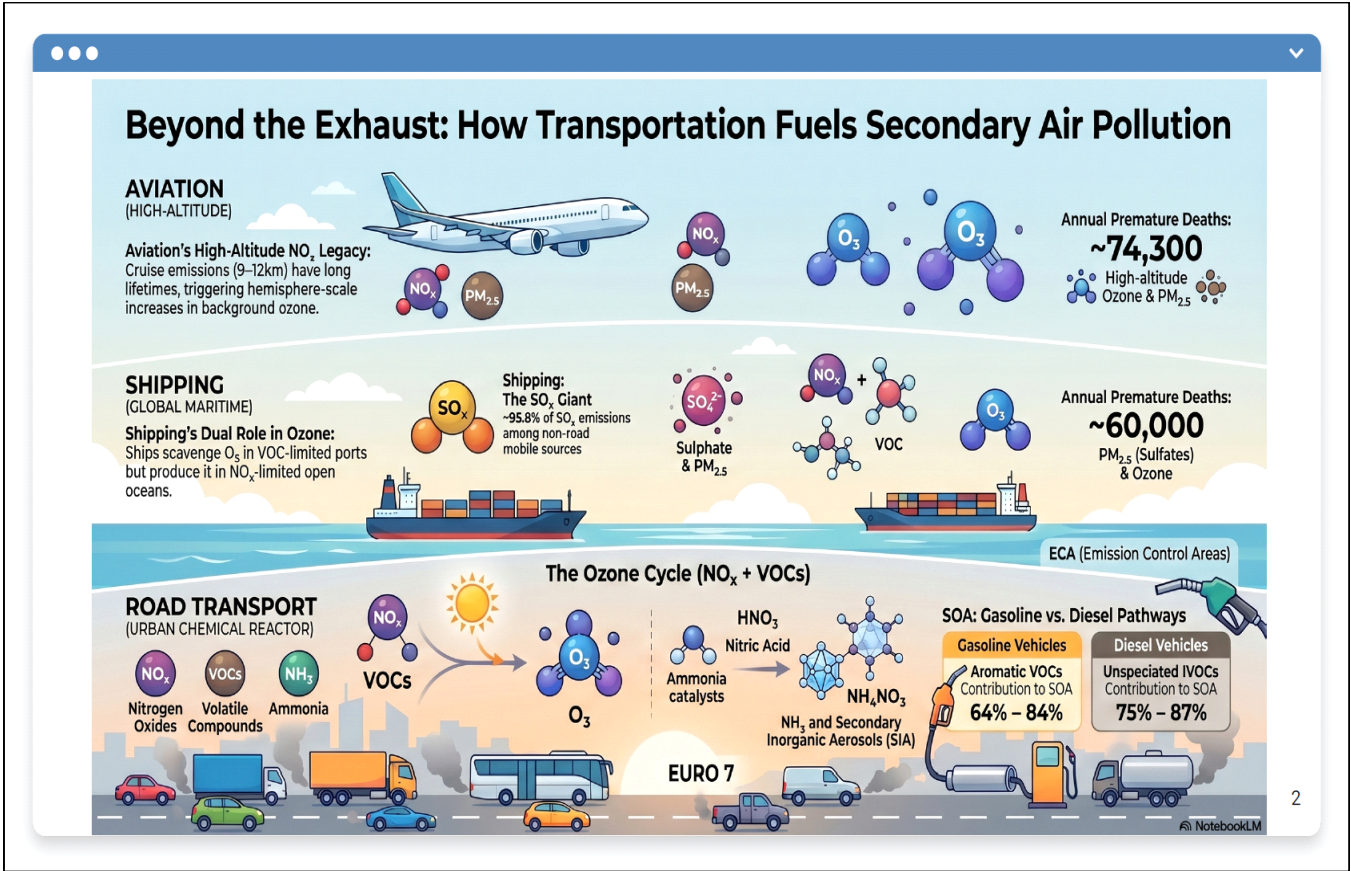
교통수단과 대기오염

-대류권 오존, 초미세먼지, 인천의 사례를 중심으로-

환경안전연구부 박현영 | 032.260.2662 | hypark96@ii.re.kr

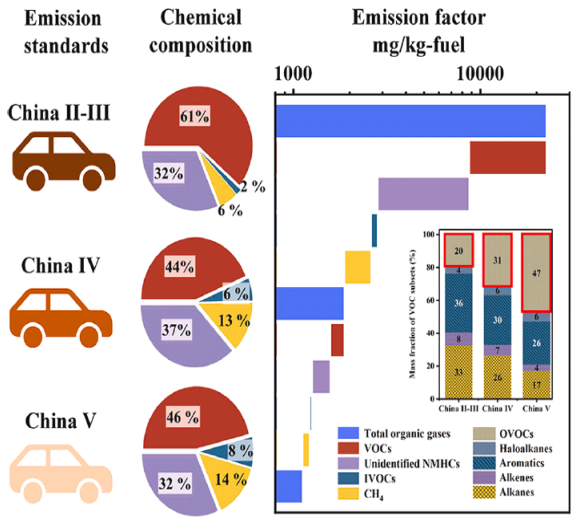


교통수단이 대기오염에 미치는 영향



연구 사례 1: 배출규제에 따른 내연기관 배출가스 중 VOCs 화학 조성의 변화

Qi et al. (2021), Primary organic gas emissions from gasoline vehicles in China: Factors, composition and trends.



가솔린 차량 배출가스의 규제기준 강화에 따른 VOCs·IVOCs·OVOCs 배출 변화와 오존/SOA 생성 영향

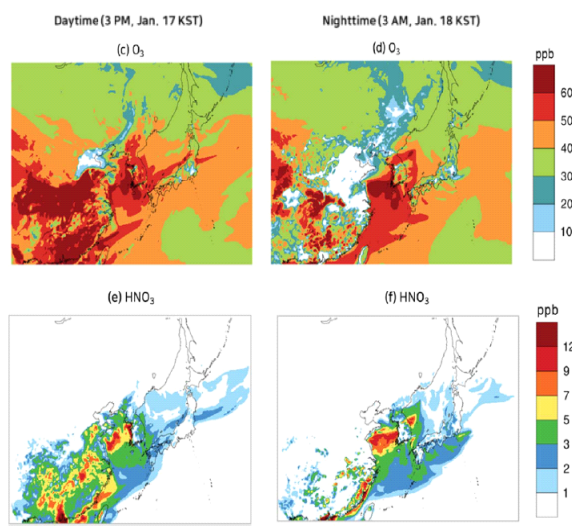
- 중국 II~V 배출기준의 경량 가솔린차 12대를 WLTC 조건에서 분석한 결과, 총 유기가스 (TOGs) 배출 중 VOCs가 가장 크게 감소했고, 다음으로 미확인 NMHCs와 IVOCs였음.
- TOGs 내 VOCs 비중은 61 ± 9%에서 46 ± 18%로 감소한 반면, **IVOCs 비중은 2 ± 0.4%에서 8 ± 4%로 증가해, 강화된 배출기준에 따라 배출 조성이 달라짐.**
- VOC 하위그룹에서는 OVOCs의 저감 효율이 가장 낮아, 비교적 최신 가솔린차에서 OVOC 관리의 중요성이 제기됨.
- 오존 및 SOA 생성 잠재력은 배출기준 강화로 각각 96%, 90% 감소했으며, SOA 생성의 주요 기여원은 구형 차량의 방향족 성분에서 신형 차량의 IVOCs로 이동함.

*증기압/휘발성에 따른 VOCs 구분

- LVOCs (Low VOCs) : 휘발성 매우 낮음, 응축 과정이 우세
- SVOCs (Semi VOCs) : 휘발성 낮음~중간, 온도에 따라 기체-입자 간 상분배 결정
- IVOCs (Intermediate VOCs) : 휘발성 중간, SOA 생성 중요 물질

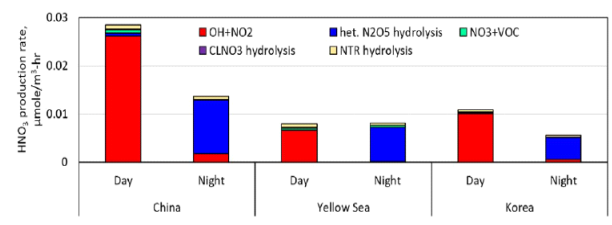
연구 사례 2: 서해상 오존과 초미세먼지

Park et al. (2024), The formation and transport of HNO₃ over the Yellow Sea and its impact on the January 2018 PM_{2.5} episode in Seoul.



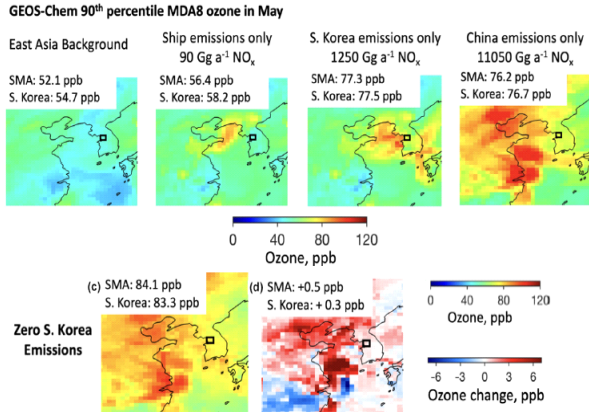
서해상 오존과 야간 질산 생성

- 2018년 1월 16일~18일 고농도 초미세먼지 수도권 내 발생(PM_{2.5} 평균농도: 87.6 µg/m³).
- 대기질 모델링 결과, 서해상에 40~60 ppb 수준의 오존 분포.
- 서해상 오존으로 인한 야간 질산 생성 반응 활발히 발생.
 $NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$, $NO_2 + O_3 \rightarrow NO_3 + O_2$
 $NO_2 + NO_3 \leftrightarrow N_2O_5$, $N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$, $NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3(s)$
- 주간 질산 생성물이 야간 질산 생성물을 압도(육지 지역).
- 주간 질산 생성물과 야간 질산 생성물이 거의 동일(서해상).
- 육지에 비해 서해상 야간 질산 생성이 활발, 야간에 고농도로 분포하고 있는 오존이 기여.



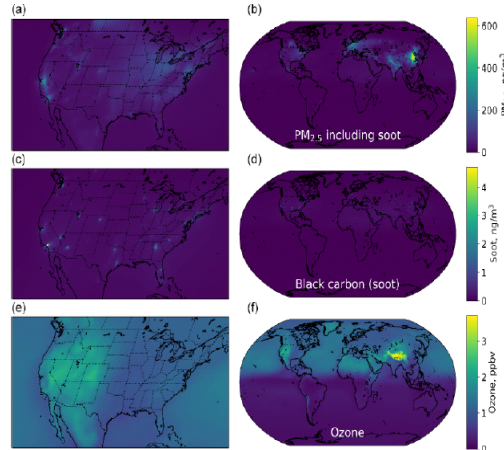
연구 사례 3: 항공기와 대기오염

Eastham et al. (2024), Global impacts of aviation on air quality evaluated at high resolution.
Colombi et al. (2023), Why is ozone in South Korea and the Seoul Metropolitan Area so high and increasing?



동아시아 지역의 오존 배경농도의 상승

- Global-scale 대기질 모델링 결과, 동아시아 지역의 오존 배경농도는 약 50~60 ppb (0.05~0.06 ppm)으로 추정.
- 우리나라의 오존 8시간 평균농도의 대기환경기준은 **0.06 ppm**으로, 오존 배경농도는 대기환경기준치에 거의 근접하는 수치.
- 수도권은 **VOC-limited** 지역으로 추정되며, 2015-2019년 사이에 발생한 오존 농도 증가는 지표면 NO₂ 농도 감소(22%)로 설명 가능(NOx 배출 감소).

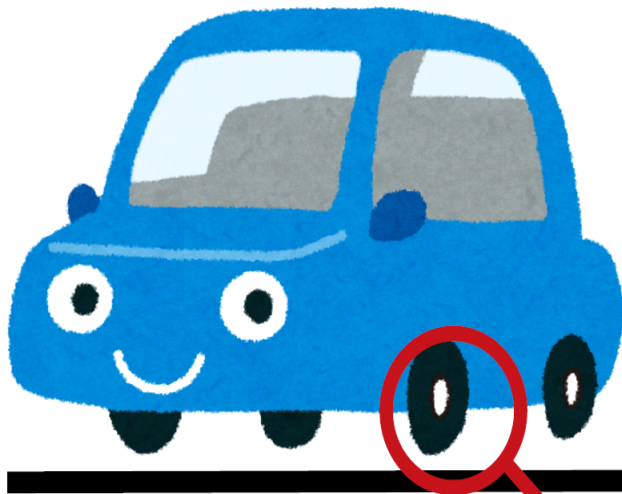


항공기 배출가스가 대기오염에 미치는 영향

- Aviation NO_x emissions lead to ozone formation over large areas, influencing surface air quality.
- The impact of cruise emissions on ozone is significant, with impacts extending across the hemisphere.
- Secondary PM_{2.5} formation from ozone precursors is a major contributor to aviation-related particulate matter.

떠오르는 과제: 비배기 배출(non-exhaust gas)

비배기 배출(non-exhaust gas): 배기 배출과 관련되지 않은 타이어 마모, 브레이크 마모, 도로 마모, 도로재비산 먼지 등으로 인한 먼지 배출



타이어와 노면의 마찰로 인해 타이어 마모, 도로 마모 발생
브레이크 패드와 브레이크 디스크 사이의 마찰로 인해 브레이크 마모 발생

Euro 7의 새로운 규제

- NOx, CO, PM 등 한층 더 강화한 규제 적용
- 타이어 및 브레이크 패드 분진 등에 대한 규제 적용
- 하이브리드 차량, 전기차 배터리의 내구성 규제 명시

친환경차 보급의 확산

- 대기오염 완화와 탄소중립을 위한 내연기관 퇴출 정책의 확산
- 지자체 대기환경개선 시행계획을 통해 친환경차(전기차, 수소차) 보급 정책 추진
- 수도권 지자체, 내연기관 퇴출을 위한 자동차 운행제한 로드맵 수립

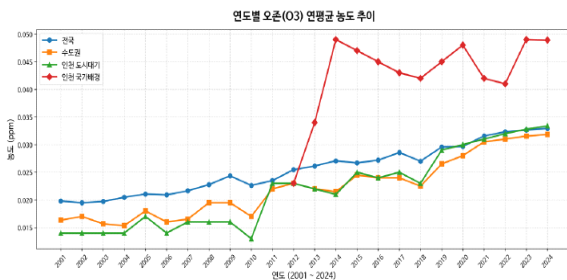
전기차의 경우, 배터리 탑재로 인해 기존 내연기관보다 **중량이 더 증가**
선행연구에 따르면 기존 내연기관에 비해 전기차의 중량은 약 20~25% 증가

→ 차량의 중량이 증가하면 더 많은 마모가 발생하여 비배기 배출로 인한 먼지 발생이 증가

인천의 대기오염도와 배출량 현황

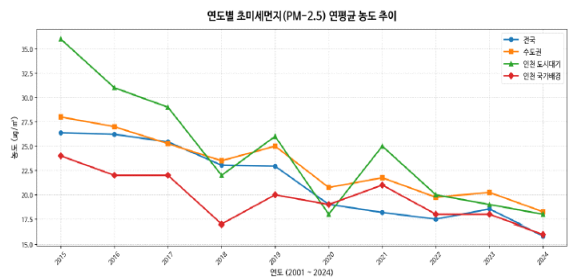
인천의 대기오염도 현황

오존(O₃)



초미세먼지(PM_{2.5})

*PM_{2.5}의 경우, 2015년부터 공식적으로 측정 시작



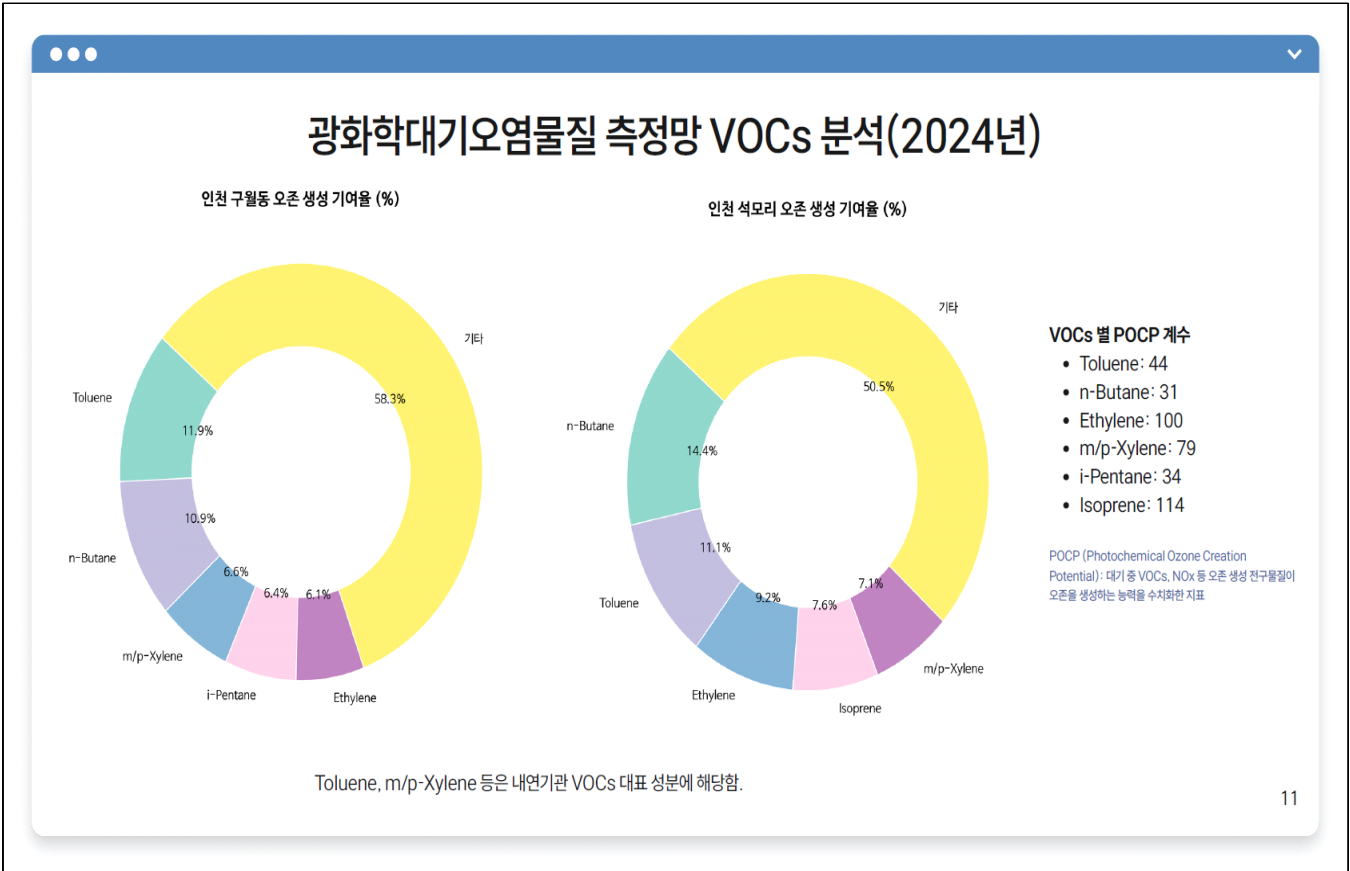
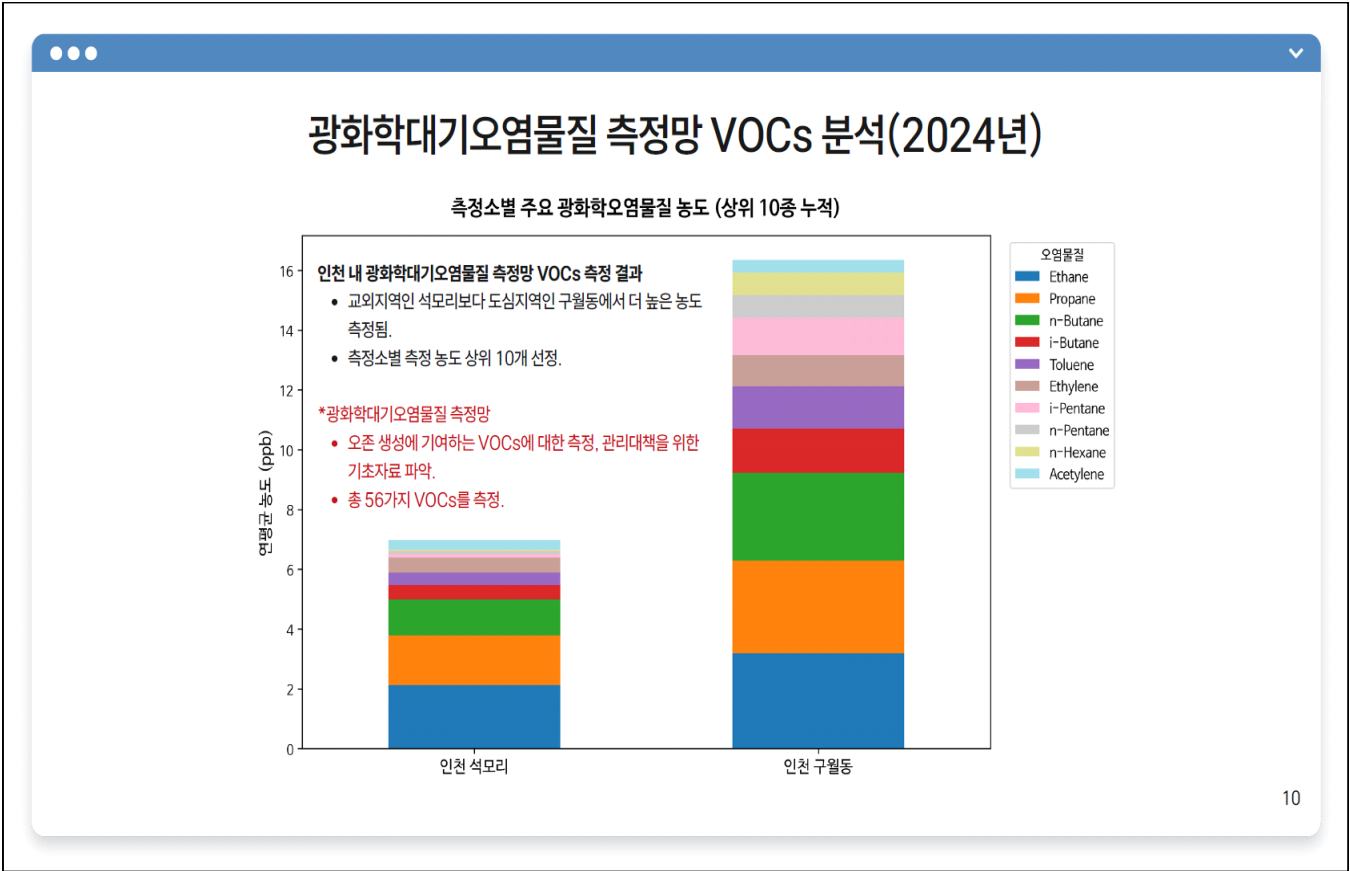
【표 3-3】 인천 국가배경교외대기측정망 오존 8시간 평균 99백분위수 (단위: ppm)

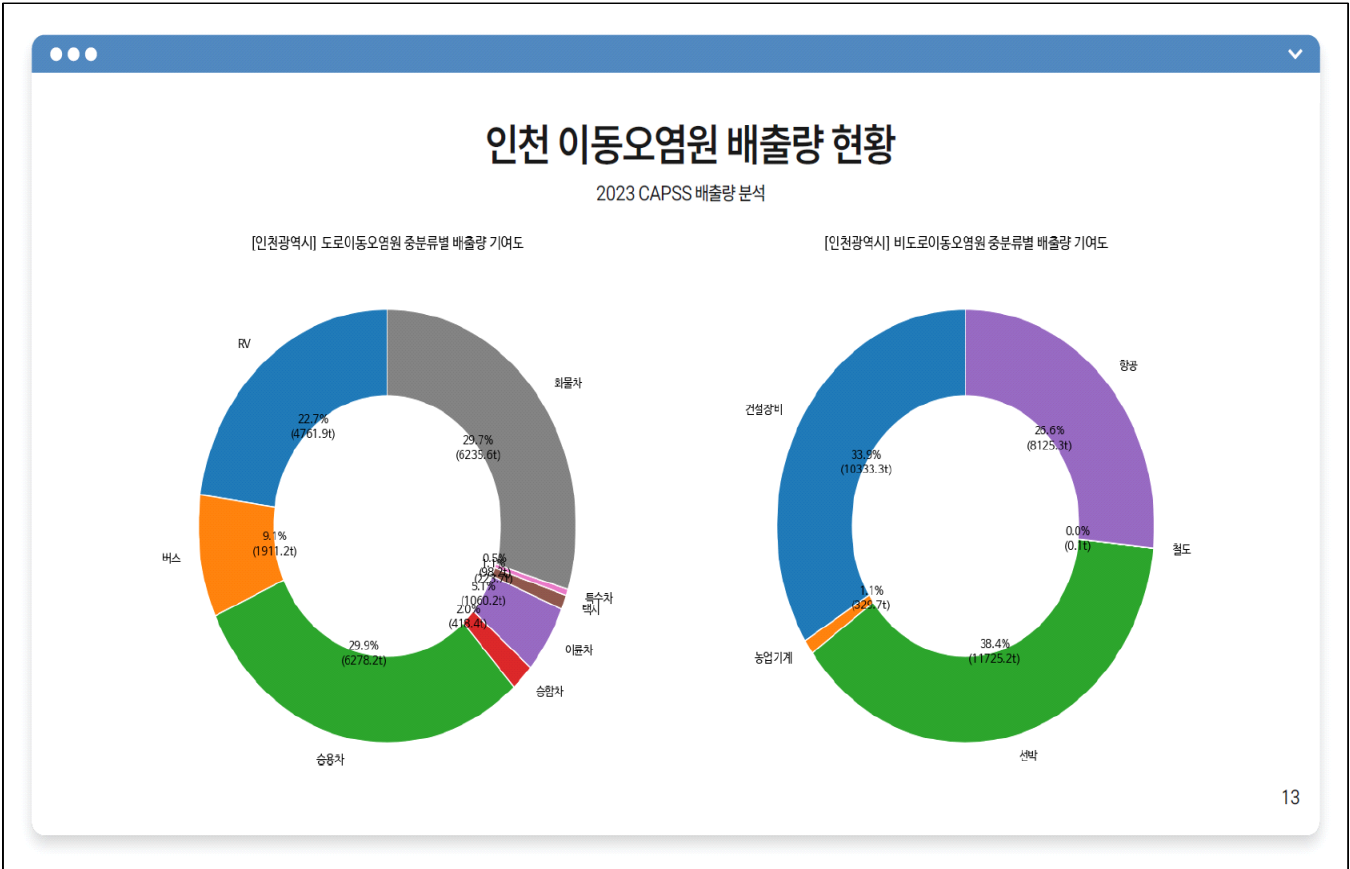
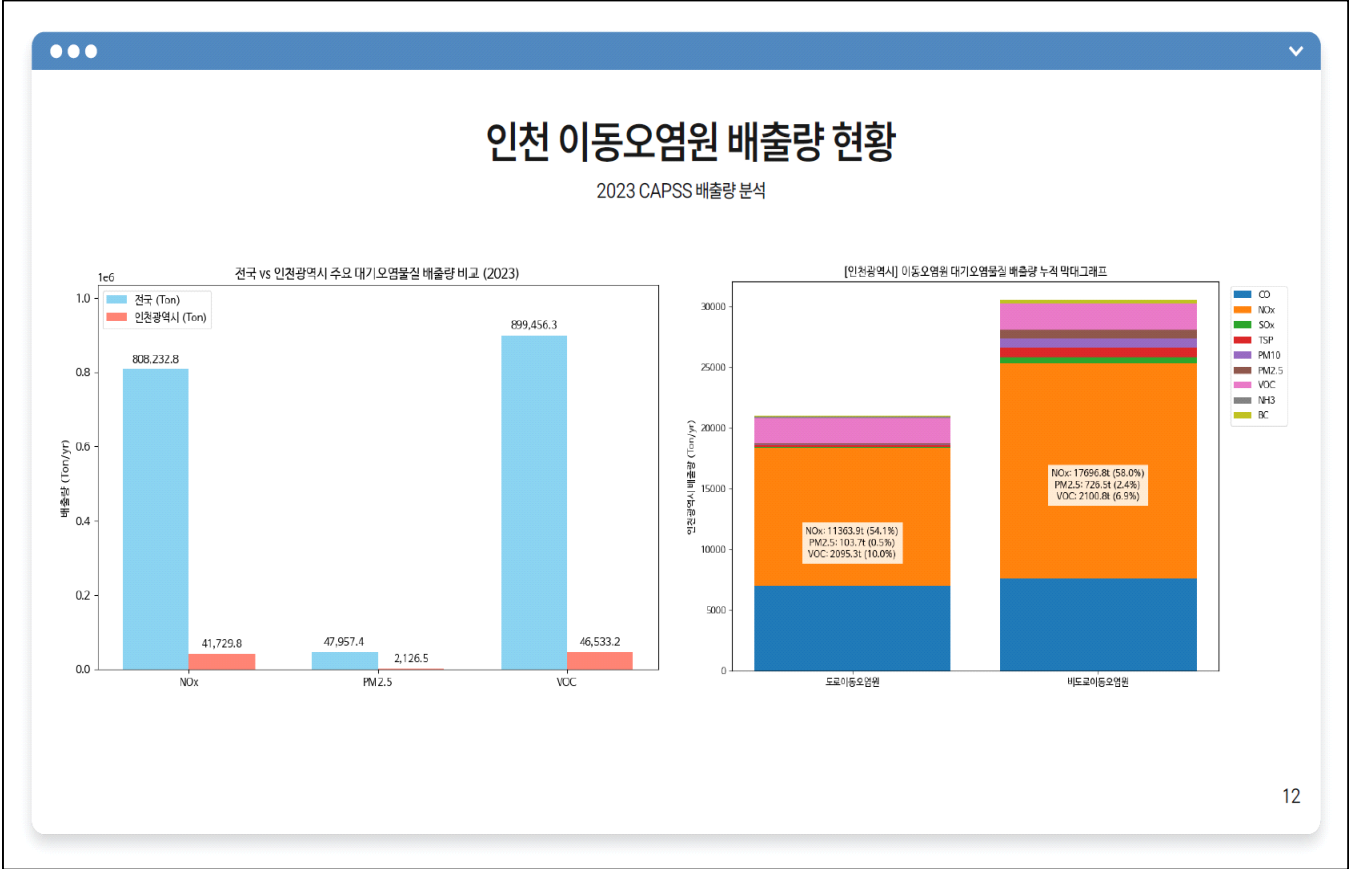
측정소	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
백령도	0.0804	0.0971	0.0900	0.0890	0.0781	0.0994	0.0901
연평도	-	-	0.0769	0.0988	0.0932	0.0965	0.0904
울도	-	-	0.0637	0.084	0.0862	0.085	0.0802
석모리 (강화)	0.0904	0.109	0.0892	0.101	0.0925	0.0718	0.092
덕적도	0.0927	0.113	0.0807	0.108	0.0894	0.0943	0.0863

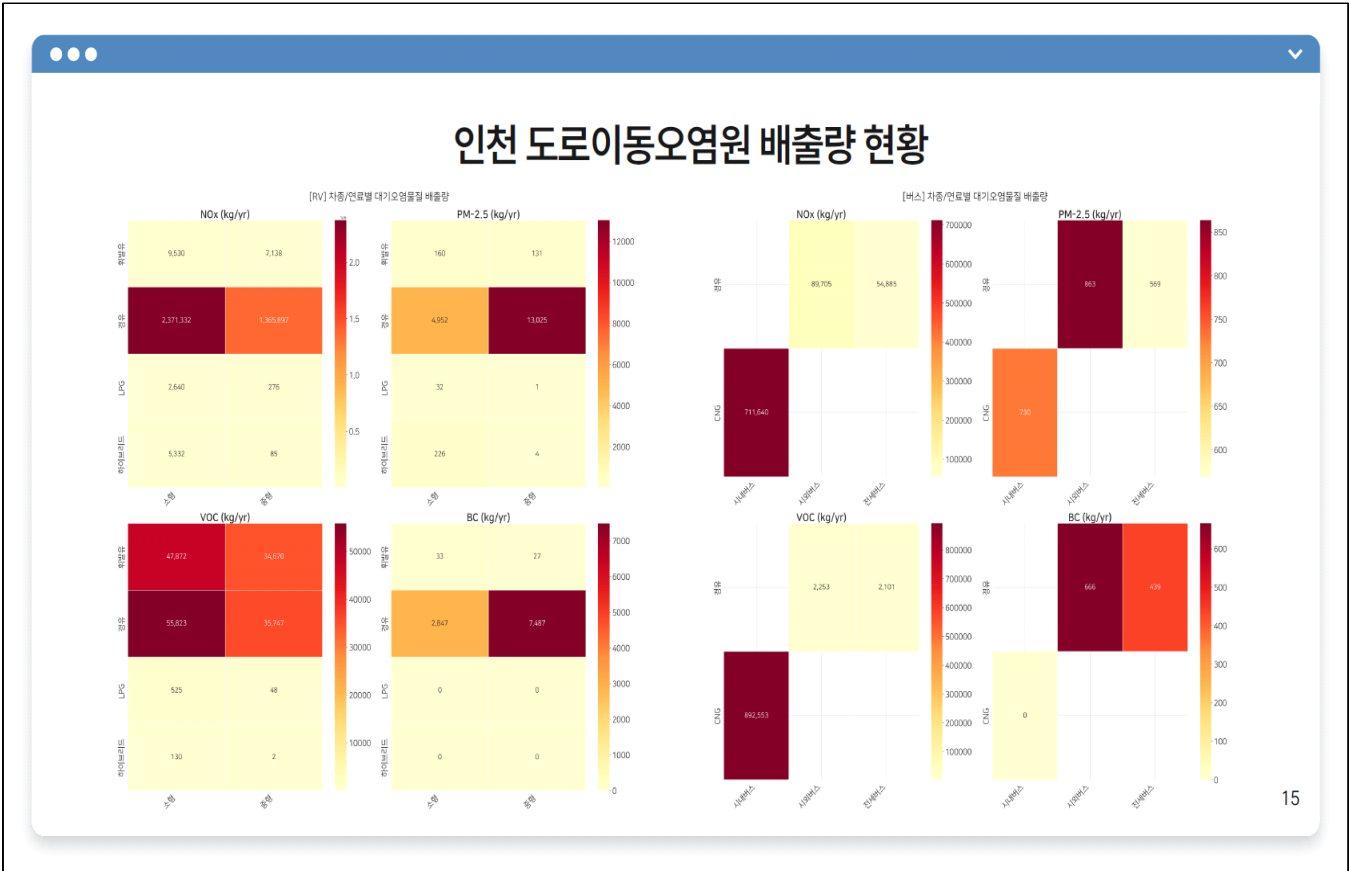
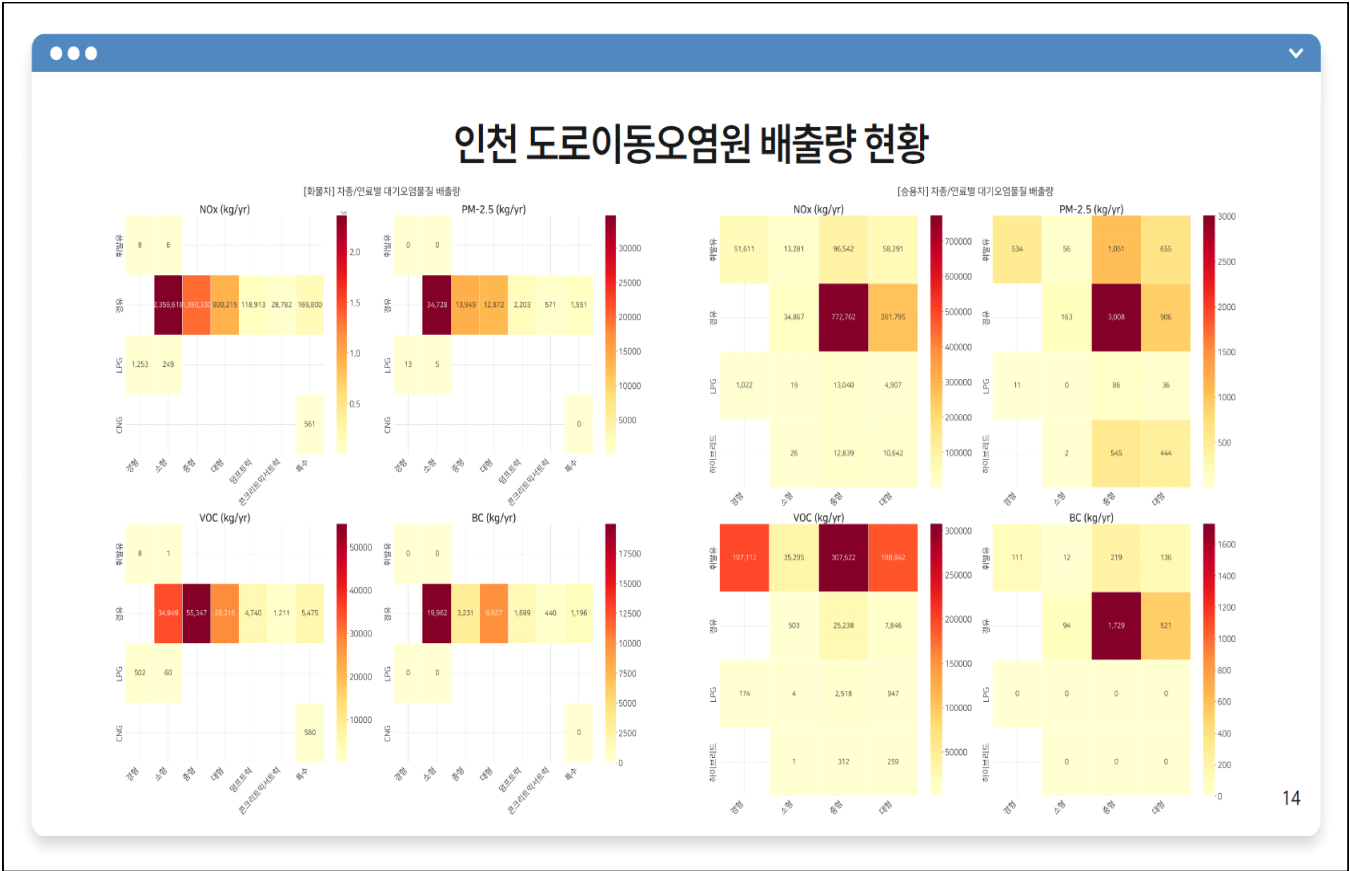
초미세먼지 농도 감소와 오존 농도의 상승

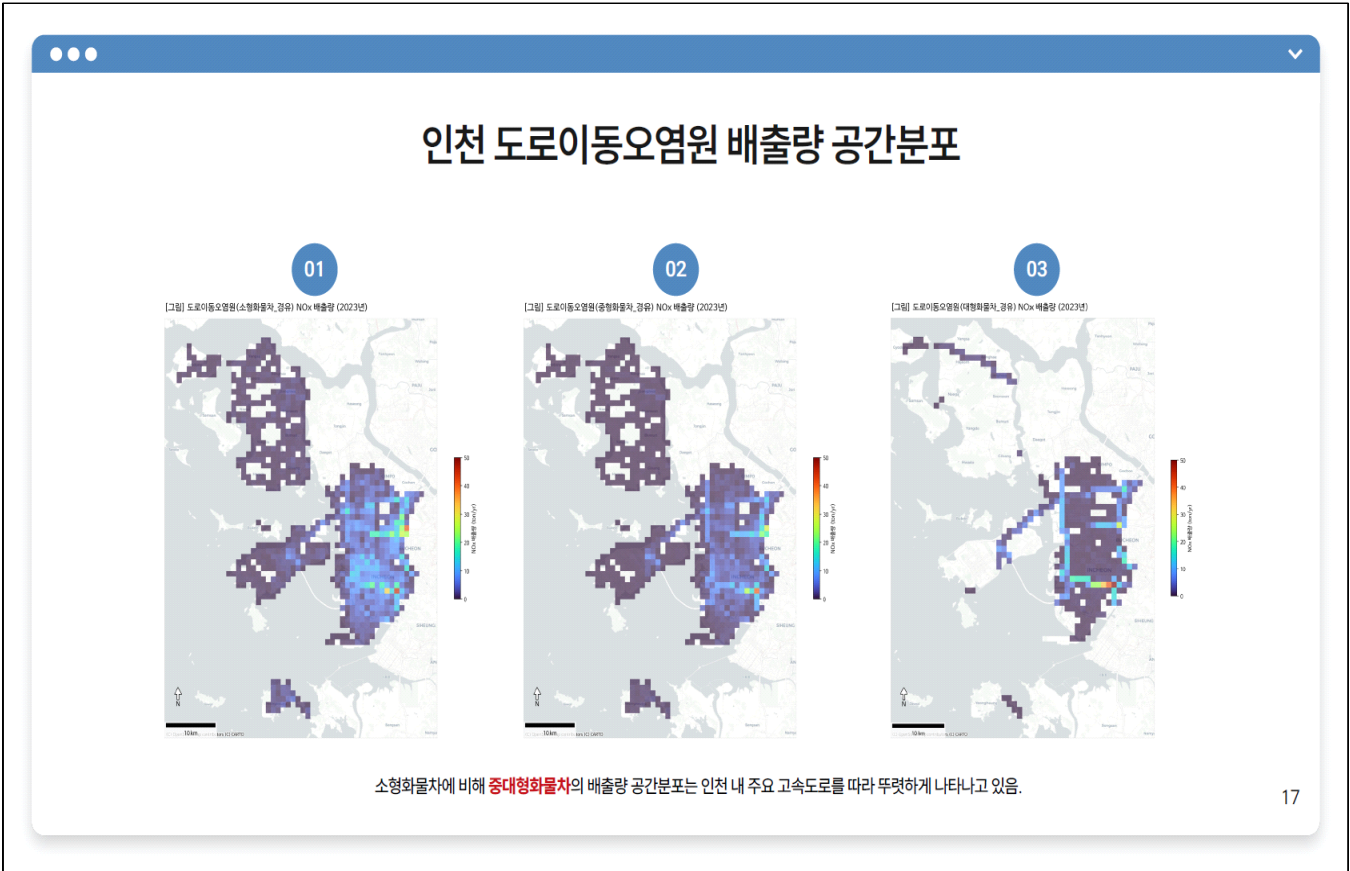
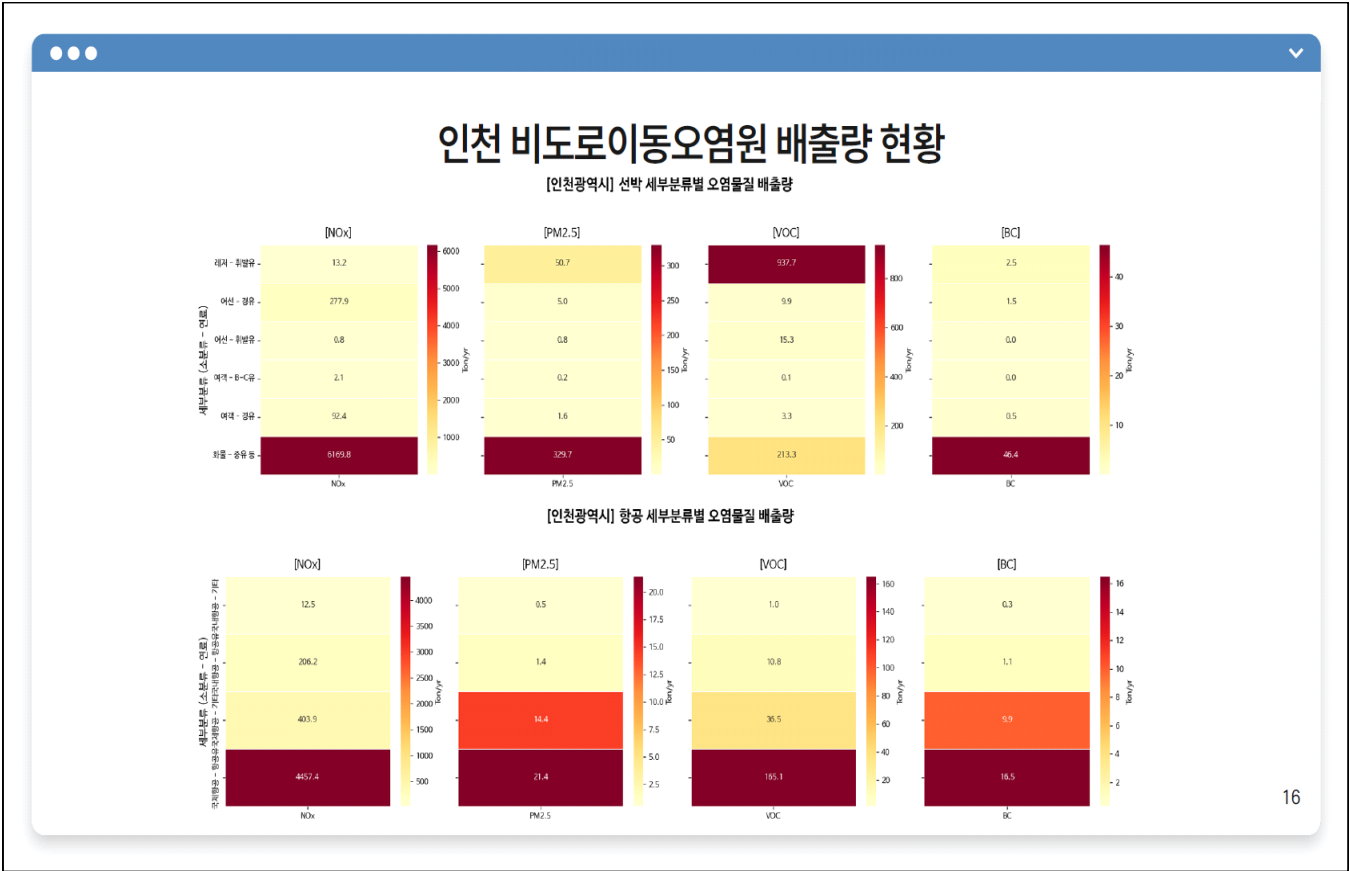
- 공식 측정이 시작된 2015년 이래로 초미세먼지(PM_{2.5}) 농도는 감소 추세.
- 반면, 오존 농도는 지난 2001년부터 전국적으로 증가하고 추세를 보임.
- 인천 내 도시대기측정소에 비해 국가배경농도측정소에서의 농도 상승 추세가 가파른 것으로 나타남.
- 2024년 기준, 인천 교외 및 도서지역의 오존 8시간 평균 99백분위수는 **0.08~0.09 ppm**, 대기환경기준은 0.06 ppm을 초과하였음.

도시대기측정망의 오존 8시간 평균 99백분위수는 대기환경기준은 0.06 ppm을 초과 (0.07~0.12 ppm)

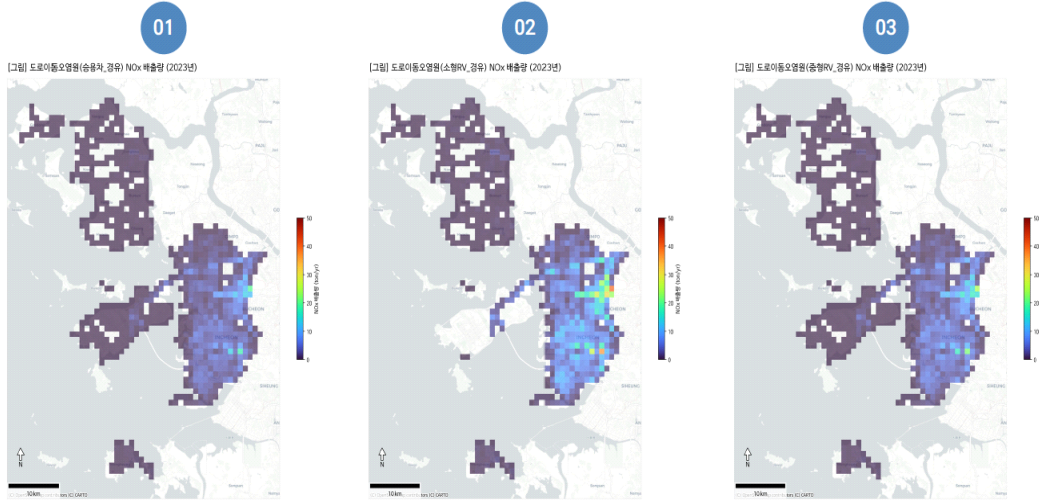








인천 도로이동오염원 배출량 공간분포



대체로 인천 도심 내 배출량이 고르게 분포하고 있고, 승용차에 비해 RV차량의 배출량이 송도 부근에서 높게 산정됨.

인천광역시 대기환경개선 시행계획

인천광역시 대기환경개선 시행계획(2025~2029) 수립 연구 최종보고서

도로이동오염원 부문

- 노후 경유차 퇴출 및 저공해/무공해차 보급 확대
- 무공해차 충전 인프라 구축 지원 추진
- 노후차 저공해조치 지원
- 노후 경유차 조기폐차 지원
- 교통수요 관리 강화
- 도로 및 대중교통 인프라 개선
- 자동차 운행제한구역 관리 및 확대

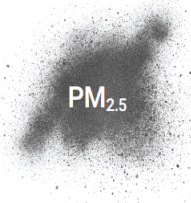
비도로이동오염원 부문

- 노후 건설장비 조기폐차 지원
- 노후 건설장비 저공해조치 지원
- 친환경 건설장비 보급
- 선박 AMP 확충과 이용률 제고
- 선박 저속운행 프로그램 운영
- 친환경 선박 전환 지원
- 항공기 이상전원 공급장치 사용 유도
- 공장 이상조장장치 저공해화 및 배출 저감

[표 6-2] 대책별 투자 단위

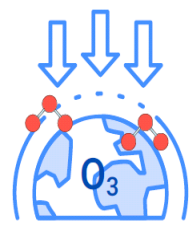
분야	시행계획	단위	지원금 (만 원)	국비 비율 (%)	자립비 비율 (%)
도로 이동오염원	노후경유차 조기폐차	대	285	50	50
	무공해차 보급 확대	대	4,500	65	35
	노후경유차DPF 부착	대	300	50	50
	노후 건설차량 DPF 부착	대	1,100	50	50
	이륜기 통학차량 LPG차 전환	대	300	50	50
	전기 이륜차 보급	대	80	50	50
비도로 이동오염원	노후 건설기계 조기폐차	대	373	50	50
	노후 건설기계 연진교체	대	1,650	50	50
	건설기계 전동화	대	32,280	50	50
	친환경 건설장비 보급	대	7,500	50	50
생활오염원	농기계 조기폐차	대	373	50	50
	도로청소차량 보급 확대	대	20,000	50	50
	가정용 저속보일러 보급	대	60	60	40
	유기물계 사후 소규모 사업장 배출저감 지원	대	3,600	56	44
	조리시설 미세먼지 방지시설 설치 지원	대	3,600	56	44

* 무공해차 보급 확대 계획은 연도별 지원금 및 자립 비율이 변동될 수 있어 2025년 기준으로 기재함



PM_{2.5}

향후 과제



자동차(내연기관, 전기차 등)

- 내연기관 → 전기차로 2차 생성 에어로졸 생성과 Black Carbon 저감 기대
- 그러나 전기차로 인한 비배기 배출 증가 우려, 친환경 소재 및 저마모 타이어와 브레이크 패드 보급, 브레이크 분진 포집 의무화 등이 새로운 정책수단으로 떠오를 수 있음.

선박

- 육상전원공급설비(AMP) 확충 및 의무화: 항만 정박 중인 선박이 육상에서 전기를 공급할 수 있도록 의무화 필요(유럽, 미국 의무화 시행)
- 배출규제해역(ECA) 강화, 저황유 사용 강화
- 친환경 선박 도입: 탈탄소 및 대기오염 저감을 위한 수소, 암모니아 연료 추진선 전환을 위한 지원 확대 등

항공기

- 지속가능항공유(SAF) 사용 확대: 화석연료 기반 연료유 대비 친환경 연료유 사용 확대 필요
- 비행경로 최적화, 지상 활주 시간 단축, 엔진 정비 점검을 통한 연료 연소 효율 극대화 등 (연료 사용 줄이기 위한 노력 필요)

자동차(내연기관, 전기차 등)

- 내연기관 → 전기차를 통한 NOx 및 VOCs 배출 저감 기대
- 오존 고농도 시 공회전 제한 강화, 핀셋 단속 시행 등

선박

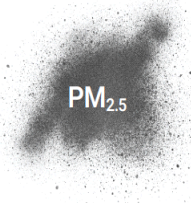
- 친환경 선박 도입: 탈탄소 및 대기오염 저감을 위한 수소, 암모니아 연료 추진선 전환을 위한 지원 확대 등
- 배출규제해역(ECA) 강화, 저황유 사용 강화

항공기

- 지속가능항공유(SAF) 사용 확대: 화석연료 기반 연료유 대비 친환경 연료유 사용 확대 필요
- 비행경로 최적화, 지상 활주 시간 단축, 엔진 정비 점검을 통한 연료 연소 효율 극대화 등 (연료 사용 줄이기 위한 노력 필요)

NOx 혹은 VOCs-limited 환경은 오존 생성에 결정적인 역할을 하기에, 교통 분야를 포함하여 이를 고려한 정책 수립이 필요할 것으로 판단됨.

20



PM_{2.5}

향후 과제



발표를 들어주셔서

감사합니다



인천연구원

[Memo]