

서울시 대기오염물질 및 온실가스 모니터링을 위한 원격탐사 기술의 활용

신성균, 송민영, 김수진, 이소진, 강신영, 유기영
*서울연구원 지속가능연구본부
e-mail:skyun@si.re.kr

Application of Remote Sensing Techniques for Air Pollutant and GHGs Monitoring in Seoul

Sung-Kyun Shin, Min Young Song, Sujin Kim, Sojin Lee, Shinyoung Kang,
Keeyoung Yoo
Office of Sustainability Research

요약

본 연구에서는 온실가스 및 미세먼지 등을 포함한 도심 속 발생하는 다양한 대기오염 및 기후변화 유발물질들의 연속적인 모니터링을 위하여 라이다(LiDAR)와 같은 원격탐사 기술을 도심 최초로 시범도입하여 관측한 결과와 서울시 대기질 개선 정책과의 연계 활용방안 등을 제안하였다.

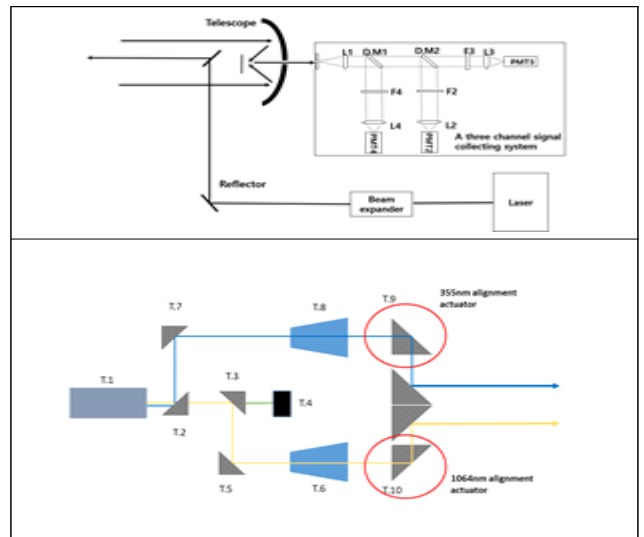
1. 서론

서울과 같이 인구밀도가 높고 다양한 활동이 지속적으로 이뤄지는 대도시 지역에는 공사장 현장, 혼잡도로, 대형쇼핑몰 등, 미세먼지 및 온실가스 등을 포함하는 다양한 대기오염 및 기후변화 유발물질 배출원들이 산재 분포하고 있다. 최근 광범위한 지역에서 다양하게 발생하는 대기오염 및 기후변화 유발 물질을 효과적으로 모니터링하기 위하여 원격탐사 기술을 도입하는 사례가 국내외에서 증가하고 있다. 이러한 기술 동향과 더불어 본 연구에서는 서울시에 스캐닝 라이다와 같은 능동형 원격탐사 기술을 시범도입하여 실시간 서울시 미세먼지 분포를 도출하였으며 주요 CO₂ 배출원 탐지 기능을 확인하였다. 또한 실시간 모니터링과 연계될 수 있는 다양한 서울시 대기질 개선 및 온실가스 저감정책에 연계활용 방안을 제안하고자 한다.

2. 관측장비 및 데이터 분석방법론

본 연구에서는 미세먼지와 같은 입자상 오염물질을 모니터링을 위해서 탄성산란 신호(Elastic Scattering Signal)를 관측 및 분석에 사용하는 미세먼지 라이다 장비를 사용하였으며, 이산화탄소와 같은 온실가스를 탐지하기 위하여 라만 산란 신호(Raman Scattering Signal)를 사용하는 CO₂ 모니터링

라이다 기술을 활용하였다. 그림 1과 2에 각각 장비의 구성체계와 관측신호 분석법을 나타내었다. 라이다 기술은 대기 중에 레이저를 조사하여 입자 혹은 가스 분자에 의해 산란되는 신호를 망원경으로 수집하고 검출기를 통하여 저장된다. 해당 신호의 분석을 통해 레이저 광경로 상의 미세먼지 및 CO₂의 위치를 알 수 있다. 특히 본 연구에서는 일반적으로 사용되는 분석방법이 아니라, 서울시에 기존 설치 운용되고 있는 미세먼지 간이측정기 네트워크로부터(S-DoT) 획득된 정보와 기상자료 등을 기계학습의 입력자료로 활용하여 라이다 신호의 미세먼지 농도 변환 모델을 구축하였다.



[그림 1] (위) CO₂ 라이다 모식도 (아래) 미세먼지 라이다 모식도

4. 요약 및 활용전망

본 연구를 통해 시행된 원격탐사기술 기반 (대기질 관측 라이다)한 서울시 미세먼지 및 CO₂ 측정된 결과 서울시에 산재되어 분포하고 있는 다양한 대기오염물질 및 기후변화 유발물질 등의 실시간 분포 정보를 탐지하고 구분하는데 효과적인 것을 파악하였다. 특히 광범위한 지역에 분포하고 있는 다양한 배출원들은 실시간으로 한번에 규명할 수 있는 기술적 특장점은 향후 서울시에 해당 기술이 적용되었을 때, 실시간 고농도 배출지역 탐지 및 대응, 주요 배출원 관리 감독 등 현업에 활용도 뿐만 아니라 대기질 개선 및 온실가스 저감 대책 수립, 환경영향 평가 등에 있어 과학적 근거자료로 활용가치가 높다고 할 수 있다. 하지만 라이다 설치장소, 운용지침, 기존 측정 네트워크와의 연계활용 방안, 등이 향후 확대 도입 검토 시 우선 수립 되어야 할 것이다.

참고문헌

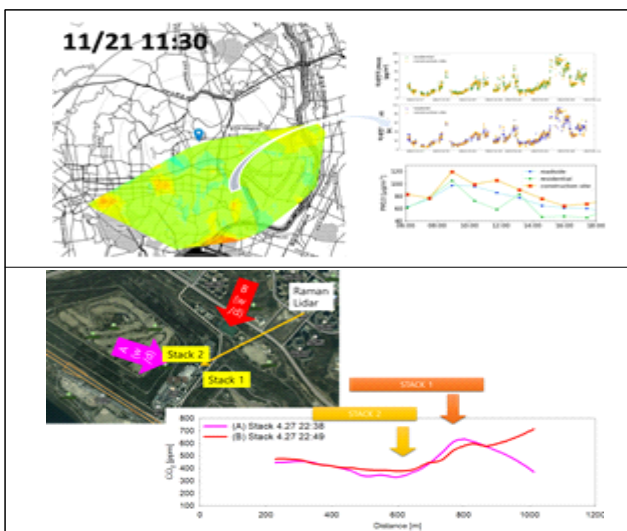
- [1] Kim and Lee, "Trend of Air Quality in Seoul: Policy and Science", *Aerosol and Air Quality Research*, 18, 2131-2156 (2018)
- [2] Choi et al., "Analysis of the National Air Pollutant Emission Inventory (CAPSS 2016) and the major cause of Change in Republic of Korea, *AJAE*, 14(4) (2020)
- [3] Kim et al., "Development of Raman Lidar for Remote Sensing of CO₂ Leakage at an Artificial Carbon Capture and Storage Site," *Remote Sensing* 10(9), 1439 (2018)

사사

본 연구는 (재)서울연구원에서 수행중인 연구원 기초공모과제(2024-BR-08)과 서울특별시 수탁과제 (2024-ER-15)의 지원을 받아 수행되었습니다.

3. 관측결과 예시

그림 3에 미세먼지 스캐닝 라이다로 관측한 실시간 미세먼지 분포 가시화 자료의 예시를 나타냈다. 해당 측정자료의 예시로부터 관측지점 반경 범위 (약 5km) 내의 주요 미세먼지 분포지역의 탐지를 라이다 기술을 통해 구현할 수 있다는 것을 확인할 수 있으며, 연속적인 시계열 데이터 정보의 획득을 통해 해당 지역에서 어느 시간대에 고농도 미세먼지가 발생하는지와 같은 다양한 정보를 확인할 수 있다. 또한 그림3b에 CO₂ 모니터링 라이다로 탐지한 CO₂ 측정결과를 나타내었다. 그림3b와 같이 소각장, 굴뚝 등에서 발생하는 고농도 CO₂를 원격탐지 할 수 있는 것을 확인할 수 있다.



[그림 3] (위) 미세먼지 라이다 관측 예시 (아래) CO₂ 라이다 관측 예시