

PA47) Multi Axis DOAS 기술을 이용하여 서울 특별시 대기질에 따른 지표면 이산화질소 혼합비 산출

Derivation of Surface NO₂ Mixing Ratios Using Multi-Axis DOAS Measurements in Seoul

김여숙 · 이한림 · 김영준 · 정진상 · 손병준¹⁾ · 전현욱¹⁾

광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링 신기술연구센터, ¹⁾서울대학교 자연과학대학

1. 서 론

차등흡수분광법(Differential Optical Absorption Spectroscopy, DOAS)을 사용하는 지상용 Multi Axis (MAX) DOAS는 광원으로 태양산란광을 이용하고, 다양한 고도각에서 측정함으로써 측정 및 운용비용이 절감되고 미량기체의 공간적 분포를 유추할 수 있는 장점이 있다. 분석결과를 빛이 통과한 광 경로 길이로 나누어 줌으로써 농도산출이 가능하며 광 경로는 복사전달모형을 이용하여 계산된다. 최근 MAX-DOAS와 복사전달모형(Radiative Transfer Model)을 이용하여 도시지역 대류권내의 이산화질소 농도를 산출한 기술이 소개되고 있다(Leigh et al., 2007). 본 연구에서는 MAX-DOAS를 이용하여 이산화질소 혼합비(mixing ratio)를 구하는 새로운 방법을 소개하고 봄철기간동안 서울에서 관측된 지상용 MAX-DOAS 기술로 산출된 혼합비를 주변의 점모니터링(in-situ) 장비와 비교를 통하여 측정된 결과의 검증을 수행하였다.

2. 연구 방법

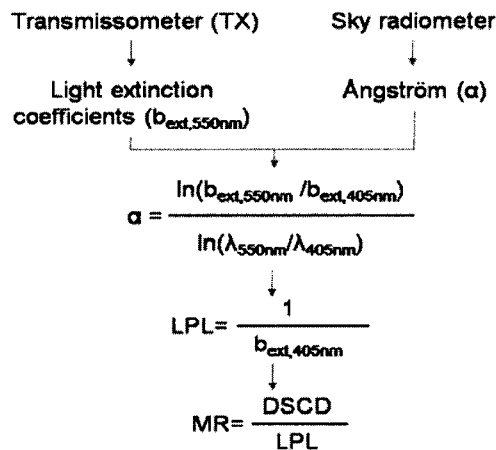


Fig. 1. Conversion of differential slant column densities (DSCDs) to mixing ratios.

본 연구에서는 2007년 3월 23일부터 5월 11일까지 서울대학교(37.27 N, 126.57 E)에서 MAX-DOAS를 이용하여 측정된 스펙트럼을 사용하였다. 그림 1은 MAX-DOAS를 이용하여 이산화질소 혼합비를 산출하는 과정을 보여주며 550nm에서 관측된 빛소멸계수(light extinction coefficient: b_{ext})와 sky radiometer의 ångström 지수를 이용하여 이산화 질소 흡수영역에서 광 경로 길이(light path length)가 계산되었다. 관측된 스펙트럼은 397nm에서 416.2nm 범위의 파장영역에서 차등흡수 분광법을 이용하여 이산화질소 칼럼농도(SCD)를 측정하였다. 지표면에 존재하는 이산화질소의 혼합비를 산출을 위하여 기기 고도각 3°에서 관측한 differential SCD(DSCD)를 적용하였다. 기기 고도각 3°의 SCD에서 천정각(zenith, 90°)의

SCD를 제거해 줌으로 성층권 이산화질소의 영향이 제거된 광 경로상 농도의 합이 계산되었다(DSCD). 빛의 광 경로에 존재하는 이산화질소는 경계층(boundary layer) 안에서 혼합되어 고르게 분포한다고 가정하였으며 DSCD를 광 경로 길이로 나누어 줌으로써 혼합비를 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 MAX-DOAS로 산출된 이산화질소의 혼합비를 대기상태에 따라 맑음(Clear), 구름(Cloudy), 박무(Misty), 황사(Asian Dust)로 구분하여 chemiluminescence 방식의 점모니터링과 비교한 결과를 보여준다. 빛소멸계수를 이용하여 산출한 광 경로 길이는 대기상태에 따라 다양하게 나타나며 이는 혼합비 산출에 큰 영향을 준다. 맑은 날과 구름이 높게 위치하는 경우, MAX-DOAS를 이용하여 산출된 혼합비가 점모니터링 이산화질소 혼합비의 30% 범위 내에 존재하였으며 비교적 비슷한 경향을 보였다. 박무와 황사인 경우, 산출된 혼합비가 측정된 혼합비의 50%와 40% 범위에서 있으며 MAX-DOAS 기술이 chemiluminescence 방식 보다 대체로 높은 혼합비를 나타냄을 확인할 수 있었다. 대기 중 가스 및 에어로졸의 영향으로 흡수물질의 광 경로 길이가 실제 흡수가 일어난 거리보다 짧게 계산되어 높은 혼합비가 산출된 것이 주요 원인으로 고려된다. 본 연구에서는 MAX-DOAS 기술을 이용하여 광 경로 길이에 따른 지표면 이산화질소의 혼합비를 산정하였다. 대기 상태에 따라 MAX-DOAS를 이용하여 산출된 이산화질소 혼합비와 점모니터링 방식의 상관관계 연구를 통하여 불확실성(uncertainty)을 규명하였다. 이산화질소뿐만 아니라 HCHO와 HONO의 혼합비 산출도 가능할 것으로 예상된다.

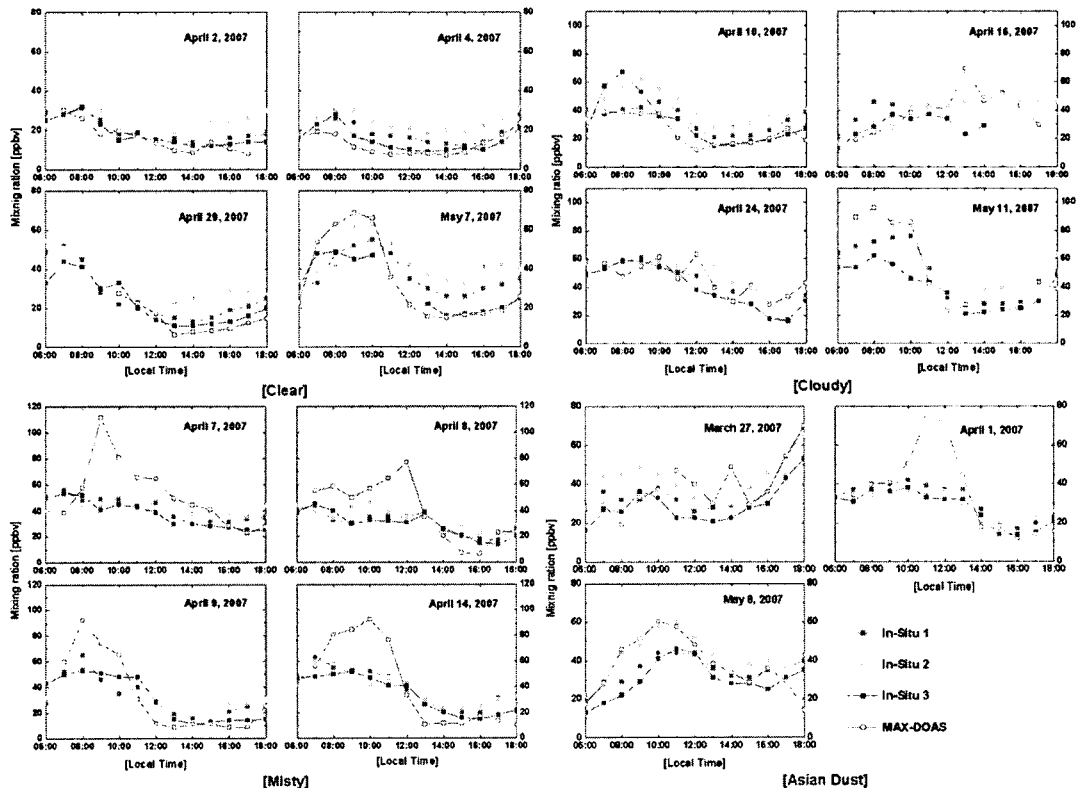


Fig. 2. NO₂ mixing ratio calculated using DSCD at the elevation angles 3° by MAX-DOAS system and obtained by in-situ analyzers from 06:00 local time(LT) to 18:00 LT. NO₂ mixing ratio compared with atmospheric conditions; clear, cloudy, misty, and Asian Dust.

사 사

본 연구는 환경부의 차세대핵심환경기술개발사업(Eco-technopia 21 project)으로 지원받은 과제입니다. 참여연구원 이한림, 노영민, 김여숙은 BK21사업의 지원을 받아서 수행하였습니다.

참 고 문 헌

- Hönninger, G., C. von Friedeburg, and U. Platt (2004) Multi axis differential optical absorption spectroscopy(MAX-DOAS), ACP, 4, 231-254.
- Leigh, R.J., G.K. Corlett, U. Frieß, and P.S. Monks (2007) Spatially resolved measurements of nitrogen dioxide in an urban environment using concurrent multi-axis differential optical absorption spectroscopy, ACP, 7, 4751-4762.