

4D1) 도심지역의 환경 대기 중 악취성 환원황 화합물의 농도분포: ppt 영역의 분포특성 연구

The Distribution of Major Reduced S Gases in Urban Air

최여진 · 김기현 · 오상인

세종대학교 지구환경과학과 대기환경연구실

1. 서 론

지구상의 대기환경 중에 가스상의 형태로 존재하는 황화합물은 크게 두 가지 유형으로 분류된다. 인류의 산업활동과 같은 여러 유형의 인위적 배출원을 통해 배출되는 황화합물의 절대적인 부분을 차지하며 가스상 산화물의 형태로 존재하는 이산화황과 같은 성분은 인위적 기원의 황성분을 대표한다 (Spiro et al., 1992). 그런데 이들과 달리 자연적인 조건에서 생물활동의 결과로 지구의 대기환경 중으로 유입되는 황화합물들은 그 종류가 다양할 뿐 아니라, 산화도가 낮은 환원황화합물 (reduced sulfur compounds)의 형태로 존재한다 (Andreae, 1990). 실제 후자의 예로, $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ (dimethylsulfide, DMS), $(\text{CH}_3)_2\text{S}_2$ (dimethyldisulfide, DMDS), COS (carbonyl sulfide), CS_2 (carbon disulfide), CH_3SH (methyl mercaptan), $(\text{CH}_3)_2\text{SH}$ (ethyl mercaptan), H_2S (hydrogen sulfide)를 위시한 다양한 성분들을 열거할 수 있다.

여러 가지 환원황 화합물 중에서 H_2S 와 같은 성분에 대한 분석과 관련된 여러 가지 기술적인 문제는 잘 알려져 있다. 따라서 아직까지 실온상태에서 이들 성분을 정량적으로 분석하는 데는 많은 제한이 따른다. 본문에서는 온라인 열탈착시스템과 결합된 GC 분석방식을 이용하여, 악취성분으로 규정된 4가지 환원황 화합물들을 검출하기 위한 기법을 개발 하였다.

본 연구에서는 온라인 기법을 적용하여 환경대기 중에 ppt 농도 수준으로 존재하는 4 가지 악취성 황성분의 분포특성을 연속적으로 관측하였다. 본 연구에서 확보한 관측자료를 토대로 이들 성분의 환경 대기 중 농도분포의 특성을 규정하고, 단주기적 분포경향을 다양한 관점에서 분석하고자 하였다

2. 연구 방법

대기 중에 존재하는 ppt 수준의 극저농도에 존재하는 황화수소를 포함하는 4대 황화합물을 분석하기 위해, 온라인 열탈착 시스템과 GC/PFPD시스템의 조합에 의존한 황분석 시스템을 구성하였다. 공기시료에 함유된 극저농도의 황성분을 저온 농축하여 GC시스템에서 효과적으로 분석하기 위하여, on-line 방식의 열탈착 시스템 (thermal desorption unit: TDU)을 활용하였다. TDU를 통해 열탈착 분리된 S 성분의 분석 또는 검출을 위해, pulsed flame photometric detector (PFPD: O.I. Co., Model 5380)를 장착한 Gas Chromatograph (Donam Instruments, Model DS 6200)를 사용하였다. 본 시스템은 외부 대기 시료를 cold trap이라 불리는 기기 내부의 저온 농축관으로 통과시키며, 황성분의 저온농축/고온탈착을 유도한 후, GC내부의 컬럼으로 도입시켜 온라인 방식으로 연속분석 하는데 효과적이다. 시료 분리를 위한 컬럼으로는 DB-VRX (60M x 0.32mm, 1.8 μm)를 사용하였으며 한번 분석에 총 20분이 소요되도록 설정하였다. 본 실험에서는 40ml의 유량으로 10분동안 외부공기를 저온 흡착관에 바로 샘플링 하는 온라인 방식을 사용하였으며, 한 시간에 총 2회 cycle로 연속분석 되도록 설정하였다. 본 연구는 2003년 6월 13일~6월 14일, 7월 18일~23일까지 두 기간에 걸쳐 이루어 졌다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 서울시 군자동에 소재한 세종대학교 지상 4층의 대기환경 연구실에서 GC/PFPD 온라인 시스템을 가동하여 채취, 분석한 자료를 이용하여 황성분의 조성을 분석하였다. 이러한 결과를 토대로

여러 가지 통계적 분석을 실시하였다. 본 연구에서의 황성분의 관측결과, DMS의 평균농도가 699 ± 139 ppt로 가장 높고, 그 다음으로 CH_3SH 는 143 ± 32 ppt, DMDS는 31 ± 22 ppt의 농도를 나타내었다. 가장 낮은 농도를 나타낸 성분은 H_2S 로써 23 ± 10 ppt의 농도를 보였다. 또한 황성분의 농도분포 특성을 설명하기 위하여 각 성분들의 일주기 경향성을 확인해 보았다. 특히 DMS의 경우 뚜렷한 일주기 경향을 보이는 것으로 나타났다. 예를 들어, 이른 아침시간엔 낮은 농도를 보이다, 오전 7시에 하루 중 가장 높은 농도를 보였다. 그 후 오후 4시경까지 천천히 감소추세를 보인 후 오후 5시~9시까지 높은 농도를 보이는 것을 알 수 확인할 수 있었다. 또한 주목할 점은 4가지 성분 모두 오후 5시~8시 사이의 늦은 오후 시간에 모두 높은 농도를 보이고 있다는 것이다. 이러한 결과들은 2002년 그리스에서 Kouvarakis와 Mihalopoulos에 의한 해안부근에서의 DMS 성분의 관측결과와 어느 정도 유사한 경향을 보이는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- Andreae, M.O. (1990) Ocean-atmosphere interactions in the global biogeochemical cycle. *Mar. Chem.* 30, 1-29.
- Spiro, P. A., Jacob, D. J., Logan, J. A. (1992) Global inventory of sulfur emission with $1' \times 1'$ resolution, *J. Geophys. Res.*, 97, 6023-6036.
- Kouvarakis, G., Mihalopoulos, M. (2002) Seasonal variation of dimethylsulfide in the gas phase and of methanesulfonate and non-sea-salt sulfate in the aerosols phase in the Eastern Mediterranean atmosphere, *Atmospheric Environment* , 36, 929-938.