

PA17)

연안 매립지 환원 황화합물의 이산화황으로의 광화학적 변환

Photochemical Conversions of Reduced Sulfur Compounds to SO₂ in Coastal Landfill Environments

김유근 · 손장호¹⁾ · 송상근 · 갈태훈 · 김기현²⁾

부산대학교 대기과학과, ¹⁾동의대학교 환경공학과, ²⁾세종대학교 지구환경과학과

1. 서론

대기에 환원상태로 존재하는 주요한 황 화합물(reduced sulfur compounds, RSCs)은 CS₂, DMS(dimethylsulfide, CH₃SCH₃), DMDS, H₂S 등이 있다. 대기로 방출된 환원 황 화합물은 화학적으로 대단히 불안정하여 대개 수시간에서 수일 범위내의 빠른 시간에 OH(주로 낮시간대) 또는 NO₃(주로 밤시간대) 라디칼 등과 반응하여 산화한다. 이러한 광화학적 산화를 통해 생성된 이산화황이나 MSA(methane sulfonic acid)는 다시 황산으로 산화하여 강수의 산도를 조절하거나, 해양환경적 측면에서도 황산염입자의 주 생성원이 되어 결국 기후에 영향을 미치기도 한다(Charlson et al., 1987). 이들 여러 종류의 환원 황 화합물 중 자연계 전체 황의 약 90~95% 이상이 DMS의 형태로 해양에서 방출되는 점을 고려할 때 DMS는 가장 중요한 역할을 하는 것으로 평가되고 다른 RSC 화학종에 비해 비교적 활발히 연구되어 왔다(Bates et al., 1992). 하지만 다른 화학종 특히, DMDS(dimethyl disulfide, CH₃SSCH₃)와 CH₃SH에 관한 관측자료는 거의 전무한 실정이고 이에 따른 정량적인 분석도 수행되지 못하고 있다.

최근에는 DMS를 포함한 이들 황 화합물의 인위적 배출 연구에 많은 관심이 집중되고 있다. 특히 매립지에서 인위적으로 배출되는 환원 황 화합물은 인근 도시의 이산화황 농도에 크게 영향을 줄 수 있다는 점에서 주목할 만 하다. 하지만 거의 전무한 관측자료로 인해 이들 환원 황 화합물들에 대한 광화학 산화과정에 대한 이해가 부족한 실정이다. 본 연구에서는 연안지역에 위치한 군산과 동해 매립지에서의 환원 황 화합물 실제 관측을 통해 이들 화합물의 광화학적 변환과정을 광화학 상자모델(PCBM: Photochemical Box Model)을 이용하여 대상지역의 이산화황 생성에 대한 정량추정을 수행하였다. 또한 관측대상지의 지형특성 및 기상분석을 통해 연안 매립지 주변에서의 이산화황 생성에 미치는 영향이 어떠한지 살펴보았다.

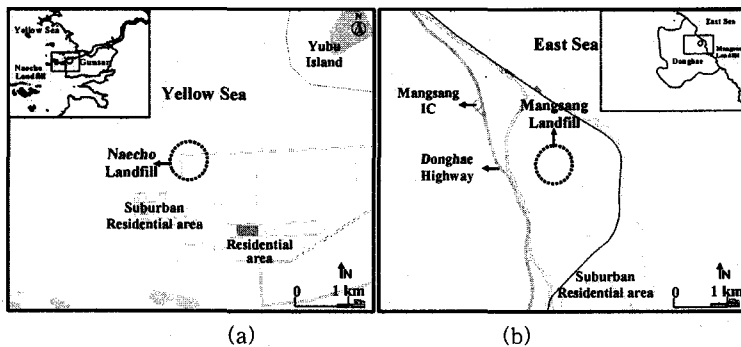


Fig. 1. The domain of (a)Gunsan and (b)Donghae landfill sites

2. 연구 방법

본 연구의 대상지역은 군산과 동해 매립지로 그 위치는 그림 1에 나타나 있다. 연구에 사용된 환원 황 화합물의 주요 반응 물질인 OH와 NO₃ 라디칼의 농도를 계산하는 과정은 Shon et al.(2004)에 자세하

게 설명되어 있고 광화학 상자 모델에서 사용된 대부분의 산화반응은 Shon et al(2005)에 언급된 화학반응을 사용하였다. 또한 군산 매립지에서 2004년 5월 6일, 8월 9일, 12월 2일, 동해 매립지에서 2004년 5월 15~16일, 7월 14~15일, 10월 9일, 12월 22일에 각각 실관측을 통해 얻어진 환원 황 화합물들에 대해 광화학 상자 모델을 이용하여 이산화황의 농도를 추정하였다.

3. 결 과

본 연구의 주요한 결과는 연안 매립지에서 환원 황 화합물의 이산화황으로의 변환이 사례별, 지역별로 많은 차이를 보인다는 점이다. 그림 2에 나타난 군산지역에서 GE1(Gunsan Event 1, 이하 GE1으로 표기)과 GE2 기간동안 D지역은 각각 다른 지역보다 높은 66.4와 22.5ppbv의 농도를 나타내고 있으나 GE3에서는 0.15ppbv로 변화가 큰 것으로 조사되었고 동해지역에서는 DE6(Donghae Evnet 6, 이하 DE6로 표기)기간에 A지역에서 264ppbv의 높은 농도를 나타내었으나 이와는 반대로 DE1~DE5의 기간동안에는 0.01~3ppbv로 이산화황의 농도 변화가 큰 것으로 조사되었다.

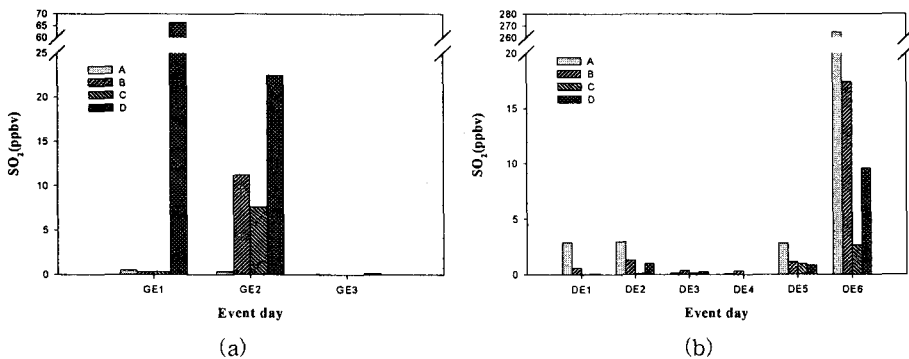


Fig. 2. The concentrations of simulated SO₂ for each event day(Gunsan - GE1: 6 May, GE2: 9 Aug., GE3: 2 Dec. Donghae - DE1: 15 May, DE2: 16 May, DE3: 14 Jul, DE4: 15 Jul, DE5: 9 Oct, DE6: 2 Dec) in (a)Gunsan and (b)Donghae landfill sites.

사 사

본 연구는 한국과학재단이 지원하는 SRC 기후환경시스템 연구센터의 지원으로 이루어졌다.

참 고 문 헌

- 손장호, 김기현 (2004) 도시의 환원 황 화합물의 이산화황으로의 광화학적 변환, 한국대기환경학회 20(5), 647-654.
- Charlson, R. J., J. E. Lovelock, M. O. Andreae and S. G. Warren (1987) Oceanic phytoplankton, atmospheric sulfur, cloud albedo and climate: a geophysiological feedback. *Nature* 326, 655-661.
- Bates, T. S., B. K. Lamb, A. Guenther, J. Dignon and R. E. Stoiber (1992) Sulfur emissions to the atmosphere from natural sources. *J. Atmos. Chem.* 14, 315-337.
- Z.-H. Shon, K.-H. Kim, K.N. Bower, G. Lee, J. Kim (2004) Assessment of the Photochemistry of OH and NO₃ on Jeju Island during the Asian Dust-Storm Period in the Spring of 2001, *Chemosphere*, In press.
- Shon, Z.-H., Kim, K.-H., Jeon, E.-C., Kim, M.-Y., Kim, Y.-K., Song, S.-K. (2005) Photochemistry of reduced sulfur compounds in a landfill environment. *Atmospheric Environment*, 39, 4803-4814.