

## PC5) 수도권에서 아황산가스의 황산염으로 전환시 각 과정의 상대적 기여도

### The relative contribution of SO<sub>2</sub>-to-sulfate conversion processes over the metropolitan Seoul Area

배수야 · 김용표  
이화여자대학교 환경학과

#### 1. 서론

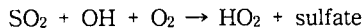
대기 중에서 여러 과정을 통해 아황산가스(SO<sub>2</sub>)가 황산(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)으로 산화된다. 황산은 증기압이 낮아 대기 중에서는 대부분 황산염(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) 에어로졸로 존재한다. 황산염 에어로졸은 직간접적으로 지구복사평형에 관여하여 기후와 기상에 영향을 미친다. 이 연구의 목적은 수도권에서의 아황산가스가 황산염으로 전환되는 각각의 경로의 상대적 기여도를 예측해보고자 하였으며 아황산가스에 의해 황산염이 얼마나 형성되는지를 알아보려고 하였다.

#### 2. 연구 방법

##### 2.1 반응 경로

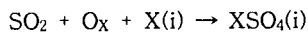
아황산가스에서 황산염으로 전환되는 반응식과 반응상수식을 사용하여 각 경로에서의 반응속도를 구하였다.

첫째, 기체상에서 산화과정은 다음과 같다:



둘째, 물에 용해된 4가의 황(S(IV))은 액상에 용해된 O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> 등에 의해 황산염으로 전환된다. 그 가운데 O<sub>2</sub>에 의한 S(IV)에서 황산염으로 반응은 Fe과 Mn의 촉매작용에 의해 반응한다. 액상에서의 반응은 액상 입자와 구름에서의 반응으로 나누어 계산하였다.

셋째, 고체 입자 표면에서 일어나는 반응식은 다음과 같다:



##### 2.2 입력 변수

봄(황사시와 비황사시), 여름, 가을, 겨울의 다섯 가지 경우로 나누어서 각 경우 평균 반응속도를 구하였다. 측정값은 입자 질량농도, 입자 중 Fe, Mn 성분농도와 O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> 지표면 농도는 수도권 배경농도 지역인 강화에서의 환경부 측정값을 사용하였고, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>의 농도는 Kang et al. (2002)에서 제시된 서울 여러 지역의 평균값을 사용하였다. OH의 농도는 우리나라에서 직접 측정된 값이 없으므로 OH에 의해 소비되어진다고 알려져 있는 물질들의 balancing budget에 근거하여 구한 OH농도를 사용하였다. 고체입자표면에서의 반응은 주로 상층대기에서 반응이 이루어진다. 따라서 상층에서의 아황산가스의 농도값은 환경연구원에서 비행기 관측에 의해 구한 김병곤 등(1997)에 제시된 값을 사용하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

각 전환경로에 따른 반응속도를 계산하여 전체 반응속도 중에서 어떤 경로의 반응이 중요한지를 알아보고자 하였다. 가장 많은 분율을 차지하고 있는 반응경로는 구름이며 가장 낮은 분율을 차지하고 있는 반응경로는 액상입자이다(그림 1).

구름이 없을 경우 전체 아황산가스에서 황산염으로 전환되는 분율은 기체상이 대부분을 차지하여 기체상이라는 경로가 황산염 전환반응에서 가장 중요함을 보여주고 있다(그림 2). 그리고 입자농도가 증가하는 황사 때에 전체 반응경로 중 고체입자표면이 분율이 다른 계절에 비해 큰 분율을 차지하고 있다. 입자농도가 높을 때 고체입자표면에서의 반응속도의 중요성이 증가하고 있음을 알 수 있다. 점점 황사의 강도가 심해지고 있는 요즘으로서는 눈여겨 볼 결과라고 할 수 있겠다.

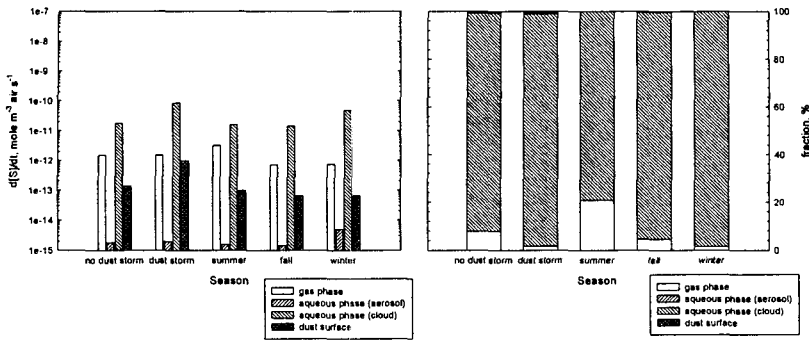


Fig. 1. Comparison of (a) conversion rate and (b) the fraction of conversion processes to total conversion rate in gaseous and aqueous phase, and on the dust surface.

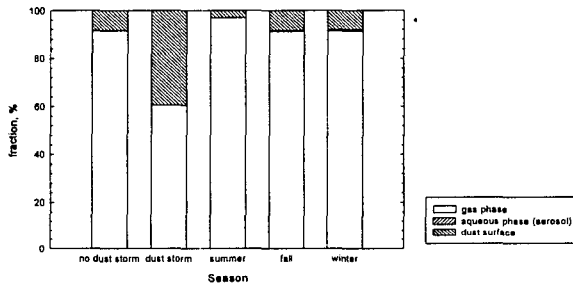


Fig. 2. Comparison of the fraction of conversion processes to total conversion rate in gaseous and aqueous phase and on the dust surface in cloudless.

## 사 사

이 연구는 기상연구소의 지구온난화 및 한반도 기후변화 예측기술 개발과제의 지원으로 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

김병곤, 차준석, 한진석, 박일수, 김정수, 나진균, 최덕일, 안준영, 강창국 (1997), 한국대기환경학회지, 13(5), 361-369.

Kang, C.M., J.S. Han, and Y. Sunwoo (2002), Atmospheric Environment, 36, 5509-5516.