

PS30(CT)

α 선 조사에 의한 SO₂ 가스-입자전환현상에 미치는 NO₂ 및 NH₃의 역할

Role of NO₂ and NH₃ in Gas-to-Particle Conversion of SO₂ by α -ray Radiolysis

김태오 · 키쿠오 오쿠야마¹⁾ · 모토아키 아다치²⁾

서울대학교 정밀기계설계공동연구소 나노입자제어기술연구단, ¹⁾일본 히로시마대학교 화학공학과, ²⁾일본 오사카부립대학교 선단과학연구소

1. 서론

수분을 함유한 공기가 코로나방전, 자외선, 방사선 등에 전리되면 양극이온과 라디칼이 생성된다. 라디칼은 공기에 함유된 가스성분과 반응해서 반응생성물을 합성하고 균일핵생성 혹은 이온핵생성에 의해 입자로 전환된다(T. O. Kim et al., 1997, 1998). 이러한 전리현상에 의한 미립자 발생은 대기환경중의 가스-입자전환의 메커니즘과 전자빔 및 플라즈마 등의 방전을 이용한 배기가스의 미립자화처리장치의 기본원리도 중요시되고 있다. 본 연구에서는 SO₂/H₂O/Air와 NH₃/H₂O/Air혼합가스의 입자전환에 미치는 NO₂의 영향을 검토하였다.

2. 실험장치 및 방법

실험장치는 가스공급부, 이온나이저, 응축핵계수기(CNC; TSI Co. Ltd. model 3025)로 구성되어 있다. 가스공급부에서 조정되는 NO₂/SO₂/H₂O/Air 및 NO₂/NH₃/H₂O/Air혼합가스를 이온나이저에 도입해서 2개의 3.03MBq ²⁴¹Am 방사선원에서 방사되는 α 선에 의해 전리된다. 전리되어 발생된 이온과 라디칼은 이온핵생성 및 균일핵생성을 일으켜 입자를 생성한다. 이온나이저의 상하의 벽은 전극역할을 함으로써 이온핵생성의 비율(대전율)을 측정할 수 있다. 전체의 개수농도를 측정할 때에는 전극에 전압을 가하지 않고, 대전율을 측정할 때에는 전극간에 100V/cm의 전압을 가해서 무대전입자(중성입자)만을 측정한다.

3. 실험결과

그림 1은 SO₂/H₂O/Air 혼합가스에 NO₂를 첨가했을 때의 입자농도의 시간변화를 나타낸다.

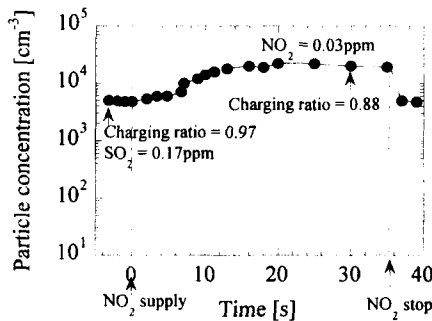
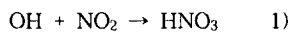


Fig. 1. Time-dependent change in particle number concentration when NO₂ is added to SO₂/H₂O/Air mixture at residence time of 1.7s and ²⁴¹Am source of 6.06MBq.

NO₂를 첨가하면 입자농도는 천천히 증가하지만 약 20분 후에 정상상태에 도달한다. NO₂ 주입을 멈추면 입자농도는 급격히 감소한다. 이때의 대전율은 NO₂ 무첨가의 경우 0.97, 첨가의 경우 0.88이었다.

종래의 연구결과에서는 1)의 반응이 SO₂와 OH반응보다 빠르기 때문에 H₂SO₄의 생성을 억제해서



입자발생을 감소시킨다고 보고되었다. 그러나 이 결과는 반응 1)에 따르지 않는 입자발생기구가 존재함을 시사하고 있다.

$\text{NO}_2/\text{SO}_2/\text{H}_2\text{O}/\text{Air}$ 혼합가스의 입자발생에 따른 반응 1)의 역할을 밝히기 위해 $\text{NO}_2/\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}/\text{Air}$ 혼합가스에서의 입자발생을 조사하였다. 만일 반응 1)이 일어난다면 HNO_3 는 NH_3 와 반응해서 고체의 NH_4NO_3 를 생성하고, 균일핵생성에 의한 대량의 무대전입자를 생성할 것이다.

그림 2는 $\text{NO}_2/\text{H}_2\text{O}/\text{Air}$ 혼합가스에 NH_3 를 첨가했을 때의 입자농도의 시간변화를 나타내고 있다.

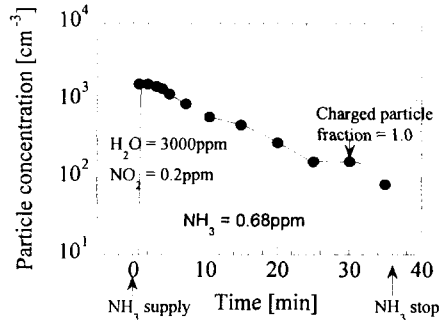


Fig. 2. Time-dependent change in particle number concentration when NH_3 is added to $\text{NO}_2/\text{H}_2\text{O}/\text{Air}$ mixture at residence time of 1.7s and ^{241}Am source of 6.06MBq.

$\text{NH}_3 = 0\text{ppm}$ 에서 입자는 전혀 발생하지 않았다. NH_3 를 첨가하면 입자의 발생은 일어나지만, 농도는 최대 10^3 cm^{-3} 정도로 시간에 따라 감소한다. 이때의 대전율은 1.0으로 일정하였다. 이 결과로부터 균일핵생성이 아닌 이온핵생성에 의해서 입자가 발생하는 것을 알았다.

참 고 문 헌

- T. O. Kim, M. Adachi, K. Okuyama and J. H. Seinfeld(1997) Experimental Measurement of Competitive Ion-Induced and Binary Homogeneous Nucleation in $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{O}/\text{N}_2$ Mixtures, *Aerosol Sci. Technology*. 26, 527-543.
- T. O. Kim, T. Ishida, M. Adachi, K. Okuyama and J. H. Seinfeld(1998) Nanometer-Sized Particle Formation from $\text{NH}_3/\text{SO}_2/\text{H}_2\text{O}/\text{Air}$ Mixtures by Ionizing Irradiation, *Aerosol Sci. Technology*. 29, 111-125.