

## PA43) 다중이온 입자하전식을 이용한 최적의 이온 질량값 예측 Prediction of Optimum Mass for Multi Ion Particulate Charging Theory

정종환 · 송동근<sup>1)</sup> · 이해문<sup>1)</sup> · 김태오

금오공과대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>한국기계연구원

### 1. 서 론

최근 나노입자에 대한 관심이 커지면서 나노입자의 정확한 측정 및 분석에 관한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 현재 국내외의 여러 연구자들은 나노입자를 효율적으로 제어하기 위해 다양한 기술을 사용하고 있으며, 그 대표적인 방법으로 나노입자의 전기적 제어기술을 들 수 있다. 나노입자의 효과적인 제어를 위해서는 이온과 입자의 충돌에 의한 입자 하전특성 파악이 필요하다. 입자의 하전특성은 동일 공간에 존재하는 클러스터 이온의 전기이동도 및 질량 등에 의해 결정된다. 이온의 전기이동도는 최근 많이 사용되는 DMA-FCE 시스템에 의해 실험적으로 결정되지만, 질량값은 측정이 불가능하여 타 연구자 및 연구결과에 보고된 임의의 값을 사용해 왔다.

본 연구에서는 에어로솔 나노입자의 입경별 하전상태를 파악하기 위해 이온의 최적 질량값을 결정할 수 있는 이론식을 개발, 적용하였으며, 새로이 개발된 이론식을 평가하였다.

### 2. 연구 방법

나노입자의 하전특성은 동일 공간에 존재하는 이온과 입자의 충돌 확률(combination probability)에 의해 결정되며, 이온과 입자의 충돌 확률은 입자의 크기( $D_p$ ), 이온의 전기이동도( $Z_p$ ) 및 질량( $m_p^+$ ) 등에 의해 결정된다. 입자가 하전되는 공간에는 다양한 종류의 양이온 및 음이온이 존재하나, 기존의 연구에서는 이온들의 평균 질량 및 전기이동도를 이용하여 입자의 하전율을 구하였다. Lee et al.(2005)은 입자 하전 공간에 존재하는 모든 종류의 이온을 고려한 다중이온 입자 하전식을 개발하였다. 이 연구에서는 입자 하전에 기여하는 이온들의 전기이동도는 고려하였으나 이온 질량은 기존 문헌에 보고된 평균값을 이용하였다. 본 연구에서는 실험적 측정이 어려운 이온 질량을 알아내기 위한 방법으로, Kwon et al. (2005)이 측정 한 이온 전기이동도 분포와 임의의 이온 질량을 Fuchs' charging theory와 다중이온 입자 하전식에 적용하여 구한 입경별 하전율과 실험상의 입경별 하전율을 비교하여, 그 차이가 최소가 되는 이온 질량값을 구하였다.

$$E = \sum_{i=1}^{N_i} \left[ \sum_{p=-2}^{+2} \frac{(n_{p,exp} - n_{p,cal})}{n_{p,exp}} \right] \quad (1)$$

### 3. 결 론

그림 1은 다중이온 입자하전식에 의해 계산된 입자 하전율과 실험을 통해 측정된 하전율을 비교한 결과로 본 연구에서 개발된 이론식을 통해 계산된 결과는 실험을 통해 측정된 입자하전율과 비교적 잘 일치함을 알 수 있다. 본 연구에서 개발된 다중이온 입자하전식을 이용할 경우 기존의 입자하전식으로는 불가능했던 입자 하전공간에 존재하는 이온의 질량값 예측이 가능하며, 이를 통해 보다 정확한 입자 하전특성 연구가 가능할 것으로 기대된다.

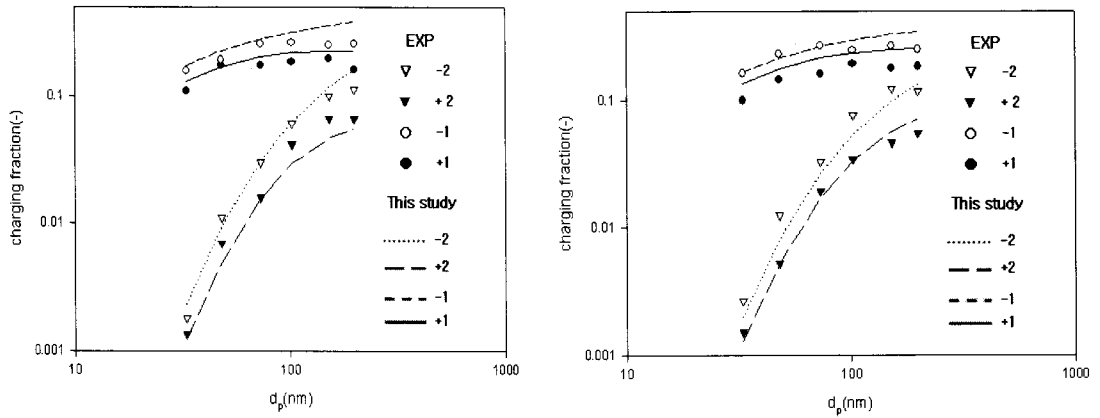


Fig. 1. Comparison of charging fraction obtained from experiment and calculation for (a) SMAC (b)  $^{241}\text{Am}$ .

#### 참 고 문 헌

- Kwon, S.B., T. Fujimoto, Y. Kuga, H. Sakurai, and T. Seto (2005) *Aerosol Sci. Technol.*, 39, 987-1001.
- Lee, H.M., C.S. Kim, M. Shimada, and K. Okuyama (2005) *J. Chemical Eng. Jpn.*, 38(7), 486-496.