

## 2C3) 은나노 침착활성탄과 활성탄소섬유를 이용한 실내대기 부유세균 제거성능 평가

### Evaluation of Removal Efficiency for Airborne Bacteria using nano-silver Attached Activated Carbon and Activated Carbon Fiber

강정희 · 신승규 · 송지현

세종대학교 토목환경공학과

#### 1. 서 론

현대인은 실내활동 시간이 하루의 80~90%를 차지하고 있으나 실내에 상존하는 다양한 오염물질로 인해 실내공기의 오염도는 매우 높은 것이 현실이다. 이는 건축물의 고기밀화에 의해 실내공기 오염물질이 외부로 배출되지 못하고 축적되어 발생하는 현상이며 이를 대변하듯 최근 세집증후군, 아토피와 같은 질병이 사회적으로 큰 문제가 되고 있다(임영욱, 2007).

실내공기의 다양한 오염원 중 공기 중에서 성장하는 박테리아와 같은 부유세균은 인간들에게 알려지, 호흡기 질환 등과 같이 실내거주자의 건강에 악영향을 미친다. 또한 부유세균이 다른 입자상 물질과 결합한 bioaerosol 또한 호흡기 질환, 세집증후군 등의 질병을 유발하며 이러한 부유세균은 실내공기가 오염됨에 따라 건축자재 및 실내공간 내 벽 등과 같은 표면에서 쉽게 증식하는 것으로 알려져 있다(Jeffrey 등, 2003).

실내 대기질 개선을 위한 방법은 여러 가지 처리 기술 중 물리적 처리방법인 활성탄 흡착법이 가장 많이 사용되고 있다. 활성탄은 기체 및 액체내의 유기성, 무기성 오염원, 세균 등의 오염물질을 표면에 흡착하는데 흡착력의 세기는 표면적, 입자크기, 표면에너지 등에 의해 결정된다고 보고되고 있다(임철재 등, 2007). 또한 활성탄을 섬유상으로 구성한 활성탄소섬유(Activated Carbon Fiber, ACF)를 이용하여 실내공기 정화를 위한 필터모듈을 구성하고자 한다.

본 연구에서는 실내공기 오염 물질중 하나인 부유세균(Airborne bacteria)의 제거하기 위해 활성탄을 적용하기 위해 입상활성탄 및 활성탄소섬유(Activated Carbon Fiber)를 이용한 필터의 부유세균 저감 효율을 확인하고자 한다. 여기에 나노 은 입자를 도입하여 필터의 성능을 향상시키고자 한다.

#### 2. 연구 방법

실험은 0.028L 부피의 column에 11.5g의 입상활성탄(Granulate Activated Carbon, GAC) 및 나노 은 입자 침착활성탄(Ag-Activated Carbon, Ag-AC)을 채운 후 활성탄층의 상하부에 활성탄소섬유(Activated Carbon Fiber, ACF) 및 은 침착 활성탄소섬유(Ag-Activated Carbon Fiber, Ag-ACF)를 충전하여 필터모듈(Filter Module)을 구성하고 실험을 진행하였다. 유입되는 부유세균의 농도는 1200~1500CFU/m<sup>3</sup> 수준을, 유입 기체 유량은 85L/min, 기체체류시간은 0.02초를 유지하였다. 부유세균은 *E. coli* 배양액을 인산완충용액(phosphate buffer solution : PBS)에 희석한 다음 기화시켜 column으로 유입시켰다. 유입 유출 농도측정을 위한 시료는 분당 5L의 유량으로 설정된 SIBATA Sigma MP-300 Air Sampler Pump(Model MP-Σ300)를 사용하여 2분 동안 공기를 membrane filter(Metricel black, pore size of 0.45μm)에 통과시켜 채취하였다. sampling이 완료된 filter는 Nutrient Agar 배지에 35℃에서 2일간 배양하였다. 배양 후 배지에 형성된 집락(Colony)을 계수한 값에 채취한 공기량(m<sup>3</sup>)으로 나누어 부유미생물의 농도(CFU/m<sup>3</sup>)를 산출하였다.

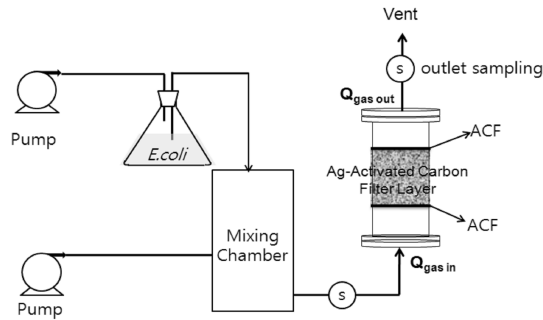


Fig. 1. Schematic of airborne bacteria removal experiment system.

### 3. 결과 및 고찰

실험결과 일반활성탄 및 ACF 필터모듈의 경우 초기 75%의 제거율을 보이나 약 30시간 이후 유출농도가 유입농도보다 높게 나오는 것을 확인하였다. 이는 활성탄에 부착된 미생물이 활성탄 표면에서 생장하여 빠른 공기 유속에 의해 탈착되기 때문으로 사료된다. 그러나 Ag-AC 및 Ag-ACF의 경우 75% 내외의 제거율이 3일 후에도 유지됨을 확인할 수 있다. 활성탄 표면의 나노 은 입자에 의해 부유세균의 생장이 억제되어 일정수준의 제거율이 유지되는 것으로 판단된다.

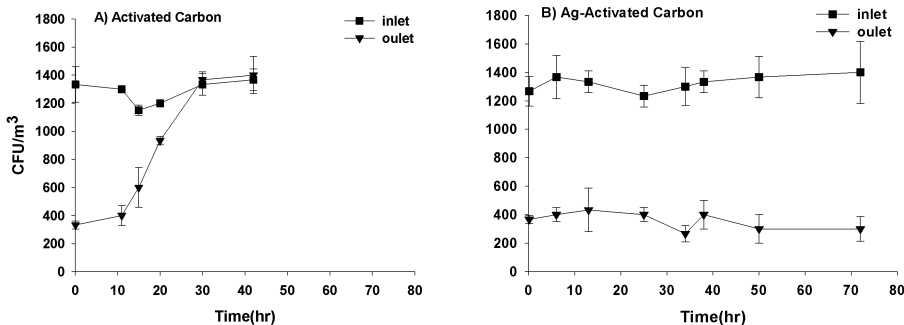


Fig. 2. Removal efficiency of GAC+ACF(A) and Ag-AC+Ag-ACF(B) filter module.

가정용 공기정화 장치의 경우 필터의 교체시기 및 가동시간이 비교적 길어 필터표면에서의 미생물 생장 가능성이 높다. 나노 은 입자의 도입이 미생물 제거율 및 제거율의 유지에 탁월한 효과를 나타냈으며 공기정화장치에 적용할 경우 기존의 필터모듈에 비해 좋은 효율을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

### 사 사

본 연구는 환경부의 “차세대핵심환경기술개발사업(Eco-technopia 21 project)”으로 지원받은 과제입니다.

### 참 고 문 헌

- 이철재, 김동엽, 김병소 (2007) 은나노 입자가 침착된 활성탄의 항균특성에 관한 연구, 한국공업화학회지, 18(4), 396-399.
- 임영욱 (2007) 실내공기오염물질의 건강위해성 평가, 대한환경공학회지, 29(5), 502-511.
- Jeffrey philip obbard and Lim su fang (2003) Airborne Concentrations of bacteria in a hospital environment in singapore, Water, Air, and Soil Pollution, 144, 333-341.