

# 소형 에어로졸 생성장치의 항균 장치 적용 특성

지준호 · 윤선화<sup>1)</sup> · 배귀남<sup>1)</sup> · 정재희<sup>2)</sup> · 김상수<sup>2)</sup>

삼성전자 가전연구소, 수원시 영통구 매탄3동 416, junho.ji@samsung.com, 031-218-5092

<sup>1)</sup>한국과학기술연구원 유해물질연구센터, <sup>2)</sup>한국과학기술원 기계공학과

## Abstract

Silver was traditionally known as substance that had antibacterial activity. In our previous work, we developed a small-sized nanoparticle generation device, which consisted of a cylindrical chamber including a plat plate type small ceramic heater and investigated for the particle generation characteristics of silver nanoparticles. In this study, we applied this generator to an antibacterial device. Antimicrobial activity of silver nanoparticles generated from our device was investigated using *S. epidermidis* gram-positive bacterium. The result showed that the number of colonies was near zero for the filter. In ten-minute exposure of silver nanoparticles, most of *S. epidermidis* bacteria did not grow on the filter surface.

## 1. 서론

은(silver)은 과거부터 항균 특성을 가지고 있다고 알려져 있고, 다양한 형태로 항균이 필요한 제품에 사용되었다. 최근에는 나노기술을 이용하여 은을 나노 크기로 제조하여 제품에 응용하는 사례가 늘고 있는데, 제품을 제조하는 과정에서 분말의 형태로 섞여서 사출하거나 제품이나 필터 표면에 코팅하여 항균 제품으로 적용하고 있다. 이와 같이 제품의 표면이나 필터에 코팅하는 전처리 방식은 미생물이 직접 은나노 입자 표면에 접촉해야 효과를 나타낼 수 있다는 한계가 존재한다.

보통 곰팡이, 박테리아, 바이러스 등의 미생물은 독립적으로 공기 중 떠다니기보다는 먼지에 붙어서 떠다니거나 다른 조직에 기생하여 살아간다. 제품 표면이나 필터 표면이 다른 먼지에 쌓여있고, 미생물이 그 위에서 서식한다면 제품에 미리 처리하는 수동적인 방식은 제품 운전 시간이 증가하면 효과를 얻기가 어렵다. 예를 들면, 제품 사용 초기에는 이와 같이 미생물에 의한 오염이 나타나지 않지만, 사용 시간이 증가하면서 제품 표면이나 필터에 먼지가 쌓이면 미생물이 증식하여 악취가 발생하거나 알레르기의 원인 물질이 실내 공간으로 배출될 수 있다.

이전 연구에서 국부 표면을 가열하는 간단한 메커니즘을 이용하여 은나노 입자의 생성 특성을 연구하였다.(Jung 등, 2006) 본 연구에서는 소형 나노에어로졸 생성 장치의 효과를 은나노 에어로졸과 시험 박테리아를 이용하여 평가하였다. 필터에 포집된 *S. epidermidis*를 미생물로 오염된 표면으로 모사하였고, 은 나노 입자를 분산시켜 박테리아의 항균 성능을 평가하였다.

## 2. 실험

소형 나노에어로졸 생성장치에서 발생된 은나노 에어로졸 입자를 이용하여 박테리아의 항균 시험을 수행하였다. 은나노 에어로졸 입자는 nano-DMA (TSI model 3085)와 UCPC (ultrafine condensation particle counter, TSI model 3776)로 구성된 SMPS 시스템을 이용하여 크기분포를 측정하였다. *S. epidermidis*는 분무형 액적 발생장치(nebulizer)를 이용하여 바이오에어로졸로 발생하였고, 실험 결과의 신뢰성을 높이기 위하여 동시에 2대의 샘플러로 바이오에어로졸을 채취하도록 장치를 구성하였다. 동일한 조건에서 A 샘플러와 B 샘플러에 대하여 칼로니 형성 정도를 비교하는 실험을 수행하였다. 2대 샘플러

플러로 측정된 결과의 차이는 5% 미만이었으며, 최대 14%의 차이가 있었다. (Lee 등, 2006) 박테리아가 부착된 두 개의 필터 샘플러 중 하나의 필터 샘플러에 소형 나노에어로졸 발생장치를 이용하여 은 나노 입자를 분산시켰다. 노출시간이 1, 3, 6, 9분인 경우, 필터 표면에 부착된 박테리아의 증식 가능한 박테리아의 비율을 확인하였다. (Lee 등, 2006)

### 3. 결과 및 논의

이전 연구에 의하면 소형 나노에어로졸 생성장치를 이용하여 발생시킨 은 나노 입자는 구형의 입자로 대부분 응집체를 형성하지 않았고, XRD와 EDX의 분석결과에 의하면 산화하지 않은 순수한 은으로 발생되었다. (Jung 등, 2006)

Table 1 the fraction of non-viable bacteria to the viable bacteria at 6 Lpm (%)

Applied voltage(V)	Geometric mean diameter(nm)	Exposure time of silver-aerosol on the filter surface (min)			
		1	3	6	9
80	10.8	18.36	48.83	99.99	99.99
90	18.2	98.94	99.99	99.99	99.99

Table 1은 소형 에어로졸 생성장치를 이용하여 은나노 입자의 항균실험을 수행한 결과이다. 직경 50 mm 멤브레인 필터에 분무형 액적 발생기로 부착된 *S. epidermidis* 박테리아의 항균 시험에서 은나노 입자의 발생 조건은 평균 입경이 약 10.8nm인 경우 노출 시간이 1분일 경우 18.36% 만이 콜로니를 형성하지 못했지만, 6분 이상 노출된 경우 99.99% 이상 콜로니 형성을 관찰할 수 없었다. 이 때, 입자의 농도는  $2 \times 10^7$  개/cm<sup>3</sup> 였다. 인가전압이 90V인 모든 실험 조건에서 *S. epidermidis*에 100%에 가까운 항균특성을 나타냈다. 즉, 1분 정도 노출시킨 경우에도 박테리아가 거의 증식하지 못했다.

### 참고문헌

- (1) Jung, J. H., Oh, H. C., Noh, H. S., Ji, J. H. and Kim, S. S. (2006) "Metal nanoparticles generation using a small-sized ceramic heater with local heating area," Submitted to *J. Aerosol Sci.*
- (2) Lee, B. U., Yun, S. H., Ji, J. H. and Bae, G. N. (2006) "Airborne silver nanoparticles from an electric tube furnace as antimicrobial agents against *S. epidermis* bioaerosols on a filter," Submitted to *J. Aerosol Sci.*
- (3) Sondi, I. and Salopek-Sondi, B. (2004) "Silver Nanoparticles as Antimicrobial Agent: a Case Study on *E. coli* as a Model for Gram-negative Bacteria," *Journal of Colloid and Interface Science*, 275, 177-182.