

강전택¹, 정기호, 신학기¹부산대학교 화학과, ¹경남정보대학 공업화학과

1. 서론

산업이 발달함에 따라 우리의 생활은 보다 편리하고 윤택한 반면에 자연환경은 여러 가지 공해물질로 인하여 황폐해가고 있다. 각종 공장에서 나오는 폐수와 생활오수는 물론 산업폐기물 및 음식물 쓰레기를 지하에 매립함으로써 토양의 변질을 초래하고 누수의 방출로 인한 2차 수질오염을 가중시켜 우리의 식수원인 하천과 호소뿐만아니라 지하수의 오염마저 우려되고 있는 실정이다.

요즈음에는 환경문제에 대한 높은 관심으로 가정에 공급되고 있는 수도물에 대하여 대부분의 사람들이 불신을 갖고 있으며 식수로는 아파트 단지내의 지하수나 가까운 약수터의 물에 의존하고 있다. 최근 메스컴에 보도된 바와 같이 그 동안 믿고 식수로 사용해 오던 유명 약수터 물마저도 대장균과 일반세균이 기준치 이상으로 폐쇄하기에 이르렀다.

본 연구에서는 반도체 재료로 사용되는 silicone wafer 제조시 습식 etching 공정에서 발생하는 폐산을 수산화칼슘으로 중화시킨 폐슬러지를 이용하여 먼저 결정성 Hydroxyapatite(이하 HAp로 표기함)를 합성하였다. 그리고 무기계 항균제 제조시 항균력이 있는 것으로 밝혀진 Cu, Zn, Ag 중에서 다수의 세균 및 곰팡이에 대하여 우수한 항균효과를 나타내며 인체에 무해한 것으로 알려진 Ag⁺ 이온을 이온교환시켜 다공성 항균볼을 제조하여 음용수 관리기준에 규제하고 있는 대장균과 일반세균에 대한 항균력을 평가함으로써 수처리 공정에 응용하고자 한다.

2. 재료 및 실험방법

2.1 항균볼 제조

본 연구에서 사용한 재료는 반도체 제조시 etching 공정에서 발생한 폐슬러지를 이용하였다. 이 슬러지를 120℃의 건조기에서 1차 건조한 후 700℃의 전기로에서 30분간 소결한 다음 300 g을 채취하여 500 ml의 증류수에 넣고 70℃의 온도를 유지하면서 1%-H₃PO₄ 용액으로 pH가 중성이 되도록 반응시켰다. 탈수후 다시 120℃의 건조기에서 건조한 다음 900℃에서 소성하고 0.01M-AgNO₃ 용액 500 ml를 가하여 불밀에서 12시간 이온교환시켰다. 이온교환 후 미반응의 AgNO₃는 염산을 첨가하여 염화은 침전이 생기지 않을 때까지 확인하면서 증류수로 세척하였다. 건조한 후 HAp-Ag 80 g에 백자토 20 g과 성형성 및 다공성을 위하여 20%-PVA용액 25 g을 혼합한 다음 볼을 성형하여 100 0℃에서 소성하였다.

HAp-Ag 볼 전체중의 Ag 함량분석을 위하여 Inductively Coupled Plasma(GBC, Integra XMP)를 사용하였다.

2.2 항균시험

시료는 HAp만으로 제조한 볼과 HAp-Ag로 제조한 볼 2종을 Esherichia coli ATCC 25922와 Staphylococcus aureus ATCC 25923 시험균주에 대하여 항균력을 시험하였다.

희석수는 0.85% 멸균 생리식염수를 사용하였으며 세균용 배지는 1% Nutrient Broth(NB)와 Nutrient Agar(NA)를 사용하였다. 1%-Nutrient Broth 배지를 플라스크에 각각 100 ml씩 넣고 멸균하였다. 멸균된 배지 100 ml당 2종의 시료를 각각 10 g씩 첨가한 후 Nutrient Broth 배지에서 24시간 배양한 대장균 및 일반세균액을 10^5 CFU/ml(Colony Forming Unit)이 되도록 멸균 생리식염수로 희석하여 접종하였다. 접종한 후 즉시 생균수를 측정하여 초기 생균수로 정하였다.

35°C의 진탕배양기에서 2시간, 24시간 배양하여 생균수 측정은 Miles & Misra method와 한천배지를 이용한 Spreading method로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

HAp-Ag볼 전체 중의 Ag함량을 분석한 결과 9.0 ppm 이었으며 두가지 생균수 측정법의 결과가 동일하였다. 24시간 배양한 후의 생균수는 HAp 단독은 control과 비슷하나 HAp-Ag는 E. coli 및 S. aureus에 대하여 Fig. 1,2와 같이 우수한 항균효과를 나타내었다.

구 분	E. coli			S. aureus		
	Control	HAp	HAp-Ag	Control	HAp	HAp-Ag
0시간	2.0×10^9			3.2×10^9		
24시간	1.7×10^8	1.4×10^8	0	7.6×10^7	6.4×10^7	0

4. 요약

이온교환된 Ag의 함량이 미량임에도 우수한 항균효과를 나타냄으로서 성형볼 제조에 의한 수처리공정의 응용은 물론 반도체 제조공정에서 매월 수십톤 발생하는 폐슬러지를 재활용하여 무기계 항균제를 제조한다면 세라믹이나 제올라이트를 담체로한 항균제와 같이 공업적으로 널리 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

항균·방취 기능의 제품활용기술 세미나집, 기업기술교육시스템.

W.B.Clark, L.L.Bammann, and R.J.Gibbons, 1978, Infection and Immunity, Mar. 846-853.

M.Shirkhanzadeh, M.Azadegan, G.Q.Liu, 1995, Materials Letters, 24, 7-12.

F.H.Lin, T.L.Harn and M.H.Hon, 1989, Ceramics International, 15, 351-356.

T.Suzuki and K.Sugiyama, 1995, 資源と素材, 111, 581-586.

殺菌·抗菌技術の新展開.

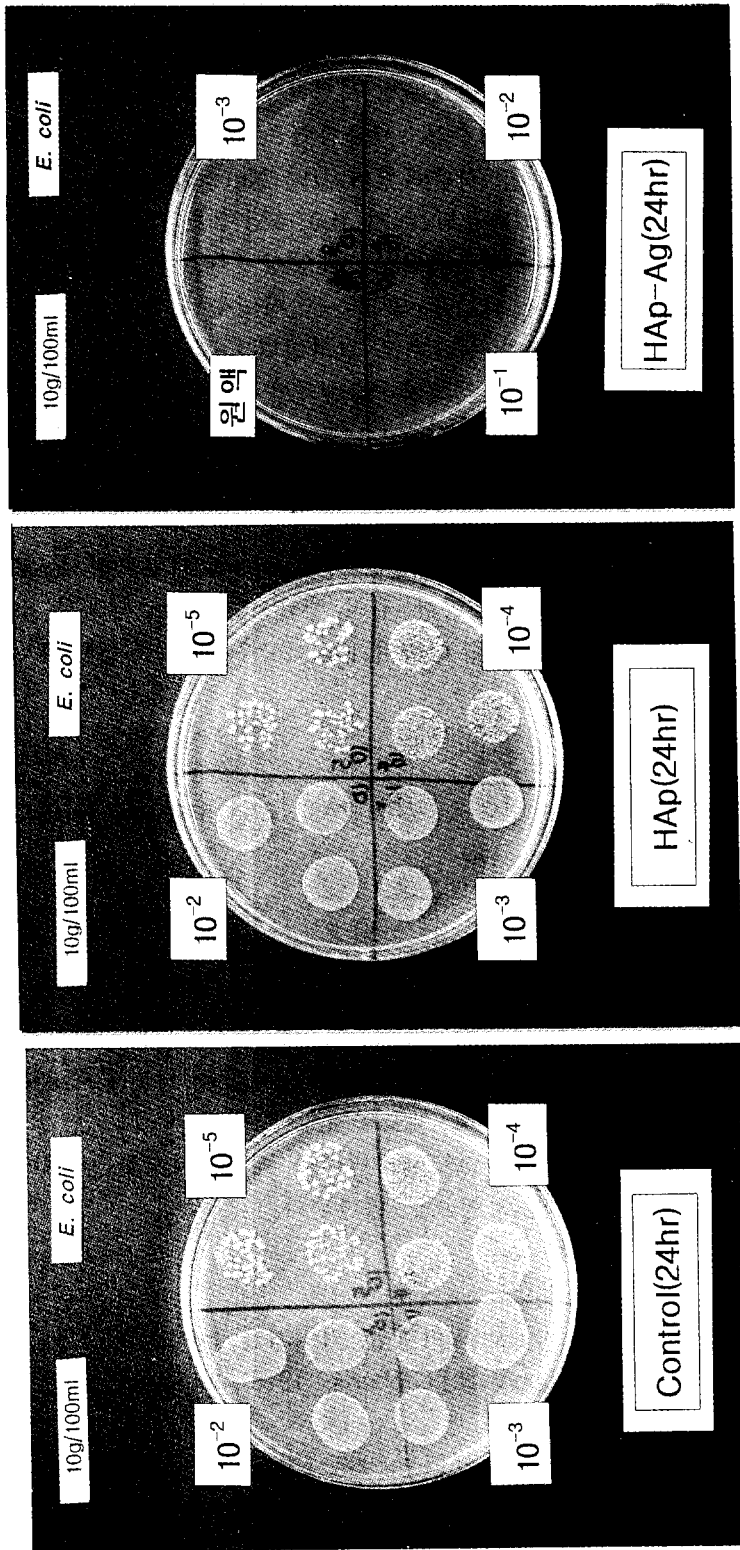


Fig.1. Antimicrobial effect of modified apatite for esherichia coli by the Miles & Misra method.

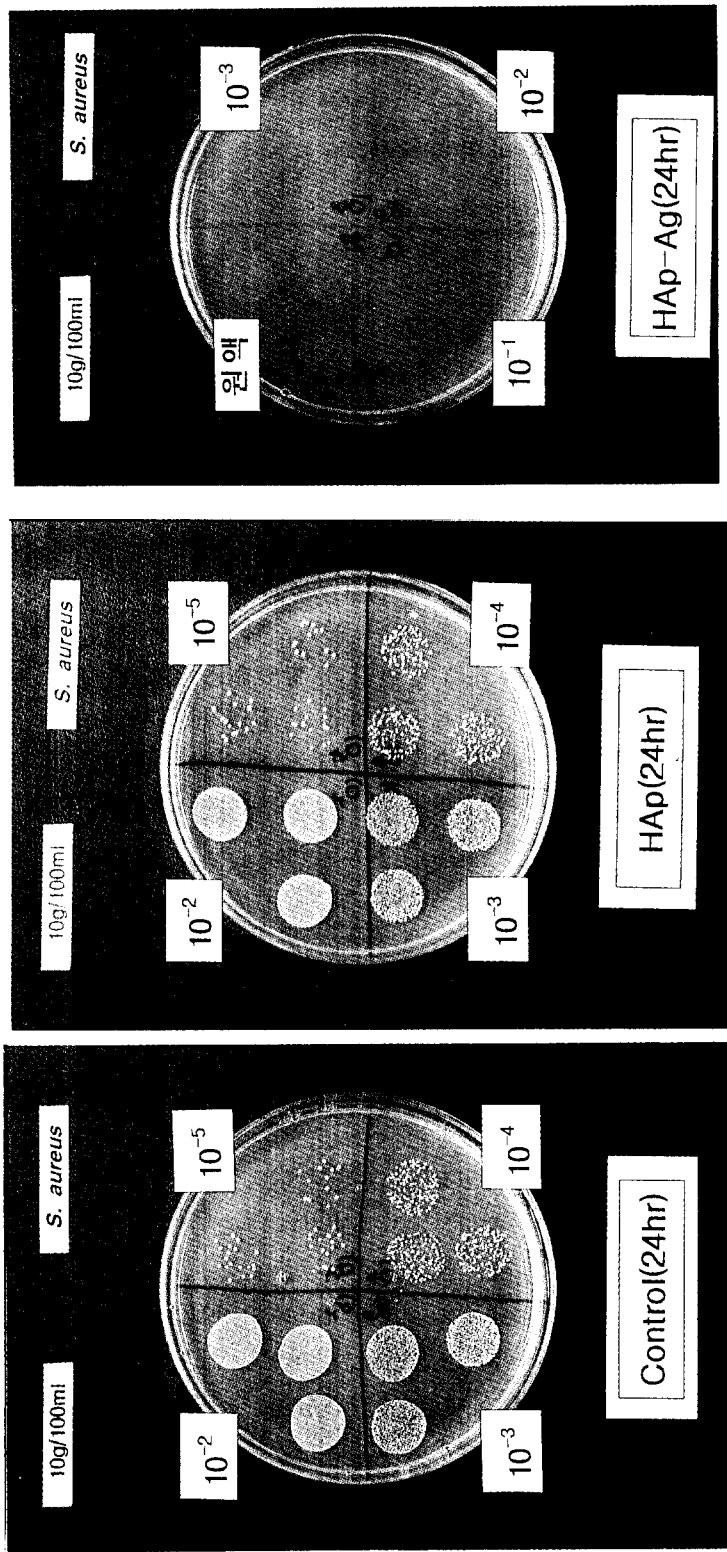


Fig.2. Antimicrobial effect of modified apatite for staphylococcus aureus by the Miles & Misra method.