

알지네이트-활성탄 비드를 이용한 산업폐수 처리

정태광¹, 김태영², 조성용¹, 김승재^{1,3*}

¹전남대학교 환경공학과, ²전남대학교 공업기술연구소

³전남대학교 환경연구소

(sjkim@chonnam.ac.kr*)

Treatment of industrial wastewater using alginate-activate carbon bead

T. K. Jeoung¹, T. Y. Kim², S. Y. Cho¹, S. J. Kim^{1,3}

¹Department of Environmental Engineering, ²Engineering Research Institute,

³Environmental Research Institute, Chonnam National University

(sjkim@chonnam.ac.kr*)

Introduction

최근 광주지역에도 전기전자산업, 자동차 및 광산업 등이 활성화되면서 그에 필요한 각종 부품산업도 크게 성장하고 있으며, 이런 산업에서는 제품의 특성에 따라 각종 도금 및 도장을 하게 되는데 이런 산업폐수에는 구리나 아연과 같은 중금속과 시안 등이 다량 함유되어 있다. 이러한 중금속이 적절히 처리되지 않고 자연계에 배출될 경우 경제적 손실뿐 만 아니라, 인간이나 생태계에 치명적인 영향을 줄 수 있다.[1-4] 따라서 본 연구에서는 자연계에 풍부하게 존재하는 천연고분자 중 중금속 흡착제거에 매우 효과가 높은 것으로 보고된 알지네이트(alginate)와 활성탄의 특성을 이용하여, 이들을 적정비로 혼합하여 친환경 흡착제 입자를 제조하고, 이것을 화학적 처리를 하여, 중금속을 효율적으로 제거할 수 있는 친환경적 복합소재를 개발하고자 한다.

Materials and Methods

구형의 알지네이트 비드를 제조하기 위하여 sodium alginate를 phosphate buffer saline(PBS) 용액에 3%(w/v)로 용해시켜 알지네이트 콜로이드(alginate colloid)용액을 제조한 후 syringe pump를 이용하여 충분히 교반되고 있는 3%(w/v)의 calcium chloride 용액에 적하하여 일정한 크기의 구형인 알지네이트 비드를 제조하였다. 이렇게 제조된 알지네이트 비드는 2차 증류수를 이용해 수회 수세하여 실험에 사용하였다. 본 연구에서는 알지네이트 비드의 강도를 강화시키기 위하여 알지네이트에 가교제인 PEG를 첨가하여 가교 결합시켰다. 3wt% sodium alginate colloid 용액과 PEG 6000을 7:3으로 혼합하여 AP colloid용액을 제조한 후에 분말 활성탄을 혼합하여 혼합비율에 따라 알지네이트와 분말활성탄의 중량비(A:AC)가 1:0.5, 1:1의 colloid용액을 제조하였다. AAC colloid용액을 주사기에 주입한 후 syringe pump를 이용해서 충분히 교반되고 있는 겔화제인 3%(w/v) calcium chloride 용액에 적하하여 활성탄과 알지네이트의 중량비(A:AC)가 1:0.5, 1:1인 일정한 크기의 구형의 알지네이트-활성탄 비드를 제조하였다. 생성된 비드는 24시간 후 2차 증류수를 사용하여 감압하면서 수회 세척하여 본 연구에서의 주요 흡착제로 사용하였다. 중금속과 유기물의 잔류농도는 ICPS-7500 및 TOC-V로 측정하였다.

Result

본 연구에서는 도금폐수에 존재하는 중금속과 유기물을 제거하기 위하여 alginate bead, AAC(1:0.5, 1:1) bead를 제조하였고, 이것을 이용하여 중금속과 유기물의 흡착특성을 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. Fig. 1은 냉동 건조한 알지네이트-활성탄(1:1) 비드의 내부와 외부를 확대한 SEM 사진인데 그림에서 보듯이 비드 내부의 복잡한 그물 구조를 확인할 수 있었다. 이는 냉동 건조된 알지네이트-활성탄 비드가 다공성임을 보여주는 것이다. 알지네이트-활성탄은 실온, 오픈, 진공 건조시 입자의 수축현상으로 인해 다공성을 유지할 수 없어 세공이 거의 발달되지 않음을 알 수 있었는데, 냉동 건조된 알지네이트-활성탄 비드에서 다공 구조를 확인할 수 있었던 것은 비드 내부에 있는 수분들이 진공 증발에 의해 제거되기 전에 동결되어 내부의 기공을 유지할 수 있었기 때문이라고 생각된다. Table 1에는 활성탄과 알지네이트 그리고 알지네이트-활성탄 비드의 물리적 특성을 요약하여 나타내었다. Fig. 2~5는 세 종류의 흡착제를 이용해 중금속(Cr, Ni, Cu, Zn) 제거 능력을 나타낸 그림이다. 알지네이트-활성탄(AAC) 비드에 의한 중금속 흡착현상은 세공 확산 모델을 이용하여 잘 묘사할 수 있었고, Alginate bead, 알지네이트-활성탄(AAC) 비드는 모두 중금속을 제거할 수 있었으며, 제거율은 3%(w/v) alginate bead > A:AC=1:0.5 > A:AC=1:1 순이었다. 위의 결과를 토대로 도금폐수 내에 여러 중금속이 혼합되어 존재할 경우 친환경적 소재인 알지네이트와 활성탄을 혼합한 AAC 비드를 이용하여 효과적으로 제거할 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgment

본 연구는 BK21 친환경핵심소재 및 공정개발사업팀 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

Reference

1. Behavior of microbial growth and metabolism in alginate-chitosan-alginate (ACA) microcapsules, *Enzyme and Microbial Technology*, 38, 697-704 (2006).
2. Similarities and differences between alginic acid gels and ionically crosslinked alginate gels, *Food Hydrocolloids*, 20, 170-175 (2006).
3. Fouling of reverse osmosis membranes by hydrophilic organic matter: implications for water reuse, *Desalination*, 187, 313-321 (2006).
4. Influence of surfactant entrapment to dried alginate beads on sorption and removal of Cu²⁺ ions, *Journal of Hazardous Materials*, 30, 1-5 (2005)

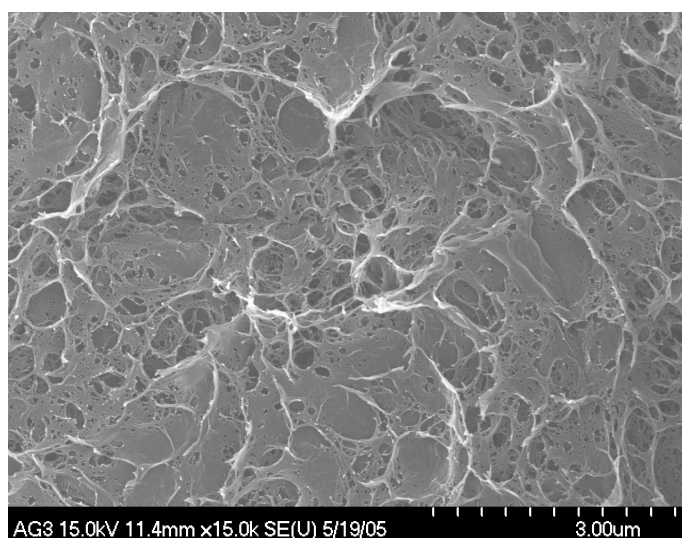
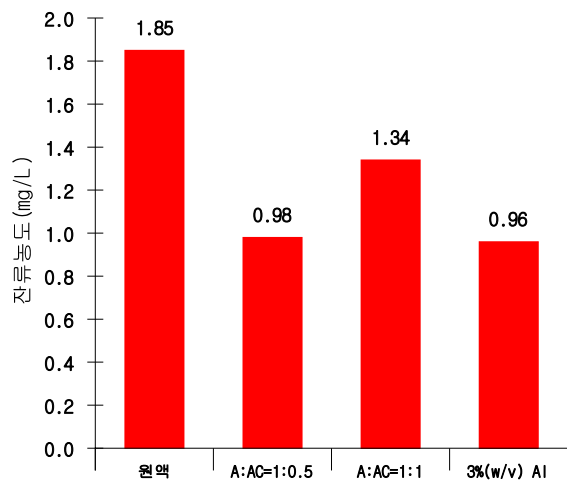


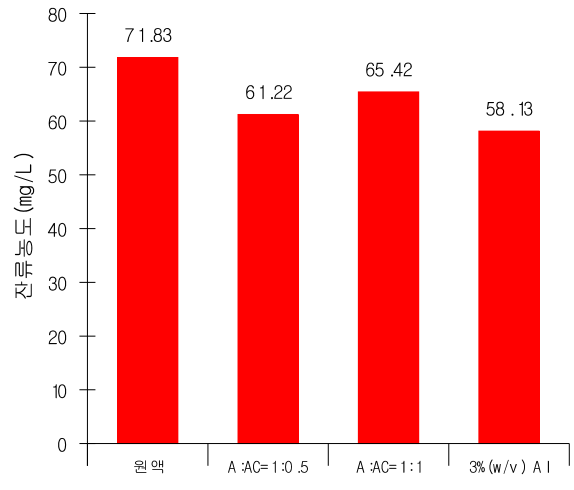
Fig. 1. SEM photograph of cross sectional view of AAC (1:1) bead dried in a freeze dryer ($\times 15,000$)

Table 1. Physical properties of alginate bead, powdered activated carbon and alginate-powdered activated carbon (AAC) beads

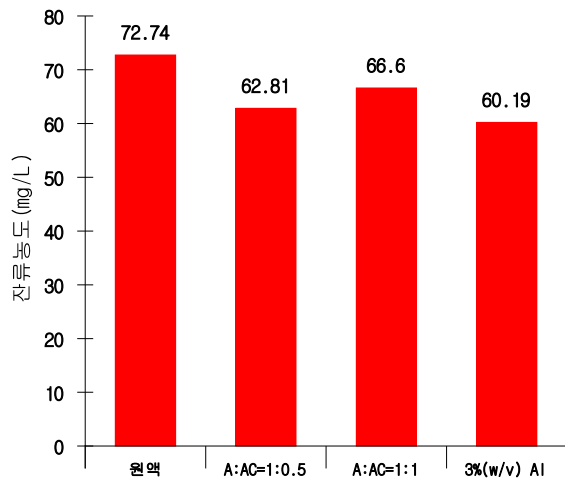
Property	Alginate beads	Powdered activated carbon	AAC (1:1) beads
Drying type	Freeze	Vacuum oven	Freeze
Mean diameter[cm]	0.20	0.004	0.20
BET surface area [m ² /g]	25	800	193.8
Pore radius[Å]	40.49	35.32	26.50
Pore volume[cm ³ /g]	0.05	0.36	0.26



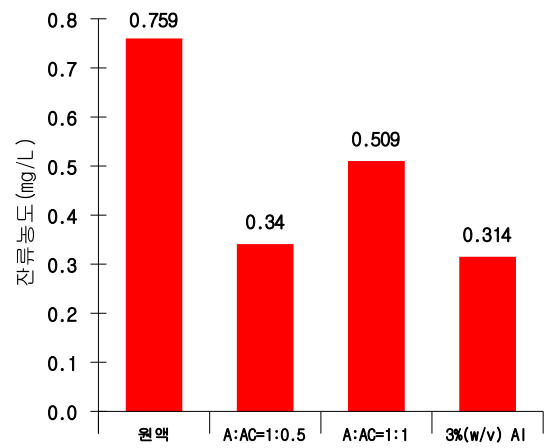
흡착후 Cu의 잔류농도



흡착후 Ni의 잔류농도



흡착후 Zn의 잔류농도



흡착후 Cr의 잔류농도