

Alginate Bead를 이용한 Copper Ions의 흡착 특성

김태영*, 박경희, 이진영¹, 조성용¹, 김진환², 김승재^{1,3}
 전남대학교 공업기술연구소, ¹전남대학교 환경공학과,
²전남대학교 응용화학공학부, ³전남대학교 환경연구소
 (tykim001@chonnam.ac.kr*)

Adsorption Characteristics of Copper Ions Using Alginate Bead

T. Y. Kim*, K. H. Park, J. Y. Lee¹, S. Y. Cho¹, J. H. Kim², S. J. Kim^{1,3}
 Engineering Research Institute, ¹Department of Environmental Engineering,
²Faculty of Applied Chemical Engineering, ³Environmental Research Institute,
 Chonnam National University
 (tykim001@chonnam.ac.kr*)

Introduction

수질오염을 일으키는 대표적인 독성물질로서 수은, 구리, 납, 카드뮴, 코발트, 망간, 아연 등과 같은 중금속은 소량으로도 인체에 독성을 나타내며, 쉽게 분해되지 않기 때문에 심각한 환경문제를 일으킨다. 특히 이들 중금속 중 구리, 코발트, 아연, 카드뮴 등은 널리 이용되고 있어 2차적 환경오염이 크게 우려되는 물질이다. 따라서 이러한 독성 금속이온을 제거하기 위해 수많은 기술들이 개발되어 왔으며, 폐수 중의 중금속 이온을 회수 할 수 있는 새로운 흡착제를 이용한 분리기술이 필요하다[1-3].

자연계에 풍부하게 존재하는 천연고분자 중에서 알지네이트 (alginate)는 해조류와 박테리아류에 다량 포함되어있는 다당류 물질이다. 알지네이트는 고정화 겔로 encapsulate enzymes, subcellar organelles, living cell 등의 생물 의학과 생물공학 산업에 널리 사용되고 있으며, 중금속 흡착제거에 매우 효과가 높은 것으로 보고되었다[4].

본 연구에서는 알지네이트 비드를 제조하여 수용액중의 구리이온에 대한 흡착등온 및 흡착속도 실험을 통하여 흡착특성 등을 연구하고 알지네이트 비드에서 구리이온의 흡착 공정에 대한 기초 자료를 얻고자 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. 3 % (w/v) sodium alginate colloid용액과 PEG 6000을 7:3, 8:2, 6:4의 비율로 혼합하여 AP(alginate-PEG) beads를 제조하였다. 피흡착제는 copper nitrate trihydrate (Junsei chemical Co., Japan)을 사용하였다. 구리이온의 농도 분석은 유도결합 플라즈마 분광광도계 (ICPS-7500, Shimadzu corporation)를 이용하였다. 제조된 비드의 세공반경 및 부피는

Quantachrome instruments autosorb-1로 측정하였다.

Result

Fig. 1은 냉동 건조된 알지네이트 비드의 내부구조를 고찰하기 위한 SEM사진이다. 그림에서 보듯이 비드의 내부에 복잡한 그물구조를 확인할 수 있었으며, 본 연구에서 제조된 알지네이트 비드는 다공성임을 확인할 수 있었다. 제조된 알지네이트 비드의 물리적 특성을 Table 1에 나타내었다. Fig. 2는 PEG 6000의 함량 비율에 따른 알지네이트 비드에서 구리이온의 흡착평형실험 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 alginate : PEG가 7 : 3의 비율로 혼합 되었을 때 최대 포화흡착량을 나타냄을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 알지네이트와 PEG의 가교결합으로 인한 흡착 site가 증가하였기 때문으로 사료되어진다. 흡착평형실험 data는 Langmuir 흡착등온식으로 잘 모사 할 수 있었으며, 흡착등온선의 parameters를 Table 2에 정리하여 나타내었다. Fig. 3은 구리의 pH 변화에 따른 활성탄-알지네이트 (1:1)비드에 대한 구리의 흡착등온선을 나타낸 그림이다. pH가 5일 때 포화 흡착량이 더 크게 나타남을 알 수 있었다. Fig. 4는 pH가 3과 5일 때의 알지네이트 비드에 의한 구리수용액의 회분식 실험결과를 나타낸 그림이다. 그림에서 보여주는 바와 같이 pH가 5일 때 흡착속도가 빠르게 진행됨을 알 수 있었으며, 세공확산모델로 잘 모사할 수 있었다. 회분식 실험으로부터 물질전달계수 값을 구하여 Table 3에 정리하여 나타내었다. 구리 이온의 흡착은 세공확산과 표면확산이 함께 이루어지고 있으나, 이들의 값은 경막 물질전달계수의 값과 비교할 때 매우 작은 값이기 때문에 입자 내부의 확산이 전체 흡착 과정의 율속단계인 것으로 생각된다.

Acknowledgment

이 논문은 2006년도 두뇌한국21 사업에 의하여 지원되었음.

Reference

1. E. Gilson, "Recherches chimiques sur la membrane cellulaire des Champignons", *Bull. Soc. Chim. paris*, **3**, 1099 (1894)
2. Temenoff J. S, Mikos A. G. Review: tissue engineering for regeneration of articular cartilage. *Biomaterials*, **21**, 431 (2000)
3. Mi, F. L., Shyu, S. S., Lee, S. T. and Wong, T.B., *J. polym.sci.*, **37**, 1551 (1999)
4. L. Raymond, F. G. Morin and R. H. Marchessault, *Carbohydrate Research*, **246**, 331 (1993)

Table 1. Physical properties of alginate bead.

Property	Drying type	Sieve No.	Mean diameter [cm]	BET surface area [m ² /g]	Pore radius[Å]	Pore volume [cm ³ /g]
Alginated bead	Freeze	10 ~ 12	0.17	25	40.49	0.05

Table 2. Adsorption equilibrium constants of copper ion onto alginate bead in terms of PEG 6000

Isotherm type	parameter	Ratio		
		7:3	8:2	6:4
Langmuir	q_m	2.78	2.52	2.12
	b	16.9	12.7	13.4
	error(%)	2.87	3.62	2.16
Freundlich	k	2.65	2.33	1.96
	n	3.16	3.09	4.98
	error(%)	3.47	4.95	5.68
Sips	q_m	2.78	2.52	2.16
	b	15.3	10.5	11.7
	n	1.09	1.18	1.02
	error(%)	7.11	8.91	2.31

Table 3. Kinetic parameters for batch adsorption of copper ions

Absorbents (beads)	pH	$k_f \times 10^5$ [m/s]	$D_p \times 10^9$ [m ² /s]	$D_s \times 10^{11}$ [m ² /s]
Alginate beads	3	8.34	7.39	8.71
	5	8.75	7.85	8.90

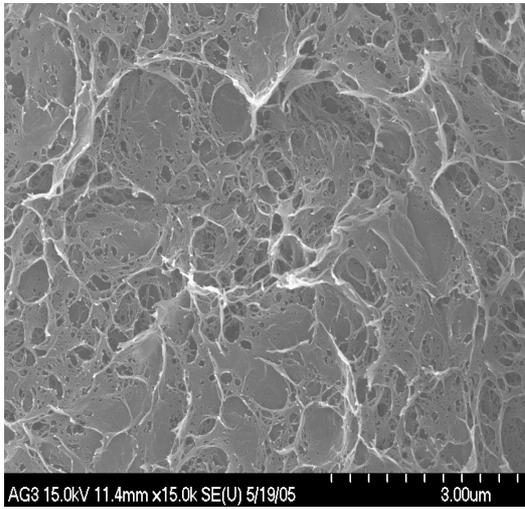


Fig. 1. Adsorption isotherms of copper ions onto different adsorbents (298K)

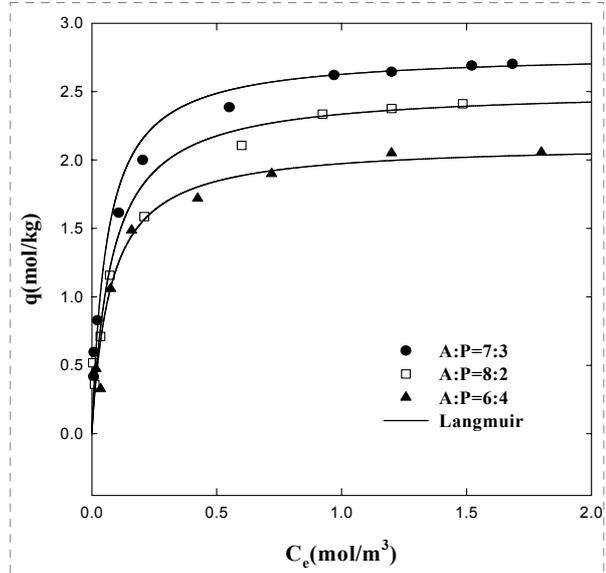


Fig. 2. Adsorption isotherm of copper ion on alginate beads in terms of ratio of PEG 6000

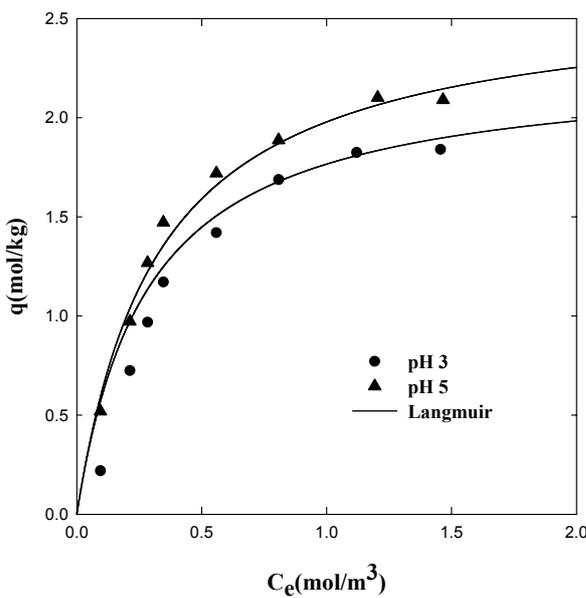


Fig. 3. Adsorption isotherms of copper ions on AAC (1:1) bead at different pH values

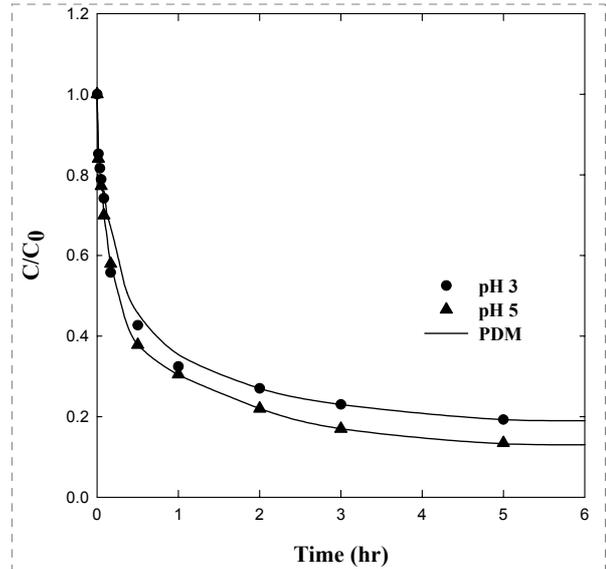


Fig. 4. Concentration decay curves of copper ions on alginate beads at different pH values