

PF15) 폐수의 특성을 고려한 다양한 메조포러스 흡착제의 제조

김정배*, 김성국¹, 허재은¹, 이갑두¹, 박상원¹
계명대학교 지구환경보전학과, ¹환경과학과

1. 서 론

메조포러스 실리카는 구조유도체 주형 물질(templat)로 계면활성제를 사용하여 계면활성제와 실리카의 상호 작용에 의해서 합성한다. 즉 계면활성제 분자의 머리 부분에 있는 양전하와 규산 음이온이 정전기적 균형을 맞추기 위하여 결합하는 동시에 액정구조의 형성과 구조화에 참여하여 육각형 배열구조의 계면활성제의 액정 구조가 형성되고 합성이 안정화된 후 고온으로 소성시키면 구조유도체인 계면활성제는 탄화되고 다공성을 가지는 실리카 겔만 남게 된다.

메조포러스의 표면 개질은 중금속 또는 소수성 유기화합물의 흡착을 용이하게 하기 위하여 메조포러스 합성물질 표면에 mercapto, EDTA 또는 $(\text{CH}_3)_3\text{Si}$ 기능을 부착하는 합성기술이다. 나노기술이 융합된 다공성 메조포러스 합성 물질은 활성탄, 점토류 등의 기존의 흡착제와 비교해서 우수한 흡착제로 다음과 같은 장점을 가진다.

본 논문에서는 폐수의 특성을 고려한 다양한 표면 특성을 가진 나노 구조체인 다공성 메조포러스 흡착제를 합성 및 제조하고, 중금속 오염물질에 대한 고/액 계면 관점에서 표면특성을 규명하고, 흡착제거에 관한 연구를 한다.

2. 실험방법

2.1. 메조포러스 흡착제 제조 및 기능기 합성

mesoporous 흡착제의 제조는 구조유도체로 hexadecyltrimethylammonium bromide 계면활성제를 사용하여 졸-겔 방법에 기반을 둔 자기조합법을 통하여 합성하였다. 본 연구에서 제조된 mesoporous silica에 대한 계면활성제와 silica source의 주입량을 Table 1에 나타내었다. 또한 mesoporous 흡착제에 대한 표면개질을 위하여 제조된 mesoporous silica 표면에 mercapto, Amino, Fe(III), La(III) 등의 기능을 결합하여 다양한 오염물질과 결합하기 쉽게 하였다.

2.2. 중금속 이온 흡착 실험

Mercapto 그룹으로 표면 개질된 mesoporous silica에 대한 수은(Hg), 카드뮴(Cd)과 납(Pb), 크롬(Cr(VI), Cr(III)), 셀레늄(Se(V)), 불소(F⁻)에 대한 양이온/음이온 중금속 과 음이온 무기물에 대한 흡착실험을 수행하였다. 대상 시료는 기능을 부착한 mesoporous silica와 기능을 부착하지 않은 mesoporous silica와 비교 흡착실험을 하였다. 흡착실험은 각 중금속

과 음이온 무기물(F)에 대하여 흡착제의 주입량, pH 변화에 따른 실험을 수행 하였고, 단일 성분계과 이성분계에 대해서 흡착실험을 수행 하였다. 흡착실험에 사용된 중금속 용액은 metal nitrate salts를 이용했다. $Hg(NO_3)_2 \cdot nH_2O$, $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, $Pb(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$, $Cr(NO_3)_2 \cdot 9H_2O$ 등 그 외 1000 ppm Hg(II), 1000ppm Cd, 1000ppm Pb, 1000ppm Cr(VI), 1000 ppm Cr(III) 표준시약을 사용하였다.

Table 1. Summary of mesoporous adsorbent synthesis conditions prepared by surfactant and silica source

Sample	Surfactant template	Silica source
MS-1	C ₁₆ TAB, 14.4g	Ludox HS-40, 4.4g
MS-2	C ₁₆ TAB, 14.4g	Ludox HS-40, 6.2g
MS-3	C ₁₈ TAB, 10.4g	Ludox HS-40, 6.2g
MS-4	C ₁₈ TAB, 15.3g	Ludox HS-40, 8.8g

Mesoporous Silica(MS), Hexadecyltrimethylammonium bromide(C₁₆ TAB)
octadecyltrimethylammonium bromide(C₁₈ TAB)

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 표면개질된 메조포러스 흡착제를 이용한 회분식 흡착 실험을 바탕으로 여러 종류의 중금속이 혼합된 산업체 도금폐수의 1차 처리수에 대한 실험 결과를 Table 2에 나타내었다. 흡착실험에 사용된 흡착제는 MS-S와 MS-NNN을 1 : 1로 혼합하였고, 흡착제의 주입량은 3.0g/L, pH는 6.5, 흡착반응시간은 3시간에서 흡착 실험을 하였다. 도금폐수에 함유된 8종류의 중금속이온은 중금속 이온종에 따라 제거율 차이가 있지만 85.3-96.5% 제거되었다.

Table 2. Heavy metal adsorption test result for raw wastewater(S plating industry) by mesoporous adsorbent

구분 \ 성분	Cr	Al	Zn	Cu	Ni	Pb	Cd	Fe	비고
농도(ppm)	27.23	2.16	32.82	24.12	3.45	3.56	5.35	48.63	1차 처리수
잔류농도(ppm)	4.49	0.075	4.17	1.83	0.44	0.13	0.41	8.17	MS-S : MS-NNN 비율 = 1:1 3g/L
제거율(%)	83.5	96.5	87.3	92.4	87.1	96.2	92.3	83.2	

참 고 문 헌

Back, J. S., Vartuli, J. C., Roth, W. J. Leonowicz, M. E., Kresge, C. T., Schmitt, K. D., Chu, T-W., Olson, D. H., Sheppard, E. W., McCullen, S. B., Higgins, J. B., and

schlenker, J. L., 1992. *J. Am. Chem. Soc.*, 114, 1084.

Alain Walcarius, Cyril Delacote, 2005. *Analytica Chimica Acta*, 547, 3-13.

Manuel, Algarra, M. Victoric Jimenez, Enrique, Rodriguez-Castellon, Antonio
Jimenez-Lopez, Jose Jimenez-Jimenez, 2005. *Chemosphere*, 59, 779-786.

Mi-sook, Kang, Mi-Hae, Lee, 2005. *Applied Catalysis A : General* 284, 215-222.

A.M. Liu, S. Hidajat, D.Y. Zhao, 2000. *Chem. Commun.* 230, 1145.