

PC3) 메르캡토 기능을 가진 메조포러스 실리카 흡착제에 의한 양이온 중금속의 등온흡착 및 속도론적 해석

이두희·최정훈·김정배¹⁾

계명대학교 환경과학과 대학원, ¹⁾계명대학교 환경학부

1. 서론

수중의 중금속의 처리방법으로서 화학적, 물리적, 생물학적인 원리를 이용한 여러 가지 방법이 널리 이용되고 있다. 특히 급속하게 늘어나는 산업폐수, 합성세제, 농약 그리고 매립되는 고형폐기물의 증가는 유해한 유기물질과 중금속에 의한 지표수와 지하수의 오염을 더욱 심각하게 만들고 있다. 한편 특정 유해 오염물의 제거에 대한 연구가 현재 활발히 진행 중이며, 폐수 중 제거되거나 무해화 하고자 하는 유독물질의 물리/화학적 특성에 대한 정확한 규명의 기반위에서 그 특성에 맞는 적절한 기술을 연구하고 있다

본 연구에서는 흡착제로서 메르캡토(Mercapto) 기능을 가지는 메르캡토 메조포러스 실리카(Mercapto Mesoporous Silica :MMS)를 합성하고 양이온 중금속인 Pb(II), Cd(II), Cu(II) 및 Ni(II) 이온에 대한 흡착능을 등온흡착 및 속도론적으로 해석하였다.

2. 실험 방법

양이온 중금속인 Pb(II), Cd(II), Cu(II) 그리고 Ni(II) 화합물에 대한 흡착실험은 메르캡토(Mercapto) 기능기로 표면 개질한 메조포러스 실리카(MMS)를 이용하여 등온흡착평형, 시간에 따른 초기농도별 흡착속도, 온도별 흡착속도 등 실험을 실시하여 최초 농도와의 비교를 통하여 흡착된 중금속의 흡착량을 구하였다. 표면개질된 흡착제인 MMS의 표면특성을 규명하였고, 단일성분 평형 모델식으로 알려진 Langmuir식, Freundlich식, Temkin식 및 Dubinin-Radushkevich식을 사용하여 분석하였으며, 그리고 흡착제에 의한 중금속 이온의 흡착 속도와 흡착량 관계에 대한 제거 속도를 알아보기 위하여 유사일차속도식, 유사이차속도식을 적용하여 검토하였다.

3. 결과 및 고찰

MMS 메조포러스 흡착제의 제타전위(Zeta Potential)를 측정한 결과 MMS의 표면전위값은 (-) 전위로 더욱 감소된 것을 알 수 있었다. 등온흡착식 분석 결과, Langmuir 등온 흡착식에서 구한 각 중금속의 이론적 최대 흡착용량(q_m)은 22.75~30.57 mg/g 이었으며, 각 중금속 대한 것은 Pb(II)>Cd(II)>Cu(II)>Ni(II)의 순서였다. 그리고 흡착상수인 K_L 값은 0.258~0.204 L/mg 이었으며, 회귀직선식 상관계수인 r^2 값이 Langmuir 식에 잘 맞는 것으로 나타났다. 또한 분리계수 또는 평형계수로 부르는 무차원 상수 값 R_L 을 각 농도별로 구한 값은 0.046 ~ 0.377로서 흡착공정이 적합하다는 것을 알 수 있었다. Freundlich 등온 흡착식에서 구한 분배계수를 나타내는 각 중금속에 대한 K_f 값은 9.616~9.862 L/g 이었으며, K_f 값은 클수록 좋다. 그리고 $1/n$ 값은 0.306~0.318의 범위로서 아주 효과적인 흡착조작이 가능한 영역에 있음을 알 수 있었다. Temkin 등온 흡착식에서 구한 Temkin 계수 B는 흡착열에 대응하는 상수이고, 각 중금속의 B 값은 4.162~5.683 J/mol로서, B 값이 20 J/mol 보다 적은 범위를 가지므로 중금속 흡착은 물리흡착공정인 것으로 판단되었다. 각 중금속의 일차속도상수값의 크기는 Ni(II)>Cu(II)>Cd(II)>Pb(II)의 순서였으며, 이차속도상수값의 크기는 Pb(II)>Cd(II)>Cu(II)> Ni(II)의 순서였다.

4. 참고문헌

Momcilovic, M, M. Purenovic, A. Bojic, A. Zarubica, and M. Randelovic, 2011, Removal of lead(II) ions from aqueous solutions by adsorption onto pine cone activated carbon, Desalination, 276, 53-59.