

PC1) Fe(III)로 표면처리된 메조포러스 실리카에 의한 As(V) 및 Se(IV)의 등온흡착 및 속도론적 해석

최정훈 · 이두희 · 김정배¹⁾

계명대학교 환경과학과 대학원, ¹⁾계명대학교 환경학부

1. 서론

특정폐기물로 분류되는 유기 및 무기오염물질은 독성이나 유해성 때문에 그 처리에 어려움을 겪고 있다. 유기오염물질은 소각, 습식산화, 생물학적인 처리, 흡착등에 의하여 분해시키거나 회수하고 있으며, 무기오염물질은 중금속이 대부분이며 물질의 특성상 더 이상 분해되지 않으므로 회수하거나 아니면 매립에 의존한다. 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 Fe(III) 기능을 가지는 Fe-mercapto mesoporous silica (Fe-MS)를 합성하고 음이온 중금속인 As(V) 및 Se(IV) 이온에 대한 흡착능을 등온흡착 및 속도론적으로 해석하였다.

2. 실험 방법

음이온 중금속인 As(V) 및 Se(IV) 이온에 대한 흡착실험은 Fe 기능기로 표면 개질한 메조포러스 실리카(Fe-MS)를 이용하여 등온흡착평형, 시간에 따른 초기농도별 흡착속도, 온도별 흡착속도 등 실험을 실시하여 최초 농도와의 비교를 통하여 흡착된 중금속의 흡착량을 구하였다. 표면개질된 흡착제인 Fe-MS의 표면특성을 규명하였고, 단일성분 평형 모델식으로 알려진 Langmuir식, Freundlich식 및 Temkin식을 사용하여 분석하였으며, 그리고 흡착제에 의한 중금속 이온의 흡착 속도와 흡착량 관계에 대한 제거 속도를 알아보기 위하여 유사이차속도식, 유사이차속도식을 적용하여 검토하였다.

3. 결과 및 고찰

Fe-MS 메조포러스 흡착제의 제타전위(Zeta Potential)를 측정한 결과 Fe-S의 표면전위값은 (+) 전위로 더욱 증가된 것을 알 수 있었다. 등온흡착식 분석 결과, Langmuir 등온 흡착식에서 구한 As(V) 및 Se(IV)의 이론적 최대흡착용량(q_m)은 각각 19.32 mg/g과 16.86 mg/g 이었다. 그리고 흡착상수인 K_L 값은 각각 0.433 L/mg과 0.228 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 0.085~0.198로서 흡착공정이 적합하다는 것을 알 수 있었다. Freundlich 등온 흡착식에서 구한 분배계수를 나타내는 각 중금속에 대한 K_F 값은 As(V)의 경우 8.035 L/g, Se(IV)의 경우 6.266 L/g 이었으며, K_F 값은 클수록 좋다. 그리고 $1/n$ 값은 0.228~0.234의 범위로서 아주 효과적인 흡착조작이 가능한 영역에 있음을 알 수 있었다. Temkin 등온 흡착식에서 구한 Temkin 계수 B는 흡착열에 대응하는 상수이고, 각 중금속의 B 값은 각각 3.109 및 2.707 J/mol로서, B 값이 20 J/mol 보다 적은 범위를 가지므로 중금속 흡착은 물리흡착공정인 것으로 판단되었다. 각 중금속의 일차속도상수값의 크기는 As(V)>Se(IV)의 순서였으며, 이차속도상수값의 크기는 Se(IV)> As(V)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.