

유선재, 김종구, 김종배*

군산대학교 해양환경공학과, *군산대학교 식품공학과

서 론

중금속은 유기체에 필수 원소이며 또한 독성을 띠는 이중적 성질 때문에 많은 연구가 이루어졌다. 중금속과 토양 사이의 평형반응은 많이 연구되어져 있지만(Schuster, 1991; Barrow and Cox, 1992; Yin 1996), 중금속과 갯벌이나 황토의 평형반응이나 반응속도를 고려한 논문은 미미한 실정이다. 하지만 반응속도를 알면 갯벌에서 중금속의 생물이용도, 이동 및 운명을, 황토 살포시 해수 중금속과의 결합이나 침강 정도를 밝힐 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 서로 다른 특성을 가진 3곳의 갯벌과 2곳의 황토를 이용해 중금속(Cu, Cd, Pb)의 흡착 kinetic을 밝히고, 또한 이들에서 유기물을 제거한 경우 반응속도에 토양의 조성이 미치는 영향을 조사하는데 있다. 그리고 non-linear regression model을 이용하여 구한 흡착속도상수와 갯벌의 조성과의 관계를 밝힌다.

재료 및 방법

1. 대상시료

본 실험에 사용한 갯벌은 조성이 서로 다른 충남 서천군에 위치한 춘장대 갯벌, 부안군 계화도 갯벌 그리고 군산시 옥구군 어은리 갯벌을 이용하였다. 황토는 적조 구제용으로 사용되는 충무와 남해산을 이용하였다.

갯벌과 황토의 물리화학적 특성으로 pH, 강열감량(IL), COD, 중금속(Cu, Cd, Pb), 산화 Fe, Mn, Al, 입도분석 등을 측정하였다.

2. Kinetic 실험

실험에 사용한 시수는 서해해수에 Cu 0.5mg/l, Cd 0.1mg/l. 그리고 Pb 1.0mg/l 되게 (모든 중금속은 $5 \times 10^{-5} M$) 조절한 후 사용하였다. 본 실험에 사용한 Stirred-flow 반응기는 Fig. 1에 나타낸, Yin(1996)이 개발한 것을 사용하였다.

흡착실험을 위해 0.3g의 시료와 stirrer를 반응기 내에 넣고 시수 유입과 동시에 뚜껑을 막고 유입용액을 약 0.5ml/min 속도로 주입하였다. 유출수는 최초 2분 그리고 5분 간격으로 받았다. 유출수의 중금속 농도는 AAs(Shimadzu 6001 F)로 측정하였다.

중금속 흡착 kinetic에 갯벌이나 황토의 유기물이 미치는 영향을 확인하기 위해, 어은리, 춘장대갯벌과 충무산 황토의 유기물을 H_2O_2 로 제거하였다. 반응기내 중금속 흡착을 고려하기 위해, 앞서 언급한 방법과 같이 반응기에 시료를 넣지 않고 공시험 흡착을 행하였다.

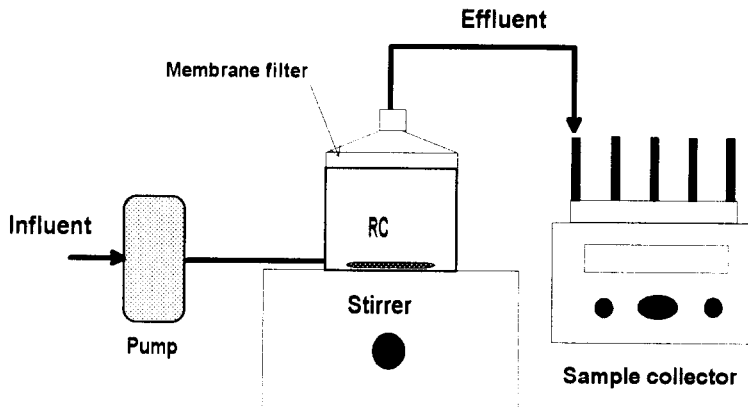


Fig.1. Schematic of kinetic experimental setup. RC : Reactor chamber.

요 약

갯벌의 조성이 다른 3곳과 적조구제를 위해 사용되는 2곳의 황토를 이용해 금속(Cu, Cd, Pb)의 흡착 kinetic을 밝히고, non-linear regression model을 이용하여 구한 흡착속도상수와 갯벌의 조성과의 관계를 평가해 보았다.

중금속흡착에 영향을 주는 갯벌이나 황토의 조성 중에서 강열감량(I.L.), 산화철·망간·알루미늄의 함량은 황토가 갯벌보다 1.5~6배 높았다. 하지만 니질(silt&clay)의 함량은 어은리 갯벌이 다른 시료보다 4~50배 많았다.

중금속흡착은 초기 30분 동안에 매우 빠르게 일어났다. 이때 흡착량은 Cu, Cd, Pb이 각각 4.1~14.7 $\mu\text{g/g}$, 42.8~16.7 $\mu\text{g/g}$ 그리고 43.3~101.7 $\mu\text{g/g}$ 로 3시간 실험 후 총 누적흡착량의 8~70%, 18~31 그리고 19~52%이었다. 흡착실험시 초기 금속농도를 동일 ($5 \times 10^{-5}\text{M}$)하게 하여 운전한 결과 흡착량은 $\text{Pb} > \text{Cu} > \text{Cd}$ 이었다.

중금속의 흡착 kinetics는 onsite kinetic model로 표현할 수 있었다. 특히 구리의 경우 non-linear model로 계산된 흡착속도상수(K_a)와 3개 갯벌의 I.L., 산화알루미늄 및 니질 함량 사이에는 $R^2 = -0.88 \sim -0.99$ 의 역 상관관계를 나타내었다.

참고문헌

- Barrow, N.J. and V.C.Cox. 1992. The effects of pH and chloride concentration on mercury sorption. I. By goethite. J. Soil Sci, 43, 295-304.
- Schuster, E. 1991. The behavior of mercury in the soil with specific emphasis on complexation and adsorption processes - A review of the literature. Water, Air, Soil pollution, 56, 667-680.
- Yin, Y. 1996. Adsorption and desorption reactions of mercury(II) and methyl mercury at the soil-solution interface. Ph.D. thesis. university of Delaware, 109-141.