

토양내의 중금속에 대한 흡착능 연구

이병호 · 김태건^{*3}
울산대학교 토목환경공학과

1. 서론

침출수에 의한 토양의 오염에 대한 연구를 할 때는 고려를 하여야 될 사항들이 있다. 예를들면 중금속을 이용하여 토양에 대한 흡착실험을 할 때 시료수가 중금속을 함유할 수 있는 중금속들의 농도는 제한되어 있다. 중금속을 사용하여 흡착 실험을 할 때 중금속은 pH에 따라 용해도가 현저하게 변하기 때문이다. 그러므로 중금속을 이용하여 토양에 대한 흡착실험을 할 때에는 pH의 변화를 정밀하게 추적해야하며 pH의 변화에 따르는 용해도(Solubility)를 파악한 후 용해도내에서 흡착실험을 하여야 토양에 대한 흡착능이 구해질 수 있다.

본 논문에서는 U시의 폐기물 매립장 하부토양을 채취하여 하부토양이 중금속들에 노출될 때 매립장 하부토양에 중금속들이 흡착될 수 있는 정도를 연구하였다. U시의 폐기물 매립장은 단순투기에 의한 매립으로 14년간 사용 후 매립이 완료되어 2년이 경과된 곳이다. 또한 중금속들이 흡착조건에서 pH에 따라 변하는 Solubility를 실험적으로 구하고 토양에 대한 흡착능을 구하여 중금속들의 용해도와 흡착능과의 상관관계에 대한 규명을 하고자 하였다.

2. 실험방법 및 내용

2.1 토양시료에 대한 중금속의 흡착실험(Isotherm Test)

흡착의 평형 도달시간을 측정하기 위하여 Pb, Cr, Cu, Cd의 중금속을 혼합하여 각 중금속에 대하여 5, 10, 20, 50mg/l의 4가지 시료를 만들었다. 토양과 중금속이 혼합된 시료를 pH 6.0~6.5 사이로 맞추어 각 농도에 대하여 10min, 1hr, 2hr, 4hr, 8hr 동안 흡착이 되는 정도를 측정하였다. 용해도 실험과 혼합용액에 대한 흡착능실험결과를 근거로하여 개별시료의 최고용해도를 가질 수 있는 농도를 선택하여 개별시료와 혼합시료에 대한 흡착능 실험을 실시하여 흡착에 대한 실험 상수를 구하였다.

2.2 중금속의 분석조건

중금속들은 ICP를 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

용해도(Solubility)를 넘는 농도에서 흡착능 실험을 하면 침전되는 양이 흡착되는 양으로 계산이 되기 때문에 토양시료에 대한 중금속들의 흡착능을 구할 때에는 주어진 실험조건에서 pH에 따르는 중금속들의 용해도를 정밀하게 조사해야 한다.

Table 1. Freundlich Constants of the Isotherm Test Using a Single Heavy Metal for the Underground Soil Sample of the Landfill Site

Freundlich Constants	Pb	Cr	Cu	Cd
K _F	0.002	0.0003	0.0057	0.0021
n	2.085	3.57	2.79	1.66

Table 2. Freundlich Constants of the Isotherm Test Using a Mixed Heavy Metal Sample for the Underground Soil of the Landfill Site

Freundlich Constants	Pb	Cr	Cu	Cd
K _F	-	0.0006	0.025	0.0006
n	-	1.008	1.16	1.62

중금속들의 흡착능은 개별시료를 사용했을때와 혼합시료를 사용했을때 흡착능이 서로 다르게 나타났다. 특히 Pb는 흡착보다는 침전에 의하여 대부분 제거되었다.

U시의 매립장 하부토양의 4가지 중금속에 대한 선택성은 개별시료에서는 Pb > Cu > Cd > Cr 순이었으며 혼합시료에서는 Pb > Cu > Cr > Cd의 순서로 바뀌었다.

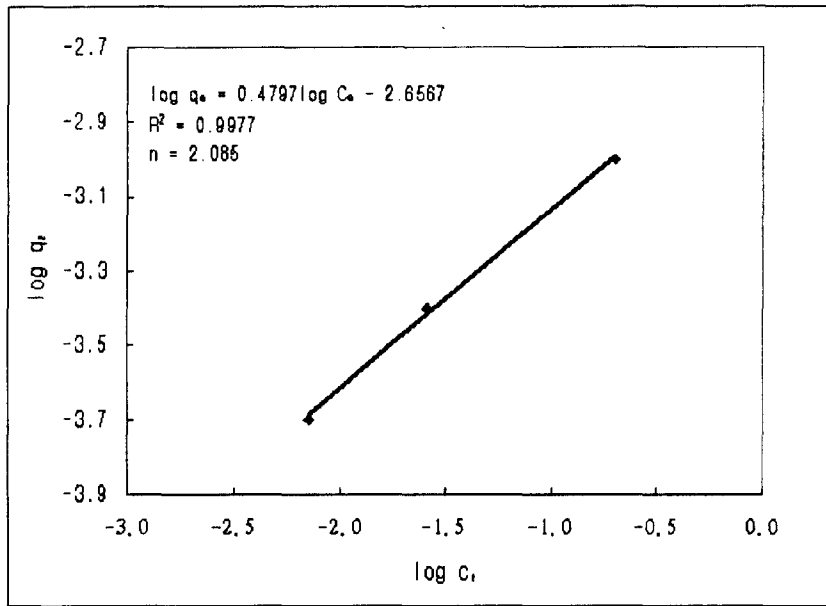


Fig. 1 Graphical presentation of Pb adsorption test

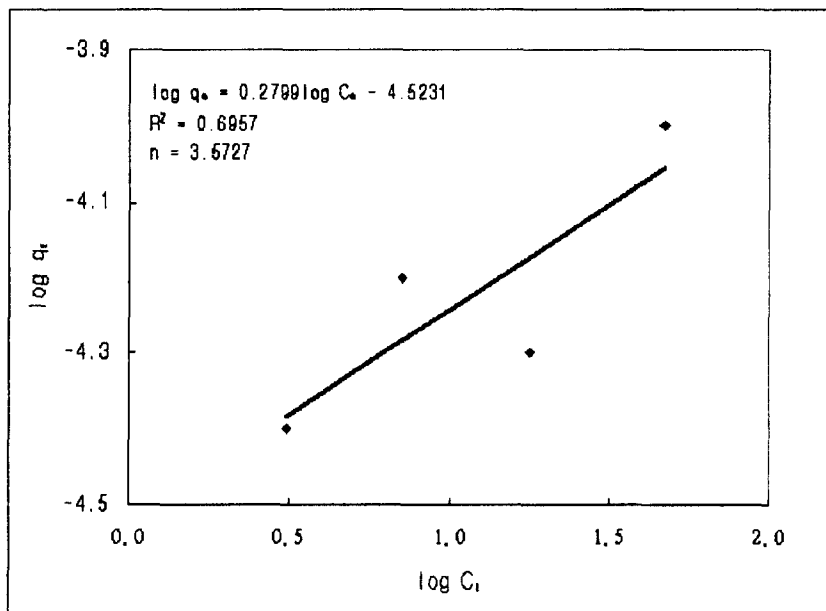


Fig.2 Graphical presentation of Cr adsorption test

4. 결론

용해도(Solubility)를 넘는 농도에서 흡착능 실험을 하면 침전되는 양이 흡착되는 양으로 계산이 되기 때문에 토양시료에 대한 중금속들의 흡착능을 구할 때에는 주어진 실험조건에서 pH에 따르는 중금속들의 용해도를 정밀하게 조사하는 것이 선행되어야 하는 것으로 밝혀졌다.

본 연구에서 용해도가 너무 낮은 중금속은 흡착능 실험물질로 적당하지 않았고, 개별시료와 혼합시료는 중금속 상호간의 경쟁 때문에 흡착이 되는 정도가 일치하지 않는 것으로 밝혀졌다.

참고문헌

1. Henry V. Mott, Kenneth E. Hartz, and David R. Yonge. "Metal Precipitation in Two Landfill Leachates". ASCE Jour. of Environmental Engineering. Vol.113. No.3. June, 1987.
2. P. M. Huang, J. Berthelin, J. M. Bollag, W. B. McGill, and A. L. Page. "Environmental Impact of Soil Component Interactions". CRC Press, Inc., 1995.
3. Vernon L. Snoeyink and David Jenkins. "Water Chemistry". John Wiley & Sons, Inc., 1980.
4. Samuel D. Faust and Osman M. Aly. "Chemistry of Natural Waters", Ann Arbor Science Publishers, Inc, 1981.
5. Werner Stumm and James J. Morgan. "Aquatic Chemistry", John Wiley & Sons, Inc., 1981.