

## 오염된 토양층내의 중금속 이동 특성

### Transport Characteristic of Heavy Metals in Contaminated Soil

조재번, 현재혁, 정진홍, 김원석

충남대학교 환경공학과

#### ABSTRACT

This research was performed to check the transport characteristics of heavy metals in contaminated soil, that is, the influence of humic acid and phosphate on transport characteristics of heavy metals was studied.

From the results of column mode experiments about heavy metal behavior, the order time to reach breakthrough and equilibrium was soil + humic acid( 20g ) > soil + humic acid ( 5 g ) > soil without Humic acid addition > soil+humic acid( 50g ). It is because the dissolved organic carbon content increased as the soil organic matter content increased.

As the phosphate increased, so did the time to reach breakthrough and equilibrium. The order of time was soil + phosphate( 50 mg ) > soil + phosphate( 20 mg ) > soil + phosphate( 10 mg ) > soil without phosphate addition. It is because the phosphate ion worked as alkalinity donor and the calcium ion co-injected worked as the accelerator of coprecipitation of heavy metals.

---

**Key words** : transport characteristics, breakthrough, equilibrium

#### I. 서론

토양 오염의 원인 물질로는 유기물, 무기물, 농약, 중금속류 등이 있지만 이들 물질 중 유기 물질 들은 토양에 존재하는 미생물에 의해 분해되고 무기염류는 식물에 의해 흡수되거나 강우에 의해 용출유실되어 감소되나 중금속류는 일단 토양에 유입되면 식물에 독성을 나타내고 분해되지 않기 때문에 인위적으로 제거하지 않는 한 거의 영구적으로 축적된다. 이러한 토양 오염을 방지하기 위한 개선 방안으로는 농업 토목적 방법 및 화학적 방법 그리고 생물학적 방법 등이 있다.

본 연구에서는 토양에 유입 축적된 중금속류의 이동 특성에 영향을 미치는 유기물과 인산 의 영향을 알아보기 위해 양토 kg 당 Humic Acid 5 g, 20 g, 50 g, Phosphate 10 mg, 20 mg, 50 mg을 각각 양토에 첨가하여 토양내에서의 중금속 이동 특성을 연구하고자 한다.

## II. 실험

실험 절차는 Fig. 1 에 나타난 바와 같이 채널 효과를 고려하여  $\phi$  4 cm  $\times$  30 cm 의 칼럼을 유기물과 인산을 주입한 양토로 충전한 후, 중금속 20 mg/l 를 1 ml/min 의 유량으로 주입시켜 칼럼층을 통과한 시료를 진공 여과 후, 결과를 분석하였다.

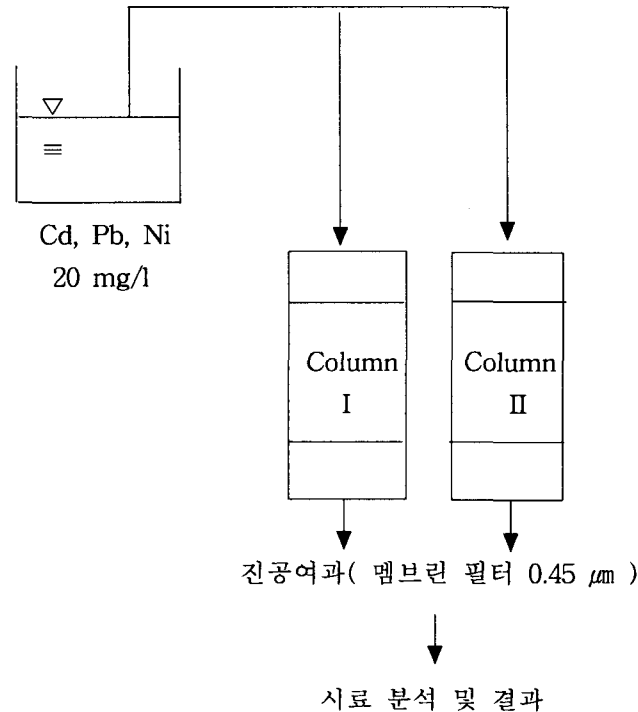


Fig. 1. Experimental Procedure of Heavy Metals Adsorption

Column I : 양토 + Humic Acid( 5 g/kg Soil, 20 g/kg Soil, 50 g/kg Soil )

Column II : 양토 + 인산( 10 mg/kg Soil, 20 mg/kg Soil, 50 mg/kg Soil )

## III. 실험 결과

### 1. 유기물의 영향

토양층내에서 유기물 함량에 따른 중금속의 흡착 특성을 알아보기 위해, 양토에 Humic Acid 의 양을 Soil kg 당 5 g, 20 g, 50 g 으로 다르게 적용하여 실험한 결과, Ni 의 경우, Fig. 2 에 나타난 바와 같이 양토에 Humic Acid 를 5 g, 20 g 첨가시 유기물의 양이 증가함에 따라 파과시간은 각각 240 시간, 456 시간으로 증가하였고 평형 도달 시간도 각각 504 시간, 696 시간으로 증가하였다. 한편, 유기물의 양을 50 g/ kg Soil 로 증가시 파과시간은 136 시간, 평형 도달 시간은 336 시간으로 양토의 경우와 비슷하거나 다소 감소하였다.

Cd 의 경우, Ni 와 마찬가지로 유기물의 양을 5 g/ kg Soil, 20 g/ kg Soil 로 증가함에 따라 Fig. 3 에 나타난 바와 같이 파과시간( Humic Acid 5 g : 600 시간, Humic Acid 20 g : 672 시간 )과 평형 도달 시간( Humic Acid 5 g : 912 시간, Humic Acid 20 g : 1080 시

간)이 증가 경향을 나타내었다. 또한, Pb의 경우도 유기물의 양이 5 g/kg Soil, 20 g/kg Soil로 증가함에 따라 Fig. 4에 나타난 바와 같이 파과시간(Humic Acid 5 g : 720 시간, Humic Acid 20 g : 792 시간)과 평형 도달 시간(Humic Acid 5 g : 1032 시간, Humic Acid 20 g : 1152 시간)이 증가 경향을 나타내었다. 한편, 유기물의 양을 50 g/kg Soil로 증가하였을 경우, Pb와 Ni의 파과시간은 각각 360 시간, 480 시간으로 나타났고 평형 도달 시간은 각각 648 시간, 1080 시간으로 나타나 양토보다 다소 낮거나 비슷한 경향을 나타내었다.

## 2. 인산의 영향

중금속으로 오염된 토양층내 인산의 투입은 토양 중 중금속의 불용화 촉진제가 된다. 이러한 특성을 이용한 인산의 영향을 알아보기 위해 실험한 결과, Ni의 경우, Fig. 5에 나타난 바와 같이  $PO_4^{3-}$ 를 양토에 10 mg/kg Soil, 20 mg/kg Soil, 50 mg/kg Soil로 주입량을 증가시키기에 따라 파과시간은 각각 360 시간, 408 시간, 432 시간으로 증가 경향을 나타내었고 평형 도달 시간은 696 시간, 768 시간, 960 시간으로 증가 경향을 나타내었다.

Cd의 경우, Fig. 6에 나타난 바와 같이 양토에 인산을 10 mg/kg Soil, 20 mg/kg Soil, 50 mg/kg Soil로 증가함에 따라 파과시간은 각각 600 시간, 648 시간, 720 시간으로 증가하였고 평형 도달 시간도 912 시간, 960 시간, 1104 시간으로 증가하였다. Pb의 경우, Fig. 7에 나타난 바와 같이 인산의 초기 농도가 10 mg/kg Soil, 20 mg/kg Soil, 50 mg/kg Soil로 증가함에 따라 Cd, Pb와 마찬가지로 파과시간은 744 시간, 912 시간, 960 시간으로 증가하였고 평형 도달 시간도 1032 시간, 1248 시간, 1272 시간으로 증가하였다

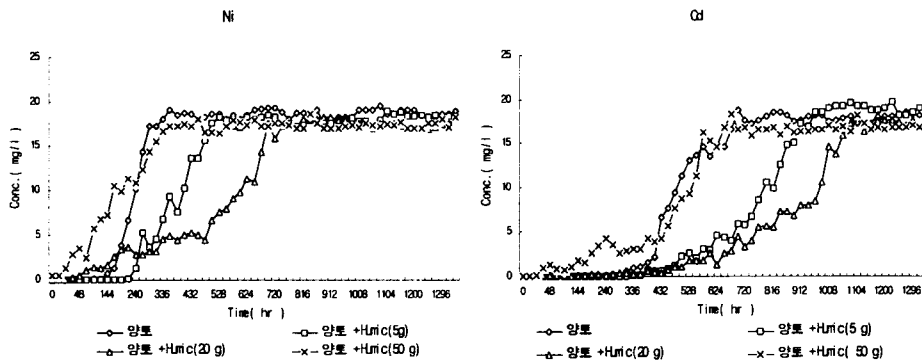


Fig. 2. Breakthrough Curve of Nickel in accordance with Humic Acid Quantity      Fig. 3. Breakthrough Curve of Cadmium in accordance with Humic Acid Quantity

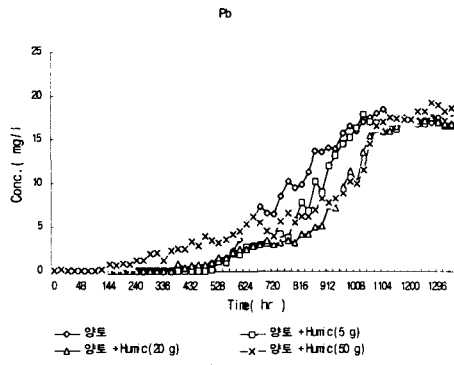


Fig. 4. Breakthrough Curve of Lead in accordance with Humic Acid Quantity

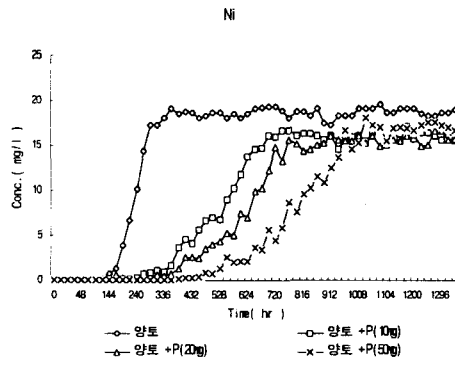


Fig. 5. Breakthrough Curve of Nickel in accordance with Phosphate Quantity

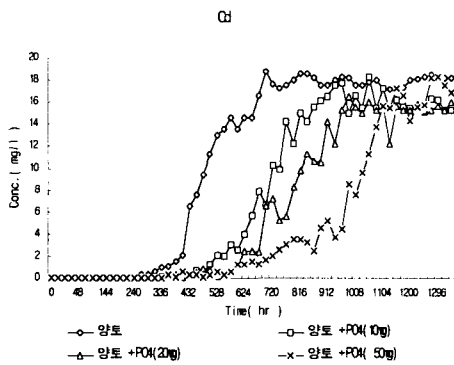


Fig. 6. Breakthrough Curve of Cadmium in accordance with Phosphate Quantity

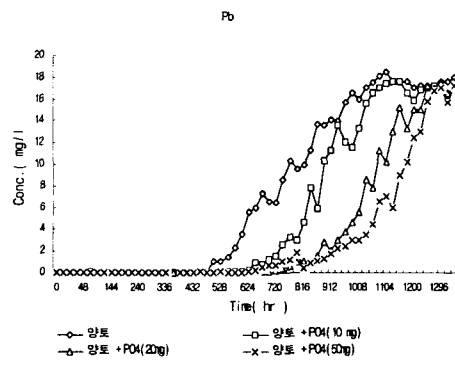


Fig. 7. Breakthrough Curve of Lead in accordance with Phosphate Quantity