

수질-P11 수유동활수기구 및 재료설계에 관한 연구

김영홍*, 류봉기, 이병철¹

부산대학교 환경시스템협동과, ¹부산대학교 무기재료공학과

1. 서론

낙동강 하류지역의 대단위 농가에서 지하수에 Fe와 Pb에 의한 농작물 피해가 심각하게 대두되어 이에 대한 대안어 들어가는 경우가 생긴다.

분말을 이용하여 제거 효율을 으로서 분말용 제올라이트나 Apatite를 이용되고 있으나 관리가 용이하지 않으며, 재활용에 대한 처리가 용이하지 않고, 토지에 비료와 함께 수반되는 경우는 뿌리가 섞높이는 연구는 많으나 이의 단점에 대한 연구는 미진하여 수처리용으로서 세라믹 불을 구비한 활수, 흡착장치에 관한 것으로 표면반응을 이용한 활성 기능을 갖는 주원료와 저온 소성 및 활성증진의 기능을 갖는 무기안료를 각각 혼합하여 제조한 세라믹 불과 세라믹 불의 흡착능을 향상시킬 수 있는 장치를 사용하였다.

따라서 본 논문에서는 세라믹 불을 이용한 수처리를 사용하여 Fe과 Pb에 대한 중금속제거 과정을 검토하고, 중금속제거 효율을 알아보고자 한다.

2. 재료 및 실험방법

본 실험에서는 세라믹 불의 재료로서 제올라이트, 맥반석계의 주원료와 부원료로서 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, SiO_2 , Sn, NiO, Pb를 각각 35%이하, 65%이하, 5%이하, 1%이하, 1%이하의 조성으로 하는 인산염계 무기결합제 및 적황계열을 사용하여 Apparent Density와 Bulk Density의 일치하는 점과 SEM으로서 분석하여 결정화가 일어나는 최적 온도를 선택하였다.

중금속수(Pb^{2+} 와 Fe^{3+})는 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 와 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 를 1000ppm으로 희석하여 실험 조건에 따라 사용하였으며, Bead의 시간에 따른 중금속 제거량을 조사하고, 또한 Freundlich형 등은 흡착식에 적용하여 실험결과를 검토해 보았다.

Bead의 화학적 처리에 따른 중금속 제거량의 향상성을 검토하기 위하여 시료(Pb^{2+} , Fe^{3+}) 100ml 용액에 10g의 Bead를 사용하여 중금속 제거량을 측정하였다. Bead의 화학 처리는 NaOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaCl 그리고 HCl를 사용하였으며 NaOH는 2N, 100°C, 1h 처리하여 증류수로서 3~4회 세척 후 건조, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 는 0.15%, 80°C, 1h 처리하여 증류수로서 3~4회 세척 후 건조, NaCl는 0.5M, 100°C, 1h 처리하여 증류수로서 3~4회 세척 후 건조, HCl은 3M, 100°C, 1h 처리하여 증류수로서 3~4회 세척 후 건조하여 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

500°C, 700°C 그리고 900°C~950°C 까지 10°C간격으로 소성하여 Archimedes 원리에 의한 방법으로 Apparent Density와 Bulk Density를 측정한 결과 두 가지의 Density가 93

0°C에서 일치하고 있으며 온도가 상승할수록 Apparent Density와 Bulk Density 값이 벌어지고 있는 것을 알 수 있다. 반응 시간에 따른 중금속 제거율 비교에서 Pb^{2+} 와 Fe^{3+} 의 중금속수 5ppm, 10ppm, 500ppm, 1000ppm 20 l에 대해 Bead를 각각 600g, 300g을 사용하여 수유동 상태로서 0~1시간 동안 반응시킨 결과 600g Pb의 경우 최고 70.2%, 600g Fe의 경우 59.6%를 나타내고 있다.

Freundlich 흡착식에 있어서 $1/n$ 의 값이 1 ~ 1.5 범위에서는 흡착이 잘 일어나고 2 이상이면 흡착이 어렵다고 알려져 있으며 이에 대한 실험으로는 Fe와 Pb가 5, 10ppm(600g)에서 2이하의 $1/n$ 수치를 가지기에 흡착효과가 뛰어나다는 것을 알 수 있다.

PH 변화에 따른 제거율은 각각 10ppm 용액 500ml을 NaOH로 PH를 조절한 후 2.5g의 Bead를 첨가하여 1시간 동안 반응시켰을 때 Pb의 제거율이 높은 것으로 나타났다.

Bead의 첨가량에 따른 제거율은 10ppm의 Pb^{2+} 이온과 Fe^{3+} 이온 표준용액 500ml에 2.5g의 Bead를 첨가하여 1시간 동안 반응시킨 후 잔류농도를 측정한 결과 Fig. 6에 나타난 바와 같이 Bead의 양이 증가함에 따라 초기에는 Bead양의 증가에 비하여 높은 제거율을 나타내고 있다.

25g의 불을 이용하여 Pb^{2+} 이온에 대한 등온 이온 교환 특성을 고찰하는 실험으로 초기 농도를 5~1000ppm으로 하여 평형에 도달할 때까지 24시간 반응시켰으며 다음의 식으로 평형 이온 교환량을 구하였을 때 Pb의 제거량이 Fe보다 높게 나타났다.

4. 요약

흡착에 필요한 최적의 세라믹 불의 소성온도는 930°C가 가장 적당하다. 공업용수 중에 용존되어 있는 유기물 및 유해성분이 제거(COD나 BOD_5)가 가능하다. Fe와 Pb의 중금속 제거의 경우 Pb의 경우가 제거 효율이 더 크며, 이에 따른 mechanism으로 이온교환이온이 Pb의 경우 2가 양이온이기에 더욱 효율이 크고 Fe의 경우는 수화하여 구조적인 붕괴를 일으키며, 2가와 3가의 공존하므로 Pb보다 제거율이 낮다.

Fe와 Pb 중금속수를 1시간 동안 제거하여 Freundlich형 등온식에 따른 계산 결과 5, 10ppm에서 $1/n$ 의 수치가 2 이상을 넘지 않고 있고, 500, 1000ppm의 경우는 등온이온교환으로 할 때 $1/n$ 의 수치가 2에 근접하므로 분말의 경우에 비해 제거율이 낮지는 않다. 그러므로 경제적 이점과 재활용면에서 불의 사용이 우수하다는 것을 알 수 있다. 장치의 용기에 비례하여 불 때 불의 양은 600g이 가장 적당한 양이다.

등온교환의 경우 Apatite(HAp)를 이용한 분말의 제거율 보다 약간 낮으나 분말의 경우 사용 후 취급이 용이하지 않고 2차적 오염이 예상되므로 세라믹 불의 경우 환경친화성재료로 여러 가지의 수처리 공정에 적용이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

- Sposito, G., 1984, The Surface Chemistry of Soils, Oxford Univ. Press, New York
- Sposito, G., 1989, The Chemistry of Soils, Oxford Univ. Press, New York
- Stumm, W., 1992, Chemistry of the Soils-Water interface, Wiley, New York

포항산 천연 제올라이트와 합성 제올라이트에 의한 금속이온의 제거., 부산대학 자연과학 대학 화학과

Apatite를 이용한 중금속 제거., 부산대학교 화학과

맥반석을 이용한 중금속 제거., 성균관대학교

Fe²⁺ 이온 치환 제올라이트 A의 수화구조와 열적 안정성에 관한 연구., 부산대학교 대학원
유동성 매디아가 수중 산고구동에 미치는 영향., 김한지, 이영동