

(사) 한국 토양환경학회 1997년
춘계학술발표회 논문집 5월16일

Gibbsite에 의한 용액 중의 인산염 제거

현재혁, 남인영

충남대학교 환경공학과

Removal of Phosphate in Solution through the Utilization of Gibbsite

Jae-Hyuk Hyun, In-Young Nam

Department of Environmental Eng., Chungnam National University

요약문

본 연구에서는 알루미늄 제작용 공정에서 폐기물로 발생하는 gibbsite를 이용하여 용액 내에 존재하는 인산염을 제거하였다.

실험을 수행함에 있어 용액의 pH를 3, 7, 10으로 변화시켜 보았고 인산염 제거에 미치는 여러 인자들 중에서 P : Al의 비율이 미치는 영향을 살펴보고자 인산염의 농도를 100, 200, 500, 800, 1000 mg/l로 변화시켰으며, gibbsite의 양을 2, 4, 8, 10 g으로 변화시켜 실험하였다.

이러한 실험 결과로부터 72 hr 이후에 용액 내의 인산염 농도가 일정하게 유지된다는 것을 알 수 있었고, 인산염의 제거율은 pH가 낮을수록 높아졌다. 또한 인산염의 초기농도가 낮을수록 제거율이 높아졌으며, 투여된 gibbsite의 양이 많을수록 제거율이 높아지는 것으로 나타났다.

주제어 : Gibbsite, 인산염, pH, 제거율

1. 서론

인은 조류나 생물의 성장에 필수적이지만 수중에 과량 유입할 경우에는 조류가 급성장 (algae bloom) 하게 되어 부영양화를 유발시키는 원인이 된다. 그러므로 물 속에 존재하는 인산염을 제거하는 문제가 관심의 대상이 되고 있다.

인을 제거하는 방법에는 여러 가지가 있지만 알루미늄, 철이나 칼슘의 양이온을 이용하여 불용성 화합물로 침전시키는 방법이 가장 제거율이 좋은 것으로 알려져 있고, 또한 토양 구조 중의 점토광물질과 특정 유기 토양 부분에 의해 흡착되어 제거될 뿐 아니라 aluminium oxide, activated alumina, flyash, blast furnace slag와 같은 물질에 의해서도 제거되는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 알루미늄 셋쉬 제작 공정에서 발생하는 gibbsite를 이용하여 인산염을 불용성 화합물을 형성시켜 제거하는데 필요한 Al 이온을 제공하고, 또한 gibbsite 자체에 PO₄-P를 흡착시켜 제거하고자 PO₄-P 제거효율에 미치는 pH, P : Al 비율의 영향 등을 검토하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 폐기물로 발생하는 gibbsite를 용액 내에 존재하는 인산염을 제거하는데 이용하기 위하여 pH, 초기 PO₄-P 농도, 투여되는 gibbsite 의 양을 변화시켜 실험하였다.

실험에 사용된 응집/흡착제인 gibbsite 는 2 μ m, 12 μ m, 30 μ m 의 3 종류로 하였으며, PO₄-P 와 일정 시간 반응시킨 다음 용액에 남아 있는 오염물질의 양을 측정하는 회분식 방법으로 제거율을 시험하였다.

1) 평형시간 추정실험

Gibbsite가 PO₄-P를 일정하게 제거하는 시간을 추정하기 위하여 평형실험을 행하였다.

평형실험에서는 인산염 용액의 농도를 500 ppm으로 제조하여 140회/분으로 왕복 운동하는 항온 진탕기 (Vision KMC-1205 SWI)에서 반응시켰다. 반응 시간 동안 pH는 7로, 온도는 25℃로 유지하면서 일정 시간 간격으로 시료를 취하였고, 용액 내에 부유하는 gibbsite 입자를 제거하기 위해 0.45 μ m membrane filter로 여과한 다음 용액 내의 PO₄-P 농도를 측정하였는데, 이때 PO₄-P 농도는 Standard Method의 Ascorbic Acid 법을 이용하여 UV Spectrometer로 파장 880 nm에서 흡광도를 측정, 분석하였다.

2) 응집/흡착 실험

평형농도 추정 시험 후에 gibbsite 의 PO₄-P 제거율에 영향을 미치는 pH 와 P : Al, Al : OH 효과 등을 살펴보고자 평형농도 추정실험과 같은 방법으로 응집/흡착 실험을 하였다.

첫번째로 pH를 각각 3, 7, 10 으로 변화시켰는데 pH는 6N NaOH와 (1+1) HCl을 이용하여 조절하였고 반응시간 동안 각각의 초기 pH를 유지하였다.

두 번째로 Al : P의 비율에 의한 영향을 알아보기 위하여 인산염 용액의 농도를 100, 200, 500, 800, 1000 mg/l로 변화시켰고, 흡착제의 양은 2g, 4g, 8g, 10g 등 4 개로 변화시킨 다음, 평형실험에서와 같이 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 UV spectrometer로 880nm에서 흡광도를 측정, 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

1) 평형농도 결정 실험

용액 내에 존재하는 인산염이 gibbsite에 의해 제거되면서 일정한 농도에 이르는 시간을 추정하기 위한 평형실험 결과, 약 72 시간을 전후로 하여 평형에 도달하는 것으로 나타났고 인산염 제거에 대한 평형도달 시간은 gibbsite의 입자 크기에 관계없이 거의 비슷한 것으로 조사되었다. 평형에 도달한 후에 인산염 제거율은 $2\mu\text{m}$ 에서 35.27%, $12\mu\text{m}$ 에서 29.41%, $30\mu\text{m}$ 에서 24.42%로 gibbsite 입자크기에 반비례하는 것으로 나타났다.

2) 응집/흡착 실험

평형실험 후 인산염이 일정한 농도에 도달하는 72 시간을 반응시간으로 결정한 다음, 그 시간을 기준으로 하여 gibbsite에 의한 인산염 제거에 pH가 미치는 영향을 실험한 결과, 초기 농도 500 mg/l를 기준농도로 하였을 때 인산염의 제거율은 pH가 낮을수록 좋은 것으로 나타났으며 pH 3을 기준으로 살펴보면 $2\mu\text{m}$ 로 제거한 경우 47.10 %로 가장 높은 제거율을 나타냈고 $12\mu\text{m}$ 에서는 46.41%로 나타나 $2\mu\text{m}$, $12\mu\text{m}$ 는 입자크기에 따라서 그다지 큰 차이를 보이지 않았으나 $30\mu\text{m}$ 로 제거한 경우에는 제거율이 36.74%로 $2\mu\text{m}$, $12\mu\text{m}$ 와 비교하여 다소 낮게 나타났다.

인산염 제거에 P : Al 비율에 미치는 영향을 알아보기 위하여 인공시료의 농도를 100, 200, 500, 800, 1000 mg/l로 변화시킨 결과, 용액 내의 $\text{PO}_4\text{-P}$ 농도가 높아질수록 gibbsite에 의한 제거율이 감소하는 것으로 나타났다. 우선 100 mg/l를 기준으로 했을 때, $2\mu\text{m}$ gibbsite에 의해서는 58.44%까지 제거되었고, $12\mu\text{m}$ gibbsite로 흡착한 경우 43.06%, $30\mu\text{m}$ 에서는 31.25%가 제거되었다.

초기농도 500 mg/l 이하에서는 $30\mu\text{m}$ gibbsite를 이용한 경우 20% 이상 제거되는 것으로 나타났으나, 800 mg/l로 농도를 높여서 실험하였을 때 제거율이 떨어지는 것으로 나타났으며 고농도의 $\text{PO}_4\text{-P}$ 를 함유하였을 경우 (1000mg/l)에 흡착제의 입자 크기에 따른 제거율의 변화는 크지 않은 것으로 나타났다.

한편, 2g을 기준으로 10g까지 gibbsite 양을 증가시켜 제거율의 변화를 관찰해 본 결과, $\text{PO}_4\text{-P}$ 의 제거율은 gibbsite 양이 많아질수록 높아지는 것으로 나타났다.

다른 실험에서와 마찬가지로 같은 양의 gibbsite를 투여하였을 때를 비교해 보면 $2\mu\text{m}$ gibbsite에서 제거율이 가장 높게 나타났고, $30\mu\text{m}$ 2g을 투여하였을 때 24.42%로 가장 낮은 제거율을 보였다. gibbsite를 기준 양의 5배 까지 증가시켜도 제거율은 45% 정도만이 증가하는 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구결과 인산염 제거에 관한 아래와 같은 결론을 얻었다.

첫째, 축산폐수 내의 $\text{PO}_4\text{-P}$ 제거시 gibbsite 입자크기에 관계없이 약 72 hr에 평형에 이르는 것으로 나타났다.

둘째, pH 변화 실험 결과 $\text{PO}_4\text{-P}$ 제거율은 pH가 낮을수록 높아지는 것을 알 수 있었다.

셋째, 인산염 농도를 100, 200, 500, 800, 1000 mg/l 로 변화시켰을때, 제거율은 인산염의 초기 농도가 낮을수록 제거율이 증가하는 것으로 나타났다.

넷째, Gibbsite의 양을 2g, 4g, 8g, 10g 까지 증가시킨 결과, gibbsite 의 양이 증가될수록 제거율이 높아지는 것으로 나타났다.

이상의 연구결과에서 산업폐기물로 발생되는 gibbsite 에 의한 용액내에 존재하는 인산염 제거는 가능성이 있는 것으로 사료되며 산업폐기물의 재활용 측면에서도 충분한 타당성이 있음이 입증되었다.