

# 패각을 이용한 인의 제거방법 연구

이종일\* · 박준우\* · 김우항\*

\*목포해양대학교 해양시스템공학부 해양환경전공

## 1. 서론

현재 우리나라에서 조류중독으로 인하여 수중에서 부영양화를 일으켜 수중생태계를 파괴시킨다.

이런 부영양화는 질소와 인에 의해서 크게 영향을 받아서 발생하게 되는데, 표준활성슬러지법에서 질소는 80%정도 제거효율을 보이는 반면에 인의 제거효율은 10-25%정도에 지나지 않는다.

97년도에 우리나라의 하수종말처리장 방류수의 수질기준인 경우 총인의 규제범위는 8mg/L 이하로 규제하고 있어 대부분의 하수종말처리장의 방류수의 총인은 크게 문제가 되고 있지 않으나 우리나라도 선진국의 대열에 들어서면서 선진국과 같은 수준의 인의 규제 농도 0.5-2mg/L로 낮추어야 하는 실정이다.

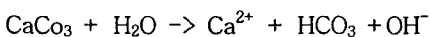
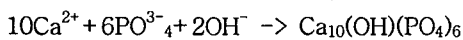
이에 인의 농도를 줄이고자 패각을 사용하였다. 주성분인 CaCO<sub>3</sub>로 인과 접촉시켜서 결정을 석출시키는 접촉탈인법원리를 이용하여 인을 제거 시킬 수 있다.

패각을 사용함으로써의 장점은 일반적으로 패각은 버려지는 쓰레기로써 이를 재활용한다는 것에 큰 의미를 가지고 있다.

패각을 이용하여 인을 제거하는 방법은 일반적으로 인을 제거하기 위해서 사용하고 있는 응집 침전법과 생물막법에 비교하였을 때 장점이 있다. 응집침전법은 슬러지가 많이 생겨서 슬러지를 처리하는데 비용이 많이 든다. 생물막법은 미생물을 이용하여서 조작하기 때문에 운전이 까다롭고 계절에 따라서 운전하기가 어렵다. 반면에 패각을 이용한 인의 처리는 계절에 관계없이 사용할 수 있다는 장점이 있고 정석반응의 원리로서 결정이 석출되기 때문에 슬러지가 발생하지 않는 큰 장점이 있다.

패각을 이용하여서 인을 제거하는 원리는 정석탈인법의 원리로서 인을 제거 하게 된다.

패각의 주성분이 CaCO<sub>3</sub>라는 것을 고려하여 수중의 인과 반응을 하게 되는데, 이에 따른 반응식은 다음과 같다.



위 반응식에서

Ca<sup>2+</sup> 와 OH<sup>-</sup> 와 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>가 용리하여 수중의 pH를 상승시킨다.



인산염인이 함유된 용액과 반응하면 hydroxyapatite가 석출된다.

정석탈인법은 석회를 사용하는 응집침전법과 같이 과잉의 소석회를 사용하지 않고, 피처리수에 소량의 석회를 주입하여 준안정영역내에서 조작하는 것으로 용액과 결정의 핵이 되는 물질을 접촉시킴으로써 새로운 결정을 석출시키지 않고, 중정상에 히드록시어패타이트를 정석시키는 방법이다.

기존의 인의 제거 공정인 응집침전법이나 생물학적 공정에서 발생하는 문제점을 보완하기 위한 대안책으로 버려지는 패각을 이용하여서 인을 효과적으로 제거 할 수 있는 공정을 개발하는 것에 있다

## 2. 실험 장치 및 방법

### 2.1 회분식 실험

패각의 크기에 따른 인의 제거효율을 파악하기 위해서 인 용액 5ppm을 만들어서 500mL의 삼각플라스크에 패각을 200mL 주입하고 하루 동안 방치 후에 인의 농도를 측정하였다. 패각의 크기는 각각 0.25mm, 2-4mm, 4mm 로 하여 500mL 삼각플라스크에 각각 200mL를 주입하여 하루 동안 방치 후 인의 농도를 측정 하였다.

### 2.2 연속식 실험

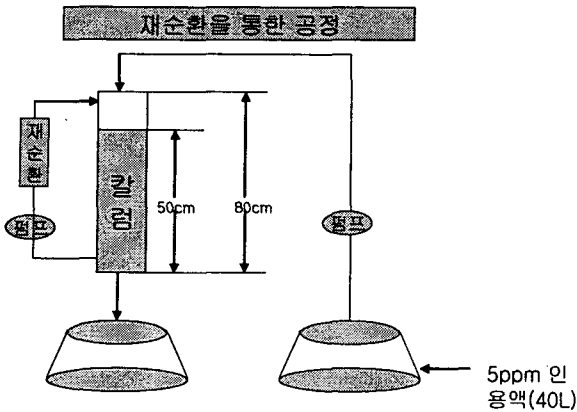
2-4mm의 패각으로 지름7.5cm의 원형 칼럼에 50cm의 높이로 주입 하였다. 유량은 72L/day로 하여 인의 농도는 5ppm으로 만들어 칼럼 안으로 유입시켰다.

재순환의 경우, 위와 같은 조건으로 실험을 하였으며 재순환율은 100%, 200%, 300%로 하였다.

pH의 변화에 따른 인의 제거효율을 알아보기 위하여 pH를 각각 7, 8, 9, 10, 11로 변화 시킨 후 인의 농도를 측정하였다. Fig. 1은 연속식 실험의 모식도를 나타낸 것이다.

\* ocean@mmu.ac.kr, 061) 240-7076

\* 종신회원, whkim@mmu.ac.kr, 061) 240-7293



칼럼의 제원  
 지름 : 7.5Cm  
 높이 : 80Cm(칼럼전체의 높이)  
 50Cm(패각의 충전 높이)  
 유량 : 72L/day

Fig. 1 처리공정의 모식도

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 회분식 실험의 결과

Fig. 2에서 패각의 크기에 따른 인의 제거율을 알아 본 결과 패각입자의 크기가 작을수록 인 제거율은 높아 졌는데 이는 패각의 입자크기가 작을수록 접촉면적이 커져 더 많은 흡착을 하기 때문인 것으로 판단되어 진다.

그러나 0.25mm 이하에서 인의 제거율이 2-4mm에서 인의 제거율보다 낮게 나타나고 있다. 그 이유는 회분식 실험이 교반하지 않는 상태에서 이루어 졌으므로 인 용액이 유통되지 않는 것으로 판단되어 진다.

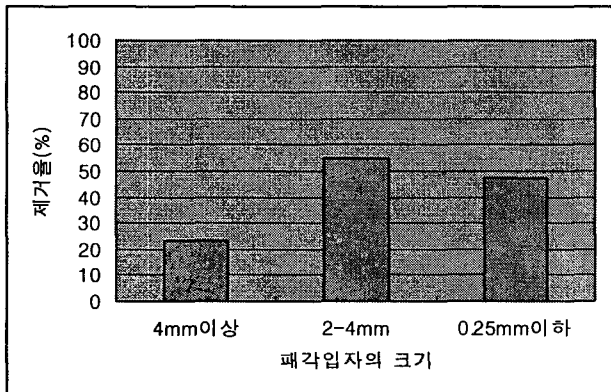


Fig. 2 패각입자의 크기에 따른 인 제거율

Fig. 3은 pH의 변화에 따른 인의 제거율을 나타낸 것이다.

pH는 각각 7, 8, 9, 10, 11로 측정하였으며, 여기에 사용된 패각의 크기는 2-4mm 크기의 패각을 사용하였다. Fig. 3에서 나타난 결과 와 같이 pH가 상승할수록 인의 제거율이 높아졌다. 이는 pH를 높임으로써 알칼리성 상태를 유지하여 산성인 인산염이온의 착화합물 형성에 도움을 주기 때문에 pH를 높임으로써 인의 제거효율이 높아진 것으로 판단되어 진다.

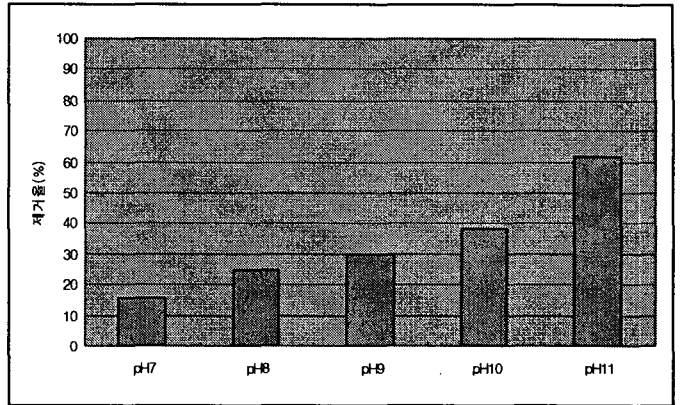


Fig. 3 pH의 변화에 따른 인의 제거율

#### 3.2 연속식 실험 결과

Fig. 4는 재순환에 따른 인의 제거율을 나타낸 것이다. 재순환을 하지 않는 경우보다는 재순환을 했을 경우 제거효율이 커졌으며, 재순환율이 커질수록 인의 제거율은 증가 하였다. 재순환 100%에서는 제거율이 약 10% 증가하였고 200%의 재순환에서도 40%이상 증가 하였다. 그리고 300% 재순환에서는 제거율이 50%이상 향상되어 재순환에 의한 제거율이 80%로써 높게 나타났다. 재순환비가 200%이상에서 제거율이 크게 향상된 것을 볼 수 있다.

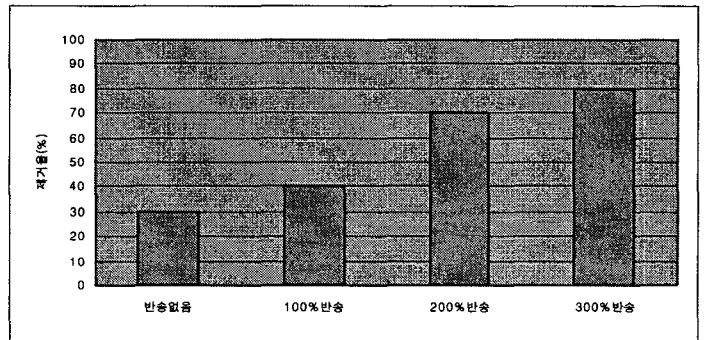


Fig. 4 재순환에 의한 인의 제거율

### 4. 결론

1) 회분식의 실험 결과 패각의 크기가 작을수록 인의 제거율이 높게 나타났으며, pH를 변화시킨 결과 pH가 높을수록 제거율이 향상 되었다.

2) 연속식 실험으로 재순환율을 100%, 200%, 300%로 하였을 때 재순환을 하지 않는 것보다 10%, 40%, 50% 이상 향상 되었다. 이는 재순환을 통하여 인의 제거효율이 향상된다는 것을 알 수 있다.

### 참고문헌

- [1] 한국환경과학회 학술발표회지 제13권 제2호.
- [2] 환경부 고시 제 96-32호. 수질오염공정시험법
- [3] 김종석 · 유명진, 굴 껍질의 정석반응을 이용하여 하수중의 인 제거 서울시립대 환경공학과 석사 논문.
- [4] 이호수 · 김은호 · 김정권 · 성낙창 · 김형석, 폐굴껍질의 정석반응을 이용한 하수중의 인 제거 특성. 동아대학교 환경공학과, 부산여자대학교 환경학과.