

OD1) 폐각을 이용한 탈인법의 연구

이종일*, 김우항

목포해양대학교 해양시스템공학부 해양환경전공

1. 서 론

현재 우리나라는 질소와 인 같은 영양염류 물질이 하천이나 호수로 유입함으로써 조류의 과다 증식으로 인하여 수중에서 부영양화 현상을 일으킨다. 이러한 부영양화 현상으로 인하여 수중의 산소가 고갈됨으로써 수중의 생태계가 파괴된다. 이에 대한 적절한 수질관리가 필요한 실정이다. 하수 중의 영양염류를 처리하는 공정에는 크게 생물학적 방법과 물리학적 방법이 있는데 생물학적 방법은 미생물을 이용하여 인을 제거하는 방법으로써 공정의 특성상 미생물을 조작하는데 까다로운 점이 있고, 또한 이러한 공정을 추가적으로 설치한다면 경제적이 문제가 발생하게 된다. 물리학적 방법에는 응집침전법과 정석탈인법이 있는데, 응집침전법의 특성상 약품을 사용하여 인을 제거하기 때문에 슬러지가 많이 발생하고 2차적으로 발생한 슬러지를 처리해야 하기 때문에 슬러지 처리를 위한 경제적인 문제가 발생하고 있다. 이러한 공정들의 단점을 보완하고 경제적으로 인을 제거하기 위해서 새로운 공정 개발이 시급한 실정이다.

우리나라의 해안 양식업에서 비중이 높은 굴 양식업으로 인해 연간 28만톤 정도의 폐각이 발생하게 되는데 이중의 약10% 정도만이 가공 처리되어 재활용 되고 있을 뿐 나머지 90%는 쓰레기로 버려지고 있는 실정이다. 수산양식으로 인해 다량으로 발생하는 굴껍질로 인한 환경오염방지를 위하여 굴껍질의 재활용이 시급한 실정이다. 이에 하수 중에 인을 제거하는 물질로써 폐각을 사용하였으며 접촉탈인법의 원리를 이용하였다. 접촉탈인법의 원리는 생물학적공정과 달리 조작이 쉽고, 물리학적공정의 하나인 응집침전법과 비교하였을 때 슬러지를 거의 생성하지 않아서 2차적으로 슬러지를 처리하여야 하는 문제가 발생하지 않는 장점이 있다. Ca^{2+} 와 OH^- 와 HCO_3^- 가 용리하여 수중의 pH를 상승시키는 역할도 하게 되는데 pH가 높아질수록 인 제거율이 상승하게 된다. 인산염인이 함유된 용액과 폐각이 반응하면 히드록시어패타이트라는 결정을 석출함으로써 인을 제거할 수 있게 된다. 기존의 인 제거 공정인 응집침전법이나 생물학적 공정에서 발생하는 문제점을 보완하고 버려지는 굴껍질을 재활용하는 의미도 있겠다. 이에 본 연구의 목적은 폐각을 이용하여 하 · 폐수중에 인의 제거능력을 평가하는 것이다.

2. 재료 및 실험방법

본 연구에 사용한 폐각은 일반 양식장에서 생산되는 굴껍질을 사용하였다. 폐각입자는 칼럼에 주입하기 전에 600℃로 회화 시킨 후에 사용하였다. 실험의 형태는 회분식과 연속식 실험 두 가지의 형태로 실험을 하였다.

2.1. 회분식 실험

회분식 실험은 인위적으로 만든 인 시수 5ppm을 500mL의 삼각플라스크에 폐각을 200mL 주입한 후에 5분정도 유리막대로 교반을 시킨 후에 24시간 방치한 후에 인의 제거량을 측정해 보았다. 회분식 실험에서 사용한 폐각입자의 크기는 0.25mm, 2-4mm, 4mm의 크기로 하여 인 제거량을 측정했다.

2.2. 연속식 실험

연속식 실험은 회분식 실험에서 인 제거율이 가장 높게 나타난 2-4mm 폐각입자의 크기를 사용하였고, 실험에 사용된 칼럼의 재질은 아크릴을 사용하였다. 칼럼의 제원은 지름 7.5cm, 높이 80cm인 칼럼에 폐각을 50cm주입 한 후에 실험을 사용하였다. 인위로 만든 인 시수의 pH는 7-8 이고, 평균온도는 13°C 였다. 실험의 형태는 재순환을 하지 않았을 때와 100%, 200%, 300%로 재순환을 하여서 인의 제거율을 측정해 보았다. 연속식 실험도 회분식 실험에 사용되었던 동일한 폐각을 사용하였고, 칼럼에 들어간 폐각 역시 600°C로 회화 시킨 후에 실험에 사용하였다. 칼럼 안에 들어가는 시수의 양은 1일 40L의 유량으로 주입시켰다. 응집제 주입 실험에서는 재순환을 하지 않는 칼럼에 $Al_2(SO_4)18H_2O$ 를 1000ppm을 만든 후 10L를 주입하였다. 주입 후에 30분정도 응집제의 체류시간을 둔 후에 남아있는 응집제는 칼럼에 1회 흘러보냈다. 그림 1은 연속식 실험 공정의 모식도 이다.

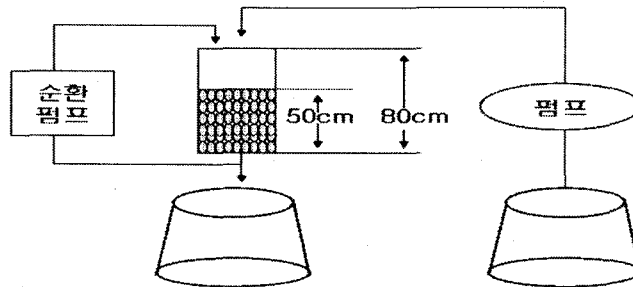


Fig. 1. 처리공정의 모식도.

3. 결과 및 고찰

3.1. 회분식 결과

그림 2는 회분식 실험의 결과이다. 그림 2에서 보이는 것과 같이 폐각의 입자가 작을수록 인의 제거율이 높게 나타났는데 이는 폐각입자의 크기가 작을수록 인이 폐각 입자의 표면에 더 많이 흡착되어진 것으로 판단되어진다. 폐각 입자의 크기가 작을수록 표면적이 커져서 인이 더 많이 제거되어야 하지만 0.25mm에서는 인의 제거율이 2-4mm보다 폐각입자의 크기가 작음에도 불구하고 인 제거율이 낮게 나타났는데, 이는 회분식 실험방법이 1회 교반한 후에 24시간 방치하여 측정을 하였기 때문에 인 시수가 폐각사이에 유통이 잘 되지 않아서 제거율이 낮게 나타난 것으로 판단되어진다. 지속적으로 교반을 계속 해주었다면 0.25mm에서 제거율이 더 높게 나타날 것이라고 판단되어진다.

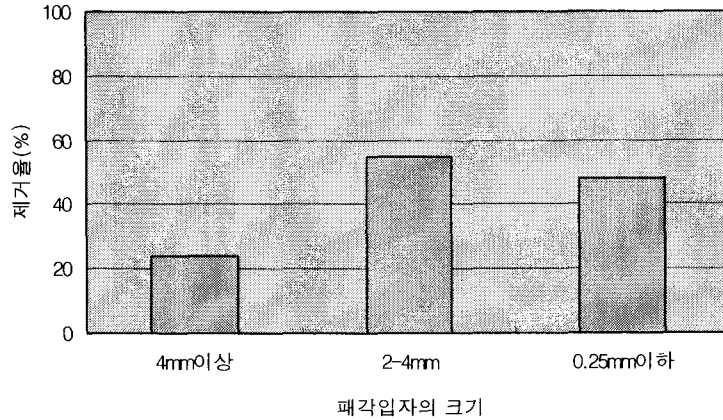


Fig. 2. 패각입자의 크기별 인의 제거율 변화.

3.2. 연속식 결과

1) 재순환을 변화

그림 3에서 보이는 결과는 초기 인위로 만든 인 용액 5ppm을 제조 사용하였다. 재순환 펌프를 이용하여 재순환율은 0%, 100%, 200%, 300% 로 재순환율을 조정한 후 실험을 실시한 결과이다. 결과에서 보이는 것과 같이 재순환을 하지 않았을 때와 비교하였을 때 100% 재순환을 하였을 때는 10%정도 제거율이 증가하였고, 200% 일 때는 30%, 300% 일 때는 45%정도 증가한 것을 볼 수 있었다. 재순환을 했을 때 인 제거율이 증가하였는데 이는 재순환을 함으로써 패각 표면에 인 결정이 더욱더 많이 달라붙게 되어 결정이 많이 석출됨으로써 인 제거율이 증가하는 것으로 판단되어 진다.

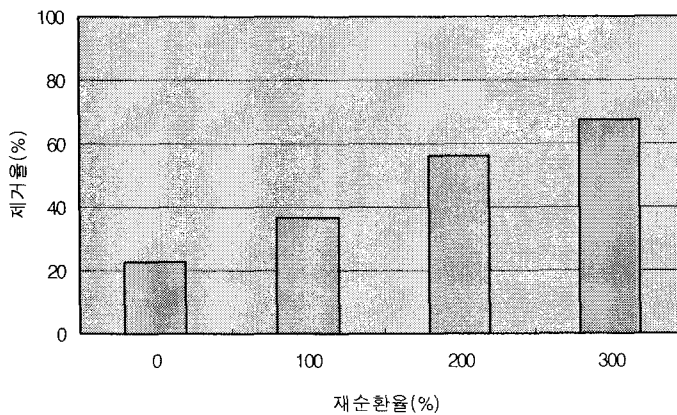


Fig. 3. 재순환을 증가에 따른 인의 제거율 변화.

2) 응집제 첨가

응집이란 응집제를 첨가하여 급속으로 혼합시켰을 때 콜로이드 상태에서의 물질과 미세

한 부유물질이 불안정화 되고, 불 안정화된 입자가 최초로 서로 부착하게 하게 하는 조작이다. 즉 콜로이드의 안정 상태를 와해시켜 상호접촉하고 결집되게 하는 조작이다. 실험에 사용하는 응집제는 부식성, 자극성이 없고 취급이 용이하며 저렴하고 무독성인 현재 많이 사용되고 있고 여러 폐수에 적용이 가능한 황산알루미늄을 사용하였다. 그림 4는 폐각에 황산알루미늄을 주입한 후 인의 제거율을 나타낸 것이다. 황산알루미늄을 주입하지 않는 상태에서 인의 제거율은 24%를 나타냈으며 황산알루미늄을 주입한 후에 인 제거율을 측정해 본 결과 93%로 나타났다. 이는 인의 응집에 의한 제거와 폐각입자가 인과 흡착에 의해서 높은 제거율이 나타난 것이라고 판단되어 진다.

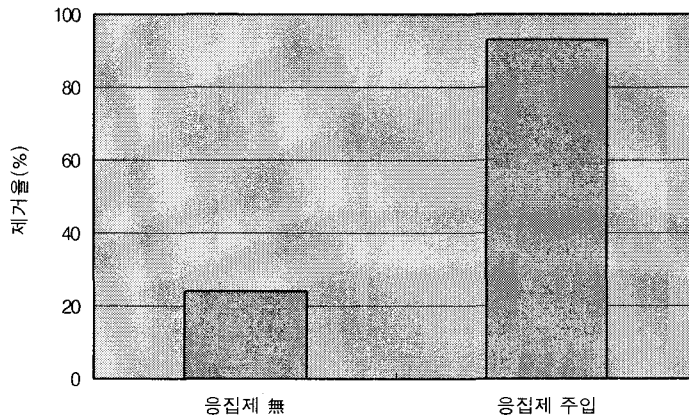


Fig. 4. 응집제 주입 후 인 제거율 변화.

4. 요약

수산양식장에서 양식 후 버려지는 폐각을 이용하여 인의 제거실험을 하였다. 연속식 실험에서 재순환 하지 않은 경우와 비교할 때 300% 재순환에서는 제거율이 45%정도 증가하였다. 황산알루미늄을 주입한 후 인의 제거율을 비교했을 때 인 제거율이 93%로써 약 70%가 증가하였다. 이에 재순환율의 증가와 응집제의 주입으로 인의 제거율이 크게 향상됨을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- 정우용, 2003, 수질오염·폐기물·토양오염 공정시험방법.
- 이일영, 김근한, 최봉중, 이승목, 2001, 수산폐슬러지 및 불가사리를 이용한 인제거 연구, 관동대학교 건설환경시스템공학부.
- 변정섭, 범봉수, 조광명, 2000, 황—이용 독립영양 탈질에서의 폐각을 이용한 알카리도 공급, 인하대학교 환경공학부.
- 이호수, 김은호, 김정권, 성낙창, 김형석, 폐굴껍질의 정석반응을 이용한 하수중의 인 제거 특성, 동아대학교 환경공학과, 부산여자대학교 환경학과.
- 김중석, 유명진, 굴 껍질의 정석반응을 이용하여 하수중의 인 제거, 서울시립대 환경공학과 석사 논문.