

폐각을 이용한 하수의 인제거

김한수 · 이찬기** · 김경남* · 김해숙** 권재혁

I. 서론

수산양식으로 발생하는 폐각의 대부분은 최근까지 불법적인 연안매립이나 해안투기 또는 야적되어 있는 실정으로 굴껍질에 부착된 생물이나 잔재굴의 부패에 의한 악취, 병원성미생물의 다량발생 등은 해안지역주민의 자연경관 등을 저해하는 환경오염문제로 대두되고 있다. 이러한 문제점을 해결하는 방안으로 폐각의 재이용에 관한 연구들이 진행되고 있다.

폐각의 재이용은 배기가스 제거 및 산성토양의 개량제, 중금속 흡착, 고농도 인제거 등에 이용되고 있다. 특히 인의 제거에 관한 연구로는 생물학적 탈인법, 석회나 금속염등에 의한 응집침전법 등이 개발되어 왔으나 그 제거율이 높지 않고, 약품비 및 처분비용이 증가되는 단점이 있다. 또한 폐각의 재이용은 대부분 자연건조한 후 담체로 사용하거나 간단하게 파쇄하여 약품대신에 사용하고 있으나, 총 발생하는 굴폐각에 비하면 사용량이 매우 미비한 것으로 나타났다.

굴폐각의 대부분을 차지하는 탄산칼슘은 수처리에 적용시 슬러지 발생량이 많고, 다량의 유기물과 무기물을 함유하고 있는 문제점 때문에 적절한 소성과정을 거쳐 재이용하는 방안들이 고려되어져야 할 것이다.

따라서, 본 연구는 남해안일대에서 다량 발생되고 있는 굴폐각을 소성하여 하수의 인제거를 하는데 목적이 있다.

II. 실험재료 및 방법

폐각의 열중량 분석은 질소분위기 하에서 TGA와 DTA를 이용하여 1000℃까지 10℃/min의 가열속도로 승온하면서 온도변화에 따른 중량 및 열량변화를 고찰하였다. 폐각의 대부분은 탄산칼슘으로 구성되어 있으며, 소성과정을 거치면서 생석회와 이산화탄소로 변하게 된다. 즉, 이산화탄소로 생성된 양이 무게손실로 나타나게 되며, 양질의 생석회를 얻을 수 있게 된다. 본 연구에서는 이산화탄소가 생성되는 온도를 기준으로 소성온도를 결정하였다.

연구에 사용한 폐각은 남해안 일대에서 대량으로 폐기처분되고 있는 것을 수거하여 흙과 같은 불순물을 수돗물로 세척하고 여러차례 중류수로 세척하여 염분을 제거하였다. 충분히 자연건조시킨 후 분쇄하여, 105℃ Dry oven에서 24시간 동안 건조하였다. 건조한 폐각을 전기로에서 소성하였으며, 소성한 폐각의 입자크기는 150mesh 이하의 입자로 구분하여 사용하였다.

[연락처] (우)245-711 강원도 삼척시 교동 산 253번지 삼척대학교 환경공학과,
신소재공학과*, 강원대학교 환경공학과** Tel. : 033)570-6570, Fax. : 033) 574-7262, E-mail
: gd7274@hanmail.net

소성전과 소성후 폐각의 표면특성은 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 분석하였다.

본 연구에서는 Jar tester를 이용하여 회분식 실험을 수행하였으며, 실험에 사용된 시료는 S시의 정화조 2차처리수를 이용하였다. 그리고 유출수에 인을 첨가하여 인 농도를 8.0~10.0으로 유지하였으며, 알칼리도는 110 ~ 160mg/L의 범위를 나타내었다. 교반속도는 150rpm으로 운전하였으며, 교반시간과 침전시간은 각각 40분으로 하였다. 실험조건을 요약하면 표1과 같다.

<표 1> 회분식 실험조건

항 목	실 험 조 건
초기 인농도(mg/L)	8.0 ~ 10.0
초기 pH	6.60 ~ 6.80
알칼리도(mg/L as CaCO ₃)	110 ~ 160
생석회 주입량(mg/L)	40 ~ 240
교반속도(rpm)	150
교반시간(min)	40
침전시간(min)	40

III. 결과 및 고찰

폐각의 열중량 분석결과 600℃에서 중량 감소가 시작되어 약 760℃에서 끝나는 것으로 나타났다. 이 결과로 열중량 곡선을 보면 약 43wt%의 중량감소를 보인다. 이는 화학양론적인 CaCO₃에서 CO₂의 열분해에 의한 손실중량과 거의 동일한 값을 나타내고 있다.

소성온도가 높을수록 양질의 생석회를 얻을 수 있었으나, 소성온도가 높을수록 처리비용이 고가이므로 본 연구에서는 소성온도를 900℃로 하였으며, 소성시간을 1시간 유지하였고, 그림1은 폐각의 열중량 분석 결과를 나타낸 것이다.

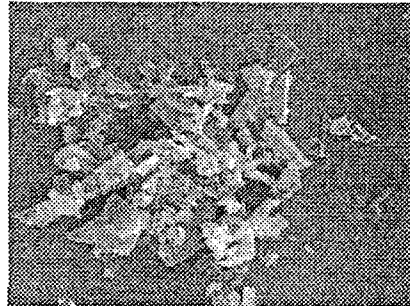
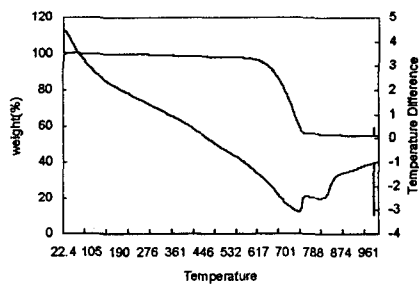
소성전의 폐각은 탄산칼슘(37~40%)과 기타물질로 구성되어 있었으나, 소성후의 물질은 생석회(약 94%)로 나타났으며 미량의 무기물이 존재하는 것으로 분석되었다. 주사현미경 분석은 10,000배율에서 비교한 것으로 소성전의 폐각은 균일하지 않은 입자들이 단순히 모여 있는 반면, 소성후 폐각은 등근형의 입자들이 서로 뭉쳐있는 것을 관찰할 수 있었다. 소성전·후 폐각의 표면의 분석결과는 그림 2, 3에 나타나 있다.

인 제거를 위한 생석회의 적정 투여량을 결정하기 위한 회분식 실험은 알칼리도가 존재하지 않는 증류수와 총알칼리도가 약 110 ~ 160mg/L인 아파트 정화조 2차처리수를 대상으로 하였으며, 시료의 인 농도는 약 8 ~ 10mg/L로 유지하여 실험을 수행하였다. 생석회 주입량을 40mg/L ~ 240mg/L로 하였으며 인위적인 pH 조절은 하지 않았다. 증류수의 경우 주입량 변화에 상관없이 급격한 pH 상승현상과 함께 잔류 인의 농도가 존재하지 않았다. 그러나 하수의 유출수를 이용한 실험에서는 주입량이 증가할수록 pH가 상승하였으며, 인의 제거율도 주입량이 증가할수록 높아지는 것으로 나타났다.

본 실험결과 증류수는 알칼리도가 존재하지 않기 때문에 강알칼리를 나타내는 생석회를 주입하였을 때 주입량과 상관없이 pH 11이상의 급격한 상승현상이 일어났다. 그러나 하수의 경우엔 110~160mg/L의 알칼리의 존재로 증류수와 비교시 급격한 pH 상승현상이 일어나지 않는 것으로 판단된다. 이러한 결과는 알칼리도와 경쟁관계로 생석회의 칼슘이온이 물

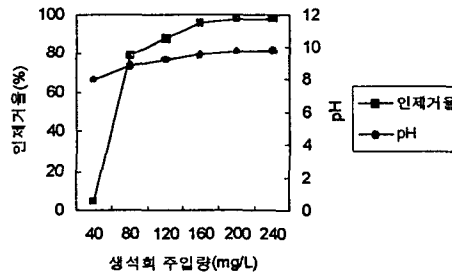
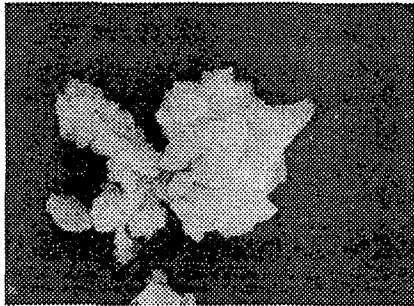
속에 용존되어 있는 알칼리도와 결합한 후 인 제거반응에 관여하기 때문에 동일한 인의 농도일지라도 증류수와 비교시 더 많은 생석회 주입량이 필요하게 되는 것으로 판단된다.

총알칼리도가 80 ~ 120mg/L인 일반적인 하수 2차처리수를 대상으로 할 경우 하수2차처리수중의 인농도를 0.5mg/L이하로 처리하기 위해서는 하수중에 존재하는 칼슘이온을 포함하여 칼슘농도가 70mg/L이상이 필요하다고 上甲 등은 보고하였다. 본 연구결과도 알칼리도가 존재하지 않는 증류수와 알칼리도가 존재하는 정화조 2차처리수를 비교실험한 결과 이와 유사한 결과를 나타내는 것으로 판단되었다.



<그림 1> 굴폐각의 열중량분석(TGA/DTA)

<그림 2> 소성전 굴폐각(×10,000)



<그림 3> 소성후 굴폐각(×10,000)

<그림 4> 생석회 주입량에 따른 인제거율과 pH변화

참고문헌

- 1) 김승현, “황산반토에 의한 인의 화학적 제거 기본원리의 규명”, 대한환경공학회, Vol. 18, No. 5, pp. 603~611(1996).
- 2) 김용호·허순철·조진규, “정석탈인재인 입상 전로슬래그의 Ca 이온 용출특성”, 수질보전학회, Vol. 13, No. 4, pp. 401~406(1997).
- 3) 서상훈·김진이·조명찬·노병일·신춘환, “흡착효과에 의한 굴 폐각분말의 수처리제로

- 서의 응용”, 환경공학회 춘계학술발표논문, pp. 77~79(2000).
- 4) 신남철·문중익·성낙창, “산성토양개량제로서의 폐각의 시용효과”, 한국폐기물학회, Vol. 17, No. 6, pp. 774~780(2000).
 - 5) 최근준·왕창근, “폐각을 이용한 수중의 인 제거”, 환경공학회 춘계학술발표논문, pp. 73~76(2000).
 - 6) 현재혁·정현영, “제강슬러지와 부산석회를 이용한 용액중의 인 제거”, 한국폐기물학회, Vol. 14, No. 2, pp. 313~319(1997).
 - 7) 上甲 勳外 3人, 晶析法による下水中の除去法に関する研究(第2報), 下水道協會誌, Vol. 18, No. 200, pp. 2~11(1981).
 - 8) Lea·W. J., Rohlich, G.A. and Katz, W. J., “Removal of phosphate from treated sewage”, Sewage and Industrial Wastes, Vol. 26, No. 2, pp. 261~275(1954).