

비금속 광물을 활용한 폐수처리에서 인의 조절

이순기 · 김영훈 · 신동철 · 김경원¹⁾ · 강현찬 · 신선명²⁾

1. 서론

현재 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 폐수 처리 방법은 활성 슬러지 공법이다. 활성 슬러지 공법은 폐수중의 유기 오염물질을 미생물을 활성화시켜 폐수를 처리하는 방법이다. 그러나 활성 슬러지법으로 폐수를 처리할 때 폐수의 부하 변동에 따른 대처가 어렵고 폐수중의 질소나 인등의 부영양화의 원인이 되는 물질을 처리하기 어렵다는 문제점이 있다. 수중의 인산이온의 농도가 1mg/l 이상일 때 조류의 성장이 촉진되는 것으로 알려져 있다. 그러나 우리나라는 96년 1월 1일부터 시행되는 하·폐수처리장 방류수 수질기준이 총인 8mg/l로 규제가 되어있어 이런 상황에서는 부영양화를 피할 수가 없다. 하지만 반대로 폐수 처리 과정에서 인의 양이 거의 없는 경우도 문제가 될 수 있다. 미생물의 구성 요소로는 탄소, 산소, 질소, 인등이 가장 중요한데 그 중에서 인은 수중이나 공기 중에서는 얻을수가 없고 인산염의 형태로만 미생물들에게 이용이 가능한데 이런 인이 없는 폐수를 처리할때는 미생물들이 활성화되지 못하기 때문에 폐수처리 과정에서 문제가 발생하게 된다. 이러한 이유로 폐수 처리장에서 비금속 광물을 이용하여 폐수 중의 용존인의 양을 미생물들이 활성화될 수 있는 적정 수준으로 유지하여 COD 제거 효율을 높이고 부영양화를 막는 방안을 연구 검토하고자 하였다.

2. 실험방법

실험에 사용한 비금속 광물들은 규조토와 1:1로 혼합하여 적절한 온도에서 소결시킨후 분쇄하여 8~15mesh 사이의 것들을 사용하였다. 실험에 사용한 폐수는 인공 폐수로 글루코스($C_6H_{12}O_6$), 글루탐산($C_5H_9NO_4$) 그리고 인산칼슘(KH_2PO_4)를 적당히 혼합하여 사용하였으며 폐수중의 인의 양에 따른 비금속 광물들의 효율을 알아보기 위해 인이 없는 폐수, 인이 적당한 폐수, 인이 과잉으로 들어간 폐수 3가지를 제조하여 실험하였다. 실험에 사용한 폐수의 양은 500ml로 하고 비금속 광물의 소결체를 폐수의 10%인 50ml를 넣어 사용하였으며 여기에 시중에 시판되고 있는 바실러스균의 원액을 100배 희석한 희석액을 5ml 넣고 하수 처리장의 슬러지를 5ml 넣은 후 실험을 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

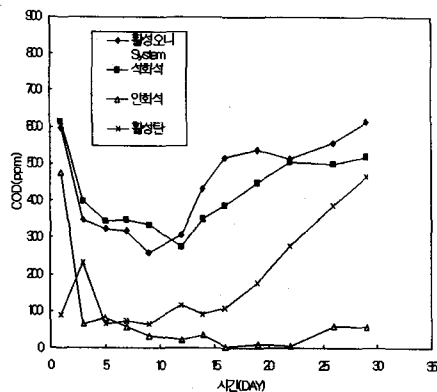
먼저 인이 들어 있지 않은 폐수의 경우 Fig.1에서 보는 바와 같이 활성오니 System의 경우는 10일까지는 COD의 값이 250ppm정도 까지 떨어지지만 10일이 지나면서 부터 COD농도가 점차 증가되는 것을 볼수있다. 활성탄은 실험이 시작할 때부터 9일정도 까지는 COD가

주요어 : 비금속광물, 인조질, 정석법

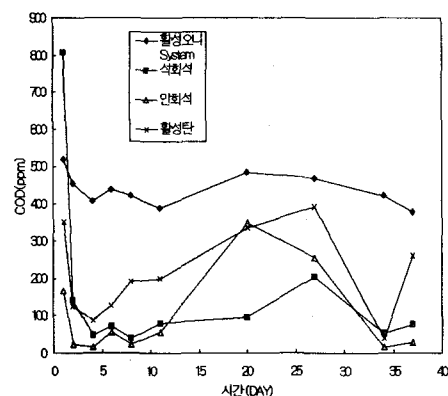
- 1) 동아대학교 자원공학과 대학원
- 2) 동아대학교 자원공학과

60ppm정도까지 떨어지나 그후로는 점차 증가하다가 20일이 지나면서는 급격히 증가되는 것을 볼수 있었다. 그러나 인회석의 경우는 10일내에 약 20ppm으로 COD값이 떨어지며 시간이 지날수록 점점 더 COD값이 낮아지면서 10ppm미만으로 안정적으로 유지되는 것을 볼수 있었다.

인이 적당한 경우를 Fig.2에서 보면 활성오니 System중의 COD는 4일까지는 400ppm정도로 COD값이 떨어지지만 계속 그 정도의 값만을 유지하는 것을 볼수 있다. 석회석의 경우는 첫날 800ppm이상의 값을 보이다가 다음부터는 값이 크게 떨어져서 70ppm미만을 유지하다

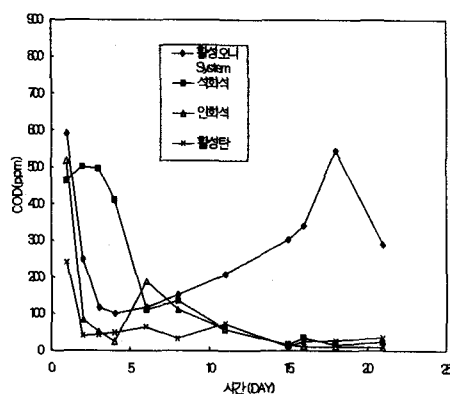


<Fig.1 인이 없는 폐수의 COD제거 효율>



<Fig.2 인이 적당한 폐수의 COD제거 효율>

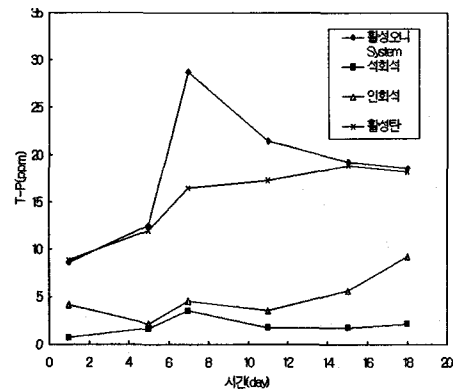
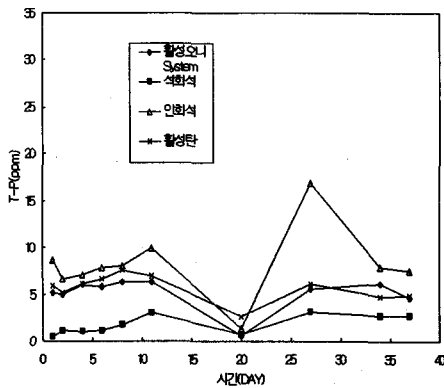
가 15일쯤 다시 조금씩 상승하는 것을 볼수 있다. 활성탄의 경우도 처음부터 5일까지는 90ppm까지 값이 떨어지지만 그후로는 계속 상승한다. 인회석은 처음부터 다른 재료들에 비해 낮은 값을 가지나 역쇄후에 300ppm까지 상승하였다가 미생물이 안정화된 후에는 값이 다시 하락하여 10ppm미만 정도로 낮아지는 것을 볼수 있다.



<Fig.3 인이 과잉인 폐수의 COD제거 효율>

인이 과잉인 경우로 Fig.3을 보면 활성오니 System은 4일정도 까지 COD값이 100ppm정도로 낮아 졌지만 그후에는 COD값이 점차 증가하는 것을 알수 있었다. 석회석의 경우 다른 비금속 광물들과는 달리 처음에는 COD의 제거 효율이 거의 없다가 일주일 정도 시간이 지난후에는 COD값이 100ppm정도로 되며 시간이 좀더 지난 15일정도부터는 10ppm미만으로 계속 안정적인 것을 볼수 있었다. 활성탄과 인회석의 경우도 낮은 값으로 안정적인 것을 볼수 있다. 따라서 폐수중에 인의 양이 많은 경우에 위에 나타난 비금속 광물 모두가 COD의 제거 효율은 좋은 것을 알수 있었다.

인이 적당한 경우의 T-P의 제거 효율을 Fig.4에서 보면 활성오니 System 중의 인의 양은 거의 제거가 되지 못하고 오히려 증가하는 것을 볼수 있다. 석회석의 경우는 인의 제거 효율이 다른 광물에 비해 좋음을 알수 있다. Fig.4의 활성탄의 경우를 보면 원수보다 T-P의 값이 높아 T-P제거에 활성탄이 효과가 없음을 알수가 있었다. 인회석의 경우는 COD와는 달리 T-P값이 다른 소재들보다 높은 값을 계속 유지하는 것을 알수 있다.



<Fig.4 인이 적당한 폐수의 T-P제거 효율> <Fig.5 인이 과잉인 폐수의 T-P제거 효율>

인이 많은 폐수의 T-P의 제거 효율을 Fig.5에서 보면 활성오니 System의 경우는 T-P의 양이 계속 증가하는 것을 알수 있었다. 활성탄의 경우도 T-P의 처리 효율이 거의 없음을 알수 있었다. 그러나 석회석의 경우는 실험 시작 초기 단계부터 T-P의 양을 급격히 감소시켜 T-P의 양이 계속 1~2ppm정도로 안정적인 것을 볼수 있었다. 석회석이 T-P의 감소시키는 원인은 석회석의 Ca이온과 폐수중의 PO₄이온이 결합하여 하이드록시아파타이트를 형성하는 정석법에 의해 탈인이 된것으로 추측할 수 있었다.

4. 결과

- (1)폐수 중에 인의 양이 소량일 경우 인회석은 자체에서 인의 용출로 미생물들의 성장에 필요한 인을 공급해주어 미생물들이 활성화되어 COD의 제거 효율이 15ppm 미만으로 안정적으로 낮은 것을 알수 있었다.
- (2)폐수중에 인의 양이 미생물들이 증식하기에 적당한 경우 석회석은 COD처리 효율이 좋을 수 있었다.
- (3)폐수 중에 인의 양이 과량으로 첨가되었을 경우는 활성오니 System을 제외한 나머지 광물들은 COD값이 10~20ppm미만의 값으로 유지되며 인회석은 10ppm정도로 낮다.
- (4)폐수 중에 인의 양이 적당한 경우 T-P의 제거 효율은 다른 비금속 광물들보다는 석회석이 2ppm 정도로 우수하였다.
- (5)폐수 중에 인이 과량으로 첨가되었을 경우에 T-P의 제거율은 석회석이 2ppm 정도로 유지하여 가장 좋음을 볼수 있었다.

5. 참고문헌

- 1) 上甲勳 小泉求 渡辺敦 安部脩, 1980, 晶析法による下水中のリンの除去に関する研究(第1報) : 下水道協會誌, Vol.71, No.197, p.43-49
- 2) 中川四郎 鈴木秀男, 1983, 骨炭を用いた2次處理水の晶析脱リン法に関する研究(I) : 下水道協會誌, Vol.20, No.231, p.19-27
- 3) 中村 和憲, 1994, 有用微生物によるリンの除去 : 用水と廢水, Vol.36, No.8, p.18-22