

댐 원수의 최적응집에 의한 천연유기물(NOMs) 제거 연구

이 선 주

1. 서론

천연유기물질(NOMs, Natural Organic Matters)은 쓸려 내려온 흙이나 수계에서의 식물체와 동물조직의 생물분해(Biodegradation)에 의해 생성된 휴믹물질이 그 대부분을 구성하는데 휴믹물질은 지표수 내의 천연유기물질의 50% 이상을 차지하고 있다. 그러나 이 비율은 매우 변동이 심하여 80% 이상을 나타내기도 한다. 휴믹물질은 지표수에 흔히 존재하며 지하수에도 존재한다(0.5~100mg Organic Carbon/L).

천연유기물질은 수처리 공정에 있어 여러 가지 악영향을 미치는데 첫째, 부식질로서 황갈색 내지 흑갈색을 띠므로 색도를 유발한다. 둘째, 천연유기물질은 수중에서 입자의 안정성을 증가시켜 입자들이 서로 뭉쳐 침전하는 것을 방해하여 투입해야 하는 응집제의 양을 증가시킨다. 또한 천연유기물질은 대부분 (-)전하를 띠므로 응집제의 알루미늄 이온이 그들과 착화합물을 형성할 수 있다. 세째, 수처리에서 소독 과정에서 염소 요구량을 증가시키며 소독부산물을 형성하고 활성탄의 흡착능력을 이용함으로써 흡착효율을 감소시킨다. 네째, 처리 후 잔류한 천연유기물질은 관로 내부에서 미생물 성장의 기질로 작용하여 급수관이나 물탱크에서 세균번식 등의 2차 오염을 유발한다. 이와 같은 영향으로 인하여 천연유기물질은 정수처리에 있어 관심의 대상이 되고 있다.

그러므로 천연유기물질을 제거하기 위하여 응집제별 제거효율과 pH를 변화시키면서 최적 천연유기물질의 제거 효율을 실험하였다.

2. 본론

2.1 실험방법

실험에 사용된 Jar의 형태는 사각 형태로 규격은 115(W)×115(L)×210(H)mm, 실험용량은 2 L로 제작하였으며, 시료의 채취지점은 수면에서 10 cm로 하였다. 또한 Jar-Tester내의 임펠러는 1"×3"를 사용하였다.

실험은 각 Jar에 원수를 시험량 2 L를 채운 후 혼화·응집시켜 하부의 Sampling Port를 이용하여 처리수를 채수하였다.

실험은 혼화 G값 400 sec⁻¹로 1분 이내, 응집은 50, 35, 20 sec⁻¹로 각각 5 분씩 단계적으로 하였으며, 침전은 30 분으로 하였다. 실험에 사용된 약품은 Alum의 경우 Al₂O₃ 8%를 사용하였으며, PACl, PACs와 비교하여 실험하였다.

원수는 D댐의 원수를 사용하여, c 정수장 모형실험장에서 실험을 하였다.

한국수자원공사 수자원연구소 수도연구부

3. 비교 고찰

가. 응집제 별 천연유기물 제거 효율실험

1) Alum을 이용한 천연유기물 제거 실험

응집제 Alum의 농도를 30에서 5ppm 씩 증가시키면서 55ppm까지 증가시켜 천연유기물(TOC), 탁도, 크로로필, UV254 의 제거효율과 입자분포도를 실험하였다. 이 결과를 그림1에 나타내었으며, 탁도와 크로로필의 제거율은 Alum의 농도를 증가시키어도 큰 변화없이 90% 정도의 제거율을 얻을 수 있었다. 그러나 UV254의 제거율은 응집제 40ppm 이상 주입되어야 안정적으로 50% 의 제거율을 나타내었다. TOC의 제거율도 40과 50ppm에서 가장 높게 나타났다.

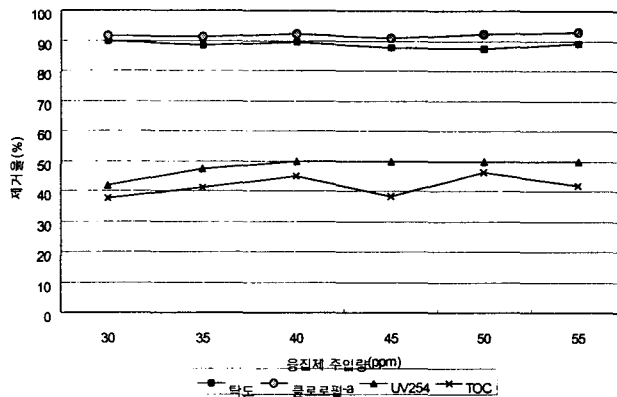


그림 1 응집제 Alum을 이용한 탁도, 클로로필, TOC, UV254 제거율

2) PACs를 이용한 천연유기물 제거실험

응집제 PACs의 농도를 10에서 2ppm 씩 증가시키면서 20ppm까지 증가시켜 Alum과 같은 실험을 하였다. 이 결과 탁도와 클로로필의 제거율은 75 ~ 80% 정도를 나타내었으며, 응집제의 량이 증가하면, 제거율은 감소되는 경향을 나타내었다. 또한 탁도의 제거율 보다 크로로필의 제거율이 높아 Alum과는 다른 경향을 나타내었다. 천연유기물의 지표가 되는 UV254 값이나, TOC의 값도 14ppm을 정점으로 하여 점차 감소되었다.

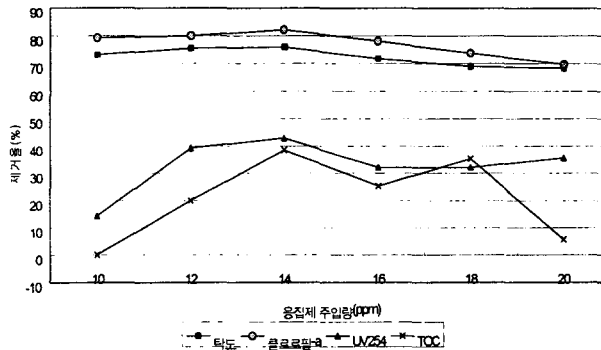


그림 2 응집제 PACs를 이용한 탁도, 클로로필, TOC, UV254 제거율

3) PAC를 이용한 천연유기물 제거실험

응집제 PAC를 이용하여 농도를 2ppm 씩 증가시키면서 최적주입농도와 천연유기물의 제거 성향을 실험하였으며, 이 결과 탁도와 클로로필의 제거율은 80%와 70%에서 응집제의 양을 변화시켜도 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 천연유기물질의 지표가 되는 UV254와 총유기탄소는 응집제 22ppm에서 최적의 제거 효율을 보이며, 응집제 증가될수록 제거율도 증가되는 경향을 보였다.

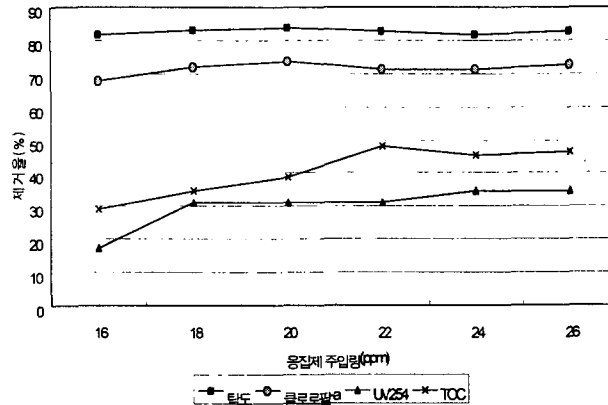


그림 3 응집제 PAC를 이용한 탁도, 클로로필, TOC, UV254 제거율

나. pH 변화실험

1) 응집제 Alum을 이용한 pH 변화실험

최적의 Alum 주입을 35ppm에 맞추어 실험한 결과, Alum주입율이 높은 경우나 낮은 경우 비슷한 경향을 나타내었다. 일반적으로 천연유기물의 제거에 최적 pH로 알려진 pH5.5와 6.5사이에서 TOC와 UV254의 제거율이 가장 높았으며, 특히 pH 6에서 가장 높은 TOC가 가장 높은 55% 이상의 제거율을 나타내었다. pH가 5.5이하에서는 모든 제거율 탁도, 클로로필, UV254, TOC의 제거율이 낮았으며, pH6에서 최고로 TOC가 제거되고, 탁도와 클로로필은 비슷한 경향을 나타내었

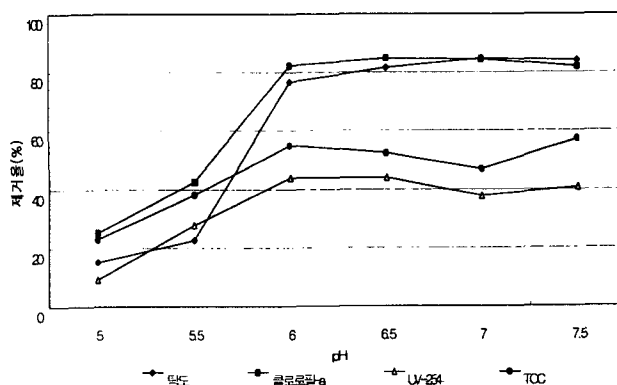


그림 4 응집제 Alum의 최적응집량에서 pH변화에 의한 탁도, 클로로필, TOC, UV254 제거율

다. 그러므로 응집제를 Alum을 사용할 경우 pH 6에서 최적으로 천연유기물을 제거 할 수 있음을 알 수 있다.

2) PACs를 이용한 pH 변화실험

최적응집량에서 pH 변화에 의한 제거율은 Alum과 비슷한 경향을 나타내어 pH 6에서 최적의 천연유기물을 제거하였으며, UV254와 TOC의 제거율이 가장 높았다. 그러나 전반적으로 제거율이 Alum보다 낮은 경향을 나타내었으며, 특히 TOC의 제거율은 평균 20%에 머무르고 있어 평균 50%대에 이르는 Alum에 비해 아주 낮은 제거율을 보였다. 이러한 경향은 응집제의 특성에 따른 것으로 생각되며, 탁도와 클로로필의 제거율도 Alum에 비해 조금 떨어지는 경향을 보였다.

3) PAC를 이용한 pH 변화 실험

대체적인 경향은 pH 6에서 최적으로 TOC와 UV254가 제거되었다. 평균적으로 완만한 약 30%대의 제거율을 보이고 있으나, Alum의 TOC와 UV 254제거율인 50%에는 미치지 못함을 알 수 있다.

이 결과로 보아 천연유기물의 지표로 삼을 수 있는 TOC와 UV254의 제거율은 Alum이 우수였으며, pH는 3개의 응집제 모두 pH6에서 가장 우수한 제거율을 나타내었다.