

PF12) SBR을 이용한 염분함유폐수의 처리시 호기성 및 혐기성 starvation이 생물학적 floc의 형태특성 변화에 미치는 영향

김상수*, 문병현, 서규태, 이택순, 김태성
창원대학교 환경공학과

1. 서 론

생물학적 폐수처리에 있어 활성슬러지의 침강특성, 구조적 특성 및 미생물 활성 동역학 등의 모니터링을 통하여 처리장의 오염물질 제거효율 및 고액분리 효율 사이의 관계를 파악할 수 있다. 몇몇 기존 연구들에서 활성슬러지 반응기 내의 생물학적 floc의 구조적 특성과 침강성 사이의 관계를 평가하거나(Wilen 등, 1999) SOUR과 같은 생물학적 활성도를 관찰하기도 하였다.(Panswad 등, 1999) 하지만 이러한 연구들은 대부분이 전통적인 일반활성슬러지공법의 운전에서 충분히 순응시켜 직·간접적으로 영향을 미칠 수 있는 주변환경인자들을 배제한 정상상태 하에서 수행되었다. 실제로는 폐수의 생물학적 처리 중 예상치 못한 사고 및 반응기 점검 및 청소 등으로 인하여, 또는 수산물, 식품가공업 등 일부 산업과 경마장, 유원지 등의 주기적인 영업으로 인하여 일시적인 조업중단으로 인한 폐수의 발생이 중단되는 상황이 발생하는 경우가 빈번하다.(Coello Oviedo 등, 2003) 이러한 상황으로 인해 생물학적 처리에 있어 시스템의 제어가 상당히 어려워 만족할만한 배출수질의 달성이 매우 어려운 실정이다.

따라서 본 논문에서는 SBR을 이용한 염분함유폐수의 처리시 호기성 및 혐기성 starvation이 발생했을 때 비정상상태 하에서 일어날 수 있는 생물학적 floc의 크기 및 형태특성의 변화를 살펴보고, 이와 관련하여 생물학적 활성도 및 슬러지 침강특성을 관찰하여 각 항목 간 상관관계를 파악하고자 하였다.

2. 재료 및 실험 방법

본 실험에서의 대상폐수는 문헌조사(Instrasungkha 등, 1999) 결과 및 실제 수산물 가공공장 원폐수를 조사·분석한 결과를 바탕으로 조제한 인공폐수를 사용하였으며, 염분원으로써 인공폐수 중에 NaCl을 10,000mg/L로 주입하였다. 실험장치는 연속회분식반응기(SBR)로써 유효용적이 10L로, 해바라기형 타이머를 이용하여 자동으로 제어하였으며, 폭기시 반응조내 DO를 3~4mg/L로 유지시켰으며, 비폭기시에는 슬러지 교반만을 수행하였다. SBR의 운전형태는 한 사이클을 12시간으로 하여 하루에 2 사이클이 반복되도록 설정하였으며, 한 사이클의 운전은 유입과 동시에 슬러지의 교반이 5.5시간 이후 슬러지의 교반과 폭기가 동시에 이루어지는 5.5시간 반응기와 침전 1시간, 그리고 배출기로 이루어져 있으며 휴지기는 따로 두지 않았다. 유입과 배출은 10분 이내에 이루어져 운전시간의 구성에 있어 고려하지

않았다. 실험방법은 5일간의 일시적인 starvation 동안 SBR 내 생물학적 슬러지를 폭기시킨 경우, 교반한 경우, 그리고 아무런 조작도 하지 않은 경우로 나누어 운전하였으며, 이후 정상적인 운전을 통해 starvation 동안 생물학적 floc의 형태특성 변화 및 정상운전 후 그 회복특성을 살펴보았다.

3. 결과 및 고찰

Starvation 동안 슬러지를 폭기시켰을 때 floc의 크기는 $204.19\mu\text{m}$ 에서 $156.88\mu\text{m}$ 로 감소하였으며, 교반만 수행한 경우 $182.38\mu\text{m}$ 로, 슬러지를 폭기시키지 않았을 때는 $168.96\mu\text{m}$ 로 감소하여, starvation 동안 슬러지를 폭기시킨 경우 floc의 크기감소가 더 크게 일어나고 있었다. SBR의 재운전으로 회복된 floc의 크기는 슬러지를 폭기시키지 않은 경우 $211.29\mu\text{m}$ 까지 증가하여 starvation 이전의 상태보다 더 커졌으며, 슬러지를 폭기시킨 경우 $190.41\mu\text{m}$ 로 starvation 이전 보다 더 작은 floc을 형성하였다. Starvation 전후 floc의 크기분포 변화에 대한 통계분석 결과, starvation이 계속될수록 왜도(skewness)가 감소하여 floc의 크기분포가 점차 작은쪽으로 이동하고 있음을 알 수 있었으며, 첨도(kurtosis)도 감소하고 있어, starvation 이전과 비교하여 floc의 크기분포가 넓게 퍼진 형태로 변화하였음을 알 수 있었다. starvation에 의한 SOUR의 변화는 floc의 크기변화와 밀접한 상관성을 가지고 있었으며, 두 항목간 Pearson 상관분석 결과 매우 유의한 상관성을 나타내고 있었다.

Starvation 동안 슬러지를 폭기하지 않은 경우 fractal dimension은 1.93에서 1.79로 큰 폭으로 감소하지만, 교반만 수행한 경우 1.93에서 1.84까지 감소하였고, 폭기하였을 때는 1.89로 감소폭이 매우 작았다. 이후 SBR의 재운전으로 인한 fractal dimension은 각 운전에서 1.95, 1.89 및 1.92까지 증가하였다. 슬러지의 침강성은 starvation 동안 폭기한 경우 폭기하지 않은 경우보다 SBR 재운전 직후 슬러지의 침강성이 더 불량하였으며, starvation 동안 폭기하지 않았을 때 슬러지 침강성의 회복현상이 나타났지만, 폭기를 수행한 경우 침강성의 회복이 느리게 일어났다. Starvation 동안 슬러지의 폭기 및 비폭기 수행결과 침강성은 fractal dimension보다 floc의 크기에 더 크게 좌우된다고 판단된다.

4. 요약

Starvation 동안 슬러지를 폭기시킨 경우 floc의 크기감소가 더 크게 일어났다. SBR의 재운전으로 회복된 floc의 크기는 슬러지를 폭기시키지 않은 경우 starvation 이전과 비교하여 더 커졌으며, 슬러지를 폭기시킨 경우 starvation 이전보다 작아졌다.

Starvation 동안 슬러지를 폭기하지 않은 경우 fractal dimension은 큰 폭으로 감소하지만, 폭기하였을 때는 감소폭이 매우 작았다. 이후 SBR의 재운전으로 인한 fractal dimension은 증가하였다.

슬러지의 침강성은 starvation 동안 폭기한 경우 폭기하지 않은 경우보다 SBR 재운전 직후 슬러지의 침강성이 더 불량하였으며, starvation 동안 폭기하지 않았을 때 슬러지 침강성의 회복현상이 나타났지만, 폭기를 수행한 경우 침강성의 회복이 느리게 일어났다.

Starvation 동안 슬러지의 폭기 및 비폭기 수행결과 침강성은 fractal dimension보다 floc

의 크기에 더 크게 좌우되는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- Wilen, B.M. and Balmer, P., 1999. The effect of dissolved concentration on the structure, size and size distribution of activated sludge flocs, *Water Research*, 33(2), pp. 391-400.
- Panswad, T. and Anan, C., 1999. Specific oxygen, ammonia and nitrate uptake rates of a biological nutrient removal process treating elevated salinity wastewater, *Bioresources Technology*, 70(1), pp. 237-243.
- Coello Oviedo, M.D., Lopez-Ramirez, J.A., Sales Marquez, D. and Quiroga Alonso, J.M., 2003. Evolution of an activated sludge system under starvation conditions, *Chemical Engineering Journal*, 94(2), pp. 139-146.
- Instrasungkha, N., Keller, J. and Blackall, L., 1999. Biological nutrient removal efficiency in treatment of saline wastewater, *Water Science & Technology*, 39(6), pp. 180-190.