

유동상 매디아를 이용한 오수의 고효율 처리방안 연구

민윤기 · 김종찬 · 김요용 · 정일현*

경기도보건환경연구원, *단국대학교 화학공학과

High Efficiency Treatment Method of Sewage by Fluidizing Media

Yoon Ki Min, Jong Chan Kim, Yo Yong Kim and Il Hyun Jung*

Kyonggi-do Institute of Health and Environment

Jangan-gu, Pajang-dong, 324-1, Suwon, Kyonggi-do 440-290, Korea

**Department of Chemical Engineering, Dankook University*

Yongsan-gu, Hannam-dong, 8, Seoul 140-210, Korea

This study was carried out to evaluate the treatment efficiency of an "A" apartment's sewage by fluidizing media system. The removal efficiencies of organic matter, solid and nitrogen were 98%, 99% and 73% respectively. The fluidizing media system had high treatment efficiency without external carbon source and alkalinity supplement different from an existing advanced treatment system. And thus, easiness of operation management and reduction of treatment cost were obtained by the fluidizing media system.

Therefore the fluidizing media system can be acted as alternative for reinforced legal limits of water quality because stable treatment efficiency can be obtained.

Key words : sewage, fluidizing media, nitrogen, solid, organic matter

1. 서 론

최근 생활오수나 산업폐수로 인한 상수원 및 하천오염문제가 심각해지고 있어, 이에 따른 오염원 관리 및 처리기술개발이 시급한 상황이다.¹⁻³⁾ 따라서 기존 처리시설을 크게 변경시키지 않으면서도 유출수질을 보다 향상시킬 수 있는 방안을 강구하게 되었다. 그 중 매디아를 이용한 생물막 처리기술이 주목받게 되었다.

이 기술은 유지관리가 용이하고 유입부하 변동에 강하며, 슬러지팽화현상 등이 발생하지 않는 이점을 가지고 있다.⁴⁾ 이 중 유동상 매디아를 이용한 방법은 공기를 이용하여 매디아를 유동시키므로 상대적으로 산소전달이 유리한 장점도 있다.⁵⁾ 특히, BOD, SS 물질 외에 질소물질을 제거하기 위해 국내 여러 업체에서 유동상 매디아를 이용하기 시작하였다.

본 연구에서는 그동안 개발된 기술 중에서 유기

물질 제거와 질산화 유도를 위한 특화된 매디아를 사용하는 기술을 사용하였다. 이 기술로 오수의 고효율 처리시스템 개발을 위한 lab test를 수행하였으며, 실규모의 처리시설 운영가능성과 실증실험을 위한 기본 설계자료를 얻고자 하였다.

2. 실험방법

2.1. 실험장치

기존 활성슬러지공법을 변형한 A/O(Anoxic/Oxic) 공법을 기본으로 부유성장 미생물과 부착성장 미생물이 갖는 장점을 공유할 수 있는 폭기순환상법을 사용하였다. 실험장치는 Fig. 1과 같으며 반응조의 유효용적은 무산소조 3.6ℓ, 폭기조 10.6ℓ로서 원통형 아크릴을 사용하였다.

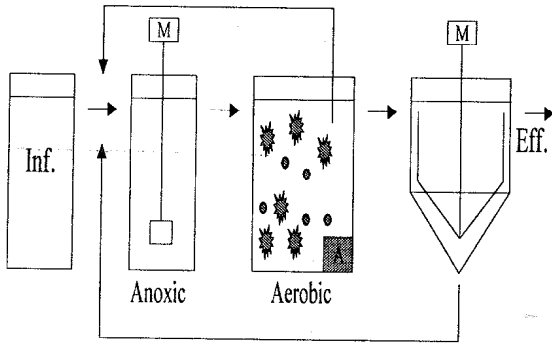


Fig. 1. A Schematic of the experiment system.

2.2. 실험방법

대상 원수는 A 아파트 오수처리시설로 유입되는, 분뇨를 포함한 가정에서 사용된 모든 용수가 혼합된 오수를 매주 3회 채취하여 사용하였다. 오수의 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of influent for A Apt's sewage treatment plant. (unit : mg/l)

	Max.	Min.	Average
BOD ₅	949.60	106.60	301.67
NI ₃ -N	37.353	27.762	31.455
T-N	83.628	47.830	74.640
T-P	15.376	4.168	8.998
SS	1007	150	385
Alkalinity	188	120	152

반응조는 K 하수처리장 폭기조 반송슬러지를 이용하여 식중독 후 미생물을 활성화 및 안정화시킨 후 본 실험을 수행하였으며 운전조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Operation parameters of the experiment system.

Operation Factor	Operation Condition
Flow rate	1.74 l/hr(41.76 l/day)
Hydraulic Residence Time	8hr(Anoxic 2hr, Aerobic 6hr)
Internal Return Ratio	2Q
External Return Ratio	1Q
Media Packing Rate	6%(for organics 1%, for nitrification 5%)

반응조에 충전된 미디어는 유기물 제거용과 질산화 유도용 미디어 2종류를 사용하였으며, 슬러지 일령 변화에 따른 오수중의 기질 제거, 질산화 효율, 질소 및 인의 제거효율 등을 알아보았다.

2.3. 사용 미디어

사용된 미디어는 두 종류로 유기물 제거용 미디어(Bio-CAP™)와 질산화 유도용 미디어(Bio-POP™)이다.

Table 3과 같이 유기물 제거 미디어는 폴리우레탄을 기본 구조체로 표면에 활성탄을 코팅한 것이며, 질산화 유도 미디어는 PVA(poly vinyl acrylonitrile)를 기본 재질로 다공성의 육면체 구조이다.³⁾

Table 3. Specification of used media in the reactor.

	Bio-CAP	Bio-POP
Material	polyurethane	PVA
Shape	Cuboid	Cuboid
Size(mm)	13×13×13	13×13×13
Density(g/cm ³)	0.21	0.06
SurfaceArea(m ² /m ³)	35,000	18,000

3. 결과 및 고찰

3.1. BOD₅ 제거

유입수 중의 BOD 물질은 무산소조의 탈질산화 반응에서 일부 사용되며, 나머지가 폭기조에서 제거된다.

Fig. 2에서와 같이 SRT 10일로 운전했을 때 유출수의 BOD₅ 농도는 12.93~5.59 mg/l로 평균 9.32 mg/l였다. SRT 16일인 경우에는 8.75~3.17 mg/l로 평균 4.88 mg/l였다. 유입수의 BOD 농도가 평균 301.67 mg/l였으므로 약 98%의 BOD 제거율을 얻었다. 운전기간 중 BOD₅ 평균농도는 SRT 10일, 16일 모두 강화된 BOD 수질기준 이하였으나 SRT 16일인 경우가 상당히 안정적인 BOD 농도를 나타내고 있다. 이것은 SRT를 길게 유지할 때 미디어에 다양한 종류의 미생물이 부착, 성장하므로 많은

유기물을 제거할 수 있기 때문이라고 판단된다.

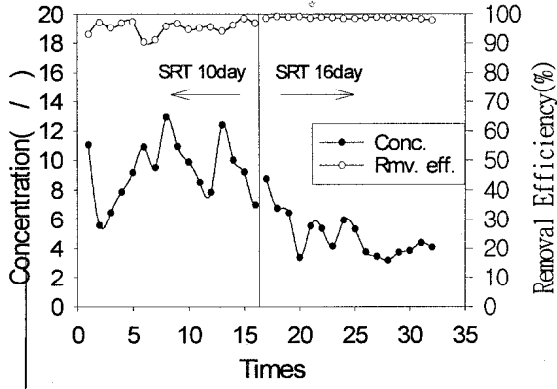


Fig. 2. BOD₅ concentration and removal efficiency of effluents.

3.2. SS 제거

Fig. 3에서와 같이 SRT 10일인 경우 유출수의 SS 농도는 2.5~18.5 mg/l로 평균 7.8 mg/l였으며, SRT 16일인 경우 1.0~9.0 mg/l로 평균 3.6 mg/l였다. 앞으로 강화될 수질기준을 SRT 16일로 유지할 경우 실험기간 내 한번도 초과하지 않았으나 SRT를 10일로 운전할 경우 다소 불안정한 수질을 유지함을 알 수 있다.

SRT가 길수록 질소 제거율이 증가하고, 미생물이 매디아에 부착하여 성장하므로 침전지에서의 별킹현상은 없었다.⁶⁾ 따라서 처리효율도 안정적이어서 새로운 수질기준(SS 10 mg/l 이하)을 만족시킬 수 있었다.

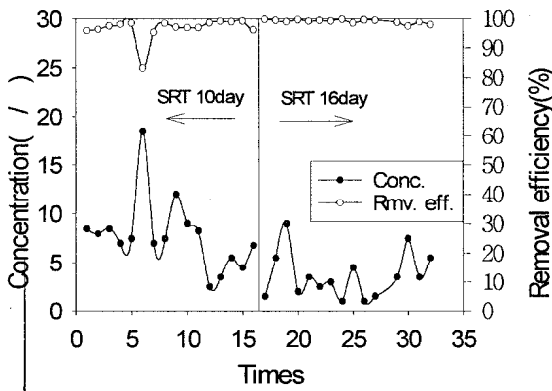


Fig. 3. SS concentration and removal efficiency of the effluents.

3.3. T-N 제거

생물학적 질소제거 요건은 (1) 질산화를 확보하기 위한 긴 폭기시간, (2) RBO(Readily Biodegradable Organics)의 이용 가능성, (3) 비폭기조의 존재이다.

본 연구에서는 폭기조 체류시간을 6 hr로 유지하여 99%의 질산화 효율(암모니아성 질소 31.455 mg/l → 0.207 mg/l)을 얻었으며, 무산소조에서는 질산성 질소를 1.0 mg/l 이하로 유지하여 내외부 반응으로 유입된 질산성 질소 대부분을 N₂로 전환시켜 약 73%의 총질소 제거율을 얻었다. Fig. 4에서와 같이 SRT 10일인 경우 유출수 중 총질소 농도는 6.816~29.960 mg/l로 평균 18.406 mg/l였으며, SRT 16일인 경우 9.105~21.516 mg/l로 평균 16.631 mg/l였다. 담체를 이용한 고정생물막법에서 긴 SRT를 유지할 때 성장속도가 느린 질산화균을 보다 높은 농도로 유지할 수 있어 충분한 질산화를 얻을 수 있었다.^{7,8)} 이로 인하여 무산소조의 탈질반응을 원활하게 유지할 수 있으므로 SRT를 10일 유지할 때보다 16일로 유지할 때 비교적 안정적인 질소제거 효율을 얻을 수 있었다고 판단된다.

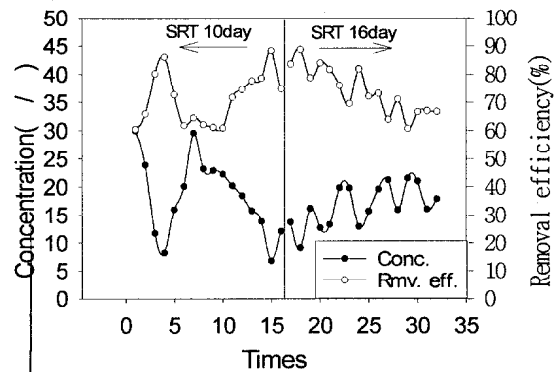


Fig. 4. T-N concentration and removal efficiency of the effluents.

4.4. T-P 제거

생물학적 인제거는 인의 실질적인 변환에 의한 제거라기 보다는 미생물 생체 내 에너지원으로 축적됨을 의미하므로 엄밀한 의미에서 인제거는 잉여슬러지를 폐기함으로써 달성될 수 있다.⁹⁾

Fig. 5에서와 같이 SRT 10일인 경우 유출수 중 총인 농도는 1.030~3.065 mg/l로 평균 2.030 mg/l였으며, SRT 16일인 경우 0.512~3.166 mg/l로 평균 2.421 mg/l였다. SRT 변화에 따른 유출수 중 총인 농도 변화는 그다지 크지 않았으나 반응조 내 매체에 부착된 미생물의 SRT가 부유상 공법에 비하여 길었고 생물막 공정의 특성상 생물막 저부에 위치한 혐기성 영역의 발생으로 인해 호기성 반응조에서 충분한 인제거가 일어나지 않아^{9,10)} 약간 불안정한 수질을 나타낸 것으로 판단된다.

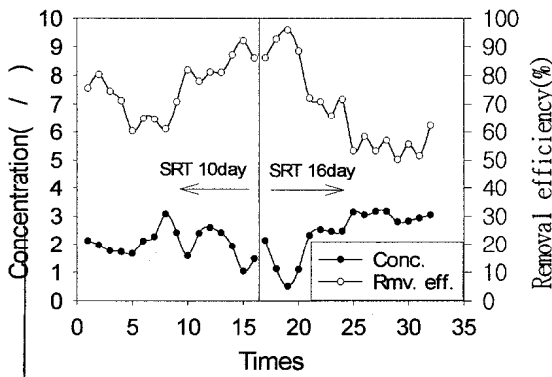


Fig. 5. T-P concentration and removal efficiency of effluents.

4. 결 론

본 연구에서는 아파트 오수를 유동상 매디아를 이용하여 처리하였다. 그 결과 98%의 유기물 제거 효율과 99%의 고형물 제거율, 그리고 73%의 질소 제거율을 얻었다.

또한 기존의 고도처리 시스템과 달리 외부 탄소원과 alkalinity의 보충없이 높은 처리효율을 얻을 수 있으므로 운전관리가 용이하며 처리비용의 절감을 기대할 수 있는 이점도 있다.

유동상 매디아를 이용한 오수처리방법은 종래의

처리법에 비해 많은 미생물량과 긴 SRT로 운전된다. 이를 바탕으로 불안정한 유입수질에도 불구하고 안정된 처리수질을 확보할 수 있는 것이다.

또 본 연구방법은 기존처리시설을 개선할 때도 적용이 쉽다. 폭기조에 적당량의 매디아를 충전하고 매디아를 유동시키기 위한 장치만 보완하면 된다.

점차 강화되는 수질기준에 따라 보다 운영관리가 편하고 법적 수질기준을 만족할 수 있는 처리공법이 요구되고 있다. 본 연구결과를 바탕으로 유동상 매디아를 이용한 처리공법이 그 대안이 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 1) 정부합동, 팔당호 등 한강수계 상수원 수질관리 특별종합대책, 1998.
- 2) '98 경기도정백서, 1999.
- 3) 이수구, 임병란, 조창호, 채만병, *대한환경공학회지*, 1995, 17(10), 941-951.
- 4) 조재현, 김용환, 이용우, 이원권, *대한환경공학회지*, 1998, 20(3), 443-450.
- 5) 김용환, 조재현, 김무훈, 이용우, *대한환경공학회지*, 1997, 19(3), 415-424.
- 6) 이종현, 남해옥, 김영규, 박태주, *한국물환경학회지*, 1998, 14(2), 129-136.
- 7) 박희등, 김선형, 임성균, 최광호, 박찬혁, 황규대, *대한환경공학회지*, 1998, 20(4), 489-498.
- 8) 김용환, 조재현, 이용우, 정용대, 이원권, *한국수질보전학회지*, 1998, 14(1), 87-97.
- 9) 이종현, *한국물환경학회지*, 1998, 14(2), 129-136.
- 10) 홍성철, *폭기순환상법에 의한 쓰레기매립지 침출수의 처리에 관한 연구*, 서울시립대학교 박사논문, 1992.