

오폐수 처리를 위한 흡수성 Biofilter System 연구

이 용 두 · 김 현 희
제주대학교 환경공학과

A Study on the Absorbent Biofilter System for the Wastewater Treatment

Yong-Doo Lee and Hyun-Hee Kim

Dept. of Environmental Engineering, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

In recent years increasing production and disposal of wastewater have caused an accelerated eutrophication of receiving waters. The Advanced treatment of wastewater is required.

Absorbent Biofilter system is biological treatment process of trickling filter bed. This was used to absorbant blowing agent in media. In order to maintain aerobic condition within in biofilter tank, the Absorbent Biofilter System was operated under the air circulation by an air fan. The merits of this system are very low energy and little sludge production.

The results obtained are as follows.

SS removal rate is about 70%, BOD removal rate is 70%. T-N removal rate and T-P removal is about 10%~70%.

Key words : biofilter system, SS, BOD, T-N, T-P

서 론

종래의 도시하수나 산업폐수의 오염물질은 주로 일정한 미생물에 의해 분해가 가능한 유기물인 반면 근래에 들어서 급속한 산업의 발달과 인구증가 및 도시의 인구집중으로 인하여 각종 용수량의 증가와 함께 폐수중의 무기, 유기성 성분이 차지하는 비율이 점차로 증가하고 있는 실정이다(강 등, 1992; Jones, 1973).

이러한 오염물질을 제거하기 위해 생물학적 처리 공법이 주로 채택되고 있는데, 생물학적 처리의 목적은 비침강성 콜로이드성 고형물을 응집 제거하고, 유기물을 안정화시키는 데 있다. 도시하수의 경우, 주요 목적은 유기물 함량을 감소시키는 것인데, 대

부분의 경우 질소와 인 같은 영양염류를 감소시키는 것도 목적이다(藤田 등, 1989; 신 등, 1996; 권 등, 1994).

생물막 여과법에 관한 실험적 연구는 Jeris의 유입 하수를 전 산화하여 원수를 상향류 방식으로 주입하는 유동상 반응조에 의한 유기물제거 연구에서 비롯하여, Young과 Steward의 매체의 하부로부터 송기하고 유입 하수를 상향류식으로 주입하는 고정상 매체 반응조, Fuchu Nabeshima 등의 기역 향류방식의 중력식 여과장치를 이용하여 연구를 행하였다(Fuchu et., 1990).

생물막법에서 생물막을 형성하고 있는 미생물 집단은 충전담체의 표면에 부착증식하면서 과도하게 증식

된 부분만이 탈리되므로, 세포물질이 끊임없이 유출되고 반송되는 현탁중식 반응조에서와는 달리 고농도의 생물량의 유지가 가능하며 부하변동의 대처능력이 탁월하고, 잉여슬러지의 발생량이 극히 적은 특징을 가지고 있다(수산청, 1995; Walsh et., 1983).

그러나, 영양염류로 인한 수질악화로 인하여 기존의 BOD 제거형에 비해 영양염류 제거가 가능하고, 에너지 절약형이며, 소규모화가 가능하고, 유지관리 비용 감소 등의 요구가 점차 증대되고 있어, 이에 대한 생물막 처리의 고효율화에 대한 필요성이 대두되고 있다(Hall et., 1986). 생물막법의 활용은 오염된 호소수와 같은 저농도 오폐수로부터 매립장 침출수와 같은 고농도 폐수, 특히 생물활성탄에 의한 상수처리 분야(이 등, 1998; 강 등, 1996; 신 등, 1996)까지 가능할 것으로 기대되기 때문에 점점 이에 대한 필요성이 커지고 있다.

특히 우리 제주의 경우 중산간 지역에 골프장 혹은 숙박시설이 다수 허용된 시점에서 기존의 처리방식으로는 자정능력 범위 이내로 유기물을 처리하기 어렵다(이 등, 1998). 이러한 문제점을 해결하기 위하여 생물막 담체를 이용한 방법을 적용하여 보고자 한다.

본 시스템은 미생물의 부착을 극대화 할 수 있는 스폰지상의 여재로서 오폐수를 여재 내부로 통과시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

따라서, 본 연구에서는 흡수성 Biofilter system을 이용하여 운전조건(살수시간)에 따른 오염물질 제거 특성 및 효율을 파악하는 데 목적을 두고 실험을 행하였다.

재료 및 방법

실험장치

본 실험의 장치는 D=1.8m, H=1.2m의 원통형 탱크 내에 미생물 담체를 채우고, 상부에서 원수가 유입되도록 살수장치를 하였고, 살수는 타이머에 의해서 부여된 시간만큼 펌프를 작동시켰다. 그리고, 원수에 대한 호기성 상태의 처리를 위해서 공기 순환 펌프를 설치하였고, 배출구는 탱크의 하단부에 만들어서 자연적으로 배출되게 하였다.

Fig. 1은 본 실험에서 사용한 실험장치를 나타내고 있다.

사용되어진 담체는 플라스틱 발포재를 사용하였고, 4.8×4.4×4.9cm의 부피를 가지고 있다. 이 담체의 물리적인 특징은 공기의 순환이 용이하게 일어날 수 있게 기공 공간을 늘렸다. 그리고, 폐수에 의해서 기공이 포화되지 않아서 공기와 폐수가 동시에 담체내를 이동하는 특성을 보인다.

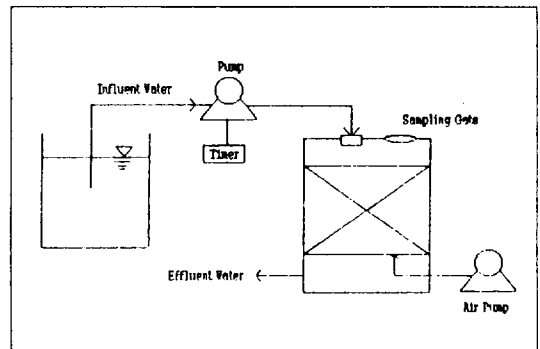


Fig. 1. Schematic diagram of experiment apparatus.

실험방법

제주대학교 해양과학대학내 오수처리장에 Biofilter 정화조를 설치 운전하였다. 운전조건은 Table 1과 같이 Run-1~Run-4로 하였다. 그리고, 담체층 사이에 공기의 순환을 24시간 지속하도록 공기 순환 펌프를 작동시켜 담체에 부착된 미생물이 호기성 상태에서 원수를 처리하여 살수시간에 따라 유입수에 따른 배출수의 농도를 측정하였다.

Table 1. Reactor operating conditions

	Spray time (min)	Spray interval (min)
Run-1(A)	1	29
Run-2(B)	2	28
Run-3(C)	4	26
Run-4(D)	10	20

정화조의 운전은 97년 7월부터 시작하였으며, 본

실험은 98년 3월부터 실시하였다.

살수시간을 바꾼 후 안정화 기간을 2주간 둔 후 시료를 채취하여 분석을 행하였다. 분석항목은 BOD, COD, SS, T-N, T-P를 행하였고, 실험방법은 수질오염공정시험법에 따라 행하였다.

결과 및 고찰

살수시간에 따른 유기물질 제거 특성

SS 제거 특성

Fig. 2는 살수시간에 따른 SS 농도 변화를 나타낸 것이고, 살수시간은 Table 1에 나타났다.

그림에서 보면 원수의 SS 농도는 20~80mg/l로 농도의 변화가 심하게 나타나고 있지만, 유출수의 농도는 모든 살수시간에서 20mg/l 전후로 유입수의 농도 변화에 대한 대응 능력이 매우 우수하게 나타나고 있음을 알 수 있다.

특히 유입수의 농도가 저농도일 때도 처리수질이 양호하게 나타나고 있고, 장기간 연속 운전결과 잉여 슬러지 발생 및 유출은 거의 없는 것으로 판단된다.

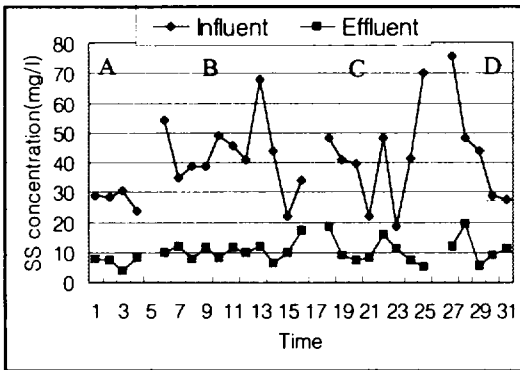


Fig. 2. Temporal variation of SS concentrations for Influent and Effluent.

BOD 제거 특성

Fig. 3은 살수시간에 따른 BOD 농도 변화를 나타낸 것이다.

그림에서 보면 원수의 BOD 농도는 60~250mg/l로

농도의 변화가 심하게 나타나고 있지만, 유출수의 농도는 A 살수시간에서는 10mg/l 전후로 나타나고 있고, 그 밖의 운전 조건에서도 살수시간을 바꾼 초기에는 유출수의 농도가 50mg/l 전후로 나타나고 있지만, 안정된 후에는 유출수의 농도가 20mg/l의 범위로 나타나고 있음을 알 수 있었다.

SS와 마찬가지로, 유입수의 변동에 따라 처리수의 수질이 매우 양호하게 나타나고 있음을 알 수 있다.

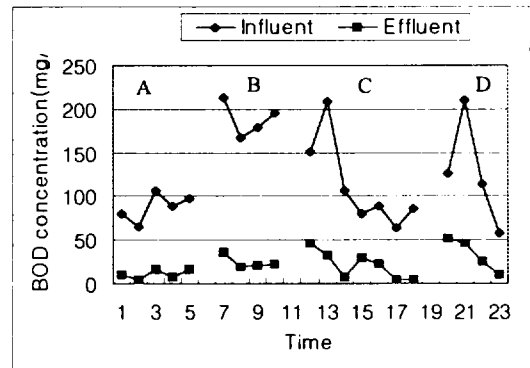


Fig. 3. Temporal variation of BOD5 concentrations for Influent and Effluent.

살수시간에 따른 영양염류 제거특성

T-N 제거 특성

Fig. 4는 살수시간에 따른 T-N 농도 변화를 나타낸 것이다.

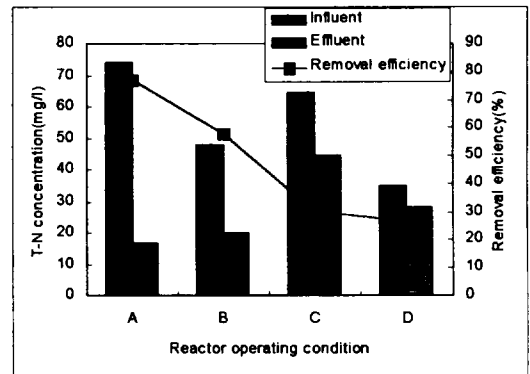


Fig. 4. Temporal variation of T-N concentrations by operating condition.

그림에서 보면 원수의 T-N 농도는 20mg/l~90mg/l로 농도의 변화가 심하게 나타나고 있지만, 유출수의 농도는 A와 B 운전 조건에서는 20mg/l의 범위를 나타내고 있지만, 그 밖의 운전 조건에서는 T-N의 제거가 거의 이루어지지 않고 있는 것을 알 수 있는데, 이는 T-N을 제거하기에 충분한 체류시간을 갖지 못했기 때문이라 판단된다.

T-P 제거특성

Fig. 5는 살수시간에 따른 T-P 농도 변화를 나타낸 것이다.

그림에서 보면 원수의 T-P 농도는 4~13mg/l로 농도의 변화가 심하게 나타나고 있지만, 유출수의 농도는 A 살수시간에서는 4mg/l 전후로 나타나고 있고, 그 밖의 운전 조건에서도 약간의 제거를 나타내고 있지만, D 살수시간에서는 T-P의 제거가 거의 이루어지지 않고 있는 것으로 나타났다.

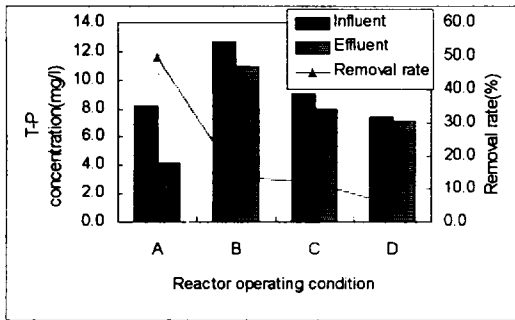


Fig. 5. Temporal variation of T-P concentrations by operating condition.

살수시간에 따른 제거율

Table 2는 각 살수시간에 따른 SS, BOD, COD, T-N, T-P 평균 제거효율을 나타낸 것이다.

표에서 보면 SS는 전 조건에서 70% 전후의 제거율을 나타내고 있고, BOD의 경우는 A~C 조건에서는 80% 이상의 제거효율이 나타났지만, D 조건에서는 제거효율이 매우 낮게 나타나고 있음을 알 수 있다.

T-N의 경우에는 A 조건에서는 77%로 제거율이 매우 높게 나타나고 있는 반면에 B~D 조건은 약 40%

전후의 제거효율을 나타내고 있음을 알 수 있다.

T-P의 경우는 A 조건에서 약 50%의 제거효율이 나타나고 있는 반면 B~D 조건에서는 제거효율이 약 10% 전후로 매우 낮게 나타나고 있음을 알 수 있는데, 이는 체류시간이 길수록 미생물이 T-N과 T-P를 제거할 수 있는 시간이 길었기 때문이라 판단된다.

Table 2. Removal efficiency by operating condition

Item	A	B	C	D
SS	74.87	73.16	72.29	68.96
BOD	87.90	87.13	81.77	60.19
COD	58.03	50.90	45.93	38.25
T-N	77.19	57.80	30.50	26.80
T-P	49.73	13.84	11.80	4.80

결론

흡수성 Biofilter system을 이용하여 살수시간에 따른 오염물질 제거특성 및 제거효율에 관한 실험을 행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 살수시간에 따른 유출수의 SS 농도를 살펴보면 모든 살수시간에서 20mg/l 전후로 유입수의 농도 변화에 대해 안정된 수질을 얻을 수 있었고, 유입수가 저농도일 때도 처리수의 수질이 양호하게 나타나고 있음을 알 수 있었다.
2. BOD 농도 변화를 살펴보면 Run-1(A) 살수시간에서는 10mg/l 전후의 농도를 나타내고 있고, 그 밖의 조건에서도 매우 안정된 수질을 나타내고 있음을 알 수 있었다.
3. T-N 제거특성을 살펴보면 Run-1(A)와 Run-2(B) 살수시간에서는 20mg/l 전후의 범위를 나타내고 있지만, 그 밖의 조건에서 T-N 제거효율은 매우 낮게 나타나고 있음을 알 수 있는데, 이는 T-N을 제거하기에 충분한 체류시간을 갖지 못했기 때문이라 판단된다.
4. T-P 제거특성을 살펴보면 Run-1(A) 살수시간에서는 4mg/l 전후의 농도를 나타내고 있지만, 그

밖의 조건에서는 제거가 거의 이루어지지 않았다.
 5. 각 살수시간에 따른 제거효율을 살펴보면 SS의 경우는 모든 살수시간에서 약 70% 이상의 제거효율을 보이고 있고, BOD의 경우는 약 70%, COD의 경우는 약 50% 전후의 제거효율을 나타내고 있음을 알 수 있었고, T-N과 T-P의 경우에는 살수시간에 따라 제거효율이 10%~70%로 다양하게 나타나고 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

- 이용두 · 고인범, 1998. 생물막 여과에 의한 지하수중 질산성 질소의 제거. 대한상하수도학회지, 12(2), 83~89.
- 이용두 · 김현희, 1998. 식물을 이용한 오수의 고도처리에 관한 연구. 한국환경과학회, 8(1).
- 강용태 · 이용두 · 김정현, 1992. 생물막여과 시스템에 의한 하수의 고도처리에 관한 연구. 한국자원기술개발연구소 연구보고, 16(2), 23~30.
- 강봉래, 1994. 생물막 여과법에 의한 육상 수조식양식장 배출수의 처리특성. 제주대학교 석사학위논문, 3~6, 12~13.
- 강용태 · 김정현 · 한동우, 1996. FCS-Biofilm과 RO를 연계한 중수도 시스템의 처리특성. 한국수처리기술연구회지, 4(1), 3~11.
- 권문선 · 이의선, 1994. 부착성 미생물을 이용한 질산화 및 탈질특성에 관한 연구. 대한상하수공학회지, 3, 19~25.
- 수산청, 1995. 육상양식장 배출수 처리 방법에 관한 연구. 용역보고서, 177~191
- Fuchu, et al., 1990. Advanced Sewage Rretment by Biological Aerated filter process. 5th World Filtration Congress, Nice France.
- 신항식 · 임경호 · 이상민, 1996. 생물막을 이용한 상수원수에서의 암모니아 제거 특성. 대한상하수도학회지, 10(1), 78~84.
- 藤田 賢仁 等, 1989. 粒狀濾層による硝化能窒素の除去-脱窒素反應に及ぼす窒素及 びメタノール濃度の影響. 日本水道協會 雜誌, 58(661), 2~9.
- Jones, p.h., 1973. Treatment in municipal plant : innovations or removal of phosphorus. Water Res., Pergamen press, 7, 211~226.
- Walsh, T.K., et al., 1983. A review of biological phosphorus technology. EPA report, 1~49.
- Hall, K.L, and Oldhan, W.k., et al., 1986. Biochemical model for enhanced biological phosphrus removal. Water Res., 20(12), 1511~1521.