

재순환에 의한 한국형 Biofilter System의 질소·인 제거

Removal of treatment efficiency for nutrients by recirculation
in Korean Type Biofilter System

전 기 설* · 권 순 국
Cheon, Gi-Seol* · Kwun, Soon-Kuk

Abstract

A Korean Type Biofilter system combined with a conventional anoxic tank(septic tank) process was investigated in regard to its feasibility for removing organic as well as nutrients from the rural wastewater in Korea. At recirculation, the removal rate in BOD and SS increased slightly as much as 93 and 95% compared with non-recirculation system. On the other hand, removal rates of the total nitrogen(T-N) and total phosphorous(T-P) in recirculation system increased significantly as much as 62 and 57%, respectively compared with non-recirculation system. The recirculation system provides sufficient treatment to improve the removal rate in T-N and T-P.

1. 서론

농어촌지역의 생활환경개선과 상수원 수질이 악화되면서 정부에서도 상수원 보호구역내에서의 각종 오염원에 대한 대책을 적극적으로 강구해야만 하였다. 농어촌에는 하수처리에 대한 전문적인 인력이 부족하므로, 유지관리가 간단하고, 경제적이며, 분산되어 있는 농촌 실정에 맞는 처리기술이 필요하게 되었다. 이것들을 만족할 만한 것으로 Biofilter를 채택하였게 되었다. Biofilter System을 운영하던 중 질소·인 제거효율이 상용화된 다른 시스템과 비슷하여, 외국에서 sand filter를 혐기·호기 재순환으로 질소·인 제거효율이 향상된 것에 착안하여, Biofilter System을 축소시켜 실내실험을 하였다. 실내실험결과 질소·인 제거효율 향상이 입증되어, 본 연구에서는 실제현장에 서도 질소·인 제거효율이 향상되는지를 살펴보고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 Biofilter System Plant 설명

경기도 수원시 서울대 농생대 구내에 있는 녹원사(학생기숙사)에 설치된 한국형 Biofilter System Plant를 이용하여 5개년간 유량, 전력량, 온도, 수질항목(pH, DO, BOD, TSS, COD, T-N, T-P)에 대하여 조사하였다. Fig. 1을 참조하면, Biofilter System은 크게 Septic tank, Pump Chamber, Biofilter tank, Effluent tank, Equalization tank로 구성된다. Septic tank는 화장실에서 유입되는 오수의 고형물을 침전시켜서 걸러내는 역할을 하며, 수위센서를 이용하여 Pump chamber로 오수를 내보낸다. Pump chamber는 불규칙적인 유입원수를 Biofilter tank로 일정하게 유량을 공급하기 위해 만들어졌다. Biofilter tank에는

Biofilter 라고 하는 발포성 합성수지 여재(5×5×5 cm, 정육면체)가 충전되어 있고, tank 상부에서는 노즐을 이용하여 pump에 의해 유입된 오수를 분사시켜 중력식으로 오수가 유하되도록 했으며, 호기성 상태를 유지하고 있다. 여기에 사용된 Biofilter는 외형상으로는 일반 스펀지와 비슷하나, 종래의 살수여상법에서 사용한 입상여재와 비교하여 표면적이 약 100배 이상 증가된 것이다¹⁾. Effluent tank는 biofilter tank에서 중력식으로 유하되면서 처리된 오수가 유입되며, 하수도와 연결되어 있다. Equalization tank는 septic tank로 Effluent tank의 오수가 유입될 때 폭기되는 것을 방지하기 위해 만들어졌다. 이렇게 구성된 Biofilter system의 운전은 비순환과 재순환의 방식으로 나눌 수 있으며, 비순환의 경우에는 기숙사에서 배출된 오수가 Septic tank에서 Pump chamber로 유입되고, pump를 이용하여 biofilter tank에서 처리된 후, Effluent tank를 거쳐 하수도로 나가게 된다. 그러나, 재순환 방식일 때는 Effluent tank에 있는 일정량의 오수를 pump로 Equalization tank로 유입해서, 조금씩 Septic tank로 다시 유입시켜 Pump chamber, biofilter tank로 순환시킨다.

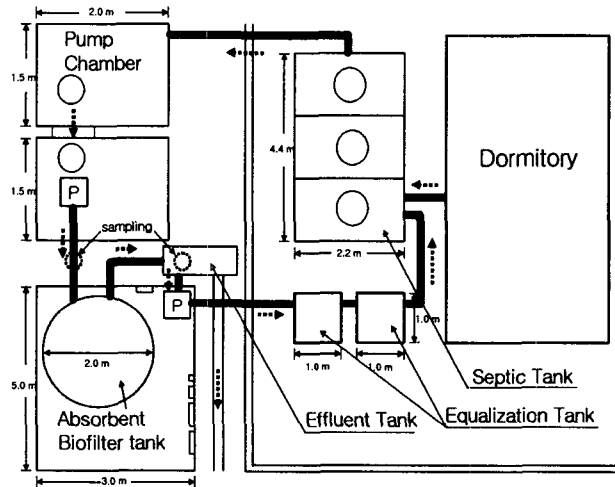


Fig. 1 Schematic diagram of Biofilter System plant

2.2 실험방법

비순환, 재순환 모두 Sampling은 Pump Chamber에서 Biofilter tank로 넘어오는 파이프와 Biofilter tank로부터 유출하는 처리수를 채취하였다(Fig. 1 참조). 비순환의 경우에는 유입원수를 파이프에서 채취한 것으로 사용하였으며, 재순환의 경우는 파이프에 들어오는 오수는 처리수와 유입원수가 혼합된 것이므로 5년간 128회의 비순환시에 측정된 유입원수의 평균을 재순환시의 유입원수로 사용하였다. 순환비는 유입오수 대 처리수의 비를 일컫는 것으로 본 연구에서는 1:1, 1:2에 대해서 실험하였다. 수질측정항목은 pH, DO, BOD, COD, TSS, T-N, T-P 등의 7개 항목이다. 분석은 T-N을 제외하고, 환경부에서 제시한 고정시험법에 의하여 측정하였으며, T-N은 미국 EPA의 Standard method를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 재순환에 의한 수질변화

비순환과 재순환의 유출수는 모두 방류수 수질기준 중 수변구역의 경우 BOD 10 mg/L 이하, SS 10 mg/L 이하를 모두 만족하고 있다. 그리고, BOD 농도는 비순환과 재순환의 유출수가 거의 차이가 없지만, SS 농도는 재순환이 비순환보다 약 6.3 mg/L 작았다

비순환일 경우, 유입수와 유출수의 T-N, T-P 농도는 크게 변화하지 않았다. 그리고, 재순환일 경우에는 순환비에 따라 T-N 농도의 유입수와 유출수 농도는 크게 차이가 없지만, T-P 농도의 경우는 순환비가 1:2인 경우가 1:1인 경우보다 유출수 농도가 작았다. 재순환의 경우 재순환비가 1:1인 경우 T-P의 유입수 농도가 유출수 농도보다 작다. 이것은 재순환비 1:1 실험을 할 때 녹원사에서 유입수 농도가 평상시보다 높았었기 때문으로 생각된다. (Table 1 참조).

Table 1 Comparison of water qualities between Recirculation and Non-recirculation

Water Quality Constituents	Location of Sampling	Recirculation						Non - recirculation		
		Ratio 1:1			Ratio 1:2			Median	Max	Min
		Median	Max	Min	Median	Max	Min			
BOD ₅ (mg/L)	influent	130.5	338.7	21.5	130.5	338.7	21.5	130.5	338.7	21.5
	Mixing	56.4	101.4	24.0	36.0	92.4	16.8			
	Effluent	8.6	16.8	0.9	8.7	28.1	1.6	9.4	43.5	1.1
TSS (mg/L)	influent	31.0	98.0	11.0	31.0	98.0	11.0	31.0	98.0	11.0
	Mixing	18.5	51.5	5.0	8.5	26.0	1.0			
	Effluent	1.5	6.0	0.0	1.5	4.0	0.0	7.8	79.5	0.0
T-N (mg/L)	influent	79.0	150.4	22.5	79.0	150.4	22.5	79.0	150.4	22.5
	Mixing	63.6	93.1	39.9	55.6	72.2	37.6			
	Effluent	29.6	77.2	17.5	30.8	53.5	17.4	71.6	120.7	12.7
T-P (mg/L)	influent	9.6	21.8	4.1	9.6	21.8	4.1	9.6	21.8	4.1
	Mixing	11.6	15.3	9.4	4.5	6.7	1.3			
	Effluent	10.3	13.8	8.7	4.1	5.3	0.3	7.9	16.2	2.9

3.2 재순환에 의한 처리효율

Fig. 2에 나타낸 것처럼 BOD 농도의 경우, 재순환에 의해서 비순환보다 처리효율이 93.4%로 약 0.5% 정도 향상되었으며, SS 처리효율은 95.2%로 약 20% 향상되었다. 그리고, BOD와 SS는 재순환비에 따라 처리효율이 크게 향상되지는 않았다.

T-N 농도의 경우 처리효율이 62%로 크게 향상되었다. T-N의 경우도 재순환비에 따라 처리효율이 크게 향상되지 않았으나, T-P 농도의 경우는 다르게 나타났다.

T-P 농도의 경우 순환비가 1:1인 경우는 오히려 비순환보다 처리효율이 떨어지는 현상

을 보였으며, 재순환비가 1:2인 경우는 처리효율이 57%로 나타나 비순환의 처리효율보다 향상된 것을 알 수 있었다. 이는 Biofilter System을 축소시켜 실험한 실내실험에서 순환율이 증가함에 따라 처리효율이 향상된다는 것과 일치하는 결과이다²⁾.

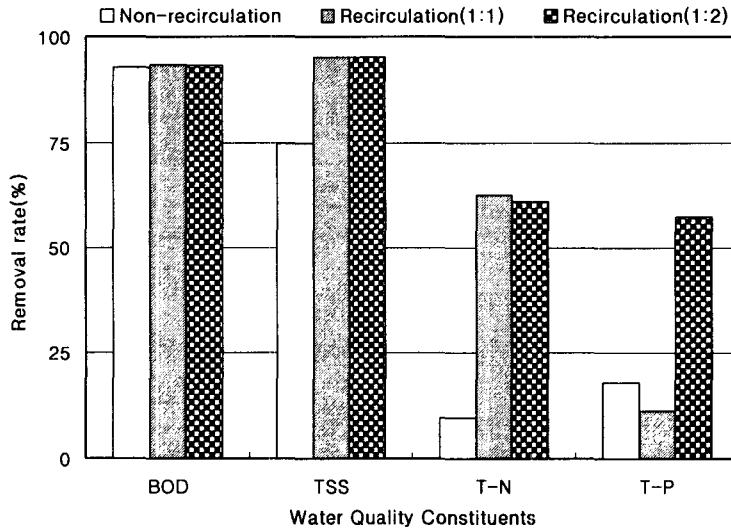


Fig. 2 Removal efficiency of treatment

4. 결론

- Biofilter System의 유출수는 BOD, SS 방류수 수질기준을 만족하고 있다.
- BOD 농도는 재순환을 하였을 때 비순환의 처리효율과 비슷하였으며, SS는 95%정도로 비순환의 경우보다 약 20%정도 향상되었다.
- T-N 농도의 경우에는 처리수를 재순환했을때 처리효율이 62% 정도로 비순환보다 그 처리효율이 52%정도 향상된 것으로 나타났다.
- T-P 농도는 재순환비가 1:1 경우는 향상이 되지 않았으나, 재순환비가 1:2인 경우는 처리효율이 57% 정도로 비순환의 경우보다 40% 정도 향상되었다.
- 유기물과 영양염 처리효율을 모두 고려한다면, 재순환비가 1:2인 경우가 1:1인 경우보다 처리효율 면에서 효과적인 것으로 판단된다.
- 영양염의 효과적인 제거를 위해서는 재순환이 필요하다.

참고문헌

1. 권순국, 김동열, 윤춘경, 김승희, 김철성. 2000. 농촌지역 오폐수처리용 한국형 Biofilter System 개발, 한국과학재단 산학협력연구 보고서 97-2-15-03-01-3, 한국과학재단.
2. Kwun, Soon-Kuk and Chulsung Kim. 2002. Enhanced nutrient removals using conventional anoxic biomechanic aerobic system for on-site wastewater treatment, Journal of Environmental Science and Health, Part A, Vol. A37, No59.: 863-873.