

한국형 Biofilter system의 동절기 처리효율 증진

Improvement of Treatment Efficiency for the Korean Type Biofilter System in Cold Climates

권순국 · 손수근* (서울대)
Kwun, Soon kuk · Son, Su keun

Abstract

The prototype biofilter was constructed in Suwon campus of Seoul National University and monitored for temperature and treatment efficiencies during a two-year programme. During the winter, daily influent wastewater temperature averages 7.7°C ; without heating in 2000 experiment, the treatment efficiencies for BOD and SS dropped down to 88.7% and 68.4%, respectively. However, as increased the influent wastewater by installing a heater tank before the biofilter tank in 2001 at the same period (Feb. 9~March 30) of 2000 experiment, average daily influent temperature which was 7.2°C increased to over 18.2°C . As a result, effluent quality remains excellent through the winter and even the post winter with BOD and SS values close to less than 10 mg/L. Nitrification follows temperature patterns. However, there was no improvement of treatment efficiency in total nitrogen (T-N) was observed by increasing temperature.

I. 서론

흡수성 biofilter는 현장오수처리 시설로서 설치비용과 유지관리비가 저렴하며, 특히 유출수의 BOD, SS의 농도가 우리나라 오분법의 특정지구(상수원 보호구역)의 방류수 수질기준 10 mg/L을 만족하므로 대단히 우수한 농촌지역 소규모 하수처리법으로 입증되었다. (권순국 등, 2000; Kwun et al., 2000; 권·윤, 1999). 그러나, 이 시스템은 생물처리시스템이므로 겨울철 온도저하에 따라 처리능력이 저하될 것으로 예상되었다. 따라서 현재 서울대 농생대 구내의 여자기숙사에 설치된 한국형 biofilter pilot plant 시스템을 이용하여 2개년간 겨울철 온도저하에 따른 오수 처리효율의 변화 정도를 살펴보았다. 본 연구에서 2000년 겨울철에는 아무런 온도상승을 하지 않고 시스템의 처리효율을 조사하였으며, 2001년에는 heater tank를 설치하여 온도를 인공적으로 상승시켜 처리효율을 조사하였다. 본 연구의 목적은 한국형 biofilter 시스템의 겨울철 유입오수의 온도를 미생물의 활동에 적합하도록 상승시켜 겨울철 biofilter 시스템의 처리효율을 증진하는데 있다.

II. 재료 및 방법

1. 실험장치

본 연구에 사용된 실험장치는 그림 1과 같이 정화조-유량조정조-heater tank-호기조-방류조로 1.구성된 한국형 biofilter pilot plant를 이용하였다. biofilter 시스템은 흡수성 여재를 충전한 반응기 상부에서 노즐을 통하여 오수를 간헐적으로 살수하여 자연유하로 여재층을 통과하면서 여재층에 형성된 임의성 미생물들에 의해 산화, 분해되는 생물학적 오수처리방법이다. 따라서 동절기 온도저하에 의한 미생물의 사멸을 방지하기 위하여 안정적인 온도를 유지하도록 heater tank를 설치하여 온도를 상승시켰다. (그림 2) 유입수 온도상승의 기본원리는 heater tank조에 설치된 heater bar에 의해 온도가 상승된다. heater bar의 작동은 control box에 설정된 온도범위 만큼 tank 상단에 설치된 센서에 의해 자동적으로 조절되어 일정한 온도로 상승할 수 있도록 되어있다.

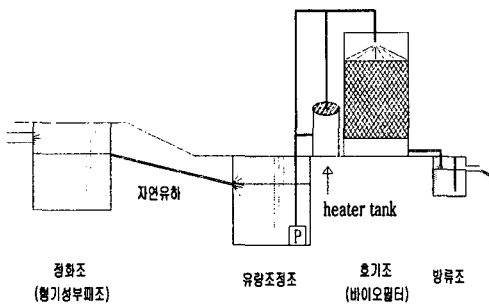


그림 1. biofilter 시스템 공정도

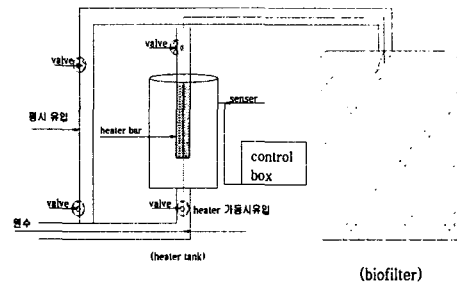


그림 2. heater tank 조

2. 실험방법 및 수질측정 방법

가. 동절기 가온실험에 의한 처리효율 증진

Biofilter system은 생물막 처리방법이므로 동절기 온도저하에 따라 처리효율이 낮아지는 것이 큰 것이 단점이다. 즉 기온이 높은 여름철에는 미생물의 활동이 왕성하여 처리효율이 높은 반면에 동절기에는 활동이 둔화되어 처리효율이 낮아진다. 따라서 본 연구에서는 온도가 미생물에 미치는 영향을 파악하기 위하여 동절기 가온실험(2001. 02. 09~03. 30)과 비가온 실험(2000. 02. 09~03. 31)을 각각 실시하였고, 그리고 동절기 뿐만 아니라 그 이후에 처리효율에 변화에 영향을 끼치는 정도를 파악하기 위하여 각 년도의 6월 1일 까지 계속하여 시험용 재료를 채취하여 수질을 분석하였다.

나. 수질측정 방법

측정항목은 온도, Ph, DO, BOD, COD, SS, T-P, org-N, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, T-N, Alkalinity 등 13개 항목이다. 모든 분석방법은 Standard method에 의하였다.

III. 결과 및 고찰

가온 실험기간 (2001년 2월 9일~3월 30일)동안 평균 약 7.2 °C의 유입수를 heater tank에 의하여 평균 약 18.6 °C 이상으로 상승하였고 (그림 3) 이에 따라서 BOD와 SS의 처리효율이 각각 96%와 93%로서 매우 높은 처리효율을 나타냈으며 폐수유입수의 수온이 매우 낮았음에

도 불구하고 미생물의 활발한 활동으로 유기물질의 제거능력을 기대할 수 있다. 한편 2000년의 동일한 기간 중 실시한 비가온 시험에서는 유입수의 평균수온은 약 8.2 °C로서 가온 시험의 경우와 별 차이가 없었으나 유출수의 평균수온은 9.3 °C로서 가온 시험의 경우보다 무려 평균 9.3 °C의 차이를 나타내고 있으며 이에 따라 BOD와 SS의 처리효율도 각각 88.76%와 68.43%로서 크게 낮아졌다 (표 1). 여기서 한가지 특기할 사항은 SS의 경우 온도에 따른 처리효율 효과가 두드러졌으며 이에 따라 육안으로도 이 두 수질을 확실히 구별할 수 있을 정도이었다.

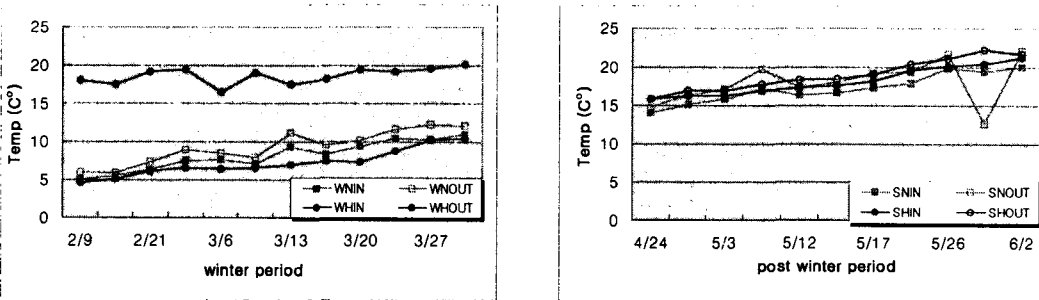


Fig. 3. 시기별 유입, 유출수의 온도변화

WNIN: influent in winter and non-heating
 WHIN: influent in winter and heating
 SNIN: influent in post winter and non-heating
 SHIN: influent in post winter and heating
 WNOUT: effluent in winter and non-heating
 WHOUT: effluent in winter and heating
 SNOUT: effluent in post winter and non-heating
 SHOUT: effluent in post winter and heating

한편 비가온 실험 이후 시기에 (2000. 4.24 ~ 6.2) 유입수의 온도가 약 17 °C로 상승하여 미생물의 활동에는 적절한 온도로 변화되었으나 겨울철 온도 저하에 따른 미생물의 사멸로 인하여 BOD와 SS의 처리효율이 각각 89.0% 와 , 51.3%로서 아주 저조한 값을 나타 내고 있는데 이는 겨울철의 88.7%와 68.4%보다 오히려 낮은 기현상을 나타냈다. 그러나 이와는 다르게

표. 1 시기별, 실험방법별, 수질항목별 수질 및 처리효율

Test Period	Method of Test	I/O	Temp (°C)			BOD (mg/L)		SS (mg/L)		T-N (mg/L)		T-P (mg/L)	
			Max	Min	Mean	Mean	Removal (%)	Mean	Removal (%)	Mean	Removal (%)	Mean	Removal (%)
During winter	Non-heating	Influent	11.0	5.0	8.16	151.6	88.7	47.7	68.4	93.32	9.8	18.85	32.4
		Effluent	12.1	5.8	9.28	17.1							
	Heating	Influent	10.4	4.6	7.20	151.4	96.2	40.0	92.9	103.6	8.7	8.45	48.9
		Effluent	20.1	16.5	18.63	5.8							
Post winter	Non-heating	Influent	20.0	14.1	17.25	198.9	89.0	65.1	51.3	64.38	6.2	18.11	19.8
		Effluent	22.1	14.7	18.00	21.9							
	Heating	Influent	21.2	15.9	18.17	127.4	92.4	27.9	88.4	103.6	9.0	8.90	42.9
		Effluent	22.2	15.8	18.97	9.7							

가온 실험의 경우에는 이 기간(2001. 4.24~ 6.1)동안의 BOD와 SS의 처리효율은 각각 92.4%와 88.4%로써 처리효율의 저하없이 여름철의 정상적인 처리효율을 그대로 유지하고 있음을 알 수 있었다. T-N의 경우에는 유입수 온도상승으로 인한 처리효율에 대한 영향은 나타나지 않았으나 NO₃-N의 값은 가온한 경우에서 유출수 평균농도가 57.8 mg/L이나 비가온 실험에서는 3.5 mg/L로서 온도상승에 의한 질산화 활동 증가는 확인할 수 있었다. T-P의 경우 온도상승으로 인한 처리효율의 증가는 겨울철 및 그 시기 이후 모두에서 확인할 수 있어 온도상승의 효과가 컸다.

VI. 결론

본 연구에서는 한국형 biofilter 시스템이 여름철에는 처리능력이 뛰어남을 확인하였으나 겨울철 온도 저하에 따른 미생물의 사멸로 인하여 유기물질 및 영양염류의 제거능력이 저하되는 문제점을 개선하기 위해 2000-2001년 2개년 동안 biofilter 유입수 온도를 상승시켜 처리효율의 변화를 조사하였다. 본 연구결과에 의하면 온도 상승으로 미생물의 사멸을 방지할 수가 있었으며 이에따라 겨울철 가온 실험시 BOD 및 SS의 처리수 농도가 각각 평균 5.8 mg/L, 2.8 mg/L로서 우리나라 오분법의 특정지역 방류수 수질기준인 10 mg/L를 만족하는 결과를 보였다. 뿐만아니라 유입수의 온도가 상승하는 겨울철 이후 기간 (4월 24일~6월 30일)에서도 겨울철 비가온 실험의 경우는 겨울철 가온 실험의 경우와 비교할 때 처리율이 현저하게 낮았고 7월에 들어가서야 평상시의 처리효율로 회복되는 것으로 보아 유입수의 온도상승 효과는 겨울철 그 자체 뿐만아니라 겨울철 이후에까지 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

T-N은 유입수 온도상승으로 처리효율 상승에는 별 영향을 미치지 않았으나 NO₃-N으로 볼 때 온도상승으로 인한 질산화작용의 증가는 확인할 수 있었고, T-P의 처리효율은 온도상승효과가 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 권순국, 윤춘경, 김복영, 김진수, 김태철, 정재춘, 홍성구, 1998. 지역환경공학, 향문사: pp.422.
2. 권순국, 김동열, 윤춘경, 김승희, 김철성, 농촌지역 오폐수처리용 한국형 Biofilter System 개발, 한국과학재단 산학협력연구 보고서 97-2-15-03-01-3, 한국과학재단, 2000년 10월: pp.68.
3. 권순국, 윤춘경, 1999, 흡수성바이오 필터를 이용한 농촌 소규모 오수처리 시설의 성능, 환경농학회지 18(4): pp.310~315.
4. Roy, C. and J. P. Dube, 1994, A Recirculating Ravel Filter for Cold Climates, Proceedings of the Seventh International Symposium on Individual and Small Community Sewage Systems, 11-13 Dec. 1994, Atlanya, Georgia, USA: pp.292-300.
6. Kwun, Soon-kuk, Chun G. Yoon and Batu Kimn, 2000, Performance of a Small On-site Wastewater Treatment System using Absorbent Biofilter for Korean Rural Community, Journal of Environmental Science and Health, Part A, Vol.A35, No.9: pp.1701-1717.