

# 수리부하량 변화에 따른 바이오필터의 처리효율에 관한 연구

## The Effect of Hydraulic Loading on the Performance of Biofilter System

방 천 희\* · 김 철 성 · 권 순 국 (서울대)

Bang, Cheon hee · Kim, Chul sung · Kwun, Soon kuk

### Abstract

The performance of a small on-site wastewater treatment system consisting of an anaerobic septic tank and upgraded absorbent biofilter was investigated. The anaerobic septic tank was used as a pre-treatment of the absorbent Biofilter instead of the primary clarifier. The treatment capacity of the system was examined by changing the hydraulic loadings to the Absorbent Biofilter as 2.5m<sup>3</sup>/day, 4.5m<sup>3</sup>/day, 6.0m<sup>3</sup>/day, respective. The effluent from the septic tank was fed into the Absorbent Biofilter. Based on the experimental results, the quality of treated wastewater satisfied the regulation and the BOD and SS was removed down to approximately 5mg/ℓ and 1mg/ℓ, respectively.

### I. 서론

대도시에서 이용되고 있는 상수원을 공급하는 구역인 상수원보호구역의 수질이 악화되면서 정부는 적극적인 대책마련을 강구하고 있다. 인구분산 지역인 농촌의 오수도 이러한 상수원 오염원의 하나로 대두되고 있는 실정이다. 이러한 농촌지역은 대규모 하수종말 처리시스템의 도입이 불가능하므로 소규모 오수처리 시스템의 개발과 도입이 시급한 실정이다. 현재 농촌에 보급되어있는 소규모 오수처리 시스템은 접촉폭기법과 모관침윤트랜치법이 대부분이나 이러한 시스템들은 유지관리와 처리효율에 문제점이 있는 것으로 밝혀졌다. 농촌에서의 오수처리시스템은 저기술로 처리효율이 높아야하고 경제성과 유지관리가 용이하여야 한다. 현재까지 농촌오수처리에 대한 많은 연구가 이루어지고 있음에도 불구하고 이러한 조건을 만족시켜주는 시스템이 개발되지 않고 있다.

본 연구에서는 생물막 여과법의 한 종류로서 경제적이고 저기술적인 흡수성 바이오필터(Absorbent Biofilter)를 혐기성 부패조에서 1차 처리되어진 오수의 2차 처리시스템으로 도입하여 소규모 오수처리 장치의 단점을 보완한 대안공법으로서의 가능성을 타진해 보고자 우선적

1999년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (1999년 10월 16일)

으로 부하유량의 변화에 대한 바이오필터 시스템의 처리 성능에 관하여 연구하였다.

## II. 실험장치 및 방법

오·폐수의 유기물 및 부유성 고형물을 제거하기 위한 pilot plant의 기본적인 개요도는 그림 1에서 보여주고 있다.

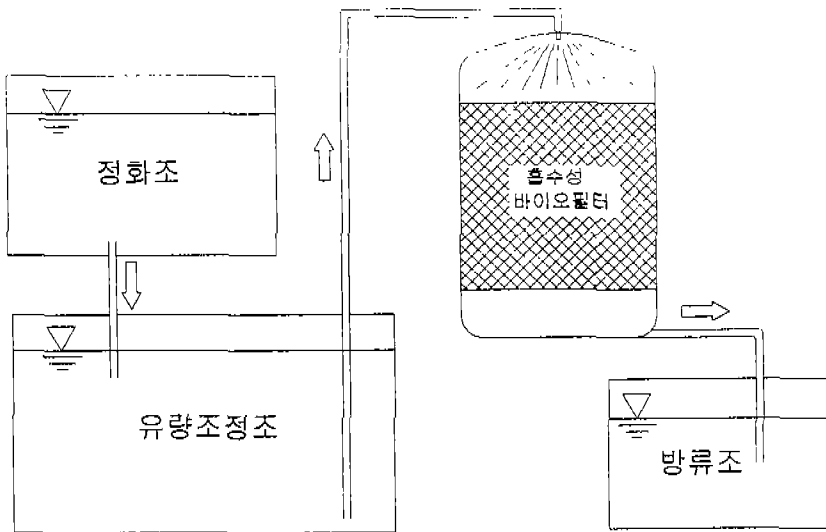


그림 1. 흡수성 바이오필터 설치도

그림 1에서 보여주듯이 본 실험장치는 총 4단계로 정화조, 유량조정조, 호기조(흡수성 바이오필터), 및 방류조로 구성되어 있다. 본 연구에 사용되어진 정화조는 서울대학교 농업생명과학 대학의 여학생 기숙사 정화조로 년 중 충분한 오수를 공급할 수 있는 적절한 시설을 설정하였다. 정화조 유출수의 일부는 총 수용용량이 9m<sup>3</sup>인 유량조정조로 펌프를 사용하여 이송하였으며 흡수성 바이오필터의 유입수로 사용하였다. 호기조는 직경 2.055m, 높이 2.570m의 원통형이고, 여재의 높이는 2m로서 오수의 유입은 노즐을 이용한 살수여상 방법을 도입하였으며 노즐의 분사되는 각도를 고려하여 오수가 여재 윗 부분에 균일하게 분사할 수 있는 공간을 제공하였다. 바이오필터에 의하여 처리되어진 처리수는 방류조를 거쳐 방류하도록 되어있다. 모든 장치는 센서를 사용하여 자동으로 작동할 수 있도록 하였으며 필요시 수동으로 전환하도록 설치하였다.

본 연구에 사용되어진 흡수성 바이오필터(Absorbent Biofilter)로 발포성 플라스틱 통기체로 폴리우레탄을 2차 처리한 것으로서 비표면적과 강도를 증가시킨 것이다. 이 구형의 빈 공간은 제조 과정에서 형성된 이산화탄소 공기방울에 의해 만들어진다. 흡수성 바이오필터는 trickling 필터에 일반적으로 사용되는 모래 입자보다 넓은 비표면적을 제공하므로 보다 많은 미생물이

체류할 수 있으며 이로 인하여 처리량의 증가를 기대할 수 있을 것으로 고려되어진다. 실험을 위하여 여재의 크기를 5cm×5cm×5cm의 정육면체 형태로 제작하여 사용하였다.

흡수성 바이오필터의 SEM(Scanning Electron Microscope) 사진은 그림2에서 보여준다.

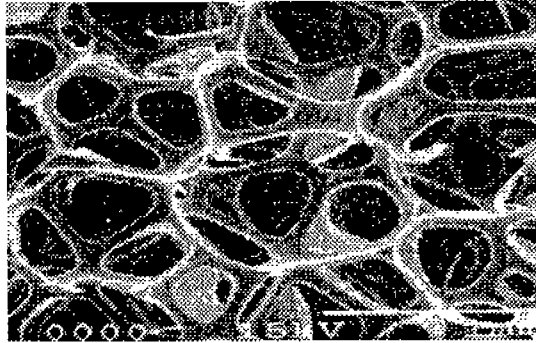


그림 2. SEM을 이용한 흡수성 바이오필터의 단면도

실험장치를 설치한 후 충분한 양의 미생물이 흡수성 바이오필터 여재에 정착되어 증식이 되도록 약 4개월간 오수를 공급하여 안정화를 유도하였다. 안정화가 이루어진 후에 수리부하율을 2.5m<sup>3</sup>/day, 4.5m<sup>3</sup>/day, 6m<sup>3</sup>/day로 변화시켜 가면서 바이오필터의 처리효율을 비교 검토하였다. 실험기간은 4월 26일부터 8월 27일까지 약 4개월 동안 실험을 하였으며, 각 수리부하율에 대한 실험은 약 1개월씩 실시하였다. 또한, 각 BOD, COD, SS의 수질분석은 Standard methods에 의해 이루어졌다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 생물화학적 산소요구량(BOD)

그림 3은 각 부하량에 따른 BOD 처리특성에 관한 그림이다. 그림 3에서 보는 바와 같이 수리부하율이 감소하면서 처리수의 BOD 농도도 19.34mg/l, 12.93mg/l, 5.09mg/l로 동시에 감소하며 처리효율은 84.6%, 93.2%, 95.8%로 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구결과에 의하면 바이오필터를 이용한 오수처리는 현재 방류수 수질 기준인 20mg/l를 충분히 만족시킬 수 있는 것으로 판단된다. 수리부하량이 4.5m<sup>3</sup>/day인 경우, 유입수의 BOD 농도가 상대적으로 약 60mg/l 정도 증가하였음에도 불구하고, 처리수의 수질은 매우 좋은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 본 연구에 사용되어진 바이오필터가 유기물 부하량의 변화에 적응력을 갖추고 있는 것으로 고려되어진다.

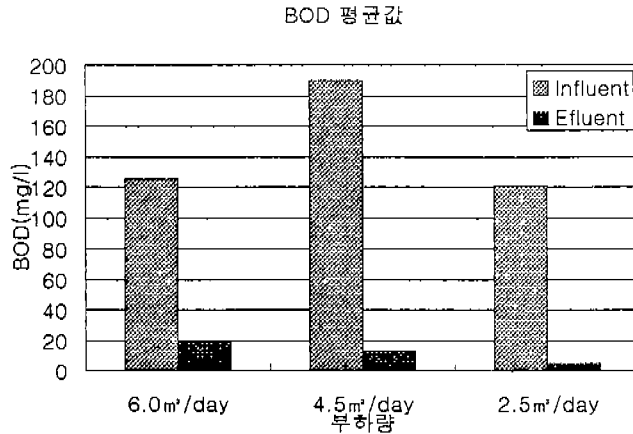


그림 3. 각 부하량별 BOD 처리특성

## 2. 부유성 고형물질(SS)

그림 4는 각 부하량별 부유성 고형물질의 처리효율을 보여주고 있다. BOD와 동일하게 수리부하량의 감소에 따라서 처리효율은 81%, 83.7%, 93.2%로 증가하였다. 수리부하량이 4.5m³/day 인 경우, 처리수의 농도는 7.33mg/l로 6.0m³/day의 처리수의 농도인 7mg/l 보다 높았으나 이러한 결과는 유입수의 높은 부유성 고형물질 농도에 의한 것으로 판단된다. 부유성 고형물질의 경우에도 하천 방류수 수질기준인 20mg/l를 충분히 만족시켜주는 것으로 밝혀졌다.

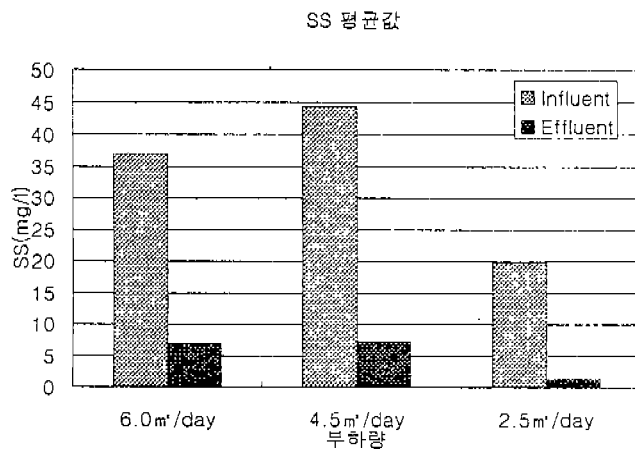


그림 4. 각 부하량별 SS 처리특성

### 3. 화학적 산소요구량(COD)

그림 4는 각 부하량별 COD 처리특성에 관한 그림이다. 그림 4에서 보는 바와 같이 수리부하량이 증가하면서 처리효율은 62.5%, 83%, 84%로 증가하였으며 처리수의 농도는 55.3mg/l, 49.3mg/l, 25.4mg/l로 감소하였다. 수리부하량이 4.5m<sup>3</sup>/day인 경우, 처리효율의 증가에도 불구하고 처리수의 높은 COD는 유입수의 높은 COD와 처리수의 상대적으로 높은 부유성 고형물질에 의한 것으로 판단되어진다.

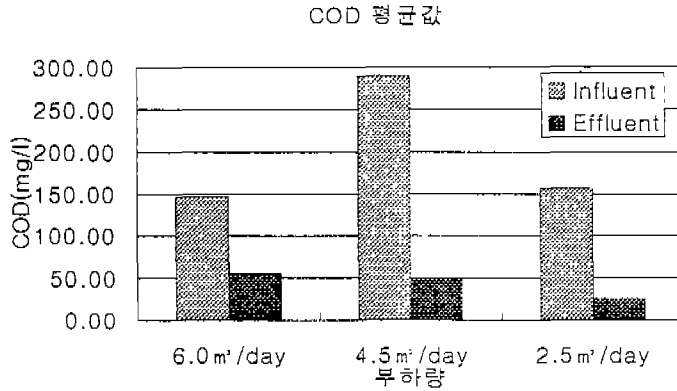


그림 6. 각 부하량별 COD 처리특성

## IV. 결론

본 연구에서는 혐기성 부패조로부터의 유입 수리부하량 변화에 따른 호기성 바이오필터 시스템의 처리효율의 변화를 검토하였다. 본 연구결과에 의하면 호기성 바이오필터는 충분한 양의 미생물이 필터 표면에 정착하여 유입되는 유기물을 처리하는 것으로 밝혀졌으며 처리수는 오분법에 의한 방류수 수질기준인 BOD 20mg/l, SS 20mg/l를 충분히 만족시키는 것으로 밝혀졌다. 또한 수리부하량의 조절에 의하면 상수도 보호지역 처리수 기준도(BOD 10mg/l, SS 10mg/l) 충분히 만족시킬 수 있는 것으로 고려되어진다.

그리고, 농촌이나 외딴 지역의 하수처리시설은 도시의 처리시설과는 달리 수질기준치를 만족시키고, 유지관리가 간편해야하며, 오염부하량의 변동에 크게 지장을 받지 않는 시설이 적당하나, 본 연구에 쓰인 바이오필터는 이를 만족시키는 것으로 판단된다.

## V. 참고문헌

1. 권순국, 김복영, 김진수, 김태철, 윤춘경, 정재훈, 홍성구, 1998. 지역환경공학, 향문사, pp. 356
2. 임종완, 여운식, 정연춘, 민찬기, 최홍림, 1994. 농어촌마을배수 처리시스템에 관한 연구, 94-05-21, 농어촌연구원, 농어촌진흥공사, pp. 29~32
3. 주옥중, 1999, 생물막 여과법에서 여재별 유기성오수의 처리특성에 관한연구, 서울대학교

농공학과 학위논문, pp. 1~40

4. American Public Health Association, 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater 19th Edition, Washington DC., USA. pp. 953
5. Jowett, E.C. and M.L. McMaster, 1995. On-site wastewater treatment using unsaturated absorbent biofilters. *Journal of Environmental Quality* 3(24), pp. 86-95.
6. Jowett, E.C., 1995. Use of absorbent medium in the Waterloo Biofilter and nutrient removal experiments, 8th Northwest On-Site Wastewater Treatment Short Course, pp. 420~444
7. Metcalf & Eddy, INC., 1991. *Wastewater Engineering Treatments Disposal Reuse*, Third Edition, McGraw-Hill Book, pp. 663~666