

생물막법에서 여재의 종류에 따른 유기성 오수의 처리 특성에 관한 연구

A study on the characteristic of organic wastewater treatment
in biofilm reactor with five types of media

주 옥 종* (서울대) · 권 순 국 (서울대)
Joo, Uk Jong · Kwun, Soon Kuk

Abstract

Recently, biofilm reactors are considered as efficient wastewater treatment system in rural areas, because of characteristics of easy operation and economic feasibility.

In order to select the most efficient media, an experimental apparatus with five different media was designed, installed and examined. The media used in this study were zeolite, artificial sponge gourd, absorbent biofilter, non-woven fabric and charcoal.

With only one month investigation, all five media showed high removal efficiencies of BOD.

I. 서론

이제까지 농촌지역의 수질문제는 도시지역에 비해 상대적으로 적었으며 심각하지 않았었다. 그러나 최근 들어 생활오폐수 및 하수, 농공단지의 공장폐수, 축산시설에서 무단 방류되는 가축분뇨수 등에 의해 농촌의 오염도 도시 못지 않게 심각하게 되었다. 특히 농촌지역의 생활수준이 크게 향상되어 화장실을 기존의 수거식에서 수세식으로 전환, 세탁기의 사용 등 생활양식의 도시화로 인하여 용수수요의 증가 및 생활 하수의 증가를 초래하였다. 이러한 생활양식의 변화에 의한 오염은 농촌의 오염원의 주원인별로 볼 때 생활관련 오염이 33.5%로 가장 큰 비중을 차지하였다.

그러나, 농촌의 경우에는 도시와 같은 오수처리시설이 갖추어져있지 않으므로 농촌의 소하천은 계속 오염되어 가고 있다. 따라서 농촌에서도 오수 특히 생활잡배수를 처리해야만 농촌 소하천의 수자원의 오염을 방지할 수 있을 것이다.

농촌지역은 도시지역과는 달리 농지와 산림이 넓게 퍼져있어 취락지역들도 넓게 분포되어 있으므로 도시지역에서 쓰이는 대규모 집중처리 시스템을 사용하려면 생활오수의 차집이 필요한데 이는 경제적으로 실현 불가능하므로 소규모 처리 시스템을 사용하는 것이 더 바람직하다.

1998년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (1998년 10월 24일)

한편, 농촌유역에 쓰이는 소규모 오폐수처리방법은 농촌 특성상 유지관리비가 적어야 하며 유지하는데 많은 기술을 필요로 하지 않는 시스템이어야 한다.

오수처리시스템 중 생물막법에 의한 처리는 이러한 농촌의 특성에 잘 맞는 시스템이라고 할 수 있다. 좁은 공간에 설치가 가능하며 조작성이 간편하고 유지관리비가 적기 때문이다. 생물막법은 아직까지 우리 나라에 사용 예는 많지 않으나 앞으로 그 수요가 점차로 늘어날 것이다.

생물막법은 사용되는 여체에 따라 그 처리율 및 처리 특성이 크게 달라지는데 모래, 자갈이 많이 사용되었고 지금도 미국 등에서는 많이 사용되고 있다. 그러나 모래와 자갈을 사용할 경우에는 그 면적이 넓어야 하는 단점이 있으므로 지가(地價)가 높은 우리 나라의 실정에는 맞지 않는다. 그 외에도 최근 새로운 여체들이 계속 개발되고 있으며 발전해 가고 있다.

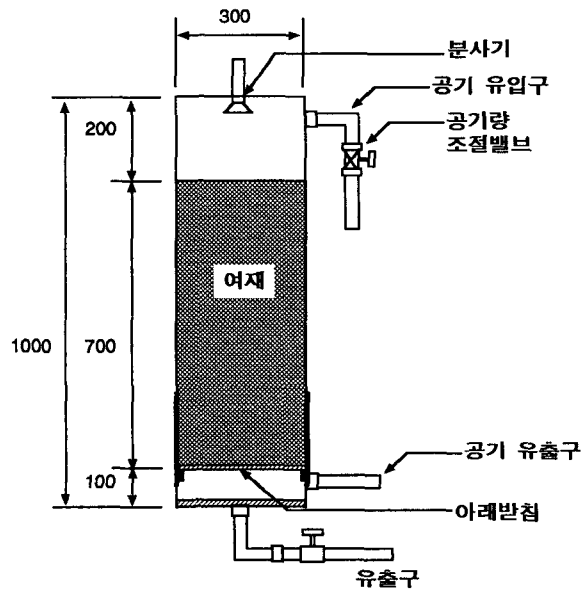
본 연구는 최근에 개발되고 고려되고 있는 여체 중 zeolite, 인공 수세미, 흡습성 biofilter, 부직포, 숯에 대하여 실내실험 장치를 구성하고 그 처리율과 처리특성을 비교 검토하여 우리 농촌에 맞는 여체를 선정하려는 데 그 목적이 있다.

II. 연구방법

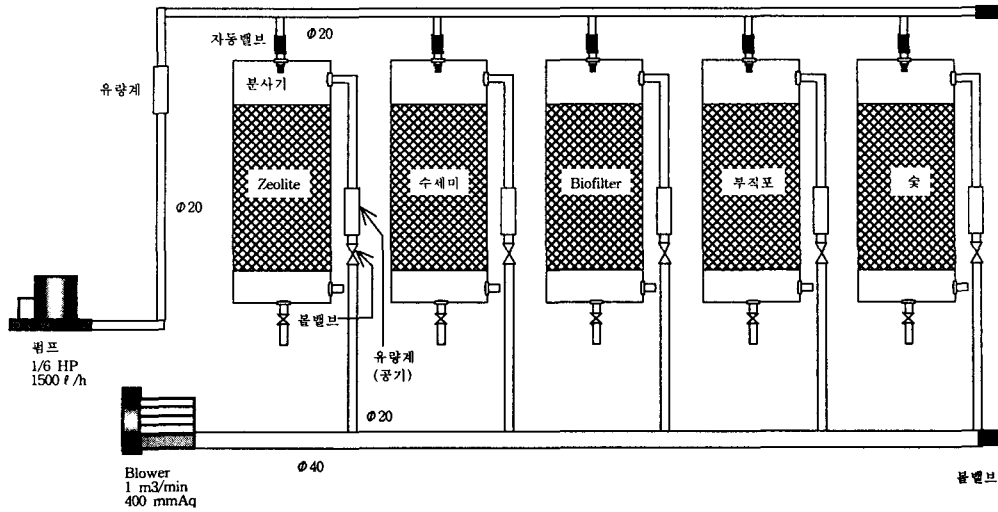
1) 실험을 위한 장치

본 연구의 실험을 위한 장치의 구조는 <그림 1>, <그림 2>과 같다. 원통의 재질은 투명한 아크릴이며 공기와 오수를 통과하는 관은 PVC관을 이용하였다. 장치의 구조는 원통형구조이며 분사기를 통하여 오수를 분사하며 오수가 여체를 통과하여 처리되고 처리수는 유출구로 나오게 된다.

오수는 여체에 미생물들이 붙어 형성된 생물막에 의해 처리된다. 실험장치 내부에서 호기성 분해가 잘 이루어지도록 blower를 사용하여 공기를 계속해서 유입시켜주었는데 그 양을 일정하게 유지시켜주기 위하여 유량계 및 밸브를 달아 조절할 수 있게 하였다. 또한, 빛에 의해 조류가 생기는 것을 방지하기 위하여 검은 종지로 원통둘레를 감아 빛을 차단하였다. 오수의 양은 컨트롤 패널에 의해 자동밸브를 일정한 시간간격으로 개폐하여 조절할 수 있도록 구성하였다.



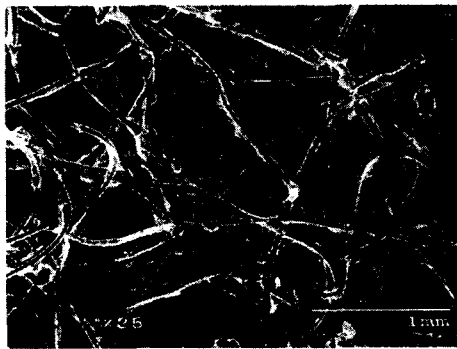
<그림 1> 실험장치 모식도



<그림 2> 전체실험장치

2) 여재

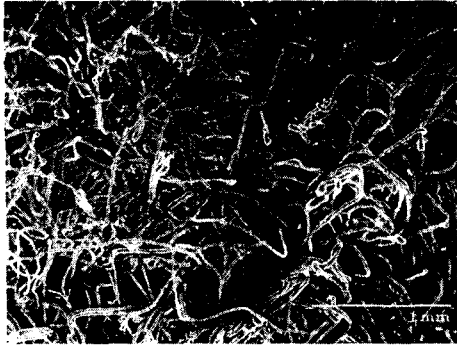
본 연구에서 대상으로 한 여재는 zeolite, 인공 수세미, 흡습성 biofilter, 부직포, 숯이다. Zeolite는 자연산 zeolite를 이용하였는데 그 크기는 길이가 8mm, 두께가 3mm 정도의 작은 자갈 정도의 크기이다. 인공 수세미는 일반적으로 부엌에서 사용하는 초록색의 수세미인데 그 크기를 가로 5cm, 세로 5cm, 두께 5mm 정도로 재단하였다. 흡습성 biofilter는 가로, 세로, 높이 2.5cm인 정육면체로서 스폰지를 발포할 때 발포된 곳을 전부 통하게 해주는 opencell 구조를 사용하였다. 부직포는 가로 5cm, 세로 5cm, 두께 4mm로 재단한 것을 사용하였으며 숯은 참나무를 사용하여 태워 만든 백탄을 길이 7mm, 두께 2.5mm 정도로 깨뜨린 것을 사용하였다. 이 중 zeolite는 그 모양이 작은 자갈과 같았으며 인공 수세미, 흡습성 biofilter, 부직포, 숯의 주사 전자현미경(Scanning Electron Microscope; SEM) 사진(35배 확대)은 각각 <그림 3>, <그림 4>, <그림 5>, <그림 6>와 같다.



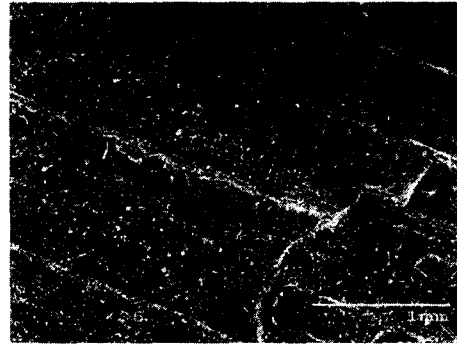
<그림 3> 인공 수세미의 SEM 사진



<그림 4> 흡습성 biofilter의 SEM 사진



<그림 5> 부직포의 SEM 사진



<그림 6> 숯의 SEM 사진

또한 각 여재의 통 안에서의 공극율(공극체적/전체체적)과 무게(실험장치 통 안에 들어간 여재의 무게)는 <표 1>과 같다.

<표 1> 여재의 공극율과 무게

여재의 종류	공극율 (%)	무게 (g)
Zeolite	48.3	26,765
인공 수세미	97.2	1,836
흡습성 biofilter	91.9	821
부직포	87.1	6,881
숯	54.7	15,807

3) 실험방법 및 수질실험

실험장치에 처음으로 오수를 1998년 8월 1일 처음으로 유입시켰는데 오수의 양 36 l/day로 유지시켰으며 blower에 의한 공기의 유입량은 40 l/min으로 하였다.

실험장치는 건국대학교에 설치하였는데 오수는 농과대학에서 나오는 화장실 오수를 3단 정화조를 거쳐 하수구로 유출되던 것을 사용하였다.

시료 채취는 1998년 8월 26일과 1998년 9월 4일에 2회 실시하였으며 5-day BOD 시험법 (SM5210B)으로 BOD 측정하였다.

III 결과

<표 2>는 2회 시료 채취하여 BOD 값을 구한 결과이다.

Zeolite, 부직포, 숯의 처리율은 90%대로 높은 처리효율을 나타내었으며 인공 수세미와 흡습성 biofilter의 경우는 80%대로 Zeolite, 부직포, 숯보다는 조금 낮은 처리율을 보였다. 그러나 인공 수세미와 흡습성 biofilter의 경우는 나중의 수질자료가 더 좋아졌으며, Zeolite와 숯의 경우는 나중의 처리율이 더 낮아졌으며 부직포는 계속 비슷한 정도의 처리율을 보였다.

<표 2> BOD 실험 결과

여재의 종류	처리율(8/26)	처리율(9/4)	평균처리율
Zeolite	97.1	84.0	90.6
인공수세미	70.5	87.5	79.0
흡습성 biofilter	75.0	86.7	80.8
부직포	94.1	94.4	94.3
숯	99.4	90.8	95.1

IV 요약 및 결론

농촌의 소규모 오폐수 처리시스템으로서 적용성이 높을 것으로 예상되는 생물막법의 여재별 오수처리 성능을 조사하여 처리효율이 높은 여재를 선택하기 위하여 실험장치를 구성하였다.

현재까지 2회의 시료 채취를 하여 BOD를 분석한 결과에 의하면 다음과 같은 결론에 도달할 수 있었다.

- 1) Zeolite, 부직포, 숯의 처리효율은 90%이상이었으며 인공 수세미와 흡습성 biofilter의 처리율은 다소 떨어지는 80%정도를 나타내었다.
- 2) 시간이 경과함에 따라 인공 수세미와 흡습성 biofilter는 처리효율이 더 높아진 반면 Zeolite와 숯의 처리효율은 다소 감소되는 경향을 보였다.
- 3) 실험장치의 운전기간이 1개월 정도로서 미생물의 흡착이 부진한 상태이므로 앞으로 확실한 결과를 얻기 위하여 지속적인 실험이 요구된다.

참고문헌

1. 강동수, 1992, 건국대학교 학위논문집
2. 연세대학교 환경공해 연구소, 1989, 환경청
3. 이철태외 2명, 1995, 폐기물 처리 개론, 문지사
4. 조영일외 7명, 1987, 폐수처리공학, 도서출판 동화기술
5. 최홍림, 1994, 농어촌지역 소규모 축산폐수처리방안 보고, 농어촌진흥공사, p45
6. Christiane Roy외 2명, Use of Non-Woven Fabric in Intermittent Filters
7. Jowett, E. C., Cost-Effective Treatment of Sewage and Leachate Wastewater Using the Absorbent Waterloo Biofilter
8. Jowett, E. C., and McMaster, M.L., 1995, On-Site Wastewater Treatment Using Unsaturated Absorbent Biofilters. Journal of Environmental Quality, Vol. 24 : p. 86-95
9. Warren. V. Jr., Mark J. H., 1985, Water Supply and Pollution Control, Harper & Row, Publisher, New York.