

다공성 플라스틱 여재를 이용한 지하수 중 질산성질소의 제거특성

고인범, 이용두
제주대학교 환경공학과

1. 서론

상수도원으로써 이용되고 있는 하천 및 호소에 있어서의 수질오염은 그 범위가 확대되고 있으며, 특히 상수도원으로 이용되고 있는 수역에 생활하수 및 그 처리수가 방류되고 있는 경우도 있어, 부영양화를 초래하는 질소 및 인 농도의 증가로 인해, 현재까지 이용되고 있는 정수처리로는 안전하고 쾌적한 음용수의 공급이 충분하게 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서, 안전하고 쾌적한 음용수를 공급하기 위하여 고도의 정수처리법이 요구되고 있는 실정에 처해있다.

특히 음용수로 이용되는 지하수중의 질산성 질소 또는 아질산성 질소는 메타헤모글로빈혈병의 원인 물질이 되며, 비록 인간에게는 암을 유발하지는 않으나, 동물들에 있어서 강력한 발암물질이 되는 니트로소아민의 전구물질로도 되기 때문에 이들 물질에 대한 제거방법이 많이 연구되고 있는 실정이다. 질산성 질소를 제거하는 방법으로 이온교환, 생물학적 탈질, 역삼투 미세여과로서의 멤브레인 탈염 또는 전기투석과 같은 방법들이 가장 일반적인 방법으로 보고되고 있다. 매우 효과적인 방법으로서의 삼투압과 전기투석은 TDS와 부가적인 오염물질제거가 필요하며, 타 방법에 비하여 비용이 많이 든다. 이온교환은 최근에 등용된 방법으로 조작성 쉽고, 원수질이 다양하여도 처리되도록 설계되었으나, 고농도의 질산염 brine이 발생함으로 brine 재처리공정을 필요로 한다. 생물학적 탈질은 박테리아에 의해 질산염을 질소가스로 전환시키는 공정으로서, 박테리아의 성장을 위하여 탄소원을 제공할 필요가 있다. 이러한 질산성 질소의 제거기술로서 실용화 연구는 지하수중의 질산성 질소가 상당히 높지만 음용수로 이용해야 하는 유럽을 중심으로 많은 연구가 진행되고 있으며, 최근에는 일본에서도 많이 진행되고 있다.

본 연구에서는 지하수중의 질산성질소를 제거하기 위하여 다공성 플라스틱 여재를 이용한 생물막 여과공정으로, 수소공여체로써 에탄올을 주입하여 지하수 중 질산성질소의 제거에 대하여 고찰하였다.

2. 실험장치 및 방법

2.1. 여재의 특성

본 연구에 사용된 여재는 다공성 플라스틱으로써, 물리적 성질은 Table 1과 같다. 표에서 보면 알 수 있듯이 직경이 2.38~4.57mm, 공극율 75%, 비표면적 $9.92 \times 10^3 \text{ m}^2/\text{m}^3$, 비중이 물보다 가볍다.

플라스틱 여재를 생물막 여과에 적용하면 가장 큰 잇점은 역세시 동력비를 절감할 수 있고, 또한 여과지속시간을 늘릴 수 있으며, 미생물 부착표면적이 커서 부착 미생물량을 증가시킬 수 있어 미생물에 의한 수처리 효율을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

2.2. 실험장치 및 방법

실험장치는 Fig. 1과 같으며 여과조는 내경 900mm, 높이 2000mm의 투명 아크릴관을 사용하여 플라스틱 여재를 약 1000mm로 충전하였다. 또한 200mm 간격으로 시료채취구를 설치하였다. 여과방식은 여재의 비중이 물보다 가볍고, 발생하는 질소가스 배출이 용이하게 되도록 상향류 여과방식으로 하였다.

Table 1. Physical characteristics of plastic media

Item	Plastic
Diameter(mm)	2.38~4.57
Specific gravity	0.59
Degree of circular	0.73
Porosity(%)	75.0
Specific surface area(m^2/m^3)	9.92×10^3

Table 2. Water quality of raw water

Item	Concentration
NO ₃	10 ~ 15(mg/l)
NO ₂	0.21 ~ 1.84(mg/l)
pH	7.2 ~ 7.8
Temp.	22 ~ 25
DO	7.3 ~ 8.8(mg/l)
Ethanol	12 ~ 29(as TOC mg/l)
PO ₄ ³⁻	3.6 ~ 5.4(mg/l)

원수는 본 대학에 공급되는 수도물에 에탄올, KNO₃ 및 K₂HPO₄를 일정량씩 주입하였다. 고, Table 2에 원수의 수질을 나타내었다. 각 시료의 분석항목은 pH, DO, TOC, NO₃⁻, NO₂⁻로 분석방법은 TOC는 TOC Analyzer(TOC-180, TEKMAR-DOHRMANN) 및 NO₃⁻, NO₂⁻는 Ion Chromatography(DX-100, Dionex Inc.)를 이용하여 분석하였고, pH 및 DO는 수질오염공정시험법에 준하여 실험하였다.

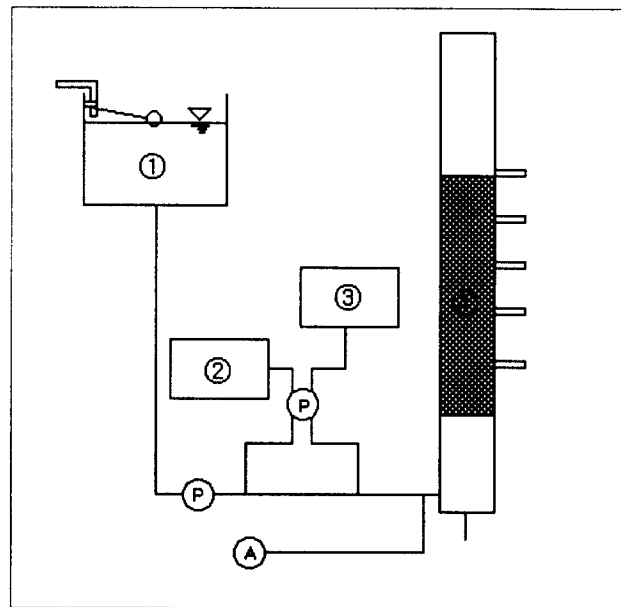


Fig. 1. Schematic diagram of apparatus

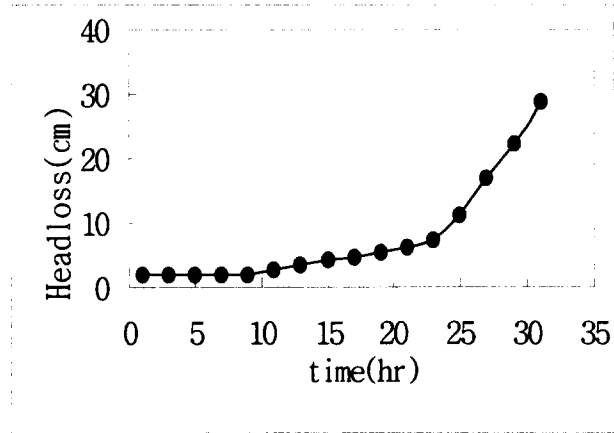


Fig. 2. Variation of water headloss

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 여과지속시간

여과속도 100m/day에서 손실수두 변화를 Fig. 2에 나타냈다. 연속여과를 실시한 결과 여과 개시 23시간이 경과한 후에 급격한 손실수두를 나타내고 있다.

3.2 여층유하방향에 따른 처리수질의 변화

여층에서 유하방향에 따른 각 수질지표의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 질산성질소는 유하방향에 따라 감소하고 있는 반면에 아질산성질소는 조금 증가하다가 감소하는 경향을 나타내고 있다. 이와같은 현상으로 질산성질소가 아질산성질소를 경유하여 질산성질소로 환원됨을 알 수 있다.

4. 결론

수소공여체로써 에탄올을 이용한 다공성플라스틱 여재에 의한 질산성 질소의 제거에 관한 실험을 행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 여과지속시간이 손실수두 10cm정도에서 24시간 운전이 가능하였다.
- 2) 1000mm의 여층깊이에서 질산성질소가 90%이상 제거되었다.

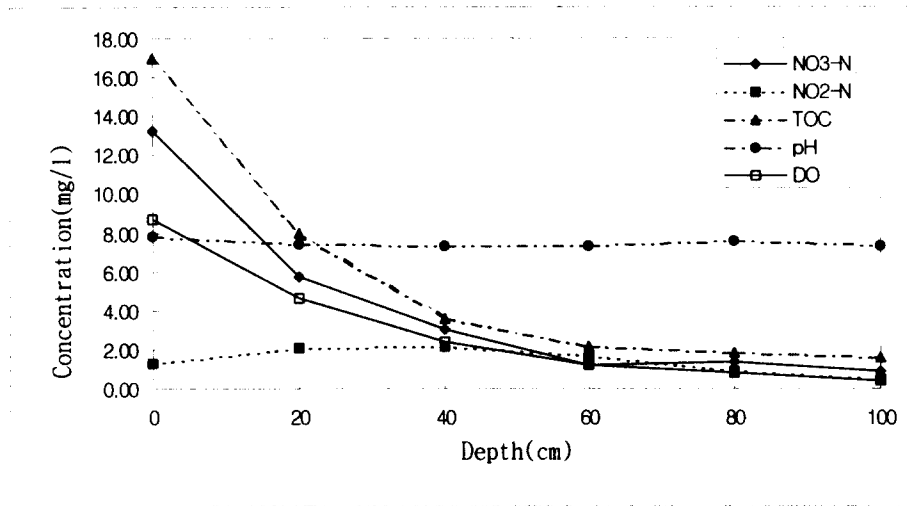


Fig. 3. Variation of water quality with depth

5. 참고문헌

- 1) 勝田賢二, スラポーン ワタナチラ, 金子榮黄, 1990, 粒状濾層による硝酸性窒素の除去, 水道協會雑誌, 第58巻 第10号, 2-9
- 2) Yongwoo Hwang, Hiroshi Sakuma and Toshihiro Tanaka, 1994, Denitrification with Isopropanol as a Carbon source in a Biofilm System, Wat. Sci. Tech., Vol.30, No.11, 69-78
- 3) Y. Sakakibara, K. Araki, T. Tanaka, T. Watanabe and M. Kuroda, 1994, Denitrification and Neutralization with an Electrochemical and Biological Reactor, Wat. Sci. Tech., Vol.30, No.6, 151-155
- 4) M. F. Dahab and S. Sirigina, 1994, Nitrate Removal from Water Supplies Using Bionitrification and GAC-SAND Filter System, Wat. Sci. Tech., Vol.30, No.9, 133-139
- 5) M. Kornaros, C. Zafiri, G. Lyberators, 1996, Kinetics of Denitrification by Pseudomonas Denitrificans under Growth Conditions Limited by Carbon and/or Nitrate or Nitrite, Water Environment Research, Vol.68, No.5, 934-945