

토양/대수층 처리를 이용한 깨끗하고 안전한 도심하천 유지용수 확보 기술

Application of soil aquifer treatment to secure clean and safe river water in urban watershed

김정우* · 차성민** · 최희철***

Kim, Jung-Woo · Sung-Min Cha · Heechul Choi

Abstract

Water conveyance from waste water treatment plant can play a role in securing river water quantitatively in urban watershed, but it can also cause more severe contamination of river water due to lack of water quality management. Soil aquifer treatment(SAT) has been introduced to overcome the worsening water quality in the water conveyance system considering the characteristics of Korean urban watershed. The application of SAT to the water conveyance system not only improve water quality of ordinarily discharged water but also prevent accidental water pollution to the urban watershed. Since most domestic urban watersheds are consist of narrow terrace lands and surrounded by roads, SAT is estimated not to be appropriate to the urban watershed with respect to the quantitative efficiency. However, since the upstream of urban watershed in which discharge ports are located usually consists of agricultural lands, SAT can be applied near discharge ports. Therefore, combination of water conveyance and SAT is expected to supply clean and safe river water in urban watershed.

1. 서 론

기후변화의 영향으로 한반도 전 지역에서 우기 시 예측 불가능한 집중호우 발생 횟수가 증가하고 있으며, 지역에 따라 심각한 가뭄현상 발생 및 도시화에 따른 하천 건천화로 인해 하천이 본래 기능을 상실해가고 있다. 이렇게 건천화 되어가고 있는 도심하천의 하천유지용수 확보와 자연형 하천 조성을 위하여 인근 하수처리장의 방류수를 하천 상류로 도수하는 방법으로 수량 확보는 달성하고 있으나, 방류수 수질 관리의 미흡으로 인해 하천의 수질을 더욱 악화시키는 문제를 발생시키고 있다. 또한, 산업화에 따른 토지이용 고도화로, 차집이 어렵고 강우 등 자연적인 영향을 받아 계절적 변화가 심한 비점오염물질이 지속적으로 증가하고 있으나 점오염원 위주의 수질정책(하수처리장 및 하수관거정비)이 시행되고 있어, 비점오염원의 하천 유입에 대한 근본적인 대책이 미비한 실정이다.

오염된 도심하천 수질의 시민 친화적이고, 근본적인 개선을 위하여, 현재 세계 각국에서는 토양/대수층 처리(soil aquifer treatment, SAT), 하상여과(riverbed filtration, RBF), 인공습지 (artificial wetland) 등과 같은 자연정화기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는, 이러한 도시하천의 환경방재와 관련된 문제 해결을 위하여, 자연정화 기술에 하나인 토양/대수층 처리 기술의 적용 가능성을 국내 도심하천의 특성에 맞게 조사하였다.

* 광주과학기술원 환경공학과 · 포닥연구원

** 정희원 · 광주과학기술원 환경공학과 · 박사과정

*** 정희원 · 광주과학기술원 환경공학과 · 교수 · E-mail: hcchoi@gist.ac.kr

2. 토양/대수층 처리 기술의 정의

일반적으로 토양/대수층 처리 기술은 하수처리장 배출수를 재이용하는 기술 중의 하나로, 하수처리장에서 배출되는 2차 또는 3차 처리수를 지하대수층의 불포화대와 포화대에서의 물리적/생화학적 반응을 통해 재처리한 후 지하수를 이용하듯이 다시 펌핑하여 재이용하는 기술을 말한다. 토양/대수층 처리 공정은 주입(infiltration), 침강(percolation), 그리고 저장(aquifer storage)의 단계로 구성되는데 처리수의 장기보존으로 가뭄 등 계절적 용수수요에 적극적으로 대처할 수 있고 지하수를 보충함으로써 지하수의 남용으로 인한 지하대수층의 침하를 예방할 수도 있다. 불포화 대수층에서는 토양 구성 물질에 의한 흡착과 토양 미생물에 의한 제거가 주요 제거 메커니즘이며, 포화 대수층에서는 부존 지하수에 의한 희석과 오랜 이동시간에 의한 유기물 특성 변화가 주요한 제거기작으로 알려져 있다. 또한, 토양/대수층 처리 기술은 자연상태의 토양과 대수층을 이용하기 때문에 처리수의 이송과 저장을 위한 별도의 관망이나 저장 시설이 필요없는 매우 경제적인 처리방법이며, 무분별한 지하수의 사용으로 인한 지하수 파괴를 막을 수 있는 환경친화적인 방법이기도 하다. 이러한 이유로 토양/대수층 처리 기술은 선진국인 미국을 주축으로 이스라엘 등지의 건조기후 지역에서 일찍부터 연구 개발되어 온 기술이다. 특히, 물 부족 국가군에 속하는 우리나라의 경우에도, 여름 가뭄과 늘어나는 용수수요에 대응하기 위한 충분한 수자원 확보를 위해서 최근에 관련 연구가 활발히 진행되고 있다.

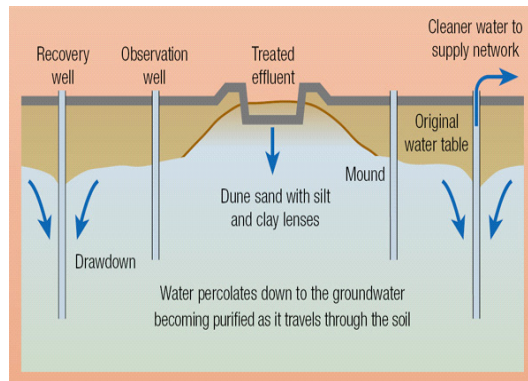


그림 1. 토양/대수층 처리 기술의 개념도



그림 2. 미국의 토양/대수층 처리 기술 적용 사례 (LA county)

3. 환경방재 개념의 도심하천 관리 계획

국내 대부분의 도심하천은 좁은 고수부지와 강변도로로 주변이 제한되어 있어서 토양/대수층 처리 기술의 적용이 처리용량 면에서 부적합할 것으로 보인다. 하지만, 현재 하천유지용수를 위하여 대부분의 하수처리장으로부터 도수된 방류수의 방류구가 위치한 도심하천의 상류는 논, 밭과 같은 경작지로 구성되어 토양/대수층 처리 기술을 위한 부지확보가 용이한 것으로 판단된다. 도수된 하천유지용수를 도심하천으로 방류하기 직전에 토양/대수층 처리 기술을 적용함은 평상시 방류수 수질 향상뿐만 아니라, 환경오염사고로 발생할 수 있는 갑작스런 수질오염에 대한 환경방재 기능을 동시에 할 수 있다. 이와 더불어 주변지역에서 발생하는 비점오염원들의 이동경로를 저류지(basin)로 유도하여 비점오염원들의 직접적인 하천으로의 유입을 막을 수 있다. 또한, 집중강우가 심한 우리나라 여름철에 홍수터의 기능을 함으로써 수리학적으로도 방재기능의 역할이 가능하다. 이상의 환경방재 개념의 토양/대수층 처리 기술의 역할을 요약하면 다음과 같다.

표 1. 토양/대수층 처리 기술의 환경방재 역할

환경방재	역할
하수처리장 방류수 도수 시스템	여과 및 정화
환경 오염사고	피해 완충
집중호우로 인한 홍수	홍수터 (천변저류지)
비점오염원	오염원 집적 및 처리

4. 결 론

현재 도심하천의 하천유지용수 확보를 위하여 설치된 하수처리장 방류수 도수 시스템과 비점오염원 관리에 토양/대수층 처리 기술을 적용하여 수량뿐만 아니라 수질 및 방재 측면에서도 깨끗하고 안전한 하천유지용수를 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Arizona State University, CSDLAC, University of Arizona, University of Colorado at Boulder, Stanford University (2001). Investigation on Soil-Aquifer Treatment for sustainable water reuse, National Center for Sustainable Water Supply (NCSWS)
2. Idelovitch, E. and Michail, M. (1984). Soil-aquifer treatment—a new approach to an old method of wastewater reuse. J. WPCF, 56(8), 936-943.