

## 안전한 수자원 확보를 위한 Hybrid 인공함양 기법의 적용 Hybrid artificial recharge for securing safe water resources

방우혁\*, 염현\*\*, 맹승규\*\*\*

Woo-Hyuck Bang, Hyun Yeom, Sung Kyu Maeng

### 요 지

인공함양은 대수층함양관리 중 하나의 기법이며 하수처리장 방류수의 영향을 직·간접적으로 받은 물을 지하대수층에 함양하여 수질의 향상을 기대할 수 있다. 그러나 방류수의 영향으로 인해 다수의 미량유해물질들이 대수층으로 유입됨에 따라 함양 후 회수할 때 이들의 검출이 빈번해졌다. 이에 따라 이 미량유해물질의 제거를 위해 인공함양의 후속 공정으로 나노막 여과를 고려하여 인공함양과 나노막 공정을 통하여 미량유해물질의 거동을 파악하고자 하였다.

본 연구에서는 인공함양 지하저수지 모사 컬럼을 설계하여 실험하였다. 서울특별시 탄천 하류에서 샘플링한 물을 원수로 사용하였으며 인공함양에 앞서 염소, 과망간산염, 오존의 3종류 산화 전처리를 통하여 그 영향을 확인하고자 하였다. 함양기간은 2.5일이었으며 함양 후 나노막 장치를 통하여 최종 유출수를 획득하였다.

인공함양 결과 용존유기물은 45%~63% 수준에서 제거가 되어 인공함양시 용존유기물의 제거가 가능함을 확인하였다. 산화 전처리에 따른 동화가능유기탄소의 증가로 인하여 생분해가 주요 기작인 인공함양 처리를 통하여 동화가능유기탄소의 제거율이 유기용존탄소의 제거율에 직접적으로 영향을 주었음을 알 수 있었다. 미량유해물질로 알려진 과불화화합물의 경우 산화 전처리에 따른 제거는 관찰되지 않았으며 잔류의약물질의 경우 대상 물질의 물리·화학적 특성에 따라 산화시 제거가 가능함을 확인하였다. Iopromide와 같은 조영제의 경우 오존 산화를 통하여 98% 이상 제거되어 산화를 통한 제거가 가능함을 확인하였다. 인공함양시 과불화화합물은 분자량이 큰 PFNA, PFDA, PFOS 등이 제거되었으며 그 제거율은 각각 최대 >99%까지 도달하였다. 분자량이 작은 과불화화합물의 경우 인공함양을 통과하는 경향을 보였다. 잔류의약물질의 경우 생분해가 용이한 물질은 제거가 됨을 확인하였으며 carbamazepine 등 제거가 안 되는 물질은 제거율이 18% 미만으로 확인하였다. 나노막 여과 결과 과불화화합물이 최대 >99%까지 제거됨을 확인하였으며 미량유해물질의 경우에도 대부분의 물질이 제거됨을 확인하였다.

### 감사의 글

본 연구는 환경부(한국환경산업기술원)의 수요대응형 물공급서비스 사업(상시 가뭄지역의 지하수 최적공급 관리를 위한 IoT 기반 인공함양 및 Well network 기술 개발, #146523)의 지원으로 수행되었습니다.

**핵심용어** : 인공함양, 나노막 여과, 미량유해물질, 과불화화합물

\* 세종대학교 공과대학 건설환경공학과 석사과정 · E-mail : [bbbbaang@sju.ac.kr](mailto:bbbbaang@sju.ac.kr)

\*\* 정회원 · 세종대학교 공과대학 건설환경공학과 석사과정 · E-mail : [duagus674@gmail.com](mailto:duagus674@gmail.com)

\*\*\* 세종대학교 공과대학 건설환경공학과 부교수 · E-mail : [smaeng@sejong.ac.kr](mailto:smaeng@sejong.ac.kr)