

## 도시 여건, 외부 영향 및 운영관리 효율이 넥서스 관점에서 도시 물순환 시스템에 미치는 영향

The effect of urban conditions, external influences, and O&M efficiency on urban water system from the perspective of water-energy nexus

최서형\*, 신봉우\*\*, 신은허\*\*\*

Seo Hyung Choi, Bongwoo Shin, Eunher Shin

### 요 지

기후변화, 물 부족, 인구 증가와 도시화로 인한 물 수요 증가, 수질 악화, 노후화된 인프라와 같은 세계적인 물문제의 증가로 인해, 도시 물순환 시스템 관리는 더 큰 어려움을 겪고 있다. 취수, 도·송수, 정수처리, 배·급수, 용수 사용, 하수 집수, 하수 처리, 재이용 및 배출 과정을 포함하는 도시 물순환 시스템의 과정은 매우 에너지 집약적인 활동이며, 이와 같은 에너지 소비는 탄소 배출과 양의 직접적인 상관관계가 있다. 따라서 자원 관리 및 데이터 관리를 최적화하기 위해 넥서스 관점의 접근법이 도시 물순환 시스템에 점차적으로 도입되고 있는 추세이다.

도시 물순환 시스템 넥서스에서는 일반적으로 에너지 인텐시티로 표현되는 물을 위한 에너지를 이해하는 것이 중요하다. 에너지 인텐시티의 차이는 기후(연평균 강수량, 단기 기후 변동성, 기후 패턴 등), 지리적 특징(표고차, 평지비, 위치 등), 시스템 특성(총급수량, 인구, 인구밀도, 관로 연장 등) 및 운영관리 효율(수압, 누수율, 에너지 효율 등)과 밀접한 관계가 있다. 그리고 도시 물순환 시스템에서 에너지 관리를 증진시킨 방안은 유지관리 효율 개선(물·에너지 관리전략, 물손실 관리, 수요 관리 및 수요 대응 등), 신기술 도입, 그리고 에너지 회수로 나누어진다.

본 연구에서는 기존 문헌의 자료를 분석하여 도시 물순환 시스템의 각 공정별 에너지 인텐시티를 분석하였으며, 시스템 다이내믹스를 적용하여 다양한 도시 여건(인구, lpcd, 누수율, 취수원, 에너지 인텐시티)에서 외부영향(기후변화, 도시화)과 운영효율 변동(운영효율 향상, 신기술 도입)에 따른 도시 물순환 시스템 내 자원 사용 및 이동을 분석하였다. 에너지 인텐시티는 전체 도시 물순환 시스템, 상수 시스템, 하수시스템에서 각각 2.334 kWh/m<sup>3</sup>, 1.029 kWh/m<sup>3</sup>, 1.024 kWh/m<sup>3</sup>를 나타내었으며, 용수사용, 담수화, 재이용 과정에서는 매우 높은 값이 나타났다. 에너지 인텐시티의 값은 외부 영향에 크게 좌우되는 것으로 분석되었으며, 운영효율의 변동에 따라서 물 및 에너지 사용량은 변화하였지만 에너지 인텐시티의 변동은 크지 않았다. 이에 따라 도시 물순환 시스템을 넥서스 관점에서 관리하기 위해서는 에너지 인텐시티 이외에 물 및 에너지 사용량, 유수수량 관점 에너지 인텐시티, 사용수량 관점 에너지 인텐시티를 종합적으로 고려하는 것이 필요하다.

**핵심용어** : 도시 물순환 시스템, 물-에너지 넥서스, 에너지 인텐시티, 외부 영향, 운영관리 효율

\* 정회원 · UNESCO i-WSSM 연구개발팀 전문관 · E-mail : [seohyung.choi@unesco-iwssm.org](mailto:seohyung.choi@unesco-iwssm.org)

\*\* 비회원 · UNESCO i-WSSM 센터장 · E-mail : [sbw7109@unesco-iwssm.org](mailto:sbw7109@unesco-iwssm.org)

\*\*\* 비회원 · K-water연구원 책임위원, UNESCO i-WSSM 연구개발팀 팀장 · E-mail : [shin2@kwater.or.kr](mailto:shin2@kwater.or.kr), [shin@unesco-iwssm.org](mailto:shin@unesco-iwssm.org)