

**Copula Bayesian networks를 활용한 수문학적 가뭄에 대한  
사회경제적 인자들의 영향 평가 : 충주댐 유역을 중심으로**  
Socio-economic impacts on human-modified hydrological drought  
using Copula Bayesian networks : a case study of Chungju Dam basin

신지예\*, 손호준\*\*, 권현한\*\*\*, 김태웅\*\*\*\*

Ji Yae Shin, Ho Jun Son, Hyun-Han Kwon, Tae-Woong Kim

요 지

최근 국내외적으로 발생하는 대규모의 가뭄에 대하여 여러 과학자들은 자연적인 현상의 가뭄이 아니라 인간의 영향으로 변형된 유역 상황으로 증발산과 토양수분량 그리고 하천유량 등이 자연적인 상태와 다르게 변화되면서 지속된 가뭄으로 평가하고 있다. 우리나라는 대부분의 지역에서 댐과 저류지를 중심으로 수자원 관리가 이루어지고 있으며, 자연적인 수문과정에 의한 유출에 따른 수문학적 가뭄과는 차이가 존재한다. 사회경제적 인자(인구밀도, 농업 및 산업 경제규모 등)는 댐 및 저수지의 용수사용에 큰 영향을 미치며, 저류지의 저류량을 활용하여 판단한 인위적 용수사용이 고려된 수문학적 가뭄(인위적 수문학적 가뭄)과 자연 상태로의 수문학적 가뭄의 특성은 크게 다를 수 있다. 하지만, 사회경제적 인자들이 수문학적 가뭄에 미치는 영향에 대하여 비교한 연구는 상관성 분석을 토대로한 연구가 대부분이다. 본 연구에서는 인자들이 인위적 수문학적 가뭄에 미치는 정도를 정량적으로 비교하기 위하여 베이지안 네트워크 모형을 활용하여 사회경제적 인자와 인위적 수문학적 가뭄과의 관계를 분석하였다. 해당 관계를 바탕으로 코플라 함수를 활용함으로써 베이지안 네트워크 내의 결합확률을 산정하였다. 다양한 사회경제적 인자들에 중에서 인과지도를 바탕으로 활용 가능한 인자로 농업용수 사용량, 생공용수 사용량 자료를 구축하였으며, 기상학적 가뭄지수를 추가적으로 고려하여 한강유역 충주댐 유역에 적용하였다. 그 결과 기상학적 가뭄과 농업용수 사용량과 생공용수 사용량은 값이 증가함에 따라 인위적 수문학적 가뭄의 발생확률이 증가하였다. 사회경제적 인자 중에서는 생공용수 사용량(0.39~0.49)이 전반적으로 농업용수 사용량(0.36~0.48)보다 인위적 수문학적 가뭄에 보다 큰 영향을 미치고 있으며, 값이 적을수록 생공용수 사용량의 영향이 보다 더 크다는 것이 확인되었다. 이를 바탕으로 인위적 수문학적 가뭄의 대응을 위해서는 농업용수 사용량보다 생공용수 사용량의 감축이 우선적으로 이루어져야 그 효과가 클 것으로 판단된다. 본 연구에서 제시한 모형은 베이지안 네트워크를 기반으로 하므로, 둘 이상의 인자에 대하여 복합적으로 가뭄에 영향을 미치는 영향에 대한 추가적인 연구가 가능하다.

**핵심용어 : 수문학적 가뭄, Copula 함수, Bayesian networks**

감사의 글

본 연구는 한국연구재단(NRF-2019R1I1A1A01059865)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

\* 정회원 · 한양대학교(ERICA) 공학기술연구소 박사후연구원 · E-mail : starzee@hanyang.ac.kr

\*\* 정회원 · 한양대학교 대학원 스마트공학과 석사과정 · E-mail : skdxmtls@hanyang.ac.kr

\*\*\* 정회원 · 세종대학교 건설환경공학과 교수 · E-mail : hkown@sejong.ac.kr

\*\*\*\* 교신저자 · 정회원 · 한양대학교(ERICA) 건설환경공학과 교수 · E-mail : twkim72@hanyang.ac.kr