

취수원 수질예측을 위한 성층 물리변수 활용 데이터 기반 모델링 연구

A Study on Data-driven Modeling Employing Stratification-related Physical Variables for Reservoir Water Quality Prediction

장현준*, 정지영**, 주경원***, 이충성****, 김성훈*****

Hyeon June Jang, Ji Young Jung, Kyung Won Joo, Choong Sung Yi, Sung Hoon Kim

요 지

최근 대청댐('17), 평림댐('19) 등 광역 취수원에서 망간의 먹는 물 수질기준(0.05mg/L 이하) 초과 사례가 발생되어, 다수의 민원이 제기되는 등 취수원의 망간 관리 중요성이 부각되고 있다. 특히, 동절기 전도(Turn-over)시기에 고농도 망간이 발생하는 경우가 많은데, 현재 정수장에서는 망간을 처리하기 위해 유입구간에 필터를 설치하고 주기적으로 교체하는 방식으로 처리하고 있다. 그러나 단기간에 고농도 망간 다량 유입 시 처리용량의 한계 등 정수장에서의 공정관리가 어려워 지므로 사전 예측에 의한 대응 체계 고도화가 필요한 실정이다.

본 연구는 광역취수원인 주암댐을 대상으로 망간 예측의 정확도 향상 및 예측기간 확대를 위해 다양한 머신러닝 기법들을 적용하여 비교 분석하였으며, 독립변수 및 초매개변수 최적화를 진행하여 모형의 정확도를 개선하였다. 머신러닝 모형은 수심별 탁도, 저수위, pH, 수온, 전기전도도, DO, 클로로필-a, 기상, 수문 자료 등의 독립변수와 화순정수장에 유입된 망간 농도를 종속변수로 각 변수에 해당하는 실측치를 학습데이터로 사용하였다. 그리고 데이터기반 모형의 정확도를 개선하기 위해서 성층의 수준을 판별하는 지표로서 PEA(Potential Energy Anomaly)를 도입하여 데이터 분석에 활용하고자 하였다. 분석 결과, 망간 유입률은 계절 주기에 따라 농도가 달라지는 것을 확인하였고 동절기 전도시점과 하절기 장마기간 난류생성 시기에 저층의 고농도 망간이 유입이 되는 것을 분석하였다. 또한, 두 시기의 망간 농도의 변화 패턴이 상이하므로 예측 모델은 각 계절별로 구축해 학습을 진행함으로써 예측의 정확도를 향상할 수 있었다.

다양한 머신러닝 모델을 구축하여 성능 비교를 진행한 결과, 동절기에는 Gradient Boosting Machine, 하절기에는 eXtreme Gradient Boosting의 기법이 우수하여 추론 모델로 활용하고자 하였다. 선정 모델을 통한 단기 수질예측 결과, 전도현상 발생 시기에 대한 추종 및 예측력이 기존의 데이터 모형만 적용했을 경우대비 약 15% 이상 예측 효율이 향상된 것으로 나타났다. 본 연구는 머신러닝 모델을 활용한 망간 농도 예측으로 정수장의 신속한 대응 체계 마련을 지원하고, 수처리 공정의 효율성을 높이는 데 기여할 것으로 기대되며, 후속 연구로 과거 시계열 자료 활용 및 물리모형과의 연결 등을 통해 모델의 신뢰성을 제고 할 계획이다.

핵심용어 : 저수지 수질, 성층 물리변수, 머신러닝, 모델 최적화, 변수 최적화

* 비회원 · K-water연구원 위촉연구원 · E-mail : gapple95@kwater.or.kr

** 정회원 · K-water연구원 책임위원 · E-mail : jjung@kwater.or.kr

*** 정회원 · K-water연구원 선임연구원 · E-mail : kyjoo@kwater.or.kr

**** 정회원 · K-water연구원 수석연구원 · E-mail : sung@kwater.or.kr

***** 정회원 · K-water연구원 AI연구센터장 · E-mail : sunghoonkim@kwater.or.kr