

## 하천에서 농도곡선-유하거리 상관성 기반 회귀적 물질혼합 예측 기법

Development of a regressive prediction method of solute transport in rivers based on relation between breakthrough curve and travel distance

김병욱\*, 서일원\*\*

Byunguk Kim, Il Won Seo

### 요 지

산업화에 따른 화학물질 사용량의 증가는 담수로의 유해화학물질 유출사고의 위험을 증가시키며, 이러한 사고는 하천수 수질과 수환경 생태계에 심각한 위해와 손상을 야기한다. 이러한 수질 사고 발생시 신속 대응을 위해, 하천에 유입된 물질의 거동을 신속하게 예측하는 것이 필요하며 이 경우 1차원 추적모형이 주로 사용된다. 1차원 물질혼합 모형은 하천을 하나의 유선으로 보며, 복잡한 하천흐름의 시스템을 현상학적으로 해석하고, 오염물질의 이송 및 혼합 메카니즘을 모델 매개변수에 반영하여 모형화한다. 이러한 매개변수들은 직접적으로 측정하기 어려우며, 이론에 기반한 매개변수 산정 기법이 구축되지 않은 실정이다. 따라서 대부분의 연구에서는 추적자 실험을 실시하여 유한한 하천구간에서 추적자의 시간-농도곡선(Breakthrough curve, BTC)을 취득하고, 이를 통하여 대상 구간의 매개변수를 역산하는 최적화 기법에 의존하고 있다. 하지만, 모든 하천구간에 대하여 추적자 실험을 수행하여 데이터를 확보하는 것이 어렵기 때문에 최적화 기법의 적용성에 한계가 있다.

본 연구는 흐름정보가 제공되지 않은 미계측 하천구간에서 BTC를 신속하게 예측할 수 있는 회귀모형을 구축하는 것을 목표로 한다. 국내 하천에서 수행한 4회의 추적자 실험으로부터 취득한 28개 구간 케이스의 데이터에 대하여 농도곡선 전처리를 수행하고 14개의 통계적 특징을 추출하였으며, 계측된 흐름특성과의 상관관계를 분석하였다. 분석 결과, 대상 구간에서의 BTC의 변화가 추적자의 유하거리에 매우 높은 상관관계를 보였으며, 이를 이용하여 회귀모형을 제시하였다. 제안된 회귀모형을 적용하여 하류의 지점에서의 BTC를 예측하였으며, 1차원 이송-분산 방정식과 하천저장대모형을 활용한 예측결과와 비교하여 검증하였다. 그 결과, BTC의 변화특성을 활용한 회귀적 예측이 하천 지형 및 흐름의 변동성이 작은 구간에서 1차원 혼합모형들을 이용한 예측보다 더 높은 정확도를 보였으며, 이러한 장점은 장거리 예측에서 더 분명하게 나타났다.

**핵심용어** : 하천혼합, 추적자실험, 시간-농도곡선 예측, 미계측 하천구간, 회귀분석, 유하거리

### 감사의 글

본 연구는 환경부 미세플라스틱 측정 및 위해성평가 기술개발사업(2021003110003)의 연구비 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

\* 정회원 · 서울대학교 공과대학 건설환경공학부 박사과정 · E-mail : [kim.byunguk@snu.ac.kr](mailto:kim.byunguk@snu.ac.kr)

\*\* 정회원 · 서울대학교 공과대학 건설환경공학부 교수 · E-mail : [seoilwon@snu.ac.kr](mailto:seoilwon@snu.ac.kr)