

하천에서 독성물질의 혼합거동모의를 위한 2차원 수치모형의 매개변수 민감도 분석

Analysis of Parameter Sensitivity of 2D Numerical Model for Simulation of Toxic Contaminants Transport in Stream

신동빈*, 서일원**

Dongbin Shin, Il Won Seo

요 지

많은 도심의 하천들은 오염물질의 유입에 취약하다. 최근 신소재 공학 등 첨단산업이 발전하게 되면서 유해화학물질의 유입문제는 더욱 대두되고 있으며, 실제로 최근 유해화학물질 유입사고 발생건수가 늘어나고 있다. 특히 국내 취수량의 90%는 지표수에서 취수하고 있어, 하천오염사고는 직접적인 피해로 이어지게 된다. 따라서 이러한 사고에 대응하기 위하여 수환경에 유입된 유해물질의 거동 매커니즘을 반영한 수질해석이 필요하다.

수체 내에 유입된 유해화학물질은 기본적으로 흐름에 따른 이송·확산을 하며 흡·탈착, 휘발, 침전·부유, 생화학 반응과 같은 다양한 반응과 함께 혼합거동을 한다. 특히 소수성물질의 경우 용해된 상태뿐만 아니라, 유사에 흡착된 상태로 수체에 존재하게 된다. 결국 유해화학물질의 거동을 해석하기 위해서는 유체의 흐름 해석뿐만 아니라 수체에 존재하는 유사의 이송 또한 해석해야 한다. 본 연구에서는 흐름해석을 위하여 서울대에서 개발한 흐름모형(HDM-2D)을 사용하였으며, 부유사 거동모의를 위해 부유사거동모형(STM-2D)을 개발하였다. 또한 유해화학물질의 거동모의를 위해 서울대에서 개발한 수질모형(CTM-2D)에 생성/소멸항을 추가하였으며 흐름모형과 부유사모형과의 연계를 통해 유해화학물질의 혼합거동 수치모형을 개발하였다.

각 반응항(흡·탈착, 휘발, 침전·부유, 생화학 반응)을 수치모형에 반영 시에는 보통 두 계(물-토양, 물-공기) 사이의 선형 물질교환으로 이해된다. 따라서 물질의 각 반응 별 평형농도와 물질교환속도계수를 추정식을 통해 산정하여 사용하게 된다. 하지만 각 기작이 반영유무에 따라 계산시간 및 필요입력변수가 늘어나게 되므로, 유해화학물질 유입사고와 같은 빠른 대처가 필요한 경우 각 반응 텀의 유의성을 판단하여 모형에 반영여부를 결정을 통해 경제적인 모의를 할 수 있어야 한다. 이에 따라 본 연구에서는 개발된 모형의 각 매개변수들의 민감도를 분석하고, 흐름조건 및 물질의 특성에 따른 반응항의 유의성을 판단하였다.

본 연구에서는 개발된 모형(부유사거동모형, 유해화학물질의 혼합거동모형)은 해석해 및 현장 데이터와 비교검증을 통해 개발을 완료하였으며, 각 반응항의 민감도 분석을 통해 매개변수의 임계값을 결정하였다.

핵심용어 : 수환경 유해화학물질, 혼합거동, 휘발계수, 흡탈착계수, CTM-2DT, STM-2D

* 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 석사과정 · E-mail : shindb@snu.ac.kr

** 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 교수, 공학박사 · E-mail : seoilwon@snu.ac.kr