

환경수리학 (Environmental Hydraulics)



황진환

서울대학교
건설환경공학부 교수
jinhwang@snu.ac.kr

수체 내에서 물질의 혼합과 거동을 이해하는 것은 물환경관리의 근간이라고 할 수 있다. 환경수리학은 통합물관리에서 유체역학을 기반으로 한 수리학과 물질의 상태와 변화를 중심으로 한 수질학을 연결시켜주는 중요한 학문 분야이다. 물론 학문 간의 연계라는 역할과 함께, 확산과 분산이론, 난류 제트 이론, 성층류 이론 등을 포함하여 환경수리학 자체가 가지고 있는 학문 고유의 주제들 각각이 식수, 생활용수 등 각종 용수의 공급, 하·폐수의 처리 및 배출, 수환경의 이용과 관리, 수생태계의 보전 등을 통해 국민의 보건과 안전을 확보하고 삶의 질을 향상하는 데 필수적인 학문이다.

이번에 서일원 서울대학교 명예교수가 환경수리학 (Environmental Hydraulics)을 하천유동과 수질해석의 이론 및 모델링의 부제하에 인천대학교 송창근 교수, 서울과학기술대학교 박인환 교수, 한경국립대학교 김준성 교수와 함께 4인 공저로 새롭게 출간하였다. 서일원 명예교수는 미국 일리노이 대학 박사과정과 함께 시작하여 1992년 서울대학교 부임이래 40년 가까이 환경수리학을 가르치고 연구해왔다. 그의 연구 결과를 바탕으로, 기존 환경수리학의 성경이라고 부를 수 있는 Fisher et al. (1979)의 *Mixing in Inland and Coastal Waters*를 능가하는 교과서를 국내에서 학생들이 쉽게 접근할 수 있는 한글로 국내 최초 발간하였다는 점에서 관련 분야 전문가로서 매우 고무적이라고 생각한다.

이 책은 크게 2부로 구성되어 1부, 1장에서 6장까지는 주로 수환경 오염물질의 혼합에 대한 이론과 해석 방법에 대해 2부는 7장에서 9장으로 구성되어 주로 하천 수리 및 수질 해석을 위한 대학원 수준에서 공부할 수 있는 모델링 방법을 구체적으로 제시하였다. 전체적으로 1부는 3-4학년 전공수업이나 대학원 수업에서 다루어야 할 내용을 주로 한국에서 연구된 자료와 해외 자료를 통해

서 구성하여 친밀감을 높였고, 구체적인 예제를 제공함으로써 독자의 이해도를 높일 수 있게 하였다. 2부는 주로 현업에서 모델링을 구현하는 전문가와 모델을 개발하고 사용하는 대학원생들이 공부할 수 있는 내용을 다루었다. 각 장마다 예제와 문제를 제공하고 있어서 교재로 선택하기에 매우 좋은 구성을 가지고 있다.

각 장의 내용을 살펴보면 1장은 환경수리학의 기초가 되는 개념과 이론을 전체적으로 설명하고 있으며, 이와 함께 수환경 오염에 대한 정의와 오염물질에 관하여 기술하였다. 더불어, 수질해석 및 모델링의 기초가 되는 오염물질의 수문학적 이동 및 반응 현상에 대한 개요를 제시하였다. 2장은 어찌 보면 하천수리학의 가장 중요한 개념을 설명하는 장이다. 주로 하천혼합의 기초 이론인 분자확산과 난류 확산에 관한 방정식을 유도와 함께 설명하였고, 또한, 분산의 핵심 개념인 전단흐름을 분산방정식을 기반으로 해서 설명하고 있다. 3장은 오염물질의 혼합 과정을 단계적으로 설명하였고, 분산 방정식에 주로 이용되는 각 혼합계수에 대한 이론적 유도와 관측을 통해 얻는 방법에 관해 기술하였다. 4장에서는 다양한 오염물질의 특성과 이들의 발생 경로 그리고 이로 인한 수환경에 미치는 영향을 수질해석 이론과 함께 설명하였다. 5장은 하천혼합의 설명 중 가장 정확하고 강력한 방법인 해석해를 기술하였다. 주로 1차원 문제에 대한 기본 해석해를 유도하고 이를 확장하여 고차원 및 복잡한 문제에 대한 해석해를 제시하였다. 6장은 물질의 혼합 거동 해석에 필요한 현장계측에 관해서 서술하였다. 저자들이 과거 수행한 현장에서 수행한 실험을 통해 갱신된 자료를 바탕으로 하천 추적자 실험의 세부 절차와 방법론을 소개하고, 현장에서 계측한 수리 및 농도 자료를 이용하여 혼합계수를 산정하는 방법론을 소개하였다. 7장은 일반적 수체해석에 적용 가능한 하천수리 모형의 이론과 모델링 기법을 설명하였다. 주로, 저자들의 연구결과를 바탕으로 하여 유한요소법의 기본 원리와 하천 혼합에 적용할 구성 절차를 설명한다. 8장은 물질 모델링을 위한 수치해석방법에 관해 기술하였다. 주로 2차원 혼합 해석을 위해 오일러리안 및 라그랑지안 해석 방법에 관해 설명하였다. 이와 함께, 하천에서 많이 사용하는 1차원 하천저장대 모형의 해석을 위한 유한차분법 적용 방법을 소개했다. 마지막으로 9장은 저자들에 의해 한국에 맞게 개발된 하천 수리 및 수질 모델 상용모형을 소개한다. 국내에서 개발된 RAMS의 해석엔진에 대해 기술하고, River 2D의 지배방정식과 적용 사례를 소개함으로써 고급기술자들이 모델을 운용함에도 본 저서가 도움이 되도록 하였다.

이렇게 다양한 주제를 하천 혼합에 집중하여 저술함으로써 미래의 학문 후속세대와 관련 분야에 근무하는 전문가들의 이해를 명확하고 쉽도록 하였다. 현재 출판본은 환경수리학에서 한 축으로 다루어야 할 제트 혼합, 저수지, 해양, 하구 등에 문제는 포함하지는 않아서 오히려 하천이라는 주제에 집중할 수 있다. 기존에 발간되었던 책들에서 지하수, 대기, 하구 등을 무리하게 포함하여 매우 무거운 느낌이었다면, 우리나라 실정에 맞게 하천에 집중한 혼합이론을 집중한 하천수리학이 이 분야를 공부하고, 혹은 수질 문제나 유사이동을 공부하는 후학에게 효율적이고 명쾌하게 다가갈 수 있을 것 같다.

Fisher, Hugo B., List, E. John, Koh, Robert C.Y., Imberger, Jorg, and Brooks, Norman H., (1979), *Mixing in Inland and Coastal Waters*, Academic Press, DOI: <https://doi.org/10.1016/C2009-0-22051-4>