

시물레이션을 통한 유체 흐름과 퇴적 작용의 수치해석 방법 연구 - 동강댐 지역

김원석¹⁾ · 이영훈¹⁾ · 김태범¹⁾

댐이 건설되면 그 상류와 하류에, 건설 전과는 다른 지질 및 수리 환경이 조성된다. 댐의 상류에는 인공적인 저수지가 생성되며, 댐의 하류에는 종전과 다른 유사량과 유량을 갖는 하천이 형성된다. 본 연구에서는 댐 건설 이후의 변화로 인해, 건설 전의 평형 상태가 깨어지고, 이에 따라 하천이 대응하는 양상을 지질학적인 측면에서 모사하였다.

저수지로 유입되는 퇴적물의 퇴적작용에 대한 예측은 하천에 댐을 계획하고 설계하는데 필수 요소이다. 퇴적작용에 의한 저수지의 변화 양상은 댐의 목적인 홍수 조절과 용수 공급뿐 아니라 적정 관리에 영향을 미친다. 현재 우리나라는 해당 유역별로 유사량, 혹은 퇴적량의 실측자료가 매우 빈약한 형편이어서 하천 퇴적작용을 추정함에 있어 일부 측정이 되어 있는 다른 저수지의 실측 퇴적량 자료를 이용하거나 경험공식 또는 유량-유사량곡선 등을 적용하여 추정하고 있다. 그러나 이런 추정방법은 그 신뢰성에 많은 문제점이 있다.

댐의 하류는 하천 유량 및 하상을 구성하는 매질 또는 하상 지형의 인위적인 변화에 의해 하상변동을 가져오게 된다. 하천의 계획과 관리에 장기적인 하상변동 예측이 중요하다. 하상변동은 하천 구조물의 안정, 홍수위 변화, 지하수위 변화, 홍수 발생지역과 같은 하천부지의 변화 등 하천 및 유역관리에 광범위한 영향을 주고 있다.

본 연구는 스탠포드대학의 응용지구과학과 연구팀에 의해 개발된 퇴적환경 복원 및 예측 프로그램인 SEDSIM(Tetzlaff and Harbaugh, 1989)에 기초를 두고 새롭게 유체 운동 추적자(Momentum tracers)의 개념을 사용한 SEDSIM2(Shao-ou Chin, 1997)를 이용하여 수행되었다. 하천의 퇴적환경 모사를 위하여, 모사 기간, 모사 시간 간격, 모사 지역의 등고자료, 유체 밀도, 매닝의 계수(Manning's coefficient), 유사의 구성, 유사의 밀도, 입도의 수와 각 입도의 크기, 유체와 유사를 모사 구간 내로 유입시키는 근원지의 위치와 유사 기간, 각 유사 기간의 유사량, 결과 출력 시간간격 등의 입력 자료가 필요하다. 입력된 등고 자료에 의해 초기 지형을 형성하고, 근원지에서 모사 구간으로 유체와 유사 유입되면, 유체는 연속 방정식과 운동 방정식에 기초한 Navier-Stokes 방정식에 따라 계산되어지고 여기에 Runge-Kutta 방법을 첨가하여 더욱 안정된 분석을 하게 된다. 유체에 의해 운반되어지는 퇴적물은 전단 응력과 입자침전속도 등을 고려하여 뜬짐과 밀짐으로 나뉘어 침식 작용과 퇴적 작용의 여부를 평가하게 된다. 침식 작용과 퇴적 작용에 따라 모사 지역의 등고 자료가 갱신된다. 퇴적물에 있어서도 질량보존의 법칙을 따르며 연속성을 유지한다. 특히 기존의 모사 프로그램과 달리, 뜬짐과 밀짐의 운반 방정식을 달리 계산함으로써 퇴적환경 모사에 정확성을 더하였다.

연구 지역은 댐의 상류와 하류의 두 부분으로 나누어 모사되었다. 댐의 상류 지역은 연간 유사량의 변화를 계산하여 월별 변화를 고려하게 되며, 댐의 하류는 댐 건설에 따라 일정 유량의 유하를 고려하여 모사된다. 이의 결과와 비교하기 위하여 댐의 건설이 이루어지지 않은 초기 지형을 같은 기간 모사하여 비교하였다.

주요어 : SEDSIM2, 시물레이션, 댐, 하천 퇴적환경 복원 및 예측

1) 연세대학교 지구시스템과학과 (wskim@yonsim.yonsei.ac.kr)