

격자기반 수리해석 모형과 생태적 연결성평가 모형의 연동시스템 개발

Development of linkage system between grid-based hydraulic model and ecological connectivity assessment model

김창완*, 제갈선동**, 조길제***

Chang Wan Kim, Sun Dong Chegal, Gil Je Cho

요 지

최근의 하천복원 사업은 제외지 중심의 하천복원에서 벗어나 체내지의 격리·차단된 구하도까지 복원하고자 하는 노력이 시도되고 있다. 그러나 하천복원에 따른 수리적 및 생태적 연결성 향상이 적절히 수행되는지에 대한 정량적 평가 수단이 부족한 상태다.

본 연구에서는 구하도 복원에 따른 생태적 연결성 평가수단으로서 복원전·후 수리해석 결과를 이용하여 대상어종의 서식처적합도지수(HSI)와 식생의 공간분포를 분석 또는 예측할 수 있는 모형을 개발하였다. 공간 분포된 수리특성을 위해서는 2·3차원의 모형이 필요하지만 복잡한 계산과정, 고도의 기술 및 많은 시간과 비용이 필요하다는 점에서 접근이 용이하지 않다. 이에 1차원 홍수추적모형의 결과를 이용하여 1차원 수리특성을 2차원으로 확장시키는 수치모형도 함께 개발하였다. 다만 개발된 각 모형의 단계별 실행 결과는 개별적인 요소의 평가로서 그 의미가 작으므로 하천복원의 종합적 평가를 위한 수리-물리서식처-식생의 통합적 모의가 필요하다

개발된 모형의 사용성 증대 및 생태적 연결성 평가 통합모형으로의 발전을 위해 개발된 모형을 하나의 연동시스템으로 구축하고자 하며, 연동 시스템을 이용하여 수리적 및 생태적 연결성을 신속하고 간단하게 해석할 수 있다.

핵심용어 : 홍수추적, 수치모형, 하천복원, 서식처적합도지수(HSI), 수리생태적 연결성

1. 서론

우리나라 하천은 자연상태를 유지하지 못하고 치수, 이수 또는 토지이용확대 등의 목적에 따라 인위적인 정비가 이루어져왔다. 유역상류의 계곡을 흐르는 하천과 다르게 중·하류 하천에서는 준설, 직강화 또는 고수부지 조성 등으로 인하여 물리적인 연결이 단절되고 하천공간은 축소되었다. 더불어 도시화와 산업화로 인해 하천오염이 심화되었고 삶의 질도 저하되었다. 그러나 자연형 하천의 복원을 통해 본래의 자연스러운 모습을 되찾고자 하는 노력이 있었고 최근엔 구하도 복원을 통해 구조적으로 횡적·종적 연결성까지 회복시키고자 하는 연구와 실행이 이루어졌다.

하천공간을 확대하고 하천시스템을 복원하고자 하는 노력에도 불구하고 하천복원 결과는 불확실한 상태이며 결과를 예측하는 기술은 연구단계에 있다. 따라서 하천과 구하도의 효율적인 복원 또는 하천관리 목적으로 하천 상황을 예측 또는 진단하는 평가기법이 필요하다. 그러한 목적에 따라 본 연구는 대상어종 HSI와 예측되는 식생의 공간적 분포를 분석할 수 있는 모형을 개발하였으며 여기에 필요한 공간분포 수리특성

* 정회원 · 주식회사 에이치투알 사장 · E-mail : changkim61@gmail.com

** 정회원 · 주식회사 에이치투알 수리부 이사 · E-mail : chegalsd@hanmail.net

*** 정회원 · 주식회사 에이치투알 수리부 과장 · E-mail : flowcgi@gmail.com

을 분석할 수 있는 모형도 함께 개발하였다. 다만 이러한 개별 모형의 사용을 편리하게 하고 확장성을 확보하기 위하여 하나의 시스템을 통해 사용할 수 있는 연동시스템으로 개발하고자 한다.

2. 연구성과 소개

격자기반 수리해석 모형과 생태적 연결성평가 모형은 1차원 수리특성의 격자기반 확장모형, 대상어종의 HSI분포 분석모형, 식생의 분포 예측모형과 모형 실행을 위한 입력데이터를 구성하는 보조프로그램으로 구성되어 있다.

2.1 1차원 수리특성의 격자기반 확장모형

본 모형에서 수위분포의 공간확장은 라플라스 방정식(Laplace equation)을 이용한 2차원 보간(interpolation)을 이용한다. 반면 유속분포 공간확장 모형은 지형의 특성을 이용하여 1차원 모형의 단면 평균유속을 단면 전체로 확장하는 방식이다. Chiu(1987, 1988)는 확률통계에서 사용되는 엔트로피개념을 이용한 2차원 유속분포식을 제안하였는 바, 직교좌표계를 사용하지 않고 등유속선(isovel curve)의 위치를 보여주는 $\xi - \eta$ 좌표계를 이용하였다. Morse et al.(2010)은 등유속선 공식의 ξ 를 구하기 위해 Poisson 방정식을 풀어서 등유속분포를 계산하는 방법을 제안하였다. 상기 이론에 따른 등유속선은 횡단면의 유속분포로 변환이 되고, 횡단면의 유속분포로부터 횡단내 지점별 수심평균 유속을 산정하며 해당 위치에서의 유속값과 기준 좌표를 이용하여 평면 2차원의 유속분포를 산정한다. 결정된 2차원 유속분포의 좌표에 따라 불규칙 삼각망(triangulated irregular network, TIN)을 구성하고 삼각형 절점의 유속값으로부터 각 격자의 중심점에서 유속값이 보간된다.

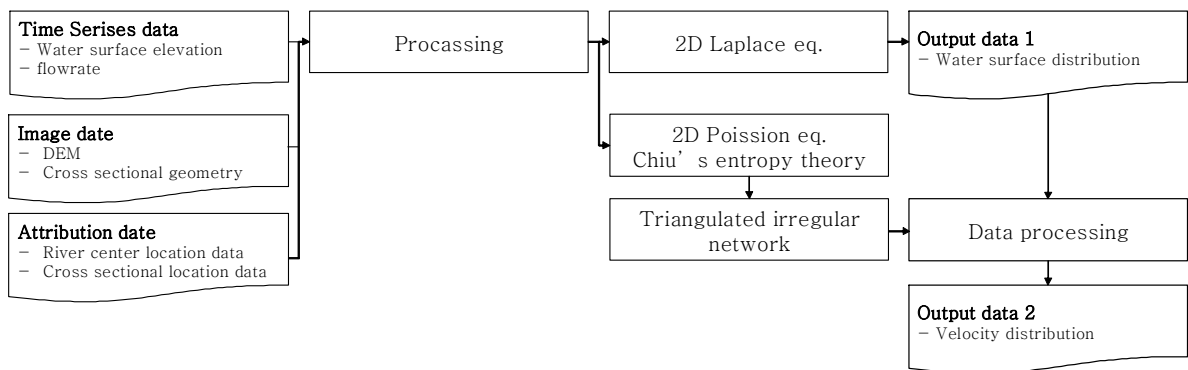


그림 1. 1차원 수리특성의 2차원 수리특성으로 확장

2.2 대상어종의 서식처적합도지수(HSI) 분석모형

대상영역에서 각 격자가 가지는 유속과 수심 값에 대상어종 HSI 곡선의 관계식 적용되어 서식처적합도지수(habitat suitability index, HSI)가 결정되고 복합적합도지수(combined suitability index, CSI)는 각 물리 환경에 대한 서식처적합도지수의 곱셈을 사용한다. 한편 전 영역의 격자별 서식처적합도지수가 결정되면 격자별 서식처적합도지수를 합산하고 격자의 개수로 나누어 수리학적 서식처 적합도(hydraulic habitat suitability, HHS)를 계산하였다(Kim and Choi, 2015).

2.3 식생분포 예측모형

본 모형은 군집자료의 이용이 가능하고 다수의 층을 한 번에 모델링하는 것이 가능하며 GIS(geographic information system) 및 수리특성 확장모델 등과의 결합이 용이하도록 개발되었다. 모형은 Jin (2017)의 단계적 선택법에 의하여 결정된 식생모델로 구성되었고 4개의 환경매개변수(environmental factor)를 tree형 구조로 추적하여 각 격자의 우종식생을 선택하는 방식이다.

3. 연동시스템 개발

본 연구에서 개발한 모형들은 DEM 형식의 지형자료를 이용하여 1차원 수리특성을 격자기반 2차원 수리특성으로 확장하고 그 결과를 이용하여 어종의 서식처적합도 분석과 식생분포 예측을 수행한다. 연동시스템에서 상기 과정에서 데이터의 교환이 가능하도록 입력과 출력 데이터 형식을 수정하였고 결과를 확인할 수 있는 Viewer를 추가하였다.

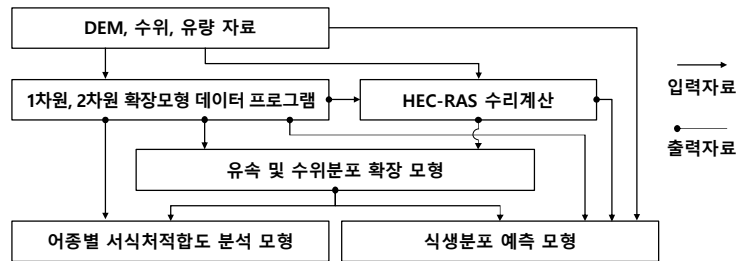


그림 2. 연동시스템의 구성

4. 결과

본 연구에서 개발한 모형들은 비교적 간편하게 수리 생태적 연결성 평가결과를 제공할 수 있다. 개발된 모형들은 GUI(Graphic User Interface) 기반으로 하나의 연동시스템으로 연결됨으로서 사용자의 편리성을 높여 실무에서 간편하게 이용될 수 있을 것이다. 향후 순환적모의가 가능한 시스템으로 개선하기 위해 모형의 결과를 이용하는 분석모형의 추가도 가능할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 건설기술혁신사업의 연구비지원 (12기술혁신C02)에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

- 1 김승기, 최성욱(2015). 댐 하류 하천에서 하상변동 모델을 이용한 어류 물리서식처 변화 모의, 응용생태공학회논문집, 제2권 제4호, pp. 317-323.
- 2 진승남(2017). 우리나라 중부지방 하천에서 홍수터 식생분포 모델링, 박사학위논문, 인하대학교.
- 3 Chiu, C-L. (1987). Entropy and probability concepts in Hydraulics. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 113, No. 5, pp. 583-599.
- 4 Chiu, C-L. (1988). Entropy and 2-D velocity distribution in open channels. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 114, No. 10, pp. 738-756.
- 5 Morse, B., Richard, M., Hamai, K., Godin, D., Choquette, Y., and Pelletier, G. (2010) Gauging rivers using all seasons using the Q2D velocity index method, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 136, No. 4, pp. 195-203.