

황룡강의 생태계를 고려한 환경유량 연구

Study on the Environmental Flow for Ecosystems at Hwangryong River

강명성*, 박남희**, 이정우***, 김철****
Myung Sung Kang, Nam Hee Park, Jeong U Lee, Chul Kim

요 지

하천은 유속과 수심을 변화시키는 환경과 수역에서 고수부지까지의 다양한 지형변화, 홍수에 의한 파괴와 재생 등 하천 특유의 조건을 가지고 있어 여러 생물이 공존하여 살 수 있는 환경을 가지고 있다. 근래 하천은 친수성을 높이고 하천오염문제를 해결하기 위해 자연친화적인 하천으로 개발 방향이 바뀌고 있지만, 생물서식처 기능 보다는 친수성이 강조되는 경우가 많다. 본 연구에서는 하천에 도입을 원하는 식생에 대한 환경유량을 분석하여 도입 가능한 하천 영역을 찾는 것이 목적이다.

연구대상지역은 황룡강이며 지형자료는 HEC-RAS의 횡단자료를 이용하여 유한요소망으로 만들어 사용하였다. 하천 식생을 고려한 환경유량을 계산하기 위하여 HEC-EFM을 이용하였다. 연구지역의 수위-유량자료, 도입 가능한 식생의 Life Cycle을 분석하여 HEC-EFM에 입력하여 환경유량을 계산하였다. 산정한 환경유량을 HEC-RAS모형으로 모의하여 환경유량에 맞는 수위·유량을 계산하고 이 결과를 HEC-GeoRAS모형을 이용하여 도입 가능한 영역을 시각화 하였다.

핵심용어 : 환경유량, HEC-RAS, HEC-GeoRAS, HEC-EFM

1. 서론

국내의 하천은 1960년대 초까지는 대부분 자연 상태를 보여 왔다. 이러한 하천은 그야말로 생물 서식처 등 하천의 자연적 기능이 매우 양호하였다. 그러나 1970년대 들어 급속한 도시화와 산업화로 이수·치수를 목적으로 자연 상태의 하천들이 지속적으로 정비되었다. 1990년대 들어 환경에 대한 중요성이 강조되면서 저수호안에 돌붙임을 하고 고수부지에 초목 식재, 산책로/자전거길 설치, 체육시설/주차장 설치 등 일종의 하천 공원사업이 활성화 되었다. 이러한 하천은 일반적으로 자연적 기능 중에서 친수 기능은 좋으나 생물서식처 기능은 여전히 간과하고 있다(우효섭, 2003). 하천에는 여러 동식물이 살아갈 수 있도록 다양한 환경이 형성되어 있다. 이러한 하천 환경에는 여울·소(沼) 등과 같이 유속과 유심을 변화시키는 환경 또 모래와 자갈 등의 하성 재료, 수역에서 고수부지까지의 다양한 지형변화, 홍수에 의한 하천환경의 파괴와 재생의 반복 등 하천 특유의 조건을 가지고 있다(김창현, 2005).

이 처럼 하천은 여러 기능을 가지고 있고 그 중에 생물서식처 기능을 확보하기 위한 노력이 필요하다. 본 연구에서는 하천의 생물서식처 기능을 살리기 위해 식생을 도입할 수 있는 방법을 제안하였고 연구방법은 환경유량을 HEC-EFM으로 산정하고, 이를 HEC-RAS로 모의하여 그 결과를 ArcView GIS를 연계하는 HEC-GeoRAS로 식생 도입이 가능한 하천구간을 모의하고 GIS를 이용하여 시각적으로 나

* 사이버회원 · 호남대학교 토목환경공학과 석사 · E-mail : kangms82@naver.com
** 정희원 · 호남대학교 토목공학과 산업기술연구소 연구원 : E-mail : pnh@honam.ac.kr
*** 사이버회원 · 호남대학교 토목환경공학과 석사 · E-mail : createall83@naver.com
**** 정희원 · 호남대학교 토목환경공학과 교수 · E-mail : kuchul@honam.ac.kr

타내었다.

HEC-RAS로 모의하여 ArcView GIS와 연계할 때 하천횡단 사이의 간격이 넓어 의해 결과값이 불확실하게 나타나는 것을 보완하기 위해 유한요소망을 구축하는 방법을 이용하여 모의하여 문제점을 보완하였다.

2. 연구방법

2.1 대상유역

본 연구의 조사구간은 황룡강유역으로 황룡강은 영산강 유역내 두 번째로 큰 지류로 유역면적은 564.3km²로 영산강 전체 면적의 약 16%를 차지하고 유로연장 58.6km, 유역평균 폭은 9.6km이다. 지형자료는 1:5,000 수치지도를 그림 1에 나타내었다. 유량과 수위자료는 장성과 선암관측자료를 1999~2008년까지 수집하였다.



그림 1. 황룡강 수치지도

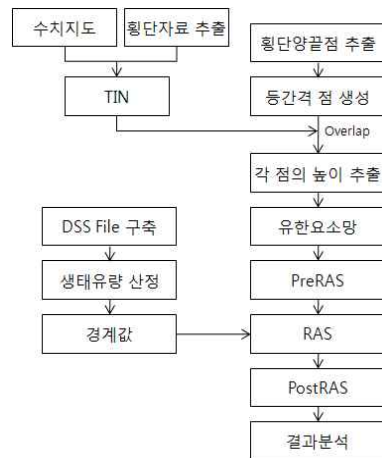


그림 2. 연구의 흐름도

2.2 연구방법

연구방법은 HEC-RAS에 입력하는 경계값을 HEC-EFM에서 산정된 생태유량과 수위자료를 이용한다. HEC-RAS의 전처리과정인 횡단입력은 GIS를 이용하여 사용하여 HEC-RAS 결과값을 시각화하여 나타내었다.

본 연구의 연구 흐름도는 그림 2와 같다. 하천정비기본계획의 횡단자료를 이용하여 HEC-RAS를 실행하여 결과값을 ArcView의 PostRAS에서 나타내게 횡단간의 사이가 넓어 자료의 정확도가 떨어지게 되며 본 연구에서는 이러한 문제를 없애기 위해 유한요소망을 구축하였다. 유한요소망 구축방법은 하천정비기본계획의 횡단자료를 추출한 자료와 수치지도를 이용하여 ArcView로 횡단을 등간격의 단면으로 추출한다. 등간격 횡단면을 SMS 전처리작업으로 유한요소망을 구축하였다. 유한요소망을 PreRAS로 HEC-RAS의 전작업을 실시하고 HEC-RAS에 입력하는 경계값은 HEC-EFM에 의해 산정된 생태유량값으로 입력하여 결과를 PostRAS에서 결과값을 분석한다.

3. 모형의 적용

본 연구에서는 환경유량의 계산은 HEC-EFM을 사용하였고, 수치지도를 이용한 지형분석에는 ArcView를 사용하였다. 수리모형으로는 ArcView와 연계가 가능한 HEC-GeoRAS를 적용하였다.

3.1 모형의 개요

본 연구에서 사용된 HEC-EFM은 생태계 함수 모형으로 흐름변화에 따른 생태계의 반응을 분석하는 프로그램이다. 유량과 수위의 시계열자료를 분석하고, 각 함수관계에 대하여 통계적 연산을 수행하여 단일 유량을 생성한다. 통계적 결과로 수리모형을 이용하여 수심, 유속, 침수구역의 결과를 구할 수 있다. ArcView는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 포함하고 있으며, 사용자가 지리학적 위치와 연계된 정보를 시각화하고 질의하며 수정 및 분석할 수 있는 도구를 제공할 뿐만 아니라 결과를 지도상에 표현할 수 있게 한다. HEC-GeoRAS는 HEC-RAS와 함께 사용할 목적으로 지형공간 자료를 처리하기 위해서 설계된 ArcView의 Extension이다. 또한 ArcView에서 Extension으로 등록하면 preRAS, postRAS, GeoRAS_Util 메뉴가 생성되어 HEC-RAS 전처리과정과 후처리과정을 수행할 수 있다.

3.2 유한요소망 구축

하천정비기본계획의 횡단자료를 그림 3(a)와 같이 횡단을 추출하고 수치지도와 함께 TIN으로 변환시켜 그림 3(b)와 같이 나타낸다. 횡단의 각 끝단에 있는 점을 제외한 나머지 점을 제거하여 등간격으로 횡단 그림 3(c)와 같이 나눈다. 이 횡단의 점들은 표고값이 없으며 표고값을 입력하기 위해 TIN(그림 3(b))으로 작업한 자료와 Overlap을 시켜 표고값을 추출한다. 그림 3(c)에 표고값을 입력하여 SMS의 전처리작업으로 그림 3(d)와 같은 유한요소망을 만든다.

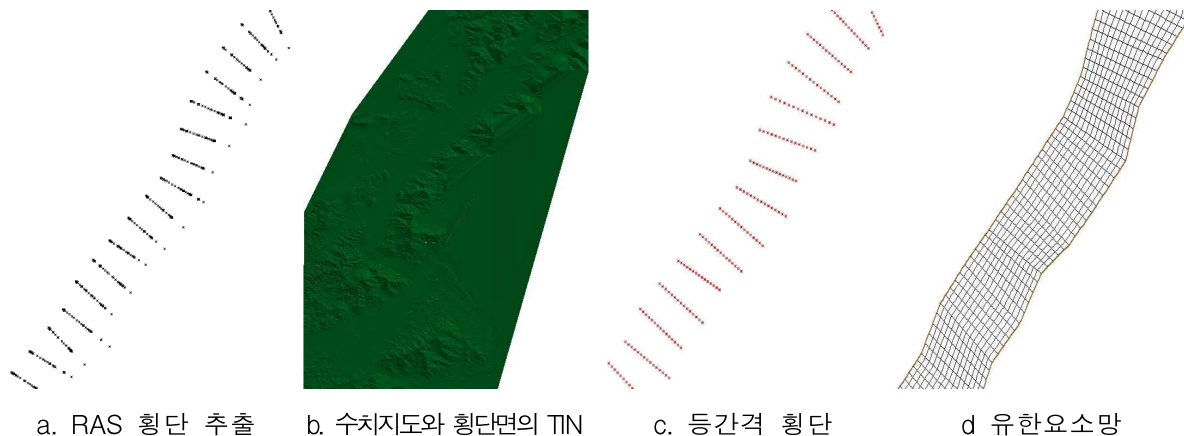


그림 3. 지형자료의 전처리작업

3.1.2 HEC-EFM 모형의 적용

HEC-EFM은 빈도분석 프로그램이라 할 수 있으며 수위-유량자료를 시나리오에 적합한 하계 분석한다. HEC-EFM은 DSS(Data Storage System)의 자료형태를 사용하며 본 연구에서는 수위-유량자료를 선암과 장성 수위관측소 자료를 사용하여 1999~2008년 자료를 구축하였다. 수위자료와 유량자료는 수자원관리시스템(www.wamis.go.kr)의 자료를 사용하였다.

HEC-EFM은 목본식생의 Life cycle을 토대로 시나리오를 작성하여 그 시나리오에 맞는 빈도분석을 실시하게 된다.

본 연구에서는 수변에 도입하고자하는 식생을 목본으로 선정하였으며 목본은 발아이후 침식하면 고사하게 되며, 또한 수위가 매우 빠르게 내려가면 뿌리가 건조되어 묘목이 죽게 된다. 목본식생이 황룡강 수변에 침식되는 구간을 빈도분석하기 위한 시나리오는 계절은 발아하는 기간을 포

합한 6~10월이고, 목본식생이 발아후 15cm 미만으로 21일 동안 지속적으로 침수되면 고사하게 되고, 침수의 빈도는 2년으로 보았다. 목본식생을 황룡강 수변에 도입할 수 있는 구간을 빈도분석하기 위한 시나리오는 수변의 목본식생이 수변에 정착하기 위해서는 10년마다 최소 한번은 고수위가 발생할 필요가 있으므로 침수의 빈도를 10년으로 보았다.

이렇게 목본식생이 침식하여 고사되는 환경유량과 목본식생을 도입할 수 있는 환경유량 2가지를 산정하였다. 목본식생이 침식되는 환경유량은 장성지점에서 104CMS, 하류지점인 선암에서 171CMS로 산정되었고 도입 가능한 환경유량은 상류지점인 장성지점에서 166CMS, 하류지점인 선암에서는 429CMS로 산정되었다.

3.1.3 HEC-GeoRAS 모형의 적용

전처리 작업인 PreRAS작업으로 HEC-RAS에서 필요한 횡단 지형자료를 유한요소망과 수치지도를 이용해서 작성하였다. PreRAS작업에서 작성한 횡단 지형자료를 HEC-RAS에서 불러들인다. HEC-RAS의 입력자료는 상류단과 하류단의 경계값을 입력해야하며 HEC-EFM에서 구한 홍수위와 홍수량을 경계값으로 입력하여 모의하였다. 모의결과는 ArcView GIS에서 PostRAS로 분석한다. 그림 7은 유한요소망으로 RAS의 횡단지형자료를 만든 결과 값이다. 그림 8은 목본식생의 도입이 어려운 구간이고, 그림 9는 목본식생의 도입이 가능한 구간을 나타내었다.

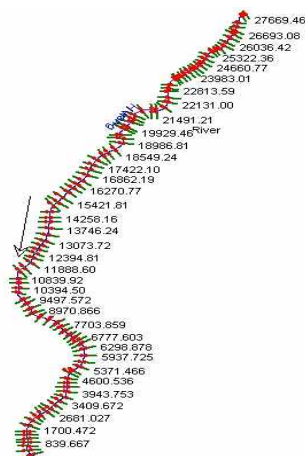


그림 7. RAS 지형자료

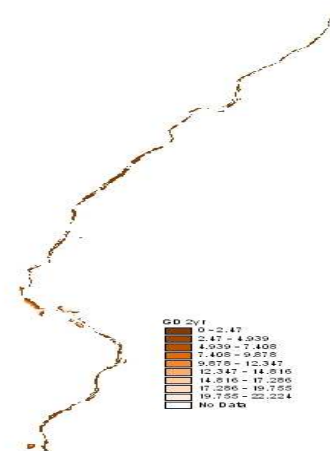


그림 8. 식생 도입불가 지역

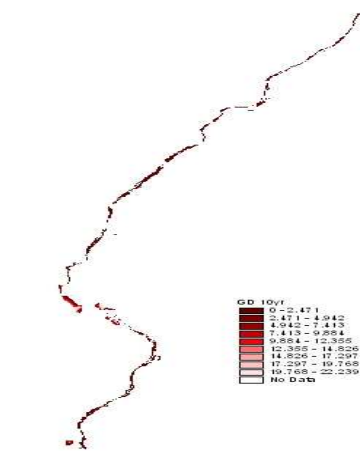


그림 8. 식생도입 지역

4. 결 론

본 연구에서는 황룡강유역의 전 구간에 대한 목본식생의 도입 여부를 조사·분석하였다. HEC-EFM, Arcview, HEC-RAS, HEC-GeoRAS를 연계하여 목본식생의 침수범위를 황룡강유역에 적용하였다. HEC-EFM을 통해 환경유량을 모의하였고, HEC-GeoRAS와 Arcview를 통해 목본식생의 침수범위를 시각화 하였다. HEC-EFM 모의결과 값으로 HEC-GeoRAS를 이용하여 목본식생의 침수구간과 도입 가능구간을 파악해 비교하여 목본식생의 도입 여부를 파악하였다.

본 연구에서 제시한 방법으로 황룡강유역의 환경유량을 파악하여 목본식생을 도입할 때 목본식생의 침수를 방지하여 목본식생이 침수되는 것을 예방할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 HEC-EFM을 통한 환경유량산정 방법을 이용할 경우 다른 하천 수변에 목본식생을 도입할 때 목본식생이 침수되지 않는 범위를 파악하는데 큰 도움이 될 것이라고 판단된다.

감 사 의 글

본 연구는 국토해양부 및 한국건설교통기술평가원 건설핵심기술연구개발사업의 연구비지원(06 건설핵심 B01-자연과 함께하는 하천복원기술개발)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 건교부(1998). 영산강하천정비기본계획.
2. 국가수자원관리종합정보시스템(www.wamis.go.kr)
3. 김창수(2009). HEC-GeoRAS 모형에 의한 침수면적산정 사례연구, 석사학위논문, 부경대학교.
4. 김창현(2005). 생태복원을 위한 친환경적 하천 정비에 관한 연구, 석사학위논문, 단국대학교.
5. 우효섭(2003). Urban River Rehabilitation(도시하천복원).
6. 임장혁(2005). HEC-GeoRAS 및 ArcView를 이용한 광양항 홍수범람 해석 및 수리 특성 연구, 한국수자원학회 2005년도 학술발표회 논문집, pp.1164-1168.
7. 조원철(2009). 광주지역 황룡강 수계의 식물상, 석사학위논문, 호남대학교.
8. 최경환(2009). 황룡강에 대한 호안평가 및 생태계를 위한 환경유량 연구, 석사학위논문, 호남대학교.
9. 최승용, 한건연(2009). ArcView와 실측단면을 이용한 등간격 하도단면 및 유한요소망 구축, 한국지리정보학회지, Vol.12 No.4 p.95~112.
10. U.S. Army Corps of Engineers(2002), HEC-GeoRAS 3.1 users manual.
11. U.S. Army Corps of Engineers(2008), HEC-RAS 4.0 Hydraulic Reference Manual,
12. U.S. Army Corps of Engineers(2009), HEC-DSSVue 2.0 Users Manual.
13. U.S. Army Corps of Engineers(2009), HEC-EFM Quick Start Guide.