

연구논문

공간분석기법을 이용한 하천단면 변화분석

- 논산천을 대상으로 -

이재일 · 이규성 · 하성룡

충북대학교 도시공학과

(2009년 7월 31일 접수, 2009년 8월 24일 승인)

An Analysis of Changing River Sections Using GIS Spatial Analysis

- Nonsan River -

Jae-Yil Lee · Gyu-Sung Lee · Sung-Ryong Ha

Department of Urban Engineering, Chungbuk National University

(Manuscript received 31 July 2009; accepted 24 August 2009)

Abstract

The systematic data management system in the area of river flow analysis has not yet constructed, even though the need is evident due to the complicated process of tremendous input/output data in the modeling study and the importance of visualization of spatial flow variation. The objectives of this study are to suggest the method for analysis of changing river sections affecting ecological habitat characteristics.

The effects of ecological habitat characteristics are assessed with respect to changing river sections. A GIS special analysis is created representing in the past section of Nonsan-river using historical data. Topographic surfaces are subject to erosional and depositional forces that a specific set of surface characteristics unique to elevation data. GIS spatial analyst is used to generate surface grids from historical point data. Using the GIS spatial analyst can be constructed sections for anywhere of river.

The change of depth between 1979 and 1988, the left bank elevations of a river are increased about 1.5m. But the right bank elevations of a river are decreased about 2.3m caused by erosion. In addition, the change of spatial between 1988 and 2002, the regions of a river from upper stream to midstream are decreased the elevation. But the downstream regions are increased the elevation. These changes are analyzed in GIS program to assess methods for affecting ecological habitat.

Keywords : river section, spatial analysis, ecological habitat

1. 서론

1. 연구 배경 및 목적

최근 한국에서는 생물서식처, 자정작용, 경관과 치수 등 하천의 환경 생태적 기능을 되살리기 위한 하천 복원 사업과 관련 연구들이 진행되고 있다. 그 예가 서울시의 '한강르네상스 프로젝트'이며, 접근성 개선, 문화관광 시설 조성, 수상이용 극대화, 한강 생태 정비 등의 내용을 토대로 추진한다고 한다. 이러한 유형의 사업 및 관련분야에서 중요하게 고려되는 것 중의 하나는 대상 하천을 어떠한 방향으로 복원, 보전, 관리하는 것이 바람직한 것인지에 대한 고찰로, 목표하는 구간별 하천 모델을 설정하고, 설정된 모델이 요구하는 입력 자료를 구축하는 일이다. 특히 하천의 흐름해석 분야에서는 입·출력 자료의 구성이 매우 복잡할 뿐 아니라 흐름의 공간적 분포 특성이 중요함에도 불구하고 지금까지 체계적인 자료관리가 이루어지지 않은 실정이었다(최철관, 2000). 90년대 이후 국내에서도 관심이 고조되고 있는 지형정보시스템(GIS)의 개발 및 응용은 이와 같은 한계를 극복하는데 많은 도움이 되어 왔다. 각종 다양한 정보를 수집·저장·분석·제공하기 위한 하드웨어, 소프트웨어, 자료, 인력, 조직 및 제도적인 장치로 구성되어 있는 지형정보시스템은 컴퓨터의 발달로 최근 응용 분야가 급속히 증가하고 있으며, 특히 지형, 지질, 지리, 토지 등과 관련된 분야에 필요한 정보를 그들 특성에 알맞게 활용되고 있다. 이와 같은 지형정보시스템의 장점은 자료가 데이터베이스 내에서 수치 형태로 처리되므로 많은 양의 자료를 빠른 시간 내에 처리할 수 있을 뿐 아니라 각종 자료들을 다양한 방법과 관점에서 통합하여 모델링함으로써 새로운 정보를 만들 수 있다는 것이다(심순보와 김주훈, 1998).

하천정비 기본계획은 하천법에 의거 유역의 강우, 하천의 유량, 하도특성, 환경, 수자원개발 및 이용 현황 등 하천의 홍수관리, 용수공급, 하천환경보전 등에 관한 제방 사항을 조사 분석하여 하천에 관한 종합적인 정비, 보전, 이용이 되는 것을 목적으

로 두고 있다. 여기서 말하는 유역의 특성은 유역면적, 유로연장, 유역 평균폭, 유역형상계수를 포함하고 하도의 평면특성, 종·횡단 특성이 조사되어 포함되어 있다. 그러나 대상 하천별 횡단 측량의 데이터가 150m에서 250m 사이 정도로 구축되어 있기에 지형정보를 모델의 입력 자료로 구축하는데 한계를 가지고 있다. 이러한 한계를 극복하기 위한 방법으로 지형정보시스템(GIS)을 활용하는 방법이 있다. 특히, GIS와 하천 수자원 분야와의 연계는 동수역학 모델링을 통한 유량 관리시 입력 자료의 작성 및 모형으로의 연계가 용이하고, 출력자료 역시 입력 자료와 같은 형태로 수치지도로 쉽게 전환되어 그래픽으로 나타낼 수 있는 장점을 가지고 있다(최철관 외, 2000).

본 연구에서는 대상하천의 제한된 하천 단면 정보(하천정비기본계획)로부터 보간법을 이용하여 연속적인 단면정보를 구축하는 것이다. 구축된 연속적인 단면정보를 바탕으로 공간적인 특성을 분석하고 과거와 현재의 단면 변화를 파악하여 대상하천의 하도 변화 분석을 하고자 한다.

2. 연구의 범위

논산천 유역은 금강 유역의 중앙 남서단인 동경 127°00'40" ~ 127°24'21", 북위 35°59'12" ~ 36°22'45" 사이에 위치하고 있다. 유역의 북쪽 및 서쪽은 금강 잔류 유역, 동쪽은 갑천 유역 및 일부는 금강 잔류 유역, 남쪽은 만경강 유역과 접하고

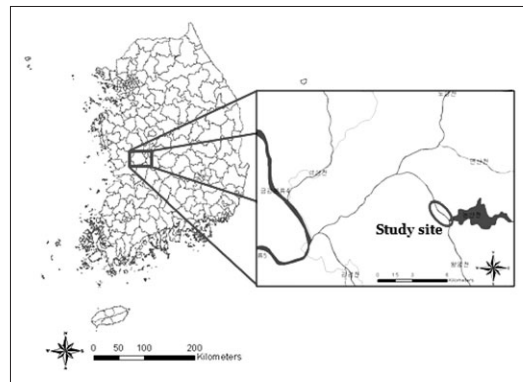


그림 1. 연구대상지

있으며, 그 유역 면적은 655.12km 로서 금강 전 유역면적의 6.6%를 차지하고, 논산천의 유로 연장은 57.7km 이다. 지역 주민들이 탐정저수지라고 부르는 논산저수지의 방류지점부터 논산대교지점까지의 약 9km 정도의 하천구간이 대상구간이다.

II. 자료수집 및 연구방법

1. 자료수집

대상지에 대한 하천정비기본계획은 1979년을 시작으로 1988년부터 2002년에 이르기까지 3차례의 보고서가 발행되었으며 이 자료가 본 연구의 기초 자료로 활용되었다.

논산천은 하폭 150~300m 사이로 비교적 안정된 폭원을 유지하고 있으며, 1929년 논산천 유역의 개수 계획이 세워진 후 인공제방과 방수갑문의 축조를 위한 하천정비사업을 시작하였다(하천정비기본계획, 1988). 또한 대상지의 상류지역에 위치한 논산저수지(탐정저수지)는 1944년 축조되었고, 1970년대 후반 약 4,000ha 가 증축되어 논산천은 저수로 폭 30~180m를 유지하면서 상시유량이 유하고 있다.

2. GIS를 이용한 단면 보간

하천 횡단면자료의 구축은 논산천의 하천정비기본계획(2002년 금강수계하천정비기본계획)의 지형도에 AutoCAD 프로그램을 이용하여 측량점을 추출하고 속성값으로 횡단면 측량자료의 표고 값을 입력한 후 보간법을 적용하기 위하여 GIS DB 형태로 구축하였다. 연속면의 특성을 가진 자료의 분포

를 도면화하기 위해서는 몇몇의 한정된 지점에서 측정된 점관측 자료에 의한 보간 기법을 통하여 전체지역의 분포를 추정하게 된다. 그러나 다양한 공간 보간 기법 중 최적의 방법은 현재 많은 비교연구에서도 명확하게 제시되지 않았으며 단지 표본밀도와 분포를 고려하여 현상내의 잠재적인 공간변수의 성질을 포함하는 인자의 수에 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 그리고 최소의 인자수를 결정하는 문제 역시 아직까지는 간단히 정의내릴 수 없는 부분으로 남아있다(성동권 외, 1999). 본 연구에서는 구축된 GIS DB를 이용하여 IDW 방법을 이용하여 단면의 보간을 하였다. 또한 구축된 단면을 시기별로 구분하여 GIS의 Overlay 기법을 이용하여 하천 단면의 변화를 분석하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 하천의 횡단면 자료 구축

연구 대상구간은 충청남도 논산시 논산저수지 직하류부터 논산대교까지의 구간이며, 종단거리는 약 9km 이다. 유입되는 대소 지류는 노성천이 있다. 대상구간의 하도 단면자료는 횡단측량 성과가 모두 존재하며 금강 수계 논산천 일부지역의 1:5,000 수치지형도(도엽번호 36713013~36713017, 36713023~36713027, 36713033~36713037)를 바탕으로 하천의 제방은 1979년 이전에 하천정비 사업으로 제방이 건설되었기에 큰 변화는 없다는 가정 하에 하천의 횡단면 자료를 구축하였다.

횡단면 자료의 구축은 과거 논산천의 하천정비기본계획(1979년 금강하천정비기본계획, 1988년 금강수계종합정비계획, 2002년 금강수계하천정비기본계획)을 참고하여 해당 년도 별로 구축하였으며 정확한 단면의 좌표와 거리 그리고 제방 내 하천의 고도 값을 입력하기 위해 AutoCad 를 이용하여 수치지형도에 값을 입력하였다.

하천횡단 자료를 지형정보시스템에서 사용할 가능한 공간 데이터로 변환하기 위해서는 하도 단면 자료로부터 각 단면의 측점을 중부도 원점(E126° ~

표 1. 하천정비기본계획내 단면 개수

하천정비기본계획	대상구간내 횡단면 수	구간 간 거리
금강수계 하천정비 기본계획(2002년)	50	200m 내외 (지형이 급변하는 장소에 대해 보완)
금강수계 종합정비 계획(1988년)	42	200m 내외
금강하천정비기본 계획(1979년)	18	500m 내외

E128°)을 기준으로 하는 TM 좌표로 변환하여 현재 NGIS의 좌표와 일치시켰다(김상호, 1999). 또한 각 측정점의 표고를 변환된 TM 좌표와 함께 GIS에서 사용할 수 있도록 데이터를 구성하였다.

일반적으로 하도단면 자료는 흐름의 직각방향으로 x, z 좌표로써 각각 수평거리와 표고로 측정된다. 특정 단면의 좌우 제방측점의 TM좌표 $LTM(X_1, Y_1, Z_1)$, $RTM(X_2, Y_2, Z_2)$ 를 알고 있을 경우 각 측정좌표 (x_i, z_i) 를 실제계 TM좌표로 변환이 가능하다. 즉 LTM, RTM 으로부터 단면이 놓인 방위각 θ 를 산정하고 좌측 제방측지점에서의 거리 x_i 을 이용하여 각 단면의 모든 측정점에 대해 식(1)~식(3)으로부터 TM 좌표를 산정할 수 있다.

$$X_{TM} = LTM + (x_i - x_{\beta}) \times \cos\theta \quad (1)$$

$$Y_{TM} = LTM + (x_i - x_{\beta}) \times \sin\theta \quad (2)$$

$$Z_{TM} = Z_i \quad (3)$$

TM 좌표로 변환된 하도단면 측정점을 ArcGIS에서 사용할 수 있는 Coverage 로 변환하기 위해서 Generate, Joinitem 등의 Arc/Info 기능을 이용하여 공간분석이 가능하도록 point 속성을 부여하고 하상을 표현하기 위해 z값과 연계하였으며, 그 결과를 도시하면 그림 2와 같다.

2. GIS(Geographic Information System)을 이용한 하천의 공간분석

구축된 공간 데이터들은 GIS의 공간분석 기능을

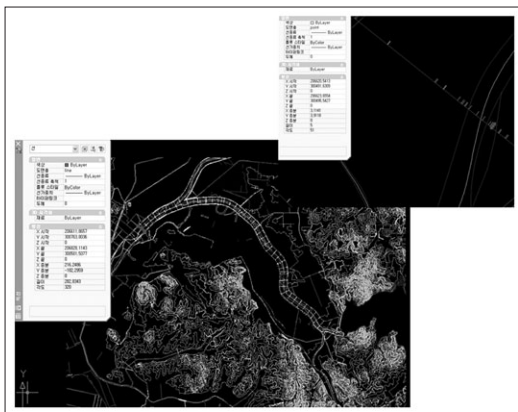


그림 2. 대상지 고도값 입력

사용하여 자료로 활용하기 위해 각 Coverage를 중심으로 중첩하게 된다. 이를 위해 TIN 이나 GRID 모듈을 사용할 수 있다. GRID는 래스터 또는 셀 위주의 지리적인 분석을 위한 모델로써 연속적인 surface를 정확하게 묘사할 수 있는 특징을 가지고 있다. TIN은 surface 정보를 생성하고 저장, 분석, 도시하는데 사용되는 surface modeling tool 로써 Point(x, y, z)값을 가진 불규칙하게 분산되어 있는 점들로부터 상호 인접거리와 표고 등을 계산하여 삼각면의 형태를 구성하게 되며, 인접 삼각면의 위상관계를 저장하고 있기 때문에 자료구조가 지형을 비롯한 여러 가지 형태의 surface를 분석·도시하는데 효과적인 모델이다(최철관, 2000). 또한 하천의 흐름해석 분야에서 삼각형 격자는 흐름에 대한 유한요소 해법의 기본격자로 사용되므로 GIS의 TIN 자료와 FEM의 삼각형 격자사이의 연관관계는 FEM이 GIS의 TIN 자료를 이용하여 해석할 수 있는 직접적인 연관관계가 있다(김철, 1998).

본 연구에서는 GIS의 공간분석 기법을 이용하여 논산천 일부지역에 대한 과거부터 현재까지 횡단면 변화를 분석하였다. 분석을 위해 하천의 횡단면 자료에 고도 값을 입력하였으며, 이를 cell분석이 가능하도록 GRID로 표현하였다.

수치지형도 위에 구축된 횡단면 자료의 layer를 추출하여 GIS에서 사용 가능한 file형태로 변형 시킨 다음, 단면 간에 값을 보간 하기 위해 TIN을 생성하였다. 다시 생성된 TIN data를 50cm 간격으

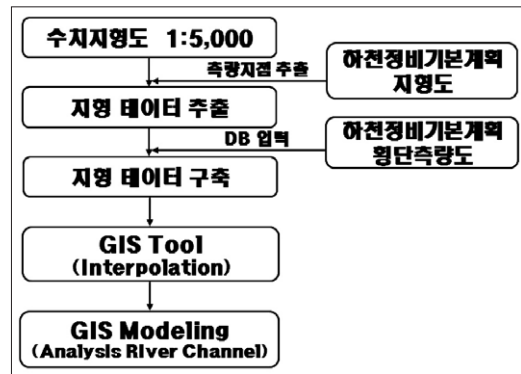


그림 3. 논산천의 공간정보 구축과정

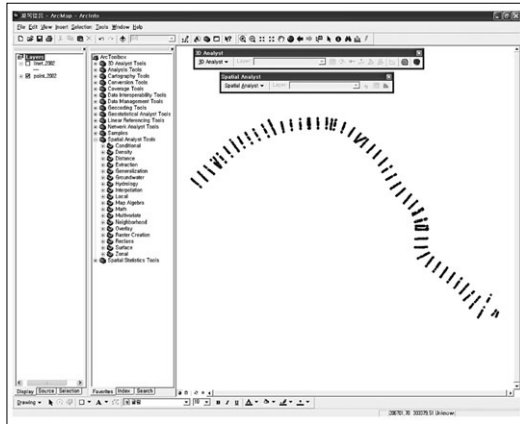


그림 4. 대상지 GRID 분석(1)

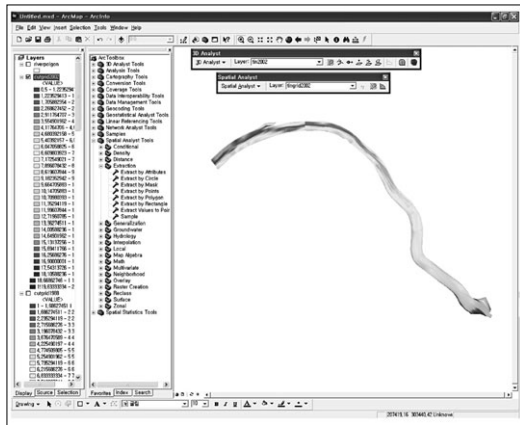


그림 5. 대상지 GRID 분석(2)

로 Contour를 생성한 후 공간분석을 위해 GRID file형태로 변환하였다.

3. 시기별 단면 변화 분석 결과

Section1 지점은 탐정호 방류구로부터 2km 지점에 위치하며, 본 연구지역에서 가장 상류에 위치한 곡류절단 지역이다.

대상하천의 비교구간인 Section1 지점의 경우, 하천의 우안 쪽이 1979년에 비해 1988년의 기간 동안 2m 가량 단면의 높이가 낮아졌으며, 1988년에서 2002년 기간은 0.5m 정도의 차이로 크지 않았다. Section3지점의 경우, 단면의 형태는 하천 중심 부분이 골이 깊게 파여 있는 형상을 보여주고 있으며 1979년과 비교결과 전반적으로 1.5m 정도 단면

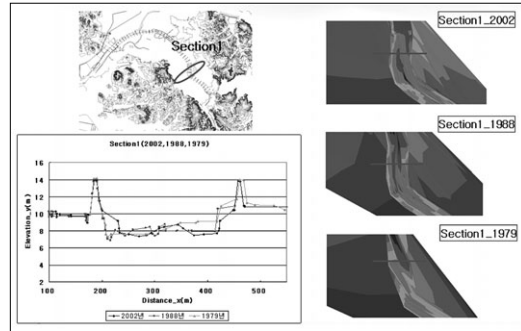


그림 6. 시기별 단면 변화 비교(Section1)

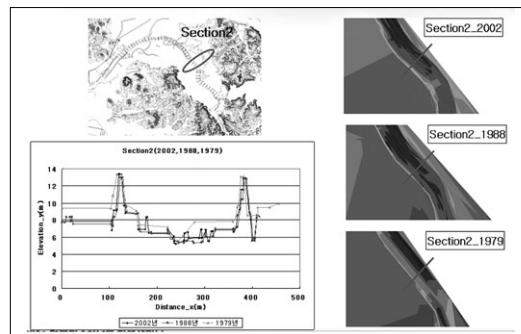


그림 7. 시기별 단면 변화 비교(Section2)

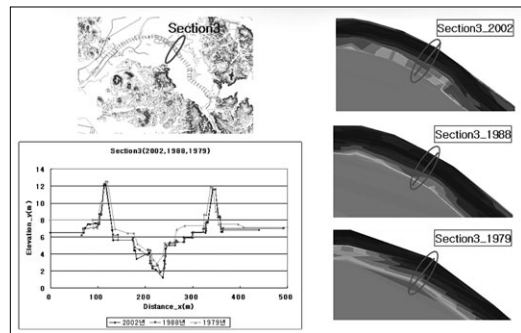


그림 8. 시기별 단면 변화 비교(Section3)

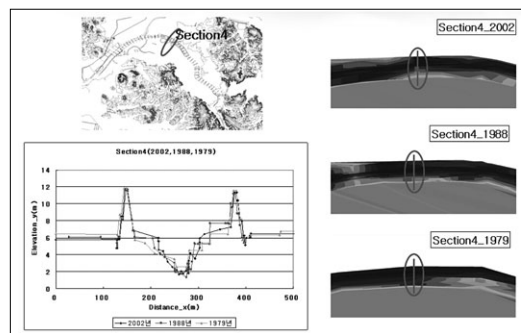


그림 9. 시기별 단면 변화 비교(Section4)

의 높이가 낮아졌음이 분석되었다. 반면 Section4 지점의 경우, 하천의 중심에서 제방으로 갈수록 퇴적이 되어 단면의 높이가 1.5m 정도 높아졌는데 자연적인 퇴적으로 보기에 다소 무리가 있어 인공적인 작업이 이루어졌을 가능성을 보여주고 있다.

4. 구간별 하상고 변화 분석 결과

그림 10은 대상구간의 하상변화에 대한 결과이다. 구간 분할 그림을 보면 논산대교에서부터 Part1, Part2, Part3로 구분하여 확대하였다. Part3 구간이 탐정 호에서 바로 방류되어 이어지는 구간으로 과거 1979년부터 1988년까지의 하상고 변화는 북서방향의 흐름을 갖다가 북쪽으로 꺾이는 곡류부에서 1.5m 정도 퇴적이 일어난 것을 확인할 수 있다. 이는 1988년부터 2002년까지 같은 부분에서 1 m 정도 침식이 일어난 것과는 시기적인 차이로 다른 결과를 보여주고 있다. 일반적으로 곡류부에서 일어나는 하천의 침식퇴적작용과는 반대의

결과이다. 이는 자연적인 현상보다는 인위적인 작업이 이루어졌을 것으로 판단되어진다. Part2 구간을 분석해보면, 1979년부터 1988년의 기간에는 하천흐름의 좌안은 퇴적이 이루어졌으며, 우안은 침식현상을 보여주고 있다. 이는 하천의 시간흐름에 따른 자연적인 현상으로 판단되어진다. Part1 구간은 논산대교 바로 위의 구간으로 1979년부터 1988년까지의 기간 동안은 구간 말단의 좌안부분은 퇴적이 일어났고, 우안은 침식의 영향을 보여주고 있다. 반면, 1988년부터 2002년까지의 기간은 구간 말단의 좌안부분은 침식이, 우안은 퇴적의 영향을 보여주고 있다. 이는 앞서 논의한 1979년부터 1988년까지 기간 동안과 반대의 결과를 나타내는데 이는 논산시의 중심에 있는 논산대교를 중심으로 과거 20년 동안 인위적인 하천 작업이 이루어진 것으로 추정되어진다. 결론적으로 1979년부터 2002년까지의 기간을 종합해 보면, 탐정호가 방류되는 논산천의 상류부분은 탐정호의 방류로 인한 퇴적으

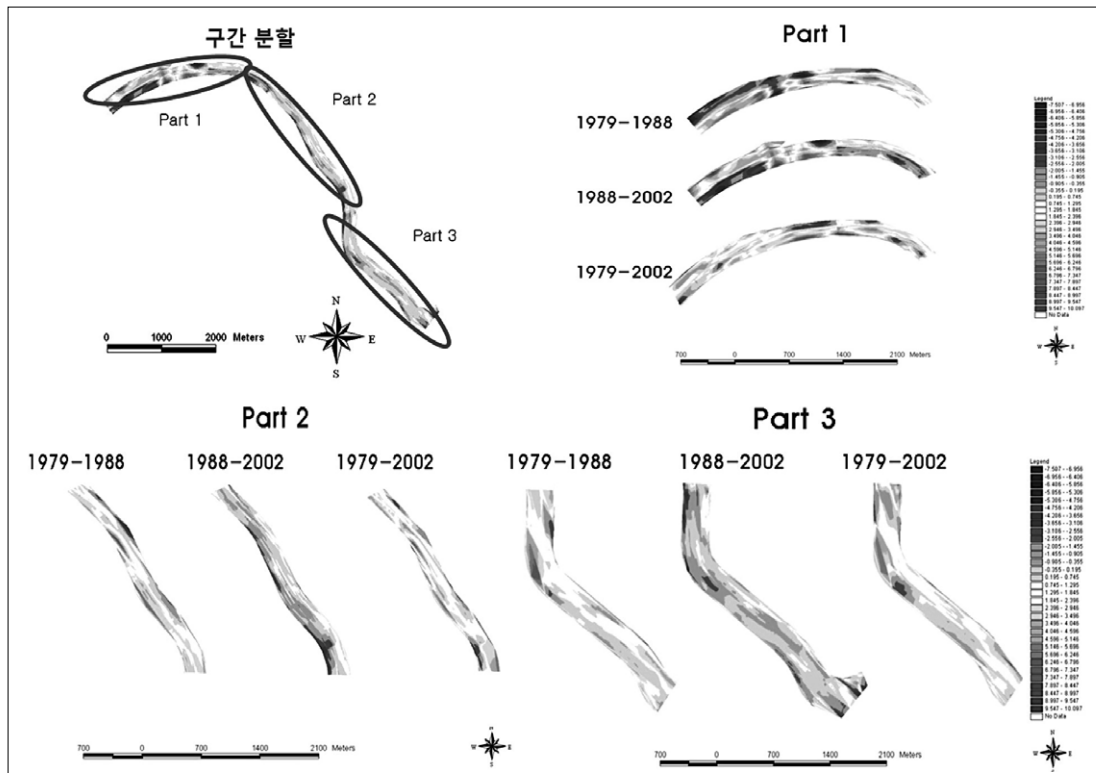


그림 10. 구간별 하상고 변화 결과

로 평균 1.1m의 하도 상승을 보여주고 있으며, 중간 구간(Part2)은 하도의 좌안은 침식현상을 우안은 퇴적현상을 보여주고 있다. 마지막으로 논산대교까지의 구간은 큰 곡류부가 형성되는 지형으로 좌안은 침식이 우안은 퇴적현상을 보여주고 있다.

IV. 결 론

본 연구에서는 GIS의 공간분석 기법을 이용하여 대상하천(논산천)에 대한 과거부터 현재까지 횡단면 변화를 분석하였다. 분석을 위해 하천정비기본계획의 횡단면 자료를 참조하여 고도 값을 입력하였으며, GIS 기능으로 분석이 가능하도록 GRID로 Data를 구축하였다. 이는 현재 제한된 단면정보를 이용하여 실측값이 존재하지 않는 단면을 구축하고, 구축된 단면을 이용하여 과거에서부터 현재까지 하도의 변화 및 분석에 도움을 줄 것으로 판단되어진다. 1979년을 기준으로 1988년과의 하천고 차이를 분석해본 결과 논산천의 좌안유로는 단면이 높아지고 우안유로는 침식이 일어나 하천고가 낮아지는 분석결과를 보여주고 있다.

반면 1988년을 기준으로 2002년과의 하천고 차이를 분석해본 결과 대상구간의 상류에서 중류까지는 대부분 하천고가 낮아지고 하류부분에 이르러 하천고가 높아지는 분석결과를 보여주고 있다.

사 사

본 연구는 국토해양부와 한국건설교통기술평가원의 지원을 받아 자연과 함께하는 하천복원기술개발(R&D/06건설핵심B01)의 일환으로 연구를 수행하였으며 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- 건설교통부, 2003, 금강수계 하천정비기본계획.
 건설부, 1988, 금강수계 종합정비계획.
 건설부, 1979, 금강 하천정비기본계획.
 김 철, 1998, GIS와 GIS 수문학의 소개, 한국수자원학회지, 한국수자원학회, 31(1), 15-25.
 성동권, 김태승, 정일록, 김태근, 조기성, 1999, GIS환경에서 Kringing 보간법을 이용한 이동오염원 배출량산정에 관한 연구, 한국측량학회지, 17(3), 273-282.
 심순보, 김주훈, 1998, GIS를 이용한 수자원관리 시스템 분석, 한국수자원학회지, 31(1), 36-48.
 안홍규, 2008, 하천 생물서식처 평가를 위한 압천 특성 조사.
 이희연, 2007, GIS 지리정보학.
 최철관, 김상호, 배덕효, 한건연, 하천유량관리를 위한 GIS 하도단면 구축, 한국GIS학회지, 8(1), 131-140.
 ESRI, 2007, Working with ArcGIS Spatial Analyst.
 ESRI, 2003, Advanced Spatial Analysis : The CASA Book of GIS.
 Milne, J. A. and Sear, D. A., 1997, Modelling river channel topography using GIS, Geographical Information Science, 11(5), 499-519.

최종원고채택 10. 02. 14