

지형분석과 GIS분석을 이용한 부여 일대 금강 하도 내 퇴적지형의 시계열적 변화

이애진* · 박지훈**

Depositional Landform Change in Stream Channel in Buyeo, Chung-Nam: An Investigative Study through the Analysis of Landform and GIS

Aejin Lee* · Ji Hoon Park**

요약 : 본 연구에서는 지형분석 및 GIS분석을 통해 충청남도 부여읍 일대의 금강유역을 중심으로 일제강점기에서부터 현재에 이르는 약 100년간 하도 내 퇴적지형의 시계열적인 변화를 살펴보고자 하였다. 조사지역을 크게 4구간으로 설정하여 하도 내 퇴적지형의 변화를 살펴보았으며, 그 중 하중도가 발달한 III구간과 IV구간을 대상으로 하중도의 면적변화를 분석하였다. III구간의 하중도의 면적은 일제강점기에 약 590,000m²로 지난 약 100년간 중에 규모가 가장 큰 것으로 확인되었다. 이 하중도의 면적은 일제강점기에서 1960년대로 가면서 78%감소하였으며, 1970년대로 가면서 이전시기 대비 279% 증가 한후, 1980년대에는 큰 변화가 없었다. 그 후, 1980년대 → 1990년대 → 2000년대 → 2010년대에 걸쳐서 각각 이전시기 대비 73%, 38%, 11% 정도 감소한 것으로 밝혀졌다. IV구간의 일제강점기 하중도의 면적은 약 111,000m²이며, 그러나 이 하중도는 1960년대에 소멸 후, 1970년대 면적 약134,000m²의 하중도가 재생성 되었다. 1980년대에 들어서 면적은 이전 시기 대비 약 148% 증가했으며, 그 후 2000년대에 들어서 완전히 소멸되었다. 2구간의 사례연구를 통해, 적어도 연구지역 내에서는 일제강점기 이후 1960년대까지는 하도 내 침식작용이 1980년대까지는 퇴적작용이 우세하였다가 2000년대 이후 침식작용이 급격히 진행된 것으로 나타났다.

주요어 : 부여, 하천지형, 하중도, 지형분석, GIS분석

Abstract : In this study, the geographical and geomorphological changes as well as the change of land scenery for about 100 years from the Japanese occupation period to the present in terms of Buyeo area have been attempted to be analyzed with time series using terrain analysis and GIS analysis. The result of analysis is as follows. The alluvial island distribution within the river channel formed by Geumgang and its scale have been clarified as most typically shown. Especially, the alluvial island verified in section III has been verified as the greatest scale for about 100 years in the investigation area. Seen based on the alluvial island area of the Japanese occupation period, the area of alluvial island in 1960's, 1970's, 1980's, 1990's, 2000's and 2010's have been reduced by about 78%, about 59%, about 59%, about 83%, about 90% and about 91%, respectively. Also, the alluvial island of IV section during the Japanese occupation period became extinct in 1960's and new alluvial island was formed. This alluvial island becomes completely extinct starting 2000's. With the current stage, the factor causing creation and extinction of previously mentioned alluvial island is uncertain.

Key Words : Buyeo, Depositional landform, Mid-channel island, Morphological analysis, GIS analysis

*공주대학교 사범대학 지리교육과 박사과정(Ph. D. Student, Department of Geography Education, Kongju National University, aejinx@naver.com)

**공주대학교 사범대학 지리교육과 교수(Professor, Department of Geography Education, Kongju National University, pollenpjh@kongju.ac.kr)

I. 서론

1. 연구목적 및 동향

부여지역은 백제의 마지막 도성인 사비성이 위치했던 지역으로 2015년도에 충청남도 공주시와 전라북도 익산시에 분포하는 백제시대 유적들을 엮은 ‘백제역사유적지구’가 유네스코 세계문화유산으로 등재되어 그 역사적 정체성을 인정받았다. 현재까지도 부여 일대에 분포하고 있는 문화유산에 대한 연구는 꾸준히 진행되고 있으며, 그 중에서도 연구지역인 부여읍과 그 일대 규암면은 부소산성을 비롯한 왕흥사지, 관북리 백제유적, 궁남지, 가탑리유적, 군수리사지 등의 사비백제시기 중요유적들이 분포하고 있어 연구가치가 높은 지역이다.

부여지역은 사비백제기 이후 약 1500년 동안 자연적·인위적 요인에 따라 많은 지형의 변화를 겪었으며, 특히 부여를 관류하는 대하천인 금강의 영향으로 하천지형은 다른 지형에 비하여 변화의 폭이 크게 나타난다. ‘하천’은 육로교통이 발달하지 않았던 전근대시기 전반에 걸쳐 내륙수운을 통한 교통로로 교역 및 문화교류의 통로의 역할을 수행하였고, 따라서 고대 유적의 입지를 규명하는데 있어 중요한 지형요소이다. 특히 연구지역일대는 금강의 감조영향권의 상한선으로 하천과의 연관성이 깊은 지역이다. 또한 하천의 퇴적작용에 의한 평야지형은 그들에게 양질의 생산 공간을 제공하고, 하천 수위변동과 유량변화에 따른 하폭 및 하도의 변화는 피수 및 용수 측면에서 고대인들의 주거공간과 생산공간 설정에 영향을 미치며 이에 따라 하천의 위치는 유적 입지에 있어 고려해야 할 사항 중 하나였을 것이다.

이와 같이 고대의 인간생활과 하천은 밀접한 관련이 있으며, 하천환경을 포함한 여러 자연환경 및 지형학적 요소들은 유적 입지에 있어 큰 영향을 주었을 것이라 추정된다. 그러나 실증적 데이터를 바탕으로 사비백제시기 유적 입지 연구의 기초를 제공 할 지리학적 관점에서의 연구는 아직은 미미한 편이다.

한편, 충남 부여지역을 대상으로 지리학적인 관점에서 수행된 연구는 자연환경과 인간생활 및 분포유적을 결부시킨 ‘고고지리학 관점’에서의 연구와 연구지역 내 분포하는 지형학적인 관점에서 지형요소를 대상으로 수행한 연구로 세분된다. 부여지역에서 고고지리학적인 관점에서 수행된 연구는 박지훈 그룹(박지훈, 2012a; 2012b;

박경 · 박지훈, 2011)의 연구가 대표적이다. 그들은 자연 지리학적 연구를 통하여 사비도성 및 도성 내 주요 관련 유적들의 입지요인과 입지 유형을 밝히고자 하였으며, 지형환경, 퇴적환경, 기후환경, 식생환경, 해수면환경, 수문 환경분석을 통하여 사비백제시대의 자연환경을 밝히고자 하였다.¹⁾

연구지역에 분포하는 지형을 대상으로 수행한 연구는 다음과 같다. 남길수(2011)는 부여분지의 선구조체와 중·소규모 지형요소들의 지형특색을 파악하여 부여 분지의 지형 형성 과정을 연구하였으며, 장동호 등(1995)은 하도 내 퇴적지형에 주목하여 원격탐사기법과 사력퇴의 입도분석을 토대로 금강 하류의 시계열적인 퇴적환경을 조사하였다. 또한 김장수 · 장동호(2009)는 지형도분석, 위성영상분석, 입도분석을 수행하고 이를 바탕으로 하구둑 건설 후 금강 하류의 다중시기 퇴적환경 변화를 분석하였다. 홍기병 · 장동호(2009)는 원격탐사 기법과 GIS분석을 금강 하류 하중도의 시계열적인 퇴적환경 변화를 연구하였다. 이들의 연구방법은 하도 내 퇴적지형의 정성·정량적인 분석과 해석이 가능한 장점이 있으나 다소 짧은 시기(1996~2005년)를 대상으로 한 연구를 수행하여 전근대시기의 하도 내 퇴적환경 변화를 반영하기 어렵고, 금강의 하류부를 연구대상으로 하여 주요 유적들의 입지 구간과는 다소 거리가 이격되어 나타난다.

이와 같이 고고지리관점에서 수행된 일부 연구들과 남길수(2011)의 연구를 제외하고 주요 유적들이 입지하는 부여읍과 규암면일대를 대상으로 지형·지리학적인 관점에서 연구를 수행한 경우는 아직까지는 많지 않은 것으로 확인되었다.

한편, 유적은 자연환경을 고려하여 유적성격에 적합한 지역을 선정하였기에, 유적 입지 분석에 앞서 연구지역 일대에 분포하는 중요 지형 요소들에 대하여 연구할 필요성이 있다. 본 연구지역은 금강 본류가 C자 형태로 화강암 분지를 곡류하는 지역임과 동시에 서해 감조권의 한계지점으로 하천과 해수의 활동으로 인한 하천 침식 및 퇴적에 따른 시계열적인 지형의 변화가 예상된다.

따라서 본 연구는 충남 부여지역 일대에서 수행되는 유적 관련 연구에 토대를 제공하는 기초연구 중 하나로, 시계열적인 지형변화 추정에 유용한 지형도 분석을 통하여 일제강점기에서 현재에 이르기까지 약 100년간의 변화를 살펴보고자 하였다. 특히 다른 지형에 비하여 지

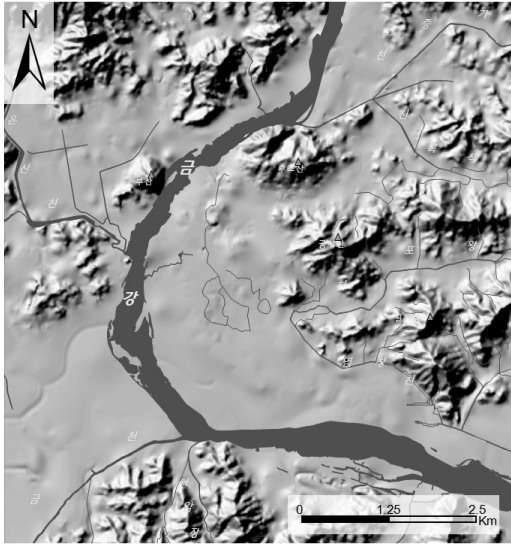


그림 1. 연구지역 일대의 음영기복도

출처 : 박지훈(2012).

형의 생성과 소멸의 주기가 상대적으로 빠른 하도 내 퇴적지형의 시계열적인 변화를 살펴보고자 한다.

2. 연구지역

연구지역은 금강의 본류가 'C'자의 형태로 크게 곡류하는 구간으로 금강의 구간 중 '백마강'이라고 불리는 금강의 하도이다. 공간적 범위는 백마강교 기준 상류 400m, 하류로 11.26km에 해당하는 지역으로 행정구역상으로 충청남도 부여군의 부여읍과 규암면의 일부를 포함한다. 지형학적으로는 협곡 구간이 발달한 금강 중·하류 지역에서 사력퇴가 폭넓게 발달하기 적합한 부여분지²⁾에 해당하는 지역이며(조현, 2009), 유속이 느려지는 구간에는 하천 퇴적지형이 발달해 있다.

북쪽부터 지천(금강천), 은산천, 금천, 석성천 등의 하천이 합류하며, 금강과 이들 하천이 만나는 지역에는 범람원이 넓게 발달하여 '부여평야'를 형성한다(부여군지, 2003a). 금강은 대청댐 건설(1980년)이전 하상계수가 1:299로 집중호우 시 유량이 급증하여 계절 간 유량의 변동이 큰 하천으로, 좁은 하도에 비하여 하천의 양안에 넓은 범람원이 형성되어 있으며, 범람원내 자연제방에는 하천에 의한 범람을 피하여 취락이 형성되었다(부여군지, 2003a).

조사지역 일대 지형은 크게 퇴적지형과 침식지형으로

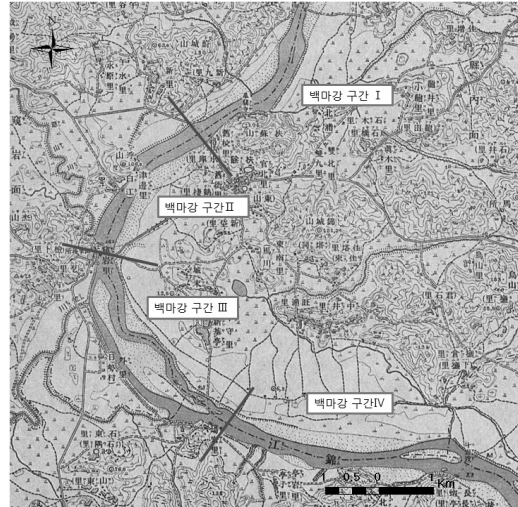


그림 2. 백마강 내 연구구간

* 일제강점기 지형도(1925)를 기준.

구분된다. 퇴적지형은 하성기원의 포인트 바, 하중도, 범람원(자연제방, 배후습지), 하안단구(기후단구, 해변 변동성단구), 소규모 선상지로 그리고 해성기원의 간척지(구 간척지)로 세분된다. 침식지형으로는 크게 구릉지(저위평탄면 포함)와 산지(저산성구릉지 포함)로 구분된다(박지훈, 2012b).

조사지역 일대의 지질은 주로 흑운모화강암, 충적층이 분포하며 중생대 흑운모화강암은 화지산과 같은 저구릉지의 기반암을 이루고 충적층은 금강 연안에 비교적 넓게 발달하여 흑운모화강암을 피복하고 있다(박지훈, 2012b).

3. 연구방법

본 연구는 지형도 분석을 통하여 연구지역 일대의 하천퇴적지형인 하중도(河中島, alluvial island)와 사력퇴³⁾(沙礫堆, sand-gravel bar)의 시계열적인 변화를 분석하고자 하였다.

첫째, 지형도 분석의 경우 조선총독부 육지측량부가 제작하여 1925년 발행한 축척 1:50,000 근세한국 오만분지일 부여 도엽 지형도부터 국토지리정보원에서 발행한 축척 1:25,000의 부여와 석성 도엽을 10년 단위(1967, 1976, 1986, 1991, 2003, 2005, 2011 발행)로 비교·분석하여 하도 내 퇴적지형의 평면적인 형태 변화의 경향을

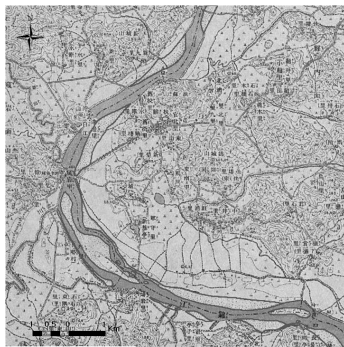
파악하였다.

둘째, GIS분석의 경우 지형도 분석을 통해 나타난 결과를 바탕으로, 주요 변화들의 구체적인 변화를 측정하기 위해 각 시기별 하천퇴적지형에 면적을 측정하였으며, 축척 1:25,000 수치지도를 기준으로 각 시기별 지형도를 정치한 후, 디지털라이징(Digitizing) 작업을 통해 지형도의 하천퇴적물을 shape file 중 Polygon으로 표현하였다. 이를 시기별로 중첩하여 형태 변화 및 면적의 변화

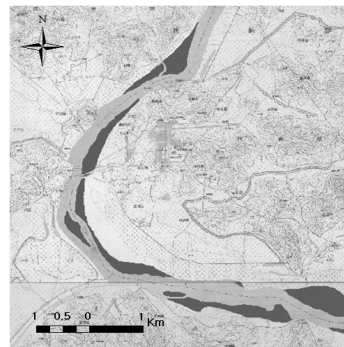
추이를 산출하였으며, 분석을 위한 자료처리는 Arc GIS 10.0을 사용하였다.

II. 분석결과: 하도 내 퇴적 지형의 시계열적인 변화

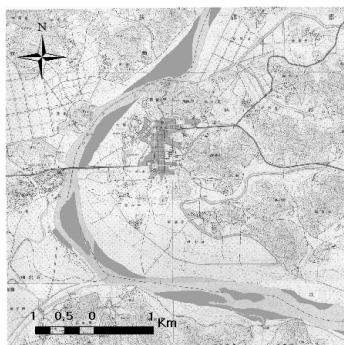
연구지역의 하도 내 퇴적지형의 시계열적인 변화를



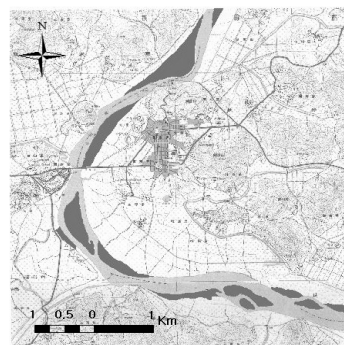
(1) 일제강점기하도 내 퇴적지형(1925)



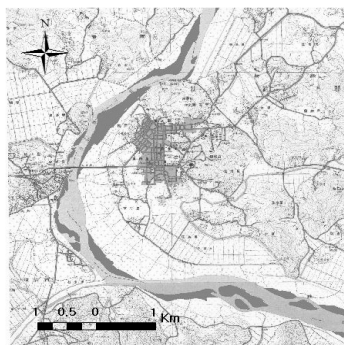
(2) 1960년대 하도 내 퇴적지형(1967)



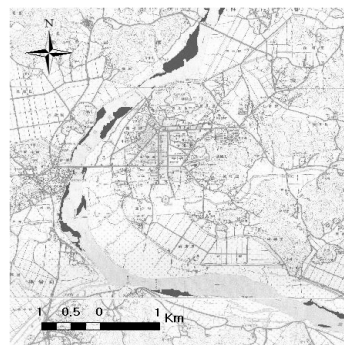
(3) 1970년대 하도 내 퇴적지형(1976)



(4) 1980년대 하도 내 퇴적지형(1986)



(5) 1990년대 하도 내 퇴적지형(1996)



(6) 2000년대 하도 내 퇴적지형(2003)

그림 3. 하도 내 퇴적 지형의 시계열적인 변화

파악하기 위해, 근대적인 토목공사 이전 시기를 모습이 반영된 일제강점기 지형도를 기준으로 총 4개 구간을 설정하였다. 연구지역 이르는 금강 구간을 이르는 명칭을 고려하여 백마강 I~IV으로 설정하였다(그림 2).

1) 구간별로 본 하도내 시계열적 퇴적양상의 변화

(1) 백마강 I 구간

백마강 구간 I은 금강 서안의 호암리일대 사력퇴와 동안의 정동필의 자연제방을 형성하는 사력퇴로 구분된다(그림 2 참조). 두 사력퇴는 일제강점기에서부터 1990년대 이전까지 규모가 꾸준히 증가하여 1970년대는 가장 큰 규모의 사력퇴가 형성되었다.

1990년대 이후, 호암리 사력퇴의 후면부가 발경작지로 개간되어 순수한 사력퇴의 면적은 감소하게 되었으

며, 정동필 근처에 소규모 하중도가 생성되었다. 2000년대 들어 사력퇴 상류부에 백마강교가 축조되었으며, 전체적인 사력퇴의 면적은 감소하여 인근 하도의 폭이 확장되었다. 2010년대 들어 사력퇴 면적은 가장 크게 감소하였으며, 2009년 착공된 4대강 사업에 따른 수변공원 조성으로 인한 인위적인 영향이 확대되어 백마강 I 구간 사력퇴 자체의 형태적 변화가 가장 크게 일어난 것으로 확인되었다.

(2) 백마강 II 구간

백마강 II 구간은 크게 구드레습지와 부산 앞 사력퇴로 구분된다. 구드레습지는 금강 하도가 'C' 자 형태로 곡류하는 활주사면 전면에 발달한다. 1960년대까지 형태상 큰 변화는 확인되지 않으며, 1970년대에 들어 분류방향으로 사력퇴의 전면부가 성장하여 금강 본류 하도의 하

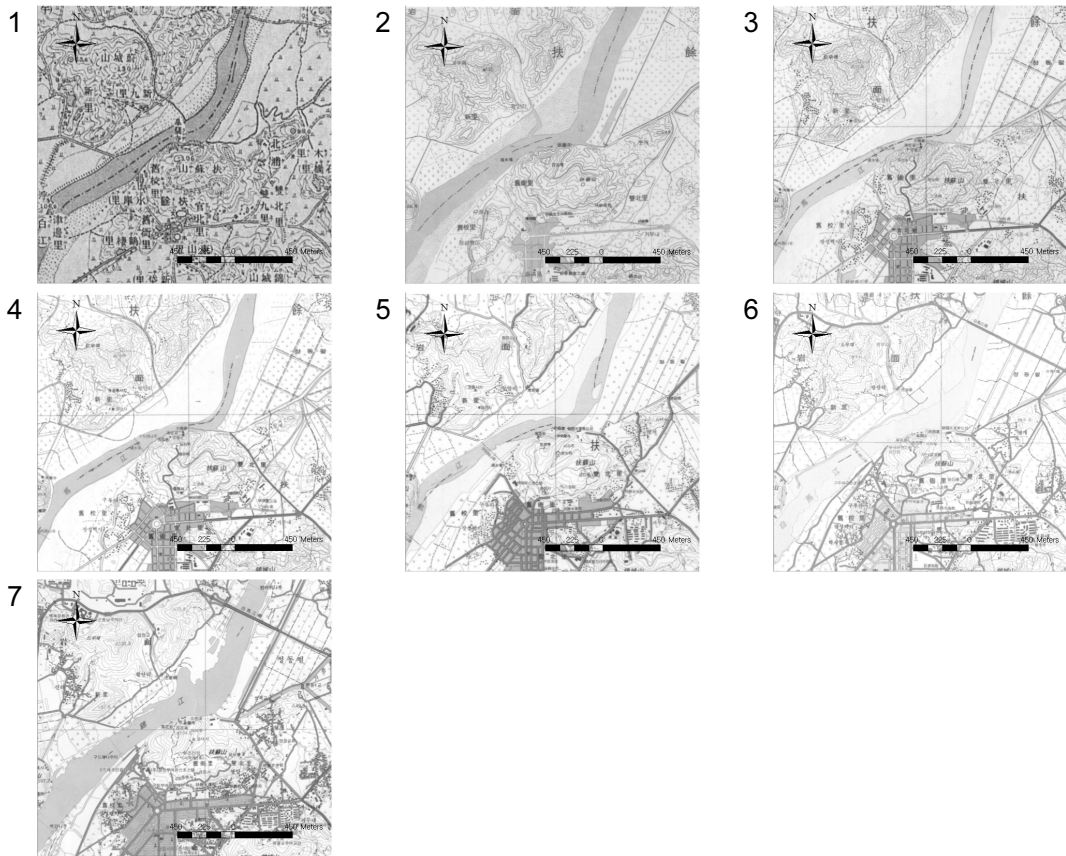


그림 4. 백마강 I 구간의 시대별 변화양상

* 1: 일제강점기, 2: 1960년대, 3: 1970년대, 4: 1980년대, 5: 1990년대, 6: 2000년대, 7: 2010년대 지형도.

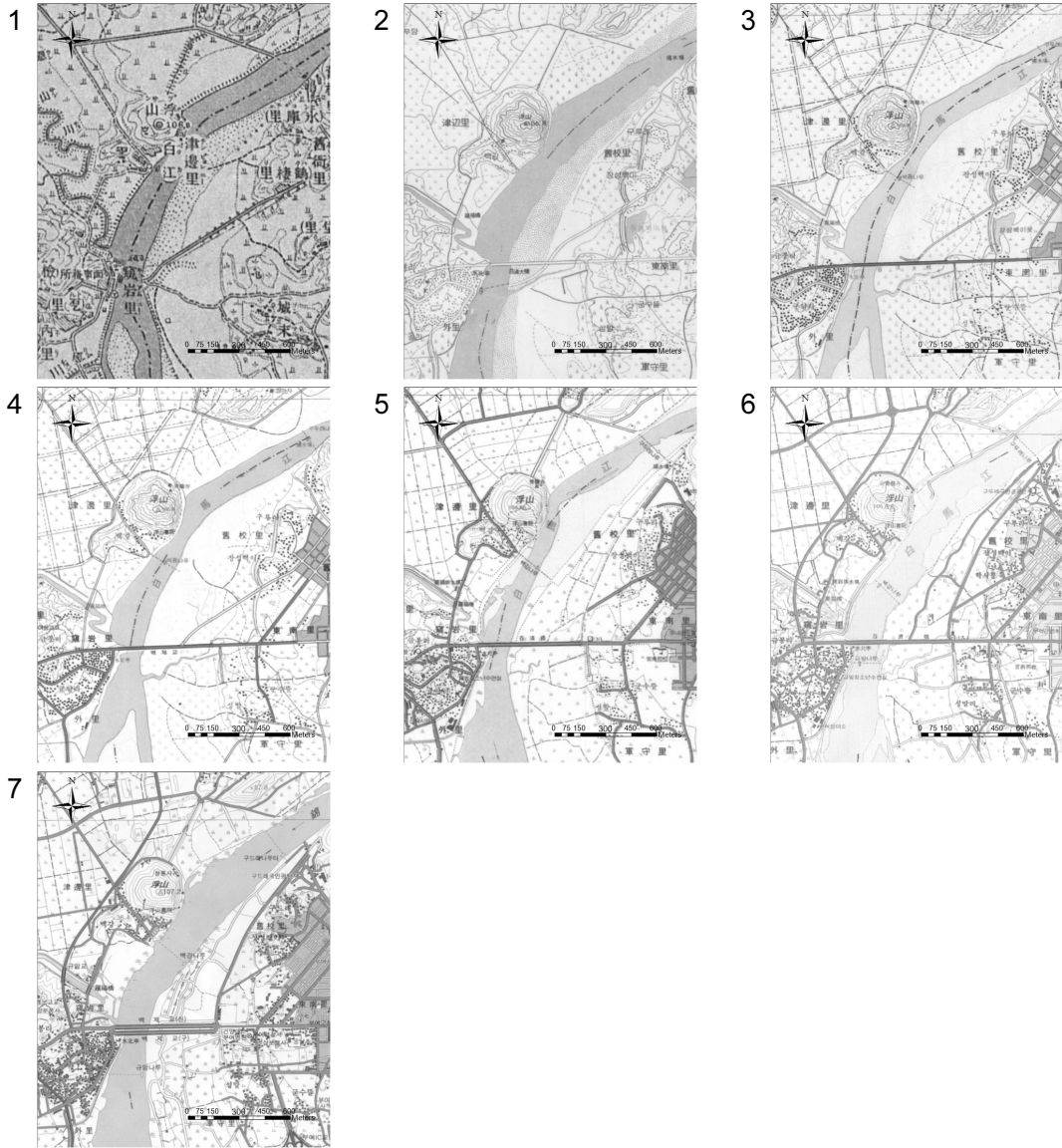


그림 5. 백마강 II 구간 (구드레 습지일대)의 시대별 변화양상

* 1: 일제강점기, 2: 1960년대, 3: 1970년대. 4: 1980년대, 5: 1990년대. 6: 2000년대, 7: 2010년대 지형도.

폭이 좁아졌고, 이 형태는 1980년대 까지 유지되었다. 1990년대 들어 사력퇴 하류부 및 인공제방과 닿은 사력퇴 후면 일부지역에 사력퇴 습지가 나타나며 상류방향으로 사력퇴가 성장하여 형태적 변화가 나타났다. 2000년대 들어서부터 사력퇴 습지를 제외한 전체적인 사력퇴 면적이 급격히 감소하였으며, 2010년대에는 사력퇴 습지부분을 제외한 모든 사력퇴가 소멸된 것으로 확인되었다.

한편, 부산 앞 사력퇴는 일제강점기 이전부터 제방이 축조되어 1980년대까지 형태와 규모가 유사하게 나타난다. 1990년대 제방 전면에 새로운 사력퇴가 형성되었으며, 2000년대 사력퇴 규모가 크게 감소하고 2010년대에 사력퇴 습지 부분을 제외한 사력퇴의 모든 부분은 유실되었다. 사력퇴가 유실됨에 따라 도강의 최단거리를 바꿔 사력퇴 전면에 있던 나루터도 시기에 따라 위치가 변경되는 등 인문적인 경관의 변화가 확인된다. 따라서

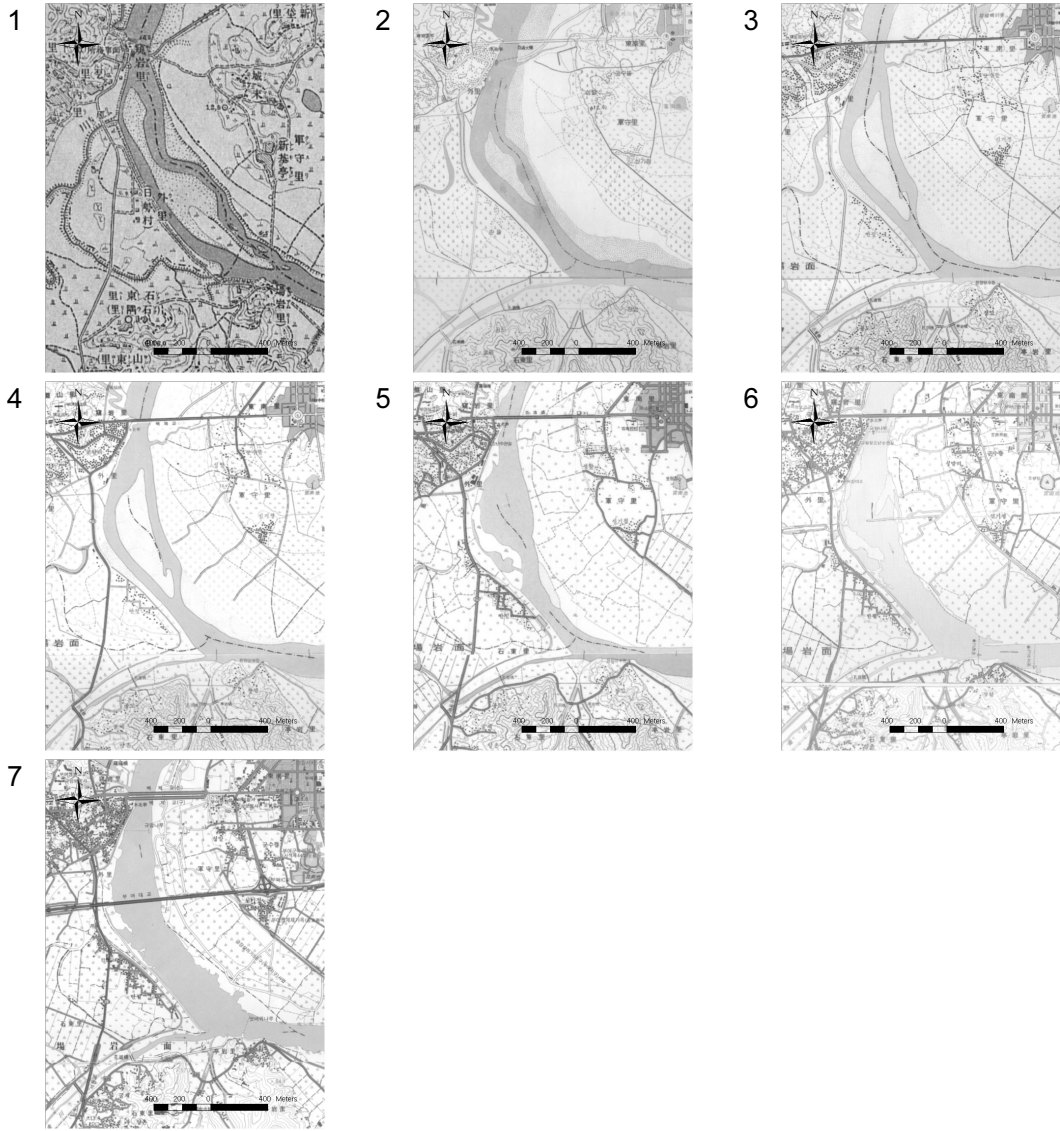


그림 5. 백마강 III 구간의 시대별 변화 양상

* 1: 일제강점기, 2: 1960년대, 3: 1970년대, 4: 1980년대, 5: 1990년대, 6: 2000년대, 7: 2010년대 지형도.

백마강 II 구간에서는 2000년대부터 어떠한 요인에 의하여, 하천의 퇴적작용보다 침식작용이 우세한 환경이 형성된 것으로 생각된다.

(3) 백마강 III 구간

백마강 III 구간의 하천퇴적지형은 크게 하도 내 하중도와 금강이 곡류하는 활주사면의 중심부 전면에 위치한 사력퇴로 나뉜다. 하중도의 경우 일제강점기~2010년

대 까지 형태와 규모의 변화가 나타났으며, 1990년대 이후 면적이 크게 감소한 뒤 점차 규모가 줄어 2010년대 들어서 식생이 피복한 사력퇴 습지를 제외한 사력퇴 부분은 소멸된 것으로 나타났다.

한편, 금강 범람원의 일부인 대왕땀 전면에 형성된 사력퇴는 1960년대에 들어 하중도의 규모는 감소한 반면, 사력퇴는 성장하여 면적이 증가하였으며, 1970년대에 침식작용 의해 상류부 일부 침식에 의한 형태적 변화가

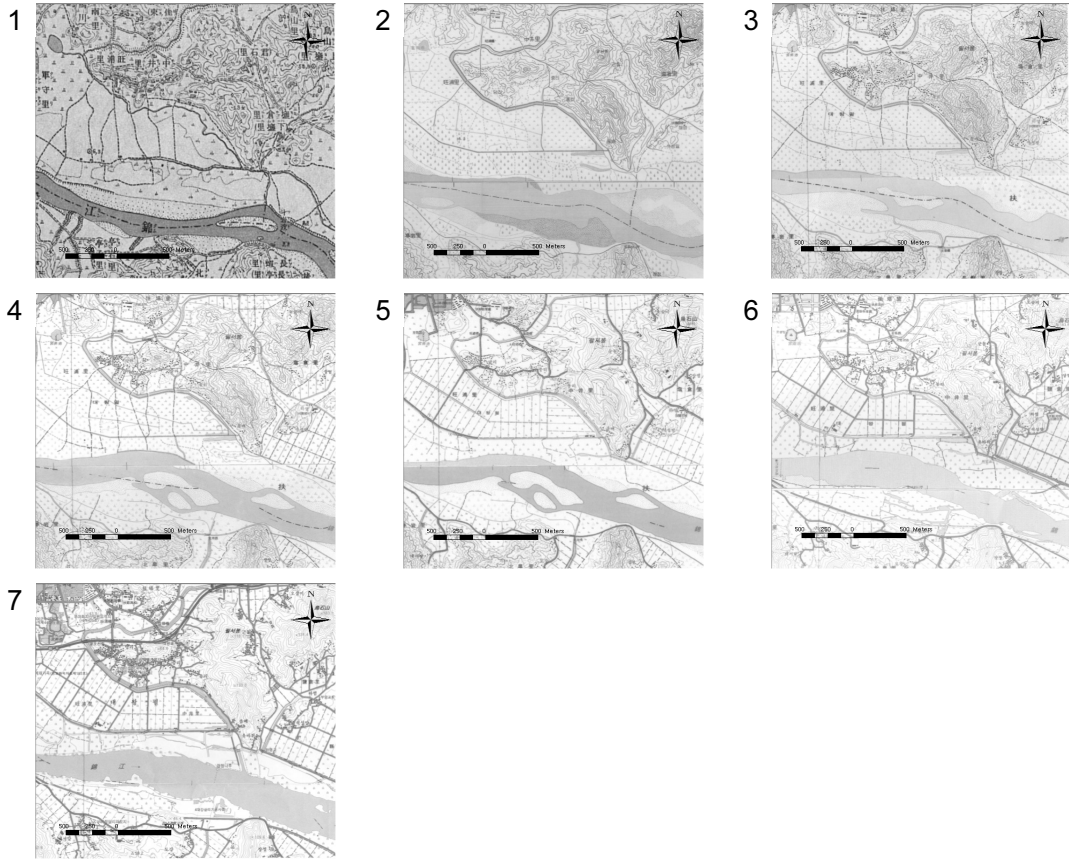


그림 6. 백마강 IV 구간의 시대별 변화 양상

* 1: 일제강점기, 2: 1960년대, 3: 1970년대, 4: 1980년대, 5: 1990년대, 6: 2000년대, 7: 2010년대 지형도

확인되었다. 1990년대까지는 규모와 형태가 유지되었으며, 2000년대 들어 분포하는 사력퇴적물의 면적이 축소되기 시작하였고 2010년에 면적이 가장 많이 축소된 것으로 나타났다.

(4) 백마강 IV 구간

백마강 IV 구간의 하천퇴적지형은 부곡리 앞 하중도와 중정리 일대의 사력퇴로 구분된다. 일제강점기 하도 내 위치하던 하중도는 1960년대 들어 지형도상에서 소멸되었으나, 하류의 사력퇴가 성장한 것으로 보아 해체된 후 재퇴적된 것으로 생각된다. 1970년대에 하도 내 퇴적물 증가로 중정리 일대의 사력퇴가 급격하게 성장하였으며, 1990년대까지도 그 상태가 유지되었다. 그러나 2000년대 들어 하도 중앙에 있던 하중도가 면적이 감소하고 하천변으로 위치가 이동하는 급격한 변화가 일

어났으며, 2010년 이후에 하중도는 소멸되고 사력퇴의 면적도 감소한 것으로 확인되었다.

IV. 고찰

전술한 분석결과에 따르면, 연구지역의 하도 내에는 시간의 흐름에 따라 하천퇴적지형인 사력퇴와 하중도가 생성과 소멸, 성장과 축소 반복하는 모습이 확인되었다. 본 고에서는 지형도 상에서 쉽게 식별이 되고 정량적인 분석이 가능한 하중도를 대상으로 시계열적인 하중도의 면적 및 형태의 변화를 분석을 통해, 이를 통해 하천의 시계열적 하도 내에 퇴적상황을 알아보고자 하였다. 이를 위해 연구지역에서 근세 이후, 가장 오랫동안 그 형태를 유지하고 인간생활에 영향을 미쳤을 상대적으로 대

규모인 하중도 2개를 선정하였다.

권혁재(1990)에 의하면, 하중도는 하천 형태나 형성원인에 따라 지류형, 망류형, 협곡형, 삼각주형으로 분류된다. 연구대상인 2개소의 하중도는 금강 상류부로부터 운반된 퇴적물들이 협곡(각각 백제교 근처와 맛바위나루 근처) 통과한 후, 하도가 곡류하며 하폭 확대에 의한 유속 감소 결과로 형성된 ‘협곡형 하중도’이다.⁵⁾

또한 연구대상 하중도는 형태적 측면에서 크게 두 가지로 할 수 있다. 첫 번째 유형은 지형학적으로 하중도로 알려진 퇴적지형으로 주위가 하천으로 둘러싸여 육지부와 분리되어 있는 것(Type-1)이고 두 번째 유형은 Type-1 유형의 하중도가 하천 연안의 포인트 바로 변해가는 점이과정에 있는 퇴적지형(Type-2)이 있다. 여기에서는 전술한 두 유형을 모두 대상으로 하여 면적을 측정하였다.

1. 백마강 구간 III 하중도의 면적 변화

백마강 구간 III에서는 일제강점기에 약 590,000m²(약 18만평)로 규모의 큰 하중도가 확인된다(표 1). 이 하중도는 조사시기인 근세 약 100년간 중에서 가장 큰 규모이다. 이는 근대적 토목공사가 진행되기 이전 시기(배선학, 2007) 인간의 인위적 간섭이 많지 않아 비교적 퇴적물의 유입이 자유롭고, 아직 수위 조절을 위한 대형댐과 수중보 및 방수용 제방들이 완비되기 이전이기 때문에 하도 내 퇴적물이 상대적으로 많았을 것이기 때문이다.

1960년대에 들어서면서 전술한 하중도는 그 면적이 일제강점기에 비해 약 460,000m² 정도 축소되었고, 일제강점기 대비 78% 감소하였으며 형태도 이전 시대와 사뭇 다른 형상을 띠고 있다. 이어서 1970년대 들어 하중도의 면적은 1960년대에 비해 다시 상대적으로 약 230,000m² 증가하였으나 일제강점기 대비 39% 면적이 감소하고 형태에 있어서 약간의 차이가 확인되었다. 그러나 1980년대에는 이전의 1970년대의 하중도와 비교할 때, 그 규모나 형태에 그 차이가 없는 것으로 밝혀졌다.

반면, 1990년대에는 전혀 다른 하도 내 하중도의 환경이 펼쳐졌다. 일제강점기부터 유지되어 오던 하중도가 소멸되고, 외리(外理) 부근을 중심으로 새로운 하중도가 형성되었다. 이 하중도의 면적은 약 99,000m²로서 일제강점기 대비 83% 감소하며 이전의 하중도 보다는 면적

이 축소된 것으로 확인되었다. 새로운 하중도의 면적은 2000년대와 2010년대 들어서면서 각각 37,000m², 7,000m²가 계속하여 줄어드는 경향을 띠는 것으로 판명되었다.

2. 백마강 구간 IV의 하중도의 면적 변화

백마강 구간 IV에는 일제강점기에 면적 약 111,805m²의 하중도가 생성되어 있었다(표 2). 그러나 1960년대 이 하중도는 소멸하였고, 1970년대 들어 새로운 형태의 하중도가 생성되었다. 북곡습지¹⁰⁾라 불리는 이 하중도의 면적은 분석결과 약 133,892m²로 이전에 일제강점기에 위치 하였던 하중도의 면적이 비하여 약 120% 증가하여 생성되었다. 1980년대 들어 하도 기준에 있던 하중도의 면적은 약 197,928m²로 이전시기에 비하여 148% 늘어가 확대되었으며, 사력퇴와 하중도 사이에 약 51,311m²의 하중도와 중정리 일대에 면적이 약 77,077m²인 새로운 하중도가 생성되었다. 1990년대 들어서도 이 구간 내 위치한 하중도들은 형태와 규모가 이전시기와 비슷한 양상을 지닌다.

그러나 2000년대 이후 백마강 구간 IV의 하중도들은 전부 소멸되어 지형도에서 사라졌다. 이는 지난 90-91년 골재 파동이 일면서 금강 골재채취량이 급격하게 늘었던 것과 상관이 있을 것으로 추측되나 정확한 원인은 추후 연구를 통해 고찰해야 할 것이다.

3. 연구지역 하도 내 퇴적지형의 변화

지형도분석을 통하여 하도 내 퇴적지형의 높이 및 부피 증감에 따른 구체적인 침식 및 퇴적량 산출은 불가능하지만, 퇴적지형의 평면적 형태 및 면적을 분석을 통하여 시계열적인 변화 경향을 파악하기에는 용이하다. 연구지역인 부여분지는 화강암 풍화대에 속하여 하천변에 중·세립질 모래와 미립물질 위주의 넓은 사력퇴가 발달하고 있다(조현, 2009).

하도 내 퇴적지형은 홍수와 자연재해와 같은 자연적인 요인과 함께 하천 내 댐, 저수지, 보, 하굿둑, 교량 축조 등의 인위적인 요인에 의하여 영향을 받는다. 연구지역은 지질·지형분포 및 높은 하상계수에 따른 범람 등의 요인과 함께 하천변에 인공제방 하천에 댐, 하굿둑, 수중보의 축조로 인해 하도 내 퇴적지형의 시계열적인 변화가 예상되는 지역이다.

표 1. 시계열적인 하도내 퇴적지형의 형태적 변화 및 면적 변화 양상 - 백마강 구간 III

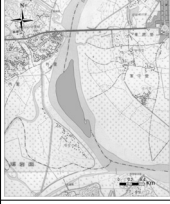


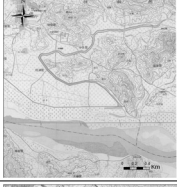

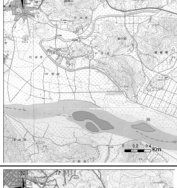
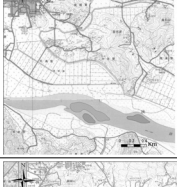
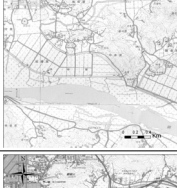
시기	하중도 형태	면적(m ²)	일제강점기 기준비율(%)	이전 시기 대비 비율(%)	특징
일제강점기 (1925)		590,879	100	100	100년간 가장 큰 규모의 하중도
1960년대 (1967)		129,756 (↓461,122)	22	22	면적축소
1970년대 (1976)		362,616 (↑232,859)	61	279	면적확대
1980년대 (부여:1986.6.21 석성:1986.2.19)		361,835 (↓781)	61	100	면적유지
1990년대 (부여:1996 석성:1996.12)		99,035 (↓262,801)	17	27	구간내 새로운 하중도 생성
2000년대 (2003)		61,897 (↓37,138)	10	62	면적축소
2010년대 (2011)		54,889.74 (↓7,006)	9	89	면적축소

표 2. 시계열적인 하도내 퇴적지형의 형태적 변화 및 면적 변화 양상 - 백마강 구간 IV

시기	하중도 형태	면적(m ²)	일제강점기 기준비율(%)	이전 시기 대비 비율(%)	특징
일제강점기 (1925)		111,805	100	100	
1960년 (1967)		-	-	-	하중도 소멸
1970년 (1976)		133,892 (↑22,088)	120	120	하중도 생성 (면적확대)
1980년 (부여:1986.6.21 석성:1986.2.19)		① 197,928 (↑64,036) ② 51,311 ③ 77,077	① 177 ② 46 ③ 69	① 148 ② 38 ③ 58	새로운 하중도생성 및 면적확대
1990년 (부여:1996 석성:1996.12)		① 192,374 (↓555.4) ② 48,034 (↓327.8) ③ 73,798 (↓327.9)	① 172 ② 43 ③ 66	① 97 ② 94 ③ 96	면적유지
2000년 (2003)		-	-	-	하중도 소멸
2010년 (2011)		-	-	-	하중도 소멸

일제강점기(1925년)에는 연구지역의 활주사면 전면을 중심으로 사력퇴와 하도의 중앙에 큰 규모의 하중도가

형성되었다. 하중도 내 논경작지가 나타나는 것으로 보아 오랜 기간 안정적인 형태를 유지했을 것으로 추정된

다. 이 시기는 금강의 인공구조물들이 본격적 설치 이전 시기로 분류와 지류하천에 축조된 흙담을 제외하고 인간의 간섭이 비교적 적었던 연구지역 일대의 모습이 나타난다.

1960년대 들어 가장 큰 변화는 하도 중앙의 하중도 규모의 감소이다. 일제강점기 이후 약 42년 동안 하도 내 퇴적물 공급량 및 유수의 흐름 변화 등의 요인으로 하도 중앙의 하중도가 해체되고 하류부의 사력퇴가 일부 성장한 것으로 추정된다. 정확한 요인은 추후 연구를 통해 보완해야 할 것이다. 1970년대는 하도 내 퇴적지형이 성장한 시기이다. 큰 폭의 변화는 없으나, III구간 하중도의 면적이 증가하고 IV구간에 새로운 하중도가 생성되었다. 이를 통해 하도 내 퇴적작용이 활발하였음을 파악할 수 있다. 이 시기는 부여읍과 규암면을 연결하는 백제교가 준공 완료된 시기(1968년)로, 준공 과정에서부터 준공 후까지 하천의 흐름 등과 같은 요인에 영향을 미쳤을 것이라 추정되며, 교량건설과 하도 내 환경변화에 대해서는 추후 연구가 필요하다.

1970년대와 1980년대 사이는 하류부의 사력퇴와 하중도 일부의 형태적 변화가 확인되지만 전반적으로는 큰 변화가 확인되지 않았다. 이 시기는 1980년 대청댐 완공 시기가 포함된다. 선행연구⁵⁾에 의하면 대청댐 건설 이후 하류구간은 2006년까지 하상이 저하된 것으로 분석되나, 지형도를 통해서서는 하상저하에 따른 퇴적물의 변화는 크게 확인되지 않았다.

1980~1990년대 시기는 연구지역에서 침식작용이 활발하게 시작되기 시작한 시기이다. 기존 IV구간의 하중도의 형태와 규모에는 큰 변화가 없으나, III구간의 하중도는 해체되고 일부는 하천변의 bar형태로 퇴적되었으며, 하천변의 사력퇴의 규모가 감소하였다. 이는 대청댐 준공 이후 지속적으로 저하된 하상변화와 퇴적물의 공급 차단, 1982년부터 시작된 부여를 포함한 금강하류지역에서의 골재채취로 인한 퇴적물의 감소가 이와 같은 침식작용 강화에 의한 요인이 가장 큰 영향을 주었을 것이라 판단된다. 특히 골재채취는 채취 후 형성된 웅덩이가 흐름과 유사이송의 특성을 변화시켜 주변 하천 형태를 변화를 시키는 것으로 알려져 있다(최규호, 2006). 이와 함께 1994년 금강하굿둑 축조 이후에 서해 조류로 인한 퇴적작용이 제한된 점도 영향을 주었을 것이라 생각된다.

1990년~2000년도의 시기는 이전 시기부터 시작된 하

도 내 침식이 더욱 가속화 시기이며, 연구지역에서 근대 100년 동안 가장 큰 퇴적지형의 변화가 확인되었다. 이전 시기부터 지속된 대청댐 건설로 인한 하류지역의 하상 저하와 함께 진행된 퇴적물 공급 감소, 1892년부터 금강 하류에서 시작된 골재채취로 인하여 하도 내 퇴적물 공급이 급감은 이러한 퇴적환경 변화의 주원인이라고 판단된다. 특히 골재채취는 90년대 건설 경기붐과 더불어, 금강 종합개발사업의 일환으로 1996년부터 2001년까지 대규모로 진행되었다(이현재, 2006).

전시기에 이어 하천의 침식작용은 2011년 들어서 급격히 진행되었다. 2011년의 지형도에서는 연구지역 내 하중도가 모두 소멸하고 하천양안에 발달하였던 사력퇴들 역시 식생이 정착한 습지부분을 제외하고는 대부분이 소멸한 것으로 확인되었다. 이는 앞서 전술한 요인과 함께 2008년 정부에 의해 수립된 4대강 살리기 사업과도 연관이 있는 것으로 추정된다. 금강의 치수안전성 확보를 위한 대규모의 준설공사와 함께 금강의 하류에 백제보를 포함한 3개의 수중보는 퇴적물의 절대량을 감소시키고 하천의 원활한 흐름을 제어하여 하천의 수심변화에 영향을 주었다. 이러한 복합적인 요인에 따라서 지형도상에서는 하도 폭이 연구시기 중 가장 넓고 단조로워졌다. 또한 사력퇴는 수변공원 조성에 따른 형태적인 변화가 크게 나타나는 것으로 확인되었다.

즉 지형도 분석을 통하여 분석한 연구지역 일대의 퇴적환경은 일제강점기~1960년대까지는 구간별로 침식과 퇴적이 동시에 일어나는 시기를 거쳐 1960~1980년대까지는 퇴적작용이, 1990년대 이후 하상고 저하와 공급 퇴적물 급감에 따른 변화는 하도 내 침식작용을 우세한 것으로 확인되었다.

V. 결론

본 연구에서는 지형도분석을 통해 충청남도 부여읍 일대를 중심으로 일제강점기에서부터 현재에 이르는 약 100년간 하도 내 퇴적지형의 시계열적인 변화를 살피고 그 요인을 개략적으로 밝히고자 하였다.

1. 지형도 분석을 통하여 연구지역 하도 내 퇴적지형의 변화를 분석한 결과는 다음과 같다 1960년대 들어 일제강점기(1925년)에 비하여 하도 중심부의 하중도의

- 규모가 감소하고 'C'곡류하도의 하류부에 사력퇴가 성장한 것으로 나타났다. 1970년대에는 전반적으로 퇴적작용이 활발하여 퇴적지형들이 규모가 증가하였으며, 이 형태는 1980년대까지 유지되었으나, 1999년대 들어 증가하기 시작한 하천의 침식작용이 2000년대, 2010년대 들어 가속화되어 하도 내 퇴적지형들은 면적축소를 거쳐 일부 소멸된 것으로 나타난다.
- 연구지역의 구간을 나누어 하중도의 면적변화를 분석하였다. III구간의 하중도의 면적은 일제강점기에 약 590,000m²로 지난 약 100년간 중에 규모가 가장 큰 것으로 확인되었다. 이 하중도의 면적은 일제강점기에서 1960년대로 가면서 78% 감소하였으며, 1960년대에서 1970년대로 가면서 이전시기 대비 279% 증가한 후, 1970년대에서 1980년대에 걸쳐서는 큰 변화가 감지되지 않았고 그 후, 1980년대 → 1990년대 → 2000년대 → 2010년대에 걸쳐서 각각 이전시기 대비 73%, 38%, 11% 정도 감소한 것으로 밝혀졌다. IV구간에 있어서 일제강점기 하중도의 면적은 약 111,000m²이다. 그러나 이 하중도는 1960년대에 소멸되어 새로운 하중도가 1970년대 재생성 되었으며, 그 면적은 약 134,000m²이다. 이 하중도는 1980년대에 들어서 이전 시기 대비 약 148% 증가했으며, 1990년대는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 그러나 그 후 2000년대에 들어서 전술한 하중도는 완전히 소멸된 것으로 밝혀졌다.
 - 본 연구는 지형도를 통해 연구지역의 시계열적인 지형의 변화를 분석하고자 하였다. 지형도 분석은 자료의 획득과 접근에 유리하고, 퇴적지형의 시계열적인 평면적 면적의 변화에 따른 동향 파악에 용이한 것으로 확인되었다. 그러나 하도 내 퇴적지형의 높이 및 부피 증감에 따른 구체적인 침식 및 퇴적량을 산출이 불가하여 세부적인 변화양상 파악에는 한계가 있다. 본 연구결과는 추후 부여지역 연구에 있어 유용한 기초자료로 활용 될 것으로 생각된다.

註

- 연구대상과 연구방법에 관련한 상세한 내용은 박지훈, 2014, “백제도성에 관한 자연지리학 연구성과와 향후 과제,” 한국지형학회지, 21(2), 69-82를 참조

- 청양군 동강리 왕진교 부근이 그시작점이며, 하곡은 점차 넓어지다가 부여군 부여읍에서 규암면 일대에 이르는지 대에서는 2~3km 정도를 보인다(조현, 2009).
- 본 고에서 사력퇴의 개념은 오경석 등(2008)의 개념을 차용하였다. 사력퇴는 하천이 운반하는 모래와 역이 물결 모양으로 퇴적된 것이다.
- ‘환경부·국립환경연구원(2004)’ ‘2003 전국내륙습지 자연환경조사’의 명칭 차용
- 하중도는 하천 형태나 형성원인에 따라서 유로변동으로 고립되어 형성되는 측방침식형과 본류와 지류 합류지점에서 퇴적에 의해 형성되는 지류형, 분류하는 하천이 유속감소로 퇴적해 형성되는 망류형, 좁은 협곡을 통과한 후 하폭 확대로 인한 유속감소가 나타나 형성되는 협곡형, 하천이 호소나 바다에 합류하면서 형성되는 삼각주형으로 분류된다.
- 최규호(2006), 정상만 등(2006)의 분석에 따르면 조정지댐에서 인근지역인 부강수위표까지 대청댐 준공 전인 1975년에는 19.25m, 1988년에는 17.62m로 1.62m가, 2002년에는 17.52m로 0.1m가 저하된 것으로 확인되었다. 상류부는 장감화 현상으로 인하여 1988년 이후 큰 하상의 변동이 나타나지 않으며, 매포 수위표 이후 구간부터는 2002년까지 지속적인 하상의 저하가 나타난 것으로 확인되었다.

사사

본 논문은 이애진(2013)의 석사학위논문(제목: 부여지역에 있어서 최근 약 100년간의 지형 및 토지경관 변화: 지형분석과 GIS분석을 이용하여)의 일부를 수정 가필하였습니다.

참고문헌

- 권혁재, 1990, 「지형학」, 서울: 법문사.
- 김장수·장동호, 2009, “하곡둑 건설 후의 금강하류 유역의 하도내 퇴적환경 연구,” 한국지형학회지, 16(1), 1-15.
- 남길수, 2011, “부여분지의 지형환경,” 한국교원대학교 석사학위논문.

- 박경·박지훈, 2011, “충남 부여지역의 홀로세 기후변화: 탄소동위원소분석과 대자율분석을 이용하여,” 대한 지리학회지, 46(4), 396-412.
- 박지훈, 2011, 「부여 가탑리 가탑담 유적의 자연과학적 연구」, (재)금강문화유산연구원.
- 박지훈, 2012a, 「백제시대의 자연환경 복원과 백제 문화권 유적의 입지분석」, 국립문화재 연구소.
- 박지훈, 2012b, 「부여 구교리-중리 경작 유적의 고지형 분석 연구」, (재)금강문화유산연구원.
- 박지훈·윤정아·김성태·임수근·이애진, 2012, “지리, 지형학적 관점에서 본 대전지역 청동기시대 주거지 입지 특성,” 한국지리학회지, 1(1), 53-65.
- 방갑주, 2012, “금강 하류 입포 포구취락의 변화: 포구취락의 형성기 전후를 중심으로,” 한국지리학회지, 1(2), 217-235.
- 배선학, 2007a, “1910년대 지형도를 이용한 근대화 이후의 도시 변화 분석,” 한국지리정보학회지, 10(3), 93-103.
- 배선학, 2007b, “근세 한국 지도를 이용한 수해지역의 하천 변화 분석 -1910년대에 제작된 축척 1:5만 지형도를 중심으로,” 한국지형학회지, 14(3), 103-113.
- 부여군지 편찬위원회, 2003a, 「부여군지 제1권 부여의 지리」, 대전: 부여군지 편찬위원회.
- 부여군지 편찬위원회, 2003b, 「부여군지 제2권 부여의 역사」, 대전: 부여군지 편찬위원회.
- 오경섭·양재혁·조현, 2008, “산지 하곡의 사력퇴 습지 발달 양상: 남한강과 금강 중, 상류 하곡을 사례로,” 한국지형학회지, 15(1), 1-13.
- 이애진, 2013, “부여지역에 있어서 최근 약 100년간의 지형 및 토지경관 변화: 지형분석과 GIS분석을 이용하여,” 공주대학교 석사학위논문.
- 이애진·박지훈, 2016, “충남 공주시 문화유적의 입지특성 -지형분석과 GIS분석을 이용하여-,” 한국지리학회지, 5(2), 153-154.
- 이현재, 2006, “금강의 하천정비에 따른 홍수위 변화에 관한 기초적 연구,” 대전대학교 석사학위논문.
- 장동호·지광훈·이봉주, 1995, “Landsat 자료를 이용한 금강하류의 충적주 환경변화에 관한 연구,” 大韓遠隔探査學會, 11(2), 59-73.
- 장 호, 2008, “벽골제와 그 주변의 지형 및 지리적 변천에 관한 고찰,” 문화역사지리, 20(1), 47-55.
- 정상만·최규호·김도희, 2006, “대청댐 하류구간에 대한 하상변동 분석,” 한국수자원학회 2006년도 학술발표회 논문집, 1596-1600.
- 曹明嬉·曹華龍, 1997, “韓國의 干瀾地 分布,” 한국지역지리학회지, 3(2), 195-208.
- 조 현, 2009, “砂礫堆를 통해서 본 韓國 山地 河川의 地形 特色: 남한강, 금강, 낙동강, 섬진강 유역을 중심으로,” 한국교원대학교 박사학위논문.
- 최규호, 2006, “대청댐 하류구간에 대한 하상변동 분석,” 공주대학교 석사학위논문.
- 홍기병·장동호, 2009, “다중시기 영상자료를 이용한 금강하류의 하중도 퇴적환경 변화,” 환경영향평가, 18(3), 171-183.
- 환경부·국립환경연구원, 2004, 「2003 전국내륙습지 자원 환경조사 -금강상류·금강하류·삼교천유역」, 환경부·국립환경연구원.
- 하천관리지리정보시스템, <http://www.river.go.kr>
- 한국지질자원연구원, www.kigam.re.kr
- 교신: 박지훈, 32588, 충청남도 공주시 공주대학로 56 공주대학교 사범대학 지리교육과 (이메일: pollenpjh@kongju.ac.kr)
- Correspondence : Ji Hoon Park, 32588, 56 Gongjuckehak-ro, Gongju-si, Chungcheongnam-do, Korea, Department of Geography Education, College of Education, Kongju National University (Email: pollenpjh@kongju.ac.kr)

투 고 일: 2016년 10월 31일
심사완료일: 2016년 11월 26일
투고확정일: 2016년 11월 28일