

# Landsat 자료를 이용한 금강하류의 충적주 환경변화에 관한 연구

장동호\* · 지광훈\*\* · 이봉주\*\*

공주대학교 지리학과\* · 한국자원연구소\*\*

## A Study on the Environment Change of Alluvial Bar in the Lower Kûm River Using Landsat Data

Dong-Ho Jang\* · Kwang-Hoon Chi\*\* · Bong-Joo Lee\*\*

Department of Geography, Kongju National University\*  
Korea Institute of Geology, Mining And Materials(KIGAM)\*\*

### Abstract

The study is focused on the analysis of geomorphological environment changes of alluvial bar in the lower Kûm River using satellite-based multitemporal/multisensor data.

Landsat datas for environment changes analysis consists of Landsat MSS(2 scenes) and Landsat TM(7 scenes) acquired from 1979 to 1994.

This study is to develop the analysis techniques for the environment change detection of using ratio, classification, false color composite etc, of Landsat data especially useful to the geomorphological study of tidal flats and river channels.

The results of this study can be summarized as follows :

1. The lower Kûm River alluvial bar have had rapid geomorphological changes after the construction of the temporary dam to block the river flowing in 1983. The most alluvial bar located in the river has both bankway growth, especially the alluvial bar in the Lower Kûm River had grown between 1983 to 1990.

2. After construction of the estuarine barrage, no remarkable geomorphological changes have been found in Kûm River area but the growth and formation of new underwater bar has continued. The enormous materials was needed for the growth and formations of new underwater barrier islands and bar would be supplied from the sea bottom and the river sediment to diminish of stream velocity after construction of the estuarine barrage.

## 1. 서 론

금강유역에는 저수지, 댐, 하구둑 등의 인공구조물로 인한 인위적인 지형변화가 일어나므로서 하류지역의 어업생산량 감소, 농업체계, 국지기상 및 수온변화 등 일련의 연쇄적인 환경변화가 발생하고 있다. 특히 금강 하구 부근은 해수의 영향을 받아 갈수기에는 양수가 불가능하여 영농에 지장을 초래하고, 홍수기에는 바닷물이 역류하여 금강이 범람하는 상습적인 침수피해 지역으로 있어 1983년에 하구둑을 건설하게 되어 1990년에 완공되었다. 그러나 금강 하구둑의 건설은 금강의 퇴적환경에 큰 영향을 미치게 되었는데, 하구둑 상·하류에 산재된 사주들은 퇴적현상을 지속시켜 하상이 높아지고 유로가 변화되고 있다. 그리고 유로 및 조류의 흐름이 변형되어 창조와 낙조시 서로 다른 유로를 사용하기 때문에 새로운 사주를 형성하여 여름철 집중호우시 홍수에 의한 범람 및 갈수기 취수 등의 문제가 발생하고 있다. 본 연구는 특히 퇴적환경 변화가 심한 금강하류지역인 군산항에서 부여군 규암면까지를(북위 35°59'~36°17', 동경 126°40'~126°55') 연구대상 지역으로 선정하였다. 인위적인 하천지형 변화에 관한 연구는 자료의 부족으로 인하여 그 중요성은 충분히 인식되면서도 체계적인 연구가 부진한 편이었다. 지형학 분야에서 하천환경 변화에 관한 연구는 Makkaveyev(1972), Lagasse(1980) Warner(1984), Xu Jiongxin(1990) 등의 연구가 있었으며, 국내에서는 황상일(1985), 손명원(1986), 손 일(1983), 김종일(1993), 등에 의한 연구가 수행되었다. 이들 논문들은 대부분의 하천지형을 설명하는 과정에서, 그 내용에 합당한 실증이나 구체적인 사실의 뒷받침 없이 막연한 추리와 단순한 노동관찰에 의존하는 예가 많았다. 그래서 본 논문에서는 원격탐사 자료의 정량적·정성적 해석을 통하여 금강하류 유역의 충적주 형성과정, 遊砂移動 및 퇴적 등 인위적인 요인에 의한 하천의 퇴적환경 변화를 분석하고자 하였다.

## 2. Multitemporal / Multisensor Data Analysis를 위한 영상처리

### 2.1. 사용자자료의 표준화

본 연구에서는 최근 몇 해 동안 급격히 변화하고 있는 금강 하류의 충적주 변화를 분석하기

Table 1. Used Landsat images showing the tidal conditions

Acquisition Date	Platform	Sensor	Acquisition Time	Tidal Range (cm)
1979. 10. 31.	Landsat-3	MSS	10 : 31	436
1981. 09. 05.	Landsat-2	MSS	10 : 29	381
1983. 05. 17.	Landsat-4	MSS	10 : 41	292
1986. 04. 15.	Landsat-5	TM	10 : 36	312
1988. 01. 31.	Landsat-5	TM	10 : 34	375
1991. 03. 05.	Landsat-5	TM	10 : 32	135
1992. 06. 02.	Landsat-5	TM	10 : 34	125
1993. 10. 27.	Landsat-5	TM	10 : 33	354
1994. 07. 26.	Landsat-5	TM	10 : 34	202

위해 Table 1과 같은 하구둑 건설 전후의 Landsat 자료를 이용하였다.

금강 하류유역의 퇴적환경을 정량적·정성적으로 분석하기 위해 하류 수위에 영향을 미칠 수 있는 요인을 본 연구에서는 다음과 같이 3가지로 분류하였다.

1) 금강유역 상류의 호우 및 대청댐의 방류로 인한 수위상승, 2) 서해안의 조석으로 인한 하류지역의 수위변동, 3) 하구둑의 배수갑문 조작으로 인한 수위변동이다. 이들 요인 중 퇴적환경에 가장 크게 영향을 미치는것은 조석의 영향으로 인한 수위변동이다. 이러한 중요한 요인을 표준화하므로써 사용자료에대한 객관적인 비교, 분석이 가능하였다. 즉 하구둑 공사시점 및 완공시점을 중심으로 조위가 비슷한 1983년/1986년/1988년, 1981년/1988년/1993년, 1983년/1986년/1993년 및 1991년/1992/1993년도의 표준화된 영상을 사용하였다.

## 2.2. Landsat 자료의 영상처리

Landsat 자료로 부터 본 연구의 목적으로 있는 하천 퇴적환경의 변화를 추출하기 위해 비연산처리, false color composite 영상작성 및 분류기법을 사용하였으며, 이에대한 Flow chart를 Fig. 2 에 표시하였다.

먼저 본 연구에 사용된 Landsat 영상의 왜곡을 보정하기 위하여 1992년 Landsat TM 영상을 선택하여 1:50,000 축척의 지형도에 Affine 변환식을 이용하여 좌표변환을 시켰으며, 그 이외의 Landsat MSS, TM 영상은 1992년 영상에 Image to image로 정합시켰다. 각 Landsat 영상의 RMS error는 0.5 pixel 이하로 보정하였다. 그리고 기하학적 보정된 자료로부터 금강하도의 총적주 환경변화를 분석하기 위하여 비연산처리를 행하였다. 비연산 처리시에 사용된 Landsat TM band는 수역 및 육역의 구분이 명확한 band 4, 5와, 위성영상에서 삼림과 경작지구분이 가능한

band 1을 사용하였으며, 자료처리 시간 및 분류시의 오차(Classification error)를 줄이기 위해 1992년도 영상을 masking 처리하여 금강하도를 추출하였다. 이렇게 처리된 영상을 이용하여 false color composite 작성과 classification을 실시하여 금강하도의 퇴적환경 변화추출을 하였다. false color composite 영상은 관측 년도별로 지형, 조고, 금강 하구둑 건설상황 등 관측당시의 연구지역 충적주의 지형변화 형태를 파악하고자 하였으며, 이를 근거로 하여 각 주사 년도별 위성자료중 조고가 비슷한 표준화된 영상을 3개 년도씩 합성하여 공간분석에 활용하였다. 사용된 위성자료는 TM의 경우 비연산처리한 Band 1-Band 5이고, MSS는 Band 1-Band 3이다.

그리고 false color composite 영상에서 분석이 어려운 충적주의 환경변화 및 토지이용 형태 등을 분석하기 위하여 maximum likelihood 방법에 의한 supervised classification을 실시하였다. 분류 항목은 크게 사주와 물로 나누었으며, 퇴적지형을 정성적으로 분석하기 위하여 사주를 다시 다음과 같이 4개의 Subclass로 구분하여 분류하였다. 즉, sand 1은 간석지 및 수위가 상승하면 수

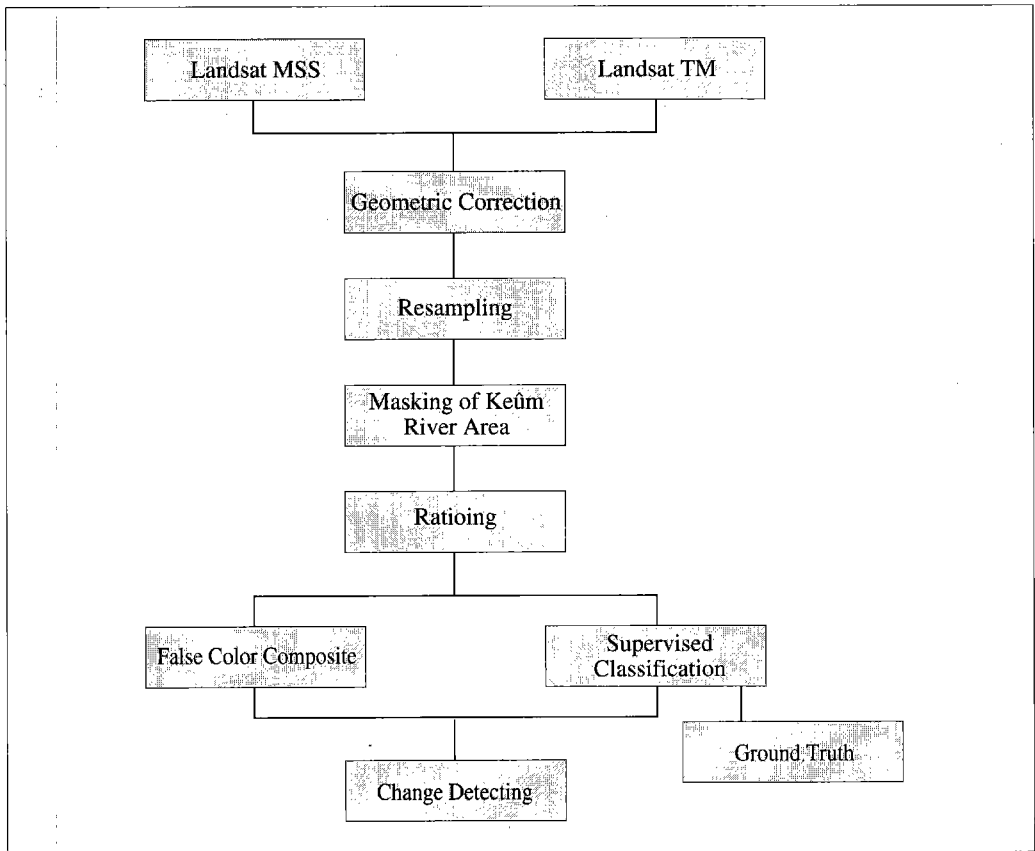


Fig 1. The Flow chart of multidata processing and geometric correction

Table 2. Mean and Standard Deviation(SD) of each class in band 1, 2, 1-4, 1-5.

Band	1		2		1 - 4		1 - 5	
List	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
sand 1	23.32	2.02	29.96	2.18	27.54	1.32	64.44	2.10
sand 2	27.93	4.20	34.56	2.71	30.04	1.25	68.73	1.90
sand 3	33.33	3.90	35.63	2.39	29.08	1.35	68.04	2.64
sand 4	22.23	1.74	27.78	2.36	26.31	1.64	62.80	2.13
water	11.58	1.62	24.14	1.77	24.64	1.17	61.23	1.81
Max	33.33		35.63		30.04		68.73	
Min	11.38		24.14		24.64		61.23	
Max - Min	21.95		11.49		5.4		7.5	

면 아래로 잠기는 사주이고, sand 2는 하도내의 사주와 범람원 지역에서 피복물질이 덮여 있지 않은 사주, sand 3은 구사주의 형태로 남아 있으면서 피복물질이 덮여 있는 총적주이며, sand 4는 경지로 이용되고 있는 구사주들이다. 분류처리에 사용된 자료는 Landsat TM의 경우 Band 1, 2와 비연산처리한 Band 1-Band 4, Band 1-Band 5 이고, MSS의 경우에는 Band 4, 2, 1과 비연산처리한 Band 1-Band 3을 사용하였다. 각 분류항목에 대한 통계치를 Table 2에 표시하였다.

상기와 같이 작성된 영상을 토대로 하여 본 연구의 목적으로 있는 금강하류에 분포하는 총적주들의 퇴적지형 변화 및 식생분포 현황 등을 추출하여 금강 하구둑 건설을 전·후로 한 금강 하류지역의 총적주 환경변화를 분석하였다.

### 3. 퇴적환경 변화추출을 위한 Landsat 영상분석

#### 3.1. Ratio 처리 영상에 의한 False Color Composite 분석

##### 3.1.1. 1983년, 1986년, 1988년의 False Color Composite 영상

하구둑 설치 전 및 가물막이 공사 기간중의 금강하류 유역의 총적주 환경변화를 추출하기 위하여 조위가 서로 비슷한 1983년, 1986년, 1988년도의 위성영상을 각각 blue, green, red로 합성하여 Fig. 2에 표시하였다. 사용된 Band는 MSS의 경우 비연산처리된 Band 1-Band 3, TM은 Band 1-Band 5 이며, 영상의 조위는 1983년이 292cm로 가장 낮고, 다음으로 1986년이 312cm 그리고 1988년이 375cm로 가장 높다.

3개의 영상중 총적주의 범위가 가장 넓은 면적으로 나타나는 것은 1988년도의 영상으로, 특

히 하구둑 상류지역에서의 새로운 충적주의 성장이 뚜렷하게 나타나고 있다. 1986년도 위성영상은 1988년보다는 충적주 면적이 작지만, 1983년도 영상과 비교해 보면 충적주가 성장하였다. 이것은 하구둑 가물막이 공사시작 전에 본 유역에서 침식환경이 우세하게 일어났던 것과는 대조적인 현상으로 하구둑 공사로 인한 하구둑 상·하류 유역 전체에서 퇴적환경이 우세하였던 것으로 생각된다. 특히 상당한 하천 유사량이 하구둑에 의해 차단되면서 기존의 충적주들은 감소한데 반하여 새로운 충적주가 많이 형성되어 하구둑 공사를 전·후로 하여 금강 하류지역에 급속한 환경변화가 있었음을 반증해 주고 있다.

### 3.1.2. 1981년, 1988년, 1993년의 False Color Composite 영상

하구둑 설치 전 및 가물막이 공사중, 완공 후의 금강하류 유역의 환경변화를 추출하기 위해 조위가 비슷한 1981년, 1988년, 1993년도의 위성영상을 각각 blue, green, red로 합성하여 Fig 3에 표시하였다. 사용된 Band는 MSS의 경우 비연산처리된 Band 1-Band 3, TM은 Band 1-Band 5이며, 영상의 조위는 1981년 영상이 381cm로 높고, 다음으로 1988년이 375cm 그리고 1993년이 354cm로 가장 낮다. 그러나 전반적으로 조위의 변동 폭이 크지 않아서 충적주의 변화를 정확히 분석할 수 있다.

주사년도별 위성영상의 기하학적 보정 오차를 고려하여도 이 기간 동안 충적주의 성장이 빠르게 진전되었음을 알 수 있다. 특히 하구둑 가물막이 공사 기간중 새로운 사주들이 성장하고, 하구둑 완공 이후에도 하구둑을 중심으로 하도 양안을 따라 사주들이 성장하고 있다. 특히 기존의 사주를 중심으로 지속적인 성장이 이루어지고 있어서 본 위성영상에서도 퇴적환경이 우세하게 일어나고 있음을 반증해 주고 있다. 그러나 하구둑 하류지역에서는 공사기간중에 퇴적환경이 강하게 일어났던 것과는 대조적으로 하구둑 완공 이후 점차 침식환경이 우세하게 나타나고 있다. 이것은 하구둑 건설 이후 배수갑문이 개방되어 있는 관계로 하천유료가 배수갑문을 통해 형성되면서 낙조시 유속이 증가하여 퇴적물질을 현재의 하류보다 더 멀리 퇴적시킨 결과로 생각된다. 일반적인 퇴적 방향은 Bank를 향하거나 하류쪽으로 성장하고 있으며, 침식방향은 상류쪽을 향하고 있다.

### 3.1.3. 1983년, 1986년, 1993년의 False Color Composite 영상

하구둑 공사 시작전인 1983년(blue) 및 공사 초기단계인 1986(green), 하구둑 완공 이후인 1993년(red) 영상을 합성한 Fig 4는 전년에 비하여 조위가 상승하여 충적주의 환경변화를 정성적으로 분석할 수 있다. 조위는 1993년에 354cm로 가장 높고, 1986년에 312cm, 1983년에 292cm로 가장 낮으며, 사용된 Band는 비연산처리된 Band 1-Band 5이다.

본 영상에서 보는 것처럼 하구둑 공사기간 중에는 하구둑 주변보다는 상류지역인 강경 및 부여유역에서 기존의 사주를 중심으로 성장하였고, 하구둑 완공 이후에도 지속적인 성장이 이



Fig 2. Color composite image of ratio files acquired on 1983, 1986 and 1988.



Fig 3. Color composite image of ratio files acquired on 1981, 1988 and 1993.



Fig 4. Color composite image of ratio files acquired on 1983, 1986 and 1993.



Fig 5. Color composite image of ratio files acquired on 1991, 1992 and 1994.



투어졌다. 또한 하구둑을 중심으로도 퇴적환경이 우세하였던 것으로 보인다. 그러나 동기간 동안 관측시기차가 8년 이상이나 하구둑 완공 이후의 환경변화 분석에는 문제가 따른다. 하지만 이 기간 동안 총적주의 성장은 계속 진전되었을 것으로 보이며, 특히 하구둑 내측 하구호의 일부 구간에는 사주가 불규칙하게 형성되어 있고, 점차 그 면적이 확대되고 있다. 사주의 성장 방향은 기존의 사주를 중심으로 성장하는 것이 아니라 새로운 사주를 형성하여 성장하고 있고, 침식방향은 기존의 사주와 bank 사이를 침식하고 있어서 사주는 점차 하중도로 성장할 것으로 보인다.

#### 3.1.4. 1991년, 1992년, 1994년의 False Color Composite 영상

하구둑 완공 이후의 금강하류 유역의 가장 최근의 총적주 환경변화를 추출하기 위해 조위의 변화 폭이 작은 1991년, 1992년, 1994년도의 위성영상을 각각 blue, green, red로 합성하여 Fig 5에 표시하였다. 사용된 위성영상의 각 Band는 Band 1-Band 5이며, 영상의 조위는 1991년 이 135cm, 1992년이 125cm, 1994년 영상이 202cm이다. 특히 1991년과 1992년 영상은 조위가 큰 차이가 없어서 하구둑 공사 이후 금강하류 유역의 환경변화를 시계열적으로 분석할 수 있다.

본 영상은 기존의 칼라합성 영상과는 다른 형태를 취하고 있는데, red 부분이 나타나지 않고 있어서 이 기간중 침식작용이 진전된 것으로 볼 수 있다. 그러나 이것은 조위의 상승에 따른 수위의 변화 폭이 커서 생긴 일시적인 현상으로 생각된다. 1991년과 1992년 사이에는 기존의 사주를 중심으로 총적주의 모양은 변화하지 않으나 그 분포면적이 점차 확대되어 가고 있고, 새로운 사주가 형성되어 하구둑 완공 이후에도 금강하류 유역에서는 계속적인 퇴적환경이 일어나고 있다.

### 3.2. Classification영상에 의한 분석

먼저 가물막이공사 시작 전에는 조위의 변화가 심하여 분석에 문제가 있지만 Table 1에 표시한 것처럼 1979년 조위보다 1983년 조위가 낮아도 불구하고 water의 sand의 비율이 감소한 것으로 보아 퇴적환경 보다는 침식환경이 우세하였던 것으로 판단된다. 특히 간석지 및 구사주의 비율이 감소한데 반하여 경지의 면적이 증가한 것은 이 지역에서 하천 직강화 사업으로 인하여 경지 면적이 늘어났기 때문이다. 그러나 본 지역에서 준설공사 및 하천직강화 사업 등이 있었던 것으로 보아 대체적으로 퇴적환경과 침식환경이 평행상태가 유지되어 급속한 지형변화를 찾기 어렵다. 그후 1983년 하구둑 가물막이 공사를 전·후로 하여 금강 하류지역에 급속한 환경변화가 일어나기 시작하였다. Table 3에서 나타난 것처럼 총적주를 구성하고 있는 모든 사주에서 그 면적이 확대되고 있고, 특히 사주 및 간석지의 성장이 크다. 즉 기존의 총적주들은 감소한데 반하여, 새로운 총적주가 많이 형성되어 퇴적환경이 강하게 진전되었다고 볼 수 있다.

이러한 신 간석지 및 사주의 성장은 금강하도의 하상고를 상승시켜 하도의 안정화를 어렵게

Table 3. Pixel data by class of each Landsat data

	1979	1981	1983	1986	1988	1991	1992	1993	1994
sand1	4924	8264	940	5067	12280	4803	16369	7435	2528
sand2	2645	5060	6635	9212	3383	4368	2352	3051	1672
sand3	0	201	308	940	1067	4653	1924	5498	6651
sand4	1543	499	5475	5233	4602	6383	9463	7860	7712
water	49776	42864	45530	38436	37556	38681	28780	35032	40323

\* sand 1 : tidal flats and delta                      sand 2 : sand bar and point bar  
 sand 3 : old bar and flood plain                    sand 4 : backmarsh and farm land

하고, 홍수시 유수의 소통이 어려워 금강 하류 전 지역에서 범람할 우려가 있게 되었다. 그러므로 하천개수가 반드시 요구되어진다. 이후 가물막이 공사가 완료된 시점 전후를 분석해 보면, 전체적으로 사주들은 계속 성장하고 있으나 하구둑 공사기간 보다는 둔화되었다. 이기간 동안 구사주 및 경지의 면적이 확대되고 사주 및 간석지 면적 역시 증가추세를 보이고 있는데 이것은 하도내의 사주들이 안정화되고 있기 때문이다. 이러한 사주의 성장 및 안정화는 금강의 주요지류에서 유입되는 퇴적물 및 유속의 감소, 인위적인 수로변경 및 준설, 인공구조물 설치 등의 복합적 영향요소에 의한 것으로 보인다. 특히 하구둑 4km지점까지는 신사주의 생성과 소멸, 각 사주의 형태 및 성장(침식)방향 등으로 보아 금강 본류의 하천수 유입에 의한 영향이라기 보다는 해수의 유동속도 및 유동방향의 변화에 의한 것으로 판단되며, 강경유역의 신충적주의 생성과 소멸은 인위적인 수로변경, 준설, 홍수 등에 의한 운반토사량의 급증 때문으로 분석된다. 금강하구둑 완공시점인 1990년 이후의 위성영상인 1991년, 1992년, 1993년, 1994년도 영상을 Table 1의 수위와 비교해서 분석해보면 당시의 조위 차에 의한 수면위로의 지형노출범위가 비슷하여 인지되는 지형변화를 찾기 어렵다. 그리고 전체적으로 충적주의 성장이 둔화되어 있음을 알 수 있다. 그러나 하구둑 공사기간 중에 새로이 형성된 사주와 간석지 등에 피복물질이 형성되면서 이들 사주를 중심으로 지속적인 퇴적현상이 지속되고 있다. 또한 구사주의 형태로 남아 있는 범람원 지역에서는 제방축조 및 하천 직선화 사업 등으로 인하여 경지화되고 있으며, 사주 역시 하중도로 성장하여 경지로 이용되고 있다. 이상의 결과로 볼때 본 유역의 지형변화는 하구둑 가물막이 공사시점(1983년) 이후부터 하구둑 완공시(1990년) 까지 가장 급격한 변화가 일어났다. 특히 하구둑 설치 전까지 감소하던 사주 및 간석지의 면적이 증가하고 경지 면적 역시 증가 추세를 보이고 있어서 충적주의 환경변화가 심하게 일어났음을 알 수 있다. 또한 금강 하구둑 건설로 인하여 금강 본류로 부터 유입되는 퇴적물량의 급감에도 불구하고 하류에 생성되는 대규모 신사주들을 고려할 때, 이들 퇴적물질의 공급장소가 불명확하나 홍수 또는 저퇴적물질의 Reworking에 의한 것으로 생각되나, 이의 원인 규명을 위해서는 위성 관측자료의

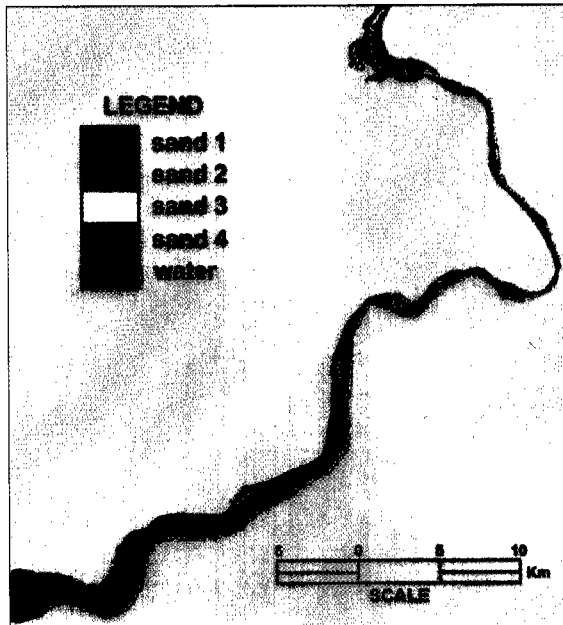


Fig 6. Classification image acquired on 1981.

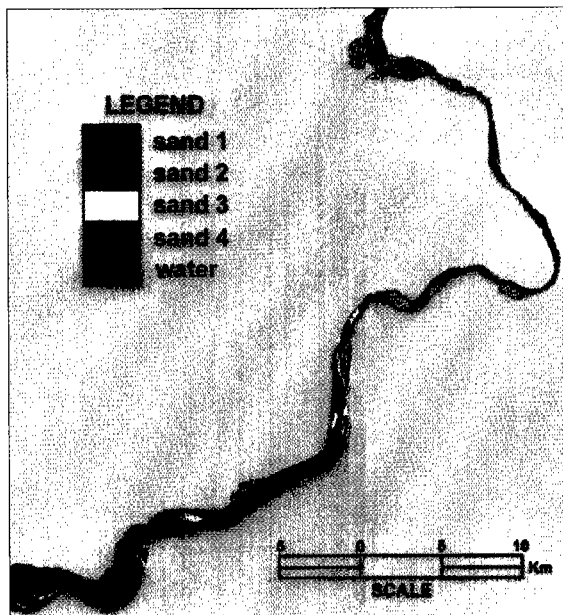


Fig 7. Classification image acquired on 1986.

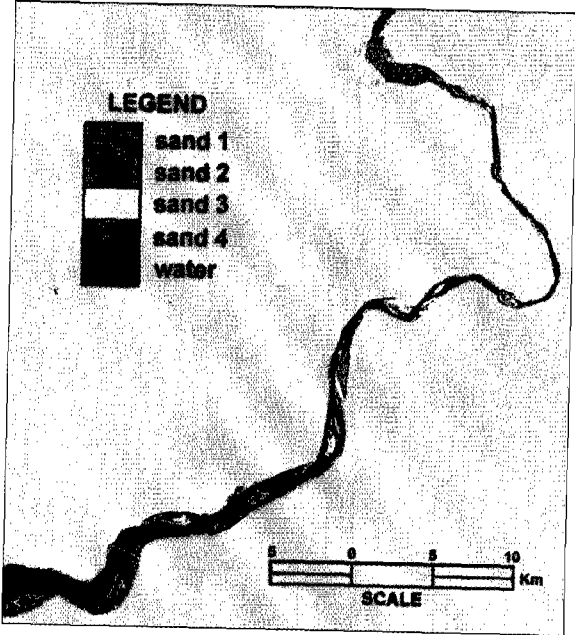


Fig 8. Classification image acquired on 1988.

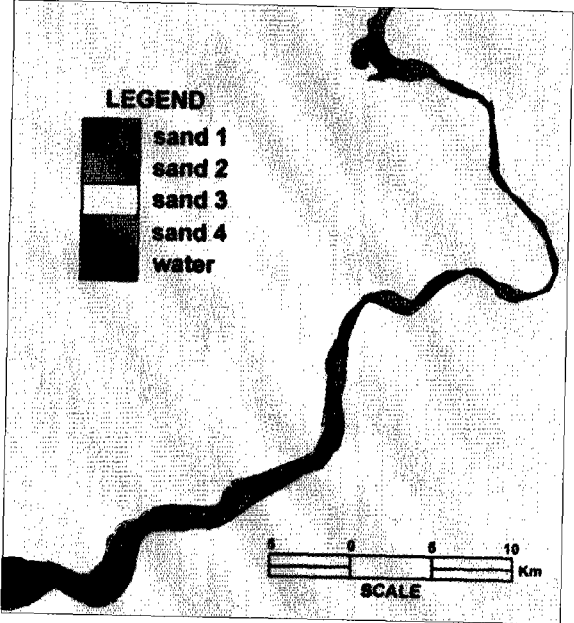


Fig 9. Classification image acquired on 1993.

보완과 보다 구체적인 지형학적인 연구가 요구된다.

#### 4. 금강 총적주의 표층퇴적물 분석

금강유역의 총적주는 자연제방, 배후습지, 사주, 사주 등으로 구성되었는데, 이와 같은 여러 종류의 미지형으로 구성된 하천지형들은 어떤 퇴적환경에 의하여 형성, 발달되었는지에 대하여 분석할 필요가 있어서 본 연구에서는 입도분석을 실시하였다. 이에 의하여 각 미지형 단위들의 서로 다른 퇴적환경 메커니즘을 밝혀 총적주의 퇴적환경 변화 패턴을 해석하였다.

입도분석을 위한 시료는 군산항 상류지역에서 부여까지 매 5km구간을 중심으로 하여 총적주에서 표면(0cm) 약 -15cm~-20cm 깊이에서 100g씩 채취하였고, 실내에서 자연 건조시킨 후 Wentworth, C.K.의 구분법을 사용하여 분석하여 Fig. 10에 각 시료의 분석치를 표시하였으며, 그 해석결과는 다음과 같다.

하구둑하류~웅포까지는 실트질 이하의 세립질 퇴적물이 우세한 반면에 웅포 상류에서는 주로 사질~사력퇴적물이 분포하여 하류에서 상류로 갈수록 조립화하는 경향을 보여주고 있다. 이러한 원인은 최종 하구둑 배수갑문이 단협으로서 유속이 느려져 조립질 퇴적물의 하류 이동이 감소되고, 하구둑 상류에서는 조류의 차단으로 인한 세립질 퇴적물의 비율이 증가되었기 때문이다. 특히 하구둑에서 20km 지역에서는 유속이 감소하여 silt와 clay 같은 미세한 세립질 퇴적물이 증가하고 있는 추세이다. 반면에 강경 상류지역에서 조립질 퇴적물의 비율이 높은 원인은 하구둑 건설로 하구가 하류쪽으로 연장되면서 세립질퇴적물이 보다 하류로 운반되어 퇴적되고

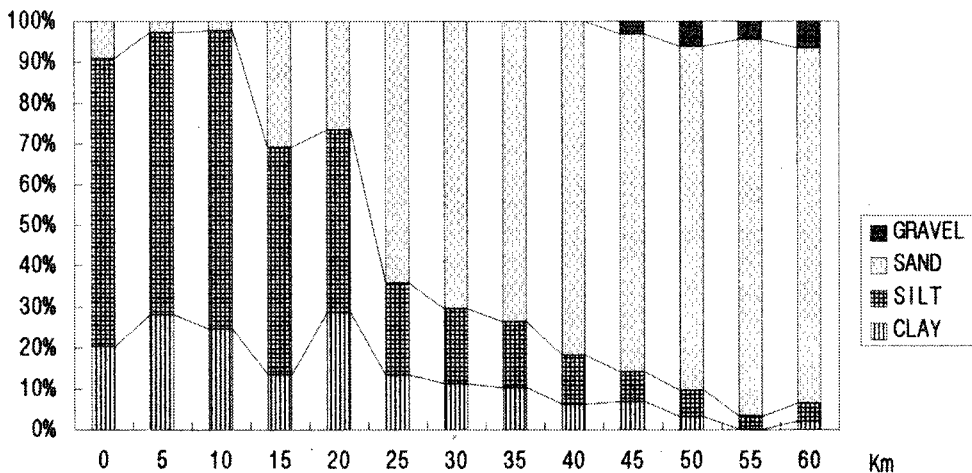


Fig 10. The grain size analysis of sediment in the Kûm area.

있고, 곡류하도의 직선화로 하상경사가 급해졌으며, 하도에서 골재채취가 증가하였기 때문이다. 그러나 이러한 조립화 경향은 점차 감소하고 있다.

이상의 해석결과에 의해 본 연구지역의 퇴적환경은 하구둑 건설 이후 하천의 유로가 배수갑문으로 흐르기 때문에 하천이나 연안쇄설물이 하구둑에 의해 차단되므로 하구둑 주변은 와류와 유속이 감소하여 퇴적이 이루어지고 있다고 판단된다. 또한 하구둑 상류에 산재된 사주에서는 전반적인 모양은 변화되지 않고 있으나, 그 분포 면적은 주변 유속의 감소로 퇴적현상이 확대되고 있다. 특히 부여지역에서의 사주의 성장은 원격탐사 자료의 분석에서 나타난 것처럼 매우 빠르게 진전되고 있으며, 이러한 퇴적지의 성장은 홍수배제 및 갈수기 취수에 지장이 될 뿐만 아니라 금강호의 용수공급에도 문제가 발생될 수 있음을 알 수 있다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 우리 나라의 서해안에 유입되고 있는 금강 하류 유역에 염수의 침입을 방지하기 위한 대책으로 건설한 금강 하구둑 설치전·후의 총적주 환경변화를 Landsat 자료를 이용하여 분석하였다. 이러한 인위적인 하천지형 분석에서 Landsat 자료를 이용한 연구는 기존의 지형도나 해도 및 퇴적물의 입도분석 등과 같은 연구보다 지형변화에 보다 적시에 대처할 수 있고, 넓은 지역을 시계열적으로 분석할 수 있어서 지형환경 변화를 분석하는데 중요한 자료가 될 것이다. 그러나 하천지형 변화를 좀 더 정량적·정성적으로 분석하기 위해서는 앞으로 보다 많은 인공위성 자료의 축적과 Airborne MSS(MultiSpectral Scanner) 자료의 적시 획득이 요구된다. 그리고 추후에 하천환경의 변화분석을 위해 위성자료, 하도단면, 유량, 유속, 하상경사도 등 다양한 하천자료를 데이터베이스화하여 지리정보시스템 기술을 이용하여 분석하고자 한다.

## 참 고 문 헌

- 김종일, 1993, "영산강 하도변화에 관한 지형학적 연구", 전남대학교 대학원 박사학위논문.  
손명원, 1986, "댐건설로 인한 하도형태의 변화 -대청댐 하류구간을 사례로-", 대한지리학회, 지리학, 제33호, pp37-44.  
손 일, 1983, "하도변천에 의해 형성된 하안퇴적지에 관한연구 -영산강 중류를 중심으로-", 지리학논총, 제10호, 서울대학교 사회과학대학 지리학과, pp.347-358.  
안충현, 이용국, 유흥룡, 오재경, 1989, "위성자료의 한국 금강 하구부분 조간대 지형연구에 대한 응용", 대한원격탐사학회, 제5권, 제1호, pp.1-12.  
최순학, 지광훈, 이봉주, 최영섭, 조민조, 강필중, 1993, "원격탐사 응용연구 -낙동강하구둑 설치 전후의 지질환경 변화연구-", 한국자원연구소, 연구보고서.

황상일, 1985, "태화강 하류 충적지형의 지형발달", 경북대 석사학위논문.

C. G. Robinove, 1978, "Interpretation of a Landsat image of an unusual flood phenomenon in Australia", *Remote Sensing of environment*, Vol.7, pp.219-225.

Friedkin, J.F., 1972, "A laboratory study of the meandering of alluvial rivers", in Schumm, S.A.(ed.), *River Morphology*, pp.237-281.

G.M. WickWare, and P.J. Howarth, 1981, "Change detection in the Peace-Athabasca delta using digital Landsat data", *Remote Sensing of Environment*, Vol.11, pp.9-25.

Makaveyev, N. I., 1972, "The impacts of large water engineering projects on geomorphic processes in stream valleys", *Soviet Geography*, vol.13, pp.387-393.

Lagasse, P. F., Winkley, B. R., 1980, "Impact of gravel mining on river system stability", *Proc. ASCE*, vol.106, noWW3, pp.389-404.

R.A. Weismiller, S.J. Kristof, D.K. Scholtz, P.E. Anuta, and S.A. Momin, 1977, "Change detection in coastal zone environment", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol.43, No.12, pp.1533-1539.

Simons, D.B., Richardson, E.V., & Nordin, C.F., 1972, "Sedimentary structures generated by flow in alluvial channels", in Schumm, S.A.(ed.), *River Morphology*, pp.237-281

Warner, R. F., 1984, "Man's impacts on Australian drainage systems", *Australian Geographer*, vol.16, no.2, pp.133-142.

W. J. Stringer, J. E. Groves, and C. Olmsted, 1988, "Landsat determined geographic change" *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol.54, No.3, pp.347-351.

Xu Jiongxin, 1990, "Complex response in adjustment of the Weihe River Channel to the construction of the Sanmenxia Reservoir", *Zeitschrift für Geomorphology*, N.F., vol.34, no.2, pp.233-245.