

# 인공위성영상을 이용한 하천의 퇴적/침식 분석 Analysis of Accumulation/Erosion in River Using Satellite Image

양인태<sup>1)</sup> · 김동문<sup>2)</sup> · 천기선<sup>3)</sup>

Yang, In Tae · Kim, Dong Moon · Chun, Ki Sun

## Abstract

Damage of rivers construction is serious to natural disaster by concentration rainfall in summer. Specially, increase of soil erosion breeds flood calamity of river bed accumulation and pondage decline etc., and erosion increase in upper stream shows in rivers flood of earth and sand, farm land and form of urban district burying. Flood damage investigation through on-the-spot probe until present need effective and scientific modelling techniques because is not efficient. This research wished to examine practical use of monitoring data of high resolution satellite image through satellite image analysis of various space resolution. Research analyzed abstraction possibility of soil disaster information using high resolution satellite image. Also, studied soil disaster damage present condition interpretation practical use possibility through various resolution satellite image analysis, and studied practical use of KOMPSAT image for interpretation of river topography change analysis.

Keywords : Soil erosion, Riverbed accumulation, Satellite image, Resolution, Soil disaster

## 초 록

여름철에는 집중강우에 의한 산사태, 하천범람, 하천구조물의 피해가 심각하다. 특히 토양침식의 증가는 하상퇴적과 저수량 저하 등의 홍수재해를 발생시키며, 상류에서의 침식증가는 토사의 하천범람, 농경지와 시가지 매몰의 형태로 나타난다. 현재까지의 피해현황 조사는 답사 위주의 조사가 주를 이루고 있어 효율적인 피해조사에 한계가 있으며, 따라서 효과적이며 과학적인 모델링 기법이 필요하다. 이 연구에서는 다양한 공간 해상도의 인공위성영상 분석 비교를 통해 고해상도 위성영상을 모니터링 자료원으로서의 활용성을 검토하고자 하였으며, 토사재해(침식/퇴적) 피해 현황 정보의 추출 가능성을 파악하고자 하였다. 또한 위성영상의 해상도별 분석을 통하여 토사재해 피해현황판독 활용 가능성을 연구하였고, 하천 미세지형 변화의 판독을 위한 KOMPSAT 영상의 활용성을 연구하였다.

핵심어 : 토양침식, 하상퇴적, 위성영상, 해상도, 토사재해

## 1. 서 론

우리나라는 전 국토면적의 70%가 산지로 구성되어 있고, 작년까지 태풍이나 최대 870.5mm/hr에 이르는 폭우로 인하여 막대한 재산피해를 입었으며, 이러한 강우의 대부분이 6월부터 9월에 해당하는 여름철 장마기간에 집중하고 있어 토사 유출이나 토사 퇴적이 많이 발생하는 요건을 가지고 있다. 강우에 의한 피해는 홍수유출량의 증가로 발생

하게 되는데, 특히 절성토와 같은 공사, 산사태와 같은 지반붕괴, 토지피복의 절개 등에 의해 크게 발생하는 토양 침식량의 증가는 하천의 범람 및 하천구조물에 심각한 피해를 일으키는 요인이 된다. 토양침식에 의한 침식량의 증가는 강우에 의해 침식 후 운반되어 결국 하상에 퇴적작용을 일으키며, 이러한 퇴적은 하천의 저수량을 저하시켜 홍수 재해를 일으키는 직접적인 원인을 제공한다. 이와 같은 피해는 건물과 시설물 피해뿐만 아니라 많은 인명 피해를 받

1) 정희원 · 강원대학교 토목공학과 교수, 공학박사(E-mail:intae@kangwon.ac.kr)

2) 정희원 · 남서울대학교 산업시스템지리정보공학부 교수, 공학박사(E-mail:david@nsu.ac.kr)

3) 연결저자 · 정희원 · 경동대학교 토목환경공학 전공 겸임교수, 공학박사(E-mail:chunkiss@hanmail.net)

생시킴과 개인뿐만 아니라 국가적으로 많은 손실을 끼치고 있다(김경남, 1995). 그러므로 홍수재해로부터의 피해를 미연에 방지하고, 그 피해를 최소화하기 위해서는 산사태 발생 지역, 발생 시기, 규모 및 피해 정도 등에 대한 분석이 필요하다. 홍수재해로 인해 발생하는 피해를 파악하고 홍수재해 발생 후 빠른 복구를 수행하기 위해서는 우선적으로 홍수재해의 모니터링이 필요하다. 따라서 재해지를 중심으로 홍수재해 모니터링을 위한 방재 측면에서의 위성영상의 활용 가능성이 파악되어야 한다(김윤수, 2003).

국내에서는 고해상도 상업위성이 분야별로 활발히 사용되고 있으며, 재난, 재해 대응 업무에서는 위성영상의 활용 가능성에 대한 무한한 가능성과 함께 관련분야에 대한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 국내에서는 1998년에는 Landsat-5 TM 데이터와 GIS를 이용하여 공간데이터베이스와 토양 데이터베이스로, 임상 데이터베이스를 구축하고 구축된 데이터베이스로부터 분석된 산사태 발생 요인 및 취약성 분석 결과를 인터넷 GIS 기술을 이용하여 인터넷 환경에서 검색할 수 있게 하였다(양인태, 2002). GIS와 수정토양유실모형에 의한 토양유실량 예측에서 위성영상과 GIS 데이터베이스를 통해 연구구역에 대한 토양유실량을 예측하였으며(박재훈, 2000), GIS를 이용한 산사태 지역의 위험도 분석에서는 위성영상과 GIS 데이터베이스, AHP기법등을 통한 산사태의 위험도 등급을 산정하기도 하였다(양인태, 2001).

위성영상은 점차 사회 전 분야에 걸쳐 적용되고 있으며, 그에 따라 활용도가 증대되고 있다. 특히 고해상도 위성영상을 이용할 경우, 홍수로 인한 하천의 범람 및 진흙사태로 인한 건물과 기본시설의 피해상태를 파악할 수 있으며, 이로 인한 해안선의 환경영향평가 등은 물론 피해상태를 수집하여 지리적인 피해의 크기를 측정할 수 있다. 또한 고해상도 원격탐사 데이터를 GIS와 연계하여 사용함으로써 높은 정확도와 많은 가치 있는 정보의 생성이 가능하다. 하천이나 하상에서의 토사이동 또는 하상변동은 다양한 원인에 의해 발생한다. 여름과 가을에 주로 발생하는 집중호우와 태풍 등은 다양한 지표특성과 외부요인에 의해 산사태를 비롯한 토사이동을 일으키며 그로 인한 엄청난 규모의 재해를 발생시킨다. 최근 급격한 토사이동에 따른 하상변동이 발생하고 있다. 이와 같은 현상들은 추가적인 2차 피해를 가져오기 때문에 장기적으로 그 현상을 밝혀내기 위한 다양한 각도의 위성영상 적용 및 활용이 요구되어지고 있다.

현재 지구 주위에는 지구를 관측하는 많은 위성들이 발사되어 운영 중에 있다. 이 중 원격탐사에 주로 사용되는 위성으로는 미국의 Landsat과 프랑스의 SPOT이 대표적이며, 이밖에 유럽의 ERS-1, 일본의 JERS, 캐나다의 RADARSAT, 인도의 IRS-1C 등이 많이 사용되고 있고, 기상위성인 미국의 NOAA, 해양 관측 위성인 Seasat, 중력 측정 위성인 Topex 등도 많은 활동을 하고 있다. 또한, 1998년부터 1999년 사이에 지구 관측을 위해 QuickBird, IKONOS, Orbview-3 등의 상업용 고해상도 위성과 우리나라의 아리랑 2호 등이 발사될 예정이며, 고정밀 영상자료의 요구와 이들 인공위성 영상자료의 처리에 관한 수요가 급격히 증가할 것으로 보인다(사공호상, 2003).

위성영상은 해상도, 즉 공간해상도와 분광해상도에 따라 지표정보의 판독효과가 달라진다. 이러한 판독 가능성이 감지되면 이를 토대로 특정 대상물의 판독에 적절한 공간 해상력을 갖는 위성 영상을 이용한 하천에서의 토사 이동 분석 가능성을 알아 볼 수 있다. 영상의 판독 가능성을 검토하기 위해서는 영상판독 결과표(한국건설기술연구원, 2001)를 참고 할 수 있으며, 이를 통해 영상의 공간해상력과 판독가능항목들 간의 상관성을 분석할 수 있다. 그 결과는 하천에서의 토사이동 분석에 적용 가능하다.

최근의 고해상도 영상에 대한 각종 연구는 재해관리에 대한 활용 가능성을 증대시켜 주었으며, 모니터링 자료원으로서 KOMPSAT 영상의 활용성에 대한 연구를 요구하고 있다.

그러므로 본 연구는 재난, 재해 업무에서의 고해상도 위성영상의 활용 가능성을 제시하고자 강원도 강릉시 사천천 주변에 대한 재해 전후의 토사 침식과 퇴적에 대한 분석을 위해 위성영상을 활용하여 토사침식 및 퇴적 현황 파악 가능성을 연구하고자 하였다.

## 2. 연구내용 및 절차

### 2.1 연구대상지역과 사용자료

연구대상지는 2002년 여름 태풍 루사피해가 극심했던 지역인 강원도 강릉시 사천면의 사천천을 대상으로 하였다. 사천천은 동서로 흐르는 준용하천으로 하천의 길이는 11.4km이며, 유역면적은 60km<sup>2</sup>이고 하천천의 주변에는 농경지 400여 정보가 분포되어 있다. 위성영상이 공통적으로 포함하는 8.8km의 사천천을 대상으로 하였으며, 재해 전과 후의 3개씩의 해상도별 위성영상과 QuickBird를 추가로 사용하였다. 연구 데이터로 사용된 영상은 표 1과 같으며,

표 1. 위성 영상자료의 Specification

위성/센서	태풍 루사 이전의 영상			태풍 루사 이후의 영상			
	Landsat TM	IKONOS	KOMSAT	Landsat TM	SPOT5	KOMSAT	QuickBird
관측일	2000/05/08	2001/10/14	2001/12/7	2003/04/15	2003/8/12	2002/9/8	2003/7/20
Spec.	30m	4m	6.6m	30m	10m	6.6m	2.44m
	M.S	M.S	Pan	M.S	M.S	Pan	M.S
	BIL	TIFF	TIFF	BIL	TIFF	TIFF	TIFF

※ 태풍 루사 발생일 : 2002년 8월 31일

IKONOS, QuickBird, KOMPSAT, SPOT5, LANDSAT 등의 영상은 각기 공간범위와 영상의 크기가 달라 공통된 공간범위만을 사용하였다. 또한 영상에 대한 분석은 컴퓨터에 의한 토지피복과 육안판독을 병행하여 재해전후의 토사침식 및 퇴적의 양적인 변화를 분석하고자 하였다.

영상 외에 기하보정과 연구대상지역에 대한 표고정보를 취득하기 위해 1:5,000 축척의 수치지도 48도엽을 이용하여 DEM을 생성하였다.

### 2.2 연구내용

다양한 공간해상도의 위성영상을 통해 홍수재해 전후의 토사유출 및 퇴적에 대한 분석을 수행하였다. 분석을 위한 연구내용절차는 그림 1과 같다.

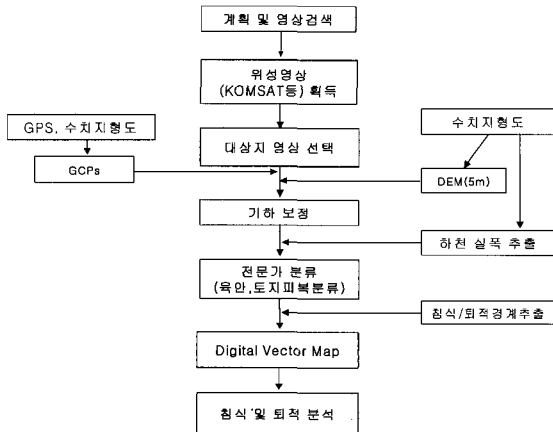


그림 1. 연구수행 과정

취득한 영상은 연구대상범위에 맞도록 영상범위를 결정하였다. 영상은 영상과 수치지도를 고려하여 GCP 위치를 13~15개의 Point를 선정하였다. 좌표변환식은 Affine 변환방정식을 이용하였으며, 수치지형도에서 작성한 DEM과 수치지도, 영상을 이용하여 기하보정을 실시하였다.

기하보정한 영상은 수치지형도와 중첩비교를 통해 위치정확도를 확인하였으며, 통상적인 허용오차 0.5화소를 만족하였다. 분석대상인 하천범위를 규정하기 위해 수치지도에서 하천의 경계를 찾아내어 신평하천을 추출하였다. 영상은 신평하천으로 마스킹하였으며, 분광데이터 분석방법으로 일반적인 토지피복분류와 육안판독을 병행하였다. 토지피복분류는 최대우도 분류법에 의하여 분류하였으며, 산지부와 하천부, 하천주변부에 대한 토사이동에 대한 현황파악이 가능한지를 살펴보았다. 분석된 데이터는 벡터화를 통해 토사이동에 의한 침식 및 퇴적 현황도 작성에 대한 연구를 수행하였다.

### 3. 토사침식 및 퇴적의 분석

기존의 연구성과(한국건설기술연구원, 2001)에 의하면 영상은 공간해상도에 따라 판독여부가 결정된다. 이 연구에서는 LANDSAT, SPOT5, KOMPSAT, IKONOS, QuickBIRD 등의 영상을 사용하였는데, 공간해상도가 10m 이상인 영상의 경우에 하천이나 지류에서의 공간현황분석이 가능하지만 10m 이하의 해상도를 갖는 영상일 경우에는 공간현황분석이 가능하다 하더라도 현장상황에 따라 유동적으로 바뀐다.

산지, 하천, 하천주변에서의 자연환경의 변화는 KOMPSAT

표 2. 기하보정 결과

위성/센서	태풍 루사 이전의 영상			태풍 루사 이후의 영상			
	Landsat TM	IKONOS	KOMSAT	Landsat TM	SPOT	KOMSAT	QuickBird
GCP	15	13	13	15	14	13	15
RMSE	0.47화소	0.44화소	0.46화소	0.46화소	0.47화소	0.45화소	0.45화소

을 이용하여 변화된 현황을 분석하였으며, 하상에 대한 세부적인 토사이동변화는 재해전후로 나누어 저해상도, 중해상도, 고해상도 각 영상을 이용하여 분석하였다. 사천천 지류의 지형적 형상파악을 위해 하상에 대한 표고별 분포를 DEM을 수치지형도로부터 작성하였다. 표고는 0에서 50m까지 분포하고 있었으며, 평균 13.2m, 최소 0m, 최대 50m로 이루어져 있었으며, 10m이내가 전체의 62%로 나타났다. 따라서, 하상경사가 대체로 완만하였다.

### 3.1 위성영상의 해상도별 피복분류 비교

하천의 하상에 대한 피복분류현황을 분석하기 위해 해상도별 하상에서의 피복분류를 실시하였다. 일반적으로 동해안 준용하천의 경우 대다수의 하천폭이 협소하다. 그러므로 저해상도의 경우, 하상에서의 피복현황을 상세히 제공하지 못하였으며, 상대적으로 고해상도 영상에서는 정밀한 피복 분류를 할 수 있었다. 따라서 해상도별 피복분류결과 Landsat과 같은 저해상도 영상은 하천과 같은 협소한 지역에서는 사용에 어려움이 있을 것으로 판단하며, 고해상도인 IKONOS 등에서는 정밀한 피복 상태를 분석할 수 있었다.

### 3.2 하상에서의 토사이동 변화 분류

기존의 몇몇 연구 성과(사공호상, 2003)에 의하면 분광특성을 이용한 위성영상분류를 통해 토지피복분류에 대

한 정확도를 80% 이상으로 예상하고 있다. 그러나 이는 절대 위치에 대한 정확도 보다는 상대적인 개념의 정확도이다. 또한 최근 고해상도 영상에 대한 토지피복분류에서도 좋은 성과를 내지 못하고 있는 것은 고해상도로 갈수록 토지특성에 대한 반영 즉, 동일 사상에서도 다양한 분광특성이 나타나는 문제로 인해 피복분류에서 원하는 결과를 얻지 못하고 있다. 퍼지이론이나 신경망이론을 사용하기도 하나 이 또한 보안을 위한 실재적 방법으로 사용하기에는 부족한 면이 있다. 정확도면에서는 토지피복분류에 육안판독을 시행하는 것이 바람직하다. 그러나 현실적인 여건에서 모든 범위에 대해 육안판독을 실시하는 것은 시간과 효율성면에서 매우 비효율적이다. 따라서 국지적으로 하천 등의 유사한 특성에 대한 토지피복분류에서는 육안판독과 분광특성을 종합적으로 실시하는 것이 효과적이라고 판단된다.

본 연구에서는 하천에서의 토사이동에 대한 변화 탐지를 위해 KOMPSAT과 고해상도 다시기 위성영상을 통해 육안판독과 분광특성을 종합적으로 실시하였다.

3.2.1 고해상도 영상을 이용한 수해전후의 하상변동 분석  
수해 전과 후에서의 하상에서의 변동 현황을 분석하기 위해 수해 전 영상으로 2001년 10월 14일의 IKONOS 영상을 수해 후 영상으로 2003년 8월 12일의 SPOT 영상을 이용하

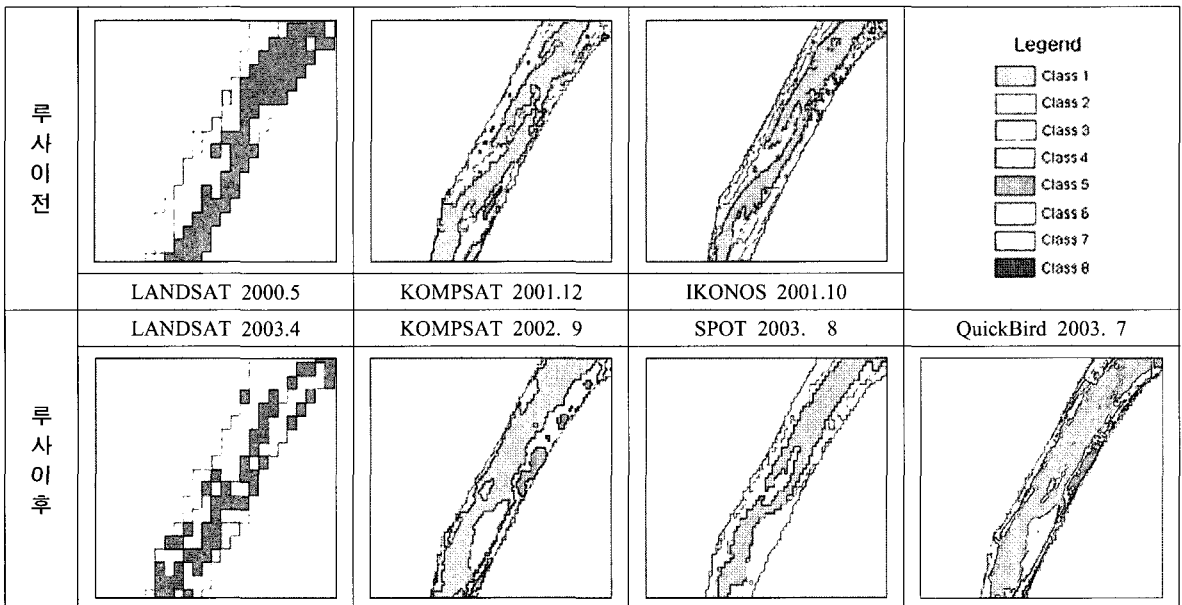


그림 2. 해상도별 피복분류

었다. 두 개 영상에서 사천천을 포함하는 동일지역을 선택하여 육안판독을 중심으로 하상변동 현황을 분석하였다.

분석 범위는 하천의 제외지의 하상으로 한정하였으며, 하상에서의 퇴적과 침식의 변화량을 분석하였다. 분석 시 영상의 공간 해상도에 따른 면적의 차이가 발생하는데 이때 IKONOS 영상에서의 면적을 기준으로 SPOT 영상의 면적을 조정하였다.

분석결과 그림 3과 분석표 3에서와 같이 2003년 사천

천의 하상은 2001년에 비해 수체는 늘었으며, 퇴적지는 줄어들는 양상을 보였다.

### 3.2.2 KOMPSAT 영상을 이용한 수해전후의 하상변동 분석

수해 전과 후에서의 하상에서의 변동 현황을 분석하기 위해 KOMPSAT 영상을 이용하였다. KOMPSAT 영상은 수해전의 2001년 12월 영상과, 수해 후의 2002년 9월 영

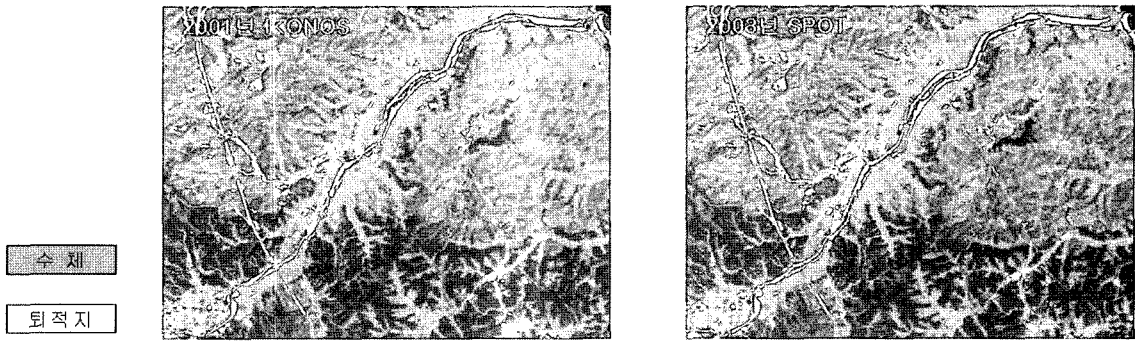


그림 3. 수해 전 영상(IKONOS)과 수해 후 영상(SPOT)에서의 하상변동 현황

표 3. IKONOS 영상과 SPOT 영상을 이용한 수해 전과 후의 하상변동 분석

단위(m <sup>2</sup> )	2001년 10월	2003년 8월	변화량(2001대비)
수 체	320,702	386,487	+ 65,785
하상 퇴적지	501,610	435,825	- 65,785
총 계	822,312	822,312	0

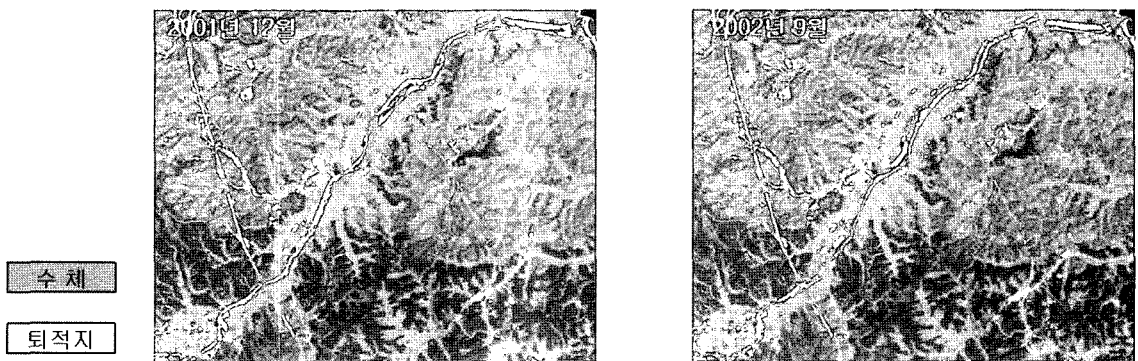


그림 4. 수해 전 영상(KOMPSAT)과 수해 후 영상(KOMPSAT)에서의 하상변동 현황

표 4. KOMPSAT 영상을 이용한 수해 전과 후의 하상변동 분석

단 위(m <sup>2</sup> )	2001년 12월	2002년 9월	변화량(2001대비)
수 체	389,412	395,712	+ 6,300
하상 퇴적지	432,900	426,600	- 6,300
총 계	822,312	822,312	

상이다. 두 영상에서 사천천을 포함하는 동일지역을 선택하여 육안판독을 중심으로 하상변동 현황을 분석하였다. KOMPSAT 영상을 분석한 결과 2001년 12월, 2002년 9월 사천천의 하상은 수체가 퇴적지에 비해 각각 43,488, 30,888 작게 분포하였으며, 2002년 사천천의 하상은 2001년에 비해 수체는 늘었으며, 퇴적지는 줄어드는 양상을 보였다.

### 3.2.3 동일시기 KOMPSAT 영상을 이용한 하상변동 분석

동일시기의 2001년, 2002년, 2003년의 KOMPSAT 영상 분석을 통해 하상에서의 변동 현황을 분석하였다. 수해전의 KOMPSAT 영상은 2001년 12월 영상이며 수해후의 KOMPSAT 영상은 2002년 12월 영상과 2003년 11월 영상이다. 세 영상에서 사천천을 포함하는 동일지역을 선택하여 육안판독을 중심으로 하상변동 현황을 분석하였다.

분석 범위는 하천의 제외부인 하상으로 한정하였으며, 하상에서의 퇴적과 침식의 변화량을 분석하였다. 분석결과 KOMPSAT 2001년 12월, 2002년 12월, 2003년 11월 영상에서 수체는 각각 47%, 50%, 54%이었으며, 하상 퇴적지가 감소하는 추세로 나타났다. 2003년 11월 영상에서 타 영상보다 수체가 급증한 것은 촬영 직전 7일간의 강수에 의한 현상으로 추정 된다.

### 3.2.4 KOMPSAT 영상의 DN 분포

Panchromatic 영상인 KOMPSAT 영상의 분류 정확도를 향상시키기 위한 보조 수단으로 영상의 DN을 스트레칭하였다. 스트레칭한 영상의 DN을 다시 컬러 렌더링 하였으며, 분석을 위해 4시기 영상의 DN을 8개의 계층으로 그룹화 하였다. 분석 결과, 그림에서와 같이 계층 1은 다른 계층에 비해 점차 감소하는 추세를 보였으며, 계층 2는 2002년 9월에는 증가하는 경향을 보였으며, 12월엔 점차로 감소하는 경향을 보였다.

2001, 2002, 2003년의 하상부에 대한 영상의 DN을 0에서부터 255의 범위로 스트레칭한 결과는 두 개의 그림에서 잘 나타나고 있다. 아래 그림의 분포곡선에서와 같이 모든 곡선들이 2002년 12월 외에는 유사한 경향으로

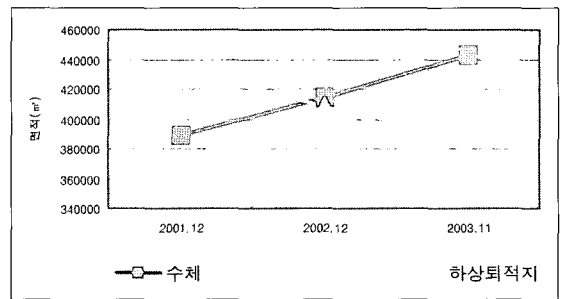


그림 6. KOMPSAT 영상에서의 동일시기에 발생한 수체와 하상 퇴적지 변동 현황

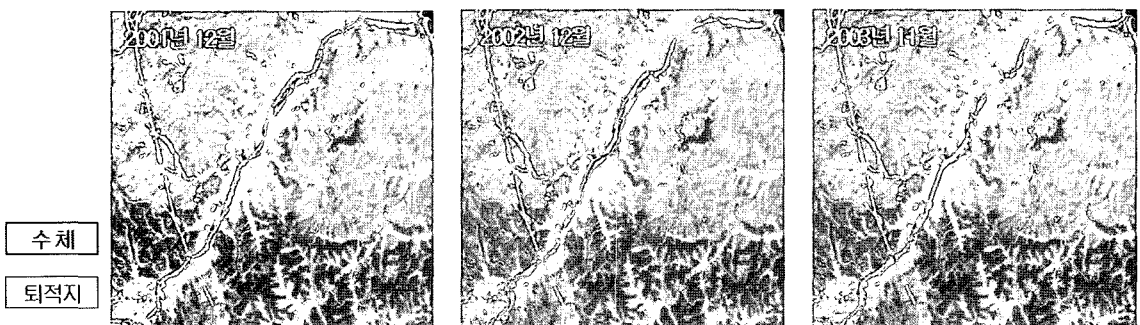


그림 5. 동일시기 KOMPSAT 영상을 이용한 하상 변동 현황

표 5. 동일시기 KOMPSAT 영상을 이용한 하상 변동 분석

단 위(㎡)	2001년 12월	2002년 12월	2003년 11월	비 고
수 체	389,412	414,072	443,232	
하상 퇴적지	432,900	408,240	379,080	
총 계	822,312	822,312	822,312	

나타나고 있다. 곡선의 pick부분은 3개의 분포곡선에서 같은 경향으로 나타나고 있다. 2002년 12월 영상에 대한 분포곡선은 타 영상에 대한 분포곡선의 형태와 상이하였으며, 이는 영상촬영 전 3일간의 영동지방에 있었던 적설

에 의한 것으로 판단된다. 영상의 DN의 누적합계 상위 10%에 대한 통계치는 아래 표와 같으며, 이 결과를 통해 하상에서의 주요 구성 요소가 토사에서 물로 바뀌어 가고 있다.

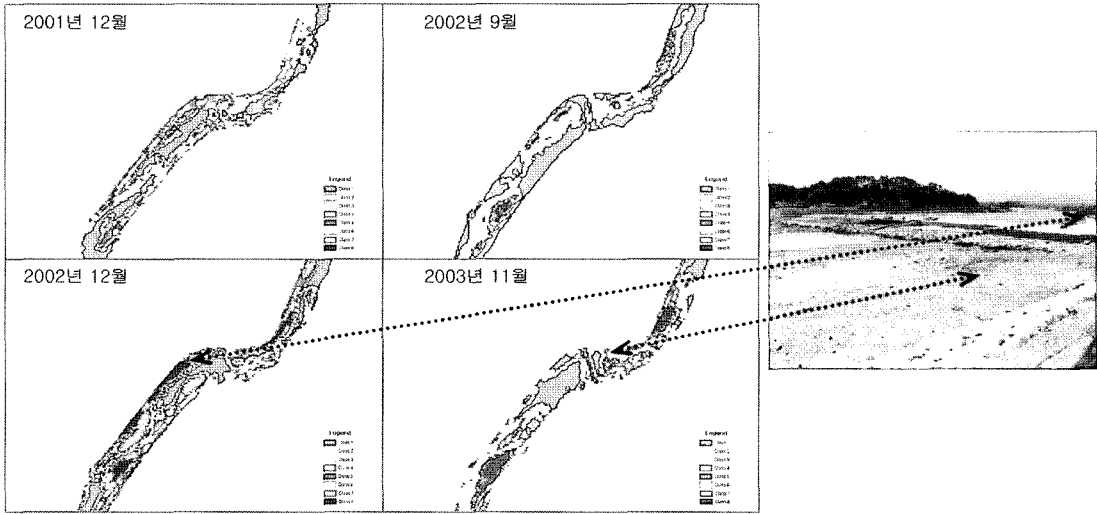


그림 7. KOMPSAT 영상에서의 DN 스트레칭 분석 결과

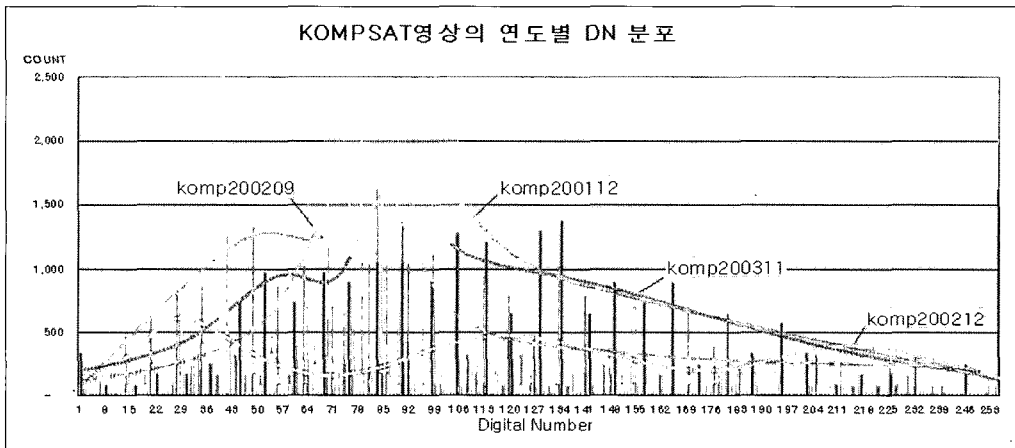


그림 8. 동일시기 KOMPSAT 영상의 DN 분류 결과

표 6. DN 분석결과

	komp2001.12	komp2002.09	komp2002.12	komp2003.11
Maximum DN	85	79	29	83
Stretching DN(10%)	85-97	76-88	29-41	83-95
누적합계 상위 DN(10%)	40-41	70-74	62-68	105-115
면 적(m <sup>2</sup> )	182,340	235,548	52,488	107,892
비 율(%)	22	29	6	13
지 표 특 성	토사	물	물	물

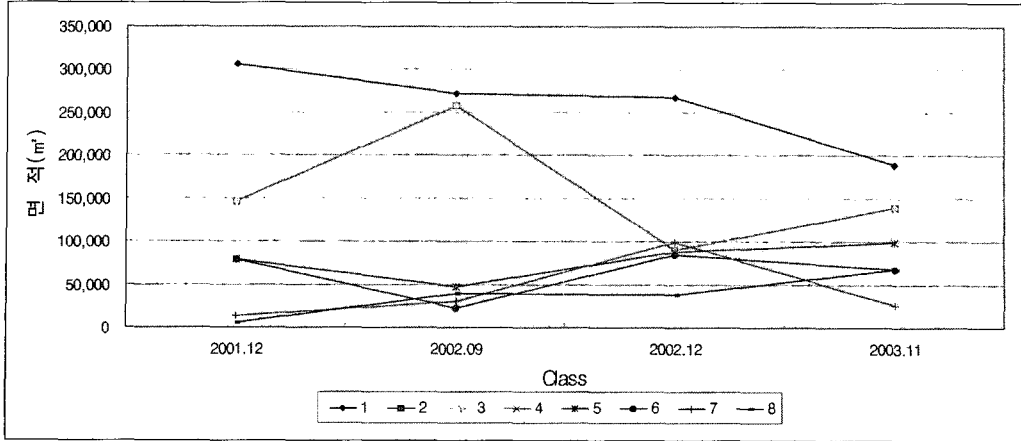


그림 9. DN의 그룹/연도별 현황

표 7. DN 분류 그룹/연도별 현황

계층	2001.12	2002.09	2002.12	2003.11
1	305,964	272,268	268,272	189,540
2	145,944	258,228	90,396	139,968
3	115,056	81,396	69,984	113,724
4	78,588	70,164	84,564	119,556
5	78,588	47,700	87,480	99,144
6	78,588	22,428	84,564	67,068
7	14,004	30,852	99,144	26,244
8	5,580	39,276	37,908	67,068
합계	822,312	822,312	822,312	822,312

### 3.2.5 KOMPSAT 영상의 DN 분포 분석

4시기 영상의 DN을 8개의 계층으로 그룹화하여 분석한 결과는 아래의 표와 같다. 계층 1은 8개의 클래스 중에 가장 크게 분포하며, 실제 지형에서 수체로 분류될 것으로 판단된다. 2002년 12월 영상은 타 시기에 비해 DN 분포곡선이 완만하게 형성되었다.

위와 같이 DN을 이용한 분류 결과는 사진에서와 같이 현장 상황을 어느 정도 반영하고 있었으며, 이러한 결과는 팬크로매틱 영상에서의 부정확한 육안판독 등에서의 문제점을 보완할 수 있는 좋은 방안임을 알 수 있다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 KOMPSAT을 비롯한 다양한 해상도의 위성영상을 통해 하천에서의 침식과 퇴적을 양적으로 분

석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. KOMPSAT(PAN-6.6m) 영상은 미세지형에 대한 변화 탐지에 활용 가능하나, 단일 영상에 의한 분광정보의 분석에는 한계가 있었으며, 보조적으로 DN 등을 활용하는 기법을 활용하면 효과적임을 알 수 있었다. IKONOS(MS-4m) 영상은 분광특성으로 인해 토지피복에는 비효율적이나, 미세지형에 대한 변화탐지에는 활용성이 컸다.

2. IKONOS 영상의 경우 4m의 MS영상 보다는 1m Pan-Sharpned 영상이 미세지형의 변화탐지에 적합한 해상도와 특징을 가지고 있었으나, 유사 시상(동일 색조)에 대한 판독 즉, 분류항목이 혼재되어 있는 경우에는 어려움이 있었다.

3. 따라서 효과적인 위성영상 활용을 위해서는 팬크로매틱 영상을 단독으로 사용하기 보다는, 천연색 영상이나 MS 영상을 융합하여 활용하는 것이 효과적이며, 장기적으로 공간 해상도를 1m(Pan)/4m(MS) 수준으로 높이는 것이 다양한 미세 지형정보 취득에 효과적일 것으로 판단된다. 팬크로매틱 영상을 단독으로 사용하기 위해서는 현지답사와 육안판독이 필수적이며, 판독을 효율적으로 하기 위해 DN을 보조적으로 활용하는 것도 판독의 정밀도를 높이는 좋은 방안이라고 판단된다.

## 참고문헌

- 김경남 (1995), 항공사진을 이용한 하상미지형의 판독, 석사학위논문, 강원대학교, pp. 35-42.
- 김윤수 (2003), 도시확장분석을 위한 위성영상 토지이용 분류기준 설정에 관한 연구, 한국지리정보학회지, 한국지리정보학회,



제6권 제3호, pp. 83-94.

박재훈 (2000), GIS와 토양유실모형을 이용한 토양유실량과 유  
사량에 대한 비교, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제18권 제  
3호, pp. 225-231.

사공호상 (2003), IKONOS 영상의 토지피복분류 방법에 관한  
실증 연구, 한국지리정보학회지, 한국지리정보학회, 제6권 제  
3호, pp. 107-116.

양인태 (2002), 원격탐사 영상의 분류정확도 향상을 위한 인공  
지능형 시스템의 적용, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 20

권 1호, pp. 21-32.

양인태 (2001), GIS를 이용한 소하천관리시스템 개발, 대한토목  
학회 논문집, 대한토목학회, 제21권 제1-D호, pp. 105-114.

양인태 (2001), GIS와 AHP법을 이용한 산사태 유발인자 분석,  
한국측량학회지, 한국측량학회, 제19권 3호, pp. 273-281.

양인태 (2001), GIS에 의한 최적노선 인터페이스 개발, 대한토  
목학회 논문집, 대한토목학회, 제21권 제6-D호, pp. 895-902.

한국건설기술연구원 (2001), GIS 선도기술동향 도입방안 및 국  
제협력기반구축, 건교부, pp. 123-126.

---

(접수일 2006. 1. 3, 심사일 2006. 1. 11, 심사완료일 2006. 2. 1)