

## GIS와 원격탐사기술을 이용한 토지피복 환경변화 분석

### Change Detection for Land Cover Environment using RS and GIS

최석근<sup>1)</sup>, 황의진<sup>2)</sup>, 문용현<sup>3)</sup>, 신계종<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 충북대학교 공과대학 토목공학과 부교수(E-mail : skchoi@chungbuk.ac.kr)

<sup>2)</sup> 충북대학교 대학원 토목공학과 박사과정(E-mail : qkqh0110@chungju.ac.kr)

<sup>3)</sup> 충북대학교 대학원 토목공학과 박사과정(E-mail : yhmoon@mocet.go.kr)

<sup>4)</sup> 충주대학교 공과대학 토목공학과 교수(E-mail : gjsin@chungju.ac.kr)

#### 요지

본 연구는 현재 충주호 주변의 수치지도 및 위성영상자료를 이용하여 기존의 DEM 자료로부터 3-D 영상을 생성하고 공간분석을 수행하였으며, 영상의 시계열분석을 하기 위하여 2000년 영상과 2003년 영상의 비교 분석하였다. 현재 연구중인 충주호 주변 토양도와 위성영상을 이용하여 토사유출특성 및 토양유실량을 산정 평가하였다. 충주호를 대상으로 유역특성과 유역내에서 발생하는 토사유출에 관한 정보를 분석함으로써 충주호 유역의 효율적인 관리방안을 모색하고 호수로 유입되는 하천수의 오염을 줄일 수 있도록 하였다.

#### 1. 서론

유역내의 환경변화와 토사발생은 매우 광범위하게 발생하며, 발생원인 및 발생지를 조사·관리하고 적절한 대책을 수립하기 위해서는 다양한 측정기술이 요구된다.

이런 환경과 토양침식 등과 관련된 인자들은 시간과 공간에 의해 여러 가지 형태로 나타나며 다양한 공간 분포와 변화를 보이므로 유역에서 환경변화와 토양침식을 정확하게 분석하기 위한 방법으로 GIS 및 RS 기술을 기존 토양유실모형과 통합하여 이용할 수 있다.

종합적인 환경관리 체계의 도입을 위하여 위성영상과 GIS를 이용한 시스템의 구축은 현대의 환경관리에 합리적인 대책방안이다. 위성영상의 광역성과 GIS의 체계적인 분석특성을 통하여 호수와 같은 넓은 지역의 분석이 손쉽게 이루어진다면 환경관리에 있어서 재해이후에 대처하는 소극적인 방법에서 자료의 수시관측을 통한 대처 방안이 성립되어지면 보다 적극적인 대처가 이루어질 것이다. 이러한 관측의 유용성을 확인하고자 충주호 유역의 대상으로 연구를 수행하였다. 충주호는 남한강의 상류에 위치하고 있어 환경보전 측면에서 매우 중요하며, 특히, 하천을 막아 형성된 인공호소로 내륙지역을 관통하여 서울지역으로 유입되는 호소로 환경의 변화정도가 인간생활과 토지이용상태에 영향을 주는 중요한 지역이다. 충주호의 유역특성과 유역내에서 발생하는 토사유출에 관한 정보를 분석함으로써 충주호 유역의 효율적인 관리방안을 모색하고 호소로 유입되는 하천수의 오염을 줄이는데 이용될 수 있을 것이라 사료되어 본 연구를 실시하게 되었다.

#### 2. 연구대상지역의 D/B구축

연구 대상지역인 충주호는 충청북도와 강원도에 걸쳐 6,650km<sup>2</sup> 면적을 가지는 유역을 형성하고 있으며(그림 1). 유역내의 데이터베이스를 구축하기 위한 연구대상지역의 위성영상과 1/25000 수치지형도의 색인은 그림 2와 같다.

본 연구를 위해서는 지형도, DEM, 하천망도, 유역도, 토양도, 토지이용도, Landsat 위성영상 등이 필요하다. 하천망은 수치지형도로부터 레이어를 분리하여 사용하였다.

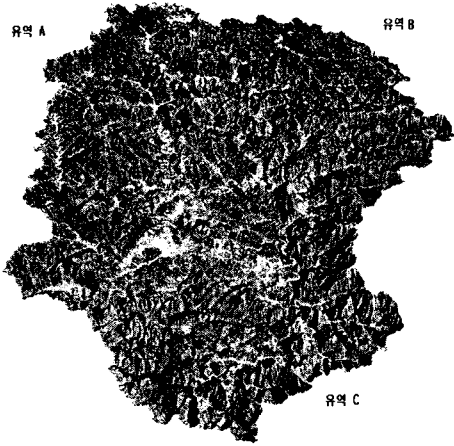


그림 1. 연구대상지역

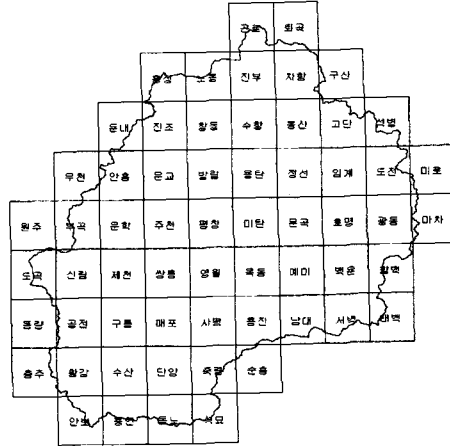


그림 2. 충주댐유역과 1/25000 수치지도

또한 DEM은 주로 격자형 자료를 이용하므로 수치지형도의 등고선과 고도점 자료를 이용하여 구축하였으며, 이 DEM을 이용하여 하천망을 추출하고 유역을 분할하였다.

토양도는 농업과학기술원의 수치정밀도양도를 이용하였으며, 토지이용도의 경우 Landsat 위성 영상을 이용하여 토지피복 분류를 수행하여 사용하였다.

표 1. 연구 자료목록

자료	내용	
수치지형도	1/5000 축척	고도정보, 수계망, 유역정보
수치토양도	1/25000 축척	토양도
강우관측	10년 관측자료	강우량
DEM	1" (30m)	고도정보
LANDSAT TM(ETM+) 영상	1989년 6월	분광정보
	1994년 6월	
	2000년 5월	
	2003년 4월	

### 3. 분석 및 고찰

#### 3.1 수계망 추출

격자 크기가 30m인 격자형 자료는 Arc/Info의 격자형 모듈에서 작업을 수행하였다. 격자 형태의 격자형 자료는 DEM에서 가장 일반적인 수치자료로써 지표의 지형특성을 정량화하기 위해 격자형 분석에 입력자료로 이용한다. 격자형 자료의 정확도는 주로 해상력에 의해 결정된다.

하천을 추출하기 위해서는 위에서 형성된 흐름에 따라 각각의 셀 값들을 누적시켜 나가면서 물의 이동을 계산한다. 즉, 흐름 누적(flowaccumulation) 함수를 사용하면 그림 3에서처럼 각 셀들이 흐름방향에 따라 그 값을 누적시켜 나가게 된다.

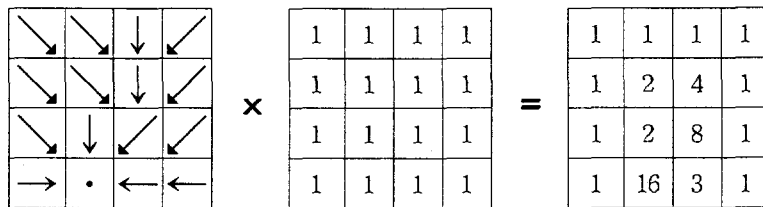


그림 3. 흐름 누적

먼저 흐름 누적 함수는 모든 셀의 값을 1로 치환한다. 그리고 앞에서 형성된 흐름 방향에 따라 셀값들이 하나씩 더해가게 되고, 하류로 가면서 계속 만나는 셀값을 누적시키므로 하류로 갈수록 그 값이 커지게 된다. 하나의 셀로 시작해서 인접해 있는 셀 중 가장 낮은 고도를 갖는 셀로 누적이 수행되므로 8개의 셀 중에서 선택되지 않은 셀은 그대로 1의 값을 갖게 된다. 이렇게 누적되어진 자료로 수계망을 자동 추출하였다.

### 3.2 위성영상의 토지피복분류

위성영상은 해상도, 즉 공간해상도와 분광해상도에 따른 지리정보의 판독이 다르다. 이를 토대로 특정 대상물의 판독에 적절한 공간 해상력을 검토함으로써 위성 영상을 이용한 하천에서의 토사이동 분석이 가능하다. USGS의 토지이용 및 피복 분류체계 및 국립지리원의 수치지도 지형분류코드 위주로 항목을 설정하여 영상의 판독 가능성을 검토하기 위해 기존의 연구결과인 표1과 같은 영상판독 결과표를 참고로 수계를 판독하였다. 원격탐사 영상을 구성하는 화소들의 분류 처리는 실제 목표물의 속성들과 영상 내 화소들을 상관시키는 것이다. 그것은 각각의 화소들이 지질학적인 또는 지표면 피복형태 같은 지리학적인 실측치와 상관식이 성립됨을 의미한다. 즉, 분류처리는 정해진 수의 분류항목이나 범주로 화소들을 분류하는 처리라 할 수 있다. 분석자가 본래의 영상 자료로부터 추출하고자 하는 정보의 형태에 따라 분류항목들은 탐사지역 내에서 나타난 기지 목표물의 분광반사 특성들(분광신호)과 비교되어 화소값에 "물" 또는 "토지"와 같은 지상 사상을 상관시킨다.

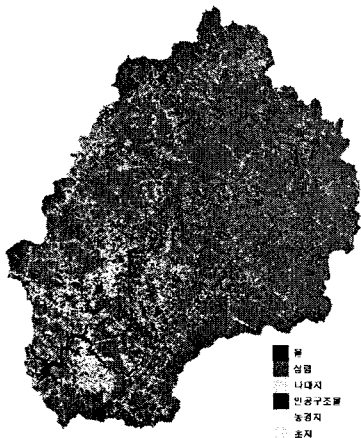


그림 5. 1989년 토지피복분류

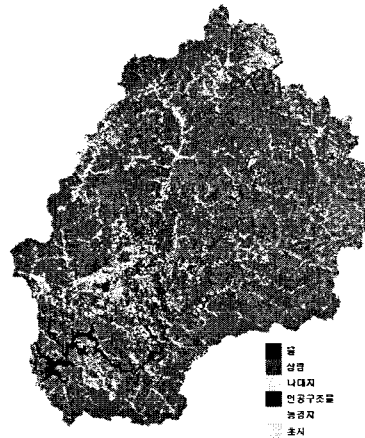


그림 6. 2003년 토지피복분류

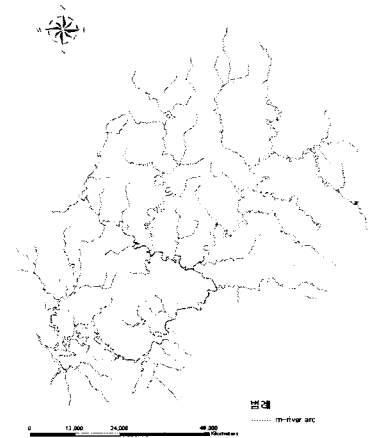


그림 7. 주요 하천망

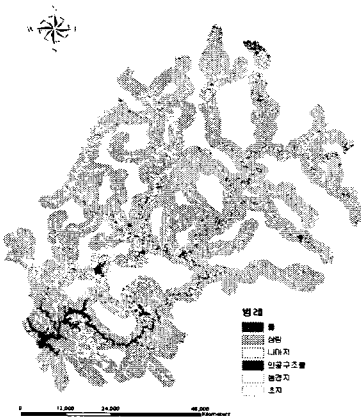


그림 8. 2km 영향권

표 3. 영향권의 토지피복분포(2003년 영상)

구 분	1km 영향권			2km 영향권		
	면적(km <sup>2</sup> )		증감(km <sup>2</sup> )	면적(km <sup>2</sup> )		증감(km <sup>2</sup> )
	1989	2003	89-03	1989	2003	89-03
물	68.5	72.2	-3.7	1.6	2.3	-0.7
상림	1857.4	1897.5	-40.1	1543.7	1612.1	-68.4
나대지	13.5	15.0	-1.5	6.3	7.2	-0.9
인공구조물	118.2	120.5	-2.3	22.2	27.2	-5
농경지	404.0	418.1	-14.1	170.3	155.2	15.1
초지	106.4	44.7	61.7	78.9	19.0	59.9

### 3.3 토양 침식모형(USLE)

토양침식이란 다양한 토양형성과정에서 인간의 무분별한 활동의 결과로 토양이 재배치되는 것보다 빠르게 자연의 힘에 의해서 토양이 이동하는 현상으로 정의할 수 있다. 이러한 토양 침식모형(USLE)을 적용하는데 여러 가지 인자가 사용되어지는데 그 인자들은 다음의 식과 같이 적용했다.

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

$$\text{또는} = R \cdot K \cdot LS \cdot VM$$

위에 식(USLE)에 적용한 결과 다음과 같은 그림9~12에 결과를 얻었다

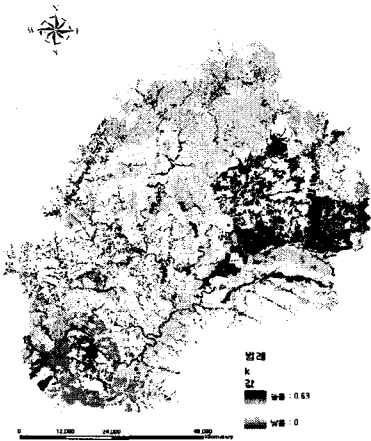


그림 9. 토양침식인자(K)

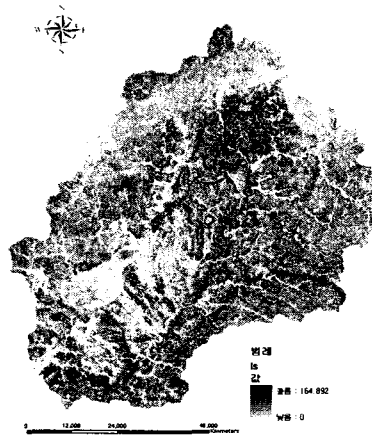


그림 10. 지형인자(LS)

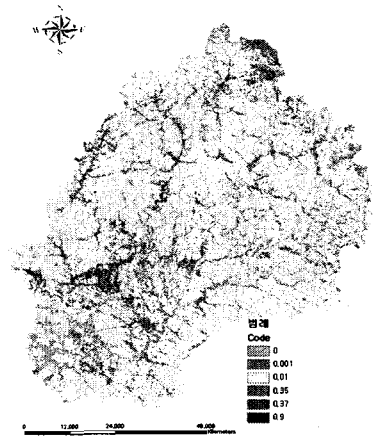


그림 11. 토양침식조절인자(VM)

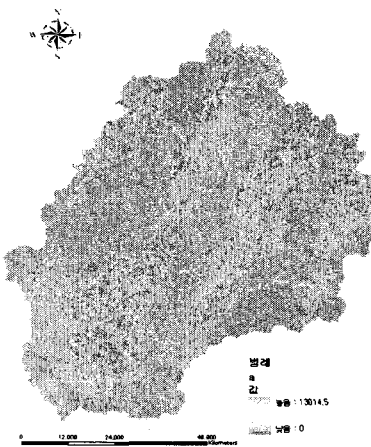


그림 12. 토양유실량(A)

토양유실에 큰 영향을 주는 인자는 토양침식인자(K)와 지형인자(LS), 토양침식조절인자(VM)로 그 값을 보면 토양침식인자는 Ha당 분포가 0.00ton/ha/R에서 0.63ton/ha/R까지 분포하고 있음을 알 수 있다. 지형인자를 구하기 위해 격자크기 30m의 DEM을 이용하여 ArcGIS의 AML을 이용하여 자동 추출하였으며, 그 결과 연구지역의 지형인자분포는 0에서 164.9를 가지는 것으로 분석되어 지형인자의 토양유실의 많은 비중을 차지하고 있음을 나타냈다. 토양침식조절인자는 토지피복분류 결과에 따라 나대지는 0.9, 물 0, 도심지는 0.001, 삼림지는 0.01의 값을 부여하였다. 또한 농경지의 경우는 0.37, 초지의 경우는 0.35의 값을 부여하였다. 이러한 과정으로 토양유실량을 분석하면 연구대상지역에 대한 토양유실량은 최소값 0에서 1년 최대값 13,014.5 ton/ha로 계산되었으며, 평균토양유실량은 년 52.7ton/ha로 나타났다.

#### 4. 결 론

본 연구는 충주호 유역의 환경변화를 추적하기 위해 다시기 영상을 이용하여 토지피복분류를 수행하고 식생변화탐지를 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 토양유실량 계산에서 중요한 인자는 토양침식인자(K), 지형인자(LS) 및 토양침식조절인자(VM)인 것으로 나타났다.
2. 토양유실량은 52.7 ton/ha/year로 산정되었고, 하천주변 지역의 토지피복특성이 식생이 분포하고 있지 않은 나대지는 토양유실량이 크게 나타났으며, 삼림지역은 식생분포만으로도 유실되는 토립자의 양을 상당히 줄일 수 있다는 것을 알 수 있다. 또한 하천을 따라 토양유실량이 발생하지 않은 것으로 나타난 지역은 토지피복분류상 물이 분포하고 있는 지역에 해당하고, 하천 주변 지역이 경사가 거의 없는 평지의 논이 상당량 분포하고 있어 토양유실량이 매우 적게 나타나고 있음을 알 수 있었다.

#### 참고문헌

Desmet, P. J. J., and G. Govers, (1996), "A GIS Procedure for Automatically Calculating the USLE LS Factor on Topographically Complex Landscape Units", Journal of Soil and Water Conservation, 51(5), 1996, pp. 427~433.

Green, K.D. Kempka, and L. Lackey, (1994), "Using Remote Sensing to Detect and Monitor Land-Cover and Land-Use Change", PE & RS, Vol.60, No.3, pp.331~337.

신석효, 안기원, 양경주, (2004), Fuzzy C-Mean 알고리즘을 이용한 중합영상의 토지피복분류기법 연구, 한국측량학회, pp.171~198.