위성영상을 이용한 토지피복 분류 및 SCS유출량 산정

Land Cover Classification and SCS Runoff Estimation using Remotely Sensed Images

이 윤 아* · 함 종 화 · 장 석 길 · 김 성 준 (건국대)
Lee, Yun Ah · Ham, Jong Hwa · Jang, Seok Gill · Kim, Seong Joon

Abstract

The objective of this study is to identify the applicability of land cover image classified by remotely sensed data; Landsat TM merged by SPOT for hydrological applications such as SCS runoff estimation. By comparing the classified land cover image with the statistical data, it was proved that they are agreed well with little errors. As a simple application, SCS runoff estimation was tested by varing rainfall intensity and AMC with Soilmap classified by hydrologic soil group.

Ⅰ. 서론

토지피복 분류는 여러 가지 접근방법에 의해 획득되어질 수 있는데 최근 들어 위성영상의 공간적, 분광적 해상도의 다양화에 의해 현지측량이나 항공측량, 그 밖의 방법 등에 의한 것보다 넓은 지역을 빠른 시간에 효율적으로 처리할 수 있게 되었고, 주기적 데이터 획득에 의한 정보갱신과 수치화, 시계열 분석이 용이하다는 장점을 이용해 GIS의 입력자료로서의 사용이 많아지고 있다.

이러한 이유로 본 연구에서는 인공위성영상인 *Landsat TM*과 *SPOT*을 이용한 토지피복 분류를 하였고 그 분류결과에 대한 여러 가지 비교분석을 통해 정확성을 검증한 후, 수문학적 토양군에 대한 GIS 데이터와 결합하여 유역에 대한 SCS 유출량을 산정하였다.

Ⅱ. 자료 및 방법

1. 자료

연구대상이 된 지역은 충청남도 홍보 간척지구로서 본 연구에서 위성데이타 이용시 Landsat TM 영상 하나만으로는 분류시 정확한 분석이 어려웠으며 이를 보완하기 위해 SPOT 영상을 Landsat TM에 중첩시켜 알고리즘에 의한 분석작업을 하였고 밴드조합은 본 지형의 특성을 잘 나타내 주는 3,2,1 조합(Landsat TM의 경우)

1999년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (1999년 10월 16일)

을 하여 사용하였다. 또한 본 연구에 이용한 데이터는 대상 클래스를 골고루 포함하며 토지이용의 변화가 심하지 않고 기상상태나 그 밖의 원인에 의한 자료의 훼손이 없는 지역이다. 조사분석에 있어서 대상지역 전체를 동일한 시간대에 수집된 위성자료를 이용하여야 하나 현재 이용 가능한 자료가 한정되어 있어 최근의 자료를 이용하는데 초점을 맞추었다. 각 밴드별 수치영상은 동시에 관측할 수 있고 자료의 범위는 0-255로 나뉘어 있으며, 사용된 Landsat TM과 SPOT영상 데이타의 특징은 Table-1과 같다.

Table-1. Specification of Satellite Images in this study

	Landsat TM	SPOT Panchromatic
Acquisition Data	Oct. 22, '91	Nov. 15, '97
Unit	Meters (30×30)	Meters (10×10)
Projection	UTM-52N	UTM-52N
Datum	TOKTO	TOKYO
Path/Row	115 / 34	304 / 277
Quality	Good	Good
Cloud	0 %	0 %

※ 이 연구에 사용된 S/W는 ER-Mapper Ver 5.5, IDRISI, Arc/Info임.

2. 방법

2.1 토지피복분류

2.1.1 영상의 전처리

수집된 raw데이타는 여러 가지 원인에 의해 영상내 각 점에 변위가 발생한다. 이렇게 오차를 포함하고 있을 경우 GIS 공간DB로의 활용이나 분석자료로 사용하기 적합하지 않으므로 이에 대한 보정처리가 필요하다. 이러한 왜곡을 보정하기 위해서 지상기준점(GCP; Ground Control Point)을 획득하여 기하보정을 실시하는데 이때 지상기준점의 분포 및 개수가 지형보정에 많은 영향을 미치므로, 여기서는 정확한 좌표를 알 수 있는 점을 GCP로 선정하였고 영상에서 5개의 GCP를 획득하였다. 생성된 화상의 화소값을 결정하는 재배열(Resampling) 과정에 있어서 본 연구에서는 DN값을 변화시키지 않기 위해서 Nearest Neighbor방법을 적용하였다. 재배열을 한 후 resolution이 30m인 Landsat TM의 난점을 보완하기 위해서 SPOT을 overary시켜 새로운 알고리즘을 작성하였으며 이미지 향상을 위해 filtering작업을 수행하였는데 이때 training과정에서 정확성을 확보하기 위해 주변 경계값을 강조시키는 shapen2 filtering처리를 하였다.

2.1.2 영상의 분류

분류에 있어서는 감독, 무감독 분류방법이 있는데 무감독 분류는 그 결과가 감독분류의 경우보다 낮은 정확도를 나타내어 본 연구에서는 감독분류의 경우만을 적용

시켰다. 감독분류는 무감독 분류와는 다르게 분석자의 주관적 판단에 의해 필요로 하는 class를 선택하여 분류하므로 training site획득시 정확한 판단이 요구된다. 따라서 분류의 정확도를 높이기 위해서 본 연구에서는 분류시 같은 항목에 포함되더라도 분광패턴의 차이가 심한 것은 다시 여러 항목으로 나누었다. 이렇게 training site을 획득하고 나면 분류과정에 들어가는데 감독 분류시 여러가지 분류방법(minimum distance, parallelpiped classifier 등)을 사용하여 분류해 본 결과 각 분류항목의 평균과 공분산을 이용하는 감독분류인 Gaussian Maximum Likelihood분류법의 정확도가 가장 높게 나타났고, 분류이전 단계에서 확률에 의한 분석이 가능하므로 이 분류법에서 나온 분류결과(Fig. 1)를 가지고 reference data에 의한 정확도 검증을 하여 감독분류의 정확성 및 오차의 원인을 분석하였다.

2.1.3 분류결과 검증

감독분류의 정확도 검증을 위하여 본 연구대상 지역인 홍성군에 속한 11개의 면에 대한 토지이용면적을 가지고 분류결과 항목에서 산출해낸 면적율과 통계자료를 비교 분석을 하였다. 이때 토지이용에 관한 통계자료는 '98 홍성통계연보에 수록된 자료중 97년 통계자료를 이용하였다. 통계자료는 토지이용을 20가지로 세분하였으므로 본 연구결과와의 비교를 위하여 분류결과를 재분류하였다.

Table-2. Comparing classification results with reference data (unit: %)

	forest	paddy field	settlement	upland	the rest
통계 자료	47.03	23.62	0.75	18.15	9.87
분류 결과	51.69	23.55	1.35	22.29	1.00
차이	-4.66	0.007	-0.60	-4.14	8.87

위성영상을 이용한 토지피복분류의 경우 다음과 같은 원인에 의해 오차가 발생되었다고 판단된다.

가. 감독분류의 경우 감독자가 지정하지 않은 항목은 비슷한 분광특성을 가진 항목으로 할당되어 토지피복 분석시 오차를 발생시키는 주된 요인으로 작용하였다.

나. 분류에 사용된 Landsat TM과 SPOT 영상은 동일한 시기에 취득된 영상이 아니므로 그 동안의 토지이용상태의 변화에 따라 오차가 발생하였다.

그러므로 위성영상을 이용한 피복 분류시에는 충분한 Reference data를 확보하고 충분한 사전조사를 통해 분류하고자 하는 지형에 대한 지식을 갖추어야 한다.

2.2 SCS유출량 산정

2.2.1 수문학적 토양군

SCS유출곡선번호는 토지이용과 수문학적토양군, 그리고 선행함수조건(Antecedent Moisture Condition:AMC)이 고려되어지는데 수문학적 토양군도에 있어서는 현재까지 우리 나라에서는 SCS의 수문학적 토양군도가 제작되지 않고 있어 일반적으로 농촌진흥청의 정밀 토양도를 재분류하여 수문학적 토양군을 결정하고 있다.

본 연구에서는 농촌진흥청 토양물리과에서 작성한 1:25,000 토양도를 기준으로 분류하였으며(Fig. 2), 정리하면 Table 3과 같다.

Table-3. Hydrologic soil group in Hongbo watershed (Unit: %)

Hydrologic Soil group	A	B	C	D
Percent of soil group	9.2	77.8	2.5	10.5

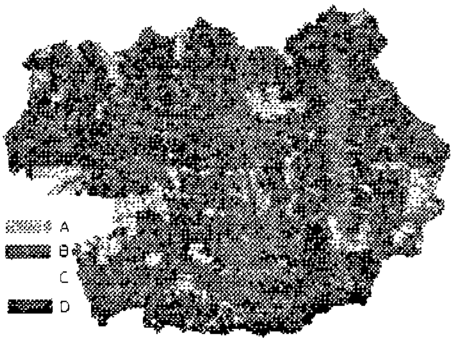

Fig.1 Hydrologic soil group

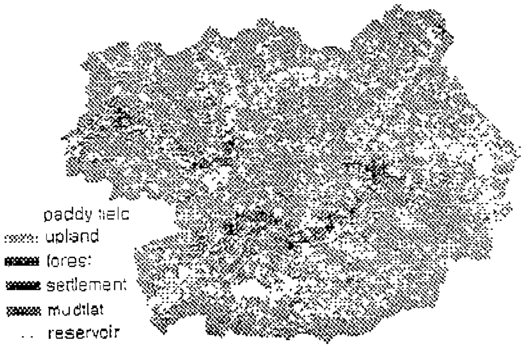

Fig.2 Land cover classification result by Landsat TM merged by SPOT images

2.2.2 유출곡선번호(Runoff Curve Number)의 추정

본 연구에서는 AMC Ⅱ조건에 대한 유출곡선번호의 선정시 Chow 등(1964)에 의하여 농지와 도시 등에 대하여 선택적으로 요약되어진 유출곡선번호표를 주로 사용하였다.

ER-Mappper에서 분류한 토지이용도에서 모든 화소가 단일의 토지이용상태를 가진다고 가정을 하고, 생성된 분류영상을 재분류하였다. 여기에 수문학적 토양군도를 결합하여, AMC Ⅱ 조건에 대한 유역의 유출곡선 번호도를 작성할 수 있었다.

2.2.3 선행토양함수조건

SCS 선행 함수조건은 토양의 함수조건을 대변하는 지표로서 작물생육기(growing season)와 비생육기(dormant season)로 나누어 각 경우에 대하여 3가지의 조건(AMC Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ)으로 구분되어 지며, 일반적으로 5일 선행강우량으로부터 결정된다. 토지이용과 수문학적 토양군의 조합에 따라 SCS 유출곡선번호표 상에서 결정되는 유출곡선번호는 선행 함수조건이 AMC Ⅱ일 때의 경우로서 AMC Ⅰ, AMC Ⅲ 조건에 대한 유출곡선번호는 식 (1)과 (2)를 사용하여 구할 수 있다.

$$CN_{SCS}\text{I} = \frac{CN_{SCS}\text{II}}{2.3 - 0.013CN_{SCS}\text{II}} \quad \cdots\cdots (1)$$

$$CN_{SCS}\text{III} = \frac{CN_{SCS}\text{II}}{0.43 - 0.0057CN_{SCS}\text{II}} \quad \cdots\cdots (2)$$

2.2.4 SCS 유출량 산정

SCS는 총우량과 유효우량간의 관계를 식 (3)으로 표시하였다.

$$Q = \frac{(P-I_a)^2}{(P-I_a)+S} \cdots\cdots (3)$$

여기서, P: 호우별 총우량(mm) I_a: 강우초기의 손실(mm) ($I_a = 0.2\ S$) S: 유역의 최대잠재보유수량(potential maximum retention)(mm) Q: 직접유출량에 해당하는 유효우량(mm)이다.

최대잠재보유수량은 유출곡선번호(CN)을 사용하여 식(4)로서 결정할 수 있다.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \cdots\cdots (4)$$

최대잠재보유수량을 구한 후, 50, 100, 200, 300mm의 강우에 대한 유효우량을 식(3)를 이용하여 구하였다(Fig. 3). 유역 전체에 대한 유출량의 산정은 SCS(1972)에 따라 가중평균유량법(Weighted-Q method), 가중평균유출곡선법(Weighted-CN method) 두 가지의 방법을 고려할 수 있는데 SCS(1972)에 의하면 가중평균유량법에 의한 결과는 거의 정확한 결과를 보여주지만, 가중평균유출곡선법에 의한 결과는 강우량의 크기에 따라 유출량을 더 작게 추정하거나 더 크게 추정되므로 전체 유역의 유출량은 가중평균유량법을 사용하여 정리한 결과는 Fig. 4와 같다.

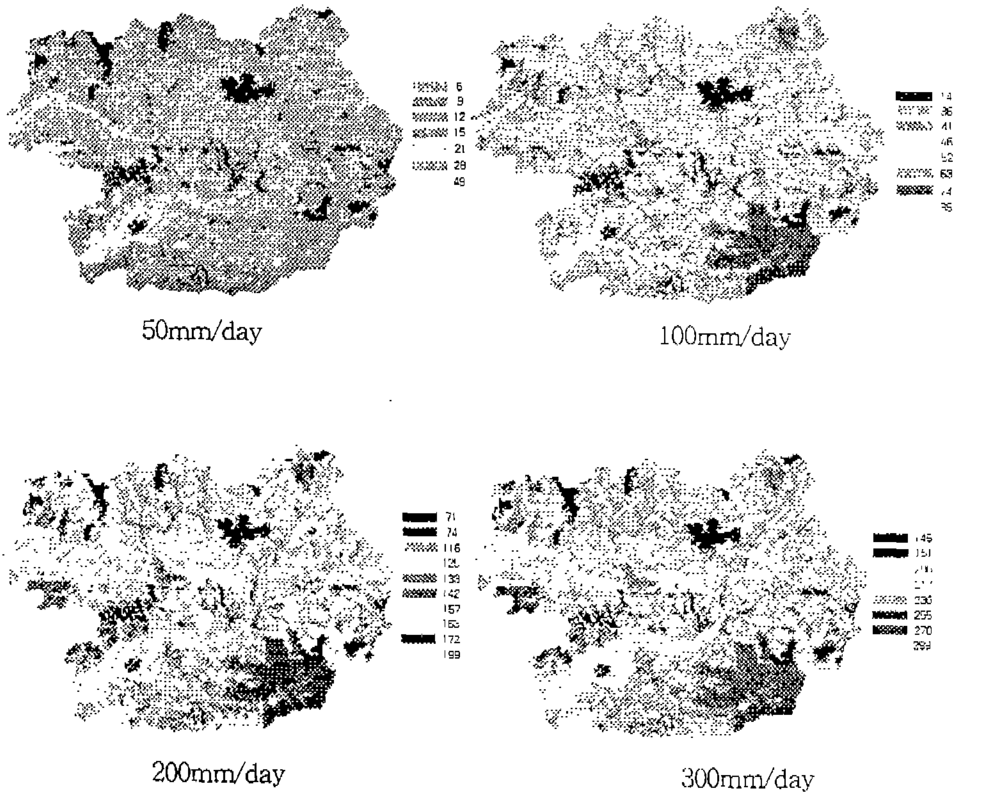

Fig. 3 Distributed result of SCS runoff
when rainfall is 50, 100, 200, 300mm/day

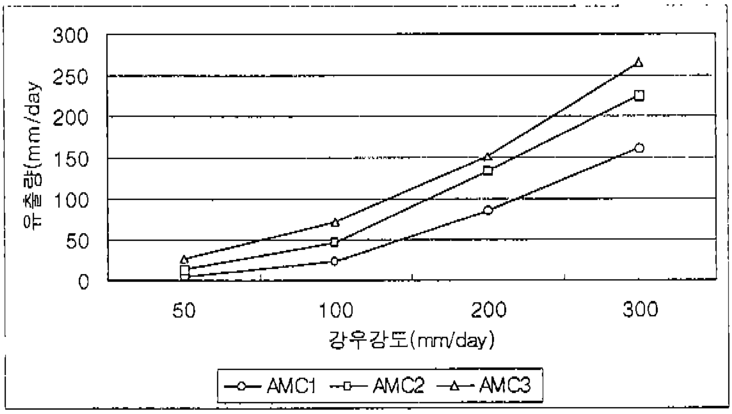

Fig. 4 Comparison of SCS runoff by varing rainfall intensity and AMC

III. 요약 및 결론

본 연구에서는 위성영상자료인 Landsat TM과 SPOT 이미지를 이용하여 토지피복 분류를 하였으며 통계치와 비교함으로써 그 정확성을 검증하였다. 검증 결과치가 수문학적 데이터로서의 이용가치가 있다고 판단되어 이 피복분류 데이터의 적용성을 시험하기 위해 SCS산정법에 의한 직접유출량을 산정하였다.

기존의 토지피복분류 방법은 처리의 자동화를 위한 수치자료의 변환에 많은 시간과 노력이 필요하며 유역이 클수록 경제적 측면의 부담이 커지는 단점이 있는 반면 위성영상을 이용한 피복분류의 경우 GIS 데이터와의 결합이 쉽고 토지이용에 대한 자료의 갱신이 용이하며 또한 이렇게 하여 생성된 토지피복분류는 여러 수문, 수질 모형에 적용성이 크므로 기존의 방법을 이용한 토지피복분류보다 위성영상을 이용한 방법이 더욱 효율적이라고 판단된다.

【참고문헌】

1. 박희성, 1998, 위성영상을 이용한 토지이용 분류 및 유출곡선번호의 추정, 서울대학교 석사학위 논문.
2. 박종화, 서동춘, 1999, Landsat TM 영상을 이용한 분류정확도 평가를 위한 항공비디오 자료의 활용, 대한원격탐사학회 춘계학술대회 논문집.
3. 채효석, 송영수, 1999, Landsat TM 자료를 이용한 지표면 수문인자 변화 분석, 99년 한국수자원 학회 학술발표회 논문집.
4. 임용조, 신대혁, 오성남, 1999. 시계열 Landsat TM 위성영상 지표피복도의 정량적 분류정확도 검증, 대한원격탐사학회 춘계학술대회 논문집.
5. 임상준, 박승우, 1997, 논의 유출곡선번호 추정, 한국수자원학회논문집 30(4):379-387
6. Thomas M and Palph W, 1979. Remote Sensing And Image Interpretation.
7. Chou, Y.H., 1996. Exploring Spatial Analysis.
8. Jones B, 1997. Geographical Information Systems and Computer Cartography.
9. Chow, V.T., 1964, Handbook of Applied Hydrology. McGraw-Hill.