계절별 LANDSAT 영상에 의한 토지피복분류에 관한 연구

○김옥남*, 양인태**, 김연준***

1. 서론

인공위성에서 얻어진 수치 자료는 광역성,신속성,동시성 및 경제성이라는 커다란 장점을 갖고 있으므로 원격탐사에 대한 필요성과 관심이 전문가들뿐만 아니라 일반인들 사이에서도 최근 크게 높아지고 있으며, 우리나라에서도 1992년에 우리별 1호의 발사에 의해 인공위성 보유국이 됨에 따라 앞으로 인공위성을 이용한 원격탐사 분야가 크게 활성화될 전망이다.

지표정보 해석문제는 광역적이고 계속적인 변화를 가져오기 때문에 이를 위한 지표조사 및 분석은 많은 시간과 경제적 요구를 피할 수 없다. 따라서 광역성, 신속성, 경제성을 만족할 수 있는 기법인 원격탐사에 대한 연구가 불가피하다.

따라서 본 연구에서는 각 파장대별 특성을 파악하고 그들의 상관관계와 토지피복과의 관계를 규명하고 계절별 영상을 비교 분석함으로써 토지피복분류의 정확도를 향상시키고자 한다.

춘천유역은 수도권의 상수원이며, 수자원 보호의 중요한 몫을 차지하고 있는 북한강의 상류이다. 그러므로 이 연구를 수행하고 있는 연구실에서는 이미 그에 대한 계속적인 연구가 수행되어 왔고, 이에 대한 선행된 연구자료가 축적된 관계로 이 지역을 택하였다. 또한 수자원 및 수질보호에 있어서 중요한 요소의 하나인 토지피복에 대한 분류는 한 계절영상을 이용하는 경우 토지피복 해석의 정확도가 다소 떨어지므로 이를 극복하고자 시도한 것이다. 따라서 한 계절의 영상을 이용한 결과와 비교 분석하기 위하여 연구해오던 지역인 춘천을 포함한 춘천유역을 대상지역으로 설정하였다. 또한 자료면에서는 많은 종류의 영상중에서 RESTEC에서 구입된 Landsat TM 영상에 대하여 고찰하였으며, 분석체계는 PC를 주로 이용했다. 위와 같은 체계와 자료를 이용하여, 첫째 영상의 계절적 변화에 대한 통계적 분석, 둘째 각 밴드간의 상관성 분석, 셋째 계절별의 상관성 분석, 넷째 감독분류의 경우에 대한 계절적 영향 분석이다.

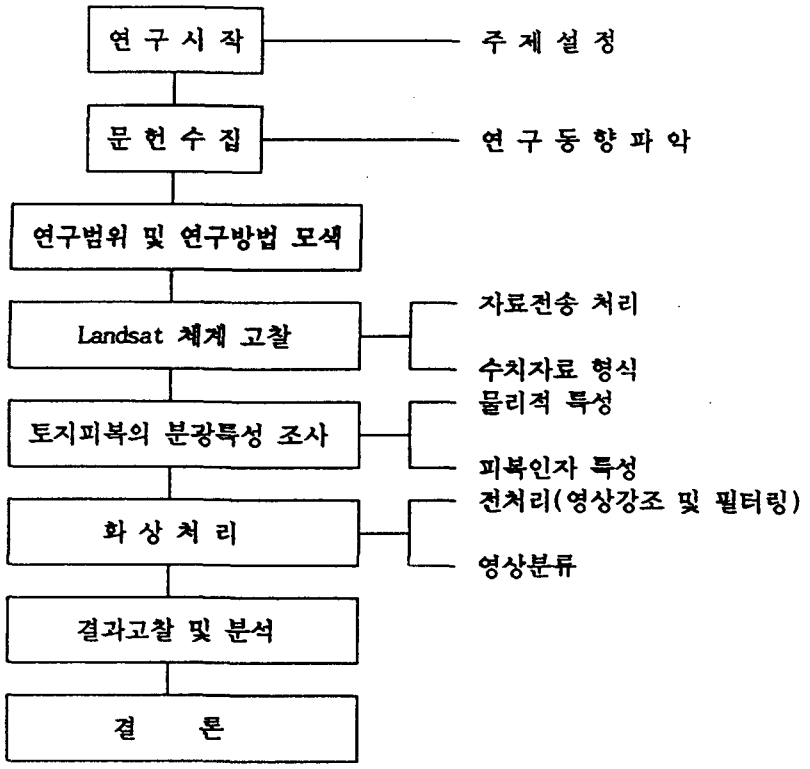
<Fig. 1-1>은 연구진행 절차에 대한 흐름도이다.

---

* 신구전문대 지적과 조교수

** 강원대학교 토목공학과 교수

*** 강원대학교 토목공학과 박사과정



〈Fig. 1-1〉 Flowchart of study procedure.

2. 연구대상 지역의 선정

연구대상 지역으로 선정한 곳은 춘천시를 포함하는 의암호 유역과 북쪽으로는 춘천호의 일부와 화천군 사북면과 간동면의 일부를, 남쪽으로는 춘성군 서면과 동내면의 일부를 포함하는 지역으로 총 면적은 301.76㎢이다.

연구대상 지역의 지리좌표는 북위 37°50′ 00″ ~ 38°00′ 00″, 동경 127°37′ 30″ ~ 127°48′ 45″ 이다. 이 지역을 연구대상 지역으로 선정한 이유는 첫째로 다양한 피복형태를 가지고 있기 때문에 기본적으로 분류하고자 하는 도시지역, 삼림지역, 수역, 나지와 경작지역이 적절하게 나타나 있으므로 토지피복 분류가 비교적 명확하여 높은 정확도의 분류작업을 수행 할 수 있고, 둘째 본 연구실에서 분석된 사전 지식에 바탕을 두고 분류항목에 대한 조사영역을 선정할 수 있으며, 셋째 토지피복 분류작업이 수행된 후 각 분류항목에 대한 동일성과 지상검증을 통하여 쉽게 검증 할 수 있기 때문이며 또한 의암호 상류지역의 북한강 수계를 분석하는데 있어 우선적으로 연구해야 할 필요성이 있기 때문이다.

3. 연구자료의 준비

본 연구에서 연구자료로서 준비된 것으로는 1/25,000 지형도, 1/25,000 토양도, 1/50,000 식생도, Landsat TM 사진영상 및 Landsat TM 계절별 영상이다.

지형도, 식생도, 토양도를 이용하여 토지피복정보에 대한 기초자료를 준비하는 데는 많은 시간과 수작업이 병행되었으며, 지형도, 식생도, 토양도를 이용한 토지피복정보는 삼림(낙엽, 침엽수), 물, 나지, 도시, 논, 밭의 지역으로 분류하고 각 항목에 대하여 면적과 총 면적에 대한 비율을 산출하였다.

연구에 사용된 TM 수치영상은 궤도 115-행 34에 해당하는 지역을 RESTEC에서 1989년 10월 25일(중심경위도 : N37-54-30, E127-44-45)과 1991년 3월 5일(중심경위도 : N37-54 -27, E127-44-45)에 Landsat-5호로 관측·수신한 것으로서 BULK 보정 후 BSQ 방식으로 형식화된 것이며, 또한 자료내에 정보를 포함하고 있는 영상소값은 하나 건너 하나씩 영상소값을 기록하는 2X 기록방식을 이용하여 연구 대상지역에 해당하는 곳을 400 Line × 512 Pixel의 크기로 절취하여 플로피 디스크에 저장된 자료를 구입하였다.

플로피 디스크에 저장된 RESTEC 자료는 일본 NEC계통의 컴퓨터로만 처리가 가능하다. 그러므로 본 연구실에서 개발한 자체 프로그램을 이용하여 IBM 형식에 맞도록 자료를 변환하였다.

변환된 자료를 Subset 기능으로 89년 가을 영상에서 66선 × 101영상소와 91년 봄 영상에서 62선 × 113영상소를 절취하여 두 영상이 310선 × 286영상소인 동일한 크기와 위치가 되도록 하였다.

4. 히스토그램 분석

이 두계절의 TM 영상 특성을 파악하기 위하여 각 밴드의 영상소값의 평균값, 최대값, 최소값, 표준편차, 변동계수, 편의, 첨도에 대한 기초 통계량을 산출한 결과는 <Table 5-1>과 같다.

<Table 5-1> The values of basic stastics for image('89, Fall,'91, Spring)

구 분	1989년 10월 25일 영상							1991년 3월 5일 영상						
밴 드	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
평 균	57.1	23.7	26.8	38.7	52.7	116.3	21.3	89.3	37.8	44.2	40.2	52.9	84.6	25.1
최 소 값	32	14	10	2	0	32	0	32	28	28	18	8	32	3
최 대 값	128	89	94	117	209	154	90	204	105	147	118	157	109	100
표준편차	6.63	4.6	7.8	14.8	24.6	6.5	11.3	9.2	5.4	8.50	8.2	19.7	5.5	10.3
변동계수	0.11	0.2	0.3	0.4	0.5	0.1	0.5	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.4
편 의	1.65	1.7	0.9	-0.3	-0.4	-4.3	0.4	1.8	2.4	2.1	0.5	0.2	-1.4	0.4
첨 도	7.44	11.1	5.0	2.6	2.2	55.8	3.1	13.9	12.6	10.6	5.6	2.4	17.3	2.6

여기서 평균값의 경우 제 6밴드를 제외하고는 모두 봄의 영상이 크게 나타나 있다. 이것은 춘천지역은 봄이 가을에 비하여 비교적 밝게 나타남을 나타내 주는 것이다. 이것은 히스토그램을 비교하는 과정에서도 제 6밴드를 제외하고는 모두 봄의 영상 히스토그램이 가을 영상의 히스토그

램에 비하여 우측에 분포되어 있다는 것을 알 수 있다. 최소값과 최대값을 비교할 경우 최소값은 모두 봄의 영상이 크고 최대값은 제 5밴드와 제 6밴드의 경우에 가을의 영상이 더 크다. 또한 제 4밴드의 경우 최대값은 1만큼 차이나는데 최소값은 16의 차이를 나타내고 있다. 이 진폭은 곧 표준편차에 영향을 준다.

표준편차를 구하면 영상의 표현정도를 알 수 있다. 89년 가을 TM영상과 91년 봄 TM 영상의 표준편차를 비교하여 보면 제 1밴드에서 제 3밴드 까지는 봄의 영상이 가을의 영상에 비해 더 영상소 값이 흩어져 있으며, 제 4밴드에서 제 7밴드 까지는 가을의 영상이 봄의 영상에 비해 더 영상소 값이 흩어져 있다. 또한 제 4밴드의 경우 가을 영상이 봄 영상 보다 약 2배 정도 영상소 값이 흩어져 있다. 즉 가을 영상의 제 4밴드가 봄의 제 4밴드 보다 더 많은 정보를 표현하고 있음을 알수 있다.

또한 밴드별로 비교할 경우 가을과 봄의 어느 경우에도 제 5밴드에서 가장 큰 값을 보여 주고 있다. 이것은 제 5밴드의 영상이 가장 많은 지표 정보를 폭넓게 갖고 있음을 의미한다. 그러나 표준 편차 자체만의 비교는 각 밴드마다의 평균값이 다르므로 이것을 좀더 자세하게 평균값과의 관계를 규명한 것이 변동계수이다. 이 변동계수는 K.Pearson에 의하여 제안된 계수로 표준편차와 평균값과의 비, 즉 C = S/M를 이는 분포의 비교와 표준추출에 주요한 조건이 된다.

가을과 봄 영상의 변동계수를 구하고 분포를 비교하여 보면 평균값을 중심으로 하는 변량의 분포는 제 6밴드를 제외하고는 가을 영상이 봄 영상보다 크다. 즉, 가을 영상분포가 봄 영상 분포보다 크므로 가을 영상의 영상소 값 차가 심하고 고르지 않다는 것을 알 수 있으며 밴드의 수가 증가할수록 값이 커지고 있다. 이것은 곧 파장이 길어 질수록 변동계수가 크고 변동계수가 크다는 것은 영상에서의 정보 표현이 다양함을 의미한다.

우리나라의 알베도 특성과 히스토그램을 보면 평균값이 첨두보다 우측에 있으므로 대개의 경우 부 편의를 하고 있다. 이것은 곧 영상의 밝기가 평균 밝기보다 훨씬 어두운 곳이 집중적으로 나타남을 의미한다.

5. 분류

절취된 1989년 10월 25일 가을영상과 1991년 3월 5일 봄 영상은 그의 중심 위치가 약간 다르므로 영상 위치를 일치시키기 위해 열과 행의 수를 조정하여 310선 × 286영상소로 절취하여 총 88,660 영상소를 이용하였다.

설정된 조사지역의 자료로부터 통계값(평균, 분산, 공분산 등)을 구한 후, 조사지역의 분류항목간의 거리도를 평가하여 최대우도법으로 분류하였다.

밴드 결합은 밴드별 상관 관계를 파악하여 상관 관계를 보이지 않는 밴드를 결합하였다.

1989년 10월 25일 가을과 1991년 3월 5일 봄에 관측된 영상을 최대우도 분류법을 이용하여 일곱 개의 분류항목으로 분류하였다. <Table 5-2>는 총 면적에 대한 각 분류항목의 비율을 TM 사진영상과 비교하여 나타내었다. 면적 비율에 대한 두 계절의 차이를 나타낸 것이다. 이를 분석하여 보면 가을의 영상은 봄의 영상보다 물의 경우 1.74% 적게, 나지의 경우 0.87% 적게, 도시의 경우 1.60% 많게, 논의 경우 5.38% 적게, 밭의 경우 0.27% 많게, 침엽수의 경우

<Table 5-2> The ratio of Whole area for classified TM images

구 분	물	나 지	도 시	논	밭	침엽수	활엽수
1989(가을)	5.78	12.19	4.61	5.17	18.52	19.18	34.69
1991 (봄)	7.47	13.06	3.01	10.55	18.25	13.29	34.46
평 균	6.63	12.63	3.81	7.86	18.39	16.23	34.58
1989-1991	-1.47	-0.87	1.60	-5.38	0.27	5.89	0.23
TM Photo	6.16	2.02	2.34	13.16	7.96	40.03	28.33
Error	0.47	10.61	1.47	-5.3	10.43	-23.8	6.25

* Error = 평 균 - TM Photo

5.89% 많게, 활엽수의 경우 0.23% 많게 나타났다.

여기서 알 수 있듯이 봄과 가을은 거의 같은 성질을 보이는 갈수기 이므로 큰 차이는 없으나 논의 경우는 가을 추수후에 비하여 봄에는 모내기를 위한 물대기의 영향으로 가을이 5.38% 작게 나타났다. 또한 침엽수의 경우는 연구 지역내에 포함되어 있는 침엽수의 많은 부분이 늦가을에 낙엽이 져서 5월경에 새잎이 돋아나는 낙엽송이 차지하고 있기 때문에 가을의 경우가 5.89% 많게 나타났다.

봄과 가을의 영상을 분류한 결과에 대한 평균값과 이미 연구된 TM 사진 영상에 의하여 분류된 결과를 비교하면 다음과 같다.

물의 경우는 0.47%의 오차로 매우 정확하였으나 나지의 경우는 10.61%의 오차를 보였다. 이것은 TM 사진 영상이 1984년도의 영상인데 반하여 수치영상은 5년 내지 7년 뒤의 영상이므로 그동안 춘천은 후평지구, 석사지구 등 많은 부분에서 토지개발이 이루어져 있는 상태이므로 나타난 현상이다.

도시의 경우는 개발된 토지상에 주택등 건축 행위가 이루어 지면서 증가 추세를 보였다. 논의 경우는 앞에서도 언급하였듯이 모두 갈수기의 영상으로 분류되어 논의 면적이 줄어 있는 것으로 나타났다. 다만 TM 사진 영상도 10월 11일의 가을 영상이지만 TM 사진 영상은 지도를 근거로 하여 분류한 것이며 또한 본 연구지역의 특성중의 하나인 계곡에 발달되어 있는 계단식, 논과 밭이 TM 사진 영상에서는 모두 논으로 분류 처리하였으나, TM 수치영상에서는 논과 밭을 분명히 구분하고 논 가운데 있는 밭을 구분하여 통계처리한 결과로 수치 영상보다 사진 영상이 논의 비율을 크게 나타내고 있다. 반면 밭의 경우는 논에서의 반대 현상에 의하여 10.43%가 많게 나타났다.

침엽수의 경우는 사진 영상에 의한 경우 40.03% 내에는 식림지 23.0%가 포함되어 있으며, 순수한 침엽수 지역은 지형도에서 분류 결과에 따르면 17.68% 이다. 그러나 수치 영상에서 볼 때 평균값인 16.23%는 앞에서 언급하였듯이 가을 영상에서 낙엽송이 활엽수로 판독되기 때문에 실제보다 낮은 값을 보이고 있다. 이러한 영향은 활엽수에서 반대의 영향으로 작용하여 6.25%가 크게 나타나 있다. 그러나 침엽수와 활엽수를 구분하지 않은 삼림 전체의 면적 비율은 식생도로 부터 얻은 면적 비율과 거의 같다.

6. 결론

연구대상지인 춘천 유역에 대한 지형도, TM 사진 영상, 가을의 TM 수치영상 및 봄의 TM 수치영상을 이용하여 히스토그램 분석, 영상강조 및 최대우도법에 의하여 토지 피복을 분류한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 춘천지역은 밝기 수준이 가을의 경우 21.290 - 57.101, 봄의 경우 25.1272 - 89.255에 있는 낮은 저방사 형태와 변동계수가 가을의 경우 0.116 - 0.531, 봄의 경우 0.102 - 0.408에 있는 저 대조를 이루고 있었으며 제 5밴드의 표준편차가 가을의 경우 24.572, 봄의 경우 19.730으로 가장 많은 정보를 내포하고 있었다.

둘째, 물의 경우는 비교적 0.47%의 오차로 매우 정확하였으나, 나지의 경우는 10.61%의 오차를 보였고 논의 경우, 본 연구지역의 특성중의 하나인 계곡에 발달되어 있는 계단식 논과 밭이 TM 사진 영상에서는 모두 논으로 분류 처리되었으나, TM 수치영상에서는 논과 밭을 분명히 구분하고 논 가운데 있는 밭을 구분하여 통계처리할 수 있는데 이것은 TM 사진 영상이 1984년도의 영상인데 반하여 수치영상은 5년 내지 7년 뒤의 영상임을 감안할때 매년의 수치영상을 분류할 경우 토지이용실태의 변화를 신속하고 정확하게 파악할 수 있음이 입증되었다.

참고문헌

1. 김용일, 1988, Filtering 기법에 의한 Landsat TM Data의 분석 정확도 향상에 관한 연구, 서울대학교 대학원, 석사학위논문.
2. 양인태, 전병덕, 수문해석을 위한 지표정보 추출의 광학Image법에 관한 연구, 대한토목학회론문집, 제10권, 제3호, pp.77-85, 1990.
3. 양인태,김욱남,이권중,수문계획 모델에 있어서 Landsat 영상의 응용(1), 대한토목학회논문집, 제12권, 제1호, pp.159-166, 1992.
4. 日本リモ - トセンシンク" 學會出版委員會編, ハ゜ソユンによる リモ - トセンシンク" テ" - タ,啓學出版,1989.
5. Brakel,W.H., Seasonal dynamics of suspended-sediment plumes from the Tana and Sabaki river, *Kenya : Analysis of LANDSAT imagery Remote Sens. Environ.*, Vol.16, no.2. 1984, pp.165-179.
6. Colwell, Robert N. and David S. Simonett, Fawwaz T. Ulaby, *MANUAL OF REMOTE SENSING*, Second Edition Volume I, 1983, pp.873-922.
7. Goldin-Rudahl System, Ins, DRAGON/ips User Manual, 1991.
8. Kumar, R., Radiation from Plants-Reflection and Emission : A Review, *Research Project* NO.5543, Purdue Research Foundation, 1972.
9. Landgrebe,D.A., The Development of A Spectal-spatial Classifier for Earth Observation Data, *Pattern Recognition*, 12, 1980, pp.165-175.
10. Reeves, R.G., *Manual of Remote Sensing*, The American Society of Photogrammetry, 1975.
11. Schowengerdt, R.A., *Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing*, Academic Press, 1983.