

Landsat TM 영상자료를 이용한 평택지역의 토지피복 현황 및 분류정확도 평가

윤성탁¹ · 김선오¹ · 임상규²

¹단국대학교 생명자원과학부, ²농촌진흥청 농업과학기술원
(2001년 8월 22일 접수)

Evaluation of Land Cover Classification of Pyeong-Taeg Area by Landsat Thematic Mapper Data

Seong-Tak Yoon¹, Oh-Sun Kim¹ and Sang-Kyu Rim²

¹School of Bio-resources Science, Dankook Univ., Chonan 330-714, Korea

²National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suweon 441-707, Korea

(Manuscript received August 22, 2001)

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate land cover classification of PyeongTaeg area by Landsat Thematic Mapper Data June, 1997. This study was also to make more correct reference data using DGPS, aerophoto, and topographical chart etc.. The result of the area of paddy and upland were estimated 4,949 km² and 16,157 km², respectively. Correctness of estimation by using DGPS, aerophoto, topographical chart were shown over 90% correct in case of rice paddy field, water, and sea, while upland, vinyl house, forest, grassland, village were shown low correctness. Total average accuracy was shown to be 85.8%. Correctness of paddy field showed high value of 92%, showing that use of remote sensing data was proved to be effective methods to estimate spatial distribution and cultivation status of paddy field. Classification result of sea, water area, downtown had higher correctness, while upland, vinyl-house, grassland were proved to be relatively low correctness because of it's small area and mixed distribution.

Key words : Landsat TM data, land cover classification, correctness of estimation

I. 서 론

인공위성자료를 이용한 토지피복분류는 토지의 이용 형태 및 작물의 수확량 추정 등 농업정책 결정에서 그 중요성이 한층 강화되고 있는 실정이다. 지형도나 지적도상의 지목과 현 토지이용과는 상당히 차이가 있으며, 더구나 농경지에서 하우스면적의 증가나 산업화에 따른 급격한 농경지 면적의 감소 등을 신속히 파악한다는 것은 매우 중요하다. 위성자료를 이용한 작물진단, 품질평가, 재배관리, 수량추정 및 예측을 위해서는 경작지에서 재배되고 있는 대상작물의 포장을 정확하게 파악해야 한다. 또한, 주곡작물의 생산량을 정

확히 파악하는 것은 식량수급 계획과 재배면적을 계획 하는데 매우 중요하다. 작물의 공간적인 분포를 보여 줄 수 있는 재배면적 지도와 생장분포도 등의 작성을 위해 실측하는 것은 매우 어렵고 항공사진을 이용할 경우에도 많은 양의 사진과 숙련된 사진관독자의 수작업을 필요로 하므로 경제성과 신속성에 문제가 있다. 따라서, 위성자료를 이용하여 작물을 구분하고 작물 재배면적 지도를 작성하는 것이 주목받게 되었다.

따라서 본 연구에서는 최근에 촬영된 Landsat TM 자료를 이용하여 도시 근교지역인 평택시에 대한 토지 피복 분류도를 작성하여 각 행정구역별로 토지피복현황과 분류 정확도를 평가하여 얻은 결과를 농업적으로

이용하고자 하는 데에 목적을 두고 시행하였다.

해와 인접하며 오래 전부터 곡창지대로 유명하며, 면적은 약 48,436 ha 정도이다

II. 재료 및 방법

1. 연구지역의 위치, 사용된 자료 및 시스템

평택시는 북위 37° 00'~37° 55', 동경 126° 45'~127° 07'에 위치하며 경기도의 최남부에 위치하여 남쪽에는 충남 아산시, 동쪽에는 오산시와, 서쪽에는 서

사용된 인공위성 자료는 Landsat TM(Thematic Mapper, Path:116, Row:34) 자료로서, 자료값(Digital number)은 unsigned 8 bit로 0에서 255까지의 값을 가지고, 7개의 다중분광밴드를 가지며, 그 특징은 표 1과 같다.

지형도는 영상자료의 기하보정 등을 위해 국립지리

Table 1. Characteristics of Landst TM bands (Lillesand and Kiefer, 1994)

Band 1 (Blue) 0.45~0.52 μm	Designed for water body penetration, making it useful for coastal water mapping. Also useful for soil/vegetation discrimination, forest type mapping, and cultural feature identification
Band 2 (Green) 0.52~0.60 μm	Designed to measure green reflectance peak of vegetation for vegetation discrimination and vigor assessment. Also useful for cultural feature identification
Band 3 (Red) 0.63~0.69 μm	Designed to sense in a chlorophyll absorption region aiding in plant species differentiation. Also useful for cultural feature identification
Band 4 (Near IR) 0.76~0.90 μm	Useful for determining vegetation types, vigor, and biomass content, for delineating water bodies, and for soil moisture discrimination
Band 5 (Mid IR) 1.55~1.75 μm	Indicative of vegetation moisture content and soil moisture, Also useful for differentiation of snow from clouds
Band 6 (Thermal IR) 10.40~12.50 μm	Useful in vegetation stress analysis, soil moisture discrimination, and thermal mapping applications
Band 7 (Mid IR) 2.08~2.35 μm	Useful for discrimination of mineral and rock types. Also sensitive to vegetation moisture content

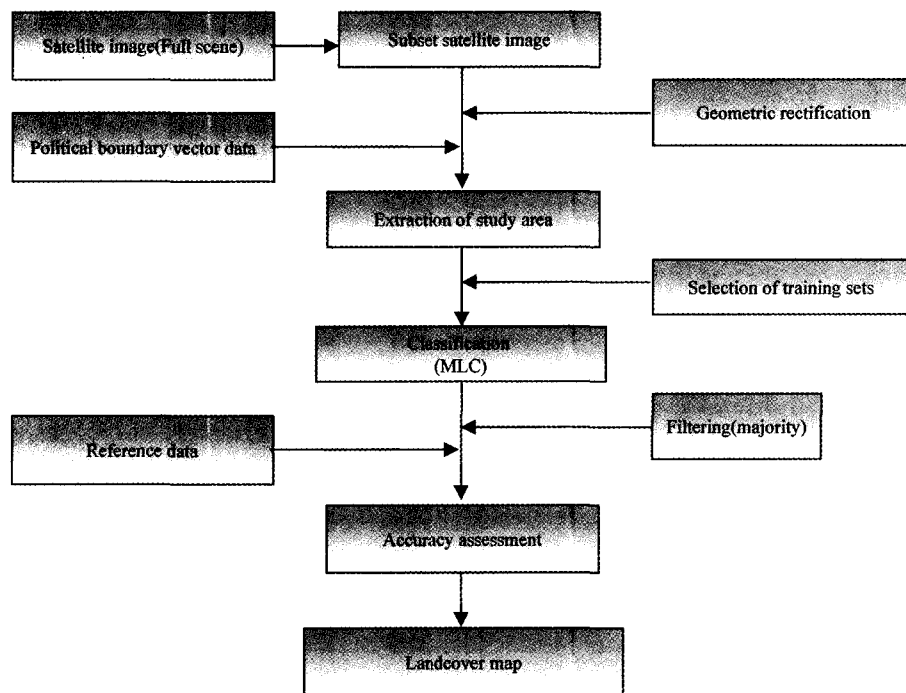


Fig. 1. Flowchart of study.

원 발간 지형도(축척 1 : 50,000)를 이용하였으며(국립 지리원, 1995. 1996. 1997), 감독분류의 훈련조의 선정과 분류 정확성 평가 등을 위해서 '95년 5월에 촬영된 항공사진(축척 1 : 20,000)을 사용하였다. 또한 범세계위치정보시스템(GPS)을 사용하였는데, 감독분류의 훈련조의 선정과 분류 정확성 평가 등을 위해서 DGPS (Pathfinder Office Software User Guider, 1996)를 이용하였다.

2. 영상자료의 전처리

인공위성의 센서에 의해 수집 기록된 영상자료를 처리하기 쉬운 자료형태로 가공하기 위하여 전처리를 시행하고, 여기에는 기하보정과 재배열, 연구대상지역의 절출 등이 포함되었으며, 그 흐름은 그림 1과 같다.

Landsat TM자료와 각종 지형도 등 GIS 자료들과 지리적 상호관계를 서로 연결하기 위해서 지도좌표와 일치하도록 기하보정을 하였고, 보정방법으로는 Affine 변환을 사용하였다.

기하보정을 하기 위한 지상기준점을 선정하기 위해 지형도와 영상의 화면상에서 명확히 식별되는 점, 즉 주로 도로 교차점, 저수지의 제방둑, 농로의 교차점 등을 사용하였으며, 또한 가능한 해발에 기인되는 기복면위의 영향을 최소화하기 위하여 가급적 동일 표고의 점을 선정하도록 하였다. 영상의 화면상에서 지상기준점의 분포는 영상 재배열시 영향을 미치므로 전 영상에 가능한 고르게 분포하도록 선정하였다.

전 영상자료(full scene)에서 연구지역을 포함하는 지역을 절출한 후(subset scene)에 15개의 지상기준점을 영상 상에 고르게 선정하였다. 지상기준점의 좌표값은 digitizer 상에 지형도를 이용해 지상기준점에 대한 좌표값을 읽어 영상상에 동일 지점에 대해 정합(matching)시키는 지도 대 영상 정합법(map to image matching)을 사용하였다. 지상기준점의 제곱근평균 제곱 오차(root mean square error)를 한 화소(30 m) 이내가 되도록 하였다.

재배열은 지상기준점에 근거하여 원 영상자료값(DN)을 보정할 영상에 가능한 공간적 이동이 적고 또한 영상자료값이 그대로 전환되도록 원화상의 주변 화소값을 이용하여 재배열을 결정하는 기법인 최근린 내삽법(Nearest neighborhood method)을 적용하였다.

영상자료의 절출을 위해 기하보정된 영상자료에서 연구대상 지역 전체를 절출하기 위해서 수직형태의 행

정경계도(vector 영상)를 만들었다. 먼저 digitizer상에서 지형도를 이용하여 행정경계선만을 그려 vector 영상자료로 전환하였다. 생성된 vector 영상자료를 ER Mapper 영상소프트웨어로 호환하는 형태로 전환한 후 영상 절출 알고리즘(if inregion(r1) then i1 else null)을 적용하여 해당지역을 절출하였다. 또한 동일한 방법으로 시 및 면 경계도를 작성하여 영상자료 분류 후 토지피복 면적을 산출하는데 이용하였다

3. 감독분류를 위한 지도조의 선정

자료의 정보추출을 위해 다과장분류(multispectral classification)의 감독분류(supervised classification)를 택하였다. 감독분류법에 의한 평택시 지역에 대한 토지피복 분류도를 만들기 위해서 우선 토지피복분류 항목, 즉 지도조(training set)를 결정하고 그에 따른 세부 지도장소(training site)를 선정하기 위해서 동질성과 대표성을 지닌 장소를 연구대상 지역 전체에서 가능한 고르게 분포하도록 하였다. 지도장소의 선정은 공간 해상력보다 더 크도록 하였으며, 이를 위해 지형도, 항공사진, 영상자료 및 DGPS 등이 이용되었다. DGPS의 이용시에는 지도장소를 다변형의 형태로 선정하여 후처리(post processing)한 후 영상자료에 중첩하여 다시 vector 이미지로 만들었다. 또한 영상자료를 화면상에서 특징을 시각적으로 잘 나타내어 지도장소 선정에 도움이 되도록 하기 위해 최적목표요소(optimum index factor)라는 영상화면 display 기법을 적용하였다. 최적목표요소는 세 밴드(RGB)를 조합시 총 분산과 상관에 의해 순위화하여(표 2) 여러 자료들을 종합적으로 이용하여 논, 밭, 비닐하우스, 초지, 임야, 나지, 도시, 촌락, 공단, 물, 간사지, 바다 등 12개의 지도조를 만들었다.

표 3은 12개의 지도조에 대한 각 밴드별 통계치를 나타낸 것이다. 이중 밴드 6은 열밴드(thermal band)로서 원래 해상력이 120 m이므로 각 분류항목별에 대한 분리도가 낮을 것이 예상되므로 이를 제외한 나머지 밴드를 영상 분석용 밴드로 결정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 지도조에 근거한 토지피복 분류

설정된 지도조에 근거하여 어떤 분석 알고리즘을 적용하는가 중요하다. 일반적으로 최단거리법(minimum

Table 2. Calculation of OIF* for Landsat TM(1997.6.16)

Standard Deviation							
Bands	1	2	3	4	5	6	7
S. D	7.931	5.643	16.393	30.953	51.927	51.927	22.771
Correlation Matrix							
	1	2	3	4	5	6	7
Band 1	1.000						
Band 2	0.922	1.000					
Band 3	0.851	0.964	1.000				
Band 4	0.113	0.267	0.337	1.000			
Band 5	0.507	0.656	0.737	0.780	1.000		
Band 6	0.552	0.630	0.683	0.521	0.680	1.000	
Band 7	0.594	0.700	0.764	0.559	0.860	0.700	1.000
OIF(BGR)							
OIF*(123) = 10.953	OIF(234) = 33.750	OIF(345) = 53.489	OIF(456) = 44.417	OIF(567) = 35.663			
OIF(124) = 34.147	OIF(235) = 31.370	OIF(346) = 34.063	OIF(457) = 47.997				
OIF(125) = 31.405	OIF(236) = 11.972	OIF(347) = 42.196	OIF(467) = 33.071				
OIF(126) = 8.936	OIF(237) = 18.458	OIF(356) = 35.005					
OIF(127) = 16.406	OIF(245) = 51.920	OIF(357) = 38.570					
OIF(134) = 42.436	OIF(246) = 29.437	OIF(367) = 20.673					
OIF(135) = 36.386	OIF(247) = 38.857						
OIF(136) = 14.166	OIF(256) = 31.923						
OIF(137) = 21.324	OIF(257) = 36.243						
OIF(145) = 64.792	OIF(267) = 16.570						
OIF(146) = 37.126							
OIF(147) = 48.645							
OIF(156) = 37.407							
OIF(157) = 42.123							
OIF(167) = 19.462							

$$OIF_{(i,j,k)} = \frac{S_i + S_j + S_k}{|r_{ij}| + |r_{ik}| + |r_{jk}|}$$

S_k : standard deviation for band k

$|r_{ij}|$: absolute value of the correlation coefficient between band i and j

distance classifier), 평행육면체법(parallelepiped classifier), 최대우도법(maximum likelihood classifier) 등이 있는데, 각 분류 알고리즘에 대한 장단점이 있어 현재로서는 아주 이상적인 것이 없는 실정이다. 본 연구에서는 최대우도법을 적용하였는데, 이 방법은 일반적으로 가장 많이 사용하고, 또한 가장 정확한 방법으로 알려져 있는데 지도도의 값이 정규분포를 따른다는 가정하에 훈련조의 평균 벡터(mean vector)와 공분산 행렬을 계산한 후 확률밀도함수를 이용하여 각 화소를 확률이 가장 높은 훈련조로 분류하는 기법이다. 1차적으로 만들어진 주제도(thematic map)는 면적이 극히

적은 훈련조의 존재로 시각적 효과를 감소시키며 정확도 평가시 정확도를 저하시키므로 이를 제거할 필요가 있었다. 따라서 필터링(filtering)기법을 적용하였는데 이에는 평활화 필터링과 강조화 필터링이 있는데, 여기서는 3×3 Filter Array를 사용하여 각 화소의 값을 주변의 9개 화소의 평균값으로 변환하는 평활화 필터링의 Majority Filtering을 적용함으로써 잡음제거 및 훈련조의 분산을 감소시켜 시각적 효과를 향상시켜 최종 토지피복분류 주제도를 만들어 보았다(그림 2). 이를 보면 적색이 도시지역, 녹색계통은 산림 및 초지 지역, 파란색 계통은 수역, 논 지역은 회색으로 나타

Table 3. Mean and standard deviation of training sets for supervised classification

Training sets		Bands	1	2	3	4	5	6	7
Deep sea	Mean		118.31	45.70	58.71	28.66	13.92	123.64	4.06
	Std.		3.60	2.47	5.54	2.32	3.23	1.06	1.73
Tidal land	Mean		127.62	52.30	83.54	61.22	77.06	137.78	26.82
	Std.		3.13	2.03	4.04	5.24	14.46	2.35	5.99
Water	Mean		109.25	40.85	53.87	35.68	16.55	131.14	4.68
	Std.		2.86	1.82	2.76	15.44	11.26	1.12	3.24
Industrial area	Mean		132.24	62.02	117.54	107.19	178.25	145.13	77.18
	Std.		7.35	5.16	15.04	15.24	37.76	2.14	19.14
Paddy	Mean		116.48	47.23	69.31	78.96	48.55	135.77	14.73
	Std.		3.20	1.89	5.32	10.06	17.00	1.01	6.46
Bare soil	Mean		130.32	62.98	128.30	134.13	215.96	143.78	88.44
	Std.		5.52	4.50	15.27	10.16	32.15	1.53	19.76
Urban	Mean		137.96	59.57	102.39	98.13	139.94	148.94	64.81
	Std.		6.98	5.20	10.85	13.44	28.26	3.60	15.08
Grass	Mean		112.41	45.74	63.51	128.00	98.46	134.41	24.82
	Std.		3.92	2.64	6.72	27.30	26.27	1.78	9.91
Upland	Mean		116.89	50.50	84.61	128.11	149.00	140.28	50.39
	Std.		3.57	2.73	10.36	9.35	31.78	1.91	11.15
Forest	Mean		107.20	40.60	54.60	116.72	85.14	132.84	20.81
	Std.		3.47	2.30	6.14	19.08	20.68	2.29	7.81
Village	Mean		129.97	58.35	103.38	116.39	167.01	145.78	68.08
	Std.		9.23	7.01	18.75	17.09	43.55	3.29	24.33
Vinyl house	Mean		129.79	54.73	89.44	111.70	129.03	141.04	46.44
	Std.		5.60	3.50	9.92	18.83	38.33	2.95	18.37

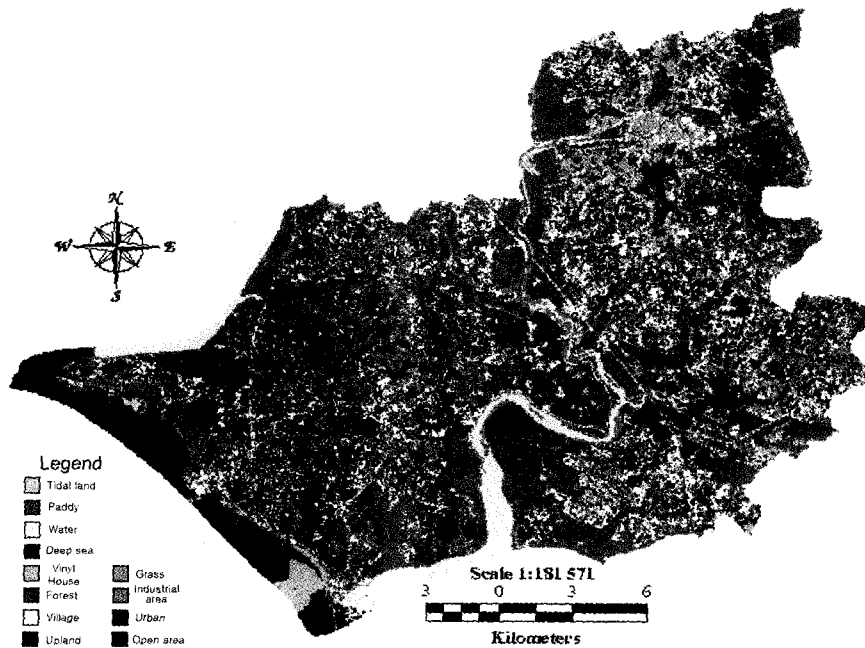


Fig. 2. Map Landcover classification in Pyeong taeg area (Lansat TM 1997. 6. 16).

Table 4. Landcover classification area by administrative division in Pyeongtaeg area (Unit : km²)

Class \ Region	PT*	ST	SsT	PS	PsS	OS	JW	HD	GD	CB	AJ	Total
Paddy	1,310.4	645.2	1,045.6	1,598.0	2,950.9	1,757.8	815.5	1,815.6	1,513.8	1,841.1	863.3	16,157.2
Upland	512.7	597.2	360.9	574.7	518.3	179.2	255.9	402.2	455.0	676.7	417.1	4,949.9
Vinyl house	427.2	412.6	449.3	73.4	240.5	74.0	455.4	38.2	244.3	59.2	28.8	2,502.9
Grass	601.5	643.6	309.4	774.3	657.1	370.8	355.2	600.2	473.0	1,069.1	509.5	6,363.7
Forest	224.9	687.5	27.9	480.0	118.6	151.6	1,032.0	524.9	31.0	770.5	402.8	4,451.7
Bare soil	36.6	43.3	11.7	215.6	68.2	25.2	16.8	42.3	27.9	128.6	143.0	759.2
Urban	408.7	461.8	130.7	123.1	90.8	16.7	124.8	16.7	45.1	12.2	32.4	1,463.0
Village	626.9	638.7	441.8	658.7	731.0	295.1	449.0	373.2	571.7	602.5	359.6	5,748.2
Industrial area	73.9	58.1	45.9	841.8	94.0	76.0	64.3	88.2	90.4	49.1	55.0	1,536.7
Water	14.0	0.2	12.7	371.3	323.3	181.8	1.5	776.3	72.2	119.8	29.8	1,902.9
Tidal land	-	-	-	62.2	-	-	-	296.6	-	-	-	358.7
Deep sea	-	-	-	1,832.2	-	-	-	324.3	-	-	-	2,162.4
Total	4,236.8	4,188.2	2,835.9	7,611.3	5,792.6	3,128.0	3,570.5	5,298.7	3,524.1	5,328.8	2,841.5	48,356.4

* PT:Pyeongtaeg, ST:Songtan, SsT:Seotan, PS:Poseung, PsS:Pengseong, OS:Oseong, JW:Jinwe, HD:Hyundeog
GD:Godeog, CB:Cheongbug, AJ:Anjung

났고, 각 클래스들이 지역적인 특색에 맞게 고르게 나타났다. 또한 이에 근거하여 행정구역별로 vector 자료를 중첩 분석하여 토지피복 분류 항목별로 면적을 산출하였다(표 4).

이에 따른 항목별 면적을 보면 평택시 전체 면적 48,356 ha 중 논면적은 16,157 ha으로 가장 분포면적이 넓게 나타났고(33.4%), 행정구역별로는 평성읍과 현덕면, 포승면에 가장 논이 많이 분포되어 있는 것으로 나타났다. 또한 산림지역은 진위면에 넓게 분포되어 있는 것으로 나타났고, 평택시와 송탄 일대는 도심지가 넓게 형성되어 가장 개발이 많이 된 지역으로 나타났으며, 포승면에는 공단지역이 많이 분포되어 있는 것으로 나타났다.

2. 토지피복분류결과의 정확도 평가

영상자료를 이용한 토지피복분류도를 만든 후 그것을 평가할 수 있는 참조자료(reference data)을 어떻게 만들며 또한 정확성 평가는 어떻게 하느냐 하는 것은 매우 어렵고 중요한 당면 문제이다. 이에 따라 보다 정확한 참조자료를 만들기 위해 DGPS, 항공사진, 지형도 세 가지를 종합하여 분류 정확도를 평가하여 보았다. DGPS는 직접 포장에서 취득한 지도장소를 vector 이미지로 만든 후 이를 토지피복분류도와 중첩 분석하여 정확도를 평가하였는데, 처음 지도조 선정시

만든 지도장소의 vector 자료를 이용하였다. 또 항공사진을 기하보정 한 후 보정된 항공사진을 모자이크화하여 전 연구대상 지역에 대해 digitizer를 이용 격자형(2 km 간격)으로 165개의 참조점(reference point)을 선정한 후 항공사진상의 명암, 질감(texture), 패턴 등을 고려해서 판단된 토지피복분류 항목과 토지피복분류도와 비교 평가하였다. 이는 참조점 선정시 생길 수 있는 임의성을 최대한 배제해 보고자 한 것이다. 지형도도 항공사진과 마찬가지로 기하보정하여 같은 위치의 참조점으로 지형도상에 표시되어 있는 클래스들(Paddy, Upland 등)을 참조자료로 선정하여 평가하는데 이용하였다. 그리고 이 세 방법에 의한 결과를 종합하여 하나의 결과로 나타낸 것이 Table 5이다. 평가 결과 정확도가 높게 평가된 지도조는 간석지, 논, 물 및 바다 등으로 90%이상 정확도를 보인 반면 나머지 지도조들은 비교적 낮게 평가되어졌다. 분류 정확도가 높게 평가된 지도조는 대체로 분포면적이 크고 수분함량이 비교적 많이 함유한 동질성에 기인한 것으로 생각된다. 반면 분류 정확도가 낮게 평가된 지도조는 밭, 비닐, 산림, 초지, 촌락 등으로 분포면적이 적고 동질성과 균질의 정도가 떨어짐에 따른 결과라고 사료된다. 또한 밭과 나지, 산림과 초지, 촌락, 도시 및 공단은 분광학적 반사특성이 비슷하기 때문에 혼재되어 있는 경우가 많아서 그에 따라 분류 정확도에 영향을 미치

Table 5. Evaluation of accuracy with reference data. (Unit : %)

Class	Gr	In	Ur	Ba	Ti	Pa	Wa	De	Vi	Fo	VL	Up	Total
Grass	78	0	0	0	0	15	0	0	1	4	0	1	100
Industrial	1	91	1	4	0	0	0	0	1	0	1	1	100
Urban	0	1	94	1	0	0	0	0	2	0	2	0	100
Bare soil	0	4	1	94	0	0	0	0	0	0	0	1	100
Tidal land	0	1	1	0	96	2	0	0	0	0	0	0	100
Paddy	5	0	0	0	0	92	1	0	0	1	1	0	100
Water	0	0	0	0	0	0	95	5	0	0	0	0	100
Deep_sea	0	0	0	0	0	0	2	98	0	0	0	0	100
Vinyl house	0	0	12	0	0	10	0	0	69	0	10	0	100
Forest	10	0	0	0	0	3	0	0	0	82	2	3	100
Village	1	1	7	2	0	0	0	0	11	0	76	2	100
Upland	24	0	0	4	0	1	0	0	0	0	5	65	100

Total Accuracy = 85.8

기 때문이라고 판단된다. 특히 비닐하우스의 경우 분류 정확도가 69% 이하로서 비교적 낮게 평가되었는데 이는 비닐하우스 지역이 가진 분광반사값과 도시, 공단지역이 가진 분광반사값 간에 비슷한 경향을 보이기 때문에 서로(인공건조물) 간에 혼재하기 때문이라고 생각된다. 그러나 논은 분류 정확도가 92% 이상으로 아주 높게 평가된 것은 6월에 담수상태로서 벼의 활착기로서 독특한 분광반사값을 가지기 때문이다. 따라서 이 시기의 영상자료를 이용하면 논은 분포면적을 비교적 정확하게 추정할 수 있을 것으로 판단된다. 이는 원격탐사를 이용하면 북한지역의 논 분포현황도 어느 정도 파악이 가능하다는 것을 시사하는 것이다. 기본적으로 Landsat TM 데이터는 7개의 다분광 채널을 가지고 있어 지구탐사위성으로서 뛰어난 기능을 갖추고 있으나 해상도가 비교적 떨어져 면적이 적은 지역까지 분류하기에는 무리가 따른다. 특히 우리나라와 같이 토지이용이 복잡한 지형을 분류하기 위해선 앞으로 더 높은 해상력의 지구탐사 위성이 개발되어야 하며, 더 좋은 정확도 평가방법이 연구되어야 할 것으로 생각된다.

IV. 적 요

본 연구는 평택 지역에 대한 Landsat TM 인공위성 자료를 이용하여 평택지역의 토지피복분류도를 만들고 DGPS, 항공사진, 지형도 등을 이용하여 보다 정확한 참조자료를 만들어 분류도의 정확성을 평가하

고자 하였다. 논, 밭 등 12개 항목으로 분류하여 면적을 산출한 결과 1997년 6월 현재 평택시의 논면적은 16,157 km², 밭면적은 4,949 km²로 나타났다. DGPS, 항공사진, 지형도 등을 이용하여 평가한 결과 간석지, 논, 물 및 바다 등이 90%의 정확도를 보였으며, 밭, 비닐, 산림, 초지, 촌락 등은 낮게 평가되었다. 전체 정확도는 85.8%로 비교적 양호하게 평가되었으며, 논은 92%의 높은 정확도가 나와 원격탐사 자료의 효용성이 큼을 알 수 있었다. 해양, 수역, 도심지 등의 분류결과는 높게 나타났는데 반해 밭, 비닐하우스, 초지 등은 적은 면적으로 혼재되어 있기 때문에 분류 결과가 낮았다.

인용문헌

김영섭, 서애숙, 조명희. 1998: 원격탐사개론.
 박병욱. 1996: 수치위성자료를 이용한 토지피복분류 기법. 한국측지학회지. **14**(1), 39-47.
 안철호, 안기원, 안호준. 1986: 연안수리현상 파악을 위한 LANDSAT MSS Data의 처리와 해석. 한국측지학회지. **4**(2), 59-75.
 _____, 박병욱, 김종인. 1989: 선형 변환된 LANDSAT 데이터를 이용한 토지이용분류. 한국측지학회지. **7**(2), 85-92
 양인태, 김연준. 1993: 토지피복분류에 있어서 이미지 재배열의 영향에 관한 연구. 한국지형공간정보학회 논문집. **1**(1), 181-192.
 이승호. 1992: Landsat 화상 자료를 이용한 산림식피변화에 관한 연구. 박사학위논문집(서울대).
 홍석영. 1999: 원격탐사 자료를 이용한 벼 생육정보 분석

- 및 재배면적 추정. 경북대 박사학위논문집.
- _____, 임상규, 이규성. 2001: Landsat TM 화상을 이용한 당진군 일원의 논면적 추정. 한국농림기상학회지. 3(1), 5-15.
- Anderson, J. R., E. E. Hardy, J. T. Roach, and R. E. Witter. 1976: A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. U.S Geological Survey Professional Paper 964, U.S Government Printing Office, Washington, D.C.
- Song Hak Choung. 1992: Wetland change detection using Landsat-5 thematic mapper data in jackson hole, wyoming. College of forestry, wildlife and range sciences, University of Idaho.
- Tung Fung. 1992: Land use and Land cover change detection with Landsat MSS and SPOT HRV data in Hong Kong. Geocarto International 3, 33-40.