

고해상도 IKONOS 위성영상을 이용한 임상분류

정기현* · 이우균* · 이준학* · 김권혁** · 이승호***

고려대학교 환경생태공학부*, KHRI**, 입업연구원***

Classification of Forest Type Using High Resolution Imagery of Satellite IKONOS

Kee-Hyun Chung*, Woo-Kyun Lee*, Jun-Hak Lee*, Kwon-Hyeok Kim**, and Seung-Ho Lee***

Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University*,

KHRI**, Korea Forest Research Institute***

Abstract : This study was carried out to evaluate high resolution satellite imagery of IKONOS for classifying the land cover, especially forest type. The IKONOS imagery of 11km × 11km size was taken on April 24, 2000 in Bong-pyoung Myun Pyungchang-Gun, Kangwon Province.

Land cover classes were water, coniferous evergreen, *Larix leptolepis*, broad-leaved tree, bare land, farm land, grassland, sandy soil and asphalted area. Supervised classification method with algorithm of maximum likelihood was applied for classification. The terrestrial survey was also carried out to collect the reference data in this area.

The accuracy of the classification was analyzed with the items of overall accuracy, producer's accuracy, user's accuracy and \hat{k} for test area through the error matrix. In the accuracy analysis of the test area, overall accuracy was 94.3%, producer's accuracy was 77.0-99.9%, user's accuracy was 71.9-100% and \hat{k} was 0.93.

Classes of bare land, sandy soil and farm land were less clear than other classes, whereas classification result of IKONOS in forest area showed higher performance than that of other resolution(5-30m) satellite data.

Key Words : Satellite Imagery IKONOS, High Resolution, Classification, Forest Type

요약 : 본 연구에서는 강원도 평창군 봉평면 일대의 지역에 대해 2000년 4월 24일에 수신된 IKONOS 위성영상을 이용하여 피복분류를 수행하였다. 피복분류는 임상분류에 중점을 두었으며, 분류에 적용한 분류항목(class)은 현지조사 및 영상을 통하여 상록침엽수, 낙엽송, 활엽수, 나지, 밭, 초지, 수역, 사토지역, 아스팔트지역의 9개로 나누었다.

영상분류는 최대우도법을 적용하여 감독분류를 수행하였다. 정확도는 검정지역에 대한 전체정확도, 생산자정확도, 사용자정확도, \hat{k} 의 항목에 대해 분류오차행렬표를 통하여 평가하였다. 분류 및 분석에는 ERDAS사의 Imagine 8.4와 Purdue 대학에서 개발한 Multispec 소프트웨어를 사용하였다.

2001년 7월 31일 접수 : 2001년 9월 10일 수리.

분류 결과, 검정지역에 대한 정확도는 전체정확도 94.3%, 생산자정확도 77.0-99.9%, 사용자정확도 71.9-100%, \hat{k} 는 0.93이었다. 나지, 사토지역, 밭 등의 경우 다른 분류항목보다 분류의 정확도가 비교적 낮게 나타난 반면, 임상분류에 있어서는 기존의 중해상도(5-30m) 위성영상보다 향상된 분류결과를 보여주었다.

1. 서론

최근 국가 GIS망과 연계한 산림분야의 정보망(FORENET) 구축은 산림사업의 기초자료를 제공함과 동시에 산림생태계 및 입지환경에 대한 종합적인 의사결정지원체계를 마련하는 과학적인 산림관리를 지향하고 있다(산림청, 1997). 산림조사는 과학적인 산림관리를 위한 기초작업으로서 정확한 산림조사에 기초한 현실적인 계획이 수립되어야 하고, 이의 실행이 뒷받침될 때 산림관리의 목적을 달성할 수 있다.

임상조사는 산림조사중에서도 가장 핵심적인 부분으로서 현재 우리나라의 영림계획 체계에서도 임상조사를 규정하여 실행하고 있으며(산림청, 2000), 임상조사를 통한 관리 대상지의 현황 파악은 실용적인 관리지침을 제시할 수 있어 매우 중요하다 할 수 있다.

지상조사에 의존하는 임상조사는 소면적의 경우에는 효과적일 수 있으나, 대면적 또는 사람의 접근이 불가능한 지역에 대해서는 정확성 및 효율성 측면에서 한계가 있었다. 이러한 한계에 대한 대안으로서 원격탐사의 방법이 이용되어 왔으며, 이는 크게 항공사진을 이용하는 방법과 위성영상을 이용하는 방법으로 대별된다.

특히, 위성영상을 이용한 산림자원조사 및 토지피복분류는 그 활용도가 넓어지고 있으며, 임학분야에서는 대표적인 자원탐사위성인 Landsat과 SPOT 등을 이용하여 피복분류, 임상변화, 피해분석, 녹지자연도구분, 지형효과보정 등의 연구를 수행해왔다(김철민, 1991; 이승호, 1992; 김동근, 1995; 김갑덕, 1997; 이규성과 윤정숙, 1997; 오동하, 1998; 환경부, 1998).

이러한 위성영상은 항공사진보다 훨씬 넓은 지

역을 하나의 영상으로 처리할 수 있으며, 주기적으로 동일지역의 영상을 얻을 수 있어 넓은 대상지의 시계열적 변화분석에 이용할 수 있는 장점이 있다. 또한, 항공사진과 달리 파장대별로 물체의 반사값(reflectance value)을 취득하여 이용함으로써 눈으로 구분하기 힘든 사물을 추가적으로 분류할 수 있는 장점이 있다(Lillesand and Kiefer, 1994).

그러나 이들 위성영상의 공간해상도(spatial resolution)가 낮아 임상을 구분하는데 있어서 우리나라처럼 소면적의 임상변화가 큰 곳에서는 적용하기 힘든 문제가 있다. 실제로 Landsat의 경우 MSS가 80m, TM이 30m, SPOT의 경우 범색성영상이 10m, 다중분광영상이 20m의 공간해상도를 가지므로, 이 수치보다 작은 면적을 점유하는 사물은 구별해 낼 수 없다. 따라서 실제에 근접한 임상분류를 수행하기 위해서는 고해상도의 영상 이용이 요구된다.

최근에 상용화된 IKONOS 위성영상은 범색성영상이 1m의 공간해상도를 가지는 고해상도 위성영상으로서 대면적의 정밀한 임상분류에 이용 가능성이 커 보이나, 아직은 활용성에 대한 연구가 미진한 상태이다. 따라서, 본 연구에서는 고해상도 위성영상인 IKONOS를 이용한 임상분류방법의 가능성을 제시하고자 한다.

2. 재료 및 방법

1) 재료 및 연구대상지

(1) 재료

본 연구에서 사용된 위성영상은 표준기하보정된 IKONOS 영상으로서 다중분광영상(multispectral

imagery)과 범색성영상(panchromatic imagery)의 두 가지 형태이다. 다중분광영상의 경우 적색, 녹색, 청색, 근적외선의 4개 밴드로 구성되어 있고 4m의 공간해상도를 가지고 있으며, 범색성영상의 경우는 단일밴드로서 1m의 공간해상도를 지니고 있다. 지도투영은 UTM(universal transverse mercator)이고, 파일 형식은 GeoTIFF이다.

본 연구에서 사용한 소프트웨어는 Erdas사의 Imagine 8.4(Erdas, 1997)와 Purdue대학의 Multispec(Landgrebe and Biel, 2000)이고, 영상분류의 전처리 및 지리적 정보와 관련된 과정은 Imagine 8.4를, 영상분류과정은 Multispec을 사용하였다.

(2) 연구대상지

본 연구의 대상지는 강원도 평창군 봉평면 일대의 지역으로서 면적은 11km×7.6km이다(Fig. 1). 남쪽으로 면온리, 진조리를 포함하고 북쪽으로는 무이리, 창동리에 이르는 산림지역으로서 표고가 높아 조림 작업이 곤란한 지역은 대부분 활엽수로 구성되어 있다. TM좌표체계상 좌상 X가 136232.0, 좌상 Y가 456761.0, 우하 X가 147237.0, 우하 Y가 449137.0이며, 저지대 및 고속도로 주변으로는 주로 소나무, 잣나무, 낙엽송 등의 침엽수가 발달해 있다. 대도시 주변은 아니면서도 최근 상당 부분 개발이 이루어진 산간지방으로 스키장, 골프장 등의 집단 위락시설이 조성되어 지난 10년간의 토지용도변화가 비교적 큰 지역이다. 또한,

솔잎혹파리(Thecodiplosis japonis)의 피해로 인해 대면적의 소나무 임상이 인공 갱신된 상태이고, 고속도로 주변으로는 갱신이 이루어진 반면 도로에서 멀리 떨어져 있거나 접근성이 좋지 않은 일부 지역에서는 피해목 벌채 후 방치된 곳을 관찰할 수 있다.

2) 연구방법

(1) IKONOS 영상의 전처리

① 영상자료의 불러오기(import)

IKONOS 영상의 취득 형태는 11bit의 복사해상도(radiometric resolution)를 갖는데, 이 11bit의 자료는 8bit로 구성된 기본단위 1byte 또는 2byte로 변환사용할 수 있으나, 본 연구에서는 각 처리단계에서 2byte로 변환함으로써 자료의 손실 없이 11bit의 복사해상도를 유지토록 하였다. 또한, IKONOS영상은 4m 다중분광영상 또는 1m 범색성영상의 공간해상도를 갖는 GeoTIFF 형식의 영상인데, 본 연구에서는 다중분광의 4개 영상과 범색성의 1개 영상을 Imagine 8.4에서 IMG 형식으로 불러오기(import) 하였다.

② 영상 융합(image fusion)

다중분광영상의 적색, 녹색, 청색, 근적외선의 4개 영상을 Imagine 8.4의 layerstack 기능을 통하여 단일 영상으로 제작하였다. 또한, 범색성영상의 공간해상도를 유지하면서 다중분광영상의 성격을

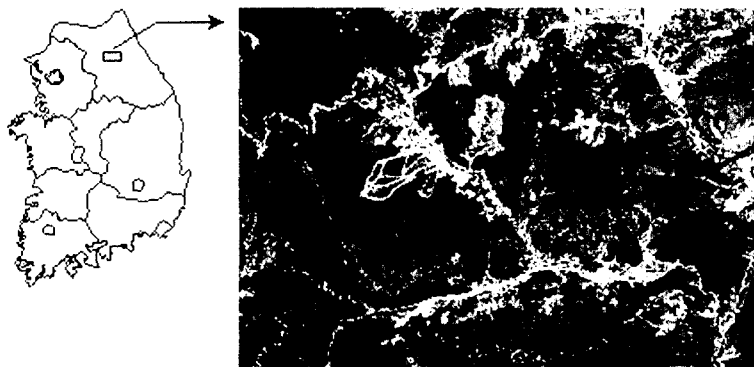


Fig. 1. Study area with pan-sharpened IKONOS imagery

갖는 고분해능영상(pan-sharpened imagery)을 만들기 위해 단일 영상과 범색성영상간의 영상 융합을 Imagine 8.4를 이용하여 수행하였다. 영상 융합 과정에서 영상의 복사해상도는 11bit의 형태를 유지토록 하였으며, 영상 융합의 방법은 주성분분석 방법(principal component analysis)을 이용하였다.

③ 지도투영의 변환

본 연구에 사용한 영상은 UTM 좌표체계를 가지고 있다. 따라서 Imagine 8.4를 사용하여 우리나라에서 사용하는 TM 체계로의 투영체계 변환을 수행하였다. 투영체계 변환 시 적용된 각종 매개변수 값은 Table 1과 같으며, 화소의 재배열(resampling)방법은 최근린내삽법(nearest neighborhood)을 적용하였다.

(2) 분류항목(class)의 정의

현지답사와 조사를 통해 연구대상지의 전반적

Table 1. Parameter value applied to reprojection.

Parameter type	Value
Projection Type	Transverse Mercator
Spheroid Name	Bessel
Datum Name	Tokyo[Korea]
Scale factor at central meridian	1.0
Longitude of central meridian	129:00:10.405 E
Latitude of origin of projection	38:00:00 N
False easting	200,000 meters
False northing	500,000 meters

Table 2. Definition of each class.

Class name	Categories
coniferous evergreen	Pinus densiflora, Pinus koraiensis
Larix leptolepis	Larix leptolepis
broad-leaved tree	Quercus spp., Betula platyphylla var. japonica and scrubs
grassland	grassland, green of golf course
farm land	dry field, rice field
water	water
bare land	cutting area, unstocked forest
sandy soil	area with sandy soil
asphalt	express way, local road, parking place covered with asphalt

인 형상들을 파악하고, 본 영상을 통해 얻어내고자 하는 분류의 범위를 상록침엽수, 낙엽송, 활엽수, 초지, 밭, 수역, 나지, 사토지역, 아스팔트지역의 9개 분류항목으로 구분하였다. 각 분류항목을 정하기 위한 범주는 Table 2와 같다.

(3) 검정지역(test area) 선정 및 참고자료(reference data) 수집

본 연구에서는 항공사진, 위성영상의 프린트 자료를 이용하여 현지조사를 수행하였고, 선정된 검정지역에 대한 참고자료를 마련하여 분류의 정확도 판정 및 훈련지역의 선정에 이용하였다.

Fig. 2는 검정지역으로 선정한 8개 지역을 나타낸다. 본 연구대상지역이 대부분 산악지역으로 차량이나 사람의 접근이 불가능한 지역에 대한 현지조사가 불가능하여 주로 접근성이 좋은 지역을 위주로 선정하였다.

(4) 영상 분류 및 정확도 평가

본 연구에서 사용한 고분해능영상의 영상은 11bit의 복사해상도를 가지고 있는 크기 약 600Mbyte 정도의 영상이다. 따라서 전체영상(full-scene)에 대한 분류의 반복 작업은 그 능률이나 효율면에서 문제가 있다고 판단하였다. 따라서 전체영상의 성격을 잘 대변한다고 판단되는 부분영상(sub-scene)을 제작하였고, 부분영상에 대하여 분류와 정확도 평가를 수행하였다.

부분영상에 대한 분류결과나 정확도가 만족할

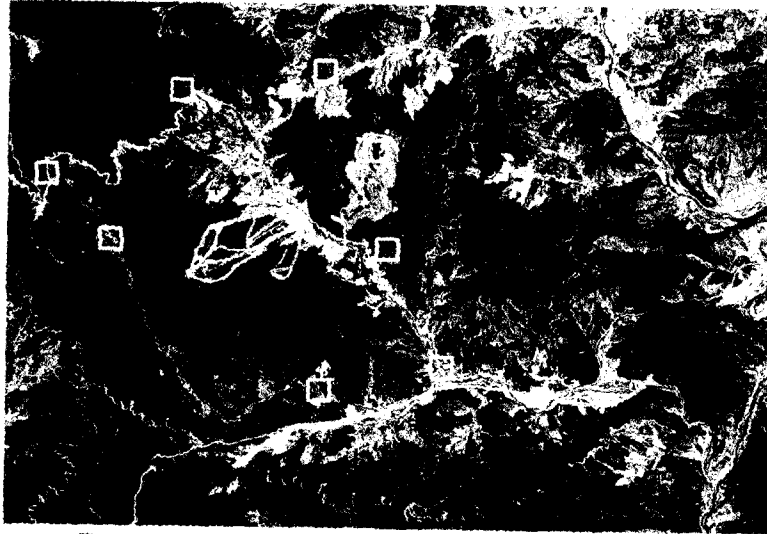


Fig. 2. Test areas in the study area by pan-sharpened IKONOS imagery.

만한 수준이 되었을 때, 이러한 분류기준을 전체영상에 대해 적용하여 분류를 종결하였고, 이에 대한 정확도는 부분영상에 대한 수준을 적용하였다.

① 검정지역 선정 및 훈련지역(training area) 설정

Multispec을 이용하여 부분영상에 대해 검정지역을 선정하였다. 이러한 검정지역은 각 분류항목별로 설정된 훈련지역의 정확도를 평가하는 기준으로 이용하였다. 또한, 감독분류를 위해 각 분류항목을 대표할 만한 훈련지역을 설정하였다. 훈련지역의 설정 방법은 영상에 대해 사용자가 직접 특정 지역을 다각형(polygon)의 형태로 묶어 나가는 방법을 취하였다.

② 분류 수행 및 정확도 평가

Multispec을 이용하여 부분영상 내의 검정지역에 대한 분류를 수행하였다. 분류의 방법은 최대우도법에 따른 감독분류를 이용하였다. 먼저 각 분류항목 별 훈련지역에 대한 정확도를 평가한 후, 결과가 만족스러운 경우에 검정지역에 대한 정확도를 평가하였고, 정확도 평가 결과의 만족도에 따라 이러한 과정의 반복 또는 종료를 결정하였다. 정확도 평가는 전체정확도(overall accuracy), 사용자정확도(user's accuracy), 생산자정확도(producer's accuracy), \hat{k} (kappa statistic)의 항목에

대하여 수행하였다.

전체정확도는 참고자료의 전체 화소 개수에 대한 옳게 분류된 화소 개수의 합으로 정의되고, 사용자정확도는 분류오차행렬표에서 각 분류항목의 대각선에 있는 값을 동일한 분류항목으로 분류된 화소의 총수로 나눈 값을 의미하며, 생산자정확도는 분류오차행렬표에서 각 분류항목의 대각선에 있는 값을 그 분류항목의 참고자료의 총 화소수로 나눈 값을 의미한다(Lillesand & Kiefer, 1994). \hat{k} 은 분류에 있어 우연히 일치할 수 있는 가능성을 고려한 전체정확도 계산방법으로서 우연히 옳게 분류된 경우가 없을 때 1의 값을 갖고, 모두 옳게 분류된 경우에는 0의 값을 갖는다(Hudson and Ramm, 1987; Lillesand & Kiefer, 1994).

(5) 확대 분류 및 피복분류도 제작

부분영상에 대한 분류의 수준이 만족할 만한 수준에 이르렀을 때, 부분영상에 적용하였던 기준을 전체영상에 대해 동일하게 적용하여 분류를 수행하였다. 감독 분류의 결과로 생성된 주제도는 Multispec을 이용해서 생성된 것이기 때문에 지리적 정보를 가지고 있지 않다. 따라서 TIFF 형식의 영상으로 보낸(export) 후, Imagine 8.4를 이용하여 IMG 형식으로 불러들였다. 불러들인 영상에 대해

TM 좌표체계를 투영체계를 변환하고, 화소의 크기를 정함으로써 지리적 정보를 갖는 분류 영상을 제작하였다.

3. 결과 및 고찰

1) IKONOS 영상의 전처리 결과

청색(Fig. 3a), 녹색(Fig. 3b), 적색(Fig. 3c), 근적외선(Fig. 3d)의 각각의 파일로 구성되는 다중분광영상과, 단일 밴드의 범색성영상(Fig. 3f) 중 다중분광영상을 구성하는 4개 밴드의 영상을 단일 영상파일로 제작하였고(Fig. 3e), 이를 범색성영상과 영상 융합하여 1m의 공간해상도를 갖는 고분해능다중분광영상을 만들어 분류에 이용하였다(Fig. 3g).

2) 검정지역 및 훈련지역

Fig. 2와 같이 선정된 8개의 검정지역에 대해 현지 조사를 실시하였고, 각 분류항목 별로 영상 내에 검정지역을 설정하였다. 또한 훈련지역은 감

독분류시 기준으로 이용하였다.

Fig. 4와 5는 Multispec을 이용하여 영상 내 특징적인 사물에 대한 분류항목 구분의 예를 나타내고 있는데, 큰 영역으로 묶인 곳은 검정지역을 나타내고, 작은 영역으로 묶인 곳은 훈련지역을 나타낸다. 훈련지역은 부분영상 전체에 골고루 분산되도록 설정하였고, 표본 화소의 수는 초지 503, 활엽수 281, 낙엽송 557, 나지 39, 아스팔트 186, 수역 431, 상록침엽수 156, 밭 361, 사토지역 66개로 선정하였다.

3) 검정지역에 대한 분류 및 정확도 평가

검정지역에 대한 분류정확도를 나타내는 분류 오차행렬표는 Table 3과 같은데, 대각선상에 대부분의 화소가 존재하지만 분류항목에 따라 화소의 위치가 대각선상을 벗어나 있는 것을 볼 수 있으며, 이는 어떤 형태로든 분류에 오차가 존재함을 나타낸다. 전체정확도는 94.3%서 정확도 평가 측면에서는 만족할 만한 결과라고 판단되었다.

사용자정확도(user's accuracy)와 위임오차(commission error)는 Table 4와 같은데, 활엽수, 나지, 사토지역에 관한 분류항목에서의 정확도가 다

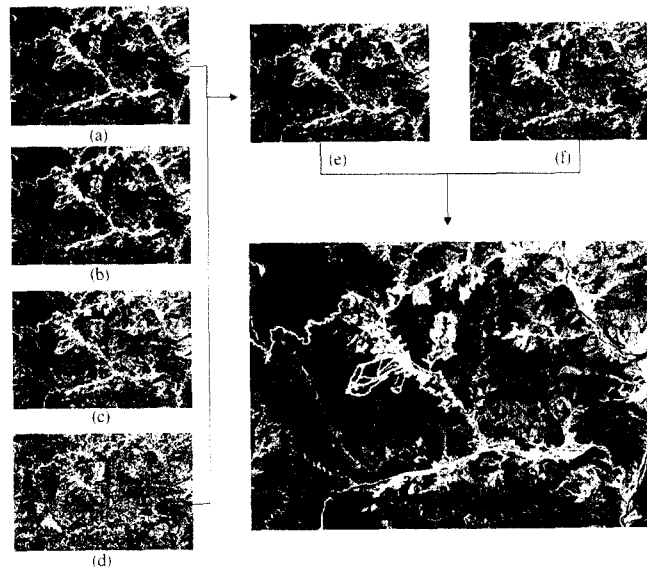


Fig. 3. Blue(a), green(b), red(c), NIR(d), layerstack(e) with 4m spatial resolution and pan sharpened imagery(g) with 1m spatial resolution.



Fig. 4. Examples of test area and training area(1).

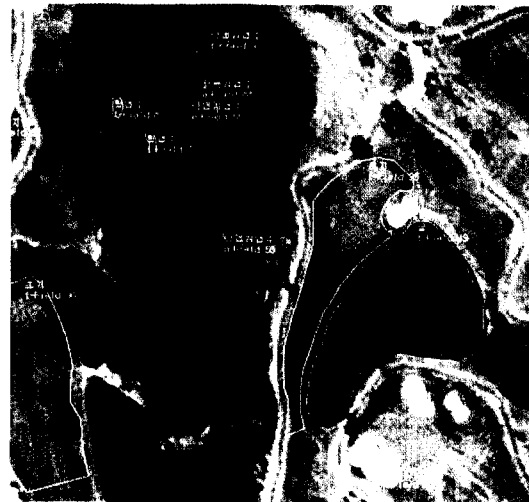


Fig. 5. Examples of test area and training area(2).

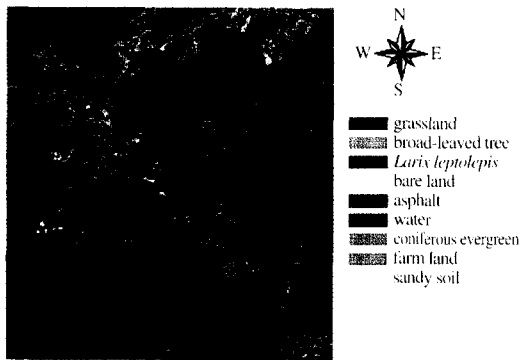


Fig. 6. Classification result of sub-scene.

른 분류항목에 비해 낮은 것으로 나타났다. 활엽수의 경우, 분류오차행렬표에 따르면 일정 양의 화소가 밭으로 분류되어 있는 것으로 나타났으며, 이것이 분류의 오차를 나타내는 요인으로 작용한 것으로 판단되었다. 나지의 경우는 사토지역으로 잘못 분류된 것이 오차의 원인이 되었고, 사토지역의 경우는 밭으로 잘못 분류된 것이 오차의 주된 원인인 것으로 나타났다. 생산자정확도 (producer's accuracy)와 누락오차(omission error)는 Table 5와 같은데, 나지, 밭에 관한 분류항목에서

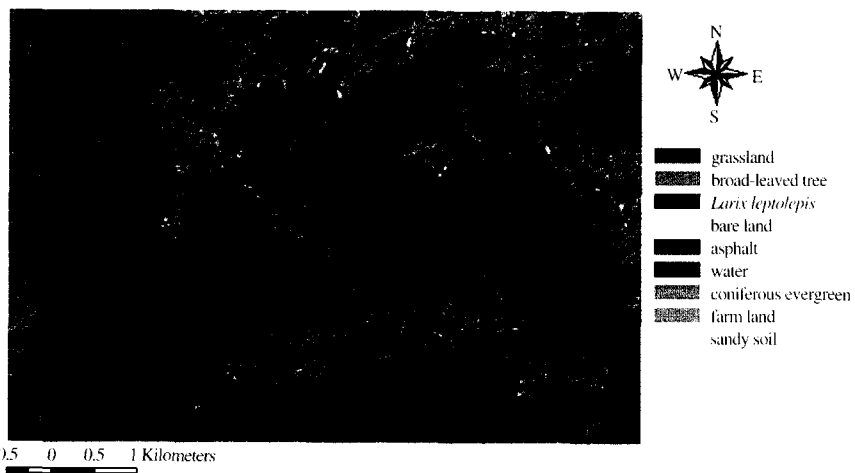


Fig. 7. Classification result of full-scene with geographic information.

Table 3. Error matrix for test area.

Error matrix for test area		Classification Data									Row total
		grass-land	broad-leaved tree	<i>Larix leptolepis</i>	bare land	asphalt	water	coniferous evergreen	farm land	sandy soil	
Test Set Data	grassland	10666	0	0	0	0	0	13	0	0	10679
	broad-leaved tree	0	6273	2	0	0	0	48	67	0	6390
	deciduous coniferous	0	2	1151	0	0	0	0	18	0	1171
	bare land	0	0	0	97	0	0	0	0	29	126
	asphalt	0	2	0	0	828	0	0	18	0	848
	water	0	113	24	0	0	6499	22	334	0	6992
	coniferous evergreen	0	27	0	0	0	0	833	0	0	860
	farm land	0	1153	12	0	14	0	0	7741	151	9071
	sandy soil	0	0	0	30	0	0	0	0	461	491
	Column total	10666	7570	1189	127	842	6499	916	8178	641	36628

Table 4. User's accuracy and commission error for test area.

Class	User's Accuracy	Commission Error
grassland	100.0	0.0
broad-leaved tree	82.9	17.1
<i>Larix leptolepis</i>	96.8	3.2
bare land	76.4	23.6
asphalt	98.3	1.7
water	100.0	0.0
coniferous evergreen	90.9	9.1
farm land	94.7	5.3
sandy soil	71.9	28.1

Table 5. Producer's accuracy and omission error for test area.

Class	User's Accuracy	Commission Error
grassland	99.9	0.1
broad-leaved tree	98.2	1.8
<i>Larix leptolepis</i>	98.3	1.7
bare land	77.0	23.0
asphalt	97.6	2.4
water	92.9	7.1
coniferous evergreen	96.9	3.1
farm land	85.3	14.7
sandy soil	93.9	6.1

의 정확도가 다른 분류항목에 비해 낮은 것으로 나타났다. 나지의 경우는 사토지역으로, 밭의 경우는 활엽수로 잘못 분류된 것이 오차의 주된 원인으로 나타났다. k 는 0.928로서 우연히 옳게 분류된 경우가 매우 적음을 의미해 분류의 정확도가 높은 것으로 나타났다.

Fig. 6은 부분영상에 대해 위에서 명시한 훈련 지역에 따라 감독분류를 수행한 결과를 나타낸다. 분류 결과, 나지, 사토지역, 밭 분류항목에 대한 분류의 오류가 다른 분류항목보다 큰 것으로 나타났는데, 밭의 경우 영상의 취득시기에 식물이 없어 일반 나지와 큰 차이가 없기 때문으로 판단되었고, 나지와 사토지역에 있어서는 일반 나지에 백

색의 암석지역이 포함되었을 경우 사토지역과 명확히 구분이 안되는 것으로 판단되었다. 그러나, 본 연구의 주된 목적이 임상분류를 위한 고해상도 위성영상의 활용가능성 평가임을 고려했을 때, 정확도에서 조금 낮은 값을 나타내는 분류항목이 임상 지역이 아닌 나지, 사토지역, 밭임을 감안하면 전체적으로 인정할 만한 수준의 정확도라고 판단되었다.

4) 확대 분류 및 지리 정보를 가진 피복분류도 제작

부분영상에 대한 분류 결과, 정확도 측면에서 인정할만한 수준이 되었다고 판단하였고, 부분영

상에 적용한 것과 동일한 기준을 전체영상에 적용하여 최종 분류를 수행하였다. 고해상도 위성영상은 기존의 저해상도 위성영상에 비해 보다 실제에 근접한 영상을 제시하므로 기존의 항공사진과 비슷한 효과를 얻을 수 있으면서, 동시에 다중분광 영상으로서의 성격을 지니므로 분류에 있어 오히려 항공사진보다 잇점들이 있다. 반면, 고해상도이기 때문에 발생하는 분류의 어려움 역시 있는 것으로 나타났다. 고속도로를 예를 들면, 기존의 저해상도 위성영상에서는 아스팔트 지역으로 묶이는 간단한 분류가 이루어진데 반해, 고해상도 위성영상을 이용할 경우에는 고속도로 위의 차선까지 구분이 되므로, 필요에 따라 1차 분류 후에 차선과 아스팔트지역을 하나의 분류항목으로 묶는 재분류과정이 필요하다. 이러한 문제와 연관해서 Kok 등은 고해상도 위성 영상의 분류에 기존의 pixel 단위보다는 patch 단위의 분석이 효과적이라는 결과를 제시한 바 있다(Kok 등 2000). 또한, 보다 정밀한 수종 구분을 위해서는 계절별 또는 월별의 영상을 취득하여 그 변화과정을 탐지하는 것이 현재로서는 가장 바람직한 방향으로 보이고, 영급, 경급, 소밀도 등의 구분은 분광해상도의 향상이나 보다 나은 공간해상도 하에서는 가능하리라 판단된다. 또한 현재의 수준에서 수관폭이 큰 수목의 경우 그 크기의 탐지가 가능할 것으로 판단되고, 따라서 수관폭과 영급 또는 경급과의 상관관계를 도출하면 영급이나 경급의 파악도 어느 정도 가능하리라 판단된다.

Multispec을 이용해 감독분류한 최종 결과물은 지리적 정보를 가지고 있지 않다. 따라서 이를 TIFF 형식으로 보낸 후, Imagine 8.4를 이용해 IMG 형식으로 불러들였고, 불러들인 영상에 대해 Imagine 8.4를 이용하여 TM체계의 지도좌표체계를 적용함으로써 지리적 정보를 가진 분류 영상으로 변환하였으며 그 결과는 Fig. 7과 같다. 여기에서 IKONOS영상이 포함하는 지리적 왜곡 역시 문제가 될 수 있다. 즉, 기존의 국립지리원이나 임업연구원에서 제작한 수치지형도나 수치임상도 등의 자료와 지리적 오차가 발생하여 이러한 자료와

의 입체적 공간분석이 어려운 점이 있다. 기존의 Landsat TM 영상의 경우에는 기하보정에 의해 이러한 문제점을 어느 정도 해결하였으나, IKONOS 영상의 경우 1m의 공간해상도를 갖고 있어 높은 정밀도가 요구되고, 영상내의 위치에 따라 왜곡의 정도가 상이하므로 적절한 방법의 정사보정이 요구된다.

5. 결론

본 연구에서는 최근 상용화된 고해상도 위성영상(IKONOS)을 이용해 강원도 평창군 봉평면에 위치한 산악지역에 대해 피복분류 및 임상분류를 수행하였다.

임상분류에 있어서는 기존의 중해상도 위성영상보다 세밀한 분류결과를 보여주었다. 즉, 우리나라의 산악지역과 같이 임상의 변화가 국지적으로 다양한 곳에서 30m의 공간해상도를 갖는 중해상도 위성영상으로는 그 임상구분이 어려웠던 지역에 대해, 1m의 공간해상도를 갖는 고해상도 위성영상을 이용했을 시에는 국지적인 임상구분이 가능하였다.

다만, IKONOS 위성영상의 경우 공간해상도가 높은 것에 비해 분광해상도가 낮아 보다 정밀한 사물의 분류에 있어 정도가 낮게 나타났으며, 따라서 기존의 분광값에 의존하던 분류방식에서 보다 발전된 방향으로 연구가 진행되어야 한다고 판단된다. 특히, 임상분류에 있어서 대분류 즉, 상록 침엽수, 활엽수, 낙엽송 정도의 분류는 가능하였으나 현재 임상도에서 보여주고 있는 구체적인 수종 구분과, 영급, 경급 및 소밀도 구분은 한계점으로 남았다.

참고문헌

김갑덕, 1997. 임업에 있어서 원격탐사술의 적용방안에 관한 연구. 한국임학회지, 76(1): 41-

- 50.
- 김동근, 1995. Landsat TM Data를 이용한 토지이용 및 임상변화에 관한 연구. 한국산림경제학회 산림경제연구, 3(1): 1-13.
- 김영섭, 서애숙, 조명희 역, 1998. 원격탐사개론. 동화기술.
- 김철민, 1991. Landsat TM 데이터와 수치지형모형을 이용한 산림분포 해석에 관한 연구: 금오산 지역을 중심으로. 서울대 대학원 농학박사학위논문.
- 산림청, 1997. 제4차 산림기본계획.
- 산림청, 2000. 산림법편람.
- 오동하, 1998. 위성영상자료와 수치지도자료를 이용한 솔잎혹파리 피해지역 분류 및 공간적 변화분석. 서울대 대학원 농학박사학위논문.
- 이규성, 윤정숙, 1997. 산림지역에서 SPOT과 Landsat TM 영상을 위한 지형효과보정. 대한원격탐사학회지, 13(3): 277-292.
- 이승호, 1992. Landsat 화상자료를 이용한 산림식피변화에 관한 연구. 서울대 대학원 농학박사학위논문.
- 환경부, 1998. 인공위성 영상자료와 GIS를 이용한 녹지자연도 등급판정기법 개발 연구보고서.
- Erdas, 1997. *Erdas Imagine Tour Guides*.
- Hudson, W.D. and C.W. Ramm, 1987. Correct Formulation of the Kappa Coefficient of Agreement, *Photogrammetry Engineering and Remote Sensing*, 53(4): 421-422.
- Kok, R.de., B.T.Schneider and U. Ammer, 2000. Advanced Classification of Remote Sensing Imagery, *GLM International*, 14: 77-79.
- Landgrebe D. and L. Biel, 2000. *An Introduction to Multispec*, School of Electrical and Computer Engineering Purdue University.
- Lillsand, T.M. and R.W. Kiefer, 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Wiley & Sons, Inc.