

IRS-1C PAN 데이터와 Landsat TM 데이터의 IHS중합화상을 이용한 토지이용분류 정확도 분석

An Analysis of the Landuse Classification Accuracy Using IHS Merged Images from IRS-1C PAN Data and Landsat TM Data

안기원* · 이효성** · 서두천** · 신석효**

Ahn, Ki-Won · Lee, Hyo-Sung · Seo, Doo-Chun · Shin, Sok-Hyo

要 旨

본 연구에서는 높은 해상력의 IRS-1C PAN 데이터와 다양한 관측과장대를 갖고 있는 Landsat TM 데이터를 사용하여, 화상중합방법의 대표적 방법인 IHS방법으로 중합화상을 작성하고, IHS중합화상 및 원화상을 이용하여 토지이용분류를 수행하는데 있어서 어떤 칼라합성밴드가 유효한지를 밝히는데 그 목적이 있다. 분류결과를 평가하기 위해서 10개의 분류항목으로 구성된 sample data를 생성시켰으며, 생성된 sample data의 전체정확도(overall accuracy)로서 분류결과를 평가하였다. 그 결과 Landsat TM 데이터와 IRS-1C PAN데이터를 IHS방법으로 중합하여 토지이용분류를 수행할 경우, TM4, TM5 및 TM7의 적외선영역(infrared spectral region)의 밴드 중 2개 밴드를 포함시켜 분류를 수행하는 것이 좋았으며, 특히 TM 247 중합화상의 경우 분류정확도가 11.8%로 향상되어 가장 좋은 결과를 나타내었다. 또한 토지이용분류를 수행할 경우 3밴드를 중합하여 사용하는 경우보다 TM 원화상에 IRS-1C PAN화상을 추가하여 사용하는 경우의 정확도가 전체적으로 높았다.

ABSTRACT

In this study, effective multispectral Landsat TM band combinations for a merging with the high resolution IRS-1C PAN data using the IHS method to improve landuse accuracy is discussed. From the pre-classified image using the merged images with TM all six band images(with the exception of band 6 image) and PAN image, a sample data which has ten classes was generated. An evaluation of the overall classification accuracy for the representative seven merged images which were merged using each TM three-band images and IRS-1C PAN image by IHS method for the sample area. The increase in classification accuracy is most significant with the inclusion of two of TM4, TM5 and TM7 infrared band images. Especially, the largest increase(11.8 percent) in landuse classification accuracy were investigated when Landsat TM247 bands were merged with IRS-1C PAN data. The classification accuracy when TM three band image and PAN image were used without merging is higher than result of the case of using the merged images.

1. 서 론

지구자원탐사용 인공위성에 탑재된 센서의 종류와 해상력이 다양해짐에 따라 각기 다른 센서에서 관측 수집된 화상데이터를 각종 주제도의 제작, 토지이용분류,

환경감시, 자원조사, 대상물의 위치정보획득 등의 많은 분야에 실질적인 데이터로 이용하기 위해서는 보다 유효한 처리와 분석을 행하여 인공위성화상데이터의 분석정확도를 향상시켜야 한다. 이러한 분석정확도 향상 기술은 크게 3가지 측면으로 발전하였는데 첫째 두 데이터의 화상중합(merging)에 의한 해상력 향상부분, 둘째 분광특성을 고찰한 데이터의 질적 개선 부분, 셋째 분류기법의 고도화부분으로 나누어서 생각 할 수 있다.

*경상대학교 공과대학 토목공학과 교수(경상대학교 부속 생산기술연구소 연구원)

**경상대학교 대학원 토목공학과 박사과정

고해상도의 화상특성을 감소시키지 않으면서 다중과장대 화상의 다양한 분광반사특성을 유지하는 적절한 수치화상중합방법의 선정과 적용이 이루어져야만 대상지역의 3 차원 위치결정 및 DTM 데이터 베이스 구축, 선명한 합성화상을 이용한 대상물의 특성분석, 지형공간정보체계의 데이터베이스 구축 및 활용에 유용하게 쓰일 수 있다.

국내외적으로도 화상데이터의 중합 및 그 활용성에 관하여 많은 관심을 갖고 활발한 연구가 이루어지고 있다. Carper 등은 IHS(intensity-hue-saturation)방법이 식생지역의 판독에는 적절하지 못하며, 개발된 WTA(weighted average)방법으로 얻어진 화상을 IHS의 intensity 화상으로 대체하는 방법을 제시하였다.¹⁾ Chavez 등은 IHS, PCA(principal component analysis) 및 HPF(high-pass filter)방법에 의한 중합결과를 비교하였다. 그 결과, 분광반사특성의 왜곡에 있어서는 PCA방법이 제일 작았으며, 공간해상력에 있어서는 HPF와 IHS방법이 우수하였음을 제시하기도 하였다.²⁾ Toll은 Landsat TM 데이터를 사용하여, 3개 밴드만의 중합으로 7개의 분류항목 선정하여 토지이용분류를 수행하여 정확도를 평가한 결과, TM 247에서 72.9%의 가장 우수한 분류정확도를 나타낸다고 발표하였다.³⁾ 국내 연구로는 손덕재가 IHS변환방법으로 SPOT PAN 데이터와 XS 데이터를 중합하였고 P+XS화상을 자체 생산한 후, 이 두 가지 중합사진의 향상된 시각적 분석가능성을 제시하였다.⁴⁾ 꼭재하는 IHS변환방법을 이용하여 스캐닝된 지도와 Landsat TM 데이터와의 중합화상을 작성하였으며 이 중합화상으로부터 지도의 부정확성이나 신설 구조물의 식별이 가능함을 제시하였다.⁵⁾

그러나 국내외적으로, 지구자원탐사용 인공위성 화상데이터중에서 공간해상력이 우수한 IRS(Indian Remote Sensing Satellite)-1C PAN(해상력 약 5.8 m) 데이터를 중합하여 그 활용성을 밝힌 연구가 거의 없다.

본 연구에서는 높은 해상력의 IRS-1C PAN 데이터와 다양한 관측과장대를 갖고 있는 Landsat TM 데이터를 사용하여, 대표적인 화상중합방법인 IHS방법으로 중합화상을 작성한 후, 이 중합된 화상으로 토지이용분류를 수행하고, 분류정확도를 비교하여, IHS 중합 시에 IRS-1C PAN데이터와 어떤 Landsat TM 밴드 중합이 유효한지를 비교 분석하고자 하였다.

2. 사용데이터 및 기하보정

본 연구에 사용된 인공위성 화상데이터는 표 1에서 보는 바와 같이 1995년 12월에 인도 ISA(Indian Space Agency)에서 발사된 IRS-1C 위성으로부터 1997년 4월 19일 관측 수집된 PAN 데이터(관측과장대: 0.5~0.75 μm)와 1997년 3월 30일 관측 수집된 Landsat TM 데이터이다. 본 연구에서 사용된 IRS-1C PAN 데이터와 Landsat TM 데이터는 수신 및 공급기관에서 방사보정과 일부 기하보정이 처리(보정수준: Level 2와 Bulk 보정)된 것이다. 인공위성화상데이터의 처리과정중 전처리단계에서 다루어지는 대기영향보정과 그림자영향보정이 sample data에 미치는 영향은 각각의 밴드조합에 따라 다르게 영향을 주는 것은 아니고, 비교적 균등하게 영향을 미치므로 상대적인 분류정확도의 감소현상이 적을 것으로 판단되어 본 연구에서는 대기영향보정과 그림자영향보정을 행하지 않았다.

구입된 화상데이터는 공급기관에서 표준적으로 채택하고 있는 지구타원체와 평면직각좌표 투영법이 우리나라 국토기본도의 경우와 다르기 때문에 기하보정을 실시하여 위성데이터를 우리나라의 지도좌표체계로 맞추어야 한다.⁶⁾

본 연구에서 사용된 기하보정방법은 지상기준점의 지도좌표를 이용하는 방법을 사용하였다. 화상좌표와 지도좌표간의 좌표변환식으로는 1차다항식을, 화소값의 재배열(resampling) 방법으로는 공1차내삽법(bilinear interpolation)을 사용하였다. 재배열에 있어서 화소 1개에 해당하는 지상크기를 IRS-1C PAN 데이터는 지상수신소에서 사용자에게 공급되는 크기인 5 m \times 5 m, Landsat TM 데이터는 30 m \times 30 m가 되도록 하였다. 기하보정시의 평균제곱근오차(RMSE)는 각각 ± 0.5 화소 이내가 되도록 하였다.

기하보정된 화상 중에서 직사각형 형태의 화상을 다시 절출하여 연구대상지역으로 선정하였으며 그 크기는 IRS-1C PAN 화상의 경우는 1800 \times 1860(row column) 화소, Landsat TM 화상은 300 \times 310(row column) 화소 크기였다. 연구대상지역으로 절출된 지역은 그림 1에서 보는 바와 같이, 위도 35°14'~35°19', 경도 128°18'~128°24'사이의 경상남도 함안군 일대의 가야읍, 군북면 및 범수면을 포함하는 지역으로서 도시역, 산림지역, 식생지역 및 수역이 적절히 포함되도록 선정하였으며,

표 1. Image data used

Parameter	IRS-1C PAN	Landsat TM
Spatial resolution	5.8 m(at nadir)	30 m
Scene size	70 km 70 km	185 km 170 km
Date of acquisition	April 19, 1997	March 30, 1997
Path-Row	143-045	114-036
Number of bands	1	7
Cloud	0%	0%
Sun azimuth	145.2	132
Sun elevation	62	48
Data correction	Level 2	Bulk

표 2. J-M Distance of each band combinations

Band combinations	Average	Minimum
TM123457 and PAN	1414	1409
TM12457 and PAN	1414	1407
TM1245 and PAN	1414	1405
TM145 and PAN	1414	1398
TM14 and PAN	1414	1374
TM1 and PAN	1403	1185

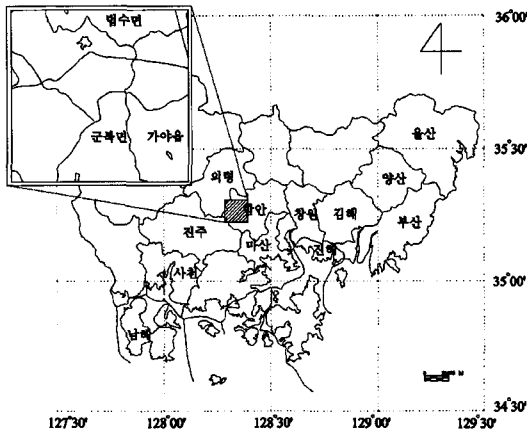


그림 1. Location of study area

지상크기는 중형방향으로 9 km×9.3 km이다.(면적 : 83.7 km²)

3. Sample data의 구축 및 분류항목 선정

본 연구는 Landsat TM 데이터와 IRS-1C PAN 데이터를 사용하여, 일반적으로 많이 사용되는 화상중합방법인 IHS중합방법을 통하여 토지이용분류시에 유효한 칼라합성밴드를 선정하는데 있다. 그러나 두 데이터를 중합하면 공간 해상력이 5 m인 화상데이터가 생성된다. 이렇게 생성된 화상데이터를 사용한 토지이용분류 결과를 비교 평가할 데이터가 없으므로, 본 연구에서는 다음과 같은 방법으로 sample data를 구축하고, 이 구축된 데이터를 이용하여 토지이용분류 수행한 후, 유효한 칼라합성밴드로 선정하고자 한다.

3.1 Sample data의 구축을 위한 1차선행분류

Sample data의 구축을 위한 1차선행분류 방법은 일반적으로 많이 사용되는 비교사분류기법을 적용하고자 하였으나, 분류하려는 항목의 수가 많고, training field의 항목간 상관계수가 비교적 높아 이 분류방법의 사용이 어려웠다. 따라서 컴퓨터의 계산시간은 많이 걸리지만 비교적 정확한 방법이라 할 수 있는 최대우도법을 사용하여 1차선행분류를 수행하였다. 이 방법은 training field가 정규분포를 따른다는 가정 하에 데이터의 평균벡터와 공분산행렬을 계산한 후 확률밀도함수를 이용하여 각 화소를 확률이 가장 높은 항목으로 분류하는 방법이다.⁷⁾ 분류항목의 선정에 있어서는 USGS (U.S. geological survey)의 토지분류체계를 기본으로 하여, Landsat TM과 IHS중합화상, 1:25,000 지형도 및 1:50,000 식생도를 참고하여 분류항목을 선정하였다. 본 연구에서 사용된 화상들에 있어서는 지도상에 나타나는 경작지의 일부분이 비닐하우스지역으로 분포하였으며, 중합화상과 식생도를 판독한 결과, 산림지역에서의 침엽수와 활엽수 구분이 가능할 것으로 판단되어 비닐하우스, 활엽수 및 침엽수를 분류항목으로 추가하였다. 선정된 분류항목은 비닐하우스, 물, 활엽수, 침엽수, 논, 밭, 식생, 나지, 주거지, 잡목 및 미분류의 총11개로 분류항목을 선정하였다.

선정된 분류항목을 바탕으로 유효밴드를 찾기 위해서 본 연구에서는 통계적 분리도로 Jeffries-Matusita(J-M)거리를 사용하였다. 표 2는 선정된 밴드의 수에 따라 가장 높은 분리도를 나타내는 밴드조합의 평균과 최소 분리도를 나타낸 것이다. 이 경우 Landsat TM 1,2,3,4, 5,7과 IRS-1C PAN화상 모두를 사용하는 경우에 10개 항목의 분리도 평균이 1414로 가장 높았으며, 물 항목의 분리도가 1409로 가장 작았지만 다른 밴드조합의 경우(1185~1407)보다는 높았다. 따라서 Landsat TM 1, 2,3,4,5,7과 IRS-1C PAN데이터 모두를 사용하여 1차선

표 3. Pixels count and area for each land cover type of first classified image

Class	Pixels	Percent	Area(km ²)
Unclassified	21394	0.6	0.5
Vinyl house	105497	3.2	2.6
Water	13762	0.4	0.3
Deciduous	413074	12.3	10.3
Evergreen	747544	22.3	18.7
Cropland	22761	6.8	5.7
Paddy	616567	18.4	15.4
Vegetation	1082251	32.4	27.2
Barren land	23828	0.7	0.6
Residential	70597	2.1	1.8
Brush	25815	0.8	0.6
Total	3143090	100.0	83.7

행분류를 수행하였다.

1차선행분류결과와 신뢰도 평가에 있어서는 사용된 training field에 대한 error matrix를 작성하여 평가하였다. 그 결과 사용자정확도(user's accuracy), 생산자정확도(producer's accuracy) 및 전체정확도(overall accuracy)에서 100%로 나타났으며, 분류결과화상의 시각적 평가에서도 비교적 양호하게 분류되었음을 확인할 수 있었기 때문에 training field의 선정이 적절하였다고 판단할 수 있었다. 표 3는 1차선행분류후 각 분류항목별 토지피복의 최종적인 결과이다.

3.2 Sample data의 구축 및 평가

1차 선행분류결과화상에서 sample data를 구축할 때에는 확률적으로 표본을 추출하는 것이 적합하다. 하지만 경우에 따라서는 완전한 확률표본보다는 약간의 제약을 주는 추출계획을 실현함으로써 좀 더 모집단에 대한 효율적인 정보를 수집할 수도 있다. 일반적으로 표본추출의 방법으로는 단순확률추출법(simple random sampling), 층화확률추출법(stratified random sampling), 집락확률추출법(cluster random sampling) 및 계통추출법(systematic sampling)이 있다. 이 4가지 표본추출기법중 본 연구에서는 층화확률추출법을 도입하여 sample data를 구축하고자 한다. 이 기법은 모집단이 어떠한 속성에 따라 여러 개의 층으로 구분될 수 있는 경우에 표본을 층별로 할당하여 추출하는 기법이다. 이 경우 각 층 사이에는 서로 이질적(heterogeneous)이어야 하고, 층속은 동질적(homogeneous)인 경우에 적합

하다.^{8,9)}

전체표본의 크기를 결정함에 있어서는 조사목적과 추론결과에 대한 정밀도에 대한 요구에 따라 결정되는 것이다. 일반적으로 인공위성에서 수집되는 데이터는 관측시기, 센서의 종류, 지역의 특성 등 많은 요소에 따라서 화상의 특성이 결정된다. 이들 모두를 고려하여 표본의 크기를 결정하는 것은 현실적으로 불가능하므로 임의의 모집단에 대하여 근사적으로 적용될 수밖에 없다.

따라서 본 연구에서 사용되는 화상데이터의 기본 통계값을 이용하여 임의적으로 표본의 크기를 결정하고자 하였다. 분산이 기지인 경우 $100(1-\alpha)\%$ 오차한계를 d 이하로, 또는 $100(1-\alpha)\%$ 신뢰구간의 길이를 $2d$ 이하로 하는데 필요한 표본크기는 식 (1)에 의해서 구해진다.⁸⁾ 이때 화상의 평균에 대한 추정을 90%, 오차한계를 0.3이내, 표준편차 45로 결정하였으며, 이 경우 필요한 표본의 크기는 $n \geq (1.645 \times 45/0.3)^2 = 60885.6$ 로서 약 60,886개이다. 이렇게 선정된 표본의 크기를 화상데이터 구축시의 편리성과 앞에서 언급된 내용을 고려하여 sample data의 크기를 250×250 화소(column \times row, 62500 pixels)로 선정하였다.

$$n \geq (z_{\alpha/2} \sigma/d)^2 \quad (1)$$

Sample data의 크기에 따라 각 항목의 표본수의 결정에 있어서는 모집단의 표준편차를 고려하여 아래와 같은 식에 의해서 구해진다.

$$n_i = n \frac{N_i \sigma_i}{\sigma(N_i \cdot \sigma_i)} \quad (2)$$

여기서

n_i : 표본 i 번째의 분류항목의 화소수

n : 총화소수

N_i : 분류된 화상에서 i 번째 분류항목의 화소수

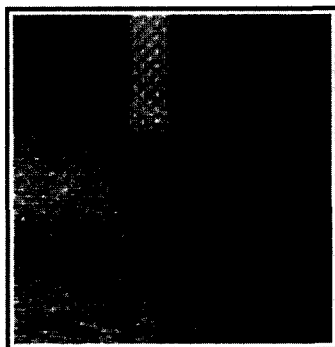
σ_i : 분류된 화상에서 i 번째 분류항목의 표준편차

표 4는 위에서 언급한 sample data의 구축방법에 따라서 선정된 sample data의 크기와 1차선행분류된 화상에서 각 항목별 크기 및 표준편차를 고려하여 분배된 각 항목별 화소수이며, 그림 2는 최종적으로 구축된 sample data 및 분류결과를 평가할 참조화상이다.

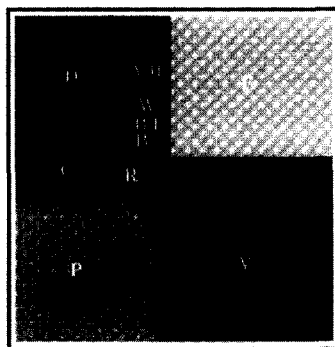
구축된 sample data는 원화상이 가지고 있는 분광특성을 최대한 유지되어야 한다. 이를 평가하기 위해서 본 연구에서는 각각의 화상에서 얻어진 통계값을 비교하여

표 4. Number of pixels of generated sample data using stratified random sampling

Class	Pixels(first classified image)	Standard deviation	Pixels (sample data)
Unclassified	21394	12.71	-
Vinyl house	105497	2.14	1112
Water	13762	2.48	168
Deciduous	413074	2.07	4213
Evergreen	747544	1.67	6151
Cropland	227671	3.74	4195
Paddy	616567	5.71	17347
Vegetation	1082251	4.97	26502
Barren land	23828	7.93	931
Residential	70597	4.51	1569
Brush	25815	2.45	312
Total	3348000		62500



(a)



(b)

그림 2. Sample data. (a) generated sample data of Landsat TM234 using stratified random sampling. (b) location of each classes of the sample data as reference image having 100 percent accuracy. V.H.: Vinyl house, W:Water, D:Deciduous, E:Evergreen, C:Cropland P:Paddy, V:Vegetation, B.L.: Barren land, R:Residential, B:Brush

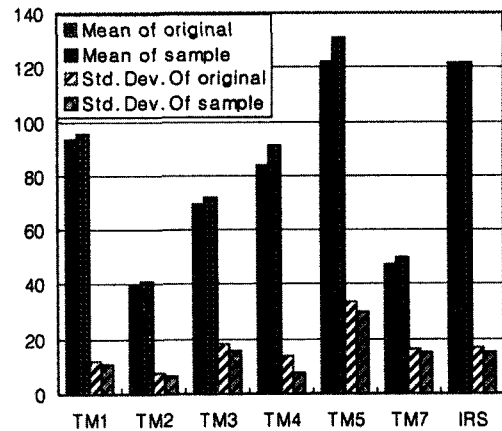


그림 3. Mean and standard deviation of the original image and sample data

표 5. Difference of mean and standard deviation between the original image and sample data (original image-sample data)

Image	Mean	Standard Deviation
TM1	-1.56	1.45
TM2	-1.12	1.45
TM3	-2.71	2.75
TM4	-7.63	6.27
TM5	-8.64	3.83
TM7	-2.52	1.74
IRS	-0.50	1.45
Average	-3.53	2.71

sample data의 유효성을 검증하고자 한다. 그림 3과 표 5는 구축된 sample data와 원화상의 평균과 표준편차를 비교하여 나타낸 것이다. 이를 TM 4와 TM 5를 제외한 나머지 밴드에서 표준편차가 ± 3 이하의 값을 유지하고 있는 것으로 나타난다.

4. IHS 중합화상의 작성과 토지이용분류

4.1 유효칼라합성밴드의 선정

본 연구에서는 Landsat TM의 열적외밴드를 제외한 6개의 화상을 사용하였으며, IHS 화상중합에 사용할 3개의 밴드만을 대상으로 칼라합성밴드를 생성시킬 경우 총 20가지의 밴드조합을 생성시킬 수 있다. 이 모든 밴드조합을 대상으로 각각 칼라합성, 화상중합 및 토지 이용분류를 수행하는 것은 컴퓨터 처리시간 및 저장공

간의 확보 등과 같은 문제를 수반하고 있다. 1985년 Toll은 Landsat TM 데이터를 사용하여, 7개 분류항목 (water, forest, agriculture, extractive sites(exposed soil), commercial and industrial sites, transformation sites, residential)으로, 3개 밴드만을 대상으로 한 토지이용분류를 수행하고 그 정확도를 평가한 바 있다. 토지이용분류기법으로는 최대우도법을 적용하였으며, 분류결과는 error matrix를 작성하여 전체정확도(overall classification accuracy)를 평가한 결과, TM 247(72.9%), TM 145(72.6%), TM 245(72.4%), TM 347(71.2%), 및 TM 147(71.0%)의 순으로 분류정확도를 나타낸다고 발표하였다.³⁾

따라서 본 연구에서는 이 연구결과의 5가지 밴드조합과 Landsat TM 인공위성 데이터를 이용하여 칼라합성화상을 작성할 때에 사용되는 TM 123과 TM 234 등 총 7개의 유효칼라합성밴드를 선정하여 평가하였다.

4.2 IHS

각기 다른 센서에서 얻어진 두 데이터를 변환하여, 두 데이터의 장점만을 가지는 새로운 화상을 생성시키는 것을 중합(merging)이라 한다. 이러한 중합방법에는 IHS, PCA, HPF, ratio enhancement, LUT 등 많은 방법이 있다. 본 연구에서는 IHS방법을 사용하였으며, 이 방법은 1982년 Hydan 등이 Landsat MSS 데이터와 RBV(return beam vidicon)데이터의 중합과 Landsat MSS 데이터와 HCMM(Heat Capacity Mapping Mission)데이터의 중합에서 처음 사용된 이후, 각기 다른 센서에서 얻어진 화상들의 중합에 가장 널리 사용되는 방법중의 하나이다.¹⁰⁾

RGB변환은 색정보를 빛의 3요소인 R(적), G(녹) 및 B(청) 요소로, IHS변환은 색의 3요소인 I(명도: intensity), H(색상: hue), 및 S(채도: saturation)의 특징량으로 변환하는 방법이며 I, H, S중에서 I는 공간해상력을, H와 S는 분광반사특성을 표현해 주는 역할을 한다.²⁾

고해상도의 panchromatic 데이터와 저해상도의 다중파장대 화상을 사용할 때에는 먼저 저해상도의 3개 파장대의 화상을 I, H, S성분의 화상으로 변환한 후, I 성분 화상을 고해상도의 panchromatic 화상으로 대체한 다음, 다시 R, G, B 성분화상으로 역변환하여 칼라합성하는 방법이다. 본 연구에서 적용한 RGB-IHS 변환과정은 유효한 칼라합성밴드로 선정된 7가지의 밴드조합을 이용하여 I, H, S성분의 화상으로 변환하였다. 그리

고 I성분 화상과 분산 및 평균이 비슷하도록 고해상도의 IRS-1C PAN 화상을 농도변환(contrast stretch)한 다음, 이를 I성분화상으로 대체하고 다시 R, G, B 성분화상으로 역변환하여 칼라 합성하였다.

4.3 Sample data의 토지이용분류

화상중합을 수행한 후, 본 연구에 있어서 토지이용분류기법으로는 최대우도법을 사용하였다. 이 방법은 다른 방법에 비하여 알고리즘이 복잡하고 처리 시간이 많이 소요되지만 분류정확도의 향상이 두드러지며, 확률 통계적 이론을 기본으로 하기 때문에 토지이용분류에 많이 사용되는 방법이다. training field의 선정 시에는 sample data를 구성하고 있는 10개의 구성항목별로 선정하였다. 이론적으로 n개의 파장밴드가 분류에 이용된다면 분류항목당 필요한 최소한의 training field는 n+1이며, 실제로 필요한 샘플의 개수가 10n~100n 개 정도일 때 매개변수의 정확한 추정이 가능하다.⁷⁾

따라서 본 연구에서는 sample data 크기를 전체화상 크기의 약 7%로 정도로 선정하여 각 분류 항목의 크기에 비례하여 할당하였다.

이와 같은 요령으로 결정된 training field를 이용하여 모두 7가지 밴드조합으로 중합된 sample data를 각각 토지이용분류를 수행하였다.

5. 분류정확도 분석 및 평가

본 연구에서는 분류결과를 고찰하기 위하여 error matrix를 작성하여 그 결과를 평가하였다. 그림 4와 표 6은 3개 밴드의 Landsat TM 원화상만을 사용한 경우, IRS-1C PAN 화상과 TM 원화상(3개 밴드)을 사용하여 IHS 중합된 화상을 사용한 경우 및 IRS-1C PAN 화상과 TM 원화상(3개 밴드)의 4개 화상을 사용한 경우에 대하여 토지이용분류 결과의 전체정확도(overall accuracy)를 나타낸 것이다.

먼저 TM의 3개 밴드 화상만을 사용한 경우와 중합 화상을 사용한 경우에 대해서 살펴보면 TM 247에서 분류 정확도가 가장 크게(11.8%) 향상되었다. TM 123에서는 분류정확도 향상 측면에서는 1.8%, 전체 정확도면에서도 80%이하의 분류결과를 나타내고 있는데 그 원인으로는 식생지역의 분류 시에 유효한 적외선영역이 포함되지 않았다는 원인과, IHS중합방법이 도시

표 6. Classification accuracy for seven kinds of TM band combination

Band combination	Landsat TM original	IHS transformation	Landsat TM original and IRS
123	76.57	78.44	90.15
145	90.07	94.00	99.16
147	90.71	92.13	99.26
234	86.12	89.03	99.26
245	95.88	94.48	98.98
247	87.17	99.01	99.09
347	83.27	92.86	97.62

지역에서의 활용도는 높으나, 논밭 등과 같은 식생지역에 있어서는 분광반사특성의 보존성 부분에서 다른 중합방법보다 더 왜곡이 크다는 원인으로 판단되었다.²⁾

또한 IRS-1C PAN 데이터와 Landsat TM 데이터간에 관측파장대가 중복되는 영역은 3개 밴드에 걸쳐 0.16 μm이며, 이중 TM1, TM2 및 TM3에서의 파장중복도는 각각 12.5%, 50.0% 및 37.5%로 분포되므로, TM 123의 밴드조합이 다른 밴드 조합에 비해서 파장대가 크게 증가되는 경우가 아니므로 분류정확도의 향상이 작았던 것으로 생각된다. TM123과 TM234의 중합화상을 사용한 분류정확도는 78.44%와 89.03%로서 가장 낮은 결과를 나타내었고, TM4, TM5 및 TM7의 적외선 영역의 밴드 중 2개 이상이 포함될 경우는 모두 90%이상의 분류정확도를 나타내었다. 따라서 IHS중합화상을 사용하여 토지이용분류를 수행할 경우 Landsat TM4, TM5 및 TM7의 적외선영역의 밴드 중 2개 밴드를 포함시켜 분류를 수행하는 것이 좋으며, 3개 밴드의 TM 원화상만을 사용하는 경우보다 IRS-1C PAN 데이터를 추가하여 IHS 중합된 화상을 사용하는 경우에 평균적으로 4.3% 정도의 분류정확도가 향상됨을 알 수 있었다.

Landsat TM의 3개 밴드화상과 IRS-1C PAN화상 즉, 모두 4개 화상을 사용한 경우에 있어서는 TM 3개 화상만을 사용하는 경우보다는 10.5%, 중합한 화상의 경우보다는 6.2%정도로 분류정확도가 향상됨을 알 수 있었다. 역으로 이 경우보다 중합화상을 사용하는 경우의 분류정확도가 다소 낮게 나타났지만 Landsat TM화상의 다중파장대 분광반사특성과 IRS-1C PAN 데이터의 높은 해상력을 함께 유지하고 있는 중합화상을 작성하여 토지이용분류, 각종 주제도 작성, 시각적 판독 및 대상물의 특성을 분석할 경우가 많으므로 IHS 중합화상의 분류에의 활용성이 클 것으로 생각된다.

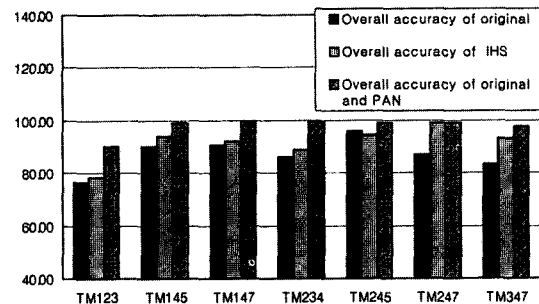


그림 4. Classification accuracy for seven kinds of TM band combination

7. 결 론

본 연구에서는 높은 해상력의 IRS-1C PAN 데이터와 다양한 관측파장대를 갖고 있는 Landsat TM 데이터를 사용하여, 대표적인 화상중합방법인 IHS방법으로 중합화상을 작성하고, 중합된 화상 및 원화상을 이용하여 토지이용분류를 수행하는데 있어서 어떤 칼라합성 밴드가 유효한지를 밝히는데 그 목적이 있다. 본 연구 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. Landsat TM 데이터와 IRS-1C PAN 데이터를 사용하여 IHS중합화상을 작성하고, 토지 이용분류를 수행할 경우 TM4, TM5 및 TM7의 적외선영역의 밴드 중 2개 밴드를 포함시켜 중합한 후, 토지이용분류를 수행하는 것이 90%이상의 분류정확도를 나타냈으며, 특히 TM 247의 밴드조합에 있어서 그 분류정확도가 가장 크게(13.6%) 향상되었다.

2. Landsat TM의 3개 밴드화상과 IRS-1C PAN 데이터를 중합하여 사용하는 경우보다 TM의 3개 밴드 화상에 IRS-1C PAN화상을 추가하여 모두 4밴드 화상을 사용하는 경우의 정확도가 전체적으로 높았으며, TM 3개 화상만을 사용하는 경우보다는 10.5%, 중합한 화

상의 경우보다는 6.2%정도로 분류정확도가 향상됨을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Carper, W.J., T.M. Lillesand and R.W. Kiefer, "The use of intensity-hue-saturation transformations for merging SPOT panchromatic and multispectral image data", PE & RS, 56(4), 1990, 459-467.
2. Chavez, P.S. Jr., S.C. Sides and J.A. Anderson, "Comparison of three different methods to merge multiresolution and multispectral data : Landsat TM and SPOT Panchromatic", PE & RS, 57(3), 1991, 295-303.
3. Toll, D.L., "Landsat-4 Thematic Mapper Scene Characteristics of a Suburban and Rural Area", PE & RS, 51(9), 1985, 1471-1482.
4. 손덕재, 이종훈, "色變換과 映像改善技法을 이용한 SPOT P-mode와 XS-mode 映像合成", 한국측지학회지, 9(2), 1991, 103-113.
5. 광재하, 최철웅, 강인준, 박성재, "IHS 변환을 이용한 칼라지도영상의 제작과 이용", 1995년도 학술발표회 논문집(III), 대한토목학회, 1995, 129-132.
6. 안기원, "인공위성 화상데이터를 이용한 지형표고의 추출", 서울대학교 대학원, 박사 학위논문, 1988, 8-32.
7. Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W., "Remote Sensing and Image Interpretation, Wiley", 1994, 446-486.
8. 김우철 외, "현대통계학", 영지문화사, 1998, 117-137.
9. 김정년, "통계학", 경문사, 1998, 131-174.
10. Haydn, R., G. W. Dalke and J. Henkel, "Application of the IHS color transform to the processing of multisensor data and image enhancement", Proceedings, International Symposium on Remote Sensing of Arid and Semi-Arid Land, Cairo, Egypt, 1982, 1325-1334.