

## Landsat TM Data와 黑白赤外線 航空寫眞을 利用한 林相區分에 關한 研究<sup>1\*</sup>

金甲德<sup>2</sup> · 李承鎬<sup>2</sup> · 金喆民<sup>2</sup>

## Classification and Mapping of Forest Type Using Landsat TM Data and B/W Infrared Aerial Photograph<sup>1\*</sup>

Kap Duk Kim<sup>2</sup> · Seung Ho Lee<sup>2</sup> · Cheol Min Kim<sup>2</sup>

### 要 約

우리나라 國土의 65%를 차지하는 森林은 國民經濟的 側面과 國土保全的 側面에서 모두 중요하다. 따라서 森林의 內容과 現況을 精確히 調査하여 評價하는 일은 큰 의미를 가지며, 그 目的을 위해서 航空寫眞이나 遠隔探查技術이 效果적으로 利用된다. Landsat 4號와 5號에 搭載되어 있는 TM은 地上解像能力이 뛰어나고 넓은 범위의 波長領域을 解析할 수 있는 능력이 있다. 本 研究에서는 Landsat-5에서 受信한 TM data를 使用하여 慶尙北道의 한 地域을 대상으로 하여 土地의 利用形態와 林相區分을 實施하였고, 黑白赤外線 航空寫眞을 判讀하여 製作한 林相圖와 分類 結果를 比較하였다. 그 結果 TM data는 전반적인 土地利用分類의 側面에서 效果가 높았으며, 林相區分은 航空寫眞 判讀 結果와 比較하여 차이가 있었다. 복잡하고 變化가 심한 森林地域의 季節에 따른 反射特性을 이해하고, 林相間 分離도를 크게 하는 band의 選定과 調合 方法이 앞으로 해결해야 할 問題點으로 제기되었다.

### ABSTRACT

Accurate and cost-effective classification of forest vegetation is the primary goal for forest management and utilization of forest resources. Aerial photograph and remote sensing are the most frequent and effective method in forest resources inventories. TM and MSS are the principal observing instruments on the Landsat-4 and -5 earth observing satellite. Especially TM has considerably greater spacial, spectral, and radiometric resolution power than MSS, that is, the IFOV of TM at a nadir is 30m compared to 80 m for MSS. In this study, we used TM data to classify forest types and compared the result with forest type map manufactured by interpretation of B/W infrared photographs. As a result, land use types were well defined with TM data. But classifying forest types was a little difficult and indistinct. However, the spectral signatures of forest in every season and growing stages remained as problems to be solved, and also the most effective selection and combination method of bands for differentiating the spectral plots among classes.

*Key words* : thematic mapper, B/W infrared photograph, land use, forest type

<sup>1</sup> 接受 1989年 3月 24日 Received on March 24, 1989

<sup>2</sup> 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National Univ., Suwon, Korea

\* 本 研究은 韓國科學財團의 研究費支援에 依해 이루어진 것임

## 緒 論

森林은 우리나라 國土의 約 65%를 차지하고 있으며 오랜 옛날부터 人類의 生存과 文化發展에 있어서 매우 밀접한 관계를 맺어 왔다. 時代의 발전과 더불어 人口가 증가하고 產業이 발달함에 따라 森林은 人間에 의하여 본격적으로 占有되어 利用되기 시작하였으며, 現在에 이르러서는 森林은 木材生産이라는 經濟的 機能 외에 國土保存의인 側面에서의 公益的 機能이 크게 강조되어 先進各國은 이의 效率的 管理와 合理的 利用을 通해 그 效用價値를 極大化하려는 움직임이 많이 나타나고 있다. 이를 위해서는 森林의 內容과 現況을 정확히 調査하여 評價하는 일이 중요하며, 그 目的을 달성시키는 효과적인 방법중의 하나가 航空寫眞이나 遠隔探査技術을 利用하는 方法이다.<sup>2)</sup>

우리나라에 있어서 航空寫眞은 주로 山林資源實態調査를 위해 이용되어 왔으며<sup>1,4,9,10)</sup> 이에는 蓄積調査와 林相區分, 그리고 山地利用區分調査 등이 포함된다. 또 航空寫眞을 보다 效果的으로 林業目的에 이용하기 위해 航空寫眞林分材積表와 biomass table 調製에 관한 研究도 이루어지고 있다.<sup>5,6,13,14)</sup>

한편 遠隔探査技術의 林業的 利用에 관해서는 1975년과 1976년 두 차례에 걸쳐 국내에서 처음으로 林相區分 및 森林調査에의 適用性을 검토한 예가 있다.<sup>7,8)</sup> 그러나 당시에는 아직 모든 기술이 初歩의 단계를 벗어나지 못하였을 뿐 아니라 필요한 장비의 부족으로 만족할 만한 결과를 얻지 못하였다.

1986년에는 몇 가지 필터를 사용하여 얻어진 칼라赤外線 寫眞에서 樹種間的 色調 差異를 區分하고, Landsat MSS (Multispectral Scanner) 合成寫眞을 이용하여 林相과 土地利用形態에 따른 色調의 變化를 調査한 바가 있다.<sup>3)</sup> 이 研究에서는 MSS 合成寫眞은 土地利用形態의 區分에는 適用이 가능하나 이를 林相區分이나 樹種判讀에 이용하고자 할 때에는 地上分解能이 낮아 어려움이 많은 것으로 報告되었다. 일반적으로 遠隔探査는 넓은 地域에 대한 各種 資源情報를 저렴한 비용으로 획득할 수 있으며, 週期的인 반복관측의 잇점이

있기 때문에 林地利用狀態의 變化, 病蟲害豫察, 環境分析 等 森林이 變化하는 內容을 파악할 수 있다.<sup>16,17)</sup> 그러나 航空寫眞에 비해 解像力이 낮은 면이 있어서 集約的인 林業經營과 施業에 그대로 적용하기에는 不利한 점이 있었다.

그러나 1982년 발사된 LANDSAT 4號부터 새로이 搭載되기 시작한 TM(Thematic Mapper)의 풍부한 情報提供能力은 遠隔探査의 發展에 새로운 章을 열었다고 할 만하다. 즉 이전의 MSS가 4個의 band만을 가지며 地上分解能(IFOV; Instantaneous Field of View)이 79m인데 비해 TM은 7個의 Band와 30m의 分解能을 갖고 있으므로 MSS보다 改善된 分析이 가능하게 되었다.<sup>11,12,15,18)</sup>

우리나라에서는 山林基本計劃 樹立에 필요한 資料를 얻기 위해 每 5年마다 全 山地를 대상으로 航空寫眞을 撮影하는 것을 원칙으로 하고 있으나 寫眞撮影에 드는 費用, 撮影 時期와 氣候 問題 等 여러 면에서 제약이 많다. 本 研究은 지금까지 國內 森林調査에 利用되지 않았던 Landsat TM data의 反射特性을 利用하여 林相을 區分하고, 黑白赤外線 航空寫眞을 이용하여 製作한 林相圖와 비교하여 林業에 있어서의 Landsat TM data의 適用 可能性과 그 效用性을 검토해 보는데 目的이 있다.

## 材料 및 方法

### 1. 調査對象地域

慶尙北道 예천군과 安東郡 一部地域으로 對象面積은 約 150km<sup>2</sup>이다. 이 地域은 대략 經度 128°31'E-128°41'E, 緯度 36°35'N-36°42'N 사이에 位置한다.

### 2. 使用材料

가. 黑白赤外線航空寫眞

1986년과 1987년 林業研究院에서 黑白赤外線 필름을 사용하여 撮影한 이 地域의 航空寫眞을 利用하였으며, 寫眞의 축척은 1:15,000, 寫眞의 크기는 23cm×23cm이다. 撮影에 使用된 카메라의 초점거리는 152mm이고 wide angle lens를 사용하였다. 사진의 중첩정도는 endlap이 60±5%,

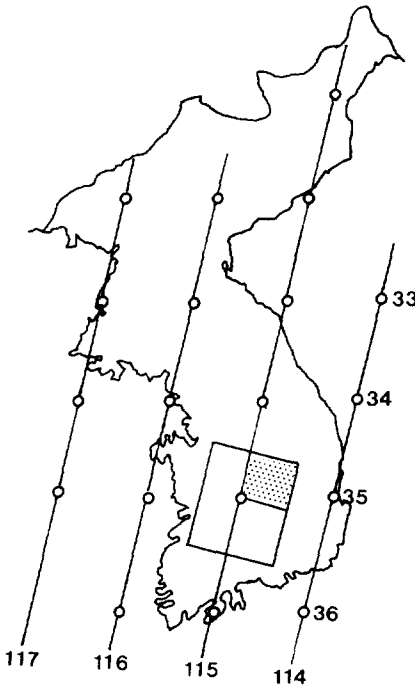


Fig. 1. Coverage map of study area. (path 115/row 35, subscene B, Landsat-5)

sidelap이 30±15%였다.

나. Landsat TM data

1987年 11月 5日 Landsat-5의 Thematic Mapper Sensor에 의해 觀測된 path 115/row 35의 subscene B를 使用하였다(그림1). 觀測狀態는 雲量 0%, 태양 高度 32°이었다. 使用된 TM data는 地上受信所에서 bulk 補正 후 BIL(Band Interleaved by Line) format으로 CCT(Computer Compatible Tape)에 수록된 것으로, data의 digital number는 0에서 255까지의 값을 갖고 있다.

3. 分析方法

航空寫眞은 중첩도를 감안하여 有效區域을 사진상에 표시한 다음 像의 色調나 濃淡, 形狀과 크기, 構成, 배열 등을 判讀하여 林種과 林相을 區分하였다. 林相區分時 立木地는 林相別, 徑級別, 齡級別 및 疎密度別로 區分하고, 無立木地는 未立木地, 황폐지, 林間裸地, 그리고 除地 등으로 區分하였다. 이때 航空寫眞上에 表示 가능한 最小區域面積은 1ha로 하였다. 寫眞判讀 후 이를 圖化하

여 1:25,000 地形圖를 基本圖로 하여 林相圖를 作成하였다.

TM data는 前處理와 畫像處理를 통해 林相分類를 시도하였다.

가. TM data의 前處理

前處理에는 對象地域의 切出(editing), 補正, 그리고 resampling까지 이루어진다.

먼저 調查對象地域을 切出할 때에는 실제 解析할 영역을 포함하여 더 넓은 地域을 對象으로 하게 되는데 이는 image가 갖고 있는 幾何學的 歪曲을 補正한 후의 trimming을 생각해야 하기 때문이다. 本 研究에서는 最初 畫像의 크기를 500×820 畫素로 하여 出力시켰다. CCT로부터 data가 出力될 때에는 BIL format이 BSQ(Band Sequential) format으로 變換이 이루어진다.

사진1은 切出된 調查地域의 最初 畫像이며, TM band중 植生分類에 유용한 band 1, 2, 3, 4의 調습으로 나타낸 像이다.

이러한 畫像 data는 地上受信所에서 受信된 때 radiometric 補正과 system補正인 bulk 補正만 되어있는 상태이므로, GCP(Ground Control Point)를 이용한 幾何補正을 실시하여 畫像 data와 地圖座標系를 일치시키는 작업을 한다. 本 研究에서는 1:25,000地形圖를 이용하여 8個의 GCP를 선정하였다.

座標變換式은 비교적 널리 쓰이는 affine 變換式을 사용하였으며, 最小自乘法에 의해 變換式의 각 係數를 구하고 GCP의 地圖上의 座標와 變換 후의 座標 誤差인 평균제곱근오차가 모두 1pixel 이내가 되도록 하였다.

幾何補正 후 얻어진 畫像의 모습을 사진2에 보인다.

幾何補正을 마친 畫像內에서 最近隣內插法(nearest neighbor)에 의해 355×512pixel 크기의 解析對象領域을 resampling 하였다. 이것을 다시 모니터상에 512×739 pixel 크기로 확대하여 出力시킨 畫像을 사진3에 보인다. 이 대상영역은 15,134ha에 해당하는 면적이다.

또 재배열시킨 解析畫像領域의 band別 반사값의 분포를 보기위해 histogram을 作成하는 한편 512×512 pixel 커기로 test area를 설정하고 TM band중 1, 2, 3, 4의 사진영상을 출력시켜 각 場대역의 特性을 살펴보았다.

나. 畫像處理

畫像處理를 위해 먼저 分類項目과 training field를 選定하였는데 分類項目은 地形圖, 航空寫眞에서 判讀한 내용, 解析對象領域의 사진영상 등을 기초로 하여 다음과 같이 12個의 項目으로 區分하여 設定하였다.

- CLASS PADDY : 경작지 1
- CLASS PADDY1 : 경작지 2
- CLASS CROP : 과수원
- CLASS SAND : 모래밭
- CLASS RIVER : 강
- CLASS RESERVOIR : 저수지, 못
- CLASS PLO : 낙엽송조림지
- CLASS MO : 혼효림
- CLASS H : 활엽수림
- CLASS D : 소나무림
- CLASS PK : 잣나무조림지
- CLASS B : 소나무림 (병충해피해지)

여기에서 PADDY, CROP, SAND, RIVER, RESERVOIR는 일반적인 土地利用形態에 따라 區分한 것이며 PLO, MO, H, D, PK, B는 이 地域에 나타나는 代表的인 林相에 의해 나눈 것이다. 耕作地는 畫像에 나타나는 明暗도에 차이가 있어서 두 가지로 區分하였으며, 마찬가지로 소나무림중에서 健全地域과 솔잎혹파리의 피해를 받은 地域을 區分하였다. 그러나 分類結果를 처리하는 과정에서는 단일 항목으로 취급하였다. 江과 저수지는 모두 水域으로서 보통 같은 反射特性을 보이지만 本 研究에서는 각 band別로 다르게 나타나므로 項目을 區分하였다.

Training field는 地形圖와 航空寫眞에서 判讀한 내용을 기준으로 선정하였다. 과수원, 모래밭, 저수지, 잣나무림 그리고 소나무림의 병충해 피해 지역은 대표적인 한 곳을 택하고 耕作地, 江, 낙엽송 造林地, 潤葉樹林, 소나무 健全林은 두 곳을 각각 선정하였다. 혼효림은 그 林分의 구성이 매우 다양하기 때문에 서로 다른 10個의 地域을

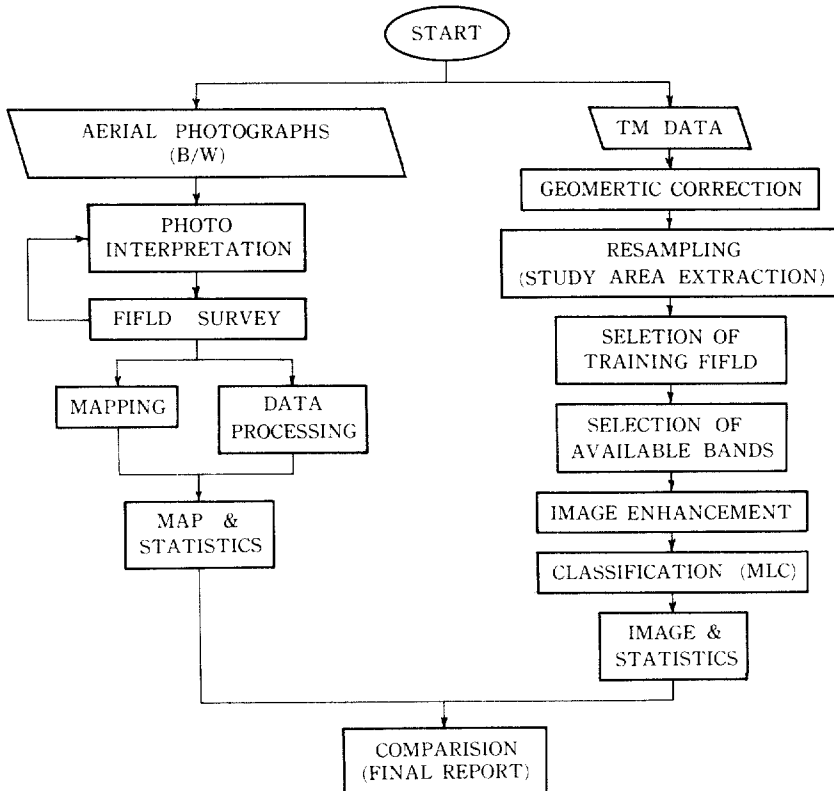


Fig. 2. Flow chart for forest type classification and mapping



**Table 1.** Forest land area by forest type and stem class

Forest type	Stem class				
	Total	Sapling	Small	Medium	Large
Total (ha)	11,602	4,107	7,400	89	6
Red pine	3,399	1,173	2,213	7	6
Japanese larch	623	493	130	-	-
Korean pine	78	78	-	-	-
Broad-leaved	381	36	269	76	-
Mixed forest	7,121	2,327	4,788	6	-

**Table 2.** Forest land area by forest type and age class

Forest type	Age class						
	Total	I	II	III	IV	V	VI
Total (ha)	11,602	4,107	6,738	662	89	-	6
Red pine	3,399	1,173	2,107	106	7	-	6
Japanese larch	623	493	116	14	-	-	-
Korean pine	78	78	-	-	-	-	-
Broad-leaved	381	36	189	80	76	-	-
Mixed forest	7,121	2,327	4,326	462	6	-	-

**Table 3.** Forest land area by forest type and crown density

Forest type	Crown density			
	Total	Coarse	Medium	Dense
Total (ha)	11,602	6,109	4,413	1,080
Red pine	3,399	1,824	1,279	296
Japanese larch	623	547	63	13
Korean pine	78	-	-	-
Broad-leaved	381	106	199	76
Mixed forest	7,121	3,554	2,872	695

표를 보면 본 調査對象이 된 地域의 山林은 針葉樹林이 36%, 混濻林이 61%, 闊葉樹林이 3%를 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 침엽수림 중에는 소나무가 가장 많고 잣나무는 최근에 造林이 이루어져 아직 어린 상태이고 占有面積도 가장 적었다. 또 20年生 이하인 II齡級 山林이 전체의 93% 이상을 차지하고 있어 대부분이 幼齡林 상태를 벗어나지 못하고 있으며, 中徑木 이상 壯齡林이나 老齡林은 소나무림과 활엽수림, 그리고 天然混濻林에서 일부 나타나고 있다. 樹冠密度에 의한 疎密度를 보면 대부분 樹冠占有 比率이 51% 이상 70% 이하인 中정도로 유지되고 있어 전체적으로 그리 좋은 편이라고는 하기 어려운 林相을 보이고 있다.

## 2. TM의 波長帶別 畫像 特性

사진4의 A, B, C는 可視波長領域의 각 帶域인 band 1, 2, 3의 畫像이며 D는 赤外線波長 領域인 band 4의 畫像이다. 사진에서는 전체 調査地域中 512×512 pixel 크기의 test area의 내용만 보여준 다.

Band 1, 2, 3의 각 사진에서는 植生이 있는 과수 원이나 森林地域은 어두운 색조를 띠고 있고 취락 지, 재배하는 農作物이 없는 빈 農耕地는 밝은 색조를 띠어서 林耕地의 區分이 잘 된다. 그러나 강이나 모래톱도 밝게 나타나 色調만으로는 취락지와의 구분이 명확하지 않으며, 이러한 특징은 可視波長 領域의 3사진에서 모두 비슷하다. 山林內에서는 植生の 피복도가 낮은 未立木地, 황폐지, 암석나출지 등은 흰 반점 모양으로 나타난다. 또 최근에 식재가 이루어진 造林地나 天然稚樹林도 수관유풀음이 낮고 직접 지표면에서의 반사가 많이 이루어져 비교적 밝게 보인다. 山林에 대한 전체적인 色調는 band1에서 가장 어둡게 나타났으며 band2, band3의 順으로 밝게 나타나 보였다. 色調의 대비정도도 band1에서 가장 미흡하였다.

반면 사진4의 band4 畫像에서는 植生이 있는 森林地域은 비교적 밝게 나타나며 강이나 저수지는 매우 어둡게 보였다. 취락지와 農耕地의 구분이 용이하지 않으며, 森林內의 황폐지나 未立木地도 잘 구별되지 않았다.

## 3. color 合成에 의한 畫像 解釋

Band 4+3+1 畫像은 사진5A에 보이며 赤外色 寫眞과 비슷하다. 植生이 있는 森林地域은 적갈색으로 나타나며, 그밖에 강이나 저수지는 하늘색과 청색으로, 農耕地나 취락지는 흰 반점이 섞인 옅은 하늘색으로 나타났다. 모래톱은 거의 희게 나타나, 地表面이 露出되어 反射率이 높아질수록 흰 색이나 옅은 色調를 띠는 특징을 보인다.

森林地域內에서는 樹冠의 유풀도가 높아질수록 적갈색이 짙어지며, 最近에 造林이 이루어져 아직 어린 낙엽송이나 잣나무 造林地는 밝은 황색 또는 녹색을 띠고 있다. 山頂部와 稜線部의 林木이 자라지 않는 황폐지나 岩石地는 농경지나 취락지와 같은 하늘색으로 나타났다.

Band 3+4+2 合成畫像은 사진 5B에 보인다.

이 사진에서는 植生이 있는 森林은 綠色으로 나타나며 農耕地는 옅은 연두색으로, 그리고 취락지는 흰 반점으로 나타나 농경지와 구분이 되었다. 강줄기가 분홍색으로 표현되는 것이 이채롭다. 그러나 전체적으로 녹색이 강하여 森林內의 색조차이가 두드러지지 않는다.

Band 3+2+1 合成畫像은 사진 5C에서 보는 것과 같이 보통 天然色 寫眞과 비슷하다. 森林地域은 청록색으로 나타나며 농경지는 하늘색에 가깝고 裸地는 흰색으로 나타났다. 저수지는 주변의 土地와 區分이 되었으나 강줄기는 식별이 잘 되지 않고 있다.

寫眞 5D는 band 4+2+1의 合成畫像이다. 森林은 적갈색으로 나타나며, 강은 하늘색으로, 저수지는 어두운 녹색을 띠었다. 전체적인 색조는 band 4+3+2 合成畫像과 비슷하나 林相間의 色調와 농담의 차이는 앞의 경우보다 못하였다.

4. TM data에 의한 林相區分

森林에 대해서 6個 項目, 非山地에 대해 6個 項目을 처음 설정하고 최종 結果는 10個 項目으로 區分하여 分類한 結果의 畫像은 사진6과 같다. 사진에서는 잣나무造林地와 낙엽송림을 같은 색으로 표현하였다.

表4에 마지막으로 분류한 10個의 각 項目에 대한 pixel 數와 相對面積을 航空寫眞에서 分類된 林相別 面積과 비교해 나타내었다. 표에 의하면 TM data 分析에 의해 얻어진 森林面積은 전체

Table 4. Comparison of forest type area by TM data and aerial photographs

Class	TM		Photo	
	Pixel (count)	Area (ha)	Area (ha)	
Forest	Red pine	103,594	4,144	3,399
	Japanese larch	34,481	1,379	623
	Korean pine	33,710	1,348	78
	Broad-leaved	33,086	1,323	381
	Mixed forest	102,347	4,094	7,121
	Sub-total	307,218	12,288	11,602
Non-forest	Paddy	59,079	2,364	
	Orchard	3,111	124	
	Sand	2,008	80	
	River	6,075	243	
	Reservoir	877	35	
	Sub-total	71,150	2,846	
Total	378,368	15,134		

調查對象地의 81.2%인 12,288ha로서 航空寫眞 林相圖에서 구한 11,602ha보다 686ha 큰 값이었다. 林相別로 비교해 보면 소나무, 낙엽송, 잣나무, 潤葉樹林은 모두 TM data 分析의 結果가 과대값을 보였고 혼효림에서는 3,000여ha가 적게 평가되었다.

이것은 航空寫眞을 이용해서 林相區分을 할 때는 최소 區分單位를 1ha로 하는 반면 TM data의 分類는 pixel單位(本 調査에서는 1 pixel=약 0.04ha)로 되어 林相圖에서는 대략 혼효림으로 分類된 地域이 세분되면서 다른 林相으로 분류된 까닭으로 판단된다. 또 表1에서 보면 胸高直徑 6cm 미만 林木의 비율이 50%를 넘는 稚樹林이 전체 森林地域의 35%를 넘고 있는데, 특히 이러한 稚樹林은 수관올케에 의한 피복도가 낮아 地表面에서의 반사가 많이 이루어지기 때문에 그 영향에 의해서 林相間에 정확한 分類가 이루어지지 못한 경우도 있을 것으로 생각되며 耕地地 중의 많은 부분도 森林地域으로 분류되어 편입된 것으로 보인다. 본 研究에 사용된 TM data가 11월에 관측된 것이기 때문에 樹木이 대부분 生長을 정지하고 단풍이 들거나 落葉을 만들어 樹木이나 植生 고유의 反射特性을 나타내지 않고 있었다는 점도 정확한 分類를 어렵게 만든 原因의 하나로 지적된다.

結 論

黑白赤外線 航空寫眞과 Landsat-5의 TM data를 이용하여 慶北 醴泉郡과 安東郡의 約 150km<sup>2</sup> 地域에 대해 土地用途別 形態와 林相 區分 調査를 하였다.

航空寫眞에서는 主要 樹種別 林相別로 徑級, 齡級, 疎密度를 세분하여 모두 32가지의 林相으로 森林이 區分되었으며, 格子版을 이용하여 林相別面積을 구하였다. 이 地域의 森林은 20年生 以下인 I, II齡級이 전체의 93%로 대부분을 차지하며, 樹冠의 울케정도도 낮은 편이었다.

TM의 각 단일 band가 나타내는 畫像을 보면 可視波長 領域帶의 band 1, 2, 3에서는 植生이 있는 과수원과 森林地域은 어두운 色調를 띠고 취락지, 栽培하는 作物을 다 거둔 빈 農耕地는 밝은 色調를 띠어서 林耕地區分이 잘 되었다. 赤外線波長 領域의 band 4 畫像에서는 강이나 저수지같은

水域을 區分하는데 效果的이었다.

2개 이상의 band에 각기 다른 色을 배정하고 이를 合成하여 얻는 color合成에 의하면 合成의 種類에 따라 地表面의 特정한 土地利用形態가 다른 色으로 잘 구분되었다. 森林地域內的 林相間에는 部分的인 區分이 가능하였는데 樹種에 의한 차이는 현저하지 않고 樹冠密度나 植生の 피복정도가 크게 영향을 받는 것으로 보였다.

TM의 7개 band중 4, 3, 1의 3가지 band를 이용하여 MLC에 의해 林相을 區分한 결과는 航空寫眞을 判讀하여 얻은 林相圖와 차이가 있었다. 전체 森林地域의 面積은 686ha 더 많게 分析되었으며, 林相別로는 소나무, 낙엽송, 잣나무, 활엽수림은 모두 TM data의 분석 결과가 크게 나타났고 混淆林에서는 3,000여 ha가 적게 평가되었다. 이것은 航空寫眞에서의 林分 最小區分 單位와 TM data의 區分 單位가 다르며, 本 調査對象地域의 林分이 피복도가 낮은 稚樹林이 많아 地表面에서 직접 태양광선의 反射가 많이 이루어졌다는 점, 그리고 分析에 사용된 TM data가 11月 初에 관측된 것이어서 植生이 자기의 固有한 反射特性을 보이지 않았다는 점 등에 영향을 받은 것으로 생각되었다. 그러나 土地利用 分類 側面에서는 효과가 높게 나타났다.

森林은 構成狀態가 복잡하고 季節과 生育관계에 따라 변화가 심한 대상이다. 따라서 林相區分을 위해서는 관측시기를 충분히 고려해야 하며, 또 分類하고자 하는 각 林相間的 分離度를 크게 하기 위한 理想的인 band의 選定과 調合 문제가 앞으로 해결해 나가야 할 문제로 제기되었다.

## 引 用 文 獻

1. 金甲德. 1976. 航空寫眞을 利用한 山林資源調査法의 研究. 韓國林學會誌 30 : 1-7.
2. 金甲德. 1986. 寫眞判讀과 遠隔探查. 서울大學校 出版部, 서울. 329쪽.
3. 金甲德. 1987. 林業에 있어서 遠隔探查術의 適用方法에 關한 研究. 韓國林學會誌 76(1) : 41-50.
4. 金甲德·韓甲俊·朴在旭·宋長鎬·李承鎬. 1982. 山地利用變遷에 關한 研究. 韓國林學會誌 57 : 20-25.
5. 金東春·李鎮珪. 1975. 잣나무 및 일본이깔나무의 航空寫眞 林分材積表調製. 林業試驗場 研究報告 22 : 21-29.
6. 朴在旭. 1986. 航空寫眞林分材積表調製에 關한 研究. 江原大學校 大學院 博士學位論文. 34쪽.
7. 山林資源調査研究所. 1975. LANDSAT 資料에 依한 林相區分 및 林相變化 調査研究. 科技處報告 R-75-77.
8. 山林資源調査研究所. 1976. LANDSAT 資料에 依한 山林調査研究. 科技處報告 R-76-69.
9. 山林廳 山林資源調査研究所. 1981. 全國山林實態調査報告書. 274쪽.
10. 山林廳 林業試驗場. 1986. 全國山林實態調査報告書. 281쪽.
11. 安哲浩·朴炳旭. 1986. Landsat-5의 TM과 MSS 데이터의 比較에 關한 研究. 한국측지학회지 4(2) : 27-42.
12. 安哲浩·安基元·朴炳旭·金勇日. 1987. 人工衛星의 Thematic Mapper Data의 活用方案에 關한 研究. 서울大 工大 研究報告 19(2) : 219-227.
13. 尹鍾和·金甲德. 1981. 잣나무림의 航空寫眞 林分材積表 調製方法에 關한 研究. 農村振興廳 產學協同 81-2. 18쪽.
14. 韓甲俊. 1986. 航空寫眞 林分 Biomass Table 調製에 關한 研究. 建國大學校 大學院 博士學位論文. 34쪽.
15. Benson, A.S. and S.D. DeGloria. 1985. Interpretation of Landsat-4 thematic mapper and multispectral scanner data for forest surveys. P.E. & R.S. 51(9) : 1281-1289.
16. Curran, J.C. 1985. Principles of Remote Sensing. Longman, London. 282p.
17. Lillesand, T.M. and P.W. Kiefer. 1979. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons, New York. 612p.
18. Peterson, D.L., W.E. Westman, N.J. Stephenson, V.G. Ambrosia, J.A. Brass, and M.A. Spammer. 1986. Analysis of forest structure using thematic mapper simulator data. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, GE 24(1) : 113-121.



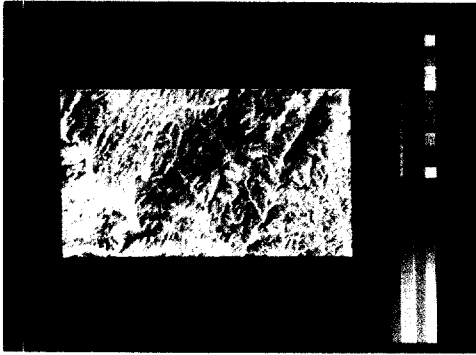


Plate 1. Original scene of study area

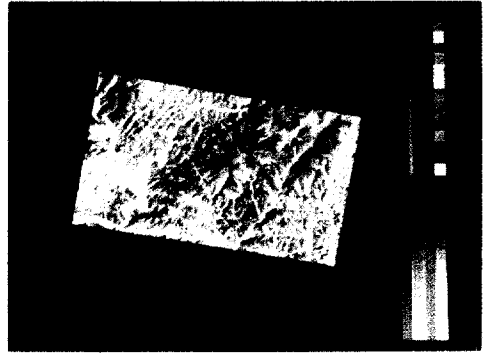


Plate 2. Image scene of study area after geometric correction

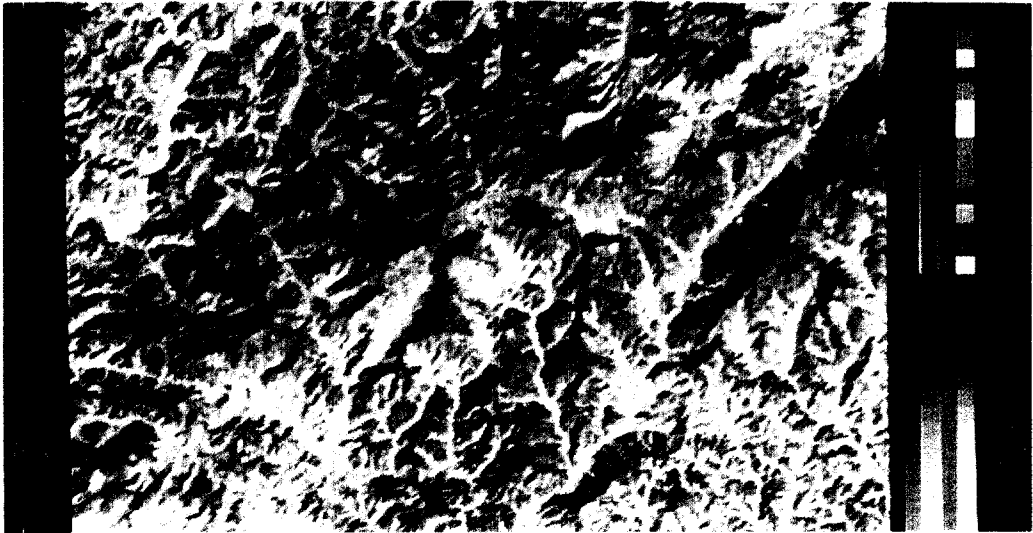
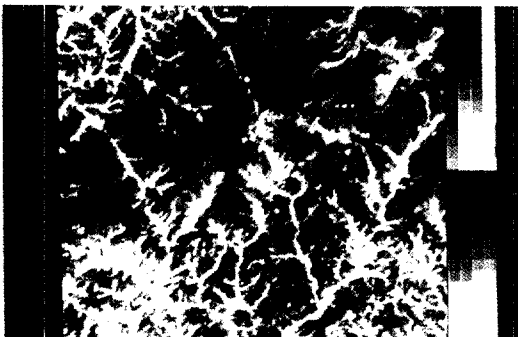
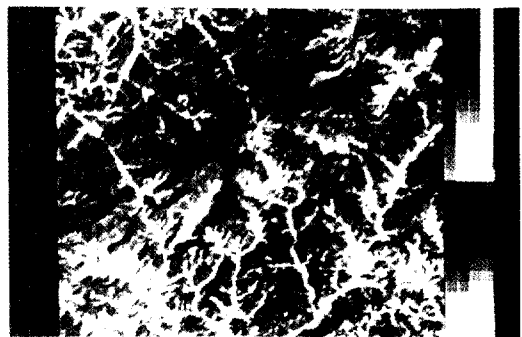


Plate 3. Image of study area resampled by Nearest Neighbor Method



A



B

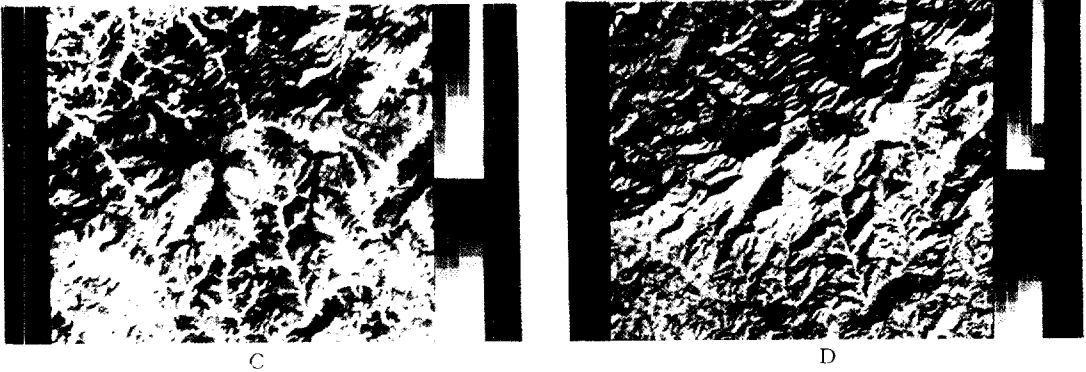
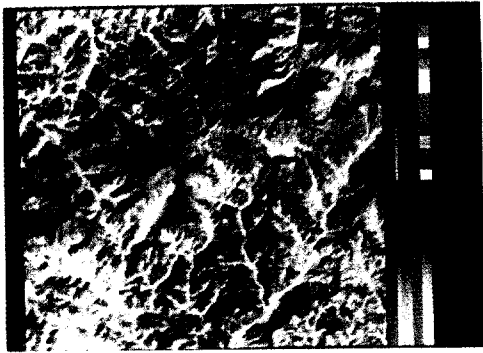
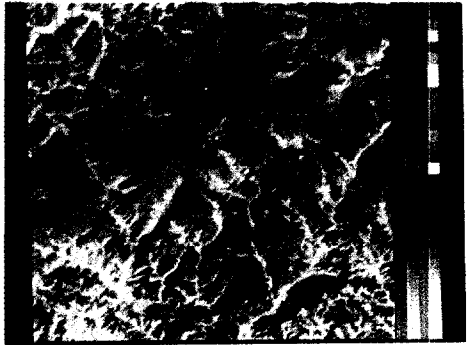


Plate 4. Images of TM band 1(A), 2(B), 3(C), and 4(D)



A. band 4-3+1 composite



B. band 3+4+2 composite

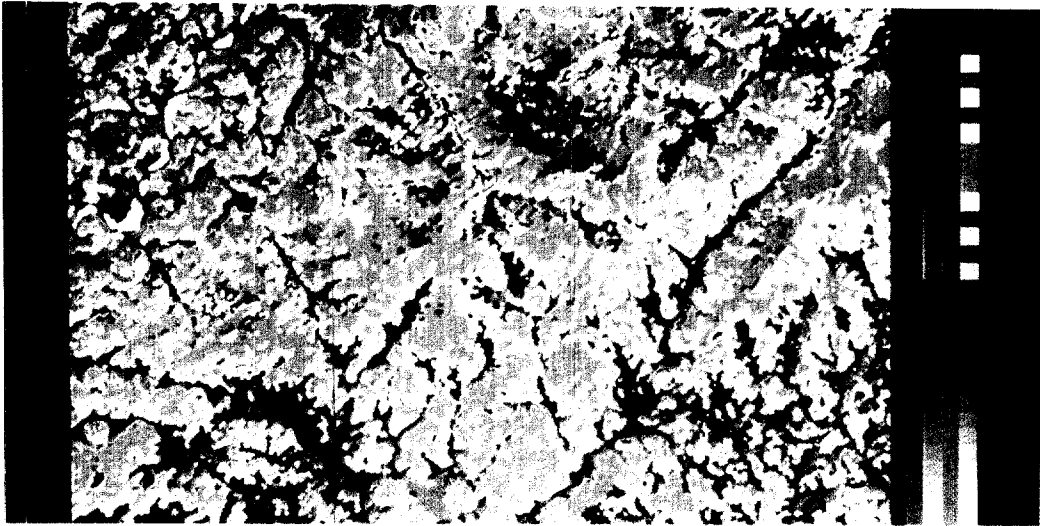


C. band 3+2+1 composite



D. band 4+2+1 composite

Plate 5. Images of color composite



**Plate 6.** Result image classified by land use and forest type. Colors are assigned to each class as such (on upper right color scale, from top to bottom) : 2 orchard, 4 river, 5 sand, 6 reservoir, 7 larch and Korean pine, 8 mixed forest, 10 broad-leaved forest, 11 red pine, and 12 paddy