

林業에 있어서 遠隔探查術의 適用方法에 關한 研究¹

金 甲 德²

Studies on the Application of Remote Sensing Technique to Forestry¹

Kap Duk Kim²

要 約

航空寫眞의 撮影時 使用되는 필름과 필터의 結合, 그리고 撮影時期에 따른 色調의 變化가 林業目的에 어떻게 利用될 수 있는가를 調査하였다. 赤外色寫眞에서는 色調差異에 의해 樹種區分을 할 수 있었으며, 이때는 5월에 撮影한 寫眞이 4월에 撮影한 寫眞보다 잎의 反射特性이 뚜렷하게 나타나 効果的이었다. 僞色寫眞은 天然色寫眞에 비해 전체적으로 어둡게 나타나 對象物의 識別이나 植生區分에 利用하기에는 부적당하였다. 黑白赤外線寫眞은 赤色필터와 結合하여 混濶林에서 潤葉樹를 區分하는데 용이하게 利用될 수 있을 것으로 보인다. 그리고 MSS 合成寫眞을 만들었을 때 적절하게 밴드가 組合된 合成寫眞像에서 土地利用形態區分이 가능하였다. 그러나 林相區分이나 樹種判讀 등 보다 세부적인 區分調査는 MSS 寫眞의 地上分解能이 낮아 効果的이지 못하였다. MSS 寫眞을 林業에 活用하는 問題는 앞으로 새로운 센서가 개발 利用되고 衛星資料를 分析하고 解讀하는 精밀한 기계가 확보되면 큰 進전이 있을 것으로 생각한다.

ABSTRACT

The various conditions of photographs, especially kinds of films, combined filters and seasons are important factors for forestry purpose aerial photography. In this paper the variations of tones were compared between color and color infrared, panchromatic black and white and infrared black and white, and among false color photographic images created by using 3 kinds of filters when prints are made. Color infrared film was good for identifying tree species, for its spectral signatures had a greater range of tones and hues than color signatures. In that case taken in May were more effective than taken April. False color photographs were not so good as color photographs because they were mostly dark and indistinct. Infrared black and white film with medium red filter showed potential for separating broad-leaved forests from conifers. MSS composed photographs, when composed with proper bands and densities, were proved useful for distinguishing land use types but not applicable to more detailed practices such as forest type separation and tree species identification.

Key words: natural color, infrared color, false color, black and white film, MSS, composed photograph

¹ 接受 3月 16日 Received on March 16, 1987

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

* 本 研究는 韓國科學財團의 研究費支援에 依해 이루어진 것임.

緒 論

航空寫眞이 林業目的에 利用되기 시작한 것은 世 界의 으로 보아 1926년경 부터이다. 우리나라에서는 日帝時인 1929年 함경도 端川郡과 吉州郡의 國有 林 約 1,100ha에 대하여 林況調査를 目的으로 航空 寫眞이 撮影된 것이 처음이지만 그 후 解放과 6.25 를 거쳐 1959年 大學에서 강의가 시작되면서 航空 寫眞의 林業的 利用에 대한 관심과 必要性이 增大되 었다고 볼 수 있다.

航空寫眞을 利用하여 森林調査를 할 때에는 크게 林況과 地況으로 나누어 考察하게 된다. 林況調査時 는 森林을 구성하고 있는 林木 또는 林分에 대한 質 的特性이라고 할 수 있는 樹種과 健全性 等の 判別, 量的 特性이라고 할 수 있는 面積, 胸高直徑, 樹冠 直徑, 蓄積, 成長量 等の 測定, 그리고 下層植生의 種類라든가 構成狀態 等に 대한 總괄적인 調査가 이 루어진다. 이렇게 航空寫眞은 林相區分, 林相圖作成, 樹冠密度 測定 等 森林調査分野에서 多角的으로 利用되고 있을 뿐 아니라 最近에는 遠隔探查術의 發達 로 病虫害豫察 및 被害量調査, 洪水調節 및 林地保 全, 林道開設과 伐採計劃, 野生動物管理, 森林休養 管理 等 林業經營 및 經濟的인 側面에까지 광범위 하게 利用되고 있다.

航空寫眞像에서 樹種과 林相을 區分하는데 있어 서는 撮影時 使用되는 필름 및 필터의 種類와 撮影時 期에 따라 結果가 크게 달라진다. 汎色性 黑白필름 은 1930年경부터 使用되기 시작한 것으로 비교적 費用이 적게 들기 때문에 현재에도 널리 쓰이고 있 다. 한편 天然色필름은 對象物의 色을 그대로 表現 할 수 있으므로 寫眞判讀分野에 있어서는 가장 좋 다고 할 수 있으나 黑白필름에 비해 값이 비싸기 때문 에 航空寫眞測量에 있어서는 아직까지 特殊目的에만 使用되고 있다.⁷⁾

光波 420m μ ~500m μ 과 660m μ 보다 긴 光波에 感광하는 赤外線필름은 物體에 따른 赤外線의 反射 特性을 利用하여 水界의 區分과 토양의 水分含量 의 차이를 把握하는 일 等に 有用하다.^{4,9)} 赤外線 필름에 대해서는 Stephens가 植生區分調査에 가장 效 果的으로 利用될 수 있다고 하였으며¹⁴⁾, 이 외에도 많은 研究가 이루어져 植生圖作成 外에 樹種區分, 植 物의 活力度 測定 等に 널리 利用될 수 있다는 結果 들이 報告되고 있다.^{2,8,10,11)} 또한 필터는 특정 부분

의 光波를 차단하는 기능을 갖고 있을 뿐 아니라 色 調를 변경시켜서 寫眞判讀의 效果를 增大시킨다.^{3,6)}

最近에는 MSS(Multispectral scanner)를 利用한 多波長寫眞이 地球資源의 探查에 매우 效果的이라는 사실이 입증되고 있으며 各國에서는 이러한 方面의 技術開發과 利用方案에 關한 研究가 매우 활발하게 이루어지고 있다.^{1,12,13,15,16)}

우리나라의 경우 遠隔探查의 林業目的을 위한 學 術的인 研究는 金⁶⁾의 樹種區分을 위한 寫眞像의 色 調變化에 關한 研究를 제외하고는 극히 빈약한 실정 이다. 本 研究는 寫眞測定을 林業目的에 利用하고자 여러가지 種類의 필름에 몇가지 필터를 結合하여 촬영한 寫眞과 LANDSAT 위성사진을 利用하여, 植生 調査時 林相區分이나 樹種判讀이 가능한지의 여부를 寫眞像에 나타난 色調(tone, hue)의 變化를 比較調 査하여 알아 보았으며 이를 통하여 寫眞判讀에 지침 이 되는 자료를 제공하는데 그 目的이 있다.

材料 및 方法

1. 色寫眞

色寫眞은 보통의 天然色필름(natural color film) 과 赤外線필름(infra color film)의 2가지를 이용 하였으며 赤外線寫眞은 黃色필터(Wratten No. 12) 를 사용하여 촬영한 사진과 사용하지 않고 촬영한 사진으로 구분하였다. 사진촬영은 1984년 4월 2 일, 5월 1일 그리고 5월 6일의 세차례에 걸쳐 이루어졌으며 현상 후 寫眞像에서 識別이 가능한 樹 種에 대하여 ISCC-NBS Centroid Color System⁵⁾ 에 의해 色調調査를 실시하였다.

2. 偽色寫眞

天然色 사진을 프린트 하는 과정에서 3種類의 필 터를 결합하여 偽色寫眞을 만들었다. 사용된 필터의 종류와 사진상에 着色된 色調는 다음과 같다.

黃色필터(Wratten No. 12) - 黃色
靑色필터(Wratten No. 47B) - 靑色
赤色필터(Wratten No. 25) - 赤色

3. 黑白赤外線寫眞

黑白赤外線필름으로 사진을 촬영하면서 3種類의 필터, 즉 黃色필터(Wratten No. 12), 靑色필터(Wrat ten No. 47B), 赤色필터(Wratten No. 25)를 各各사 용하여 각 사진간의 色調變化와 사진의 質感이 어떻

게 달라지는가를 調査하였다.

4. LANDSAT 3號 衛星寫眞

LANDSAT 3호로부터 受信된 MSS 사진의 몇가지 合成寫眞과 航空寫眞을 比較하여 衛星寫眞의 林業目的 適用性 여부를 調査하였다.

遠隔探査에서 情報를 수집하는 장치인 센서는 MSC(multispectral camera), MSS(multispectral scanner), RBV(return beam vidicon), TM(thematic mapper) 등이 있다. LANDSAT 3號는 1978年 3月 5日에 발사되어 1980年 12月 27日 운행이 정지될 때까지 高度 약 913km에서 18日마다 같은 지점을 지나며 地球表面을 觀測하여 왔으며 MSS와 RBV를 탑재하고 있어서 185km×185km의 地域을 일시에 觀측가능한 機能을 갖고 있었다.

MSS는 4個의 밴드를 가지고 있으며 地上分解能은 80m×80m이다. 밴드별 波長帶域은 다음과 같다.

- Band 4: 0.5 - 0.6 μm (綠)
- Band 5: 0.6 - 0.7 μm (赤)
- Band 6: 0.7 - 0.8 μm (近赤外線)
- Band 7: 0.8 - 1.1 μm (")

○ 對象地域: 全南 光陽郡 所在 서울大學校 農科大學 南部演習林 일원

○ MSS 寫眞: 1979年 10月 12日 LANDSAT 3號로부터 受信된 MSS 寫眞(path 124, row 36)을 확대하고 색조변환장치를 이용하여 表 1과 같은 9가지 合成寫眞을 만들었다.

○ 航空寫眞: 1978年 9月 30日 촬영된 黑白寫眞으로 축척은 1:15,000

○ 航空寫眞判讀 및 林相圖作成
寫眞像에 나타난 영상의 色調(tone), 質感(texture),

모양(pattern), 크기(size), 형상(shape), 그림자 등을 고려하여 사진을 判讀하였으며, 林種(天然林, 人工林), 林相(針葉樹林, 闊葉樹林, 混淆林), 徑級(稚樹, 小徑木, 中徑木, 大徑木), 疎密度, 齡級 등으로 林相을 區分하였고 現地調査를 병행하였다. 寫眞判讀 후 이를 圖化하여 1:2,500地形圖를 基本圖로 하여 林相圖를 作成하였다.

○ MSS 寫眞의 色調變異調査

각각의 MSS 合成寫眞의 色調를 비교 분석하여 土地利用區分狀態를 파악하고 山林地域을 대상으로 植生 형태나 林相區分이 가능한지 여부를 알아보았다. 이때 林相圖를 MSS 寫眞과 축척이 같도록 축소하여 林相圖에서 林相別로 標本地域을 선정하였다. 그리고 MSS 合成寫眞에서 標本地域의 위치를 가능한 한 정확히 찾아내어 色調를 分析하였다.

結果 및 考察

1. 天然色寫眞과 赤外色寫眞의 比較

4月 2日에 촬영한 사진에서 樹種識別이 가능한 針葉樹 6種과 闊葉樹 5種에 대한 色調分析結果는 表 2와 같다.

일반적으로 闊葉樹는 樹種에 따라 봄에 잎에 나오기 시작하는 시기가 다르기 때문에 天然色 사진에서 樹種間의 색조변이가 현저하다. 즉 온수원사시나무와 능수버들은 잎이 거의 나온 상태이기 때문에 연한 연두색으로 나타나고, 벗나무는 꽃을 달고 있어 흰색으로 나타난다. 그러나 가을에 낙엽이 지는 낙우송을 제외한 針葉樹들은 樹種間 색조차이를 거의 보이지 않고 있으며 대체로 綠色 계통의 색을 띠고 있다.

赤外色寫眞 중 황색필터를 사용한 사진의 色調는

Table 1. Composed color photographs

Photographs	Band combination
Real color photograph	band 5 (G:50, B:50), band 7 (G:50)
1	band 4 (B:50), band 5 (G:50), band 7 (R:50)
2	band 4 (B:50), band 5 (R:50), band 7 (G:50)
3	band 5 (B:50), band 7 (G:50), band 7 (R:50)
Composen color photograph	band 5 (B:50), band 5 (G:50), band 7 (R:50)
4	band 7
5	band 5
6	band 4
7	band 4 (B:30), band 5 (G:30), band 7 (R:50)
8	band 5 (B:30), band 5 (G:30), band 7 (R:50)
9	

R: red G: green B: blue
30, 50: photo density

Table 2. Spectral signatures of some tree species determined by ISCC-NBS Centroid Color System. Photographs were taken on April 2.

Species	Natural color	Color infrared	
		No filter	Yellow filter
<i>Pinus strobus</i>	deep green	blackish purple	purplish black
<i>Abies holophylla</i>	deep yellow green	blackish blue	blackish blue
<i>Juniperus chinensis</i>	moderate olive green	bluish black	black
<i>Juniperus chinensis</i> var. <i>globosa</i>	moderate olive green	blackish purple	black
<i>Taxodium distichum</i>	light olive gray	dark gray blue	black
<i>Pinus rigida</i>	dark olive green	dark gray purple	blackish purple
<i>Buxus koreana</i>	moderate olive green	blackish purple	purplish black
<i>Populus euramerica</i>	moderate yellow green	purplish gray	blackish blue
<i>Populus tomentiglandulosa</i>	moderate yellow green	grayish purple	dark grayish purple
<i>Salix pseudo-lasiogyne</i>	strong yellow green	gray reddish purple	blackish purple
<i>Prunus serrulate</i> var. <i>spontanea</i>	white	white	white

매우 어둡게 나타나고 있으며 세부묘사가 불량하여 樹種을 識別하기가 매우 어렵다.

필터를 사용하지 않고 촬영한 赤外色寫眞에서 은수원사시나무와 능수버들은 어두운 자주색으로 나타나며, 이태리포플리의 잎이 난 가지부분은 어두운 회색을 띤다. 반면 회계 꽃이 핀 벚나무는 필름의 차이에 의한 색조의 변화를 보이지 않고 있는데 이는 흰색은 필름의 종류에 영향을 받지 않기 때문이다. 침엽수 중에는 리기다소나무가 어두운 자주색을 띠고 있고 그 밖의 수종은 매우 어두운 色調로 나타났다. 낙우송은 아직 잎이 나지 않은 관계로 어두운 청회색을 띠고 있다.

그러나 필터를 사용한 赤外色寫眞에서는 tone이 매우 어둡고 樹種間의 색조변이가 거의 나타나지 않고 있어 色調比較가 불가능하였다.

5월 1일은 대부분의 촬영수가 잎을 완전히 달고 있다. 이 때 촬영한 사진상에 나타난 樹種은 총 30종으로 針葉樹가 7종이며 나머지는 모두 闊葉樹이

다. 이 중에서 識別이 쉽게 되는 針葉樹 3種과 闊葉樹 6種에 대해서 色調를 분석하였으며 그 結果를 表 3에 나타내었다.

이 때는 闊葉樹의 잎이 완전히 핀 후이기 때문에 대부분의 樹種이 天然色 사진상에서 綠色 계통으로 나타나고 있다. 다만 은수원사시나무와 일본목련은 촬영 당시 불어온 바람의 영향으로 잎 뒷면의 섬모가 빛에 반사하여 전체적으로 회색 보이고 있다. 針葉樹는 전반적으로 黃綠色 계통의 색조를 띠며 植栽된 회양목은 갈색으로 나타난다.

赤外色寫眞에서 필터를 사용한 사진의 상이 4월에 촬영한 사진과 마찬가지로 전체적으로 어둡게 나타나며 세부묘사도 떨어진다. 그러나 闊葉樹의 경우에는 色調가 더욱 밝고 강한 赤色 계통으로 나타나 두드러지게 보인다.

한편 필터를 사용하지 않고 촬영한 赤外色寫眞이 오히려 세부묘사도 좋고 樹種間 색조대조도 잘 나타나고 있다. 은수원사시나무, 능수버들, 용버들, 일본

Table 3. Spectral signatures of some tree species determined by ISCC-NBS Centroid Color System. Photographs were taken on May 1-2.

Species	Natural color	Color infrared	
		No filter	Yellow filter
<i>Juniperus chinensis</i>	light olive	black	black
<i>Pinus strobus</i>	moderate olive green	reddish black	black
<i>Abies holophylla</i>	dark yellow	black	black
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	deep yellow green	moderate purplish red	deep red
<i>Buxus koreana</i>	strong yellowish brown	purplish black	black
<i>Populus tomentiglandulosa</i>	moderate green	pale pink	pink gray
<i>Magnolia obovata</i>	moderate green	gray purplish pink	light purplish gray
<i>Salix pseudo-lasiogyne</i>	strong yellow green	pale purplish pink	pale purplish pink
<i>Salix matsudana</i> for. <i>tortuosa</i>	strong yellow green	moderate purplish pink	light purplish pink

목련은 연한 자주색 계통으로 나타나며 일본목련은 잎 뒷면 섬모의 영향으로 아주 밝게 보이고 쥐뚝나무는 진한 적자색으로 선명하게 나타난다. 회양목은 어두운 자주색을 띠고 있고 기타 針葉樹는 일반적으로 어두운 색을 띠며 樹種間 色調變異가 거의 없다. 한편 잔디는 적자색으로, 지피식생이 없는 황갈색토양은 어두운 청색을 띤다.

5월 6일에 촬영한 사진에 나타난 樹種은 모두 13종이며 寫眞像에서 樹種識別이 용이한 針葉樹 2種과 濶葉樹 5種에 대하여 색조비교를 하고 그 結果를 表 4에 나타내었다.

天然色 사진에서 보면 잎이 완전히 난 이태리포플러와 회양목은 綠色을 띠고 있으며, 같은 濶葉樹라도 잎이 나오는 시기가 늦어 이제 갓 나온 잎을 달고 있는 상수리나무와 오동나무는 황갈색으로 나타난다. 또한 벗나무는 진한 연두색이며 소나무와 서양측백나무는 어두운 綠色으로 나타난다.

필터를 사용한 赤外色 사진에서는 벗나무와 이태리포플러가 적자색을 띠고 나타나며 회양목은 어두운 적색, 상수리나무와 오동나무는 연한 자색을 띤 청회색으로 나타난다. 침엽수는 어두운 흑색을 띤다.

필터를 사용한 赤外色 寫眞像에서는 활엽수의 경우 필터를 사용하지 않는 경우보다 더욱 밝고 진한 赤色 계통을 띠고 있는 것으로 나타나고 있다. 그리고 세부묘사는 다소 떨어져 보이는 반면 색조대조는 더욱 두드러지게 나타난다. 즉 이태리포플러, 벗나무, 회양목 등은 필터를 사용하지 않은 赤外色 寫眞에서는 적자색을 띠고 있으나 필터를 사용한 사진에서는 진한 적색으로 나타난다. 한편 소나무와 서양측백나무는 매우 어둡게 나타났으며 오동나무와 상수리나무는 연분홍과 어두운 청회색으로 나타나 보인다.

이상의 結果를 볼 때 잎이 나오기 전이나 나오는 시기에 촬영한 사진에 있어서는 赤外色 寫眞에서 色調變異가 크지 않은 것으로 나타나며 잎이 완전히 나

온 후에 촬영한 사진에서는 樹種間 色調變異가 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 또한 사진영상의 세부묘사는 天然色 寫眞이 赤外色 寫眞보다 좋으며, 赤外色 寫眞 중에서는 필터를 사용하지 않는 경우에 세부묘사가 좋게 나타났다. 이것은 赤外色 寫眞의 解像力이 天然色 寫眞의 解像力보다 멀어지기 때문에 나타난 結果로 생각된다.

따라서 春季에 촬영한 사진에 있어서 樹種識別에는 天然色 寫眞이 가장 효과적이라고 생각되며 赤外色 寫眞을 이용할 경우에는 사용하는 필터의 종류와 촬영시기에 크게 영향을 받는다고 하겠다. 그러나 잎이 완전히 만개하는 여름철에 촬영한 사진에서는 赤外色 寫眞을 이용하는 것이 樹種間의 색조대조가 뚜렷이 나타나기 때문에 더 효과적이라고 하겠다.

2. 僞色 寫眞의 分析

寫眞像에 나타난 色調를 比較한 결과 僞色 寫眞이 天然色 寫眞보다 일반적으로 色調가 어두우며, 사진의 質感이나 세부묘사가 떨어지는 것으로 나타났다.

寫眞像에 나타난 색조의 밝기는 黃色 僞色 寫眞, 青色 僞色 寫眞, 赤色 僞色 寫眞의 순서였고 鮮明度는 黃色 僞色 寫眞, 赤色 僞色 寫眞, 青色 僞色 寫眞의 順으로 높게 나타났다.

黃色 僞色 寫眞은 天然色 寫眞과 比較하여 色調에 있어 큰 차이를 보이지 않으며 오히려 haze나 青色 散亂光을 吸收하여 천연색사진보다 더 선명하고 색조대조가 뚜렷이 나타난다. 그러나 赤色과 青色의 僞色 寫眞은 像이 어둡고 충분히 선명하지 않으며 대상물이 원래 갖고 있는 고유의 색을 상실해 버려 識別이 어려워 植物의 生育狀態나 活力度, 그리고 촬영계절을 파악하는 일이 불가능하다고 하겠다. 따라서 僞色 寫眞을 利用하고자 할 때에는 黃色 僞色 寫眞을 利用하는 것이 對象物의 識別이나 植生의 區分 그리고 樹種判讀 등에 效果的이라고 하겠다.

Table 4. Spectral signatures of some tree species determined by ISCC-NBS Centroid Color System. Photographs were taken on May 5-6.

Species	Natural color	Color infrared	
		No filter	Yellow filter
<i>Pinus densiflora</i>	dark gray olive green	purplish black	purplish black
<i>Thuja occidentalis</i>	dark gray olive green	purplish black	purplish black
<i>Prunus serrulata var. spontanea</i>	moderate olive	moderate reddish purple	deep red
<i>Populus euramerica</i>	moderate olive green	moderate purplish red	moderate red
<i>Paulownia coreana</i>	light olive brown	moderate purplish blue	moderate purplish blue
<i>Quercus acutissima</i>	light olive brown	pale purplish blue	grayish pale pink
<i>Buxus koreana</i>	moderate olive green	very dark red	deep red

3. 黑白赤外線寫眞의 分析

寫眞의 質은 黃色필터, 赤色필터, 靑色필터를 使用한 寫眞의 順으로 좋으며, 黃色필터를 使用한 사진이 가장 선명하고 세부묘사도 좋은 것으로 나타났다. 色調에 있어서는 赤色필터, 靑色필터, 黃色필터를 使用한 寫眞의 順으로 밝게 나타났으며 潤葉樹를 識別하는 데에는 赤色필터를 使用한 경우 색조대조가 뚜렷하여 가장 효과적인 것으로 나타났다. 靑色필터를 使用한 사진은 전체적으로 영상이 흐리고 선명하지 못하며 세부묘사가 나빠 대상물을 식별하기 곤란하였다.

寫眞像에 나타나는 tone의 변화를 살펴보면 潤葉樹는 色調가 밝게 나타나는 반면 針葉樹는 어둡게 나타나고 있어 黑白赤外線寫眞은 潤葉樹와 針葉樹를 區分하는데 효과적으로 利用될 수 있을 것으로 생각된다.

4. 合成寫眞分析

合成寫眞을 분석하기 위하여 調查對象地域의 航空寫眞을 判讀하여 作成된 林相圖는 그림 1과 같다. 河川의 支流가 이 地域을 통과하고 있으며 林相은 針葉樹林이 많은 면적을 차지하고 潤葉樹林과 混濻林이 그 다음으로 넓게 分布하고 있다. 경작지와 岩石裸出地도 일부 나타나고 있다.

1) 土地利用區分調査

그림 2는 調查對象地域을 실제의 色으로 보여주는 衛星寫眞이며, 그림 3~11은 LANDSAT 3호로부터 受信한 MSS寫眞을 밴드의 組合을 각각 달리 하여 色調를 變換시킨 合成寫眞이다. 表 5는 各各의 MSS合成寫眞에서 土地利用形態 및 地形形態에 따라 경작지, 森林地域, 저수지, 河川, 취락지역 등으로 구분하고 이에 따른 代表的인 色調를 調査하여 나타낸 表이다.

表에서 보듯이 各各의 MSS合成寫眞上에서 경작

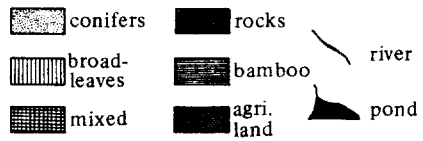
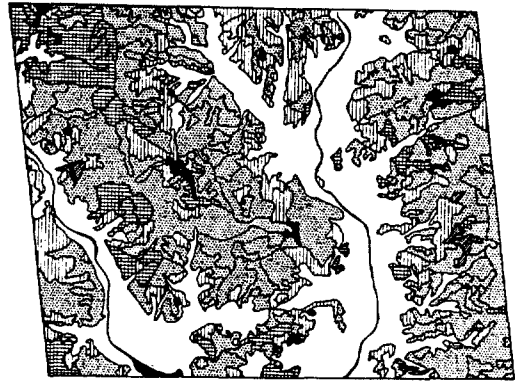


Fig. 1. Forest type map produced from aerial photograph

지, 森林地域, 저수지 및 河川은 識別이 용이하였으나 취락지역은 識別이 不可能하였다. 이는 이 地域의 취락이 都市地域과 달리 작은 규모로 흩어져 있고 또한 MSS寫眞의 地上分解能이 80m인 점을 감안해 볼 때 어떤 代表的인 色調를 나타내지 못한 것으로 이해할 수 있다.

合成寫眞 2는 경작지와 森林地域이 같은 靑綠色으로 나타나고 있어서 區分이 어려운데 이는 두 곳 모두 植生이 있는 地域으로서 센서에 같은 色調로 기록이 되기 때문인 것으로 생각된다. 또한 合成寫眞 5와 6에서는 河川을 識別하는 것이 불가능한데 이것은 단일 밴드에 의한 單色寫眞(monochrome)으로 주로 植生 부분만이 강조되어 도출되었기 때문이라고 생각된다.

저수지와 河川은 合成寫眞의 種類에 관계없이 주로 靑色 계통으로 잘 識別이 되며, 경지는 경작형태

Table 5. Representative colors of the MSS composed photos according to the land use types

Type	Agricultural land	Forest land	Pond	River	Village
Photo 1	white & blue	purple & violet	blue	blue	-
Photo 2	bluish green	bluish green	very dark green	dark green	-
Photo 3	light blue	yellowish green	very dark blue	strong blue	-
Photo 4	pale orange	orange & red	dark blue	blue	-
Photo 5	pale bluish green	strong green	dark green	-	-
Photo 6	pale bluish green	bluish green	bluish green	-	-
Photo 7	blue & light green	green	very dark blue	strong blue	-
Photo 8	light yellow & pink	orange & red	dark blue	blue	-
Photo 9	white & blue	brownish orange	blue	blue	-

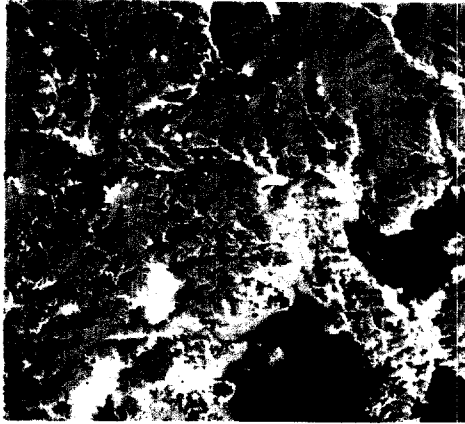


Fig. 2. Read color photograph

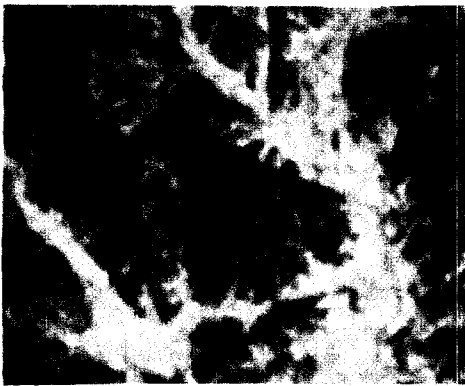


Fig. 3. Composed photo 1

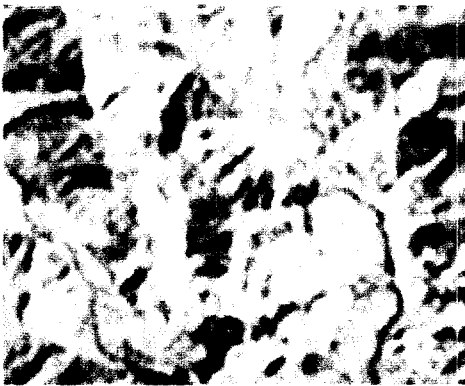


Fig. 4. Composed photo 2



Fig. 5. Composed photo 3



Fig. 6. Composed photo 4

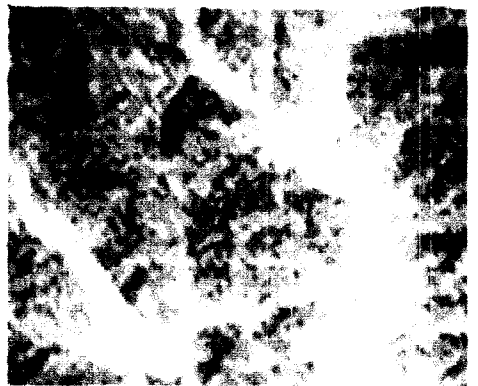


Fig. 7. Composed photo 5

이 또한 田畠 水田 밭에 크리코 풀은 青色으로 나타
나고 있는데 이들 田畠와 밭의 모양의 수분함량이 높
기 때문에 나타나서 원형으로 생각된다. 森林地 或은
MSS 合成寫眞의 種類에 따라 매우 다양한 색조 변이
를 나타내고 있는데 이들은 樹木生育의 상태, 立木密

度, 活木率 等의 복잡한 영향을 받은 結果로 생각
된다.

以上에서 보면 土地利用形態를 판정 爲分議 爲目的
로 合成寫眞 1, 3, 4, 8, 9를 利用하는 것이 尙其 勿리 可
 생각된다. 合成寫眞 1과 8은 變換 4, 5, 2과 3, 7

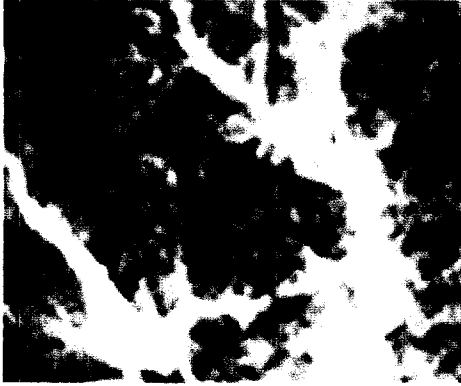


Fig. 8. Composed photo 6

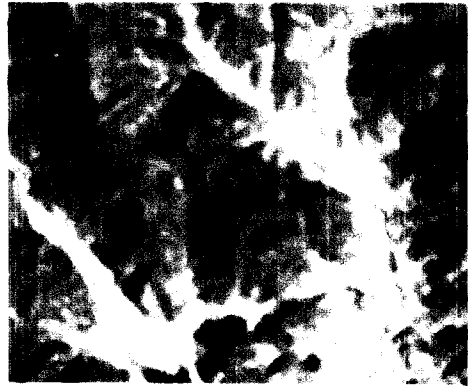


Fig. 10. Composed photo 8



Fig. 9. Composed photo 7

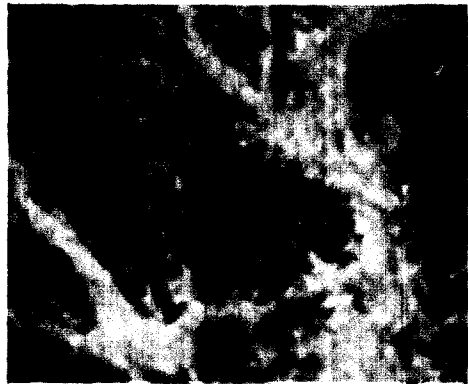


Fig. 11. Composed photo 9

Table 6. Colors of MSS composed photos according to forest types

Type	Photo 4	Photo 6	Photo 9
Co	orange	bluish green & green	brownish orange
Cl''	orange & red	green	brownish orange & orange
Cl'''	red	green & dark green	brownish orange & red
Ho	light orange & orange	bluish green	light brownish orange
Hl''	light orange & orange	bluish green & green	brownish orange
Hl'''	orange & red	bluish green & green	brownish orange & red
Mo	orange	bluish green & green	brownish orange
Ml''	red	green & dark green	dark brownish orange
Ml'''	brownish red	green & dark green	dark brownish orange

Co : Coniferous, young growth (DBH < 6 cm)
 Cl'' : Coniferous, small diameter (6 < DBH < 16),
 medium crown closure (51-70%)
 Cl''' : Coniferous, small diameter, dense crown
 closure (> 71%)
 Ho : Broad-leaved, young growth

Hl'' : Broad-leaved, small diameter, medium c.c.
 Hl''' : Broad-leaved, small diameter, dense c.c.
 Mo : Mixed, young growth
 Ml'' : Mixed, small diameter, medium c.c.
 Ml''' : Mixed, small diameter, dense c.c.

을 合成한 寫眞이다.

2) MSS 寫眞을 利用한 植生調査

MSS 合成寫眞 中에서 森林地域에 對한 植生形態

나 林相區分이 가능하다고 判斷되는 合成寫眞을 選
 택하고, 航空寫眞을 判讀하여 眞은 林相圖를 利用하
 여 植生調査에 對한 合成寫眞의 活用性 여부를 調査
 한 結果 表 6과 같이 요약되었다.

表 6에서 보면 寫眞 4에서는 針葉樹林, 潤葉樹林, 混濶林 間에 뚜렷한 색조변이가 나타나지 않고 있으나 潤葉樹 稚樹(H₀)나 潤葉樹 小徑木(H₁"")은 밝은 色調를 띠고 있으며 混濶林 小徑木(M₁"")은 적갈색을 띠고 있어 이들 林相을 識別하는 일은 어느 정도 가능하다고 하겠다. 그러나 針葉樹 稚樹(C₀)와 混濶林 稚樹(M₀), 針葉樹 小徑木(C₁"")과 潤葉樹 小徑木(H₁""), 針葉樹 小徑木(C₁"")과 混濶林 小徑木(M₁"")간에는 색조차이가 크게 없어 이들을 구분해 내는 일은 어려울 것으로 생각된다. 즉 林相이 同一할 때에는 徑級에 따라 혹은 疎密度에 따라 색조의 차이가 인정되고 있지만 相異한 林相이 비슷한 色調를 띠는 경우가 많아 MSS 사진상에서 독립적으로 林相을 區分하는 일에는 어려움이 많다고 하겠다.

寫眞 6에서도 寫眞 4와 마찬가지로 林相 間에 뚜렷한 색조차이가 인정되지 않으나 潤葉樹林에서는 어느 정도 區分이 가능하다고 생각된다. 계속 살펴보면 針葉樹 稚樹(C₀)와 潤葉樹 小徑木(H₁"", H₁"") 및 混濶林 稚樹(M₀), 針葉樹 小徑木(C₁"")과 混濶林 小徑木(M₁"", M₁"") 間에는 색조차이가 없어 이들을 區分하기는 어렵다. 다만 針葉樹 小徑木(C₁"")과 潤葉樹 稚樹(H₀)만이 각기 대조적인 색조를 갖고 있어 區分이 가능할 뿐이다. 寫眞 9에서는 林相間 색조차이가 거의 없고 混濶林만 약간 어두운 색조로 나타나 區分이 된다. 다른 寫眞과 마찬가지로 潤葉樹 稚樹가 가장 밝게 나타나고 있으며 混濶林 小徑木(M₁"", M₁"")은 어두운 색조를 띠고 있어 識別이 가능하지만 그 밖의 林相間에는 색조가 같거나 서로 비슷하게 나타나 區分이 어렵다.

各各의 合成寫眞에서 共通의으로 나타나는 結果를 보면 潤葉樹 稚樹가 가장 밝은 색조를 띠고 있고 混濶林 小徑木은 어두우며, 針葉樹 稚樹와 混濶林 稚樹는 各 寫眞에서 모두 같은 색조로 나타나고 있다.

일반적으로 航空寫眞은 樹種에 따라 色調나 質感, 모양 등이 다르게 나타나기 때문에 樹種을 파악하거나 林相을 區分하는 일이 가능하지만 MSS 寫眞은 航空寫眞에 비해 축척이 매우 작고(보통 약 300 만분의 1), 이를 확대한다고 해도 地上分解能이 매우 낮기 때문에 80m×80m의 크기 안에 있는 變化상태를 제대로 탐지할 수 없을 뿐 아니라 樹種에 따라 樹冠의 형태 및 크기, 그리고 樹高가 다르다고 하더라도 같은 反射強度를 갖고 있는 對象物은 센서에 같은 색조로 기록되기 때문에 樹種을 파악한다는 일은

불가능에 가깝다. 또한 植生은 끊임없이 변화하고 있기 때문에 樹種에 따라 生育에 차이가 있고 病虫害有無에 따른 活力度의 차이 등도 植生構造와 함께 MSS 영상을 형성하는데 영향을 주고 있다.

이상을 綜合해 볼 때 MSS 合成寫眞을 利用할 경우 土地利用狀態에 따른 區分調査는 선택된 밴드별로 색조변환을 해서 어느 정도 가능하다고 하겠으나 山林植生에 대한 林相區分은 한계가 있다고 하겠다. 그러나 航空寫眞을 병행해서 利用할 경우 어느 정도의 目的은 달성할 수 있다고 보며, 새로운 센서의 開發과 이러한 寫眞을 解讀할 수 있는 정밀한 기구가 확보된다면 상당한 進전도 기대해 볼 수 있다. 실제로 현재 운영중인 LANDSAT 5호는 MSS 外에 TM (Thematic Mapper)이라고 하는 센서를 탑재하고 있는데 이것은 地上分解能이 30m×30m로 MSS보다 월등히 높고 7개의 밴드를 가지고 있으며, STOP 衛星은 地上分解能이 20m×20m인 센서를 탑재하고 있어 앞으로 이들 衛星資料를 利用할 경우 山林植生 調査에 매우 効果的으로 이용될 수 있을 것으로 기대되어 진다.

引用 文 獻

1. DeSteiguer, J. E. 1978. Forestry applications of NASA remote sensing programs. J. Forestry 76: 208-211.
2. Everitt, J. H. and P. R. Nixon. 1985. False color video imagery: A potential remote sensing tool for range management. Photogramm. Eng. and Remote Sensing 51: 675-679.
3. Fritz, N. L. 1977. Filters: An aid in color-infrared photography. Photogramm. Eng. and Remote Sensing 43: 61-72.
4. Howard, J. L. 1976. The development and role of remote sensing in forestry. Forestry Abstracts 37: 492-501.
5. Kelly, K. L. and D. B. Judd. 1968. ISCC-NBS Centroid Color System. Pages 523-545 in. ASP, Manual of Color Aerial Photography. Falls Church, Virginia.
6. 金甲德. 1971. 寫眞上에 나타난 향나무와 수원 사시나무의 色調變化에 關한 研究. 韓林誌 13: 1-24.
7. 金甲德. 1986. 寫眞判讀과 遠隔探查. 서울大學

- 校 出版部, 서울. 329pp.
8. Latham, R. P. and T. M. McCarty. 1972. Recent developments in remote sensing for forestry. *J. Forestry* 70: 398-402.
 9. Meyer, M. P. and J. R. Marshall. 1978. Declining quality of B & W infrared aerial photography and what to do about it. *J. Forestry* 76: 212-215.
 10. Morton, R. T. and S. J. Titus. 1983. Natural-color and color-infrared planning for the identification of forest-stand density, height, and species composition. *Can. J. For. Res.* 13: 1063-1067.
 11. 日林協技術開發部. 1975. 赤外カラー寫眞と植物. 森林航測 107: 10-15.
 12. 西尾元充. 1975. 新しいカラー寫眞. 森林航測 107: 2-9.
 13. Sheffield, S. 1985. Selecting band combinations from multispectral data. *Photogramm. Eng. and Remote Sensing* 51: 681-687.
 14. Stephens, P. R. 1976. Comparison of color, color infrared, and panchromatic aerial photography. *Photogramm. Eng. and Remote Sensing* 42: 1273-1277.
 15. 高橋教夫. 1979. 航空寫眞による樹種の識別に關する研究. 北海道大學演報 36(1): 79-145.
 16. Yost, E. and S. Wenderoth. 1971. Multispectral color for agriculture and forestry. *Photogramm. Eng.* 37: 590-604.