

# LANDSAT TM DATA를 利用한 솔잎혹파리 被害地域抽出에 관한 研究 A Study on Extracting a Pine Gall Midge Damaged Area Using Landsat TM Data

安 哲 浩\* 延 相 鎬\*\*  
Ahn Chul-Ho Yeon Sang-Ho  
朴 炳 旭\*\* 楊 景 樂\*\*\*  
Park Byung-Uk Yang Kyung-Lark

## 要 旨

本 研究에서는 人工衛星 데이터를 使用하여 솔잎혹파리에 의한 山林被害를 抽出해 봄으로써 人工衛星 데이터가 山林의 病蟲害感知에 有用함을 입증하는 것이 主要 目的이라고 하겠다. 또한 이러한 山林地域 被害地抽出에 有用한 Band의 選定과 山林地域에서 나타나는 그림자의 影響을 減少시켜 보다 精確한 分析結果를 얻는 것도 그 目的으로 하고있다. 人工衛星 데이터는 LANDSAT-5의 TM을 使用하였으며 分類正確度 向上과 그림자 影響의 減少를 위하여 畫像處理技法인 Spatial Filtering과 畫像間演算處理를 行하였다. 研究結果 TM 데이터는 山林의 病蟲害被害地域感知에 有用하였으며 植物에 대한 分類時 Band 4와 Band 5가 効果적이었다. 또한 Spatial Filtering과 畫像間演算處理는 그림자影響減少에 効果적이었으며 특히 畫像間演算處理는 山林과 기타地域과의 分類正確度 向上에도 커다란 도움이 되었다.

## ABSTRACT

The main object of this study is to prove the effectiveness of Landsat data in detecting the stressed areas in forest by extracting these areas. And also to choose the effective bands for this type of survey and to reduce the effect of shadow in forest to improve the accuracy of classification are the other objects. In this study Landsat-5 TM data is used and image processing techniques such as spatial filtering and ratio are taken to reduce the effect of shadow and to improve the classification accuracy. As a result following conclusions are obtained. First, Landsat TM data is useful to detect the stressed areas in forest. Second, when detecting the stressed area, band 4 and 5 are the most effective. Third, spatial filtering and ratio are useful to reduce the effect of shadow and improve the classification accuracy. Especially, ratio has great effect on improving the classification accuracy between forest and other areas.

## 1. 序 論

### (1) 研究의 背景과 目的

1972년 7월 미국 NASA에서 地球探查를 目的으로 하는 최초의 人工衛星 LANDSAT-1호의 발사를 시작으로 현재 LANDSAT-4, 5호가 그 임무를 수행하고 있다. 또한 프랑스는

SPOT-1호를, 일본은 MOS-1호를 각각 1986년과 1987년에 발사하였다. 이들 최근 발사된 衛星들은 그 전의 衛星에 비해 여러가지 向上된 점들이 있지만 가장 관심을 끄는 것은 Sensor이다. Sensor는 과학기술의 발달에 힘입어, 최초의 LANDSAT-1호에 搭載되어 있던 Sensor의 解像도가 80m이었던 것에 비해 최고 8배까지 우수한 Sensor들이 搭載되어 있다.

이러한 Sensor들의 등장은 이제까지 山林調査에서 폭 넓게 使用되어온 항공사진과 함께 人工衛星으로부터 觀測된 데이터의 使用범위를

\* 서울大學教 工科大學 教授  
\*\* 서울大學教 大學院 博士過程  
\*\*\* 서울大學教 大學院 碩士過程

확대시켰다. 특히 LANDAST-4호부터搭載된 TM(Thematic Mapper)은 向上된 地上解像度(30m)와 잘 세분되어 選定된 誇張대를 통하여 이제까지 MSS(Multispectral Scanner)로는 만족스러운 結果를 얻지 못했던 작거나 좁은 地域에 있어서의 耕作地 評價 그리고 野生動物 棲息地나 山林形態 또는 狀態에 대한 보다 상세한 空間情報를 提供함으로써 山林地域에 대한 調査에서 人工衛星의 正確度를 보다 向上시키는 커다란 계기가 되었다.

이와 같은 점에서 볼때 山林에 대한 研究나 調査에 있어서 人工衛星 데이터의 활용은 넓은 地域을 一定週期로 觀測한 데이터를 얻을 수 있다는 장점과 向上되고 있는 地上解像도에 의하여 앞으로 그 利用이 더욱 확대될 것이다.

1980년대에 들어와 우리나라 山林은 그 상당수를 차지하고 있는 소나무들이 숲잎혹파리에 의해 큰 被害를 받고 있다. 따라서 本 研究에서는 이와같은 상황을 이미 사용되고 있는 적외선 항공사진이 아닌 LANDSAT에 의해 觀測된 데이터를 使用하여 被害地를 抽出해 봄으로써 人工衛星 데이터가 山林의 病蟲害 感知에 유용함을 입증하는 것이 그 주된 목적이라고 하겠다. 또한 이러한 山林 被害抽出에 유용한 Band의 選定과 山林地域에서 나타나는 그림자의 影響을 減少시켜 보다 精確한 分析結果를 얻는 것도 그 목적으로 하고 있다.

## (2) 研究의 方法과 範圍

本 研究에서는 畫像處理에 있어서 本 대학 遠隔探查研究室에 도입된 人工衛星畫像處理裝置(Image Processing System: M-301)를 使用하였으며 人工衛星 데이터는 1986년 9월 24일 일본에서 수신된 LANDSAT-5호의 TM 데이터(Path 114, Row 35)를 使用하였다.

또한 畫像解析 및 正確度分析을 위하여 1987년 國立地理院에서 제작된 1/25,000지형도와 山林廳에서 1986년 10월 촬영된 항공사진 그리고 1987년 제작된 1/25,000임상도를 利用하였다.

보다 精確한 被害地抽出을 위해서는 그림자

影響의 減少處理와 Training Field 選定方法이 關連이었으며 이를 위하여 여러가지 畫像處理 技法들을 적용하였고 각 단계에서 각각의 목적을 만족시키기 위하여 分類를 1차分類 2차分類로 나누어 실시하였다. 解析對象領域은 숲잎혹파리 被害가 극심한 慶尙北道 英陽郡 일대의 地上面積 12.4km(동서)×14.6km(남북)地域이며 解析畫像의 크기는 line 512×column 436으로 하였다.

## 2. 植物의 分光特性과 숲잎혹파리

### (1) 植物의 分光特性

植物은 대부분의 경우 잎, 줄기, 뿌리로 크게 나누어진다. 이 가운데에서 Sensor에 의해 感知되고 또한 우리에게 유용한 데이터는 植物의 잎으로부터 얻어진 것이다. 따라서 植物의 여러부분중 잎의 구조와 성분에 대해 알아보는 것이 植物의 分光特性을 이해하는데 중요하다.

植物에 있어서 빛의 반사와 투과와 特性은 주로 세포벽에 존재하는 공기공간(Air Cavity) —메소필(Mesophyll)의 울타리 조직층과 해면 조직층 모두에 존재하는 공간—에서의 가시광선의 반사를 기초로 설명되어질 수 있다.<sup>6)</sup> 반사는 이러한 공기공간의 수가 증가함에 따라 증가하는데, 이것은 확산된 빛이 높은 굴절율을 지니는 수화물 세포벽(Hydrated Cell Wall)에서 낮은 굴절율을 지니는 세포간 공기공간으로 더 많이 투과되기 때문이다.

이와 같이 植物은 그 잎의 구조에 의해 分光特性을 지닐 뿐 아니라 그 구성요소에 의해서도 影響을 받게 된다. <표 1>은 잎의 구조와 성분에서 나타낸 것이다.

표 1. 잎의 構造와 成分에 따른 影響

波長帶(μm)	잎의 構造와 成分에 따른 影響
0.5 - 0.75	엽록소 a, b, Carotene, Xanthophyll 등과 같은 색소들에 의한 흡수
0.75 - 1.35	잎의 내부구조의 영향에 의한 높은 반사도와 낮은 흡수율
1.35 - 2.5	내부구조와 섬유질(tissue)내의 수분함량에 따른 변화

## (2) 病蟲害가 分光에 미치는 影響

植物에 있어서 病蟲害가 발생하면 나뭇잎들의 색과 형태 그리고 나무의 전반적인 모양이 변하게 된다. 이 중에서 가장 일반적이며 人工衛星을 통해 觀測될 수 있는 것은 색이 변하는 것이다. 이러한 색의 변화는 잎을 구성하고 있는 크로로필(Chlorophyll), 단백질, 녹말등과 같은 성분들의 減少에 기인한다.

病蟲害에 의한 被害에 대한 調査는 遠隔探査를 利用한 Color사진에 의해 잘 나타난다. 특히 적외선 파장대에서 나타나는 변화는 매우 크다. 적외선 사진상에서 건강한 식물들은 빨강 또는 자홍색으로 나타나고 被害를 받았거나 죽어 시들어 가는 植物들은 검푸른색 계통으로 나타난다. 이는 植物內의 分析含量과 관계가 있다. 일반적으로 수분함량의 減少는 전파장대에 걸쳐 반사율의 증가를 가져오지만 近赤外 파장대의 경우 오히려 減少하게 되며 그 변화는 0.75 $\mu$ m 근처에서 가장 크게 나타난다.

## (3) 솔잎 흑파리에 대하여

솔잎 흑파리는 1년에 1회 발생하며 가해樹種은 적송과 해송이다. 겨울동면후 5월에서 7월 사이에 성충이 된뒤 1-2일 사이에 길이 0.5-1cm되는 새로 나온 솔잎사이에 알을 낳고 죽는다. 5월 하순에서 10월 하순까지 유충이 솔잎의 기부에서 즙액을 빨아먹음으로 기부가 점차 부풀어 방추형의 충영이 된다. 따라서 솔잎은 성장이 정지되어 건강한 솔잎길이의 1/2이하로 되고 겨울철동안 말라죽으며 被害가 2-3년 유지되면 소나무가 고사하게 된다.

## 3. 그림자 影響의 減少處理

### (1) 그림자의 影響

遠隔探査를 利用하여 山林에 대해 研究를 할 경우 가장 먼저 고려해야 할 것중의 하나가 그림자이다. 그림자는 지형적 特性和 태양고도에 의해 생기게 되는데, 이 가운데에서도 지형적 特性은 매우 중요한 것이다. 태양고도가 최적인 경우라고 할지라도 지형이 험한 곳에서는

그림자가 발생한다. 이와같은 그림자는 人工衛星을 이용한 遠隔探査에 있어서 그 影響으로 인해 데이터값을 왜곡시키는 문제점을 야기시킨다.

本 연구에서는 그 解析對象地域이 지형의 기복이 매우 심한 山林이어서 그림자의 影響이 매우 심하게 나타났다. 더우기 그림자의 影響을 받는 地域의 데이터값이 솔잎흑파리에 의한 被害地域과 차이가 없으므로 인하여 研究의 목적인 被害地域抽出에 상당한 차질을 가져오고 있었다. 따라서 解析對象地域에 대한 올바른 判讀 또는 解析을 위하여 그림자의 影響을 減少시키는 노력이 本 研究에서 큰 비중을 가지고 실행되었다.

### (2) 그림자의 影響을 減少시키기 위한 技法

그림자의 影響을 減少 또는 제거시키는 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다.

첫째, 觀測된 데이터값에 대해 보정을 하는 것이다.<sup>3)9)</sup> 즉, 항공사진 또는 현장調査등을 통하여 그림자地域의 내용을 파악하고 그것을 기초로 그림자地域의 데이터값을 보정하거나 그러한 ground truth 데이터를 바탕으로 그림자地域과 비그림자地域과의 상관관계를 나타내는 식을 구하여 보정하는 것이다. 두번째는 觀測된 데이터값들을 畫像處理技法으로 處理하여 그 影響을 減少시키는 것이다.<sup>4)7)8)</sup>

本 研究에서는 두번째 方法을 使用하여 그림자의 影響을 減少시키기로 하였다. 그림자影響을 減少시키는데 효과가 있는 畫像處理技法에는 Spatial Filtering과 Ratio가 있으며 畫像處理技法은 아니지만 Training Field 選定方法도 중요한 役割을 한다.

### (3) 畫像處理技法

#### 1) Spatial Filtering

Spatial Filtering은 중심 pixel의 DN(Digital Number)이 그 주변 pixel들의 DN과의 관계에 따라 변환되는 것이다. 작년 本 研究室에서 실시한 Filtering 技法에 의한 LANDSAT TM 데이터의 分析正確度 向上에

관한 研究結果, 여러가지 Filtering 技法중 3×3 Median Filter가 noise를 제거하여 within-class variance를 減少시키면서 class boundary를 잘 보존하여 正確度を 向上시키는데 가장 효과적이었음이 입증되었다.<sup>2)</sup>

따라서 3×3 Median Filter를 使用하여 處理함으로써 각 class들의 分散을 減少시키고 전체적으로 class간의 구분이 모호한 山林地域에서 class boundary를 잘 보존하는 효과를 얻을 수 있다고 생각된다.

#### 2) 畫像間 演算處理(Ratio)

Ratio란 동시에 觀測된 서로 다른 波長帶나 다른 時期에 觀測된 동일 波長帶를 比演算 處理함으로써 데이터값을 변환시키는 것을 말한다. Ratio는 다음과 같은 효과를 지닌다.<sup>4)</sup>

① 일시적이거나 공간적으로 변화되는 부가적이고 편향된 요소들을 제거한다.

② 지형적 경사로부터 유발되는 radiance variance를 減少시킨다.

③ 토양과 식생과의 방사량 차이를 증대시킨다.

Ratio를 행하기 위해서는 그 목적에 따라 演算式과 Band를 選定해야 한다. Ratio에서 사용되는 일반적인 演算式에는 Log변환, Arctan변환 그리고 TVI (Transformed Vegetation Index)등이 있다.<sup>4)</sup>(그림 1) 本 研究에서는 Arctan변환과 TVI를 使用하기로 하였다. 그림자影響減少와 植物간의 분리도 증가등을 위한 Band 選定에는 MSS의 경우 Band 5와 7이 효과적임이 많은 研究結果에서 입증되었다.<sup>4)5)7)</sup> 따라서 本 研究에서는 MSS의 Band 5, 7과 유사한 TM의 Band 3, 5를 중심으로 Band들간의 Ratio 處理를 하였다.

#### 3) Training Field의 選定方法

Training Field는 畫像處理技法은 아니지만 選定方法에 따라 그림자影響을 減少시키는데 효과가 있으며, 또한 전술한 畫像處理技法들을 적용시킨 후 結果를 評價하는 기준을 제시한다.

Training Field를 選定함에 있어서 그림자의 影響을 減少시키기 위해서는 각 class들의 分

散이 작게되도록 한다. 즉, 각 class마다 되도록 同質的인 地域을 選定한다. 그리고 동일 class내에서 그림자地域과 비그림자地域을 함께 잡는다. 이렇게 함으로써 使用된 處理技法의 효과를 評價하게 된다.

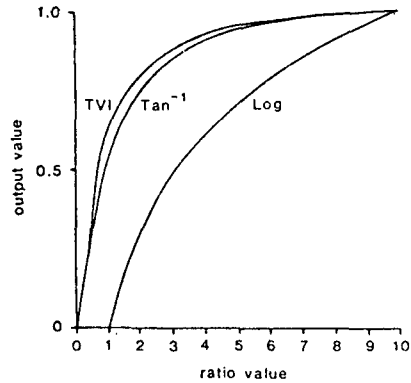


그림 1. 일반적 Ratio 변환식의 성질

## 4. 畫像解析

### (1) 分類項目 設定

分類項目 設定時 지형도, 항공사진과 임상도 그리고 畫像에서의 pixel값들을 기초로 하여 다음과 같이 6가지의 分類項目을 설정하였다.

- CLASS 1 : Damaged Pine 1
- CLASS 2 : Damaged Pine 2
- CLASS 3 : Other Trees
- CLASS 4 : Village
- CLASS 5 : Crop
- CLASS 6 : Water

이상과 같이 分類項目은 크게 山林과 其他地域으로 나뉘는데, 이 가운데에서 중심이 되는 山林을 좀더 세분하기에는 다음과 같은 문제점들이 있었다. 먼저 山林을 크게 침엽수와 활엽수로 나눌때, 解析對象地域內에서 침엽수는 거의 전부가 적송(소나무)이었고 거의 모든 소나무들이 솔잎혹파리의 被害狀態에 있었다. 따라서 건강한 소나무와 기타 침엽수를 分類項目으로 잡을 수 없었다. 또한 被害地域을 2가지로 나눈 것은 단지 데이터의 pixel값들에 의한 것이었는데, 만약 被害地를 둘로 나누지 않는다

면 被害地域의 分散이 커지게 되어 그림자의 影響을 減少시키는데 어려움이 있게 된다. 이들 두 가지 被害地는 최종 結果에서는 하나의 class로 통합하였다.

### (2) Training Field의 選定

分類項目을 결정한 뒤 각 分類項目에 대한 Training Field를 選定하였다. Training Field 選定에는 임상도, 항공사진, 지형도 및 現地調査 結果를 참고로 하였다. Training Field는 그에 속하는 pixel의 수가 많을수록 평균과 分散의 正確度는 높아지지만 일반적으로 한개의 Training Field의 크기가 10-100 Pixels/class/band이면 신뢰할만한 것이 된다. 4)

앞서 설명하였듯이 그림자影響의 減少를 위하여 각 class를 동질적인 地域으로 잡았다. (여기서 동질적인 地域이란 지형도, 임상도, 항공사진 그리고 畫像 모두를 만족시키는 地域 중에서도 pixel값들의 차이가 거의 없는 地域을 말한다) 그러나 활엽수 지역만은 그림자地域과 비그림자地域 모두를 함께 잡음으로 해서 그 class의 分散이 커지게 되는데 이것은 적용된 畫像處理技法의 효과를 評價하는 기준이 된다. 즉, 만약 適用技法에 대해 효과가 있다면 class의 分散은 減少하게 될 것이다. 本 研究에서는 1,2차 分類時 각각의 解析目的에 따라 Training Field를 다르게 선정하였다.

### (3) 畫像處理

그림자의 影響을 減少시키기 위하여 앞서 다루었던 畫像處理技法들을 적용하였으며 이러한 技法들을 적용한 結果는 Coincident Spectral Plot으로부터 評價할 수 있다. (그림 2)

#### 1) 3×3 Median Filter

이 技法을 적용한 結果 class 3를 포함한 각 class의 分散이 줄어들었음을 볼 수 있었다. (그림 2, (b)참조) 이는 畫像에서 그림자의 影響이 減少되었음을 뜻한다.

#### 2) 畫像間 演算處理

本 研究에서는 Arctan변환과 TVI의 演算處理技法을 使用하였는데 이들의 演算式은 다음

과 같다.

$$\text{Arctan변환} : 162.5 \times \tan^{-1}(A/B)$$

$$\text{TVI} : 1000 \times \sin\{\sqrt{A/(A+B)} - 0.5\}$$

(A, B : 使用 Band)

Ratio의 結果는 크게 두 가지 형태로 나눌 수 있었다.

- i) 각 class의 分散은 줄어들지만 class간의 分리가 잘 안되는 경우(그림2, (c) 참조)
- ii) class간의 分리는 잘 되지만 각 class의 分散이 오히려 증가된 경우(그림2, (d) 참조)

### (4) 畫像解析

畫像解析方法은 크게 ground truth data를 使用하는 Supervised方法과 使用하지 않는 Unsupervised方法으로 나뉘지며 最大尤度法(MLC; Maximum Likelihood Classifier)은 Supervised方法에 속한다. MLC는 데이터가 정규분포를 따른다는 가정하에 데이터의 평균 vector와 共分散行列(Covariance Matrix)을 계산한 후 확률밀도함수를 利用하여 각 畫素를 확률이 가장 높은 class로 分類하는 方法이다. 本 研究에서는 1차, 2차 分類 모두 이 方法을 使用하였다.

#### 1) 1차 分類

앞서 서술한 技法들을 적용한 結果 각 class간의 分리가 잘되었으며 그림자影響減少에 효과가 있었다고 판단되어 1차 分類를 행하였다. 本 研究에서는 여러 개의 유효 Band조합을 選定하여 그에 대한 分類를 해본 結果 크게 다음과 같은 두 가지 형태의 分類結果를 얻게 되었다.

i) class간의 分散은 줄어들었지만 각 class간의 分리도가 떨어지는 Band들로 分類를 행하였을 경우: class내의 境界地域 근처 pixel들이 그 주위의 수적으로 우세한 class로 分리되어 활엽수地域의 그림자影響은 減少되지만 소나무地域內에 있는 활엽수들로 減少하였다.

ii) 각 class간의 分리도는 뛰어나지만 class들의 分散이 오히려 증가된 Band들로 分類를

행하였을 경우 : 각 class들이 그 데이터가 지니고 있는 값들로 정확히 分類되어 그림자影響

의 減少에는 비효과적이었지만 소나무 地域에 있는 활엽수들이 잘 分類되었다.

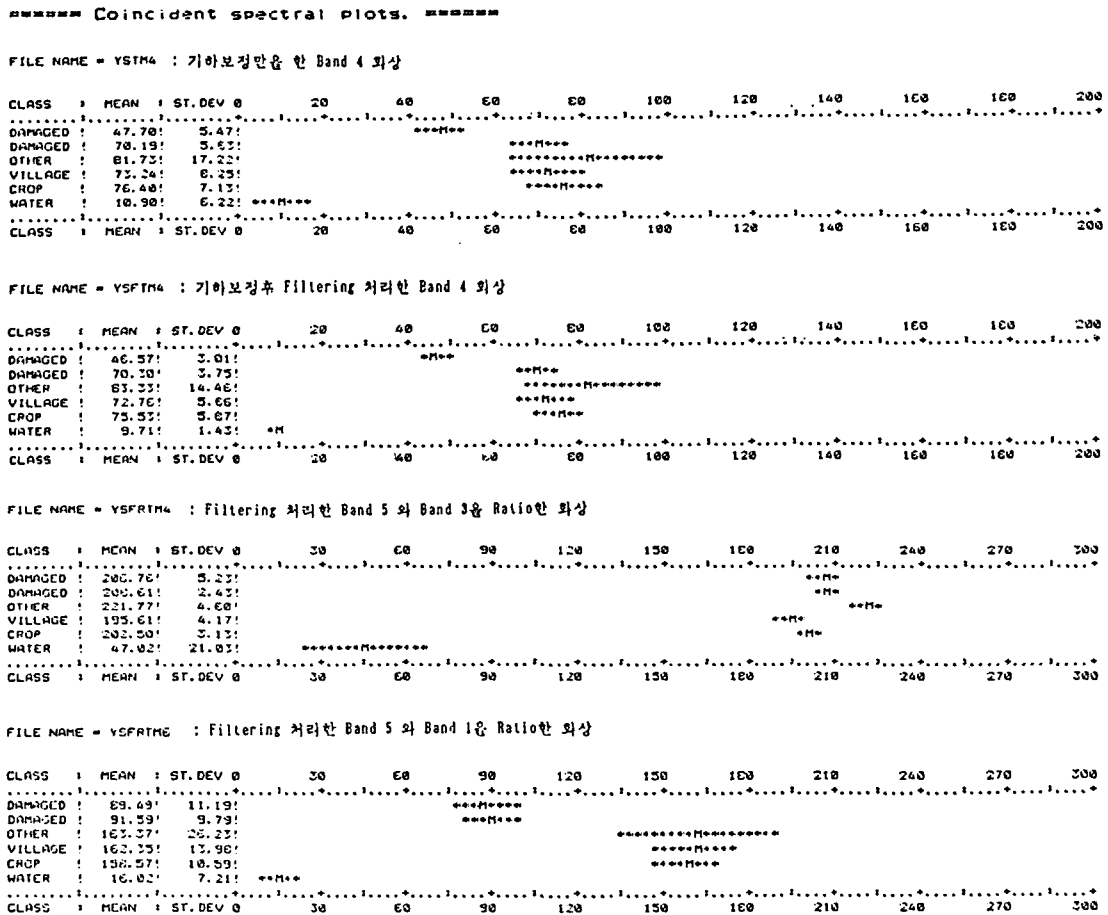


그림 2. Coincident Spectral Plot

그러나 가장 理想的인 경우인 그림자影響을 減少시키면서 分類正確度를 向上시키는 두 가지 목적을 모두 만족시키는 하나의 유효 Band 조합을 찾을 수 없었다. 따라서 위의 두가지 경우에 가장 잘 맞는 Band들을 選定하여 2가지 分類畫像을 구하기로 하였으며, 그 結果 Band 4와 Band 5의 조합이 가장 유효하였다. 첫번째 경우의 結果畫像은 <사진 4>와 같으며 두번째 경우의 結果畫像은 <사진 5>와 같다.

## 2) 2차 分類

1차分類를 통하여 얻어진 두 개의 結果畫像들을 利用하여 다음과 같은 과정을 거쳐 2차分

類를 하였다.

① 1차分類한 畫像들로부터 class 3(활엽수 地域)를 Masking技法을 利用하여 抽出해 낸다.

② 抽出한 두 畫像을 Ratio에서 A+B공식을 利用하여 하나의 畫像으로 만든다. (사진 3)

③ 새로이 작성된 이 畫像을 利用하여 1차分類된 畫像으로부터 Masking技法을 다시 使用하여 class 3를 분리해 낸다.

④ class 3가 제외된 畫像으로부터 유효 Band를 選定하여 2차分類를 한다.

이와 같은 과정을 통해서 1차分類 結果畫像

들의 장점만을 취하게 된다. 즉 각각의 class 3를 서로 합침으로써 그림자影響을 減少시킨 활엽수 地域과 축소되지 않은 활엽수 地域 모두를 포함하게 된다.

이처럼 합쳐진 활엽수 地域을 分類前 各 Band의 畫像으로부터 抽出하면 활엽수 지역을 제외한 地域들만 남게되며 이를 대상으로 Training Field를 다시 수정하여 2차분류를 하게 된다. 2차分類는 1차分類와 그 후의 과정을 통하여 그림자의 影響과 分類正確度を 向上시킨 山林과 기타地域(class 4, 5, 6)과의 정확한 分類 및 기타 class들간의 정확한 分類를 그 목적으로 한다. 따라서 山林과 기타地域들과의 분리도를 증가시키고 分散을 줄이기 위해 Training Field를 다시 수정하였다. 2차分類를 수행한 結果畫像이 <사진 6>에 나와 있다.

## 5. 分類結果의 評價

### (1) Training Field의 評價

Training Field는 畫像解析結果에 커다란 影響을 미친다. 따라서 Training Field data가 分類된 畫像에서 올바른 class로 分類되었는가를 하는 것을 評價하는 것은 중요하다. 本 研究에서는 앞서 Training Field의 동질성을 강조하였고 이에 따라 Training Field를 엄격하게 잡음으로써 그 分類正確도는 100%에 가까웠다. 그러나, 이 Training Field의 正確도는 실제 全體畫像의 正確도보다 높게 나타나며 따라서 이를 全體畫像의 分類正確도로 간주할 수는 없다.

### (2) 分類正確度評價

分類正確度分析은 2차分類를 한 結果畫像 대해서 山林을 중심으로 하였으며, 印象도를 기초로 評價하였다. 印象도를 利用한 分類正確度 評價方法으로 抽出被害地域比較와 畫像比較 두 가지를 使用하였다.

#### 1) 抽出被害地域比較

分類結果畫像으로부터 전체 데이터를 Interval 5로 抽出하여 Printer를 통해 각 pixel들

의 간격을 일정하게 printing한 것과 印象도상에서 抽出된 소나무地域을 동일 scale로 만들어 서로 겹침으로써 시각적인 評價를 하였다. 이 評價方法은 전체 class에 대한 評價라기 보다는 山林地域(class 1, 2, 3)에 대한 評價이다.

#### 2) 面積比較

面積比較는 分類結果로 나온 각 class들의 面積과 印象도상에서 그 class들의 面積을 서로 比較하는 것이다. 印象도에서 각 class의 面積은 Planimeter (Digital Type)를 使用하여 구하였으며, 結果畫像으로부터 각 class의 面積은 다음과 같이 구하였다. (구하고자하는 class의 pixel수) × (한 pixel이 대표하는 地上面積 : 28.5m × 28.5m)

이와같은 方法을 통하여 얻은 각 class들의 結果가 <표 2>에 전체面積에 대한 비율로 나와 있다. 앞서 서술하였듯이 class 1, 2를 하나의 class로 그리고 class 4, 5, 6도 하나의 커다란 class로 간주하여 比較하였다.

표 2. 面積比較 結果

class	class 1,2	class 3	class 4,5,6
2次 分類畫像	41.3%	43.3%	15.4%
林 相 圖	29.4%	56.3%	14.3%

分類正確度 評價結果 被害地域이 실제보다 더 크게 나타났다. 이것은 그림자의 影響을 완전히 제거시키지 못한 점도 있으나 혼합림 (Mixed Area)의 影響이 더 크다고 생각된다. 山林은 山林자체가 그 spectral特性을 지니는 것이 아니라 여러 樹種들의 각각의 spectral特性이 Sensor의 解像度내에서 평균적으로 나타난다. 따라서 한 樹種이 群集을 이루고 있다면 문제가 없지만 여러 樹種이 함께 모여있다면 문제가 된다. 이러한 경우가 印象도에서 혼합림의 경우이다. 경우에 따라 차이는 있겠지만 일반적으로 항공사진 판독시 소나무와 활엽수의 비율이 60 : 40정도 되는 경우 혼합림으로 구분된다. 그러므로 이러한 地域의 경우 人工衛星에 搭載된 Sensor에 의해 觀測된 데이터는 두가지 樹種의 spectral값에 차이가 있다면

그 차이의 평균값으로 나타나게 되며 分類時 그 혼합되어 있는 비율에 따라 가장 가까운 class로 分類될 것이다. 이러한 점을 감안한다면 임상도에서 구한 소나무 地域이 증가하게 되어 分類結果와 큰 차이를 보이지 않게 된다.

또한 山林과 기타地域과의 分類는 잘 되었으나 기타 class들 가운데에서 구분이 잘 안된 地域이 있었다. (사진 6의 좌하단) 이 地域을 항공사진을 통해 판독해본 結果 추수가 끝난 논이었다. 이와같이 일부 경작지가 마을로 分類된 것은 마을과 추수가 끝난 후 말라버린 논 의 分光特性이 유사하기 때문이다. 즉, 이와같이 比較的 미개발된 산지의 마을은 수분을 포함하지 않은 토양의 分光特性이 곧 마을의 分光特性의 대부분을 차지하기 때문인 것으로 생각된다.

### (3) 結合的 評價 및 問題點

이상과 같은 과정을 통해 解析對象地域을 分類해 본 結果 다음과 같은 문제점들이 있었다.

1) 그림자의 影響은 이상과 같은 여러가지 方法에 의해 減少되었다. 그러나 앞으로 人工衛星 데이터를 利用하는 山林地域研究에 있어서 그림자를 보다 정확하고 효율적으로 제거 또는 減少시킬 수 있는 方法의 研究가 먼저 進行되어야 한다고 생각한다.

2) 혼합림과 같이 그 구성요소들이 비동질적으로 분포되어 있을 경우 정확한 分類는 어렵게 된다. 이와같은 경우는 Sensor의 解像度가 높아짐에 따라 해결될 수 있을 것이다

3) 本 研究에서 使用된 데이터는 9月末에 觀測된 것으로 被害地域을 分類해 내는데는 큰 지장은 없었으나, 앞으로 病蟲害나 기타질병에 의한 山林의 被害에 대한 調査에 있어서 使用 데이터는 植物의 최대 성장기에 觀測된 데이터가 좋을 것이다.<sup>6)</sup> 또한 앞서 지적하였듯이 산지의 마을을 구분하기 위해서라면 경작지에 농작물이 자라고 있는 시기가 적절할 것이다.

4) 畫像分類結果에 대해 보다 정확한 評價를 내리고 被害정도를 좀더 세분하려 한다면 이를 뒷받침할 수 있는 ground truth data가 있어야

만 할 것이다.

5) 현재 被害地에 대한 ground truth data는 매년마다 그 被害가 어디까지 확산되었는가 하는 先端地만을 나타내고 있다. 이러한 현실하에서 이 데이터를 使用하여 피해지에 대한 分類正確度를 좀더 정확히 評價할 수 있는 方法은 觀測時期에 차이가 나는 (적어도 1년이상) 두 개의 人工衛星 데이터로부터 각각의 被害地를 抽出比較하여 그 經年變化를 그 기간동안의 先端地의 변화와 일치시키는 方法이 가장 바람직할 것이다.

## 6. 結 論

1) 人工衛星 TM 데이터를 使用하여 솔잎혹파리 被害地域을 抽出함으로써 山林의 병충해 監視에 人工衛星 데이터가 유용함을 立證할 수 있었다.

2) TM 데이터를 使用하여 植物에 대한 分類를 함에 있어서 赤外線 波長帶인 Band 4와 Band 5를 使用하는 것이 효과적이었다.

3) 畫像處理技法인 Ratio와 Spatial Filtering은 그림자影響을 減少시키는데 도움이 되었으며, 특히 Ratio는 그림자影響의 減少효과뿐만 아니라 山林과 기타地域을 분리시키는데도 상당한 효과가 있었다.

4) 植物의 被害時 발생하는 分光特性의 변화는 거의 유사하므로 本 研究에서 提示한 처리 절차는 솔잎혹파리뿐만 아니라 기타 病蟲害에 의한 被害地域抽出에도 도움이 될 것으로 기대된다.

### 參考文獻

1. 安哲浩 外, 1986, LANDSAT-5의 TM과 MSS데이터의 比較에 관한 研究, 한국측지학회지, 제 4권 제2호, pp. 28-36.
2. 金勇 H, 1988, FILTERING 技法에 의한 LANDSAT TM DATA의 分析正確度 向上에 관한 研究, 서울대학교 대학원 석사학위논문, pp.36-37, p.65.
3. Curran, P.J., 1985, Principles of Remote Sensing, Logman, New York, pp.198-205.
4. Schowengerdt, R.A., 1983, Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing,



- Academic Press INC, Florida, pp.154-159, pp. 142-145.
5. Avery, T.E., 1985, Interpretation of Aerial Photographs, 4th edition, Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota, pp.213-218, p.496, pp. 498-506.
  6. Barrett, E.C., 1982, Introduction to Environmental Remote Sensing, 2nd edition, Chapman and Hill, New York, pp.257-268.
  7. Sabins, F.F., 1987, Remote Sensing : Principles and Interpretation, W.H. Freeman and Company, San Francisco, pp.258-163.
  8. Andrew, S.B., 1985, Interpretation of Landsat-4 Thematic Mapper and Multispectral Scanner Data for Forest Surveys, *Photogrammetric Eng. & Remote Sensing*, Vol. LI, No.8, pp.1281-1289.
  9. 日本 リモートセンシング學會, 森林モデルを用いた日照のシミュレーションによる 射面影響の 補正, 1986, 第6回 學術講演會論文集, pp.203~204.