

線型 變換된 LANDSAT 데이터를 利用한 土地利用分類
(洛東江 河口域을 中心으로)
The Use of Linearly Transformed LANDSAT Data
in Landuse Classification

安 哲 浩* 朴 炳 旭**
Ahn Chul-Ho Park Byung-Uk
金 鐘 仁***
Kim Jong-In

要 旨

本 研究에서는 遠隔探査 技法을 利用하여 人工衛星 MSS 데이터와 TM 데이터를 몇 가지의 線型變換된 데이터로 變形시킴으로 分類 正確度向上과 特定 對象物에서의 有效 變換데이터 組合을 알아내고자 하는 것이 주된 目的이라 하겠다.

LANDSAT 데이터를 處理함에 있어서, 問題點 中の 하나가 資料의 방대함이며, 이 방대한 資料에 대하여 보다 效率的이고 經濟的인 分析을 行하기 위한 方法이 線型變換이다.

이 方法은 여러가지 線형적 算術과 統計的 變換을 하여 多波長 데이터를 變換시킴으로써, (1) 복잡한 데이터에 대해서는 단순함을 제공 (2) 중복 데이터에 대한 선택적 처리 및 불필요한 자료 제거 (3) 연구 대상에 대한 강조등을 行한다.

本 研究에서는 Band Ratioing 과 PCA 를 수행하여 資料를 變換 分析하여 보았다. 分類 結果 Infrared/RED Ratio 는 植物의 特性을 擴張시켜 다른 分類 項目과 구별하여 分類하는 데 有用하였으며, 主成分 分析 結果 綠色植物域의 分類에 있어서 Band 1,2,7 이 效果的이었다.

ABSTRACT

The aim of this study is to find out the combination of effective transformed data, applying Remote Sensing techniques, as to the classification and particular objects by transforming the MSS data and TM data of the satellite LANDSAT into several linearly transformed data.

Since one of the problems in the processing of the LANDSAT data is the vastness of the data, the Linear Transformation could be a method to perform analysis of those vast data, more efficiently and economically.

This method is carried out as follows : (1) offering the simplicity over complex data, (2) selectional processing over redundant data and removing unnecessary data, (3) emphasizing on the object of the study ; by transforming multispectral data through linear calculation and statistical transformation.

In this study, the analysis and transformation of the data have been performed by means of Band Ratioing and Principal Component Analysis. As the classificatory consequence, Infrared/RED Ratioing which expands the characterization of green vegetation, has been useful for a distinctive classification among other classes. For the Principal Component Analysis, band 1,2,7 are efficient in the classification of the green vegetation.

* 서울 大學校 工科大學 敎授
** 서울 大學校 工科大學 博士課程
*** 서울 大學校 大學院

1. 序 論

지금까지 國內의 여러 곳에서 土地利用 또는 土地被覆調査에 있어서 人工衛星 데이터를 利

用하여 왔다. 예를들면, Hill and Megier(1986)는 Landsat 5 호 TM 데이터를 이용하여 프랑스 남부의 Ardeche 지역 Digital Classification 을 修行하였고 Pettinger(1982)는 國家 資源管理 目的으로 詳細한 情報를 가지고 있는 몇개의 地圖 製作을 修行하는 데 있어서 Idaho 에서 植生物 和 土地 被覆 調查의 包括的인 Digital 分類를 遂行하였다.

本研究室에서도 干拓地에 있어서의 土地情報를 人工衛星데이터를 利用하여 抽出하였고(1988) Landsat TM 데이터를 利用하여 病蟲害被害地 域을 抽出해 봄으로써 人工衛星 데이터가 山林의 病蟲害 感知에 有用함을 입증하였다(1988). 또한, 人工衛星 畫像데이터 컴퓨터를 利用, 자동 매칭 技法을 適用함으로 地形의 표고를 抽出하는 具體的 方案을 提示하였다(1988).

本 論文에서는 여러가지의 선형계산 또는 통계적 변환을 利用하여 다중과장데이터를 變換시킴으로서 Feature Reduction 을 遂行하는 方法을 適用시키고자 한다.

여기에는 다중과장 Band 의 單純 조합인 Band Ratios 와 本來 데이터들의 統計的 回轉에 基礎를 둔 보다 複雜한 變換들이 있다.

여기서는 3개의 Band Ratios 와 主成分 分析, 原來의 처음데이터의 組合에 의한 分類를 施行해 봄으로서 特定 對象物 分析에 있어서 有效한 分類 技法을 찾아내고자 한다.

2. 線型變換의 基本原理

(1) 概念

LANDSAT 데이터를 處理함에 있어서, 問題點 中の 하나가 그 資料의 방대함이다. 실제로 LANDSAT TM 畫상 데이터는 7개의 Band 가 있고, 각 Band 마다 231×10^6 畫素(pixel)로 構成되어 있으며, 한 畫素는 8bit 로 되어 있어서 對象地域에 대한 分析 및 表現에 상당한 어려움을 주게 된다.

이렇게 방대한 資料에 대하여 보다 效率的이고도 經濟的인 分析을 行하기 위한 方法이 선형 변환이다. 이 方法은 여러가지 선형적 算術과

統計的 變換을 하여 다과장 데이터를 變換 시킴으로써,

- 複雜한 데이터에 대해서는 單純함을 提供
- 重複 데이터에 대한 選擇的 處理 및 不必要한 資料 제거
- 研究 對象에 대한 強調

등을 行한다.

선형변환의 種類에는 Band Ratioing 을 비롯하여 主成分分析(Principal Component Analysis), Tasseled Cap Transformation 등이 있으며, 本研究에서는 Band Ratioing 과 主成分分析을 遂行하여 資料를 變換, 分析하여 보았다.

(2) Band Ratioing

Band Ratioing(또는 Band to Band Ratio)은 一連의 Band 들 中 (MSS 4개, TM 7개), 하나의 Band 속에 있는 DN 값(Digital Number value)을 다른 Band 의 DN 값으로 나누는 것인데, 화상을 이루는 각 畫素를 單位로 하여 計算한다. Band Ratioing 을 함으로써 기대되는 效果는,

- 두개의 화상에서 나오는 不必要한 資料를 抑制시키고
- 두개의 화상에서 달리 나오는 資料에 대해서 細密化하여 強調시키며
- 對象物 및 對象地域에 대한 照明條件, 즉 그림자영향을 어느정도 補正시켜준다.

특히 이 方法은 植物의 活力度에 대한 調查나, 대상과 Band ratio 값 간의 回轉分析을 통하여 植物量을 定量化하는 데 쓰이며, 좋은 分析結果를 얻기 위하여 3色合成(3-color composite)을 行하기도 한다.

(3) 主成分 分析(Principal Component Analysis)

主成分 分析은 앞에서 설명한 Band Ratioing 과 같이 畫像向上(Image Enhancement)에 속하며 그 數學的 背景으로 인하여 데이터 압축 및 데이터 분석 등 여러 分野에 쓰이고 있다.

LANDSAT 데이터는 統計的 情報가 여러 Band 에 나뉘어져서 서로 相異한 分布를 하고

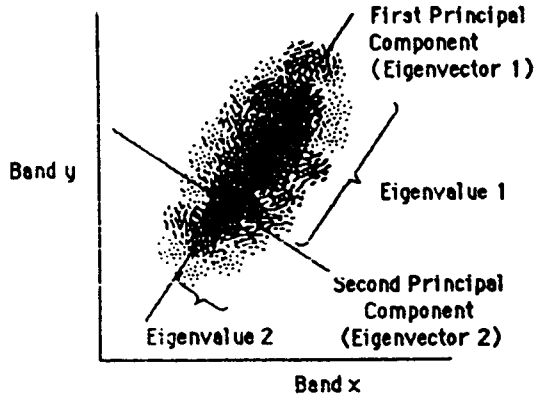


그림 1. PCA의 원리

있으며 서로 부분적 重複과 잡다한 요소를 가지고 있다. PCA는 使用 가능한 모든 데이터들을 한번에 適用시켜 最大 分散 線을 새로운 座標軸으로 잡고, pixel값 들을 새로운 좌표계로 變換시킨다. 한번 變換시킨 軸(PC1)에 의하여 생성된 畫像이 원래 畫像의 모든 情報를 包含하지는 못하므로 PC2, PC3가 나타내는 主 對象物 強調를 附加해서 false color composite로 利用하는 경우가 많다.

이 技法은 원격탐사데이터를 處理함에 있어서, 畫面共分散(scene covariance), 相關行列 및 固有값 등에 理論的 基礎를 둔다.

각 畫像 $f_i(x, y)$ 로 표현되는 N^2 차원 벡터 x_i 는 x_{ij} 로 되며, 이것은 벡터 x_i 의 j 要素를 나타낸다.

그러므로, x 벡터에 대한 공분산 행렬은

$$C_x = E \{ (X - m_x)(X - m_x)' \} \quad (1)$$

('은 Transpose)

로 주어진다. 여기서 E 는 기대값을 나타내며,

$$m_x = E \{ X \} = (1/M) \sum X_i \quad (2)$$

로 된다. 여기서, M 은 $N \times N$ 像이 M 번 變換된 것을 나타내며, 像에서의 공분산 행렬 C_x 는 다음과 같다.

$$C_x = (1/M) \sum (X_i - m_x)(X_i - m_x)' \quad (3)$$

C_x 를 나타내는 수학적식에서, 평균 벡터(m_x)는 차원수 N^2 을 가지므로 C_x 는 일종의 $N^2 \times N^2$ 행렬로 표현된다.

여기서, e_i 와 $\lambda_i (i=1, 2, \dots, N^2)$ 를 C_x 의 고유 벡터와 관련한 고유값이라 하면

변환행렬(C_x 의 고유벡터)은,

$$A = \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} & \dots & e_{1N^2} \\ e_{21} & e_{22} & \dots & e_{2N^2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_{N^2 1} & e_{N^2 2} & \dots & e_{N^2 N^2} \end{bmatrix} \quad (4)$$

이다.

이때 e_{ij} 는 i 번째 고유벡터의 j 要素를 나타낸다.

식 $AX = \lambda X$ 에서 X 가 零이 아닌 解라면

$$(A - \lambda I)X = 0 \quad (\because I \text{는 단위행렬}) \quad (5)$$

이것은 x_1, x_2, \dots, x_n 에 관한 연립 1차 방정식이므로, 위 식을 만족하는 0이 아닌 x_1, x_2, \dots, x_n 이 존재할 필요충분 조건은, 행렬식 $f(\lambda) = |A - \lambda I| = 0$ 이 된다.

$$f(\lambda) = \begin{vmatrix} e_{11} - \lambda & e_{12} & \dots & e_{1N} \\ e_{21} & e_{22} - \lambda & \dots & e_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_{N1} & e_{N2} & \dots & e_{NN} - \lambda \end{vmatrix} = 0 \quad (6)$$

새로운 畫像 벡터를 y 로 한다면, 식은

$$y = A(X - m_x) \quad (7)$$

로 주어져서 새로운 像 벡터의 공분산 행렬은,

$$C_y = E \{ (y - m_y)(y - m_y)' \} \quad (8)$$

이다. m_y 는 零 벡터이므로,

$$\begin{aligned} C_y &= E \{ (AX - Am_x)(AX - Am_x)' \} \\ &= E \{ A(X - m_x)(X - m_x)' A' \} \\ &= A E \{ (X - m_x)(X - m_x)' \} A' \\ &= A C_x A' \end{aligned} \quad (9)$$

그리고, 이것은 Lawley와 Maxwell에 의하여 C_y 는 C_x 의 고유값과 같은 要素로, 대각선 행렬로써 나타낸다.

主成分變換에 의하여 推論되어진 畫像은 畫面 內容(scene content)에 依存하게 된다. 특히 식물, 作物 成熟에 관한 여러 方面을 알아내는 方法에 有用하며, 統計的 誤差를 줄이기 위해서 色 各成 등 判讀者에게 도움을 주는 組合을 행한다.

3. 使用 데이터 및 前處理過程

使用 데이터는 <表 1>과 같다.

이 중 TM 데이터는 Subscene A, B로부터 各 對象地域이 충분히 包含되도록 行, 列을 정한 後, 使用 컴퓨터에 의해 Sub A, B 두 화면을

표 1. 사용 Data

Sensor	관측 일자	Path Row	Format	구조	운량
MSS	1981. 06. 05	123 35 일부 123 56 일부	BIL	NORMAL	0
TM	1989. 08. 31	114 36 Sub A 114 36 Sub B	BIL	NORMAL	0

합성하였으며, 幾何補正에는 Affine 變換式을 使用하였다.

4. 畫像變換데이터의 選定

MSS의 4개의 파장대 TM의 7개의 파장대를 利用하여 최대 우도법과 主成分 分析에 의한 分類를 실행키 위해 4개의 變換 데이터를 만들어 냈다.

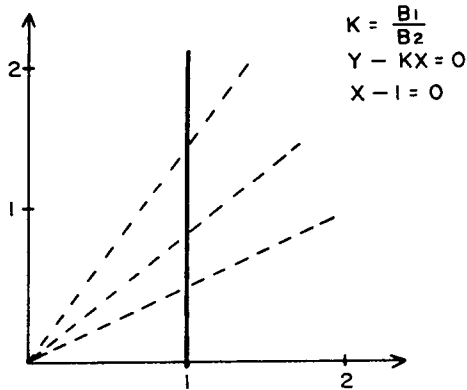


그림 2. Band A/B의 Isopleth와 Projective Line의 형태

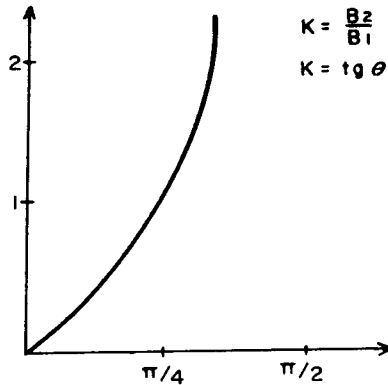


그림 3. Band A/B의 Ratio 값 k와 각 theta와의 관계

Ratio와 PCA에 있어서 파장대의 選擇은 이전의 結果와 파장대들의 特性을 考慮하여 가장 有効한 파장대를 選擇 適用하였다.

Ratio에 있어서 (Band A)/(Band B)의 isopleths와 projective line의 形態 그리고, Ratio value k와 각 theta의 關係는 <그림 2>, <그림 3>과 같다.

4개의 變換 데이터와 1개의 원래의 기본데이터의 조합은 다음과 같다.

- 1981년 MSS Data
(Band 4)/(Band 2), (Band 3)/(Band 1), (Band 3)/(Band 4)
- 1989년 TM Data
Band 1, 4, 7
- 1989년 TM Data
(Band 4)/(Band 3), (Band 5)/(Band 3), (Band 7)/(Band 3)
전자기파의 파장대 중 近赤外線(Band 4)과 中赤外線(Band 5, 7) 파장대는 녹색식물(산림, 작물)에서 높은 반사율을 갖고 있고 赤(Band 3) 파장대에서는 엽록소의 흡수로 인해 낮은 반사율을 가지고 있다. 그러므로, 이 연산에 의해 녹색 식물역에서는 높은 값을 가진다.
- 1989년 TM Data
(Band 5)/(Band 4), (Band 4), (Band 1), (Band 4)/(Band 3)
3의 분류에서 녹색 식물이 높은 값을 가지므로 다른 部類와의 분류가 가능 하나 녹색 식물중 산림과 작물을 구분하기 위해 다른 파장대 조합을 첨가 시킴으로 효과를 얻고자한다.
- Band 6를 제외한 6개의 TM Band를 主成分 分析에 의한 분류를 실행함으로써 특

정 부류의 분류에 이용하고자 한다. 주성분 분석 기법을 위해 다음의 3개의 TM Band를 조합하였다.

- (1) Band 1, 2, 7
- (2) Band 1, 2, 4
- (3) Band 1, 2, 5

*Ratio를 이용한 데이터들은 $\tan^{-1}(A/B)$ 에 의해 데이터를 확장시켰다.

5. 土地 利用 分類

(1) Ratio된 데이터의 土地 利用 分類

1) 分類 項目 設定과 Training Field의 選定 分類 項目은 研究의 目的, 使用 데이터의 特性등을 考慮하여 決定하여야 하며, MSS의 경우 USGS의 土地 利用/土地 被服 分類 시스템에서 LEVEL I 정도가 적당하며, TM의 경우 LEVEL II의 일부 항목의 분류도 가능하다.

本 論文에서는 MSS의 경우 LEVEL I 정도인 도시, 산림, 작물, 물, 빨, 습지로 設定하였고 TM의 경우 도시, 산림, 작물 1(논), 작물 2(기타 작물과 물에 잠긴 논), 물, 빨, 습지, 기타로 分類 項目을 設定 하였다. 設定된 各 分類 項目에 대해 1 : 25000, 1 : 5000 地形圖와 洛東江 河口城附近의 분포도(낙동강 하구역 환경영향 평가서, 산업 기지 개발 공사)를 參照하여 사용 Band에서의 DN을 比較 檢討 함으로써 가장 유효한 Training Area를 選定하였다.

2) MSS 데이터를 利用한 土地 利用 分類

Ratio된 데이터를 利用함으로 작물과 산림의 分類를 明確하게 하였으며 물과 빨, 빨과 도시의 明確한 分類가 가능하였다(사진 1).

分類를 위해 選定된 各 項目의 分類 結果에 대한 說明은 다음과 같다.

도시 : 부산 시가지와 김해 비행장, 농경지 부근의 마을을 포함한다.

산림 : 수종에 관계없이 모든 수종을 포함한다.

작물 : 김해평야 일대의 농경지와 산림역 부근의 밭을 포함한다.

물 : 해수, 호수, 하천, 강을 포함한다.

빨 : 울속도 밀 부근의 진흙(빨)을 포함한다.

습지 : 울속도 부분과 산림에 있어서 약간의 산림습지가 분류되었다.

3) TM 데이터를 利用한 土地 利用 分類

다음의 3분류를 시행하였다.

A : Band 1, 4, 7을 利用(사진 2)

B : (Band 4)/(Band 3), (Band 5)/(Band 3), (Band 7)/(Band 3)(사진 3)

C : (Band 5)/(Band 4), (Band 4)/(Band 1), (Band 4)/(Band 3)(사진 4)

데이터 觀測日 前에 많은 비가 내려 分類 項目 設定에 影響을 끼쳤다. (작물 1, 작물 2) A의 分類에 있어서 도시지역과 물이 많은 작물 2의 分類에 어려움이 있었으나, B의 分類로 인해 綠色 植物域의 分類가 뛰어났으며 C의 分類로 인해 산림과 작물 1, 작물 2의 分類가 可能하였다.

分類를 위해 選定된 各 項目의 分類 結果에 대한 說明은 MSS의 경우와 비슷하고 추가된 작물 1, 작물 2, 기타의 說明은 다음과 같다.

작물 1 : 물이 적은 벼농사 부분을 포함한다.

작물 2 : 기타 작물 부분과 물이 많은 벼농사 부분(수역 부근)을 포함한다.

기타 : 울속도 상부의 공지 부분과 일부 매립지 지역중 공지, 그리고 기타지역을 포함한다.

(2) 主成分分析技法을 利用한 土地 利用 分類

Training Field를 選定하여 Training Field의 데이터에 대해 공분산 행렬과 고유값, 그리고 고유 벡터 값을 求하여 分類 項目 數에 따라 分類를 施行한다.

다음의 3가지 TM Band 조합에 의한 分類를 施行하였다.

A : Band 1, 2, 7(사진 5)

B : Band 1, 2, 5(사진 6)

C : Band 1, 2, 4(사진 7)

A의 分類에 의해 綠色 植物과 다른 부류와의 分類가 可能하였고, B의 分類에 의해 작물과 산림의 分類가 可能하였다. C의 分類는 물과

도시의 分類가 대체적으로 명확하였다.

A, B, C의 分類에 의한 結果를 서로 合成시킴으로써 最終 結果를 얻을 수 있었다(사진 8).

TM Data의 A 分類의 Training Field(100 pixel)에 대한 結果는 <표 2>와 같다.

표 2. 分類 A의 主成分 分析 結果

平均값	85.3000	21.1800	38.8100
標準偏差	11.7701	17.0805	7.8195
最小값	68.0000	2.0000	27.0000
最大값	117.0000	62.0000	57.0000
相關行列	0	1	2
	0	1.0000	0.5817
	1	0.5817	1.0000
	2	0.9384	0.5256
固有값	2.3821	0.5588	0.0590
寄與率	0.7940	0.1863	0.0197
累積寄與率	0.7940	0.9803	1.0000
固有벡터	0	1	2
	0	0.6213	-0.2988
	1	0.4924	0.8680
	2	0.6095	-0.3967

6. 分類 結果 및 評價

(1) 分類 結果

1) Ratio 技法을 適用한 結果

MSS와 TM의 分類 結果를 1 PIXEL의 面積 57 m×57 m(MSS) 및 28.5 m×28.5 m(TM)

을 適用하여 各 項目의 面積을 算出 함으로써 1981 년도와 1989 년도 結果를 比較하였다.

各 項目에 대한 1981 년도 MSS Data와 1989 년도 TM Data의 pixel 수와 面積은 <표 3, 4>와 같다.

2) 主成分 分析 技法을 適用한 結果

보통 7개의 TM Band를 使用하여, PC1, PC2가 전체의 96%의 情報를 包含하여 보다 廣域的인 特性을 나타내며, PC3, PC4, PC5, PC6는 枝葉的인 小規模 特性을 반영하고 있다.

이 論文에서는 각각 3개의 Band를 使用하여 A, B, C 3개의 結果를 導出하였으며(사진 5), (사진 6), (사진 7)과 같다.

A 分類에 있어서 PC1과 PC2가 약 98%의

표 3. MSS Data(1981년)

항 목	pixel 수	면적(km ²)	분포율
URBAN	10831	35.5	16.6
FOREST	21826	71.5	33.6
CROP	17023	55.7	26.2
MUD	1954	6.4	3.0
WETLAND	2581	8.5	4.0
WATER	10782	35.4	16.6
계	65024	213.0	100.0

표 4. TM Data(1989년)

항 목	pixel 수			면적(km ²)			분 포 율		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
URBAN	56893	55732	55219	46.2	49.4	44.9	21.7	21.3	21.1
FOREST	62396	72964	68735	50.7	59.3	55.8	23.8	27.8	26.2
CROP 1	29224	27685	29125	23.8	22.5	23.7	11.7	10.6	11.1
CROP 2	41759	25434	37314	33.9	20.7	30.3	15.9	9.7	14.2
MUD	8918	8485	6405	7.3	6.9	5.2	3.4	3.3	2.5
WETLAND	9672	9006	9452	7.9	7.3	7.7	3.7	3.4	3.6
WATER	44131	47920	49015	35.8	38.9	39.8	16.8	18.3	18.7
기타지역	9151	14718	6879	7.4	12.0	5.6	3.5	5.6	2.6
계	262144	262144	262144	213	213	213	100	100	100

정보를 포함하고 있다.

고유벡터 행렬의 각 요소에加重値를 주게되는 데 이는 각 벡터의相對的인 重要性을 나타내준다.

A 分類에 있어서 Band 값 들의 加重値는 표 2의 고유 벡터에서 알 수 있는데 제 1 성분은 TM Band1이 가장 큰 0.62의 加重値를 갖고 Band 2 및 Band 7이 각각 0.60과 0.49의 加重値를 갖는다.

各項目 별도의 pixel 수와 面積은 다음 <표 5>와 같다.

표 5. 主成分 分析의 結果

항 목	pixel 수	면적(km ²)	분포율
URBAN	33283	44.3	20.8
FOREST	32870	59.9	28.1
CROP	39223	52.2	24.5
WATER	44977	43.8	20.6
기타지역	9647	12.8	6.0
계	160000	213.0	100.0

(2) 分類 結果의 評價

이상과 같은 過程을 통해 書像을 分析해 본 結果 Infra/RED Band 組合의 데이터를 使用한 結果 綠色 植物域에서 높은 데이터값을 가졌고, 水域에서 낮은 값을 가졌다.

Band 4/3, Band 5/4, Band 4/1의 Band 組合을 合成시켜 分析해 본 結果 Infra/RED Band 組合을 使用한 것보다 더 나은 分類를 導出할 수 있었다.

PCA 分析 技法을 使用하여 分類할 때는, 각

각의 Class 들의 分類를 위해 다른 Band 들을 組合시켜 일차 分類한 후, 合成시켜 전체 分類를 수행하였다.

각각의 Class 들의 유효 Band 組合을 찾아내기 위해 20개의 Band 組合들을 수행시켜 본 結果 綠色 植物域 Class의 分類에는 Band 1, 2, 7가 유효하였으며 綠色 植物域 중 산림과 작물의 分類에는 Band 1, 2, 4가 유효하였다.

PCA 分析 結果와 Band 4/3, Band 4/1, Band 5/4의 結果의 比較表와 1981年 MSS Data와 1989年 TM Data의 土地利用度의 變化表는 <표 6>, <표 7>과 같다.

<표 7>에서 알 수 있듯이 人工衛星 데이터는 土地利用의 變化를 빠른 時間내에 段階的으로 알 수 있는 長點을 가지고 있다.

비의 影響으로 인해 分類에 어려움이 있었으나, 變換된 데이터를 利用함으로써 더 나은 分類를 遂行할 수 있었다.

7. 結 論

1. 한 Band 만을 使用하는 것 보다는 여러 Band 를 使用하여 分類하는 것이 더 信賴性이 있으며, 變換된 畫像데이터를 使用함으로써 보다 더 높은 信賴性을 얻을 수 있었다.

표 6. PCA 分析 結果와 Band 4/3, 4/1, 5/4의 結果와의 比較표

CLASS	URBAN	FOREST	CROP	WATER (뺀)	기타
PCA	20.8%	28.1%	24.5%	20.6%	6.0%
RATIO	21.1%	26.2%	25.3%	21.2%	6.2%

표 7. 1981년과 1989년의 토지이용도 變換표

CLASS		URBAN	FOREST	CROP	WATER	기 타
1981년 MSS	면 적	35.5	71.5	55.7	41.8	8.5
	%	16.6	33.6	26.2	19.6	4.0
1989년 TM	면 적	44.9	55.8	54.0	45.0	13.3
	%	21.1	26.2	25.3	21.2	6.2
증 감 율(%)		32.0	-22.0	-3.1	7.6	56.5

2. 近赤外線/赤, 中赤外線/赤 Band Ratio는 植物의 特性을 擴張시켜 다른 分類項目과 區別하여 分類하는 데 有用하며 여타의 Band 조합과 연결시킴으로 전체적인 分類의 向上을 가져왔다.
3. 主成分 分析 技法을 利用한 分類 方法에서 綠色 植物域을 分類하는 데 Band 1, 2, 7을 利用한 分類가 有用하였고, 綠色 植物 중 작물 부분과 산림을 分類하는 데는 Band 1, 2, 4를 利用한 分類가 有用하였다.
4. 主成分 分析 技法을 수행한 결과, 이 技法의 土地利用 分類에 대한 有用성이 입증되었다.
5. 國土 開發이나 地域調査의 側面에서 人工 衛星 데이터를 使用하는 것이 經濟的인 面과 時間 活用 面에서 매우 合理的인 提示 함으로서, 여러 方面의 事業에서 遠隔探查 技法의 積極的인 活用을 기대한다.

參考文獻

1. 安 哲浩, "Remote Sensing Data의 處理와 解析", 韓國測地學會誌, 第1卷, 第1號, 1983, pp. 7-9.
2. 安 哲浩, "人工衛星(Landsat) Data에 의한 서울시에 있어서의 都市域의 變化의 抽出", 韓國測地學會誌, 第2卷, 第1號, 1984, pp. 7-9.
3. 金 勇日, "Filtering 技法에 의한 Landsat TM Data의 分析 正確度 向上에 관한 研究", 서울大學校 工科學院 碩士學位論文, 1988, pp. 25-31.
4. 金 宇哲 外, 現代統計學, 英志文化社, 서울, 1983, pp. 58, 64.
5. 黃 貞龍, 線型代數學, 瑞文出版社, 1983, p. 184.
6. 日本リモートセンシング研究學會, 畫像의 處理と解析, 公立出版株式會社, 東京, 1981, p. 208.
7. リモートセンシング技術センター, 地球觀測データ利用ハンドブック, 1986, pp. 6.1-6.2
8. Malcom J. Taberner 外, "Principal Component Analysis of Ochards in Landsat TM data", ASPRS/ACSM Annual Convention, Remote Sensing Vol. 3' 1989, pp. 190-191.
9. Paul J. Curran, Principles of Remote Sensing, Longman, London & New York, pp. 200-206.
10. Rafael C. Gonzalez & Paul Wintz, Digital Image Processing, 2nd ed., Addison Wesley, pp. 122-125, p. 127.
11. Charles L. Labash, "The use of Linearly Transformed Landsat TM data in Landuse Cover Classification", ASPRS/ACSM Annual Convention, Image Data Processing Vol. 2. 1989, pp. 55-58.
12. Lillesand T.M. & Kiefer R.W., Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley and Sons Inc., New York, 1979, pp. 340, 543, 567, 654, 657.
13. T.J.M. Kennie & M.C. Matthews, Remote Sensing in Civil Engineering, John Wiley and Sons Inc., New York, 1985, pp. 55, 62, 100-003.
14. X. Yuan & J. Vlcek, "Classification of Coniferous Forest Species using Spectral and Textural Analysis of Meis II data" ASPRS/ACSM Annual Convention, Remote Sensing Vol. 3. 1989, p. 130.
15. Shunlim Liang & Jue Hu & Qiang Huang, "Geometric Characteristics and Mechanism Analysis of Band Combinations", ASPRS/ACSM Annual Convention, Image Data Processing Vol. 2, 1989, pp. 162-169.
16. Ortl, F., "Optimal Distribution of Control Points to Minimize Landsat Image Registration Errors", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 47, No. 1, 1981, pp. 101-110.
17. American society of Photogrammetry, Manual of Remote Sensing, 2nd ed., ASPRS Falls Church Virginia, 1983, pp. 1751-1752.

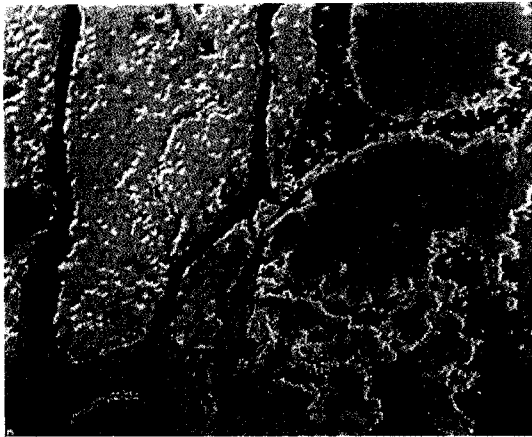


사진1 Mss Data
Ratio 4/2, 3/1, 3/4

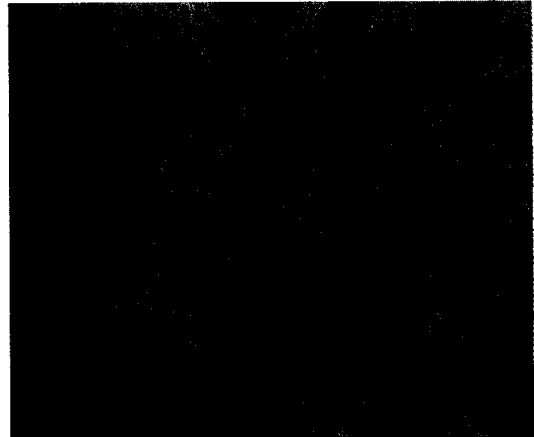


사진2 TM Data
Band 1, 4, 7

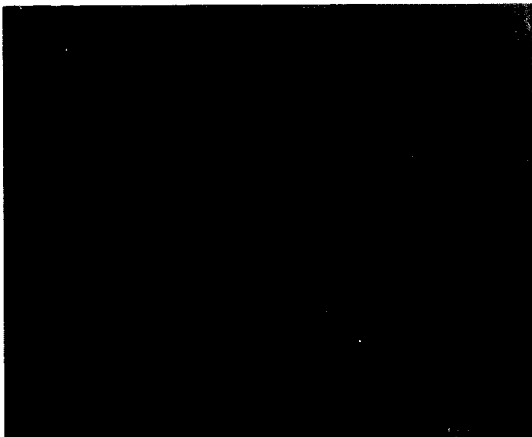


사진3 TM Data
Ratio 4/3, 5/3, 7/3

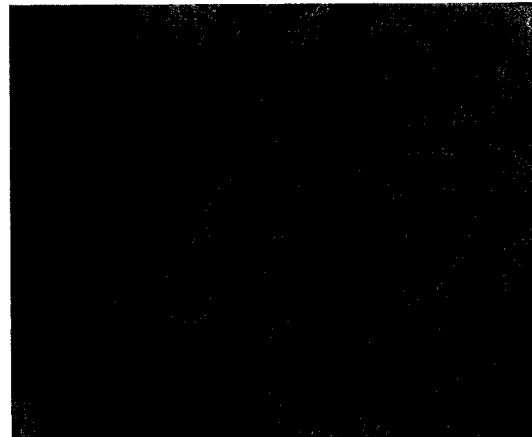


사진4 TM Data
Ratio 5/4, 4/1, 4/3

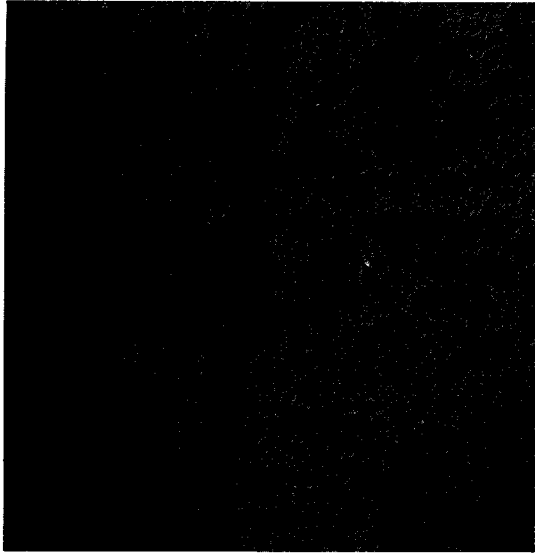


사진5 TM Data
主成分 分析 Band 1, 2, 7

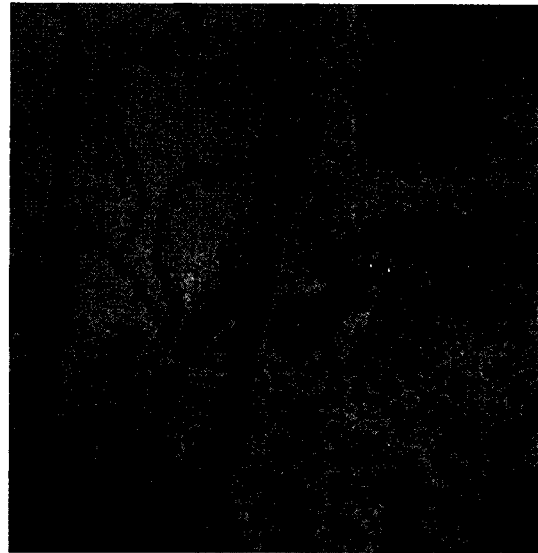


사진6 TM Data
主成分 分析 Band 1, 2, 4

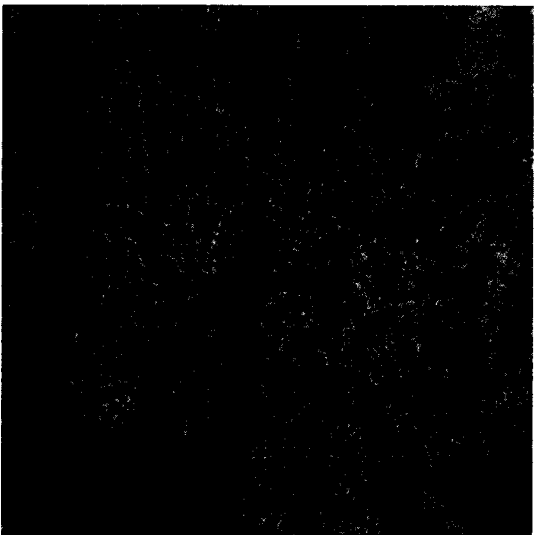


사진7 TM Data
主成分 分析 Band 1, 2, 5



사진8 TM Data
主成分 分析 最終結果