

# 리모트센싱技法에 의한 서울大都市地域의 土地利用變化의 分析

李炳高\* · 丸山明好\*\* · 竹內章司\*\*

◀目	次▶
1. 序 論	3. 土地利用變化의 實態
(1) 研究目的	(1) 市街地의 擴大
(2) 研究資料 및 方法	(2) 農耕地의 變化
2. 畫像解析	(3) 森林地의 變化
(1) 主成分分析	(4) 裸地 및 鋪裝地의 變化
(2) Clustering Classification	4. 結 論

## 1. 序 論

### (1) 研究目的

어떤 地域의 土地利用變化를 그 地域의 總體的인 變遷發展의 總和라고 할 수 있다면 地表變化情報에 대한 時系列的 把握은 그러한 變化를 가져오게한 社會的 諸要因의 分析과 앞으로의 豫測에 없어서는 안될 主要한 課題라고 할 수 있다. 지금까지 어떤 地域의 土地利用實態의 調査에는 實地調査를 비롯한 여러가지 調査, 分析方法이 채택되어 왔으나 대체로 그러한 調査에는 막대한 人力과 時間이 소요되는 것이 보통이었다. 그러므로 최근에는 調査目標과 精度상에는 아직까지 문제점이 따르나 總量的인 實態把握에는 많은 시간과 경비절약이 가능한 리모트

센싱(人工衛星畫像分析) 技法<sup>1)</sup>을 이용한 土地利用實態調査나 地表情報分析이 행해지고 있다. 이미 先進諸國에서는 1972年 美國에 의해 LANDSAT(최초 ERTS, 地球資源探查衛星을 改名) 1號<sup>2)</sup>가 발사된 이래 通信·光學技術 및 컴퓨터技術의 급속한 발전을 기초로 리모트 센싱技法이 諸地表情報分析에 도입되어 大都市地域의 각종 地表情報分析은 물론 全國土에 대한 막대한 量的인 情報處理와 그에 대한 새로운 情報分析技法이 속속 개발되어 가고 있다. 그럼에도 불구하고 현재 우리 나라는 리모트센싱 분석시스템<sup>3)</sup>을 완전히 갖추고 있는 기관이 한곳도 없을 정도로 이 분야는 후진성을 면치 못하고 있는 실정이다.

1970년대의 서울 메모트로폴리탄 地域의 土地利用의 樣狀은 서울地域이 人口 1천만에 육박하

\* 서울大學校師範大學(理學博士)

\*\* 日本리모트센싱 技術센터 技術課長

\*\* 日本리모트센싱 技術센터 研究員(農學博士)

1) 廣意의 리모트센싱은 대상물에 직접 접촉을 하지 않고 떨어진 곳으로 부터 그 대상물을 관측해 그로부터 얻어진 데이터를 해석, 對象物의 여러가지 狀態나 性質을 조사하는 技術을 총칭한 것으로 航空寫眞判讀, 飛行機(skylab) 人工衛星資料의 分析, 醫療診斷에 이르기까지 매우 廣凡圈하다. 여기서는 狹意의 人工衛星資料分析을 주된 리모트센싱을 의미.

2) 和達清夫, 1982, 리모드센싱, 朝倉書店 pp.18-29.

3) 하드웨어와 소프트웨어로 構成되며 하드웨어는 display裝置, 프로세서(對話型 프로세서 操作裝置 포함), MT裝置(disk장치, 라인프린터장치 포함), Analog 入出力裝置(드럼스캐너, 포터프린터), 線構造데이터入出力裝置(digitizer, 自動製圖機) 등으로 구성, 소프트웨어는 데이터編集, 評價, 表示, 解析領域의 선정, 畫像解析, 特徵抽出, 패턴認識, 結果表示에 관한 내용으로 구성.

는 超巨大都市로 성장함에 따라 時間的, 空間的으로 놀라운 變貌를 지속해 왔다. 그러나 이토록 가속적인 地表變貌가 진행되었음에도 불구하고 서울대도시지역의 어떤 지역의 어떤 地表가 어느정도로 어떻게 변모되었는가에 대한 總量的인 把握조차도 이루어지지 못하고 있다.

本 研究은 리모트센싱技法을 이용하여 1972~1983년간 서울大都市地域의 土地利用狀況이 어떻게 어느정도로 變化되었는가를 개관하고 類型別 土地利用의 變化量을 定量的으로 把握하므로 그러한 變化를 가져오게한 社會的要因의 分析 및 앞으로의 變化豫測에 기여할 수 있는 基礎資料를 提供하기 위한 것이다.

## (2) 研究資料 및 方法

本 研究에서는 美國 航空宇宙局(NASA)이 發射한 人工衛星 LANDSAT에 의하여 觀測, 蒐集된 MSS(Multi-Spectral Scanner) data<sup>4)</sup>를 이용하여 서울大都市地域의 土地被覆圖를 작성하였을 뿐 아니라 蒐集時期가 상이한 資料를 比較分析하므로 土地利用의 經年變化實態에 관하여 考察하였다. 分析에 이용된 資料는 1972年 10月 31日의 LANDSAT 1號와 1983年 10月 24日의 LANDSAT 4號 畫像資料<sup>5)</sup>이며 分析對象地域은 서울을 중심으로 약 60×40km 범위이다. 安哲浩<sup>6)</sup>는 서울의 行政區域의 범위를 대상으로 1979年과 1983年の 都市域의 變化를 비교하였으나 本 研究에서는 1972年과 최근의 行政區域이 一致하지 않을 뿐 아니라 서울市를 중심으로한 주변지역의 變化 또한 매우 현저하므로 상기한 범위를 分析對象으로 하였다.

畫像處理 및 分析에 이용된 Hardware는 日本 RESTEC(Remote Sensing Technical Center)의 FACOM M-340R(주기억 8M Bite, Diskcapacity 2,000M Bite) general purpose computer system 이며 Software는 RESTEC이 개발한 RESTEC-MDPS(RESTEC Multispectral Data Processing

Software)와 富士通 FACOM Information Processing Co.가 開發한 PIA(Program for Image Analysis)이다.

## 2. 畫像分析

1972年과 1983年の 分析對象地域의 被覆狀態(土地利用)를 同一指標 分類에 의거 比較分析하기 위하여 Fig. 1.의 흐름도와 같은 資料分析을 시행하였다. 먼저 使用 Data의 前處理로 對象地域의 資料를 LANDSAT MSS data CCT(Computer Compatible Tape)<sup>7)</sup>로 부터 切出하여 幾何補正을 한 후 1983年 資料에 位置맞추기(superposition)를 하였다. 다음으로 Training Areas의 4

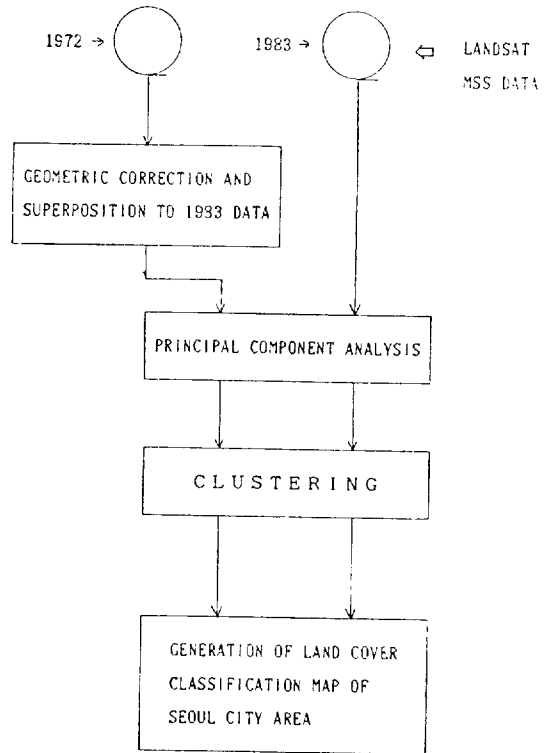


Fig. 1. Flow chart of data analysis

4) Amer. Soc. Photogrammetry, 1983, *Manual of Remote Sensing*, 2nd Ed. pp.911-912.

5) LANDSAT 1號 data, Path-Row 125-34, LANDSAT 4號 Path-Row 116-34, 양자 모두 雲量 0의 high quality 畫像.

6) 安哲浩, 1984, "LANDSAT Data에 의한 서울市에 있어서의 都市域變化의 抽出," 韓國測地學會誌 2卷 1號 pp. 5-16.

7) 日本宇宙開發事業團地球觀測センタ, 1983, LANDSAT MSS Data CCT Format 說明書, p.121.

밴드 데이터에 대해 主成分分析<sup>8)</sup>을 하여 資料의 主成分을 2가지로 減縮(deduction)抽出하였다. 다음으로 主成分分析에서 抽出된 成分에 의거, Unsupervised Classification(非教師分類)<sup>9)</sup> 技法의 하나인 Cluster 分析을 하고 그에 의해 최종적으로 1972년과 1983년에 공통으로 적용할 수 있는 최종 判別分類를 最尤法(Maximum Likelihood)<sup>10)</sup>에 의거 시행하였다.

(1) 主成分分析

Table 1.은 LALDSAT MSS data 4~7밴드의 原 Spectral data에 대한 Training Areas의 統計量과 主成分分析 結果를 나타낸 것이다. Training Areas의 統計量에 의하면 1972년과 1983년이 각 밴드별로 平均值와 分散(standard deviation)이 각각 다른 값을 나타내고 있다. 즉 1972년은 밴드 4, 밴드 6의 平均值가 각각 24.0, 24.4로 거의 같은 값을 나타내고 分散은 밴드 6이 큰 값

**Table 1. Result of principal component analysis in 1972 and 1983. BND 4-BND 7 means the original spectral band of Landsat MSS data and COMP. 1-COMP. 4 means obtained first component fourth component respectively.**

STATISTICS OF TRAINING AREAS (in 1972)				
	BND4	BND5	BND6	BND7
1) MEAN	24.0	21.1	24.4	12.1
2) S.D.	4.6	6.1	6.8	4.0
3) CORRELATION MATRIX				
BND4	1.0000	0.9132	0.6777	0.4198
BND5	0.9132	1.0000	0.7648	0.5436
BND6	0.6777	0.7648	1.0000	0.9060
BND7	0.4198	0.5436	0.9060	1.0000
4) RESULT OF PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS				
	COMP. 1	COMP. 2	COMP. 3	COMP. 4
5) EIGEN VALUES	3.1239	0.7585	0.0763	0.0413
6) CUMULATIVE PROPORTION OF TOTAL VARIANCE				
	0.7810	0.9706	0.9897	1.0000
7) EIGEN VECTORS				
BND4	0.4844	-0.5551	0.6418	-0.2130
BND5	0.5184	-0.3921	-0.7560	-0.0771

BND6	0.5363	0.3161	0.1250	0.7726
BND7	0.4572	0.6620	0.0307	-0.5931
8) CORRELATION BETWEEN VARIABLES AND COMPONENTS				
BND4	0.8561	-0.4835	0.1773	-0.0433
BND5	0.9162	-0.3415	-0.2089	-0.0157
BND6	0.9478	0.2753	0.0345	0.1569
BND7	0.8081	0.5765	0.0085	-0.1205
9) COEFFICIENTS FOR ORIGINAL VARIABLES(STRETCHED)				
BND4	1.5197	-3.5344	12.8816	-5.8134
BND5	1.2308	-1.8892	-11.4836	-1.5934
BND6	1.1418	1.3656	1.7024	14.3123
BND7	1.6368	4.8093	0.7030	-18.4761
CONST.	17.9	161.2	10.6	174.4
STATISTICS OF TRAINING AREAS (in 1983)				
	BND 4	BND 5	BND 6	BND 7
1) MEAN	18.2	19.6	28.2	29.1
2) S.D.	3.8	6.1	6.3	7.6
3) CORRELATION MATRIX				
BND4	1.0000	0.9216	0.4425	0.0868
BND5	0.9216	1.0000	0.4967	0.1343
BND6	0.4425	0.4967	1.0000	0.8836
BND7	0.0868	0.1343	0.8836	1.0000
4) RESULT OF PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS				
	COMP. 1	COMP. 2	COMP. 3	COMP. 4
5) EIGEN VALUES	2.5120	1.3706	0.0780	0.0394
6) CUMULATIVE PROPORTION OF TOTAL VARIANCE				
	0.6280	0.9706	0.9902	1.0000
7) EIGEN VECTORS				
BND4	0.5059	-0.4810	0.7156	-0.0236
BND5	0.5260	-0.4408	-0.6769	-0.2659
BND6	0.5545	0.3874	-0.1076	0.7286
BND7	0.3998	0.6513	0.1344	-0.6308
8) CORRELATION BETWEEN VARIABLES AND COMPONENTS				
BND4	0.8018	-0.5632	0.1999	-0.0047
BND5	0.8337	-0.5161	-0.1891	-0.0528
BND6	0.8789	0.4536	-0.0300	0.1446
BND7	0.6337	0.7625	0.0375	-0.1252
9) COEFFICIENTS FOR ORIGINAL VARIABLES(STRETCHED)				
BND4	2.1390	-2.7536	17.1694	-0.7966
BND5	1.3882	-1.5749	-10.1367	-5.6054
BND6	1.4310	1.3535	-1.5748	15.0185
BND7	0.8497	1.8737	1.6202	-10.7092
CONST.	-3.1	116.1	12.0	139.5

8) T.M. Zillesand & R.W. Kiefer, 1979, *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Willy & Sons Co. p. 610.

9) F.F. Sabins, 1978, *Remote Sensing, Principles and Interpretation*, Freeman Co. p. 426.

10) 和達清夫 外, 前掲書. pp.208-216.

을 나타냈으며 밴드 7은 平均值가 가장 작았다. 그러나 1983년의 밴드 4에서 밴드 7로 가면서 平均值가 증가하고 표준편차도 큰 값을 나타내었다. 밴드별 相關行列에 있어서는 두시기 모두 밴드 4와 5의 상관성이 가장 큰 값을 나타냈으며 밴드 5, 6, 7로 가면서 상관도는 낮은 값을 나타냈다.

主成分分析 결과는 1972년 1983년이 모두 第1成分과 第2成分의 eigenvalues의 합이 全分散의 97%를 차지하고 있어 全變量の 分散은 第1, 第2主成分에 의해 97%가 說明되고 있다. 여기서 第1成分은 4개 밴드의 데이터들이 갖는 밝기 (brightness feature)<sup>11)</sup>의 全合計量을 나타내며 第2成分은 近赤外線과 可視光域사이의 差 즉 푸르기 (greenness feature)의 全合計量을 나타낸다. 즉 4, 5, 6, 7 밴드가 갖는 밝기의 總和가 第1成分이고 푸르기의 總和가 第2成分이다. Table 1. 9)항의 原變量에 대한 밴드별, 成分別 係數는 主成分의 값이 平均值 128, 標準偏差 25.5가 되도록<sup>12)</sup> 데이터를 變換시킨 (stretched) 결과를 나타낸 것이다. 즉 이들 係數들은 主成分과 각 밴드별 원데이터와의 線型結合에 의해 구해지는 것으로

예를 들면 主成分 (comp. 1)은

$COMP. 1 = A_1 \times BND 4 + A_2 \times BND 5 + A_3 \times BND 6 + A_4 \times BND 7 + A_5$ 로 나타내진다. 따라서 최종적으로 얻어진 畫像의 각 pixel의 主成分의 값은 Table 1. 原變量에 대한 계수들에 의해 원래의 밴드의 데이터를 變換시켜 구해지는 것이다. Table 1. 9)항의 const.는  $A_5$  값이다.

## (2) Clustering Classification

Cluster 分析은 Ground Truth Data<sup>13)</sup>를 얻을 수 없는 Unsupervisor Classification (非教師分類)의 한 方法으로 本分析에서는 처음 初期值로 준 cluster數에 맞도록 데이터 전부를 분류한후, 最尤法 (Maximum Likelihood Method)에 의해 分

Table 2. (a) Result of clustering of the data in 1972. CLASS 1—CLASS 12 means obtained cluster number and CHO1 and CHO2 means the first and second component (COMP.1 and COMP.2) in Table 1.

CLASS 1		
COUNT	21913	
	CHO1	CHO2
MEAN	70.4	91.5
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	89.4	-49.9
CH02	-49.9	257.1
CLASS 2		
COUNT	69727	
	CHO1	CHO2
MEAN	88.2	122.1
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	76.6	8.9
CH02	8.9	50.0
CLASS 3		
COUNT	32443	
	CHO1	CHO2
MEAN	117.0	78.1
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	115.2	13.5
CH02	13.5	124.8
CLASS 4		
COUNT	52792	
	CHO1	CHO2
MEAN	143.2	90.7
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	71.6	-4.8
CH02	-4.8	97.7
CLASS 5		
COUNT	99131	
	CHO1	CHO2
MEAN	106.1	138.3
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	37.4	0.7
CH02	0.7	57.9

11) 각 밴드들이 갖는 밝기의 강도는 각각 다르며 그 밝기의 강도는 黑色이 0, 白色이 255의 digital值(8 bit)로 표시된다.

12) 各畫素(pixel)가 8 bit(0~255)의 데이터로 이루어져 있으므로 情報의 손실을 뵈수있는한 적게 하기 위하여 (平均值±5σ의 범위의 데이터가 0~255가 되도록) 平均值를 128, 標準偏差(σ)를 25.5로 하였다.

13) F.F. Sabins, op. cit., pp.146-147.

**Table 2. (b) Result of clustering of the data in 1983 same as Table 2(a).**

CLASS 6		
COUNT	77230	
	CHO1	CHO2
MEAN	125.7	112.7
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	72.3	-4.9
CH02	-4.9	47.8
CLASS 7		
COUNT	21910	
	CHO1	CHO2
MEAN	187.4	82.1
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	562.8	-161.0
CH02	-161.0	273.6
CLASS 8		
COUNT	98068	
	CHO1	CHO2
MEAN	126.7	136.7
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	32.1	6.1
CH02	6.1	34.7
CLASS 9		
COUNT	106359	
	CHO1	CHO2
MEAN	148.4	123.5
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	108.3	-14.0
CH02	-14.0	66.4
CLASS 10		
COUNT	85627	
	CHO1	CHO2
MEAN	126.4	156.3
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	56.4	-2.9
CH02	-2.9	41.4
CLASS 11		
COUNT	67608	
	CHO1	CHO2
MEAN	148.9	147.3
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	63.7	1.1
CH02	1.1	46.2
CLASS 12		
COUNT	33692	
	CHO1	CHO2
MEAN	146.0	175.7
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	119.5	40.1
CH02	40.1	156.1

CLASS 1		
COUNT	22565	
	CHO1	CHO2
MEAN	70.0	78.1
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	162.1	-89.8
CH02	-89.8	210.7
CLASS 2		
COUNT	79674	
	CHO1	CHO2
MEAN	87.3	122.5
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	69.3	23.3
CH02	23.3	71.5
CLASS 3		
COUNT	52972	
	CHO1	CHO2
MEAN	125.6	87.3
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	97.0	32.5
CH02	32.5	109.7
CLASS 4		
COUNT	71978	
	CHO1	CHO2
MEAN	151.8	94.4
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	77.2	-9.0
CH02	-9.0	61.6
CLASS 5		
COUNT	121237	
	CHO1	CHO2
MEAN	138.0	117.3
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	147.3	21.4
CH02	21.4	60.3
CLASS 6		
COUNT	99495	
	CHO1	CHO2
MEAN	141.4	140.5
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	87.0	13.5
CH02	13.5	43.9
CLASS 7		
COUNT	167089	
	CHO1	CHO2
MEAN	111.5	140.4

VARIANCE-COVARIANCE MATRIX

	CHO1	CHO2
CH01	72.7	27.0
CH02	27.0	82.7

CLASS 8

COUNT	32806	
	CHO1	CHO2
MEAN	183.7	111.9
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	376.5	-116.9
CH02	-116.9	246.9

CLASS 9

COUNT	86619	
	CHO1	CHO2
MEAN	130.0	163.3
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	33.5	1.1
CH02	1.1	50.0

CLASS 10

COUNT	32065	
	CHO1	CHO2
MEAN	150.0	172.9
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX		
	CHO1	CHO2
CH01	105.9	-27.4
CH02	-27.4	150.6

布가 유사한 cluster를 통합하여 새로운 cluster를 抽出하는 방법을 택하였다. 本分類에서는 1972년 1983년 모두 初期値로 12를 주었으나 이에 따른 전데이터의 최종 분류결과 1972년은 9개 1983년은 10개 cluster로 각각 다른 결과가 나왔다. 따라서 1983년을 기준으로 할 때 1972년의 cluster수는 적기 때문에 1972년의 初期値를 다시 13으로 증가시켜 보았으나 그 結果는 12개의 cluster가 抽出되어 결국 두 시기의 cluster수가 일치하지 않았다. 그러므로 최종적으로는 1983년의 10개 1972년의 12개 cluster를 比較, 最尤法에 의해 최종 分類를 행하였다. 그림 2는 最尤法에 의한 1972년 1983년의 최종 分類를 한 것이다. 이 그림은 clustering에 의해 구해진 각 cluster들의 spectral 특성을 나타낸 것으로 X좌표는 COMP. 1, Y좌표는 COMP. 2로 각각의 平均值는 128, 標準偏差는 25.5이다.

Table 2.의 a, b는 1972년 1983년의 clustering의 결과로 각 class의 pixel數, 이들이 갖는 COMP. 1과 COMP. 2의 平均值, 共分散行列을 나타낸

다.

Fig. 2.에 나타낸 바와 같이 1972년과 1983년에 공통으로 적용한 최종 分類 cluster는 A~I의 9개로 1972년에는 class 5, 8, 10이 H, class 6, 9가 F, 1983년에는 class 7, 9가 H로 分類되었다.

Fig. 3.은 이같은 分類에 의해 각 pixel의 digital 値를 다시 analog로 變換하여 分析對象地域의 地表被覆圖를 갖가지 色으로 나타낸 것이다. 이들 分類 A~I의 地表의 特性은 다음과 같은 범주로 추정된다.

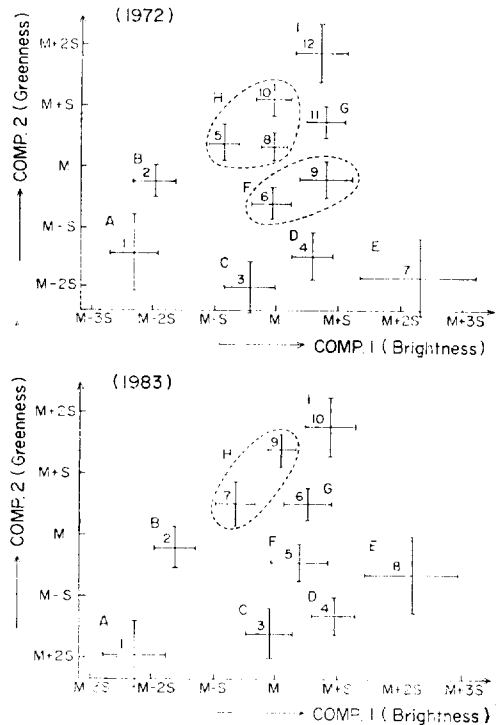
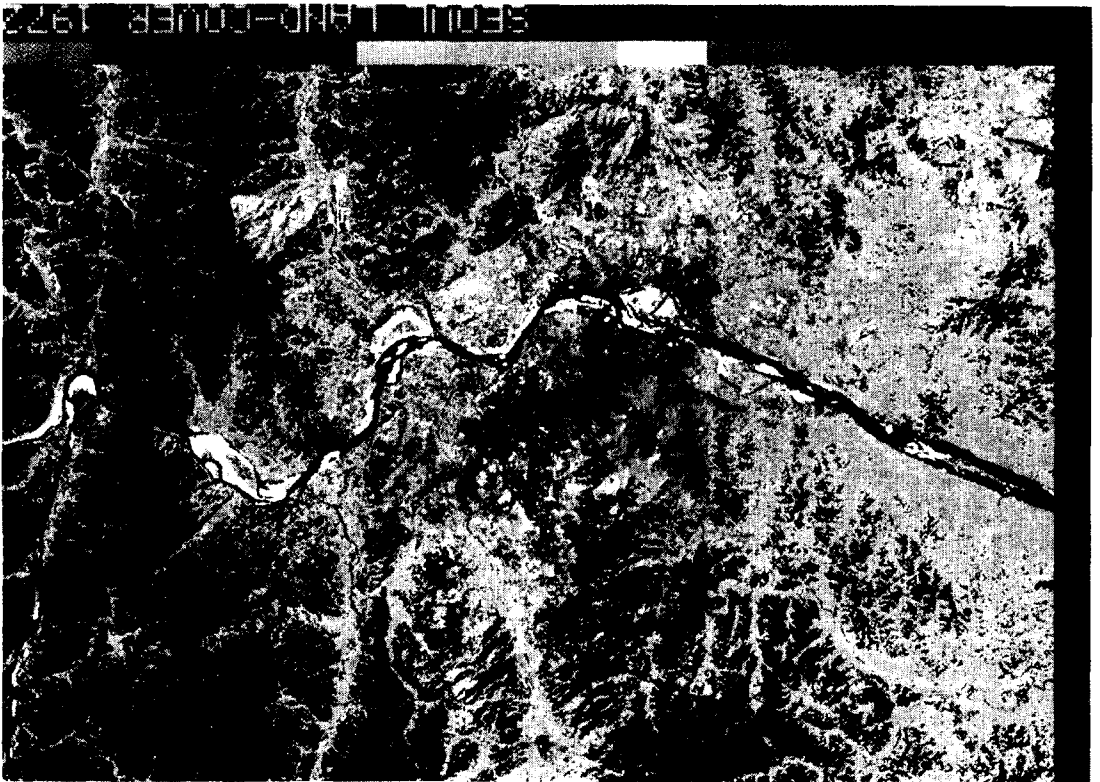
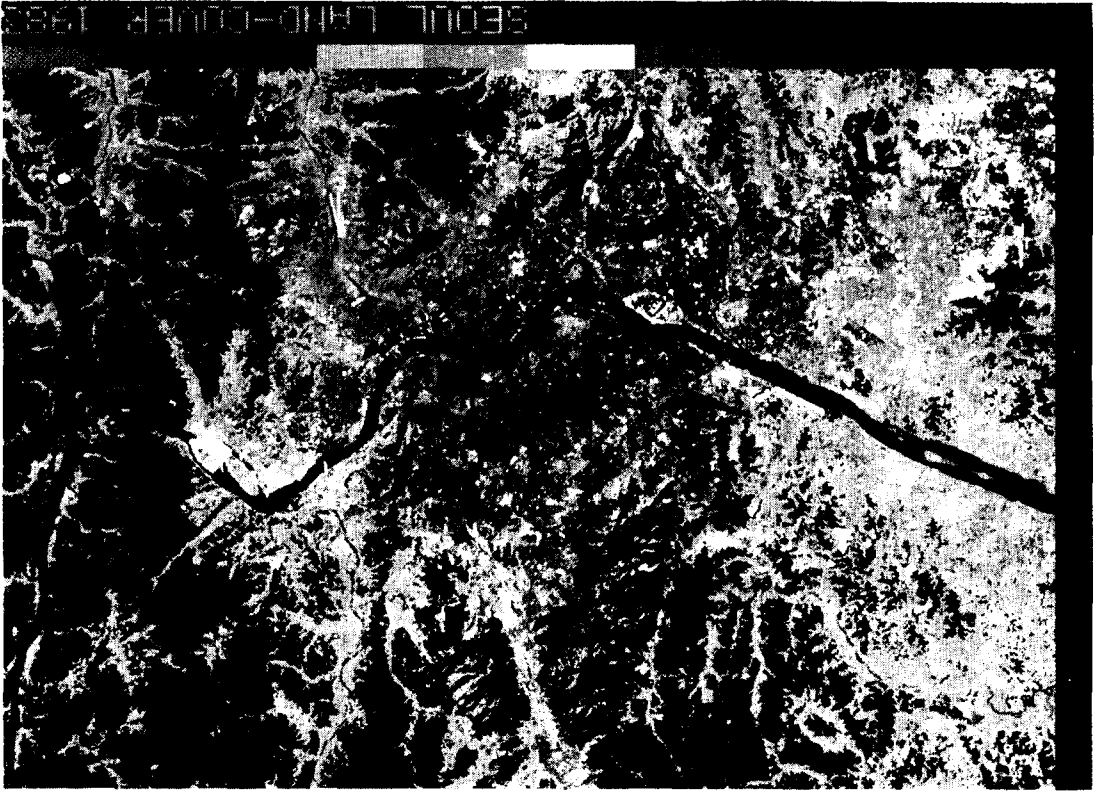


Fig. 2. Spectral characteristics of the clusters obtained by the clustering. The mean and the range of plus-minus 1 sigma (sigma means standard deviation) are shown in the brightness (COMP. 1) vs. the greenness (COMP. 2) feature plane for every clusternumber 1~12 in 1972 and 1~10 in 1983. A~I in the figure means the new classes in order to generate the land cover maps of test site both in 1972 and 1983. M and S means the mean value and the standard deviation of COMP. 1 and COMP. 2 of whole test area respectively, and M and S correspond the value 128 and 25.5 in Table 1 and Table 2 respectively.

Fig: 3 Land Cover Map in Seoul Metropolitan Area







A(blue) : 水面, 산그늘 B(dark blue) : 산그늘,  
C(red) : 高密度市街地, 河川浮遊物, D(pink) :  
住居地, E(white) : 裸地, 舗裝地 F(yellow-  
brown) : 논, G(yellow) : 밭, 草地, H(green) :  
森林地, I(yellow-green) : 低木森林 또는 照葉森  
林地.

(1) 市街地の擴大

1972년과 1983년 사이의 서울과 그 주변지역에 있어서 가장 현저한 변모는 市街地の擴大이다. Table 3.에서 高密度市街地(C)는 1972년 105.4 km<sup>2</sup>에서 1983년 172.1km<sup>2</sup>로 63.2%, 住居地域(D)은 1972년 171.5km<sup>2</sup>에서 233.9km<sup>2</sup>로 36.4%가 증가하였다. 그림 3에 나타난 바와같이 1972년의 高密度市街地와 住居地域은 주로 江北地域으로, 南山을 잇는 北東—南西軸의 以西地域이 중심이 있으며 江南에서는 永登浦의 일부지역에 국한되었었다. 그러나 1983년에는 江南地域의 市街地化가 현저하여 高密度市街地와 住居地域은 동쪽의 千戶洞으로부터 잠실, 永東, 盤浦, 冠岳, 九老를 연결하는 地域으로 확대되었을 뿐 아니라 江西區地域과 京仁線연변을 따라 梧柳, 富川 등지의 都市化가 현저하게 이루어 지고 있으며 1972년 당시 開發이 시작되었던 城南市의 都市化도 두드러진다. 江北地域은 江南地域에 비하여 空間的인 都市化의 擴大는 현저하지 않으나 전술한 南山을 중심으로한 北東—南西軸의 以東, 즉 中浪川 연변의 자양, 면목, 증곡, 창동에 이르는 高密度市街地와 住居地化가 두드러진다. 이상과 같은 都市域의 變化에 있어서 간과할 수 없는 것은 1972년 이래 漢江연안 및 그 支川연변

3. 土地利用變化的 實態

전절에서 記述한 바와 같이 1972년과 1983년의 자료를 分析, 새로운 地表分類(A~I)를 하여 이들 범주에 들어가는 각 畫素들의 集計를 한 結果가 Table 3.이다. 分析對象地域 약 60×40km의 總畫素(pixel)數는 766,500이며 1pixel의 넓이는 57×57m=0.003249km<sup>2</sup>이다. 安哲浩<sup>14)</sup>가 報告한 서울市行政區域 범위의 畫素數 187,429에 비하면 약 4배의 넓이에 해당한다. 표에 나타난 바와 같이 1972년과 1983년간의 土地利用變化量은 地表類型에 따라 상당한 차이가 있음을 알 수 있는데 그 중에서도 특히 현저한 것은 高密度市街地(C)와 住居地域(D)의 增加와 農耕地(F, G), 森林地(H)의 變化이다. Table 3.과 Fig. 3.의 被覆圖에 나타난 서울大都市 地域의 土地利用變化的 實態를 分析해 보면 다음과 같다.

Table 3. Area values of land cover class A-1 for 1972 and 1983.

CLASS	1972		1983		COLOR IN LAND COVER MAP	CATEGORIES
	PIXEL COUNT	AREA (km <sup>2</sup> )	PIXEL COUNT	AREA (km <sup>2</sup> )		
A	21913	71.2	22565	73.3	BLUE	Water or Shade of mountain
B	69727	226.5	79674	258.9	DARK BLUE	Shade of mountain
C	32443	105.4	52972	172.1	RED	Highdense built-up area or Shallows of river
D	52792	171.5	71978	233.9	PINK	Residensial area
E	21910	71.2	32806	106.6	WHITE	Bare soil or Pavement
F	183589	596.5	121237	393.9	YELLOW-BROWN	Agricultural field (peddy)
G	67608	219.7	99495	323.3	YELLOW	Grass or Agricultural field
H	282826	918.9	253708	824.3	GREEN	Frorest area
I	33692	109.5	32065	104.2	YELLOW-GREEN	Forest area
TOTAL	766500	2490.4	766500	2490.4		

(\* ) 1 PIXEL COUNT=57m×57m=0.003249km<sup>2</sup>

14) 安哲浩, 前掲論文, p.12.

의 市街地化이다. 즉 1972년에는 河川부지였던 東部二村洞, 반포, 잠실, 千戶洞에 이르는 河川연변지역이 대부분 高密度市街地化되었으며 安養川, 炭川, 中浪川 연변도 거의 대부분 住居地 또는 高密度市街地化되었다.

이는 금년 9月初 發生되었던 漢江연변의 浸水被害가 連降水量 400여mm 밖에 되지 않은 集中豪雨로 인해 발생하였다는 사실과 연관지어 볼 때 水防對策이라는 측면에서 새로운 問題點을 던져주고 있음을 示唆하는 것이다.

## (2) 農耕地의 變化

農耕地는 1972년 畝作地 596.5km<sup>2</sup>가 都市化의 擴大와 함께 1983년에 393.9km<sup>2</sup>로 무려 200여 km<sup>2</sup>(34.0%)나 減少가 이루어졌다. 이는 서울市 行政區域內 뿐만 아니라 서울市 주변지역의 都市化가 많은 畝作地의 잠식에 의해 이루어진 결과이며 특히 永東일부와 蠶室以東의 서울 東部地域, 永登浦에서 始興에 이르는 남서부지역, 江西지구와 京仁線연변의 梧柳, 富川지역의 현저한 畝作地 감소에 의해 이루어진 것임을 알 수 있다.

農耕地중 田作地(草地포함)는 1972년 219.7km<sup>2</sup>에서 1983년 323.1km<sup>2</sup>로 47.1%의 증가를 보이고 있는데 이는 畝作地와 森林地의 변모에 의한 것으로 해석된다.

## (3) 森林地의 變化

앞 장에서 森林地로 분류된 綠地(H)의 변화는 1972년 918.9km<sup>2</sup>에서 1983년 824.3km<sup>2</sup>로 약 100여km<sup>2</sup>의 減少로 나타났고 分類에서 山陰地(B)로 나타난 곳의 증가량 32km<sup>2</sup>를 森林地라고 해도 전체적인 森林地의 감소는 약 70여km<sup>2</sup>에 달한다. 이와같이 서울의 都市化의 擴大와 함께 農耕地와 森林地의 減少가 동시에 이루어졌으나 森林地의 減少가 農耕地보다 적었던 것은 서울시 주변의 그린벨트 設定의 결과인 것으로 해석된다. 그러나 그린벨트내측 시가지의 綠地空間의 경우는 1972년에 비해 1983년 현저히 감소되었음을 그림 3에서 볼 수 있으며 서울市 行政區域

內에는 江北에서는 南山, 北漢山 일부를 제외하고는 거의 綠地空間이 없다. 특히 江南의 新市街地는 1972년의 대부분의 綠地空間을 잠식하여 1983년에는 綠地空間의 확보가 거의 이루어지지 않고 있어 이는 都市計劃상의 또 하나의 問題點으로 지적될 수 있다.

## (4) 裸地 및 鋪裝地의 變化

Fig 3.의 白色(E)地는 裸地 및 鋪裝地로 1972년 71.2km<sup>2</sup>에서 1983년 106.6km<sup>2</sup>로 49.7%의 증가가 이루어 졌다. 그림에서 알 수 있듯이 1972년 漢江沿岸의 상당한 면적의 裸地和 永東, 城南市 등지의 裸地가 1983년에는 市街地로 轉換되었음에도 불구하고 이같은 裸地의 면적 증가가 이루어진 것은 서울市內의 鋪裝地의 增加보다는 주변지역의 裸地面積의 증가 때문인 것으로 해석된다.<sup>15)</sup> 특히 江西地域, 京仁線연변지역, 倉洞地域의 裸地面積 증가가 현저하며 江南 新街地域내에도 상당한 面積의 裸地空間이 이루어져 있다. 이같은 裸地空間의 증가는 새로운 宅地造成 내지는 空閑地때 문인 것으로 해석된다.

따라서 이러한 空閑地의 效率의인 活用은 宅地 및 綠地 空間의 不足을 해소하는 측면에서 신중히 檢討되어야 할 政策的의 課題라 생각된다.

## 4. 結 論

서울市를 중심으로한 大都市 및 周邊地域의 지난 10여년간의 土地利用變化를 1972년과 1983년의 LANDSAT MSS data를 利用하여 分析한 결과, 主成分分析의 第1, 第2은 主成分은 밝기(brightness)와 푸르기(greenness)로 全變量의 97%가 說明될 수 있으며 이를 바탕으로 clustering 分類를 한 土地利用의 범주는 A~I의 9가지를 얻었다. 11년간의 土地利用變化는 高密度市街地와 住居地가 129.1km<sup>2</sup> 46.6%의 증가를 보였으며 이 같은 市街地의 擴大는 주로 江南地域과 京仁線연변을 따라 이루어졌다. 그리고 漢江연변과 그 支川연변의 과밀한 市街地化는 앞으로 都市災害(특히 水防)의 側面에서 많은 問

15) 아스팔트는 스펙트럼이 어둡게 나타나므로 대부분이 裸地일 것으로 추정된다.

題點을 야기시킬 것이 예상되며 綠地空間의 確保 또한 緊후 해결되어야 할 主要 課題로 指摘될 수 있다.

끝으로 리모트센싱에 있어서 地上調査는 필수 요건이나 實地調査에는 막대한 시간과 예산이 소요되므로 畫像資料分析만을 행한 本研究의 結果는 地表分類와 定量的精度上 어느정도 問題點이 (實地調査와 畫像分析值 사이의 誤差) 있을 것으로 생각된다.<sup>16)</sup> 그러나 모든 분야의 地表情報에 대한 體系인 調査統計가 整備되어 있지 못한 우리 나라의 실정과 그를 수행한다고 하더라도 그에 소요될 막대한 시간과 예산을 감안할 때, 최근 10여년간 축적된 LANDSAT 資料는 서울을 비롯한 大都市地域 및 全國土의 環境變化를 효과적으로 monitoring 하는데 매

우 유용하게 이용될 수 있을 것으로 기대된다. 더욱기 1982년에 발사된 LANDSAT 4號, 1984년에 발사된 LANDSAT 5號에 搭載한 Thematic Mapper<sup>17)</sup> (7밴드, 地表分解能 30m) 또는 프랑스의 SPOT(Système Probatoire d'Observation de la Terre, 地表分解能 20m)<sup>18)</sup> data의 이용이 가능해질 1985年 이후에는 보다 精度높은 分析이 이루어질 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 우리 나라에 있어서 리모트센싱技術의 개발은 地理學 뿐만 아니라 環境 情報科學과 관련된 諸분야가 다 함께 서둘러야 할 重要한 課題라고 생각한다.

本 研究가 이루어질 수 있도록 資料와 分析시스템 일체를 提供해 준 日本리모트센싱技術센터 (RESTEC)에 심심한 感謝를 드린다.

16) 日本의 경우 實地調査와 리모트센싱 分析結果值 사이의 誤差는 3~5%.

17) Amer. Soc. Photogrammetry, op. cit. pp. 351-352.

18) Amer. Soc. Photogrammetry, op. cit. pp. 1914-1915.

# Analysis of the Land Cover Change of Seoul Great City Using two Temporal Landsat Data

Byong-Sul, Lee\*, A. Maruyama,\*\* S. Takeuchi,\*\*

## Summary

This analysis intends to extract the change of the land cover between 1972 and 1983 in the region of about 60km×40km area where Seoul City is located in the central region. Two temporal Landsat data taken on Oct. 31 in 1972 and on Oct. 24 in 1983 are used. An unsupervised clustering technique is applied to make the land cover map in each year at the test site.

The analysis procedure is shown in Fig. 1. First, the old Landsat data in 1972 is geometrically corrected and is superposed to the latest data in 1983. Next, the principal component analysis is performed to the data. It is well known that the result of the principal component analysis applied to the original four bands data of Landsat usually gives the reduced two channel features, one is the brightness feature and the other the greenness feature. After the reduction of data by the principal component analysis, the clustering technique, which is a kind of unsupervised classification techniques, is applied to the data because the satisfactory information about the land cover condition of Seoul City is not available. The spectral characteristics of the clusters obtained from the clustering procedure are compared between the two images, and the new sets of the classes are generated from the previous clusters, which give the final land cover classification maps of Seoul City area in

1972 and 1983.

Table. 1 shows the result of the principal component analysis of the Landsat data at the site both in 1972 and in 1983. The result shows that about 97 percent of the total variance of the original data is reduced to the first and the second principal component both in 1972 and in 1983. The first component is represented by the summation of the every band data, which represents the brightness feature. The second component is represented by the difference between near-infrared and visible band data, which represents the greenness feature.

Table. 2 shows the statistical characteristics of the clusters obtained from the clustering procedure. The characteristics of the clusters are generally affected by the initial value of the number of cluster and other several parameters. In this case the initial number of cluster was set to 12 both in 1972 and 1983. In the case of the data in 1983, the final number of cluster was 10, but it was 9 in 1972. Thus the initial value of the number was increased to 13 in 1972, which resulted in 12 clusters.

Fig. 2 shows the characteristics of every cluster represented by the brightness vs. greenness feature plane. The figures 1 to 12 in Fig. 2 represent the number of the original clusters shown in Table. 2 respectively. The characters A to I in Fig. 2 represent new classes decided based on the similarity among the original

*Geography*, Korean Geographical Society, No. 30, pp. 1~13, 1984.

\* College of Education, Seoul National University.

\*\* Remote Sensing Technical Center in JAPAN

clusters in the feature plane and on the distribution pattern of the clusters in the test site.

The new classes shown in Fig. 2 are expected to represent the following land cover categories;

- A—Water or Shade of mountain
- B—Shade of mountain
- C—High dense built-up area or Shallows of river
- D—Residential area
- E—Bare soil or Pavement
- F—Agricultural field
- G—Grass or Agricultural field
- H—Forest area
- I—Forest area

The class I represent rather higher brightness

feature than H, so class I is considered to represent small tree of grass-like forest or sunny forest area. The above land cover categories are only expectation and so they must be verified by ground survey or other ground truth data.

Table. 3 shows the area values of the new classes A to I in 1972 and 1983 within the test area. Table. 3 shows clearly the increase of class C and D and the decrease of class F and H from 1972 to 1983. This fact means that Seoul City area has been developed and expanded rapidly during last ten years. The multi-temporal Landsat data is expected to be used effectively to monitor the environmental change of metropolitan area like Seoul City.