

## 多變數統計方法을 利用한 山地分類에 關한 研究\*

— 冠岳山을 事例地域으로 —

鄭 淳 午

(韓南大 地域開發學科)

A Study on Forest Land Classification Using Multivariate Statistical\*  
Methods : A Case Study at Mt. Kwanak

Chung, Soon O

(Dept. of Regional Develop., Hannam Univ.)

### =ABSTRACT=

Korea needs proper and rational public policies on conservation and use of forest land and other natural resources because of the accelerating expansion of national land developments in recent years. Unfortunately, there is no systematic planning system to support the needs. Generally, forest land use planning needs suitability analysis based on efficient land classification system.

The goal of this study was to classify a forest land using multivariate statistical methods. A case study was carried out in winter of 1983 on a mountainous area higher than 100m above sea level located at Mt. Kwanak in Anyang-city, Kyunggi-do (province).

The study area was 19.80 km<sup>2</sup> wide and was divided into 1,383 Operational Taxonomic Units (OTU's) by a 120m×120m grid. Fourteen descriptors were identified and quantified for each OTU from existing national land data: elevation, slope, aspect, terrain form, geologic material, surface soil permeability, topsoil type, depth of the solum, soil acidity, forest cover type, stand size class, stand age class, stand density class, and simple forest soil capability class.

For this study, a FORTRAN IV program was written for input and output map data, and the computer statistics packages, SPSS and BMD, were used to perform the multivariate statistical analysis.

Fourteen variables were analyzed to investigate the characteristics of their fre-

\* 본 연구는 韓南大 校費 研究 支援에 의한 것임.

1984年 11月 26日 接受된 論文임.

quency distribution and to estimate the correlation coefficients among them.

Principal component analysis was executed to find the dimensions of forest land characteristics, and factor scores were used for proper samples of OTU throughout the study area.

In order to develop the classes of forest land classification based on 102 surrogates, cluster and discriminant analyses of principal descriptor variable matrix were undertaken.

Results obtained through a series of multivariate statistical analyses were as follows;

1) Principal component analysis was proved to be a useful tool for data selection and identification of principal descriptor variables which represented the characteristics of forest land and facilitated the selection of samples.

2) VARIMAX rotated principal components demonstrated a meaningful patterns of variables. Four factors were most important as dimensions of characteristics; physical attributes of topography, compositional characteristics of soil, physical and chemical characteristics of soil, and forest stand structure.

3) As a result of cluster and discriminant analyses, most principal variable were forest stand age class, soil acidity, topsoil depth, and degree slope in important order.

4) Eight clusters were constructed for classifying Mt. Kwanak area.

5) Forest stand age class found to be useful index explaining the environmental quality of forest land.

It seems that a basic research on forest land classification system could be accomplished in this study, but more research is needed in the future. That is: application of this classification system to suitability analysis and ecosystem classification with specific objectives; and development of a computer package integrating the computer programs used throughout this study.

## I. 緒論

土地分類의 기본目的은 土地에 對한 政策決定을 誘導하고 機能的인 土地管理 計劃에 適用이 可能한 情報體系를 開發하는데 있으며 나아가서 土地管理機關 사이의 意思疎通에 標準的인 手段을 提供하기 위한 것이다(Frayer et al., 1978). 土地分類는 또한 土地의 環境資源管理에 對한 多目的 情報體系의 根本의 前提가 되어 있다<sup>1)</sup>.

森林은 이미 林產資源의 供給源으로서의 次元을 벗어나서 環境資源으로서의 稀少價值가 論議되는 對象이

되었으며<sup>2)</sup>, 開發地域의 擴大와 環境惡化로 生態學의 計劃의 對象으로서도 注目받게 되었다<sup>3)</sup>.

우리나라의 地形的 特殊性과 土地利用에 對한 制限된思考에서 볼 때 山地는 곧 森林이라는 次元에 머물러 앉으나 複雜多樣한 開發의 影響으로 폭넓은 意味에서의 自然資源의 複合體로서 認識되어 오고 있다. 따라서 山地는 다양한 自然資源들의 여러 構成要素들이 動態的으로 相互連結되고 作用하는 生態系로서 國土開發의 次元에서 統合的인 資源管理와 計劃對象으로<sup>4)</sup> 多元的特性에 根據하는 合理的인 分類體系의 開發를 필요로 하고 있다<sup>5)</sup>.

Gilmour(1951)는 分類의 1次的 機能이 歸納的 一般

註 1) Davis, 1980 ; Mead, 1981 ; Steiguer et al., 1981 ; Zube, 1973.

註 2) Boyce, 1979 ; Hendee et al., 1979 ; Lennartz, 1979.

註 3) Bradshaw and Handley, 1982 ; Hübler, 1981 ; Isberg and Diedrick, 1976 ; McBride, 1977 ; Swanson, 1981 ; Takeuchi, 1981 ; Weintraub et al., 1982.

註 4) Bell, 1977 ; Dane et al., 1977 ; Kent, 1980.

註 5) Hanks, 1983 ; Paysen et al., 1980 ; Rowe, 1962 ; Smalley, 1980 ; Spurr and Barnes, 1980.

化를 可能하게 하는 分類의 基準設定에 있으며 여러 가지 特性에 根據하되 分類의 目的에 妥當한 分類體系가 필요하다고 하였다. 土地分類體系는 具體의in 分類目的에 從屬될 수 밖에 없지만 폭넓은 通用範圍에 對한一般的인 體系가前提되지 않으면 안된다<sup>6)</sup>. 一般的인 土地分類體系는 分類方法과 資料處理技法의 兩次元의 問題로서 Fig. 1과 같이 構成될 수 있으며<sup>7)</sup>, 오늘날에는 電算資料片綴의 重疊資料處理形式으로 複數要因, 階層의 水準 및 統合의 形態가一般的이다.

오늘날 數理分類學과 多變數統計學의 發展 및 電算機利用의普遍化, 그리고 圖面情報處理技法의 發達로<sup>8)</sup>土地에 對한合理的이며 効率의in 數理分類學의 接近들이試圖되고 있다<sup>9)</sup>.

本研究는 이러한 研究脈絡을 背景으로 우리나라의 山地가 갖는 土地利用上의 重要性에 注目하여 多元的特性을 根據로 하는 合理性과 많은 資料에 對한 効率性을 바탕으로 하는 山地分類의一般的인 體系를 數理分類學의 立場에서 試驗하고자 冠岳山을 本研究의 對象地로 하

였다. 本研究는 既存의 條件組合의 一致나 排除에 依한 土地適合性 analysis의 方式<sup>10)</sup>을 止揚하고, 同時に 多元的特性을 考慮하되 分類函數로서 重要한 特性을統計的有意性에 따라서 選擇, 加重化하여 窮極의으로 特定目的에 의한 土地利用分析의 基礎가 되는 分類體系를 發見하려는데 그 目的이 있다.

## II. 研究史

本研究의 分野別 脈絡은 크게一般的 土地分類體系, 圖面情報處理技法, 數理分類技法, 森林生態分類 및 山地分類로 나누어 진다.

### 1. 一般的 土地分類體系

Hill(1960)은 地域單位의 土地分類體系를 概觀하면서 土地와 森林과의 관계성에 특히 注目하였으며, Rowe(1961)는 生態系構成의 秩序에 立脚하여 分類統合의 水準概念을 說明하였고, 그는 다시 土地類型을 土壤, 環境 및 森林의 概念型으로 說明하였다. Cressman과 Hoff-

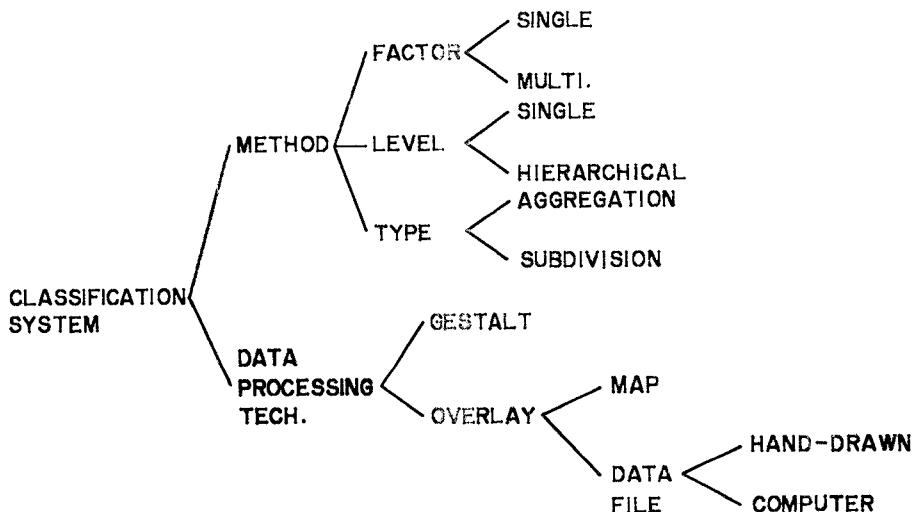


Fig. 1. Classification model of general land classification system.

註 6) Cressman and Hoffman, 1968 ; Lang and Armour, 1980 ; Sokal, 1974.

註 7) Bailey et al.(1978) 및 Steinitz et al.(1976)의 서술을 토대로 구성하였으며, Hopkins(1977) 및 Zube(1973) 등도 참고하였다.

註 8) 1970년대의 주요한 체계적인 도면정보처리프로젝트의 일람표는 Mead(1981) 참조. 그 외 주요참고 서술들은; Kitagawa(1980) ; Porter et al., 1970 ; Rhind, 1980.

註 9) Dege, 1978 ; Omi et al., 1979 ; Radloff and Betters, 1977 ; Ratliff, 1982 ; Turner, 1977.

註10) 이러한 방식은 인위적인 조건의 반영은 가능하겠지만, 그 상대적인 입장인 보호의 기준으로써 “自然度”的 반영이 어렵다. 왜냐하면 그것은 구체적인 계획목적에 따른 조건의 반영이기 때문에 임의성이 크고 변화할 수 있기 때문이다. 현재까지의 개발기술에 종속되기 쉽기 때문이다. 본연구는 따라서 계획대상지에 대한 계획변수를 고려하기에 앞서서 산지가 원초적으로 부여받은 변수들을 우선 고려하여 산지의 기본적인 특성구조를 미리 분류하여 두고, 그 다음에 계획변수에 따른 토지이용대안을 고려하여 보자는 데에서 출발하고 있다. 이 방식의 대표적인 것은 Gordon(1978) 참조.

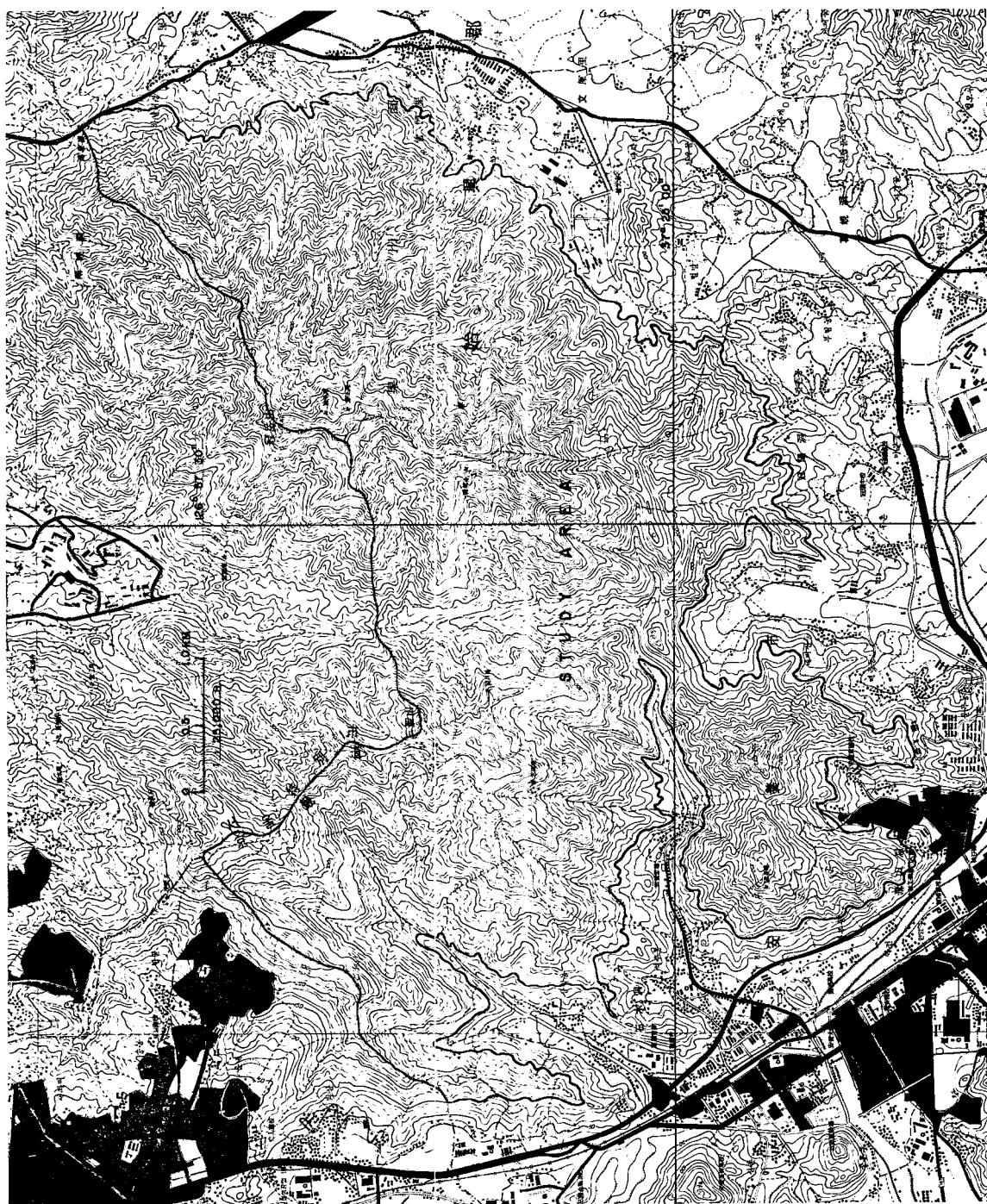


Fig. 2. Map of Anyang showing the study area.

man(1968)은 森林休養地分類에 있어서 土地分類의 一般的體系와 機能을 言及하였다. Sokal(1974)은 分類의 一般論을 發表하였으며, Frayer, Davis 및 Risser(1978)가 土地分類의 目的과 利用에 對한 一般的인 敘述을 하였고, Balley, Pfister 및 Henderson(1978)이 土地 및 自然資源의 一般的인 分類體系에 對한 敘述을 發表하였다.

## 2. 圖面情報處理技法

Hill, Lewis 및 McHarg(1967)는 自然資源分析技法에 對한 理論的接近을 通하여 土地分類의 一般的인 概念과 體系에 對한 方法論에서 圖面情報處理體系의 可能性을 보였으며 McHarg(1969)는 이러한接近을 發展시켜 圖面重疊法의 活用을 보여 주었다. Nichols와 Bartelli(1974)는 土壤圖의 電算處理體系를 시도하였으며, Steinitz, Darker 및 Jordan(1976)은 圖面情報處理의 發達過程을 概觀하였고 Hopkins(1977)는 土地適合性圖面의 作成方法體系를 概觀하였다. Gordon(1978)은 圖面情報의 電算處理技法인 OCAP을 土地能力區分에 適用하였고, 이와 類似한 機能의 圖面情報處理 電算프로그램인 IMGRID(Sinton, 1976), CONGRID(Dress, 1978), RIDS(USDA Forest Service, 1979)등이 開發되었다<sup>11)</sup>.

Anderson, Kennedy 및 Lewis(1978)가 土壤資料를 利用한 景觀計劃單位開發을 研究하였고, Jansen과 Fenton(1978)이 土壤情報의 電數處理技法研究를, Nielsen(1979)이 土地適合性分析研究를, 그리고 Amidon과 Dye(1978, 1981)가 圖面印刷技法에 對한 研究를 하였다.

Ferguson(1981)은 山地의 環境指數構成에 圖面重疊法을 利用하는 研究를 하였고, Wehde, Dalsted 및 Worcester(1980)가 圖面情報處理技法의 하나인 AREAS 프로그램에 對한 研究를, Steiguer와 Giles(1981)가 土地情報의 電算處理體系에 對하여 研究하였다.

## 3. 數理分類技法

數理分類學에 對한 體系的敘述은 Sneath 와 Sokal(1968, 1973)이 先驅的인 것으로 알려져 있으며, Clifford와 Stephenson(1975)의 著述도 널리 알려져 있다. 本研究에서 參考한 多變數統計學의 敘述은 Morrison(1976), Hair(1979), Davis(1973), Klecka(1978), Kim(1978), Levine(1978), Reynolds(1978)등이었으며, 電算프로그램 관계 분야의 것은 Davis(1973), Kossack과 Henschke(1975), Dixon(1974), Nie(1975) 등이었다.

## 4. 森林生態分類

數理分類에 依한 森林生態分類는 Bray 와 Curtis(1957)가 先驅的이며 Loucks(1962), Whittacker 와 Niering(1965), West(1966) 등을 들 수 있다. 또한 數理分類技法의 有用性을 Smith(1969)가 植生과 土壤과의 関係研究에, Jones(1971)가 森林群集研究에, Grigal과 Ohmann(1975)이 植生群集研究에 適用, 確認하였다. 그리고 Kessell(1976)의 原始林과 山火發生模型研究, Williams와 Yamada(1976)의 土地管理模型研究, Ratliff(1982)의 草地分類研究 및 Romme(1982)의 山火와 景觀多樣度 関係研究, 等이 廣範圍한 多變數統計分析技法을 活用한 最近의 代表的事例이다.

5. 山地分類

多變數統計分技法을 利用한 山地의 數理分類 関係研究는 比較的近年에 많이 시도되고 있으나 實驗的인 性格이 짙다. 이러한 사례들로서는 Turner(1974)의 自然資源調查研究를 비롯하여 Radloff와 Betters(1978)의 野生地分類研究, Betters와 Rubingh(1978)의 土地適合性分類研究, Omi, Wensel 및 Murphy(1978)의 長期山火被害潛在力 分類研究, 等을 들 수 있으며 Dege(1978)의 韓國의 作物結合地域에 對한 地理的인 研究도 이러한 研究와 그 脈絡을 같이한다고 볼 수 있다.

## III. 材料 및 方法

1. 研究對象地域: 冠岳山 및 三聖山一帶의 標高 100m 以上 地域 約 19.81㎢를 對象으로 하였다. 本地域은 行政區域上으로는 京畿道의 安養市와 始興都의 一部에 該當하며 比緯  $37^{\circ} 24' 30'' \sim 37^{\circ} 26' 30''$ , 東經  $126^{\circ} 56' 20'' \sim 126^{\circ} 57' 50''$  사이에 位置한다.

2. 山地分類單位:  $1/25,000$  地形圖上에서 東經  $126^{\circ} 57' 30''$ , 北緯  $37^{\circ} 25' 00''$ 를 原點으로 하는 正四方向의 直角座標軸을 利用하여 作圖된  $120m \times 120m$ 의 正方形格子 1,383個를 分類基本單位(OTU:Operational Taxonomic Unit)로 하였다.

3. 圖面入出力樣式: 圖面情報의 電算處理하는 데에는 人為的인 空間單位로서의 地理的個體를 고려해야 하는데 보통 0次元에서 3次元까지의 點, 線, 面, 그리고 立體의 4類型을 利用하는데 土地資料의 調查와 賽藏에는 面이 가장普遍으로 쓰이며 그 形態는 多角型과 格子型이 있다(Radloff and Betters, 1977). 入力方式은 優占資料와 圖心資料方式이 있으며(Steinitz et al., 1976), 格子內에서 優占하는 方式을 擇하였고, (標高는 圖心方式) 出力은 數值出力으로 하되 X 및 Y軸의 不等尺度를 고려하여 全體圖面形態가 적게 歪曲되도록 X와 Y軸을 바꾸어 印刷하였다. 格子의 入力크기는 原圖의 測量 및 作圖誤差, 入力情報損失量 및 情報處理의 効率性 등을 고려하여  $120m \times 120m$ 로 決定하였다. 一般的

註 11) Davis(1980) 참조.

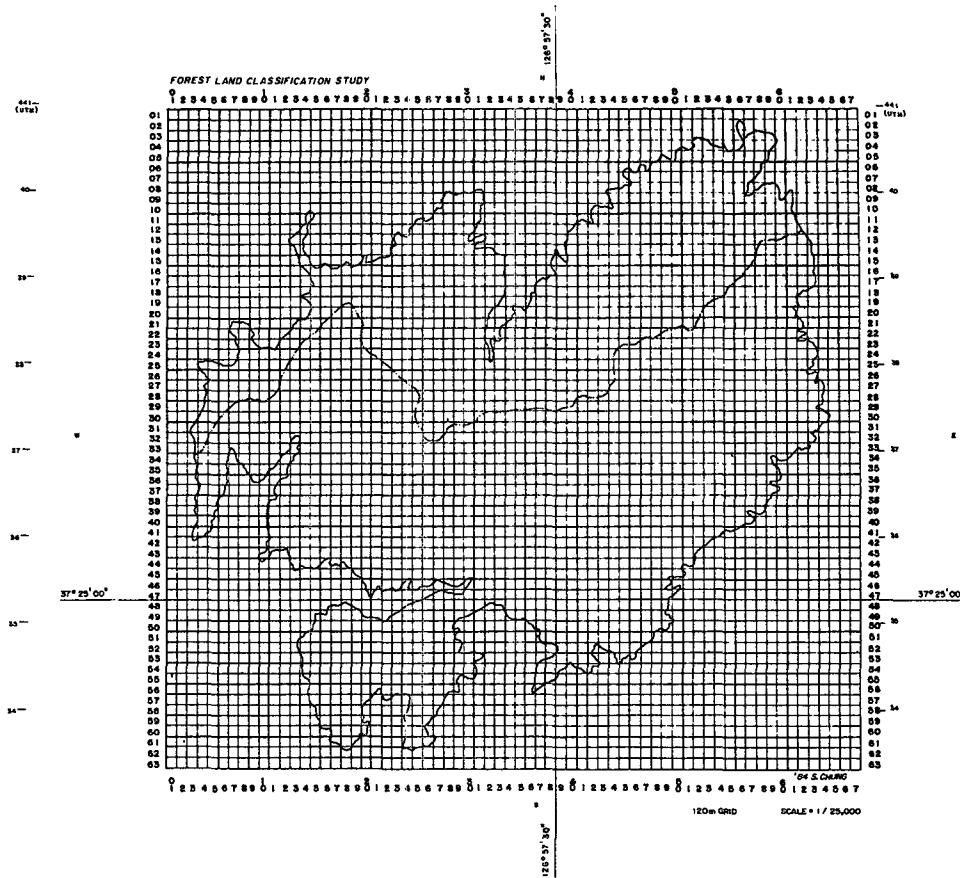


Fig. 3. Data input format.

Table 1. Sources of data maps

Map	Scale	Sheet name	Publisher	Publ. date
Topographic map	1/25,000	Anyang	Nat'l Geographic Institute	1983. 10.
Soil map	"	"	Office of Rural development	1977. 11.
Forest survey map	"	"	Office of Forestry, Forest Resource Survey & Research Center	1975. 8.
Simple forest soil map	"	"	"	1976. 12.
Forest land slope analysis map	"	"	"	1978. 12.

으로 電算入力格子 크기의 基準은 面積尺 및 情報處理目的에 따라서 60<sup>m</sup>에서 400<sup>m</sup>에 이르기까지 多樣하다<sup>12)</sup>. 入力樣式은 Fig. 3과 같다.

4. 山地特性記述變數：土地分類의 基準인 特性記述變數의 選定은 關係文獻의 檢討와 既存의 普遍的으로 利用可能한 資料源의 情報體系를 고려하였다<sup>13)</sup>.

標高는 圖心資料方式으로 入力하였으며 方位는 England(1971)의 計量的 傾斜面方位決定方式을 따랐고, 나머지 變數들을 資料源의 評價를 再範疇化하여 入力하였다. 利用된 變數는 14個로서 標高, 傾斜, 方位, 地形, 土壤母材, 排水能力, 表土型, 有効土探, 表土의 土壤反應, 林相型, 樹幹徑級, 林木齡級, 林木密度 및 土壌能力級數 등이다. 資料源은 地形圖, 精密土壤圖, 林相圖, 簡易山林土壤圖 및 傾斜區分圖이며 모두 1/25,000 縮尺으로 1977年을 前後한 測量 및 調査結果였다. 資料源은 Table 1과 같으며 變數의 記述體系는 Table 2와 같다. 面積의 出力프로그램은 直接作成하였고 利用된 電算機種은 韓南大 電算室의 FACOM 230-28이었다.

5. 研究方法：本研究는 數理分類의 概念上으로 資料의 整列分類 및 識別의 3段階 過程으로 構成되어 있다.

이러한 過程의 主要手段은 多變數統計分析技法인 要因分析, 類集分析, 判別分析 등이다. 要因分析의 目的是 變數들의 根幹을 이루는 要因들을 發見하여 問題의 次元을 減少시키고, 要因評點을 利用하여 合理的인 確率標本抽出을 하므로써 資料의 縮少를 하려는 데 있다. 類集分析은 抽出된 主要變數와 代表分類單位를 利用하여 全體山地의 分類單位들間의 類緣關係의 樣相을 把握, 合理的인 分類等級의 變見에 그 目的이 있다. 判別分析은 類集分析의 結果로서 發見된 分類等級에 對하여 主要變數에 依한 判別函數를 求하고, 각 變數의 判別奇與度를 評價하여, 構成된 判別函數를 利用하여 全體分類單位들을 앞서 決定된 分類等級으로 分類하는데 그 目的이 있다. 여기에 사용된 전산프로그램은 要因分析과 判別分析은 SPSS를, 類集分析은 BMDP를 利用하였으며, 서울大學教 電子計算所의 IBM-370 電算機로 處理하였다.

다. 本研究의 過程은 Fig. 4와 같이 要約될 수 있다.

가. 主成分分析：14變數 × 1,383分類單位 行列에 對하여 變數間相關行列를 求하고 特性根 1.0以上의 主成分解를 구하였다. VARIMAX 方式으로 直角回轉을 하여 要因의 次元을 發見하고자 하였다.

나. 代表分類單位의 標本抽出：各分類單位에 對한 要因評點은 各要因을 座標軸으로 하는 空間上의 座標값으로 解釋할 수 있다(Omi et al., 1979). 資料를 1/10縮少시키기 위하여 138等間隔區間을 設定하고 各區間의 中央값을 갖는 分類單位를 代表로 標本抽出하였다. 여기에서는 제1요인평점을 오름차순으로 整列하고 體系的 標出을 하되 要因評點이 無限數이고, 等間隔으로 나열하지 않는 점을 고려하여 제1요인평점의 범위를 138等分한 值을 等間隔區間의 幅으로 하고 各區分의 중앙값을 體系的 標出의 對象으로 하였다.

다. 類集分析：抽出된 代表分類單位 × 主要變數에 對하여 Euclidean 距離를 平均距離方式으로 求하고 類集融合法에 依해서 階層的, 非重複의 및 連續的으로 類集化하였다. 資料는 非加重的 處理方式을 採擇하였으며, 局地의 基準, 非適應 및 直接解의 性質을 갖는다.

類集分析에서 類集의 最適數는 一般的으로 分類單位들間의 分化의 程度를 나타내는 類集間誤差自乘合과, 融合에 依해서 壓失되는 類集의 特性程度를 나타내는 類集內誤差自乘合의 合을 指標로 決定한다. 即, 最初融合以前의 類集內誤差自乘合은 零이 되며 類集間誤差自乘合은 類集間의 可能한 모든 距離의 自乘合이 되고 이 상태에서 各類集의 特性은 완전히 保存된다.

類集의 融合이 進行되면 類集間誤差自乘合은 점차 그 값이 縮少되기 시작하여 하나의 類集으로 類集화가 終結되면 零이 되므로서 最初 類集들의 모든 特性은 완전히 壓失되고 하나의 一般的 特性만이 남게 된다. この 過程은 Fig. 5와 같이 나타나며 急速한 變曲點 부근에서 類集의 最適數를 選定하게 되나, 結果的으로 主觀的 判断의 問題임을 排除할 수 없으며 위의 指標는 하나는 尺度에 不過하다<sup>14)</sup>.

註 12) 일 반적으로 航測 및 作圖에 의한 1/25,000 지형도의 誤差는 30~40m로 알려져 있고, 토지적 합성분석프로그램인 OCAP은 入力格子의 크기가 61<sup>m</sup> × 76<sup>m</sup>(1/24,000 지형도) 정도로 오차의 2倍程度이다. 入力格子의 크기는 를수록 정보의 分化程度 즉, 精密度는 떨어지지만 정보의 보편성 즉, 신뢰도는 커진다. 본 연구에서 사용된 격자는 최대오차의 3배크기로서 신뢰도와 정보처리의 효율성을 감안한任意的인 것으로서 격자의 크기가 분류결과에 미치는 차이점은 분석하지 못하였다.

Frayer et al., 1978; Goodall and Kirby, 1979; Porter et al., 1970 참조.

註 13) Bartelli, 1966; Cressman and Hoffman, 1968; Davis, 1980; Ferguson, 1981; Gordon, 1978 and 1980; Hodgkins et al., 1979; Mead, 1981; Nielsen, 1979; Omi et al., 1979; Radloff and Betters, 1977; Rowe, 1962; Satoo, 1979; Spurr and Barnes, 1980; Tajchman, 1981; Takeuchi, 1981.

註 14) Dege, 1978.

Table 2. Coding systems of forest land descriptor variables

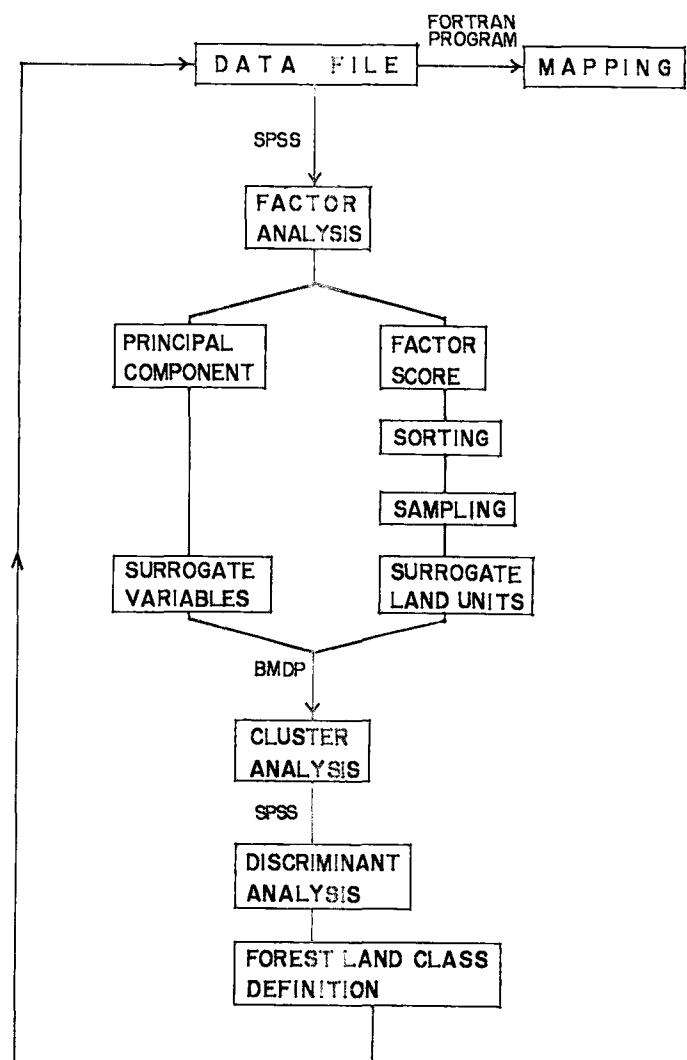


Fig. 4. Flow chart of forest land classification system.

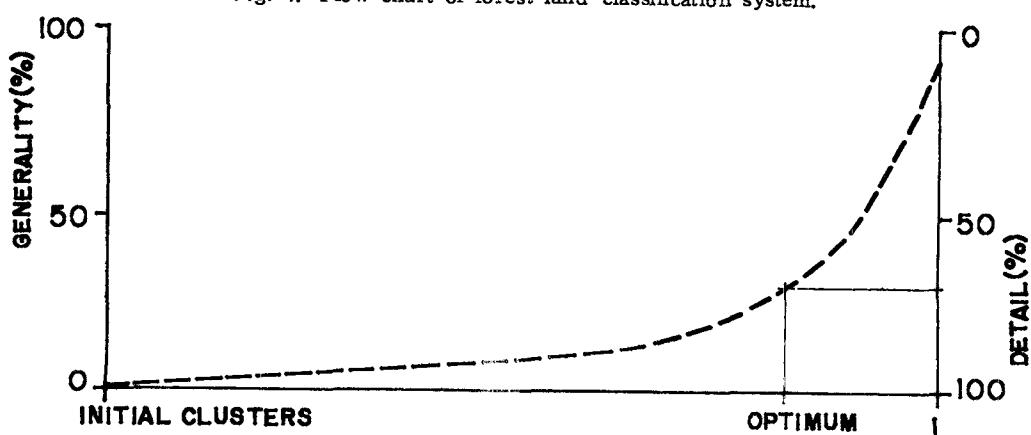


Fig. 5. Curve defining an optimal number of clusters (Dege, 1978).

라. 判別分析：最善의 判別變數를 選擇하는 段階의 方式으로 여러 判別變數에 걸친 集團間의 差를 재는 多變量尺度인 最少 Wilk's Lambda 方式을 擇하였다(Klecka, 1978).

#### IV. 結果 및 考察

##### 1. 山地記述變數의 分布特性

研究對象地域山地에 對한 特性記述變數의 分布가 Fig. 6에 나타나 있다. 對象地域은 全般的으로 自然景觀이 秀麗한 山岳地의 特性을 보이고 있다. 標高는 最低 100m, 最高 629m로서 高低差는 529m에 이르며, 傾斜은 82.5%가 31°以上의 急傾斜地이다. 地形은 89.6%가 山岳地이고 土壤母材는 81%가 花崗岩質 殘積層으로 되어 있다. 表土의 排水狀態는 81.2%가 非常良好하여 表土型은 바위 많은 砂土가 51%를 차지한다. 有効土深은 81.2%가 20cm 미만으로 非常淺고 表土의 85.2%가 強한 酸性의 土壤反應을 보인다. 林相은 55%가 岩石地이고 針闊混生林이 29.5%를 차지한다. 林木徑級은 稚樹가 85.7%를 차지하여, 林木齡級은 55%가 1齡級, 30.6%가 2齡級으로 大部分이 非成熟林分으로 되어 있다. 林木密度는 岩石地를 除外한 全林分이 疏林이다. 簡易山林土壤能力級數는 63.7%의 岩石地를 除外하고 4級地가 22.6%로서 大多數를 占有하고 있다. 以上의 基本統計量을 概括하여 볼 때 自然形成過程上 初期의 地形發達段階에 該當하며, 物質生產為主의 林分成熟에는 不適當한 脅害地이나 開發과 保護의 利用目的이 날카롭게 대립할 수 있는 秀麗한 自然景觀地로서 그 分類의 意義를 갖고 있다.

各 變數의 分布特性은 Table 3에서 나타나고 있는 바와 같이 Kurtosis 와 Skewness가 대단히 극단적인 傾向을 보이고 있다. 多變數分析에서는 標本抽出의 變異로 因한 資料의 非正規分布樣相에 對하여 資料의 變換을 要求하고 있으나(Rummel, 1970), 標出과 測定誤差가 前提되지 않는 資料에 對하여는 이러한 條件의 適用이 排除되고 있다(Kim and Mueller, 1978). 또한 原資料가 標出된 資料로서 母集團의 推定을 目的으로 하는 有意性檢定의 경우에만(特히 相關分析과 要因分析에 있어서) 正規分布로의 適切한 變換이 필요하다는 論議가 있다<sup>15)</sup>. 그러나 變數들의 多元正規distribution에 對하여는 아직까지 어떠한 경우에 있어서도 理解되지 못한 側面이 많으며 論難의 餘地가 있는 것으로 알려져 있다(Kim and Mueller, 1978). 따라서 本研究資料들은 正規分布로의 變換이 必要하지 않은 것으로 判明되었으며, 對象山地가 一般的인 山地分類體系研究에 一個標本資料의

Table 3. Descriptive statistics of 14 forest land descriptor variables

Variable	HEIGHT	SLOPE	AESPECT	TERRAIN	GEO	MAT	DRAIN	TOPS	SOLUM	PH	FOREST	STEM	AGE	DENSITY	CAPABILITY
Mean	241.45	0.36	5.24	0.37	1.33	4.56	2.77	1.18	4.64	0.75	0.14	0.59	0.61	0.77	
Std error	2.92	0.02	0.05	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03	
Std dev	108.63	-0.88	2.06	1.20	1.00	1.14	1.08	0.64	1.14	1.06	0.35	0.72	0.80	1.09	
Variance	11800.49	0.78	4.27	1.44	1.00	1.31	1.18	0.42	1.30	1.12	0.12	0.52	0.64	1.20	
Kurtosis	0.26	5.34	-0.96	9.41	2.68	9.27	2.33	3.15	9.84	0.79	0.16	-0.71	1.22	-0.47	
Skewness	0.92	2.49	-0.34	3.27	1.97	-3.12	0.20	1.75	-3.25	1.37	0.04	0.79	1.31	0.98	
Range	500.00	6.00	7.00	5.00	5.00	5.00	6.00	3.00	5.00	5.00	2.00	2.00	3.00	4.00	
Minimum	100.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Maximum	600.00	6.00	8.00	5.00	5.00	5.00	6.00	3.00	5.00	5.00	2.00	2.00	3.00	4.00	

註 15) Davis, 1973 : Hair et al., 1979 : Kim and Mueller, 1978 : Morrison, 1976 : Rummel, 1970.

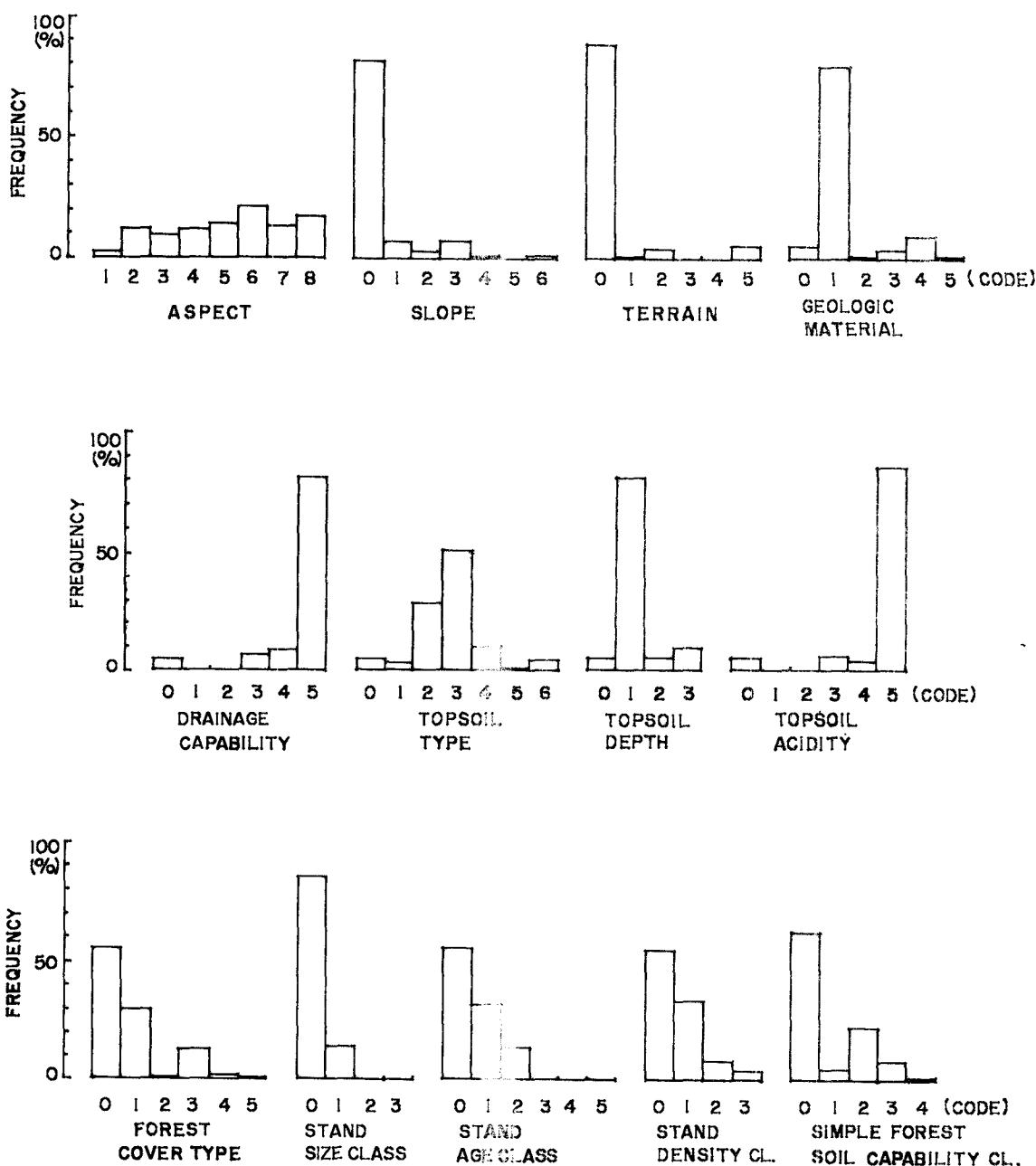


Fig. 6. Frequency distributions of 13 descriptor variables.

性格을 띠고 있으므로 分析結果의 適用範圍는 資料와 類似한 特性을 가진 山地에 局限될 것으로 観察된다.

## 2. 變數間의 相關特性

記述變數間의 全體적인 相互關係를 파악하기 위한 相

關行列<sup>6)</sup> Table 4에 나타나 있다. 標高와 傾斜가 強한 負의 相關을 보여 高地인 수록 急傾斜面이 많이 發達함을 暗示하고 있고, 相對的이지만 경사는 간이 산림토양 능력급수에 가장 높은 상관을 보여 능력급수가 경사도에

Table 4. Correlation matrix for 14 forest land descriptor variables

	HEIGHT	SLOPE	AESPECT	TERRAIN	GEO	DRAIN	TOPSOIL	SOLUM	PH	FOREST	STEM	TAGE	DENSITY	CAP ABLY
HEIGHT	1.00000	-0.37087	0.25774	0.13140	-0.02272	0.02247	-0.18790	-0.00230	-0.01184	0.111949	0.34193	0.20566	0.26678	-0.10133
SLOPE	-0.37087	1.00000	0.20595	-0.01875	0.08957	0.04941	0.12581	0.04306	0.06311	0.19426	-0.11132	0.05711	0.03679	0.28439
AESPECT	-0.25774	0.20595	1.00000	-0.09635	-0.01450	0.08262	0.11445	0.00275	0.10138	-0.08121	-0.23793	-0.22398	-0.22762	0.03784
TERRAIN	0.13140	-0.01875	-0.09635	1.00000	0.282702	-0.35714	0.36670	0.75284	-0.36520	0.09629	0.02231	0.10104	0.08475	0.03001
GEO	-0.032272	0.08957	-0.01450	0.82702	1.00000	-0.14520	0.69928	0.91837	-0.08969	0.12462	0.00383	0.14742	0.12626	0.16493
MAT	0.02247	0.04941	0.08262	0.35714	-0.14520	1.00000	0.26540	-0.03033	0.98542	-0.10482	0.06880	-0.01356	-0.00407	-0.08397
DRAIN	-0.18790	0.12681	0.11445	0.36670	0.69928	0.26540	1.00000	0.78499	0.36550	-0.01845	-0.08592	0.03118	0.00934	0.08672
TOPSOIL	-0.00230	0.04306	0.00275	0.75284	0.91817	-0.03033	0.78499	1.00000	0.05847	0.10022	-0.00252	0.14819	0.12813	0.16051
SOLUM	-0.01184	0.06311	0.10138	-0.36520	-0.01845	0.98542	0.36550	0.05847	1.00000	-0.09003	0.05656	0.00411	0.01119	-0.04125
PH	-0.11949	0.19426	-0.08121	0.09629	0.12462	-0.10482	-0.01845	0.10022	-0.09003	1.00000	0.38656	0.72770	0.63571	0.47131
FOREST	0.34193	-0.11132	-0.23793	0.02231	0.00383	0.06880	-0.08592	-0.00252	0.05656	0.38656	1.00000	0.77389	0.76570	0.13932
STEM	0.20666	0.05711	-0.22698	0.10104	0.14742	-0.01356	0.03118	0.14819	0.00411	0.72770	0.77389	1.00000	0.93715	0.40924
TAGE	0.28678	0.03679	-0.22762	0.08475	0.12626	-0.00407	0.00934	0.12813	0.01119	0.63871	0.76570	0.93715	1.00000	0.39135
DENSITY	-0.10133	0.28439	0.03784	0.03001	0.16493	-0.08397	0.08672	0.16051	-0.04125	0.47131	0.13932	0.40924	0.39135	1.00000

따라서 그 上限이 決定된 事實을 어느 程度 나타내고 있다. 地面의 方位는 弱하지만 標高와 傾斜에 比較的 높은 相關을 보임으로서 이들 변수와 無關하지 않음을 보이며 같은 程度로 林木變數들과 負의 相關을 보여 林分의 構成과 成長에 어느 程度 관계를 보인다.

土壤變數들 내에서는 地形과 土壤母材 및 有効土深 相互間에, 그리고 土壤酸度와 排水能力 相互間에 높은 相關을 보여 土壤變數間에 서로 性質이 다른 두個의 次元이 있음을 보이고 있다. 林相變數들 相互間에는 林木齡級과 林木密度間에 아주 높은 相關을 보여 그들間에 比例의 인 關係가 成立함을 알 수 있고 其他 林相變數間에도 높은 相關關係를 보여 그들간의 관계가 긴밀함을 알 수 있다. 簡易土壤能力級數는 土壤變數들과는 거의 相關을 보이지 않으나 林相變數들中 特히 林相型과 林木齡級에 中程度의 相關을 보여 造林適地判別能力을 어느 程度 보이고 있다.

### 3. 變數들의 主成分解와 記述次元

主成分分析의 結果는 Table 5, Table 6, Table 7, Table 8에서 보는 바와 같다.

一般的으로 抽出된 要因들의 數를 決定하는 基準은 特性根基準, Priori 基準, 分散比率基準 및 scree test 基準의 4種類이다. 事例에 따라 약간의 差異가 있으나一般的으로 特性根值 1.0以上 또는 分散累積比率 60%以上을 그 採擇基準으로 하고 있다(Hair et al., 1979).

여기에서는 特性根值 1.0以上의 有意要因은 Table 5에서 보이는 바와 같이 4個로 나타났으며 그들이 說明할 수 있는 分散總量은 14要因中 77.6%에 達하고 제 5要인

Table 5. Eigenvalues and percents of variance explained from initial factor solution

Factor	EIGENV ALUE	PCT of VAR	CUM PCT
1	3.71155	26.5	26.5
2	3.03294	21.7	48.2
3	2.31603	16.5	64.7
4	1.81009	12.9	77.6
5	0.79029	5.6	83.3
6	0.66627	4.8	88.1
7	0.63710	4.6	92.6
8	0.41056	2.9	95.5
9	0.27996	2.0	97.5
10	0.15349	1.1	98.6
11	0.07625	0.5	99.2
12	0.06722	0.5	99.7
13	0.04745	0.3	100.0
14	0.00079	0.0	100.0

Table 6. Estimated communalities on variables for initial factor solution

Variable	Est. communality
HEIGHT	0.41118
SLOPE	0.25454
ASPECT	0.14215
TERRAIN	0.97439
GEOMAT	0.91229
DRAIN	0.99813
TOPSOIL	0.81064
SOLUM	0.98364
PH	0.99847
FOREST	0.68773
STEM	0.72086
TAGE	0.92899
DENSITY	0.88828
CAPABLTY	0.35975

Table 7. Factor structure matrix for initial factor solution

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
HEIGHT	0.13593	-0.21614	-0.06584	<u>-0.60884</u>
SLOPE	0.08245	0.05777	0.11552	<u>0.51939</u>
ASPECT	-0.16713	0.17957	0.11558	0.29760
TERRAIN	0.62143	0.57826	-0.30927	-0.23076
GEOMAT	0.69255	<u>0.66020</u>	0.01747	-0.03803
DRAIN	-0.16814	-0.08451	<u>0.95398</u>	-0.13085
TOPSOIL	0.41560	0.60418	0.46307	0.07137
SOLUM	0.68698	<u>0.67768</u>	0.16011	-0.07888
PH	-0.11907	-0.03614	<u>0.98627</u>	-0.08130
FOREST	0.58729	-0.39494	-0.01729	0.40441
STEM	0.52927	-0.57715	0.08832	-0.28473
TAGE	<u>0.78190</u>	-0.58991	0.08361	0.03318
DENSITY	<u>0.74204</u>	-0.58810	0.08254	-0.03421
CAPABLTY	0.39576	-0.15673	0.02783	0.41667
Percent of trace	25.35	20.66	16.23	8.85

Trace = 14, Total percent of trace = 71.09.

以下와는 뛰어난 階差를 보이므로써 위의 4基準을 모두 滿足시키고 있다.

Table 6에서 보는 바와 같이 原變數들의 他變數와의 共通性指數는 대체로 土壤 및 林木變數들이 높은 反面, 標高, 傾斜, 方位 및 簡易土壤能力級數變數 등은 낮게 나타났다. 이러한 事實은 後者의 變數들이 分析에 包含된 모든 다른 變數와 공통으로 나누어 가진 分散의 量

Table 8. Factor structure matrix for VARIMAX rotated factor solution

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
HEIGHT	0.09599	-0.00262	0.01878	<u>-0.65623</u>
SLOPE	0.14955	0.04314	0.02736	<u>0.51792</u>
ASPECT	-0.16142	-0.00066	0.07966	<u>0.36014</u>
TERRAIN	0.02575	<u>0.83049</u>	-0.37624	-0.19371
GEOMAT	0.09626	<u>0.94685</u>	-0.09565	0.04802
DRAIN	-0.02548	-0.05786	<u>0.97907</u>	0.00583
TOPSOIL	-0.01523	<u>0.75726</u>	0.36111	0.23066
SOLUM	0.08351	<u>0.97594</u>	0.04972	0.03351
PH	-0.00560	0.00705	<u>0.99531</u>	0.06392
FOREST	<u>0.77224</u>	0.03558	-0.11683	0.23122
STEM	<u>0.69847</u>	-0.04018	0.10151	-0.44980
TAGE	<u>0.96465</u>	0.07407	0.02420	-0.17559
DENSITY	<u>0.91882</u>	0.05787	0.03706	-0.23564
CAPABILITY	<u>0.48716</u>	0.09121	0.06687	0.32475

Table 9. Descriptive statistics of factor 1

Mean	-0.000	STDerror	0.026	STD DEV	: 0.983
VAR	0.966	Kurtosis	-1.098	Skewness	0.600
Range	3.503	Minimum	-1.265	Maximum	2.238
Sum	-0.001				

이 적다는 것으로 그들이 山地의 特性을 記述할 수 있는 能力이 크지 못하다는 것으로 解釋될 수 있다. 이러한 記述能力이란 分類의 側面에서 分類單位間의 差異를 記述할 수 있는 能力を 意味하는데, 方位는 고른 分布樣相을 보이므로서, 그리고 簡易山林土壤能力級數는 單純指標가 아닌 綜合指數라는 理由에서 비롯되는 것으로 分析된다.

Table 7은 各要因들이 變數들을 說明할 수 있는 비율을 보이고 있다. 要因1이 林木齡級과 林木密度를 탁월하게 說明하고 있음을 볼 수 있고, 要因2가 土壤母材와 有効土深을, 要因3이 排水能力과 土壤酸度를 要因4가 標高와 傾斜을 각각 比較한 뛰어난 能력을 說明할 수 있는 能력을 갖고 있음을 볼 수 있다. 또한 變數들과 관련된 分散을 分析할 수 있는 各要因의 追跡率은 각각 25.35, 20.66, 16.23, 8.85로서 제1, 2요인이 비교적 높다는 것을 알수 있고 追跡總比率은 71.09%로서 各變數들이 相互連結된 程度가 비교적 높아서 하나의 集團으로 形成될 가능성이 높으며 各要因이 이러한 集團을 說明할 수 있는 가능성이 비교적 높다는 것으로 해석된다.

Table 7의 要因荷負值은 VARIMAX 方式의 直角回轉에 依해서 Table 8과 같이 더욱 두드러진 樣相을 보여 준다. 即, 제1요인에는 林木變數群과 간이 산림토

SCATTER DIAGRAMS USING ROTATED FACTOR LOADINGS BET'N VARIABLES &amp; FACTORS

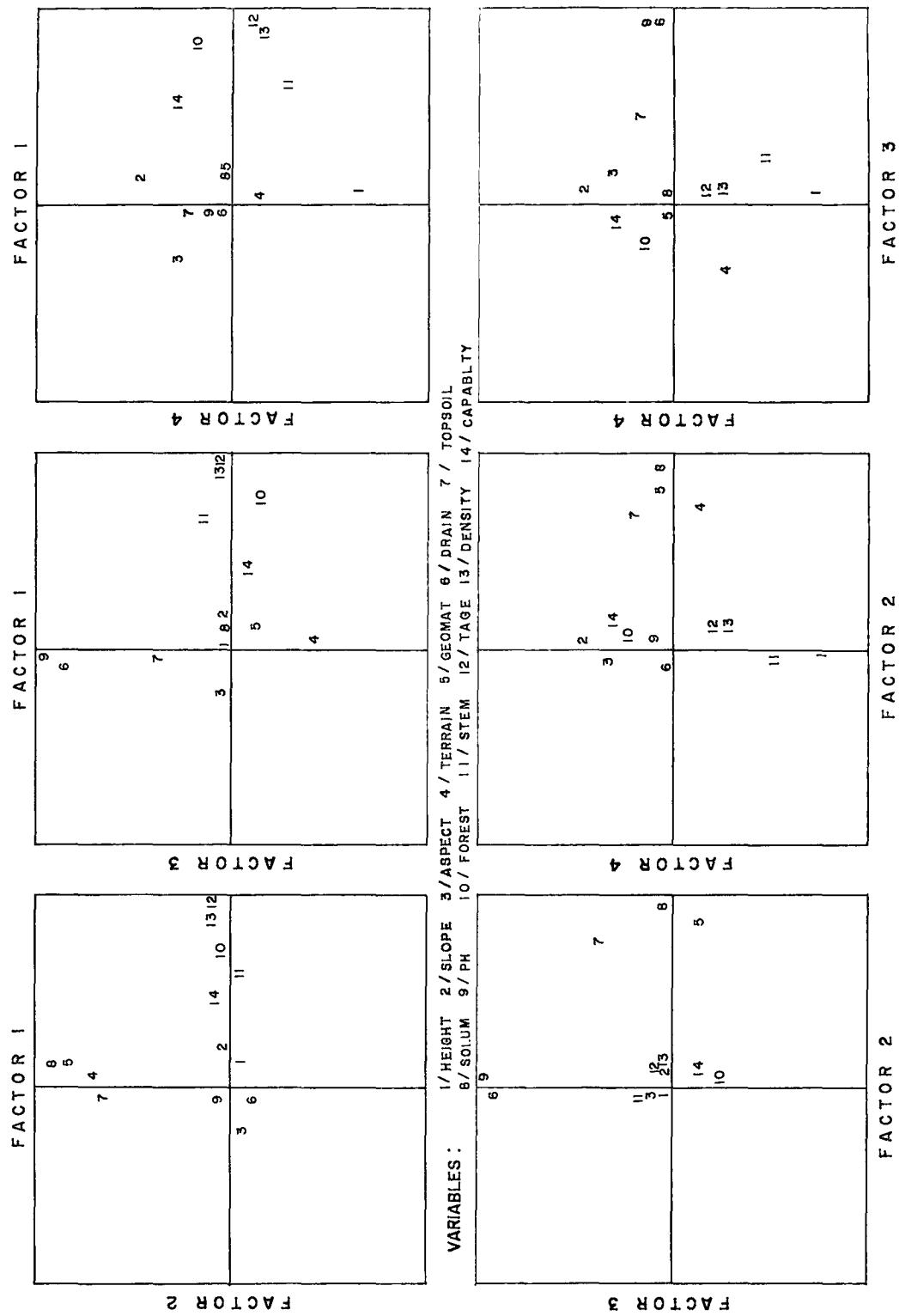


Fig. 7. Scatter diagrams using rotated factor loadings between variables and factors.

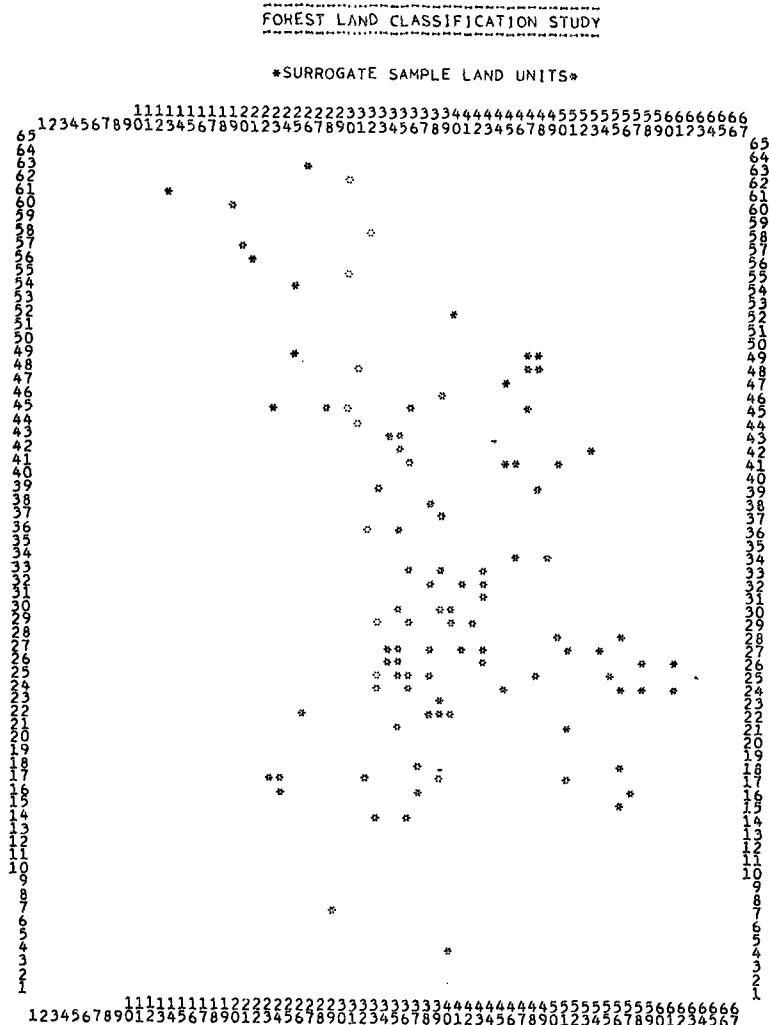


Fig. 8. Computer map showing the location of surrogate forest land units sampled with the 1st factor scores.

양 능력 급수가 비교적 높은 負荷值를 나타내고 있으며, 제 2 요인에는 有効土深, 土壤母材, 地形 및 表土型變數가, 제 3 요인에는 表土의 土壤酸度와 排水能力變數가, 그리고 제4요인에는 標高, 傾斜, 方位變數가 긴밀히 연결되어 있음을 보여 주고 있다.

이러한 事實들로 부터 各 要因이 代辯하고 있는 變數들의 主成分을 各變數群의 特性에 따라 植生의 次元, 土壤의 組成의 次元, 土壤의 物理化學의 次元, 그리고 地形의 物理的 次元으로 命名할 수 있겠으며, 各次元의 가장 중요 한 變數로 林木齡級, 有効土深, 土壤酸度, 및 傾斜變數를 選定할 수 있다.

Fig. 7에서 各要因을 平面座標軸으로 하는 散布圖들을 볼 수 있으며 變數들의 集團化 樣相을 관찰할 수 있다. 가장 탁월한 제 1요인과 제 2요인을 軸으로 하는 散

布圖에서 直角回轉에 依해 解釋된 各次元의 主要變數들의 集團化樣相을 確認할 수 있다.

#### 4. 代表分類單位의 標出

各 分類單位에 對한 4 個의 要因評點을 오름次順으로 整理하여 본 結果, 제 1요인 평점의 경우同一한 값을 갖는 分類單位는 하나도 없었으므로 제 1요인 평점만을 利用하여 標出하였다.

Table 9에서 보는 바와 같이 제 1요인 평점의 범위는 3.503 이었으므로 體系의 標出選擇區間의 間隔值는  $3.503 / 138 = 0.025384$ 로 計算되었다. 이 값으로 等間隔을 測定하여 본 結果, 실제로 그 값이 存在하지 않는 區間이 있어서 標出의 對象區間은 102個로 矛하였다.

1,383個의 分類單位中 分類體系의 根幹을 構成할 때

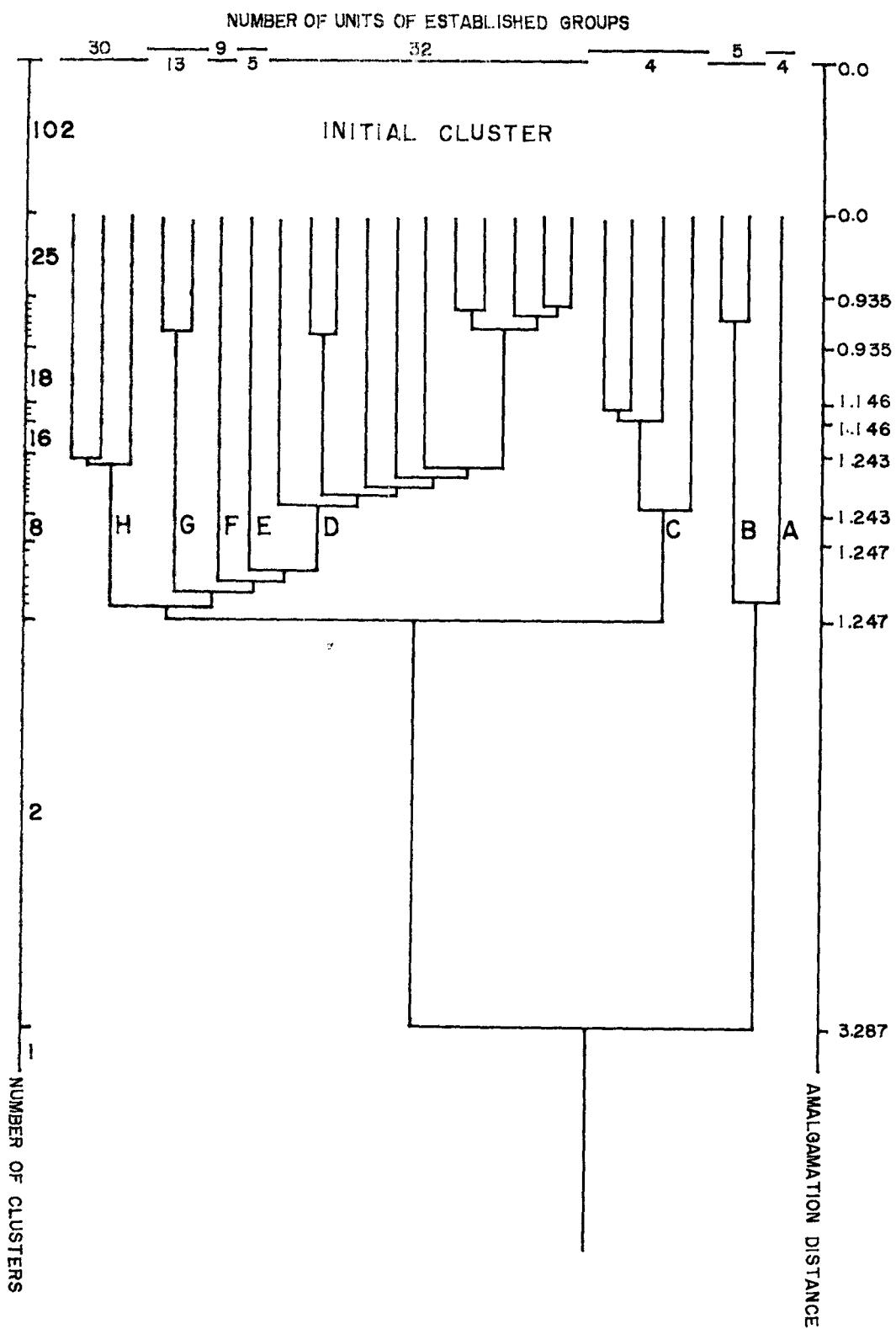


Fig. 9. Dendrogram of Euclidean distance (vertical axis) between clusters of surrogate forest land units.

利用될 代表分類單位의 位置圖는 Fig. 8 과 같다.

#### 5. 代表分類單位의 類集化樣相

4 個主要變數만으로 計算된  $102 \times 102$  Euclidean 距離行列에 依해서 類集樹圖가 Fig. 9와 같이 작성되었다. 102 個의 代表分類單位는 融合距離 0.0 水準에서 25 類集으로 融合되어 基本的으로 25 類型의 山地가 存在함을 보였다. 類集樹에서 보는 바와 같이 25 類型의 基本類集은 融合距離 0.935 수준에서 18개 유집으로, 離合거리 1.146 수준에서 16개 유집으로, 離合거리 1.243에서 8 個類集으로 順次히 離合하는 양상을 보였으며 1.247 수준에서 2개 유집으로 兩分되었다가 3.287 수준에서 하나의 대단위 유집으로 離合하였다. 이상의 類集化過程에서 유집이 半으로 격감하는 1.243 수준이 全類集의 一般性을 最大로 하면서도 個別의 類集의 特性을 最大限保有할 수 있는 類集의 最適數 決定點임을 알 수 있으며 全類集은 本質的으로 2大類集의 傾向이 있음을 알 수 있다.

Table 10. Wilk's lambdas and F-ratios on discriminant variables

Variable	Wilk's lambda	F	Significance
SLOPE	0.41621	18.83	0.0000
SOLUM	0.42484	18.18	0.0000
PH	0.16788	66.56	0.0000
TAGE	Is constant in each group		

Table 11. Fisher's linear discriminant functions

Subfile	1	2	3	4	5	6	7	8
	A	B	C	D	E	F	G	H
SLOPE	0.0	0.4249478	5.946911	1.003024	-1.097622	0.2916145	4.851647	-0.9355442
SOLUM	0.0	0.7918229 D-01	43.28307	47.55326	44.63420	47.46777	45.74275	44.96478
PH	0.0	-0.5974133 D-01	44.12126	50.51988	50.41930	47.53854	49.58292	50.08321
(Constant)	-2.079441	-2.21936	-131.5999	-155.93082	-150.4448	-144.5889	-155.7004	-149.1727

Table 12. Eigen values and percents of variance of canonical dsicriminant functions

Function	Eigen-value	Percent of variance	Cumulative percent	Canonical correlation function	After	Wilks lambda	CHI-squared D.F.	Significance
1*	25.90365	91.43	91.43	0.9812392	0	0.0079306	461.94	21 0.0
2*	1.67418	5.91	97.34	0.7912359	1	0.2133624	147.52	12 0.0000
3*	0.75263	2.60	100.00	0.6553087	2	0.5705706	53.587	5 0.0000

\* Marks the 3 canonical discriminant function (s) to be used in the remaining analysis.

#### 6. 類集判別函數와 判別變數寄與度

類集分析에서 最適類集으로 決定된 8 個類集에 對하여 主要4變數를 利用한 段階的 判別分析의 結果, Table 10에서 보는 바와 같이 林木齡級變數가 各類集에서 一定함을 보여 判別變數로서는 除外되었다. 이것은 最適類集形成段階에서 林木齡級變數가 優先的으로 考慮되었음을 뜻한다.

Table 10에서 類集間의 差異와 類集內의 同質性을 同時に 考慮하는 統計量으로 작을수록 變數의 判別能力이 큰 Wilk's Lambda 와 類集間의 差를 시험하는데 쓰여 르수록 变数의 能력이 큰 F 統計量이 나타나 있다. 判別能力은 따라서 土壤酸度, 有効土深, 傾斜의 順으로 크게 나타나고 있으며 傾斜와 有効土深은 差이 한 判別能力을 갖는 반面, 土壤酸度는 兩變數의 2.5倍에 違하는 強力한 判別能力을 갖는 것으로 나타나고 있다. 3個의 判別變數로 記述된 各類集判別 線型判別函數는 Table 11에 나타나 있다.

正準判別函數들은 Table 12에서 보는 바와 같이 3個로 나타나고 있으나 제1함수의 判別能力이 非常的인 것을 알 수 있다. Table 13에서 보는 바와 같이 標準化된 正準判別函數에 對한 變數의 寄與度는 제1함수를 기준으로 할 때 토양산도, 유효토심, 경사의 順序로 크다.

Table 14에서 보는 바와 같이 直角回轉에 依한 標準化된 各 正準函數의 最大寄與變數는 제1, 제2, 제3 함수에 對해 각각 土壤酸度, 有効土深, 傾斜로 나타나고 있다.

Table 13. Standardized canonical discriminant function coefficients

	Func 1	Func 2	Func 3
SLOPE	0.00034	0.99248	-0.31361
SOLUM	1.71780	0.39849	0.67197
PH	1.85956	-0.20793	-0.21616

Table 14. Rotated standardized canonical discriminant function coefficients

	Func 1	Func 2	Func 3
PH	1.64745 *	0.90393	-0.12942
SOLUM	0.91064	1.64493 *	0.16152
SLOPE	-0.00825	0.01285	1.04225 *

各類集의 각函數別平均判別值(歸心)는 Table 15에서 보는 바와 같으며 제1, 제2유집이 제1, 2함수에서 잘分離되지 않고一致하는 傾向을 보이고 있으며 제3 함수에서는 제5, 8유집이近接되어 있음을 볼 수 있다. 각

Table 15. Group centroids

Group	Func 1	Func 2	Func 3
1	-12.46414	-9.47107	-0.26809
2	-12.46645	-9.46747	0.02341
3	-0.37676	0.35212	3.78665
4	1.23696	1.46051	0.39370
5	1.80947	0.14242	-1.02679
6	-0.49973	2.43901	-0.12021
7	1.77718	0.19273	3.05419
8	1.54006	0.41035	-0.92102

類集에對한各分類函數의分類適中率은歸心이 잘 분리될 수록, 그리고各類集을구성하고있는分類單位들의判別值들이平均에集中될수록커진다.

Table 16에서보는바와같이判別函數의分類適中率은全體平均 40.20%로서 대단히낮은편이다. 이것은유집 1(A), 5(B), 6(F), 7(G)에서는적중률이대단히높으나, 유집 4(D)에서매우낮기 때문이다. 즉, 유집 4(D)의判別值들은대단히分散되어있다는의미인데이것은Fig. 9의類集樹에서보는바와같이융합거리

Table 16. Classification results by standardized canonical discriminant functions

Actual	Group	group	Cases	No. of predicted group membership							
				1	2	3	4	5	6	7	8
Group 1 subfile A	1	1	4	4	0	0	0	0	0	0	0
				100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Group 2 subfile B	2	2	5	4	1	0	0	0	0	0	0
				80.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Group 3 subfile C	3	3	4	0	0	3	0	0	0	1	0
				0.0	0.0	75.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0
Group 4 subfile D	4	4	32	0	0	1	6	8	9	6	2
				0.0	0.0	3.1	18.8	25.0	28.1	18.8	6.3
Group 5 subfile E	5	5	13	0	0	0	0	1.3	0	0	0
				0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Group 6 subfile F	6	6	9	0	0	0	0	0	9	0	0
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
Group 7 subfile G	7	7	5	0	0	0	0	0	0	5	0
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
Group 8 subfile H	8	8	30	0	0	0	1	2.6	3	0	0
				0.0	0.0	0.0	3.3	86.7	10.0	10.0	0.0

Percent of grouped cases correctly classified 40.20.



Fig. 10. Computer map showing forest land units classified into 8 classification classes.

Table 17. 4-variable characteristics of 8 classification classes

class	var.	Slope(O) SLOPE	Topsoil depth(cm) SOLUM	Soil acidity PH	Stand age class TAGE
A	31-	rock	rock	-	
B	26-	rock	rock	1st	
C	0-25	0-50	neutral-high acid	2nd	
D	all	0-100	neutral-high acid	1st	
E	31-	0-20	high acid	-	
F	31-	50-100	neutral	-	
G	16-25	0-20	high acid	-	
H	31-	0-100	neutral-high acid	2nd	

0.935 수준과 1.243 수준 사이에서 매우 복잡한 頻集化를 거친 最大類集인 때문으로 分析된다.

#### 7. 分類等級 및 分類圖

8個類集에 對한 判別分析의 結果로, 各類集에 對한 4主要判別變數의 特性이 밝혀졌다. 그들은 Fig. 10의 범례에서 보는 바와 같다. 이 特性은 山地分類 等級을 定義하는 尺度로 사용되었다 (Table 17). 正準判別函數는 適中率이 대단히 낮았으므로 全體分類單位에 대한 분류수단으로서의 이용은 배제되었으나 4變數間의 組合에 依하여 Fig. 10과 같이 分類圖가 作成되었다. 102代表分類單位에 對한 分類適中率은 100% 였다.

#### V. 結論

急速한 國土開發의 擴大로 山地에 對한 多樣化 利用目的의 抬頭와 合理的인 保護對策이 必要하다는 事實에 立脚하여 効率의이며 適切한 山地分類體系를樹立하고자 多變數統計方法을導入하여 冠岳山을 對象으로 한 本研究의 結論은 다음과 같다.

山地分類에 있어서 要因分析은 問題의 次元과 資料의 減少에 有用한 手段으로 使用되어 主要變數와 代表分類單位의 標出을 可能하게 함으로써 分類體系에 効率性과 合理性를 賦與하였다.

山地記述變數들의 根幹을 이루는 主成分은 地形의 物理的 次元, 土壤의 組成的 次元, 土壤의 物理化學的 次元 및 植生次元의 4次元으로 構成되었다.

要因評點을 分類體系의 根幹을 構成하고 이를 試驗할 代表分類單位의 確率標出에 이용하므로서 標出의 合理

性과 標出分類單位의 空間的 分布의 均質性을 얻을 수 있었다.

山地分類에 있어서 優先의으로 고려해야 할 主要變數는 林木齡級, 土壤酸度, 有効土深 및 傾斜의 順으로 重要함이 밝혀졌다.

最適類集을 決定하므로서 冠岳山과 같은 特性을 지니는 山地에 對하여 적용가능한 8個의 分類等級이 設定되었다.

林木齡級變數는 山地分類에 最優先의으로 고려되어야 하는 변수로 山地의 生態系環境指數로서의 可能性을 보였으며 이는 既存研究들<sup>[16]</sup>과 더불어 더욱 檢討되어야 할 것이다.

以上과 같은 結果로 山地分類를 위한 基礎的 研究가 이루어졌다고 평가되나 다음과 같은 論議가 向後의 持續的인 研究課題로서 提案되었다.

高度의 一般性을 가진 分類體系를 바탕으로 細分化된 特定目的의 土地適合性 또는 生態系分類體系 研究가 進行되어야 하며 이러한 分類體系를 電算化할 것이 要請된다.

#### REFERENCES

- 1) Abler, R., J.S. Adams, and P. Gold. 1971. Spatial organization. Prentice-Hall. : Englewood Cliffs, New Jersey. 587p.
- 2) Amidon, E.L. and E.J. Dye. 1978. Simulating forest pictures by impact printers. Gen. Tech. Rep.

註 16) Ferguson, 1981; Reed, 1980; Spurr and Barnes, 1980; Stout and Shumway, 1982.

- PSW-25. Pacific Southwest Forest and Range Exp. Stn., Forest Serv., U.S. Dep. Agric.: Berkeley, Calif. 11p.
- 3) Amidon, E.L. and E.J. Dye. 1981. SCANIT:Centralized digitizing of forest resource maps or photographs. Gen. Tech. Rep. PSW-53. Pacific Southwest Forest and Range Exp. Stn., Forest Serv., U.S. Dep. Agric.:Berkeley, Calif. 42p.
  - 4) Anderson, J.L., P.N. Kennedy, and R.A. Lewis. 1978. Landscape planning units:incorporating soils data into regional and local land use planning. *J. Water and Soil Cons.* 33:193-195.
  - 5) Bailey, R.G., R.D. Pfister, and J.A. Henderson. 1978. Nature of land resource classification-a review. *J. Forestry* 76:650-655.
  - 6) Bartelli, L.J. 1966. General soil maps-a study of landscapes. *J. Soil and Water Cons.* 21(1):4-5.
  - 7) Bell, E.F. 1977. Mathematical programming in forestry. *J. Forestry* 75:317-319.
  - 8) Betters, D.R. and J.L. Rubingh. 1978. Suitability analysis and wildland classification. *J. Environ. Manage.* 7:59-72.
  - 9) Boyce, S.G. 1979. Ecosystem dynamics for multiple use management pp. 34-37 In Multiple-use management of forest resources. Proc. Symp. Clemson Univ.:Clemson, S.C.
  - 10) Bradshaw, A.D. and J.F. Handley. 1982. An ecological approach to landscape design-principles and problems. *Landscape Design* 136:30-34.
  - 11) Cozzens, A.B. An angle of slope scale. *J. Geomorphology* 3:52-56.
  - 12) Cressman, D.R. and D.W. Hoffman. 1968. Classifying land for recreation. *J. Soil and Water Cons.* 23:91-93.
  - 13) Dane, C.W., N.C. Meador and J.B. White. 1977. Goal programming in land use planning. *J. Forestry* 75:325-329.
  - 14) Davis, J.C. 1973. Statistics and data analysis in geology. John Wiley & Sons.:N.Y. 550p.
  - 15) Davis, L.S. 1980. Strategy for building a location-specific, multi-purpose information system for wildland management. *J. Forestry* 78:402-406.
  - 16) Dege, E. 1978. Crop-combination regions of South Korea-a multivariate approach. *J. Geog-*
  - raphy(Dep. Geography, Coll. Social Sciences, Seoul N. Univ.) 5:29-48.
  - 17) Dixon, W.J. ed. 1974. BMD:Biomedical computer programs. Univ. Calif. Press.:Berkeley, L.A. 773p.
  - 18) Dyer, A.A., J.B. Hof, J.W. Kelly, S.A. Crim, and G.S. Alward. 1979. Implications of goal programming in forest resource allocation. *Forest Science* 25:535-543.
  - 19) England, C.B. 1971. Quantitative slope aspect determination. *J. Hydrology* 12:262-268.
  - 20) Ferguson, B.K. 1981. The use of overlays in site quality mapping. *Can. J. For. Res.* 11:361-369.
  - 21) Frayer, W.E., L.S. Davis, and P.G. Risser. 1978. Uses of land classification. *J. Forestry* 76:647-649.
  - 22) Goodall, B., and A. Kirby. 1979. Resource and planinning. Pergamon Press.:Oxford, England.
  - 23) Gordon, G. 1978. User's guide to the Ohio capability analysis program. Division. Water, Dep. Natural resources, State. Ohio.:Columbus, Ohio. 159p.
  - 24) Gordon, G. 1980. Land capability analysis in the Logan-Union-Champaign region. Division. Water, Dep. Natural resources, State. Ohio. 60p.
  - 25) Grigal, D.F. and L.F. Ohmann. 1975. Classification, description, and dynamics of upland plant communities within a Minnesota wilderness area. *Ecological Monogr.* 45:389-407.
  - 26) Hair, J.F. Jr., R.E. Anderson, R.L. Tatham, and B.J. Grablowsky. 1979. Multivariate data analysis with readings. Petroleum Publishing.:Tulsa, Oklahoma. 360p.
  - 27) Hanks, J.P., E.L. Fitzhugh, and S.R. Hanks, 1983. A habitat type classification system for Ponderosa pine forests of Northern Arizona. Gen. Tech. Rep. RM-97. Rocky Mountain Forest and Range Exp. Stn., Forest Serv., U.S. Dep. Agric.:Fort Collins, Colo. 22p.
  - 28) Hendee, J.C., Z.G. Smith, and R.M. Lake. 1979. Public involvement in resource decisions:Rare I and Rare II and their implications for the future. pp. 217-231. In Multipleuse management of forest resources. Proc. Symp. Clemson Univ.: Clemson, S.C.

- 29) Hills, G.A. 1960. Regional site research. *For. Chron.* 36 : 401 - 423.
- 30) Hill, G.A., P.H. Lewis, and I.L. McHarg. 1967. Three approaches to environmental resource analysis. *The Conservation Foundation*. : Washington, D.C. 103p.
- 31) Hodgkins, E.J., M.S. Golden, and W.F. Miller. 1979. Forest habitat regions and types on a phytomorphic basis : a guide to forest site classification in Alabama-Mississippi. *Southern Coop. Ser. No. 210. Alabama Agric. Exp. Stn., Auburn Univ.* : Auburn, Alabama.
- 32) Hopkins, L.D. 1977. Methods for generating land suitability maps : a comparative evaluation. *J. AIP.* 43(4) : 386 - 400.
- 33) Hübner, K.H. 1981. Is a reassessment of regional policy also necessary on ecological grounds? *Garten + Landschaft* 1/81 : 34 - 41.
- 34) Isberg, G. and R. Diedrick. 1976. Metro-area environmental planning : The Twin cities experience. *J. Soil and Water Cons.* 31 : 10 - 13.
- 35) Jansen, I.J., and T.E. Fenton. 1978. Computer processing of soil survey information. *J. Soil and Water Cons.* 33(4) : 188 - 190.
- 36) Jones, R.K., G. Pierpoint, G.M. Wickware, J.K. Jeglum, R.W. Arnup, and J.M. Bowles. 1983. Field guide to forest ecosystem classification for the clay belt, site region 3e. *Ministry of Natural Resources, Canada : The Queen's Printer for Ontario.* 123p.
- 37) Klecka, W.R. 1978. Discriminant analysis. *Sage Univ. Paper Ser. on Quan. Appli. in the Social sci.*, ser. no. 07 - 019. Sage Pubns. : Beverly Hills, Calif. 70p.
- 38) Kent, B.M. 1980. Linear programming in land management planning on national forests. *J. Forestry* 78 : 469 - 471.
- 39) Kim, J.O., and C.W. Mueller. 1978. Introduction to factor analysis : what it is and how to do it. *Sage Univ. Paper Ser. on Quan. Appli. in the Social Sci.*, ser. no. 07 - 013. Sage Pubns. : Beverly Hills, Calif. 80p.
- 40) Kim, J.O. and C.W. Mueller. 1978. Factor analysis : statistical methods and practical issues. *Sage Univ. Paper Ser. on Quan. Appli. in the Social Sci.*, ser. no. 07 - 014. Sage Pubns. : Beverly Hills, Calif. 88p.
- 41) Kitagawa, K. 1980. Introduction of data packing methods for computerized digital terrain map production. *J. Jap. For. Soc.* 62 : 184 - 189.
- 42) Kossack, C.F. and C.I. Henschke. 1975. Introduction to statistics and computer programming, pilot ed. Holden-day, Inc. : San Francisco. 651p.
- 43) Lang, R. and A. Armour. 1980. Environmental planning resourcebook. *Lands directorate, Environment Canada : Montréal, Canada.* 354p. pp. 34 - 40.
- 44) Lennartz, M.R. 1979. Multiple-use management for some, a promise unfulfilled. pp. 97 - 106. In *Multiple-use management of forest resources*. Proc. Symp. Clemson Univ. : Clemson, S.C.
- 45) Levine, M.S. 1978. Canonical analysis and factor comparison. *Sage. Univ. Paper Ser. on Quan. Appli. in the Social sci.*, ser. no. 07 - 006. 62p.
- 46) McBride, J.R. 1977. Evaluation of vegetation in environmental planning. *Landscape planning* 4 : 291 - 312.
- 47) McHarg, I.L. 1969. Design with nature. Doubleday & Co. Inc. : Garden City, N.Y. 197p.
- 48) Mead, D.A. 1981. Statewide natural-resource information system - a status report. *J. Forestry* 79 : 369 - 372.
- 49) Mitchell, J.E. 1983. Analysis of forage production for assessments and appraisals. *Gen. Tech. Rep. RM - 98. Rocky Mountain Forest and Range Exp. Stn., Forest Serv. U.S. Dep. Agric.* : Fort Collins, Colo. 26p.
- 50) Morrison, D.F. 1976. Multivariate statistical methods(2nd ed.). McGraw-Hill. : N.Y. 415p.
- 51) Nichols, J.D. and L.J. Bartelli. 1974. Computer generated interpretative soil maps. *J. Soil and Water Cons.* 29 : 232 - 235.
- 52) Nielsen, D.M. 1979. Land capability analysis in Franklin county, Ohio. Division. Water., Dep. Natural resources., State. Ohio. : Columbus, Ohio. 70p.
- 53) Nie, N.H., C.H. Hull, L.G. Jenkins, K. Steinbrenner, and D.H. Bent. 1975. Statistical package for the social sciences(2nd ed.). McGraw-Hill. : N.Y. 675p.
- 54) Omi, P.N., L.C. Wensel, and J.L. Murphy. 1979. An application of multivariate statistics to land

- use planning : classifying land units into homogenous zones. *Forest Sci.* 25(3):399 – 414.
- 55) Paysen, T.E., J.A. Derby, H. Black Jr., V.C. Bliech, and J.W. Mincks. 1980. A vegetation classification system applied to Southern California. *Gen. Tech Rep. PSW-45*. Pacific southwest Forest and Range Exp. Stn., Forest Serv., U.S. Dep. Agric. : Berkeley, Calif. 33p.
- 56) Porter, W., K. Lloyed, and A. Fleisher, 1970. *DISCOURSE* : A language and system for computer-assisted city design. pp. 92 – 104 In Emerging methods in environmental design and planning. edited by G.T. Moore. The MIT Press.: Cambridge, Massachusetts. 500p.
- 57) Radloff, D.L. and D.R. Betters. 1977. Multivariate analysis of physical site data for wildland classification. *Forest Science* 24 : 2 – 10.
- 58) Ratliff, R.D. 1982. A meadow site classification for the Sierra Nevada, California. *Gen. Tech. Rep. PSW-60*. Pacific Southwest Forest and Range Exp. Stn., Forest Serv., U.S. Dep. Agric. : Berkeley, Calif. 16p.
- 59) Reed, K.L. 1980. An ecological approach to modelling growth of forest trees. *Forest Sci.* 26(1): 33 – 50.
- 60) Reynolds H.T. 1978. Analysis of nominal data, Sage Univ. Paper Ser. on Quan. Appli. in the Social sci., ser. no. 07 – 007. Sage Pubns. : Beverly Hills, Calif. 82p.
- 61) Rhind, D., and R. Hudson 1980. Land use. Methuen & Co. : London. 272p.
- 62) Romme, W.H. 1982. Fire and landscape diversity in Subalpine forests of Yellow-stone National Park. *Ecological Monogr.* 52(2):199 – 221.
- 63) Rowe, J.S. 1961. The level of integration concept and ecology. *Ecology* 42 :420 – 427.
- 64) Rowe, J.S. 1962. Soil, site and land classification. *For. Chron.* 38 :420 – 432.
- 65) Rummel, R.J. 1970. Applied factor analysis. The Northwestern Univ. Press : Evanston. p.17.
- 66) Satoo, T. 1979. Accumulation of energy in forests. pp. 82 – 98. In Biological and sociological basis for a rational use forest resources for energy and organics. Proc. An international workshop. Michigan State Univ. Southeastern Forest Exp. Stn., Forest Serv., U.S. Dep. Agric. : Asheville, North Carolina.
- 67) Smalley, G.W. 1980. Classification and evaluation of forest sites on the Western Highland Rim and Pennyring. Gen. Tech. Rep. SO-30. South Forest Exp. Stn., Forest Serv., U.S. Dep. Agric. : New Orleans, La. 120p.
- 68) Sneath, P.H.A. and Sokal, R.R. 1973. Numerical taxonomy. W.H. Freeman. : San Francisco, Calif. 573p.
- 69) Sokal, R.R. 1974. Classification : purpose, principles, progress, prospects. *Science* 185 :1115 – 1123
- 70) Spurr, S.H. and B.V. Barnes. 1980. *Forest ecology*(3rd ed.). John Wiley. : pp. 323 – 334.
- 71) Steiguer, J.E. de, and R.H. Giles, Jr. 1981. Introduction to computerized land-information systems. *J. Forestry* 79:734 – 737.
- 72) Steinitz, C., P. Parker and L. Jordan. 1976. Hand drawn overlays:their history and prospective uses. *Landscape Arch.* 66 : 444 – 455.
- 73) Stout, B.B. and D.C. Shumway. 1982. Site quality estimation using height and diameter. *Forest Science* 28(3):639 – 645.
- 74) Swanson, F.J. 1981. Geomorphology and ecosystems. pp. 159 – 170 In *Forests: fresh perspectives from ecosystem analysis*. Oregon Univ. Press : Oregon.
- 75) Tajchman, S.J. 1981. on computing topographic characteristics of a mountainous catchment. *Can. J. For. Res.* 11:768 – 774.
- 76) Takeuchi, K. 1981. Landscape planning methodology based on ecological land evaluation. *J. JILA* 44(3) : 137 – 154.
- 77) Turner, B.J. 1974 Application of cluster analysis in natural resources research. *Forest Science* 20(4):343 – 349.
- 78) Wehde, M.E., K.J. Dalsted, and B.K. Worcester. 1980. Resource application of computerized data processing: The AREAS example. *J. Soil and Water. Cons.* 35 : 36 – 40.
- 79) Weintraub, A., R. Adams, and L. Yellin. 1982. Land management planning:a method of evaluating alternatives. Res. Paper PSW-167. Pacific Southwest Forest and Range Exp. Stn. Forest Serv., U.S. Dep. Agric. : Berkeley, Calif. 12p.
- 80) West, N.E. 1966. Matrix cluster analysis of montane forest vegetation of the Oregon Cascades.

- Ecology 47:975- 980.
- 81) Williams, D.H. and M.M. Yamada. 1976. A clustering technique for land management models. Can. J. For. Res. 6 : 532- 538.
- 82) Wood, B.G. and M.R. Wells. 1979. Land resource mapping and its applications in the Northern Territory. J. Environ. Manage. 9:27- 32.
- 83) Zube, E.H. 1972. Scenery as a natural resource implications of public policy and problems of definition, description, and evaluation. Landscape Arch. 63 : 126- 132.