

智異山 피아골의 植生型과 그 構造

張 允 錫·任 良 宰
(中央大學校 文理科大學 生物學科)

Vegetation Types and Their Structures of the Piagol, Mt. Chiri

Jang, Yoon-Seok and Yang-Jai Yim

(Department of Biology, Chung-ang University, Seoul)

ABSTRACT

The natural forest vegetation of the Piagol, Mt. Chiri, was classified into five major communities, i.e. *Quercus mongolica*, *Carpinus laxiflora*, *C. tschonoskii*, *Q. serrata* and *Fraxinus mandshurica* community. *C. tschonoskii*, *C. laxiflora* and *Q. mongolica* characteristically were dominated in the range of 500~700 m, 700~900 m and 900~1,400 m in altitude, respectively. *Abies nephrolepis* and *Rhododendron schlippenbachii* in the ridge of Nogodan-Nalnaribong, and *F. mandshurica* and *Q. serrata* in the Yongsuam ravine were found as the dominant species. The transition between *C. tschonoskii* and *C. laxiflora* communities was relatively wide.

The boundary between *F. mandshurica*, in the conglomerated zone, and the other communities surrounding its community was fairly abrupt. In *Q. mongolica* community, the canopy was relatively opened and the oak young tree of undergrowth was fairly dense. In the community of *C. laxiflora* and *C. tschonoskii*, the species composed of their understory was rich while their coverage was lower than that of *Q. mongolica* community. Shannon's diversity index was decreased in order of *C. tschonoskii*, *C. laxiflora* and *Q. mongolica* community, while their Simpson's dominance index increased conversely. Judging by the DBH-class distribution showing the negative exponential curve, these communities were considered as the climax forest. In Polar Ordination used samples (quadrats), the vegetation of the Piagol was divided into five groups, which was coincided with five communities classified by Braun-Blanquet system. In the ordination, the first axis and the second axis may be considered soil conditions and thermal conditions, respectively. It seems that two different methods, phytosociological method in macro level and ordination techniques in micro level, are useful for the vegetation classification.

緒 論

最近 智異山 피아골의 極相林에 대한 群集生態學的 研究가 이루어진바 있으나 (韓國自然保存協會, 1983), 同地域의 植生の 分類나 構造的 特性, 그리고 植生型의 決定要因 등은 밝혀져 있지 않은 것으로 보인다.

植物群集에 관한 두 가지 相反되는 概念, 즉 植生單位觀(unit concept of vegetation)과 植生連續體觀(continuum concept of vegetation)에 따라 前者는 分類法(classification approach)을, 後者는 序列法(ordination approach)을 사용하게 되지만, 兩者는 모두 完全한 記載, 論議, 理解, 管理를 目的으로 하는 點에서 같다고 할 수 있다 (Shimwell, 1971; Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974; Gauch Jr., 1982; 任, 1982). 分類法과 序列法中 어느 것을 擇할 것이냐는 研究者에 달린 것이지만 (Whittaker, 1967), 分類法은 豫備段階에서 有用하고 (Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974; Krebs, 1978), 序列法은 植生과 環境要因과의 關係를 나타내는데 效用性이 있는 것으로 알려져 있다 (Whittaker 1967, 1973; Gauch Jr., 1982). 序列法에는 서로 補完的인 몇가지 다른 方法이 있으나, 그 중에서도 Polar Ordination(PO)은 效果의으로 群集을 分析할 수 있어 (Gauch Jr., 1982), 이에 따라 ordination 空間에 種, sample, 環境要因들을 配置하면 群集의 組成과 勾配를 效果의으로 要約할 수 있다. 또 ordination에서 나타내는 群集勾配는 環境要因의 勾配와 關聯이 잘 맺어진다(Bray and Curtis, 1957).

피아골(稷田)은 인걸령의 南斜面과 不無長嶺의 東斜面으로 된 面積 約 7.5 km²을 이루는 곳으로서 冷溫帶 中部와 南部에 屬하는 溪谷이다 (Yim and Kira, 1975). 이 地域은 外觀上 개서나무 *Carpinus tschonoskii* Max., 서나무 *C. laxiflora* Bl., 신갈나무 *Quercus mongolica* Fisch.를 主要 優占種으로 하는 森林植生帶의 區分이 뚜렷하다.

이들 優占種의 生態의 特性에 관한 研究는 많지 않으나, 개서나무, 서나무, 신갈나무 등의 溫度的 分布範圍 (Yim, 1977)와 서나무林과 신갈나무林의 溫度-濕度の 二次元的 分布域에 對한 考察(金, 1983)은 本研究과 關聯해서 볼 때, 注目할만 하다. 本研究에서는 分類法(Braun-Blanquet, 1964)과 序列法, 특히 PO技法을 써서, 이들 두가지 方法의 피아골 植生에서의 適用度를 검증하고, 이에 따라 植生の 分類와 植生圖의 作成, 植物群集들 사이의 構造的 差異, 種組成的 特性을 究明하였다.

이 研究를 遂行함에 있어 여러 敎室員의 도움을 받았으나 특히 全義植, 金聖德, 崔基龍, 尹敬源, 朴在洪 諸氏의 도움이 컸으므로 여기에 謝意를 表한다.

材料 및 方法

植生調査. 1983年과 1984年 사이에 50個의 方形區를 適當히 設置하여 植物社會學的의 調査 (Braun-Blanquet, 1964)와 每木調査를 實施하였다(Fig. 1). 方形區는 15 m × 15 m를 主로 하였으나, 群落型 또는 地形에 따라 5 m × 5 m, 10 m × 10 m, 20 m × 20 m의 크기로 잡은 것도 있다. 各 方形區 內에서 層位的 構造와 Braun-Blanquet (1964)의 優占度와 群度を 調査하였으며, 이에 따라 標徵種(character species)과 識別種(differential species)을 찾아내어

群落을 分類하고 現存植生圖를 作成하였다 (Küchler, 1967; Toyohara, 1979; 宮脇 等, 1983).

DBH=2 cm 以上の 每木調査로부터 基底面積, Simpson(1949)의 優占度指數, Shannon and Weaver (1963)의 多様度指數와 Curtis and McIntosh (1951)의 重要值(importance value)를 算出하였다. 群集의 安定狀態와 漸移帶(transition zone)의 移動을 把握하기 爲하여 群集內에서와 高度別 DBH-class 分布를 檢討하였다. Bray and Curtis (1957)의 Polar Ordination을 사용하여 植物社會學의 方法의 結果와 比較 檢討하였다. PO는 한 雙의 end-point sample을 사용하여, 이것의 相對的 類似度에 依해 다른 sample들을 配列하였다. 즉 end-point는 Bray and Curtis (1957)의 機械的 方法에 의 해 抽出하고, sample은 percent similarity에 의 하여 比較하였다 (Olsvig *et al.*, 1979). 그리고 植物目錄에 의 거하여 Runkiaer (1934)의 life-form spectrum을 作成하고 南韓의 標準生活形 spectrum과 比較하였다.

氣候分析과 土壤分析. 피아골內의 서울大學校 南部演習林의 氣象資料 (1968~1981)를 利用한 climate-diagram과 水分收支圖 (任 等, 1983)를 比較 檢討하였다 또, 溫度계감률 ($-0.55^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$)에 따른 溫量指數 (Yim and Kira, 1975)를 求하였다.

피아골은 標高 500 m~1,500 m의 山岳地域으로서 任 等 (1983)에 依하면 年平均氣溫은 11.4°C 로 同緯度의 他地域(光州: 12.8°C 釜山: 13.8°C)에 比해 낮은 값을 나타내며, 年平均 降雨量은 1,984.3 mm로 韓半島의 最多雨地域中의 하나로 植生型에 影響을 줄 만한 水分不足은 나타나지 않으며, 氣溫과 降雨量이 植物의 成長期에 集中되어 있다. 各 調査地點에서 A₁, A₂ 및 B層의 土壤을 採取하여 土壤含水量, 土壤pH, 土壤有機物含量을 測定하였다. 土壤含水量은 新鮮한 土壤試料를 105°C 의 dry oven에서 24時間 乾燥시킨 後, 乾量에 對한 水分消失量을 百分率(%)로 計算하였다. 土壤pH는 風乾細土와 증류수를 1:5의 比率로 섞어 진탕시킨 後, electric pH meter (Fisher model 620)로 測定하였다. 土壤有機物含量은 完全히 乾燥시킨 土壤을 furnace에 넣어 $500\sim600^{\circ}\text{C}$ 로 4時間 灼熱시킨 後, 土壤乾量에 對한 有機物消失量을 百分率(%)로 計算하였다. 2회에 걸친 土壤採取 前日에 降雨가 있었기 때문에, 이미 보고된 피아골 全地域에 걸친 土壤資料 (任 等, 1983)를 참고하여 이를 補正하여 結果를 抽出하였다.

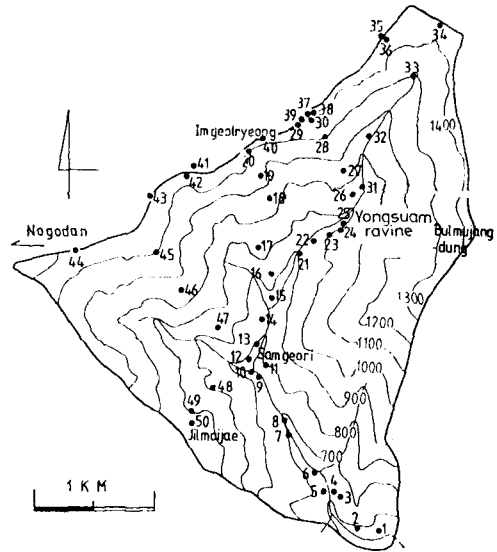


Fig. 1. Topography and sample sites of the Piagol, Mt. Chiri.

結果 및 考察

植物群落的 分布. 여기에서 얻은 種組成表에 依하면 이곳의 植物群落은 常在度 V로 나타나는 것을 區分種으로 하면 다음과 같이 개서나무群落, 서나무群落, 신갈나무群落, 줄참나무群落, 들메나무群落으로 分類되었다. 또 칠죽—진달래 灌木林을 區分할 수 있었다(張, 1984).

개서나무群落	<i>Carpinus tschonoskii</i> community
개서나무—사람주나무林	<i>C. tschonoskii</i> — <i>Sapium japonicum</i> forest
개서나무—서나무林	<i>C. tschonoskii</i> — <i>C. laxiflora</i> forest
서나무群落	<i>C. laxiflora</i> community
서나무—개서나무林	<i>C. laxiflora</i> — <i>C. tschonoskii</i> forest
신갈나무群落	<i>Quercus mongolica</i> community
신갈갈나무—서나무林	<i>Q. mongolica</i> — <i>C. laxiflora</i> forest
신갈나무—당단풍林	<i>Q. mongolica</i> — <i>Acer pseudosieboldianum</i> forest
신갈나무—분비나무林	<i>Q. mongolica</i> — <i>Abies nephrolepis</i> forest
신갈나무—칠죽林	<i>Q. mongolica</i> — <i>Rhododendron schlippenbachii</i> forest
줄참나무群落	<i>Q. serrata</i> community
들메나무群落	<i>Fraxinus mandshurica</i> community
칠죽—진달래 灌木林	<i>R. schlippenbachii</i> — <i>R. mucronulatum</i> scrub

이들 群落의 分布域을 1:25,000의 地形圖에 記入하여 만든 現存植生圖 (Fig. 2)로 判斷하면, 高度別로 500 m~700 m의 개서나무群落, 700 m~900 m의 서나무群落, 900 m以上에서의 신갈나무群落으로 大別된다. 노고단에서 임걸령, 날나리峰의 稜線에는 高山風衝草原, 분비나무群落과 칠죽—진달래 灌木林이 分布한다. 그리고 용수암溪谷은 DBH=141cm, 樹高 25 m의 줄참나무를 비롯한 比較의 多樣한 種의 森林植生을 볼 수 있으며, 特히 礫岩地帶에서는 DBH=20~50 cm, 樹高 15~20 m의 들메나무群落이 分布한다. 개서나무群落과 서나무群落 사이에는 相當히 넓은 漸移帶가 있어 境界가 不分明하지만, 들메나무群落과 그 주변群落과의 境界는 礫岩地帶의 境界에 따라 매우 明確하게 나타난다.

群落의 構造. 개서나무群落, 서나무群落, 신갈나무群落에서 出現하는 主要樹種의 重要值와 頻度(%)를 보면, 서나무群落에서는 신갈나무가 增加할수록 개서나무는 減少하였다. 당단풍·분비나무는 신갈나무群落에서, 쪽동백은 서나무群落에서, 줄참나무, 비목나무는 개서나무群落에서 各各 높은 값을 나타냈다. 各 群落에서 出現하는 主要樹種의 phytograph는 Fig. 3과 같다.

各 群落의 層位構造를 보면, 신갈나무群落은 樹冠이 형성하여 光線의 투입이 比較的 많고 林床植物의 被度가 높게 나타났으며, 서나무·개서나무群落은 下層植生の 種數는 比較的 많은 편이었으나 被度는 낮게 나타났다.

신갈나무는 比較的 耐陰性이 적은 種으로서 알려져 있다(崔, 1967). 신갈나무의 極相植分에서 樹冠部는 어린 신갈나무가 자랄 수 있는 充分한 빛이 林床에 도달할 수 있도록 形

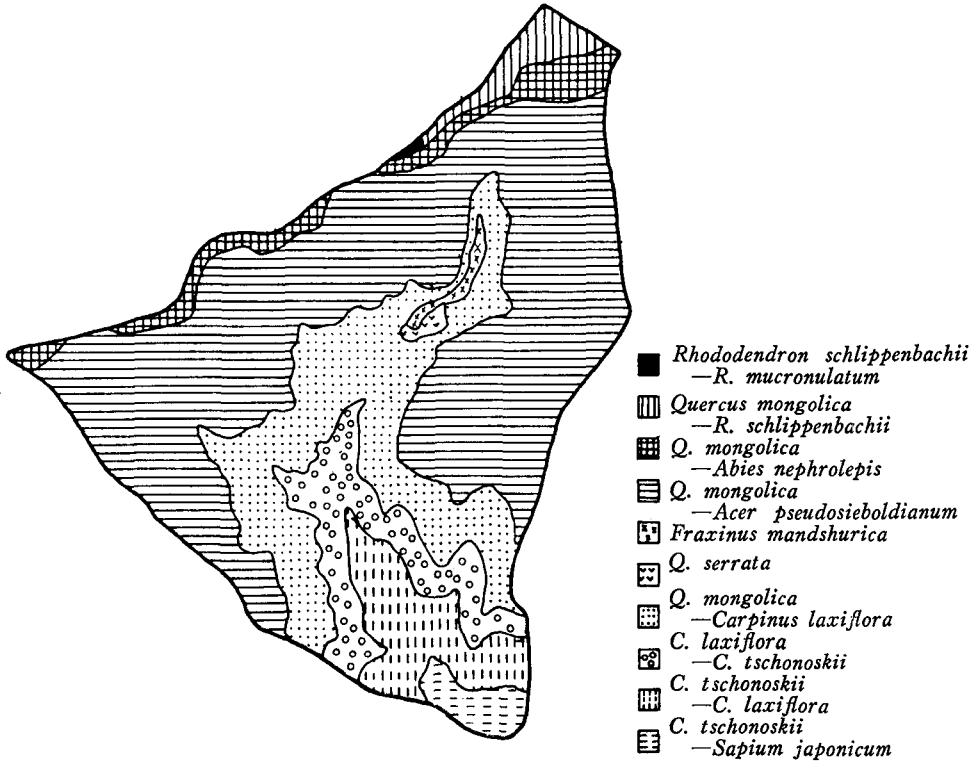


Fig. 2. Actual vegetation map of the Piagol, Mt. Chiri.

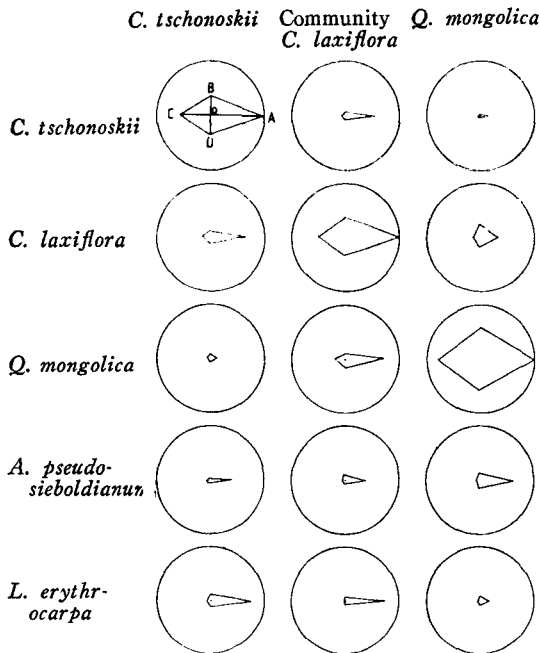


Fig. 3. Phytograph of main trees in three communities.

成되어 있다(金等, 1983). 이 때문에 신갈 나무群落에서 신갈나무의 幼木이 오랜동안 樹冠部の 抑壓에 견딜 수 있는 것으로 보인다.

高度에 따른 木本에 대한 Simpson의 優占度指數 (λ)와 Shannon의 多樣度指數 (H')의 變化를 보면, 高度가 높아질수록 種多樣度는 낮아지고 신갈나무에 依해 強하게 優占되고 있다. H' 는 600~700 m에서 가장 높고 1,200~1,300 m에서 가장 낮게 나타났다 (Fig. 4).

신갈나무群落의 種多樣度 (H')는 0.458로 가장 낮고 서나무群落은 0.741, 개서나무群落은 0.814로 가장 높게 나타났다. λ 와 H' 는 反比例 關係에 있다 (Fig. 5). 즉 한種에 의해 強하게 優占되어진 植物群落의 種多樣度는 오히려 낮은 값을 나타낸다. (박과 이, 1981).

各 群落의 安定狀態를 把握하기 爲하여

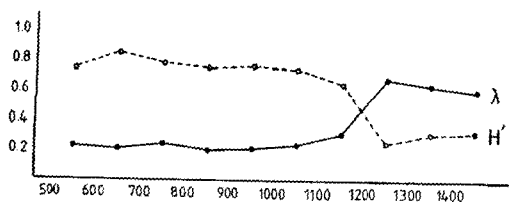


Fig. 4. Changes of dominance index(λ) and diversity index(H') along the altitude in the Piagol, Mt. Chiri.

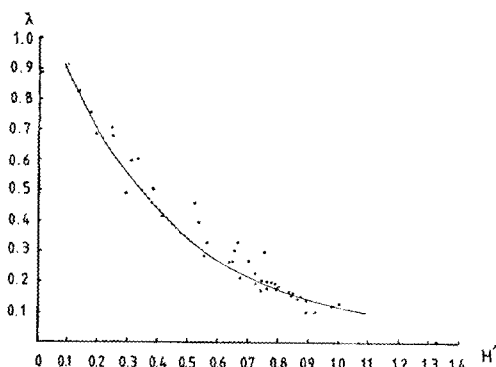


Fig. 5. Relationship of dominance index (λ) and diversity index (H').

DBH-class分布를 比較하였다 (Fig. 6).

한 種의 age-class 分布는 그 種의 歷史와 遷移系列을 가장 잘 나타내준다. 妨害後에 再生된 植生은 鐘 모양, 즉 uni-model 한 分布를 나타내며, 妨害를 받지 않은 極相狀態에 있는 植分の age-class 分布는 negative exponential 또는 J字 모양의 曲線을 이룬다 (Despain, 1983; Schmelz and Lindsey, 1965).

개서나무, 서나무, 신갈나무는 모두 直線에 가까운 모양을 하고 있어 安定된 群落을 이루고 있다. DBH-class 分布의 negative exponential curve의 接近은 極相狀態를 나타내는 좋은 徵標이며, 最近에 妨害가 없었던 것을 나타내는 것으로 보인다.

서나무와 신갈나무의 遷移狀態를 알기 爲하여 高度 900m, 1,000m, 1,100m에서의 DBH-class 分布를 比較하였다 (Fig. 7). 900m, 1,000m에서의 신갈나무는 가운데가 볼록한 모양을 나타내고 있으며, 이것은 신갈나무의 後繼木이 減少하고 있음을 나타낸다. 거의 直線을 이루는 서나무는 後繼木의 發達이 현저함을 나타낸다. 이것은 樹冠을 形成하고 있는 서나

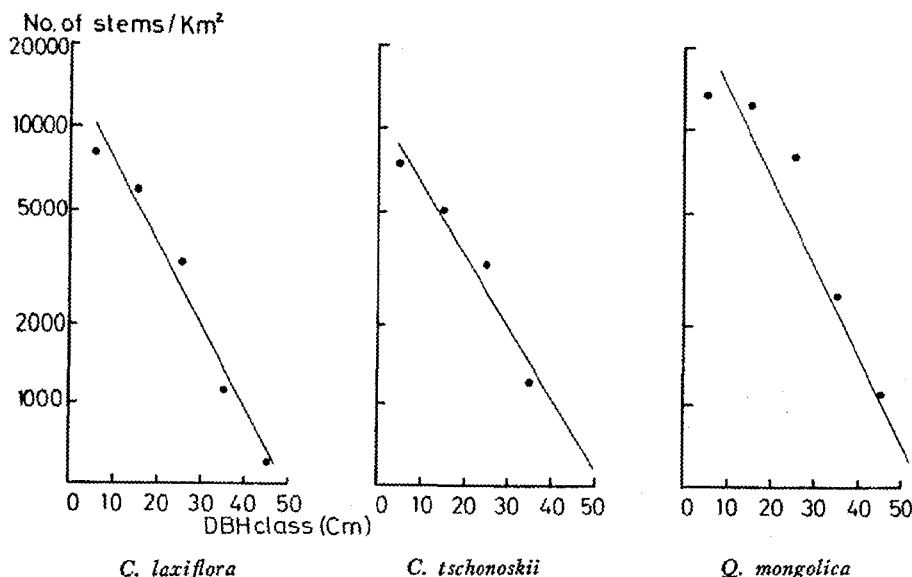


Fig. 6. DBH-class distribution of three species in the Piagol, Mt. Chiri.

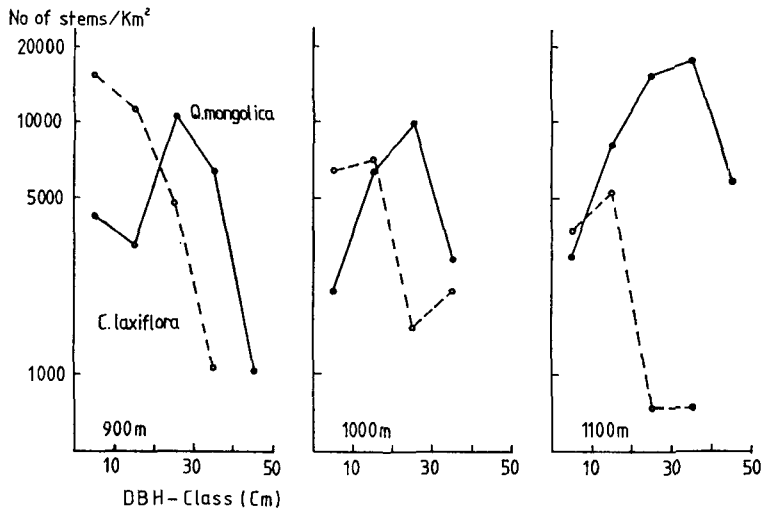


Fig. 7. DBH-class distribution of *Q. mongolica* and *C. laxiflora* stand at different altitude in the Piagol, Mt. Chiri.

무와 신갈나무밀의 同一한 光條件下에서 耐陰性이 강한 서나무의 幼木이 競爭에 有利하기 때문인 것으로 생각되며, 群集이 發達해 감에 따라 耐陰性이 강한 서나무에 의해 신갈나무 가 대체될 것으로 豫測된다. Yim(1977)에 의한 서나무의 好適範圍는 WI 67~94이며, 피아 골의 高度 1,000 m의 WI는 68.3이므로 漸移帶는 現存의 900~1,000 m에서 1,000~1,100 m 로의 移動은 可能할 것으로 생각된다. 그러나 1,100 m에서의 신갈나무는 계속 安定된 極相 林을 維持할 것으로 보인다.

環境傾度와 植物群集의 分布. 土壤含水量은 任等(1983)의 資料에 比해 1次 測定値가 90.6%, 2次 測定値가 107.6%의 매우 높은 값을 나타냈으며, 土壤 pH는 9.1%, 13.1%, 土壤有機物含量은 38%, 33%의 낮은 값을 나타냈기 때문에 各 測定値는 補正을 하여 結果

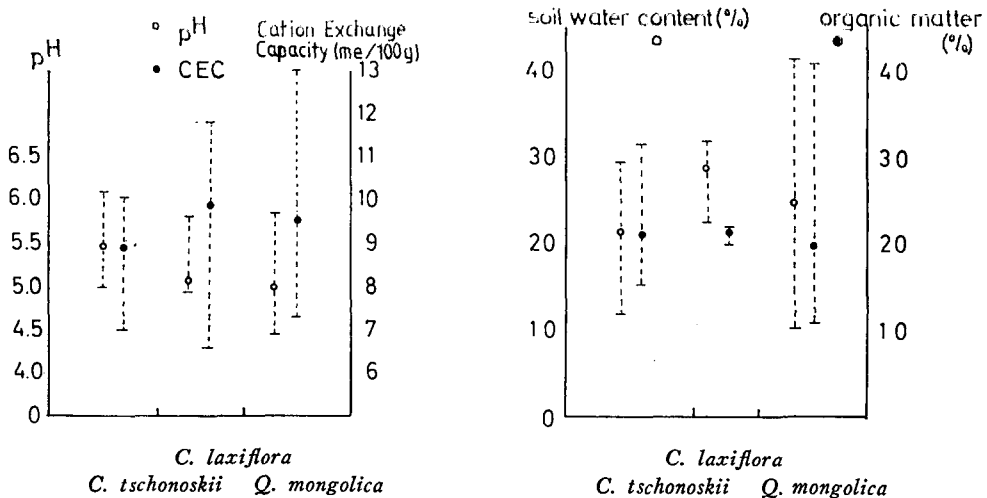


Fig. 8. Soil conditions in three communities.

를 抽出하였다 (Fig. 8). 陽 ion置換容量 (CEC, cation exchange capacity)는 任等 (1983)의 資料를 利用하였다.

신갈나무群落은 50個所 中 36個로 가장 많아서, 그 測定值의 變化幅이 매우 넓게 나타났으며, 들메나무群落은 礫岩地帶로서 土壤採取가 不可能했다. pH는 개서나무, 서나무, 신갈나무群落의 順序로 낮게 나타났으며, CEC와 含水量은 개서나무, 신갈나무, 서나무群落의 順序로 有機物含量은 신갈나무, 개서나무, 서나무群落의 順序로 높게 나타났다. 一般의으로 서나무群落이 신갈나무群落에 비해 더 濕하고 肥沃함을 알 수 있다.

46個의 sample(quadrat)이 Polar Ordination에 사용됐으며, 第1軸에서는 들메나무 sample과 신갈나무 sample이 兩極端에, 第2軸에서는 개서나무 sample과 신갈나무 sample이 兩極端에 位置하고 있다. sample들은 植物社會學的 方法에서와 같이 개서나무, 서나무, 신갈나무, 졸참나무, 들메나무群落으로 分類되었다 (Fig. 9).

뒤틀과 姜(1983)은 ordination 分析에서 서나무와 개서나무林을 同一視했으나 著者등은 서나무林과 개서나무林을 區分하였고, 들메나무林을 追加하였다. 또 진나무는 確認할 수 없었다. 그들에 의하면 第1軸은 高度와 Na量, 第2軸은 土壤深度가 相關關係가 있다. 그러나 本研究에서는 第1軸은 土壤과의 關係를 보았을 때, 土壤의 pH 또는 그 以外의 다른 要因의 關係가 있을 것으로 보이며, 第2軸은 高度 또는 溫기 때문이며, 졸참나무의 分布는 신갈度(WI)와 相關이 있는 것으로 보인다. PO에서 들메나무群集이 分離되는 것은 礫岩地帶이 나무와는 다른 環境要因이 作用하리라고 생각된다. 이때 들메나무群落이 礫岩地帶에 分布하지만 溪谷을 끼고 있음을 감안하면 第1軸은 濕度를 나타낼 수도 있다는 것을 排除할 수 없다.

여러 環境要因 中에서 特히 高度는 溫度, 降雨量, 바람, 積雪量 等の 環境勾配가 包含되므로 이것은 complex gradient로서 概念化된다 (Whittaker, 1956). 피아골의 高度勾配에 따른 主要樹種의 重要值의 變化를 보면, 500~700 m의 개서나무, 700~900 m의 서나무, 900 m 以上에서의 신갈나무가 가장 높은 값을 나타낸다 (Fig. 10).

李와 吳 (1983)에 依하면 피아골의 植物은 總 96科 293屬 483種이며, 이를 南韓의 life-form

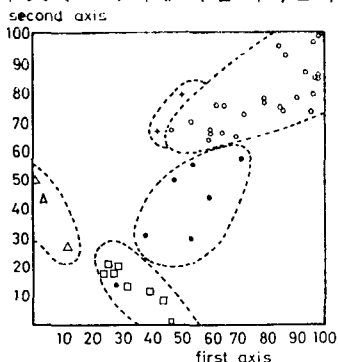


Fig. 9. Distribution of 46 samples in two dimension, determined by polar ordination.

- *Q. mongolica* ● *C. laxiflora*
- *C. tschonoskii* △ *F. mandshurica*
- + *Q. serrata*

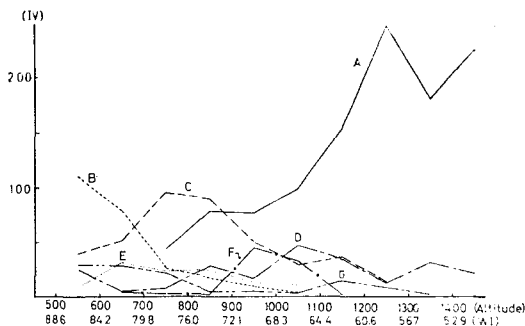


Fig. 10. Importance value along the altitude in the Piagol, Mt. Chiri.

- A : *Quercus mongolica* B : *Carpinus tschonoskii*
- C : *C. laxiflora* D : *Acer pseudosieboldianum*
- E : *Q. serrata* F : *Fraxinus mandshurica* G : *Lindera erythrocarpa*

spectrum (任等, 1982)과 比較하여 보면, Hemicryptophytes(H)가 5.3%, Geophytes (G)가 5.2% 높게 나타났으며, 이것은 피아골의 最寒月 平均氣溫이 -6°C 정도로 比較的 춥기 때문이며 (Shimwell, 1971), Epiphytes(E)와 Hydrophytes(HH)가 극히 적은 것은 溪谷이 岩盤 또는 자갈로 되어 있어 湖沼나 濕地가 없기 때문인 것으로 보인다.

植生을 記載하는데 普遍的인 最適의 方法은 없다 (Shimwell, 1971). Braun-Blanquet (1964)의 植物社會學의 方法은 매우 主觀的이며, 群集의 分布要因을 說明하지 못하고 있다 (Krebs, 1978). 이에 따라 客觀的인 方法에 依해 群集을 設定하려는 試圖로서 gradient analysis와 ordination 方法이 發達하였다. gradient analysis는 測定할 수 있는 環境勾配가 있을 때 사용하며, 그렇지 못할 때는 서로 關聯된 sample을 比較하는 ordination 方法을 사용한다 (Whittaker, 1967, 1973; Shimwell, 1971; Krebs, 1978). 그러나 이 方法도 몇 가지 短點이 있다. 즉, 몇 種이 優占種이 되므로 모든 種들에게 群集을 構成하는 데 있어 同一한 價値를 부여한다면 잘못된 結果를 이끌 수도 있으며, 群集의 境界는 한·두 種에 의해 設定되므로 同一한 地理的 位置에서 모든 種이 完全한 境界를 이루리라고 假定할 必要는 없다 (Daubenmire, 1966, cited in Shimwell, 1971). 또한 軸에 따라 sample을 配列하는 데 數學的 偏見이 뒤따른다 (McNaughton and Wolf, 1973).

그러나 classification과 ordination은 상당히 發展하였고, 植生의 分類와 解釋에 對한 가장 널리 認定된 有用한 方法이다 (Westhoff and Maarel, 1973). 두 方法이 相互排他的인 것으로 看做되지만 서로 關聯이 있다 (McIntosh, 1967). 즉 classification은 ordination을 유도하고 ordination은 높은 類似度를 갖는 群으로 類別할 수 있게 해준다. 따라서 두 方法은 分類單位의 超空間 (hyperspace)內에서 環境의 變化를 記述하는 데 補完的으로 사용된다. 植生連續體觀에서도 植生은 連續的인 變化에도 불구하고 群集으로 分類될 수 있으며 ordination은 植物社會學의 方法에 도움을 준다 (Krebs, 1978).

이와 같은 事實과 理論들은 本 研究에서도 充分히 立證된 것으로 보이며 두 가지 方法에서 얻은 結果가 서로 一致하기 때문에 植物社會學的인 分類와 ordination의 組合은 서로 補完的으로 사용하는 것이 바람직한 것으로 보인다.

摘 要

智異山 피아골의 植生은 植物社會學의 方法에 依해 개서나무群落, 서나무群落, 신갈나무群落, 졸참나무群落, 들메나무群落, 철쭉-진달래 灌木林으로 分類되며, DBH-class 分布에 依하면 개서나무群落, 서나무群落, 신갈나무群落은 모두 安定된 極相林인 것으로 보인다. 신갈나무群落의 種多樣度는 제일 낮고 優占度는 제일 높게 나타났으며, 土壤條件은 서나무群落이 신갈나무群落到 比해 濕하고 肥沃한 것으로 나타났다. 서나무群落과 신갈나무群落의 漸移帶는 DBH-class 分布로 보아 現存의 900~1,000 m에서 1,000~1,100 m까지 移動할 것으로 豫測된다. Polar Ordination에 依한 植生型의 分類는 植物社會學的 方法의 結果와 一致했다. 高度勾配를 따라 개서나무는 500~700 m, 서나무는 700~900 m, 신갈나무는 900m 以上에서 最高의 重要值를 나타낸다. Raunkiaer의 life-form spectrum을 南韓의 것과 比較하면, 半地中植物은 5.3%, 地中植物은 5.2% 높게 나타났으며, 着生植物과 水中植物은 극히 적게 나타났다.

參 考 文 獻

- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, Wien, 865 pp.
- Bray, J.R. and J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325-349.
- 崔斗文. 1967. 鷄龍山の 植生研究, 一鷄龍山을 中心으로 한 溫帶의 소나무 및 참나무林一. 公州師大論文集 5: 83-118.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.
- Despain, D.G. 1983. Nonpyrogenous climax lodgepole pine communities in Yellowstone National Park. *Ecology* 64: 231-234.
- Gauch, H.G. Jr. 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge Univ. Press, New York. 298 pp.
- 張允錫. 1984. 智異山 피아골의 植生型과 그 構造. 中央大學校 碩士學位論文.
- 金俊鎭·林暎得·曹度純·高聖德·閔丙未. 1983. 智異山 피아골 極相林的 群落構造, 植物量 및 一次生產性에 關한 研究, 韓國自然保存協會調查報告書 21: 53-73.
- 金錦順. 1983. 韓國의 *Carpinus laxiflora*林에 關하여. 中央大學校 碩士學位論文.
- Krebs, C.T. 1978. Ecology. Harper and Row. 678 pp.
- Küchler, A.W. 1967. Vegetation Mapping. The Ronald Press Co. New York. 472 pp.
- 宮脇昭·奥田重俊·望月陸夫. 1983. 日本植生便覽, 至文堂, 東京, 872 pp.
- McIntosh, R.P. 1967. The continuum concept of vegetation. *Bot. Rev.* 33: 130-187.
- McNauhgton, S.J. and L.L. Wolf. 1973. General Ecology. Holt, Rinehart and Winoton Inc. New York. 710 pp.
- Muller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons Inc. U.S.A. 547 pp.
- 吳桂七·姜倫淳. 1983. 피아골 第一次林的 群集生態學的 研究. 韓國自然保存協會 調查報告書 21: 39-52.
- Olsvig, L.S., J.F. Cryan and R.H. Whittaker. 1979. Vegetational gradients of the pine plains and barrens of Long Island, New York. In, Pine Barrens; Ecosystem and Landscape, R.T.T. Forman, ed. Academic Press. New York pp. 265-282.
- 박봉규·이후남. 1981. 종다양성지수에 의한 한라산 고지대의 식물군락분석. 대한민국 학술원논문집 20: 127-160.
- Raunkiaer, C. 1934. Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Charendon Press, Oxford. 632 pp.
- Schmelz, D.V. and A.A. Lindsey. 1965. Size class of old-growth forests in Indiana. *Forest Science* 11: 258-264.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1963. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana. 117 pp.
- Shimwell, D.W. 1971. The Description and Classification of Vegetation. Univ. of Washington Press, Seattle. 322 pp.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 188.
- Toyohara, G. 1979. Forest vegetation on rocky sites in Hiroshima Prefecture Southwestern Honshu,

- Japan. *Bull. Yokohama Phytosoc. Soc. Japan* 16: 167-175.
- Westhoff, V. and E. van der Maarel. 1973. In *Handbook of Vegetation Science*, 29. The Braun-Blanquet approach. R.H. Whittaker, ed., Junk, The Hague. 617-726 pp.
- Whittaker, R.H. 1956. Vegetation of the great smoky mountains. *Ecol. Monogr.* 26: 1-80.
- Whittaker, R.H. 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev.* 42: 207-264.
- Whittaker, R.H. 1973. *Handbook of Vegetation Science. Part V: Ordination and Classification.* Junk. The Hague. 737 pp.
- 李永魯·吳啓子. 1983. 피아골의 植物相. 韓國自然保存協會 調查報告書 21: 25-38.
- Yim, Y.J. and T. Kira. 1975. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula. I. Distribution of some indices of thermal climate. *Jap. J. Ecol.* 25: 77-88.
- Yim, Y.J. 1977. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula III. Distribution of tree species along the thermal gradient. *Jap. J. Ecol.* 27: 177-189.
- 任良宰. 1982. 一般生態學. 二友出版社, 서울. 403 pp.
- 任良宰·朴基賢·沈載國. 1982. 韓國에서의 Raunkiaer 生活形의 地理的 分布. 中央大 技術科學研究所 論文集 9: 5-20.
- 任良宰·金聖德·辛昌男. 1983. 피아골 極相林의 水分 및 養分の 收支에 關하여. 韓國自然保存協會 調查報告書 21: 87-98.

(1985. 2. 5. 接受)