

망개나무林的 分布, 構造 및 維持機作

康祥俊·金洪殷*·李昌錫**

忠北大學校 師範大學 科學教育科

忠北大學校 農科大學 林學科*

서울大學校 自然科學大學 生物學科**

Ecological Studies on the Distribution, Structure and Maintenance Mechanism of *Berchemia berchemiaefolia* Forest

Kang, Sang-Joon, Hong-Eun Kim*and Chang-Seok Lee**

Department of Science Education, College of Education, Chungbuk National University

Department of Forestry, College of Agriculture, Chungbuk National University*

Department of Biology, College of Natural Science, Seoul National University**

ABSTRACT

Berchemia berchemiaefolia is a native rare plant which has been designating as the Natural Monument, No. 266, since 1980. The floristic composition, population structure and maintenance mechanism of the *Berchemia berchemiaefolia* forest were investigated in conjunction with the habitat consisted of the block field or screes.

Through the present study, the authors found a new habitat of *Berchemia berchemiaefolia* in the northeastern slope on Mt. Kumdansen located at Hajeok-ri, Cheongcheon-myeon, Koesan-gun, Chungbuk province. Gravels consisted of the block field belonged to granule, pebble and cobble as the range of grain size, $\phi = -1.5 \sim -6.6$ values. The tree layer of *Berchemia berchemiaefolia* community was mainly composed of *Quercus variabilis*, *Pinus densiflora* and *Q. serrata* including *Berchemia berchemiaefolia* and of this community were similar to that of *Q. variabilis*. By the age distribution, it was considered that the community was a discontinued one as the pattern of distribution was a normal distribution type(N type). Phenological cycle including leafing, blooming and seed-bearing period between both sites of block field and valley or close canopy showed some differences. The seed production of *Berchemia berchemiaefolia* was 8,655,000 seeds/ha/year, but only 406,000 seeds/ha/year of them were developed as saplings, and only 4 saplings were developed to mature trees.

緒 論

망개나무(*Berchemia berchemiaefolia*)는 1935年 忠北 俗離山 계곡에서 처음 발견되어 韓國의 特産植物로 취급되어 왔으나, 현재는 日本 中南部 및 中國에서도 자라고 있다고 알려져 있는데, 특히 山岳地帶의 斜面 轉石地에 棲息하는 稀貴植物로서, 우리 나라에서는 天然紀念物로 지정·보호되고 있는 種이다.

稀貴植物이란 좁은 범위로 分布하는 작은 集團이거나 적은 個體數를 가지고 있어서 언제 絶滅될지도 모르는 위기에 직면한 식물을 말하며, 주어진 環境에서 오랫동안 適應 進化한 결과 만들어진 進化的 產物이다.

최근에 이러한 식물들이 빠른 속도로 사라지고 있고, 또 이들의 潛在的 價値가 과학적으로 糾明되기도 전에 絶滅의 위기로 치닫고 있는 실정이다(康 等, 1988 b).

망개나무는 그 분포가 제한되어 있기 때문에 分布地에 대한 報告(李, 1959; 李, 1979 a, b) 외에 어떤 학술적 연구, 특히 生態學的 研究는 거의 조사된 바 없다. 그러므로 망개나무의 分布域에 대한 詳細한 調査나 生態的 特性을 밝히려는 연구가 절실히 요구되며, 더우기 生活史 戰略 및 個體群 動態를 중심으로 하여 그들의 분포에 영향을 미치는 要因을 追跡하는 연구가 필요하다.

Grime(1979)은 식물의 生活史 戰略(life history strategy)을 成熟相(established phase)과 再生相(regenerative phase)으로 구분하고, 후자를 다시 種子의 放出, 散布, 休眠, 發芽 및 幼植物의 成熟으로 세분하여 각각의 存續期間과 機作을 糾明하였고, 이러한 段階的 研究를 통해서만이 식물의 進化, 分布 및 維持機作을 파악할 수 있다고 주장하였다. 그러나 多年生 木本植物의 경우 生活史의 기간이 길기 때문에 이러한 생활사 全般을 단계별로 연구하기란 매우 어려운 실정이지만(Hubbell and Foster, 1986), 發達段階가 다른 몇몇 植分(stands)에 대한 연구 및 植物季節學的 研究를 통하여 이러한 문제를 해결할 수 있으리라 본다.

本 研究는 分布가 한정되어 있는 稀貴植物인 망개나무에 대하여 棲息地의 土壤環境, 群落의 植生組成, 個體群 構造 및 幼植物의 動態의 再生戰略을 파악함으로써 망개나무林的 維持機作을 밝히려고 試圖하였다.

調査地 概況 및 調査方法

忠北 槐山郡 靑川面 沙潭里 所在 岫봉(516m)의 서북사면, 南山(610m)의 남서사면 및 德加山(707m)의 동북사면에는 비교적 넓은 면적에 걸쳐서 망개나무가 分布하고 있는데, 이곳의 망개나무林은 天然紀念物 第266號로 指定 保護되고 있다. 그리고 금단산(766.8m)의 동북사면에도 넓은 면적에 걸쳐서 망개나무가 分布하고 있는데 이 地域은 본 研究에서 처음 分布地로 알려진 곳이며, 이들 4개 地域을 調査地로 選定하였다(Fig. 1).

망개나무가 棲息하고 있는 轉石地에서 礫岩을 무작위로 총 580개 取하여 長徑과 短徑을 測定한 후 礫岩의 構成比率를 알아보고, 粒度의 指標 ϕ 는 粒徑(mm)을 y 로 하였을 때 $\phi = -\log^2 y$ 로 계산하였다(Wentworth, 1922; 沼田, 1974).

망개나무 分布地의 標高 250m~340m 범위내에 20m×20m 크기에 方形區를 無作爲로 13개 설치하여 그곳에 출현하는 각 植物의 被度を Braun-Blanquet 階級(Mueller-Dombois and

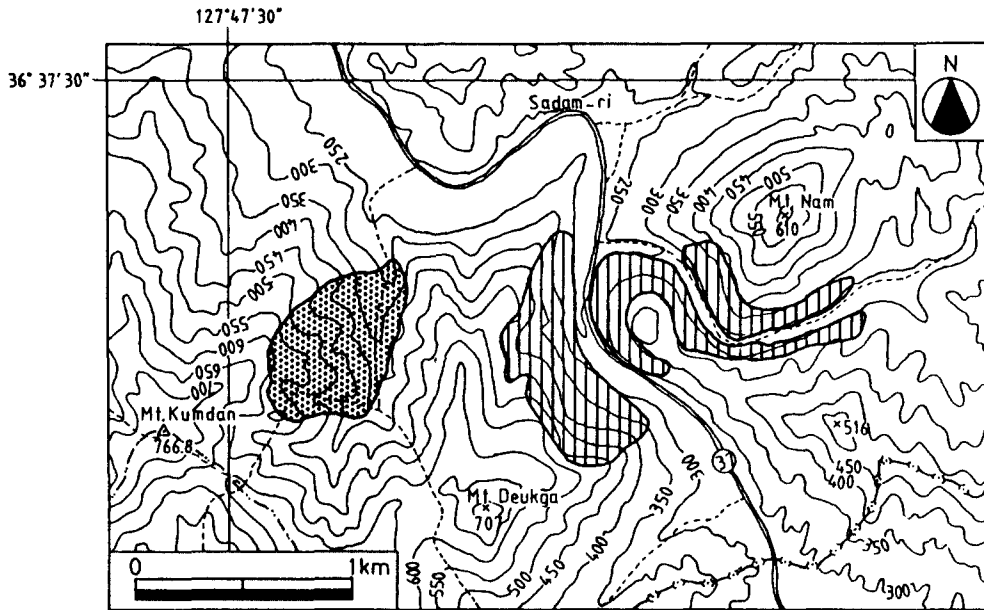


Fig. 1. Map showing the sites surveyed. Dotted area shows the site found by the authors in 1988. Straight-lined area shows the site appointed as the Natural Monument, No. 266, in 1980.

Ellenberg, 1974)으로 표시하여 植生組成을 밝혔고, 출현한 모든 망개나무에 대해서는 樹高, 胸高直徑, 分枝數 및 樹齡을 實測 또는 計算하였다. 망개나무는 材質이 강하여 生長錐를 사용한 樹齡測定이 어려웠으므로 胸高直徑測定이 끝난 개체 중에서 흉고직경 階級別로 26개체를 切斷하여 圓盤을 얻었고 이 원반을 實體顯微鏡下에서 年輪을 mm단위까지 實測한 후, 胸高直徑과 樹齡間의 回歸式을 이용하여 망개나무個體群의 樹齡分布圖를 작성하였다.

植物季節學的 調査는 季節的 展開狀態를 기준으로 하여 發葉(leafing), 開花와 滿開(blooming), 種子形成(seed-bearing)의 變化를 수시로 기록하였다.

種子的 採集은 망개나무 주위에 지름 1m의 圓形 종자덫(seed trap) 13개를 설치하여 1988年 5月 20日부터 1988年 9月 20日까지 落下된 종자를 周期的으로 수집하여 種子生産量을 계산하였다.

幼苗(seedling)에 대한 조사는 林床에 1m×1m크기의 永久方形區를 무작위로 18개 설치하고 2週 간격으로 각 方形區에서 發芽된 幼苗의 數와 消失(枯死)된 幼苗의 數를 헤아렸고, 이들 자료를 이용하여 유묘의 生存曲線(survivorship curve)을 작성하였다. 그리고 單位面積當年間 種子生産量, 유묘와 稚樹(sapling)의 數 및 성숙한 母樹의 개체수를 이용하여 出生率과 死亡率을 계산한 후 망개나무의 維持機作을 해석하였다. 이때 出生率(natality)은 여름까지 종자에서 발아된 개체수로, 死亡率(mortality)은 조사기간 동안에 林床에서 消失된 個體數로 계산하였다.

結果 및 考察

망개나무의 新分布地

망개나무는 1935年 忠北 俗離山 溪谷에서 처음 발견된 이후, 1959年 慶北 靑松郡 周王山과 內延山 寶鏡寺 溪谷에서, 1970年 忠北 堤原郡 寒水面 松界里 月岳山에서, 1979年 忠北 槐山郡 靑川面 沙潭里의 谿峰, 南山, 德加山의 山麓 및 華陽洞, 그리고 鳥嶺의 轉石地에 自生하고 있는 것이 確認된 우리나라의 稀貴植物이다(李, 1979a, b).

본 研究에서는 月岳山과 俗離山 일대의 여러 轉石地를 오랜 기간에 걸쳐 답사한 결과, 忠北 槐山郡 靑川面 下赤里 金단산(766.8m)의 동북사면에 많은 수의 망개나무가 生育하고 있는 自生地를 새로 발견하였는데, 이 地域은 지금까지 알려진 다른 지역보다 망개나무의 數가 월등하게 많았고, 그 크기도 컸으며, 특히 몇 地所에서는 母樹 주위에 seedling bank가 散在하고 있음을 관찰할 수 있었다.

망개나무는 棲息地로 알려진 어느 곳에서나 山麓 또는 斜面 轉石地의 岩隙에서 生育하고 있었다. 특히 忠北 堤原郡 寒水面 松界里의 天然紀念物 第337號인 망개나무 生育地는 立地條件이 다소 良好한 편이나 자세히 調査해 보면 이곳 역시 砂礫 혹은 岩屑위에 落葉이 堆積되고 또 土壤化 過程이 다른 지소보다 다소 더 진행되어 있기 때문에 外觀上 다른 棲息地와 다르게 보일 뿐이다.

이와 같이 망개나무는 土壤形成이 빈약하고 轉石地로 구성되어 있으며, 降水로 공급된 물의 流出이 심한 特殊條件을 갖는 地域에 주로 棲息하고 있는 것이 共通인 現象이었다.

棲息環境

망개나무가 棲息하고 있는 轉石地의 母岩은 주로 千枚岩(phyllite)으로 되어 있고 土壤形成이 빈약한 礫岩地帶이다.

Fig. 2는 망개나무가 自生하고 있는 轉石地를 構成하고 있는 礫岩의 粒度(grain size, granularity)를 ϕ 值으로 나타낸 것이다.

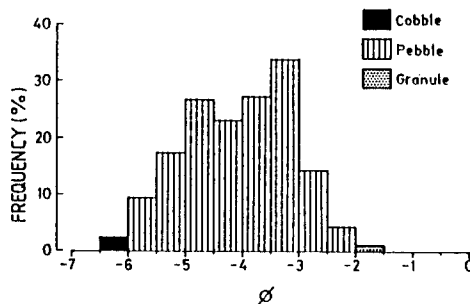


Fig. 2. Difference in grain-size distribution of surface debris between two areas of pebble and boulder in block field.

一般的으로 $\phi = 4$ 이상을 微砂(silt), $\phi = 4 \sim -1$ 을 砂土(sand), $\phi = -1 \sim -2$ 을 細礫(granule), $\phi = 2 \sim -6$ 을 中礫(pebble), $\phi = -6 \sim -8$ 을 大礫(cobble), $\phi = -8$ 이하를 巨礫(boulder)이라 한다(Wentworth, 1922; 沼田, 1974). 그러므로 망개나무 棲息地를 구성하는 礫岩은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 ϕ 值가 $\phi = -1.5 \sim -6.5$ 의 範圍로서 細礫(granule), 中礫(pebble) 및 大礫(cobble)으로 構成되는데, 망개나무는 대부분이 中礫을 차지하였다. 망개나무 生育地는 이와 같이 자갈(礫)로 구성되고 그 사이에 基質이 존재하지 않아 乾燥해지기 쉬우므로 植物의 生育이 어렵다. 따라서 이러한

곳에서 자랄 수 있는 植物은 根系가 發達되고 또 耐乾性이 강한 種이라야 한다(Chujo, 1983; Mizuno, 1989; Koizumi, 1979; 1980; 1985).

실제로 망개나무가 棲息하고 있는 轉石地의 斜面上部에서 岩礫을 드러내었다니 깊이 60cm ~ 100cm되는 곳에서 無機土壤이 出現하였고, 망개나무의 根系는 모두 斜面的 上部쪽, 즉 無機土壤이 있는 쪽으로 뻗어 있음을 觀察할 수 있었다. 또한 礫岩이나 岩塊의 사이에는 落葉이나 암석이 풍화된 細粒의 基質이 들어있었다.

따라서 岩礫은 長期間에 걸친 粒狀風化로 말미암아 砂土나 微砂를 供給해 주게 되고, 이들 砂土나 微砂 등은 大部分이 礫間의 空隙을 통해서 流失되어 버리지만 이러한 物質이 계속적으로 供給되어 表層 가까이까지 퇴적되게 되면, 耐乾性이 강하고 劣惡한 環境에서도 견딜 수 있는 植物이 자랄 수 있는 條件이 될 것이다.

植生組成

망개나무林은 標高 250~340m範圍의 轉石地에 位置하며, 生育地 斜面的 傾斜度는 最小 5°에서 最高 55°의 가파른 곳이다. 망개나무林의 分布中心地와 망개나무를 포함하고 있는 주변의 植分에서 植生調査를 실시한 결과 喬木層에는 망개나무를 비롯하여 굴참나무(*Quercus variabilis*), 소나무(*Pinus densiflora*) 및 졸참나무(*Q. serrata*) 등이 높은 頻度로 出現하고, 기타 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*), 고도쇠나무(*Acer mono*), 팽나무(*Celtis sinensis*), 들베나무(*F. monshurica*), 느티나무(*Zelkova serrata*), 신갈나무(*Q. mongolica*), 벗나무(*Prunus serrulata* var. *spontanea*), 굴피나무(*Platycarya strobilacea*) 등도 喬木層을 構成하고 있었다.

亞喬木層에는 생강나무(*Lindera obtasiloba*), 졸참나무, 비목나무(*L. erythrocarpa*) 등이 높은 빈도로 出現하였으며, 灌木層에는 생강나무, 작살나무(*Callicarpa japonica*), 비목나무, 조록싸리(*Lespedeza maximowiczii*), 난티잎개암나무(*Corylus heterophylla*) 등이, 그리고 草本層에는 담쟁이덩굴(*Parthonocissus tricuspidata*), 둥굴레(*Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*), 기름새(*Spodiopogon cotalifer*), 산거울(*Carex humilis*), 주름조개풀(*Oplismenus undulatifolius*) 등이 높은 빈도로 出現하였다.

망개나무를 포함하고 있는 植分에 설치한 13개 方形區(15m×15m)에서 조사한 以上の 植生資料와 본 調査地所와 동일한 植生帶에 속하는 인접한 장소로서 植生이 잘 보존된 俗離山과 月岳山의 森林에 설치한 같은 크기의 26개 方形區에서 조사한 植生資料를 비교하여 그것으로부터 망개나무林의 立地環境을 파악하기 위하여 식생자료 중 10%이상의 出現種을 대상으로 DCA ordination을 행하였다(Fig. 3).

Ordination分析 結果, 망개나무 植分들은 I軸과 II軸上에서 모두 넓게 配列되는 경향을 나타내었는데, 이러한 결과는 본 연구지소의 망개나무林이 溪谷으로부터 斜面的 中腹에 이르기까지 넓게 分布되어 溪谷의 植生要因과 斜面的 植生要因을 함께 포함하고 있기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 계곡에서는 周邊植生이 발달함에 따라 被陰되므로 망개나무와 같은 陽樹의 생육은 불리할 것으로 판단된다. 따라서 현재 망개나무林의 分布中心이 斜面的 轉石地나 土壤形成이 빈약한 地所에 위치하는 원인은 安定된 環境에서 경쟁력이 떨어지는 망개나무가 他樹種과의 경쟁을 피해 植生發達이 빈약한 지소에 生育하고 있기 때문인 것으로 해석된다.

I軸이나 II軸의 平面上에서 망개나무 植分들은 굴참나무植分들과 가까이 위치하여 망개나무郡落의 植生組成이 굴참나무郡落의 組成과 유사함을 볼 수 있었는데 굴참나무群落은 일반

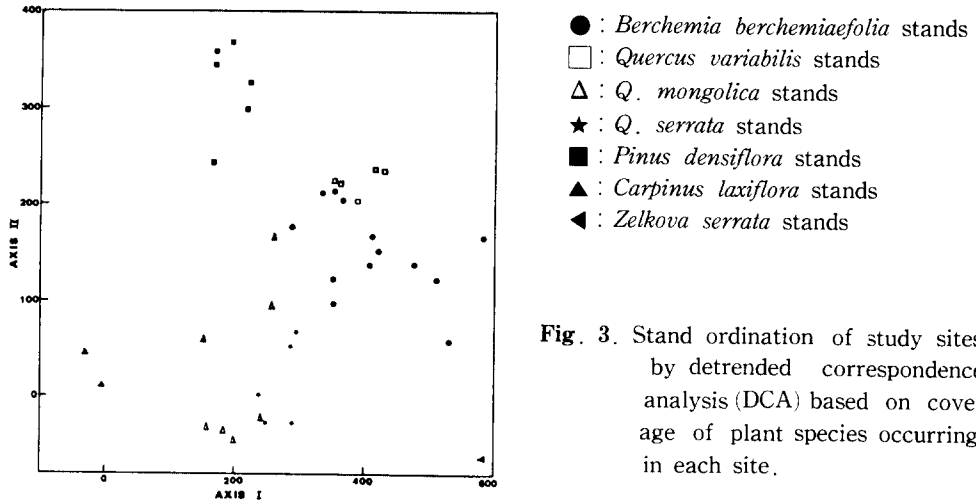


Fig. 3. Stand ordination of study sites by detrended correspondence analysis (DCA) based on coverage of plant species occurring in each site.

적으로 南斜面の 乾燥地所에 형성된다(Kim and Yim, 1981; 康 및 李, 1988; 康 等, 1988; 李, 1989).

주로 南斜面の 乾燥地所에 국한되어 分布하는 굴참나무群落과 달리 망개나무群落이 여러 방향의 斜면에 分布하고 溪谷에도 분포하지만, 그 群落의 立地環境이 斜面에서는 轉石地이고, 溪谷에서는 土壤形成이 빈약한 岩屑이라는 점에서 두 群落의 立地가 모두 乾燥地所이고 그 결과 유사한 植生組成을 가지게 된 것으로 생각된다.

個體群의 構造

Fig. 4는 망개나무숲의 신분포지에서 조사한 망개나무의 樹高分布를 나타낸 것이다.

본 연구지소의 망개나무숲은 樹高가 最低 2m에서 最高 16m에 이르는 個體들로 구성되어 있으며, 가장 높은 頻度의 樹高는 12m~13m 사이이고, 8m에서 14m 사이의 個體들이 全體의 90% 이상을 占有하고 있었다. 特히 注目할 만한 것으로 2m이하의 幼樹 또는 稚樹가 전혀 出現하지 않았다는 점인데 被陰에 의해 幼樹가 정착하지 못한 결과로 생각된다. 망개나무의 DBH分布圖를 보면 (Fig. 5), 망개나무의 DBH는 5cm이하에서부터 35cm까지 分布하였고, 11cm~15cm범위의 개체수가 가장 많았으며 20cm이상의 個體는 많지 않았다.

Fig. 6은 망개나무의 樹齡分布를 나타낸 것이다. 樹齡의 測定에는 生長錐(increment borer)가 사용되는데 軟材에서는 森林을 파괴시키지 않고 좋은 資料를 얻을 수 있으나 硬材에서는 core를 얻기가 어려우므로 一般的으로 圓盤(disc)을 切取하여 年輪을 測定하는 方法을 利用하고 있다. 망개나무는 材質이 단단하고 強하기 때문에 生長錐를 利用한 年輪測定이 어려워 圓盤을 切取하여 年輪을 測定하였다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 본 조사지소에서 망개나무의 年齡分布는 10년 이하에서부터 90년까지 分布하였고 41~50년 사이의 年齡階級을 頂點으로 하는 正規分布形(N形)을 나타내었다.

어느 한 群集의 樹齡 및 크기 分布圖는 그들의 動態에 관한 情報를 제공해 주기 때문에 群集生態學에서는 豫測道具로서 많이 利用되고 있다(Barbour *et al.*, 1987; 康 및 李, 1988). 分布圖의 形에 대하여 Kira 등(1964)은 密度가 높은 群集에서는 時間이 經過할수록 被壓個體數

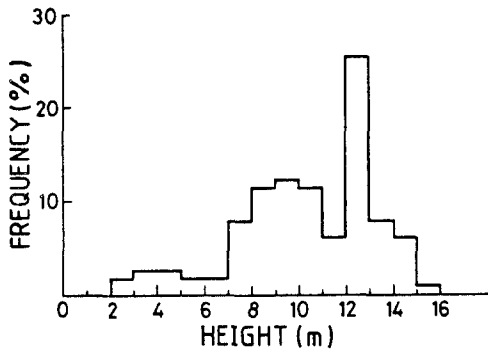


Fig. 4. Frequency distribution of height of *Berchemia berchemiaefolia* trees at the study area.

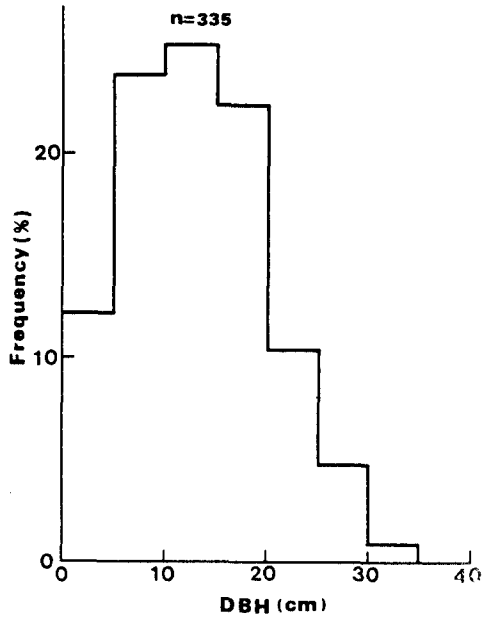


Fig. 5. Distribution of DBH of *Berchemia berchemiaefolia* trees at the study area. Numbers indicate the number of individuals surveyed.

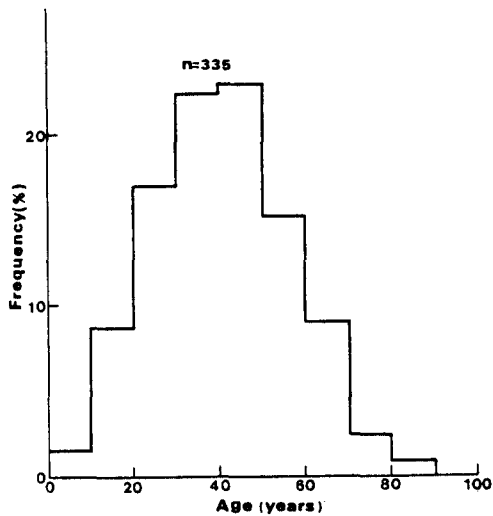


Fig. 6. Age distribution of *Berchemia berchemiaefolia* at the study area. Numbers indicate the number of individuals surveyed.

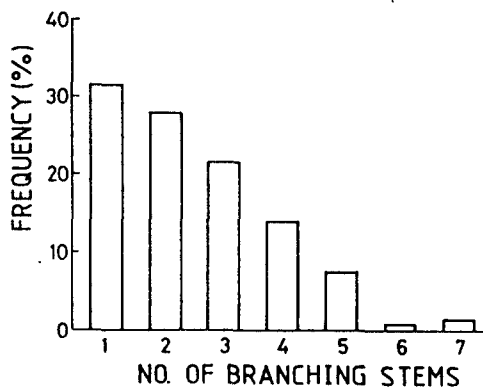


Fig. 7. Frequency distribution of the number of branching stems in *Berchemia berchemiaefolia*.

가 증가하므로 傾斜分布形(L形)이 出現하며, 개체의 크기에 비하여 밀도가 낮은 군집에서는 正規分布形(N形)이 나타난다고 하였고, Ford(1975)와 Mohler 등(1978)은 植物의 크기 分布圖가 Self-thinning이 일어나고 있는 動的狀態에서는 傾斜分布型으로, self-thinning이 시작

되지 않았거나 完了된 靜의 狀態에서는 正規分布型으로 나타난다고 報告하였는데, 이러한 研究들은 同齡林의 動態를 說明한 것이다. 그러나 同齡林이 아닌 群集에서는 傾斜分布型과 正規分布型의 群集을 各各 侵入 또는 持續群落과, 退行 또는 斷絶群落으로 해석하고 있는데 (Barbour *et al.*, 1987), 본 연구지소의 망개나무林은 이러한 斷絶群落으로 解釋된다.

Fig. 7은 망개나무의 生育特性을 알아 보기 위하여 各 個體마다 萌芽로부터 發生한 分枝數를 나타낸 것이다. 망개나무의 分枝數는 株當 最高 7個까지 出現하였으며, 대개 株當 5個이하이었다.

眠周之山 一帶에서 조사한 他 樹種의 萌芽로부터 發生한 分枝數를 보면 신갈나무, 물푸레나무, 굴피나무 및 까치박달(*Carpinus cordata*)은 대개 3개, 서어나무(*Carpinus laxiflora*)는 2개 그리고 졸참나무는 全然 分枝하지 않았는데(康과 李, 1988). 이러한 結果와 比較하여 볼 때 본 조사지소의 망개나무는 이러한 樹種에 비하여 萌芽로부터 發生한 分枝數가 많다는 것을 알 수 있었는데, 本 研究에서 나타난 分枝된 줄기는 번식의 형태라기 보다는 種의 特性上 나타난 生育特性으로 해석된다. 즉, 萌芽를 많이 發生하는 樹種은 攪亂이나 人間干涉이 심할수록, 또 環境이 惡劣하고 劣惡할수록 그 萌芽率이 增加한다고 알려져 있는데, 이러한 結果는 망개나무의 棲息地가 매우 劣惡한 條件下에 있음을 뜻한다.

植物季節學的 觀察

植物의 季節學的 研究(Phenology)는 植物의 繁殖이나 物質配分(resource allocation)을 알아내는 基礎資料를 제공해 주기 때문에 重要한데, Fig. 8은 망개나무의 植物季節學的 現象을 묘사한 것이다.

망개나무의 發葉(leafing)은 轉石地와 溪谷사이에 그 時期의 差異가 나타나는데 轉石地에서는 4月 23日頃, 溪谷에서는 4月 30日頃으로서 兩 地所間에 1週 程度의 時期差가 있었다. 이러한 發葉時期의 차이는 溪谷에 비하여 轉石地가 開放되어 있어 氣溫이 높기 때문이라 생각되는데, 實際로 6月 20日에 測定한 氣溫을 比較하여 보면 轉石地에서 28.0℃일때 溪谷의 氣溫은 18.5℃로서 10℃ 정도 차이가 있었다.

망개나무의 開花(blooming)는 發葉보다 늦게 일어나는데 同一한 개체에서도 한꺼번에 꽃이 피는 것이 아니라 한쪽에서는 꽃이 落花되면서 着果(Seed bearing)가 시작되지만 다른 한쪽에서는 계속 꽃이 피어 나간다. 그러므로 種子의 成熟도 一定하지가 않다. seed trap을 사용하여 落下 種子量을 수집한 結果, 6月 下旬부터 9月 20日까지 約 3개월동안 계속적으로 種子가 成熟되면서 地上에서 落下되었다.

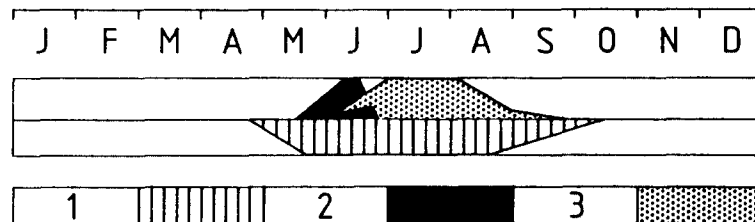


Fig. 8. Phenological cycle based on the observation in 1988.

1 : Leafing 2 : Blooming 3 : Seed-bearing

수집된 種子量은 轉石地에서는 1,628個/m²/年, 溪谷에서는 489個/m²/年, 그리고 森林의 林冠下에서는 717個/m²/年으로서 開放地인 轉石地에서 種子 落下量(生産量)이 가장 많았다. 또한 同一한 개체에서 樹冠部位別로 落下種子量을 比較한 結果, 종자수집량은 안쪽에 설치한 덫(trap)에서 보다 轉石地의 開放된 쪽에 설치한 덫(trap)에서 훨씬 많았는데, 이것은 망개나무가 陽地植物의 屬性을 가지고 있기 때문이라 해석된다. 그리고 망개나무의 이러한 種子生産量은 마찬가지로 陽樹인 소나무의 것보다 훨씬 많았다(Lee and Kim, 1990).

種자의 크기가 작은 植物은 多量의 種子를 生産하여 가능한한 많은 자손을 남기려고 하기 때문인 것으로 알려져 있는데(Harper, 1967), 망개나무의 種子生産量이 많은 것은 이러한 理由 때문이라 생각된다.

維持機作

망개나무의 繁殖, 再生 그리고 維持機作을 알기 위해서는 우선 成熟木을 비롯하여 幼苗(seedling)나 稚樹(sapling)의 動態를 파악하지 않으면 안된다. 그러나 個體群 構造圖(Fig. 4, 5 및 6)에서 볼 수 있듯이 망개나무成熟林이 形成되어 林冠이 密閉된 곳에서는 稚樹나 幼樹가 전혀 발견되지 않고 있다. 따라서 土壤形成作用이 덜 進行되어 植生이 빈약하게 발달된 지소에서 定着하고 있는, 망개나무가 Seedling bank를 形成하고 있는 지소를 선정하여 그 動態를 파악하였다.

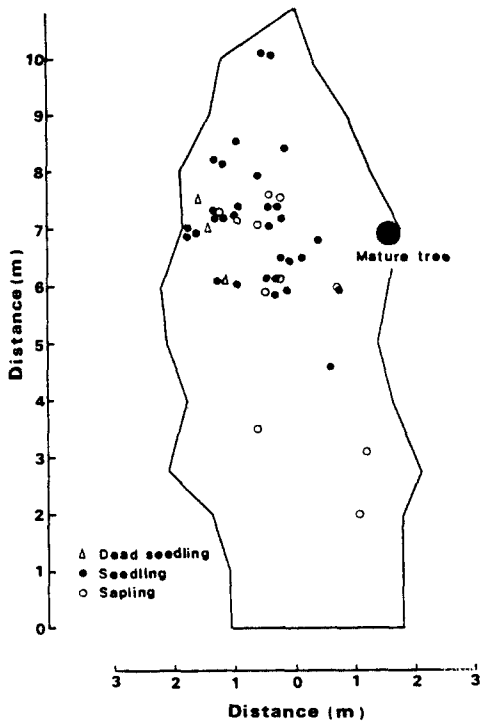


Fig. 9. A map showing the distribution pattern of seedlings and saplings around the mature tree of *Berchemia berchemiaefolia*.

Fig. 9는 본 研究者들이 새로 發見한 망개나무自生地인 忠北 槐山郡 靑川面 下亦里 금단山 東北斜面의 溪谷에서 成熟木과 그 주변의 幼苗와 稚樹의 分布를 묘사한 것이다.

調査地의 左右는 岩盤으로 構成된 乾性川이고 가운데 部分은 岩盤과 빈약한 土壤으로 構成된 자갈무더기 혹은 모래무더기 같은 곳으로서 이곳에는 DBH 30.0cm 크기의 망개나무 成熟木 1個體가 있고 이 個體가 生産한 種子에 의해서 發芽한 幼苗나 稚樹가 分布하고 있었다.

이와 같이 土壤의 基質이 다소 形成되어 있는 곳에서는 幼苗나 稚樹의 生育이 可能하였으나 흩어진 轉石의 틈 사이에 基質이 形成되지 않은 轉石地에서는 이러한 幼苗나 稚樹의 觀察이 어려웠다.

한편 Fig. 10은 망개나무 成熟木 사이에 形成된 갈라진 틈(Gap)에서 距離別로 調査한 幼苗의 密度變化를 나타낸 것이다.

成熟木 사이의 距離는 18m이었는데, 幼苗의 密度는 成熟木으로부터 距離에 따라 뚜렷한 變化를 나타내지 않았다. 18個의 方形區에 出現한 幼苗의 平均密度는 1.6個體/m²이고 最高는 6

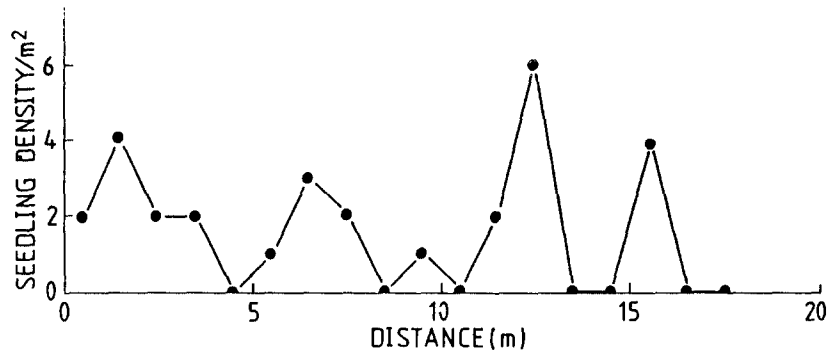


Fig. 10. Changes of seedling density by the distance along the gap in *Berchemia berchemiaefolia* stands.

個體/m²이었다.

이와 같이 幼苗가 발생한 원인은 林冠을 형성하고 있던 成熟木이 枯死되어 형성된 gap사이로 많은 빛이 유입되었기 때문으로 생각되며, 또 距離에 따라 뚜렷한 密度變化가 나타나지 않은 것은 망개나무의 種子가 작고 가볍기 때문에 바람이나 기타 物理的 힘에 의해 고르게 散布되었기 때문이라 생각되는데, 森林에서 攪亂에 의해 형성된 Gap은 林床으로 많은 빛이 유입될 수 있게 하여 陽樹의 幼植物이 侵入할 수 있게 하고(Cho, 1989; Lee and Kim, 1990), 散

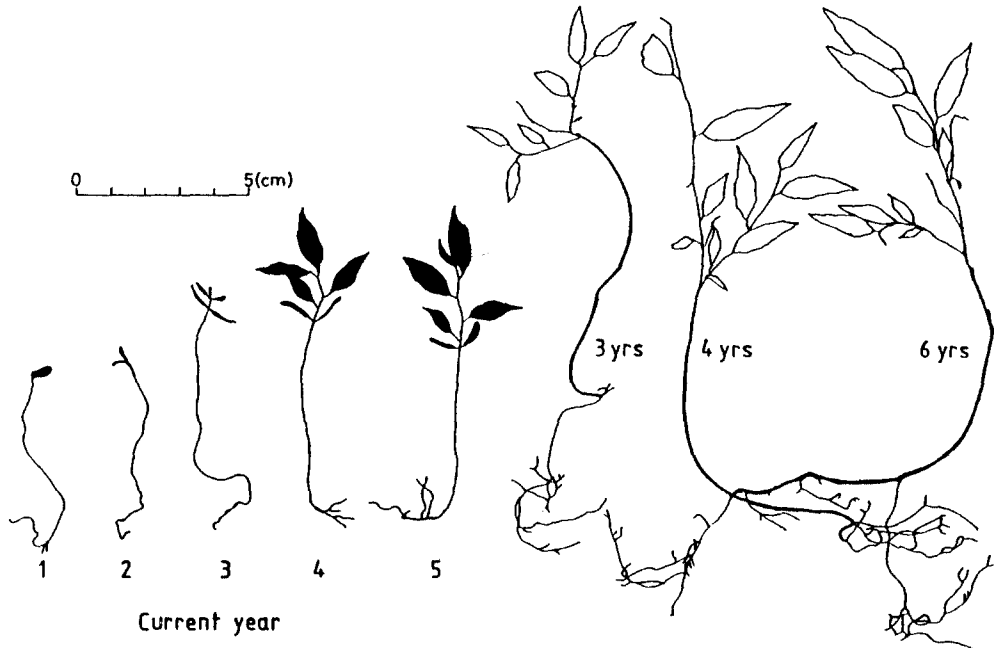


Fig. 11. Representative seedlings of *Berchemia berchemiaefolia* sampled in June, 1989. Numbers of current year seedlings show the age states

布力이 강한 植物은 gap안으로 고르게 種子를 散布시켜 그곳에서 幼植物이 고르게 分布할 수 있게 한다(Lee and Kim, 1990). Fig. 11은 망개나무의 種子가 發芽, 發育되는 段階를 묘사한 것이다.

當年生(current year)의 幼苗는 뿌리발달이 좋지 않으나, 樹齡이 높아질수록 根系의 發達이 좋아지고 있는데, 식물들 사이에서 乾燥抵抗의 차이가 주로 根系發達에 관계되고(Hard, 1974 ; Maruta, 1976 ; Barnes and Harrison, 1982 ; Park, 1989), 乾燥에 대한 가장 效果的인 방어수단이 잘 발달된 根系라는 사실(Kramer, 1983)을 고려할때, 이것을 척박하고 혹독한 環境下에서 살아남기 위한 하나의 適應現象이라 볼 수 있다. 또한 망개나무 幼苗의 初期 生長過程을 보면, 前年度에 發生한 가지가 枯死되면서 새로운 가지가 發生하고 있음을 觀察할 수 있는데 이러한 결과는 망개나무의 萌芽力이 큼을 보여 주는데, 萌芽로부터 發生된 망개나무의 分枝數가 많은 원인이 되고 있다(Fig. 4 참조).

Fig. 12는 1m×1m크기의 永久方形區를 4개 設置하여 當年生 幼苗의 動態를 定期的으로 追跡 調査하여 작성한 生存曲線이다. 1988년에 發芽된 幼苗의 個體數는 6月 전후에 500~600개체 이었으나 7月 이후 현저히 감소되었고, 8月 이후의 死亡率은 낮았다.

7月中의 높은 死亡率의 원인은 장마기간의 乾性川 범람 때문이었다. 이러한 결과는 當年生 幼苗에 대한 4개월간의 生存曲線으로서 9月 이후에 살아 남은 幼苗가 다수 존재하지만 이들은 岩隙사이 또는 土深이 얇은 지소에 뿌리를 내리고 있기 때문에 겨울과 다음해 봄의 寒冷과 乾燥를 견디고 살아남을 確率은 아주 낮은데(Pavon and Reader, 1985 ; Ohkubo et al., 1989), 一般的으로 幼苗는 乾燥에 대한 抵抗性과 耐凍性이 없기 때문이다. (Kashimura, 1981).

망개나무는 種子生産量이 많고 또 當年生 幼苗의 개체수가 比較的 많은 편인데도 망개나무 自生地에서 成熟木의 개체수는 아주 적었다. 이러한 現象을 上述한 여러가지 結果를 근거로

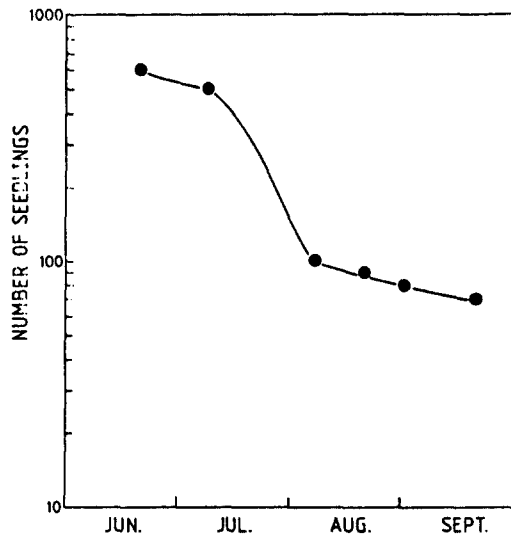


Fig. 12. Survivorship curve of *Berchemia berchemiaefolia* seedlings.

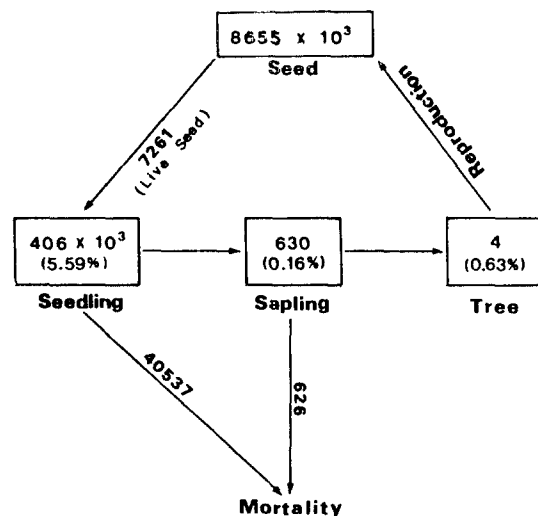


Fig. 13. The dynamics of the number of individuals of trees, saplings, seedlings and seeds per ha of the *Berchemia berchemiaefolia* forest.

하여 說明하면 Fig. 13과 같다. 즉, 망개나무 成熟木의 개체가 年間 生産하는 種子數는 $8,665 \times 10^3$ 個/ha이고 그중 幼苗의 형태로 남는 것은 5.6%인 406×10^3 個體/ha이다. 그리고 이 幼苗中에서 稚樹가 될 수 있는 幼苗의 수는 0.16%인 630個體/ha이고, 나머지는 枯死하게 된다. 또한 630個體/ha의 稚樹가운데서 0.63%인 4個體/ha가 成熟한 망개나무로 될 수 있고 나머지 626個體/ha는 역시 枯死하게 된다.

幼苗나 稚樹個體群의 發育을 制限하는 要因으로는 光과 土壤水分을 들 수 있고 어린 段階에서는 土壤水分이 중요한 制限要因이 되고 年齡이 증가함에 따라 光이 중요한 制限要因이 되는 것으로 알려져 있는데(Kozlowski, 1949; Bourdeau, 1954; Good, 1972), 망개나무의 棲息地가 轉石地이거나 岩盤이 노출된 溪谷임을 고려하면, 망개나무의 幼苗와 稚樹의 死亡率이 높은 원인으로 水分不足을 생각할 수 있으며, 成熟木의 枯死로 형성된 gap이 생긴 지역에서는 幼植物이 출현하나 閉鎖林冠下에서는 幼植物을 전혀 발견할 수 없었고, 이 지역에 幼植物을 출현하나 成熟木으로 발전하는 개체를 발견할 수 없었던 점을 고려하면 빛도 역시 중요한 制限要因이 되고 있음을 알 수 있었다.

이와 같이 망개나무는 土壤水分의 부족 또는 주변식물의 被陰에 의한 光量의 부족때문에 出生率에 비하여 死亡率이 높은 것이 망개나무의 密度가 낮은 理由인데, 忠北 槐山郡 靑川面 沙潭里 一帶 망개나무自生地의 境遇에 망개나무 成熟木의 現存 密度는 3.2개체/ha이었고, 망개나무의 新 分布地에서 成熟木의 密度는 4.0개체/ha이었다.

要 約

우리나라의 稀貴植物인 망개나무(*Berchemia berchemiaefolia*)自生地에서 棲息地의 土壤環境, 망개나무林의 植生組成, 個體群 構造 및 維持機작을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

忠北 槐山郡 靑川面 下亦里 靑山(766.8m)의 東北斜面에서 새로운 망개나무自生지를 발견하였다. 망개나무 自生地인 轉石地는 礫岩의 粒度를 ϕ 치로 계산한 결과, $\phi = -1.5 \sim -6.5$ 로서 細礫, 中礫 및 大礫으로 구성되어 있었다. 망개나무林의 林冠은 망개나무외에 굴참나무(*Quercus variabilis*), 졸참나무(*Q. serrata*) 및 소나무(*Pinus densiflora*) 등으로 構成되어 있었고, 植生組成은 다양하였는데, 주변 지역에서 조사된 植生資料와 비교하였을 때, 대체로 굴참나무群落의 植生組成과 유사하였다.

본 조사지에서 망개나무의 樹高는 2m~16m사이에 分布하였고, 12m~13m 사이의 個體가 많았다. DBH는 5cm이하~35cm 사이에 分布하였고, 11cm~15cm 사이의 個體들이 많았다. 分枝數는 대체로 株當 5個 이하이었으나 7個까지 分枝한 個體도 있었다. 樹齡은 10년이하~90년 사이에 分布하였고, 41년~50년 사이의 개체가 가장 많은 正規分布型(N型)을 나타내었다. 망개나무의 發葉, 開花, 種子形成은 發放地인 轉石地와 溪谷 또는 閉鎖林冠 사이에 그 時期의 差異가 있었다. 연간 種子生産量은 8,655,000個/ha이나 그 중 幼苗로서 發育한 것은 406,000個體/ha, 稚樹로 성장한 것은 630個體/ha, 그리고 成熟木이 될 수 있는 것은 4個體/ha로서 망개나무는 그 숲의 再生과 維持가 어려운 種임을 알 수 있었다.

引 用 文 獻

- 告書 第26號 : 63-88.
- 康祥俊·李昌錫·金洪殷. 1988a. 月岳山 森林群集의 分布와 環境傾度 分析. 忠北大學校 自然科學研究. 1(2) : 75-84.
- 康祥俊·金洪殷·李喜銑. 1988b. 忠北의 自然(植物編). 忠清北道 教育委員會. 371pp.
- 李德鳳. 1959. 稀貴植物 2種의 新分布地. 韓植誌. 2 : 27.
- 李昌福. 1979a. 망개나무의 分布와 이의 保存을 위한 調查. 植分誌 9(1. 2) : 1-6.
- 李昌福. 1979b. 月岳山 및 主屹山 一帶의 木本植物相. 韓國自然保存協會 調查報告書 第15號 : 57-76.
- 李昌錫. 1989. 솔잎혹파리 被害 소나무林의 遷移에 관한 研究. 서울大學校 博士學位論文. 106pp.
- 沼田 眞. 1974. 生態學辭典. 築地書館. 東京. 401pp.
- Barbour, M.G., J.H. Burk and W.P. Pitts. 1987. Terrestrial plant ecology The Benjamin Cummings Pub. Co., Menlo Park. pp.52-78.
- Barnes, P.W. and Harrison, A.T. 1982. Species distribution and community organization in a Nebraska Sandhills mixed prairie as influenced by plant/soil water relationships Oecologia 52 : 192-201.
- Bourdeaw, P. 1954. Oak seedling ecology determining segregation of species in Piedmont oak-hickory forests. Ecol. Monog., 24 : 297-320.
- Cho, D.S. 1989. Regeneration of oaks and the disturbance pattern in hardwood forests and oak savannas in Ohio. Ph. D. Thesis. Ohio State Univ. 200pp.
- Chujo, H. 1983. Alpine vegetation and periglacial movement of slope materials on Mt. Ontake, Central Japan : Factors controlling the *Cardamine nipponica* community. Jpn. J. Ecol. 33 : 461-472.
- Ford, E.D. 1975. Competition and stand structure in some even-aged plant monocultures. J. Ecol. 63 : 311-333.
- Good, N.F. 1972. Population dynamics of tree seedlings and saplings in a mature eastern hardwood forest. Bull. Torrey Bot. Club. 99 : 172-178.
- Grime, J.P. 1979. Plant strategies and vegetation process. John Wiley & Sons. N.Y. 222pp.
- Harper, J.L. 1967. A Darwinian approach to plant ecology. J. Ecol. 55 : 247-270.
- Hubbell, S.P. and R.B. Foster. 1986. Canopy gaps and the dynamics of a Neotropical forest. In, Plant ecology. M.J. Crawley(ed.). Blackwell Scientific Pub., Oxford. pp.77-96.
- Hurd, E.A. 1974. Phenotype and drought tolerance in wheat. Agricultural Meteorology 14 : 39-55.
- Kashimura, T. 1981. On the dehydration resistance and the forest hardiness of *Abies mariesii*. In Ecological studies on the *Abies mariesii* forest, S. Iizumi(ed.). Tohoku Univ., Sendai. pp.15-24.
- Kim, J.U. and Y.J. Yim. 1987. A gradient analysis of the mixed forest of Seonunsan area in southwestern Korean. Korea. J. Ecol. 9 : 225-230.

- Kira, T., H. Ogawa, K. Yoda and K. Ogino. 1964. Primary production in a tropical rain forest of Southern Thailand. Bot. Mag. (Tokyo) 77 : 428-429.
- Koizumi, T. 1979. Periglacial processes and alpine plant communities on the high mountains in Japan, in relation to lithology I. Alpine stony desert vegetation on the windwards slope of the Shirouma Mountain region in the northern Japan Alps. Jpn. J. Ecol. 29 : 71-81.
- Koizumi, T. 1980. Periglacial processes and alpine plant communities on the high mountains in Japan, in relation to lithology III. Alpine wind-blown heath and meadow on the areas of granoparphyry and paleozoic sandstone and shale on Mt. Hachigatake, the northern Japan Alps. Jpn. J. Ecol. 30 : 173-181.
- Koizumi, T. 1985. Periglacial processes and alpine plant communities on the high mountains in Japan, in relation to lithology IV. Wind-exposed vegetation of Mt. Akaishi, the northern Japan Alps. Jpn. J. Ecol. 35 : 263-262.
- Kozlowski, T.T. 1949. Light and water in relation to growth and competition of Piedmont forest tree species. Ecol. Monog. 19 : 207-231.
- Kramer, P.J. 1983. Water relations of plants. Academic press, N.Y. 489pp.
- Lee, C.S. and J.H. Kim. 1990. Natural regeneration of disturbed pine (*Pinus densiflora*) forests. (unpublished).
- Maruta, E. 1976. Seedling establishment of *Polygonum cuspidatum* on Mt. Fuji. Jpn. J. Ecol. 26 : 101-105.
- Mizuno, K. 1989. Distribution of alpine plant communities in relation to surface materials on wind-blown slope around Mt. Mitsu, the northern Japan Alps. Jpn. J. Ecol. 39 : 97-105.
- Mohler, C.L., P.L. Marks and D.G. Sprugel. 1978. Stand structure and allometry of trees during self-thinning of pure stand. J. Ecol. 66 : 599-614.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley Sons, N.Y. 547pp.
- Ohkubo, T., A. Niwa, M. Kaji and T. Hamata. 1989. Nut fall, production and seedling survival in a natural *Fagus japonica* forest in the Chichibu Mountains, Central Japan. Jpn. J. Ecol. 39 : 17-26.
- Park, Y.M. 1989. Factors limiting the distribution of *Digitaria adscendens* and *Eleusine indica* at a rear dune in a coastal sand dune in Japan. Ecol. Res. 4 : 131-144.
- Pavone, L.V. and R.J. Reader. 1985. Effect of microtopography on the survival and reproduction of *Medicago lupulina*. J. Ecol. 73 : 685-694.
- Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. J. Geol. 30 : 377-392.