

智異山 亞高山帶 針葉樹林의 更新

康 祥 俊

(忠北大學校 師範大學)

Regeneration Process of Subalpine Coniferous Forest in Mt. Jiri

Kang, Sang Joon

(College of Education, Chungbuk National University)

ABSTRACT

Regeneration process of *Abies koreana*-*Pinus koraiensis* community consisted of a subalpine coniferous forest in Mt. Jiri, Korea, was studied in relation to age structure, especially to gap formation.

The tall-tree layer (ca. 6.5 m) is dominated by *Abies koreana* and *Pinus koraiensis*, while lower layer by the saplings and juveniles of *A. koreana* and *Picea jezoensis* below 2m tall. The ranges of DBH in *A. koreana*, *P. koraiensis* and *P. jezoensis* were 11.8 cm~26.4 cm, 11.7 cm~24.5 cm and 18.2 cm~21.7 cm, respectively. The trees below 130 cm tall had contagious distribution, while tall and subtall trees had uniform distribution.

The average tree ages of *A. koreana*, *P. koraiensis* and *P. jezoensis* were 60~70 years, 70~80 years and 70~90 years, respectively. The saplings and juveniles below 20 years in tree ages were occupied over 80% of total trees.

The coniferous trees in the gaps or around dead trees were composed of saplings and juveniles which had emerged or invaded about 20 years before and after the gap formation. The *Betula* type regeneration of the coniferous forest took place in gaps which originated from the falling down of a single or a few trees by longevity.

Accordingly, it is clear that the subalpine coniferous forest composed of *A. koreana*, *P. koraiensis* and *P. jezoensis* in Mt. Jiri was supporting by the regeneration pattern of *Betula* type.

緒 論

어졌을 때 생기는 空間(Opening)을 다른 種 個體가 占有해 나가는 置換現象을 말하며, Bray(1956)는 이러한 空間을 林冠空所部(Gap)라고 하였다.

極相인 安定된 森林은 構成樹種 個體群의 更新에 의해 林相이 部分的으로 變化하지만 全體로서는 大體로 一定한 構造와 組成을 維持해 나간다. 數千年以上 永續되는 森林에서도 構成樹木의壽命은 數百年에 不過하다.

森林의 更新 또는 再生(Regeneration)이란, 林冠層을 構成하고 있는 樹木種 個體가 어떤 原因에 의해 없

우리나라의 亞高山帶林을 構成하고 있는 針葉樹는 전나무(*Abies holophylla*)가 主種이고 그 다음으로 자나무(*Pinus koraiensis*), 가문비나무(*Picea jezoensis*)의順으로 나타난다(任慶彬, 1981). 그러나 漢拏山의 亞高山帶林을 構成하고 있는 것은 구상나무(*Abies koreana*)로서 그 單純林을 볼 수 있고(嚴圭白, 1962; 吳桂七, 1968; 車鍾煥, 1969; 崔斗文, 1982; 康祥俊等, 1984),

智異山에서는 구상나무, 잣나무 및 가문비나무가 混生하여 하나의 亞高山帶 針葉樹林을 形成하고 있다(山崎次男, 1940; 宋基鶴·金在生, 1963; 任慶彬, 1981).

最近 外國에서는 亞高山帶林의 再生過程에 關하여 Gap dynamic한 觀點에서 研究가 活發히 行해지고 있으나, 우리나라에서는 이런 類의 研究가 별로 없다.

外國에서의 이러한 研究는 *Abies balsamea* 林(Sprugel, 1976; Sprugel & Bormann, 1981), 美國 東部의 針葉樹林(Hett & Loucks, 1976), 亞高山帶의 遷移(木村, 1977), *Tsuga sieboldii* 群葉(鈴木, 1979, 1980, 1981, 1984), *Abies veitchii* 林과 *Abies mariesii* 林(Kohyama, 1980, 1982, 1983, 1984), 八甲田山의 *Abies mariesii* 林(遠田·菊池, 1981)等이 있으며, 落葉闊葉樹林이나 照葉樹林에 關해서도 Gap phase replacement 한 觀點에서 많은 研究가 이루어지고 있다(Watt, 1947; Naka, 1982, 1984; Nakashizuka & Numata, 1982 a, 1982 b, 1983, 1984; Hara, 1983; 中靜, 1984).

智異山(1915.4 m)의 亞高山帶(1,300~1,400 m 以上)에 分布하고 있는 구상나무—가문비나무林은 하나의 뚜렷한 植生帶를 形成하고 있고, 그의 植生組成, 樹齡構成등은 地域, 即高度, 地形, 傾斜度, 方位等에 따라 다소 다르다. 智異山의 구상나무—가문비나무林에는 잣나무가 混生되어 있고 分布面積은 넓지 않으나 盤峰에서 天王峰을 連結하는 稜線의 兩側에 가느다란 分布帶를 形成하고 있다.

本研究에서는 智異山 亞高山帶의 植生을 構成하고 있는 場基頂附近의 針葉樹林을 對象으로 樹林의 構造年輪幅의 經年變化 및 樹齡構成의 分布를 分析한 후 이 樹林의 更新過程의 解釋을 試圖하였다.

野外調查 및 研究方法

智異山은 國立公園 第1號로 指定된 곳으로서 그 面積은 438.92 km²에 達한다. 本調査의 對象地는 장터목(場基頂)과 天王峰 사이의 海拔 1,630 m, 方位 SW, 傾斜度 27°의 地點으로서 主로 구상나무(*Abies koreana*)와 잣나무(*Pinus koraiensis*)가 高木層을 이루고 있으며 平均樹高는 6.5 m, 植被率은 80%인 곳이다.

野外調查는 1983年 8月에 行하였고, 調査地에 10 m×25 m 크기의 Quadrat를 設置한 후 植生斷面圖를 描寫하였고, 樹林 個體의 位置, 樹高, DBH 및 樹齡을 測定하였다. 樹高 1.3 m 以下의 個體는 位置, 樹高 및 樹齡만을 測定하였다.

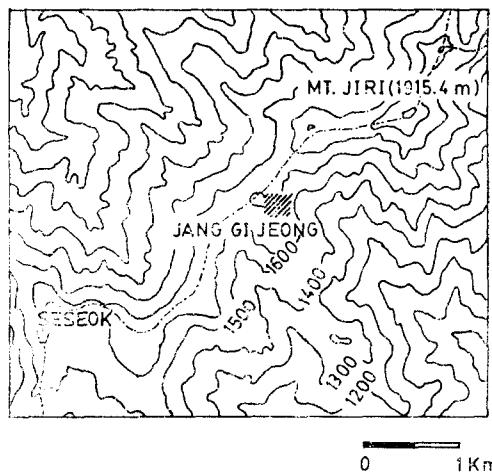


Fig. 1. Location of the site(hatched areas) surveyed. Only the data of st. 1 was reported in the present study.

樹齡의 調査에서는 Swedish Increment Borer를 使用하여 地上 30 cm~50 cm의 樹幹에서 南北으로 Core를 採取하였으며, 採取한 Core는 0°~5°C에 保管한 狀態에서 實體顯微鏡下에서 年輪의 數와 幅을 Caliper로 mm 單位로 測定하였다. 또한 個體分散圖를 作成하고 Morishita(1959)의 *I_d*指數를 算出하였다.

結 果

樹林의 構造와 樹高의 分布

植生斷面圖(Fig. 2)를 보면, 調査地의 基點에서 부터 1 m인 地點과 28 m~30 m 地點에 구상나무와 잣나무의 枯死木 3個體가 있으며, 特히 25 m~28 m 附近에는 小規模의 林冠空所部(Gap)가 나타나고 있는데, 이 Gap 내에는 구상나무와 가문비나무의 稚樹와 幼木이 混生하고 있고, 또 사스래나무(*Betula ermanii*)와 철쭉나무(*Rhododendron schlippenbachii*)가 低木層을 이루고 있다.

植生斷面圖의 樹木 個體위에 있는 숫자는 그 個體의 DBH를 나타낸 것으로서 高木層을 이루고 있는 구상나무의 DBH範圍은 11.8 cm~26.4 cm, 平均 DBH는 19.5 cm이며, 잣나무의 DBH範圍은 11.7 cm~24.5 cm, 平均 DBH는 18.6 cm이었고, 가문비나무의 平均 DBH는 20.0 cm이었다.

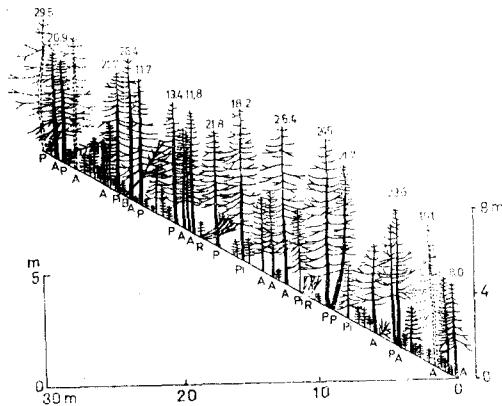


Fig. 2. Profile of the stand surveyed.

A: *Abies koreana* P: *Pinus koraiensis*
Pi: *Picea jezoensis* B: *Betula ermanii*
R: *Rhododendron schlippenbachii*
(The numbers over the trees indicate DBH)

Table 1. The number of stems in every height class of trees (250m^2)

Spp.	Height class in meter								Total
	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	
1	2	3	4	5	6	7	8		
<i>Abies koreana</i>	45	22	2	1	0	5	2	1	78
<i>Pinus koraiensis</i>	4	0	0	0	0	2	5	3	14
<i>Picea jezoensis</i>	18	4	0	0	0	0	2	0	24
Total	67	26	2	1	0	7	9	4	116

樹高階級의 分布를 보면 (Table 1), 구상나무는 樹高 1 m 以下가 全體 78個體 中 45個體 (57.7%), 1 m~2 m 가 22個體 (28.2%), 그리고 7 m 以上은 1個體 (1.2%)로서 그 중 林冠을構成하고 있는 구상나무는 8個體뿐이었다.

잣나무는 1 m 以下의 稚樹가 4個體이나 1 m~5 m의 個體는 전연 없었고, 林冠을 形成하고 있는 高木은 10個體이다. 가문비나무의 稚樹는 全體 24個體 中 18個體, 林冠을構成하고 있는 個體는 2個體뿐이었다. 調査地內의 樹木, 總 116個體 가운데 2 m 以下의 稚·幼樹가 全體의 80.2%를 占有하고 있으며, 이들은 主로 Gapoi나 枯死木周圍에 密生하고 있다 (Fig. 2, 4).

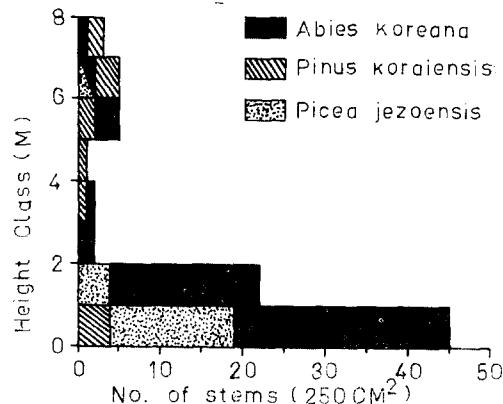


Fig. 3. The distribution of living trunks in tree height class.

個體의 分布와 分散

10 m × 10 m의 Quadrat內 全針葉樹의 個體分布를 描寫한 것을 Fig. 4에 나타내었다. 高木層을 形成하고 있는 個體는 9個體, 亞高木層을 構成하고 있는 것은 1個體, 그리고 低木層 以下(當年生 實生을 除外)는 81個體로서 이 Quadrat內에 出現한 總 個體數는 91個體이었다.

또한 調査地의 全針葉樹의 個體 分散樣式을 Io面積關係를 使用하여 나타내면 (Fig. 5), 130 cm 以下의 個體는 集中分布를, 高木과 亞高木의 個體는 規則分布를 나타내고 있고, 또 130 cm 以下의 稚·幼樹, 低木層의 個體, 亞高木層과 高木層의 全個體들은 集中分布를 나타내었다. 이것으로 보아 個體의 分散은 稚木

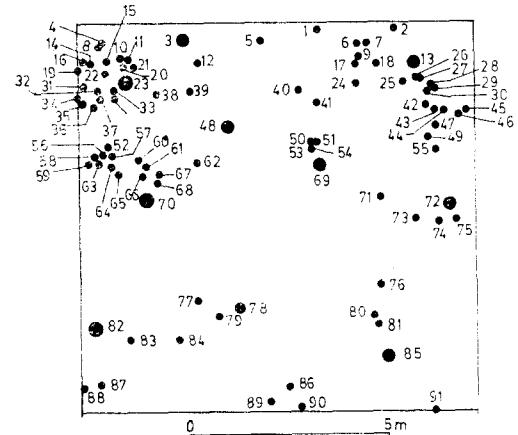


Fig. 4. The spatial distribution of individuals. The round sizes indicate the diameter sizes.

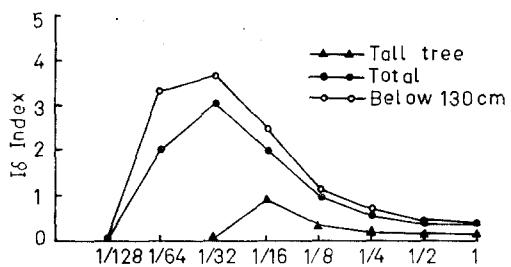


Fig. 5. Morishita's index of dispersion (I_δ) for coniferous trees.

과 幼樹에서 集中度가 높고, 個體가 成長함에 따라 集中度가 낮아져서 成長하면 規則分布에 가깝게 된다는 것을 알 수 있다.

年輪幅의 經年變化

樹齡構成은 森林의 動態, 特히 針葉樹의 再生 Pattern 을 辨明하는데 널리 利用되어 왔다. 구상나무의 年輪幅의 經年變化를 보면 (Fig. 6), No. 1의 個體는 樹齡이 110년으로서 1983년을 基準으로 했을 때 約 30年前에 느린 生長期가 있었으나, 侵入한 이후 現在까지 殘

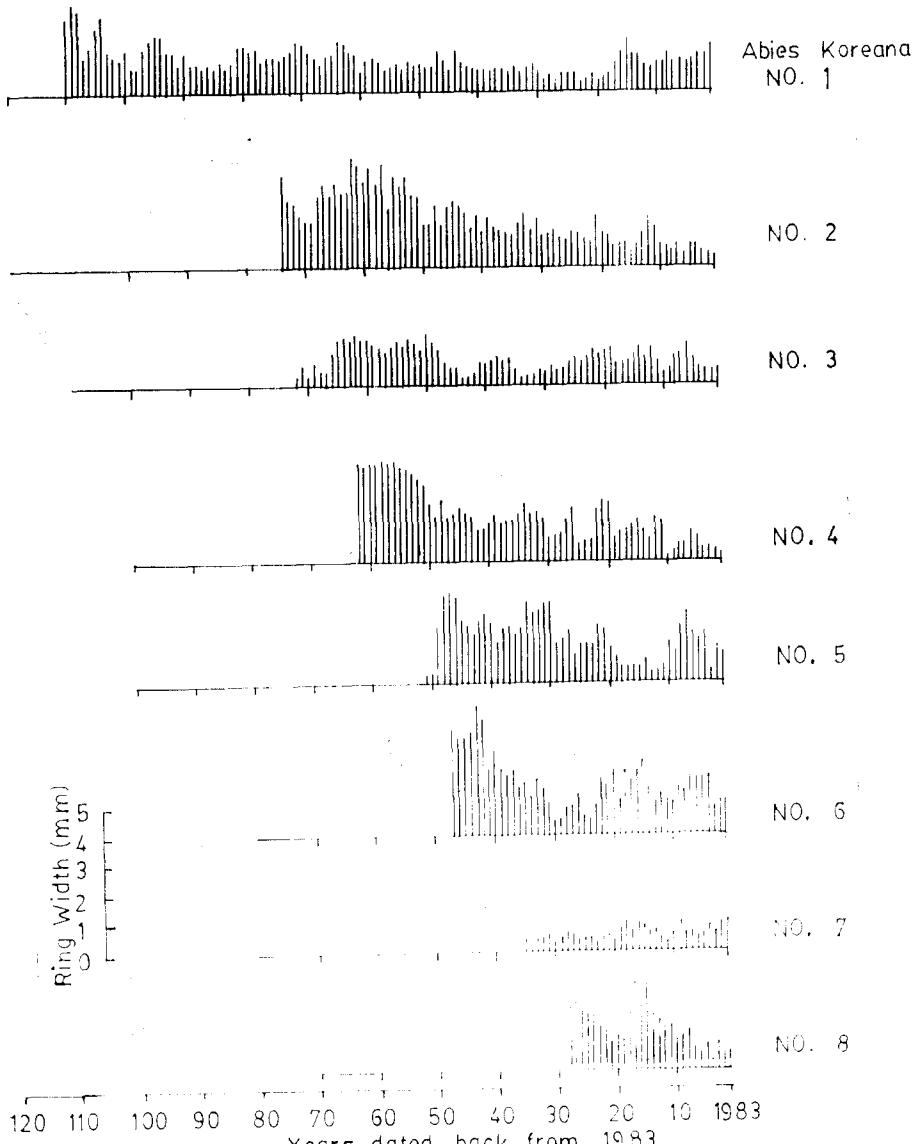


Fig. 6. ** Radial growth patterns of *Abies koreana*.

存하고 있는 個體로서 가장 오랜 樹齡을 갖는 個體였다. No. 2 個體는 74年生의 樹齡으로서 侵入 후 33年間 好生長을 나타내다가 그以後는 점차 느린 生長期를 거쳐 最近 10餘年 동안은 生長이 거의 이루어지지 않는 枯死直前의 個體이다. No. 3은 72年生의 個體로서 다른 個體에 比하여 生長이 별로 좋지 않는 것으로서 年

輪幅의 變化를 볼 때 被壓狀態에 있던 個體인 것 같다.

No. 4 個體는 62年前에 侵入한 것으로서 好生長期를 거쳐 最近 10年 동안은 生長이 거의 停止되어 왔던 個體로서 역시 枯死狀態 直前에 있는 個體이다. 上의 3個體(No. 2, 3, 4)들은 後述하는 잣나무의 侵入時期보다 10餘年 以上이나 늦게 侵入한 것으로 보인다.

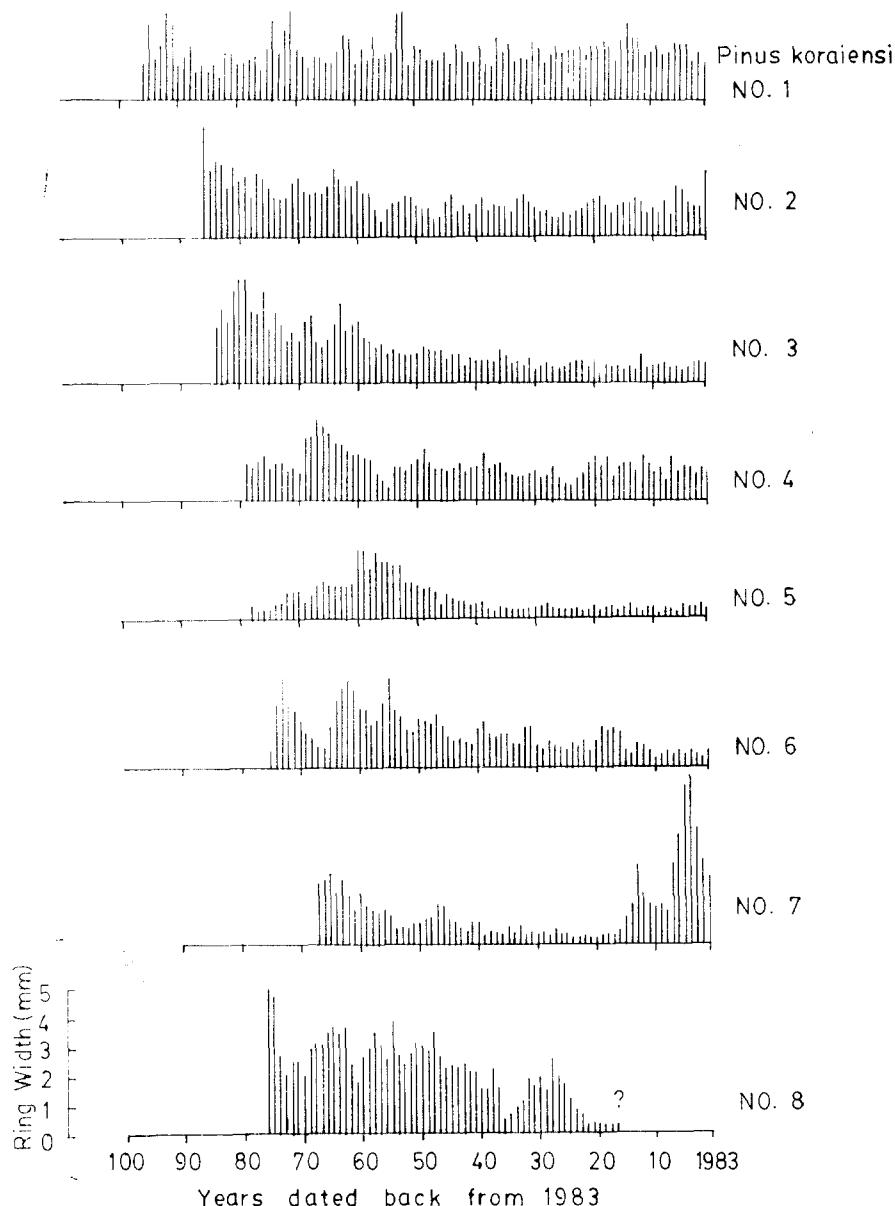


Fig. 7. Radial growth patterns of *Pinus koraiensis*.

No. 5와 No. 6의 個體는 각각 51年前과 47年前에 侵入한 것들로서 느린 生長期가 7~8年동안 있었으나, 現在의 生長은 比較的 好生長을 하고 있다. 그리고 No. 7과 No. 8의 個體는 각각 35年前 및 28年前에 侵入한 個體들이다. 특히 No. 7은 侵入 후 계속 被壓下에서 生長하고 있는 個體이고 No. 8은 好生長期를 지나 現在는 빠른 生長을 하고 있는 個體이다.

以上의 結果를 보면, 구상나무의 平均壽命은 60~70年인 것으로 보이며, 따라서 70年生以上이 되면 自然壽命에 의해 枯死하게 되어 그 곳에 Gap이 形成되어 後續樹의 侵入 生長이 可能한 것으로 보인다.

한편, 잣나무 8個體의 年輪幅의 經年變化를 보면 (Fig. 7), No. 1個體는 96年前에 이곳에 侵入하여 現在까지 繼續의 好生長을 하고 있고, No. 2個體는 86年前에 侵入하여 最初 30餘年 동안은 好生長期였으나 그以後는 느린 生長을 하고 있는 個體이며, No. 3은 No. 2個體와 同時期에 侵入한 것으로 樹齡은 86年이다. 그러나 이 個體는 28年間은 好生長을 나타내었으나 그 후 느린 生長期를 거쳐 最近에는 枯死狀態에 가까운 生長을 하고 있다.

No. 4, 5, 6의 個體는 각각 79年前, 78年前, 75年前에 거의 同時期에 侵入한 個體들로서 侵入 후 최초 10餘年間은 被壓狀態下에 있었던 個體들이다. 그 후 好生長을 보였지만, 특히 No. 5와 No. 6의 個體는 枯死期에 들어선 個體이었다. 또한 No. 7은 67年前, No. 8은 64

年의 樹齡을 갖는 個體인데 특히 No. 8의 個體는 完全히 枯死된 個體였다.

以上의 結果에 依하면, 잣나무의 No. 2, 3, 4, 5, 6의 個體들은 76~86年前의 10餘年 사이에 일제히 侵入한 個體들로서 이러한 事實은 70~80餘年前에 林冠이 短期間 Opening 되었음을 意味한다.

가문비나무와 사스레나무의 年齡幅의 變化를 보면 (Fig. 8), 가문비나무 No. 1個體(樹齡 92年)의 侵入 후 20~30餘年間은 比較的 좋은 生長을 보아 있으나 60年前부터는 느린 生長을 하다가 現在는 枯死直前의 個體이다. No. 2의 個體(樹齡 72年)는 侵入 후 30餘年間은 아주 좋은 生長을 하다가 40餘年前 부터 生長이 급격히 느리게 進行되는 樣相을 보이고 있다. 가문비나무의 境遇는 Core의 採取數가 너무 적어서 平均樹齡의 推定을 할 수 없었다.

한편, 사스레나무는 鈎葉樹에 比하여 年輪生長이 느린 屬性을 나타낸다 (Fig. 8). 사스레나무는 우리나라의 亞高山帶에 널리 分布되어 있는 陽樹로서 鈎葉樹와 混生하고 있다. 그리고 林冠이 파괴되어 林床의 光條件가 充分하게 되면 最初로 定着成長하는 樹種으로서 鈎葉樹가 生長하여 林冠을 形成하게 되면 枯死하는 樹種으로 알려져 있다 (木村, 1977). 本 調査地에 出現한 사스레나무는 侵入 후 7~8年 동안은 好生長을 보았으나 그 이후는 生長이 느리게 進行되고 있다.

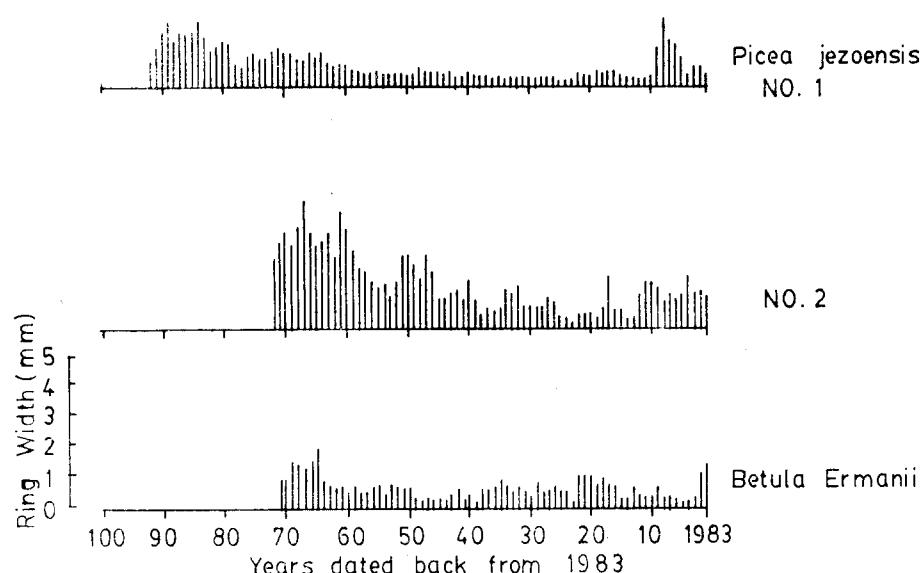


Fig. 8. Radial growth patterns of *Picea jezoensis* and *Betula ermanii*.

樹齡分布

調查地內의 總 116個體에 對한 樹齡分布를 보여 Table 2와 Fig. 9와 같다. 구상나무에서 樹齡 10年 以下の 個體는 19個體, 10~20年 47個體, 20~30年 5個體, 30~40年, 40~50年, 50~60年 및 60~70년의 個體는 각각 1個體씩이 있고, 70~80년 2個體 그리고 100년 以上的 것은 1個體였다.

잣나무의 境遇는 10年 以下の 4個體, 60~70년과 90~100년의 것이 각각 1個體며, 70~80년 3個體, 80~90

Table 2. The number of stems in age class of trees

Age class	<i>Abies koreana</i>	<i>Pinus koraiensis</i>	<i>Picea jezoensis</i>	Total
Below 10 yr	19	4	5	28
10 yr~ 20 yr	47	0	18	65
20 yr~ 30 yr	5	0	1	6
30 yr~ 40 yr	1	0	0	1
40 yr~ 50 yr	1	0	0	1
50 yr~ 60 yr	1	0	1	2
60 yr~ 70 yr	1	1	0	2
70 yr~ 80 yr	2	3	1	6
80 yr~ 90 yr	0	2	0	2
90 yr~100 yr	0	1	1	2
Over 100 yr	1	0	0	1
Total	78	11	27	116

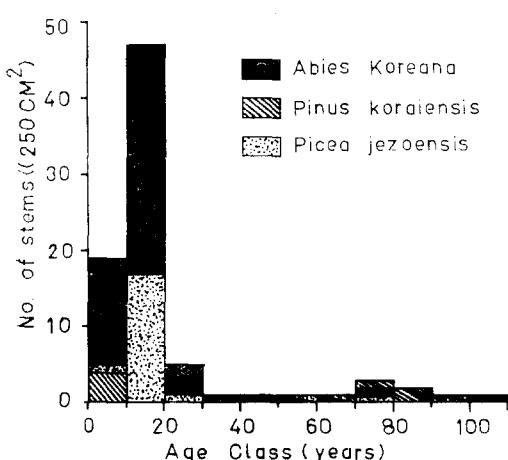


Fig. 9. Age-class distribution of site surveyed.

年 2個體였고, 가문비나무는 10年 以下の 個體가 5個體, 10~20年 18個體, 그리고 20~30年, 50~60年, 70~80년, 90~100년이 각각 1個體씩이었다.

全 樹木의 個體는 樹齡階級別로 보며 10年 以下の 稚樹가 28個體(24.1%), 10~20年 65個體(56%), 20~30년과 70~80년이 각각 6個體씩(5.2%), 50~60년, 60~70년, 80~90년 및 90~100년이 각각 2個體(1.7%)씩이었다. 따라서 20年 以下の 稚樹나 幼樹의 個體가 93個體로서 全體의 80%를 占有하고 있고, 70年 以上的 樹齡을 갖는 個體는 11個體로서 9.5%를 占有하고 있었다. 一般的으로 極相林에서의 樹齡構成의 分布는 二山型을 나타내는데 本 調査地의 鈎葉樹林에서도 같은 樣相을 나타내고 있었다.

論 議

森林은 構成木의 枯死에 依한 林分의 部分的인 破壞와 閉鎖林冠下의 稚樹나 幼樹의 侵入한 樹木의 生長에 依한 再生이라는 更新過程을 通過하여 維持된다.

亞高山帶 鈎葉樹林의 再生類型(pattern)에 對한 最初의 研究는 日本 長野縣 Yatsugatake 山의 *Abies veitchii*와 *A. mariesii*을 中心으로 하는 鈎葉樹林에서 行해졌다(木村, 1984).

木村(1977)에 依하면 *Abies*林의 更新過程을 陽樹인 *Betula ermanii*가 介在되어 再生이 일어나는 "Betula型"과 陰樹인 鈎葉樹만에 依해 再生이 繼續되는 "Shimigare型", 즉 Sprugel(1976)이 "Wave regeneration"이라고 일컬은 이 두가지 型이 있음을 最初로 報告하여 이 2型의 再生 Type가 있어서 全體로서 亞高山帶 鈎葉樹林은 安定성이 維持된다고 하였다.

智異山 亞高山帶 鈎葉樹林의 構成種 기운데 구상나무의 平均壽命은 60~70年, 잣나무의 平均壽命은 70~80年으로서 60~80年 以上이 되면 自然히 枯死하게 되고, 따라서 林冠이 Opening되면서 林冠空所部(Gap)가 形成된다. 林内에 Gap이 形成되면 陽性이고 耐凍性이 強한 사스래나무가 侵入 成長하여 被陰이 形成되게 되고, 閉鎖林冠下에서 發芽한 鈎葉樹의 實生(Seedling)은 照度가 높기 때문에 死亡率이 高게 되지만 被陰下에서 살아남은 稚樹들은 側枝를 展開하면서 稚樹段階으로서 林冠이 봉괴되는 更新의 機會를 기다리다가, 어떤 原因(例, 山火, 台風, 寒虫에 依한 被害 등)에 의하여 林冠이 Opening되면 이를 稚樹들은 好生長期을 맞게 된다.

이러한 稚樹나 幼木은 局地的으로 發生하므로 集中分布를 하지만, 生長과 함께 競爭 등으로 枯死하여 成木이 되면 規則分布 또는 Random 分布를 하게 된다 (Fig. 4, 5). 鈴木(1979)에 依하면 *Tsuga sieboldii* 天然林의 更新에서 樹齡 50年 未滿은 集中分布를, 50~99년의 個體는 集中分布 또는 Random 分布를, 100年以上의 個體는 Random 分布를 한다고 報告하였으며, Nakashizuka & Numata(1982 a)도 *Fagus crenata* 林의 再生過程에서 大徑木은 規則分布 또는 Random 分布를, 中小徑木은 集中分布를 한다고 하였다. 이때 Gap의 크기와 最大 集中斑의 크기와는 相關이 있어 *Fagus*의 大徑木 1~數本 程度의 倒木에 依해 Gap이 생길 것이라고 推定하였다. 또한 Hara(1983)에 依하면 Japanese beech forest의 林冠을 形成하고 있는 樹木은 Random 分布를 하나, 亞高木과 低木은 集中分布를 하며 Clump size와 Gap size는 대개 一致한다고 하였다.

本 調查에서 全體 樹木 個體數의 80% 以上이 20年以上의 樹齡을 나타내고 있고 또 年輪幅의 好生長期는 70餘年 以上의 樹齡을 갖는 枯死狀態의 個體를 除外하고는 지금부터 20餘年前 부터 好生長期을 맞고 있는 것으로 보아 20餘年前에 枯木의 倒木 또는 枯死에 依해 이곳에 Gap이 形成된 것으로 생각된다.

그러므로 智異山 亞高山帶의 針葉樹林의 更新은 木村(1977)의 *Betula* Type에 依해 連續的으로 更新이 일어나 이 生態系의 安定性을 維持해 나가고 있는 것으로 보인다. 여기에서는 針葉樹의 主要한 更新要因을壽命으로 보고 있으나 이 問題에 對해서 앞으로 더 많은 研究가 必要한 것 같다.

摘 要

智異山 亞高山帶의 針葉樹林을 構成하고 있는 樹種은 구상나무(*Abies koreana*), 잣나무(*Pinus koraiensis*) 및 가문비나무(*Picea jezoensis*)로서, 平均 樹高는 6.5 m 있고, 樹高 2 m 以下인 구상나무와 가문비나무의 稚·幼樹가 全體의 80.2%를 占有하고 있는데 反해, 잣나무의 稚·幼樹는 겨우 3.5%였다.

高木層을 形成하고 있는 구상나무의 DBH는 11.8 cm ~ 26.4 cm範圍로 平均 DBH는 19.5 cm, 잣나무 11.7 cm ~ 24.5 cm로 平均 DBH는 18.6 cm, 그리고 가문비나무 18.2 cm ~ 21.7 cm로 平均 DBH는 20.0 cm이었다.

Morishita(1959)의 I_d 指數에 依한 個體分散은 樹高 130 cm 以下의 個體는 集中分布를, 高木과 亞高木의

個體는 規則 分布를 하고 있고 全 個體의 分散樣式은 集中分布를 나타내었다. 이들 稚·幼樹는 Gap이나 枯死木 주위에 主로 密生하고 있었다.

樹齡階級은 20年 以下의 稚·幼樹가 全體의 80%를 占有하고 있었고, 70年 以上의 樹齡을 갖는 個體는 全體의 9.5%로 極相林의 樹齡分布 類型인 二山型을 나타내었으며 이곳의 Gap은 20餘年前에 形成되었음을 알 아내었다.

구상나무의 平均壽命은 60~70年, 잣나무 70~80年, 가문비나무 70~90年으로 推定되었으며 壽命에 依해 枯死되면 Gap이 形成되고 그곳에 陽樹인 *Betula ermanii*가 侵入한 후 7~8年이 지나면 鎮 차 針葉樹가 侵入하여 安定된 針葉樹林이 되는 소위 *Betula*型의 更新Type에 依해 維持되고 있는 것으로 判断된다.

參 考 文 獻

- Bray, J. R., 1956. Gap phase replacement in a maple-basswood forest. Ecol., 37 : 598~600.
 車鍾煥, 1969. 漢拏山 植物의 垂直分布. 韓國植物學會誌, 12 (4) : 19~29.
 崔斗文, 1982. 漢拏山 白鹿潭 周邊의 植生研究. 公州師範大學論文集, 20 : 81~94.
 Hara, M., 1983. A study of the regeneration process of a Japanese beech forest. Ecol. Rev., 20(2) : 115~129.
 Hett, J. M. and O. L. Loucks, 1976. Age structure models of balsam fir and eastern hemlock. J. Ecol., 64 : 1029~1044.
 Kang, S. J., T. Kikuchi, H. Takayama, and K. Suzuki, 1981. A phytosociological description of the *Abies koreana* forest on Mt. Halla in Cheju island, Korea. (unpublished).
 木村 允, 1977. 亞高山帶の 遷移. 植物生態學講座 4. 「群落の 遷移と その機構」(沼田 貞編), 21~30. 朝倉書房, 東京.
 _____, 1984. 森林研究における記憶と記録・遺傳, 38(4) : 40~42.
 Kohyama, T., 1980. Growth pattern of *Abies mariesii* saplings under conditions of open-growth and suppression. Bot. Mag. Tokyo, 93 : 13~24.
 _____, 1982. Studies on the *Abies* population of Mt. Shimagare. II. Reproductive and life history traits. Bot. Mag. Tokyo, 95 : 167~181.
 _____, 1983. Seedling stage of two subalpine *Abies* species in distinction from sampling stage: a matter-economic analysis. Bot. Mag. Tokyo, 96 : 49~65.

- 甲山隆司, 1984. 亞高山帶ミラビソ・オオシラビソ林の更新. 遺傳, 38(4) : 67~72.
- Morishita, M., 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional pattern. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E(Biol.), 2 : 215~235.
- Naka, K., 1982. Community dynamics of evergreen broadleaf forests in southern Japan. I. Wind damaged trees and canopy gaps in an evergreen oak forest. Bot. Mag. Tokyo, 95 : 385~399.
- 仲和夫, 1984. 照葉樹林の更新. 遺傳, 38(4) : 51~55.
- Nakashizuka, T. and M. Numata, 1982 a. Regeneration process of climax beech forest. I. Structure of a beech forest with the undergrowth of *Sasa*. Jap. J. Ecol., 32 : 57~67.
- _____ and _____, 1982 b. Regeneration process of climax beech forest. II. Structure of a forest under the influence of grazing. Jap. J. Ecol., 32 : 473~482.
- _____ and _____, 1983. Regeneration process of climax beech (*Fagus crenata* Blume) forest. III. Structure and development process of sapling populations in different aged gaps. Jap. J. Ecol., 33 : 409~418.
- _____ and _____ 1984 a. Regeneration process of climax beech (*Fagus crenata* Blume) forest. IV. Gap formation. Jap. J. Ecol., 34 : 75~85.
- 中静透, 1984 b. ブナ林の更新. 遺傳, 38(4) : 62~66.
- 吳桂七, 1968. 氣候外 森林群集, 漢寧山 呂紅島. 文化公報部, p. 60~89.
- 宋基鶴・金在生, 1963. 智異山 森林生態 調査豫報. 晉州農科大學 研究論文集, 2 : 41~46.
- Sprugel, D. G., 1976. Dynamic structure of wave-regenerated *Abies balsamea* forest in the north-eastern United States. J. Ecol., 64 : 889~911.
- Sprugel, D. G. and F. H. Bormann, 1981. Natural disturbance and the steady state in high-altitude balsam fir forests. Science, 211(23) : 390~393.
- 鈴木英治, 1979. ブガ天然林の更新. I. 樹幹解析によって推定した成熟林分の動態. 日生態會誌, 29 : 375~386.
- _____, 1980. シカ天然林の更新. II. 約260年前および50年前におよび2回の更新過程. 日生態會誌, 30 : 333~346.
- _____, 1981. シカ天然林の更新. III. 針葉樹稚樹が少ない林冠ギャップ下の更新とギャップ形成時の推定法. 日生態學會誌, 31 : 307~316.
- _____, 1984. 暖温帶におけるモミ・ツガ林の更新. 遺傳, 38(4) : 56~61.
- 遠田宏・菊池多賀夫, 1981. 八甲田山のアオモリトドマツ林の更新. アオモリトドマツ林の生態學的研究. (飯泉茂編). 東北大學理學部八甲田山植物實驗所, 仙台, p. 49~65.
- 嚴圭白, 1962. 松柏類의分布를 중심으로 하는漢寧山의 垂柳分布帶. 韓國植物學會誌, 5(2) : 17~20.
- Watt, A. S., 1947. Pattern and process in the plant community. J. Ecol., 35 : 1~22.
- 山本進一, 1984. 森林の更新. 一そのパターンとプロセス. 遺傳, 38(4) : 43~50.
- 山崎次男, 1940. 花粉分析による朝鮮南部の樹種變遷に關する考察. 日林誌, 22(2) : 17~29.
- 任慶彬, 1981. 造林學原報. 鄭文社, p. 32~37.

(1984年 9月 13日 接受)