

智異山 구상나무林分の 植生構造와 稚樹 發生 및 生育 動態¹

鄭載珉² · 李樹元³ · 李康寧²

Vegetation Structure, Regeneration Niche, and Dynamics of the Saplings in *Abies koreana* Forest of the Mt. Chiri¹

Jae Min Chung², Soo Won Lee³ and Kang Young Lee²

要 約

本 研究는 智異山의 亞高山帶에 分布하고 있는 구상나무 林分에 대한 植生構造와 上層의 被度에 따른 幼苗와 稚樹의 發生과 生育動態를 調査하였다.

구상나무 林分의 密度는 上層보다 中層에서 높게 나타났으나, 平均面積, 個體間의 距離에서는 上層이 높았으며, 그리고 上層은 規則分布를 하고 있었다.

上層의 被度에 따른 幼苗와 稚樹의 發生密度는 25%內외의 弱度에서 가장 높았고, 다음은 50%內외의 中庸度, 林分의 側方順이었으며, 75% 內외의 强度 林分에서는 가장 낮았다. 그리고 稚樹의 連年 生長量과 最近 5年間의 生長量은 側方의 林分에서 가장 良好하였으며, 上層의 鬱閉度가 높아질수록 점차 低下되었다. 上層의 被도가 낮은 林分에서는 10-20年生의 稚樹가 많았고, 上層의 被도가 높은 林分에서는 20-30年生 稚樹가 많았다. 上層林分의 側方에서 정상적으로 生長하는 A型은 林內의 鬱閉度가 增加할수록 극히 減少하였고, 반면 被壓에 의한 生長이 抑制되거나 中止된 D, E型의 出現率은 급격히 높아졌다. 이상의 結果에서 上層木의 側方 또는 gap에서는 정상적으로 자라 圓錐型의 樹形을 나타내고 있었으나, 上層木의 被도가 높아질수록 稚樹는 被壓되어 가지의 간격이 좁고 頂端部의 生長이 抑制된 傘型의 稚樹가 增加되고 있었다.

ABSTRACT

We investigated the vegetation structure, and effects of canopy degree(gap or purlieu to 25%, 50%, 75%, over 75%) of the overstory on seedling regeneration and survivorship, and sapling density, growth and growth type of *Abies koreana* in subalpine of Mt. Chiri.

The stem density in *Abies koreana* stand was higher in middle story than upper story, individual trees in upper story occupied larger area and were more apart, resulted in uniform distribution. The regeneration and survivorship of seedlings and saplings were best in 25% of crown closure, in order of 50%, gap, but lowest in over 75% of crown closure. The annual growth rate and recent 5 years growth rate of saplings were highest in gap or purlieu and getting lower toward gradually higher coverage of overstory. And 10- to 20-year-old saplings were mainly regenerated in stands with lower density(I or II), but most of 20 to 30 years old saplings were growing in stands with higher density(III or IV). The number of "A" type saplings grown normally in gap or purlieu was gradually decreased in stand with higher density but the number of "D" or "E" types of which growth was

¹ 接受 1995년 8월 26일 Received on August 26, 1995.

² 慶尙大學校 農科大學 林學科, Department of Forestry, College of Agriculture, Gyeongsang Nat'l University, Chinju 660-701, Korea.

³ 林業研究院, Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea.

suppressed or prohibited by the high density was abruptly increased, Saplings normally growing in the gap and purlieu showed the panicle type, but those grown under dense crown were greatly suppressed and showed the umbellate type.

Key words: Regeneration, Survivorship, Niche, Vegetation structure, Demography, *Abies koreana*, Saplings, Seedling, Gap.

緒 論

高等植物에 있어서 地理的 分布와 種多樣性은 出現하는 稚樹의 數에 따라 크게 決定되며, 天然 林에 있어서 稚樹의 出現은 林內의 環境要因에 의해 크게 調節된다(Reder, 1993; Collins and Good, 1987). 森林은 喬木層의 樹冠에 의해서 林內의 光線, 氣溫, 濕度 등의 독특한 環境을 형성하여 下層植生의 種類나 出現度를 規制하고 있으며, 稚樹의 發生率 뿐만 아니라 下層植生의 生長量이나 生存率에 크게 關係되고 있다(Canham, 1988; Grubb, 1977).

亞高山帶에서 針葉樹林은 極相群落으로 停止하지 않고 어떤 변화를 항상 내포하면서 動的인 安定性을 維持하고 있으나, 그 下層에 發生하는 稚樹의 本數는 극히 적다. 이러한 森林에서 어떤 원인으로 林冠이 파괴되면 林內에는 급히 陽光이나 바람이 들어 오므로서 稚樹가 發生하여 점차 回復이 되는데 이러한 群集의 攪亂에 의한 空間은 원래의 植物種이 점령하여 回復하는데 오랜시간이 필요하다.

溫帶林에 있어서 群集은 gap, 建設, 成熟 등의 三相의 相對的인 期間과 거기에 定着하는 樹種에 의해 森林群集의 構성이 결정되고 gap이 클 때에는 陽樹類가 混淆된 群集으로 된 후 耐陰性이 강한 樹種이 定着되어 그 樹種의 成熟기에 들어가게 된다(木元·武田, 1989; Kohyama, 1993). Grubb(1977)은 植物의 適地適所의 條件은 生活型과 氣候條件, 產地, 發生으로 區分한 바 있으며, 稚樹의 發生과 生長條件에 관한 研究는 gap의 크기와 競爭(Elison and Farnsworth, 1993; Goldberg and Werner, 1983; Yamamoto, 1989, 1992; Poulson, 1989), 被陰(Canham, 1988; Sacchi and Price, 1992), 落葉層의 量과 깊이(Collins and Good, 1987; Peterson and Facelli, 1992), 土壤濕度(Sacchi and Price, 1992; Ogonnaya et al., 1992; Moral and Wood,

1993), 種子의 크기와 量(Hendrix and Trapp, 1992) 등을 중심으로 하여 試圖되어 왔다.

구상나무는 우리나라 南部地方에 위치하고 있는 智異山, 漢拏山, 德裕山, 가야산의 亞高山帶에 天然分布하고 있으며, 그중 智異山에서는 標高 1,200-1,800m에 分布하고 있다. 구상나무 林分에 관해서 康祥俊(1984)은 智異山 亞高山帶의 針葉樹林에서 壽命에 의해 枯死된 곳에 陽樹인 사스래나무가 侵入한 후 점차적으로 針葉樹가 出現하여 안정된다고 報告한 바 있으며, 市河三英와 小見山 章(1988)은 亞高山帶의 常綠針葉樹林에 있어서 稚樹發生은 年次變動이 크다고 報告한 바 있으며, 그리고 李康寧(1992)은 智異山의 下峰, 細石지역의 구상나무 林分에 대하여 直徑分布와 群落構造를 分析하였던 바 林分 모두 中, 下層에서는 落葉闊葉樹의 優占도가 증가하는 경향이었다고 報告한 바 있다. 또한 金갑태 등(1991)은 智異山 반야봉地域의 구상나무林에 대한 群落構造를 세계의 集團으로 分類한 바 있고, 文炫植(1994)은 德裕山의 구상나무 林分에 대해 直徑分布와 種의 構成狀態를 調查報告한 바 있으며, 藤本征司(1985)은 北海島 喬木類에 대하여 生活樣式의 중요한 외적 表現인 樹形에 관한 生態學的의미를 檢討한 바 있다.

本 研究는 智異山의 亞高山帶에 위치하고 있는 구상나무 天然林에 대하여 保存과 차후 經濟林으로 活用하기 위한 基礎的 資料로서 林分構造와 上層의 被度에 따른 稚樹의 發生과 生育動態를 分析하였다.

材料 및 方法

1. 調查 地域의 概況

調查對象 地域은 智異山의 下峰에서 中峰, 天王峰, 帝釋峰, 細石平田에 이르는 海拔 1,600-1,900m인 亞高山帶로서 南面은 行政區域上 慶尙南道 山淸郡 三壯面과 矢川面이며, 北面은 咸陽郡 馬川面에 位置하고 있고, 구상나무의 天然集

團이 잘 保存되어 있는 林分에서 실시되었다(그림 1). 이 地域은 寒帶性 亞高山帶로서 傾斜가 급하고 南,北斜面으로 구분되어 季節에 따라 南東風과 北西風이 强하게 교차하여 日氣變化가 심하며, 6, 7, 8월에 年降水量의 60% 이상이 集中되고, 氣溫의 年間變化가 크다(그림 2). 그리고 이 地域의 森林植生은 寒帶林의 特性이 나타나는 곳으로 구상나무와 가문비나무, 잣나무, 朱木의 常綠針葉樹가 優占하고 있고, 사스래나무와 좁고 채목, 철쭉, 시닥나무, 청시닥, 부계꽃나무, 털야광나무, 귀룽나무, 땃부름 등 落葉闊葉樹가 小群落을 이루고 있으며, 산구절초와 곰취, 박쥐나무, 열레지, 지리강활, 참당귀, 지리바꽃, 동자꽃, 실새풀, 두메사초, 산오이풀 등 高山性 草本類의 出現이 높은 지역이다.

2. 調查 方法

本 調査는 1994年 8-10月 동안 3회의 現地調査

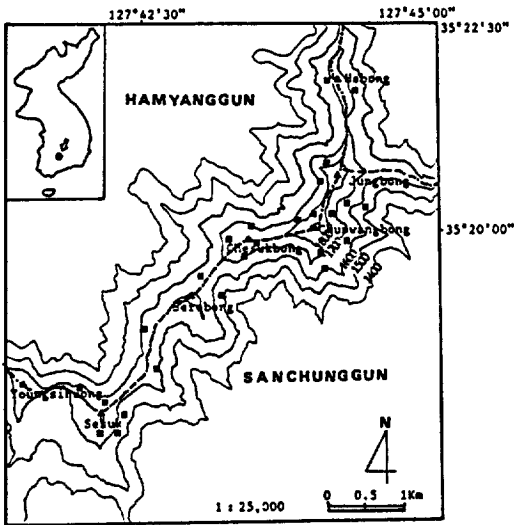


Fig. 1. Map of sampled stands of *Abies koreana* forests in Mt. Chiri.

를 실시하였다. 標準地의 選定은 구상나무 林分의 側方 또는 gap과 樹冠投影圖에 의하여 上層의 被度가 25%, 50%, 75%內外로 되는 弱度, 中庸度, 強度의 네가지 林分을 選拔하여 10m×10m의 方形區를 總 25개 設置하였으며, 上層은 수고 6m이상, 中層은 2-6m의 各 層位別로 區分하여 出現된 林分에 대하여 密度와 頻度を 測定하였고, 被度は 基底面積으로 計算하였다. 이들 測定值에 의해 相對優占值(IV)를 算出하였으며, 그리고 林內 主要 構成種의 分布狀態를 파악하기 위하여 森下指數를 利用하였고, 調査地內의 分布狀態를 分析하기 위하여 密度는 n/s (n:個體數, s:單位面積), 平均面積은 s/n , 個體間의 平均距離는 $\sqrt{s/n}$ 로 求하였다. 稚樹는 樹高 2m以下, 그리고 2年生 미만의 幼苗에 대하여 各 形質을 調査하였으며, 調査한 形質은 各 方形區에서 出現되는 幼苗의 發生 數, 稚樹에 대해서는 密度, 樹齡, 樹高, 樹冠幅, 枝下高, 그리고 최근 5年間의 生長量과 苗木, 枯死木 本數 등을 各 調査하였다.

結果 및 考察

1. 구상나무 林分의 植生構造 分析

智異山 亞高山帶의 구상나무 林分에 있어서 上,中層에 대한 植生構造의 相對優占值(IV: Importance Value)를 分析한 結果는 表 2와 같다.

上層에 있어서 구상나무의 相對優占值가 가장 높게 나타나 優占하고 있었으며, 그의 잣나무, 사스래나무, 가문비나무, 떡버들, 소나무, 야광나무, 신갈나무 등이 出現하고 있었으나, 相對優占值는 매우 낮은 傾向이었다. 中層에 있어서도 역시 구상나무의 相對優占值가 가장 높게 나타났으며, 철쭉, 사스래나무, 신갈나무 등도 相對優占值가 높게 나타나 上層에서와 같이 큰 차이를

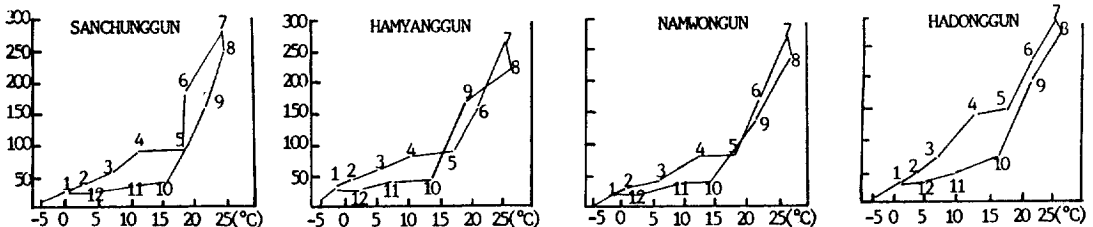


Fig. 2. Diagram of temperature and precipitation in four neighboring county of Mt. Chiri.

Table 1. Upper story conditions by the canopy degree in *Abies koreana* forests (per 100m²)

Characters	Coverage of upper story**			
	I	II	III	IV
Density of Upper story	0.17	5.25	8.40	10.20
Height (m)	0-1.00	1.00-9.00	7.00-11.00	5.00-17.00
Diameter (cm)	7.50	7.57	7.77	8.29
	7.00-7.80	7.00-8.50	7.20-8.20	7.20-9.50
Density of Middle story	14.00	18.15	22.75	27.82
	12.00-14.00	9.00-26.00	14.00-30.00	14.00-32.00
Density of Middle story	16.20(9.33)*	27.25(13.75)*	31.00(7.2)*	29.8(9.6)*
	5.00-25.00	19.00-35.00	23.00-42.00	18.00-38.00

* Values of parentheses are density of *Abies koreana* in middle story

** indicate coverage(%) of the upper story, and denoted as gap or purlieu, 0-25% of coverage is I, 26-50% for II, 51-75% for III and above 75% for IV, respectively.

Table 2. Vegetation structure of *Abies koreana* stands in study areas

Crown story	Species	RC	RD	RF	IV
Upper story	<i>Abies koreana</i>	69.1	73.5	43.7	187.3
	<i>Pinus koraiensis</i>	11.1	9.0	13.2	33.3
	<i>Betula ermanii</i>	5.3	7.5	21.1	33.8
	<i>Picea jezoensis</i>	12.3	6.5	7.9	26.6
	<i>Salix hallaisanensis</i>	0.3	1.0	5.3	6.6
	<i>Pinus densiflora</i>	1.0	0.5	2.6	4.1
	<i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i>	0.6	1.0	2.6	4.2
	<i>Quercus mongolica</i>	0.5	1.0	2.6	4.1
	Total	100.0	100.0	100.0	300.0
Middle story	<i>Abies koreana</i>	32.0	30.2	16.0	78.2
	<i>Pinus koraiensis</i>	3.6	1.5	2.5	7.6
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	14.7	23.3	13.5	51.5
	<i>Betula ermanii</i>	16.9	12.3	13.6	41.9
	<i>Salix hallaisanensis</i>	1.9	1.3	4.2	7.4
	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	1.6	3.8	9.2	14.6
	<i>Sorbus commixta</i>	1.4	2.3	3.4	7.1
	<i>Quercus mongolica</i>	10.0	5.3	6.7	22.0
	<i>Acer barbinerve</i>	3.8	4.5	6.7	15.0
	<i>Picea jezoensis</i>	1.5	2.3	0.8	4.7
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	1.5	1.5	4.2	7.2
	<i>Aralia elata</i>	0.1	0.6	0.8	1.5
	<i>Acer tschonoskii</i>	1.1	1.5	3.4	6.0
	<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	5.3	5.1	5.9	16.3
	<i>Deutzia parviflora</i>	0.1	0.2	0.8	1.1
	<i>Lonicera maackii</i>	0.2	0.4	0.8	1.4
	<i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i>	1.3	0.6	2.5	4.4
	<i>Symplocos paniculata</i>	2.2	2.6	3.4	8.2
	<i>Pinus densiflora</i>	0.3	0.2	0.8	1.3
	<i>Tilia taquetii</i>	0.5	0.2	0.8	1.5
<i>Weigela subsessilis</i>	0.1	0.2	0.8	1.1	
	Total	100.0	100.0	100.0	300.0

Table 3. Density, mean acreage and distance among individual trees

Crown story	Density (trees/m ²)	Mean acreage (m ² /trees)	Mean distance among individual trees(m)
Upper story	0.100	10.000	3.162
Middle story	0.236	4.246	2.061

나타내지 않고 있었으며, 그외 진달래, 마가목, 청시닥나무, 쇠물푸레, 두릅나무, 시닥나무, 당단풍, 말발도리, 괴불나무, 야광나무, 뽕잎피나무, 병꽃나무 등이 出現되고 있었는데, 그 값은 매우 낮은 傾向이었다.

李康寧(1992)은 智異山의 下峰, 細石地域에 있어서 上層의 경우, 純林相의 林分은 구상나무의 相對密度가 72%, 混淆相의 林分에서는 41%를 나타내었고, 그 외는 闊葉樹가 混淆되고 있음을 報告한 바 있으며, 前田禎三(1978)에 의하면 富士山麓의 *Picea polita*林은 上層 林冠群의 단독 優占種으로 構成되어 있었으나, 下層에서 극히 本數가 적고, 졸참나무, 물참나무 등의 闊葉樹는 下層에서 많은 本數가 發生되었다고 報告한 바 있는데, 本 調査地에 있어서도 같은 傾向을 나타내고 있었다.

調査地에 있어서 上, 中層別로 林木의 散布狀態를 파악하기 위해 密度, 平均面積, 平均距離 등을 分析한 結果는 표 3과 같다.

表에서와 같이 中層은 上層보다 密度가 높게 나타나고 있었으며, 한 個體가 占有하는 平均面積은 上層 林分에서 높게 나타나고, 個體間의 平均距離에 있어서도 높게 나타났다. 李康寧(1992)은 智異山의 구상나무 林分의 密度는 上層보다 下層에서 높았고, 平均面積도 下層에서 높게 나타났다고 報告한 바 있는데, 本 調査地에 있어서도 中層의 密度가 높게 나타났으나 平均面積, 個體間의 距離에 있어서는 낮은 값을 보였다.

調査地의 각 層에 있어서 相對優占値가 높은 몇 樹種에 대하여 分布狀態를 分析하기 위해 Morisita指數를 調査한 結果는 표 4와 같다.

上層에서 구상나무와 가문비나무는 規則分布를 하고 있었으나, 사스래나무는 任意分布, 잣나무는 集中分布를 하고 있었으며, 中層에서는 사스래나무, 검노린재 등은 集中分布를 하고 있었으나 그외 樹種에 있어서는 대체적으로 任意分布를

Table 4. Morisita's index of dispersion patterns for important species

Crown story	Species	Values*
Upper story	<i>Abies koreana</i>	0.412
	<i>Pinus koraiensis</i>	1.305
	<i>Betula ermanii</i>	1.125
	<i>Picea jezoensis</i>	0.619
Middle story	<i>Abies koreana</i>	1.263
	<i>Pinus koraiensis</i>	0.700
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	1.124
	<i>Betula ermanii</i>	1.383
	<i>Salix hallaisanensis</i>	1.000
	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	1.202
	<i>Sorbus commixta</i>	0.935
	<i>Quercus mongolica</i>	0.908
	<i>Acer barbinerve</i>	0.997
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.987
	<i>Acer tschonoskii var. rubripes</i>	0.778
	<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	0.930
<i>Symplocos paniculata</i>	1.667	

* $I_0 = 1$; Random distribution,
 $I_0 > 1$; Aggregated distribution,
 $I_0 < 1$; Uniform distribution.

하고 있었다.

李康寧(1992)은 智異山의 구상나무林은 下峰, 細石地域에 있어서 上, 中層 모두 任意分布를 하였고, 下層에서는 規則分布를 하는 傾向이었다고 하였으며, 酒井寬一 등(1983)도 北海島의 針闊混淆 天然林에 있어서 上層에서는 任意分布를 하고, 下層에서는 集中分布를 強하게 나타낸다고 報告한 바 있다. 그리고 中靜 透과 沼田 眞(1982)은 *Fagus crenata*林의 更新過程에서 大徑木은 規則分布 또는 任意分布를 하고 中, 小徑木은 集中分布를 한다고 報告한 바 있으며, 康祥俊(1984)은 智異山 亞高山帶의 針葉樹林에 있어서 稚樹나 幼苗는 集中分布를 하고, 成木이 되면 規則分布 또는 任意分布를 한다고 하였으며, 鈴木 英治(1981)는 솔송나무 天然林의 下層에서는 集中分布를 하고 老齡木은 任意分布를 한다고 하였는데, 本 調査地의 中層에서 대체로 任意分布를 하고 있어 비슷한 傾向임을 알수 있었다.

2. 稚樹의 出現率과 生長

구상나무林에 있어서 上, 中層의 鬱閉도를 구분하여 그 鬱閉도에 따른 稚樹의 發生, 密度, 樹齡, 최근 5年間의 生長量 등을 調査한 結果는 표 5와 같다.

Table 5. Regeneration, growth and density variation of the saplings and seedlings of *Abies koreana*

Characters	Coverage of upper story			
	I	II	III	IV
Mean age	15.34±2.31	22.45±6.74	23.85±5.99	32.87±8.78
Density (per 100m ²)	17.20	24.17	20.75	9.20
	8.00-30.00	16.00-29.00	18.00-25.00	5.00-21.00
Growth of recent 5yrs. (cm)	41.88	16.60	10.28	6.06
	13.84-62.00	2.87-30.71	7.02-12.53	0-10.11
Annual height growth (cm)	5.92	2.95	2.36	2.34
	2.15-10.45	1.54-3.91	1.34-3.14	1.66-2.74
Annual width growth (cm)	4.37	3.16	2.60	2.45
	2.61-6.37	1.83-4.14	1.41-3.25	1.62-3.32
Height /Width	1.31	0.98	0.98	1.08
	1.14-1.81	0.86-1.03	0.85-1.07	0.85-1.34
Clear length(cm)	27.32	34.98	31.43	48.27
	11.50-35.74	18.03-71.22	19.89-56.58	26.44-66.67
No. of seedlings	5.60	12.67	4.75	0.40
	2.33-10.25	8.97-16.37	1.50-7.75	0.00-2.50
No. of dead saplings	0.60	6.50	6.75	7.60
	0.00-3.25	3.00-10.25	2.35-10.75	3.25-12.00

표 5에서 보는 바와 같이 上層의 鬱閉에 따른 稚樹의 密度는 被度 25%内外의 弱度에서 密度가 가장 높았고, 다음 50% 내외의 中庸度, 林分の 側方順으로 나타내고 있었으며, 75% 이상의 强度일 때에는 稚樹의 發生本數가 극히 減少하였는데, 이러한 결과는 Yamamoto(1988)가 *Sciadopitys verticillata* 林分에 있어서 *Chamaecyparis obtusa* 와 *S. verticillata*의 稚樹發生은 gap에서는 *C. obtusa*가, 鬱閉도가 높은 지역에서는 *S. verticillata*의 稚樹가 많이 發生하였다고 報告한 바 있는데, 本研究의 結果에서도 같은 傾向이었다. 또한 鈴木英治(1981)는 gap形成 후에 針葉樹의 稚樹發生이 적은 것은 倒木에 의한 地表狀態가 그 發生에 적합하지 않기 때문인 것으로 推定하였으며, 稚樹의 初期生長은 gap形成 直後에 發生한 個體가 가장 빠르고, 늦게 發生한 것일 수록 늦어진다고 報告하였다. 本研究에서 枯死한 稚樹의 本數는 gap이나 側方에서 보다 林內에서 增加하였고, 또한 幼苗와 稚樹의 發生은 中, 上層의 鬱閉도가

25-50%인 林分에서 가장 높았으며, 75%이상인 林分에서는 0.40으로서 매우 낮은 傾向을 보였다.

Collins와 Good(1987)는 참나무類와 소나무類의 混生林에서 幼苗 發生條件의 9가지 因子들에 대한 主成分 分析結果, 幼苗의 發生은 참나무류와 소나무류에서 모두 上層木의 被度和 地表植物의 被도가 가장 큰 影響을 받으며, 上層木이 어떤 樹種인가에 따라서는 거의 影響을 받지 않는다고 하였으며, 조도순(1992)은 幼苗와 稚樹의 種數와 個體數는 non-gap에서보다 gap에서 有意적으로 많이 나타났고, 陽樹뿐만 아니라 서어나무나 까치박달나무와 같은 陰樹도 gap에서 더 많이 發生하여 陰樹의 幼苗도 gap의 形成에 크게 依存한다고 하였는데 本研究結果에서도 같은 結果를 보였다.

稚樹의 連年 生長量과 최근 5年間의 生長量은 gap이 큰 側方의 林分에서 가장 良好하였으며, 上層木의 鬱閉도가 높아질수록 점차 저하되었다.

Canham(1988)은 耐陰性 樹種인 *Acer saccha-*

rum과 *Fagus grandifolia*의 gap크기에 따른 生長에 관한 研究에서 두 樹種 모두 樹高와 樹冠幅과 新梢의 發生은 鬱閉도가 높은 地域에서 보다 gap에서 良好하였다고 報告하였는데 本 研究의 結果도 같은 傾向이었다.

稚樹의 樹冠幅도 上層木의 鬱閉도가 증가할수록 점차 낮아지는 結果를 나타 냈으며, 樹冠幅에 대한 樹高의 比는 上層의 鬱閉도가 25%내외와 50%내외의 中,弱度 林分에서 0.98로 樹冠幅이 약간 넓었으나, 上層林分의 側方과 強度의 林分에서는 樹高가 높은 結果가 나타났는데 이러한 結果는 上層木의 鬱閉도가 弱,中庸度의 林分에서는 上層木의 被壓때문에 樹高生長 보다는 樹冠幅의 生長이 良好하였고, 반면 gap 또는 林分의 側方에서는 被壓이 거의 없기 때문에 樹高 生長이 旺盛하였으며, 上層의 鬱閉도가 強度인 林分에서는 被壓이 너무 強해 樹高 뿐만 아니라 樹冠幅의 生長도 크게 抑制된 것으로 推定된다.

枝下高는 上層의 鬱閉도가 높을수록 대체로 높았는데, 이는 上層木의 被壓이 높아지면 稚樹의 力枝 이하의 가지가 일찍 枯死되고, 또한 稚樹 平均年齡에서 보는 바와 같이 稚樹의 年齡이 높아지기 때문인 것으로 判斷된다.

上層의 鬱閉도에 따라 發生된 稚樹의 年齡構造를 分析하였던 바 그 結果는 표 6과 같다.

稚樹의 年齡은 전체적 構成比率를 보면 10-40年生이 대부분이었으며, 그 이상은 급격히 감소하고 있었는데, 이러한 結果는 林內의 上層木에 의하여 被壓枯死되어 本數가 減少되기 때문인 것으로 推定된다. 그리고 上層의 被도가 비교적 낮은 側方 또는 gap과 弱度林分에서는 10-20年

生의 稚樹가 많았고, 40年生 이상의 稚樹는 거의 나타나지 않았으며, 上,中層의 被도가 높은 中庸, 強度林分에서는 20-30年生의 稚樹의 本數가 상대적으로 많았고, 40년 이상의 本數도 나타났으며, 특히 強度의 林分에서는 60年生 이상의 稚樹도 나타났다. Sacchi와 Price(1992)는 *Salix lasiolepis*의 稚樹 生長에 미치는 環境因子들에 관한 研究에서 樹冠의 遮光條件은 稚樹의 發生과 生長에 영향을 미치는 주요 因子라고 報告하여 本 研究結果와 같은 傾向이었는데, 이러한 結果는 上,中層의 被도가 높아질수록 幼苗나 稚樹의 連年 生長量이 낮아지고 發生 本數도 적어지는 때문인 것으로 思料된다.

3. 稚樹의 生長型

林木의 生活樣式에 있어서 중요한 外形的 表現인 樹形에 대하여 稚樹의 生活型을 區分하여 調査한 結果는 표 7과 같다. 그리고 각 林分에서 上層의 鬱閉도에 따른 稚樹의 樹형을 나타내면 그림 3과 같고, 稚樹 分布를 圖式化 하면 그림 4와 같다.

上層林分의 側方에서 林內의 鬱閉도가 증가할수록 정상적으로 生長하는 A型은 극히 감소하였고, 반면 被壓에 의해 生長이 抑制되거나 中止된 D, E型の 出現率은 급격히 높아졌다.

藤本征司(1985)은 北海道의 天然林에 있어서 林木은 어떤 被壓에 대한 對應과 更新을 하는가에 따라 포플라型的 樹形을 나타내는 樹種이거나 느릅나무型的 樹形을 나타내는 樹種으로 구분하였는데, 포플라型的 樹形을 나타내는 樹種은 그 本來의 性質로서 항상 頂端部 優勢가 현저한 分

Table 6. Age variation of seedlings and saplings by the coverage(%) of upper story in *Abies koreana* stands

Degree of age (yrs)	Coverage of upper story				Mean	Ratio (%)
	I	II	III	IV		
- 10	0.60	1.67	1.00	0.40	0.92	5.21
10 - 19	13.40	10.17	6.75	0.80	7.78	44.05
20 - 29	3.00	6.33	7.50	5.20	5.51	31.20
30 - 39	0.20	4.00	2.75	1.00	1.99	11.27
40 - 49	0	1.00	2.00	1.00	1.00	5.67
50 - 59	0	0.50	0	0.60	0.28	1.59
60 -	0	0.50	0	0.20	0.18	1.02
Total	17.20	24.17	20.00	9.20	17.66	100.00

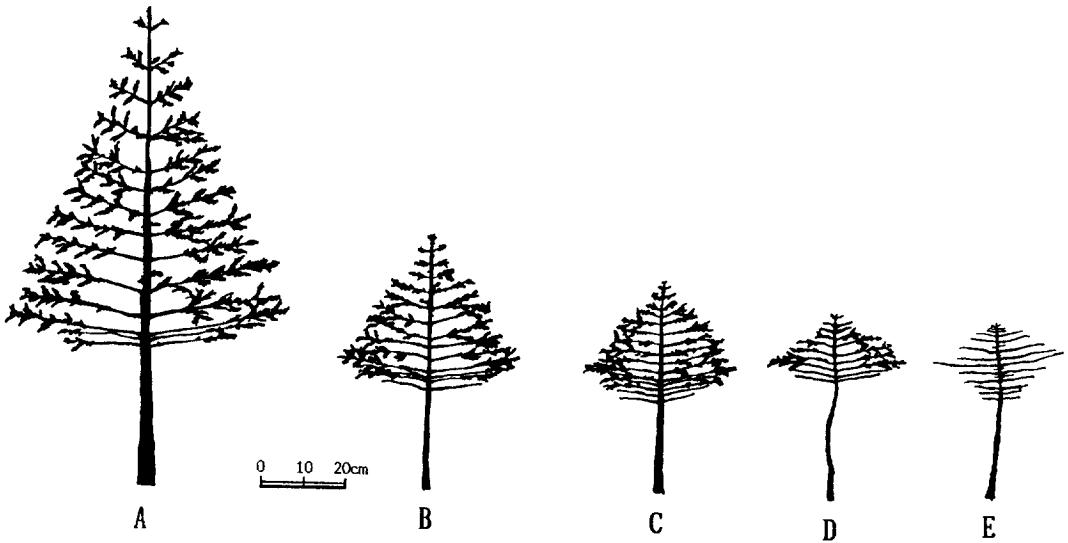


Fig. 3. Diagram of the 20-years old sapling types by the upper story coverage of *Abies koreana* stands in Mt. Chiri.

A; A sapling type normally grown without any suppression at gap or perlieu, B; a type grown under around 25% coverage, C; a type grown under around 50% coverage, D; a type grown under around 75% coverage, E; a type grown under greatly suppressed condition.

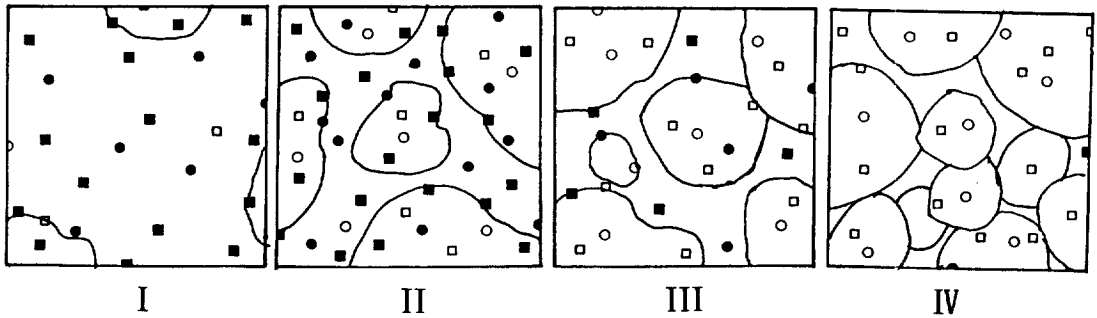


Fig. 4. A Diagrammatic distribution of seedlings and saplings by the coverage degree in *Abies koreana* forests (per 100m²).

●: Seedlings, ○: Dead saplings, ■: Under 20-years old saplings, □: Over 20-years old saplings.

Table 7. Distribution of the sapling types by upper story coverage in *Abies koreana* stands (Unit: %)

Types of sapling*	Coverage of upper story			
	I	II	III	IV
A	52.163	21.526	9.639	-
B	17.442	18.056	15.663	12.766
C	10.465	14.583	13.243	12.766
D	16.279	30.556	50.602	44.681
E	4.651	15.278	10.843	51.064

* described in Fig. 3.

枝特性을 가지며 이 때문에 그 生活戰略은 本性的으로 非競合的으로 나타나고, 逆으로 느릅나무型的 樹形을 나타내는 樹種은 이와 같은 分枝特性을 가지지 않고 그 生活樣式은 本性的 競合的으로 나타난다는 假說을 세우고 있었는데, 本 研究에 있어서도 上層木의 側方에 있어서는 포플라型的 樹形을 많이 나타내고 있었으나, 上層木의 被度가 높아질수록 稚樹는 被壓되어 느릅나무型的 樹形을 나타내는 傘型稚樹가 증가되고 있었다.

結 論

智異山의 亞高山帶에서 生育하고 있는 구상나무 林分에 대하여 차후 經濟林으로 활용하기 위한 基礎資料로서 林分構造와 그에 따른 稚樹의 發生, 그리고 生育動態를 分析하기 위하여 本研究를 遂行하였던 바 그 結果는 다음과 같다.

1. 智異山 구상나무 林分에 있어서 上, 中層의 相對優占值(IV)는 구상나무가 가장 높았으며, 잣나무, 사스레나무, 가문비나무, 떡버들, 소나무, 야광나무, 신갈나무 등이 출현하고 있었으나 그 값은 매우 낮았다.
2. 구상나무 林分의 密度는 上層보다 中層에서 높게 나타났고, 平均面積, 個體間의 平均距離에서는 上層에서 높게 나타났다.
3. Morisita指數에 의한 分布型은 上層의 구상나무와 가문비나무가 規則分布를 하고 있었으나, 잣나무는 集中分布를 하고 있었으며, 中層에서는 사스레나무, 검노린재나무 등은 集中分布를 하고 있었으나, 그의 樹種은 任意分布를 하고 있었다.
4. 上層의 被度에 따른 稚樹의 密度는 25% 內外의 弱度에서 가장 높았고, 다음은 50% 內外의 中庸度, 林分의 側方 順으로 나타났다.
5. 幼苗와 稚樹의 發生은 上層의 被度가 25% 內外 弱度 林分에서 가장 높았으며, 75% 內外의 強度 林分에서는 매우 낮았다.
6. 稚樹의 連年 生長量과 최근 5年間の 生長量은 側方의 林分에서 가장 良好하였으며, 上層의 鬱閉度가 높아질수록 점차 低下되었다.
7. 上層의 被度가 낮은 林分에서는 10-20年生의 稚樹가 많았고, 上層의 被度가 높은 林分에서는 20-30年生 稚樹가 많았다.
8. 上層林分의 側方에서 林內의 鬱閉度가 增加할수록 정상적으로 生長하는 A型은 극히 減少하였고, 반면 被壓에 의한 生長이 抑制되거나 中止된 D, E型의 出現率은 급격히 높아졌다.

이상의 結果에서 上層木의 側方에서는 圓錐型의 樹形을 나타내고 있었으나, 上層木의 被度가 높아질수록 稚樹는 被壓되어 頂端部의 生長이 抑制된 傘型稚樹가 增加되고 있었다.

引 用 文 獻

1. 康祥俊. 1984. 智異山 亞高山帶 針葉樹林의 更新. 韓國生態學會誌 7(4):185-193.
2. 李康寧. 1992. 智異山 구상나무 林分의 直徑 分布와 群落構造, 慶尙大學校 農科大學 演習 林研究報告 2:1-15.
3. 김갑태·김준선·추갑철. 1991. 반야봉지역 삼림군집 구조에 관한 研究. -구상나무림 -. 응용생태연구 5(1):25-31.
4. 文炫植·李康寧. 1994. 德裕山 구상나무 林分의 植生構造에 關한 研究. 慶尙大學校 農科大學 演習林研究報告 4:13-28.
5. 조도순. 1992. 광릉자연림에서 교란체제와 수목의 재생. 한국생태학회지 15(4):395-410.
6. 藤本征司. 1985. 樹形의 生態學的 意味について. -北海道의 高木類의 生育·更新樣式의 類型區分에 關する 豫備的解析および作業假說-. 北海道大學 農學部 演習林研究報告 42(4):733-768.
7. 鈴木英治. 1981. ツガ天然林의 更新 IV, -久保谷山 周邊의 溫帶針葉樹林植生-. 日本生態學會誌 31:421-434.
8. 木元·武田. 1989. 群集生態學入門. 共立出版社, 東京. 63-67.
9. 市河三英·小見山 章. 1988. 御岳山 亞高山帶常綠針葉林における 稚樹個體群 密度의 年次變動. 日林誌 70(8):337-343.
10. 前田禎三. 1978. 森林學. 共立出版社, 東京. 41-44.
11. 酒井寬一·千葉茂·永田義明. 1983. 樹種個體의 分布와 크라운의 廣がり로부터 樹種間의 親和性. 天然林의 生態遺傳と 管理技術의 研究. 北方林業會. 65-95.
12. 中靜 透·沼田 眞. 1982. プナ極相林의 再生過程. II. 林內放牧의 影響下における プナ林의 構造. 日本生態學會誌 32:473-482.
13. Canham, C. D.. 1988. Growth and canopy architecture of shade-tolerant trees: response to canopy gaps. Ecology 69(3):786-795.
14. Collins, S. L. & R. E. Good. 1987. The seedling regeneration niche: habitat structure of tree seedlings in an oak-pine forest.

- OIKOS 48:89-98.
15. Ellison, A. M. & E. J. Farnsworth. 1993. Seedling survivorship, growth, and response to disturbance in *Belizean mangal*. Amer. J. of Bot. 80(10):1137-1145.
 16. Goldberg, D. E. & P. A. Werner. 1983. The effects of size of opening in vegetation and litter cover on seedling establishment of gold-enrods(*Solidago* spp.). Oecologia 60:149-155.
 17. Grubb, P. J.. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: The importance of the regeneration niche. Biol. Rev. 52:107-145.
 18. Hendrix, S. D. & E. J. Trapp. 1992. Population demography of *Pastinaca sativa*(Apiaceae): effects of seed mass on emergence, survival, and recruitment. Amer. J. of Bot. 79(4):365-375.
 19. Kohyama Takashi. 1993. Size-structured tree populations in gap-dynamic forest—the forest architecture hypothesis for the stable coexistence of species. Journal of Ecology 81:131-143.
 20. Moral, R. D. & D. M. Wood. 1993. Early primary succession on a barren volcanic plain at Mount St. Helens, Washington. Amer. J. of Bot. 80(9):981-991.
 21. Ogbonnaya, C. I., M. C. Nwalozie, L. C. Nwaigbo. 1992. Growth and wood properties of *Gmelina arborea* (Verbenaceae) seedlings grown under five soil moisture regimes. Amer. J. of Bot. 79(2):128-132.
 22. Peterson, C. J. & J. M. Facelli. 1992. Contrasting germination and seedling growth of *Betula alleghaniensis* and *Rhus typhina* subject to various amounts and types of plant litter. Amer. J. of Bot. 79(11):1209-1216.
 23. Poulson, T. L.. 1989. gap light regimes influence canopy tree diversity. Ecology 70 (3):553-555.
 24. Reder, R. J.. 1993. Control of seedling emergence by ground cover and seed predation in relation to seed size for some old-field species. Journal of Ecology 81:169-175.
 25. Sacchi, C. F. & P. W. Price. 1992. The relative roles of abiotic and biotic factors in seedling demography of arroyo willow(*Salix lasiolepis*:Salicaceae). Amer. J. of Bot. 79 (4):395-405.
 26. Yamamoto, Shin-Ichi. 1988. Seedling recruitment of *Chamaecyparis obtusa* and *Sciadopitys verticillata* in different microenvironments in an old-growth *Sciadopitys verticillata* forest. Bot. Mag. Tokyo 101:61-71.
 27. _____ . 1989. Gap dynamics in climax *Fagus crenata* forests. Bot. Mag. Tokyo 102:93-114.
 28. _____ . 1992. The gap theory in forest dynamics. Bot. Mag. Tokyo 1. 105:375-383.