

편백人工林的 植生構造에 關한 研究¹

具貫孝² · 李康寧³

The Structure of Vegetation in *Chamaecyparis obtusa* Plantations¹

Gwan Hyo Goo² · Kang Young Lee³

要 約

우리나라 南部地域에서 造林되고 있는 편백에 對한 效率的인 造林, 撫育 및 更新方法을 適用하기 위한 基礎的인 資料를 얻고자 上層편백과 中, 下層편백의 密度, 出現種組成, 그리고 植生構造를 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 편백林內에서 重要度比率이 높은 樹種은 사스레피나무, 개웃나무, 편백, 비목, 서어나무, 때죽나무, 가막살나무, 초피나무, 청미레덩굴 등이었으며, 편백稚樹의 重要度比率은 下層에서는 높은 값을 나타내었지만 中層에서는 그 값이 점차 減少하였다.
2. 上層편백의 基底面積과 中, 下層의 편백天然稚樹의 密度間에는 負의 相關이 認定되어 上層편백의 被도가 下層 편백의 密度에 有意的인 影響을 주었다.
3. Raunkiaer의 頻度分布는 下層보다 中層植生에서 A級과 B級の 比率이 높았다.
4. Morisita 指數에 依하면 편백, 개웃나무, 비목, 청미레덩굴, 작살나무, 생강나무는 下層에서 任意分布 하지만 中層에서는 集中分布하였으며, 사스레피나무, 가막살나무는 中, 下層 모두에서 任意分布하고 있었고 서어나무, 초피나무, 소태나무는 集中分布하고 있었다.
5. 出現種數와 種多樣度指數는 東部地域 調査區보다 西部地域 調査區에서 增加되었다.
6. 種多樣度 指數는 中層보다 下層이 높은 값을 나타내어 下層이 中層植生보다 出現種間 個體數가 均一하게 構成되어 있었다.
7. 類似度 指數를 使用한 cluster 分析에서 內陸地域 調査區와 海岸地域 調査區로 區分되었다.
8. 相異度 指數를 利用한 ordination 分析에서 中層과 下層植生으로 分離되었고, 中層보다는 下層植生이 더 進行된 遷移狀態를 보였다.
9. 편백林分內에서 사스레피나무는 쇠물푸레나무, 졸참나무, 노각나무, 팔배나무, 대패집나무, 천선과나무, 마삭줄 등과 正의 相關을 나타내었고, 초피나무, 서어나무, 담쟁이덩굴과는 負의 相關을 보였다.
10. 편백林의 生産性推定에서 SC와 VP값은 上層편백이 94.51%, 99.63% 이었으며, 中層植生은 5.49%, 0.37%를 나타내었는데 그 中에서 사스레피나무, 비목, 개웃나무, 서어나무, 때죽나무 順으로 物質生産性이 높게 나타났다.

¹ 接受 1991年 11月 6日 Received on November 6, 1991.

² 慶尙南道 林業試驗場 Gyeongsang nam-do Forestry Experiment Station, Chinju, Korea.

³ 慶尙大學校 農科大學 College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea.

ABSTRACT

The vegetation structure within *Chamaecyparis obtusa* plantation was analyzed for the purpose of applying the effective forestation method for *Chamaecyparis obtusa* plantation, tending and regeneration in the southern districts of Korea.

The results were as follows :

1. The importance percentage was high in the order of *Eurya japonica*, *Rhus verniciflua*, *Chamaecyparis obtusa*, *Lindera erythrocarpa*, *Carpinus laxiflora*, *Styrax japonica*, *Viburnum dilatatum*, *Zanthoxylum piperitum* and *Smilax china* among the vegetation of *Chamaecyparis obtusa*.

Importance percentage of natural seedling of *Chamaecyparis obtusa* was high in lower story but gradually decreased in middle story.

2. The basal area of upper trees had a negative correlation with the density of natural seedlings in the middle and lower story, and it represents that the basal area of upper trees had some effect on the density of natural seedlings within understories.
3. The rate of the A and B class by Raunkiaer's frequency was higher in the vegetation of middle story than that of lower story.
4. By Morisita's index, the species of *Chamaecyparis obtusa*, *Rhus verniciflua*, *Lindera erythrocarpa*, *Smilax china*, *Callicarpa japonica* and *Lindera obtusiloba* were randomly distributed at lower story, but they were aggregatively distributed at middle story.

At all of middle and lower story, *Eurya japonica* and *Viburnum dilatatum* were randomly distributed, and *Carpinus laxiflora*, *Zanthoxylum piperitum* and *Picrasma quassioides* were aggregatively distributed.

5. The number of appearance species and the value of species diversity in western survey area were more than that of eastern survey area.
6. The value of species diversity at lower story was higher than that of middle story, and it represents that the number of individuals of appearance species was composed more even at lower story than middle story.
7. According to cluster analysis by similarity index, the survey areas were separated from inland and seacoast districts.
8. Judging from each stories ordination analysis by dissimilarity index, the vegetation was separated from lower and middle story, and the vegetation of lower story was more progressed succession stage than that of middle story.
9. In *Chamaecyparis obtusa* stands, *Eurya japonica* had a positive correlation with *Sorbus alnifolia*, *Ilex macropoda*, *Ficus erecta* and *Trachelospermum asiaticum*, but it had a negative correlation with *Zanthoxylum piperitum*, *Carpinus laxiflora* and *Parthenocissus tricuspidata*.
10. In estimation of the productivity of *Chamaecyparis obtusa* stands, the value of SC (Conic surface) and VP (Parabolic volume) for upper trees was 94.5% and 99.63%, respectively and SC and VP of middle story was 5.49% and 0.37%, respectively.

In the species of middle story, material productivity was high in order of *Eurya japonica*, *Lindera erythrocarpa*, *Rhus verniciflua*, *Carpinus laxiflora* and *Styrax japonica*.

Key words : *Chamaecyparis obtusa* plantation, vegetation structure, species diversity, ordination analysis.

緒 論

편백은 20世紀初 日本에서 우리나라 南部地方에 導入되어 現在까지 많은 量이 造林되어 왔다. 森林이 人工的으로 造成되었을 때 初期에는 그 構造가 比較的 單純한 單層의 植生으로 되고 成林段階로 되면서 樹冠層이 形成되며 林内の 光線 및 土壤水分, 養料 等 環境의 影響에 따라 下層植生은 서로 競爭하면서 耐性範圍를 擴大해 간다. 南部地域의 主要造林樹種인 편백은 成長함에 따라 喬木層의 樹冠에 依한 遮斷으로 林内の 獨特한 環境을 形成하여 下層의 植物種類나 出現度에 變化를 주고, 特히 편백種樹의 發生에서 定着까지 更新의 初期段階는 保續인 森林의 成立에 重要한 段階가 되기 때문에 이 段階에 있어서 個體數의 時間的, 空間的인 變動이 更新의 成敗를 左右하는 경우가 많다.

天然林은 一般的으로 喬木層, 準喬木層, 灌木層, 草本層으로 構成되어 있으나 人工林은 階層構造가 單純하고 下層植生構成도 上層林의 樹冠被度, 密度, 樹齡의 增加에 따라 다르게 變化될 수 있으며, 立地條件도 下層植生에 變化를 가져온다. 全⁷⁾과 朴⁸⁾은 잣나무 人工林의 下層植生 變化는 上層林의 樹齡增加에 따라 出現種이 變化되고 灌木의 密度가 減少하며 林床植生 遷移는 陽樹植生에서 陰樹植生 組成으로 變化한다고 報告하였다.

또 淸野¹³⁾는 편백 人工林의 下層植生 群落과 被度, 出現種類的 動態에 影響을 주는 要因은 光狀態와 立地의 乾濕條件이라고 하였다. 申³⁷⁾은 上層林冠을 構成하는 樹種에 따라 林床植生の 組成에 差異가 있다고 報告한 바 있으며, 朴^{32,33)}은 고로쇠나무林과 서어나무林에서, 金⁹⁾은 常綠潤葉樹林에서, 李¹⁶⁾는 海송림에서 下層植生の 優占種을 밝힌 바 있다. 그리고 喬木層이 遷移되고 있는 森林群集에서 下層植生の 遷移過程을 ordination分析으로 推定한 研究로서 朴^{29,30,31)}은 北漢山과 雉嶽山 森林群集, 李³⁴⁾과 趙⁵⁾는 伽倻山 森林群集, 金¹⁰⁾은 보문산 森林群集, 그리고 宋⁴¹⁾은 七甲山 森林群集에서 下層植生の 遷移系列을 推定한 바 있다. 李¹⁶⁾는 南海岸 海송林中에서 南海岸의 東部에서 西部로 갈수록 下層 海송의 相對優占值가 減少되고 있어 植生遷移系列이 變

化하고 있음을 示唆하였으며, 金^等¹²⁾은 只心島의 海송林 下層에서 常綠潤葉樹의 出現率이 높아 遷移系列이 變化될 可能性을 提示한 바 있다. 任⁴⁵⁾과 Causton³¹⁾은 種間的 相對的인 量的關係를 重要視하여 相對密度, 相對頻度에 의한 重要值로서 森林群集內 構成種間 優劣의 比較를 綜合적으로 나타낼 수 있었다고 하였다. Odum²⁴⁾과 Veno⁴²⁾는 遷移가 進行됨에 따라 綜合的인 環境條件은 向上되며 生態的 地位는 分化되고, 種多樣度는 增加한다고 하였으며, Whittaker⁴³⁾는 環境條件이 不利할수록 耐性範圍를 가지는 種類가 減少되고 種間競爭이 甚해지므로 出現種類와 種多樣度는 減少한다고 하였다.

最近에는 森林의 環境勻配와 種組成을 分析하기 위하여 分布序列法을 適用한 森林群集 構造分析에 關한 研究^{4,5,6,14,25,39,40,41,44)}가 이루어지고 있어 環境要因의 差異에 따라 適合한 森林保育方法이 提示되고 있다. 그리고 安¹⁾은 우리나라 편백 人工林에 對하여 植物社會學的 側面에서 森林 成長生理, 成長因子間의 關係를 究明한 바 있다. 그러나 아직까지 國內에서 편백 人工林의 植生構造에 關한 分析은 없으므로 편백 人工林의 植生構造를 分析하므로서 편백의 效率인 造林, 撫育 및 更新方法을 誘導하는데 必要한 基礎資料를 얻고자 하는데 目的이 있다.

材料 및 方法

1. 調查地의 設定

우리나라 南部地方에서 1930年代 造林된 편백林으로서 下層植生이 잘 保存된 5.0ha以上 林分을 對象으로 하여 慶南에서 3個所, 全南에서 3個所를 選定(Fig.1)하고 各 個所에서 10個 方形區로 總 60個 方形區(6個所×10方形區)를 設定하였으며, 現地調査는 1990年 7月~8月 사이에 實施하였다. 標本抽出方法은 上, 中層植生の 경우에는 10m×10m, 下層植生은 5m×5m의 方形區로 한 重複法(Nest method)을 適用하였다. 各 層位別 區分은 樹高가 8m以上으로 上層樹冠을 形成하고 있는 樹木群을 上層으로, 2m以下의 樹木群을 下層으로, 그 사이의 樹木群을 中層으로 區分하였다.

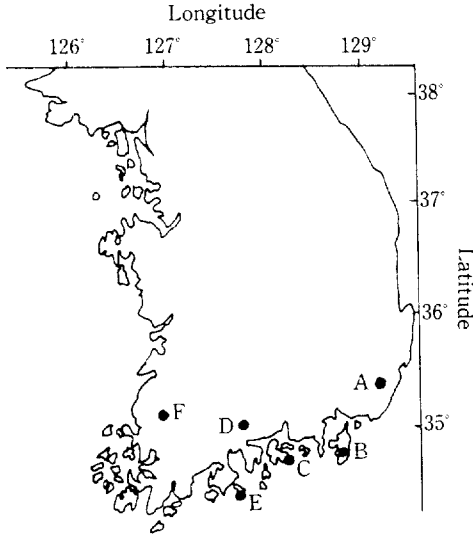


Fig. 1. Location of survey districts.
 A : Yangsan D : Sungju
 B : Keoje E : Kohung
 C : Namhae F : Changsung

2. 調査地 概況

各 調査地의 氣候條件은 中央氣象臺에서 發刊된 資料^{35,36)}를 利用하였으며, 地況의 調査項目은 傾斜度, 方位, 地形, 土深, 土壤의 堆積樣式等 이었고, 地形은 傾斜度 5° 未滿의 林分을 平坦地, 山岳斜面의 1/3以下의 곳을 山麓, 斜面의 中腹을 山腹, 斜面의 2/3以上인 곳을 山頂으로 區別하였으며, 土深은 深(60cm以上), 中(30cm~60cm), 淺(30cm以下)으로 區分하였고 土壤은 各 調査地에서 地表 15cm깊이로 採取하여 分析하였다. 調査地內의 上層木 편백에 對한 散布狀態를 分析하기 爲하여 個體間의 平均距離 $\sqrt{s/n}$ (s : 單位面積, n : 單位面積當個體數), 密度는 n/s

s, 平均面積은 s/n 로 求하였다¹⁶⁾.

3. 林分의 構造 分析

各 調査地에서 出現한 樹種의 密度, 頻度를 測定하고 被度는 上, 中層에서는 胸高直徑에 의한 基底面積을, 下層은 樹冠投影圖를 作成하여 測定하였으며, 이들 測定値에 의하여 各 地域別 重要度 比率과 調査區全體의 重要度比率을 算出하였다^{27,44,45)}. 林內 主要構成種들의 分布型은 Morisita 指數²⁾에 의하여 分析하였으며²⁸⁾, 類似度 指數는 Whittaker⁴³⁾의 數式을 利用하여 分析하였다²⁷⁾. 各 地域에 있어서 種의 多樣性을 測定하기 爲하여 Shannon의 種多樣度 指數를 利用하였으며^{27,45)}, 最大種多樣度(maximum H')는 $H'_{max.} = \log s$ (s는 種數), 均在度(evenness)는 $J' = H' / H'_{max.}$, 優占度(dominance)는 $1 - J'$ 로 求하였다^{27)44,45)}. cluster分析은 Whittaker의 類似度指數를 利用하여 dendrogram 化 하였고, 分布序列表 分析은 相異度指數를 利用하여 Polar ordination 方法으로 分析, 配列하였다^{20,23,27)}. 各 調査區에서 出現率(10回 以上)이 높은 37樹種을 選定하여 2×2分割表에 의한 X²값을 求해서 種間의 相關關係를 檢定하였다. 그리고 各 調査區의 中層以上에서 出現한 樹種에 對하여 生産性을 推定하기 爲하여 Parabolic volume(VP)과 Conic surface(SC)의 값을 產出하였다²⁶⁾.

結果 및 考察

1. 林分의 立地의 特性

各 調査地의 立地條件(Table 1)을 보면 傾斜度는 10~20°의 範圍로서 海拔高 300m以內의 緩慢한 傾斜地이었으며, 土深은 中, 深의 程度로서

Table 1. Location and topographic factors of survey districts.

Districts	Location	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Slope (°)	Aspect	Topography	Soil depth	Type deposit
A	Pobgiri, Tongmyon Yangsangun, Gyeongnam-Do	35° 21'N	129° 05'E	200	10	N 30 E	piedmont	medium	residual deposit
B	Sodongri, Irunmyon Keojegun, Gyeongnam-Do	34° 51'N	128° 40'E	100	15	N 20 E	piedmont	deep	residual deposit
C	Shinchonri, Idongmyon Namhaegun, Gyeongnam-Do	34° 46'N	127° 58'E	200	15	N 10 E	piedmont	medium	residual deposit
D	Chunhakri, Sungjuup Sungjugun, Jeonnam-Do	34° 59'N	127° 22'E	300	20	N 20 E	piedmont	medium	residual deposit
E	Yenaeri, Pongnaemyon Kohungun, Jeonnam-Do	34° 29'N	127° 31'E	200	15	N 10 E	piedmont	deep	residual deposit
F	Dokchin, Changsongup Changsongun, Jeonnam-Do	35° 22'N	126° 45'E	300	20	N 10 W	valley	deep	residual deposit

Table 2. Physico-chemical properties of soil in the survey districts.

Districts	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil Moisture (%)	pH (H ₂ O)	O.M. (%)	T.N. (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	C.E.C. (me/100g)	Exchangeable (me/100g)			
										K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
A	62.3	30.5	7.2	20.0	5.1	3.72	0.18	39.11	11.44	0.33	0.15	0.74	0.31
B	46.5	42.5	11.0	25.8	6.4	7.14	0.24	35.42	14.74	0.34	0.20	2.04	0.52
C	22.4	62.8	14.8	21.3	6.1	5.02	0.21	32.53	12.76	0.22	0.13	3.08	0.70
D	36.9	46.5	16.6	28.8	5.4	6.52	0.33	42.37	20.02	0.29	0.14	2.82	0.47
E	12.7	74.1	13.2	26.2	5.5	9.31	0.42	29.52	17.16	0.40	0.31	1.42	0.69
F	33.4	57.0	9.6	24.4	5.2	8.59	0.40	48.80	17.38	0.28	0.19	0.81	0.10

Table 3. Climatic factors in survey districts.

Districts	Mean temperature (°C)	Mean annual precipitation (mm)	Warmth index	Coldness index	Stations altitude (m)
A	13.8	1,466.2	111.9	-4.0	15
B	14.0	1,661.6	109.5	-6.4	12
C	14.5	1,638.2	111.7	-7.1	15
D	12.3	1,448.8	101.1	-12.1	57
E	13.5	1,496.9	110.0	-8.4	32
F	12.9	1,342.6	107.2	-11.5	43

Table 4. Density, mean area and distance among individual trees.

Districts	Density (m ²)	Mean area (m ²)	Mean distance (m)	Basal area rate* (%)
A	0.163	6.135	2.477	0.709
B	0.109	9.174	3.029	0.419
C	0.080	12.500	3.536	0.269
D	0.104	9.615	3.101	0.509
E	0.055	18.182	4.264	0.529
F	0.073	13.699	3.701	0.361
Mean±S.D.	0.097±0.035	11.551±3.834	3.351±0.566	0.466±0.139

* $\frac{\text{Basal area}}{\text{Survey area}} \times 100$

깊은 편이었고, 方位는 北東과 北西間의 山麓溪谷部에 位置하고 있었다. 土壤의 理化學的分析值 (Table 2)에 있어서 酸度는 5.1~6.4의 範圍를 나타내어 우리나라 山林土壤 平均値¹⁹⁾ 5.5와 비슷하였으나 有機物 含量(3.72~9.31%)과 有效磷酸(29.52~48.80ppm)은 우리나라 平均値 4.54%, 25.74ppm 보다 높은 肥沃한 土壤이었다. 土壤水分含量은 20~29%의 範圍로서 適潤地이었으며, 有機物含量이 높은 調查地가 水分含量도 높게 나타났다. 氣候의인 特性 (Table 3)은 年平均氣溫이 12.3~14.5°C의 範圍로서 暖帶 및 溫帶南部에 屬하였으며, 年降水量은 1,342~1,661 mm範圍로서 우리나라 年平均値인 1,000~1,200 mm보다 많은 편에 屬하며 溫量指數는 101~112°C, 寒量指數는 -4~-12°C의 範圍를 나타내었다.

以上 調查地의 立地 및 氣象因子를 綜合하여 볼 때 편백의 優良林分 分布條件¹¹⁾에 符合되는 優良林分의 組成이 可能한 地域임을 알 수 있었다. 上層木의 密度와 被度에 따라 下層의 種組成에 影響이 클 것으로 思料되어 上層林冠의 편백에 對한 散布狀態를 調查하였다 (Table 4). 各 調查地에서 單位面積에 生育하고 있는 平均密度를 보면 梁山 調查地가 가장 높았고 高興 調查地가 가장 낮았으나 한 個體가 占有하는 平均面積에 있어서는 高興 調查地가 가장 높았다. 胸高斷面積에 의한 基底面積은 密度가 가장 높은 梁山 調查地가 가장 넓었으며 南海 調查地가 가장 낮은 값을 나타내며 林分의 空間構造에 差異가 있었다.

2. 林分內 植生組成

편백 人工林의 生長과 더불어 發達한 下層植生의 種組成的 特性을 分析하기 爲하여 調査地域別, 層位別의 重要度比率을 算出한 結果는 Table 5에서 보는 바와 같이 梁山 調査地에 있어서 總 出現種 36種中, 中層에서 19種, 下層에서 34種이 出現하였다. 中層에서는 개웃나무, 서어나무, 때죽나무 등의 重要度比率이 높았으며

下層에서는 초피나무, 개웃나무, 비목, 담쟁이덩굴, 편백, 합다리나무 등이 높게 나타나고 있었다. 南海 調査地의 出現種數는 32種으로 가장 낮았으며 中層에서는 사스레피나무, 편백, 노각나무, 쇠물푸레나무 등의 重要度比率이 높았으며 下層에서는 사스레피나무, 편백, 쇠물푸레나무, 청미래덩굴, 팔배나무 등이 높게 나타났다. 申³⁸⁾은 이 地域의 森林植生 調査에서 出現種은 61種

Table 5. Importance percentage of woody species in survey districts.

Crown stories	Species	Districts						Total
		A	B	C	D	E	F	
Upper	<i>Chamaecypris obtusa</i>	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	<i>Chamaecypris obtusa</i>		2.18	12.55	0.55	1.65	20.54	4.54
	<i>Eurya japonica</i>	1.38	25.27	42.65		4.55		16.10
	<i>Styrax japonica</i>	11.11	3.98	1.92	4.73	11.43	14.92	7.02
	<i>Viburnum dilatatum</i>	1.56	2.14	1.29	5.48	7.63	3.43	3.61
	<i>Rhus verniciflua</i>	18.52	10.00	2.01	12.61	2.54	19.49	9.93
	<i>Sorbus alnifolia</i>	6.43	0.98	1.13	0.92			1.23
	<i>Lindera erythrocarpa</i>	2.88	8.52		1.75	15.52	9.18	6.80
	<i>Meliosma oldhami</i>	3.06			1.42	4.33	1.47	1.33
	<i>Prunus sargentii</i>	7.81			2.55		0.72	1.19
	<i>Carpinus laxiflora</i>	13.48			36.06		3.65	7.47
	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	9.53					2.18	0.98
	<i>Stewartia koreana</i>	4.64		6.73	1.21			1.03
	<i>Picrasma quassioides</i>	1.62	10.72		2.40	2.03	0.65	3.87
	<i>Corylus sieboldiana</i>	2.99	0.87		2.26		1.92	0.67
	<i>Celtis sinensis</i>	2.13	0.55			0.68		0.40
	<i>Weigela subsessilis</i>	2.70	0.98		1.12		0.72	0.75
<i>Aralia elata</i>	1.43	1.10			5.05	3.26	1.49	
Middle	<i>Symplocos chinensis</i>	1.43		0.61				0.04
	for. <i>pilosa</i>							
	<i>Cornus controversa</i>	3.91		0.65	1.98		0.80	0.83
	<i>Cryptomeria japonica</i>	3.39						0.17
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>		1.57	6.31				1.57
	<i>Smilax china</i>		3.04	2.97	1.96			1.69
	<i>Callicarpa japonica</i>		3.21			2.92		1.29
	<i>Ilex macropoda</i>		1.00			1.36		0.47
	<i>Lindera obtusiloba</i>		3.37		1.67	8.42		3.07
	<i>Castanea crenata</i>				0.79		3.63	0.42
	<i>Sambucus williamsii</i>					0.97	2.16	0.15
	var. <i>coreana</i>							
	<i>Clerodendron trichotomum</i>						0.72	0.11
	<i>Quercus serrata</i>		2.95	2.67	1.94			2.28
	<i>Quercus variabilis</i>		2.25	3.56				1.32
	<i>Cornus kousa</i>		1.02	0.57		0.68		0.21
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>		1.11		0.55		0.73	0.49
	<i>Lindera glauca</i>		2.88			2.08	2.75	1.58
	<i>Meliosma myriantha</i>		1.29		4.66	10.28		5.05
	<i>Ficus erecta</i>		1.71			11.66		2.32
<i>Actinidia arguta</i>		1.48					0.03	
<i>Pinus thunbergii</i>		1.62					0.40	

Table 5. Continued.

Crown stories	Species	Districts						Total	
		A	B	C	D	E	F		
Middle	<i>Acer palmatum</i> var. <i>coreanum</i>		1.87	2.68	3.29	3.15		1.79	
	<i>Elaeagnus glabra</i>		0.43					0.04	
	<i>Platycarya strobilaea</i>		0.92	1.71	2.43		2.94	1.27	
	<i>Rosa multiflora</i>		0.99					0.24	
	<i>Trachelosperkum asiaticum</i>					0.61		0.10	
	<i>Vaccinium oldhami</i>			1.49				0.26	
	<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>			0.76				0.13	
	<i>Pinus densiflora</i>			1.29				0.23	
	<i>Sapium japonicum</i>			0.85			0.99	0.30	
	<i>Carpinus tschonoskii</i>			1.00				0.18	
	<i>Quercus dentata</i>			3.79				1.01	
	<i>Quercus mongolica</i>			0.69				0.12	
	<i>Quercus aliena</i>						0.72	0.38	
	<i>Zelkova serrata</i>				3.25		1.80	0.53	
	<i>Styrax obassia</i>				1.12			0.19	
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>				0.58		0.63	0.20	
	<i>Acer mono</i>				2.72	2.46		0.58	
	Total		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	Lower	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	6.11	12.09	12.73	6.67	8.39	15.28	11.27
<i>Eurya japonica</i>		0.37	26.19	23.53		3.70		9.87	
<i>Styrax japonica</i>		2.31	0.80	0.75	3.23	1.45	4.91	1.56	
<i>Viburnum dilatatum</i>		0.49	2.07	0.84	5.66	4.43	10.52	4.04	
<i>Rhus verniciflua</i>		12.17	4.11	7.20	3.74	1.58	4.95	5.87	
<i>Sorbus alnifolia</i>		0.75	2.52	3.34		0.34	0.43	0.66	
<i>Lindera erythrocarpa</i>		11.12	2.22	0.59	3.41	5.45	4.08	4.72	
<i>Meliosma oldhami</i>		3.56		0.41	1.80	1.76	0.85	1.50	
<i>Prunus sargentii</i>		3.08		0.98	0.48	0.56	4.20	1.49	
<i>Carpinus laxiflora</i>		2.89			14.18			2.93	
<i>Zanthoxylum piperitum</i>		12.70			2.82	8.07	4.95	5.06	
<i>Stewartia koreana</i>		0.44		3.45				0.68	
<i>Picrasma quassioides</i>		1.26	1.88			0.26		0.79	
<i>Corylus sieboldiana</i>					2.07		1.92	0.74	
<i>Celtis sinensis</i>		2.53	0.68		0.65	2.33	0.53	1.26	
<i>Weigela subsessilis</i>		0.91			2.34	1.98	1.86	1.32	
<i>Aralia elata</i>		0.37				2.45		0.60	
<i>Symplocos chinensis</i>		1.58		0.84	1.67	0.28	1.71	0.93	
<i>Cornus controversa</i>					1.61			0.31	
<i>Cryptomeria japonica</i>		1.42						0.14	
<i>Fraxinus sieboldiana</i>		2.69	2.64	9.65	1.70			1.26	
<i>Smilax china</i>		2.08	5.43	7.12	3.31	3.81	6.23	5.19	
<i>Callicarpa japonica</i>		3.52	2.67	3.21	4.74	9.21	3.10	4.91	
<i>Stephanandra incisa</i>		1.42	5.13	1.76	0.88	3.14	0.79	2.36	
<i>Rhododendron mucronulatum</i>		2.02	1.18	3.90	0.76		1.88	1.58	
<i>Ilex macropoda</i>		0.87	2.71	2.31	1.21	1.82	0.89	1.54	
<i>Lindera obtusiloba</i>		0.76	1.90		3.87	3.04	3.59	2.49	
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> var. <i>heterophylla</i>	4.19	1.59		1.68	2.55	1.17	1.18		

이였으며 사스레피나무, 쇠물푸레나무, 청미래덩굴, 때죽나무, 팔배나무 등의 相對優占値가 높았다고 報告한 바 있는데 本 研究의 植生에 있어서도 같은 傾向이었다. 昇州 調査地의 出現種數는 總 45種으로 中層이 27種, 下層이 42種으로 下層의 出現種이 많았다. 出現種中에서 重要度比率이 높은 樹種은 서어나무, 개웃나무, 가막살나무, 때죽나무, 나도밤나무, 단풍나무 등이었으며 편백은 下層에서는 높은 重要度比率을 나타내었으나 中層에서는 낮은 값을 나타내었다. 高興 調査地의 出現種數는 總 36種으로 中層이 20種, 下層이 35種으로 下層의 出現種이 많았다. 비목, 천선과나무, 때죽나무, 나도밤나무, 가막살나무, 생강나무, 마삭줄 등의 重要度比率이 높았으며 中層에서는 비목의 重要度比率(15.5%)이 높게 나타났다. 長城 調査地의 出現種數는 總 41種이였으며 下層의 出現種이 34種으로 中層의 24種보다 많았다.

中層에서는 편백, 개웃나무, 때죽나무, 비목, 서어나무, 대패집나무 등의 相對優占値가 높았으며 下層에서는 편백, 가막살나무, 청미래덩굴, 때죽나무, 초피나무, 산뽕나무 등의 重要度比率이 높게 나타났다. 調査地域 全體를 通하여 보면 편백, 사스레피나무, 개웃나무, 서어나무, 때죽나무, 비목, 가막살나무, 초피나무, 생강나무, 청미래덩굴 등의 重要度比率이 높았으며, 편백雜樹의 重要度比率은 下層에서는 대체적으로 높은 값을 나타내었지만 中層에서는 그 값이 점차 減少하였다. 全 調査地域의 편백林內에서 共通으로 出現한 樹種은 편백, 때죽나무, 가막살나무, 개웃나무, 팔배나무, 비목, 청미래덩굴, 작살나무, 대패집나무, 줄참나무 등이었다. 李¹⁾는 南海岸 海岸林의 下層植生中, 相對優占値가 높은 樹種은 줄참나무, 청미래덩굴, 때죽나무, 가막살나무, 개웃나무, 사스레피나무, 진달래 등이라고 報告한 바 있는데 本 研究에서도 類似한 傾向임을 알 수 있었다.

上層편백의 基底面積과 中, 下層의 편백密度間 相關關係는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 이들 間에는 負의 相關($r = -0.861, -0.848$)이 認定되어 上層편백의 被도가 높을수록 中, 下層편백의 密度는 減少되고 있음을 알 수 있었다. 편백林分의 中, 下層位別 Raunkiaer의 頻度階級을 나타낸 것은 Fig. 3에서와 같이 A級과 B級 頻度比率

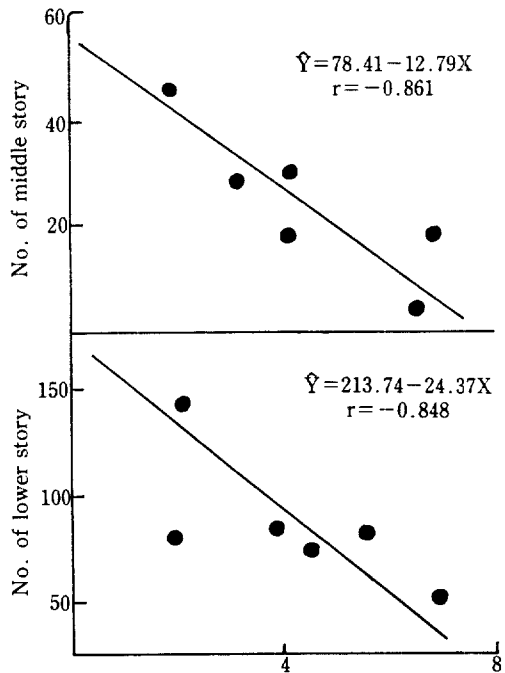


Fig. 2. Relationship between basal area of upper trees and number of natural seedlings of understories for *Chamaecyparis obtusa* stand.

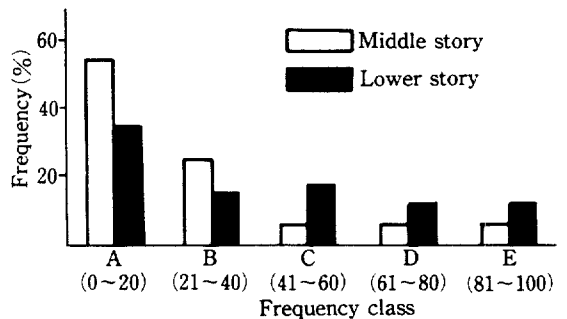


Fig. 3. Change of Raunkiaer's frequency class by middle story and lower story.

은 下層보다는 中層에서 높고, C, D, E級の 頻度比率은 中層보다 下層에서 높게 나타나서, 下層植生이 中層植生보다 出現種이 많음을 알 수 있었다. 이것은 下層에서 出現頻도가 높은 樹種들이 中層植生으로 遷移되는 過程에서 種間 및 種內競爭으로 下層植生이 계속남아 있거나 中層植生으로 遷移가 遲延된 것이 原因이라고 생각된다. 편백林分의 中, 下層位別 重要度比率이 높은 12種에 對하여 Morisita指數를 調査한 結果

Table 6. Morisita's index showing distribution patterns for important species.

Species	Middle story	Lower story	Total
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	3.9850	1.3992	1.1762
<i>Eurya japonica</i>	1.8551	1.2042	0.7086
<i>Viburnum dilatatum</i>	1.5652	1.7983	1.0559
<i>Styrax japonica</i>	1.4606	2.2460	0.8913
<i>Rhus verniciflua</i>	2.0637	1.6231	0.9062
<i>Lindera erythrocarpa</i>	2.4607	1.9048	1.1223
<i>Carpinus laxiflora</i>	5.8180	5.8947	3.1558
<i>Zanthoxylum piperitum</i>	8.0000	2.3126	2.0690
<i>Picrasma quassioides</i>	4.8203	2.6667	0.2559
<i>Smilax china</i>	6.3964	1.2628	1.0498
<i>Callicarpa japonica</i>	9.7895	1.6954	1.4457
<i>Lindera obtusiloba</i>	2.1681	1.3534	0.8313

(Table 6), 中層에서는 대부분의 樹種이 集中分布(Aggregated distribution)를 하고, 下層에서는 대체로 任意分布(Random distribution)를 하고 있었으며, 層位の 全體를 通하여 보면 대체적으로 任意分布를 하고 있었다.

특히 편백은 下層에서 任意分布를 하고 있었지만 中層에서는 集中分布를 하고 있었는데, 이것은 下層에서는 全 調査地에 高루 分布하고 있지만 中層으로 遷移하면서 環境條件이 有利한 一部 地域에서만 分布하고 있음을 나타내어 다른 種間의 競爭력이 弱한 것을 알 수 있었다. 李等¹⁸⁾은 다른 植生과 競爭은 편백稚樹의 生長을 阻害시킨다고 報告한 바 있는데 本 研究에서도 같은 傾向이었다. 그 외에도 개운나무, 청미래덩굴, 작살나무, 생강나무도 下層에서는 任意分布를 하고 中層에서는 集中分布를 하고 있어, 이들 樹種은 天然下種이 잘 되어 下層에서는 높은 密度로 空間을 確保할 수 있었지만 中層으로의 遷移는 어려운 樹種임을 알 수 있었다. 中, 下層에서 相對 優占値가 높은 사스레피나무는 中, 下層 모두에서 任意分布를 하고 있어 편백林의 下層植生으로 耐性範圍가 넓은 樹種이라고 할 수 있으며 今後 複層林을 造成할 때 活用할 수 있을 것으로 推定된다. 清野¹³⁾는 편백林의 立地區分에 따른 下層植物 群落은 乾性, 濕性, 中性地의 모두에서 사스레피나무의 優占도가 높았다고 報告한 바 있는데 이 樹種은 溫帶南部地域에서 편백林과 複層林을 形成할 수 있을 것이라고 생각된다.

以上的 結果에서 편백의 天然稚樹發生에 有意的인 影響을 미치는 要因은 上層樹冠의 被度이었으며, 稚樹生長段階에서는 中層植生보다는 下層

植生과의 競爭이 甚한 것으로 나타내어 편백林의 保續的인 更新을 誘導하기 위해서는 上層林의 被度調節과 下層植生과의 競爭을 緩衝시켜 주는 것이 필요하다고 할 수 있다.

3. 林分의 構造分析

調査地域別, 層位別 出現種數, 種多樣度, 均在度を 調査한 結果(Table 7), 出現種數는 總 64 種이 分布하고 있었으며 우리나라 南部의 東部地域인 梁山, 巨濟, 長城 地域의 調査區에서 出現種數가 많았다. 李¹⁶⁾는 우리나라 南海岸 海송林에 있어서 出現種數는 東部地域보다 西部地域에서 增加되고 있다고 報告한 바 있는데 本 調査地에서도 같은 傾向을 나타내고 있었다. 種多樣度 指數는 梁山, 巨濟, 南海 調査地 보다 昇州, 高興, 長城, 調査地에서 높은 값을 나타내었다. 最大種多樣도와 均在도에 있어서도 東部地域의 調査區보다 西部地域의 調査區에서 높게 나타나서 種間의 個體分布 狀態가 均一한 傾向임을 알 수 있었다. 均在도와 逆의 關係에 있는 優占도는 巨濟와 南海 調査地에서 가장 높은 값을 나타내었는데 이것은 사스레피나무의 重要度比率이 특히 높은 것이 原因이었던 것으로 推定된다.

層位別의 種多樣度 指數는 대체적으로 下層이 中層보다 높은 값을 나타내었으며 均在도에 있어서도 下層에서 높게 나타나서 出現種間의 個體分布 狀態가 均一한 傾向임을 알 수 있었다. 朴²⁸⁾과 Monk 等²²⁾은 植生層位別에 있어서 種多樣度는 灌木層이 第一 높은 값을 나타내었고 다음이 準喬木層, 喬木層의 順位이었다고 報告한 바 있는데 本 研究에 있어서도 같은 傾向이었다.

調査地間, 層位間에 있어서 種의 構成의 類似性을 分析하기 爲하여 Whittaker의 類似度 指數를 使用하여 cluster分析을 한 結果는 Fig. 4, 5, 6과 같다. 林分全體의 類似度 指數(Fig. 4)는 東, 西 地域間보다 水平的인 帶域인 內陸地域인 梁山, 長城, 昇州와 海岸地域인 巨濟, 南海, 高興으로 形成되었는데, 이것은 地域間의 氣候的인 環境要因의 差異인 것으로 分析된다.

中層의 類似度 指數(Fig. 5)는 巨濟, 南海와 長城, 梁山, 昇州, 高興 等 대체적으로 內陸과 海岸의 두 地域으로 形成되었고 下層의 類似度 指數(Fig. 6)에 있어서도 역시 內陸과 海岸의 두 地域으로 形成되었다. 李¹⁶⁾는 삼나무 人工林의

Table 7. Values of species diversity of survey districts.

Districts	Crown of story	No. of species	No. of individuals	Species diversity	Maximum H' (H'/max.)	Evenness (J')	Dominance (1 - J')
A	Upper	1	163				
	Middle	19	75	0.8143	1.2788	0.6368	0.3632
	Lower	34	500	1.2260	1.5315	0.8005	0.1995
	Total	36	738	1.1008	1.5563	0.7073	0.2927
B	Upper	1	109				
	Middle	30	407	1.1089	1.4771	0.7507	0.2493
	Lower	29	917	0.9750	1.4624	0.6667	0.3333
	Total	35	1,433	1.0718	1.5441	0.6941	0.3059
C	Upper	1	80				
	Middle	23	297	0.7568	1.3617	0.5558	0.4442
	Lower	26	770	1.4082	1.4150	0.9952	0.0048
	Total	32	1,147	1.0061	1.5052	0.6684	0.3316
D	Upper	1	104				
	Middle	27	200	0.9344	1.4314	0.6528	0.3472
	Lower	42	424	1.4366	1.6232	0.8850	0.1150
	Total	45	788	1.2747	1.6532	0.7711	0.2289
E	Upper	1	55				
	Middle	20	177	1.1423	1.3010	0.8780	0.1220
	Lower	35	833	1.3021	1.5441	0.8433	0.1567
	Total	36	1,065	1.3188	1.5563	0.8474	0.1526
F	Upper	1	73				
	Middle	24	190	1.0220	1.3802	0.7405	0.2595
	Lower	34	521	1.4245	1.5315	0.9301	0.0700
	Total	41	784	1.2176	1.6128	0.7550	0.2450

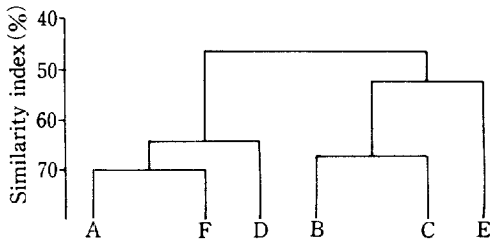


Fig. 4. Cluster dendrogram of total stories in survey districts.

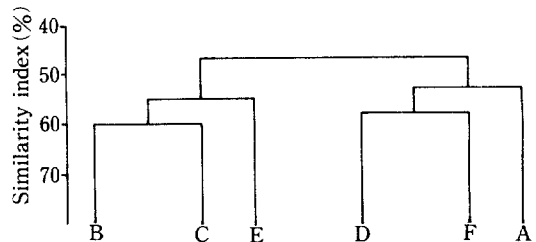


Fig. 6. Cluster dendrogram of lower stories in survey districts.

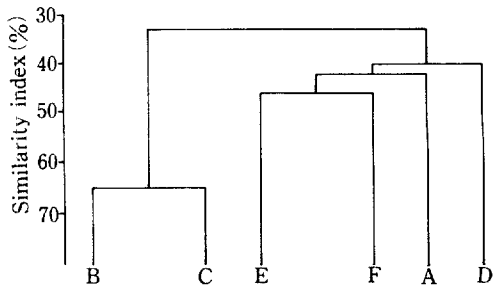


Fig. 5. Cluster dendrogram of middle stories in survey districts.

各 地區間에 있어서 下層植生の 類似性이 높았다고 報告한 바 있어, 本 研究에 있어서 편백林分의 下層植生에서도 同一한 傾向을 나타내었는데, 이러한 下層의 種의 構成은 편백林內에서 環境條件에 對한 耐性을 가진 種이 遷移되어 安定된 共通種이 增加하였기 때문인 것으로 推定된다.

相異度 指數를 利用하여 ordination한 結果는 Fig. 7에서 보는 바와 같이 海岸地域(巨濟, 南海, 高興)에서 內陸地域(梁山, 長城, 昇州)으로 進

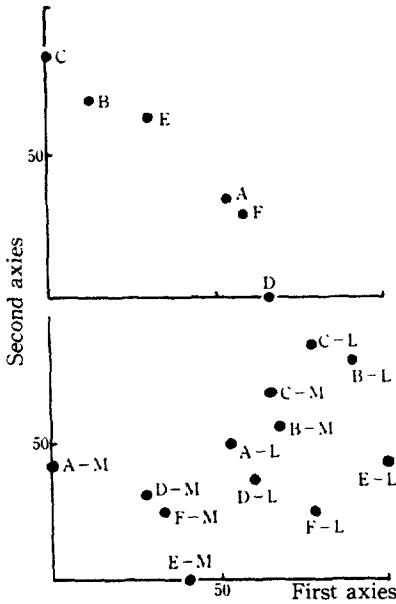


Fig. 7. Polar ordination of total stories(upper), middle and lower stories(lower) in survey districts.
M : Middle story L : Lower story

行하는 傾向을 나타내어 두 地域으로 區分되고, cluster分析과 分布序列法의 ordination分析이 同一한 結果를 나타내었다. 層位間 相異度 指數를 利用한 ordination分析結果(Fig. 7)에서 中層과 下層間 共通種의 出現이 많은 南海, 巨濟를 除外하고는 대체로 中層과 下層植生으로 分布配列이 分離되어 中層과 下層의 種의 構成이 相異함을 알 수 있었다. 그리고 中層과 下層의 種의 構成配列에서 下層이 더 進行된 遷移系列을 나타내고 있었는데, 이것은 中層보다는 下層植生이 耐陰性이 강한 共通種들로 많이 構成되어 있기 때문인 것으로 생각된다.

調査區의 中, 下層에서 出現된 樹種 中 重要度 比率이 比較的 높은 37樹種에 對하여 2×2分割表에 의한 Chi-square (X^2)를 檢定한 結果를 Fig. 8에서 보면 사스레피나무는 쇠물푸레나무, 줄참나무, 노각나무, 팔배나무, 대패집나무, 천선과나무, 마삭줄과 正의 相關을 나타내어 같은 生態的 地位(niche)를 갖고 있었지만, 초피나무, 서어나무, 담쟁이덩굴과는 負의 相關을 나타내어

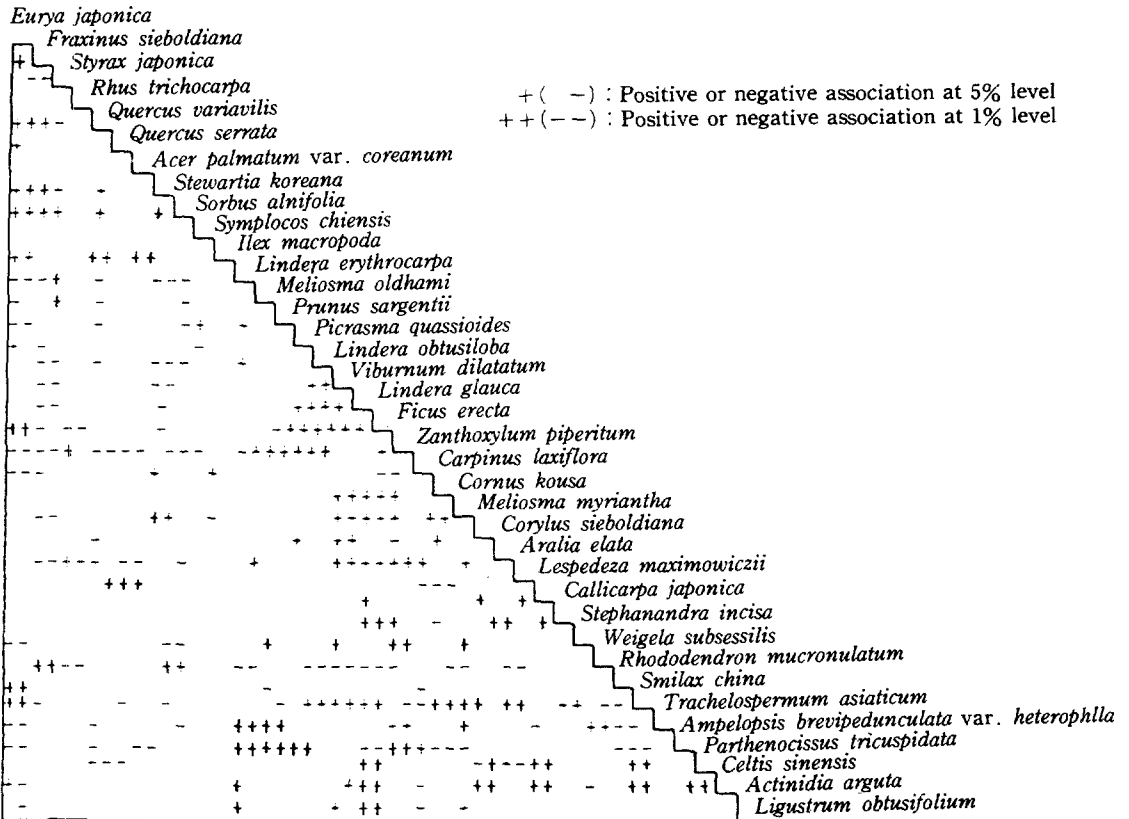


Fig. 8. Complete chi-square matrix for 37 woody species in survey districts.

Table 8. Average dimension(Basal area, Conic surface, Parabolic volume) of upper and middle stories in survey districts.

Stories	Species	Basal area cm ²	Conic surface ×10 ³ cm ²	Parabolic volume ×10 ³ cm ³
Upper	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	284,188.600	29,932.221	186,388.283
	Subtotal	284,188.660	29,932.221	186,388.283
	<i>Eurya japonica</i>	947.350	230.353	118.924
	<i>Styrax japonica</i>	413.730	94.912	55.790
	<i>Viburnum dilatatum</i>	144.320	29.713	14.708
	<i>Rhus verniciflua</i>	523.790	114.884	56.249
	<i>Sorbus alnifolia</i>	29.890	7.396	3.146
	<i>Lindera erythrocarpa</i>	532.140	69.349	69.266
	<i>Meliosma oldhami</i>	76.760	4.803	11.748
	<i>Prunus sargentii</i>	65.160	8.220	4.420
	<i>Carpinus laxiflora</i>	487.391	106.029	56.153
	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	44.700	8.635	5.386
	<i>Stewartia koreana</i>	75.850	16.049	10.786
	<i>Picrasma quassioides</i>	276.710	53.922	36.155
	<i>Corylus sieboldiana</i>	68.520	12.426	9.433
	<i>Celtis sinensis</i>	16.690	3.588	2.210
	<i>Weigela subsessilis</i>	24.680	6.475	2.731
	<i>Aralia elata</i>	78.430	18.493	10.678
	<i>Symplocos chinensis</i>	4.130	1.008	0.444
	<i>Cornus controversa</i>	52.840	22.143	23.232
	<i>Cryptomeria japonica</i>	23.750	3.022	4.156
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	29.770	10.752	3.606
	<i>Smilax china</i>	9.150	9.264	1.349
	<i>Callicarpa japonica</i>	44.470	10.072	8.007
	<i>Ilex macropoda</i>	12.770	3.007	1.300
	<i>Lindera obtusiloba</i>	136.620	29.762	17.709
	<i>Castanea crenata</i>	16.490	3.391	2.025
	<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>	6.280	1.382	0.691
Middle	<i>Clerodendron trichotomum</i>	3.140	0.691	0.345
	<i>Quercus serrata</i>	86.920	27.733	10.639
	<i>Quercus variabilis</i>	91.440	19.537	12.987
	<i>Quercus dentata</i>	94.110	16.840	18.830
	<i>Quercus mongolica</i>	15.680	2.810	3.140
	<i>Quercus aliena</i>	3.140	0.691	0.345
	<i>Cornus kousa</i>	11.100	3.155	1.351
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	8.650	2.347	0.837
	<i>Lindera glauca</i>	56.140	10.318	4.447
	<i>Meliosma myriantha</i>	160.180	32.537	21.024
	<i>Ficus erecta</i>	149.330	24.222	17.970
	<i>Actinidia arguta</i>	1.710	2.890	0.460
	<i>Pinus thunbergii</i>	13.750	3.815	1.717
	<i>Acer palmatum</i> var. <i>coreanum</i>	54.600	12.723	6.309
	<i>Elaeagnus glabra</i>	1.770	0.589	0.221
	<i>Platycarya strobilacea</i>	54.000	14.090	11.001
	<i>Rosa multiflora</i>	5.810	1.938	0.921
	<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i>	1.540	0.835	0.292
	<i>Vaccinium oldhami</i>	5.100	2.040	0.680
	<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	3.080	0.900	0.320
	<i>Pinus densiflora</i>	3.000	1.240	0.350
	<i>Sapium japonicum</i>	4.800	1.320	0.580
	<i>Carpinus tschoroskii</i>	9.810	2.590	1.620
	<i>Zelkova serrata</i>	66.020	10.858	9.994
	<i>Styrax obassia</i>	2.560	0.844	0.264
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2.555	0.982	0.313
	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	331.290	60.230	40.936
	Subtotal	5,433.595	1,147.150	698.193
	Total	289,622.250	31,669.852	187,086.476

서로 다른 生態的 地位를 갖는 것으로 판단되었다. 그리고 쇠물푸레나무는 굴참나무, 노각나무, 팔배나무, 진달래와 正의 相關을 나타내었으며 비목, 생강나무, 가막살나무, 백동백, 나도밤나무, 두릅나무 等과는 負의 相關을 나타내었다. 그 밖에 비목, 백동백, 가막살나무, 천선과나무, 나도밤나무, 마삭줄 등은 생강나무와 正의 相關을, 노각나무와는 負의 相關을 나타내었다. 特히 생강나무, 가막살나무, 백동백, 천선과나무, 나도밤나무 5樹種은 相互間에 正의 相關을 나타내었으며 두릅나무, 국수나무, 마삭줄 3樹種도 같은 傾向을 보였다. 李¹⁷⁾는 南海岸 海송林內에서 사스레피나무는 싸리, 졸참나무, 때죽나무, 청미레덩굴, 철쭉과 正의 相關을 나타내었다고 報告한 바 있는데, 本 調査地에서도 비슷한 傾向이었다.

편백林分의 生産性を 推定하기 위하여 調査地 域別上, 中層 出現種의 個體數, 胸高直徑, 樹高等을 測定하여 基底面積, Parabolic volume (VP), Conic surface(SC)를 算出した 結果(Table 8)를 보면 人工林의 目的 樹種인 上層편백이 가장 높은 값을 나타내고 있었으며 中層에서는 사스레피나무, 비목, 개웃나무, 서어나무, 때죽나무, 편백, 소태나무 順으로 높은 값을 나타내어 이들 樹種의 生産성이 높았음을 알 수 있었다. 그리고 全體樹種의 總 SC값에 對한 百分率은 上層편백이 94.5% 占有하고 있었으며 54樹種 1,406個體를 保有하고 있는 中層은 단지 5.5%에 불과하였다. 總 VP값에 對해서도 上層편백이 99.63%, 中層이 0.37%로서 上層편백 外에는 物質生産성이 극히 낮은 값을 나타내었다. 朴²⁸⁾은 白雲山地域 天然林의 地上部 現存量構成比는 喬木類 97.77%, 灌木類 2.22%, 草本類 0.01% 順으로 높았다고 하였으며 Kawahara⁸⁾은 100~150年生 소나무와 편백의 混淆林에서 喬木類의 現存量 構成比는 98.7%, 灌木類는 1.3%로 높았다고 報告하였는데 本 調査地에 있어서도 類似한 傾向이었다.

引用 文 獻

- 安鐘萬. 1988. 扁柏의 樹幹成長에 關한 解析的 研究. 全南大學校大學院 博士學位論文. 1-42.
- Brower, J.E. and J.H. Zar. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown company publ., Iowa. 1-184.
- Causton, D.R. 1988. Introduction to vegetation Analysis. Unwin Hyman. Ltd., London. 107-256.
- 趙胤信·吳桂七. 1987. 서울近郊自然生 소나무林에 對한 Ordination方法의 適用. 韓國生態學會誌. 10(2) : 63-80.
- 趙在昌·李影宰. 1988. Ordination方法에 의한 伽倻山 紅澗洞溪谷의 植生群集에 關한 研究. 韓國林學會誌. 77(1) : 73-82.
- Gauch, Jr.H.G., G.B. Chase and R.H. Whittaker. 1974. Ordinate of vegetation samples by Gaussian species distributions. Ecology. 55(6) : 1382-1390.
- 全尙根·鄭炫培. 1971. 잣나무植栽林의 生態學的. 研究(I). -下層植生에 對하여-. 韓國林學會誌. 12 : 13-21.
- Kawahara, T. and K. Yamamoto. 1982. Studies on mixed stands of *Pinus densiflora* and *chamaecyparis obtusa*(I). -Productivity and decomposition rate of organic matter-. J. Jap. For. Soc. 64 : 331-339.
- 金喆洙·張允錫. 1989. 月出山の 植生. 韓國自然保存協會調查報告書. 27 : 83-103.
- 金智文·宋鎬京. 1983. 보문산 森林群集의 構造와 動態分析(I). 忠南大學校農業技術研究 報告. 10(1) : 24-27.
- 金鍾元外9人. 1983. 삼나무, 편백의 分布와 適地 및 造林에 關한 研究. 林業試驗場研究 報告. 30 : 45-88.
- 金俊鎬·曹度純·趙京淸·閔丙未. 1984. 只心島常綠潤葉樹林의 生態學的研究. 韓國植物學會誌. 27(2) : 51-60.
- 清野嘉之. 1988. ヒノキ人工林の下層植物群落の被度, 種數の動態に影響を及ぼす要因の解析. 日本林學會誌. 70(10) : 455-460.
- 李景宰·趙在昌·禹鍾瑞. 1989. Ordination 및 Classification 方法에 의한 伽倻山地區의 植物群集 構造分析. 應用生態研究. 3(1) : 28-41.
- 李偵錫. 1985. 삼나무人工造林 林分의 植生에 關한 研究. 韓國林學會誌. 69 : 42-50.
- 李康寧. 1988. 우리나라 南海岸地域에 있어

- 서 해송林的 生態學的研究. 韓國林學會誌, 77(1) : 83-91.
17. 李康寧·權永漢. 1988. 南海岸地域 해송林的 植生構造에 關한 研究. 慶尙大學校論文集, 27(2) : 237-245.
 18. 李泰洙·徐廷培·金錫九·金東極. 1987. 편백天然稚樹의 撫育試驗(I). —上層林木調節과 施肥에 따른 稚樹의 生立—. 林業研究院 研究報告, 34 : 79-92.
 19. 李壽煜. 1981. 韓國의 森林土壤에 關한 研究(II). 韓國林學會誌, 54 : 25-35.
 20. Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. John Wiley & Sons, New York. 1-337.
 21. Mellinger, M.V. and S.J. McNaughton. 1975. Structure and function of successional vascular plant communities in central New York. Ecol. Monogr. 45 : 161-182.
 22. Monk, C.D., G.I. Child and S.A. Nicholson. 1969. Species diversity of a stratified oak-hickory community. Ecology. 50(3) : 468-470.
 23. Muleller-Dombois, M.D. and E.H. Ellenberg. 1974. Amis and Method of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, Inc, New York. 45-302.
 24. Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders co., Ltd., Philadelphia. 1-534.
 25. 오계철·이근섭. 1989. 반자연 소나무 숲에 있어서의 Ordination 미분류 및 인근효과(경쟁)에 대하여. 한국생태학회지. 12(2) : 83-108.
 26. 朴奉奎·全玉鏡. 1988. 永同郡 眠周之山 周邊 一帶植生 分析에 關한 研究. 韓國自然保存協會報告書, 26 : 89-100.
 27. 朴奉奎·任良宰·金源·朴商玉. 1989. 生態學實驗. 營雪出版社, 서울. 1-175.
 28. 朴仁協. 1986. 白雲山地域 天然林生態系의 森林構造 및 物質生產에 關한 研究. 서울大學校大學院博士學位論文. 1-48.
 29. 朴仁協·李景宰·趙在昌. 1987. 北漢山地域의 森林群集構造에 關한 研究. 應用生態研究. 1(1) : 1-23.
 30. 朴仁協·李景宰·趙在昌. 1988. 雉嶽山 國立公園의 森林群集研究. —九龍寺, 飛盧峯地域을 中心으로—. 應用生態研究. 2(1) : 1-13.
 31. 朴인협·조재창·오충현. 1989. 가야산지역 계곡부와 능선부의 해발고와 사면부위에 따른 삼림구조. 응용생태 연구. 3(1) : 42-50.
 32. 朴明圭·朴泰植·朴仁協. 1985. 白雲山地域 고로쇠나무의 分布에 關한 研究. 서울大學校 演習林報告. 20 : 1-20.
 33. 朴明圭. 1986. 白雲山地域溪谷部 서어나무林의 構造 및 直徑分析에 關한 研究. 順天大學校論文集. 5 : 9-17.
 34. 朴完根·金道永·韓相變. 1989. 잣나무 人工林의 林齡增加에 따른 林內日射量과 林床植生の 變化. 江原大學校演習林研究報告. 19 : 47-55.
 35. 中央氣象臺. 1982. 韓國氣候表(1951-1980). 서울. 1 : 368.
 36. 中央氣象臺. 1984. 韓國氣候表(1973-1982). 서울. 3 : 278.
 37. 申恒澈. 1987. 月岳山 森林의 林床植生에 對한 研究. 忠南大學校教育大學院 碩士學位論文. 1-28.
 38. 申鉉喆·李康寧. 1990. 錦山의 南北斜面에 따른 森林植生構造. 韓國林學會誌. 79(3) : 245-254.
 39. 宋鎬京. 1985. 鷄龍山 森林群集型과 그의 構造에 關한 研究. 서울大學校大學院博士學位論文. 1-54.
 40. 宋鎬京·禹仁植·李壽煜, 南治. 1987. 分類法과 序列法에 의한 德裕山 森林植生研究. 忠南大學校環境研究報告. 5(2) : 59-73.
 41. 宋在權. 1983. 七甲山 森林群集의 構造와 遷移. 忠南大學校大學院碩士學位論文. 1-30.
 42. Veno, P.A. 1976. Successional relationships of fire florda plant communities. Ecology. 57 : 498-508.
 43. Whittaker, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. Science. 147 : 250-259.
 44. 任慶彬·朴仁協·李景宰. 1980. 京畿道地方 赤松林의 植物社會學的研究. 韓國林學會誌. 50 : 56-71.
 45. 任慶彬. 1985. 新稿造林學原論. 鄉文社, 서울. 78-252.