

甫吉島 붉가시나무林的 群落生態學的 研究¹
金鍾映² · 李偵錫² · 吳光仁² · 張石其² · 朴珍弘²

Community Ecological Study on the *Quercus acuta* Forests in Bogildo-Island¹

Chong-Young Kim², Jeong-Seok Lee², Kwang-In Oh²,
Seok-Ki Jang² and Jin-Hong Park²

要 約

暖帶林 育林에 필요한 기초 자료를 提供하고자 붉가시나무群落이 가장 발달되어 있는 甫吉島에서 1998년 7월부터 1998년 10월에 걸쳐 붉가시나무가 優占하는 林分을 대상으로 群落生態를 조사하였으며, 본 研究에 의해 얻어진 結果는 다음과 같다.

1. 붉가시나무群落地의 種構成은 54科 91屬 113種 9變種 1品種 등 모두 123種類가 出現하였고, 이중 常綠性 植物種은 모두 45種이었으며, 모든 調査區에서 共通으로 出現한 種으로는 동백나무, 광나무, 사스레피나무, 청미래덩굴, 마삭줄 및 그늘사초의 6種이었고, 생달나무, 자금우, 보춘화, 족제비고사리, 덜꿩나무 등 5種의 出現頻도가 80% 이상으로 가장 높게 나타났다.
2. 林冠 上層의 喬木層 植被率은 85% 이상으로 붉가시나무, 잣나무類, 참가시나무, 곰솔, 산벚나무의 順으로, 亞喬木層에서는 동백나무, 광나무, 붉가시나무, 사스레피나무, 잣나무類의 順으로, 下層의 灌木層 植被率은 20% 내외로 동백나무, 광나무, 청미래덩굴, 생달나무, 덜꿩나무의 順으로, 草本層에서는 마삭줄, 자금우, 그늘사초, 동백나무(稚樹), 붉가시나무(稚樹)의 順으로 각각 重要值가 높게 나타났다.
3. 붉가시나무群落은 平均 土壤酸度(pH) 5.00, 平均 有機物含量 6.42%인 토양환경에서 군락이 발달하고 있었으며, 본 島의 南斜面, 西斜面, 北斜面 및 東斜面의 分布 順으로 生長이 양호하게 나타난 것으로 보아 陽樹의 特性을 갖고있는 것으로 思料된다.
4. 林內의 平均 相對照度(RI)는 0.89%로서 未明의 상태를 유지하고 있는 것으로 나타났는데, 이는 붉가시나무의 葉面積이 다른 常綠闊葉樹들에 비해 크고, 分枝된 萌芽의 발달로 林冠 上層의 被覆率이 높아짐에 따라 林內 受光量이 현저히 낮아져 나타난 결과이며, 地表層 植生의 分布를 결정하는 가장 重要한 要因으로 작용하고 있는 것으로 思料된다.
5. 群落 內 붉가시나무의 胸高直徑 分布를 분석한 결과 喬木層, 亞喬木層 모두 逆J字形의 分布를 보이고 있어 군락의 維持可能性이 不透明한 것으로 判斷된다.
6. 붉가시나무의 年輪幅을 분석한 결과 年平均 直徑生長量은 2.44mm로, 萌芽枝의 發生初期인 1~12년 사이에는 完만하게 生長(2.04mm)하다 맹아지가 林冠 上層에 도달하는 13년 이후부터 22년까지 가장 높은 生長량(2.95mm)을 기록하였고, 이후부터는 生長량이 完만하게 減少하거나 停滯되는 경향(2.41mm)을 나타냈다.

¹ 接受 2000年 7月 27日 Received on July 27, 2000.

² 全南大學校 林學科 Department of Forestry, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea.

ABSTRACT

This study was carried out to investigate ecological niche of *Quercus acuta* communities in Bogildo-island from July to October, 1998. This island is occupied by a subtropical evergreen broad-leaved forests. The study on community ecology of *Q. acuta*, mostly dominant species of subtropical forests, is very important for successful forest management.

Sampling areas were selected in 16 quadrats, dominated by *Q. acuta* to examine the vegetation characteristics(plant identification, D.B.H.) and environmental elements (microtopography, altitude, slope degree, aspect, illumination and soil physicochemical properties).

On the basis of data from field surveys, importance values were calculated for the dominance of *Q. acuta* and volume growth was analyzed by tree ring widths.

The results obtained were as follows ;

1. The lists of vascular plants in the investigations were identified as 54 families, 91 genera, 113 species, 9 varieties, 1 formae. It appeared that 45 kinds were evergreen, 6 kinds(*Camellia japonica*, *Ligustrum japonicum*, *Eurya japonica*, *Smilax china*, *Trachelospermum asiaticum* var. *intermedium*, *Carex lanceolata*) were commonly observed in all plots and 5 species(*Cinnamomum japonicum*, *Ardisia japonica*, *Cymbidium goeringii*, *Dryopteris bissetiana*, *Viburnum erosum*) were most highly observed in all plots(over 80%).
2. The dominating species per strata were, *Quercus acuta*, *Castanopsis cuspidata* sp. *Quercus salicina*, *Pinus thunbergii*, *Prunus sargentii* in tree layer, *Camellia japonica*, *Ligustrum japonicum*, *Quercus acuta*, *Eurya japonica*, *Castanopsis cuspidata* sp. in subtree layer, *Camellia japonica*, *Ligustrum japonicum*, *Smilax china*, *Cinnamomum japonicum*, *Viburnum erosum* in shrub layer and *Trachelospermum asiaticum* var. *intermedium*, *Ardisia japonica*, *Carex lanceolata*, *Camellia japonica*(seedlings), *Quercus acuta*(seedlings) in herb layer, all in descending orders.
3. *Quercus acuta* could be suggested as shade intolerant tree, considering the distribution in southern, western, northern and eastern slopes in the descending orders.
4. Mean relative illumination in the forest is 0.89 % and it is relatively low in brightness.
5. Sustainment of *Quercus acuta* community couldn't be confirmed by judging from their reverse J curve in even-aged forest, as shown in D.B.H. distribution analysis.
6. The result of annual ring width analysis(mean ; 2.44 mm) showed three stages, such as a gentle increasing(1~12 year ; 2.04 mm), a relatively steep increasing(13~22 year ; 2.95 mm) and decreasing or stagnating(23 year after ; 2.41 mm).

Key words : importance value, species diversity, shade intolerant tree, D.B.H. distribution, diameter growth

緒 論

최근들어 植物種 多樣性의 保存과 資源植物의 開發 등을 이유로 暖帶林 育林에 대한 관심이 고조됨에 따라 이를 구성하고 있는 樹種들의 個體群 및 群落 生態에 대한 연구의 필요성이 대두되고

있다.

暖帶林의 주요 優占種들 중의 하나인 붉가시나무(*Quercus acuta*)는, 材質이 단단하고 主幹이 通直하여 資源의 활용가치가 높은 樹種으로 알려져 있으며, 붉가시나무가 군락을 이루고 있는 西南海의 몇몇 島嶼들 중 甫吉島는 常綠闊葉樹林이

섬면적의 55% 이상을 차지하고 있기 때문에 난대림 생태를 연구하기에 最適의 조건을 갖추고 있다.

우리나라 난대림의 植物相에 관한 연구는 中井가 1914년 濟州島와 莞島의 植物을 조사(任良宰와 李愚喆, 1976)한 것을 시작으로, 崔圭鍊 등(1975)이 보길도의 木本植物을 78科 168屬 318種으로 分類하였고, 李一球(1980)는 92科 241屬 326種 48變種 8品種의 所産植物 目錄을 提示하였다. 또한 李光南과 蔡正基(1981)는 本島의 木本植物을 78科 169屬 225種 68變種 5品種으로 分類 정리하였으며, 金喆洙 등(1989)은 本島의 植物群落을 북가시나무群落(*Quercus acuta* community), 구실갓밤나무-자금우群落(*Ardisia japonica*-*Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* community), 가시나무群落(*Quercus myrsinaefolia* community) 등의 14群落으로 分類하고 現存植生圖 및 綠地自然度圖를 作成 발표한 바 있다. 한편 李吾炯(1992)은 常綠闊葉樹林 代表群落의 土壤環境과 微生物群集과의 相關分析을 통하여 本島의 북가시나무군락의 토양환경은 中間程度이며, 미생물군집의 크기 역시 中間水準임을 발표하였고, 임병선 등(1992)은 상록활엽수림의 群落形成에 미치는 環境要因을 분석하여 북가시나무군락이 傾斜 15° 이상의 南東斜面에 주로 분포하며, 삼림지역지수(FSQI) 9.36으로 立地條件이 비교적 劣惡한 것으로 판단된다고 하였다.

金喆洙(1987, 1988)는 우리나라의 북가시나무군락이 本島를 비롯하여 紅島, 黑山島, 小黒山島 등에 분포한다고 하였고, 日本의 경우 Fujiwara (1981)는 本州, 九州 및 四國 등에 분포하며, 동백나무群綱 북가시나무群團(*Quercus acuta*-*myrsinaefoliae*)으로 命名하여 발표한 바 있다. 이밖에 金喆洙(1988)를 비롯하여 주로 西南海 島嶼에 분포하고 있는 상록활엽수림에 대한 연구는 多數의 研究者들에 의해 상당 부분 進行되어 있으나, 북가시나무군락 만을 별도로 조사 연구한 事例는 찾아볼 수 없었다.

따라서 本人은 暖帶林의 優占種들 中的 하나로 알려진 북가시나무林的 群落生態를 糾明하여 林分의 構造를 밝히고 構成 樹種의 生長 特性을 파악하므로써 造林의 效果 提高하고 資源 植物을 究明하는 등 效率의인 暖帶林 管理를 위한 基礎 資料를 提供하고자 본 연구를 수행하였다.

材料 및 方法

1. 調查地 概況

甬吉島는 우리나라의 西南海 海上 東經 126° 30' ~ 38', 北緯 34° 6' ~ 11' 에 위치하고, 행정 구역은 全羅南道 莞島郡 甬吉面으로 完道에서 25.3km의 거리에 있으며, 총면적 3.69km²인 島嶼이다.

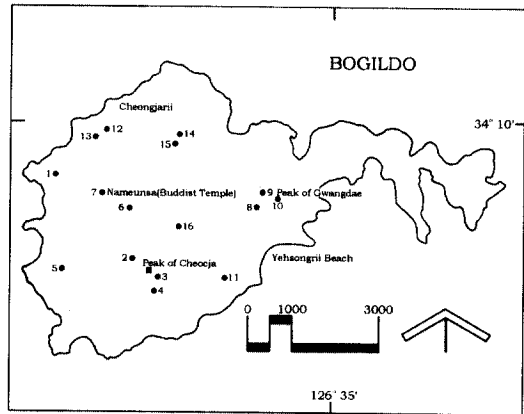


Fig. 1. Location map and sampling plots of study area.

氣候는 인근 莞島測候所의 기상자료에 의하면 年평균기온 13.9°C, 最寒月の 平均기온 2.4°C, 最暖月の 平均기온 25.6°C이고, 年평균 강수량은 1,471.5mm이며, 最寒월의 最低草上溫度는 -4.3°C, 最寒월의 地中(-0.3m)溫度는 5.2°C로서 高溫多濕하여 常綠闊葉樹林이 分布하기에 알맞은 溫暖帶에 해당된다.

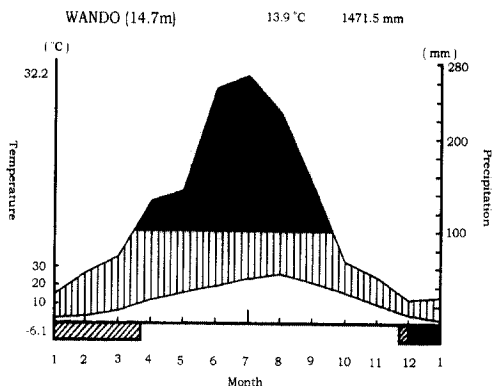


Fig. 2. Climatic diagram of study area.

植生은 主峰인 赤紫峰을 중심으로 南斜面에는 붉가시나무군락이, 北斜面에는 구실잣밤나무군락이, 稜線부위에는 소사나무군락과 섬회양목군락이, 그리고 南隱寺의 北斜面은 대부분 곰솔군락이 분포하고 있으며, 芙蓉里와 芙蓉黃里의 부락 주변에 동백나무 군락이 소규모로 잘 보전되어 있다.

2. 調査 方法

본 연구는 1998년 7월부터 1998년 10월까지 4회에 걸쳐 보길도 全域에서 붉가시나무가 優點하고 있는 林分중 生長상태가 가장 양호한 林分을 대상으로 海拔高와 斜面方向을 고려하여, 10m×10m 조사구 7개, 15m×15m 조사구 9개 등 총 16개의 조사방형구를 설치한 다음 조사구내의 모든 植物種을 각 층위별로 조사하고 빈도, 피도, 밀도를 측정·기록하였으며, 다음의 항목을 식생조사표에 기재하였다.

(1) 立地環境 要因들 중 海拔高는 Altimeter로, 傾斜度는 Blume-Leiss의 경사측정기로, 方位는 Compass로, 林內外 照度는 Photometer(L103)를 사용하여 지상 150cm의 높이에서 측정하였으며, 조사지의 지형조건은 조사구의 微地形을 기준으로 하여 山頂, 稜線部(上, 中, 下) 및 溪谷部 등으로 구분하였다.

(2) 군락의 階層構造(喬木層, 亞喬木層, 灌木層, 草本層)에 따른 出現種을 전부 기록하고, 각 계층의 높이와 植被率을 기록하였다.

본 조사를 수행하는데 있어 잣밤나무類의 경우 李光南과 蔡正基(1983)의 指摘과 같이 구실잣밤나무(*Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*)와 모밀잣밤나무(*C. cuspidata* var. *thunbergii*)의 形態的 差異에 의한 現地內 判別이 사실상 不可하여

이들을 하나로 大別할 수 있는 잣밤나무類(*C. cuspidata* sp.)로 通稱하였으며, 各種 數式的 因數로 사용할 때 이들을 單一種으로 取扱하였다.

(3) 각 계층의 種構成에 대한 量과 生育狀態를 측정하였다. 조사구 내의 교목·아교목층의 모든 수목에 대한 胸高直徑을 조사하였고, 관목·초본층의 植物種들에 대한 樹冠幅을 측정하였다.

붉가시나무의 年間 生長量을 조사하기 위하여 每 調査區마다 平均 胸高直徑을 갖는 萌芽枝의 가슴높이에서 木片을 채취하였으며, 乾燥하기 전에 실험실로 운반, 쌍안실체현미경과 Microcallipers를 사용하여 1/10mm까지 年輪幅을 측정하였다.

매 조사구마다 9곳을 무작위로 선정, 낙엽층을 제거한 다음 10~25cm의 깊이에서 土壤試料를 채취하여 pH는 초자전극법으로, 전질소는 microkjeldahl법으로, 유기물함량은 Lancaster법으로, 치환성 양이온은 Atomic absorption spectrophotometer로 각각 정량하였으며, 시료의 水分含量을 측정하였다. 또한 Soil hardness tester를 사용하여 각 조사구의 土壤硬度를 5회 반복하여 측정하였다.

붉가시나무군락의 특징을 보다 정확하게 분석하기 위하여 每木調査를 통해 얻은 자료를 이용하여 Cutis와 McIntosh(1951)의 방법에 따라 층위별 Importance value를 산출하였다.

結 果

1. 群落構造

1) 植生概況

보길도 지역 喬木層과 亞喬木層의 植生概況은 Table 1과 같다.

보길도 지역의 林冠 上層의 밀도는 郭東勳

Table 1. Dimension summary of tree and subtree layers.

Altitude (m)	20~100	101~200	201~300	301~370
Tree layer				
Density (stems/ha)	4,533	6,309	12,095	3,711
Mean D.B.H. (cm)	9.89	8.05	6.49	12.06
Mean canopy height (m)	9.98	6.13	5.38	10.00
Basal area (m ² /ha)	40.82	34.38	50.47	68.99
Subtree layer				
Density (stems/ha)	3,836	11,832	9,477	8,977
Mean D.B.H. (cm)	2.69	2.62	2.16	2.79
Mean canopy height (m)	4.58	3.75	3.38	4.75
Basal area (m ² /ha)	3.67	11.75	4.32	9.96

(1991)의 월악산, 李錫勉(1990)의 조계산 및 朴仁協(1986)의 백운산 지역과 비교해 볼 때 대단히 높게 나타난 것으로, 그 원인은 內陸地方과는 달리 島嶼地方의 삼림은 최근까지 인위적 간섭을 지속적으로 받아왔기 때문에 天然林이나 2次林으로의 발달이 불가능하였기 때문인 것으로 사료된다. 즉 최근까지만 해도 도서지방에서는 燃料需給을 主的으로 삼림에 의존하여 해결하여 왔기 때문에, 化石燃料의 보급이 一般化되기까지 薪炭材의 수급을 목적으로 지속적인 濫伐이 이루어져 왔

으며, 대부분의 삼림이 伐採跡地化하여 아직까지 萌芽林 또는 幼齡의 混生林으로 구성되어 있다. 또한 Whittaker(1965)의 海拔高 증가에 따른 胸高斷面積의 감소 원인이 土壤水分과의 有意性 때문이라는 주장과는 달리 본 島에서는 오히려 해발고도가 높은 지역에서 평균 胸高직경이 높게 나타났는데, 이는 環境要因이라기 보다는 앞서 말한 人爲的 干涉의 영향이 더욱 크게 작용한 것으로 사료된다.

다시말해 해발 100m 이내의 民家 주변 保護林

Table 2. The importance value of major tree species in tree layer.

Species	Korean name	RD	RC	RF	IV
<i>Quercus acuta</i>	불가시나무	63.87	57.34	14.67	135.89
<i>Castanopsis cuspidata</i> sp.	잣밤나무류	15.63	25.62	8.25	49.51
<i>Quercus salicina</i>	참가시나무	5.62	5.28	5.50	16.41
<i>Pinus thunbergii</i>	곰솔	0.81	3.45	5.50	9.77
<i>Prunus sargentii</i>	산벗나무	1.35	0.77	7.33	9.46
<i>Styrax japonica</i>	매죽나무	1.29	0.69	6.42	8.41
<i>Quercus serrata</i>	졸참나무	1.35	0.94	4.58	6.88
<i>Carpinus coreana</i>	소사나무	3.29	0.78	2.75	6.83
<i>Camellia japonica</i>	동백나무	0.91	0.82	3.66	5.40
<i>Cornus kousa</i>	산딸나무	0.70	0.26	3.66	4.63
<i>Albizia julibrissin</i>	자귀나무	0.32	0.39	3.66	4.38
<i>Cinnamomum japonicum</i>	생달나무	0.27	0.27	3.66	4.21
<i>Ligustrum japonicum</i>	광나무	0.27	0.09	2.75	3.11
<i>Eurya japonica</i>	사스레피나무	0.86	0.18	1.83	2.88
<i>Dendropanax morbifera</i>	황칠나무	0.21	0.41	1.83	2.47
<i>Pinus densiflora</i>	소나무	0.16	0.46	1.83	2.46
<i>Sorbus alnifolia</i>	팔배나무	0.43	0.14	1.83	2.40
<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	머귀나무	0.10	0.12	1.83	2.06
<i>Platycarya strobilacea</i>	굴피나무	0.10	0.03	1.83	1.98
<i>Castanea crenata</i>	밤나무	0.21	0.33	0.91	1.46
<i>Machilus thunbergii</i>	후박나무	0.32	0.15	0.91	1.40
<i>Sapium japonicum</i>	사랍주나무	0.27	0.11	0.91	1.30
<i>Carpinus laxiflora</i>	서어나무	0.10	0.25	0.91	1.28
<i>Quercus glauca</i>	중가시나무	0.32	0.03	0.91	1.27
<i>Q. variabilis</i>	굴참나무	0.21	0.13	0.91	1.27
<i>Carpinus tschonoskii</i>	개서어나무	0.10	0.20	0.91	1.23
<i>Acer palmatum</i>	단풍나무	0.05	0.15	0.91	1.12
<i>Zelkova serrata</i>	느티나무	0.16	0.03	0.91	1.11
<i>Torreya nucifera</i>	비자나무	0.10	0.07	0.91	1.10
<i>Mallotus japonicus</i>	에덕나무	0.05	0.08	0.91	1.05
<i>Ilex integra</i>	감탕나무	0.10	0.02	0.91	1.05
<i>Sambucus sieboldiana</i> var. <i>miquelii</i>	지렁쿠나무	0.05	0.07	0.91	1.04
<i>Meliosma oldhamii</i>	합다리나무	0.05	0.06	0.91	1.03
<i>Ilex macrospora</i>	대팻집나무	0.05	0.03	0.91	1.01
<i>Celtis sinensis</i>	팽나무	0.05	0.03	0.91	1.00
<i>Rhamnella franguloides</i>	까마귀베개	0.05	0.02	0.91	0.99
<i>Euscaphis japonica</i>	말오줌매	0.05	0.01	0.91	0.98

이나 300m 이상의 接近性이 불량한 곳에서는 상대적으로 林相의 파괴가 덜하였으며, 100~300m 사이의 接近性이 양호한 삼림은 그만큼 더 심한 피해를 입어 상록활엽수의 생리적 특성인 왕성한 맹아활동에 따라 현재는 삼림의 대부분이 맹아림으로 이루어져 있다.

2) 種構成

조사지역 내의 붉가시나무 優占 林分을 대상으로 16개의 표본구에서 식생분포를 조사한 결과 喬木層(Tree layer)에서는 23科 30屬 36種 1變種 등 37種類가, 亞喬木層(Subtree layer)에서는 22科 35屬 46種이, 灌木層(Shrub layer)에서는 25科 39

屬 49種 2變種 등 51種類가, 草本層(Herb layer)에서는 50科 75屬 87種 6變種 1品種 등 94種類가 각각 출현하여 總 54科 91屬 113種 9變種 1品種으로 123種類가 出現하였으며, 각 層位別 重要值의 산출결과는 Table 2, 3, 4, 5와 같다.

金喆洙 등(1989)과 李一球(1980)의 조사를 종합하면 보길도의 所産植物은 總 137科 454屬 645種 110變種 13品種 2亞種으로 분류되는데, 본 조사 결과 54科 91屬 113種 9變種 1品種이 同定되어 전체 소산식물의 약 15.97%가 붉가시나무와 군락을 형성하고 있는 것으로 나타났다.

이중 교목층에서는 전체 37種중 붉가시나무(135.89), 잣나무(49.51), 참가시나무(16.41)

Table 3. Importance value of major tree species in subtree layer.

Species	Korean name	RD	RC	RF	IV
<i>Camellia japonica</i>	동백나무	36.04	37.08	7.69	80.82
<i>Ligustrum japonicum</i>	광나무	14.49	13.31	8.20	36.01
<i>Quercus acuta</i>	붉가시나무	10.55	13.36	7.17	31.09
<i>Eurya japonica</i>	사스레피나무	4.08	5.15	6.66	15.90
<i>Castanopsis cuspidata</i> sp.	잣나무류	3.59	6.39	3.58	13.58
<i>Cinnamomum japonicum</i>	생달나무	3.06	3.01	5.64	11.71
<i>Carpinus coreana</i>	소사나무	2.43	3.70	3.07	9.21
<i>Quercus salicina</i>	참가시나무	1.89	1.63	3.58	7.12
<i>Neolitsea sericea</i>	참식나무	4.66	0.21	1.02	5.90
<i>Pourthiaes villosa</i>	윤노리나무	1.45	0.67	3.58	5.72
<i>Viburnum erosum</i>	덜꿩나무	1.11	0.44	4.10	5.66
<i>Styrax japonica</i>	매죽나무	1.16	1.36	3.07	5.60
<i>Quercus serrata</i>	졸참나무	1.45	1.83	2.05	5.34
<i>Q. glauca</i>	중가시나무	2.91	1.52	0.51	4.95
<i>Cornus kousa</i>	산딸나무	0.77	0.83	3.07	4.68
<i>Machilus japonica</i>	센달나무	1.02	1.01	2.56	4.60
<i>Dendropanax morbifera</i>	황칠나무	1.11	1.10	2.05	4.27
<i>Neolitsea aciculata</i>	새덕이	0.92	1.09	2.05	4.07
<i>Sorbus alnifolia</i>	팔배나무	0.77	0.67	2.05	3.50
<i>Euonymus sachalinensis</i>	회나무	0.72	0.47	2.05	3.25
<i>Meliosma myriantha</i>	나도밤나무	0.48	0.51	2.05	3.05
<i>Prunus sargentii</i>	산벚나무	0.63	0.73	1.53	2.90
<i>Ilex integra</i>	감탕나무	0.53	0.74	1.53	2.82
<i>Machilus thunbergii</i>	후박나무	0.38	0.37	2.05	2.81
<i>Raphiolepis umbellata</i>	다정큼나무	0.34	0.15	2.05	2.54
<i>Celtis sinensis</i>	팽나무	0.24	0.27	1.53	2.05
<i>Carpinus laxiflora</i>	서어나무	0.14	0.37	1.02	1.54
<i>Meliosma oldhamii</i>	합다리나무	0.14	0.12	1.02	1.29
<i>Callicarpa mollis</i>	새비나무	0.19	0.04	1.02	1.26
<i>C. japonica</i>	작살나무	0.19	0.04	1.02	1.26
<i>Ilex macropoda</i>	대팻집나무	0.14	0.06	1.02	1.24
<i>Euonymus japonica</i>	사철나무	0.09	0.07	1.02	1.19
<i>Euscaphis japonica</i>	말오줌매	0.09	0.04	1.02	1.16
<i>Sapium japonicum</i>	사람주나무	0.43	0.15	0.51	1.10

의 상록활엽수와 곶솔(9.77), 산벚나무(9.47)의 順으로, 아교목층에서는 전체 46種중 동백나무(80.82), 광나무(36.02), 불가시나무(31.10), 사스레피나무(15.90), 잣밤나무類(13.58)의 順으로, 관목층에서는 전체 51種중 동백나무(72.46), 광나무(43.19), 청미래덩굴(26.14), 생달나무(25.43), 덜꿩나무(13.88)의 順으로, 초본층에서는 전체 94種중 마삭줄(70.08), 자금우(21.34), 그늘사초(19.07), 동백나무(13.39), 불가시나무(11.76)의

順으로 각각 중요치가 높게 나타났다.

金喆洙 등(1989)은 불가시나무군락의 구성 種數는 평균 16종이며 광나무, 마삭줄, 동백나무, 송악, 사스레피나무 등의 상록활엽수림대의 識別種이 常在度가 높게 나타난다고 하였다. 本人의 조사결과 모든 조사구에서 共通으로 출현한 種으로는 불가시나무 이외에 동백나무, 광나무, 사스레피나무, 청미래덩굴, 마삭줄 및 그늘사초의 6종이었으며, 생달나무, 자금우, 보춘화, 족제비고

Table 4. Importance value of major plant species in shrub layer.

Species	Korean name	RD	RC	RF	IV
<i>Camellia japonica</i>	동 백 나 무	24.97	40.50	6.97	72.46
<i>Ligustrum japonicum</i>	광 나 무	14.22	21.52	7.44	43.19
<i>Smilax china</i>	청 미 래 덩 굴	12.46	6.23	7.44	26.14
<i>Cinnamomum japonicum</i>	생 달 나 무	9.73	9.64	6.04	25.42
<i>Viburnum erosum</i>	덜 꿩 나 무	5.37	3.85	4.65	13.88
<i>Eurya japonica</i>	사 스 레 피 나 무	3.12	2.75	4.65	10.53
<i>Machilus japonica</i>	센 달 나 무	4.05	3.94	1.86	9.85
<i>Castanopsis cuspidata</i> sp.	잣 밤 나 무 류	3.03	2.08	3.25	8.38
<i>Neolitsea aciculata</i>	새 덕 이	2.20	1.09	3.72	7.01
<i>Callicarpa mollis</i>	새 비 나 무	1.49	0.28	4.65	6.42
<i>Pourthiaes villosa</i>	윤 노 리 나 무	1.49	0.74	3.72	5.96
<i>Raphiolepis umbellata</i>	다 정 큼 나 무	1.40	0.93	3.25	5.59
<i>Callicarpa japonica</i>	작 살 나 무	1.14	0.36	2.32	3.83
<i>Dendropanax moribifera</i>	황 칠 나 무	1.32	0.42	1.86	3.60
<i>Quercus acuta</i>	불 가 시 나 무	1.49	0.47	1.39	3.36
<i>Ilex integra</i>	감 탕 나 무	0.48	0.21	2.32	3.02
<i>Vaccinium oldhami</i>	정 금 나 무	1.71	0.54	0.46	2.72
<i>Lindera obtusiloba</i>	생 감 나 무	0.61	0.19	1.86	2.67
<i>Elaeagnus maritima</i>	녹 보 리 통 나 무	0.52	0.26	4.86	2.65
<i>Styrax japonica</i>	매 죽 나 무	0.57	0.18	1.86	2.61
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	쇠 물 푸 레	1.40	0.70	0.46	2.57
<i>Meliosma myriantha</i>	나 도 밤 나 무	0.52	0.16	1.86	2.55
<i>Machilus thunbergii</i>	후 락 나 무	0.39	0.13	1.86	2.39
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	조 록 싸 리	1.10	0.35	0.93	2.38
<i>Euonymus sieboldiana</i>	참 밋 살 나 무	0.30	0.09	1.86	2.26
<i>Elaeagnus glabra</i>	보 리 장 나 무	0.35	0.42	1.39	2.17
<i>Neolitsea sericea</i>	참 식 나 무	0.30	0.22	1.39	1.92
<i>Euonymus japonica</i>	사 철 나 무	0.39	0.12	1.39	1.91
<i>Quercus salicina</i>	참 가 시 나 무	0.30	0.21	1.39	1.91
<i>Elaeagnus umbellata</i> var. <i>coreana</i>	왕 보 리 수	0.57	0.40	0.93	1.91
<i>Cornus kousa</i>	산 딸 나 무	0.22	0.03	1.39	1.65
<i>Euonymus sachalinensis</i>	회 나 무	0.22	0.02	1.39	1.63
<i>Euscaphis japonica</i>	말 오 줌 때	0.17	0.05	1.39	1.62
<i>Quercus serrata</i>	졸 참 나 무	0.22	0.01	0.93	1.25
<i>Ardisia japonica</i>	자 금 우	0.22	0.07	0.93	1.22
<i>Juniperus rigida</i>	노 간 주 나 무	0.17	0.04	0.96	1.15
<i>Actinodaphne lancifolia</i>	육 락 나 무	0.13	0.04	0.93	1.10
<i>Sorbus alnifolia</i>	팔 배 나 무	0.08	0.03	0.93	1.05

사리, 덜꿩나무 등 5종의 출현빈도가 가장 높게 나타났다. 또한 暖帶 植物種들 중 모새나무를 비롯하여 새우나무, 녹보리뚱나무, 왕보리수, 천선과나무, 영주치자, 남오미자 및 돌외 등이 본 군락 내에서 生育하고 있는 것으로 확인되었으나, 개채수나 출현빈도는 그다지 높지 않았다.

16개의 조사구 중 plot 7(南隱寺 入口)에서 生育

하고 있는 붉가시나무의 보호상태가 가장 양호하여 平均 胸高直徑이 26cm로 측정되었고, 樹高 12.0m 胸高直徑 57cm인 老巨樹 1株를 비롯 胸高 직경 30cm 이상인 것이 모두 7株 生育하고 있었으며, 樹高 12.5m 胸高直徑 61.5cm의 구실잣밤 나무도 1株가 生育 중인 것으로 확인되었다. 이밖에 plot 16(芙蓉里 尹孤山 遺蹟 중 安山 : 平均 胸

Table 5. Importance value of major plant species in herb layer.

Species	Korean name	RD	RC	RF	IV
<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i>	마 사 줄	22.50	43.13	4.44	70.07
<i>Ardisia japonica</i>	자 금 우	11.60	5.56	4.16	21.33
<i>Carex lanceolata</i>	그 늘 사 초	9.89	4.74	4.44	19.07
<i>Camellia japonica</i>	동 백 나 무	6.23	2.98	4.16	13.39
<i>Quercus acuta</i>	붉 가 시 나 무	6.07	2.91	2.77	11.76
<i>Cymbidium goeringii</i>	보 춘 화	4.47	2.14	3.88	10.51
<i>Dryopteris bissetiama</i>	족 제 비 고 사 리	3.59	1.72	3.61	8.93
<i>Cinnamomum japonicum</i>	생 달 나 무	3.13	1.50	2.22	6.85
<i>Gardneria insularis</i>	영 주 치 자	0.99	4.31	1.38	6.70
<i>Hedera rhombea</i>	송 약	1.62	3.11	1.94	6.68
<i>Stauntonia hexaphylla</i>	덜 풀	1.14	2.20	3.33	6.68
<i>Castanopsis cuspidata</i> sp.	잣 밤 나 무 류	2.47	1.18	2.50	6.16
<i>Dioscorea batatas</i>	마	1.13	2.17	2.50	5.80
<i>Kadsura japonica</i>	남 오 미 자	0.77	3.34	1.66	5.78
<i>Viburnum erosum</i>	덜 꿩 나 무	1.35	0.65	3.05	5.06
<i>Ampelopsis heterophylla</i>	개 머 루	0.80	1.54	2.50	4.85
<i>Pueraria thunbergiana</i>	췌	0.40	1.73	2.50	4.64
<i>Ligustrum japonicum</i>	광 나 무	1.25	0.60	2.22	4.07
<i>Eurya japonica</i>	사스레피나무	0.62	0.77	0.66	4.07
<i>Paederia scandens</i>	계 요 등	0.47	0.91	2.50	3.89
<i>Plyrola japonica</i>	노 루 발	1.38	0.66	1.66	3.71
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	둥 굴 레	1.50	0.72	1.38	3.61
<i>Callicarpa mollis</i>	새 비 나 무	0.74	0.35	2.50	3.60
<i>Ophiopogon japonicus</i>	소 열 맥 분 동	1.55	0.74	1.11	3.40
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	담쟁이덩굴	0.37	1.60	1.11	3.09
<i>Neolitsea aciculata</i>	새 덕 이	1.20	0.57	1.11	2.89
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	관 중	0.65	0.74	1.38	2.78
<i>Ficus nipponica</i>	모 람	0.34	0.65	1.66	2.66
<i>Quercus salicina</i>	참 가 시 나 무	1.20	0.57	0.83	2.62
<i>Cocculus trilobus</i>	땡땡이덩굴	0.31	0.85	1.11	2.27
<i>Lemmaphyllum microphyllum</i>	콩짜개덩굴	0.71	0.34	1.11	2.17
<i>Raphiolepis umbellata</i>	다정큼나무	0.53	0.25	1.11	1.90
<i>Callicarpa japonica</i>	작살나무	0.47	0.22	1.11	1.81
<i>Machilus japonica</i>	센달나무	0.64	0.30	0.83	1.78
<i>Disporum smilacinum</i>	애기나리	0.70	0.33	0.55	1.59
<i>Lindera obtusiloba</i>	생강나무	0.11	0.05	1.11	1.28
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	주름조개풀	0.47	0.22	0.55	1.26
<i>Amphicarpea edgeworthii</i> var. <i>trisperma</i>	새 콩	0.08	0.04	1.11	1.24
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	쇠물푸레	0.53	0.25	0.27	1.07
<i>Lophatherum gracile</i>	조릿대풀	0.34	0.16	0.55	1.06
<i>Carex siderosticta</i>	대사초	0.26	0.51	0.27	1.06

Table 6. Description of microtopography and vegetation in investigated plots of study area.

Plot number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Altitude (m)	140	190	340	210	185	115	310	210	285	280	40	70	90	85	65	25
Slope aspect	SW	N	S	S	N	S	S	S	NE	E	E	N	W	SE	SE	W
Slope degree (°)	26	17	24	22	27	19	25	34	30	31	14	18	10	10	8	28
Plot size (m ²)	100	225	225	225	225	225	225	100	100	100	225	225	100	100	100	225
Topography	T	M	U	M	M	M	T	U	T	T	L	M	T	L	V	L
Height of tree layer (m)	4	9.5	10	11	8	9	12	7	6	5	13	13	11	8	8	14
Coverage of tree layer (%)	95	90	95	95	90	85	95	85	90	70	80	85	80	95	90	85
Number of species	25	37	29	32	52	35	48	29	30	42	61	41	35	39	38	33

T : mountain top, U : upper region of ridge, M : medium region of ridge, L : lower region of ridge, V : valley

高直徑 16.86cm)과 plot 3(큰구미; 平均 胸高直徑 10.91cm)에서 비교적 성장상태가 양호한 불가시나무 個體들을 찾아볼 수 있었다.

2. 立地環境의 特性

각 조사구에서 측정한 주요 環境因子 및 出現種의 數를 Table 6에 표시하였다.

1) 土壤環境

森林土壤은 森林 生態系의 生産性과 植物 群落의 分布를 決定하는 가장 중요한 要因이다(李景俊 등, 1996).

앞서 言及한 바와 같이 본 島의 森林에 대한 인위적 간섭이 수 世紀에 걸쳐 進行되어왔기 때문에 森林土壤 역시 심각하게 毀損되었을 것으로 판단되며, 각 조사구에서 채취한 토양 시료를 분석한 결과는 Table 7과 같다.

李吾炯(1992)은 상록활엽수림 代表群落의 토양 환경과 미생물군집과의 相關을 보고하면서 본 島 불가시나무군락의 토양요인에 대한 특성을 각각 pH 6.2, T-N 1.33, O.M. 17.5 등으로 발표하여 본인의 결과와는 상당한 차이를 나타내었는데, 그 이유는 李吾炯이 地表로부터 10cm이내의 表土層을 試料로 사용하였기 때문인 것으로 사료된다.

또한 李敏雄 등(1989)은 全羅南道의 706개 地點

에서 土壤試料를 채취하여 특성을 분석한 결과 pH는 3.7~6.6의 범위로 평균 4.8이었으며, 수분함량은 2.2~39.0 %의 범위로 평균 11.2 %로 나타났다, 유기물함량은 1.7~26.4 %의 범위로 평균 8.9 %라고 하였다. 이와 비교해 볼 때 본 島 불가시나무림의 토양특성 중 pH값 만이 근사값을 나타내고 있을 뿐이며, 수분함량은 보길도 지역이 훨씬 높고 유기물함량은 오히려 낮은 것으로 나타났다. 수분함량이 높은 이유로는 본인의 調査時期가 降雨量이 많은 여름철이었기 때문인 것으로 사료되며, 유기물함량이 낮은 것은 본 島의 삼림토양이 岩石의 風化過程에서 生成되어 자갈 등의 비교적 큰 粒子들로 이루어진 용탈이 심한 砂質土壤이기 때문인 것으로 사료된다.

2) 林內 照度

Photometer (L103)을 사용하여 같은 時刻 조사구 안과 밖의 照度を 측정하고 상대조도를 계산하였다. 계산 결과 본 조사구 내의 평균조도는 315 lux이며 全光 對比 0.89%의 未明 상태를 유지하고 있는 것으로 나타났다.

森林은 교목층의 樹冠에 의해서 林內的 光線, 氣溫, 濕度 등의 독특한 環境을 형성하여 하층식생의 種類나 出現度를 規制하고 있으며, 稚樹의 發生率 뿐만 아니라 하층식생의 生長量이나 生存率에 크게 관계하고 있다(Canham, 1988).

Table 7. Soil characteristics of the *Quercus acuta* community in Bogildo-Island.

pH (1 : 5 H ₂ O)	E.C. (mmho/cm)	T-N (%)	Avail. P ₂ O ₅ (ppm)	O.M. (%)	C.E.C. (me/100g)	Exchangeable cations (ppm)				Soil moisture (%)	Soil hardness (kg/cm ²)
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		
5.00	0.39	0.25	11.32	6.42	18.17	550.5	211.9	70.2	229.8	21.75	1.39
±0.28	±0.08	±0.07	±5.27	±2.58	±3.82	±397.4	±99.3	±17.5	±66.6	±6.60	±1.12

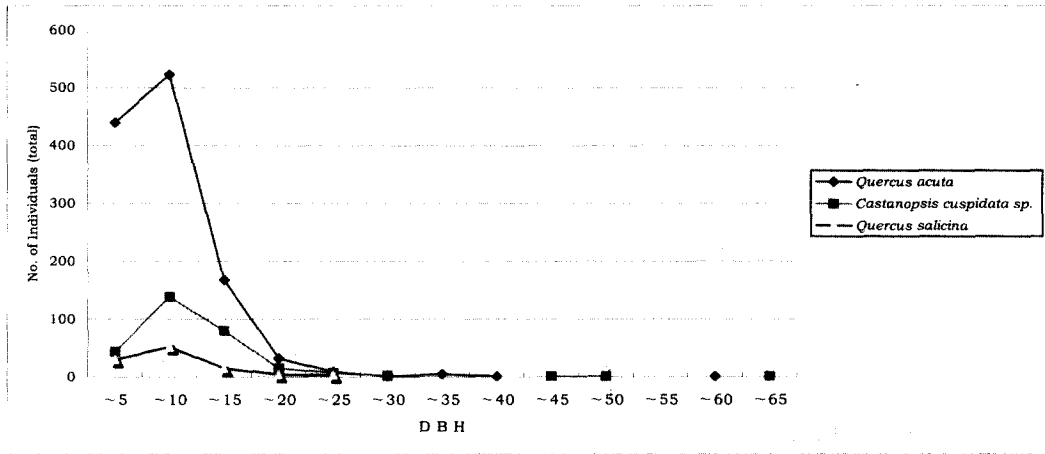


Fig. 3. D.B.H. class distribution of major tree species in tree layer.

鄭載珉 등(1996)이 智異山 구상나무 林分에서 상층의 피도에 따른 幼苗와 稚樹의 발생밀도를 조사한 결과 피도가 증가할수록 발생밀도는 낮고, 치수생장량은 側方의 林分에서 가장 양호하다고 하였다. 또한 金聖德과 宋鎬京(1995)은 소나무林的 再生 過程을 林內에 gap이 형성된 이후에 集中的으로 발생한 後生 稚樹가 成長하여 그 중의 몇 個體가 林冠을 形成하는 것으로 추정된다고 하였다.

Tanouchi 등(1994)이 日本 南西部 상록활엽수 長齡林分에서 4種의 참나무科 수종에 대한 稚樹 動態를 분석한 결과 붉가시나무는 참가시나무보다 치수의 死亡率이 높고, 특히 붉가시나무 치수의 경우 鬱閉된 林分에서 교목 또는 아교목으로까

지 성장할 수 있는 기회를 갖기 힘들다고 하였으며, Yamamoto(1992)에 의하면 잣나무類는 林內에 gap이 형성되면 맹아가 빠른 속도로 성장하여 스스로 높은 빈도를 유지해 나가는 반면, 붉가시나무는 gap이 攪亂된 状況에 처하게 되면 더 이상 更新하지 못한다고 하였다. 또한 Takyu(1997)는 日本 南西部 溫暖帶 多雨林的 주요 優占種 중 붉가시나무를 비롯하여 참가시나무, 후박나무 등은 林冠 上層에 독립적으로 출현하며, 아교목층에서와 치수의 출현 빈도는 대단히 낮다고 하였다.

본 군락 내에서 교목성 樹種의 치수발생량은 붉가시나무, 생달나무, 잣나무類의 順이나 이는 調查地點이 붉가시나무가 優占하는 지역이기 때

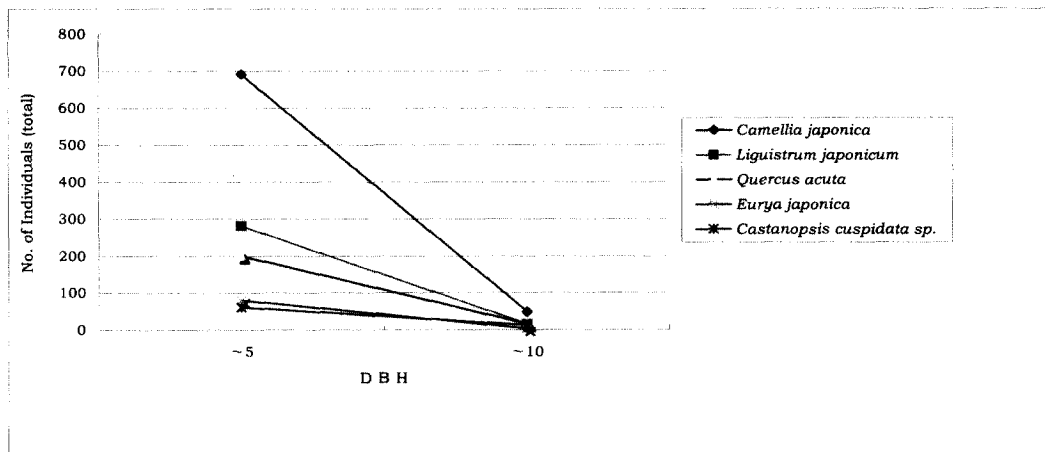


Fig. 4. D.B.H. class distribution of major tree species in subtree layer.

문이며, 現地에서 조사지를 이동하면서 관찰한 바에 따르면 잣나무類의 치수발생량이 현저하게 높은 것으로 나타나는데 그 이유는 북가시나무가 陽樹인 반면 잣나무類는 中庸樹 내지는 陰樹로서 생리적 차이에 의한 것과 이들 두 種의 種子 發芽 特性(柳漢春, 1991)에 의한 결과라고 판단된다.

3. 胸高直徑 分布 및 生長量 分析

1) 胸高直徑 分布

각 조사구의 每木調査를 통하여 얻어진 자료를 기초로 교목층 및 아교목층에서 중요치가 높거나 타란 樹種들에 대한 胸高直徑의 分布狀態를 분석하였다(Fig. 3, 4).

森林의 變化를 豫測하기 위한 靜的分析法(Austin, 1977)의 하나로 흉고직경의 크기에 의한 分布圖의 모양을 가지고 해당 군락의 持續性, 維持可能性 및 植生遷移에 대한 중요한 情報를 얻어내는 방법이 있다(安鉉哲과 李正煥, 1998).

군락 내에서 優占種의 徑級이 正規分布形의 密度를 나타낼 때 群락의 恒常性은 유지 발전될 수 있고 逆J字形의 밀도를 나타낼 때 同齡林에서는 경쟁이 일어나고 異齡林의 경우에는 極上林으로서 유지가 가능함을 의미한다. 본 조사 결과 북가시나무의 경우 교목층, 아교목층 모두 어린 개체의 밀도는 높고 중간 개체 및 큰 개체의 밀도가 낮은 逆J字形의 분포를 보이고 있는데, 이 역시 무분별한 濫伐에 따른 왕성한 맹아활동에 의한 것임을 알 수 있으며, 잣나무類의 경우에는 상대적으로 안정된 正規分布의 형을 보이고 있다. 따라서 앞서 言及한 이들 두 樹種의 稚樹發生量과 胸高直徑 分布模型을 비교해 볼 때, 주변 환경과의 상호작용에 의한 競爭關係를 거치게 되면 終局에는 이들 중 잣나무類가 優位를 점하게 될 것으로 思料된다.

2) 生長量 分析

각 조사구의 평균적인 흉고직경을 갖는 1個體의 북가시나무 萌芽枝를 선정 木片을 채취하여 얻어진 자료를 기초로 年輪幅을 측정된 결과는 Fig. 5와 같다.

북가시나무의 年平均 直徑生長量은 2.44mm로 萌芽發生 初期에 해당하는 1~12년 사이에는 완만하게 성장(평균 2.04mm)하다 맹아지가 林冠 上層에 도달하는 13년째 되는 해부터 성장량이 현저하게 증가(평균 2.95mm)하였고, 23년 이후부

터는 성장량이 완만하게 減少하거나 停滯되는 경향(평균 2.41mm)을 보이고 있다.

金南希(1996)는 西南海 島嶼에 분포하고 있는 황칠나무의 年輪幅을 분석하여 1~18년 사이에는 年輪幅이 증가하였으며, 이후부터는 감소하는 경향이 있다고 발표한 바 있다. 이와 비교해 볼 때 북가시나무, 황칠나무와 같은 暖帶 樹種들은 種子에 의한 更新보다는 萌芽更新이 훨씬 많은 비율을 차지하고 있기 때문에, 맹아 발생 초기에는 어린 萌芽枝들의 치열한 상호경쟁에 의해 주로 上長生長을 하게 된다. 그 이후 약 13~18년이 경과하면 劣勢인 맹아지들은 모두 枯死되고 살아남은 優勢枝들만이 上長生長과 肥大生長을 할 수 있는 林冠의 上層에 이르게 되고, 이 때부터는 肥大生長을 하기에 알맞은 조건이 충족되게 된다. 따라서 調査地의 林分內 下層에 무성한 萌芽枝들이 枯死한 상태로 남아있는 것을 발견할 수 있었다. 즉 이들의 生育 初期 直徑生長量은 土壤要因보다는 光要因이 더 중요한 영향을 미치는 것으로 推定되며, 이후 생장이 減少하거나 停滯되는 현상은 生殖生長의 영향 때문인 것으로 思料된다.

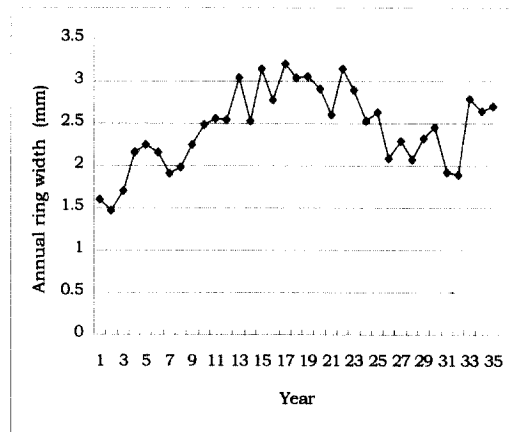


Fig. 5. Variation of annual ring width for 35 years of *Quercus acuta*.

引用文獻

1. 郭東勳. 1991. 月岳山 森林群集의 植物社會學的 研究 -斜面方位를 中心으로-. 東國大學校 大學院 碩士學位論文. 16pp.
2. 金南希. 1996. 黃漆나무의 群落生態學的 研究. 全南大學校 大學院 碩士學位論文. 30pp.

3. 金聖德, 宋鎬京. 1995. 경주 불영계곡 소나무林的 再生 過程에 관한 研究. 韓國林學會誌 84(2) : 258~265.
4. 金喆洙. 1987. 紅島의 植物相과 植生에 관한 研究. 紅島天然保護區域 學術調查報告書. 89pp.
5. 金喆洙, 박연우. 1988. 小黑山島의 植物相과 植生에 對한 植物社會學의 研究. 沿岸生物研究 5(1) : 1~44.
6. 金喆洙, 박연우, 中越信和. 1989. 甫吉島의 植物相과 植生에 관한 植物社會學의 研究. 木浦大學校 沿岸生物研究 6 : 65~95.
7. 金喆洙, 吳長根. 1992. 多島海 海上國立公園內의 常綠闊葉樹林에 對한 植物社會學의 研究 (V) -所安島와 青山島의 植生을 中心으로-. 木浦大學校 沿岸環境研究 9 : 1~29.
8. 柳漢春. 1991. 韓國南部에 生育하는 林木種子의 形態 및 發芽特性에 관한 研究. 全南大學校 博士學位論文. 30pp.
9. 朴仁協. 1986. 白雲山地域 天然生態系의 森林構造 및 物質生産에 관한 研究. 韓國에너지學會誌 6(1) : 1~45.
10. 安鉉哲, 李正煥. 1998. 智異山 물박달나무林의 植生構造와 動態. 韓國林學會誌 87(3) : 445~458.
11. 李景俊, 韓相燮, 金知洪, 金恩植. 1996. 山林生態學 鄭文社. 서울. 117pp.
12. 李光南, 蔡正基. 1981. 甫吉島 木本植物의 分布 調查研究. 全南大學校 農漁村開發研究 16(2) : 39~42.
13. 李光南, 蔡正基. 1983. 判別式에 依한 樹木分類法에 關하여(II) -모밀잣밤나무와 구실잣밤나무와의 判別分析-. 全南大學校 農科大學 演習林研究報告 6 : 39~45.
14. 李敏雄, 林秀吉, 全順培. 1989. 全南의 土壤. '89 自然生態系 全國調查(III) -第4次年度(土壤)-. 서울. 111pp.
15. 李錫勉. 1990. 曹溪山 溪谷部(선암사-굴목치)의 海拔高와 斜面方位에 따른 森林群集構造. 順天大學校大學院 碩士學位論文. 16pp.
16. 李吾炯. 1992. 다도해 상록활엽수림 대표식물 군락의 토양환경과 미생물군집과의 상관관계. 木浦大學校沿岸環境研究 9 : 49~54.
17. 李一球. 1980. 甫吉島 植物相에 대한 分類生態學의 研究. 建國大學校 學術誌 24(2) : 41~62.
18. 임병선, 박연우, 김하승. 1992. 다도해 해상 국립공원 常綠闊葉樹林의 群落形成에 미치는 環境要因. 木浦大學校 沿岸環境研究 9 : 31~42.
19. 任良宰, 李愚喆. 1976. 珠島와 가막섬의 植生. 韓國 植物學會誌 19(2) : 49~61.
20. 鄭載珉, 李樹元, 李康寧. 1996. 智異山 구상나무林分의 植生構造와 稚樹 發生 및 生育 動態. 韓國林學會誌 85(1) : 34~43.
21. 崔圭鍊, 李殷喆, 李偵錫. 1975. 甫吉島의 自然資源開發에 관한 研究 (第1報). 全南大學校 農科大學 演習林研究報告 1 : 1~38.
22. Austin, M. P. 1977. Use of ordination and other multivariate descriptive methods to study succession. *Vegetation* 35 : 22.
23. Canham, C. D. 1988. Growth and canopy architecture of shade-tolerant trees : response to canopy gaps. *Ecology* 69(3) : 786~795.
24. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. *J. Ecology* 35 : 476~496.
25. Kazue Fujiwara. 1981. Phytosociological investigation of the evergreen broad-leaved forest of Japan. *Yokohama National Uni.* 7(1) : 67~133.
26. Takyu, M. and Ohsawa, M. 1997. Distribution and regeneration strategies of major canopy dominants in species-rich subtropical warm rain-forests in south-western Japan. *Ecological Reserch* 12(2) : 139~151.
27. Tanouchi, H., Sato, T. and Takeshita, K. 1994. Comparative-studies on acorn and seedling dynamics of 4 *Quercus* species in an evergreen broad-leaved forest. *J. of Plant Reserch* 107(1086) : 153~159.
28. Whittaker, R. H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147 : 250~259.
29. Yamamoto, S. 1992. Gap characteristics and gap regeneration in primary evergreen broad-leaved forest of western Japan. *Botanical Magazine* 105(1077) : 29~45.
30. Yim, Y. J. 1977. Distribution of forest vegetation and climate in the korean peninsula IV. Zonal distribution of forest vetetation in relation to thermal climate. *Jap. J. Ecol.* 27 : 269~278.