

ORIGINAL ARTICLE

## 지구온난화를 고려한 지리산 국립공원 내 사찰림의 식생구조 연구

이성제, 안영희<sup>1)\*</sup>

국립생태원, <sup>1)</sup>중앙대학교 식물시스템과학과

### Study of Vegetation Structure about Shrine Forest in Jirisan National Park with Regard to Global Warming

Sung-Je Lee, Young-Hee Ahn<sup>1)\*</sup>

National Institute of Ecology, Seocheon 325-813, Korea

<sup>1)</sup>Dept. of Plant System Science, Chung-Ang University, Anseong 456-756, Korea

#### Abstract

This study aims at classifying and interpreting on the shrine forest vegetation located in Jirisan national park affiliated to an ecotone in southern part of Korea, foreseeing a vegetation change based on composition species and dominant species on canopy, and proposing the direction of vegetation management. The shrine forests were classified into the 7 community units as *Chamaecyparis obtusa-Cryptomeria japonica* afforestation, *Pinus densiflora* community, *Pinus rigida* afforestation, *Quercus variabilis-Quercus serrata* community, *Zelkova serrata-Kerria japonica* for. *japonica* community, *Phyllostachys bambusoides* forest, *Camellia japonica* community. This research is also expatiated on the analogous results of ordination analysis with phytosociological analysis. The constituents of deciduous broad-leaved forest in the warm temperate zone were appeared in the most vegetations. It emerged less that the constituents of evergreen broad-leaved forest in the warm-temperate zone and deciduous broad-leaved forest in the cold-temperature zone. The life form analyses were made use with the two ways: appearance species in total communities and each community. The species diversity of shrine forests is declined because the high dominances of *Sasa borealis* and *Pseudosasa japonica* emerged in the shrub and herb layers. These shrine forests will be succession to *Q. variabilis-Q. serrata* community as the representative vegetation of deciduous broad-leaved forest in the warm-temperate zone, owing to the temperature rise by global warming, and an evergreen broad-leaved forest will be able to be also formed if a temperate rise will be continued. The one of the artificial management of shrine forests is to consider the introduction of the constituents of evergreen broad-leaved forest in the warm-temperate zone.

**Key words :** Ecotone, Secondary forest, Climate change, Warm-temperate zone, DCA, Phytosociology

---

Received 29 August, 2014; Revised 27 September, 2014;

Accepted 15 October, 2014

\*Corresponding author: Young-Hee Ahn, Dept. of Plant System Science,  
Chung-Ang University, Anseong 456-756, Korea  
Phone: +82-31-670-3041  
E-mail: [ecoplant@cau.ac.kr](mailto:ecoplant@cau.ac.kr)

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서 론

한국 사찰의 대부분은 올창한 숲으로 둘러싸인 산지에 위치한다. 이와 같은 사찰 주변의 사찰림은 보전이 양호한 숲으로 자연적으로 형성된 숲과 일부 식재되어 관리되고 있는 숲으로 구성되어 있다(Lim, 1999). 사찰림은 인간의 접근이 쉬우면서도 일반적인 마을 숲에 비해 더 높은 자연성을 간직한 녹지공간이다. 특히 사찰림은 주변 지역의 잠재식생을 대표하는 숲으로 식생학적 및 사회학적으로 매우 중요한 가치가 있다. 우리나라와 자연환경이 유사한 일본 사찰림은 1974년도부터 일본 전국을 대상으로 체계적인 식생학적 연구가 이루어지기 시작하였다(Miyawaki, 1989). 식물사회학적 연구방법을 이용한 사찰림의 식생구조 분석은 물론 자생지의 환경조건, 사찰림의 보전 및 이용 상황 등의 세부적인 사항에 이르기까지 학술조사가 이루어지고 있다(ryokuchikenkyukai, 1984).

자연 식생에 영향을 미치는 지구 온난화는 지구 표면의 평균온도의 증가를 의미하며, 1800년대 후반 이후 지구의 평균온도는 약 0.4~0.8 °C 상승하였다(NASA, 2010). 학자들은 평균기온이 2100년경에는 약 1.4~5.8 °C가 상승할 것으로 예상하고 있다. 또한 우리나라는 지난 50년간 평균기온이 10년에 약 0.23°C씩 상승한 것으로 알려져 있으며(Jung 등, 2002), 2100년경에는 2000년도에 비하여 평균기온이 약 3-4°C가 상승 할 것으로 예상되고 있다(NASA, 2010).

한반도 식생은 최한월 평균기온과 최난월 평균기온, 그리고 강수량의 계절별 분포 등의 영향으로 상이한 유형으로 나타나고 있다(Lee와 Ahn, 2011). 우리나라의 연평균 강수량은 약 1,200mm로 상대적으로 많은 편이며 대부분이 여름에 집중되어 있다. Heo 등(2006)은 한반도 식생의 분포는 강수량보다 기온의 영향이 더 크게 작용한다고 보고하였다. 특히, 지구온난화로 인하여 한반도의 기후구계가 북상하게 되고 이에 따라서 한반도의 식생의 분포 또한 변화할 것으로 예상하고 있다(Lee와 Ahn, 2011). 현재의 냉온대 기후대로 난온대 기후대의 식생이 이동을 할 것으로 예상되며 아열대 혹은 난대 기후대의 식생이 현 난온대 기후대로 북상할 것으로 판단되고 있다. 따라서 난온대기후구와 냉온대기후구가 중첩되는 식생이 지구 온난화의 영향으로 가장 쉽게 변

화할 가능성이 높은 지역으로 사료되고 있다. 그러므로 이와 같은 지역의 식생 자료가 온도상승에 따른 식생의 변화를 확인하는데 있어 중요하다고 판단되고 있다. 그러나 지금까지 한반도의 자연녹지에서 식생학적 뿐만 아니라 사회학적으로도 매우 중요한 위치를 차지하고 있는 사찰림에 대한 체계적인 연구가 매우 부족한 실정이다.

그러므로 본 연구의 목적은 지금까지 연구된 바 없는 사찰림 및 추이대의 삼림으로서 지리산국립공원 내에 존재하는 사찰 주변의 삼림식생을 대상으로 식물사회학적 조사방법을 통해 식생구조를 분석하고 자연환경과 식생구조간의 상관관계를 분석하고자 하였다. 또한 지구 온난화로 인한 온도상승을 고려한 사찰림의 종 다양성 및 안정된 삼림의 식생구조를 지속적으로 유지할 수 있는 장기적인 생태학적 식생관리에 대한 대안을 제시하고자 수행하였다.

## 2. 조사지 및 연구방법

### 2.1. 조사지 선정 및 기후적 특성

조사지 기후 환경은 가장 가까운 남원측후소의 지난 36년간의 연간 평균온도를 기초자료로 하여, Kira(1948)에 따라 기온감을  $-0.55^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 를 적용하여 평균해발고도 180m 인 조사지점의 연평균온도 변화를 확인하였다(Fig. 1). 온도변화 자료를 바탕으로 조사지점의 온량지수(WI)와 한랭지수(CI)를 계산하여 온량지수 및 한랭지수의 지난 36년간의 변화를 나타내었다(Fig. 2). 지리산의 조사지 선정은 Yim와 Kira(1975), Yim(1976, 1977) 등의 연구를 통해 상록활엽수림은 한랭지수 -10°C 이상에서, 난온대 낙엽활엽수림의 남부는 온량지수 약 90°C 이상, 105°C(100°C) 이하에서 형성된다고 보고한 결과를 참고하였다.

본 조사지점은 과거부터 지금까지 난온대성 낙엽활엽수림이 분포하는 기후조건인 것을 확인할 수 있으며, 기온이 상승하는 경우 난대 식생과 냉대 식생의 중간지대인 추이대 영역에 포함되는 지역으로 판단되었다. 또한 온도변화가 비교적 안정적인 지역으로 추후 온난화에 따른 식생대의 변화를 계속적으로 추적조사가 가능한 입지조건으로 판단되어 설정되었다. 지난 36년간 연 강수량은 약 1270mm에서 1430mm로 상승하는 경향을

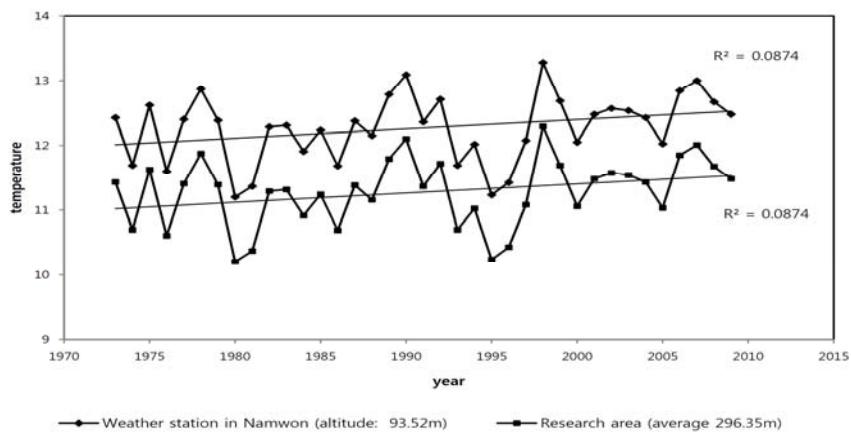


Figure 1. Temperature change for 36 years in Namwon and Research area.

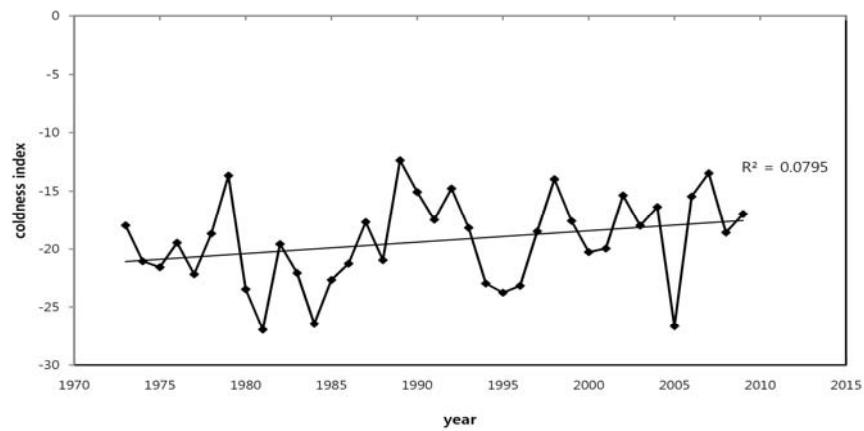


Figure 2. Coldness index (CI) change for 36 years in Research area.

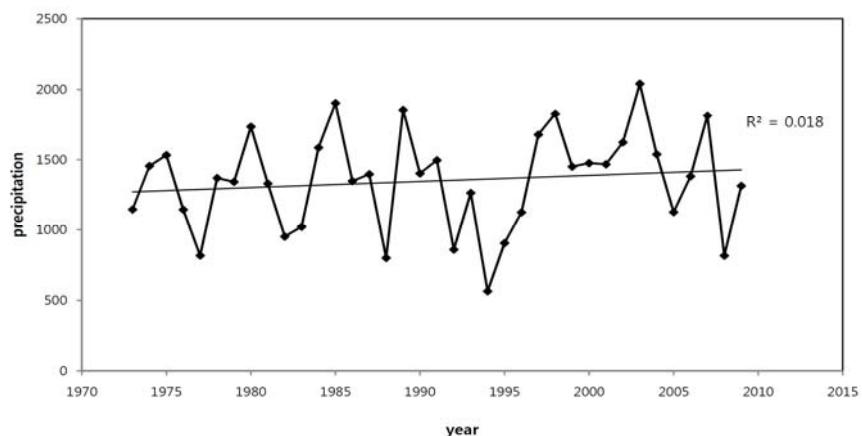


Figure 3. Precipitation change for 36 years at weather station in Namwon.

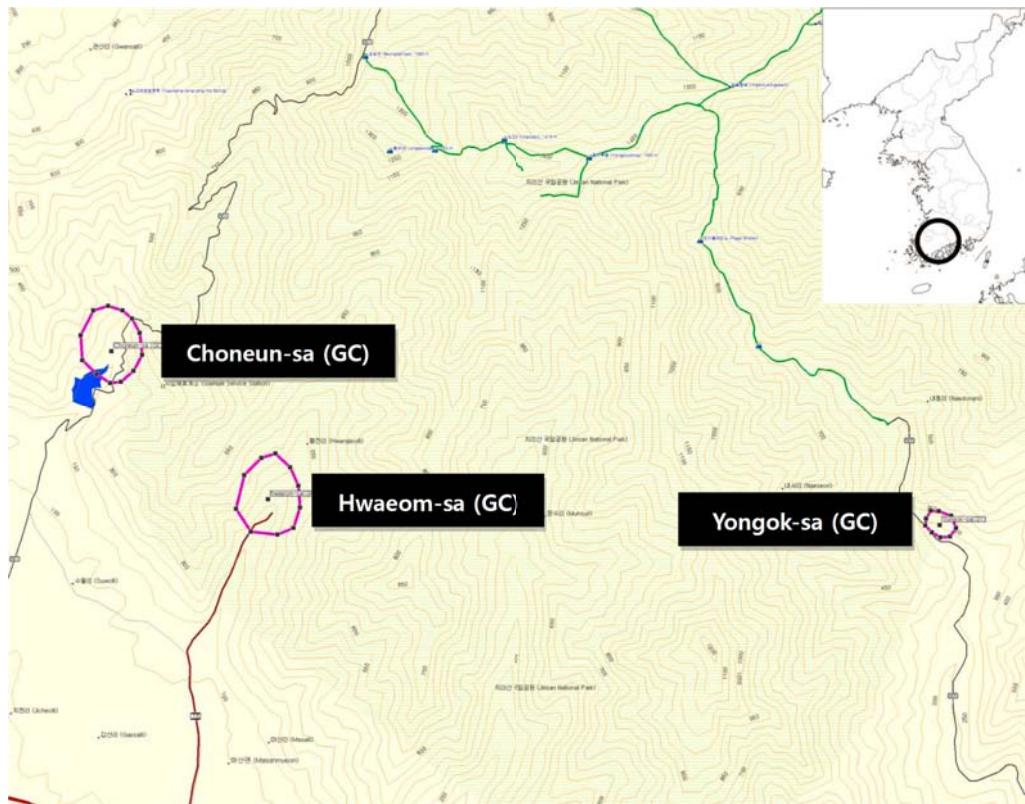


Figure 4. Study areas(shrine forests) in Jirisan National Park(Topographical map: garmin mapsource).

나타내고 있으나 본 조사지는 산중간부에 위치하여 식생분포에 큰 영향을 미칠 정도의 변화는 없는 것으로 사료되었다(Fig. 3).

## 2.2. 조사 및 분석 방법

### 2.2.1. 식생조사 및 군락 분류

식생조사는, 상록활엽수림과 낙엽활엽수림이 공존하는 추이대의 영역 중 상부에 속하는 자연림과 식재림으로 사찰에서 관리되고 있는 숲을 대상으로 실시되었다. 식물종의 생활형과 계절을 고려하여 2009년 9월에서부터 2011년 8월까지 2년에 걸쳐서 실시하였다. 방형 구는 3개의 사찰 주변의 삼림에서 일정 고도 범위 내에서 인위적인 영향이 높은 영역에서부터 낮은 영역까지 총 52개를 설치하여 식생자료를 획득한 후 군락분류에 이용하였다(Ahn 등, 2007; Song 등, 2009). 조사지역 일대의 지형도 및 조사지점은 Fig. 4에 나타내었다. 방형

구는 우세식생 구조를 중심으로 조사지역의 전형성, 대표성을 나타낼 수 있는 균질한 식분을 최소면적 법칙에 근거하여 선정하였다. 현장의 식생조사는 식물사회의 종조성을 중시하는 Z.-M. 학파의 방법을 따랐다 (Braun-Blanquet, 1964). 식물의 국명 및 학명은 삼림청에서 배포한 국가표준식물목록(KOREA FOREST SERVICE, 2007)에 준하였다.

### 2.2.2. ordination 분석

조사구에 대한 ordination 분석은 식물사회학적 조사법에 따른 종의 우점도 및 군도 등급을 정량화( $+ \rightarrow 0.1$ ,  $+2 \rightarrow 0.5$ ,  $1.1 \rightarrow 2.5$ ,  $2.1/1.2 \rightarrow 8.75$ ,  $2.2 \rightarrow 15$ ,  $2.3/3.2 \rightarrow 26.25$ ,  $3.3 \rightarrow 37.5$ ,  $4.3/3.4 \rightarrow 50$ ,  $4.4 \rightarrow 62.5$ ,  $4.5/5.4 \rightarrow 75$ ,  $5.5 \rightarrow 87.5$ ; Lee and Ahn, 2011)한 다음, 조사구 사이에 유사도를 계산하고, 종간의 상호유의성을 통한 분류법인 Detrended Correspondence Analysis(DCA; DECORANA) 방법을 적용하여 소프트웨어 PC-ORD 4.41(McCune과

**Table 1.** Quantification of soil environmental factors

Soil environmental factors	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Soil texture of topsoil	Loamy coarse sand	Loamy fine sand	Loamy sand	Fine sandy loam	Sandy loam	Loam	Silty loam	Silty clay loam	Clay loam
Gravel content of topsoil	Absence	Gravel	Granule gravel	Small stone	Stone	Stone & boulder	Boulder	Rock	Many rocks
Erosion degree of topsoil	Absence	-	Presence	-	Much	-	-	-	-
Drainage class	Very fine	Fine	Slightly fine	Slightly poor	Poor	Very poor	-	-	-
Soil texture of subsoil	Gravelly	Sandy gravelly	Sandy	Sandy loamy	Silty sandy loamy	Silty clayey loamy	Clayey loamy	Clayey	-
Effective soil depth	Very shallow	-	Shallow	-	Normal	-	Deep	-	-

Mefford, 1999)에 의해서 분석하였다. Ordination에 의한 식생 그룹의 구분과 환경조건과의 상관성을 알아보기 위하여 ordination의 1번축, 2번축, 3번축과 분석한 환경조건과의 유의성을 검정하였다. 본 분석은 SPSS 17.0 및 단순상관분석방법을 사용하였다.

### 2.2.3. 환경조건 분석

군락과 환경과의 상관성을 파악하기 위하여 사면경사도, 사면방향, 해발고도 및 토양요소를 조사하였다. 토양요소 이외 사면경사도 및 방향과 해발고도는 Clino-meter(神山製作所, Japan)와 GPS(Garmin, Oregon-300)로 측정하였다. 토양요소는 한국토양정보시스템(RURAL DEVELOPMENT ADMINISTRATION, 2010)의 토양 전자지도를 이용하여 표토토성, 표토자갈함량, 표토의 침식정도, 심토의 토성, 유효토심 등 6가지의 토양요소의 자료를 사용하여 군락과의 상관성을 분석하였으며, 이를 위해 토양요소들을 정량화하였다. 정량화 자료는 Table 1에 나타내었다.

### 2.2.4. 생활형 분석

생활형 분류는 Numata의 생활형(Numata와 Asano, 1969; 1970; LEE, 1996)의 기준을 따랐다. 특히, Numata의 생활형 중 휴면형과 번식형 중 지하기관형을 선택하여 분석하였다. 생활형 조성에 대한 분석은 각 방형구에 출현하는 모든 종들을 대상으로 기준의 생활형 분석에 이용되었던 출현종수를 이용하는 방법과 교목층에서부

터 초본층까지 각종의 출현 종들에 대한 식생조사의 정량화 자료를 이용하는 방법을 통해 비교 분석하였다. 각 충에 출현한 수종들을 정량화하여 실시한 생활형 분석은 현 사찰림의 실질적인 생활형의 구조 및 우점정도를 확인 할 수 있었다. 출현종수, 총 출현종의 정량화자료, 각 충별 정량화 자료간의 비교분석을 위하여 일정한 조사면적( $100m^2$ )으로 변환 후 정량화 자료를 이용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 사찰림의 식물사회학적 식생구조 분류

#### 3.1.1. 편백나무-삼나무 식재림

식별종은 편백나무, 삼나무이며 모든 군락 중 상대적으로 가장 높은 고도인 평균 해발고도  $367.5m$ 에 분포하였다. 군락의 우점종은 편백나무로서 과거에 사찰 주변의 경관 혹은 목재용으로 식재되었다고 사료되나 현재는 자연천이가 진행되어 계층이 복잡화된 특징이 나타났다. 평균경사도는  $34.5^\circ$ 로 급경사 지형조건이었다. 평균출현종수는 22.5종으로 함께 조사된 왕대림의 평균 출현종수를 제외하고 조사된 총 조사구 중 가장 낮은 출현 종수를 나타내었다. 우점하는 편백나무 이외에 교목의 소나무 및 아교목인 쇠물푸레, 관목층의 조릿대 등이 높은 우점도를 나타내었고 교목층과 아교목층의 평균 식피율은 유사한 것으로 조사되었다. 그러나 상대적으로 높은 출현율 및 우점도를 나타낸 소나무림 식생구

성 요소 이외에 낮은 수치의 난온대 낙엽활엽수림 요소가 일부 출현하고 있었다. 또한 동백나무 군강의 식별종 및 냉온대성 낙엽활엽수림 요소 역시 고깔제비꽃(우점도 : +) 이외에 관련 식물들이 전혀 출현하지 않았다.

### 3.1.2. 소나무군락

군락의 식별종은 소나무, 조록싸리, 쇠풀푸레, 진달래, 철쭉, 텔진달래이며 해발고도 230~342m의 평균해발고도 295.25m 일대에 분포하였다. 평균출현 종수는 30.5종으로 Lee와 Lee(1989)의 한국산 소나무림의 전체 평균출현종수 37.4종과 Chun 등.(2007)의 한국 소나무림의 전체 평균출현종수 32.8종 보다 낮게 나타났다. 또한 소나무림의 구성요소 이외에 졸참나무(빈도(%): 72.22%), 굴참나무(72.22%), 정금나무(50.00%), 청미래덩굴(88.89%), 델꿩나무(83.33%), 때죽나무(88.89), 서어나무(72.78%), 생강나무(77.78%), 개옻나무(66.67 %), 애기나리(55.56%) 등의 난온대 낙엽활엽수림의 구성요소가 다수 출현하였다. 또한 본 군락 주변의 졸참나무-굴참나무 군락으로부터 유입된 졸참나무와 굴참나무의 높은 우점도는 소나무림의 자연천이가 진행되고 있다고 판단되었다. 본 연구를 통해 토양극상림 중 하나인 소나무군락은 난온대 낙엽활엽수림 구성요소의 유입 및 우점도의 증가로 인하여 토성이 바뀔 가능성이 매우 높으며 주변의 금후 난온대 낙엽활엽수림의 형태로 전환될 가능성이 높다고 예견되었다(Lee와 Ahn, 2011).

식별종 이외에 편백나무 및 느티나무에 의해서 편백나무군, 전형군, 느티나무군 등의 하위단위로 구분이 되었다. 편백나무군은 편백나무-삼나무 식재림이 나타난 화엄사에서 출현하였다. 식별종인 편백나무는 식생고 8.78m 및 식피율 30.5% 아교목층에서 주로 나타났다. 본 조사구들은 동백나무의 환경변화에 따른 자연적인 유입보다는 인위적인 식재 후 방치에 의한 자연적인 천이가 이루어지고 있다고 판단되었다(Miyawaki, 1989; Yang, 2002). 전형군은 주로 천은사 일대에서 나타났다. 편백나무군과는 달리 편백나무 및 삼나무가 출현하지 않거나 매우 낮은 우점도(+) 및 빈도로 출현하였다. 느티나무군의 식별종 역시 동일한 결과로 나타났다. 느티나무군은 편백나무군 및 전형군과는 다르게 느티나무, 작살나무, 나도밤나무, 쥐똥나무, 비자나무, 고추나무, 비늘고사리, 상산 등의 식별종이 나타났다. 본 식별

종은 다른 두 군에서 출현하지 않거나 낮은 우점도 및 출현 종수를 보여주었다.

### 3.1.3. 리기다소나무식재림

군락의 식별종은 리기다소나무이며 평균해발고도 244.83m 일대에 분포하였다. 본 군락은 타 식생단위들과 마찬가지로 난온대성 낙엽활엽수림의 구성요소가 많이 출현하였으나 대부분의 식물종은 우점도/피도의 수치가 2.2이하로 나타났다. 인위적인 식재로 형성된 리기다소나무 식재림은 위와 같은 영향으로 점차 소나무림으로 자연천이가 이루어질 것으로 판단되었다. 그러나 지구온난화로 인한 빠른 기온 상승은 소나무림으로의 천이 대신 난온대 낙엽활엽수림으로의 자연천이가 이루어 질 가능성도 높다고 사료되었다. 그러나 온도 상승으로 인한 난대 상록활엽수림으로의 식생 변화는 낮은 동백나무군강 구성요소의 우점도 및 빈도 등의 결과를 통하여 현재로서는 성립되기 힘들다고 사료되었다.

### 3.1.4. 졸참나무-굴참나무군락

군락의 식별종은 졸참나무, 굴참나무, 정금나무, 대팻집나무이며 해발고도 200m~359m사이의 평균해발고도 304.14m 일대에 분포하고 있다. 군락단위 분석에 있어 졸참나무군락, 굴참나무군락, 졸참나무-굴참나무군락으로 구분이 가능하였으나 본 연구에서는 하나의 졸참나무-굴참나무군락으로 구분 및 명명하였다. 조사지에서 일부를 제외한 대부분의 방형구에서 조릿대가 높은 우점도로 출현하거나 이대가 높은 우점도로 출현하는 것을 확인할 수 있었다. 금후 시간경과에 따라 이와 같은 졸참나무림의 축소가 이루어질 것으로 판단되었다(Watanabe, 2009). 또한 관목층의 조릿대 혹은 이대는 졸참나무 어린 치수의 성장 및 발아에 영향을 미치므로 본 군락은 1차적으로 졸참나무-굴참나무군락을 거쳐 다시 굴참나무군락으로 천이될 가능성이 높다고 판단되었다. 또한 온난화로 인하여 일대의 기후가 난온대에서 난대로의 변화가 이루어진다면, 전형적인 난온대 수종이 아닌 조릿대 및 이대 개체는 점차 감소하고 난대상록활엽수림의 우점수종인 붉가시나무 등이 유입되어 상록활엽수림으로의 변화가 이루어질 것으로 예상되었다.

**Table 2.** Synthetic table of the forest communities in the study area



지구온난화를 고려한 지리산 국립공원 내 시찰립의 식생구조

<i>Arsenura amurensis</i> for. <i>serratum</i>	-
<i>Rubus crataegifolius</i>	-
<i>Pueraria lobata</i>	-
<i>Cephaelanthera falcatu</i>	-
<i>Zanthoxylum piperitum</i>	-
<i>Dioscorea batatas</i>	-
<i>Corus macrophylla</i>	-
<i>Thalictrum aquilegiforme</i> var. <i>sibiricum</i>	-
<i>Carex subyinensis</i>	-
<i>Athyrium yokoscense</i> var. <i>fauuritei</i>	-
<i>Duchesnea indica</i>	-
<i>Clematis patens</i>	-
<i>Paeonia scandens</i> var. <i>scandens</i>	-
<i>Carex siderosticta</i>	-
<i>Tricyrtis macropoda</i>	-
<i>Scutellaria pekinensis</i> var. <i>transitoria</i>	-
<i>Asperula scherzeroides</i>	-
<i>Vitis ficifolia</i> for. <i>sinuata</i>	-
<i>Kalopanax septemlobus</i>	-
<i>Phytolacca americana</i>	-

Others in Relevé No. Scientific name (Serial number-dominance) :

*Goodera schlechteriana* (24+.2), *Goodera schlechteriana* (24+.2), *Platycarya strobilacea* var. *strobilacea* for. *strobilacea* (25-1.1), *Salix gracilistyla* (26+.2), *Vicia sativa* subsp. *nigra* (32-1.1), *Actaea asiatica* (39+.2), *Iodion japonicus* (41-1.1), *Dryopteris uniformis* (43+.2), *Euonymus japonicus* (46-2.1), *Petasites japonicus* (47+.2), *Polygonatum robustum* (47+.2), *Diopyros lotus* (14-+), *Tripterygium regelii* (15-+), *Malus sieboldii* (16-+), *Chimaphila japonica* (16-+), *Asplenium pekinense* (16-+), *Rubus corchorifolius* (18-+), *Athyrium vidalii* (18-+), *Dioscorea temipes* (18-+), *Disporum viridescens* (18-+), *Artemisia mongolica* (18-+), *Santicula chinensis* (18-+), *Persicaria thunbergii* (18-+), *Ajuga decumbens* (18-+), *Dryopteris formosana* (18-+), *Corydalis speciosa* (18-+), *Deparia okabana* (18-+), *Celtis biondii* (20-+), *Larix olgensis* var. *koreana* (21-+), *Ligustrum ovalifolium* (23-+), *Goodera schlechteriana* (24+.2), *Platycarya strobilacea* for. *strobilacea* (25-1.1), *Aconitum pseudolateral* (26-+), *Salix gracilistyla* (26-+), *Cudrania tricuspidata* (26-+), *Galium dahuricum* var. *dahuricum* (26-+), *Rhododendron yedoense* for. *poukhanense* (27-+), *Deutzia mariesii* (27-+), *Deutzia uniflora* (27-+), *Vicia sativa* subsp. *nigra* (32-1.1), *Vitis coignetiae* (32-+), *Poa nemoralis* (32-+), *Trigonotis peduncularis* (32-+), *Carex sachalinensis* var. *alterniflora* (32-+), *Clematis trichotoma* (33-+), *Actaea asiatica* (39+.2), *Scutellaria indica* (39-+), *Disporum uniforme* (39-+), *Sanhucus sieboldiana* var. *miquelianus* (39-+), *Deparia conillii* (39-+), *Deparia riparia* var. *ursurensis* (43-+), *Smilax riparia* var. *ursurensis* (43-+), *Persicaria vulgaris* (44-+), *Euonymus macropterus* (44-+), *Idezia polycarpa* (45-+), *Euonymus japonicus* (46-2.1), *Coryatia japonica* (46-+), *Petasites japonicus* (46-+), *Petasites japonicus* (47+.2), *Athyrium fragrantissima* (47-+), *Cytromium fortunei* var. *clivicola* (47-+), *Acer mono* var. *savatieri* (47-+), *Cornus officinalis* (47-+), *Koelreuteria paniculata* (47-+), *Ribes mandshuricum* for. *mandshuricum* (47-+), *Euonymus alatus* for. *ciliocentatus* (48-+), *Lapsanastrum apogonoides* (48-+), *Robinia pseudoacacia* (49-+), *Rubus coreanus* (49-+), *Rubus fasciculatum* var. *chinense* (49-+), *Rubus maximowiczianum* (49-+), *Viola mandshurica* (49-+), *Ponicrus trifoliata* (51-+)

Units and subunits:

I : *C. obus-a-C. japonica* afforestation; II : *P. densiflora* community; III : *P. rigida* afforestation; IV : *Q. variabilis-Q. serrata* community; V : *Z. serrata-K. japonica* for. *japonica* community; VI : *P. bambusoides* forest; VII : *C. japonica* community; II - i : *C. obus-a* group; II - ii : *C. obus-a* group; II - iii : *Z. serrata* group; IV - ii : Typical group; IV - iii : *P. densiflora* group; IV - iii-1 : Typical subgroup; IV - iii-2 : *Z. serrata* subgroup

**Table 3.** Each layer's structure and environmental factors in the study area

Soil factors (soil texture of topsoil, gravel content of topsoil, erosion degree of topsoil, drainage class, soil texture of subsoil, effective soil depth) were quantified.

본 군락을 구분 짓는 식별종 이외에 소나무림의 식별종 및 느티나무림의 식별종에 의해서 전형군, 느티나무군, 소나무군 및 소나무군내 전형소군과 느티나무소군 등의 하위단위로 구분되었다. 또한 냉온대 낙엽활엽수림의 구성요소 중 일부인 잣나무, 고깔제비꽃, 감태나무, 붉은병꽃나무가 출현하는 것을 확인하였다. 그 외 초본층에서 차나무가 높은 우점도로 나타났다(Table 3).

### 3.1.5. 느티나무-황매화군락

식별종은 느티나무, 작살나무, 나도밤나무, 쥐똥나무, 담쟁이덩굴, 비늘고사리, 펭나무, 푸조나무, 황매화, 긴사상자, 껌례, 꼭두서니, 낚시제비꽃 등이며, 본 식생 단위는 해발고도 265m~300m 사이의 평균해발고도 285m에 분포한다. 총 3개의 방형구에서 평균출현 종수 44종이 출현하였다. 교목층에서부터 초본층까지 4개의 층으로 구성되어있다. 본 군락은 느티나무가 상관부를 모두 우점하고 있는 식생구조로서 때죽나무, 서어나무, 생강나무, 비목 등의 난온대 낙엽활엽수림의 구성요소들이 출현하였으며, 마삭줄과 같은 난온대 상록활엽수림의 구성요소가 출현하였다. 관목층의 이대가 높은 피군도(2.2~4.4)로 우점하는 것으로 확인되었다.

### 3.1.6. 왕대림

식별종은 왕대이며 본 식생단위는 해발고도 301m와 305m의 평균해발고도 303m에 대부분 남동사면에 분포하였다. 식피율 및 출현종의 개체수 및 우점도에 따라서 교목층의 왕대가 우점하고 하부에는 식물들이 거의 출현하지 않거나 낮은 우점도로 나타났다. 따라서 전통적인 한국의 사찰림에 잔존하는 식생 형태로서 지속적인 인위적 관리가 이루어지고 있는 것으로 사료되었다. 난대성 수종인 왕대 및 이대는 한반도에서 오랜 기간 동안 자연적인 분포보다 다양한 목적으로 인위적인 식재 및 관리가 이루어진 수종이라 할 수 있다. 또한 타 지역에 비해 호남지방에서 상대적으로 높은 강수량 및 낮은 기온차에 의해 널리 분포하고 있다(Kong, 2008).

### 3.1.7. 동백나무군락

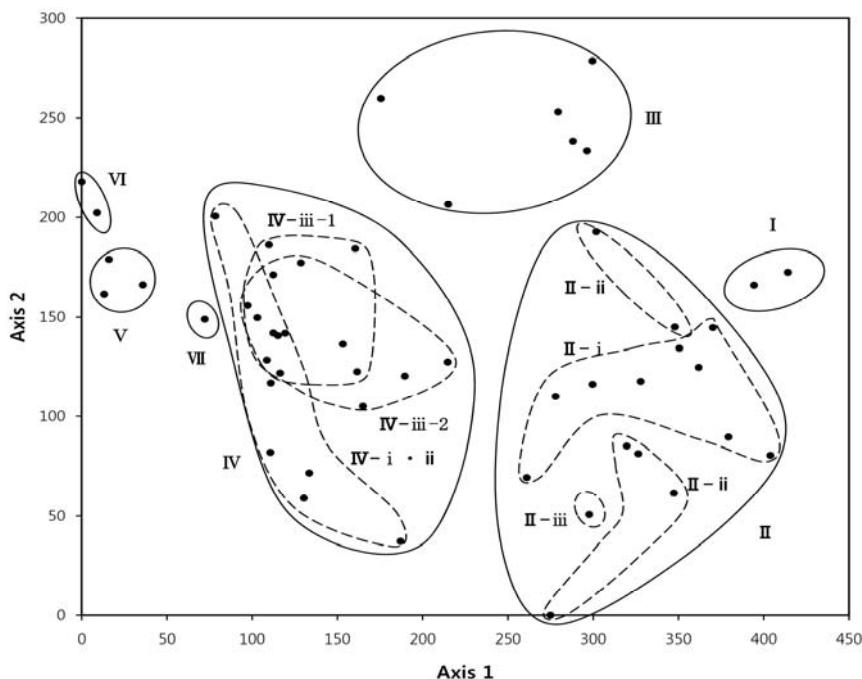
식별종은 동백나무이며 본 군락은 해발고도 330m 일대에 분포하고 있다. 식별종인 동백나무는 아교목층에서 우점하며 교목층에는 졸참나무, 굴참나무, 왕대 등이 출현하고 있으나 우점도는 낮았다. 본 군락은 과거 동백나무림 형태였으나 주변 식생으로부터 교목층 수

종 및 난온대 낙엽활엽수림의 구성요소들이 유입된 것으로 판단되었다. 군락 명명에 있어, 동백나무림 혹은 식재림 대신 군락으로 명명한 이유는 주변으로부터 다양한 종이 유입됨과 함께 인위적 관리가 이루어지지 않음으로서 자연 천이가 이뤄졌기 때문이다. 특히 현재 기후대에서 다양한 난온대 낙엽활엽수림 구성요소가 일시적으로 유입될 가능성은 있으나 지구온난화로 인한 급격한 온도 변화는 본 군락이 동백나무군락의 형태로 계속 유지될 가능성이 높다고 사료된다.

## 3.2. 지리산 사찰림 ordination 분석 및 환경조건과의 상관관계

PC-ORD 4.41(McCune and Mefford, 1999)를 이용한 Detrended correspondence analysis(DCA)의 결과, axis 1과 axis 2를 기준으로 식물사회학적 분석 결과와 마찬가지로 총 7개의 식생단위로 구분이 되었다(Fig. 5). Axis 1을 기준으로는 편백나무-삼나무 식재림, 소나무군락, 리기다소나무 식재림, 졸참나무-굴참나무군락 등이 일부 겹치는 것으로 나타났으나 식물사회학적 군락분류와 마찬가지로 각 식생단위는 순차적으로 분포하였다. 또한 방형구들의 배열은 환경조건 중 배수등급과 음의 상관관계( $p<0.05$ )를, 표토의 침식정도와 양의 상관관계( $p<0.05$ )를 보였다(Table 4). Axis 2를 기준으로 리기다소나무 식재림을 제외하고 모두 중첩되는 것을 확인할 수 있다. 또한 방형구들의 배열은 환경조건 중 해발고도와 높은 음의 상관성( $p<0.01$ )을, 표토의 토성과 높은 양의 상관성( $p<0.01$ )을 띠는 것으로 나타났다(Table 4).

졸참나무-굴참나무군락의 방형구들을 하위단위로 모은 결과는 식물사회학적 분석결과처럼 명확히 구분되기보다 중첩되는 방형구가 많은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 졸참나무-굴참나무군락의 식별종, 난온대성 낙엽활엽수림의 구성요소, 조릿대 및 이대의 불규칙한 출현 및 우점도가 큰 영향을 미쳤다 사료된다. 소나무군락은 졸참나무-굴참나무군락의 중첩과 다르게 각각 하위단위로 구분이 되었으나, 전형군을 구성하는 방형구들이 두 가지로 구분되었다. 이 결과는 소나무림 구성요소중 소나무의 미세한 우점도 차이, 철쭉의 높은 우점도 차이, 그리고 조록싸리와 편백나무의 출현 유무의 차이가 주요 원인이라 사료된다. 소나무군락 내 전형



**Figure 5.** Ordination diagram of the forest communities using Detrended Correspondence Analysis (DCA) method(1).  
(Group I -VII and subgroup i - iii in each group : refer to Table 2)

**Table 4.** Pearson correlation coefficients of environmental factors with the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> axes of detrended correspondence analysis (DCA)

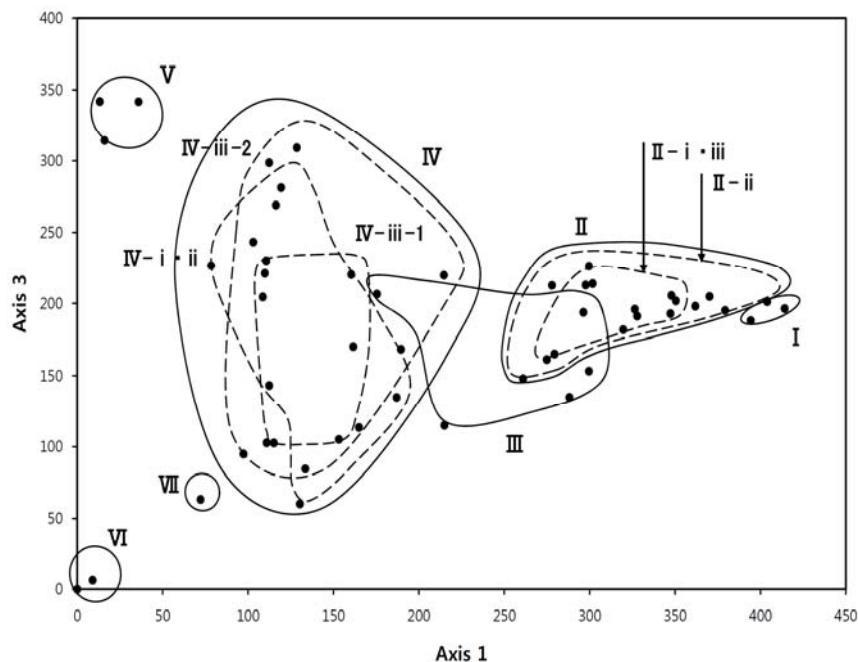
Environmental factors	Axis1	Axis2	Axis3
Slope aspect	-0.093	-0.193	-0.335*
Elevation	0.048	-0.467**	-0.212
Slope gradient	0.254	0.090	0.216
Drainage class	-0.310*	-0.094	-0.303*
Soil texture of subsoil	-0.180	-0.221	-0.192
Effective soil depth	0.121	-0.203	0.071
Soil texture of topsoil	0.106	0.366**	0.344*
Gravel content of topsoil	-0.035	0.000	-0.148
Erosion degree of topsoil	0.338*	0.135	0.271

\*p<0.05, \*\*p<0.01

군 중 상부의 두 방형구는 식물사회학적 표를 통하여 구성종 및 우점도 등이 상대적으로 편백나무군에 더 가까운 것을 확인할 수 있다. 리기다소나무 식재림은 두개의 모임으로 구분이 되는 것을 확인할 수 있다. 이는 식물 사회학적 분석과 마찬가지로, 철쭉 및 진달래가 우점하

는 방형구들(DCA분석 결과 내 우측 4개의 방형구)과 왕대가 상대적으로 높은 우점도를 보이는 방형구들(좌측의 2개의 방형구)에 의해서 상호간의 거리를 두고 있는 것으로 사료된다.

Axis 3을 기준으로는 대부분의 군락들이 중첩되는



**Figure 6.** Ordination diagram of the forest communities using DCA method (2).

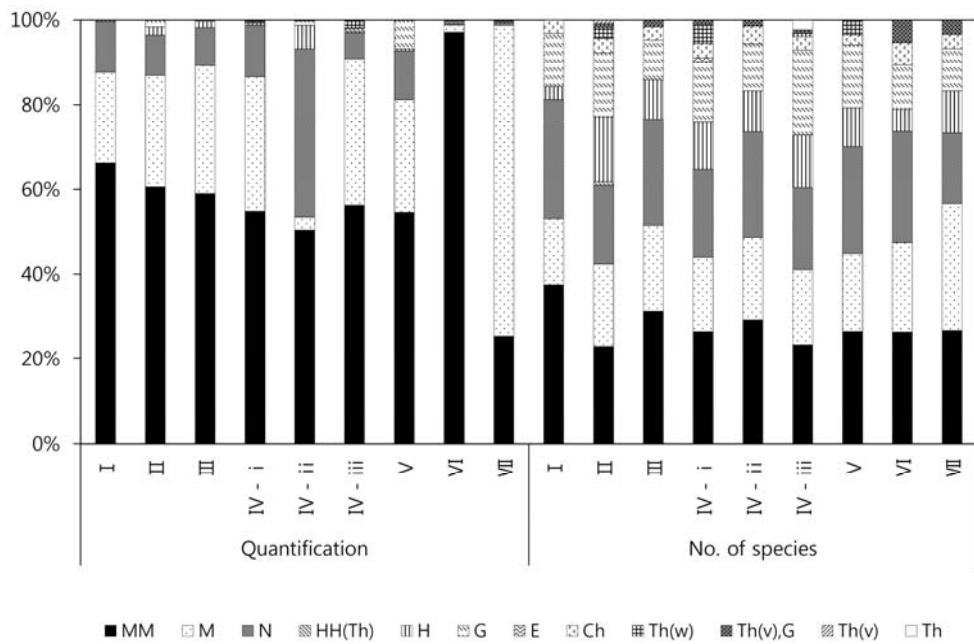
(Group I -VII and subgroup i - iii in each group : refer to Table 2)

것으로 나타났으나, 느티나무-황매화군락과 왕대림만이 다른 군락과 구분되었다(Fig. 6). 방형구들의 배열은 환경조건 중 사면방향 및 배수등급과 음의 상관관계 ( $p<0.05$ )를 표토의 토성과 양의 상관관계( $p<0.05$ )를 보였다(Table 4). 두 군락은 식물사회학적 분석과 마찬가지로 느티나무-황매화군락의 식별종이 상대적으로 높은 우점도 및 빈도의 출현을 보이고 있으며, 왕대림 역시 다른 방형구들과 다르게 식별종 왕대 많이 교목층에서 나타나 본 ordination 분석 결과와 일치하였다. 기타 식생구조들은 소나무림의 구성요소, 난온대 낙엽활엽수림 구성요소 등에 의해 ordination 분석결과가 서로 중첩하는 것으로 사료된다. 또한 조릿대 및 이대의 출현 유무 및 우점도가 방형구들의 분포에 또한 영향을 미치는 것으로 사료된다.

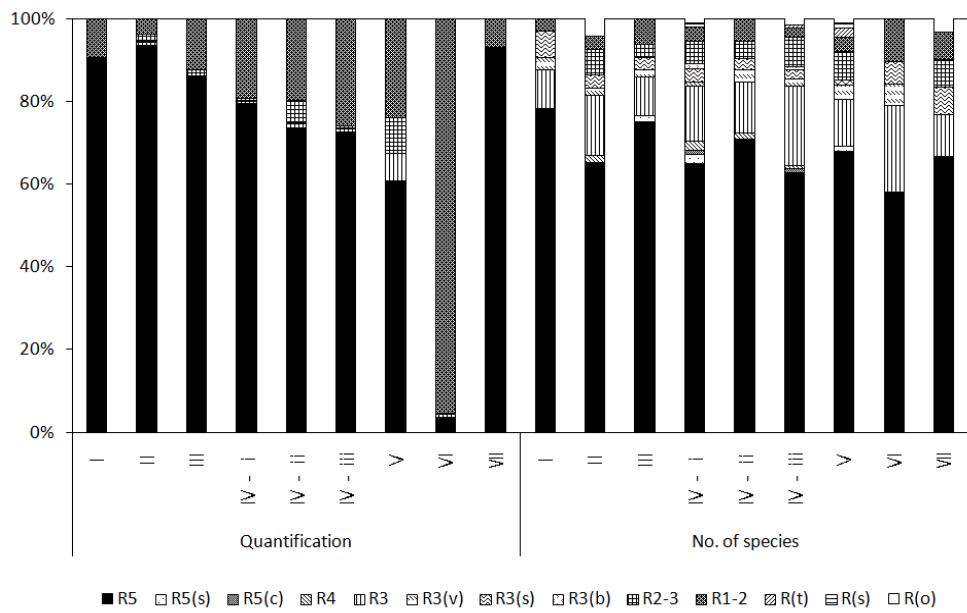
### 3.3. 생활형 분석

조사지역의 군락에서 나타난 총 출현종수는 69과 137속 216종으로 나타났으며 출현 종수에 대한 휴면형의 분석결과는 대형지상식물(MM)이 20.83%로 가장

많았고 관목류(N) 19.91%, 지중식물(G) 16.67%, 소형지상식물(M) 15.74%, 반지중식물(H) 15.28%, 지표식물(Ch) 5.56%, 겨울형 1년초 2.78%, 여름형 1년초(Th) 1.38% 순으로 나타났다(Fig. 7). 대형 지상식물부터 반지중식물까지 5%전후의 차이에 의해 다양한 수종이 여러 층에서 다양하게 출현하는 것으로 조사되어 종다양성이 높았다. 그러나 정량화에 대한 생활형의 분석결과, 대형지상식물이 57.82%로 전체의 절반이상을 차지하고 있으며 소형지상식물 26.66%, 관목류 12.31%, 반지중식물 1.51%, 지중식물 1.24%순(1% 이상)으로 나타나 출현종수에 의한 생활형 구성의 결과와 차이를 보였다. 일반적으로 교란을 의미하는 1년생 초본류들이 낮게 나타나는 것으로 보아 아직까지는 삼림이 크게 교란되지 않은 것으로 사료되었다. 각 층위에 나타난 종들에 대한 휴면형의 생활형은 교목수종을 의미하는 대형지상식물은 왕대림을 제외하고 모든 군락들에서 교목층보다 아교목층과 관목층에서 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 대형지상식물이 교목층 이외에도 다양 출현은



**Figure 7.** Total quantification and no. of species of life form (dormancy form) of total appearance species (No. I to VII : refer to Table 2; each life form : refer to LEE, 1996).



**Figure 8.** Total quantification and no. of species of life form (radicoid form) of total appearance species (No. I to VII : refer to Table 2; each life form : refer to LEE, 1996).

하였으나 각층에서의 우점 정도는 낮다는 것을 의미한다. 이와 같은 결과는 본 군락이 안정된 삼림의 구조를 유지하는 상태보다 자연천이에 의해 점차 변화되어 가고 있는 천이의 중간 단계에 속한다고 사료된다. 왕대림과 동백나무군락을 제외하고 나머지 군락들은 편백나무-삼나무 식재림과 마찬가지로 교목층과 아교목층에서 대형지상식물이 높은 우점을 보이며, 관목층에서는 소형지상식물이 가장 높게 출현하였다. 또한 초본층에서도 초본층 이외의 관목식물과 소형지상식물이 높은 우점을 보인다. 이와 같은 결과는 자연천이에 의해 점차 변화되어 가고 있는 천이의 중간 단계에 속한다고 사료된다.

출현 종수에 대한 지하기관형의 분석결과(Fig. 8), 단립식물(R5)이 61.57%로 가장 많았다. 다음으로 균경이 짧게 분지하고 가장 좁은 범위의 연결체를 갖는 식물인 R3가 15.74%, R2의 특징과 R3의 특징을 지닌 식물(R2-3)이 7.87%, 균경이 지하로 비스듬히 뻗는 식물이 3.24% 등으로 나타났다. 그러나 R1-2 식물 등은 매우 낮게 출현하였다. 출현 종수에 대한 군락 간에 지하기관형을 비교하면, R5식물은 편백나무-삼나무 식재림이 78.13%로 다른 군락에 비해 높게 나타났다. 리기다소나무 식재림(75.00%), 느티나무-황매화군락(67.82%), 동백나무군락(66.67%), 소나무군락(65.25%), 졸참나무-굴참나무군락(61.45%), 왕대림(57.90%) 순으로 나타났다. R1-2식물은 졸참나무-굴참나무군락 및 느티나무-황매화군락의 우점정도가 20% 이상으로 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 졸참나무-굴참나무군락에 조릿대나 이대 등의 식물들이 하부층에서 우점하는 것으로 사료된다. 정량화의 군락간 생활형의 비교 분석 결과는 출현종수에 대한 분석과 마찬가지로 R5식물이 왕대림을 제외하고 모두 우점하였다(Fig. 8). 각층의 종들에 대해 R5식물은 교목층에서부터 초본층까지 모든 층에서 가장 높은 비율로 출현하였다. 또한 R1-2식물도 교목층에서부터 관목층까지 출현하였으나 모두 낮은 비율로 나타내었다. 본 결과에 의해 출현종수에 대한 지하기관형 분석결과와 마찬가지로 R5식물은 교목층, 아교목층, 관목층에서 높은 우점을 보이고 있으며 R1-2식물은 졸참나무-굴참나무군락(9.14%)과 편백나무-삼나무군락(9.439%)만이 상대적으로 높은 우점비율로 출현하였다. 난온대 낙엽활엽수림의 기본적인 하부식생 중 하나

인 조릿대 우점식생임을 알 수 있었다. 또한 편백나무-삼나무군락 역시 주변의 졸참나무-굴참나무군락으로부터 유입된 R1-2식물의 증대로 초본층에서 우점하는 것으로 사료되었다.

#### 4. 결론

지리산 사찰림에 대한 전통적인 식물사회학적 분석 방법에 의해 편백나무-삼나무 식재림, 소나무군락, 리기다소나무 식재림, 졸참나무-굴참나무 군락, 느티나무-황매화군락, 왕대림, 동백나무군락 등의 7종류의 식생구조로 구분되었다. 또한 식물사회학적 표 조작을 통한 식생구분을 통해 소나무 군락과 졸참나무-굴참나무 군락은 다시 하위단위로 구분이 되었다. 그러나 DCA 분석에서는 식생구분의 하위단위와 같은 명확한 분포가 나타나지 않았다. 본 군락들 가운데, 소나무군락은 난온대 낙엽활엽수림 구성요소의 유입 및 우점도의 증가로 인해 토성이 바뀔 가능성이 매우 높다고 판단된다. 또한 주변 일대에 있어, 금후 난온대 낙엽활엽수림의 형태로 전환될 가능성이 높으며 빠른 자연천이가 이루어질 것으로 판단되었다. 졸참나무-굴참나무 군락은 온난화로 인해 난온대에서 난대로의 변화가 일어나고, 난대상록 활엽수림의 우점수종인 붉가시나무 등이 유입되어 상록활엽수림으로의 변화가 이루어질 것으로 예측되었다. 동백나무군락은 기후변화에 의해서도 당분간 현재 유형의 식생을 계속 유지할 가능성이 높다고 사료되었다.

조사지역 군락의 식물상은 총 69과 137속 216종으로 나타나 종다양성이 높은 지역으로 판단되었다. 출현 종수에 대한 휴면형의 분석결과는 대형지상식물(MM)이 20.83%로 가장 많았고 관목류(N) 19.91%, 지중식물(G) 16.67%, 소형지상식물(M) 15.74%, 반지중식물(H) 15.28%, 지표식물(Ch) 5.56%, 겨울형(冬型) 1년초(Th(w)) 2.78%, 여름형(夏型) 1년초(Th) 1.38% 순으로 나타났다. 지하기관형은 단립식물(R5)이 61.57%로 가장 다양하게 출현하였다. 특히, 정량화에 대한 지하기관형의 분석 결과, 편백나무-삼나무 식재림에서 교목층, 아교목층, 관목층의 R5식물이 30.71%, 28.71%, 29.10%로 가장 많았다. 이와 같은 결과에 의해 지하기관형 분석결과와 마찬가지로 R5식물은 교목층, 아교목

층, 관목층에서 높은 우점율을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

### 참고문헌

- Ahn, Y. H., Lee, S. J. Shin, G. M. Park, E. J., 2007, The vegetation and flora of village groves in Paengseong-eup, Pyongtaek City, Gyonggi-Do, Korea. Kor. J. Env. Eco., 21(6), 515-525.
- Braun-Blanquet, J., 1964, Pflanzensoziologie Grundzuge der Vegetationskunde.3rd ed. Springer, New York, 865pp.
- Chun, Y. M., Lee, H. J., Hayashi, I., 2007, Syntaxonomy and syngeography of Korean Red Pine Forests in Korea, Korean J. Env. Eco., 21(3), 257-277.
- Heo, I. H., Kwon, W. T., Chun, Y. M., Lee, S. H., 2006, The Impact of Temperature Rising on the Distribution of Plant-in Case of Bamboos and Garlics, Environmental Impact Assessment, 15(1): 67-78.
- Jung, H. S., Choi, Y., Oh, J. H., Lim, G. H., 2002, Recent trends in temperature and precipitation over South Korea, Int. J. Climatolo. 22: 1327-1337.
- Kong, W. S., 2008, Biogeography of Korean Plants (2nd ed.). GEOBOOK, SEOUL, pp. 228-230.
- Lee, C.W., 1996, LINEAMENTA FLORAE KOREAE, Academy, Korea, pp. 15-21.
- Lee, W. C., Lee, C. H., 1989, Phytosociological studies on the Pinus densiflora forest in Korea. Korean. J. Ecol. 12: 257-284.
- Lee, S. J., Ahn, Y. H., 2011, Studies of Vegetation Structure Analysis and Anticipation of Vegetation Change due to Global Warming on Secondary Forest in Ecotone, Kor. J. Env. Eco. 25(3): 365-377.
- Lim, J. H., 1999, Forest and tree of temple. Soo Moon Publishing Co., Korea, 118-124pp.
- Kira, T., 1948, On the altitudinal arrangement of climatic zones in Japan. Kanti-Nogaku 2: 143-173.
- KOREA FOREST SERVICE, 2007, <http://www.nature.go.kr/kpni/>.
- McCune, B. Mefford, M. J., 1999, PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A..
- Miyawaki, A., 1989, VEGETATION OF JAPAN KYUSHU (3rd ed.). SHIBUNDO CO., LTD. TOKYO, pp. 1-484.
- NASA, 2010, <http://www.nasa.gov/>.
- Numata, M., Asano, S., 1969, BIOLOGICAL FLORA OF JAPAN I , Tsukiji-Shokan, Japan, pp. 1-50.
- Numata, M., Asano, S., 1970, BIOLOGICAL FLORA OF JAPAN II , Tsukiji-Shokan, Japan, pp. 1-173.
- RURAL DEVELOPMENT ADMINISTRATION, 2010, <http://asis.rda.go.kr/>.
- Ryokuchikenkyukai, 1984, Forest, No.12- Research about Shrine forest • 12(Kanagawa prefecture), Ryokuchikenkyukai. Japan.
- Song, J. S., Sin, D. G., Lee, J. S., Kim, H. K., Eom, G. H., 2009, Synecological Study of the Forest Vegetation on Mt. Boryeonsan, Chungcheongbuk Province. Kor. J. Env. Eco., 23(1): 66-77.
- Watanabe, K., 2009, Why do painted maple withers the trunk itself - Individualities and Survival strategies of trees Tsukiji-syokan 70pp,
- Yang, H. S., 2002., Phytosociological Studies of Pinus densiflora Forest in Islets of Southwestern Coast, Korea. Korean J. Ecol., 25(3): 197-204.
- Yim, Y. J., Kira, T., 1975, Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsular. I. Distribution of some indices of thermal climate, Jap. J. Ecol., 25: 77-88.
- Yim, Y. J., 1976, Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsular. III. Distribution of tree species along the thermal gradient. Jap. J. Ecol., 27: 177-189.
- Yim, Y. J., 1977, Ibid. IV. Zonal distribution of forest vegetation in relation to thermal climate. Jap. J. Ecol., 27: 269-278.