

지리산 노각나무(*Stewartia koreana*)림의 식생구조^{1a}

권혜진² · 권재환³ · 정혜란⁴ · 이지혜² · 송호경^{5*}

Vegetation Structures of *Stewartia koreana* Forest in Mt. Jirisan^{1a}

Hyejin Kwon², Jaehwan Gwon³, Hyeran Jeong⁴, Jihye Lee², Hokyung Song^{5*}

요약

본 연구는 지리산지역의 노각나무림을 대상으로 식물사회학적 방법으로 군락을 분류하고, 식생과 토양과의 상관관계를 밝히고자 구배분석을 실시하였다. 노각나무림은 노각나무-졸참나무군락, 노각나무-신갈나무군락, 노각나무전형군락으로 분류되었으며, 노각나무-졸참나무군락은 서어나무아군락과 전형아군락으로 구분되었다. 노각나무는 해발고 409m에서 최고 1,604m까지 자생하였다. 노각나무군락의 중요치 분석결과 노각나무가 75.47%로 가장 높았으며, 졸참나무 21.83%, 신갈나무 18.65%, 당단풍나무 18.19%, 철쭉 10.56%, 때죽나무 10.36% 순으로 나타났다. 본 조사지의 토양분석 결과 평균적으로 유기물함량 3.15~39.1%, 전질소함량 0.37~11.7%, 유효인산함량 0.9~45.4mg/kg, 치환성 양이온 K^+ 0.09~1.48cmol⁺/kg, 토양 수분 19.28~55.47%, 토양 pH는 4.08~5.65인 것으로 조사되었다. DCCA ordination을 이용한 노각나무군락과 환경요인과의 상관관계 분석결과, 해발고에 의해 노각나무-신갈나무군락, 노각나무전형군락, 노각나무-졸참나무전형아군락, 서어나무아군락 순으로 분포하였다.

주요어: 식물사회학, 분포서열법, 토양특성, 중요치

ABSTRACT

This study was carried out to analyze the vegetation properties, soil characteristics, and ordination of *Stewartia koreana* community of Mt. Jirisan in Korea. The *S. koreana* community was classified into *S. koreana-Quercus serrata* community, *S. koreana-Quercus mongolica* community, and Typical community. In specific, *S. koreana-Q. serrata* community was classified into two subgroups such as *Carpinus laxiflora* subcommunity and typical subcommunity. The *S. koreana* community was found out to be located at an elevation of 409m to 1,604m. The Results of importance value on the *S. koreana* community consisted of the following in order: 75.47% of *S. koreana*, the highest, 21.83% of *Q. serrata*, 18.65% of *Q. mongolica*, 18.19% of *Acer pseudosieboldianum*, 10.56% of *Rhododendron schlippenbachii*, 10.36% of *Styrax japonicus*. In the targeted study sites, soil organic matter, total nitrogen, available phosphate, exchangeable potassium, soil moisture and soil pH were 3.15~39.1%, 0.37~11.7%, 0.9~45.4mg/kg, 0.09~1.48cmol⁺/kg, 19.28~55.47% and 4.08~5.65, respectively. The results of the correlation between communities and soil conditions of *S. koreana*

1 접수 2011년 9월 20일, 수정(1차: 2011년 10월 14일), 게재확정 2011년 10월 15일

Received 20 September 2011; Revised(1st: 14 October 2011); Accepted 15 October 2011

2 충남대학교 대학원 산림자원학과 Graduate School, Dept. of Forestry Resources, Chungnam Nat'l Univ., Daejeon(305-764), Korea

3 국립공원관리공단 Korea National Park Service, Sancheong(666-805), Korea

4 국립수목원 Korea National Arboretum, Pocheon(487-821), Korea

5 충남대학교 산림환경자원학과 Dept. of Environment & Forestry Resources, Chungnam Nat'l Univ., Daejeon(305-764), Korea

*교신저자 Corresponding author(hksong@cnu.ac.kr)

community by DCCA ordination method are as follows: *S. koreana-Q. serrata* community was found in the highest elevation and followed in order *S. koreana* typical community, *S. koreana-Q. serrata* typical subcommunity, and *C. laxiflora* subcommunity.

KEY WORDS: PHYTOSOCIOLOGY, DCCA ORDINATION, SOIL CHARACTERISTIC, IMPORTANCE VALUE

서론

1992년 채택된 생물다양성협약으로 인해 각국은 자국에 존재하는 생물종을 자원화할 수 있는 농부권(Farmer's Right)과 생물종의 개발에 따른 지적소유권을 이용하여 자국의 이익을 보호하려는 생물종의 자원화 움직임이 세계적으로 확대되고 있다. 생약 및 식용식물은 우리 주변에서 쉽게 찾을 수 있을 뿐 아니라 안전한 천연물이기 때문에 이로부터 각종 질병의 예방과 치료에 효과가 있는 유용자원 및 유효성분을 탐색하려는 시도가 많이 이루어져 왔다. 국내 자생식물은 생명공학기술을 이용해 신물질을 찾아 미래의 고부가가치 신상품의 개발이 가능한 원천이 되는 자원으로 현재 생물다양성자원을 확보하고 보존할 수 있는 종합관리 체계의 구축이 시급한 시점이다. 자생식물의 유전자원 보존을 목적으로 우선 정확한 현장조사 및 지속적인 모니터링을 통한 보호지역의 지정이 이루어져야 한다. 예로부터 노각나무 가지를 달여 먹으면, 간염이나 간경화증, 지방간과 같은 질환에 뛰어난 치료 효과가 있다고 알려진 바, 최근 노각나무 천연 추출물의 항산화 기능, HIV-1 protease 억제 기작 그리고 NO(Nitric Oxide) 생성억제, 신생혈관축진 등 다양한 연구결과가 보고되어, 신약개발 및 화장품 등의 원료로 유용 가능한 생물자원으로서의 인식이 높아지고 있다(Min *et al.*, 1999; Han *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2004; Choi *et al.*, 2005; Corporation RNA, 2007; Lee *et al.*, 2010a; Lee *et al.*, 2010b).

노각나무는 차나무과에 속하며 낙엽활엽교목으로 6~7월에 하얀색의 동백꽃 모양의 꽃이 피며, 수피가 *Eucalyptus deglupta*와 같이 아름답고, 가을에는 단풍이 붉게 물들어 원예 및 조경수로 세계적인 각광을 받고 있다. 이와 같이 노각나무는 국내 주요 자원식물 가운데 하나로 한반도 특산 관속식물(Oh *et al.*, 2005)에 포함되며, 제3차 전국자연환경조사지침의 환경부 지정 식물구계학적 특정식물 Ⅲ등급으로 지정되었다(Ministry of Environment, 2006).

국내에서는 소백산을 최북단으로 하여 속리산, 가야산, 지리산, 월출산, 덕유산, 남해금산 등에 자생하는 것으로 보고되었으며(Shim *et al.*, 1992; Yang *et al.*, 2006; Kwon

and Song, 2008), Kwon *et al.*(2011)은 국내 노각나무 자생지의 집단유전학적 검토에 관한 연구를 통해 대표적인 자생지 7지역 가운데, 남해금산집단과 지리산집단의 노각나무가 유전적 다양성이 가장 높은 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 남해금산집단에 비해 수평적, 수직적 분포범위가 광범위한 지리산지역의 노각나무 자생지를 대상으로 식생구조를 파악하고, 환경요인과 노각나무 분포의 상관관계를 분석하고자 실시하였다.

연구 방법

1. 조사지 개황

본 연구는 지리산지역을 대상으로 실시하였다. 지리산은 우리나라 국립공원 제1호로, 행정구역상 전라북도 남원시와 전라남도 구례군, 경상남도 산청군, 하동군, 함양군 등, 3개도 1시 4군 16개면에 걸쳐져 있으며, 그 면적은 483.022 km²로 국립공원 중 가장 넓다(Korea National Park, 2011). 한라산을 제외하고 남부지역에서 가장 높은 봉우리(천왕봉, 1,915m)를 가지고 있는 지리산은 고도에 따라 난대수종에서 아한대수종에 이르는 다양한 식물종이 분포하고 있다. 때문에 고도에 따른 식생의 변화를 조사하기 적합하고, 최초의 국립공원으로 오랜 시간 보호되어 비교적 훼손이 적은 지역으로 많은 연구진에 의해 다양한 식물상과 식물군락에 관한 연구가 지속적으로 이루어져 왔다. 노각나무는 해발고 409~1,604m 사이의 계곡부를 따라 국지적으로 군락을 형성하였으며, 대부분 등산로와 근접한 지역에 분포하고 있었다.

노각나무 자생지의 기상자료는 조사지역과 가장 가까운 곳에 위치하는 산청과 남원 기상 관측소에서 측정된 지난

Table 1. Meteorological data of 1992 to 2010 in the studied regions

Meteorological station (Site)	Mean Temperature (°C)	Max. Temperature (°C)	Min. Temperature (°C)	Precipitation (mm)
San-cheong	12.9	20.1	6.6	1,524.0
Nam-won	12.3	20.1	5.0	1,353.0

19년간의 자료를 이용하였다(Table 1). 조사지역의 지난 19년간 평균기온은 산청이 12.9℃, 남원이 12.3℃로 두 지역 간에 큰 차이는 없었으며, 평균강수량은 산청이 1,524mm로 남원지역보다 강수량이 많았던 것으로 조사되었다.

2. 조사방법 및 분석

1) 산림군락분류 및 중요치분석

본 조사는 2007년 9월에서 2011년 6월 사이에 지리산지역의 노각나무 자생지를 대상으로 실시하였다. 조사구의 크기는 일반적으로 20m×20m을 설치하였으며, 대부분이 압반 지역이거나, 산 정상부에 위치한 지역에서는 10m×10m, 15m×15m 등 조사지역의 지형에 따라 총 30개의 조사구를 설치하였다(Figure 1). 각 조사구에서 출현하는 종 가운데 흉고직경 2cm 이상의 수목을 대상으로 매목 조사를 실시하여 Curtis and McIntosh(1951)의 방법에 따라 중요치를 산출하였다. 또한 식물사회학적 조사를 위하여 출현종을 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층으로 구분하여 수관층위별 출현종을 기록하고 평균 수고를 측정하였다. 조사구 출현종의 우점도는 Braun-Blanquet(1964)의 우점도 7등급을 변형한 Dierssen(1990)의 9등급을 적용하였다. 조사지역의 입지환경요인을 분석하고자 해발고 및 방위와 경사를 측정하였다.

2) 토양 분석

토양 시료는 각 조사구에서 유기물층을 제거한 후 깊이 10~20cm에서 채취하였으며, 채취된 토양은 실험실로 운반하여, 자연 건조한 후 토양의 화학적 특성을 분석하였다. 유기물함량은 Tyurin법, 전질소함량은 micro-Kjeldahl법으

로, 치환성 양이온 K^+ 는 1 N ammonium acetate로 침출시킨 후 ICP를 이용하여 분석하였으며, pH는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 분석하였다. 토양수분함량은 일정량의 토양 무게를 측정 후 80°의 드라이오븐에서 48시간 동안 건조하여 측정하였다.

3) Ordination 분석

Ordination 분석을 위하여 각 종의 합성치 X_{ij} 를 구한 다음, 합성치 X_{ij} 를 이용하여 각 조사구에 따른 종 조성을 나타내는 식생자료행렬을 작성하였으며, 야외 조사와 실험실 측정 결과 얻어진 환경 요인들을 이용하여 환경자료행렬을 작성하였다.

$$X_{ij} = (d_{ij} + D_{ij})/2$$

X_{ij} : j조사구에서 종 i의 합성치

d_{ij} : 상대밀도

D_{ij} : 상대피도

환경요인에 의한 자료분석은 온도분포에 따른 산림군락의 변화를 알아보기 위하여 해발고를 입력하였고, 입지환경 내 수분과 직접적으로 연관이 있는 조사지경사(°)와 사면 방향을 입력하였으며, 사면방향은 북 8, 북동 7, 북서 6, 동 5, 서 4, 남동 3, 남서 2, 남 1의 값을 사용하였다. 그 외에 토양환경요인들은 토양분석에서 얻어진 값을 기준으로 분석을 실시하였다. Ordination 분석은 CA(correspondence analysis)의 확장인 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)로 환경인자를 직접 이용하여 분석하였고(Hill, 1979; Hill and Gauch, 1980), 자료의 분석은 Ter Braak and Šmilauer(1998)의 CANOCO for Windows program을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 식물사회학적 군락 분류

총 30개의 조사구를 대상으로 분석을 실시하였으며, 전체 조사구에서 57과 105속 162종이 출현하였다. 그 가운데 한국특산식물은 구상나무, 노각나무, 병꽃나무, 정영영경귀, 자주솜대, 지리대사초 등 6종이 출현하였고(Oh *et al.*, 2005), 구상나무, 태백제비꽃, 정향나무, 자주솜대는 산림청 지정 희귀멸종식물에 포함된다(Korea Forest Service, 2008). 교목층에서는 노각나무와 졸참나무, 신갈나무, 서어나무 등이 혼생하였으며, 아교목층에서는 당단풍나무가, 관목층에서는 조릿대가 대부분의 조사구에서 출현하였다. 전체 출현종을 표조작법으로 분석한 결과 지리산지역의 노각나무군락군은 노각나무-졸참나무군락, 노각나무-신갈나무군락, 노각나무전형군락으로 구분되었다(Table 2).

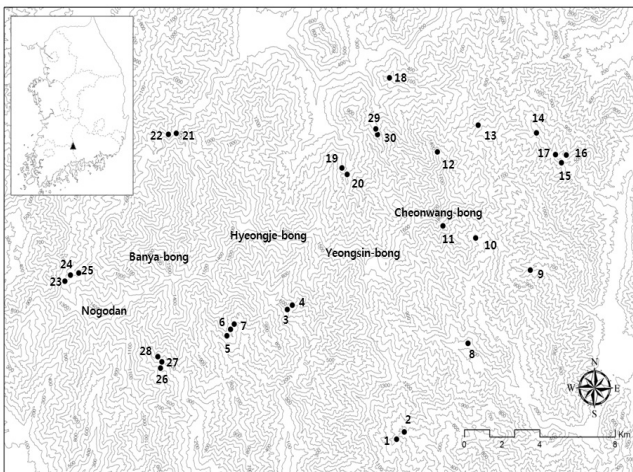


Figure 1. The location map of the surveyed plots in Mt. Jirisan

Table 2. (Continued)

Community type	<i>S. koreana-Q. serrata</i> community																	<i>S. koreana-Q. mongolica</i> community						<i>S. koreana</i> typical community						
	<i>Carpinus laxiflora</i> subcommunity								<i>S. koreana-Q. serrata</i> typical subcommunity																					
Serial number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Releve number	26	13	27	15	8	6	30	17	22	16	4	20	3	14	21	5	28	25	23	24	2	7	9	11	12	29	18	10	1	19
<i>Sorbus alnifolia</i>	T1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2A
	T2	+	.	.	.	+	.	1	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
	S	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+
	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.
<i>Smilax china</i>	S	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	H	.	.	+	.	+	+	.	+	+	+	R	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	H	+	.	.	+	R	.	.	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+
	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	S	1	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	H	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Styrax obassia</i>	T1	.	.	.	2A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
	T2	2A	+	2A	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	2A	.	.	.	.	.	.	.	2A	.	.	.	3	.	.	.
<i>Deutzia uniflora</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
	S	.	+	.	1	.	.	.	.	+	.	.	3	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	3
<i>Magnolia sieboldii</i>	T2	2A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2B	.	.	+	.	.	2B	2B	3	.	.	+	2A	.	.	.	+	2B	
	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	2A	2A	2A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	T2	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2A	.	.	.	.	.	.	.	2A
	S	.	.	.	2A	.	.	.	2A	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2A	.	.	.	.	2A	.	.	+
	H	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Ilex macropoda</i>	T1	2A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	T2	.	2A	+	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2A	+	.	.	.	.	.	.	2A
<i>Hydrangea serrata</i> f. <i>acuminata</i>	S	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	H	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2A	1	2A	2A	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Rhus tricocarpa</i>	T2	.	.	.	+	.	.	1	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2A
	S	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
	H	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus mandshurica</i>	T1	.	.	2A	.	.	.	.	.	.	.	.	2A	.	.	.	.	2A	2A	.	2A	.	.	.	.	.	.	.	.	2A
	T2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cephalotaxus koreana</i>	S	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	H	.	.	R	.	R	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Pteridiumaquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	H	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i>	T2	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	S	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2A	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Ainsliaea acerifolia</i>	H	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2M	.	.	.	+	.	+
<i>Arisaema amurense</i>	H	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Vitis coignetiae</i>	T1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	T2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tripterygium regelii</i>	H	.	.	.	R	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	T2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betula schmidtii</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2B	+	.	.	.	.	.
	H	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.
<i>Pinus densiflora</i>	T1	2A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2A	.	.	.	2A	.	.	.	.	.	2A	.	.	2B
	T2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2A	.	.	.	.	.	.
<i>Asarum sieboldii</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.	.	2M	+
<i>Cornus controversa</i>	T1	.	2A	2A	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2A	.	.	.	.	.	.	.	.
	T2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Athyrium niponicum</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	+	+	.	.	.	2A	.
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2A	1	2A	.	.	.	.	.	.
<i>Stephanandra incisa</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2A	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	H	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex lanceolata</i>	H	1	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2M	2M	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.

*The other species(almost accidental species) were omitted by author.

1) 노각나무-줄참나무군락

식별종: 줄참나무, 때죽나무, 비목

노각나무-줄참나무군락은 총 17개의 조사구가 포함되었으며, 해발고 409~904m 사이에 분포하였다. 노각나무-줄참나무군락은 서어나무와 사람주나무를 식별종으로 서어나무아군락과 전형아군락으로 다시 분류되었다.

(1) 서어나무아군락

서어나무아군락은 총 8개의 조사구가 포함되었으며, 조사구별 노암율은 5~95%로 지형에 따라 차이를 보였고, 평균 23종이 출현하였다. 사면방향은 주로 북서, 북동사면과 서사면으로, 평균 32°의 경사지에 분포하였다.

교목층은 70~95%의 높은 피도율을 보이고 있으며, 대부분 노각나무가 우점도 3~4, 줄참나무와 서어나무가 우점도 2A~3의 값으로 경쟁하였고, 굴참나무와 신갈나무, 고로쇠나무가 산발적으로 출현하였다. 아교목층에서는 주로 노각나무가 2A~3의 값으로 우점하였으며, 때죽나무와 서어나무, 비목나무, 철쭉, 쪽동백 등이 함께 출현하였다. 관목층의 피도율은 평균 56%로 전체 지역에서 조릿대가 우점하여, 초본층의 피도율이 평균 8%로 다른 군락에 비해 가장 낮았고, 비목나무, 당단풍나무, 생강나무 등의 치수가 출현하였다.

(2) 전형아군락

노각나무-줄참나무군락의 전형아군락은 9개의 조사구가 포함되었으며, 경사도 15~38°의 북동, 남동, 북서사면 등에 분포하였다. 평균 출현종수는 21종으로 서어나무아군락에 비해 적은 종이 출현하였다. 교목층의 평균 피도율은 82%로 타 군락에 비해 다소 낮았으며, 노각나무가 2B~4의 값으로 우점하였고, 줄참나무가 2A~3의 우점도로 출현하였다. 조사구별로 굴참나무, 신갈나무, 고로쇠나무, 소나무 등이 노각나무와 줄참나무와 함께 혼생하는 것으로 조사되었다. 아교목층은 평균 64%의 피도율을 보였으며, 노각나무와 때죽나무가 우점하였고, 줄참나무, 당단풍나무, 생강나무 등이 출현하였다. 관목층은 조릿대가 출현하는 곳은 평균 77%의 높은 피도율을 보였으며, 조릿대가 출현하지 않는 곳은 평균 34%의 낮은 피도율을 보였다. 초본층은 평균 12%의 낮은 피도율을 보였으며, 비목나무, 당단풍나무, 생강나무, 노각나무 치수 등이 출현하였다.

노각나무-줄참나무군락의 경우 타 군락에 비해 교목층에서 많은 종이 출현하고 있어 수종간의 경쟁이 심할 것으로 예상되는데, 이는 Lee(2007)의 연구에서도 보고된 바 있다.

2) 노각나무-신갈나무군락

식별종: 신갈나무, 쇠물푸레나무

노각나무-신갈나무군락은 전체 30개의 조사구 가운데 총

10개의 조사구가 포함되었으며, 해발고 587~1,604m의 고지대에 주로 분포하였다. 사면방향은 북동사면이 4곳으로 가장 많았으며, 북사면과 북서사면, 남서사면 등으로 조사되었다. 조사구별로 평균 23종이 출현하였으며, 평균 노암율은 26%로 타 군락에 비해 낮았고, 경사도는 9~42°로 다양한 입지에 분포하였다. 교목층은 평균 84%의 피도로 율 폐되었으며, 노각나무와 신갈나무가 2A~4의 우점도로 서로 경쟁 관계인 것으로 조사되었다. 그러나 아교목층에서는 신갈나무는 거의 출현하지 않았으며, 노각나무가 우점도 2A~3의 값으로 쇠물푸레나무, 당단풍나무, 철쭉 등과 혼생하는 것으로 조사되었다. 이 같은 결과 노각나무는 지속적인 치수 생장을 통해 현재의 우점상태가 지속될 것으로 예상되나 신갈나무의 경우 현재 우점하는 개체들 이후의 유묘 생장이 이루어지지 않고 있어 결국 점차 쇠퇴할 것으로 예상된다. 관목층은 평균 50%의 피도율을 보이고 있으며, 조릿대가 주로 우점하는 가운데 노각나무, 철쭉, 함박꽃나무, 쇠물푸레나무, 고로쇠나무 등이 출현하였다. 초본층에서는 노각나무, 신갈나무, 생강나무, 팔배나무, 산수국, 족도리풀 등이 출현하였다.

본 군락 가운데 조사구 11번과 12번은 해발고 1,452~1,604m의 고지대의 능선부에 위치하며, 노각나무가 한국특산식물인 구상나무와 정영영경귀, 자주솜대 등과 함께 출현하였다. 이는 기존에 보고된 노각나무 자생지 가운데 가장 해발고가 높은 지역으로, 노각나무는 신갈나무나 줄참나무 등의 참나무류와 비교했을 때 환경에 대한 적응범위가 훨씬 광범위한 것으로 판단된다.

3) 노각나무전형군락

총 3개의 조사구가 포함되며 해발고 600~1,124m 사이에 분포하였다. 교목층에서 노각나무가 3~4의 값으로 우점하였고, 고로쇠나무, 물푸레나무, 팔배나무, 들메나무, 거제수나무 등이 출현하였다. 아교목층에서는 평균 60%의 피도율을 보였으며, 주로 당단풍나무가 우점하였고, 생강나무, 함박꽃나무, 개웃나무, 개회나무 등이 출현하였다. 관목층은 조릿대가 우점하였고, 매화말발도리, 철쭉 등이 출현하였다. 초본층은 평균 13%의 낮은 피도를 보였으며, 개고사리, 족도리풀, 쌀새 등이 출현하였다. 군락의 평균 출현종수는 19종으로 타 군락에 비해 가장 적은 종이 출현하였는데, 이는 교목층에서 노각나무의 우점으로 인해 하층식생의 발달이 잘 이루어지지 않았기 때문으로 판단된다.

지리산 노각나무군락군은 해발고 900m를 경계로 아래쪽으로 노각나무-줄참나무군락이, 위쪽으로 노각나무-신갈나무군락이 분포하는 것으로 조사되었다. 이는 기존의 지리산의 식생에 관한 많은 연구들을 통해 해발고 700~1,000m 사이에 줄참나무와 서어나무가 1,000~1,400m 사이에 신갈

나무가 군락을 이루고 있다고 보고한 결과와 같은 경향을 보이고 있다(Kim *et al.*, 1991; Yeon *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2006; Yun *et al.*, 2010). 특히 Park *et al.*(2006)은 고도 1,000m지역은 신갈나무가 우점하고 있는 지역이나 물갸나무와 노각나무, 물들메나무가 불연속적으로 다양한 직경급에 분포하고 있는 것으로 보아, 향후 이들 수종의 밀도가 좀 더 늘어날 것으로 보인다고 예측하였는데, 본 연구결과에서도 그와 같은 경향을 나타내었다. 특히 노각나무의 경우 지리산지역에서 해발고 400~1,600m 사이의 계곡부를 따라 여러 사면에 걸쳐 광범위하게 출현하고 있으며, 국지적으로 전형군락을 이루고 있다. 이는 신갈나무군락 보다 수직적 분포범위가 더 넓은 것으로, 향후에 노각나무의 분포 및 우점지역이 확대될 수 있는 가능성을 보여주고 있다. 지리산지역과 함께 유전적 다양성이 높은 것으로 보고된 남해 금산지역은 노각나무가 주로 바람의 영향을 많이 받는 산 정상부 주변의 능선부에 신갈나무와 함께 분포하며, 교목층 이외의 관목층이나 초본층에서는 출현하는 개체가 적어(Kwon and Song, 2008), 본 조사 대상지인 지리산지역과는 분포범위의 차이를 보였다.

2. 중요치 분석

특정종의 중요치는 일반적으로 군락 내에서 그 종의 중요성 또는 영향력을 나타내는 총체적 척도로 사용된다. 전체

조사구에서 출현한 종 가운데 흉고직경 2cm 이상의 개체를 대상으로 매목조사를 실시하여 72종의 중요치를 분석하였다(Table 3).

전체 대상종 72종 가운데 노각나무의 중요치가 75.47%로 가장 높았으며, 졸참나무 21.83%, 신갈나무 18.65%, 당단풍나무 18.19%, 철쭉 10.56%, 때죽나무 10.36% 순으로 나타났다. 중요치 분석결과를 볼 때 노각나무군락군의 교목층에서는 노각나무와 참나무류가 서로 경쟁관계에 있으며, 아교목층은 당단풍나무, 때죽나무, 생강나무, 철쭉 등이 우점하는 것으로 나타났다. 이는 국내 노각나무 자생지 7곳의 중요치분석 결과(Kwon and Song, 2008)와 일치하며, 이같은 결과로 볼 때 지리산지역의 노각나무군락군에서는 노각나무가 우점하는 현 상태가 당분간 지속할 것으로 예상된다.

3. 흉고직경급 분석

흉고직경 분포는 수령 및 임분동태의 간접적인 표현으로 산림천이의 양상을 추정할 수 있는 유용한 방법으로 주로 사용되고 있다(Harcombe and Marks, 1978; Lee *et al.*, 1990). 본 연구대상지의 식생발달 과정을 예측하기 위하여 전체 출현종 가운데, 중요치가 높은 노각나무, 졸참나무, 신갈나무, 서어나무, 당단풍나무, 생강나무의 6종을 대상으로 흉고직경급별 분포도를 작성하였다(Figure 2).

Table 3. Importance value of major tree species in the *Stewartia koreana* communities

Species	Relative density(%)	Relative coverage(%)	Relative frequency(%)	Importance value(%)
<i>Stewartia koreana</i>	28.02	39.50	7.96	75.47
<i>Quercus serrata</i>	5.97	11.08	4.77	21.83
<i>Quercus mongolica</i>	3.98	10.68	3.98	18.65
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	7.99	3.57	6.63	18.19
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	5.14	0.90	4.51	10.56
<i>Styrax japonicus</i>	4.40	1.71	4.24	10.36
<i>Lindera obtusiloba</i>	4.51	0.41	4.51	9.43
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	3.11	1.55	4.51	9.17
<i>Quercus variabilis</i>	1.86	4.73	2.12	8.71
<i>Carpinus laxiflora</i>	2.62	2.95	2.39	7.96
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	1.94	2.11	3.71	7.76
<i>Pinus densiflora</i>	1.55	4.60	1.59	7.74
<i>Styrax obassia</i>	2.31	0.88	2.92	6.11
<i>Magnolia sieboldii</i>	2.22	0.96	2.65	5.83
<i>Sapium japonicum</i>	2.36	0.53	2.12	5.01
<i>Alnus sibirica</i>	1.23	1.71	1.59	4.53
<i>Ilex macropoda</i>	1.15	0.65	2.39	4.19
<i>Fraxinus mandshurica</i>	0.72	1.42	1.86	4.00
Other species	18.92	10.06	35.54	64.53
Total	100.00	100.00	100.00	300.00

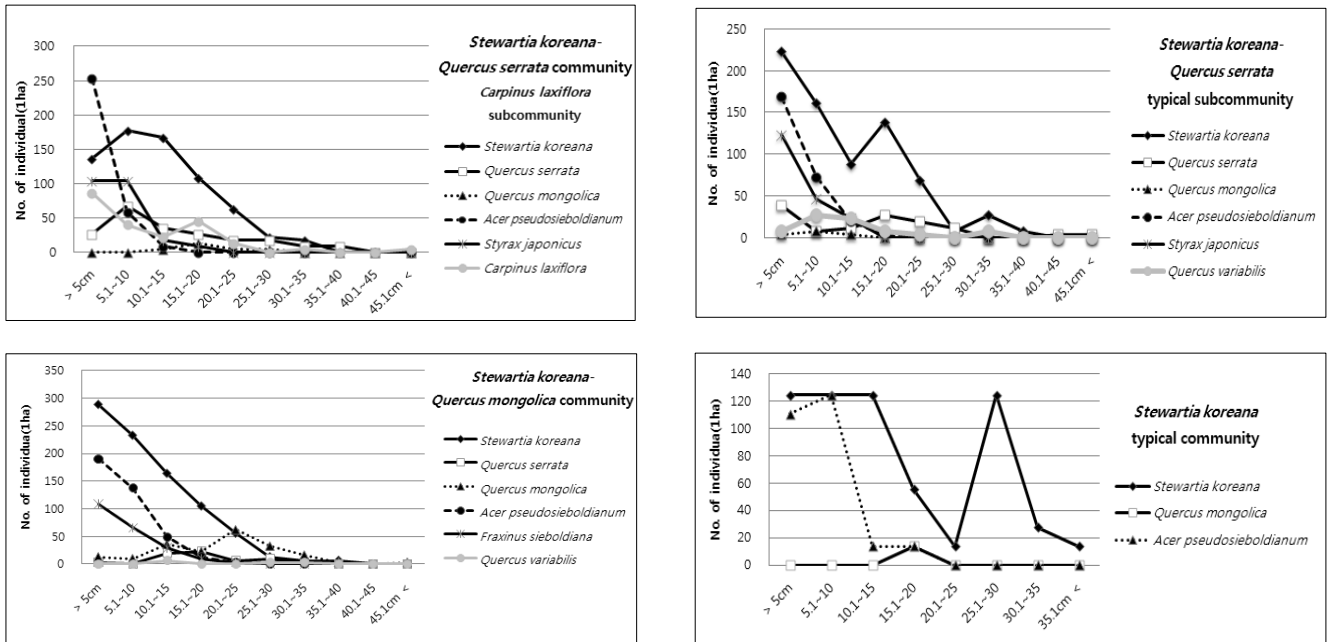


Figure 2. Distribution of DBH of the major species in the *Stewartia koreana* communities

노각나무-졸참나무군락의 서어나무아군락의 흉고직경 분석 결과, 노각나무와 졸참나무는 10~20cm의 중간 크기 개체의 밀도가 높은 정규분포형을 나타내고 있어, 상당기간 현 상태를 유지할 것으로 예상된다. 서어나무는 10cm 이하 어린개체와 중경목의 밀도가 높아 점차 중요치가 증가함에 따라, 교목층에서 노각나무와 졸참나무, 서어나무의 경쟁상태가 지속될 것으로 판단된다. 당단풍나무와 때죽나무는 어린개체의 밀도가 높은 J자형 분포를 보이고 있어, 아교목층에서 지속적으로 중요치가 증가할 것으로 판단된다.

노각나무-졸참나무전형아군락은 노각나무의 어린개체와 중경목의 밀도가 높아 점차 중요치가 증가할 것으로 예상된다. 노각나무와 함께 경쟁하고 졸참나무와 서어나무의 경우 소경목에서 중경목까지 거의 한일자(—) 모양의 분포형을 나타내고 있으나, 개체수가 적어 중요치의 증가에는 한계가 있을 것으로 생각된다. 당단풍나무와 때죽나무는 서어나무아군락과 같은 경향을 보이고 있다.

노각나무-신갈나무군락의 노각나무는 흉고직경 10cm 이하인 어린 개체와 10~20cm의 중간 크기 개체의 밀도가 높고 대경목의 밀도가 낮아지는 J자형의 분포를 보이고 있어, 인위적인 간섭이나 환경변화가 없을 경우 계속해서 우점할 것으로 예상된다. 신갈나무는 흉고직경이 어린 개체와 큰 개체의 밀도가 낮고 20~25cm의 중간 개체의 밀도가 높은 정규분포형의 밀도를 나타내고 있어 상당기간 우점할 것으로 예측되나, 치수의 발생이 잘 이루어지지 않고 있어 세대를 거듭할수록 중요치가 감소할 것으로 예상된다.

노각나무전형군락은 노각나무의 어린개체와 25~30cm의 중경목의 밀도가 높고, 교목층의 경쟁 수준인 신갈나무의 밀도가 전체적으로 낮아 노각나무의 지속적인 우점상태가 유지될 것으로 예상된다. 아교목층에서 어린개체의 밀도가 높은 당단풍나무의 중요치가 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

지리산 노각나무군락군의 흉고직경급 분석결과 기존의 연구에서 노각나무를 소나무-졸참나무-서어나무로 진행되는 천이 과정에서 순림을 이루지 못하고 쇠퇴하는 수준으로 보고한 결과(Lee et al., 1993; Lee, 1990)와는 다른 경향을 보이는 것으로 조사되었다. 지리산 노각나무군락군의 경우 졸참나무, 서어나무와 함께 출현하는 지역에서 어린개체에 의한 지속적인 후대양성이 이루어지고 있는 것으로 볼 때, 노각나무의 극상수종의 가능성을 제시한 Kwon and Song(2008)의 연구결과와 일치하는 것으로 판단된다.

4. 토양특성 분석

임목은 토양을 기반으로 하여 생육공간을 확장하며, 토양 특성에 따라 임목의 분포상황과 주변환경도 달라지게 되며, 임목과 토양은 상호작용을 하기 때문에 토양조건에 대한 조사를 통하여 그 지역의 환경조건을 추측할 수 있다(Moon et al., 2004). 노각나무의 분포와 토양환경과의 관계를 알아보고자, 군락별 토양에 대한 이화학적 특성을 분석한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Soil characteristic of soil in *Stewartia koreana* communities

Soil characteristic	<i>S. koreana</i> - <i>Q. serrata</i> community		<i>S. koreana</i> - <i>Q. mongolica</i> community	<i>S. koreana</i> typical community
	<i>Carpinus laxiflora</i> subcommunity	Typical subcommunity		
pH	4.74	4.59	4.76	4.78
Moisture(%)	29.41	29.86	29.42	40.27
Organic matter(%)	16.98	17.75	14.49	24.28
Total-N (%)	3.16	4.88	2.57	8.16
P ₂ O ₅ (mg/kg)	13.93	24.41	20.83	34.50
K ⁺ (cmol ⁺ /kg)	0.50	0.38	0.41	0.57

토양 내 양이온치환용량, 보수력, 토양구조 등 토양의 이화학적 성질에 큰 영향을 미치는 토양유기물은 노각나무전형군락이 24.28%로 가장 높게 나타났으며, 노각나무-신갈나무군락이 14.49%로 가장 낮게 조사되었다. 국내 노각나무 자생지의 유기물함량 14.30~34.27%(Kwon and Song, 2008)보다는 다소 낮았으며, 우리나라의 산림토양의 지역별 이화학적 특성에서 보고된 일반적인 산림토양의 유기물함량 4.5%(Jeong *et al.*, 2002)보다 매우 높게 나타났다. 이 같은 결과로 보아 노각나무는 유기물의 집적이 용이한 비옥한 토양을 선호하는 것으로 사료된다.

토양유기물과 밀접한 상관관계를 보이는 것으로 알려져 있는 전질소 함량은, 유기물 함량이 높으면 전질소가 높아지는 경향을 나타내었으며, 우리나라 산림토양의 평균 함량 0.19%(Jeong *et al.*, 2002)보다는 높게 나타났다.

지리산 노각나무 자생지의 유효인산은 서어나무아군락에서 13.93mg/kg로, 우리나라 산림토양의 평균 25.74mg/kg보다 낮은 것으로 나타났다. 이는 토양 내 유효인산 함량은 토양 pH나 유기물함량과 밀접한 관계가 있으며 pH가 낮을 경우 인산고정으로 인하여 유효인산의 함량이 낮게 나타나는 것으로(Jin *et al.*, 1994), 지리산 노각나무 자생지의 토양의 평균 pH는 4.59~4.78로, 우리나라 산림토양의 평균 pH 5.5(Jeong *et al.*, 2002)에 비해 낮은 약산성 토양으로 인한 결과로 판단된다. 이는 기존의 노각나무 자생지에 관한 연구에서 보고된 pH 4.65~4.96(Kwon and Song, 2008), pH 4.6(Shim *et al.*, 1992)와는 유사한 결과로 노각나무는 주로 약산성인 토양에 자생하는 것으로 판단된다.

군락별 토양내 수분함량은 노각나무전형군락이 40.27%로 가장 높았으며, 나머지 3개의 군락들은 유사한 수치를 보이고 있다. 노각나무가 주로 토양내 수분함량이 높은 계곡부에 자생하기 때문에 다소 높은 수치를 보이는 것으로 판단된다.

5. Ordination 분석

Ordination은 식생 표본들을 한 개 또는 그 이상의 생태학

적 구배에 따라 배열하는 과정이며, 다변량 data set에서 유형을 찾는 분석방법으로 종과 환경과의 상관관계를 밝히고, 이를 토대로 환경 인자의 변이에 따른 종 배열을 분석한다.

Figure 3은 식물사회학적 방법에 의하여 구분된 4개의 군락을 대상으로 조사지역의 해발고, 경사, 방위, 토양의 이화학적특성 등의 9개의 환경요인으로 DCCA ordination 분석한 결과를 I/II 평면상에 나타낸 것이다. 제1축에서는 고유값이 0.342로 해발고가 가장 높은 상관관계를 보였으며, 제2축에서는 고유값이 0.167로 치환성 양이온 K⁺, 유효인

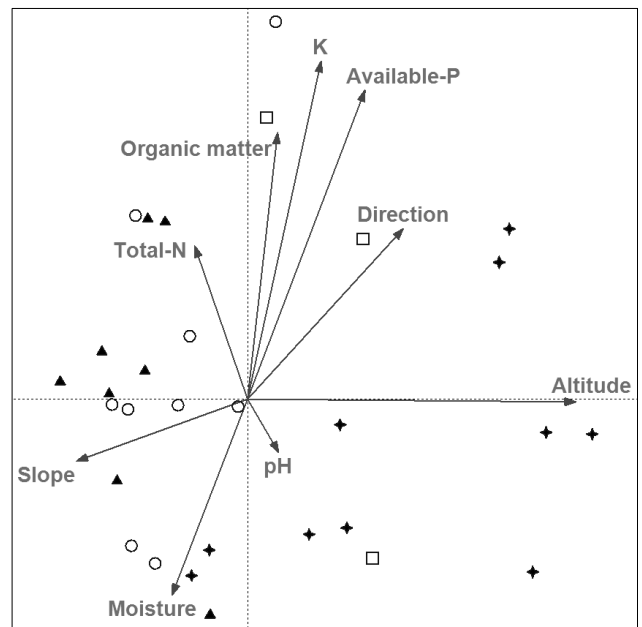


Figure 3. Vegetation data of *Stewartia koreana* communities. DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(◆, ◻, ▲, ○) and environmental variables(arrow)

(The plots are; ◆: *Stewartia koreana*-*Quercus mongolica* community, ◻: *Stewartia koreana* typical community, ▲: *Carpinus laxiflora* subcommunity, ○: *Stewartia koreana*-*Quercus serrata* typical subcommunity)

산, 유기물함량 등이 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 식생분포에 영향을 미치는 환경인자들 중에서 해발고와 수분요소가 가장 중요한 인자로 알려져 있는 바, 본 분석결과에서는 해발고가 군락분포와 상관관계가 가장 큰 것으로 나타났다.

주요 군락들과 환경 요인들과의 관계를 보면, 해발고에 의해 군락별로 분리되는 경향을 보이고 있다. 노각나무-신갈나무군락은 해발고가 가장 높은 지역에 분포하였고, 노각나무전형군락, 노각나무-졸참나무전형아군락, 서어나무아군락의 순으로 분포하였다. 치환성 양이온 K^+ , 유효인산, 유기물함량 등의 토양의 이화학적 환경요인에 따라 군락간에 분리는 뚜렷하게 나타나지 않았으며, 노각나무-졸참나무군락의 서어나무아군락이 전형아군락에 비해 치환성 양이온 K^+ 와 유효인산이 많은 지역에 분포하는 것으로 나타났다.

인용문헌

- Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie. 3. Auflage. Wien, New York, 865pp.
- Choi, Y.H., S.S. Han, H.O. Lee and S.H. Baek(2005) Biological activity of bioactive components from *Acer ginnala* Max. Bull. Korean Chem. Soc. 26: 1,450-1,452.
- Corporation RNA(2007) Extract of *Stewartia koreana* and Use Thereof. Number of Patent 10-08-537610000. (in Korean with English abstract)
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An Upland Forest Continuum in the Prairie Forest Border Region of Wisconsin. J. Ecology 32: 476-496.
- Dierrsen, K.(1990) Einführung in die Pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin, 241pp.
- Han, S.S., S.C. Lo, Y. Choi, J.H. Kim and S.H. Baek(2003) Antioxidant activity of crude extract and pure compounds of *Acer ginnala* Max. Bull. Korean Chem. Soc. 25: 389-391.
- Harcombe, P.A. and P.H. Marks(1978) Tree diameter distribution and replacement process in southeast Texas forest. For. Sci. 24(2): 153-166.
- Hill, M.O. and H.G. Gauch(1980) Detrended Correspondence Analysis, an improved ordination technique. Vegetatio. 42: 47-58.
- Hill, M.O.(1979) DECORANA - A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Ithaca, N.Y. Cornell Univ. Press.
- Jeong, J.H., K.S. Koo, C.H. Lee and C.S. Kim(2002) Physico-chemical Properties of Korean Forest Soils by Regions, Jour. Korean For. Soc. 91(6): 694-700. (in Korean with English abstract)
- Jin, H.O., M.J. Lee, Y.O. Shin, J.J. Kim and S.K. Chon(1994) Forest Soils. Hayngmunsa, Seoul, 325pp. (in Korean)
- Kim, J.S., G.T. Kim and H.R. Joo(1991) The Actual Vegetation of Nature Ecology Conservation Area in Mt. Chiri. kor. J. Env. Eco. 5(1): 9-24. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y., H.Y. Min, H.J. Park, E.J. Lee, E.J. Park, H.J. Hwang, C. Jin, Y.S. Lee and S.K. Lee(2004) Suppressive effects of nitric oxide production and inducible nitric oxide synthase (NOS) gene expression by *Calystegia soldanella* methanol extract on lipopolysaccharide-activated RAW264.7cells. Eur. J. CancerPrev. 13: 419-424.
- Korea Forest Service(2008) Rare Plants Data Book in Korea. Korea. National Arboretum, Pocheon, 332pp. (in Korean)
- Korea National Park(2011) Elementary statistics of the Korea National Park, Korea National Park, Seoul, 229pp. (in Korean)
- Kwon, H.J. and H.K. Song(2008) Vegetation Structures and Ecological Properties of *Stewartia koreana* Community. Jour. Korean For. Soc. 97(3): 296-304. (in Korean with English abstract)
- Kwon, H.J., K.R. Park and H.K. Song(2011) Genetic Variation in Natural Populations of *Stewartia koreana* Nakai, in Korea. Proceedings of the 2011 Annual Meeting of the Korean Forest Society. KFS-P37: 189-191. (in Korean with English abstract)
- Lee, M.J.(2007) Community structure analysis and ecological planting model subject of the principal *Quercus* community in Korea. Ph. D. thesis, Chungnam National Univ., Daejeon, Korea, 173pp. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.C.(1990) Ecology and morphological characteristics of *Stewartia koreana* Nakai. Ph. D. thesis, Univ. of Wonkwang, Iksan, Korea, 68pp. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., J.C. Jo, B.S. Lee and D.S. Lee(1990) The Structure of Plant Community in Kwangnung Forest(I) - Analysis on the Forest Community of Soribong Area by Classification and Ordination Techniques -. Jour. Korean For. Soc. 79(2): 173-186. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., S.H. Choi and H.S. Cho(1993) The Analysis of the Forest Community Structure of Huibang Valley in Sobaeksan National Park. Kor. J. Env. Eco. 6(2): 113-126. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.I., Yang, J.H. and D.K. Kim(2010a) Antioxidant Flavonoids from the Twigs of *Stewartia koreana*. Biomolecules & Therapeutics, 18(2): 191-196.
- Lee, T.H., G.W. Lee, C.W. Kim, M.H. Bang, N.I. Baek, S.H. Kim, D.K. Chung and J. Kim(2010b) *Stewartia koreana* Extract Stimulates Proliferation and Migration of Human Endothelial Cells and Induces Neovascularization In Vivo. Phytother. Res. 24: 20-25.
- Min, B.S., K.H. Bae, Y.H. Kim, H. Miyashiro, M. Hattori and K. Shimotohno(1999) Screening of Korean plants against human

- immunodeficiency virus type 1 protease. *Phytother. Res.* 13: 680-682.
- Ministry of Environment(2006) The investigation guide for specially designated species by floristic region. 3rd. National Natural environment survey. Ministry of Environment, Seoul. (in Korean)
- Moon, H.S., I. Roh and S.D. Kwon(2004) Soil Condition and Vegetation Structure of *Acer mono* Communities in Mt. Jiri. *J. Agriculture & Life Sciences* 38(2): 33-40.(in Korean with English abstract)
- Oh, B.U., D.G. Cho, K.S. Kim and C.G. Jang(2005) Endemic Vascular Plants in the Korean Peninsula. Korea National Arboretum, Daesin, Seoul, 205pp. (in Korean with English abstract)
- Park, P.S., J.I. Song, M.P. Kim and H.G. Park(2006) Stand Structure Change in Different Aged Stands Along Altitudinal Gradients in the Western Part of Mt. Chiri. *Jour. Korean For. Soc.* 85(1): 102-112. (in Korean with English abstract)
- Shim, K.K., B.K. Seo, K.W. Lee, N.H. Cho and S.C. Shim(1992) Study on the Korean Native *Stewartia*(*Stewartia koreana*): I. Study on the Native Distribution of Korean *Stewartia* (*Stewartia koreana*) in Mt. Sobaek. *J. Kor. Soc. Hort. Sci* 33(5): 413-424. (in Korean with English abstract)
- Ter Braak, C.J.F. and P. Šmilauer(1998) CANOCO - Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Microcomputer Power, Ithaca, USA, 352pp.
- Yang, B.H., S.D. Han, Y.B. Koo and Y.G. Park(2006) Genetic Variation in the Natural Populations of Korean *Stewartia* (*Stewartia koreana* Nakai) Based on I-SSR Analysis. *Korean J. Plant Res.* 19(1): 189-195. (in Korean with English abstract)
- Yeon, M.H., M.H. Suh, K.C. Yang, S.K. Choi and J.K. Shim(2006) Distribution of Plant Communities of Mt. Jiri with its Geomorphological Variation. *Journal of the Korean Geomorphological Association* 13(4): 57-67. (in Korean with English abstract)
- Yun, J.H., J.H. Kim, K.H. Oh and B.Y. Lee(2010) Vertical Distribution of Vascular Plants in Jungsanri, Mt. Jiri by Temperature Cradient. *kor. J. Env. Eco.* 24(6): 680-707. (in Korean with English abstract)