

설악산 국립공원 잣나무 천연림의 군락유형 및 임분구조^{1a}

송연희² · 윤충원^{2*}

Community Type and Stand Structure of the Korean Pine(*Pinus koraiensis*) Natural Forest in Seoraksan National Park^{1a}

Youn-Hee Song² · Chung-Weon Yun^{2*}

요 약

잣나무 천연림의 생태적 관리를 위한 기초 자료를 얻고자 설악산 대청봉 일대의 잣나무 천연림을 대상으로 본 연구를 수행하였던 바 설악산 잣나무 천연림의 군락유형은 잣나무군락에서 단풍취군과 철쭉군으로 분류되었고, 단풍취군은 사닥나무소군과 실새풀소군으로 세분되어졌다. 본 조사지의 중요치 결과를 보면 잣나무, 분비나무, 청시닥나무, 사스래나무, 당단풍, 마가목, 신갈나무 순으로 중요치가 높게 나타났다. 본 조사지역의 종다양도의 범위는 0.44에서 0.86이고, 종내경쟁보다는 종간의 경쟁이 심한 것으로 나타났다. 또한 15개 매목조사구에서 DBH 10cm이하의 잣나무는 35개체로 거의 나타나지 않고 있었으며, 잣나무가 현재 상층임관을 점하고 있으나 하층목의 우점도가 낮아 그대로 방치하면 차대림은 다른 종으로 천이될 것으로 사료되었다. 또한 본 조사지의 잣나무 개체는 직경생장에 있어서 느린 생장과 빠른 생장의 시기가 교대로 나타났으며, 이는 주기적인 교란이 발생하였음을 반영하는 것으로 사료되었다.

주요어 : 생태적 관리, 중요치, 개체군

ABSTRACT

This study was conducted to obtain the fundamental data for the ecological management in the *Pinus koraiensis* natural forest in Seoraksan National Park. The community types of the *P. koraiensis* forest were divided into *Ainsliaea acerifolia* group and *Rhododendron schlippenbachii* group. *A. acerifolia* group was subdivided into *Acer tschonoskii* var. *rubripes* subgroup and *Calamagrostis arundinacea* subgroup. The importance value of major species showed higher value in the order like *Pinus koraiensis*, *Abies nephrolepis*, *Acer barbinerve*, *Betula ermani*, *Acer pseudo-sieboldianum*, *Sorbus commixta* and *Quercus mongolica*. The value of species diversity ranged from 0.44 to 0.86, and showed stronger competition in the interspecific association than in the intraspecific

1 접수 12월 31일 Received on Dec. 31, 2005

2 공주대학교 Dept. of Forest Resources, Kongju National Univ., Yesan-gun(340-802), Korea

a 본 연구는 국립산림과학원 연구사업 "생물다양성 보전 및 생태적 산림관리" 과제의 일부임

* 교신저자, Corresponding author (cwyun@kongju.ac.kr)

one. The number of individuals of *P. koraiensis* below 10 centimeters in the 15 study sites was 35, and it was considered that the population of *P. koraiensis* could be succeeded to the other species in the present situation because of lower frequency in the low layer though the canopy of tree layer was dominated with *P. koraiensis*. The radial growth patterns of *P. koraiensis* individuals were mainly fluctuated for the entire life time, which was considered to be caused by frequent disturbance.

KEY WORD : ECOLOGICAL MANAGEMENT, IMPORTANCE VALUE, POPULATION

서론

잣나무(*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.)는 한국, 중국의 동북부, 시베리아 및 일본의 일부지역에 주로 분포하고 있으며, 소나무과의 한국 특산수종으로 우리나라에서는 전역에 걸쳐 분포하며 중부 이남의 지역에는 해발고 1,000m 이상의 고산지대에 자생한다. 특히 강원도 이북지역에 많이 분포하고 있으며 장기조림수종에 속한다(이창복, 2003; 홍성천 등, 1987).

1990년대까지 황폐했던 국토의 우선녹화와 경제적 기능 증진 위주의 용재생산을 목적으로 단위면적당 목재생산량이 많은 잣나무, 낙엽송 등 침엽수를 주로 조림하여 왔고, 잣나무 인공조림지 면적은 224,060ha(침엽수 전체 조림면적의 약 8.2%)이며, 침엽수 중에서 가장 큰 조림비율을 차지하고 있다(산림청, 2004). 잣나무의 조림지가 증가함에 따라 잣나무 인공림의 환경적, 생태적 가치가 증가하고 있을 뿐만 아니라 학술적인 가치도 매우 높게 평가되고 있으며(임주훈, 1989), 또한 잣나무 인공림에 대한 생태적 관리방안이 모색되고 있는 가운데 천연림에 대한 식생구조 및 생태적 특성에 대한 연구가 요구되고 있다.

산림생태계에서 어느 정도의 자연성을 가지느냐에 따라 원시림과 천연림으로 구분되어지지만 윤영일(2002)은 그에 따른 분류기준과 정의에 대한 연구가 미흡하다 하였으므로 본 연구에서는 사람의 영향을 덜 받은 조사지 산림을 잣나무 천연림으로 보았다. 이와 같은 잣나무 천연림을 대상으로 한 생태학적 연구는 이도형과 황재우(2000), 임주훈(1989), 정동준(1988) 등에 의해 다루어진 바 있으나, 인공림의 연구에 준하여 매우 미진한 편이다.

따라서 본 연구는 설악산 대청봉 일대에 분포하고 있는 잣나무 천연림(natural forest)을 대상으로 군락유형을 밝히고 중요치에 의한 층위별 종구성적 특성 및 개체군의 구조적 특성 등을 구명하여 앞으로 잣나무 천연림

의 생태적 관리를 위한 기초 자료를 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 조사지역

설악산 국립공원은 북위 38° 05' 25" ~ 38° 12' 36", 동경 128° 18' 03" ~ 128° 26' 43"의 범위에 있으며, 행정구역상으로는 강원도 속초시, 고성군, 양양군, 인제군에 걸쳐 있고(Figure 1), 총면적은 373km²이다. 1965년 11월 5일 천연기념물(천연보호구역) 제 71호, 1970년 3월 24일에는 국립공원 제 5호로 지정되었다(이경재 등, 1997). 본 조사지는 잣나무 천연림 임분이 출현하고 있는 해발고 1,400m 이상의 잣나무림을 대상으로 하였으며, 설악산 국립공원의 토양 pH는 내설악 4.8~7.5, 외설악 4.4~5.8로 그 편차가 크지 않았다(이일엽, 2003).

2. 기후조건

설악산 국립공원의 기상자료는 조사지역과 인접한 속초관측소 37년간(1968년~2004년)의 자료, 인제관측소 32년간(1973년~2004년)의 기상청 자료(2005)를 이용하여 climate diagram을 작성하였다(Figure 2). 연평균기온이 속초 12.0°C, 인제 9.9°C이며, 연강수량은 속초 1,364.5mm, 인제 1,136.2mm로 나타났다. 가장 추운 달인 1월의 일평균 최저기온은 속초 -11.9°C, 인제 -18.2°C고, 가장 더운 달인 8월의 일평균 최고기온은 속초 31.3°C, 인제 28.2°C로 나타났다. 절대최고기온은 속초 37.1°C, 인제 37.3°C이며, 절대최저기온은 속초 -16.2°C, 인제 -25.9°C로 나타났다. 일평균기온이 0°C 이하가 있는 달이 속초는 1월~3월, 11월~12월이며, 인제는 1월~3월, 10월~12월로 나타났으며, 절대기온이 0°C이

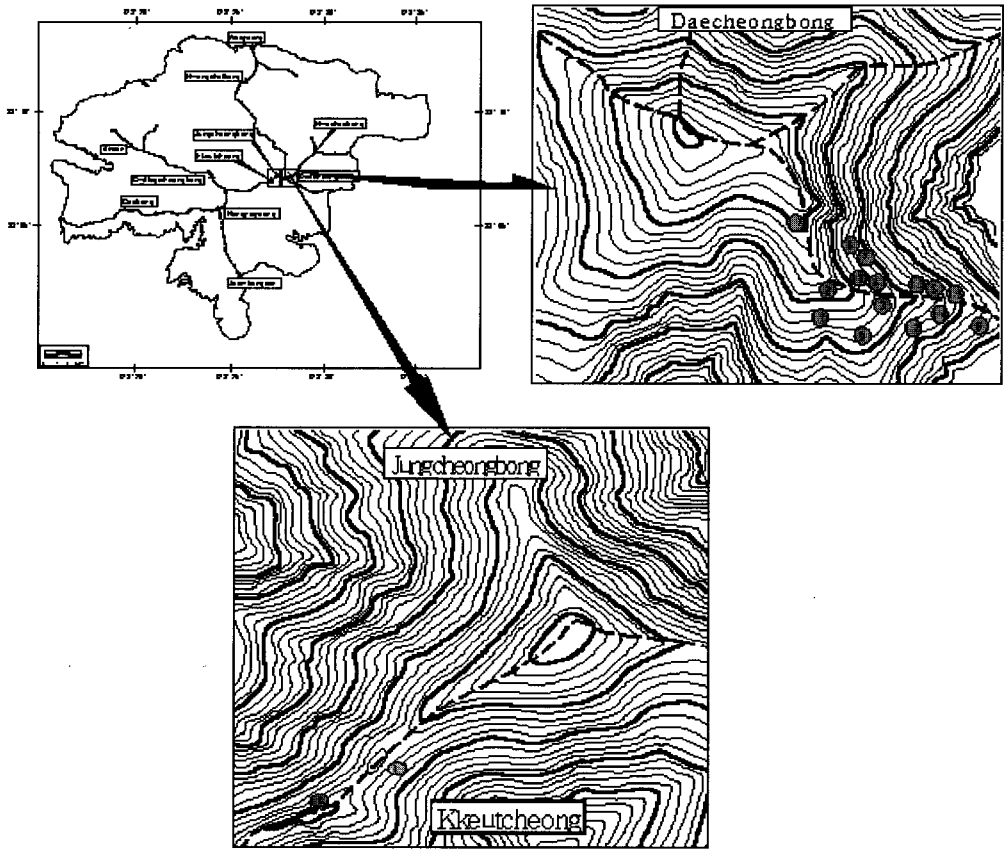


Figure 1. Sampling sites of the study area

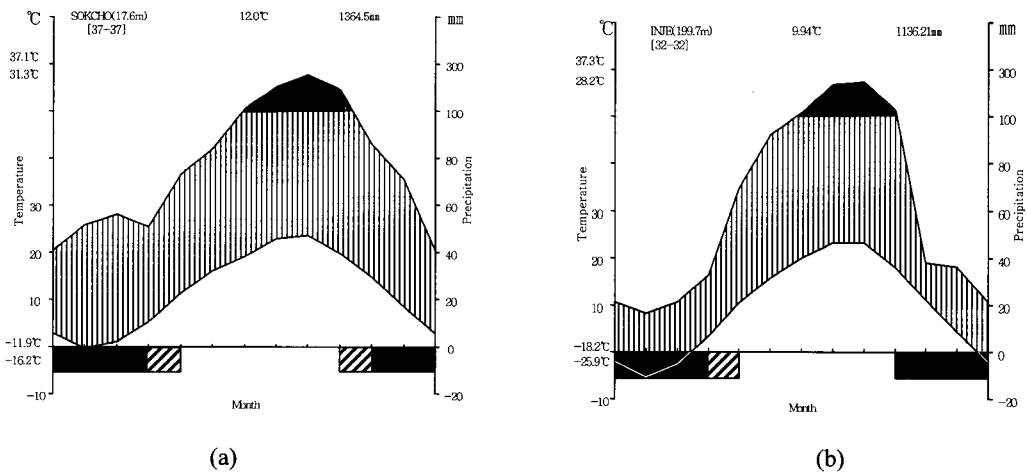


Figure 2. Climate diagram in Sokcho(a) and Inje(b) near the study area

하가 있는 달이 속초는 1월~4월, 10월~12월이며, 인제는 1월~4월, 10월~12월로 나타났다. 강수량은 100mm 이상이 6월~8월 사이에 집중되어 있는 하계다우형의 강수 집중현상을 보이고 있다.

3. 조사 및 분석 방법

본 조사는 2005년 6월 ~ 2005년 8월까지 식생분석 자료를 얻기 위해 식물사회학적 방법(Ellenberg, 1956; Braun-Blanquet, 1964)에 따라 지형, 생태적 밀도, 해발, 경사도, 노암율, 낙엽층 깊이, 방위의 입지환경요인을 조사하였고, 조사구의 크기는 100m²로 하였으며, 설악산 잣나무 천연림의 개체군 조사를 위하여 총 17개소의 조사구(Figure 1)에 대한 조사방법은 식생조사법에 따라 조사구내에 출현하는 각 종의 피도(coverage)와 개체수를 조합시킨 우점도(dominance)계급을 층위별로 구분하여 판정 기록하였고, 생육상태는 종 개체의 집합 혹은 산의 정도에 따른 군도(sociality)계급 등을 측정하였다. 조사구 15개소에 대해서는 흉고직경 2cm 이상 되는 모든 임목을 매목조사(수고, 흉고직경) 하였으며, 흉고직경 2cm 이하의 목본성 식물은 개체수를 모두 파악하였고, 식물의 학명(scientific name)과 향명(common name)은 이창복(2003)의 원색대한식물도감(상, 하)을 참고로 하였다.

중요치(I.V. : importance value) 산출은 매목조사에서 얻은 자료를 토대로 Curtis와 McIntosh(1951)가 고안해 낸 전체종에 대한 조사지에 출현한 각 종의 상대밀도(R.D. : relative density), 상대빈도(R.F. : relative frequency) 및 상대피도(R.C. : relative coverage)를 합하여 수관층위별로 백분율을 산출하였다.

조사지역의 종다양성, 우점도, 경쟁 등을 분석하기 위하여 종다양도지수, 최대다양도, 균제도, 우점도, 종간 경쟁지수와 종내경쟁지수(Herlbert, 1971)를 조사지별로 분석하였다(Brower and Zar, 1977; Shannon and Weaver, 1963).

- 종다양도(H')= $-\sum \pi_i \cdot \log \pi_i = -\sum (n_i/N) \cdot \log(n_i/N)$
 π_i : 한 조사구내의 특정 종의 개체수와 총 개체수의 비
 n_i : 한 조사구내의 특정 종의 개체수
 N : 총개체수
- 최대다양도(H'_{max})= $\log S$
 S : 구성종수
- 균제도(J' : evenness)= $H'/H'_{max}=H'/\log S$
- 우점도(D)= $1-J'=1-H'/H'_{max}=1-H'/\log S$
- 종간경쟁($\Delta 1$)= $-\sum \{n_i/N \cdot (N-n_i)/(N-1)\}$
- 종내경쟁($1-\Delta 1$)= $1-\sum \{n_i/N \cdot (N-n_i)/(N-1)\}$

군락유형별 임분구조의 분석을 위해 15개소의 매목조사 자료를 이용하여 수관투영도와 임분단면도를 작성하였으며, 40개의 연륜심을 연륜측정기를 이용하여 연륜을 0.01mm 단위까지 측정하여 성장에 대한 연륜정보를 분석하여 잣나무 개체목에 대한 성장형(growth pattern)비교와 천이 경향 등을 해석하고자 하였다.

결과 및 고찰

1. 잣나무림의 군락유형

잣나무군락의 조사지역은 17개소로 상재도와 우점도 피도급으로 식생을 구분하였으며(Table 1), 잣나무군락의 식생유형은 잣나무군락에서 단풍취군과 철쭉군으로 구분되어졌으며, 단풍취군에서 시달나무소군과 실새풀소군으로 세분되어졌다. 따라서 잣나무군락의 식생유형은 1개의 군락, 2개의 군, 2개의 소군으로 구분되어졌으며, 총 3개의 식생단위로 구분되어졌다.

1) 식생단위 1(잣나무군락-단풍취군-시달나무소군)

잣나무군락에서 종군 2의 단풍취, 나래박쥐나무, 만주송이풀, 박새, 투구꽃, 인가목의 식별종 출현에 의해서 단풍취군으로 구분되어졌으며, 단풍취군의 하위식생단위로 종군 4의 시달나무, 홍고비나물, 수리취, 큰개뿔꽃, 뱀고사리의 식별종 출현에 의해서 시달나무소군으로 세분되어졌다. 본 단위는 종군 1, 종군 2, 종군 4의 식별종은 출현하고 있었으며, 종군 3, 종군 5의 식별종은 출현하고 있지 않았다.

본 식생단위의 입지환경요인으로 평균해발고, 평균경사도, 평균노암율은 각각 1,552m, 4°, 7%로 3개의 식생단위 중에서 각각 가장 낮게 나타났다. 본 식생단위의 층위별 평균식피율은 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층이 각각 83%, 51%, 79%, 94%로 나타났으며, 교목층, 관목층, 초본층 평균식피율은 3개의 식생단위 중에서 가장 높게 나타났다. 본 식생단위의 층위별 평균수고는 교목층, 아교목층, 관목층이 각각 12m, 7m, 4m로 나타났으며, 각각의 층위별 평균수고는 3개의 식생단위 중에서 가장 높게 나타났다. 층위별 평균흉고직경은 교목층, 아교목층, 관목층이 각각 43cm, 21cm, 10cm로 나타났다. 본 단위의 평균출현종수는 28종으로 나타났다.

2) 식생단위 2(잣나무군락-단풍취군-실새풀소군)

잣나무군락의 단풍취군에서 종군 5의 실새풀, 가는잎족제비고사리 질경이 큰개현삼, 왕짚새, 새, 산거울의 식별종 출현에 의해서 실새풀소군으로 구분되어졌다. 본

Table 1. Continued

Vegetation unit	1									2			3				
Study site number	5	14	12	9	15	7	10	11	13	2	3	8	16	4	1	17	6
5. Differential species of <i>Calamagrostis arundinacea</i> subgroup :																	
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	1.1	1.1	.	2.2	+	2.2	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris chinensis</i>	1.1	.	.	.	.	.
<i>Plantago asiatica</i>	1.1	.	.	.	.	.
<i>Scrophularia kakudensis</i>	+	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Melica nutans</i>	+	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Arundinella hirta</i>	1.1	.	.	.	.	.	2.2	.	.	+	.	.
<i>Carex humilis</i>	1.1	.	1.1	.	+	+	.	+
<i>Pimpinella brachycarpa</i>	+
<i>Pilea peploides</i>	+
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	+
<i>Heracleum moellendorffii</i>	+
<i>Asarum sieboldii</i>	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	+
<i>Arabis gemmifera</i>	+
<i>Trifolium repens</i>	+
6. Companions species group :																	
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>	+	3.3	2.2	1.1	2.2	1.1	1.1	1.1	2.2	.	+	1.1	.	.	+	+	+
<i>Carex okamotoi</i>	4.4	2.2	2.2	3.3	3.3	4.4	4.4	1.1	3.3	3.3	1.1	1.1	2.2	.	1.1	.	.
<i>Rubia chinensis</i> var. <i>glabrescens</i>	+	.	+	+	.	.	+	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.
<i>Paris verticillata</i>	+	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.
<i>Saussurea grandifolia</i>	+	2.2	.	+	.	+	.	1.1	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Magnolia sieboldii</i>	.	.	.	2.2	3.3	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.	.	2.2
<i>Athyrium vidalii</i>	+	.	.	+	.	+	+	+
<i>Aster scaber</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	+
<i>Clematis koreana</i>	+	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.
<i>Ligularia fischeri</i>	+	+	+
<i>Geranium koreanum</i>	.	.	1.1	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus maximowiczii</i>	1.1	.	1.1	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Clematis fusca</i> var. <i>coreana</i>	.	.	.	+
<i>Pedicularis resupinata</i>	2.2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i>	2.2	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Tilia amurensis</i>	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.
<i>Viburnum sargentii</i>	1.1	+	.	.	.	.
<i>Acer ukurunduense</i>	1.1	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.
<i>Bupleurum longiradiatum</i>	+	+	.	.
<i>Rodgersia podophylla</i>	1.1	.	.	.	.	.	5.5	.	.	.	.

Rare species : *Athyrium niponicum* (1,1.1) in 7, *Pleurospermum camtschaticum* (1,+) in 7, *Prunus sargentii* (1,1.1) in 12, *Allium victorialis* var. *platyphyllum* (1,+) in 5, *Lonicera coerulea* var. *emphyllocalyx* (3,+) in 17, *Thuja koraiensis* (3,+) in 17, *Filipendula palmata* var. *glabra* (3,+) in 1, *Patrinia saniculaefolia* (3,+) in 6, *Clintonia udensis* (3,+) in 6, *Oplopanax elatus* (3,+) in 17, *Salix hallaisanensis* (3,1.1) in 1, *Vaccinium koreanum* (3,+) in 6, *Carex lanceolata* (3,+) in 16, *Crataegus komarovii* (3,+) in 1, *Hypericum ascyron* (3,+) in 1, *Viburnum dilatatum* (3,1.1) in 6, *Saussurea uchiyamana* (3,+) in 6, *Sambucus williamsii* var. *coreana* (3,+) in 17, *Taxus caespitosa* (3,1.1) in 17, *Lycopodium chinense* (3,+) in 16, *Rhododendron brachycarpum* (3,+) in 16, *Dryopteris crassirhizoma* (3,+) in 16, *Rhamnus davurica* (3,1.1) in 16, *Actinidia arguta* (3,1.1) in 4

단위는 종군 1, 종군 2, 종군 5의 식별종은 출현하고 있었으며, 종군 3, 종군 4의 식별종은 출현하고 있지 않았다.

본 식생단위의 입지환경요인으로 평균해발고, 평균경사도, 평균노암울은 각각 1,582m, 11°, 27%이며, 본 단위의 평균경사도와 평균노암울은 3개의 식생단위 중에서 가장 높게 나타났다. 본 식생단위의 층위별 평균식

피울은 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층이 각각 72%, 42%, 42%, 73%로 각각 나타났으며, 아교목층, 관목층 평균식피울은 각각 3개의 식생단위 중에서 가장 낮게 나타났다. 본 식생단위의 층위별 평균수고는 교목층, 아교목층, 관목층이 각각 11m, 7m, 3m로, 층위별 평균흉고 직경은 교목층, 아교목층, 관목층이 각각 44cm, 17cm, 5

cm로 나타났으며, 교목층 평균흉고직경은 3개의 식생단위 중에서 가장 높게 나타났다. 본 단위의 평균출현종수는 33종으로 나타났다.

3) 식생단위 3(잣나무군락-철쭉군)

잣나무군락에서 종군 3의 철쭉, 신갈나무, 정향나무, 개별꽃, 개다래, 가래고사리, 털진달래, 참조팝나무의 식별종 출현에 의해서 철쭉군으로 구분되어졌다. 본 단위는 종군 1, 종군 2의 식별종은 출현하고 있었으며, 종군 3, 종군 4, 종군 5의 식별종은 출현하고 있지 않았다.

본 식생단위의 입지환경요인으로 평균해발고, 평균경사도, 평균노암율은 각각 1,578m, 10°, 16%이며, 본 단위의 평균해발고는 3개의 식생단위 중에서 가장 높게 나타났다. 본 식생단위의 층위별 평균식피율은 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층이 각각 62%, 73%, 65%, 70%로 나타났다. 아교목층 평균식피율은 3개의 식생단위 중에서 가장 높게 나타났으며, 교목층과 초본층 평균식피율은 3개의 식생단위 중에서 가장 낮게 나타났다. 본 식생단위의 층위별 평균수고는 교목층, 아교목층, 관목층이 각각 12m, 5m, 2m로 나타났으며, 아교목층, 관목층

평균수고는 3개의 식생단위 중에서 가장 낮게 나타났다. 층위별 평균흉고직경은 교목층, 아교목층, 관목층이 각각 40cm, 15cm, 4cm로 나타났으며, 아교목층, 관목층 평균흉고직경은 3개의 식생단위 중에서 가장 낮게 나타났다. 본 단위의 평균출현종수는 28종으로 나타났다.

2. 중요치

설악산 잣나무 천연림의 층위별 종의 점유도를 파악하기 위해 층위별로 중요치를 산출하였던 바(Table 2), 교목층에 잣나무가 61.27%, 분비나무가 15.84%, 사스래나무가 11.53%, 신갈나무가 8.24%, 당단풍이 3.13%로 나타났다. 아교목층에는 사스래나무의 중요치가 22.87%로 가장 높았으며, 당단풍이 17.24%, 분비나무가 15.44%, 신갈나무가 13.87%, 마가목이 11.53%, 잣나무가 10.43% 등의 순으로 나타났다. 관목층에는 마가목이 21.73%로 가장 높았으며, 당단풍이 14.47%, 분비나무가 11.01%, 청시닥나무가 10.58% 등으로 나타났고, 잣나무가 0.77%로 가장 낮게 나타났다. 초본층에는 청시닥나무가 33.25%로 가장 높게 나타났으며, 귀룽나무

Table 2. Importance value of major species at *Pinus koraiensis* community

Species Scientific name	Layer				Total
	Tree	Subtree	Shrub	Herb	
<i>Pinus koraiensis</i>	61.27	10.43	0.77	5.34	77.81
<i>Abies nephrolepis</i>	15.84	15.44	11.01	6.93	49.21
<i>Acer barbinerve</i>	-	5.22	10.58	33.25	49.05
<i>Betula ermanii</i>	11.53	22.87	7.32	6.03	47.74
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	3.13	17.24	14.47	11.80	46.64
<i>Sorbus commixta</i>	-	11.53	21.73	5.90	39.16
<i>Quercus mongolica</i>	8.24	13.87	2.42	6.43	30.96
<i>Prunus padus</i>	-	-	5.60	12.27	17.86
<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	-	-	-	8.76	8.76
<i>Syringa wolffi</i>	-	-	6.54	-	6.54
<i>Magnolia sieboldii</i>	-	-	5.24	1.11	6.35
<i>Prunus maximowiczii</i>	-	-	2.93	1.53	4.46
<i>Acer ukurunduense</i>	-	-	1.56	0.67	2.24
<i>Salix hallaisanensis</i>	-	0.90	1.26	-	2.16
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	-	1.98	-	1.98
<i>Prunus leveilleana</i>	-	1.83	-	-	1.83
<i>Euonymus sieboldianus</i>	-	-	1.47	-	1.47
<i>Tilia amurensis</i>	-	-	1.43	-	1.43
<i>Tripterygium regelii</i>	-	-	1.28	-	1.28
<i>Prunus sargentii</i>	-	-	0.83	-	0.83
<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	-	-	0.81	-	0.81
<i>Lonicera sachalinensis</i>	-	-	0.78	-	0.78
<i>Actinidia polygama</i>	-	0.66	-	-	0.66
Total	100	100	100	100	400

가 12.27%, 당단풍이 11.80%, 시닥나무가 8.76% 등의 순으로 나타났으며, 잣나무가 5.34%로 나타났다.

잣나무 천연림의 종구성을 전체적으로 보았을 때 교목층의 잣나무 개체는 하층으로 갈수록 점유정도가 낮은 반면 분비나무, 청시닥나무, 사스래나무, 당단풍, 마가목, 신갈나무, 귀룽나무 등의 수종은 하층에서 각각 높은 중요치로 나타났다. 잣나무가 현재 상층임관을 점하고 있으나 하층의 잣나무 우점도가 낮아 그대로 방치하면 차대림은 다른 종으로 천이(문현식, 2001)될 것으로 사료되었다.

3. 종다양도

표 3은 각 조사지의 Shannon's diversity(H'), 최대다양도(H'_{max}), 균재도(J'), 우점도($1-J'$)와 전체 조사지의 각 층위별 종내경쟁(Δ_1), 종내경쟁($1-\Delta_1$)을 구한 결과이다. 종다양성은 군집의 안정성과 성숙도의 측도가 되기도 한다. 생태천이(ecological succession)가 진행될수록 산림군집의 안정성과 성숙도가 증가하기 때문에 많은 생태학자들이 천이단계에서의 특징적인 군집의 속성과 그 단계의 종다양성을 연결시켜 연구하였다(Odum, 1969; Bazzaz, 1979).

산림군집의 구조상의 복잡성, 외부교란의 요인으로 부터의 안정성, 그리고 천이진행과 발달과정상의 성숙도는 종다양성과 정비례하는 경향이 짙은 것으로 여겨지고 있다(Odum, 1969; ; Bazzaz, 1979). 또한 생물환경이 이질적이고 복잡할수록 생물군집은 보다 복잡하고 종다양성은 증가한다(Krebs, 1985).

종다양도 지수는 우점도와 반비례의 관계를 가지며 우점도가 높은 소수의 종들보다 우점도가 낮은 다수의 종들에 의하여 결정되며(Ellenberg, 1956), Whittaker (1965)는 우점도가 0.9이상일 때에 1종, 0.3~0.7일 때 2~3종, 0.3이하일 때 다수의 종이 우점종을 이룬다고 하였다.

본 조사지역은 모두 0.08~0.36이므로 3종 이상 다수의 종이 우점하며 균재도가 높았다(Table 3). 이 나무들은 전체적으로 고루 우점하고 있다는 것을 알 수 있었으며, 종내경쟁보다는 종간의 경쟁이 심한 것으로 나타났다.

4. 군집유형에 따른 전형적 임분구조 특성

잣나무군락의 식생조사지 17개소 중에서 매목조사지는 총 15개소로써 조사지역의 직경분포도는(Figure 3) 2cm 이상에서 정규분포형을 나타내고 있었으며, 2cm 이상 잣나무 개체군의 평균 DBH는 31cm(6cm~72cm)로 나타났다. 잣나무 개체군의 수령 분포도(Figure 4)를 보면 101년~150년의 잣나무가 가장 많았으며, 평균수령은 149년(41년~331년)으로 나타났다.

단풍취군(site 7-vegetation unit 1,2)에 속하는 본 조사지는 오색에서 대청봉으로 올라가는 길의 1,561m 지점의 능선부로 방위는 239°, 경사도는 3°, 노암율은 5%이며, 교목층 식피율 85%, 아교목층 식피율 35%, 관목층 식피율 90%, 초본층 식피율은 100%로 나타났다. 교목층 평균수고는 10m, 아교목층 평균수고는 5m, 관목층 평균수고는 2m로 각각 나타났으며, 교목층 평균흉고직

Table 3. Values of species diversity indices in each vegetation groups

Vegetation unit	Study site number	H'	H'_{max}	J'	$1-J'$	Δ_1	$1-\Delta_1$
1	5	0.65	0.90	0.72	0.28	0.67	0.33
	7	0.77	0.90	0.86	0.14	0.81	0.19
	9	0.77	1.00	0.77	0.23	0.76	0.24
	10	0.44	0.70	0.64	0.36	0.55	0.45
	11	0.77	1.00	0.77	0.23	0.80	0.20
	12	0.68	0.95	0.72	0.28	0.72	0.28
	13	0.70	0.95	0.73	0.27	0.75	0.25
	14	0.84	1.08	0.78	0.22	0.83	0.17
	15	0.74	1.08	0.68	0.32	0.75	0.25
2	2	0.83	0.90	0.92	0.08	0.84	0.16
	3	0.86	0.95	0.90	0.10	0.85	0.15
	8	0.62	0.78	0.80	0.20	0.71	0.29
3	4	0.83	0.95	0.87	0.13	0.84	0.16
	6	0.83	0.90	0.92	0.08	0.84	0.16
	1	0.57	0.90	0.64	0.36	0.63	0.32

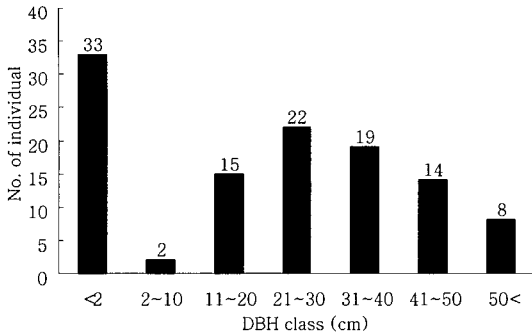


Figure 3. DBH distribution of *Pinus koraiensis* population

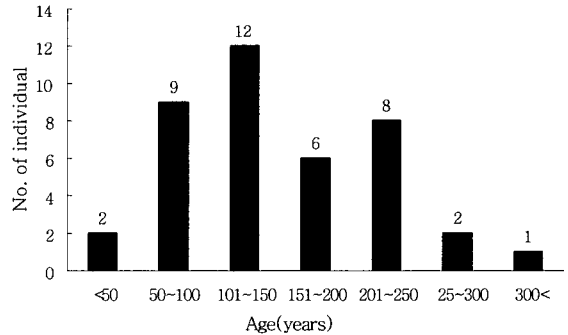


Figure 4. Age distribution of *Pinus koraiensis* population

경, 아교목층 평균흉고직경, 관목층 평균흉고직경은 40 cm, 18cm, 8cm로 각각 나타났다. 교목층의 우점종은 잣나무(4.4)이며, 그림 5의 (a)에서 보는 바와 같이 14번, 7번, 1번이 잣나무였다. 3번, 4번, 5번, 6-1번은 고사목이며, 잣나무의 치수는 나타나고 있지 않았다. 아교목층은 분비나무가 2.2로 우점하고 있었으며, 관목층에는 미역줄나무(3.3), 분비나무(1.1), 꽃개회나무(3.3), 청시닥나무(2.2)가 점유하고 있었다. 1번 잣나무의 옆에 넓은 gap이 형성되어 있었으며, 이 부분에는 미역줄나무가 점유하고 있었다. 그림 5 (c) 그래프의 120년 부분에서 다른 잣나무와 달리 1번 잣나무가 급격한 성장을 보였으며, 14번 잣나무는 1번 잣나무보다 수령이 100년 정도 앞선 것으로 보아 1번 잣나무는 14번 보다 gap 부분에 있었을 것으로 추정되는 다른 나무와 경쟁관계에 있다가 그림 5 (c)의 120년 부분에서 1번 잣나무가 경쟁에서 우위를 차지한 것으로 판단되었다.

철쭉군(site 1-vegetation unit 3)에 속하는 본 조사지는 끝청에서 중청봉으로 가는 길의 오른편 사면상부로 방위는 145°, 경사도는 15°, 노암율은 40%이며, 교목층 식피율 60%, 아교목층 식피율 60%, 관목층 식피율 70%, 초본층 식피율은 60%로 나타났다. 교목층 평균수고는 10m, 아교목층 평균수고는 5m, 관목층 평균수고는 1m로 나타났으며, 교목층 평균흉고직경, 아교목층 평균흉고직경, 관목층 평균흉고직경은 33cm, 12cm, 2cm로 각각 나타났다. 본 조사지의 잣나무 수령을 보면 50년에서 80년 내외로 모든 조사지의 평균수령에 비해 매우 낮게 나타났다. 교목층은 잣나무가 4.4로 우점하고 있었으며, 구성종으로 분비나무가 2.2로 나타났다. 본 조사지는 관목층과 초본층의 식피율이 상당히 높았으며, 33번 개체 주위의 gap 부분에는 노암율이 높게 나타났다. 2번 신갈나무 아래에는 신갈나무 치수가 다수 있었으며, 신갈나무 치수는 98개체로 나타났다. 31번과 29번 개체의 아래

에는 청시닥나무의 치수가 다수 나타났으며, 청시닥나무의 치수는 133개체로 나타났다. 12번 잣나무는 그림 6 (c) 그래프의 50년 내외에서 다른 개체들과는 달리 급격한 성장을 보였다.

고찰

잣나무 천연림의 생태적 관리를 위한 기초 자료를 얻고자 설악산 대청봉 일대의 잣나무 천연림을 대상으로 군락유형과 중요치에 의한 층위별 종구성의 특성 및 개체군의 구조적 특성 등을 분석한 결과, 잣나무군락은 3개의 식생단위로 구분되어졌으며, 잣나무를 제외한 교목층을 우점하고 있는 수종은 분비나무, 사스래나무, 신갈나무 등으로 나타났다. 임주훈(1989)의 잣나무 천연림의 생태적 특성에 관한 연구에서 보고한 교목층의 우점종인 신갈나무, 졸참나무와는 다소 차이가 있으나, 이는 본 조사지가 모두 능선부이기 때문인 것으로 판단되었다. 교목층 중요치는 잣나무 61.27%, 분비나무 15.84%, 사스래나무 11.53%로 각각 나타났으며, 종다양도 지수는 0.44~0.86, 균재도는 0.64~0.92의 범위로 각각 나타났다. 균재도는 이도형과 황재우(2000)의 팔공산 잣나무 천연림의 입지 및 식생구조에 관한 연구에서 보고한 0.81~0.96과 비교하여 차이가 거의 없었으나, 종다양도 지수는 1.01~1.56과 비교하여 매우 낮게 나타났다. 이는 팔공산의 산림입지에 비해 본 조사지의 해발고가 상대적으로 높기 때문인 것으로 사료되었다.

잣나무의 성장과 관계 깊은 환경인자로 지역, 경사도, 유기물 함량, 부식함량, 퇴적구분, 노암형, 경사위치, 경사형태 등이 있다고 하였으며(마상규, 1974), 이종영(1976)은 잣나무림의 토양특성에 있어서 유효토심과 유기물은 고도의 유의성을 나타내며, 유효토심인 A층의

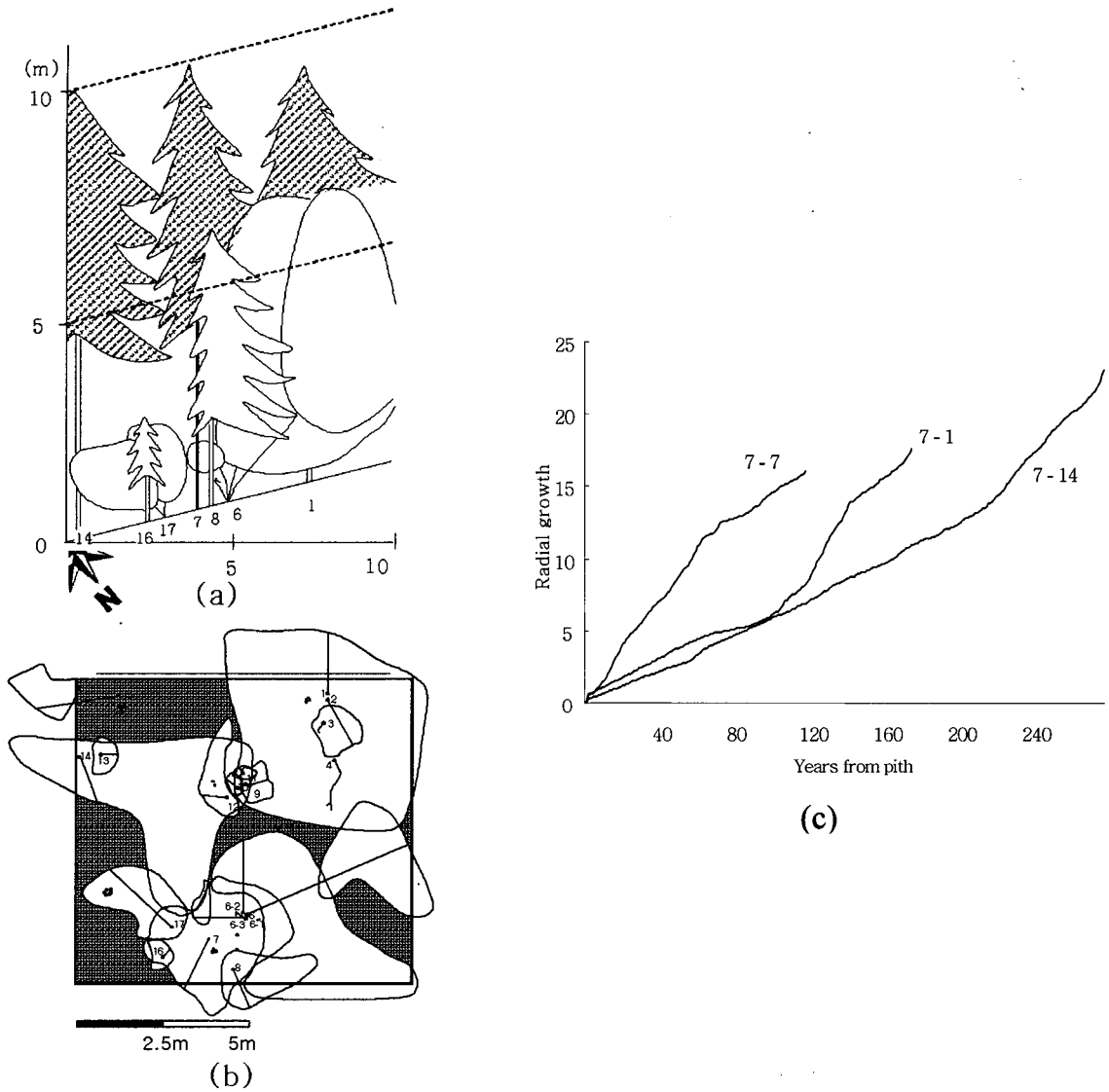


Figure 5. Diagrams show the spatial distribution of individual trees and crown projection(a), stand profile(b) and growth curves(line) of major *Pinus koraiensis* individuals (c) in of *Ainsliaea acerifolia* group(site 7, vegetation 1,2).

Seedling and sapling of stand profile(b) { \triangle : *Acer barbinerve* (17 individuals), \square : *Acer tschonoskii* var. *rubripes* (9 individual), \blacksquare : *Abies nephrolepis* (1 individual), \star : *Acer pseudo-sieboldianum* (1 individual), \blacktriangle : *Sorbus commixta* (2 individuals) }

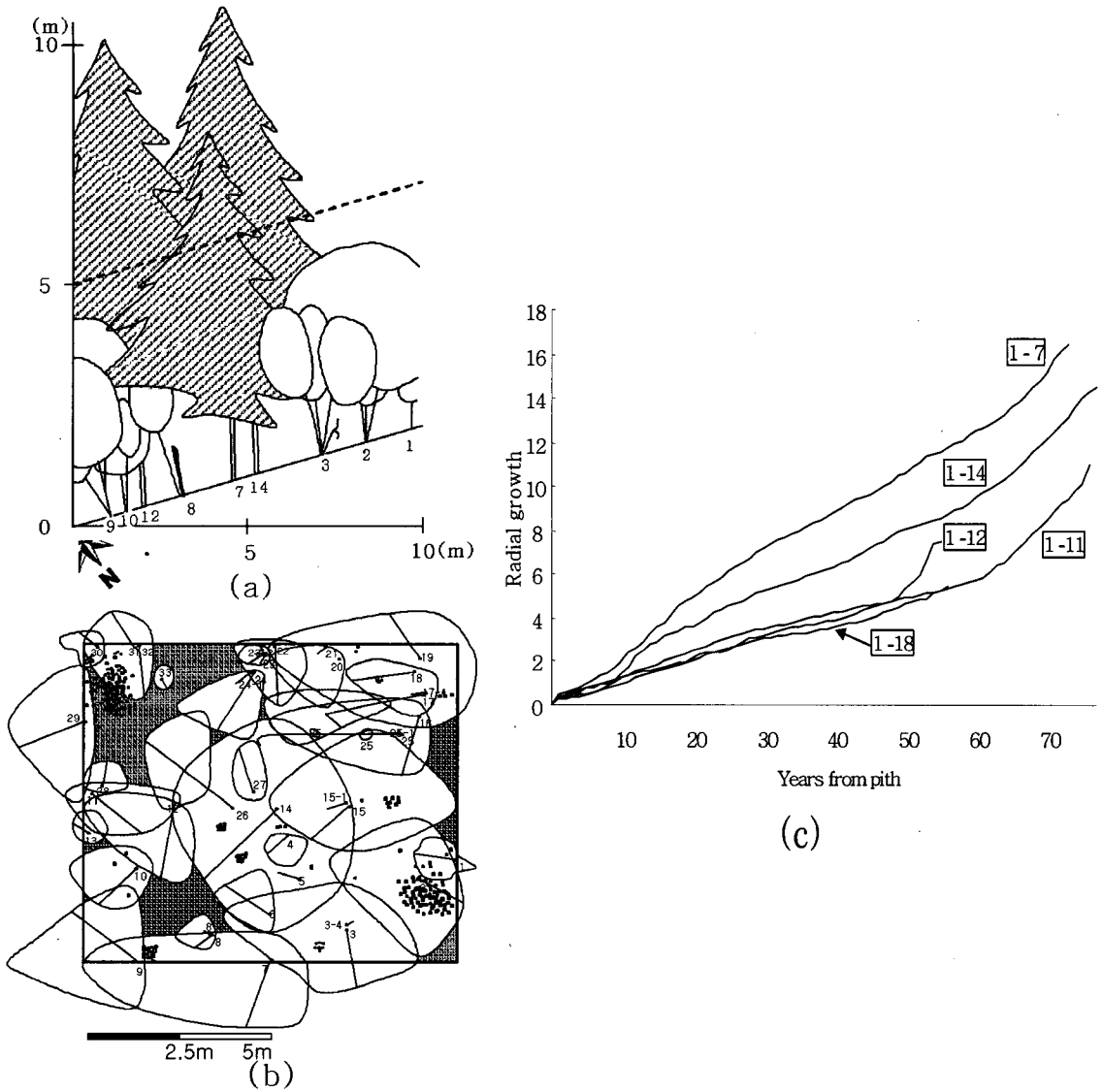


Figure 6. Diagrams show the spatial distribution of individual trees and crown projection(a), stand profile(b) and growth curves(line) of major *Pinus koraiensis* individuals(c) in *Rhododendron schlippenbachii* group (site 1, vegetation 3).

Seedling and sapling of stand profile(b) {▲ : *Acer pseudo-sieboldianum* (45 individuals), □ : *Acer barbinerve* (133 individuals), ★ : *Abies nephrolepis* (1 individual), △ : *Pinus koraiensis* (1 individual), ■ : *Quercus mongolica* (98 individuals)}

깊이가 깊을수록 잣나무의 수고생장이 높고 A층의 유기물 함량이 많을수록 수고생장에 좋다고 하였다. 본 연구에서는 해발고, 노암울, 경사도, 낙엽층의 깊이가 각각 낮게 나타난 조사구의 잣나무 임분고가 높게 나타났고, 노암울이 높고 식피울이 낮은 조사구에서는 흉고직경이 높게 나타났다. 그러나 본 연구는 정성적 방법에 의한 결과이므로 앞으로 세밀한 정량적 연구결과를 통한 생태적 특성들을 구명할 필요가 있을 것으로 사료되었다.

참 고 문 헌

- 기상청(2005) http://www.kma.go.kr/kor/weather/climate/climate_03_01.jsp 기후통계자료.
- 마상규(1974) 환경인자의 수량화에 의한 잣나무림 수확량추정과 임목생장에 관한 연구. 임업시험장연구보고 21:41-88.
- 문현식(2001) 덕유산 아고산지대의 산림식생구조에 관한 연구. 농업생명과학연구 35:47-54.
- 산림청(2004) <http://www.foa.go.kr/> 통계연보.
- 윤영일(2002) 설악산 전나무 고목림의 자연성 판단을 위한 기초연구. 한국환경생물학회지 20(4):287-293.
- 이경재, 조현서, 한봉호(1997) 설악산 국립공원 저항력계곡 식물군집구조. 환경생태학회지 10(2):251-269.
- 이도형, 황재우(2000) 팔공산 잣나무 천연림의 입지 및 식생 구조에 관한 연구. 자원문제연구논문집 19(1):68-76.
- 이일엽(2003) 설악산 식생의 시간적 변화와 식생분포에 영향을 미치는 미소환경요인. 카톨릭대학교 교육대학원 석사학위논문, 73쪽.
- 이종영(1976) 잣나무의 생장과 토양특성에 관한 연구. 한국조경학회지 4:9-17.
- 이창복(2003) 원색대한식물도감. 향문사(상), 914쪽.
- 이창복(2003) 원색대한식물도감. 향문사(하), 910쪽.
- 임주훈(1989) 잣나무 천연임분의 생태적 특성에 관한 연구. 고려대학교 대학원 박사학위논문, 95쪽.
- 정동준(1988) 설악산 천연생 잣나무림의 식물사회학적 연구. 경희대학교 대학원 석사학위논문, 32쪽.
- 홍성천, 김삼식, 변수현(1987) 원색한국수목도감. 계명사, 310쪽.
- Bazzaz, F. A.(1979) The physiological ecology of plant succession. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 10:351-371.
- Braun-Blanquet, J.(1964) *Pflanzensoziologie Grundzuge der Vegetation der Vegetation 3. Auf*, Springer-Verlang. Wien, N. Y., 865pp.
- Brower, J. E. and J.H. Zar.(1977) *Field and laboratory method for general ecology*. Wm. C. Grown Co. Publ., Zowa, 194pp.
- Curtis and McIntosh R. P.(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin, *Ecology* 32:476-496.
- Ellenberg, H.(1956) *Grundlagen der vegetationsgliederung. I. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde*. In : Walter, H.(Hrsg.) *Einführung in die Phytologie IV*. 136pp. Stuttgart.
- Herlbert, S. H.(1971) The nonconcept of species diversity : a critique and alternative parameters, *Ecology* 52:577-586.
- Krebs, C. J.(1985) *Ecology*, 3rd edition, Haber & Row, Publishers, Inc. pp. 3-14.
- Odum, E. P.(1969) The strategy of ecosystem development. *Science* 164:262-270.
- Shannon, C. E. and W. Weaver.(1963) *The mathematical theory of communication*, Univ. of Illinois Press, Urbana. 117pp.
- Whittaker, R. H.(1965) Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147 : 250-259.