

江原道 平昌郡 中王山 地域 음나무의 立地環境 및 生長特性^{1*}

姜好相² · 李敦求²

Site and Growth Characteristics of *Kalopanax septemlobus* Growing at Mt. Joongwang in Pyungchang-gun, Kangwon-do^{1*}

Ho Sang Kang² and Don Koo Lee²

요 약

본 연구는 강원도 평창군 중왕산 지역 천연 활엽수림내에 분포하고 있는 음나무림의 입지 및 성장 특성을 조사하기 위하여 실시되었다.

이 지역에 출현하는 음나무림의 지형적 특성은 해발 고도 1,000~1,200m에 경사가 급하며, 방위는 북동에서 북서방향으로 능선-사면이었다. 음나무 임분의 토양 특성은 A층 토양 깊이가 평균 24cm로 깊고, 수분함량은 약 50%로 높으며, 토양양료가 비옥한 지역이었다. 또한, 음나무림과 함께 나타나는 주요 상층 수종은 신갈나무, 고로쇠, 당풍취, 까치박달 등이었으며, 음나무림내 하층 초본류는 참나물, 벌깨덩굴, 단풍취, 고사리류 등이 많이 출현하였다.

음나무림의 연평균 흉고 직경 성장량은 2.4mm/yr인데, 입지별 성장량을 분석한 결과 해발 고도가 낮을수록, 방위는 남향에서 그리고 지형은 계곡입지에서 가장 높은 값을 나타내었다.

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the site and growth characteristics of *Kalopanax septemlobus* mixed with other hardwoods growing at Mt. Joongwang area located in Pyungchang-gun, Kangwon-do.

The *K. septemlobus* stands were located at 1,000m to 1,200m in altitude, steep slope, and ridge-slope areas with aspects facing northeast to northwest. The *K. septemlobus* stands showed deep A soil layer with high soil moisture and soil nutrients. Major over-story species were *Quercus mongolica*, *Acer pictum*, *Acer pseudosieboldianum* and *Carpinus cordata*. The herbaceous vegetation was predominantly consisted with *Pimpinella brachycarpa*, *Meehania urticifolia*, *Ainsliaea acerifolia* and *Polystichum* species.

The annual mean diameter increment of *K. septemlobus* was 2.4mm/year, with high diameter growth at lower altitude, south aspect and valley areas.

Keywords : *Kalopanax septemlobus*, site, growth, annual mean diameter increment, forest soil

서 론

음나무(*Kalopanax septemlobus* Koidz)는 우리나라에서는 전국적으로 분포하고 있으나, 세계적

으로 일본, 중국, 러시아 동부지역 등 동북 아시아 지역에서만 자라고 있는 1속 1종의 낙엽교목으로, 분포 면적이 넓지 않기 때문에 이에 대한 연구가 매우 적은 실정이다. 음나무에 대한 학명도 현재 *Kalopanax pictus* Nakai와 *Kalopanax*

¹ 接受 1998年 7月 1日 Received on July 1, 1998.

² 서울대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Suwon, Korea, 441-744 (e-mail : silvi@chollian.net)

* 이 논문은 산림청이 지원한 '국유림경영현대화 산학협동실연연구'의 일부 결과임

septemlobus Koidz. 등 2개가 사용되고 있는데, 우리나라에서는 주로 *K. pictus*(이창복, 1988)를 사용하고 있으나, 실제 정명은 *K. septemlobus* (Thunb.) Koidz.로 알려져 있다(Ohashi, 1994).

음나무는 종자 휴면 기간이 길고, 주로 배의 내부상태와 단단한 종피에 의한 휴면으로 2년만에 발아하는 수종으로 알려져 있다(Sus, 1925; 許와 韓, 1988; 許, 韓과 劉, 1991). 따라서 모수에 의한 매년 직접적인 천연하중 갱신은 어려우며, 주로 새에 의한 종자 전파로 천연갱신이 이루어진다(夏目와 塚本, 1988).

음나무는 오랜 기간 우리 나라 환경에 적응한 자생수종으로서 생태적으로 안정한 임분을 유지해 나갈 수 있는 효과적인 수종일 뿐만 아니라 초봄의 새싹은 유용한 산채 식품으로, 수피는 약재로 사용할 수 있으며(Porzell 등, 1992), 목재로서의 가치도 매우 높아 앞으로 높은 수익을 올릴 수 있다. 그러나 최근들어 이러한 음나무의 높은 가치 때문에 무분별한 남획이나 도벌이 많이 일어나 이에 대한 보존 및 관리 방안이 시급한 실정이다. 따라서 음나무림의 효율적 관리 및 보육을 위해 우선적으로 음나무의 입지 특성과 각 입지별 성장특성을 조사할 필요가 있다.

이 연구는 강원도 평창군 중앙산 지역 주요 천연 활엽수종 중의 하나인 음나무림의 최적입지를 파악하기 위해 지형 및 토양 특성을 알아보고, 방위, 고도 및 지형조건에 따른 음나무 흉고 직경의 연년생장량을 분석하여 입지별 성장 특성을 파악하는데 있다.

재료 및 방법

1. 연구 조사지 개황

지리적으로 우리 나라 동북부지역으로 북위 37° 25' ~ 30', 동경 128° 30' ~ 35'에 위치해 있고, 행정구역상으로는 강원도 평창군 진부면과 대화면에 속해 있으며, 산림청 동부지방 관리청 평창국유림 관리소 관할 지역이다(Fig. 1).

지질 특징은 약 2억 4천만년전인 고생대 페름기에서 중생대 트라이아스기 동안 퇴적된 녹암토으로 녹색~녹회색 세립 사암, 사질 세일 그리고 석회질 회녹색 silt stone으로 이루어져 있다(국립지질 조사소, 1962).

기후대로는 온대 중부 및 북부에 속하며(Yim, 1977), 연평균 최고, 최저 기온이 각각 10.5°C와

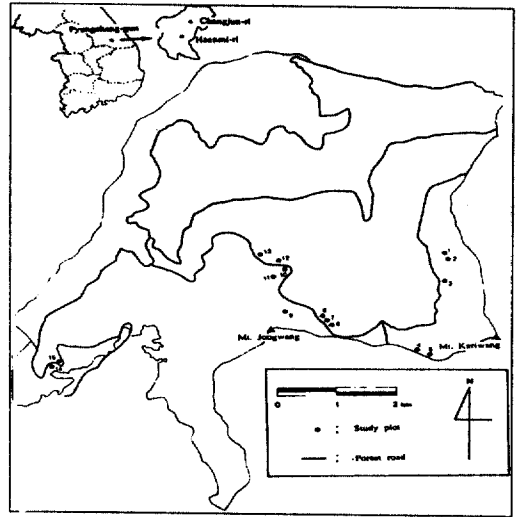


Fig. 1. Location of the study area and the study plots

2.3°C이고, 연평균 상대습도는 73.1%이다. 특히 4~5월의 상대습도가 최저 30~40%밖에 되지 않아 수분 결핍에 의한 치수의 고사율이 매우 높다(산림청, 1992).

이 지역 천연림을 구성하고 있는 주요 활엽수종은 신갈나무(*Quercus mongolica*), 거제수나무(*Betula costata*), 고로쇠(*Acer pictum*), 피나무(*Tilia amurensis*), 느릅나무(*Ulmus davidiana* var. *japonica*), 들메나무(*Fraxinus mandshurica*), 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*), 층층나무(*Cornus controversa*), 음나무(*K. septemlobus*) 등이고, 침엽수종은 소나무(*Pinus densiflora*), 전나무(*Abies holophylla*), 분비나무(*Abies nephrolepis*) 등이 상층에 주로 분포하고 있다(산림청, 1990, 1991).

2. 음나무림의 입지 특성 조사

조사지내에서 음나무의 분포는 대부분 각 개체별로 독립적으로 나타나기 때문에, 최적 입지 조건을 구명하기 위하여 음나무가 400m²내에 최소 3본 이상씩 출현하는 지역과 음나무 치수가 집단적으로 분포하고 있는 지역을 대상으로 20m×20m 크기의 조사구를 총 15개 설치하여 경사도, 고도, 방위 및 지형특성(사면, 능선-사면, 능선, 계곡) 등을 조사하였고, 각 조사구내에 30cm×30cm 크기의 방형구를 세 곳에 설치하여 방형구내의 모든 낙엽과 낙지를 채취하여 건중량을 측

정하여 임상의 총 유기물 양을 분석하였다.

또한, 음나무림의 토양 특성을 분석하기 위해 서 조사구별로 세 곳에서 A층 깊이를 측정한 뒤 A, B 층 토양을 각각 채취하여 밀봉한 다음 실험실로 운반하였다. 토양 수분함량은 2mm 표준 망 체를 통과한 신선토양을 105℃에서 24시간 건조시킨 후 무게의 차이를 이용하여 측정하였고, 건조 직후의 토양을 450℃ 전기로에서 12시간 동안 태운 후 무게 차이로 유기물함량을 측정하였다.

토양 pH는 신선 토양 10g과 H₂O 및 CaCl₂ 각각 25ml를 1:2.5의 비율로 혼합하여 진탕한 뒤 24시간 지난 다음 pH-meter로 측정하였으며, 양이온 치환 능력(C.E.C.)은 풍진한 토양 5g에 1-N NH₄OAc 용액을 통과시킨 후 에칠알코올로 세척한 다음 NH₄⁺ 포화토양을 Kjeldahl 중류장치에 의해 NH₄⁺를 직접 정량하여 C.E.C.를 측정하였다. 치환성 양이온 함량은 1-N NH₄OAc으로 통과시킨 용액을 원자 흡광 분석장치(Atomic Absorption Spectrophotometer)를 이용하여 Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺을 측정하였다. 토양 내 총 질소 함량은 H₂SO₄로 분해시켜 Automatic kjeldahl analyzer 1035를 이용하여 NH₄⁺-N 형태로 전환하여 정량하였고, 유효인산(P₂O₅) 분석은 Bray NO.1법을 이용하여 측정하였다(Kalra와 Maynard, 1991; 농촌진흥청, 1988).

식생 조사는 각 조사구내에 출현하는 흉고 직경 2cm 이상 되는 목본을 대상으로 매목조사를 실시하여 상대 밀도, 상대 피도(흉고 단면적)를 기준으로 상대 중요치를 각각 구하였으며, 하층 식생에 대해서는 각 조사구마다 2m×2m 크기의 방형구를 2곳 설치하여 전체 피도 및 각 출현 초본의 상대 피도를 측정하였다.

3. 입지별 음나무의 성장량 조사

조사지 내에 분포하고 있는 음나무 성목 2본을 대상으로 가슴높이에서 두 방향으로 목편을 채취하여 최근 35년간의 연년 직경 성장량을 측정하였다.

각 입지별 음나무의 성장특성을 파악하기 위해 고도별, 방위별, 지형 특성별로 나누어 최근 35년간 평균 연년 직경 성장량을 분석하여 입지별로 성장량을 서로 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 음나무의 생육 입지 특성

음나무 생육지의 입지 특성을 조사한 결과 Table 1과 같으며, 15개 조사지 중에서 조사지 1, 2, 14, 15번은 치수림 지역이고, 그 외 지역은 음나무 성목이 3본 이상 출현하는 지역이다.

음나무가 분포하는 지형의 특성을 분석한 결과 대부분 능선-사면에 주로 분포하고 있었으며, 방위는 북동에서 북서 방향 사이로 대체로 북향에 많이 나타났다.

음나무의 고도별 분포는 최저 600m에서 조사지의 정상부인 최고 1,400m까지 두루 분포하고 있으나, 주로 1,000m~1,200m 사이에 집중적으로 분포하고 있다. 최문길 등(1983)은 음나무의 분포 중심지가 700m 내외라고 보고하였는데, 본 조사구역의 고도 800m까지는 대부분 낙엽송 및 잣나무 인공조림지이기 때문에 음나무 분포지가 발견되지 않았으며, 또한 이전에 화전이나 도벌에 의한 인위적인 교란 때문에 발견된 개체수가 매우 적었다.

음나무 생육지의 경사는 5°의 평지에서 40°의 급경사 지역까지 넓게 분포하나 주요 분포지는

Table 1. Topographical characteristics of study plots where *K. septemlobus* grows at Mt. Joongwang area

Plot no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Slope (°)	22	22	24	20	22	29	32	24	17	9	26	22	36	40	5
Aspect	310°	320°	320°	310°	300°	30°	20°	40°	35°	65°	350°	20°	30°	50°	30°
Altitude (m)	1,140	1,160	1,060	1,230	1,260	1,080	1,050	1,020	1,200	1,210	1,280	1,180	1,180	730	670
Topography	slope	slope	ridge	ridge	ridge	ridge-slope	slope	ridge-slope	ridge-slope	ridge	ridge-slope	slope	slope	valley	ridge-slope

평균 23°의 경사지로 급경사지에 주로 분포하고 있다(산림청, 1995).

산림토양은 산림생태계내의 주요한 요소중의 하나로서 임목의 분포, 성장 및 갱신에 매우 큰 영향을 미친다(박관수와 이수옥, 1990).

따라서 음나무림의 분포 및 입지 특성을 구명하기 위하여 토양특성을 조사한 결과 Table 2와 같다. 먼저, 유기물층(낙엽, 낙지 등)의 총 무게는 평균 19.1 tons/ha로 유기물층의 함량이 높았

으며, 토양내로 유입될 수 있는 양분의 양이 높은 비옥한 입지특성을 보였는데 이는 이돈구와 김갑태(1997)의 연구 결과와 일치하고 있다.

이 지역의 A층 깊이는 최소 9cm에서 최고 55 cm까지 나타나는 것으로 보고되었는데(산림청, 1996), 음나무림의 경우 평균 24cm로 대체적으로 A층 토심이 깊은 좋은 입지였다.

일반적으로 산림내에서 식물군집의 분포는 토양 수분의 함량에 따라 나뉘어 진다는 보고가 많

Table 2. The chemical properties of the soil(A, B layer) sampled from the plots in the study area

Plot no.	Soil layer	Soil mois. (%)	Organic matter (%)	pH		P ₂ O ₅ (mg/kg)	Total N (%)	Exchangeable cations (cmol/kg)				C.E.C. (cmol/kg)	Total weight O (t/ha)	Depth of soil layer A (cm)
				H ₂ O	CaCl ₂			K	Mg	Na	Ca			
1	A	55.8	12.5	5.51	4.49	3.31	0.47	0.76	1.81	0.48	9.55	16.7	5.5	30.0
	B	40.4	5.0	5.67	4.64	2.57	0.16	0.25	1.08	0.55	5.20	10.7		
2	A	42.1	6.5	5.69	5.03	3.15	0.51	0.85	1.74	0.47	10.48	17.9	29.1	34.7
	B	36.6	3.4	5.48	4.60	2.13	0.19	0.24	0.82	0.47	4.73	9.9		
3	A	42.7	20.2	4.84	4.01	2.42	0.36	0.35	1.45	0.51	5.10	19.3	8.8	21.0
	B	36.1	8.0	4.77	3.85	1.77	0.17	0.24	0.45	0.50	0.78	15.2		
4	A	60.7	21.7	5.34	4.43	1.91	0.55	0.85	2.13	0.52	9.55	23.8	6.3	20.0
	B	56.8	12.4	5.20	4.19	1.84	0.30	0.29	0.58	0.49	0.84	14.5		
5	A	66.0	21.8	5.01	4.21	1.77	0.62	0.38	1.48	0.54	6.23	19.0	4.9	26.7
	B	62.9	12.9	5.02	4.20	1.79	0.32	0.24	0.45	0.51	1.04	14.7		
6	A	48.6	17.2	5.36	4.38	2.05	0.49	1.16	1.32	0.51	6.46	18.5	13.6	20.3
	B	38.4	8.9	5.29	4.25	1.99	0.24	0.49	1.04	0.56	2.81	11.6		
7	A	42.3	4.2	5.69	4.99	2.15	0.67	0.93	2.52	0.52	11.50	9.1	47.7	20.7
	B	42.4	2.1	5.36	4.53	1.81	0.45	0.30	0.85	0.50	2.62	0.9		
8	A	43.9	5.0	5.09	4.12	1.73	0.46	0.27	0.68	0.53	1.51	11.4	23.4	29.7
	B	44.5	3.3	5.12	4.26	1.71	0.29	0.14	0.27	0.48	0.24	7.8		
9	A	56.5	5.8	5.19	4.43	1.85	0.48	0.85	1.32	0.51	6.08	1.9	46.3	21.0
	B	54.0	3.7	5.23	4.22	1.71	0.32	0.33	0.28	0.52	0.51	13.1		
10	A	43.1	5.75	-*	-*	-*	-*	-*	-*	-*	-*	-*	*	16.7
	B	56.1	5.53	-*	-*	-*	-*	-*	-*	-*	-*	-*		
11	A	64.1	21.4	5.52	4.34	1.60	0.64	0.73	1.39	0.51	9.95	17.6	14.8	25.3
	B	52.4	21.0	5.60	4.42	1.87	0.37	0.69	0.62	0.48	4.03	12.7		
12	A	48.0	24.0	5.22	3.97	1.76	0.57	0.43	1.39	0.50	6.15	19.8	14.0	23.3
	B	52.3	15.4	4.89	4.12	1.68	0.38	0.22	0.31	0.45	0.73	11.7		
13	A	52.4	23.9	5.23	3.98	2.41	0.70	0.29	1.51	0.48	7.84	19.9	11.7	19.7
	B	48.9	20.5	5.24	4.17	1.67	0.31	0.15	0.61	0.47	1.87	9.6		
14	A	21.0	13.8	6.38	5.51	3.17	0.21	0.31	0.78	0.46	4.68	27.9	-	-
15	A	20.9	24.2	5.35	4.05	1.59	0.25	0.30	0.99	0.48	2.37	9.4	-	-

* : not measured, - : cobbles and stones

은데(Peet와 Loucks, 1977; Chang과 Gauch, 1986), 산림청(1995)에 의하면 조사 지역내 전체 활엽수림의 경우 토양 수분함량이 평균 28.3~41.3%로 나타난다고 하였는데, 음나무 성목림의 경우 A, B층 토양의 수분함량은 각각 평균 51.6%, 49.5%로 매우 높은 값을 보였다. 즉, 음나무는 주로 토양의 발달이 양호하고, 수분함량이 높은 비옥한 지역을 선호한다.

조사지의 토양 산도를 분석한 결과, A층 토양과 H₂O를 혼합하였을 때 pH는 4.84~6.38(평균 pH 5.27), CaCl₂용액을 혼합하였을 때의 pH는 3.97~5.51(평균 pH 4.27)로 나타났으며, B층 토양을 H₂O, CaCl₂로 각각 혼합하였을 때 pH는 4.77~5.67(평균 pH 5.16)과 3.85~4.64(평균 pH 4.23)이었다. A, B층 토양에 있어서 수소이온에 의한 활성성 pH(H₂O)와 교질물에 흡착된 H⁺와 Al 이온에 의한 잠산성 pH(CaCl₂)의 차이가 10배로 나타나 조사지의 토양 특성은 완충력이 높은 비옥한 토양이라는 것을 알 수 있다(Pierzynski *et al.*, 1994; 임선옥, 1990).

또한, 토양 유기물 함량은 A층의 경우 4.2~24.2%(평균 14.2%)로 유기물의 함량이 매우 높았으며, B층 또한 2.1~20.5%(평균 9.0%)로 지역에 따라 변이가 있으나 대체로 토양 층위 발달이 양호하여 유효토심이 깊고, 높은 유기물 함량을 보이고 있다.

본 조사지에서의 토양내 치환성 양이온 중 평균 Ca함량은 A층이 6.96 cmol/kg, B층은 2.12 cmol/kg으로 Ca 함량이 가장 높았는데, 이것은 석회암 지역인 조사지역에서 풍화작용에 의해 계속적으로 Ca이 공급되었기 때문으로 생각된다.

Ca 다음으로 Mg가 높게 나타났으며, Na와 K 함량은 비슷하게 가장 낮은 값을 보였다. 또한 양이온 치환 능력은 A층 토양은 9.1~27.9 cmol/kg(평균 15.48 cmol/kg)이었고, B층 토양의 경우 0.9~15.2 cmol/kg(평균 10.18 cmol/kg)이었다.

식물의 생장에 영향을 주는 주요 영양소의 하나인 질소의 함량은 A층이 0.50%로 B층의 0.29%보다 높게 나타났으며, 치수림 지역인 조사지 14, 15번의 경우 매우 적은 값의 질소함량을 나타냈는데, 이것은 산불이나 임도 건설과 같은 교란에 의한 양료 유실의 결과로 생각된다.

조사지의 유효인산(P₂O₅)의 함량은 A층이 1.59~3.31mg/kg(평균 2.21 mg/kg), B층이 1.67~

2.57mg/kg(평균 1.87 mg/kg)으로 매우 적은 함량을 보였다. 일반적으로 유효인산의 유효도는 pH 6~7 사이에서 가장 높는데, 본 조사지의 토양은 산성 토양으로서 유효인산의 값이 매우 낮았다. 또한 분석방법인 Bray NO.1법은 산성토양의 경우 일반적으로 추출액이 유효인산을 많이 추출하지 못하기 때문에 비교적 적은 값이 나온 것으로 생각된다(Park, 1993).

2. 음나무림내의 식생 구조

식생조사 결과 상층에 나타나는 수종은 총 38종이었고, 초본류는 44종이 출현하였다. 상층 수종의 구성은 성목 지역과 치수 지역에서 많은 차이를 보이고 있으며, 성목지역에서 음나무와 출현빈도가 높은 수종은 신갈나무, 고로쇠, 당단풍, 까치박달 등이다(Table 3). 한편, 치수들이 집단적으로 나타나는 지역 중 숲내에 위치한(수관 율폐도가 높은 지역) 조사지 1, 2에서는 버드나무류가 많이 나타나고 있는 것을 보아서 수분이 많거나 교란이 일어난 후인 천이 초기 단계의 임분이라는 것을 알 수 있고, 임도변에 위치하고 있는 조사지 14, 15는 임도 개설, 산불 등의 교란이 일어난 직후의 지역으로서 붉나무, 두릅나무, 싸리류 등이 많이 나타났다.

음나무가 출현하는 지역중 해발 고도가 높은 능선 사면에는 신갈나무가 주로 같이 나타났으며, 그 외 지역에서는 당단풍, 거제수나무, 까치박달 등 능선이나 사면에 분포하는 수종들과 같이 출현하였다.

음나무림 지역에 나타나는 초본류는 고사리류, 참나물, 큰개별꽃, 벌개데굴, 단풍취 등이었다(Table 4). 특히 전석지에서는 다른 초본류는 거의 없고 습기가 많은 지역에서 자라는 고사리류와 관중이 대부분을 차지하고 있었으며, 음나무-신갈나무가 나타나는 능선 지역은 단풍취와 동자꽃 등이 주로 나타났다. 그리고 임상이 좋은 성숙림의 경우는 참나물, 곰취, 노루오줌 등이 많이 분포하고 있었으며, 그 외 교란을 받은 지역인 14, 15지역은 사초류나 가는잎외잎쭈 등이 주로 하층을 이루고 있었다.

3. 음나무의 입지에 따른 성장률

음나무의 수고 및 직경별 분포를 조사한 결과, 음나무 수고는 평균 15.9m(±4.4m)이고 최고 22m까지 자랐으며, 넓은 수관폭을 가지고 상층

Table 3. Importance value(I.V.) for the over-story species in the study plots

Plot no. Sp. name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1*							7.9								
2			2.2									4.2			
3						14.5	9.0	5.3	6.5		13.9	6.4	2.4		
4	2.1	1.2	3.3	14.1	11.6	10.9	15.0	17.6	6.3		8.1	5.6	5.5		
5				1.3	1.8	9.2	16.9	1.3	7.1		7.2		11.1		
6							4.0								
7	4.6														
8			4.7												13.9
9	0.8	5.4	1.4					2.8				3.7			
10	0.6	7.1	3.4	16.7	13.8	3.1	1.1	11.7	23.9	5.7	19.7	4.8	11.4		
11					4.5										13.3
12				7.4		5.4	4.5	9.5							
13	45.7	31.4													
14						1.8				2.4		5.6			
15	23.0	17.8	8.1												
16		12.7													
17						5.4	4.1					1.4			
18														5.7	
19			19.2												10.3
20		1.1				3.5	3.1	1.6				1.9			
21	3.1	2.1													
22								1.1							
23															4.4
24	2.1	7.3													
25	1.7														41.2
26								1.1			1.2				
27	14.8	8.9	31.8	12.0	5.1	3.7		20.6	19.0	68.1	7.0	43.0	47.7	5.2	25.4
28	0.7	1.1	17.8	34.4	29.8	39.1	9.4	20.5	21.7	18.7	29.9	17.8	12.7	44.9	18.6
29				1.3	1.8	4.5	2.2		1.5						
30							2.2			5.1					
31							11.6		1.0						
32											1.2				
33	0.7	3.8	1.1				9.0		2.5	2.3			1.9	2.6	
34				5.0	25.9	1.6		3.4	5.5		6.3	1.5	4.5		
35			5.2	7.8	5.6			1.2	2.7			8.3	2.8		
36								2.3				1.5			
37															14.4
38			1.7												

* species name : 1. *Juglans mandshurica* 2. *Corylus heterophylla* var. *thunbergii* 3. *Betula costata* 4. *Acer pictum* 5. *Carpinus cordata* 6. *Ulmus laciniata* 7. *Corylus heterophylla* 8. *Ulmus davidiana* var. *japonica* 9. *Maackia amurensis* 10. *Acer pseudosieboldianum* 11. *Aralia elata* 12. *Fraxinus mandshurica* 13. *Salix hallaisanensis* 14. *Sorbus amurensis* 15. *Fraxinus rhynchophylla* 16. *Salix koreensis* 17. *Acer mandshuricum* 18. *Rhus chinensis* 19. *Populus davidiana* 20. *Acer tegmentosum* 21. *Prunus sargentii* 22. *Morus bombycis* 23. *Quercus acutissima* 24. *Salix nipponica* 25. *Pinus densiflora* 26. *Acer tschonoskii* var. *rubripes* 27. *Quercus mongolica* 28. *Kalopanax septemlobus* 29. *Abies holophylla* 30. *Tilia mandshurica* 31. *Euonymus oxyphyllus* 32. *Rhododendron schlippenbachii* 33. *Cornus controversa* 34. *Sorbus alnifolia* 35. *Tilia amurensis* 36. *Magnolia sieboldii* 37. *Salix hulteni* 38. *Phellodendron amurense*

Table 4. The relative cover of herbaceous vegetation in the study plots

Plot no. Sp. name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15*
1**	12.1	11.5	5.81					4.7							
2	6.3	24.4		2.7				22.9							
3	81.6	13.0		4.9	5.2										
4						7.7									
5						9.2			22.0		14.3	13.8	29.6		
6						35.4	75.4					11.7	29.6		
7						12.3	7.4	51.8	4.0	50.0	25.0	13.8	3.70		
8						11.2	13.4					6.9	13.3		
9						7.7			59.0	20.6	3.6	7.1			
10								4.7							
11			2.6	2.2	5.8						3.6	3.5	3.7		
12															7.1
13															50.0
14		25.2										1.4			
15											10.7				
16		3.0	10.3		1.9						1.4	2.8			
17			11.0	7.6	3.9			7.1				2.1			
18			7.42												
19			3.2	3.2											
20			2.6												
21			2.6					1.2							
22			44.5	1.6	3.6	2.3						5.5	2.2		
23			2.3		2.6	1.5		5.3							
24			5.2	11.9	14.2					5.9			5.9		
25			1.3	1.1	5.2					14.7					42.9
26									8.0	8.8	3.6	10.3	1.5		
27			1.0												
28				11.4	3.9				7.0						
29				7.6	3.2							6.9			
30				6.0	1.3						3.6				
31				15.7	8.1										
32				2.2	6.5										
33				3.2	1.3										
34				5.4	4.5						7.1				
35				4.9	3.9						16.4	11.7	18.5		
36				1.6	2.6										
37				7.0	3.9	6.2					10.7		8.9		
38					1.9										
39					10.3										
40					3.2										
41											0.7				
42												1.5			
43								2.4							
44						3.1									
45						3.5									

* : cobbles and stones, ** species name : 1. *Pedicularis resupinata* 2. *Astilbe chinensis* var. *dauidii* 3. *Geranium wilfordii* 4. *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* 5. *Meehania urticifolia* 6. *Dryopteris crassirhizoma* 7. *Polystichm* spp. 8. *Cimicifuga heracleifolia* 9. *Ainsliaea acerifolia* 10. *Codonopsis lanceolata* 11. *Rubia chinensis* var. *glabrescens* 12. *Youngia sonchifolia* 13. *Artemisia* spp. 14. *Impatiens textori* 15. *Thalictrum* spp. 16. *Saussurea neoserrata* 17. *Isodon excisus* 18. *Artemisia* spp. 19. *Lilium tsingtauense* 20. *Saussurea seoulensis* 21. *Asperula odorata* 22. *Carex siderosticta* 23. *Disporum smilacinum* 24. *Artemisia stolonifera* 25. *Carex* spp. 26. *Pseudostellaria palibiniana* 27. *Arisaema amurense* var. *serratum* 28. *Lychmis cognata* 29. *Caulophyllum robustum* 30. *Ligularia fischeri* 31. *Meehania urticifolia* 32. *Veratrum patulum* 33. *Viola* spp. 34. *Vicia venosa* var. *cuspidata* 35. *Pimpinella brachycarpa* 36. *Smilacina japonica* 37. *Aconitum jaluense* 38. *Vicia unijuga* 39. *Aster scaber* 40. *Angelica decursiva* 41. *Hepatica asiatica* 42. *Oxalis obtriangulata* 43. *Asarum sieboldii* 44. *Phryma leptostachya* var. *asiatica* 45. *Alangium plataniifolium* var. *macrophyllum*

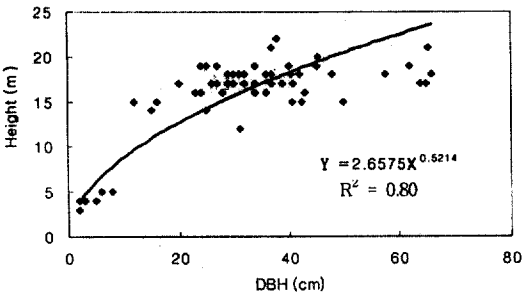


Fig. 2. Relations between height and DBH of mature *K. septemlobus* in the study plots

을 우점하고 있었다. 그리고, 흉고 직경은 평균 32.7cm(±15.7cm)로 최고 66cm까지 출현하였다. 이러한 음나무 성목의 수고 - 직경관계를 분석한 결과 $Y=2.6575 X^{0.5214}$ ($R^2=0.80$)의 지수관계를 보였다(Fig. 2).

입지에 따른 음나무의 성장량을 추정하기 위해 가슴높이에서 목편을 채취하여 분석한 결과 조사구별로 각각 다른 직경 성장량 차이를 보였는데 전체적으로 연평균 2.41(±0.72)mm의 성장량을 보였다.

조사지역을 고도, 방위, 지형 특성 등의 입지에 따라 분류하여 각 입지의 평균 흉고 직경 성장량을 측정된 결과 입지별로 성장량이 각각 다르게 나타났다.

먼저, 고도에 의한 성장 차이를 살펴보면, 고도가 높을수록 점차 생장이 낮아지는 경향을 보였다(Fig. 3). 즉, 해발 고도 1,200m 이상 지역에서 나타나는 음나무의 연평균 직경 성장량은 평균 1.5mm(±0.2mm)이었으며, 1,000m 이하에서 나타나는 음나무의 연평균 직경 성장량은 평균 2.8mm(±0.6mm)로서 1,200m 이상에서 나타나는 음나무에 비해 약 2배정도 빠른 직경 성장을 보이고 있다. 이것은 고도가 높아지면서 biomass량이 급격히 감소한다는 산림청 보고와 일치한다(산림청, 1994).

또한, 고도가 높은 지역일수록 일정한 성장량을 보이는 반면 고도가 낮은 지역에서는 매년 성장량의 변화가 심하였다. 그리고 1,000~1,100m와 1,100~1,200m에 분포하는 음나무의 연평균 직경 성장량은 평균 2.2mm(±0.5mm)와 2.7mm(±0.5mm)로 갈수록 점차 감소하는 경향을 보였는데, 이것은 이 지역이 다른 지역에 비해 상층의 밀도가 높아 다른 수종과의 심한 수관 경쟁 등으로 생장이 점차 감소하는 것으로 생각된다.

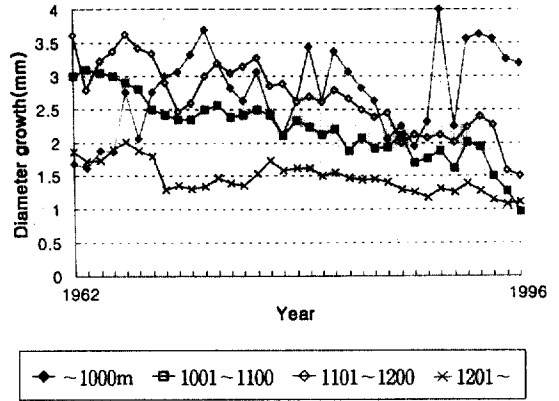


Fig. 3. Annual mean DBH increment of *K. septemlobus* growing on different altitudes during the recent 35years

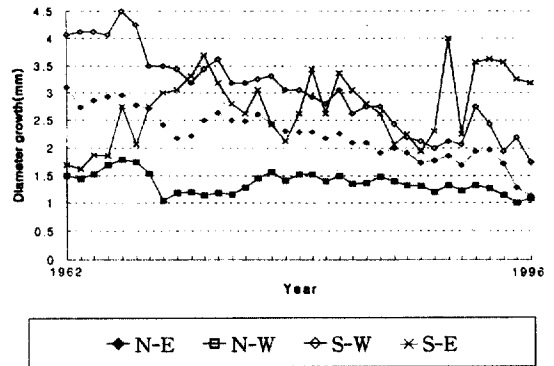


Fig. 4. Annual mean DBH increment of *K. septemlobus* growing on different aspects during the recent 35years

방위별 성장차이를 살펴보면, 음나무 출현 지역은 대부분 북향이었지만(Table 3), 남향이 북향보다 더 많은 광을 받기 때문에 생장이 더 왕성하다는 것을 알 수 있다. 제일 왕성한 성장을 보이는 입지는 남-서사면으로 연평균 직경 생장이 평균 3.0mm(±0.7mm)로 나타났으며, 전체적으로도 방위가 남향인 입지에서의 생장이 좋았다(Fig. 4).

지형별로는 음나무가 출현하는 지역은 대부분 능선-사면이지만, 성장량은 계곡 부위에 자라는 음나무의 연평균 직경 생장이 평균 3.9mm(±1.2mm)로 제일 왕성하였다(Fig. 5). 계곡 부위는 주로 전석지역으로 토심이 깊고, 양료의 집적이 높기 때문에 다른 능선, 사면지역에 비해 양료 조건이 양호하여 높은 성장을 보이는 것으로

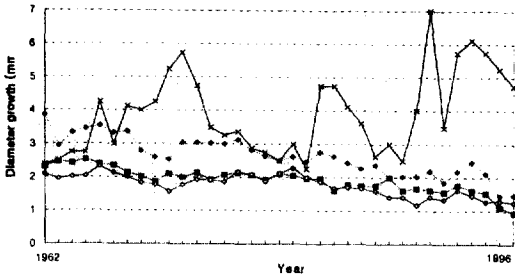


Fig. 5. Annual mean DBH increment of *K. septemlobus* growing on different topographical position during the recent 35years

나타났다.

결 론

강원도 평창군 중왕산 지역의 천연활엽수림 내 음나무 분포지역의 토양 입지 및 입지에 따른 생장을 연구한 결과 다음과 같다.

음나무는 주로 북향의 능선과 사면에 분포하고 있으며, 경사도는 평균 23°, 해발 고도는 1,000~1,200m 사이에서 많이 출현하였다.

음나무 분포지의 A층 토양 깊이는 평균 24cm 이고, 토양 수분함량은 A층이 평균 51.6%, B층은 평균 49.5%로 수분함량을 많이 요구한다. A층 토양의 산도를 분석한 결과 pH(H₂O)는 4.84~6.38(평균 pH 5.27)이고, pH(CaCl₂)는 3.97~5.51(평균 pH 4.27)로 나타났으며, B층 토양의 pH(H₂O, CaCl₂)는 각각 4.77~5.67(평균 pH 5.16)과 3.85~4.64(평균 pH 4.23)로서 조사지의 토양 완충력이 높게 나타났다.

토양내 유기물 함량은 A층 토양이 평균 14.2%로, B층 토양은 평균 9.0%로 나타났다. 토양내 치환성 양이온 함량을 조사한 결과 Ca함량은 A층에서 7.0 cmol/kg, B층에서는 2.1 cmol/kg으로 가장 높게 나타났다. Ca 다음으로 Mg가 높게 나왔으며, 가장 낮은 함량을 보인 Na와 K 함량은 서로 비슷한 값을 보였다. 또한 C.E.C.는 A층 토양에서 9.1~27.9 cmol/kg(평균 15.5 cmol/kg)이었고, B층 토양의 경우 0.9~15.2 cmol/kg(평균 10.2 cmol/kg)이었다. 토양 양료 중 총 질소 함량은 A층이 0.5%, B층은 0.3%의 함량을 보였으며, 유효인산 함량은 A층 토양이 2.2 mg/kg, B층이 1.9mg/kg으로 나타났다.

수층 구성을 보면 주요 상층 수종은 신갈나무,

고로쇠, 당단풍, 까치박달 등이었으며, 하층 초본류는 조사지마다 다른 구성을 보였는데, 대체로 참나무, 벌개떡굴, 단풍취 그리고 고사리류 등이 많이 출현하였다. 음나무 성목림의 경우 대부분 비옥한 입지에 분포하고 있지만, 치수림의 경우는 산불이나 임도 건설 등 교란지에 많이 나타났다.

입지별 성장량을 분석한 결과 음나무의 연평균 가슴높이 직경 성장량은 2.4mm/yr인데, 해발 고도가 높아질수록 성장량이 적었으며, 방위는 남향이 비교적 왕성한 성장을 하였고, 지형별로는 계곡부에서 자란 개체가 가장 높은 성장량을 보였다.

인 용 문 헌

1. 국립지질조사소. 1962. 태백산지구 지하자원 조사보고서 및 지질도. 43-46pp.
2. 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법. 농업기술연구소. 450pp.
3. 박관수·이수옥. 1990. 삼림토양내의 유기물 함량이 토양입단화에 미치는 영향. 한국임학회지 79(4) : 367-375.
4. 산림청. 1990. 국유림 경영 현대화 산학 협동 실연 연구보고서(I)
5. 산림청. 1991. 국유림 경영 현대화 산학 협동 실연 연구보고서(II)
6. 산림청. 1992. 국유림 경영 현대화 산학 협동 실연 연구보고서(III)
7. 산림청. 1994. 국유림 경영 현대화 산학 협동 실연 연구보고서(V)
8. 산림청. 1995. 국유림 경영 현대화 산학 협동 실연 연구보고서(VI)
9. 산림청. 1995. 산림입지조사요령. 86pp
10. 산림청. 1996. 국유림 경영 현대화 산학 협동 실연 연구보고서(VII)
11. 이돈구·김갑태. 1997. 경기도 광주시방에서 자라는 참나무류, 낙엽송 및 잣나무의 수형 특성과 물질분배. 한국임학회지 86(2) : 208-213.
12. 이창복. 1993. 대한식물도감. 향문사. 990pp.
13. 임선옥. 1990. 토양학통론. 문운당. pp.202-205.
14. 최문길·정성호·이근주. 1983. 중부지방 주요 활엽수의 직경생장에 관한 연구. 한국임

- 학회지 60 : 24-29.
15. 夏目 俊二・塚本 光弘. 1988. ハリギリの山地根ざしについて. 北海道大學 演習林試験年報 5 : 10-11.
 16. 許紹惠・韓忠環. 1988. 刺楸種子沙藏過程中胚的發育与休眠. 中國 沈陽農業大學學報 19 (2) : 29-34.
 17. 許紹惠・韓忠環・劉財富. 1991. 東北地區刺楸種子休眠原因及解除休眠的研究. 中國 林業科技通訊 2 : 1-4.
 18. Chang, D.H.S. and H.G. Gauch. 1986. Multivariate analysis of plant communities and environmental factors in Ngari, Tibet. *Ecology*, 67 : 1568-1575.
 19. Kalra, Y.P. and D.G. Maynard. 1991. Methods manual for forest soil and plant analysis. For. Can., Northwest Reg., North. For. Cent., Edmonton, Alberta. Inf. Rep. NOR-X-319. 116pp.
 20. Ohashi, H. 1994. Nomenclature of *Kalopanax setemlobus* (Thunberg ex Murray) Koidzumi and classification of its infraspecific taxa (Araliaceae). *Journal of Japanese Botany* 69 (1) : 28-31.
 21. Park, H. 1993. Timber Harvesting Impacts On Aspen Productivity On Two Contrasting Soils In Northwestern Wisconsin. University of Wisconsin-madison. Ph. D. Dissertation.
 22. Peet, R.K. and O.L. Louck. 1977. A gradient analysis of southern Wisconsin forests. *Ecology*, 58 : 485-499.
 23. Pierzynski, G.M., J.T. Sims, and G.F. Vance. 1994. *Soils and Environmental Quality*. CRC Press, Inc. 313pp.
 24. Porzel A., T.V. Sung, J. Schmidt, M. Lischewski, and G. Adam. 1992. Studies on the chemical constituents of *Kalopanax septemlobus*. *Planta. Med.* 58 : 481-482.
 25. Sus, N.I. 1925. Pitomnik. The Forest Nursery. Russia. 227pp.
 26. Yim, Y.J. 1977. Distribution of vegetation and climate in the Korean peninsula. *Jap. J. Ecol.* 27 : 177-189, 269-278.