

생태적 숲관리와 조림 문제^{1a}

-조림지, 천연림, 맹아림에서 물푸레나무 직경성장 비교-

김갑태²

Ecological Forest Management and Reforestation Problem^{1a}

-Comparison of Diameter Increment of *Fraxinus rhynchophylla* between Artificial, Natural and Coppice Forest-

Gab-Tae Kim²

요약

이 연구는 환경친화적이며 생태적 숲관리를 위한 활엽수의 조림기술을 개발하고자 강원도 홍천군 내면지역에 1979~1982년에 대규모의 활엽수 조림단지를 조성했던 지역의 물푸레나무 조림지와 천연림으로 비교적 생장이 양호한 평창군 진부면 지역의 물푸레나무가 많은 천연활엽수림에 대한 임분구조 및 직경생장을 조사, 비교하였다. 조림 후 7, 8년까지의 직경생장에 임분간 유의차가 인정되었다. 연평균직경성장량은 맹아림에서 4.60mm/year로 최대값이었으며 다음으로 천연림의 물푸레나무가 4.59mm/year, 조림된 물푸레나무림에서는 4.18mm/year로 최소값을 보였다. 조림한 물푸레나무의 초기의 직경생장이 맹아갱신된 나무나 천연생의 나무보다 지극히 낮다는 것은 물푸레나무 나근묘의 식재는 성적이 매우 불량함을 나타낸다고 판단된다. 이러한 결과로 볼 때 물푸레나무림 갱신에서는 맹아, 천연하중, 직파조림 등의 다른 갱신법들도 적극 검토할 필요가 있다고 판단된다.

주요어 : 연평균직경성장, 맹아갱신, 직파조림

ABSTRACT

To develop reforestation methods for environmentally sound and ecological forest management, *Fraxinus rhynchophylla* stand structure and radial growth of the trees were investigated and compared by study sites. Plantation forest studied on *Fraxinus rhynchophylla*, was located at Jawoon-ni Nae-myeun, Hongcheon-gun and natural forest studied on *Fraxinus rhynchophylla*, was located at Jangjeon-ni Jinbu-myeun, Pyeungchang-gun. In 7,8 years after plant-

1 접수 3월 31일 Received on Mar. 31, 2003

2 상지대학교 생명자원과학대학 College of Life Sci. and Nat. Resources, Sangji Univ., Wonju (220-702), Korea (gtkim@mail.sangji.ac.kr)

a 이 연구는 북부지방산림청과 상지대 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.

ing, differences of annual diameter increment among three stand origins were significant. The highest mean annual diameter increments of *F. rhynchophylla*, 4.60 mm/year was measured in sprouting trees, and followed by natural seedlings 4.59 mm/year. The lowest values, 4.18mm/year did in planting trees. Early radial growth of planting *F. rhynchophylla* was measured lower than that of sprouting or natural seedlings. These facts mean that planting *F. rhynchophylla* is not proper regeneration methods. Other regeneration methods of *F. rhynchophylla* forest, by sproutings, direct seeding and natural seeding, might be researched and recommended.

KEY WORDS : ANNUAL DIAMETER INCREMENT, REGENERATION BY SPROUTINGS, DIRECT SEEDING

서론

윤재호(1959)는 일찍부터 활엽수 육림에 대한 필요성을 주장하였으나, 여러 가지 원인으로 활엽수 조림은 실적이 매우 부진하였으며, 목재생산에 불리하다는 이유로 상당기간 활엽수 조림을 기피하는 현상이 지속되었다. 솔나방의 대발생으로 소나무가 조림수종에서 제외되면서 상대적으로 낙엽송, 리기다소나무, 잣나무 등이 대규모로 조림되었고, 사방이나 연료림 조성을 위한 조림이라면 싸리류, 아까시나무, 오리나무류 등을 심는 것이 일반적이었다. 최근 환경친화적 산림관리가 강력히 요청되고, 수종별 용도가 개발되어 활엽수종에 대한 관심이 높아져 활엽수 조림이 1970년대 말부터 시험적으로 시도되었다(북부지방산림관리청, 2001). 1980년대까지 지속된 대면적 개벌과 침엽수 위주의 단순림을 조성하는 조림정책은 조림수종의 생태적 특성이 조림지의 환경조건과 부합되지 않고 지속적인 무육관리가 부실하여 전생수(前生樹)의 실생묘와 맹아에 밀려 조림 실패지가 생겨나는 문제점이 최근에 많이 지적되고 있다(이상훈과 이돈구, 2002; Lee et al., 2001). 다양한 활엽수에 대한 수요가 급증하고 생태적으로 건전한 숲관리나 다양한 목재수요의 충족(허남주, 1994)이라는 필요에 의하여 활엽수 조림은 점진적으로 확대될 수 밖에 없는 실정으로 시험적으로 시도되었던 활엽수 조림에 대한 성적평가, 문제점 파악 및 개선방안을 마련해야 할 필요가 절실하다.

물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla* Hance; Korean ash)는 한반도 중·북부에 보다 많이 분포하는 낙엽활엽수종 수고 30m, 흉고 50cm 정도까지 자라며 해발고 100-1600m에 분포한다. 물푸레나무

는 경제수종으로 목재는 기구, 운동구 및 목공예품을 만드는 데 주로 이용되며, 비옥한 사양토의 적윤지에서 잘 자라며 추위에 잘 견디는 편이다(임업연구원, 1993). 물푸레나무 유묘는 다소 내음성을 가지나 자라서는 양수성을 띤다(Jackson, 1967). 물푸레나무의 천연갱신을 위한 생리생태학적 연구를 수행한 Sung(1996)은 물푸레나무 천연치수의 발생을 위해서는 지면을 굴기처리하는 것이 좋으며, 적정 울폐도는 25~50%임을 밝힌 바 있다.

최근 산림생태계의 관리에서 자생종에 의한 생태계 복원의 문제가 부각되고 있으며, 이는 산림생태계의 환경조건을 개량하는데 기여한다고 밝혀졌으며(Urbanska et al., 1997), 신준환과 김철민(1996)은 생태적 산림관리를 위하여 우리나라를 5개의 생태권역으로 나누었으며, 산악권역에 속하는 지역의 주요 수종은 신갈나무, 피나무, 음나무, 물푸레나무, 층층나무, 거제수나무임이 보고된 바 있다(배상원 등, 2002). 김지홍(1993)은 84개 활엽수종을 대상으로 19가지 생태학적 특성으로 극성상지수를 계산하여 사시나무가 가장 낮은 값 18.8을, 자작나무 50.0, 물푸레나무 56.3, 서어나무가 83.3의 지수값을 각각 보였다고 보고하였다.

이에 이 연구는 생태적 숲관리를 위한 활엽수의 조림기술 개발을 위하여 강원도 홍천군 내면지역에 1979~1982년에 대규모의 활엽수 조림단지를 조성했던 지역의 물푸레나무 조림지와 비교적 생장이 양호한 평창군 진부면 지역의 물푸레나무가 생육 중인 천연활엽수림에 대한 임분구조, 조림방법 및 직경생장을 조사하여 물푸레나무 조림에 대한 성적평가와 개선대책을 마련하고자 한다.

재료 및 방법

1. 연구대상지

활엽수 조림에 대한 성과를 평가하기 위하여 물푸레나무가 조림된 홍천군 내면 자운리 일대의 운두령 특수활엽수 조림단지와 지근거리에 위치하고 유사한 입지환경이며 물푸레나무가 천연림에 생육하고 있는 평창군 진부면 장전리의 국유림을 대상으로 선정하였다. 이들 지역은 신준환과 김철민(1996)이 구분한 생태권역 중에서 인위적인 간섭이 비교적 적고 중요한 생물들의 서식지를 지탱하는 산악권역에 속한다. 운두령 특수활엽수 조림단지 중에서 1980년에 물푸레나무를 조림한 193, 194입반의 조림지와 자작나무를 조림한 188입반에서 전생수(前生樹)로 자라던 물푸레나무 맹아가 자란 계곡부를 연구대상지로 선정하였다. 연구대상지의 위치를 Figure 1에 보였으며, Table 1에 연구대상지의 주요한 입지인자들을 보였다. 직선거리로는 20여km 정도 떨어진 두 지역은 해발고와 사면방위가 같고, 지위나 토양상태도 비슷하였다.

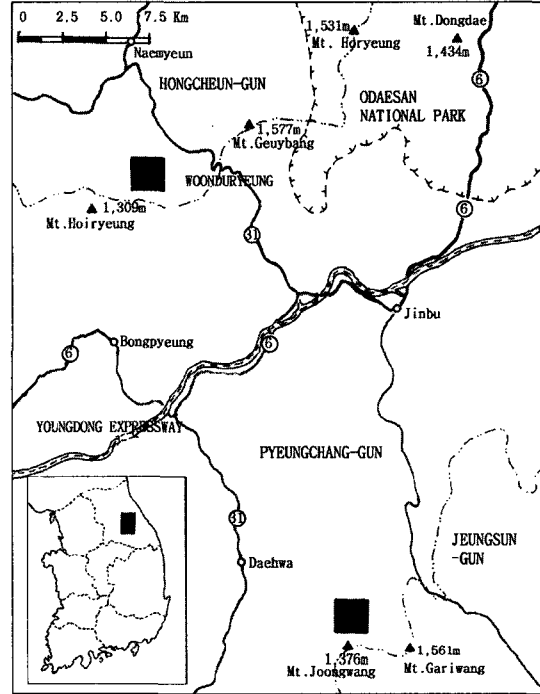


Figure 1. Location map of study sites

2. 연구대상지의 입분조사

홍천군 내면 자운리의 조림지에서는 수종별로 방형구(10×10m)를 10개씩 설치하고, 평창군 진부면 장전리의 천연림을 대상으로 방형구(20×20m)를 5개 설치하고 조사구 내의 임목을 매목조사하였다. 수관의 층위에 따라 상·중층으로 구분하고, 상·중층은 수종과 흉고직경을 하층은 수종과 피도를 측정하였다. 조림지와 천연림에서의 임목생장을 비교하기 위한 자료는 흉고직경 4cm 미만의 경우는 제외하고 집계표를 작성하였다.

3. 직경생장의 측정

홍천군 내면 자운리 지역에서 조림된 물푸레나무 15개체와 이웃의 조림지에서 전생수(前生樹)로 맹아갱신된 물푸레나무 12개체와 평창군 진부면 장전리의 천연림에서 물푸레나무 15개체의 표본목을 선발하여 수고 1.2m의 높이에서 성장추를 이용하여 목편을 채취하였다. 표본목의 선발은 조림지에서는 평균흉고직경급의 나무를 맹아림과 천연림에서는 조림목의 평균흉고직경급 이상의 임목을 선발하였다. 경사지의 편심생장의 영향을 최소화하기 위하여 목편은 경사방향과 직각방향으로 목편을 채취하였다.

Table 1. Major environmental factors of the study sites

Study sites	Altitude (m)	Topography	Slope direction	Soil texture	Soil moisture	Soil depth(cm)	Site index	Location
Plantation forest	1,000-850	Valley -slope	N-NW	Sandy -loam	moderate -wet	25-30	Upper	Nae-myeun, Hongcheon-gun
Natural forest	1,100-900	Valley -slope	N-NW	Sandy -loam	moderate -wet	25-30	Upper	Jinbu-myeun, Pyeongchang-gun

채취된 목편은 굵은 빨대에 넣고 라벨링하여 실험실로 가져와 연륜폭을 측정하여 직경성장량을 계산하였다.

4. Statistical analysis

성장률의 폭을 천연림과 조림지의 수종별로 측정 한 값을 평균간 비교와 일원분산분석을 실시하였다. 자료의 통계처리는 SPSS(10.0) 통계프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 대상지별 임분구조

홍천군 내면 자운리의 운두령 특수활엽수 조림단지 중에서 1980년에 물푸레나무 1년생 나근묘로 춘기식재된 193, 194임반을 대상으로 임분조사한 결과를 Table 2에 보였다. 이 조림지는 조림목이 175 그루(1,750그루/ha) 남아있고, 전생수종(前生樹種)으로 판단되는 신갈나무, 층층나무, 산겨릅나무, 산뽕나무, 소나무, 당단풍나무 및 느릅나무 등이 50 그루(500그루/ha) 정도, 그리고 후에 조림된 일본

잎갈나무가 일부 자라고 있었다. 잔존개체수 중에서 21% 가량의 전생수(前生樹)가 상·중층으로 조림목과 함께 자라고 있었다. 이러한 결과는 개별작업지에 대면적으로 물푸레나무를 조림한다는 것이 많은 문제점을 가지고 있음을 암시한다고 판단된다. 조림당시 4,000그루/ha를 심었으며 3년간 풀베기작업을 실시하고 5년 경과 후에 어린나무가꾸기 사업을 실시했다는 기록(북부지방산림관리청, 2001)으로 보아 그 후에 제벌이나 간벌이 한차례 실시되었을 것이라 추정된다. 이들 전생수종들 중에서 신갈나무, 층층나무, 산겨릅나무, 산뽕나무 및 소나무 등은 일부 상층을 차지하고 조림목과 경쟁하고 있는 것으로 나타났다. 전생수종의 생육상태가 좋은 곳의 경우에는 조림수종의 생육이 지극히 불량하였다. 이는 조림 후 풀베기, 어린나무가꾸기 등의 무육작업이 부실하였거나 물푸레나무의 조림적지가 아니었기 때문이라 여겨진다.

이러한 결과는 이상훈과 이돈구(2002)의 백운산 지역 잣나무와 낙엽송 인공조림지에서 천연활엽수 발생을 조사보고한 결과와 유사한 조림지에서의 전생수종들의 생장에 따른 문제점이라 판단된다.

평창군 진부면 장전리의 천연활엽수림 중에서 물푸레나무가 비교적 많이 분포하는 124임반을 대상으로 임분조사한 결과를 Table 3에 보였다. Table 3은

Table 2. DBH distribution of tree species in plantation forest(planting in 1980)

Species	DBH class(cm)					Sum
	< 8	8 ≤ < 12	12 ≤ < 16	16 ≤ < 20	20 ≤	
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	95	68	12			175
<i>Quercus mongolica</i>	3	2	2			7
<i>Larix kaemferi</i>			8			8
<i>Cornus controversa</i>	3	4	1			8
<i>Acer tegmentosum</i>	3	2				5
<i>Prunus sargentii</i>	1	2				3
<i>Pinus densiflora</i>		2				2
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	10					10
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	6					6
<i>Morus bombycis</i>	5					5
<i>Maackia amurensis</i>	4					4
<i>Acer mono</i>	2					2
<i>Aralia elata</i>	1					1
<i>Prunus padus</i>	1					1
Sum	134	80	23	0	0	237

* Bold letter indicates data related planting species

Table 3 DBH distribution of major species in natural forest

Species	DBH class(cm)	Number / 1,000m ²					Sum	
		< 10	10 ≤ < 20	20 ≤ < 30	30 ≤ < 40	40 ≤ < 50		50 ≤
<i>Quercus mongolica</i>		1	2	4	3	1	1	12
<i>Acer mono</i>		5	5	1	2	1		14
<i>Tilia amurensis</i>		10	7	2	1			20
<i>Ulmus lanceolata</i>		4	5	2	1			12
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>		2	4	1	1			8
<i>Kalopanax pictum</i>		1	1	2	1			5
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		1	2	2	1			6
<i>Juglans mandshurica</i>		2	2	1	1			6
<i>Betula costata</i>			1	1		1		3
<i>Maackia amurensis</i>		1	1	2				4
<i>Abies holophylla</i>		2	1	1				4
<i>Acer pseudosieboldianum</i>		3	1					4
<i>Carpinus cordata</i>		2	1					3
<i>Cornus controversa</i>		1	2					3
<i>Sorbus alnifolia</i>		1	1					2
<i>Fraxinus mandshurica</i>			1					1
<i>Phellodendron amurense</i>		1	1					2
<i>Populus davidiana</i>				1				1
<i>Salix koreensis</i>			1					1
<i>Acer tegmentosum</i>		1						1
<i>Morus bombysis</i>		1						1
Sum		38	39	20	11	3	1	112

인공조림지와 비교하기 위하여 동일한 면적 (1,000m²)으로 환산하였다. 이 천연림에는 흉고직경 4cm 이상인 임목이 112그루(1,120그루/ha) 생육하고 있고, 신갈나무, 피나무, 고로쇠, 난티나무, 음나무, 느릅나무, 물푸레나무, 거제수나무, 가래나무, 다릅나무, 당단풍나무 등을 비롯하여 20가지 활엽수 종과 겹나무가 분포하고 있었다. 천연림의 임목분수는 조림지(Table 2)보다 상대적으로 낮으며, 이는 생육중인 임목들의 직경급이 큰 탓이라 여겨진다. 그러나 배상원 등(2002)이 천연활엽수림의 벌기령 100년일 때, 흉고직경 50cm, 최종 수확분수는 ha당 230~235본 정도가 될 것이라는 보고보다는 아직은 어린 임분이라 임목분수가 많은 편이었다.

2. 임분별 물푸레나무의 직경성장량

지역별 및 임분별 물푸레나무의 직경성장량의 평균과 통계처리 결과를 Table 4에 보였다. 흉고높이

에서 채취한 목편으로부터 안쪽부터 일련번호를 주면서 측정하였고, 임분별로 통계처리를 한 결과는 대체로 1번에서 6번까지는 통계적 유의차가 인정되었으나, 그 이후는 통계적 유의차가 인정되지 않다가 특이하게 17, 18번에서 통계적 유의차가 인정되었다. 성장초기(1~6번)는 맹아목의 생장에 비하여 조림목의 성적이 월등히 높은 경향이었고, 유령기(17, 18번)에는 맹아목의 생장이 조림목의 비하여 월등히 낮게 나타난 때문이라 여겨진다. 이는 조림 후 8년까지의 초기생장에 식재묘, 맹아묘, 천연치수에 따라 직경생장에 차이가 인정된다는 의미라 해석된다. 20번까지의 연평균직경성장량은 맹아림에서 4.60mm로 최대값이었으며, 다음으로 천연림의 물푸레나무가 4.59mm, 조림된 물푸레나무림에서는 4.18mm로 최소값을 보였다. 이러한 직경성장량은 경기도 광릉에서 물푸레나무의 연평균직경성장량을 측정한 Sung(1996)의 1.4~2.6 mm보다는 높게 나타났으며, 정성호 등(1983)이 중부지방의 들메나

Table 4. Mean annual diameter increment of *Fraxinus rhychophylla* by stand origin

Species	Stand	Annual diameter increment (mm)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Fraxinus rhychophylla</i>	Plantation	2.6	2.7	2.6	2.9	3.2	3.8	3.8	4.4	5.1	4.9	
	Natural 1	4.3	6.0	6.5	6.5	5.8	6.3	5.8	5.9	4.9	5.2	
	Natural 2	3.2	4.8	5.2	4.7	4.6	4.9	4.8	4.6	4.7	4.7	
	Mean	3.36	4.50	4.76	4.70	4.53	5.00	4.80	4.96	4.90	4.93	
F-values		4.09*	6.37**	10.5**	10.3**	4.66*	5.32*	3.04	2.07	0.14	0.23	

Species	Stand	Annual diameter increment (mm)										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Mean
<i>Fraxinus rhychophylla</i>	Plantation	4.7	4.8	5.4	5.1	5.1	4.8	4.8	5.0	4.2	3.6	4.18
	Natural 1	4.8	4.3	3.8	3.7	3.3	3.2	2.7	2.4	3.2	3.3	4.60
	Natural 2	5.0	5.2	4.6	4.3	4.7	4.7	4.8	4.2	4.0	4.0	4.59
	Mean	4.83	4.76	4.60	4.36	4.36	4.23	4.10	3.86	3.80	3.63	4.45
F-values		0.11	0.75	2.65	2.09	3.23	2.95	5.69**	6.11**	0.55	0.23	

**and * indicate significances at 1% and 5% significant, respectively
 Natural 1 indicates data related with natural sproutings in Hongcheon
 Natural 2 indicates data related with natural seedlings in Pyeungchang

무에서 보고한 4.2~7.2mm 보다는 조금 낮게 나타났다.

Figure 2에 조림지에서 식재된 물푸레나무와 전생수(前生樹)로 맹아갱신된 물푸레나무, 천연림에서의 물푸레나무를 대상으로 연령에 따른 연평균직경성장량의 변화를 보였다. 연평균직경성장량은 3년

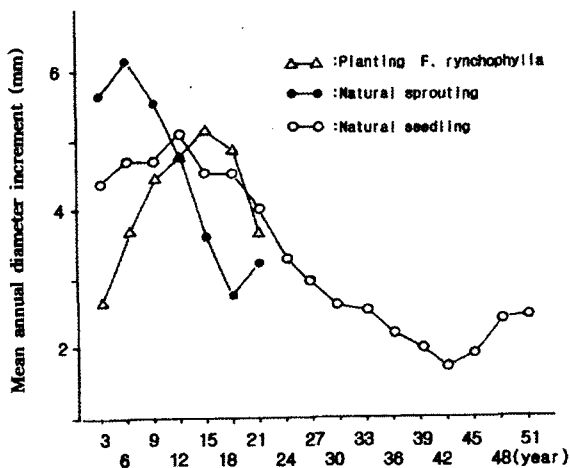


Figure 2. Comparison of mean annual diameter increment according to stand origins

치의 평균으로 계산하였다.

조림한 물푸레나무는 12년생까지 천연림에서의 물푸레나무보다 직경생장이 느리며, 15년에서 5mm/year 정도로 최대치를 보였다가 감소하는 경향이었고, 맹아갱신된 물푸레나무는 9년생까지 6mm/year 정도로 왕성한 직경생장을 보였으나 12년생부터는 천연생보다 직경생장이 낮아지는 경향을 보였다. 천연림에서의 물푸레나무의 직경생장은 12년생까지는 직경생장이 증가하다가 완만하게 생장이 감소하는 경향을 보였다가 48년생 근처에서 직경생장이 증가하는 경향이 나타났다. 이러한 경향은 중부지방 천연림에서 근연종 들메나무의 직경생장이 수령이 증가할수록 감소하는 경향을 보고한 정성호 등(1983)의 보고와는 비슷한 경향이나, 경기도 광릉에서 물푸레나무의 직경생장이 수령이 증가할수록 증가하다가 수령 65년 내외에서 최대값을 보였다는 Sung(1996)의 보고와는 다른 경향이었다. 이는 광릉숲의 경우 무육관리가 특별히 잘 되었던 나무를 대상으로 분석하였기 때문이라 추정된다.

조림한 물푸레나무의 초기의 직경생장이 3년 간의 풀베기작업이 실시되었음에도 맹아갱신된 나무나 천연생의 나무보다 지극히 낮다는 것은 물푸레나무 나 근묘의 식재는 성적이 매우 불량함을 나타낸다고 판

단된다. 이러한 차이는 수종의 생태생리학적 차이에 의한 것이라 판단되며, 특히 묘목의 근계발달의 차이에 의하여 나근묘(1~0묘) 식재에 대한 성패가 결정될 수 있을 것이라 판단된다. 그리고 물푸레나무의 천연갱신을 연구한 Sung(1996)의 보고와 너도밤나무류(*Fagus sylvatica* L.)를 독일가문비나무림에 직파조림하는 Ammer *et al.*(2002)의 시험을 고려하여 천연갱신과 직파조림하는 연구를 할 필요가 있다고 판단된다.

인용문헌

- 김지홍(1993) 생태형태학적 특성 분석에 의한 활엽수종의 극성상지수 추정. 한국임학회지 82(2): 176-187.
- 배상원, 김석권, 이경재, 김희채(2002) 주요 활엽수종 임목본수변화에 관한 조림학적 고찰. 2002년도 한국임학회 학술연구발표논문집, 77~79쪽.
- 북부지방산림관리청(2001) 시험·실연 사업지 성과 분석 연구. 57쪽.
- 신준환, 김철민(1996) 우리나라의 생태系 區分(I): 생태圈域 區分. 산림과학논문집 54: 188-199.
- 윤재호(1959) 활엽수를 증식하여 山林의 丙·를 개선해야 한다. 지방행정 73: 157~166.
- 이상훈, 이돈구(2002) 백운산 지역 잣나무 및 낙엽송 인공림 내에서의 천연활엽수 발생 및 이에 관여하는 인자. 한국임학회 2002년도 학술연구발표논문집, 71~72쪽.
- 임업연구원(1993) 한국의 수목. 452쪽.
- 정성호, 최문길, 이근수(1983) 중부지방 주요활엽수의 직경성장에 관한 조사연구. 한임지 60: 24-29.
- 허남주(1994) 국내 활엽수재 육림방향 모델(1) 국유림 경영현대화를 위한 산학협동 실연 연구 ~평창지역 수종을 중심으로~. 자생식물 30: 362-366.
- Ammer, C., Mosandl, R. and H. E. Kateb(2002) Direct seeding of beech(*Fagus sylvatica* [L.] Karst.) stands: effects of canopy density and fine root biomass on seed germination. Forest Ecology and Management 159(1~2): 59-72.
- Jackson, L. W. R.(1967) Effect of shade on leaf structure of deciduous tree species. Ecology 48: 498-499.
- Lee, D.K., Kang, H.S. and Y.D. Park(2001) Natural Restoration of Deforested Woodlands in South Korea. pp. 26-38, Proceedings of International Seminar "Restoration Research of Degraded Forest Ecosystem" 13~14 April, 2001, Seoul, Korea.
- Sung, J.H.(1996) Ecophysiological Characteristics for Natural Regeneration of *Fraxinus rhynchophylla* Hance. PhD. Dissertation Paper. Seoul National University, 82pp.
- Urbanska, M.K., Nigel, R.W. and P.J. Edwards(1997) Restoration Ecology and Sustainable Development. Cambridge University Press, 397pp.