

생태적 숲관리와 조림 문제^{1a}

-조림지와 천연림에서 가래나무의 직경생장 비교-

김갑태²

Ecological Forest Management and Reforestation Problem^{1a}

-Comparison of Diameter Increment of *Juglans mandshurica* between Artificial and Natural Forest-

Gab-Tae Kim²

요약

이 연구는 가래나무의 조림에 대한 성적평가와 개선대책을 마련하고자, 강원도 홍천군 내면지역에 1979-1982년에 대규모의 활엽수 조림단지를 조성했던 지역의 가래나무 조림지와 천연림으로 비교적 생장이 양호한 평창군 진부면 지역의 물푸레나무와 가래나무가 많은 활엽수림에 대한 임분구조 및 직경생장을 조사, 비교하였다. 조림 후 9년까지의 직경생장에 가래나무 임분기원간 통계적 유의차가 인정되었다. 천연림의 가래나무의 연평균직경성장량은 7.31mm/year로 최대값이었으며, 다음으로 맹아림에서는 6.93mm/year, 조림지에서는 5.28mm/year로 최소값을 보였다. 조림한 가래나무의 초기의 직경생장이 맹아갱신된 나무나 천연생의 나무보다 지극히 낮다는 것은 가래나무 나근묘의 식재는 성적이 매우 불량함을 나타낸다고 판단된다. 이러한 결과로 볼 때, 가래나무림 갱신에서는 맹아, 천연하종, 직파조림 등의 다른 갱신법들도 적극 검토할 필요가 있다고 판단된다.

주요어 : 연평균직경생장, 맹아갱신, 직파조림

ABSTRACT

To estimate planting results of deciduous broad-leaved species, forest structure and radial growth of the trees were investigated and compared by species and studied sites. Plantation forest studied on *Juglans mandshurica*, was located at Jawoon-ni Nae-myeun, Hongcheon-gun and natural forest studied on *Juglans mandshurica*, was located at Jangeon-ni Jinbu-myeun, Pyeongchang-gun. In 9 years after planting, differences of annual diameter increment among

1 접수 12월 30일 Received on Dec. 30, 2003

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

a 이 연구는 북부지방산림청과 상지대 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.

three stand origins were significant. The highest mean annual diameter increments of *J. mandshurica*, 7.31mm/year was measured in natural seedlings, and followed by sprouting trees 6.93mm/year. The lowest values, 5.28mm/year did in planting trees. Early radial growth of planting *J. mandshurica* was measured lower than that of sprouting or natural seedlings. These facts means that planting *J. mandshurica* is not proper regeneration methods. Other regeneration methods of *J. mandshurica* 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, 아카시나무, 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 개별과 침엽수 위주의 단순림을 조성하는 조림정책은 조림수종의 생태적 특성이 조림지의 환경조건과 부합되지 않고 지속적인 무육관리가 부실하여 전생수(萌生樹)의 실생묘와 맹아에 밀려 조림실패지가 생겨나는 문제점이 최근에 많이 지적되고 있다(김갑태, 2003b; 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.

가래나무(*Juglans manshurica* Maxim.: *Mandshurica walnut*)는 소백산, 속리산 이북의 해발 100 ~ 1,500m의 산록과 계곡에 자생하는 낙엽활엽교목으로 수고 20m, 흉고 80cm 정도까지 자라며 중국, 시베리아에 분포한다. 한대수종으로서 추운 지역에서는 생육이 왕성하고 토양습도가 높은 곳을 좋아한다. 목재는 재질이 치밀하고 질기며 뒤틀리지 않아 건축 내장재, 기계재, 조각재로 이용되며, 열매는 여러 가지 완구나 데코레이

션으로 이용된다(임업연구원, 1987).

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 극성장지수를 계산하여 사시나무가 가장 낮은 값 18.8을, 자작나무 50.0, 물푸레나무 56.3, 가래나무 60.4, 서어나무가 83.3의 지수값을 각각 보였다고 보고하였다.

이에 이 연구는 우리나라 활엽수의 조림기술개발을 위하여 강원도 홍천군 내면지역에 1979-1982년에 대규모의 활엽수 조림단지를 조성했던 지역의 가래나무 조림지와 천연림으로 비교적 생장이 양호한 평창군 진부면 지역의 가래나무가 많은 활엽수림에 대한 임분구조, 조림방법 및 직경생장을 조사하여 가래나무 조림에 대한 성적평가와 개선대책을 마련하고자 한다.

재료 및 방법

1. 연구대상지

활엽수 조림에 대한 성과를 평가하기 위하여 가래나무가 조림된 홍천군 내면 자운리 일대의 운두령 특수 활엽수 조림단지와 이와 유사한 임지를 가졌으며 가래나무가 천연림에 다수 생육하고 있는 평창군 진부면 장전리의 국유림을 대상으로 선정하였다. 운두령 특수 활엽수 조림단지는 1977년부터 1982년에 걸쳐 홍천군 내면 자운리 일대에 개별작업 후에 물푸레나무, 가

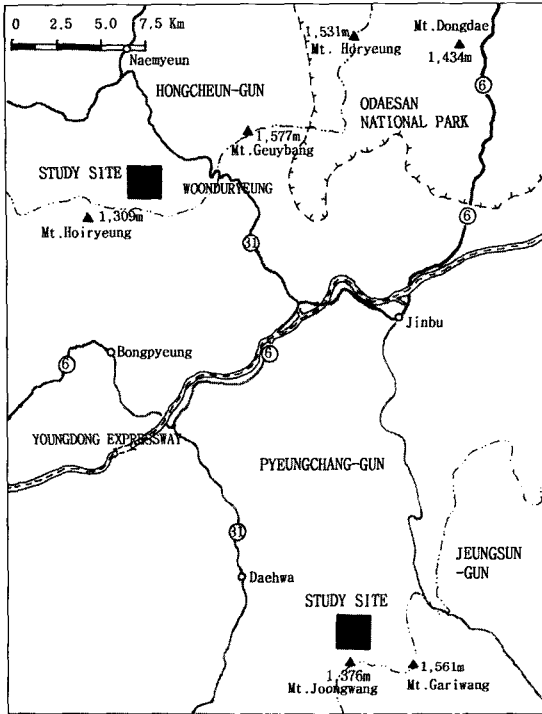


Figure 1. Location map of study sites

래나무, 자작나무, 물박달, 피나무 등의 자생활엽수 664,900본을 169ha에 대규모로 조림하였던 지역이다. 한편, 평창군 진부면 장전리의 국유림 지역은 최근까지 천연림으로 유지되다가 최근 천연림보육이 부분적으로 실시된 지역이다. 연구대상지의 위치를 Figure 1에 보였으며, Table 1에 연구대상지의 주요한 입지인자들을 보였다. 직선거리로는 20여km 정도 떨어진 두 지역은 해발고와 사면방위가 같고, 지위나 토양상태도 비슷한 것으로 나타났다.

2. 연구대상지의 입분조사

홍천군 내면 자운리의 조림지에서는 수종별로 방형

구(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 수종, 흉고직경을 하층은 수종과 피도를 측정하였다. 조림지와 천연림에서의 임목생장을 비교하기 위한 자료는 흉고직경 4cm 미만의 경우는 제외하고 집계표를 작성하였다.

3. 직경생장의 측정

운두령 지역에서 조림된 가래나무 20개체, 이웃의 조림지에서 전생수(前生樹)로 맹아갱신된 가래나무 14개체와 평창군 진부면 장전리의 천연림에서 가래나무 20개체의 표본목을 선발하여 수고 1.2m의 높이에서 성장추를 이용하여 목편을 채취하였다. 채취된 목편은 굵은 빨대를 이용하여 실험실로 가져와 표면처리와 성장륜폭을 측정하여 직경성장량을 계산하였다.

4. Statistical analysis

성장륜의 폭을 천연림과 조림지의 맹아갱신된 것과 조림목별로 측정된 값을 평균간 비교와 일원분산분석을 실시하였다. 자료의 통계처리는 SPSS(10.0) 통계 프로그램을 이용하였다(Table 1).

결과 및 고찰

1. 대상지별 입분구조

홍천군 내면 자운리의 운두령 특수활엽수 조림단지 중에서 1979년에 가래나무가 1년생 나근묘로 출기식재된 191입반 라소반을 대상으로 입분조사한 결과를 Table 2에 보였다.

이 조림지는 조림목이 86그루(ha당 860그루) 남아 있고, 전생수종으로 판단되는 신갈나무, 닥나무, 층층나무, 사시나무, 황벽나무, 산벚나무, 버드나무, 피나무

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	Vally -slope	N-NW	Sandy -loam	moderate -wet	25-30	Upper	Nae-myeun, Hongcheon-gun
Natural forest	1,100 -900	Vally -slope	N-NW	Sandy -loam	moderate -wet	25-30	Upper	Jinbu-myeun, Pyeongchang-gun

등이 88그루(ha당 880그루) 정도 조림목과 함께 자라고 있었다. 조림당시 4,000그루/ha를 심었다는 기록(북부지방산림관리청, 2001)으로 보아 이미 제벌이나 간벌이 한 두 차례 실시되었을 것이라 추정된다. 이들 전생수종들 중에서 신갈나무, 산벚나무, 사시나무, 거제수나무, 피나무, 층층나무 및 황벽나무 등은 일부 상층을 차지하고 조림목과 경쟁하고 있는 것으로 나타났다. 전생수종의 생육상태가 좋은 곳의 경우에는 조림수종의 생육이 지극히 불량하였다. 이는 개별작업 후 지존작업이 부실하였거나 가래나무 조림지로서 적지가 아니었기 때문이라 여겨진다. 이러한 결과는 이상훈과 이돈구(2002)의 백운산 지역 잣나무와 낙엽송 인공조림지에서 천연활엽수 발생을 조사보고한 결과와 유사한 경향이며, 기 보고된 물푸레나무 조림지(김갑태, 2003b)와 같은 경향이라 판단된다(Table 2).

평창군 진부면 장전리의 천연활엽수림 중에서 가래나무가 다소 분포하는 124임반을 대상으로 임분조사한 결과를 Table 3에 보였다. Table 3은 인공조림지와 비교하기 위하여 동일한 면적(1,000m²)으로 환산하였다. 이 천연림에는 흉고직경 4cm 이상인 임목이 112그루(ha당 1,120그루) 생육하고 있고, 신갈나무, 피나

무, 고로쇠, 난티나무, 음나무, 느릅나무, 물푸레나무, 거제수나무, 가래나무, 다릅나무, 당단풍나무 등을 비롯하여 20가지 활엽수종과 잣나무가 분포하고 있었다. 천연림의 임목본수는 조림지(Table 2)보다 상대적으로 낮으며, 이는 생육중인 임목들의 직경급이 큰 탓이라 여겨진다. 그러나 배상원 등(2002)이 천연활엽수림의 별기령 100년일 때, 흉고직경 50cm, 최종 수확본수는 ha당 230-235본 정도가 될 것이라는 보고보다는 아직은 어린 임분이라 임목본수가 많은 편이었다(Table 3).

2. 대상지별 수종별 직경생장량

지역별 및 임분별 가래나무의 직경생장량의 평균과 통계처리 결과를 Table 4에 보였다. 흉고높이에서 채취한 목편으로부터 안쪽부터 일련번호를 주면서 측정하였고, 임분별로 통계처리를 한 결과는 대체로 1번에서 3번까지는 1% 유의수준에서, 5번에서 7번까지는 5% 유의수준에서 통계적 유의차가 인정되었으나 그 이후는 통계적 유의차가 인정되지 않았다. 성장초기(1-3번)는 천연치수의 생장이 맹아목이나 조림목보다 생장이 빠른 경향이었고, 유령기(4-9번)에는 맹아목의 생장

Table 2. DBH distribution of tree species in plantation forest(planting in 1979)

Species	DBH class(cm)						Sum
	<8	8≤ 12≤	<12 <16	16≤ <20	20≤ <24	24≤	
<i>Juglans mandshurica</i>	38	28	6	6	4	4	86
<i>Quercus mongolica</i>	12	6					18
<i>Populus davidianai</i>	2	4					6
<i>Maackia amurensis</i>	18	4					22
<i>Prunus sargentii</i>				2			2
<i>Salix koreensis</i>				2			2
<i>Betula costata</i>		2					2
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	6						6
<i>Cornus controversa</i>	2	4					6
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	2						2
<i>Acer mono</i>	4						4
<i>Ulmus lanceolata</i>	2						2
<i>Acer mandshuricum</i>	2						2
<i>Tilia amurensis</i>	2	2					4
<i>Ulmus davidiana var. japonica</i>		4					4
<i>Salix caprea</i>	2						2
<i>Morus bombycis</i>	2						2
<i>Phellodendron amurense</i>	2						2
Sum	96	54	6	10	4	4	174

* bold letter indicates data related planting species

Table 3. DBH distribution of major species in natural forest

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

이 천연치수나 조림목에 비하여 월등히 높게 나타났다. 조림목은 천연생이나 맹아목보다 대체로 직경생장이 낮게 나타났다. 이러한 결과는 식재묘, 맹아묘, 천연치수에 따라 직경생장에 차이가 인정된다는 의미라 해석된다.

천연림의 가래나무의 연평균직경성장량은 7.31mm/year, 맹아림에서는 6.93mm/year, 조림된 가래나무림에서는 5.28mm/year로 나타났다. 이러한 직경성장량은 정성호 등(1983)이 증부지방의 가래나무에서 보고한 9.7-12.8mm 보다는 매우 낮게 나타났다. 그리고 가래나무의 직경성장량이 동일한 지역에서 임분기원별로 직경성장량이 4.18-4.60mm/year로 보고된(김갑태, 2003b) 물푸레나무보다는 높은 것으로 나타났다 (Table 4).

Figure 2에 조림지에서 식재된 가래나무와 전생수(前生樹)로 맹아갱신된 가래나무, 천연림에서의 가래나무를 대상으로 연령에 따른 연평균직경성장량의 변화를 보였다. 연평균직경성장량은 3년치의 평균으로 계산하였다.

조림한 가래나무는 24년생까지 천연림에서의 가래나무나 맹아림에서보다 직경생장이 느리며, 12년에서

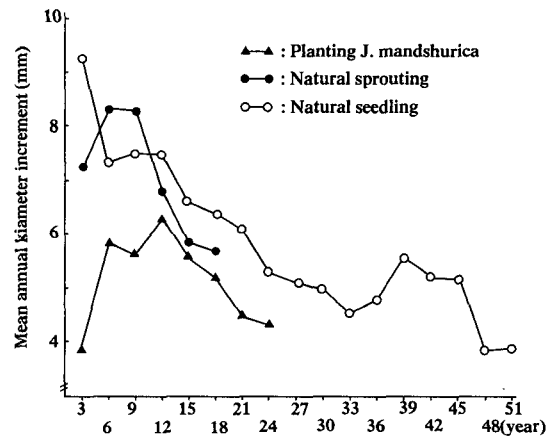


Figure 2. Comparison of mean annual diameter-increment by forest origins

Table 4. Mean annual diameter increment of *Juglans mandshurica* by study sites

Species	Stand	Annual diameter increment (mm)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Juglans mandshurica</i>	Plantation	3.2	3.6	4.7	6.4	5.6	5.6	5.3	5.7	5.9	6.3
	Natural 1	6.7	7.5	7.4	7.9	8.4	8.6	8.5	8.0	8.3	7.3
	Natural 2	10.6	9.2	8.1	7.0	7.6	7.2	7.7	7.4	7.3	7.5
	Mean	6.83	6.77	6.73	7.10	7.20	7.13	7.17	7.03	7.17	7.03
F-values		45.42**	11.64**	5.90**	1.01	4.11*	4.10*	4.51*	2.21	2.69	0.76

Species	Stand	Annual diameter increment (mm)										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Mean
<i>Juglans mandshurica</i>	Plantation	6.0	6.5	5.7	5.5	5.5	5.2	4.8	5.5	4.4	4.1	5.28
	Natural 1	7.1	6.4	5.8	5.4	6.1	6.0	6.1	5.0	-	-	6.93
	Natural 2	7.7	7.2	7.3	6.4	6.1	6.1	6.5	6.5	6.7	6.0	7.31
	Mean	6.93	6.70	6.27	5.77	5.90	5.77	5.80	5.67	3.70	3.37	6.51
F-values		2.23	0.45	2.18	0.74	0.34	0.58	2.27	0.87	3.47*	2.43	

** 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

6mm/year 정도로 최대치를 보였다가 감소하는 경향이었고, 맹아갱신된 가래나무는 9년생까지 8mm/year 정도로 왕성한 직경생장을 보였으나 12년생부터는 천연생보다 직경생장이 낮아지는 경향을 보였다. 천연림에서의 가래나무의 직경생장은 수령이 증가할수록 완만하게 생장이 감소하는 경향을 보였다가 39년생 근처에서 직경생장이 다소 증가하는 경향이 나타났다. 이러한 경향은 증부지방 천연림에서 가래나무의 직경생장이 수령이 증가할수록 감소하는 경향임을 보고한 정성호 등(1983)의 보고와는 비슷한 경향이였다.

조림한 가래나무의 초기의 직경생장이 3년간의 풀베기작업이 실시되었음에도 맹아갱신된 나무나 천연생의 나무보다 지극히 낮았다. 이러한 결과는 동일한 장소에서 조사된 천연생에 비하여 식재된 물푸레나무의 직경생장이 저조하였던 김갑태(2003b)의 보고와 같은 경향이였으나, 천연생보다 식재한 나무들이 직경생장이 월등히 높게 나타난 자작나무류(김갑태, 2003a)의 경우와는 상반되는 것이다. 이는 가래나무는 물푸레나무와 같이 나근묘의 식재는 조림성적이 매우 불량함을 나타낸다고 판단된다. 이러한 차이는 수종의 생태생리학적 차이에 의한 것이라 판단되며, 특히 가래나무 묘목은 물푸레나무와 같이 주근이 굵고 세근의 발달이 적은 편이어서 나근묘(1-0묘) 식재에 대한 활착과 초기생장이 불량하였을 것이라 판단된다.

물푸레나무와 같이 가래나무도 너도밤나무류(*Fagus sylvatica* L.)를 독일가문비나무림에 직파조림하는 Ammer *et al.*(2002)의 시험을 고려하여 천연갱신과 직파조림하는 연구를 할 필요가 있다고 판단된다.

인 용 문 헌

김갑태(2003a) 생태적 숲관리와 조림 문제 -조림지와 천연림에서 자작나무속 세 수종의 직경생 장비교-. 한국환경생태학회지 17(3): 224-231.
 김갑태(2003b) 생태적 숲관리와 조림 문제 -조림지, 천연림, 맹아림에서 물푸레나무 직경생장 비교-. 한국환경생태학회지 17(2): 105-111.
 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):生態圈域 區分. 산림과학논문집 54:188-199쪽.
 윤재호(1959) 활엽수를 증식하여 山林의 內藏을 개선해

- 야 한다. 지방행정 73: 157-166쪽.
- 이상훈, 이돈구(2002) 백운산 지역 잣나무 및 낙엽송 인공림 내에서의 천연활엽수 발생 및 이에 관여하는 인자. 한국임학회 2002년도 학술연구발표논문집 71~72쪽.
- 임업연구원(1987) 한국수목도감. 496쪽.
- 정성호, 최문길, 이근수(1983) 중부지방 주요활엽수의 직경성장에 관한 조사연구. 한국임학회지 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., Reinhard, M. and H.E. Kateb(2002) Direct Seeding of Beech(*Fagus sylvatica* L.) in Norway Spruce(*Picea abies* [L.] Karst.) Stands: Effects of Canopy Density and Fine Root Biomass on Seed Germination. *Forest Ecology and Management* 159(1-2): 59-72.
- Lee, D.K., Kang, H.S. and Y.D. Park(2001) Natural Restoration of Deforested Woodlands in South Korea. p.26-38, Proceedings of International Seminar "Restoration Research of Degraded Forest Ecosystem" 13-14 April, 2001, Seoul, Korea.
- Urbanska, M.K., Nigel, R.W. and P.J. Edwards(1997) *Restoration Ecology and Sustainable Development*. Cambridge University Press. 397pp.