한국환경생태학회지 17(3) : 224~231, 2003
Kor. J. Env. Eco. 17(3) : 224~231, 2003

생태적 숲관리와 조림 문제[1a]

-조림지와 천연림에서 자작나무속 세 수종의 직경생장 비교-

김 갑 태[2*]

Ecological Forest Management and Reforestation Problem[1a]

-Comparison of Diameter Increment of Three Genus *Betula* Species between Artificial and Natural Forest-

Gab-Tae Kim[2*]

요 약

이 연구는 환경친화적이며 생태적 숲관리를 위한 활엽수의 조림기술을 개발하고자, 강원도 홍천군 내면지역에 1979~1982년에 대규모의 활엽수 조림단지를 조성했던 지역의 거제수나무, 물박달나무 및 자작나무 조림지와 천연림으로 비교적 생장이 양호한 평창군 진부면 지역의 거제수나무가 많은 활엽수림에 대한 임분구조 및 직경생장을 조사, 비교하였다. 조림 후 12년~13년까지의 직경생장에 자작나무속 세 수종간 차이가 인정되었다. 조림된 거제수나무의 연평균직경생장량이 7.67㎜로 최대값이었으며, 다음으로 조림된 자작나무, 조림된 물박달나무의 순으로 나타났고, 천연림의 거제수나무가 4.32㎜로 최소값을 보였다. 이 지역에 자작나무속의 수종을 조림한다면 거제수나무가 가장 적절한 수종이라 판단된다. 이러한 결과로 볼 때, 자작나무속의 대면적 조림은 문제점은 많으나 적절한 시도였다고 판단된다.

주요어: 연평균직경생장, 거제수나무, 자작나무, 물박달나무

ABSTRACT

To develope reforestation methods for environmentally sound and ecological forest management, stand structure and radial growth of the trees were investigated and compared by species and study sites. Plantation forest studied on *Betula costata, Betula platyphylla* var. *japonica* and *Betula davurica*, was located at Jawoon-ni Nae-myeun, Hongcheon-gun and natural forest studied on *Betula costata*, was located at Jangjeon-ni Jinbu-myeun, Pyeungchang-gun. In 12.3

1 접수 9월 16일 Recvived on Sep. 16. 2003
2 상지대학교 생명자원과학대학 College of Life Sci. and Nat. Resources, Sangji Univ., Wonju (220-702), Korea
a 이 연구는 북부지방산림청과 상지대 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.
* 교신저자, Corresponding author

years after planting, differences of annual diameter increment among three *Betula* species were significant. The highest mean annual diameter increments, 7.67㎜ was measured in planting *Betula costata*, and followed by planting *Betula platyphylla* var. *japonica* and *Betula davurica*, and the lowest values, 4.32㎜ did in natural *Betula costata*. If planting Genus *Beula* in this district, *Betula costata* might be the best species. From these facts, massive planting of three *Betula* species in this district might have much problems, but might be evaluated as proper trial.

***KEY WORDS : MEAN ANNUAL DIAMETER INCREMENT,* BETULA COSTATA, BETULA PLATYPHYLLA *VAR.* JAPONICA, BETULA DAVURICA**

서 론

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 조림되었다. 우리나라에서 용재생산을 위한 대면적 조림이라면 소나무, 잣나무, 낙엽송 등을, 사방이나 연료림 조성을 위한 조림이라면 싸리류, 아까시나무, 오리나무류 등을 심는 것이 일반적이었다. 이는 녹화와 경제림 조성을 목적으로 하는 당시의 상황으로서는 필연적인 선택이었을 것이라 추정된다.

1980년대까지 지속된 대면적 개벌과 단순림을 조성하는 조림정책은 조림수종의 생태적 특성이 조림지의 환경조건과 부합되지 않고 지속적인 무육관리가 부실하여 전생수의 실생묘와 맹아에 밀려 조림실패지가 생겨나는 문제점이 최근에 많이 지적되고 있다(이상훈과 이돈구, 2002; Lee *et al.*, 2001). 김지홍(1993)은 84개 활엽수종을 대상으로 19가지 생태학적 특성으로 극성상지수를 계산하여 사시나무가 가장 낮은 값 18.8을, 거제수나무가 50.0, 서어나무가 83.3으로 가장 높은 지수값을 보였다고 보고하였다. 최근 산림생태계의 관리에서 자생종에 의한 생태계 복원의 문제가 부각되고 있으며, 이는 산림생태계의 환경조건을 개량하는 데 기여한다(Urbanska *et al.*, 1997)고 보고되었다. 한편, 산림작업에 의해 번식 조류 군집이 영향 받으며(Lee, 1996), 천연림의 서식지구조에 따라 소형 포유류 개체군의 차이가 있다는 점(Rhim and Lee, 1999) 등이 밝혀지며 생물다양성이 강조되고 환경친화적 산림관리가 필요하게 되었다. 게다가 활엽수의 용도가 개발되어 활엽수종에 대한 관심이 높아져 활엽수 조림이 1970년대 말부터 시험적으로 시도되었다(북부지방산림관리청, 2001). 다양한 활엽수에 대한 수요가 급증하고 생태적으로 건전한 숲관리나 다양한 목재수요의 충족(허남주, 1994)이라는 필요에 의하여 활엽수 조림은 점진적으로 확대될 수 밖에 없는 실정이다. 이제 시험적으로 시도되었던 활엽수 조림에 대한 성적평가, 문제점 파악 및 개선방안을 마련해야할 필요가 절실하다.

이에 이 연구는 생태적 숲관리와 활엽수의 조림기술 개발을 위하여 강원도 홍천군 내면지역에 1979~1982년에 대규모의 활엽수 조림단지를 조성했던 지역의 거제수나무, 물박달나무 및 자작나무 조림지와 천연림으로 비교적 생장이 양호한 평창군 진부면 지역의 거제수나무가 많은 활엽수림에 대한 임분구조, 조림방법 및 직경생장을 조사하여 자작나무속 세 수종의 조림에 대한 성적평가와 개선대책을 마련하고자 한다.

재료 및 방법

1. 연구대상지

활엽수 조림에 대한 성과를 평가하기 위하여 거제수나무, 자작나무 및 물박달나무가 조림된 홍천군 내면 자운리 일대의 운두령 특수활엽수 조림단지와 이와 유사한 입지를 가졌으며 거제수나무가 천연림에 다수 생육하고 있는 평창군 진부면 장전리의 국유림을 대상으로 선정하였다. 운두령 특수활엽수 조림단지는 1977년부터 1982년에 걸쳐 홍천군 내면 자운리 일대에 개벌작업 후에 물푸레나무, 가래나무, 자작나무, 물박달나무, 피나무 등의 자생활엽수 664,900본을 169ha에 대규모로 조림하였던 지역이다. 한편, 평창

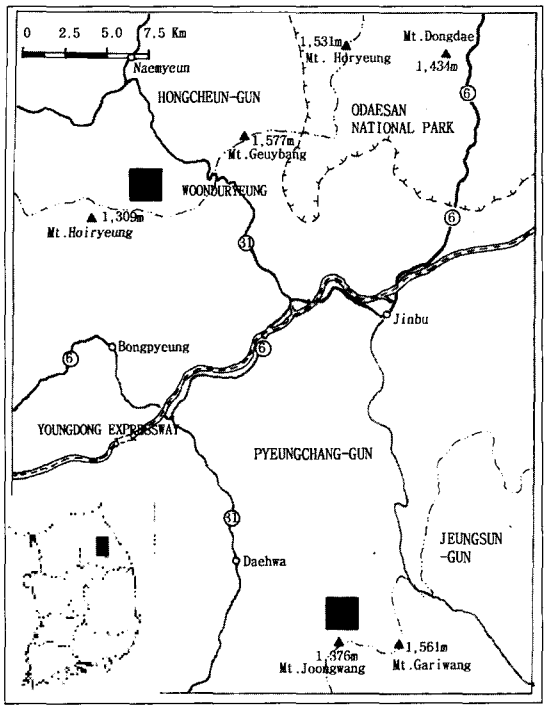

Figure 1. Location map of study sites

군 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 비슷하였다.

2. 연구대상지의 임분조사

홍천군 내면 자운리의 조림지에서는 수종별로 방형구(10mx10m)를 10개씩 설치하고, 평창군 진부면 장전리의 천연림을 대상으로 방형구(20mx20m)를 5개 설치하고 조사구 내의 임목을 매목조사하였다. 수관의 층위에 따라 상·중층으로 구분하고상·중층을 위주로 수종, 흉고직경을 측정하였다. 조림지와 천연림에서의 임목생장을 비교하기 위한 자료는 조사면적 1,000m^{2}으로 환산하였으며, 흉고직경 4cm 미만의 경우는 제외하고 집계표를 작성하였다.

3. 직경생장의 측정

홍천군 내면 자운리 일대 운두령 특수활엽수 조림단지에서 조림된 거제수나무 20개체, 물박달나무 25개체 및 자작나무 40개체와 평창군 진부면 장전리의 천연림에서 거제수나무 20개체의 표본목을 선발하여 수고 1.2m의 높이에서 생장추를 이용하여 목편을 채취하였다. 표본목은 조림지에서는 평균흉고직경급의 나무를 천연림에서는 평균흉고직경급 이상의 임목을 선발하였다. 채취된 목편은 굵은 빨대에 넣고 라벨링하여 실험실로 가져와 표면처리와 연륜폭을 측정하여 직경생장량을 계산하였다.

4. 통계분석

생장륜의 폭을 천연림과 조림지의 수종별로 측정한 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 1982년에 거제수나무, 물박달 및 자작나무가 1년생 나근묘로 춘기식재된 191임반을 대상으로 임분조사한 결과를 Table 2에 보였다. 이 조림지는 조림목이 154그루(ha당 1,540그루) 남아있고, 전생수종(前生樹種)으로 판단되는 신갈나무, 산벚나무, 물푸레나무, 층층나무 및 개벚지나무 등이 61그루(ha당

Table 1. Major environmental factors of the study sites

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

Table 2. DBH distribution of tree species in plantation forest at Nae-myeun, Hongcheon-gun (Mixed planting in 1982)

Species \ DBH class(cm)	No. of Individuals / 1,000m²						Sum
	〈8	8≤ 〈12	12≤ 〈16	16≤ 〈20	20≤ 〈24	24≤	
Betula platyphylla* var. *japonica	**3**	**11**	**7**	**1**	**2**		**24***
Betula davurica	**22**	**21**	**11**	**1**			**55***
Betula costata	**10**	**31**	**28**	**5**	**1**		**75***
Quercus mongolica	18	2					20
Prunus sargentii	8	2	1				11
Prunus Maackii	2	1	1				4
Fraxinus rhynchophylla	6	3					9
Cornus controversa	7	2					9
Acer pseudosieboldianum		1					1
Maackia amurensis	4						4
Acer mono	1						1
Sorbus commixta	1						1
Ulmus davidiana var. *japonica*	1						1
Sum	83	74	48	7	3	0	215

* **bold letter** indicates data related planting species

610그루) 정도, 잔존개체수 중에서 29% 가량의 전생수가 상·중층으로 조림목과 함께 자라고 있었다.

홍천군 내면 자운리의 운두령 특수활엽수 조림단지 중에서 1979년에 자작나무가 1년생 나근묘로 춘기식재된 190임반을 대상으로 임분조사한 결과를 Table 3에 보였다. 이 조림지는 조림목이 66그루(ha당 660그루) 남아있고, 전생수종으로 판단되는 신갈나무, 피나무, 물푸레나무, 거제수나무 및 다릅나무 등이 51그루(ha당 510그루) 정도, 잔존개체수 중에서 44% 가량의 전생수가상, 중층으로 조림목과 함께 자라고 있었다.

홍천군 내면 자운리의 운두령 특수활엽수 조림단지 중에서 1982년에 물박달나무가 1년생 나근묘로 춘기식재된 195임반을 대상으로 임분조사한 결과를 Table 4에 보였다. 이 조림지는 조림목이 125그루(ha당 1,250그루) 남아있고, 전생수종으로 판단되는 개벚지나무, 신갈나무, 층층나무 및 황벽나무 등이 111그루(ha당 1,110그루) 정도, 잔존개체수 중에서 47% 가량의 전생수가상, 중층으로 조림목과 함께 자라고 있었다. 이러한 결과는 개벌작업지에 대면적으로 자작나무류를 조림한다는 것이 많은 문제점을 가지고 있음을 암시한다고 판단된다. 조림당시 4,000그루/ha를 심었다는 기록(북부지방산림관리청, 2001)으로 보아 이미 제벌이나 간벌이 한차례 실시되었을 것이라 추정된다. 이들 전생수종들 중에서 개벚지나무, 신갈나무, 층층나무 및 황벽나무 등은 일부 상층을 차지하고 조림목과 경쟁하고 있는 것으로 나타났다. 물박달나무 조림지는 앞서의 조림지(Table 2와 3)보다 상대적으로 전생수종들의 개체수가 많은 편이고 조림목의 생육도 상대적으로 더욱 불량하다고 판단된다. 모든 조림지에서 전생수종의 생육상태가 좋은 곳의 경우에는 조림수종의 생육이 지극히 불량하였다. 이는 개벌작업 후 지존작업이 부실하였거나 조림지의 환경조건이 자작나무속의 세 수종에 알맞는 적지가 아니었기 때문이라 여겨진다.

조림지 내에서 전생수들이 자라면서 조림목과 경쟁하는 이러한 결과는 이상훈과 이돈구(2002)의 백운산 지역 잣나무와 낙엽송 인공조림지에서 천연활엽수 발생을 조사보고한 결과와 자작나무류의 극성상 지수가 상대적으로 낮다(김지홍, 1993)는 보고에 부합하는 경향이라 판단된다. 그리고 야생동물 다양성의 확보(Lee, 1996; Rhim and Lee, 1999)라는 차원에서도 대면적 자작나무류 조림에는 문제가 많다고 판단된다.

평창군 진부면 장전리의 천연활엽수림 중에서 거제수나무가 비교적 많이 분포하는 123임반을 대상으로 임분조사한 결과를 Table 5에 보였다. 이 천연림에는 흉고직경 4cm 이상인 임목이 108그루(ha당 1,080그루) 생육하고 있고, 신갈나무, 음나무, 거제수나무, 고로쇠, 피나무, 난티나무, 느릅나무, 다릅나무, 산벚나무, 까치박달, 물푸레나무, 층층나무, 당단풍나무

Table 3. DBH distribution of tree species in plantation forest at Nae-myeun, Hongcheon-gun (planting in 1979, and pre-thinning in 1994)

DBH class(cm) / Species	No. of Individuals / 1,000m²						Sum
	〈8	8≤ 〈12	12≤ 〈16	16≤ 〈20	20≤ 〈24	24≤	
Betula platyphylla* var. *japonica	**2**	**18**	**27**	**11**	**4**	**4**	**66***
Quercus mongolica	11	3	1				15
Tilia amurensis	2	2			1		5
Fraxinus rhynchophylla	9	1					10
Betula costata			4				4
Maackia amurensis	9						9
Betula Schmidtii	2						2
Acer pseudosieboldianum	3						3
Salix Hultenii	2						2
Salix koreensis	1						1
Sum	41	24	32	11	5	4	117

* **bold letter** indicates data related planting species

등을 비롯하여 24가지 활엽수종이 분포하고 있었다. 천연림의 입목본수는 조림지(Table 2와 3)보다 상대적으로 낮으며, 이는 생육중인 임목들의 직경급이 큰 탓이라 여겨진다. 그러나 배상원 등(2002)이 천연활엽수림의 벌기령 100년일 때, 흉고직경 50cm, 최종본수 ha당 230~235본 정도라는 보고보다 아직은 어린 임분이라 입목본수가 많은 편이었다. 홍천군 내면 자운리의 특수활엽수 조림단지의 전생수종들인 신갈나무, 산벚나무, 물푸레나무, 층층나무, 거제수나무, 다릅나무 및 황벽나무 등 거의 모든 수종들이 평창군 진부면 장전리의 천연림에 분포하고 있음은 조림된 자작나무속의 조림성적을 비교하기에 적합한 천연림으로 장전리의 숲이 적합함을 의미한다고 보여진다.

2. 대상지별 수종별 직경생장량

자작나무속 세 수종의 직경생장량의 평균과 통계처리 결과를 Table 6에 보였다. 흉고높이에서 채취한 목편으로부터 안쪽부터 일련번호를 주면서 측정하였고, 수종별로 통계처리를 한 결과는 대체로 2번에서

Table 4. DBH distribution of tree species in plantation forest at Nae-myeun, Hongcheon-gun(planting in 1982)

DBH class(cm) / Species	No. of Individuals / 1,000m²						Sum
	〈8	8≤ 〈12	12≤ 〈16	16≤ 〈20	20≤ 〈24	24≤	
Betula davurica	**31**	**62**	**27**	**4**	**1**		**125***
Prunus Maackii	11	8	8	1			28
Quercus mongolica	47	14	1				62
Cornus controversa	8	4					12
Phellodendron amurense		2					2
Tilia amurensis	2						2
Populus davidiana	2						2
Fraxinus rhynchophylla	2						2
Morus bombysis	1						1
Sum	104	90	36	5	1	0	236

* **bold letter** indicates data related planting species

Table 5. DBH distribution of major species in natural forest at Jinbu-myeun, Pyeungchang-gun

DBH class(cm) / Species	No. of Individuals / 1,000m²						Sum
	〈10	10≤ 〈20	20≤ 〈30	30≤ 〈40	40≤ 〈50	50≤	
Quercus mongolica	2	3	6	3	1		15
Kalopanax pictum		2	2			1	5
Betula costata		5	2	2	1		10
Acer mono	9	11	2	1			23
Tilia amurensis	2	3	1				6
Ulmus lanceolata		1	1	1			3
Ulmus davidiana var. *japonica*	2	2	1				5
Maackia amurensis	1	1	1				3
Acer pseudosieboldianum	2	2					4
Prunus sargentii	1	2	1	1			5
Carpinus cordata		2	1				3
Fraxinus rhynchophylla	1	2	2		1		6
Cornus controversa		2	1				3
Juglans mandshurica	1		1				2
Acer mandshuricum	1	1					2
Morus bombysis	1	1					2
Sorbus alnifolia	1	1					2
Fraxinus mandshurica	1	1					2
Prunus padus	1	1					2
Phellodendron amurense	1	1					2
Populus davidiana		1					1
Salix koreensis	1						1
Styrax obassia	1						1
Sum	29	45	22	8	3	1	108

13번까지는 통계적 유의차가 인정되었으나 그 이후는 통계적 유의차가 인정되지 않았다. 이는 조림 후 12년-13년까지의 초기생장에 수종간 차이가 인정된다는 의미라 해석된다. 수종간에서는 조림된 거제수나무의 연평균직경생장량이 7.67㎜로 최대값이었으며, 다음으로 조림된 자작나무, 조림된 물박달나무의 순으로 나타났고, 천연림의 거제수나무가 4.32㎜로 최소값을 보였다. 조림한 거제수나무의 연평균직경생장량은 5.8~9.3㎜ 의 범위로 정성호 등(1983)이 중부지방의 자작나무에서 보고한 5.0~8.8㎜ 보다 조금 높게 나타났고, 조림한 자작나무와 물박달나무의 연평균직경생장량은 조금 작게 나타났다. 천연림에서 다른 수종들과 경쟁하면서 자라는 거제수나무의 연평균직경생장량은 조림목이나 기보고된 자작나무(정성호 등, 1983)보다 낮은 편이었다. 자작나무속 중에서 조림이 필요한 지역이 있다면 이 지역에 자생하는 거제수나무가 최선의 선택임을 암시하는 결과라 판단된다. 이러한 결과는 동일한 연구 대상지에서 조사된 조림목의 직경생장이 천연림에서 보다 낮게 나타난 물푸레나무(김갑태, 2003)와는 다른 경향이었다.

자작나무속 세 수종의 평균으로는 3번부터 13번까지 년 6㎜ 이상 직경생장을 하고 있으며, 점차 직경생장량이 줄어드는 경향임을 알 수 있었다.

Figure 2에 자작나무, 물박달나무, 거제수나무와 천연림에서의 거제수나무를 대상으로 연령에 따른 연평균직경생장량의 변화를 보였다. 연평균직경생장량은 3년치의 평균으로 계산하였다. 조림한 자작나무속 세 수종의 직경생장은 천연림에서의 거제수나무보다 월등히 양호한 편이었다. 이는 이들 수종이 극양수에 속하고 극성상 지수가 상대적으로 낮으며(김지홍, 1993), 개벌작업 후 조림에는 적합한 수종들이었음을 잘 보여주고 있다고 판단된다. 1년생 나근묘를 단근처리하고 조림하여도 활착에 큰 무리가 없고, 초기생장부터 천연림하의 거제수나무보다 양호한 생육환경이

Table 6. Mean values of annual diameter increment by study sites and species

Study sites	Species	Annual Diameter Increment (㎜)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Plantation forest	*B. platyphylla* var. *japonica*	5.6	5.6	6.3	7.2	6.9	7.5	6.8	6.8	7.2	6.4
	B. davurica	6.3	6.2	6.4	6.2	6.0	6.0	5.8	5.9	6.0	7.2
	B. costata	6.4	7.1	8.0	8.4	8.0	9.1	8.5	9.1	9.3	8.7
Natural forest	*B. costata*	4.1	4.1	4.3	4.0	4.7	4.8	4.8	4.3	3.9	4.5
	Mean	5.60	5.75	6.25	6.45	6.40	6.85	6.47	6.53	6.60	6.70
	F-values	2.19	2.89*	3.77*	5.13**	3.71*	6.13**	6.21**	10.1**	12.4**	5.45**

** and * indidcate significances at 1% and 5% significant, respectively
Differences in letters in vertical columns indicate significance difference at 5% level for DMRT

Study sites	Species	Annual Diameter Increment (㎜)										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Mean
Plantation forest	*B. platyphylla* var. *japonica*	7.1	6.5	6.9	6.6	6.5	6.1	5.8	5.4	5.3	4.2	6.34b
	B. davurica	6.2	5.7	5.5	5.7	5.6	5.6	6.0	6.7	3.4	6.2	5.93b
	B. costata	8.0	7.9	7.7	6.8	6.8	6.6	7.3	5.8	7.5	6.3	7.67a
Natural forest	*B. costata*	4.7	5.0	4.7	4.3	4.1	4.0	3.9	4.3	3.6	4.3	4.32c
	Mean	6.50	6.28	6.20	5.85	5.75	5.58	5.75	5.55	4.95	5.25	6.07
	F-values	3.38*	3.02*	2.74*	1.90	1.76	1.71	2.15	1.46	3.13*	1.07	64.82**

조성되도록 조림초기의 풀베기, 어린나무가꾸기 작업 등이 잘 이루어졌던 영향이라 판단된다.

조림한 거제수나무와 자작나무는 조림초기의 직경생장이 높아졌다가 연령이 증가함에 따라 서서히 낮아지는 경향을 보였으며, 조림한 물박달나무와 천연림에서의 거제수나무는 대체로 연령의 증가에 따라 직경생장량은 점차 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 정성호 등(1983)이 중부지방의 주요 활엽수종의 연평균직경생장령이 연령이 증가하면서 감소하는 경향을 보였다는 보고와 대체로 일치하는 경향이다.

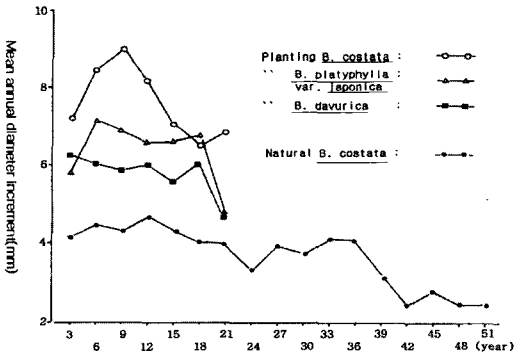

Figure 2. Comparison of mean annual diameter increment according to age by study sites and species

결 론

자생의 낙엽활엽수 조림성적을 평가하기 위하여 조림지와 천연림의 임분조사와 직경생장을 측정,비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 비교적 양수에 속하는 자작나무속의 자작나무, 거제수나무 및 물박달나무의 대면적 인공조림은 어느 정도 성공적이었으나, 부분적으로 무육관리가 부실하여 전생수종들의 경쟁을 심하게 받는 곳도 많이 있었음을 확인하였다. 개벌작업에 뒤이은 대면적의 자작나무류 조림에는 야생동물의 다양성유지 등 많은 문제점

이 있다고 판단되며, 필요하다면 소규모의 순림 또는 활엽수 혼효림으로 조성하는 조림정책을 적극적으로 검토할 필요가 있다고 판단된다.

2. 운두령 특수활엽수 조림단지에 조림된 자작나무류는 전생수들을 함께 무육하는 방안을 강구한다면 활엽수조림의 성공적인 사례가 될 수 있을 것이라 판단된다.

3. 자작나무속 중에서도 지역에 따라 최적의 수종을 선택하여 조림하는 것이 필요하며, 조사지역의 경우 거제수나무가 가장 적합한 조림수종이라 판단된다.

4. 자생활엽수림 무육에서는 맹아갱신, 수하식재, 직파조림 등의 다른 갱신법들도 적극 검토할 필요가 있다고 판단된다.

인 용 문 헌

김갑태(2003) 생태적 숲관리와 조림 문제-조림지, 천연림, 맹아림에서 물푸레나무 직경생장 비교- 한국환경생태학회지 17(2): 456-463.

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.

윤재호(1959) 활엽수를 증식하여 山林의 內容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.

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.

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.

Lee, W.S(1996) The Relationship between Breeding Bird Community and Forest Structure at a Deciduous Broad-leaved Forest in Hokkaido, Japan. Korean J. Ecol. 19(4): 353-361.

Rhim, S.J. and W.S. Lee(1999) Differences in Small Mammal Populations Due to Different Habitat Structure in Natural Deciduous Forest. Jour. Korean For. Soc. 88(2): 179-184.

Urbanska, M.K., Nigel, R.W. and P.J. Edwards(1997) Restoration Ecology and Sustainable Development. Cambridge University Press. 397pp.