한국농림기상학회지, 제7권 제4호(2005)
Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 7, No. 4, (2005), pp. 274~281

연륜 변화를 이용한 의성지역 주요 조림수종의 생장특성

이동섭 · 김동근 · 배관호 · 서형민
상주대학교 산림환경자원학과
(2005년 11월 7일 접수; 2005년 12월 2일 수락)

The Growth Characteristic of the Main Afforestation Species Using the Change of the Annual Ring in Uiseong Area

Dong-Sup Lee, Dong-Geun Kim, Kwan-Ho Bea and Hyoung-Min Suh
Department of Forest Resources and Environment, College of Life Science & Natural Resources, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea
(Received November 7, 2005; Accepted December 2, 2005)

ABSTRACT

The climate of the Uisong Area is wet in the heat of summer and cold and dry in winter. The climate is highly consistent. The typical forest soil of the Uisong Area has an acidity of pH 4.5-5.6. The thickness of soil A layers is thin to an average of 10-20 cm and is a typical brown forest soil type. The growth characteristic of this climate and soil environment is as follows. In the case of *Larix leptolepis*, it takes 5-9 years to reach 6 cm diameter. The annual growth rate falls off greatly at an age of 17-19 years. The change of annual rings is more apparent on the north slopes compared with the east and northeast slopes. *Pinus rigida* takes 7-9 years to reach a 6 cm diameter. Annual growth rates of *Pinus rigida* fall greatly when age reaches 19 years. The change of annual ring growth of *Pinus rigida* was most apparent in the west and northeast slopes compared with the south and east slopes. In the case of *Pinus koraiensis*, the change of the annual ring width according to the characteristics of the slope is not important. *Pinus koraiensis* takes 6 yearsto reach the 6cm diameter, and annual growth rate fell off at age 19 years. In the case of *Quercus acutissima*, the growth of the valley trees is more stable than for trees grown at the mountain base. Annual growth rate of *Quercus acutissima* fell off 19 years after planting. Ring growth of *Robinia pseudo-acasia* on northeast slopes appears much like that on northwest slopes. In conclusion, the main silviculture species reaches a 6 cm diameter in 5-9 years of growth, and the annual growth rate begins to fall between years 13 and 19 in the Uisong Area.

Key words : **Dendrochronology, Annual growth rate, Growth characteristic, Uisong Area**

I. 서 론

우리나라의 산림자원 조성은 세계적으로도 성공적으로 이루어졌다는 평가를 받고 있다. 기존에 조성된 산림에 대한 측정과 관리는 미흡한 수준이라 할 수 있다. 특히 의성지역과 같은 농촌지역의 공유림은 조성 후 사후관리단계가 부실하여 산림자원의 효율적인 관리가 필요하다. 산림자원은 지역의 입지환경과 기후, 조림수종에 따라 그 생장특성이 다양하고, 관리방안도 서로 다르다고 할 수 있다. 따라서 그 지역에 적합한 관리방안을 찾기 위한 산림자원에 대한 조사가 필요하다.

가문비나무(*Picea jezoensis*)의 연륜생장 특성에 대하여 일일단위의 최고, 최저 생장특성을 조사하였다(Wilpert, 1990). 이스라엘에서는 대부분의 조림수종에

Corresponding Author : Dong-Sup Lee (dslee@sangju.ac.kr)

대한 저온특히 겨울의 생장변화에 대한 연륜변화특성을 연구하였다(Liphschitz *et al.*, 1986; 1988). 또한 한대지역 수목의 연륜을 이용한 growth patterns에 관한 많은 연구가 진행되었으며(Larson and Kelly, 1991), 기후 등의 환경인자와 생태인자가 미치는 영향 등을 연륜의 변화로 분석하였다(Henhappel, 1965). 특히 온대 지역에서의 연륜생장율은 기후적 영향과 수목의 생리적 특성에 크게 영향을 받는다고 하였다(Böhm, 1983). 과거 1891년부터 수목의 수간생장에 관한 다양한 영향인자의 분석이 있었으며, 이를 토대로 침엽수의 내부 구조변화에 대한 Dendrochronology에 대한 연구가 진행되었다(Wimmer, 1994). 또한 참나무류에 있어서 강우량의 증가는 긍정적인 영향을 저온은 부정적인 영향을 연륜의 변화에 미친다고 하였다(Tessier *et al.*, 1994).

의성군 지역 주요조림 수종의 생장을 비교하기 위하여 기후, 입지 관계 및 연륜분석을 이용한 Dendrochronology 기초자료를 토대로 현재 조림지의 임분생장을 추정하여 조림지의 관리에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다. 의성군내 조림지의 입지와 적지적수에 관한 기초적인 자료를 통하여 의성군지역의 조림에 있어서 최소한 필요한 간벌이 이루어질 시기정도와 연륜을 통한 연년생장율을 분석함으로써 의성군 지역과 같은 구릉성 임목의 생장 특성을 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

2.1. 조사지

의성군은 위도 36° 21', 경도 128° 41'에 위치한다(Fig. 1). 지리적으로 동으로 청송군, 서로 상주, 구미 남으로 군위군 북으로 안동과 예천에 접하고 있다. 지형은 동서가 길고, 남북이 짧으며, 동고서저로서 일조가 양호하고, 낙동강 연안에는 비옥한 토양을 유지하고 있다. 북부와 동부지역에서는 퇴적암을 모재로 한 토양이 발달하였다. 산림은 주로 의성군 북부와 동, 남부에 분포하고 있으며, 서부지역은 낙동강변의 평야지대이다.

2.2. 조사방법

의성군 지역을 2004년 10월과 11월에 주요 조림수종별 조림지내에 10 m×10 m의 조사지를 선정하여 경사도, 방위, 토양시료채집 및 토양조사 등의 일반적

Fig. 1. Location of research site.

지황조사와 조사지내 수목의 수고와 흉고직경를 조사하였으며, 수간 연륜을 분석하기 위한 시료를 채집하였다.

조사지역은 의성군 전역에 걸쳐서 리기다소나무 10개 조사지, 낙엽송은 4개 조사지, 잣나무 5개 조사지, 활엽수(상수리나무, 아카시나무) 6개 조사지 대상으로 총 25개 조사지를 조사하였다. 각각의 조사지는 조림연도가 비슷하나, 경사도, 방위, 토양 등의 임지에 차이가 있는 지역을 조사지로 선정하였다. 수간 20 cm 높이에서 직교방향으로 2개 이상의 연륜을 채집하였다.

토양조사는 의성군의 조사지 25곳에서 토양표본을 채집하였다. 토양의 유기물층을 제거하고 A층에서 표본을 채집하였다. 토양은 풍건 후 실험실에서 시료를 준비하여 육안으로 토양의 토성을 식별하고 pH, P_2O_5, 전질소량, K, Na, Mg, Ca 등을 토양간이분석기를 이용하여 분석하고, 유기물함량은 500°C에서 연소분석을 하였다.

생장분석은 채집한 연륜은 Leica MS5(Switzerland)를 이용하여 연륜의 폭과 연륜의 수를 측정하여 Dendroecologcal analysis를 통하여 연륜과 기후, 입지조건과의 관계를 분석하였다(Schweingruber, 1996).

기후, 건조 등의 환경인자 등의 영향에 따른 위연륜 등의 영향을 최소화 하기위하여 표본목당의 Sample 수를 2개 이상 확보하여 분석하였다(Telewski and Lynch, 1991).

연륜의 폭과 수를 이용하여 Schneider식으로 생장률을 분석하였다(Lee, 1995; Kim, 1998). 이와 같이 얻어진 값을 Log식으로 치환하여 도식화 하였으며, 이 도식화된 자료를 기초로 주요 조림수종의 입지별 생장 특성을 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1. 기상특성

기온의 변화에 있어서 1974년부터 1998년 사이의 여름철의 고온 평균기온(Fig. 2)이 19.6°C로 주변의 지역인 문경(19.9°C), 대구(21.3°C), 안동(19.9°C)에 비하여 낮게 나타나고 있다. 추세선의 기울기가 0.002로서 점진적으로 여름철 고온평균이 상승하고 있는 것을 알 수 있다(Uisong metological station, 1999). 또한 겨울철 저온 평균기온(Fig. 3)에 있어서는 2.6°C이며, 추세선의 기울기가 -0.0005로서 점진적으로 기온이 낮아지고 있는 것을 알 수 있다. 또한 강수량에 있어서는 계절풍대 강우형의 특징이 나타나고 있다. 여름평균 강우량(Fig. 4)의 추세선의 기울기가 0.0449로서 점진적으로 증가하고 있음을 알 수 있다. 이와 다르게 겨울철 평균 강우량(Fig. 5)의 추세선이

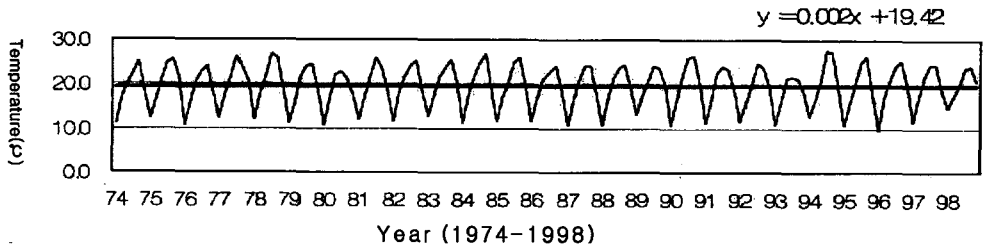

Fig. 2. The summer time average temperature in Uiseong.

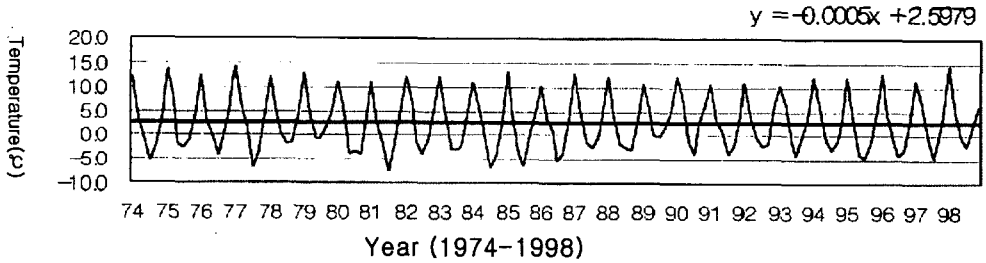

Fig. 3. The winter time average temperature in Uiseong.

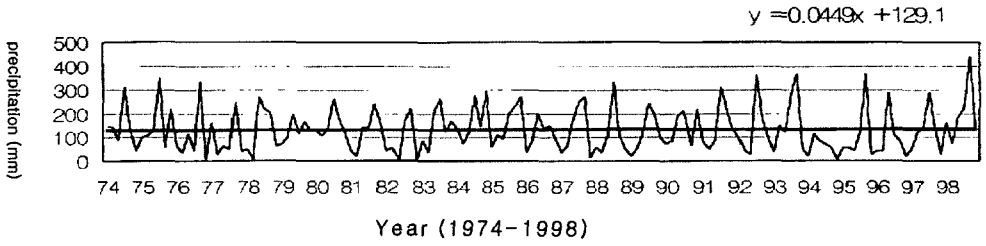

Fig. 4. The summer time average precipitation in Uiseong.

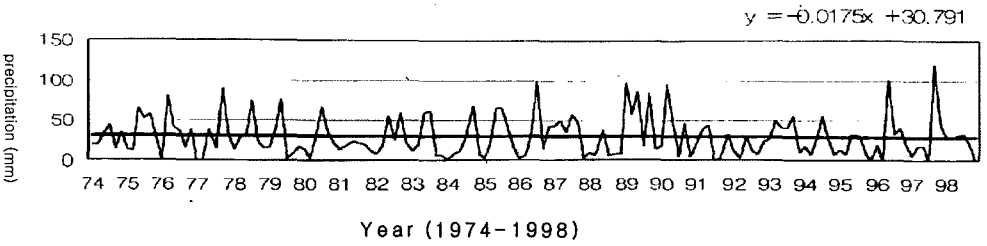

Fig. 5. The winter time average precipitation in Uiseong.

-0.0175의 기울기를 가지며 이는 점진적으로 건조해지고 있다는 것을 나타낸다. 이는 의성군지역의 기후가 여름에 고온일수와 강우집중도가 높아지며, 겨울에 저온일수와 겨울건조일수가 많아지는 특성을 가지 있다는 것을 보여주며, 앞으로 더욱 이러한 현상이 심해질 것으로 판단된다.

3.2. 입지 특성

주요 조림수종인 낙엽송의 경우 의성군의 영림계획서 상에는 상당히 넓은 면적에 걸쳐서 조림이 실시되었으나 현재 잔존하는 대부분의 조림지는 북사면이나 북동사면에만 남아 있는 것으로 조사되었다(Table 1).

리기다소나무는 의성군 전역에 걸쳐서 넓게 조림이 이루어져 현재까지 잘 보존이 되고 있는 것으로 조사되었지만 가지치기, 간벌 등의 무육시업이 전무한 것으로 조사되었다.

잣나무의 경우에는 80년대에 중점적으로 조림이 이루어지고 현재 까지 특별한 간벌이 이루어지고 있지 않은 것으로 판단된다. 따라서 임지내의 투광율 등이 다른 조림수종에 비하여 현격히 낮아서 하층의 발달이 거의 없는 것으로 조사되었다. 또한 임분의 수령이 높아짐에 따라 임내 수목간의 경쟁이 발생하여 생육이 불량해 지기 시작하는 것으로 나타났다.

기타 활엽수의 조림은 일부 유실수를 목적으로 밤나무가 조림된 것 이외에는 사방용 물오리나무의 식재가 특징적 이었으며, 과거 신탄림을 목적으로 조림된 아카시나무 조림이 마을 주변에 넓게 나타나고 있었다. 아카시나무의 경우는 80년대 후반까지는 신탄림으로 사용하고 현재는 방치된 상태로 있으며, 조림 후 관리의 부재와 신탄재 채취 이후의 관리 부재로 맹아와 성목이 혼재 되어있다. 대부분은 맹아림으로 수령이 어리고 수고가 낮으며 하층에 자생수종이 다수 침입하

Table 1. Location condition of research site

Plot	Species	Slope (°)	Direction	Soil hardness (kg/cm^2)	Texture*	Average of trees	
						D.B.H (cm)	Height (m)
1	*Larix leptolepis*	30	N	17	SL	20	18
2	*Larix leptolepis*	20	N	14	SL	19	21
15	*Larix leptolepis*	22	E	15	LS.	31	16
16	*Larix leptolepis*	35	NE	19	LS	23	14
3	*Pinus rigida*	32	W	13	LS	16	9
4	*Pinus rigida*	30	S	16	LS	18	12
5	*Pinus rigida*	20	E	18	SL	19	14
8	*Pinus rigida*	10	NW	10	SL	21	14
10	*Pinus rigida*	6	SE	12	S	19	13
17	*Pinus rigida*	20	E	15	LS	29	12
18	*Pinus rigida*	7	S	16	LS	14	9
21	*Pinus rigida*	28	NW	13	SL	17	8
22	*Pinus rigida*	32	SE	19	SL	18	10
23	*Pinus rigida*	25	E	14	SL	17	10
12	*Pinus koraiensis*	25	W	25	LS	14	7
13	*Pinus koraiensis*	35	E	28	LS	15	8
14	*Pinus koraiensis*	38	SW	29	LS	16	9
20	*Pinus koraiensis*	34	NW	11	L	11	7
6	*Robinia pseudo-acasia*	20	NW	16	LS	9	13
7	*Robinia pseudo-acasia*	14	NE	9	LS	14	13
9	*Robinia pseudo-acasia*	10	NW	12	Lic	12	13
19	*Robinia pseudo-acasia*	5	S	17	Lic	8	5
11	*Quercus acutissima*	28	NW	16	L	11	11
24	*Quercus acutissima*	20	NE	17	Lic	18	13
25	*Quercus acutissima*	28	NW	16	L	12	10

*SL: sand loam soil, LS: loam sand soil, S: sand soil, L: loamy soil, Lic: clayey soil

Table 2. Soil condition of research site

Plot	Species	Texture*	PH	Organic density (%)	Total of nitrogen (%)	P_2O_5 (ppm)	Cation exchange capacity (me/100 g)			
							K	Na	Ca	Mg
1	*Larix leptolepis*	SL	5.00	4.59	0.57	30.2	0.25	0.54	0.96	1.75
2	*Larix leptolepis*	SL	4.63	4.6	0.45	10.5	0.35	0.32	1.17	0.86
15	*Larix leptolepis*	LS.	4.85	7.26	0.59	62.4	0.56	0.76	0.93	0.91
16	*Larix leptolepis*	LS	4.67	8.24	0.67	78.2	0.75	0.59	0.94	82
3	*Pinus rigida*	LS	4.91	7.34	0.52	20.4	0.45	0.97	0.96	0.75
4	*Pinus rigida*	LS	4.56	6.23	0.63	23.4	0.24	1.23	0.75	0.64
5	*Pinus rigida*	SL	5.12	4.25	0.4.5	33.2	0.75	0.67	0.82	0.75
8	*Pinus rigida*	SL	5.23	7.69	0.67	35.1	0.49	1.29	085	0.85
10	*Pinus rigida*	S	4.75	4.87	0.95	16.4	0.32	0.84	0.76	0.75
17	*Pinus rigida*	LS	5.64	4.36	0.62	23.4	0.49	0.46	0.86	0.84
18	*Pinus rigida*	LS	4.27	4.9	0.59	31.5	0.75	0.67	0.93	0.86
21	*Pinus rigida*	SL	5.34	7.26	0.75	51.4	0.7	0.93	0.72	1.18
22	*Pinus rigida*	SL	5.67	5.34	0.96	42.6	064	0.82	0.74	0.79
23	*Pinus rigida*	SL	4.21	4.26	0.75	32.7	0.75	0.49	0.82	0.84
12	*Pinus koraiensis*	LS	5.32	9.21	0.83	46.5	0.61	0.67	0.71	0.82
13	*Pinus koraiensis*	LS	5.12	8.64	0.75	48.1	0.37	0.92	0.76	0.85
14	*Pinus koraiensis*	LS	4.79	4.26	0.86	52.1	0.49	0.43	0.85	0.75
20	*Pinus koraiensis*	L	5.23	6.35	0.49	32.5	0.75	0.94	0.75	0.74
6	*Robinia pseudo-acasia*	LS	5.42	7.89	2.61	41.6	0.24	0.89	0.71	0.94
7	*Robinia pseudo-acasia*	LS	4.38	5.24	0.24	42.1	0.62	0.76	0.95	0.75
9	*Robinia pseudo-acasia*	Lic	4.96	5.64	1.75	24.5	0.51	1.46	0.79	0.42
19	*Robinia pseudo-acasia*	Lic	5.6	5.24	1.35	79.5	0.49	0.85	0.91	1.23
11	*Quercus acutissima*	L	5.79	6.23	1.42	78.2	0.75	0.67	0.92	0.91
24	*Quercus acutissima*	Lic	4.97	7.36	0.84	62.4	037	0.75	0.75	0.95
25	*Quercus acutissima*	L	4.85	4.53	0.59	32.4	0.59	0.61	1.19	0.93

*SL: sand loam soil, LS: loam sand soil, S: sand soil, L: loamy soil, Lic: clayey soil

여 관목상을 이루고 있는 것이 특징이다.

마지막으로 상수리나무 경우에는 조림지보다는 천연갱신에 의해서 발생한 경우가 많은 것으로 판단되며 현재 상당한 축적을 보유한 지역도 드물게 나타나고 있다. 그러나 대부분의 참나무류 임지는 상수리나무와 굴참나무의 혼효상태에서 갈참나무와 신갈나무가 하층에 침입 하고 있다.

의성군 조림지의 토양은 우리나라 산림토양의 전형인 pH 4.5~5.6사이의 산성토양으로 나타났으며, 부식층의 두께는 조림수종에 따라 다양하게 나타났으며, A층의 두께는 평균 10~20 cm정도로 비교적 얕은 편이었다. 또한 전형적인 갈색 산림토양을 나타내고 있고 일부 아카시나무 조림지는 층위의 구분이 불분명한 미숙 토양으로 나타났다(Table 2). 이는 의성군 산림지대의 지질학적인 구조가 전형적인 퇴적암의 풍화로 형성된 토양이기 때문으로 추정되며 이에 따라 배수와 수분함량 등이 수목이 생장하기에 불리한 조건이 되는 것으로 판단된다.

3.3. 생장특성

낙엽송의 경우 매목조사에서 임지의 지황에 상관없이 성재재적이 가능한 흉고직경 6㎝에 도달하는 기간이 최소 5년에서 9년 정도의 기간이 걸리는 것으로 나타났다(Fig. 6a). 연년생장량이 현격히 떨어지는 시기는 수령이 17년에서 19년 사이에 떨어지기 시작하는 것으로 나타났다(Fig. 7a). 이 시기 이전에 간벌이 이루어짐으로써 연년생장량의 조절이 가능한 것으로 판단된다. 특히 북사면에서 동사면이나 북동사면에 비하여 연륜의 변화가 심하게 나타났다. 이는 의성 지역의 경우 기후나 토양 등의 다양한 측면에서 영향이

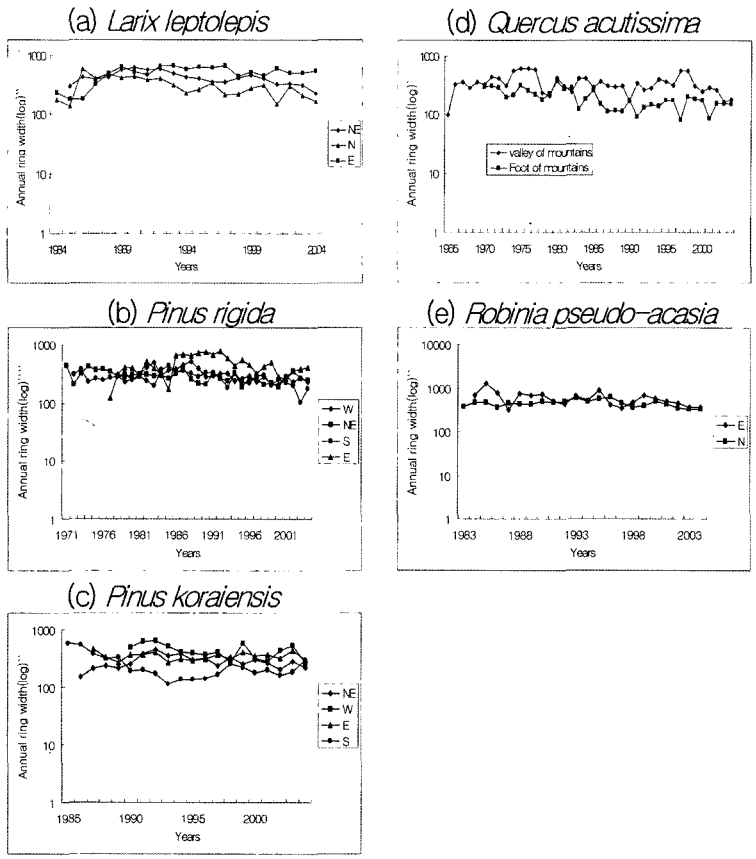

Fig. 6. The comparison of annual ring width by the difference at the direction of afforestation species.

커서 연륜에 변화를 미치는 것으로 판단된다.

리기다소나무의 경우 북사면을 제외한 나머지 사면에 고르게 분포하고 있다. 의성지역에서는 같은 임지 내에서도 기후, 토양 등의 영향을 많이 받아서 연륜폭의 변화가 심하게 나타나고 있으나 특히 서사면과 동북사면에서 연륜폭의 변화가 적고 고른 반면 남사면과 동사면에서는 연륜의 변화폭이 상당히 심하게 나타나고 있다(Fig. 6b). 비슷한 수령과 토양에서 사면방향이 다른 차이만으로도 연륜폭 변화가 크게 나타나고 있으며 이를 통하여 리기다소나무의 식재시 입지에서 사면방향이 상당히 중요한 인자가 될 것으로 추측할 수 있다. 또한 낙엽송조림지의 경우와 비슷하게 성재재적에 이르는 시기는 7~9년 정도에 가능하며 19년 내외가 되면 연년생장율이 10%이하로 떨어져서 이 시기 이전에 간벌이 필요하다는 것을 추정할 수 있다(Fig. 7b).

잣나무에 있어서 연륜폭은 기후와 토양 등의 영향으로 변화는 크게 나타나고 있으나 아직 벌기령을 기준으로 할 때 어린 관계로 전체적으로 사면특성에 있어서의 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다(Fig. 6c). 의성군내의 서사면과 동사면의 마주보는 입지에 같은 시기에 조림을 실시하였으나 연륜을 분석한 결과 그 연륜에 있어서 사면 특성에 의한 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다. 다만 현재 까지 특별한 간벌이 없는 관계로 점진적으로 연년생장량이 감소하고 있으며 앞으로 수년 내에 연년생장량은 연년생장율이 10%이하로 떨어질 것으로 판단된다(Fig. 7c). 부분적으로 북동사면과 남서사면간의 비교에서는 연륜폭 변화가 서사면과 동사면의 비교에 비하여 크게 나타나고 있으며 이는 잣나무의 경우 의성군에서는 북사면이 남사면보다 생육에 유리한 것으로 판단된다. 잣나무의 경우 성재재적에 이르는 시기는 입지에 상관없이 6년 정도 소요되면 연년생장량은 약 19년 전후에 연년생장율이 10%이하로 떨어져서 생육이 저하되는 것으로 나타났다.

상수리나무에 있어서는 대경목과 중경목이 상당히

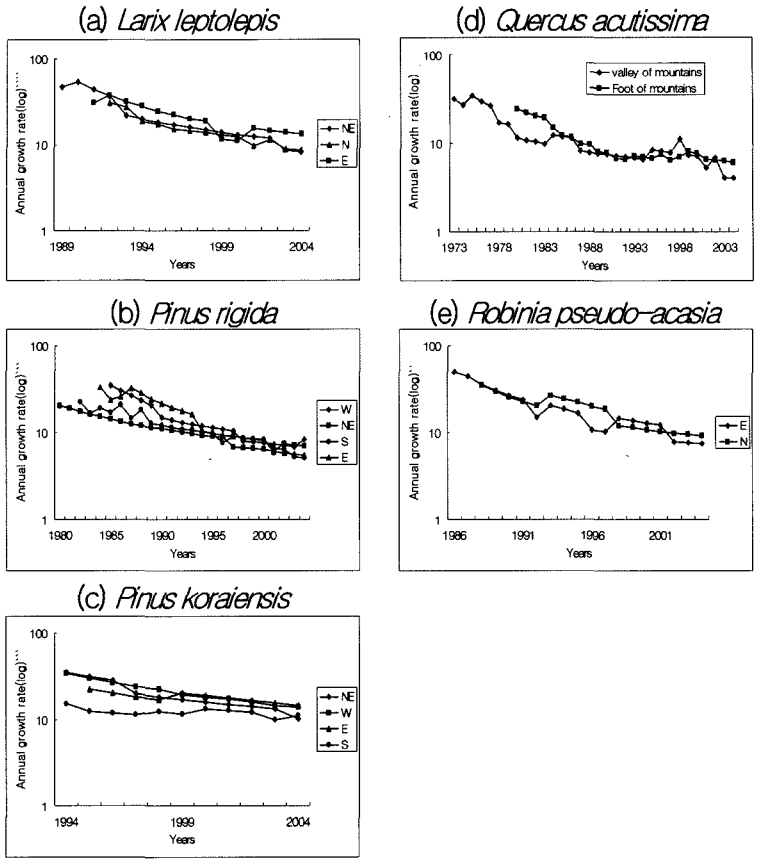

Fig. 7. The comparison of annul growth rate by the difference at the direction of rate by the difference at the direction of afforestation species.

넓게 마을 주변으로 분포는 하고 있으나 그 개체수는 비교적 적은 편이다. 따라서 상수리나무는 같은 임지 내에서 계곡부와 산록부를 비교하였다. 이를 통해서 상수리나무 또한 토양이 비교적 비옥하고 보습성이 높은 계곡부에서 연륜의 변화가 균일하게 나타나는 것으로 나타났다(Fig. 6d). 연년생장량 또한 비교적 시계열적으로 떨어지며 조림 후 17년 전후해서 10%이하로 떨어지는 것으로 나타났다(Fig. 7d).

마을 주변으로는 대부분 아카시나무 조림지가 많았다. 아카시나무는 사면방향에 따른 변이보다는 토양, 기후 등의 영향에 의한 연륜폭 변화가 매우 심하게 나타났으며 특히 북서사면과 북동사면 사이에 연륜폭 변화의 차이가 크게 나타나는 것으로 조사되었다(Fig. 6e). 이는 의성지역의 토양 특성상 일조량보다는 토양 보습 등의 요인이 연륜에 더욱 영향을 미치는 것으로 판단된다. 모든 활엽수 조림지에서 성재재적에 이르는 시기는 아카시나무 맹아림을 제외하고 6~9년 정도의 기간이 소요되면 조림 후 13년 전후에 연년생장량이 10%이하로 떨어졌다(Fig. 7e).

IV. 적 요

의성군의 기후특성은 여름 고온과 강우집중이 높으며, 이 또한 점진적으로 증가하고 있다. 겨울에 저온과 건조가 심하고, 점진적으로 저온일이 증가하고, 강우량이 감소하는 지역이다. 또한 의성군 조림지의 토양은 우리나라 산림토양의 전형인 pH 4.5~5.6사이의 산성토양으로 나타났으며, 부식층의 두께는 조림수종에 따라 다양하게 나타났으며, A층의 두께는 평균 10~20 cm정도로 비교적 얇은 편이었다. 또한 전형적인 갈색 산림토양을 나타내고 있고 일부 아카시나무 조림지는 층위의 구분이 불분명한 미숙 토양으로 나타났다.

의성군 지역의 임지환경에 따른 주요조림 수종의 생장특성은 낙엽송의 경우 성재재적이 가능한 흉고직경 6 cm에 도달하는 기간이 최소 5년에서 9년 정도의 기간이 걸리는 것으로 나타났다. 연년생장량이 현격히 떨어지는 시기는 수령이 17년에서 19년 사이에 떨어지기 시작하는 것으로 나타났다. 특히 북사면에서 동사면이나 북동사면에 비하여 연륜의 변화가 심하게 나타났다.

리기다소나무의 경우 서사면과 동북사면에서 연륜폭의 변화가 적고 고른 반면 남사면과 동사면에서는 연륜의 변화폭이 심하게 나타나고 있다. 비슷한 수령과 토양에서 사면방향이 다른 차이만으로도 연륜폭 변화가 크게 나타나고 성재재적에 이르는 시기는 7~9년 정도에 가능하며 연년생장율이 떨어지기 시작하는 것도 19년 내외가 되면 연년생장율이 10%이하로 떨어지는 것으로 나타났다.

잣나무에 있어서 연륜폭은 전체적으로 사면 특성에 의한 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다. 다만 현재 까지 특별한 간벌이 없는 관계로 점진적으로 연년생장량이 감소하고 있다. 부분적으로 북동사면과 남서사면간의 비교에서는 연륜폭 변화가 서사면과 동사면의 비교에 비하여 크게 나타나고 있으며, 성재재적에 이르는 시기는 입지에 상관없이 6년 정도 소요되면 연년생장량은 약 19년 전후에 연년생장율이 10%이하로 떨어져서 생육이 저하되는 것으로 나타났다.

상수리나무에 있어서는 임지내에서 계곡부와 산록부를 비교하였다. 이를 통해서 상수리나무 또한 토양이 비교적 비옥하고 보습성이 높은 계곡부에서 연륜의 변화가 균일하게 나타나는 것으로 나타났다. 연년생장량 또한 비교적 시계열적으로 떨어지면 조림 후 17년 전후해서 10%이하로 떨어지는 것으로 나타났다.

아카시나무는 사면방향에 따른 변이보다는 기후 등의 영향으로 연륜폭 변화가 매우 심하게 나타났으며 특히 북서사면과 북동사면 사이에 연륜폭 변화의 차이가 크게 나타나는 것으로 분석되었다. 따라서 주요 조림수종은 성재재적이 되는 흉고직경 6 cm에 이르는 시기가 최소 5년에서 9년 정도의 기간이 걸리는 것으로 나타나며, 연년생장량이 현격히 떨어지는 시기는 수령이 13년에서 19년 사이에 일어나기 시작하는 것으로 나타났다.

낙엽송의 경우 사면방위에 따라 조림의 성공과 생육이 결정되며 리기다소나무와 잣나무는 사면방위, 기후가 영향을 미치며, 조림 후 임지관리가 필요한 것으로 나타났다. 이와 함께 상수리나무, 아카시나무 등의 활엽수종에서도 자연발생적인 임지라 하더라도 임지의 관리를 통한 충분한 보육이 필요할 것으로 판단된다.

인용문헌

Bohm, E., 1983: Root ecology and their practical application. *International Symposium of Bundesanstalt fur alpenlandische Landwirtschaft*, 74pp.

Henhappel, G., 1965: *Over the changes of strength of the peripheral master zone of Waldbaeumenim yearly expiration.* Dissertation, Universitat Freiburg im Breisgau, 656pp.

Kim, G. D., 1998: *Forest Measuration.* Hyangmunsa, 236pp.

Larson, D. W., and P. E. Kelly, 1991: The extent of old growth *Thuya occidentalis* on cliffs of the Niagara Escarpment. *Canadian Journal of botany* **69**, 1628-1636.

Lee, Y. H., 1995: *Forest Mesuration.* GiJun Research, 367pp.

Liphschtz, N., and S. Lev-Yadun, 1986: Cambial activity of evergreen and seasonal dimorphics around the Mediterranean. *IOWA, bulletin* **7**, 145-153.

Liphschitz, N., and G. Biger, 1988: Identification of timer and dating of historical buildings in Eretz-Israel (Palestine) by dendrohistorical and dendrochronological methods. *Dendrochronologia* **6**, 99-110.

Schweingruber, F. H.. 1996: *Tree Rings and Environment Dendroecology Haupt Berne*. Haupt, 609pp.

Telewski, F.W., and M. Lynch, Ann, 1991: *Measuring growth and development of stems. Techniques and approaches in forest tree ecophysiology.* Lassoie, J. P. and T. M. Hinckley, (Eds.), Boca Raton, CRC Press, 599pp.

Tessier, L., J. Guiot, C. Belinggard, J. L. Edouard, and T. Keller, 1995: *Dendrochronology of climatic change in mountain environments, Potential Ecological Impacts of Climate Change in the Alps and Fennosecandian Mountains. Guisan, A., J. I. Holten*, R. Spichiger, and L. Tessier, (Eds.), *Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Geneve,* 149-157.

Uisong metological station, 1999: *The Climatic characteristics in Uisong area Uisong metological station,* 139pp.

Wilpert, von, K., 1990: The Jahrringstruktur of spruces in Abhängigkeit of the soil water regime on pseudogley and parabraunerde. *Freibg bodenkd. Abha?ngigkeit,* **24**, 1-184.

Wimmer, R., 1994: Structural, chemical and mechanical trends within coniferous trees. *Proceeding of workshop on Modelling tree-ring development cell structure and environment* **5**(9), 2-11.