

針葉樹 製材의 4季節別 天然乾燥 過程의 比較*1

鄭希錫*2 · 李南浩*3 · 李俊昊*2 · 權周瑢*2

Comparison of Air-Drying Process in Four Seasons for Some Softwood Lumbers*1

Hee-Suk Jung*2 · Nam-Ho Lee*3 · June-Ho Lee*2 · Ju-Yong Kwon*2

ABSTRACT

Several thick board and dimension lumbers of Japanese larch(*Larix leptolepis*), Dahurian larch(*Larix gmelinii*) and radiata pine(*Pinus radiata*) air-dried in four different seasons to compare air-drying process. Patterns of air-drying curves were influenced by climatological conditions and limber thickness. The initial drying rates of summer were the highest, followed those of fall, spring and winter. The drying times to equilibrium moisture contents for four seasons were nearly the same except for winter. However, the drying time for winter required twice more time than the other seasons. The drying time of dimension lumbers required 1.3 times more than boards. The final moisture contents were lowest during spring, highest during winter and similar between summer and fall.

Keywords: Air-drying curve, climatological conditions, initial drying rate, equilibrium moisture content, final moisture content, four seasons

1. 서론

목재를 각종 용도에 사용하기 전에 사용장소에 알맞는 평형함수율까지 건조한 다음 가공 이용하는데 건조 중에 어떻게 건조결합, 건조시간과 건조에너지를 최소화할 수 있는지가 중요한 과제이다. 목재의 건조법에는 천연건조와 인공건조로 대별할 수 있고, 각 방법에는 고유한 장단점을 갖고 있다. 천연건조는 건조시간이 길면서도 기건함수율 이하로 건조할 수 없으나, 에너지의 절약이 가능한 장점을 갖고 있기 때문에 오일 쇼크 이후 건조에너지

절약을 위해서 인공건조의 예비건조 또는 옥외용재의 건조 등에 활용되고 있다. 천연건조의 소요 시간과 건조도는 기후 조건에 크게 의존하게 된다.

Rietz와 Page(1971)는 천연건조 지역의 월중 평균 기온, 상대습도, 강수량과 풍속 등의 기후인자 및 목재와 잔적 인자 등이 건조속도와 건조 일수에 영향을 대하여 보고하였고, Rietz(1972)는 미국 중서부 지방의 기상 자료를 이용하여 월별 有效天然乾燥日數를 구하여 천연건조 캘린더를 작성하여 보고하였으며, Wengert(1976)는 미국 서부 지방의 월 평균기온, 상대습도, 풍속 및 강

*1 접수 1996년 12월 일 Received December , 1996

이 연구는 1993년도 한국과학재단 연구비 지원에 의한 연구 결과의 일부임(과제번호 93-08-00-03)

*2 서울대학교 농업생명과학대학 College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University, Suwon 441-744 Korea

*3 전북대학교 농과대학 College of Agriculture, Chonbuk National University, Chonju 560-750, Korea

수량을 이용하여 天然乾燥指數(ADI)의 실험식에 관하여 보고하였다. Denig와 wengert(1981)는 red oak와 yellow poplar 제재의 일일 함수율 감소를 초기함수율, 일일 평균 기온 및 상대습도의 상관관계를 이용하여 천연건조 함수율 감소를 추정하였으며, Tsoumis(1991)은 스트로브 잣나무 각재의 7월과 10월 잔적한 것과 너도밤나무 침목의 2월과 7월 잔적의 비교에서 여름철 잔적의 천연건조 속도가 더 빨랐으며 기후조건의 영향이 매우 컸음을 보고하였다. 우리나라에서는 Jung(1985)은 두께 25mm와 50mm 타운 제재의 함수율 20%까지 천연건조되는 일수가 각각 38일과 84일 소요됨을 보고하였고, Jung 등(1986)은 전국 24개 도시의 월 평균기온, 상대습도 및 풍속을 이용하여 도시의 계절별 有效天然乾燥日數를 구하고 4개 지역별로 유효천연건조일수대를 구분하였으며, Jung과 Park(1986)은 소나무와 리기다소나무의 제재의 천연건조중 함수율과 기상 자료간의 상관관계식을 보고하였다. Lee와 Jung(1989)은 갈참나무와 굴참나무 제재의 4계절별 천연건조 속도를 반온실형 태양열 및 제습 태양열건조의 건조속도와 비교 보고하였다. 우리나라와 같이 4계절이 명확한 지역에서 계절간의 건조속도와 건조 소요 일수는 상이할 수 밖에 없으나 참나무류 등의 일부 수종을 제외하고는 계절간 천연건조의 비

교에 관한 연구는 이루어져 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 침엽수 제재의 계절별 천연건조의 활용을 위하여 일본잎갈나무 외 2수종의 판재류와 각재류의 각각 3 두께의 제재를 중부지방에서 사용하여 4계절별 건조곡선과 최종함수율 등 천연건조 과정을 알고저 실시하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 제재

공시 제재는 국산 일본잎갈나무(*Larix leptolepis*), 시베리아산 다후리안낙엽송(*Larix gmelini*)와 뉴질랜드산 라디아타소나무(*Pinus radiata*)의 재장 1.2m, 두께 2.4cm, 2.7cm와 3.0cm인 판재류와 두께 4.5cm, 5.1cm와 5.7cm인 각재류를 사용하였으며, 각 수종의 제재 두께와 계절별 시험용 제재는 각각 10분을 사용하였으며, 평균 초기함수율과 표준편차는 다음 표 1과 같다.

2.2 잔적과 천연건조 기간

3수종의 두께별과 4계절 시험용 제재의 잔적은 동일 장소에서 두께 16mm의 잔목을 사용하고 잔적 기초는 지상고 24cm 높이로 하였으며, 잔적 지붕을 설치하여 강수로부터 보호하였다. 천연건조 기간은 1995년 가을부터 시

Table 1. Initial moisture content of softwood lumbars used for air-drying.

Species	Size classification	Lumber thickness (cm)	Air-drying season			
			Fall	Winter	Spring	Summer
Japanese larch	Board	2.4	35.1± 4.0 ^{*1}	31.1±13.4	50.2± 15.1	87.9±22.3
		2.7	28.7± 5.1	50.3±14.5	42.3±13.2	50.7±24.6
		3.0	29.9± 5.5	53.3± 8.7	28.0± 8.4	63.0±26.7
	Dimension	4.5	38.0± 3.5	52.0± 5.9	40.0± 6.6	47.2±12.4
		5.1	37.0± 3.6	54.9± 5.1	35.2±13.8	47.2± 7.7
		5.7	34.2± 2.6	35.0± 4.6	41.8± 5.6	43.9±13.2
Dahurian larch	Board	2.4	73.6±17.0	57.3± 7.2	53.2±19.5	44.5± 8.9
		2.7	47.0± 7.9	62.3±15.1	57.5±19.1	51.7± 4.1
		3.0	63.6± 4.6	60.7±17.4	54.7±11.9	41.8± 5.3
	Dimension	4.5	64.9± 5.6	52.8± 8.9	69.7±14.0	39.8± 3.5
		5.1	59.5±10.0	57.1±16.4	61.9±12.5	42.0± 5.3
		5.7	54.8± 2.9	52.7± 5.8	79.2±18.5	52.4± 5.7
Radiata pine	Board	2.4	94.5±21.7	93.7± 5.3	41.8±42.9	31.8± 1.2
		2.7	101.1±28.1	82.9±19.3	107.7±24.6	39.9±14.6
		3.0	105.7±23.6	156.2±31.7	91.8±38.2	80.9±13.0
	Dimension	4.5	116.9±25.6	166.9±23.0	121.2±22.2	39.6±11.8
		4.7	99.5±12.6	143.2±24.0	60.3±20.7	45.8±17.7
		5.1	92.3±16.1	141.3±18.8	106.3±32.6	54.0±20.8

*1 Average ± Standard Deviation.

작하여 1996년 여름까지이며, 각 계절의 초순 전후에 잔적하여 천연건조가 거의 완료될 수 있는 기간까지 실험하였다.

계절별 천연건조 기간은 추기 건조에서 판재류는 1995년 9월 7일부터 11월 21일까지 75일 동안이고, 각재류는 9월 7일부터 익년 1월 5일까지 120일 동안이었다. 다음 동기 건조에서 판재류는 1995년 11월 27일부터 익년

2월 25일 까지 90일 동안이고, 각재류는 11월 27일부터 익년 3월 26일까지 120일 동안이었다. 다음 춘기 건조에서 판재류는 1996년 3월 4일부터 5월 18일까지 75일 동안이고, 각재류는 3월 4일부터 6월 2일까지 90일 동안이었다. 하기 건조는 6월 5일부터 8월 20일까지 75일 동안이고, 각재류는 6월 5일부터 9월 3일까지 90일 동안 실험하였다.

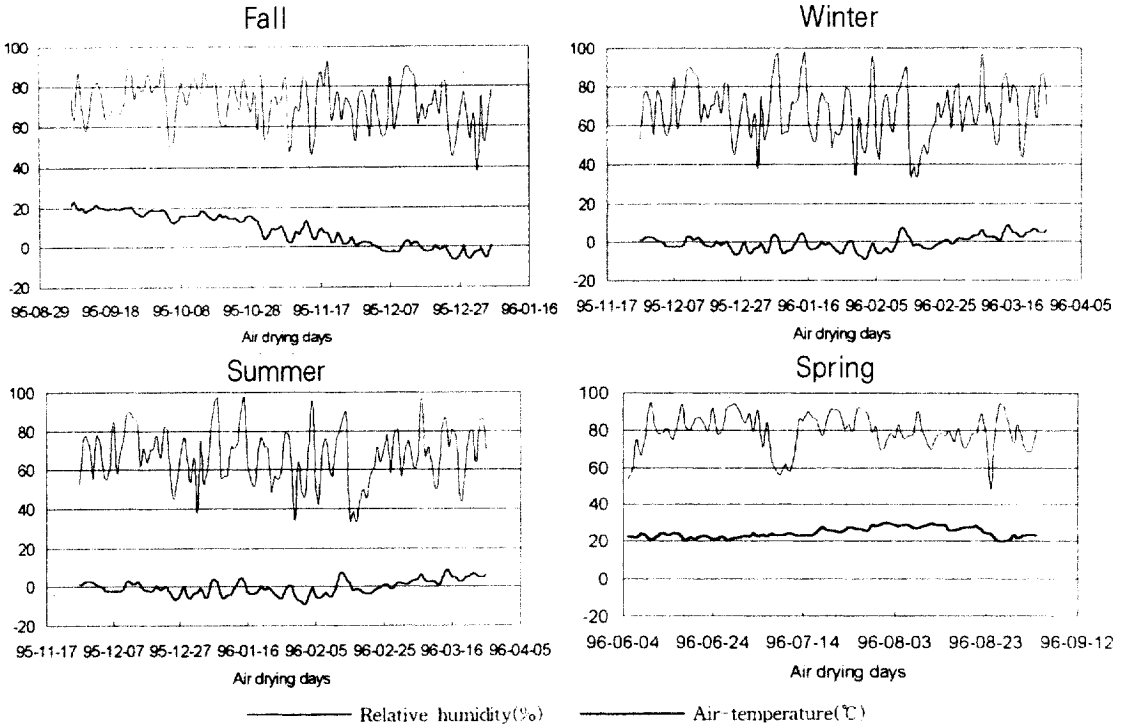


Fig. 1. Air temperature and relative humidity during each air-drying season.

Table 2. Wind speed and precipitation during each air-drying season.

Drying period (semimonthly)	Fall		Winter		Spring		Summer	
	Wind speed (m/sec)	Precipitation (cm)	Wind speed (m/sec)	Precipitation (cm)	Wind speed (m/sec)	Precipitation (cm)	Wind speed (m/sec)	Precipitation (cm)
1st period	1.1(0.3)* ¹	1.1(2.0)	1.0(0.5)	0	1.8(0.9)	11.8(12.5)	1.3(0.3)	27.3(52.9)
2nd period	1.0(0.4)	1.4(1.6)	1.2(0.9)	0	1.9(1.1)	9.4(7.7)	1.5(0.8)	16.1(21.4)
3rd period	0.8(0.4)	2.5(3.5)	3.3(2.1)	1.2(1.4)	2.1(0.6)	5.0(3.7)	1.5(0.5)	7.5(16.2)
4th period	1.1(0.6)	4.7(4.9)	3.9(1.0)	6.7(2.3)	1.6(0.5)	9.2(8.6)	1.3(0.5)	16.4(19.6)
5th period	1.2(0.7)	5.3(4.1)	3.0(1.9)	0.7(1.0)	1.5(0.5)	4.4(4.3)	1.2(0.3)	0.4(0.3)
6th period	1.3(0.6)	0.8(0.8)	1.6(0.5)	0.5(0.7)	1.3(0.3)	1.1(0.9)	1.4(0.3)	10.9(15.1)
7th period	0.9(0.4)	0.1(0.2)	1.9(1.0)	4.2(8.3)	-	-	-	-
8th period	2.3(1.9)	1.3(1.7)	1.5(0.7)	7.3(9.3)	-	-	-	-

Notes: *1 Standrad deviation in parenthesis.

2.3 기상 조건

4계절 천연건조 기간 중에 기온, 상대습도, 강수량과 풍속은 잔적한 곳과 인접한 수원 기상대에서 매일 측정된 기상 조건 중 기온과 상대습도의 일일 변화는 그림 1과 같고, 15일 간격별 풍속과 강수량의 평균치와 표준편차는 표2와 같다.

판재류와 각재류의 각 계절의 전건조기간의 평균 기상 조건은 1995년도 후기 건조에서 판재류는 기온 $14.1 \pm 5.4^\circ\text{C}$, 상대습도 $73.5 \pm 10.7\%$, 풍속 $1.1 \pm 0.5\text{m/sec}$, 강수량 $3.1 \pm 3.8\text{cm}$ 이고, 각재류는 기온 $8.6 \pm 8.6^\circ\text{C}$, 상대습도 $71.7 \pm 11.4\%$, 풍속 $1.2 \pm 0.9\text{m/sec}$, 강수량 $2.2 \pm 3.3\text{cm}$ 이었다. 동기 건조에서 판재류 기온 $-2.1 \pm 3.2^\circ\text{C}$, 상대습도 $66.4 \pm 15.3\%$, 풍속 $2.5 \pm 1.8\text{m/sec}$, 강수량 $1.3 \pm 2.1\text{cm}$ 이고, 각재류는 기온 $-0.5 \pm 3.8^\circ\text{C}$, 상대습도 $66.6 \pm 15.3\%$, 풍속 $2.2 \pm 1.5\text{m/sec}$, 강수량 $3.0 \pm 6.0\text{cm}$ 이었다. 춘기 건조에서 판재류는 기온 $9.4 \pm 5.3^\circ\text{C}$, 상대습도 $68.3 \pm 14.8\%$, 풍속 $1.8 \pm 0.8\text{m/sec}$, 강수량 $8.0 \pm 7.8\text{cm}$ 이고, 각재류는 기온 $11.1 \pm 6.3^\circ\text{C}$, 상대습도 $68.5 \pm 13.9\%$, 풍속 $1.7 \pm 0.7\text{m/sec}$, 강수량 $7.1 \pm 7.7\text{cm}$ 이었다. 다음 건조에서 판재류는 기온 $25 \pm 2.8^\circ\text{C}$, 상대습도 $79.8 \pm 8.9\%$, 풍속 $1.4 \pm 0.5\text{m/sec}$,

강수량 $15.2 \pm 28.1\text{cm}$ 이고, 각재류는 기온 $24.7 \pm 2.8^\circ\text{C}$, 상대습도 $79.5 \pm 9.3\%$, 풍속 $1.4 \pm 0.5\text{m/sec}$, 강수량 $14.5 \pm 26.4\text{cm}$ 이었다.

4계절의 기상조건을 비교하여 보면 건조속도에 가장 크게 영향을 미치는 기온은 여름이 가장 높고, 다음은 봄, 가을과 겨울 순위로서 심한 차이를 나타내고 있었다. 상대습도는 여름이 가장 높고, 다음은 가을, 봄, 겨울 순위로서 약간의 차이를 나타내고 있었다. 풍속은 겨울이 가장 컸고, 다음은 봄, 여름과 가을 순위였고, 강수량은 여름과 봄에서 많았고 가을과 겨울에는 적었으며 계절간의 차이는 적은 조건이었다.

2.4 천연건조 곡선과 최종함수율

각 천연건조 계절에 있어서 잔적 전에 제재의 무게를 측정한다 다음 천연건조기간 중 판재류는 15일 간격, 각재류는 30일 간격으로 건조중 무게를 측정하고, 건조가 종료되었을 때 제재의 중앙부위에서 함수율 시험편(길이 2.5cm)을 절취하여 전건법으로써 최종함수율을 측정하였다. 이 최종함수율로 시험재의 전건무게를 산출하여 건조시간 간격별로 함수율을 계산하여 천연건조곡선을 구하였다.

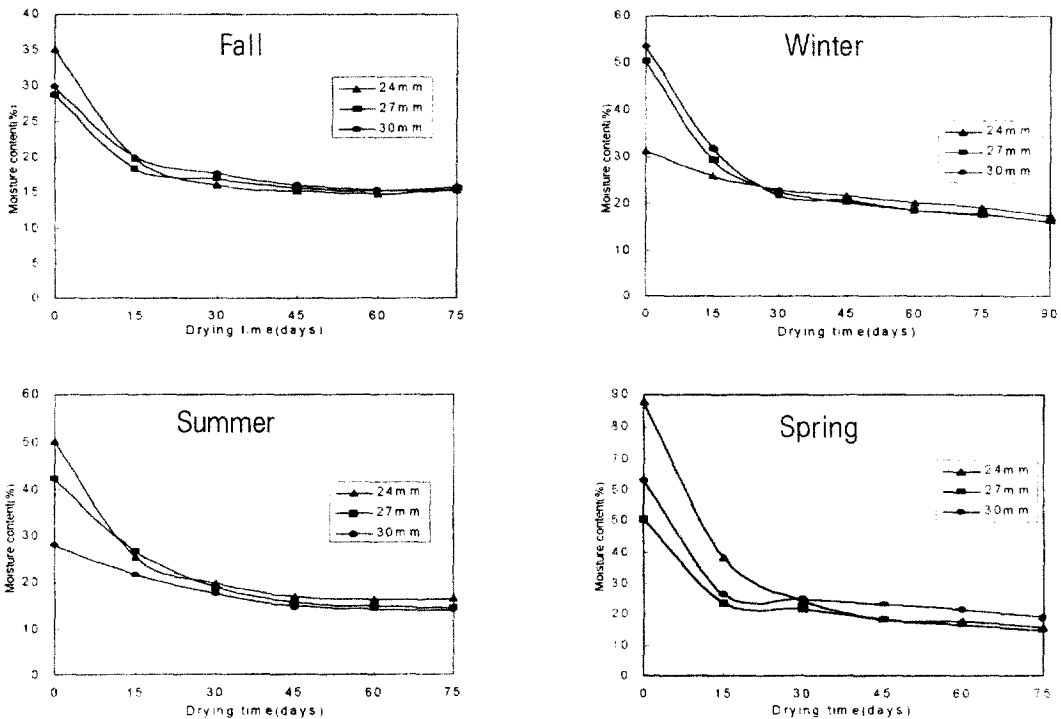


Fig. 2. Air-drying curve of Japanese larch boards by four drying seasons.

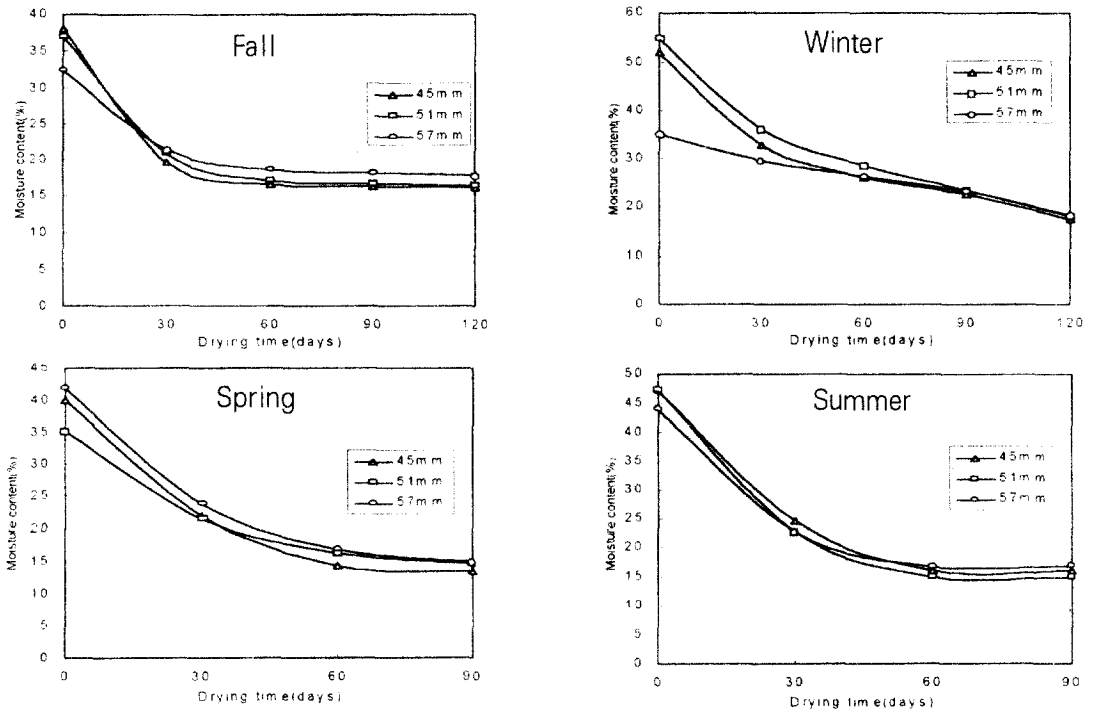


Fig. 3. Air-drying curve of Japanese larch dimension by four drying seasons.

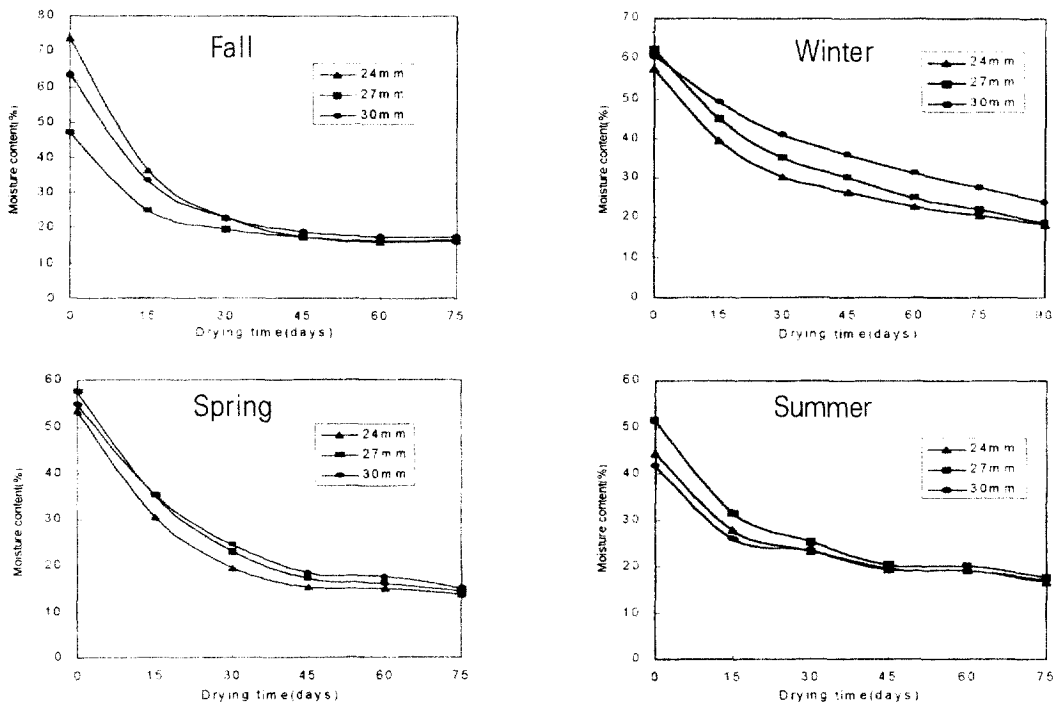


Fig. 4. Air-drying curve of Dahurian larch board by four drying seasons.

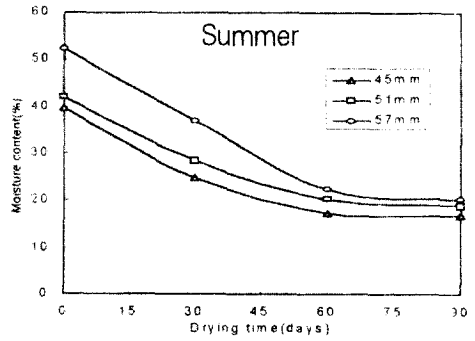
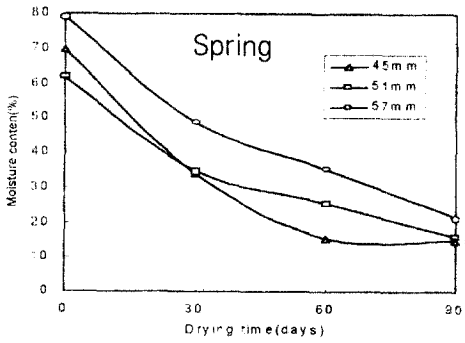
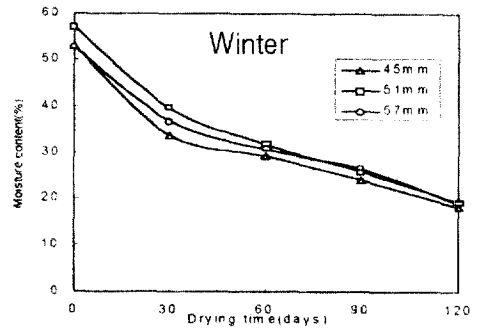
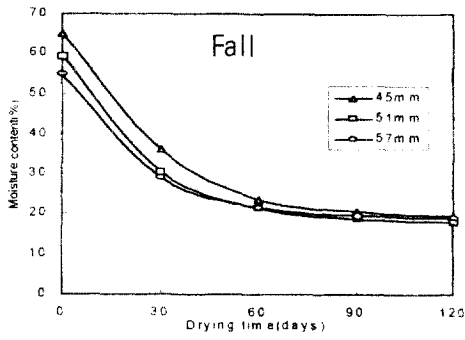


Fig. 5. Air-drying curve of Dahurian larch dimension by four drying seasons.

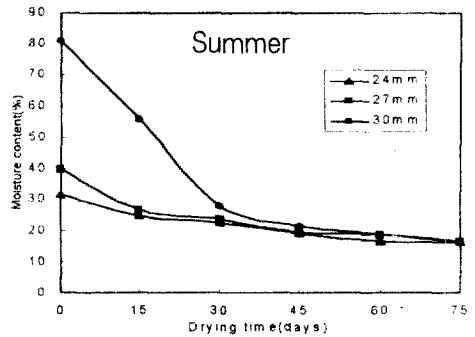
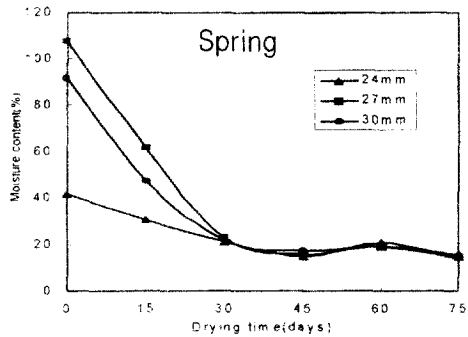
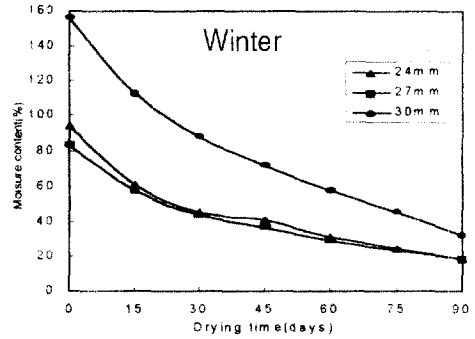
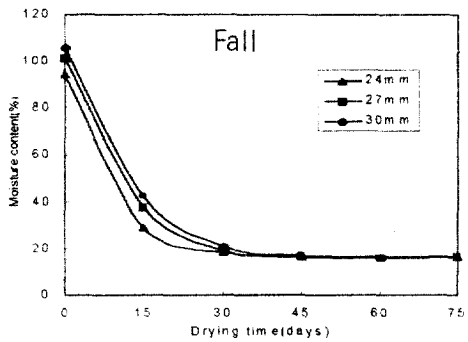


Fig. 6. Air-drying curve of radiata pine board by four drying seasons.

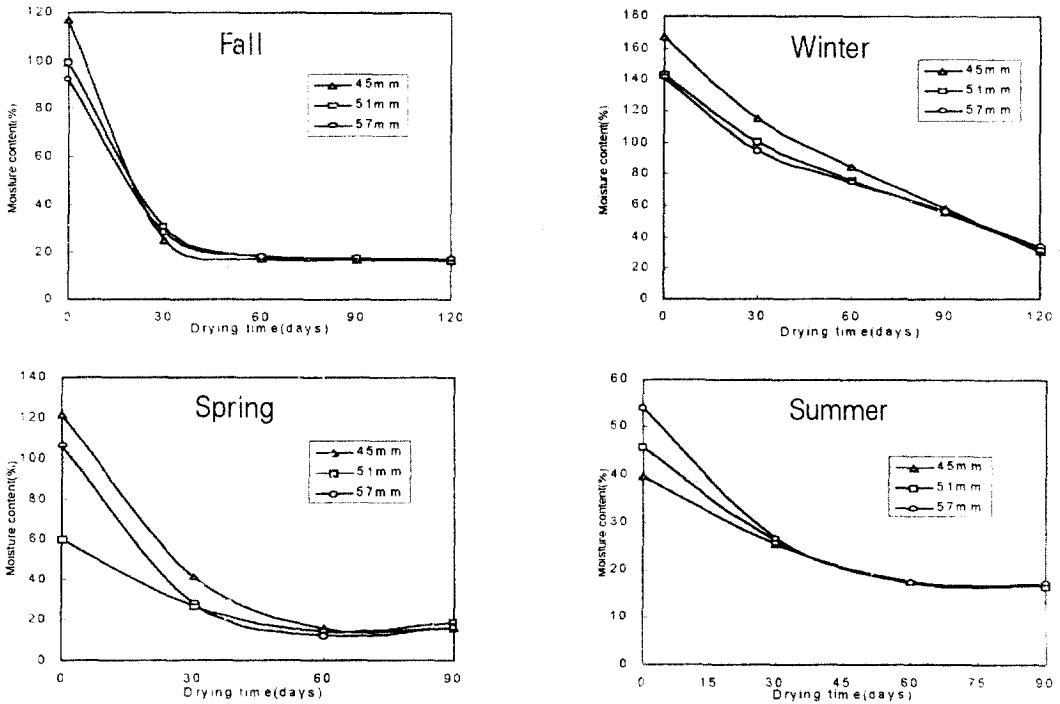


Fig. 7. Air-drying curve of radiata pine dimension by four drying seasons.

3. 결과 및 고찰

3.1 천연건조곡선

일본잎갈나무, 다후리안나엽송과 라디에타소나무의 두께별 판재류와 각재류의 춘, 하, 추, 동 4계절별로 천연 건조하여 얻은 곡선은 그림 2~6과 같고, 각 수종의 계절별로 판재류와 각재류의 건조곡선의 패턴을 살펴보면 다음과 같다.

추기 천연 건조 곡선의 경우 3 수종의 판재류는 첫 건조기간 30일 그리고 각재류는 60일까지는 매우 급속한 건조곡선을 나타내고 상당한 수준까지 건조된 이후 차츰 완만한 건조곡선을 나타내었다. 이와같은 건조곡선의 패턴은 추기의 기온이 차츰 하강하는 변화와 밀접한 관계를 나타내고 있음을 알 수 있었다. 거의 기건함수율 수준까지 도달하는 기간은 판재류의 경우 45일 정도, 그리고 각재류의 경우 60일 정도 각각 소요되었고 그 이후 건조속도는 매우 느렸다. 판재류와 각재류에 있어서 두께별 차이에 따른 건조곡선은 대체로 두꺼운 판재 또는 각재일수록 약간 완만한 경향을 나타내고 있었으나 차이는 미미하였고 건조가 진행될수록 접근하였다.

동기 천연 건조 곡선의 경우 3 수종의 판재류는 첫 건조기간 30일 그리고 각재류는 60일 동안 비교적 급속한 건조곡선을 나타내었으나, 그 이후 완만한 직선적인 감소율을 나타내고 있었다. 거의 기건함수율 수준까지 도달하는 기간은 판재류의 경우 90일 정도 소요되었으나, 각재류의 경우 120일 정도 또는 약간 더 소요될 것으로 추정되었다. 동기 건조는 기온의 저하로 인하여 매우 지연됨을 알 수 있었다.

춘기 천연 건조 곡선의 경우 3 수종의 판재류는 처음 건조기간 15일 그리고 각재류는 60일 동안 매우 급속한 건조곡선을 나타내었고, 그 이후 건조도 매우 빠르게 이루어지는 건조 패턴을 나타내고 있었다. 이와같은 현상은 춘기 기온이 계속 상승하여 수분증발이 활발히 이루어지는 효과에 기인된 것으로 여겨진다. 거의 기건함수율 수준까지 도달하는 기간은 판재류의 경우 45일 정도 그리고 각재류의 경우 60일 정도 각각 소요되었다.

하기 천연 건조 곡선의 경우 3 수종의 판재류는 처음 건조기간 15일 그리고 각재류는 60일까지 가장 급속한 건조곡선을 나타내었고, 그 이후 건조속도는 매우 완만하였다. 거의 기건함수율 수준까지 도달하는 시간은 판재

류는 45일 그리고 각재류의 경우는 60일 정도 각각 소요되었다. 하기 기상 조건은 다른 계절에 비하여 기온이 높아서 건조속도가 촉진될 수 있지만 상대습도가 높고 강수량이 많은 탓에 높은 기온만큼 건조 효과를 얻을 수 없었다.

3.2 최종함수율

일본잎갈나무의 경우 후기 건조에서 판재류는 75일 동안 건조한 결과 2.4, 2.7 및 3.0cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $15.2 \pm 0.2\%$, $15.5 \pm 0.3\%$ 와 $15.7 \pm 0.3\%$ 이고, 각재류는 120일 동안 건조한 결과 4.5, 5.1 및 5.7cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $16.1 \pm 0.6\%$, $16.5 \pm 0.3\%$ 와 $16.9 \pm 0.4\%$ 이었다. 동기 건조에서 판재류는 90일 동안 건조한 결과 2.4, 2.7 및 3.0cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $17.2 \pm 0.2\%$, $16.0 \pm 0.4\%$ 와 $15.9 \pm 0.5\%$ 이고, 각재류는 120일 동안 건조한 결과 4.5, 5.1 및 5.7cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $17.3 \pm 0.4\%$, $17.9 \pm 0.4\%$ 와 $18.1 \pm 0.4\%$ 이었다. 춘기 건조에서 판재류의 경우는 75일동안 건조한 결과 2.4, 2.7 및 3.0cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $16.5 \pm 6.6\%$, $14.5 \pm 0.5\%$ 와 $14.1 \pm 0.4\%$ 이고, 각재류의 경우는 90일 동안 건조한 결과 4.5, 5.1 및 5.7cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $13.6 \pm 0.5\%$, $14.6 \pm 0.7\%$ 와 $15.0 \pm 0.9\%$ 이었다. 하기 건조에서 판재류의 경우는 75일동안 건조한 결과 2.4, 2.7 및 3.0cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $15.8 \pm 0.4\%$, $15.1 \pm 1.4\%$ 와 $19.4 \pm 9.1\%$ 이고, 각재류의 경우는 90일 동안 건조한 결과 4.5, 5.1 및 5.7cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $16.1 \pm 0.4\%$, $15.1 \pm 3.2\%$ 와 $16.9 \pm 0.4\%$ 이었다.

다후리안낙엽송의 경우 후기 건조에서 판재류는 75일 동안 건조한 결과 2.4, 2.7 및 3.0cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $16.1 \pm 0.4\%$, $16.5 \pm 0.4\%$ 와 $17.4 \pm 0.5\%$ 이고 각재류는 120일 동안 건조한 결과 4.5, 5.1 및 5.7cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $19.4 \pm 1.1\%$, $17.9 \pm 4.4\%$ 와 $18.9 \pm 0.5\%$ 이었다. 동기 건조에서 판재류는 90일 동안 건조한 결과 2.4, 2.7 및 3.0cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $18.3 \pm 1.1\%$, $18.8 \pm 1.8\%$ 와 $23.9 \pm 11.0\%$ 이고, 각재류는 120일 동안 건조한 결과 4.5, 5.1 및 5.7cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $18.1 \pm 1.0\%$, $19.3 \pm 1.4\%$ 와 $19.0 \pm 1.4\%$ 이었다. 춘기 건조에서 판재류는 75일동안 건조한 결과 2.4, 2.7

및 3.0cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $13.8 \pm 1.1\%$, $14.4 \pm 0.8\%$ 와 $15.0 \pm 0.9\%$ 이고, 각재류는 90일 동안 건조한 결과 4.5, 5.1 및 5.7cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $14.7 \pm 3.5\%$, $16.0 \pm 2.3\%$ 와 $21.5 \pm 6.6\%$ 이었다. 하기 건조에서 판재류는 75일동안 건조한 결과 2.4, 2.7 및 3.0cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $16.7 \pm 0.7\%$, $17.7 \pm 0.4\%$ 와 $17.2 \pm 0.6\%$ 이고, 각재류는 90일 동안 건조한 결과 4.5, 5.1 및 5.7cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $16.9 \pm 0.2\%$, $19.1 \pm 1.2\%$ 와 $20.4 \pm 3.9\%$ 이었다.

라디에타소나무의 경우 후기 건조에서 판재류는 75일 동안 건조한 결과 2.4, 2.7 및 3.0cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $16.2 \pm 0.2\%$, $16.4 \pm 0.3\%$ 와 $16.6 \pm 0.2\%$ 이고, 각재류는 120일 동안 건조한 결과 4.5, 5.1 및 5.7cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $16.6 \pm 0.3\%$, $17.0 \pm 0.3\%$ 와 $17.5 \pm 0.3\%$ 이었다. 동기 건조에서 판재류는 90일 동안 건조한 결과 2.4, 2.7 및 3.0cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $18.0 \pm 3.0\%$, $18.2 \pm 1.1\%$ 와 $32.1 \pm 15.6\%$ 이고, 각재류는 120일 동안 건조한 결과 4.5, 5.1 및 5.7cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $30.4 \pm 9.1\%$, $32.4 \pm 8.8\%$ 와 $33.8 \pm 9.3\%$ 로서 매우 높았는데, 이는 초기함수율이 매우 높는데 기인한 것이다. 춘기 건조에서 판재류는 75일동안 건조한 결과 2.4, 2.7 및 3.0cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $14.4 \pm 0.6\%$, $14.2 \pm 0.5\%$ 와 $15.2 \pm 1.2\%$ 이고, 각재류는 90일 동안 건조한 결과 4.5, 5.1 및 5.7cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $15.6 \pm 0.8\%$, $18.7 \pm 1.2\%$ 와 $16.3 \pm 0.8\%$ 이었다. 하기 건조에서 판재류는 75일동안 건조한 결과 2.4, 2.7 및 3.0cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $16.2 \pm 0.4\%$, $16.6 \pm 0.4\%$ 와 $16.6 \pm 0.3\%$ 이고, 각재류는 90일 동안 건조한 결과 4.5, 5.1 및 5.7cm 두께별 최종함수율의 평균치와 표준편차는 각각 $16.9 \pm 0.5\%$, $16.7 \pm 0.6\%$ 와 $17.2 \pm 0.5\%$ 이었다.

계절별 최종함수율은 춘기 건조에서 가장 낮았고 동기 건조에서 가장 높았다. 그리고 후기 건조와 하기 건조간에는 비슷한 경향을 나타내고 있었다. 계절별 온습도에 따른 기건함수율까지 소요되는 일수는 후기, 춘기 및 하기 건조간에는 거의 유사하였으나 동기건조에서는 다른 계절에 비해 2배 이상 소요되었다. 또한 목재 두께간에 있어서도 각재류는 판재류보다 1.3배 정도 이상 소요되었다.

4. 결 론

일본잎갈나무, 다후리안낙엽송과 라디에타소나무의 판재류와 각재류의 건조곡선의 패턴은 4 계절의 기상 조건과 목재 두께에 의해 영향을 받았다. 초기 건조속도는 하기가 가장 빠르고 다음은 후기 건조, 춘기 건조와 동기 건조의 순위였다. 계절별 기건함수율 수준까지 소요되는 건조일수는 후기, 춘기 및 하기 건조간에는 거의 유사하였으나 동기 건조에서는 2배 이상 소요되었고, 각재류는 판재류보다 1.3배 정도 이상 더 소요되었다. 계절별 최종함수율은 춘기 건조가 가장 낮았고, 동기 건조가 가장 높았으며, 후기 건조와 하기 건조간에는 유사한 경향을 나타내었다.

참 고 문 헌

1. Denig, J. and E. M. Wengert. 1982. Estimating air-drying moisture content losses for red oak and yellow poplar lumber. *Forest Prod. J.* 32(2): 26~31
2. Jung, H. S. 1985. Study on air-drying characteristics of Taun lumber and air-drying calendar (I) *Wood Sci. & Tech.* 13(3): 27~33
3. Jung, H. S. and M. J. Park. 1986. Air-drying calendar of 24 district in Korea. *Wood Sci. & Tech.* 14(3): 20~21

4. Jung, H. S., G. S. Han and N. H. Lee. 1986. Estimating moisture content losses of air-drying related to meteorological variables for Korean red pine and pitch pine. *Wood Sci. & Tech.* 14(6): 20~29
5. Lee, N. H. and H. S. Jung. 1989. The comparative analysis of drying-condition, -rates, -defects and heat-efficiency in solar-dehumidification-drying of oaks with those in conventional air-, semi-greenhouse type solar-, and kiln-drying. *Wood Sci. & Tech.* 17(1): 22~54
6. Rietz, R. C. and R. H. Page. 1971. Air drying of lumber. Agric. handbook No. 402. Forest service. USDA: 23~28
7. Rietz, R. C. 1972. A calendar for air-drying lumber in the upper midwest. USDA Forest serv. Res. Note, Fpl-0224, Madison, Wis.: 3
8. Tsoumis, G. 1991. Science and Technology of Wood. Van Nostrand Reinhold. : 270~273
9. Wengert, E. M. 1976. An empirical lumber air-drying index for the Western United States, Drying and Storage Committee. New Digest, Forest Prod. Res. Soc. (April): 2