

有用 潤葉樹材의 收縮에 關한 研究

金 榮 淑* 李 元 用*

Study on the shrinkage properties of commercial hardwoods

Kim Young Suk* and Lee Won Yong*

Abstract

The capacity of wood to shrinkage is very important as the basis data for wood industry but there is no such data available as yet in Korea.

So this article, as a study on forest biological, were made to determine the shrinkage properties of commercial hardwoods in Korea. The results of this study were as follows;

- 1) There are much difference of hardwoods shrinkage, generally values of heavy wood's shrinkage were larger than that of light wood's shrinkage.
- 2) The arithmetic mean values of hardwoods shrinkage were respectively 9.03% on tangential, 4.09% on radial and 0.37% on longitudinal direction and its ratio of $at : ar : al$ was appeared to be 10 : 5.5 : 0.4
- 3) Average shrinkage per 1% of moisture content was different due to the direction and species.
- 4) According to the increase of specific gravity the values of shrinkage increased.
- 5) It was recognized that the shrinkage of hardwoods had a tendency to decrease as increase of annual ring width of wood.
- 6) The shrinkage of tangential direction was in propertion to the shrinkage of radial direction

1. 緒 言

요즈음 各國에서는 날로 늘어가는 森林資源의 결핍으로 因하여 보다 合理的이고 效果的인 木材利用을 眞실히 要求하고 있다. 이같은 事情을 미루어 볼때 多方面으로 木材의 收縮性을 調査研究하여 알맞은 木材의 利用을 꾀하고 아울러 供用條件에 適合하게 材質을 改良하므써 木材의 壽命을 最大로 늘여 그 需要를 節約시킬 必要가 있다. 따라서 筆者는 우리나라에서 供用材로 使用되는 13樹種을 澤해 方向別 收縮率의 測定試驗을 通하여 有用木材의 合理的인 利用에 寄與하고자 努力하였다.

木材의 收縮性에 對한 既存 研究事實을 보면 먼저 Peck(1928)¹⁾가 7/8 inch의 두께를 가진 loblolly pine의 含有水分과 容積收縮率의 關係에 對한 研究에서 含

有水分의 減小에 따라 容積收縮率은 急傾斜를 이루면서 減小한다는 事實을 報告했으며, 한편 Steven(1938)²⁾은 同一한 含水率 變化에서 切線方向의 收縮率이 半徑方向의 收縮率보다 크다는 事實에 對해 研究한바 있다. 또 그는 MC 1% 變化에 따른 平均收率은 比重의 增加에 따라 增加한다는 것을 發表하고 比重의 크기에 따라 多小 收縮率이 다르긴 하지만 半徑方向의 收縮率과 切線方向의 收縮率의 比($\epsilon = at/ar$)는 1.52~3.68程度이며 纖維方向 收縮率은 切線方向과 半徑方向의 收縮率에 比하여 1/23程度 밖에 안된다는 事實을 報告했다.

또한 Morschous와 Preston(1954)³⁾은 참나무의 半徑方向의 收縮率은 대략 5.1%程度가 된다고 報告하고 있으며 McLentosh는 red oak와 American beech를 使用한 實驗에서 半徑方向의 收縮에 影響하는 因子中에

* 江原大學 農學部 林產加工學科
Department of Forest products & Technology, Gangweon National University

放射組織에 對해 相反한바 있다. 即 그것에 依하면 半徑方向으로 放射組織의 分布가 많기 때문에 半徑方向의 收縮率이 減小한다고 結論을 내리고 있다.

Gree Hill (1944)이 各 樹種別로 半徑方向의 收縮率을 調査한바에 依하면 *Casuarina luckmann*은 3.3%, *Grevilla robusta*는 3.7%, *Xylomolium puriform*는 2.0%, *Quercus spp.*는 4.9%程度로서 *Quercus* 屬이 4.9%로써 가장 收縮性을 크게 나타냈고 *Xylomolium puriform*이 2.0%로써 비교적 적은 收縮性을 보이고 있다. 또한 方向別에 따른 春材秋材의 收縮率에 對해서도 研究가 行해졌는데 Pentoney(1953)는 douglas fir를 利用한 試驗에서 切線方向의 春材部의 收縮率은 秋材部의 收縮率은 4.81±0.80%의 수치를 얻었고 半徑方向에서는 春材는 7.21±0.93%, 秋材는 2.39±0.05%의 收縮率을 보여주었다. 이러한 事實로 볼때 秋材의 收縮率보다는 春材의 收縮率이 적고 切線方向보다는 半徑方向의 收縮率이 적다는 것을 알수있다. 趙炳默(1967)의 "光陵産 일갈나무및 아카시아材의 吸收收縮에 關한 研究"에서 일갈나무의 切線方向과 半徑方向 및 纖維方向의 收縮率은 各各 5.94374±0.38363%, 2.817745±0.27347%, 0.41601±0.08127이며 아카시아는 6.0272075±0.88165%, 4.28723±0.20482%, 0.13567±0.08322%로 發表한바 있는데 이 結果에 依하면 일갈나무가 아카시아에 比해서 方向別 收縮率의 差異가 多小 큰 수치를 나타내고 있다. 그리고 1974年 林業試驗場年報에 報告된 바에 依하면 主要 針葉樹材의 半徑方向과 切線方向의 收縮比가 1.87~2.6313으로 나타나 있다.

以上과 같이 木材의 收縮率에 關한 研究는 多種多樣 하지만 筆者는 木材利用 및 加工의 基礎要因을 얻기 위해 우리 나라에서 利用되고 있는 有用 闊葉樹材 13種에 對하여 樹種別 收縮率의 差異, 方向別 收縮率, 比重과 收縮率과의 關係, 年輪幅과의 關係等을 調査研究하였다.

2. 材料 및 方法

2.1 供試樹種 및 材料

2.1.1 供試樹種

本 試驗의 供試樹種은 우리나라에서 利用되고 있는 有用 闊葉樹材 13樹種을 選擇하였는데 그 內容은 Table 1.과 같다.

Table.1. Sample woods.

No.	Species
1	<i>Betula costa Trautvetter</i>
2	<i>Ulmus Davidiana Planchon</i>
3	<i>Dendroenthamia japonica</i>
4	<i>Shorea almon Foxw.</i>
5	<i>Shorea polysperima Merr.</i>
6	<i>Populus monilifera Aiton</i>
7	<i>Betula Schmidtii Regel</i>
8	<i>Quercus mongolica Fischer</i>
9	<i>Populus nigra Linne</i>
10	<i>Populus euramericana Guinier</i>
11	<i>Larix leptolepis Gordon Pinet</i>
12	<i>Dryobalanops aromatica Gaertn. F.</i>
13	<i>Aucaba japonica Thunb.</i>
14	<i>Tilia manschurica Rupr. et Max.</i>

2.1.2 試驗片의 製作

試驗片은 KS 2203에 따라 半徑 및 切線方向을 測定하는 試驗體는 1번의 長이를 30mm, 두께 5mm의 2方柱目面의 正方形으로 만들었고 纖維方向을 測定하는 試驗體는 長이 60mm, 幅 30mm, 두께 5mm가 되도록 製作하였다.

以上과 같이 製作된 供試片의 數는 한 樹種當 切線方向과 半徑方向의 測定試驗片 6個, 纖維方向의 測定試驗片 6個로 모두 12個가 된다. 이 供試片을 氣乾乾燥한 다음 微細한 sand paper(#150)을 使用하여 表面

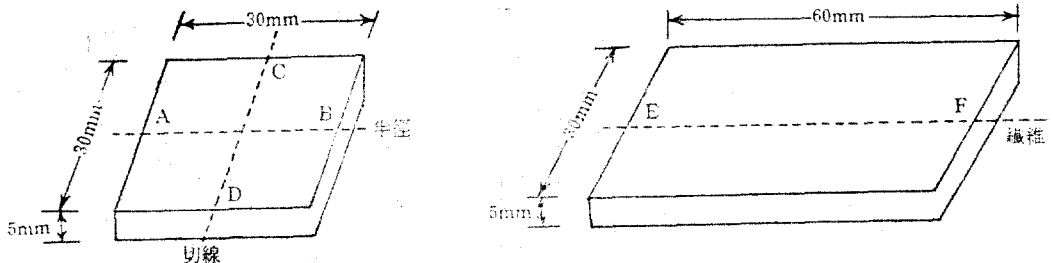


Fig.1. Shape and size of test specimen

의凹凸部가 없도록 잘 연마 하였다.

2.2 試驗方法

KS 2203에 依據하여 試驗하였다. 即 먼저 準備完了한 氣乾 供試體의 平均年輪幅을 測定한 다음, 半徑 및 切線方向의 收縮率 試驗片에는 木面의 兩中心線部近의 年輪에 直角 및 平行하게, 纖維方向의 試驗片에는 中心線 部近의 纖維에 平行하게 測定基準線을 設定하였다. 다음 이 測定基準線의 長이를 生材일때 (72時間 冷水에 浸漬하여 充分히 물을 吸水시킴), 室內에서 重量이 一定하게 되었을때, 거의 60°C로 乾燥한 다음 100~105°C의 乾燥器에 넣어 全乾되었을때, 各方向의 基準線의 長이를 測定하였다. 本試驗에 使用한 測定用機具는 1/50mm까지 測定할수 있는 微測機를 使用했고 重量測定은 1/1000gr까지 測定할수 있는 化學天秤을 使用하였다. 收縮率과 比重은 다음의 式에 依하여 計算하였으며 收縮率은 小數點 자리까지 計算하였다.

$$\text{全收縮率 } \alpha = \frac{l_1 - l_3}{l_1} \times 100(\%)$$

含水率 1%에 對한 平均收縮率

$$r = \frac{l_2 - l_3}{nl} \times 100(\%)$$

$$\text{全乾比重 } r_0 = \frac{G_0}{V_0}$$

$$\text{容積收縮率} = at + ar + al$$

但 l_1 = 生材時 測定 基準線의 長이

l_2 = 氣乾時 測定 基準線의 長이

l_3 = 全乾時 測定基準線의 長이

l = 含水率 15%일때 測定基準線의 長이로의 l_2 및 l_3 에서 比例의으로 다음式에 依하여 計算하였다.

$$l = l_3 + \frac{15(l_2 - l_3)}{n}$$

n = l_2 를 測定할때의 含水率

G_0 = 全乾時 供試片의 重量

V_0 = 全乾時 供試片의 體積

at = 切線方向의 收縮率

ar = 半徑方向의 收縮率

al = 纖維方向의 收縮率

3. 結果 및 考察

3.1 樹種別 收縮率

樹種別 收縮率의 結果는 Table 2.와 같다.

이 結果에 依하면 木材의 收縮率은 樹種別로 많은 差異가 있음을 알수가 있다. 即 本 試驗에서는 노루나무, 거제수나무, 들메나무와 같은 比重이 큰 樹種은 比較的 큰 값을 보여주고 있으나 이태리포플러, 양버들, 미물나무等の 比重이 比較的 가벼운 樹種의 收縮率은 比較的 작은 값을 보여주고 있다. 以上の 結果를 다시 各 供試材別로 容積收縮率이 큰 樹種, 中間인 樹種 및 작은 樹種의 3個部類로 區分하여 整理하면 Table 3.과 같다.

Table 2. Mean values of shrinkage of wood samples

Species	Shrinkage (%)									S.D.(%)			C.V.(%)			αV (%)
	ar			at			al			ar	at	al	ar	at	al	
<i>B. costa</i>	6.70	6.79	7.30	9.85	10.29	10.60	0.56	0.60	0.69	0.33	0.24	0.01	4.73	2.36	1.66	17.68
<i>U. Davidiana</i>	7.92	8.45	8.32	12.77	12.90	13.06	0.25	0.50	0.72	0.37	0.01	0.04	4.58	0.10	7.33	21.55
<i>D. japonica</i>	6.15	6.87	7.41	12.18	13.42	14.38	0.52	0.53	0.76	0.40	0.93	0.04	5.82	6.93	0.92	20.82
<i>S. almon</i>	4.15	4.68	4.98	6.83	7.43	7.43	0.25	0.29	0.33	0.14	0.24	0.01	2.99	3.19	2.30	12.40
<i>S. polysperima</i>	4.22	4.29	4.34	7.40	7.54	7.72	0.21	0.25	0.31	0.04	0.12	0.00	0.85	1.59	0.00	12.08
<i>P. monilifera</i>	2.97	3.14	3.24	7.57	7.81	7.98	3.22	0.38	0.55	0.06	0.24	0.02	1.80	3.12	0.14	11.33
<i>B. Schmidtii</i>	8.79	9.08	9.22	9.45	9.23	9.78	0.17	0.34	0.51	0.13	0.02	0.04	1.39	0.17	7.76	19.05
<i>Q. mongolica</i>	4.58	5.11	4.83	10.48	10.10	11.50	0.20	0.23	0.26	0.11	0.35	0.01	0.22	3.15	2.90	16.44
<i>P. nigra</i>	2.55	2.74	2.73	6.64	6.83	7.39	0.08	0.18	0.26	0.06	0.11	0.01	2.19	1.63	5.56	9.85
<i>P. euramericana</i>	1.98	7.20	2.33	6.27	6.87	7.95	0.05	0.13	0.23	0.06	0.67	0.06	2.57	9.70	2.56	9.20
<i>L. leptolepis</i>	3.71	4.18	4.55	7.07	7.17	7.37	0.16	0.29	0.30	0.09	0.07	0.00	2.19	0.92	0.00	11.64
<i>D. aromatica</i>	2.98	3.26	3.81	8.22	8.30	8.44	0.20	0.53	1.11	0.11	0.12	0.16	3.58	1.45	2.80	12.13
<i>T. manschurica</i>	4.97	5.65	6.26	7.45	7.81	8.14	0.28	0.46	0.80	0.20	0.18	0.06	5.50	2.30	13.04	13.72
<i>A. japonica</i>	2.48	3.63	4.32	7.98	7.96	6.08	0.39	0.38	0.38	0.73	0.01	0.01	2.14	0.20	2.77	17.96

Table 3. Average values of volumetric shrinkage of amounts

Group.	Species	Volumetric shrinkage(%)	Sp. Gr
Max.	<i>Betula costa</i> Trautvetter <i>Ulmus Davidiana</i> Planchon <i>Dendrothamnia japonica</i> <i>Betula Schmidtii</i> Regel	17.68~21.55	0.77~1.00
Med.	<i>Shorea almon</i> Foxw. <i>Shorea polysperima</i> Merr. <i>Quercus mongolica</i> Fischer <i>Larix leptolepis</i> Gordon Pinet <i>Tilia manschurica</i> Rupr. et Max.	11.64~16.44	0.55~0.70
Min.	<i>Populus monilifera</i> Aiton <i>Populus nigra</i> Linne <i>Populus euramericana</i> Guinier <i>Dryobalanops aromaitca</i> Gaertn f. <i>Aucuba japonica</i> Thunb.	9.85~12.13	0.33~0.56

이 結果에 依하면 박달나무나 느릅나무처럼 比重이 큰 樹種의 容積收縮率은 18~22%程度로서 大體히 큰 값을 보이고 있으며 이태리포플러와 같은 比重이 작은 樹種의 容積收縮率은 10~22%로서 前者의 1.2배 不過하다.

3.2 方向別 收縮率

다음 方向別 收縮率의 差異를 보면 Table 2.에서 알 수 있는 바와 같이 切線方向의 收縮率이 6.87~13.42%의 범위로서 가장큰 半徑方向의 收縮率은 2.20~7.92%로 切線方向보다 작으며 纖維方向은 0.05~0.56의 範圍로서 가장 작았다.

이 結果에 依하면 全體的으로 切線方向의 收縮率이 半徑方向의 收縮率보다 2.8배 정도 더 크다. 그러나 趙炳賢의 收縮性에 關한 論文에서 알갈나무의 切線方向, 半徑方向, 纖維方向이 各各 5.94374±0.38368%, 2.817745±0.27347%, 0.41601±0.08127의 값을 나타내 方向別 收縮率 差異가 本 試驗結果와 類似한 傾向을 보여주고 있다. 方向別 收縮率의 比를 綜合한 結果는 Table 4.와 같다.

Table 4.에서 보는 바와 같이 平均收縮比는 at : ar : al=10 : 5.52 : 0.41로 나타났으며 이 結果는 Keywerth의 研究結果의 方向別 收縮比와 거의 비슷한 경향을 보이고 있다. 또한 이 方向의 比의 差異가 가장 큰 樹種은 比重이 낮은 이태리포플러이며 가장 작은 差異를 보인것은 박달나무이다. 이와같은 各 方向別 收縮率의 差異는 橫斷面상의 放射組織과 細胞膜의 配列의 差異,

Table 4. Ratio of at : ar : al

Species	at	ar	al
<i>B. costa</i>		6.60	0.58
<i>U. Davidiana</i>		6.32	0.39
<i>D. japonica</i>		5.12	0.39
<i>S. almon</i>		6.30	0.39
<i>S. polysperima</i>		5.69	0.33
<i>P. monilifera</i>		4.02	0.47
<i>B. Schmidtii</i>	10	9.43	0.35
<i>Q. mongolica</i>		4.60	0.21
<i>P. nigra</i>		3.95	0.26
<i>P. euramericana</i>		3.20	0.18
<i>L. leptolepis</i>		5.82	0.40
<i>D. aromatica</i>		3.93	0.69
<i>T. manschurica</i>		6.98	0.59
<i>A. japonica</i>		4.57	0.45

春秋材別 年輪構造의 差異, 纖維 傾斜角, 中間층의 化學的 組成成分의 差異등에 依하여 나타나는 것으로 생각되고 있다.

3.3 1% 含水率 變化에 따른 平均 收縮率

1% MC 變化에 對한 平均收縮率 結果는 Table 5.와 같다.

Table 5.에서 보는 바와 같이 含水率 1%에 따른 收縮率도 樹種에 따라 많은 差異가 있고 方向에 따라 多少의 差異가 있음을 알 수 있다. 赤라왕, 양버들의 平

Table 5. Average shrinkage per 1% change of moisture content

Species	Average shrinkage per 1% MC (%)			Sp.Gr. (g/cm ³)	Width of annual ring(mm)
	Rad.	Tan.	Lon.		
<i>B. costa</i>	0.25	0.31	0.00	0.78	6.95
<i>U. Davidiana</i>	0.28	0.41	0.01	0.77	1.517
<i>D. japonica</i>	0.16	0.40	0.01	0.85	3.033
<i>S. almon</i>	0.24	0.49	0.03	0.55	—
<i>S. polysperima</i>	0.10	0.21	0.04	0.55	—
<i>P. monilifera</i>	0.17	0.25	0.02	0.43	12.15
<i>B. Schmidtii</i>	0.32	0.33	0.01	1.00	2.083
<i>Q. mongolica</i>	0.13	0.14	0.00	0.90	2.300
<i>P. nigra</i>	0.12	0.24	0.08	0.40	12.283
<i>P. euramericana</i>	0.04	0.10	0.00	0.33	—
<i>L. leptolepis</i>	0.18	0.23	0.06	0.70	3.35
<i>D. aromatica</i>	0.16	0.27	0.01	0.66	—
<i>T. manschurica</i>	0.23	0.26	0.03	0.44	5.917
<i>A. japonica</i>	0.16	0.24	0.07	0.63	1.633

均收縮은 작은 값을 보이는 反面 박달나무, 白라왕, 풀매나무등은 그 값이 比較的 크게 나타나고 있다. 한편 1%含水率에 對한 平均收縮率을 方向別로 觀察하면 全收縮率과 같이 切線方向이 가장크며 그 다음이 半徑方向이고 纖維方向이 가장작다. 林業試驗場年報에 發表된 主要針葉樹材의 半徑方向의 平均收縮率 0.09~0.24%, 切線方向 0.27~0.34%, 纖維方法 0.01~0.01와 比較하면 本試驗 收縮率이 多小 큰 樣狀을 보이고 있는데 이것은 Fig.5의 傾向에 依해 潤葉樹가 針葉樹에 比해 比重이 多小 크기 때문인 것으로 사료된다.

3.4 全收縮率과 比重과의 關係

比重과 收縮率과의 關係를 各方向別로 整理한 結果는 Fig.2 및 Fig.3과 같다.

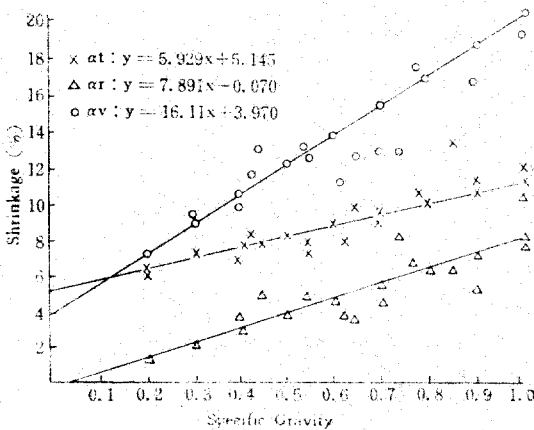


Fig.2. Relation between specific gravity and shrinkage

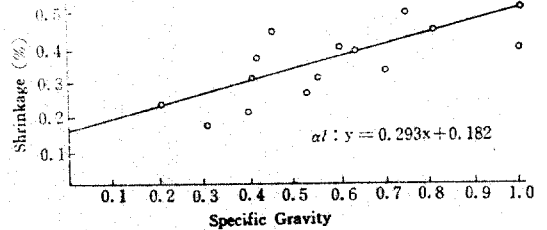


Fig.3. Relationship between specific gravity and shrinkage

이 結果에 依하면 위의 3方向에서 全部 比重의 增加에 따라 收縮率이 거의 直線的으로 增加되고 있으며 半徑方向의 收縮率은 0.8%정도의 범위 안에서 一定한 기울기를 갖고 增加되고 있으며, 切線方向의 收縮率은 4~12%의 범위에서 半徑方向과 비슷하게 增加하였다. 이와 같이 比重이 增加할수록 收縮率이 커지는 것은 纖維細胞和點以下까지 含有水合이 減小되어 細胞膜中の 結合水가 減小되므로 그 結果 水分이 點有하고 있던 空間의 一部가 廢殺되고 細胞膜自體가 收縮率이 커지는 것으로 사료된다.

한편 含水率 1%變化에 따른 平均收縮率과 比重과의 關係는 Fig.4에 圖示한 바와 같다.

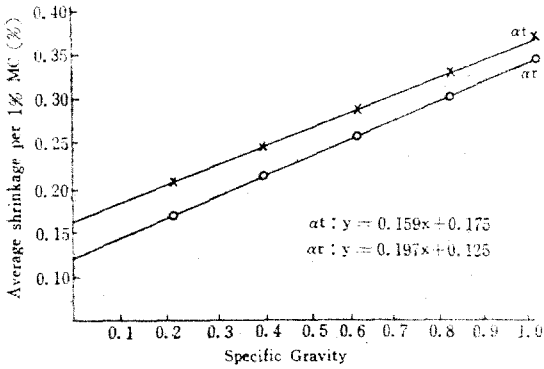


Fig. 4. Relationship between specific gravity and average shrinkage per 1% MC

Fig. 4에서 보는 것과 같이 比重이 클수록 平均收縮率도 增加하는 傾向을 나타내고 있으며 切線, 半徑方向, 모두가 같은 傾向을 보여주고 있다. 이것은 1963年 Keylwerth의 比重의 增加에 따라 平均 收縮率도 함께 커진다는 事實과 類似한 傾向을 보여주고 있다.

3.5 容積收縮率과 年輪幅과의 關係

容積收縮率과 年輪幅과의 關係를 考察해 보면 Fig. 5와 같다.

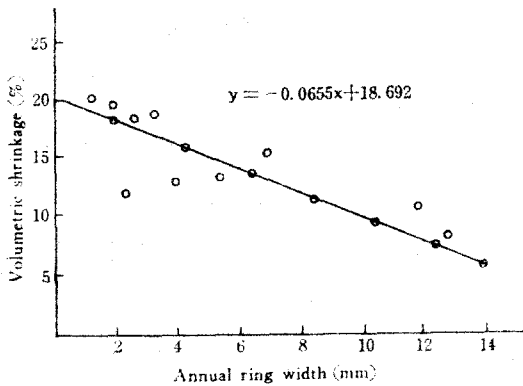


Fig. 5. Relationship between annual ring width and volumetric shrinkage

Fig. 5에서 年輪幅이 넓은 것일수록 容積收縮率은 거의 直線的으로 減小되고 있다. 이것은 年輪幅이 넓은 것일수록 秋材率이 적어 單位面積內的 細胞膜의 容積이 줄어들기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 細胞膜이 含有할수 있는 水分量은 自然히 적어지게되어 收縮도 減小되는 것으로 생각되고 있다.

3.6 半徑方向의 收縮率과 切線方向의 收縮率과의 關係

半徑方向 收縮率과 切線方向 收縮率과의 關係를 整

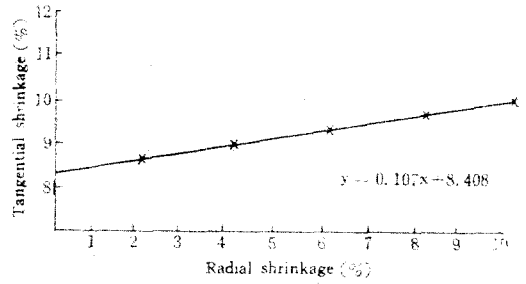


Fig. 6. Relationship between radial shrinkage and tangential shrinkage

리한 것은 Fig. 6과 같다.

이 結果를 考察하여보면 半徑方向의 收縮率이 增加함에 따라 切線方向의 收縮率도 거의 直線的으로 增加하는 傾向도 있으며 그 傾斜는 緩鈍하게 나타나고 있다.

4. 摘 要

本試驗은 木材材質의 森林生物學의 研究의 一環으로 木材利用 및 加工의 基礎要因을 알기 爲해 有用 潤葉樹 13材種에 對하여 方向別 收縮率, 樹種別 收縮率, 含水率 1%에 對한 平均 收縮率과의 關係, 年輪幅과 收縮率과의 關係等을 比較檢討하였는데 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

- 1) 潤葉樹材의 收縮率은 樹種에 따라 많은 差異가 있으며 이태리포플러, 양버들의 수축율은 작은 反面 박달나무, 느릅나무등의 收縮率은 컸다.
- 2) 切線方向, 半徑方向 및 纖維方向의 收縮率은 各各 9.01%, 4.98%, 0.37%로 共히 切線, 半徑, 纖維方向의 順으로 작게 나타났으며 그 比率은 平均 at: ar: al=10:5.52:0.41로 나타났다.
- 3) 含水率 1%에 對한 平均收縮率은 樹種과 方向에 따라 많은 差異가 있다.
- 4) 比重과의 關係에서는 比重의 增加에 따라 收縮率도 점차 增加하는 傾向을 나타내고 있다.
- 5) 年輪幅과의 關係에서는 年輪幅이 넓어질수록 收縮性은 減小하는 傾向이 있다.
- 6) 半徑方向의 收縮率이 增加할수록 切線方向의 收縮率도 점차 增加되고 있다.

Literature cited

1. Christen Skarr; Water in wood. State university College of Forestry at Syracuse Univ. 73

- ~126 (1972)
2. Forsaith C.C., Panshin A.J. and Brown H.P.; Textbook of wood technology, Vol. II, 428~441 (1951)
 3. Frang F.P. Kollmann and Wilfred A Côté, Jr; Principles of wood science and technology Vol. I, 204~219 (1968)
 4. Petter Koch; Utilization of the southern pines. 289~303 (1972)
 5. 趙炳默; 光陵産 앞갈나무 및 아카시아材의 吸收收縮에 關한 研究, 靑五, 84~95 (1967)
 6. 鄭英鎭; 近代通計學의 理論과 實際 (1963)
 7. 山林廳 林業試驗場; 林業試驗場 年報, 52~64 (1974) (1976. 12.10 接受)