

主要 針葉樹의 纖維傾斜度 와 비틀림 *1

姜 善 求 · 沈 相 魯 *2

Slope of Grain and Twist of Major Softwood Species *1

Sun-Koo Kang · Sang-Ro Shim *2

ABSTRACT

Surveyed results on the slope of grain and the twist of sawn lumber of *Pinus koraiensis*, *Larix leptolepis*, and *Pinus densiflora* were summarized as follows:

1. The slope of grain of *Pinus koraiensis* has a Z-grain in the stem axis. The slope of grain was found to be the lowest at near to the pith and then constantly increased. At the height of 0.2m from the base of stem, a cross section of 35 annual rings was found to have a repeatedly increasing and decreasing slope of grain and then constantly decreased. At the height of 1.2m to 7.2m from the base of stem, the slope of grain increased conspicuously until the 10th annual ring, after which it increased near to the bark with repeatedly increasing and decreasing trends.
2. *Pinus densiflora* has a S-grain in the stem axis. The lowest slope of grain was found at near to the pith, and the highest in the 10 to 35 annual rings from the pith.
3. *Larix leptolepis* has a S-grain. At the height of 3.2m from the base of stem, the big fluctuation of the slope of grain was found without any particular trend.
4. The slope of grain and the twist between natural and reforested timber of *Pinus koraiensis* were found to be almost the same trend in viewpoint of the annual ring. The maximum slope of grain of imported Siberian timber of *Pinus koraiensis* was found at the 10 annual rings, which was quite similar to that of native species in Korea, but the big difference of the twist was found at 140 annual rings.
5. The twist was little at the mature wood of reforested *Pinus koraiensis* and Siberians and the duplicated part of mature and juvenile woods of those. On the contrary, the twist was great at the duplicated part of mature and juvenile woods of *Pinus koraiensis*.
6. The twist of *Larix leptolepis* showed the S-direction which coincided with that of slope of grain. The twist was greatest at the part of juvenile wood and little at the duplicated part of mature and juvenile woods, and little difference of twist was found between mature and juvenile woods.
7. Siberian larix having a minimum slope of grain showed the lowest twist, and the twist at the duplicated part of mature and juvenile woods showed a middle level of both mature and juvenile woods' portions.

Keywords: Soft wood, *Pinus koraiensis*, slope of grain, annuling ring, twist, Z-grain, juvenil wood

*1 接受 1993年 7月 12日 Received July 12, 1993

*2 林業研究院 Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea

1. 緒 論

木材는 一般的으로 程度의 差는 있으나 構成纖維가 樹幹에 對하여 어느 角度를 가지고 傾斜지게 配列하여 있으며, 이를 纖維傾斜度로 나타내는 것이 普通이다.^{1, 2)}

旋回木理는 S 旋回와 Z 旋回로 나누며 前者는 纖維의 走行이 樹幹의 外側에서 보아 右下에서 左上을 向한 것을 S 旋回로 하고, 이와 反對로 左下에서 右上을 向한 것을 Z 旋回라 한다.

旋回木理는 많은 研究者^{1, 3, 4)}에 의해 研究되었으며 旋回木理의 原因은 바람이나 눈의 壓力, 陽光에 對한 屈性, 立地條件 및 遺傳要因等を 들수있으며 이런 것들의 대부분은 事例 또는 推論으로 明確하지는 않다. 이와같은 旋回木理는 木材가 乾燥함에 따라 비틀림을 일으키며, 原木이나 樹心の 角材에 있어서는 旋回方向과 一致하는 割裂이 일어나는 것으로 알려져 있다. 지금까지의 研究結果는 角材나 板材의 比틀림 程度가 纖維傾斜度와 일정한 關係가 있다고 報告되었다. 纖維傾斜가 큰 境遇는 強度低下의 要因이 되며, 壓縮試驗에서는 傾斜에 의한 強度의 低下는 적으나 引張強度는 4/100 과 6/100의 傾斜에 있어서 急激한 強度의 低下를 나타낸다고 報告하였다.

本 研究에서는 잣나무 造林木, 天然木 및 北洋 잣나무와, 소나무, 落葉松 및 今後 大量輸入이 豫想되는 北洋落葉松에 對하여 纖維傾斜의 形態 및 纖維傾斜度와 比틀림과의 關係에 대하여 檢討하였다.

2. 材料 및 方法

2. 1. 供試木

實驗에 使用한 供試木은 表1과 같으며 人工造林木은 林業研究院 中部林業試驗場에서 伐採하였다. 蘇聯產 잣나무, 落葉松은 樹齡으로보아 天然木으로 생각된다. 供試木은 林分中 比較의 生長이 좋고 正円으로서 通直한것을 地上 約 0.1m에서 伐採하여, 樹高方向으로 元口에서 1.8m 間隔으로 造製하였다. 蘇聯產은 元口로부터 길이 1.8m 間隔으로 造製 使用하였다.

2. 2. 實驗方法

2. 2. 1. 試片採取方法

纖維傾斜의 樹幹內 變動測定(割裂法)에는 두께 10 cm의 円板을 使用하였으며, 円板의 採取 部位는 잣나무, 소나무와 落葉松은 地上高 0.2, 1.2, 3.2, 5.2, 7.2, 9.2, 11.2 및 13.2m 部位에서 採取하였다. 또한 纖維傾斜度와 比틀림과의 關係를 測定하기위해 造林, 天然 잣나무 및 落葉松의 胸高部位에서 두께 10cm의 円板과 길이 50cm의 原木을 採取하였다. 蘇聯產 잣나무와 落葉松은 元口로부터 30 cm 部位에서 두께 10cm의 円板과 길이 50cm의 原木을 採取하였다. 採取된 10cm의 円板은 纖維傾斜 測定用으로 使用하고, 50 cm의 原木은 比틀림 測定用으로하였다. 50 cm 原木의 未成熟材 部位, 成熟材와 未成熟材가 混在된 部位 및 成熟材 部位로 부터 각각 두께 2.7 cm, 폭 10.5 cm, 길이 40 cm의 板材를 採取하여 두께 2.0 cm, 폭 10 cm로 대패加工하고 길이는 35 cm로 切斷하였다.

Table 1. Description of sample trees

Species	Sample trees No.	Origin	D. B. H. (cm)	Height (m)	Age (year)	Remark
<i>Pinus koraiensis</i>	31	Sohul - Myon Pochon - Gun Kyunggi - Do	28	14.9	45	Plantation
<i>Pinus koraiensis</i>	32	Hongchon - Oup Hongchon Kangwon - Do	16	12.1	34	Natural
<i>Pinus koraiensis</i>	35	From Siberia Imported	26	-	170	Natural
<i>Pinus densiflora</i>	33	Sohul - Myon Pochon - Gun Kyunggi - Do	27	15.3	39	Plantation
<i>Larix leptolepis</i>	34	Sohul - Myon Pochon - Gun Kyunggi - Do	27	16.2	64	Plantation
<i>Larix gmelini</i>	36	From Siberia Importel	26	-	97	Natural

2. 2. 2. 纖維傾斜度

纖維傾斜의 測定은 그림 1에서와 같은 割裂方法으로 測定하였다. 円板 兩木口面의 南과 北方向에 髓를 通하는 基準線을 긋고, 그 基準線을 따라 칼을 대고 加擊割裂시켜 反對方向 木口의 基準線에서 割裂線까지의 距離를 各 年輪마다 秋材部에서 測定하였다.

이 測定에는 0.1mm 精度의 메스루페를 使用하였으며, 纖維傾斜度는 루페의 値와 円板의 厚이와 의 比를 求해 %로 表示하였다.

纖維傾斜의 方向은 그림 1의 實線과 같이 割裂線이 基準線의 右(下)와 左(上)에 있을때 Z 旋回(Z-grain), 點線과 같은 割裂線을 나타낼때 S 旋回(S-grain)로 하였다.

또한 그림의 표시에서는 Z 旋回를(-), S 旋回를(+)로 하였다.

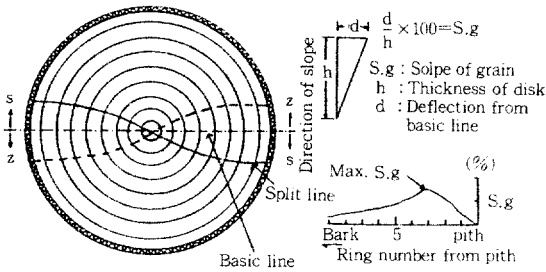


Fig. 1. The appearance of the spiral grain on the transverse surface of a disk and the method of the measurement of the slope of grain.

2. 2. 3. 비틀림

폭 10cm, 두께 2.0cm, 길이 35cm의 試驗片을 試驗室에서 氣乾含水率에 達할때까지 乾燥시키며, 이 乾燥에 의한 비틀림의 經時變化를 測定區間長 8×30cm의 裝置를 使用하여 木表面에서 0.001 精度로 測定하였다. 또한 비틀림은 S 비틀림을 +, Z 비틀림을 -로 表示하였다.

3. 結果 및 考察

3. 1. 纖維傾斜度의 樹幹內 分布

잣나무는 地上高 0.2m에서 11.2m, 소나무와 落葉松은 地上高 0.2m에서 13.2m 部位 까지를 對象으로 하고, 樹皮側을 向해 各 年輪의 秋材部에 나타난 纖維傾斜度를 測定하였다. 그림 2에 잣나무의

纖維傾斜度를 나타냈으며, 잣나무는 소나무와 落葉松과는 反對로 어느 円板에서도 纖維傾斜이 Z 方向에서 始作하였다. 地上高 0.2m 円板은 約 35 年輪까지 纖維傾斜度가 서서히 增大하여 最大의

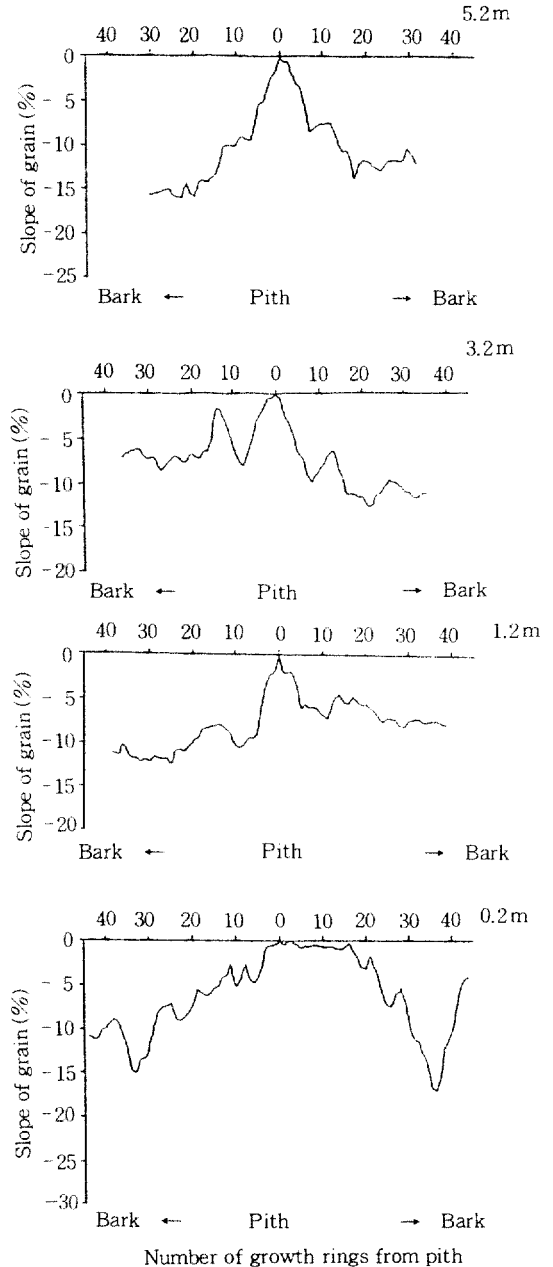


Fig. 2. Variation in the slope of grain with ring number from pith for *Pinus koraiensis* No. 31.

纖維傾斜度를 나타낸後 다시 纖維傾斜度는 減少하는 傾向이었다. 地上高 1.2m 円板에서는 約 10~15 年輪 以內에 最大의 纖維傾斜度가 나타나며, 10~13年輪 에서는 다시 纖維傾斜度가 若干 減少하고 그 後는 年輪增加와 함께 纖維傾斜度가 一定하거나 다시 增加하는 傾向이었다. 잣나무는 소나무와 落葉松과 같이 纖維傾斜의 反轉現象이 없었다.

그림 3에 소나무 樹幹內의 纖維傾斜度 變動을 나타냈다. 纖維傾斜度는 各 地上高 및 各 年輪에 따라 그 變動이 크며 S 方向의 纖維傾斜에서 始作하였다. 一般的인 傾向으로서 半徑 方向에 있어서는 髓에 가까운 部分의 纖維傾斜度가 작고 樹皮方向을 向하여 增大하며, 0.2m의 円板을 除外하고는 大部分의 報告와 같이⁵⁾ 髓로부터 10~15年輪에서

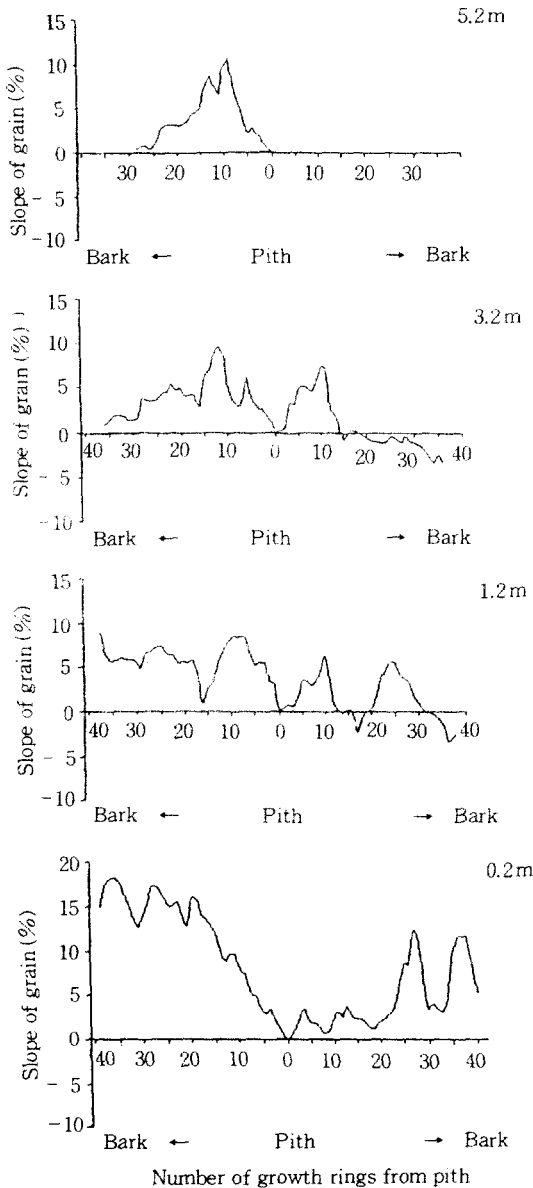


Fig. 3. Variation in the slope of grain with ring number from pith for *Pinus densiflora* No. 33.

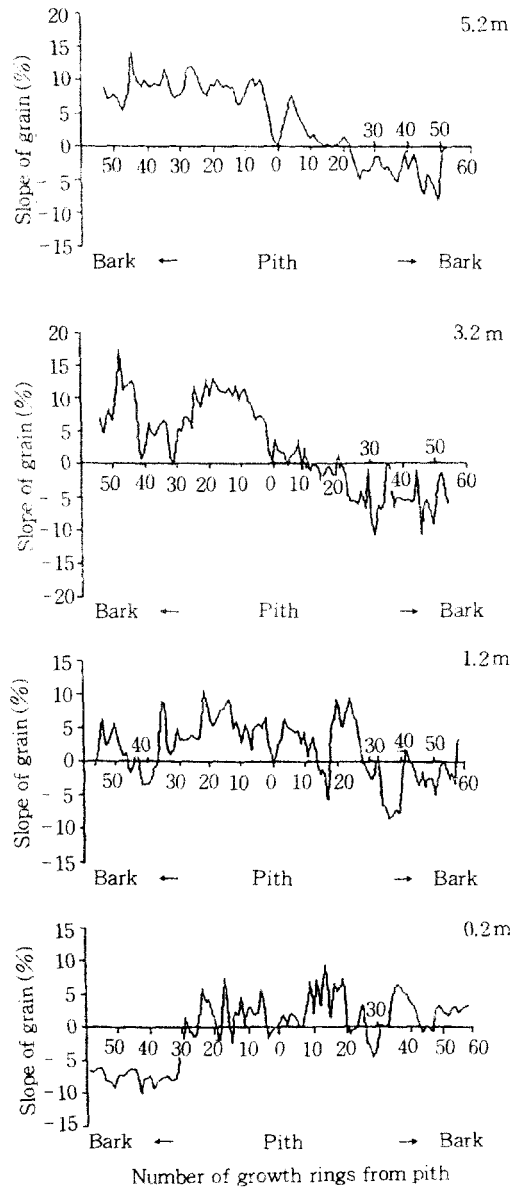


Fig. 4. Variation in the slope of grain with ring number from pith for *Larix leptolepis* No. 34.

最大の纖維傾斜度を 나타내고 있으며, 그後 다시纖維傾斜도는 減少하는 傾向을 나타냈다.

方向別의 纖維傾斜도는 一般的으로 南쪽 方向의 纖維傾斜도가 크고 北方向의 纖維傾斜도는 작은 傾向을 나타냈다. 또한 南쪽 方向에서의 纖維傾斜 方向은 어느높이에서도 S 旋回이고 北쪽 方向의 地上高 1.2m, 3.2m 및 9.2m의 円板에서는 纖維傾斜의 反轉現象이 있었으며 纖維傾斜의 反轉은 15 年輪을 지난 成熟材 部位에서였다.

落葉松의 纖維傾斜度 變動은 그림 4에 나타냈다. 纖維傾斜 方向은 S 方向의 纖維傾斜로부터 始作하나 0.2, 1.2m 및 3.2m의 円板은 纖維傾斜의 變動이 크고 不安定하다. 그러나 5.2m以上の 円板은 소나무와 같이 髓에 가까운 部分에서는 纖維傾斜도가 적고 約 10~15年輪에서 最大の 纖維傾斜도를 나타낸 後 다시 纖維傾斜도가 減少하거나 一定하게 되는 傾向을 나타냈다. 落葉松의 경우, 纖維傾斜의 反轉現象은 9.2m以下の 모든 円板에서 있었다.

3. 2. 纖維傾斜도와 비틀림과의 關係

3. 2. 1. 잣나무의 纖維傾斜도와 비틀림

그림 5에 人工造林 잣나무의 半徑方向에 있어서 纖維傾斜도를 나타냈다. 纖維傾斜는 Z 方向의 纖維傾斜로부터 始作하여 8年輪에서 最大の 纖維傾斜도를 나타낸 後 다시 纖維傾斜도는 減少하고, 14 年輪부터 纖維傾斜 反轉 즉 Z 方向에서 S 方向으로의 纖維傾斜도를 나타냈다.

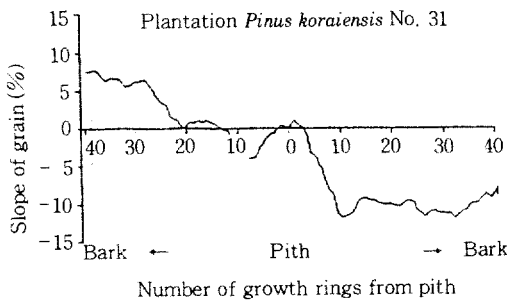


Fig. 5. Variation in the slope of grain with ring number from pith for breast height.

그림 6에 天然잣나무의 纖維傾斜도를 나타냈다. 人工造林 잣나무와 같은 Z 方向에서의 纖維傾斜도였으며 約 10年輪에서 最大の 纖維傾斜도를 나타냈다. 纖維傾斜 反轉은 人工造林 잣나무보다 늦은

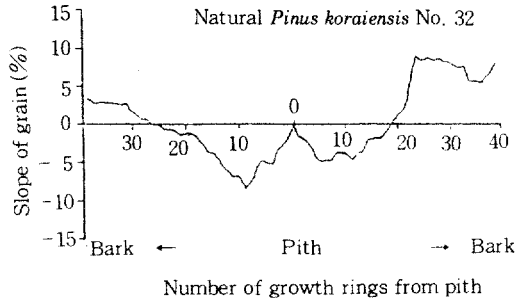


Fig. 6. Variation in the slope of grain with ring number from pith for breast height.

26年輪에서였다.

그림 7에는 北洋 잣나무의 纖維傾斜도를 나타냈다. 人工造林 및 天然 잣나무의 纖維傾斜方向과 같이 Z 方向의 纖維傾斜이며, 天然 잣나무와 같이 約 10年輪에서 最大の 纖維傾斜를 나타냈다. 한편 纖維傾斜 反轉은 韓國産材보다 늦은 約 70年輪부터였다.

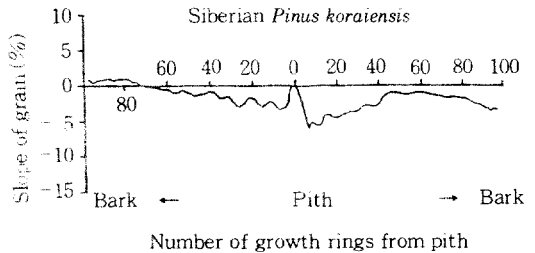


Fig. 7. Variation in the slope of grain with ring number from pith for breast height.

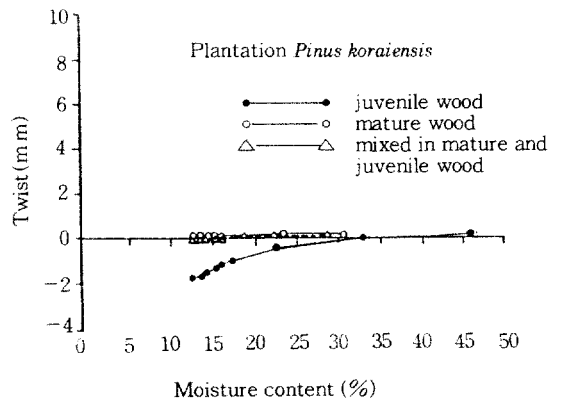


Fig. 8. The process of twist warp with seasoning.

그림 8, 9 및 10에는 人工造林, 天然 및 北洋갓 나무 板材를 氣乾含水率까지 乾燥했을때 비틀림의 經時變化를 나타냈다.

人工造林갓나무는 그림 8에 나타낸 것과 같이 髓에 가까운 未成熟材 部分에서 採取한 板材의 비틀림이 円板의 纖維傾斜方向과 一致하는 Z 方向의 비틀림이었다. 또한 未成熟材와 成熟材가 混在되어 있는 板材의 비틀림도 若干 Z 方向의 비틀림이었다. 한편 成熟材 部分에서 採取한 板材는 S 方向의 비틀림으로 円板의 纖維傾斜方向과 一致하였다. 비틀림의 量은 纖維傾斜度가 가장 큰 成熟材 部分의 板材가 約 0.1mm였으나, 未成熟材 部分에서 採取한 板材의 비틀림은 3mm以上 이었다.

그림 9에는 天然 갓나무의 비틀림을 나타냈다. 天然 갓나무도 人工造林 갓나무와 같이 未成熟材 部分의 비틀림은 Z 方向의 비틀림이었다. 그러나 未成熟材와 成熟材가 混在되어 있는 板材의 비틀림은 S 方向으로의 큰 비틀림이었다. 이와같이 未成熟材와 成熟材가 混在되어있는 板材의 비틀림이 큰 것은 沈⁶⁾이 指摘한 것과 같이 板材의 木表側과 木裏의 纖維傾斜方向이 反對(S 와 Z)일 경우 木表와 木裏側이 서로 같은 方向으로 비틀릴려고 하는 것과 木表側은 成熟材이고 木裏側은 未成熟材이기 때문에 收縮率의 差가 크기 때문이라고 생각된다. 또 成熟材 部分에서 採取한 板材의 비틀림 量과 비틀림 方向은 纖維傾斜度의 크기 및 纖維傾斜方向과 一致하지않는다. 沈⁶⁾은 板材의 木表보다 木裏의 纖維傾斜度가 클 경우는 반드시 一致하지는 않으나 木裏의 纖維方向과 같은 方向으로 비틀리는 것을 報告하고 있어 이 結果와 一致하였다.

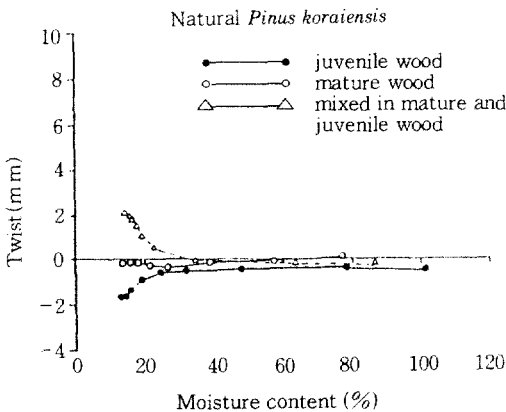


Fig. 9. The process of twist warp with seasoning.

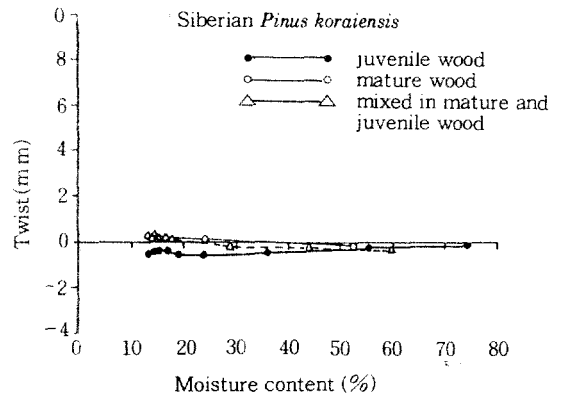


Fig. 10. The process of twist warp with seasoning.

그림 10에 北洋갓나무의 비틀림을 나타냈다. 北洋갓나무도 未成熟材 部分에서 採取한 板材의 비틀림은 約 0.5mm였으며, 未成熟材와 成熟材가 混在되어있는 板材와 成熟材 部分 板材의 비틀림 量은 約 1mm以下의 적은 비틀림을 나타내고 있으며 纖維傾斜度의 크기와 一致하였다.

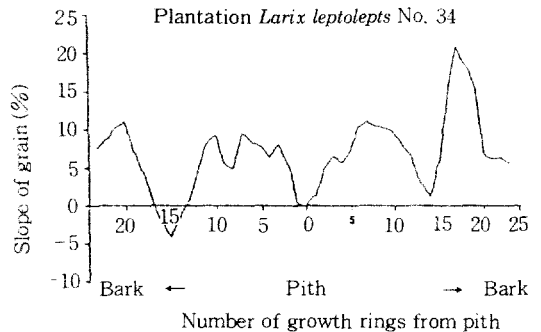


Fig. 11. Variation in the slope of grain with ring number from pith breast height.

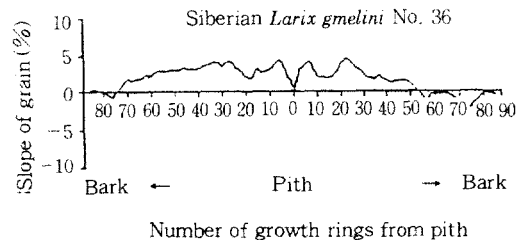


Fig. 12. Variation in the slope of grain with ring number from pith breast height.

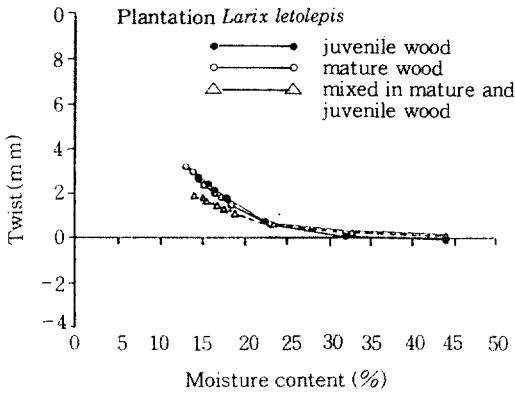


Fig. 13. The process of twist warp with seasoning.

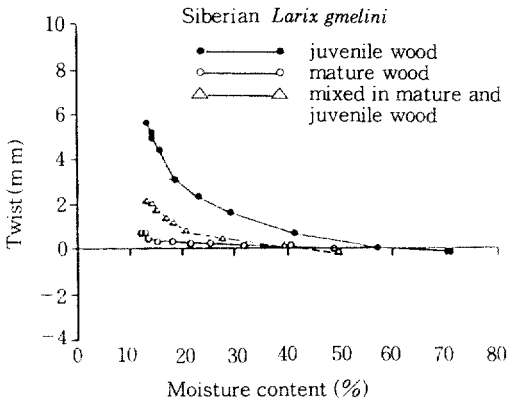


Fig. 14. The process of twist warp with seasoning.

3. 2. 2. 落葉松의 纖維傾斜도와 비틀림

그림 11 과 12 에 韓國產 落葉松과 北洋落葉松의 半徑方向에 있어서 纖維傾斜도의 分布를 나타냈다. 韓國產 落葉松은 約 5年輪까지는 纖維傾斜도가 增大하고 5~10年輪에서는 다시 纖維傾斜도가 減少하거나 最大의 纖維傾斜를 나타낸 後 減少하는 形態를 나타냈다. 한편, 北洋落葉松은 約 5年輪에서 最大의 纖維傾斜도를 나타낸후 樹皮側을 向하여 減少하며, 約 55年輪과 75年輪에서 纖維傾斜 反轉現象을 나타냈다.

板材를 實驗室에서 氣乾含水率까지 乾燥할때의 비틀림의 經時變化를 그림 13과 14에 나타냈다. 韓國產 落葉松의 비틀림 量은 未成熟材에서 採取한 板材의 비틀림이 크고, 未成熟材와 成熟材가 混在되어 있으며 纖維傾斜 反轉現象이 보인 部分에서 採取한 板材의 비틀림 量이 가장 작았다. 또 纖維傾斜도가 가장 큰 成熟材部分에서 採取한 板材의 비틀림 量은 未成熟材部分에서 採取한 板材와 거의 같은 비틀림 量을 나타냈다.

한편, 北洋落葉松의 비틀림은 纖維傾斜도가 가장 큰 未成熟材部分에서 採取한 板材의 비틀림 量이 가장 크고, 纖維傾斜도가 적은 成熟材部分에서 採取한 板材의 비틀림 量이 가장 적은 傾向을 나타냈다.

韓國產 落葉松과 北洋 落葉松 板材의 비틀림 量을 比較하면 纖維傾斜도의 크기에 比하여 北洋 落葉松 未成熟材의 비틀림 量이 韓國產 落葉松 未成熟材의 비틀림 量보다 크다. 이와같이 纖維傾斜도가 倍程度 큰 韓國產 落葉松보다 北洋의 落葉松 板材의 비틀림 量이 큰 것은 纖維傾斜도의 大小에도 左右되나 板材의 收縮率에도 크게 影響된다고 생각된다.

Table 2. slope of grain by species and by tree height level

Tree height(m)	<i>Pinus koraiensis</i>			<i>Larix leptolepis</i>			<i>Pinus densiflora</i>		
	Ave.	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.
0.2	-6.35	-0.1	-14.9	-0.36	9.4	-9.5	8.25	18.3	0.1
1.2	-7.85	-1.8	-12.4	1.91	10.7	-8.7	3.62	9.4	-3.4
3.2	-7.47	-0.5	-12.7	2.50	17.6	11.6	2.31	9.6	-3.4
5.2	10.38	-0.5	-15.9	3.86	14.2	-8.1	3.75	10.5	0.2
7.2	-8.95	-0.5	-13.5	3.50	13.8	-5.4	4.64	12.9	0.1
9.2	-9.67	-0.1	-17.1	2.97	9.7	-2.4	5.61	18.5	-6.4
11.2	-9.87	-0.1	-23.8	4.04	7.6	0.5	7.36	12.4	1.3
13.2	-	-	-	1.94	4.5	-0.3	7.13	18.8	0.4
Ave.	-8.65	-0.5	-15.8	2.64	10.9	-5.7	5.33	13.8	-1.4

4. 結 論

잣나무, 落葉松 및 소나무의 各 樹高別의 纖維傾斜度의 平均, 最大 및 最小値는 表 2와 같다. 五葉의 소나무類 즉 잣나무, 섬잣나무는 Z 旋回樹로 알려져 있으며, 本試驗에서 使用한 잣나무도 Z 旋回를 나타내고 있다. 半徑方向에 있어서 纖維傾斜의 形態는 一般的으로 髓에 가까운 部分의 纖維傾斜도가 적고 그 後 增大하여 最大로 되며 다시 減少하는 傾向, 纖維傾斜가 最大로 되어 그 後 一定하게 되는 傾向 및 樹皮側 까지 繼續 增大하는 傾向의 3個 패턴으로 區分되며, 地上高別로는 地上高 0.2m에서는 약 35年輪까지 增減을 反復하면서 增大한 後 減少하며, 1.2m에서 7.2m까지는 약 10年輪까지 增大하여 그 後 一定하게 되며 9.2m와 11.2m에서는 약 10年輪까지 急히 增加하고 그 後 增減을 反復하면서 樹皮側까지 增大하였다.

소나무는 잣나무와 反對로 S 旋回를 나타내며 髓에 가까운 部分의 纖維傾斜도는 적고 最大는 약 10年輪에서 35年輪까지로 一定치 않다. 加納等⁴⁾은 徑級別로 採取한 소나무 原木의 纖維傾斜도는 林分에 따라 다르다는 報告를 한 것과 一致하였다.

落葉松은 S 旋回로 纖維傾斜도의 變動은 3.2m까지는 一定한 傾向이 없이 增減이 매우 컸으며, 川口等⁷⁾도 纖維傾斜를 調査하고 樹幹基部에서 旋回度에 變動傾向이 크다고 報告한 것과 一致하였다.

韓國產 人工造林木과 天然木 잣나무의 纖維傾斜度 變動傾向 및 비틀림의 年數는 거의 같았으며, 北洋잣나무의 最大 纖維傾斜를 나타내는 年輪은 10年輪으로 韓國產과 거의 같으나 纖維傾斜 反轉을 나타낸 年輪數는 약 140年輪으로 變異가 매우 컸으며 이는 地理的 또는 氣候的 因子에 의한 것으로 생각된다.

韓國產 人工造林木과 北洋產 잣나무의 成熟材 및 成熟材와 未成熟材가 混在된 部分의 비틀림 量은 작으나 韓國產 天然잣나무는 未成熟材와 成熟

材가 混在된 部分의 비틀림 量이 컸다.

落葉松의 비틀림은 纖維傾斜方向과 一致하는 S 方向으로 纖維傾斜도와 收縮率이 큰 未成熟材部分이 가장 컸다. 韓國產 落葉松은 纖維傾斜도가 比較的 크고, 未成熟材와 成熟材가 混在된 部分의 비틀림 量이 작았다. 그리고 纖維傾斜가 가장 큰 成熟材 部分에서 採取한 材의 비틀림 量은 未成熟材 部分에서 採取한 材의 비틀림과 거의 같았다. 北洋落葉松은 纖維傾斜도가 가장 작은 成熟材의 비틀림 量이 가장 작고 未成熟材와 成熟材가 混在된 部分의 비틀림 量은 未成熟材와 成熟材의 中間程度였다.

參 考 文 獻

1. 中川伸策. 1972. 카라마ツ樹幹內における旋回木理の分布とその出現型. 林試研報, 248: 97~120
2. 中川伸策, 1986. 카라마ツ의 纖維傾斜度. 林試研報, 335: 15~30
3. 加納孟, 中川伸策, 齊藤久夫, 小田正一. 1964. 카라마ツ用材品質について(第 1 報). 用材品質におよぼす林木, 素材および角材의 條件. 林試研報, 162: 1~44
4. 加納孟, 中川伸策, 齊藤久夫, 小田正一. 1965. 카라마ツ用材品質について(第 2 報). 用材品質におよぼす立地條件의 影響. 林試研報, 182: 113~147
5. 重松賴生, 安本善次. 1970. 카라마ツ의 材質試驗. 旋回木理と收縮率의 樹幹內分布. 日本林學會 中部支部 講演集, 19回: 92~94
6. 沈相魯. 1990. 카라마ツ의 性質と有效利用에 關する基礎的研究. 北海道大學博士學位論文
7. 川口伸策 外. 1979. 津別產 카라마ツ의 樹幹內における旋回木理의 現れ型, 林産試驗場月報, 328: 4~8