

## 양황철나무의材質(I)\*<sup>1</sup>

—容積密度數, 木纖維치수 및 잎옹이 分布數의 幹內變動—

朴相珍\*<sup>2</sup>, 姜善求\*<sup>3</sup>, 李起泳\*<sup>3</sup>, 趙在明\*<sup>3</sup>

## Wood Quality of *Populus nigra x maxmowiczii*. (I) \*<sup>1</sup>

— Variation of Bulk Density, Wood Fiber Dimension, Microfibril Angle, and Number of Leaf Knot within Stem —

Sang Jin Park\*<sup>2</sup> · Sun Gu Kang\*<sup>3</sup> · Ki Yeong Lee\*<sup>3</sup> · Jae Myeong Jo\*<sup>3</sup>

### SUMMARY

To study the wood quality factors of *Populus nigra x maxmowiczii* known a rapidly growing species, the variations of green moisture contents, bulk density, wood fibre dimensions, microfibril angles, and number of leaf knot in stem wood were investigated.

The heartwood contained a higher moisture content than the corresponding sapwood. Bulk density in radial patterns variations decrease outward from the pith, then increase toward the bark. The wood-fiber length and diameters had somewhat smaller values than on *Populus alba x glandulosa* or *Populus euramericana*. The microfibril angles decreased rapidly toward the outside, and their mean values were about 16 degree. The grain angles run nearly parallel to the cell axes. Number of leaf knot showed a fluctural change above ground level to a point near the base of the crown and then increased rapidly to the top of tree and average number of leaf knot varied exclusively from tree to tree.

### 1. 緒論

양황철나무(*Populus nigra x maxmowiczii* F1 clones)는 양버들(*Populus nigra*)에 황철나무(*Populus maxmowiczii*)를 交雜한 雜種으로 生長力이 매우 旺盛한 速成樹로써 造林獎勵樹種으로 選定되어 全國의인 普及增加가 豫想되고 있다.

그러나 材積生長이 旺盛한 樹種은 細胞壁이

얇고 細胞의 直徑이 크며 纖維길이 짧아지므로 容積密度數가 낮아진다.<sup>1,8)</sup> 따라서 容積密度數를 비롯한 木材의 物理的性質과 機械的性質은 生長이 比較的 緩慢한 樹種에 比하여 떨어지는 것이 一般的이다.<sup>8,14,16)</sup>

우리나라는 지금까지 木材資源의 絶對不足을 一部 充當하기 爲하여 材積生長이 旺盛한 速成樹인 이태리포플러와 玄사시나무의 普及을 일찍부터 獎勵하여 왔고 現在는 20-30年生에 達

\*1. 接受 1990年 4月 2日 Received April, 2, 1990

\*2. 慶北大學敎 農科大學 College of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea.

\*3. 林業研究院 Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea.

하여 伐採利用 段階에 있다. 이태리포플러는 加工利用 工程에 별다른 問題點이 없는 反面 玄사시나무는 切削工程에서 칼날 磨耗度가 極甚하고 乾燥中의 비틀림, 縱割時의 不規則 裂開等의 缺點으로 因하여 使用忌避의 要因이 되고 있다<sup>1)</sup>.

따라서 速成樹로 獎勵되고 있는 양황철나무에 對하여서도 基礎材質 調査를 遂行함으로써 玄사시나무와 같이 伐採利用 段階에서 생길 수 있는 材質缺陷 有無를 事前에 究明할 必要性이 要求되고 있다.

## 2. 材料 및 方法

### 2.1 供試材料

材料는 水原 林木育種研究所 構內 圃地에 造林한 13年生 양황철나무를 3本 伐採하였다. 供試木은 直徑 18-23cm, 樹高 12-19cm로써 樹幹이 곧고 直徑과 樹高가 平均的인 林木을 對象으로 하였다.

### 2.2 實驗方法

#### 2.2.1 生材含水率 및 容積密度數

含水率 測定을 위해 各 供試木으로 부터 地上高 0.2m와 胸高部位, 그 위부터는 2m 間隔으로 두께 5cm의 圓板을 採取하였다. 採取된 各 圓板은 髓에서 樹皮쪽을 向하여 0.7cm 間隔으로 3.0×0.7×2.5cm 크기의 木片을 製作한 후 全乾法에 의한 生材含水率을 計算하였다.

容積密度數는 各 供試木의 胸高部位에서 採取한 圓板으로부터 髓에서 樹皮쪽을 向하여 0.7cm 間隔으로 3.0×0.7×2.5cm의 生材木片을 採取한 後 最大含水量의 무게를 測定하는 方法으로 計算하였다.

#### 2.2.2 細胞치수

各 供試木의 胸高部位 圓板에서 髓로부터 樹皮쪽을 向하여 每年輪間隔으로 2cm 길이인 軸木을 採取하고 숄츠씨液으로 解纖하여 메치렌

브루溶液으로 染色한 後 프레파라트를 製作 測定하였고, 木纖維長은 投影器로 100倍 擴大하여 測定하였으며 木纖維의 接線方向直徑을 光學顯微鏡으로 200倍 擴大하여 測定하였다.

#### 2.2.3 Microfibril傾斜角 測定

Microfibril傾斜角은 胸高部位에서 髓로부터 樹皮쪽으로 向하여 2年 輪幅 間隔으로 29-30 μm 두께의 放射斷面 切片을 만들고 小林法<sup>2)</sup>에 따라 숄츠씨液으로 가볍게 處理한 後 木纖維 細胞壁의 S層의 Microfibril間隔에 요드針狀結晶을 形成시켜 200-400倍의 顯微鏡寫眞을 撮影하였다. 寫眞上에서 요드結晶의 配列方向과 木纖維의 細胞軸이 나타내는 角度를 S層의 Microfibril傾斜角으로 하고 年輪의 中央部位에서 平均的인 크기의 木纖維 15-20個를 選定하여 測定하였다.

#### 2.2.4 纖維傾斜角

各 供試木으로 부터 地上高 0.2m와 胸高部位, 그 위부터는 2m 間隔으로 樹幹軸에 直角인 두께 30cm의 圓板을 採取하여 元口와 末口에서 各各 髓를 通過하는 基準線을 設定하였다. 이 線에 對하여 剝皮한 最外 表面(接線斷面)에서 木纖維의 配列方向에 따라 調査線을 긋고 角度를 測定하였다<sup>3)</sup>.

#### 2.2.5 잎옹이(leaf knot)

地上高 0.2m와 胸高部位, 그 위로 부터는 2m 間隔으로 두께 30cm의 圓板을 採取하여 물에 浸漬시켰다가 注意 깊게 剝皮하였다. 材의 接線斷面に 나타나는 잎옹이는 直徑 2mm以下, 2-10mm, 10mm以上으로 區分하고 1000cm<sup>2</sup>當의 分布數를 集計하였으며, 10mm以上の 것은 옹이(knot)가 一部 包含되었다.

## 3. 結果

### 3.1 生材含水率 및 容積密度數

그림 1은 양황철나무의 生材含水率을 邊心材別로 地際部에서 梢頭部까지 樹高方向으로 測

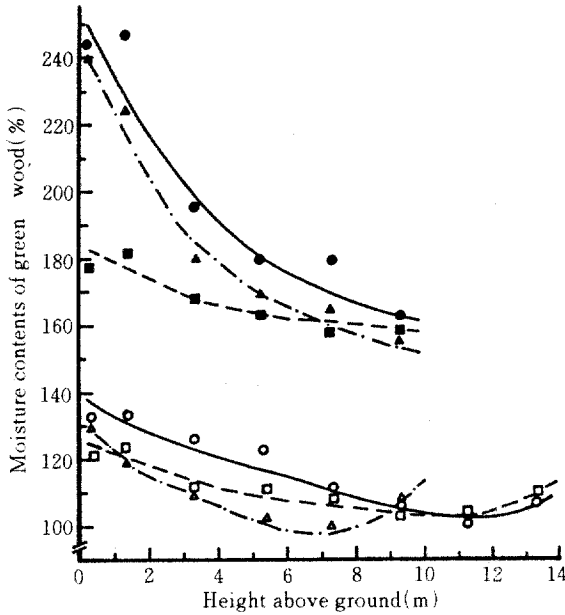


Fig. 1. Moisture contents of green wood from bottom to top in three sample trees.  
Note :

- Sapwood in tree 1. ■-■ Heartwood in tree 2
- Heartwood in tree 1. △-△ Sapwood in tree 3
- Sapwood in tree 2. ▲-▲ Heartwood in tree 3

정한 결과이다. 邊心材 모두 地際部에서 生材含水率이 높고 梢頭部로 갈수록 낮다. 心材는 梢頭部와 地際部の 生材含水率 差異가 크고 地際部에서 樹高方向으로 繼續的으로 急激히 減少한다. 邊材는 樹高方向으로의 減少傾向은 心材와 같으나 그 程度가 낮으며 梢頭部에서는 약간 增加하는 傾向이 있다. 이와같은 結果는 사시나무屬의 玄사시나무나 이태리포플러에서 볼수 있는 結果와 거의 一致하였다<sup>5,19</sup>. 양황철나무의 生材含水率은 邊材가 100-130%, 心材가 150-250%로써 典型的인 多濕心材<sup>12</sup>이었다.

그림2는 胸高部位 圓板의 容積密度數(bulk density)를 髓에서 樹皮方向으로 調査한 結果이다. 容積密度數의 平均값은 260-330kg/m<sup>3</sup>로써 사시나무屬의 玄사시나무나 이태리포플러에 比하여 낮다<sup>1,4,6</sup>. 放射方向變動은 그림2에서 볼수 있는 것처럼 髓附近에서 4-6年輪까지 減少

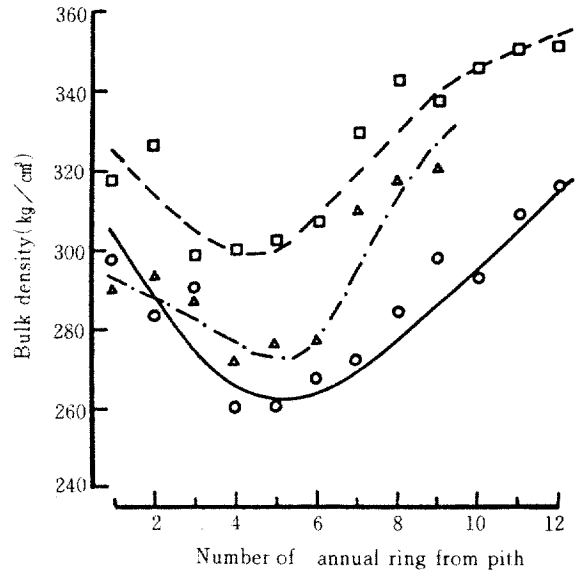


Fig. 2. Variation of bulk density in the radial direction

- Note : ○-○ Sample tree 1. □-□ Sample tree 2  
△-△ Sample tree 3

하여 樹皮쪽으로 增加하는 傾向이 뚜렷하다. Panshin等<sup>16</sup>이 區分한 容積密度數의 放射方向變動 Type 중 양황철나무는 Type 1에 屬하는 樹種으로써 사시나무屬의 여러樹種에서 볼수 있는 現狀이다<sup>5,14</sup>.

### 3.2 木纖維長과 接線方向直徑

纖維長은 그림 3과 같이 髓附近에서 0.8-0.9mm로서 가장 짧았고 樹皮쪽으로 向하여 漸次 增加하다가 8年輪 前後부터는 1.1-1.3mm 程度로 지극히 緩慢하게 增加하거나 거의 安定되는 傾向이 있었다.

趙等<sup>11</sup>에 依하면 사시나무屬 7樹種의 平均纖維長은 1.1-1.4mm 範圍였고, 그 중에서도 玄사시나무와 이태리포플러는 1.3-1.4mm로써 比較的 긴편이었으며 황철나무와 사시나무는 1.1-1.2mm로 짧은 편에 屬하였고 양버들과 은백양은 中間 程度라고 報告하고 있다. 本 實驗에서의

Table 1. Number of the leaf knot from bottom to pith.

(Unit: e.a. / 1,000cm<sup>3</sup>)

No. of Sample trees	Diameters	Height above ground								Ave.
		0.2	1.2	3.2	5.2	7.2	9.2	11.2	13.2	
		m	m	m	m	m	m	m	m	
1	<2mm	7.3	4.0	6.4	3.6	2.0	6.7	9.7	15.3	6.9
	2-10mm	2.3	1.7	2.1	2.0	3.9	5.2	2.5	8.6	3.5
	>10mm	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	-	-	0.2	0.2
2	<2mm	3.4	2.9	3.6	3.5	9.4	4.3	9.4	6.1	6.6
	2-10mm	4.3	3.7	3.2	3.9	5.5	4.8	6.4	4.2	4.5
	>10mm	-	-	0.1	0.2	1.6	0.9	1.7	1.3	1.0
3	<2mm	11.8	8.4	9.2	9.0	7.7	8.1	31.8	-	12.3
	2-10mm	4.5	5.6	5.4	6.7	4.3	5.6	8.2	-	5.8
	>10mm	-	-	-	0.7	-	0.4	-	-	0.5
Ave.	<2mm	7.5	5.1	6.4	5.4	6.4	6.4	16.9	15.7	8.7
	2-10mm	3.7	3.7	3.6	4.2	4.6	5.2	5.7	6.4	4.6
	>10mm	0.1	-	0.2	0.4	1.0	0.6	0.6	0.1	0.4
	Total	11.3	8.8	10.2	10.0	12.0	12.2	23.2	22.2	13.7

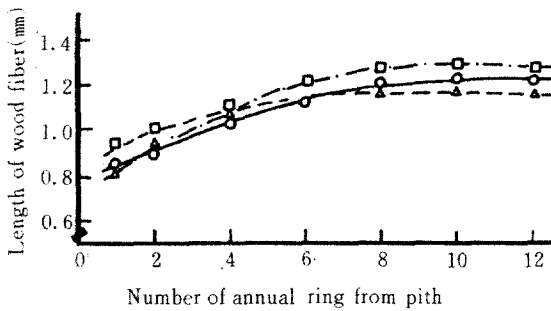


Fig 3. Variation of wood-fiber length in the radial direction

Note : Symbols are same in Fig. 2.

양황철나무는 樹皮쪽에 가까운 8年輪以後의 纖維長을 成熟材의 纖維長으로 본다면 사시나무屬의 他 樹種에 比하여는 약간 짧다고 할 수 있다.

木纖維의 接線方向直徑은 그림4와 같이 髓에 가까운 年輪에서는 17-20 μm 範圍로 가장 작았으며 樹皮쪽으로 向하여 漸次 增加하다가 8年輪 前後는 24-28 μm의 範圍로 지극히 緩慢하

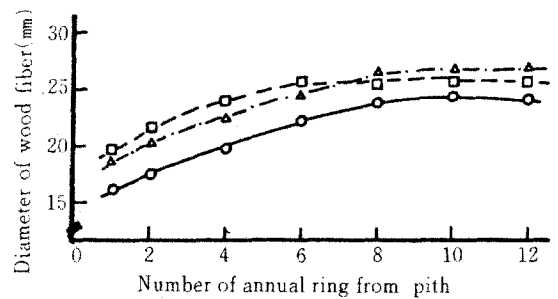


Fig 4. Variation of wood-fiber diameter in the radial direction

Note : Symbols are same in Fig. 2.

게 增加하거나 거의 安定되는 傾向이 있었다.

趙等<sup>6)</sup>에 의한 사시나무屬의 木纖維 直徑을 調査한 報告에 依하면 平均 25-35 μm의 範圍이 었으나 그 中에서도 이태리포플러와 玄사시나무는 30-35 μm의 範圍로 接線方向直徑이 넓은 편이었고, 황철나무와 사시나무는 20-30 μm의 範圍로 좁은 편이었다. 本 實驗에서의 양황철나무는 8年輪以後의 樹皮쪽 接線方向直徑이 24-28 μm의 範圍로서 後者의 좁은 樹種

과 비슷하였다.

### 3.3 Microfibril傾斜角

木纖維의 Microfibril傾斜角은 그림5와 같이髓에서 가장 크고樹皮쪽으로 向하여 比較的急

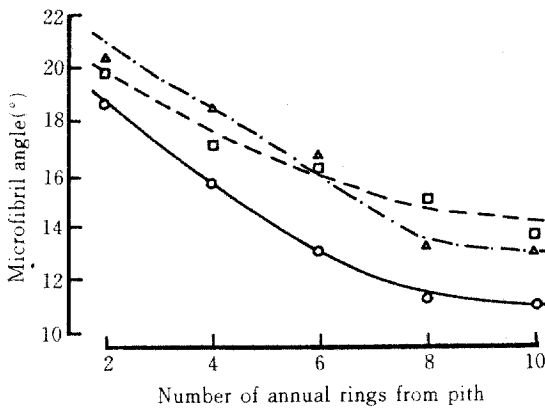


Fig. 5. Variation of microfibril angle in the radial direction.

Note : Symbols are same in Fig. 2.

激히 減少하고 있으며 대체로 8年輪 以後에는 減少되는 程度가 鈍化되거나 安定되는 傾向이 있었다.

이와같이 Microfibril傾斜角의 髓에서 樹皮쪽으로의 減少는 木纖維長과 逆相關 關係를 나타내고 있는 傾向은 他 樹種에서도 흔히 볼수 있는 結果이다<sup>14, 15, 18</sup>.

또 Microfibril傾斜角과 木纖維길이의 變動이 鈍化되거나 安定되는 時期는 大體로 8-10年 以後로 볼수 있다. 平均값에서 보면 Microfibril傾斜角의 減少가 比較的 顯著한 2, 4, 6年輪에서는 17.6°이며, 8, 10年輪은 13.5°이고 全體의 平均값은 16.0°에 達한다.

玄사시나무를 調査한 鄭等<sup>11</sup>의 結果를 보면 15年輪까지는 繼續적으로 減少하는 傾向을 나타내고 있으므로 양황철나무는 Microfibril傾斜角의 安定時期가 玄사시나무보다는 약간 빠른 것으로 推定해볼수 있다.

또 平均값에서 보면 玄사시나무가 28.6°, 이 태리포플러가 24.0°로써 모두 양황철나무 보다는 훨씬 크다.

### 3.4 纖維傾斜角

剝皮한 材部の 表面에서 測定한 纖維傾斜角(軸方向에 對한 木纖維의 配列角度)은 그림6과 같다.

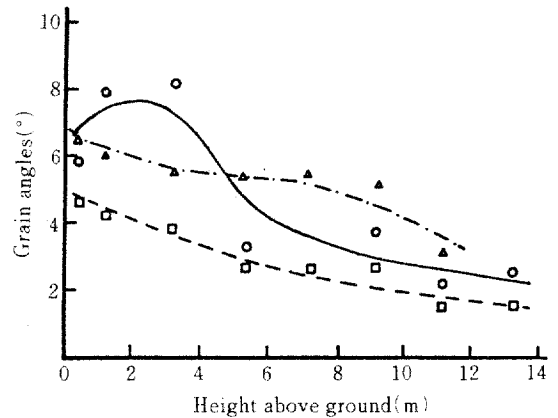


Fig. 6. Grain angles from bottom to top in three sample trees.

Note : Symbols are same in Fig. 2.

纖維傾斜角은 樹種에 따라 特徵적으로 變化하고 幼齡期부터 成熟期까지 纖維傾斜角이 커지는 것, 幼齡期에는 거의 通直하다가 成熟期가 되면 Z螺旋 혹은 S螺旋의 纖維傾斜角을 나타내는 것 등이 알려져 있다<sup>2, 5, 9, 10, 14, 15</sup>.

양황철나무의 幼齡期인 梢頭部의 未成熟材에서는 纖維傾斜角은 2-4°로써 거의 通直에 가깝다가 樹冠下部의 成熟材에 가까워지는 年輪에서는 차츰 커지는 S螺旋의 纖維傾斜角을 가지고 있으며 Ohkura等<sup>15</sup>의 分類方式에 따르면 벗나무類와 거의 같은 傾向을 가지고 있다. 양황철나무 全體 平均 纖維傾斜角은 약 4.4°에 不過하므로 本 調査의 樹齡에서는 纖維傾斜角이 材質에 影響을 미치는 要因으로는 볼수 없다. 그러나 이 樹種이 成熟 過程에서 纖維傾斜角이 繼

續 增加하는 種類로 變化될 可能性을 完全히 排除할 수는 없다.

### 3.5 잎옹이(leaf knot)

잎옹이는 接線斷面에서 보았을때 中心部를 構成하는 柔細胞와 바깥쪽의 木纖維로 構成되고, 周邊組織이 甚하게 灣曲되어 있으며 正常組織에서 볼수 없는 2-3列의 多列放射組織으로 이루어져 있는데 이것은 他 사시나무屬의 잎옹이 形態와 거의 同一하다<sup>11)</sup>.

한편 잎옹이의 分布갯수를 調査한 結果는 表1과 같다. 表1에서 처럼 1000cm<sup>2</sup>當 分布갯수는 地際部에서 梢頭部를 向하여 一定한 傾向을 나타내지 않고 있으며 다만 樹冠部에 該當하는 地上 9.2m와 13.2m에서는 直徑 2mm以下 및 2-10mm의 잎옹이 分布 갯수가 急激히 많아지고 있다. 個體間의 잎옹이 갯수도 甚한 差異를 나타내고 있는데 供試木3은 供試木 1,2에 比하여 약 2倍程度로 잎옹이 갯수가 많다. 이것은 양황철나무를 育種選拔하는 데 있어서 主要한 指標으로써 考慮 되어져야 할 것이다.

1000cm<sup>2</sup>當의 平均 잎옹이 分布갯수는 13.7個로써 鄭等<sup>1)</sup>이 調査한 玄사시나무 8.0個, 이태리포플러 7.5個보다 훨씬 더 많다. 사시나무의 잎옹이는 同屬의 많은 樹種에 分布하고 있는 것으로 알려져 있고 割裂性<sup>12)</sup>의 障礙 및 乾燥缺陷을 일으키는 要因이 되므로 바람직하지 못한 特性으로 생각된다.

## 4. 考 察

양황철나무는 生材含水率이 心材가 邊材보다 훨씬 높은 典型的인 多濕心材이다. 이 樹種과의 同屬의 他 樹種에서도 이와같은 傾向이 認定되고 있으나 乾燥過程 중에 여러가지 缺陷이 發生할 可能性이 크므로 바람직하지 못한 性質이다.<sup>13)</sup>

容積密度數는 放射方向으로 減少하였다가 다시 增加하는 Type<sup>14)</sup>이었으며 사시나무屬의 몇

樹種에서 볼수 있는 共通現狀으로써 양황철나무만의 材質을 떨어 뜨리는 要因으로는 생각되지 않는다.

木纖維直徑과 木纖維長은 他 사시나무屬의 樹種에 比하여 약간 좁고 짧으나 13年生의 未成熟材로 看做되는 材를 供試材로 하였으므로 直接的인 比較에 어려움은 있고 더 成熟된 다음에 調査 比較해야 할 것이다. 그러나 纖維幅과 纖維長의 微細한 廣狹, 長短이 材質에 影響을 미친다고 볼 수는 없으며 따라서 材質을 떨어뜨리는 制限因子가 될수는 없다.

Microfibril傾斜角은 比較的 빠른 時期에 安定되는 傾向이 있고 또한 角度가 사시나무屬의 다른 樹種에 比하여는 樹齡이 13年生 程度 임에도 不拘하고 훨씬 더 銳角에 가까운 것이 軸方向 收縮率이 적고 材質特徵으로서는 良好한 편에 屬한다<sup>15)</sup>.

纖維傾斜角은 軸方向에 對하여 거의 平行에 가까운 약 4°에 지나지 않아 纖維傾斜角도 材質을 制約하는 要因으로 볼 수는 없다. 다만 성숙함에 따라 차츰 鈍角으로 되는 境遇도 있으므로 成熟材에 對한 調査는 必要하다고 생각된다.

잎옹이의 分布數는 個體間에 差異가 極甚하다. 잎옹이 分布數가 特히 많은 個體는 材質을 떨어뜨리는 要因이 될 것으로 推定된다.

以上에서 처럼 양황철나무는 材質에 主要한 影響을 미치는 容積密度數, 細胞치수, Microfibril傾斜角, 纖維傾斜角, 잎옹이의 分布數 등에 있어서 玄사시나무나 이태리포플러에 比하여 特히 問題가 될만한 性質은 찾을 수 없다. 다만 잎옹이가 많은 個體는 選拔 普及過程에서 除外시켜야 할 것으로 생각된다.

한편 一部 사시나무屬의 樹種에서 問題點<sup>16)</sup>으로 알려진 칼날 磨耗度의 要因이 되는 無機物, 着色에 關與하는 타일로시스, 材質 不均一을 일으키는 引張應力材에 對하여는 第2報에서 檢討될 것이다.

## 5. 結 論

速成樹인 양황철나무의材質特性을究明하기爲하여 生材含水率, 容積密度數, 細胞치수, Microfibril傾斜角, 纖維傾斜角, 纒翁이의分布數를 調査하였다.

양황철나무는 多濕心材를 가진 樹種이었으며 容積密度數의 放射方向變動은 차츰 減少하였다가 增加하는 Type이었고 細胞치수는 同一한 사시나무屬의 玄사시나무나 이태리포플러에 比하여는 작다. Microfibril傾斜角은 16° 程度로써 樹皮쪽으로 向하여 急激히 減少한다. 纖維傾斜角은 約 4°로써 軸方向에 거의 平行하다. 纒翁이의 分布數는 個體間에 變異가 크며, 樹軸方向變動은 樹冠下部까지는 一定한 傾向이 없고 樹冠內에서는 急激히 增加된다.

#### 參考文獻

- Babos, K. 1970. Fiber length and density distribution within the annual rings of *Populus robusta*. Holztechnologie, 11 : 188-192.
- Balodis, V. 1972. Influence of grain angle on twist in seasoned board. Wood Science, 5 : 44-50.
- Carpenter, B. E. and W. C. Hopkins. 1966. Specific gravity values of sweetgum topwood and bolewood. Forest Prod. J. 16 : 30.
- Chung, S. H., S. K. Kang, I. P. Hong, and J. M. Jo. 1987. Studies on the wood properties of *Populus alba x glandulosa*. Res. Rep. For. Inst. 34 : 100-119.
- Harris, J. M. 1988. Spiral grain and wave phenomena in wood formation. Springer-Verlag. P. 28-77.
- Jo, J. M., S. K. Kang, Y. D. Lee, S. H. Chung, J. M. Ahn, and C. S. Shim. 1974. Studies on the properties of *Populus* grown in Korea. Res. Rep. For. Inst. 21 : 187-206.
- Kano, T., and H. Saito. 1965. A new device for measurement of fiber direction. Mokuzai Gakkaishi. 11 : 33-35.
- 加納 孟. 1974. 林木の材質. 日本林業技術協會. P. 1-168.
- Kawaguchi, N., H. Yamamoto, M. Takahashi, and T. Takizawa. 1979. The spiral grain of Karamatsu, *Larix leptolepis* growing in a thinned forest. Jour. Hokaido For. Prod. Res. Inst. 328 : 4-8.
- Kawaguchi, N., H. Yamamoto, M. Takahashi, and T. Takizawa. 1982. On the spiral grain in the stem of Japanese larch. Proc. Japan Wood Res. Soc. Hokkaido. 10 : 4-7.
- Kobayashi, Y. 1952. A sample method for the preparation of samples for measurement of inclination of micelle in the wood cell wall. Journal of Japanese Forest Society. 34(12) : 392-393.
- 李起泳, 深澤 和三, 氏家雅男. 1985. チョウセンヤマナラン, ウラジロハゴヤナギ, ドロノキの水食い. 日本木材學會 北海道支部講演集. 17 : 45-48.
- Lee, K. Y. 1988. Crystals and their grown in the wood of *Populus maxmowiczii*. Res. Bull. Col. Exp. For. Hokaido Uni. 45 : 717-788.
- Megraw, R. A. 1985. Wood quality factors in loblolly pine. TAPPI Press. P. 1-62.
- Ohkura, S., K. Ogawa., K. Takashima and K. Takeiri. 1961. On the twisting warp of wood. Mokuzai Gakkaishi. 7 : 205-207.
- Panshion, A. J., and Zeeuw, C. D. 1980. Textbook of wood technology. McGraw-Hill Book Co., Vol. 1. 4th ed.

P. 237—316.

17. Park, S. J., S. K. Kang, and J. M. Jo.  
1985. Anatomical diagnoses derived from  
the *Populus alba x glandulosa*. Jour.

Korean For. Society 71 : 55—58.

18. Park, S. J., Lee W. Y., and Lee H. Y.  
1987. Wood anatomy and identification.  
Hyang Moon Co. : P. 159—162.