

양황철나무의材質(Ⅱ)*1 —結晶性物質·타일로시스·應力材의分布—

李起泳*3·朴相珍*2·朴秉守*2·姜善求*3·趙在明*3

Wood Quality of *Populus nigra X maximowiczii* (II) *1 —Distributions of Crystalliferous Substances, Tyloses and Tension Woods—

Ki Yeng Lee*3·Sang Jin Park*2·Byung Su Park*2·Sun Gu Kang*3·Jae Myong Jo*3

SUMMARY

In order to obtain the information on wood quality of the *Populus nigra x maximowiczii* the distributions of crystalliferous substances, tyloses and tension woods were examined through light microscopy or scanning electron microscopy.

1. The crystalliferous substance, presumably calcium oxalate, partially occurred in vessel elements of heartwood, and sporadically in ray parenchyma, but not in the wood fibers. The types of crystalliferous substances were mainly crystal sand, 2-3 μm in diameter.
2. The tyloses arranged in a ladder-like series were sporadically formed in the vessel elements of heartwood.
3. Although the woods were cut from the straightly grown stem without any evident disorientation with respect to gravitational axis, single or group of gelatinous fibers were irregularly distributed among normal wood fibers.

1. 緒 論

速成樹인 양황철나무는 造林獎勵樹種으로 選定되어 全國의인 普及增加가 豫想되고 있다. 前報¹⁾에서는 양황철나무의 基本材質을 究明하는 研究의 一環으로 容積密度數, 木纖維치수, 마이크로피브릴傾斜角, 沈着이 分布數의 幹內變動을 報告한 바 있다. 最近 현사시나무를 비롯

한 사시나무屬의 몇 樹種에 對하여는 여러 角度에서 材質特性이 調査報告^{1, 3, 5, 6, 9, 12)}되고 있는데 特히 結晶性物質에 對한 結果가 몇 樹種에서 注目을 받고 있다.

本 實驗에서는 현사시나무의 例^{5, 12)}에서 처럼 伐採利用段階에 生길 수 있는 材質缺陷有無를 事전에 究明하기 爲하여 前報에 이어 양황철나무의 結晶性物質을 中心으로 타일로시스 및 引

*1. 接受 1990年10月11日 Received October 11, 1990

*2. 慶北大學校 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.

張應力材의 分布를 調查報告코저 한다.

3. 結 果

2. 材料 및 方法

2.1 供試材料

使用한 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 12-19m로서 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 結晶性物質

各 供試木으로 부터 地上高 0.2m와 胸高部位, 그 위 부터는 2m間隔으로 두께 2mm의 圓板을 製作하여 氣乾하고 軟 X線 透視에 依하여 結晶性物質의 有無를 우선 觀察하였다. 木材組織內에 結晶性物質의 明確한 分布部位를 알기 爲하여는 髓로부터 樹皮쪽을 向하여 9×9×1mm의 薄片을 3斷面別로 製作하였다. 알콜系列 脫水한 後臨界點乾燥를 하였다. ion sputtering에 의한 Au 眞空蒸着을 하고 加速電壓 15Kv로 走査電子顯微鏡에 依하여 觀察하였다.

2.2.2 타일로시스

各 供試木의 胸高部位 圓板에서 髓로부터 樹皮쪽을 向하여 1cm 間隔으로 블록을 製作한후 20 μ m 두께의 3斷面切片을 만들고 사프라닌으로 染色하여 永久 프레파라트를 製作 觀察하였다. 走査電子顯微鏡觀察은 結晶性物質과 同一한 方法으로 試片을 製作하여 觀察하였다.

2.2.3 引張應力材

各 供試木으로 부터 地上高 0.2m와 胸高部位, 그 위 부터는 2m 間隔으로 圓板을 採取하여 一面 대패로 포삭한 材面을 鹽化亞鉛요드 處理에 依한 呈色反應으로 引張應力材의 分布位置를 調查하였다. 다음에 引張應力材로 區分되는 部位에서는 橫斷面 프레파라트를 製作하고 光學顯微鏡 및 走査電子顯微鏡으로 靭拉탄層을 調查하여 引張應力材를 確認하였다.

3.1 結晶性物質

양황철나무의 細胞內腔에는 여러가지 形態와 크기의 結晶性物質이 觀察되었다. 結晶性物質은 肉眼으로도 注意하여 觀察하면 橫斷面에서 白色線으로 보이므로 確認이 可能하다. 이와같은 結晶性物質은 Fig.1과 같이 橫斷面의 軟X線 寫眞에서 密度差에 依하여 검은 點으로 나타났다. 結晶性物質은 邊材에서 分布하지 않았고 心材에서는 同心圓狀의 着色 얼룩과 部分的인 着色部의 一部에 분포하는 傾向이 있었다.

軟 X線 寫眞上에 黑點으로 나타나는 大量的 結晶性物質을 Fig.2, 3과 같이 走査電子顯微鏡으로 觀察해 보면 結晶性物質은 大部分 導管內腔에 分布하며 放射柔細胞(Fig.5)에서는 가끔 觀察할 수 있으나 木纖維에서는 거의 觀察할 수 없었다.

Fig.4에서 처럼 結晶性物質은 大部分 타일로시스가 發達하지 않는 一部 導管에 分布하고 있으나 타일로시스가 發達한 導管에서도 드물게 結晶性物質이 觀察되었다. 結晶性物質과 導管에 發達하는 타일로시스에 關하여는 Lee 등^{5,6)}에 依하면 황철나무의 境遇 타일로시스가 없는 一部 導管에 分布한다고 하며, 또 Muhamad⁷⁾는 사시나무의 境遇는 타일로시스가 있는 一部 導管에서도 結晶性物質이 分布한다고 한다.

結晶性物質의 形態는 Fig.3에서 보는 것처럼 兩 끝이 약간 뾰족한 덩어리 모양의 砂晶이 大部分이며 細胞內腔에 多量으로 散在하거나 細胞內壁에 附着해 있다. 砂晶의 크기는 작은 것은 直徑 1 μ m에서 큰것은 10 μ m 以上에 達하나 大體로 平均直徑 2-3 μ m 程度이다. 또 髓附近에 分布하는 軸方向柔細胞의 一部에는 Fig.6과 같이 柱狀의 結晶性物質도 觀察되었다.

結晶性物質의 成分을 알기 爲하여 波長分散型 X線分析(WDXA) 裝置로 導管속의 結晶性物質을 面分析한 結果 鈣成分임을 알 수 있었다. 鈣成分의 種類는 木材의 境遇 炭酸鈣成分과

修酸칼슘이 알려지고 있는데^{2,10,16}, 本 研究에서는 이의 區分을 爲한 實驗은 따로 하지는 않았다. Lee 等^{3,6}에 依하면 細胞가 살아 있는 동안에 生成된 것은 修酸칼슘이 大部分이며 心材의 死細胞 속의 無機物, 有機物, 結晶의 核 等 外的 要因에 依하여 生成된 結晶性物質은 炭酸칼슘이 많다고 하였다.

양황철나무의 心材一部에는 結晶性物質以外에 gel狀, 작은 圓形粒子, 不定形 等의 沈澱物이 觀察되었는데 EDXA에 依한 面分析結果, 이들도 主로 칼슘成分인 것이 確認되었다.

3.2 타일로스스

사시나무屬의 타일로스스의 存在에 關하여서는 最近 몇 報告^{1,5,8}가 있으며 主로 階段狀 타일로스스의 形態가 觀察된다.

양황철나무의 타일로스스 分布는 邊材에서는 觀察할 수 없었고 心材에서만 觀察되었다. 分布部位는 多量의 結晶이 分布하는 部分의 上下, 또는 部分的으로 가끔 나타나는 着色斑點의 一部에 타일로스스가 發達하는 傾向이 있었다.

Fig.7과 같이 타일로스스의 形態는 大部分 階段狀이고, 드물게 Fig.8과 같이 普遍的인 形態인 거품狀이 觀察되며, 이는 着色斑點속에 一部 나타나는 傾向이 있었다. 一般的으로 타일로스스가 發達하면 水分通導가 나쁘므로 多濕心材로 되는 傾向이 거의 없으나 양황철나무의 心材는 타일로스스가 發達하였음에도 不拘하고 높은 含水率을 갖는 多濕心材가 많았다. 이는 박테리아 또는 冬裂 等에 依하여 壁孔壁 및 細胞壁이 破壞되어 滲透壓에 依한 水分浸透로 因하여 多濕心材가 되었다고 推定해 볼 수 있다.

3.3 引張應力材

引張應力材는 彎曲生長한 材의 上側部에 發達하는 것이 一般的인 定設이다^{8,10}. 그러나 最近 이의 發達에 關하여는 原因은 明確하지 않으나 直立木의 樹幹에서도 局部的으로 引張應力材가 分布한다고 알려지고 있다¹⁰.

使用한 供試木은 모두 直立木으로써 偏心生

長에 依한 引張應力材가 發達할 수 있는 條件은 갖추고 있지 않았다. 그러나 大패로 깨끗하게 포삭한 橫斷面에 鹽化亞鉛요드液을 塗布한 結果 不明瞭한 얼은 紫色을 나타내는 部分이 局部的으로 나타났다. 이 部分을 光學顯微鏡 或은 Fig.9와 같이 走査電子顯微鏡으로 觀察해 보면 部分的인 젤라틴纖維層이 觀察되었다. 젤라틴纖維의 分布는 正常木纖維 사이에 1個 내지 數個, 때로는 數十個가 列 또는 集合하여 一定하지 않게 散在한다. 또 젤라틴纖維의 出現은 同一한 圓板內에서는 髓에 가까운 部分일수록 많이 나타나는 傾向이 있었다.

4. 考察

사시나무屬의 몇 樹種은 速成樹로써 生長이 旺盛하므로 不足한 木材資源을 메꾸는 데 脚光을 받아왔다. 우리나라는 이태리포플러, 현사시나무에 이어 양황철나무가 앞으로 全國적으로 普及이 豫想되는 有望樹種이다. 그러나 현사시나무의 例^{1,4,9,12}에서 처럼 伐採利用段階에 와서 豫想하지 못한 樹種固有의 生理的 缺點이 發見되는 境遇도 있으므로 初期에 이 樹種의 基礎材質을 究明할 必要性이 있다.

結晶性物質은 溫帶產 闊葉樹材의 境遇 柔細胞에 修酸칼슘의 結晶이 一部 樹種의 木部에 分布하는 것이 일찍부터 알려지고 있는데 木材識別的 指標로서 意義가 있을 따름이었다^{6,10}. 그러나 사시나무屬의 一部 樹種에서는 柔細胞가 아닌 通導組織에 炭酸칼슘의 結晶이 分布하고 있음이 最近 밝혀지고 있고^{3,5,6,12} 현사시나무의 境遇는 一般的으로 熱帶地方에만 있는 시리카^{1,12}와 알미늄¹²의 分布가 報告되고 있다. 양황철나무는 Lee 等⁵이 調査한 황철나무에서와 마찬가지로 結晶性物質이 含有되어 있으며 本 實驗에서 成分分析을 하지는 않았으나 心材의 死細胞에 分布하고, 砂晶의 形態인 點으로 미루어 보아 炭酸칼슘으로 推定할 수 있다. 軟 X線 寫眞에서 보는 것처럼 이들이 局部的으로 少量씩 分布하므로 칼날磨耗度 等 材質低下의 直接的

인 要因으로 보기는 어렵고 잎옹이¹¹⁾와 共存 환경은 잎옹이의 生長方向이 放射方向인 點으로 미루어 서로 上昇作用을 하면 結晶性物質을 갖지 않은 樹種보다는 影響을 크게 미칠 것으로 생각된다.

타일로스스의 生成要因과 分布樹種에 對하여는 잘 알려져 있으나 사시나무屬의 樹種에는 타일로스스의 發達は 거의 알려져 있지 않았다⁸⁾. 그런데 最近 현사시나무 等 一部 사시나무屬의 樹種에서 傷害타일로스스의 分布가 報告되고 있는데, 그 形態는 너도밤나무屬 등에서 觀察되고 있는 階段狀타일로스스로 알려져 있다^{9,12)}. 本 實驗의 結果에서 觀察된 양황철나무의 타일로스스는 階段狀이며 形態만으로 보아서는 正常타일로스스로 推定되나 結晶性物質의 分布樣式과의 關係에서는 傷害타일로스스의 可能性도 排除할 수 없으므로 正常 혹은 傷害타일로스스의 區分은 不明하였다.

引張應力材는 彎曲生長한 幹材와 枝材에서 볼 수 있는 非正常組織으로 잘 알려져 있다. 그러나 直立木을 對象으로 한 本 實驗에서도 圓板에 部分的으로 引張應力材가 出現하고 있으며 현사시나무⁶⁾, 틀림나무¹⁵⁾에서도 같은 結果를 報告하고 있다. 引張應力材가 包含된 材는 收縮不均一을 가져오므로 材質低下의 主要原因이 되고 있으며 Saiki 等¹⁴⁾의 調査에 依하면 느티나무의 境遇에 完璧한 正常材를 찾을 수 없을 만큼 引張應力材가 廣範圍하게 分布한다고 한다. 一部 樹種의 直立木에 引張應力材가 形成되는 原因에 對하여서는 明確하게 알려져 있지는 않지만⁸⁾ 양황철나무의 主要한 缺陷임에도 틀림없다.

5. 結 論

速性樹로 獎勵되고 있는 양황철나무의 基礎材質調査의 一環으로 結晶性物質, 타일로스스, 引張應力材의 分布特性을 調査하였다.

1. 炭酸칼슘으로 看做되는 結晶性物質이 心材部의 導管에 主로 分布하며 가끔 放射柔細胞

에서는 觀察할 수 있으나 木纖維에는 分布하지 않았다. 結晶性物質의 形態는 大部分 砂晶이고 크기는 直徑 2-3 μ m의 것이 많다.

2. 心材導管의 一部에는 타일로스스가 드물게 發達하고 形態는 階段狀이 大部分이다.

3. 直立木임에도 不拘하고 幹材圓板의 局所의 部位에 젤라틴纖維가 1個씩 或은 數個씩의 集團으로 分布한다.

參 考 文 獻

1. 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. Res. Inst., 34: 110-119.
2. Clement, A. and G. Jannin. 1973. Etude complementaire de la presence de cristaux de carbonate de calcium dans le bois des peupliers existence de cinq zones fonctionnelles reconnues a partir de leurs teneurs en phosphore. Ann. Sic. For., 30(1): 63-81.
3. Jo, J.M., S.G. Kang, Y.D. Lee, H.S. Jung, J.M. Ahn, and C.S. Shim. 1974. Studies on the properties of *Populus* grown in Korea. Res. Rep. For. Res. Inst. No. 21: 187-206.
4. Kim, Y.S., S.J. Park, and B.D. Park. 1986. Observation of silica in *Populus alba x glandulosa* by scanning electron microscope. J. Korean For. Society. 72: 64.
5. Lee, K.Y., K. Fukazawa, and H. Ishida. 1985. Distribution, morphology and chemical composition of the crystals in the wood and bark of *Populus maximowiczii*. Rep. Hokkaido Univ. For. 42(3): 595-608.
6. Lee, K.Y. 1988. Crystals and their growth in the wood of *Populus maximowiczii*. Rep. Hokkaido Univ. For. 45(3): 717-788.
7. Muhammad, A.F., and M.M. Micko. 1984. Accumulation of calcium crystals in the

- decayed wood of aspen attacked by *Fomes igniarius*. IAWA Bull. n.s. 5(3): 237-241.
8. Panshin, A.J. and C.D.Zeeuw. 1980. Textbook of wood technology. McGraw-Hill Book Co. pp.178-179, 286-320.
9. Park, S.J., S.K.Kang, and J.M.Jo. 1985. Anatomical diagnoses derived from the adventitious buds and dimples in the *Populus alba x glandulosa*. J. Korean For. Society. 71 : 55-58.
10. Park, S.J., W.Y.Lee, and H.Y.Lee. 1987. Wood anatomy and identification. Hyang Moon Co. pp.159-162.
11. Park, S.J., S.K.Kang, K.Y.Lee, and J.M.Jo. 1990. Wood quality of *Populus nigra x maximowiczii*. (I) variation of bulk density, wood fiber dimension, microfibril angle, and number of leaf knot within stem, J. Korean Wood Sci. and Tech., 18 : 26-33.
12. Park, S.J., and B.S.Park. 1990. Distribution and types of crystalliferous substance in *Populus alba x glandulosa*. J. Korean For. Society. 82. <in press>
13. Sachs, I.B., J.C. Ward, and R.E. Kinney. 1974. Scanning electron microscopy of bacterial wetwood and normal heartwood in poplar trees. Scanning electron microscopy (part 2). Proc. Work. SEM Plant. Sci., Chicago. pp.453-460.
14. Saiki, H. 1990. On the tension wood of *Zelkova*. "Wood and Science". Mokuzai Gakkaishi, ed. Kaiyo Co. pp.35-39.
15. Taylor, F.W. 1968. Specific gravity differences within and among yellow poplar trees. For. Prod. J. 18(3): 75-81.
16. Taniguchi, T., K.Y.Lee, K.Fukazawa, and H.Harada. 1987. Structure of calcium deposits in the xylem and phloem of Japanese poplar. Mokuzai Gakkaishi, 33(1): 1-6.

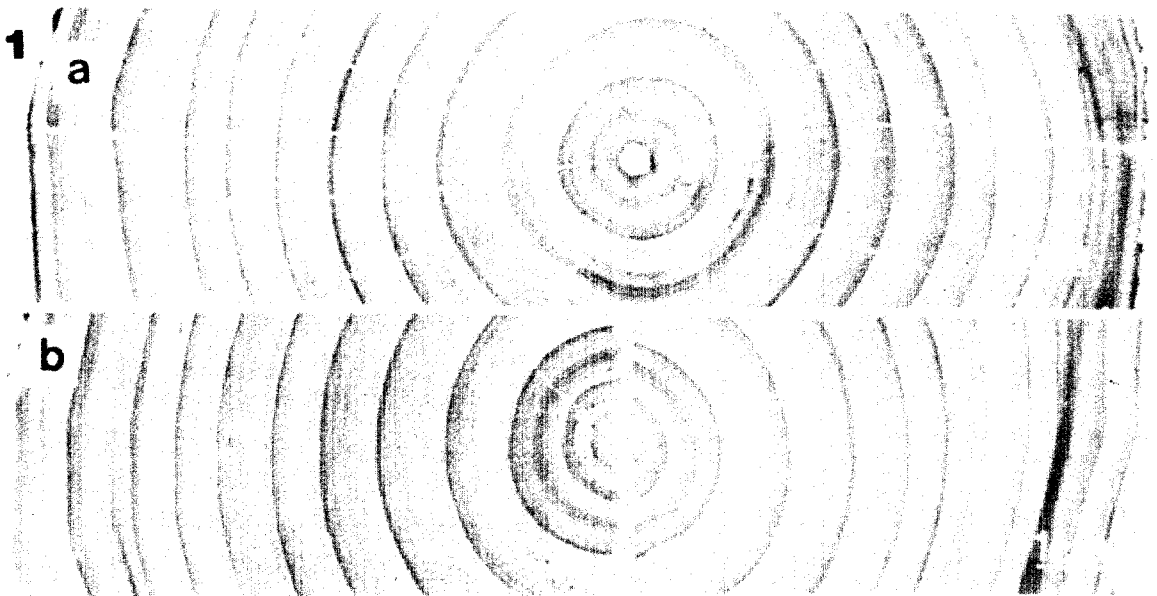


Fig.1. Soft X ray photographs of stem wood showing crystalliferous substances.

a. Disk at 5.3m above ground level. b. Disk at 3.3m above ground level.

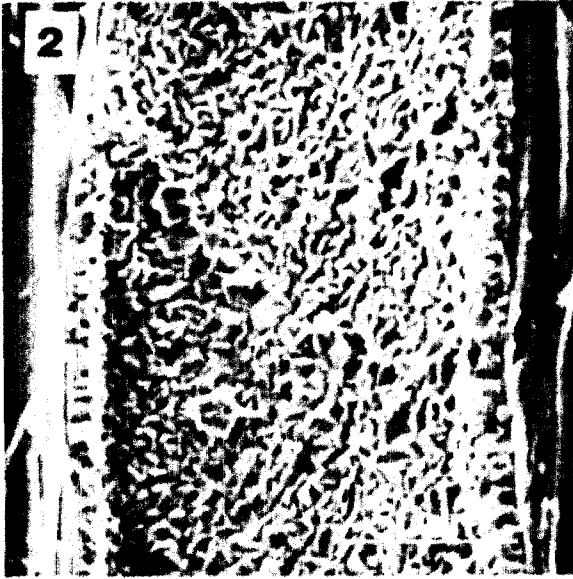


Fig.2. Massive inclusions of crystalliferous substances in vessel elements.



Fig.4. Tyloses not including crystalliferous substances(left cell) and including crystalliferous substances (right cell) in vessel elements of heartwood.

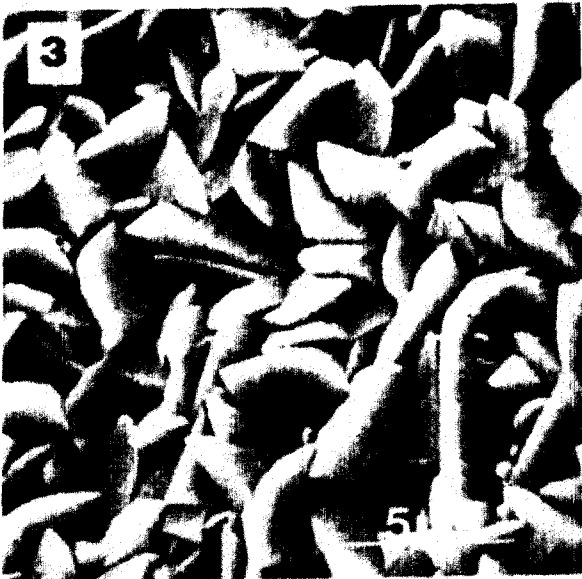


Fig.3. Crystalliferous substances of crystal sand.



Fig.5. Crystalliferous substances in ray parenchyma.

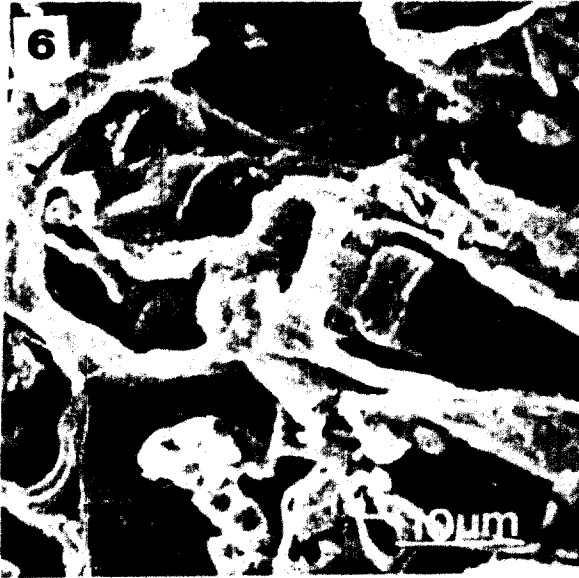


Fig.6. Crystalliferous substances in axial parenchyma around pith

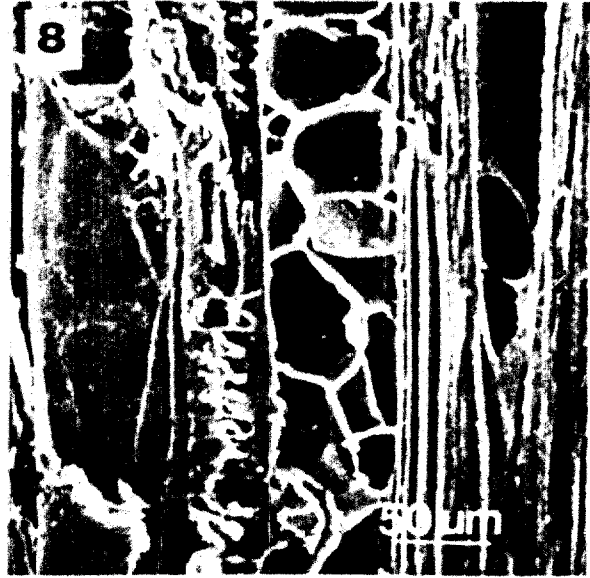


Fig.8. Sack-like tyloses in vessel elements of heartwood.

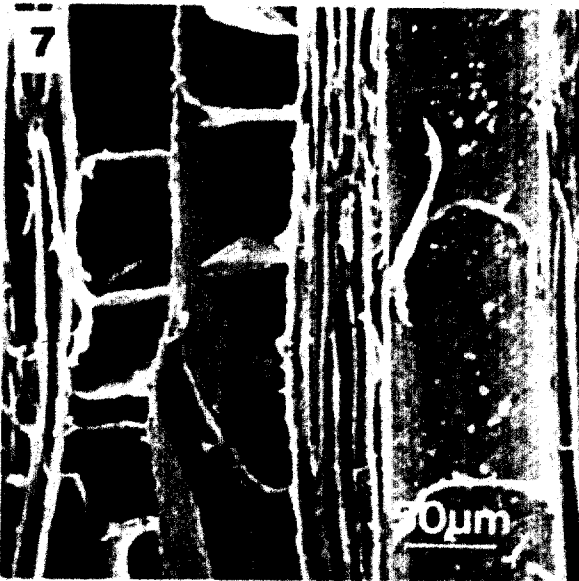


Fig.7. Ladder-like tyloses in vessel elements of heartwood.

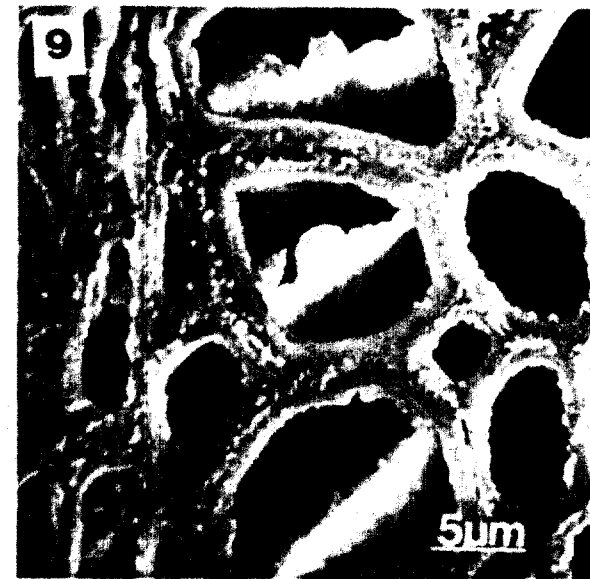


Fig.9. Gelatinous fibers distributed irregularly among normal wood fibers.