목재공학15(3) : 1~13(原著)
Wood Sci., & Tech. 15(3) : 1~13, 1987

韓國産 主要 散孔材의 導管要素 形態變異 *1

朴 柄 垈*2 · 朴 相 珍*2

Morphological Variation of Vessel Elements in the Korean Diffuse-porous Woods*1

Park Byung Dae*2 · Park Sang Jin*2

Abstract

This study was carried out to investigate the variations of dimension and exterior shape of vessel elements, morphology of spiral thickening and ray-vessel pit in korean diffuse-porous woods (56 species, 18 families). The tangential pore diameter and vessel element length was increased, whereas the pore number per unit area(1mm^2) was decreased from pith outwards. The tangential pore diameter was decreased but the length of vessel element was not changed from earlywood to latewood within an annual ring. However, the dimensional variations of vessel element was not able to be recognized among relative positions in peripheral variation.

The exterior shape of vessel element could be classified into four types; Type 1 is without tail, Type 2 with ligulate tail, Type 3 with broad taper tail and Type 4 with the very short length between perforations. The distribution frequency of Type 2 and 3 was relatively high in comparision with the others. According to the prominence, distribution position and branched shape, the spiral thickenings could be divided into five types. The spiral thickenings occurred 52% in the species observed. Thus it was doubtful to consider the simple presence of spiral thickening as diagnostic index in diffuse-porous woods. The morphology of ray-vessel pit could be grouped as reticulate, scalariform, oval, linear and coalescent type. Most of species examined showed oval and linear type.

1. 緖 言

木材는 樹木의 形成層活動, 遺傳的 因子와 環境的 要因等에 의해 變異性이 發生한다. 針葉樹材와 달리 導管이 存在하는 闊葉樹材에 있어서 個體間 뿐만아니라 同一個體內에서도 導管의 치수變異가 發生한다.

導管要素의 길이는 髓로부터 放射方向으로 樹令이 增加함에 따라 增加하며[7),10),18)] 그 직경은 길이와 마찬가지로 放射方向으로 增加한다.[10),22),24)] 導管의 單位面積(1mm^2) 當 分布數는 髓로 부터 放射方向으로 減少하며 導管直徑과는 負의 相關關係를 가진다.[27)]

한편 導管要素길이는 1年輪內에서 春材에서 秋材로 繼續 增加하나[18)] 散孔材의 경우 거의 變化가 없다.[29)] 그러나 層階狀 形成層을 갖는 *Robinia pseudoacaeia*의 경우 導管要素의 길이는 春材에서 秋材로 거의 變化가 없는 것으로 보고되고 있다.[31)]

年輪全周內變異(Peripheral variation)는 針葉樹異常材를 包含한 硏究가 報告되었으나[20),21)] 正常

*1. 接受 5月23日 Received May 23, 1987.

*2. 全南大學校 農科大學 College of Agriculture, Chonnam National University, Kwangju 505, Korea.

材에 대한 硏究는 찾아 보기 힘들다. 그러나 樹幹內 4方位에 따른 木材內 構成細胞의 치수變異는 太陽을 향한 部位의 細胞길이가 그 反對部位보다 더 크다는 報告도 있으나[5] 이와달리 남쪽部位에서 細胞길이가 가장 짧으며 북쪽, 동쪽部位에서 가장 길게 나타난다는 報告도 있다.[28] 한편 4方位의 形成層活動이 均一하다는 報告도 있다.[1]

導管要素의 形態는 植物의 進化程度를 나타내는 基準因子로 알려져 있으며[6],[8],[20] 纖維識別에 利用된다.[19] Panshin과 Zeeuw[18]는 光學顯微鏡 觀察結果 ligulate tail과 broad taper tail의 二種의 tail 形態를 報告하였다. 또한 Gardner와 Taylor[9]는 走査電子顯微鏡을 利用하여 二種의 形態를 보고하였다. 그러나 tail의 形態에 의한 導管要素의 形態分類에 관한 硏究는 극히 限定된 實情이다.

導管內部表面에 發生하는 螺旋肥厚는 光學顯微鏡을 利用하여 많은 觀察이 이루어졌다.[7],[18],[30] 初期의 光學顯微鏡 觀察結果에서 導管에 나타나는 螺旋肥厚의 存在는 木材識別的 因子로 使用되었으나[18] 走査電子顯微鏡을 利用한 觀察結果에서 螺旋肥厚는 樹種間뿐만아니라 同一樹種內에서도 상당한 變異性이 있는 것으로 나타났다.[4],[15],[16],[17] 이같은 螺旋肥厚의 形態變異는Ohtani와 Ishida[16]가 導管要素의 軸方向에 대한 旋回方向에 의한 形態分類가 報告된 이래 몇가지 分類方式이 報告되었다.[4],[15] 한편 螺旋肥厚가 亞熱帶와 溫帶樹種보다 熱帶樹種에서 貧弱하게 나타난다.[25]

放射組織과 導管間의 壁孔은 半緣壁孔對를 形成하며 樹種에 따라 特異한 形態를 가지므로 木材識別的 價値가 있는 것으로 알려져 있다.[18],[27] 山林[30]는 放射組織과 導管間의 壁孔形態를 크게 4가지 形態 ; 1) 導管相互間의 壁孔과 形態, 2) 階段狀의 形態, 3) 柵狀의 形態및 4) 圓形~楕圓形의 形態로 區分하였다. Braun[3]은 *Populus*의 放射組織과 導管間의 壁孔을 "contact cell"이라 하여 이는 營養物質의 放射方向 移動을 위해 特殊化 되었다고 報告하였다.

本硏究는 闊葉樹材의 主要構成要素인 導管要素의 形態를 中心으로 調査分類하여 木材識別및 纖維識別의 基準因子로서 導管要素의 形態的 特性을 究明코저 實施하였다. 아울러 木材利用上 基礎資料 提供을 위해 國產散孔材에 있어서 導管치수 變異性의 基本 Pattern을 밝히고자 하였다. 이같은 目的을 위해 導管치수와 形態變異性이 比較的 적은 散孔材만을 對象으로하여 二段階 實驗을 實施하였다.

첫째는 치수變異性의 基本 Pattern을 究明하기 위해 導管치수의 放射方向 1年輪內및 年輪全周內 變異를 調査하였다.

둘째는 形成層始原細胞에서 分化成熟하는 導管을 비롯한 모든 木材構成要素는 어느 時期에 가면 大體로 치수및 形態가 安定되는 傾向을 가지므로 導管치수 變異性의 基本 Pattern을 根據로 하여 大部分의 國產散孔材에 대한 形態的 特性을 調査 分類하였다.

2. 材料및 方法

2.1 材料

導管치수 變異에 使用된 材料는 江原道 太白山地域에서 1978年 6月에 採取한 사시나무류, 고로쇠나무, 찰피나무 및 층층나무의 4樹種으로 各 樹種의 胸高部位에서 두께 5cm의 圓板을 採取하였으며 그 特性은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of materials examined

Scientific name	Age(years)	D.B.H(cm)
Populus spp.	27	24.9
Acer mono	46	21.7
Tilia mandshurica	44	20.8
Cornus controversa	33	18.2

導管形態變異를 究明하기 위해 林業試驗場 利用部에서 製作된 木材材鑑中 散孔材 18科 25屬 56樹種을 使用하였다. 各 樹種材鑑에서 放射方向 치수가 安定되며 1年輪內및 全周內變異가 거의 나타나지 않는 中央部에서 1個年輪 以上을 包含하도록 調査部位를 선정하였다. 各 樹種의 學名과 鄕名은 李[13]의 大韓植物圖鑑을 參照하였으며 調査對象 樹種目錄은 Table 2와 같다.

Table 2. List of species examined

Family	Genus	Scientific name	Common name
Saliaceae	*Populus*	*Populus davidiana* DODE	사시나무
		Populus maximowiczii HENRY	황철나무
		Populus koreana REHDER	물황철나무
	Salix	*Salix glandulosa* SEEM	왕버들
		Salix koreanis ANDERSS.	버드나무
Juglundaceae	*Pterocarya*	*Pterocarya stenoptera* PC	중국굴피나무
	Juglans	*Juglans mandshurica* MAX	가래나무
Betulaceae	*Betula*	*Betula costata* TRAUTV	거제수나무
		Betula schmidtii REGEL	박달나무
		Betula chinensis MAX	개박달나무
		Betula platyphylla var. *japonica* HARA	자작나무
		Betula davurica PALL	물박달나무
	Alnus	*Alnus japonica* STEUD	오리나무
		Alnus hirsuta(SPACH.) PUPR	물오리나무
	Carpinus	*Carpinus cordata* BL	까치박달나무
		Carpinus laxiflora BL	서나무
	Corylus	*Corylus sieboldiana* var. *mandshurica*(MAX.)C.K. SCHNEID	물개암나무
Fagaceae	*Fagus*	*Fagus crenata* var. *multinervis*(NAK.)T.LEE	너도밤나무
Magnoliaceae	*Magnolia*	*Magnolia kobus* A.P.DC	목련나무
		Magnolia grandiflora L	태산목
Lauraceae	*Cinnamomum*	*Cinnamomum japonicum* SIEB	생달나무
	Neolitsea	*Neolitsea sericea*(BL.)KOIDZ	참식나무
Platanaceae	*Platanus*	*Platanus orientalis* L	버즘나무
		Platanus occidentalis L	양버즘나무
Rosaceae	*Prunus*	*Prunus mackii* RUPR	개벚지나무
		Prunus padus L	귀룽나무
		Prunus serrulata var. *spontanea*(MAX.)WILS	벚나무
	Pyrus	*Pyrus pyrifolia*(BURM) NAKAI	돌배나무
	Sorbus	*Sorbus commixta* HEDL	마가목
		Sorbus alnifollia(S.et Z) K.KOCH	팔배나무
Aquifoliaceae	*Ilex*	*Ilex integra* THUNB	감탕나무
Celastraceae	*Euonymus*	*Euonymus macroptera* RUPR	나래회나무
Aceraceae	*Acer*	*Acer ginnala* MAX	신나무

Family	Genus	Scientific name	Common name
		Acer mono MAX	고로쇠나무
		Acer tegmentosum MAX	산겨릅나무
		Acer techonoskii var. *rubripes* KOM	시닥나무
		Acer barbinerue var. *glabrescens* NAKAI	개시닥나무
		Acer ukurunduense TRAUTV.et MEYER	부게꽃나무
		Acer pseudo-sieboldianum var. *koreanum* NAKAI	좁은단풍나무
		Acer triflorum KOM	복자기나무
		Acer mandshuricum MAX	복장나무
Sabiaceae	*Meliosma*	*Meliosma myriantha* S. et Z	나도밤나무
		Meliosma oldhamii MAX	합다리나무
Tiliaceae	*Tilia*	*Tilia amurensis* RUPR	피나무
		Tilia mandshurica RUPR. et. MAX	찰피나무
		Tilia megaphylla NAKAI	염주나무
Theaceae	*Stewartia*	*Stewartia koreana* NAKAI	노각나무
	Camellia	*Camellia japonica* L.	동백나무
Cornaceae	*Cornus*	*Cornus kousa* BUERG	산딸나무
		Cornus controversa HEMSLEY	층층나무
		Cornus walteri WANGER	말채나무
Ebenaceae	*Diospyrus*	*Diospyrus lotus* L	고욤나무
		Diospyrus kaki THUNB	감나무
Styraceae	*Styrax*	*Styrax obassia* S.et Z	쪽동백나무
		Styrax japonica S.et Z	때죽나무
Oleaceae	*Syringa*	*Syringa reticulata* var. *mandshurica*(MAX.)HARA	개회나무

2.2 方 法

2.2.1 導管치수 變異

放射方向 變異를 調査하기 위해서 異常材를 피하고 年輪數와 年輪幅의 變異에 따라 1, 3, 5, 7, …… 의 年輪에서 試片을 製作하였다. 製作된 試片을 滑走式 Microtome으로 두께 20~30㎛의 切片을 製作한 후 1% safranin으로 染色하고 알콜系列脫水를 한 후 Canada balsam으로 封入하여 永久프레파라트를 製作하였다. 切片을 製作한 나머지 部分에서 軸木을 만들어 Schultze氏 溶液으로 解纖한후 1% Bismark Brown으로 染色하여 一時프레파라트를 製作하였다.

1年輪內 變異를 調査하기 위하여 放射方向으로 치수가 安定되는 部位의 1年輪을 선정하여 10個의 調査位置를 선정하고 春材始作部位를 0%, 秋材末端部位를 100%로하여 百分率을 表示하였다. 橫斷面上에서 導管의 接線方向直徑을 測定하고 導管要素의 길이는 接線斷面을 滑走式 microtome으로 連續的으로 切削하여 上記와 同一한 方法으

로 一時프레파라트를 製作하였다.

年輪全周內 變異의 調査는 放射方向 變異가 安定되는 部位에서 2個年輪을 선정하여 年輪全周에서 11個部位를 定하고 各部位를 全體圓周에 대한 百分率로 表記하여 測定하였다. 各 要素의 測定方法은 모두 光學顯微鏡 micrometer를 利用하여 60~150배로 擴大하여 50回씩 測定하고 平均値를 구했다.

2.2.2 導管要素의 形態

導管要素의 外部形態 觀察을 위해 木材材鑑에서 未熟材가 包含되지 않도록 20~30年輪 以上의 成熟材에서 試片을 採取하여 2.1과 同一한 方法으로 一時프레파라트를 製作하고 導管要素를 200個 以上 觀察하여 百分率로 換算하여 分布圖를 作成하였다.

한편 螺旋肥厚와 放射組織과 導管間의 壁孔形態는 光學顯微鏡과 走査電子顯微鏡 觀察을 竝行하였다. 走査電子顯微鏡 觀察을 위해 製作된 試片은 50%알콜에 固定시킨 후 滑走式 microtome으로 放射斷面을 切削하고 臨界點乾燥裝置(Critical point drying apparatus)로 乾燥한 후 ion-sputter(JFC-1100)를 利用하여 蒸着하고 加速電壓 15kv에서 觀察하였다.

3. 結果및 考察

3.1 치수變異

3.1.1 放射方向 變異

導管의 接線方向直徑은 4樹種 모두 髓附近에서 放射方向으로 一定年輪까지 急激히 增加하였으며 찰피나무와 고로쇠나무는 사시나무류와 층층나무보다 增加程度는 緩慢하나 繼續的으로 增加하는 傾向을 나타냈다.(Fig.1)

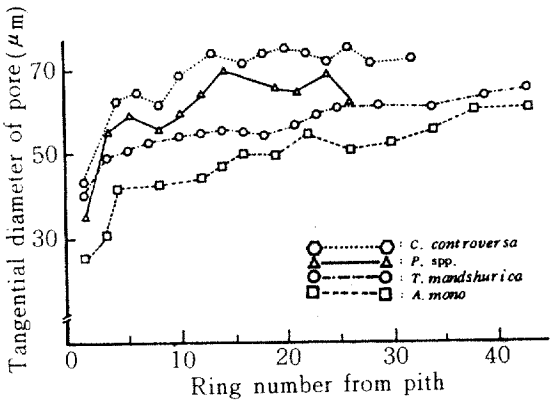


Fig.1. Variations of tangential diameter of pore from pith outwards.

單位面積當 導管分布數의 放射方向 變異는 4樹種모두 全體的으로 髓附近에서 急激히 減少하여 거의 安定되는 傾向을 보였다.(Fig.2)

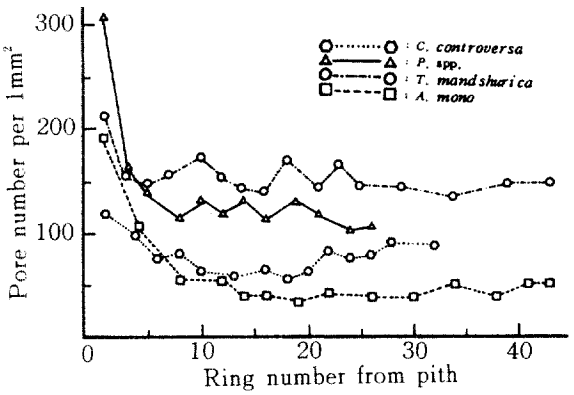


Fig.2. Variations of pore number per 1mm² from pith outwards.

또한 導管要素 길이의 放射方向 變異는 導管直徑 1mm²當 分布數에 비하여 4樹種 모두 增加程度가 緩慢하며 樹種에 따라서도 극히 緩慢하다.(Fig 3)

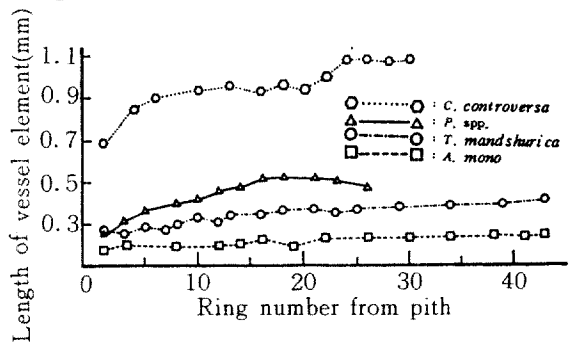


Fig.3. Variations of length of vessel element from pith outwards.

이같은 現象은 形成層始原細胞의 分化過程中 導管直徑은 數十倍 增加함에도 불구하고 길이의 增加는 극히 微微하다는 結果에 起因하는 것으로 생각된다.[6),18),31)]

3.1.2 1年輪內變異

1年輪內變異에서 4樹種 모두 導管의 接線方向直徑은 春材에서 秋材로 減少하며 樹種別로 보면 찰피나무는 繼續的으로 減少한 反面에 층층나무,

사시나무류 및 고로쇠나무는 春材 初期의 一定 位置까지 增加하였다가 秋材로 向하여 減少하는 傾向을 보였다. (Fig. 4)

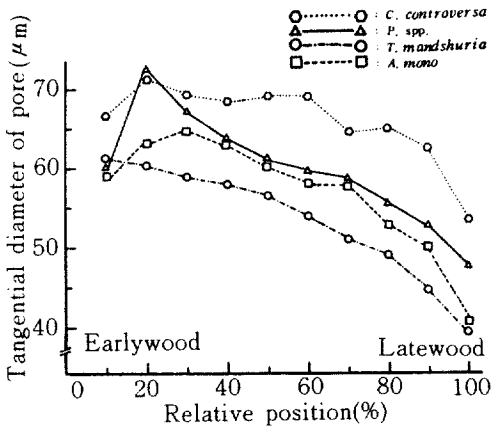


Fig.4. Variations of tangential diameter of pore within an increment.

導管要素길이의 1年輪內變異는 4樹種 모두 春材에서 秋材로 거의 變化가 없다고 볼 수 있었다. (Fig. 5)

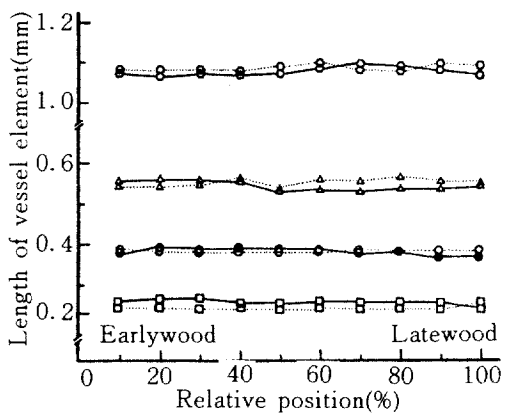


Fig.5. Variations of length of vessel element within an increment.

○---○: 28th ring, *C. controversa*
○——○: 32nd ring, *C. controversa*
△----△: 24th ring, *P. spp.*
△——△: 26th ring, *P. spp.*
○---○: 34th ring, *T. mandshurica*
●——●: 43rd ring, *T. mandshurica*
□---□: 41st ring, *A. mono*
□——□: 43rd ring, *A. mono*

以上의 導管치수의 1年輪內變異를 檢討해 보면 導管直徑은 春材에서 秋材로 향하여 減少하는 傾向이 明確했으며 導管要素길이는 春材에서 秋材로 變化가 거의 없었다. Larson[12]에 따르면 細胞의 直徑은 植物生長 調節物質인 오옥신(auxin)의 生產과 밀접한 關係가 있으며 闊葉樹材의 春材形成에도 오옥신이 관여하는 것으로 알려지고 있다.[31] 따라서 本 實驗에서 보는것처럼 春材에서 春材로의 導管直徑의 減少는 生長期間동안 오옥신 生產量의 減少때문인 것으로 생각된다.

Panshin 과 Zeeuw[18]는 形成層始原細胞의 分化過程에서 導管要素의 直徑은 크게 增加하난 길이는 거의 增加하지 않는다고 하였다. 本硏究의 1年輪內變異에서 導管要素길이가 春材에서 秋材로 거의 變化하지 않는 것은 Süss와 Müer-stoll[28]의 結果와 一致한다.

3.1.3 年輪全周內變異

導管의 接線方向直徑과 導管要素길이의 年輪全周內變異는 Fig. 6, Fig. 7에 나타낸 바와같다.

4樹種 모두 導管直徑의 年輪全周內變異의 뚜렷한 傾向을 찾을 수 없었다. (Fig. 6)

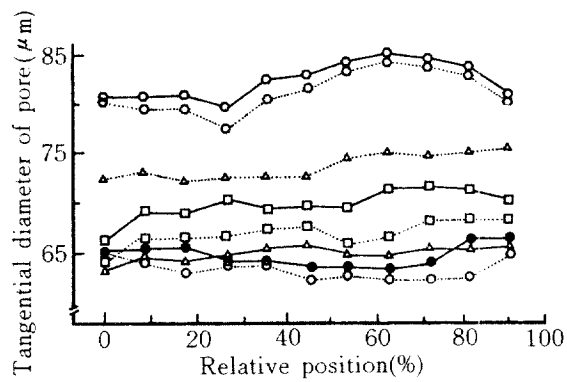


Fig.6. Peripheral variations of tangential diameter of pore.

○----○: 28th ring, *C. controversa*
○——○: 32nd ring, *C. controversa*
△----△: 24th ring, *P. spp.*
△——△: 26th ring, *P. spp.*
○---○: 34th ring, *T. mandshurica*
●——●: 43rd ring, *T. mandshurica*
□---□: 41st ring, *A. mono*
□——□: 43rd ring, *A. mono*

年輪全周內에서 年輪幅의 變異가 크지 않고 導管直徑의 最大値와 最小値間에 變動의 差異가 약 5μm 以下로서 測定精度를 考慮한다면 年輪全周內에서 導管直徑의 變異가 크다고 할 수 없다.

導管要素길이의 年輪全周內變異는 4樹種 모두 全體 相對位置間에 거의 變化를 나타내지 않았다. (Fig. 7)

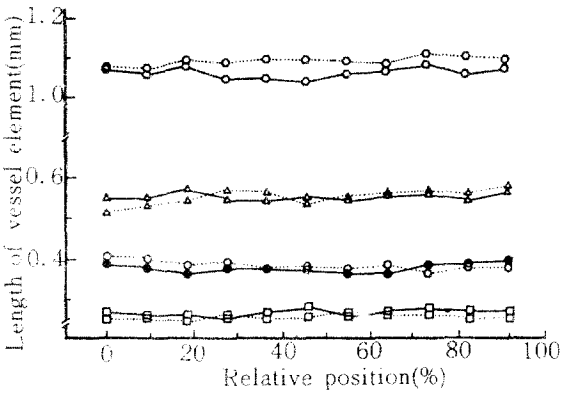
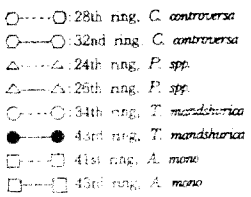


Fig.7. Peripheral variations of length of vessel element.



本 硏究에서와 같이 年輪全周內變動을 連續的으로 調査한 報告는 거의 없고 다만 4方位에 따른 약간의 硏究結果가 報告된 바 있다.[5,20,25]

以上의 導管치수의 放射方向, 1年輪內 및 年輪全周內 變動을 檢討해 본 結果 導管要素의 形態的 特性을 調査하기 위한 標準材料는 放射方向에서 20年輪 以後, 1年輪內에서는 中央部位, 年輪全周內에서는 位置에 關係없이 어느 部位에서도 얻을 수 있었다. 따라서 導管形態變異性은 이러한 結果를 根據로 하여 試片을 採取하여 調査하였다.

3.2 導管要素의 形態變異

3.2.1 導管要素의 外部形態

韓國産 主要散孔材 18科 56樹種을 對象으로 導管要素의 外部形態를 觀察한 結果는 Fig.8에 보는 바와같다.

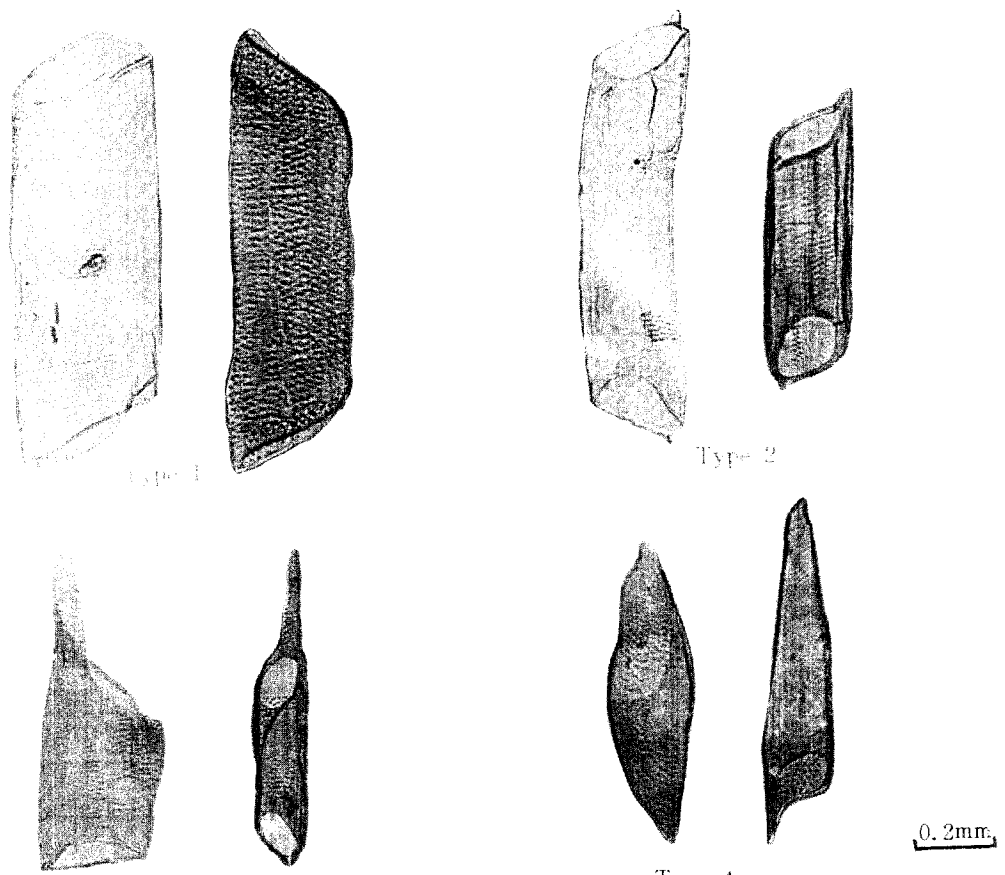


Fig.8. Morphological classification of vessel element according to tail shape.

Table 3. Distribution of genus according to the types of vessel element

Types	Distribution frequency(%)		
	0 — 20	21 — 40	41 — 60
Type 1	*Populus, Salix, Betula, Alnus Carpinus, Corylus, Fagus, Neolistea, Platanus, Prunus, Pyrus, Sorbus, Euonymus, Meliosma, Cameliia, Cornus, Syringa*	*Pterocarya, Juglans. Magnolia, Cinnamomum Acer, Stewartia, Styrax*	*Tilia, Diospyrus*
Type 2	*Juglans*	*Salix, Pterocarya, Betula, Cinnamomum, Sorbus, Ilex, Euonymus, Tilia, Camellia, Styrax*	*Populus, Alnus, Carpinus Corylus, Fagus, Magnolia Neolistea, Platanus, Prunus, Pyrus, Acer, Meliosma, Stewartia, Cornus, Diospyrus, Syringa*
Type 3	*Acer, Camellia*	*Populus, Alnus, Betula, Carpinus, Corylus, Fagus, Magnolia, Cinnamomum, Neolistea, Platanus, Prunus, Pyrus, Ilex, Meliosma, Tilia, Stewartia, Cornus, Styrax*	*Salix, Pterocarya, Juglans, Sorbus.*
Type 4	All genus examined.		

tail의 存在有無, tail의 形態에 따라 다음과 같이 4個 形態로 分類할 수 있었다.

Type 1 : 導管要素 上下에 모두 tail이 存在하지 않는 形態

Type 2 : 導管要素 上下 모두 또는 어느 한쪽에만 舌狀(ligulate)의 tail이 있는 形態

Type 3 : 導管要素의 上下 모두 또는 어느 한쪽에만 幅이 넓고 뾰족한 (broad taper) tail이 存在하는 形態.

Type 4 : 導管要素의 穿孔間의 길이가 극히 짧고 tail의 길이가 길거나 幅이 넓은 形態

이들 各形態의 屬別 分布는 Table 3에 나타낸 바와같다.

各形態에 따른 全體樹種의 分布頻度는 Fig.9에 나타낸 바와같다. 調査對象 56樹種에서 Type 1의 分布頻度는 약 20%였으며, Type 2는 약 40%, Type 3은 약 30%이며 Type 4는 20%이하로 4個形態中 가장 적게 分布하였다.

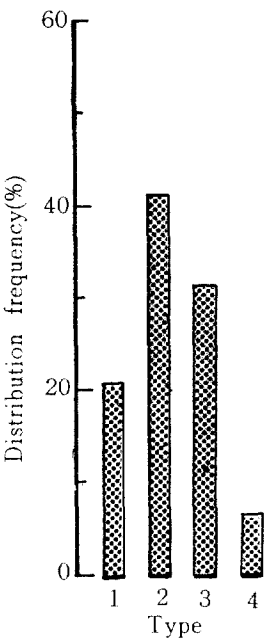
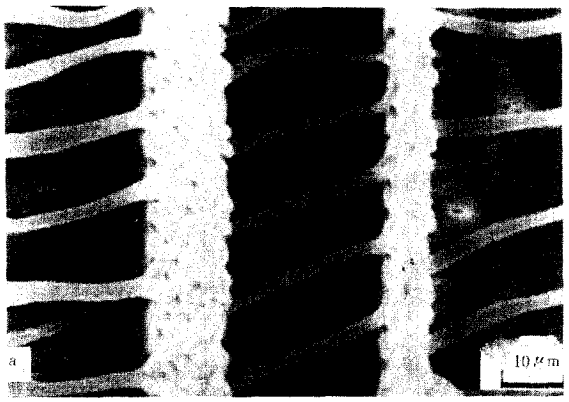
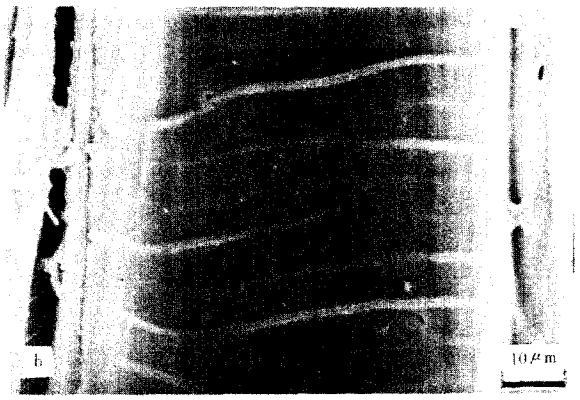
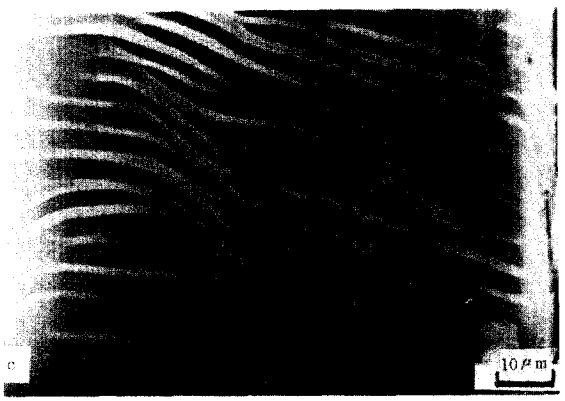


Fig.9. Distribution frequency of the vessel element types.







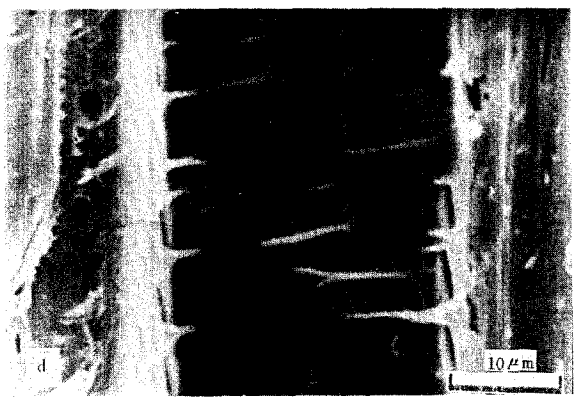


Fig.10. Morphological classification of spiral thickenings. (a) Type 1, (b) Type 2, (c) Type 3, (d) Type 4, (e) Type 5.

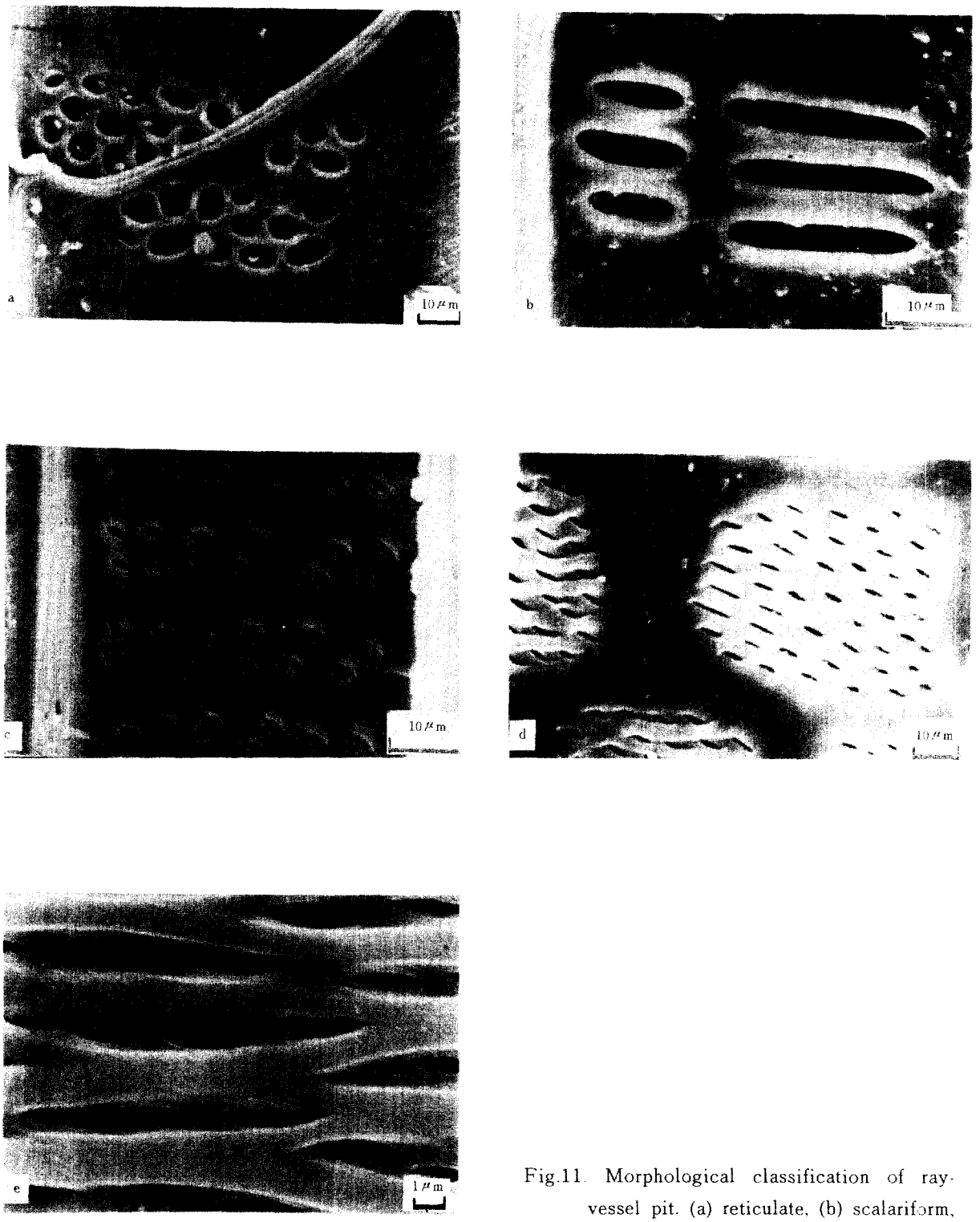


Fig.11. Morphological classification of ray-vessel pit. (a) reticulate, (b) scalariform, (c) oval, (d) linear, (e) coalescent.

以上의 結果에서 tail의 形態를 中心으로 導管要素의 外部形態를 分類해 볼때 散孔材에서는 形態的 差異가 明確하지 않다. 따라서 木材識別및 纖維分類의 基準因子로서는 上記 4個 形態, 區分以外에 導管要素의 全體的 外樣, 壁孔 排列等을 綜合하여 判斷해야 될것으로 생각된다.

3.2.2 螺旋肥厚의 形態變異

導管要素의 內部表面에 發生하는 螺旋肥厚의 存在는 木材識別의 基準因子로 重要視되어 왔으며[18] Butterfield 와 Meylan[4], Meylan 과 Butterfield[15], Othani 와 Inshida[16], 및 Othani[17]에 의해 樹種間및 樹種內에서도 많은 形態的 變異性이 있는 것으로 알려져 있다. 本研究에서는 木部導管要素의 螺旋肥厚의 肥厚程度와 分岐狀態 分布位置에 따라 Fig.10과 같이 Type 1, 2, 3, 4 및 5로 分類할 수 있었다.

Type 1 : 螺旋肥厚가 分岐되지 않고 肥厚程度가 대단히 현저하며 bar間의 間隔이 좁으며 表面으로 부터 심하게 돌출한 形態(Fig. 10, a)

Type 2 : 螺旋肥厚가 分岐되지 않고 가늘게 나타나며 bar間의 간격이 넓고 심하게 돌출하지 않는 形態(Fig, 10, b).

Type 3 : 螺旋肥厚 심하게 分岐하고 肥厚程度가 현저하며 內部表面으로 부터 돌출된 形態(Fig. 10, c).

Type 4 : 螺旋肥厚가 壁孔周圍나 放射組織과 導管要素의 접촉부위에 가늘게 나타나는 形態(Fig. 10, d).

Type 5 : 螺旋肥厚가 현저하지 않고 극히 微細하게 나타나는 形態(Fig. 10, e).

Panshin 과 Zeeuw[18], 山林[30]는 闊葉樹材에 있어서 螺旋肥厚는 環孔材에서는 春材導管보다는 秋材導管에 많이 나타나며 散孔材에서는 春秋材導管에 고르게 分布한다고 하였다. 螺旋肥厚의 各 形態에 따른 樹種의 分布는 Table 4에 나타낸 바와 같다.

以上의 結果에서 調査對象樹種中 약 52%인 29樹種에서 螺旋肥厚가 觀察되었다. 現在까지 光學顯微鏡 水準에서 螺旋肥厚가 數個의 特定樹種에만 分布하는 것으로 생각되어 樹種識別의 主要因子로 取扱되어 왔으나 走査電子顯微鏡 觀察結果 闊葉樹材의 半數以上에서 螺旋肥厚가 分布하므로 螺旋肥厚의 單純한 存在 有無만은 樹種識別에 큰 의의가 없다고 생각된다.

3.2.3 放射組織과 導管間의 壁孔의 形態變異

放射組織과 導管間의 壁孔은 緣壁孔對를 形成하며 韓國產 主要 散孔材 56樹種을 光學顯微鏡을 利用하여 觀察한 結果 5個形態 即, 1) 網狀(Fig

Table 4. Distribution of spiral thickening types according to species examined

Type	Species
Type 1	*Sorbus alnifollia*, *Tilia mandshurica*, *Tilia megaphylla*, *Ilex integra*, *Magnolia grandiflora*, *Tilia amurensis*.
Type 2	*Prunus padus*, *Prunus serrulata* var. *spontanea*, *Prunus mackii*, *Sorbus commixta*, *Pyrus pyrifolia*
Type 3	*Acer ginnala*, *Acer mono*, *Acer tegmentosum*, *Acer tschonoskii* var. *rubripes*, *Acer barbinerve* var. *glabrescens*, *Acer ukurunduense*, *Acer mandshuricum*, *Acer triflorum*, *Euonymus marcroptegra* *Acer pseudo-sieboldianum* var.*koreanum*.
Type 4	*Cornus kousa*, *Meliosma oldhamii*, *Syringa reticulata* var. *mandshurica*.
Type 5	*Populus maximowiczii*, *Salix glandulosa*, *Magnolia kobus*, *Neolitsea sericea*, *Cornus controversa*.

Table 5. Grouping of species according to ray-vessel pit types

Type	Species
reticulate	*Populus davidiana, P.maximowiczii, P.koreana* *Salix koreansis, S. glandulosa, Pterocarya stenoptera,* *Juglans madshurica, Carpinus cordata* *C. laxiflora, Meliosma oldhamii*
scalariform	*Fagus crenata* var. *multinervis, Magnolia kobus* *M.grandiflora, Cinnamomum japonicum, Neolitsea sericea,* *Platanius orientalis, P.occidentalis* *Stewarttia koreana, Camellia japonica*
oval	*Alnus japonica, Ilex integra, Corylus sieboldana* var. *mandshurica, Prunus mackii, P. padus, P.* *serrulata* var. *spontene, Pyrus pyrifolia, Sorbus commixta,* *S. alnifollia, Meliosma myriantha,* *Cornus kousa, C.controversa, C. walteri.* *Syringa reticulata* var. *mandshurica.*
linear	*Euonymus macroptera, Acer ginnala, Acer mono,* *Acer tegnentosan, A. tschonoskii* var. *rubripes,* *A. barbinerve* var. *glabrescens, A. ukurunduense* *A.pseudo-sieboldinum, A. koreanum, A. triflorum* *Tilia amurensis, T. mandshurica, T.megaphylla*
coalecent	*Betula costata, B.schmdtii, B. chinensis, B.* *platyphylla* var. *japonica, B. davurica, Diospyrus kaki,* *Styrax obassia, S. japonica*

11, a), 2) 階段狀(Fig. 11, b), 3) 楕圓形(Fig 11, c), 4) 線型(Fig. 11, d) 및 5) 綜合孔口形(Fig. 11, e)으로 區分할 수 있었다. 5個形態에 따라 樹種을 區分한 結果는 Table 5와 같다.

本 硏究 結果에서 網狀의 形態는 島地 等[27]이 區分한 不規則한 形態에 속하며 楕圓形의 形態는 山林[30]이 區分한 壁孔의 直徑이 작고 多數分布하는 形態에 속하며 線型의 形態는 Panshin 과 Zeeuw[18]에 의해 導管相互間의 壁孔과 類似한 形態에 속한다. 結合孔口形은 Saiki[23]의 結果와 一致하고 있다. 또한 Table 5에서 主要散孔材 56樹種中 楕圓形과 線型의 形態가 大部分의 調査對象樹種에 分布함을 알수 있었다.

4. 結 果

散孔材에 있어서 導管要素의 形態變異를 밝히기 위해 韓國産 散孔材 18科 56樹種을 對象으로 導管要素의 치수變異 外部形態, 螺旋肥厚의 形態 및 放射組織과 導管間 壁孔의 形態變異를 調査하였다. 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 放射方向 變異에서 導管直徑과 導管要素길이는 髓에서 樹皮方向으로 增加하였으나 單位面積當 導管의 分布數는 減少하였다. 1年輪內 變異에서 導管直徑을 春材에서 秋材로 減少하였으며 導管要素 길이는 거의 變動이 없었다.

2. 導管形態는 tail이 存在하지 않는 Type 1, 舌狀의 tail를 가지는 Type 2, 幅이 넓고 뾰족한 tail를 가지는 Type 3 및 上下穿孔間의 길이가 극히 짧은 Type 4의 4個 類型으로 分類할 수 있었고 Type 2와 3이 比較的 높은 分布頻度를 보였다.

3. 導管內壁의 螺旋肥厚 形態는 肥厚程度, 分布位置와 分岐狀態에 따라 5個 類型으로 區分할 수 있었고 調査對象 散孔材의 52%에 螺旋肥厚가 分布하였다.

4. 放射組織과 導管間의 網狀 階段狀 楕圓形 線型및 結合孔口形의 5個 類型으로 區分할 수 있었으며 楕圓形과 線型의 形態가 大部分이었다.

引 用 文 獻

1. Akachuka, A.E. 1984. IAWA Bull. 5(1):75-80.
2. Banan, M.W. 1967. Can. Jor. Bot. 45:359-369.
3. Braun, H.J. 1967. Tree Structure and Function Springer Verl. 313-315.
4. Butterfield, B.G. and B.A.Meylan. 1980. Three-dimensional Structure of Wood. an Ultrastructural Approach. Chapman and Hall:16-20.
5. Dinwoodie, J.M.1961. Forestry. 34:125-144.
6. Esau, K.1977. Anatomy of Seed Plants. John Wilky and Sons. 101-124.
7. Fukuzawa, K. and Jun, Ohtani. 1982. IAWA Bull. 3:201-206.
8. Fahn, A. 1982. Plant Anatomy. Pergamon Press:101-114.
10. 韓 哲洙. 1985. 主要散孔材 構成要素의 放射方向變動에 關한 硏究. 全南大學校 博士學位論文.
11. Kollman, F.P.and W.A. Côté. Jr. 1968. Principles of Wood Science and Technology I. Solid Wood. Spring-Verlag:1-54.
12. Larson, P.R. 1969. Wood Formation and the concept of Wood Quality. Yale Univ. School of Forestry. Bull.74:24-34.
13. 李 昌福. 1982. 大韓植物圖鑑. 鄕文社.
14. Megraw, R.A. 1985. Wood Quality Factors in Loblolly pine. TAPPI press:1-47.
15. Meylan, B.A. and B.G.Butterfield. 1978. New. phytol. 81:139-146.
16. Ohtani, J. and S. Ishida. 1978. Res. Bull. Coll. Exp. For. Hokkaido. Univ. 35(2):433-464
17. Ohtani, J. 1983. Res. Bull. Coll. Exp. For. Hokkaido. Univ. 40(2):323-386.
18. Panshin, A.J. and C.D. Zeeuw. 1980.Textbook of Wood Technology. Vol.1. 4th. McGraw-Hill Book co.:68-200, 250-285.
19. Parham, R.A. and R.L.Gray. The Practical Identification of Wood Pulp Fibers. TAPPI Press:106-199.
20. 朴 相診. 1984. 日本木材學會誌. 30(2):110-116.
21. _____. 1984. 日本木材學會誌. 30(6):435-439.
22. _____. 1981. 목재공학. 9(3):1-6.
23. Saiki, H. 1982. The Structure of Domestic and Imported Woods in Japan. An Atlas Scanning Electron Micrographs. Japan Forest Technical Association. Tokyo:51-122.
24. 蘇 雄英. 韓 京植. 1985. 韓植物學會誌. 28(1):9-20.
25. Schmid, R. and P.Bass.1984. IAWA Bull. 5(3):197-215.
26. 蘇 雄英. 田 貫培. 1981. 生物學硏究年報 2:91-94.
27. 島 地謙. 須藤彰司. 原 田浩. 1976. 木材の組織. 森北出版社:129-209.
28. Süss, H. and W.R.Müller-stoll. 1970. Holz Roh und Werkstoff. 28:270-277.
29. Süss, H. and W.R.Müller-stoll. 1984. Holz Roh und Werkstoff. 42:409-414.
30. 山林. 1962. 木材組織學. 森北出版社. 75-186.
31. Zeeuw, C.D. 1965. Variablity on Wood, in "Cellular Ultrastructure of Woody plants." Côté W.A.Jr. ed. Syracuse Uni. press. 457-471.