

# 國産 闊葉樹材 螺旋肥厚의 分布特性\*1

金載祐\*2 · 金柔姪\*2 · 朴相珍\*2

## Features of Spiral Thickenings in Korean Dicotyledonous Woods\*1

Jae-Woo Kim\*2 · Yu-Jung Kim\*2 · Sang-Jin Park\*2

### ABSTRACT

This study was carried out to investigate features pertaining to spiral thickenings, which was considered one of the most important diagnostic values, for wood identification. Species, kind of cells with spiral thickening, and ridge numbers of spiral thickening per axial mm were recorded in 71 families, 144 genera, 316 species of Korean hardwoods. Spiral thickening was observed in 128 of 316 species, about 40.5 % of all the investigated, and classified into 6 types on the basis of distributional patterns and morphological features as follows:

1. Type 1, present throughout all vessel element, which was found in 14 families, 19 genera, 43 species.
2. Type 2, present only in small vessel element, which was found in 18 families, 29 genera, 41 species.
3. Type 3, present both in small vessel element and wood fibers, which was found in 8 families, 17 genera, 29 species.
4. Type 4, present in wood fibers, which was found in 1 family, 1 genus, 1 species.
5. Type 5, present only in tail of vessel element, which was found in 4 families, 5 genera, 9 species.
6. Type 6, being present in vessel element faintly or partially, which was found in 2 families, 3 genera, 5 species.

*Keywords* : Spiral thickening, ridge numbers, branched spiral thickening, vessel element, wood fiber

### 1. 緒 論

螺旋肥厚는 주목屬, 비자나무屬, 개비자나무屬 등의 일부 針葉樹材 假導管과 느릅나무屬, 단풍나

무屬, 벗나무屬을 비롯한 많은 樹種의 闊葉樹材 導管要素 및 木纖維 內腔쪽의 細胞壁에 분포하는 螺旋狀의 隆起된 肥厚部이다. 螺旋肥厚 自體는 平行한 마이크로피브릴束의 集合體로 이루어져 있으

\*1 接受 1994 年 6 月 9 日 Received June 9, 1994

本 研究는 文敎部 自由公募課題 學術研究達成費의 一部 支援에 依하여 遂行되었음

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

며, 一般적으로 細胞 內腔쪽의 S<sub>3</sub> 층에서 細胞內腔 쪽으로 隆起되어 있고 細胞 長軸에 대해 螺旋形으로 감아 올라가는 형태로 配列되어 있으며 때로는 分枝되어 있는 경우도 나타내고 있다<sup>1,2,3)</sup>.

이러한 螺旋肥厚의 存在 與否는 樹種 識別에 있어서 重要な 基準因子가 됨은 이미 잘 알려진 사실이다. 闊葉樹材에 있어서 螺旋肥厚는 그 형태가 多樣하며 그 明確度, S 혹은 Z螺旋과 같은 螺旋 方向, 存在 部位, 細胞 長軸에 대한 傾斜度 등은 樹種 固有의 特徵인 同時에 螺旋肥厚의 分類에 있어서 基準因子로 使用되기도 한다. 이와 같이 螺旋肥厚의 形態의 特性을 利用하여 螺旋肥厚를 分類하려는 연구가 最近까지 進行되어 왔는데 Ohtani 등<sup>4)</sup>은 日本産 闊葉樹材의 螺旋肥厚를 觀察한 후 S螺旋을 가지는 형, Z螺旋을 가지는 형, S와 Z螺旋을 가지는 즉, 螺旋 方向이 일정하지 않은 형, 制限된 部分에만 螺旋肥厚를 가지는 局部的인 형으로 나눈 후 다시 分枝의 有無에 따라 細分化하였다. Meyland 등<sup>5)</sup>은 뉴질랜드산 木材의 螺旋肥厚를 觀察한 후 그들이 細胞壁에 얼마나 明確히 發達되어 있는가에 따라 희미한 가는 줄모양의 형, 明確하게 發達하지 못한 螺旋肥厚 형, 뚜렷한 螺旋肥厚 형, 매우 緻密하며 뚜렷한 螺旋肥厚 형으로 分類하였다. 한편 Core 등<sup>6)</sup>은 螺旋肥厚가 분포하는 細胞 種類에 따라 全體 導管要素에 분포하는 형, 晩材部의 小導管要素에만 분포하는 형, 導管要素와 木纖維에 분포하는 형, 導管要素의 末端部에만 분포하는

형으로 分類하였다. 이러한 分類方法 외에도 分枝의 有無에 따른 分類方法<sup>7)</sup> 등이 提示되어지기도 했다.

본 연구에서는 國産 闊葉樹材 71科 168屬 316樹種에 대해 螺旋肥厚의 有無를 먼저 光學顯微鏡으로 調査하여, 螺旋肥厚가 發達되어 있는 種을 區分하고 螺旋肥厚를 지닌다고 發表된 이전의 연구 結果들<sup>8,9,10)</sup>과 比較하였다. 螺旋肥厚를 지니는 樹種은 다시 細胞種類와 그 緻密度에 따라 6가지 Type으로 分類하였다. 한편 樹種名의 記載方法 및 順序는 李<sup>10)</sup>의 方法을 따랐다.

## 2. 材料 및 方法

### 2. 1. 材 料

慶北大學校 木材組織學 實驗室에서 材監으로 收集하여 保管하고 있는 國産闊葉樹 71科 168屬 316樹種(Table 1~5)을 對象으로 하였다.

Table 1. Classification of the spiral thickenings by cell type and feature.

1. Type 1 Present in all the vessels
2. Type 2 Present only in small vessels of latewood
3. Type 3 Present both in vessels and wood fibers
4. Type 4 Present in wood fibers
5. Type 5 Present only in tail of vessels
6. Type 6 Present in vessels faintly or partially

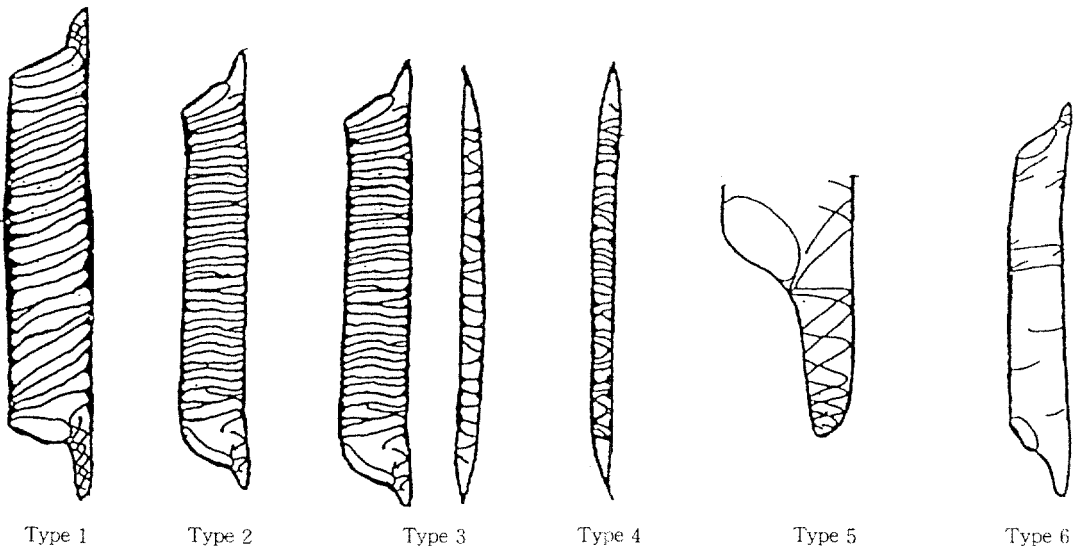


Fig. 1. Schematic classification of each type by spiral thickenings.

## 2. 2. 方 法

먼저 公試材監에서 實體顯微鏡을 利用하여 異狀 組織을 除去한 다음 3斷面이 나타나도록 四方 1cm의 長方形 작은 木片을 만들고, 물과 글리세린 1:1 溶液에 2~3시간 加熱 軟化處理하였다. 마이크로 톰으로 두께 20 $\mu$ m의 放射斷面, 接線斷面 切片을 만든 후 Safranin으로 染色하고 알콜 계열로 脫水 후 Canada Balsam으로 封入하여 영구 프레파라트를 製作하였다. 光學顯微鏡으로 螺旋肥厚의 분포, 형태를 調査하였다. 光學顯微鏡上에서 螺旋肥厚의 有無가 不分明하거나, 형태를 識別하기 어려운 樹種은 Hitachi S-2300 走査電子顯微鏡으로 加速電壓 20kV로 觀察하여 確認하였다. 螺旋肥厚

가 觀察되는 樹種에 대하여 螺旋肥厚가 發達되어 있는 細胞種類를 區分하고, 導管要素의 中央部에서 軸方向으로 1 mm내에 包含되는 螺旋肥厚의 隆起部 갯수를 測定하였다. 螺旋肥厚가 分枝된 형태는 따로 記錄하였다.

## 3. 結果 및 考察

본 調査에서 使用한 316樹種중 螺旋肥厚가 분포하는 樹種은 약 40 %에 해당하는 128樹種에 달했다. 이들 螺旋肥厚는 분포細胞 種類와 螺旋肥厚 間隔의 緻密度 및 분포형태에 따라 표 1 및 그림 1과 같이 6가지 형으로 區分할 수 있었다.

Table 2. Species with type 1 and ridge numbers per axial mm and branched spiral thickening.

Family	Genus	Species
Betulaceae	<i>Carpinus</i> (350)	<i>C. coreana</i> * (350)
Magnoliaceae	<i>Magnolia</i> (208)	<i>M. grandiflora</i> (208)
Pittosporaceae	<i>Pittosporum</i> (216)	<i>P. tobira</i> (216)
Pomoideae	<i>Eriobotrya</i> (336)	<i>E. japonica</i> * (336)
	<i>Raphiolepis</i> (268)	<i>R. umbellata</i> * (268)
	<i>Chaenomeles</i> (252)	<i>C. sinensis</i> (252)
	<i>Pourthiaea</i> (172)	<i>P. villosa</i> (172)
	<i>Sorbus</i> (173)	<i>S. commixta</i> (172), <i>S. alnifolia</i> (173)
Rosoideae	<i>Rosa</i> (259)	<i>R. hybrida</i> (226), <i>R. multiflora</i> (292)
Prunoideae	<i>Prunus</i> (149)	<i>P. salicina</i> (168), <i>P. armeniaca</i> var. <i>ansu</i> (118)
		<i>P. mandshurica</i> var. <i>glabra</i> (124),
		<i>P. persica</i> (152), <i>P. padus</i> (144)
		<i>P. sargentii</i> * (156), <i>P. serrulata</i> var. <i>spontanea</i> * (160)
		<i>P. tomentosa</i> * (188)
Aceraceae	<i>Acer</i> (211)	<i>A. ginnala</i> * (276), <i>A. mono</i> * (220), <i>A. tegmentosum</i> * (208)
		<i>A. tschonoskii</i> (252), <i>A. ukurunduense</i> * (184)
		<i>A. palmatum</i> (199), <i>A. pseudo-sieboldianum</i> (168)
		<i>A. triflorum</i> (240), <i>A. mandshuricum</i> (204)
		<i>A. negundo</i> * (196), <i>A. buergerianum</i> (184)
Hippocastanaceae	<i>Aesculus</i> (112)	<i>A. turbinata</i> * (112)
Sapindaceae	<i>Sapindus</i> (284)	<i>S. mukorossi</i> * (284)
	<i>Koelreuteria</i> (260)	<i>K. paniculata</i> (260)
Rhamnaceae	<i>Rhamnus</i> (272)	<i>R. davurica</i> * (272)
Tiliaceae	<i>Tilia</i> (123)	<i>T. amurensis</i> * (102), <i>T. mandshurica</i> * (118)
		<i>T. kiusiana</i> * (132), <i>T. megaphylla</i> (120)
		<i>T. megaphylla</i> (120), <i>T. taquetii</i> (144)
Theaceae	<i>Ternstroemia</i> (236)	<i>T. japonica</i> (236)
Flacourtiaceae	<i>Xylosma</i> (263)	<i>X. congestum</i> * (262)
Myrsinaceae	<i>Ardisia</i> (308)	<i>A. crenata</i> * (308)

\*1. Star marks indicate branched spiral thickenings.

\*2. Underlines indicate steep of spiral thickenings to cell axis.

\*3. Numeral in the parenthesis means ridge number of spiral thickening per axial mm.

한편 導管要素의 中央部에서 軸方向으로 1 mm 내에 包含된 螺旋肥厚의 隆起部 갯수로 表示한 稠密度와 分枝된 螺旋肥厚가 觀察되는 樹種 및 각각 6개 형에 속하는 樹種은 표 2~5와 같다. 螺旋肥厚가 導管要素 全體에 高루 분포하는 형(Type 1)은 표 2와 같이 14科 19屬 43樹種이었다. 이들은 모두 散孔材와 文樣孔材에 속하는 樹種이었으며, 1 mm 당 螺旋肥厚의 隆起部 갯수는 피나무屬의 樹種과 철엽수가 102~144개의 範圍에 있었고, 소사나무, 비파나무, 백량금은 308~350개의 範圍로서 螺旋肥厚의 分포密度가 稠密하였다. 1 mm 당 螺旋肥厚의 隆起部 갯수가 100개 이상 300개 미만인 樹種이

전체 43樹種 중 40樹種이었다.

한편 分枝形의 螺旋肥厚를 지니는 樹種은 調査한 43樹種 중 19樹種이었으며, 屬間 혹은 種間의 特性은 認定되지 않았다. 또 팔배나무, 부계꽃나무, 구주피나무, 무환자나무, 갈매나무등은 導管要素 軸方向에 대한 螺旋肥厚가 急傾斜를 이루며 역시 屬間 혹은 種間 特性은 認定되지 않았다. 螺旋肥厚가 晩材部 小導管要素에만 분포하는 형(Type 2)은 표 3과 같이 18科 29屬 41樹種이었다. 半環孔材에 속하는 1種을 除外하면 모두 環孔材 樹種이었으며, 1 mm 당 螺旋肥厚의 隆起部 갯수는 대체로 type 1 보다 많았다. 느릅나무屬의 느릅나무, 당

Table 3. Species with type 2 and ridge numbers per axial mm and branched spiral thickening.

Family	Genus	Species
Juglandaceae	<i>Platycarya</i> (352)	<i>P. strobilacea</i> (352)
Ulmaceae	<i>Ulmus</i> (232)	<i>U. parvifolia</i> *(396), <i>U. pumila</i> *(224) <i>U. davidiana</i> var. <i>japonica</i> *(184), <i>U. davidiana</i> *(144) <i>U. davidiana</i> *(144), <i>U. laciniata</i> *(216)
	<i>Hemiptelea</i> (324)	<i>H. davidii</i> *(324)
	<i>Celtis</i> (344)	<i>C. sinensis</i> *(364), <i>C. jessoensis</i> *(356) <i>C. koraiensis</i> *(314).
Moraceae	<i>Morus</i> (216)	<i>M. bombycis</i> *(216)
	<i>Broussonetia</i> (292)	<i>B. kazinoki</i> (272), <i>B. papyrifera</i> (312)
Berberidiaceae	<i>Berberis</i> (253)	<i>B. koreana</i> (256), <i>B. amurensis</i> (224) <i>B. poiretii</i> *(280)
Ranunculaceae	<i>Clematis</i> (316)	<i>C. terniflora</i> (312)
Eucommiaceae	<i>Eucommia</i> (160)	<i>E. ulmoides</i> (160)
Leguminosae	<i>Cercis</i> (336)	<i>C. chinensis</i> (336)
	<i>Gleditsia</i> (308)	<i>G. japonica</i> var. <i>koraiensis</i> (308)
	<i>Maackia</i> (224)	<i>M. amurensis</i> (224)
	<i>Wisteria</i> (340)	<i>W. floribunda</i> *(340)
	<i>Robinia</i> (208)	<i>R. pseudoacacia</i> *(208)
Rutaceae	<i>Evodia</i> (212)	<i>E. daniellii</i> *(212)
	<i>Phellodendron</i> (172)	<i>P. amurense</i> (172)
	<i>Poncirus</i> (248)	<i>P. trifoliata</i> (248)
Simaroubaceae	<i>Ailanthus</i> (138)	<i>A. altissima</i> *(138)
Meliaceae	<i>Melia</i> (360)	<i>M. azedarach</i> var. <i>japonica</i> *(360)
Anacardiaceae	<i>Rhus</i> (316)	<i>R. chinensis</i> (280), <i>R. trichocarpa</i> (344)
Vitaceae	<i>Parthenocissus</i> (240)	<i>P. tricuspidata</i> *(240)
	<i>Vitis</i> (312)	<i>V. coignetiae</i> (312)
Malvaceae	<i>Hibiscus</i> (380)	<i>H. syriacus</i> (380)
Flacourtiaceae	<i>Idesia</i> (263)	<i>I. polycarpa</i> (264)
Araliaceae	<i>Hedera</i> (201)	<i>H. rhombea</i> *(201)
Oleaceae	<i>Chionanthus</i> (156)	<i>C. retusa</i> (156)
Salaceae	<i>Lycium</i> (340)	<i>L. chinense</i> *(340)
Bignoniaceae	<i>Campsis</i> (302)	<i>C. grandiflora</i> (302)
	<i>Catalpa</i> (268)	<i>C. ovata</i> *(304), <i>C. bignonioides</i> *(232)

\*1. Star marks indicate branched spiral thickenings.

\*2. Underlines indicate steep of spiral thickenings to cell axis.

\*3. Numeral in the parenthesis means ridge number of spiral thickening per axial mm.

느릅나무등의 일부 樹種과 가중나무, 이팝나무등은 138~184개의 範圍에 있어서 비교적 적었다. 1 mm당 螺旋肥厚의 갯수가 300개 이상인 樹種은 11科 16屬 18樹種이었고, 주엽나무의 308개에서 느릅나무屬의 참느릅나무의 396개까지의 範圍에 있었다. 1 mm당 螺旋肥厚의 隆起部 갯수는 느릅나무屬의 경우 種間에 差異가 극심하나, 기타 樹種은 팽나무屬에서 예를 들 수 있는 것처럼 屬內의 種間 갯수는 대체로 비슷한 傾向이 있다. 한편 分枝形을 지니는 樹種은 調査한 41樹種 중 22樹種이었으며 屬間 혹은 種間 特性은 認定되지 않았다. 또 매발톱나무, 아카시나무, 붉나무, 주엽나무, 등, 등은 導管要素의 軸方向에 대하여 螺旋肥厚가 急傾斜를 이루며 역시 屬間 혹은 種間 特性은 認定되지 않았다. 螺旋肥厚가 晩材部 小導管要素와 木纖維에 분포하는 형(Type 3)은 표 4와 같이 8科 17屬 29樹種이었다. 散孔材 혹은 環孔材에 속하는 樹種이었으며 1 mm당 螺旋肥厚의 隆起部 갯수는 감탕나무屬의 樹種과 사철나무屬의 樹種이 116~188개의 範圍에 있었고 몰푸레나무과의 개회나무 및 정향나무와 인동과의 아왜나무 및 덩강나무를 除外하

면 兩科의 樹種은 200~300개의 比較的 많은 갯수를 가지고 있다. 한편 分枝形을 지니는 樹種은 調査한 29樹種 중 6樹種이었으며 屬間 혹은 種間의 特性은 認定되지 않았다. Type 1과 Type 2와는 달리 導管要素의 軸方向에 대하여 急傾斜를 나타내는 螺旋肥厚는 存在하지 않았다. 螺旋肥厚가 木纖維에만 분포하는 형(Type 4)은 표 5와 같이 말발도리 1樹種 뿐이었다. 또 螺旋肥厚가 導管要素의 Tail에만 분포하는 형(Type 5)은 표 5와 같이 4科 5屬 9樹種이었으며, 계수나무, 노각나무, 진달래屬과 산앵도나무屬의 樹種, 시로미 등이었다. 螺旋肥厚가 導管要素中 一部에만 분포하거나 매우 희미하게 분포하는 형(type 6)은 표 5와 같이 자작나무科의 一部 樹種과 장미科의 배나무屬의 樹種이었다.

#### 4. 結 論

國產闊葉樹材 71科 144屬 316樹種을 對象으로 螺旋肥厚의 분포를 지니는 樹種과 細胞의 種類 및 緻密度 등을 調査하였다. 調査對象 樹種中 약 40.5%인 128樹種에서 螺旋肥厚가 觀察되었으며, 螺旋

Table 4. Species with type 3 and ridge numbers per axial mm and branched spiral thickening.

Family	Genus	Species
Euphorbiaceae	<i>Securinea</i> (212)	<i>S. suffruticosa</i> (212)
Anacardiaceae	<i>Rhus</i> (316)	<i>R. verniciflua</i> (324)
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> (133)	<i>I. macropoda</i> * (128), <i>I. crenata</i> * (144) <i>I. cornuta</i> * (152), <i>I. integra</i> * (116), <i>E. japonica</i> (132), <i>E. alatus</i> (144) <i>E. oxyphyllus</i> (184), <i>E. macropterus</i> (188) <i>E. sieboldianus</i> * (164)
Celastraceae	<i>Euonymus</i> (162)	<i>C. orbiculatus</i> (164)
	<i>Celastrus</i> (164)	<i>C. orbiculatus</i> (164)
	<i>Tripterygium</i> (196)	<i>T. regelii</i> (196)
Thymeleaceae	<i>Daphne</i> (196)	<i>D. genkwa</i> (196)
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus</i> (254)	<i>E. umbellata</i> (268), <i>E. glabra</i> (220)
Oleaceae	<i>Abeliophyllum</i> (207)	<i>A. distichum</i> (207)
	<i>Ligustrum</i> (159)	<i>L. japonicum</i> (204)
	<i>Osmamthus</i> (296)	<i>O. fragrans</i> * (296)
	<i>Forsythia</i> (288)	<i>F. koreana</i> (288)
	<i>Syringa</i> (178)	<i>S. reticulata var. mandshurica</i> (132) <i>S. dilatata</i> (248) <i>S. velutna var. kamibayashii</i> (156)
Caprifoliaceae	<i>Lonicera</i> (302)	<i>L. maackii</i> (284)
	<i>Viburnum</i> (149)	<i>V. awabuki</i> (110), <i>V. erosum</i> (188)
	<i>Abelia</i> (120)	<i>A. masanensis</i> (120)
	<i>Lonicera</i> (302)	<i>L. japonica</i> (320), <i>L. maackii</i> (284)

\*1. Star marks indicate branched spiral thickenings.

\*2. Underlines indicate steep of spiral thickenings to cell axis.

\*3. Numeral in the parenthesis means ridge number of spiral thickening per axial mm.

Table 5. Species with type 4, type 5, and type 6.

Types	Family	Genus	Species
4	Saxifragaceae	<i>Deutzia</i>	<i>D. parviflora</i>
5	Cercidiphyllaceae	<i>Cercidiphyllum</i>	<i>C. japonicum</i>
	Theaceae	<i>Stewartia</i>	<i>S. koreana</i>
	Ericaceae	<i>Rhododendron</i>	<i>R. mucronulatum</i> , <i>R. poukhanense</i> <i>R. schlippenbachii</i> , <i>R. micranthum</i>
6		<i>Vaccinium</i>	<i>V. oldhamii</i> , <i>V. koreanum</i>
	Empetraceae	<i>Empetrum</i>	<i>E. nigrum</i> var. <i>japonica</i>
	Betulaceae	<i>Carpinus</i>	<i>C. laxiflora</i> , <i>C. tschonoskii</i>
6		<i>Ostrya</i>	<i>O. japonica</i>
	Pomoideae	<i>Pyrus</i>	<i>P. ussuriensis</i> , <i>P. pyrifolia</i>

肥厚의 분포 및 형태적 特性에 따라 다음 6가지 형으로 區分할 수 있었다.

Type 1은 導管要素全體에 고르게 분포하는 형으로써 14科 19屬 43樹種이었다.

Type 2는 小導管에만 분포하는 형으로써 18科 29屬 41樹種이었다.

Type 3은 小導管과 木纖維에 분포하는 형으로써 8科 17屬 29樹種이었다.

Type 4는 木纖維에 분포하는 형으로써 1科 1屬 1樹種이었다.

Type 5는 導管要素의 Tail에만 분포하는 형으로써 4科 5屬 9樹種이었다.

Type 6은 導管要素에 部分的으로 不明하게 나타나는 형으로써 2科 3屬 5樹種이었다.

### 參 考 文 獻

1. Wheeler, E. A., P. Bass and P. E. Gasson. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Committee* 10(3):256~257
2. Panshin, A. J. and D. C. Zeeuw. 1980. Textbook of wood technology vol. 1. McGraw-Hill Book Co:116~118
3. Sudo, S. 1959. Identification of Japanese hardwoods. *Bull. Govt. Forest. Exp. Sta.* 118:1~138
4. Ohtani, J. and S. Ishida. 1978. An observation on the spiral thickenings in vessel members in Japanese Dicotyledonous wood using electron microscopy. *Res. Bull. College Exp. Forest, Hokkaido Univ.* 35:433~464
5. Meylan, B. A. and B. G. Butterfield. 1978. Occurrence of helical thickening in the vessels of New Zealand woods. *New Phytol.* 81:139~146
6. Core, H. A., W. A. Côté and A. C. Day. 1979. Wood structure and identification. Syracuse Univ. Press, N. Y. :76~78
7. Nair, M. N. B. 1987. Occurrence of helical thickening on the vessel element walls of Dicotyledonous woods. *Annals of Botany* 60:23~32
8. 朴相珍, 李元用, 李華珩. 1987. 木材組織과 識別. 鄉文社, 서울 :120~330
9. Yamabayashi, H. 1938. Identification of Korean woods. *Bull. Govt. Forest Exp. Sta.* 21:327~331
10. 李昌福. 1990. 樹木學. 鄉文社, 서울 :113~306