

総説

## 須藤彰司<sup>1</sup>：この120年間の記載解剖学の変遷からみる 日本における木材解剖学

### Syoji Sudo<sup>1</sup>: Trends in the descriptive wood anatomy in Japan since 1882

**要旨** 日本の木材解剖学は、1882年、中村弥六の研究発表によって始まった。その後すでに100年以上が経過している。近年、電子顕微鏡をはじめとした機器の発達により、木材解剖学は、記載解剖学のみではなく、細胞壁の構造や木材形成などの幅広い分野を含むようになり、研究者の数は増加してきている。木材解剖学の歴史の中で、記載解剖学は、比較的少数の研究者の継続的な成果の積みかさねで成り立ってきた。この分野は、当初はドイツ林学の影響を受けたが、海外との交流は多角化するようになり、さらに現在では独自の流れを形成している。木材識別の方法は、二叉式、多孔式、さらにコンピューターの利用などの選択が可能になり、技術としての利用範囲が広がってきた。近年、多種大量の木材が輸入されるようになり、木材識別の重要性が一般に認識されるようになった。研究分野の成熟を反映して、教科書、啓蒙書、図鑑などが出版されるようになった。かつては研究の性格上、国内での研究活動に限られがちであったが、最近では海外での研究活動や国際木材解剖学会（IAWA）を通じた国際的な研究交流がさかんになっている。

**キーワード**：記載解剖学，国際木材解剖学会，樹種同定，中村弥六，木材解剖学

**Abstract** Since the first report on the wood anatomy of Japanese conifers by Yaroku Nakamura in 1882, Japanese wood anatomists have continued to publish descriptions of the anatomical characteristics of Japanese woody plants for more than 100 years. Descriptions of foreign timber species started later and have appeared to a great extent to meet the demand of the Japanese timber industry since 1960s. The wood anatomical identification systems started as dichotomous keys, then evolved into multiple-entry keys usually employing sorting cards, and finally developed into computerized keys with the recent prevalence of personal computers. Reflecting the maturity of the wood anatomical studies in Japan, various types of textbooks, guidebooks, and atlases have come to be published. IAWA has been providing an international meeting ground to Japanese wood anatomists to exchange research results and ideas with foreign researchers.

**Key words**: descriptive anatomy, IAWA, wood anatomy, wood identification, Yaroku Nakamura

#### 1. はじめに

木材解剖学という分野が日本でどのようにして生まれ、どのようにして育ってきたか、とくにその揺籃期については正確に記されているものは手元に見当たらない。多くの自然科学分野の発展経過を見ると、対象物の観察から、記載、分類へと関心が向かい、さらに研究分野が多角的に細分化され、深化していくことが一般的である。木材解剖学についてみても、ほぼ同様な経過をたどったと考えて良いだろう。最近の木材研究分野では、木材解剖学は記載や分類を主としたものから、細胞壁の構造や、木材形成、さらに木材の性質の解明へと広範囲に展開している。この時期に、一世紀以上に及ぶ、細く断続的ではあるが、長い木材解剖学の歩みをたどって、今日、国際木材解剖学会（IAWA）の会員数が世界第2位になるほど研究者人口が増加してきている日本の木材解剖学の原点を見つめるのも

意義があるだろう。ここでは先人の足跡をできるだけ詳しく辿ろうと考えてはいるが、文献の収集に十分な確信を持つことができず、正確な歴史とはほど遠い。しかしその流れを、記載、識別、および分類に関連した分野に焦点をあてて、主として林学分野の研究成果をもとに述べてみたい。

筆者が、木材解剖学の分野に入って気付いたことの一つに、当時すでに木材解剖学的形質に基づいた識別のための検索表はいくつか出版されていたが、それらを使った木材識別が広く行われているには感じられなかったことがある。木材研究者の間では、これらの検索表は煩わしく、木材識別は馴染みづらいとして疎んじられていたのであろう。最近になって、予想もしなかった多種大量の外国材が市場に出回るようになり、産業界はそれらの仕分けの必要性を強く訴えるようになった。このため木材解剖学は、木材識別のために、研究分野としてよりも、技術として貢献

<sup>1</sup> 〒156-0057 東京都世田谷区上北沢4-31-3

Kami-kitazawa 4-31-3, Setagaya, Tokyo 156-0057, Japan

することを求められるようになってきた。このような経過は、木材解剖学の存在が広い分野にわたって認識される予想外の結果をもたらした。さらに、さかんに発掘されるようになった遺跡出土材の鑑定のため、木材解剖学の果たす役割が一層大きくなったのも、今日的な展開といえる(島地・伊東, 1988; 山田, 1993)。これらのことが、筆者に木材解剖学の流れを振りかえる契機を与えたといえる。

## 2. 日本における木材解剖学誕生以前

「木材識別の起源は」と考えると、しばしば引用される、素戔嗚尊が樹種ごとに木材の用途を指示したという『日本書紀』の一節を思いだす。木材を区別して、その性質に合った使い方をしようというのは、今でも木材利用の重要な命題のひとつである。先人がどうしてこのようなことを知っていたのか、どのようにして木材を識別していたのかは、知る由もないが興味深い。天保15年に出された『広益国産考』(大蔵, 1844)のなかで、木材としての用途が挙げられている樹種は、スギ、ヒノキ、アスヒ、マツ、ケヤキ、クリ、カラマツ、ゴヨウマツ、フジマツ、エゾマツ、チョウセンマツ、アイサンマツ、アカマツ、クロマツ、キリなどである。明治11年に刊行され、明治21年に増補改訂された『工芸志料』(黒川, 1878, 1888)は日本における諸工芸の起源と盛衰を示したもので、その中の木工の項には、宮殿や、仏寺、神社、船、門、橋、器財など多くのものの記述がある。しかし、その樹種について触れているものは少ない。「檜の薄片を以て造る所の者...を桧物という」、「車の障子は槻を以て造るべしながえ、輶及び車輪はいちい櫟をもって造るべし、柱及び高欄は檜をもって作るべし」、「白膠木をけずりて四天王の像を作り」などが目に付いたものである。本書は太古からの記録を要約したものであり、木材が近代産業の材料とされる以前、生活の中で、木材とそれを生産した樹の間の距離がずっと近い時代に書かれている。それ故、木材の名前は、用途によって当然決まっているものとして記録から省かれていた可能性が高い。また、使われる樹種は少なかったろうし、多くのものは雑木として分類されていたことであろう。さらに特定の用途の樹種については、その分野の中で、おそらく口伝の形で識別法が伝えられていたであろう。現在のように、広範囲の人々が樹種を識別する必要があるというようなことはなく、一般的な木材識別方法を考案しなかったともいえよう。

ところで、1981年の“IAWA Bulletin, new series”の表紙には、オランダ国立植物標本館(Rijksherbarium)所蔵の6枚の日本産木材標本が飾られていた(図1)。これを見た時、何故このようなものがオランダにあるのかと、いわば感動的な疑問をもった。これらの木材の標本にはその樹木の枝が描かれており、和名が日本語で記されている。



図1 シーボルトが収集した日本産木材の標本を飾った“IAWA Bulletin, new series”第2巻(1981)の表紙。

Baas (1981)によると、これらは総数45枚の北海道産の木材標本の一部で、シーボルトが当標本館に寄贈したものである。その後 Yamaguchi & Kato (1998)は、これらの標本は最上徳内からシーボルトに託され、さらに彼からこの標本館へ寄贈されたものであると跡づけた。標本の同定の信頼性はともかく、木材と樹木とを結びつけた標本は今でも少なく、このような木材の標本を造るという発想を先人が持っていたことは記録しておかなければならない。また、あまりにも著名なシーボルトが、そのことで日本と関わりあいを持っていたことも興味深い。

## 3. 木材解剖学の創世期

筆者はかつて国立の研究機関に勤務しており、木材鑑定が業務の一つであったため、木材識別に関連した木材解剖学の研究を手がけることが多かった。日常折に触れ、日本で、いつ、誰が、どのようなかたちで木材解剖学に基づいた木材の識別を手がけたのか、そして誰が創始者だったのかに興味を持っていた。たまたまその最初の研究報告と見られるものに出会ったのが、そうした研究史に対する筆者

の興味をさらに高めることになった。

明治時代初期、国費留学生としてドイツに派遣された中村弥六は、日本人による木材解剖学に関する最初の研究報告、“Über den anatomischen Bau des Holzes der wichtigsten Japanischen Coniferen”(Nakamura, 1882)を学位請求論文として書いている(図2)。その序文には、R. Hartigの指導の下でこの研究を行ったと記されている。本文中には、日本の森林植生についての記述もある。この報告では、原文のままに述べると、Taxaceaeとして*Taxus*, *Torreya*, *Cephalotaxus*, *Podocarpus*などと*Ginkgo*が記載され、Cupressaceaeとして*Chamaecyparis*, *Biota*, *Cryptomeria*, *Thujiopsis*, *Juniperus*などが、Abietaceaeとして*Sciadopitys*, *Abies*, *Picea*, *Larix*, *Pinus*などが記載されている。記載は顕微鏡観察によっており、巻末には記載に基づいたグループ分けを示している。彼はドイツから帰国後、東京山林学校(明治15年創立)の教授になったが、短期間のうちに国会議員に転身し、林政史上にその名前を残すことになった(手束, 1987)。そのため、その後の木材解剖学での活躍は絶えることになった。この博士論文は日本の木材解剖学の最初の研究報告であり、そのことから彼が多分日本におけるこの分野の創始者といえるだろう。しかし現在、この論文の存在、さらに木材解剖学者としての彼を知るものは少ないだろう。その後、彼につづく研究者の出現は、19世紀の最後まで待たなければならなかった。なお、日本産木材の解剖学的研究としては、オランダ人L. Posthumusの学位論文が中村に8年先行して公表されている(Posthumus, 1874)。

1900年に入ると、河合<sup>したろう</sup>鍾太郎は本邦産広葉樹約200種の木材をハンドレンズを使って識別する方法を『農科大学学術報告』に発表した(Kawai, 1900)。さらにその論文は上村によって邦訳され、1901年に大日本山林会から出版されている(河合, 1901)。二叉式による識別法を提案するとともに、術語略解を行っており、用語の定義およびその説明がなされている。著者はドイツのR. Hartigによるドイツ産木材の識別についての研究報告(Hartig, 1890)に言及しており、その論文に触発されたことを伺わせる。この報告はハンドレンズによる識別ではあるが、日本で一般的に見られるほとんどの広葉樹の木材を含んでおり、本格的な検索表を目指していたことが分かる。

農科大学の助教授であった諸戸北郎は1909年に『木材の性質』(諸戸, 1909)を出版し、その総論の第1章で木材の構造を、第14章で本邦産有用木材識別法を記述した。興味をひかれるのは、道管を「木管(導管)」、仮道管を「仮木管」としていることである。上村訳の河合の論文(1901)の中では、すでに道管は「導管」とされているが、諸戸はなぜ「木管」と呼ぶかについては説明していない。

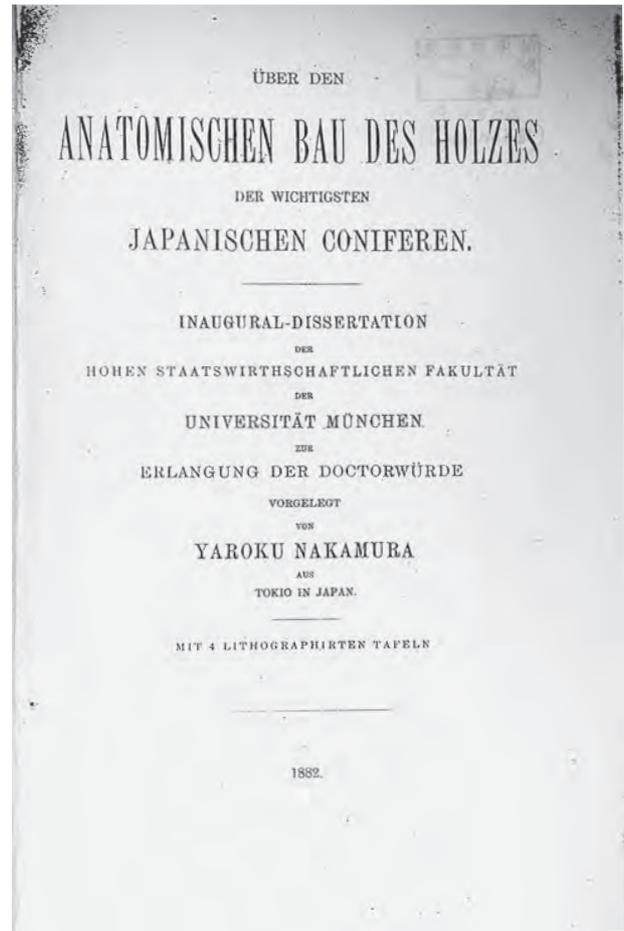


図2 中村弥六の学位論文(1882)の表紙。

筆者は、かねがね仮道管という用語がいつから誰によって使われはじめたのか興味を持っていたが、仮木管という用語を諸戸が使っていたということは、仮導管という用語が当時存在していたことを示唆しているのではないだろうか。しかし、それが河合の論文の翻訳者である上村なのか、彼の恩師である河合なのかは明らかではない。諸戸が『木材の性質』第14章で示しているのはハンドレンズによる識別法であり、針葉樹と広葉樹の木材を対象としている。著者は河合の識別法の改良をしたとしている。著者によると、針葉樹材については、すでに<sup>こてだ</sup>籠手田林学士によるものがあるとのことであったが、筆者はその報告(籠手田, 1892)を見いだすことができなかった。

藤岡(1911)は木線階段(筆者註:リップルマーク)について報告を出し、さらに1913年になって、『東京帝国大学農科大学紀要』に日本産針葉樹の木材の解剖的性質を記載している(Fujioka, 1913)。これは、日本国内で発表された顕微鏡観察による記載としては最初のものであろう。この中には、*Ginkgo*, *Sciadopitys*, *Torreya*, *Taxus*, *Cephalotaxus*, *Juniperus*, *Libocedrus*, *Podocarpus*,

*Thujaopsis*, *Cryptomeria*, *Chamaecyparis*, *Cunninghamia*, *Thuja*, *Abies*, *Tsuga*, *Larix*, *Pseudotsuga*, *Picea*, *Pinus* などの37種が扱われている。また巻末には、二叉式による検索表をのせている。この検索表は、大筋では、今日われわれが日常利用するものとよく似ている。この報告に引用されている文献を見ると、Bailey (1909), Hartig (1890), Nakamura (1882) などをはじめとして海外の研究者によるものが主体であって、すでに海外の研究情報が導入されていたことがわかる。これに遅れて、『植物学雑誌』に松柏類数種の木材の顕微鏡的識別法(岩城, 1918a, b)が発表され、林学以外の研究者の論文が見られるようになり、この分野の研究に対する関心が高まってきたことが分かる。この報告では *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Cryptomeria*, *Sciadopitys*, *Thuja*, *Thujaopsis* などの解剖学的形質が記載され、その変異、さらに各形質ごとの比較もされている。この報告の巻末にある引用書目には、上述の Fujioka (1913) や Nakamura (1882) の報告が載せられており、国内における研究交流が始まっていたことを示している。解剖学的形質の変異については、すでに Sanio (1872) が仮道管長の樹幹内における変異について成果を発表していたが、わが国では、小倉がスギ、コメツガ、アカマツなどを材料として、初めて形質の変異を論じた(小倉, 1920a, b, c; Ogura, 1920)。当時の研究者の木材解剖学への取り組み方に違いがあったことに興味がひかれる。

この頃、比較的簡単な処理で知ることのできる化学的性質を木材識別に利用することが考えられるようになった(藤岡, 1917, 1920; 藤岡・江藤, 1932; 金平, 1926a; 三好, 1933; 三好・牧野, 1933; 杉浦, 1923; 高橋, 1929; 田中, 1924)。

#### 4. 発展期

20世紀に入ると、研究発表者が徐々に増加してきた。1920年代になると、木材の解剖学的識別については、当時、台湾総督府中央研究所に在籍していた金平亮三の活躍が目立つようになった。彼は台湾産木材(Kanehira, 1921a)と日本産重要木材(Kanehira, 1921b)のそれぞれの木材解剖学的性質と識別を発表し、後に両者を統合したうえで改訂増補して、『大日本産重要木材の解剖学的識別』(金平, 1926a)を発表した(図3)。本書は、60科146属265種を顕微鏡観察に基づいてとり扱った、初めての本格的な識別研究の成果である。この中には、台湾産、朝鮮産の木材も含まれている。この報告の前段には木材解剖学的形質についての総論的な解説があり、その中には、木材の解剖学的形質の変異性と識別上における価値を論じた項もある。さらに特徴的なことは、フラボンや水浸出液の蛍光現象などの化学的性質を木材識別に利用することを

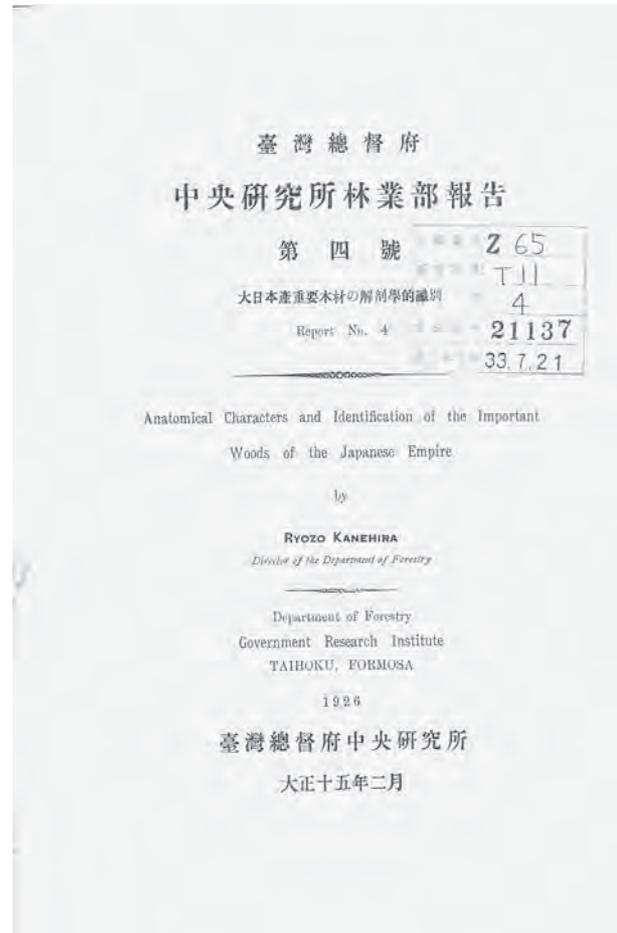


図3 金平亮三著『大日本産重要木材の解剖学的識別』(1926)の表紙。

提案していることである。この点で金平は、日本の木材識別分野において、それ以前とは異なった木材識別の方法を提案したともいえる。彼の研究成果には、その記載の仕方や精度などにやや問題があるとはいえ、取り上げた樹種が多く、一時代を画したといえよう。

この時期までに発表された研究報告はおもに木材識別を主目的としており、木材の解剖学的形質についての論議は、ほとんどが検索表を利用するために必要な用語の定義に限られていた。兼次は「木材識別方法の基礎的研究」(兼次, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932)という一連の報告において、それ以前の研究では見られなかった視点から、著者の言をかりれば、「系統組織を有する木材識別方法の確立」を目指した。それまで識別に用いられた用語およびその定義は、先進国における研究成果に従うことが多かったため、日本人による自前の用語の設定を考えたのだろう。しかし、多くの用語があまりに詳細に分類されているため、一般的な記載用語として使うには難解な部分が少なくない。そのうえ彼は、自身の考え方を取り入れた総括的な検索表を発

表することはなかった。これに先だって、藤岡・兼次(1927a)は雑木類の有効利用を目的として、本邦産広葉樹材の検索表を公表している。著者らは、上述した河合、諸戸、金平等の報告を念頭に入れて、より正確に効率的な識別を行うべく、ハンドレンズによる観察と顕微鏡による観察を併用している。さらに、フラボン反応も必要に応じて利用している。この当時このほかには、工藤・山林(1921)が北海道産カバノキ科、山林が朝鮮産のイチヨウと針葉樹類(山林, 1928)およびブナ科(山林, 1933)などの識別法を公表し、また千明(1934)が満州産有用樹種の木材解剖学的記載を公表している。

この頃の研究報告を見ると、研究者の使う専門用語の外国語が少しずつ変化してきたのに気付く。上述の研究報告で欧文で書かれているもの、また和文であっても使われている欧文の用語やその定義は、金平、岩城、小倉などの報告以外はすべてドイツ語である。これ以後は、金平をはじめとして、この頃までドイツ語のみであった外国語文献の引用が、ドイツ語と英語、さらに後者へと変化してゆく。これは、言語だけでなく、この研究分野でのドイツ離れの兆しが徐々に現れてきたことを示している。

## 5. 輸入材の影響

日本の経済が発展し、木材産業が大規模になってきた大正時代の後半になって、関東大震災後の復興のため、大量の北米産材が輸入されるようになった。人々の間に外国産材に対する興味がわいてきたのは当然のことである。輸入統計を見ると、南洋材は少し遅れて、1920年代の後半になって数字となって表の中に現れるようになってきた。

熱帯産の木材は古くから唐木として限られた範囲で知られていたが、一般的な木材として知られるようになったのは洋式の造船が盛んになってきた明治維新以後のことである(農商務省山林局, 1912)。これは、マホガニーやチーク、リグナムバイタなどが造船用材として欠かせなかったからである。研究者が南洋材をはじめとした熱帯産の木材に興味を持ちはじめたのは、産業界よりかなり遅く、最初の報告と見られるのは金平がインド産材(Kanehira, 1924a)とフィリピン産材(Kanehira, 1924b)の識別について述べたものであろう。前者では105種、後者ではフタバガキ科の木材を含め155種の解剖学的性質が記載され、検索表が提示されている。いずれも英文であることから海外への発表を意識していたといえる。金平は当時台湾にいたことから、近接したアジアの熱帯地域の植物にも興味を抱いていた(金平, 1917, 1926b, 1933aなど)。それ以前に藤岡(1920)は、南洋材の水浸出液の蛍光現象について報告している。

1920年代後半になると、熱帯産の木材についての研究

がさかんに行われるようになった。藤岡・兼次(1927b)は輸入南洋材の識別のための検索表を公表している。主として肉眼およびハンドレンズを用い、ときに顕微鏡観察によるものである。用いた標本も、文面から考えると市場から調達したものである。したがって、むしろ当時の市場の要請に対応することを目的にしていたようである。藤岡・杉浦(1928)は、当時それまでに日本に輸入された外国産材が37科83属172種であると示している。税関吏である川上(1930)は、輸入材の検査鑑定の一助として、輸入針葉樹材の肉眼的および顕微鏡的識別法を公表している。ここでは輸入針葉樹材の識別拠点を概観し、名称および形質の一覧表と検索表を提示している。金平は、軽軟材(金平, 1933b)をはじめ、名前の混乱していた唐木(金平, 1938a)や香木(金平, 1938b)の木材解剖学的形質について述べている。関谷(1933)はアマゾン産材の記載を行っている。その後、川上・吉沢(1938)はアフリカ材の解剖学的形質について発表しているが、これも輸入された木材についてのものである。こうしてみると、当時の外国産材の研究は、大部分が商品として輸入された木材を試料として行われており、その同定の信頼性はあまり高くないだろう。

1930年代になると、木材解剖学に関する研究報告の数が増えてきた。そのいくつかを挙げると、杉浦(1930)、兼次(1934a, b, 1935)、三好(1933)、三好・島倉(1933a, b, 1934)、宇野(1933)などがある。また、平井(1938, 1941a, b)は仮道管、兼次は道管要素(1939)や木繊維(1938, 1940)などの樹体内変異について連続的に成果を発表している。

この1920年代から30年代にかけては、金平や藤岡らが研究活動を主導していたと言える。さらに、兼次の『林学会雑誌』を通じての活躍、とくに解剖学的形質の定義付けをしようとした意図は大いに注目しなければならない。

第二次大戦以前にもう一つ、解剖学的形質についての大作があることを忘れてはならない。山林が『朝鮮産木材の識別』(山林, 1938)を公表していることである。本書では49科132属303種をとりあげ、主要な形質を多くの形式に分類し、それぞれを記号化して記載している。二叉式による検索表を提示するとともに、全樹種の形質一覧表を作成している。金平(1926a)も同様に一覧表を提示しているが、このような一覧表は、二叉式とは異なって、多孔式(multiple entry)の検索やカード式検索、さらにはコンピューターによる検索などへの道を開くものとして注目すべきである。果たして著者たちがそのことを念頭に置いていたかどうかは分からないが、後の研究者に一つのきっかけをあたえている。この山林(1938)の報告の末尾には、国際木材解剖学会が“Tropical Woods”に掲載した

木材解剖用語集 (IAWA Committee, 1933) の邦訳が添えられている。同用語集はその3年前の1935年にも島倉 (1935a-c) によって邦訳および注解がなされている。用語集の原典は、後に改訂出版されており (IAWA Committee, 1957), 日本木材学会による日本語版 (日本木材学会, 1964) およびその改訂版 (日本木材学会, 1975) が発表されている。この島倉および山林の試みは日本における初めてのものとして貴重である。金平 (1940) はこの時代としては珍しい低倍率の木材写真集を発表している。日本産の木材の解剖学的形質ならびにその識別についての金平 (1926a) と山林 (1938) の業績は記憶されるべきものであるが、両者とも台湾と朝鮮という中央から離れた場所で研究成果を出していることは偶然の一致なのだろうか。

この頃になると、木材解剖学がわが国で生まれて、中村弥六 (Nakamura, 1882) から考えれば半世紀が経ち、河合からでも40年が経過していたのである。しかし、木材解剖学を大学で教育するための独立の教科書といえる書籍はなく、『木材の性質』(諸戸, 1909) 以後、木材の理学的性質を主題とする書籍の中で、その一部として取り扱われていたにすぎなかった。多分、教育担当者の経験と外国文献の翻訳を骨子として木材解剖学の教育がなされ、その知識が伝承されていたのであろう。関谷 (1944) が初めての試みとして、教科書向けにとれる木材解剖学の書籍を書いている。しかし教科書としては、その意図の分かりにくいものであった。筆者の学生時代でも、すでに第二次大戦後数年以上経っているのにも関わらず、教科書としては外国書籍が多く使われていた。いずれにしても、関谷の本は日本語の木材解剖学の教科書としては最初のものであったことは記録しておくべきだろう。1940年前後の時期に入ると、戦争の影響のためか、研究報告は少なくなった (関谷・村田, 1939; 平井, 1941a, b, c; 松井・喜多, 1942a, b)。巨理 (1943, 1944) は道管と放射組織について、それまでの内外の研究業績をもとに、系統的な立場から総説を書いている。それまでの林学分野の研究者とは異なった見方が示唆的であった。

## 6. 第二次世界大戦以後

木材解剖学の分野においても世界大戦の影響は大きく、大戦直後は木材解剖学の研究者の数は少なく、本格的な研究成果の発表は限られていた。Côté & de Zeeuw (1962) は世界における木材解剖学分野の1955~1962年の成果を概観し、「記載解剖学 (descriptive anatomy) の分野で、日本人研究者の論文がひじょうに多くなってきている。これは、研究活動が急増してきたと言うより、むしろ研究論文が欧文のタイトルや要約を付けるようになったことの反映であろう」と述べている。この言葉は、当時の状況をよ

く示している。一方、大戦後、この時期まで、日本の木材解剖学研究者にとっては海外からの研究情報の入手は容易でなく、徐々に海外の情勢が分かるようになってきたのは、1960年代になってからである。したがって、この頃になってはじめて、双方の情報の伝達が行えるようになったと言える。

1940年代後半から数年はまだ、研究成果の発表は限られていた。1950年代にはいり少数の研究者の活動が始まった。島地がブナ科の木材を中心として一連の研究成果 (島地, 1950, 1952; Shimaji, 1954a, b, 1959, 1962) を出しはじめたのはその象徴といえる。過去のほとんどの研究では、解剖学的形質がいわば静的なものとして記載され、目標が識別という実用に傾いていたが、それを系統発生観点から記載することによって木材解剖学に新しい役割をあたえたといえる。その他、Hamaya (1959) や、平井 (1962)、猪熊・島地 (1950)、猪熊ほか (1953)、小林 (1949, 1952, 1955, 1956, 1957)、小林・須川 (1959)、倉田 (1952)、永田・岡本 (1951)、Ogata (1967, 1988, 1989, 1991)、Sudo (1955)、須藤 (1957, 1959a, b)、須川 (1979)、鈴木ほか (1950)、山内 (1962, 1967, 1971, 1972, 1976, 1979)、巨理 (1950) らは樹木学や植物分類学の視点、あるいは木材識別から、さらには利用を目標として解剖学的形質を記載した。Ogata (1989) は木材解剖学の植物分類学への貢献を論じた。Sudo (1968) は世界のトウヒ属の木材解剖学的形質を記載し、その中の樹種による違いと地理的分布を関連づけ、いくつかの形質が樹体内でしめず変異を論じた。

仮道管長および繊維長の変異は、木材解剖学的形質が樹体内でどのように変異するかを示す象徴的な現象といえるためか、すでに古くから研究者に注目されてきている (Sanio, 1872)。しかし多くの研究では、扱う試料数が少なく、信頼できる定説がなかったと言ってよい。小倉 (1920a, b, c) や Ogura (1920)、兼次 (1935, 1938, 1940)、平井 (1938, 1941a, b)、島地 (1950)、Fujisaki (1972) をはじめとして、しばしばこの問題が研究の対象として取りあげられてきている。幡 (1953) はアカマツの仮道管長の樹体内および個体間の変異を成長と関連させて報告している。須藤 (1968-1977) は多数のアカマツの試料を異なった産地から採取して、仮道管長の樹体内や個体間、産地間の変異を検討し、仮道管長の変異に及ぼす樹齢および成長の影響について総括した。

## 7. 電子顕微鏡の導入

木材解剖学においても電子顕微鏡の導入 (上村, 1949) により、光学顕微鏡では観察できなかった形質や、不鮮明であったため形態が誤認されていた形質が、飛躍的に解明



図4 ニセアカシアのベスチャード壁孔のレプリカ法を用いた透過型電子顕微鏡像。

されるようになった。この結果、細胞壁構造を含めた微細構造や、木材形成に関連した研究などの分野が急速に発展することとなった。こうしてみると、この分野の発展の初期に数々の業績によって細胞壁構造を解明した原田およびその共同研究者の研究業績（原田，1953a, b, 1955, 1964；Harada, 1962, 1965；原田・宮崎, 1952a, b；原田ほか, 1958；Harada & Wardrop, 1960；Harada & Côté, 1967）を忘れてはならない。これらの中で識別に関係するものとしては、針葉樹仮道管のツールズ（原田, 1964）といぼ状層（原田ほか, 1958）の研究がある。山林ほか（1955, 1956）は、光学顕微鏡では確認できなかったベスチャード壁孔の形態が突起物であることをレプリカ法によって示した（図4）。その後、ベスチャード壁孔の形態は、超薄切片法の開発により一層鮮明に把握できるようになったが、その契機を作ったといえる。電子顕微鏡による観察と光学顕微鏡による観察とではまったく異なった形態が確認された最初の例といえる。電子顕微鏡は、透過型に加えて走査型が開発され、利用の範囲はさらに広がった。それまでは木材の顕微鏡写真といえば光学顕微鏡写真であったが、走査型電子顕微鏡写真も用いられるようになり、木材の解剖学的形質の理解に貢献するようになった。透過型および走査型電子顕微鏡による木材の研究は、数多くなされている。なかでも大谷は共同研究者とともに、日本産の多くの樹木の微細構造を、走査型電子顕微鏡をもちいて明らかにした（Ohtani, 1979, 1983；Ohtani & Ishida, 1976, 1978a, b）。

#### 8．輸入材の氾濫の影響

1950年代の後半を過ぎた頃から、輸入材の量が急激に増加しはじめ、1960年代の末期には国内の木材供給量の過半を占めるようになった。現在でも輸入材は国内木材流

通量の80%近くを占めており、自給率は食糧よりもはるかに低い。輸入材の急増期に北米材やシベリア材とともに大量に輸入されたのが、ラワン類とそれに付随した数多くの樹種を含む「南洋材」と呼ばれる一群の木材である。当時の産業界では、北米材やシベリア材の樹種は本邦産材から類推できても、「南洋材」はほとんどが未知であったため、その樹種の識別は緊急の問題となった。さらに、産業界はアジア以外の世界各地の熱帯にも木材を求めるようになった。

このような状況の下で、農林水産省林業試験場では、研究者の研究に対する興味とは別に、産業界からの強い要請により、熱帯材の識別に勢力を傾けることになった（小林, 1966；小林・須川, 1960-1964, 1966, 1972；小林ほか, 1958；Ogata, 1975）。同試験場の研究員であった筆者もまた、世界最大の木材標本庫をもつ米国内産研究所に長期出張する機会を得て、日本では入手の難しかった同定に信頼のおける標本に基づいて、世界の熱帯材の木材組織について記載を行い（須藤, 1963）、以後の識別業務に利用した。さらに緒方は、53科230属1100種の南洋材について、より詳細な木材解剖学形質の記載を『木材工業』誌の1975年第30巻4号から1983年第38巻10号に継続して発表し、それらを『南洋材の識別』（緒方, 1985a）としてまとめた。これらの結果、現在では、未解決の問題はあるとしても、熱帯材識別に関してのかつてのような混乱はなくなったと言える。

当時、日本には、熱帯材の識別のために参照できる信頼性の高い標本はほとんど無く、市場で入手した標本の中で、より信頼性の高いものを選んで用いる以外に選択の余地はなかった。同試験場は、国外研究機関との交換を通じて信頼のおける標本の収集に努力し、現在では、国内最大の外国産材の標本数を持つようになり、熱帯材の識別に貢献してきている。木材標本、とくに熱帯産樹種の標本を研究者の手で植物標本とともに採集することは筆者の長年の夢であったが、1964年にカンボジアで少数の樹種の標本を採集し、小林（1966）がその解剖学的形質を記載した。ついで1975年にパプア・ニューギニアにおいて大規模な標本採集を初めて行なうことができ、その標本を主な試料として、針葉樹3科8属10種、広葉樹57科169属270種について識別のための記載を行い、データベースを作成した（須藤, 1988）。熱帯材の存在が日常的になり、多くの研究者の目に触れるようになってくるとともに、本邦産の木材とは異なった性質が報告されるようになってきた（林・加納, 1960；貴島, 1971；佐伯・大西, 1976；須藤, 1972；須藤ほか, 1967；Sudo & Fujii, 1987；須川, 1967）。最近では熱帯各地へ研究者が派遣されるようになってくるとともに、現地の研究者と共同して、顕微鏡写真集

(Hayashi *et al.*, 1973) や木材解剖図説(Ogata & Kalat, 1997) が発表されるようになった。

### 9. 識別の手段の変化

木材の識別には古くから二叉式の検索表を使ってきたが、他の分野で検索のために利用されるようになったカードを使った識別法の適用が考えられるようになり、二叉式とは違った識別拠点の取りまとめがされた(小林, 1957; 須藤, 1957, 1959b)。これを実用に供するため、本邦産の樹種をおもな対象とした識別カードが市販された(小林・須藤, 1960)。カードによる多孔式(multiple entry)検索は、当然つぎの時代にくるコンピューターによる識別へとつながったのである。木材識別のコンピューター化は、必要性は唱えられていたが、コンピューターが小型化されて広く普及するようになるまでは、操作性や経済性などの点から導入が停滞していた。日本では長谷川(1984)やKuroda(1987)らが、須藤(1959b)の記載を利用して独自のプログラムを作成し、検索システムを提案した。コンピューターを用いた識別システムの構築のために、木材識別形質のコード化を目指して国際木材解剖学会(IAWA)が編纂した“List of microscopic features for hardwood identification”(IAWA Committee, 1989)の委員会には、日本からは緒方と黒田が参加した。日本語版のリストは日本木材学会の組織と材質研究会によって出版された(伊東ほか, 1998)。Sudo(2000)は本邦産の広葉樹材の解剖学的識別のために、IAWAのコードに項目を追加したうえで約250種の木材の記載を行い、データベースを作成した。

### 10. 啓蒙書および教科書

かつて、わが国では木材解剖学に関係した教科書といえる書籍は少なく、先人は外国書によって木材解剖学の扉を開いたといえる。初期には教科書があったとしても、外国書籍の翻訳とみられる部分が多くを占めていた。研究者の数が増え、研究の水準も上がり、研究分野が成熟してくると、執筆者の知識と経験が日本人向けの啓蒙書あるいは教科書を書くことを可能にした。1958年になって、山林が『木材組織学』(山林, 1958)を出版している。かなり海外の類書の影響を受けているが、本格的な教科書としては初めてのものといえる。ついで、島地・須藤・原田が専門分野を分担執筆して独自性を出そうとしたのが『木材の組織』(島地ほか, 1976)である。これを元に、分担執筆者の数をより増やしたのが『木材の構造』(島地ほか, 1985)である。須藤(1970)は木材解剖学的形質を中心にして南洋材の性質を記述した。

さらに木材あるいは木材組織の図鑑も刊行されるように

なった。まず木材業者が中心となって企画したものとして、木材の薄板を張りつけ、さらに顕微鏡写真を付した図鑑『木材名鑑』(木材名鑑刊行会, 1956)や、代表的なツキ板100点をそのまま図鑑とした『世界樹種総覧1』(世界樹種総覧編集委員会, 1964)が刊行されている。貴島ほか(1962)は、日本産材を中心として、木材のみを扱った『原色木材図鑑』を出版し、須藤(1997)は多くの外国産材を含んだカラー写真集を出版している。大量に市場に流通する外国産の木材に対応するために、全日本検数協会(1970, 1980)は丸太および木材のカラー写真を中心とした図鑑を出版した。一方、光学顕微鏡写真を多数用いていて、見ることを主眼とした教科書といえるのが『木材解剖図説』(島地, 1964)や、『日本の木材』(木材工業編集委員会, 1966)、『図説木材組織』(島地・伊東, 1982)である。その他、形質についての短い記載が付いた日本産木材の顕微鏡写真集(古野, 1990; 林, 1991; 伊東, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999)も発表されている。また佐伯(1982)やOhtani(2000)は走査型電子顕微鏡写真を用いた木材図説を出版している。

### 11. 組織と材質の研究会

日本木材学会の中に「組織と材質の研究会」が設けられている。1958年に学会員有志によって始められたが、研究会やワークショップなどを通じて研究情報の交換および討論、さらに共同作業を行ってきている。とくに用語集の邦訳および編纂(日本木材学会, 1964, 1975; 伊東ほか, 1998)や、IAWAとの対応などで大きな働きをしてきている。4~5年ごとに開催される太平洋地域木材解剖学大会の大きな支持母体となっている。

### 12. IAWA(International Association of Wood Anatomists: 国際木材解剖学会)

世界における唯一の木材解剖学にのみ関連する学会である。日本では、上述した「組織と材質の研究会」の会員の大多数は会員となっている。1931年にパリで、Congrès International du Bois et de la Sylvicultureを機会に創設された(Stern, 1982)。創設時の会員は15カ国36名で、日本人では藤岡光長と金平亮三が創設時の会員であった(IAWA, 1932a)。また初代の評議員の一人として金平亮三が選ばれている(IAWA, 1932b)。創設にあたっては、前年に発起人の一人であるS. J. Recordから日本人研究者にも呼びかけがあり、金平亮三が創立に関する事情を『林学会雑誌』で紹介している(金平, 1931)。入会規則が煩わしかったためか、日本人の会員は最近まで少なかった。緒方(1950)によると、日本人会員は1940年には8名いたが、1950年当時は3名であった。ちなみに筆者が入会

した1958年には、日本人の会員は原田浩、猪熊泰三、杉浦庸一、山林暹の4名であった。長年の間、Yale大学のSchool of Forestryが刊行していた“Tropical Woods”を機関誌として利用し、さらに会員相互の連絡のためにBulletinを出していた。Yale大学が“Tropical Woods”の発行をとりやめてからは、Bulletinがその役割を変えて徐々に研究報告のかたちを取るようになり、“IAWA Bulletin”の名前で知られるようになった。その後1980年に小型化されてnew seriesと名付けられ、研究誌としての内容が充実するようになり、さらに1993年には“IAWA Journal”と改称されて現在に至っている。部会の一つにアジア・太平洋部会があり、上述の太平洋地域木材解剖学大会の開催母体となっている。

### 13. おわりに

木材解剖学分野は、最近では研究人口も増加し、微細構造や木材形成、さらに木材の性質解明などの分野へとその範囲を広めて活発に活動しており、木材研究の中で大きな研究分野を形成している。「はじめに」において、細く断続的な木材解剖学の歴史と述べたが、実はこれは記載解剖学(descriptive anatomy)とそれに関連した分野のことで、筆者がこの拙稿の中で主題としたものであって、木材解剖学全体に当てはまることではない。この分野は研究者の人口も多くなく、したがって成果の発表も多いとは言えない。その一つの原因としては、この分野が植物学と林学の学際領域であるにも関わらず、主として木材解剖学が教育され研究される林学および林産学分野で、植物分類学の観点からの教育が不十分であることが挙げられよう。さらに、同定に信頼のおける標本の採集・保存が難しいことがあげられる。現在このような木材標本の採集・保存に積極的な活動をしているのは、日本では、森林総合研究所以外では少ないのではないだろうか。かつて、活発な研究活動をしていた米国のYale大学の木材標本コレクションはすでになく、米国林産研究所に吸収合併されている。記載解剖学分野の活動は、木材標本に対する関心の度合いとも深く関わり合っていると見えよう。これは米国での実状を見ると示唆的である。木材解剖学がさらに発展していくことは当然の願いであるが、その基本となっている記載解剖学の研究は忘れてはならないものと考えている。

### 引用文献

- Baas, P. 1981. On some wood collections of historical interest. IAWA Bulletin, new series 2: 45-47.
- Bailey, I. W. 1909. The structure of the wood in the Pinaceae. Botanical Gazette 48: 47-55.
- 千明 康. 1934. 満州産有用樹種内部組織研究. 48 pp. 試験報告號外, 南満州鉄道中央試験所沙河口市研究所.
- Côté, A. W., Jr. & de Zeeuw, C. 1962. Trends in literature on wood structure, 1955-62. Forest Products Journal 12: 203-212.
- 藤岡光長. 1911. 木線階段を有する本邦樹種. 大日本山林会報 No. 349: 9-13.
- Fujioka, M. 1913. Studien über den anatomischen Bau des Holzes der japanischen Nadelbäume. Journal of the College Agriculture, Imperial University of Tokyo 4: 201-236.
- 藤岡光長. 1917. 木材水浸出液ノ蛍光現象ニ就テ. 林業試験報告ノ農商務省山林局 No. 15: 47-64.
- 藤岡光長. 1920. 南洋産木材水浸出液ノ蛍光現象ニ就テ. 林業試験報告ノ農商務省山林局 No. 21: 89-103.
- 藤岡光長・江藤 徳. 1932. 「フォルマリン」反応に依る二葉及五葉松材の識別. 林学会雑誌 14: 435-438.
- 藤岡光長・兼次忠蔵. 1927a. 本邦産闊葉樹材の識別. 林学会雑誌 9(10): 6-21.
- 藤岡光長・兼次忠蔵. 1927b. 輸入南洋材の種類及其識別. 林学会雑誌 9(7): 44-61.
- 藤岡光長・杉浦庸一. 1928. 輸入外材の種類. 林学会雑誌 10: 523-534.
- Fujisaki, K. 1972. Variation of tracheid length in a stem of SUGI (*Cryptomeria japonica*). Memoirs of the College of Agriculture, Ehime University 16(1): 89-97.
- 古野 毅. 1990. 山陰地域産落葉広葉樹材の組織. 山陰地域研究(森林資源) No. 6: 95-135.
- Hamaya, T. 1959. Dendrological studies of the Japanese and some foreign genera of Thymelaeaceae. Anatomical and phylogenetic studies. Bulletin of the Tokyo University Forests No. 55: 1-80.
- 原田 浩. 1953a. 針葉樹材に於ける射出線細胞の電子顕微鏡的観察. 日本林学会誌 35: 194-199.
- 原田 浩. 1953b. 針葉樹仮導管のイボ状(粒状)構造に関する電子顕微鏡的研究. 日本林学会誌 35: 393-396.
- 原田 浩. 1955. 針葉樹材仮導管のイボ状構造に関する電子顕微鏡的研究(第2報). 木材学会誌 1: 85-89.
- Harada, H. 1962. Electron microscopy of ultrathin sections of beech wood (*Fagus crenata* Blume). Journal of the Japan Wood Research Society 8: 252-258.
- 原田 浩. 1964. 木材の膜孔構造について. 木材学会誌 10: 221-225.
- Harada, H. 1965. Ultrastructure of angiosperm vessels and ray parenchyma. "Cellular Ultrastructure of Woody Plants" (Côté, W. A., Jr., ed.), 215-249. Syracuse University Press, New York.
- Harada, H. & Côté, W. A., Jr. 1967. Cell wall organization in the pit border region of softwood tracheids. Holzforchung 21: 81-85.
- 原田 浩・宮崎幸男. 1952a. 電子顕微鏡による針葉樹仮導管細胞膜の観察について. 日本林学会誌 34: 350-352.
- 原田 浩・宮崎幸男. 1952b. 針葉樹アテ材の電子顕微鏡的観察. 林業試験場研究報告 No. 54: 101-108.
- 原田 浩・宮崎幸男・若島妙子. 1958. 木材の細胞膜構造の電子顕微鏡的研究. 林業試験場研究報告 No. 104: 1-115.

- Harada, H. & Wardrop, A. B. 1960. Cell wall structure of ray parenchyma cells of a softwood (*Cryptomeria japonica*). Journal of the Japan Wood Research Society 6: 34-41.
- 長谷川益夫. 1984. パソコン (BASIC 言語) による拡散広葉樹材識別システム. 木材と技術 No. 59: 9-12.
- Hartig, R. 1890. Die anatomischen Unterscheidungsmerkmale der wichtigeren in Deutschland wachsenden Hölzer. München.
- 幡 克美. 1953. アカマツ材のバルブに関する研究 (1). アカマツ材仮導管の長さ, 径及び長/径比に就いて. 香川農専研究報告 1(1): 1-35.
- 林 大九郎・加納正行. 1960. “メダンジョンコン”について. 木材工業 15: 292-293.
- 林 昭三. 1991. 日本産木材顕微鏡写真集. 147 pp. 京都大学木質科学研究所, 京都.
- Hayashi, S., Kishima, T., Lau, L. C., Wong, T. M. & Menon, P. K. B. 1973. Micrographic atlas of Southeast Asian timber. 120 pp. Division of Wood Biology, Wood Research Institute Kyoto University, Kyoto.
- 平井信二. 1938. アオモリトドマツ仮導管長の年令及び地上高による変化. 北海道林業試験場時報 No. 11: 1-19.
- 平井信二. 1941a. カラマツ仮導管長の年令及び地上高による変化 (バルブ資材としての北海道産樹種の研究並びにその育林的考察 第2報). 北海道林業試験場時報 No. 29: 1-16.
- 平井信二. 1941b. 主要樹種の繊維長ならびに繊維巾 (バルブ資材としての北海道産樹種の研究並びにその育林的考察 第3報). 北海道林業試験場時報 No. 38: 1-14.
- 平井信二. 1941c. 北海道産産材のフラボン反応による識別. 北海道林業試験場時報 No. 38: 15-22.
- 平井信二. 1962. 日本産主要木材の材構成割合について. 東京大学農学部演習林報告 No. 56: 399-413.
- IAWA. 1932a. Founders of the I. A. W. A. Tropical Woods No. 29: 29-31.
- IAWA. 1932b. Election of councilors; Transactions of the Council. Tropical Woods No. 30: 41-43.
- IAWA Committee. 1933. Glossary of terms used in describing woods. Tropical Woods No. 36: 1-12.
- IAWA Committee. 1957. International glossary of terms used in wood anatomy. Tropical Woods No. 107: 1-36.
- IAWA Committee. 1989. IAWA list of macroscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin, new series 10: 219-332.
- 猪熊泰三・島地 謙. 1950. ユクノキ及びフヂギの研究. 東京大学農学部演習林報告 No. 38: 123-138.
- 猪熊泰三・島地 謙・須藤彰司. 1953. 本邦産エゴノキ科木材の解剖学的性質. 東京大学農学部演習林報告 No. 45: 181-201.
- 伊東隆夫. 1995. 日本産広葉樹の解剖学的記載 I. 木材研究・資料 No. 31: 81-181.
- 伊東隆夫. 1996. 日本産広葉樹の解剖学的記載 II. 木材研究・資料 No. 32: 66-176.
- 伊東隆夫. 1997. 日本産広葉樹の解剖学的記載 III. 木材研究・資料 No. 33: 83-201.
- 伊東隆夫. 1998. 日本産広葉樹の解剖学的記載 IV. 木材研究・資料 No. 34: 30-166.
- 伊東隆夫. 1999. 日本産広葉樹の解剖学的記載 V. 木材研究・資料 No. 35: 47-175.
- 伊東隆夫・藤井智之・佐伯 浩, 監修. 1998. 広葉樹材の識別 IAWA による光学顕微鏡の特徴リスト. 122 pp. 海青社, 大津.
- 岩城隆徳. 1918a. 松柏類数種ノ木材ノ顕微鏡的識別法 (未完). 植物学雑誌 32: (187)-(198).
- 岩城隆徳. 1918b. 松柏類数種ノ木材ノ顕微鏡的識別法 (承前, 完). 植物学雑誌 32: (219)-(237).
- 金平亮三. 1917. 台湾樹木誌. 648 pp. 台湾總督府殖産局, 台北. (1936. 増補改版).
- Kanehira, R. 1921a. Anatomical characters and identification of Formosan woods with critical remarks from the climatic point of view. 317 pp. Bureau of Productive Industries. Government of Formosa., Taihoku.
- Kanehira, R. 1921b. Identification of the important Japanese woods by anatomical characters. Supplement to the anatomical characters and identification of Formosan woods etc. 104 pp. Bureau of Productive Industries, Government of Formosa, Taihoku.
- Kanehira, R. 1924a. Anatomical note on Indian woods. 台湾總督府中央研究所林業部彙報 No. 4: 1-40.
- Kanehira, R. 1924b. Identification of Philippine woods by anatomical characters. Supplement to the anatomical characters and identification of formosan woods etc. 台湾總督府中央研究所林業部報告 No. 2: 1-73.
- 金平亮三. 1926a. 大日本産重要木材の解剖学的識別. 台湾總督府中央研究所林業部報告第四号. 297 pp.
- 金平亮三. 1926b. 熱帯有用植物誌. 736 pp. 南洋協会, 台北.
- 金平亮三. 1931. 万国木材解剖学会につきレコード教授からの通信. 林学会雑誌 13: 54-55.
- 金平亮三. 1933a. 南洋群島植物誌. 468 pp. 南洋庁, 東京.
- 金平亮三. 1933b. 軽軟材に就きて. 林学会雑誌 15: 601-616.
- 金平亮三. 1938a. 唐木に就て. 日本林学会誌 20: 56-66.
- 金平亮三. 1938b. 沈香と蘭奢待. 植物及動物 6: 1339-1345.
- 金平亮三. 1940. 台湾産主要木材写真. 林業試験所報告 No. 2. 台湾總督府林業試験所.
- 兼次忠蔵. 1928. 木材識別方法の基礎的研究. 第一報 闊葉樹材の髓線と其構造. 林学会雑誌 10: 125-148.
- 兼次忠蔵. 1929. 木材識別方法の基礎的研究. 第二報 導管配列並に導管接触の分類. 林学会雑誌 11: 637-660.
- 兼次忠蔵. 1930. 木材識別方法の基礎的研究. 第三報 木柔細胞の形態, 分布並配列. 林学会雑誌 12: 575-607.
- 兼次忠蔵. 1931. 木材識別方法の基礎的研究. 第四報 仮導管の分布配列及細胞膜の紋様. 林学会雑誌 13: 243-264.
- 兼次忠蔵. 1932. 木材識別方法の基礎的研究. 第五報 導管, 仮導管及木繊維の形態. 林学会雑誌 14: 91-133.
- 兼次忠蔵. 1934a. 木材識別の統計的方法. 日本林学会誌 16: 667-679.
- 兼次忠蔵. 1934b. 孤立, 及接触導管数の分布率に就いて. 日

- 本林学会誌 16: 847-854.
- 兼次忠蔵. 1935. 赤松樹幹の假導管長に就いて. 日本林学会誌 17: 53-61.
- 兼次忠蔵. 1938. プナ材の木繊維長に就て. 日本林学会誌 20: 264-273.
- 兼次忠蔵. 1939. プナ材導管要素の長さ, 直径及長径比. 附. 導管要素計量値の木材識別に於ける価値. 日本林学会誌 21: 507-525.
- 兼次忠蔵. 1940. プナ材の木繊維長に就て(II). 特に幹軸方向に於ける木繊維長の変移. 日本林学会誌 22: 146-154.
- Kawai, S. 1900. Die Unterscheidungsmerkmale der wichtigeren in Japan wachsenden Laubhölzer. Bulletin of the College Agriculture, Tokyo Imperial University IV. No. 2.
- 河合鍾太郎(上村勝爾, 訳). 1901. 本邦産重要闊葉樹木材識別法. 92 pp. 大日本山林会, 東京.
- 川上親文. 1930. 輸入針葉樹材の識別法. みやま 2(11): 2-26.
- 川上親文・吉沢助二郎. 1938. 二三のアフリカ材の肉眼的及解剖学的性質に就て. 日本林学会誌 20: 181-191.
- 貴島恒夫. 1971. 東南アジア材組織の特徴. 木材研究資料 No. 5: 1-8.
- 貴島恒夫・岡本省吾・林 昭二. 1962. 原色木材大図鑑. 204 pp. 保育社, 東京.
- 小林弥一. 1949. 八丈島産サクダラ材の解剖学的性質に就て. 林業試験場研究報告 No. 42: 27-31.
- 小林弥一. 1952. 本邦産ハンノキ属樹材の識別に関する研究. (第1報) 髓線の性質. 林業試験場研究報告 No. 52: 181-193.
- 小林弥一. 1955. Resin cystsについて. 林業試験場研究報告 No. 77: 153-160.
- 小林弥一. 1956. 針葉樹材の解剖学的性質に関する2, 3の新知見. 木材学会誌 2: 119-120.
- 小林弥一. 1957. 本邦における針葉樹材のカード式識別法. 林業試験場研究報告 No. 98: 1-84.
- 小林弥一. 1966. カンボジア産8樹種の構造. 林業試験場報告 No. 190: 13-31.
- 小林弥一・須藤彰司. 1960. 木材識別カード. 日本林業技術協会, 東京.
- 小林弥一・須藤彰司・須川豊伸. 1958. 輸入カンボジア産材 Phdiek, Chhoutheal および Koki について. 林業試験場研究報告 No. 106: 216-227.
- 小林弥一・須川豊伸. 1959. 本邦産クリガシ属樹材の識別に関する研究. 林業試験場研究報告 No. 118: 139-178.
- 小林弥一・須川豊伸. 1960-1964, 1966, 1972. 輸入外材の構造. 林業試験場研究報告 No. 126: 133-138 (1960); No. 130: 179-192 (1961); No. 138: 177-186, No. 146: 99-118 (1962); No. 150: 123-142, No. 159: 105-134 (1963); No. 171: 135-154 (1964); No. 194: 107-126 (1966); No. 243: 51-62 (1972).
- 籠手田彦三. 1892. 大日本有用木材肉眼的の識別法. 東京農科大学卒業論文.
- 工藤祐舜・山林 暹. 1921. 北海道産樺木科樹種の材の解剖学的研究. 北海道帝国大学農学部演習林研究報告 1(8): 15-40.
- 倉田 隆. 1952. クス油細胞の顕微鏡的観察. 日本林学会誌 34: 232-234.
- Kuroda, K. 1987. Hardwood identification using a micro-computer and IAWA codes. IAWA Bulletin, new series 8: 69-77.
- 黒川真頼. 1878, 1888. 工芸志料 (1978. 増訂工芸志料. 東洋文庫 No. 254. 396 pp. 平凡社, 東京).
- 松井 清・喜多正勝. 1942a. 黒松幹材部の樹脂道並に髓線の分布に就て. 日本林学会誌 24: 401-404.
- 松井 清・喜多正勝. 1942b. 黒松幹材部の樹脂道並に髓線の分布に就て(第2報). 日本林学会誌 24: 622-631.
- 三好東一. 1933. 本邦産主要針葉樹材の化学的性質による識別. 林業試験報告/帝室林野局林業試験場 2(2): 1-41.
- 三好東一・牧野幸次郎. 1933. 木曾五木材の呈色反応に依る識別法. 林学会雑誌 15: 503-508.
- 三好東一・島倉巳三郎. 1933a. タウヒ属その他の材の構造に関する二三の観察. 植物及動物 1: 1408-1416.
- 三好東一・島倉巳三郎. 1933b. ヒノキ材の構造に関する二三の考察. 林学会雑誌 15: 894-904.
- 三好東一・島倉巳三郎. 1934. ヒノキ, サワラ材の解剖学的性質の比較. 日本林学会誌 16: 552-561.
- 木材工業編集委員会, 編. 1966. 日本の木材. 101 pp. 日本木材加工技術協会, 東京.
- 木材名鑑刊行会, 編. 1956. 木材名鑑. 明文堂, 東京.
- 諸戸北郎. 1909. 木材の性質. 148 pp. 大日本山林会, 東京.
- 永田潤一・岡本健次. 1951. サワラ材に関する研究(第2報) 樹脂細胞について. 日本林学会誌 33: 222-226.
- Nakamura, Y. 1882. Über den anatomischen Bau des Holzes der wichtigsten Japanischen Coniferen. 32 pp. Julius Springer, Berlin.
- 日本木材学会. 1964. 国際木材解剖用語集. 木材学会誌 10: 147-166.
- 日本木材学会. 1975. 国際木材解剖用語集. 改訂版. 木材学会誌 21(9): A1-A21
- 農商務省山林局. 1912. 木材ノ工芸的利用. 1308 pp. 大日本山林会, 東京.
- Ogata, K. 1967. A systematic study of the genus *Acer*. Bulletin of the Tokyo University Forests No. 63: 89-206.
- Ogata, K. 1975. Anatomical characters and identification of tropical woods, I. *Elaeocarpus* and *Sloanea* (Elaeocarpaceae). Bulletin of the Government Forest Experiment Station No. 276: 63-75.
- 緒方 健. 1985a. 南洋材の識別. 206 pp. 日本木材加工技術協会, 東京.
- Ogata, K. 1988. Wood anatomy of Caprifoliaceae of Japan. IAWA Bulletin, new series 9: 299-316.
- Ogata, K. 1989. Some examples of contribution of wood anatomy to plant taxonomy. Proceedings 2nd Pacific Regional Wood Anatomy Conference (Rojo, J. P., Aday, J. U., Barile, E. R., Araral, R. K. & America, W. A., eds.), 242-250. Forest Products Research and Development Institute, College, Laguna, Philippines.
- Ogata, K. 1991. Wood anatomy of *Zabelia* (Caprifoliaceae): evidence for generic recognition. IAWA Bulletin, new

- series 12: 111–121.
- Ogata, K. & Kalat, A. 1997. Wood anatomy of some trees, shrubs and climbers in Brunei Daruassalam. 137 pp. Special Publication No. 3 JICA & Forestry Department, Ministry of Industry & Primary Resources, Brunei Daruassalam.
- 緒方清八. 1950. I. A.W.A. の過去と現在. 日本林学会誌 32: 226–227.
- 小倉 謙. 1920a. 杉其他ノ樹木ノ肥大成長ニ関スル二三ノ觀察. 植物学雑誌 34: (146)–(162).
- 小倉 謙. 1920b. 杉其他ノ樹木ノ肥大成長ニ関スル二三ノ觀察 (承前). 植物学雑誌 34: (167)–(180).
- 小倉 謙. 1920c. 杉其他ノ樹木ノ肥大成長ニ関スル二三ノ觀察 (承前・完). 植物学雑誌 34: (185)–(194).
- Ogura, Y. 1920. Some observations on the growth in thickness of trees, especially with regard to that of *Cryptomeria japonica*, Don. Botanical Magazine Tokyo 34: 91–109.
- 大蔵永常. 1844. 広益国産考(1946. 土屋喬雄校訂. 岩波文庫版. 336 pp. 岩波書店, 東京).
- Ohtani, J. 1979. Study of warty layer by the scanning electron microscopy. II. Occurrence of warts in vessel members and wood fibers of Japanese dicotyledonous woods. Research Bulletins of the College Experiment Forests, Hokkaido University 36: 585–608.
- Ohtani, J. 1983. SEM investigation on the micromorphology of vessel wall sculptures. Research Bulletins of the College Experiment Forests, Hokkaido University 40: 323–386.
- Ohtani, J. 2000. Wood micromorphology. An atlas of scanning electron micrographs. 196 pp. Hokkaido University Press, Sapporo.
- Ohtani, J. & Ishida, S. 1976. Study on the pit of wood cells using scanning electron microscopy. Report 5. Vested pits in Japanese dicotyledonous woods. Research Bulletins of the College Experiment Forests, Hokkaido University 33: 407–435.
- Ohtani, J. & Ishida, S. 1978a. An observation on the perforation plates in Japanese dicotyledonous woods using scanning electron microscopy. Research Bulletins of the College Experiment Forests, Hokkaido University 35: 65–98.
- Ohtani, J. & Ishida, S. 1978b. An observation on the spiral thickenings in the vessel members in Japanese dicotyledonous woods using scanning electron microscopy. Research Bulletins of the College Experiment Forests, Hokkaido University 35: 433–464.
- Posthumus, L. 1874. Anatomisch onderzoek van Japansche Houtsoorten. F. Kleuwens & Zoon.
- 佐伯 浩. 1982. 木材の構造. 218 pp. 日本林業技術協会, 東京.
- 佐伯 浩・大西邦明. 1976. ジョンコン材の放射状材内師部ストランド. 京都大学演習林報告 No. 48: 160–166.
- Sanio, K. 1872. Über die Gröss der Holzzellen der gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*). Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik 8: 401–420.
- 世界樹種総覧編集委員会, 編. 1964. 世界樹種総覧 1. 100 pp. 日本木製品技術協会, 東京.
- 関谷文彦. 1933. 二三のアマゾン産材の性質に就て. 林学会雑誌 15: 493–500.
- 関谷文彦. 1944. 木材の解剖学的性質. 191 pp. 朝倉書店, 東京.
- 関谷文彦・村田藤橘. 1939. 階段穿孔導管を有する数種の闊葉樹材の射出線並に柔組織型に就て. 日本林学会誌 21: 378–384.
- 島地 謙. 1950. 二・三の闊葉樹の繊維長と形成層に働く張力との関係について(予報). 日本林学会誌 32: 371–372.
- 島地 謙. 1952. ブナ属木材の解剖学的性質. 東京大学農学部演習林報告 No. 42: 181–193.
- Shimaji, K. 1954a. Anatomical studies on the wood of Japanese *Quercus*. I. On subgenus *Lepidobalanus* (Nara group). Bulletin of the Tokyo University Forests No. 46: 193–210.
- Shimaji, K. 1954b. Anatomical studies on the wood of Japanese *Quercus*. II. On subgenus *Cyclobalanopsis* (Kashi group). Bulletin of the Tokyo University Forests No. 47: 125–140.
- Shimaji, K. 1959. Anatomical studies on the wood of Japanese *Pasania*, *Castanea* and *Castanopsis*. (With a key to the 22 Japanese representative species of the Fagaceae). Bulletin of the Tokyo University Forests No. 55: 81–99.
- Shimaji, K. 1962. Anatomical studies on the phylogenetic interrelationship of genera in the Fagaceae. Bulletin of the Tokyo University Forests No. 57: 1–64.
- 島地 謙. 1964. 木材解剖図説. 114 pp. 地球社, 東京.
- 島地 謙・伊東隆夫. 1982. 図説木材組織. 176 pp. 地球社, 東京.
- 島地 謙・伊東隆夫, 編. 1988. 日本の遺跡出土木製品総覧. 296 pp. 雄山閣, 東京.
- 島地 謙・佐伯 浩・原田 浩・塩倉高義・石田茂雄・重松頼生・須藤彰司. 1985. 木材の構造. 276 pp. 文永社, 東京.
- 島地 謙・須藤彰司・原田 浩. 1976. 木材の組織. 291 pp. 森北出版, 東京.
- 島倉巳三郎, 訳註. 1935a–c. 木材解剖の記載用語々彙[1–3]. 動物及植物 3: 1366–1368, 1533–1536, 1697–1699.
- Stern, W. L. 1982. Highlights in the early history of the International Association of Wood Anatomists. “New Perspectives in Wood Anatomy” (Baas, P., ed.), 1–21. Martinus Nijhoff, The Hague.
- Sudo, S. 1955. Wood anatomical studies on the genus *Picea*. Bulletin of the Tokyo University Forests No. 49: 179–204.
- 須藤彰司. 1957. 本邦産広葉樹の材の識別に関する研究. カード式の適用について. 木材学会誌 3: 79–84.
- 須藤彰司. 1959a. 本邦産広葉樹材の解剖学的性質についての新知見 I. 放射組織中の Cyst および外傷による垂直細胞

- 間隙溝の出現について. 木材学会誌 5: 150-153.
- 須藤彰司. 1959b. 本邦産広葉樹材の識別(識別カードを適用して). 林業試験場研究報告 No.118: 1-138.
- 須藤彰司. 1963. 熱帯材の識別. 林業試験場研究報告 No. 157: 1-262.
- 須藤彰司. 1968-1977. アカマツ仮道管長の変異について(第1~12報). 木材学会誌 14: 1-5, 6-10, 70-74, 401-405 (1968); 15: 67-70, 241-246 (1969); 16: 162-167, 209-212 (1970); 19: 405-412, 569-575 (1973); 22: 265-268 (1976); 23: 175-179 (1977).
- Sudo, S. 1968. Anatomical studies of species of *Picea*, with some considerations on their geographical distribution and taxonomy. Bulletin of the Government Forest Experiment Station No. 215: 39-130.
- 須藤彰司. 1970. 南洋材. 439 pp. 地球出版(1998. 新訂増補 南洋材. 543 pp. 地球社 東京).
- 須藤彰司. 1972. 熱帯材の組織の特徴. 熱帯林業 No. 23: 3-24.
- 須藤彰司. 1988. パプア・ニューギニア材の解剖学的識別. 林業試験場研究報告 No. 350: 1-199.
- 須藤彰司. 1997. カラーで見る世界の木材 200 種. 255 pp. 産調出版, 東京.
- Sudo S. 2000. A version of computerized key for hardwood identification: its significance in the century old history of wood anatomy in Japan. "New Horizon of wood Anatomy" (Kim, Y. S., ed.), 12-17. Chonnan National University Press, Kwangju, Korea.
- Sudo, S. & Fujii, T. 1987. Latex tubes in the rays of *Pimelodendron amboinicum* Hassk. (Euphorbiaceae). IAWA Bulletin, new series 8: 109-112.
- 須藤彰司・飯高和美・山根又光・岩見 優. 1967. 南洋材中のシリカ存在. 林業試験場研究報告 No. 200: 43-55.
- 須川豊伸. 1967. フタバガキ科樹木の解剖学的性質に関する新知見. *Kalunt* (*Shorea kalunt* Merr.) 材の水平細胞間道の存在について. 木材学会誌 13: 71-74.
- 須川豊伸. 1979. 主要広葉樹の繊維長. 林業試験場研究報告 No. 306: 135-167.
- 杉浦庸一. 1923. 木材ノ「モイレ反応」ニ就テ. 林学会雑誌 No. 18: 651-657.
- 杉浦庸一. 1930. 肉眼的顕微鏡的木材識別法. 57 pp. 大日本山林会, 東京.
- 鈴木恭介・永田潤一・岡本健治. 1950. サワラ材に関する研究(第1報). 日本林学会誌 32: 315-322.
- 高橋憲三. 1929. 紫外線に依る木材の蛍光現象. 林学会雑誌 11(3): 150-151.
- 田中勝吉. 1924. とどまつトえぞまつ材ノ識別. 林学会雑誌 No. 30: 13-15.
- 手塚平三郎. 1987. 森のきた道. 347 pp. (社)日本林業技術協会, 東京.
- 上村 武. 1949. 木材研究への電子顕微鏡の応用. 日本林学会誌 31: 64-65.
- 宇野昌一. 1933. 主要闊葉樹材の導管配列に関する統計的研究. 林学会雑誌 15: 1003-1014.
- 巨理俊次. 1943. 材解剖の進歩. 其一 導管の基本的諸性質に関する考察. 「生物学の進歩 第1輯」(野村七録・山羽儀兵, 監修), 59-95. 共立出版, 東京.
- 巨理俊次. 1944. 材解剖の進歩. 其二 双子葉植物に於ける髓線の諸型と起源. 「生物学の進歩 第2輯」(野村七録・山羽儀兵, 監修), 593-629. 共立出版, 東京.
- 巨理俊次. 1950. 材の構造から見たアワブキ属植物. 資源科学研究所彙報 No. 17-18: 25-32.
- 山林 暹. 1928. 朝鮮産木材の識別法(公孫樹及松柏類). 林業試験場報告/朝鮮総督府林業試験場 No. 7. 56 pp.
- 山林 暹. 1933. 朝鮮産木材の識別法(殼斗科). 林業試験場報告/朝鮮総督府林業試験場 No. 14. 82 pp.
- 山林 暹. 1938. 朝鮮産木材の識別. 林業試験場報告/朝鮮総督府林業試験場 No. 27. 471 pp.
- 山林 暹. 1958. 木材組織学. 308 pp. 森北出版, 東京.
- 山林 暹・岡崎 光・金沢啓悟. 1956. Vestured pit の電子顕微鏡的研究(第2報). 本邦産荳科植物の Vestured pit の形態について. 日本林学会中部支部講演集, 34-36.
- 山林 暹・須藤彰司・金沢啓悟. 1955. Vestured pit の電子顕微鏡的研究(第1報). 本邦産数種の荳科植物について. 第64回日本林学会大会講演集, 304-305.
- 山田昌久. 1993. 日本列島における木質遺物出土遺跡文献集成 用材から見た人間・植物関係史. 植生史研究特別第1号: 1-242.
- Yamaguchi, T. & Kato, N. 1998. Mogami Tokunai's collection of wood specimens donated to von Siebold and now housed in the Rijksherbarium, Leiden. CALANUS No. 2: 447-496.
- 山内 文. 1962. カエデ属の材の解剖学的識別. 資源科学研究所彙報 No. 58-59: 3-11.
- 山内 文. 1967. 邦産広葉樹材の結晶細胞について. 資源科学研究所彙報 No. 69: 115-122.
- 山内 文. 1971. 日本産クスノキ科植物の材の導管と穿孔板について. 資源科学研究所彙報 No. 75: 25-30.
- 山内 文. 1972. エゾイタヤについて. 国立科学博物館専報 No. 5: 179-181.
- 山内 文. 1976. 日本産グミ属材の解剖学的研究. Bulletin of the National Science Museum, Series B 2: 107-118.
- 山内 文. 1979. 日本産サワフタギ属とハイノキ属の材の解剖学的研究. Bulletin of the National Science Museum, Series B 5: 61-69.
- 全日本検数協会, 編. 1970. 新編 輪移入原木図鑑. 211 pp. 全日本検数協会, 東京.
- 全日本検数協会, 編. 1980. 新輸入原木図鑑. 222 pp. 全日本検数協会, 東京.(1989. 改訂版. 262 pp.).

(2000年6月26日受理)