

木をみて 木にまなぶ*

杉山淳司**

1. はじめに

文化財に利用されている木製品の樹種やその意味を丹念に調べてゆけば、わが国固有の木の文化を支えてきた「適材適所」の木使いの知識を学べるのではないかと誰もが考えること。しかし文化財の検査は可能な場合であっても非破壊が原則である。多くの場合、目視や文書による樹種の記載は残されているものの、そこに科学的なメスを入れられないかと思い、取り組んでいる最近の成果を紹介する。

2. 適材適所

昨今、寺社関連の歴史的建造物の多くで耐震補強等の改修が行われている。筆者も用材の樹種識別の関係で現場に立ち会う幸運に恵まれるのだが(図1)、昔からの素材の選択とその加工・利用技術の巧みさには驚くべきものがある。歴史的な文化財には素性の明るい良材が使われるとともに、マツを主に用いた建物でも荷重のかかる大斗(だいと：柱の上にのる組み物の一つ)にニレ科のケヤキが、湿潤な軒など腐朽を嫌うところにはヒノキ科サワラの材をというように「適材適所」のものの作りを見ることができる。技術者や職人が素材の特性を熟知し、技術を最適化した結果といえ、文化財を維持すると同時に、その巧みを学び、後世に伝えていくことは我々の努めである。



図1 知恩院集會堂修復工事の様子(左)と土居葺(右)。大屋根の土居葺は耐水性の高い樹種として現場では知られるサワラであった。造営関係文書には木曾サワラを8600丁との記述も見つかり、当時の用材選択と木材流通を知る上で重要な知見が得られた¹⁾。

* 本稿は第9回生存圏研究所公開講演会(2012年10月21日開催)講演要旨に加筆・修正を行ったものである。

** 〒611-0011 宇治市五ヶ庄 京都大学生存圏研究所バイオマス形態情報学分野

E-mail: sugiyama@rishi.kyoto-u.ac.jp

3. 木をみる

木材は、樹木という生き物の形態ではなく、木材として手にすることが普通であり、木材の樹種を識別することは、考古学や歴史学など様々な局面で有用な情報となる。そのために、光学顕微鏡観察により組織形態的な特徴を見極めて樹種識別する手法が発達しており、このような方法で現在属レベルでの識別が可能となっている^{2, 3)}。

木材の識別には木材の構造を樹幹の軸方向、放射方向、年輪に対して接線方向に見た3断面の観察が不可欠である(図2)。作業としては片刃剃刀やカッターナイフで木材から薄切片を切り出し、プレパラートにして観察する(図3)という単純な作業であるが、識別に有効な断面を定めて、光学顕微鏡で透過できる丁度良い厚さで出来るだけ断面の大きな切片を得るには経験と熟練を要する。また文化財の依頼鑑定品のようにサンプルが極端に小さい場合は、包埋後に薄切するなどの手間の掛かるサンプル調製が必要となる場合もある。もちろん国宝をはじめとする文化財の場合は非破壊が原則であるので、サンプル自体が得られなということも少なくない。

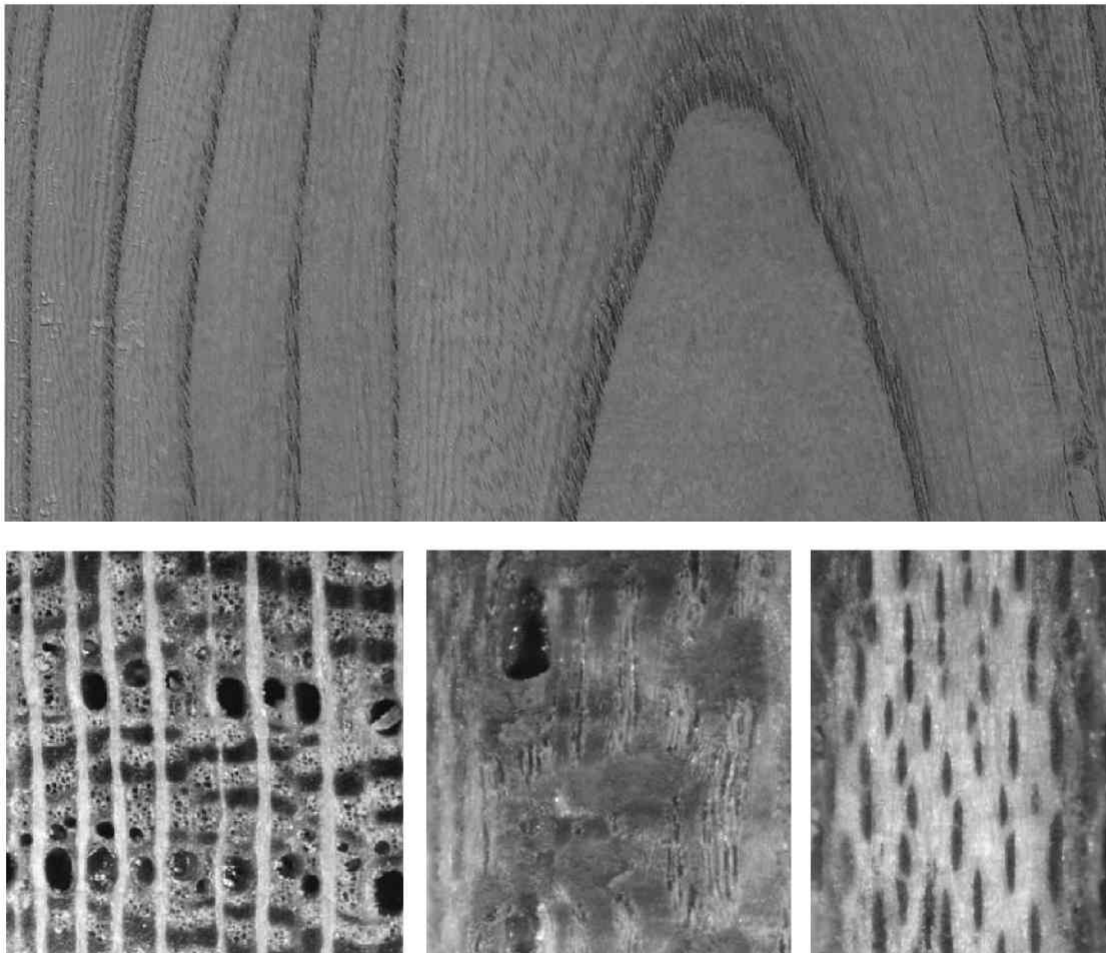


図2 ケヤキ材に特徴的な美しい木目(上段)、木口、柾目、板目断面をルーペ×15倍(下段)でみたもの。ケヤキは社寺建築用材としてヒノキと並んで最も重要。柱、梁などの構造材、棚、天井、床まわりなどの造作材に多く用いられる。道具の発達とともに利用が拡大。西本願寺の御影堂門、二条城東大手門などの柱材。

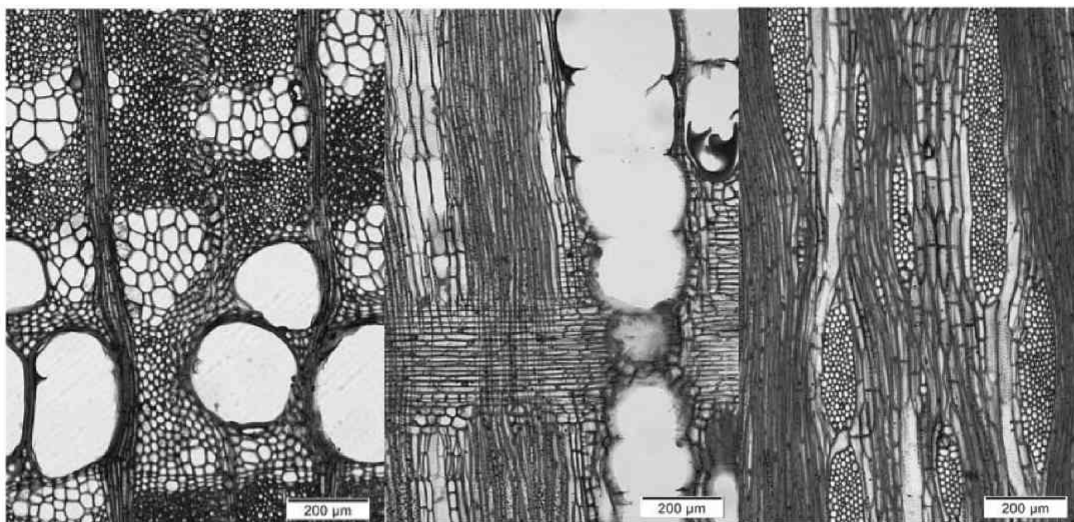


図3 ケヤキの光学顕微鏡像。左から木口面、柂目面、板目面。サフラニン染色。木口面に観察される直径の大きな孔が孔圏道管（春先にできる道管）で、小さく泡状に集まり、集合体として接線方向に帯状に伸びているのが孔圏外道管である。この2種類の細胞の配列が図2上段に示したケヤキ独特の木目の正体である。

4. 微少片をみる

破壊的な試料作成が許されない文化財サンプルに関しては、前述したような切片を作成する事ができないので、X線トモグラフィー（CT）などの非破壊的な手法が期待されてきた。“木材から切片を作って顕微鏡を覗く”代わりに、“X線を使って透過像を撮影し、それをもとに無限に切片を作ること



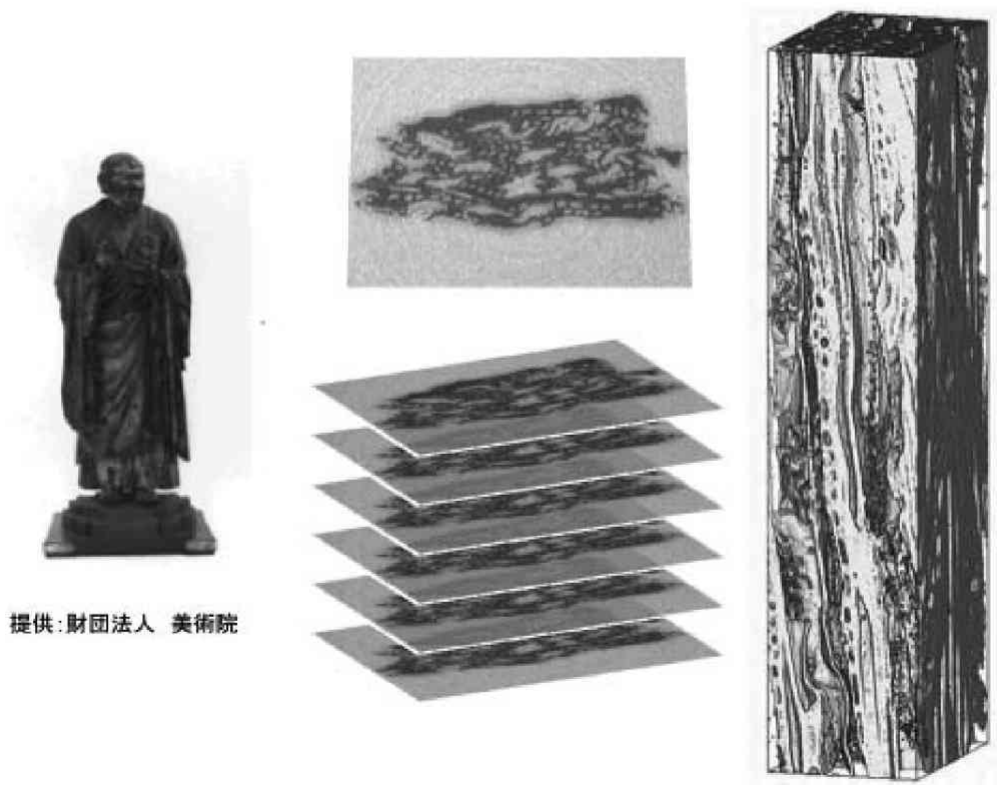
図4 木材を観察するいろいろな道具。(左) ルーペ。サンプルの大きさを問わず、非破壊で表面観察できる。しかし倍率は20倍程度に留まり、木材の解剖学的な特徴をすべてみることはできない。(中) デジタル顕微鏡。持ち運びが可能で光学顕微鏡でみることのできる特徴が観察可能。フィールド調査に便利。ただし、プレパラート切片が必要であり、試料の破壊はさけられない。(上) 大型放射光施設 SPring-8。蓄積リング内を光のスピードに加速された電子から制動放射されたX線を利用して研究を行う施設。リング内にいくつかの実験室があり、その中に、CT専用の部屋がある。サンプルの大きさは制限があるものの（1ミリメートル以下）、1マイクロメートルを切る解像力がある。

のできるバーチャルな木材組織を3Dで作製する”という訳である。一般に医療用のシステムでは数百 μm ～1mm程度の分解能に留まるが、図4に示した大型放射光施設 SPring-8 では、限りなく強く、そして平行に発せられるX線を利用することができる結果、0.5 μm の分解能が保証される。ここまでは見えると樹種同定に適したスケールで構造を調べることができる⁴⁾。

奈良・興福寺所蔵の運慶工房作と伝えられる国宝・木造世親菩薩立像（鎌倉時代）を1例として図5と6に示す。工房の方々の話では色や切削時の感触からはホオノキかカツラか判別できないとのことであった。基部接合部の離落微小片であったため、かなり変形（T方向に約40%圧縮変形）していたものの、3次元構築像や内部の断層像を詳しく調べることで、散孔材、異性放射組織（多列部は2細胞）、道管に多段の階段せん孔（バーの数20以上）などの特徴が認められ、これまでに伝えられてきたと同様にカツラ（*Cercidiphyllum japonicum*）であることが確認された。この事例では、文献で示されていた木材の種類と分析結果が一致したが、時には記載事項が間違っていることもある。また、仏像や木製品などには材種が不明のものが数多い。目視による判断に加えて、科学的な検証を合わせて行うことは、世界的に見ても高度な“木の文化”をもつわが国にとっては意義深く、木材の構造を学ぶものつとめでもあろう。



図5 仏像からの剥離片。最小目盛りが0.5ミリメートル。



提供：財団法人 美術院

図6 興福寺、国宝世親菩薩立像の微小木片から再生された断層像ならびにその3次元レンダリング像。道管の内部に階段せん孔のバーが明瞭に再生された。

次に、図 7 にイチイのらせん肥厚を観察した結果を示す。らせんの方向に S（図 7 左の立体図において右下から左上へと向かうらせん）と Z 両方向存在することは既に報告があるが、その分布を論じた例は筆者の知る限りではない。理由はおそらく簡単で、光学顕微鏡でも、SEM でも得られる情報はある特定断面に限定されるためであろう。CT 断層像の場合は、断層像を動画のように（ぺらぺら漫画のように）見る事が出来るため、らせん突起の回転方向かららせんの方向を知ることができるわけである。したがって、CT 法を用いることで、今まで知り得なかった木材の内部の構造的な特徴を解析できる可能性もある。

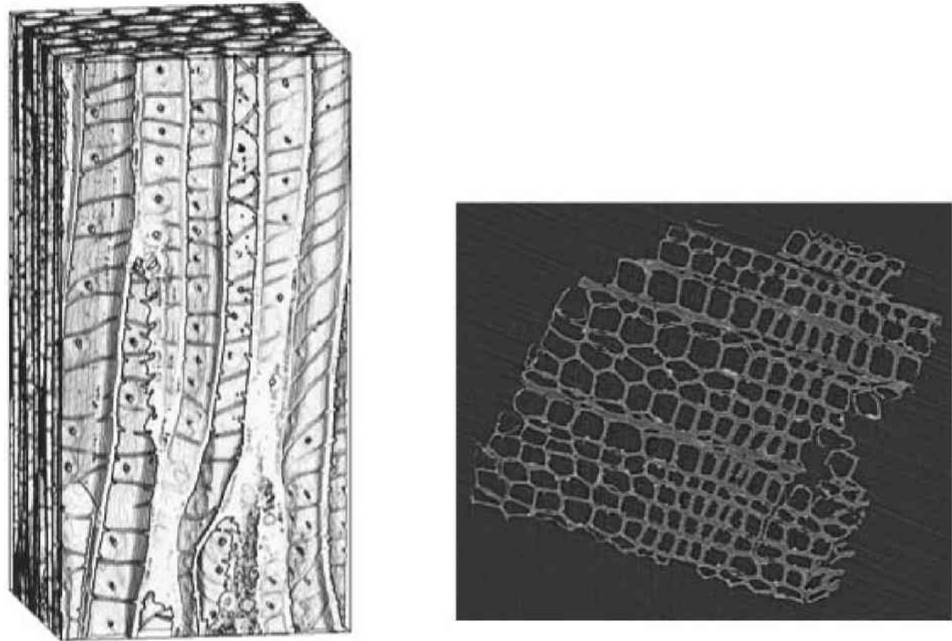


図 7 イチイ (*Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc.) の 3D 像と CT 断層像。S らせんと、Z らせんが混在する。断層像を順に動画観察することでらせんの方向を知ることが出来る。Z らせんの仮道管の分布を R で示した。

5. 朝鮮半島由来のお面

朝鮮の仮面戯文化を代表する河回別神クッ面戯に用いられる河回面（ハフェ面：残存する最古の面は韓国の国宝 121 号に指定されている）に関連する成果を紹介する。役柄ごとに特徴のあるお面の中で、失われたひとつとされていたピョルチェ面と思しき古面が熊本県八代市で見つかった。2007 年、博物館学芸研究員の鳥津亮二氏がその 2 年前から小西行長関連の展示会を計画して、資料を探していたところ「北松江村の農民の家に文禄・慶長の役の折に朝鮮から持ち帰った仮面が伝来している」という 18 世紀の地域資料（国土誌）「肥後（熊本）国史」の記録を発見した。同氏はその後、同僚の学芸員から「10 年くらい前に、どこかのある家族の家で、小西行長の朝鮮出兵に参陣し、祖先が朝鮮から持ち帰ったとする仮面を見たことがある」という話を耳にして、その家を訪問したところ、実物を確認した。



図8 京都新聞(2007年)より

当初、秀吉の朝鮮出兵の際に河回面が持ち帰られたのではないかと、しかも現存するならば最古の面であるということで両国から注目された(図8)。年代的には現在国宝指定となっている河回面より古いものになるので、特に韓国メディアには大きく取り上げられた。

古面は全体的に虫による劣化が厳しく脆いほか、右顎株に大きく破損している部位があり、古面を持ち上げる際に劣化した破片が落下する事があった。博物館に展示するにあたって、保存修理が行われる事になり、それに際して不可避に生じた遊離片の提供を受けて、放射光CT実験に供した。

河回面は伝統的にハンノキ (*Alnus japonica*) で作成されるので、樹種鑑定は真偽を決定する重要な実験であったが、図9に示したとおり結果からはヤナギ属(*Salix* sp.)と推定された。したがって、失われた河回面の一つではないというのが現時点での認識である。しかし依然として朝鮮半島由来の最も古いお面のひとつであると可能性がある^{5,6)}。

6. 黄腸木について

黄腸木(ファンジャンボク)は国によって樹種が異なる。朝鮮半島では幹が通直な良材のアカマツ(*Pinus densiflora* for *erecta*)を意味し、王宮などの建築物に重用された重要な木材である(図10)。名の謂れは心材が黄色いことによる。中国においても黄腸木は、棺材として利用されていたが、樹種は松ではなくある種のヒノキ科の木であることが知られている。一方日本ではカヤや水に強いコウヤマキが使われてきた。飛鳥・奈良期の日本において、一木彫(一本の木から仏像をつくったもの)をみると、6-7世紀にはジャクダンの代替としてカヤが使われた。その理由は、芳香と難腐朽性という材と

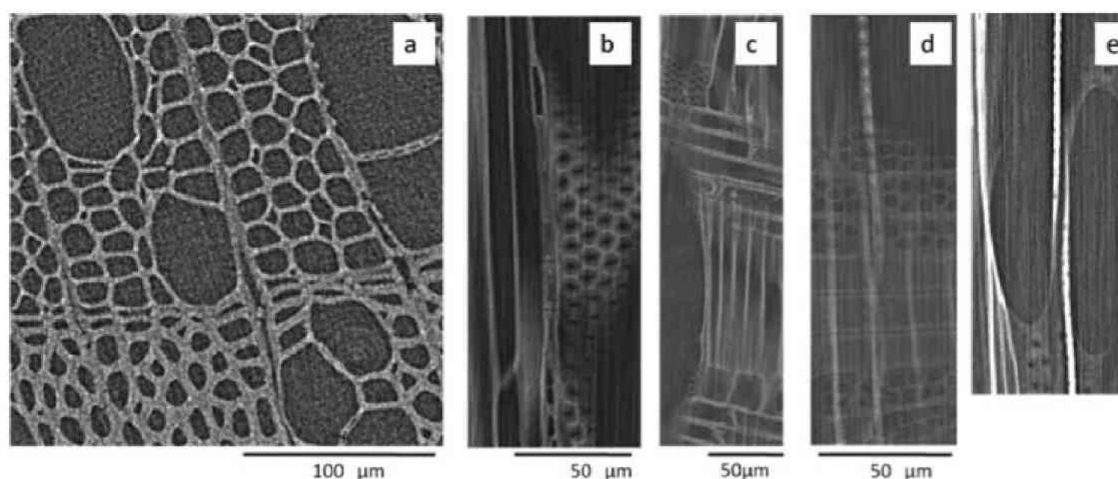


図9 放射光X線CTを用いて撮影した熊本県八代市の木製古面の微小片の木口面(a)、深さ方向の奥行きをだすために連続する断層像を平均化して光学顕微鏡像と比較できるようにした板目面(b)、柃目面(c,d)および単穿孔(e)⁶⁾。

しての特徴によるとされているが、大切な人々、死者を永遠に守る箱物に黄色のものを用いるという文化的な共通点があることも示唆されている。

日本の歴史が始まる6世紀頃、朝鮮半島から渡来した秦氏は、京都の太秦に広隆寺を建て、そこに弥勒菩薩を祀る。ソウル国立博物館所蔵の弥勒菩薩半跏像とそっくり同じのこの仏像は、朝鮮半島から伝来したとされるが、日本の国宝級仏像では唯一アカマツで作成された貴重な彫刻である。この材質が黄腸木であれば、誰が、いつ、どこから仏像をもたらしたか、歴史書にかかれていない証拠となるかもしれない。

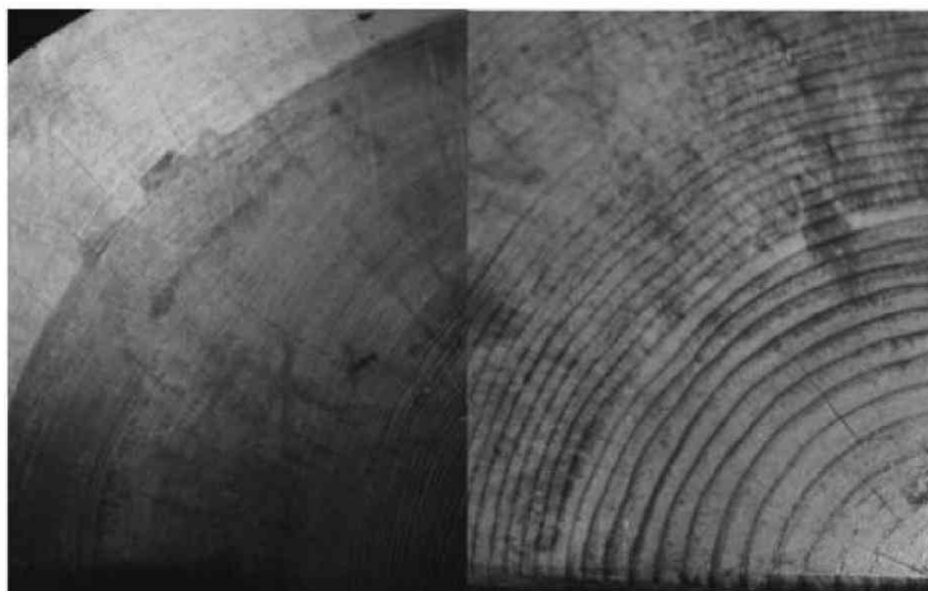


図10 ファンジャンボク(左)と一般的なアカマツ(右)の木口面の違い(実寸)。
(江原大学校 金南勲教授提供)

7. おわりに

カヤを木彫像に用いたという古代の用材観⁷⁻⁹⁾に関する新しい発見に代表されるように、樹種識別は、歴史学、考古学などとの文理融合研究には欠くことのできない重要な手法となっている。放射光CTによる樹種識別^{5,6)}は始まったばかりであるが、国宝等十分なサンプルが得られない場合には有効な手段であり、記録した3次元データを共同利用できるデータベースとして管理できれば、貴重な資料となろう。

また、木材は長い年月にわたって、その時代の大気と水分を原料として形成されてきたものであるから、単なる構造体というだけでなく古環境の情報が集積されている。この分野における科学技術は急速に進歩しているので、文化財木製品や古建築用材から、産地同定や自然環境の復元も近い将来可能となるであろう。

参考文献

- 1) 水野寿弥子、杉山淳司 2011 重要文化財知恩院集會堂における建築用材の樹種識別調査、建築史学、56, 124-136
- 2) IAWA Committee 2004 IAWA list of microscopic features for softwood identification (H.G. Richter, D. Grosser, I. Heinz, P.E. Gasson eds.), IAWA J. 25(1), 1-70 (海青社より邦訳版)
- 3) IAWA Committee 1989 IAWA list of microscopic features for hardwood identification (E.A. Wheeler, P. Bass, P.E. Gasson eds.), IAWA Bull. n.s.10(3), 219-332 (海青社より邦訳版)
- 4) 木製文化財の樹種識別 SPing8, 播磨, 課題番号 2007B15444 (代表杉山淳司)
- 5) Mizuno, S., R. Torizu, J. Sugiyama 2010, Wood identification of a wooden mask using synchrotron X-ray microtomography, J. Archeol. Sci., 37, 2842-2845.
- 6) 水野寿弥子、高瀬克彦、杉山淳司 2011 シンクロトロン放射光 X 線トモグラフィーを用いた木質文化財の樹種識別、考古学と自然科学, 62, 85-95
- 7) 金子啓明、岩佐光晴、能城修一、藤井智之 1998 日本古代における木彫像の樹種と用材観 七～八世紀を中心に、MUSEUM, No.555, 3-54
- 8) 金子啓明、岩佐光晴、能城修一、藤井智之 2003 日本古代における木彫像の樹種と用材観 II 八～九世紀を中心に、MUSEUM, No.583, 5-45
- 9) 金子啓明、岩佐光晴、能城修一、藤井智之 2010 日本古代における木彫像の樹種と用材観 III 八～九世紀を中心に (補遺)、MUSEUM, No.625, 61-78