

黒笹古窯跡出土木材の材質

米延仁志¹、木方洋二²、池田晃子³

¹ 名古屋大学農学部

現在 鳴門教育大学 学校教育学部 〒 772 鳴門市鳴門町高島

² 元名古屋大学農学部 〒 464-01 名古屋市千種区不老町

³ 名古屋大学年代測定資料研究センター 〒 464-01 名古屋市千種区不老町

1 はじめに

わが国における木質材料の利用は、きわめて広く、かつ世界的に見ても古くからの歴史を持つ。近代以降、金属、プラスチックなどの非木質材料が木材に取って変わることが多くなったが、それ以前は、建築物、仏像、食器、農具から薪炭・燃材利用まで、多岐にわたって人間生活を支えてきた。また、“木材ノ工藝的利用”(1912)などの大部の著書が成されているように、地方ごとに様々な樹種に対してその用途、処理方法が細密に決まっており、きわめて多様かつ一意的な材質の選択がなされていることが、わが国の伝統的な木材利用の大きな特徴である。

本研究では、黒笹古窯跡出土木材および針葉等の植物遺体を採取、樹種同定を行い、比重、平衡含水率、出土時の含水率を測定し出土木の材質について検討した。さらに名古屋大学年代測定資料研究センターのタンデム加速質量分析計を用いて出土木の¹⁴C年代を測定し、遺跡の建造年代を推定した。

2 調査遺跡の概要

黒笹古窯跡は、愛知県西加茂郡三好町にあり、付近に中世以降の古窯群が多数存在する。周囲の遺跡からは9~11世紀と推定されている陶器が多数出土している。また試料木は、窯の最下部、すなわち焚き出し口に当たる部分に、丸太、二葉松の針葉、枝が出土した。丸太は、内樹皮がついているものが多く、辺材、髄ともよく保存されていた。部分的に炭化したものも散見されたことから、燃材として用いられたと考えられる。枝については出土状況から、窯の構造保持材として用いられたと推定されている。

3 実験方法

3.1 光学顕微鏡による観察

試料を7.0×7.0×20.0mm (L,T,R)程度の大きさにノミおよびマイクロームナイフを用いて割裂し、樹種同定用試料に供した。

3.1.1 包埋

試料はかなり劣化し、崩れやすくなっているためそのままの状態では切片を作製できない。本研究ではメタクリル酸エステル樹脂による包埋を行った。方法は以下の通り。

1. メタクリル酸ブチルとメタクリル酸メチルとを容積比10:1で混合した(以下、単量体)。
2. 試料を35%, 50%, 70%, 95%, 100%エタノールに順次15分浸し、脱水した。

3. 脱水の終わった試料を 100%エタノール、単量体等量混合液に 1 時間浸透させた。
4. 単量体を 1 時間毎に 2 回替え、試料に浸透させた。さらに一昼夜これを行ない完全を期した。
5. 単量体に触媒 (AIBN) をいれ充分溶かし、カプセル内にこれと試料を封入した。空気が触れないように蓋をかぶせ、室温で約 2 日間放置し重合させた。

3.1.2 プレパラートの作成

滑走式マイクロトームを用いて試料から 10~30 μm の厚さで切片を採取した。刃は S22 TYPE および S35 TYPE を使用した。切片を浮かべたシャーレの水を 5 分毎に 2 回換えて細かいゴミを除いた。切片にサフランインを滴下し、一晚置き、木化した部分を赤色に染色した。水洗の後、ファーストグリーンを滴下し、1 時間放置して木化していない部分を緑色に染色し水洗した。スライドガラスの上に切片をのせ、グリセリン-ゼラチンを滴下し、気泡が中に残らないようにカバーガラスをかぶせた。3 日間放置した後、はみ出したグリセリンおよびゼラチンを削り、熱水で拭き取った後、カバーガラスのまわりをマニキュアで仕上げた。

3.1.3 木材組織の観察

作成したプレパラートを Nikon 光学顕微鏡を用いて観察した。接眼レンズおよび対物レンズの倍率を主に木口は 10 \times 2.5 および 10 \times 4 倍、まさ目は 10 \times 20 倍、板目は 10 \times 10 倍で木材組織を観察し、これらの特徴を記録した。

3.2 比重、平衡含水率、生材含水率の測定

試料木片をノミで小片に分割し、定法により比重、平衡含水率、生材含水率を測定した ([実験書], 1994)。ただし本研究では、試料の劣化を考慮し、比較的穏やかな条件での乾燥を行った。すなわち、試料を 60 $^{\circ}\text{C}$ に調節した乾燥器中に 48 時間放置し、全乾とした。

3.3 ^{14}C 年代測定

^{14}C 年代測定には KG92-4 を用いた。出土木の最外 1 年輪を ^{14}C 年代測定用試料として採取し、定法により前処理を行なった。タンデトロンを用いて得られた ^{14}C 年代については、OxCal ver. 2.17 (Stuiver and Kra eds, 1986) を用いて、年輪年代法による補正を行い CalAD をもとめた。

4 結果と考察

4.1 光学顕微鏡による観察

光学顕微鏡による観察の結果、試料はすべてマツ属二葉松類 (*Pinus sp.*, *Diploxyylon*) と同定した。また同時に出土した針葉については、葉身長、断面の樹脂道の形態からアカマツ (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.) と思われる。これらが出土木と同じ個体と考えると、出土木の樹種もアカマツである。以下に木材組織学的特徴を記した。

1. KG91-1~4, 13; KG92-4, 7, 9; KG88-10

- 木口: 早・晩材の移行が急で晩材幅が広い。細胞間隙は垂直樹脂道。エピセリウム細胞は薄壁。樹脂道は大型でチロソイドを含む。
- まさ目: 放射組織に有縁壁孔がみられ、放射仮道管がある。その内壁には、細胞内腔に向かって鋸歯状突起がある。放射柔組織の分野壁孔は窓状壁孔。
- 板目: 紡錘形の細胞は水平樹脂道を含んだ放射組織。

その他の特徴を以下に記した。

1. KG91-1~4, 13; KG92-4, 7, 9 : 板目
腐朽菌が多数みられる。
2. KG91-1~4, 13; KG92-4, 7, 9; KG88-10 : 板目 水平樹脂道を含んだ放射組織の細胞壁が破壊されている。
3. KG91-1~4, 13; KG92-4, 7, 9; KG88-10 : 木口 垂直樹脂道の細胞壁が破壊されている。

4.2 出土木の材質

試料9個体 (KG-1~4, 13; KG92-4, 7, 9; KG88-10) について比重を測定した結果、これらの平均値は0.324、標準偏差は0.101となった。健全材ではアカマツの気乾比重は0.37-0.50-0.62とされており平均値で比べると比重は約35%低下している。KG91-2, 13 および KG92-9 は他の試料と比べ比重が大きかった (0.377-0.483)。これらはいずれも含水率が低く、現生木のそれと近い値を示した。このことからこれらの試料は腐朽菌による腐朽があまり進行せず、保存状態が比較的良好だったと考えられる。また、試料はほぼ飽水状態で保存されていたため、外観的形狀が崩れることなく残存していたが、飽水状態の試料を全乾にする際、かなり変形し体積の減少も現生木のそれよりも大きかった。これは材が土壤中に埋もれたときに菌糸が土壤から木材中へ侵入し、腐朽菌が木材成分の分解を行なったための劣化によるものと考えられる。この結果と調和的に生材含水率は1000%を超える値を示した。また平衡含水率は6.2-7.8%の値を示し、セルロースの結晶化度の上昇による、水分吸着点の減少を示唆した。樹木のセルロースは材形成後数100~1000年のオーダーで、その結晶化度が漸増することを考えると、後述の¹⁴C年代から見て妥当な値である。

Table 1: Specific gravities of excavated logs

Sample ID	Specific gravity	
	green condition	Oven-dried condition
KG91-1	0.239	0.162
KG91-2	0.433	0.340
KG91-3	0.314	0.266
KG91-4	0.244	0.221
KG91-13	0.377	0.351
KG92-4	0.371	0.251
KG92-7	0.167	0.087
KG92-9	0.483	0.432
KG88-10	0.288	0.157
Mean	0.324	0.252
SD	0.101	0.109
Modern	0.499	0.464

4.3 ¹⁴C年代

試料の年代を Table 2 に示した。¹⁴C年代は953±48 yBP、年輪年代補正を行った結果は有意水準95%で990-1190 ADとなった。

測定値は試料採取部位の木部の年代を示しており、一般的に以下の理由によって遺跡の年代より古い値を示すことが考えられる。

Table 2: ^{14}C date of the excavated logs

Sample ID	^{14}C date (yBP)	CalAD (AD)	emarks R
KG91-4	953±48	1020-1160	1σ confidence
		990-1190	2σ confidence

1. 埋没後の腐朽による辺材部の損失
2. 古材の利用・転用

本試料には内樹皮の残存が認められており、保存状態が非常に良好である。また枝は簡単に切除されたのみで、その付け根部分が残っている。このため上記1による遺跡と試料との年代のギャップは起こり得ない。本試料の年代はそれが伐採された年を示している。また寺社等の建築部材については2が行われるが、本試料はその類のものではないことは明らかである。古窯建造中あるいはその後何らかの用途で使用されたことを加味すると、古窯の建造年代は試料のそれとほぼ同時期あるいは若干古い可能性が高い。

参考文献

- 農商務省山林局 (編). 木材ノ工藝的利用, 1912, 1308+24p.
 [実験書] 名古屋大学農学部林産学科 (編). 林産学実験書, 1994.
 Greguss P. Identification of living gymnosperms on the basis of xylogotomy, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1955, 163+350p.
 Stuiver M. and R. S. Kra (eds.). *Radiocarbon*, 28(2B), 1986, 805-103.
 Yonenobu H., K. Mitsui, and Y. Kikata. Radiocarbon Dating of the Rotten Wood Materials, *Bull. Nagoya Univ. Furukawa Museum*, 9, 1993, 91-96.
 Yonenobu H., S. Yamada, and Y. Kikata. Wood Identification and Radiocarbon Dates of Excavated Logs, *Bull. Nagoya Univ. Furukawa Museum*, 9, 1993, 97-106.
 Yonenobu H., Y. Kikata, F. Morishita, Y. Hattori, and S. N. Marsoem. ^{14}C Concentrations in Tree Stems II, *Mokuzai Gakkaishi*, 1994, 40(6), 627-630.

PERSPECTIVES OF ANTIQUE LOGS EXCAVATED FROM OLD KUROZASA KILN

Hitoshi YONENOBU¹, Yoji KIKATA², and Akiko IKEDA³

¹ School of Agricultural Sciences, Nagoya University,

present address: College of Education, Naruto University of Education, Naruto 772, Japan.

² Professor Emeritus, Nagoya University, Nagoya 464-01, Japan.

³ Dating and Materials Research Center, Nagoya University, Nagoya 464-01, Japan.

Abstract

Antique logs and pine needles were collected from Old Kurozasa Kiln, Aichi Prefecture, Japan to identify their tree species and reveal some basic wood properties such as equilibrium moisture contents (EMC), specific gravities which give informations on change in crystallinity and decay of xylem, respectively. AMS ¹⁴C date of the logs was also measured with Tandetron accelerator mass spectrometer at Dating and Materials Research Center, Nagoya University. In consequence, species of the all samples collected are Genus *Pinus* Diploxyton, possibly species *densiflora* estimated from co-excavated pine needles. Specific gravities of logs were ca. 35% smaller than those of modern samples of the same species. This suggests the decay of xylem by wood-rotting fungi. EMCs also showed rather smaller value than those of modern samples. The results shows the decrease of crystallinity of tree cellulose by age effect in accordance with the ¹⁴C date. The ¹⁴C date of the log is 953±48, *i.e.* 990-1190 calAD in 95.4% significance, which is possibly almost equal to the age of the construction of the old kiln.

学会発表

米延仁志, 寺沢肇子, 横田岳人, 木方洋二. 画像解析による自動樹種判別システムの試作, 第11回日本産業技術教育学会四国支部, 鳴門教育大学, 1995年12月.

論文等

Yonenobu, H., F. Morishita, Y. Hattori, Y. Kikata, and S. N. Marsoem, Growth rates of tropical species as estimated from the ^{14}C concentration variations in tree stems, *Tree Rings from the Past to the Future*, Asian and Pacific Dendrochronology, 1995, 210-215.