

出土木製品に残る 劣化痕跡の解析（Ⅱ）

— 奈良県桜井市小立古墳出土「木製祭祀具」とその他の木製品について —

酒井 温子¹⁾・村上 薫史²⁾・橋本 輝彦²⁾・今津 節生³⁾

●キーワード：出土木材（waterlogged wood）、劣化（degradation）、祭祀具（object for religious service）

1. はじめに

古墳の周濠で発見される木製品の中には、祭祀具と考えられるものが含まれている。しかし、その用途については、不明な点が多く残されている。

第1報（酒井・今津・西藤：1997）では、奈良県橿原市四条1号墳（5世紀末、方墳）出土の木製祭祀具について、劣化痕跡から、長期間屋外に設置されていたものと、短期間だけ使用されたものとを考察した。

その後、2000年三重県松阪市宝塚1号墳（5世紀初頭、前方後円墳）から出土した船形埴輪には、その船上に太刀、威杖、石見および笠が立った状態で飾られており、祭祀具の設置状況の1例が明らかになった。

同じく2000年、奈良県桜井市で水田の下から5世紀後半の帆立貝式前方後円墳が発掘され、小立古墳と命名された。丘陵に囲まれた谷あいであり、土砂の流入により、自然に埋まったとみられている。この古墳の周濠からは、多数の木製祭祀具が発見された。また、墳丘上では、図1に示すように円筒埴輪と並んで加工木が土に立った状態で発見され、木製品の基部と考えられた。本来どのような形状の木製品であったかは不明であるが、この発見により、第1報の考察の一部、すなわち、「長期間

屋外で土に差し込んで立てられていた木製品があった」という推定は、より確かなものとなった。

今回は、小立古墳出土の木製品について、樹種の鑑定と劣化痕跡の観察を行い、古墳の周濠から出土する木製品の用途について、さらに考察を行った。

なお、本報の一部は、日本文化財科学会第18回大会（奈良市、2001年6月）で発表した。

2. 材料と方法

今回の検討には、試料として次を使用した。

- ①墳丘上で円筒埴輪と列を成して立っていた加工木のうちの4点
- ②周濠で発見された大型の木製品のうちの6点（石見型木製品2点、盾形、靱形、太刀形および有孔板状木製品各1点）（図2）
- ③周濠で発見された②以外の木製品あるいは加工木のうちの27点

出土遺物の詳細については、発掘調査概報を参照されたい（（財）桜井市文化財協会：2002）。

以上の試料の中で、①②については、樹種の鑑定と劣化痕跡の観察を行った。また、③については、小型で試片の採取が制限されるものや、木製品の表面の大半が焼

¹⁾ 奈良県森林技術センター 〒635-0133 奈良県高市郡高取町吉備1

²⁾ 桜井市教育委員会 〒633-0074 奈良県桜井市大字芝58番地の2

³⁾ 奈良県立橿原考古学研究所 〒634-0065 奈良県橿原市畝傍町1番地



図1 小立古墳 (A) と墳丘に立った状態で発見された加工木 (B 矢印)
 Fig. 1 Kodachi tomb (A) and a piece of an wooden object remained standing on the mound (B arrow).

けて焦げているもの、木製品の断片で本来の形状が不明のもの等は、劣化観察に不適と判断し、樹種の鑑定のみを行った。

観察用試片は、①については、発掘直後、墳丘上で加工木のもっとも上部から、②については、保存処理施設に搬入直後に木製品の2カ所から、③については②と同じ時期に任意の位置で1カ所から、一辺が約5mmの立方体で採取した。この際、破断面等を利用して、木製品を新たに傷つけないよう心がけた。次いで、カミソリ刃により木口面、まさ目面および板目面の切片を作成し、光学顕微鏡で観察を行った。

劣化痕跡の観察項目は、表1に示したとおりである。表1の詳細な解説については、第1報を参照されたい。ただし、②の試料の多くに焼けて焦げた形跡があり、目やせについては正確な情報が残っていない可能性があったため、今回は観察項目から除外した。

3. 結果と考察

3.1 墳丘上で発見された加工木の樹種と劣化痕跡

木口面、まさ目面および板目面の光学顕微鏡写真を図3に示す。木材組織の構成が、仮道管と放射柔細胞からなり、分野壁孔が窓状であることから、4点ともコウヤマキと同定された。コウヤマキは、日本産針葉樹材の中でもっとも耐朽性が高い樹種の1つである。

劣化痕跡については、加工木のもっとも上部において、まさ目面で、図4Aに示すように、細胞壁にバクテリアによる分解跡が観察された。バクテリアによる木材の分解は、酸素が欠乏する土壤中や水中で徐々に進行するため、出土木材の表層部にごく一般的に観察される。

また図4Bに示すように、まさ目面で直径が数 μm の菌糸も観察された。一般に木材内部で観察される直径が数 μm の菌糸には、担子菌に属し木材の細胞壁を分解する木材腐朽菌と、子囊菌や不完全菌等に属し木材を変色させるカビが該当する。いずれも生育するのに水と

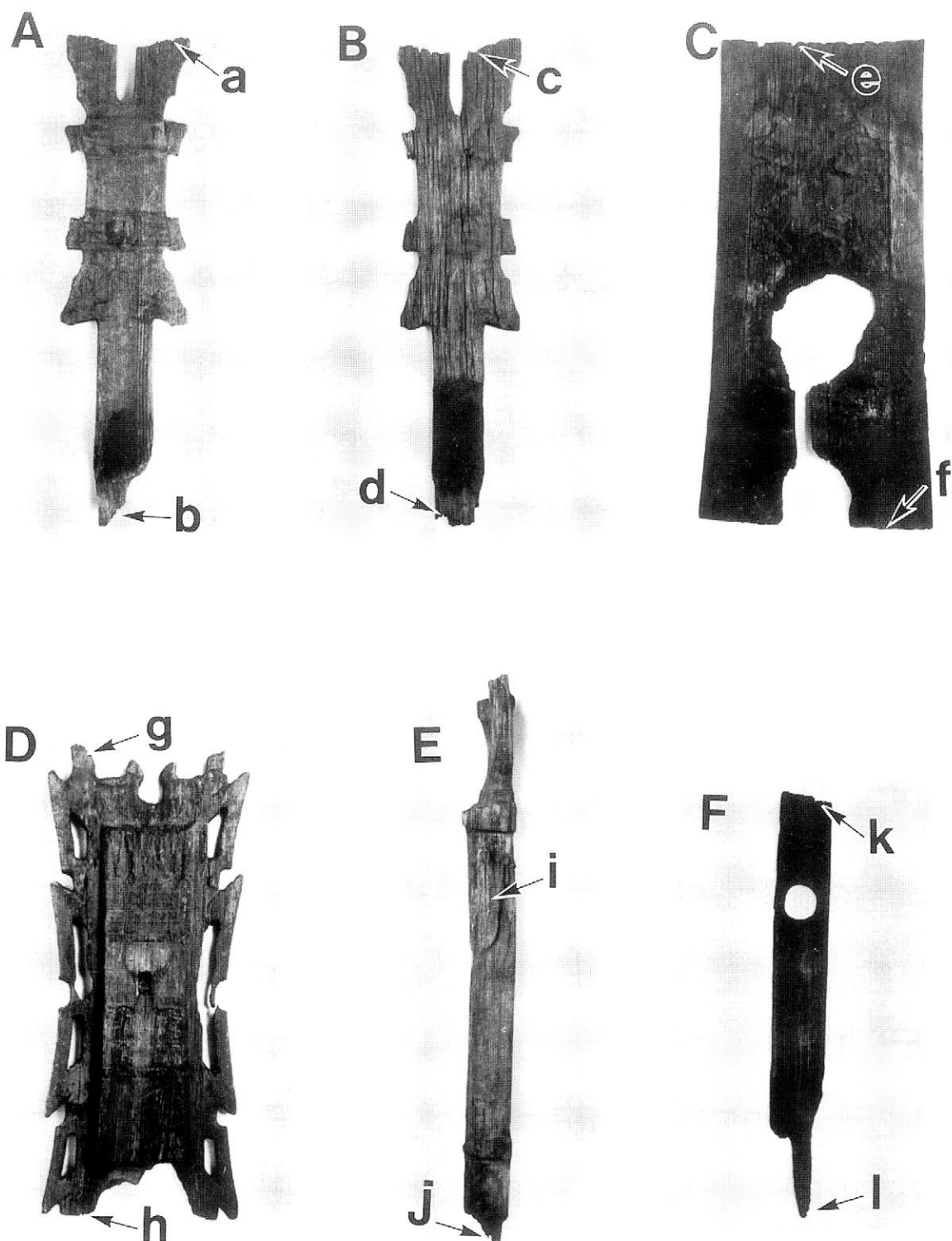


図2 周濠で発見された木製品のうちで、樹種と劣化痕跡の観察を行った祭祀具

- A：石見型木製品（全長 1.3m） B：石見型木製品（全長 1.3m）
 C：盾形木製品（全長 1.3m） D：鞆形木製品（全長 1.2m）
 E：太刀形木製品（全長 1.8m） F：有孔板状木製品（全長 1.0m）

Fig. 2 Six wooden objects found from the moat which were observed to decide the species and the cause of degradation.

- A : The object named "iwami". The height is 1.3 m.
 B : The object named "iwami". The height is 1.3 m.
 C : The object shaped like a shield. The height is 1.3 m.
 D : The object shaped like a bag that holds arrows. The height is 1.2 m.
 E : The object shaped like a long sword. The height is 1.8 m.
 F : The board with a hole. The height is 1.0 m.

表1 木材の劣化
Table 1 Degradation of wood

環 境 Environment	原 因 Cause	現象 Effect	劣 化 の 特 徴 Character of degradation	
			肉眼観察の場合 Visual observation	光学顕微鏡による観察の場合 Microscopic observation
日光と雨の当たる所 Exposed to sunshine and rain	紫外線+乾・湿（雨・晴れ）の繰り返し Irradiation of ultraviolet and repeating of rain and fine weather	目やせ Uneven surface	木材表面の凹凸 Uneven surface	早材部の細胞の落ち込み Collapse of cell walls of early wood
水と酸素が十分にある所 Existing of enough water and oxygen	カビ（不完全菌など） Mildew	変色 Discoloration	変色 Discoloration	菌糸 Hypae
	木材腐朽菌（担子菌） Fungi	腐朽 Decay	脆弱、へこみ Tenderness, depression	菌糸、および細胞壁に菌糸による穴や浸食跡 Hypae, and hole or erosion by hypae in cell walls
	虫（シロアリ、キクイムシなど） Insect (termite etc.)	穴 Hole	直径1mm以上の穴 Hole of more than 1mm in diameter	直径1mm以上の穴 Hole of more than 1mm in diameter
水が多く酸素がやや少ない所 Existing of enough water and a little oxygen	軟腐朽菌 Soft rot fungi	腐朽 Decay	脆弱、へこみ Tenderness, depression	細胞壁にセルロースミクロフィブリルに沿った斜めの穴 Cavities along microfibril in cell walls
水が多く酸素がかなり少ない所 Existing of enough water and little oxygen	バクテリア Bacteria	腐朽 Decay	脆弱、へこみ Tenderness, depression	細胞壁に微細なトンネルや浸食跡 Small tunnel or erosion in cell walls

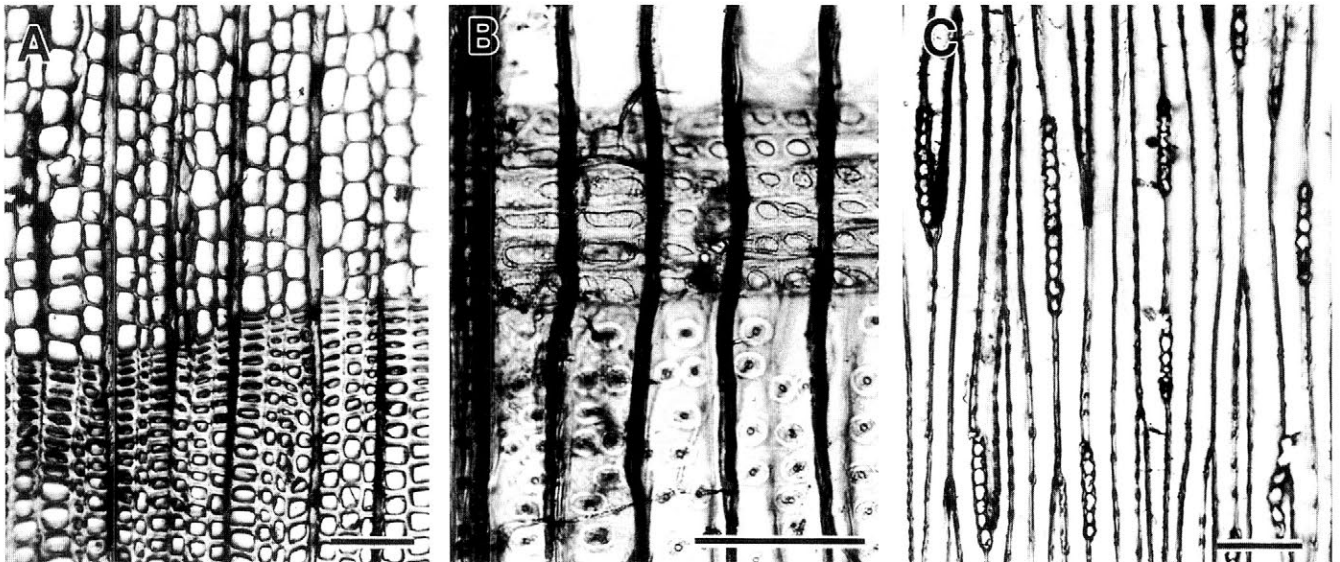


図3 墳丘に立った状態で発見された加工木の光学顕微鏡写真

A : 木口面 B : まき目面 C : 板目面

Fig. 3 Micrographs of three dimensional sections of a piece of an wooden object remained standing on the mound.

A : Cross section B : Radial section C : Tangential section

Bars : 100 μ m

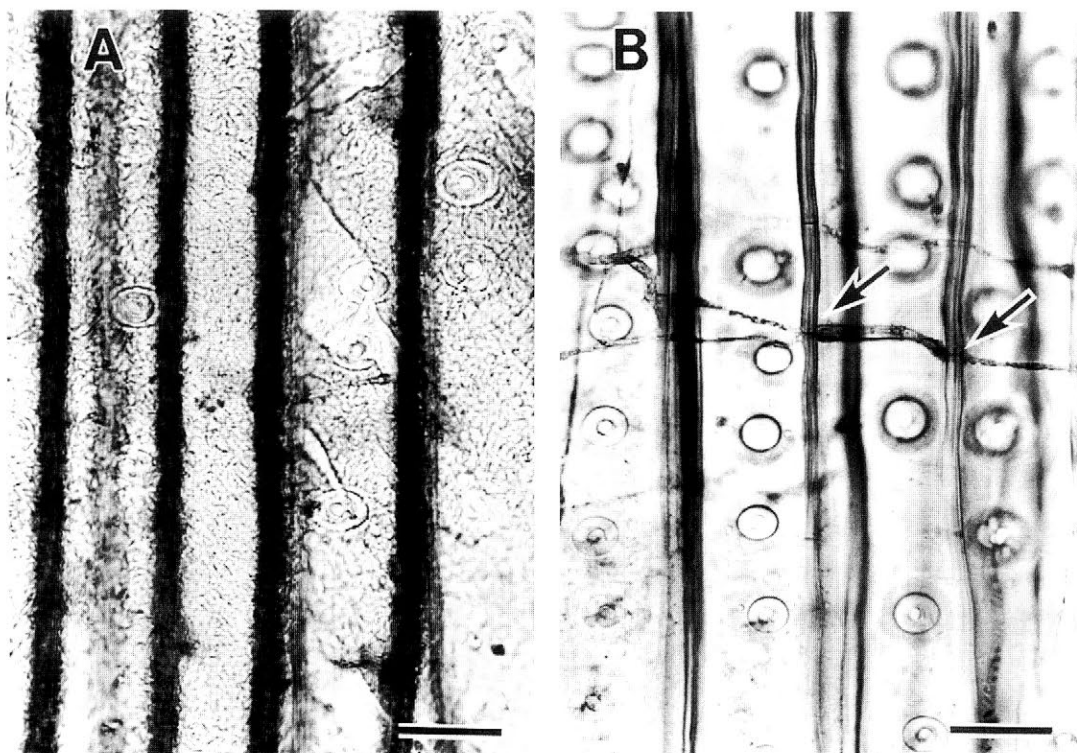


図4 墳丘に立った状態で発見された加工木に観察された劣化痕跡

A : バクテリアによる細胞壁の分解跡 B : 木材腐朽菌もしくはカビの菌糸

Fig. 4 Micrographs of degradation observed at a piece of an wooden object remained standing on the mound.

A : Degradation traces by bacteria B : Hyphae of fungi or mildew

Bars : 25 μ m

表2 墳丘上で発見された加工木の樹種と劣化痕跡

Table 2 Species and degradation of pieces of wooden objects remained stranding on the mound showed at Fig. 1B.

	木製品 Wooden Object	樹種 Species	観察位置 Point of Observation	光学顕微鏡による観察結果 ¹⁾ Results of Observation Using an Ordinary Microscope		
				バクテリアによる分解跡 Degradation by Bacteria	軟腐朽菌による分解跡 Degradation by Soft Rot Fungi	木材腐朽菌あるいはカビの菌糸 Hyphae of Fungi or Mildew
1	墳丘上の加工木 The piece of the wooden object found on the mound	コウヤマキ ²⁾ Kouyamaki wood	上部 The top of the piece	○		○
2	〃	〃	〃	○		○
3	〃	〃	〃	○		○
4	〃	〃	〃	○		○

1) ○印は、顕著に観察されたことを示す。Mark ○ means that the character was observed remarkably.

2) *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc.

酸素を必要とする。観察された菌糸は、細胞内腔を繊維方向に走行しているだけでなく、壁孔を通して、あるいは、細胞壁に孔を開けて隣の細胞に侵入しているもの（図4Bの矢印）もあった。一部の菌糸にはクランプが観察され、木材腐朽菌と同定できたが、多くの菌糸には収縮等の劣化が生じており、両者を区別して取り扱うこ

とができなかった。

発掘時、この加工木の周囲の土は、青灰色を呈していた。青灰色の土壌は、嫌気状態で酸素が欠乏していることを示している（酒井・今津・仁王：1994）。この中では、一部のバクテリアは活動することができるが、木材腐朽菌やカビは活動できない。したがって、この加工木

は、墳丘上で、地際か、もしくは浅い地中に位置し、木材腐朽菌による劣化で地上部分と分離し、その後埋没して、バクテリアによる分解を受けたと推定された。

以上の特徴は、加工木4点に共通していた。

3.2 周濠で発見された大型の木製品の樹種と劣化痕跡

図2に示した6点については、樹種鑑定の結果、3.1で説明した加工木と同じく、いずれもコウヤマキと同定された。

また、各木製品についてそれぞれ2カ所で光学顕微鏡による観察を行ったところ、たとえば図5に盾形木製品の場合を示したように、eの位置では菌糸が見られないが、fでは菌糸が多数確認された。このような観察位置による特徴を、細胞壁のバクテリアによる分解跡、軟腐朽菌による分解跡、および菌糸に注目して、表3にまとめた。さらに、軟腐朽菌による分解跡あるいは菌糸が多数観察される位置は、これらの微生物の活動に適した状態、すなわち、木材の含水率が繊維飽和点（約30%）以上でかつ酸素が存在する時期が長期間継続していたことを意味するので、土に浅く埋め込まれていたか、もし

くは地際で土と接触していた可能性が高いと判断して、木製品の設置状況を推定した。

この6点の中で、盾形木製品と靱形木製品については、劣化痕跡からfとhの位置が下側で土に接していたと推定された。一方、この推定は、他の情報に基づく設置状況の推定、たとえば、靱形木製品の中央に開けられた支柱のほぞ孔の傾き、靱形木製品に彫刻された矢の模様、盾形木製品の過去の出土例の形状（上辺よりも下辺が長い）から推定される設置状況といずれも一致した。

太刀形木製品は、劣化痕跡から、刃先を土に差し込んだ状態で立てられていたと推定されたが、この推定は、三重県松阪市宝塚1号墳出土の船形埴輪上の太刀と、設置状況が同じであった。

また、有孔板状木製品は、1の部位で軟腐朽菌による分解跡（図6）が確認されたことから、その部位を下にして土に差し込まれていたと推定された。丸い穴には、発掘当時、長さ約2mの円柱の棒が差し込まれていたことから、たとえば、柵のような用途が考えられる。

石見型木製品2点からは、もっとも下部のbとdで、

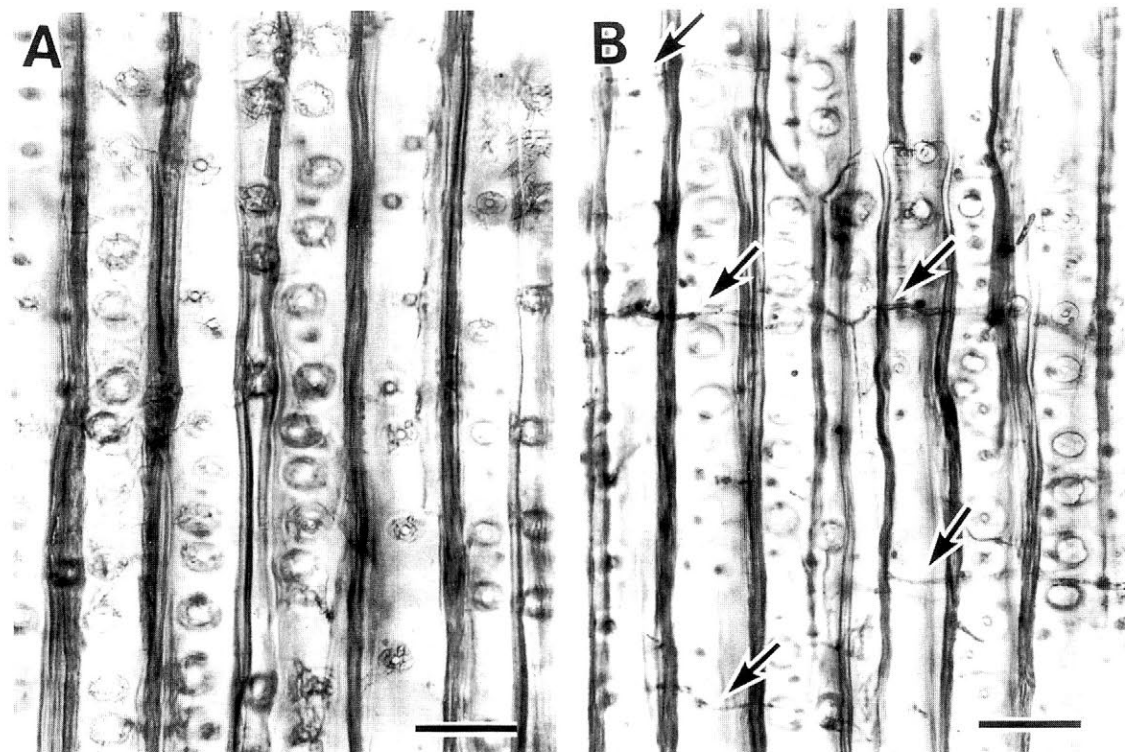


図5 盾形木製品に観察された劣化痕跡

A：図2におけるeの位置，B：図2におけるfの位置

Fig. 5 Micrographs of degradation observed at the object shaped like a shield.

A：Micrograph at point e in fig.2. No Hyphae were observed,

B：Micrograph at point f in fig.2. A lot of Hyphae were observed.

Bars：50 μ m

表3 周濠で発見された大型の木製品の樹種と劣化痕跡

Table 3 Species and degradation of big wooden objects found from the moat.

	木製品 Wooden Object	樹種 Species	観察位置 Point of Observation	光学顕微鏡による観察結果 ²⁾ Results of Observation Using an Ordinary Microscope			備考 Notes
				バクテリアによる分解跡 Degradation by Bacteria	軟腐朽菌による分解跡 Degradation by Soft Rot Fungi	木材腐朽菌あるいはカビの菌糸 Hyphae of Fungi or Mildew	
1	石見型木製品 The object named "iwami"	コウヤマキ ³⁾ Kouyamaki wood	a	○			
			b	○		○	bは土に接触 Point b had contacted with the soil.
2	"	"	c	○			
			d	○		○	dは土に接触 Point d had contacted with the soil.
3	盾形木製品 The object shaped like a shield	"	e	○			
			f	○		○	fは土に接触 Point f had contacted with the soil.
4	鞆形木製品 The object shaped like a bag that holds arrows	"	g	○			
			h	○		○	hは土に接触 Point h had contacted with the soil.
5	太刀形木製品 The object shaped like a long sword.	"	i	○			
			j	○		○	jは土に接触 Point j had contacted with the soil.
6	有孔板状木製品 The board with a hole.	"	k	○			
			l	○	○	○	lは土に接触 Point l had contacted with the soil.

1) 観察位置 a～l は図2を参照。Points a～l are showed at Fig. 2.

2) ○印は、顕著に観察されたことを示す。Mark ○ means that the character was observed remarkably.

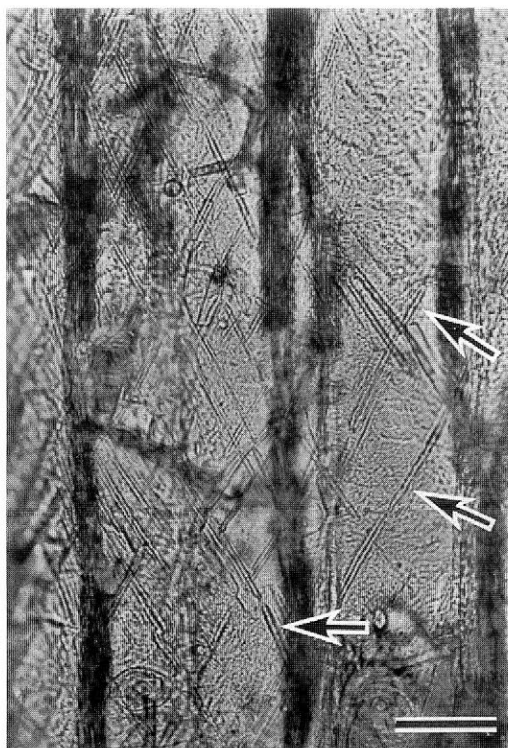
3) *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc.

図6 有孔板状木製品のlの位置で観察された軟腐朽菌による分解痕跡

Fig. 6 Micrograph of degradation traces by soft rot fungi observed at point l of the board with a hole.

Bar : 25 μm

菌糸が多数観察され、この部分を土に差し込んで立てられていたと推定された。石見型木製品は、墳丘上に残されていた加工木（図1B）と大きさや木取りの点で類似していることや、墳丘を囲うように周濠内で13点も発見されたことから、加工木の地上部分であった可能性がある。ただし、石見型木製品の下部と墳丘上の加工木の上部はいずれも劣化が著しく、両者の接合箇所は確認できなかった。

以上の6点の木製品には、全ての観察位置でバクテリアによる分解跡も観察された。周濠の中に落ちてから発掘されるまでの間に、バクテリアによる攻撃を受けたと考えられる。

なお、第1報で報告した四条1号墳出土の木製祭祀具の多くには、軟腐朽菌による分解跡が観察され、この分解跡が祭祀具として使用されていた時期に土に埋められていた部位を特定する根拠となった。しかし、今回、小立古墳出土の木製祭祀具には軟腐朽菌による分解跡は1の位置でしか観察されず、一方、上述したようにいくつかの位置で菌糸が観察された。軟腐朽菌は、酸素要求度が低く、水が多く酸素がやや少ない土壌でも活動できるが、木材腐朽菌やカビは、酸素要求度が高いために、水と酸素が両方とも十分に必要である。したがって、木製品が同じように土に接していても、水はけの良否で活動する微生物が異なるので、「木製品が土に接していたか

どうか」の判定に際しては、今後も、軟腐朽菌による分解跡と菌糸の両方に注目する必要がある。

3.3 周濠で発見されたその他の木製品および加工木の樹種

表4に示すように、様々な樹種が確認された。

古代より日本では木材は適材適所で利用されてきたことが、多くの研究で明らかになっている（たとえば、島地・伊東：1988）。ミズメで作られた弓や、サカキで作られた手斧の柄は、その良い例といえるが、古墳の周濠で発見されたこれらの木製品が、実用的なものであったかどうかは明らかではない。

また、今日までの古墳の周濠からの出土例と樹種の関係（奈良県立橿原考古学研究所附属博物館：2000）から推定すると、コウヤマキで作られた板状木製品（図7）等は、墳丘上に長期間置かれた木製祭祀具の一部であった可能性がある。ヒノキ科で作られた格子状木製品（図8）、礎盤状木製品、槽形木製品等については、四条1号墳出土の櫛形木製品等もヒノキ科であったことから、儀式など短期間の使用の木製祭祀具であった可能性も否定できない。

一方、巨大な柱状木製品はクスノキであったが、クスノキは香木で耐朽性も高い。また、ユズリハは、『枕草子』に「亡くなった人の霊に供える食物の下に敷く」という記述があり、また、古くから「親から子に譲る」と

表4 周濠で発見されたその他の木製品および加工木の樹種
Table 4 Species of wooden objects found from the moat except objects showed at Table 3

	木製品	樹種	備考
1	弓	カバノキ科	おそらくミズメ。桜皮で巻く。
2	手斧の柄	サカキ	
3	格子状木製品	ヒノキ科	
4	堀棒?	ヒノキ科	
5	礎盤状木製品	ヒノキ科	
6	槽形木製品	ヒノキ科	
7	"	"	著しく焦げている
8	"	"	
9	横槌形木製品	モミ	
10	笠形木製品?	コウヤマキ	
11	板状木製品	コウヤマキ	
12	"	"	
13	"	"	
14	"	"	
15	櫛形木製品	ユズリハ?	
16	柱状断片	"	
17	柱状木製品	アカガシ亜属	樹皮つき
18	柱状断片	"	
19	"	"	
20	柱状木製品	コウヤマキ	太い、節あり 太い、節あり 杭? 焦げている 細い 細い ほぞ加工あり、大きい 劣化が著しい 巨大
21	"	"	
22	"	"	
23	"	モミ	
24	"	モミ	
25	"	モミ	
26	"	ヒノキ科?	
27	"	クスノキ	

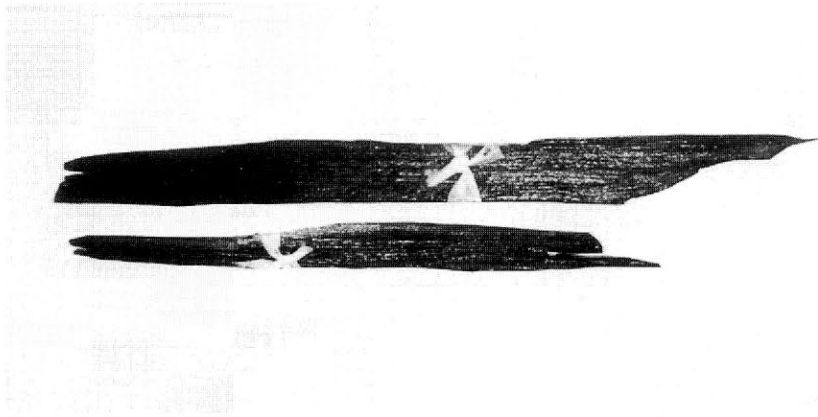


図7 板状木製品（全長 0.5m）

Fig.7 A piece of a board.

Note : The length is 0.5m.

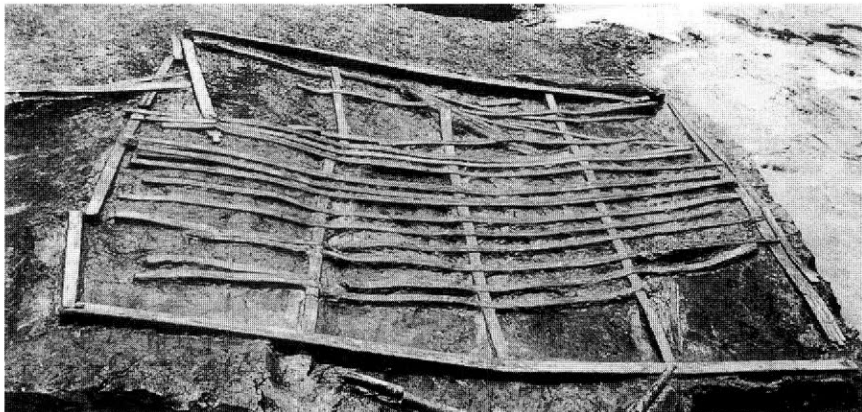


図8 格子状木製品（全長 1.9m×1.6m）

Fig. 8 The object made like a lattice.

Note : The length is 1.9m and the width is 1.6m.

いう意味を持つ木である。古代の人がこれらの樹種を意図的に利用して祭祀具を作った可能性もあり、今後も、古墳の周濠で出土する木製品の樹種や劣化痕跡の調査を継続することで、古墳時代の祭祀に関わるさらなる考察が可能になると思われる。

4. まとめ

第1報の四条1号墳出土の木製祭祀具5点に続いて、奈良県天理市上の山古墳出土の板状木製品（盾形木製品）1点（酒井：1996）、奈良県天理市小墓古墳、御墓山古墳、奈良県橿原市四条2および7号墳出土の木製品11点（酒井：2000）、さらに本報の小立古墳出土の加工木4点、祭祀具6点について、試片を採取し光学顕微鏡による劣化痕跡の観察を行ってきた。その結果、現在のところ、「針葉樹材」で「埋没条件や発掘後の保管条件が

よい、すなわち、それらの時期にバクテリア等による著しい劣化を受けていない」ならば、「光学顕微鏡による観察で好気的な木材腐朽菌もしくはカビの菌糸と軟腐朽菌による分解跡に注目」することで、「木製品として使用されていた時に土に接していたか否か」の判定が可能であった。また、肉眼による木製品の全体的な劣化状況の観察、腐朽による木材の損失量、日光と雨による目やせの発生等も考え合わせると、木製品の用途についてさらに詳しい考察が可能な場合もあった。

以上の検討で得られた劣化痕跡と樹種から、古墳から出土した木製祭祀具は5グループに分類することができた。a～cは耐朽性の高いコウヤマキ、dは様々な樹種が使用されていた。

a：木製品の下部が長期間土に埋め込まれて立てられていたと推定されるもの。小立古墳および四条1号

墳出土の石見型木製品などが該当する。

b：木製品の下部が長期間土に接した状態で立て掛けられていたと推定されるもの。小立古墳出土の盾形木製品および靱形木製品が該当する。

c：土に接せずに長期間屋外に置かれていたと推定されるもの。四条1号墳出土の傘形木製品、鳥形木製品などが該当する。これらは、たとえば支柱の上に差し込まれていたと考えられる。

d：短期間だけ使用されたと推定されるもの。たとえば儀式での使用が考えられる。四条1号墳出土の火切り臼や櫛形木製品、小立古墳出土の弓もこのグループに該当すると推定される。

e：用途不明のもの。ただし、今後、調査事例が増えれば、現在はeに属する木製品もa～dもしくは新たなグループに再分類できる可能性がある。

文 献

(財)桜井市文化財協会(2002)「磐余遺跡群発掘調査概報Ⅰ－小立古墳・八重ヶ谷古墳群の調査－」：3
－19

酒井温子・今津節生・西藤清秀(1997)出土木製品に残る劣化痕跡の解析(Ⅰ), 考古学と自然科学 35：
55－67

酒井温子・今津節生・仁王以智夫(1994)水浸出土木材の埋没環境, 考古学と自然科学 30：1－10

酒井温子(1996)上の山古墳出土板状木製品の樹種鑑定および劣化痕跡の観察,「中山大塚古墳」奈良県
教育委員会：269－271

酒井温子(2000)小墓古墳, 御墓山古墳, 四条2および7号墳出土の木製品について,「権威の象徴－古
墳時代の威儀具－2000年度 春季特別展」奈良県立橿原考古学研究所附属博物館：73

島地謙・伊東隆夫(1988)「日本の遺跡出土木製品総覧」雄山閣

奈良県立橿原考古学研究所附属博物館(2000)「権威の象徴－古墳時代の威儀具－2000年度 春季特別展」
奈良県立橿原考古学研究所附属博物館：70－73

(2004年10月4日受付, 2004年11月18日受理)

Analysis of Degradation Observed at Waterlogged Wooden Objects (Ⅱ)

The Uses of Wooden Objects Found from Kodachi Tomb

Haruko SAKAI¹⁾, Masafumi MURAKAMI²⁾, Teruhiko HASHIMOTO²⁾, and Setuo IMAZU³⁾

¹⁾ Nara Forest Research Institute, Kibi, Takatori-cho, Takaichi-gun, Nara 635-0133, Japan

²⁾ Sakurai City Center for Archaeological Operation, 58-2 Shiba, sakurai-shi, Nara 633-0074, Japan

³⁾ Kashihara Archaeological Institute, Unebi-cho, Kashihara-shi, Nara 634-0065, Japan

Following the previous report, waterlogged wooden objects were observed using an ordinary microscope. In this report, samples were objects found from Kodachi tomb showed at Fig. 1 A. They were showed at Fig. 1 B and 2, which were thought to be used for religious service. Attentions for observation were summarized in Table 1.

The results were summarized in Table 2 and 3.

The degradation traces by bacteria and a lot of Hyphae of fungi or mildew were observed at a piece of an wooden object remained standing on the mound. The micrographs are showed at Fig. 4.

The degradation traces by bacteria were observed at points a~l on six wooden objects found from the moat. A lot of Hyphae of fungi or mildew were also observed at points b, d, f, h, j and l on them. The micrographs are showed at Fig. 5. The degradation traces by soft rot fungi were found at point l, showed at Fig. 6.

Some kinds of bacteria do not need oxygen for growth. But soft rot fungi, fungi and mildew need water and oxygen for growth. The existence of these aerobic microorganisms means that there has been enough air and water in the part of the wood. The moisture content ought to be more than 30 %. Therefore, it is suggested that the part of the wooden object where these aerobic microorganisms had been active, had been contacted with the soil.

By these observations and suggestions, the ancient situations of the wooden objects on the mound were made clear.