

出土木製品の水中保管時の腐朽とその防止(I)

—基礎的な検討として、試験管で6ヵ月間保管した場合—

酒井温子¹⁾・今津節生²⁾

1. はじめに

遺跡で発掘される木製品は、長年の期間のうちに様々な劣化を受けており、また多湿な土壤に埋没していたために高含水率である。このため、出土木製品は空气中に放置すると乾燥により著しく収縮し、原形をとどめなくなるばかりか、発掘時の状態に戻すこともほとんど不可能となる。したがって、出土木製品は発掘後直ちに水中で保管され、実測図の作成や写真撮影が行われた後に保存処理が行われる。しかし、発掘から保存処理までの水中で保管される期間は、数カ月から数年であることが多く、その間に木材表面は微生物によって腐朽し、さらに脆弱となることが経験的に知られている。このため、水洗等により木材の表面層が容易に流れ落ち、木製品の表面に残る加工痕が不鮮明になるといった問題が生じている。

本報では、水中で保管された出土木材を、経時的に肉眼および走査電子顕微鏡により観察し、水中保管中の微生物の繁殖およびそれらによる細胞壁の劣化の進行を調べた。

さらに、化学的あるいは物理的手段により、この腐朽の防止あるいは軽減を試みた。化学的手段としては、保管時の水に水溶性の防腐剤を加えるという方法を採用した。この際、作業者の安全や使用後の水の廃棄等を考慮して低毒性のものをできるだけ低濃度で使用することを目標にした。また、物理的手段として、保管中の容器にふたをすることや、煮沸やマイクロ波の照射、冷所での保管により、微生物の増殖防止や殺菌を試みた。効力の判定は、一定期間水中保管後の木材表面を肉眼および走査電子顕微鏡で観察し、微生物の繁殖や細胞壁の分解の進行を従来の水漬け保管の場合と比較することで行った。

なお、本研究は、住友財団1993～1994年文化財維持・修復事業助成金により行った。また、本研究の一部は第44回日本木材学会(奈良, 1994年)で発表した。

2. 材料と方法

2.1 材料

2.1.1 出土木材

奈良県新市町大屋遺跡で出土した直径約50cmの古墳時代のケヤキ材を使用した。発掘が梅雨の時期

1) 奈良県林業試験場：635-01 奈良県高市郡高取町吉備1

2) 奈良県立橿原考古学研究所：634 奈良県橿原市畝傍町1番地

に行われたため、木材は約2カ月間、堀の中で雨水に浸せきした状態で放置されていた。取り上げ後は暗所で水中保管し、1年以内に供試した。木材表面ではすでに水中での腐朽が進行し始めているため、実験には木材の表面付近を除去して使用した。

2.1.2 保管時の水

実用に近い条件で実施するために、水道水をそのまま使用した。

2.1.3 防腐剤

表1に示したように、防腐剤として水溶性の薬剤の中から計17種類を選択した。濃度は、安全性やコスト等を考慮して、低濃度での使用を原則とした。すなわち、食品添加物等に使用される低毒性のもの(LD50 \geq 1000mg/kg(マウス))は1%を基準にその前後3~5濃度、また、シャンプーや塗料等に添加されるものや、木材腐朽菌やカビに効果を発揮するもの(LD50 \leq 1000mg/kg(マウス))は、各薬剤の毒性等を考慮して1%以下で3~5濃度とした。

2.2 方法

出土木材を繊維方向に長い棒状で約5gに切り、顕微鏡観察面のまさ目面をカミソリで平滑にした。これを試験管に入れ、さらに約15ccの水道水または所定の濃度に調整した防腐剤を加えて、試験管を満たした。

水道水のみを入れた試験管の一部は、コントロールおよび冷所保管用としてそのまま放置し、残りの試験管には、煮沸10分あるいはマイクロ波の照射30秒あるいは60秒を行った。

1つの条件につき試験管は4本ずつとし、このうち2本は口をラボラトリーフィルムで封をし、新鮮な空気の流入および空中からの微生物の進入を防いだ。残りの2本は口を開けたままで、蒸発した水をときどき補った。冷所保管用の試験管は4~10℃の冷蔵庫で、またこれ以外の大部分の試験管は20~25℃の恒温器中で放置した。

2.2.1 肉眼観察

水溶液の変化(色、臭い、微生物の発生等)および木材の変化(色、微生物の発生等)について経時的に肉眼観察を行った。

2.2.2 走査電子顕微鏡(SEM)による観察

3および6カ月経過後、SEM(日立製S-2250N型)により木材表面をまさ目面において観察し、微生物の繁殖の増減および微生物による腐朽の進行程度を調べた。観察試料は、試験体の下部から約5mm立方を切り出し、凍結乾燥法により調整した。

3. 結果と考察

3.1 水中保管による出土木材の変化

水中保管3カ月後の結果の一部についてはすでに報告しているが(酒井・今津:1994)、比較のために再度3カ月後の結果も含めて、6カ月間の経過について説明する。なお、本報では木材中で活動す

る微生物について、その生育形態に注目して、便宜上、単子菌、不完全菌、放線菌などの菌糸をつくるものについては「菌糸」と表現し、菌糸を形成せず、球状または棒状などの単細胞のものについては「バクテリア」と表現することにした。

3.1.1 肉眼観察

木材を入れた試験管中の水の色はやや褐色となったがほとんど目立たず、6カ月経過後も臭いはなかった。また、出土木材の上面には、もやもやとした付着物が8週間目から観察され、徐々に試験体上部の角が鈍くなった。木材の色は上部から徐々に褐色に変化した。これらの変化は、口を封じなかった方の試験管に、より顕著であった。

3.1.2 SEMによる観察

図1に、発掘直後、水中保管3カ月後および6カ月後の木材表面を示した。図1Aに示したように、発掘直後から一部の道管内腔には直径約2 μm の菌糸が観察された。また、木繊維の2次壁は形状を保っていたが、すでに網状に劣化しており、バクテリアが所々に観察された。しかし、これらの微生物は積極的に木材を分解していなかった。

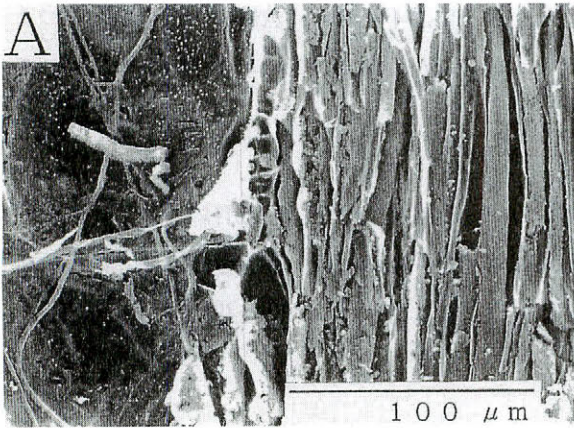
図1Bは、3カ月間水中で保管した後の木材表面である。図1Aと比較すると、木材表面で菌糸の広がりや膜状物の発生が確認された。また、発掘直後には多く存在していた木繊維の2次壁が、3カ月経過後にはほとんど観察されず、かろうじて残存している部分でもバクテリアによる分解が進行していた。

図1Cに、6カ月間水中で保管した後の木材表面を示した。木材表面を覆う膜状物はさらに増加し、木材の分解もさらに進行したことがわかる。細胞壁の2次壁の分解に加え、1次壁や中間層も分解された。この結果、もっとも表面にあった細胞が所々に消失し、その下の細胞が見え始めた。

図2には、6カ月間の水中保管で木材表面に観察された主な微生物をまとめた。図2A、Bは、バクテリアによって形成され、木材表面を覆っている膜状物である。図2Cは、膜状物の下でバクテリアが木繊維の2次壁を分解している様子である。図2Dは直径約2 μm の菌糸である。図2Eは、細胞壁の壁孔部分を分解しているバクテリアで、数種類を観察することができた。図2Fは、細胞壁の1次壁や中間層が分解され、この下の細胞が見え始めた様子である。このように、水中保管中の木材の分解は、多種多様な微生物によって進行することが明らかになった。

以上から、出土木材を水中に保管した場合、3カ月間ですでに微生物が繁殖し始め、それらによって木材表面の劣化が始まるとともに、6カ月経過後には微生物の繁殖および木材表面の劣化はさらに進行することが明らかになった。発掘から保存処理までの水中保管は通常数カ月から数年に及ぶため、木製品の表面の加工痕等を良好に保存するためには、この期間の腐朽防止が必要といえる。

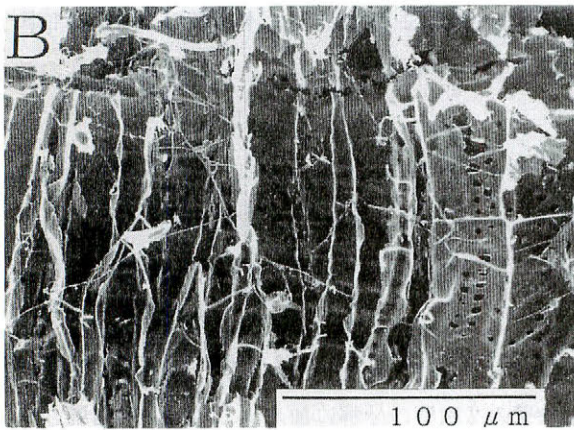
また、試験管の口を封じた場合、劣化の進行をやや遅くすることはできたが、防止することはできなかった。出土木製品の容器内での保管のみならず近年しばしば行われている真空パックによる保管の場合でも、劣化の進行が予想される。



A. 発掘直後
Just after excavated.

微生物は既に存在していたが、その活動は顕著ではない。

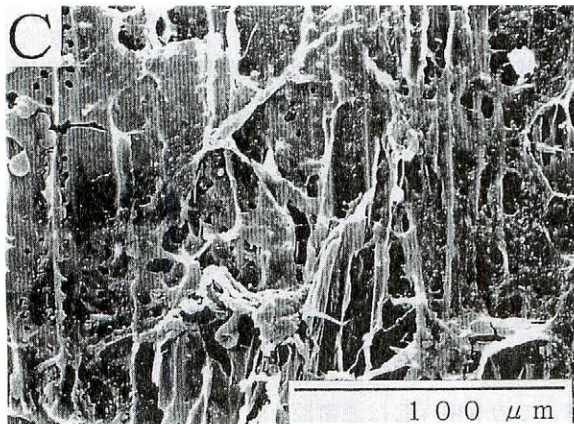
Microorganisms has been already existed when the wood was excavated. But their activity is not evident.



B. 水中保管3カ月経過後
Keeping in water for 3 months.

木材表面に菌糸や細菌による膜状物が発生している。これらの微生物による細胞壁の分解も始まっている。

Hyphae and membrane made by bacteria are observed on the surface of the wood. The degradation of cell walls begins by these microorganisms.



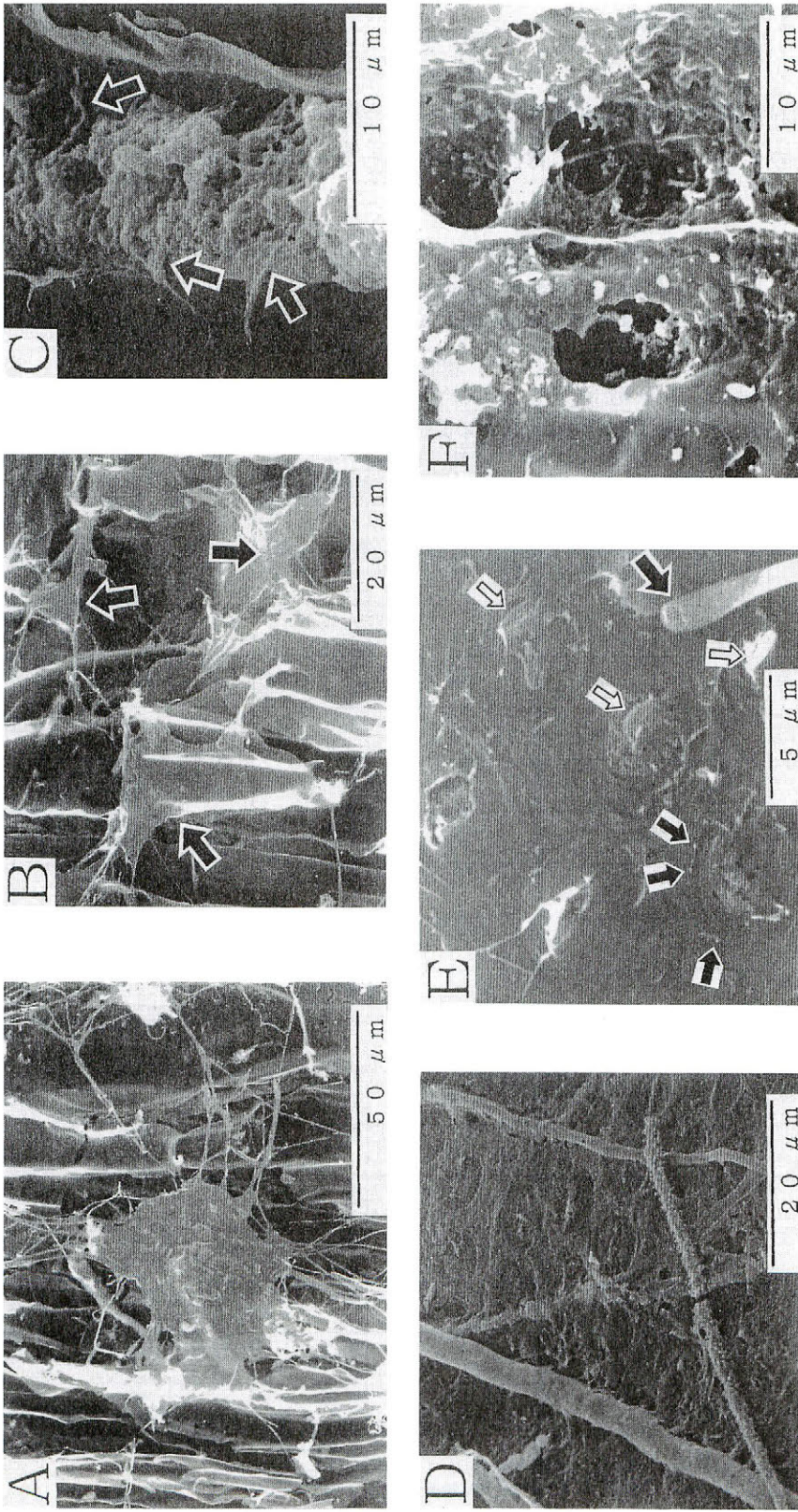
C. 水中保管6カ月経過後
Keeping in water for 6 months.

木材表面は膜状物に広く覆われ、細胞壁の分解はさらに進行している。

Membrane made by bacteria covers on the surface widely. The degradation of cell walls progresses more.

図1 水中保管中に進行する木材表面の劣化

Fig. 1 The degradation of the surface of the waterlogged wood kept in water.



A, B : 木材表面に発生した膜状物, C : 膜状物の下でバクテリアが細胞壁を分解する様子, D : 道管内に見られた菌糸, E : 道管の壁孔部分を分解する多種類のバクテリア, F : バクテリアによりもともと表面に位置した細胞壁が分解され, その下の細胞が見え始めた様子
 A and B : Membrane made by bacteria on the surface of the wood, C : Degradation of cell walls by bacteria under the membrane, D : Hyphae in a vessel, E : Degradation of a vessel wall by many kinds of bacteria, F : Degradation and disappearance of cell walls at the surface.

図2 6カ月間の水中保管中に観察された微生物
 Fig. 2 Microorganisms observed at the surface of the waterlogged wood kept in water for 6 months.

3.2 防腐薬剤の添加による劣化の軽減

3.2.1 肉眼観察

表1に、各薬剤ごとに最高濃度での観察結果をまとめた。上から順に、薬剤なし、毒性の低いグループ（6薬剤）、中くらいのグループ（6薬剤）、毒性の高いグループ（5薬剤）に区切って表示した。

表1-1 防腐剤の効果（6カ月経過後の様子） 試験管の口を封じなかった場合
Table 1-1 Effect of preservative for 6 months.
(These test tubes were open. If they conformed to an item, '×' was marked.)

水溶性防腐剤 Solution adding a preservative	SEM 観察結果 Observation by SEM		肉眼観察結果 Observation by eyes		毒物・劇物 Toxicity	備 考
	微生物の増殖 Increase of microorganisms	細胞壁の劣化 Degradation of cell wall	液中の微生物 Growth of microorganisms in solution	材色の変化 Change of color of wood		
薬剤なし Water only	×	×	×			
ソルビン酸カリウム1% Potassium sorbate						
安息香酸ナトリウム1% Sodium benzoate	×					
デヒドロ酢酸ナトリウム1% Sodium dehydroacetate	×	×	×			
ホウ酸1% Boric acid	×	×	×			
ホウ砂1% Borax	×	×				液が 褐色に変化
ホウ砂・ホウ酸（3：7）3% Borax + Boric acid	×					1%では 効果なし
イソチアゾリン系0.01% *1 Isothiazolones						
イソチアゾリン系0.01% *2 Isothiazolones	×					
1,2-ベンズイソチアゾリン-3-オン0.03% *3 1,2-Benzisothiazolones-3-on	×	×				
ビス(2-ピリジリチオ-1-オキソ)ナトリウム0.01% Bis(2-pyridilthio-1-oxide)Sodium **	×	×				
塩化ベンザルコニウム0.1% Benzalkonium chloride	×	×	×			
ジデシルジメチルアンモニウムクロライド(DDAC)1% Didecyl dimethyl ammonium chloride			×	×		
硫酸銅0.5% Copper sulfate	×		×	×	×	
硝酸銀0.5% Silver nitrate	×		×	×	×	
ペンタクロルフェノールナトリウム(PCP-Na)0.1% Sodium pentachlorophenol	×	×			×	
フェノール0.01% Phenol	×	×			×	
ホルマリン1% (ホルムアルデヒド0.37%含) Formalin (Formaldehyde)	×				×	

*1～*4の商品名は以下の通り。

*1：ケーソンCG/ICP（ローム&ハース）0.8%，*2：センカバクカット（センカ）0.1%，

*3：マイクロバンPS（吉富製薬）0.1%，*4：トミサイド100N（吉富製薬）1%

表1-1は試験管の口を封じなかった場合、表1-2は口を封じた場合の結果である。

6カ月経過後で、木材表面や水中に、ミズカビ等のもやもやとした付着物が観察される場合や、木材そのものの色に変化した場合、あるいは薬剤の溶解度が低いために試験管の縁に結晶が析出した場合などが観察された。これらの現象は、細胞壁の劣化と直接は関係ないが、望ましくない要因と判断し、表中に×で示した。

表1-2 防腐剤の効果 (6カ月経過後の様子) 試験管の口を封じた場合

Table 1-2 Effect of preservative for 6 months.

(These test tubes were closed. If they conformed to an item, '×' was marked.)

水溶性防腐剤 Solution adding a preservative	SEM 観察結果 Observation by SEM		肉眼観察結果 Observation by eyes		毒物・劇物 Toxicity	備 考
	微生物の増殖 Increase of microorganisms	細胞壁の劣化 Degradation of cell wall	液中の微生物 Growth of microorganisms in solution	材色の変化 Change of color of wood		
薬剤なし Water only	×	×				
ソルビン酸カリウム 1% Potassium sorbate						0.5%でも 効果あり
安息香酸ナトリウム 1% Sodium benzoate						0.5%でも 効果あり
デヒドロ酢酸ナトリウム 1% Sodium dehydroacetate	×	×				
ホウ酸 1% Boric acid	×		×			
ホウ砂 1% Borax	×	×				液が 褐色に変化
ホウ砂・ホウ酸 (3:7) 3% Borax + Boric acid						1%では 効果なし
イソチアゾリン系 0.01% *1 Isothiazolones						0.005%でも 効果あり
イソチアゾリン系 0.01% *2 Isothiazolones	×					
1,2-ベンズイソチアゾリン-3-オン 0.03% *3 1,2-Benzisothiazolones-3-on	×	×				
ビス(2-ピリジリチオ-1-オキソ)ナトリウム 0.01% Bis(2-pyridilthio-1-oxide)Sodium *4						
塩化ベンザルコニウム 0.1% Benzalkonium chloride	×	×	×			
ジデシルジメチルアンモニウムクロライド(DDAC)1% Didecyl dimethyl ammonium chloride			×	×		
硫酸銅 0.5% Copper sulfate			×	×	×	
硝酸銀 0.5% Silver nitrate	×			×	×	
ペンタクロルフェノールナトリウム(PCP-Na) 0.1% Sodium pentachlorophenol	×	×			×	
フェノール 0.01% Phenol	×	×	×		×	
ホルマリン 1% (ホルムアルデヒド0.37%含) Formalin (Formaldehyde)					×	0.5%でも 効果あり

*1~*4は表1-1に同じ。

なお、出土木材は還元状態にあることが多く、金属イオンを含む防腐剤の場合、木材表面に金属が析出し、材色が変化するため、使用できないことが明らかになった。

3.2.2 SEMによる観察

表1に肉眼観察の結果とともに、木材表面の微生物の繁殖状況と細胞壁の劣化を示した。薬剤を添加しない水だけの場合と比較して、あまり効果がなかった場合に×をつけた。

表1-1に示したように、試験管の口を封じなかった場合に明らかに防腐効果があったのは、ソルビン酸カリウム1%、安息香酸ナトリウム1%、およびイソチアゾリン系0.01%2種(商品名 ケーソンCG/ICPおよびセンカバクカット)であった。これらが、コンテナ等の完全に密閉できない容器で、出土木材を保管する場合に適する薬剤およびその濃度である。

出土木材の水中保管におけるイソチアゾリンの有効性は、伊藤ら(Ito・Fukuhara:1992)によっても示されている。また、糖を用いた保存処理中にも、微生物の繁殖防止にイソチアゾリンの使用が試みられている(Morgos・Imazu:1993; Morgos・Strigazzi・Preuss:1993)。しかし、この薬剤は「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」で指定化学物質に定められ、慢性毒性や発癌性、遺伝毒性等の可能性が疑われているため、適切な管理下での使用、特に廃棄時の環境への流出を避けるよう心がけなければならない。ホウ砂やホウ酸、あるいはその混合物は、防腐効果があるとされているが(Barkman:1987; 沢田・秋山:1978)、今回の結果では3%の濃度で効果が認められたものの、1%では効果が小さく、比較的高濃度が必要であることが明らかになった。これらに対して、ソルビン酸カリウムおよび安息香酸ナトリウムは、食品添加物で、安全性の高い防腐剤であり取り扱いが容易な上、濃度も1%で効果が認められた。ただし、いずれの防腐剤を使用しても、薬剤を添加しなかった場合に比べて腐朽の進行を軽減できたが、完全に防止することはできなかった。

また、この表から明らかなように、地上で繁殖する木材腐朽菌やカビに効果のある薬剤や、毒性の高い薬剤が、水中で増殖する微生物に効果があるとは限らないという結果になった。むしろ、一部の微生物の活動が薬剤により抑制されると、別の種類の微生物が大繁殖するといった場合もあった。今回の目的には、細菌を中心とする多種類の微生物に幅広く効力を有することが必要といえる。

一方、表1-2に示したように、試験管の口を封じた場合は、全般的に表1-1に比べて劣化の進行が遅かった。上述した4種類の防腐剤の他にも、効果の認められた薬剤もあり、特にホルマリンは、揮発性薬剤のため、口を封じた場合には高い防腐効果が認められた。また一般に、口を封じなかった場合に比べて、より低濃度で効果が認められ、上述した4種類の防腐剤の場合も、それぞれ半分濃度で効果が確認された。したがって、密閉できる容器や真空パックによる出土木材の保管の場合には、ソルビン酸カリウム0.5%、安息香酸ナトリウム0.5%、イソチアゾリン系0.005%(商品名 ケーソンCG/ICPおよびセンカバクカット)、ビス(2-ピリジルチオ-1-オキシド)ナトリウム(商品名 トミサイド100N)1%およびホルマリン0.5%が使用できる。この内で、薬剤の毒性が低く取り扱いが容易であるという点では、やはり食品添加物であるソルビン酸カリウムおよび安息香酸ナトリ

ウムが望ましく、適切な管理下ではイソチアズリン系の防腐剤や、特有の臭いや毒性の問題もあるがホルマリンも効果的といえる。

3.3 煮沸、マイクロ波の照射および冷所保管による劣化の軽減

3.3.1 肉眼観察

表2に示したように、特に変化は認められなかった。

3.2.2 SEMによる観察

表2に結果をまとめた。効果がやや認められたのは、煮沸10分およびマイクロ波照射60秒の場合で

表2-1 加熱処理および冷所保管による防腐効果（6カ月経過後の様子） 試験管の口を封じなかった場合
Table 2-1 Effect of heating or cooling to protect against decay for 6 months.
(These test tubes were open. If they conformed to an item, '×' was marked.)

処理方法 Method	SEM 観察結果 Observation by SEM		肉眼観察結果 Observation by eyes		備考
	微生物の増殖 Increase of microorganisms	細胞壁の劣化 Degradation of cell wall	液中の微生物 Growth of microorganisms in solution	材色の変化 Change of color of wood	
煮沸10分 Boiling for 10 minutes	×				
マイクロ波の照射30秒 Irradiation of microwave for 30 seconds	×	×			
” 60秒 Irradiation of microwave for 60 seconds	×				
冷所保管（4～10℃） Keeping in a cooler	×	×			

表2-2 加熱処理および冷所保管による防腐効果（6カ月経過後の様子） 試験管の口を封じた場合
Table 2-2 Effect of heating or cooling to protect against decay for 6 months.
(These test tubes were closed. If they conformed to an item, '×' was marked.)

処理方法 Method	SEM 観察結果 Observation by SEM		肉眼観察結果 Observation by eyes		備考
	微生物の増殖 Increase of microorganisms	細胞壁の劣化 Degradation of cell wall	液中の微生物 Growth of microorganisms in solution	材色の変化 Change of color of wood	
煮沸10分 Boiling for 10 minutes					
マイクロ波の照射30秒 Irradiation of microwave for 30 seconds	×	×			
” 60秒 Irradiation of microwave for 60 seconds	×				
冷所保管（4～10℃） Keeping in a cooler	×	×			

あることから、十分に加熱し殺菌できると、微生物の活動を一時的に抑制できるといえる。しかし、この際に殺菌できるのは、発掘当初から木材中に存在していた微生物および試験管に付着していたり、水道水に含まれていたもののみで、保管容器が密閉されていない場合は、微生物が新たに入り込んでくる。このため、加熱殺菌を行う場合は、その後密閉することが条件になると考えられる。

一方、4～10℃の冷所保管では、腐朽の進行はやや遅いものの、明らかに木材の分解は進んでおり、冷所での保管は十分な効果があるとはいえない。また、この結果から冬季においても腐朽の進行は停止しないことが予想された。

4. まとめ

4.1 実験結果のまとめ

本研究で得られた結果をまとめると、以下の通りである。

- 1) 水中保管中に出土木材は微生物によってさらに腐朽した。また、密閉容器内でも腐朽は徐々に進行した。
- 2) 防腐薬剤による劣化の軽減として、効果が高くかつ安全な薬剤は、食品添加物であるソルビン酸カリウム1%および安息香酸ナトリウム1%であった。また、取り扱いに注意するならば、イソチアゾリン系の防腐剤0.01%も効果がある。
- 3) 保管容器を密閉あるいは真空パックにする場合は、2)の薬剤の濃度は半分で効果があった。また、取り扱いに注意すれば揮発性の防腐剤であるホルマリン0.5%も大変効果的である。
- 4) 煮沸、マイクロ波の照射による殺菌は、容器も含めて十分に加熱されると効果があった。また、加熱処理後密閉容器に保管する必要がある。
- 5) 冷所保管では、劣化の進行はやや遅いが、効果的な処理とはいえなかった。

4.2 具体的な防腐処置の提案

具体的な防腐処置の提案を、表3にまとめた。

出土木製品の劣化は出土直後から新たに始まり、コンテナ等の密閉できない容器に保管すると、数カ月後には木製品の表面に微生物が増殖し、木材表面の細胞壁が劣化して、木製品の表面に残る製作痕跡を破壊する結果となる。この微生物による木材表面の劣化を防止するには、容器の密閉と防腐剤の添加が必要である。

ただし、今回の検討で、この方法を用いても腐朽の進行を完全に防止することはできないことも明らかになった。この提案はあくまで保存処理までの一時期間の保管のための処置であり、早期に保存処理の必要があることを付け加えておく。また、この案に沿って現在多くの樹種を用いてより長期間にわたり現場に近い状況で観察を実施している。特に、コンテナのように、水の空気に触れる面積が大きい場合は、空気中からの微生物の進入が多くなるので、その場合にも対応できる方法をさらに検討している。

表3 水中保管時の腐朽防止策

Table 3 Concrete method to protect waterlogged wooden objects kept in water against decay.

容器 Container with a cover or not	水中保管時の腐朽 Degree of decay in water	防腐剤による防腐 Protection by a preservative	加熱殺菌 Sterilization by heating
密閉できる容器 (真空パック*1含む) Container with a airtight cover.	著しくはないが明らかに生じる Not remarkable but evident.	添加が望ましい。たとえば、水道水にソルビン酸カリウム0.5%あるいは安息香酸ナトリウム0.5%を添加*2 Preferable. For example, potassium sorbate 0.5% or sodium benzoate 0.5% is proper.	行えば、より効果的である*3 Eeffective.

- * 1 気体密閉性の優れたフィルム（たとえば、商品名 K ナイロンチューブ等）および真空引きが可能なフィルムシーラー（たとえば、商品名 シャープ製 バキュームシーラー SQ-303）等の使用により、容易に密閉できる。
- * 2 防腐剤は使用者の手に直接触れることや下水道への廃棄を前提に考えると、安全性の高い薬剤をできるだけ少量用いる方法でなければならない。ここでは、一般的な化学薬品店で入手しやすく、しかも安全性の高い食品添加物を示した。
- * 3 マイクロ波の照射が、短時間で実施しやすい。真空パック後、電子レンジで行うとよい。

参 考 文 献

- 酒井温子・今津節生 (1994) 出土木製品の水中保管時の腐朽と薬剤による防腐。奈良県林試木材加工資料 No.23, p.27-30.
- 沢田正昭・秋山隆保 (1978) 考古遺物の保存法。考古学と自然科学 第11号, p.111-126.
- Barkman L.(1987) "On resurrecting a conservation of Marine Archaeological Objects". Colin Pearson 編. Butterworths 出版 England, p.170-171.
- Ito M.・Fukuhara K.(1992) Protecting Waterlogged Lacquer Wares from Algae and Germ Growth in a Museum. The Proceedings of the 2nd International Conference on Biodeterioration of Cultural Property. Yokohama, Japan.
- Morgos A.・Imazu S.(1993) A conservation Method for Waterlogged Wood Using Sucrose-Mannitol Mixture. ICOM Committee for Conservation, 10th Triennial Meeting. Washington, DC, USA, p.226-272.
- Morgos A.・Strigazzi G.・Preuss H.(1993) Microbiocides in Sugar Conservation of Waterlogged Archaeological Wooden Finds, The Use of Isothiazolones. Proceedings of the 5th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference. Portland, USA.

Protection of waterlogged wooden objects kept in water against decay (I)
— In the case kept in test tubes for 6 months as a basic experiment —

Haruko SAKAI¹⁾, Setuo IMAZU²⁾

- 1) Nara Prefectural Forest Experiment Station, Takatori-cho, Takaichi-gun, Nara 635-01, Japan
- 2) Kashihara Archaeological Institute, Unebi-cho, Kashihara-shi, Nara 634, Japan

Waterlogged wooden objects are usually kept in water after excavated, and wait for their turns of conservation by polyethylene glycol method or freeze drying method, for example. But it has been known by experience that degradation of the wood progresses during that period.

At first, we observed the waterlogged wood kept in water with eyes and a scanning electron microscope(SEM). And it was made clear that the degradation progressed very fast and many kinds of microorganisms participated in the degradation of cell walls (Figs. 1 and 2).

Secondly, we tried to protest the waterlogged wood against decay by chemical or physical methods. The effect of these methods was judged by observation with eyes and SEM. The main judging points were whether microorganisms on the surface of the wood increased or not, and whether the degradation of cell walls progressed or not.

A chemical method was to add a preservative into water. We selected 17 kinds of preservatives, thinking the toxicity and the density for safety of operators and protection of environment. When test tubes were open, potassium sorbate 1%, sodium benzoate 1%, and isothiazolones 0.01% were effective (Table 1-1). When test tubes were closed, potassium sorbate 0.5%, sodium benzoate 0.5%, isothiazolones 0.005%, and formalin 0.5% were effective (Table 1-2). We recommend potassium sorbate and sodium benzoate which are additions to food, because it is doubtful that isothiazolones has chronic toxicity.

Physical methods were to heat before keeping in water or to keep in a cooler. The former was a little effective but the latter was not so effective for protecting the wood against decay (Table 2).

From these results, we suggest a proper concrete method (Table 3). But we regret that perfect protection of the wood was impossible by the method, though the progress of the degradation reduced. So we expect that treatment for conservation is performed earlier.