

はじめに 新世紀の考古科学の再構築 ..... 12  
奈良文化財研究所 沢田正昭

## 第 部 有機遺物の保存と調査

第 1 章 水浸出土木材の劣化状態 ..... 19  
奈良文化財研究所 高妻洋成

1. 木材の構造 / 2. 木材の劣化 / 3. 水浸出土木材の性質

第 2 章 木製文化財の保存と展望 ..... 29  
ヨーロッパにおける遺跡出土木材の保存法を中心として  
ハンガリー国立博物館 アンドラス・モルゴス、奈良県立橿原考古学研究所 今津節生

### 1. 水浸木製遺物の保存処理

- 1) 水浸木製遺物の保存処理の歴史 2) ポリエチレングリコール(PEG)含浸法  
3) 凍結乾燥法 4) メラニンもしくは尿素ホルムアルデヒド樹脂含浸法  
5) 共役二重結合をもったモノマーの現場における重合  
6) 糖含浸処理法を除く他の含浸処理法 7) 糖類含浸法

### 2. 乾燥した木製遺物の保存処理

- 1) 文献にみられる乾燥した木製遺物の保存処理  
2) ハンガリーのジャゾロムバッタ古墳で発見された埋葬室(No.115古墳)の保存

### 3. まとめ

第 3 章 戦艦ヴァーサ号の保存 処理方法と現在の問題点 ..... 47  
国立海洋博物館 ヴァーサ号博物館 ロヴィサ・ダル、イングリッド・ハル・ロス

- はじめに / 1. 引き揚げ / 2. ヴァーサ号の保存 / 3. パラバラの発見品 / 4. 復元作業  
5. 現在の問題点 / 6. 塩析出の原因 / 7. 応急処置 / 8. 今後 / 9. 協力

第 4 章 糖アルコール含浸法による水浸出土木材の保存 ..... 61  
奈良県立橿原考古学研究所 今津節生

### 1. 糖アルコール含浸法の開発

### 2. 糖アルコール含浸法とその特徴

- 1) ラクチトール加熱含浸法 2) ラクチトール常温含浸法  
3. ラクチトールのみを用いる従来の含浸法と問題点

### 4. トレハロース添加による改良

- 1) 糖の混合による三水和物の抑制 2) 異なる糖類の混合による含浸溶液濃度の上昇効果

### 5. まとめ

#### コラム

**糖アルコール含浸法の進展と注意点** はじめて糖アルコール含浸法を試みられる方へ

財団法人大阪市文化財協会 伊藤幸司

**簡易マニュアル** 糖アルコールを用いた保存処理の方法

第 5 章 水浸有機質遺物の発掘から保存処理まで ..... 83  
奈良文化財研究所 高妻洋成

1. 発掘現場での応急処置 / 2. 一時保管 / 3. 事前調査 / 4. 保存処理  
5. 接合、充填、補彩 / 6. 保存処理後の保管・展示

## コラム

X線CT法の応用	保存処理した出土木材の内部の状態	奈良文化財研究所 高妻洋成	94
出土漆器の保存と修復	くらしき作陽大学 北野信彦		96
遺跡現地での保存処理	奈良文化財研究所 高妻洋成		98
年輪年代法	奈良文化財研究所 光谷拓実		100
木材の同定	奈良文化財研究所 大山幹成		102
有機質遺物、特に繊維品の材質調査と保存	奈良文化財研究所 佐藤昌憲		104

## 第 部 無機遺物の保存と調査

### 第 1 章 古代青銅器の調査 ..... 109

チェイスアートサービス(前; フリアー美術館) トーマス・チェイス

- はじめに / 1. 初期の研究 / 2. 青銅の冶金学 / 3. 腐食  
4. 調査方法と自然科学的調査を行う理由  
1) 肉眼観察 2) 紫外線の利用 3) X線撮影 4) 金属組成の分析 5) 電子顕微鏡の利用 6) 年代測定  
5. 実例  
1) 中央アジアのオルドスの青銅製品 2) 初期中国青銅器 3) 鉱石の産地と鉛同位体比 4) 腐食  
5) 中国鏡 6) 中国の地模様のある武器 7) 日本の地模様のある剣と鏡  
6. 将来の展望と発展

### 第 2 章 古代日本の金 ..... 131

奈良文化財研究所 村上 隆

1. 日本の金工技術の変遷 金を中心に  
2. 古代鍍金技術のキャラクター化  
1) 金アマルガム法 2) 金薄板被覆法など、その他の鍍金技術  
3. 古代日本における金製品  
1) 古代の金合金の組成 2) 古代の金糸 3) 金製「勾玉」 4) 薄板をあわせてつくった金製耳環  
5) 「飛鳥池工房」遺跡における金  
4. まとめ

### 第 3 章 日本出土ガラスから探る古代の交易 古代ガラス材質の歴史的変遷 ..... 145

奈良文化財研究所 肥塚隆保

1. ガラスの誕生 / 2. 日本におけるガラスの出現 / 3. 弥生時代のガラス  
4. 古墳時代(3~6世紀末頃)のガラス / 5. 飛鳥・奈良時代(7~8世紀)のガラス

### 第 4 章 正倉院宝物を科学する ..... 159

宮内庁正倉院事務所 成瀬正和

- はじめに / 1. 銅製品の調査 1) 銅製品 2) 青銅鏡  
2. 彩色宝物に用いられた無機顔料の調査 1) 塩化物系鉛化合物 2) 伎楽面と使用された顔料

### 第 5 章 最近発見された古代壁画の分析と保存 ..... 171

奈良文化財研究所 沢田正昭

1. 古代壁画顔料 2. 上淀麿寺跡出土壁画 1) 熱をうけた顔料の分析 2) 赤外線ビデオカメラ  
3. 古代人の経験と知恵 / 4. 古代中国の描画技法 / 5. 古墳の保存環境

## はじめに

1628年8月10日、処女航海への日、祝砲が放たれ、好奇心に満ちた多数の民衆がストックホルム港に集まり、盛大な儀式が挙行されました。船には王城で120トンのパラストが積み込まれ、総勢450名の兵士や乗組員のうち100名が乗船し、残り150名は船が群島海にでたところで乗り込むために待機していました。

ヴァーサ号は10枚の帆のうち4枚をあげて出港したのですが、保護区域をでたとき強風が吹き、船体は右に大きく傾き、砲門口から海水が流れ込み始めて、たった1,300m進んだだけで水面下に姿を消してしまいました。ヴァーサ号の船首があまりに重く、かつ船体が細かったことによる不安定さが大災害をもたらした原因

です。ちなみに、この大惨事で30～50名が溺死しました。

その後、17世紀に、貴重な青銅製の大型の大砲のほとんどは引き揚げられましたが、それ以降、この難破事件は世間から忘れ去られていました。

## 1. 引き揚げ

1956年にひとりの技術者アンデルス・フランツェン(Anders Franzen)が、何年もの年月をかけて公文書を調べ、ストックホルム港の海底を引っ掛け錨と測深線で探索して沈没場所を特定するまで、300年以上もヴァーサ号は忘れられていました。その翌年、潜水夫たちが最高級の豪華な工芸品類を引き揚げたことが契機となり、「ヴァーサ号を救え」という熱烈的な運動が起こり、財団や民間企業が引き揚



図1 1961年のヴァーサ号引き揚げ(写真撮影：ヴァーサ号博物館)

げるための費用や器材を寄付するようになりました。もちろん、スウェーデン海軍も人員やボートを供与して、多大な貢献をはたしました。

ストックホルム港の海底の泥と砂利のなかに沈んでいるヴァーサ号を引き揚げるため、海軍の潜水夫たちは、ホースで送水して船体の下にトンネルをあけるようにしました。この作業は完全な真っ暗やみで進められたため、必要な6本のトンネルが完成するまでに2年間を要しています。このトンネルを使って船体の下にケーブルがわたされ、海上の水を満した平底船に接続されました。この平底船はその水を汲みだすことにより、ヴァーサ号とともに浮上し始め、その後、16段階を経て浅い場所へ移され、1961年4月24日、ふたたび多数の見物人たちの前に姿を現しました(図1)。

## 2. ヴァーサ号の保存

32mの深さから引き揚げるとき、船体の強度を綿密に計算したにもかかわらず、船体が外力に耐えられるかどうかは定かではありませんでした。建造に使われた鉄製ボルトのほとんどが錆び、船は船体に通された無数の木製ボルトでつながり止められているだけであったためです。

しかし、いくつかの要因が重なり、使われた木材の保存状態は非常に良好でした。第1の要因は、バルト海の海水温が低く、塩分濃度が低かったため、フナクイムシが生存できなかったことです。第2は、ヴァーサ号のかなりの部分が嫌気的な泥に覆われていたことです。酸素を消費するゴミが近くに捨てられていたため



図2 ドックにおけるヴァーサ号  
(写真撮影：ヴァーサ号博物館(口絵カラー参照))

周囲の海水が酸素不足の状態をきたしていたので、泥からでていた部分も分解から免れていました。また、耐久性の優れたオークの心材を主な材料として建造され、新造状態で沈没したことも幸いしました。

さて、引き揚げられたヴァーサ号は、コンクリート製の平底船の上におかれ、考古学的な発掘と保存が行われました(図2)。甲板に厚く積もっていた泥を取り除きながら、5ヵ月をかけて散乱していた16,000点もの種々の工芸品などを発掘・記録する一方、それらの工芸品は保存処理を施すまで水中で保管されました。また、調査中、船体を濡れた状態に保つため、絶えず水がかけられました。長期間にわたって水をかけることは、粘土や不純物を洗いとることに有効でした。さらに、船体の頂点部など露出した部分は、プラスチックで包むことにより乾燥や変形から保護する処理が施されていきました。

そして、冬季の対策として、船体の周りにエアコンを設置した建物が建設され、この建物のなかで保存処理をうけながら27年間を過ごすことになりました。この

# X線CT法の応用

## 保存処理した出土木材の内部の状態

*Application of X-ray Computed Tomography to Archaeological Objects*  
*Inner Structure of Treated Archaeological Waterlogged Wooden Objects*

**高妻 洋成** *Yohsei Kohdzuma*

**奈良文化財研究所** *Nara National Research Institute for Cultural Properties*

出土木材の保存処理の成否は、遺物の形状がよく保たれているかどうかで判断されます。しかし、よく形状が保たれているものは薬剤含浸がうまくいったといえるのでしょうか。保存処理を行った遺物を割って、内部に含浸した薬剤量を調べることはできないため、医療分野で広く利用されているX線CT法を用いることとなります。

十分長い時間をかけてポリエチレングリコール(PEG)含浸処理を行った直径6.4cmの杭材でつくった試料のX線CT画像を示します(図1)。PEG濃度を100%まで上げて含浸処理を行っているので、PEGが材全体に一樣に、しかもほぼ完全に充填されているため、年輪を確認することができませんし、内部の変形も起こっていません。これに対し、真空凍結乾燥処理を行った試料(直径5.6cmの杭材、PEG含浸濃度40%)では、内部の変形が起こっていないのに、含浸したPEGが低濃度であったため、年輪を確認することができます。含浸処理が十分できているものは内部の変形も起こっていないことがわかります(図2)。

一方、直径40cmほどの材を、含浸性の高い高級アルコール法で1ヵ月という短期間(このようなことは絶対にしませんが)で処理したものは、外見はほとんど変形もなく、一見処理がうまくいったようにみえますが、X線CT画像をみると、高級アルコールの含浸は表面付近の厚さ約1~2cmにすぎず、そのため大きな亀裂が多数発生していることがわかります(図3)。これは、短期間で処理を行ったことに起因しています。含浸薬剤の含浸性が高い低分子量のものでも、含浸処理には十分な時間をかける必要があることを示しています。

含浸処理の進行状況が保存処理中にわかれば、内部破壊を防ぐことができます。現在、残念ながら正確に含浸状況を知る方法は確立されていませんが、MRI(磁気共鳴イメージング)法の応用などが検討されており、今後に期待が高まっています。



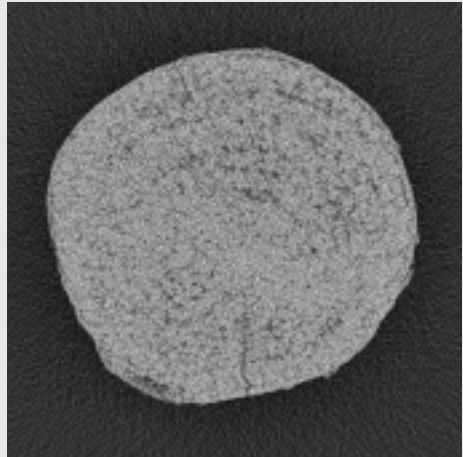


図1 PEG含浸処理木材のCT画像  
木材中にPEGが均一にほぼ100%含浸されている状況がよくわかる。

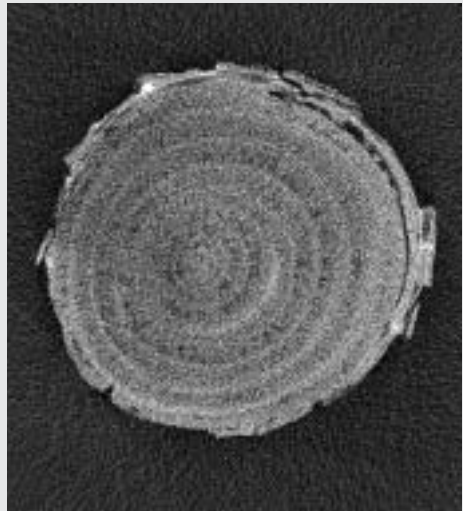


図2 真空凍結乾燥処理木材のCT画像  
真空凍結乾燥処理では、含浸強化剤の含浸濃度を100%まで上げないので、木材中にはある程度空隙が存在することになる。そのため、CT画像では、年輪の構造をある程度確認することができる。



図3 十分な含浸が行われなかった出土木材のCT画像  
低分子量の含浸強化剤は木材中に拡散・浸透しやすいといわれているが、十分な含浸が行われずに短期間で処理したものは、外形をよく保持しているものの、内部に深刻な破壊が生じている。木材の劣化状態、樹種、大きさ、木取りなどを考慮して、保存処理法を選択し、十分な含浸期間を設定する必要がある。