

317. 文化財を後世に伝える (1)

―出土木製品の保存処理を中心に―

1. はじめに

読者の皆さんは「保存科学」という言葉を聞かれたことがあるでしょうか。一般にはあまり聞きなれない言葉だと思います。「保存科学」とは、自然科学的な手法を用いて文化財の材質や製作技法について研究し、また、文化財を後世に伝えていくために科学的な保存処理を行う学問のことで、「文化財を治療するお医者さん」のような分野です。

遺跡の発掘調査では、土器を中心とする土製品以外にも木製品や金属製品が出土します。木製品は、土中に埋まっている間に微生物などによって朽ち果てていき、私たちが普段目にする木材からは全く想像もつかないほど脆く弱いものになっています。激しく朽ち果てているものでは、指先で簡単に潰れてしまうような状態です。

そこで今回は、出土木製品の保存というテーマで「どのようにして公開できるようにするのか」、「どのようにして後世に伝えていくのか」その方法について紹介していきたいと思います。

2. 出土木製品の特徴

(1) 木製品が出土する環境

まず、木製品が今までどのようにして残っているのかを考えてみます。次に記す条件を見てください。

- ① 酸素が遮断され、地下水が豊富な環境の土壌
- ② 永久凍土や氷河の中
- ③ 乾燥した砂漠地帯

これらの条件は、地下水や凍土でパックされていたり極度の乾燥状態にあり、微生物がほとんど活動していない環境にあることがわかります。

日本の場合、主に①の条件を満たしている遺跡で木製品が出土します。特に琵琶湖を中央にもつ滋賀県では、木製品が良好な状態で出土します。

(2) 出土木製品の性質

次に、出土木製品とは果たしてどのようなものなのか、その性質について見ていきたいと思います。

木材は主にセルロース¹⁾・ヘミセルロース・リグニンという3つの成分で構成されています。セルロースとヘミセルロースは骨格に相当し、リグニンはそれらをつなげている接着剤の役割をしています。出土木製品の大半は土中に埋蔵されている間にセルロースとヘミセルロースが分解されて失われ、かわりに地下水を含んで形のみを留めているにすぎない状態です。それはまるで水を含んだスポンジのようで、内部から水がしみ出してきそうな状態をしています。

(3) 保管方法

では、水分によってかろうじて形を留めている木製品はどのように保管しておけば良いのでしょうか。もし、乾燥させてしまうとどのようなことになるのかということ想像しながら写真1を見てください。写真1は腐朽の激しい広葉樹をサンプルとして実験を行った様子を示しています。左側は水の中で保管したもので、右側は1週間にわたって屋外で自然乾燥させたものです。自然乾燥させた試料は、水分の蒸発に伴って激しく収縮・変形して、全く原形を留めていないことがわかります。このように原形を失った木製品は、文化財としてのみならず資料としての価値そのものが無くなってしまいます。

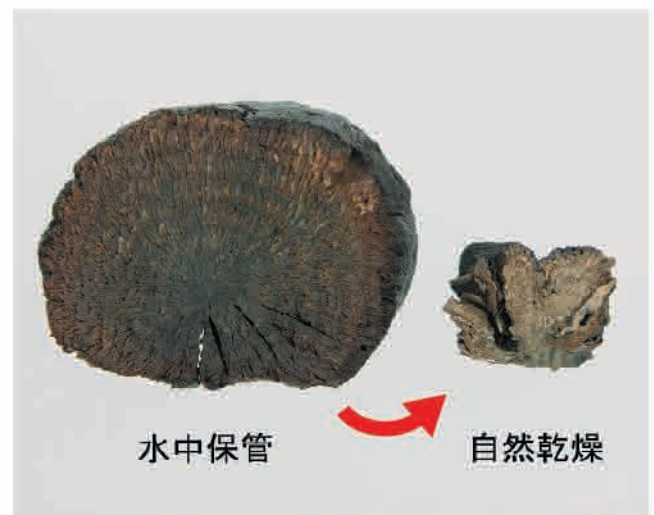


写真1. 水中保管と自然乾燥との比較

以上のことより、大半の出土木製品は水の中から出すとその形状を維持できないということがわかります。しかし、この状態では博物館などで活用や公開するには不都合ですし、また、劣化もさらに進行してしまいます。

(4) 保存処理とその目的

出土木製品を取り扱いやすく、また、活用や公開を容易に行えるようにするためには、特別な処理を施すことが必要となってきます。その処理のことを「保存処理」と言います。

出土木製品の保存処理は、木製品に含まれる水分を安定した人工的な材料（合成樹脂など）に置き換え強化し、その形状を維持することを目的としています。さらに、将来により良い方法が開発された場合に再処理ができるよう、可逆性²⁾のある材料を使うことが求められています。

3. 我が国における出土木製品保存の歴史

我が国では、いつ頃から出土木製品の保存処理が行われるようになったのかを振り返ってみたいと思います。

1960年・1961年に奈良市に所在するで元興寺極楽坊^{がんこう じごくらくぼう}で発掘調査が行われ、木製の納骨五輪塔^{のうこつ ごりんとう}、物忌札^{ものいみふだ}、柿経^{かきよう}などの中世信仰資料が多量に出土しました。その当時、我が国では出土木製品の保存技術についての研究がほとんどされておらず、出土した多量の木製品の保存をどうするのか問題となりました。そこで、これらの木製品に合成樹脂の一種であるアクリルアミドの水溶液を染み込ませ、アスコルビン酸と過酸化水素で反応させる方法が、水野正好氏と高分子化学工業株式会社によって試みられました。これが我が国における出土木製品保存の先駆けです。その後、柿経に低分子のポリエチレングリコール水溶液を染み込ませて新聞紙に挟んで乾燥させる方法が試みられました。現在では主にポリエチレングリコール含浸法^{がんしんほう}（高分子のポリエチレングリコールを使用）、真空凍結乾燥法^{しんくうとうけつかんそうほう}、アルコール・キシレン・樹脂法^{しほうせん}、高級アルコール法、脂肪酸エステル法、糖アルコール含浸法の6種類の方法が出土木製品の保存処理法として採用され運用されています。

4. 保存処理法

ここからは、現在運用されている保存処理法について個々に紹介していきたいと思います。

(1) ポリエチレングリコール含浸法

ポリエチレングリコール含浸法（以下、「PEG含浸法」と記す）は、高分子化合物の一種であるポリエチレングリコール³⁾（以下、「PEG」と記す）を水に溶かして染み込ませ、徐々に濃度を上げながら木製品に含まれる水分をPEGに完全に置き換える方法です。この方法は我が国で最も多く行われている方法で、木製品全般（小さくて薄いものから大型のものまで）に採用されています。しかし、薬剤の性質上、高温・高湿度条件ではPEGが溶け出す可能性があるため、空調設備の整った場所で保管することが求められます。

(2) 真空凍結乾燥法

真空凍結乾燥法は、木製品にPEG含浸法で40%濃度までPEG水溶液を染み込ませた後、真空凍結乾燥装置に入れ、-40℃まで温度を下げて凍結させ、さらに圧力を下げて真空状態にして昇華⁴⁾させる方法です。主に墨書のある木簡や漆製品の処理に採用されています。この処理法は、木材組織を完全に樹脂で満たすことができないため強度的には少し劣りますが、墨書や顔料などを鮮やかに残すことができるとされています。

なお、この真空凍結乾燥法は一般的に、インスタントコーヒーや冷凍ピラフなどのインスタント食品の製造に採用されています。

(3) アルコール・キシレン・樹脂法

アルコール・キシレン・樹脂法は、スイスで開発された方法に日本で改良を加えた処理法です。まず、木製品中の水分をエタノールに置き換え、次にキシレンに置き換えます。さらに天然樹脂（ロジン、ダンマル、吹き込みヒマシ油、アマニ油を配合）をキシレンに溶かし染み込ませる方法です。有機溶剤を溶媒としているため、金属と木材の複合遺物の処理が可能とされています。また、水に溶けない樹脂を染み込ませるために湿度の影響を受けない処理法としても知られています。

しかし、引火性の高い有機溶剤を用いるため、比較的薄いつくりの木簡や曲物、金属と木材の複合遺物などが対象とされています。

(4) 高級アルコール法

高級アルコール法は、木製品に含まれる水分をまずメタノールに置き換え、高級アルコール⁵⁾の一種であるセチルアルコールもしくはステアリルアルコールを染み込ませる方法です。

処理には、有機溶剤を用いるために金属と木材との複合遺物の処理が可能とされます。しかし、引火性が高く、人体にも危険な薬剤を用いるために特別な施設

が必要で、主に薄いつくりの木製品や金属と木材の複合遺物が処理の対象とされています。

(5) 糖アルコール含浸法

糖アルコール含浸法は、工業的に造られた糖アルコール⁶⁾の一種であるラクチトールとトレハロースを混合して水溶液にし、木製品に染み込ませる方法です。1994年に奈良県立橿原考古学研究所によって研究開発されました。

この方法は薬剤の性質上、木製品中の水分を完全に置き換えることができず、約20%の水分を含んだ状態で処理を終わります。残っている水分は、加熱しながらゆっくりと時間をかけて乾燥させていきます。そのため、木材組織を十分に薬剤で満たすことができず強度的に劣るため、腐朽のあまり進んでいない木製品が処理の対象とされています。

(6) 脂肪酸エステル法

脂肪酸エステル法は、財団法人元興寺文化財研究所で研究開発され、1996年から運用されています。

この方法は木製品に含まれる水分をエタノールに置き換えた後、過熱して液体状になった脂肪酸エステル⁷⁾を染み込ませる方法です。木製品全般にわたって適用されていますが、特にクリ、クスノキ、アカガシなどで造られている木製品や金属と木材の複合遺物に対して有効とされます。また、水に溶けない薬剤を用いるために湿度の影響を受けないことでも有効です。

5. おわりに

現在行われている処理法について紹介してきました。これらは、水に溶ける薬剤を使う方法（水系処理法）と水に溶けない薬剤を使う方法（非水系処理法）に分けられます。

(1) 水系処理法

PEG含浸法、真空凍結乾燥法、糖アルコール含浸法

(2) 非水系処理法

アルコール・キシレン・樹脂法、高級アルコール法、脂肪酸エステル法

保存処理をする場合、遺物の大きさ、樹種、腐朽度、顔料や墨書の有無等をしっかり把握して、適切な処理法を選択していくことが必要です。

次号では、滋賀県埋蔵文化財センターで行っている保存処理について紹介していきたいと思います。

(滋賀県埋蔵文化財センター 橋本俊範)

【用語解説】

- 1) セルロース：細胞膜や繊維の主成分。紙や衣類の原料となります。
- 2) 可逆性：ある状態から変化させたものを再び元の状態に戻すこと。保存処理の場合、含浸した薬剤を溶剤等で取り除き処理前の状態に戻すことを意味します。
- 3) ポリエチレングリコール（PEG）：高分子化合物のひとつで、水に溶けます。一般的にはハンドクリーム、化粧品、口紅、石鹸などの材料として使われています。
- 4) 昇華：固体が液体にならずに、直接気体になることです。衣料などの防虫剤として用いられるナフタリンがその代表です。
- 5) 高級アルコール：炭素数の多いアルコール類のことを高級アルコールと言います。炭素数が多くなると一般的に口ウ状で、水には溶けません。
- 6) 糖アルコール：乳糖（天然の糖）から工業的に合成された糖です。工業的に生成されているため、微生物やシロアリ、アリの侵されにくく、また湿度が高くても溶け出さない性質を持っています。主に医療品、合成甘味料として用いられています。
- 7) 脂肪酸エステル：脂肪酸とアルコールから水（H₂O）がとれて結合した化合物です。水には溶けにくく、エタノールには比較的溶けやすい性質です。

引用・参考文献

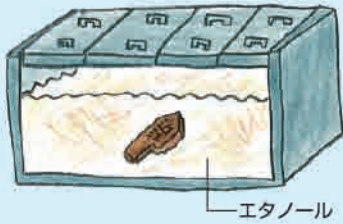
- ・元興寺極楽坊 『元興寺極楽坊総合収蔵庫（第一収蔵庫）建設報告書』 1965年 pp.22-34 p.41
- ・小野健 『木材のおはなし』（財）日本規格協会 1988年 pp.129-132
- ・沢田正昭 『文化財保存科学ノート』（株）近未来社 1997年 pp.89-93 pp.93-96
- ・（財）元興寺文化財研究所 『元興寺文化財研究所創立三十周年記念誌』 1997年 pp.94-98 pp.99-103 pp.104-112 pp.113-118
- ・大阪府立近つ飛鳥博物館 『修羅！その大いなる遺産 古墳・飛鳥を運ぶ』 大阪府立近つ飛鳥博物館図録19 1999年 pp.112-120
- ・（財）元興寺文化財研究所、奈良大学文学部文化財学科 『保存科学の今そして未来』 1999年 pp.3-6 pp.17-29
- ・沢田正昭 『遺物の保存と調査』（株）クバプロ 2003年 pp.19-28 pp.61-73 pp.74-82

アルコール・キシレン・樹脂法

真空凍結乾燥法



木筒



エタノール

①木筒に含まれる水分をエタノールに置き換える



キシレン

②木筒に含ませたエタノールをキシレンに置き換える



天然樹脂を配合した
キシレン溶液

③天然樹脂を配合したキシレン溶液を染み込ませる

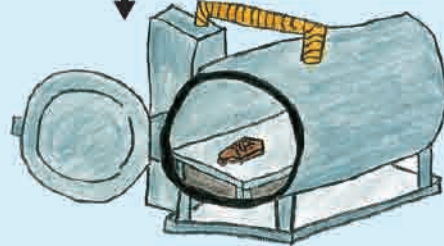


④キシレンを蒸発させて完了

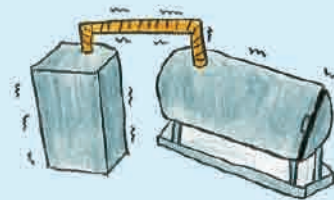


PEG水溶液

①木筒にPEG水溶液を染み込ませる



②真空凍結乾燥装置に木筒を入れる



③装置の内部を -40°C まで温度を下げて水分を凍らせた後、圧力を下げて昇華させる



④表面処理をして完了

アルコール・キシレン・樹脂法、真空凍結乾燥法の処理工程