

遺跡・遺物の保存科学（5）

平城宮跡発掘調査部

文部省在外研究報告（II） フリヤー美術館での金属製造物の保存科学的研究に統いて、昭和49年4月1日より同年11月15日までの間、デンマークをはじめとするヨーロッパ諸国を歴訪したのでその概要を報告する。

デンマーク国立博物館には4月1日より8月31日まで滞在し、主として木材の保存に関する実験を行なった。同館における考古遺物、特に出土木材の保存処理技術、およびその大規模な保存処理施設は世界でも類をみることができない。海底からひきあげられたバイキング船や湖沼から出土した丸木舟などの大型遺物の保存処理を課題としてきた同館の保存科学部は、1969年当研究所に招聘されたDr. Christensenを中心に、文字通り世界的な活躍をしている。ここでの研究目的は、同館で行なわれている出土木材の保存法について実験的に検討し、わが国における出土木材保存への応用を具体化することであった。

実験材料として与えられた7000～8000年前の出土木材を利用して、次の5項目を中心に行なった。
④出土木材の断面プレパラート作成と、その観察（出土木材の多くは腐敗が激しく、崩れ易いので新材の薄片を作るよりはかなり難しい）、
⑤従来から伝えられているいくつかの保存法の比較検討、
⑥大型の木製遺物の保存処理に関する検討、
⑦処理された木材の接合および整形方法の改良研究、
⑧木材の処理前、後の形状経年変化についてのデータ整理。研究内容の要旨は次のとおりである。

④出土木材のプレパラートを作成するには、アルコール脱水を行なったのち、キシレンと置き換え、さらにパラフィンワックスを加えたキシレン溶液に浸す。ワックスの濃度は30%ぐらいからはじめて100%にまで高める。このときワックスのM.P.（融点）が56°Cなので、60°Cの恒温槽内にてこの操作を続ける。試料は全体がパラフィンワックスで固化されているので、普通のミクロトームでも木材組織を崩すことなく薄片を作ることが可能である。

⑤ユネスコ発行の“Conservation of Cultural Properties”に紹介されているいくつかの出土木材保存法（みょうばん法、アルコール・エーテル法、しょうのう法、ポリエチレン・グリコール含浸法、真空凍結乾燥法など）のうち、ポリエチレン・グリコール（PEG）含浸法と真空凍結乾燥法の2方式について、特に作業性の問題と保存効果の比較検討を試みた。

⑥同館では、木材の保存方法をPEG含浸法から真空凍結乾燥法に移行している。これに対して、当研究所では両者の使い分けをしている。大型遺物の処理には、主としてPEG含浸法を利用し、木筒をはじめとする比較的小型の遺物には真空凍結乾燥法で保存処理している。すなわち、真空凍結乾燥法で処理された場合の利点（PEG含浸法にくらべて本質感が復元され、周囲の湿度変化に対する緩和性が良いことなど）が多いけれども、PEG含浸法にくらべるとより複雑な手順を踏まねばならない。また、形・大きさに無関係に完全な乾燥処理ができるというところ

るまでは研究が進んでいないので、やむを得ずPEG含浸法との使い分けを行なっている。乾燥装置の試料室のサイズは、当研究所の直径50cm長さ150cmに比して、同館には2基あり、サイズは直径200cm長さ250cmおよび100cm×1000cmである(第1図参照)。

④保存処理された木材は、ワックス様のPEGで固化されており、或る程度の硬さを保持しているが、PEGのM.P. (融点)を越えると出土時のように脆く柔かい材にもどる。同館ではPEG処理された木材の接合については、この性質を生かして接合部に熱をかけ、竹釘をさし込んでつがいにしている。しかし、この場合の強度は平面的なものであり、遺構復元などに必要な立体的強度までを期待することはできない。後述のスイス国立博物館では竹釘の代わりに相当に長いアルミパイプを利用している。

第1図 大型真空凍結乾燥装置(デンマーク国立博物館)

⑤わが国では、水浸出土木材の保存研究が始まられて10年余りであるが、同館では1859年にすでに始まっていたわけである。したがって、保存処理された遺物の保管期間も長く、その保存効果を検討できるデータが豊富なので、歴史の浅い我々にとってはきわめて有効である。

デンマーク国立博物館での木材保存を中心とした実験研究に統けて資料収集のため、次の七個国的研究機関を視察したので併せてその現状を報告する。

①スウェーデン(バーサ号博物館)バーサ号とは1628年進水直後にストックホルム港湾に沈没した木造軍艦である。1961年4月、海底よりひきあげられ、保存・展示されることになったものである。PEGが出土木材保存のために本格的に応用されたのは、このときが最初とされている(木材保存のためにPEGを使う方法は1952年、すでにRolf Morén, Bertil Conternall両氏の名でスウェーデンパテントがおりている)。彼らは、船体に対して分子量600~1500のPEGを利用している。現在、PEG-1500の15%水溶液をスプレー方式で巨体(90%が櫻材である)にふりかけている。含浸量は木質重量に比して5%前後に達したところである。或る程度まで浸み込ませたのち、表面部分について平均分子量4000のPEGを浸ませて仕上げる予定だという。

②ポーランド: 戦争で破壊された町並を部分的に復元する計画を遂行中である。極端な話になるけれども、こわれた或る建物について当初の資料が乏しくて中世の油絵に描かれているものを参考にしたという例があるくらいに文化財保存への意欲は強いようである。同国にはまた大量の大規模な木材による遺構の保存問題を抱えながら、その処理方法を具体的にできずにいる。近く、世界各国の木材保存の専門家を招聘してその対策を検討したい意向であった。

③イタリア(ローマ保存修復センター) 同センターは世界各国からくる文化財保存技術者のた

めの研修が主な業務である。そして、世界各国の保存修復に関する情報はすべてここに叢集されている。

④スイス（国立博物館・チューリッヒ）：同館では模型作成や保存修復を主とする保存修復技術室と、材質分析や保存材料の開発研究を主とする自然科学的研究室に分かれている。チーフの Dr. Mühlthaler はローマ保存修復センターで木材保存の講義も担当している。同博士の場合、木材中の水分をアルコール、そしてエーテルに置き換えたのち、ダンマール樹脂を浸ませて強化する方法を適用している。

⑤フランス（ルーブル美術館）油絵の伝統ある保存技術については紹介するまでもなく有名なところであるが、考古資料の保存研究もまた活発である。さらに、パリから南東へ 150 km のナンシー市には「鉄の博物館」がある。ここでローマン朝のブロンズ像の修理を実際に見聞することができた。一般に、遺物の欠損部復元には、プラスチックスを利用するのが普通であるが、彼らはそれに加えて同一材料を用いて溶接するなど、技術内容は本格的である。

⑥ベルギー（王立中央研究所）ルーブル美術館と同様、油絵の保存研究が世界的に有名なところである。考古資料関係では、石質遺物の保存研究の他、金属、木材、そして顔料と、その研究分野は全般にわたり、対象遺物の種類別に研究室が分立している。さらに、修理に直接タッチしない材質研究や年代測定研究などを専門におこなう実験室も設置されている。

⑦イギリス（大英博物館）およそ20人の保存科学研究者が石質、金属、および木材を中心に保存研究を進めている。一方では、X線分析を中心とした材質研究など、保存に平行した総合的な研究体制ができている。木製遺物の保存に関しては PEG を含浸させるだけの処理方法から脱却して真空凍結乾燥法を採用すべく検討中であった。その他、ロンドンのビクトリア・アルバート博物館には、大規模な保存修復研究部門が組織されている。すなわち、およそ70人のスタッフによる絵画・ロウ人形・彫像・土器・ガラス・織物・金属・家具そして自然科学的な研究の8つの部門からなっている。オックスフォード大学には、考古・美術史研究所がありここでは保存修復技術の研究は全くなされないが、材質研究、年代測定、発掘技術開発研究の3部門に限って研究が進められている。

研究速報 PEG 含浸された木材は、PEG の特性からして避けることのできない問題を持っている。水による影響である。すなわち、仮に試料の関係湿度がそれほど高くなくても空気の流通が少ない雰囲気の中で温度変化の差が激しい場合には水滴が木材表面に長時間停滞し、PEG を溶出させる危険性をもたらす。つまり、PEG が木材中にぎっしりつめられた状態にあり、関係湿度の変化を緩和できる余裕を持たないためと考えられる。一方、真空凍結乾燥された試料は、60%（重量比）の PEG 溶液を含浸させて処理するので、試料容量のおよそ半分に相当する PEG 量が木材中に分散した形になっている。

これら両者の方法で処理された木製遺物の雰囲気の湿度変化に伴なう吸湿性を明らかにするため、次のような実験を行なった。

第1表. 処理木材の湿度変化に対する緩和性

表1に示したような①PEG-4000を含浸させた出土木材、②PEG-4000の40%ターシャリブタノール溶液を浸ませたのち、真空凍結乾燥した出土木材、さらに表1からは割愛したが③腐朽した出土木材を前処理なしに凍結乾燥した試料（出土木材自体の特性を示し、PEGなどの他の物性が作用しないよう配慮したもの）、④PEGの固形試料2種（P₁：フレーク状のPEG-4000を溶融させたのちに急冷硬化させたもので、ローソクのような状態を呈し、試料①に含まれるPEGの状態と似ている。P₂：40gのPEG-4000を60gのターシャリブタノールに溶解させ、これを真空凍結乾燥したもので、PEGはポーラスな状態を呈し、試料②のPEGと同様の分散状態にある）について、温度を20°Cを一定に保ちながら、湿度を30%から100%にまで変化させた。各グレードでは、試料の重量が一定に達するまで同じ条件を持続した。

表1では、20°C-30%時の試料の重量・寸法を基にして、それらの変化量をそれぞれ吸湿率・膨張率として百分率で表現した。なお、寸法の変化は、それが顕著に現われ易い木口方向についてのみ、4ヶ所をマイクロメーターで測定した。

試料①の吸湿率の変化は、試料②にくらべて極端に少なく、湿度80%の時点では、試料表面が湿った状態となり、90%では含浸していたPEGが溶融流出はじめた。一方、試料②は湿度90%で表面がやや湿った色を示したが、内部のPEGが流出するほどの状態ではなかった。表1では報告していないが、試料③も、その吸湿率は試料①に比して高い値を示した。試料④では、P₁が80%を超える時点でPEGは溶融はじめたが、P₂は95%を超えて溶融した。

以上のような実験結果から、PEG含浸法で処理された試料よりも、PEGがポーラスな分布状態にある凍結乾燥処理された試料の方が、湿度変化に対する緩和性（順応性）が優れていと言えよう。

試料①と②におけるPEG溶出の変化は、湿度が80%と90%の10%差において認められる程度だが低湿度状態でも湿度変化に伴なって木材表面に露結することが予測されるので、PEG

含浸処理された木製造物（試料①）の保管方法には、より厳重な配慮が必要である。(i)表面部分に水滴が停滞しないような空調条件の設定や、(ii)水分の内部への侵入を出来る限り柔げるように木材表面を塗膜することなどの配慮である。前者を果たすには、収蔵庫、展示室等の空調条件という基本的な問題に係わってくる。後者に関しては、木材表面での露結時間の長さも影響してくるのであるが、ひとつの例としては、次の要領で合成樹脂を塗膜することが考えられる。

①トリクロールエチレン溶液（5～10%のPEG—4000を添加）に5分間程度、室温のままで木材を浸して表面洗滌する。木材が大きいなどの場合には、槽内に浸すまでもなく、数回の塗布を繰り返すことによって洗滌することも可能である。

②トリクロールエチレン溶液が十分に乾燥したあとで、イソシアネート樹脂で塗膜する。なお、同方法で処理された試料は、本実験では湿度が95%に達するまで木材内部のPEGは溶出しなかった。

第2図は奈良時代の出土木筒である。(b)はPEG含浸直後のもの、(c)はトリクロールエチレン洗滌後、イソシアネート樹脂で塗膜したものである。図にみられるように、PEG含浸すると木材は黒化するが、その原因はまだ明確にされていない。それゆえ必要に応じて表面部分のPEGを溶剤で溶出させ、生の木質部を露呈し、PEGによる直接的な濡れ色および黒化の現象を避ける方法が当座の措置として考えられている。

外部関係機関等への指導：鉄器を中心とした考古資料保存の研修・岩手県・北上市立博物館、鉄製造物の保存処理に関する実地指導・香川県・瀬戸内海歴史民俗資料館、鉄灯籠の保存修復の原理的指導・奈良県・元興寺佛教民俗資料研究所。
 (沢田正昭)

(a)処理前 (b)PEG含浸直後 (c)処理後
 第2図 PEG含浸処理木筒