物理化学的手法による有機質埋蔵文化財の保存処理

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 増澤, 文武 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/26681

氏　　名	増澤　文武
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	博甲第８４３号
学位授与の日付	平成１８年９月２８日
学位授与の要件	課程博士（学位規則第４条第１項）
学位授与の題目	物理化学的手法による有機質埋蔵文化財の保存処理
論文審査委員（主査）	宮岸　重好（自然科学研究科・教授）
論文審査委員（副主査）	淺川　毅（自然科学研究科・助教授），上田　一正（自然科学研究科・教授），元井　正敏（自然科学研究科・教授），北川　和夫（自然科学研究科・教授）

Abstract

The main purpose of this research is to estimate deterioration of the old aged organic remains and to establish the most suitable method for their long term conservation.

In the present paper, a simple method was proposed to estimate the deteriorated condition of waterlogged wooden surface using a handy hardness meter.

Several methods of conservation treatments for the waterlogged wooden specimens were compared to select a treatment method suitable for each object. The waterlogged wooden specimens treated with the PEG impregnation method were traced over 30 years in order to find the PEG method that gave the most stability for long-term preservation. The best method was the PEG4000 method with consecutive putting into PEG4000 solutions of successively enhanced concentrations.

Impregnation with PEG4000 was successfully applied to the waterlogged two-forked oak sleigh. The cluster analysis of 108 sampling points on its surface revealed that the surface area could be classified into four categories and they could be mapped.

The organic objects in a placenta container in 17th century were identified and conserved successfully. In addition, it was found from histological examination and DNA analysis that a human placenta was preserved in it.

学位論文要旨

発掘調査に際し物理的な破損を除けば安定している土器や石器などに対して、大気に触れると乾燥し始め、変形や割れを生じる膨大な木製品が出土し、また他にも変質しやすい有機質の遺物が出土する。これらの保存対策が求められ、その前提としてこれらの性質の把握と保存処置後の長期安定性が求められる。

本研究はこれに対応するために、出土木材の劣化状態を簡便に把握する手法の開発と、各種保存処理法の比較検討を行い、各種出土文化財への実際処理のための基礎データを求めた。また、ヨーロッパと日本において最も普及してきたポリエチレングリコール（PEG）含浸処理法は、PEG が水可溶性であり吸湿性があることから、我が国のような高温多湿の環境における長期安定性が懸念された。そこで、分子量の異なる PEG についてそれらの含浸工程の把握と PEG 含浸試片の 30 年にわたる追跡調査により長期安定性の評価を行った。

これらの研究が目指すところは、唯一無二とされる文化財の多様な劣化状態と多種多様な有機質の遺物に対して安全かつ安定な保存処理法を確立し、次世代に文化財を継承することである。その具体例として、一木製では世界最大規模を誇り、最も狂いが生じるため建築材などとしては用いない木取りの二股のそり状木製品『修羅』（アカガシ材 *(Quercus sp. (Cyclobalanopsis)*：全長 8.8m）について PEG4000 含浸処理法を適用し、含浸処理中に各部位の寸法変化を追跡し問題解決を図り、かつ統計解析を行った。

出土木製品のみならず、発掘の際予期せぬ有機質の遺物が出土する例がある。これらの保存処置には予備試験をも許されずにその解決策が求められ、時として大きいリスクを伴う。江戸時代初期の毛彫青銅製容器に幾種類かの有機質遺物と生体の一部と推定される遺物が埋納されており、それらの同定ならびに保存処理を実施し成果を得た。

1，弥生後期～古墳時代前期と推定される同一木材でも劣化状態の異なったトチノキ *(Aesculus turbinata Blume)* について、ゴム硬度計（日本ゴム協会規格：SRIS-0101）により表面のかたさを測定し、この値と収縮率、たて圧縮強さ、含水率との相関関係を求めた。その結果、かたさは現生材 96 に対して出土材最大 86、最小 36、平均 59 であり、平均で６割低下しており、バラツキが極めて大きかった。

かたさと収縮率、たて圧縮強さ、含水率との相関性は、回帰式：

$\beta_R = -0.64H + 70$　H:かたさ、β_R:放射方向の収縮率　r=0.89

$\beta_T = -1.25H + 143$　β_T:接線方向の収縮率　r=0.88

$\log \sigma_L = 0.25H - 0.56$　σ_L:たて圧縮強さ　r=0.91

$u = -11.5H+1390$　　u:含水率　　$r=0.81$

となり高度に有意である。以上の結果からかたさは出土木材の表面の劣化状態を把握する指標となり得ることを突き止めた。あわせて、文化財の計測や分析で最も重要なことは非破壊検査や分析が可能なことであるが、本計器は直径 5.08mm の硬球を遺物に押し当てるものであり、これを満足するものである。

2，針葉樹に比べ寸法安定性が著しく悪い広葉樹の出土木材について、PEG4000 含浸法、真空凍結乾燥法、ロジンやダンマル、油脂の加工品を浸透させるアルコール・キシレン・樹脂法、ならびにアクリル樹脂を浸透させるアルコール・キシレン・樹脂法によりそれぞれ保存処理を行い、かたさ、比重、たて圧縮強さ、寸法安定性について比較した。その結果、かたさはPEG4000 含浸処理したものは現生材とほとんど変わらないほどに回復し、他の処理法でも 80%以上にまで向上した。比重は、PEG4000 含浸処理したものでは現生材の 2.5 倍、他の処理法では現生材の 0.45 の 70-90%となり、後者が現生材により近い値を示した。寸法安定性については高分子のアクリル樹脂を用いたアルコール・キシレン・樹脂法を除いて収縮率が３%以下であり良好な結果を得た。たて圧縮強さは、PEG4000 含浸法＞アルコール・キシレン・樹脂法≧真空凍結乾燥法の順であった。保存処理以前に比べ格段に強度は上がるが現生材の 400kg/cm^{2}に比べると平均で 150kg/cm^{2}以下で本来の強度とは著しい差があったが取り扱い上支障はなかった。以上の結果からアクリル樹脂によるアルコール・キシレン・樹脂法以外の方法を出土木材の保存処理法として採用出来ると判断した。

3，最も普及しつつあった PEG 含浸処理法において、吸湿性の高い PEG1500、PEG2000 ならびに比較的吸湿性の少ない PEG4000 を取り上げ、その含浸工程と仕上がり状態を比較し、寸法安定性など 30 年にわたる追跡を行い、文化財に最も要求される長期安定性について比較した。

20%ずつ逐次濃度を上げる PEG 含浸処理において、どの PEG の場合も溶液内の質量変化の測定点が飽和吸着式：

$$Y = ax / (b + x) + c \quad \text{および} \quad Y = a\{1 - \exp(bx)\} + c$$

Y: 質量/ g、x ： 浸漬時間 / day、　a， b， c ：パラメーター

に良く合い（分散比：0.912 以上)、見かけ上外部溶液と飽和吸着平衡となっているとみなすことが出来た。PEG 含浸処理によりどの PEG の場合も初期の寸法安定性は確保された。しかし、PEG1500、PEG2000 を含浸したものは吸湿し、表面に水滴を生じ PEG が系外

に浸出して、前者は著しい収縮を、後者は放射状の割れを生じた。この結果からこれらは長期的には適さないことが判明した。PEG4000 含浸試片は 30 年間収縮がほとんどなく良好であった。特にアルコールにより表面の PEG を除去して木質感を表出したものは、多湿時に暗色化することがあったが木質感を保持し良好な保存処理法であることが明らかとなった。比較例として PEG4000 溶融液に直接浸漬したものは時間が経つに連れ、板目・柾目面に落ち込みを生じ、適さないことが判明した。

4，上記の結果ならびに出土したカシ材の PEG 含浸処理のパイロット試験と弥生－古墳時代のカシ製遺物が保存処理において良好な寸法安定性を得ていた実績をもとに、樹木の木取りでは最も狂うとされる二股の修羅の PEG4000 含浸処理を実施した。その際、割れとねじれが生じたが、PEG 濃度の操作と PEG200 の添加により著しい収縮と変形を抑え形状を維持することに成功した。その保存処理工程ならびに処理後の保管時の経時変化をクラスター分析により解析した。

その結果、極めて複雑な経時変化を示す遺物の各部位のグループ分けにより単純化に成功し、各クラスターの特徴が保存処理工程において同一傾向をもつ部位と部分的に著しく異なる動きを示す部位を明らかにすることができた。あわせて、これらを修羅上にマッピングした。その結果、それぞれの部位が保存処理工程の各段階において必ずしも同じ傾向を示すものではなく、膨潤と収縮ならびに横ばいなどの特徴を示すことが明らかとなった。この例から今後の出土木材研究においてクラスター分析と他の分析手法との併用により、保存処理ならびに保管時における全体的な経時変化を解明する第一歩となると考える。

5，発掘調査に際し予期せぬ有機質の遺物が出土することがある。これらの保存処置に対して予備試験をも許されずにその解決が求められる例がある。これは保存修理技術者にとって大きい問題であり、時として大きいリスクを伴う。江戸時代初期の胞衣容器と推定された鶴亀松竹の毛彫青銅製容器には有機質遺物と生体の一部と思われるものが埋納されており、それらの分析と同定、ならびに保存処理を実施した。その結果、生体と思われる組織が胎盤の一部であり、ヒトのミトコンドリア DNA が検出された。あわせて青銅製容器に納入されていた桶、竹篦、紐や裂の分析と保存処置にも成功した。これにより考古学および民俗学上、過去胞衣容器とされるものの中で初めて胞衣の存在を確認することができた。

学位論文審査結果の要旨

本論文は、出土文化財、特に有機系遺物について、劣化状態の把握手法の開発、各種保存処理法の比較検討、適した保存処理法の選択と各種出土文化財への応用を検討したものである。その結果、劣化状態の異なる木製品の表面硬度をゴム硬度計により測定することにより、文化財に最も要求される非破壊的且つ簡便に劣化状態を把握できることを明らかにした。また、針葉樹に比べ寸法安定性が著しく悪い広葉樹の出土木材について、幾つかの処理法を比較検討し、PEG4000 含浸処理が最も優れ、かたさは現生材とほとんど変わらないほど回復し、寸法安定性についても３％以内で保存ができるなど良好な結果を得ると共に、PEG4000 含浸処理後にアルコールで表面処理することにより木質感を保持しながら長期安定保存が可能となることを明らかにした。次に、樹木で最も狂いやすいとされる二股部分の木取り全長約９ｍの二股のカシ製そり『修羅』の PEG4000 含浸処理を実施し、その寸法安定性の解析のためにクラスター分析を行った結果、極めて複雑な経時変化を示す遺物の各部位をグループ分けにより単純化とマッピングに成功し、グループ毎の変動の視覚化に成功した。さらに木片など様々な有機遺物を含む江戸初期の胎盤桶の保存処理にも成功した。

以上のように、本論文は出土文化財について劣化状態の把握からその保存処理に至る一連の幅広い研究成果から成り、８月７日の公聴会後、本審査委員会は慎重に審議した結果、本論文が十分に博士（学術）に値すると判断した。