

保存処理の動向と展望－木質遺物－

伊藤 幸司

●キーワード：保存処理 (conservation), 出土木材 (waterlogged wood),
ポリエチレングリコール含浸処理法 (PEG method),
トレハロース含浸処理法 (trehalose method)

1. はじめに

有機質遺物、特に木質遺物の保存処理について過去10年間程の歩みと最新の情報、将来の展望をまとめるよう依頼を受けたが、筆者が糖アルコール含浸処理法(以下、「糖アルコール法」)の開発に関わってからでも既に20年が経っており、10年はあまりに短い。よって、この10年に至る経緯という観点からこれまでに研究され、試みられてきた保存処理方法を概観する事とした(註1)。

「歩み」という事で言えば、1960年代から現在に至る永きに渡って、我が国の木質遺物保存の根幹をなしてきたのはポリエチレングリコール含浸処理法(以下、「PEG法」)である事は言うまでもない。PEG法を様々な条件(器形、樹種、腐朽度、処理後の保管環境等々)に適応させるべく、先達によって数多くの研究がなされてきた。結果、その「有効性」と「限界」について一定の共通認識を持つ事が出来る最も安定した保存処理方法となっている。保存処理実施者にとって重要なのは「有効性」よりも「限界」についての認識である。PEG法がオールマイティーに適応できるわけではないことは皆が理解している。よって、自らの技能も含め、適応範囲を外れたものは処理の対象から外せばよいのであるが、それではいつまで経っても保存処理が出来ず水浸けのまま朽ちていってしまう、ということも明らかである。この30年程を振り返ってみると、PEG法の範疇での事

も含め、新たに提案された保存処理方法はPEG法の限界を改善する事を端緒として研究、開発されたものがほとんどである。しかし、ある部分で優れた方法であったとしても、設備や方法の特殊性等の問題から、広範囲に渡る実資料に対して継続して実施されている方法は多くない。

本稿では、木質遺物を発見した発掘調査担当者が苦慮されているであろう保存処理について、また、これから木質遺物の保存処理を試みようと考えておられる方達が、取り巻く条件も鑑みて望ましい方法は何なのかを判断する際の一助としていただくべく、主だった処理方法を概観していく(註2)。

2. 保存処理方法の概要

木質遺物の保存処理は、含まれている水分の蒸発等に伴う遺物の変形を防ぎ安定させるため、水分を他の物質(以下、「薬剤」)に置き換える。大別すると、水溶性の薬剤に置換する方法と、非水溶性の薬剤に置換する方法とがある。前者は、含浸する薬剤の水溶液に木質遺物を浸漬して、遺物内部の水分との置換を図る。後者は、含浸する薬剤を直接水に溶かす事ができないため、まず遺物内部の水分をアルコール等に置換した後、目的の薬剤の含浸を行う。それぞれに長所短所はある。前者の場合、含浸処理自体は比較的安全に行う事ができるが、処理後、保管環境によっては吸湿性・潮解性などの性質から、薬

剤の溶出や軟化などの問題が生じる場合がある。後者は、吸湿性が無いので保管条件の許容は広いが、処理作業における安全の確保には十二分に注意しなければならない。また、遺物の条件によっては乾燥段階での寸法安定性や処理後の強度などに不安がある。もちろん、このような不安要素については適正な保管環境の確保や保存処理実施者の技能によって解決できる事柄も多いので、事前調査（状態・条件の把握）、保存処理（方法と実施者の選定）、保管・管理（保存処理方法を考慮した環境の確保）など、全体を見通して想定しておく必要がある。

2.1 PEG 法^(1~66)

我が国だけでなく世界的に見ても最も普及している保存処理方法であり、その実績は他の追随が及ぶものではない。冒頭で述べたように数多くの研究によって「可能性」と「限界」が明らかにされ、更にその「限界」を越えるべく新たな方法が提案されてきた。界面活性剤の使用^(20・34・38)や、マンニトールを用いた2ステップ法^(79~81)などがこれにあたる。しかし、埋蔵文化財調査組織などに属する保存処理実施者が継続的にこれらの方法を行っているという話は聞かない。やはりオーソドックスなPEG法に帰結しているようである。「限界」ということでは、長期に渡る含浸期間、処理後の保管条件の制約など、解消できない問題が存在している。

2.2 真空凍結乾燥法^(67~85)

当初、真空凍結乾燥法は、PEG4000の第三ブチルアルコール（以下、「TBA」）溶液を含浸して凍結し、真空下で昇華、乾燥させるというものであった。木地が明るく仕上がりに、墨痕が鮮明になることから木簡の保存処理で大きな成果を上げてきた⁽²⁰⁶⁾。しかし、含浸の際、PEGを溶解するために引火性の高いTBAを加熱せねばならず、危険を避ける設備が必須となる。このような安全面・設備面での制約などから、TBAは使用せずPEG⁽⁷⁶⁾やスクロース、マンニトール等の水溶液を含浸して真空凍結乾燥する方法が研究、実施されてきた。現在ではTBAを使用する事は稀である。最新の研究として、トレハロース含浸処理法（以下、「トレハロース法」）の水分除去・乾燥工程で真空凍結乾燥を利用する方法が

試みられている⁽¹⁴⁶⁾。このような事からすると、真空凍結乾燥はTBAを用いる本来的な真空凍結乾燥法ばかりではなく、他の含浸処理法の水分除去や乾燥工程をより効果的に、安全に行うべく用いられる“手法”となっている。

2.3 溶剤樹脂法^(86~93)

木質遺物中の水分と各種天然樹脂・合成樹脂を置き換えるため、有機溶剤を媒体として置換・含浸する方法である。「アルコール・エーテル・樹脂法」^(89~93)、「アルコール・キシレン・樹脂法」^(86~88)等が知られている。どちらかといえば小型の遺物に適用されてきている。これは、有機溶剤を多量に使用することによる設備上の制約や、処理後の強度的な問題によるもので、大型木質遺物への実施は不向きである⁽²⁰⁴⁾。

2.4 高級アルコール法^(94~98)

木質遺物に含まれている水分をメタノールに置換した後、液温を60℃に保った状態でセチルアルコール、もしくはステアリルアルコールを溶解、完全に置換する方法である。PEG法に比べて処理期間が短く、また、吸湿性が無い事から処理後の保管上の制約も少ない。しかし、アルコールの液相時と固相時の見かけの密度の差がやや大きく、劣化が激しい遺物では見かけの密度の差が体積変化となって現れることがあるらしい⁽²⁰²⁾。

2.5 脂肪酸エステル法^{(註3)(102)}

アルコール置換の後に、加熱した12-ヒドロキシステアリン酸メチルエステル（脂肪酸エステル）に含浸、置換する方法である。処理方法は高級アルコール法に似ているが、その工程数は脂肪酸エステル法の方が少ない。分子量が低く処理期間が短いことや、吸湿性が無い事など、その利点も高級アルコール法と似ている。問題点としては、処理後の遺物表面に白色粉体を析出し、繰り返し除去しても治まらない場合がある。

2.6 リグノフェノール法^(103~112)

リグノフェノールはリグニンから生産された木材由来の素材で、保存処理作業としては非水溶性薬剤の含浸方

法に類する。リグノフェノールは PEG4000 よりも木材への親和性が高く、処理後は木材本来の質感を持ち、十分な強度も得られる。それぞれが異なる条件を持つ実資料へは実施できていないので問題が生じるのか否かは不明であるが、保存処理方法としては一定の精度に達しているといえる。残念ながら現時点では実用化に至っていないが、これは含浸設備の安全性の確保やリグノフェノールの生産に関わるコスト等からの制約によるものである。

2.7 糖アルコール法^(113~145)

主剤として、ラクチトールという工業的につくられた糖を用いる。木質遺物に含浸したラクチトール水溶液を結晶させる事で寸法安定性、強度を得る方法である。ラクチトールは水和物の状態で結晶となり、大別すると無水和物・一・二・三水和物の4つの結晶形がある。木質遺物の保存においては一・二水和物の結晶を生成する必要がある。

実資料への適用について、最も効果的であったのは木簡の保存処理である。厚さ5ミリ程の通常サイズの木簡であれば2~3週間で含浸処理を終え、結晶化についても同程度の期間を見込んでおけば十分である。大阪市内から出土した3500点余の木簡の保存処理を、小型熱風乾燥器を使用して短期間のうちに終える事ができた。もちろん墨痕が消える等のトラブルも無い。仕上がりの木地の色合いは、真空凍結乾燥法によるものほど白くはなく、自然な色合いとなる。保存処理が難しいとされてきたアカガシ等の広葉樹材、そして漆器についても処理作業が容易となり、大きな成果を上げてきた。また、広範に渡る実資料への適用段階で生じた問題についてもその原因を究明、解決してきた。しかし、作業性や汎用性などの点から、現時点では後述するトレハロース法に勝るものではない。

2.8 トレハロース法^(146~166)

2007年頃までに糖アルコール法は精度・安定性の高い保存処理方法となり、多くの機関で採用されるようになってきていた。しかし、バイオ燃料の原料であるトウモロコシの価格が世界的に高騰したことによりラクチトールの価格が急騰、安定した供給が危ぶまれる事となった。

よって、ラクチトールに代わる主剤を検討、第一の候補としてトレハロースを選択、その可能性を研究したところ、木質遺物への含浸薬剤として優れた性質を持っている事が明らかになった。なかでも、低加熱、更には非加熱での含浸工程の完了については、省コスト、省エネルギーの観点からも期待されている。

筆者が行った処理成果から特筆すべきものとして、布等の繊維製品への適用が挙げられる⁽¹⁵⁸⁾。これまでの処理方法では、含浸処理後、表面に付着している薬剤を除去する必要があった。しかし、布等の表面に付着、織り目に詰まった含浸薬剤だけを溶解もしくは軟化して除去する事は困難で、無理に除去しようとする事で資料そのものを損なう危険性があった。ところが、トレハロース法の場合は必要量(必要濃度)だけを含浸する事によって、過剰なトレハロースが表面へ付着・析出(結晶化)することを回避できるので、表面処理の必要がない。

近年は筆者以外の研究者によるトレハロース法へのアプローチが増えてきている。その一つに真空凍結乾燥の手法を取り入れたものを挙げる事ができる⁽¹⁴⁶⁾。大型の木質遺物の場合、内部に残存する低濃度の薬剤溶液や水分の挙動が問題視される場合がある。これを解消し、乾燥工程を効率よく終える為に真空凍結乾燥によって水分を確実に除去するのである。また、保存処理後の木質遺物をC¹⁴法による年代測定に供する場合、保存処理方法によっては含浸した薬剤を十分に除去できず、正確な結果が得られないケースがあるようだが、トレハロース法の場合は問題が無いという実験結果が得られている⁽¹⁴⁷⁾。

現在、筆者らは海底から引き上げられた木質遺物、特に鉄釘が打ち込まれた船体など鉄と木の複合材からなる遺物へのトレハロース法の適用を検討している⁽¹⁶²⁾。海底から引き上げられた船材などの木質遺物は、塩化物イオンや硫酸イオンを大量に含んでおり、これが鉄イオンと反応してPEGなど含浸薬剤を分解する危険性が指摘されている。分子量が小さく、金属に対する防錆作用があり、熱や酸に対する優れた耐性を持つトレハロースの効果期待されている。

3. まとめにかえて

3.1 保存処理技術の共有化について

我々が日々向き合っている文化財は人類共有の財産であり、これを守り伝える為に日々努力しているわけだが、処理方法の中には実質的に秘匿されているものがある。僅かながら発表されているものもあれば、使用される薬剤を含め全く公表されていないものもある。

2013年12月、中国荊州で開催された第1回出土木漆器保護保存国際学術検討会に招待され、講演する機会を得た。その際、現地で保存処理された木・漆・繊維製品を実見したが、その成果には目を見張るものがあった。中でも戦国時代の墳墓から出土した布製品が現代の布（レプリカ）と見紛うほどの状態に仕上がっていることには驚かされた。しかし、使用されている薬剤の成分や製法については機密事項で、開発者しか把握していないとの説明を受けた。処理後の経年変化なども併せ、その内容が明らかにされれば、評価することが出来る。当然の事ながら、我が国に於いて保存処理に苦慮しているような有機質遺物へも適応できる可能性もあるわけだが、現状では俎上に乗せる事も出来ない。非常に残念な事である。

この事例は希なケースのように思われるかもしれないが、実は同様の事が日本に於いてもあるようだ。文化財は人類共有の財産であるのに、それを守る為の技術に関わる情報が十分に公開されていないことには矛盾を感じる。いかに優れた処理方法であったとしても、どのような成分の薬剤を使って、どのような手法で行われたのか明らかにされない保存処理方法を採用する事は望ましくない。逆に言えば、ひとつの保存処理方法として確立するためには、公開して衆目にさらされて、多角的に有効性と限界が検討され、一定の評価を受ける必要がある。

3.2 保存処理技術の研究について

私たちは文化財に永遠の命を吹き込むことができる魔法使いではない。将来、より良い方法が開発される事への期待も込めて、現時点での最良の方策を講じているのである。

筆者は1995年に糖アルコール法の開発に着手して以

来、現在のトレハロース法に至るまで糖類を含浸する方法の実用化を推し進めてきた。その過程で、様々な局面で生じた問題の解決にあたってきたが、常に念頭においているのは「再現性」と「汎用性」の双方を高める事である。再現性は、同じ条件、もしくは似通った条件で同じ手法を適用した場合、どれほどの確度で同じ結果が得られるのか、という事である。汎用性は、より多くの人に受け入れられ、より広範な資料に対して適性があるか、という事である。例えば、糖アルコール法への着手段階から現在のトレハロース法に至るまで、温度・濃度を調整することでどのような結晶が生成されるのか幾度となく実験を繰り返し、その再現性を検証してきた。この積み重ねこそが、実資料の保存処理において意図した結晶を生成する技術に繋がっている。また、汎用性を向上させるために情報を秘匿する事無く公開し、関わる技術を広く伝えるための研究会や研修会を開催、学会での発表等を国内外で継続的に行ってきた。この結果、それぞれの視点からアプローチしてくれる他機関の保存処理実施者が増えている。1人の力には限りがあるが、多くの研究者が参画することで、より精度の高い処理方法へと導かれてきている。

今後も更なる有効性を備えた処理方法が開発、提案される事を期待している。

当然の事ながら、提案された方法に対する詳細に渡る検証と評価は必要である。しかし、“できない”部分ばかりを取り沙汰して批判に終始する事はいささか短慮といえよう。“できる”部分を検証して有効性が認められるならば、“できない”部分を認識し、解決する努力をすればよい。

3.3 実態の調査と再評価

本稿では発掘した木質遺物への保存処理方法を検討する際の一助としていただくべく主要な方法を中心に概観し、述べてきた。しかし、保存処理を行う事は我々の目的である“文化財を残す”為の手段であり、これで完結するものではない。永く守る事、永く伝える為には、保管・管理の重要性を忘れてはいけない。言い換えれば、永続的に保管・管理するために文化財のコンディションを整えることが保存処理であり、それに則した保管・管

理環境を用意せねばならない。処理を終えた木質遺物は“木”としての性状というよりは含浸した薬剤の影響が強く、強度、温度湿度への耐性、吸放湿性や外観上の変化などに含浸薬剤の性状が強く現れる。もちろん、これは対木質遺物に限った事ではない。保存処理後、当初は良好であっても10年、20年と年を経るに従って僅かずつではあるが変質・劣化し、最終的には資料本来の価値が損なわれてしまったという例もある。保存処理直後の精度ばかりを云々するのではなく、経年変化についても体系的に状態を調査、把握し、それぞれの保存処理方法を再度評価、再考することが必要な時期に来ている。

謝辞

本稿で使用した文献リストやカードの作成など、亀田のぞみ氏から多大なるご協力をいただいた。記して感謝申し上げます。

註

1) 本稿をまとめるにあたって、事務局から提供された『文化財科学文献データベース』から木質遺物の保存処理方法の研究や開発に関わるものを抽出した。しかし、『考古学と自然科学』については1997年から、『大会研究発表要旨集』については2004年から同データベースに入力されていなかったため、当方で把握し

た他の文献と併せ追加し、本稿で使用する“文献データベース”とした。対象文献の抽出は、[論文題名]や[キーワード]等から行った。よって、検索項目にその旨の記述が無い場合は抽出から漏れた可能性がある。悪しからずご了承いただきたい。また、選択した処理方法は、①実資料への実施段階に至っているもの、としたが、今後の進展を期待して、②文件数が10件以上認められる方法、③最近10年間に研究発表を行っている方法、に該当するものも含めた。

- 2) 作成した文献データベースのレコードを保存処理方法毎にまとめ、発表年の新しいものから順に並べ、文献番号を付し、「関連文献リスト」として掲載した。特に本文と関連する主な文献については、当該箇所に文献番号を付した。また、本稿で取り上げた処理方法についてはそれぞれの概要をカード形式にまとめた。しかし、その内容は該当する全ての文献を網羅的に集約したものではない。限られた情報である事を御理解いただき、不足は適宜補っていただきたい。
- 3) 脂肪酸エステル法については藤田浩明氏から御教示を得た。
- 4) リグノフェノール法については片岡太郎氏から御教示を得た。

関連文献リスト

<PEG 含浸処理法>

- 1) 井上美知子・植田直見・伊藤健司・山田卓司 2008 「収縮・変形した出土木製遺物の形状回復に関する研究・その4—PEG 含浸法による収縮木材の回復試験—」日本文化財科学会第25回大会研究発表要旨集 pp.334-335
- 2) 米村祥央 2008 「出土木製品保存環境におけるPEG分子量分布の変動に関する基礎研究」日本文化財科学会第25回大会研究発表要旨集 pp.330-331
- 3) 米村祥央 2008 「分子量分布の変動から捉えた出土木製品保存処理薬剤の劣化—ポリエチレングリコールの低分子化とその要因—」歴史遺産研究 東北芸術工科大学歴史遺産学科 pp.27-33
- 4) 井上美知子・植田直見・伊藤健司・藤田浩明 2007 「収縮・変形した出土木製遺物の形状回復に関する研究・その3—PEG 含浸法による収縮木材の回復試験—」日本文化財科学会第24回大会研究発表要旨集 pp.266-267
- 5) 米村祥央・大久保治恵 2007 「出土木製品の保存処理に用いられるPEGの分子量分布の変化(3)」日本文化財科学会第24回大会研究発表要旨集 pp.256-257

- 6) 西尾太加二・山岸晃子・西川さおり 2007 「中屋遺跡から出土した木製鞍の保存処理」文化財保存修復学会第 29 回大会講演要旨集 文化財保存修復学会 pp.314-315
- 7) 大久保治恵・米村祥央 2007 「PEG 含浸処理された木製品が短絡的な収蔵環境の変化によって受ける影響」文化財保存修復学会第 29 回大会講演要旨集 文化財保存修復学会 pp.316-317
- 8) 米村祥央・布施明子 2006 「ポリエチレングリコールの分子量分布変動に伴う保存処理済み木材遺物への影響」日本文化財科学会第 23 回大会研究発表要旨集 pp.236-237
- 9) 井上美知子・植田直見・伊藤健司・藤田浩明・赤田昌倫 2006 「収縮・変形した出土木製遺物の形状回復に関する研究・その 2—PEG 含浸法による収縮木材の回復試験—」日本文化財科学会第 23 回大会研究発表要旨集 pp.234-235
- 10) 井上美知子・植田直見・伊藤健司・藤田浩明・赤田昌倫 2005 「収縮・変形した出土木製遺物の形状回復に関する研究・その 1—PEG 含浸法による出土木材の変形挙動—」日本文化財科学会第 22 回大会研究発表要旨集 pp.306-307
- 11) 米村祥央 2003 「PEG の低分子化による酸性物質の発生量に関する研究」元興寺文化財研究所研究報告 2002 p78
- 12) 米村祥央 2003 「ポリエチレングリコールの低分子化」元興寺文化財研究所研究報告 2002 pp.57-60
- 13) 増澤文武・宮岸重好 2003 「室内保管したポリエチレングリコール含浸出土木材の 30 年の経年劣化」考古学と自然科学 47 pp.13-33
- 14) 米村祥央 2003 「出土木製品の保存処理に用いられる PEG 分子量分布の変化(2)」日本文化財科学会第 20 回大会研究発表要旨集 pp.172-173
- 15) 小林啓・松井敏也・北野博司・松井泰典 2003 「水浸出土木材における PEG 含浸・除去と木材組織の観察」日本文化財科学会第 20 回大会研究発表要旨集 pp.170-171
- 16) 木川りか・横田明・西尾太加二 2002 「出土木材 PEG 含浸槽における PEG 分解菌」考古学と自然科学 44 pp.77-88
- 17) 米村祥央 2002 「出土木製品の保存処理に用いられる PEG の分子量分布の変化」日本文化財科学会第 19 回大会研究発表要旨集 pp.142-143
- 18) 山城直美・上條朝宏・門倉武夫 1999 「PEG 含浸法による出土漆器類の保存処理に関する研究 2」東京都埋蔵文化財センター研究論集 東京都埋蔵文化財センター 17 pp.59-71
- 19) 大阪府立近つ飛鳥博物館 1999 『大阪府近つ飛鳥博物館図録 19 修羅！その大いなる遺産 古墳・飛鳥を運ぶ』 pp.112-120
- 20) 福原幸一・今津節生 1998 「出土木材の非加熱含浸処理—界面活性剤の添加による寸法安定性の向上—」文化財保存修復学会第 20 回大会講演要旨集 文化財保存修復学会 pp.58-59
- 21) 西尾太加二・青木修 1997 「PEG 常温含浸法による木製品の保存処理」研究所報 (財)静岡県埋蔵文化財調査研究所 71 p.4
- 22) 西尾太加二・青木修 1997 「PEG 常温含浸法による木製品の保存処理」日本文化財科学会第 14 回大会研究発表要旨集 pp.148-149
- 23) 石川恵美 1997 「ポリエチレングリコール含浸法の歴史と今後の課題」創立三十周年記念誌 元興寺文化財研究所 pp.94-98
- 24) 増澤文武 1997 「室内に保管されたポリエチレングリコール含浸水浸出土木材の 24 年」創立三十周年記念誌 元興寺文化財研究所 pp.6-11

- 25) 植田直見・井上美知子 1994 「出土木材の PEG 処理法の見直しとそれに変わる薬剤の開発」元興寺文化財研究 51 pp1-8
- 26) 河越幹男・百村敬一・石垣昭 1993 「PEG 含浸処理を施した遺跡出土木材の乾燥と変形」考古学と自然科学 27 pp.69-78
- 27) 河越幹男・百村敬一・石垣昭 1993 「PEG 含浸処理を施した遺跡出土木材の乾燥と変形」日本文化財科学会第 10 回大会研究発表要旨集 pp.68-69
- 28) 川地武・住野正博・黒木泰貴 1993 「樹脂含浸による埋蔵遺跡保存法の研究(その 1) —土中への PEG の最適含浸条件と含浸土の物性—」日本文化財科学会第 10 回大会研究発表要旨集 pp.122-123
- 29) 木川りか 1993 「出土木材 PEG 処理液の腐敗原因と防除対策」保存科学 33 pp.47-54
- 30) 鈴木隆司・入江孝行・千坂治雄・上條朝宏・石川隆司・都立アイソトープ総合研究所 1992 「レイリー/コンプトン散乱比法による木器中 PEG 含浸率測定」日本文化財科学会第 9 回大会研究発表要旨集 日本文化財科学会 pp.38-39
- 31) 河越幹男・石垣昭 1991 「遺跡出土木材への PEG 含浸速度に及ぼす樹種、PEG 濃度、及び温度の影響」考古学と自然科学 23 pp.1-11
- 32) 河越幹男・石垣昭 1991 「遺跡出土木材への PEG 含浸速度に及ぼす木目の影響」考古学と自然科学 24 pp.69-75
- 33) 河越幹男・石垣昭 1991 「遺跡出土木材への PEG 含浸速度に及ぼす木目の影響」日本文化財科学会第 8 回大会研究発表要旨集 pp.79-80
- 34) 植田直見・井上美知子・増澤文武 1991 「陽イオン界面活性剤を用いた出土木材の保存処理(II)」日本文化財科学会第 8 回大会研究発表要旨集 pp.35-36
- 35) 石垣昭・河越幹男 1990 「遺跡出土木材の PEG 含浸処理に関する理論的考察」考古学と自然科学 22 pp.95-102
- 36) 河越幹男・石垣昭 1990 「遺跡出土木材への PEG 含浸速度に及ぼす樹種、温度、PEG 濃度の影響」日本文化財科学会第 7 回大会研究発表要旨集 pp.48-49
- 37) 河越幹男・石垣昭 1989 「遺跡出土木材への PEG 含浸に関する理論的考察」日本文化財科学会第 6 回大会研究発表要旨集 pp.31-32
- 38) 植田直見・井上美知子・松田隆嗣・増澤文武 1989 「陽イオン界面活性剤を用いた出土木材の保存処理」日本文化財科学会第 6 回大会研究発表要旨集 pp.29-30
- 39) 北爪健二 1988 「三ツ寺 I 遺跡出土水浸埋没木材のポリエチレングリコール(PEG)含浸処理について」上越新幹線関係埋蔵文化財発掘調査報告書 第 8 集 三ツ寺 I 遺跡 古墳時代居館の調査(木器編)群馬県教育委員会他 pp.126-129
- 40) 北爪健二 1988 「水浸出土木材の PEG 含浸処理における諸問題」(財)群馬県埋蔵文化財調査事業団十周年記念論集 群馬の考古学 pp.562-567
- 41) 沢田正昭 1987 「PEG の凝固時の木材に及ぼす影響」保存科学研究集会発表要旨集 奈良国立文化財研究所
- 42) 北爪健二 1987 「多機能液状吸着剤を用いた水浸出土木材の PEG 含浸処理法における PEG 溶液の劣化抑制と浄化効果の研究」(財)群馬県埋蔵文化財調査事業団 研究紀要 4 pp.87-90
- 43) 石垣昭 1986 「遺跡出土木材の保存法に関する基礎的研究(第 3 報)光電濃度法による X 線画像解析法の PEG 含浸過程解明への応用」奈良工業高等専門学校研究紀要 第 21 号 pp.55-60

- 44) 橋本清一 1985 「60 万年前の水浸出土木材の PEG 含浸による保存処理」山城郷土資料館報 3 京都府立山城郷土資料館 pp.71-75
- 45) 石垣昭 1984 「X 線吸収法による水浸出土木材の PEG 含浸過程に関する研究」文化財の科学的測定並び保存についての新材料の開発に関する研究(特定研究成果報告書) 奈良工業高等専門学校 pp.21-26
- 46) 石垣昭 1984 「遺跡出土木材の保存法に関する基礎的研究(第2報)含浸過程の解明への X 線吸収法の応用」奈良工業高等専門学校研究紀要 第20号 pp.75-78
- 47) 石垣昭 1983 「遺跡出土木材の保存法に関する基礎的研究(第1報)出土木材の PEG 含浸過程について」奈良工業高等専門学校研究紀要 第19号 pp.1-4
- 48) 増澤文武 1983 「出土木材の PEG 含浸処理に関する実験」元興寺文化財研究 No.13 pp.3-6
- 49) 沢田正昭 1981 「PEG による出土木材の保存処理方法とその問題点」奈良国立文化財研究所学報 39 冊 平城宮発掘調査報告 X 一古墳時代1 pp.95-97
- 50) 増澤文武 1980 「PEG 含浸処理をした出土木材の経時変化」民俗資料等保存処理調査研究報告書(財)元興寺文化財研究所 p.18
- 51) 岡田文男 1980 「PEG 含浸処理法」遺物保存の技術検討会—講演要旨集— 奈良国立文化財研究所 pp.37-42
- 52) 増澤文武 1979 「PEG 含浸処理をした出土木材の経時変化(5)」民俗資料等保存処理調査研究報告書(財)元興寺文化財研究所 p.23
- 53) 増澤文武 1977 「PEG 含浸処理をした出土木材の経時変化(IV)」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 6 pp.14-17
- 54) 増澤文武 1976 「PEG 含浸処理した出土木材の経時変化(III)」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 5 pp.15-19
- 55) 松田隆嗣 1976 「出土木材の PEG 含浸処理に関する実験(III)」保存科学研究室紀要(財)元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室 5 pp.15-19
- 56) 沢田正昭 1975 「PEG による古材の保存とその問題点 木造文化財の保存修復」第5回文化財保存・修復研究協議会記録 東京国立文化財研究所 pp.18-21
- 57) 増澤文武 1975 「PEG 含浸処理した木材の経時変化(II)」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 4 pp.43-46
- 58) 増澤文武・馬留順子・永田四郎 1975 「PEG 含浸処理した木材の湿度差による経時変化」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 4 pp.47-50
- 59) 堀岡邦典・大内丈夫・富永洋司 1975 「材質改良に関する研究(第33報)ポリエチレングリコールとポリプロピレングリコールによる寸法安定化処理」東京農工大農学部演習林報告 12 pp.43-55
- 60) 松田隆嗣 1975 「出土木材の PEG 含浸処理に関する実験(II)」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 4 pp.23-31
- 61) 松田隆嗣・馬留順子 1975 「出土木製品の PEG 含浸処理による保存処理—実際の資料における表面処理の効果—」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 4 pp.32-35
- 62) 増澤文武 1974 「PEG 含浸処理した出土木材の経時変化」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 3 pp.52-58
- 63) 増澤文武・松田隆嗣 1974 「PEG 含浸処理出土木材の表面処理による黒化の除法と質感の保持」元

興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 3 pp.47-51

- 64) 堀岡邦典・清川伸夫・富永洋平 1974 「材質改良に関する研究(第32報)木材のPEG(Polyethylene glycol)による寸法安定化の分子量依存性」東京農工大農学部演習林報告 11 pp.57-71
- 65) 増澤文武・西山要一 1974 「出土木製品のPEG含浸処理に関する実験(II)」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 3 pp.39-46
- 66) 堀岡邦典・富永洋平・千葉保人 1968 「材質改良に関する研究(第21報)ポリエチレングリコールによる寸法安定化処理について(その2)」東京農工大農学部演習林報告 7 pp.89-111

<真空凍結乾燥法>

- 67) 川本耕三・植田直見・山田哲也・中村秀美 2013 「出土木材のマイクロ波加熱凍結乾燥法による保存処理の研究2」日本文化財科学会第30回大会研究発表要旨集 pp.322-323
- 68) 川本耕三・植田直見・山田哲也・中村秀美 2012 「出土木材のマイクロ波加熱凍結乾燥法による保存処理の研究1」日本文化財科学会第29回大会研究発表要旨集 pp.308-309
- 69) 中尾真梨子・奥山誠義・西山要一 2012 「水浸出土木製品における乾燥剤凍結乾燥法の基礎的研究(1)」日本文化財科学会第29回大会研究発表要旨集 pp.292-293
- 70) 川本耕三・木沢直子・植田直見 2008 「出土木製品の凍結乾燥処理法について一乾燥終点をめぐる諸問題一」日本文化財科学会第25回大会研究発表要旨集 pp.336-337
- 71) 福土明日香・松井敏也・松田泰典 2003 「出土木製品の真空凍結乾燥法を用いた処理について一乾燥温度とPEG濃度が与える影響一」日本文化財科学会第20回大会研究発表要旨集 pp.168-169
- 72) 福土明日香・松田泰典・松井敏也 2002 「真空凍結乾燥処理におけるPEG濃度による出土木材への影響(1)」日本文化財科学会第19回大会 研究発表要旨集 pp.140-141
- 73) 西尾太加二・高妻洋成・渡辺康弘 1999 「清水市巴川丸木舟の保存処理」日本文化財科学会 第16回大会 研究発表要旨集 pp.166-167
- 74) 高妻洋成・肥塚隆保・沢田正昭 1999 「出土大型クスノキ製遺物の真空凍結乾燥」奈良国立文化財研究所年報 1999—1 奈良国立文化財研究所 p.37
- 75) 高妻洋成・肥塚隆保・沢田正昭・西尾太加二 1999 「クスノキ製大型出土木材の真空凍結乾燥処理」日本文化財科学会第16回大会 研究発表要旨集 pp.14-15
- 76) 川本耕三 1997 「出土木製品を真空凍結乾燥法により保存処理するうえでの諸問題」創立三十周年記念誌 元興寺文化財研究所 pp.104-112
- 77) 吉村佐紀恵 1994 「凍結乾燥機の設置」元興寺文化財研究 49 p.8
- 78) 井上美知子 1994 「凍結乾燥法による出土木材の保存処理について(凍結乾燥条件の検討)」日本文化財科学会第11回大会研究発表要旨集 pp.131-132
- 79) 今津節生 1993 「シュガーを用いた2ステップ含浸法による出土木材の保存処理」日本文化財科学会第10回大会研究発表要旨集 pp.124-125
- 80) 今津節生 1989 「出土水浸木材に浸透したマンニトールとポリエチレングリコールの挙動」第10回古文化財講演大会要旨集 古文化財科学研究会
- 81) 今津節生 1988 「マンニトール・ポリエチレングリコールによる出土水浸木材の真空凍結乾燥」古文化財の科学 33 pp.52-62
- 82) 今津節生 1987 「Mannitol・PEGによる出土木材の凍結真空乾燥」第9回古文化財講演大会要旨

集 古文化財科学研究会

- 83) 沢田正昭 1980 「真空凍結乾燥法の保存効果に関する検討」遺物保存の技術検討会講演要旨集 奈良国立文化財研究所 pp.33-37
- 84) 松田隆嗣・河合恒彦 1974 「出土木材の真空凍結乾燥処理にともなう内部形態変化の観察」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 3 pp.68-70
- 85) 河合恒彦・増澤文武 1974 「出土木材の凍結真空乾燥による保存法の研究」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 3 pp.59-67

<溶剤樹脂法>

- 86) 大国万希子 1997 「アルコール・キシレン・樹脂法による復元作業—出土曲物を中心に—」創立三十周年記念誌 元興寺文化財研究所 pp.99-103
- 87) 大国万希子・山口史朗・川本耕三・石川恵美・木村健治・尼子奈美枝・下野聖・植田直見 1997 「出土曲物に可撓性を持たせる保存処理と復元」文化財保存修復学会第19回大会講演要旨集 pp.72-73
- 88) 五代雄資・吉村佐紀恵・木村貴子・山田哲也・植田直見・伊藤健司・増澤文武 1993 「柄杓の保存処理と修復」古文化財の科学 38 pp.59-64
- 89) 阪本賢郎 1980 「アルコール・エーテル・樹脂法について」遺物保存の技術検討会講演要旨集 奈良国立文化財研究所 pp.47-50
- 90) 阪本賢郎 1978 「アルコール・エーテル・樹脂法の研究」昭和52年度国庫補助による民俗資料等保存処理調査研究報告書 pp.16-19
- 91) 阪本賢郎 1978 「アルコール・エーテル・樹脂法の応用(II)」民俗資料等保存処理調査研究報告書元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室 pp.16-19
- 92) 松田隆嗣 1977 「アルコール・エーテル樹脂法の応用」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 6 pp.1-3
- 93) 松田隆嗣・阪本賢郎・増澤文武 1976 「アルコール・エーテル・樹脂法による出土木材の実験処理」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 5 pp.1-3

<高級アルコール法>

- 94) 北村繁・北村昭斎・岡田文男・小西寧子・山本久美子 2011 「ウクライナ クリミア半島出土漢代漆器の保存修復」文化財保存修復学会第33回大会講演要旨集 文化財保存修復学会 pp.52-53
- 95) 岡田文男・吉田秀男・韋全 2004 「四川省綿陽市永興山2号墓から出土した漆塗り木製馬の保存処理実験」日本文化財科学会第21回大会 pp.166-167
- 96) 岡田文男・吉田秀男 1998 「出土近世漆器の保存処理—渋谷区千駄ヶ谷五丁目遺跡出土漆器の保存処理例—」文化財保存修復学会第20回大会講演要旨集 文化財保存修復学会 pp.28-29
- 97) 岡田文男・沢田正昭・肥塚隆保・吉田秀男 1992 「高級アルコールによる出土木材の保存処理」古文化財の科学 37 pp.12-20
- 98) 岡田文男・沢田正昭・吉田秀男 1992 「高級アルコール法による出土木材の保存処理について」第14回古文化財科学研究会大会要旨集 pp.14-15

<脂肪酸エステル法>

- 99) 井上美知子・植田直見・川本耕三 1997 「脂肪酸エステル法による出土木材の保存処理実験報告」日本文化財科学会第 14 回大会研究発表要旨集 pp.152-153
- 100) 川本耕三・木村健治・大國万希子・井上美知子・植田直見 1997 「脂肪酸エステル法による出土木製品の保存処理実例報告」日本文化財科学会第 14 回大会研究発表要旨集 pp.150-151
- 101) 井上美知子 1997 「出土木製品遺物の保存—脂肪酸エステル法を中心に—」創立三十周年記念誌 元興寺文化財研究所 pp.113-118
- 102) 井上美知子・増澤文武・伊藤健司・川本耕三・菅井裕子・植田直見 1996 「脂肪酸エステル法による出土遺物の保存処理について」日本文化財科学会第 13 回大会研究発表要旨集 pp.26-27

<リグノフェノール法>

- 103) 片岡太郎・栗本康司・高妻洋成 2009 「リグノフェノールを用いた出土木材の保存処理Ⅴ—処理後の評価—」日本文化財科学会第 26 回大会研究発表要旨集 pp.346-347
- 104) 片岡太郎・栗本康司・高妻洋成 2008 「リグノフェノールを用いた出土木材の保存処理Ⅳ—超臨界二酸化炭素を用いた乾燥—」日本文化財科学会第 25 回大会研究発表要旨集 pp.88-89
- 105) Taro Kataoka, Yasuji Kurimoto and Yohsei Kohdzuma 2008 "Fundamental Research on Waterlogged Archeological Wood Conservation Using Lignophenol" Transactions of the Materials Research Society of Japan 33[4] pp.1137-1140
- 106) 片岡太郎・栗本康司・高妻洋成 2007 「出土スギ材リグニンの化学構造の解析」日本文化財科学会第 24 回大会研究発表要旨集 pp.264-265
- 107) 片岡太郎・芦谷竜矢・黒田健一・栗本康司・高妻洋成 2007 「リグノフェノールを用いた出土木材の保存処理Ⅲ—材内における存在状態—」日本文化財科学会第 24 回大会研究発表要旨集 pp.262-263
- 108) 片岡太郎・栗本康司・高妻洋成 2007 「リグノフェノールを用いた出土木材の保存処理（Ⅱ）—劣化程度が異なる広葉樹材へのリグフェノールの吸着特性と処理材の強度および吸放湿特性—」木材保存 vol.33-2 pp.63-72
- 109) Taro Kataoka, Yasuji Kurimoto, Takayasu Koezuka and Yohsei Kohdzuma 2007 "Conservation of archaeological waterlogged wood by lignophenol" Proceedings of the 10th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference Amsterdam 2007 pp.315-322
- 110) 片岡太郎・栗本康司・高妻洋成 2006 「リグノフェノールを用いた出土木材の保存処理Ⅱ—強度の向上および寸法変化の抑制について—」日本文化財科学会第 23 回大会研究発表要旨集 pp.58-59
- 111) 片岡太郎・栗本康司・高妻洋成 2006 「リグノフェノールを用いた出土木材の保存処理（Ⅰ）—リグノフェノールの出土木材への吸着と強度および吸放湿特性—」考古学と自然科学 52 pp.39-50
- 112) 片岡太郎・高妻洋成・肥塚隆保・西山要一 2003 「出土木材リグニンの基礎的研究(Ⅰ)—リグノフェノールの抽出—」日本文化財科学会第 20 回大会研究発表要旨集 pp.164-165

<糖アルコール含浸処理法>

- 113) (株)古環境研究所 2011 「糖アルコール保存処理」長岡市埋蔵文化財発掘調査報告書 五千石遺跡 1 区・3 区・4 区東地区・5 区—特定構造物改築事業(大河津可動堰改築)に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書—本文編 新潟県長岡市教育委員会 pp.304-305

- 114) 伊藤幸司 2010 「より多くの文化財を守るために—糖アルコール含浸処理法の開発と普及—」 (財) 大阪市文化財協会 30 年のあゆみ p.49
- 115) Andras Morgos, Setuo Imazu, Koji Ito 2008 “A summary and evaluation of 15 years research, practice and experience with lactitol methods developed for the conservation of waterlogged, degraded archaeological wood” ICOM-CC 2008 pp.1074-1081
- 116) 伊藤幸司・藤田浩明 2008 「糖アルコール含浸法における固化・乾燥工程の検討 (その 2) —トレハロースを添加した際の結晶促進方法—」 日本文化財科学会第 25 回大会研究発表要旨集 pp.340-341
- 117) 伊藤幸司・藤田浩明 2008 「糖アルコール含浸法における処理設備の改善—より安価で安全な新しい試み—」 日本文化財科学会第 25 回大会研究発表要旨集 pp.338-339
- 118) 張金萍・陳瀟俐・周健林・Andras Morgos・今津節生 2008 「中国江蘇省・泗水王陵発見水浸出土遺物の保存 5」文化財保存修復学会第 30 回大会講演要旨集 文化財保存修復学会 pp.56-57
- 119) 張金萍・鳥越俊行・三輪嘉六・今津節生 2007 「中国江蘇省・泗水王陵発見水浸出土遺物の保存 4 —携帯型蛍光 X 線分析装置を用いた水浸出土木材に残る顔料の分析—」文化財保存修復学会第 29 回大会研究発表要旨集 pp.312-313
- 120) 金原正子・木寺きみ子・金原正明 2007 「糖アルコール法における木材および植物遺体保存処理の基礎的研究」日本文化財科学会第 24 回大会研究発表要旨集 pp.260-261
- 121) 張金萍・今津節生・三輪嘉六 2006 「中国江蘇省・泗水王陵発見水浸出土木材の保存 3」文化財保存修復学会第 28 回大会研究発表要旨集 pp.50-51
- 122) 伊藤幸司 2006 「糖アルコール含浸処理における固化・乾燥工程の検討—最終含浸濃度と結晶化の環境について—」日本文化財科学会第 23 回大会研究発表要旨集 pp.232-233
- 123) 張金萍・今津節生 2005 「中国江蘇省・泗水王陵木質文化財の保存 2」文化財保存修復学会第 27 回大会研究発表要旨集 pp.26-27
- 124) 張金萍・今津節生 2004 「中国江蘇省・泗水王陵発見の水浸出土遺物の現状と保存」文化財保存修復学会第 26 回大会研究発表要旨集 pp.74-75
- 125) 今津節生 2004 「糖アルコールを使った水浸出土木材の保存—安全で経済的、環境にやさしい保存法—」月刊文化財 487 文化庁文化財部監修 pp.30-33
- 126) 西口裕泰・平井孝憲 2004 「糖アルコール含浸法による漆製品の処理 (2)」日本文化財科学会第 21 回大会研究発表要旨集 pp.162-163
- 127) 今津節生・伊藤幸司・鳥居信子・山田哲也 2004 「糖アルコール含浸法の現状—処理精度の向上を図るための最新情報—」日本文化財科学会第 21 回大会研究発表要旨集 pp.160-161
- 128) 深瀬亜紀・金原正明・木寺きみ子・金原正子 2004 「糖アルコール含浸法の漆椀・種実類等への適用」日本文化財科学会第 21 回大会研究発表要旨集 pp.164-165
- 129) 甚田真友子・岡田文男 2001 「糖アルコール含浸法で用いられる薬剤の配合比と凝固後の性質について」日本文化財科学会第 18 回大会研究発表要旨集 pp.186-187
- 130) 橋本輝彦・後藤浩之・今津節生 2001 「糖アルコール含浸法による木製埴輪の保存処理」日本文化財科学会第 18 回大会 研究発表要旨集 pp.182-183
- 131) 山田哲也・下野聖・大国万希子・川本耕三・今津節生 2001 「糖アルコール含浸法の大型出土木製品への適用」日本文化財科学会第 18 回大会研究発表要旨集 pp.180-181
- 132) 伊藤幸司・鳥居信子・今津節生 2001 「糖アルコール含浸法の普及と課題」日本文化財科学会第 18

回大会研究発表要旨集 pp.184-185

- 133) 斎藤進 2000 「木製品の糖アルコール含浸処理」東京都埋蔵文化財センター調査報告 第79集 汐留遺跡 II 旧汐留貨物駅跡地内の調査 第一分冊 pp.239-240
- 134) 伊藤幸司・鳥居信子・今津節生・西口裕泰 2000 「糖アルコール含浸法における処理効率の向上」日本文化財科学会第17回大会研究発表要旨集 pp.196-197
- 135) 今津節生 2000 「糖の混合による糖アルコール含浸法の改良」日本文化財科学会第17回大会研究発表要旨集 pp.42-43
- 136) 今津節生・福原幸一 1999 「大型木製品の野外含浸処理」日本文化財科学会 第16回大会 研究発表要旨集 pp.26-27
- 137) 西口裕泰・伊藤幸司・鳥居信子・今津節生・北野信彦 1999 「糖アルコール含浸法による漆製品の処理」日本文化財科学会第16回大会研究発表要旨集 pp.174-175
- 138) 今津節生・伊藤幸司・橋本輝彦 1997 「糖アルコール含浸法における乾燥工程の効率化」日本文化財科学会第14回大会研究発表要旨集 pp.146-147
- 139) 姜愛慶・今村祐嗣・朴相珍 1996 「水浸出土木材の寸法安定性に関する研究—PEG・糖・糖アルコールによる寸法安定化の違いについて—」考古学と自然科学 33 pp.39-56
- 140) 伊藤幸司・鳥居信子 1996 「糖アルコール含浸法による脆弱遺物の処理例」第18回文化財保存修復学会講演会大会講演要旨集 pp.64-65
- 141) 今津節生 1996 「糖アルコール含浸法による保存処理の実例」第18回文化財保存修復学会講演会大会講演要旨集 pp.2-3
- 142) 今津節生 1995 「糖アルコール含浸法による出土木材の保存」第17回古文化財科学研究会大会講演要旨集 pp.8-9
- 143) 今津節生 1993 「糖アルコールを用いた水浸出土木製品の保存 (I) 糖類含浸法と PEG 含浸法の比較研究」考古学と自然科学 28 pp.77-95

糖アルコール法に関する文献は次にまとめられている

- 144) 今津節生 1999 『出土木製品の保存科学的研究』奈良県立橿原考古学研究所
- 145) 今津節生 2009 『水浸木製文物の保存科学的研究』九州国立博物館

<トレハロース含浸処理法>

- 146) 中村晋也・関晃史 2014 「トレハロースを使用した真空凍結乾燥法による出土木材の保存処理研究」日本文化財 科学会第31回大会研究発表要旨集 pp.88-89
- 147) 坂本稔・伊藤幸司・今津節生 2014 「含浸処理された糖を除いた木材の炭素14年代測定」日本文化財科学会第31回大会研究発表要旨集 pp.148-149
- 148) 伊藤幸司・藤田浩明・高妻洋成・今津節生・新井成之・三宅章子 2014 「トレハロース含浸処理法における含浸と結晶化のイメージ (その2) —木材内部の結晶化進行具合について—」日本文化財科学会第31回大会研究発表要旨集 pp.314-315
- 149) 伊藤幸司・藤田浩明・小林啓・今津節生 2014 「トレハロース含浸処理法における含浸と結晶化のイメージ (その1) —X線CTスキャナによる含浸の可視化—」日本文化財科学会第31回大会研究発表要旨集 pp.316-317

- 150) 亀田のぞみ・岡田文男 2014 「トレハロース含浸処理後木材の走査型電子顕微鏡観察」日本文化財科学会第31回大会研究発表要旨集 pp.318-319
- 151) 小林啓・伊藤幸司・今津節生 2014 「X線CTスキャナを活用した出土木製品の構造解析に係る基礎研究Ⅱ—保存処理後の木製品内部における処理薬剤及び水分の分布について—」日本文化財科学会第31回大会研究発表要旨集 pp.320-321
- 152) 合澤哲郎 2014 「鷹島海底遺跡出土木製品へのトレハロースへのトレハロース含浸処理事例報告」日本文化財科学会第31回大会研究発表要旨集 pp.328-329
- 153) S.Imazu,K.Itoh,A.Morgos 2013 “The Trehalose method for the conservation of archaeological waterlogged wood”12th ICOM—CC WET ORGANIC ARCHAEOLOGICAL MATERIALS CONFERENCE(WOAM)発表資料 p.29
- 154) 伊藤幸司・藤田浩明・今津節生 2013 「トレハロース含浸処理法の開発と実用化」第3回東アジア文化遺産保存国際シンポジウム要旨集 pp.244-245
- 155) 伊藤幸司 2013 「トレハロース含浸処理法における漆器保存のプロセス」第1回出土木漆器保護国際学術検討会論文集 pp.79-83
- 156) 小林啓・伊藤幸司・今津節生 2013 「X線CTスキャナを活用した出土木製品の構造解析に係る基礎研究」日本文化財科学会第30回大会研究発表要旨集 pp.312-313
- 157) 東郷加奈子・伊藤幸司・藤田浩明 2013 「トレハロース含浸処理法における含浸処理後の安定化へのプロセス」日本文化財科学会第30回大会研究発表要旨集 pp.320-321
- 158) 藤田浩明・伊藤幸司・東郷加奈子・澤田正明 2013 「トレハロース含浸処理法の実用化3—縄・編み物など特殊遺物の処理事例—」日本文化財科学会第30回大会研究発表要旨集 pp.318-319
- 159) 伊藤幸司・藤田浩明・今津節生 2013 「ラクチトールからトレハロースへ—糖類含浸法の新展開—」考古学と自然科学 65 pp.1-13
- 160) 伊藤幸司・藤田浩明・東郷加奈子・澤田正明 2012 「トレハロース含浸処理法の実用化2—広葉樹材の処理事例—」日本文化財科学会第29回大会研究発表要旨集 pp.276-277
- 161) 小林啓・渡邊淑恵 2012 「トレハロース含浸法による出土木製品の保存処理—東北諸機関における事例報告—」日本文化財科学会第29回大会研究発表要旨集 pp.284-285
- 162) 今津節生・中田敦之・高妻洋成・伊藤幸司・藤田浩明・小林啓 2012 「鷹島沖海底遺跡出土木製品へのトレハロース含浸法の適応—基礎的な実験結果について—」日本文化財科学会第29回大会研究発表要旨 pp.296-297
- 163) 伊藤幸司・藤田浩明・金原正子・今津節生 2011 「トレハロース含浸処理法の実用化—漆製品への有効性について—」日本文化財科学会第28回大会研究発表要旨集 pp.288-289
- 164) 今津節生・田上勇一郎・西澤千絵里 2011 「トレハロース含浸法における結晶化と乾燥法の検討」日本文化財科学会第28回大会研究発表要旨集 pp.286-287
- 165) 今津節生・伊藤幸司・アンドラス モルゴス 2011 「出土木材保存のためのトレハロース含浸法の開発—ラクチトールからトレハロースへ、糖類含浸法の新展開—」日本文化財科学会第28回大会研究発表要旨集 pp.264-265
- 166) 伊藤幸司・藤田浩明・今津節生 2010 「糖アルコール含浸法からの新たな展開—トレハロースを主剤とする出土木材保存法へ—」日本文化財科学会第27回大会研究発表要旨集 pp.280-281

<その他の保存処理法>

- 167) 遠藤利恵・杉山淳司 2012 「多孔菌の羽毛ケラチン処理」日本文化財科学会第 29 回大会研究発表要旨集 pp.272-273
- 168) 片岡太郎・栗本康司・高妻洋成 2007 「セルロース誘導体をもちいた出土木材の保存処理」日本文化財科学会第 24 回大会研究発表要旨集 pp.258-259
- 169) 猪股宏・菊地幹夫・田畠栄一郎・手代木美穂・高妻洋成 2003 「超臨界二酸化炭素を用いた保存処理乾燥のメカニズムと漆遺物への適用」日本文化財科学会第 20 回大会研究発表要旨集 pp.66-67
- 170) 遠藤利恵・河原豊 2003 「羽毛ケラチン加水分解物を用いた出土木材の保存処理 2—羽毛ケラチン加水分解物の分子量分布—」日本文化財科学会第 20 回大会研究発表要旨集 pp.62-63
- 171) 遠藤利恵・河原豊 2002 「ケラチン加水分解物を用いた出土木材の保存処理」日本文化財科学会第 19 回大会研究発表要旨集 pp.104-105
- 172) 手代木美穂・田畠栄一郎・菊地幹夫・猪股宏・高妻洋成 2002 「超臨界二酸化炭素を用いた出土水浸木製品の保存処理」日本文化財科学会第 19 回大会研究発表要旨集 pp.106-107
- 173) 服部哲則 2002 「プロピレングリコールを用いた出土遺物保存法についての研究 (2)」文化財保存修復学会第 24 回大会要旨集文化財保存修復学会 pp.168-169
- 174) 服部哲則・工藤倫太郎 2001 「プロピレングリコールを用いた出土遺物保存法についての研究」文化財保存修復学会第 23 回大会要旨集文化財保存修復学会 pp.124-125
- 175) 手代木美穂・菊池幹夫・猪股宏・高妻洋成 2000 「超臨界 CO₂ を用いた浸水出土木製品の乾燥」日本文化財科学会第 17 回大会研究発表要旨集 pp.44-45
- 176) 服部哲則・難波道成・新免歳靖 1999 「沸点差を用いた水浸木材保存処理法の研究」文化財保存修復学会第 21 回大会講演要旨集文化財保存修復学会 pp.106-107
- 177) 服部哲則 1998 「セロソルブ (cellosolve) を用いた水浸木材保存処理のための基礎的研究」文化財保存修復学会第 20 回大会講演要旨集 文化財保存修復学会 pp.118-119
- 178) 松田隆嗣 1997 「グルコン酸ナトリウムとホウ酸を用いた出土木製遺物の保存処理法」日本文化財科学会第 14 回大会研究発表要旨集 pp.16-17
- 179) 河越幹男・谷尻陽子・安木竜也 1996 「超臨界乾燥処理を施した遺跡出土木材の長期保存中における吸湿・脱湿特性」考古学と自然科学 33 pp.67-76
- 180) 河越幹男 1996 「超臨界乾燥処理を施した遺跡出土木材の長期保存中における吸湿・脱湿特性」日本文化財科学会第 13 回大会研究発表要旨集 pp.144-145
- 181) 河越幹男・谷尻陽子 1994 「超臨海乾燥法による遺跡出土木材の保存処理」日本文化財科学会第 11 回大会研究発表要旨集 pp.127-128
- 182) 河越幹男・谷尻陽子 1994 「超臨界乾燥法による遺跡出土木材の保存処理」考古学と自然科学 29 pp.11-24
- 183) 沢田正昭・肥塚隆保・田崎陽子・吉田秀男 1991 「考古有機質遺物の簡便な処理方法の試み」日本文化財科学会第 8 回大会研究発表要旨集 pp.37-38
- 184) 沢田正昭・肥塚隆保・村上隆・田崎陽子・吉田秀男 1990 「シリコン樹脂による有機質考古遺物の保存処理」日本文化財科学会第 7 回大会研究発表要旨集 pp.80-81
- 185) 増澤文武・高田禮 1974 「研究ノート 埋蔵木材のアクリルモノマー含浸による WPC の試み」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 3 pp.86-89

- 186) 西山要一・増澤文武・嶋倉巳三郎 1974 「アクリルアミドによる保存処理をした出土木製納骨五輪塔の経時変化の調査」元興寺仏教民俗資料研究所保存科学研究室紀要 3 pp.90-94

<比較・評価等>

- 187) 高橋美鈴・田口尚・杉山智昭 2013 「木製品の各種処理法による処理効果の比較」日本文化財科学会第30回大会研究発表要旨集 pp.334-335
- 188) 植村明男・西山要一 2008 「出土木製品の科学的保存処理法の比較研究」日本文化財科学会第25回大会研究発表要旨集 pp.332-333
- 189) 山口誠治 2007 「保存処理木製遺物の強度特性に関する評価方法の試み」日本文化財科学会第24回大会研究発表要旨集 pp.254-255
- 190) 川本耕三・石井里佳・中越正子・江野朋子・中村晋也 2005 「薬剤含浸処理した資料の接着の力学的研究(4)」日本文化財科学会第22回大会研究発表要旨集 pp.304-305
- 191) 伊藤健司・藤田浩明・植田直見 2004 「保存処理後遺物の経年調査(4)」日本文化財科学会第21回大会研究発表要旨 pp.168-169
- 192) 川本耕三・中村晋也 2003 「力学的試験法による水浸出土木材保存の処理法の評価(2)」日本文化財科学会第20回大会研究発表要旨集 pp.166-167
- 193) 伊藤健司・藤田浩明・米村祥央・尾崎誠・植田直見 2002 「保存処理後遺物の経年調査(2)」日本文化財科学会第19回大会研究発表要旨集 pp.138-139
- 194) 川本耕三・中村真仁・中村晋也 2002 「力学的試験法による水浸出土木材保存処理の評価」日本文化財科学会第19回大会研究発表要旨集 pp.144-145
- 195) 伊藤健司・植田直見・大國万希子・米村祥央・藤田浩明 2001 「保存処理後遺物の経年調査(1)」日本文化財科学会第18回大会研究発表要旨集 pp.190-191
- 196) 川本耕三・下野聖・大國万希子・伊藤健司・植田直見 2000 「大型出土木製品のさまざまな保存処理法」日本文化財科学会第17回大会研究発表要旨集 pp.192-193
- 197) 増澤文武 1984 「出土木材の保存処理の短縮化」古文化財の自然科学的研究 pp.100-109
- 198) 松田隆嗣 1984 「乾燥により収縮した出土木材の再生の可能性について」古文化財の自然科学的研究 pp.110-117
- 199) 内田俊秀 1984 「出土木材の保存処理後の仕上がり状態の調査」古文化財の自然科学的研究 pp.118-124

<総論>

- 200) 沢田正昭 編集・監修 2003 『遺物の保存と調査』株式会社 クバプロ
- 201) 沢田正昭 2003 『考古科学の総合的研究 研究成果報告書』
- 202) 京都造形芸術大学 編集 2002 『文化財のための保存科学入門』角川書店
- 203) 奈良国立文化財研究所埋蔵文化財センター 2000 「出土有機質遺物保存処理の最近の動向」埋蔵文化財ニュース 93 pp. 1-16
- 204) 沢田正昭 1997 『文化財保存科学ノート』近未来社
- 205) 奈良国立文化財研究所埋蔵文化財センター 1981 「木製遺物の保存科学」埋蔵文化財ニュース 31

pp.1-16

206) 沢田正昭 1972 「考古資料保存の科学的研究(I)－木簡をはじめとする木製遺物の保存法について－」
奈良国立文化財研究所研究論集第一号(奈文研学報第 21 冊), 奈良国立文化財研究所 pp.1-38

(2014 年 8 月 19 日受付, 2016 年 1 月 17 日受理)

(本論文では関連文献の数が多いため会誌の投稿規程には依らず, 独自スタイルの文献リストにしました。
会誌編集委員会)

[文献初出年]は文献データベース上での初出
 [集録件数]は文献データベースでの集録件数
 [集録件数]の()内の数字は、大会研究発表要旨集での集録件数

保存処理法	PEG含浸処理法			
基本的な処理工程	PEG含浸→拭き取りあるいは洗浄→自然乾燥→表面処理(201)			
含浸処理:主剤	主にPEG-4000	含浸処理:溶剤	水	
処理設備	含浸槽(約60℃に維持)(202)	付帯設備		
期間の例	<大型修羅>処理前調査+クリーニング+含浸期間+処理後調査+経過観察期間=15年間(19)			
資料への適性	<適>針葉樹、大型遺物 <否>薄い遺物、劣化の進んだ広葉樹(23)			
接着・補填	エポキシ系の接着剤やセルロース系の接着剤、シアノアクリレート系の接着剤等を用いる。(23)			
処理後管理	高温・高湿のところを避け、相対湿度60%、室温20℃程度に維持するのが望ましい(204)	研究の状況・普及	実用化済、最も普及している処理方法	
関連する研究	2段階含浸法(低分子のPEGをPEG4000の前に含浸する方法)(19)、前処理として陽イオン界面活性剤に浸漬する方法(20,34,38)等			
文献初出年	1968年	集録件数	～1993年	41(8)
			1994～2003年	15(4)
			2004～2013年	10(7)
			合計	66(19)

保存処理法	真空凍結乾燥法			
基本的な処理工程	TBA置換→PEG-4000のTBA溶液含浸→予備凍結→真空凍結乾燥			
含浸処理:主剤	PEG-4000	含浸処理:溶剤	TBA	
処理設備	含浸槽、予備凍結用冷凍庫、真空凍結乾燥装置	付帯設備	防爆の処理施設、危険物保管施設	
期間の例	<木筒>TBAに置換(約2週間)+PEG-4000のTBA溶液に浸漬(約2週間)+真空凍結乾燥(206)			
資料への適性	<適>木筒、表面に顔料等がある木製品、漆製品			
接着・補填	シアノアクリレート系の接着剤を用いることが多い(76)			
処理後管理	高温・高湿のところを避け、相対湿度60%、室温20℃程度に維持するのが望ましい(204)	研究の状況・普及	実用化済、墨書木筒の実績多い	
関連する研究	2ステップ含浸後にPEG:TBA:水=3:3:4の前処理溶液に浸漬し真空凍結乾燥する方法(73,74,75)、TBAを使用せず水を溶媒とする方法(76,78)、マンニトール・PEGを用いた真空凍結乾燥(79,80,81,82)			
文献初出年	1974年	集録件数	～1993年	7(1)
			1994～2003年	8(5)
			2004～2013年	4(4)
			合計	19(10)

保存処理法	溶剤樹脂法			
基本的な処理工程	アルコール置換→エーテル(キシレン)置換→樹脂含浸(86)			
含浸処理:主剤	天然樹脂など(ロジン、ダンマル、吹き込みヒマシ油、アマニ油)(86)	含浸処理:溶剤	エーテル(キシレン)	
処理設備	前処理槽、含浸槽(常温)	付帯設備	危険物保管施設	
期間の例	～1991年 168日間アルコール置換+84日間キシレン置換+21日間樹脂含浸=13工程計273日間 1996年～ 63日間アルコール置換+63日間キシレン置換+21日間樹脂含浸=7工程計147日間(86)			
資料への適性	<適>櫛、墨書木筒、曲物などの肉薄な製品、金属との複合遺物(86) <否>大型製品			
接着・補填	シアノアクリレート系接着剤で接着・エポキシ系樹脂にガラスマイクロバルーンを混ぜて補填(86)			
処理後管理	疎水性の天然樹脂を含浸するので、比較的高湿環境でも保管できる(86)	研究の状況・普及	実用化済	
関連する研究	引火点の問題により、溶剤がエーテルからキシレンに変更された			
文献初出年	1976年	集録件数	～1993年	6(0)
			1994～2003年	2(0)
			2004～2013年	0(0)
			合計	8(0)

[文献初出年]は文献データベース上の初出
 [集録件数]は文献データベースでの集録件数
 [集録件数]の()内の数字は、大会研究発表要旨集での集録件数

保存処理法	高級アルコール法			
基本的な処理工程	メタノール置換→高級アルコール含浸(広葉樹は20%から、針葉樹は50%から加温含浸)→自然冷却→必要に応じてメタノールによる表面洗浄(98)			
含浸処理:主剤	セチルアルコール、ステアリルアルコール	含浸処理:溶剤	メタノール	
処理設備	前処理槽、含浸槽(セチルは50℃、ステアリルは60℃に加温)(97)	付帯設備	危険物保管施設、有機溶剤使用に伴う安全確保	
期間の例	<漆器>メタノール置換約2週間+セチルアルコール含浸約2週間=計約4週間(96)			
資料への適性	<適>木簡、木簡の削り屑、柿経など薄い木製品(98)、漆製品(94,95,96)			
接着・補填	アクリル樹脂で接合ならびに欠損部の充填(96)			
処理後管理	高級アルコールは難水溶性のため、高湿の条件下でも遺物の保管が容易(98)	研究の状況・普及	実用化済、(株)吉田生物研究所が特許取得	
関連する研究				
文献初出年	1992年	集録件数	～1993年	2(0)
			1994～2003年	1(0)
			2004～2013年	2(1)
			合計	5(1)

保存処理法	脂肪酸エステル法			
基本的な処理工程	エタノール置換→脂肪酸エステル含浸→表面処理(エタノールに浸漬)(99)			
含浸処理:主剤	脂肪酸エステル(99)	含浸処理:溶剤	なし	
処理設備	前処理槽、加温庫または含浸槽(60℃に加温)、危険物取扱設備(99)	付帯設備	危険物保管施設、有機溶剤使用に伴う安全確保	
期間の例	<ヒノキ科仏像>50日間エタノール置換+28日間脂肪酸エステル溶解液含浸=計78日間、PEG含浸法の約1/2～1/3(99)			
資料への適性	<適>全般(カシ、クスノキ、クリ等、樹皮、竹、草木類、金属との複合物) <否>部分的に焦げた木製品、節のある遺物の場合は変形のおそれ(99)			
接着・補填	表面処理後、従来の接着剤・補填剤が使用可能			
処理後管理	展示および保管中の湿度管理が必要ない(99)	研究の状況・普及	実用化済	
関連する研究				
文献初出年	1996年	集録件数	～1993年	0(0)
			1994～2003年	4(3)
			2004～2013年	0(0)
			合計	4(3)

保存処理法	リグノフェノール法			
基本的な処理工程	TBAに置換→リグノフェノールTBA溶液に浸漬→真空凍結乾燥(111)			
含浸処理:主剤	リグノフェノール(現生材から相分離系変換システムに従い調製)(111)	含浸処理:溶剤	TBA(111)	
処理設備	加温含浸槽(55℃(30wt%以上は70℃に加温))、真空凍結乾燥装置(111)	付帯設備	危険物保管施設、有機溶剤使用に伴う安全確保	
期間の例	減圧下でTBAに置換+55℃リグノフェノール濃度5～40%溶液+真空凍結乾燥(期間未定)(註4)			
資料への適性	<適>針葉樹(小型遺物)、広葉樹(小型遺物、比較的劣化の進んでいない遺物)			
接着・補填	未検討			
処理後管理	PEG4000で処理したときよりも水蒸気の吸放湿が少ない(111)	研究の状況・普及	実験段階	
関連する研究	リグノフェノールのエタノール溶液を浸漬後、乾燥工程として超臨界乾燥法を検討(104)			
文献初出年	2003年	集録件数	～1993年	0(0)
			1994～2003年	1(1)
			2004～2013年	9(5)
			合計	10(6)

[文献初出年]は文献データベース上での初出
 [集録件数]は文献データベースでの集録件数
 [集録件数]の () 内の数字は、大会研究発表要旨集での集録件数

保存処理法	糖アルコール含浸処理法			
基本的な処理工程	ラクチオール水溶液に含浸→湯で洗浄してラクチオール粉末で被覆→結晶化・乾燥→表面処理(140)			
含浸処理:主剤	ラクチオール	含浸処理:溶剤	水	
処理設備	含浸槽もしくは加熱装置(最高80℃まで)、結晶化温度管理装置	付帯設備		
期間の例	< 瓢箪製容器 > 2週間ラクチオール水溶液含浸 + 1週間固化・乾燥 = 計3週間(140)			
資料への適性	< 適 > 針葉樹、広葉樹、漆製品、金属との複合遺物など			
接着・補填	多くの接着剤や補填材が使用可能			
処理後管理	二含水物は85%RH(37℃)まで吸湿しない(159)	研究の状況・普及	実用化済	
関連する研究	オリゴ糖アルコール(PO10)の添加(137)、トレハロースの添加(116,127,134)			
文献初出年	1993年	集録件数	～1993年	1(0)
			1994～2003年	15(9)
			2004～2013年	17(7)
			合計	33(16)

保存処理法	トレハロース含浸処理法			
基本的な処理工程	トレハロース水溶液含浸→取上げ→結晶化・風乾→表面処理(160)			
含浸処理:主剤	トレハロース	含浸処理:溶剤	水	
処理設備	含浸槽もしくは加熱装置(最高85℃)、扇風機、スチームクリーナー	付帯設備		
期間の例	< 漆製品 > トレハロース水溶液含浸(3週間) + 結晶化・風乾(163)			
資料への適性	< 適 > 針葉樹、広葉樹(160)、漆製品(163)、金属との複合遺物、縄・編み物(158)など			
接着・補填	多くの接着剤や補填材が使用可能			
処理後管理	二含水結晶は95%RH(37℃)まで吸湿しない(159)	研究の状況・普及	実用化済	
関連する研究	糖アルコール含浸法の方法を踏襲し、主剤をトレハロースに換えた			
文献初出年	2010年	集録件数	～1993年	0(0)
			1994～2003年	0(0)
			2004～2013年	21(17)
			合計	21(17)

Trends and Prospects of Conservation Treatment for Waterlogged Woods

Kouji ITO

Osaka City Cultural Properties Association, 1-1-35 Houenzaka, Chuou-ku, Osaka 540-0004, Japan

This paper reviews methods of conservation treatments for organic objects, particularly wooden objects that have been excavated from archaeological sites in Japan. From the 1960s to the present, the polyethylene glycol (PEG) method has been used for the conservation treatment of wooden objects in Japan. Although the PEG method is versatile and easy, it also has several disadvantages. Research on the conservation of wooden objects for more than 50 years has focused on overcoming the disadvantages of the PEG method by applying and adapting it to wider ranges of conditions (e.g., PEG vessel type, tree species, degree of decay of a sample, and environment after treatment). This overview of the results from these studies clarifies the effectiveness and limitations of the PEG method. We must remember that we are more critical of the limitations than of the validity of the conservation treatments. Even though it is generally understood the PEG method is not applicable to all conservation treatment of wooden objects, it is still the most commonly and consistently used method. New methods using impregnating agents other than PEG have been proposed and tested. Although the new methods can be used for a broad range of conservation treatments, only a few methods can treat the huge variety of wooden objects comprehensively. Our review is also intended to help people in charge of cultural properties, conservators and conservation researchers in selecting appropriate methods for conserving wooden objects, considering suitable methods to store the processed objects, and in trying new storage methods. We also review the storage methods for wooden artifacts studied in Japan.