

〈修士論文要旨〉

出土木製品の科学的保存処理方法の研究

植 村 明 男*

I はじめに

出土木製品の科学的保存処理法はそれぞれ特徴が異なっており、保存処理を行なう遺物の状態や形状等を考慮した上でどの保存処理法が一番適しているかを選択しなければならない。そのためにもまず、大切なのは各処理方法がどのような特徴を有しているのか正確に把握する必要がある。

今回、比較対象とした保存処理法は、多くの保存処理に用いられていることと有機溶剤を使用せずに比較的安全に処理を行なえることなどの理由から、水溶性の保存処理法を実際に行ない、各保存処理方法の特徴を確認するとともにいくつかの項目を設け、比較・検討することにした。

ポリエチレングリコール（以下、PEGと記す）含浸法は比較的高い寸法安定性を有しているものの処理期間が長期化することなどの課題がしめされている。そのため、PEG含浸法を改良し、処理期間の短縮化を目的とする新方法と従来の保存処理方法との比較・検討を行うことにした。

真空凍結乾燥法に関しても三断面による乾燥速度の違いなど真空凍結乾燥法の基礎的な事項の確認を行った。また、処理後の環境の変化に対しての表面処理の有効性や減圧含浸との併用法による処理期間の短縮化など様々な視点から実験を行った。

本修士論文では、各処理方法の特徴を把握するとともに処理期間の短縮化と真空凍結乾燥法の基礎的な事項の確認を目的として実験を行った。

II 実験概要

2-1 比較実験

下記の処理方法の特徴を確認することと処理期間の短縮を目的として考案した新方法の有効性を確認することを目的として行った。

PEG浸合法・糖アルコール浸合法・真空凍結乾燥法に加えて、処理期間短縮するために考案した新方法である、PEGを100%まで含浸させずに80%時に溶液から取り上げ、その後、常温で乾燥させる方法と濃度上昇を20%ごとではなく25%ごとにし、濃度上昇回数を4回に減少させる方法の六方法を行い、樹種は、ケヤキ材を用いて行った。

比較項目としては、「処理期間」・「重量」・「寸法安定性」・「色調」・「光沢度」・「内部観察」・「高湿度下での重量変化」の七項目で行い、処理法間での比較を行った。

平成21年度 *文学研究科文化財史科学専攻

2-2 真空凍結乾燥法における基礎的実験

真空凍結乾燥法における基礎的実験は、3つの実験から構成されている。1つ目は、三断面の乾燥速度の違いについてである（以下、乾燥実験と記す）。2つ目は、真空乾燥後に樹脂塗布を行いその有効性を確認するものである（以下、塗布実験と記す）。3つ目は、真空凍結乾燥と減圧含浸の併用法の可能性についてである（以下、併用実験と記す）。樹種は、三実験全てムクノキ材を用いて行った。

乾燥実験は、真空凍結乾燥時に三断面のどの面を上向きにするかによって、乾燥速度にどのような違いが出るかを確認することを目的として行った。

塗布実験は、樹脂塗布による防水効果の確認を目的として行った。

併用実験は、減圧含浸法の出土木製品の保存処理への有効性を示すことを目的として行った。

Ⅲ 結 果

3-1 比較実験

PEG含浸法で表面処理を行うものをPEG法-1、表面処理を行わないものをPEG法-2、80%時に溶液から取り上げ、その後、常温で乾燥させる方法をPEG法-3と濃度上昇を20%ごとではなく25%ごとにし、濃度上昇回数を4回に減少させる方法をPEG法-4とした。樹種はケヤキ材を用いて行った。

- (1) 保存処理期間……
- | | | | |
|------------|-------|-----------|-------|
| ・PEG含浸法-1 | 150日間 | ・PEG含浸法-2 | 148日間 |
| ・PEG含浸法-3 | 141日間 | ・PEG含浸法-4 | 128日間 |
| ・糖アルコール含浸法 | 130日間 | ・真空凍結乾燥法 | 45日間 |
- (2) 重量……
- | | | | |
|------------|------------------|-----------|------------------|
| ・PEG含浸法-1 | 107.73% (+7.73%) | ・PEG含浸法-2 | 108.93% (+8.93%) |
| ・PEG含浸法-3 | 94.72% (-5.28%) | ・PEG含浸法-4 | 108.41% (+8.41%) |
| ・糖アルコール含浸法 | 106.03% (+6.03%) | | |
| ・真空凍結乾燥法 | 50.94% (-49.06%) | | |
- (3) 寸法安定性……寸法面ではPEG法-1でひび割れが発生した他は10%を超える目立った収縮は見られなかった。3次元データをみるとPEG含浸法は柁目面に変形（凹み）が起りやすいという傾向がある。特にA-5などは目でみてわかるほどの変形が発生しているが、木口面は他の面に比べると変形などは少なく安定している。糖アルコール含浸法は一次乾燥時にひび割れが発生したが、寸法的には収縮が見られなかった。3次元データをみると糖アルコール含浸法は板目面で変形が起りやすいという傾向がある。真空凍結乾燥法はひび割れは発生したが、糖アルコール含浸法ほど激しいひび割れは発生しなかった。肉眼では確認できないような微細なひび割れも発生した。3次元データからをみると真空凍結乾燥法は目立った変形もなく、処理が完了している。
- (4) 色調……PEG含浸法-1はPEG含浸法表面処理を行うため、PEG法特有の表面が黒くなることはなかったが、表面処理時に木口面にひび割れが発生した。PEG法-2は表面処理を

行わないため、表面は黒くなるが、ひび割れは発生しなかった。PEG法-3、-4も表面は黒くなった。糖アルコール含浸法は比較した処理法の中で最も自然な色に近い色であった。真空凍結乾燥法はやや白っぽくなった。

- (5) 光沢度……
- | | | | |
|-----------|----------|----------|----------|
| ・PEG含浸法-1 | 木口面…1.63 | 柀目面…1.95 | 板目面…1.58 |
| ・PEG含浸法-2 | 木口面…2.67 | 柀目面…2.75 | 板目面…6.03 |
| ・PEG含浸法-3 | 木口面…3.40 | 柀目面…3.40 | 板目面…5.28 |
| ・PEG含浸法-4 | 木口面…4.35 | 柀目面…5.40 | 板目面…5.25 |
| ・糖アルコール法 | 木口面…1.32 | 柀目面…1.70 | 板目面…1.77 |
| ・真空凍結乾燥法 | 木口面…1.67 | 柀目面…2.62 | 板目面…1.62 |
- (6) 内部観察……PEG含浸法では内部のひび割れ(空隙)は見られない。糖アルコール含浸法は、柀目面及び板目面からの撮影によって内部中央に軸方向に延びる、ひび割れと思われる黒い影が発生している。真空凍結乾燥法は、糖アルコール含浸法と同様に、柀目面及び板目面からの撮影によって内部に横方向にひび割れが発生していることが確認できた。
- (7) 高湿度環境下での重量変化……温度32度・湿度80%に設定し、24時間ごとに重量を測定
- | | | | |
|------------|------------------|-----------|------------------|
| ・PEG含浸法-1 | 101.90% (+1.90%) | ・PEG含浸法-2 | 101.79% (+1.79%) |
| ・PEG含浸法-3 | 102.20% (+2.20%) | ・PEG含浸法-4 | 101.75% (+1.75%) |
| ・糖アルコール含浸法 | 103.76% (+3.76%) | ・真空凍結乾燥法 | 105.67% (+5.67%) |

3-2 真空凍結乾燥法における基礎的実験

下記の3つの実験にはムクノキ材を用いて行った。

3-2-1 乾燥実験

	木口面	柀目面	板目面
・含浸完了	100.00%	100.00%	100.00%
・予備凍結	98.77% (-1.23%)	98.75% (-1.25%)	98.87% (-1.13%)
・乾燥2日目	69.71% (-30.29%)	68.14% (-31.86%)	66.98% (-33.02%)
・乾燥4日目	55.73% (-44.27%)	54.07% (-45.93%)	53.99% (-46.01%)
・乾燥完了	50.36% (-49.64%)	49.91% (-50.09%)	50.52% (-49.48%)

3-2-2 塗布実験……比較実験高湿度環境下と同じ条件で行った。

- (1) 重量変化……
- | | |
|----------------|------------------|
| ・無処理 | 107.50% (+7.50%) |
| ・PEG40%水溶液 | 106.99% (+6.99%) |
| ・バインダー17・3%水溶液 | 107.09% (+7.09%) |
| ・B-72・5%アセトン溶液 | 107.14% (+7.14%) |
- (2) 寸法安定性……樹脂を塗布することでの寸法変化はほとんどなく、良好であったが、乾燥段階でひび割れが発生するものが多くみられた。特にPEG40%水溶液、バイン

ター17・3%水溶液のものに激しくひび割れが発生した。B-72・5%アセトン溶液のものは他の2つに比べると、ひび割れは発生したもののもっとも少なかった。

3-2-3 併用実験

工程としては、PEG含浸を行わずにそのまま真空凍結乾燥（以下、一次真空凍結乾燥と記す）を行い、その後減圧含浸を行った後、再度真空凍結乾燥（以下、二次真空凍結乾燥と記す）を行った。溶液は本研究で行った真空凍結乾燥法で含浸させたPEG40%水溶液を用いて行い、減圧含浸はデシケーターを用いて行った。減圧含浸方法はデシケーター内を予め真空状態にしてからPEG40%水溶液を注入し、約60分間浸漬させる方法（以下、真空法と記す）とPEG40%水溶液を予め入れ、それからデシケーター内を約60分間脱気する方法（以下、脱気法と記す）の2種類を行った。

- (1) 保存処理期間……・真空凍結乾燥法 42日間 ・真空法 11日間 ・脱気法 11日間
- (2) 重量……・真空凍結乾燥法 53.47% (-46.53%)
 ・真空法 49.44% (-50.56%) ・脱気法 53.35% (-46.65%)
- (3) 寸法及び色調……真空法、脱気法ともに一次真空乾燥時に収縮を起こす可能性が高いという傾向があり、特に柁目面の軸方向、板目面の軸方向でその傾向が顕著である。しかし、減圧含浸時に寸法は処理前に近い寸法にまで回復することが判明したが、その要因について詳細は不明であるが、水溶液に浸けることによってサンプル自身が水分を吸収し、膨張した可能性が考えられる。最終的に両方とも5%を超える収縮は発生しなかったが、木口面にひび割れが発生した。
- (4) 色調……真空凍結乾燥法と比べると真空法はやや白っぽく、脱気法は濃くなる傾向がある。三法を比べてみると脱気法が一番自然な色調のように考えられる。

Ⅳ おわりに

比較実験の主たる目的として各処理方法の特徴を確認すると共にPEG含浸法の処理期間の短縮化を目的として考案した方法の有効性の確認であった。各処理方法の特徴を様々な角度から比較・検討を行うことができたと考える。特にX線透過撮影装置を用いた内部観察では、これまであまり検討されていなかったサンプル内部の状態を把握することができたことなどは大きな成果であったと考えている。一方、各処理方法には一長一短があり、保存処理を行う際には考慮が必要である。PEG含浸法の処理期間の短縮化を目的として、試みた方法も保存処理方法の一つとして提示することはできるのではないかと考えられる。処理期間の短縮にポイントを絞り行ったが、遺物や保存処理中に発生する可能性あるリスクなどを考えるとやはり時間を充分にかけしっかりと含浸することが大切ではないかと考える。

真空凍結乾燥法における実験では、乾燥実験において三断面での乾燥速度の差を検討し、一定

の指標を示すことができた。また、塗布実験では真空凍結乾燥後の樹脂塗布の有効性を確認することができ、防水という観点から考えると無処理のものに比べると効果はあるといえる。また、強度などの面からも有効であると考えられる。実験に使用した3種の樹脂では、ひび割れがもっとも少なく、また防水という観点では非水溶性であるB-72が適当であろう。但し、8日間という短期間の観察であるため、長期的な経時劣化を把握していくことや濃度、溶媒などを換え、さらに実験を行う必要がある。

出土木製品の保存処理への真空凍結乾燥と減圧含浸との併用法は、処理期間の短縮に効果が高いといえる。また、寸法安定性の面から考えても目立った収縮もなく有効である。

今回このような研究を行うことによって様々な結果を得ることができ、比較を試みてみたが、どれも核心をつくような結果・考察が得られなかったことやサンプル数が少なかったことが本研究の反省点であり、課題である。今後、更なる高みを目指し、出土木製品の科学的保存処理方法の研究を進めていきたいと考えている。