

〈修士論文要旨〉

出土炭化木製遺物の保存処理に関する研究

—— 板状部分炭化材の実験を中心に ——

李 賢 恵*

出土木材は数百年から数千年も地中に埋没していたにも関わらず、地下水や粘土層に包まれ、腐敗や酸化による崩壊を受けていない。しかし、発掘とともに急激な酸化で崩れ始める。その中では、長い年月の間、湿潤な土中に埋没することによって、含水率数十%の現生材に近いものから、触れると崩れるような含水率2,000%程度のもので様々である。その形状はリグニンと多量の水分によって維持されており、木材としての強度は消失しているといえる。

こうした出土遺物は何の処置も行わず乾燥させると、変形・収縮は原型を留めぬほど著しく、激しい場合は元の大きさの1/5程度まで収縮、変形するものも多い。この現象は木材内部に含まれる水が急激に蒸発することにより、水の表面張力で脆弱な細胞壁が内側に引っ張られ、細胞が変形するために生じる。こういう乾燥による変形を、元の形状に戻すことは不可能である。

さらに、発掘直後は新材のように明るい色調の木材が出土しても、掘り出されて30分も経たないうちに褐色の枯れ木のような色に変色してしまう。これは出土材含有水分中に含まれる鉄分が急激に酸化し、変色することに因るものである。

こういう特性を持つ出土木材の保存処理とは、放置されることによる木材の変形と崩壊から遺物を守り、その寸法安定性や質感、色調などを恒久的に保存する方法であると言える。

現在は有機質が付着し、しかも炭化部を有する遺物、墨書の残った板木、顔料が全面に残っている物、ウレタン梱包によって搬入される大型遺物など、より丁寧な取り組みと技術・時間を要する遺物が増加していることに伴い、保存処理の方法も多様化している。

出土木製品の保存処理法には、どの処理法にも共通した条件がある。それは、処理後の形状が出土時と大差なく安定していること、保存処理によって加工痕や顔料など表面付着物の重要な情報が失われないこと、処理法が可逆性を持っていること、環境に留意して毒性のある溶剤や薬剤を用いないことなどであろう。

しかし、出土木製品の保存処理法といっても、遺物が出土した環境や状態、木製品の樹種や形状によって、その処理方法はそれぞれ異なり、全ての遺物に適用できる処理法がないのが現状である。

たとえ同じ樹種について、同じ保存処理法を適用して処理を行っても、全く違う結果が得られる。その理由は出土木材の繊維方向・放射方向・接線方向で構造が異なり、物理的性質が大きく異なること、薬剤の浸透性が樹種や部位で異なること。木材組織が軟弱で変形しやすいこと、2種類以上の木材で構成された遺物や、一部炭化したものなど性質の異なる部位が共存しているこ

となどによって、素材による処理中の寸法変化率が異なり、剥離や湾曲が起りやすくなるのである。

特に出土した部分炭化材は、ポリエチレングリコール含浸法（以下PEG法と略す）、アルコール・キシレン・樹脂法（以下A・X・R法と略す）、脂肪酸エステル法（以下H・S・M法と略す）のいずれにおいてもこのような事例はよく起こっているが、根本的な解決には至っていない。

焼失住居跡や古墳、低湿地跡などの発掘調査において、柱、貫などの建築材や木管、農・工具と思われる木材が炭化した状態で出土する事例は多く報告されている。出土材全体が完全に炭化したものから、部分的に炭化したもの、すなわち表面の一部が炭化したものや板状の半面が炭化したものまでその様相は様々である。これらの材は古代の建築や木製品の構造、製作技法などの情報が得られる貴重な資料であるが、ほとんどは脆弱化しており、形状の保存や保管において困難な状況にある。

したがって、本研究は、遺跡から出土した炭化材、特に板状の半面が炭化したものを対象とし、その安定した強化・処理法の開発を目的とし、いくつかの保存処理法を取り上げ、これらの方法について、処理後の組織への薬剤の浸透様子や処理後の炭化材の強度、寸法安定性などを比較検討しながら、考察していくものである。

板状に部分的に炭化した木製品の場合は、炭化部と炭化していない部分との違う物性により、PEG法、A・X・R法、脂肪酸エステル法のいずれにおいても、湾曲や剥離を起す例が多いため、今回はS・A法に着目し、欠点があるにもかかわらず、最も幅広く用いられているPEG法との実験結果を比較した。

今回用いたサンプルは最大含水率420%の中含水率広葉樹（ヤマグワ）で、製作は片一方に炭化面を持つようにし、50mm（繊維）×30mm（接線）×15mm（放射）の大きさとした。

それから、使用薬剤は水系処理法であるPEGやS・Aの水溶性の充填剤を用い、木材内部の水と段階的に置換させ、遺物の形状を保持しようとする方法を取り、薬剤間の寸法安定性を比較検討した。

実験方法は、まず、含浸前において、サンプルの劣化度を測定する方法として、サンプルの最大含水率（maximum moisture content）及び真比重（Wood substance）、実密度（bulk density）を求めた上、未炭化部を対象とし、走査型電子顕微鏡（日立製E-1010/E-1020形）により木口面、接線、放射面の3方向の細胞組織を監察した。

含浸にあたっては、PEG法とS・A法に基づいて最初の溶液の濃度は20%とし、段階的に濃度を上げて最終的にはPEG100%、糖アルコールは80%まで上昇させた。ただ、糖アルコールは60%濃度からラクチオールとトレハロスの比率は9：1と含浸した。

各濃度にあたり、含浸期間は、3日間・7日間・12日間の三つの条件を設定し、各サンプルを3日間・7日間・12日間ずつ含浸、各濃度での含浸が終了するたびに一個ずつ取り上げた。即ち、20%濃度から含浸を始め、3日目、7日目、12日目にサンプルを1個ずつ取り出し、残ったサンプルは含浸が終わる次第（3日目、7日目、12日目）濃度アップをさせ、さらに40%濃度で3日、7日、12日目にサンプルの含浸を終了させて一個ずつ取り出し、他のサンプルは次の濃度へと上昇させていく方法である。

処理中は、PEG及び、S・Aの浸透・拡散の程度を測定するため、サンプルの重量を24時間ごとに測定するとともに、寸法安定化の効果を比較するため、収縮率を測定するようにした。

次いで、炭化部と未炭化部を両方持つサンプルを用いたため、両側の物性が違い、含浸中とその後の乾燥過程で曲ってしまう場合があることを認知した上のこととして、含浸した期間・取りあげた濃度が異なることによって、炭化部と未炭化部の薬剤浸透がいかなる様相を現し、それに従う細胞組織の変化を比較してみた。処理後の含浸薬剤の分布状態を把握する一手段として、走査形電子顕微鏡（日立製E-1010/E-1020形）による細胞組織や薬剤の細胞への浸透様相を観察した。

最後には、PEGとS・Aの含浸を通し、処理前と処理後のサンプルの変化を肉眼的に観察し、見られる収縮や反り、歪みなどの現象を把握するとともに用いた薬剤、含浸終了濃度、含浸期間との関係を比較対照してみた。

まず、今回用いたサンプルの物理的な特性と走査顕微鏡による劣化度は、420%の中含みずりつ広葉樹（ヤマグワ）で中間程度の劣化が進んでいるものと考えられた。

処理中の重量変化率においては、PEG法は、各濃度が7日間ずつ含浸させ、100%まで段階的に濃度アップさせたサンプルだけに重量増加が見られている。それに対し、S・A法は80%濃度まで7日間ずつ含浸したサンプルで増加が見られており、12日間ずつ含浸した場合も-1%前後、60%濃度まで12日間ずつ含浸したサンプルでは-3.7%の重量減少が見られ、ある程度の強度付与は可能であると考えられた。

それから、寸法安定化にあたり、各方向の収縮率を比較すると繊維面は、12日間ずつPEG 40%濃度まで含浸したサンプル以外には目立つ収縮率は見られておらず、木口面では、PEG法、S・A法いずれにしても十分な抗収縮効果は見られなかった。しかし、その中でもそれぞれ最も効果が見られた工程を検討すると、PEG法の場合、3日、7日間ずつ、100%濃度まで含浸したサンプルが-9.21%と-9.88%の収縮率を、S・A法は、40%、60%濃度で終了した場合、7日間ずつ含浸したサンプルで-4.26%、-6.36%の収縮率が、80%濃度まで含浸した場合は、12日間ずつ含浸したサンプルの収縮率（-7.3%）が最も低いことがわかり、全体的にPEGよりはS・Aに含浸したサンプルのほうが低い収縮率を示した。

次いで、処理後の木材組織の観察結果では、PEG法の場合、3日、7日間ずつ含浸したサンプルは80%濃度以上から、12日間ずつ含浸したサンプルは100%濃度以上で細胞の収縮が見られず、S・A法は含浸期間に関係なく40%以上の濃度から細胞の収縮や落ち込みが見られなかった。

最後に行われたサンプルの処理前と後の肉眼による比較では、前述した実験結果のように、PEGに含浸したサンプルは80%以上の高濃度含浸が行われた場合、肉眼的に収縮や反りなどの大きな変化が見られず、それより低い濃度含浸では十分な寸法安定が期待できないため、少なくともPEG 80%濃度までの含浸は必要であることがわかった。反面、S・A法を行ったサンプルは40%以上の濃度含浸ではほとんど肉眼的に変化が起っておらず、PEGより低濃度で含浸終了してもある程度の寸法安定は期待できると思われた。

こうした結果をまとめると、約400%程度の含水率を持ち、50mm（繊維）×30mm（接線）×15mm（放射）の大きさの中間レベルの劣化が見られる広葉樹部分炭化材の場合、処理後に起こ

る可能性がある剥離や湾曲を防ぐため、S・A 40%濃度以上まで7日間以上の含浸を行うことが最も適合であると考えられた。しかし、PEG法を適用することにてる場合には、7日間ずつ100%濃度までの段階的な含浸が必要であると思われる。