

木簡の保存処理

1 はじめに

遺跡から発見される木材には、新材と同じように明るい色調をとどめているものが少なくない。しかし、掘り出したあと三〇分もすれば黒ずんでしまう。土中の還元的環境のもとに長期間埋蔵されていた木材が、突然、空気と光に晒されるためである。さらに数時間も放置すれば、ひび割れが生じ、激しい収縮が起こる(図1)。木材の主な樹脂分を失ない、かわりに水がたっぷりとしみこんだ、いわば高野豆腐のような状態になっているからである。

出土木材の異常なもろさは、木簡の場合にも全く同じである。したがって、何らの処置なしに放置すれば、木材は黒ずみ、墨書は判読しにくくなる。やがて、木簡の形状さえも崩れてしまう。

2 恒久保存の方法

現在実施されている木簡の保存方法は出土木材の場合と原理的にはほぼ同じである。すなわち、木材に含まれている水分を他の安定した物質に置き換えるか、木材の形状を変えずに強制的に水分を除去する方法が採られている。

水に代わる安定した物質には、外見がワックスのような固形を呈する「ポリエチレングリコール(以下、PEG)」が、水を強制除去する方法には、「真空凍結乾燥法」がある。その他、合成樹脂や天然樹脂を利用して木材を強化する

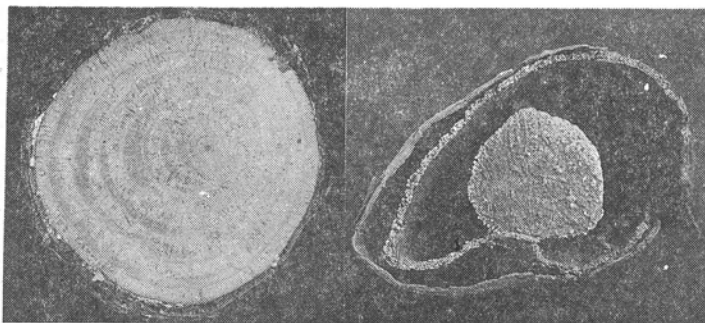


図1 出土木材の変形(左:出土時, 右:自然乾燥後)

沢
田
正
昭

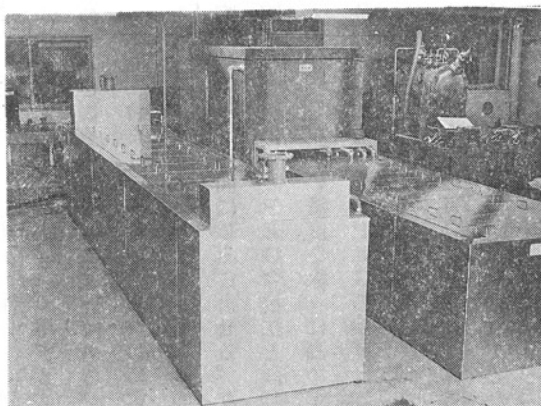


図2 PEG含浸装置

「溶剤・樹脂法」と呼ばれる方法などがある。

(1) PEG含浸法

PEGが水に可溶性の物質であることを利用して、木材の中に過飽和に含まれている水分と置き換えて、木材の形状を安定化する方法である。

PEGは環状エチレンオキサイドの重合物であり、この重合度の違いによって液状を呈するものと固形を呈するものに分けられる。分子量の低いものは、無色透明の液状を呈する。分子量が高くなる

と軟こう状を呈し、さらに平均分子量が二六〇〇から三八〇〇ぐらいになるとロウ状の固形を呈する。したがって、高野豆腐にも似た性質をもつ出土木材を硬化するには、固形の「PEG—四〇〇」をしみこませるのが理想的である。PEG—四〇〇は、摂氏五五度以上に熱すると液状になる。しかし、その粘度は

水よりもはるかに大きいので木材に浸透しにくく、細胞組織が閉塞して木筒が収縮する結果となる。

保存処理に際しては、まず、粘度の小さい二〇パーセント程度のPEG水溶液に木筒を浸し、充分に時間をかけて、徐々にPEG水溶液をしみこませる。溶液の濃度は少しずつ高めていき、最終的には含まれている水分をすべてPEGと置き換えてしまう。図2は、PEGの水溶液を保温しながら木材にしみこませるための装置。

(2) 真空凍結乾燥法

木材に含まれている水分を強制的に除去するには、真空凍結乾燥法が有効である。この方法は、インスタント食品の製造や生化学研究などの分野で幅広く利用されている。水を短時間のうちに予備凍結し低圧のもとで昇華させ、木材の形を変えずに乾燥することができ

る。真空凍結乾燥の過程では、木筒内部の水が完全に昇華するまでの間に、表面部分では過度に乾燥される現象が続く。それゆえ、木筒の表面部分にひび割れが発生しやすい。そこで、過度に乾燥される時間を短縮することによって、ひび割れや変形を防ぐようにする。木筒の場合、水分を含んだままの状態では真空凍結乾燥すると、一週間以上かかる。しかし、含有水分を有機溶剤に置き換えることによって、乾燥時間を大幅に短縮することができる。水分と置換する有機溶剤は、予備凍結しやすいように、その融点が高いほど合理的で

ある。ここでは、きわめて特異な溶剤、ターシャリブチルアルコール(以下、第三ブタノール)を使用する。その融点は摂氏二五度で気温の低いところでは固体の状態である。

木簡に含まれる水分をあらかじめ第三ブタノールと置換する。さらに、重量比で六〇パーセント程度のPEG—四〇〇〇を溶かした溶液に浸し、木簡にしみこませる。なお、第三ブタノールやPEG溶液の含浸には、PEG含浸法と同じように、低濃度の溶液の中に木簡を浸し、その濃度を徐々に高めていくようにする。なお、最終的に木材に含浸するPEGの濃度は、木材の種類や腐朽の程度によっても調整しなければならないが、重量比で六〇パーセント程度にすると、健全材に近い状態に仕上げることができる。図3は、真空凍結乾燥機と、有機溶剤を含浸するための前処理装置。

(3) 溶剤・樹脂法

天然、あるいは合成の樹脂をしみこませて木簡を強化する方法である。木材に含まれる水分をあらかじめ溶剤で置き換え、さらに、樹脂を溶かした溶液をしみこませて強化する方法なので、「溶剤・樹脂法」と呼ぶことにした。最もよく利用される方法は、エーテルを媒体にする「アルコール・エーテル・樹脂法」である。

木材を自然乾燥すると、表面からの水分の蒸発(表面蒸発)と内部の水分の拡散(内部拡散)が繰り返される。乾燥がすすむと、内部拡散にともなう水の表面張力が作用する。この作用に耐えられないほ

どにもろくなっている出土木材には、収縮や変形が起る。そこで、表面張力が水よりもはるかに小さいエーテルをしみこませてから乾燥すれば木材の収縮や変形を最小限に抑制することができる。

保存処理の方法は、まず、木材に含まれる水分をアルコールに置き換える。さらに、アルコールをエーテルと置換する。最終段階では、エーテルに天然樹脂のダンマール、松脂、ビーズワックスなどを溶かして、これを木材にしみこませる。あとは自然に乾燥するのだが、装置が整っているなら真空乾燥することもできる。乾燥後は、天然樹脂が木材内部に残留し木材を補強する。ただし、エーテルの沸点は摂氏三五度なので、取り扱いには充分注意したい。

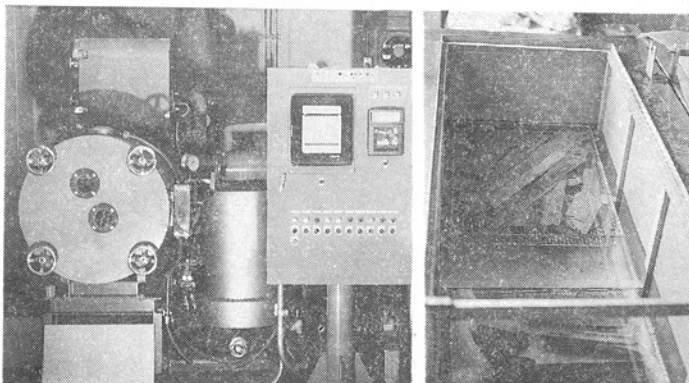


図3 真空凍結乾燥機(左)と前処理装置(右)

3 保存管理の方法

恒久的な保存処理がなされるまでの間は、自然乾燥しないように水漬けしておくしかない。しかし、水は腐敗するので、時折、新しい水と交換しなければならないが、木簡の場合には、ひんばんに水換えをしないようにしたい。そのたびに、墨書部分を損傷する機会が増えるからである。できれば、防腐剤を添加して、水交換の回数を少なくする配慮も必要である。また、不本意に水を枯らしてしまいうこともあり得るので、吸湿性のよい低分子量のPEGを少量混入することによって、水溶液の干上がりを遅らせるのもひとつの便法である。しかし、できれば早い時期に、恒久的な保存処理をおこなうことを第一義に考えたい。

保存処理された木簡の場合でも、保管には相当の注意を払う必要がある。真空凍結乾燥された木簡は、PEG含浸された場合よりも、さらに色調は明るく、質感も木材本来の性質に近い印象を与える。PEG含浸した木材は、含有水分のすべてがPEG—四〇〇〇と置換されており、木材には空隙が残らない。一方、凍結乾燥した木材の場合には、含有水分のおよそ半分がPEG—四〇〇〇と置き換わっているものの、体積の半分近くは空隙のままになっており、健全な木材の性質により近い状態を呈する。図4は、二つの方法で処理

された木材の電子顕微鏡写真である。真空凍結乾燥された試料にはPEGが充填されず空洞のまま残る所もあるが、他方は仮導管などの空隙部分がすべてPEGで充填されている。

保管の過程では、両者に次のようなちがいが生じてくる。保管時の温度や湿度が急激に変化して、木簡の表面に水滴が付着するような現象が生じたとき、PEG処理された木簡の場合、表面部分のPEGが徐々に融解する結果となる。一方、

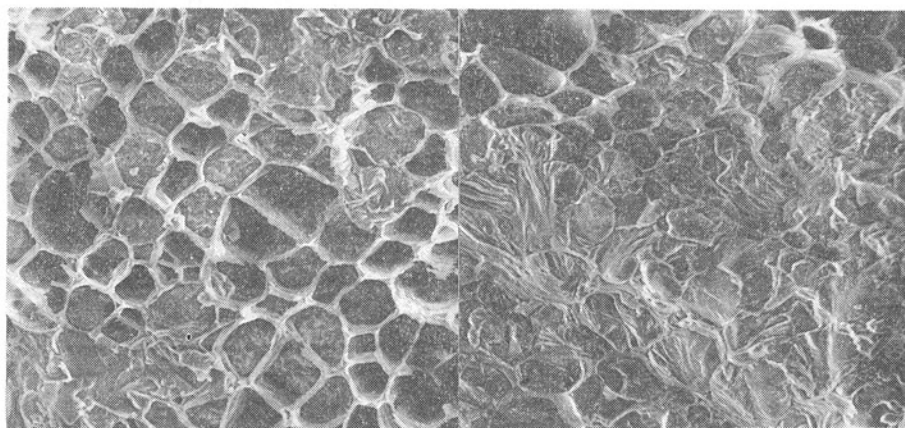


図4 保存処理後の木材内部（左：真空凍結乾燥；右：PEG含浸）

真空凍結乾燥された木筒の場合には、木材自身が健全材と同じように内部に空隙ができており、湿気は木材内部に分散してしまうので、湿度が高くなっても、木材の表面に結露するような現象は起こらず、木筒はより安全に保存される。

石油ストーブで暖められた部屋が、夜間に冷えてガラス窓や壁に結露する現象をよくみかける。ところが、木造家屋の土壁の場合にはこのような現象は起り得ない。木筒の保存管理に際しても、この現象があらはまる。したがって、PEG処理された木筒の場合には

温度変化の激しい場所は避けて、湿度もあまり高くない安定した環境の中で保管することが望ましい。

溶剤・樹脂法によって処理された木筒の場合には、水に対する耐久性はあるが、保存処理に際しては大量のアルコールやエーテルを扱うことになるので、作業上の危険がともなう。また、健康管理や消防法に見合う安全な保存処理設備も必要となってくる。

前項では、木筒の主な保存法として、三つの方法を取りあげ、それらの長短について述べた。保存方法の特長をよく理解し、最善の

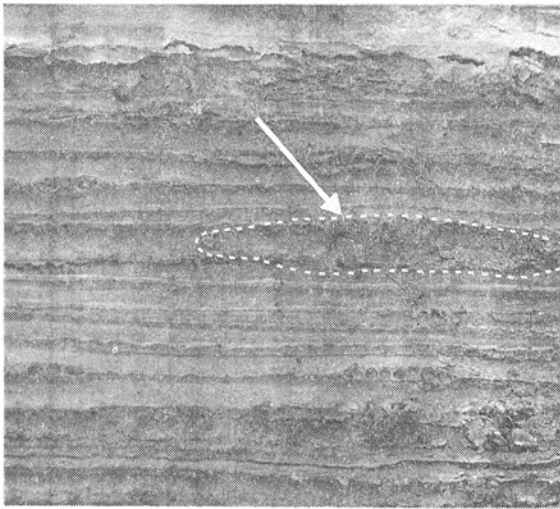


図5 墨書部分の表面 (×150)

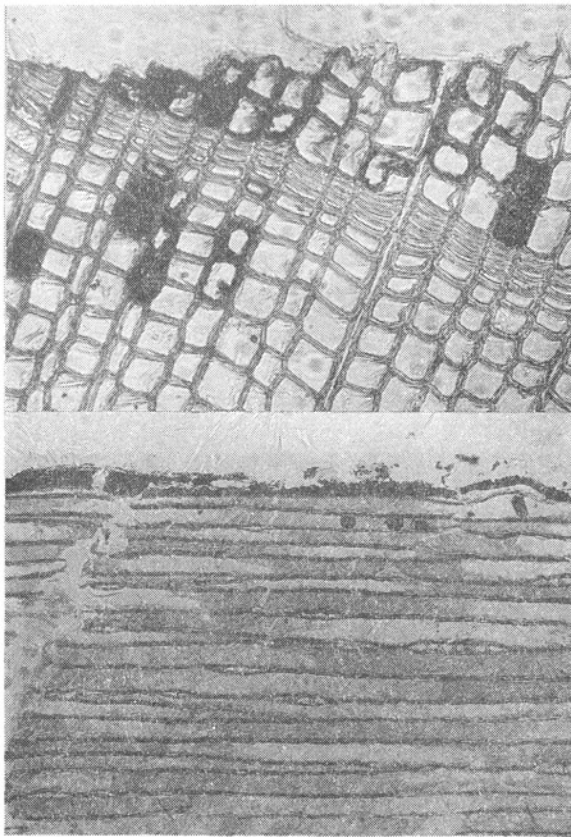


図6 墨書部分の断面写真 (上木口；下繊維方向)

処理を施すべきである。しかし、これらの処理方法は完全というわけではないので、処理後にも慎重な保存管理を心掛けたい。

4 おわりに

木簡に書かれた墨の状態を観察した。図5、および図6は墨書部分の表面、および断面の顕微鏡写真である。通常は、墨は木材組織の中に浸透し、仮導管の内壁に墨の粒子が付着した状態にある。木材の表面にも付着しているのだが、崩落したりして木簡の表面に残存する量は比較的少ない。このような状態のもとでは、木簡を水やPEG溶液の中に浸す程度のことでは、墨書部分を損傷することはまずないと考えてよい。



図7 木簡の真空凍結乾燥