

# PEG が溶出した出土木簡 の高級アルコールを用いた 再処理

## 1 はじめに

1990年に奈良文化財研究所においてポリエチレングリコール (PEG) を含浸のうえ真空凍結乾燥法により保存処理をおこなった兵庫県但馬国分寺跡出土木簡33点について、PEGの溶出による表面の汚損が認められた。

PEGは分子量により性状が異なるが、出土木製遺物の保存処理に一般的に使用されるPEGは数平均分子量3,400の常温で固体のものである。PEGは吸湿性を有しており、高温多湿の環境下では溶解する場合があるため、PEGを用いて保存処理された遺物は通常、適切な温湿度環境を維持できる収蔵庫内で保管される。

一方、但馬国分寺木簡では、収蔵庫内での保管中にPEGが溶出しており、その主原因はPEG自体の劣化にあると考えられた。表面の汚損により墨書の判読が困難となっていることに加え、PEGの劣化により有機酸が生じ、木簡を損傷することが懸念された。そこで、木簡に含浸されたPEGを取りのぞくとともに、あらためて安定化のための保存処理を実施することとした。この再処理にあたっては、現在奈文研における木簡の保存処理の主流となっている、高級アルコール (HA) 含浸と真空凍結乾燥を併用する手法を用いた。その概要を本報で記す。

## 2 再処理の工程

木簡に含浸されたPEGは水溶性であることから、はじめにPEGを水に溶出させて取り除くこととした。ただし、比較的乾燥した状態にある木簡を直接水中へ浸漬すると、表面の含水状態が急激に変化して物理的な負荷を生じ、破損することが懸念された。そこで、木簡を水中へ浸漬する前段階として、穏やかに吸湿させる「蒸らし」の工程を含む、下記6工程で再処理を実施した。

**蒸らし** 木簡に吸湿させる工程である。ステンレス製のバットに、底面から数cmの空間を保持するように金網を敷き、PEGが溶出した木簡を静置した。木簡が直接水に触れない程度に、バット内に浅く水を張り、ふたをして50℃に設定した恒温槽内で保持し、木簡を穏やかに吸湿させた。木簡の吸湿状況を確認するため、個々の木簡

の重量を逐次測定した。例として、図68に本工程における重量測定の結果を大小の4点の木簡について示す。蒸らしの開始から概ね70時間後までに重量増加が緩慢となり、木簡が十分に吸湿したものとみなした。なお本工程において、表面に溶出したPEGのpHを試験紙により簡易的に測定したところ、pH3程度の酸性領域であることがあきらかとなった。酸による木簡への影響を小さくするため、木簡を十分吸湿させた上で、できるだけすみやかに次工程へ移行することが必要と考えられた。今回再処理の対象としたすべての木簡は、蒸らしの工程を70時間以内に完了した。

**水中への浸漬** 吸湿した木簡を蒸留水に浸漬し、内部に含浸されたPEGを溶出させる工程である。PEGの濃度に応じて水溶液の屈折率が変化することから、手持屈折計 (アタゴ製MASTER-T) を用いてPEGを溶出させた液の屈折率を測定することにより、PEGの溶出を確認した。PEGの溶出を促進し、またカビ等の繁殖を防ぐため、適宜水の交換をおこなった。液の屈折率が大きく変化しなくなった時点がこの工程の終点とした。なお、PEGの溶出により浸漬水のpHが低下することが予想されたため、適宜試験紙を用いてpHを測定することによっても水の交換時期を検討した。

**脱水** 木簡内の水分を第三ブチルアルコール (*t*-BA) によって置換する工程である。*t*-BAの水溶液に木簡を浸漬し、順次*t*-BAの濃度を上げることで水分の置換をおこなった。十分に脱水をおこなうため、100%の*t*-BAへの浸漬は2回実施した。なお本工程以降は、HA含浸と真空凍結乾燥による木製遺物の通常の保存処理方法と同様である。

**高級アルコール含浸** 固化剤としてのHAを木簡に含浸する工程である。HAの*t*-BA溶液に木簡を浸漬し、順次HAの濃度を上げることで木簡内部への含浸を図った。なお、本工程は温度を60℃に設定した恒温槽内で実施した。

**真空凍結乾燥** 真空凍結乾燥機を用いて、木簡中のHAを冷却固化させるとともに、溶媒の*t*-BAを除去して乾燥させる工程である。乾燥の期間は木簡の寸法や木取り等に応じて調節した。

**表面処理** 木簡表面に残存した余分なHAを熱風により除去する仕上げの工程である。厚みのある一部の木簡において、熱風をあてた際、PEGとみられる物質がわず

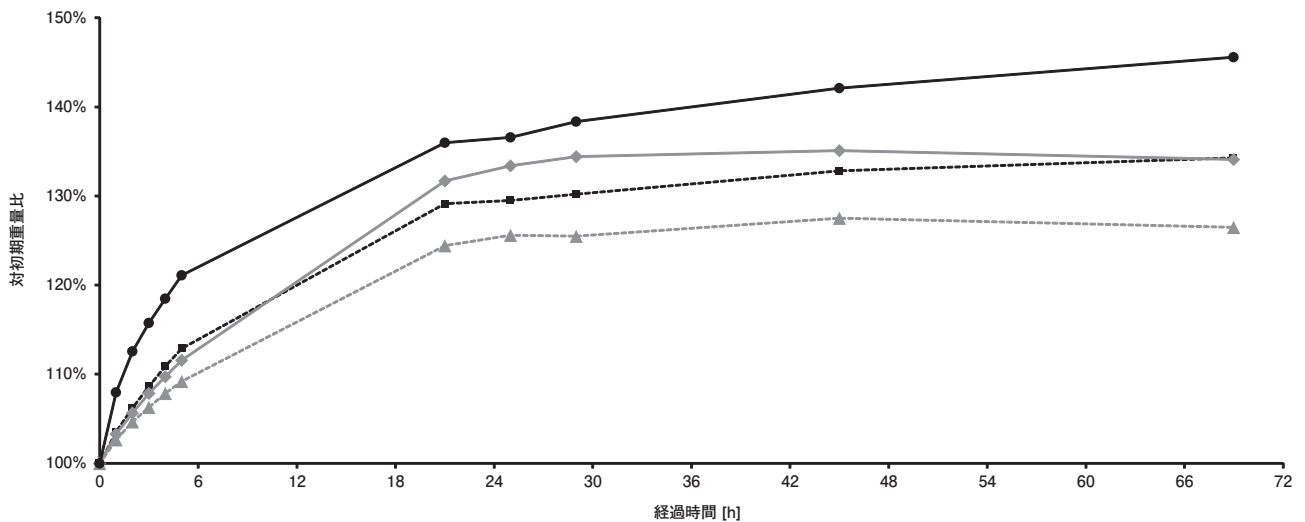


図68 蒸らし工程における4点の木簡の重量変化

かに表面に現れる場合があったが、ペーパータオル等に吸い取らせることで取り除いた。

### 3 まとめと今後の課題

再処理前後の木簡の様子を図69に示す。再処理前の木簡では、PEGの溶出により表面が不均一な濡れ色を呈しており、一部については、墨書の判読が著しく困難な状況であった。また、ほとんどの木簡の表面は湿り気を帯びた状態となっており、木簡の下に敷かれていた保護用のクッション材に、溶出したPEGによる褐色のしみが付着しているものも散見された。今回おこなった再処理により、木簡表面の濡れ色は軽減され、墨書の視認も容易となった。再処理前にみられた表面の湿り気もなくなり、通常のHA含浸と真空凍結乾燥を併用して保存処理をおこなった木製遺物と比べても遜色のない仕上がりとなった。したがって、今回の木簡の再処理では総じて良好な結果を得られたものと考えられる。

HAは水に不溶の材料であることから、HAが含浸された木製遺物は比較的湿度の影響を受けにくいとされている。ただし、今回の再処理では、一部の木簡において表面処理時にPEGとみられる物質が溶出した。蒸留水に木簡を浸漬することでPEGの除去を図ったものの、今回の工程ではPEGを完全には除去できなかったものとみられる。再処理された木簡を今後保管する上でも、温湿度環境について一定の配慮が必要であろう。木簡を蒸留水へ浸漬する期間や、PEGが十分に除去されたことを判断するための手法について、今後さらに検討していく必要がある。

考古遺物の保存処理は、「可逆性のある」材料と方法でおこなうのが原則とされている。保存処理後の遺物に劣化や破損などの問題が確認されたときに、処理をやり直すことができるようにするためである。今回の但馬国分寺木簡に対する再処理は、そうした保存処理のやり直

しの好例といえよう。

過去にPEGを用いて保存処理された木製遺物のなかには、現時点で同様の問題を生じている例が多数ある。保存処理後の遺物を定期的に観察するとともに、必要に応じて再処理の実施を検討すべきであろう。

(松田和貴・高妻洋成)



図69 再処理前後の木簡の様子