

【資料紹介】

裾野市茶畑山出土埋没木の保存と活用

大森 信宏・山田 和芳^{*1}・西岡 佑一郎^{*2}

要旨 地球環境史ミュージアムの依頼により、裾野市茶畑山出土埋没木の保存処理を実施した。この埋没木は2018年に裾野市茶畑山で出土したもので、樹種同定の結果ツガ属、放射性炭素年代測定の結果3万年前の木材であることが分かった。貴重な自然遺物であるため保存処理を実施し、今後の保存、活用に資することにした。

キーワード：裾野市、茶畑山、3万年前、後期旧石器時代、埋没木、保存処理、PEG 含浸法、EDTA

1 はじめに

地球環境史ミュージアムの依頼により、裾野市茶畑山出土埋没木の保存処理を実施した。

2018年1月下旬～2月末にかけて裾野市青葉台区北側の茶畑山（標高182m）で掘削工事が行われ、地表下4～7mより7本あまりの埋没木が掘り上げられた。最も大きい埋没木は全長10m、根際直径1.2mほどであった。この埋没木は、箱崎真隆等によって樹種同定及び放射性炭素年代測定が行われており、樹種はツガ属、暦年代は30,960～30,496 cal BPとされている（箱崎ほか2018）。

3万年前という時期は後期旧石器時代に相当し、静岡県内でも最古級の石器が発見される時期に相当する。この埋没木について箱崎らは「茶畑山の埋没木の特徴は、本州中央部の約3万年前の木材であり、炭化しておらず、保存状態が極めて良く、大径で400～500層もの年輪を保持している点である。保存状態が良好である点や年輪数が豊富である点は、全国的にみ

てもかなり稀で、最終氷期の自然史資料としては非常に貴重である。」と評価している。

この埋没木の切断サンプルが地球環境史ミュージアムに寄贈され、今後の維持、活用を行うために静岡県埋蔵文化財センターで保存処理を行うことになった。



写真2 搬入作業



写真1 保存処理前

2 木材の保存処理

一般的に木材は、紫外線等による科学的な影響や小動物、菌類等による生分解を受けて形状を喪失する。しかし、形状を保ったまま、地下水位が高く、泥のような微粒子の土壌中に埋没した場合には、これらの分解をもたらす要素が低減された環境に置かれるため、形状を保ったまま保存されることがある（沢田1997）。

茶畑山の埋没木も、埋没した成因は特定されていないが、埋没成因の候補として、温度の低い泥流、大雨等で発生した土石流、それらによる堰き止め湖の形成または決壊などが想定されている（箱崎ほか2018）。

木材細胞はセルロース、ヘミセルロース、リグニンなどで構成されている。含有率はセルロースが約50%、ヘミセルロースが20～30%、リグニンが20～30%で、長い線状高分子であるセルロースが束になって形成するミクロフィブリルの周りを、ヘミセルロースとリグニンが充填する構造になっている。しかし、セルロースとヘミセルロースは多糖類であり、腐朽菌により分解・代謝されやすい。現生材ではセルロースとヘミセルロースの含有率は約70%、リグニンが約30%であるのに対し、出土木材ではセルロースとヘミセルロースの含有率は低いものでは約20%までに減少し、相対的にリグニン含有率は約80%まで増大する。

土中で水分が多い環境に埋没している木材は、腐朽菌によって主成分である多糖類のセルロースとヘミセルロースが分解される。セルロースとヘミセルロースは木材の細胞構成において骨格と骨格を支える役割を担っており、これらの減少は細胞強度の著しい低下を意味する。さらに、分解・消失した成分は水と置き換わり、水浸木材は多くの水を含んだ状態となる。この水分量は含水率と呼ばれ、木材が劣化するにしたがって細胞壁の構成成分が減少し、その分だけ水が増えることから、減少した成分が多くなるほど含水率は増加する。一般的に伐採直後の乾燥していない木材の含水率は樹種や木取りによって異なるが40～150%であり、水浸木材の場合は200～2000%程にもなる（註1）。

このように高い含水率を示す水浸木材が乾燥する場合、水という高い表面張力をもつ液体が、細胞と細胞の間を連絡するきわめて小さな壁孔を介して蒸発していく。この時、細胞内は減圧状態となって強い引っ張り力が生じる。通常は、外から空気が細胞内に流入するが、壁孔に存在する水の表面張力により空気の流入が阻止されるため、劣化した細胞壁はその力に耐えられず、細胞は水の減少とともに変形を起こす（高妻2003）。

水浸木材を収縮や変形を生じさせずに乾燥させ、展示や調査・研究に供するためには保存処理を施す必要があり、安定した状態にして維持していかなければならない。

3 保存処理作業

埋没木の保存処理は以下の工程で実施した。

① 処理前記録

カルテに相当する保存処理カードを作成し、処理前

遺物写真を撮影・貼付し、寸法、劣化状況等を記載した。

樹皮から20cm程の部分が年輪に沿って割れ、また、外周に無数のヒビが生じていたが、保存処理前の埋没木の状態はきわめて良好であった。

② クリーニング

木材の汚れを筆やブラシで水洗いし、鉱物起源の色素が沈着した汚れを除去するためにEDTA（エチレンジアミン四酢酸）の2%水溶液に3週間浸漬して抽出、除去した。その後は水を交換しながらEDTAを除去した（註2）。

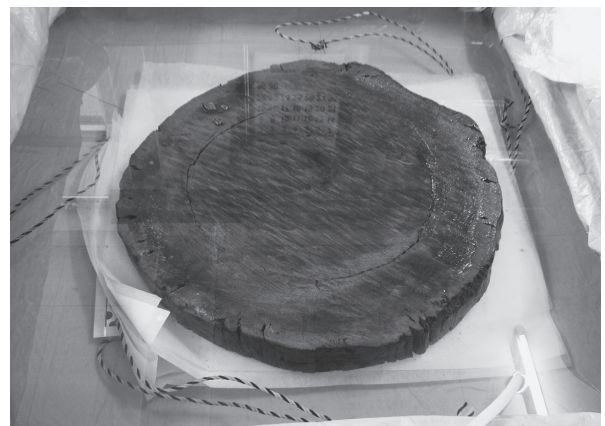


写真3 クリーニング作業（EDTA 浸漬）

③ 安定化処理

水漬けの木製品を変形・収縮させずに乾燥させて形状を安定化する工程である。

静岡県埋蔵文化財センターでは、ポリエチレングリコール（以下PEGと表記）という薬品を使用している（註3）。低濃度のPEG水溶液から埋没木の浸漬を開始して20%、40%、60%と徐々に含浸濃度を上昇させる。これによって木材細胞中の水がPEG水溶液に置換され、細胞壁がPEGによって充填・補強され



写真4 安定化処理（PEG 含浸作業中）

て乾燥時の変形が抑制される。PEG 含浸処理は埋文センターの PEG 含浸槽で実施し、20%溶液に常温で1か月間、40%溶液からは60℃に加温して2か月間、60%溶液には3か月間含浸を行った。

PEG 含浸後は、表面に付着した過剰な PEG を温水で洗浄し、約1年間かけて乾燥させた。収縮やひび割れ等は生じておらず安定化処理後の状況は概ね良好であったといえる。



写真5 PEG 含浸槽からの取り出し作業



写真6 乾燥中の埋没木

④ 修復

乾燥後の木材には表出した PEG が付着しているため、それらを筆で払い落とし、残った PEG は温風機(ブラジェット)で加温して溶解除去した。脱落した部材は接合位置を確認して接着剤で接合した。年輪に沿った割れや外周のヒビは、ヒビの大きい部分には市販のエポキシ樹脂系補填材(商品名バイサム)を補填し、年輪に沿った割れ部や細かいヒビにはエポキシ樹脂(商品名セメダインハイスーパー5)とフェノール樹脂製マイクロバルーンを混合した補填材を注入した。硬化後に精密加工機で整形し、アクリル絵具で補彩を行った。



写真7 修復作業(欠損部の補填・整形作業)



写真8 欠損部の補填・整形後

⑤ 処理後記録

保存処理カードに処理後遺物写真を撮影・貼付し、処理経過を記載した。



写真9 保存処理後

4 今後の活用について

この埋没木の生育年代が3万年前とすれば、歴史的な時代区分としては旧石器時代に相当する。旧石器時代の出土品はほぼ石器に限られており、炭化物を除け

ば有機物の出土品は皆無である。しかも、当センターが保管する石器の中でも3万年を超えると考えられるものは最も古い部類に属している。この埋没木の価値は、自然史的な価値のみならず歴史資料としても非常に価値の大きいものと言える。

ふじのくに地球環境史ミュージアムと静岡県埋蔵文化財センターの共同研究として埋没木の保存処理を実施した。今後とも価値の大きい自然史資料・歴史資料として調査・研究及び展示公開を行っていきたいと考えている。

註

- 1 含水率 出土木材の劣化状態の尺度として、最大含水率が用いられる。最大含水率とは、完全に乾燥した状態での重量（木材実質重量に対する、飽水状態において木材中に含まれている水の重量比を百分率で表したもの）。

$$u_{\max} = \frac{m_w - m_0}{m_0}$$

$u_{\max}$: 最大含水率 m_w : 飽水木材重量 m_0 : 絶乾重量

- 2 エチレンジアミン四酢酸 (ethylenediaminetetraacetic acid) は、金属キレート剤の1種であり、EDTAあるいはエデト酸と呼ばれることがある。EDTAはキレート剤であり、 Ag^+ 、 Ca^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Zr^{4+} などのそれぞれ1価、2価、3価、4価の金属イオンとキレート錯体を形成する（キレート結合）。特にカルシウム、銅、鉄（3価）、コバルト（3価）とは強く結合する。重金属表面に付着したカルシウム、マグネシウムの錯化除去や漂白剤安定化のための重金属錯化除去に使用される。（Wikipedia）。
- 3 ポリエチレングリコール（polyethylene glycol、略称PEG）は、エチレングリコールが重合した構造をもつ高分子化合物（ポリエーテル）である。（Wikipedia）
保存処理に使用するのは分子量が4000のもので、蠟に似た性状を有しており常温では固体、60℃に加温すると液体となる。蠟と異なる点は、蠟は水に不溶だがPEGは水溶のため、低濃度の水溶液を調製して木材に含浸することができる。他の水漬木材の保存処理用薬剤に比べて最も安定した薬剤と判断して採用している（筆者註）

引用・参考文献

- 箱崎真隆・能城修一・佐野雅規・木村勝彦・坂本 稔・中塚 武 2018 「静岡県裾野市茶畑山から発見された約3万年前の埋没木」『国際火山噴火史情報研究集会講演要旨集 2018-1』
- 『岩波理化学辞典』第5版 1998 岩波書店
- 沢田正昭 1997 『文化財保存科学ノート』近未来社
- 高妻洋成 2003 「水浸出土木材の劣化状態」『遺物の保存と調査』クバプロ
- 西尾太加二他 2009 『水浸木材の保存修復』東京文化財研究所文化遺産国際協力センター編

- * 1 早稲田大学 人間科学学術院 人間科学部教授
* 2 ふじのくに地球環境史ミュージアム 主任研究員