

重要文化財「藤ノ木古墳 出土遺物の保存処理」

はじめに 平成3年度より実施した重要文化財「藤ノ木古墳出土遺物の保存処理」は平成9年度をもって無事終了した。特に、この古墳から出土した金銅製品についてはその鍍金の表出などに関して注目されてきたが、当実験室で開発された高吸水性ポリマーを用いたクリーニング法により大きな成果を得ることができた。また、今回の出土遺物の処理にあたっては、当実験室が開発に関与した高級アルコール法をはじめ高温・高圧下における脱塩処理方法など最新の技術を駆使した処理が実施された。いっぽう、保存処理前における科学的調査に関しても、新しく高エネルギーX線CTを利用した観察技術の導入(図1)により、より精度の高い処理が可能となった。以下に各材質ごとに保存処理の概要を記した。

金銅製遺物の保存処理 石棺内・外から出土した金銅製品は、長期間高湿度下に存在したため、その表面は緑色さびや部分的には鉄さびで覆われていた。特に、石棺内の遺物は腐食が進んでおり、銅地金はほとんど残存せず内部まで鉍物化が進み極めて脆い状態にあった。いっぽう、石棺外の遺物は石棺内の遺物に比べて保存状態は良好なものが多く、鍍金面の表出をおこなった。鍍金面の表出には機械的な方法と化学的な方法を併せておこなった。まず、表面に付着する土や緑色さびの一部を超音波研磨装置などを用いて解剖顕微鏡下で取り除いた。次に、高吸水性ポリマー(酢酸ビニル・メタクリル酸メチル共

重合物を加水分解し自己架橋した物質)にギ酸(HCOOH)もしくはエチレンジアミン四酢酸・三ナトリウム($\text{EDTA}\cdot 3\text{Na}$)の数%水溶液をしみ込ませてペーストを形成し、それを鍍金表面に形成した緑色さび上にマウントして、さびを取り除いた。一度でさびは取り除けないので、数回から数十回の繰り返しを行う事もあった。この方法では鉄系のさびと緑色さびの下層に形成される酸化銅を取り除く事は困難であるため、さびの一部は除去されずに残存した。さびの除去をおこなった後は、蒸留水(防錆剤を添加)で洗浄したのちアルコール脱水と真空乾燥により完全に水分の除去をおこなった。安定化および強化処置としては、まずベンゾトリアゾール・アルコール溶液を一昼夜減圧下で含浸し、内部に残存する地金表面に化学的に安定な $\text{BTA}\cdot\text{Cu}$ (I,II)の防錆皮膜を形成したのち、表面に残存するベンゾトリアゾールをアルコール洗浄により除去した。最終的にアクリル樹脂(アセトン・トルエン混合溶液)を減圧含浸して強化した。

鉄製遺物の保存処理 鉄製遺物の保存処理は、金銅製遺物と同様にX線透過撮影による構造調査と非破壊X線分析に加えて、さびの一部を採取してイオンクロマトグラフィにより塩化物イオン量の測定や、刀・剣類に付着する布に関しては顕微赤外分光分析法により繊維類の同定(図2)なども併せておこなった。

鉄製遺物に付着するさびの多くは $\alpha, \gamma\text{-FeOOH}$ で構成されているが、石棺外の遺物からごく小量ではあるが $\beta\text{-FeOOH}$ が検出され、塩化物の影響が予想された。石棺外の小片試料を使って塩化物イオン濃度を測定した結果、

図1 藤ノ木古墳出土土剣のX線CT写真

処理後写真

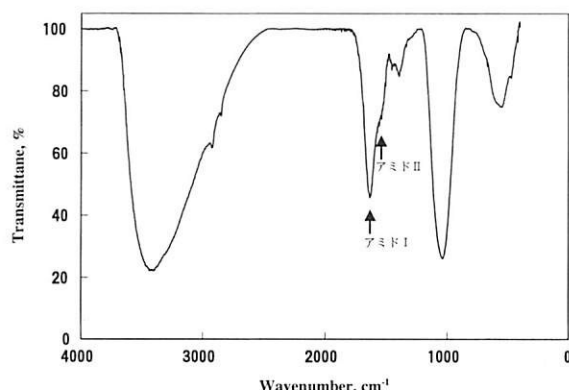


図2 藤ノ木古墳出土5号太刀着平絹のFT-IR分析
(P.46の有機質遺物の材料分析の項を参照)

鉄破片	4141-(1)	4141-(2)	5562-(3)	5562-(4)	4036-(5)	4036-(6)
F	17.64	14.15	9.42	14.31	7.47	36.08
Cl	30.36	46.96	51.80	49.14	131.5	70.83
NO ²	28.72	17.97	5.02	1.46	4.80	7.97
NO ³	Tr	18.24	6.60	14.57	18.02	16.83
SO ₄ ²⁻	526.6	1097	2190	1875	1840	2524

表1 鉄製遺物に含有する各種の陰イオン (ppm)

最大で百数十ppm程度の含有量を示した。いっぽう、硫酸イオンは全体的に高いことが明らかとなった(表1)。今回の遺物はすべて、水酸化リチウム法と高温・高圧下における脱塩処理を実施して安定化をおこなった。脱塩処理後は、アルコールによる脱水と真空乾燥により水分を除去した。なお、刀・剣類は、繊維類が多量に付着しており、かつ、複合材料で形成され極端に弱体化していることもあり、溶液中での脱塩処理による安定化は不可能で、ベンゾトリアゾールを浸透させて処理を実施した。最終段階では弱体化した遺物はすべて、アクリル樹脂含浸により強化をはかった。

水浸木材 刀剣類はいずれも木質部分が残存しているが、ほとんどのものは乾燥状態にあったが、鞘尻の一部は水浸状態で保管されていた。自然乾燥することにより収縮変形する危険があったため、高級アルコール法により保存処理をおこなった。これは、金属(銀板)が一部残存していたので、吸湿性の大きな処理材料の使用が出来ないためである。まず、遺物は50%メタノールに含浸

図3 鍍金表面の電子顕微鏡写真

し、最終的には100%アルコールに置換したのち、高級アルコール(セチルアルコール)を低濃度から高濃度(75%)まで徐々に含浸して処置を終了した。完全に硬化した後に表面の高級アルコールは溶剤で取り除いた。

ガラス遺物 水分を多量に含んで出土したガラスの多くは、当初は透明感もあり、かつ風化層も保持しているが、水分の蒸発にともなう、表面層がフレーク状・粉状になったり、透明感を失う。また、可溶性塩類などの影響により徐々にひび割れが増大する。当古墳から出土したガラスは安定しているように見えるが、青紺色の大玉には大小のひび割れが多発しており損傷は激しく、将来においてもマイクロクラックの発生が予想されたため、アルコールによるクリーニングを実施したのち、アクリル樹脂の希釈溶液をもちいて強化処置をおこなった。

鍍金層の解明 当古墳出土馬具の鍍金層の断面を走査型電子顕微鏡観察およびオージェ電子分光分析などにより調査した結果、鍍金層の直上には第一酸化銅が、さらに上層には塩基性炭酸銅と第一酸化銅が混在した層が形成されていた。これらの表面を形成するさびの銅イオンの供給は鍍金層の空隙や微細なクラックを通して本体から表面に移動したものである。また、今回の化学的さび取り法の開発により、製作当初の鍍金面の表面状態(図3)が詳細に観察できた。いっぽう、断面観察からは鍍金が数回おこなわれた可能性を示しており、金銅装馬具の鍍金の残存状態が良い理由として考えられた。

(沢田正昭・肥塚隆保・村上 隆／埋文センター)