

宗像市田熊石畑遺跡出土武器型青銅器の保存処理

はじめに 2008年、福岡県宗像市田熊石畑遺跡（弥生時代中期前半）の6基の墳墓より15点の武器型青銅器が出土した。出土した青銅器は腐食が進行してきわめて脆弱な状態となっていた。奈良文化財研究所では宗像市よりこれらの青銅器の保存処理の委託を受け、2010年度と2011年度の2カ年にわたり保存処理を実施した。

保存処理前の状態調査 腐食の進行により出土時においてすでに脆弱化していた銅剣および銅戈は、アクリル樹脂（商品名：パラロイドNAD10-V）を用いて添え木やガーゼなどが補強のために接着、補強された状態で取り上げられた。これら取り上げ時の補強は可能な限り除去されていたが、除去により著しく損傷してしまう状況にあっ

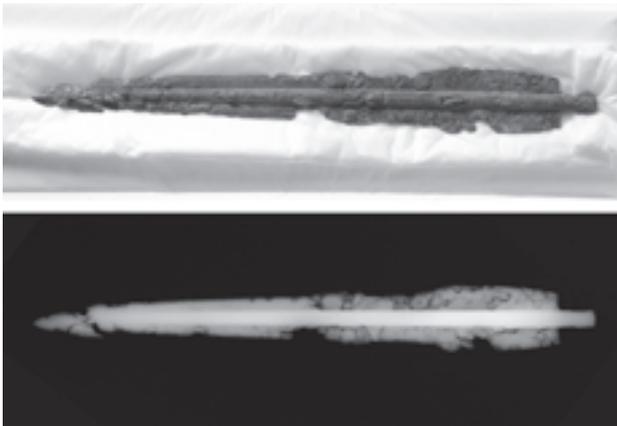


図59 1号墓1号銅剣
(上：保存処理前、下：X線透過撮影像)

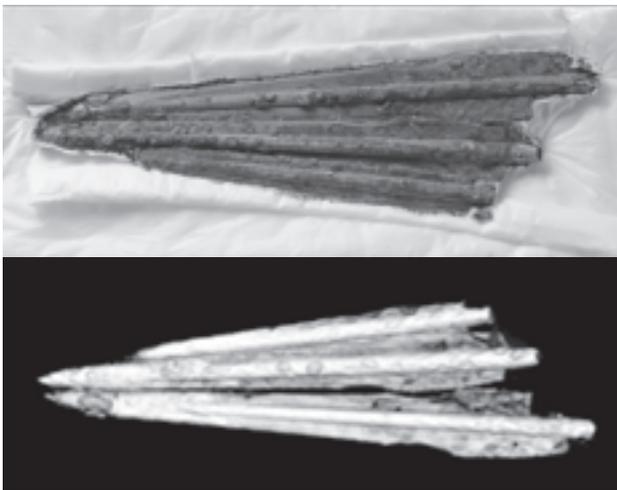


図60 2号墓出土2、3および4号銅剣
(上：保存処理前、下：3次元XCT画像（裏面）)

たものについては、複数の遺物がまとまって固着した状態となっていた。

遺物の劣化状態を確認し、保存処理前の形状を記録する目的で、X線透過撮影法およびX線コンピュータドモグラフィ（XCT）による調査をおこなった。

X線透過撮影は保存処理前および固着した状態から個々に分離した状態になった時点においておこなった。遺物の状況に応じて撮影条件を変えて撮影をおこなったが、概ね管電圧130～150kV、管電流5mA、管球からフィルムまでの距離135cm、撮影時間60秒から120秒であった。

得られたX線透過撮影像の中から1号墓1号銅剣の画像を図59に示す。孔食性の腐食が全体にわたって生じている状況を確認することができる。腐食はきわめて進行しており、クリーニングに際しては慎重な処置が必要となることがあきらかとなった。また、孔食性の腐食の周囲および刃部のエッジに沿って、大小様々な亀裂がすべての遺物に生じている。ベンゾトリアゾール溶液による安定化処置およびアクリル樹脂による強化処置に際しては、含浸処理により崩壊する危険性を有するものもあるため、湿布法あるいは塗布法を採用した方が望ましい状態のものもあることがあきらかとなった。

XCTによる撮影は、スライスピッチ0.4mmでおこなった。なお、用いたX線は加速器を用いて950keVとした高エネルギーX線のファンビームであり、撮像方法はいわゆる第2世代型といわれるものである。得られたスライス画像を積層することにより、3次元画像を構築した。

図60は2号墓より出土した固着した状態の3点の銅剣（2号、3号および4号）の3次元に構築したXCT画像である。実際の画像は3次元であることから、画像の回転や任意断面の観察などが可能である他、CT値を用いた画像解析などにより密度の推定や密度差を用いた画像抽出などが可能である。保存処理前の形状を良好に記録することができたばかりでなく、銅剣の刃部の脆弱化、欠損、亀裂およびサビ膨れなどを観察できた他、銅剣と銅剣の間が土で固着している部分、サビで固着している部分などを詳細に観察することで分離作業、クリーニングあるいは強化処置などの保存処理のための重要な情報を得ることができた。

保存処理 発掘現場における取り上げに際して、応急的に施されたアクリル樹脂を用いた木材とガーゼによる補

強を取り外すため、湿布法を適用した。取り外しをおこなう補強部分に有機溶剤で湿らせたガーゼを密着させ、上からビニールで覆って有機溶剤の蒸発を防ぎながら、所定時間放置した。固着しているアクリル樹脂の厚みなどの状況に応じて、アセトン、トルエンおよび酢酸エチルを使い分けた。接着および補強のために用いられたアクリル樹脂が十分に軟化したところで、ガーゼと木材を慎重に取り外した。

次いで補強を取り外すのに用いたものと同じ有機溶剤を用いて、アクリル樹脂を軟化させるとともに、竹串、面相筆、綿棒およびメスを用いて遺物表面に付着している土を慎重に除去した。しかしながら、遺物表面が粉状化している部分、あるいはきわめて脆弱化している部分については、遺物の崩壊を引き起こす危険性もあるため、付着した土の完全な除去はおこなわなかった。

クリーニングをおこなった後、ベンゾトリアゾール溶液による安定化処理とアクリル樹脂による強化処理をおこなった。含浸法により崩壊するおそれがないと判断された遺物は2%ベンゾトリアゾールのメチルアルコール溶液に24時間浸漬した後、未反応のベンゾトリアゾールを除去するため、メチルアルコールにより十分に洗浄をおこない、風乾した。ベンゾトリアゾールによる安定化処理後、3%アクリル樹脂（商品名：パラロイドB-72）のアセトン・トルエン混合溶液に減圧含浸し、強化処理をおこなった。

一方、含浸法により崩壊するおそれのある遺物に対しては、2%ベンゾトリアゾールのメチルアルコール溶液を浸み込ませたガーゼを用いた湿布法、あるいは筆による塗布法による安定化処理、あるいは2%ベンゾトリアゾールを含む3%アクリル樹脂のアセトン・トルエン混合溶液の塗布法を適用した。

安定化処理および強化処置をおこなった後、破片の接合および欠損部の充填をおこなった。これらの作業は、保管および展示をどのように取り扱うかという方針について宗像市教育委員会と協議をおこなった上で実施した。接合関係が明確に判断できる破片については、アクリル樹脂（パラロイドB-72）またはイソシアネート樹脂（商品名：アロンアルファ）を用いてできる限り接着をおこなった。概ね位置関係は正しいと思われるものの、表面の粉状化や磨滅により接合関係があきらかでない部分につい



図61 補強材料（ガーゼ）の取り外し

ては、接合はおこなわなかった。接合した部分において欠損部分がある場所については、補強の必要性あるいは引っ掛かりを解消する必要性がある場合にのみ、エポキシ樹脂製の充填剤による充填をおこなった。

保存台の作製 遺物を安定した状態で保管および展示するための保存台を作製した。基本的にはかたどりをおこなうことで、遺物の外形に合わせたシリコーン製の台を作製した。安定化処置および強化処置は十分にできたもののすでに相当数の破片になっているものについては、かたどりはおこなわず、概ね遺物の形状で落とし込みを作ったシリコーン製の台の上に破片を並べるという方法を採用した。なお、保存台の作製は宗像市教育委員会とその仕様を協議し、株式会社スタジオ三十三に委託しておこなった。

おわりに 田熊石畑遺跡より出土した青銅器は腐食が進行しきわめて脆弱な状態となっていたが、今回の保存処理により安定した状態とすることができた。これらの武器型青銅器は、ひとつの墓域から出土した点数においてわが国でも最多といわれており、弥生時代中期前半に宗像地域に有力者集団が存在したことを示すものとして注目されているものであり、XCTなどで得られた3次元画像とともに、学術的にもあるいは教育的にも活用されることが大いに期待できる。今後は、保管および展示環境を整え、遺物の状態を定期的に観察していくことで、保存を図ることが重要である。

（高妻洋成・脇谷草一郎・田村朋美・辻本與志一）