

象嵌された遺物のプラズマによる保存処理について

青木 繁夫・犬竹 和

1. はじめに

古墳から発見される象嵌された遺物は熊本県江田船山古墳出土国宝銀象嵌銘大刀¹⁾や埼玉県稲荷山古墳出土国宝辛亥銘鉄剣²⁾などのように銘文を持つものが多く、歴史を理解する上で重要なものである。近年銘文を有する遺物の発見が重なり、その研ぎ出し処理が注目され、大きな成果をあげている。しかし従来開発されてきた処理方法では慎重に処理を実施しても字画や製法技法などの情報を失わせる危険³⁾を有している。このため情報の損失を少なくする処理方法の開発が要求されている。

プラズマを利用したこの方法は安全性の高いもので、かつ情報の損失が少ない方法であるため、象嵌された遺物の処理を行う基礎的研究を進めて来た。

群馬県藤岡市平井1号古墳から出土した円頭大刀の柄頭に亀甲繫鳳凰文の象嵌が施されていることが発見された。この柄頭の保存処理に研究を進めてきたプラズマによる象嵌の保存処理法を適用した例について報告する。

2. 象嵌された遺物の保存処理の歩み

我が国で発見される象嵌された遺物は鉄地にタガネで溝を彫り、そこに金や銀等を嵌め込んだものが主である。象嵌された遺物は表面が厚い錆で覆われ、壊れていないかぎり象嵌が見られず、X線写真で確認するのが常である。この様な象嵌の研ぎ出し処理はかなり古くから行われている。

① 刀の研師による時代

末永雅雄や小林行雄などからの象嵌の研ぎ出し処理に関する聞き取り調査によれば、考古学者が関与して研ぎ出しが行われたのは大正末期頃である。江田船山古墳出土銀象嵌銘大刀の銘文と馬形文様等が、刀の研師の手によって砥石を用いて研ぎ出されたのが始めであろうとのことであった。その象嵌銘大刀を観察すると、銘文のある棟は日本刀の棟と同じような曲線を描くとともに、表面には切先に向って無数の細かい平滑な擦痕が見られる。これらの擦痕からも砥石を用いて研磨したことがうかがえる。

② 歯科用グラインダーの使用

昭和30年代の後半から40年代にかけて、歯科用グラインダーの導入が始まり、東大寺山古墳出土直刀の金象嵌銘の研ぎ出しなどに使用されるようになる。その研ぎ出し表面の特徴は、研磨の擦痕が砥石を使用したときのように一定方向に整ったものでなく、グラインダーチップに沿った小さな凹凸と、象嵌線に沿って研ぎ出された前後左右に不規則な短い擦痕を特徴としている。またグラインダーで削りすぎたため、象嵌の下の鉄下地が露出した部分が象嵌線中に黒く存在したり、象嵌と鉄地との境目が明瞭でなくなってしまうことである。

③ 歯科用グラインダーと針の併用

このような削りすぎの反省から顕微鏡下で錆を歯科用グラインダーで荒削りした後、錆の上から針などを押し当て、その圧力で除去することが行われるようになる。しかし、針を押しあてて除去できる1回当りの面積が極めて小さいために、処理に時間がかかること、技術的に熟練して

きても針の跡が象嵌表面に残り、見苦しいものになるためあまり行われなくなる。

④ エアブラッシュ装置の使用

出土鉄製品の保存処理に欠くことの出来ない機器であるエアブラッシュ装置⁴⁾が、昭和47年に東京国立文化財研究所に設置され、この機器を利用した遺物のクリーニング方法が開発された。同時に象嵌表面に凹凸を作り、象嵌線をすり減らしてしまう恐れがある。また同象嵌を覆っている鉄錆を顕微鏡下で歯科用グラインダーで象嵌が露出する一歩手前まで荒削りしたあと、エアブラッシュを用いて噴出圧力6 kg/cm²、噴出量5で微小ガラス粉末を噴射して象嵌を研ぎ出す方法である。この方法によれば象嵌線などを削りすぎることなく処理することが可能である。しかしガラス粉末を噴射するために象嵌表面がマット状になる欠点があった。

⑤ 現在の処理方法

現在の象嵌研ぎ出し処理は、③ないし④の方法で行われることが多く、すでに何例もの処理報告がなされているが、象嵌の研ぎ出し処理による製作技法情報の喪失という問題が残されている。

象嵌の表面から得られる技法情報としては、〈象嵌表面に見られる研磨痕〉、〈タガネ溝の幅〉、〈タガネを入れた方向と打つ間隔〉、〈象嵌線の重なり部分の観察から得られる象嵌を嵌め込んだ順序〉などがある。さらに重要なのは銘文象嵌の場合である。字画の正確な観察は、銘文を判読するためには欠かせないものであり、この点に関してはかなり注意して研ぎ出し処理に当る必要がある。

象嵌を覆っている錆は強固で従来の方法では、象嵌部分を傷つけずに錆を取り除くのは容易ではない。歯科用グラインダーを使用する方法は、すでに述べたように時間がかかるわりに失われる情報量が多い。エアブラッシュを用いた場合も同様である。

保存処理に於いて遺物がもつ様々な情報を失うことなく処理することは重要な問題である。象嵌遺物の保存処理の場合すでに述べたように情報を失う危険がある。しかし象嵌遺物を真空槽中でプラズマ処理を行えば象嵌遺物が有する情報を失わせることなく保存処理することが可能である。

3. プラズマについて

一般的に我々が見ることができる物質は、個体、液体もしくは気体のいずれかの状態で、プラズマと日常生活の中で接する機会はあまり多くない。雷やオーロラは地球上で見られる自然界のプラズマであり、点灯中の蛍光灯やネオンサインの中の気体分子はプラズマ状態となっている。

タンク内の空気を真空ポンプで133 Pa程度まで排気して、2つの電極に電圧を加えると電極間に放電が起こり、真空タンク内の気体分子がプラズマ状態になって光を発するようになる。このような状態では、気体はイオンと電子に分離し、導電性を有するようになる。

プラズマには、熱エネルギーの条件の違いによっていくつかの種類があり、現在我々が出土鉄製品の安定化処理に使用しているのは、低温プラズマと言われているものである。この低温プラズマ中において電子は、電界からエネルギーを受けて高速で運動しており、気体分子と衝突してこれを励起あるいはイオン化している。この励起分子、イオンは、プラズマ中で遺物の腐食生成物と各種の化学反応を引き起こす。今回の処理に使用したプラズマ装置は、安定し

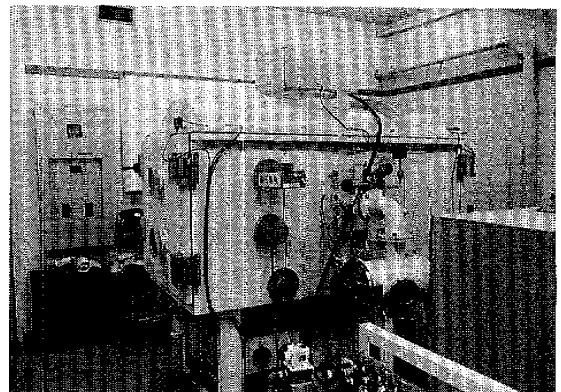


図1 プラズマ装置

たプラズマが大きな面積で得られる高周波放電を利用した平行平板型反応装置である（図-1）。

4. 象嵌された遺物のプラズマによる保存処理

4-1. 保存処理前の状態とX線調査

象嵌の発見された柄頭は土と錆に全体が覆われているが、保存状態は比較的良好である。全長7.6 cm, 最大幅4.3 cmを測ることができる。面取りがあり断面八角形である。内部には脆弱ではあるが、木材が残っている（図-2）

保存処理は象嵌の確認を行うためにX線の調査から始められた。

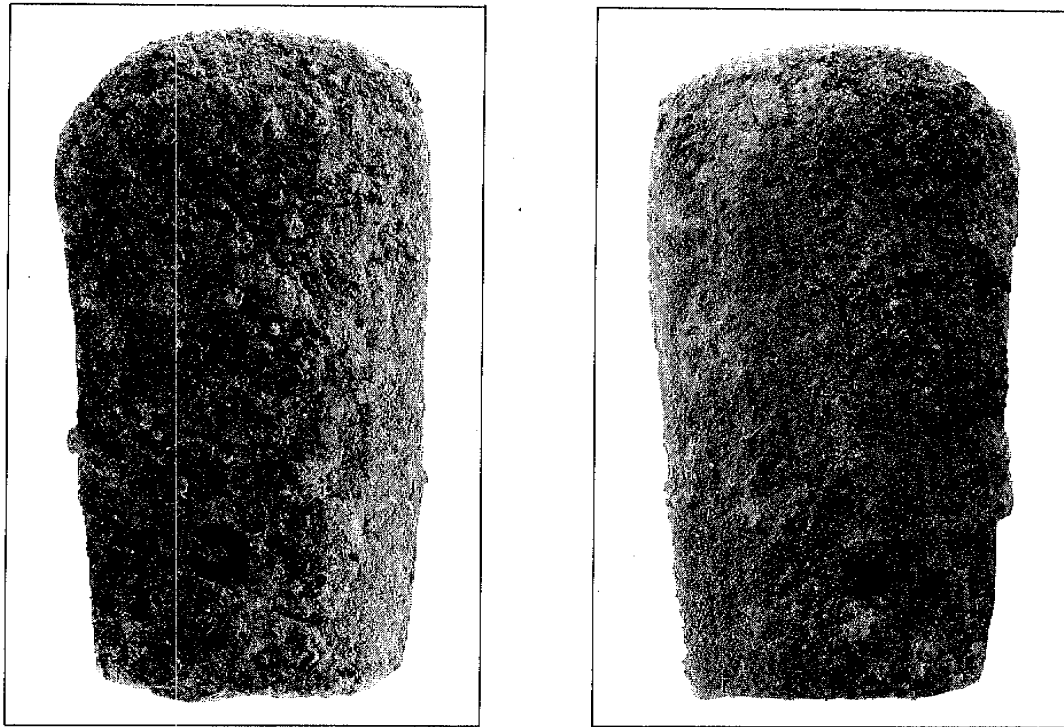


図2 修復処理前

X線撮影条件

X線装置：フィリップス

工業用X線装置 MG-321

X線フィルム：富士工業用

X線フィルム IX-100

増感紙：0.3 mm 鉛増感紙を使用

管電圧：130~140 kV

管電流：5 mA

照射時間：3 min

撮影距離：1 m

現像液：レンドール 20°C 5分間

定着液：レンフィックス 5分間

X線写真の所見

撮影前の柄頭は、錆に覆われていたために象嵌が施されていたことが判らなかった。しかしX線の撮影によって二重円文を2本の平行線で六角形に繋ぎ、その中に右または左向きに翼をひろげた単鳳を施した亀甲繫鳳凰文であることが判った。側面には亀甲繫鳳凰文が3段、頂部には変形鳳凰文が、また目釘孔の周りには単弁花文が施されている(図-3)腐食による象嵌の金属が腐食して周囲に作る《にじみ》や剝落は見られない。

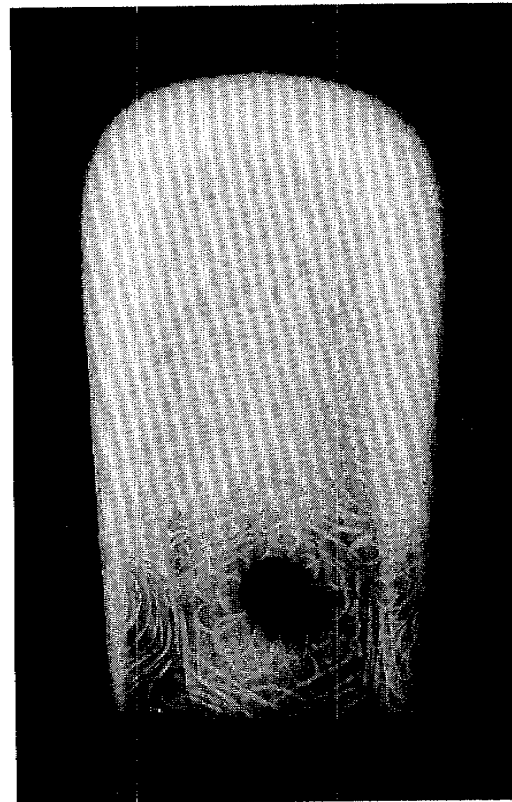


図3 象嵌のX線写真

4-2. プラズマ処理

すでに述べたように腐食した象嵌された遺物をプラズマ処理⁵⁾することによって象嵌の製作技法などを失わせることなく保存処理することが可能となった。(図-4)

プラズマ処理条件

高周波周波数：13.56 MHz

高周波出力：2 KW

処理温度：約 200°C

ガスおよび注入量：窒素 400 ml/min

水素 400 ml/min

アルゴン 200 ml/min

処理槽内圧力：約 133 Pa

処理時間：1時間

プラズマ処理の結果、オキシ水酸化鉄やマグネタイトなどIII価の錆が、水素プラズマと反応し、還元されることによって表面の浮き錆層に体積変化がおきるとともに減圧下での加熱により脱水作用がおき錆が取れやすくなり、固く緻密な錆層から剝がれやすくなる。特に異種金属と接している部分にその傾向が著しく、したがって象嵌線の上を覆っている錆を簡単に剝がすことが可能になる。なお柄頭内部の脆弱な木材はアクリル樹脂(パラロイドB-72)で強化してからプラズマ処理を行った。

4-3. 象嵌の露出処理

象嵌を露出させるためにはそれを覆っている錆を除去しなければならない。プラズマ処理した遺物の表面の錆は象嵌線およびその周囲の固く緻密な錆との界面で剝がすことが出来る。その作業は実体顕微鏡下で処理によって浮いた錆をメスなどを使用して丁寧に剝がす比較的簡単なもの

である。(図-5)

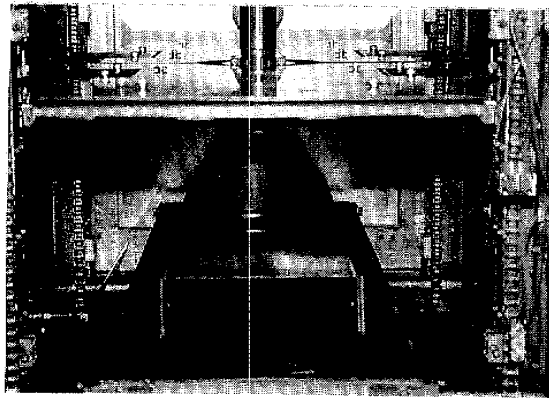


図4 プラズマ処理



図5 象嵌表面の錆の除去

4-4. 脱塩および強化処理

脱塩処理⁹⁾はソクスレー装置を用いて行った。この装置は水を加熱、蒸発させるフラスコとサイホン付脱塩処理槽および冷却器からなる。フラスコからの水蒸気が冷却器で冷却され蒸留水となって脱塩処理槽に導かれ、一定量の蒸留水が処理槽にたまとサイホンが作用し脱塩された水がフラスコに回収される。このサイクルを20回繰り返して脱塩処理を行った。なおこの処理を脱酸素状態で行うため、フラスコ内に窒素ガスを注入し、さらに装置全体を20000 Pa程度に減圧して行った。

強化処理は、アクリル樹脂エマルジョン（プライマルMV-1）を減圧含浸した。

5. さいごに

象嵌の技術資料を失わせる危険のある保存処理方法を改良するために、プラズマを利用した象嵌された遺物の保存処理研究を進めてきた。その方法が実際に遺物に適用することが出来るようになり、平井一号古墳出土円頭柄頭の象嵌処理に適用された。その結果、当初予想していたよりも容易に顕微鏡下でメスを用いて象嵌上の錆を取り除くことが出来た。象嵌表面は研磨機を使用した時のように擦痕がついたり、象嵌線が不明瞭になることもなく明確に象嵌線を露出することが出来た。し



図6 錆を除去した後の象嵌の状態

たがってタガネ溝の幅、タガネを打つ間隔、タガネを入れる方向、象嵌された金属線の重なりが観察でき、その嵌込まれた順序などを復元することが可能である。このようなことから象嵌銘文のように、その解釈に影響を与える字画や撥に注意しなければならないものの処理に適していることが判明した。(図-6, 7)

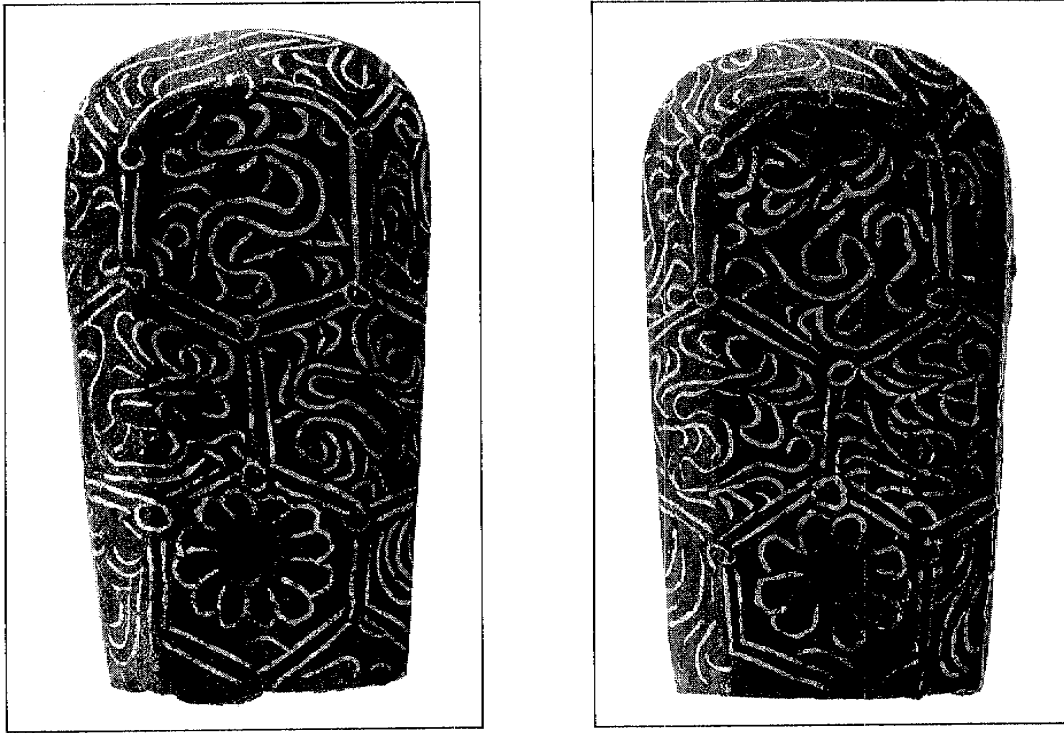


図7 修復処理後

プラズマによる象嵌遺物の保存処理方法は、上記のように様々な利点があるが、今後さらに象嵌遺物の保存状態に応じた、プラズマ処理時のガスの種類、濃度、処理時間等の条件をさらに詰める研究を行う必要があると考えている。

この研究は、文部省科学研究費補助金「プラズマ処理による象嵌遺物の保存処理法の開発研究」によるものである。

研究を進めるにあたって住友金属鉱山株式会社中央研究所主幹研究員松田史朗氏に御教示いただいた。記して謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 青木繁夫・犬竹 和「保存処理」『江田船山古墳出土国宝銀象嵌銘大刀』東京国立博物館 pp. 37~41 (1993)
- 2) 埼玉県教育委員会『埼玉稲荷山古墳辛亥銘鉄剣修理報告書』埼玉県教育委員会 pp. 14~21 (1982)
- 3) 宮崎市定『謎の七支刀』中公新書 昭和58年
- 4) 樋口清治・青木繁夫「金属製品のクリーニングにおけるエアブラッシュの応用 —鉄錆で隠された銀象嵌の露出处置—」保存科学 13, pp.41~48 (1974)
- 5) Shigeo AOKI, Yoshimitsu HIRAO 'Stabilization of Archaeological Iron' "Current Problems in the Conservation of Metal Antiquities" Tokyo National Research Institute of Cultural Properties, pp.91~97 (1993)
- 6) 青木繁夫・平尾良光・門倉武夫・犬竹 和「新設脱塩装置について」保存科学 29, pp. 69~85 (1990)

Conservation Treatment of Inlaid Artifact by Plasma Technique

Shigeo AOKI and Nodoka INUTAKE

Excavated inlaid artifacts generally have inscriptions or ornaments and/or upon them though they are hidden with rust and others when they are unearthed. These inscriptions are commonly important as they sometimes explain unknown facts and events in history.

To make these inscriptions and patterns clear, plasma technique was applied, one of the techniques used for restoration. For the establishment of this method, the conditions of the experiment were precisely determined and prepared.

The method was applied to a sword excavated from No. 1 tumulus of Hirai, in Fujioka city, Gunma prefecture. The results we got from the experiment was satisfactory. Almost perfect patterns of the figure were obtained on the head of the grip of the sword.