

筑波山古墳出土鉄製品の錆の安定化処理に関する研究

(受託研究報告 第58号)

青 木 繁 夫

1. はじめに

本研究は群馬県板倉町の依頼により、昭和60年度の受託研究として行ったもので、研究期間は昭和60年4月25日から昭和61年3月31日までである。

研究対象になった鉄製品は、群馬県板倉町岩田風張に所在する筑波山古墳より出土したものである。古墳は全長55メートルの前方後円墳で、その副葬品から6世紀末から7世紀初頭につくられたものと推定されている。

研究目的は、この古墳から発見された鉄製品の錆の安定化処理と修復および刀装具に発見された象嵌の露出処理である。

研究の分担は、以下の通りである。

保存修復

修復技術部：青木繁夫

銀の原料産地推定

保存科学部：馬淵久夫

X線透視撮影

保存科学部：三浦定俊

2. 品質形状および損傷状態

遺物の損傷が著しく、すべて個々に破片として存在するので、形状が明らかになるものは数少ない。しかしそれら破片の観察からほとんどが刀身および刀装具で、農工具の類は見当らないようである。

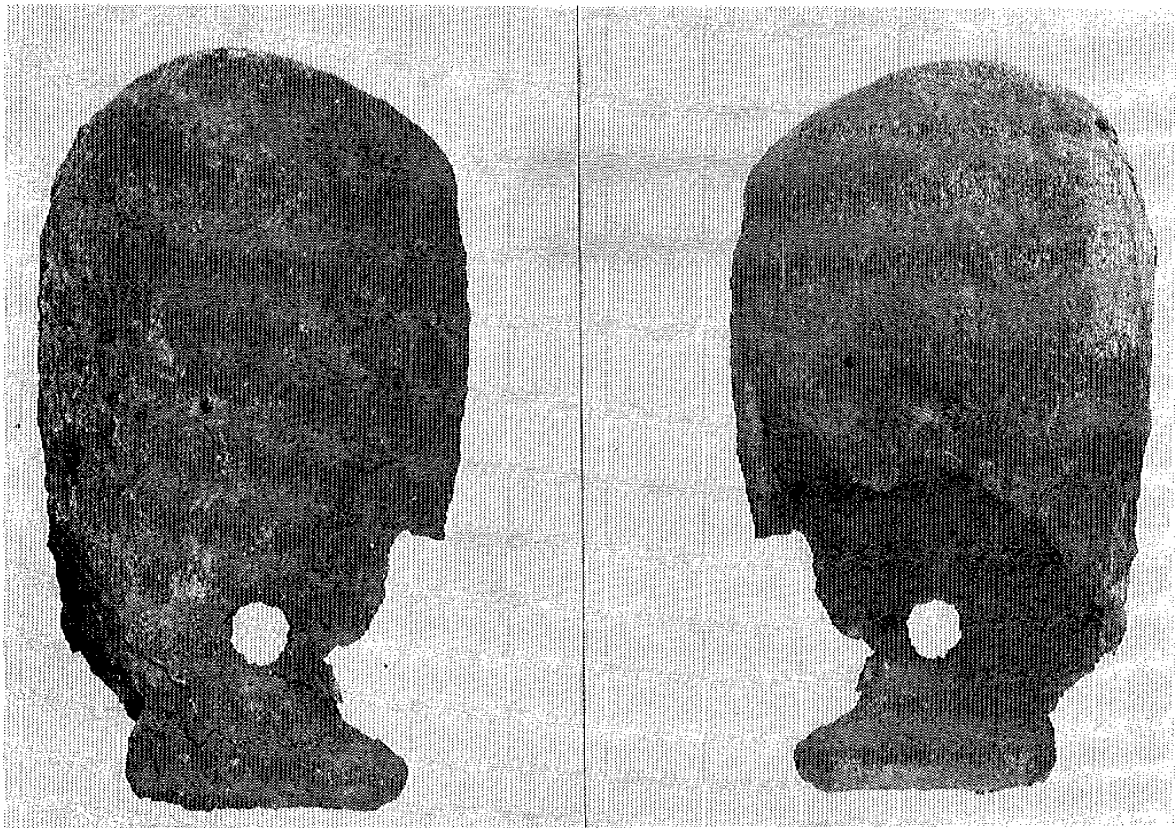
これらのなかに象嵌らしき痕跡を認めたのでX線透視撮影を行ったところ柄頭、鍔、鉋等に象嵌が発見された。

柄 頭 (図-1)

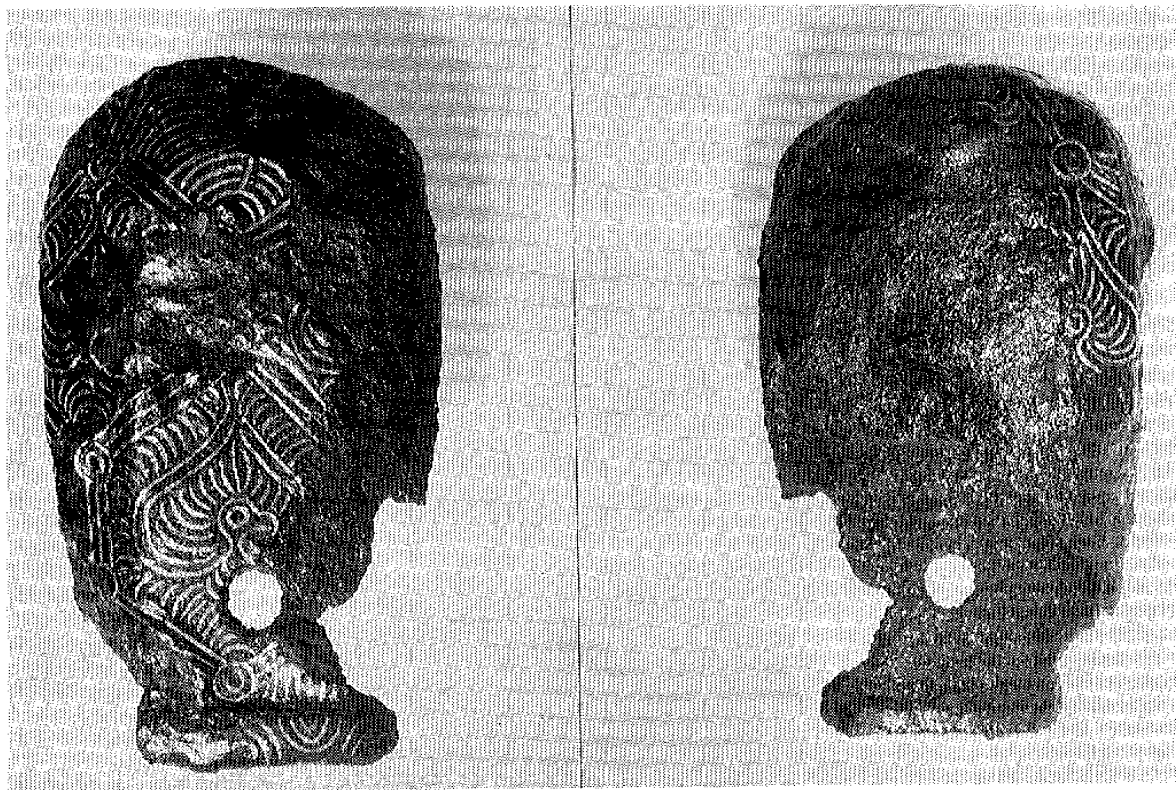
鉄製、錆による損傷がひどく、柄頭縁を中心にしてその2/3以上を欠失している。象嵌も剝落部分が多く頂部、片面、片側面および柄頭縁のそれぞれに一部を残している。

全長9.1cm、最大幅5.2cm、懸通孔を柄頭縁に近いところにあける。象嵌は柄頭縁に三重弧文を千鳥に配し、中心文様である亀甲繫鳳凰文は支点の二重円の円文を3本の並行線で六角形につなぎ、その中に単鳳凰が翼を広げた形を表現し、その翼はハート形文に変化させられている。

この種の象嵌文様は、亀甲中の鳳凰の両翼がハート形あるいは渦巻文などに変化し、かなり形式化されてきており、福岡県浮羽郡塚花塚古墳、静岡県藤枝市東正勝山古墳出土例など20数例を数えることが出来る。

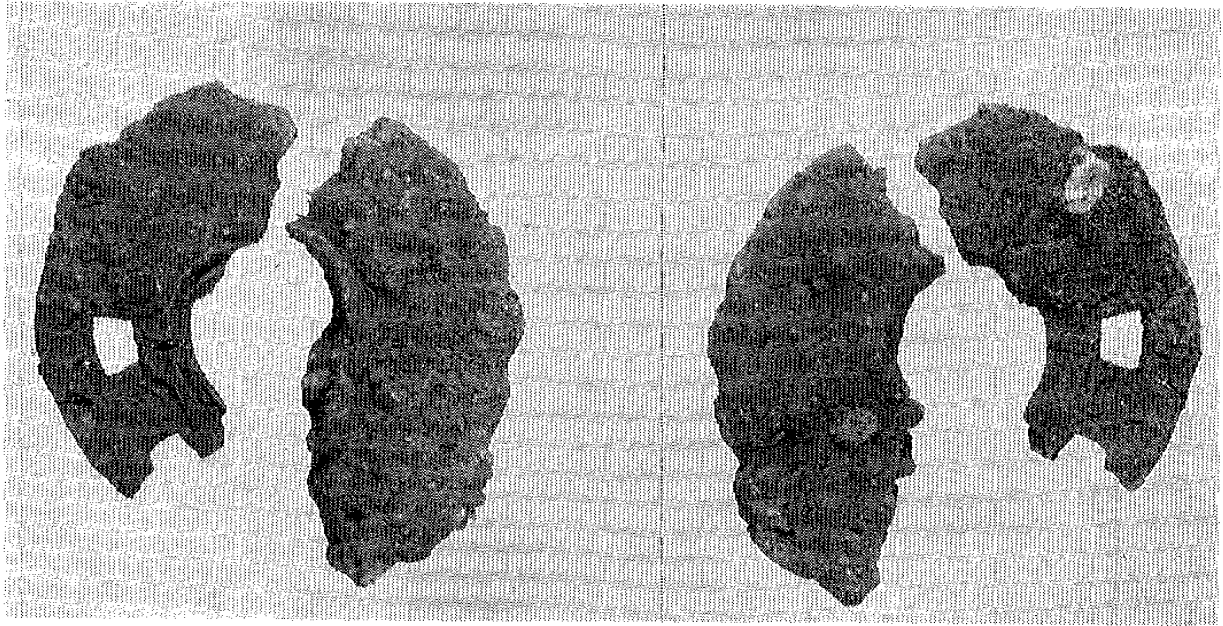


修復前

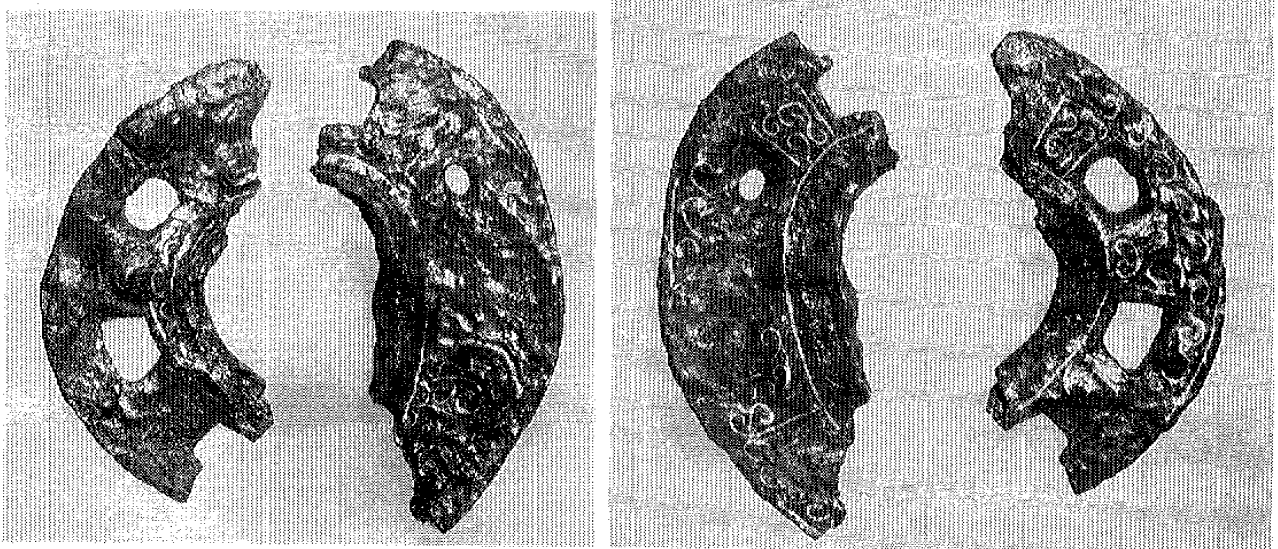


修復後

圖-1 象嵌柄頭



修復前



修復後

図-2 象嵌鍔

鍔 (図-2)

鉄製，2破片からなるが，同一個体かどうか不明，いずれも倒卵形，八窓の透孔を持つ。内縁には並行線の中にC字状弧線をならべてある。側面にも同様に弧線を一系列に配する。

刀身

鉄製，2破片から象嵌が発見されている。一方は，鍔本孔の周囲に二重円文と弧文が配されている。

3. 鉛同位体比による銀の原料産地推定

鍔から剝がれ落ちていた銀象嵌の銀線を試料としてそこから鉛を抽出して，鉛同位体比測定を行った。

表一 鉛同位体比

206 Pb/204 Pb	207 Pb/206 Pb	208 Pb/206 Pb
17.695	0.8768	2.1418

北西部ないし中国遼寧省産と推定される。

測定結果は、表一に見られる通りであるが、この値は中国遼寧省安東青城子鉱山の鉛鉱石に近い。従って、現時点では、この象嵌に使用された銀の原料は、朝鮮半島

4. 象嵌技法について

象嵌は、金属表面を彫り込み、そこに異った金属を嵌め込み、文様や文字をあらわす彫金技法のことをいい、線象嵌、平象嵌、高肉象嵌、切嵌め象嵌など様々な技法がある。修復の対象になった遺物にはすべて線象嵌が施されている。

この象嵌技法は、金属表面に文様の下描をし、細い溝をしぶタガネ、丸毛彫タガネなどで一定の深さに彫り、その中に溝の深さよりやや高めめの太さの金や銀などの線を入れて、ならシタガネで上から打ち溝内へ象嵌してゆく方法である。

遺物の象嵌は錆による分離と凹凸がみられるが、比較的安定した接着を見せている。象嵌には太細があるが表面幅は約0.6 mm位である。銀線の浮き上がったところや、断面を見ると彫跡は約0.5 mm前後であまり深くなく丸みをおびたVまたはU形をしている(図一3、4)、象



図一3 鐔の象嵌断面



図一4 鐔の象嵌の溝

嵌をする場合一般に近世以降は、一度彫った溝をさらに低く彫り広げて形として、銀線を止まりやすくするのが常識であるが、この象嵌にはこれらの技法が全く見られない。古代の象嵌がVあるいはU形の断面を呈するのは古代の線象嵌の特色のようであり、埼玉県稲荷山古墳出土辛亥銘鉄剣、静岡県藤枝市東正勝山古墳出土頭椎柄頭をはじめ現在までに調査した象嵌すべてがこの断面をしていた。銀象嵌の表面には同方向に数多く引かれた極微細な線がみとめられる。これは象嵌の後研ぎ仕上げをした研ぎ目ではないかと考えられる。

銀線を蛍光X線分析した結果は、微量の不純物を含んだ純銀であることが判明した。純銀は焼入れすれば非常に柔らかくなるので、象嵌には全く不自由しなかったものと思われる。

5. 錆の安定化処理

従来から行われている鉄製品の保存修復方法は①クリーニング、②脱塩処理、③合成樹脂の減圧含浸、④復原の工程でなされている。この方法で、オキシ水酸化鉄のような不安定な錆を有する鉄製品を処理した場合、処理後再び錆が発生する例が多い。

諸外国では、これらの不安定な錆を安定化させる研究が盛んに行われている。その代表的な

ものに Alkaline Sulphite 法やアミン法などがある。我々は、これらの安定化処理法の内 Alkaline Sulphite 法について注目し、実験を数年前から行って来た。この方法は、水酸化ナトリウムと亜硫酸ナトリウムの混合水溶液中でオキシ水酸化鉄を還元して、より安定したマグネタイトに転化させようとする方法である。

この Alkaline Sulphite 法は、蒸留水に 0.5 M 水酸化ナトリウム、0.5 M 亜硫酸ナトリウムを入れた溶液を作り、その中に鉄製品を浸漬して密封し、溶液温度を 60°C に保ち、1 週間放置する。この溶液を 1 週間ごとに交換し、溶液が透明になるまでこれを繰り返す。この処理後、蒸留水に約 1 時間ずつ 2 回浸漬し、水酸化ナトリウムや亜硫酸ナトリウムを洗浄する。その後 0.1 M 水酸化バリウム水溶液に浸漬する。これは残留した水酸化ナトリウムや亜硫酸ナトリウムを不溶性にするために行う。水酸化バリウム溶液から出したあとクラックなどのなかに白い析出物がある場合は針やブラッシングで除く。さいごに蒸留水で再び洗浄する。そしてエチルアルコールに浸漬してから乾燥機中で乾燥させる。

この処理によって不安定な錆を安定化できるとともに脱塩処理も同時に行える利点がある。

この処理法は、赤茶色や黒い色の錆を持った鉄製品の錆を安定化させることが出来る。

6. 保存修復

今回の保存処理は、不安定な錆を前述したような方法で安定した錆に転化させる目的で行った。遺物の中で銀象嵌が確認されたものについては、銀に影響することが考えられるので Alkaline Sulphite 法を実施しなかった。

以下に処理の概要を記す。

A. 銀象嵌のない遺物

- ① 肉眼で象嵌が確認できるものがあつたので遺物すべてを以下の条件で X 線透視撮影を行った。
X 線装置：島津工業用 X 線
撮影条件：距離約 1 m, 100 Kvp, 5 mA, 5 min
- ② 象嵌が確認された遺物を除いて、エアブラッシング装置（ガラスパウダー、圧力 30 kg/cm²）を用いて泥等のクリーニングを行った。
- ③ クリーニングを終了した遺物は、Alkaline Sulphite 法で錆の安定化処理を行った。溶液は 15 回交換、処理期間 15 週間。
- ④ アクリル樹脂プライマル MV-1 を減圧含浸して遺物を強化した。
- ⑤ 崩壊した破片を集め、エポキシ樹脂にて接着復原した。

B. 銀象嵌の確認された遺物

- ① X 線撮影によって象嵌の確認された遺物は、保存状態が悪く銀線が浮いていたものもあつたので、まずアクリル樹脂プライマル MV-1 を減圧含浸して遺物を強化。
- ② 浮いている銀線を露出処理中に損傷を与えないようにするため、フェノールマイクロバルーンと繊維素系接着剤セメダイン C の混合ペーストを充填して固定した。
- ③ 象嵌の銀線は、錆のなかに埋まっているので、丁寧に表面から錆を削り象嵌を露出する必要がある。そのためまず表面からカーボランダムポイントを取り付けた歯科用グラインダーで荒削りした。ついで微少なダイヤモンドポイントをつけたグラインダーを使用して実顕微鏡下で銀象嵌を痛めないように可能なかぎり錆を薄く削り取った。

- ④ 薄くなった銀象嵌上の錆を象嵌表面を傷つけないように手術用メスや竹ヘラ等で剥ぎ取った。
- ⑤ 銀象嵌の錆を防止するため、銀表面にアクリル樹脂パラロイドB72の10%トルエン溶液を塗布した。

7. お わ り に

錆の安定化処理について今迄行って来た実験のなかで良好な結果が得られた Alkaline Sulphite 法を、今回初めて実際の遺物の安定化処理に適用した。幸い色の変化など実験中のトラブルもなく当初の目的どおりの成果を得ることができた。しかし初めての試みなので、今後保存管理していくなかで、新たな錆の発生等が見られることがあるかもしれない。したがってこれからの経年変化を定期的に観察していく必要がある。

銀線に含まれている鉛の同位体比測定は、この種の遺物で初めて行った試みである。これによって鏝に象嵌された銀線の原料産地が朝鮮半島北西部ないし中国遼寧省にあると判明したことは、今後の考古学および金工技法の研究の上で有益な情報になると考えられる。

参 考 文 献

- ・North, N.A., and Pearson, C., 'Alkaline Sulphite Reduction Treatment of Iron', ICOM Committee for Conservation, 4th Triennial Meeting, Venice 1975.
- ・Mark Gilberg and Nigel J. Seeley 'The Alkaline Sodium Sulphite Reduction Process for Archaeological Iron: A Closer Look' Studies in Conservation 27, 1981.

Study of Iron Objects from A Seventh-century Tomb for Their Conservation

Shigeo AOKI

Iron swords and a sword head (Fig-1) were found in 1970 in a tomb in Gunma prefecture dated about the seventh century AD. The author confirmed by X-ray photography that there are Chinese phoenix-patterned silver inlays under the rust on the bottom of the sword guard and sword head.

The following facts were found by analyses :

1. Analysis of the inlay material by X-ray spectroscopy shows that they are made of silver.
2. Lead isotope ratio shows that the silver used for the inlay was originated in the Chinese continent. (Tab-1)

Conservation treatment was done by the following procedures :

1. First the objects were cleaned by air abrasive.
2. An alkaline sulphite solution of 0.5 M sodium hydroxide and 0.5 M sodium sulphite in distilled water was prepared. All objects other than inlaid objects were placed in this solution and the container was sealed and kept in an oven maintained at 60°C for one week. During this period, the solution developed a brownish coloration. After one week, the objects were removed from the solution and then placed in a fresh batch of the same solution.

When this treatment was completed, the objects were washed by completely immersing them for one hour in distilled water (twice) and 0.1 M barium hydroxide. Next, they were immersed in ethyl alcohol to assist in rapid drying.

3. The objects were then impregnated with an acrylic resin solution (Primal MV-1) under reduced pressure for consolidation.
4. Finally, the objects were restored by assembling the fragments using epoxy and nitro cellulose resin.