

黄金塚古墳出土鉄器の保存処置について

樋口 清治・青木 繁夫*

1. はじめに

黄金塚古墳¹⁾は大阪府（和泉国）和泉市上代町にある前方後円墳で、洪積台地端に位置している。全長85mを有し、前方部を西南に向け、墳丘には葺石、埴輪等も認められ、まわりには堀をめぐらしてあったらしい。

昭和26年の調査で、後円部から主軸に平行して3個の粘土槨が発見された。それぞれの槨には木棺が内包され、中央棺は長さ8.7mの割竹形木棺であり、東棺と西棺とは、長さ4mあまりの箱形木棺と推定されている。

副葬品は中央棺内より、鏡1面、玉類、石釧、車輪石、筒形石製品、棺外からは刀剣、刀子、農工具、木工具類および「景初3年云々」の銘がある画文帶重列神獸鏡が発見された。その年号は、邪馬台国の卑弥呼が魏に遣使した年と一致するので注目されている。東棺からは鏡3面、五銖錢、玉類、鍔形石、筒形石製品、紡錘車、刀剣、農工具、棺外からは甲冑、矛、鎌、楯、巴形銅器が出土している。西棺では鏡1面、玉類、刀剣、銅鎌、鐵鎌、甲冑、棺外から劍が、それぞれ発見された。

この古墳から景初3年在名の鏡が出土していることは、古代史上重要な発見であるが、4世紀代に比定される東大寺山古墳、椿井大塚山古墳あるいは備前車塚古墳等においては、鉄製品の出土量が比較的少ないにもかかわらず、本古墳では鉄製品の出土が多く、4世紀代の鉄製品を知る上にも、また5世紀代の鉄製品を考える上にも、重要な資料である。

この出土遺物一括は東京国立博物館に収蔵されていたが、その中で鉄製品が保存中に次第に錆が進行し、崩壊著しく手がつけられないような状態になった。これら鉄製品は以上のように考古学上の重要な資料であるので、東京国立博物館は、昭和45年9月にこの保存処置を、東京国立文化財研究所保存科学部に依頼されたのである。しかしわれわれはこれまでにたびたび出土鉄製品の保存処置をおこなってきたが、今回の保存処置は、従来の方法をそのまま適用するには余りにも崩壊が著しいので、処置技術も改めて検討し直す必要があり、また強化処置後の復原に関しても、専門の考古学者との協同作業が絶対に必要であることを痛感した。そこで東京国立博物館考古課長 三木文雄氏と原史室長 龜井正道氏に考古学の立場からの指導を受け、昭和46年3月にこの保存処置を完成した。

保存処置をおこなった鉄器は次の通りである。剣身 22ヶ、刀身 11ヶ、鉢 1ヶ、鎌 120ヶ、肩甲一括、短甲断片1括、冑断片 1括、斧頭 18ヶ、鋸 1ヶ、鎌 9ヶ、鐵先 2ヶ、刺突具1括、工具類

2. これまでの処置方法と今回の処置方法の問題について

これまでの出土鉄製品の保存処置は、「日光男体山山頂祭祀遺跡出土鉄器の保存処置²⁾」に述べた。その要旨はアクリル樹脂のキシレン溶液を減圧含浸させることが、錆のため脆弱化した

* 国学院大学文学部史学科学生

鉄器を強化するのに有効であること、錆の表面に残る樹脂は光沢の原因になるので、それを防ぐために鉄器を和紙や濾過綿で厚く包みこみ、そのまま樹脂を減圧のもとで含浸し、乾いた後にこの包みを切開する方法で好結果が得られたことである。われわれがこれまでに扱った鉄器は、大体錆のため脆弱化したものを強化することを主な目的とし、強化後の処置も、折損部を接着する程度のものであり、復原処置そのものに大きな困難を感じることはなかった。

しかし今回の黄金塚出土の鉄器は写真にもみられるように錆による崩壊が著しく、手にとりあげるだけでも崩れるような状態であったので、これまでのように和紙や濾過綿で包みこむようなことをすれば、更に崩壊するようなものが数多くあった。また既に部分的に崩壊してしまったものが相当あり、その箇所をどう扱うかが重要な問題となつたが、これは保存科学上の問題ではなく、考古学上の復原方針の問題である。

文化財の修復保存処置を抽象的に考えれば、現状そのままを固定強化する所謂現状保存処置と、もとの状態まで復原する所謂復原修理の両極端があるが、実際に処置する場合はこの両者の中間でなされることが多い。と云うのは原則的に現状保存処置と決められていても、実際には折損部の接着とか、欠損部を或る程度は復原して強度をもたせる必要があるからである。殊に出土鉄器の保存には、錆による遺物の膨脹、崩壊に伴う形状の変化という困難な問題が存在する。すなわち今回の黄金塚出土鉄器はどのようにして崩さずに強化し、またどの程度まで復原するかが最大の問題点であった。

このような修復処置をする場合、修復の主觀は、本来の製作者の主觀と一致するのは不可能であるから、遺物に対して全く異なった二次的性格を生み出し、資料としての価値を損失する恐れがある。故に今回の処置においては実測図、写真、同種の他の遺物などを参考にして、考古学上の資料としての価値をできるだけ留めるようにしたつもりである。

3. 処置前の保存状態

処置前の保存状態は、鉄鎌に関しては概して良好であったが、その他の鉄剣や鉄斧などは非常に状態が悪く、全く手がつけかねるような状態であって、処置前の記録写真も、整理箱からとりあげずに、そのままの状態で一括して撮影したような状況であった。個々の鉄器の保存状態を詳細に述べる余裕はないので、主なものについて処置前の状態を述べる。

図3に示した鉄剣の処置前の状態は切先から約8.5cmの所までは、鞘木も比較的よく残存しており、錆も黒錆で安定した状態であった。ここから関までの約32cmは、一部に鞘木が残っているが、錆のため崩壊が激しく、しかも層状に剥離していて、触れると崩れるような状態であった。茎の部分10.5cmについては、所々で折れているだけで、木質部および錆の状態は良好であった。

鉄剣が錆で層状に剥離して崩壊するのに対して、鉄斧はほとんどがブロック状に割れ、それがさらに小さな破片となって崩壊する状態であった。このような錆による崩壊状態の差異は、遺物が造られたときの状況、例えば鍛造の仕方の相違などが原因ではないかとも思われる。

4. 保 存 処 置

4-1. 錆とり作業について

出土鉄器の処置として先ず始めにおこなうのが錆とり作業であるが、黄金塚出土の鉄器は前述のように崩壊著しく手がつけられないような状態の鉄剣、斧頭などは、先ず後述の合成樹脂含浸をおこなって強化した後、錆とりをおこなった。鉄鎌など状態のよいものは直ちに錆とり

をおこなった。

不用な錆を除く方法として、化学的（例えば錆を苛性ソーダ液中で金属亜鉛粒で接触還元する方法など）に除去する方法もあり、鉄鏃について試みたが、色が黒くなったり、肌の感じが処置前と大きく変るので採用しなかった。出土鉄製品の錆とりは、従来通りに、能率が悪くても機械的に少しづつ根気よく除去するのが最も安全であると思われる。但しこれはあくまで考古学的良識の上になされなければならないのは勿論である。機械的に錆とりをするとき使用した道具は、タガネ、ニッパ、針、歯科用ドリル等であるが、最も安全なのは太目の針で、案外使用結果がよくなかったのが、歯科用ドリルであった。能率は非常に悪いが、針をつかって、こわれ易い錆の端から垂直に圧力をかければ、針先の接点に大きな力が集中する結果、錆はそこだけ削りとることができる。作業を急いで、端からあまり離れた所に圧力を加えると、遺物をこわす恐れがある。錆の状態によっては、ニッパや彫刻刀をつかうこともあったが、大体の錆を荒どりするときに使用した。錆が瘤状の場合は、小さなタガネが便利であったが、遺物の肉がうすく、脆いときには危険である。このような場合は、針をつかって時間をかけて丁寧に少しづつ錆をかき取り、それでもとれないところは、そのままにしておいた方が安全である。歯科用ドリルも使用して、研磨による錆とりを試みたが、錆が意外に硬いため、ドリルのカーボランダムが直ぐに摩滅してしまい、また錆自身に金属鉄と区別するのが困難な金属性の光沢が出ててしまうので、使用範囲は極く狭い範囲にしか役立たなかった。

以上のような方法で錆とりをしたわけであるが、それを行なうにあたっては、あくまでも原形を尊重しなければならないので、錆をとることによって遺物が崩壊したり、ひどく傷つくということになれば、これも中止しなければならない。そして次に大事なことは、錆の表面には鞘とか柄の構造の跡が残っていることもあり、また錆の中に織物やその他の跡がある場合、固まった錆は重要な資料であるから良く注意して保存に努める必要があるので今回は樹脂の含浸処置で、このような箇所を強化した。

4-2. 合成樹脂の減圧含浸

錆のため脆弱になった鉄器を強化する方法として、減圧含浸に依って鉄器内部の微細な亀裂まで合成樹脂を注入し、これを接着、固定するということは、当然な考え方であり、外国に於いては勿論、われわれも始めは、出土鉄器の強化処置を、単なるアクリル樹脂溶液の減圧含浸としておこなった。しかしわれわれがこの方法で最も困難を感じたのは、鉄器表面に残留して光沢の原因となる樹脂を除去することであった。樹脂は溶剤に可溶であっても、実際問題として表面の樹脂だけを、溶剤を用いて拭きとることはできない、樹脂濃度を下げれば、表面の樹脂光沢は減ずるが、鉄器の強化が充分できない。そこでわれわれは既報のように、鉄器を和紙又は瀝過綿で厚く包み込んでから、比較的高濃度のアクリル樹脂溶液を減圧含浸させ、乾燥過程に於て表面に残る樹脂を紙の層に吸収させる方法を開発した。しかし今回のものは、前述のように手がつけられないほど崩壊した鉄剣や鉄斧を、紙などで包むような操作をすれば、たちまち崩れて收拾がつかなくなってしまうので、できるだけそっと、そのままの状態で樹脂の減圧含浸をおこなう必要があった。この目的のため今回は防錆性アクリルエマルション(Rohm and Hass 社の M. V1) を使用した。

アクリル樹脂の溶剤溶液の代りにアクリル樹脂のエマルションを使用した理由は次の通りである。樹脂の溶液は、高分子の特性として必ず粘度が高くなり、樹脂濃度が高くなると粘稠になるので、減圧含浸に使用できる濃度は大体30%以下である。樹脂濃度が低いということは、鉄器の内部の亀裂、間隙に充填される樹脂の歩どまりが悪くなり、充分な強化ができ難いこと

になる。また表面に残る樹脂を、溶剤で拭きとるときにも、この粘りが邪魔になって伸々除去し難い。一方エマルションタイプのものは溶液ではなく、水中に樹脂が微粒子として懸濁している状態なので、樹脂濃度が40%程度でも流動性がよく、粘りが少なく、さらっとしている。故にエマルションは溶液に比べて、樹脂濃度が高くても流動性がよいので、鉄器内部の樹脂の歩どまりがよく、また鉄器表面に残る樹脂も、エマルションが乾かないうちならば、水で濡らした筆で容易に除去できる利点がある。われわれがこのようなエマルションの使い易さを知っているながら、今まで鉄器の処置に応用しなかったのは、エマルションは水性であり、重合触媒やその他の添加剤に錆を助長させるものが多いと信じていたからである。事実わが国で市販されているエマルションの種類は100種を越えるが、防錆用エマルションとして市販されている例をわれわれは殆んど知らない。ところがたまたまこの黄金塚出土の鉄器の保存処置を開始する寸前に、ビニール鋼板の下塗用の防錆塗料として、Rohm and Hass社のM.V1というアクリルエマルションが、商品見本で輸入されているのを知り、早速テストをして非常に有効であることを認め、この使用に踏みきったわけである。

但しこの防錆用エマルションも決して利点だけではなく、欠点もある。それは鉄器の錆の中に水に可溶性の塩類（例えば初期の鉄錆に存在する水酸化第一鉄など）があると、エマルションの安定性が破壊されて樹脂塊になってしまふ。故にエマルションの使用は、先ずこの安定性を試験してからでないと使用できない。またエマルションは水性であるので、溶液のものに比べ、接触角が大きいのも欠点である。しかし黄金塚の鉄器の場合には、このような支障は起らず、エマルションの利点のみを活用できたことは幸であった。

実際の減圧含浸の操作については、前報²⁾で詳述したので、ここでは簡単に要点だけを述べる。崩壊しそうな遺物はそのままそっと適当な容器に移し、それを真空デシケーターか、または減圧槽に入れ、20~10mm/Hgにて約1時間減圧して鉄器内部から空気を抜く。そしてアクリルエマルションM.V1を鉄器がかくれるまで注入したのち常圧にもどし、そのまま1夜放置する。含浸終了後液中から遺物を取り出すのであるが、そのとき予め容器の中にガーゼを1枚敷いて、その上に遺物を置いてあれば、このガーゼですくい上げるように取り出すと便利であった。取り出した遺物の表面には乳白色のエマルションがたまっているが、濡らした滤紙か、筆でふくと容易に除くことができ、何回かこの操作を繰り返すうちに表面に殆んど樹脂分をのこさないで処置することができた。この状態で数日放置するとエマルションは常温で乾いて完全に透明な皮膜となり、細い亀裂、間隙が接着されて強化される。

保存状態が極度に悪い遺物は、このように強化処置をしてから、錆とりや形の修正をおこなった。強化後錆を削りとった所は、樹脂も除かれているので、更にエマルションを塗布しておいた。

4-3. 樹脂含浸強化後の整形と欠損部の補填

樹脂含浸で強化したものは、土器の接合と同じ要領で、接合部分を見つけ接着を行なった。しかし剣身の部分において、錆の膨張で層状に剥離してしまって折れ口の接合部に合わないことや、実測図に示されている断面の厚さと比較してだいぶ厚くなってしまったため、今回の修理は、一つの試みとして層状に剥れた鉄の一部をとりのぞいたが、これはあとで材質検査などの資料にできるので別途保存した。この処置によって遺物は、ほぼ出土直後の状態にもどすことが出来たが、鉄の一部分をとりのぞいたために、処置前よりも遺物の重量が軽くなつたわけである。このようなことは博物館の展示資料としては、ほぼ満足すべき結果が得られたと思われるが、学術研究上の資料として考えた場合に如何であろうか。この点に関してはまだ研

究の余地がある。また考古学では出土後の遺物の実測図は必ずとるが、そのとき遺物の重量を記録することは余りないようである。遺物の重量変化から、錆の進行状態もある程度は推測できるし、今度のような復原修理の場合には、当初の重量が分っているとよい参考になる。

鉄斧の場合も保存状態が非常に悪かったので、樹脂の含浸強化を先におこなった。強化したブロック状の断片を接合するのが、今回の保存処置の中で最大の難作業となった。数十片にも崩れた断片を、1つ1つ接合点をさがすのであるが、1日に2ヶ所から3ヶ所位しか見つけることが出来ず、非常な時間を費した。また接合部がわかつても錆のために、それがぴったり合うことが少なく、削ったりあるいは後述の充填剤を使用して、間隙を埋めるなどの処置をした。鉄斧の中の1個に袋の部分が開いているのがあり、実測図の上では、袋の部分の変化が出土後保存中におきたものか、それともすでに埋没中に起っていたものか判断出来なかつたため、そのままの状態にしておいたものもある。

今回の復原修理は、一応出土直後の状態にもどすこと目標にしたが、出土直後の写真や実測図などが完備していなかったこともあって、必ずしも満足すべき結果が得られなかつたものもある。出土直後の写真および正確な実測図などは、学術研究の面だけでなく、保存・復原修理にとっても大事な基礎資料であるから、遗漏のないようにしておかねばならない。

欠損部について従来行なわれてきた方法は、充填しないでそのままの状態にしておくか、石膏を使用して充填するかであるが、石膏を使用した場合には(1)石膏に水を加えると酸性になり、錆を助長する。(2)金属への接着力は殆んどない。(3)重量がかなりあり、遺物に無理な荷重を加える。(4)加工がやりにくい。(5)鉄製品と質感がかなり異なる。これらの欠点の中で錆を助長させる点だけから考えても、鉄器に石膏を用いることは厳禁されなければならないわけであるが、現実には鉄器の修理にときどき見かけるのは遺憾である。

今回の鉄器修理においては、この石膏の持つ欠点を解消した新しい充填用樹脂を試作して、欠損部の充填をおこなった。この新しい充填用樹脂とは、直径0.1mm程度の石炭酸樹脂の中空微小球体(マイクロバルーン)を繊維素系接着剤(例えばセメダインC)で練り合せたものである。これはちょうど直径0.1mmのピンポンボールを接着剤で練ったようなもので、従つて重量が非常に軽いペースト状で、或る程度可塑性がある。接着剤中の溶剤が乾けば、多孔質な樹脂塊となる。そしてこの多孔質の樹脂は、彫刻刀や刃物で容易に削ることができ、削ったあとは樹脂光沢は全然なく、質感も悪くない。これで充填した箇所は、接着性のよい肉付けをしたようなもので、充填部分を強化し、接合面積の少ない遺物に対して効力を發揮する。また若しこの充填箇所をとり除く必要が生じたときは、酢酸エチルのような溶剤で濡らせば容易に除去できる。この充填用樹脂の調合法は、まずマイクロバルーンの中に適量のセメダインCを入れてよく練り、欠損部にもりつけする。このときあまりセメダインCを入れすぎると、盛りつけした部分が垂れてしまうから、その取り扱いには多少の経験を必要とする。充填部分が乾燥したら整形するわけであるが、作業を急いで良く乾燥しないうちに整形を始めると、表面は乾燥しているが、中の方がまだ乾燥していないことがあるために、せっかく盛り付けした部分を破壊する恐れがある。整形はナイフなどで容易に削れ、整形後顔彩などで簡単な着色修整をした。

この充填用樹脂の欠点としては、乾燥が遅い。小さな欠損部については取り扱い易いが、大きな欠損部の充填では、たれさがりが大きくやりにくい。また強度的にも充分であるとは云えない。このような欠点が問題になる箇所には、アラルダイトS.V426を用いた。この樹脂はこれらの欠点はないが、硬化後、溶剤に溶けず、従つて充填部分を任意に除去できないので、

慎重に施工する必要がある。

鉄剣、鉄斧および他の鉄製品についても上記の方法で、復原したのであるが、例にあげた剣に関しては、切先から約8.5cmの所でわずかであるが欠損していて接合することが出来なかったので、実測図を参考にして欠損部を作成し、切先と剣身の部分を接着させた。この欠損部の作成は、技術的には何処を修理したか識別するのがむずかしい位に施工することは可能であるが、今回は学術資料としての面に重点をおいた修理であるから、むしろ一見して充填部分が分かる程度にしておいた。

この辺も復原修理の難かしいところで、どの程度にこの欠損部を扱うかは、関係者と充分協議しながら施工しなければならなかった。

また次第に熟練してきた時点で、既に修理完了とした遺物をみると、欠点や不備が目立ち、際限なく手直ししたくなるようなこともあった。

5. む す び

黄金塚出土の鉄器は、以上のようにわれわれが今まで経験したことがないほど錆による崩壊が著しいものであったが、これに対し始めて防錆用アクリルエマルションの減圧含浸をおこない、また含浸強化後の欠損部の補修、整形にマイクロバルーンとセメダインCの混合物を使用し、大体所期の目的を達することができた。

本報告は、崩壊した鉄器を実際に修復処置をする際に、どんな点で問題が生じ、どの作業が最も困難であったかなどの技術的問題について論じ、錆とか防錆とかの化学的問題については敢えて触れなかった。その理由は出土鉄器の修理は、今や科学的問題として考えるよりも、むしろ考古学上の問題として考えなければならない時期にきていると思うからである。鉄器の保存処置を、単なる合成樹脂の減圧含浸だけで済まされるときは別に問題はないが、この黄金塚出土の鉄器の修復処置のような場合は、専門の考古学者との協力を必要とし、それでもなお未解決な問題を残している。このように崩壊した鉄器の修復処置は困難な問題ではあるが、文化財保存行政の立場からも、早急に対策をたてる必要があるものと思われる。例えば出土鉄器修復技術者とも云える専門家の確保であるが、現在の体勢では、黄金塚のような保存処置が一応終了すれば、それに関係した技術者は解散してしまい、せっかく或るレベルに達した技術も、次の修理に活用できる途がふさがれている。換言すれば出土鉄器保存処置の問題は、科学技術的問題よりは、考古学に基盤をおいた修理技術者を如何にして確保するかが、より重要な事項と考えられる。

終りに本件の処置について終始御指導を戴いた東京国立博物館 考古課長 三木文雄氏ならびに原史室長 亀井正道氏、および当保存科学部 修理技術研究室長 岩崎友吉氏、実際の保存処置を援助して戴いた 土井義夫氏に感謝の意を表する。またこの処置に関し、契約その他事務的事項の面で御援助戴いた 五十嵐牧太氏に対し深謝する次第である。

文 献

- 1) 末永雅雄等『和泉黄金塚古墳』昭和29年
- 2) 樋口清治・岩崎友吉「日光男体山頂祭祀遺跡出土鉄器の保存処置」保存科学 第7号

Résumé

Seiji HIGUCHI and Shigeo AOKI: Preservative Treatment on the Iron Objects from Koganezuka Tomb

The iron objects excavated from the proto-historic tomb Kogane-zuka are precious archaeological relics, but have rusted during preservation and have deteriorated so badly that they might crumble at any moment. Swords and axes, especially, were seriously damaged. We reinforced them by low-pressure infiltration of synthetic resin and gave them reconstructive treatment through reassembling the deteriorated parts and supplementing the missing parts. The synthetic resin used was rust-proof acrylic emulsion M. V 1 (Rohm and Hass), which was convenient because it strengthens iron objects while causing little gloss on the surface.

The deteriorated iron objects were placed in an infiltration tank, into which this emulsion was poured under reduced air pressure. The emulsion remaining on the surface of the objects after infiltration, could be removed easily immediately after, with a wet brush, so that the surface gloss could be limited to the minimum. The emulsion absorbed into fine cracks of iron fragments and reinforced them automatically. The strengthened iron fragments were examined piece by piece carefully to find where and how they fit one another, and were joined with an adhesive. Where rust had expanded to disfigure the borders, we scraped those parts in order to join the fragments. This was the most difficult part of our work.

For supplementing and assembling the missing parts, we did not use gypsum plaster used heretofore but experimented with calking resin of a new type. It was a paste prepared by mixing hollow microballoons of phenol resin, about 0.1 mm. in diameter, with a cellulose resin type adhesive. This adhesive has adequate plasticity, and after dry it can be carved easily with an edged tool. Very light in weight, it does not cause burden to the objects, and has strong binding quality. It was judged appropriate for repair of iron objects. It should be mentioned, however, that collaboration between archaeologists and scientists is absolutely necessary for such scientific preservative treatments.



図-1 東廓出土鉄剣処置前

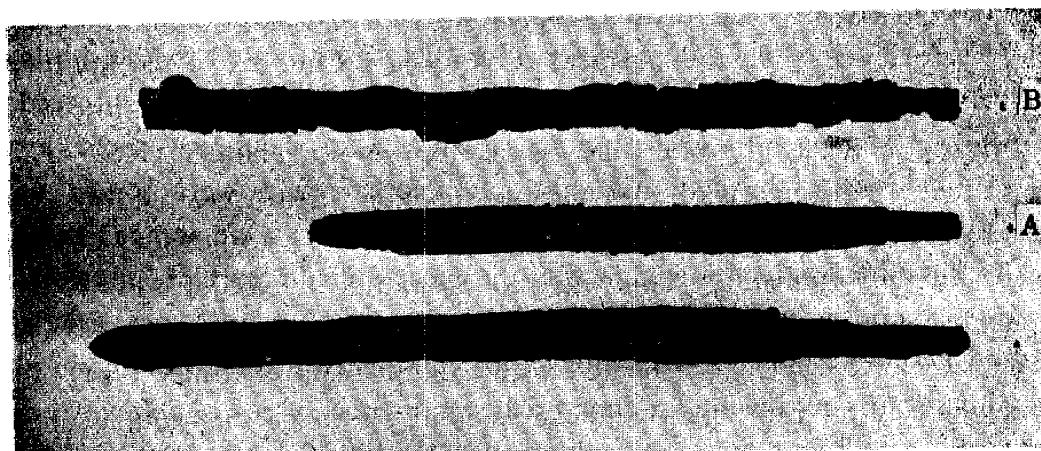


図-2 東廓出土鉄剣処置後

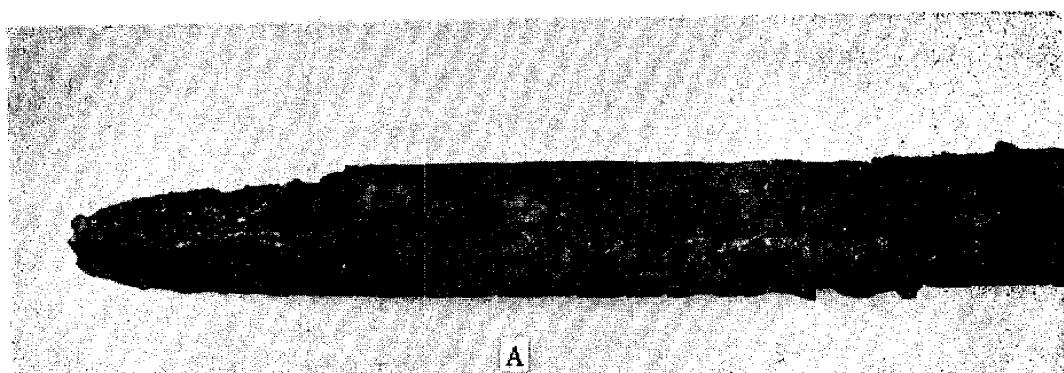


図-3 東廓出土鉄剣処置後（図2のAの剣先，充填整形）



図-4 東郷出土鉄斧処置前

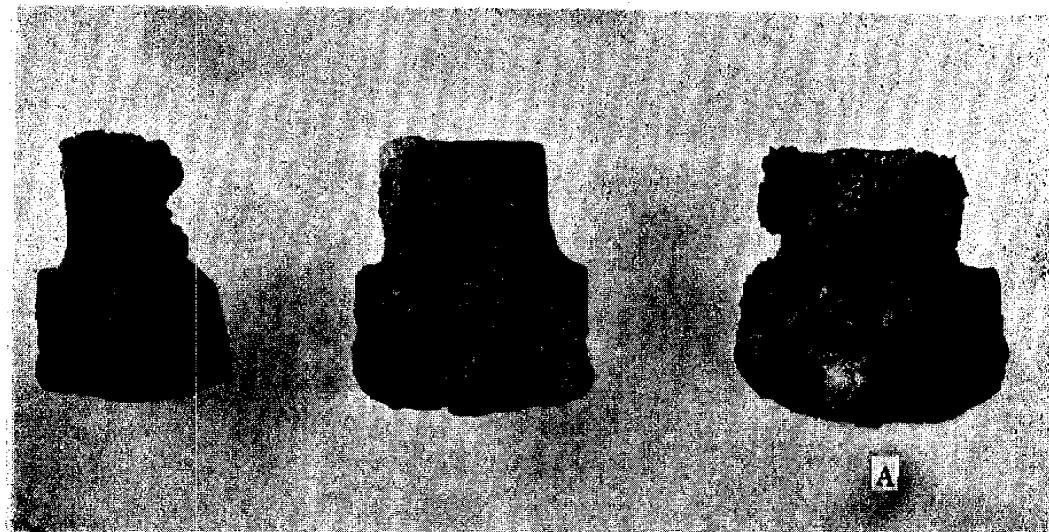


図-5 東郷出土鉄斧処置後（充填整形）

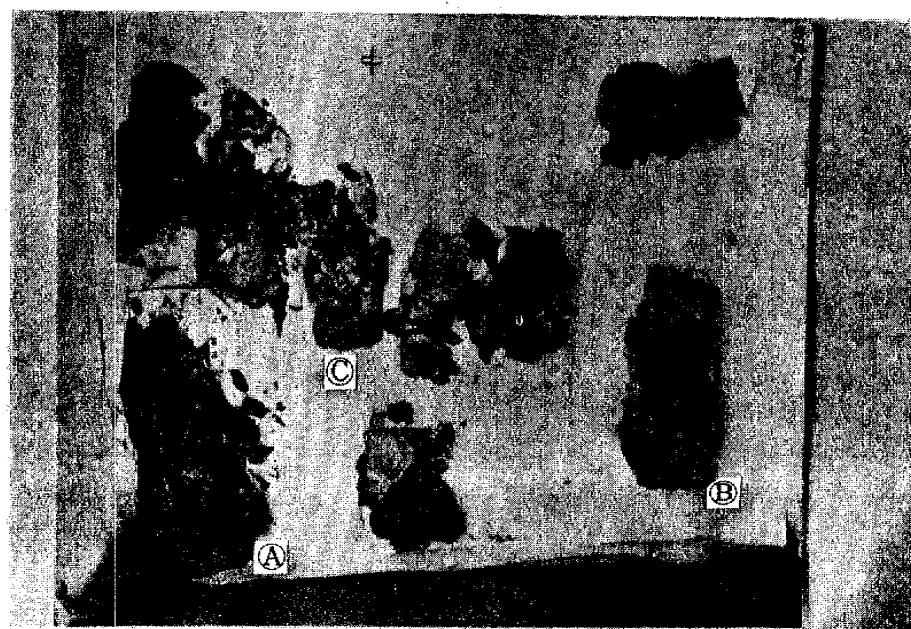


図-6 中央郷出土鉄斧処置前

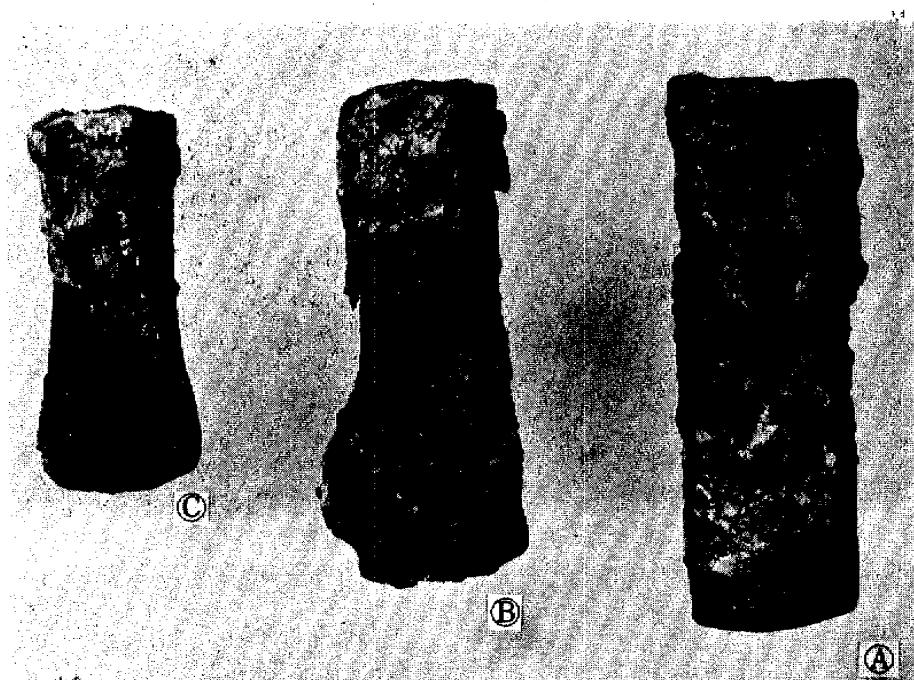


図-7 中央割出土鉄斧処置後（充填整形）



図-8 あかべ甲処置後（充填整形）

図-9 中央割出土鉄斧処置後
（充填整形）