

# 青銅器鑄造技術の復元（一）

米田文孝・川口奈穂子・高島 洋・深谷 淳

## 一 はじめに

一九九八年六月、関西大学博物館は、大阪府東大阪市に所在する上田合金株式会社（代表取締役社長上田富雄氏）から、復元銅鐸および鑄造関連資料を受贈した。これは鑄物づくり一筋に生きてこられた上田氏が、各種の制約から復元製作の実体験をすることが困難な鑄造遺物について、考古学を専攻する学生諸君の調査研究の一助になればという主旨から具体化したものであるが、この間には上田氏と竹馬の友である本学卒業生の森上修先生と、考古学的な助言・協力をされている勝部明生両先生の、一方ならぬ高配があつた。

このような経緯を経て寄贈を受けることになった一群の復元銅鐸資料であるが、上田富雄氏は関西大学博物館への寄贈品を含む復元銅鐸の鑄造工程を実見するようにと強く勧めてくださった。そこで、関西大学博物館と関西大学文学部考古学研究室の関係者は、同年四月二十四日、上田合金株式会社において復元銅鐸の製作に立ち会う機会を得た。その結果、銅鐸をはじめとした青銅器の鑄造技術の実態把握に近づく、貴重な観察成果を得た。本稿はその観察成果・所見の第一回報告である。

ここで、先行するこの種の研究を概観しておく、復元銅鐸の製作実験は主として土型（真土型）による鑄型の製作実験から始まり、その後の研究の蓄積や発掘調査による関連資料の増加に伴い、現在ではいくつかの機関・個人が実施する状況にある〔歴民博一九九五、銅鐸博一九九八ほか〕。しかし、弥生時代の銅鐸鑄造技術の復元という視点に立脚した場合、必ずしも鑄物技術に関する専門的知識・経験がその実験と研究成果の分析などに反映されているとはいえず、考古学研究者を中心として半ば定説化している事項に対しても、鑄物研究者を中心に疑義を呈する意見が提示されることも多い〔鑄造研一九九八、平尾・山岸一九九八ほか〕。

さて、上田氏が経営される鑄物会社は小規模ながら、高次の完成度が要求される艦船、特に護衛艦用のバルブを主として製造しており、従業員の技術水準も非常に高い。このような環境下にあつて、現在の鑄物職人の技術で弥生時代の鑄物製品である銅鐸を復元することが可能かという素朴な疑問から、島根県加茂岩倉遺跡出土第三五号銅鐸<sup>①</sup>（以下、加茂岩倉三五号鐸）を原型とした復元銅鐸の製作に着手されたという。なお、加茂岩倉三五号鐸を復元対象にした理由は、大型銅鐸と比較して鐸身の厚さが二ミリ前後と薄く、かつ小型銅鐸と比較して鎔湯を注入する容量

が多いため鑄込み工程に時間を要することから、大型・小型銅鐸と比較した場合に、技術的に高度なものが要求されることからという。すなわち、加茂岩倉三五号鐸のような中型品を復元することが可能であるならば、大型・小型銅鐸も復元することが可能であると判断したためである。以下、銅鐸をはじめとして青銅器の鑄造技術の実態を復元・追求していく第一段階として、加茂岩倉三五号鐸を原型とした復元銅鐸の製作工程と、その成果品である復元銅鐸および鑄造関連資料を観察していこう。

## 二 復元銅鐸の製作工程

今回の復元実験で鑄造された銅鐸は、鐸身の平均的な厚さが二ミリ前後を測る銅鐸（以下、二ミリ復元銅鐸）と、同じく四ミリ前後の復元銅鐸（以下、四ミリ復元銅鐸）である。鑄造個数は、二ミリ復元銅鐸と四ミリ復元銅鐸とを合計して八個体である。なお、以下の説明に用いる銅鐸各部の名称は、第一図を参照されたい。

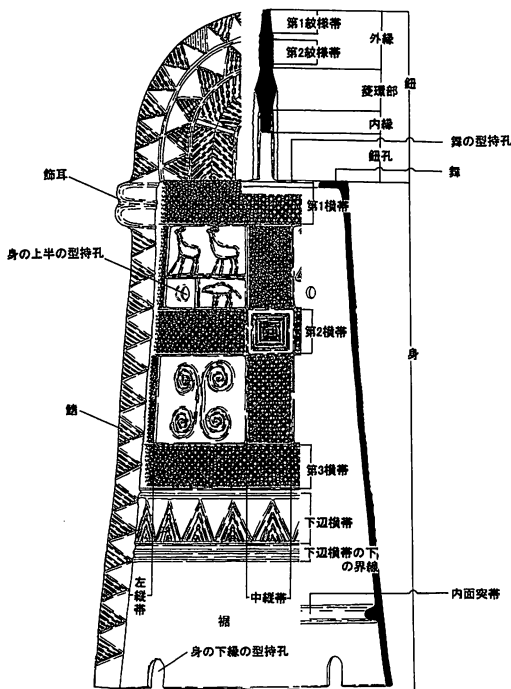
復元銅鐸の作業工程を段階的に分類すると、以下の手順である。

- (一) 原型の製作
- (二) 外型の製作
- (三) 中型の製作
- (四) 鑄型の組み立て
- (五) 鑄込み
- (六) 離型
- (七) 仕上げ・研磨

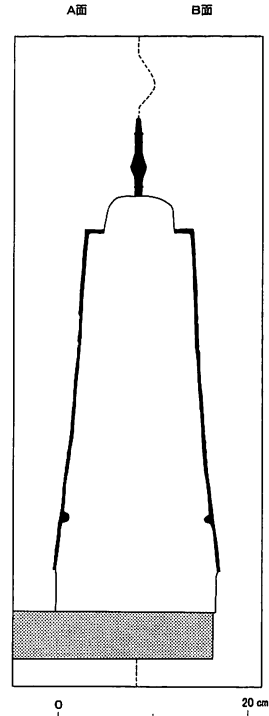
### (一) 原型の製作

外型の製作に用いられる復元銅鐸・中型・湯口・湯道・堰<sup>③</sup>の原型を製作する。これらは二つ割り原型と呼称されるもので、その中心部で二分割するものである。材質は中実の木製で、表面には銀色の塗料が塗布されている<sup>③</sup>。

復元銅鐸の原型は、銅鐸を鑄る方向に半截した形態で、A面の復元銅鐸原型とB面の復元銅鐸原型とに分かれる。B面復元銅鐸原型のハバキ受けの下には、A面復元銅鐸原型と異なり鑄型を組み立てる段階で中型を固定する目的から、珪砂を充填する空間を確保する別個の木型がある（第二図）。なお、鑄型を組み立てる段階で、鋳湯が充滿する隙間を維持



第一図 銅鐸の部分名称



第二図 鑄型(4ミリ復元銅鐸)  
断面模式図

する型持に関して、原型に銅鐸上区と裾部分に型持孔が陰刻で表現されており、この部分の型持はあらかじめ外型に造り付けられている。

また、二ミリ復元銅鐸および四ミリ復元銅鐸は同一の原型を共用して製作されているが、この原型に造り付けられる型持は基本的に四ミリ復元銅鐸用である。すなわち、四ミリ復元銅鐸の製作においてはそのまま使用されるが、二ミリ復元銅鐸の場合には鑄型組み立て段階で型持部分を削り取り、鐸身の厚みに一致させて使用する。

## (二) 外型の製作 (図版二)

外型は復元銅鐸原型A・B面と湯口・湯道・堰の原型を用い、A面外型とB面外型とを別個に製作した後、それらを組み合わせて使用する(第六図)。

まず、B面の外型を製作するが、合板製の仕切板上に鉄製の外枠を載せ、その枠内に復元銅鐸の原型B面と四個に分割された湯口・湯道・堰の原型を、あらかじめ仕切り板の表面に記されている目印を指標にして

設置する(図版一一)。続いて原型表面の紋様が鮮明に鑄出されるように、粒子の細かい珪砂(シリカサンド、鑄物用合成砂八号)を篩で全体にかける(図版一二)。さらに、その上部には鉄枠上面まで粒子の粗い珪砂(鑄物用合成砂六号)を叩き締めながら充填する。その後、珪砂の上面(外型裏面)側から先端の尖った鉄製の小棒(以下、ガス棒)で通気穴を穿孔し、炭酸ガスを注入・充填させて珪砂を硬化させる。(図版一三)。同様に、鎔湯が直接的に接触する内面(外型表面)側にも炭酸ガスを注入して珪砂の硬化を促進する。なお、炭酸ガスによる珪砂の固化作業は充分な経験と高度な熟練した技術が必要とされ、炭酸ガスの注入量は鑄造品の容量や部位、あるいは温度や湿度などの諸要素を勘案しなければ、鑄造に耐える鑄型は製作できないという。

炭酸ガスによる硬化作業を終えた外型には、鉄製の篋状工具(ペインティングナイフ)を用いてその表面上部に三か所、同じく下部に二か所の、合計五か所に半球形の外型合わせ用の円孔が削り込まれる。この円孔にはA面外型を製作する時点で珪砂が充填されることになり、木製の銅鐸原型を取り出した後にはA面外型では凸状が、同じくB面外型では凹状が形成されて両外型が完全に一致し、微妙な外型の不一致に起因する鑄型の損傷を防止する機能を果たす。

つぎに、基本的にB面と同様の手順でA面の外型を製作する。B面外型外面側に仕切り板を当てた後、上下反転して表面側を上位に設置するが、B面復元銅鐸原型に接した仕切り板を取り除いた後、鑄型剝離剤として骨粉を主成分としたパーチン粉をその表面に散布する。さらに、A面復元銅鐸原型をB面復元銅鐸原型に重ねて両者をネジで固定した後、

A面外型の四個の湯口・湯道・堰の原型を、B面のそれらと一致させて配置する。続いて、B面外型に使用したものと同型同寸の鉄製外枠を載せ置き、A面外型を製作する。なお、前述した鑄型組み立て時に中型を固定する目的で設けられた孔部は、B面外型では裏面に貫通していないが、A面外型では別個の木製型を用いて裏面に貫通させる（第二図）。

引き続き、A面外型の裏面を炭酸ガスで硬化した後、A・B面両外型を分割する。さらに、A面外型の表面を炭酸ガスで硬化し、A・B面両外型から銅鑄原型・湯口・湯道・堰の原型を取り外す。なお、この原型の取り外し作業時には紋様の細部が欠損する可能性があるため、慎重かつ細心の注意が払われる。ただし、砂型による鑄造方法では原型と鑄型面が抜き取り方向とほぼ直交している鱗部付近が、紋様自体の凹凸から原型抜き取り時に多少とも損傷することは必然である。このため、鱗部から離れた部分と同様、鮮明な紋様の鑄上がりを要求した場合、原型抜き取り後に欠損した紋様の修復作業が必要である。すなわち、砂型法で鑄造した銅鑄では、この原型抜き取り後の修復作業を加えない場合に顕著な紋様の欠損や不整合が観察されることになり、修復された場合でも他の部位とは微細な相違点が看取できる可能性がある。

さて、A・B面両外型から原型などを取り外した後、鉄製の篋状工具を用いてA・B面両外型の堰・湯口上部・湯口と湯道の連結部を調整し、鎔湯の通路を確保すると共に、左右の湯道外側の所定位置にガス抜きの細溝が削り込まれる（図版一四）。最後に、A・B面両外型の表面側、すなわち鎔湯が直接的に接触する鑄型面にイソプロピルアルコールを主成分とするモールドペイント<sup>®</sup>（塗型剤）を振りかけて着火し、さらにガ

スバーナーで外型表面を炙って有機溶剤を燃焼させ外型を完成させる（図版一五・六）。なお、二ミリ復元銅鑄と四ミリ復元銅鑄とは、外型の製作において同一の原型を共用しており、中型法量の相違と型持部分の加工を除き、基本的な製作方法に相違は看取できない。

### （三）中型の製作（図版二）

中型（子）の原型は外型製作用の復元銅鑄原型と同様、縦方向に半截された二つ割り原型で、銀色塗料が塗布されている。基本的に中型も外型の製作と共通する手順で製作される。まず、二つ割り原型を合わせて金具で固定してその内部に珪砂を充填するが、中型の底面に相当する平坦面にガス棒で穿孔し、炭酸ガスを充填して珪砂を硬化させる（図版二一七）。これに先行し、珪砂の中には補強材として鉄棒がその中心部に挿入される。その後、原型を分割して取り外された中型には全面的に塗型剤が刷毛で塗布されるが、外型と同様、着火・燃焼工程を経て中型が完成する（第七図）。

なお、二ミリ復元銅鑄と四ミリ復元銅鑄との中型を比較した場合、二ミリ復元銅鑄に用いられる中型の方が鑄身の厚みが薄い分だけ大きいことが要求されるため、この中型製作に使用される原型は共有される外型用の復元銅鑄原型とは異なり、法量がわずかに異なる別個の原型が使用される。

#### (四) 鑄型の組み立て (図版二)

仕切板上に載せ置いたB面外型に中型(芯)を詰め込む。この場合、中型の位置を微調整するため、中型の身部を紐で釣り下げながら、その底面部分を手で持ち押しながら、慎重に外型に詰め込む(第二図、図版二一八)。先述したように、二ミリ復元銅鑄と四ミリ復元銅鑄との原型は共用されることから、二ミリ復元銅鑄の製作時には外型の鑄身上区の型持部分を削り取り、その部分に厚さ二ミリの銅芯入りの発泡スチロールを型持として据え置く。その後、B面外型の表面に接着剤を塗布してA面外型を重ね置く。さらに、既述したA面外型の裏面から貫通する中型保持用の孔部に珪砂を充填し、炭酸ガスで固化して中型を固定する。

つぎに、A・B面両外型の裏面部分に各々仕切板を重ね置いた後、両外型を金具で挟み込んで固定し、湯口部分を上位にして据え置く。このA・B面両外型を重ね合わせる作業時、特に二ミリ復元銅鑄ではその鑄身の薄さから、細心の注意が払われる。すなわち、この時点でA・B面両外型が損傷した場合、再度外型の製作を実施する必要性を生じる。その後、鋳湯の注入を容易にする目的から、湯口上部に石綿(アスベスト)製筒を接着剤で取り付けて固定すると鑄型は完成する(図版二一九)。

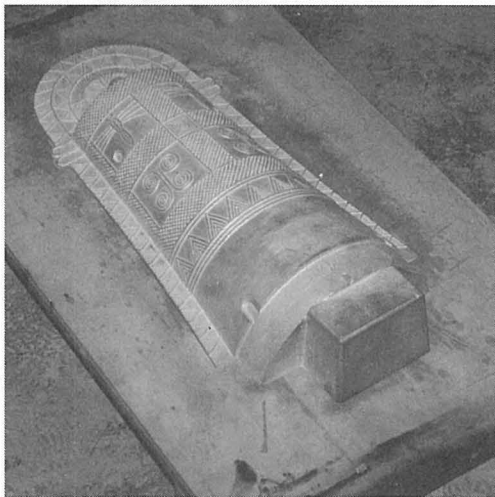
#### (五) 鑄込み (図版二)

今回の鑄造で用いた青銅合金の混合比率は、一般的な銅鑄の成分比を参考にし、銅八〇%、錫一五%、鉛五%にリン<sup>®</sup>を微量添加したものである。この混合比を示す金属は一般的に砲金と呼称されており、職人言葉でいう「湯を流す」ことが困難な性質を保持する合金である。すなわち

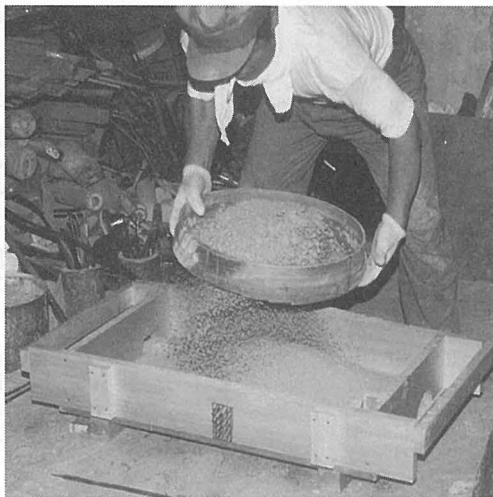
鋳湯の流動性が低く、真鍮に代表される亜鉛合金と比較した場合、加茂岩倉三五号鑄にみるような鑄身が薄く表面積が広い製品の鑄造には、高度の技術と経験の裏付けが要求される材質ということになる。なお、今回の復元銅鑄(八個体)を鑄造するためには、約二〇〇キログラムの合金を可傾式坩堝炉で鋳解した。

まず、各金属素材(インゴット)を投入した可傾式坩堝炉を一時間三〇分ほど加熱し、炎の色調が緑色を呈するようになった頃、鋳湯の温度は一二〇〇度前後に上昇する。鑄込みにはこのような状態になった鋳湯を炉から柄杓状の取瓶に受ける(図版二一〇)が、この時、取瓶内の鋳湯表面に浮かび上がった不純物を除去するため、灰を鋳湯の表面に振りかけて不純物を灰に吸着させて掬い取る。そして二か所に設けた湯口から同時に、湯口上面から溢れ零れるまで、鋳湯を一気に注入する(図版二一一)。なお、鋳湯の注入時には鑄型の底部付近で古軍手を燃焼させておくが、これは鑄型中に滞留したガスを燃焼させて下方に引き抜くと共に、鑄型の下部を熱することで鋳湯の循環を促進する目的であるという。

図版一 復元銅鐸の製作工程(1)



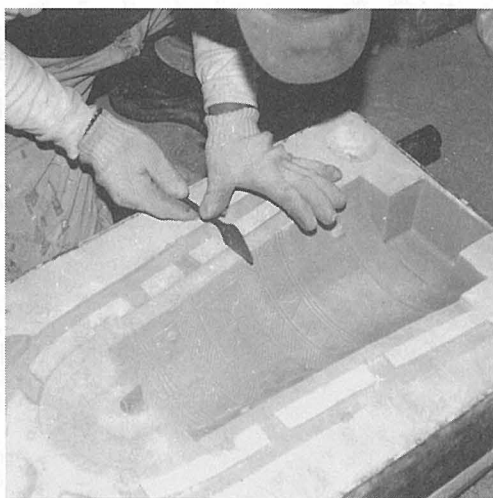
1 原型を設置する



2 原型の上に珪砂をふりかける



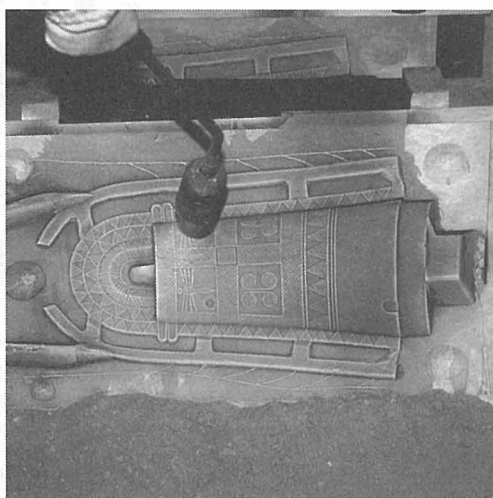
3 外型を炭酸ガスで固める



4 堰を削り、調整する

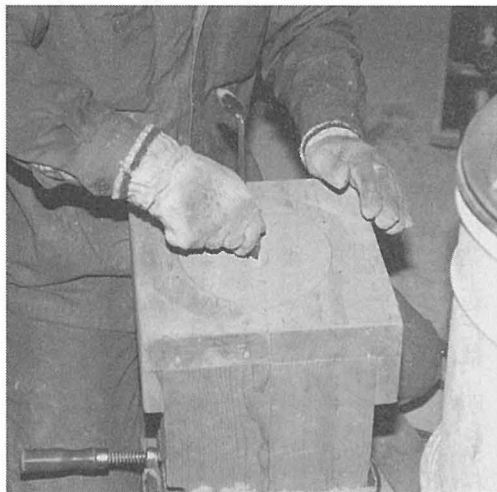


5 外型に塗型剤をかける

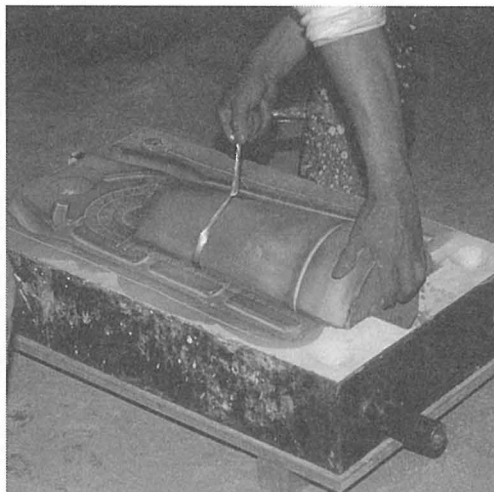


6 バーナーで外型の表面をあぶる

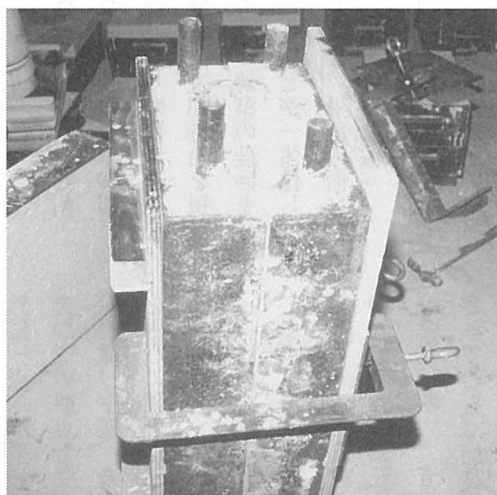
図版二 復元銅鐸の製作工程(2)



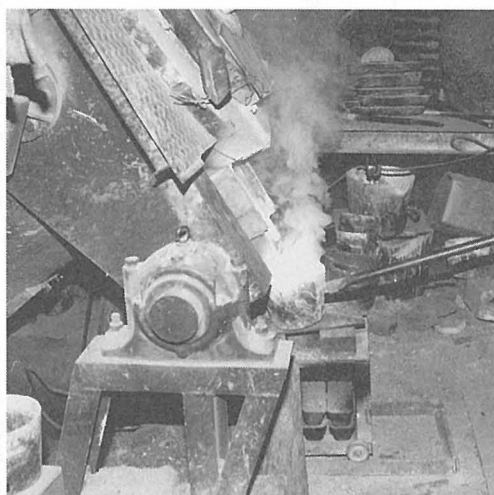
7 中型の底面に通気穴をあける



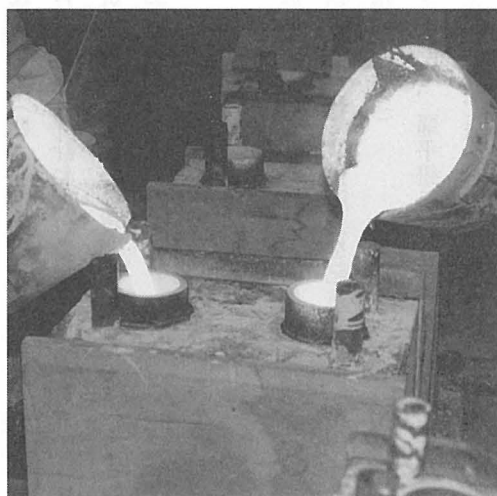
8 中型を外型にはめ込む



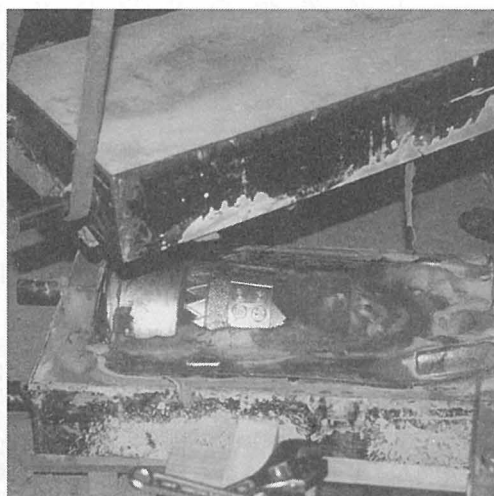
9 鑄型を設置する



10 鎔湯を坩堝炉から取瓶にとる



11 鎔湯を鑄型に注湯する



12 外型を取り外す

### (六)・(七) 離型と仕上げ・研磨 (図版二)

鑄込み作業を完了して自然冷却させた後、外型の珪砂を慎重に打ち割りながら離型を行う (図版二—二)。今回は作業時間の制約から冷却時間は約三〇分であったが、通常は鑄物の法量や季節により変化するものの、約半日から一日放置して自然冷却させる。一般的に冷却時間を短くした場合、製品が破損することが多いという。つぎに、鑄型の珪砂を取り除いた復元銅鐸には湯口や湯道一堰、ハバキ、バリなどが一体化して連続しているが、これらをグラインダーで切り離した後、外・内面に必要に応じた研磨作業を加えて復元銅鐸は完成する。

なお、今回の復元工程にみるように、現状では上田合金株式会社で実施している復元銅鐸の作業工程には、明らかに現代の鑄造技術が用いられている。例えば、鑄型の作製には現在の鑄造作業で一般的である原型を利用して製作する炭酸ガス型を使用する点や、鑄造方案として原型からなる湯口や湯道一堰、ハバキなど、一体的に組み合わされた構造を設定する点などが挙げられるが、これらの工程の復元は今後の課題である。

## 三 復元銅鐸、外型、中型の観察

前章で概観した鑄造工程を経た復元銅鐸のうち、関西大学博物館に寄贈されたものは、全工程を終えた完成品の復元銅鐸二点 (二ミリ復元銅鐸、四ミリ復元銅鐸各一点)、離型しただけで仕上げ作業を加えていない復元銅鐸一点 (四ミリ復元銅鐸) の合計三点である。併せて、鑄造関連資料として中型一点 (四ミリ復元銅鐸用)、鎔湯を鑄込む前の未使用

外型一点、離型途中の鑄型二点 (四ミリ復元銅鐸用、鑄造失敗品一点を含む) の四点も受贈した。今回は合計七点の受贈資料のうち、四ミリ復元銅鐸、中型、未使用外型の三点について実測を行ったが、以下これらを中心に観察結果を報告しよう。

### (一) 復元銅鐸

まず、復元銅鐸の原型として採用された加茂岩倉三五号鐸について概観した後、四ミリ復元銅鐸を中心に観察所見を記述する。

#### ① 加茂岩倉三五号銅鐸 (図版三)

総高は四六・五センチを測り、扁平鈕一式もしくは突線鈕一式と指定されている (加茂町教委一九九七ほか)。紋様構成はA・B面に共通して、鈕は外縁部に鋸歯紋、菱環部に綾杉紋が、同じく鱗には鋸歯紋が描かれている。鐸身は四区袈裟襷紋が描き出されており、縦横帯界線が相互に重複している。下区内には単線の四頭渦紋が、同じく下辺横帯にはLR鋸歯紋が描かれている。また、飾耳は鱗上端に左右一対ある。

つぎに、A・B面で異なる紋様についてみると、A面の上区内には共にシカ二頭と四足獣一頭が描かれていることに対し、B面では同位置に各々トンボが一匹ずつ描かれているという相違点がある。

#### ② 四ミリ復元銅鐸 (第三—五図、図版四)

四ミリ復元銅鐸の法量は総高四六・六センチ、鈕高一・六五センチ、鐸身高三四・九五センチ、重量九・三〇キロを測る (表二)。また、色調は黄金色を呈する。形態的には、加茂岩倉三五号鐸では鈕の幅が鈕頂部に至るほど広くなり、鐸身・鱗とも反りが強くなることに対し、鈕形

表1 復元銅鐸（4ミリ復元銅鐸）計測値

部位	計測項目	計測面	計測値	部位	計測項目	計測面	計測値
	総高		46.60cm		幅（左中央）	A面	1.70cm
鈕	高		11.65cm	鰭		B面	1.80cm
	横幅		19.30cm		幅（右中央）	A面	1.85cm
鈕孔	高		3.35cm			B面	1.75cm
	幅		3.20cm		反り（左鰭）		0.30cm
鐸身	高		34.95cm		反り（右鰭）		0.40cm
	厚		約0.40cm	内面 突帯	中央幅	A面	1.10cm
	反り	A面	0.25cm			B面	1.10cm
		B面	0.30cm		中央厚	A面	1.15cm
舞	長径		15.50cm			B面	1.20cm
	短径		11.40cm		重量		9.30kg
底	長径		21.45cm				
	短径		17.40cm				

は半円形を呈し、鐸身と鰭ともその反りは顕著ではない。

各部位の法量をみると、鐸身厚は平均して約四ミリであるが、下辺横帯から裾部にかけての部位と舞部の厚みは、鐸身上半部と比較して若干厚い傾向がある。鰭と鈕の厚みは、鈕外縁部・内縁部で七・九ミリ、菱環部稜で一五ミリ、鰭と身の接部付近が一〇ミリ前後、鰭の先端部で五・七ミリを測る。

また、紋様構成は基本的に加茂岩倉三五号鐸と共通するが、以下の部位では相違している。

(a) A面の外縁第一紋様帯と外縁第二紋様帯との界線が、加茂岩倉三五号鐸では二条であることに對し、復元銅鐸では一条である。

(b) A面の外縁第二紋様帯に描かれている鋸齒紋のうち、加茂岩倉三五号鐸ではL R鋸齒紋が三個認められることに對し、復元銅鐸ではない。

(c) B面の菱環部と外縁第二紋様帯の界線が、加茂岩倉三五号鐸では三条であることに對し、復元銅鐸では一条である。

(d) 鰭下端部の平行条線がない。

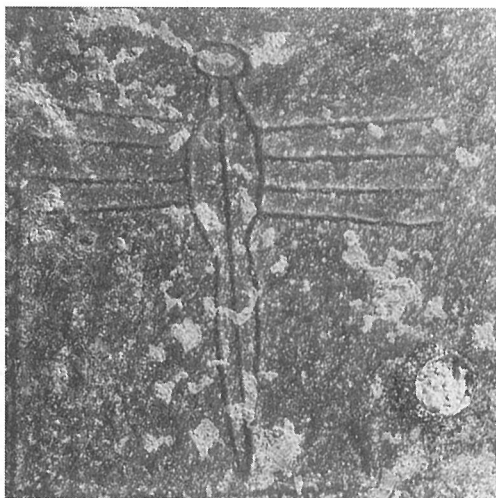
(e) 鐸身の袈裟襷紋の縦横帯界線が重複していない。

(f) 下辺横帯の下の方の界線が加茂岩倉三五号鐸では四条であることに對し、復元銅鐸では三条である。

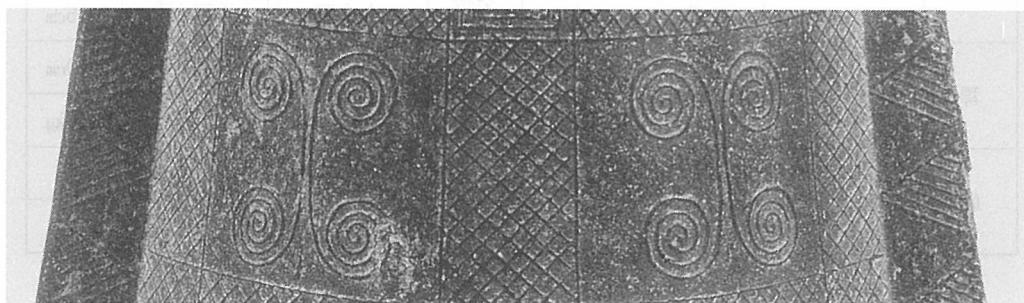
これらの相違点は、主として原型（木型）の製作に必要とされる時間と費用の制約から、別造りの紋様を本体に張り付ける方法で原型を製作したことに起因する。なお、各紋様を構成する突線は平均して〇・五・一・〇ミリ突出しており、各突線の頂部には明確な稜が形成されている。つぎに、型持孔についてみると、舞部の型持孔は中型上部の突出部に



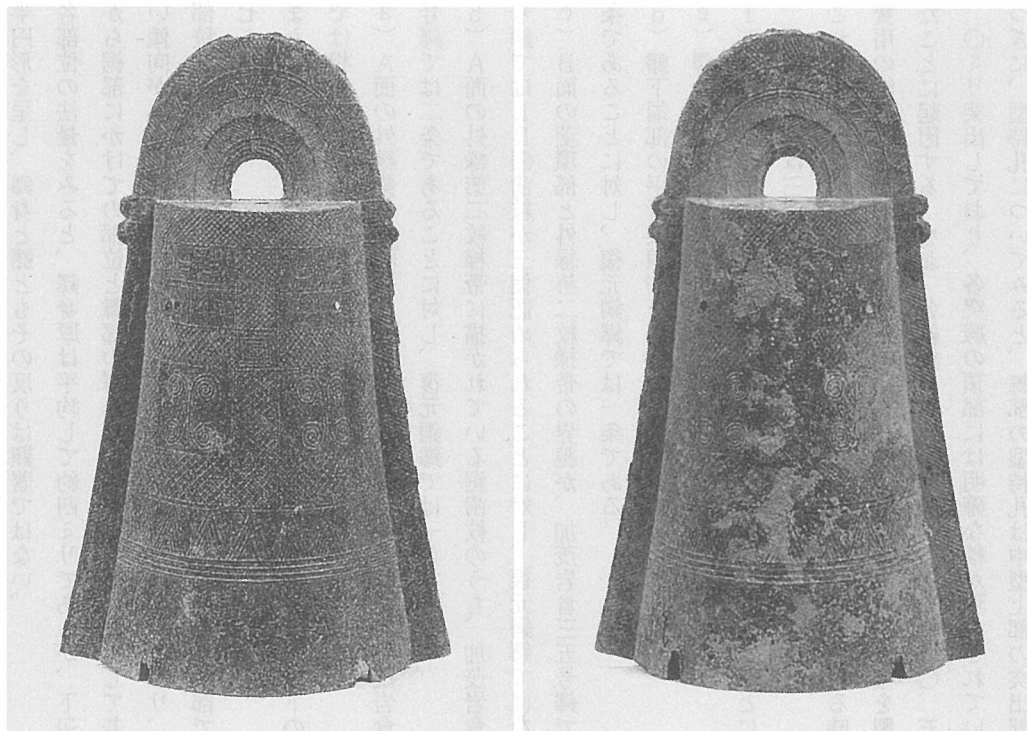
(1) A面のシカと四足獣



(2) B面のトンボ



(3) A面の四頭渦紋



(4) 左A面、右B面

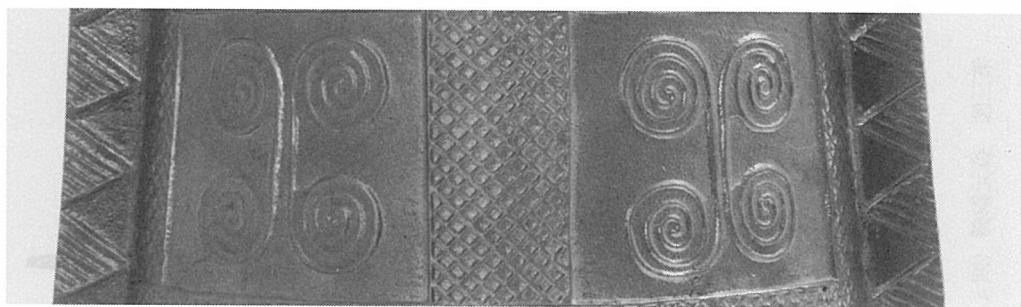
図版四 復元銅鐸（四ミリ復元銅鐸）



(1) A面のシカと四足獣



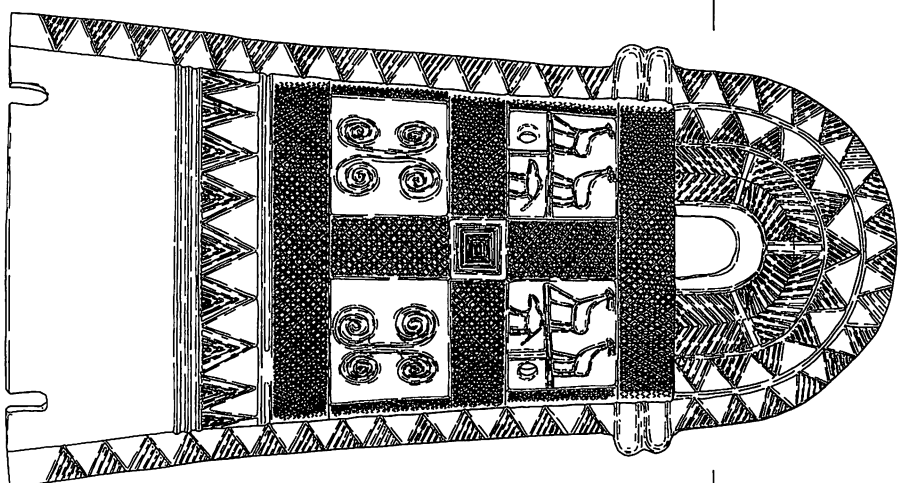
(2) B面のトンボ



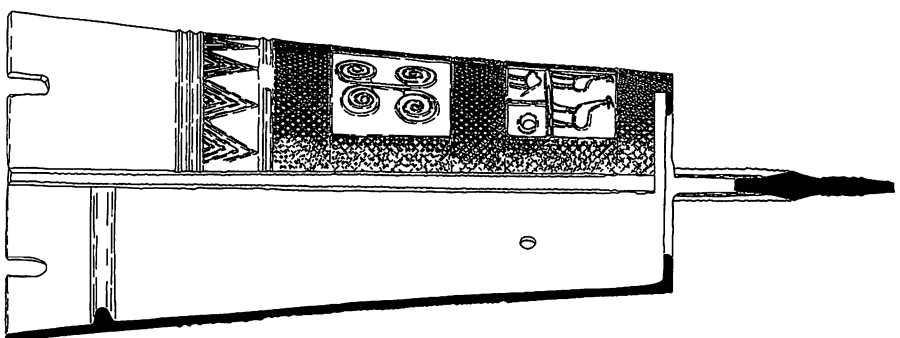
(3) A面の四頭渦紋



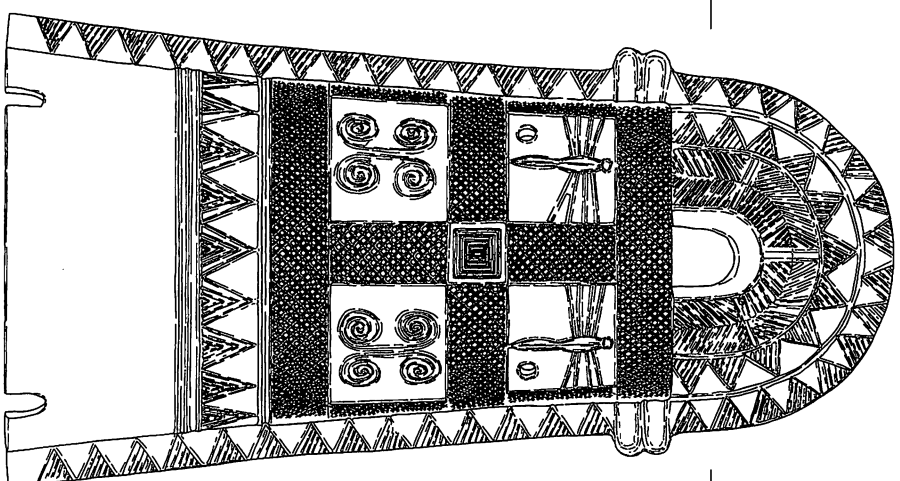
(4) 左A面、右B面



A面



側面



B面

第三図 復元銅鐸 (四ミリ復元銅鐸) 実測図(1)



よって形成されており、長径七・五センチ、同じく短径三・二センチの楕円形を呈する。鐸身上区および裾部の型持孔に関しては、既述したように型持が外型に造り出されているが、鑄上がり時にこの型持孔は外面から内面に貫通しておらず、鐸身上区内の型持孔は鑄造後に電動ドリルで穿孔され円孔が開けられている。また、内面突帯はあらかじめ中型に設けられた溝によつて形成されているが、加茂岩倉三五号鐸の内面突帯は二条であることに對し、四ミリ復元銅鐸の内面突帯は一条である。内面突帯の法量は幅約一・一センチ、同じく厚さ一・二センチを測る。

最後に鑄造欠陥を観察すると、紋様の鑄出が不鮮明な部分と、クレーター状の小さな凹み（小孔）が生じている部分とがある（第五図）。まず、紋様の鑄出が不鮮明な部分は、鈕の菱環付根部や鰭部と身部との接合部付近に看取できるが、これは屈曲部付近では鎔湯の廻りが悪く、その量が充分でない状況下で凝固が始まったことに起因すると想定できる。また、小孔が生じている部位は、鈕の外縁第一・第二紋様帯や鰭部と身部との接合部付近に看取できる。一般的に、この鑄造欠陥はピンホールと称されるものであり、鎔湯中の気体の含有量が過多である状況下や、鑄型の水分含有量が過多である状況下で発生しやすい現象とされている。なお、難波洋三氏は弥生時代の土型（真土型）を用いた銅鐸の鑄造においては、青銅合金の凝固時間が遅れる鰭部と身部との接合部付近などのホットスポット化しやすい部位に、分散した多数の小孔が生じることと青銅合金の凝固による体積の減少を解消していると説明する（「難波一九八七」）。

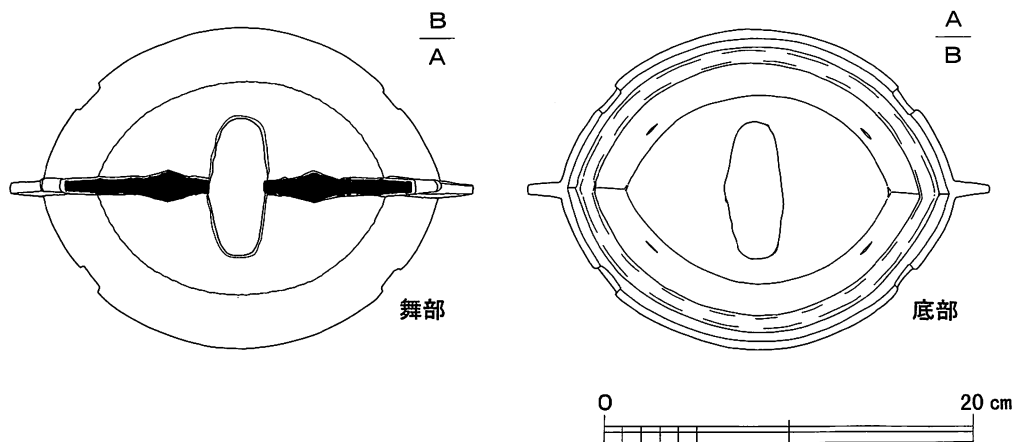
### ③ ニミリ復元銅鐸

ニミリ復元銅鐸は、前項で觀察した四ミリ復元銅鐸と同一の復元銅鐸原型を使用しているため、その形態的特徴や紋様構成などは共通する。また、銅鐸各部分の厚みも鐸身厚は異なるものの、鈕部や鰭部の厚さはほぼ同一である。また、前述した四ミリ復元銅鐸の重量（九・三〇キロ）と比較した場合、ニミリ復元銅鐸は六・九〇キロを測ることから、二・四〇キロ軽量であり、原型とした加茂岩倉三五号鐸のそれに近似する。なお、参考値として湯口や湯道一堰、バリ等がついたままである四ミリ復元銅鐸の重量は一七・二〇キロを測る。

### （二）外型

外型は型合わせ用の半球状凹凸部やハバキ受け下位の中型固定用の孔部などを除外し、基本的にA・B面両外型とも構造的に大きな相違は觀察できないことから、今回は塗型剤をかけて乾燥させた後の鑄造未使用品一点（B面外型）のみ実測した（第六図）。既述したように、通常の鑄造作業では外枠に鉄製枠を用いているが、これはより往時の情況に近い形態と想定できる木製枠を使用したものである。B面外型の基本的な構造は、銅鐸裾部分の下位にハバキ受け部分があり、その下位に中型固定用の孔部が設けられているものである。法量は縦七・四・四センチ、同じく横四・六・五センチ、高さ一・三・〇センチを測る。以下、湯口、湯道一堰などの構造について觀察しておこう。

まず、湯口は銅鐸の鈕部を上位にして、上部に左右二か所ある。その幅三・六センチ、深さ三・八センチを測り、A・B面両外型を組み合わ



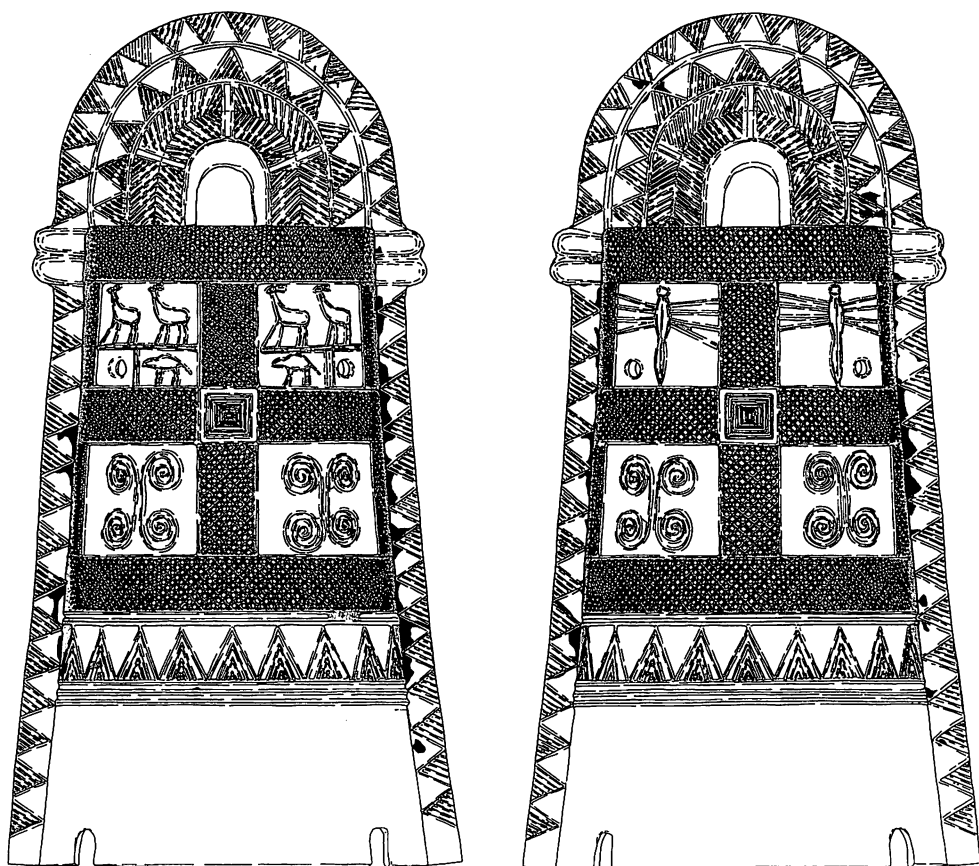
第四図 復元銅鐸（四ミリ復元銅鐸）実測図(2)

せた場合、断面で長径七・六センチ、同じく短径三・六センチの楕円形になる。湯口は湯道方向にその断面積を小さくしていく。

湯道は銅鐸の左右に二か所設けられており、表面部分でその幅三・二センチ、同じく底部分で幅二・七センチ、深さ〇・七センチを測る断面逆台形を呈する。A・B面両外型を組み合わせた場合、断面で縦幅一・四センチ、最大横幅三・二センチを測り、その断面形は六角形を呈する。堰は左右合わせて鈕部で二か所、鰭部で六か所の合計八か所ある。左右上方六か所の堰は幅二・六―三・〇センチを測り、湯道から銅鐸部分に至るまでその幅は変化しない。一方、左右下端部に設けられた二か所の堰は湯道―堰の原型ではなく、外型製作時に新たに追加されたもので、湯道側の幅が三・〇センチ、同じく鰭側の幅が一・六センチとその幅を漸減させており、湯道側から鰭部に向かって、その断面積を減少させている。

また、実際に鎔湯が注入される外型では、ガス抜き細溝が湯口と湯道の外側に削り込まれるが、本例では施工されていない。参考までに他の実例を観察しておくと、鈕上部側に抜けるように左右合わせて縦方向の二本の溝が鉄製の篋状工具で削り込まれ、さらにそこから湯道に向けて斜めに左右合わせて一〇―一六本程度の細溝が削り込まれる。

型合わせ用の半球状凹凸部は、上部左右の湯道間に一か所、同じく下部に湯道下位に左右一か所ずつの、合計三か所ある。なお、本例は小型品であるため型合わせ用の半球状凹凸部は三か所であるが、実際の復元銅鐸鑄造で使用される外型には、さらに湯口上部の外側部分に左右一か所ずつの半球状凹凸部が付加され、合計五か所の半球状凹凸部が設けら



A面

B面

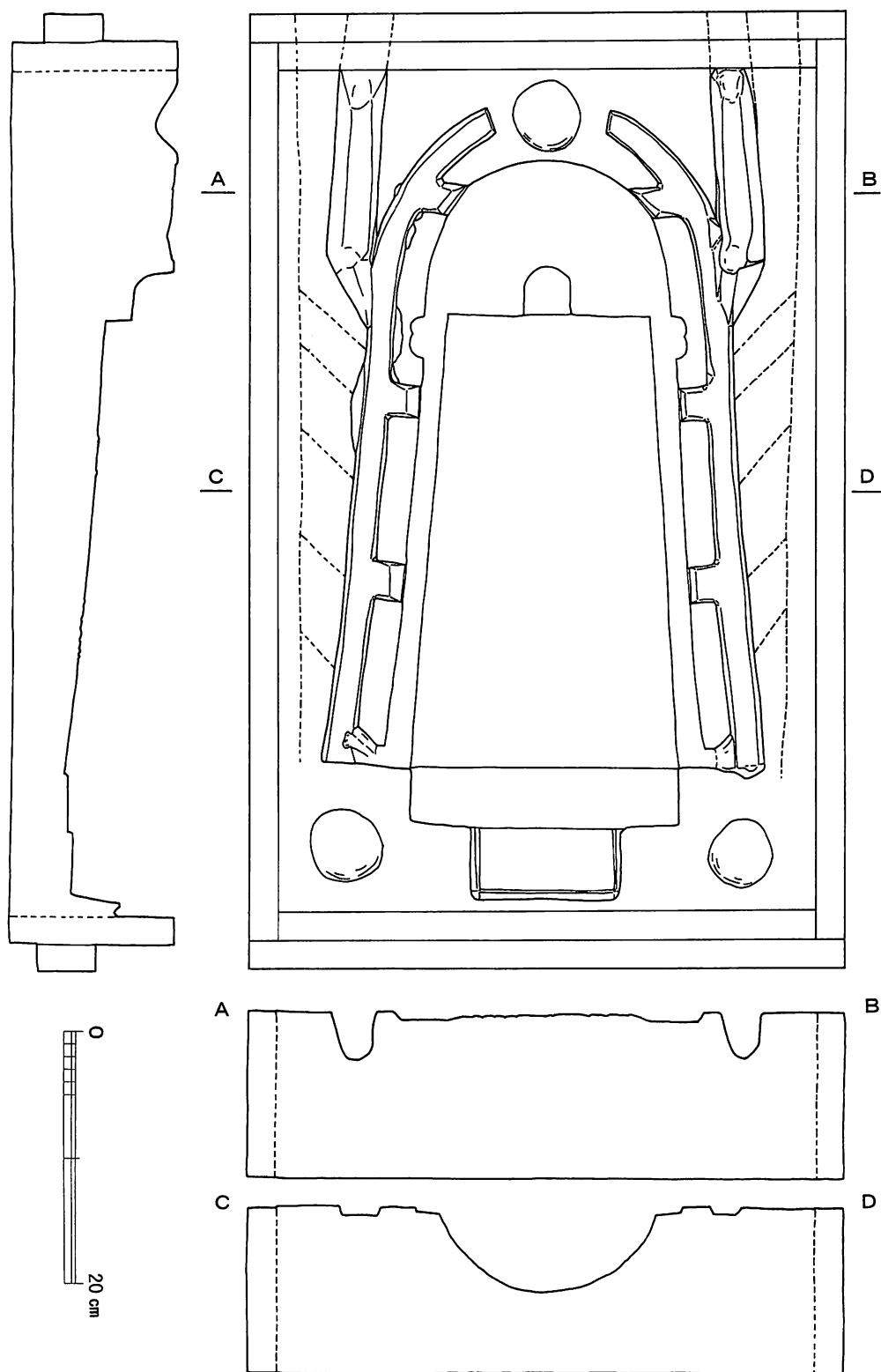


紋様の鑄出が不鮮明な部分

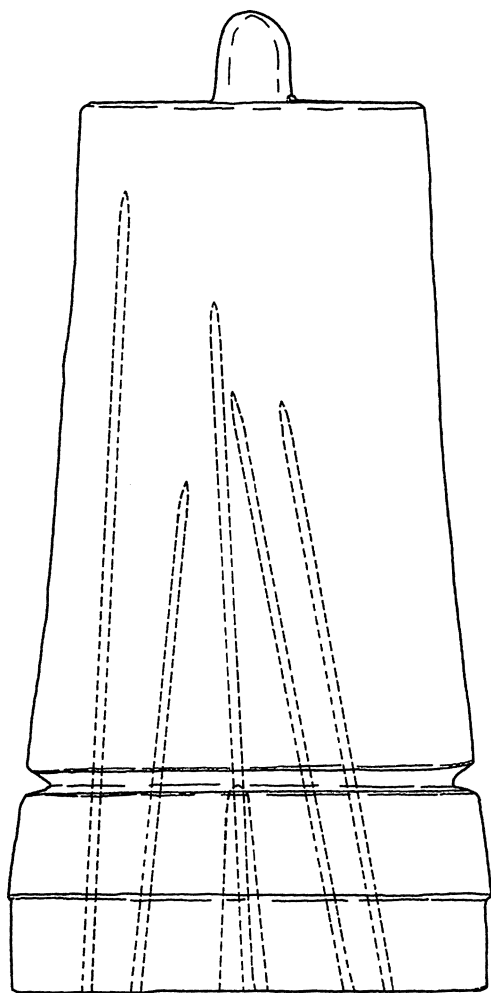


クレーター状の小さな凹みが生じている部分

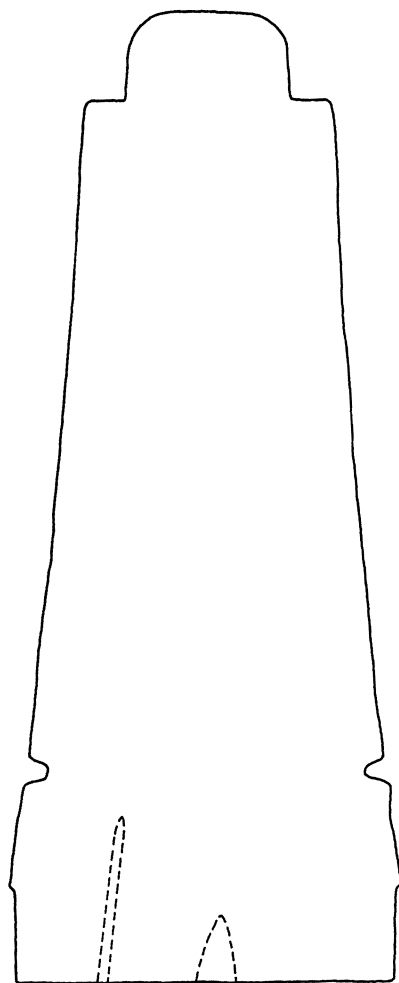
第五図 復元銅鐸（四ミリ復元銅鐸）の鑄造欠陥



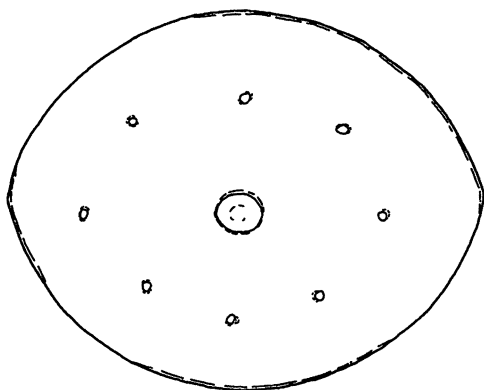
第六図 外型実測図



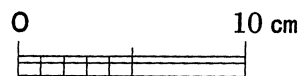
正面



断面



底面



第七図 中型（四ミリ復元銅鐸用）実測図

れる。

### (三) 中型

実測の対象とした中型は四ミリ復元銅鐸用のもので、塗型剤を塗布した後に火熱で乾燥させた鑄造未使用品である(第七図)。法量は総高四三センチ、同じく最大幅二一・二センチ、最大厚一七・一センチを測る。正面からみた形態は、その上部に舞部の型持孔を形成する突出部が付き、身部の下部には内面突帯を形成する溝が圍繞し、外型と組み合わさる稜を隔てた下位にはハバキ部分がある。その底面中央部には大口径の通気穴が一か所、周囲には小口径の通気穴が八か所に穿孔されており、合計九穴を数える。なお、既述したように、中型の内部にはあらかじめ補強用の鉄棒が挿入されている。

### 四 おわりに

以上、上田合金株式会社における加茂岩倉三五号鐸を原型とした復元銅鐸の製作工程と、復元銅鐸および鑄造関連品の観察を進めてきた。結果として、相当部分に今日的な鑄造用品や資材の援用を受けた場合、弥生時代の銅鐸に類似した形態・法量を有する銅鐸を復元することが可能であることが明らかになった。ただし、この場合でも遺物と復元品とを比較した場合、鈕部や緒部が厚くその分だけ重量が増加するなど、未だ弥生時代の鑄造技術に到達していない部分も多々ある。また、既述したように、鑄型の製作方法や湯口や湯道―堰の一体構造など現代の鑄造技

術が用いられており、鑄造された復元銅鐸の観察をもとにした先学の銅鐸鑄造技術に関する調査研究との比較・検討も必要である。

また、弥生時代に行われていた銅鐸の鑄造方法の忠実な復元・再考が、その用途や機能を復元することに繋がる有力な道程の一つであるという見解からは、鑄造方案の相違が鑄造された製品にどのような影響を与え、製品である復元銅鐸にその痕跡の差違として具体的に看取することの可否や、従来から主流であった弥生時代の土型(真土型)の製作方法に挽き型の使用を想定する見解に対して、原型を用いた鑄型法による鑄造の有無の検討など、生起・派生する問題は多い。これらの課題に関しては、鑄造関連遺構や資料の整理・分析と併行しつつ、出土銅鐸と復元銅鐸の詳細な比較観察に基づいた復元実験を重ねることにより、さらなる追求を加えていきたい。

今回の報告を作成するにあたり、上田富雄氏には貴重な時間を割いて実見の機会を与えていただくとともに、従業員の方々からは現在のあるいは伝統的な鑄造技術について、多岐に及ぶ専門的かつ経験論的なご教示を賜ったのみならず、上田富雄氏からは今後の追加実験の実施について、積極的な賛意を賜った。また、森上修・勝部明生両先生および関西大学博物館館長園田香融・上井久義両先生、博物館事務長浅尾勇・道前博氏には復元資料の受贈に関して種々のご高配を賜った。さらに、上田高照・荻野亜衣・巽陽介・田邊直美・日置智・東野茂樹・藤瀬禎博・山口卓也・吉村麻衣氏をはじめ、多くの方々に関連資料の収集や実測・製図、観察成果の公表など、種々のご協力、ご配慮を賜った。ご芳名を記して深謝いたします。

〔註〕

- ① 加茂岩倉三五号銅鐸は三六号銅鐸と入れ子の状態で出土している。また、加茂岩倉一八号・二三号銅鐸と三五号銅鐸とは、四区袈裟襷紋であり、鐸身上区にシカ等の絵画が、同じく下区に四頭渦紋が描かれている共通の特徴から、同一の工人集団が製作した一群と想定されている。
- ② 湯道と堰の原型は一体化した原型であるため、ここでは湯道・堰と表記する。
- ③ 原型表面の塗料は、鋳物製品の錆肌を美しく保つためにその表面を清潔に保持する目的から塗布される。
- ④ 基本的な原理としては、珪砂に三―六%の珪酸ソーダを加えて混合し、炭酸ガスを混入させることで鋳型を硬化させる。今回は添加剤として糖蜜を加えているが、これは鋳型の崩壊性を良くすると共に、鋳湯の砂粒子間への浸透を防止して、錆肌を平滑にするなどの効果がある。また、珪砂に炭酸ガスを注入することで硬化する原理は、炭酸ガスが混入されると珪酸ゲルが生じて砂粒子を結合すること、および炭酸ガスが珪砂の水分を奪取し粘性を増大させることであるという。
- ⑤ 塗型剤は鋳湯の砂への差し込み（浸透）や焼き付き（融着）を防止すると共に、離型時に製品と鋳型材（珪砂）を容易に剝離させ、鋳型の表面を塗りつぶすことで製品に滑らかな錆肌を与えるなどの効果がある。
- ⑥ リンは、青銅合金の強度を高める目的で添加される。

〔引用・参照文献〕

- ・加茂町教育委員会 一九九七『加茂岩倉遺跡発掘調査概報Ⅰ』
- ・国立歴史民俗博物館編 一九九五『銅鐸の美』毎日新聞社
- ・島根県教育委員会 一九九七『古代出雲文化展―神々の国悠久の遺産―』朝日新聞社
- ・島根県教育委員会編 一九九八『図録古代出雲文化集成』吉川弘文館
- ・島根県古代文化センター編 一九九六『出雲神庭荒神谷遺跡』島根県教育委員会
- ・千々岩健児編 一九八〇『鋳物の現場技術』日刊工業新聞社
- ・鋳造遺跡研究会 一九九八『弥生時代の鋳造―青銅器鋳造技術の復元―』銅鐸博物館 一九九八『銅鐸を造る―大岩山銅鐸とその時代―』
- ・難波洋三 一九八六『銅鐸』『弥生文化の研究』六道具と技術Ⅱ 雄山閣
- ・難波洋三 一九八七『銅鐸研究の現状と課題』『島根考古学会誌』四 島根考古学会
- ・平尾良光・山岸良二編 一九九八『青銅鏡・銅鐸・鉄剣を語る』文化財を語る科学の眼三 国土社
- ・藤瀬禎博 一九八三『安永田遺跡でつくられた銅鐸の復元』『栖』四 鳥栖郷土研究会
- ・森田稔 一九九四『同範銅鐸の鋳造欠陥―桜ヶ丘一・二号銅鐸とその同範銅鐸―』『古代文化』四六―二（財）古代学協会
- ・米田文孝 一九九八『平成九・一〇年度寄贈資料について』『肝陵』三七 関西大学博物館

〔五十音順・敬称略〕

【図版出典】

図版一 一九九八年四月二四日、上田合金株式会社本社工場で撮影。

図版二 一九九八年四月二四日、上田合金株式会社本社工場で撮影。

図版三 (一) 島根県教委一九九七より複写 (二八頁左下)

(二) 島根県教委編一九九八より複写 (六一頁一四一四二)

(三) 島根県教委編一九九八より複写 (五三頁一四一四二〇)

(四) 加茂町教委一九九七より複写 (図版二七一)

図版四 関西大学博物館所蔵、四ミリ復元銅鐸を撮影。

〔付記〕 本稿は、関西大学平成一〇年度学部共同研究「歴史学・地理学

研究情報のコンピュータ利用によるデータベース構築のための  
基礎研究」の研究成果の一部である。