重要文化財

西浦銅鐸

羽曳野市埋蔵文化財調査報告書24

1991

羽曳野市教育委員会

重要文化財

西　浦　銅　鐸

羽曳野市埋蔵文化財調査報告書24

1991

羽曳野市教育委員会

はじめに

羽曳野市西浦において昭和53年９月に発見された銅鐸は、その美しい輝きや良好な出土状態などから銅鐸の書物などには欠かせない資料となりました。

銅鐸研究資料としてだけでなく、弥生文化を考える上でもその価値がきわめて高いことから平成３年６月21日に国指定重要文化財に指定されました。

今後ともその価値をさらに高めるように保存対策を施すとともに、総合的な調査研究を行っていく次第です。

最後に、ご執筆願った方々をはじめ、関係者には深くお礼を申し上げます。

平成３年９月

羽曳野市教育委員会
教育長　北口吉司

例　　言

1．本書は、昭和55年に刊行した『西浦銅鐸』にその後の分析結果などを加えて改めて編集したもので、第９章以降が追記となります。

2．現地調査は、大阪府・羽曳野市両教育委員会が共同で行い、第一次調査は、昭和53年９月27・28日、大阪府教育委員会文化財保護課記念物係長（当時）田代克己が主担しました。第二次調査は、同年10月11日～18日に大阪府教育委員会技師芝野圭之助が担当しました。

3．その後、次の方々に分析調査等をお願いし、その成果も収めることができました。記して感謝いたします。

佐原　眞　　加藤勝己　　安田喜憲　　久野雄一郎

西山要一　　三辻利一　　清水芳裕　　増澤文武

4．本書の執筆は、各担当者が分担し、編集は笠井敏光・吉澤則男が行いました。

目　　次

巻頭原色写真図版

はじめに

例　言

1．位置と環境……羽曳野市教育委員会……笠井敏光……　1

2．第1次調査……帝塚山短期大学……田代克己……　7

3．第2次調査……大阪府教育委員会……
芝野圭之助・中川寿代…　13

4．銅鐸について……奈良国立文化財研究所…佐原　眞……　22

5．銅鐸の細部観察について……藤井寺工業高等学校……加藤勝己……　32

6．花粉分析と粒度分析……国際日本文化研究センター…安田喜憲……　38

7．金属学的分析……三宝伸銅工業㈱……久野雄一郎……　43

8．保存処理と保管について……奈良大学……西山要一……　52

9．銅鐸中型片の組成分析と被熱変化……京都大学埋蔵文化財研究センター
清水芳裕……　59

10．西浦銅鐸の科学的保存処理と保存管理…奈良大学……西山要一……　62
元興寺文化財研究所……増澤文武

11．銅鐸中型の胎土分析……奈良教育大学……三辻利一……　73

あとがき

図　目　次

1．付近図…… 3
2．調査地位置図…… 4
3．羽曳野市飛鳥の旧石器時代遺跡分布図 …… 5
4．古墳分布図…… 5
5．弥生時代遺跡分布図…… 6
6．銅鐸出土状態断面図…… 11
7．銅鐸出土状態平面図…… 11
8．第二次調査　東壁断面図…… 16
9．第二次調査　南壁断面図…… 16
10. 出土土器実測図…… 16
11. 布留式土器出土分布図…… 19
12. 小型精製三種土器…… 20
13. 小型丸底土器の変遷…… 20
14. 銅鐸の各部名称…… 29
15. 銅鐸　Ａ面実測図（付図）
16. 銅鐸　側面実測図（付図）
17. 銅鐸　Ａ面拓影　（付図）
18. 銅鐸　Ｂ面拓影　（付図）
19. 試料形状寸法図…… 44
20. 西浦銅鐸保管展示ケース…… 64
21. 銅鐸の色彩変化…… 72
22. 銅鐸内壁に付着した粘土の蛍光Ｘ線スペクトル…… 75
23. 中型胎土のＫ－Ｃａ分布…… 76
24. 中型胎土のＲｂ－Ｓｒ分布…… 76

表　目　次

1．銅鐸観察表…… 17
2．布留式土器出土地名表…… 21
3．法量表…… 22
4．Result of pollen analysis…… 39
5．花粉ダイアグラムと粒土分布…… 40
6．西浦銅鐸及び伝羽曳山銅鐸の分析値 …… 45
7．中型胎土の蛍光Ｘ線分布データ…… 74

写　真　目　次

原色写真図版　銅鐸（A面）…… 巻頭
出土状況…… 〃
1．出土地からの遠望…… 2
2．銅鐸出土状況…… 10
3．第二次調査地…… 14
4．第二次調査出土土器…… 18
5．銅鐸（A面）…… 23
6．銅鐸（B面）…… 24
7．銅鐸（側面）…… 25
8．銅鐸（鈕）…… 26
9．銅鐸（舞・底）…… 27
10．細部観察　1～4…… 32
11．細部観察　5～8…… 33
12．細部観察　9～12…… 34
13．細部観察　13～16…… 35
14．細部観察　17～20…… 36
15．細部観察　21・欠損部…… 37
16．花粉・胞子の顕微鏡写真…… 41
17．ＥＰＭＡによる研磨面の２次電子像…… 47
18．Ｘ線像…… 48
19．銅鐸の状態１…… 55
20．銅鐸の状態２…… 56
21．分析試料による中型の復原模式…… 60
22．中型片の材質…… 61
23．銅鐸の洗浄と鉄分の除去…… 63
24．Ａ面の鐸身と舞のＸ線写真…… 65
25．Ｂ面の鐸身と舞のＸ線写真…… 66
26．鈕と鰭のＸ線写真（Ａ面から）…… 67
27．銅鐸のＸ線写真（部分）…… 69
28．展開Ｘ線写真の撮影…… 70
29．複製品の製作風景…… 77

1．位置と環境

笠井敏光

羽曳野市は大阪府の東南部に位置し、東は奈良県香芝町、西は松原市と美原町に、北は藤井寺市、柏原市、南は富田林市と太子町とに隣接する東西8.4km、南北6.2kmの東西に長い市域をもちます。面積は2,700㎢あり大阪府の1.46%を占めます。

地勢は信貴生駒、金剛葛城山系に囲まれた河内平野にあり、市域の西には南北に羽曳野丘陵がのび、東には石川が南北に流れ大和川と合流して大阪湾にそそいでいます。さらに石川を渡ると現在では一面ぶどう畑となっている二上山系があります。

本市は昭和34年1月に市制が施行された当時35,564人の人口でしたが住宅開発が進み現在では10万人を越えるまでになりました。

銅鐸が出土した西浦は市域のほぼ中央、石川の西岸に位置し応神天皇陵を中心とする古市古墳群の南にあたります。(図1)

この銅鐸が使われていたであろう弥生時代後期の大阪は図2のようになります。つまり大阪平野の発達史上、河内湖Ⅰの時代と呼ばれこの時期に湾口が閉ざされ湖となります。そのころの石川は現在のように大和川と合流して西流するのではなく大和川と合流しながら北流し恩智川など4つの河川となって河内湖に流れていたのでした。

それでは、この羽曳野市に人間が住みはじめてから銅鐸が出現する弥生時代をへて古墳時代に至る歴史を身近かな遺跡とともにたどってみましょう。

地球上に人類が誕生したのは100万年近く前のことであると言われていますが日本においても数十万年前には人類がいたことが石器などによって明らかになりつつあります。この時代を旧石器時代と呼びますと、羽曳野市においてどのような遺跡があるのでしょうか。大きくわけて飛鳥地区に濃く分布する石器生産遺跡とその他の消費遺跡とにわけることができます。飛鳥地区は大阪府から奈良県にまたがる二上山周辺石器生産地として有名で大阪府側のそのほとんどが市内にあります。

春日山や寺山が溶岩としてサヌカイトと呼ばれる堅い安山岩を噴出しこれが石器製作には非常に適しており広く近畿地方全域に及ぶ供給源でありました。

消費遺跡としては今まで旧石器文化が確認されなかったところから多く発見され、茶山遺跡や誉田白鳥遺跡などの集落跡や白鳥陵古墳や墓山古墳のように古墳の付近からも多くみられほとんどの遺跡から見つかりつつある現状です。(図3)

縄文時代の遺跡は今まであまり見つかっていませんが旧石器時代と同様に、石器生産地としての今池遺跡、新池遺跡と、東阪田遺跡のような集落跡とに大別できます。後・晩期を中心とするその中で注目されるのは、株山遺跡において早期無文土器が検出されていることです。

出土地より東（二上山）を望む

出土地より北（古市古墳群）を望む

写真１　出土地からの遠望

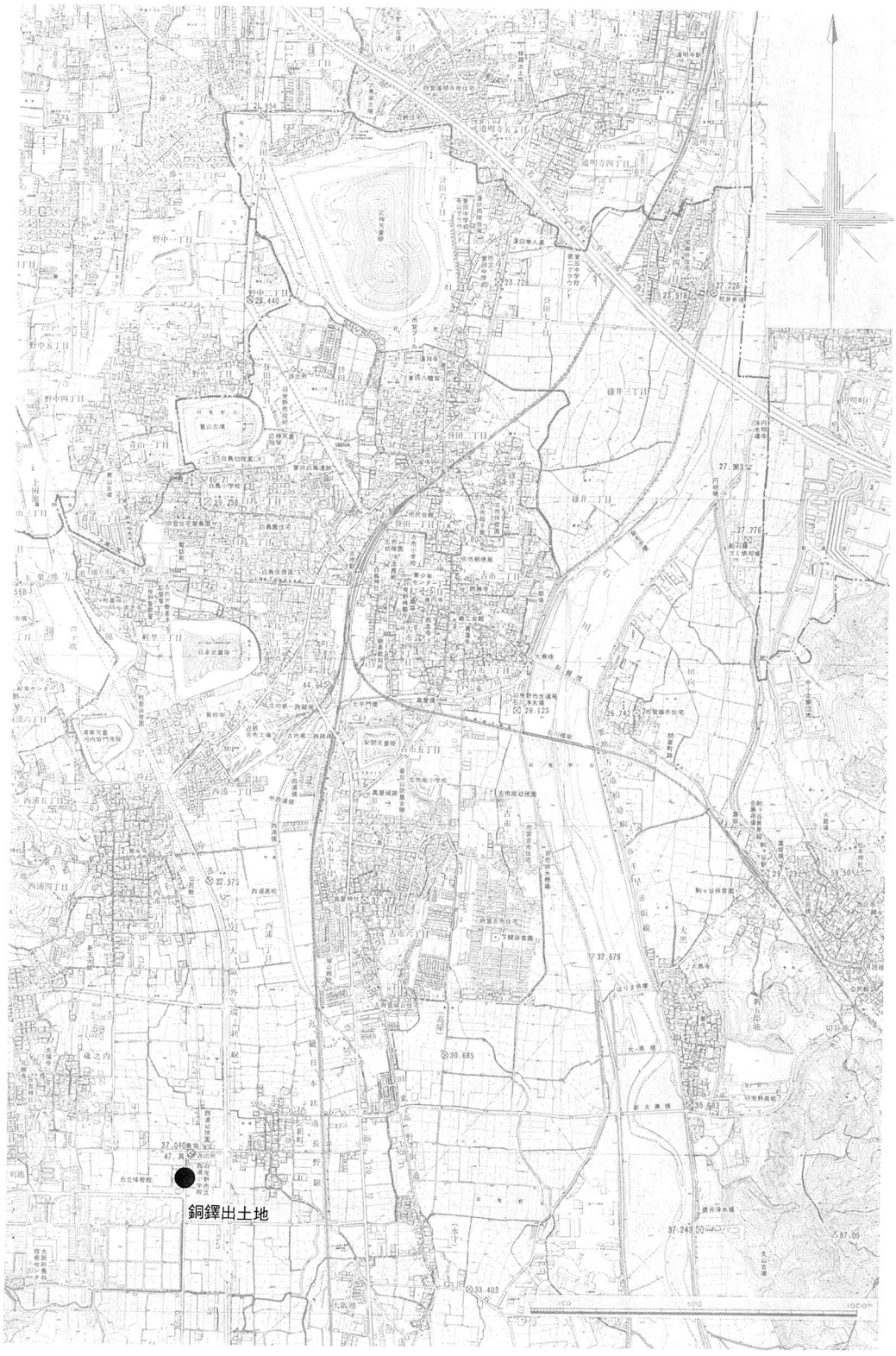


図１　付近図

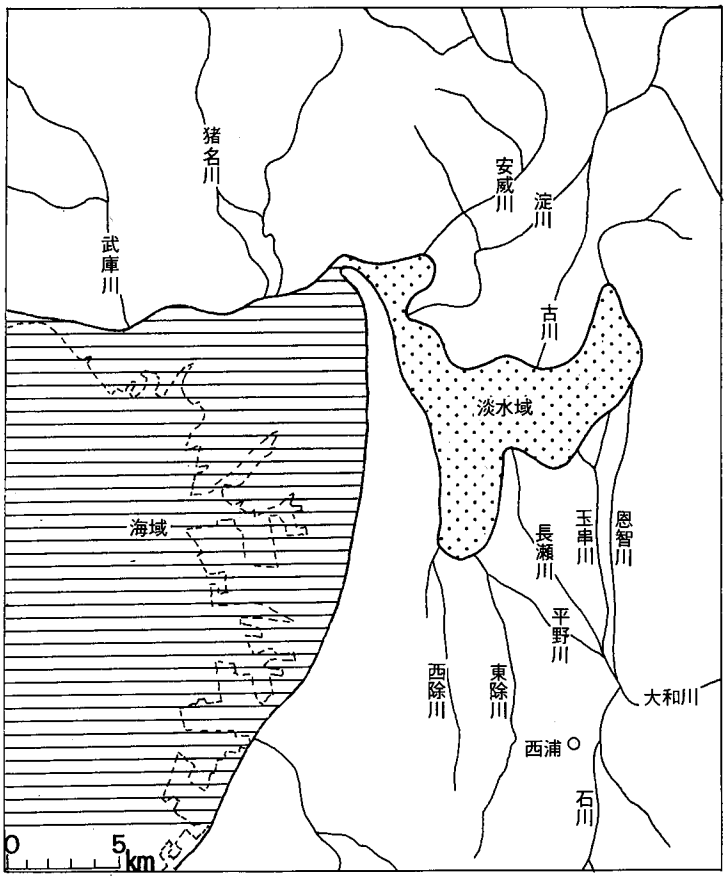


図2　調査地位置図

海岸線は、河内湖Ⅰの時代（弥生時代後期～古墳時代前期）のもので、梶山・市原「大阪平野の発達史」を参考にした。

弥生時代には図5のように多くの遺跡をみつけることができます。この図は羽曳野市だけでなく石川流域を示しており今までに約30ヶ所確認されています。しかしそのほとんどは土器や石器などが採集された散布地にすぎません。今後このような遺跡の正確な分布範囲を明らかにしなければなりません。

西浦銅鐸の出土した羽曳野丘陵東側には蔵の内遺跡、馬谷遺跡、尺土遺跡、東阪田遺跡などがあり、石川の対岸にある壺井遺跡、御嶺山遺跡などとともに市内における主要遺跡です。

銅鐸はこの石川流域から伝承のものも含めて8個ほど出土しており、大阪においても集中した分布をしめしています。

今回、銅鐸が出土した上層から布留式土器という古墳時代はじめの土器が出土しておりこの銅鐸が少なくともこれより以前のものであることがわかったわけですが、この南河内も古墳時代になると図4のように多くの古墳がつくられ古市古墳群と呼ばれています。

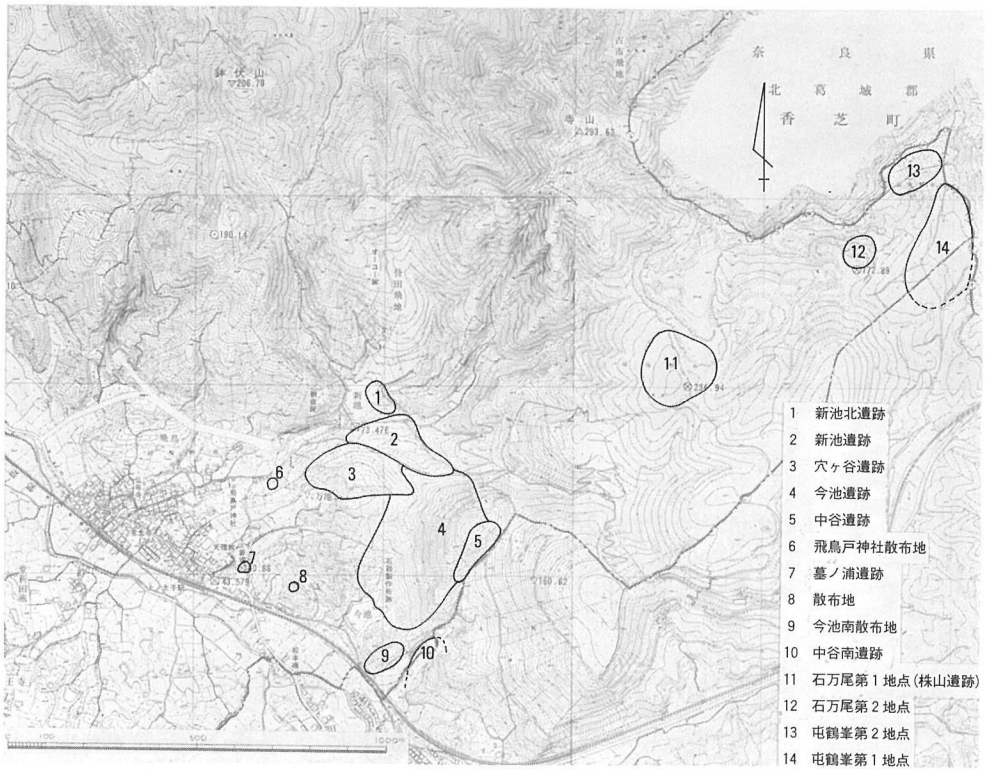


図3　羽曳野市飛鳥の旧石器時代遺跡分布図

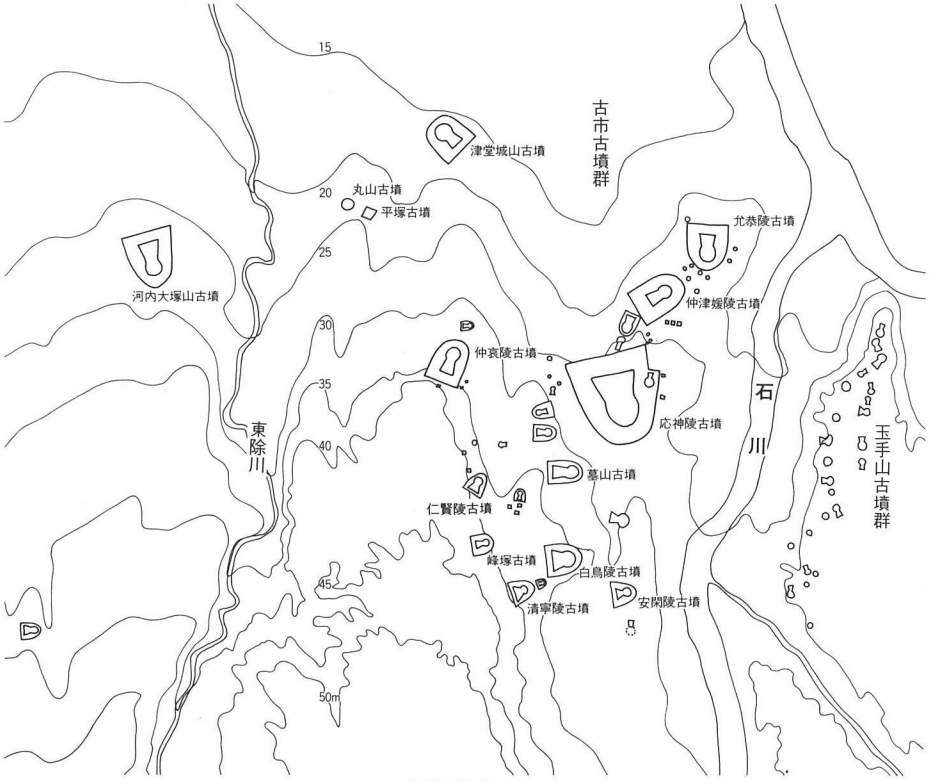


図4　古墳分布図

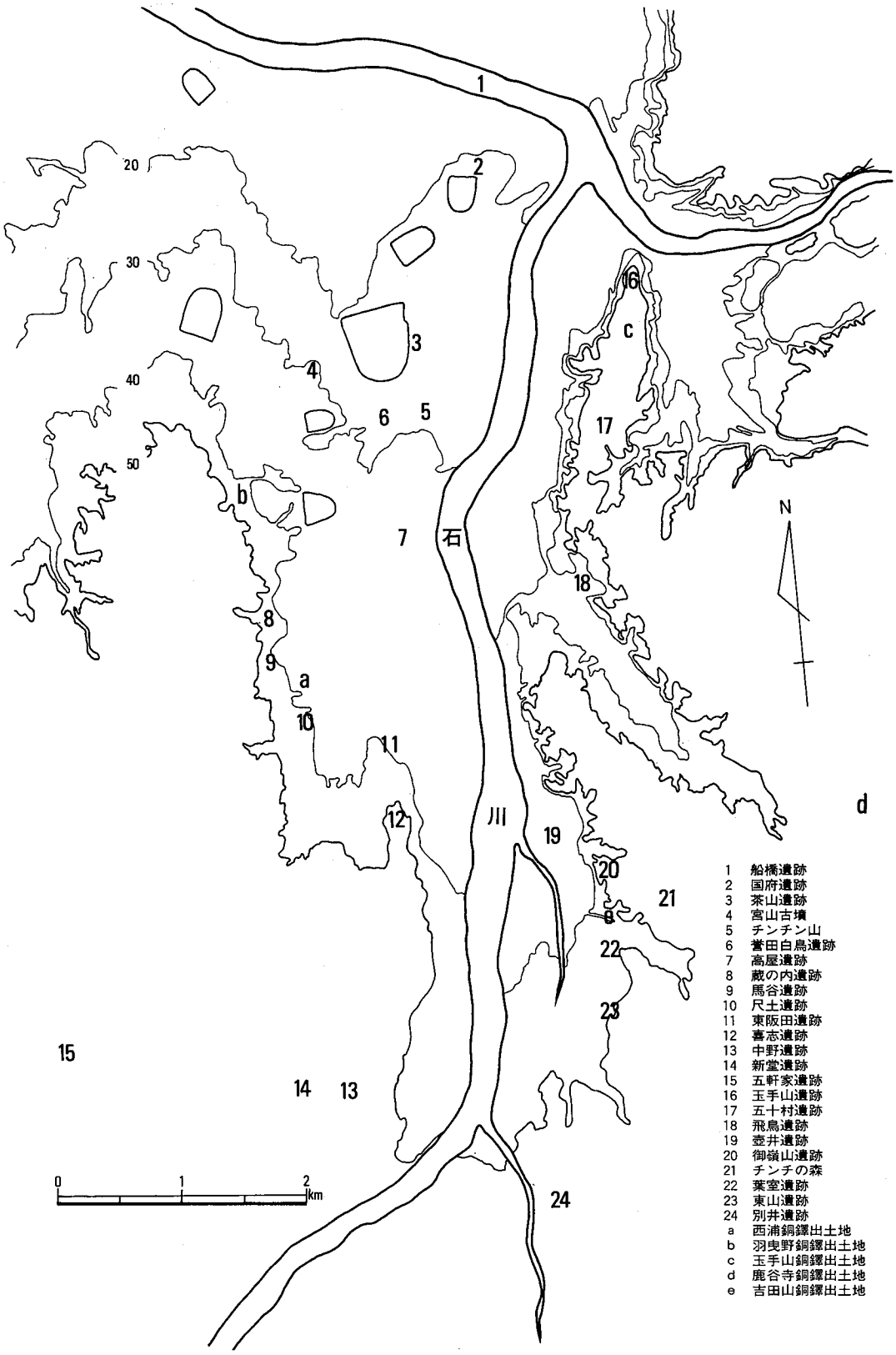


図5　弥生時代遺跡分布図

2．第１次調査

調査の経過

田代克己

昭和53年９月27日の午後２時頃のことである。羽曳野市教育委員会の古田実先生から、大阪府教育委員会文化財保護課へ電話がかかってきた。日頃の古田先生には似つかわしくない興奮した声が、受話器の向うから伝わってくる。

「西浦小学校の校舎改築現場から銅鐸が出土した。文様からみて銅鐸にまちがいない。取り上げないでそのまま置いておくよう指示してある。すぐに見に来てほしい。」と要約すれば以上のとおりである。

急いで近くにある府教委の発掘調査事務所などへ連絡をとり、羽曳野市役所を経て現場へ到着した時は、すでに４時を過ぎていた。

「そこですよ。」と言われて、一瞬我が目をうたがった。校舎建設のために深く掘削された、基礎掘り方の西側の壁面から飛び出している銅鐸の裾部は、まさに赤銅色をしていたからである。

銅と錫の合金、すなわち青銅で製作されている銅鐸は、永い間土中に埋まっている内に、緑色の銹におおわれてしまっているのが通常である。最初の電話で古田先生が、文様から銅鐸にまちがいないと言われたのも、もっともなことであり、緑色に銹びていれば、一見して銅鐸と判断されたにちがいない。緑色でなく赤銅色をしていたこの謎は、銅鐸が現在の地表面から１～1.5ｍの深い所に埋まっていたためであるとわかった。さらに全面に鉄分が付着していたため、よけいに赤く見えたわけである。

この銅鐸が発見されたのは、まったくの偶然と幸運のかさなりからであった。もし、ほんの20cmでも西寄りに埋められていたら、現在の市道の下にあって、恐らく今回の工事で発見されることはなかったであろう。反対に、もっと東側に埋められていたならば、まず、基礎杭の打ち込みによって破損を受けていたか、あるいは杭に当たらなかったとしても、次の基礎掘削の際に、パワーショベルで荒々しく掘り上げられていたにちがいないからである。

さらに現場で、出土時の様子をよく聞いてみると、本来、基礎のための掘削は、銅鐸が顔を出したところまで及ぶ必要はなく、もっと東側の位置で止められていたそうである。西浦小学校の西側には、南北に市道が走っており、小学校との境には水路が道路に沿って流れている。前日来の雨で水路の水かさが増し、水路の底からも水がもれて、基礎設置のために深く掘られた穴の中へも、かなりの水が流れ込んでいたそうである。この結果、壁面にも水がしみ込んで土がゆるみ、土砂崩れが起った。落ち込んだ土を取り除いているうちに、銅鐸が発見されたと

のことであった。しかも、最初は銅鐸とわからず、先にも述べたように赤銅色をしていたところから、古い鉄管が出て来たくらいに見られて、ためしに金鎚でたたかれ凹んだ跡が今でも裾の部分に残っている。

しかし、建設を担当している工務店の現場責任者は、すぐにただものでないと感じて、羽曳野市教育委員会へ連絡がとられたのである。この工務店は、府下でも有数の遺跡の存在する南河内にあって、すでに数年も前からあちこちの遺跡とかかわりをもってきた実績がある。このことも、突然の不時発見でありながら、銅鐸にとって幸であった大きな原因の一つであったと言えそうである。

銅鐸の多くは、発見されると調査されることもなくすぐ取り出されてしまって、どのような状態で埋まっていたのか、まったくわからないものがほとんどであると言って良い。まして、埋まったままの状態で調査されることなど、皆無と言って良い程である。ブルドーザーにひっかけられたり、ひどいものではダンプカーで土砂とともに運ばれ、埋め立て地へ行ってから発見された例さえもある。

銅鐸は、当時の住居や墓からはほとんど発見されることはない。村はずれの丘などから発見されることが多く、いわば、いつどこから見つかるかわからない代物である。埋まったままの状態で調査されることのなかった最大の理由はここにあると言って良い。

ともあれ、埋まったままの状態で調査ができたのは、先にふれた現場責任者の適切な判断と、連絡を受けた古田先生のさらに適切な指示によるものであることは言うまでもない。

そうこうしている内に「秋の日は釣瓶落し」である。次第にうす暗くなりはじめた。

この状態のまま置いておいて、本格的な調査は明日からとも考えたが、いつまた次の土砂崩れが起らないとも限らない。万一そうなったら、真上にあるコンクリート製の水路さえ落ちかねない状況であった。

ともかく、最低限の範囲を掘って、銅鐸を一時取り上げることとした。関係者一同、汗だらけ泥だらけになって取り上げを完了し、羽曳野市役所へ運び込んだのは、午後9時を過ぎる頃であった。泥まみれのまま電車に乗って帰ったが、一向に気にならなかったのを覚えている。普段の現場帰り以上にきたないかっこうをして、にやにや笑っている私達を見て、他の乗り合せた人達は何と思っただろうか。

翌9月28日、幸い心配していた土砂崩れは起っていなかった。銅鐸をもとの位置にもどして調査を開始した。

銅鐸の埋まっていた周囲の土は、地表下1～1.5mにあって、水を多く含み、ほとんど酸素が供給されないために、土中の鉄分は酸化せず、そのため土も青灰色をしている。

銅鐸が、はたして人の手によって埋められているのか、埋められているとすれば、どんな穴

に埋められているのか。まず壁面を丁寧に削って、断面を観察することから作業をはじめた。上層にあるような、酸化した鉄分などを含み、普通は黄褐色をしている土の場合は、層の違いを識別したり、後に掘られた穴を見つけたりするのは、比較的楽な仕事である。それにくらべて、青灰色のシルトや粘土の中から穴を探したり、層を見分けるのはむつかしい。まったく考古学者泣かせの土であると言える。

しかし、このような、ほとんど酸素が供給されない土中にあったからこそ、銅鐸には緑色の銹もなく、赤銅色で発見されたのである。ついているとは言っても、そう何もかもうまく行くとは限らないものである。

何度も何度も壁を削ってみては、土の違いそうなところへ線を引き、また削っては線を引き直し、何回も同じ作業をくり返して、調査関係者全員が見て、まずこれでよかろうと決めたのが、後に示す断面図である。

銅鐸は、明らかに人為的に掘られた穴の中に埋められていたと判断された。

断面の観察によって、はっきり穴の中に埋めてあるのはわかったが、平面的にどのような形をした穴に埋められていたかについては、今回の調査で明らかにすることはできなかった。銅鐸の裾部については、基礎のための掘削や、後の土砂崩れなどによって、調査をはじめた最初から、すでに銅鐸を埋めた穴はなくなってしまっており、また、壁の奥にある鈕部の周囲が調査できれば、当然はっきりした穴の形を知ることができるのであるが、銅鐸の大部分は校地外の水路の下にあって、平面的な調査を行うことは非常に困難であり、何よりも、奥へ掘り広げればまず確実に土砂崩れの起ることが予想されるといった、極めて危険な状態にあったことによるものである。

銅鐸が埋められていた穴については、将来水路改修などの機会に、再度調査されることが強く望まれる。

写真撮影、出土状態の実測図作製などの作業を完了した後、銅鐸を取り上げ、第1次の調査を終了した。

今回の調査の結果、銅鐸が埋められていた層よりも上の層に、古墳時代中頃の土器などを含む土のあることが確認された。この包含層は、校舎敷全体にかなり広く認められるところから、すでに基礎掘削によってずたずたに切られてはいたが、引き続いて第2次調査を10月18日まで行った。

今回発見された銅鐸は、銅鐸としては新しい段階のものであるが、他に土器などは一切発見されなかったため、いつ埋められたかについては、はっきりした証拠はない。しかし今回の調査によって、時間的にはかなりの差があるにしても、この銅鐸は、確実に古墳時代中頃よりも古い時期に埋められていることが実証された例として、稀なものと言えるであろう。

調査の結果

調査の経過でもふれたが、銅鐸は明らかに人の手によって掘られた穴の中に、埋められたものと判断された。

しかし、この穴の大きさについては、巾約65cmで、肩からの深さ約35cmであったことしかわからない。

銅鐸はこの穴の中に、北側では壁との間に約26cmの余裕をもち、南側は壁との間に約12cmのすき間をあけた状態で、南側に片寄せて埋められていたことが判った。

写真２　銅鐸出土状況

また、銅鐸は水平でなく、上面（Ａ面）からみて左のひれを下にし、右ひれを上にして45度傾けて埋められていた。

さらに、上下についても、鈕部を下げ、裾部を上げて、水平に対し主軸が約８度傾いた状態で埋められていたことも明らかとなった。

銅鐸を埋めるために掘られた穴の壁は、南側では淡黄白色粘土（12）や暗青灰色粘土⒁であるのに対し、北側では青灰色シルト(4)淡灰色シルト(5)、青灰色砂層(8)となっており、南と北とでは土層が異っていて複雑な堆積層に掘り込まれた穴である。底面は、地山とみられる緑灰色

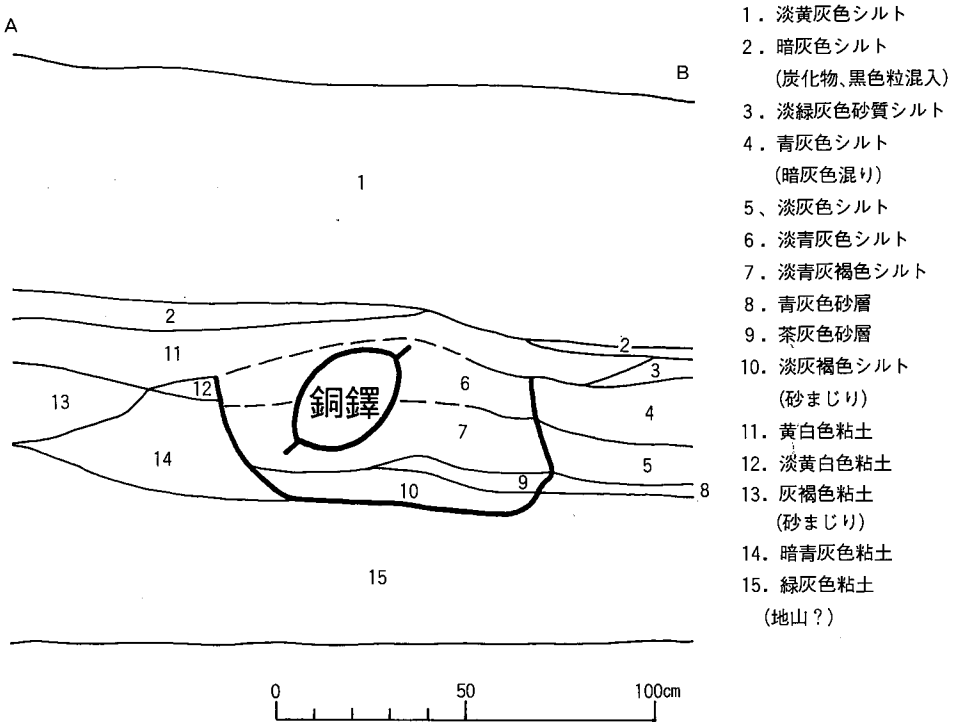


図 6　銅鐸出土状態断面図

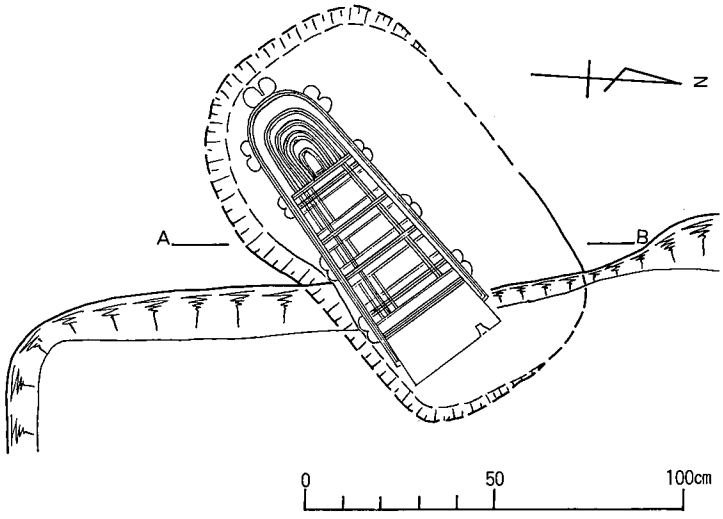


図 7　銅鐸出土状態平面図

粘土（15）を、わずかに掘り下げた状態となっている。

調査時の所見では、一度掘り下げた穴の底に、淡灰褐色シルト(10)を敷き、さらに北半分では茶灰色砂(9)を敷いた後、銅鐸を置き、淡青灰褐色シルト(7)や淡青灰色シルト(6)で埋めもどされ

たと判断された。

あわてて埋めたのではなく、しっかり土を充てんしている様子がうかがえるものであった。しかも、一度埋めた銅鐸を取り出して、再度埋めなおした形跡はまったく認められなかった。すなわち、この場所に関する限り、銅鐸は埋められた後今回発見されるまで人の手にふれられることはなかったと言える。

近頃の調査では、必ず遺跡の各層の土を採取することが原則となっている。これは主として土の中に含まれている花粉化石を分析するためである。花粉分析によって当時生育していた植物がわかり、それによって気候や周辺の環境が復元できる。

今回の調査においても、断面図作製後、各土層から土を採取し、広島大学総合科学部の安田喜憲氏に依頼して花粉分析を行い、併せて粒度分析も行った。

先に述べたような植生等を知るだけでなく、銅鐸が埋められていた穴の中の土に含まれる花粉が、他の層と異なっているのではないかと推定し、うまく行けば、銅鐸が埋められた季節を示す花粉が見つかるのではないかと期待したからであった。

粒度分析を行ったのは、銅鐸を埋めた土と周囲の土とを比較したかったからである。肉眼観察や花粉分析からの差異だけでなく、その組成を明らかにすることによって、掘った土をそのまま埋め戻しに使ったのか、あるいはまったく異なる土を埋め土にしたかを知るためであった。

分析結果の詳細は安田氏の報告を参照していただきたい。残念ながら花粉分析の結果からは、銅鐸が埋められた季節を知ることはできなかった。

また粒度分析の結果からは、穴の底に敷かれたと考えた茶灰色砂層(9)と、外側の青灰色砂層(8)とがまったく同じ組成を示すことから、これを分けることについて疑問が出されている。

もし、この見解が正しければ、銅鐸を埋めた穴の底は(9)の上面となり、深さも肩から約25cm程度のものとなる。

また、穴の底に敷かれたと考えた淡灰褐色シルト(10)については、銅鐸が埋められる以前、すなわち、(4)(5)(8)(9)の堆積が起る以前に、浅い凹みか溝に堆積したものとみなすこともできるわけであり、偶然銅鐸を埋めた穴と重なったとみても矛盾はしない。ただし、溝とすれば銅鐸を埋めた穴を越えて続いているはずであり、浅い凹みとしても平面的には銅鐸を埋めた穴との間にずれが認められるはずである。将来このことについても明確な結論を出すための調査が必要である。したがって今回、断面図は当初の見解のままとしていることをことわっておきます。

3．第２次調査

調査の契機と経過

芝野圭之助・中川寿代

昭和53年９月28日の銅鐸発見に際し、校舎基礎工事に伴う掘削土層断面を観察した結果、校舎敷地西半部に溝状遺構を確認した。また、それ以外に遺物包含層も検出できた。以上の事実を踏まえ市教委及び建築業者と協議を重ね、進行中の基礎工事を現工程終了まで実施し、その後必要な部分に関する第２次調査を行なう事になった。第２次調査は昭和53年10月11日から18日まで実施した。（芝野）

層位と遺構

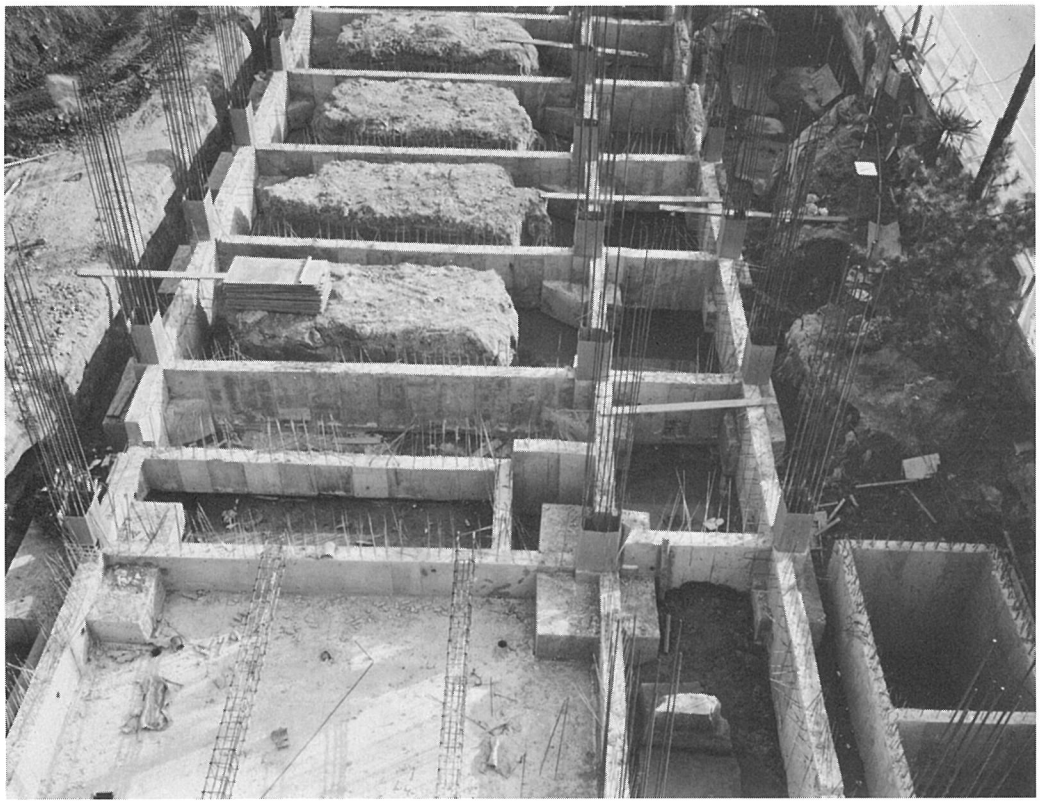
土層観察は校舎敷地の四周について行ったが、主に東壁と南壁について述べる。地形はおおむね西南から北東にゆるく傾斜し、標高34.5m 前後であった。

東壁は厚さ約20cmの表土下に北寄りで３層、南寄りで２層に分層し得る厚さ40cm前後の、遺物包含層を確認した。北半部には旧耕土及び床土の下層に茶褐色砂土層と黄灰茶色土層が堆積した。そのうち巾2.4m ～2.8m 、深さ約30cmにわたる竪穴住居跡が存在した。南半部では、表土・床土の下に暗茶灰色砂質土が存在し、南端部に黄茶色土が堆積していた。地山は明黄灰色砂質土であった。

南壁は殆ど既設建物の基礎工事によって破壊されていた。ようやく西端約 3.5 m 程の土層観察が出来る程度であった。そこでは表土・盛土の下層に厚さ約30cmの灰茶色土層が地山（明黄灰色粘質土）まで堆積していた。

遺構は西半部南北溝・東北部竪穴住居跡・南東部ピットについて概略を記す。

校舎敷地の西半部に存在した南北溝は、上層の淡青灰色砂質土を除くと検出される。厚さ10～20cmの灰黒色有機土層を埋土とする。南々西から北々東にゆるやかに流れたもので、溝底のレベルは、TP＋33.4m からTP＋33.3m を測る。埋土中には布留式土器(壺･甕･高杯)のほぼ完形品がローリングを受けずに残存していた。土器のレベルはTP＋33.5m から北に向うにつれ、TP＋33.4m を測った。この溝は東岸の肩から約40cmの深さで、幅も５m 前後であった。灰黒色有機土層を除くと、青灰色細砂層が50～60cm堆積し、更に下層は荒砂と細砂が20～40cm位の厚さで交互に層をなして堆積する。その間に若干の木片が検出され、TP＋32m前後に厚さ 10cm 程の灰黒色有機粘土層が確認できた。灰黒色粘土層はまだ約20cm続き、最終的にはTP＋31.6m まで掘り下げた。掘削し得た最下層にはよく締った灰黒色の砂質土層が存在したが、洪積層は確認できなかった。充分な調査は行えなかったが、この掘削により、当初南北溝は、羽曳野丘



第二次調査地

写真 3　第二次調査土器出土状況

陵の東縁を南北方向に開析した自然谷が埋った後に堆積したものと考えられた。

東壁に検出された竪穴住居跡は、底面はほぼ水平で、底上5㎝程に床面と考えられる砂層が薄く堆積し、ピットも3ヶ所で検出され、南側の側壁沿いに幅5㎝深さ約15㎝の周溝状の窪みも検出できた。埋土は暗茶紫灰色土で堅くしまっており、遺物は出土しなかった。

東壁の南半部には、地山（明黄灰色砂質土層）から切り込むピットが存在した。径20㎝前後、深さ20㎝を測るものが一般で、5個程検出できた。（芝野）

溝出土の遺物

南北溝からは古墳時代前期の土師器で一般に布留式土器と呼ばれているものが出土しました。なお須恵器は一片も確認できませんでした。いずれも小片ばかりで、復元実測できたものは、小型丸底土器3個体、高杯2個体、甕1個体にすぎませんでした。各個の特徴については観察表に記しますが、以下かんたんに説明してみます。（表1）

小型丸底土器1の体部外面上半に施されているヘラ調整は、磨きと呼べるほど器表面を密にしてはいません。下半部にヘラケズリを併存させていますが、器壁を比較的薄くていねいに仕上げています。小型丸底土器2・3は外面調整をハケのみに簡略化し、体部の発達も著しく、小型丸底土器1の方がていねいな作り（古い様相を示す）といえそうです。

高杯4は、杯底部から口縁部にかけての移行がなだらかで、脚部も内面ヘラケズリのみで終らせています。これにくらべて、高杯5は脚部しか残っていませんでしたが、ヘラ調整をていねいに重ね、脚裾部内面にもハケメを加えていて、高杯5の方がよりていねいな作り（古い様相を示す）といえそうです。

甕6の口縁端部は、ごくわずかに内傾する肥厚面をなし、布留式土器の中では中葉頃に多くみられるものですが、後葉に向うにつれて顕著になる体部の長胴化の傾向もみられます。

全体としては、個々の遺物間に多少の時期差がみられ、溝の埋没が漸次的であったことを物語っています。（中川）

石川下流域の布留式土器

古墳時代の土器には、弥生土器からの系譜をひく土師器と、その後、5世紀前半に大陸からつたわってきた須恵器がありますが、須恵器出現以前の土師器を奈良県天理市の布留で初見されたことから出土地点にちなんで「布留式土器」と呼んでいます。

石川下流域に拡がる古市古墳群は、近畿地方でも有数の中期古墳群として、古くから知られていました。近頃この地域にも開発の波がおしよせ、それらに伴う事前調査という形で、各時代の集落跡の存在が明らかになりつつあります。ここ2・3年来、布留式土器を出土する遺跡

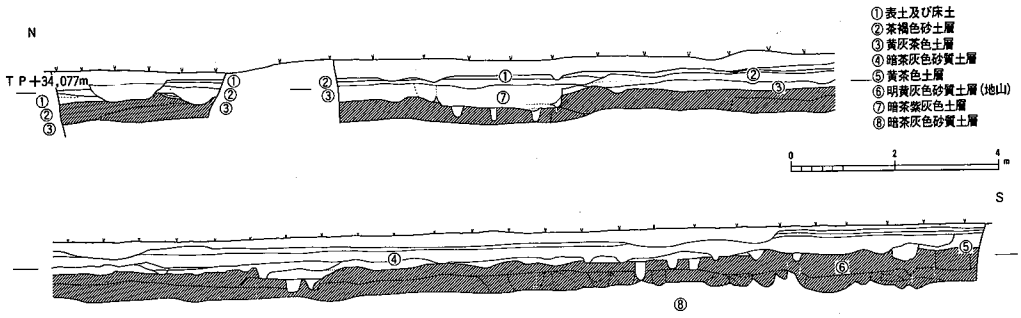


図8　第二次調査　東壁断面図

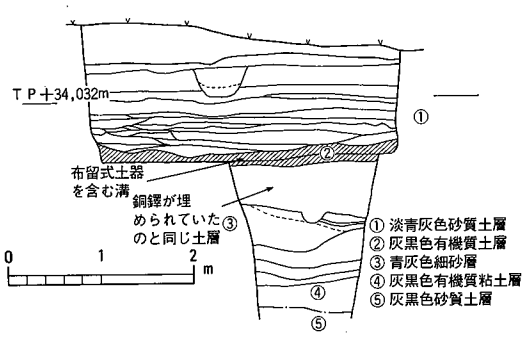


図9　第二次調査　南壁断面図

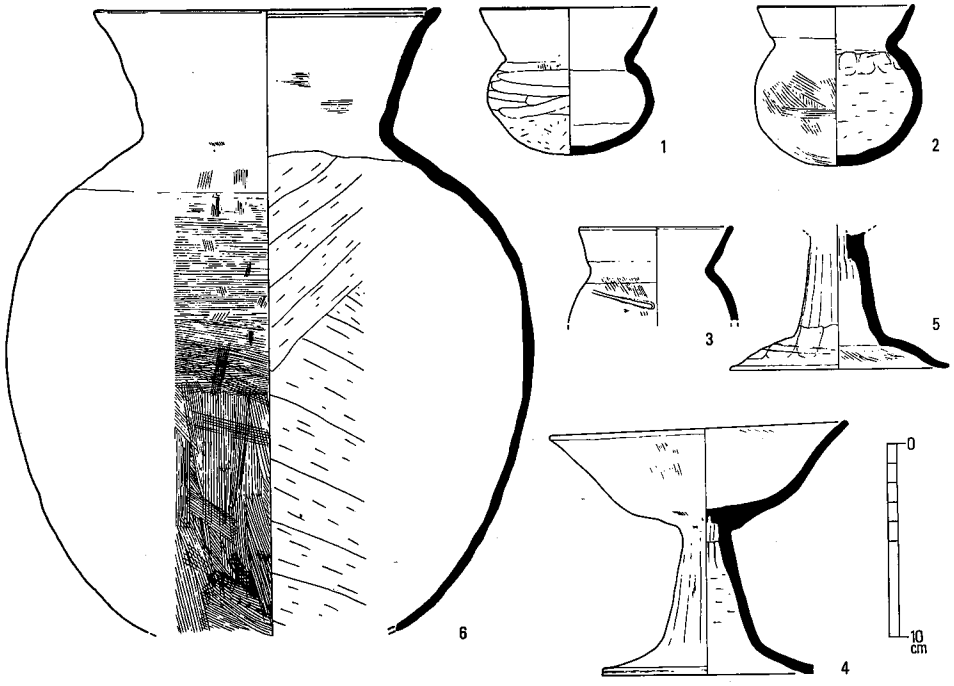
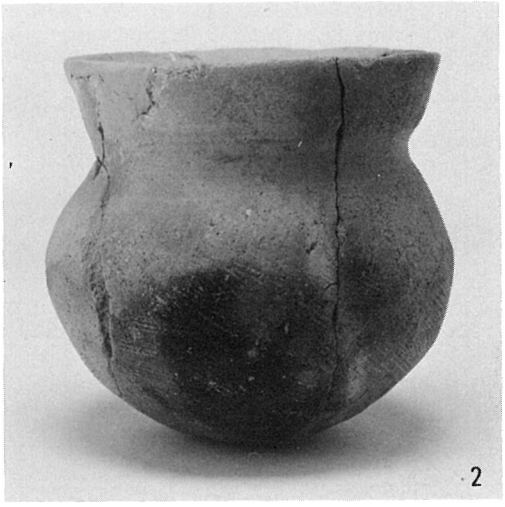
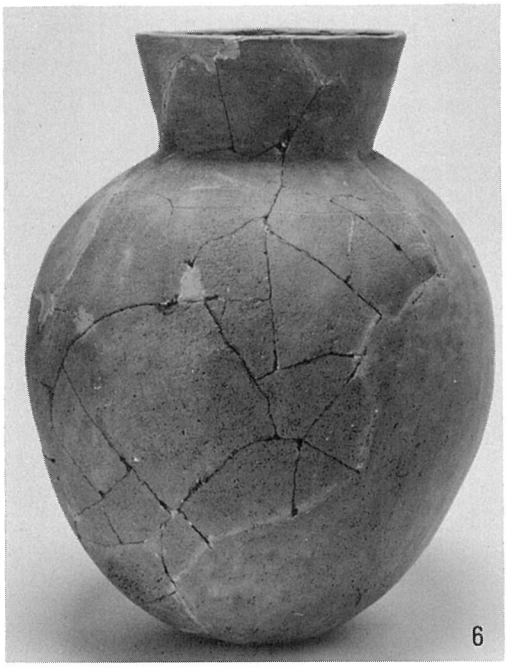


図10　出土土器実測図

表1　土器観察表

土器番号	器種	法　量(cm)	形　　態	手　　法	備　　考
1	小型 丸底 土器	口縁部径9.3 体部最大径8.8 器高7.7	最大径を体高ほぼ中位にもつ扁球形の体部から頸部でわずかにくびれ、やや内弯気味に長くたちあがる口縁部へ移行する。口縁端部は薄く尖って終る。 口縁部径は体部最大径をしのぎ器壁は比較的薄く仕上げる。不安定な丸底。	体部外面頸部付近にハケメ認められ上半はヘラナデを、以下底部まで不定方向のヘラナデを施すがヘラナデとヘラケズリの前後関係は確認できない。内面頸部にヘラ状工具をまわしたあとが稜となって残る。体部はなで調整のみと思われる。 体部内外面の調整の後、口縁部内外面伴に横ナデ（方向不明）。 体部内面及び体部と口縁部との接合部外面接合痕残る。	胎土　精良 1～4mm程度の赤色斑器表に顕著に認められる 焼成　良好 色調　淡灰褐色 残存　口縁部　20% 休部　80%
2	小型 丸底 土器	口縁部径8.3 体部最大径8.9 器高8.4	体高ほぼ中位に最大径を有する球形の体部から頸部でしまり斜め上方に内弯気味に短くたちあがる口縁部に続く端部は丸くおさめる。 体部最大径が口縁部径をしのぎ器壁は厚いやや不安定な丸底。	体部、外面、胴部基本的に斜方向（左上→右下、切合関係不明）のハケ、底部付近横方向のハケを施す、内面頸部にヘラ状工具をまわしたあと（土器の回転方向右）がかすかな稜となって残る。肩部の指頭痕は体部全域に施されるヘラケズリ（土器の回転方向右、砂粒の動き右→左）によっても消されないで残る。 体部内外面調整の後口縁部内外面伴に横ナデを施す（方向、内面界線不明体部ハケ調整とは切り合わない。	胎土　比較的良 長石、金雲母微粒子を普遍的に含み、器表に2mm程度の赤色斑が認められる。 焼成　良好 色調　淡灰褐色～淡赤褐色 残存　口縁部　80% 体　部　80% 有黒斑 体部外面ほぼ全面に2次焼成痕
3	小型 丸底 土器	口縁部径8.1 体部最大径8.9 残存高5.0	体部から肩部へはなだらかに移行し頸部でややしまった後口縁部は内弯気味に短くたちあがる口縁端部は丸くおさめる。体部最大径が口縁部径をしのぎ器壁は、比較的薄い、底部欠失するが丸底と思われる。	体部外面頸部から肩部にかけて斜方向（左上→右下、施文順序右→左土器の回転方向左）のハケメ中位以下はナデのみか？内面体部中位以下ヘラケズリを施すが方向不明・肩部から頸部付近指調整のみ。 口縁部の横ナデは工具（布　皮）使用か？頸部外面のナデ界線微かな沈線状を呈す。体部にヘラ状工具のあたったと思われる痕跡有。	胎土　精良 1mm程度の石英粒子赤色斑を認める 焼成　良好 色調　外面　淡灰褐色 内面　暗灰褐色 残存　口縁部　60% 体部　70%
4	高杯	口縁部径15.2 脚部径11.0 器高　13.0	内底面がかすかに凹む杯部は外面で杯部から口縁部へなだらかに移行し、口縁部付近で少しく外反する端部は丸くおさめる。脚柱部は中空で直線的に斜め下方にのび角度をやや大きくかえて拡がり裾部となる。裾端部面をなし1条の沈線廻る。	杯部外面縦方向のハケ、内面斜放射状のハケを施した後口縁部内外面伴に横ナデ上半部は再度の横ナデ（土器の回転方向左）を施していると思われる。内底面はなでのみ杯部内外面伴に磨滅著しく、ハケの範囲方向、単位確認できない。 杯部と脚部の接合部外面にハケメを施し、脚柱部外面ハケメの後ヘラナデを施し面をなす。裾部外面はナデで平滑に仕上げる。内面上半棒状のものを芯としてしぼり、その後のヘラケズリ（土器の回転方向右・下限不明）は芯部痕にまで及ばない深部、充填粘土に刺突痕認められ、裾部に対してほぼ垂直である。	胎土一良 1mm程度の白色粒子金雲母微粒子を普遍的に含む 焼成　やや軟 色調　淡赤褐色 残存　杯部　70% 脚部　40% 杯部と脚部は別地点から出土
5	高杯	脚部径11.5 残存高	中空の脚柱部は直線的に斜め下方にのび裾部は角度をかえ、隆起した裾部に移行端部は丸くおさめる。	外面脚柱部から変曲点付近までヘラナデを施し後若干重ねて2次的ヘラナデを裾部に施す（ヘラ原体は同一と考えられる）杯との接合部直下に横ナデ。 内面、杯との接合部は柱状の芯棒痕残り粘土のよどみは下方にはみだす。しぼり痕の上にていねいな横ナデ（土器の回転方向右）を数次施し微かな稜をなす。その後、裾部やや雑な斜方射状のハケメ端部付近は加圧された横ナデによって消される。	胎土　精良、金雲母、黒雲母微粒子を普遍的に1mm程度の石英粒を多少含む 焼成　良好　堅緻 色調　灰黄褐色 残存　70% 裾部に二条のヘラ記号有
6	甕	復元口縁部径18.3 胴部最大径27.8 残存高32.6	胸張りの乏しいやや長手の胴部頸部はあまりしまらず、口縁部は外上方に長くのびる。 口縁端部は内側に肥厚し、肥厚部はわずかに内傾する平担面をなす。 底部欠失するが丸底と思われる。	体部外面、頸部以下ほぼ全面に縦および斜方向のハケを施し、肩部以下横方向のハケを2次的に施すが、下方へゆくに従って次第に散慢になる、肩部付近を除いてハケメは2～10cm単位で短かく不整である。内面、下半部砂粒の動き右下→左上、中位から肩部にかけて左下→右上のヘラケズリを施す。 口縁部内面、横方向の細かいハケの後内外面共にていねいな横ナデ（土器の回転方向右）右下方に抜く、肩部に残る沈線は工具端痕か。	胎土　精良 0.5～1mm程度の白色砂粒を多量に含む 焼成　良好 色調　灰黄褐色 残存　口縁端部　5% 体部　40% 有黒斑





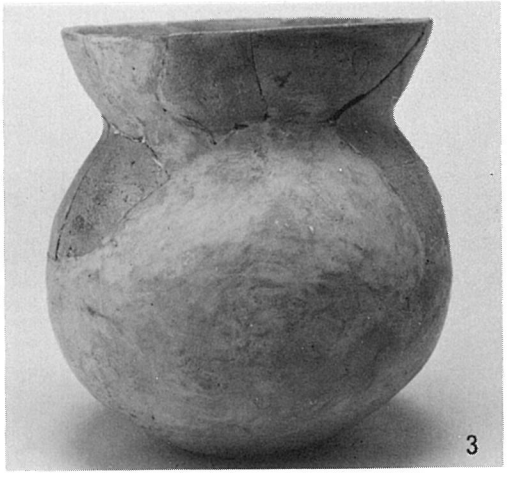


写真４　第２次調査出土土器

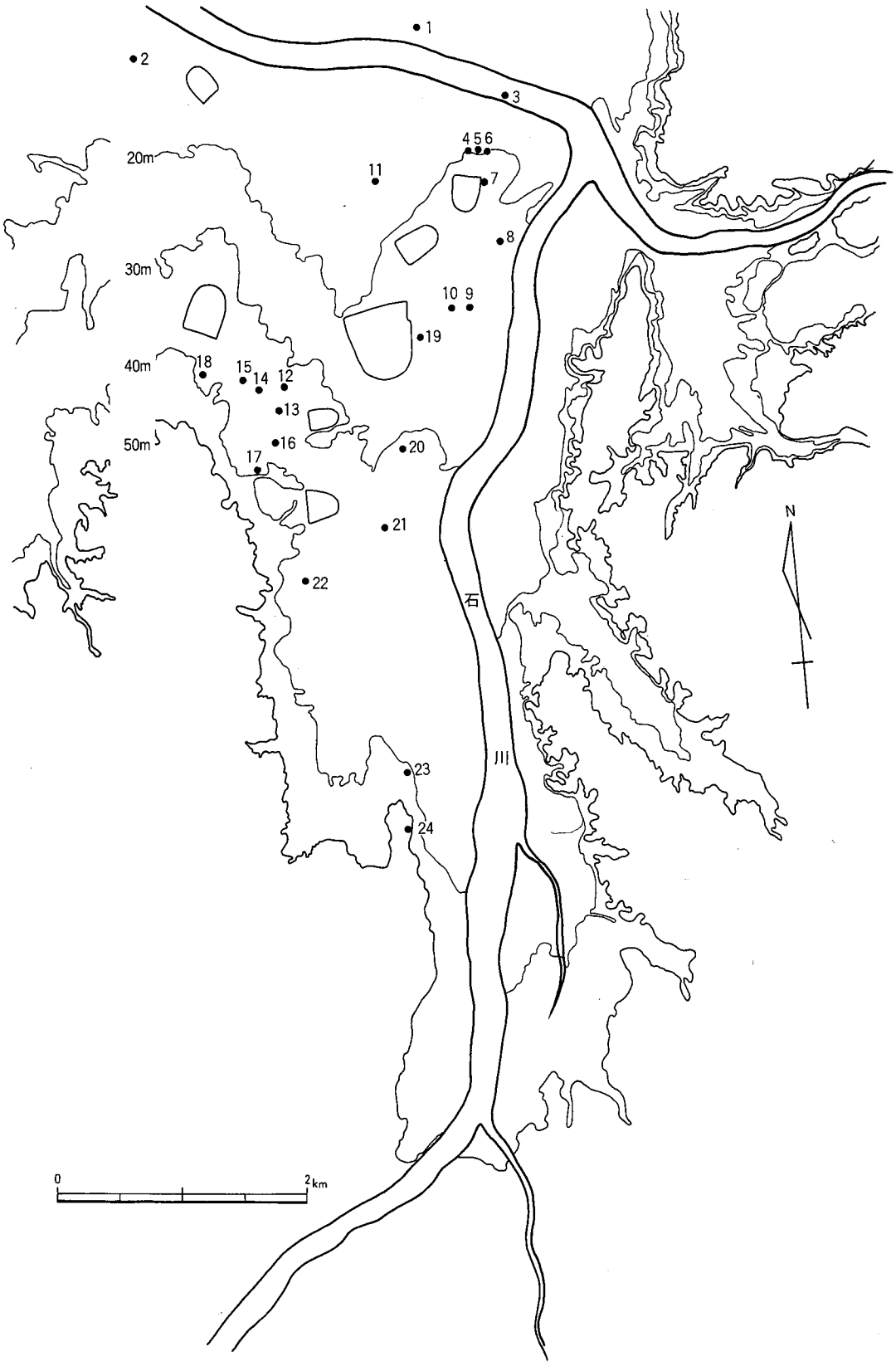
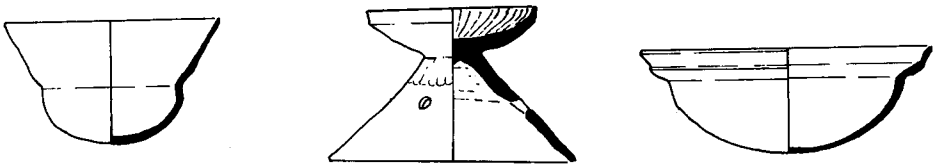


図11　布留式土器出土分布図

の発見は著しく、16遺跡24ヶ所が確認されています。(1980年3月末日現在)

近年布留式土器に対する関心も高まり、各地で細分の試みも行なわれていますが、表2及び図11は、南河内での資料増化を機に、大阪府教育委員会各位の教示をもとに作成したもので、布留式土器の時代を、以下に述べる3期に分けて考えてみました。

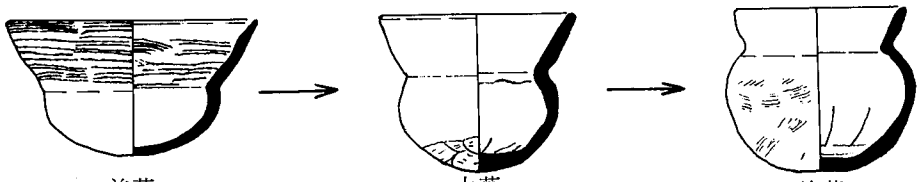
前葉　この時期は、小型精製三種の土器（小型丸底土器、小型器台、鉢）が三種類ともにそろ



小型丸底土器　小型器台　鉢

図12　小型精製三種土器

っていて（セット関係を保つ）いずれもていねいに作られています。小型丸底土器の口縁部径は、体部径に比べて大きく拡がっています。



前葉　中葉　後葉

図13　小型丸底土器の変遷

大和、山城などの限定された地域で古墳が造営され始めた頃にあたり、石川中下流域でもこの時期の土器を出土する遺跡は1ヶ所しか確認されていません。

中葉　この時期は、小型精製三種の土器のうち、鉢や小型器台が次第にすがたを消してゆき、（セット関係が崩れてゆく）土器の製作技法の粗雑化と比例するかのように各地で布留式土器が盛行し始めます。小型丸底土器の口縁部径は体部径に近接してきます。

大和・山城以外の各小地域においても、古墳が丘陵の先端に単独で作られ始める頃で、我が石川中下流域にも古墳が出現し、遺跡の数も増えてきます。

後葉　この時期には、小型精製三種の土器のうち、小型丸底土器しか残らなくなります。小型丸底土器は口縁部に比べて体部が発達し、後半には須恵器が出現します。

古市の中期古墳群が石川流域の段丘上に群を構成し始める頃にあたり、遺跡の数も中葉からひき続いて増化しています。

古墳時代前期の中葉から後葉にかけての新しい技術の導入による生産力の発展は、集落の爆発的増化をもたらし、それらがとりもなおさず古墳時代中期の古市古墳群を造営する基盤となったであろうことは、容易に推定できそうです。

また遺跡立地の状況をみると、古い時期には沖積地（氾監原）に立地する場合が多く、中・後

葉になると、段丘上に位置する例が多くなります。表には示されていませんが、それらの多くは近くに埋積谷をひかえており、この時期にかなり埋積谷の開発が進んだのではないかと思われます。

従来、古墳時代の考古学的研究の主流をなすものは、古墳自体に対する様々な角度からのアプローチによって、時代の社会構造を復原しょうとするものであったし、たしかにそれらは数多くの成果をもたらしています。一方、古墳自体がその時代の性格を端的にあらわしているためもあってか、古墳と直接にかかわる遺物以外からの考察は比較的なおざりにされてきた感があります。古墳という巨大な政治的記念物の造営と、それらを支えた人々との関連を考えようとする試みが、今後の資料増化，整理に伴って結実することを願うところです。

錯誤多きを承知の上で、先輩の方々の御叱正をいただきたく、今後の比較資料に供することができれば幸いに存じます。

文末ながら、懇切な御教示をいただいた泉本知秀氏をはじめとする大阪府教育委員会南河内担当技師の方々、大阪文化財センターの小山田宏一氏に謝意を表します。 (中川)

註）布留式の呼称を、須恵器出現以前の土師器に限ろうとする案が1979年1月、高槻市埋蔵文化財センターで開催された、「埋蔵文化財技術者交流会」第5回研究集会において、原口正三氏らによって提出されている。

表2　布留式土器出土地名表（於石川下流域）

1980.3月末日現在

番号	所在地	遺跡名	立地	遺構	出土土器			備考
					前葉	中葉	後葉	
1	藤井寺市川北二丁目	川北遺跡	氾濫原	溝・住居跡		○	○	
2	藤井寺市津堂三丁目	津堂遺跡	氾濫原	落ち込み・小土壙		○	○	
3	藤井寺市北条町	船橋遺跡	氾濫原	包含層	○		○	平安学園考古学クラブ『船橋Ⅱ』1962年
4	藤井寺市惣社一丁目10	国府遺跡	中位段丘斜面上	溝			○	
5	〃　一丁目7	〃	中位段丘直下	溝・住居址			○	
6	〃　一丁目6	〃	中位段丘斜面上	土壙・(井戸？)・表採			○	
7	藤井寺市国府一丁目4	〃	中位段丘上	市野山古墳内堤埋土		○		
8	〃　三丁目4	土師の里遺跡	中位段丘直下	溝			○	
9	藤井寺市道明寺四丁目9	〃	氾濫原	溝			○	
10	藤井寺市道明寺四丁目6	〃	沖積段丘縁辺部	住居址		○	○	
11	藤井寺市林二丁目2	林遺跡	氾濫原	住居址・小土壙		○		
12	藤井寺市野中二丁目	挟山遺跡	中位段丘上	溝			○	大阪府教育委員会編『挟山遺跡発掘調査概報Ⅳ』1978　77－24地区
13	〃　四丁目	〃	中位段丘斜面上	自然流路			○	同　上　77－13地区
14	〃　四丁目	〃	低位段丘上	土壙		○	○	大阪府教育委員会編『挟山遺跡・軽里遺跡発掘調査概要』1978
15	〃　五丁目	〃	中位段丘斜面上	包含層		○		
16	藤井寺市青山二丁目	青山遺跡	中位段丘上	住居址(?)			○	
17	羽曳野市軽里一丁目	軽里遺跡	低位段丘上	包含層		○		
18	羽曳野市野々上二丁目	野々上遺跡	中位段丘端	溝			○	
19	羽曳野市誉田七丁目2	茶山遺跡	低位段丘上	包含層			○	大阪文化財センター『応神陵茶山遺跡発掘調査報告書』1978
20	羽曳野市古市一丁目	上堂遺跡	低位段丘上	包含層			○	
21	〃　七丁目	高屋丘遺跡	中位段丘上	包含層			○	
22	羽曳野市西浦	西浦遺跡	中位段丘上	溝		○	○	
23	羽曳野市東阪田170他	東阪田遺跡	低位段丘上	小土壙		○		大阪府教育委員会編『東阪田遺跡』1980
24	〃　397他	喜志遺跡	中位段丘縁辺部	包含層		○		大阪府教育委員会編『喜志遺跡発掘調査概要』1978

※番号は地図上の地点番号と一致する。（図11参照）

4．銅鐸について

銅鐸の出土状態

佐原　真

銅鐸が今回のように出土した状態でみつけられるということは非常にまれです。また銅鐸自身がどのような姿勢で出てきたかよくわかっているわけですから、土の付きぐあいやさびの状態を検討することが大切なのです。なぜかと言うと、ひとつにはこの銅鐸自身の土中での姿勢が外面的な特徴としてどう表われるかということ、もうひとつは、現在まで四百余の出土例がありますがそのほとんどは出土状態がわかりません。だからさびや土の状態からどういう姿勢で埋っていたかを復元しなくてはいけないのです。このような場合に今回のように確実に姿勢がわかっている銅鐸の観察結果と比べることは非常に意味をもってくるのです。

さて、今回の銅鐸は、A面を上にしてB面を下にして、A面の右鰭を右上にA面の左鰭を斜め下に、また鈕の方がやや下がって裾の方が上がった状態で出土しました。

外面をみると、A面は、右半分が黒っぽくて左半分が黄色っぽく見えます。また鈕頂や頂の飾耳・左耳・左鰭、第一横帯の左等に鉄分が付着しており、左右で色が違うだけでなく左側に鉄分が多く付着していました。B面で黒っぽい部分は左鰭、左縦帯、鈕の左半分で他は黄色っぽく、鉄分は、右半分のほとんどに付着していました。

このように銅鐸の左右においての色の違い、鉄分の付着の有無には、土中における傾斜した

表3　法量表（条件、鰭部及び縦中央凸線を垂直にしてとった値である）

総高（双頭渦文飾耳をふくむ高さ）	89.6cm
舞部中央までの高さ	62.1cm
舞部中央より中央双頭渦文飾耳までの高さ	27.5cm
舞部長径　A面（B面）	21.6cm（21.5cm）
舞部短径	21.0cm
鐸身底部長径	35.7cm
鐸身底部短径（最大復元径）	30.4cm（30.6cm）
鰭部飾耳をふくめた最大幅	42.7cm
鰭部最下部の最大幅	42.4cm
内面凸帯幅	0.8～1.0cm
厚み　裾部 舞部型持穴、鐸身型持穴附近	0.2～0.5cm 0.3cm
鰭の突出し（鰭最下部が最大で漸次小さくなる）	3.4～4.5cm
耳の突出し（凸線端よりの突出し量）	1.9～2.1cm
中央双頭渦文飾耳の突出し	5.1cm
中央双頭渦文飾耳の幅	10.8cm

写真5　A面

写真6　B面

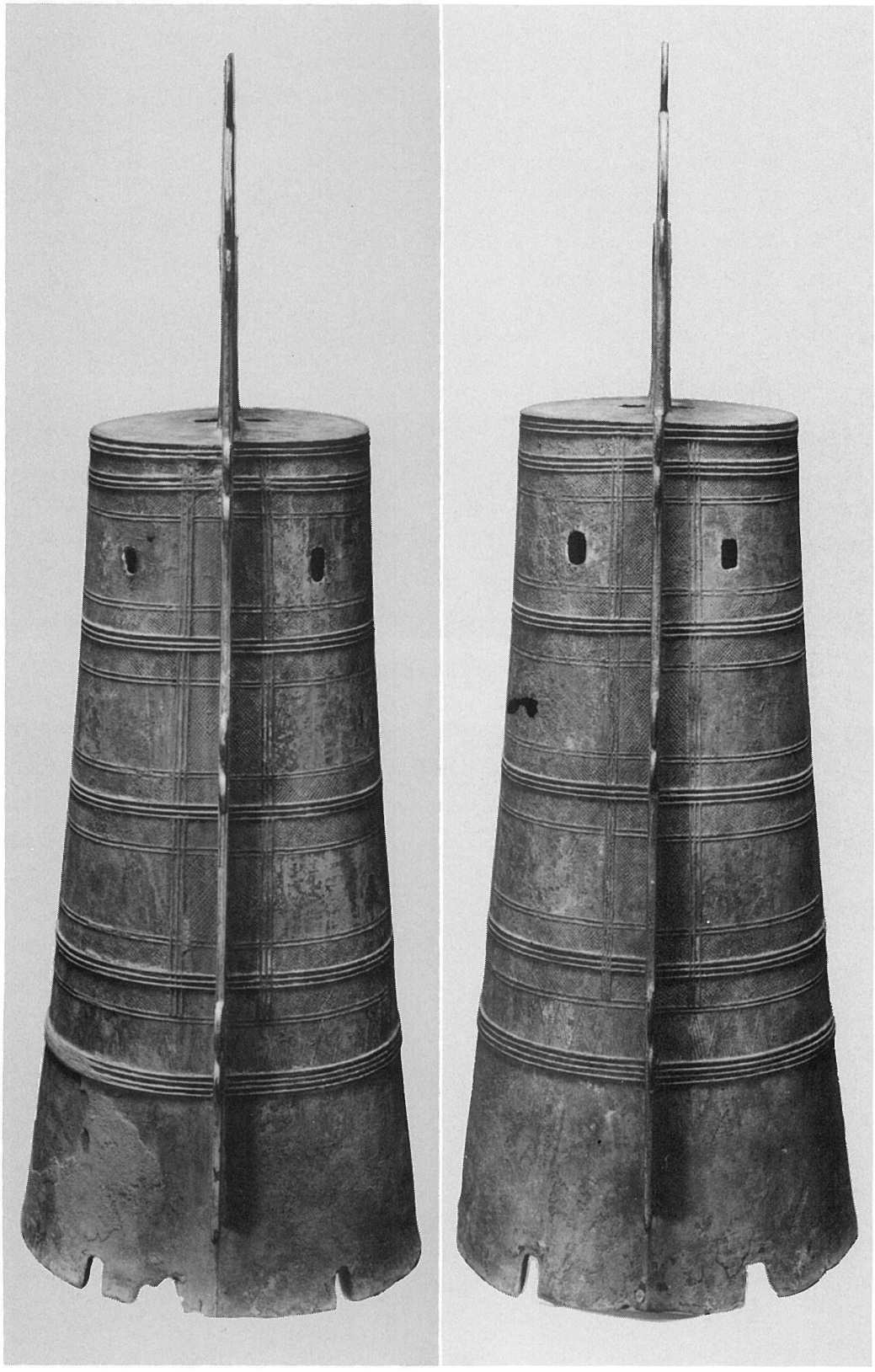
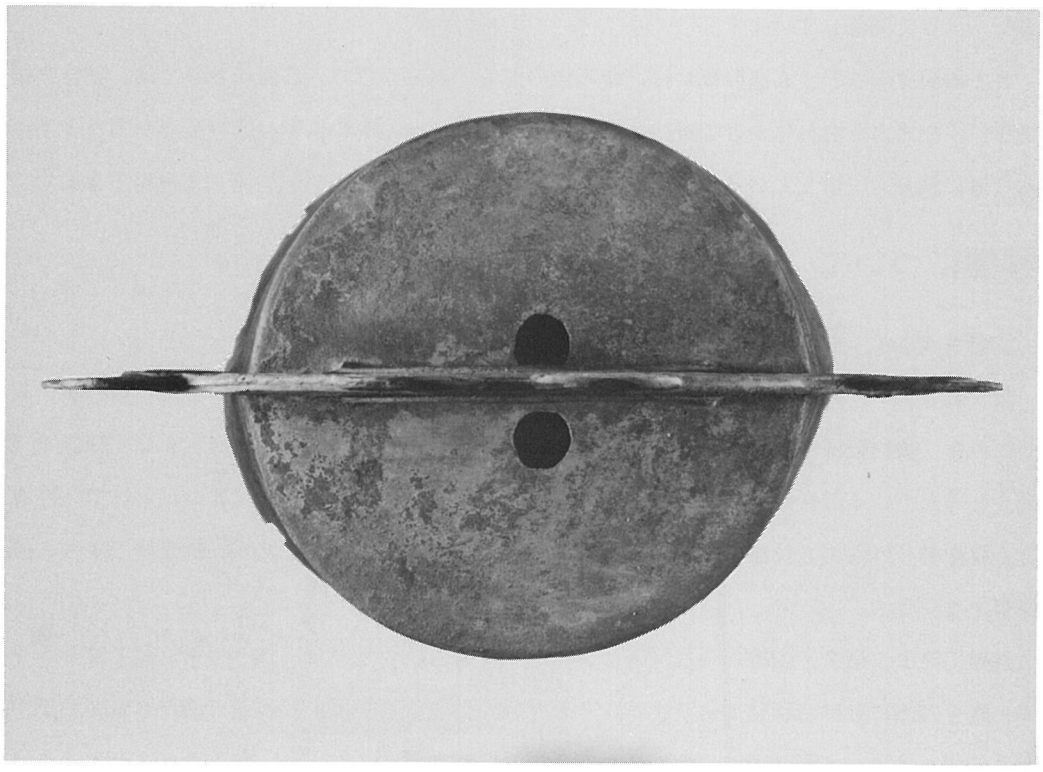


写真７　　Ｂ－Ａ面　　Ａ－Ｂ面

A面鈕

写真8　B面鈕



B・A面（舞）

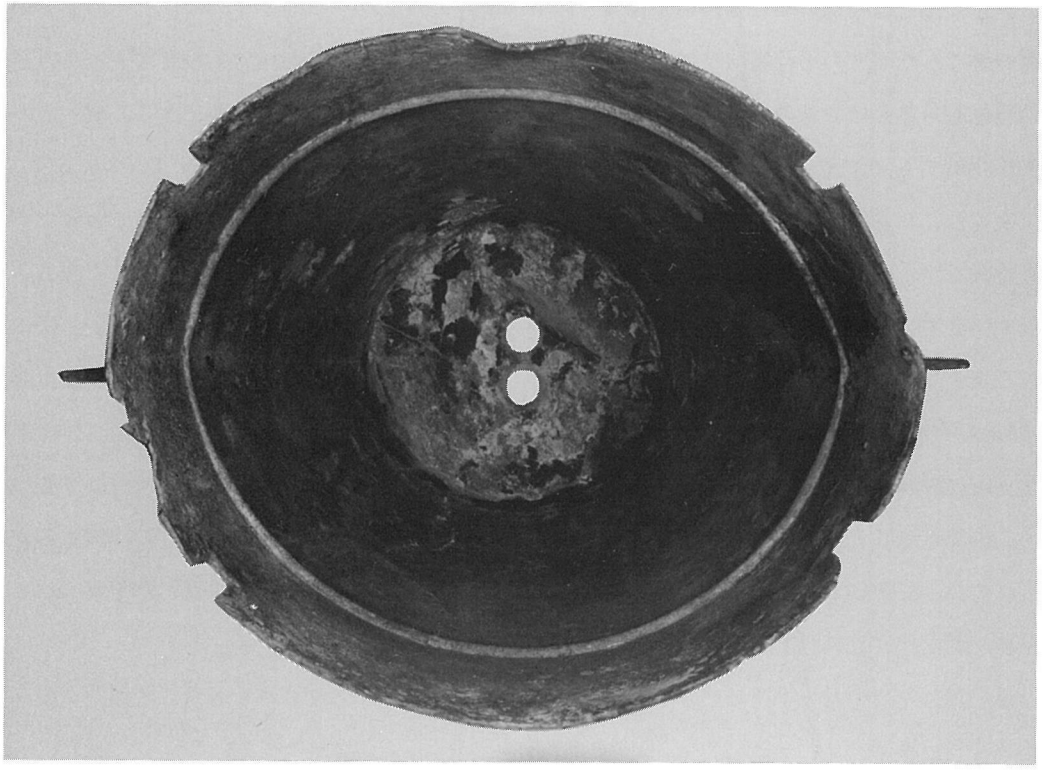


写真 9　B・A面（底）

姿勢が大きく関係しています。

さて内面をみると、A面の裾には、紫赤色の部分があるだけで、B面においては、鉄分が裾⅔程に、左⅔から右⅓にかけて青っぽくその他は黄色っぽく中央に青っぽい斑点があります。舞の⅔に鉄分の付着している粘土がありました。これも銅鐸の姿勢と関連して説明できます。

銅鐸について

銅鐸を大きく、鈕と身にわけて説明します。

まず鈕ですが、大きくわけて4の紋様帯から構成されています。外から3番目に綾杉紋がありこれを「綾杉紋様帯」と呼んでおきます。これは鈕を断面でみると「菱形」をなす部分で「菱環」と呼んでいる部分です。この菱環を中央にして外側を「外縁」と呼び2つにわけて「外縁第1紋様帯」「外縁第2紋様帯」とし、菱環の内側に「内縁紋様帯」があり、鈕全体で4つの紋様帯となります。

外縁の第1、第2、内縁の各紋様帯はいずれも「鋸歯紋」という三角形の単位紋で飾り、その先端を内側にむけた状態であります。それぞれの鋸歯紋の中は平行斜線で満たされていますがその傾きはすべて同じで、三角形の先端を上、底辺を下にした場合、左上り右下りという傾斜でこれを仮に「R」として表わしますとすべて「R」という線でできているのです。

綾杉紋様帯は斜線の傾きが左右相称になっていて、太い突線を軸のように入れ、その上下両側で異なった傾きの平行斜線を加えています。この斜線は中央で「◇状」をなします。この逆の場合もあるわけでその場合は「X状」になります。通常、(Ⅲ式) 扁平鈕式では「X状」、この銅鐸が属する (Ⅳ式) 突線鈕式では「◇状」になるのが一般です。

次に、これら紋様帯と紋様帯の「界線」や鈕全体の輪郭線として「突線」を用いていることが特徴です。突線とは突出している線ですが、銅鐸においては紋様すべてがこの突線で表わされています。鋳型に沈線で紋様を刻むため鋳造した製品では突出してあらわれるのです。特に他の線よりも幅も太く隆起も著しいものを突線と呼ぶのですがこの銅鐸では一番外側の輪郭線は3条の突線、外縁の第1紋様帯と第2紋様帯の界線として用いている突線も3条です。外縁第2と綾杉紋様帯との界線も3条です。またA面では、綾杉紋様帯と内縁紋様帯との間は2条です。内縁と鈕孔との間の輪郭線は3条です。それ以外として、綾杉紋様帯の中央に突線1条を入れている。そして鈕孔の下に、鈕脚をむすんでいる壁ということで「鈕脚壁」と呼ぶへだてがありますがここにも4条の突線を用いています。

鈕の頂、左右の計3ヶ所にC字状に巻きこんだ渦文の飾耳がありこれを通常、「双頭渦文飾耳」と呼んでいます。

以上この銅鐸の鈕部における特徴として、

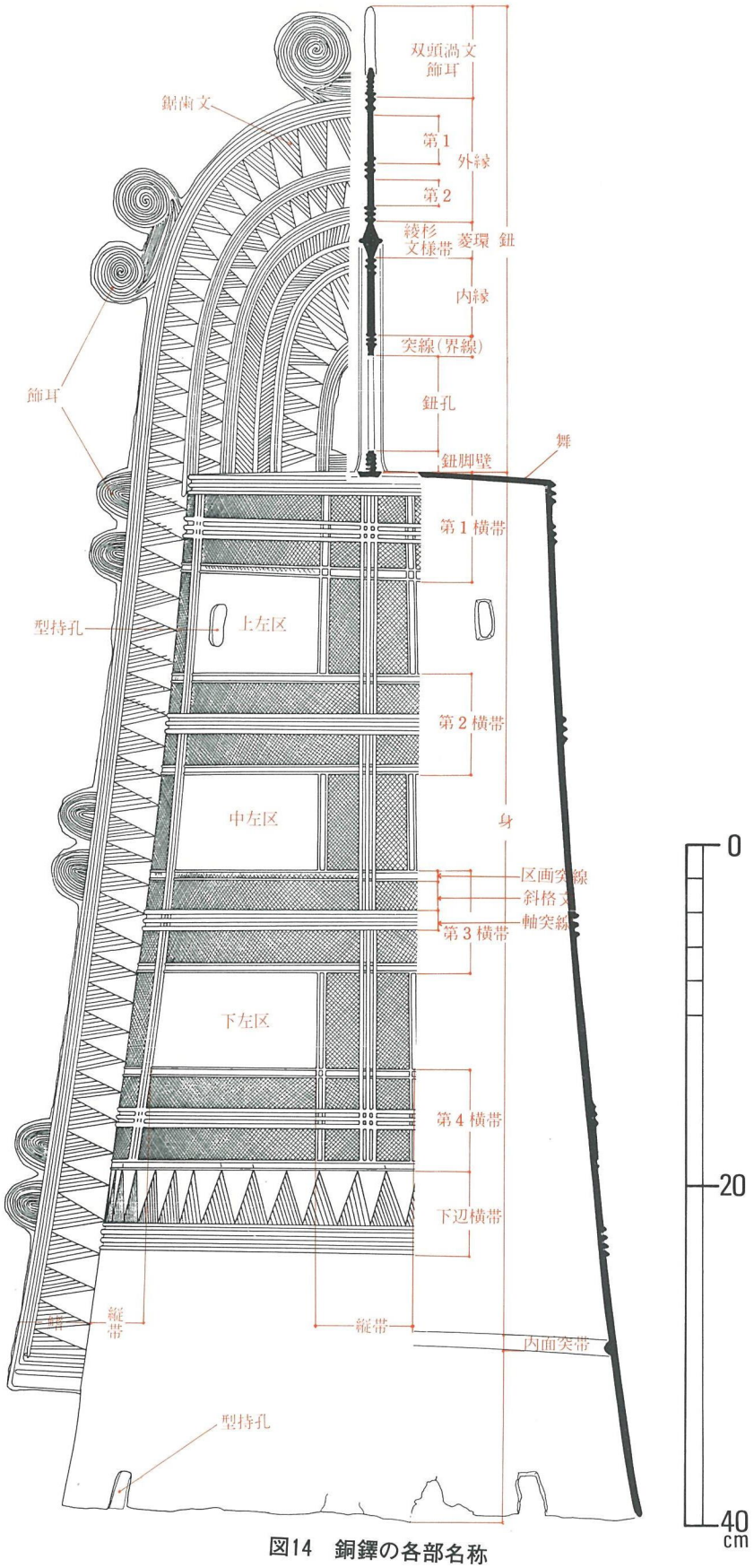

双頭渦文
飾耳
鋸歯文
第1
外縁
第2
綾杉
文様帯
菱環
鈕
内縁
突線(界線)
鈕孔
飾耳
鈕脚壁
舞
第1横帯
型持孔
上左区
第2横帯
中左区
身
区画突線
斜格文
軸突線
第3横帯
下左区
第4横帯
下辺横帯
縦帯
縦帯
内面突帯
型持孔
0
20
40
cm

図14　銅鐸の各部名称

①鋸歯紋様帯の斜線がすべてR方向にそろっていること。

②綾杉紋様帯の中央に太い突線を入れていること。

③鈕脚壁をもつこと。

④双頭渦文飾耳をもつこと。

の4点があげられこれらすべてがⅣ式銅鐸(突線鈕式)、つまり新しい銅鐸の中でも私が「近畿式銅鐸」と呼んでいる銅鐸の特徴になるのです。近畿式銅鐸に対して東海地方に多い三遠式銅鐸と呼ばれるものがあるわけです。これには今あげた特徴はありません。

最後にA、B両面における差異の主なものをあげると、まずA面では綾杉紋様帯の中央に3条の縦線があるがB面では2条しかありません。綾杉紋様帯と内縁との界線として入れられている突線がA面では2条だがB面では3条あるということがわかります。

身についてみると、4帯の横帯と3帯の縦帯から「用」字形の6区画を形成していますが、縦帯と横帯の中央に軸のように入れる「軸突線」は後に説明するとして、縦、横帯の輪郭を構成している「区画突線」の説明から始めます。

第1横帯の上端だけは太い突線3条で区画しそれ以外の区画突線はすべて細い区画突線2条であらわします。

次に縦帯についてみると、中央の帯の区画突線はすべて細い2条の突線ですが第1と第4の横帯を切ります。しかし第2と第3の横帯は切りません。左右の縦帯はそれぞれ内側の輪郭線しかなく太い区画突線を用いてすべての横帯を切ります。外側は鰭のつけねの稜線で輪郭を形成します。

それでは「軸突線」の説明にはいります。

第1～第4横帯すべてについて中央に軸状の太い3条の突線を用いておりこれは鰭のつけねにまで達しています。中央の縦帯には3条の軸突線を入れて第1～第4横帯まで及びます。軸突線の交差のしかたは第2、第3では横方向が優先して縦方向はここでとぎれています。第1、第4においては縦横が切りあっています。

縦帯・横帯の中には斜めに交差する「斜格文(しゃこうもん)」でみたされます。この斜線には2種類あり、横帯の場合、左上り右下りのものを「R」、左下り右上りのものを「L」と呼ぶと、Lが短かくてRが長い。つまりLの傾斜の方が鈍角でRの方が鋭角に交じわるわけです。縦帯の場合も、よこからみると同様です。

身の一番下に4条の直線紋と先端を内にむけた鋸歯紋帯からなる「下辺横帯(かへんおうたい)」があります。鋸歯紋はすべてR方向でA面では22＋½単位が数えられます。

鰭については、鈕の外縁第1紋様帯から連続していますので鰭の輪郭は3本の突線でふちどられ下端では4条になります。鰭の鋸歯紋は先端を内側にむけています。A、B面で鋸歯紋の

最下段が異なりますので鈕の方から描いていって次第に下に及んだことがわかります。

飾耳は2個一対で3対あります。

型持たせの穴は上左区、上右区にそれぞれ鰭よりに長方形のものが開き、他に裾の左右に2、舞に2あります。

内側には内面突帯が裾から10cmのところに廻ります。

ま と め

まず、A、B面における主な相違点をあげこれがどのような意味をもつか考えましょう。

①鈕部の綾杉紋様帯付近で突線の数が異なる。

②鋸歯紋の斜線数がB面に比べてA面が少ない。

③下辺横帯の鋸歯紋帯がB面で22単位であるのに比べてA面が22＋½単位である。

④鰭の鋸歯紋の最終単位のあつかいに差がある。

これらの点は、鋳型のA面がB面に比べて雑に作られていることを示します。つまりB面側の鋳型を先に作りその後、A面を作ったと考えられるのです。だからA面に不完全な部分が集中しているのです。

第2点に、この銅鐸がつくられた時期ですが、私の分類した近畿式銅鐸の4分類の中の3番目、3つに大別すれば2番目にあたります。

最後に、「区画突線」を用いるのは近畿式の特徴で、「軸突線」のない近畿式はたくさんあります。これに対して三遠式には軸突線しかありません。内面突帯についてみると、近畿式においては非常に細いものですが三遠式においては太いという違いがあります。

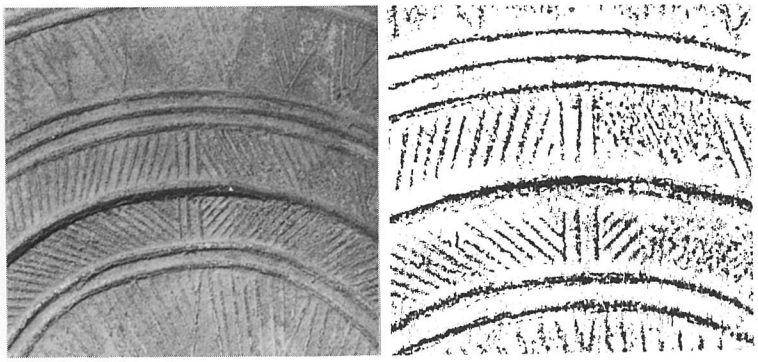
帯を区画する区画突線、軸となる軸突線が縦横に複雑に交差するのですが、この組みあわせによって近畿式銅鐸をA、B、Cにわけると、この銅鐸は、縦と横が部分的に交差するB系列にあたります。

このような帯の見えかくれ、軸突線の交差のルールなどの違いが銅鐸工人達や使う人々にとって大切なことであったにちがいありません。すると、これらのことに超自然的なものを感じますし、これらが銅鐸の謎を解く鍵になるかも知れないと思っています。

以上、加藤勝己さんの観察を中心に私がまとめることになりました。感謝する次第です。

5．銅鐸の細部観察

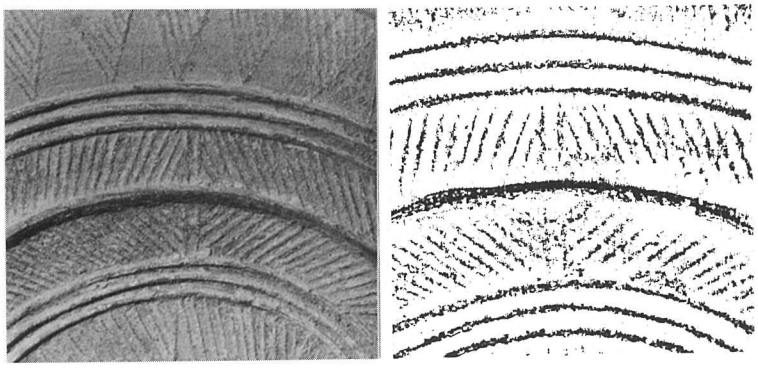
加藤勝己



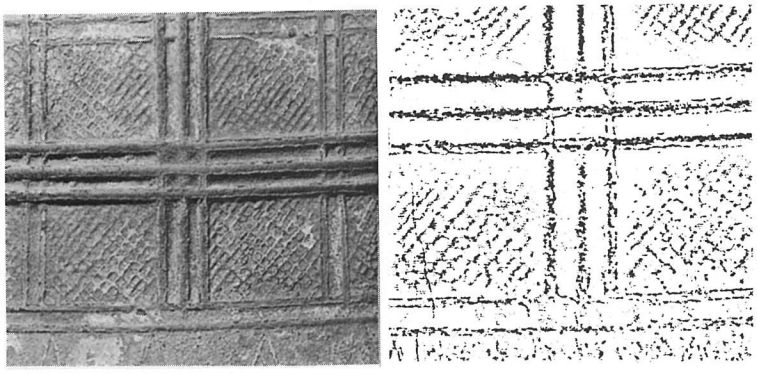
1．鈕部に於けるA、B面の相異

綾杉紋を左右に区画している中央の細い凸線がA面では3本、B面では2本となっている。下部の鋸歯紋と綾杉紋を区画する凸線がA面では2本、B面では3本となっている。大区画を3本の凸線によって区画しているためA面では一本刻み忘れと思われる。

（A面）



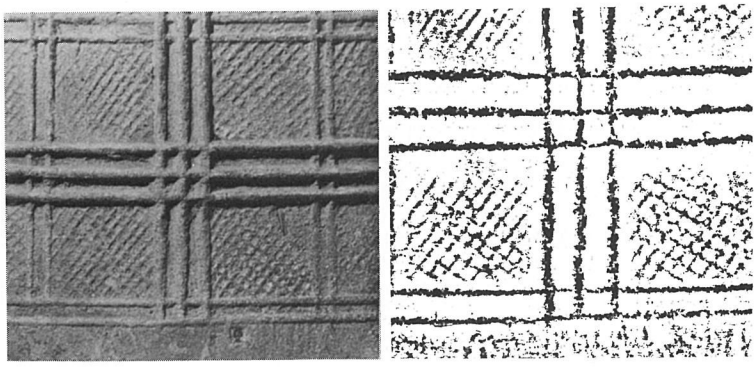
2．（B面）



3．鐸身に於ける凸線の相異

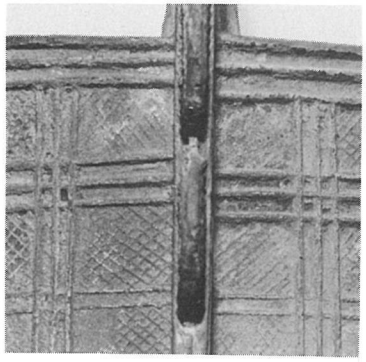
鐸身中央縦の凸線（3本）がA面に於ては斜格子まで、B面に於ては斜格子の区画を越えて、鋸歯文の区画にまで達している。

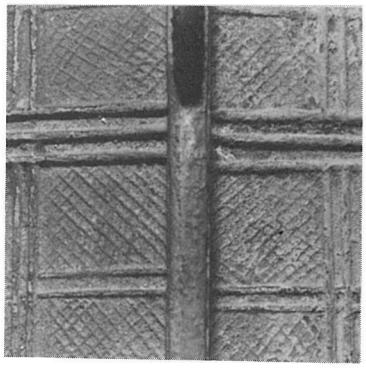
（A面）



4．（B面）

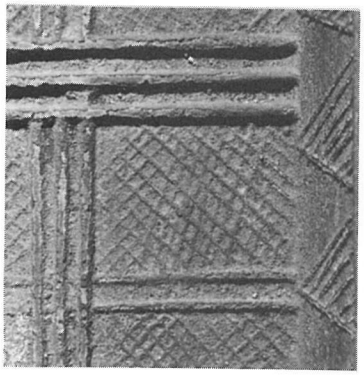
写真10

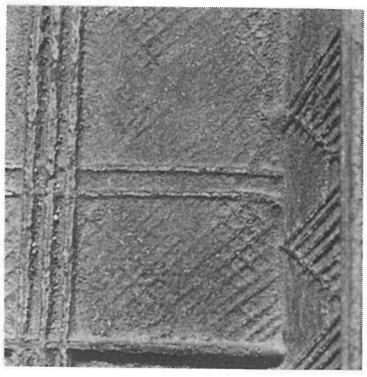




5．鋳型製作のずれ

凸線の幅、間隔、斜格子の角度、間隔などにかなりの差が生じている。
（A面右）



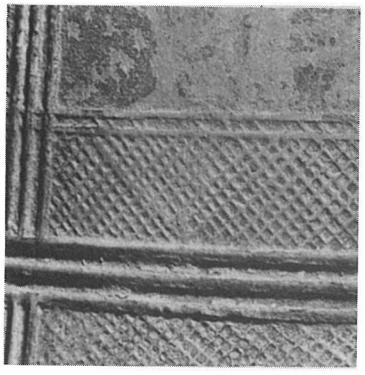


6．斜格子（A面右鰭部付近）

斜格子は各々の区画の中で刻まれており隣接する区画と角度、間隔が異なっている。

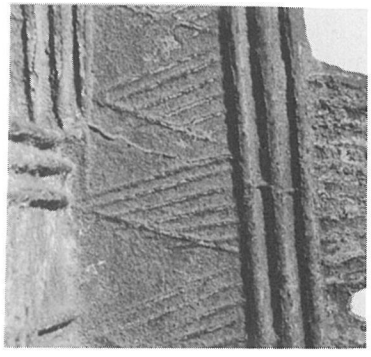
左は右上りの斜格子が二重に刻まれている。

右は鋳型の斜格子が何らかの圧力（例えば手）によって押えられて刻みが消え、そのまま鋳込まれたものだろう。



7．雑な線刻部分

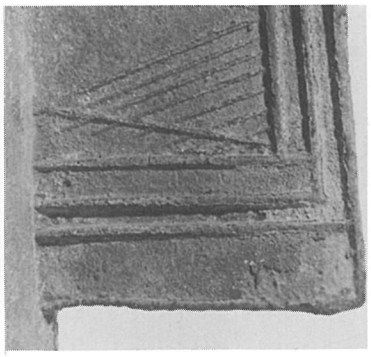
区画の凸線をこえて斜格子が刻まれている。（6）に於ける鋸歯紋なども区画をオーバーランしているものが多くあり、非常に多くの線刻を施こすため雑な部分が生じている。
（右，A面左、中央横帯付近）
（左、A面左、型持孔付近）



8．鈕と鰭とを区画する三本の突線

鈕と鰭とを区画する三本の突線の内、外側の突線は舞部よりわずかに出ており、鐸身の上端面の突線にまで及んでいる。
（A面舞部端）

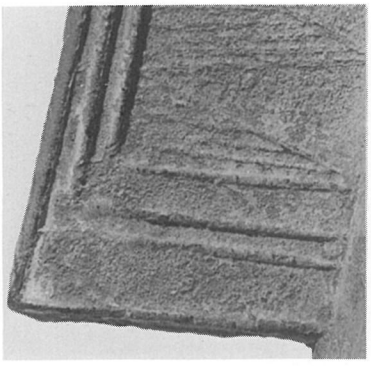
写真11

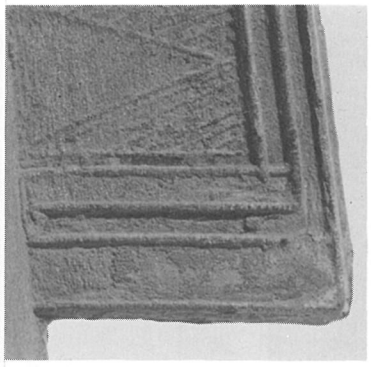


9．A面鰭端部詳細

各々不揃いであるため鋸歯紋は鈕の中央部より刻み始め左、右にまわっていったものと思われる。

左右の鰭最下部の最終鋸歯紋の単位がA面右側の鰭部が最もていねいに刻まれている。





10．B面鰭端部詳細

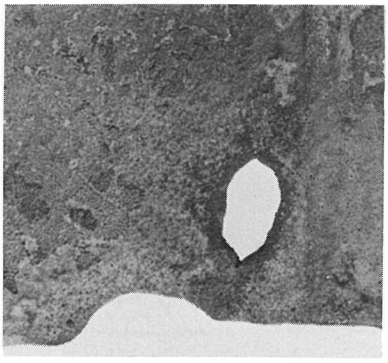
11．内面の鋳バリ（甲バリ）

内型（中子）の乾燥により割れが出き、その結果、鋳バリが、舞部、鐸身部に生じており、真土の附着から中型が砂型で作られていることが明らかである。

12．真土（マネ）の残存

内面の凸帯部に残存している内型の真土。この銅鐸は内面の砂落しなど清掃がほとんど行なわれていない。また内面凸帯部には打撃をうけた痕跡がなく、見る銅鐸であることを伺わせる。

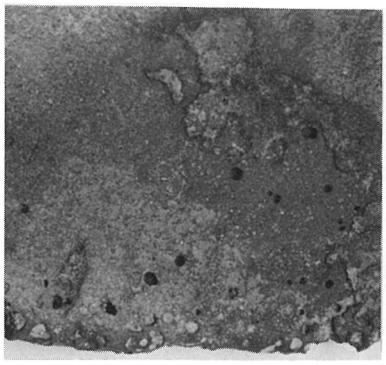
写真12

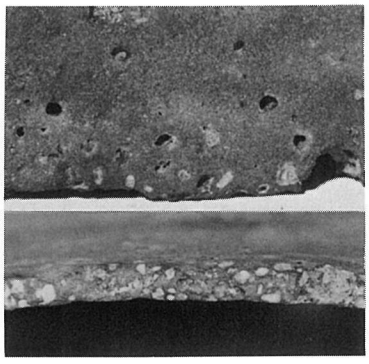


13. ひけ巣の拡大写真

鐸身の裾部（A面右鰭部下）

巣の発生には溶湯中のガスが大気中に放出されずそのまま鋳物が凝固して出来るもの（ピンホール、ブローホール）と熔湯が凝固する際に収縮して発生する巣（ひけ巣）がある。

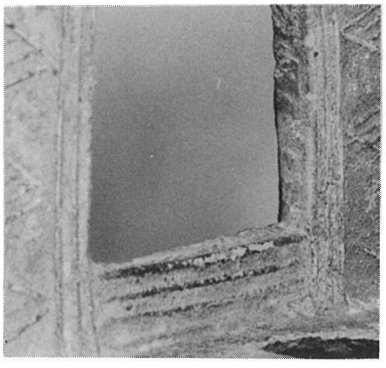


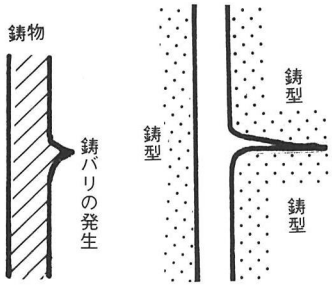


14. 巣の発生

鐸身の裾部の4～5㎝の巾の部分に巣が多く認められる。ガスやスラッグなどの不純物は鋳物の最終凝固部分に集中しやすく、湯口部になっている鐸身の裾に気泡が集中している。

（スポンジ状になっている）



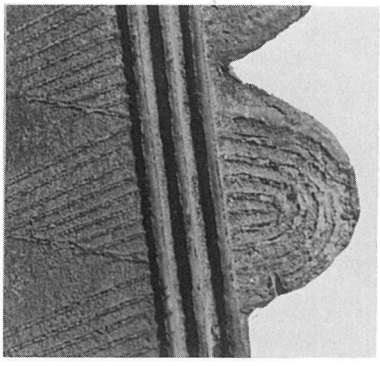


15. 鋳バリ(甲バリ)のハツリ整形(バリとり)

外型は割型のため合せ部分に鋳バリを生ずる。鈕部では約3㎜位の幅でハツリによる整形が施こされている。

その他、鰭部、鐸身についても同様のハツリ部分がみうけられる。

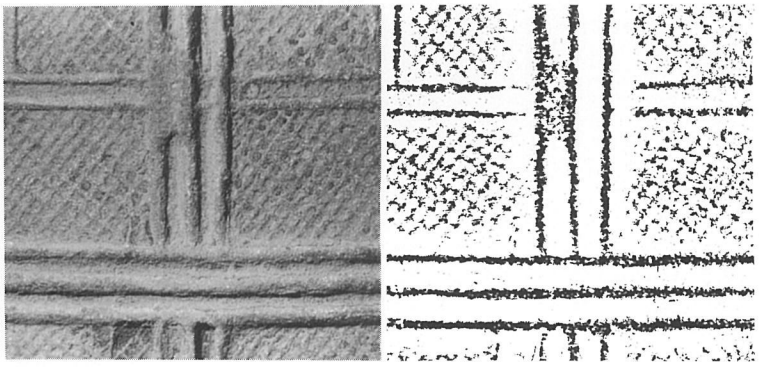
鋳バリは鋳型をあぶるため、型にそりが出来、合せ部にすきまが生じ、そこに湯が流入して鋳バリが出来る。その他大型の場合には湯の圧力により型にすきまが生じたり、鋳型の端部の破損を防ぐための面取りにより合せ部に鋳バリを生ずる。



16. タガネの痕跡

A面鰭最下部の飾耳に幅約1㎜、長さ約3㎜、深さ約1㎜の痕跡があり、タガネによって生じたものと考えられる。

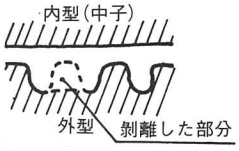
写真13

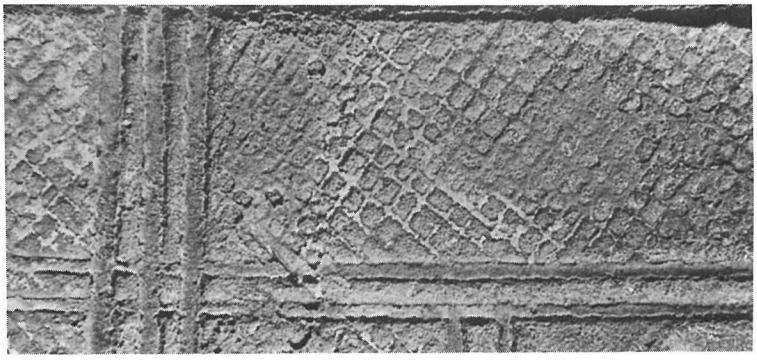


17. 鋳型の部分的な破損により出来た型くずれ（下図の如く突線間が剝離したもの）。

横突帯部に縦に鋳型の乾燥による割れが生じ、わずかに鋳バリが出来ている。また真土が附着して残存している。

（B面中央部）





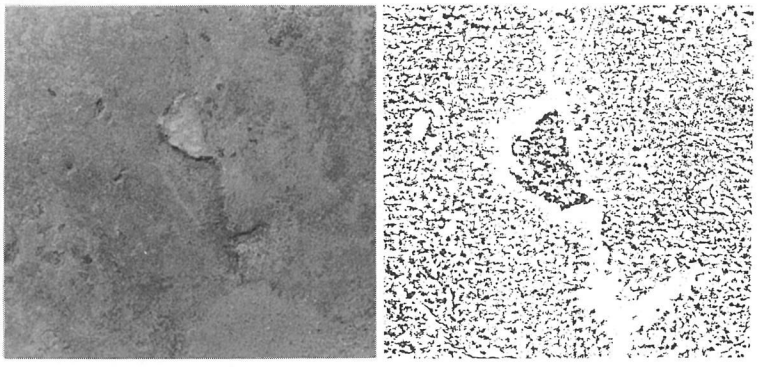
18. 斜格子部分の拡大

部分的であるが腐食が進み凸線部が剝離している。

19. すくわれによる鋳肌の荒れ

鋳込み時の湯の流入速度が大きく鋳型の一部を潰したり、砂を喰い込んだりして鋳肌を荒らしている。

（B面中央裾部）

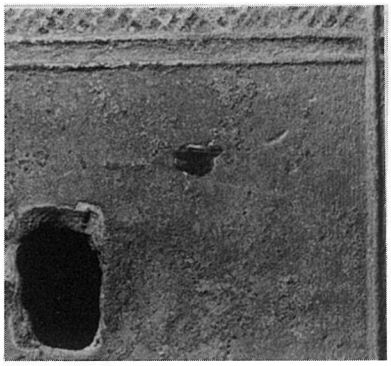


20. すくわれ

（B面中央裾部）

1mm突起（12× 8mm）

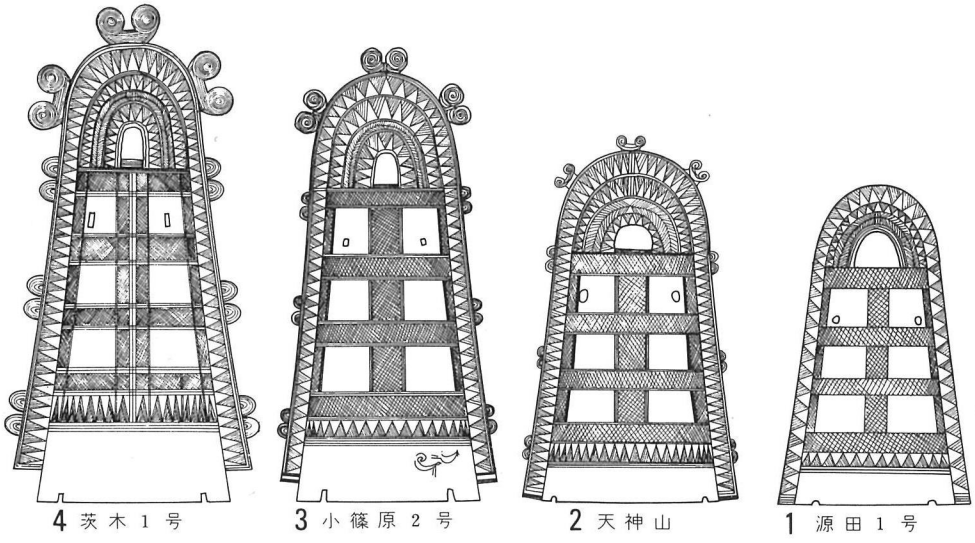
写真14



21. 異物の混入（？）

混入した鉱物片が溶解せず残存したものか、あるいはスラグ入りと思われる異物（黒色）が数箇所認められる。
（B面右側型持孔付近）

写真15　欠損部



突線鈕式銅鐸（世界考古学大系2）

写真15　　欠　損　部

6．花粉分析と粒度分析

安田喜憲

分析者の手元に送られてきた試料は、No.4、5、6、7、8、9、10、11、15（3点）の計11個である。試料採取地点の層序ならびに肉眼観察による土性は図6に示す如くである。送付された試料について、花粉分析と粒度分析を実施した。

花粉分析

花粉分析の方法は、KOH処理（10%水酸化カリウム液で15分湯せん）ー水洗ー$ZnCl_2$処理(70%塩化亜鉛溶液、比重2.1～2.2にて比重分離)ー水洗ー酢酸処理（氷酢酸にて脱水）ーアセトリンス処理（無水酢酸9：濃硫酸1の混合液を加え3分間湯せん）ー酢酸処理ー水洗ーマウントー検鏡の順に行った。

分析結果は表4，5に示す如くである。樹木花粉の出現数が少なく、表5の花粉ダイアグラムは総出現花粉・胞子を基数としたパーセントで描いてある。

分析の結果、試料No.15は、それ以外の試料と花粉の組成が大きく異なる。すなわちアカガシ亜属、シイノキ属、コウヤマキ属などの樹木花粉が高い出現率を示す。こうした花粉フローラから推定される当時の周辺の環境は、カシ類を中心とする照葉樹林である。

ところがその上位の堆積物（試料No.10～4）の分析結果では、アカガシ亜属などの樹木花粉の出現率が急減し、かわって羊歯類胞子が著しく高い出現率を示すようになる。このことは、周辺の環境が照葉樹林から羊歯類の繁茂する草原に変ったことを示す。考古学者によって銅鐸の埋め土と判断されているNo.10、9、7、6の各試料は、羊歯類胞子の高い出現率で特色づけられる。特にNo.9、7、6の花粉フローラは類似しており、この三層が堆積した時代は、周辺の環境が大きく変わらなかったか、もしくは短期間に埋積されたものとみられる。

銅鐸を埋積する堆積物の上位に位置するNo.11に入ると、再びアカガシ亜属やコウヤマキ属の樹木花粉の出現率が増加して、羊歯類胞子の出現率が低下する。このことは、周辺に再びアカガシ亜属を中心とする森林が回復してきたことを物語るとみてよいであろう。

粒度分析

粒度分析の結果は、粗砂・中砂・細砂・シルト・粘土の五段階に区分し、その出現率をパーセントで示した。粒度組成からみて、試料No.4と6はよく似た組成をもつ。しかしNo.5とNo.4、6とは明らかに異なる。一方、No.8と9の試料の組成は全く同じと言ってよく、考古学的にNo.8と9の間に層位を区別する意味がわからない。また砂層の堆積状態からみても、このNo.8と

表4 Result of pollen analysis from Nishiura-dotaku, Habikino City, Osaka Prefecture

	15-3	15-2	15-1	8	5	4	10	9	7	6	11
Abies	2 gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	1 gr.	3 gr.
Tsuga	5		9			4	2		3		17
Pinus	1					1	1				2
Cryptomeria			1								
Sciadopitys	12		12		9	29	4	4	8	20	47
Alnus			3			4	2	1		1	1
Carpinus	3					1					1
Corylus			4			1	3	3	1		2
Salix						1			1	1	5
Cyclobalanopsis	240		151		7	100	46	19	27	37	191
Quercus	2		1			3					
Symplocos	12										1
Myrica			2		2	1		2			1
Ligustum						2					
Ilex						1					
Melia	1										
Vitis	1										
Camellia	1										
Castanopsis	12		2		2	1	1	7	1		7
Total AP	292		185		20	150	59	36	41	60	278
Gramineae	3		2								2
Compositae						1	1				3
Artemisia	1		2		1				1	2	1
Cyperaceae	3		1			4				2	3
Persicaria						2	1				
Umbelliferae						3				1	
Iridaceae			1								
Potamogeton							1				
Monolete spores	49		98		161	80	174	209	257	330	58
Trilete spores	7		66		5	22	46	27	22	78	13
Other spores					9	38					77
Total NAP	63		170		176	150	223	236	280	413	157
AP+NAP	355		355		196	300	282	272	321	473	435
AP/NAP(%)	82/18		62/38		10/90	50/50	20/80	13/87	13/87	13/87	64/36

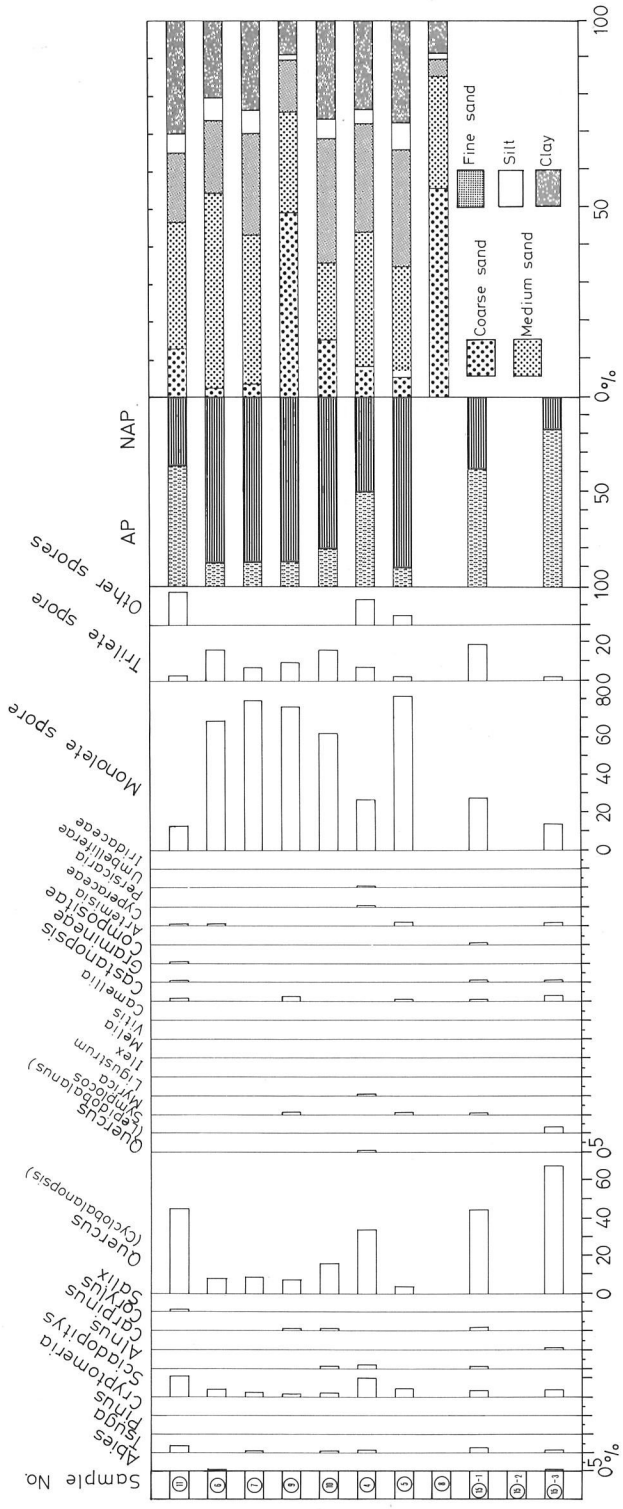
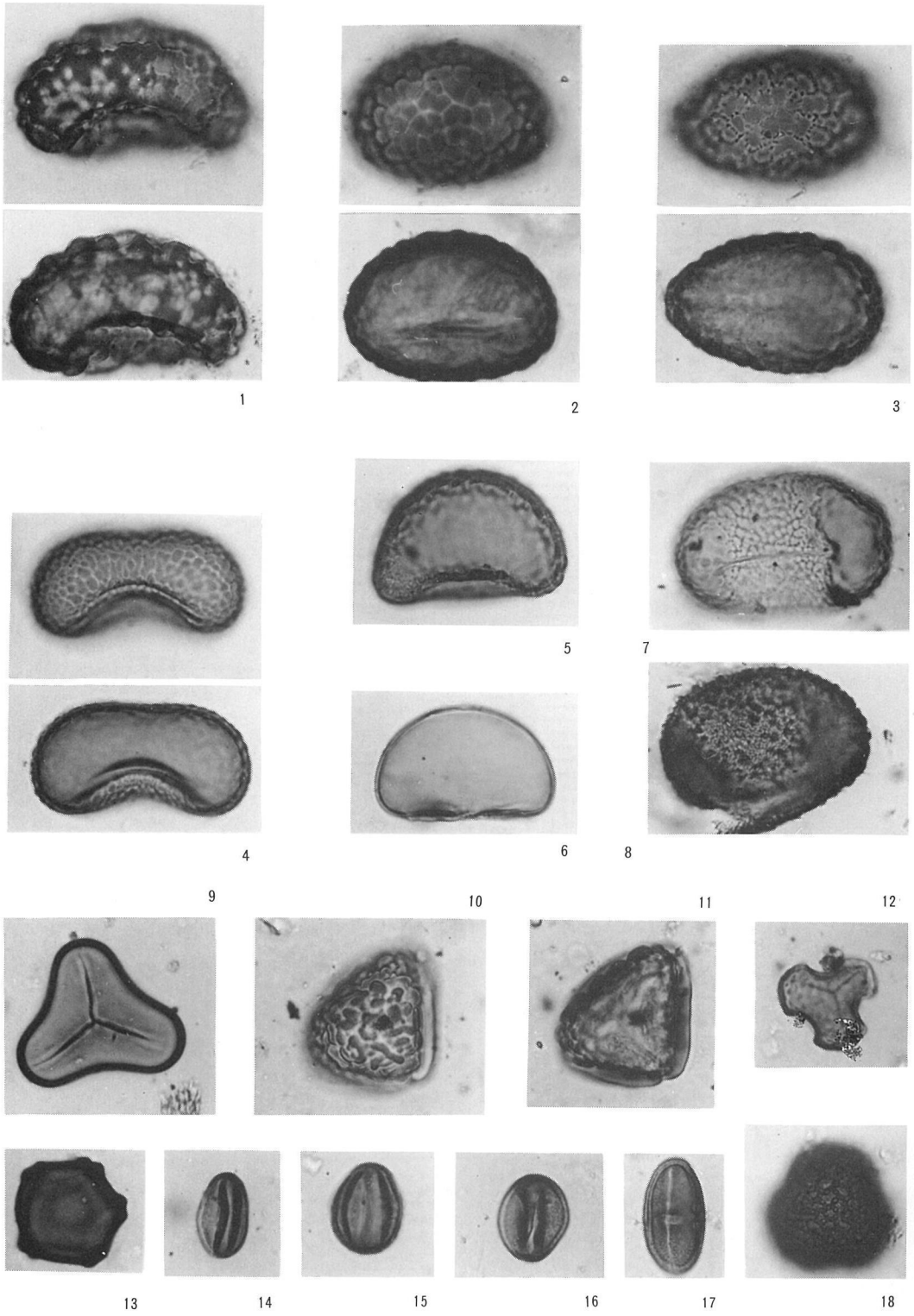


表 5　花粉ダイアグラムと粒度分布



1-8, Monolete spore 9-12, Trilete spore 13, Alnus
14-16, Cyclobalanopsis 17, Umbelliferae 18, Ligustrum (×700)

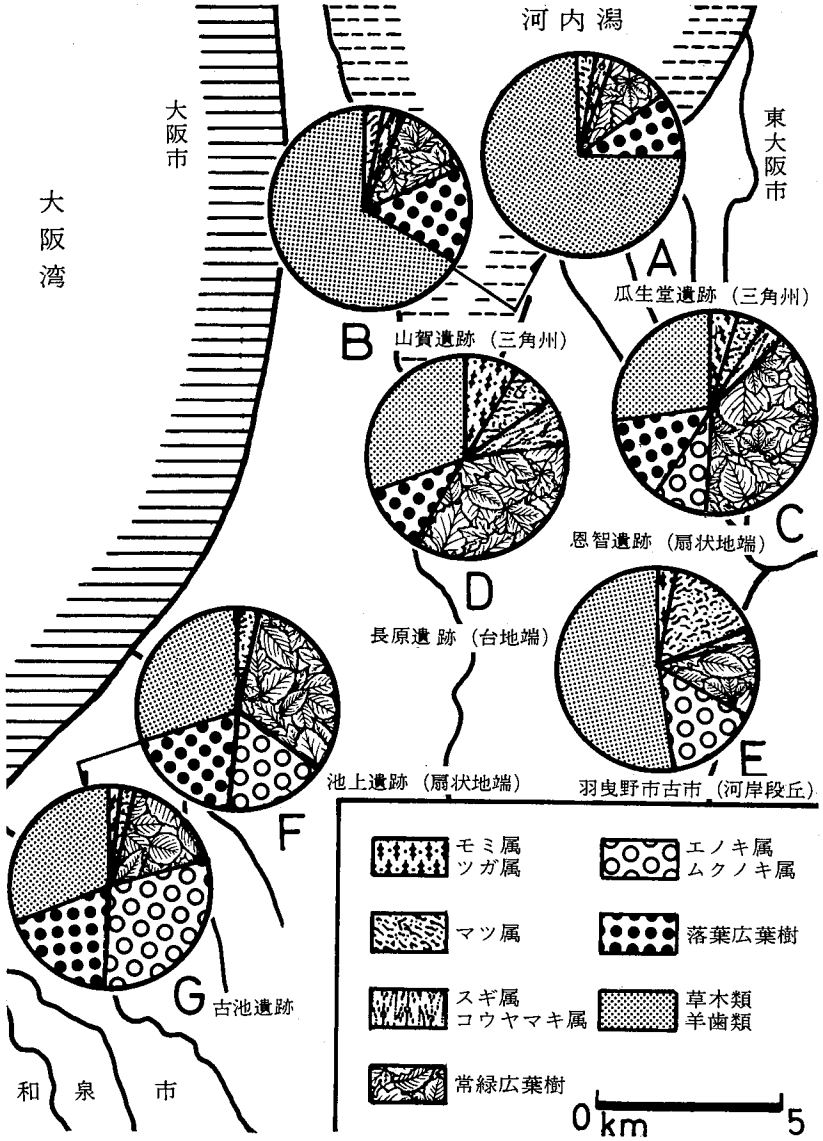
写真16　花粉・胞子の顕微鏡写真

9は同じものとみた方が妥当のように思われる。No.10はどちらかというとNo.5に近い組成をもつが、粗砂の割合が大きく、No.5とは区別される。No.11の組成は、他のどれとも異なった組成を示している。

結　語

花粉分析の結果からは、大きく三つの時代が明らかとなった。すなわち、試料No.15のカシ類を中心とした照葉樹林の時代、試料No.10～4の羊歯胞子の優占する草原の時代、そして試料No.11のカシ類を中心とする照葉樹林の回復の時代である。

一方、粒度分析の結果からは、試料No.10～4の間の考古学的な層序区分には疑問が多く、特にNo.8と9を区別することの意味をみとめることはできなかった。あえて言うならば、No.8と9の砂層を境として、その下位と上位の二時期に区分するのが適当と考えられる。



（参考）河内平野周辺の弥生時代前・中期頃の花粉分布図（拠・考古学研究92）

7．金属学的分析

Ⅰ　まえがき

久野雄一郎

昭和53年９月28日、羽曳野市西浦の市立西浦小学校校舎増築現場に於て、突線鈕式けさだすき文銅鐸が発掘された。

同市教育委員会の調査によれば、見つかった銅鐸の高さ89.5cm、最大幅44cm、鈕を除いた本体の高さ61.5cm、ヒレ部を除いた最大幅35cmのやや平らな円筒形である。

重量測定の結果、銅鐸重量13.5kgは、外観に比べて軽量であることで、関係者を驚かせた。

同年10月、同市教育委員会の古田実氏が西浦銅鐸の破片を持参され、化学分析等、金属学的調査を行なうことを要請された。

筆者は、たまたま、同年３月、橿原考古学研究所の末永雅雄所長より、「伝羽曳山出土銅鐸」（以下、伝羽曳山銅鐸と呼ぶ）の調査を命ぜられ、その調査を終了した時期であり、西浦銅鐸の出土地点が伝羽曳山銅鐸のそれに近いことから、伝羽曳山銅鐸の調査に用いた方法で西浦銅鐸を調査し、その結果を比較すれば両者間に何等かの共通点を見出すことが出来るのではないかと考え調査をお引き受けした。

銅鐸の科学的調査は大正初年、近重氏[1]、によって試みられ梅原氏[2]によって発表されて以来今日迄、田辺氏[3]亀井氏[4]らによって行なわれ、化学分析例は、約40例にのぼっている。

しかし、これら研究所が用いた方法は化学分析法と金属顕微鏡による金属組織の検鏡にとどまり、分析成分は主として金属元素に限られているため、定量された成分の含有量合計が、100％に達していない場合が殆どであり、銅鐸の金属学的状態が詳細に解明されたとは云い難い。最近の材料分析に於ては、「状態分析（キャラクタリゼーション）」を行なうこと、即ち、個々の成分元素の定量のみならず、それら構成成分元素間の相互関係をも解明することが不可欠であると認識されつゝある。

筆者は、伝羽曳山銅鐸の調査に於て状態分析法を用いてこの銅鐸の原料として、赤銅鉱を伴った自然銅が使用されたことを知った[5]ので、西浦銅鐸に於ても同様の結果を期待して調査を行なった。調査には、(1)外観観察、(2)調査試料（以下試料と呼ぶ）の形状、及び重量測定(3)比重の測定、(4)硬さの測定、(5)マクロな成分濃度定量、(6)金属顕微鏡による組織観察、(7)X線マイクロアナライザー（EPMA と略す）による組織観察とミクロ組織の分析、の７種類の項目につき、それぞれの装置を用いて調査した。

Ⅱ　試料について

調査に用いた試料は発掘された時点で、既に鐸身より分離した状態で採取された。試料が西浦銅鐸の中で存在した位置は、スソ部であり、型持たせ孔とヒレとの中間である。

この位置は、鋳造の際の湯道に近い位置である。銅鐸の鋳造法は、鈕を鉛直下に位置させ、スソ部がその垂直上面を占めるよう鋳型を据え熔湯を流し込み鋳造するのであるから、試料が位置する部分は、最後に凝固する個所であり、従って試料の成分は、鈕部や鐸身中央部の成分と比べ、相異すること、特に鉛の濃度には１～２％の差異が生じ、且つ、不純物濃度が高くなっている可能性があることを考慮して置かねばならない。

Ⅲ　測定と結果

１．外観観察

筆者は、同年12月、末永所長に随い、羽曳野市役所に於て、西浦銅鐸の外観を観察した。銅鐸表面は、シルト状土壌物質で、うすくおおわれており、緑青の発生は全く認められなかったが、土壌物質中の鉄分が、発掘後空気中の酸素によって酸化したと思われる酸化鉄の発生が認められた。鐸身の右半分、特に下部に於て、その発生は著しい。

２．形状と重量

試料の形状は、梯形であり、その各辺の長さは、図19に示す通りである。厚さを５点測定した結果2.3～2.6㎜の範囲内にあることを得た。

重量は、6.617gである。

３．比重

試料の比重は7.9である。

４．硬さ

試料断面のビッカース硬さ（荷重５kg）は61.3である。

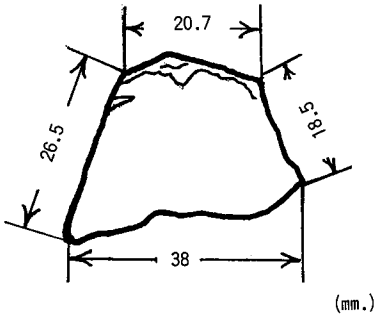


図19　試料形状・寸法図

５．マクロな成分濃度の定量

試料から重さ2.9152g の破片を切り取り、乾式、湿式化学分析法、及び、原子吸光分析法により試料のマクロな成分濃度の定量を行なった。

分析に当って、分析試料表面の付着物を分離除去し清浄な表面に仕上げた後、分析した。又、分離した付着物は、「付着物」として別途分析した。分析結果は、表６に掲げた。尚、参考のた

表 6　西浦銅鐸及び伝羽曳山銅鐸の分析値

	西浦銅鐸	同付着物	伝羽曳山銅鐸A	伝羽曳山銅鐸B	伝羽曳山銅鐸C
銅	87.29	29.66	87.92	87.56	87.91
鉛	5.60	2.20	4.40	4.60	3.38
錫	4.31	1.66	3.14	3.03	4.52
鉄	0.19	9.77	0.013	0.015	0.012
マンガン	＊	＊	——	——	0.0004
ニッケル	＊	＊	0.064	0.068	0.08
コバルト	＊	＊	0.020	0.022	0.017
クローム	＊	＊	——	——	＊
アルミニウム	＊	＊	——	——	＊
マグネシウム	＊	0.057	——	——	＊
チタン	＊	＊	——	——	＊
バリウム	＊	＊	——	——	＊
亜鉛	0.002	0.040	0.0002	0.002	0.002
カドミウム	＊	＊	——	——	＊
蒼鉛	＊	＊	0.020	0.020	＊
アンチモニー	0.50	＊	0.52	0.51	＊
砒素	0.09	＊	0.23	0.29	0.002
金	0.002	＊	0.009	0.007	0.005
銀	0.15	＊	0.002	0.001	0.14
水銀	＊	＊	0.00017	0.00017	＊
タングステン	0.01	＊	0.020	0.020	＊
硅素	0.19	4.08	0.30	0.30	＊
炭素	0.083	＊	0.09	＊	＊
硫黄	0.34	＊	0.1748	0.2079	＊
燐	＊	＊	0.003	——	＊
硼素	＊	＊	——	——	＊
酸素	1.30	＊	2.257	2.330	＊
カリウム	——	0.18	＊	＊	＊
カルシウム	——	0.081	＊	＊	＊
不溶解残渣	＊	＊	0.49	0.41	＊
合計	100.057	47.746	100.67497	99.40307	96.0684

め、伝羽曳山銅鐸の分析値を併記した。表中、伝羽曳山銅鐸A及びBは、鐸身のほゞ中央部、左右のヒレより各々1個試料を採取した分析試料を表わし筆者が分析した結果であり、同鐸Cは、鐸身中央部の大型破片を亀井清氏が分析した値である。

分析方法はJIS-H-1211黄銅分析法及びJIS-H-1291銅及び銅合金の原子吸光分析法に準じて行なった。

表6中、分析試料の重量不足のためなどの理由で、分析し得なかった元素は、欄中に米印を記し、分析した結果、検出されなかった元素は欄中を横線にて記した。

6．金属組織

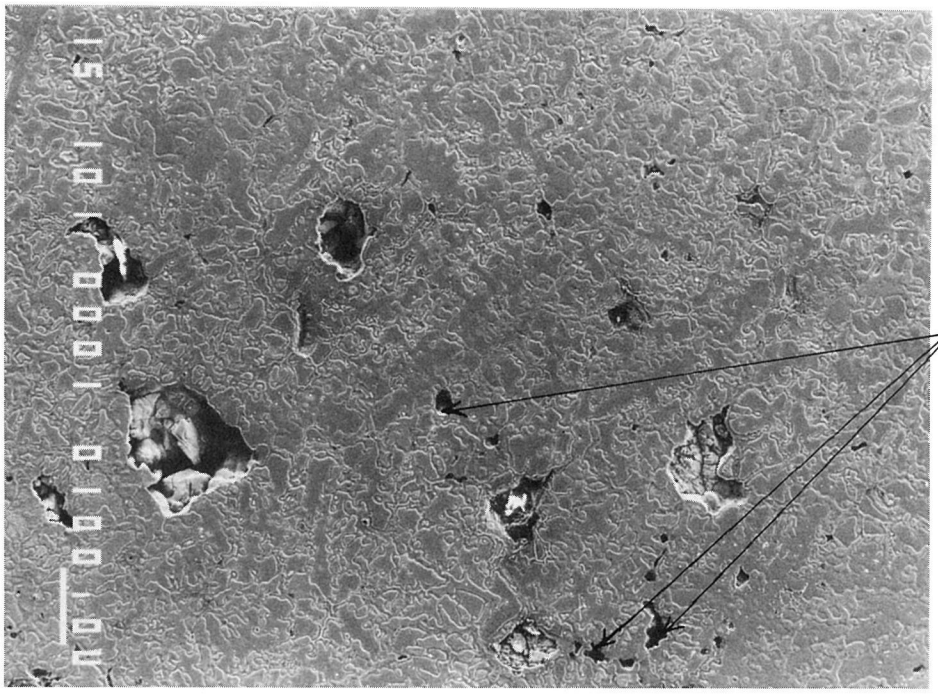
分析試料を採取する際に、試料を折り、その新しい破断面を実体顕微鏡を用いて観察した。破断面の組織は、やゝ粗であり、色は、黄味がかった赤色であり、分析値から推定される色である。破面の中には、濃紅色の球状の凹みの他に、白色鱗片状物質が点在するのが認められた。前者は、鋳物巣であり、その内面に亜酸化銅が生じているためである。表面に付着しているシルトの厚さは、外側面に於て、約0.5mm、内側面に於て、約0.1mmであるので、鐸身の厚さは、約2mmである。この面を研摩した後、腐蝕液で腐蝕着色し、バーサメット顕微鏡を用いて組織を観察した。その組織は銅錫の1次固溶体であるα相が樹枝状に発達し、その樹間を$(\alpha+\delta)$相が埋めており、鉛の微粒子が、樹間に点在している鉛青銅の典型的な組織を殆どの領域で示しているが、特に、この組織で筆者の注意を引いたのは、破面の観察の際に認められた白色鱗片状物質が、1視野に2～3個存在している点である。この物質は、球状、又は、多角形の形状を持ち、絹状の光沢を持ち、白色の粒子である。この粒子の最大の辺長は、約0.2mmであり、この顕微鏡観察によって、鉱物質の粒子であることが推定される。顕微鏡観察から、この鉱物質粒子は、鋳造品の金属組織中に見られる非金属介在物や、熔滓の捲き込んだものとは考えられず、添加原料の一部と考えられる。

この粒子の色や表面状態及び、表6の分析値からこの粒子は、鉛の化合物ではないかと考えた。

7．EPMAによる組織観察とミクロ組織の解析

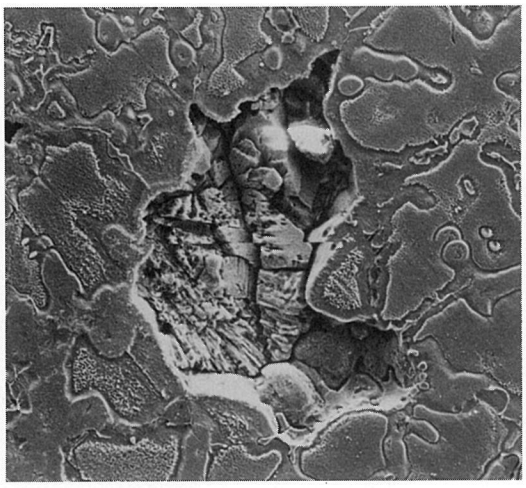
6に於て述べた白色の鉱物質粒子を解析するためEPMAを用いて、研摩面を観察した。写真17—①は倍率100の2次電子像写真である。この写真に於て、α相、$(\alpha+\delta)$相の結晶粒界は、明瞭に認められる。

凝固の際の収縮によると思われる鋳物巣が多数認められる。しかし、その中に、7個の多角形の空洞が存在し、その底部には岩石状の物質が存在しているのが認められる。写真17—①を更に倍率400で撮影した2次電子像写真が、写真18—①である。空洞底部に存在する物質はリバーパターンと呼ばれる脆性物質に特有な破面を有することから、この物質が、鉱物粒子であり、

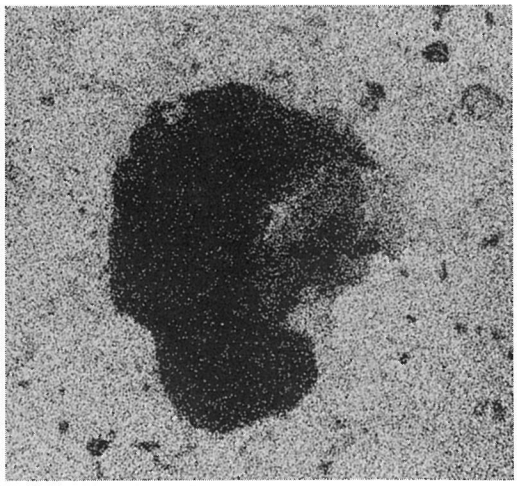


①EPMAによる研摩面の２次電子像(×100)

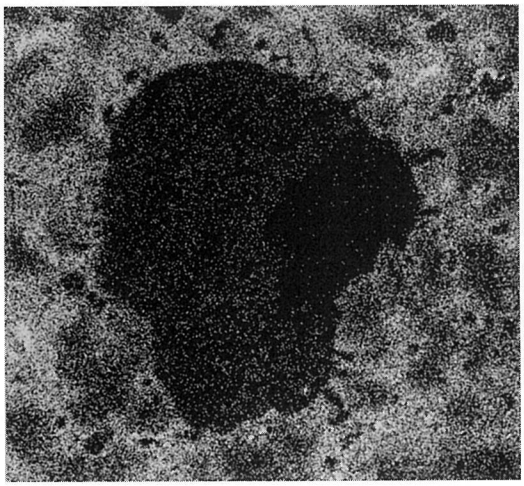
写真17　②鉱物粒子及び周辺の組成像(×400)



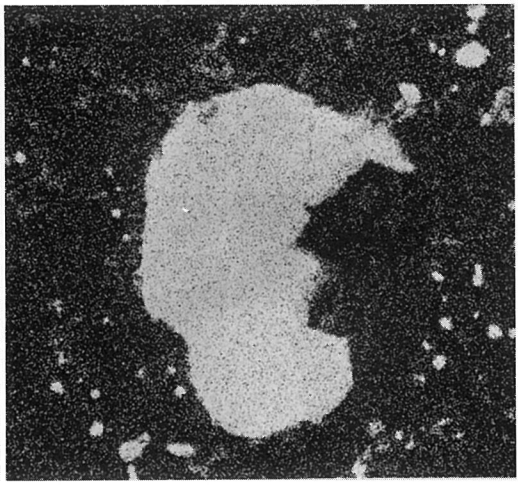
①写真17の空洞拡大像（×400）



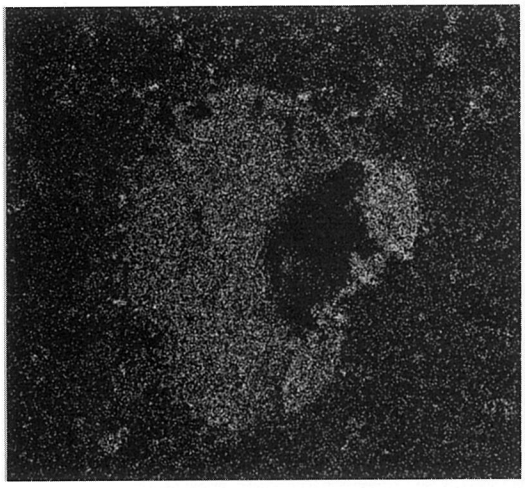
②銅Ｘ線像（×400）



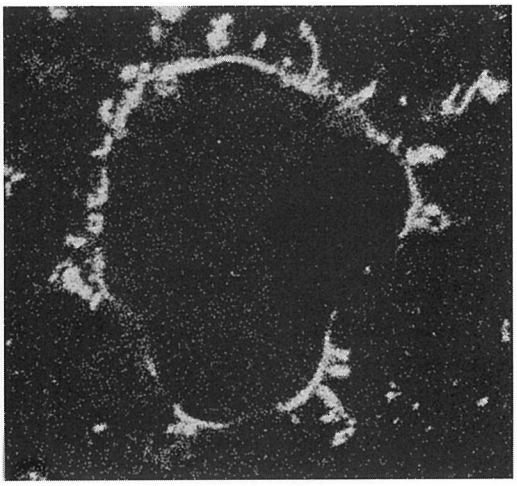
③錫Ｘ線像（×400）



④鉛Ｘ線像（×400）



⑤酸素Ｘ線像（×400）



⑥硫黄Ｘ線像（×400）

写真18

この空洞を満していた粒子が研摩などの機械的加工により剝離したこと、又、この空洞の深さから、この粒子は、柱状晶が集まった板状物質であることが判る。

写真17—②は、粒子の一部が欠けた問題の鉱物粒子と、その周囲の金属組織である。α相（$\delta+\delta$)相を矢印にて示した。α相は($\alpha+\delta$) 相に比べて、色調がやや濃い。($\alpha+\delta$) 相中に点在する白色の微粒子は、鉛である。濃い色調で、鋭角乃至直角の隅を持つ多角形の微粒子は、銅の硫化物である。

以上の結果は写真17—②を各元素毎に面分析して得た結果に基く。

写真18—②は、写真17—②の部分の銅のX線像である。この写真から、問題の粒子には銅が含まれていないことが判る。

写真18—③は、同部の錫のX線像である。この写真から、問題の粒子には、錫は殆ど含まれていないこと及び（$\alpha+\delta$)相中に、α相より多く錫が含まれていることが判る。

写真18—④は、同部の鉛のX線像である。この写真から、問題の粒子は、鉛が主成分であること及び（$\alpha+\delta$）相中に、鉛微粒子が点在していることが判る。

写真18—⑤は、同部の酸素のX線像である。酸素は、全体に僅かに点在するが、問題の粒子に特に密に存在する。

写真18—⑥は、同部の硫黄のX線像である。硫黄は、問題の粒子の外殻として存在する他、鋭角又は、直角の隅を持った多角形粒子の個所に存在する。

炭素のX線像を求めたが、問題の粒子の位置に微弱ながら認められた。

以上のEPMAによるミクロな組織の解析から、問題の白色鉱物粒子は、炭酸鉛($PbCO_3$)の組成を持つ白鉛鉱の分解した粒子であると考える。白鉛鉱は、斜方晶系に属し、柱状、又は、板状で存在するが、写真18—①はそのことを示している。又、白鉛鉱の (110) 面と ($\bar{1}10$) 面の作る角度は、62°46′である[6]が、2次電子像に於てもほゞ60°の角度で交叉する幾何学的な線跡が観察される。

Ⅳ まとめ

1．外観

西浦銅鐸には、埋蔵中の化学変化による腐蝕は、殆ど認められず、欠損も無いのは、シルト層によって、土中の空気や、その他の無機有機物質の水溶液と遮断されていたためである。又、出土点の地下水が中性であったためではないかと考える。

2．厚さ

西浦銅鐸の鐸身の厚さは約2㎜であり、伝羽曳山銅鐸のそれと同じである。一般に銅鐸の厚さは、形の大小を問わず、大凡2㎜であることは興味深いことと考える。

3．比重

表6の化学成分を持つ鉛青銅の比重は理論的には8.6であるが、7.9であるのは、鋳物巣の存在によるものである。伝羽曳山銅鐸の比重は6.14であるので、西浦銅鐸の組織の方が、はるかに緻密であり、より優れた鋳造技術を示している。

4．硬さ

この測定によって得られた値は、表6の成分を持つ鉛青銅鋳物の持つ正常な硬さである。

5．マクロな成分濃度

西浦銅鐸中の銅濃度は、伝羽曳山銅鐸のそれと、全く同じである。鉛、及び、錫に於ても僅かな差異があるが、分析試料採取個所の相異を考慮すれば、ほぼ同一の組成範囲にあると考えても良く、原料配合するのに、コントロールされた技術に基いたものと考える。

6．金属組織

西浦銅鐸は、伝羽曳山銅鐸に比べて、組織が緻密であり、錫の銅中への固溶は充分行なわれているので、適温で溶解鋳造されたものと考える。

7．EPMAによる組織観察

筆者は、弥生時代、青銅器の製作に使用する金属原料は自然銅のように、製錬不要の金属、又は、酸化鉱や炭酸鉱のように、還元が容易な鉱石を木炭で、還元した金属を原料に使用したと考えている。

伝羽曳山銅鐸の場合、自然銅が、そのまゝ原料とされたことを知ったが、西浦銅鐸の場合、鉛については、低温（約300°C）で容易に分解する白鉛鉱を細かく砕き、銅と錫の熔湯中に、鋳造直前に、添加したものと考える。

白鉛鉱は、熱分解し、酸化鉛と炭酸ガスに分解し、粉状の酸化鉛は、$(\alpha+\delta)$ 相中に含有せられるが、粒状の白鉛鉱は完全には分解せず、元の結晶形を留めながら組織中に包含せられ、前述の如く観察されたものと考える。

白鉛鉱には、しばしば、硫化銅鉱が伴なうが、X線像で認められた如く、この粒子の外殻物質が硫化銅であることからも知り得る。

このことを確めるため、筆者は、表6に示す濃度の銅及び錫をルツボの中で熔製し、その中に、市販の炭酸鉛の粉末を、必要量、鋳造直前に添加し、鋳造する実験を行なったが極めて、緻密な組織の鋳物を得た。

添加したものが、炭酸鉛粗粒と精製された炭酸鉛粉末の違いはあるが、この実験の結果から、白鉛鉱を還元しなくても、粉砕して添加することにより、前述のような成分を持つ銅鐸を鋳造することが出来ることを知った。

最後に、このような調査を行なう貴重な機会をお与え下さった羽曳野市教育委員会に対し厚

くお礼申し上げる。又、色々な助言を賜った橿原考古学研究所、末永雅雄所長に深く感謝申し上げる。

又、本調査に協力された三宝伸銅工業技術部の皆さんに感謝する。

参考文献

1）近重真澄、「東洋錬金術」内田老鶴圃　昭和４年

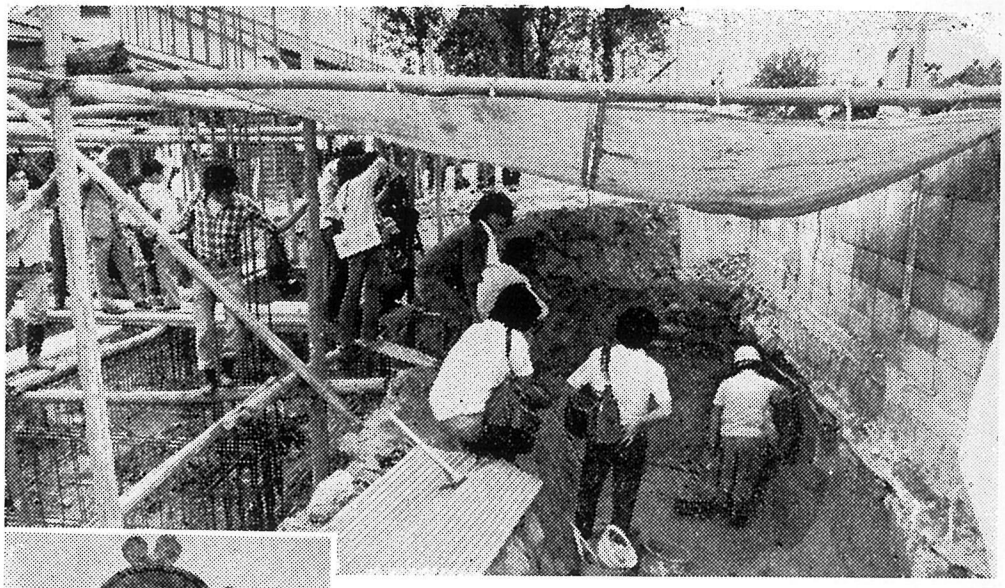
2）梅原末治、「日本考古学論攷」弘文堂書房　昭和15年

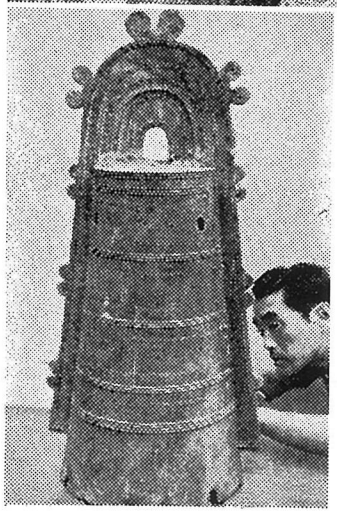
3）田辺義一、A Study on the Chemical Compositions of Ancient Artifacts Excavated in Japan J. of the Faculty of Science. Univ, of Tokyo, Sec. V. Vol. 11, 1962

4）亀井　清、「神戸市桜ヶ丘銅鐸の冶金学的研究」神戸市桜ヶ丘銅鐸銅戈調査報告書　1969年

5）久野雄一郎、「考古学論攷、第３冊、橿原考古学研究所紀要」橿原考古学研究所、昭和54年

6）須藤俊男、「鉱物化学」共立出版㈱　昭和18年





朝日新聞　1978年９月29日　朝刊

8．西浦銅鐸の保存処理と保管について

Ⅰ

西山要一

1978年9月、羽曳野市西浦の西浦小学校増築工事現場で発見された銅鐸は「金色に輝く銅鐸の発見」「サビていない銅鐸の発見として考古学界のみならず社会の耳目を集めました。この西浦銅鐸は工事中の偶発的発見という事態にも拘らず、羽曳野市教育委員会の素早い対応と適切な処置によって、埋納状態の判明する数少ない貴重な出土例となりました。さらに型式・文様の検討、組成成分の分析、鋳造技術の検討などによって、従来、銅鐸について未知であった部分の解明に大きな役割を果しつつあります。そして西浦銅鐸は又、銅製品の保存科学処置の研究にも大きな課題を投げかけました。

本稿では、西浦銅鐸の現状を検討し、現時点で採用し得る適切な保存処理と保管法を提示してみたいと思います。

Ⅱ

現在までに全国で発見された銅鐸はおよそ800点にも達しますが、そのほとんどは発見時に既に銅鐸全体が銅の錆、おもに緑青に覆われています。銅鐸を覆う緑青は、あたかも2,000年の歴史の衣を優雅に着こなしているがごとくに神秘に満ちた美しさをかもし出しています。

銅鐸は、鋳型に溶銅が鋳込まれ、冷やされ、そして鋳型から取り出されるとその途たんに表面から酸化（サビ）し始めます。鋳型から取り出された銅鐸は赤銅色に輝いていたと推定されますが、時間の経過とともに表面がしだいに赤黒色に変化していきます。この時、主として酸化銅が形成されます。さらにその表面に炭素などと結合して緑色や青色の炭酸銅が形成されます。これが緑青です。

これらの錆は一担形成されると安定した緻密な皮膜となって銅鐸を覆い、一種の保護膜の役割を果して内部までサビが進むのを防ぎます。2,000年間、空気の供給の少ない土の中で、徐々にこうした変化が進んでいくのです。

銅鐸の錆は模式的にはこのようなメカニズムで進むのですが、実際には、銅鐸の成分が不均一であったり、鋳込みが部分によっては悪かったり、あるいは埋蔵土壌の差などによって、酸化皮膜は必ずしも順次・完全に形成されるわけではありません。発見されて空気中に露れると、その急激な環境変化によって再び錆が進行し始めます。さらに何かの衝撃によって錆の皮膜が破られると、そこには斑点状に灰青色の柔かい錆が、吹き出すごとくに盛り上ってきます。これが「ブロンズ病」と呼ばれているもので、土壌から銅鐸に浸透した塩素と空気中の水が主原

因となって発生するものと考えられています。この「ブロンズ病」にかかると銅鐸は徹底的に破壊され粉々になって消滅していまいます。

銅鐸を今後50年、100年、いや永久に保存して後世に残しておこうとすれば、時として美しい錆を取り除かねばならないこともあるのです。

さて、西浦銅鐸の場合、発見時「金色に輝く」といわれたように緑青は全く見られず、黄褐色をしていました。地表下約2mの粘質土層を掘穿した坑内に横たえられ、砂混りの粘質土で埋められていました。発見場所は地形的には小さな谷の中にあって、粘質土層は地下水の通路を作り、坑内埋土は水をよく含んでいたために、銅鐸は水漬け（酸素欠乏状態）といえる程の状態にあったのです。これがかえって銅鐸の酸化を抑制し、緑青の全くない「金色に輝く銅鐸」の発見をもたらしたのだと思われます。

しかし、西浦銅鐸は、酸素欠乏状態にあって、しかも緑青の発生もないからといって全く酸化していないのかというと、やはり酸化していると言わざるを得ないのです。銅鐸を細かく観察していきましょう。

銅鐸表面の約半分は黄褐色をしています。これはほぼ水平に横たえた埋蔵状態の下半にあたる部分で、土壌中の鉄分と地下水中の鉄分が周囲の土を硬くかためながら銅鐸に沈着して形成したもので、銅鐸表面を皮膜のように覆っています。これは、あくまでも外より付着した鉄分であって銅鐸表面が変化したものではありません。

鉄分付着部分以外の銅鐸表面の大部分は灰褐色をしています。この灰褐色は0.5㎜程の厚さの層をなしており、銅鐸表面の酸化した部分と考えられます。袈裟襷文の中の斜格子文、胴下方や鰭・鈕の鋸歯文など細かく浅い鋳出し文様の中には、この酸化層の剝離によって消滅している部分がみられます。したがってこの酸化層を取り除くことは文様を損うことになってしまいます。しかし、同様に細かい文様で欠失した部分の中には鋳込み不良によるものも見うけられます。

銅鐸の内面はほぼ全面茶灰色をしていて、一見鉄製品のサビた状態を思わせます。工事関係者が発見した時、「これはバケツかな」と思ったのも無理からぬことです。その中に小さな暗赤色の斑点が数ヵ所見られますが、これは酸化銅と思われます。内面上端には暗灰色に焼けた鋳型（中型）が表皮状に付着残存しています。鋳型の検討ができる良い資料ですが、小さな衝撃や振動によって今にも剝離しそうな状態にあります。

鰭には1ヵ所、暗緑色の斑点が見られますが、これは炭酸銅（緑青）と思われます。

こうして細かく観察していくと、西浦銅鐸は緑青に覆われた従来の銅鐸とは様相を異にしていますが、決してサビていない銅鐸ではないということがわかります。

発見直後からこの西浦銅鐸を見つづけてこられた羽曳野市教育委員会の方々によると、出土

直後、金色といわないまでも、赤黄色をしていた銅鐸が、しだいに赤色が強くなってきているといわれる。当初、緑色の錆（緑青）は全く見られなかったともいう。発見後1年を経て、西浦銅鐸は明らかに変化しはじめています。表面にはしだいに暗赤色の酸化銅の部分が広がり、緑青も生じつつあります。このまま放置すれば、他の多くの銅鐸のように「緑青に覆われた銅鐸」に変化し、しだいに消滅にむかう可能性があるのです。

Ⅲ

西浦銅鐸の価値には計りしれないものがあります。あまりサビていないために組成成分の正確な分析ができ、鋳造技術の解明も可能なのです。又、何よりも、この銅鐸を使用していた弥生時代そのままの姿が窺えるのですから、これ程貴重な歴史資料は他にありません。

さて、前述のように西浦銅鐸は発見後、緑青が発生し、銅鐸の色調も黄褐色から赤褐色に変化しつつあることからも明らかなように日々、酸化が進んでいます。こうした貴重な歴史資料をこれ以上破損しないように措置をとって保存し、後世に伝えていく必要があります。

そこで、西浦銅鐸の保存処理方法について以下にふれてみたいと思いますが、これは現在以上に錆を進ませない現状維持のための保存処理であることを基本的な考えとしなければなりません。錆を促進する付着物や不要な錆はとり除きますが、これは銅鐸の形を損ねたり、質感を損うなど、歴史資料としての価値を失わせない限度内で行われねばなりません。

(1) 銅鐸表面に付着する鉄分の除去

土壌中や地下水中の鉄分が土と共に銅鐸表面に沈着してできた黄色の鉄錆の層は将来銅鐸の錆を促進するおそれがあるため取り除きます。さらにはこの鉄錆層の下にかくされた銅鐸文様を鮮明に出すことは、とりもなおさず、銅鐸の未知の部分の解明にも必要なことなのです。

銅鐸を有機溶剤（アルコール・キシレン・アセトン等の混合液）に浸漬するか、又は軽く洗浄して、この鉄錆層を柔らかくし、ナイフ、竹ベラ等を使って、銅鐸表面から剝離します。

(2) 塩素の除去（脱塩処理）

今まで数多くの出土した鉄製品や銅製品の保存処理を手がけてきましたが、海岸近くの遺跡であれ、山の中の遺跡であれ、出土した遺物からは多少の差はあるものの例外なく塩素の含まれていることがわかっています。西浦銅鐸も土中に埋もれている間に塩素が浸透していると見てまちがいないと考えられます。

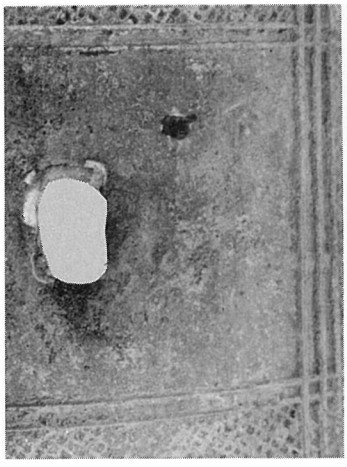
この塩素が水や酸素と結びついて引きおこす「ブロンズ病」は銅製品を形なきまでに徹底的に破壊する恐しい存在なのです。この「ブロンズ病」の根源を断つために塩素を溶かし出して除く処理（脱塩処理）を行います。

他の要因である水を断つことによっても「ブロンズ病」を防ぐことができますが、そうした

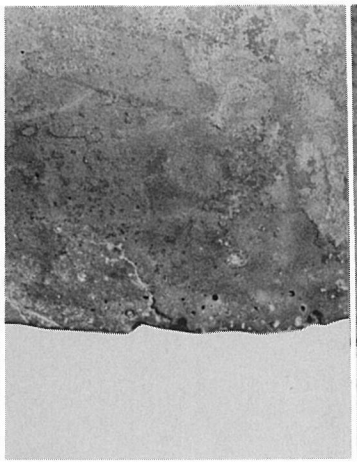
酸化銅の発生部分

鋳こみ不良部分

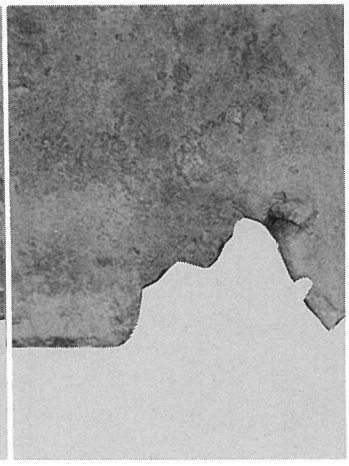
酸化銅の発生部分



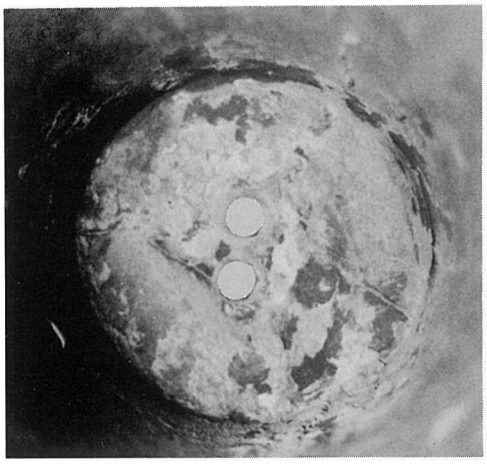
鋳つぎ



打撃による屈曲部分

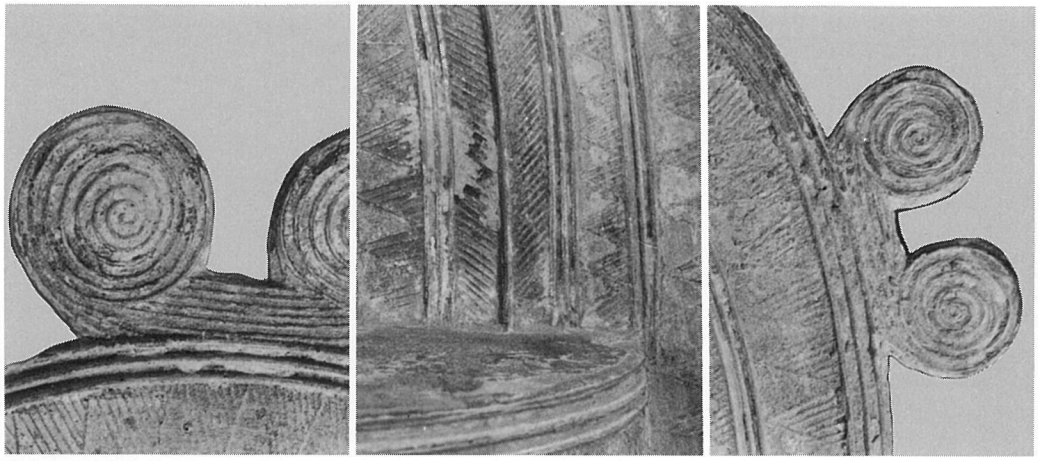


損壊部分

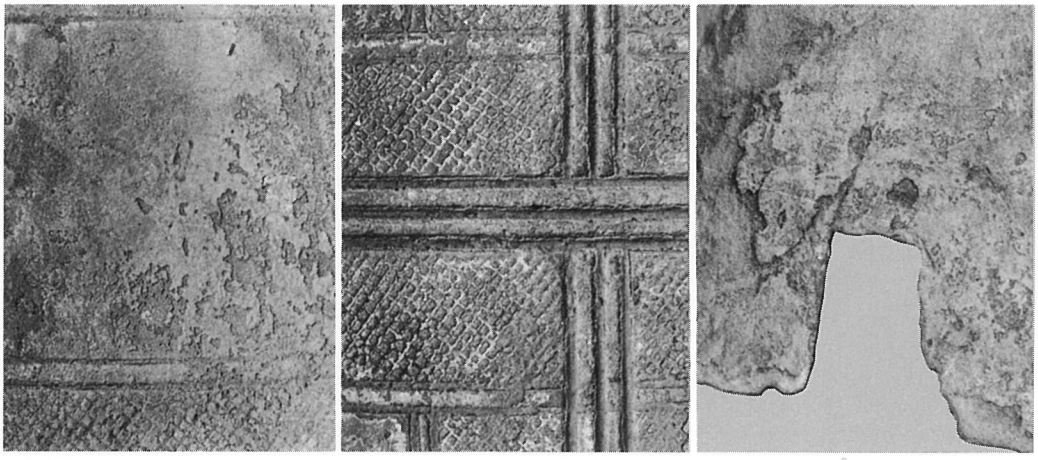


鋳型の中型残存状態

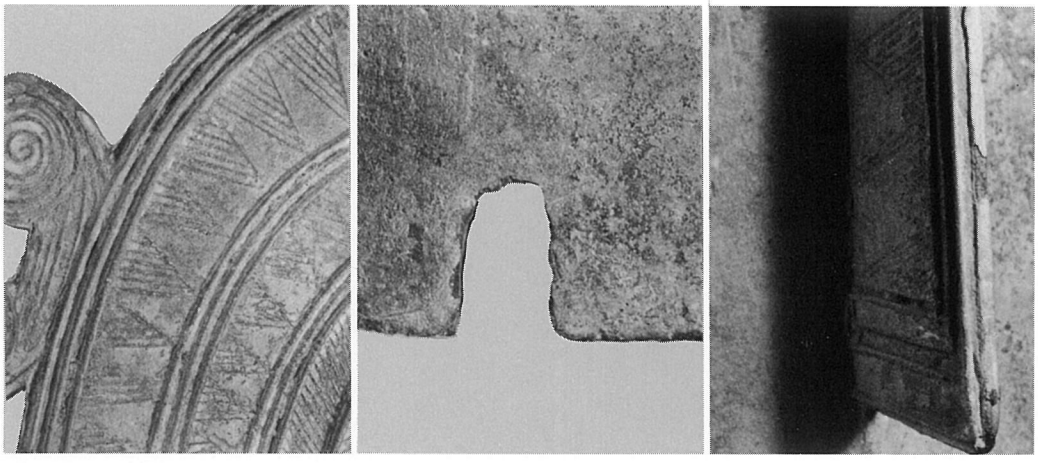
写真19　銅鐸の状態 1



土壌中・地下水中の鉄分の沈着による鉄錆層



銅鐸表面の酸化層の剝離



銅鐸表面の酸化層の剝離

写真20　銅鐸の状態 2

場合、常に乾燥した状態に保管せねばならないなど厳密な維持管理が必要とされます。主原因の塩素を取りのぞくことが最も大切なことです。

(3) 銅鐸の安定化

脱塩処理によってもなおかつ取り除かれない塩化物は薬品（ベンゾトリアゾール）処理によって固定して錆の進行を抑制します。この処理によって既に進んでいる錆であっても、不活性の安定した錆として、それ以上の進行を防ぐことができるのです。

(4) 樹脂含浸による銅鐸の強化

銅鐸は全体としては丈夫なのですが、錆の進行している部分や、鋳込み不良のためスになっている部分などは脆弱であるためにアクリル樹脂を含浸（しみ込ませる）して強化します。これは、又、前述のベンゾトリアゾール処理効果を持続させるためにも必要な措置なのです。

アクリル樹脂は、銅鐸表面に付着して光沢を生じ銅鐸の質感を損いますので、表面に付着した樹脂は拭き取ります。

(5) 銅鐸中型の固定

銅鐸内部上端には鋳型中型と思われる焼けた土が付着しています。これを分析すれば鋳型の材質が判明し、鋳造技術の解明に貴重なデーターとなります。こうした分析を行った後に、中型片に樹脂を含浸して強化し、かつ剝離を防ぐために銅鐸に接着、固定する措置をとります。

(6) 密閉乾燥ケースに保管

以上の保存処理は現在考え得る、又、実施しうる最良の方法と思われますが、今後、西浦鐸を永久に保存していくためには、さらに適切な保管環境を保っておく必要があります。その一方法として密閉乾燥ケース内に保管しておくことが考えられます。密閉乾燥容器は硫化物などの有害物質や水分を含む大気の影響を遮断するとともに直射日光、紫外線、埃などの自然環境からの影響をも断って錆の再発を防止することができます。さらにこのケースを保管と展示を兼ねたものに設計しておけば、西浦銅鐸の保存と活用という２つの要素を満足することができます。

以上６項目にわたって述べてきましたように、西浦銅鐸そのものの保存処理と処理後の適切な保管環境の確保があってはじめて永久に保存することができ、さらに研究や学習に活用する道が展かれるのです。

9．銅鐸中型片の組成と被熱変化

清水芳裕

銅鐸内面に残る中型片の分析から、材質の組成や被熱変化の状態など、いくつかの点が明らかになった。試料は次の２点である。

①銅鐸内部に剝落した状態の塊状片１点（約10㎜×５㎜×５㎜）

②舞部内面に付着した状態から採取した約50点の小片群

（最大約３㎜×２.５㎜×２.５㎜、最小約０.５㎜×０.５㎜×０.５㎜）

分析は、２点それぞれのプレパラートを作成し、偏光顕微鏡を用いて、砂粒の粒径や鉱物種、被熱変化の状態などを観察する方法をとった。試料①は全体が中型のある一部分を示す個体である（写真22－１）。一方試料②は約50個の細片を樹脂で固着して、１枚のプレパラート内に封じたものである（写真22－２）。したがってこの集合体は本来の中型を構成する位置関係を保ってはいないが、個々の破片は、中型のさまざまな部分の特徴を示している。

（１）中型本体の材質

①および②の多くの破片は、細粒砂とシルトの集合体と表現できるような材質で、粘土はごくわずかしか含まれていない。これが中型本体の組成を示しているものと考えられる。

含まれる鉱物では、石英が大部分を占め、斜長石（写真22－３・４）、カリ長石がついで多く、その他黒雲母、角閃石、輝石類、カンラン石、ジルコン、クロリトイドなどがある。その他岩片として安山岩、泥岩がごく少量みられる。パーサイト構造をとるカリ長石や、比較的大きな雲母の結晶がみられるなど、深成岩を主体とする地質構造に由来する砂粒が多く、遺跡付近の地質と矛盾するものではない。大部分の鉱物は、本来の新鮮な結晶状態を保っていることから、中型製造時の焼成温度は、低火度焼成の土器のそれと大差のないこと、つまり600～800℃程度であったことが判る。

（２）中型の構造

個々の破片の構造には２種類の異なった組成がみえる。そのひとつは、試料①とともに②の多くの部分を占める破片で、粘土分が非常に少なく、むしろ細粒砂あるいはシルト質といってもよい材質である（写真22－１・３・５）。一般の土器の胎土と比べると、砂粒がきわめて多く粗い。長径約１㎜に達する砂が少量で、大部分は０.１㎜程度の細粒砂からなる。これが中型本体のほぼ全体を占める組成であろう。この粗放な材質は、おそらく鋳造時の熱による伸縮を減少させること、発生するガスの除去などを意図しているものと考えられる。

他のひとつは、舞部内面に付着した試料②の中にいくつかみられる、非常に緻密な組成の部分である（写真22－５・６）。前者と異なり微細な砂と粘土で構成され、含まれる砂も0.03～0.05㎜程度の細粒からなる。この部分が銅鐸内面を平滑に鋳出し、さらには鋳離れをよくするために中型本体の外周部に付加された真土とよぶべき材質か、あるいは撫でによって生じた緻密な組成であると考えられる。これらは破片の１側面に限ってガラス膜が生成しており、鋳込みのさいに、溶解した青銅と接した部分であることを示している。この緻密な組成部分の厚さを示す良好な部分は見あたらないが、これらの破片は大部分が約0.3㎜～0.5㎜である。こうした観察から中型の構成を復原すると写真21のような状態が考えられる。

（３）被熱変化

緻密な組成をもつ破片の１側面にみられるガラス膜はきわめて薄く、多くは0.05～０.1㎜の厚さで薄い部分では0.02㎜である（写真22－５～８）。部分によってはガラス生成時に気泡が内部を移動したとみられる状態もあり（写真22－７）、こうした箇所では全体の厚さが約０.3㎜に達する。このガラス膜は黄白色の部分、赤褐色の部分などさまざまである。なかでも赤褐色の発色は、粘土の一部に含まれる鉄分が、ガラス化の過程で加わったことによるものである。このガラスは、鋳造時に形成されたものであるが、ガラス膜からわずかの距離にある砂粒も、熱変化をうけてないものが多い。銅鐸の器壁が薄いため、鋳込みのさいに溶融温度の維持された時間は比較的短く、型のごく表面だけに高温の影響を残したにとどまったものと考えられる。

ガラスの組成については京都大学理学部地質学教室、森 健氏、富田克敏氏の、また銅鐸鋳造鋳型の構造については難波洋三氏の御教示をいただいた。末筆ながらお礼申し上げる次第である。

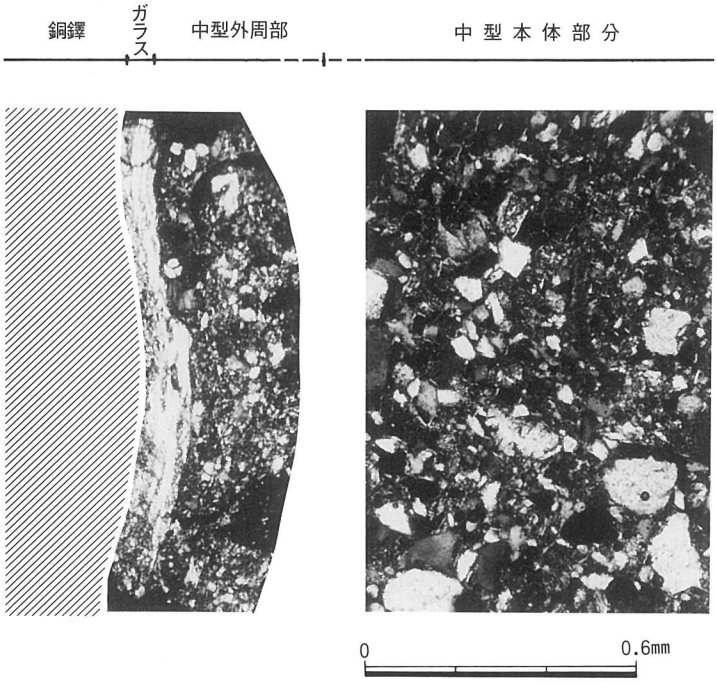
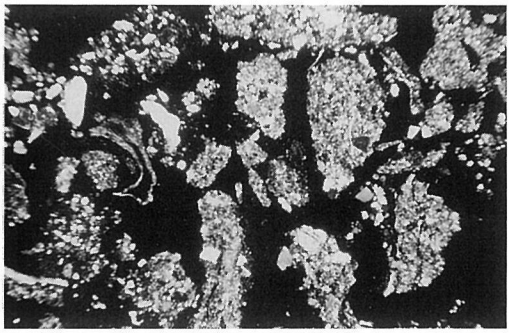


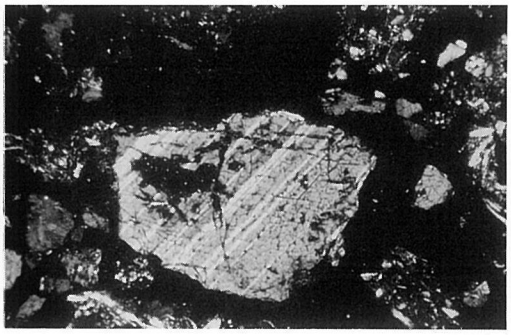
写真21　分析試料による中型の復原摸式

1．試料１の組織　×10

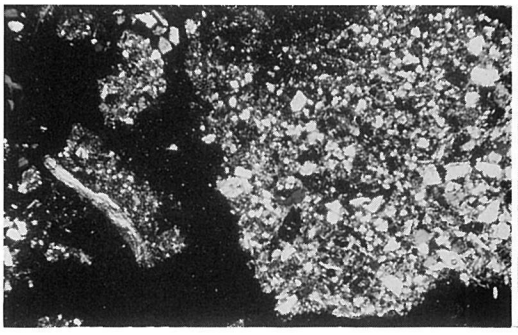


2．試料２の組織　×10

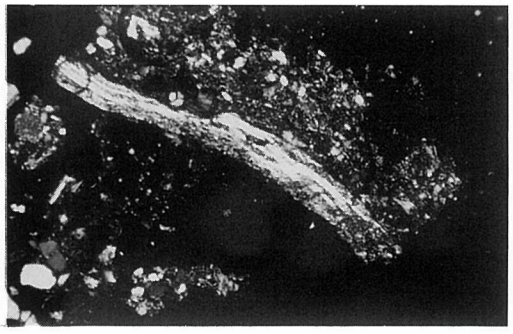
3．鉱物粒の集合　試料１　×45



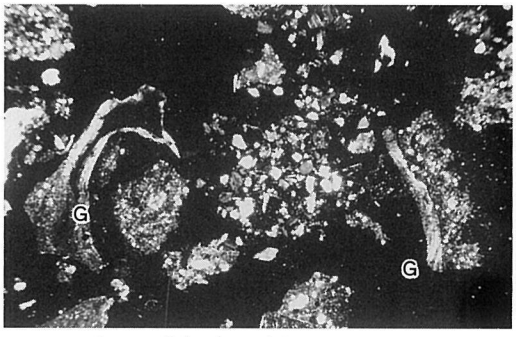
4．斜長石　試料２　×45



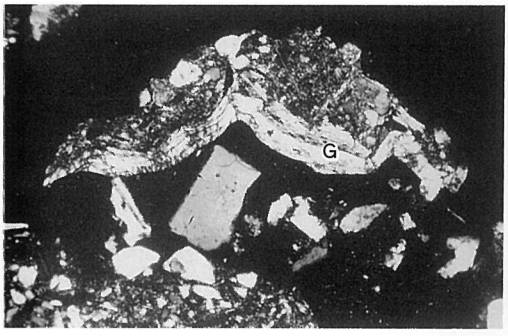
5．材質の精（左）・粗（右）　試料２　×18



6．精緻な材質部分（写真５の左）　×45



7．ガラス膜（Ｇ）　試料２　×18



8．ガラス膜（Ｇ）試料２　×45

写真22　中型片の材質（すべて直交ニコル）

10. 西浦銅鐸の科学的保存処理と保存管理

西山要一・増澤文武

1　はじめに

全国で発見された800余点の銅鐸のほとんどは、発見時に既に全体が緑青で覆われています。緑青は神秘に満ちた2000年の歴史そのものとして尊ばれています。

銅鐸は、鋳型から取り出されると同時にさび始めます。赤銅色の輝きは時の経過とともに赤黒色（酸化銅などの錆）に、さらに緑や青色（炭酸銅の錆、緑青）に変化します。これらの錆は一担形成されると緻密な皮膜となって銅鐸表面を覆い、内部に錆が進むのを防ぐ保護膜となります。

銅鐸の錆は、2000年の間に土中で徐々にこうして形成されるのですが、素材が不均一であったり、鋳こみが悪かったり、埋蔵土壌の性質などによって、錆の皮膜は必ずしも保護膜として完全に形成されるわけではありません。さらに、銅鐸は空気に曝されて急速にさび始め、斑点状の黄緑色の柔らかい錆が吹き出すように盛り上がってきます。この錆が、塩分が原因となって発生する「ブロンズ病（塩化銅の錆）」です。ブロンズ病に罹ると銅鐸は徹底的な破滅に向かうことになります。

西浦銅鐸は地下２ｍの粘質土層を掘削した坑内に横たえられ、水をよく含んだ砂混りの粘質土で埋められていました。水漬けの状態（酸素欠乏の状態）が銅鐸の酸化を抑制し、鉄分の沈着もあって「金色に輝く銅鐸」の発見を齊らしたのです。

しかし、西浦銅鐸には緑青が見当たらないからさびていないのかと言うと、そうではないことが細かく観察することによって判りました。銅鐸表面の約二分の一は黄褐色ですが、これは土壌中の鉄分が沈着し、銅鐸表面を皮膜状に覆ったものでした。この鉄分の皮膜の下と表面の残り約二分の一は灰褐色で、厚さ約0.5㎜の層をなしています。銅鐸表面がさびてできたものと思われます。また、銅鐸の内面は茶灰色ですが暗赤色の酸化銅の斑点が数カ所に、鰭には暗緑色の炭酸銅の斑点も見られます。西浦銅鐸は緑青に覆われた多くの銅鐸とは様相を異にしていますが、やはり、さびているのです（P55,56の写真19.20）。

発見から１年間、西浦銅鐸を管理してこられた羽曳野市教育委員会は、銅鐸全体に赤味が強くなり、また、新しい緑色の錆が発生していることを確認されています。西浦銅鐸はあきらかに変化しはじめていて、このまま放置すれば他の銅鐸と同様に「緑青に覆われた銅鐸」に変化し、しだいに消滅に向かう恐れがあるのです。

2　保存処理

「金色に輝く銅鐸」と言われた西浦銅鐸、この金色を詳しく調査すると、じつは土中埋蔵中に表面に沈着した鉄分でした。そして、この鉄分が酸化して赤味を増し、銅鐸の劣化を早める原因となる恐れがあること、新しい緑色の錆が発生していること、などから銅鐸の永久保存のために保存処理が行われることになりました。

西浦銅鐸は考古学上の貴重な遺物であるばかりか、未知であった銅鐸の成分や製作技法の解明に大きな役割を果たし、その保存状態の良好であるが故に、保存処理は慎重に行れねばなりません。そこで、「西浦銅鐸保存処理検討会」(註1)を開催し、保存処理の方針を(1)〜(7)のとおり決定し、①〜⑩の工程により保存処理を行いました（写真23）。

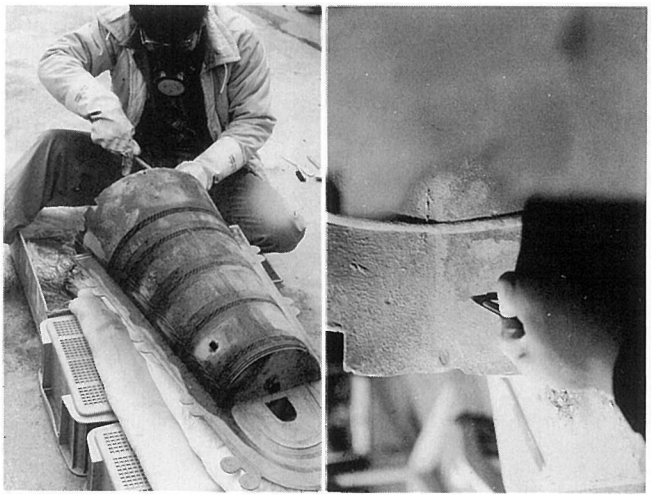


写真23　銅鐸の洗浄（左）と鉄分の除去（右）

《保存処理の方針》

(1)　表面に沈着した鉄分は取り除く

(2)　内部に残存する中型片を固定する

(3)　脱塩による銅鐸の無変化を確認の後塩素を取り除く（水酸化リチウム脱塩法）

(4)　塩化銅の錆の進行を防ぐ処理を行う（ベンゾトリアゾール法）

(5)　強化・防錆を行う（アクリル樹脂の含浸）

(6)　防錆のための樹脂塗布は艶を生じるので行わない

(7)　保管・展示両用の乾燥密閉ケースを作る

《保存処理の工程》

①　保存処理前の調査を行い、記録をとる

②　中型片をアクリル樹脂で固定

③　水酸化リチウム法による脱塩、3度繰り返す

④　メス・ハリを使った付着鉄分の除去

⑤　有機溶剤を使った洗浄

⑥　ベンゾトリアゾール法による銅錆の化学処理

⑦　熱風恒温乾燥機を使って充分に乾燥

⑧　アクリル樹脂（パラロイドNAD－10）を減圧含浸する、３度繰り返す

⑨　以上の工程の効果を検討し、補修する

⑩　保存処理後の調査を行い、記録をとる

3　保管・展示ケース

青銅製遺物の保存処理を行う上で、とりわけ重要な防錆措置である樹脂含浸と樹脂塗布、この両工程が揃って初めて大気中の水分を遮断して防錆の効果を発揮できるのです。西浦銅鐸の保存処理ではこの二工程のうちの樹脂塗布を行いませんでした。その理由は、樹脂塗布によっておこる銅鐸の色彩変化と艶を少なくするためです。そこで、樹脂塗布に代わる防錆法として保管展示兼用の密閉乾燥ケースを製作しました（図20）。

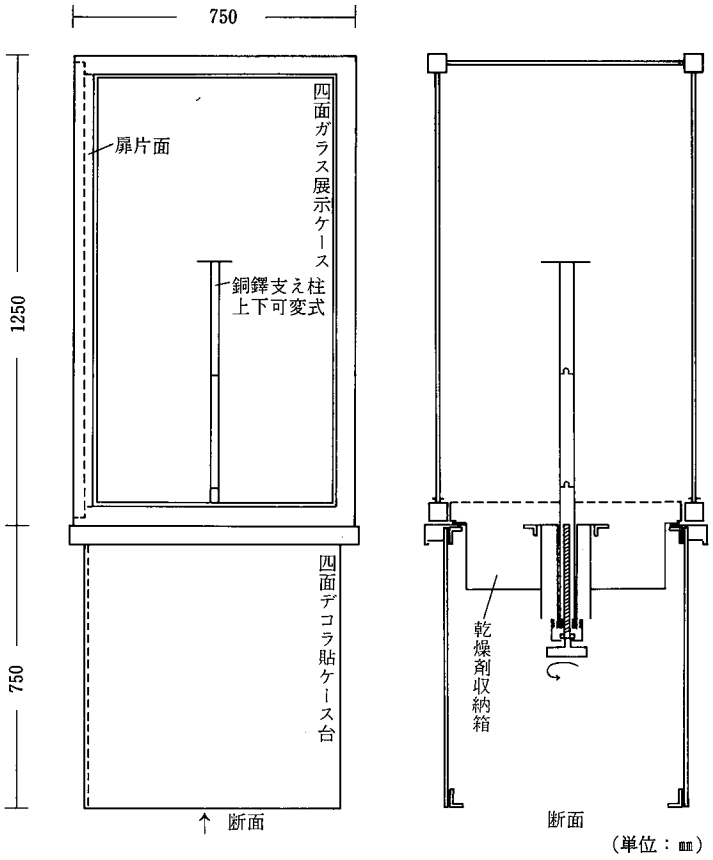


図20　西浦銅鐸保管・展示ケース

4　展開Ｘ線写真

西浦銅鐸のＸ線写真撮影には、展開Ｘ線写真撮影装置ＳＸＣＮ－１を使用しました（写真28、奈良大学保存科学研究室開発[註2]）。ＳＸＣＮ－１はＸ線をスリットで線状に絞り、銅鐸を回転させ

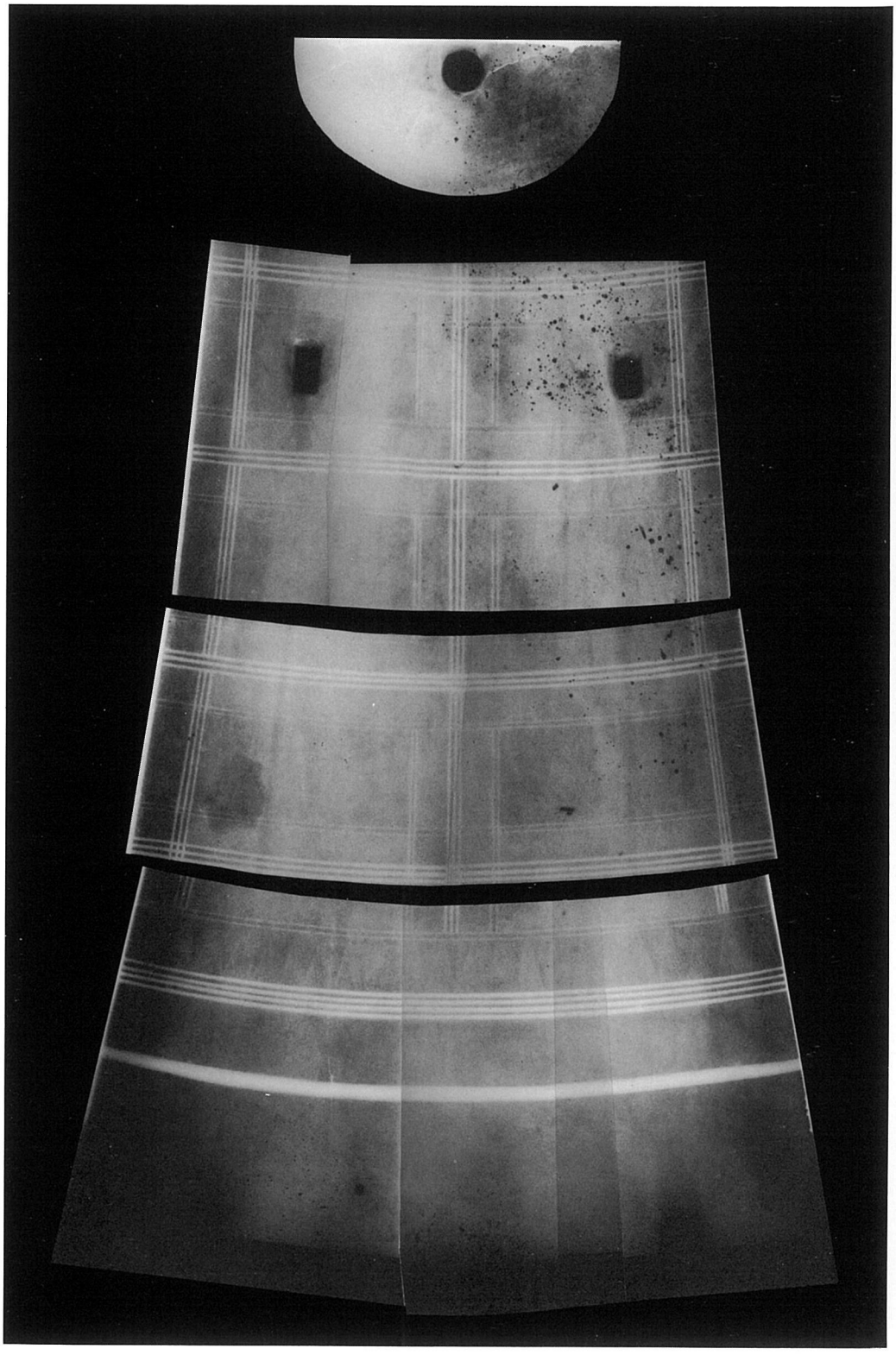


写真24　A面の鐸身と舞のX線写真

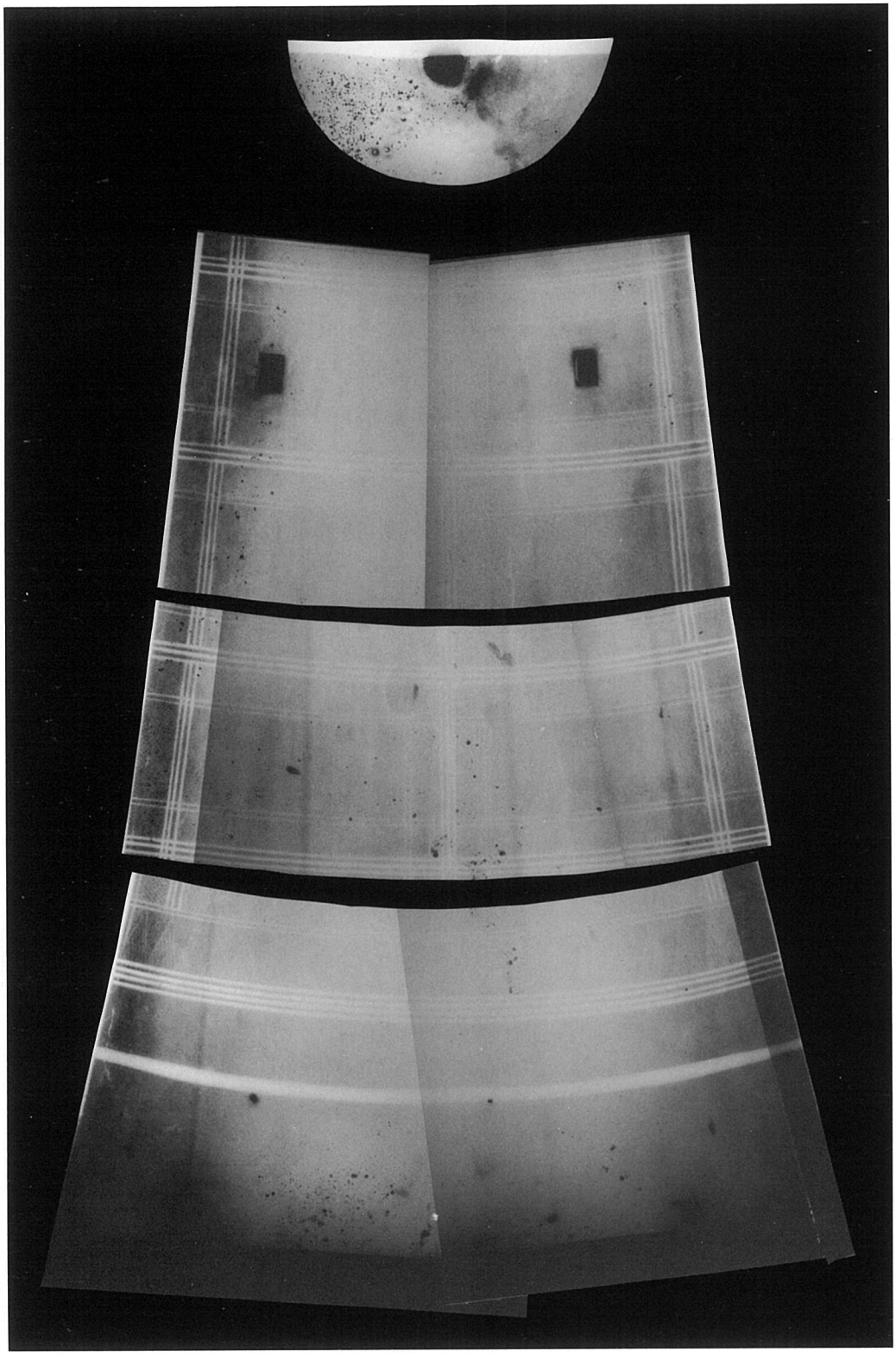


写真25　B面の鐸身と舞のX線写真

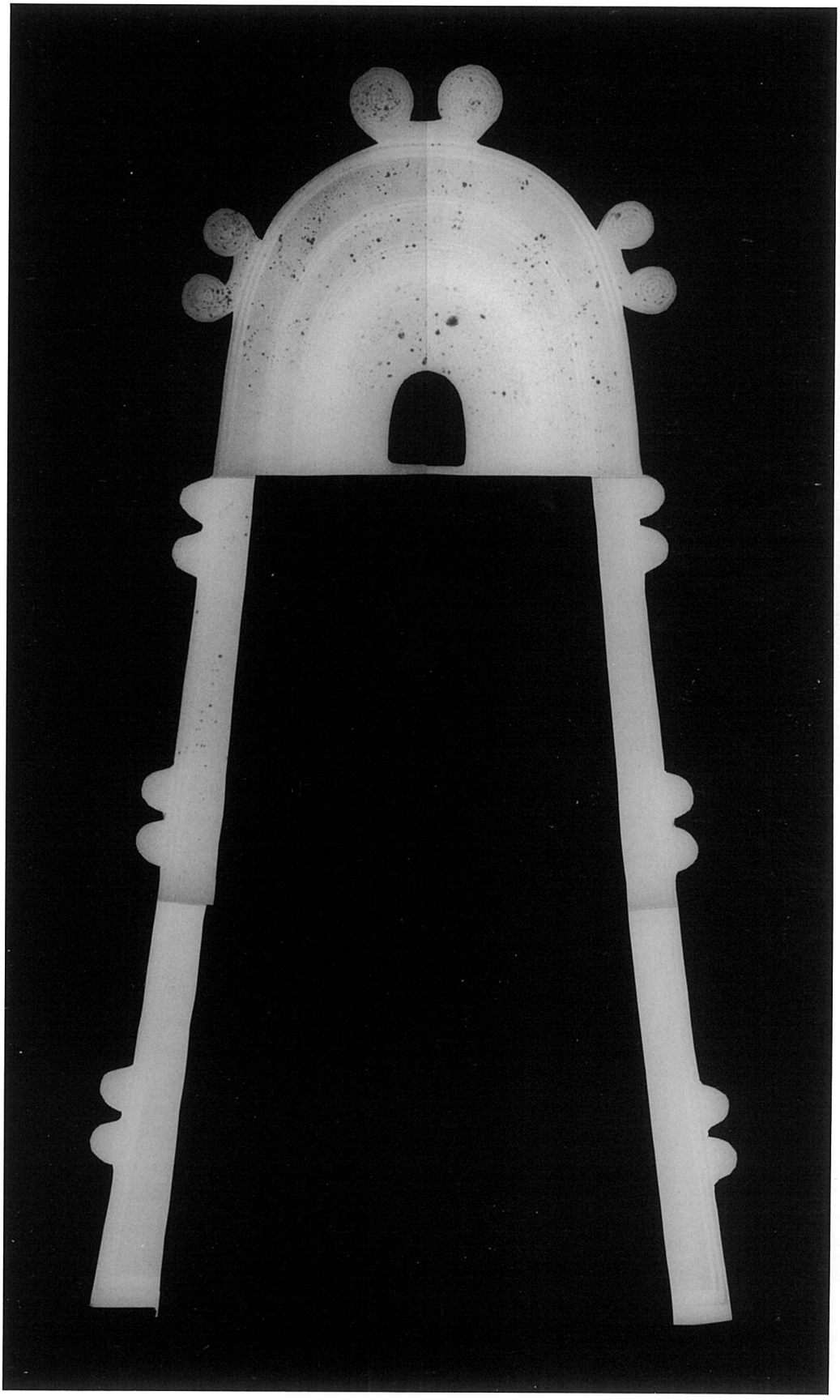


写真26　鈕と鰭のＸ線写真（Ａ面から）

つつ撮影するもので、銅鐸の鐸身部分を１枚のフィルムに撮影することができます。今回は四切フィルムを使用したため、展開Ｘ線写真撮影による鐸身部11枚と通常撮影による鈕・鰭・舞部７枚に分割撮影し、繋ぎ合わせました（写真24～26)。

従来の通常撮影によって西浦銅鐸の歪みの少ない展開Ｘ線写真を得るには、幅数㎝ごとに撮影し、これをおよそ100回繰り返して得たおよそ100枚のフィルムをモザイク画に繋ぎ合わせてやっと出来上がります。

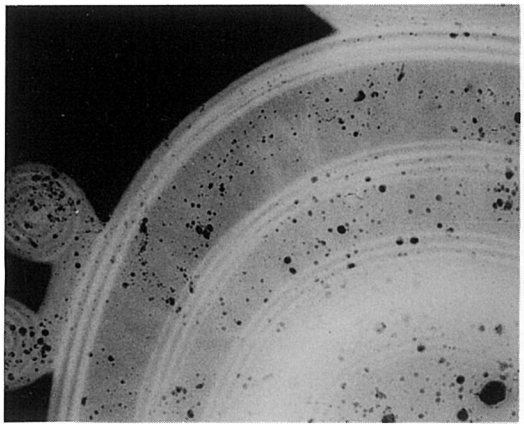
さて、銅鐸全体のＸ線写真を眺めますと、溶銅中のガスが抜けきらずに気泡となって残った巣の多さが目につきますが、巣は銅鐸全体に散在するのではなく、裾・鐸身上部・舞・鈕に集中しています。裾ではＡ面左下とＢ面左下に山形に集中し、鐸身上部ではＡ面右上とＢ面左上に集中し、舞では鐸身Ａ面右上と鐸身Ｂ面左上に連続する部分に集中しています。鈕では上部四分の三の肉厚の薄い部分に散在しつつＡ面右下（Ｂ面側から見ると左下）に延び、舞の巣の多い部分、さらには鐸身上部の巣の多い部分に連なっています。

銅鐸の鋳造は、鋳型を逆さまにして、つまり銅鐸の裾のほうを上にして、ここから溶銅を流し込むのですが、鈕では、文様が多く厚さが複雑に変化しているためか、厚さの薄い部分に多くのガスが抜けきらずに残留して巣となり、ここから抜けたガスは水平な舞で滞って多くの巣となっています。舞から抜け出たガスは、垂直にある鐸身へと移動しますが、ここでもガスが巣となって残留しています。裾では、銅鐸全体から抜け出てきたガスが漸く大気中に放出されるのですが、凝固とともに多くのガスが閉じ込められて巣となっています。

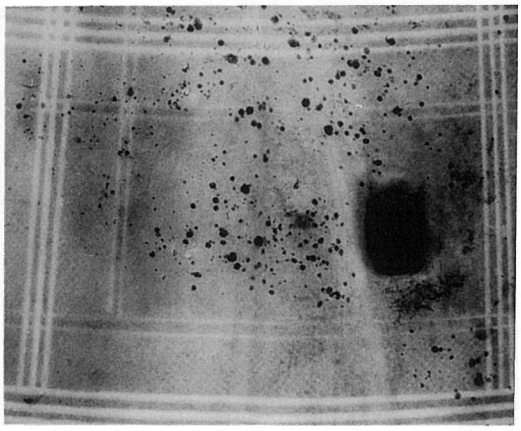
また、かすかにではありますが溶銅の流れの方向と順序を示す濃淡の境目の線がところどころに見えますし、異物の混入や鋳つぎ、中型の亀裂に起因する鋳バリ、さらには中型の偏りによりＡ面よりＢ面のほうの厚さがやや分厚くなっていること、など西浦銅鐸の鋳造技法を展開Ｘ線写真から的確に読みとることができます（写真27)。

以上の点を除けば、西浦銅鐸のＸ線写真像は極めて美しいものです。銅鐸表面のところどころに見られる緑・青・赤・紫がかった斑点状の錆の部分でも、灰色っぽく全体を覆う錆の部分でも、それらの錆はごく表面だけで内部深くには進んでいず、錆の下には、健全な金属が保持されていることを示しています。

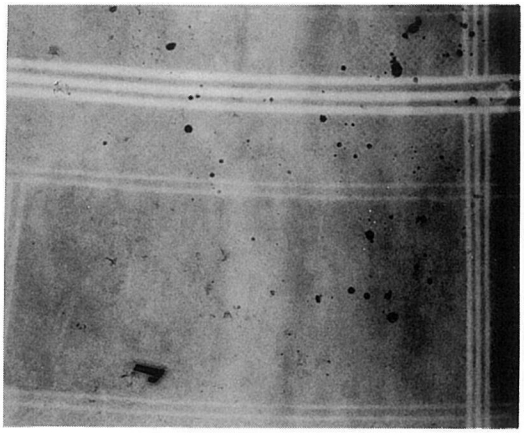
西浦銅鐸の見目の美しさは、保存の良さの表れでもあるのです。



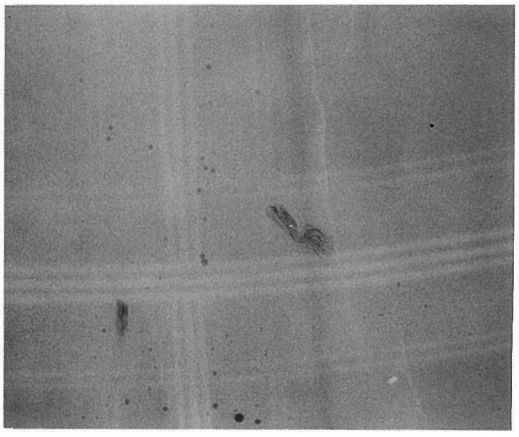
巣（肉厚の薄い部分にみられる）



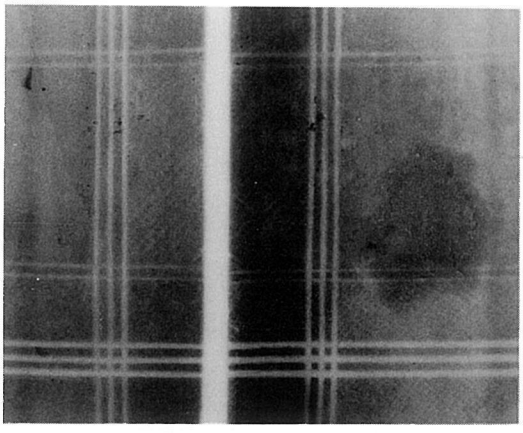
同　左



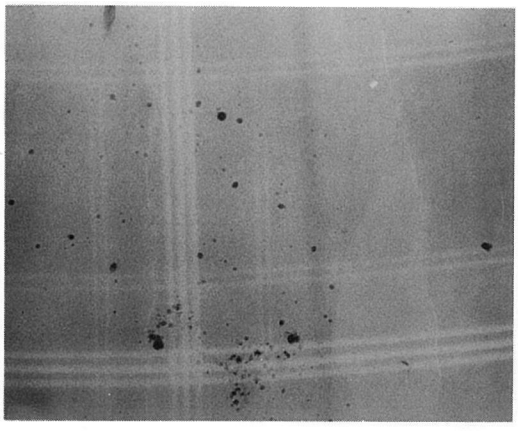
異物の混入



同　左



流入溶銅の境目と鋳つぎ（？）



中型亀製による鋳ばりと流入溶銅の境目

写真27　銅鐸のＸ線写真（部分）

5　色彩の変化

保存処理は銅鐸の形のみならず、色調や風合いを保存することも大切なのですが、合成樹脂を使用しますのでどうしても色調が変化します。勿論、色調変化は最小限度に止まるよう努力せねばなりません。

そこで、保存処理前（樹脂含浸前）１回と保存処理後（樹脂含浸後）３回の合計４回、銅鐸の表面と内面あわせて47カ所の色彩を測定し、色彩の変化を調べました。

写真28　展開Ｘ線写真の撮影

測定位置	Ａ面表面	16カ所	測定日時	樹脂含浸前	1982年 5月19日
	Ａ面内面	8カ所		樹脂含浸後Ⅰ	1982年 6月17日
	Ｂ面表面	18カ所		樹脂含浸後Ⅱ	1984年 2月15日
	Ｂ面表面	5カ所		樹脂含浸後Ⅲ	1991年 7月23日
合　計		47カ所			4回

色彩は赤から紫まで何十段階にも、何百段階にも区分することが出来ますし、人によって色彩の感じかたは様々です。そこで、色彩を客観的な数字で表す方法の一つでありますハンターＬａｂ系（R.S.Hunterが考案した）で測定しました。これは、色彩の変化を継続して調査するのに非常に便利な表示方法です。

ハンターＬａｂ系で西浦銅鐸の内外面の決められた47カ所を、樹脂含浸前と樹脂含浸後の４回測定し、変化の大きさ（色差・ΔＥ）[註3]をグラフにまとめてみました（図21）。

グラフの縦軸は色彩変化の大きさ（ΔＥ）、横軸は時間経過で０点は樹脂含浸前、Ⅰは樹脂含浸後Ⅰ、Ⅱは樹脂含浸後Ⅱ、Ⅲは樹脂含浸後Ⅲを示します。グラフの ―― 線は樹脂含浸前の色彩を０基準とした変化、- - -　線は樹脂含浸後Ⅰを０基準とした変化を示しています。

最も標準的な変化を示します(5)Ａ面外面４（灰色っぽい錆の部分）のグラフを検討してみますと、樹脂含浸によって大きく色彩が変化（樹脂含浸後Ⅰ、ΔＥ＝9.5）しますが、２年後にはやや樹脂含浸前の色彩に近づき（樹脂含浸後Ⅱ、ΔＥ＝8.8）、９年後には樹脂含浸前の色彩に大きく近づいています（樹脂含浸後Ⅲ、ΔＥ＝1.9）。樹脂含浸後Ⅰを基準にした色彩変化で

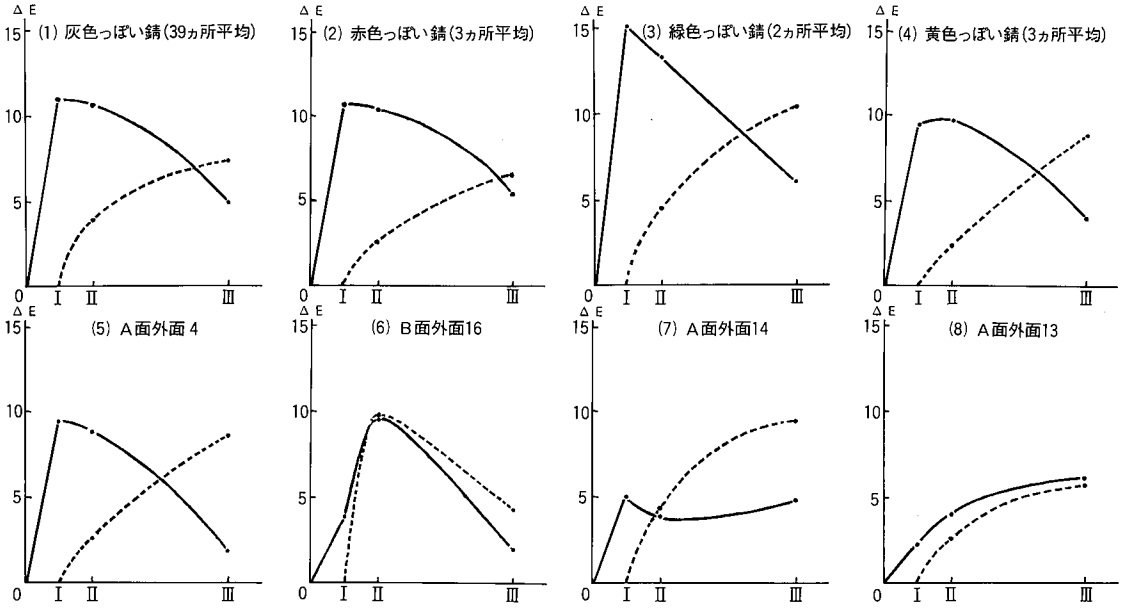


図21　銅鐸の色彩変化

は、逆に樹脂含浸後II（ΔE＝2.5)、樹脂含浸後III（ΔE＝8.6）へと変化を大きくしています。

(1)灰色っぽい錆の部分39カ所　(2)赤色っぽい錆の部分３カ所　(3)緑色っぽい錆の部分２カ所　(4)黄色っぽい錆の部分３カ所のそれぞれのグラフは錆の色毎にどのような色彩変化があるのか、色彩変化に差があるのかどうかを見ようとするものですが、どの色の錆も同じように樹脂含浸前の色彩に大きく近づいています。

ところが、灰色っぽい錆の部分39カ所のなかに、変わった変化を示すものが３カ所あります。(6)B面外面16は樹脂含浸後（樹脂含浸後Ⅰ、ΔE＝3.9）も色彩変化は大きくなり続け（樹脂含浸後II、ΔE＝9.6）ますが、その後は樹脂含浸前の色彩に大きく近づいています（樹脂含浸後III、ΔE＝2.0)。また、樹脂含浸後Ⅰを基準にした色彩変化では、樹脂含浸後II（ΔE＝9.8）で大きく変化し、樹脂含浸後III（ΔE＝4.3）で樹脂含浸後Ⅰの色彩に近づいています。(7)A面外面14は樹脂含浸後（樹脂含浸後Ⅰ、ΔE＝5.0）も色彩変化はいったん小さくなりますが（樹脂含浸後II、ΔE＝3.9）ますが、その後、樹脂含浸前の色彩からやや遠ざかっていきます（樹脂含浸後III、ΔE＝4.8)。(8)A面外面13は樹脂含浸後（樹脂含浸後Ⅰ、ΔE＝2.2）も色彩変化は大きくなり続け（樹脂含浸後II、ΔE＝4.0)、やや緩やかになりつつも色彩変化は大きくなり続けています（樹脂含浸後III、ΔE＝6.1)。

色彩変化調査の結果は、樹脂含浸によって銅鐸全体の色調が暗くなったものの、９年を経て樹脂含浸前の色彩に徐々に近づいてきたことを示しています。この変化を齊らしてた要因は含

浸用樹脂の単なる見掛け上の変化なのか、樹脂の劣化なのか、銅鐸表面の錆の変化なのか、今後も調査を継続し、要因をつきとめたいと思います。

（註１）西浦銅鐸保存処理検討会は次のメンバーで構成し（敬称略、所属は当時のもの）、1981年９月４日元興寺文化財研究所文化財保存処理センターで開催しました。

笠井　敏光　（羽曳野市教育委員会）

加藤　勝巳　（羽曳野市教育委員会）

佐原　　眞　（奈良国立文化財研究所）

田代　克己　（帝塚山短期大学）

増澤　文武　（元興寺文化財研究所）

西山　要一　（元興寺文化財研究所）

安井　幸雄　（元興寺文化財研究所）

松田　隆嗣　（元興寺文化財研究所）

内田　俊秀　（元興寺文化財研究所）

また、浪貝　毅（文化庁）、沢田　正昭（奈良国立文化財研究所）両氏の御指導・御意見をいただきました。

（註２）展開Ｘ線写真の撮影にあたっては、奈良大学文学部文化財学科学生の助力がありました。

３回生　太田浩司　木村健治　近藤顕子　瀬尾真由美

４回生　中村剛彰　中村陵子　藤田由里　松本堅吾　山田哲也

聴講生　清水健二

研究生　袁紅

（註３）色彩変化の大きさΔＥの値はおよそ下のような変化を示します。

0.0 ～ 0.5	極めてわずかに異なる
0.6 ～ 1.5	わずかに異なる
1.6 ～ 3.0	感知しうるほどに異なる
3.1 ～ 6.0	著しく異なる
6.1 ～ 12.0	極めて著しく異なる
12.1 以上	別の系統色になる

11. 銅鐸中型の胎土分析

三辻利一

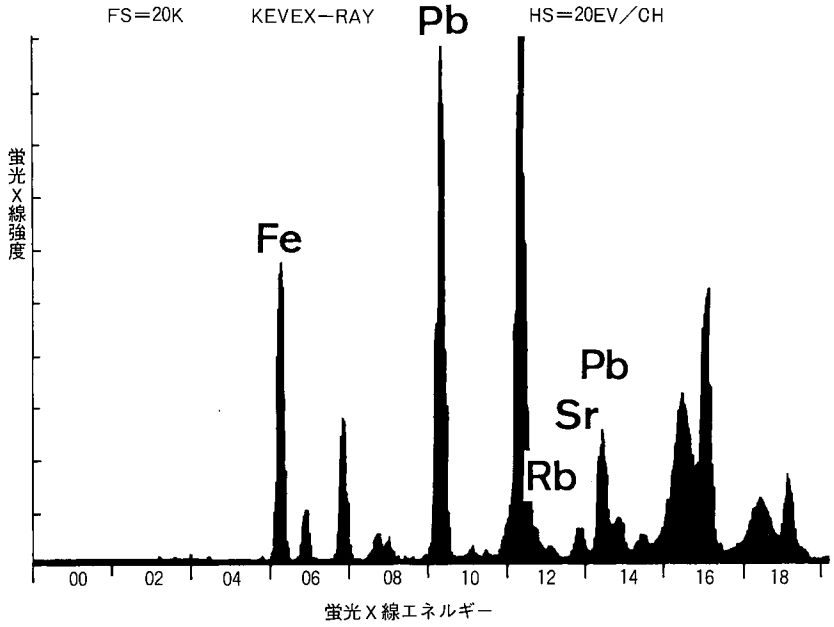
銅鐸の生産地を知る手掛かりを得るため、中型の一部と思われる銅鐸内壁に付着した焼けた粘土の蛍光X線分析を試みた。試料は銅鐸内壁の2ヶ所に付着した粘土（A、Bとする）である。これらを100～200メッシュ程度に粉砕したのち、塩化ビニール製リングを枠にして約15トンの圧力を加えてプレスし、内径20㎜、厚さ3～5㎜の錠剤試料を作成した。Tiを2次ターゲットにして真空中でK、Caを、また、Moを2次ターゲットにして空気中でFe、Rb、Srを測定した。分析値は同時に測定した岩石標準試料JG－Iによる標準化値で表示された。

はじめに、測定された蛍光X線スペクトルの一例を図22に示す。CuとPbの大きなピークが観測され、相当量のCuとPbが中型の粘土中に溶け出していることがわかる。Feのピークも観測されるが、これははじめから粘土中に含まれていたものと思われる。これら以外の金属元素はとくに観測されていない。K、Ca、Rb、Srの分析値は表7にまとめられている。粘土の十分な分析データはないので、これらの分析値は筆者の手元にある埴輪の分析データと対応させてみた。その一例が図23に示されている。羽曳野市の土師ノ里・誉田白鳥窯の埴輪には対応しない。中型粘土には表7をみるとCa量もかなり多く、この点で高槻市周辺の埴輪にも対応しない。筆者の手元にある畿内の数千点の埴輪のデータをみると、K、Rb因子よりもCa、Sr因子の方が有効な地域差を示しており、Ca、Sr量の多いグループと少ないグループに二分される。さらに、大阪府・奈良県下の花崗岩類のデータをみると、葛城・金剛山系の花崗岩類にはCa、Sr量が多く、六甲山、生駒山、笠置山などの花崗岩類にはCa、Sr量は少ない。これに対応するように、葛城・金剛山系周辺の古墳から出土する埴輪にもCa、Sr量が比較的多いものが多い。このことを考慮に入れると、中型粘土の産地、すなわち、銅鐸の生産地は葛城・金剛山周辺の地域が有力と推定される。これ以上の詳細な点についてはこの地域の粘土や古墳出土埴輪を詳しく分析しないと言及できない。図24には古墳出土埴輪胎土との対応の一例をあげておく。島ノ山古墳の埴輪の胎土は比較的、銅鐸中型の粘土に近い特性をもっていることがわかる。

中型胎土	$\overline{K}$	$\overline{Ca}$	$\overline{Fe}$	$\overline{Rb}$	$\overline{Sr}$
A　粘　土	0.448	0.726	2.41	0.048	0.706
B　粘　土	0.464	0.603	2.35	0.155	0.756

表7　中型胎土の蛍光X線分析データ

A粘土の蛍光X線スペクトル



B粘土の蛍光X線スペクトル

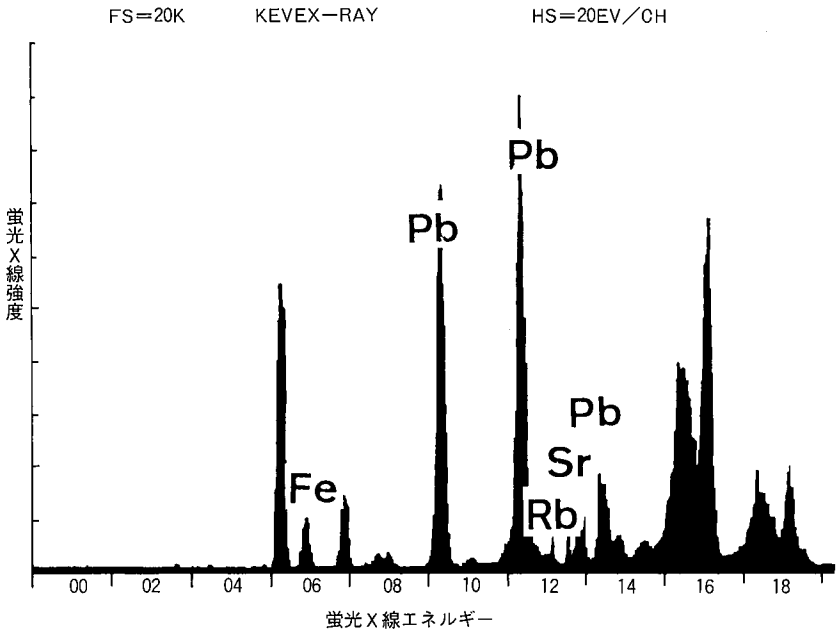


図22　銅鐸内壁に付着した粘土の蛍光X線スペクトル

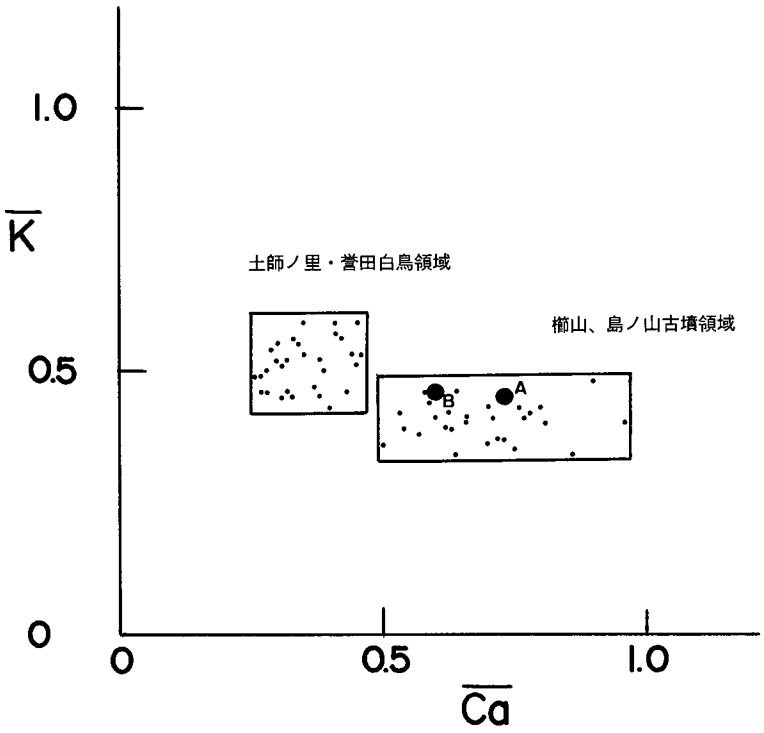


図23　中型胎土のK－Ca分布

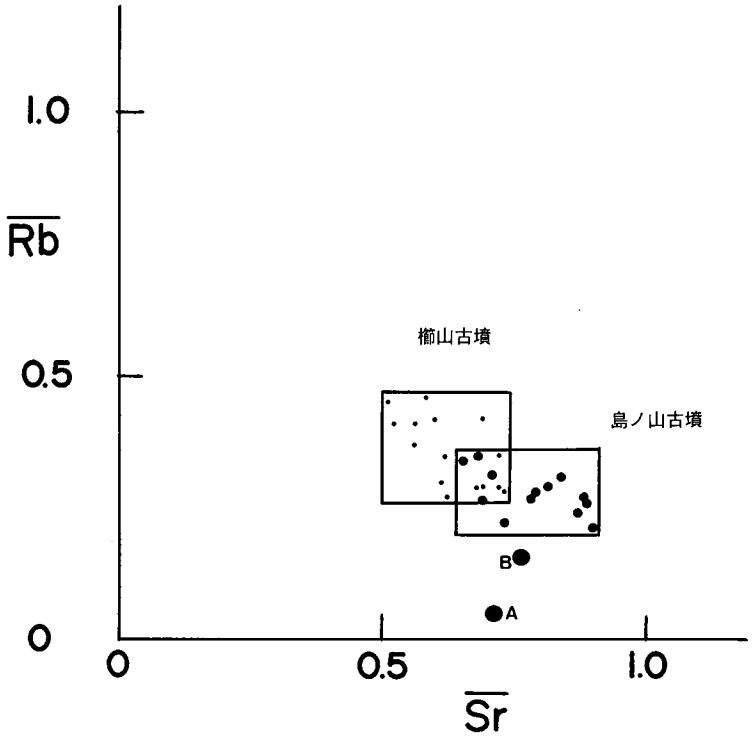


図24　中型胎土のRb－Sr分布

あ と が き

西浦銅鐸は、出土状況が明らかであるとともに鋳上がりや保存状態も良好であることから出土以降の銅鐸研究や弥生文化を考える上で欠かせない資料として扱われてきました。

銅鐸に関する書物や展示には必ずといっていいほど登場し「袈裟襷文銅鐸」や「突線鈕式銅鐸」また「近畿式銅鐸」の代表として、さらに「輝く銅鐸」としてカラーで掲載されることが多くなりました。

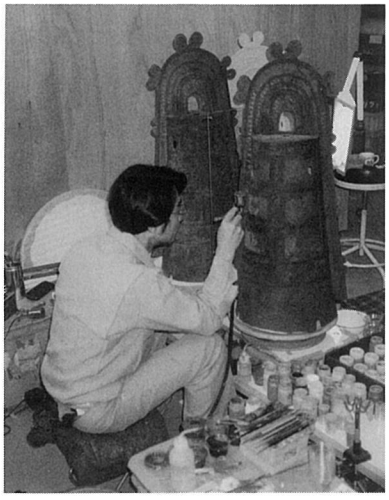


写真29　　複製品の製作風景

平成２年には、より広くこの美しい姿をみていただくためにレプリカ（複製品）を作成し、将来の貸出しに備えることにしました。

また、国の重要文化財に指定されたことを記念して、平成３年度の文化財普及・啓蒙活動をこの銅鐸を中心テーマとすることになりました。

例年陵南の森公民館で開催している歴史講座のテーマを「謎の祭器　銅鐸」として全５回の連続講座を開催します。また、毎年開催して好評を得ている秋の歴史シンポジウムのテーマも「徹底討論　銅鐸」として、市民の方々と共に１日かけて銅鐸について考えようと企画しています。さらに、記念のテレホンカードを作成し、この美し姿を羽曳野の文化財の代表として広く頒布することも考えています。

昭和55年に刊行した前報告書が早くに品切れの状態となりました。それ以来、研究者をはじめ一般の方々からの強い要望もありましたので、重文指定を機会に復刊することとなりました。なお、前著以降に行った分析結果なども掲載して、その充実を計ることができました。

今後とも総合的に各方面からの検討を加え「謎の銅鐸」について少しでも解明されるよう調査・研究を行って参りたいと思いますのでよろしくお願いいたします。

重要文化財
西浦銅鐸

羽曳野市埋蔵文化財調査報告書24

発行　1991年9月23日
編集　羽曳野市教育委員会
羽曳野市誉田4－1－1
0729－57－1221
印刷　㈱中島弘文堂印刷所

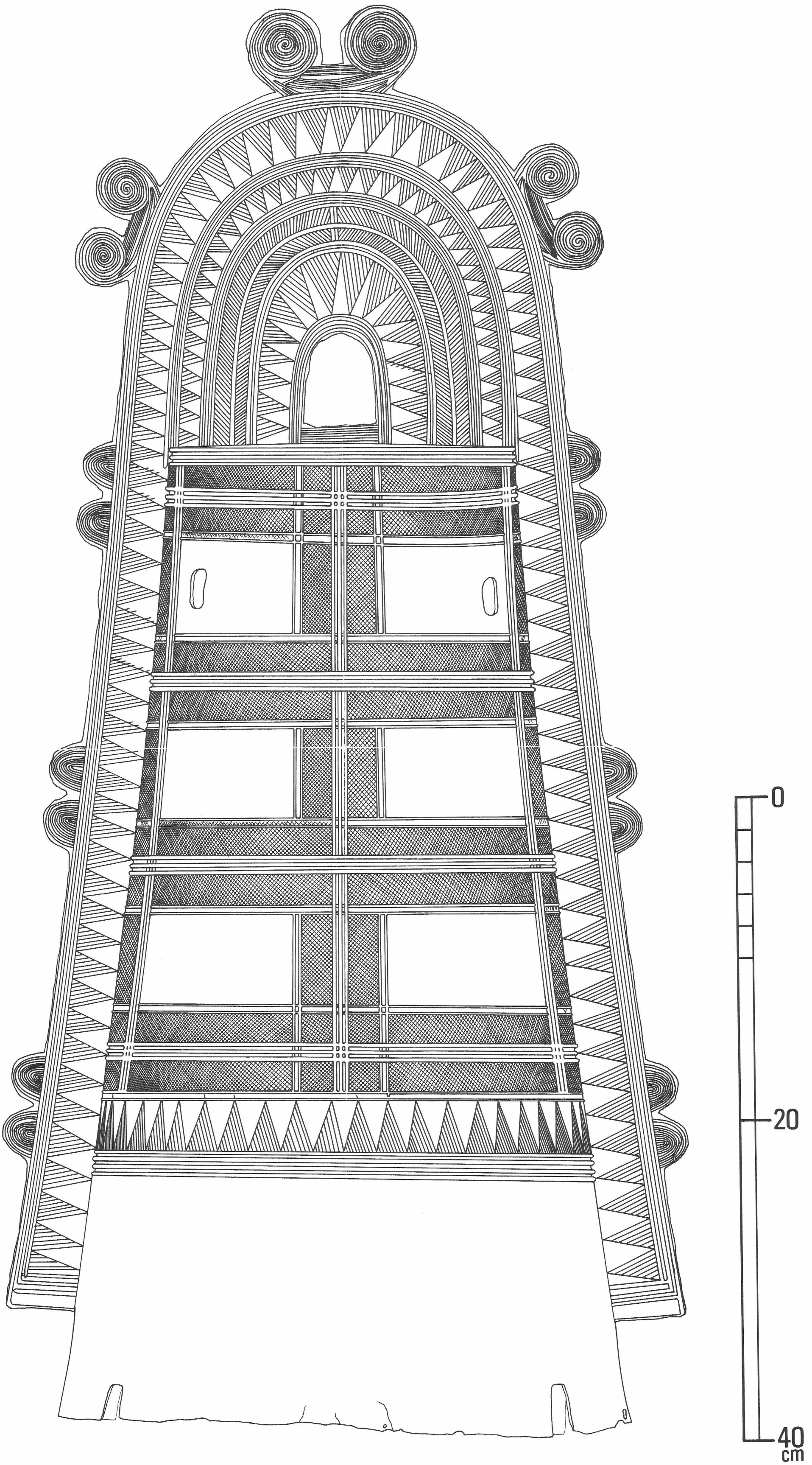


図15　A面実測図

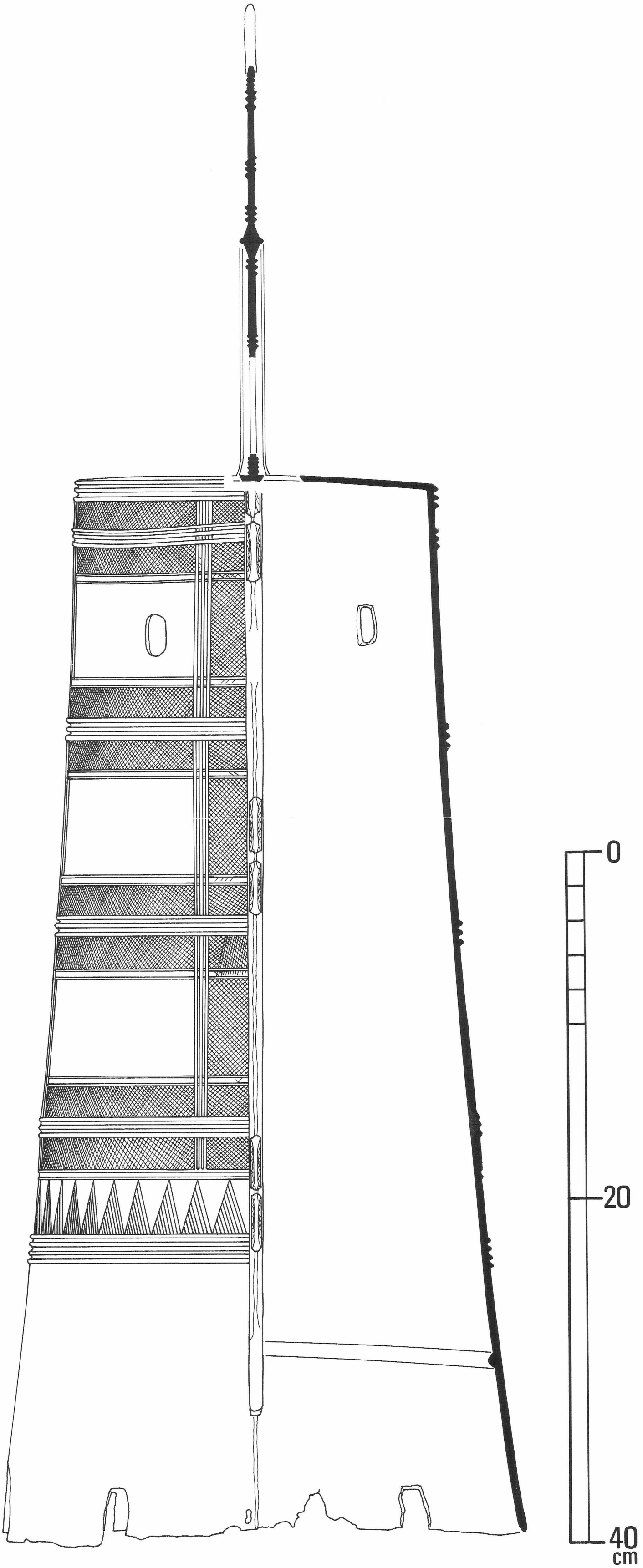


図16　側面実測図

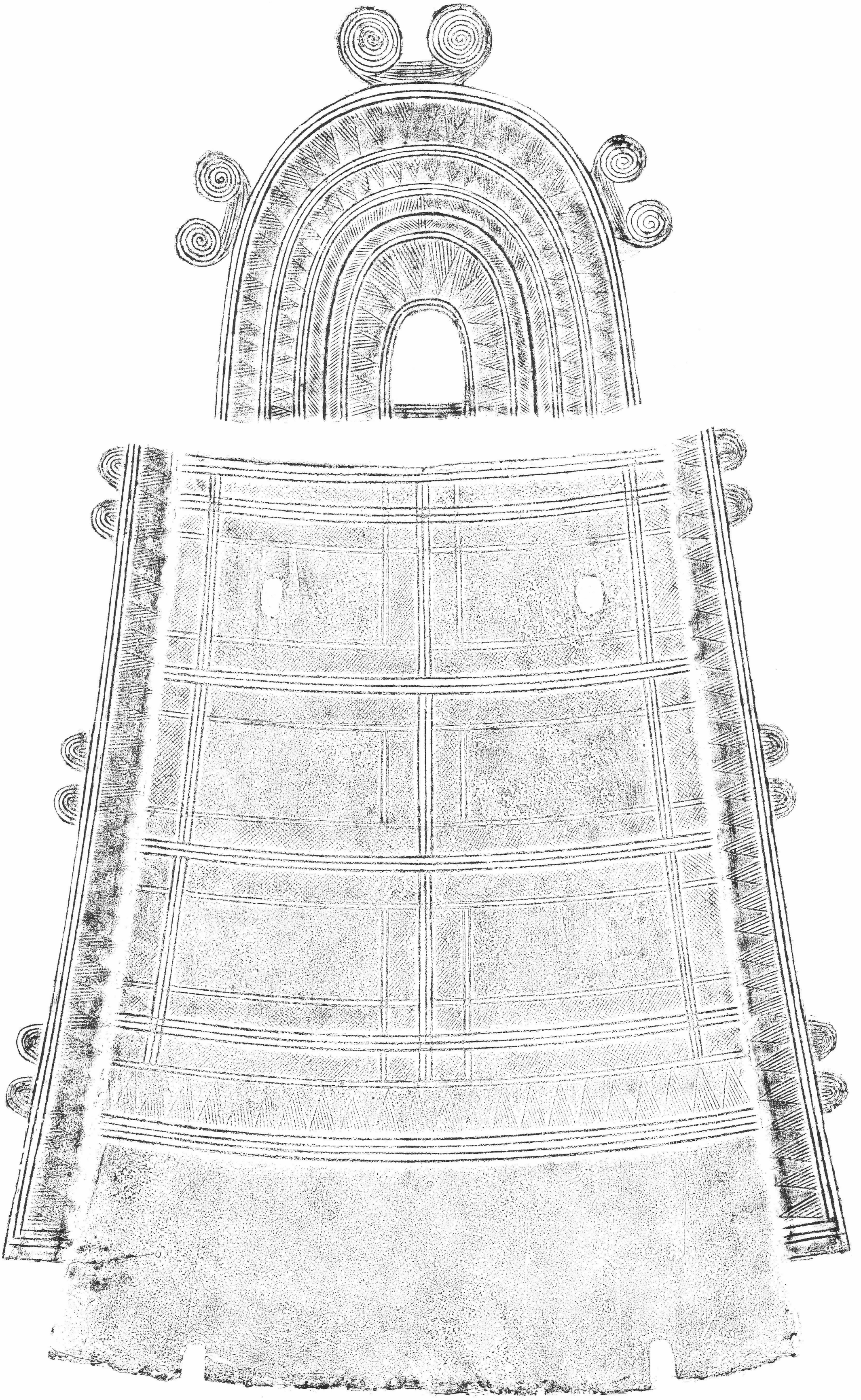


図17 A面拓影(S＝1/2)

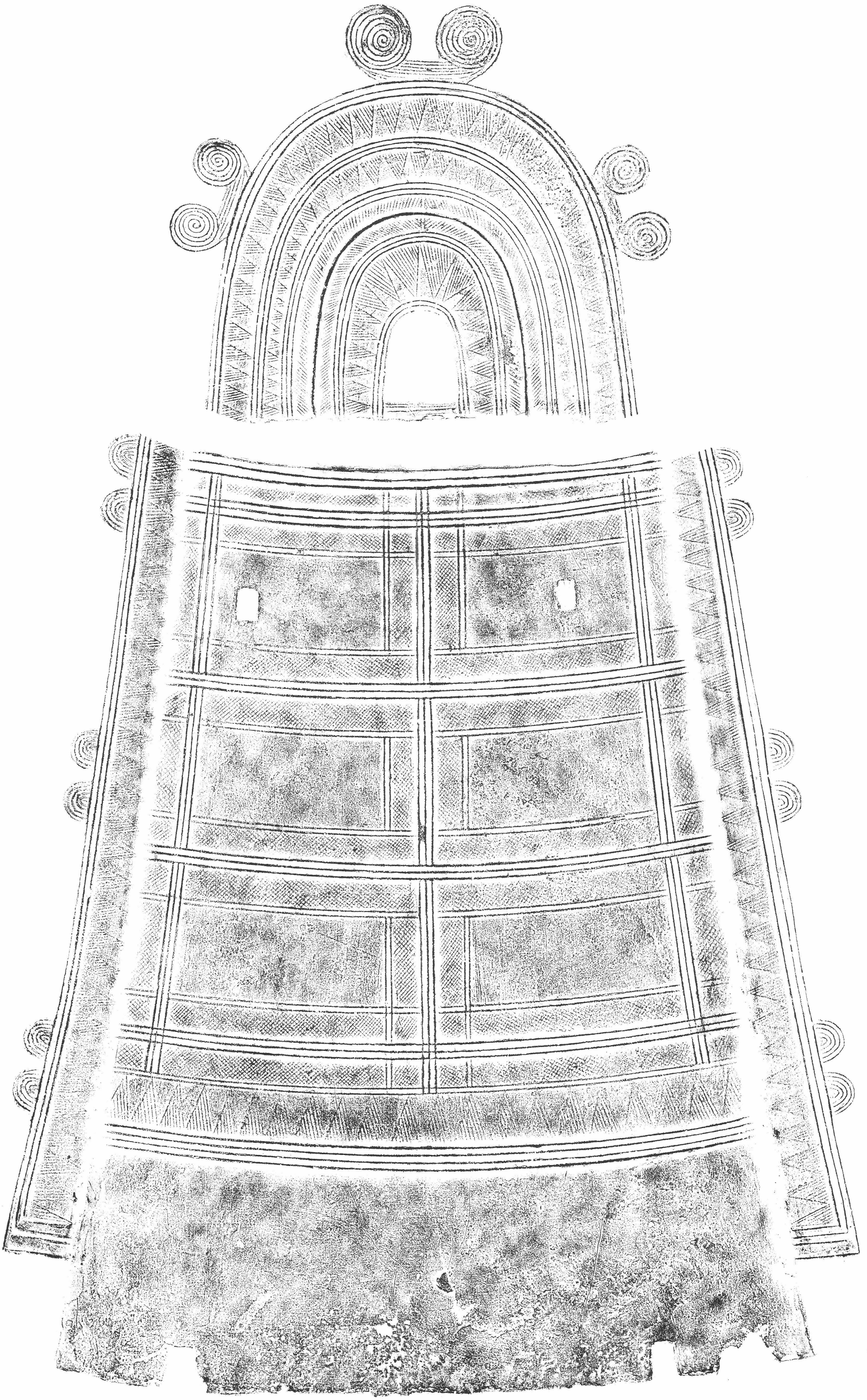


図18 B面拓影(S＝1/2)