

# 我国上代の鑄造技法についての考察

南 部 勝 之 進

## 2. 上代惣型鑄造技法 踏鞴とこしき炉

- イ. 前回に続いて
- ロ. 銅鐸の周辺技術
- ハ. 踏 鞴
- ニ. こしき炉
- ホ. 銅鐸鑄造炉と弥生期埴埴の未発見

### イ. 前回に続いて

銅鐸は永い歳月人びとがそれについてさまざまの思考や、憶測や、推理を加えているのを静かにみつめているのみで決して語ろうとはしない。銅鐸にこめられた精霊は、人びとがそれを掘り出したときに遠く虚空の彼方へ消え去ったのであろうか。土の暗闇の中でこそ銅鐸は命があり、乾きゆく湿度と共に銅鐸の秘められた命は絶て果てたのであろうか。然し静かにそれに対面し心澄ましたとき、千歳の古代が、ざわめく葉ずれの音のように、流れるせせらぎの音のように、自からを語り告げようとしている思いがする。銅鐸こそ弥生の数多い遺物の中であらゆる意味に於て最も心をこめて造られた優れたものであり、弥生の人々の審美眼、美と心の凝縮された姿であろう。

列島の先進国である大陸の文化が押し寄せて来たのは弥生期であることは云うまでもないが、その最も大きい波は亡命部族の渡来であろう。当時の大陸は、半島も含めて国の興亡、勢力の推移の激しい時代で、亡命者達はある時は小人数で、またある時は集団的に列島に渡来したであろうことは、奈良朝期の記録からも十分想像出来よう。この亡命者集団が武器を船載していたことは当然で、金属製利器の製作技術も同拌したことも間違いあるまい。金属利器と石製利器との戦いは（その他の条件も相違したであろうが）圧倒的に金属利器の勝利に終わった。

先住部族も直接大陸と交易し金属利器類を得たであろうが、その加工、製作の技法にまで知

ることなく、それは技術者自身の渡来によって始めて可能であったと考えられる。金属の加工技術、鍛造、鑄造の有無が部族の運命を制したとすれば、他の加工技術に比べて急速に進歩したことは当然と云える。

銅鐸には加うるに弥生の人びとの祈りと願いがこめられている。当時の一般技術水準をはるかに越えたものとなるのも当然と云えよう。

改めて云うまでもないが金属技術を含めた大陸の文化は、その影響の強い地域、即ち渡来者が住みついた土地を中心にして発達したものであり、列島全般としては引続き石材が主要工具材料であり、利器でもあった。従って弥生中期以降は文化の地域格差が著しくなり、次の古墳期以降に見られる先進地と辺地との著しいへだたりはこの頃に芽生えた。

然しこれは小部族が統合される要因となり統合によって列島に於ける文化の普及は急速な拡がりを見せたのである。

銅鐸についての数多い研究から鑄造に関する技術面を調べると、鑄型、即ち惣型技法の成型技術に集中しているようである。この方面では中口裕が最も具体的である。私は少し観点を変えて銅鐸の謎の一つである炉址や、埴埴の未出土の理由を、当時の金属熔解設備について考察を加えつつ明らかにしたい。

然し本文の目的は弥生期の炉と送風法、埴埴とその支持具などについての考えを述べることにある。

### ロ. 銅鐸の周辺技術

弥生期に於ける加工技術と、工具（特に銅鐸鑄造の底刃となったと考えられるもの）について簡単に展望する。然しこの時代の加工々具類は工具自身の出土によってその存在を確認されるより、遺物の総合的調査によって使用の可能

性が認められる場合が多い。次表は小林行雄著  
古代の技術から拾いあげた弥生期の遺跡とその

地域で用いられたと推定される加工技術の一部  
を示した。

第一表 弥生時代に行なわれていた製品の製産技術とその地域の例

技 術	遺 跡
機 織	佐賀県笹の尾
漆 器	青森県是川中居, (縄文) 静岡県登呂, 奈良県唐古
紐 綴	秋田県麻生, 静岡県登呂
養 蚕	魏志倭人伝
ろくろ(木工)	福岡県須玖, 奈良県唐古
簀, 席, 薦	奈良県唐古, 鹿児島県市来貝塚
籠	埼玉県真福寺, 奈良県唐古
鉛 ガ ラ ス	福岡県須玖, 福岡県二塚
箱 梓	大分県安国寺

次に木工製品とそれに用いた材料を第二表に  
示したが地域周辺の木材を適材適所に用いてい

るものと考えられる。

第二表 弥生時代の木製品と使用材質の例

遺跡 出土品	奈良唐古	静岡登呂	豊橋爪郷	非山山本	愛知篠塚
高 坏	くわ, けんぼなし, さくら	やまならし, すぎ		すぎ	けやき, けんぼなし
鋤	いちがし	あらかし, いちがし	しらかし, あかがし, 常緑かし	あらかし	あかがし, あらかし, しらかし
鍬	あらかし, しらかし	あらかし, いちがし	しらかし, あかがし, 常緑かし	あらかし	あかがし, あらかし, しらかし
杵	あべまき, くぬぎ, つばき			あらかし	
劍	いちがし? あべまき	すぎ			こなら
槽		すぎ		すぎ	
鉢		ひのき, しい, けやき		いぬがや, えのき, くすのき	
匙				あらかし	いぬまき
木 槌		いぬかや, いぬまき		あかがし	いぬまき
斧 柄		まんさく, さかき			しらがし, さかき
柄		いぬまき, けやき, まゆみ, しらかし			さかき, いぬまき, しろだも
田 下 駄		すぎ		すぎ	
腰 掛		すぎ		すぎ	
布 卷 具		すぎ		いぬまき, しろだも	
丸 木 弓		いぬまき	いぬまき	いぬかや	いぬまき, いぬかや

第三表は木製品とその加工に用いた推定工  
具, 及び製品名とその材料を示した。この木製

品の加工区分中当時は鋸が無いので木材を切断  
する作業が最も困難であったとされる。

第三表 弥生期の木製品区分と推定加工々具

区 分	製 品	使用推定工具	材 料 そ の 他
え ぐ り 物	皿, 膳, 鉢, 椀, 高 環, 丸木舟	石片, 槍, かんな, 利器, たかね, 斧	けやき, くわ, さくら, すぎ, けんぼなし, やまならし
切 断 物	板, 棒, 柱	石片, 斧, 利器, 手 斧	当時として最も困難な作業であったと推 定される。すぎ
割 り 物	板, 腰掛, 有脚台, 丸木舟	石片, 斧, 利器	すぎ, かし, けやき, かしは密柑割が容 易である。
曲 げ 物	薄板曲げ容器	利器	ひのき, すぎなどを縦割して円また隋円 形に曲げ, かば, さくら皮で綴る
編 み 物	かご, ざる	石片, 利器	竹
自然利用物	木槌, 柄	斧, 利器	自然の枝, 根を利用
発火用器	火切板, 同舞錐		両手でもむもの, ろくろを利用もの 錐 はやまびわ, ひのき

木工技術は弥生後期の銅鐸鑄造の際、鑄型に木製の鑄枠が用いられたか否かを考えるために重要である。例えば登呂遺跡の建物やそこに「柄」, 「目釘」が使われていたと云う技術水準からみると、鑄枠を作り得る技術が存在したと推定される。但し登呂で鑄鐸が鑄造されたと推定するものはない。

とにかく弥生後期の惣型鑄物には鑄枠が使われたとする考えが定説になっているのであるが、然し弥生期の鑄枠は勿論、鑄枠以外の用途に使われたと考へ得る箱状の遺物も不思議なほど全く出土していない。

大分県の安国寺遺跡から四枚の側板と考えられるものと、二枚の底板と思われるものが集中して出土しているのが極めてめずらしい場合である。この場合も組立結合されたものでなく、その結合を暗示する加工も認められないので箱用材料とは断定出来ない。初期銅鐸の鑄型が砂岩製であることは、実際に熔范の破片が三ヶ所に於て出土しているので問題はないが、木製鑄

枠使用は前述の如く当時の木工技術の水準から可能性はあったとしても、何か心にかかるものがある。それは後期銅鐸が鑄枠を使わねば出来ないと断定出来ないからである。鑄物砂を用いた鑄枠の場合は引廻し技法が用いられたことは間違いない。それ以外には可能性が少ないからである。然し石製の鑄型の場合も引廻し技法によって成型することは十分可能であり、事実能登國中居村に於ては藩政期末まで石製の鑄型を用い、引廻し技法によって成型した塩釜が造られていた。能登鑄物の開始は明らかでないが平安朝期には能登釜の名があり記録にも残されている。

(中居鑄物史)

弥生期の鑄造技法は惣型法の外に蠟焼型法も行なわれていたことは、巴型青銅器などの出土品によっても明らかであり、これは列島以外には出土していない遺物である。

次に弥生期の金属製品とその加工技術について第四表に示した。

第四表 弥生期の金属製品と加工技術

名 称	材 料	加工法	国産	舶載	名 称	材 料	加工法	国産	舶載
銅 劍	青 銅	惣型	国	舶	矛	炭 素 鋼	鍛造		舶
銅 矛	青 銅	惣型	国	舶	鎗	炭 素 鋼	同上		舶
銅 戈	青 銅	惣型	国	舶	戈	炭 素 鋼	同上		舶
銅 鍔	銅, 青銅	惣型	国		劍 状 器 鉄	炭 素 鋼	同上		舶
銅 鐸	青 銅	惣型	国		の み 状 鉄 器	炭 素 鋼	同上	国	
銅 鏡	青 銅	惣型	国	舶	鉄 斧	鍊 鉄	同上	国	

銅	鍍	青銅	惣型		舶	たがね状鉄器	炭素鋼	鋳造	国	
銅	鋤	青銅	惣型		舶	きさげ	炭素鋼	同上	国	
銅	釧	青銅	蠟型	国		鉄釘	炭素鋼	同上	国	
有鉤銅釧		青銅	蠟型	国		鉄釘	炭素鋼	同上	国	
巴型銅器		青銅	蠟型	国		槍かな	炭素鋼	同上	国	
鉄斧		鑄鉄	鑄造?			素環刀	炭素鋼	同上		
						鉋	炭素鋼	同上		舶
長剣		炭素鋼	鍛造		舶	鉄鈷	鍊鉄	同上		舶
短剣		炭素鋼	鍛造		舶	鉄鎌	炭素鋼	同上		船舶

弥生期の金属技術は鑄造の時代であった。鍛造加工もある程度開発されつつあったが鑄造加工には及ぶべくもない。

使用された金属材料としては青銅も鉄もある。

鉄の場合は採鉱、精錬が行なわれた。鑄造技法としては今日も行なわれている惣型法、蠟型法があり、鍛造技法として鍛伸、鍛延が行なわれ、更に彫金（毛彫）技法も行なわれていたことは、出土した銅鐸施文の修正がなされていることから確実である。

弥生期には各地で多くの土器が造られているが、この技術も鑄造の場合の築炉、坩堝（但し坩堝が用いられているとすれば）に関連性がある。当時の坩堝は、土器の焼成技術を利用して作れば、小型のものであれば十分可能であろう。但し大型銅鐸を鑄造する場合には遺物から考えて五十疋以上の熔湯を満さねばならない。これは坩堝（土器）の強度や耐熱性（急速加熱）から疑問である。またこれを使用するためには鉗や蓮台に相当する支持具が必要であり、弥生期の鍛造技術の水準から支持具の製作は不可能であると断ぜざるを得ない。坩堝無くして鑄型に熔湯を流し込む方法、然も当時の技術で製作可能と考えられるものがなければならぬが、それについては後述したい。

石を利器とし、工具として用いて来た歴史を思うと弥生期の人びとにとって砂岩製の鑄型（石范）を造ることは技術的に極めて容易であったと考えられる。技術者にとって永い年月に習

熟した技術は、自ら捨て去り、新しい技法に取組むと云うことはなかなか困難なものである。弥生中期の石製溶范が砂型鑄枠に変化したとすると、これは単に鑄型の変革があったばかりでなく鑄造技法全般に大きな変革があったと考えられる。私はその時期は弥生後期も古墳期に近い頃と考えたい。

#### ハ. 踏鞴

一般に「たたら」と云えば古代からの熔解炉と理解されるが、文字の示す如く踏む皮袋、即ち吹子、あるいは送風器のことである。

古事記の天の石屋戸の項に「即ち石凝姥を以て治工として天香山の金を採りて日矛を作らしむ。」

又真名鹿の皮を全剥きて天羽鞴を作る」の天の羽鞴が踏鞴の相当する。もっとも天の羽で吹くと書くと踏鞴の形になっていたとは考え難い。然し神武天皇の皇后選定の項に皇后の御名が「富登多々良伊須須岐比売命と謂ひ亦の名は比売多多良伊須気余理比売と謂ふ」とあり、この姫の母の名も勢夜多々良比売」と謂いその容姿麗美しくありきとある。このように古事記の中から「天羽鞴」「多多良」と云う文字を見る。たたらはこの外に多々羅、太太羅とも書かれている。

踏は足で踏む意で、鞴は鞴とも書き、布岐賀波、即ち風を吹き起す革袋の意で、鹿皮を用いたものと考えられている。鑄物の祖神が女性、石凝姥命、伊斯許理度売命、であり、古代の女

性の名前の中に「たたら」と云う鑄物に関係した名前が名付けられていることはいろいろと空想されて面白い。

古代の鑄物を行い得た部族は鑄造のみならず、採鉱、精錬、鍛造も稼業としていたと考えられている。先に述べた如くそれが新しい文化を身に付けた渡来者集団であったとすれば、大陸との関係もその儘、引続き保持されていたであろうし、素材の輸入のため、あるいは製品の輸入のため海運業も兼ね巨大な富を蔵し、高い文化を持っていたものと推定される。大和政権の創始者がその力を自分の陣営に従属させるため部族の王の姫を妻にしたと考えられる。踏鞴はその部族の文化と富と力を示すものであり、部族のほこりとされたのではなからうか。

さて「たたら」とはどのような意味を蔵しているのであろうか。

香取秀真はその著日本の鑄金に於て「風を湛ふ」と風を溜めて吹くことから、あるいは「絲を絡げ引きかける絡罫たたりと同義と述べておられる。湛ふとは水を一杯に満すの意でこれを風を一杯に満すと云う意に転用されたとせられるのである。絲をためる、満す絡罫と云う意にも取られている。

私は「たたら」の原義は「称たたえ」と云う神に対する讃詞から来たものと考えたい。称は神に対する讃詞の外に、民族学では「たたり」即ちよりまし依坐の意もあり神の依坐すところ、神の力によって金属を熔かすところとして「たたり」即ち「たたら」の言葉が生まれたのではなからうか。

弥生期いもじの鑄物師はもとより、それ以降の鑄物師にとって金属を熔かす業は単なる「わざ」でなく、神意による神聖な行事であり、従って熔解炉も神聖視する風習があったと考えられる。その風習は今日も残されている。もともとわが民族は火を清浄視する風習があり、平安朝期の遺物に、「たたら」炉の火入れ（点火）に用いた火切臼ひきりうすと杵きねが残されている。臼の材料は檜、杵の材料は「うつぎ」と定め、その火によって最上の鑄物を得ようとしたのである。

ところが出雲国安来にある和鋼記念館を見学したとき、踏鞴の名の由来は「タタール人」が

使用した炉、タタールの炉と云う意味から来たものと説明された。タタール人とは最高義には西方トルコ人を除く「アルタイ」語族を総称し、ソビエト連邦では南ロシアからシベリア中部に住む北方チュルク系住民をさす。中国では「韃靼たつたん」「達達」「韃韃」と称し唐代から元代の始めまで東蒙古に居住した蒙古系の遊牧民族を指すとある。（世界百科事典）

近年歴史学者による北方騎馬民族の列島統一国家創立が論ぜられているが、踏鞴伝来の経路を考えさせる。例えば亀井貫一郎は著「日本民族の形成」に於て「われわれ日本民族は疑ふところなく、縄文期に列島に棲みついた人間の血を引いている。」

しかしわれわれはその伝承の起源を古くアルタイに持ち、イラン系とともに内陸アジアに進出し、イラン系月氏とわかれて漢民族の中に身を投じそして漢民族から脱出して満州と遼東から奔韓に入った第一東胡民の血を引いている……日本民族は前一世期の天孫降より前に、この東海の列島に植民、開拓、通商路を開始した奔韓民の後裔であり、また南方渡来民の後裔であり……」とある様に統一国家が実現する以前に、大陸文化を伝来せしめた部族がタタールの血を混ぜた人びとであったと考えられ、この人びとによって踏鞴が持込まれたのであると考えられるとするのである。上代の我国の文化は半島を経て渡来していることは云うまでもないが、踏鞴も当然半島を経て渡来したものである。

このことは梅原末治著「朝鮮古代の文化」に於ても論述してあり、朝鮮半島における金属器使用初期の文物として、出土明刀銭をあげ、それによって、「中国中原の文化が半島に波及した年時を推す考古学上の物的資料とし、これが以降の時代と違って、一度満洲中部に伝えられたものが半島へ南下したことを示唆する……とし所謂北方系の文物即ち、スキト・シベリア文物なる北方半遊牧民のそのの痕跡が一部を占めて……」とある。

踏鞴とタタール人、そして列島への渡来の関係を推測する資料として、少し長く述べたが、

踏鞴の名称の由来も謎であって定説が無いと云える。

次に踏鞴の構造について考えてみよう。

然し構造と云っても大古のものは、天羽鞴とか多多良と云う文字から想像するばかりで確実なことは判らない。

テーベの古墳壁画の鑄造作業に足で踏んでい  
る吹子の図は世界的に有名であり、片足に一個宛の吹子（今日の化学実験などに使用する手吹子程度の大きさ）を下駄をはくようにして両足に一個宛踏み、吹子内に再び空気を満すために紐が付いていて、紐を手に持ち上部に引上げると蛇腹が伸びて空気が入る装置である。上古の踏鞴はこれに近いものと想像される。

六世期末（670）天智天皇九年に水碓を用いて鑄造が行なわれた記録がある。水碓とは水車の事で、水の落下により水車を動かし羽根を廻して風を送る装置と考えられる。これは踏鞴を踏むと云う過酷な労働から解放され、送風器の機械化、省力化が行なわれた刮目すべき出来事であったが、残念なことに一時的な使用に終わったと考えられる。

七世期前半から始まった遣唐使の編成員に鑄生、鍛生、細工生の参加したことが記録されている。

当時の我国の航海術で入唐は如何に困難であったかは、<sup>がんにん</sup>鑑真僧正の入朝の故事が示す。技術導入のために文字通り命を懸けた時代であった。然しこれら入唐の鑄生達がどの様な技法を伝来せしめたか不明である、が恐らく設備、技術共に飛躍的な進歩のあったことが想像される。

天明四年（1784）伯耆国日野郡宮市の住人下原重仲の手になる鉄山秘書は有名であるが、この中に書かれた踏鞴の図は簡単な配置図で細部については不明である。（第八図参照）

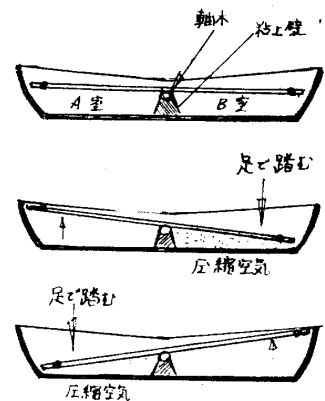
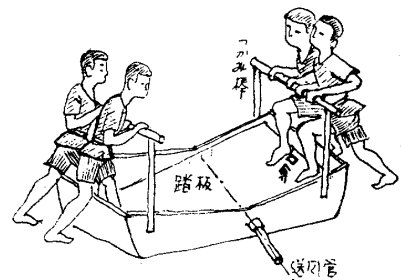
踏鞴は明治期まで使用されていたのでその構造の細部を簡単に知ることが出来ると考えられていたが、その様なものは全く無く結局生存者で実際に使用した人、いずれも老齢に達しておられるが記憶がたしかで細部の構造が説明出来人をと尋ね、やっと高岡市内免町の吉野翁に会うを得た。然し翁も図解して説明と云う訳には

いかないので、翁の言葉を図解し、説明を記述して明治期の踏鞴を明らかにしたい。

吉野翁が使用した踏鞴は天秤式踏鞴で、四人で踏むものである。作業の様子を示したものが第一図である。踏鞴は約半分ほど土の中に埋められて固定される。踏鞴側面外側に付けられている「つかみ棒」を作業者は握り体を安定させて二人宛交互に踏板を踏む。踏鞴の姿は簡単に云えば箱型の舟のようなもので、中央に横軸木がある。横軸木の断面は円形であるが、半円形の断面を有した木材が上下に重っている。（第五図参照）

第一図 踏鞴作業説明図  
（吉野翁の説明による）

圧縮された空気は軸木の溝にそって送風管に到るA室B室は粘土壁によって仕切られている。踏鞴の両端に空気を取入れる弁がある。



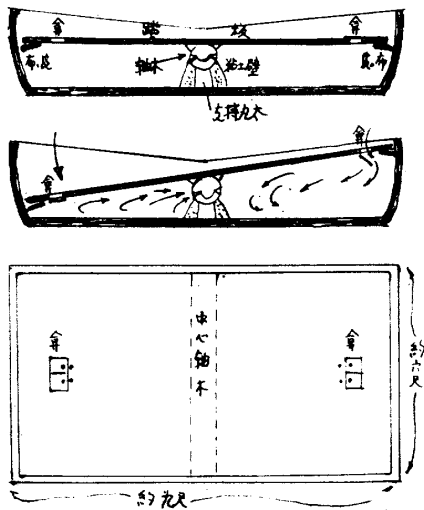
この横軸木の下部は踏鞴本体の側板と底板に取付けられた太い丸太の支柱で固定される。踏鞴内の空気の吸入口は簡単な弁式となり踏鞴の端に設けられる。圧縮された踏鞴内の空気は下部横軸木に彫られた逃溝を通して軸木先端から放出される。軸木をさくくしている丸太の廻りを空気が逃げないように粘土でかためてあり、これによって踏鞴内部は二室に分けられる。

第二図により作動を説明すると踏鞴を踏むと

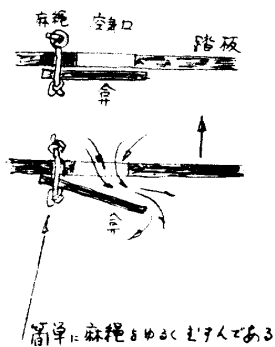
A室の空気が圧縮され、同時に弁は塞がれて空気が弁からは逃げる事が出来ない。圧縮された空気は下部軸木の逃溝を通して外部に逃げるのであるが、軸木を中心にして踏板が上下する様子が天秤に似ているので天秤式と称される。

踏板に設けられる空気吸入弁（第三図）は簡単なもので、薄い板片を長方形とし片側に二ヶの孔をあけ、紐でゆるく踏板に取付ける。紐の両端はむすび目をつくり弁板が外れないようになっている。この紐のむすび目がゆるくなく固くなくすることが弁の動きを左右する。踏板が箱枠に接する面には空気の逃げを防ぐため、皮または布切、麻袋の帯状に切ったものなどを釘打ちして張る。

第二図 踏鞴機構説明図

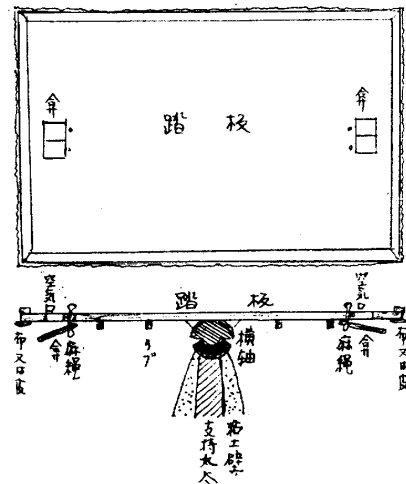


第三図 弁板作動要領



簡単に麻縄をゆるくしてやるのである

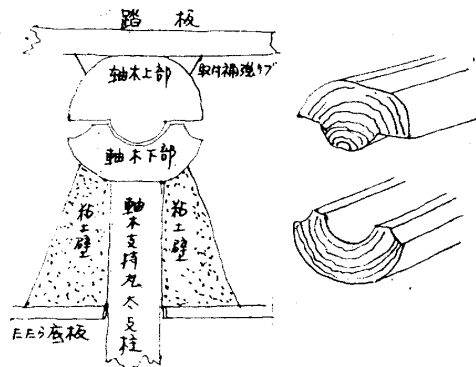
第四図 踏板説明図



第四図は踏板の説明図である。踏板の裏側に適当な間隔を置き補強木枠が釘打ちされている

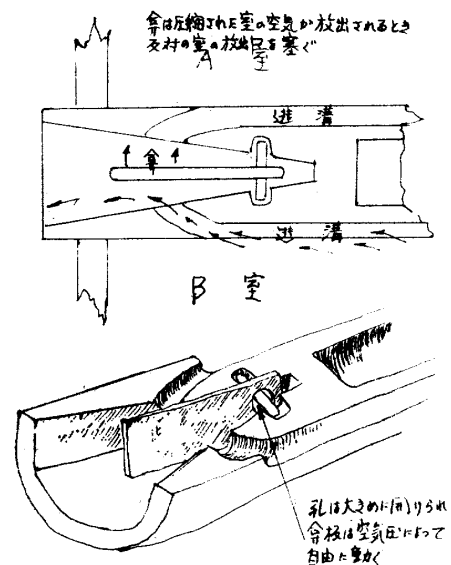
第五図は軸木の構造を示した。軸木は強度の

第五図 軸木組立図



支持は上間口深く埋め込み  
粘土壁は圧縮空気の流れを防ぐため  
軸木の材料は松材を使用

第六図 空気放出口説明図



孔は大きめに開けられ  
弁板は空気圧力にて  
自由な動き

必要上松材を用い、先に説明した如くたて割りした丸太が重ね合わされている。下部軸木は支柱に固定されて動かないが、上部軸木は踏板に固定されているので踏板と共に動く。上部下部の軸木が運動中に外れないよう上部軸木には凸、下部軸木は凹の噛合せが作られてある。

第六図は下部軸木先端の空気放出の要領を示す。先端は扇状に溝が彫られ中央に弁がある。弁の端に軸を入れる孔があるが極めて大きめにあけられ弁が溝から出た空気によって反対側に密着し、その側の逃溝を塞ぐ。天秤式踏鞴の構造はこの横軸木が生命と云える。

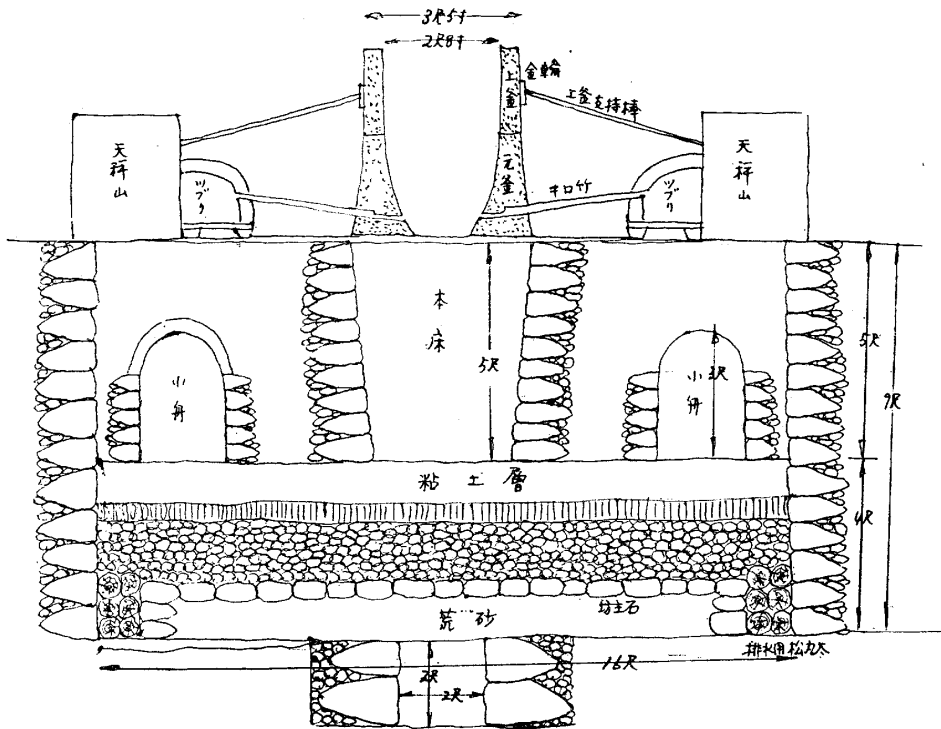
天秤式踏鞴のように絶間なく送風出来る送風装置がいつ頃から伝来したか不明であるが、少くとも東大寺盧舎那仏の如き大型鑄造には、これが無ければ困難であったと考えられる。

次に製鉄炉の場合の送風器について述べる。

鉄の場合は砂鉄から造られ、その炉址も発見されている。弥生期の人達は砂鉄を捜し当てた山中で附近の粘土を以て、くぼみを作り炉としたものである。山中の樹木を燃料とし燃料の上に砂鉄をふりかけ、更に燃料を積み砂鉄をふりかけつゝ熔かした。和鋼記念館の資料によると

このような型式の炉、即ち野踏鞴の場合は永年(約七百年前)頃まで薪を使用していたと云われる。鹿児島県大隅地方では明治初年まで薪を燃料として鋳を製造していた。上古の場合採砒技術が発達していないのですべて露天堀であり堀り進むことが出来なくなると砒脈の有無にかかわらず放棄した。原料が無くなれば移動せねばならず勿論炉もその儘にして放置したのである。砒滓も炉附近に捨てられたので、これが製鉄炉址を発見され易くしたものであろう。比較的短期間で移動し稼業するとすれば原料、燃料、設備も次に発見した砂鉄鉱石の附近のもので稼業することが理にかなっていると云える。野踏鞴と称する場合は踏鞴の使用を重視した呼名でなく炉の意味が強く、稼業中の送風は土器炉の如く上昇気流による自然通風法で、踏鞴は操業始め火勢をあげるのに吹子式のものが使われたと考えたい。連続使用が行なわれるようになったのは、燃料が木炭に換ったとき、採砒、熔解、木炭焼が組織化された中世期以降としたい。藩政期に使用された製鉄用の天秤式踏鞴炉は出雲国安来の和鋼記念館に再築されている。これは同地の日立製鋼KKの努力によるもので、相当大型のものである。別紙第七図に示

第七図 徳川期に於ける天秤式たたら構造(日立製鋼KK 和鋼会館資料より)



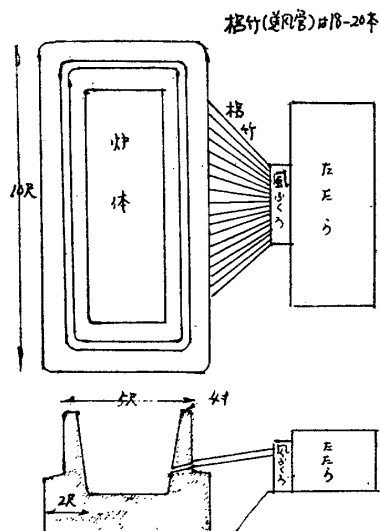


す。

熔解炉は高殿の中に設けられ、天秤山と称する踏鞴で圧縮された空気はツツリと称する風溜りに送られ、柵竹によって分散して羽口に送られる。炉の形が長方形の平面を有しているので空気が平均して炉内に送られるように設計されているのである。柵竹の送風管は普通二十本前後の数である。然しここでも細部の構造を知ることには出来なかった。

第八図は先に述べた天明四年に書かれた鉄山秘書の中の踏鞴炉の図である。この図で判ることは炉体寸法と、踏鞴が炉より高く据付けられ風ふくろで空気が湛められて炉に送られていることである。

第八図 天明4年の踏鞴炉（鉄山秘書による）



柵竹は使用中に割れて空気がもれるおそれがあるので和紙を巻く。柵竹以外に送風管として出土しているものに、鉄を板状に延ばしパイプ状にしたもの、粘土素焼管、石材に孔を彫りあけたものがあるが年代は判然としない。

製鉄用箱型熔解炉（開放型）の形は燃料が薪から木炭に変化したとき木炭を効率よく使用するための改良がなく、薪時代の名残りをとどめているようである。開放型の炉は燃料が薪から木炭に変わっても、これを踏む工人にとっては実に過酷な労働で長時間の高熱にさらされ短命に終わったと云われ、上代に於ては奴隸的階級が、中世に於ては罪人を当てたと云われる。

## ニ. こしき炉

弥生期の金属を熔解した炉址は、製鉄炉については数多く発見され、その構造も規模もあきらかであるが、銅鐸を鑄造したと推定される炉址は今日に到るまで一ヶ所も発見されていない。これは銅鐸の謎の一つとして残されている。当然のことであるが銅鐸を鑄造した炉の構造も解明されていない。

古代の炉の構造が判らないと云う点では、東大寺の盧舎那仏を鑄造した国家的な事業の場合も全く同様で、どのような炉が使用されたか記録はないのである。盧舎那仏の場合使用した地金の量、木炭の量、その日数、動員された人数、作業指導者の名前など細かく残されているが技術的な記録は全く無いと云うことは不思議にすら感じられる。

列島に於て始めて鑄造が行なわれたときの炉は先に述べた山中にくぼみを作り薪を燃やして熔解すると云う野踏鞴方式からと考えると間違いはあるまい。この場合は製鉄も、青銅熔解も同様であったと考えられる。唯この両者の相違は鉄は国内の磁石を原料として生産されたに対し、青銅の方は船載されて来た原料であったと考えられることである。弥生期に列島に於て銅を精錬したと推測し得る要素は全くない。少量の自然銅の利用は考え得るが弥生期に消費された銅の量には及ぶべくもないし、合金材料である錫は全く考えられない。

当然銅合金は船載されたものであるとすれば、これを成し得るには大きな資力が必要であり、銅を熔かした工人はその支配の下で作業を行ったと考えられる。山から山へと渡り歩き原料を求めた鉄の場合とは大きな相違がある。

以上のことから先ず考えられることは築炉場所の相違と技術進歩の相違である。

銅鐸炉の築炉場所は港、あるいは河口近くの部落附近で当然平野部と考える。銅鐸の鑄造が始った弥生中期は社会状況の不安定のため生活の本拠は高地であったことは考古学的に明らかであるが、銅鐸を鑄造し得る力を持った部族は例外と考えると良いのではなからうか。むしろこ

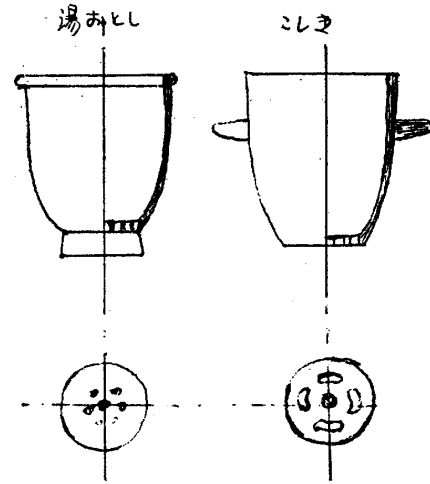
の部族の勢力、膨張力によって他の小部族が高地に生活せねばならなくなったと考えられる。水野裕著「日本古代国家の形成」に云う崇神王朝の創立が進められた時期である。崇神王朝は三代の仲哀天皇の戦死によって終るが、その戦死は三百六十二年であり考古学者が明らかにしている銅鐸の消滅した時期に相当する。この説に従えば銅鐸使用の王朝であったと想像される。

銅鐸は利器類に比べて極めて高度なものであり、利器鑄造技法が発展して成されたものとは考えられない。引廻し成型法を用いたり、特に中型（利器の中にも中型を初歩的に用いたものもある）が使用されている鑄型成型の飛躍的進歩は、当然熔解法にも新しい技法が伝来したと推定される。その炉こそ「こしき炉」であったと考えたい。「こしき」とはこしき甑と書き、穀物を蒸す器として古墳期に伝来したものとされている。土器製で玄米を蒸し強米とする用具で、鉢型、甕型の器の底に一個あるいは数個の孔をあげ、その上に簀を敷き湯沸の上に積重ね中の玄米を蒸した。平安朝期には「曲物」「組杵」式の蒸籠に変るものである。

第九図は堺市茶山台より出土した甑と、甑が変化して藩政期に「湯おとし」として使われたものの図である。湯おとしとは冷飯に熱い湯を通して食する用具で、この図は鶴岡市致道博物館のものを示した。

甑と「こしき炉」とが使用の様子が似ているので名付けられたことは間違いないとして、どちらが先に伝来したかは銅鐸鑄造に使われたか、否かに関連し大きな問題であろう。これを明らかにする確たる資料は何も無いが、銅鐸のような優れた鑄造品が出来たことは、当時の製鉄炉野のたたら式の鑄造熔解炉でなく、形式の整った「こしき炉」であったと考えたい。即ち弥生後期には「こしき炉」は伝来していたと推定する。従ってこしき炉は最初伝来したときから立体的円筒形で、平面的開放形の野たたらより熱効率も作業も容易な優れた炉であったと考える。製鉄炉として使用されなかったのは炉壁の耐熱性と前述の燃料の問題であろう。上古の「こしき」炉を推定する資料として高岡地方に

於て使われた、こしき炉について述べる。同地方では「こーすけ」炉と称せられているもので



あるが吉野翁外数人の古老の説明を図解すると第十図のようになる。姿はキューポラ炉に似ているがずんぐりした感じであり、第九図キューポラ炉は羽口（炉内に空気を送る入口）が数ヶ所あるに比して一ヶ所である点が最も違ったところと云えよう。一般には三段積みで、上部の二段は燃焼部、下部一段は湯溜部である。外壁は吉野翁の使用していた頃（明治より大正初期）は鉄板製であったが、古いものは槽状に木板でかこみ、これを竹のたがで締めた。この場合炉壁の肉厚は厚目とする。湯溜部は燃焼部より内径が広く、曲壁である。炉壁材料は鑄物砂の使いならされたものを用いる。砂の粒子の角が丸くなり粒子間の密度が高く強くなるためである。炉壁の耐火度を高めるために磁器の破片を集め粉碎して、篩でふるって混ぜる。この混合砂に埴汁（粘土液）を加えて十分に練合せ、炉壁に張る。外壁には接着剤としてあらかじめ濃目の埴汁を塗って置く。

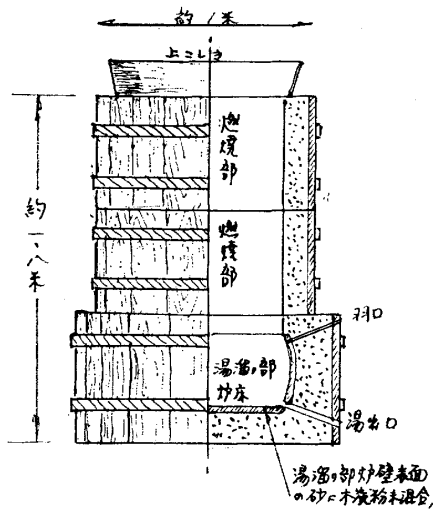
湯溜部の外壁に張る砂も同じ混合砂を用いるが、更に木炭粉を約三割程度加える。これは熔湯保温のためである。こーすけ炉の羽口は前述のように一ヶ所であるため、その位置と炉内に向う角度が適切でなければならぬ。炉内の温度を決定する最も注意を要する作業である。吉野翁が先輩より教えられたとしてその角度は人間の鼻の角度と同じくするとの事で、この話は大変興味深く聞いた。

第十一図は、こーすけ炉の操業要領である。

上こしきは材料の投入を容易にするために置かれる。薪を投入し点火する。次で木炭（コークス）を投入、充分に火力が生じた所で金属材料を投入する。

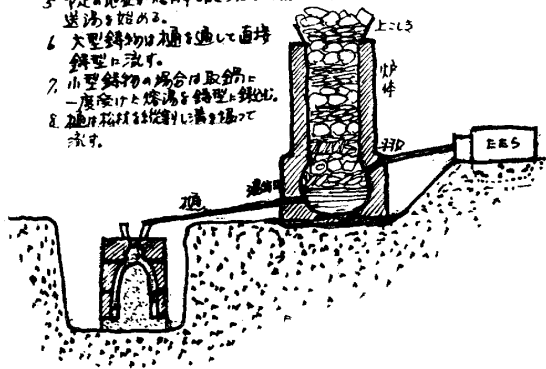
これを繰返し上こしきに達するまで積上げ、たたらにより送風しつつ熔解する。あらかじめ計量されて置かれた地金の全量が投入されたら、必要量の熔湯が得られたことになる。熔湯に

第十図 こしき炉説明図



第十一図 こすけ炉操業説明図(明治大正初期)

1. 炉内に燃料(炭)を投入炭火 EESFより送風開始。
2. 炉内温度が十分上昇し地金を一定量投入、更に燃料投入。
3. これを繰り返して炉体上部に達せしむ。
4. 下部の地金が溶け始め全体が次第に落下し始めのう前の要領で釜に地金を溶かし投入。上こしきは投入容易なせいで釜底の地金が溶け終った時湯出口を塞いで釜底を除去して湯を溜める。
5. 大型鋳物の場合は湯溜り部を通過して直接鑄型に流す。
6. 小型鋳物の場合は取柄を一層厚くした湯溜り鑄型に流す。
7. 湯溜り鑄型の材料は湯溜り部で流す。



は湯溜りに溜められ保温されているが、湯出口を塞いでいた粘土を鉄棒の先端で取外し孔を開けると熔湯は樋を通して鑄型に流れ込む。送湯樋は松材を縦割りし割口に溝を彫り表面に真土液（鑄物土と粘土の混合液）を塗って乾燥させて置いたものである。松材の樋の利点は、湯温の低下を防ぐ、入手容易、安価、加工容易、安全性、繰返し使用可能などである。大型鑄造例

えば寺鐘などは必ず樋が使用され、小型鑄造には湯出口から流れ出る熔湯を取鍋（後述）に受け鑄型まではこび流し込んだ。

以上の技法は埴塙を全く使用しないこと、上古の技術材料で可能である点に注目したい。

直はこの頃まで青銅製品の鑄造に当り熔湯内に吸蔵された瓦斯を放出し、その吸蔵を防止するために熔湯表面に藁灰を覆う方法が用いられた。また製品重量をあらかじめ知る方法として次のことが行なわれた。鑄型を組立てて鑄型内（熔湯が満される空隙）に乾燥した川砂を充満させる。次で鑄型を分解して散った川砂を集めて計量する。砂量1.8リットルに対し準備すべき青銅量は四貫メ、（約1.5kg）である。同様に川砂を用いて取鍋に目印をつけ熔湯が目印に達したときの重量を知ることが出来る。これらの方法も相当古い時代から行なわれたものと考えられる。

次に鉄の熔解炉について考えてみよう。砂鉄の精錬炉と云った方がよいかも知れない。先に述べたように山中の粘土を用いて薪を燃料とした平面的開放型の野たたら姿は藩政期に到るまで引続いている。藩政期の砂鉄熔解炉は安来市の和鋼記念館に築かれているので第七図にそれを示した。

小葉田淳著「砥山の歴史」によれば平安朝期に使用された製鉄炉は炉高が次の程度であった。

和鋼製造の場合は 0.9米～1.2米

和銃製造の場合は 1.2米～1.5米

天明四年（1784）の著書「鉄山秘書」によれば製鉄炉の炉高は1.2米とある。和鋼記念館のたたら炉の炉高も約1.2米である。

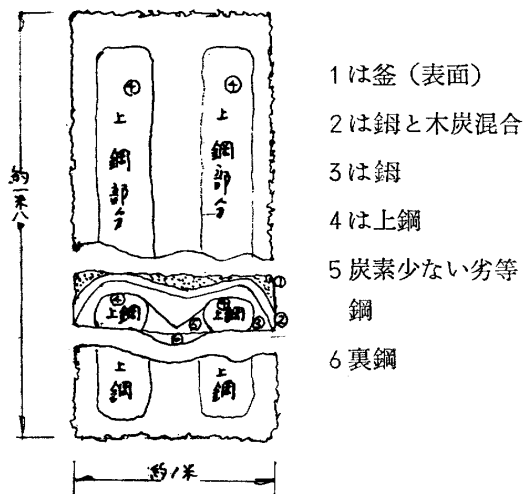
これから推定すると少くとも平安期から藩政期に到るまで熔解量にはさほどの進歩が認められない。稼業要領を述べると、熔解作業が開始されると三日乃至四日間連続して行ない、炉壁が溶けて薄くなり使用に耐えなくなるまで続行する。この一回分の作業を一代と称し熔湯はそのまゝ炉床で固める。これを鋳と称するが、鋳は冷却してから炉壁を破壊して取出す。これは大きな塊りであるので銅と称する別の鋼塊を縄で引上げ高所より落下させて鋳を小さく割り

玉鋼，鋳鉄，歩鋳に分ける。鋳がこのように選別出来ると云う事は熔解温度が低く精錬が十分に行なわれないことが原因であり鋳の形状とその生成を図解すると第十二図のようである。

炉壁は粘土を使用して作られるが，高温に長時間さらされるので次第は熔け肉厚が薄くなる状況を第十三図に示す。

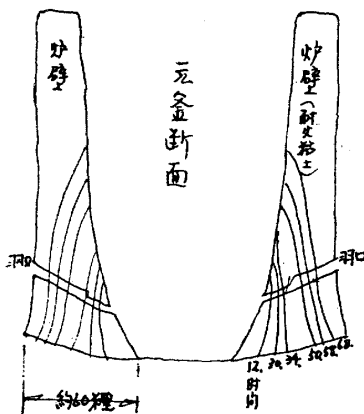
第十二図 鋳の形状と各種鋼の生成  
(和鋼記念館資料)

砂鉄熔解によって得られた鋳の表面は木炭の燃え屑と炉壁の熔けた土が表面全部に附着しざらざらしているが内部は下図の如く各種の鋼が生成している



第十三図 熔解経過時間と炉壁熔解度  
(和鋼記念館資料)

時間の経過と共に炉壁が熔けて薄くなり使用に耐えなくなる



熔解開始後約三十八時間から四十時間で，急に羽口の直径が大きくなり，送風量を増すように設計されている。これはこの頃から炉の調子が良くなり急速に熔け始めるので，送風量も増す必要を生ずるからであろう。操業法は三十分

乃卅四十分おきに砂鉄と木炭を交互に炉内に投入する。作業中は炉内の火色を見て経験と勘で臨期応変に燃料を増したり砂鉄を増したりする。砂鉄も比較的熔け易いもの，熔け難いものがあり，これを区別して装入する。

籠り小鉄，籠り次小鉄，上り小鉄，下り小鉄などがあり，それぞれ特性が生かされるのである。籠り小鉄は赤鉄鋼を含み最も熔解し易く炉温度の低いときに装入し炉熱を高める。還元は遅い。籠り次小鉄はやゝ熔解し難いもので，還元やゝ遅い。

上り小鉄は炉熱が上昇し火熱十分盛んなとき装入。最も熔解困難な真砂で鋳の生成，からみの流動性をよくするのに適当なもの。

下り小鉄は上り小鉄の次に装入する熔解困難な真砂で鋳の完成を目的とするもので還元は速い。

このように区別して装入する方法は藩政期に入ってから行なわれたもので鋳押法と称する。鋳を砕く方法に鋳を空气中で冷却した後銅で砕く。これによって選別されたものを玉鋼と称する。また鋳を高熱中に鉄池に入れて急冷して砕きこれによって得た玉鋼を水鋼と称する。

さて以上記述した資料で上古の炉及びその技術などについて断定的なことは云ないが推測の資料になると思う。

#### ホ. 坩堝と取鍋

坩堝に相当する名称が記録に現れたのは正倉院の造仏所作物帳の断簡である。この場合はガラスを溶解し鑄込むために用いられたものである。

「土三百六十斤，玉和合壺料，河内国石川郡土」と記されているが，玉和合壺とは坩堝である。

河内国は渡来民の多く住みついたところであり，後世に我国の鑄物の源流となったところである。この記録から推定しても当時から相当の鑄物集団が住んでいたと考えられる。

坩堝の現物も京都市相楽郡の銭司から浅い小鉢状で一方に注口をつけたもの出土している。この坩堝は同地が和銅元年の始銭の土地と推定されているので，その時に使用されたものとされている。その他山口県の長府，同県吉敷

すせんじ  
郡鑄銭司村の遺跡からも錢範、円筒形の靴ふいどの羽口などと共に小型の坩堝が出土している。出土した坩堝は小型であり、平鉢状をしていることから熔湯を汲出して鑄型に流し込むものとして使用されたと推定される。鍛造支持具の製作が可能となったことを示す。

新潟大学の藤本留吉の研究「古典真土型工芸鑄銅技術の解析とその再現および改善法について」の中で明治初年に造ったと推定される坩

堝、及び真土塊の分析がある。これらは新潟県柏崎市の鑄造家原家と、同じく佐渡の鑄造家本間家の工房より発見されたもので、当時の坩堝をどのような土で造ったかが判る。注目すべきは明治初期に到るまで坩堝は自家製であったことである。(第五及び第六表参照)本間、原両家は蠟型鑄造を主としたのであるが、この蠟型の成型(肌土)に用いた真土を以て坩堝が造られたことは表で明らかである。

第五表 遺物真土塊、坩堝の粒度分布及粒度分(比重量)藤本研究より

メッシュ(%) 試料 提供者		14	20	28	35	48	65	100	150	200	250	Pm	真粘土	粒反 指数
		原 (柏崎)	真土塊	0.2	0.4	2.4	5.5	12.4	15.7	35.7	14.0	6.5	2.9	4.3
	坩 堝	—	0.2	2.2	5.8	13.2	17.3	35.5	11.5	7.6	3.0	3.7	26.8	145.2
本 間 (佐渡)	真土塊	—	0.3	2.9	4.8	14.3	23.2	32.0	11.6	3.4	2.7	5.1	26.6	143.7
	坩 堝	—	—	3.1	4.6	15.1	22.6	31.3	10.6	4.9	2.4	5.5	27.2	146.1

第六表 同上 化学成分

成分(%) 提供者		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	灼 減
		原 (柏崎)	真土塊	66.10	16.01	4.98	0.92	3.05	5.20	Tr
	坩 堝	66.66	16.20	4.80	0.85	4.00	5.11	—	0.44	2.81
本 間 (佐藤)	真土塊	65.5	14.20	7.14	3.30	3.25	3.48	—	0.69	2.80
	坩 堝	65.9	14.50	6.25	3.50	2.75	3.25	—	0.62	2.98

銅鐸が鑄造された場所と推定される大阪湾の附近は古来優れた鑄物砂の産地として著名である。この附近(河内)が奈良朝期以降列島の鑄造の中心となったことは、文化の中心都に近かったこと、大陸からの地金の船載輸入が容易であったことと併せて当然と考えられる。我国の川砂は一般に花崗岩の風化したものが多く、石英、長石、雲母などが主成分で石英分の多いものほど鑄物に適している。

大阪湾附近の砂に石英分の粒のそろったものが多いのは、風波により長石などの軟かく耐火

度の低いものが著しく細粒となって流れ去るためであるとされている。

大阪湾附近の砂の耐火性について第七表に示した。我国に於ける鑄物用粘土としては、木節(耐火度1670°C)蛙目(耐火度1700°C)切粘土が主であるがいずれも十分である。従って銅鑄の鑄造に使われた砂や粘土そのものは、大阪湾附近のものを無意識に使ったとしても、耐熱性は十分であったと考えられる。砂と粘土を混ぜた真土まわが使われたことは鑄型成型引廻し技法が用いられたことから推定されるが、福岡県志

第七表 大阪湾附近産出鑄物砂の耐火度

産地	住吉	南河内	明石	芦屋	淡路
耐火度 (°C)	1405~ 1575	1245~ 1474	1467~ 1508	1710	1235~ 1460

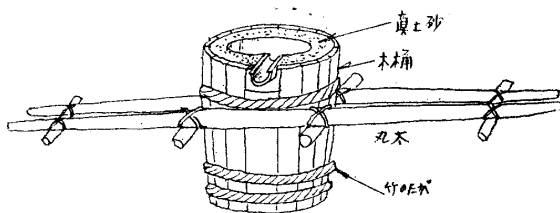
賀島勝馬前田遺跡から弥生中期の土器類と共に、真土塊の出土したことからもあきらかである。報告書には次の如く記されている。

「この出土した真土は黒褐色で良質の粘土に荒い砂粒を含んで、その質は銅矛袋部（中型）に残存する砂型や、玻璃勾玉の鋳範（鑄型）砂型に非常に似ている」

奈良朝期の埴塼、少くとも小型のものは土器であったこと、明治初年の埴塼は真土製であったことの例は資料が少ないが埴塼材質の変遷が判る。奈良朝期の土器製埴塼の出土から、弥生期の埴塼も土器製でなかったかと考えられるが、私は前に述べた如く埴塼を支持する鉗の鍛造技術が、遺物から推定して不可能であったと考えている。弥生土器の焼成温度は五百~六百度とされ部分的な温度差の多いことから、強度上の信頼度も低いと考えると埴塼に代る方法の存在を思わざるを得ない。その方法とはすでに述べた種による大型鑄物の場合と、取鍋による小型鑄物が考えられる。取鍋とは、木槽内面に粘土液（埴液）を塗り接着剤とし、これに鑄物砂と粘土液を混合せた砂を張り、乾燥肌焼してこの中に炉から熔湯を必要量流し溜め、鑄型の据置かれた場所にはこび鑄込む用具である。

第十四図 槽型取鍋説明図

丸太の両端を締付けその弾性を利用した。



第十四図は槽型取鍋の説明図である。桶に鑄物砂を張る要領はコースケ炉壁の場合と同様で

ある。

作業中桶が外れないように丸太の弾性を利用して締付ける。このような技法はこしき炉の伝来と共に伝えられたものと考えられる。この場合は小物鑄物にも充分活用出来るし安全に作業が出来る。材料技術にも問題はなかったと推定される。

#### へ. 銅鐸鑄造炉と弥生期埴塼の未発見

弥生期に於ける銅鐸鑄造炉址とその埴塼が出土しない理由についてはすでに個々に記述してあるが、これを整理してみよう。

(a) 築炉場所が河に近い平地であったこと。惣型鑄物に於て河砂は主要な材料であり採取容易な場所を選定されたと推定される。船載地金の入手の関係も考えられるが、後世の鑄造主要地がすべて河に面した場所であったことから十分推定出来よう。古事記の「比売多多良伊須気余理比売の家、狭井河の上にありき」と記されていることも注目せねばなるまい。狭井河は大神神社の摂社、狭井神社の後方から北側にかけて西流するが、今日は全くの小川である。場所は桜井市三輪 比売と結ばれた御歌に

葦原の醜けき小屋に菅畳 いやさやしきて  
わが二人寝し

とあるが当時は葦の河原の大河であったのであろうか。遺跡は河の辺の水に流される可能性が強いとせねばなるまい。

(b) 従来 古代鑄造址発見の 端緒となったものは、金属を熔かす際に生ずる熔滓、即ち「ノロ」の発見である。鉄礫石の熔解には必ず生じ、ガラス状になるので風化し難い。然し銅鐸の場合は青銅品の再熔解であり、少量の軽い酸化物が出るのみで風が吹けば飛び散ってしまう。従って熔滓による発見は考えられない。

(c) 炉壁及び取鍋（使用されたとすれば）の外壁は木槽状であり、腐蝕、流出が考えられる。

(d) 製鉄炉は山中深く、炉体の半分は地下の状態、使用済のものはその儘放されたが、

こしき炉式の場合は移動も可能であり炉体は地表にあるので目立ち、放置されたとしても破壊される可能性が強い。

- (e) 製鉄の場合と、青銅の再熔解の場合は熔解温度に大きな相違があり、炉壁の焼結強度も当然青銅を熔解する炉は弱い。炉壁が熔けたとしても極めて薄く、然る熔解の都度内側壁を修理するので、製鉄炉の如く炉壁は固くならず細粉になり易い。取鍋も同様。

以上技術的な面からのみ述べたのであるが、銅鐸が神として祀られたとすれば征服者はその鑄造設備をそのままにするわけが無く徹底的な破壊を受けたことも考慮せねばなるまい。また弥生土器の焼成温度が低いので小型の埴塼が（支持具は考慮外として）使われたとして消耗率は大きで、それらは河原に捨てられ流れたり風化したことも考えられる。いずれにしても今後もその発見出土は困難であろう。