



第56図 建物遺構実測図 (1/80)

にあたって多少の整地を行い、南側の盛土部分流失を防ぐための石列が設けられていたのではなかろうか。次項に述べる鍛冶炉跡1は、この石列の南側、建物跡からはわずか3m離れて一段下の部分に検出された。

建物や石列の時期を判断する明瞭な遺物はみられなかったが、南石列北側の表土層で、絵銭（第63図7）、P37周辺の遺構検出面直上層で丹波摺鉢片（第62図2）が出土している。

なお、第3トレンチの北にあたるE12区で、北西から南東方向へ一直線にならぶ小自然石を検出した。大きいもので長辺40cm程度を測り、上面が比較的平らで上面レベルもほぼ同じであるので簡易な礎石の可能性もあるが、対応する石材がまったくみられないため、ここでは礎石建物の存在は保留しておきたい。

(松本貴子・古川)

#### (4) 鍛冶炉跡

採石遺構Ⅰの7号石材や9号石材周辺の発掘過程で、鉄滓・鑢羽口片・炭片等が出土した。その時点ですぐ北東側の段丘面上に鍛冶炉が残っているのではないかとの予測をもったが、やはり段丘面上の発掘調査区南端D・E15区の壁沿いで炭層を検出した。そこで、南へ拡張区を設定し発掘を続けたところ、明瞭な炉跡2ヶ所を検出し、炉跡内と周辺でも鉄滓等の鍛冶関連遺物が多数出土した。さらに南側の鍛冶炉跡1では、隣接する灰層の底より別の炉底部を検出し、合わせて3基の鍛冶炉の存在が判明した。

**鍛冶炉跡1**（第57・58図，図版36～38） 南拡張発掘区のE16杭西側、D15区とD16区にまたがって検出されている。上面は、幅10cm程度で赤褐色に堅く焼け締まった炉壁が、検出面から若干盛り上がった状態で直径約50～60cm（内径約35cm）のリング状をなし、内部は焼土や黒色灰が詰まっていた。ただしそのリングは北西側が途切れ、十数cm程は北西方向へ平行にのびる。その北西側から北側へは、長径1.3mの灰層の広がりが見られる。その灰層をよく観察すると、80cm×60cmの略長方形を呈する部分がより黒く、その北東辺に長さ約50cm程で三角形状に突出する部分が少し色が薄いことに気づいた。

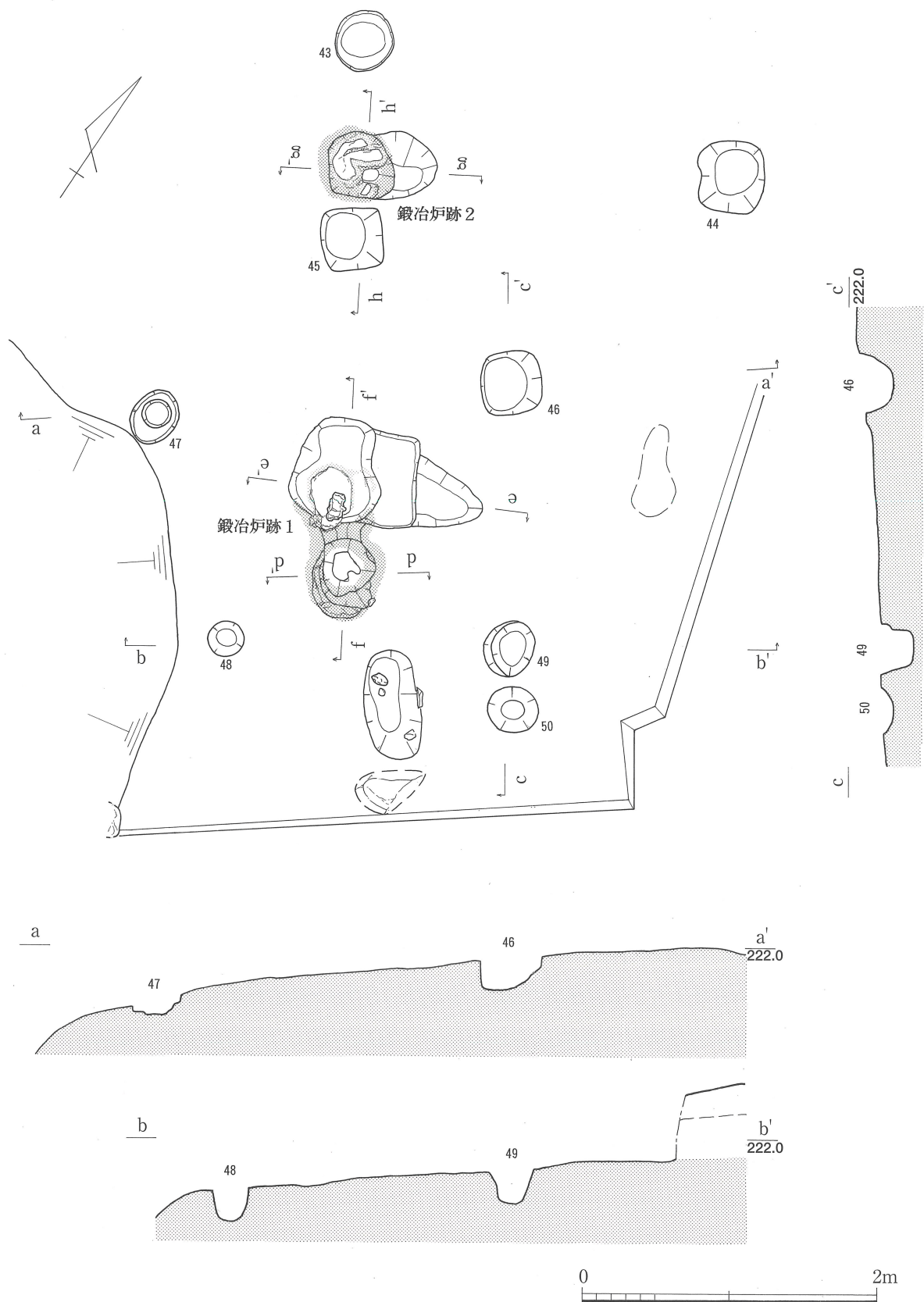
炉本体を発掘すると、深さ15cmで底が現れたが、炉壁・炉底は極めて凹凸が激しい。また北西方向へは、赤褐色に焼け締まった部分が短く溝状をなし、灰層の下へもぐりこむ状況であった。おそらく灰の掻き出し口をなしているであろう。

灰層は畦を設けて土層を観察したところ、大きく四層に分層することができた。そのうち上三層は土混じりの黒色灰層、最下層は黒色灰混じりの灰黒色土層である。そして、この畦断面では必ずしも明瞭ではなかったが、灰層の上三層を除去した段階で、40cm×35cm程度の堅く焼け締まった面が現れた。これは一段階古い炉の底が残ったものと判断され、その面上には若干の灰層をはさんで、長軸長25cm程の大きな鉄滓（鉄滓2）が残っていた。灰層の底は、西半にあたる旧炉底部周囲の長径90cm程が検出面から20cmと深く、東半部は深さ8cm程度であった。

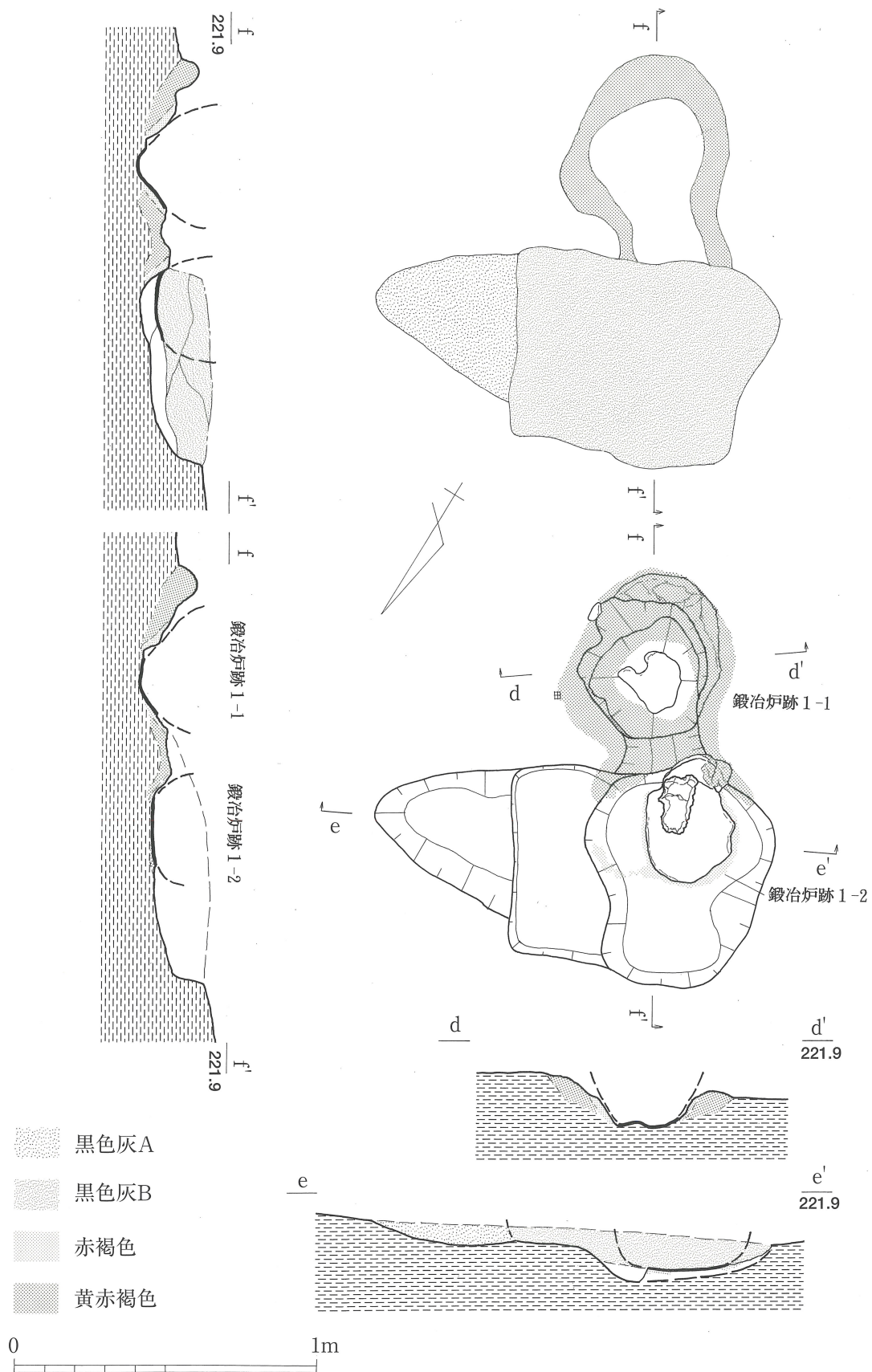
以上の検出状況から考えて、この鍛冶炉跡1は新旧二段階の炉跡が重なっていることが明らかである。まず最初に、炉底部のみ検出された旧炉（鍛冶炉跡1-2）が造られ、それに対応する灰溜まりが北東側へ形成された。その一部が、灰層東部に平面三角状に突出する部分として残っていると考えられる。そしてこの旧炉を壊して新炉を造る段階で、旧炉の炉壁を除去し底だけ残ったのが一段深い灰層最深部の状況なのであろう。さらに、その旧炉を除去した跡の窪みを灰溜まりとして利用しつつ、その南東側へ新炉（鍛冶炉跡1-1）を築いたものと思われる。この新炉の灰溜まりは、旧炉を壊した跡と旧炉の灰層の一部を取り込んだ80cm×60cmの略長方形に形成されたのであろう。

また、旧炉の炉底上で出土した鉄滓2（第64図9）は、その位置からすれば旧炉（鍛冶炉跡1-2）で生成されそのまま残された可能性も無くはないが、むしろ新炉（鍛冶炉跡1-1）の炉





第57図 鍛冶炉跡 1・2 検出状況実測図 (1/40)



第58図 鍛冶炉跡 1 実測図 (1/20)

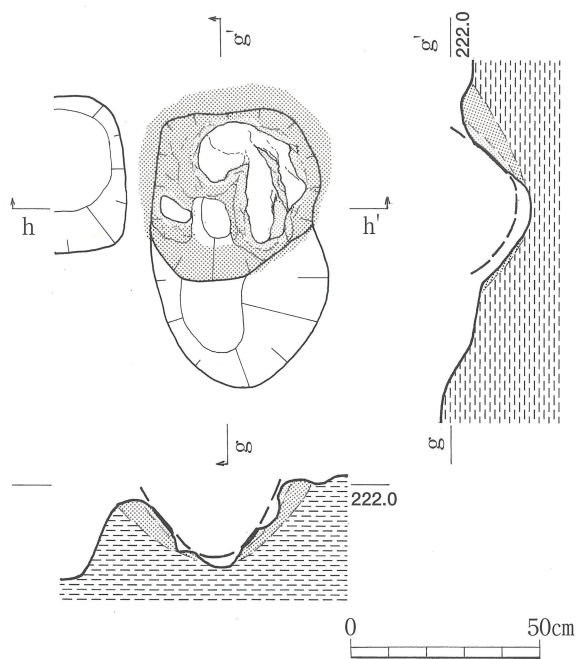
底に顕著な灰層や鉄滓がみられなかったことからすれば、新炉で生成されたものが灰とともに掻き出された状況で検出したとみる方が妥当であろう。

なお灰層畦部分の分層 1～4 は、それぞれを土壌サンプルとして採取し、鍛造剥片・粒状滓の分析資料とした。第Ⅵ章大道和人氏稿の分析（108頁表 8～15）にある①～④層がこれに対応する。ちなみに鍛冶炉跡 1・2 は、この鍛造剥片・粒状滓と鉄滓の分析結果によって、ようやく「鍛冶炉」として確定し得たことは言うまでもない。

この鍛冶炉跡 1 の周囲に、若干のピットを検出した。そのうち P 46～P 49 の 4 基のピットは、鍛冶炉跡 1 を 2.4m×1.8m の四角形に取り囲むように見え、簡易な覆屋の柱穴ではないかと思われる。南側の P 48 が少し北へ寄り過ぎていびつになっているので、あるいはもう少し南西側の崩れた部分に本来の柱穴があったかもしれない。また東側の P 49 のすぐ横に位置する P 50 は、旧炉から新炉に造り替える際に、覆屋を拡張したことを示しているとも考えられるが、詳細不明である。

**鍛冶炉跡 2**（第 57・59 図，図版 36・39） 鍛冶炉跡 2 は、鍛冶炉跡 1-1 から北西へ 2.2m 離れ、建物遺構との中間に検出した。長径 50cm が赤褐色に焼け締まり、深さ 20～25cm を測るが、内壁は大部分崩落して凹凸が激しい。本来は炉の内径 35cm、深さ 20cm 程度のものと思われる。灰溜まりは北東側にあり、径 40cm、深さ 10cm の浅いピットが付属したような状態である。内部は、炉本体から灰溜まりにかけ連続して黒色灰が充満しており、最上層から鞆羽口の破片（第 65 図 13）が出土した。

炉跡の北西側に P 43、南東側には P 45 と二つのピットがあり、覆屋の柱穴である可能性もあるが、炉本体から P 43 は約 35cm、P 45 にいたってはわずか 5cm しか離れていない。覆屋の柱としては近すぎるであろう。



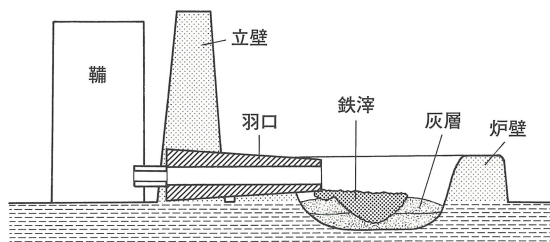
第 59 図 鍛冶炉跡 2 実測図（1/20）

鍛冶炉跡 1-1・1-2 と鍛冶炉跡 2 が共存したか否かについては、必ずしも明確にはわからない。しかし、鍛冶炉 1 の旧炉と鍛冶炉 2 は炭溜まりの生成方向がまったく同じであり、北西－南東という地形の傾斜方向に即して 1.7m 離れて並んでいるかにみえる。あるいは、この 2 基が同時に操業したのち、両者を壊して新たに鍛冶炉 1 の新炉が造られたのではなかろうか。

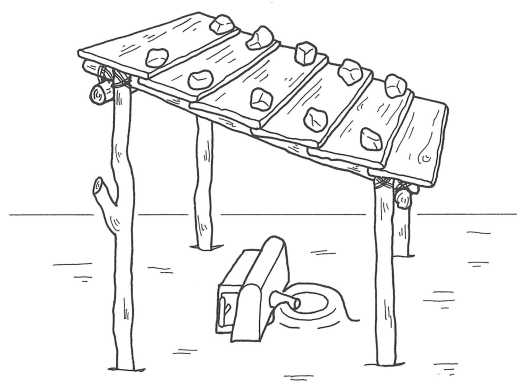
なお、この鍛冶炉 1・2 が検出された部分より東ないし南東方向には、平坦面・緩斜面が続いており、同様な鍛冶炉やその他の作業施設が設けられていた可能性がたかい。その一部については、地形測量図に追加記入を



行ったが、その範囲内にもあたるF19区で、長軸長20cmに及ぶ大きな鉄滓（鉄滓1）を採集した（第64図8）。大澤・大道両氏の観察・分析によれば、この鉄滓1のみが精錬鍛冶滓であるのに対し、他はすべて鍛練鍛冶滓、鍛冶炉跡1・2も鍛練鍛冶遺構であろうということなので、付近に精錬鍛冶を行った鍛冶炉跡が存在するのであろう。（古川）



第60図 鍛冶炉断面概念模式図



第61図 鍛冶炉及び覆屋推定図

## 5. 出土遺物

出土遺物は、コンテナ2箱分である。その種類は、須恵器・土師器の土器類若干、備前・丹波焼等の中世陶器、鉄製品（鉄片）、鉄滓や鍛造剥片等の鍛冶関連遺物がある。また珍しい遺物として、近世の貨幣類似資料である絵銭も出土している。

数的には鉄滓（鍛冶滓）が大半を占め、土器・陶磁器類は少量である。明確な遺構から出土した陶磁器類は、採石遺構Ⅳから出土した備前焼摺鉢に限られる。

鉄滓（鍛冶滓）等の遺物は、野鍛冶に伴う鍛冶関連遺物として一括して取り上げ記述する。

### (1) 土器・陶磁器類

#### 陶磁器類（第62図，図版42）

1は、採石遺構Ⅳの底から出土した備前焼摺鉢の口縁部である。口縁部外面には3条の凹線を施す。口縁端部内面は一段凹線状に窪み、体部内外面にかけて全体をロクロナデで成形する。体部内面は7本一単位の細筋の摺目を、見込み部から口縁部にかけて縦方向に施したのち、左上がり斜め方向の摺目を加える。色調は内外面とも茶褐色、胎土は精良で1mm程度の砂粒を含む。口径は27.6cm、残存高は7.3cmを測る。

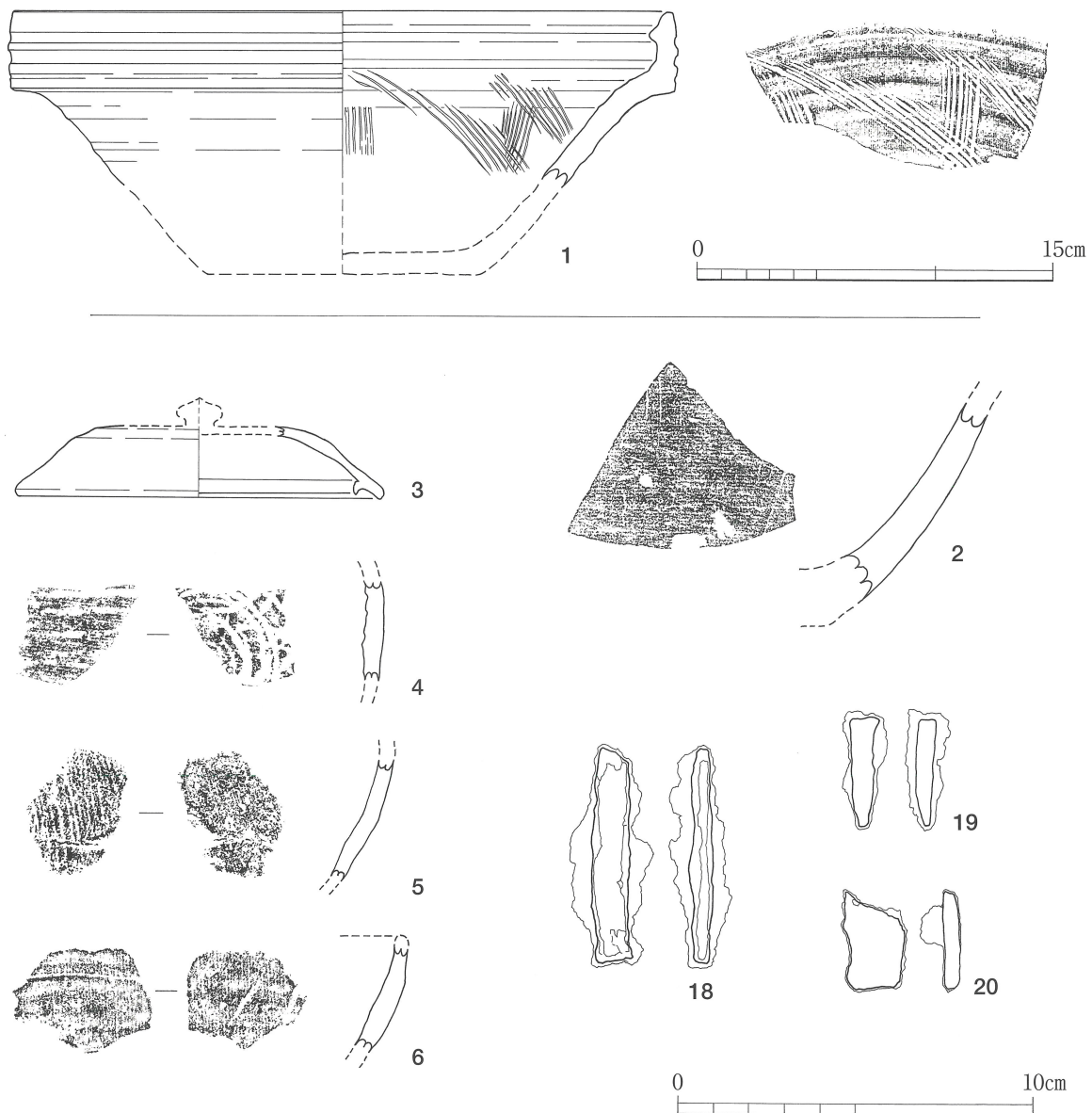
採石遺構の底という出土位置からみて、大坂城再築に伴う採石の過程で1620年代に廃棄されたものと考えて無理はない。わずか1点の資料ながら、近世初期備前焼摺鉢の実年代資料として

位置づけできる重要遺物であろう。第Ⅶ章 4 濱野稿参照。

2 は、E14区の表土から出土した丹波摺鉢の体部下半部小片である。外面はロクロナデ仕上げ、内面はロクロナデの後ヘラ先を利用して細筋一本描きの摺目を施す。摺目は条痕を確認するのが困難な程摩滅しており、かなり使用されていると思われる。色調は内面が淡黄橙色、外面明褐橙色、断面は黄灰色～灰橙色である。胎土は精良で0.5mm程度の長石と3mm以下の暗褐色～褐色の砂粒を含む。口縁部が残っていないので詳細は判らないが、一本描きの摺目であることから近世的なものではなく、16～17世紀前半のものと考えたい。

須恵器・土師器（第62図，図版42）

3 は、F13区第3トレンチ（黄褐色砂質土）から出土した、内面にかえりを有するいわゆる



第 62 図 土器・陶磁器類及び鉄片実測図（1/3，1/2）

須恵器杯Gと分類されているものの蓋口縁部である。頂部の平坦面は小さく全体に扁平なつくり。口縁端部は下方に屈曲させ、かえりは明瞭で強く反り返り鋭利に突出するが、下方への突き出しは口縁端面より上にとどまる。全体の約1/8が残存するが、天井部の一部とつまみ部は残っていない。器表面の調整は内・外面ともに回転ナデである。色調は内外面とも暗青灰色、断面灰白色である。やや粗い素地を用い、最大径2mmまでの長石・石英をやや多く含む。口径10.2cm、残存高2.0cmを測る。飛鳥期（西暦660年前後）のものであろう。

4は、D5区表土直下から出土した須恵器甕の体部小片である。外面は平行叩き目、内面は同心円文を施す。外面の色調が褐色を呈する。内面は灰白色である。

5は、E11区の柱穴群検出面で出土した土師器甕の体部小片である。外面ハケ調整、内面はナデ調整を施す。

6は、E15区表土から出土した土師器杯の破片である。口縁部と推定される外面の一部に強い横ナデを施す。他の部位はナデ調整を施す。

3～6の須恵器・土師器4点は、いずれも小片で、3以外は時期を特定することも難しい。しかし、4～6も3に近い7世紀代の遺物と考えるには、さほど無理のないものであろう。いずれにせよ、大坂城再築の17世紀と比較すると極端に古い遺物群であり、遺跡の立地をかんがえとかなり唐突な印象をうける。わずかに4点の土器小片であるので消極的とならざるを得ないが、周辺に古墳の存在を考えないと理解しがたい。この点については、第Ⅶ章6で若干の考察を加えているので参照ねがいたい。

## (2) 銭貨類

### 絵銭（第63図，図版42）

7は、E15区表土内から出土した絵銭である。絵銭は、「銭」といいつつもいわゆる流通貨幣ではなく、現代風に言えばメダルのようなもので、お墓の副葬用品や記念品・お守りの類いと考えてよい。絵銭にも表面の図柄や文字からいくつかのパターンがあり、主に近世墓の六道銭として検出される「題目銭」「念仏銭」などの文字銭と、「大黒」「釣恵比須」「駒曳」など縁起ものの絵を表現したものの二種がある。本資料は、表の図柄から「駒曳銭」と呼ばれているものにあたる。

左上の1/4が欠損し全体的に摩滅が進んではいるが、表面の図柄ははっきり読み取ることができる。上半部に右向きの馬、右下に大きく両手を開いた人物が表現され、馬の頭部と人物の左手(?)がたずなのようなもので繋がっているのがわかるものの、馬の装具や人物の衣服までの表現はなく、まるで影絵のような図柄である。裏面は、縁が僅かに確認できるが内郭はなく、平滑である。法量は、最大銭径23.99mm、銭厚0.88～1.77mm、量目1.80gを測る。

出土状況からはその製作・使用時期を特定することはできない。しかし、人里から離れた本調査地の立地環境を考慮すると、肥前寺澤家が大坂城再築に伴って採石した近世初期（1620年





第63図 出土絵銭拓影 (1/1)

代) か、もしくは採石遺構 V にみられるような近世末から明治期 (19世紀代) の二つ以外は考えにくい。

絵銭の中でも元々図柄銭の出土例は少なく、特に時期を限定できる類例がほとんどないため、これまでまとまった研究はみられない。よって、近世的な絵銭の出現がいつ頃なのか、「駒

曳銭」がいつどこで造られはじめたかはまったくわからないが、従来の常識的な見方からすれば、本資料も当然近世後期から末頃のものというべきであろう。しかしながら、一方では出土位置が近世初期の採石に伴うと考えられる建物跡や鍛冶炉跡が検出された範囲内であることも軽視しがたい。ここでは、時期不明ながら近世初期にさかのぼる可能性のあるものという程度に止めておくこととしたい。

なお、類例やその意義については、第Ⅶ章 5 に兵庫埋蔵銭調査会永井久美男氏より玉稿を頂いている。御参照ねがいたい。

### (3) 鍛冶関連遺物

鍛冶炉 1・鍛冶炉 2 の埋土とその周囲からは、土師質の轆羽口・鉄滓・木炭など鍛冶関連遺物が出土した。また、採石遺構 I の東部斜面裾にあたる 7・9 号石周辺においても、轆羽口片や鉄滓が多数出土している。

一方、鍛冶炉 1-2 埋土灰層については一部を採取し、水洗による遺物分別作業を実施した。残った細粒状物から磁石により反応するものを選別し、それをさらに細かくルーペで形状観察を加え、径 3 mm 以下の鍛造剥片・粒状滓等微細遺物を検出した。

この微細遺物である鍛造剥片・粒状滓の詳細と鉄滓の概要については、第Ⅵ章に大澤正己・大道和人両氏の玉稿を頂いているので参照されたい。

#### 鉄滓 (第64図, 図版43)

出土遺物の大半を占める鉄滓の多くが、生産工程で排出される鍛冶滓と、同じ鉄滓でも轆羽口直下の火床中に形成された椀形滓または炉底滓と呼ばれるものである。ただし、鉄滓として取り上げたもののうちには、錆が多く付着していて本来の形状を判別しにくいながらも、内部に鉄塊 (もしくは鉄片・鉄製品片) を取り込んだものがある。

本項で取り上げる鉄滓は、多量に出土した中から、比較的大形で遺存状態が良好の鍛冶操業過程を推定するのに適した鉄滓と、椀形滓または炉底滓と考えられるもの、および確実に鉄製品片と推定できるものに限定し、図化した鉄滓 (鍛冶滓) 5 点と轆羽口 3 点、及び鉄製品片 3 点のみ記述する。

8 (鉄滓 1) は、F 19 区の表土上において採集されたものである。大澤・大道両氏の観察・



第64図 鉄滓実測図 (1/3)

分析から精練鍛冶滓であることが判明した。上面にガラス質滓は認められないが、磁石の反応から鉄塊（鉄片）の残存付着がわかる（図の網目部分）。また、粉炭痕が顕著に認められる。下面には炉底粘土が部分的に付着残存しているが、大部分は上面と同じ様に粉炭痕が多く認められる。滓質は緻密である。法量は長軸200mm、短軸130mm、厚さ100mm、重量2,480 gを測る。

9（鉄滓2）は、D15区鍛冶炉1-1の灰層（1-2炉底上面）から出土している。鍛練鍛冶滓である。轆羽口の融解に起因するガラス質滓と椀形滓が結合して細長い形状をなし、その結合部の上に付着するような状態で鉄塊が残存する。滓質は粗である。また、全体的に粉炭痕が顕著に認められる。法量は長軸185mm、短軸100mm、厚さ60mm、重量836 gを測る。

10（鉄滓16）は、D15区鍛冶炉1-2の灰層から出土している。鍛練鍛冶滓である。滓中に粉炭痕が多く含まれる。法量は長軸46mm、短軸38mm、厚さ15mm、重量36 gを測る。

11（鉄滓5）は、D17区の採石遺構Ⅰ内、9号石材横の黄褐色土層から出土している。鍛練鍛冶滓で、上面に鉄塊が付着している。付着している鉄塊は長さ30mm、幅30mmの大きさの長方形鉄片と思われる。滓質は緻密である。法量は長軸105mm、短軸105mm、厚さ42mm、重量550 gを測る。

12（鉄滓17）は、D15区鍛冶炉1灰層から出土している。鍛練鍛冶滓である。酸化土砂の付着が著しく、その中に薄手の鍛造剥片が含まれるのが確認できる。法量は長軸100mm、短軸52mm、厚さ30mm、重量158 gを測る。

#### 鍛造剥片・粒状滓

鍛冶炉1灰層の水洗および磁石選別により、鍛造剥片・粒状滓を検出した。鍛造剥片は厚さ0.1～0.2mm、粒状滓は径5 mm以下の微細遺物である。大道和人・大澤正己氏の観察・分析により、鍛冶炉1では最終的な鉄器を形作る段階に相当する、鍛練鍛冶B段階の操業が主体的に行われていたことが判明した。この結果は、鉄滓の観察・分析結果とも一致する。詳細は大道・大澤両氏の報告を参照願いたい（第Ⅵ章1・2）。

#### 轆羽口（第65図，図版44）

明確な遺構に伴う羽口は、鍛冶炉2埋土から出土した13だけである。それ以外は、鍛冶炉1周辺の遺構面直上層から、大半が細かい破片になって出土している。これらは、色調と胎土の違いから2個体存在していたものと推定でき、鍛冶炉1に伴う羽口の可能性がたかい。出土した羽口のすべては、軸木（竹）に粘土を円柱状となるように握り付け、端部や側面をヘラや指で整えた後、軸木（竹）を引き抜いて先細りの円筒形とし、乾燥・焼成したと思われる。外面の調整も最終仕上げは縦方向のナデである。

13は、鍛冶炉2の埋土灰層内から出土した。長さ11.8cm、全周の1/3程度が残存する。他の羽口より外径等がやや小さく、そして被熱による変色が認められるため、羽口先端に近い部分にあたるものと思われる。ただし、融解したガラス・鉄滓等の付着はまったく認められなかった。このため、遺存部のさらに先に、鍛冶炉内で火に触れる部分が存在したものと思われる。色調は外面は淡黄色、内面は赤褐色である。胎土はやや粗く1 mm～6 mm程度の砂粒を含み、焼成は



良好である。推定復元外径8.2cm前後、推定復元内径2.6cm前後を測る。

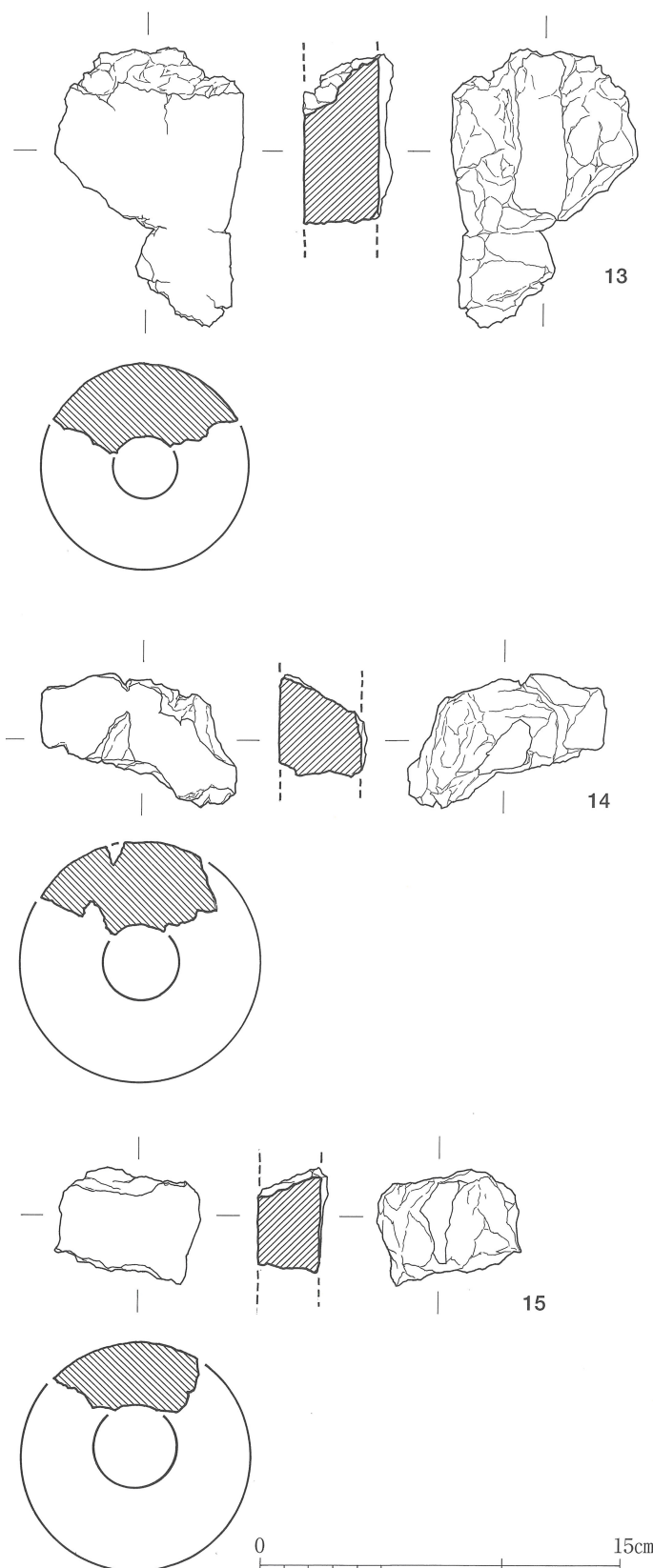
14は、鍛冶炉1南西側にあたるE16区から出土している。全周の1/4弱、長さ5.6cmが残存する。色調は内・外面とも黄橙色である。胎土はやや粗く1mm～7mm程度の砂粒を含み、焼成は良好である。推定復元外径9.7cm前後、推定復元内径3.0cm前後を測る。

15は、やはりD16区の鍛冶炉1-1検出面付近から出土している。全周の1/5程度、長さ4.9cmが遺存する。色調は外面は黄褐色、内面は淡黄褐色である。胎土は、0.5mmから大きいもので5mm程度の砂粒を含み、焼成は良好である。推定復元外径9.3cm前後、推定復元内径3.4cm前後を測る。

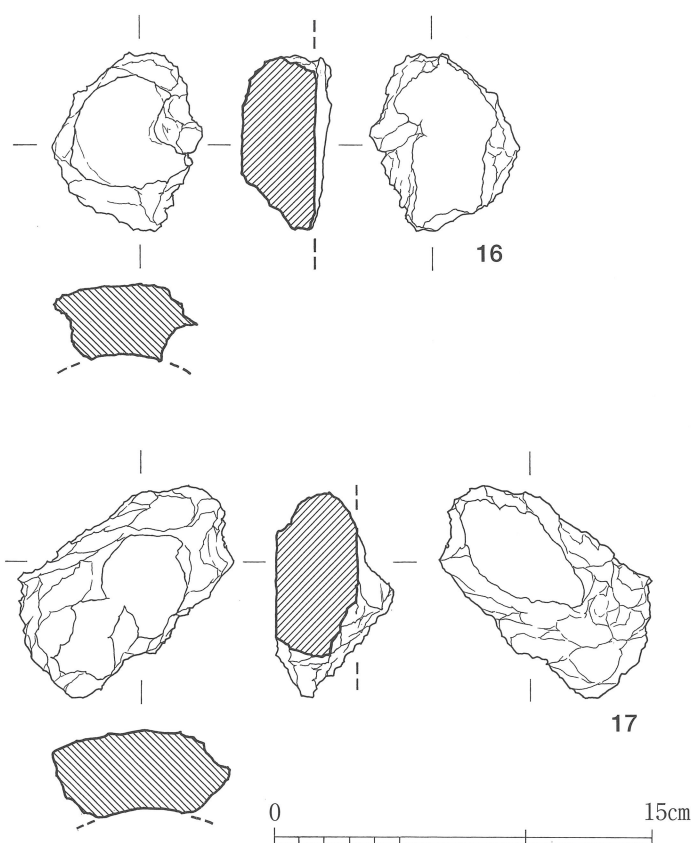
#### 炉壁・立壁（第66図，図版44）

炉壁は、砂を混ぜた粘土塊で造られ、高温に晒されたため赤褐色に堅く焼けしまっているが、スサなどの混入物は認められない。いずれも細片化して原形をとどめるものは少なく、図化に耐えられるものはなかった。少量だが鉄滓の付着した炉壁もあるが、融解したガラス質の付着した炉壁は認められない。

炉壁片の中に混じって轆（箱式轆）と鍛冶炉の間にあった立壁（轆羽口土台）の一部、あるいは羽口の差し込み部と推定される断片が2点出土している。この断片は炉壁と同じく砂を混ぜた粘土塊で、一見した所



第65図 轆羽口実測図（1/3）



第66図 炉壁・立壁実測図 (1/3)

線撮影で明確に鉄製品の破片と判断できるものの、本来の形状を残す物は一点もなく、再成形または製品の補修などに使用される古鉄の残材片と思われる。

18は、鍛冶炉1埋土から出土している。厚さは約6mmと薄く細長い板状を呈している。残存長は6.1cm、残存幅は1.1cmを測る。

19(鉄器8)は、鍛冶炉1南のD16区楕円形ピット埋土北半から出土している。錆化が著しく棒状を呈しているが、横断面形は長方形を呈する。一端が太いので、釘頭部の可能性が高い。厚さは6mm、長さ3.0cm、幅7mm、重量7gを測る。

20(鉄器6)は、鍛冶炉2埋土から出土している。略長方形を呈する板状の破片で、18・19と違い鑄造品であることが、X線撮影からも確認された。おそらく鉄鍋などの破片と考えられる。残存長2.7cm、残存幅は1.5cm、厚さ2mm、重量4.1gを測る。

#### 木炭(図版44)

木炭の全体が判明する資料は検出されておらず、すべての木炭が数ブロック化もしくは細片化しているため長さや直径等の法量は判別できない。樹種鑑定は実施していないものの、細いものは小枝程度のものから、直径8cm前後と推定される太めのものがあり、多種多様である。

(濱野 俊一)

では炉壁とほとんど変わらないが、高温に晒される部位であったため部分的に赤褐色に強く焼け締まっている。そして、鞆羽口外面の湾曲に沿うような曲面部分が認められた。

16・17とも、鍛冶炉1南西側にあたるD16区の南拡張部から出土している。いずれも色調は部分的に二次焼成のため赤褐色に変色しているが、大半が内外面とも明黄色である。胎土は0.5mm～5mm程度の砂粒を多く含み焼成は良好である。

#### 鉄製品(第62図, 図版44)

多数の鉄滓(鍛冶滓)に混じって少量の鉄塊・鉄片が出土しているが、鉄製品の断片と判断できるものは非常に少ない。大半が錆に覆われており、鉄滓の中に取り込まれているものもある。このため、肉眼観察やX

## Ⅵ. 自然科学的分析調査の結果

### 1. 鉄滓と鍛造剥片・粒状滓の観察

大道和人（財滋賀県文化財保護協会）

#### 1. はじめに

17世紀初頭が比定される徳川大坂城の再築に伴う東六甲採石場、岩ヶ平刻印群第12次調査では鍛冶遺構としては鍛冶炉が検出され、また、遺物としては羽口、鉄滓および鍛冶関連微細遺物である鍛造剥片と粒状滓が出土している。筆者は調査後、調査主体である芦屋市教育委員会より出土した鍛冶関連遺物を実見する機会を与えてもらうことができた。その後、それらの観察記録をまとめてはどうかとの芦屋市教育委員会より申し出を受けたので、鍛冶関連遺物のうち鉄滓と鍛造剥片・粒状滓の考古学的観察・検討を行い、本調査区での鍛冶工程の復元を考察することとなった。

#### 2. 鉄滓

##### (1) 鉄滓・鉄片の観察表

本調査で出土した鍛冶関連遺物のうち、比較的遺存状態の良好なもので、鍛冶操業の復元を推定するのに適していると考えられる鉄器（鉄片）・鉄滓（椀形滓）を17点選択し、実測および考古学的観察を行い、それぞれ実測図を第62図(P.96)と第64図(P.99)、観察表を表6・7に掲載した。以下に観察表に記載した語句について説明を加える。

**長軸・短軸・厚さ・重量：** 現存する資料の計測値。

**磁着度：** 製鉄遺跡から多量に出土する各種の鉄滓や鉄塊系遺物などを効率的に分類・判別し、遺跡の評価や遺跡間の情報を共有化するために採用された評価基準である。鉄滓分類用の標準磁石（精密分離・磁着度測定用磁石、標準磁石SR-3使用、糸で吊り下げて使用）を、定められた方法を用いて、資料の磁着反応を1から8までの数値で表す。数値が大きいほど磁着性が強いことを意味する。

**メタル度：** 金属鉄を含む「鉄塊系遺物」などの中に遺存する酸化していない金属鉄の量と位置を測定し、評価する基準である。H(○) → M(◎) → L(●) の順に対象金属が大きいこ



表6 主要出土鉄器一覧

(カッコ番号は96頁第62図の遺物番号に対応)

番号	長軸(mm)	短軸(mm)	厚さ(mm)	重量(g)	磁着度	メタル度	遺存度
鉄器6 (20)	所 見						
	27	15	2	41	5	L (●)	破片
鉄器8 (19)	所 見						
	30	7	6	7	4	M (◎)	破片
鉄器9	所 見						
	37	25	25	40	5	L (●)	破片?
鉄器10	所 見						
	30	23	12	16	4	M (◎)	破片?
鉄器11	所 見						
	20	18	15	14	4	L (●)	破片?
鉄器12	所 見						
	22	22	10	12	4	L (●)	破片?
鉄器13	所 見						
	45	17	13	9	3	L (●)	破片
鉄器14	所 見						
	25	17	4	6	2	H (○)	破片?
鉄器15	所 見						
	30	20	3	11	5	L (●)	破片

とを示す。概ねH(○)は1mmから2.5mm、M(◎)は4mmから5mm、L(●)は10mm以上の金属鉄の残留を示す。特殊な整準をした小型の特殊金属探知機(特殊金属探知機MR-50B)を使用マニュアルに応じて用い判定する。

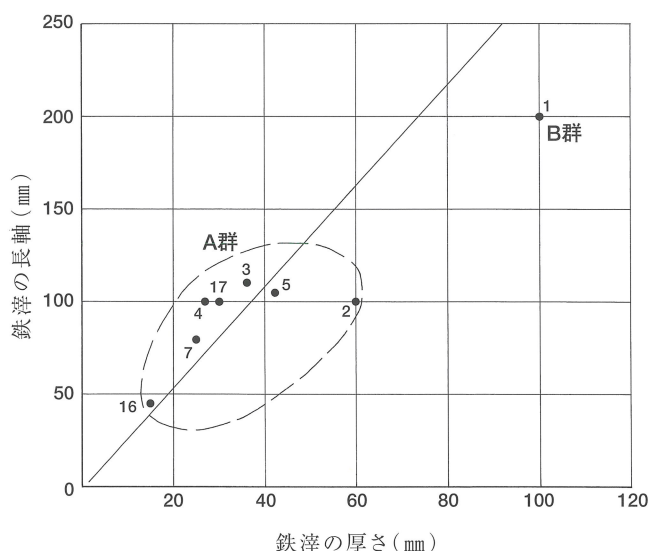
**遺存度:** 資料が完形品か、破片資料かを記す。

**生成方向:** 鍛冶炉内で羽口が装着され、送風が行われた方向に対し、均等に滓が生成したか、横方向に伸びた滓が生成したか、縦方向に伸びた滓が生成したかを記す。

**下面の形態:** 資料下面の断面形を記す。

**下面の状態:** 資料下面の付着物の特徴を記す。鍛冶炉の炉底粘土の付着、鍛冶操作時に付着した粉炭・木炭の痕跡の有無が主な観察項目となる。

**上面の形態:** 資料上面の断面形を記す。



第67図 鉄滓の長軸と厚さの相関関係  
(数字は鉄滓番号)

## (2) 鉄滓の大きさと重量

鉄滓の平面の大きさは様々で、これら

表7 主要出土鉄滓一覧

(カッコ番号は99頁第64図の遺物番号に対応)

番号	長軸 (mm)	短軸 (mm)	磁着度	メタル度	遺存度	生成方向	下面の形態	下面の状態	上面の状態
	厚さ (mm)	重量 (g)							
	分 類								
鉄滓 1 ( 8 )	200	130	2 (鉄5)	L (●)	ほぼ完形	均等	深い碗形	一部粘土付着	凹
	100	2,480	上面中央に鉄塊が付着するような状態で残存する含鉄碗形鍛冶滓。上面の付着鉄塊は径70mm・厚さ10mm程である。上面では羽口に起因するガラス質滓の付着は認められない。長さ10mm・幅2mm程の粉炭痕が密に認められる。下面では炉底粘土の付着が一部で認められるが、上面と同様長さ10mm・幅2mm程の粉炭痕が密に認められる。滓質は緻密である。精錬鍛冶作業に伴う碗形滓である可能性が高い。本来の滓のサイズは径200mm・厚さ100mmに復元でき、本資料は厚みのある含鉄碗形滓に分類できる。分析 K I N - 1。						
	A 類・精錬鍛冶 ( 深 )								
鉄滓 2 ( 9 )	185	100	2 (鉄3)	L (●)	ほぼ完形	均等	碗形	木炭痕	やや盛り上がる
	60	836	羽口の溶解に起因するガラス質滓から滓に続く含鉄碗形鍛冶滓。ガラス質滓と碗形滓の接合部の上面に、付着するような状態で鉄塊が残存する。碗形滓本体のサイズは径100mm・厚さ60mm程で、滓質はやや疎である。上面では長さ15mm・幅10mm程の木炭痕が密に認められる。また、ガラス質滓と滓の接合部にある鉄塊部分にも長さ12mm・幅10mm程の木炭痕が密に認められる。下面では長さ12mm・幅10mm程の木炭痕が密に認められる。羽口の炉内への送風角度は鉄滓 1 と比較すると緩やかであった事が推定される。						
	B 類・鍛錬鍛冶 ( 浅 )								
鉄滓 3	110	83	3 (鉄4)	L (●)	ほぼ完形	均等	碗形	粉炭	平坦
	35	363	上面の磁着度が 4、下面の磁着度が 3、また上面において酸化土砂の付着が著しいことから上面に鉄塊の付着する含鉄碗形鍛冶滓であると判断される。滓質は鉄滓 2 と同様で、やや疎である。碗形滓のサイズは鉄滓 2 とほぼ同じであることから、本資料は鉄滓 2 からガラス質滓の部分が剥離したものと考えられる。						
	B 類・鍛錬鍛冶 ( 浅 )								
鉄滓 4	100	85	3 (鉄4)	L (●)	ほぼ完形	均等	碗形	粉炭	平坦
	27	259	上面の磁着度が 4、下面の磁着度が 3、また上面において酸化土砂の付着が著しいことから上面に鉄塊の付着する含鉄碗形鍛冶滓であると判断される。滓質は鉄滓 2 と同様でやや疎である。碗形滓のサイズは鉄滓 2、鉄滓 3 とほぼ同じであることから、本資料は鉄滓 2 からガラス質滓の部分が剥離したものと考えられる。鉄滓 2、鉄滓 3、鉄滓 4 は同一の鍛冶炉または同一規模の鍛冶炉で、同様の操業が行われた際に生成した碗形鍛冶滓の可能性が高い。						
	B 類・鍛錬鍛冶 ( 浅 )								
鉄滓 5 (11)	105	105	2 (鉄5)	L (●)	ほぼ完形	均等	碗形	粉炭	平坦
	42	550	上面に鉄塊の付着する含鉄碗形鍛冶滓。鉄塊は、破面の観察から長さ30mm・幅30mmの大きさで、折り返し鍛錬を受けた長方形の鉄板片と推定される。滓質は 2 ～ 4 と比較するとやや緻密である。碗形滓のサイズは、平面的には鉄滓 2 ～ 3 と同規模であるが、厚みが 2 ～ 4 よりもある。分析 K I N - 2。						
	B 類・鍛錬鍛冶 ( 浅 )								
鉄滓 7	80	70	1	なし	ほぼ完形	横長	緩やかな碗形	粉炭	凹凸
	25	89	上面の一部に羽口に起因するガラス質滓の付着が認められる。碗形滓本来のサイズは長軸70mm・短軸50mmに復元できる。滓質は疎。鍛冶炉 1 (炭層) から出土した鉄滓は本資料と同様のものが出土している。						
	B 類・鍛錬鍛冶 ( 浅 )								
鉄滓16 (10)	46	38	2	なし	1/2	均等か	緩やかな碗形	粉炭	平坦
	15	36	長さ10mm・幅2mm程の木炭 (粉炭) が滓中に密に含まれる小型の碗形鍛冶滓。本来は径50mm程の碗形滓であったものと推定される。						
	B 類・鍛錬鍛冶								
鉄滓17 (12)	100	52	1	なし	1/2	均等か	碗形	粉炭	平坦
	30	158	鉄滓 2 ～ 5 とサイズが同規模の碗形鍛冶滓。酸化土砂の付着が著しい。付着すると酸化土砂中に、光沢を持つ薄手の鍛造薄片の付着が認められる。滓質は緻密。						
	B 類・鍛錬鍛冶								

は鞆から鍛冶炉への送風量や風圧及び鉄の処理量などにより、その大きさは変化すると考えられる。元の鍛冶素材に含まれる不純物を取り除いたり、固体の素材を加工可能な赤熱・半溶融状態にできるだけの高温域が広がれば、素材より下に抜け落ちる不純物や酸化鉄等の集まりである鉄滓も大きく成長することは可能で、逆にこの面積が狭ければ小さいものしかできない。鉄滓の厚さも同様で、鞆からの送風、さらには羽口の取り付け角度、及びその先端から炉底までの距離によって規定されると予想できる。

資料観察表を作成した8点の鉄滓中の長軸と厚さの相関関係図を作成し、第67図で示した。なお、鉄滓2は観察表で示した長軸185mmが、羽口の溶解に起因するガラス質滓の長さも含んでおり、鉄滓本体の長軸は100mmと計測でき、第67図ではその値でドットした。図中の斜線は

鉄滓の長軸／厚さの平均値2.81の直線である。斜線より下に位置するドットの滓は平均より厚さがあり、上に位置するドットの滓は平均より薄いことを示している。

鉄滓の長軸と厚さとの相関関係からみると、鉄滓 2・3・4・5・7・16・17の一群、すなわち鍛冶炉周辺から出土した鉄滓群（A群）と、F18区表採資料である鉄滓 1（B群）の二群に分かれることがみてとれる。

### (3) 上面の形態

鉄滓の上面では、通常木炭によって形成された 2 cm以下の窪みを所々に観察することができる。しかし、全体的にみると平坦であることが一般的で、羽口の溶解に起因するガラス質滓の付着や木炭痕によって多少の凹凸がみられることがあるが、それらを考慮して鉄滓の上面を観察するならば鉄滓本体の表面は平坦であることが多い。しかし、中には木炭の痕跡のような小さな窪みではなく、滓上面の 1 / 2 以上を占める大きな窪みを持つ鉄滓がある。精練鍛冶に際して、銑鉄系の鉄塊が滓上面に生成された場合、上記のような窪みができる場合が多いとの指摘がある。

今回の調査で出土した資料のうち、鉄滓 2・3・4・5・7・16・17(A群)については、鉄滓 2 と鉄滓 7 に鉄滓上面の盛り上がり、及び凹凸を観察することができる。しかし、鉄滓 2 は木炭の不燃焼による鉄滓上面の盛り上がり、鉄滓 7 はガラス質滓の付着による鉄滓上面の凹凸と判断することができ、鉄滓本体の上面はほぼ平坦であったと理解することができる。したがって、A群については上面は平坦であるものと判断してよい。

一方、鉄滓 1 (B群)の上面では 1 / 2 以上を占める大きな窪みを観察することができ、A群とはその様相が大きく異なっていることがわかる。

### (4) 下面の形態・状態

鉄滓の下面には炉床土の付着しているものと付いていないものがある。炉床土の付着する鉄滓は、炉内では熔融状態であるため、遺構の剥ぎ取りのように土と反応して生成する。したがって、鉄滓下面の形態は、鍛冶炉の炉底の形態を反映しているといえ、鍛冶炉の形態を推定する上で非常に有効である。

炉床土の付着していない鉄滓は、炉床土まで滓が成長しなかったことを意味する。すなわち操業の際には炉床土上に粉炭を充填し、粉炭層上で木炭を投入しながら操業を行うわけであるが、熔融状態になった滓は炉内の粉炭層で止まり、炉床土まで到達しなかったことを意味する。しかし、この場合でも鉄滓の下面の形態は、火窪部を形成する粉炭層の形態を反映しているものと判断され、粉炭層で形成された火窪部の形態をある程度推定することができる。

鍛冶炉で生成する鉄滓の下面の断面形は碗形を呈することが一般的である。ところで、精練鍛冶の実験例などでは、火窪部が深い場合は滓と鉄塊の分離が良好であるが、逆に火窪部が浅い場合は滓と鉄塊の分離が良くできない事例が存在する。このことから、精練鍛冶における鉄



塊と滓の分離の良し悪しは、火窪部に敷かれた粉炭から羽口までの距離の重要性が指摘されている。火窪部に敷かれた粉炭から羽口までの距離が長くなれば、厚みを持った滓が生成する可能性が高くなる。以上のことから、精練鍛冶滓は、精練される鉄およびその鉄に含まれる不純物の量にも関係してくるが、鍛練鍛冶滓と比較し、深い碗形を呈している可能性が高い。

以上のような視点で、鉄滓の下面の形態・状態をみると、鉄滓 2・3・4・5・7・16・17（A群）は碗形または緩やかな碗形を呈し、炉床土の付着が認められないのに対し、鉄滓 1（B群）は深い碗形を呈し、一部に炉床土の付着が認められる。このことから、A群の鉄滓は炉床土上の粉炭層上で滓が生成したのに対し、B群の鉄滓は粉炭層下の炉床土近くまで滓が生成し、一部炉床土まで到達したことが推定される。

#### (5) 小結

以上、鉄滓の大きさと重量、上面の形態、下面の形態・状態の考古学的観察・検討を総合すると、鉄滓 2・3・4・5・7・16・17のA群の鉄滓は上記の各要素の類似点が多く、同一の炉、または同規模の炉で、同様の鍛冶工程の操業がなされた可能性が高く、鍛練鍛冶工程において生成されたものと推定される。また、鉄滓 1のB群の鉄滓はA群のものとは異質なものと判断され、精練鍛冶工程において生成されたものと推定される。

### 3. 鍛造剥片・粒状滓

#### (1) 観察結果

鍛冶炉や鉄滓・羽口など鍛冶関連遺物の出土から、鍛造剥片や粒状滓などの鍛冶関連微細遺物の出土が予想されたため、鍛冶炉 1の炭溜りの埋土を第①層、第②層、第③層、第④層と層位的に土砂ごとサンプル採取し、磁着選別を行った。その結果、第①層から鍛造剥片を45点、粒状滓を1点、第②層から鍛造剥片を50点、粒状滓を2点、第③層から鍛造剥片を8点、第④層から鍛造剥片を6点、粒状滓を21点選別した。

層ごとに選別した鍛造剥片については、厚さを計測し、光沢の有無、平坦・湾曲等の形状について観察を行い、その特徴を検討するため、層ごとに鍛造剥片の厚さ単位の点数・割合、累積点数・割合、光沢の有無の点数、形状ごとの点数の集計表を作成し、表 8～11で示した。さらに表 8～11を総合したものを表12で示した。また、層ごとに選別した粒状滓については、長径・短径を計測し、色調、光沢の有無、形状、突起の有無、付着物などについて観察記録を作成し、表13～15で示した。

以下では、鍛造剥片や粒状滓の観察結果を、鍛冶実験の結果などに照らし合わせながら、鍛冶工程段階の復元を試みたい。

鍛冶実験では、鍛造剥片は鍛練鍛冶A段階では表面が黒褐色で光沢の無い厚さ0.2mm以上の

表8 鍛冶炉跡1炭溜り①層 鍛造剥片集計表

厚さ(mm)	点 率	比率(%)	累積点数	比率(%)	光 沢 無	光 沢 有	平 坦	非 平 坦
0.2	1	2	1	2	1	0	1	0
0.1	44	98	45	100	32	12	41	3

表9 鍛冶炉跡1炭溜り②層 鍛造剥片集計表

厚さ(mm)	点 率	比率(%)	累積点数	比率(%)	光 沢 無	光 沢 有	平 坦	非 平 坦
0.2	1	2	1	2	1	0	1	0
0.1	49	98	50	100	34	15	48	1

表10 鍛冶炉跡1炭溜り③層 鍛造剥片集計表

厚さ(mm)	点 率	比率(%)	累積点数	比率(%)	光 沢 無	光 沢 有	平 坦	非 平 坦
0.2	1	13	1	13	1	0	1	0
0.1	7	88	8	100	4	3	7	0

表11 鍛冶炉跡1炭溜り④層 鍛造剥片集計表

厚さ(mm)	点 率	比率(%)	累積点数	比率(%)	光 沢 無	光 沢 有	平 坦	非 平 坦
0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	6	100	6	100	4	2	6	0

表12 鍛冶炉跡1炭溜り①～④層合計 鍛造剥片集計表

厚さ(mm)	点 率	比率(%)	累積点数	比率(%)	光 沢 無	光 沢 有	平 坦	非 平 坦
0.2	3	3	3	3	3	0	3	0
0.1	106	97	109	100	74	32	102	4

表13 鍛冶炉跡1炭溜り①層 粒状滓観察表

	直径(mm)	直径(mm)	色 調	光 沢	形 状	突 起	気 孔	付着物
1	1.0	1.0	黒灰色	無	球 状	多	多	無

表14 鍛冶炉跡1炭溜り②層 粒状滓観察表

	直径(mm)	直径(mm)	色 調	光 沢	形 状	突 起	気 孔	付着物
1	1.0	1.0	黒褐色	無	球 状	多	多	無
2	0.8	0.8	黒褐色	無	いびつな球状	少	無	無

表15 鍛冶炉跡1炭溜り④層 粒状滓観察表

	直径(mm)	直径(mm)	色 調	光 沢	形 状	突 起	気 孔	付着物	備 考	分 析
1	5.0	4.0	黒褐色	無	楕円状	多	少	酸化土砂	粒状滓?	KIN-3-1
2	5.0	5.0	黒褐色	無	球 状	多	少	酸化土砂		
3	2.2	2.0	黒褐色	無	球 状	多	少	酸化土砂		
4	3.0	2.2	黒褐色	無	楕円状	多	少	酸化土砂		KIN-3-2
5	2.5	2.0	黒灰色	無	いびつな球状	多	少	酸化土砂	粒状滓?	
6	3.0	2.0	黒灰色	無	いびつな球状	少	少	無	粒状滓?	
7	2.0	2.0	黒灰色	無	いびつな球状	多	少	酸化土砂	粒状滓?	KIN-3-3
8	2.0	1.5	黒灰色	無	いびつな球状	少	少	無	粒状滓?	
9	1.7	1.5	黒灰色	無	球 状	少	少	無		
10	1.6	1.5	黒褐色	無	いびつな球状	少	多	酸化土砂		KIN-3-4
11	2.0	1.5	黒褐色	無	楕円状	少	多	酸化土砂		
12	1.9	1.2	黒灰色	無	いびつな球状	少	少	無		
13	1.5	1.0	黒灰色	無	いびつな球状	少	少	酸化土砂		KIN-3-5
14	1.0	1.0	黒灰色	無	いびつな球状	多	多	無		
15	0.7	0.7	黒灰色	無	球 状	少	少	酸化土砂		
16	1.0	1.0	黒灰色	無	球 状	少	少	無		KIN-3-6
17	1.0	1.0	黒褐色	無	半球状	少	少	無		
18	0.8	0.8	黒灰色	無	球 状	少	少	無		
19	0.6	0.6	黒灰色	有	球 状	少	無	無		KIN-3-6
20	0.6	0.6	黒灰色	無	球 状	少	少	無		
21	0.5	0.5	黒灰色	無	球 状	少	少	無		

厚手のものが主体となる一方で、鍛練鍛冶B段階では表面が青灰色で光沢の有る厚さ0.1mm以下の極めて薄いものが主体となるという結果が得られている。また、粒状滓は、鍛冶作業において、粘土や灰汁あるいは酸化物が非常に多くの鉄素材の上に被膜状になっていて、表面が溶けているような状態のものを叩く場合、具体的には精練鉄塊から鉄鋌等の鉄素材を鍛える段階（鍛練鍛冶A段階）に出る特別な滓で、その大きさは工程が進むにつれ小さくなる傾向にあり、最終的に鉄器を形作る段階（鍛練鍛冶B段階）には出ないという結果が得られている。

鍛冶炉1炭溜りより出土した鍛冶関連微細遺物の特徴としては、第①層、第②層からは鍛造剥片が、一方、第④層からは粒状滓が一定量出土している点を挙げることができる。

第①層、第②層から出土した鍛造剥片は、厚さ0.2mm以上のものが極めて少なく、0.1mm以下のものが9割以上を占め、また、光沢をもつものが一定量含まれている。このような特徴を有する鍛造剥片は、鍛冶実験などと照らし合わせ、その工程を推定するならば、鍛練鍛冶B段階に比定することができよう。

一方、第④層では、粒状滓が一定量出土しており、鍛冶実験などを照らし合わせ、その工程を推定するならば、鍛練鍛冶A段階に比定することができる。しかし、0.2mm以上の厚さを有する鍛造剥片の出土量が極めて少ないことを考え合わせるならば、鍛練鍛冶A段階の操業が当該鍛冶工房で主体的な鍛冶操業であったとは考えづらい。

## (2) 小結

以上、鍛冶炉1炭溜り出土鍛冶関連微細遺物の検討からは、鍛冶炉1では鍛練鍛冶B段階の鍛冶操業が主体的に行われており、鍛練鍛冶A段階の鍛冶操業は付随的なものであったものとみておきたい。

## 4. まとめ

以上、出土した鉄滓と鍛造剥片・粒状滓の考古学的観察・検討からは、鍛冶炉1およびその周辺では、鍛練鍛冶B段階の鍛冶操業が主体的に行われており、鍛練鍛冶A段階の鍛冶操業は付随的なものであったという結論に達した。具体的な鍛冶作業としては、遺跡の性格から採石に使用する工具等の製作・修理が主に行われていたものと推定したい。また、鍛冶炉周辺からは、鍛冶・鑄造両製法の古鉄の破片も出土していることから、古鉄を用いて製品を作るための鉄素材（半製品）などを仕上げる工程の作業も行われていた可能性も高い。

なお、粗金属鉄の純度を高めることや、金属鉄の炭素量の調節を目的とする精練鍛冶の存在を推定させる碗形滓が1点出土している。しかし、表採資料であること、出土量がごく僅かであることから、精練鍛冶の操業場所の特定やその実態については今後の課題となろう。また、鍛冶工人組織の考察についても今回触れることができなかった。今後の課題としたい。



※ 本稿は、金属学的調査を実施するための鍛冶関連遺物の選別の前段階作業としての性格を持ち合わせている。したがって、本稿で行った鍛冶関連遺物の考古学的観察・検討をふまえ、金属学的調査ではどのような鍛冶工程の復元がなされるのかに期待したい。

#### 参考文献

- 穴澤義功・田口勇 1994 「付論 本研究関係用語解説」『国立歴史民俗博物館研究報告』第58集 国立歴史民俗博物館
- 穴澤義功 2001 「製鉄遺跡発掘調査の視点と方法－製鉄遺跡の本質に迫るために－」『平成12年奈良国立文化財研究所・発掘技術者専門研修「生産遺跡調査過程」資料』奈良国立文化財研究所
- 小栗信一郎・小林真一・山口直樹・山下浩郎・穴澤義功・石塚洋一郎・大澤正己 1992 「シンポジウム 古代製鉄研究の現状〔記録集〕」『千葉県房総風土記の丘年報』15 千葉県立房総風土記の丘
- 北野 重 他 2002 『田辺遺跡－田辺中学校プール建設に伴う遺物編－』柏原市教育委員会
- 真鍋成史他 1998 『古代交野と鉄Ⅰ－大阪府交野市森遺跡出土鍛冶関連遺物の調査報告・分析編』交野市教育委員会
- 真鍋成史他 2000 『古代交野と鉄Ⅱ－大阪府交野市森遺跡出土鍛冶関連遺物の調査報告・考古観察編』交野市教育委員会
- 真鍋成史他 2002 『古墳時代の鉄精練・鍛冶再現実験記録－平成9年、11年度実施イベント「古代の鉄づくり・たたら」より－』交野市教育委員会
- 山口直樹 1991 「考古学講座について(2)－「鉄づくり」開催と記録報告－」『千葉県房総風土記の丘年報』14 千葉県立房総風土記の丘
- 山口直樹 1992 「考古学講座について(3)－「鉄づくり」開催と記録報告－」『千葉県房総風土記の丘年報』15 千葉県立房総風土記の丘

## 2. 鍛冶炉周辺出土鉄滓及び微細遺物の金属学的調査

大澤正己（たたら研究会委員）

### 概 要

17世紀初頭が比定される徳川大坂城の再築時の採石に伴う東六甲採石場、岩ヶ平刻印群第12次調査で出土した鍛冶関連遺物（椀形鍛冶滓大・中2点、微細遺物、擬似粒状滓、鍛造剥片）を調査して、次の点が明らかになった。

- (1) 鉄滓2点は、鍛冶炉の炉底に堆積形成された椀形鍛冶滓である。1点は2,480 gを測る大型滓で、比較的純度の高い荒鉄（製錬生成鉄で、表皮スラグや捲込みスラグ、更には炉材粘土などの不純物を含む原料鉄：鉄塊系遺物）の不純物除去や成分調整で排出された精錬鍛冶滓（大鍛冶滓）、残る1点は550 gの中型滓で、中温度鉄器製作を行った鍛錬鍛冶滓（小鍛冶滓）に分類された。鍛冶原料鉄は、砂鉄系である。鉄滓の鉱物組成はヴスタイト（Wüstite：FeO）で、粒内析出物から鉄（Fe）—チタン（Ti）系化合物が検出され、化学組成は砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）が0.54～1.79%、バナジウム（V）0.05～0.13%が含まれる。
- (2) 2種の椀形鍛冶滓は、含鉄系で炭素含有量の異なる落下鉄塊を内蔵し、その材質は鉄：極軟鋼（C：<0.01%）から鋼：硬鋼（C：0.8%）クラスまでであった。石切り場の岩盤から石材を切り出す工具は、石材の硬さによって道具の形態や使用方法が当然違ってくるが、基本的にはタガネ、ノミ、ヤ、ゲンノウの類であろうか。この石切り工具は、地鉄と鋼、或いは地鉄同志の組合せと、それぞれ機能を配慮した素材の選択が想定できる。これらの工具成分の反映された鉄素材の零れが椀形鍛冶滓の含鉄部分であった可能性をもつ。
- (3) 微細遺物は、擬似粒状滓と鍛造剥片であった。前者は球状形態から鉄酸化物（FeO）の粒状滓に見違えられたが、その本質は球状化鍛冶滓、球状化ガラス（粘土溶融物）、鉄粒（極軟鋼）などに分類される。一方、後者は、厚みが0.1～0.2mmの薄手で被膜構造が3層分離型（外層ヘマタイト、中間層マグネタイト、内層非晶質ヴスタイト）からなる正真正銘な鍛造剥片であった。微細遺物が出土した1号鍛冶炉は鍛錬鍛冶後半段階の作業主体であったと推定される。
- (4) 鍛冶炉の周辺から出土した大型精錬鍛冶滓と微細遺物の存在は、鍛冶作業が単なる石工達の手による工具の加工・修理といった片手間仕事ではなくて專業鍛冶職人らの活動を読みとるべきであろう。なお、6～41 gの鉄器片が出土して廃鉄器リサイクル鍛冶の可能性

も言及されているが、今回調査の2点の鉄滓からはその徴候はよみとれなかった。

## 1. いきさつ

岩ヶ平刻印群第12次調査区は、兵庫県芦屋市六麓荘町5番地に所在する六甲花崗岩地帯である。当地は徳川氏が元和6年（1620）以降、大坂城再築に際しての石垣用石材の採石場に比定されている。更に刻印名の発見から肥前唐津藩寺沢家の採石領域に特定された地域で、鍛冶遺構と共に関連遺物（椀形鍛冶滓、廃鉄器、羽口）が出土している。これらの鍛冶関連遺物を通して17世紀初頭石切り場での鍛冶の実態を把握する目的から椀形鍛冶滓と微細遺物の金属学的調査の運びとなった。

## 2. 調査方法

### (1) 供試材

表16に示す。椀形鍛冶滓2点と擬似粒状滓5点、鍛造剥片6点の調査である。

### (2) 調査項目

#### 〔1〕 肉眼観察

遺物の肉眼観察所見。これらの所見をもとに分析試料採取位置を決定する。

#### 〔2〕 マクロ組織

顕微鏡埋込み試料の断面全体像を、投影機の5、10、20倍のいずれかで撮影した。低倍率の観察は、組織の分布状態、形状、大きさなど顕微鏡検査（×50、100、400）によるよりも広範囲にわたっての情報が得られる利点がある。

#### 〔3〕 顕微鏡組織

切り出した試料をベークライト樹脂に埋込み、エメリー研磨紙の#150、#240、#320、#600、#1000と順を追って研磨し、最後は被研磨面をダイヤモンド粒子の3 $\mu$ と1 $\mu$ で仕上げて光学顕微鏡観察を行った。なお、金属鉄の炭化物は、ピクルル（ピクリン酸飽和ア

表16 供試材の履歴と調査項目

符号	出土位置	遺物名称	推定年代	計測値		磁着度	メタル度	マクロ組織	顕微鏡組織	ビッカース断面硬度	X線回折	EPME	化学分析	耐火度	カロリ-	備考
				大きさ(mm)	重量(g)											
KIN-1	F18区表採	椀形鍛冶滓	17C初頭	200×130×100	2,480	2(鉄6)	L(●)		○	○		○	○			
KIN-2	D17区黄褐色土層	椀形鍛冶滓	17C初頭	105×105×42	550	2(鉄6)	L(●)		○	○			○			
KIN-3	鍛冶炉1炭溜④層	擬似粒状滓(5点)	17C初頭					○	○							
KIN-4	鍛冶炉1炭溜④層	鍛造剥片(6点)	17C初頭					○	○							



ルコール液)で、フェライト結晶粒は5%ナイトル(硝酸アルコール液)で、腐食(Etching)している。

#### [4] ビッカース断面硬度

鉄滓の鉱物組成と、金属鉄の組織同定を目的として、ビッカース断面硬度計(Vickers Hardness Tester)を用いて硬さの測定を行った。試験は鏡面研磨した試料に136°の頂角をもったダイヤモンドを押し込み、その時に生じた窪みの面積をもって、その荷重を除した商を硬度値としている。試料は顕微鏡用を併用した。

#### [5] E P M A (Electron Probe Micro Analyzer) 調査

分析の原理は、真空中で試料面(顕微鏡試料併用)に電子線を照射し、発生する特性X線を分光後に画像化し、定性的な結果を得る。更に標準試料とX線強度との対比から元素定量値をコンピューター処理してデータ解析を行う方法である。化学分析を行えない微量試料や鉱物組織の微小域の組織同定が可能である。

#### [6] 化学組成分析

供試材の分析は次の方法で実施した。

全鉄分(Total Fe)、金属鉄(Metallic Fe)、酸化第一鉄(FeO):容量法。

炭素(C)、硫黄(S):燃焼容量法、燃焼赤外吸収法

二酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)、酸化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、酸化カルシウム(CaO)、酸化マグネシウム(MgO)、酸化カリウム(K<sub>2</sub>O)、酸化ナトリウム(Na<sub>2</sub>O)、酸化マンガン(MnO)、二酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)、酸化クロム(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、五酸化燐(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、バナジウム(V)、銅(Cu): I C P (Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer) 法:誘導結合プラズマ発光分光分析。

### 3. 調査結果

#### (1) K I N - 1 : 梔形鍛冶滓(含鉄)

鍛冶炉の炉底に堆積形成された大型(2,480 g)の梔形鍛冶滓である。平面は不整楕円形を呈し、ほぼ完形品。上面中央付近に鉄塊が遺存する含鉄系で中窪みに10×2 mm程度の木炭痕を刻む。下面は炉底粘土を一部に固着し木炭痕を残す。断面は深い梔形であった。

顕微鏡組織を第68図の①～⑨に示す。鉄滓の鉱物組成は②③にみられる白色粒状結晶のヴスタイト(Wüstite: FeO)と淡灰色盤状結晶のファイヤライト(Fayalite: 2FeO · SiO<sub>2</sub>)主体で、ヴスタイトの粒内には淡茶褐色微小析出物(Fe - Ti 化合物)が認められる。また、局所的な組織として④には中央に淡茶褐色多角形結晶のウルボスピネル(Ulvöspinel: 2FeO · TiO<sub>2</sub>)系鉱物が晶出する。以上の晶癖は荒鉄の不純物除去や成分調整で排出された精錬鍛冶滓(大鍛冶滓)に分類される。当梔形鍛冶滓は含鉄系であり、その金属鉄中の鉄中非金属介在物(鉄鋼中に介在する固形体の非金属性不純物、つまり鉄やマンガン、珪素および燐

などの酸化物、硫化物、珪酸塩などの総称)を①に示す。介在物は鍛打加工を受けていないので球状を呈していて処女鉄と判る。これが廃鉄器などの古鉄使用であれば介在物は鍛打されていて展伸状態で表われる。また、金属鉄の組織観察のためナイトル etch した結果を⑧⑨に示す。⑧は初析セメンタイトをパーライト基地に析出した過共析鋼 ( $C: >0.77\%$ )、⑨は全面パーライトの共析鋼 ( $C: 0.77\%$ ) であった。高炭素含有の小鉄塊が椀形滓中に落下していた。第75図にマクロ組織を示す。鉄塊の大部分は共析鋼で過共析鋼は写真右側の表層側に集中する。

第68図の⑥に白色粒状結晶の断面硬度測定 of 圧痕を示す。硬度値は471Hv であった。ヴスタイトの文献硬度値は450~500Hv であって<sup>(1)</sup>、当結晶はヴスタイトに同定される。同じく⑦はナイトル腐食 (Etch) で粒内が侵された白色粒状結晶の硬度圧痕であり、こちらは572Hv のマグネタイト (Magnetite:  $Fe_3O_4$ ) 結晶の数値であった。白色粒状結晶はヴスタイトとマグネタイトの混在であろう。⑧は金属鉄の過共析鋼域の硬度圧痕である。針状セメンタイトに圧痕がかかり少々誤差を生じ、軟化傾向の255Hv を呈した。真実はもう少し硬質で、300Hv 近い値になろう。⑨は共析鋼域の硬度で281Hv であった。

⑤は参考までに鉄中に取り込まれた木炭の組織を示す。木口 (横断面) に近い組織で針葉樹のもつ放射線組織は単列らしくもあるが定かでない。鍛冶炭は一般に火力の強い松炭が好まれる。この類であろうか。

次に第76図にE P M Aによる鉄滓の鉱物相と金属鉄中の捲込みスラグと非金属介在物の分析結果を示した。まず上段にある鉄滓の反射電子像 (C O M P) について述べる。顕微鏡組織の第68図の④に示した淡茶褐色多角形結晶に対応する鉱物相に1の番号をつけて定量分析を行った。分析値は63.8%  $FeO$  - 19.4%  $TiO_2$  - 7.6%  $Al_2O_3$  組成が得られた。鉱物組成はウルボスピネル (Ulvöspinel:  $2FeO \cdot TiO_2$ ) とヘーシナイト (Hercynite:  $FeO \cdot Al_2O_3$ ) の混合組成の可能性が高い。同じくC O M Pに3の番号をつけた白色粒状結晶内の析出物も72.0%  $SiO_2$  - 15.0%  $TiO_2$  - 6.4%  $Al_2O_3$  組成で1の番号に近似した結果である。2の番号のつく淡灰色盤状結晶は70.2%  $FeO$  - 29.7%  $SiO_2$  組成でファイヤライト (Fayalite:  $2FeO \cdot SiO_2$ ) が同定される。4の番号の白色粒状結晶は、96.0%  $FeO$  - 1.1%  $TiO_2$  組成でヴスタイト (Wüstite:  $FeO$ ) であった。顕微鏡観察による鉱物組成の同定とE P M A定量分析結果の間で大きな齟齬はない。

次は鉄中の夾雑物についての分析である。第76図の2段目のC O M P (反射電子像) に示す捲込みスラグで5と7の番号をつけた鉱物相について述べる。5の番号は淡褐色盤状結晶で組成は82.2%  $FeO$  - 10.5%  $SiO_2$  で Iron Silicide と呼ぶ鉱物相となろうか。これには4.8%  $TiO_2$  - 2.9%  $Al_2O_3$  を固溶する。同じく7の番号は5の番号の結晶と同色で長柱状となり、81.5%  $FeO$  - 9.3%  $SiO_2$  組成も同系で、これに5.7%  $TiO_2$  - 3.4%  $Al_2O_3$  を固溶する。6の番号の個所は微細な淡灰色針状結晶と素地の暗黒色ガラス部の5 $\mu$  平方エリアの分析で、組成は51.6%  $FeO$  - 33.2%  $SiO_2$  でファイヤライト ( $2FeO \cdot SiO_2$ ) 系となり、これにガラス質の6.4%  $Al_2O_3$  - 2.7%  $CaO$  - 2.8%  $K_2O$  - 2.0%  $Na_2O$  を固溶する。5、6、7の番号の

表17 供試材（鉄滓）の組成

符号	出土位置	遺物 名称	推定 年代	全鉄分 Total Fe	酸化 第1鉄 FeO	二酸化 珪素 SiO <sub>2</sub>	酸化 カルシウム CaO	酸化 カリウム K <sub>2</sub> O	酸化 マンガン MnO	酸化 クロム Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	五酸 化磷 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	バナジウム V	造 滓 成 分	造滓成分 / Total Fe	TiO <sub>2</sub> / Total Fe	注
				金属鉄 Metallic Fe	酸化 第2鉄 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	酸化 アルミニウム Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	酸化 マグネシウム MgO	酸化 ナトリウム Na <sub>2</sub> O	二酸化 チタン TiO <sub>2</sub>	硫黄 S	炭素 C	銅 Cu				
KIN-1	F18区表探	椀形 鍛冶滓	17C 初頭	53.58	50.19	17.47	1.40	1.24	0.41	0.05	0.19	0.13	24.79	0.463	0.003	
				2.87	16.73	3.71	0.62	0.35	1.79	0.04	0.48	<0.01				
KIN-2	D17区 黄褐色土層	椀形 鍛冶滓	17C 初頭	54.64	34.55	20.56	1.07	1.27	0.11	0.04	0.13	0.05	27.36	0.501	0.010	
				8.52	27.54	3.64	0.52	0.30	0.54	0.10	0.43	<0.01				

つく3個から砂鉄特有成分の1.1%~5.7% TiO<sub>2</sub>が検出されて砂鉄系鉄素材が想定できる。

また、第76図の3段目に鉄中介在物の球状のものを分析した。COMP（反射電子像）に9の番号をつけた個所は黒色点で、39.2% SiO<sub>2</sub> - 9.4% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 4.0% CaO - 1.1% MgO - 4.0% K<sub>2</sub>O - 1.6% Na<sub>2</sub>O 組成が得られた。珪酸塩に37.7% FeO の固溶が想定できる。ここでも砂鉄特有成分の3.3% TiO<sub>2</sub>が検出された。基地の10の番号をつけたところは、9に準じた組成であって36.2% SiO<sub>2</sub> - 7.0% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 3.8% CaO - 1.4% MgO - 3.1% K<sub>2</sub>O - 1.1% Na<sub>2</sub>O であった。こちらは鉄分が若干多くて43.3% FeO - 3.8% TiO<sub>2</sub>が加わる。以上繰返しになるが鉄中非金属介在物からも砂鉄特有成分が少量ながら検出されて始発原料は砂鉄を裏付ける。

最後に鉄滓の化学組成分析の結果を表17に示す。鉄分と脈石成分（Ti、V、Mn）の高め傾向の成分系である。全鉄分（Total Fe）は53.58%に対して金属鉄（Metallic Fe）2.87%、酸化第1鉄（FeO）50.19%、酸化第2鉄（Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）16.73%の割合であった。ガラス質成分（SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + CaO + MgO + K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O）も割合に高めの24.79%で、このうちに塩基性成分（CaO + MgO）を2.02%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）1.79%、バナジウム（V）0.13%は高めであり、更に酸化マンガン（MnO）も0.41%と結構多い。荒鉄からの不純物除去で排出された精錬鍛冶滓（大鍛冶滓）に分類される。銅（Cu）の0.01%以下も妥当な数字であろう。

## (2) K I N - 2：椀形鍛冶滓（含鉄）

平面が不整五角形を呈する椀形鍛冶滓のはほぼ完形品である。上面は鉄塊を内蔵し、数ヶ所に窪みを有するが比較的平坦面を保持する。裏面は発泡と木炭痕で荒れ肌となるが断面は椀形状をなす。550gを測る中型滓で色調は茶褐色である。

第75図の下段に金属鉄部分のマクロ組織を示す。全面が錆化のために虫喰状に侵食される。概ね上半分の白色部が極軟鋼、下半分が黒色部で硬鋼（高炭素域）に分けられる。

第69図の①~⑨に顕微鏡組織を示す。当椀形鍛冶滓の主要鉱物相は②③でみられる淡灰色長柱状結晶のファイヤライトと微小点状結晶のヴスタイトが晶出する。鉄器加工の鍛錬鍛冶滓の晶癖である。該品は含鉄であり①にある白色粒状で未凝集のフェライト（純鉄）もしくは、⑤



にみられる網目状結晶フェライトをもち、纏まりのある極軟鋼が前述したマクロ組織の上半分に対応する組織である。⑥の白色針状フェライト・パーライト組織はマクロ組織の上・下境界に分布し、⑦の全面パーライトの共析域（C：0.77%）から、⑧⑨はパーライト基地に初析セメントサイトを析出する過共析域（C：>0.77%）でマクロ組織の下方に対応する。ここで注目しておきたいのは白色部は軟らかい材質の〔鉄〕極軟鋼と、黒色硬質の〔鋼〕硬鋼の共存である。

石切り工具の具備すべき条件は、まず第1に対衝撃性に優れていることである。これに対応できる材料は、軟らかい鉄と硬い鋼が必要となる。石切り工具のノミは切削性の観点から鋼のもつ靱性が要求されよう。これが軟・硬合せ鍛えて設計されれば更に性能が倍加される。一方、鉄製楔のヤの場合は、花崗岩の硬い石に対して矢穴をせり割る機能が要求される。先端は鋼の硬さで攻めると破損し易い。これには鉄の焼入れ品程度の材質で対処すべきであろう。更にヤの頭は玄能で叩くので軟質材は潰れるが折れや割れ損傷の心配はない。人体に対しての危険度も保障される訳である。

以上の如く石切り工具を調達するには、素材の材質に軟硬が必要で、これを裏付ける鉄・鋼の鉄塊が梔形滓中に内蔵されていた。

第74図は、鉄・鋼の炭素量の変動と硬度との関係をグラフ化した結果である。1個の梔形滓中にこのような炭素含有量の異なる鉄塊を内蔵しているのは、石切り工具の製作の背景を物語るものである。

鉄滓の化学組成分析結果を表17に示す。前述した精錬鍛冶滓に比べて脈石成分（Ti、V、Mn）が低減された成分になる。全鉄分（Total Fe）は54.64%に対して、金属鉄（Metallic Fe）が8.52%、酸化第1鉄（FeO）34.55%、酸化第2鉄（Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）27.54%の割合であった。ガラス質成分は27.36%で、このうちに塩基性成分（CaO + MgO）を1.59%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）0.54%、バナジウム（V）0.05%は減少し、更に酸化マンガ（MnO）も0.11%と低下する。銅（Cu）は0.01%以下で砂鉄系の鍛錬鍛冶滓の成分系に分類される。

### (3) K I N - 3：擬似粒状滓

今回の調査に際して、鍛錬鍛冶作業の初期段階で派生する粒状滓が存在すると仮定して選別された供試材である。しかしその実は擬似の2文字が頭につく球状微細遺物であった。

粒状滓とは、鍛冶作業において凹凸をもつ鉄素材が鍛冶炉の中で赤熱状態に加熱されて、突起が溶け落ち、これが表面張力の関係から球状化した内部が大きく空洞化した鉄酸化物（FeO）である。また、ある時は赤熱鉄塊に酸化防止に塗布された粘土汁が酸化膜と反応して、これが鍛打の折りに飛散して球状化する微細遺物を指す。精錬鍛冶の末期から鍛錬鍛冶の前半段階までに派生する。この粒状滓には大小の粒があり、作業工程の順番からみるとこれらの派生の後に鍛造剥片の厚手（0.5mm前後）から0.1～0.2mmの薄手が発生するのが普通の展開である。しかし、1号鍛冶炉では鍛造剥片の80%以上が0.1～0.2mmの薄手のみに集中し、粒状滓は存在

しなかった。ここに1号鍛冶炉の作業内容の特異性がある。以下に擬似粒状滓5点（6点準備されたが1点は破碎のため調査不能）の調査結果を述べる。

**K I N - 3 - 1 :** 酸化土砂に覆われて赤褐色にみえるが、基地は黒褐色を呈する5mm径の球状遺物である。光沢を有しない。第70図の①にマクロ組織を示す。外縁部は風化を受けてヴスタイトの表層が溶損して濃く暗色化する。内部は②③にみられる樹状晶としてのヴスタイトとファイヤライトが晶出するが、粒状滓でみられる結晶の肥大化が認められない。更に断面内に空洞化もしくは大気孔の発生がなく鉄酸化物としての形態を留めていない。鍛打作業で派生する粒状滓には認定できない。鍛冶滓の屑が羽口近傍の高温場所で熔融し、表面張力により球状化したものと考えられる。これに準ずる小型品（0.8mm径）がK I N - 3 ~ 4 である。

**K I N - 3 - 2・3 :** 3 - 2は2.0~2.5mm径、3 - 3は1.5~1.7mm径の球状遺物である。これらも赤褐色酸化土砂を付着する。3 - 3のマクロ組織は第3図の④、顕微鏡組織を⑤⑥に示す。断面の全面が暗黒色ガラスで気泡は1点もなく、微小鉄粒を晶出する。鉄酸化物（FeO）をもち、空洞化する粒状滓とは大きく異なる。3 - 3の断面マクロは第71図の①、顕微鏡組織は②である。ガラス断面は脆弱で、半分以上は破壊される。

**K I N - 3 - 6 :** 0.6mm径の小粒遺物である。第71図の⑦にマクロ組織、⑧~⑨に顕微鏡組織を示す。断面の小面積の大半は淡灰色の銹化鉄となり中核部に逆三角形の金属鉄を残す。金属組織は粗大化したフェライト結晶が認められる。純鉄の溶融点は1580℃で銹鉄（共晶組成）の1150℃とは大差をもつ。局所的な高温個所で生成された球状鉄粒となる。

粒状滓として提供された5点の遺物は、いずれも高温化生成物であるが鍛冶鍛打作業を前提とした粒状滓には認定できなかった。

#### (4) K I N - 4 : 鍛造剥片

鍛造剥片とは、鉄素材を大気中で加熱、鍛打すると表面酸化膜（通常1mm以下の厚み）が飛散した剥片を指す。俗に鉄肌（金肌）やスケールとも称される。鍛冶工程の進行により表面荒れ肌の厚手から、平坦で滑らかな薄手へ、色調は黒褐色から青味を帯びた銀色（光沢を発する）へと変化する。これも粒状滓と同様に鍛打作業の実証と鍛冶工程の段階を押える上で重要な遺物となる<sup>(2)</sup>。

鍛造剥片も粒状滓同様に極めて微細な鍛冶派生物であり、発掘調査中に土中から肉眼で識別するには難しい。通常は鍛冶址の床面の土砂を採り上げ、水洗・選別・秤量により分布状況を把握できれば、工房内の作業空間配置の手掛りとなりうる重要な遺物である<sup>(3)</sup>。

次に鍛造剥片の酸化膜としての組織をのべておく。鉄素材を炉内で高温に加熱すれば速やかに酸化し、表面に硬い黒皮を生ずる。このものは通常、外層に微厚のヘマタイト（Hematite :  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）、中間層マグネタイト（Magnetite :  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）、大部分は内層ヴスタイト（Wüstite :  $\text{FeO}$ ）の3層から構成される。このうちのヘマタイト相は1450℃を超えると存在しなく、ヴスタイト相は、570℃以上で生成される事はFe - O系平行状態図から説明できる<sup>(4)</sup>。

鍛造剥片は酸化膜であり、3層構造の模式図は注(4)に示す通りである。この鍛造剥片を王水（塩酸3：硝酸1）で腐食（Etching）すると外層ヘマタイトは腐食液の王水に侵されず白色微厚層として残り、中間層マグネタイトは黄変し、内層のヴスタイトは腐食され易く黒変する。しかし、考古遺物の鍛造剥片は、安定した酸化物といえども母材から剥離した極薄膜で地中に長年月埋蔵されているため、風化侵食されて常時剥片の3層分離組織が読みとれる保障はあり得ない。一方、王水の腐食なしで研磨のままでも各層は淡く僅かに識別できる状態にある。

さて、鍛造剥片とは如何なるものか具体的に供試材を通してみてゆこう。

第72・73図に6点の鍛造剥片の被膜構造を示す。いずれも風化侵食されて3層分離型が明瞭には現われていない。代表例として第72図の⑥は研磨のままで腐食（Etching）なしの組織、⑧は王水腐食組織である。王水腐食は特別効果がある訳ではないが、それでも被膜構成は強調されて幾分見易くなった。すなわち、最表層で不連続の白色ヘマタイト層は現われて、その内側に薄く中間層のマグネタイト層が見え、更にその内側に非晶質のヴスタイトが存在する。観察結果をまとめて表18-1・2に示した。K I N - 4 - 1剥片が0.2mmと若干厚めで内層ヴスタイトは凝集組織を残すが他はすべて0.1mm以下で内層ヴスタイトは非晶質化し、鍛打作業も後半段階以降の派生物である。なお、大道和人氏により鍛冶炉1の①層から④層までの検出鍛造剥片の集計がなされ、0.2mm剥片が3点、0.1mm剥片106点がカウントされてその大半が0.1mmの薄手剥片であった事が報告されている。鍛冶炉1は鍛錬鍛冶での仕上段階の作業がなされたことが指摘できる。

表18-1 擬似粒状滓の調査結果

符 号	大きさ(mm)		色調	光沢	形状	突起	気孔	付着物	検 鏡 結 果（マクロ・ミクロ）
	長径	短径							
KIN-3-1	5.0	5.0	黒褐色	無	球状	多	少	酸化土砂	球状化鍛冶滓、ヴスタイト(粒内析出物)+ファイヤライト
KIN-3-2	2.5	2.0	黒褐色	無	歪球状	多	少	酸化土砂	ガラス球(粘土熔融物)、珪酸塩+微小鉄粒
KIN-3-3	1.7	1.5	黒褐色	無	球状	少	少	無	ガラス球(粘土熔融物)、珪酸塩+微小鉄粒
KIN-3-4	0.8	0.8	黒褐色	無	球状	少	少	無	球状化鍛冶滓、ヴスタイト(粒内析出物)+ファイヤライト
KIN-3-5	0.6	0.6	黒褐色	無	球状	少	少	無	試料粉碎(調査不能、ガラス球か)
KIN-3-6	0.6	0.6	黒褐色	無	球状	少	少	無	鉄粒(極軟鋼)、外周部錆化、中核部フェライト

表18-2 鍛造剥片の調査結果

符 号	大きさ(mm)			色調	光沢	形状	検 鏡 結 果（マクロ・ミクロ）
	長軸	短軸	厚み				
KIN-4-1	3.4	3.4	0.2	青灰色	無	平坦	鍛造剥片：3層分離型：内層凝集ヴスタイト
KIN-4-2	3.4	2.5	0.1	青灰色	無	やや湾曲	鍛造剥片：3層分離型：内層非晶質
KIN-4-3	1.5	1.5	0.1	青灰色	無	平坦	鍛造剥片：3層分離型：内層非晶質
KIN-4-4	1.9	1.7	0.1	青灰色	有	平坦	鍛造剥片：3層分離型：内層非晶質
KIN-4-5	1.4	1.4	0.1	青灰色	有	平坦	鍛造剥片：3層分離型：内層非晶質（凝集痕跡）
KIN-4-6	1.5	1.5	0.1	青灰色	有	平坦	鍛造剥片：3層分離型：内層非晶質



## 4. まとめ

岩ヶ平刻印第12次調査区は、1620年代に特定できる大坂城再建時の採石場である。当採石領域で出土した鍛冶関連遺物の金属学的調査結果のまとめを表19に示す。

当該地での鍛冶の目的は、当然ながら石切り工具の調達であろう。鍛冶作業は、比較的高純度の砂鉄系荒鉄（製錬生成鉄で、表皮スラグや捲込みスラグ、更には炉材粘土などの不純物を含む原料鉄：鉄塊系遺物）が搬入されて、これの不純物除去と成分調整を行なう精錬鍛冶（大鍛冶）から始まる。脈石成分（Ti、V、Mn）が多くて2.5kgの大型椀形鍛冶滓（K I N-1）の存在が、これらの事を裏付ける。ただし該品は、今回の発掘で検出された鍛冶炉1とは別遺構での操業を想定すべきである。この大型滓は、鍛冶作業が石工の片手間仕事ではなく、鍛冶技術に精通した鍛冶専門職人の活動と見るべきであろう。

次に550gの中型椀形鍛冶滓（K I N-2）は、鍛錬鍛冶滓（小鍛冶滓）に分類されて、石切り工具など製作時の鍛冶後半段階の派生物である。鉱物組成は鉄・かんらん石（Fayalite： $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ 、融点 $1205^\circ\text{C}$ ）主体で、沸し鍛接の高温作業とは直接結び付かない。鍛冶炉1からの排出滓とみても左程矛盾のない遺物である。鍛冶炉1の炭溜り①層から④層にかけて、0.1～0.2mmと薄手の鍛造剥片が出土している。この剥片は、3層分離型で、内層ヴスタイトも凝集痕跡から非晶質タイプで鍛錬鍛冶作業の後半段階以降の発生物である。石切り工具の仕上げ工程時点が想定されて、かつ高温作業からの派生物ではない。更に重要な事は、粒状滓の可能性を秘めた球状遺物が、いずれも擬似粒状滓に分類された。擬似とは、球状化鍛冶滓、球状化ガラス、鉄粒などで、粒状滓としての内部空洞化で凝集ヴスタイトで構成される組成からは外れていた。粒状滓の発生する高温沸し鍛接作業は完全に否定された。鍛冶炉1には高温鍛冶作業を裏付ける遺物は存在しない。

次に鍛冶炉周辺から小鉄器片が出土して、廃鉄器リサイクル鍛冶の存在が検討課題として残されている。残念ながら今回の2点の鉄滓の調査結果からは古鉄再生鍛冶の実態は炙り出せなかった。K I N-1精錬鍛冶滓の含鉄部分の非金属介在物は球状化を呈し、古鉄のもつ展伸介在物とは異っている。ここで注意しておかねばならぬことは、当該地は西国大名、肥前唐津藩寺澤家の採石領域であって鍛冶工人が西国出身者と仮定できれば、それに対応する鍛冶技術の

表 19 出土遺物の調査結果のまとめ

符 号	出土位置	遺物名称	推定年代	顕 微 鏡 組 織	調 査 項 目								所 見
					Total Fe	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	塩基性成分	TiO <sub>2</sub>	V	MnO	ガラス質成分	Cu	
KIN-1	F18区表採	椀形鍛冶滓	17C初頭	W（粒内Fe+Ti析出物）+U+F 金属鉄：全面P+初析C、全面P	53.58	16.73	2.02	1.79	0.13	0.41	24.79	<0.01	砂鉄系精錬鍛冶滓
KIN-2	D17区黄褐色土層	椀形鍛冶滓	17C初頭	F+微小W、金属鉄Fe～全面P	54.64	27.54	1.59	0.54	0.05	0.11	27.36	<0.01	砂鉄系鍛錬鍛冶滓
KIN-3	鍛冶炉1炭溜④層	擬似粒状滓（5点）	17C初頭	球状化鍛冶滓、球状化ガラス、鉄粒	—	—	—	—	—	—	—	—	鍛冶系高温球状化生成物
KIN-4	鍛冶炉1炭溜④層	鍛造剥片（6点）	17C初頭	3層分離型内層W非晶質剥片	—	—	—	—	—	—	—	—	鍛打後半段階派生物

W：Wüstite (FeO) U：Ulvöspinel (2FeO・TiO<sub>2</sub>) F：Fayalite (2FeO・SiO<sub>2</sub>) P：Pearlite (Fe<sub>3</sub>C) C：Cementite (Fe<sub>3</sub>C) Fe：Ferrite (α鉄、純鉄)

系譜があってしかるべきである。出土鉄器片に銑鉄があればこれを即「下げ」原料鉄とのみに限定するのではなくて、浸炭法の「なめかけ」の原料で、鉄器表層強化の熱処理なども配慮すべきであろう。

筆者は出土遺物の全体像を把握しないまま、また現地立会しないまま拙稿を綴った。多少の錯誤があるやも知れぬ。機会があれば後日に期したい。

※ 本稿作成に当たって先に提出原稿として準備されていた大道和人「鉄滓と鍛造剥片・粒状滓の観察」を、遺跡情報は、芦屋市教育委員会『芦屋市六麓荘浄水場 高区配水池（水道施設）築造工事に伴う埋蔵文化財発掘調査実績報告書』（徳川大坂城東六甲採石場岩ヶ平刻印群第12次調査の概要）2002.5.31、などを参考にさせて頂いた。

注)

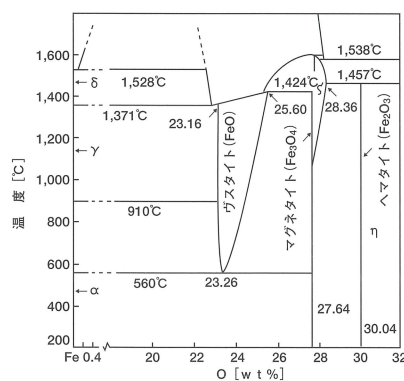
(1) 日刊工業新聞社『焼結鉱組織写真および識別法』1968.

ヴスタイトは450～500Hv、マグネタイトは500～600Hv、ファイヤライトは600～700Hvの範囲が提示されている。また、ウルボスピネルの硬度値範囲の明記がないが、マグネタイトにチタン（Ti）を固溶するので、600Hv以上であればウルボスピネルと同定している。それにアルミナ（Al）が加わり、ウルボスピネルとヘーシナイトを端成分とする固溶体となると更に硬度値は上昇する。このため700Hvを超える値では、ウルボスピネルとヘーシナイトの固溶体の可能性が考えられる。

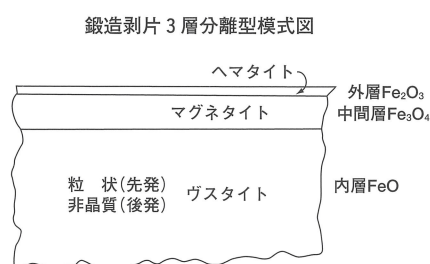
(2) 大澤正己「房総風土記の丘実験試料と発掘調査試料」『千葉県立房総風土記の丘 年報15』（平成3年度）千葉県房総風土記の丘1992

(3) 大澤正己「奈良尾遺跡出土鍛冶関連遺物の金属学的調査」『奈良尾遺跡』（今宿バイパス関連埋蔵文化財調査報告書 第13集）福岡県教育委員会1991

(4) 森岡ら「鉄鋼腐食科学」「鉄鋼工学講座」11 朝倉書店1975

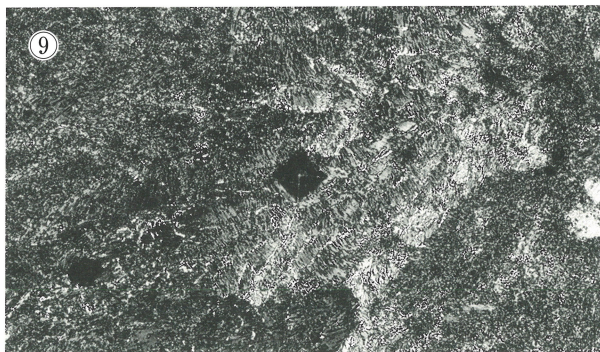
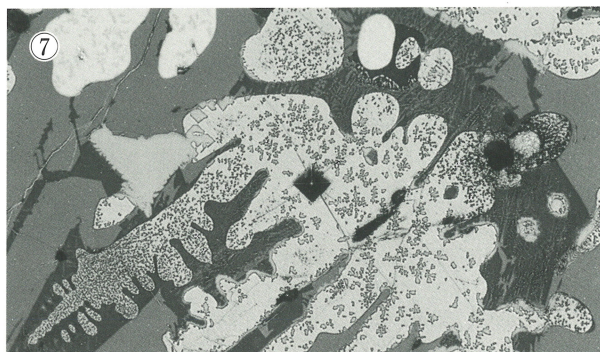
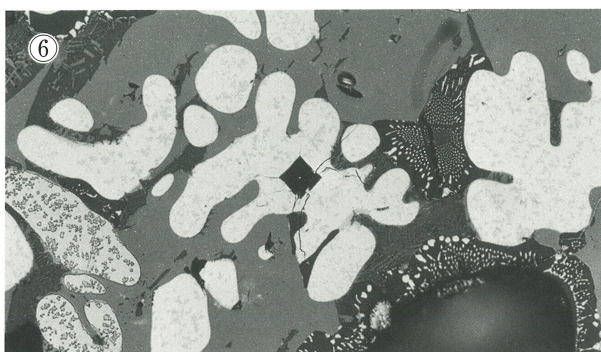
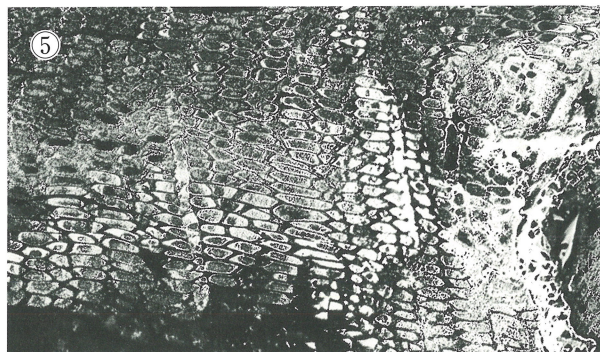
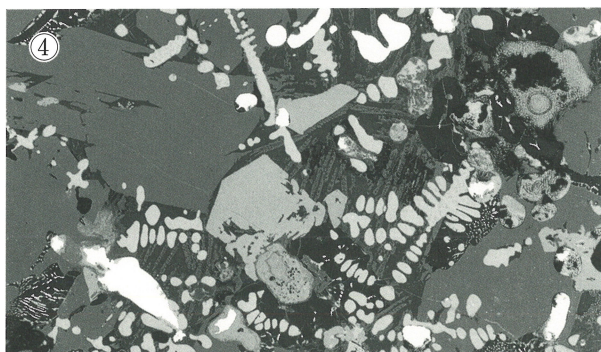
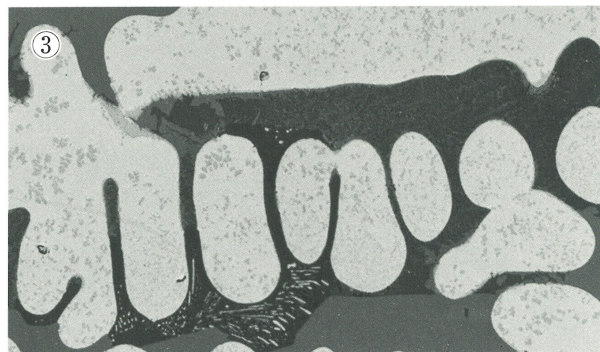
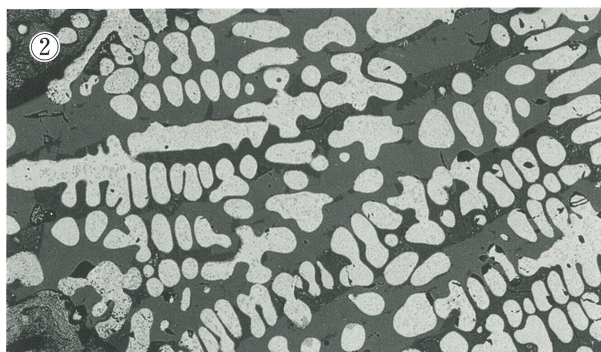
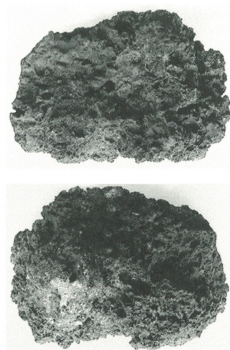


Fe-O系平衡状態図





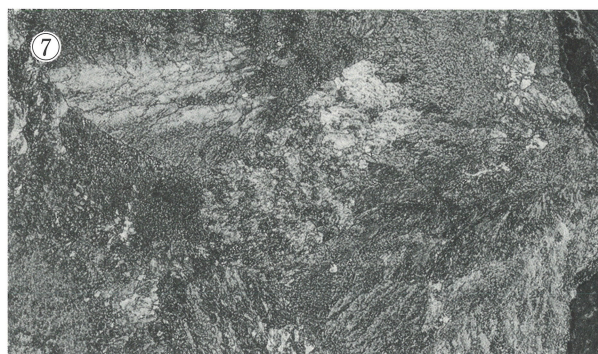
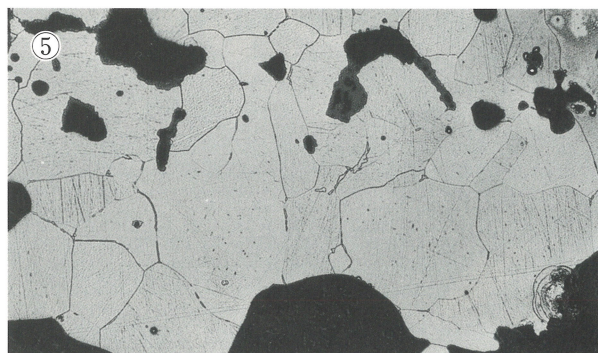
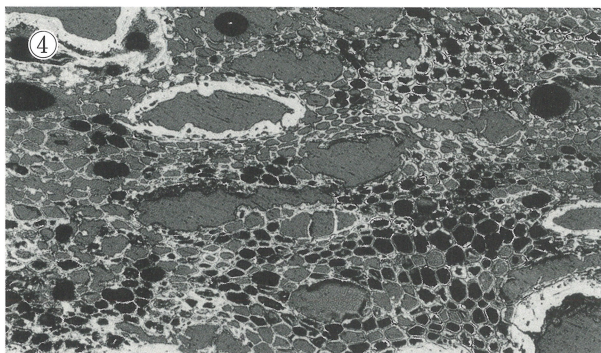
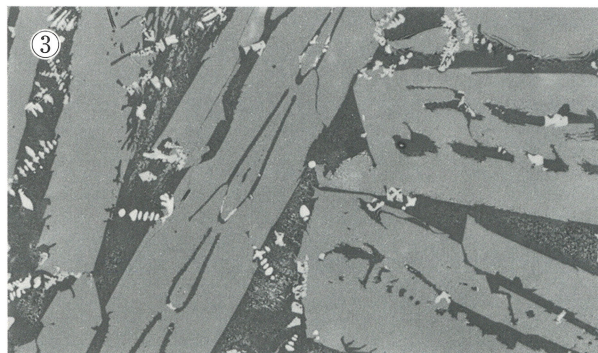
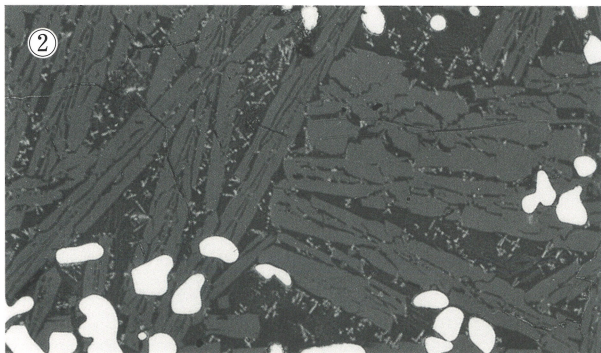
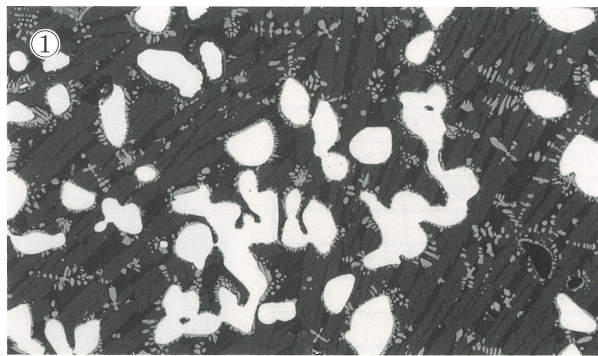
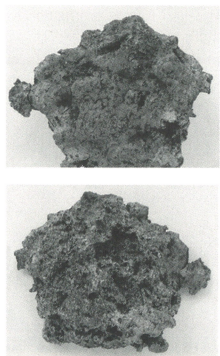
K I N - 1	
梔形鍛冶滓	
① ×400	非金属介在物
② ×100	③ ×400
ヴースタイト(粒内析出物)+ファイヤライト	
④ ×100	中央ウルボスピネル
⑤ ×100	木炭
⑥～⑨ ×200 硬度圧痕	
⑥ 471Hv	⑦ 572Hv
⑧ 255Hv	⑨ 281Hv



第68図 梔形鍛冶滓 (K I N - 1) の顕微鏡組織



K I N - 2
梔形鍛冶滓
①② ×100 ③ ×400
ファイヤライト+微小ヴスタイト
白色粒：金属鉄、フェライト
④ ×100 木炭
⑤～⑨ 金属鉄、ナイトル etch
⑤～⑧ ×100 ⑨ ×400
⑤ 極軟鋼～ ⑦ 硬鉄



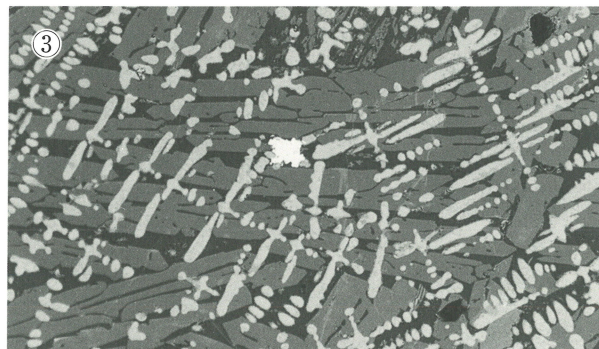
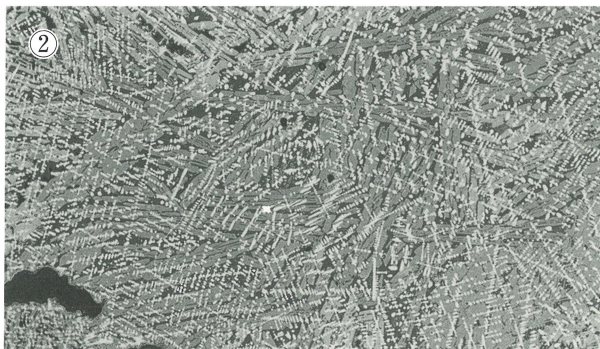
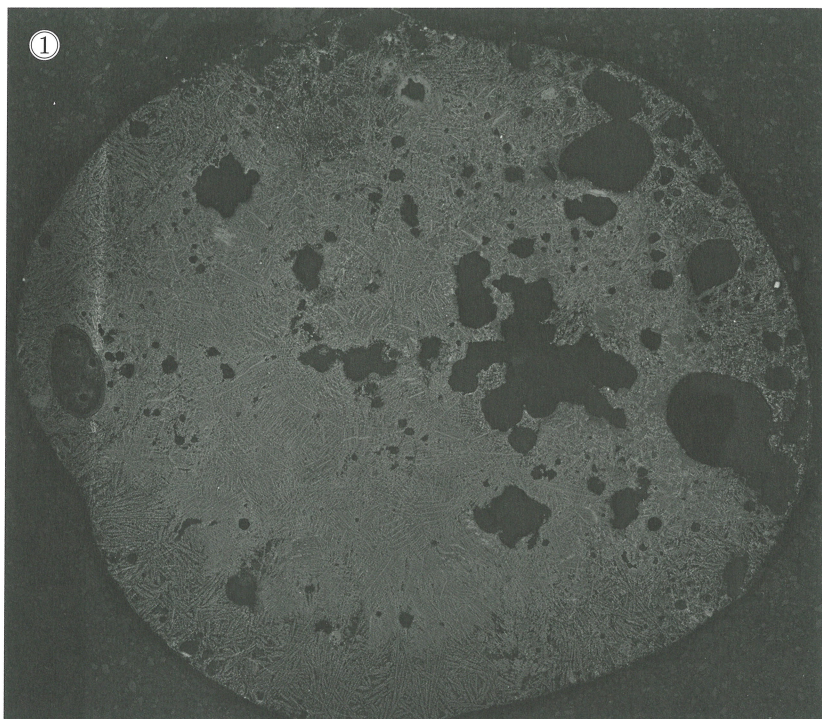
第69図 梔形鍛冶滓 (K I N - 2) の顕微鏡組織



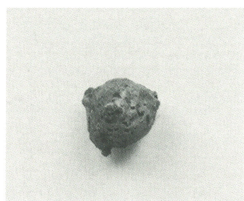
K I N - 3 - 1
擬似粒状滓
(球状化鍛冶滓)
①×20 マクロ組織
②×100 ③×400
ヴスタイト (粒内析出物)
+ ファイヤライト



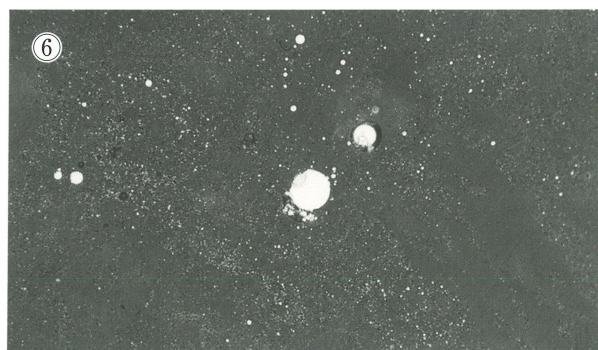
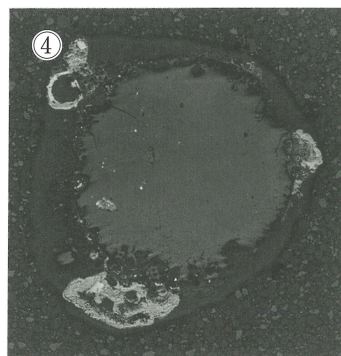
外觀写真 × 4



K I N - 3 - 2
擬似粒状滓
(球状化ガラス)
粘土熔融物
④×20 マクロ組織
⑤×50 ⑥×400
ガラス基地 + 鉄粒



外觀写真 × 4

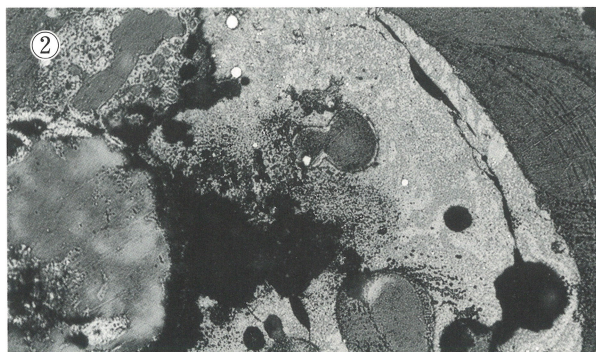
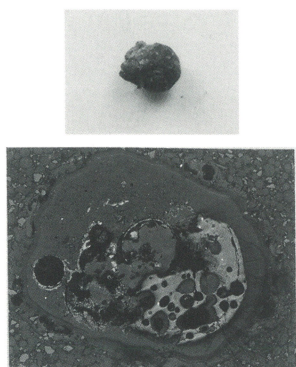


第70図 擬似粒状滓 (K I N - 3 - 1・2) の顕微鏡組織



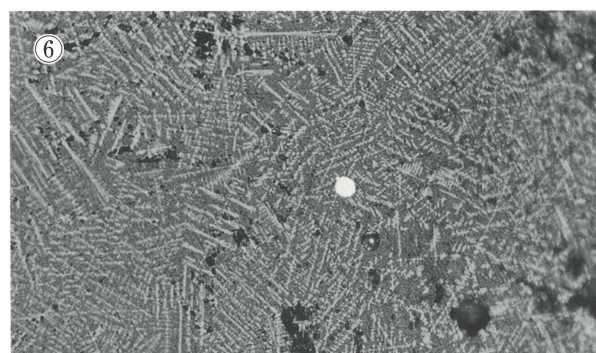
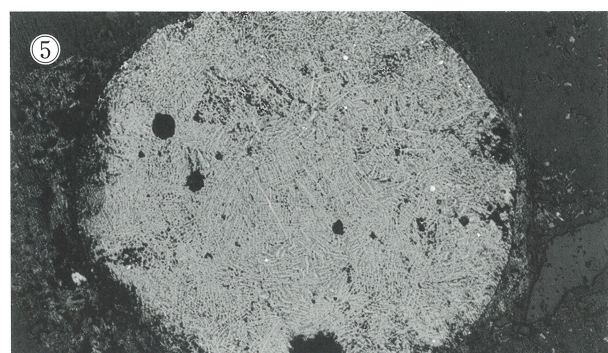
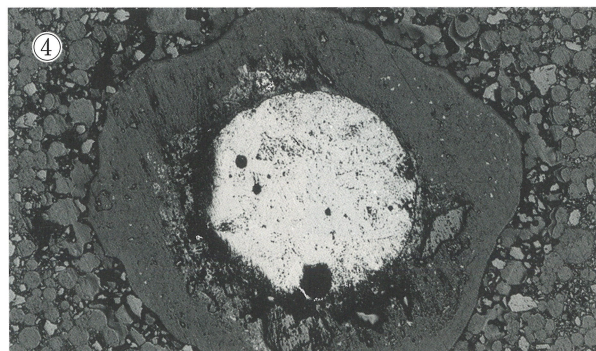
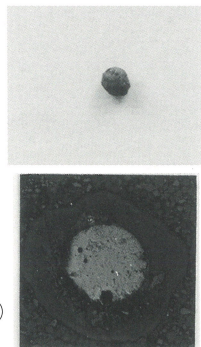
K I N - 3 - 3
擬似粒状滓
(球状化ガラス)
粘土熔融物
① ×20 マクロ組織
② ×100
ガラス基地 + 鉄粒

①



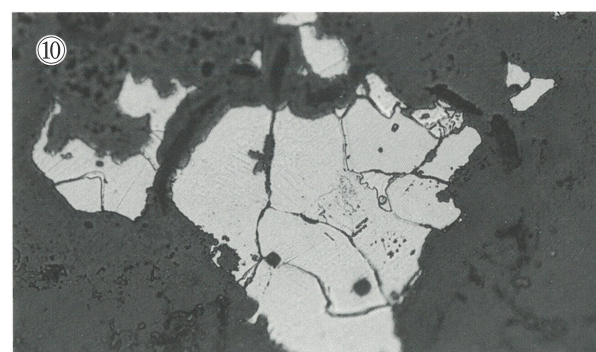
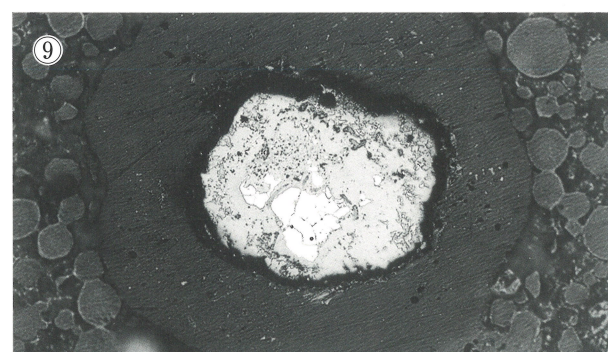
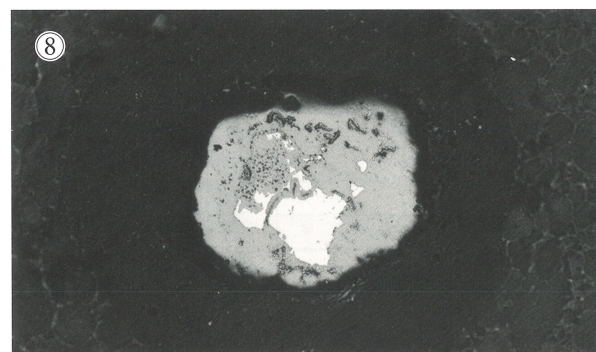
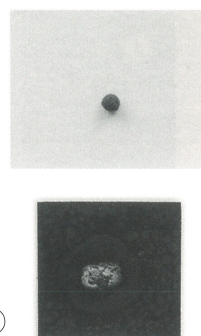
K I N - 3 - 4
擬似粒状滓
(球状化鍛冶滓)
③ ×20 マクロ組織
④ ×50 ⑤ ×100
⑥ ×400
ヴスタイト (粒内析出物)
+ ファイヤライト

③



K I N - 3 - 6
擬似粒状滓
(鉄粒：極軟鋼)
⑦ ×20 マクロ組織
⑧ ×50 ⑤ ×100
⑥ ×400
灰色外周部：錆化鉄
中核部白色：金属鉄
ナイトル etch：フェライト

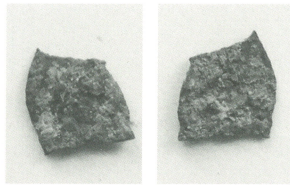
⑦



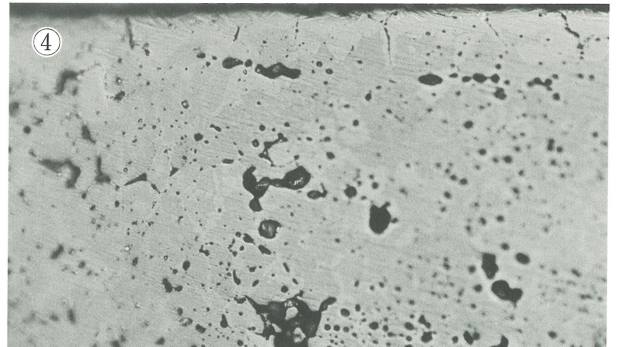
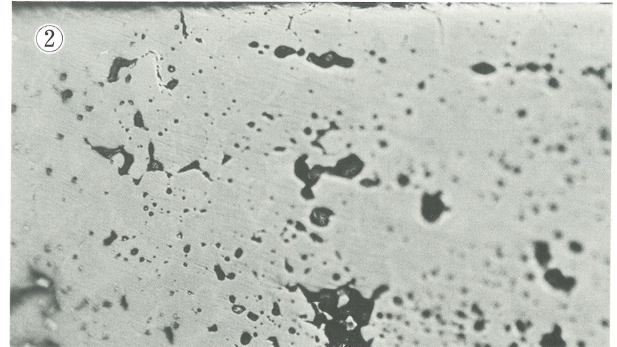
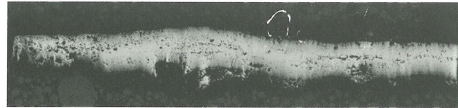
第71図 擬似粒状滓 (K I N - 3 - 3・4・6) の顕微鏡組織



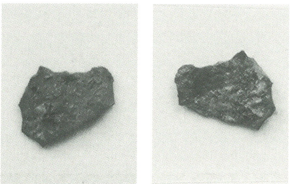
K I N - 4 - 1
鍛造剥片
① ×20 マクロ組織
② ×400 腐食(etch)なし
③ ×100 ④ ×400
王水腐食(etch)
内層ヴスタイト(凝集)



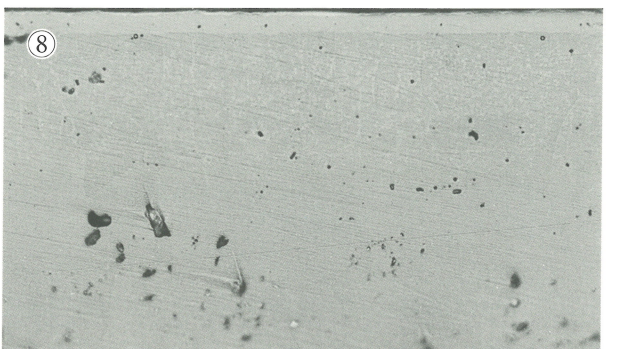
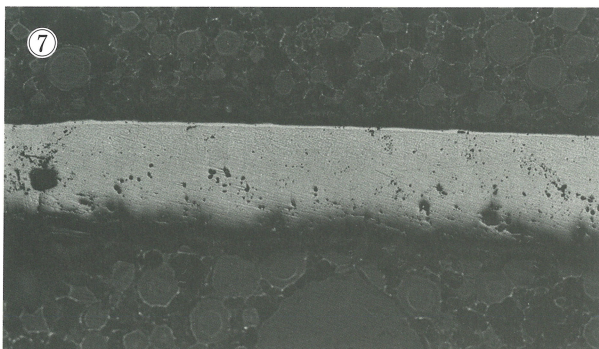
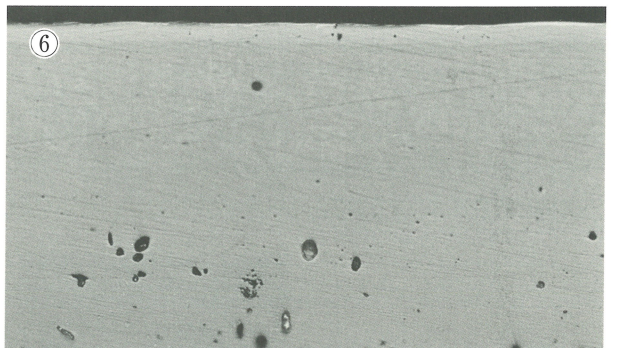
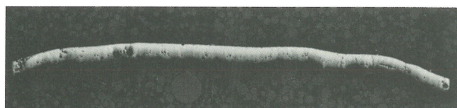
①



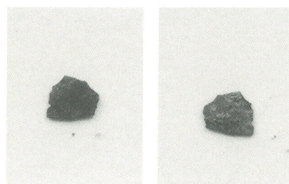
K I N - 4 - 2
鍛造剥片
⑤ ×20 マクロ組織
⑥ ×400 腐食(etch)なし
⑦ ×100 ⑧ ×400
王水腐食(etch)
内層ヴスタイト(非晶質)



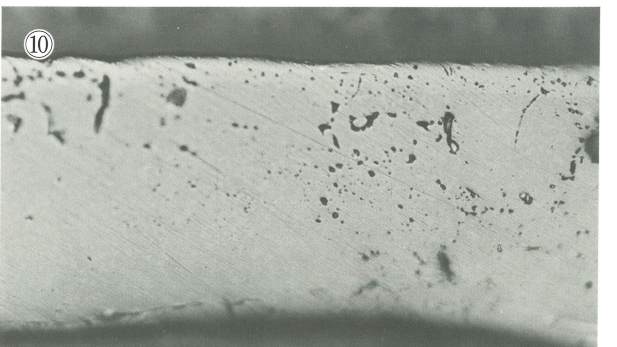
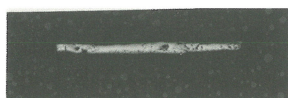
⑤



K I N - 4 - 3
鍛造剥片
⑨ ×20 マクロ組織
⑩ ×400
王水腐食(etch)
内層ヴスタイト(非晶質)



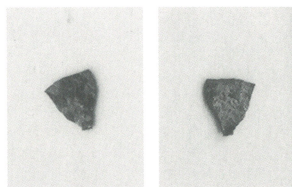
⑨



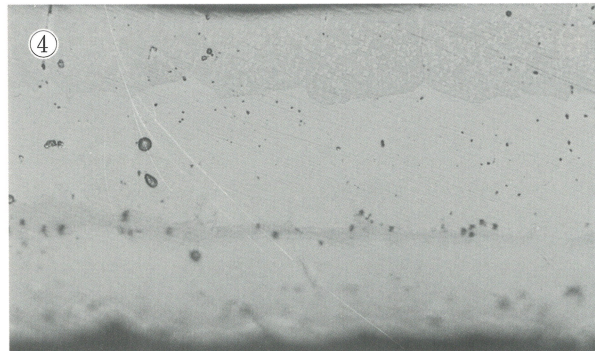
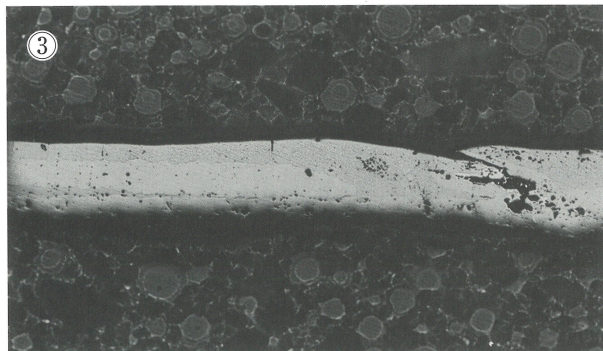
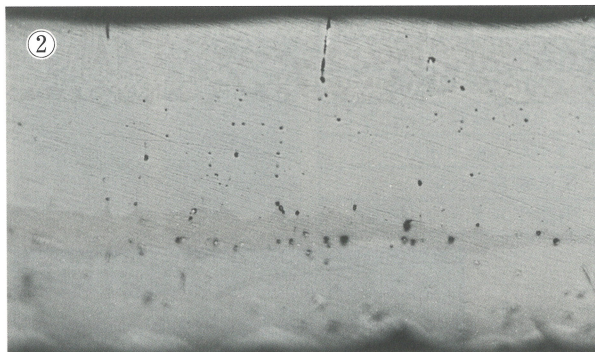
第72図 鍛造剥片 (K I N - 4 - 1・2・3) の顕微鏡組織



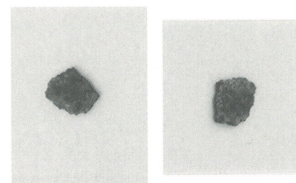
K I N - 4 - 4
鍛造剥片
① ×20 マクロ組織
② ×400 腐食(etch)なし
③ ×100 ④ ×400
王水腐食(etch)
内層ヴスタイト(非晶質)



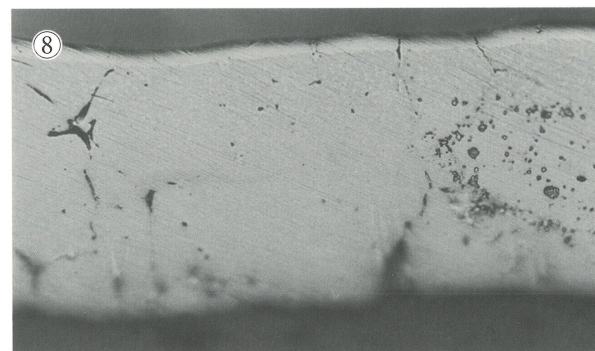
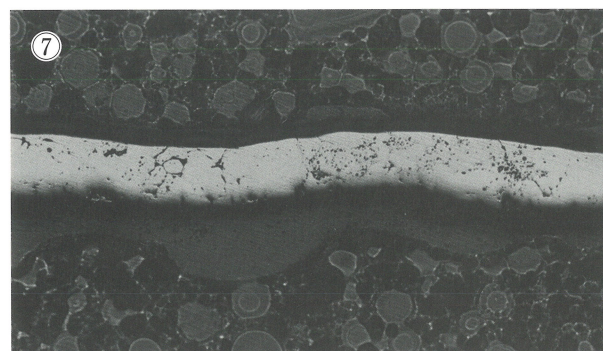
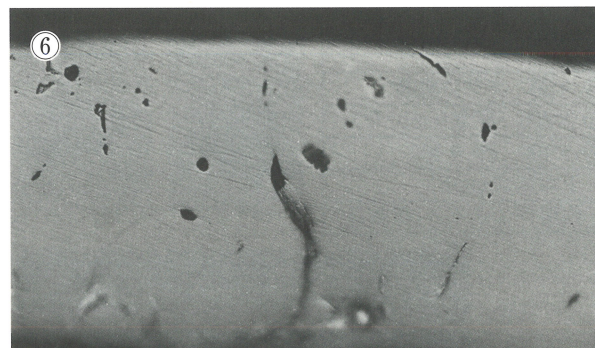
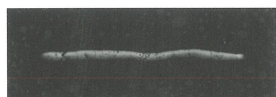
①



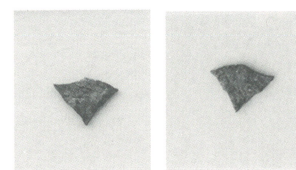
K I N - 4 - 5
鍛造剥片
⑤ ×20 マクロ組織
⑥ ×400 腐食(etch)なし
⑦ ×100 ⑧ ×400
王水腐食(etch)
内層ヴスタイト(凝集痕跡)



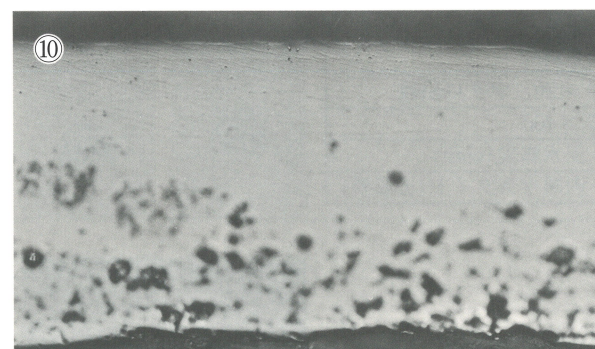
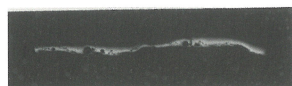
⑤



K I N - 4 - 6
鍛造剥片
⑨ ×20 マクロ組織
⑩ ×400
王水腐食(etch)
内層ヴスタイト(非晶質)



⑨



第73図 鍛造剥片 (K I N - 4 - 4・5・6) の顕微鏡組織