

松木田

5

—松木田遺跡第4次調査6区の報告—

長峰地区土地改良事業に伴う埋蔵文化財調査報告書 5

まつ き だ
松木田 5

—松木田遺跡第4次調査6区の報告—

福岡市埋蔵文化財調査報告書第一二四二集

二〇一四

2014

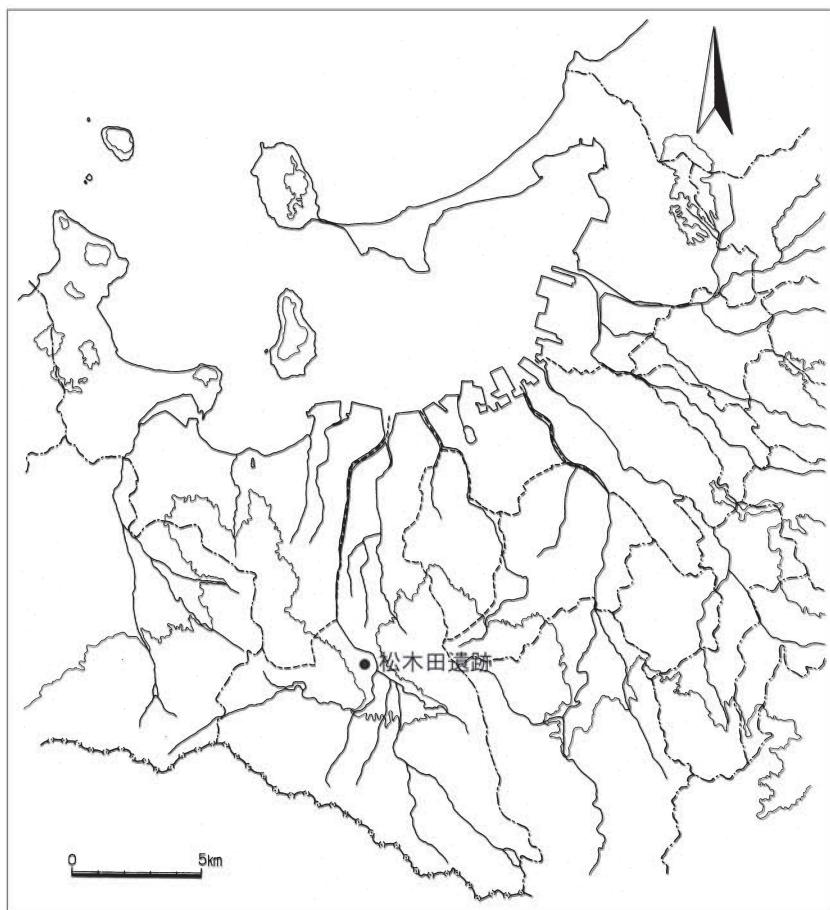
福岡市教育委員会

福岡市教育委員会

長峰地区土地改良事業に伴う埋蔵文化財調査報告書 5

まつ き だ
松木田 5

—松木田遺跡第4次調査6区の報告—



遺跡略号 MKD-4
調査番号 0905

2014

福岡市教育委員会

序

玄界灘に面して広がる福岡市には豊かな歴史と自然が残されており、これを後世に伝えていくことは現代に生きる私たちの重要な責務です。

福岡市教育委員会では開発事業に伴い、やむをえず失われていく埋蔵文化財については事前に発掘調査を実施し、記録保存に努めています。

今回、長峰地区土地改良事業を行うに当たり、松木田遺跡・内野熊山遺跡・岸田遺跡・長峰谷口B遺跡の発掘調査を行い、多くの貴重な成果をあげることができました。

本書は松木田遺跡第4次調査6区の報告です。この調査では古墳時代の住居をはじめ古代から中世にかけての製鉄・鍛冶に関連する遺構・遺物が出土し、地域の歴史を語る重要な資料を得ることができました。本書が文化財保護へのご理解を深める一助となり、また研究資料としてもご活用いただければ幸いです。

最後になりましたが、発掘調査から本書の刊行にいたるまで、福岡市長峰土地改良区の皆様をはじめとする地域の皆様、そして関係各位のご理解を賜り、多大なご協力をいただきましたことに対し厚く御礼申し上げます。

平成26年3月24日

福岡市教育委員会

教育長 酒井 龍彦

例　言

1. 本書は、福岡市教育委員会が長峰土地改良事業に伴い、平成21～23年度に早良区早良地内において実施した発掘調査のうち、松木田遺跡第4次調査6区の発掘調査報告書である。
2. 遺構の実測は大塚紀宜、名取さつき、坂口剛毅が行った。
3. 遺物の実測は大塚が行った。
4. 製図は大塚が行った。
5. 遺構写真は大塚が撮影した。鉄滓の分析写真は株式会社九州テクノリサーチ・TACセンターによる。
6. 本書で用いる方位は磁北であり、座標北から6度32分西偏し、真北から6度54分西偏する。（国土地理院2010年値による。）座標は世界測地系を使用している。
7. 本書で使用する遺構番号には遺構の性格を示す略号を付して標記している。略号は堅穴住居（SC）、土坑・鍛冶関連遺構（SK）、土壙墓（SR）、ピット・柱穴（SP）としている。
8. 本書に関わる図面・写真・遺物等の全資料は福岡市埋蔵文化財センターで収蔵・保管される予定である。
9. 本書の執筆・編集は大塚が行った。なお、鉄滓の分析については大澤正己氏（株式会社九州テクノリサーチ・TACセンター）に玉稿を頂き、併せて貴重な助言を頂いた。

松木田遺跡第4次調査

遺跡調査番号	0905	遺跡略号	MKD-4
所在地	早良区早良3・4丁目地内	分布地図番号	S16-0789
開発総面積	19ha	調査面積	5,626m ²
調査期間	平成21年4月15日～平成22年10月17日	事前審査番号	19-1-38

本文目次

1. はじめに	
1 調査に至る経緯	1
2 調査体制	1
2. 松木田遺跡第4次調査6区の記録	
1 概要	2
2 出土遺構・遺物の報告	
(1) 壴穴住居	3
(2) 土坑	5
(3) 鍛冶炉	8
(4) 排滓坑	10
(5) 土壙墓	12
(6) その他の遺物	12
(7) 製鉄・鍛冶関連遺物	12
3 小結	20
4. 松木田遺跡4次調査6区出土製鉄・鍛冶関連遺物の金属学的調査（大澤正己）	21

挿図目次

第1図 遺跡位置図 (1/75,000)	2
第2図 調査区位置図 (1/4,000)	3
第3図 6区全体図 (1/100)	4
第4図 調査区北壁土層図 (1/100)	5
第5図 SC-6001 実測図 (1/50)	6
第6図 SC-6001 出土遺物実測図 (1/3)	7
第7図 SC-6002 実測図 (1/40)	7
第8図 土坑実測図 (1/40)	8
第9図 鍛冶炉実測図 (1/20)	9
第10図 排滓坑実測図 (1/40)	10
第11図 SK-6017 出土遺物実測図 (1/3)	10
第12図 SR-6016 実測図 (1/30)	11
第13図 SR-6016 出土遺物実測図 (1/3)	11
第14図 その他遺物実測図 (1/3)	12
第15図 SC-6001 南側包含層 (SK-6012 上層) 出土鉄滓実測図 1 (1/3)	13
第16図 SC-6001 南側包含層 (SK-6012 上層) 出土鉄滓実測図 2 (1/3)	14
第17図 SK-6012 出土鉄滓実測図 (1/3)	15
第18図 SK-6013 出土鉄滓実測図 (1/3)	16
第19図 SK-6014 出土鉄滓実測図 (1/3)	17
第20図 SK-6015 出土鉄滓実測図 (1/3)	18
第21図 SK-6017 出土鉄滓実測図 (1/3)	19

表目次

表1 松木田遺跡第4次調査6区出土鉄関連遺物観察表	20
---------------------------	----

写真目次

写真1 調査区北半部全景（北から）	61
写真2 調査区北半部南側（南から）	61
写真3 調査区南半部全景（北から）	62
写真4 調査区南半部全景（南から）	62
写真5 SC-6001（西から）	63
写真6 SC-6001（南から）	63
写真7 SC-6002（南東から）	63
写真8 SK-6012（東から）	64
写真9 SK-6014（南から）	64
写真10 SK-6015（南から）	64
写真11 SK-6018（南から）	65
写真12 SK-6019（南東から）	65
写真13 SK-6013（北から）	65
写真14 SK-6017（北東から）	66
写真15 SR-6016（西から）	66
写真16 SR-6016 遺物出土状況（西から）	66

1. はじめに

1 調査に至る経緯

平成 19 年 7 月 23 日付け、農計第 387 号により、福岡市農林水産局農林部農地計画課長より埋蔵文化財第 1 課長宛に、早良区早良 2~5 丁目地内における、長峰地区基盤整備促進事業にかかる「埋蔵文化財の事前審査について(依頼)」が提出された(事前審査番号 19-1-38)。当該事業は平成 21 年度~23 年度の 3 カ年にわたって、長峰地区的耕地 19.0 ha において圃場整備事業を行うものである。書類審査を行った埋蔵文化財第 1 課(当時)では、計画地域全体を対象として試掘調査が必要な旨を回答し、この後埋蔵文化財第 1 課、農地計画課および、施工主体である長峰土地改良区によって協議が重ねられた。その結果平成 19 年 8 月 7 日付けで長峰土地改良区より埋蔵文化財予備調査承諾書が提出された。これを受け埋蔵文化財第 1 課では平成 19 年 8 月 28 日~平成 20 年 4 月 22 日の期間で試掘調査を行った。この試掘調査の結果、対象地の西~南側の段丘面上を中心として濃密な遺構群が展開していることを確認した。この試掘結果を受け、事業実施にあたっては工事によって埋蔵文化財の破壊が避けられない地区および、施工後の保護盛土が 20 cm 以下もしくは 2 m 以上となる地区について発掘調査を実施し、記録保存を行うこととした。このような経緯を踏まえ、平成 21(2009) 年 4 月 15 日~平成 22(2010) 年 10 月 7 日の期間で松木田(まつきだ)遺跡第 4 次調査の調査を行った。

発掘調査に当たっては長峰土地改良区の地権者の皆様方には、多大なるご理解とご協力をいただき、土地の借用をはじめとして有形・無形のご援助を賜りました。また、地元住民の皆様、設計・施工関係者の方々にも、多大なご協力をいただきました。ここで、深甚の謝意を表します。

2 調査体制

事業主体 長峰土地改良区

調査主体 福岡市教育委員会

調査総括 埋蔵文化財第 1 課長 濱石哲也

埋蔵文化財第 2 課長 田中壽夫

事前審査 埋蔵文化財第 1 課事前審査係 吉留秀敏・星野恵美

調査庶務 文化財管理課管理係(平成 21 年度)／埋蔵文化財第 1 課管理係(22 年度)古賀とも子

調査担当 埋蔵文化財第 2 課 長家伸・加藤隆也・大塚紀宜・阿部泰之・松尾奈緒子

整理庶務(平成 25 年度) 埋蔵文化財審査課管理係 横田忍

整理担当(松木田遺跡第 4 次調査 6 区) 埋蔵文化財調査課 大塚紀宜

部署名はいずれも調査当時のものである。なお、文化財部は改組のため、平成 24 年 4 月 1 日付で教育委員会から経済観光文化局へ移管されている。

2. 松木田遺跡第4次調査6区の記録

1 概要

6区の調査範囲は、1区の調査区の道路を挟んで南側に位置する。現状は水田で、扇形に近い三角形の狭小な区画になっているが、これは県道の新設により西側の水田と分離されたことによるものである。水田面と西側の県道や北側の市道との間に1m以上の段差があるが、これも自然地形を反映したものではなく、本来は西から東に緩く傾斜する緩斜面を利用した水田の一部だったことを記しておく。

6区の調査は5月17日より開始した。排土処理の都合上、全体を南北に2分割し、北側の調査を先行し、排土置き場を反転して南側の調査を実施することになった。北側の調査は、調査区の一部を拡張しながら6月7日まで実施し、同8日に排土を反転、翌9日から23日まで南側の調査を行った。

調査区内の基本層序は、現在の水田耕作土の直下で薄灰色シルト層（砂礫混じり）が水平に堆積し、その下位には黒色砂礫層、灰色砂礫層が堆積している。灰色シルト層は遺物包含層で、古代～中世の土器破片や鉄滓が含まれる。遺構面は包含層下の黒色砂礫層上面で、この面で古墳時代～古代以降の各時期の遺構が同時に検出されていることから、それぞれの遺構は削平を受けていることが想定できる。

調査区内で検出された遺構は、以下の通りである。

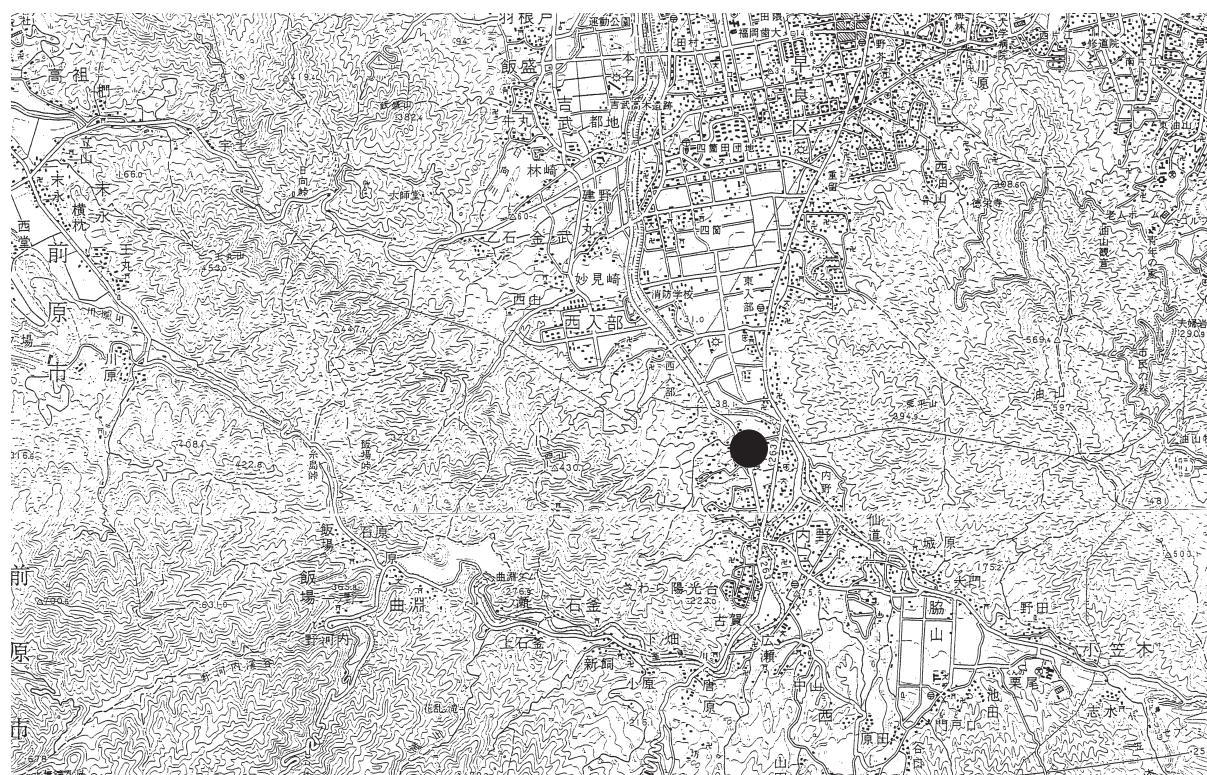
竪穴住居：2基（6001・6002）

土 坑：4基（6004・6005・6006・6007）

鍛冶炉：4基（6014・6015・6018・6019）

排 洧 坑：4基（6011・6012・6013・6017）

土 壤 墓：1基（6016）



第1図 遺跡位置図 (1/75,000)



第2図 調査区位置図 (1/4,000)

以下、各遺構と出土遺物について詳述していく。

2 出土遺構・遺物の報告

(1) 壇穴住居

SC-6001 (第5図 写真5・6)

調査区北側で検出した略長方形の壇穴住居。排土処理の都合上、遺構を南北に分割した形の調査になった。建物の主軸は略南北方向で、建物の西側南北長4.6m、東側南北長4.9m、北側東西長3.3m、南側東西長3.3mを計る。遺構面からの深さは10cm～30cmで、遺存状態は悪く、相当の削平を受けているものと考えられる。また、南西隅部分は搅乱によって失われ、北東隅は土坑SK-6006によつて削られている。

遺構覆土は砂を多く含む暗褐色粘土で、遺構中央部には暗褐色礫層が堆積している。堆積状況から、まず遺構中央部に礫層が堆積し、その後粘質土が堆積していく様相が見られる。この礫層は緩やかな堆積ではなく急速な流れ込みによるものとみられ、これによって住居が廃絶した可能性も考えられる。

住居の床面には張り床は見られず、遺構面の黒褐色礫層が露出し、礫による凹凸が目立つ。住居の南東側と北西側に長方形のベッド状の高まりがみられる。両者は住居中心からみて対角線上に位置し、北東側のベッド状遺構は長さ2.3m、幅1.0m、高さ10cm、南東側のベッド状遺構は長さ2.3m、幅1.1m、高さ10cmで両者の規模はほぼ同じであるが、南東側のベッド状遺構は柱穴などにより原形を留めていない部分が多く、形が崩れ気味である。

住居内には12基の土坑・柱穴が確認できるが、P-2・4・5の3基の土坑・柱穴がこの住居に直接関係がある可能性が高い。P-2とP-4は住居の主柱穴とみられる。P-5は覆土に炭化物が多く含まれており、炉の機能を持つ中央土坑とみられる。

主柱穴のP-2から北側のベッド状遺構に沿って細い溝状遺構が確認でき、この溝状遺構は屈曲して



第3図 6区全体図 (1/100)

西壁に沿って延びる。幅 10~15 cm、住居床面からの深さ 4~8 cm で、床面に傾斜は見られない。壁溝状に見えるが、この溝の機能は不明である。

出土遺物（第 6 図） 遺構内から出土した遺物（鉄滓を除く）はパンケース 1 箱相当である。ただしほとんどが細片で図示可能な遺物は極めて少なく、今回は図示可能な遺物を全て掲載した。1~5 は弥生土器で、堅穴住居以前の遺物で遺構周辺から流れ込んだものである。1 は弥生中期後半の甕形土器の口縁部小片。口縁部は L 字形を呈し、口径 25.2 cm で、内外面とも摩耗が進む。2 は弥生中期末の甕形土器の口縁部で、口唇部はやや内傾気味に薄く長く延びる。口径は 27.4 cm で、内外面とも横ナデ調整の痕跡がみられる。3 は壺形土器の口縁部で、内側に粘土を貼り付け、鋤先状を呈する。口径 26.2 cm で、口縁は大きく開き、口縁端部は横ナデで面取りする。4 は甕形土器底部。底径 8.0 cm。平底で外面は縦方向のハケ目が確認できる。5 は壺形土器底部で内外面とも風化し、剥落が進む。平底で、底径 7.1 cm を計る。

6~9 は古墳時代前期の土師器で、堅穴住居の時期に近いものと考えられる。6・7 は土師器甕口縁部。6 は口径 16.2 cm で口縁部は内湾気味に開き、端部内面を上方に跳ね上げ、端部は面取りされる。外面に煤が付着する。7 は口径 14.0 cm で、口縁部は直線的に開き、口縁端部上方を跳ね上げ、口縁端面を横ナデで面取りする。胴部外面は縦方向ハケ目後、横ナデ。胴部内面は横方向ケズリ。8 は土師器甕で、口縁は屈曲して外反する。軟質で風化が著しいが、外面に縦方向ハケ目痕が残る。9 は高坏坏部で、屈曲して大きく開く形である。外面は縦方向ハケ目、内面は横方向のハケ目で、屈曲部は外面に横ハケ、内面には沈線状の工具痕が残る。

SC-6002（第 7 図 写真 7）

調査区北側で検出した方形の堅穴住居。ただし、遺構の大部分が SC-6001 と重複し、住居北西側の一部分しか遺存していない。SC-6001 に先行しているが、その時期差はほとんどないと見られる。また周辺の礫層は非常に固く、掘削が困難だったとみられることから、SC-6001 が SC-6002 の掘り方を利用して建てられた可能性も高い。

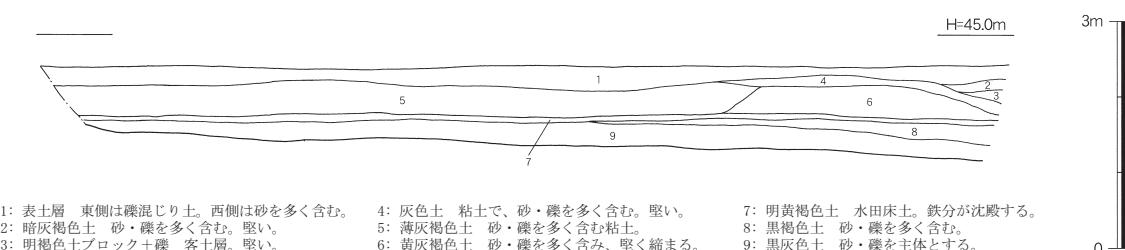
遺構覆土は暗褐色土で、SC-6001 とは明瞭に異なる。北西隅はやや丸みをもち、遺存する遺構面は平坦でベッド状遺構や壁溝の痕跡は見られない。主柱穴は SC-6001 遺構内に位置するとみられるが、確定できない。

出土遺物 出土遺物は少量で、細片が多く、図示可能なものはない。弥生土器・土師器の破片が多いが、詳細な時期を確定できる資料はない。

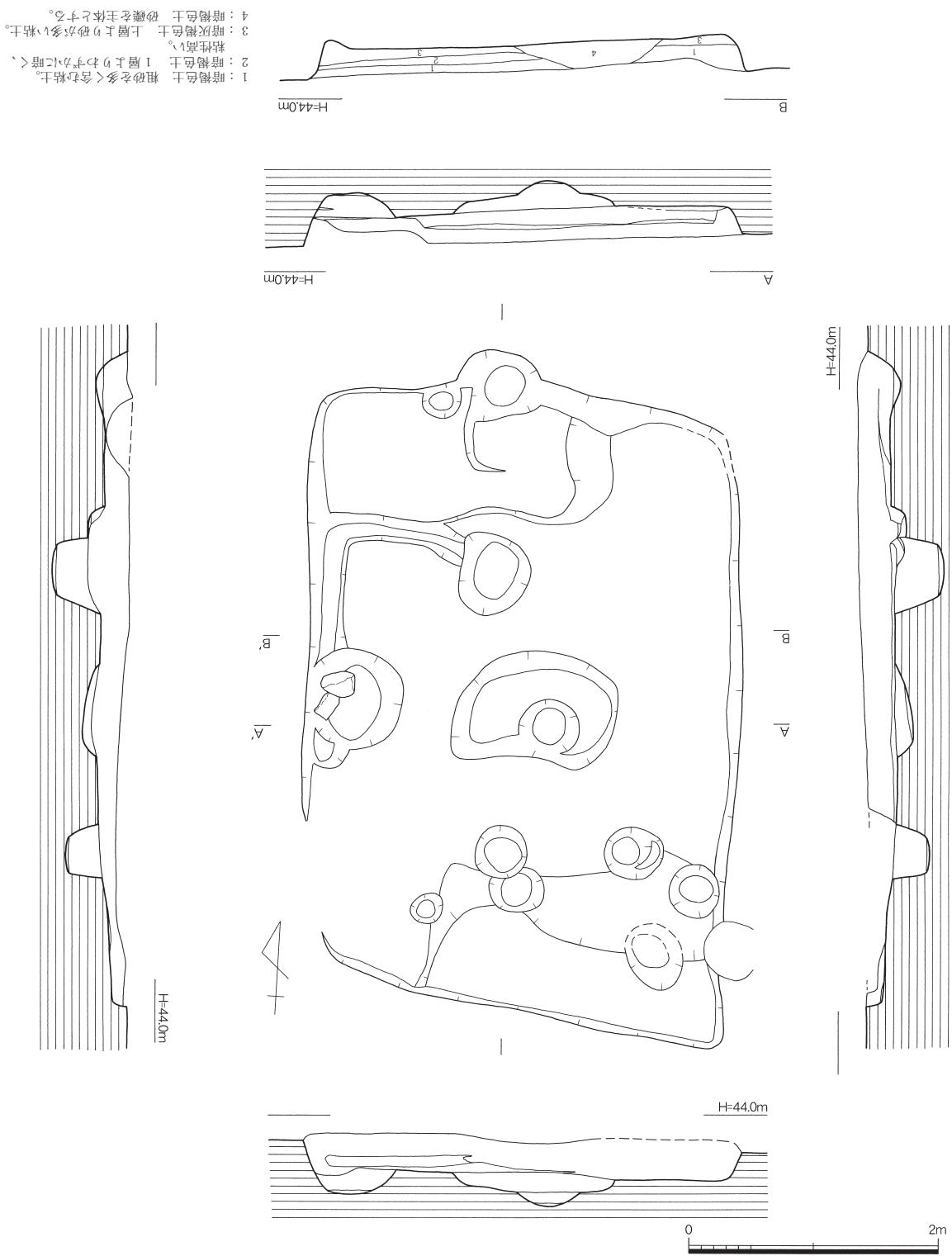
（2）土坑

調査区内で確認された遺構のうち、比較的大型の掘方をもち、覆土に鉄滓をほとんど含まない遺構を土坑として、以下で報告する。覆土に鉄滓を多く含む土坑は排滓坑として後頁で報告する。

SK-6004（第 8 図）



第 4 図 調査区北壁土層図 (1/100)

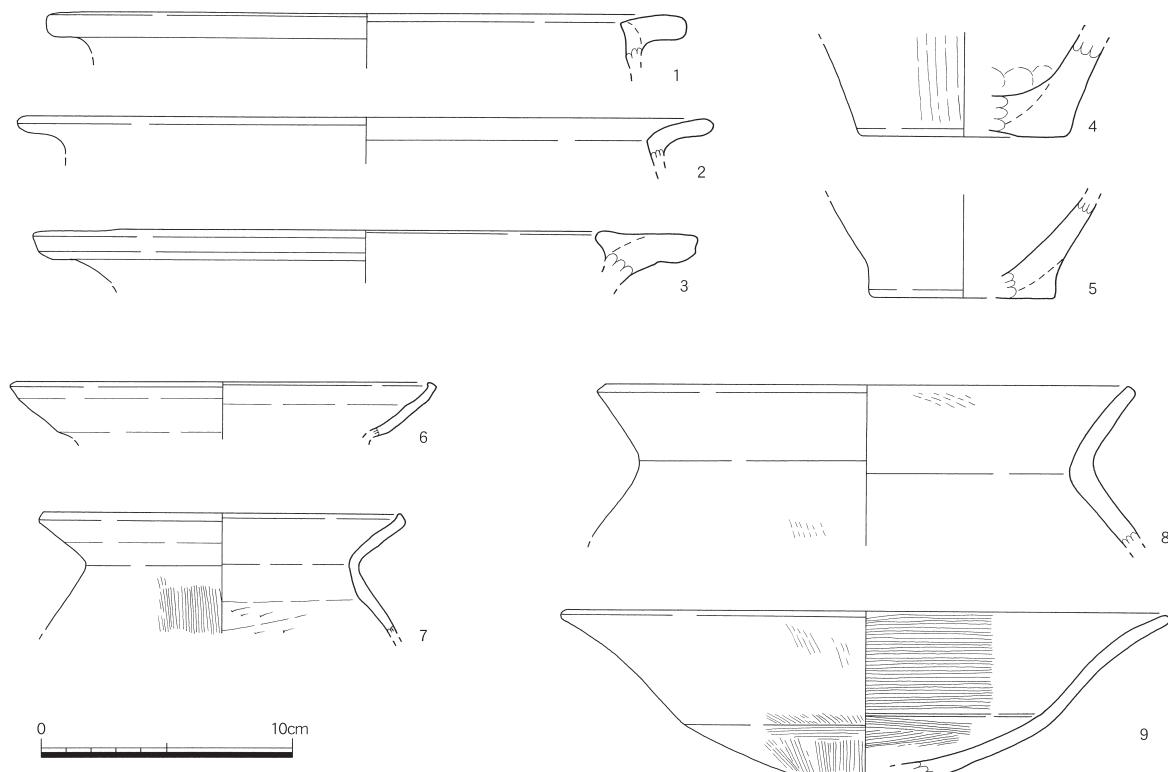


第5図 SC-6001 実測図 (1/50)

調査区中央部西側で検出した楕円形の土坑。遺構南側は調査区反転時に検出できていない。長さ 94 cm、推定幅 80 cm で、検出面からの深さは 20 cm である。SK-6011 の鉄滓塊を切っており、6011 よりも後出する時期とみられる。遺構の規模が小さく、大型の柱穴の可能性もある。

出土遺物 遺構内から出土した土器は細片で、時期等の詳細は不明。遺物には鉄滓も含まれる。

SK-6005 (第8図)



第6図 SC-6001 出土遺物実測図 (1/3)

調査区中央部西側で検出した不整形土坑。中央部が膨らんだ溝状を呈し、北側にごく浅いピット状の掘り込みがある。床面は平坦で、傾きはなく水平である。全長 1.9 m、最大幅 0.7 m、検出面からの深さ 20 cm。遺構の機能は不明である。

出土遺物 遺構内からの遺物量は少なく、遺構の時期を示す図示可能な遺物はない。

SK-6006 (第8図)

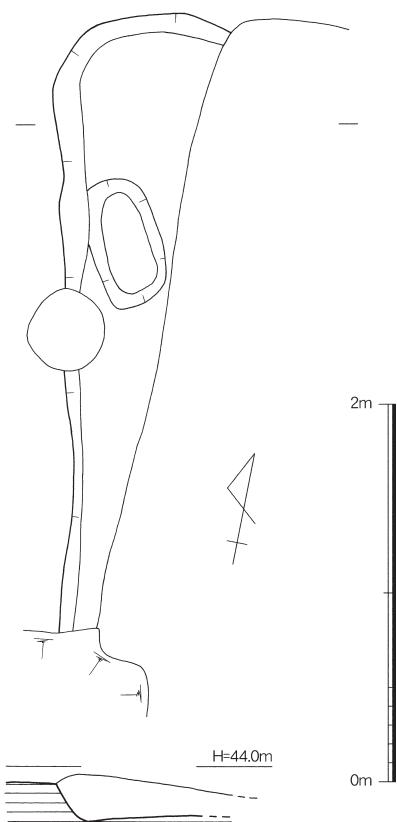
調査区北側で検出した遺構で、遺構の一部は調査区外に及ぶ。長さ 1.9 m、幅 1.3 m で、平面形は楕円形に近い隅丸長方形を呈する。遺構西側は円形土坑状に一段深く掘り込まれる。東側はテラス状の平坦面を呈する。覆土は礫を多く含む灰色シルトで、地山土と差はない。

出土遺物 遺構内からの遺物量は少なく、図示可能な遺物はない。

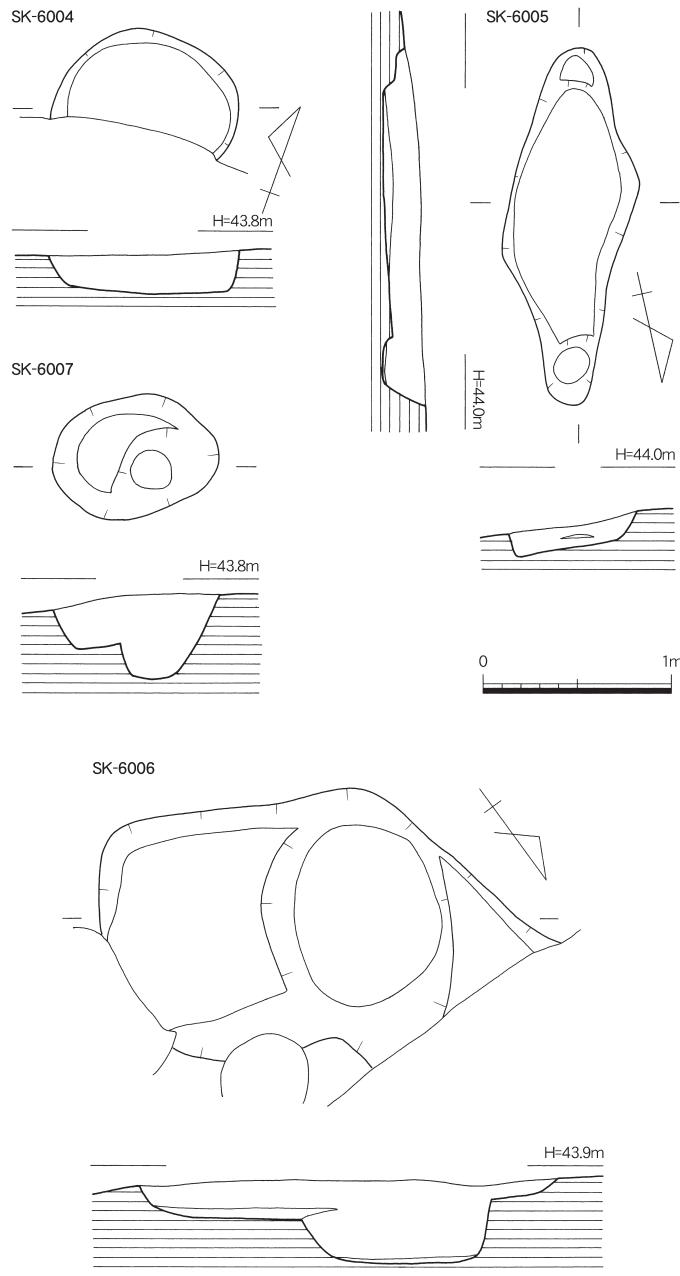
SK-6007 (第8図)

調査区北側で検出した遺構。検出時には長方形の土坑と認められたが、掘削の結果大型の柱穴形となったもの。覆土は灰褐色シルトで軟質。二段掘り状を呈し、検出面からの深さは 50 cm を計り、周囲の柱穴よりも 20 cm ほど深い。

出土遺物 出土遺物量は少なく、図示可能な遺物はない。



第7図 SC-6002 実測図 (1/40)



第8図 土坑実測図 (1/40)

後出するものとみられるが、遺存状態が悪く、遺構南東側と西側は削られている。炉の掘方は隅丸長方形で、長さ 50 cm、幅 47 cm、深さ 6 cm。掘方最下層に炭化物が厚さ 1 cm で堆積し、炉内部に炭・焼土混じり暗褐色土が堆積している。炉の西側上面に炭化物層が 1 cm 以下で薄く分布しており、炉の西側の作業面に炭が飛散した作業形態がうかがえる。

出土遺物 炉内部からは鉄滓、鍛造薄片などが出土しているが、土器は小片で図示できるものはない。鉄滓類は後頁に掲載・報告している。

SK-6018 (第9図 写真11)

調査区中央部で検出した鍛冶炉で、SK-6019を切る。炉の本体は掘方直径 40~50 cm の楕円形で、深さ 7 cm の皿形を呈する。炉は地山上に薄褐色粘土を用いて築いており、粘土の一部は北側に広がつ

(3) 鍛冶炉

SK-6014 (第9図 写真9)

調査区南西側で検出された鍛冶炉。炉の周囲を幅約 1 m、深さ 20 cm の不整形に掘り込み、その内部に明薄黄褐色粘土と褐色土を積み込み、明薄黄褐色粘土上面に炉本体を築造している。

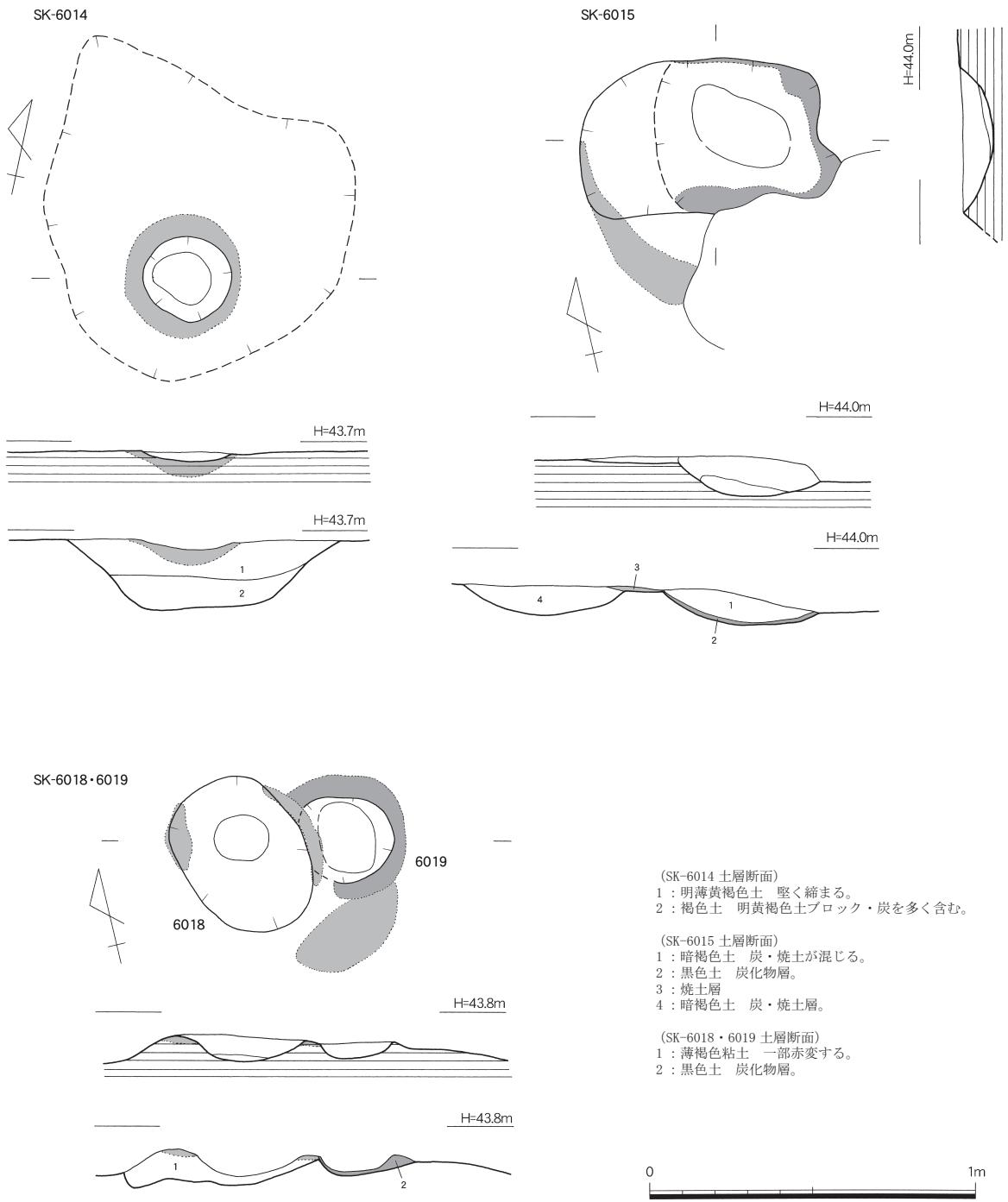
炉は円形の浅い皿状の掘り込みで形成され、掘り込み直径 27 cm、周囲の焼土範囲を含めた直径 36 cm、掘り込み深さ 3 cm を計る。焼土部分は薄黄褐色粘土が比熱したもので、他の土を用いて炉を築いたものではない。炉内部は黒色土が充填しており、操業時の炭が残存したものとみられる。

炉下部の明薄黄褐色粘土は固く締まっており、炉下部構造であるとともに炉操業時の土間も兼ねていたとみられる。明薄黄褐色粘土の下層には炭化物や明黄色土ブロックを多く含む褐色土が堆積し、除湿の機能を持つ下部構造を構成している。

出土遺物 炉内部、及び下部構造からは鉄滓、鍛造薄片などの遺物が出土しているが、土器は小片で図示できるものはない。鉄滓類は後頁に掲載・報告している。

SK-6015 (第9図 写真10)

調査区中央部で検出した鍛冶炉とみられる遺構。SK-6018・6019よりも 20cm ほど高い面で検出され、時期的に



第9図 鍛冶炉実測図 (1/20)

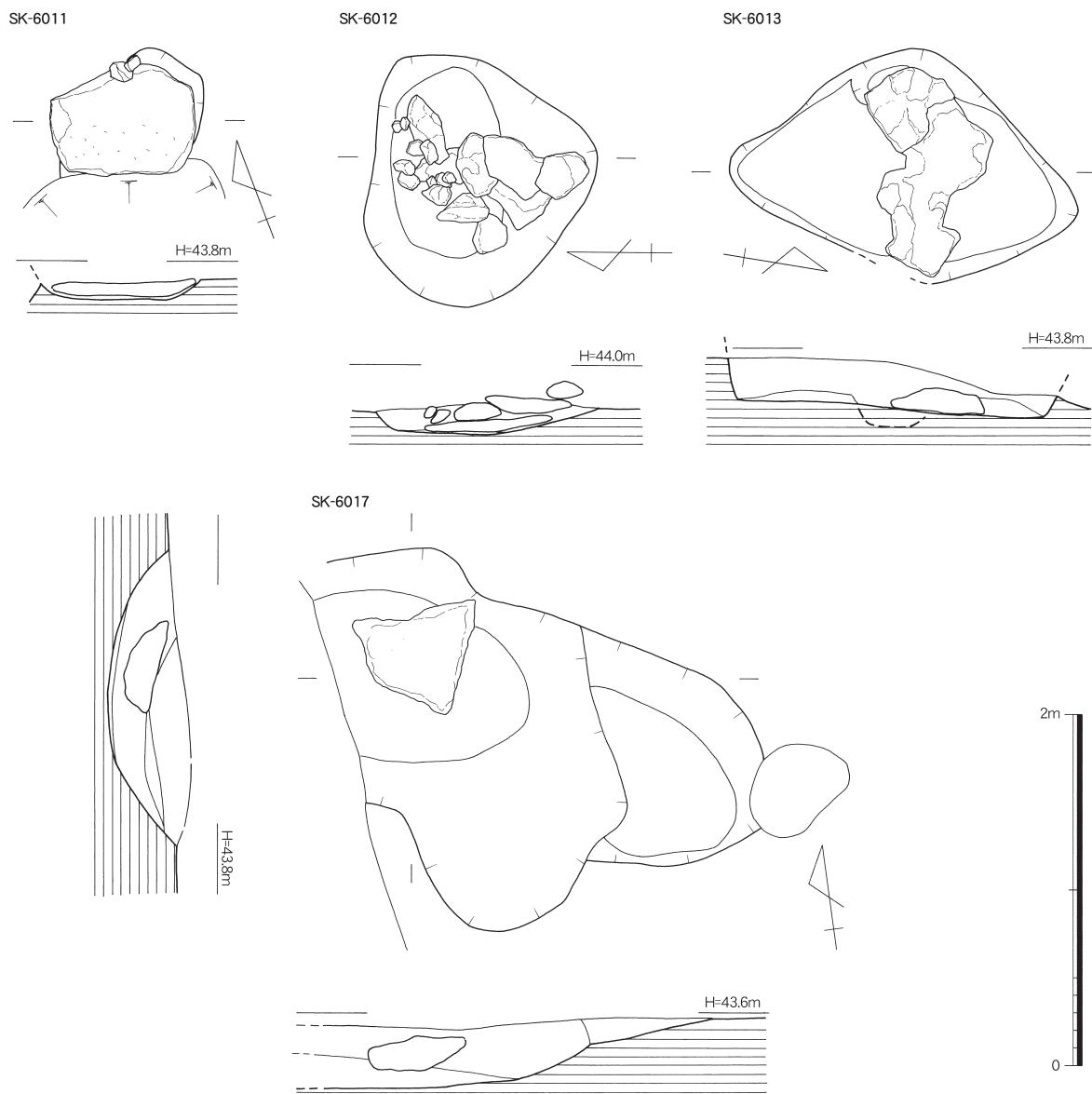
ている。

炉内部は黒色炭化物が充填しており、掘方上端の一部が比熱して赤変しているが、炉全体の比熱度合いは低い。

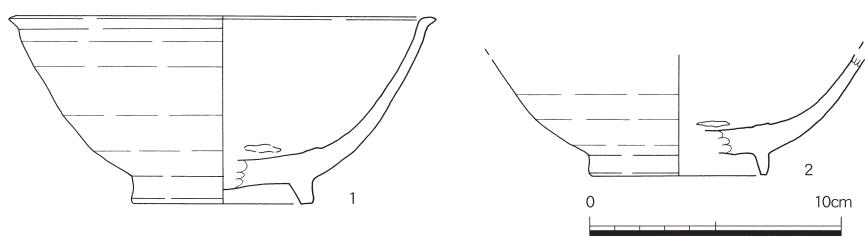
出土遺物 炉内部から鉄滓が出土しているが、少量である。ほとんどが鍛冶滓で、小粒のものが多い。

SK-6019 (第9図 写真12)

調査区中央部で検出した鍛冶炉とみられる遺構で、SK-6018 に切られる。炉の本体は掘方 26 cm の円形で、深さ 5 cm。炉は黒色土によって築かれ、炉の内部には炭化物が充填している。炉の南側



第10図 排溝坑実測図 (1/40)



第11図 SK-6017 出土遺物実測図 (1/3)

に赤変部分が広がっており、比熱部分が炉南側に広がる構造になっていたとみられる。

6018と6019の両鍛冶炉は同じ遺構面レベルでほぼ重複しており、同

じ工房内での作り替えによるものとみられ、時期差はほとんどないものとみられる。

出土遺物 炉内部から鉄滓が少量出土している。鍛冶滓、椀形滓がほとんどで、小粒のものが多い。

(4) 排溝坑

SK-6011 (第10図)

調査区西側で排滓坑と見られる鉄滓塊を検出した。鉄滓塊は長さ 82 cm、幅 64 cm の長方形に近い形で、南側で別遺構で切られている。鉄滓塊は板状に遺存し、小粒の鉄滓や炭化物が高温により凝集して堅く締まって硬化しており、手鍬の刃がたたない状態である。遺構掘方は床面しか遺存していない。

出土遺物 鉄滓塊を構成している鉄滓は小粒で、鍛冶滓が主体である。鉄滓とともに鍛造薄片も多量に含まれる。

SK-6012 (第 10 図 写真 8)

調査区中央で検出された排滓坑で、平面形は略円形に近い不整形を呈する。全長 1.3 m、幅 1.5 m、深さは 15 cm だが、鉄滓塊の検出高から本来はさらに深い土坑だったとみられる。鉄滓は大型の滓を主とし、高温による凝集した感はなく自然堆積による集積とみられる。

出土遺物 遺構内からは多量の鉄滓が出土した。製錬滓が主体で、覆土を洗浄したが鍛造薄片や粒状滓は検出できなかった。鉄滓は後頁で報告している。

SK-6013 (第 10 図 写真 13)

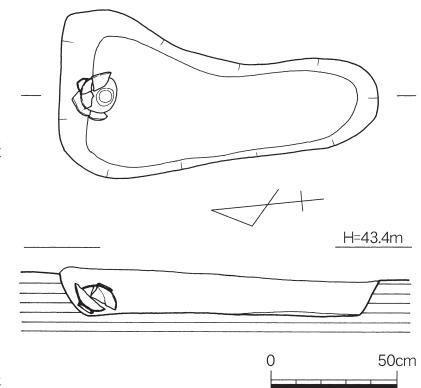
調査区北東側で検出した土坑で、土坑内より鉄滓塊が出土し、覆土中にも鉄滓が多量に含まれていたため、排滓坑として報告する。掘り方は全長 2.0 m、幅 1.3 m、深さ 25 cm で、床面は平坦で、北側にわずかに傾斜する。遺構形状からみて、本来はさらに深かった可能性が高い。

出土遺物 鉄滓以外の土器が少量出土したが、細片で図示できない。鉄滓は後頁で報告している。

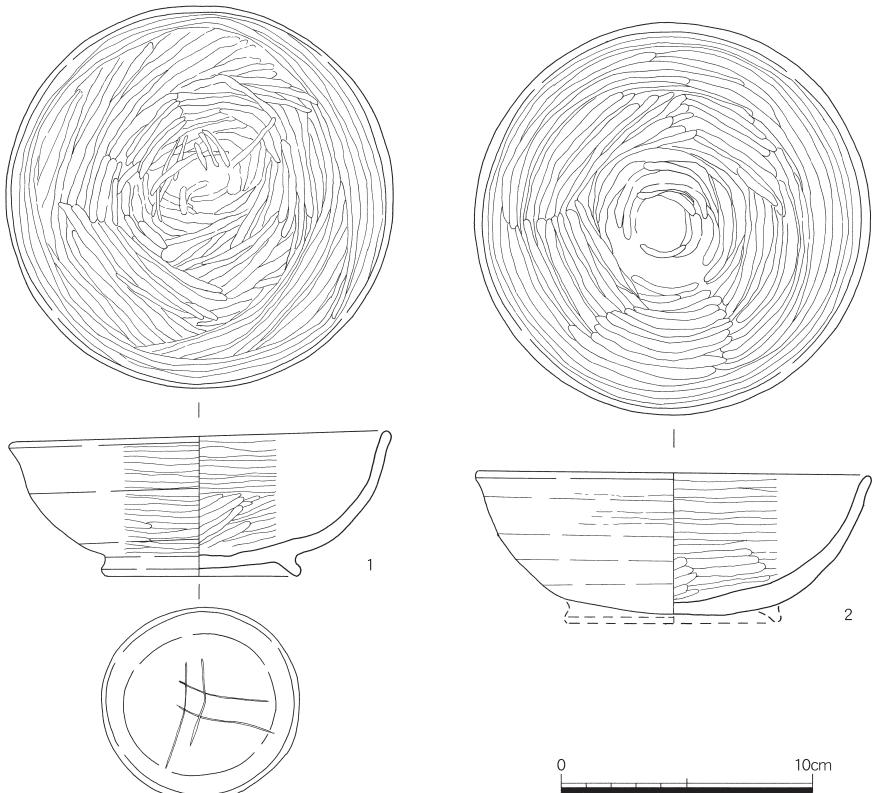
SK-6017 (第 10 図 写真 14)

調査区西側で検出した土坑で、鍛冶炉 SK-6014 の下部に位置する。2段掘り状で、全長 1.5 m 以上、幅 1.1 m、深さ 40 cm の規模で、床面近くで鉄滓塊が出土した。覆土は黒灰色砂質土で、炭化物を多く含む。鉄滓塊は床面からやや浮いた状態で出土し、長さ 60 cm、幅 70 cm の範囲に広がったもので、小粒の滓や炭化物を巻き込んで凝集して硬化し、一つの塊になったものである。

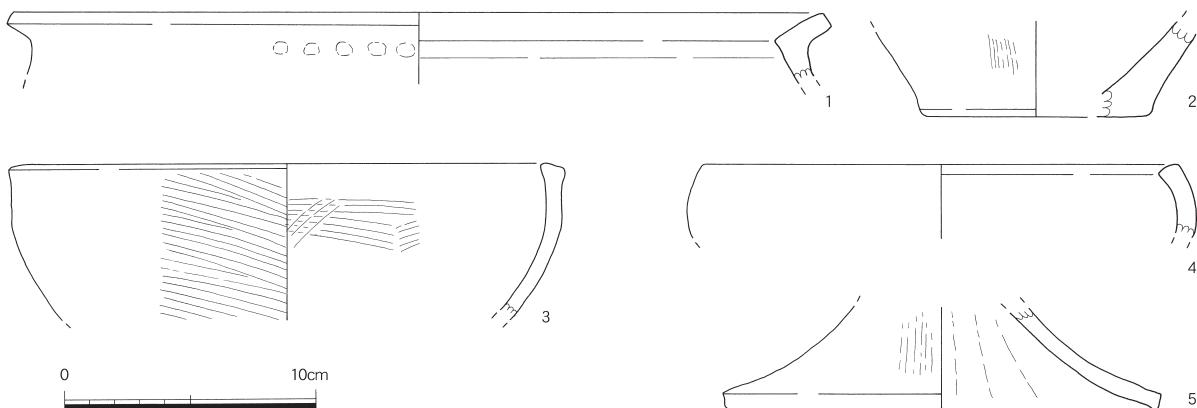
出土遺物 (第 11 図) 1・2 はいずれも白磁碗。1 は口縁部が短く外反し、体部は丸くつくる。高台は薄く立ち上がる。内面見込みに砂目痕が残る。釉は灰オリーブ色で、畳



第12図 SR-6016 実測図 (1/30)



第13図 SR-6016 出土遺物実測図 (1/3)



第14図 その他遺物実測図 (1/3)

付以外は内外面とも施釉される。2は口縁部を欠くが、1と同形とみられる。体部は球形とみられ、内面見込みに砂目痕が残る。釉はオリーブ黄色で、畠付以外は内外面全面に施釉される。

鉄滓は鍛冶滓を主とする。詳細は後頁で報告している。

(5) 土壙墓

SR-6016 (第12図 写真15・16)

調査区南東側で検出した土壙墓で、長軸を南北にとる。平面形は瓢箪形に近い不整形で、長さ1.25m、幅は北側で66cm、南側で37cm。深さは15cmだが、本来はもっと深かったとみられる。床面は平坦で、傾斜はない。墓壙北端で黒色土器の椀が2個合口の状態で出土した。この椀以外の出土遺物はない。

出土遺物 (第13図) 1・2は墓壙北側の黒色土器椀。1は上側の個体で、内外面とも黒色で、内面は円周方向ミガキ、外面は横方向ミガキを施す。底部の高台内側に焼成後に「井」字を刻字する。2は内黒土器で、外面は鈍い橙色を呈する。内面は円周方向ミガキ、外面にはわずかに横ミガキの痕跡が残る。

(6) その他の遺物 (第14図)

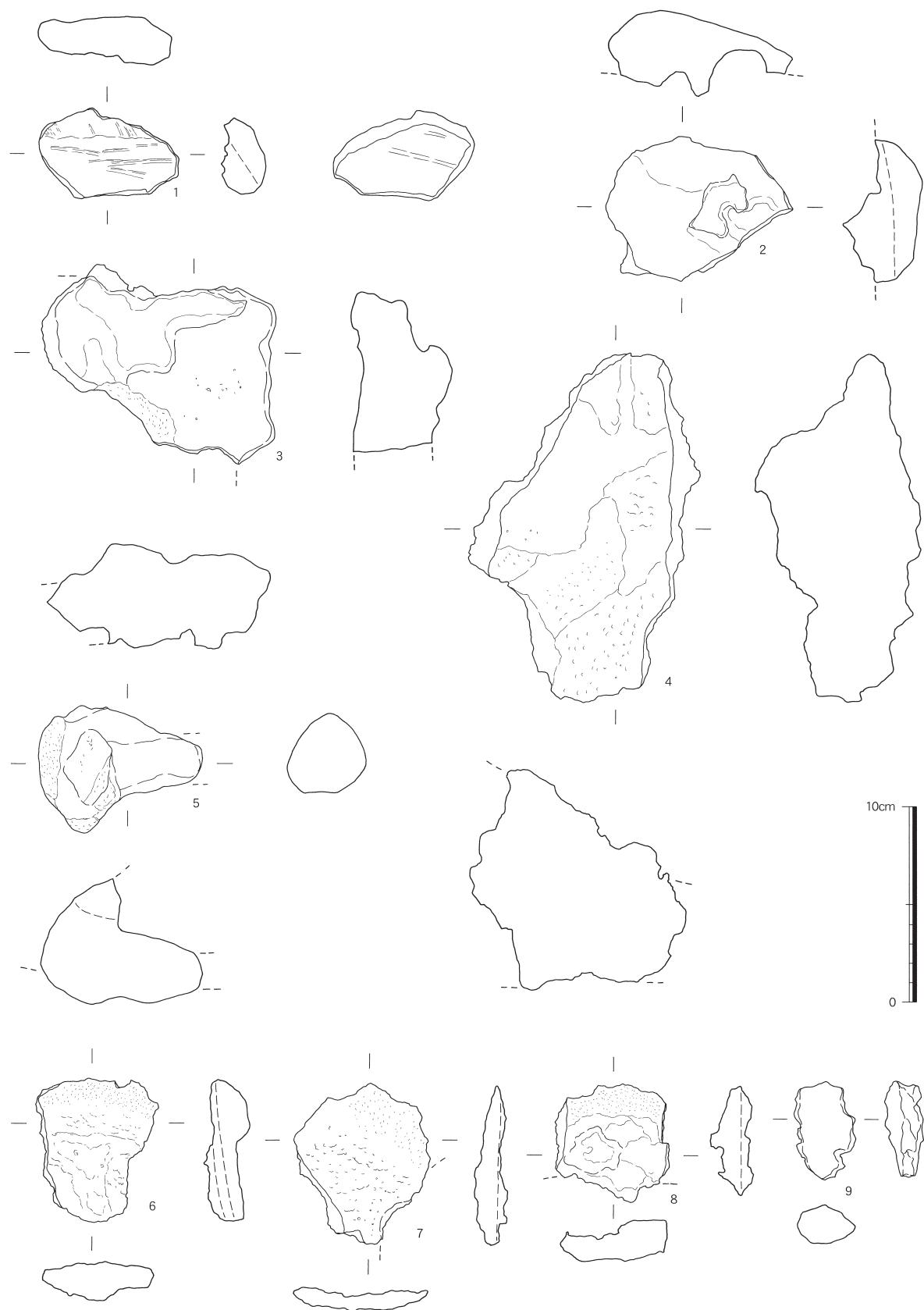
1・2は弥生土器。1はSP-6147出土の甕形土器。口縁はL字形で、短く屈曲し、口縁上面は内径する。屈曲部外面に指圧痕が残る。2はSP-6123出土の甕形土器底部。底部は平底で、外面に縦方向ハケ目が残る。3~5は土師器。3・4は椀。3は調査区内包含層から出土。口縁端部は横ナデで面取りし、内外面は横方向の粗いハケ目を施す。4はSP-6107出土。口縁部は内湾し、端部は横ナデで面取りする。内外面ともナデ後丹塗りを施す。5は調査区表土から出土した高坏脚部。脚端部は横ナデで面取りし、下端はわずかに垂下する。外面は縦方向ハケ目後丹塗り、内面はナデで整形痕が残る。

(7) 製鉄・鍛冶関連遺物

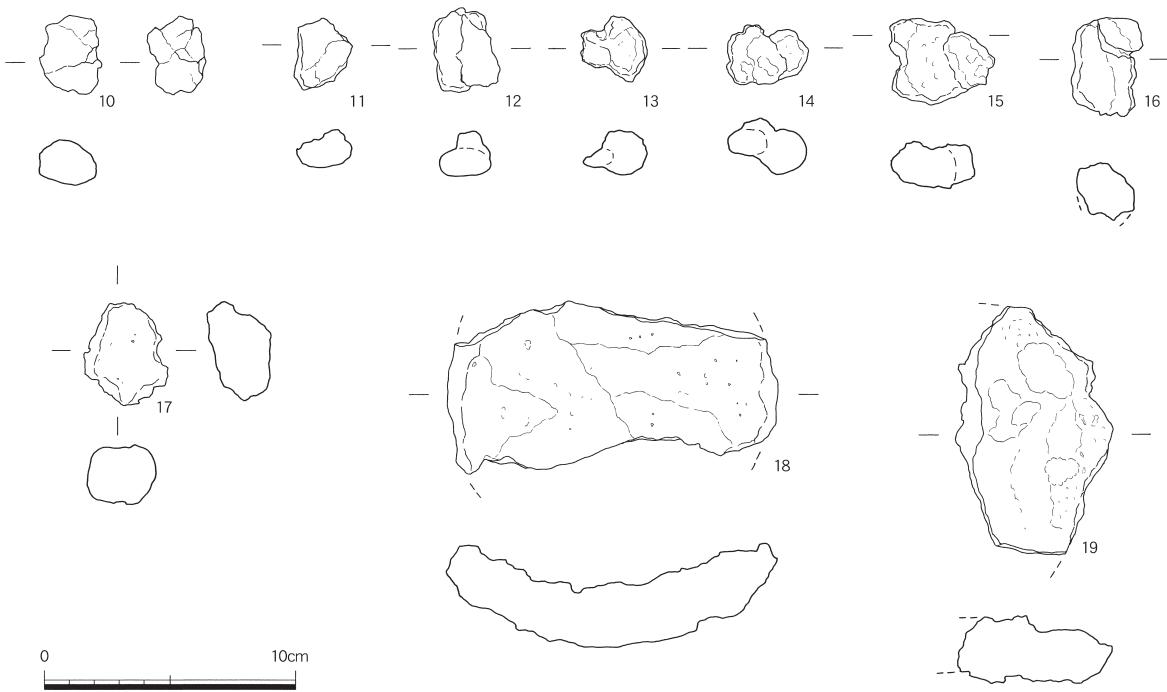
SC-6001 南側包含層出土遺物 (第15・16図)

1は炉壁。軟質で被熱弱い。内面は灰色に被熱して若干硬化する。表面にはスサ痕跡が露出するが、粘土継ぎ目の上下でスサの方向が異なる。2は炉壁で、内面は黒色～黒灰色で気泡が多い。右下部に通風孔からの風圧による器壁面の乱れがみられる。

3は炉底滓で、炉床コーナー部にあたる。コーナーはほぼ直角で、流動状の滓で構成され、表面は平滑で気泡がみられる。下面是砂が付着し、気泡もみられる。4は炉底滓で、炉底際部分の滓とみら



第15図 SC-6001 南側包含層 (SK-6012 上層) 出土鉄滓実測図 1 (1/3)



第16図 SC-6001 南側包含層 (SK-6012 上層) 出土鉄滓実測図 2 (1/3)

れる。内面は高温で溶解して気泡が立ち、粗砂が付着する。炉壁側は溶解し流動状を呈し、下面是粗砂が付着する。5は流出孔滓。流出孔部分は表面が赤黄色で、流動化はほとんどない。炉側は黒青色で気泡が立つ。下面是一部流動化する。

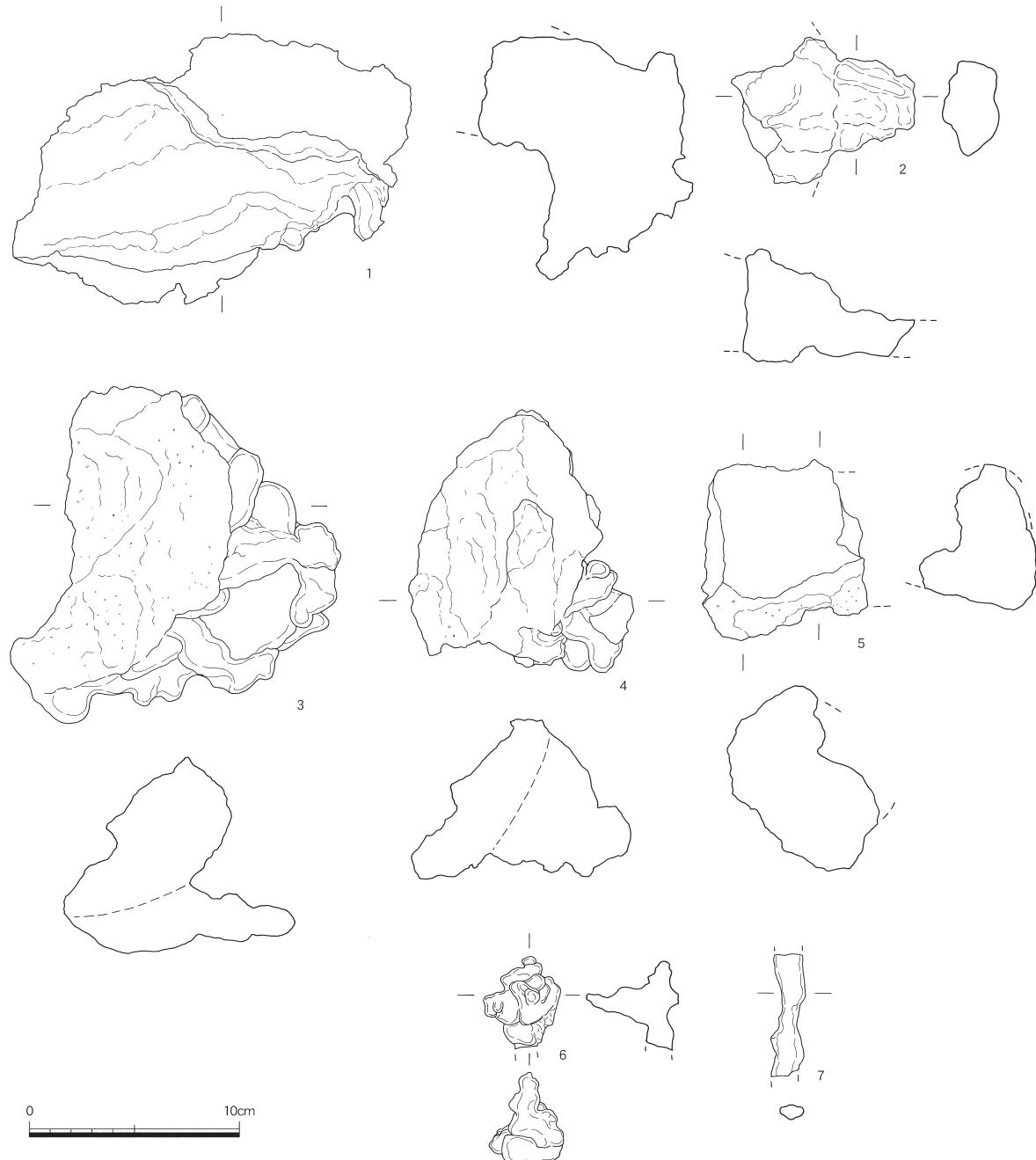
6~9は砂鉄焼結塊。6は表面上部が溶解し流動化して、栗粒状に凝集する。背面は粗砂・粘土が付着する。7は表面は栗粒状に凝集し、一部溶解し流動化する。背面は炉壁のスサ痕跡が残り、灰色に硬化する。右下は破断面ではなく、通風口の可能性がある。8は表面上部は砂鉄が栗粒状に凝集、下部は表面が溶解して気泡が見られ、風圧による凹みが見られる。9は表面は赤黄色に錆化し、裏面は細かい凹凸が多い。

10~17は鉄塊系遺物。10は表面に亀裂・気泡が多く、滓粒も付着する。11は表面に錆膨れが見られ、下面には粗砂が付着する。全体に錆化が進む。12は鉄塊部分の上に滓が付着する。滓部分には磁性はない。表面全体に錆化が著しい。下面には粗砂が付着する。13は鉄塊部分を滓が大きく包むように付着している。滓部分は粗砂を若干含み、気泡が多く磁性は弱い。鉄塊部分は一部流動状を呈する。14も滓が鉄塊に大きく付着する。滓部分は気泡が多く、粗砂を若干含む。鉄塊部分は粗砂が付着し、錆化が進む。15は大型の鉄塊部分に滓が付着しており、滓部分は気泡が多く、粗砂を多く含む。鉄塊部分は粗砂が付着し、錆化が進む。16は錆化で破裂したもので、表面に亀裂や破損が目立つ。17は全体に錆化が進むが、内部は黒銀色で金属光沢を有する。

18は楕円形滓で、本来は円形だったとみられる。上面は粗砂が付着し、一部錆化する。下面も粗砂が多く付着し、一部錆化する。下面是磁性が強い。

SK-6012 出土遺物 (第17図)

1は炉壁。断面にはスサ痕跡がみられ、強い被熱で灰色に硬化している。表面は溶解し、流動化する。背面は一部流動化するが、被熱は弱く、粗砂が付着する。コーナー部分の炉壁とみられる。2は炉壁下端とみられ、上部の炉壁部分は粗砂を多く含み、多孔質で粗い。下部は放射状に流動化し、下



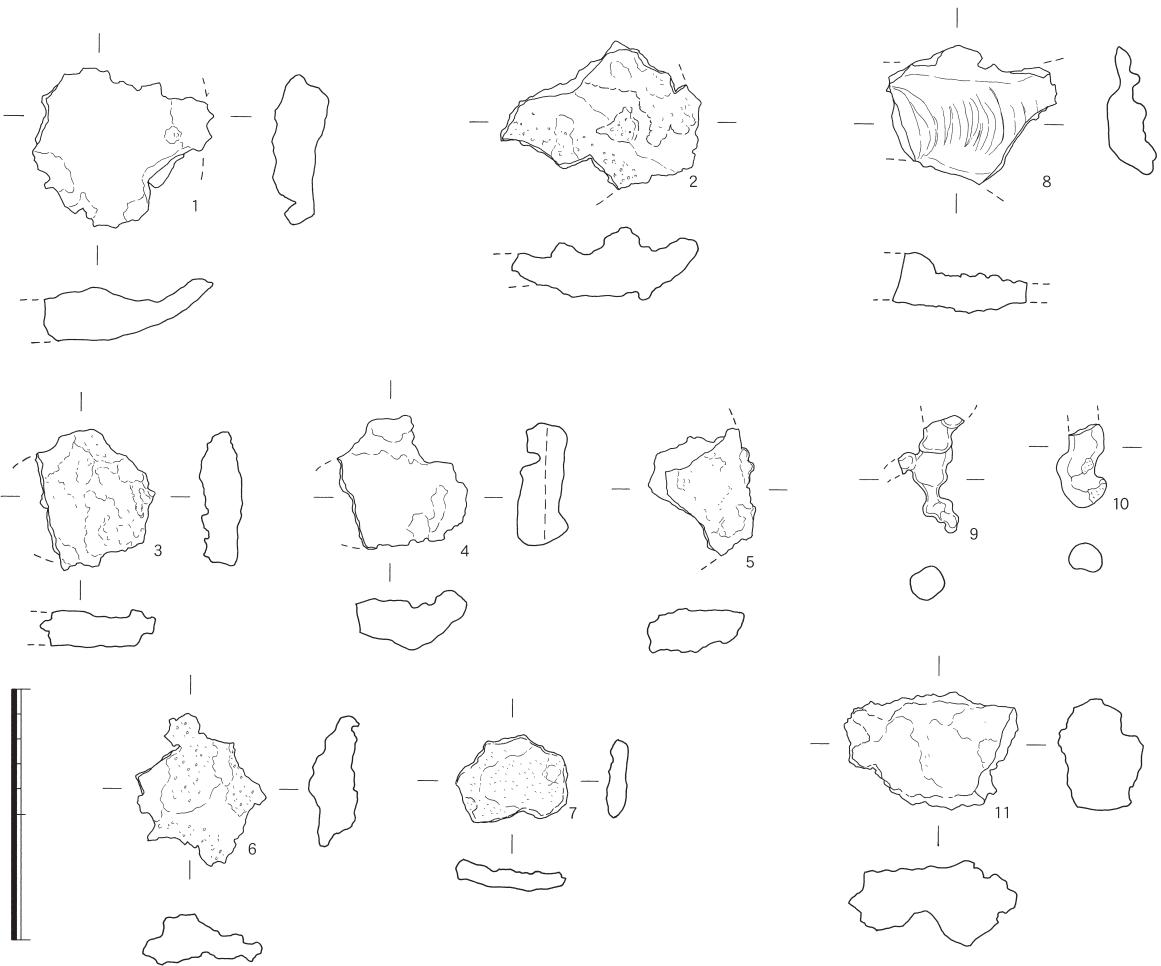
第17図 SK-6012 出土鉄滓実測図 (1/3)

面には粗砂、小礫が付着する。炉壁部分の平面形は緩く湾曲し、炉のコーナー部分とみられる。3は炉内滓で、炉内部分は大小の気泡が多くみられ、全体に溶解し滓化する。背部・下部は溶解し流動化して、粗砂が付着する。4・5は流出孔滓。4は流出孔部分は流動状を呈し、一部錆化する。炉内部分は上下面とも粗砂が付着する。5は流出孔部分が三角形を呈し、滓の上部は気泡が多く粗い。滓の下部は緻密で、わずかに溶解する。

6・7は流動滓。6は上方が尖り、滴下した状態で固化している。下面是砂粒が多く付着する。全体に滓化し、緻密である。7は細く流れた状態で固化した形状で、全体に滓化し、硬い。上面には細かいしわが残る。

SK-6013 出土遺物 (第 18 図)

1～7は椀形滓。1は端部が流動状になり跳ね返る形状で、上面はほぼ平滑、下面是気泡が多く砂が付着している。2も端部が上方に跳ね返り、上面は平滑で気泡が多く、炉壁とみられる粘土塊が付着する。下面には粗砂が付着する。3は小型で、上面には細かい凹凸がみられ、下面是平坦で粗砂が



第18図 SK-6013 出土鉄滓実測図 (1/3)

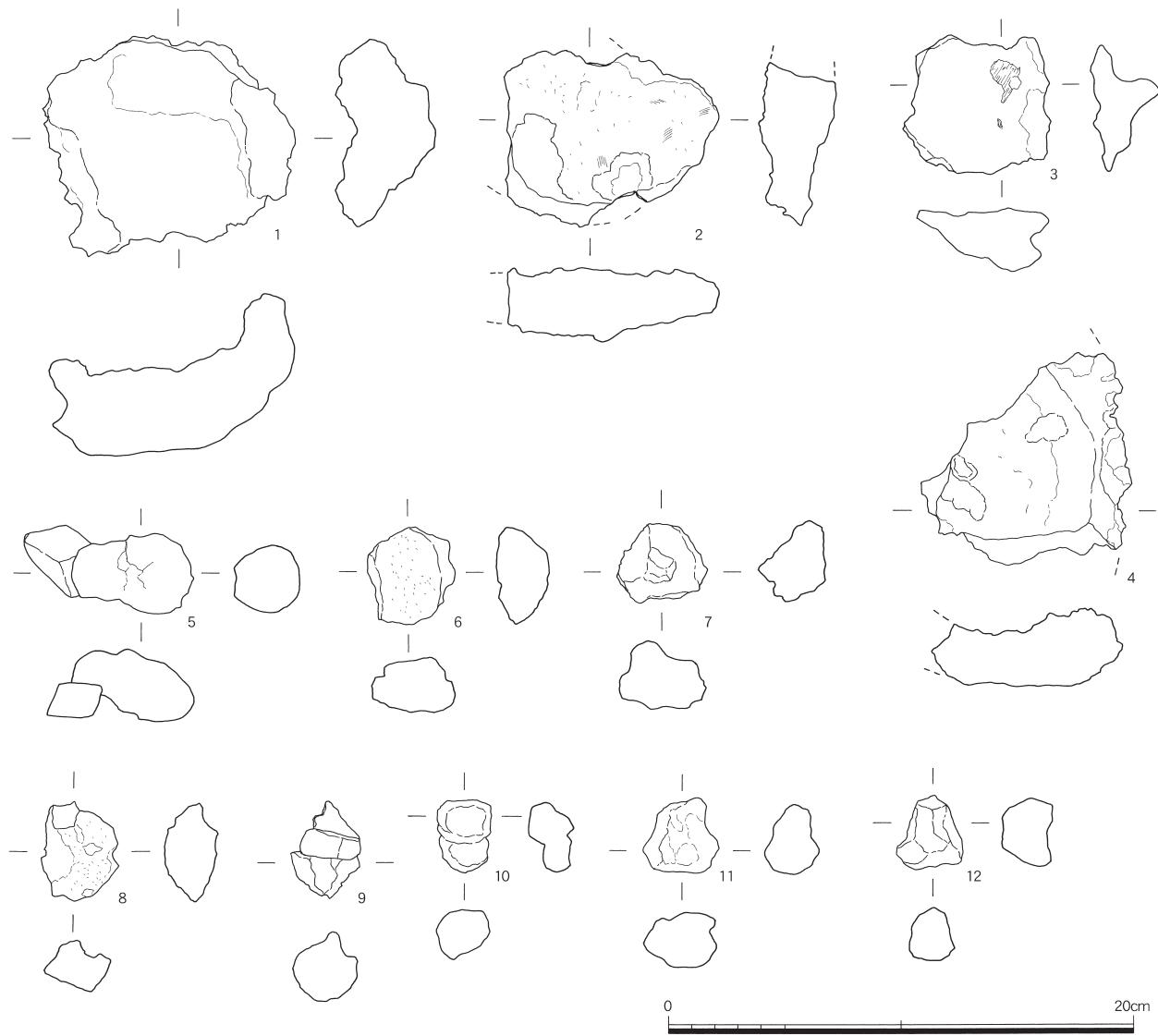
付着する。4も小型で、上面はガラス化する。下面是被熱が弱く、粗砂が付着する。5は上面はガラス化し、気泡による凹凸がみられる。下面には粗砂・小礫が多く付着する。6は上面はガラス化し、黒変する。下面には粗砂が多く付着する。7は上面が砂鉄が粒状に凝結する状況を呈する。下面是細かい凹凸がみられ、錆化する。

8は炉外流出滓で、上面は流動状で、表面には細かいちりめんしづわが残る。下面も流動状で、粗砂粒を巻き込む。9は流動滓で、全体に流動状を呈し、内部は緻密で、気泡を含む。10は流動滓で、全体に流動状を呈し、表面は平滑である。下面には砂粒が付着する。11は鍛冶滓。全体に多孔質で崩れやすい。上面は砂粒が付着し、下面には粗砂・小礫が付着して大きな凹凸がみられる。

SK-6014 出土遺物 (第19図)

1～4は鍛冶滓。1は椀形を呈し、端部は上方へ跳ね上がる。上面は一部溶解し、膨らむ。下面是細かい凹凸が多く、気泡が見られ、一部流動化する。2は上面に粗砂・木炭片が多数付着する。下面是流動状の細かい凹凸が多く、粗砂が付着する。3は小型椀形滓で、上面は平坦で纖維状の木炭破片が付着する。下面是凹凸が著しく、木材・砂が付着する。4は内部は溶解してガラス化し、気泡を多く含む。端部には八つ手状の広がりが見られる。

5～12は鉄塊系遺物。5は錆化により石が張り付く。表面はひび割れ・欠落がみられる。6は破断面に銀色の金属光沢がみられ、重量感があり、メタル成分が遺存する。上面は平坦で錆化が見られ、下面には粗砂が付着する。7は全面に錆化し、粗砂が付着する。8は上面が溶解し気泡が目立つ。内部は黒色で多孔質。9は礫を咬み込み、上面は気泡が多く、下面には砂が付着する。10は2個の鉄

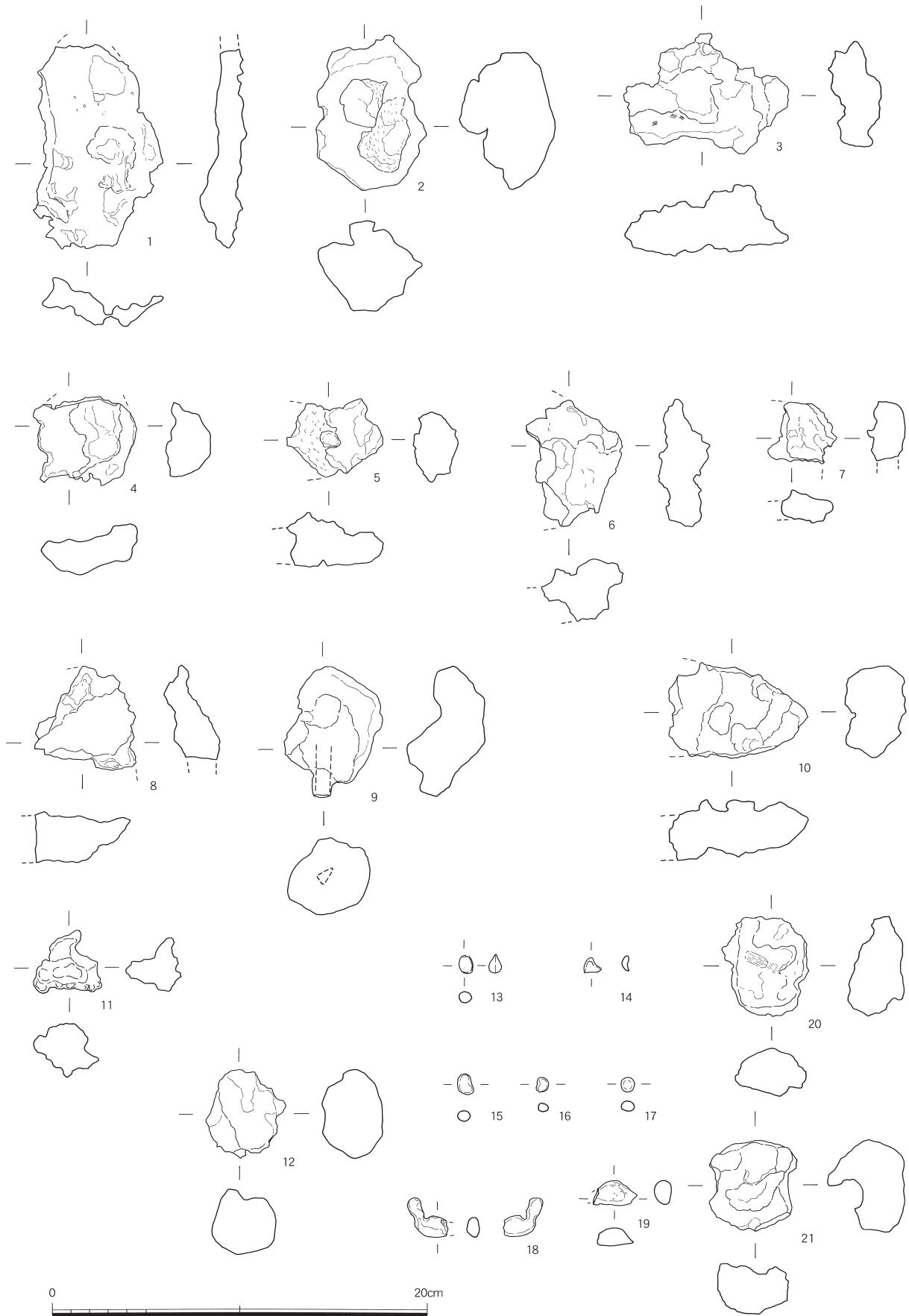


第19図 SK-6014 出土鉄滓実測図 (1/3)

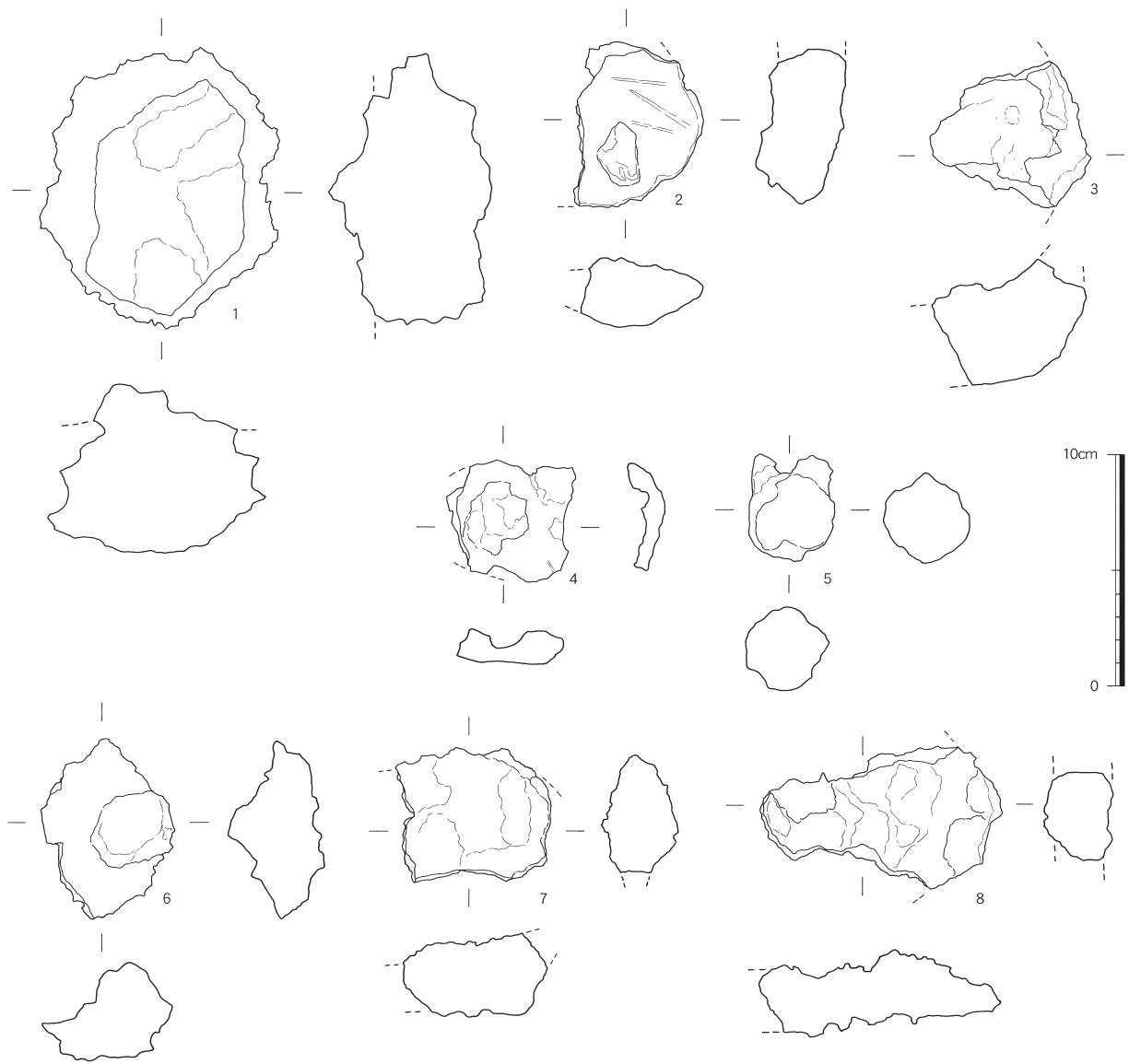
塊が結合した形状で、全体に銹化し、ひび割れが見られ、重量感がある。11は表面が粉っぽく、細かい凹凸が多い。気泡が若干みられ、粗砂が多く付着する。12は全体に三角錐形で、表面は銹化が進み、破断面は銀灰色の金属光沢を持つ。

SK-6015 出土遺物 (第 20 図)

1は椀形滓。扁平で、表面は流動的で凹凸、しわが多い。下面も流動的で砂粒が多く付着する。2は含鉄椀形滓。滓本体の表面に別の滓が付着する。緻密で重量感があり、表面は銹化する。付着滓は青灰色で気泡が多い。3は鍛治滓。全体に粗く多孔質で凹凸が著しく、表面に砂粒、木炭、鍛造薄片が付着する。4は小型椀形滓。端部は上方へ跳ね返り、表面はやや流動的で、鍛造薄片や球状滓が付着する。下面是多孔質で細かい凹凸がみられる。5は鍛治滓とみられる滓で、内部は粗く多孔質。上面は細かい凹凸が見られる。6は椀形滓で、端部が上方にめくれる形状を呈する。下面に気泡が多く見られる。7は鍛治滓で、上面に鍛造薄片が付着する。下面是銹化が進む。8は椀形滓で、上面は平坦で細かい凹凸がみられ、下面是凹凸が著しく、砂粒が付着する。9は棒状の鉄器を咬み込んだ滓鍛治滓で、表面には銹化、ひび割れが見られ、砂、木炭片が付着する。10は排滓孔部滓とみられ、内部は滓化し、緻密で気泡が見られる。上面は大きな凹凸が見られ、下面是粗砂・礫が付着する。11



第20図 SK-6015 出土鉄滓実測図 (1/3)



第21図 SK-6017 出土鉄滓実測図 (1/3)

は流動滓で、全体に流動化し、一部銹化する。

12は鉄塊系遺物で、多孔質で、全面が銹化する。13～19は球状滓。18は全体に流動状を呈し、細かい凹凸が多い。19は砲弾状で、表面に気泡が立ち、光沢をもつ。20・21は炉壁。20は表面上に木炭の付着痕が残る。21は内面に風圧による凹みと突起がみられる。内部は溶解し緻密。

SK-6017 出土遺物 (第21図)

1は大型の椀形滓。表面は銹化して黄色を呈し、炭、滓粒が付着する。破断面は脆く、崩れやすい。2は含鉄椀形滓で重量感がある。表面は平坦で纖維痕が残り、別の滓が付着する。3は椀形滓で、上面は木炭痕が残り、銹化が進む。下面是全体にスサ痕跡が残る。内部は多孔質。4は小型の椀形滓で、流動化し、砂・炭が付着する。5は鉄塊系遺物。滓が2個付着して突起状を呈する。全体に銹化が進んで黄褐色を呈し、表面のひび割れや剥離が目立つ。

6～8は再結合滓。6は砂・小礫・炭・鍛造薄片が付着する。全体に脆く崩れやすい。7はコーナー部の形状をとどめている。内部は多孔質で、鍛造薄片を含み、脆く崩れやすい。表面にも鍛造薄片が多く付着する。8は板状で、内部は多孔質で脆く崩れやすい。全体に多量の鍛造薄片が付着する。

表1 松木田遺跡第4次調査6区出土鉄関連遺物観察表

捕団番号	出土遺構	遺物名	計測値(cm)			重量(g)	磁性	メタル度	分析No.
			長さ	幅	厚さ				
第15図-1	SC-6001南側	炉壁	4.6	7.0	2.2	43.2			3
第15図-2	SC-6001南側	炉壁	7.3	9.4	4.1	196.4			2
第15図-3	SC-6001南側	炉底塊	11.6	10.2	6.2	628.0			1
第15図-4	SC-6001南側	炉底滓	17.8	11.8	11.2	1719.4	なし		
第15図-5	SC-6001南側	流出孔滓	8.2	6.5	6.2	246.2			4
第15図-6	SC-6001南側	砂鉄焼結塊	7.3	6.2	2.3	96.2	強い		
第15図-7	SC-6001南側	砂鉄焼結塊	8.1	6.8	1.1	84.8	強い	L(●)	
第15図-8	SC-6001南側	砂鉄焼結塊	5.9	5.8	2.1	81.9	強い	H(○)	
第15図-9	SC-6001南側	砂鉄焼結塊	5.0	3.0	1.9	28.2			5
第16図-1	SC-6001南側	鉄塊系遺物	3.1	2.5	1.8	15.4			6
第16図-2	SC-6001南側	鉄塊系遺物	2.8	2.2	1.6	13.7	強い	L(●)	
第16図-3	SC-6001南側	鉄塊系遺物	3.4	2.5	1.5	22.7	強い	H(○)	
第16図-4	SC-6001南側	鉄塊系遺物	2.6	2.6	1.8	12.0	強い	H(○)	
第16図-5	SC-6001南側	鉄塊系遺物	2.4	3.2	2.3	14.9	強い	H(○)	
第16図-6	SC-6001南側	鉄塊系遺物	3.4	3.2	1.8	28.6	強い	H(○)	
第16図-7	SC-6001南側	鉄塊系遺物	4.0	2.7	2.4	28.4	強い	L(●)	
第16図-8	SC-6001	鉄塊系遺物	4.1	3.3	2.3	30.3	強い	L(●)	
第16図-9	SC-6001南側	椀形滓	13.2	6.8	4.1	358.6	あり		
第16図-10	SC-6001	半還元滓・砂鉄焼結塊	9.7	6.2	2.6	152.5	強い	L(●)	
第17図-1	SK-6012	炉壁	18.9	12.6	12.4	1388.1	なし		
第17図-2	SK-6012	流出孔滓	8.7	6.9	5.8	220.3	なし		
第17図-3	SK-6012	炉壁+流動滓	15.4	15.8	10.2	1342.3	なし		
第17図-4	SK-6013	炉外流出滓	12.2	10.3	10.8	855.4	なし		
第17図-5	SK-6012	流出孔滓	7.6	8.5	7.2	500.5	なし		
第17図-6	SK-6012	流動滓	4.3	3.6	4.3	31.9	なし		
第17図-9	SK-6012	流動滓	5.7	1.6	0.8	8.9	なし		
第18図-1	SK-6013	椀形滓(小型・ガラス質)	7.0	6.2	2.6	56.5			8
第18図-2	SK-6013	椀形滓	7.8	5.9	2.9	72.3	なし		
第18図-3	SK-6013	椀形滓	5.5	4.7	1.5	36.5	なし		
第18図-4	SK-6013	椀形滓(小型・ガラス質)	5.1	5.0	2.0	33.2			7
第18図-5	SK-6013	椀形滓	5.1	4.1	1.8	23.0	なし		
第18図-6	SK-6013	椀形滓	6.1	5.0	2.0	36.5	なし		
第18図-7	SK-6013	椀形滓	4.4	3.1	0.9	15.6	強い	H(○)	
第18図-8	SK-6013	流動滓	6.7	5.5	2.9	88.1			9
第18図-9	SK-6013	流動滓	4.7	2.5	1.4	13.0	なし		
第18図-10	SK-6013	流動滓	3.4	2.0	1.2	5.3	弱い		
第18図-11	SK-6013	鍛冶滓	7.0	4.7	3.2	87.9	あり	L(●)	
第19図-1	SK-6014	椀型滓	10.4	9.3	6.9	38.3			10
第19図-2	SK-6014	椀形滓	9.0	7.5	3.2	221.9	あり	H(○)	
第19図-3	SK-6014	椀型滓(小型)	6.2	6.0	3.0	110.3			11
第19図-4	SK-6014	椀形滓	9.0	9.0	3.3	263.4	弱い		
第19図-5	SK-6014	鉄塊系遺物	5.3	3.4	3.1	82.0		H(○)	12
第19図-6	SK-6014	鉄塊系遺物	4.2	3.7	2.3	36.9	強い	H(○)	
第19図-7	SK-6014	鉄塊系遺物	3.2	3.9	2.9	29.8	強い	H(○)	
第19図-8	SK-6014	鉄塊系遺物	4.2	3.4	2.2	26.2	強い	H(○)	
第19図-9	SK-6014	鉄塊系遺物	4.1	3.0	4.1	34.5	あり	L(●)	
第19図-10	SK-6014	鉄塊系遺物	3.1	2.3	2.2	18.3	強い	H(○)	
第19図-11	SK-6014	鉄塊系遺物	3.2	3.2	2.4	19.8			13
第19図-12	SK-6014	鉄塊系遺物	3.2	2.8	2.2	27.1	強い	H(○)	
第20図-1	SK-6015	椀型滓(中型・含鉄)	10.8	6.8	3.1	118.1			14
第20図-2	SK-6015	椀型滓(中型・含鉄)	8.3	5.9	5.0	203.4			15
第20図-3	SK-6015	鍛冶滓	8.7	6.5	4.4	143.9	あり	H(○)	
第20図-4	SK-6015	椀型滓(小型)	5.2	4.7	2.8	60.7			16
第20図-5	SK-6015	鍛冶滓?	5.1	4.2	2.8	34.5	あり	H(○)	
第20図-6	SK-6015下層	椀形滓	6.8	4.7	3.5	79.1	弱い		
第20図-7	SK-6015下層	鍛冶滓	3.2	3.2	2.0	19.2	あり	H(○)	
第20図-8	SK-6015下層	椀形滓	5.5	5.2	2.9	45.0	あり	H(○)	
第20図-9	SK-6015	鉄器噛み込み滓	6.9	5.2	3.1	105.1			19
第20図-10	SK-6015	流出孔滓	7.3	5.0	3.4	121.3	あり	H(○)	
第20図-11	SK-6015	流動滓	3.6	3.4	3.0	19.9	あり	H(○)	
第20図-12	SK-6015	鉄塊系遺物	4.7	4.3	3.5	56.5			18
第20図-13	SK-6015	球状滓	1.0	0.7	0.7	0.5			17
第20図-14	SK-6015	球状滓	0.8	0.9	0.4	0.4	あり		
第20図-15	SK-6015	球状滓	1.1	0.8	0.6	0.5	あり		
第20図-16	SK-6015	球状滓	0.8	0.6	0.5	0.2	あり		
第20図-17	SK-6015	球状滓	0.8	0.8	0.6	0.3	なし		
第20図-18	SK-6015	球状滓	2.1	1.1	0.7	4.3	なし		
第20図-19	SK-6015	球状滓	2.2	1.3	0.9	2.8	あり		
第20図-20	SK-6015下層	炉壁	5.3	4.6	2.6	77.5	あり	H(○)	
第20図-21	SK-6015下層	炉壁	4.7	4.5	3.9	72	あり	H(○)	
第21図-1	SK-6017	椀型滓(大型)	12.1	10.2	7.3	680.0			22
第21図-2	SK-6017	椀型滓(中型・含鉄)	7.0	5.4	3.9	164.0			23
第21図-3	SK-6017	椀形滓	7.0	6.2	4.5	203.8	あり	L(●)	
第21図-4	SK-6017	椀型滓(小型)	5.4	5.3	2.7	51.3			24
第21図-5	SK-6017	鉄塊系遺物	4.6	3.7	3.7	53.2			26
第21図-6	SK-6017	再結合滓	7.6	5.6	5.0	126.9			25
第21図-7	SK-6017	再結合滓	6.5	5.6	3.6	137.8	あり	H(○)	
第21図-8	SK-6017	再結合滓	10.4	6.0	3.8	144.0	弱い		

3. 小結

今回の調査では、古墳時代前期の住居・古代の土壙墓をはじめ製鉄・鍛冶関連の遺構群を検出した。ここで製鉄・鍛冶関連の遺構・遺物を総括し、この地における鉄・鉄器生産の変遷を考えてみたい。

SC-6001南側上層に含まれる滓は、非常に高温で操業された製錬滓であることが確認されており、中世に下るものである可能性が高い。SK-6012の滓も製錬滓のみで構成され、鍛冶滓を含まない。近隣に箱形炉が存在したとみられる。SK-6013から出土した滓も炉壁・大型炉底塊などの製錬滓が主体で、8世紀後半～末の箱形炉に伴うものであろう。これらの主に調査区北側で検出された排滓坑や製錬滓は古代～中世の製鉄炉の操業に伴うものとみられる。

一方、調査区南側で検出された鍛冶炉については出土した滓や共伴する陶磁器などから古代末～中世のものである可能性が高い。SK-6014は炉下部の粘土内から古代末～中世の様相を示す鍛冶滓の破片が出土し、SK-6018も出土レベルからみて中世の鍛冶炉と見られる。鍛冶炉に隣接する排滓坑SK-6017からは10～11世紀とみられる白磁碗が出土しており、鍛冶炉の時期を間接的に示していると考えられる。

これらの遺構の動向を踏まえると、古代には調査区付近の一帯で鉄生産が盛んになり、古代末にはその動きが一旦途絶え、鍛冶主体の活動に変化したことがうかがえる。鍛冶活動は古代末から中世にわたり、長期間にわたって行われたものとみられるが、各炉や排滓坑から出土した滓の分析を精緻に行うことで炉の時期差が明らかになることが期待される。

4. 松木田遺跡4次調査6区出土製鉄・鍛冶関連遺物の金属学的調査

九州テクノリサーチ・TACセンター
大澤 正己

調査概要

古代（8～10世紀）に属する松木田遺跡（4次6区）出土の製鉄・鍛冶関連遺物の分析調査を行った。5遺構から出土した遺物は次のように整理できた。

（1）SC-6001 南側：包含層、10世紀<製鉄関連遺物6点調査>

- ①炉底塊は低チタン砂鉄使用、鉱物相ウスタイト+ウルボスピネル+ファヤライト、化学組成 2.50% TiO₂、0.29%V、2.22%ZrO₂。花崗岩起源砂鉄を製鉄原料とした可能性。
- ②炉壁胎土は花崗岩風化真土（20.83%Al₂O₃）充当、耐火度は1460℃と高性状を呈する。
- ③鉄塊系遺物（錆化）はレデブライト痕跡を留めた白铸鉄であった。

（2）SK-6013：排滓坑、8世紀代<製鉄関連遺物3点調査>

- ①炉外流出滓は中チタン砂鉄使用、鉱物相ウルボスピネル+ウスタイト+ファヤライト、化学組成 6.38%TiO₂、0.28%V、1.70%ZrO₂。火山岩起源砂鉄の充当。在地の花崗岩起源砂鉄でないところに注目。
- ②炉壁内面の溶融ガラスは、半還元砂鉄粒子を晶出。

（3）SK-6014：径27cm鍛冶炉検出、中世か、<鍛冶関連遺物4点調査>

- ①椀形鍛冶滓（鍛造剥片付着）の鉱物相は、ウスタイト+ファヤライトで高温沸し鍛接・鍛錬鍛冶滓に分類。化学組成は0.47%TiO₂、0.10%V、0.22%ZrO₂。
- ②鉄塊系遺物2点は表皮ガラスに凝集ウスタイトを晶出、鍛冶系に分類できる。そのうち1点は鉄中非金属介在物に高Ti、Zr酸化物を含む。砂鉄原料鉄塊を表明。メタル素地はガス抜け孔があり「下げ脱炭材」の可能性が高い。

（4）SK-6015：鍛冶炉付帯排滓土坑、中世<鍛冶関連遺物9点>

- ①精錬鍛冶（徐滓・成分調整）から高温沸し鍛接・鍛錬鍛冶滓までの連続工程が想定できる滓をもつ。精錬鍛冶滓の鉱物相はウスタイトに少量のウルボスピネルを混じえる。
- ②故鉄（廃鉄器）処理鍛冶を伴う。鉱物相はウスタイト+ガラス中の未溶融鉄片を残留する。
- ③酸化雰囲気に曝されたウスタイト表皮晶出の鍛冶系鉄塊遺存。錆化のため炭素(C)量は不明。
- ④ガラス質球状鉄滓（約10mm径）出土。炉壁か羽口からの溶融物で高温鍛冶操業の派生物。
- ⑤鍛打作業を実証する微細遺物の粒状滓（ウスタイト晶出）、鍛造剥片（外層ヘマタイト、中間層マグネタイト、内層ウスタイト）は3層分離型が大量に検出された。

(5) SK-6017 : 排滓土坑 (南北 2.3 m、東西 1.4 m)、中世<鍛冶関連遺物 5 点調査>

①精錬鍛冶から高温沸し鍛接・鍛錬鍛治工程を実証する滓を出土、精錬鍛治滓の組成は 1.40% TiO₂、0.08%V、0.28%ZrO₂ であった。

②高炭素鍛治系鉄塊 (過共析 : >0.77%C) を残す。表皮スラグはウスタイト晶出の下げ脱炭品の可能性をもつ。

③鍛治工房床面に 2 次堆積した再結合滓が存在。鍛造剥片、鍛治滓屑 (ウスタイト+ファヤライト晶出)、鉄粒 (過共析片) など酸化土砂中に内蔵。鍛治作業の間接証明品となる。

(6) 松木田遺跡 4 次調査の 1、2、3 区の鍛冶関連遺物の分析調査結果は別途報告する。

拙稿収録『松木田 4』福岡市埋蔵文化財調査報告書 第 1241 集 2014

1. いきさつ

松木田遺跡は福岡市早良区早良 3 丁目に所在する。第 4 次発掘調査に際して、古代 (8~10 世紀) に属する製鉄・鍛冶関連遺物が大量に出土した。当該期の鉄・鉄器生産の実態を把握する目的から分析調査の運びになった。

2. 調査方法

2-1. 供試材

Table 1 に示す。製鉄・鍛冶関連遺物 26 点の調査である。

2-2. 調査項目

(1) 肉眼観察

遺物の外観上の観察所見を簡単に記載した。

(2) マクロ組織

本来は肉眼またはルーペで観察した組織であるが、本稿では顕微鏡埋込み試料の断面全体像を、投影機の 5 倍で撮影したもの指す。当調査は、顕微鏡検査によるよりも広い範囲にわたって、組織の分布状態、形状、大きさなどの観察ができる利点がある。

(3) 顕微鏡組織

滓中に晶出する鉱物及び鉄部の調査を目的として、光学顕微鏡を用い観察を実施した。観察面は供試材を切り出した後、エメリー研磨紙の #150、#240、#320、#600、#1000、及びダイヤモンド粒子の 3 μ と 1 μ で順を追って研磨している。なお金属組織の調査では腐食 (Etching) 液に 5 % ナイタル (硝酸アルコール液) を用いた。

(4) ビッカース断面硬度

鉄滓中の鉱物と、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。

Table1 供試材の履歴と調査項目

符号	遺跡名	出土位置	遺物No.	遺物名称	推定年代	計上測定値		調査項目						備考			
						大きさ(mm)	重量(g)	磁着度	メタル度	マクロ組織	顕微鏡組織	ビッカース硬度	断面硬度	X線回折	EPMA	化学分析	耐火度 加熱-
MKD-4-601	SC-6001南側	61001	炉底塊			117×102×53	628.0			○	○				○		
MKD-4-602	SC-6001南側	61002	炉壁			73×94×41	196.4			○	○						
MKD-4-603	SC-6001南側	61003	炉壁粘土(胎土)			46×70×22	43.2			-	-				○	○	
MKD-4-604	SC-6001南側	61004	鉄塊系遺物			82×65×63	246.2			○	○						
MKD-4-605	SC-6001南側	61005	砂鉄焼結塊			50×30×19	28.2			○	○						
MKD-4-606	SC-6001南側	61006	鉄塊系遺物			31×25×18	15.4			○	○						
MKD-4-607	SK-6013	61007	小型ガラス質滓(炉壁)			51×50×20	33.2			○	○				○		
MKD-4-608	SK-6013	61008	小型ガラス質滓(炉壁)			70×62×26	56.5			○	○						
MKD-4-609	SK-6013	61009	炉外流出滓			67×55×29	88.1			○	○				○		
MKD-4-610	SK-6014	61010	中型椀形滓			104×93×63	38.3			○	○				○		
MKD-4-611	SK-6014	61011	小型椀形滓			62×60×30	110.3			○	○						
MKD-4-612	SK-6014	61012	鉄塊系遺物			53×34×31	82.0	H(○)		○	○				○		
MKD-4-613	SK-6014	61013	鉄塊系遺物			32×32×34	19.8			○	○						
MKD-4-614	松木田4次6区	SK-6015	61014	偏平椀形鍛冶滓	古代(8~10c)	108×68×31	118.1			○	○				○		
MKD-4-615	SK-6015	61015	中型含鉄椀形鍛冶滓			63×59×50	203.4			○	○				○		
MKD-4-616	SK-6015	61016	小型椀形滓			52×47×28	60.7			○	○						
MKD-4-617	SK-6015	61017	球状鉄滓(滴下状)			10×7×7	0.5			○	○						
MKD-4-618	SK-6015	61018	鉄塊系遺物			47×43×35	56.5			○	○						
MKD-4-619-1	SK-6015	61019	鉄器膚み込み滓			69×52×31	105.1			○	○						
MKD-4-619-2	SK-6015	61019	鉄器膚み込み滓			-				○	-						
MKD-4-620	SK-6015	-	粒状滓(6点)			-				○	○	-					
MKD-4-621	SK-6015	-	鑄造剥片(6点)			-				○	○	-					
MKD-4-622	SK-6017	61022	再結合滓			121×102×73	680.0			○	○				○		
MKD-4-623	SK-6017	61023	中型含鉄椀形鍛冶滓			70×54×39	164.0			○	○						
MKD-4-624	SK-6017	61024	小型椀形鍛冶滓			54×53×27	51.3			○	○						
MKD-4-625	SK-6017	61025	再結合滓			76×56×50	126.9			○	○						
MKD-4-626	SK-6017	61026	鉄塊系遺物			46×37×37	53.2			○	○						

(5) EPMA (Electron Probe Micro Analyzer) 調査

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を目的とする。

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。

(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

二酸化硅素 (SiO_2)、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、酸化カルシウム (CaO)、酸化マグネシウム (MgO)、酸化カリウム (K_2O)、酸化ナトリウム (Na_2O)、酸化マンガン (MnO)、二酸化チタン (TiO_2)、酸化クロム (Cr_2O_3)、五酸化磷 (P_2O_5)、バナジウム (V)、銅 (Cu)、二酸化ジルコニウム (Zr_2O) : ICP (Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer) 法 : 誘導結合プラズマ発光分光分析。

(7) 耐火度

耐火度の加熱に耐える温度とは、溶融現象が進行の途上で軟化変形を起こす状態の温度で表示することを定め、これを耐火度と呼んでいる。胎土をゼーゲルコーンという三角錐の試験片を作り、1分間当たり 10°C の速度で 1000°C まで温度上昇させ、それ以降は 4°C に昇温速度をおとし、試験片が荷重なしに自重だけで軟化し崩れる温度を示している。

3. 調査結果

3-1. SC-6001 南側出土品：6点

MKD-4-601. 炉底塊

箱形製鉄炉のコーナー部破片 (628 g)。流動状の滓で側面はほぼ垂直に立上る。上面流動状。下面土砂噛み気泡発生。破面は気泡少なく緻密質。顕微鏡組織を Photo. 1③④に示す。鉱物相は淡茶褐色多角形結晶のウルボスピネル (Ulvöspinel : $2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)、白色粒状結晶ウスタイト (wüstite : FeO)、淡灰色盤状結晶ファヤライト (Fayalite : $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) 硬度は 595 Hv などで構成される。ファヤライトの文献硬度値は $655 \sim 713$ Hv で^(注1)、下限値を割る結果となった。風化の影響であろう。これに僅かな金属鉄 (ferrite : 純鉄、 α 鉄) を晶出する。低チタン砂鉄製鍊滓の晶癖である。Table 2 に化学組成を示す。全鉄分 (Total Fe) は 33.71% に対して、造滓成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) を 44.92% 含む。砂鉄特有元素の二酸化チタン (TiO_2) 2.50%、バナジウム (V) 0.29%、二酸化ジルコニウム (ZrO_2) 2.22%、酸化マンガン (MnO) 0.35%、銅 (Cu) < 0.01% などは花崗岩起源の砂鉄の特徴を備えている。

MKD-4-602. 炉壁

製鉄炉の送風孔近くの炉壁破片 (196.4 g)。内面の溶融面は、黒色～黒灰色ガラスに気孔を多発する。外面胎土は淡赤色粘土で石英を含み、スサを混和。顕微鏡組織 Photo. 1 の⑦～⑩は内面の反応滓の鉱物相を示す。⑦のマグнетイト (magnetite : Fe_3O_4)、⑦の多角形結晶で外縁へマタイト

Table 2 供試材の組成

符号	遺跡名	出土位置	遺物名称	推定年代	全鉄分		金屬鐵化		酸化		二酸化		珪素		酸化		酸化		酸化		五酸化		炭素		ハナツクム		銅		二酸化		耐火度		造津成分		造津成分		$\Sigma *$	
					(Total Fe)	(Fe)	(Metallic Fe)	(FeO)	(Fe ₂ O ₃)	(SiO ₂)	(Al ₂ O ₃)	(CaO)	(MgO)	(Cr ₂ O ₃)	(Na ₂ O)	(MnO)	(TiO ₂)	(Cr ₂ O ₃)	(P ₂ O ₅)	(S)	(MnO)	(Na ₂ O)	(TiO ₂)	(Cr ₂ O ₃)	(P ₂ O ₅)	(S)	(Cu)	(V)	(C)	(N)	(ZrO ₂)	(°C)	Total Fe	TiO ₂	注			
MKMD-4-601	松木田 4次6区	床底塊	古代	33.71	0.11	36.06	7.96	29.24	7.02	4.77	1.81	1.62	0.46	0.35	2.50	0.09	0.035	0.51	0.27	0.29	<0.01	2.22	-	44.92	1.333	0.074												
MKMD-4-603	SK-6001 南側	床壁粘土 (8~10c)	2.71	0.02	1.19	2.52	56.03	20.83	0.49	0.48	3.77	0.62	0.05	0.49	0.02	0.050	0.44	10.53	0.01	0.01	-	1460	82.22	30.339	0.181													
MKMD-4-608	SK-6013 小型力入質 漆(信壁)	12.55	0.08	5.60	11.61	55.56	13.43	2.27	0.91	3.35	0.94	0.13	0.81	0.05	0.021	0.43	0.37	0.09	0.01	0.44	-	76.46	6.092	0.065														
MKMD-4-609	SK-6013 床外流出津	44.37	0.28	55.84	0.98	20.36	4.54	2.66	0.99	1.40	0.38	0.47	6.38	0.33	0.030	0.28	0.11	0.28	<0.01	1.70	-	30.33	0.684	0.144														
MKMD-4-610	SK-6014 中型櫛形津	52.07	0.12	39.89	29.95	14.62	5.60	1.02	0.45	0.39	0.18	0.06	0.47	0.11	0.035	0.37	0.52	0.10	<0.01	0.22	-	22.26	0.428	0.009														
MKMD-4-614	SK-6015 履平櫛形鐵 治津	52.08	0.20	55.52	12.47	17.74	5.01	1.54	0.66	0.52	0.24	0.09	0.55	0.18	0.023	0.23	0.37	0.06	0.01	0.08	-	25.71	0.494	0.011														
MKMD-4-615	SK-6015 中型含鉄塊 形津	52.43	0.01	21.70	50.83	12.36	3.37	0.66	0.37	0.40	0.29	0.13	0.39	0.07	0.035	0.35	1.04	0.04	0.01	0.12	-	17.45	0.333	0.007														
MKMD-4-624	SK-6017 小型櫛形津	54.85	0.12	51.09	21.47	13.07	4.81	1.33	0.38	0.44	0.22	0.10	1.40	0.21	0.023	0.34	0.34	0.08	0.01	0.28	-	20.25	0.369	0.026														

(hematite : α -Fe₂O₃) 化したマグネタイトもしくはヘルシナイト (hercynite : FeO · Al₂O₃)、⑨の多角形結晶マグネタイト (硬度 590 Hv)、⑩の暗黒色ガラス (硬度 619 Hv) などで構成される。砂鉄製錬炉の炉壁と認定できる。

MKD-4-603. 炉壁粘土（胎土）

化学組成分析を Table 2 に示す。強熱減量 (Ig loss) が 10.53% と熱影響を殆んど受けていない供試材の分析である。鉄分 (Fe₂O₃) 2.52% と少なく軟化性には良好で、20.83%Al₂O₃ の高アルミナと低塩基性成分 (CaO+MgO) 0.97% と低値は耐火性に有利に働き、1460°C の大台であった。因に福岡市今宿所在の大塚遺跡の炉壁粘土の耐火度は 1380°C の実績値がある^(注2)。

MKD-4-604. 鉄塊系遺物

流出孔より流れ出し過程の酸化土砂に覆われた銑鉄である。炉内側には炉壁粘土を付着する。顕微鏡組織 Photo. 2 の③～⑥に錆化した亜共晶組成 (<4.23%C) 白鑄鉄の痕跡を残す。③の左側で白い部分はセメンタイト (Cementite : Fe₃C)、黒い部分はオーステナイト (Austenite) から変化したペーライト (Pearlite) の錆化痕跡、右側白黒斑模様部は木炭片を示す。④の白色板状結晶は初晶のセメンタイトで、地はオーステナイトとセメンタイトの共晶のレデブライ特徴である。⑤⑥は錆化が進み金属鉄組織の痕跡は薄れる。⑤はペーライト地に針状セメンタイト痕跡から過共析鋼 (<0.77%C) にみえぬこともない。

MKD-4-605. 砂鉄焼結塊

製鉄炉の炉壁に半還元状態で付着焼結した砂鉄塊である。砂鉄粒子を微かに残存させる箇所も認められる。顕微鏡組織 Photo. 2 の⑨⑩に 0.2～0.5mm 径の半還元砂鉄粒子を示す。⑨は磁鉄鉱粒子 (magnetite : Fe₂O₃ · FeO)、⑩はチタン鉄鉱粒子 (Ilmenite : FeO · TiO₂、硬度値 642 Hv と硬質) である。砂鉄粒子の外縁部は淳化が始まり、ウスタイト (FeO) やウルボスピネル (2 FeO · TiO₂) の晶出が認められる。

MKD-4-606. 鉄塊系遺物

赤褐色酸化土砂に覆われた棗状で、15.4 g と小型鉄塊である。亀裂が走り、以前に金属鉄の遺存が窺われた。鍛冶原料鉄のサイズとしての可能性は十分ありえる。Photo. 3 の③は小鉄塊の表皮スラグである。鉱物相は白色粒状結晶の凝集ウスタイトを晶出する。芯鉄は錆化したレデブライ特徴の白鑄鉄であった。鍛冶炉で被熱された酸化脱炭履歴の鉄塊が予想される。

小結

当地区 6 点の出土品は、低チタン花崗岩起源の砂鉄を原料とする製鉄関連遺物で構成される。鉄塊は高炭素含有のレデブライ特徴を残す白鑄鉄であった。

MKD-4-607. 小型ガラス質滓（炉壁）

内面は溶融黒変ガラス化し、外面は石英粒含みの赤色粘土で、製鉄炉壁の 33.2 g の小破片である。顕微鏡組織は Photo. 3 の⑦～⑩に鉱物相を示す。ガラス化溶融最表層には 0.2～0.4 mm 径半還元砂鉄粒子を付着する。砂鉄は磁鉄鉱 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$) で硬さが 456 Hv～573 Hv を呈する。また滓化鉱物はマグネタイト化し硬度は 593 Hv であった。低チタン花崗岩砂鉄に分類できる。

MKD-4-608. 小型ガラス質滓（炉壁）

上面は粒状突起が観察できる淡灰色褐色溶融ガラス、下面是気孔と石英粒付着で炉壁胎土の剥落面の可能性が高い。56 g 強の小破片。顕微鏡組織の Photo. 4 の③～⑥に鉱物相を示す。ガラス地に砂鉄粒子の外縁部が初期滓化を開始している。明白な粒はメタルのフェライト (ferrite : 純鉄、 α 鉄)。⑥のガラス地の硬度は 570 Hv が得られた。文献硬度値 (639～884 Hv) の下限を割った。Table 2 の化学組成分析は 12.55% 全鉄分 (Total Fe) で 76.46% 造滓成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) であった。ガラス化成分なので砂鉄特有元素は 0.81% TiO_2 、0.09% V、0.44% ZrO_2 に留まった。 $\text{TiO}_2 / \text{Total Fe}$ の 0.065 の割合が製錬滓を裏付ける。

MKD-4-609. 炉外流出滓

上面は流動状で、急冷により表面には細かいちりめん皺が残る。色調は淡灰色褐色で、破面は気孔少なく緻密質。顕微鏡組織は Photo. 4 の⑨⑩に示す。鉱物相の大半はウルボスピネル (Ulvöspinel : $2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) で占められる。⑩の淡茶褐色多角形結晶の硬度測定圧痕は 693 Hv と硬質からウルボスピネルに同定される。化学組成分析 (Table 2) は、44.37% 全鉄分 (Total Fe) に 30.33% 造滓成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) で、砂鉄特有元素は 6.38% TiO_2 、0.28% V、1.70% ZrO_2 と中チタン砂鉄由来火山岩起源が窺われる。0.47% MnO、0.33% Cr_2O_3 の高濃度も砂鉄製錬滓を裏付ける。

小結

当地区出土 3 点は、製鉄炉壁と中チタン砂鉄製錬滓の存在が明らかになった。中チタン (6.38% TiO_2) 製錬滓の原料砂鉄は、火山岩由来で福岡平野東側 (宗像方面) からの搬入を配慮すべきだろう。この方面からの砂鉄原料の動きを井澤英二先生の発表資料^(注3) をもとに坂堤遺跡^(注4) や香椎 A 遺跡^(注5) などで言及してきた。更に花崗岩起源低チタン砂鉄の本場である糸島半島の吉森遺跡^(注6) においても堅形炉操業で中チタン砂鉄の搬入のあった可能性も過去に指摘している。

3-3. SK-6014 出土品：4 点

MKD-4-610. 中型椀形滓

楕円形状で中型椀形鍛治滓の片短軸側の欠損品。上面の一部は溶融・膨らみが著しく、短針状付着物と木炭痕を刻み、長軸端部はめくり上がる。下面是気泡多く細かい凹凸をもち、一部流動化する。色調は茶褐色。顕微鏡組織は Photo. 5 の③～⑥に鉱物相を示す。④⑤はウスタイト (FeO) + ファヤライト ($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) を晶出した代表組織。高温沸し鍛接・鍛錬鍛治滓の晶癖である。③は裏側面

に付着した鍛造剥片である。3層分離型で外層に微厚のヘマタイト (Fe_2O_3)、中間層はマグネタイト、内層に非晶質ウスタイトで構成される^(注7)。楕形鍛治滓と共に赤熱鉄素材の表面から剥落した鍛打派生物の検出となった。⑥はファヤライト ($2\text{FeO}+\text{SiO}_2$) の硬度測定の圧痕である。450 Hv と軟質結果で異常値であり、風化の影響の表われやも知れぬ。化学組成分析を Table 2 に示す。52.07%全鉄分 (Total Fe) は高濃度で、22.26%造滓成分 ($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$) となる。砂鉄脈石の 0.47% TiO_2 、0.10% V、0.22% ZrO_2 は低減化して、0.06% MnO 、0.11% Cr_2O_3 の低値も鍛治滓成分を濃厚に表明する。

MKD-4-611. 小型楕形滓

赤褐色で隅丸方形状の小型楕形滓 (110.3 g) のほぼ完形品。上面は僅かにうねりがあるもののほぼ平坦で木炭 (12×15mm) を付着し、下面是楕状突起を有する。表裏面は木炭片を多く付着する。顕微鏡組織は Photo. 5 の⑨⑩に鉱物相を示す。白色粒状結晶ウスタイト (FeO) と、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル ($2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$) がファヤライト ($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$) と共に晶出する。除滓処理の精錬鍛治滓の晶癖である。⑩は淡茶褐色多角形結晶の硬度測定の圧痕を示した。硬度値は 677 Hv からウルボスピネルに同定できる。

MKD-4-612. 鉄塊系遺物

銑鉄らしく丸味を帯びた鉄塊系遺物。赤褐色鉄錆に覆われて亀裂を走らせる。2次的に石を付着して 82 g を測る。顕微鏡組織 Photo. 6 の②～⑨に示す。②は埋込み試料の全体像である。最表層の酸化土砂の内側に表皮スラグがあつて、中核部に明白な金属鉄が遺存する。③④は表皮スラグで鉱物相は凝集ウスタイト (FeO) の晶出である。当鉄塊は酸化雰囲気に曝された履歴が読み取れる。ウスタイト粒内には褐色微結晶 (Ti-Zr 化合物) の析出がある。砂鉄起源の鉄塊を表明する。⑤⑥は明白な金属鉄のナイタル (5% 硝酸アルコール液) 腐食 (etch) 後に表わされたフェライト (ferrite : 純鉄、 α 鉄) である。白地に黒く細い線の結晶粒界をもつ極低炭素域である。⑦の白地の局部に不定形状の黒く層状の島が点在するのはパーライト (Pearlite) であり、僅かに炭素を含有する。⑧および⑨左側低炭素域に黒色ガス抜け孔や巻込みスラグが分布する。巻込みスラグ組成は EPMA 調査で詳述する。⑩右側の黒色層状域に白色針状結晶を析出する箇所は過共析 (>0.77% C) の高炭素域である。高低炭素域が近接するのは酸化脱炭処理の可能性が考えられる。なお⑪で極低炭素フェライト (ferrite : 純鉄、 α 鉄) の硬度は 61 Hv、⑫の共析域 (0.77% C) の高炭素域は 238 Hv であった。炭素量に見合った硬度値である。

次に EPMA による巻込みスラグと表皮スラグの組成を検討した。まず、Photo. 16 は球状巻込みスラグの組成分析である。反射電子像 (COMP) に示す巻込みスラグは、大型不定形状で色調ムラを有する。含有元素を特性 X 線像で調べると、Ti、Zr、Ca、Si に白色輝点が集中し、それらの化合物が予測できる。分析点 1 は 10.0% CaO-35.5% ZrO_2 -44.5% TiO_2 組成からジルコノライト (Zirconolite : CaZrTiO_7)、分析点 2 は 26.9% TiO_2 -55.8% ZrO_2 で Ca は 1.7% CaO、5.1% FeO、2.0% MnO、2.1% MgO の固溶からタゼラナイト (tazheranite : CaTiZrO_8)、分析点 3 は 67.0% TiO_2 からルチル (rutile : TiO_2) で 6.9% ZrO_2 、6.6% V_2O_3 、6.1% FeO を固溶する。分析点 4 は黒色地から 54.6% SiO_2 -8.5%

Al_2O_3 -8.4%CaO-3.2%MgO から非晶質珪酸塩が同定できる。これには 8.7% TiO_2 を固溶する。更に別視野で球状巻込みスラグの小型化合物を Photo. 17 で分析した。まず分析点 5 の不定形結晶は 67.4% TiO_2 組成からルチル、分析点 6 の小型多角形結晶は、14.5%CaO-30% ZrO_2 -48.8% TiO_2 からジルコノライト、分析点 7 の黒色地は 58.2% SiO_2 -9.4% Al_2O_3 -2.1%CaO-3.5%MgO-8.4% K_2O 組成から非晶質珪酸塩のガラスとなる。最後は表層に生成した凝集白色粒状鉱物である。分析点 8 は 92.6%FeO はウスタイト (wüstite : FeO)、分析点 9 はウスタイト粒内褐色微結晶である。73.1%FeO はウスタイトであり、これに 11.2% TiO_2 -1.5% ZrO_2 を固溶する。分析点 10 は黒色地で 40.2% SiO_2 -17.3% Al_2O_3 -11.4%CaO-4.8% K_2O -1.8% Na_2O から非晶質珪酸塩のガラス、分析点 11 は淡灰色柱状結晶は 60.4%FeO-30.3% SiO_2 からファヤライト (fayalite : $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) が同定された。

MKD-4-613. 鉄塊系遺物

赤褐色酸化土砂に覆われた鉄塊。表面に細かい凹凸肌の多い 20 g 弱の小型品。軟質で錆化が進む。炉底塊からの小割り鉄塊の可能性が高い。顕微鏡組織を Photo. 7 の③～⑥に示す。中核部の鉄は⑤にみられるように錆化してゲーサイト (goethite : $\alpha\text{-FeO(OH)}$) になり、金属鉄組織の痕跡も消滅。該品も表層は酸化雰囲気に曝されてウスタイト (FeO) 晶出を⑥に示す。③④は酸化土砂中に鍛造剥片を取り込んでいた。

小結

当地区出土 4 点は鍛冶作業を実証する。ウスタイト晶出鍛治滓、鍛打派生物の鍛造剥片が滓と鉄塊に付着していた。鉄中非金属介在物は Ti-Zr 酸化物組成であり、砂鉄原料を裏付けた。

3-4. SK-6015 出土品：9 点

MKD-4-614. 偏平椀形鍛治滓

淡茶褐色で橢円形状の偏平椀形鍛治滓。一部端部が欠損。上面は平坦で流動状。下面は実測図下手で僅かに膨らみ、流動的で皺が寄る吹溜り。顕微鏡組織を Photo. 7 の⑨⑩に示す。白色粒状結晶ウスタイト (FeO) と淡灰色柱状結晶ファヤライト ($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) で構成される。高温沸し鍛接・鍛錬鍛治滓の晶癖である。白色粒状結晶の硬度値は 567 Hv、淡灰色柱状結晶は 650 Hv が得られた。前者がマグネタイト (magnetite : Fe_3O_4)、後者でファヤライト ($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) に同定できる。化学組成分析 (Table 2) は、高鉄分の 52.08% 全鉄分 (Total Fe) で、砂鉄特有元素は低減傾向を呈する。0.55% TiO_2 、0.06% V、0.08% ZrO_2 など鍛錬鍛治滓の典型的な組成といえる。0.09% MnO もその裏付けとなる。

MKD-4-615. 中型含鉄椀形鍛治滓

上面にコブ状錆化鉄を付着した肉厚 (50mm) 椗形鍛治滓である。上下面共赤褐色で木炭痕を刻む。203 g を測る。顕微鏡組織を Photo. 8 の③④に示す。③は上面のコブ状錆化鉄部である。金属鉄組織の痕跡は留めぬゲーサイト (goethite : $\alpha\text{-FeO(OH)}$) であった。滓の鉱物相は④でみられる白色粒状結晶のウスタイト (FeO) である。これに淡灰色柱状結晶のファヤライト ($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) が晶出。

高温沸し鍛接・鍛鍊鍛治滓の晶癖であった。白色粒状結晶の硬度値は 538 Hv であった。マグネタイト (magnetite : Fe₃O₄) 寄りの値となる。なお、ウスタイト粒内析出物が析出するのはヘルシナイト (hercynite : FeO · Al₂O₃) であろう。黒色度の強い微結晶である。化学組成分析を Table 2 に示す。該品は含鉄のつく鍛治滓であり、この表われは 52.43% 全鉄分 (Total Fe) に対して、酸化第 2 鉄 (Fe₂O₃) が 50.83% の割合で含まれる。砂鉄特有元素は 0.39% TiO₂、0.04% V、0.12% ZrO₂ と低減され、0.13% MnO も低下気味。鍛鍊鍛治滓に分類できる。

MKD-4-616. 小型椀形滓

平面が不整隅丸方形で、61 g と小型の椀形鍛治滓。側面の一部が欠損するが、ほぼ完形に近い。Photo. 8 の⑦～⑩に顕微鏡組織を示す。鉄滓の鉱物相は⑧～⑩にみられるように白色粒状結晶のウスタイト (FeO) と淡茶褐色多角形状結晶のウルボスピネル (2 FeO · TiO₂)、それらの粒間を淡灰色盤状結晶のファヤライトが埋める。徐滓をかねた精鍛鍛治滓の晶癖である。⑦は噛込み木炭片である。放射柔組織の分野壁孔は窓状で針葉樹 (マツ科) であろうか。なお、白色粒状結晶のうち⑨の硬度値の 549 Hv はマグネタイト (magnetite : Fe₃O₄)、⑩の淡茶褐色多角形結晶は外周がヘマタイト (hematite : α-Fe₂O₃) 化していないが硬度値の 919 Hv はヘルシナイト (hercynite : FeO · Al₂O₃) の可能性をもつ。X 線回折での確認が必要となる。

MKD-4-617. 粒状鉄滓(滴下状)

約 10 mm 径の軽質ガラス球体。光沢質灰褐色滑らか肌に棘状突起を生じる。顕微鏡組織は Photo. 9 の③④に鉱物相を示す。非晶質ガラスに超微細明白色メタルを晶出。亀裂入石英粒と気孔を発生。羽口先端溶融ガラスの可能性が高い。

MKD-4-618. 鉄塊系遺物

赤褐色酸化土砂に覆われた長径 47 mm の丸味を帯びた鉄塊系遺物 56.5 g。顕微鏡組織を Photo. 9 の⑥～⑩に組織を示す。⑥は半裁断面。中核部の鉄は赤錆化して消滅。鉄の外郭はゲーサイト (水酸化鉄 : α-FeO(OH)) と白色粒状結晶ウスタイト (FeO) を晶出する滓を残す。ウスタイトは風化の影響を受けて硬度値は 280 Hv と異常値を呈する。当鉄塊は鍛冶原料として鍛冶炉内での被熱された可能性が高い。酸化雰囲気に曝された痕跡が認められた。

MKD-4-619. 鉄器噛み込み滓

棒状鉄器 (8 mm 角) を内包した鉄滓で 105.1 g を測る。酸化土砂に覆われた表面にはひび割れを残す。顕微鏡組織を Photo. 10 に示す。噛み込み鉄器を滓との関係を探る目的から 2 段切りした。1 段切り断面は①～④である。②で棒状鉄器断面が捉えられた。鉄器は輪郭を残して芯鉄は酸化消滅。残存錆化鉄は赤錆化して金属鉄組織は留めず、僅かにガラス地に微小ウスタイト晶出滓が残る。③④に示す。⑥～⑩に 2 段切り口断面を示す。残存鉄輪郭部分で⑩にみられる針状セメンタイト (Cementite : Fe₃C) 痕跡が観察された。本来はペーライト (Pearlite) 素地に析出した針状セメンタイトで過共析鋼 (>0.77% C) の充当である。故鉄 (廃鉄器) 処理の鍛治滓であった。

MKD-4-620. 粒状滓^(注9)

MKD-4-620-1. 粒状滓 2.7mm径

淡茶褐色のやや歪な球体。表面はざらつき肌に数点の突起をみる。顕微鏡組織を Photo. 11 の 1 a ~1 c に示す。外周は風化により黒く侵される。内部は多くの気孔と共に、微細な白色結晶のウスタイト (wüstite : FeO) がガラス地の中に晶出している。

MKD-4-620-2. 粒状滓 2.1mm径

黒褐色でやや偏平な球体。表面はざらつき肌ながら半光沢。気孔を 1 点貫通させる。顕微鏡組織は 2 a~2 c に示す。球体内部は中心に大気孔。周辺に中気孔。その間隙に白色粒状結晶の凝集ウスタイト (wüstite : FeO) が晶出する。外周侵食は弱い。

MKD-4-620-3. 粒状滓 2.0mm径

黒褐色球体は大きく滴下垂れをもつ。表面は滑らか肌に経度のざらつきを呈する。顕微鏡組織を 3 a~3 c に示す。外周侵食は初期段階でリング状の縁取りを残す。内部組織は大小の気孔の片寄りの中に、大粒・小粒のウスタイト (wüstite : FeO) が混在する。

MKD-4-620-4. 粒状滓 1.6mm径

黒褐色の端正な球体。表面は半光沢滑らか肌に軽度のざらつきをもつ。貫通気孔 1 点を発生。顕微鏡組織を 4 a~4 c に示す。片寄り気孔に超微細なウスタイト (wüstite : FeO) がガラス地に晶出。

MKD-4-620-5. 粒状滓 1.1mm径

黒褐色のやや歪な球体。半光沢滑らか肌に貫通気孔 3 点が認められる。風化によるざらつき顕著。顕微鏡組織を 5 a~5 c に示す。黒く風化侵食の表層リングと共に中気孔 3 点が発生。これは貫通気孔に繋がる。鉱物相は微細なウスタイト (FeO) がガラス地に晶出する。

MKD-4-620-6. 粒状滓 0.8mm径

黒褐色の端正な球体。半光沢滑らか肌はざらつきをもたぬ。貫通気孔 1 点。顕微鏡組織を Photo. 12 の 6 a~6 c に示す。内部は大きく空洞化し、白色凝集ウスタイト (FeO) のリング状晶出でもって形成される。典型的な粒状滓の外観と鉱物相であった。

MKD-4-621. 鍛造剥片^(注3)

MKD-4-621-1. 4.2 × 4.0 × 0.5mm

色調は表裏面共に黒褐色。表の約 1/3 は本来の半光沢平滑被膜を残して他は剥落。微細凹凸肌である。裏は風化侵食を受けて平坦度を欠く。顕微鏡組織を Photo. 12 の 1 a~1 c に王水 (塩酸 HCl 3 : 硝酸 HNO₃ 1) 腐食後の 3 層分離型の断面構造を示す。外層は微厚白色ヘマタイト (hematite : Fe₂O₃)、中間層は黄変したマグнетイト (magnetite : Fe₃O₄)、内層はウスタイト (wüstite : FeO) で、

上半分が非晶質、下半分は粒状を呈した。

MKD-4-621-2. 3. 9×3. 0×0. 4mm

色調は表裏面共に黒褐色。微細凹凸肌をもちらながら平坦度を保つ。顕微鏡組織は2a～2cに示す。3層分離型は健全で、外層ヘマタイト(hematite: Fe₂O₃)、中間層マグネタイト(magnetite: Fe₃O₄)、内層非晶質ウスタイト(wüstite: FeO)の判別ができる。

MKD-4-621-3. 4. 1×3. 4×0. 3mm

色調は表裏面共に黒褐色。表裏は緩くうねりながらも平坦度を保つ。顕微鏡組織を3a～3cに示す。3層分離型被膜は健全で、外層ヘマタイト(Fe₂O₃)、中間層マグネタイト(Fe₃O₄)、内層非晶質ウスタイト(FeO)は確認できる。

MKD-4-621-4. 3. 7×3. 0×0. 4mm

色調は表裏面共に黒褐色。表は平坦度を保つが、裏はわずかに微細凹凸肌を呈する。顕微鏡組織を4a～4cに示す。3層分離型被膜は微かに読み取れるが亀裂が走り、画面を汚す。亀裂は風化の影響であろう。

MKD-4-621-5. 3. 0×1. 9×0. 2mm

薄くなると小片化する。表は暗灰色。裏は半光沢暗灰色を呈する。表は平坦度を保つが裏は僅かに波打つ。顕微鏡組織を5a～5cに示す。3層分離型は健全で外層ヘマタイト(Fe₂O₃)、中間層マグネタイト(Fe₃O₄)、内層非晶質ウスタイト(FeO)は識別できる。

MKD-4-621-6. 2. 7×1. 9×0. 2mm

薄手は小片化。表は暗灰色。裏は半光沢暗灰色を呈する。断面は緩く湾曲し、厚みも均一性を欠く。顕微鏡組織を6a～6cに示す。3層分離の被膜構造は読み辛い。外層ヘマタイト(Fe₂O₃)が剥落し、中間層黄変マグネタイト(Fe₃O₄)は肥大し、内層ウスタイト(FeO)は非晶質。被膜に乱れがあるが鍛造剥片は確かである。

小結

当地区出土の9点は鍛冶工房の操業を確りと実証する。鉄器製作に際して、精錬鍛冶(原料鉄の徐滓・成分調整、廃鉄器処理)から高温沸し鍛接・鍛錬鍛冶までの工程が排出滓から辿ることが出来た。ここでの高温とは、FeO-SiO₂二元系状態図から1180℃前後の温度を指す^(注10)。更に鍛打で派生する粒状滓、鍛造剥片の検出は鍛冶工房存在を決定づけた。

3-5. SK-6017 出土品: 5点

MKD-4-622. 再結合滓

鍛冶工房床面に形成された2次堆積層。鍛冶滓や鉄塊の小破片。鍛造剥片、木炭などの鍛冶活動

遺物を包含する。平面は不整橢円形状で側面の崩壊著しい。赤褐色 680 g 破片を供試材とした。顕微鏡組織を Photo. 13 の③～⑨に示す。③は鍛造剥片、④⑤はウスタイト晶出の含鉄鍛治滓で亜共析 (< 0.77% C) 鉄粒内蔵、⑥は凝集マグネタイト (Fe_3O_4)、⑦はウスタイト (FeO) とフェライト (ferrite : 純鉄、 α 鉄) 含み、⑧⑨は過共析 (> 0.77% C) 鋼など鍛冶作業からの派生物が検出できた。鋼充當鉄器製作が想定できる。

MKD-4-623. 中型含鉄椀形鍛治滓

赤褐色酸化土砂に覆われた椀形鍛治滓の破片で 164 g を測る。気孔少なく緻密質。上面は平坦で滓小片を付着する。下面是椀形で、両面に炭化物や纖維痕を残す。顕微鏡組織を Photo. 14 の②～⑥に示す。②の埋込み試料断面には明白色の未凝集金属鉄を数点散在させる。ナイタル腐食組織は③④である。③はフェライト (ferrite : 純鉄、 α 鉄) 地に結晶粒界のみ細く黒い線が網状に拡がる。④はフェライト地に黒色層状パーライト (Pearlite) が少量析出した 0.1% 前後炭素を含む極軟鋼である。硬度はフェライトで 74 Hv、パーライト部分は 164 Hv を呈した。当鉄滓の鉱物相は白色粒状結晶が凝集したウスタイト (硬度 422 Hv)、局部的に淡灰色柱状結晶ファヤライト (fayalite : $2FeO \cdot SiO_2$) (硬度 604 Hv) が集中して晶出する。下げ脱炭滓の可能性をもつ。

MKD-4-624. 小型椀形鍛治滓

灰褐色流動肌に砂や炭を付着して、一見製錬滓の皮を連想させる。51.3 g と小型の偏平な椀形鍛治滓で、側面の大部分が破面となる。顕微鏡組織を Photo. 14 の⑨⑩に示す。⑨は木炭片である。切口が柾目・板目・木口などに定まっておらず樹種同定は難しいが針葉樹らしくもみえる。⑩の鉱物相は白色粒状結晶のウスタイト主体で、僅かに淡灰色多角形結晶のウルボスピネル (Ulvöspinel : $2FeO \cdot TiO_2$) が少量認められる。精錬鍛治滓末期もしくは鍛錬鍛治滓の晶癖である。Table 2 に化学組成分析を示す。54.85% 全鉄分 (Total Fe) に対して 20.25% 造滓成分 ($SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$) である。砂鉄特有元素は 1.40% TiO_2 、0.08% V、0.28% ZrO_2 と鍛錬鍛治滓 Ti 濃度 (< 1.0% Ti) を僅かに

越える。精錬鍛治滓に分類できる。

MKD-4-625. 再結合滓

断面に鍛造剥片、滓小片、砂、小礫など多種の微細遺物を内蔵した赤褐色酸化土砂の 126.9 g 小片。顕微鏡組織を Photo. 15 の③④に示す。③は数点以上の鍛造剥片を含む箇所である。④は主要鉱物相で、白色粒状結晶のウスタイト (Wüstite : FeO)、粒間のファヤライト (fayalite : $2FeO \cdot SiO_2$)、ガラスなどが観察できる。ウスタイトの (FeO) 硬度値は 490 Hv、ファヤライト ($2FeO \cdot SiO_2$) の 581 Hv が得られた。前述 622 再結合滓に準ずる。

MKD-4-626. 鉄塊系遺物

黄褐色酸化土砂と錆混じりに覆われた 53.2 g の鉄塊系遺物。ひび割れと剥離が目立つ。2ヶ所のコブ状突起は棒状鉄器の噛み込みか、それとも滓の付着か興味深い資料。顕微鏡組織を Photo. 15 の⑥

～⑩に示す。⑥の埋込み試料の断面からは明瞭な噛み込み鉄器の存在は観察できなかつた。ただし断面中央に不整長方形の空洞があり、芯金の鏽化消滅で輪郭のみを残した形跡が読み取れる。⑨⑩は過共析鋼 ($>0.77\%C$) で層状パーライト (Pearlite) に針状セメントイト (Cementite : Fe_3C) 析出が捉えられた。ウスタイト晶出箇所との共存で鍛冶処理過程であろう。⑦は鍛冶木炭の検出である。

小結

当地区の5点の遺物は鍛冶工房の存在の可能性は発言できる。鍛冶工房床面に2次的に堆積した再結合滓は多くの鍛造剥片を内蔵し、鍛冶原料鉄となりうる過共析鋼 ($>0.77\%C$) から徐滓目的の精鍛治滓まで検出できた。

まとめ

古代に属する松木田遺跡から出土した製鉄関連遺物（炉壁、炉底塊、流出孔滓、炉外流出滓、鉄塊系遺物、球状鉄滓）と鍛冶関連遺物（楕円形鍛治滓、廃鉄器処理滓（精鍛鍛冶）、下げ痕跡鉄塊系遺物、再結合滓、粒状滓、鍛造剥片）の分析調査を行つた。個々のまとめをTable 3に示す。

(1) SC-6001 南側出土品

低チタン花崗岩起源砂鉄を原料とした炉底塊や砂鉄焼結塊を遺存する。製鉄炉壁は、花崗岩風化真砂を残し、耐火度 $1460^{\circ}C$ と優れた性状粘土であった。鉄塊系遺物は共晶組成 ($4.23\%C$) 白鑄鉄が残されていた。

(2) SK-6013 出土品

炉壁溶融物のガラス質滓には、半還元砂鉄粒子を留める。炉外流出滓は、半還元砂鉄粒子を残し、砂鉄周縁部にウルボスピネル (Ulvöspinel : $2FeO \cdot TiO_2$) の初期滓化の様相が観察される。炉外流出滓は $6.38\%TiO_2$ 組成が確認できた。中チタン砂鉄は火山岩起源が想定できる。砂鉄産地が検討課題である。福岡平野東側の宗像方面が有力な候補地となりうる。

(3) SK-6014 出土品

鍛冶主体の遺物で古められる。徐滓目的の精鍛鍛冶から、高温沸し鍛接・鍛鍊鍛冶までの作業工程の窺える楕形鍛治滓の出土であった。また、赤熱鉄素材の鍛打に際して表面酸化膜の飛び散った「火花」とも称される鍛造剥片を顕微鏡組織から検出できた。鉄塊系遺物は銑鉄からの下げ脱炭を語るものを見出している。

(4) SK-6015 出土品

本格鍛冶の活発な地区である。楕形鍛治滓は、精鍛鍛冶から廃鉄器溶融再生鍛冶（故鉄処理）^(注1,2)、更には高温沸し鍛接・鍛鍊鍛冶まで窺える滓の存在を明らかにした。一方、鍛打前半段階派生遺物で湯玉と称する粒状滓（鉱物相：ウスタイト (FeO)）から鍛打後半段階派生遺物の鍛造剥片（鉱物相：外層ヘマタイト (hematite : Fe_2O_3)、中間層マグнетイト (magnetite : Fe_3O_4)、内層ウスタイト (wustite FeO)）までの微細遺物を含有する地区であった。

Table3 出土遺物の調査結果のまとめ

符号	遺跡名	出土位置	遺物名称	推定年代	顕微鏡組織	化学組成(%)							所見	
						Total Fe	Fe ₂ O ₃	塩基性成分	TiO ₂	V	MnO	ガラス質成分	Cu	
MKD-4-601	松木田 4次6区	SC-6001 南側	炉底塊	古代 (8~10c)	U+W+F、fe粒	33.71	7.96	6.58	2.50	0.29	0.35	44.92	<0.01	低チタン砂鉄製鍊滓
MKD-4-602			炉壁		g中のM+hm	-	-	-	-	-	-	-	-	製鉄炉壁
MKD-4-603		SC-6001 南側	炉壁粘土 (胎土)		-	2.71	2.52	0.97	0.49	0.01	0.05	82.22	0.01	耐火度1460°C、軟火性に優れ、高耐火性粘土、花崗岩類真砂
MKD-4-604			鉄塊系遺物		錆化鉄、le痕跡、pe地にCe、木炭片	-	-	-	-	-	-	-	-	表層脱炭気味の白鉄鉄(共晶:4.23%C)
MKD-4-605		SC-6001 南側	砂鉄焼結塊		半還元砂鉄粒子(Ill, mt)、U晶出	-	-	-	-	-	-	-	-	製鉄炉壁付着の未溶融原料砂鉄(中チタン充当)
MKD-4-606			鉄塊系遺物		表層スラグW、芯はle痕跡	-	-	-	-	-	-	-	-	下げ脱炭過程の白鉄鉄化物
MKD-4-607		SK-6013 小型ガラス質滓(炉壁)	小型ガラス質滓(炉壁)		溶融g中に半還元砂鉄粒子、M	-	-	-	-	-	-	-	-	製鉄炉壁、溶融ガラス表面に砂鉄付着
MKD-4-608			小型ガラス質滓(炉壁)		溶融g中に半還元砂鉄粒子、M	12.55	11.61	3.18	0.81	0.09	0.13	76.46	0.01	製鉄炉壁、溶融ガラス中の砂鉄は初期滓化
MKD-4-609		SK-6013 炉外流出滓	炉外流出滓		U+W+F、fe粒	44.37	0.98	3.65	6.38	0.28	0.47	30.33	<0.01	中チタン砂鉄使用の製鍊滓
MKD-4-610			中型椀形滓		W+F、鍛造剥片付着	52.07	29.95	1.47	0.47	0.10	0.06	22.26	<0.01	高温沸し鍛接・鍛錬鍛冶滓
MKD-4-611		SK-6014 小型椀形滓	小型椀形滓		U+W+F、	-	-	-	-	-	-	-	-	徐滓目的の精鍊鍛冶滓
MKD-4-612			鉄塊系遺物		表層スラグは凝集W、鉄地はfe(ガス抜け孔)、過共析	-	-	-	-	-	-	-	-	白鉄鉄の下げ脱炭過程の鉄塊か、高Zr、Ti介在物を含む
MKD-4-613		SK-6014 鉄塊系遺物	鉄塊系遺物		表層スラグW、錆化鉄go、鍛造剥片付着	-	-	-	-	-	-	-	-	下げ脱炭過程の鉄塊(錆化のため組織痕跡不明瞭)
MKD-4-614			偏平椀形鍛冶滓		W+M+F	52.08	12.47	2.20	0.55	0.06	0.09	25.71	0.01	高温沸し鍛接・鍛錬鍛冶滓
MKD-4-615		SK-6015 中型含鉄椀形鍛冶滓	中型含鉄椀形鍛冶滓		W·M+F	52.43	50.83	1.03	0.39	0.04	0.13	17.45	0.01	高温沸し鍛接・鍛錬鍛冶滓
MKD-4-616			小型椀形滓		W·M+U+F、木炭片(松炭か)	-	-	-	-	-	-	-	-	精鍊鍛冶滓
MKD-4-617		SK-6015 球状鉄滓(滴下状)	球状鉄滓(滴下状)		g	-	-	-	-	-	-	-	-	炉壁もしくは羽口先端溶融ガラス
MKD-4-618			鉄塊系遺物		錆化鉄、go、表層スラグW	-	-	-	-	-	-	-	-	下げ脱炭過程の錆化鉄(炭素量不明瞭)
MKD-4-619-1		SK-6015 鉄器嗜み込み滓	鉄器嗜み込み滓		錆化鉄器含みの滓W+go	-	-	-	-	-	-	-	-	廃鉄器処理の精鍊鍛冶滓
MKD-4-619-2			鉄器嗜み込み滓		錆化鉄器含みの滓W+go(pe+Ce)	-	-	-	-	-	-	-	-	廃鉄器処理の精鍊鍛冶滓
MKD-4-620		SK-6015 粒状滓	粒状滓		外縁部風化消滅、内部W+g	-	-	-	-	-	-	-	-	鍛打前半段階派生微細遺物(球体)
MKD-4-621			鍛造剥片		外層hm、中間M、内層W(3層分離)	-	-	-	-	-	-	-	-	鍛打後半段階派生微細遺物(剥片)
MKD-4-622		SK-6017 再結合滓	再結合滓		W+F、fe粒、錆化鉄(過共析)、鍛造剥片	-	-	-	-	-	-	-	-	鍛冶工房2次堆積床土(鍛冶操業微細遺物)
MKD-4-623			中型含鉄椀形鍛冶滓		W+F、fe、pe	-	-	-	-	-	-	-	-	亜共析(《0.77%C》)鉄含みの高温沸し鍛接・鍛錬鍛冶滓
MKD-4-624		SK-6017 小型椀形鍛冶滓	小型椀形鍛冶滓		W+F、木炭片	54.85	21.47	1.71	1.40	0.08	0.10	20.25	0.01	精鍊鍛冶滓
MKD-4-625			再結合滓		W+F、鍛造剥片	-	-	-	-	-	-	-	-	鍛冶工房2次堆積床土(鍛冶操業微細遺物)
MKD-4-626		SK-6017 鉄塊系遺物	鉄塊系遺物		表層スラグ:W+F、内部go過共析鋼痕跡	-	-	-	-	-	-	-	-	下げ脱炭過程の鉄塊(高炭素鉄)

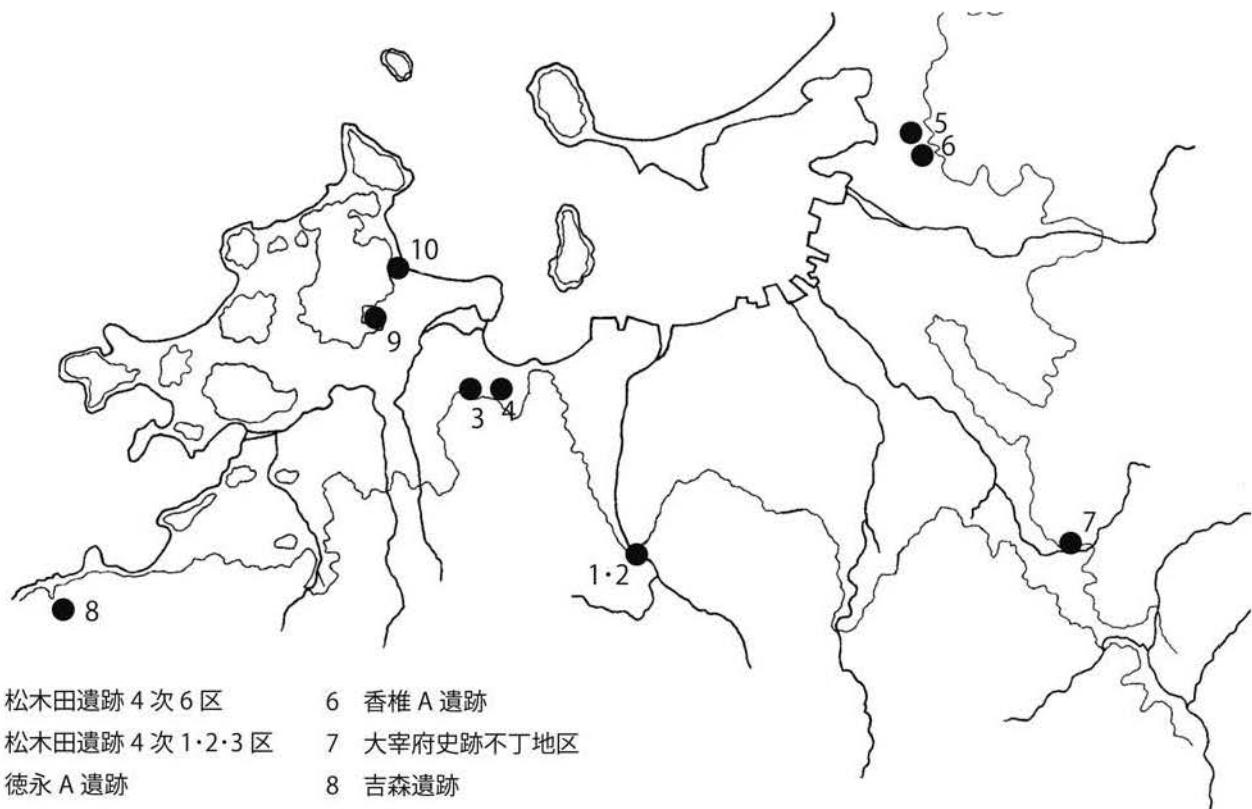
U:Ulvöspinel(2FeO·TiO₂)、 W:Wüstite(FeO)、 F:Fayalite(2FeO·SiO₂)、 fe:ferrite(純鉄、α鉄)、 g:glass(珪酸塩)、 M:magnetite(Fe₃O₄)、 hm:hematite(α-Fe₂O₃)、 le:ledebulite、 pe:pearlite(フェライトセメントタイトの共析)Il:Ilmenite(FeO·TiO₂)チタン鉄鉱、 mt:magnetite(Fe₂O₃·FeO)、 高Zr·Ti介在物:Zirconolite(CaZrTiO₂O₇)、 go:goethite(α-FeO(OH))、 Ce:Cementite(Fe₃C)

(5) SK-6017 出土品

鍛冶工房の2次堆積層の再結合層を出土する。包含遺物はウスタイト (FeO) 晶出鍛冶滓や劍（過共析組成 ($>0.77\%C$) 鋼) 肩、鍛造剥片など検出できた。高炭素鋼原料を使用する鎌器製作が想定される。楕円鍛冶滓は精錬鍛冶滓 ($1.40\%TiO_2$) から高温沸し鍛接・鍛錬鍛冶滓までが出土する。鍛治原料となる鉄塊系遺物の表層スラグはウスタイト晶出、内部鉄は過共析痕跡などから下げ脱炭鍛冶操業の可能性を提示しておきたい。

おわりに

福岡平野の古代製鉄原料は、元岡遺跡（第12次）で代表されるように、低チタン・花崗岩起源砂鉄 (1.0% 前後 TiO_2) の使用が古くより衆知されてきた。しかし近年、中高チタン・火山岩起源砂鉄の発見も相次ぐところである。気付いた遺跡を8例、Fig.1に挙げてみた。これは産地同定が課題として残る。過去には福岡平野東側（宗像方面）の火山岩起源砂鉄の賦存を言及してきた。更なる実証と西側（唐津・有明海沿岸方面）も看過できない。今後其、データの集積を図り、検討を加えてゆきたく思う次第である。



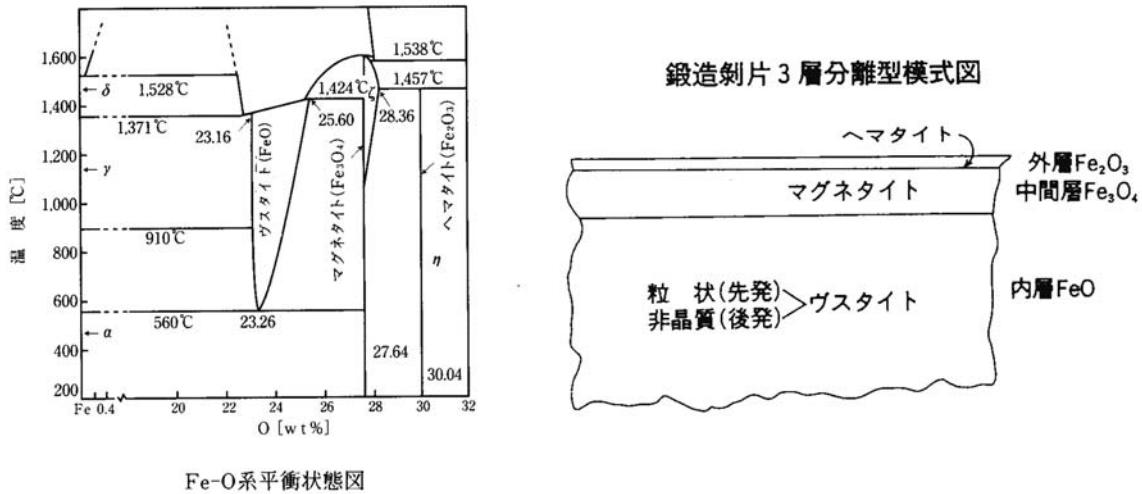
- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1 松木田遺跡 4 次 6 区 | 6 香椎 A 遺跡 |
| 2 松木田遺跡 4 次 1・2・3 区 | 7 大宰府史跡不丁地区 |
| 3 徳永 A 遺跡 | 8 吉森遺跡 |
| 4 大塚遺跡 14 次 3 区 | 9 元岡・桑原遺跡群 12 次 |
| 5 坂堤遺跡 | 10 大原 D 遺跡 |

番号	遺跡名	砂鉄分類	推定年代	化学組成 (%)									注	
				製鍊滓			精鍊鍛冶滓			砂鉄				
				TiO ₂	V	ZrO ₂	TiO ₂	V	ZrO ₂	TiO ₂	V	ZrO ₂		
1	松木田 4 次 6 区	(火山岩起源) (花崗岩起源)	8c 代	6.38	0.28	1.70	-	-	-	(鍛鍊鍛冶滓)			本稿	
			10c 代	2.50	0.29	2.22	1.40	0.08	0.28	0.47	0.10	0.22		
	松木田 4 次 1、2、3 区		古代	-	-	-	3.17	0.32	1.83	-	-	-	(16)	
			平安時代	5.97	0.43	3.57	2.45	0.23	1.16	-	-	-	(13)	
2	徳永 A	火山岩起源砂 鉄	古代	5.13	0.71	4.36	-	-	-	15.95	0.30	0.92	(2)	
3	大塚 14 次 3 区		7c 後半	-	-	-	2.94	1.00	2.22	-	-	-	(4)	
4	坂堤		16c	-	-	-	4.34	0.26	0.52	-	-	-	(5)	
5	香椎 A		8c 前半	-	-	-	3.73	0.10	0.01	-	-	-	(12)	
6	吉森	花崗岩起源砂 鉄	12中頃～ 13c 前半	16.82	0.30	2.80	6.28	0.17	1.33	-	-	-	(6)	
7	大宰府史跡不丁地区		8c 後半	2.16	0.33	1.91	-	-	-	0.60	0.28	2.28	(14)	
8	元岡 12 次		1.26	0.24	1.54	大原海岸採集→			0.75	0.27	3.00			
9	大原D(4次)		9c 後半	1.13～ 3.52	0.36～ 0.51	-	-	-	-	-	-	(15)		

Fig.1 福岡周辺古代製鉄・鍛冶遺跡のスラグからみた製鉄原料の動向

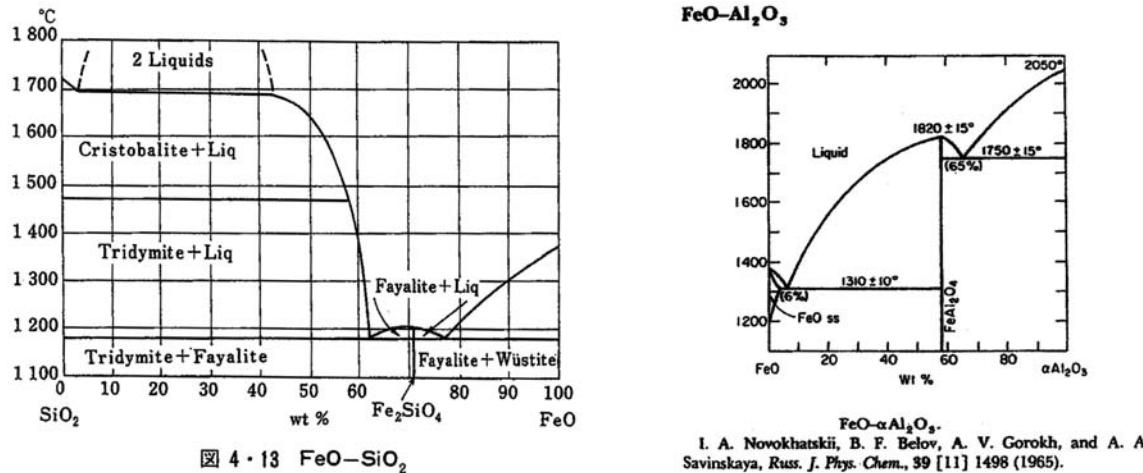
注

- (1) 日本学術振興会製銑第 54 委員会 1968 『焼結鉱組織写真および識別法』日本工業新聞社
 ウスタイトは 446~503 Hv、マグネタイトは 505~592 Hv、ファイヤライトは 655~713 Hv、ヘマタイトは 1020~1084 Hv、ガラスは 639~884 Hv 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、600 Hv 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 700 Hv 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 2011 「大塚遺跡」第 14 次調査出土製鉄関連遺物の金属学的調査』『大塚遺跡 4 第 14 次・15 次調査の報告一』福岡市教育委員会
- (3) 井澤英二 2008 「九州の製鉄原料について—古代から現代まで—」『九州地域の古代から近代の製鉄技術発達史』 2008 年度秋季講演大会シンポジウム論文集 日本鉄鋼協会
- (4) 大澤正己 2009 「坂堤遺跡第 1 次調査出土鍛冶関連遺物の金属学的調査』『坂堤 I』福岡市埋蔵文化財調査報告書 1030 集 福岡市教育委員会
- (5) 大澤正己 2010 「香椎 A 遺跡出土鍛冶関連遺物の金属学的調査』『香椎 A 遺跡 3 ~一般国道 3 号バイパス建設に伴う調査 2 ~』福岡市埋蔵文化財調査報告書 第 1072 集 福岡市教育委員会
- (6) 大澤正己 2013 「吉森遺跡 (3 次) 出土製鉄・鍛冶関連遺物の金属学的調査』『吉森遺跡 III』—福岡県糸島市二丈吉井所在中世製鉄遺跡の調査—中山間地域総合整備事業福吉地区関係埋蔵文化財調査報告・VI 糸島市文化財調査報告書第 12 集 糸島市教育委員会
- (7) 鍛造剥片とは鉄素材を大気中で加熱、鍛打したとき、表面酸化膜が剥離、飛散したものを指す。俗に鉄肌 (金肌) やスケールとも呼ばれる。
- 鍛造剥片の酸化膜相は、外層は微厚のヘマタイト (Hematite : Fe_2O_3)、中間層マグネタイト (Magnetite : Fe_3O_4)、大部分は内層ヴスタイト (Wüstite : FeO) の 3 層から構成される。このうちのヘマタイト相は 1450°C を越えると存在しなく、ヴスタイト相は 570°C 以上で生成されるのは Fe-O 系平衡状態図から説明される^[注 8]。
- (8) 森岡進ら 1975 「鉄鋼腐食科学」『鉄鋼工学講座』11 朝倉書店



(9) 粒状滓は鍛冶作業において凹凸を持つ鉄素材が鍛冶炉の中で赤熱状態に加熱されて、突起部が溶け落ちて酸化され、表面張力の関係から球状化したり、赤熱鉄塊に酸化防止を目的に塗布された粘土汁が酸化膜と反応して、これが鍛打の折に飛散して球状化した微細な遺物である。

(10) 『鉄鋼便覧』第3版 卷1巻 (1981) 丸善 P 48



(11) Levin, Ernest M, 1914—(McMurdie, H. F./American Ceramic Society) American Ceramic Society 1975

ウスタイトとヘルシナイトの状態図にもとづくヘルシナイト 1310°C ± 10 以上を発言

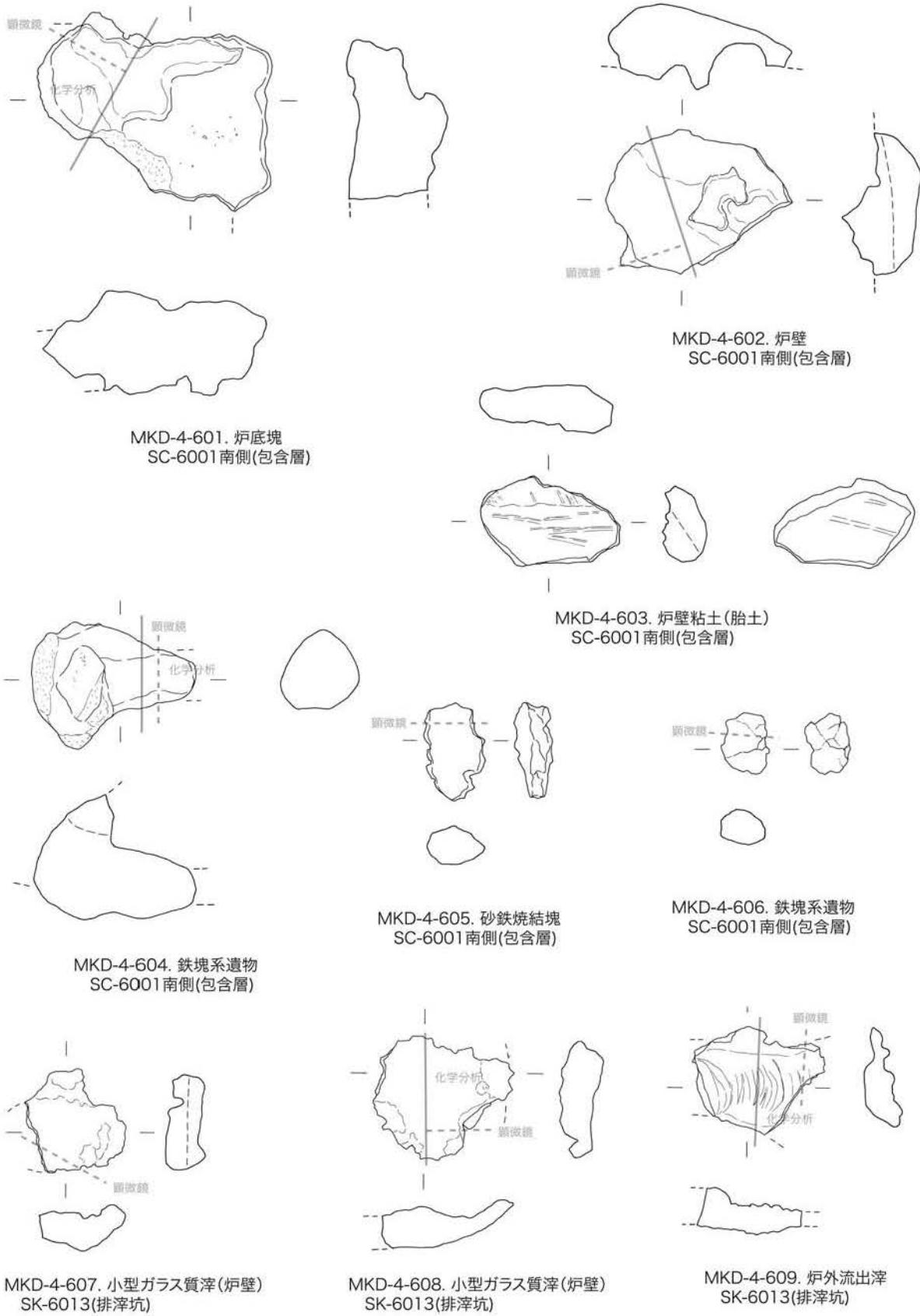
(12) 大澤正己 2014 「大宰府史跡（不丁地区）出土鍛冶・銅鑄造関連遺物の金属学的調査」『大宰府史跡－不丁地区』 九州歴史資料館

(13) 大澤正己 2014 「徳永 A 遺跡出土鍛冶関連遺物の金属学的調査」『徳永 A 遺跡 6』 福岡市埋蔵文化財調査報告書第 1227 集 福岡市教育委員会

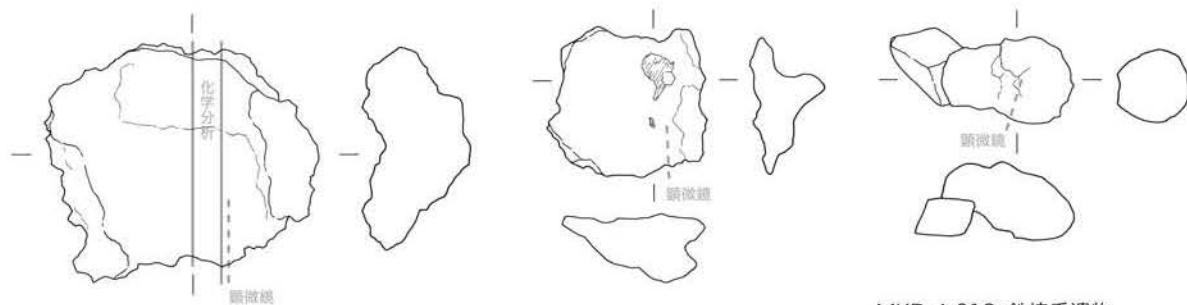
(14) 大澤正己・鈴木瑞穂 2009 「元岡・桑原遺跡群（第 12 次調査）出土製鉄関連遺物の金属学的調査」『元岡・桑原遺跡群 14』—第 12 次、18 次、20 次調査の報告（下）—福岡市埋蔵文化財調査報告書第 1063 集 福岡市教育委員会

(15) 大澤正己 1997 「大原 D 遺跡群第 4 次調査出土製鉄関連遺物の金属科学的調査」『大原 D 遺跡群 2』福岡市埋蔵文化財調査報告書第 507 集 福岡市教育委員会

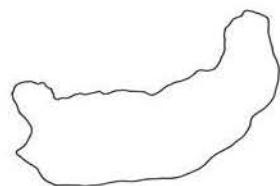
(16) 大澤正己 2014 「松木田遺跡 4 次調査区 1、2、3 区出土鍛冶関連遺物の金属学的調査」『松木田 4』福岡市埋蔵文化財調査報告書第 1241 集 福岡市教育委員会



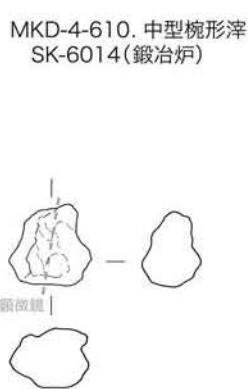
0 20cm



MKD-4-612. 鉄塊系遺物
SK-6014(鍛冶炉)



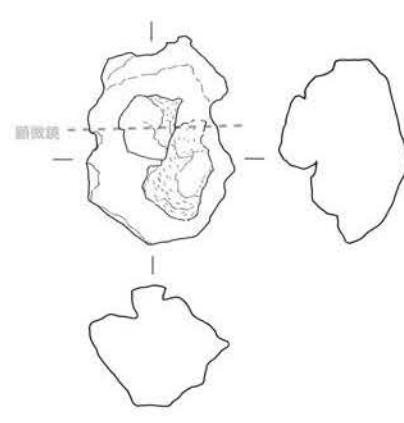
MKD-4-611. 小型椀形滓
SK-6014(鍛冶炉)



MKD-4-610. 中型椀形滓
SK-6014(鍛冶炉)

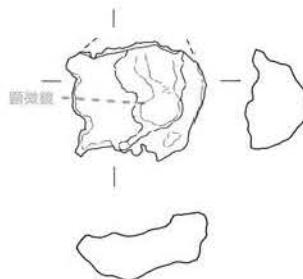


MKD-4-614. 偏平椀形鍛冶滓
SK-6015(鍛冶炉)



MKD-4-615. 中型含鉄椀形鍛冶滓
SK-6015(鍛冶炉)

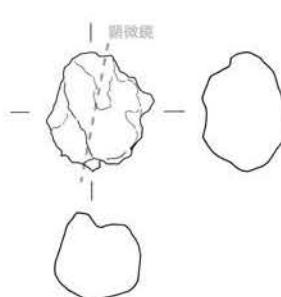
MKD-4-613. 鉄塊系遺物
SK-6014(鍛冶炉)



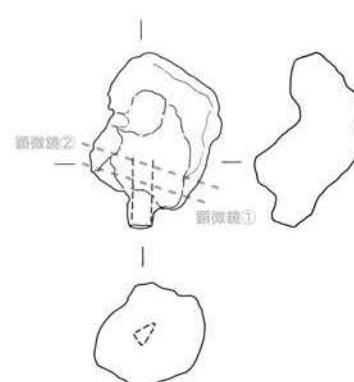
MKD-4-616. 小型椀形滓
SK-6015(鍛冶炉)



MKD-4-617. 粒状鉄滓(滴下状)
SK-6015(鍛冶炉)

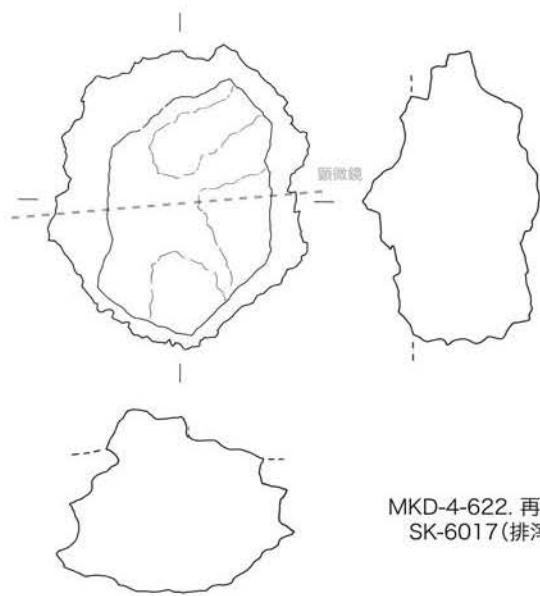


MKD-4-618. 鉄塊系遺物
SK-6015(鍛冶炉)

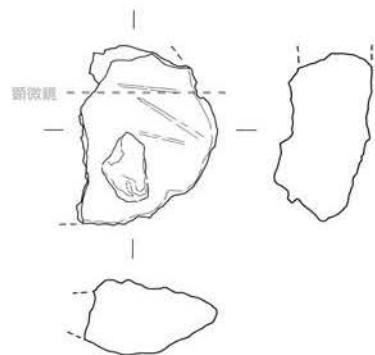


MKD-4-619. 鉄器噛み込み滓
SK-6015(鍛冶炉)

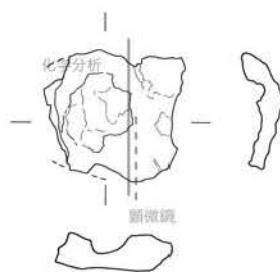




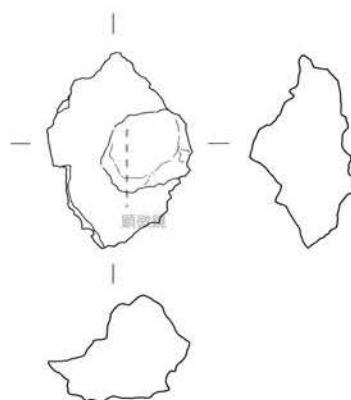
MKD-4-622. 再結合滓
SK-6017(排滓坑)



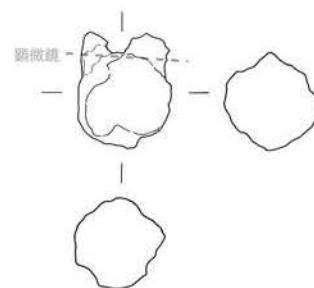
MKD-4-623. 中型含鐵椀形鍛冶滓
SK-6017(排滓坑)



MKD-4-624. 小型椀形鍛冶滓
SK-6017(排滓坑)



MKD-4-625. 再結合滓
SK-6017(排滓坑)



MKD-4-626. 鐵塊系遺物
SK-6017(排滓坑)



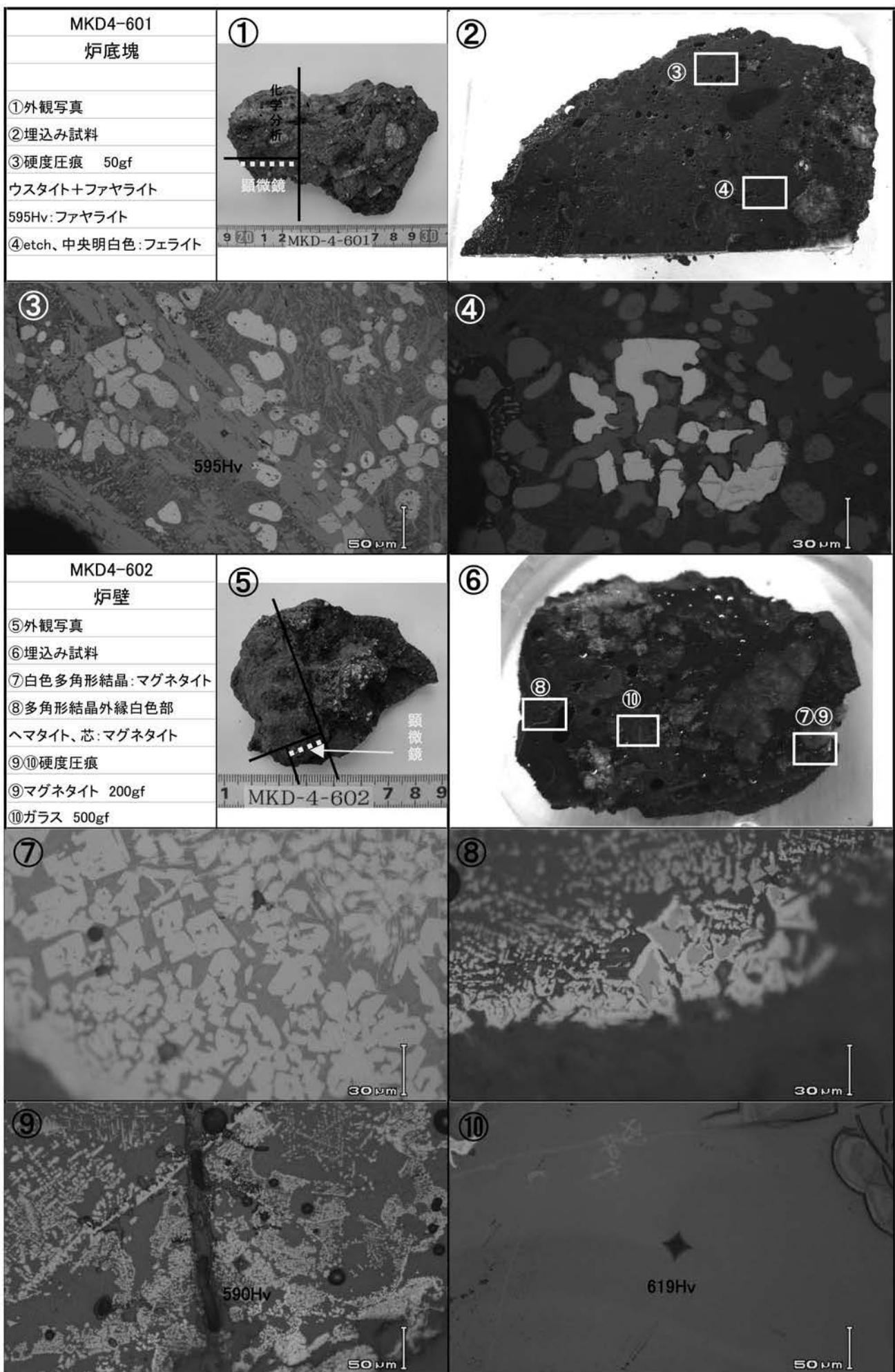


Photo. 1 炉底塊、炉壁の顕微鏡組織

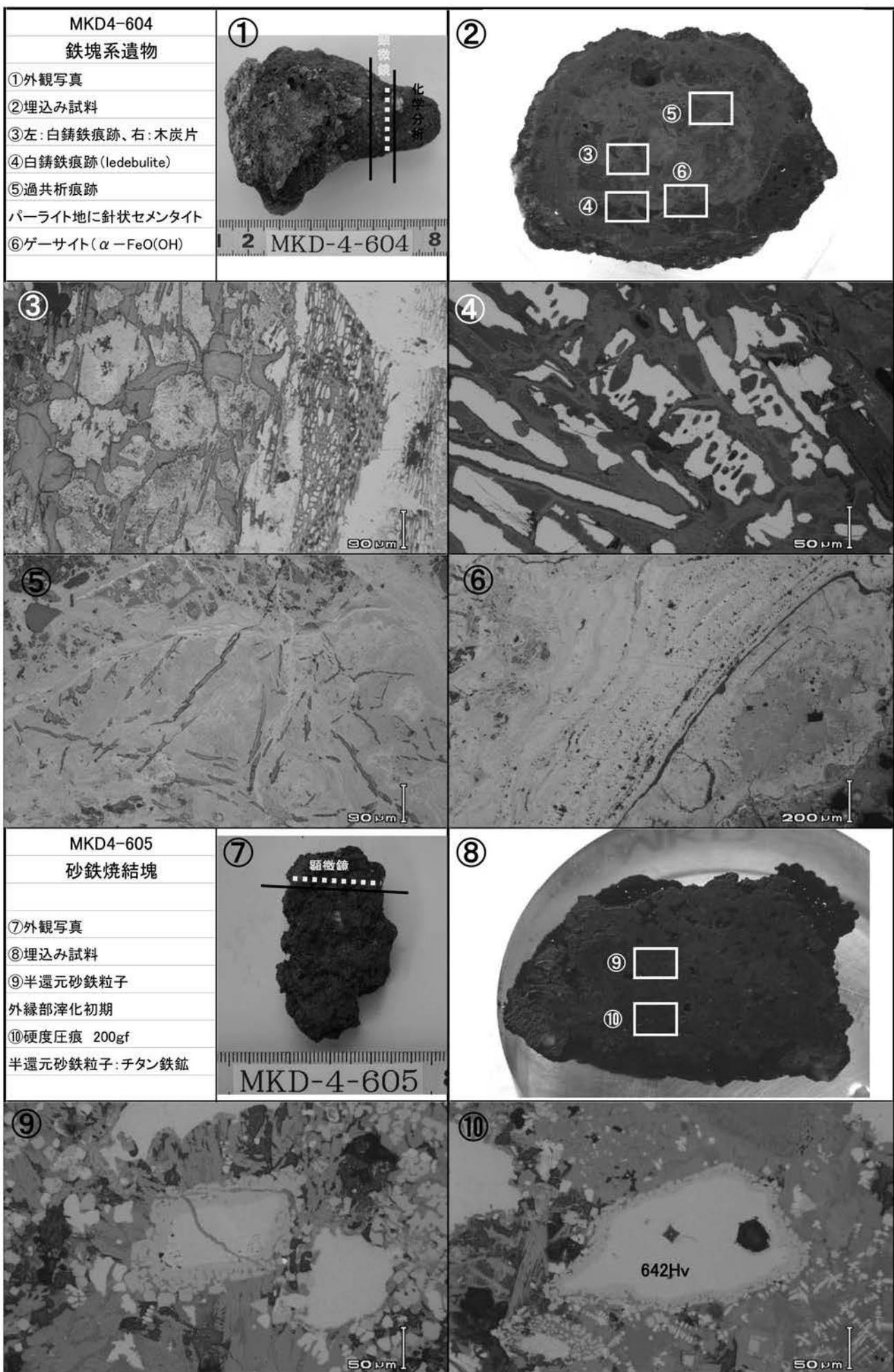


Photo. 2 鉄塊系遺物、砂鉄焼結塊の顕微鏡組織

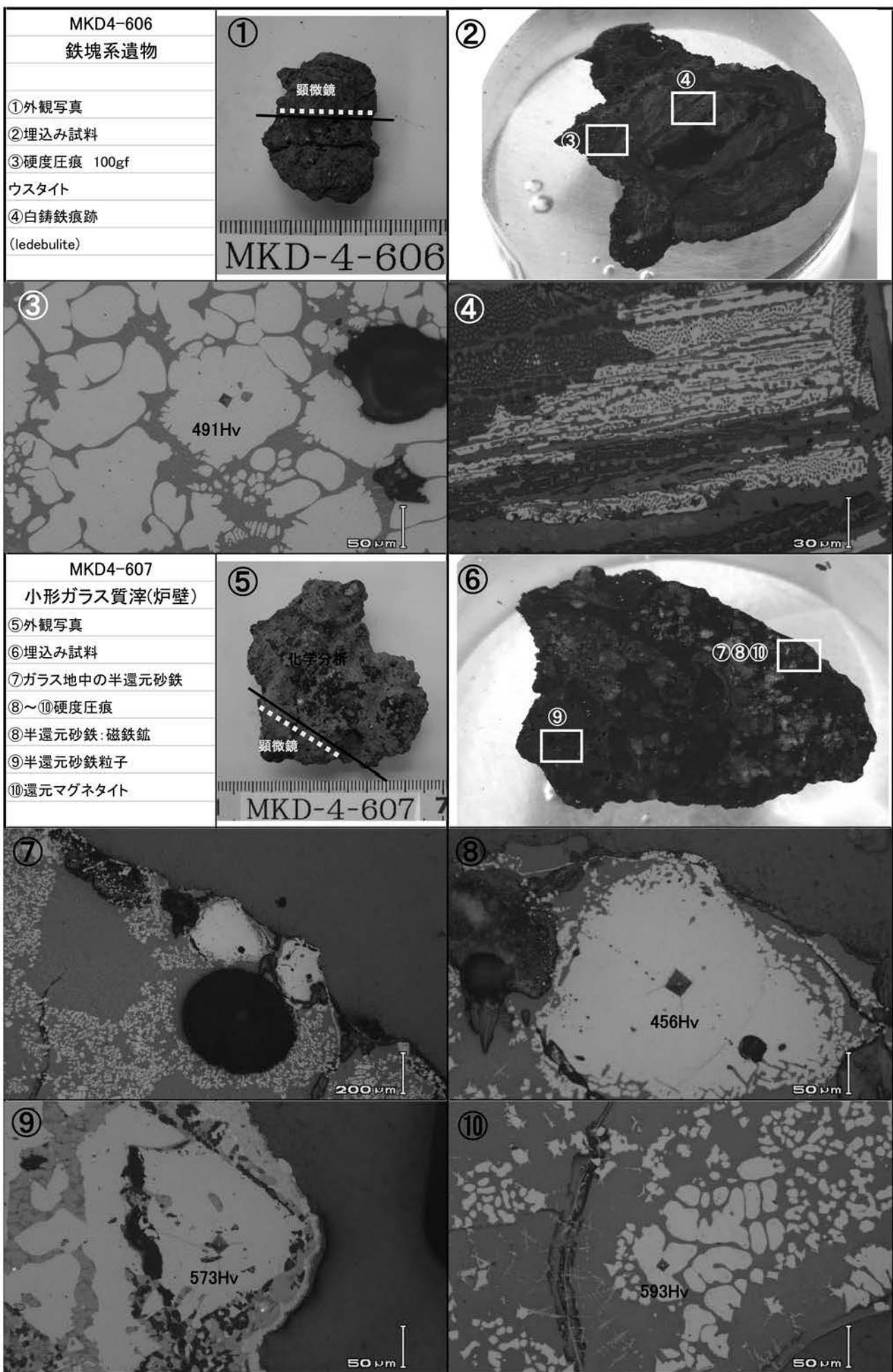


Photo. 3 鉄塊系遺物、小形ガラス質滓(炉壁)の顕微鏡組織

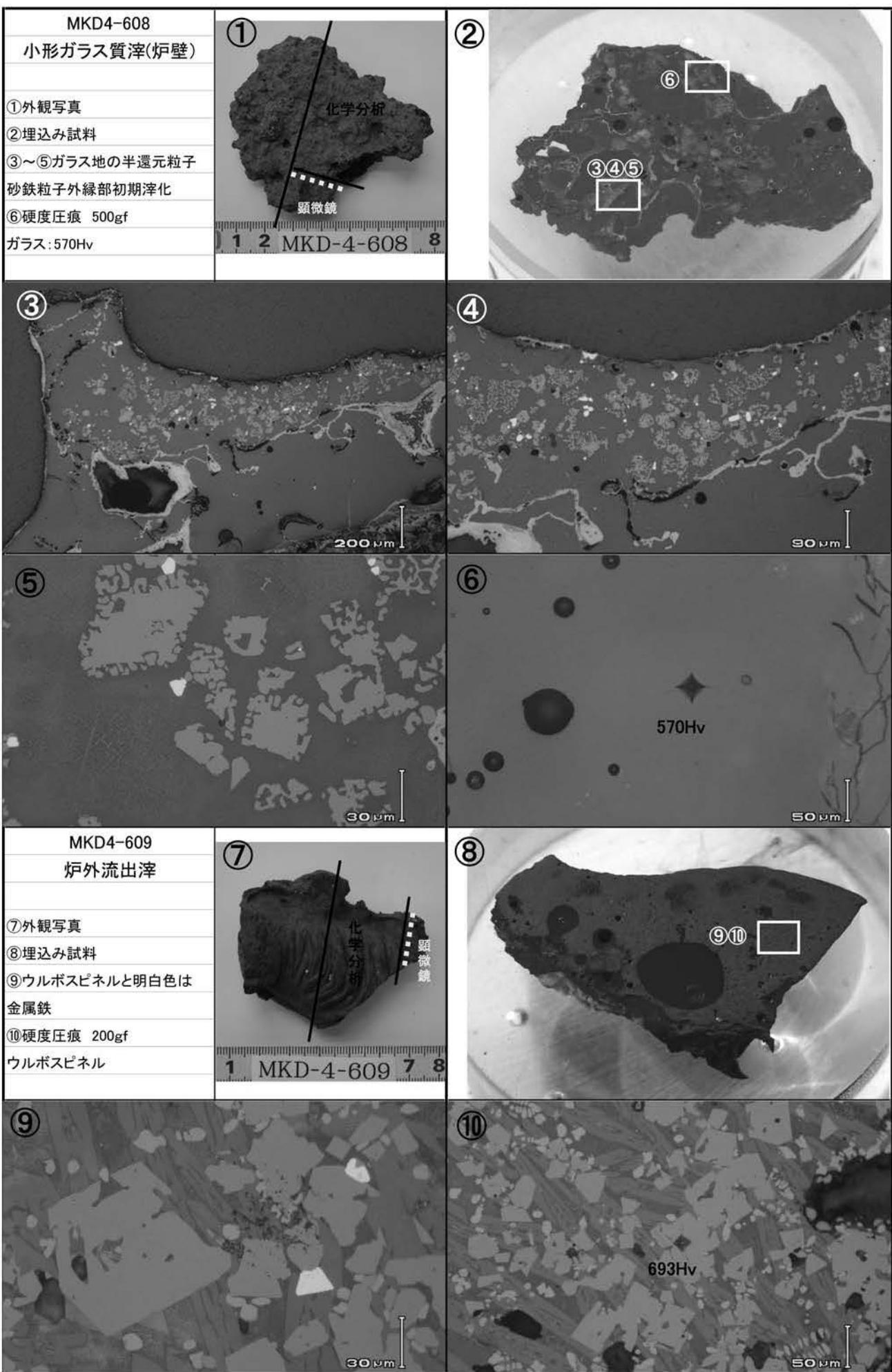


Photo. 4 小形ガラス質滓(炉壁)、炉外流出滓の顕微鏡組織

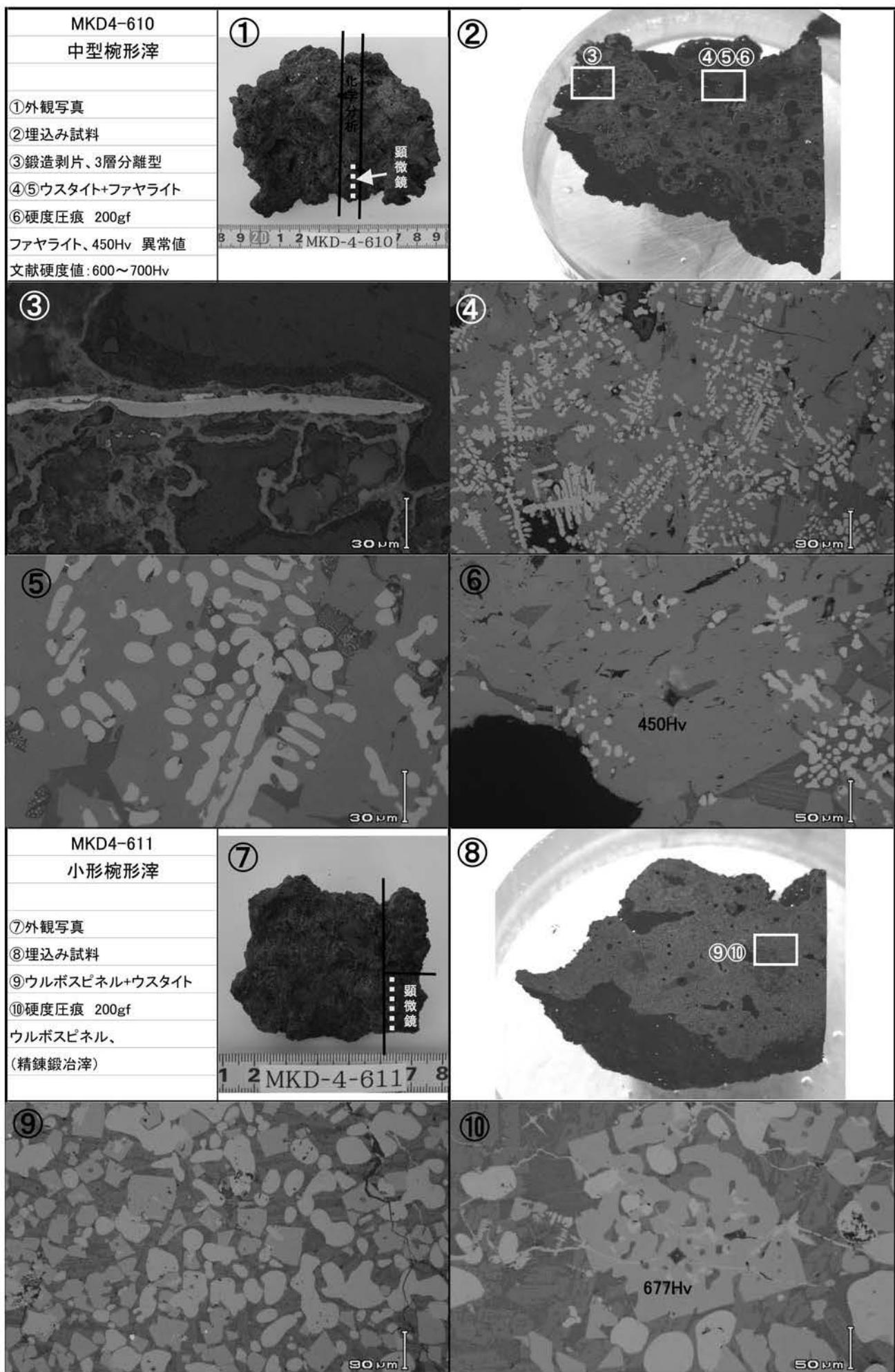


Photo. 5 中型椀形滓(鍛冶)と小形椀形滓(製錬)の顕微鏡組織

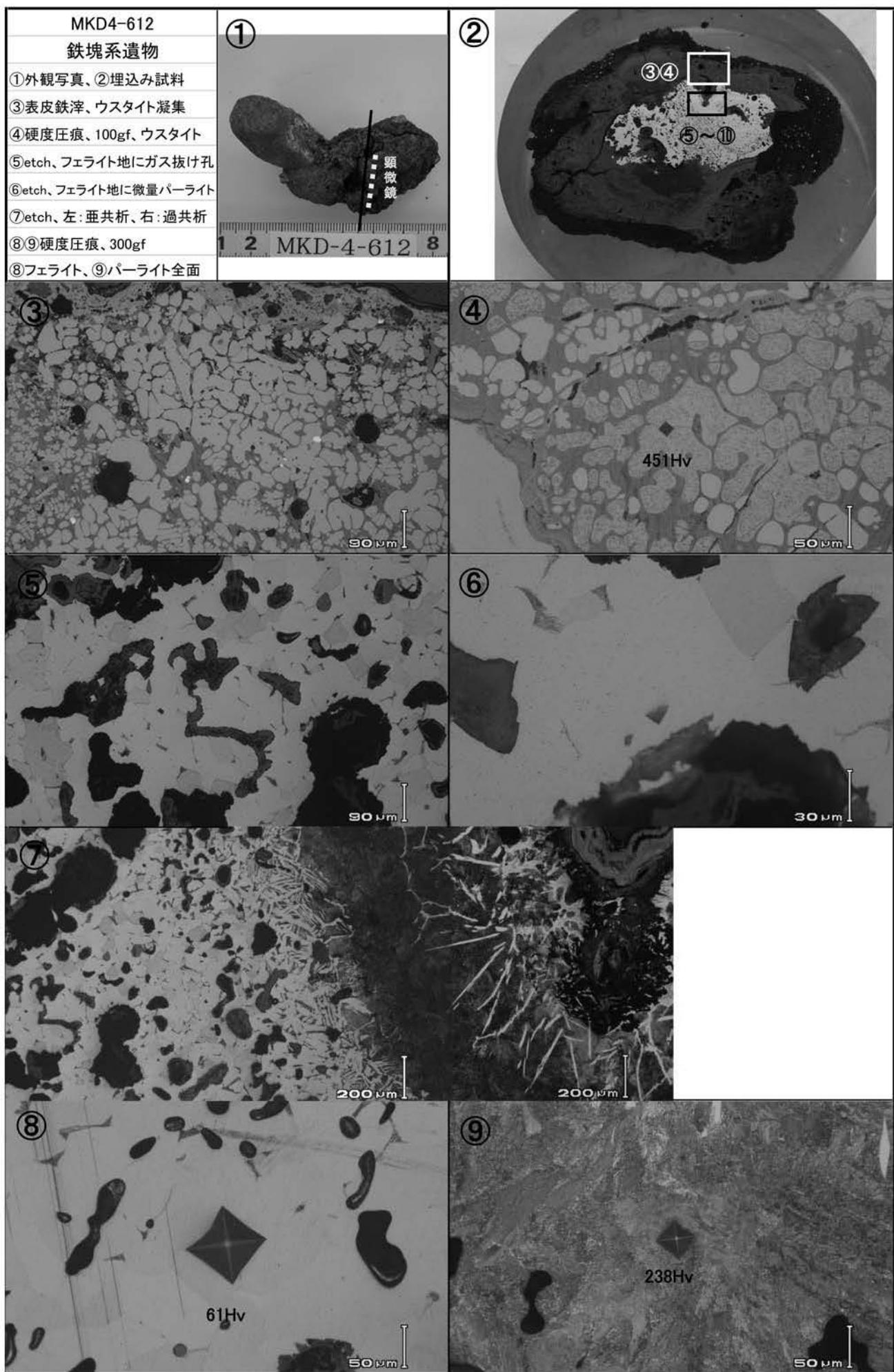


Photo. 6 鉄塊系遺物の顕微鏡組織

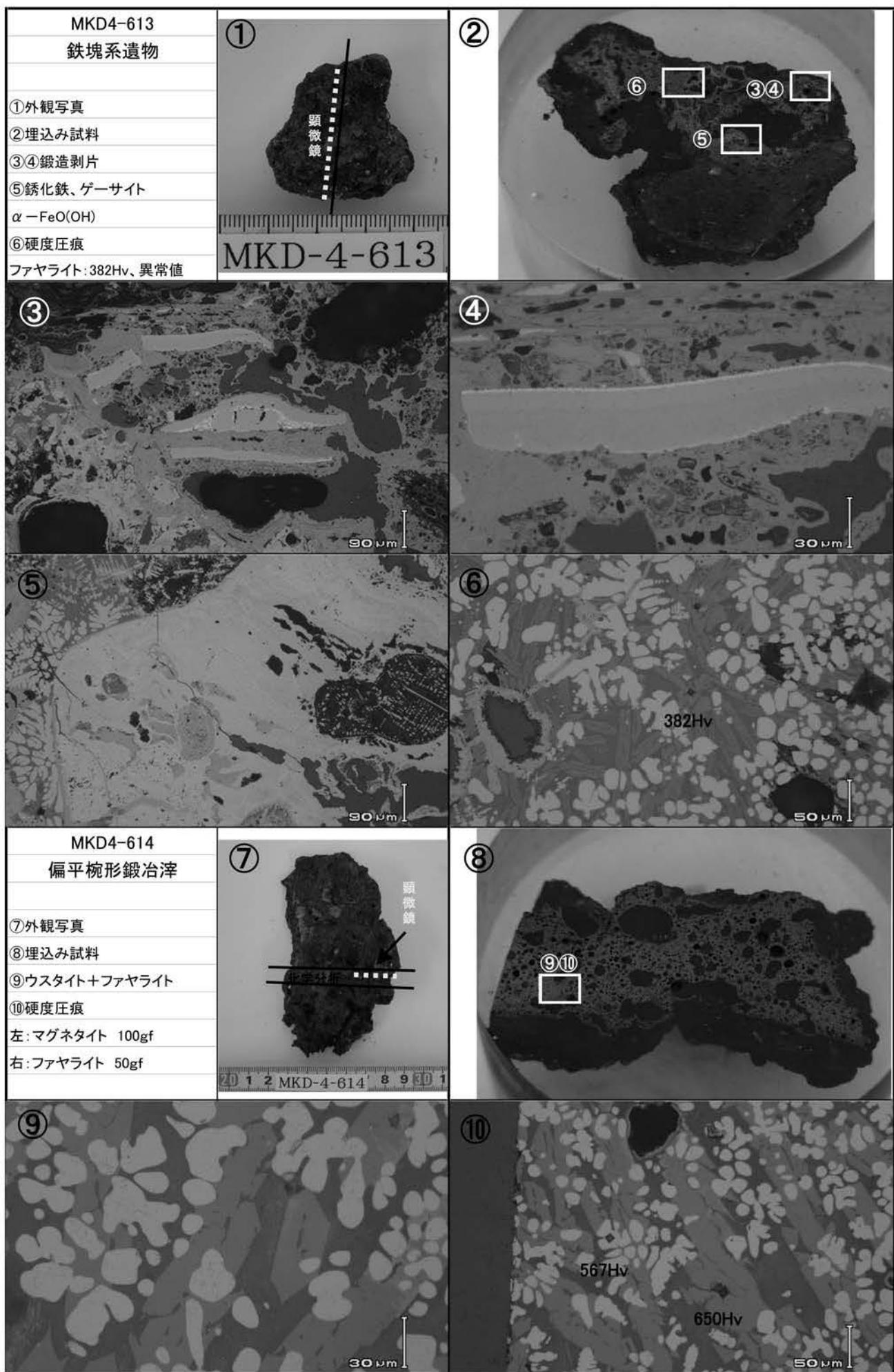


Photo. 7 鉄塊系遺物、偏平椀形鍛冶滓の顕微鏡組織

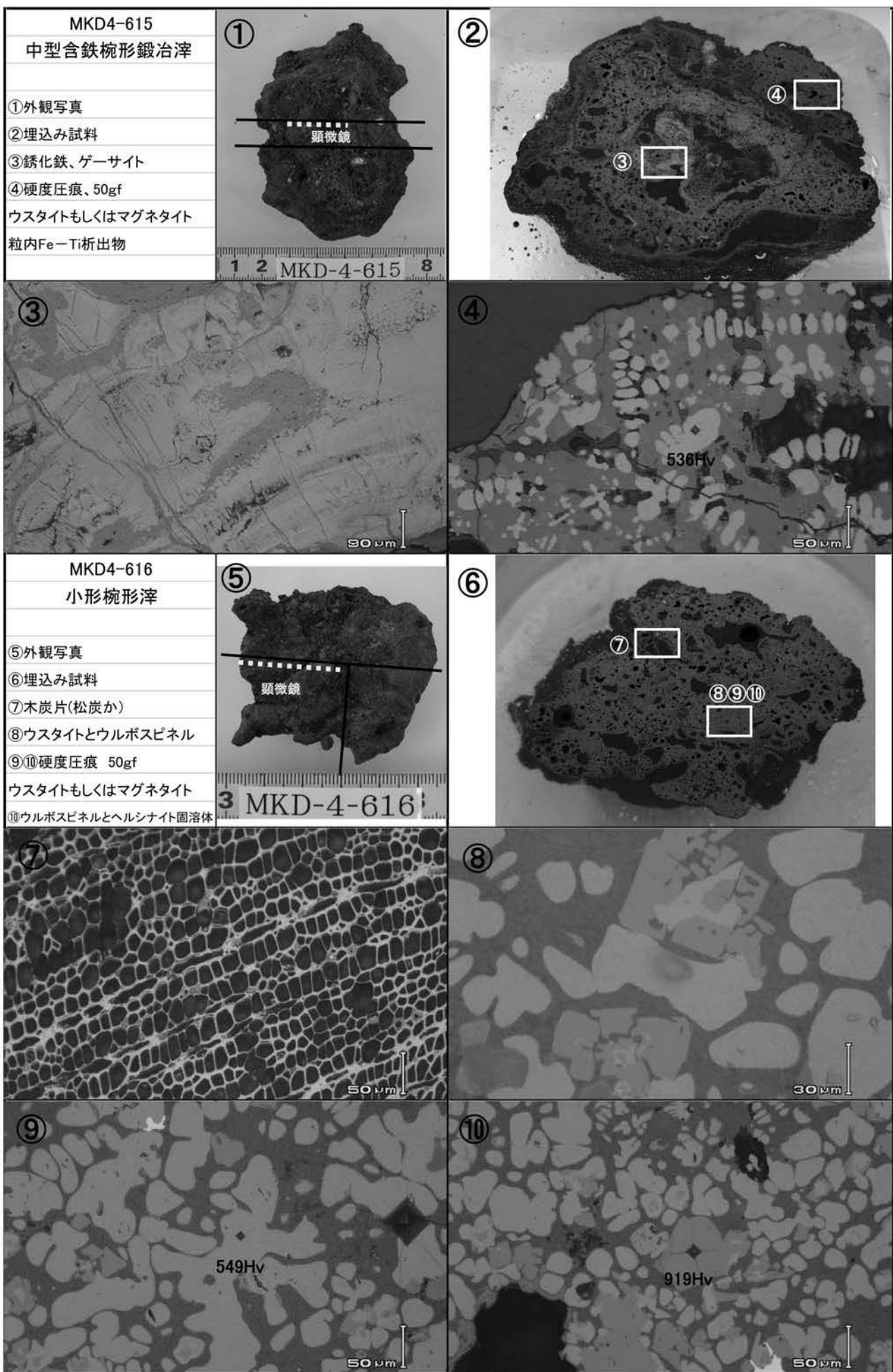


Photo. 8 中型椀形鍛治滓、小形椀形滓の顕微鏡組織

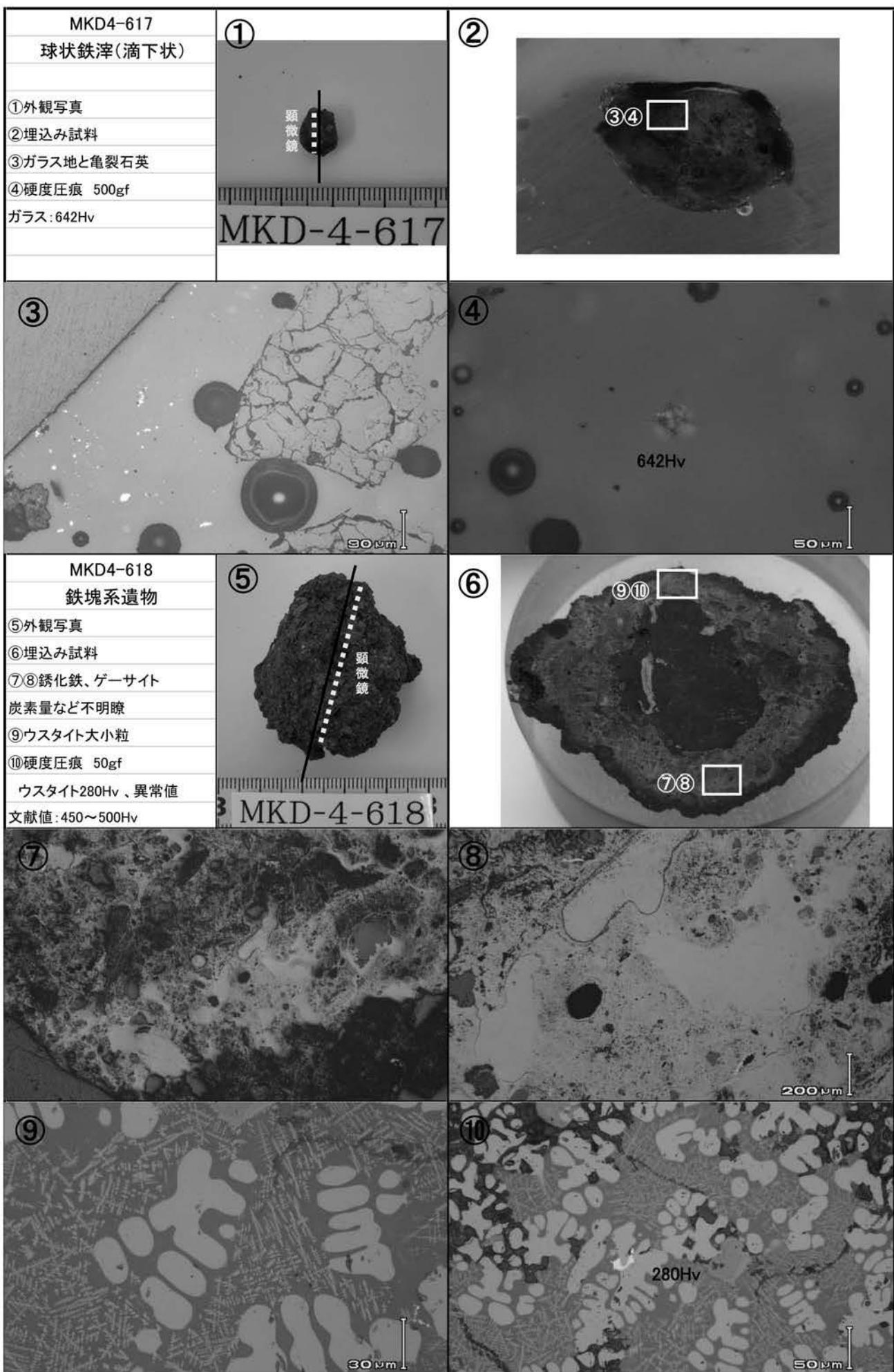


Photo. 9 球状鉄滓(ガラス)、鉄塊系遺物の顕微鏡組織

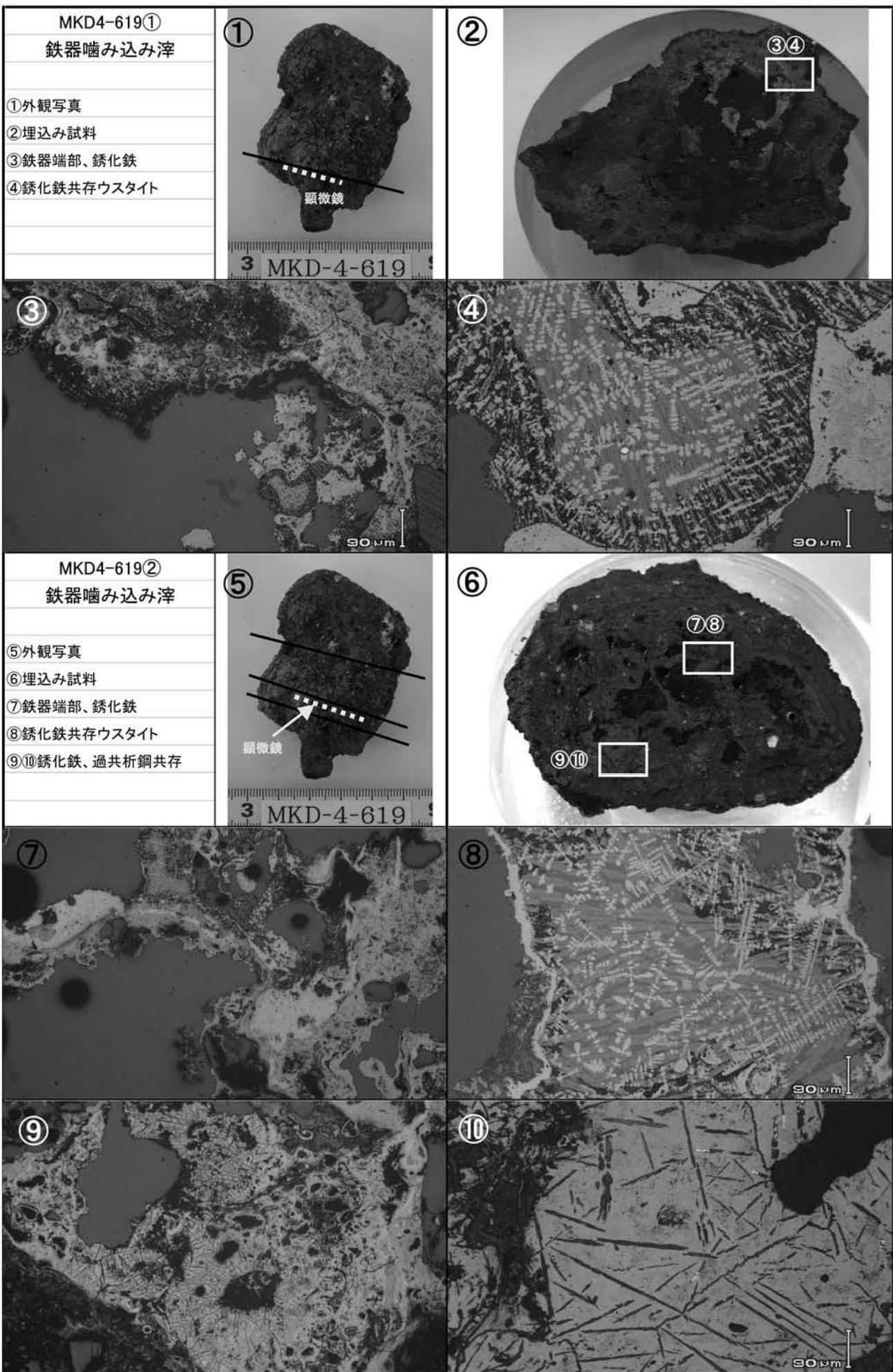


Photo. 10 鉄器嗜み込み滓の顕微鏡組織

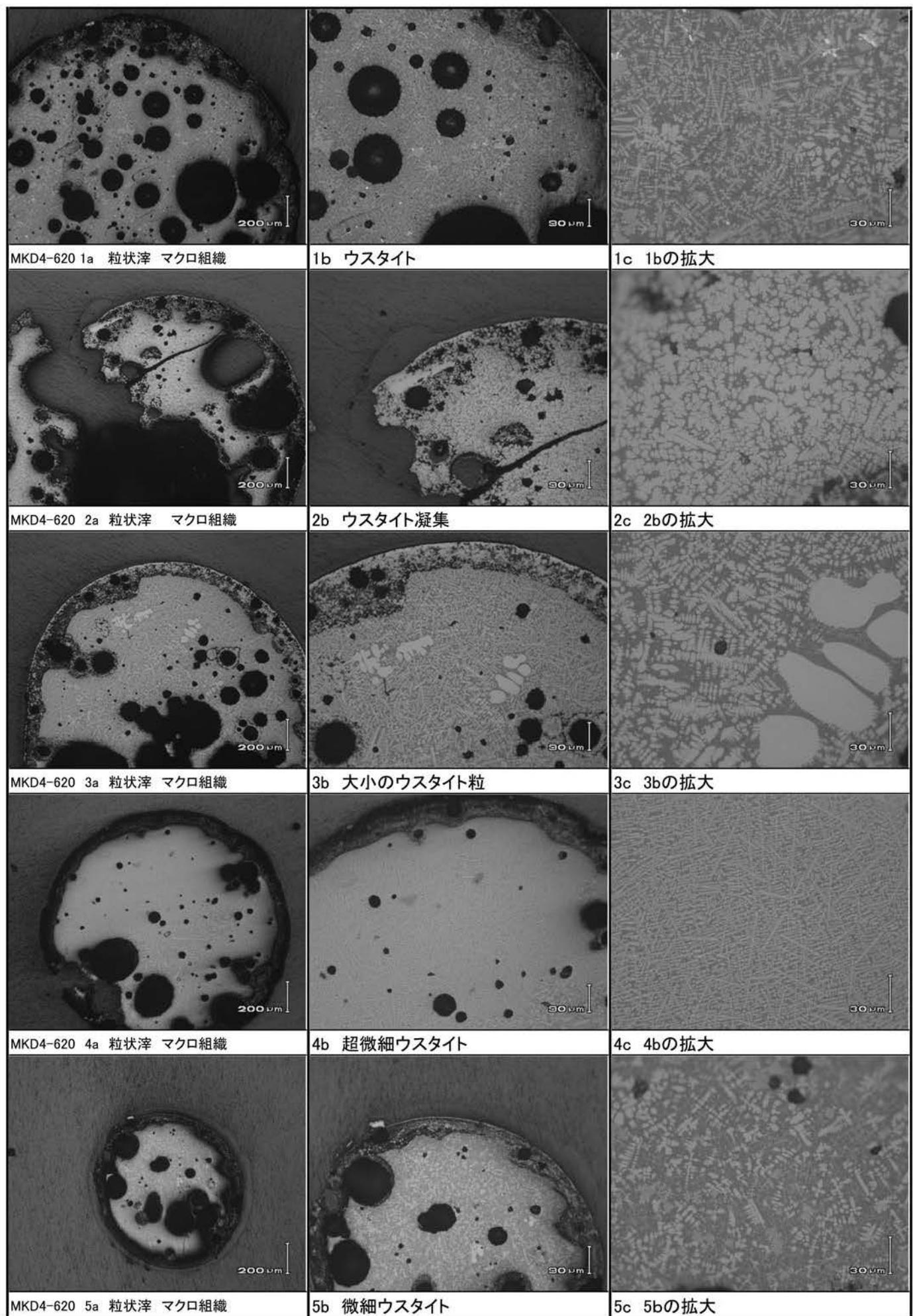


Photo. 11 粒状滓の顕微鏡組織

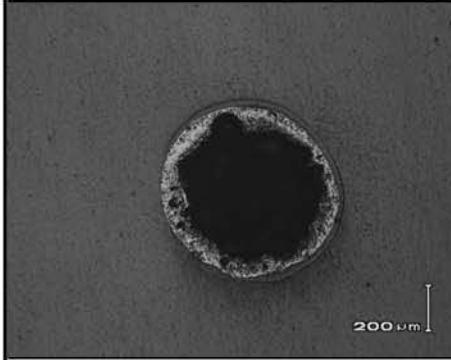
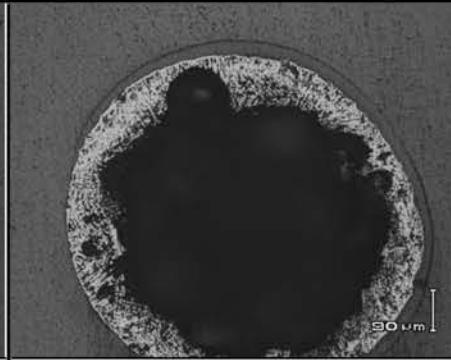
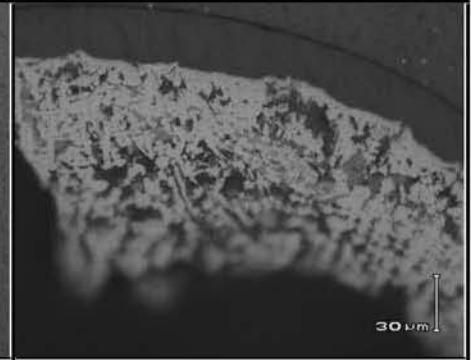
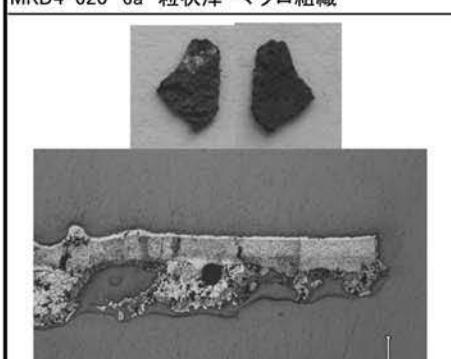
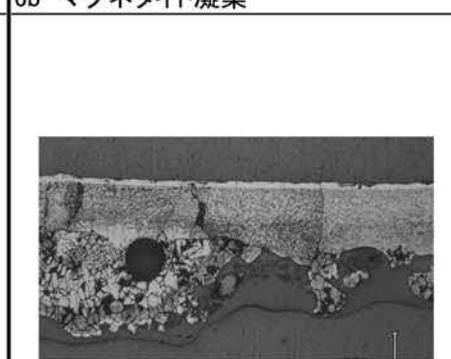
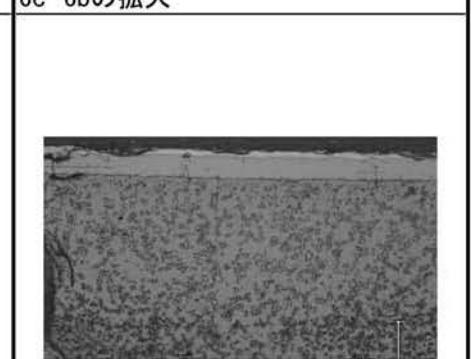
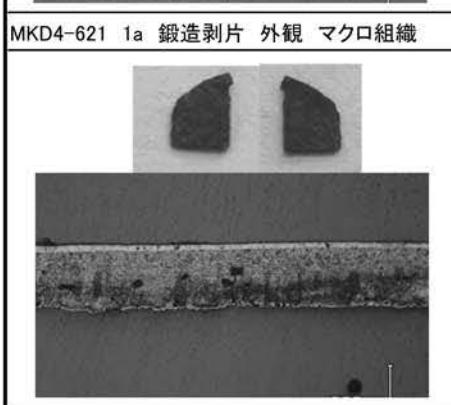
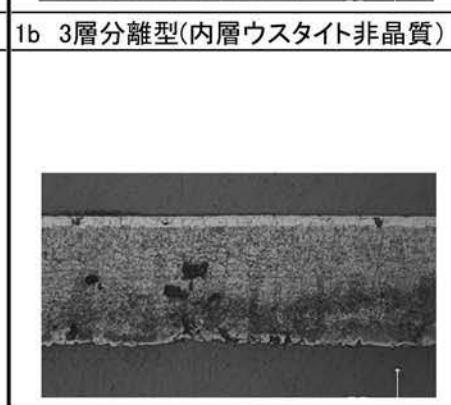
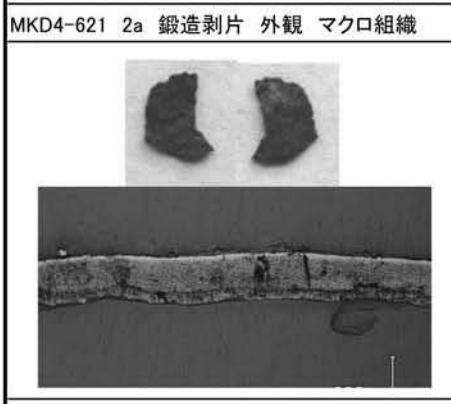
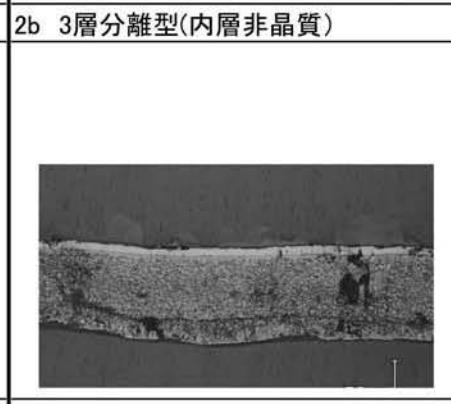
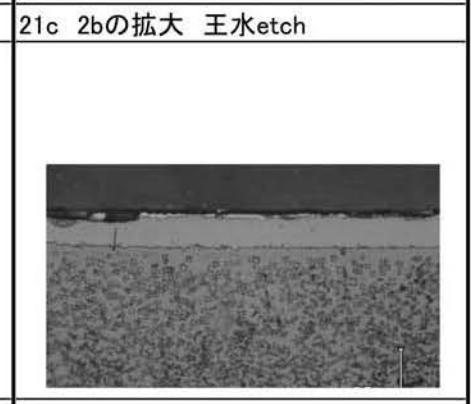
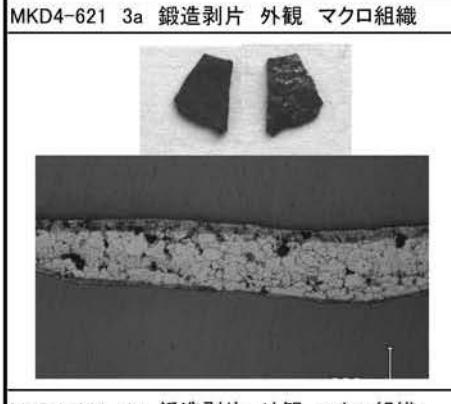
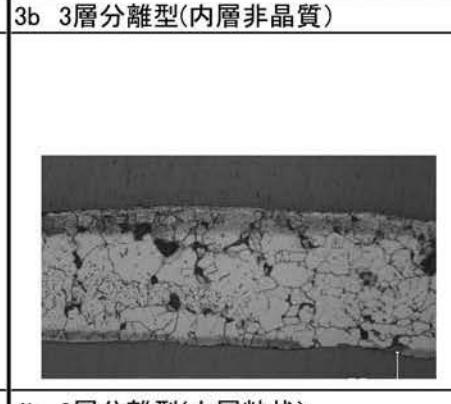
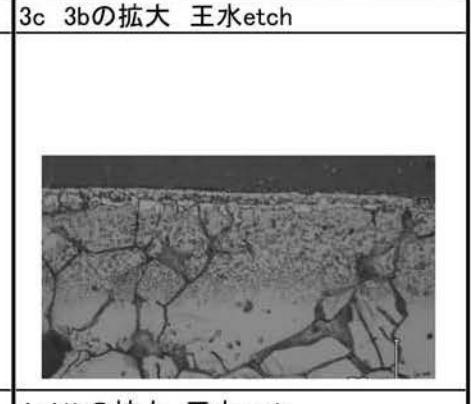
		
MKD4-620 6a 粒状滓 マクロ組織	6b マグネタイト凝集	6c 6bの拡大
		
MKD4-621 1a 鍛造剥片 外観 マクロ組織	1b 3層分離型(内層ウスタイト非晶質)	1c 1bの拡大 王水etch
		
MKD4-621 2a 鍛造剥片 外観 マクロ組織	2b 3層分離型(内層非晶質)	2c 2bの拡大 王水etch
		
MKD4-621 3a 鍛造剥片 外観 マクロ組織	3b 3層分離型(内層非晶質)	3c 3bの拡大 王水etch
		
MKD4-621 4a 鍛造剥片 外観 マクロ組織	4b 3層分離型(内層粒状)	4c 4bの拡大 王水etch

Photo. 12 粒状滓、鍛造剥片の顕微鏡組織

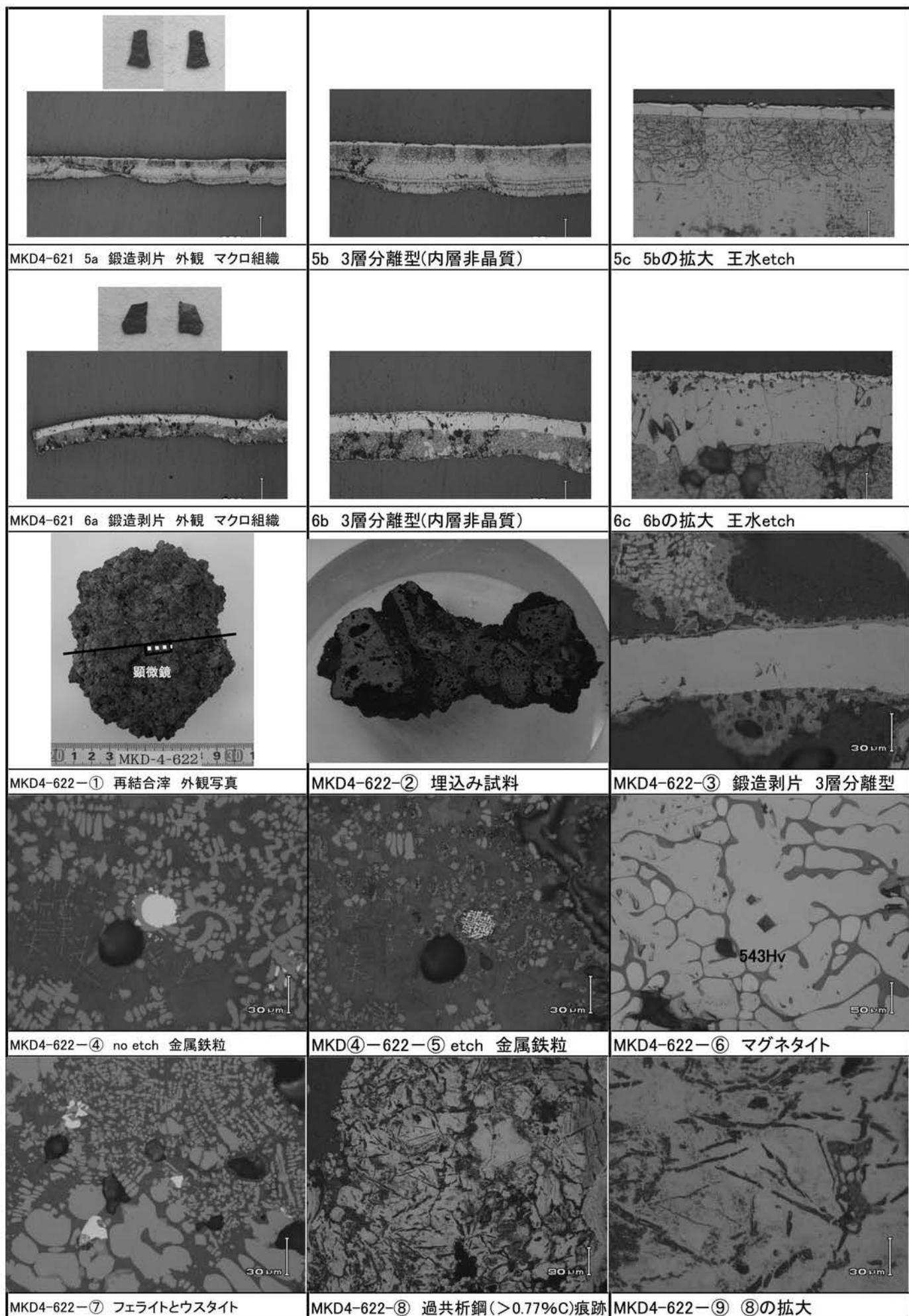


Photo. 13 鍛造剥片、再結合渾の顕微鏡組織

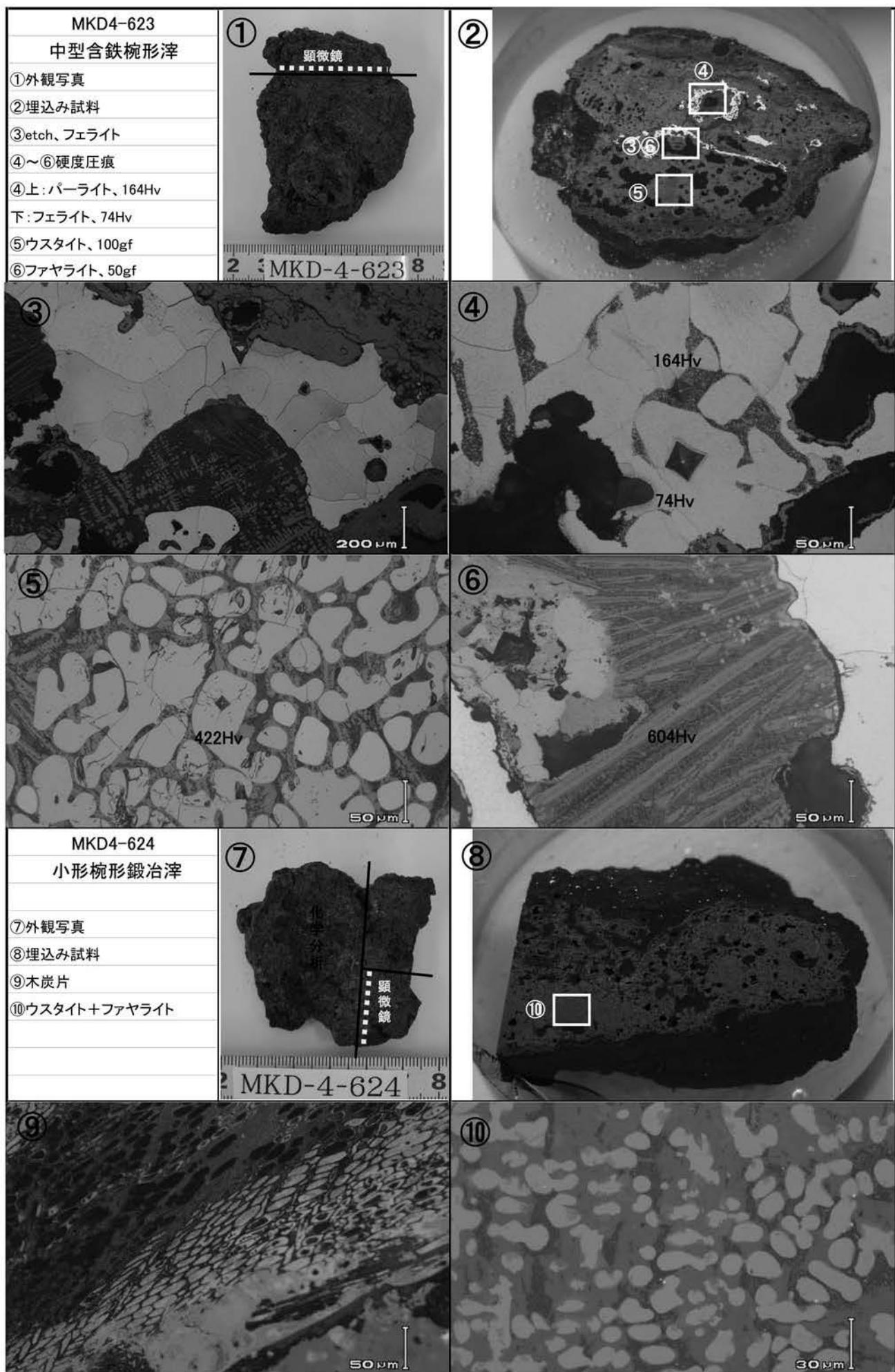


Photo. 14 中型含鉄椀形滓、小形椀形滓の顕微鏡組織

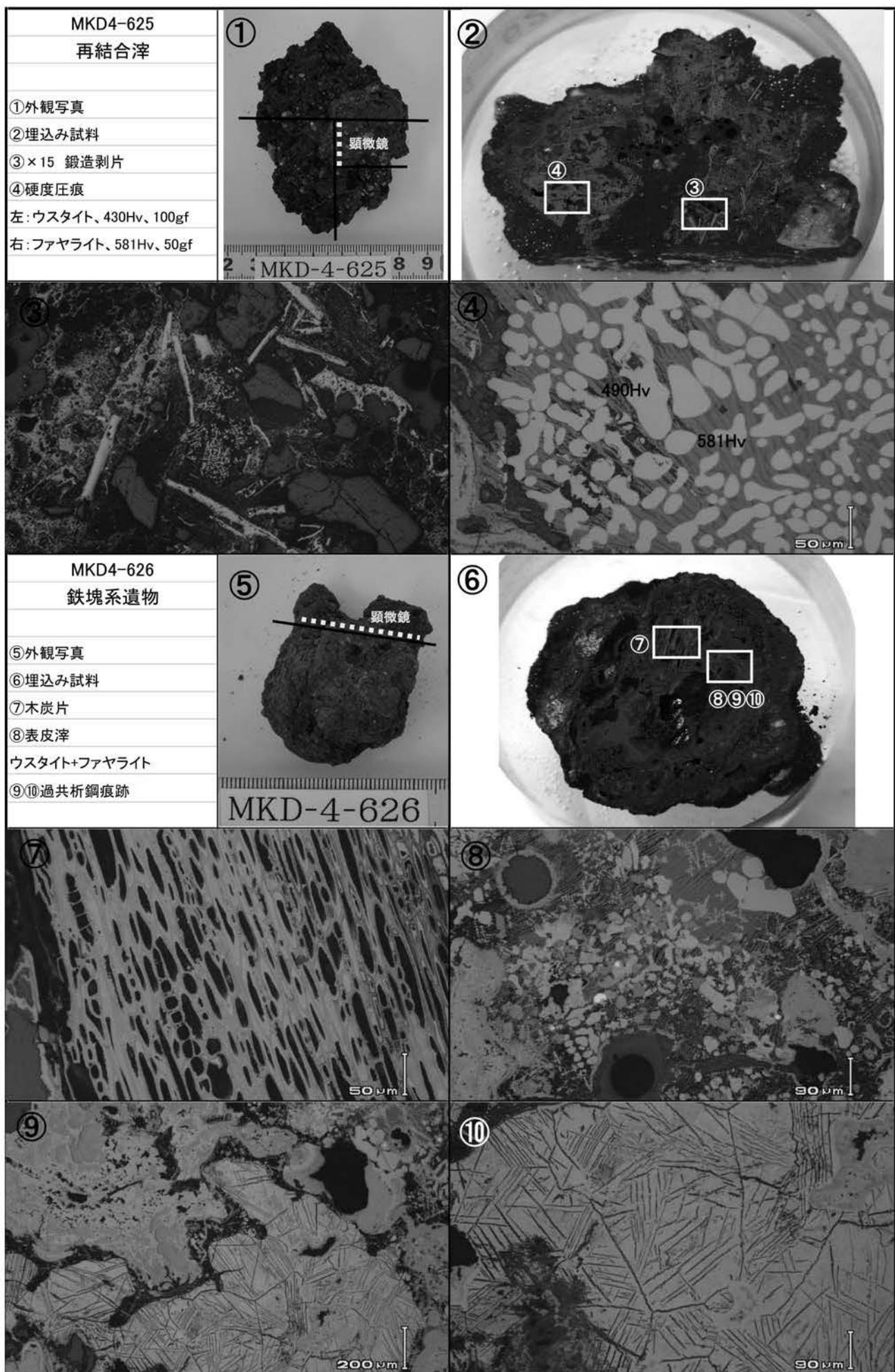
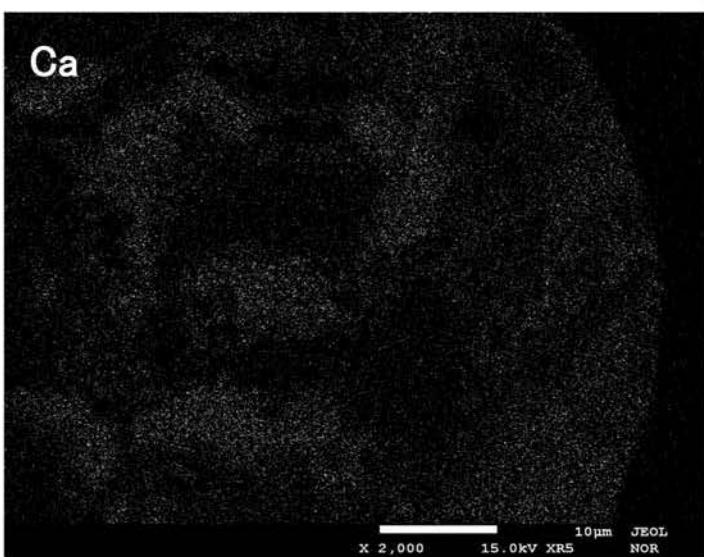
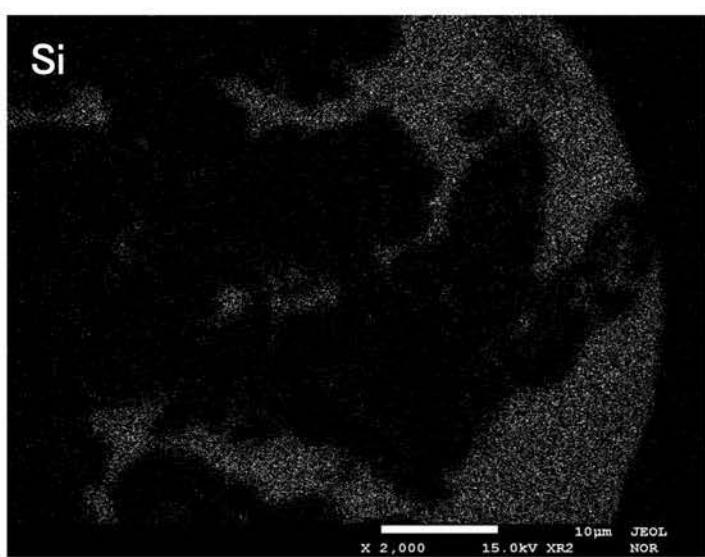
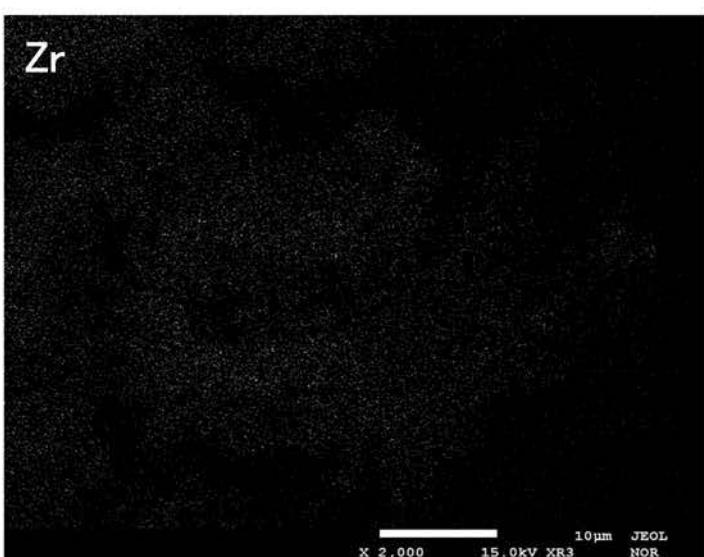
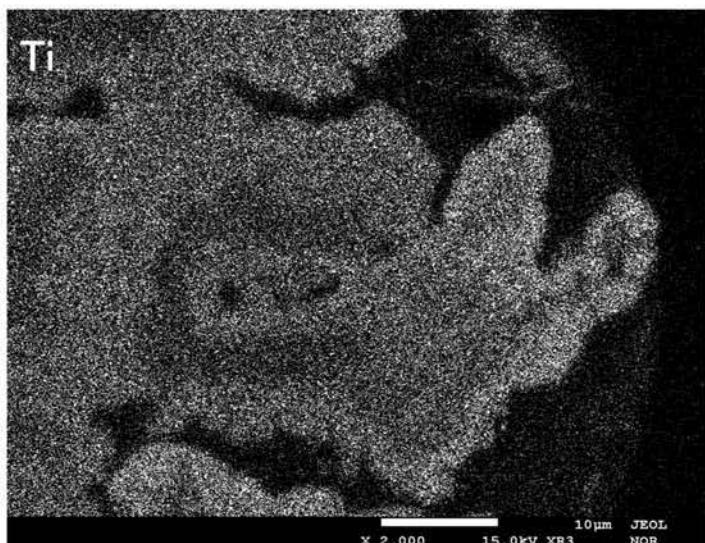
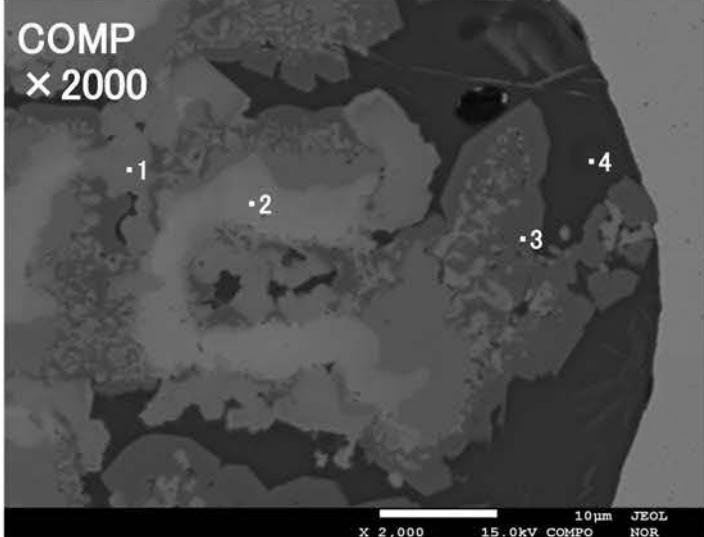


Photo. 15 再結合滓、鉄塊系遺物の顕微鏡組織



分析点1:ジルコノライト? (Zirconolite: CaZrTi₂O₇)

分析点2:タゼラナイト? (tazheranite: CaTiZrO₈)

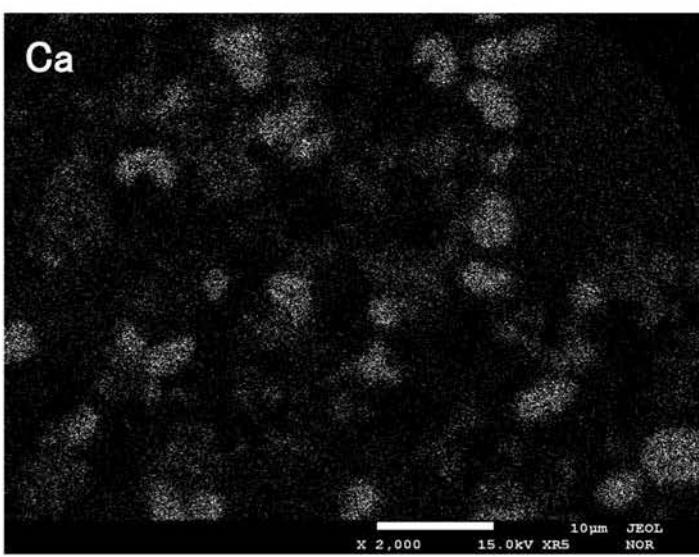
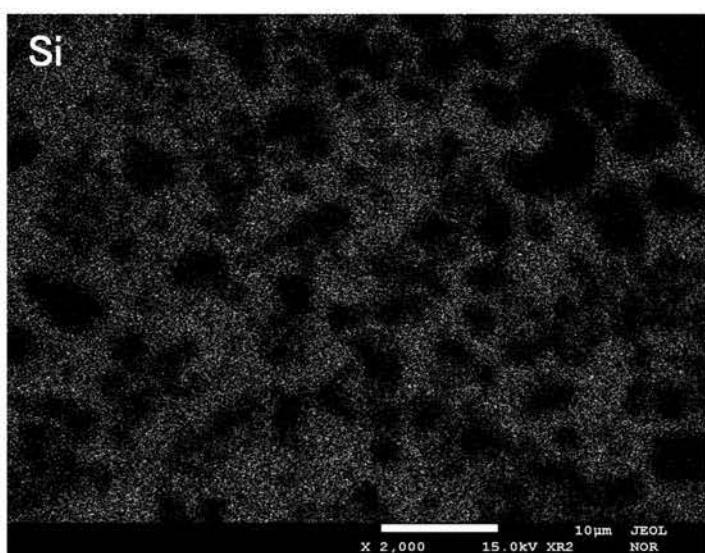
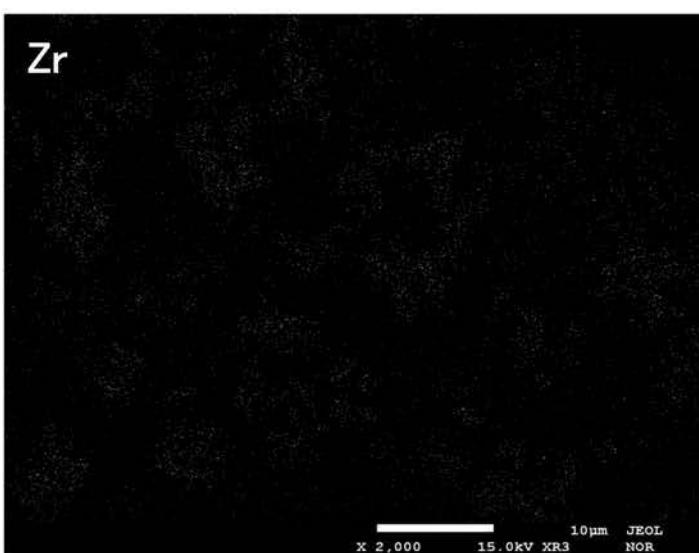
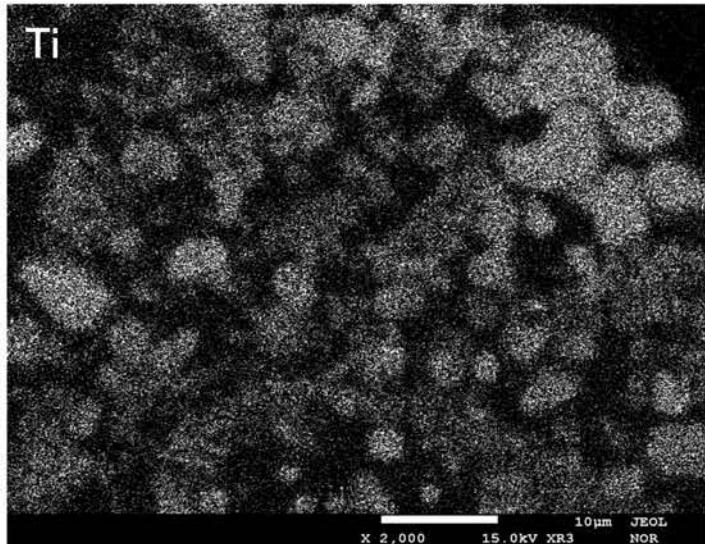
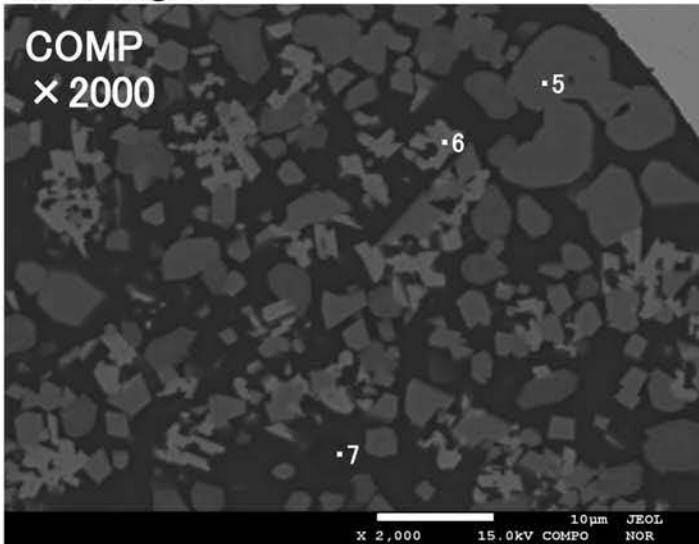
Ca=Ca、Fe、Mn、Mg

分析点3:ルチル(rutile: TiO₂)

分析点4:ガラス(glass)

Element	1	2	3	4
MgO	0.831	2.093	2.399	3.189
SiO ₂	0.140	0.079	0.081	54.554
Al ₂ O ₃	0.329	0.421	0.353	8.514
K ₂ O	-	0.010	0.637	6.831
CaO	10.042	1.664	3.277	8.426
TiO ₂	44.503	26.912	67.016	8.653
S	0.013	0.013	0.002	0.108
P ₂ O ₅	-	-	-	1.254
F	0.132	0.135	0.085	0.095
Na ₂ O	0.043	0.042	0.035	0.555
ZrO ₂	35.520	55.745	6.935	2.066
SrO	0.150	0.168	0.114	-
CuO	-	0.062	-	0.029
FeO	3.213	5.087	6.069	4.878
MnO	1.538	1.955	2.013	2.723
Cr ₂ O ₃	0.757	1.851	3.850	0.011
V ₂ O ₃	1.855	5.905	6.609	0.158
Total	99.010	102.085	99.439	102.004

Photo.16 EPMA調査



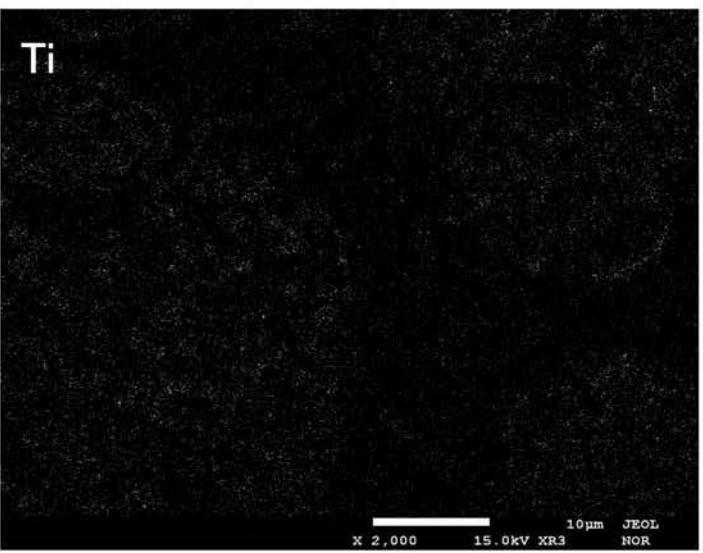
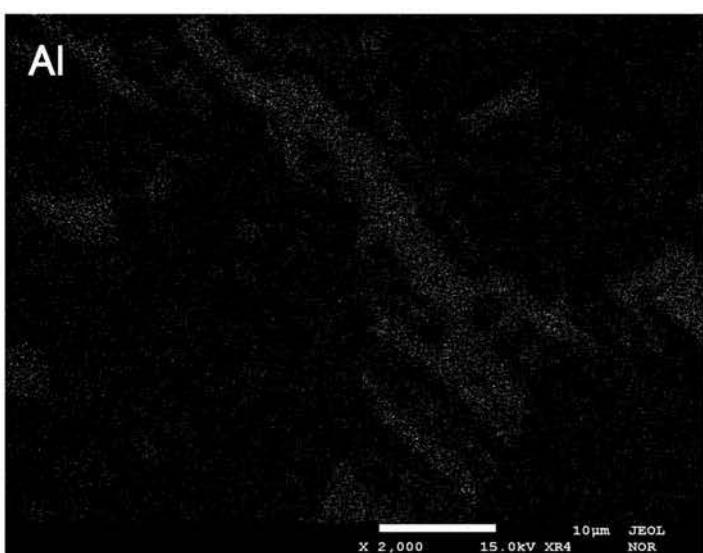
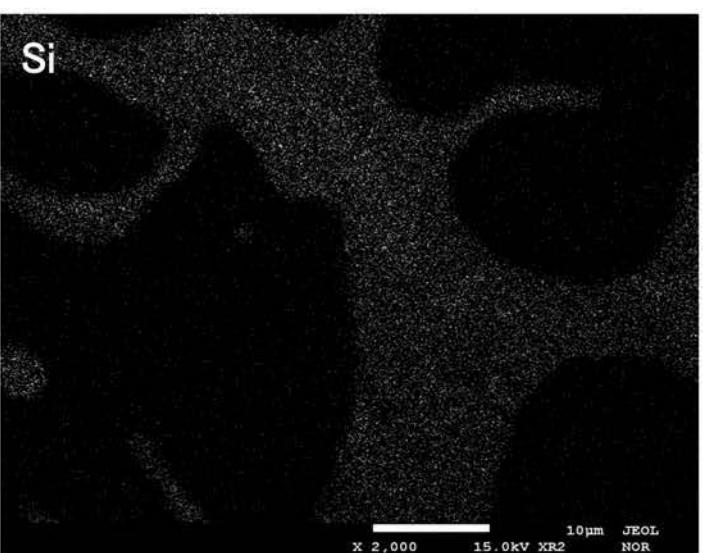
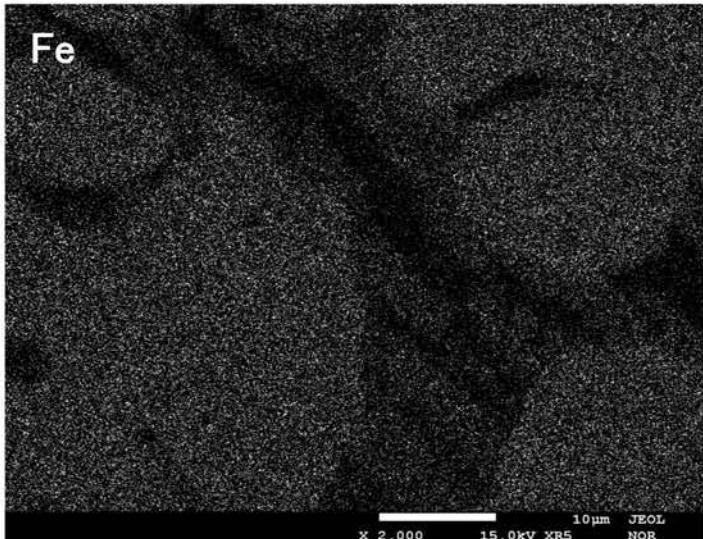
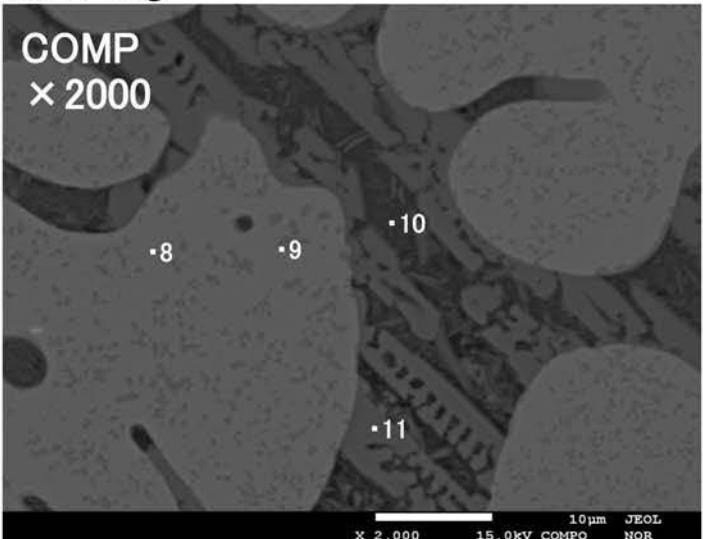
Element	5	6	7
MgO	2.586	0.287	3.470
SiO ₂	0.070	1.565	58.240
Al ₂ O ₃	0.353	0.393	9.371
K ₂ O	0.678	0.487	8.355
CaO	3.390	14.506	2.076
TiO ₂	67.485	48.795	7.597
S	-	-	0.104
P ₂ O ₅	-	-	0.750
F	-	0.072	-
Na ₂ O	0.069	0.027	0.658
ZrO ₂	6.875	29.975	1.584
SrO	0.072	0.061	-
CuO	-	-	0.045
FeO	5.668	1.533	5.508
MnO	1.741	0.659	2.021
Cr ₂ O ₃	3.071	0.328	0.071
V ₂ O ₃	8.337	1.245	0.135
Total	100.435	99.903	99.985

分析点5: ルチル(rutile : TiO₂)分析点1: ジルコノライト? (Zirconolite : CaZrTi₂O₇)

分析点7: ガラス(glass)

Photo.17 EPMA調査

MKD-4-612②



Element	8	9	10	11
MgO	0.176	0.170	0.029	1.622
SiO ₂	0.412	0.461	40.219	30.292
Al ₂ O ₃	0.366	5.207	17.282	1.037
K ₂ O	—	—	4.803	—
CaO	—	0.049	11.437	2.692
TiO ₂	0.871	11.218	0.700	0.320
S	0.009	—	0.222	0.024
P ₂ O ₅	—	—	1.461	0.325
F	—	—	0.038	—
Na ₂ O	0.024	0.023	1.836	0.037
ZrO ₂	0.553	1.508	2.501	0.401
SrO	—	—	—	—
CuO	0.003	—	0.014	0.017
FeO	92.584	73.049	20.334	60.405
MnO	0.136	0.166	0.058	0.417
Cr ₂ O ₃	0.154	0.820	0.016	0.021
V ₂ O ₃	0.161	0.930	—	0.029
Total	95.449	93.601	100.934	97.639

分析点8:Wüstite(FeO)

分析点9:Wüstite(FeO)

分析点10:ガラス(glass)

分析点11:fayalite(2FeO·SiO₂)

Photo.18 EPMA調査



写真 1 調査区北半部全景（北から）



写真 2 調査区北半部南側（南から）



写真 3 調査区南半部全景（北から）



写真 4 調査区南半部全景（南から）



写真 5 SC-6001 (西から)



写真 6 SC-6001 (南から)



写真 7 SC-6002 (南東から)

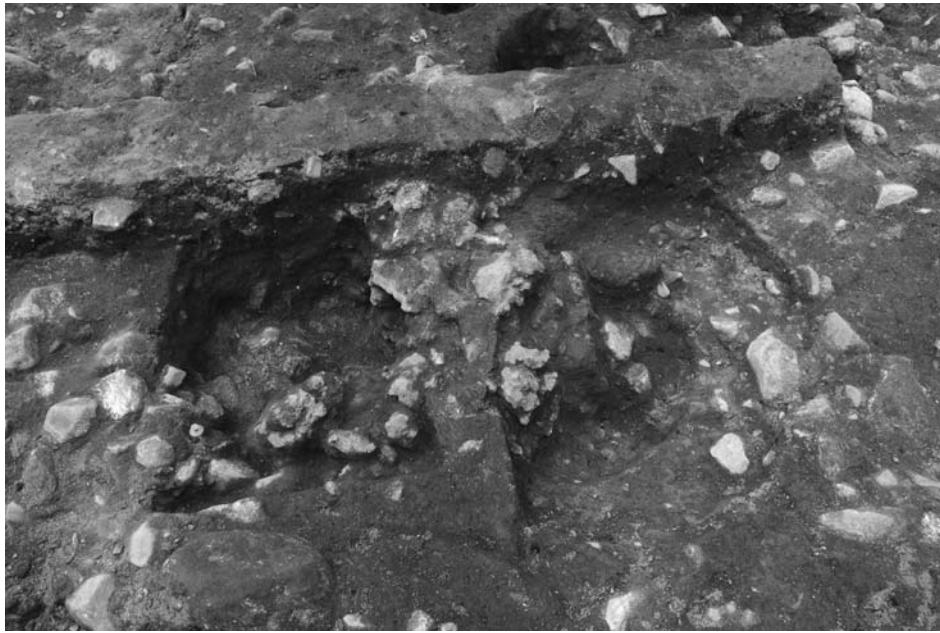


写真 8 SK-6012 (東から)



写真 9 SK-6014 (南から)

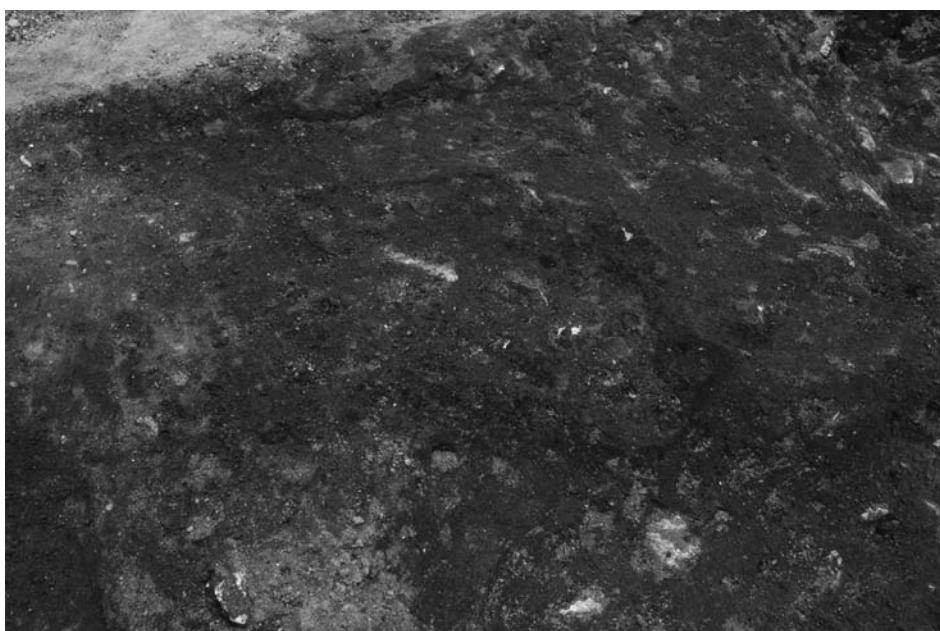


写真 10 SK-6015 (南から)

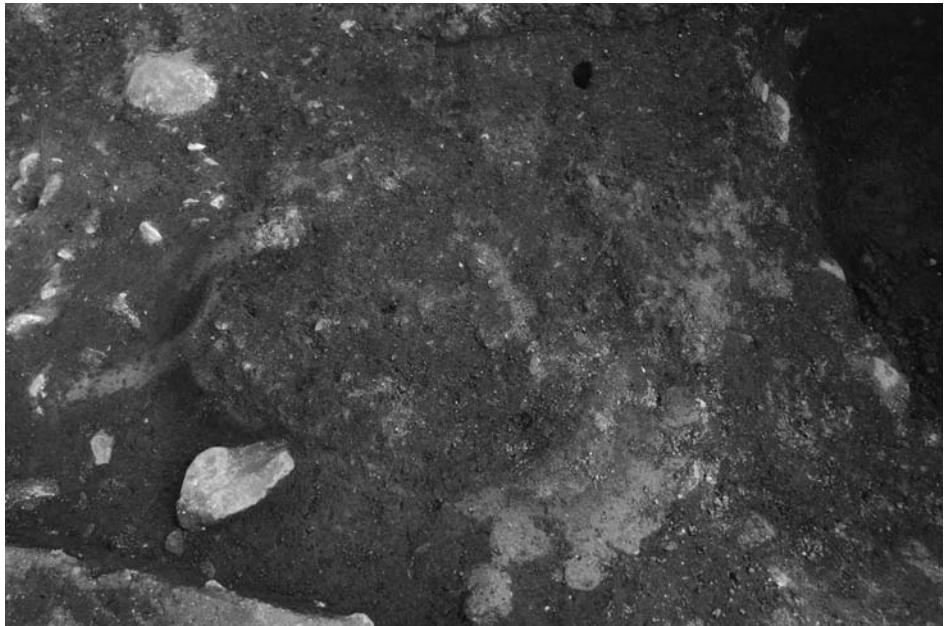


写真 11 SK-6018 (南から)



写真12 SK-6019 (南東から)



写真13 SK-6013 (北から)



写真14 SK-6017（北東から）



写真15 SR-6016（西から）



写真16 SR-6016遺物出土状況（西から）

報 告 書 抄 錄

ふりがな	まつのだ 5							
書名	松木田 5							
副書名	松木田遺跡第4次調査6区の報告							
シリーズ名	福岡市埋蔵文化財調査報告書							
シリーズ番号	第1242集							
編著者名	大塚紀宜(編)・大澤正己							
編集機関	福岡市教育委員会							
所在地	〒810-8621 福岡市中央区天神1丁目8番1号							
発行年月日	2014年3月24日							
ふりがな 所収遺跡名	ふりがな 所在地	コード		北緯	東経	発掘期間	発掘面積	発掘原因
まつだいせき 松木田遺跡 第4次調査	ふくおかんふくおかし 福岡県福岡市 さわらくわら 早良区早良3・4丁目	市町村 40130	遺跡番号 0789	33° 30' 33"	130° 19' 59"	20090415～ 20101007	5,626	記録保存調査
所収遺跡名	種別	主な時代	主な遺構	主な遺物	特記事項			
松木田遺跡第4次	集落	古墳時代・古代・中世	堅穴住居・土坑・鍛冶炉	土師器・黒色土器・陶磁器・鉄滓				
要 約	6区では古墳時代の方形堅穴住居2棟、古代の鍛冶炉4基、古代の土壙墓1基を確認した。堅穴住居は中央に炉を備え、2面にベッド状遺構を備える。鍛冶炉は古墳時代遺構面の上層で検出され、遺構周囲の包含層からは製錬滓も出土した。土壙墓からは副葬品として、黒色土器2点が口を合わせる形で出土した。調査区から出土した鉄滓・製錬関連資料について分析を行った。							

福岡市埋蔵文化財調査報告書第1242集

松木田 5

—松木田遺跡第4次調査6区の報告—

2014年（平成26年）3月24日

発行 福岡市教育委員会

福岡市中央区天神1丁目8-1

印刷 陽文社印刷株式会社

福岡市南区大楠2丁目4-10