# 第６章　諏訪西土取場遺跡第２次調査の方法と成果

## 第１節　調査の方法

調査地は、諏訪西土取場遺跡と坂長米子道端ノ中遺跡の中間を横断する米子市道部分を対象とした。調査は、道路下の基礎部分を重機にて掘削したのち、人力にて包含層を掘削し、遺構検出作業を行った。

## 第２節　遺跡の層序

調査地の層序は、上層から中層部分が道路工事によって撹乱されており、一部は遺構面にまで達していた。遺物包含層は、西側の部分では遺構検出面の上層20cm程度しか残存しておらず、遺物の出土量も少数に留まった。

## 第３節　検出した遺構

**落し穴７**（第62図）

落し穴７は平面形が楕円形を呈し、規模は長径1.6m、短径1.1m、深さ1.3mをはかり、土坑中央に直径30cm、深さ40cmの小ピットを持つ。埋土は、上層から下層にかけて黒色土中にロームブロックが混じる。埋土中からは、外面に粗い条痕を施す土器片（Po.133）が１点出土している。

**落し穴８**（第62図）

落し穴８は平面形が楕円形を呈し、規模は長径１m、短径0.6m、深さ１mをはかり、土坑中央に直径20cm、深さ20cmの小ピットを持つ。埋土は、上層に黒色土が堆積し、下層はロームブロックの混じる黒褐色土である。この遺構からの出土遺物は無く、明確な時期は不明である。

**落し穴９**（第62図）

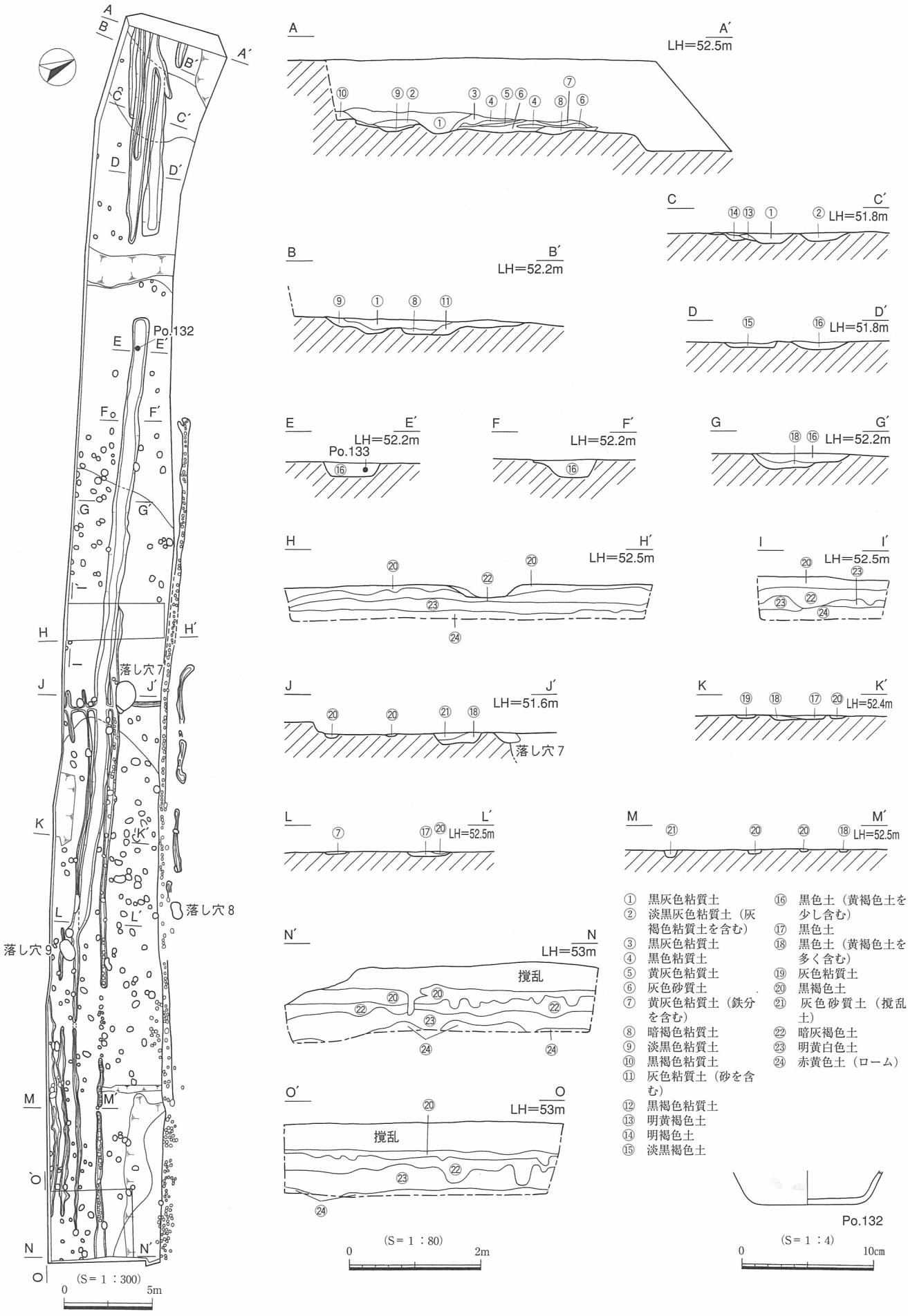
落し穴９は平面形が楕円形を呈し、規模は長径1.2m、短径0.6m、深さ1.4mをはかり、土坑中央に直径15cm、深さ40cmの小ピットを持つ。埋土は、下層の黒色土中にロームブロックが混じる。この遺構からの出土遺物は無く、明確な時期は不明である。

## 第４節　遺構に伴わない遺物

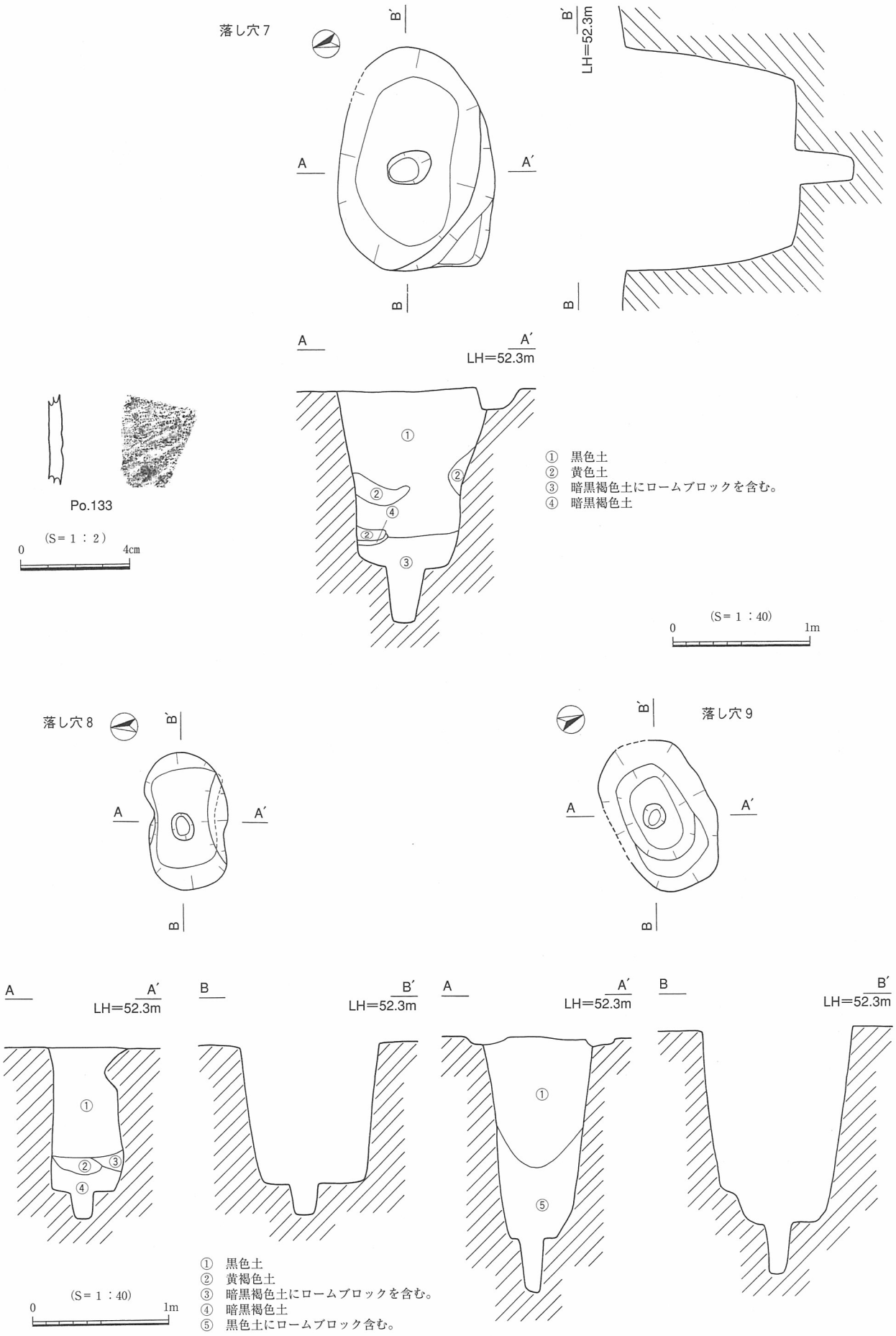
遺構に伴わない遺物は、包含層や撹乱土中から、古代の須恵器や近世以降の陶磁器類、石鏃が出土している。遺物の詳細は、一覧表に掲載する。

## 第５節　小結

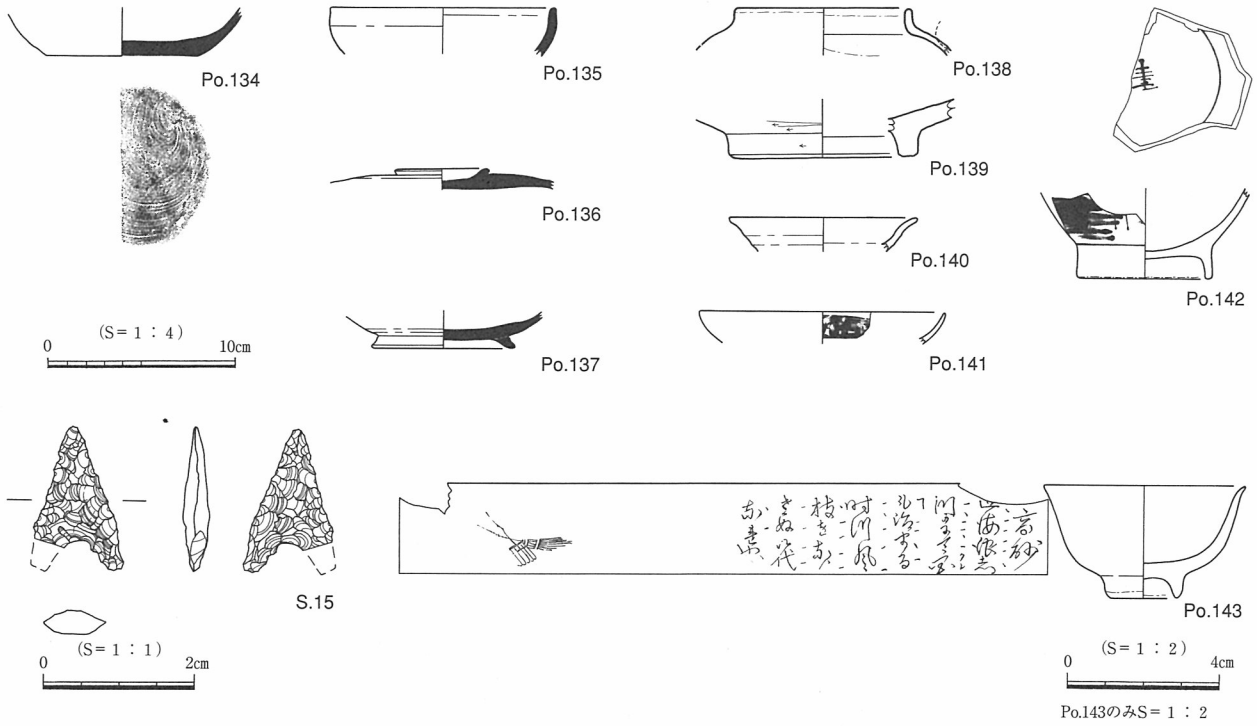
今回の調査地は、諏訪西土取場遺跡に関連する施設の存在が推定されていたが、道路建設による撹乱が著しかったため、古代の遺構を検出するには至らなかった。しかしながら、縄紋時代のものと考えられる落し穴を３基検出し、隣接地の調査成果と同様に、この丘陵地一帯が狩猟の場として機能していたことを示す資料が得られた。なお、調査地には溝状の遺構が複数条認められ、その中には土師器坏（Po.132）が出土している溝状の遺構も存在するが、現行道路と重複して見つかっていることから、古代集落の境界を示す遺構ではないと判断した。




第61図　諏訪西土取場遺跡第２次調査　調査区平・断面図




第62図　諏訪西土取場遺跡第２次調査　落し穴７～９遺構・遺物図




第63図　諏訪西土取場遺跡第２次調査　出土遺物図

表16　諏訪西土取場遺跡第２次調査出土遺物観察表（復元値、反転・残存値は（　）で表示）

| 図 | No. | 層位・地区 | 器種 | 法量（cm） | | | 色調 | 調整 | | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 口径 | 底径 | 器高 | | 内面 | 外面 | |
| 61 | Po.132 | 溝１ | 土師器、坏身 | | (8.2) | (2.6) | 淡赤褐色 | ナデ | 風化 | 赤色塗彩 |
| 62 | Po.133 | 落し穴７ | 縄紋土器 | | | (3.4) | 茶灰褐色 | 風化 | 条痕 | |
| 63 | Po.134 | 包含層 | 須恵器、坏身 | | 8.1 | (2.6) | 淡赤灰色 | ナデ | 底部回転糸切 | |
| 63 | Po.135 | 包含層 | 須恵器、坏身 | (11.8) | | (2.5) | 暗灰色 | ナデ | ナデ | |
| 63 | Po.136 | 包含層 | 須恵器、坏蓋 | | 4.8 | (1.1) | 暗灰色 | ナデ | ケズリ | |
| 63 | Po.137 | 包含層 | 須恵器、坏身 | | 7.2 | (2) | 青灰色 | ナデ | ナデ | |
| 63 | Po.138 | 包含層 | 陶器、土瓶 | (9) | | (2.5) | 暗灰色 | 濃灰色の釉 | 白灰色の釉 | 外面貫入 |
| 63 | Po.139 | 包含層 | 陶器、皿 | | (8.4) | (3) | 灰茶色 | ナデ | ケズリ | |
| 63 | Po.140 | 包含層 | 磁器、皿 | (9.6) | | (1.8) | 白色 | | | |
| 63 | Po.141 | 包含層 | 磁器、皿 | (12.9) | | (1.7) | 白色 | | | |
| 63 | Po.142 | 包含層 | 磁器、碗 | | (6.8) | (4.8) | 淡青白色 | | | |
| 63 | Po.143 | 包含層 | 磁器、小坏 | 5.3 | 1.7 | 3 | 白色 | | | 文字と箒、熊手の絵 |

表17　諏訪西土取場遺跡第２次調査出土石器観察表

| 図 | No. | 層位・地区 | 種　別 | 法量（cm） | | | 石　材 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 最大長 | 最大幅 | 最大厚 | |
| 63 | S.15 | 包含層中 | 石鏃 | 2 | (1.2) | 0.3 | 黒曜石 |

# 第７章　理化学的分析

## 第１節　諏訪西土取場遺跡出土試料の放射性炭素年代測定（株式会社　古環境研究所）

### １．はじめに

諏訪西土取遺跡の発掘調査では、縄紋時代とみられるものの詳細な時期の不明な落し穴が検出された。そこで、当該遺構の年代を推定することを目的に、埋土から採取された試料について、加速器質量分析法（AMS：Accelerator Mass Spectrometry）により放射性炭素年代測定を行うことになった。測定にあたっては、米国のBeta Analytic Inc., の協力を得た。

### ２．試料と方法

測定試料は、落し穴２の埋土１層から採取された炭化物（試料１）、同埋土２層から採取された炭化物（試料２）、同埋土より出土した土器に付着した炭化物（試料３）の３点である。

分析方法は次のとおりである。まず、前処理として試料に二次的に混入した有機物を取り除くために、蒸留水中で細かく粉砕し、超音波洗浄および煮沸洗浄を行った。次に、試料１と試料２は塩酸（HCl）により炭酸塩を除去した後、水酸化ナトリウム（NaOH）により二次的に混入した有機酸を除去した。さらに塩酸（HCl）で洗浄し、最後にアルカリによって中和した。試料３については微量であることから、塩酸（HCl）による炭酸塩の除去のみを行った。前処理をした試料は、定温乾燥機内で80℃で乾燥した。乾燥後、試料中の炭素を燃焼して二酸化炭素に変え、これを真空ライン内で液体窒素、ドライアイス・メタノール、n−ペンタンを用いて精製し、高純度の二酸化炭素を回収した。こうして得られた二酸化炭素を鉄触媒による水素還元法でグラファイト粉末とし、アルミニウム製のターゲットホルダーに入れてプレス機で圧入しグラファイトターゲットを作製した。これらのターゲットをタンデトロン加速器質量分析計のイオン源にセットして測定した。

表18　試料と方法

| 試料名 | 遺構・資料名 | 種類 | 前処理・調整 | 測定法 |
|---|---|---|---|---|
| No.1 | 落し穴２、１層 | 炭化物 | 酸―アルカリ―酸洗浄 | AMS |
| No.2 | 落し穴２、２層 | 炭化物 | 酸―アルカリ―酸洗浄 | AMS |
| No.3 | 落し穴２、土器 | 炭化物 | 酸洗浄 | AMS |

### ３．結果

年代測定の結果を表19に示す。以下に表中の用語を説明する。

１）$^{14}$C年代測定値

試料の$^{14}$C/$^{12}$C比から、単純に現在（AD1950年）から何年前かを計算した値。$^{14}$Cの半減期は、国際的慣例によりLibbyの5,568年を用いた。

２）$\delta^{13}$C（デルタ）測定値

試料の測定$^{14}$C/$^{12}$C比を補正するための炭素安定同位体比（$^{13}$C/$^{12}$C）。この値は標準物質（PDB）の同位体比からの千分偏差（‰）で表す。

3）補正$^{14}$C年代値

$\delta^{13}$C測定値から試料の炭素の同位体分別を知り、$^{14}$C/$^{12}$Cの測定値に補正値を加えた上で算出した年代。

4）暦年代

過去の宇宙線強度の変動による大気中$^{14}$C濃度の変動を較正することにより算出した年代（西暦）。calはcalibrationした年代値であることを示す。較正には、年代既知の樹木年輪の$^{14}$Cの詳細な測定値、およびサンゴのU-Th年代と$^{14}$C年代の比較により作成された較正曲線を使用した。最新のデータベースでは約19,000年BPまでの換算が可能となっている。ただし、10,000年BP以前のデータはまだ不完全であり、今後も改善される可能性がある。

暦年代の交点とは、補正$^{14}$C年代値と暦年代較正曲線との交点の暦年代値を意味する。1$\sigma$（シグマ）（68%確率）と2$\sigma$（95%確率）は、補正$^{14}$C年代値の偏差の幅を較正曲線に投影した暦年代の幅を示す。したがって、複数の交点が表記される場合や、複数の1$\sigma$・2$\sigma$値が表記される場合もある。

表19　測定結果

| 試料名 | 測定No.<br>(Beta-) | $^{14}$C年代[1)]<br>(年BP) | $\delta^{13}$C[2)]<br>(‰) | 補正$^{14}$C年代[3)]<br>(年BP) | 暦年代（西暦）[4)] |
|---|---|---|---|---|---|
| No.1 | 210500 | 3240±40 | −26.3 | 3220±40 | 交点：cal BC1500<br>1$\sigma$：cal BC1520～1440<br>2$\sigma$：cal BC1540～1410 |
| No.2 | 210501 | 2880±40 | −27.1 | 2850±40 | 交点：cal BC1000<br>1$\sigma$：cal BC1040～940<br>2$\sigma$：cal BC1120～910 |
| No.3 | 210502 | 3030±40 | −25.7 | 3020±40 | 交点：cal BC1280<br>1$\sigma$：cal BC1360～1210<br>2$\sigma$：cal BC1390～1130 |

## 4．所見

得られた年代値を同位体分別効果により補正し、さらに暦年代較正を行った結果、試料1では3220±40年BP（2$\sigma$の暦年代でBC1540～1410年）、試料2では2850±40年BP（同じくBC1120～910年）、試料3では3020±40年BP（同じくBC1390～1130年）の年代値が得られた。

これら2つの試料は同じ遺構から検出されたものであるが、補正$^{14}$C年代値は110年ほどの開きがある。このことに関しては、試料となった木炭がそれぞれ伐採年の異なるものであったか、あるいはほぼ同じ時期に伐採されたものであっても、部位が違っていた（例えば一方は辺材部もしくは樹皮に近い部分でもう一方は芯材に近い部分）可能性が考えられる。

## 第２節　坂長米子道端ノ中遺跡出土試料の放射性炭素年代測定

（株式会社　古環境研究所）

### １．はじめに

この調査は、坂長米子道端ノ中遺跡で検出された落し穴遺構より出土した炭化物を対象として、加速器質量分析法による放射性炭素年代測定を行い、遺構の構築年代を検討したものである。測定にあたっては、米国のBeta Analytic Inc., の協力を得た。

### ２．試料と方法

測定試料は、落し穴６の埋土上層で採取された炭化物（試料№１）、同中層で採取された炭化物（試料№２）、落し穴５の埋土上層で採取された炭化物（試料№３）、同中層で採取された炭化物（試料№４）の４点である。

加速器質量分析（Accelerator Mass Spectrometry；AMS）法による放射性炭素年代測定の手順は以下のとおりである。

まず、試料に二次的に混入した有機物を取り除くために、以下の前処理（酸―アルカリ―酸処理）を行った。

１）蒸留水中で細かく粉砕後、超音波および煮沸により洗浄

２）塩酸（HCl）により炭酸塩を除去後、水酸化ナトリウム（NaOH）により二次的に混入した有機酸を除去

３）再び塩酸（HCl）で洗浄後、アルカリによって中和

４）定温乾燥機内で80℃で乾燥

前処理後、試料中の炭素を燃焼して二酸化炭素に変え、これを真空ライン内で液体窒素、ドライアイス、メタノール、n−ペンタンを用いて精製し、高純度の二酸化炭素を回収した。こうして得られた二酸化炭素を鉄触媒による水素還元法でグラファイト粉末とし、アルミニウム製のターゲットホルダーに入れてプレス機で圧入しグラファイトターゲットを作製した。これらのターゲットをタンデトロン加速器質量分析計のイオン源にセットして測定を行った。測定試料と方法を表20にまとめた。

表20　試料と方法

| 試料番号 | 採取箇所 | 種類 | 前処理・調整 | 測定法 |
|---|---|---|---|---|
| №１ | 落し穴６上層 | 炭化物 | 酸―アルカリ―酸洗浄 | AMS |
| №２ | 落し穴６中層 | 炭化物 | 酸―アルカリ―酸洗浄 | AMS |
| №３ | 落し穴５上層 | 炭化物 | 酸―アルカリ―酸洗浄 | AMS |
| №４ | 落し穴５中層 | 炭化物 | 酸―アルカリ―酸洗浄 | AMS |

※AMS（Accelerator Mass Spectrometry）は加速器質量分析法

### ３．結果

年代測定の結果を表21に示す。以下に表中の用語を説明する。

１）$^{14}$C年代測定値

試料の$^{14}$C/$^{12}$C比から、単純に現在（AD1950年）から何年前かを計算した値。$^{14}$Cの半減期は、国際

的慣例によりLibbyの5,568年を用いた。

2）$\delta^{13}$C測定値

試料の測定$^{14}$C/$^{12}$C比を補正するための炭素安定同位体比（$^{13}$C/$^{12}$C）。この値は標準物質（PDB）の同位体比からの千分偏差（‰）で表す。

3）補正$^{14}$C年代値

$\delta^{13}$C測定値から試料の炭素の同位体分別を知り、$^{14}$C/$^{12}$Cの測定値に補正値を加えた上で算出した年代。

4）暦年代

過去の宇宙線強度の変動による大気中$^{14}$C濃度の変動を較正することにより算出した年代（西暦）。calはcalibrationした年代値であることを示す。較正には、年代既知の樹木年輪の$^{14}$Cの詳細な測定値、およびサンゴのU-Th年代と$^{14}$C年代の比較により作成された較正曲線を使用した。最新のデータベースでは約19,000年BPまでの換算が可能となっている。ただし、10,000年BP以前のデータはまだ不完全であり、今後も改善される可能性がある。

暦年代の交点とは、補正$^{14}$C年代値と暦年代較正曲線との交点の暦年代値を意味する。1$\sigma$（68%確率）と2$\sigma$（95%確率）は、補正$^{14}$C年代値の偏差の幅を較正曲線に投影した暦年代の幅を示す。したがって、複数の交点が表記される場合や、複数の1$\sigma$・2$\sigma$値が表記される場合もある。

表21　測定結果

| 試料番号 | 測定No.（Beta-） | $^{14}$C年代[1]（年BP） | $\delta^{13}$C[2]（‰） | 補正$^{14}$C年代[3]（年BP） | 暦年代（西暦）[4] |
|---|---|---|---|---|---|
| No.1 | 213189 | 2990±50 | −27.0 | 2960±50 | 交点：cal BC1190<br>1$\sigma$：cal BC1270～1100<br>2$\sigma$：cal BC1360～1350、BC1320～1010 |
| No.2 | 213190 | 2990±40 | −26.1 | 2970±40 | 交点：cal BC1200<br>1$\sigma$：cal BC1270～1120<br>2$\sigma$：cal BC1310～1040 |
| No.3 | 213191 | 2990±40 | −27.0 | 2960±40 | 交点：cal BC1190<br>1$\sigma$：cal BC1260～1110<br>2$\sigma$：cal BC1300～1030 |
| No.4 | 213192 | 2940±40 | −25.9 | 2930±40 | 交点：cal BC1120<br>1$\sigma$：cal BC1200～1040<br>2$\sigma$：cal BC1270～1000 |

## 4．所見

得られた年代値を同位体分別効果により補正し、さらに暦年代較正を行った結果、試料No.1では2960±50年BP（2$\sigma$の暦年代でBC1360～1350年、BC1320～1010年）、試料No.2では2970±40年BP（同じくBC1310～1040年）、試料No.3では2960±40年BP（同じくBC1300～1030年）、試料No.4では2930±40年BP（同じくBC1270～1000年）の年代値が得られた。補正$^{14}$C年代値の差は最大で40年程度であることから、落し穴5と落し穴6はほぼ同じ時期のものである可能性が高い。

## 第３節　諏訪西土取場遺跡出土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・鈴木瑞穂

### １．いきさつ

諏訪西土取場遺跡では、奈良時代の掘立柱建物跡10棟と土坑２基が検出されている。それに伴い、鉄滓等の鍛冶関連遺物が多量に出土している。遺跡内の鉄器生産の様相を検討する目的から、金属学的調査を実施する運びとなった。

### ２．調査方法

２－１．供試材

Table 1に示す。鍛冶関連遺物計11点の調査を行った。

２－２．調査項目

(1)　肉眼観察

遺物の外観上の所見を記載した。これをもとに試料採取位置を決定している。

(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低倍率で撮影したものを指す。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

鉱滓の鉱物組成、金属部の組織観察や非金属介在物の調査などを目的とする。

試料観察面を設定・切り出し後、試験片は樹脂に埋込み、エメリー研磨紙の＃150、＃240、＃320、＃600、＃1000、及びダイヤモンド粒子の３μと１μで鏡面研磨した。

また観察には金属反射顕微鏡を用い、特徴的・代表的な視野を選択して、写真撮影を行った。なお金属鉄の調査では５％ナイタル（硝酸アルコール液）を腐食（Etching）に用いた。

(4)　ビッカース断面硬度

ビッカース断面硬度計（Vickers Hardness Tester）を用いて、滓中の晶出物および金属鉄部の硬さ測定を実施した。

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、荷重は200gfで測定した。

(5)　EPMA（Electron Probe Micro Analyzer）調査

鉄中非金属介在物の組成調査を目的とする。

試料面（顕微鏡試料併用）に真空中で電子線を照射し、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。

反射電子像（COMP）は、調査面の組成の違いを明度で表示するものである。重い元素で構成される物質ほど明るく、軽い元素で構成される物質ほど暗い色調で示される。これを利用して組成の違いを確認後、定量分析を実施している。

また各元素の分布状態を把握するため、適宜特性X線像の撮影も行った。

(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（$Cr_2O_3$)、五酸化燐（$P_2O_5$)、バナジウム（V）、銅（Cu)、二酸化ジルコニウム（$ZrO_2$)：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

主に炉材の性状調査を目的とする。耐火度は、溶融現象が進行の途上で軟化変形を起こす状態度の温度で表示される。胎土をゼーゲルコーンという三角錐の試験片に作り、１分間当り10℃の速度で温度1000℃まで上昇させ、以降は４℃に昇温速度を落し、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

ＳＵＷ－１：椀形鍛冶滓

(1) 肉眼観察：52㎜と厚手で小型の椀形鍛冶滓である。上面端部には羽口先端の溶融物が付着している。下面表層には小礫が２片噛み込まれている。また全体に軽い質感で、炉材や鍛接材（藁灰や粘土汁）の溶融物主体の滓と推測される。

(2) 顕微鏡組織：Photo.1①～④に示す。①左側の暗色部は、試料下面の小礫部分である。強い熱影響を受けてガラス質化が進んでいる。また外周部（右側）では、淡灰色柱状結晶ファイヤライト（Fayalite：$2FeO \cdot SiO_2$）が晶出する。なお②に示すように、ファイヤライトは滓部断面で広範囲に確認される。炉材や鍛接材の主成分（$SiO_2$）と鉄材が加熱されてできた反応副生物といえる。

③④中央の白色粒は金属鉄である。ほとんど炭素を含まないフェライト（Ferrite：$\alpha$鉄）単相の組織が確認された。

以上の鉱物組成から、当資料は低温側での素延べや火造り時に使用された炉材や鍛接材の溶融物主体の鍛錬鍛冶滓に分類される。

ＳＵＷ－２：炉材破片

(1) 肉眼観察：４gを測るごく小型の粘土溶融物の破片である。表層は流動状の黒色ガラス質滓部分と、暗灰色の被熱粘土部分がみられる。

(2) 顕微鏡組織：Photo.1⑤～⑦に示す。⑤左側の灰色部は資料表層のガラス質滓で、中央下側に銹化鉄部が確認される。また右側の暗黒色部は、芯部の被熱粘土である。

⑥は銹化鉄部の拡大である。素地の明灰色部はフェライト、暗灰色部はパーライト（Pearlite）の

可能性が高い。以上の金属組織痕跡から、炭素含有量の低い軟鉄（C：<0.2%）と推定される。

また⑦中央の白色粒は金属鉄である。ほとんど炭素を含まないフェライト単相の組織が確認された。

以上の断面観察結果から、当試料は金属鉄を熱間加工した際の炉材破片と推定される。

ＳＵＷ－３：鉄塊系遺物

(1) 肉眼観察：表面が黄褐色の酸化土砂で厚く覆われた、不定形で20gの鉄塊系遺物である。ただし特殊金属探知機のＨ（○）で反応があるのみで、鉄部の錆化は進行していると推測される。

(2) マクロ組織：Photo.6上段に示す。試料表層には薄く滓が固着するが、芯部は比較的まとまりのよい錆化鉄部である。ただし全体に錆化が進行しており、金属組織の痕跡は不明瞭であった。

(3) 顕微鏡組織：Photo.2①～③に示す。①②の不定形暗灰色部は錆化鉄である。また滓中には淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel：$2FeO \cdot TiO_2$）、白色粒状結晶ウスタイト（Wustite：FeO）が晶出する。これは砂鉄を始発原料とする精錬鍛冶滓にみられる最も一般的な鉱物組成である。

(4) ビッカース断面硬度：Photo.2②の淡茶褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は682Hvでウルボスピネルと推定される。また③の白色樹枝状結晶の硬度値は487Hvであった。ウスタイトの文献硬度値(注1)の範囲内であり、ウスタイトに同定される。

試料表層付着滓の鉱物組成から、当資料は不純物（製錬滓）除去の精錬鍛冶工程途中の鍛冶原料（鉄塊系遺物）と判断される。

ＳＵＷ－４：砂鉄

(1) 肉眼観察：光沢のある黒色の砂鉄粒子である。粒径は非常にばらつきが大きく（0.1～1.2㎜）、大粒のものが目立つ。形状は角張ったものが主体である。また砂鉄粒子以外に赤色スコリアが混在しており、火山噴出物起源の砂鉄と推測される。

(2) 顕微鏡組織：Photo.2④～⑧に示す。④～⑥の灰褐色粒子は磁鉄鉱（Magnetite：$FeO \cdot Fe_2O_3$）である。非常に大粒の砂鉄粒子が多数含まれている。また⑦⑧は格子状の離溶組織を持つ含チタン鉄鉱（Titaniferous iron ore）(注2)である。

以上の断面観察の結果、当試料は大粒の磁鉄鉱主体の砂鉄と判断される。ただし含チタン鉄鉱も存在しており、チタン（$TiO_2$）を一定量含むものと推測される。

ＳＵＷ－５：製錬滓

(1) 肉眼観察：表面に茶褐色の土砂が付着する、５gとごく小型の鉄滓破片である。滓の地の色調は黒灰色で、表面の大半は破面と推測される。また気孔は少なく、比較的緻密な滓である。

(2) 顕微鏡組織：Photo.3①～⑤に示す。①～③の不定形灰色部は錆化鉄である。金属組織の痕跡は不明瞭であった。

また、滓中には淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、白色針状結晶イルミナイト（Ilmenite：$FeO \cdot TiO_2$）、淡褐色片状結晶シュードブルーカイト（Pseudobrookite：$Fe_2O_3 \cdot TiO_2$）ないしルチル（Rutile：$TiO_2$）が晶出する。砂鉄を高温製錬した時の反応副生物の晶癖である(注3)。

また④⑤の白色粒は金属鉄である。ほとんど炭素を含まないフェライト単相の組織が確認された。

(3) ビッカース断面硬度：Photo.3③の淡茶褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は706Hvと

やや硬質で、ウルボスピネルとヘーシナイト（Hercynite：$FeO・Al_2O_3$）の固溶体(注4)の可能性が高いと考えられる。

(4) EPMA調査：Photo.8の１段目に反射電子像（COMP）を示す。１の柱状結晶内部（暗色部）の定量分析値は70.9%$TiO_2$－14.9%FeO－7.0%MgO－3.9%$Al_2O_3$であった。$TiO_2$の割合が高く、ルチル（Rutile：$TiO_2$）に近い組成である。２の柱状結晶外周部（明色部）の定量分析値は34.4%FeO－54.0%$TiO_2$－7.7%MgO－2.4%MnOであった。MgOなど、他の元素も固溶しているが、シュードブルーカイト（Pseudobrookite：$Fe_2O_3・TiO_2$）に近い組成といえる。また４の淡茶褐色多角形結晶の定量分析値は40.7%FeO－10.7%$Al_2O_3$－10.1%MgO－32.3%$TiO_2$であった。MgO、$Al_2O_3$を固溶するが、ウルボスピネル（Ulvöspinel：$2FeO・TiO_2$）に近い組成の結晶である。さらに、３素地のガラス質滓の定量分析値は43.5%$SiO_2$－17.9%$Al_2O_3$－9.7%CaO－4.8%MgO－3.7%$K_2O$－12.5%FeO－2.3%$TiO_2$であった。鉄分（FeO）、チタン（$TiO_2$）を若干固溶している。

当資料中には、砂鉄起源を高温製錬した際の反応副生物である、チタン（$TiO_2$）の割合の高い晶出物が確認された。砂鉄製錬滓に分類される。

ＳＵＷ－６：羽口

(1) 肉眼観察：熱影響を受けて、外面が黒色ガラス質滓化した羽口先端部破片である。通風孔部は25㎜程で、表層には薄く滓が固着している。また胎土中には真砂（花こう岩の風化砂）が多量に混和されている。

(2) 顕微鏡組織：Photo.3⑥⑦に示す。⑥は⑦左側のガラス質滓部分の拡大である。明白色の微小結晶はマグネタイトと推測される。⑦の右端は穿孔部側表層で、付着滓中にはやはり微細なマグネタイトが凝集気味に晶出する。これらは鉄素材の吹減り（酸化による損失）で生じた滓と推測される。

(3) EPMA調査：Photo.8の３段目に穿孔部表層付着滓の反射電子像（COMP）を示す。５の多角形結晶（暗色部）の定量分析値は83.7%FeO－8.9%MgO－1.2%MnOであった。マグネシオフェライト（Magnesioferrite：$MgO・Fe_2O_3$）を若干固溶する。また６の短柱状結晶は92.3%FeOであった。マグネタイト（Magnetite：$FeO・Fe_2O_3$）である。

さらにもう１視野、Photo.8の４段目にはガラス質滓中の晶出物の反射電子像（COMP）を示した。７の多角形結晶は92.5%FeO－1.7%$TiO_2$－1.1%$Al_2O_3$、９の短柱状結晶の定量分析値は88.7%FeO－2.8%$TiO_2$であった。どちらも$TiO_2$、$Al_2O_3$などを微量固溶するが、マグネタイト（Magnetite：$FeO・Fe_2O_3$）に同定される。これらの結晶中に、チタン（$TiO_2$）が微量検出されることから、鉄素材の始発原料は砂鉄であった可能性が高い。また８のガラス質滓部分の定量分析値は62.4%$SiO_2$－13.6%$Al_2O_3$－8.8%CaO－1.1%MgO－2.2%$Na_2O$－7.8%FeOであった。

(4) 化学組成分析：Table 2に示す。強熱減量（Ig loss）は2.19%であった。強い熱影響を受けて、結晶構造水のほとんどが飛散した状態での分析である。鉄分（$Fe_2O_3$）は2.90%と高くはないが、酸化アルミニウム（$Al_2O_3$）が15.38%と低めで、耐火性にはやや不利な成分系といえる。

(5) 耐火度：1206℃であった。古代の鍛冶羽口としては、ごく一般的な耐火性状である。

ＳＵＷ－７：椀形鍛冶滓

(1) 肉眼観察：細長い形状の椀形鍛冶滓破片である。表層は薄く茶褐色の酸化土砂に覆われる。滓

の地の色調は黒灰色で、表面の気孔は少なく緻密な滓である。

(2) マクロ組織：Photo.6下段に示す。きわめて微細な銹化鉄（明灰色部）が、気孔の周囲などに点在するが、まとまった鉄部はみられない。滓主体の遺物であった。

(3) 顕微鏡組織：Photo.4①～③に示す。淡茶褐色多角形結晶はウルボスピネルとヘーシナイトの固溶体と推定される。更に白色粒状結晶ウスタイト、淡灰色柱状結晶ファイヤライトが晶出する。砂鉄を始発原料とする精錬鍛冶滓で、最も一般的な鉱物組成である。

また②③中央の白色部は、微小金属鉄である。

(4) ビッカース断面硬度：Photo.4①の淡茶褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は744Hvと硬質で、ウルボスピネルとヘーシナイトの固溶体と推測される。

以上の鉱物組成から、当試料は鍛冶原料（製錬生成鉄）の不純物除去で生じた精錬鍛冶滓に分類される。

ＳＵＷ－８：鉄製品

(1) 肉眼観察：両関を持つ片刃の長頸鏃である。表面は茶褐色の酸化土砂に厚く覆われる。全体に銹化が進行しており、特殊金属探知機での反応はみられない。

(2) マクロ組織：Photo.7上段に示す。頸部の縦断面の観察を行った。観察面は完全に銹化しており、金属鉄は残存していない。銹化鉄には層状の剥離痕跡があり、折り返し鍛錬が施された鍛造鉄器の特徴が残る。

(3) 顕微鏡組織：Photo.4④～⑧に示す。④の層状の黒色部は、鍛打により展伸した非金属介在物が剥落した痕跡と推測される。

また⑤～⑧は、金属組織の痕跡が微かに残る個所である。素地の灰色部はフェライト、黒色層状部分はパーライトと推測される。

この金属組織痕跡から、当資料は炭素含有量が0.1%以下の軟鉄であった可能性が高い。

ＳＵＷ－９：椀形鍛冶滓（含鉄）

(1) 肉眼観察：平面が不整台形状の偏平な椀形鍛冶滓である。表面全体は黒灰色の滓部である。滓部の気孔は少なく緻密で、表面は弱い流動状を呈する。また銹化に伴う放射割れが著しく、特殊金属探知機のＨ（○）で反応があり、内部に金属鉄を含むと判断される。

(2) マクロ組織：Photo.7下段に示す。写真左側端部に直径６㎜程の金属鉄粒がみられる。内部には球状の微細な気孔が多数散在しており、鍛打作業の痕跡は見られない。

また写真右側および下側の暗灰色部は滓部である。

(3) 顕微鏡組織：Photo.5①～⑤に示す。①は滓部の拡大である。微小白色樹枝状結晶ウスタイト、淡灰色柱状結晶ファイヤライトが晶出する。左側の黒色域は自然腐食によりガラス地とウスタイトは侵食消滅している。表層側からの風化である。

②中央の黒色部は金属鉄中の非金属介在物である。非晶質珪酸塩系の介在物が点在する。

③～⑤は金属鉄を５％ナイタルで腐食した組織である。③は針状フェライトが析出する亜共析組織（Ｃ＜0.77%）、④はほぼ全面黒色層状のパーライト組織（Ｃ：0.77%）、⑤は針状セメンタイト（Cementite：$Fe_3C$）が析出する、過共析組織（Ｃ＞0.77%）部分の拡大である。

(4) ビッカース断面硬度：Photo.5③～⑤の金属鉄部の硬度を測定した。③の亜共析組織部分の硬度値は143Hv、④の共析組織部分の硬度値は277Hv、⑤の過共析組織部分の硬度値は267Hvであった。本来は炭素含有量の上昇と共に硬さも増すが、ここでは過共析組織部分より共析組織の硬度値が高い結果となった。これは過共析組織部分をよくみると、針状セメンタイトに沿って薄くフェライトが晶出している。軟質のフェライト結晶の影響を受けた可能性が考えられる。

当試料は滓部の鉱物組成を見ると、砂鉄製錬滓起源の鉄チタン酸化物の晶出はなく、鍛錬鍛冶滓の晶癖といえる。また内部の金属鉄粒には鍛打痕跡がみられないため、鉄材をまとめる沸し付け工程の反応副生物と推測される。

なお金属鉄粒は、部位により炭素含有量のばらつきがある鋼（C：0.4～1.2%）であった。鍛冶原料鉄の性状の一端を示すものと考えられる。

ＳＵＷ－10：椀形鍛冶滓

(1) 肉眼観察：平面不整多角形状で、厚手（39㎜）の椀形鍛冶滓の破片である。滓の色調は灰褐色で、表面はやや風化気味である。上面には長さ５㎜程の木炭痕が残る。また下面には広い範囲で灰白色の鍛冶炉床土が付着する。破面の気孔は少なく、重量感のある滓である。

(2) 顕微鏡組織：Photo.5⑥に示す。淡茶褐色多角形結晶はウルボスピネルとヘーシナイトの固溶体である。さらに白色粒状結晶ウスタイト、淡灰色盤状結晶ファイヤライトが晶出する。砂鉄を始発原料とする精錬鍛冶滓で、最も一般的な鉱物組成である。

(3) ビッカース断面硬度：Photo.5⑥の淡茶褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は844Hvと硬質であり、ウルボスピネルとヘーシナイトの固溶体の可能性が高い。

(4) 化学組成分析：Table 2に示す。全鉄分（Total Fe）51.22%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.05%、酸化第１鉄（FeO）55.68%、酸化第２鉄（$Fe_2O_3$）11.28%の割合であった。造滓成分（$SiO_2$＋$Al_2O_3$＋CaO＋MgO＋$K_2O$＋$Na_2O$）は26.55%で、塩基性成分（CaO＋MgO）は2.63%と低値である。また製鉄原料の砂鉄起源の二酸化チタン（$TiO_2$）が2.74%、バナジウム（V）は0.12%であった。さらに酸化マンガン（MnO）は0.22%、銅（Cu）＜0.01%である。砂鉄起源の脈石成分（$TiO_2$、V）の影響が残る化学組成であった。

以上の鉱物・化学組成の特徴から、当資料は精錬鍛冶滓に分類される。

ＳＵＷ－11：椀形鍛冶滓

(1) 肉眼観察：46gとごく小型で不定形の椀形鍛冶滓である。側面に小破面がみられるが、ほぼ完形に近い。また全体に細かい木炭痕による凹凸が著しい。表面の気孔は少なく緻密で、重量感のある滓である。

(2) 顕微鏡組織：Photo.5⑦に示す。発達した白色不定形結晶ウスタイト、淡灰色柱状結晶ファイヤライトが晶出する。またウスタイト粒内には、淡褐色のごく微細な晶出物が多数点在する。これはウルボスピネルとヘーシナイトを主な端成分とする固溶体と推測される。砂鉄を始発原料とする精錬鍛冶滓によくみられる鉱物組成である。

(3) ビッカース断面硬度：Photo.5⑦の白色不定形結晶の硬度を測定した。硬度値は455Hvであった。ウスタイトに同定される。

(4) 化学組成分析：Table 2に示す。全鉄分（Total Fe）58.42%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.07%、酸化第1鉄（FeO）45.48%、酸化第2鉄（$Fe_2O_3$）32.88%の割合であった。造滓成分（$SiO_2$＋$Al_2O_3$＋CaO＋MgO＋$K_2O$＋$Na_2O$）14.50%と低めで、塩基性成分（CaO＋MgO）も1.40%と低値である。また製鉄原料の砂鉄起源の二酸化チタン（$TiO_2$）が1.10%、バナジウム（V）は0.09%であった。さらに酸化マンガン（MnO）は0.07%、銅（Cu）＜0.01%である。砂鉄起源の脈石成分（$TiO_2$、V）の影響が、若干残る化学組成であった。

以上の鉱物・化学組成から、当資料は精錬鍛冶工程末期の反応副生物と推測される。

## 4．まとめ

諏訪西土取場遺跡から出土した、鍛冶関連遺物の分析調査の結果、以下の点が明らかとなった。

〈1〉 出土鉄滓中には製錬滓が1点（SUW－5）確認された。これは鍛冶原料鉄（製錬鉄塊系遺物）に混じって遺跡内に搬入されたもので、砂鉄を原料とした製鉄遺跡から、鍛冶原料が供給されたと推察される。

〈2〉 また精錬鍛冶滓が複数（SUW－7、10、11）確認された。当遺跡では鍛冶原料中の不純物（砂鉄製錬滓）の分離・除去作業が行われたと判断される。

さらに砂鉄起源のチタンの影響がほとんどない、鍛錬鍛冶滓（SUW－1、9）も出土している。この調査結果から、熱間加工による鍛造鉄器の製作まで、一連の鍛冶作業が行われたと推定される。

〈3〉 椀形鍛冶滓（SUW－9）中の微小金属鉄粒の金属組織から、鋼が鍛冶原料であった可能性が考えられる。

〈4〉 鍛冶羽口（SUW－6）は、ガラス質滓中の晶出物がチタン（$TiO_2$）を微量含むことから、やはり砂鉄を始発原料とする鉄素材を、熱間で処理する際に用いられたと推定される。また耐火度は1,206℃であった。古代の鍛冶羽口としては、ごく一般的な耐火性状である。

〈5〉鉄製品（SUW－8）は軟鉄（C：0.1%程度）を鍛錬・成形した、鍛造製品であった。鉄鏃としてはごく一般的な製法の製品である。また全体に銹化が進んでおり、他の遺物との関連を検討し得るような、非金属介在物は残存していなかった。

（注）

(1) 日刊工業新聞社『焼結鉱組織写真および識別法』1968

ウスタイトは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。ウルボスピネルの硬度値範囲の明記はないが、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) 木下亀城・小川留太郎『岩石鉱物』保育社　1995

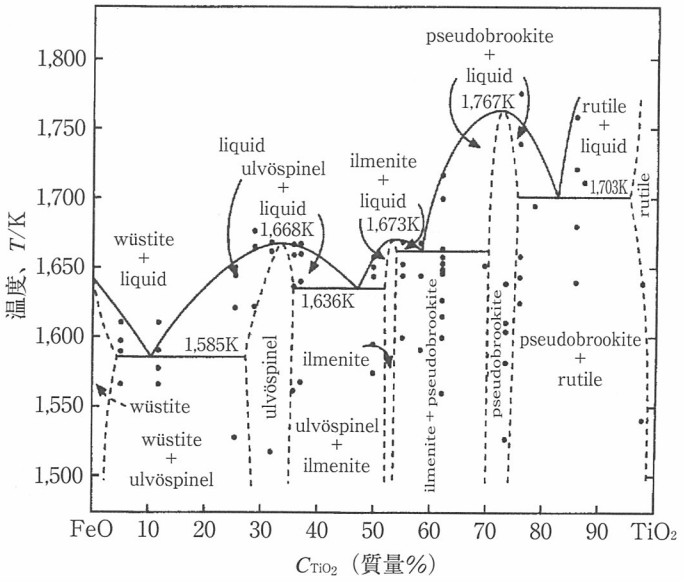
チタン鉄鉱は赤鉄鉱とあらゆる割合に混り合った固溶体をつくる。（中略）チタン鉄鉱と赤鉄鉱の固溶体にはチタン鉄鉱あるいは赤鉄鉱の結晶をなし、全体が完全に均質なものと、チタン鉄鉱と赤鉄鉱とが平行に並んで、規則正しい縞状構造を示すものとがある。

チタン鉄鉱は磁鉄鉱とも固溶体をつくり、これにも均質なものと縞状のものとがある。均質なものであろ

うと、縞状のものであろうと、このようなチタン鉄鉱と赤鉄鉱、または磁鉄鉱との固溶体を含チタン鉄鉱titaniferous iron oreという。

(3) J.B. Mac chesney and A. Murau：American Mineralogist, 46 (1961), 572

〔イルミナイト（Ilmenite：FeO・$TiO_2$）、シュードブルーカイト（Pseudobrookite：$Fe_2O_3$・$TiO_2$）、ルチル（Rutile：$TiO_2$）の晶出はFeO－$TiO_2$二元平衡状態図から高温化操業が推定される。〕




FeO–$TiO_2$二元平衡状態図

(4) 黒田吉益・諏訪兼位『偏光顕微鏡と造岩鉱物［第2版］』共立出版株式会社　1983

第5章　鉱物各論　D. 尖晶石類・スピネル類（Spinel Group）の記載に加筆

尖晶石類の化学組成の一般式は$XY_2O_4$と表記できる。Xは2価の金属イオン、Yは3価の金属イオンである。その組み合わせでいろいろの種類のものがある。

## Table 1　供試材の履歴と調査項目

| 符　号 | 遺跡名 | 出土位置 | 遺物名称 | 推定年代 | 計測値 大きさ（mm） | 計測値 重量（g） | 磁着度 | メタル度 | 調査項目 マクロ組織 | 調査項目 顕微鏡組織 | 調査項目 ビッカース断面硬度 | 調査項目 X線回折 | 調査項目 EPMA | 調査項目 化学分析 | 調査項目 耐火度 | 調査項目 カロリー | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUW－1 | 諏訪西土取場 | 土坑1 | 椀形鍛冶滓（礫付着） | 8c | 70×61×52 | 132.0 | 2 | なし | | ○ | | | | | | | |
| SUW－2 | | | 炉材破片 | | 22×17×24 | 4.0 | 1 | なし | | ○ | | | | | | | |
| SUW－3 | | | 鉄塊系遺物 | | 25×42×23 | 20.0 | 4 | H（○） | ○ | ○ | ○ | | | | | | |
| SUW－4 | | 土坑2 | 砂鉄（遺跡内採取） | 現代 | — | 20.0 | 5 | なし | | ○ | | | | | | | |
| SUW－5 | | | 製錬滓 | 8c | 16×20×12.5 | 5.0 | 2 | 銹化（△） | | ○ | ○ | | ○ | | | | |
| SUW－6 | | | 羽口（鍛冶） | | 57×68×49 | 115.0 | 2 | なし | | ○ | | | ○ | ○ | ○ | | |
| SUW－7 | | 掘立柱建物1 | 椀形鍛冶滓 | 8c | 40×73×22 | 52.0 | 3 | 銹化（△） | ○ | ○ | ○ | | | | | | |
| SUW－8 | | 掘立柱建物3 | 鉄製品（鍛造品、鏃） | 8c | 20×132×13 | 26.0 | 3 | 銹化（△） | ○ | ○ | | | | | | | |
| SUW－9 | | 北2区 | 椀形鍛冶滓（含鉄） | 8c | 47×75×27 | 65.0 | 4 | H（○） | ○ | ○ | ○ | | | | | | |
| SUW－10 | | 北2区3層 | 椀形鍛冶滓 | 8c | 86×55×39 | 222.0 | 2 | なし | | ○ | ○ | | | ○ | | | |
| SUW－11 | | 北4区3層 | 椀形鍛冶滓 | 8c | 46×47×25 | 46.0 | 3 | 銹化（△） | | ○ | ○ | | | ○ | | | |

## Table 2　供試材の化学組成

| 符　号 | 遺跡名 | 出土位置 | 遺物名称 | 推定年代 | 全鉄分（Total Fe） | 金属鉄（Metallic Fe） | 酸化第1鉄（FeO） | 酸化第2鉄（$Fe_2O_3$） | 二酸化珪素（$SiO_2$）* | 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（$Cr_2O_3$） | 硫黄（S） | 五酸化燐（$P_2O_5$） | 炭素（C） | バナジウム（V） | 銅（Cu） | 二酸化ジルコニウム（$ZrO_2$） | 耐火度（℃） | 造滓成分 Σ* | 造滓成分 Total Fe | $TiO_2$ Total Fe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUW－6 | 諏訪西土取場 | 土坑2 | 羽口（鍛冶） | 8c | 2.38 | 0.02 | 0.43 | 2.90 | 68.87 | 15.38 | 1.70 | 0.69 | 3.84 | 1.24 | 0.03 | 0.50 | 0.09 | <0.01 | 0.12 | Ig loss 2.19 | <0.01 | <0.01 | 0.02 | 1206 | 91.72 | 38.5378 | 0.21008 |
| SUW－10 | | 北2区3層 | 椀形鍛冶滓 | | 51.22 | 0.05 | 55.68 | 11.28 | 17.21 | 5.64 | 1.51 | 1.12 | 0.82 | 0.25 | 0.22 | 2.74 | 0.10 | 0.01 | 0.14 | 0.08 | 0.12 | <0.01 | 0.08 | — | 26.55 | 0.51835 | 0.05349 |
| SUW－11 | | 北4区3層 | 椀形鍛冶滓 | | 58.42 | 0.07 | 45.48 | 32.88 | 9.55 | 3.21 | 0.80 | 0.60 | 0.25 | 0.09 | 0.07 | 1.10 | 0.10 | 0.03 | 0.09 | 0.35 | 0.09 | <0.01 | 0.03 | — | 14.50 | 0.2482 | 0.01883 |

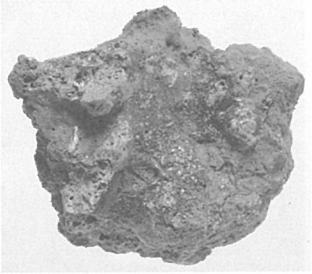
Table 3　出土遺物の調査結果のまとめ

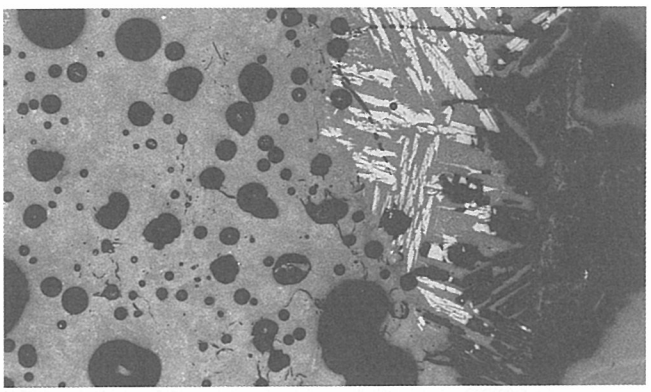
| 符　号 | 遺跡名 | 出土位置 | 遺物名称 | 推定年代 | 顕微鏡組織 | 化学組成（%） | | | | | | | | 所　見 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Total Fe | $Fe_2O_3$ | 塩基性成分 | $TiO_2$ | V | MnO | 造滓成分 | Cu | |
| SUW－1 | 諏訪西土取場 | 土坑1 | 椀形鍛冶滓（礫付着） | 8c | 木炭破片、滓部：F、付着礫：ガラス質化進行、微小金属鉄：フェライト単相 | — | — | — | — | — | — | — | — | 低温型素延べ・火造り鍛錬鍛冶滓 |
| SUW－2 | | | 炉材破片 | | 表層部：ガラス質滓、微小金属鉄：フェライト単相、銹化鉄：亜共析組織痕跡、芯部：被熱粘土 | — | — | — | — | — | — | — | — | 鍛冶（鍛造鉄器）加工に用いられた炉材の小破片 |
| SUW－3 | | | 鉄塊系遺物 | | 滓部：U＋W、銹化鉄部：金属組織痕跡不明瞭 | — | — | — | — | — | — | — | — | 精錬途中の鍛冶鉄塊系遺物（銹化）、始発原料：砂鉄 |
| SUW－4 | | 土坑2 | 砂鉄（遺跡内採取） | 現代 | 磁鉄鉱、少量含チタン鉄鉱（大粒主体） | — | — | — | — | — | — | — | — | 火山噴出物起源の含チタン砂鉄 |
| SUW－5 | | | 製錬滓 | 8c | 滓　部：U＋I＋Ps、微小金属鉄：フェライト単相、銹化鉄 | — | — | — | — | — | — | — | — | 製錬滓、原料：砂鉄、高温製錬 |
| SUW－6 | | | 羽口（鍛冶） | | 滓部：M、ガラス質滓 | 2.38 | 2.90 | 2.39 | 0.50 | ＜0.01 | 0.03 | 91.72 | ＜0.01 | 耐火度：1206℃、古代の鍛冶羽口としてはごく一般的な性状 |
| SUW－7 | | 掘立柱建物1 | 椀形鍛冶滓 | 8c | 滓部：UとHの固溶体＋W＋F、微小金属鉄 | — | — | — | — | — | — | — | — | 精錬鍛冶滓（始発原料：砂鉄） |
| SUW－8 | | 掘立柱建物3 | 鉄製品（鍛造品、鏃） | 8c | 銹化鉄：亜共析組織痕跡、展伸状非金属介在物剥落痕跡 | — | — | — | — | — | — | — | — | 軟鉄（C：0.1程度）を鍛打成形した鍛造製品 |
| SUW－9 | | 北2区 | 椀形鍛冶滓（含鉄） | 8c | 滓　部：W＋F、金　属鉄：亜共析～過共析組織 | — | — | — | — | — | — | — | — | 鍛錬鍛冶滓、金属鉄粒：鋼 |
| SUW－10 | | 北2区3層 | 椀形鍛冶滓 | 8c | 滓部：UとHの固溶体＋W＋F | 51.22 | 11.28 | 2.63 | 2.74 | 0.12 | 0.22 | 26.55 | ＜0.01 | 精錬鍛冶滓（始発原料：砂鉄） |
| SUW－11 | | 北4区3層 | 椀形鍛冶滓 | 8c | 滓部：W（粒内：微小UとHの固溶体）＋F | 58.42 | 32.88 | 1.40 | 1.10 | 0.09 | 0.07 | 14.50 | ＜0.01 | 精錬鍛冶滓（始発原料：砂鉄） |

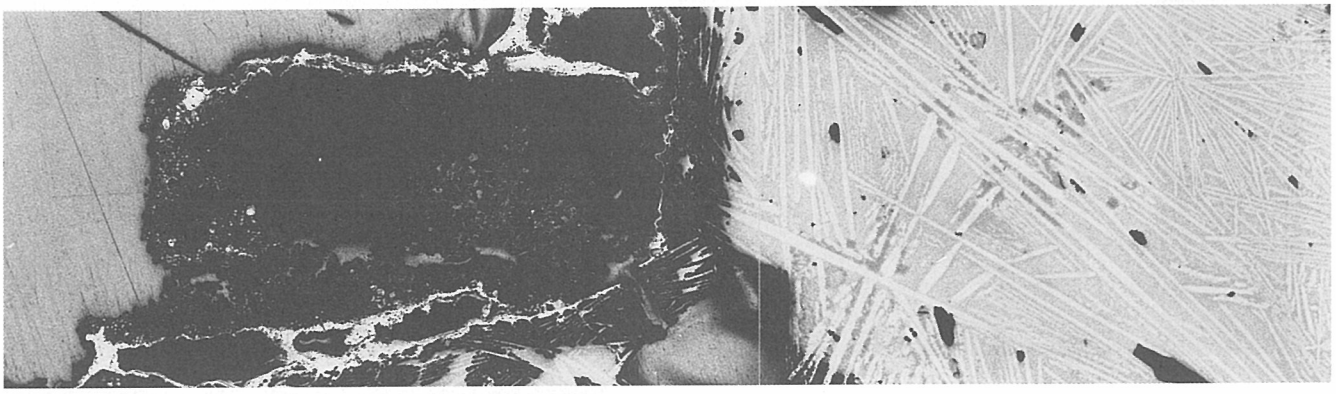
U：Ulvöspinel（$2FeO \cdot TiO_2$）、W：Wustite（FeO）、F：Fayalite（$2FeO \cdot SiO_2$）　I：Ilmenite（$FeO \cdot TiO_2$）、Ps：Pseudobrookite（$Fe_2O_3 \cdot TiO_2$）、H：Hercynite（$FeO \cdot Al_2O_3$）

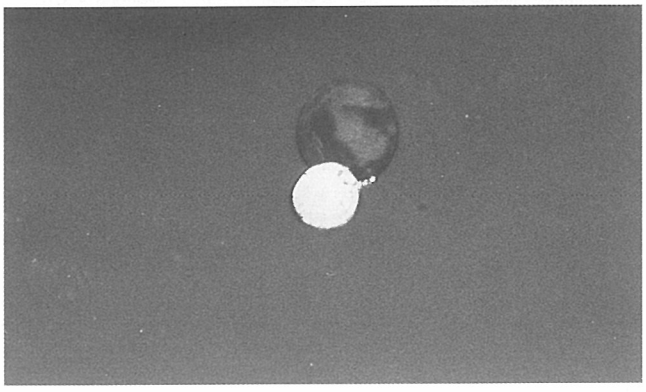
SUW-1
椀形鍛冶滓

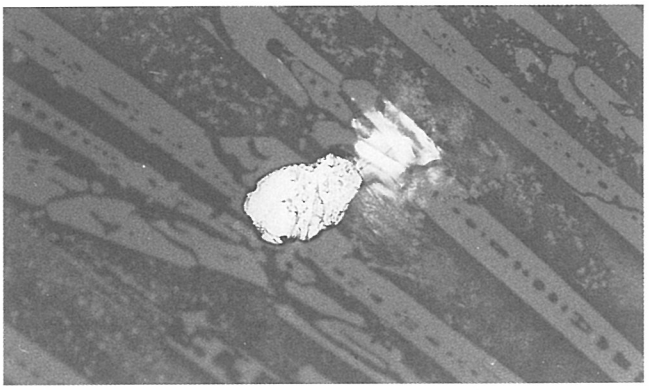
①×100　小礫部分
　被熱・非晶質化進行
　外周部：ファイヤライト晶出
②×50　滓部：ファイヤライト
　黒色部：木炭破片
③④×400　中央：微小金属鉄
　ナイタル　etch　フェライト単相



①


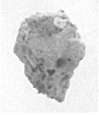
②


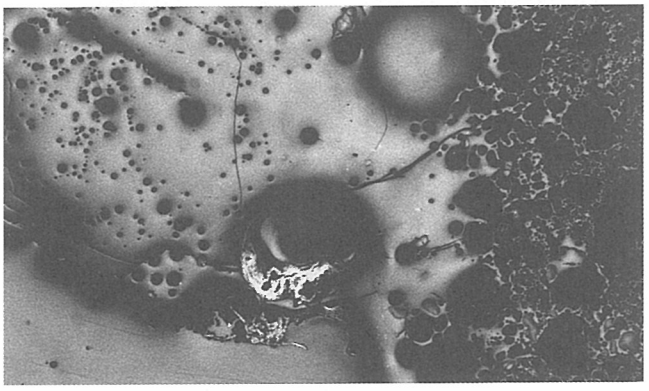
③


④


SUW-2
炉材破片

⑤×15　外周部：ガラス質滓
　銹化鉄・微小金属鉄散在
　右側暗色部：被熱粘土
⑥×100　ガラス質滓部分拡大
　灰色部：銹化鉄、亜共析組織痕跡
⑦×400　白色部：金属鉄
　ナイタル　etch　フェライト単相



⑤


⑥

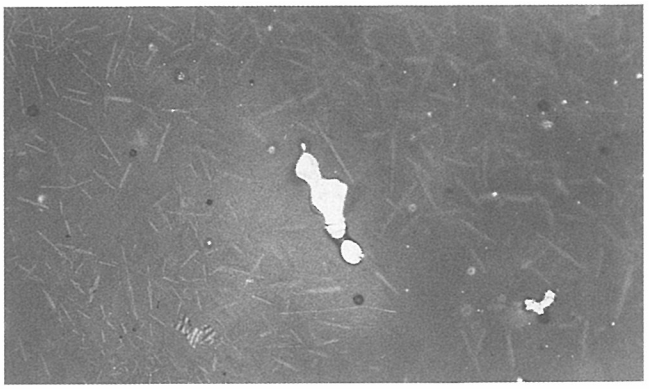
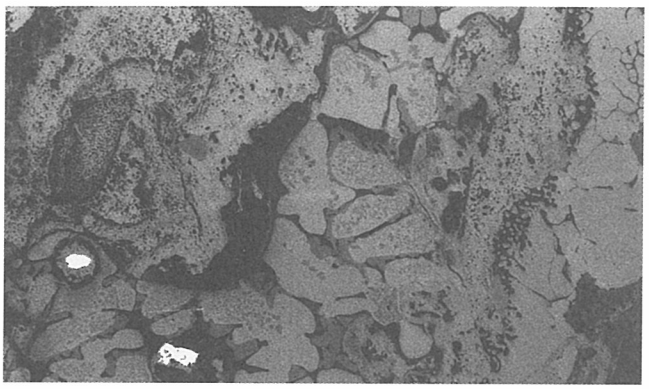
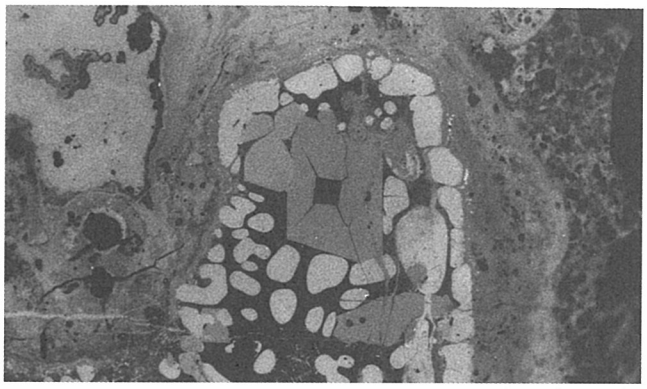
⑦


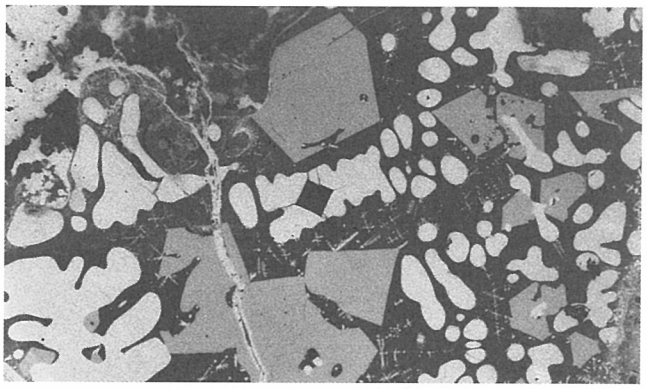
Photo.1　椀形鍛冶滓・炉材破片の顕微鏡組織

SUW-3
鉄塊系遺物

①×100　不定形灰色部：銹化鉄、滓部：ウスタイト・ウルボスピネル・ファイヤライト
②③×200　滓部、硬度圧痕：
②682Hv、ウルボスピネル
③487Hv、ウスタイト
(200gf)

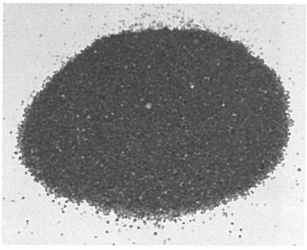
①


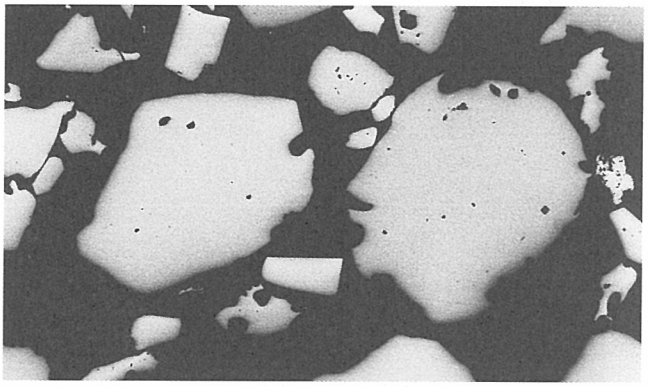
②


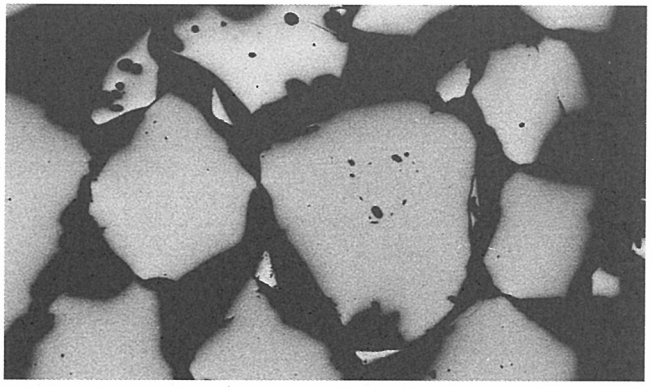
③


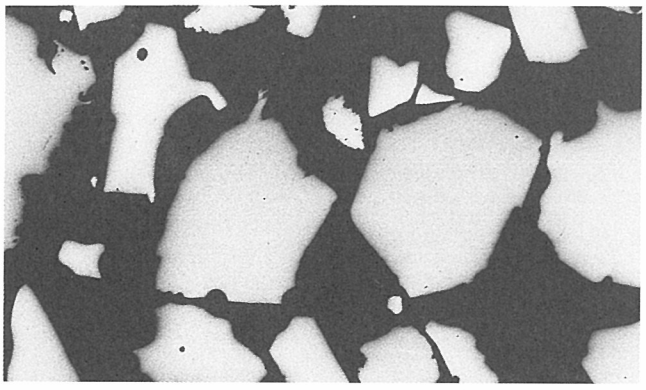
SUW-4
砂鉄

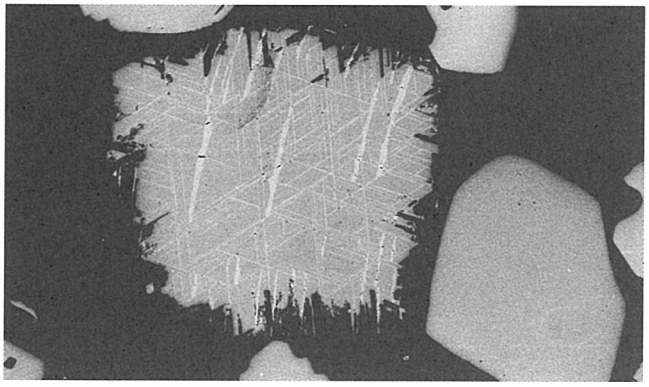
④～⑥×50　白色粒：磁鉄鉱粒径大
⑦×100　⑧×400　含チタン鉄鉱粒内：格子状離溶組織



④


⑤


⑥


⑦


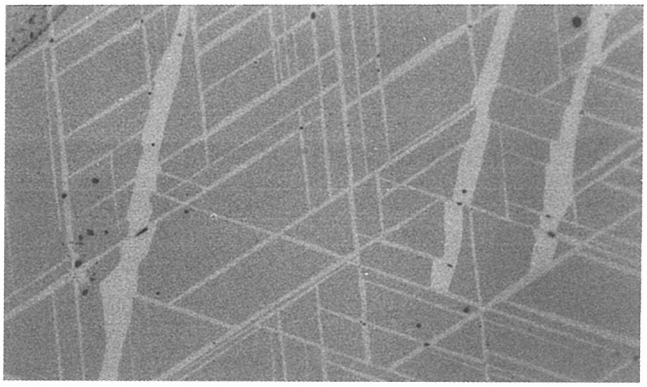
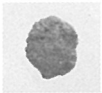
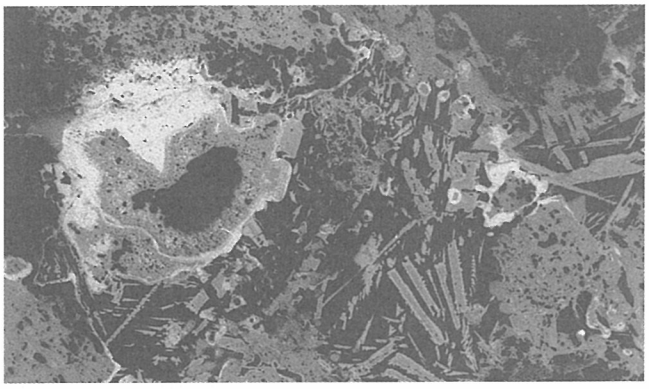
⑧


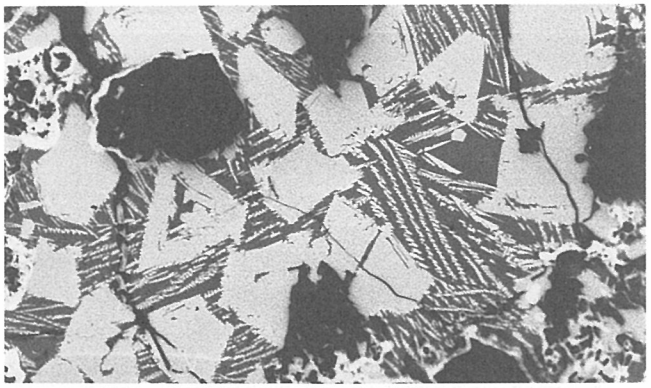
Photo. 2　鉄塊系遺物・砂鉄の顕微鏡組織

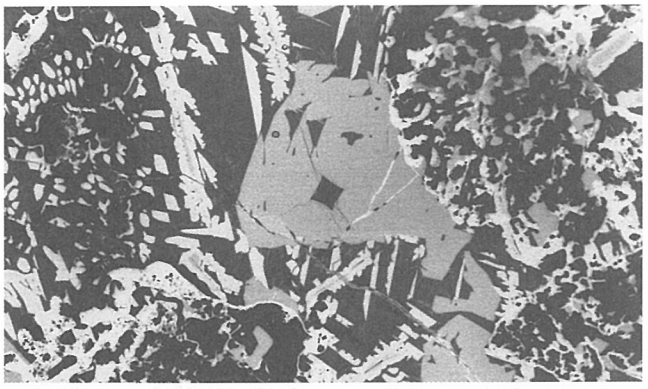
SUW-5
製錬滓

①×100　不定形灰色部：銹化鉄、滓部：イルミナイト・シュードブルーカイト
②×100　ウルボスピネル・イルミナイト
③×200　硬度圧痕：706Hv
ウルボスピネルとヘーシナイトの固溶体
（200gf）
④×100　⑤×400　白色粒：金属鉄、ナイタルetch　フェライト単相

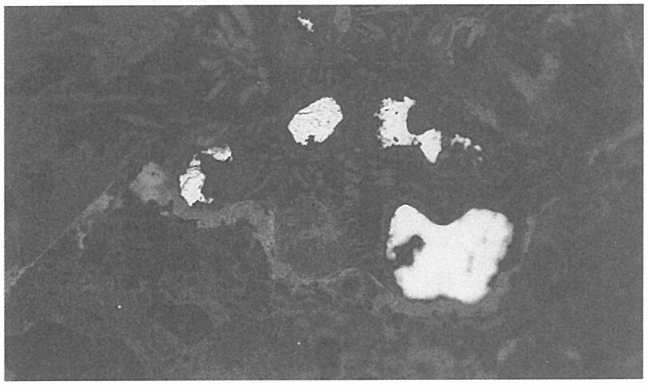


①


②


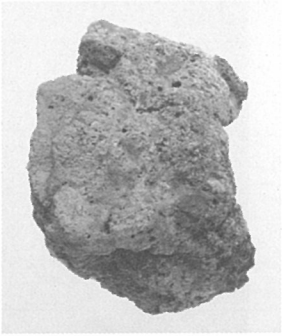
③


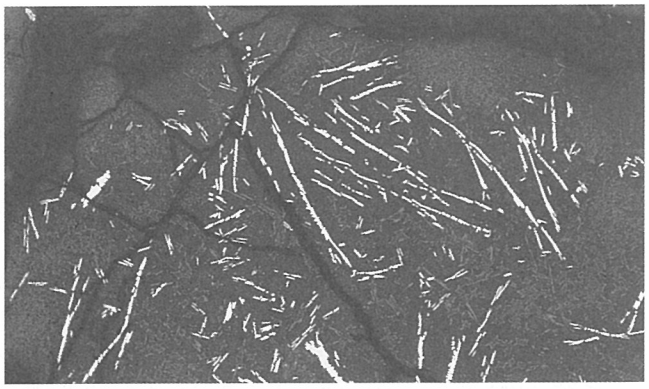
④

⑤


SUW-6
羽口

⑥×100　⑦の左側拡大マグネタイト
⑦×50　内面表層付着滓内側：ガラス質滓、マグネタイト



⑥


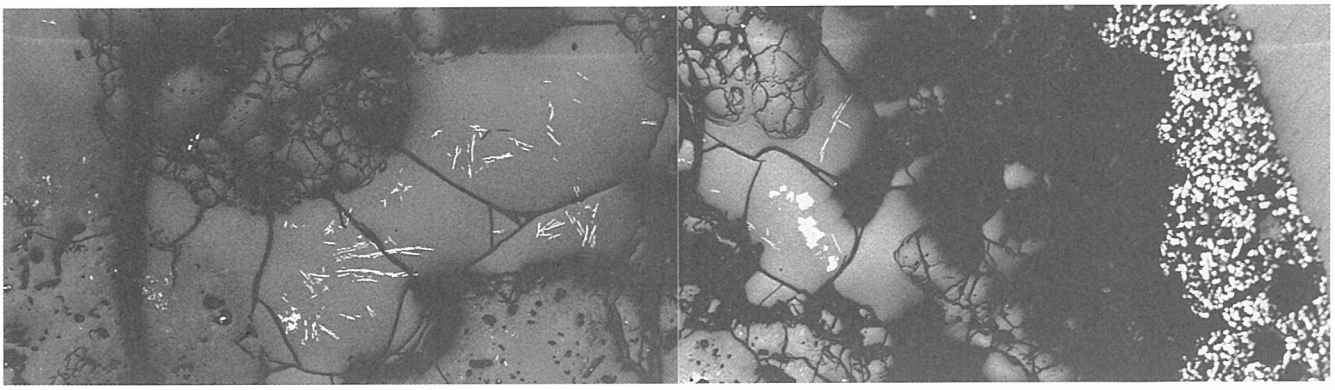
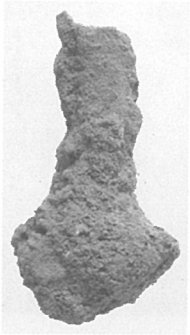
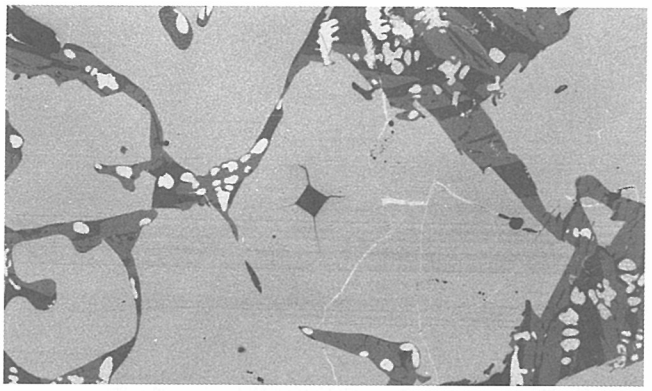
⑦


Photo. 3　製錬滓・羽口の顕微鏡組織

SUW-7
椀形鍛冶滓

①×200　硬度圧痕：744Hv
ウルボスピネルとヘーシナイトの固溶体
(200gf)
②×100　③×400　白色部：金属鉄、滓部：
ウルボスピネル・ウスタイト・ファイヤライト



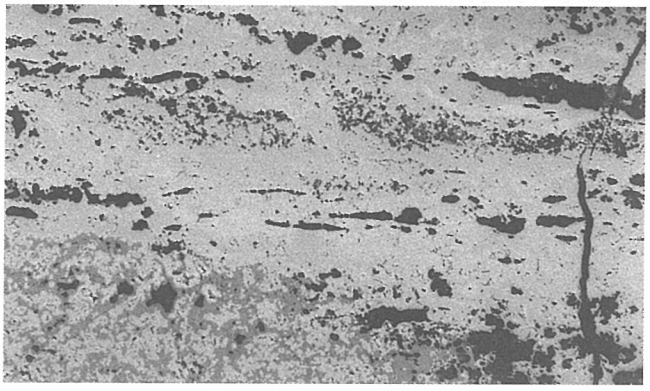
①


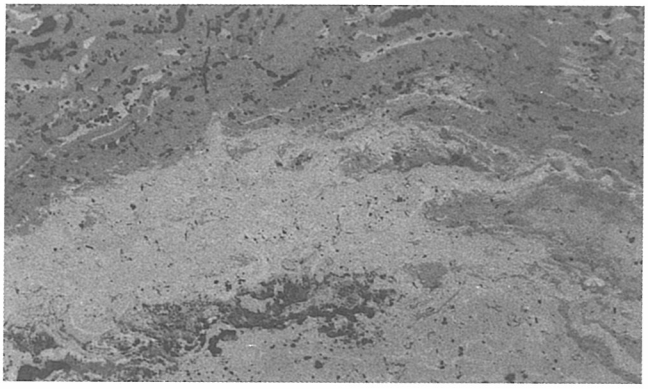
②

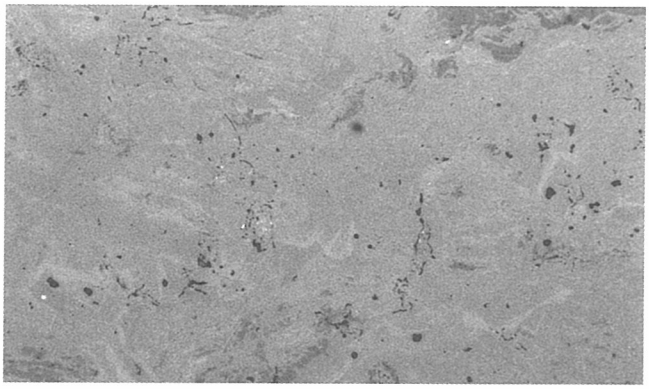
③

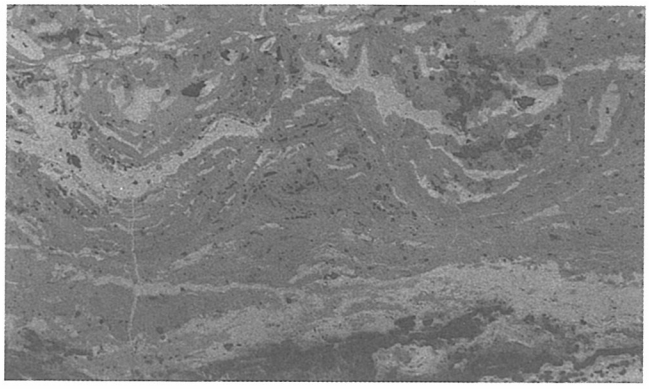
SUW-8
鉄製品

④×100　銹化鉄、
黒色部：展伸状非金属介在物剥落痕跡か
⑤×100　⑥×400　銹化鉄
亜共析組織痕跡
⑦×100　⑧×400　同上

④


⑤


⑥


⑦


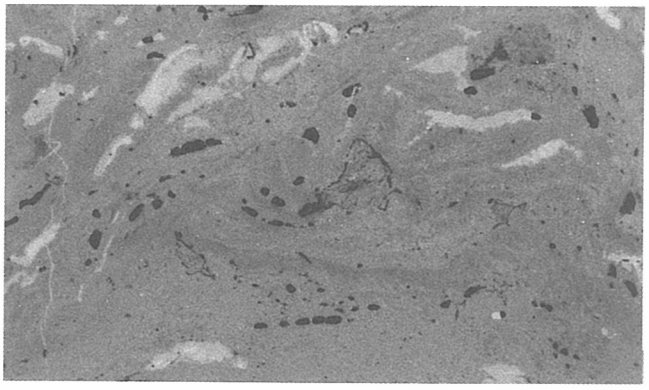
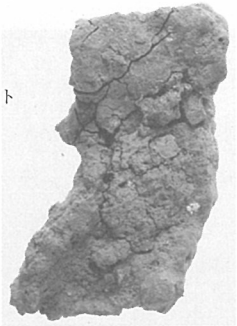
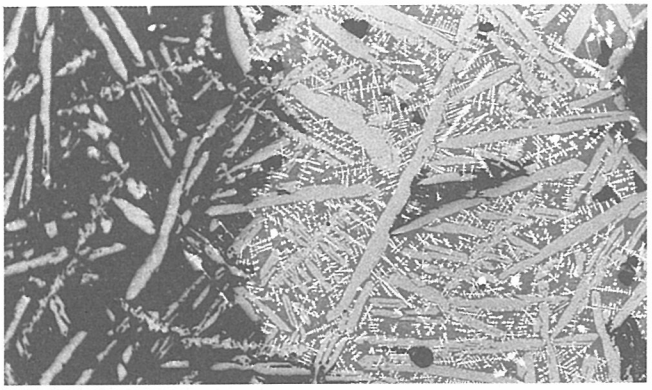
⑧


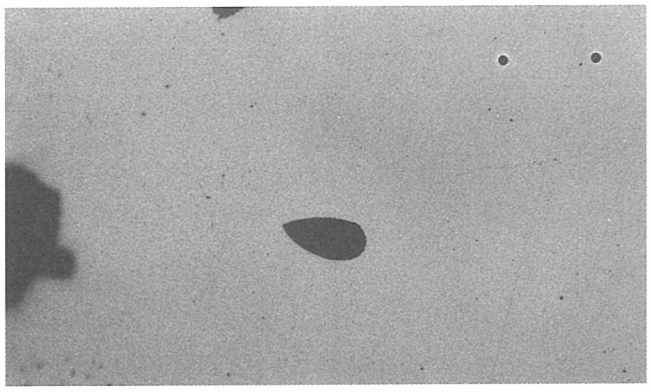
Photo. 4　椀形鍛冶滓・鉄製品の顕微鏡組織

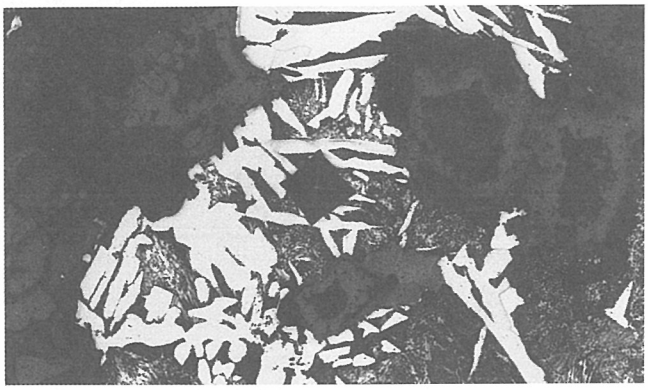
SUW-9
椀形鍛冶滓（含鉄）

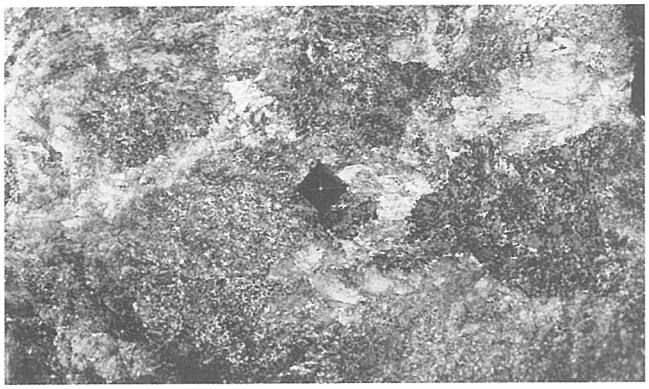
①×100　滓部、ウスタイト・ファイヤライト
②×400　金属鉄　no etch
中央暗色部：非金属介在物
非晶質珪酸塩
③～⑤×200　金属鉄ナイタル　etch
硬度圧痕：
③143Hv、亜共析組織
④277Hv、共析組織
⑤267Hv、過共析組織
（200gf）

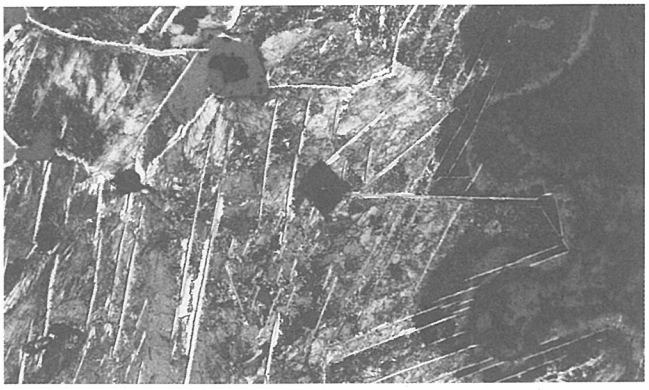


①


②


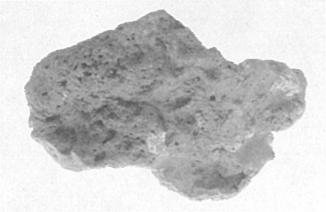
③


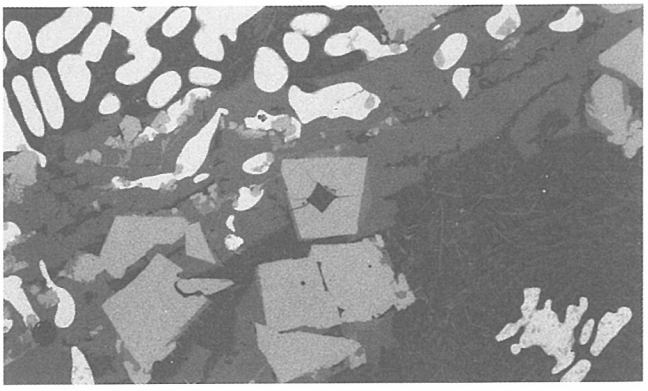
④


⑤


SUW-10
椀形鍛冶滓

⑥×200　硬度圧痕：844Hv
ウルボスピネルとヘーシナイト
の固溶体
（200gf）
＋ウスタイト・ファイヤライト



⑥


SUW-11
椀形鍛冶滓

⑦×200　硬度圧痕：455Hv
ウスタイト（200gf）
＋ファイヤライト

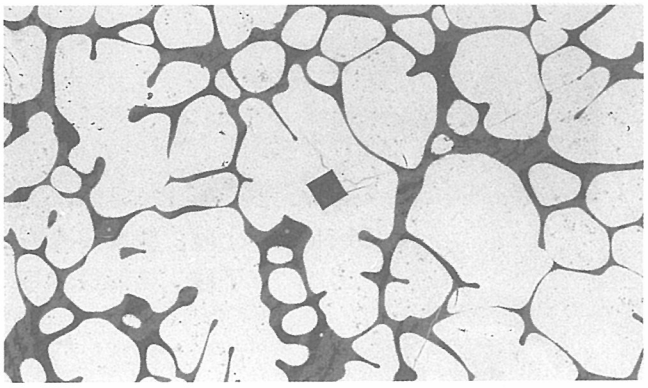
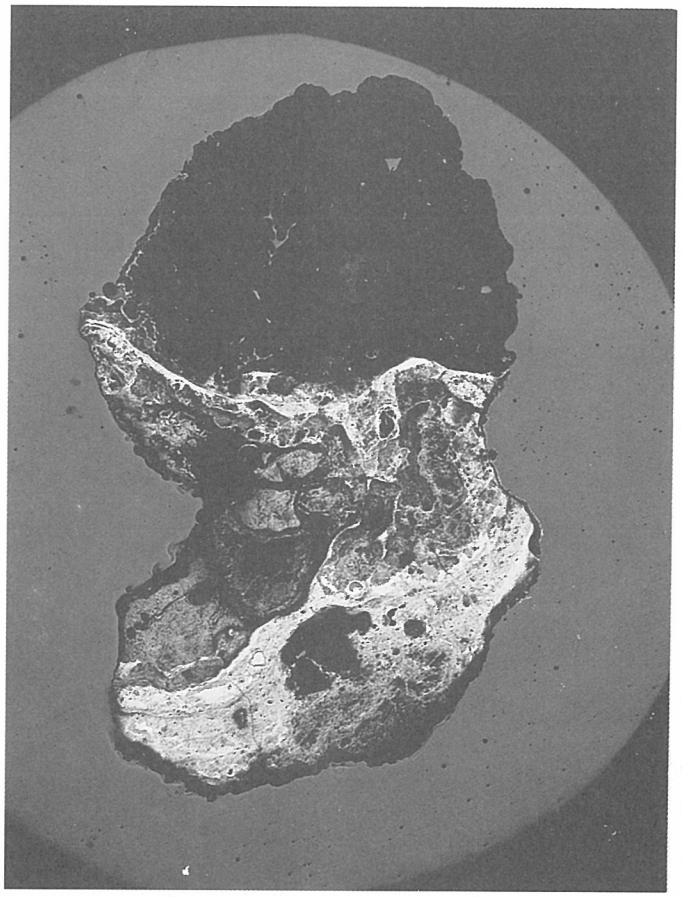
⑦


Photo.5　椀形鍛冶滓の顕微鏡組織



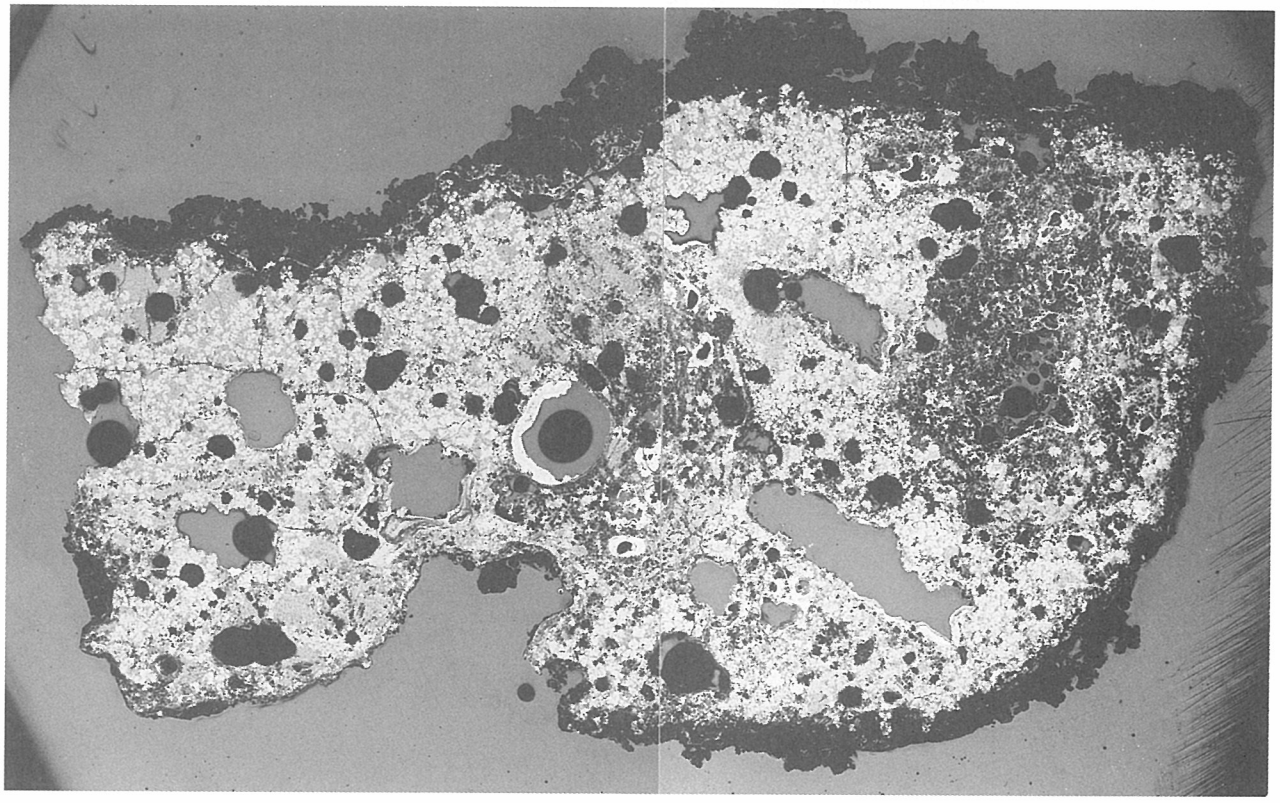
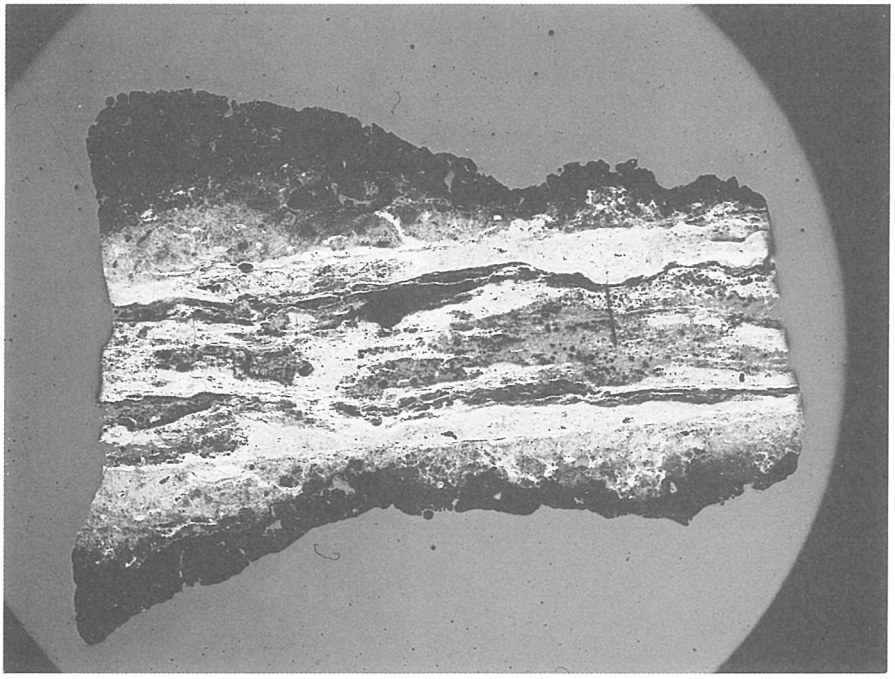


Photo.6　上段：鉄塊系遺物（ＳＵＷ－３）のマクロ組織（×５）
下段：椀形鍛冶滓（ＳＵＷ－７）のマクロ組織（×５）



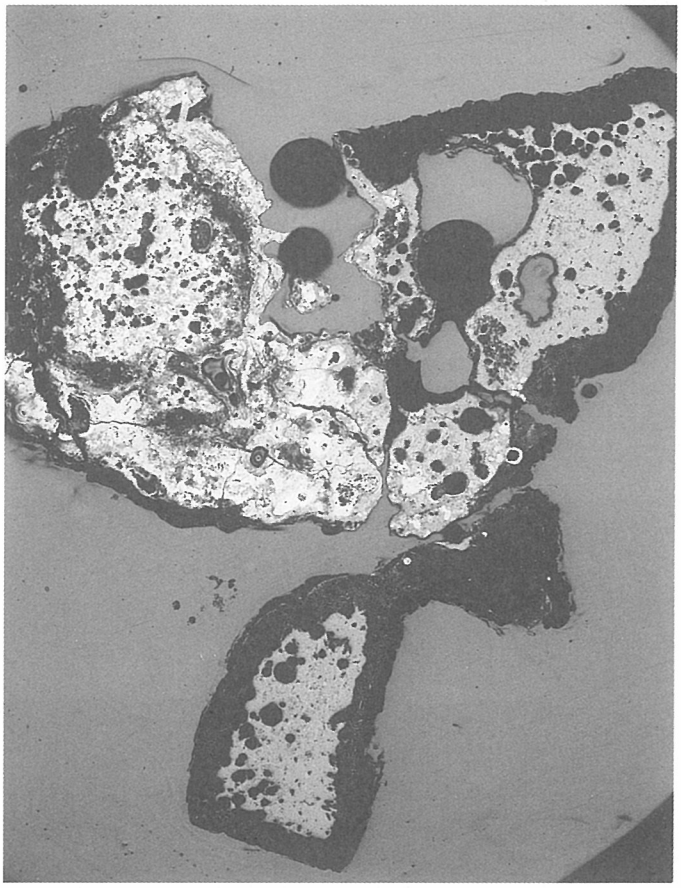
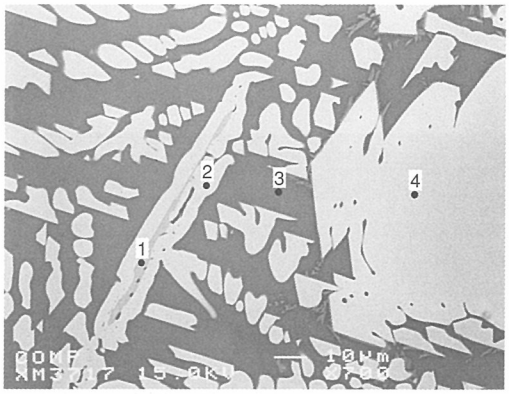


Photo.7　上段：鉄製品（鏃）（ＳＵＷ－８）のマクロ組織（×５）
　　下段：椀形鍛冶滓（含鉄）（ＳＵＷ－９）のマクロ組織（×５）

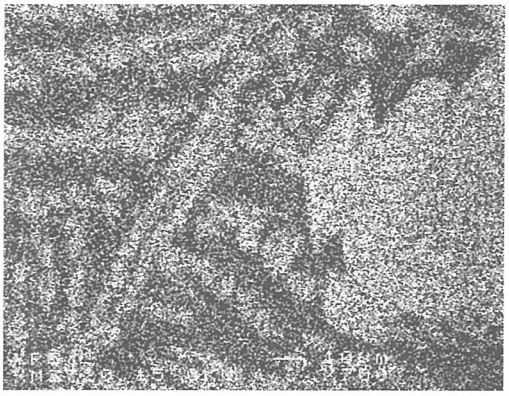
COMP
×700

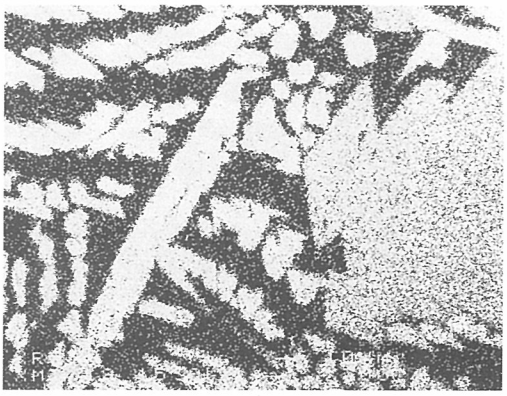



SUW-5

| Element | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| F | - | - | - | - |
| $Na_2O$ | - | - | 1.813 | - |
| MgO | 7.109 | 7.737 | 4.777 | 10.074 |
| $Al_2O_3$ | 3.866 | 0.510 | 17.901 | 10.745 |
| $SiO_2$ | 0.280 | 0.032 | 43.464 | 0.041 |
| $K_2O$ | 0.084 | 0.044 | 3.662 | - |
| CaO | 0.614 | 0.191 | 9.699 | - |
| S | - | - | 0.078 | - |
| $P_2O_5$ | 0.005 | - | 0.820 | 0.008 |
| $TiO_2$ | 70.930 | 53.977 | 2.292 | 32.290 |
| $Cr_2O_3$ | 0.006 | - | 0.017 | 0.972 |
| MnO | 0.649 | 2.403 | 1.152 | 2.213 |
| FeO | 14.931 | 34.443 | 12.488 | 40.663 |
| $ZrO_2$ | 1.491 | 0.855 | 1.553 | 0.190 |
| CuO | - | - | 0.022 | 0.028 |
| $V_2O_3$ | 1.326 | 0.492 | 0.044 | 5.007 |
| $As_2O_5$ | 0.149 | 0.103 | 0.096 | 0.163 |
| Total | 100.900 | 100.787 | 99.859 | 102.394 |

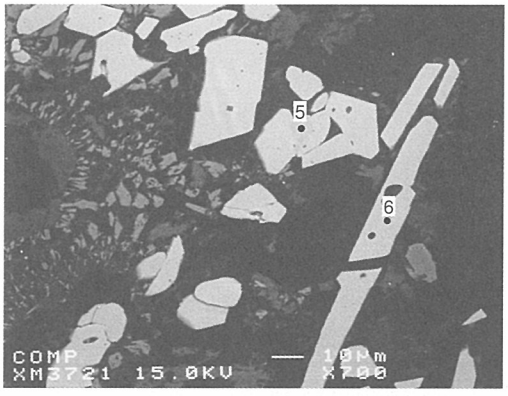
Fe





Ti

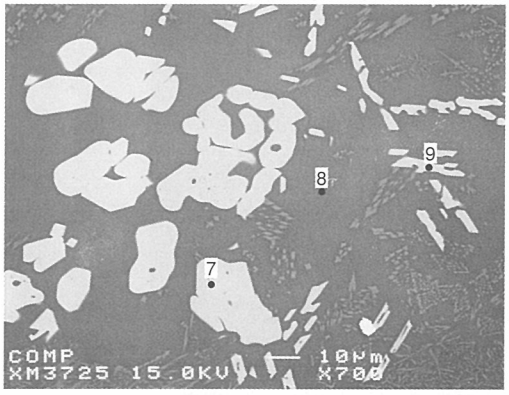
COMP
×700




SUW-6

| Element | 5 | 6 |
|---|---|---|
| F | - | - |
| $Na_2O$ | 0.047 | 0.032 |
| MgO | 8.938 | 0.264 |
| $Al_2O_3$ | 0.855 | 0.871 |
| $SiO_2$ | 0.011 | 0.002 |
| $K_2O$ | 0.008 | - |
| CaO | 0.071 | - |
| S | 0.021 | 0.019 |
| $P_2O_5$ | - | - |
| $TiO_2$ | 0.073 | 0.894 |
| $Cr_2O_3$ | - | 0.013 |
| MnO | 1.212 | 0.084 |
| FeO | 83.650 | 92.347 |
| $ZrO_2$ | 0.011 | 0.097 |
| CuO | 0.161 | 0.025 |
| $V_2O_3$ | 0.048 | - |
| $As_2O_5$ | 0.187 | 0.025 |
| Total | 95.288 | 94.668 |

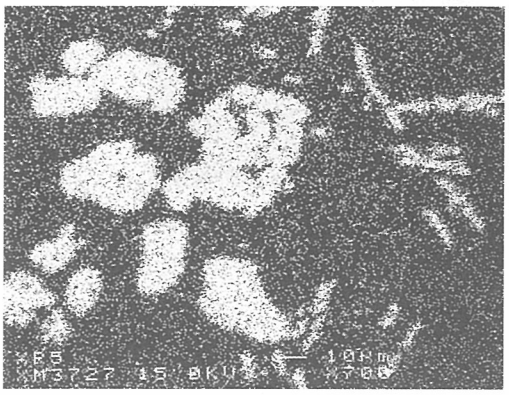
COMP
×700

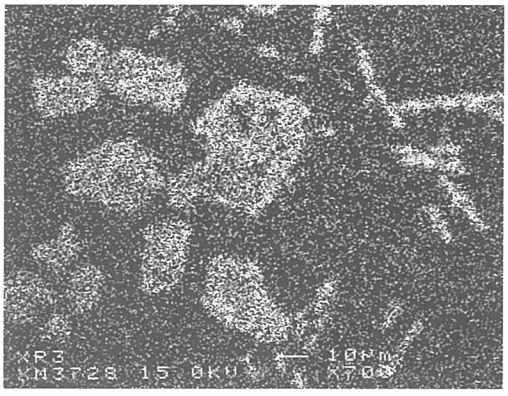



SUW-6

| Element | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|
| F | - | - | - |
| $Na_2O$ | 0.053 | 2.162 | - |
| MgO | 0.259 | 1.123 | 0.420 |
| $Al_2O_3$ | 1.130 | 13.566 | 0.847 |
| $SiO_2$ | 0.048 | 62.434 | 0.387 |
| $K_2O$ | 0.041 | 4.756 | 0.084 |
| CaO | 0.053 | 8.846 | 0.176 |
| S | 0.015 | 0.006 | 0.015 |
| $P_2O_5$ | - | 0.400 | - |
| $TiO_2$ | 1.657 | 0.235 | 2.843 |
| $Cr_2O_3$ | 0.194 | 0.074 | - |
| MnO | 0.073 | 0.222 | 0.073 |
| FeO | 92.482 | 7.752 | 88.721 |
| $ZrO_2$ | - | - | - |
| CuO | - | 0.025 | - |
| $V_2O_3$ | - | 0.060 | - |
| $As_2O_5$ | - | - | 0.022 |
| Total | 96.001 | 101.660 | 93.584 |

Fe





Ti

Photo. 8　EPMA調査結果
反射電子像（COMP）・反射電子像（Fe、Ti）および定量分析値

# 第8章　総括

## 1．縄紋・弥生時代

縄紋時代のものと考えられる遺構は、諏訪西土取場遺跡において落し穴状の土坑を6基、坂長米子道端ノ中遺跡からは3基を検出した。このうち、諏訪西土取場遺跡の落し穴2からは縄紋土器がまとまって出土しており、土器の特徴から縄紋時代後期後半から晩期前半にかけてのものと推定される。また、年代測定の結果、BC1540～910年という年代値が得られている。これまで米子市内で見つかった落し穴は1,600基を超えるものと考えられるが、この中から遺物が出土する事例は珍しく、青木遺跡E地区の落し穴から突帯紋土器が出土している事例(註1)が見られる程度しかない。落し穴に遺物が含まれない原因は、落し穴を利用した狩猟は集落から離れた場所で狩猟活動が行われていたため、生活資材である土器などが混入する機会が少なかったことに起因すると考えられる。

一方、今回の出土例は、当該期の集落がこの近くに存在することを示すものと考えられるが、土坑が中途まで埋没した段階で土器が投棄されていると考えられるため、かつて狩猟活動の場であった場所に集落が移動しているものと考えられる。

出土した土器は、粗製の鉢形土器であるが、器壁を貝殻の腹縁部などでケズリ調整している。器形はすべて砲弾型を呈するものと考えられ、丸底となるものである。時期的には、縄紋時代後期後半から晩期前半の突帯紋土器成立期以前の様相を窺わせる資料と考えられるが、周辺に比較できる資料が少なく、編年的な問題については今後の検討課題である。

今回の調査では、弥生時代の遺構は確認することは出来なかったが、諏訪東チンゴ原遺跡において、土器や石鏃などが出土している。近隣では、諏訪西山ノ後遺跡や長者屋敷遺跡において中期まで遡る時期の住居や貯蔵穴などが見つかっており、諏訪東チンゴ原遺跡の周辺においても弥生時代の集落が存在することを示唆するものと考えられる。

## 2．奈良・平安時代

奈良・平安時代の遺構は、諏訪西土取場遺跡において、掘立柱建物11棟、土坑3基を検出した。掘立柱建物の配置には、方位に統一性が無いことや、重複関係が認められることから、奈良時代前半期から平安時代初頭頃まで存続した集落と考えられる。集落の性格としては、奈良時代前半期に大規模な掘立柱建物7が作られていることや、ほぼ同じ規模の建物を同じ場所に建て替えている状況が窺えることから、建物の機能があらかじめ限定されていた集落であると考えられる。また、この遺跡の南側に会見郡衙跡と推定される長者屋敷遺跡、東側に坂長下屋敷遺跡が近在しており、いずれの遺跡からも大規模な掘立柱建物が検出されている。こうした状況から、この遺跡が会見郡衙に隣接する集落であったという想定が成り立つものと考えられる。また出土遺物では、奈良時代前半期に遡る遺物も検出されており、長者屋敷遺跡、坂長下屋敷遺跡よりも時期的に先行するという点も重要である。この集落の性格の解明が、会見郡衙の成立を探る上での手がかりになるものと考えられる。

なお、この集落では奈良時代に精錬鍛冶から鍛錬鍛冶を主体とする鉄器の製作が行われており、郡衙に程近い位置に作られた鍛冶専業工房ではないかという予想を抱かせる。しかし、操業の内容は故鉄などを利用したリサイクル鍛冶を含んでおり、郡衙に付属する鉄器製作工房としては、鉄滓の出土

量も少なく、やや小規模なものであろう。会見郡衙は、伯耆国の主要産品である鉄を近隣の郷倉から集める集荷施設としての役割を果たしていたと考えられるが、鉄が集められる際にどの段階にまで加工された鉄が持ち込まれたのかがはっきりしない現状では、郡衙内に所在する鉄器製作工房の性格や操業内容までを明らかにすることは難しい。あるいは、郡衙内で消費された小規模な鉄器の製作や、修理など補助的な鍛冶が行われていたのであろうか。今回の調査では、鍛冶遺構も未検出であり決定的な証拠に欠けるため、やや過大評価の感は拭えないが、この集落が会見郡衙に関連する鉄器の製作、修理を行っていた工房的な施設を含んでいた可能性があるという指摘をしておきたい。

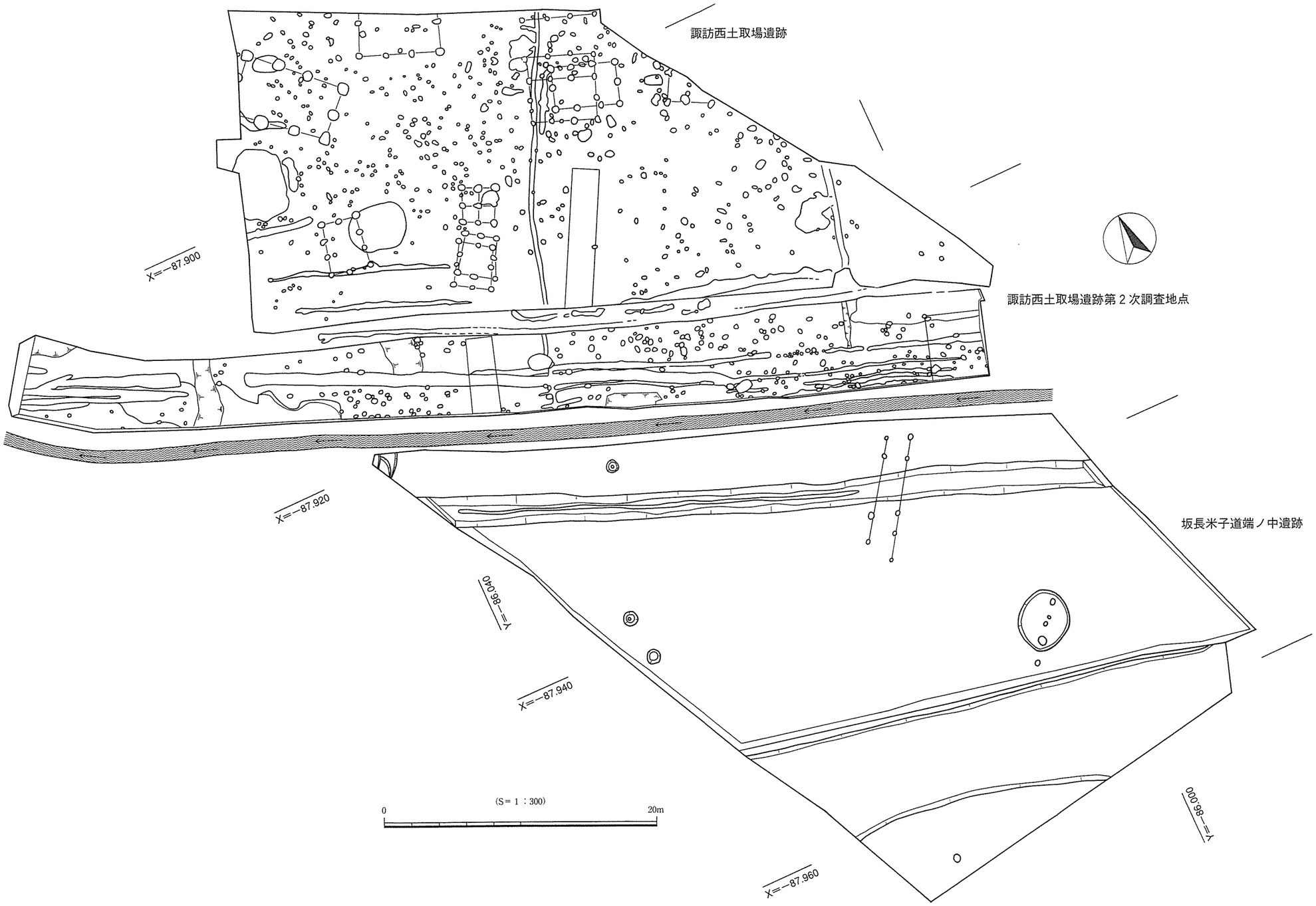
## 3．近世・近代

近世から近代の調査では、坂長米子道端ノ中遺跡において、佐野川用水の旧流路を確認した。この佐野川用水は、寛永九年（1632年）に工事が着工され、文久元年（1861年）に完成した、旧溝口町の中祖から伯耆町の坂長まで約8.8kmに及び掘削された人工の用水路である。ちなみに、現在見られる佐野川用水は、明治時代以降にも頻繁に改修され、現在は大半がコンクリートの水路に付け替えられているため、当時の遺構がそのまま残っていることはほとんど無いものと考えられていた。しかし、今回検出した地点では、昭和50年代頃にほ場整備により新しい流路に付け替えられて、旧流路が埋没したことが幸いし保存されていたものである。調査で検出された水路は、この佐野川用水の坂長から北の樋ノ口方面へ抜ける分水の流路であると推定されるが、水路の規模や分水の範囲など、文献資料だけでは計り知れない部分が多かったが、今回得られた資料によって、佐野川用水の一端を明らかにしたものと考える。

## 4．まとめ

今回の調査では、残念ながら古代会見郡衙の存在を直接的に示すような、墨書土器などの文字資料は検出できなかった。しかしながら、諏訪西土取場遺跡において、奈良時代前半期に大形の掘立柱建物が建てられていることを確認したことから、会見郡衙成立期の様相を探る上での重要な資料を得たものと考えられる。また、鉄関連遺物の出土から、鉄器製作に関わる郡衙関連施設の存在が推定されるようになった点も大きな成果である。会見郡衙の位置や規模については、いまだ確実な証拠を得ていないが、今回の調査により、この長者原台地上一帯に奈良時代の会見郡衙が存在するという蓋然性はより高まったものと考えられる。本調査で得られた成果は、地方郡衙における鉄器製作の一端を垣間見せる資料とともに、今後の調査研究に資するところが大きいと考える。最後に、調査にご協力いただいた関係各位に感謝いたします。

註１　『青木遺跡発掘調査報告書Ⅲ』1978年　青木遺跡発掘調査団




第64図　諏訪西土取場遺跡・坂長米子道端ノ中遺跡　全体図