

兵庫県宍粟市所在

小茅野後山遺跡

— 中世製鉄遺構の調査 —

平成19年3月(2007)

兵庫県教育委員会

兵庫県宍粟市所在

小茅野後山遺跡

— 中世製鉄遺構の調査 —

例 言

1. 本報告書は（一）大沢内海線 県単独道路改良工事に伴い、平成11年度・12年度にわたり兵庫県教育委員会が調査主体となって実施した小茅野後山（こがいのうしろやま）遺跡の発掘調査報告書である。
2. 遺跡は宍粟市山崎町小茅野（調査時：宍粟郡山崎町小茅野）に所在する。
3. 本文中の遺物番号は、本文・写真図版・図面を通して統一した。
4. 遺物のスケールは原則として縮尺1/4であるが、大型鉄滓・炉壁については縮尺が異なる。
5. 本報告に使用した地図は、国土地理院発行の1/50,000「佐用」「山崎」「坂根」「大屋市場」をもとに作製した。
6. 本報告書は、第5章を除き村上泰樹（兵庫県教育委員会考古博物館開設準備室）が執筆し、非常勤嘱託員古谷章子の協力を得て編集した。
7. 本報告書で使用した遺構写真は村上が撮影し、遺物写真は（株）アコードに委託した。また航空写真は中日本航空株式会社に撮影委託した。
8. 自然科学分析について、磁気探査は森永速男氏（兵庫県立大学）の協力を得た。鉄滓・砂鉄分析は大沢正己氏の指導を得て九州テクノリサーチ・TACセンターに依頼した。炭化材樹種同定および放射性炭素年代測定をパレオ・ラボと加速器分析研究所にそれぞれ委託した。以上の成果については、本書の第5章に掲載している。
9. 整理後の遺物については、兵庫県教育委員会魚住分館に保管している。
10. 本遺跡で出土した鉄滓は一定の割合で抽出し、サンプル的採集を行った。採集したサンプルのうち、可能な限り体積・密度・磁着度を計測した。この計測データは、鉄滓の基礎資料となるが紙面の関係上掲載できなかった。この計測データは当事務所で保管している。
また、森永速男氏（兵庫県立大学）の指導のもと計測した帯磁率値計測データも同様である。
11. 発掘調査・整理・報告書を作成するにあたっては、下記の方々のご指導とご教示を仰いだ。
大澤正己（株式会社九州テクノリサーチ・TACセンター）、森永速男（兵庫県立大学）、土佐雅彦（兵庫県立高等養護学校）、片山昭悟・田路正幸（宍粟市教育委員会）、真鍋成史（交野市教育委員会）、大道和人（（財）滋賀県文化財保護協会）、角田徳幸（島根県埋蔵文化財調査センター）

目次

第1章 調査の経緯	
第1節 調査に至る経過	1
第2節 調査の方法	2
第2章 周辺の環境	
第1節 地理的環境	3
第2節 歴史的環境	5
第3章 確認調査の成果	
第1節 調査に至る経緯	7
第2節 調査の方法	7
第3節 調査の結果	7
第4節 探査	8
第4章 調査の概要	
第1節 No.3 地点の調査	11
第2節 No.4 地点の調査	12
第3節 No.5 地点の調査	13
第4節 No.6 地点の調査	15
第5章 自然科学分析	
第1節 小茅野後山遺跡、製鉄炉跡における磁気探査	21
第2節 小茅野後山遺跡 出土製鉄関連遺物の金属学的調査	33
第3節 年代測定結果報告書	51
第4節 小茅野後山遺跡出土炭火材の樹種同定	55
第6章 まとめ	
第1節 小茅野後山遺跡の遺構について	61
第2節 出土鉄滓について	63
第3節 まとめ	66

挿図目次

第1図 小茅野遺跡の位置
第2図 製鉄遺跡分布図
第3図 確認調査位置図
第4図 No.2 地点の磁力強度変化
第5図 No.4 地点の磁力強度変化
第6図 No.6 地点鉄滓傾向 (体積・密度)
第7図 No.6 地点SX04 鉄滓傾向 (体積・密度)
第8図 SX04 炉内滓傾向 (体積・密度)

表目次

表1 No.3地点 出土鉄滓

表3 No.5地点 出土鉄滓・炉壁

表2 No.4地点 出土鉄滓・炉壁

表4 No.6地点 出土鉄滓・炉壁

図版目次

図版1 調査区位置図

図版2 No.3地点 平面・土層図

図版3 No.4地点 平面・土層図

図版4 No.5地点 平面・土層図

図版5 No.5地点 炭窯 平面・土層図

図版6 No.5地点 炉1 平面・土層図

図版7 No.6地点 調査前地形図

図版8 No.6地点 遺構配置図

図版9 SX01・02・04 断割土層図

図版10 No.3地点 出土遺物(1)

図版11 No.3地点 出土遺物(2)

図版12 No.4地点 出土遺物(1)

図版13 No.4地点 出土遺物(2)

図版14 No.5地点 出土遺物

図版15 No.6地点 出土遺物(1)

図版16 No.6地点 出土遺物(2)

図版17 No.6地点 出土遺物(3)

図版18 No.6地点 出土遺物(4)

図版19 No.6地点 炉1 平面図および帯磁率測定値分布

図版20 No.6地点 炉2 平面図および帯磁率測定値分布

図版21 No.5地点 炉1・炭窯 帯磁率測定値分布

写真目次

写真図版1 上 小茅野後山遺跡遠景

下左 No.6地点 全景

下右 小茅野後山遺跡全景

写真図版2 上 No.3地点 全景

中 No.4地点 全景

- 下 No.5 地点 全景
- 写真図版3 上 No.5 地点 炉1
- 中左 No.5 地点 炉1 断割状況
- 中右 No.5 地点 炉1 断割状況
- 下 No.6 地点 全景
- 写真図版4 上 No.6 地点 炉1
- 炉1 断割状況
- 炉1 断割状況
- 下 No.6 地点 炉2
- 炉2 断割状況
- 炉2 カーボンペット内 断割状況
- 写真図版5 上 SX01 断割状況
- 中 SX02 断割状況
- 下 SX04 断割状況
- 写真図版6 No.3～6 地点 出土遺物
- 写真図版7 No.6 地点 出土遺物
- 写真図版8 No.6 地点 SX04 出土遺物 (I類鉄滓)
- 写真図版9 上 No.3 地点 全景
- 中 No.3 地点 鉄滓溜
- 下 No.3 地点 旧河道・鉄滓溜断割
- 写真図版10 上 No.3 地点 炉壁・鉄滓溜
- 中 No.4 地点 全景
- 下 No.4 地点 鉄滓溜
- 写真図版11 上 No.5 地点 全景
- 中 No.5 地点 炉1
- 下 No.5 地点 炭窯 右：完掘
- 写真図版12 上 No.5 地点 土層断面
- 中 No.5 地点 炭窯断割状況
- 下左 No.5 地点 炭窯煙道部付近
- 下右 No.5 地点 斜面地堆積状況
- 写真図版13 上 No.6 地点 全景
- 中 No.6 地点 炉2土層断面
- 下 No.6 地点 炉2カーボンペット断割状況
- 写真図版14 No.3 地点 出土遺物
- 写真図版15 No.4 地点 出土遺物
- 写真図版16 No.5 地点 出土遺物
- 写真図版17 No.6 地点 出土遺物(1)
- 写真図版18 No.6 地点 出土遺物(2)

第1章 調査の経緯

第1節 調査に至る経過

1 調査に至る経緯

遺跡のある宍粟市は兵庫県中西部に位置し、平成17年に旧宍粟郡山崎町・一宮町・波賀町・千草町の4町が合併し、現在に至っている。宍粟市は兵庫県下最高峰の氷ノ山、第二峰の三室山、第三峰の後山など、1,000mを超える山々がそびえ、その大部分を山地が占めている。兵庫県県土整備部龍野土木事務所（調査当時〔平成12年度〕：兵庫県竜野土木事務所）は、宍粟市山崎町小茅野において（一）大沢内海線県単独道路改良事業を計画した。事業計画地内の一部に近世の製鉄遺跡と考えられている小茅野後山（こがいのうしろやま）遺跡が含まれるため、平成11年7月に分布調査を実施した。対象面積は12,000㎡である。分布調査の結果、6カ所の地点（No.1～6地点と呼称）で製鉄遺跡が存在する可能性の高い地点を確認した。そこで、遺構の有無を明らかにするため平成11年11月に確認調査を実施した。各地区に1カ所、幅1mのトレンチを設定し、遺構の確認を行った。No.2・4地点についてはプロトン磁力計・フラックスゲート型磁力計を用い磁気探査を併用し遺構の確認に努めた。確認調査の結果、No.3～6地点で、鉄滓捨場、製鉄炉跡などの遺構を確認した。

確認調査の成果を受けて龍野土木事務所と遺跡の取り扱いについて協議した結果、土木事務所の依頼（平成12年4月3日付 竜土第1号）によりNo.3～6地点の4カ所の本発掘調査を実施することになった。

2 調査・整理体制および期間

調査・体制および期間は以下のとおりである。

分布調査（調査番号：990188、調査期間：平成11年7月29日）

調査担当者 兵庫県教育委員会埋蔵文化財調査事務所

主任 多賀茂治

確認調査（調査番号：990259、調査期間：平成11年11月17日～18日）

同

調査専門員 西口和彦・主任 多賀茂治

本発掘調査（調査番号：2000245、調査期間：平成12年10月5日～12月4日）

同

主査 村上泰樹・主査 篠宮 正

調査補助員 小谷義男・松田利可子・池成夕子

室内作業員 森崎由起子

整理作業

整理作業は、埋蔵文化財調査事務所、平成17・18年度の2カ年にわたり実施した。

平成17年度／水洗い、ネーミング、接合・補強、実測・写真撮影・整理、分析鑑定

整理担当者 主査 村上泰樹、主任技術員 古谷章子、日々雇用職員 岡田洋子

第2節 調査の方法

調査区の呼称は、分布調査時に命名された調査地点名称をそのまま使用した。各地点は志文川の支流である岩尾谷（いわおだに）川沿いに点在している。下流から上流に向けてNo.3地点→No.4地点→No.5地点→No.6地点の順番で調査を行った。各地点は調査前の現況を記録するため地形測量を実施した後、人力により掘削した。検出した遺構は、写真撮影、平面実測等の記録をとり、製鉄炉の基礎部分は断割りを行いその構造を明らかにし、実測図・写真による記録を行った。

また遺物は製鉄炉の炉壁片や製錬時に生じる鉄滓がほとんどで、その数も膨大である。このため炉壁は部位が判り、炉の形状が復元できる可能性の高いものを選別した。鉄滓は各遺構（炉跡・鉄滓溜）から出土した総量の1～5%を無作為に選別し、その形状寸法・体積・重量などのデータを現地で計測し、その一部をサンプルとして採集した。

製鉄炉の年代決定、使用原料、燃料の内容を知るため¹⁴C年代測定法用の炭化材サンプル、金属分析用砂鉄、樹種同定用炭化材をサンプルとして採集した。

また、当時県立姫路工業大学理学部の森永速男氏（現兵庫県立大学大学院生命理学研究科）の協力を得て、No.5・6地点の製鉄炉・炭窯の帯磁率分布測定を行うとともに、No.6地点の製鉄炉基礎部分より考古地磁気年代決定のためのサンプル採集を行った。



写真1 No.5 地点 炭窯調査風景



写真2 No.5 地点 炉調査風景

第2章 周辺の環境

第1節 地理的環境

小茅野後山遺跡は、宍粟市山崎町小茅野に所在する中世の製鉄遺跡である。平成17年4月1日に旧宍粟郡内のうち山崎町・一宮町・波賀町・千種町の4町が合併し、宍粟市となっている。平成12年度に行った調査時点では、宍粟郡山崎町小茅野に該当する。

宍粟市は兵庫県中西部、播磨北部の山間部に位置する。北は養父市・鳥取県と、西は佐用郡佐用町および岡山県と境界を接している。宍粟市域の多くは山地が占めており、県下最高峰の氷ノ山をはじめ三室山、後山など1,000m級の山脈がそびえている。市域内には揖保川および千草川などの一級河川が南流し、狭隘な谷部を形成している。

遺跡の所在する小茅野は山崎町の西北部にあり、西側は千種町と境界を接している。

小茅野地区は、周囲を700m級の山々で囲まれた山間部の集落で、標高550～600mの緩斜面上に立地している。集落の南側は、千草川に注ぐ志文川の支流小茅野川が流れている。小茅野後山遺跡は、小茅野集落の東北約1.6kmのところ、小茅野川の最上流域の狭隘な谷部斜面地に立地している。

宍粟市から佐用町にかけての千草川最上流域の地質は、標高435.9mの大撫山を中心した佐用火山岩帯、いわゆる山陽帯で、チタン鉄鉱系鉱物を含む花崗岩で構成されている。この地帯から産出する砂鉄は20%以上のチタンを含む。

これにたいして遺跡周辺の千草町を中心とした地域は、花崗岩・蛇紋岩等よりなる山陰帯に属し、4%前後のチタンを含む磁鉄鉱系の砂鉄を産出する。

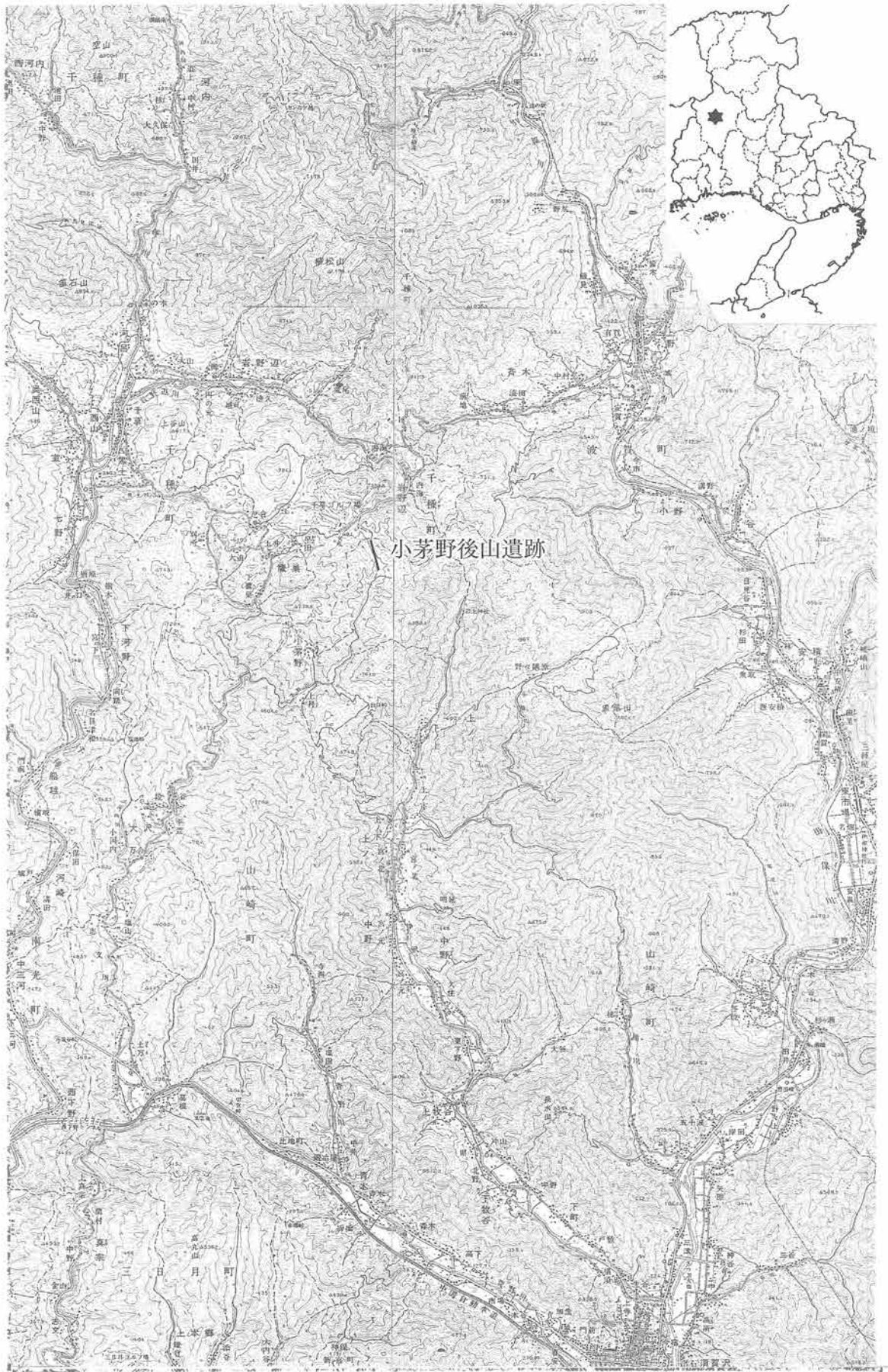
第2節 歴史的環境

遺跡のある播磨北部の佐用郡・宍粟市一帯は、県下で最も製鉄遺跡が集中する地域として知られている。奈良時代初頭に編集されたとされる『播磨風土記』には、讃容郡の鹿庭山の谷で製鉄が行われたとの記載がある。鹿庭山は、佐用町の大撫山に該当すると考えられている。

現在大撫山周辺では数多くの製鉄遺跡が確認されている。千種川支流の佐用川・江川川沿いにはカジ屋遺跡、山平B遺跡（8世紀後半）、永谷B（8世紀?）・C（8世紀後半）遺跡、大日川・幕山川沿いには才金B遺跡・坂遺跡（古墳時代?）、千種川本流域には金屋中土居遺跡（6世紀後半?）などの製鉄遺跡がそれぞれ確認されている。

佐用郡の東を南流する千種川沿いには、奈良時代の西下野製鉄遺跡が立地している。西下野遺跡は県下で最も古く調査された製鉄遺跡として知られている。千種川の最上流域および源流である日名倉山周辺は、大撫山周辺と並ぶ製鉄遺跡が集中する地域である。小茅野後山遺跡は、千種川の東をほぼ平行して南流する志文川の最上流域に位置し、地理的には日名倉山周辺に集中する製鉄遺跡群に含まれる。

土佐雅彦氏の研究（土佐雅彦1994）によれば、播磨北部の宍粟市・佐用郡域で見つかっている製鉄遺跡は、地理的に大撫山麓周辺、南光町三河地区の千種川沿い、日名倉山南麓地帯の3グループに分類できる。しかし、宍粟市の東に位置する一宮町を南流する揖保川流域沿いにおいても、製鉄遺跡群が確認されている。揖保川の支流である染河内川と引原川の合流点にある丘陵上で、平安時代末の製鉄遺跡である安積山遺跡が発見されている。同遺跡は、1993・94年度に発掘調査され、大小11基の長方形箱



第1図 小茅野遺跡の位置 (1/100,000)

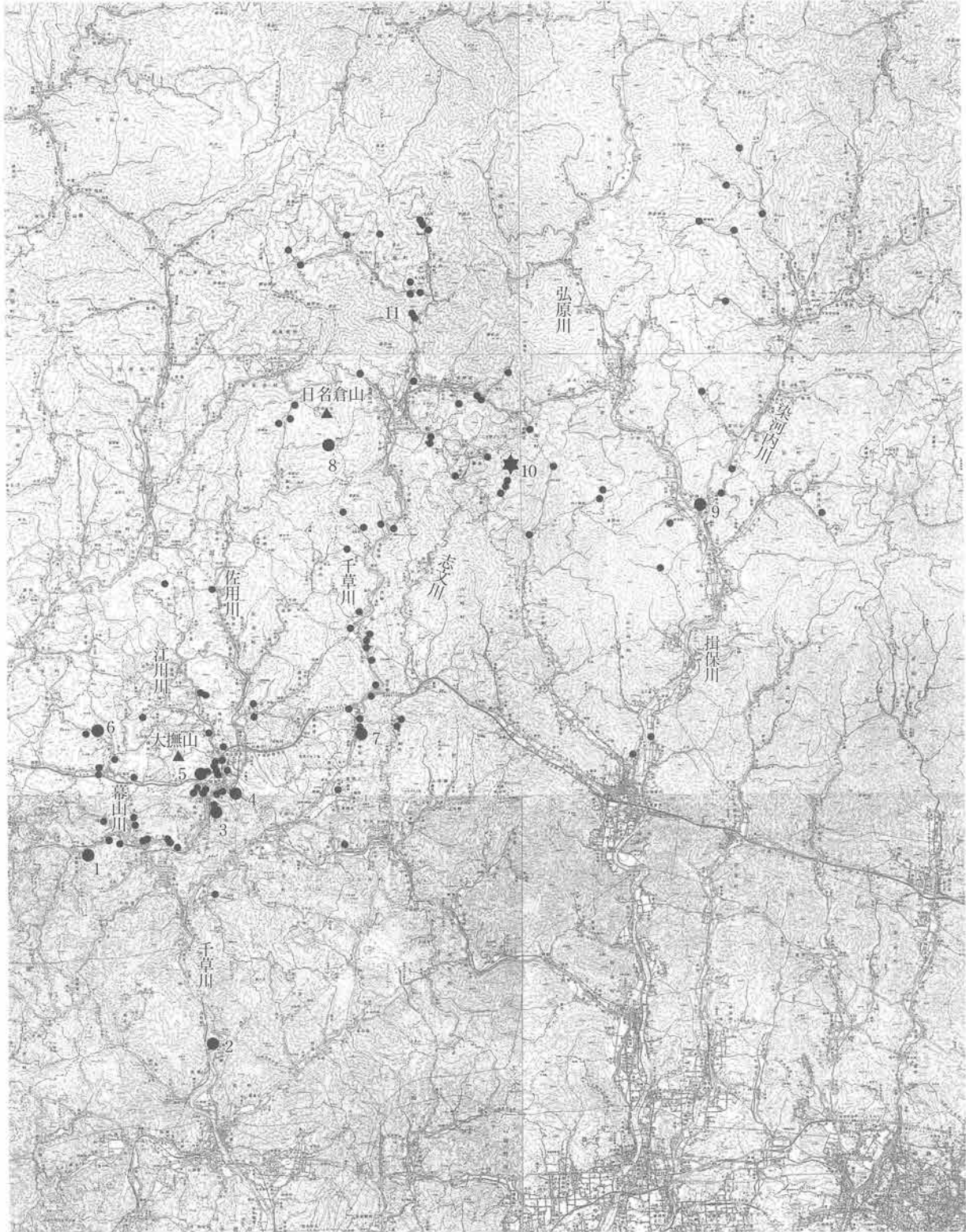
形炉が確認されている。さらに、一宮町域の北側の千種川・染河内川最上流域においても、鉄滓が散布する製鉄遺跡の存在が確認されている。この付近は、古代「御方里」に想定されており、霊亀元年(715年)以前に成立したとされる『播磨国風土記』には、この御方里で鉄をつくったことが記載されている。今後揖保川最上流域においても、古い段階の製鉄遺跡が発見される可能性があり、古代において上記の千種川流域の3グループとともに有力な鉄生産地帯であったと考えられる。

以上、播磨北部域の製鉄遺跡を概観した。先に取り上げた『播磨国風土記』では、讃容郡(佐用郡)鹿庭山、宍粟郡(旧宍粟郡)敷草里、御方里において鉄を産したと書かれている。なかでも鹿庭山(大撫山)の谷で生産された鉄は、難波豊碇の朝廷に献上されたと記載されている。こうした文献の記載を考慮すると、播磨北部の製鉄生産は7世紀代まで遡る可能性が指摘できる。現在のところこの周辺では、奈良時代の製鉄遺跡と考えられている山平B遺跡(8世紀後半)、永谷B(8世紀?)・C(8世紀後半)遺跡、さらに古いとされる才金B遺跡、坂遺跡(古墳時代?)、金屋中土居遺跡(6世紀後半?)が確認されており、播磨風土記の記載を裏付ける状況が見られ、金屋中土居遺跡・坂遺跡のように播磨風土記成立以前に比定される遺跡もある。しかし筆者はこれらの年代については再整理が必要と考えている。

近年、播磨北部域の製鉄遺跡から採集した鉄滓の金属学的分析結果が九州テクノリサーチ大澤正己氏より公表された(大澤 2005)。大澤氏によると、この一帯で産出される鉄原料(砂鉄)は、大撫山麓周辺の高チタングループと南光町三河地区の千種川沿い・日名倉山南麓地帯の低チタングループに分かれることが指摘されている。詳細な分析結果は大澤氏の研究に譲るが、このことは、大撫山一帯で採集される砂鉄が山陽帯(佐用火山岩帯)に属し、20%以上のチタンを含むこと、南光町三河地区の千種川沿い・日名倉山南麓地帯はいわゆる山陰帯に属し、ここで採集される砂鉄は5%のチタンを含むことと符号している。とくに前者の高チタンの砂鉄を原料とする鉄は、製品のなかにもこの特徴を残しており、鉄素材の流通を考える上で有力な視点と考えられる。鉄製品の破壊分析については異論も多いが、生産地の確定、それらから派生する流通の解明には避けて通れないと考える。

参考文献

- 土佐雅彦1994 「播磨の鉄」『風土記の考古学②(播磨風土記の巻)』同成社
- 大澤 正己2005 「生栖遺跡出土鍛冶関連遺物の金属学的調査」『生栖遺跡』兵庫県文化財調査報告第280冊 兵庫県教育委員会



1. 才金B遺跡 2. 金屋中土居遺跡 3. カジ屋遺跡 4. 山平B遺跡
 5. 永谷B・C遺跡 6. 坂遺跡 7. 西下野製鉄遺跡 8. 滝谷U遺跡
 9. 安積山遺跡 10. 小茅野後山遺跡 11. 高保木製鉄遺跡

第2図 製鉄遺跡分布図

第3章 確認調査の成果

第1節 調査に至る経緯

兵庫県県土整備部龍野土木事務所（調査当時〔平成12年度〕：兵庫県竜野土木事務所）は宍粟市山崎町小茅野において、県道大沢内海線の改良工事を計画した。事業地の一部が周知の遺跡である小茅野後山遺跡に及ぶため、兵庫県教育委員会では、平成11年7月に埋蔵文化財分布調査を実施した。その結果、鉄滓の散布状況や地形から埋蔵文化財が存在する可能性がある地点が6カ所確認された。

この結果を受けて、龍野土木事務所の依頼（平成11年9月21日付 竜土第1889号）により、埋蔵文化財確認調査を実施した。

第2節 調査の方法

調査は各地点に幅1mのトレンチを設定して行った。掘削は重機と人力によって行い、遺構・遺物の検出に努めた。掘削終了後、写真・図面によって記録を行い、トレンチを埋め戻して調査を終了した。

また発掘調査と並行して、製鉄炉を検出するために磁気探査を実施した。製鉄炉跡や須恵器窯などの高熱を受けた被熱遺構は熱残留磁気を帯び、強い磁気を示す地磁気の異常地点として存在している。探査でこの磁気異常を示す箇所を探れば、炉跡を検出することができる。

今回の探査は、No.2地点をプロトン磁力計による全磁力測定、No.4地点はフラックスゲート型測定器を用いて磁力傾斜測定を行った。全磁力測定にはGSM-8プロトン磁力計（カナダGEM社製）を、磁気傾斜測定にはFMフラックスゲート磁力計（イギリスGeoscan社製）を使用した。

測定は探査対象地域を1m間隔に区切り各点の磁力を測定した。探査結果はコンターと磁力強度変化をモノクロトーンで表現している。

第3節 調査の結果

調査地は千種川水系志文川の水源付近であり、南北に細長い谷沿いである。標高は650m前後である。谷沿いには鉄滓が散布しており、鉄滓の集積場や人為的に造成された平坦地が点在する。

発掘調査の対象地としたのは、鉄滓の集中地点や平坦地である。以下地点毎に調査の概要について説明する。

No.1 地点

西側に開く枝谷の出口付近の平坦地に位置する。周辺に鉄滓の散布が認められたため調査を行った。表土下に黒色極細砂（炭・灰混じり）・暗褐色シルト・暗灰色粗砂・黄色礫じり粗砂（基盤層）が堆積する。

遺物は出土せず、遺構も検出されなかったが、上方から炭・灰が流れてきているので、事業地外に製鉄炉が存在する可能性が高い。

No.2 地点

西側に開く枝谷の出口付近の平坦地である。周辺に炉壁片・鉄滓の散布が認められたため調査を実施した。表土下に灰黒色極細砂（炭・灰混じり）・黄褐色礫混じりシルト（基盤層）が堆積する。

遺物は出土せず、遺構も認められなかった。

ここもNo.1地点と同様に上方から炭・灰が流れてきているので、事業地外の炉壁片が散布している付近に製鉄炉が存在する可能性が高い。

No.3地点

No.2地点と志文川間の平坦地である。表土の下に灰黒色細砂（炭・灰混じり）・黄色シルト質極細砂（基盤層）が堆積する。炭・灰は上方の製鉄炉から流出してきた可能性が高い。

また、トレンチ南端付近で鉄滓塊を検出した。鉄滓の廃棄場であろう。

No.4地点

南北20m、東西7mほどの平坦地の西縁にあたる。この部分は現道路の工事により削られ、破壊されている。

トレンチの断面で炭層と焼土層を確認した。炭層・焼土層は平坦地の上に広がっており、周辺に鉄滓が多く散布することから、製鉄炉である可能性が高いと考える。

No.5地点

南北15m、東西5mほどの平坦地である。幅1.9m、長さ6.5m以上の大型の土坑を検出した。土坑は斜面に対して平行に掘られている。土坑内部は炭・灰が堆積している。底の一部が焼けているので、内部で燃焼を行った可能性が高いが、焼け方が弱く製鉄炉である可能性は低い。

No.6地点

川沿いの平坦地である。周囲に鉄滓が多く散布していたので、調査を行った。調査の結果、トレンチ全面で焼土層と炭の入った方形の土坑を検出した。形状等から長方形箱型炉の基礎部分である可能性が高い。遺物は鉄滓が出土したのみである。

第4節 探査

No.2地点・No.4地点について、磁気探査を実施した。

No.2地点（Proton. M）

トレンチの南側、山傾斜面に向かい東西20m、南北9mの範囲を測定した。A及びC点に磁気異常が認められる。Aは弱い変化であり、異常を示す箇所は崖面に該当する。磁力は、北側が高く南側が低いので、被熱箇所とは考えられない。C点は測定区内で一番変化の大きい箇所である。また磁力はA地点とは逆に、北側が低く南側が高い双極子磁場を示している。被熱遺構の可能性が高い。範囲は東西2～3m程である。調査区の南側も磁力の高い範囲である。

No.2地点で製鉄炉の可能性のある箇所はC地点と考えられるが、位置的には道路用地の境界上もしくは外にあたる。さらにB地点で炉壁を採集した。調査区の南側にも炉跡が存在すると推測される。

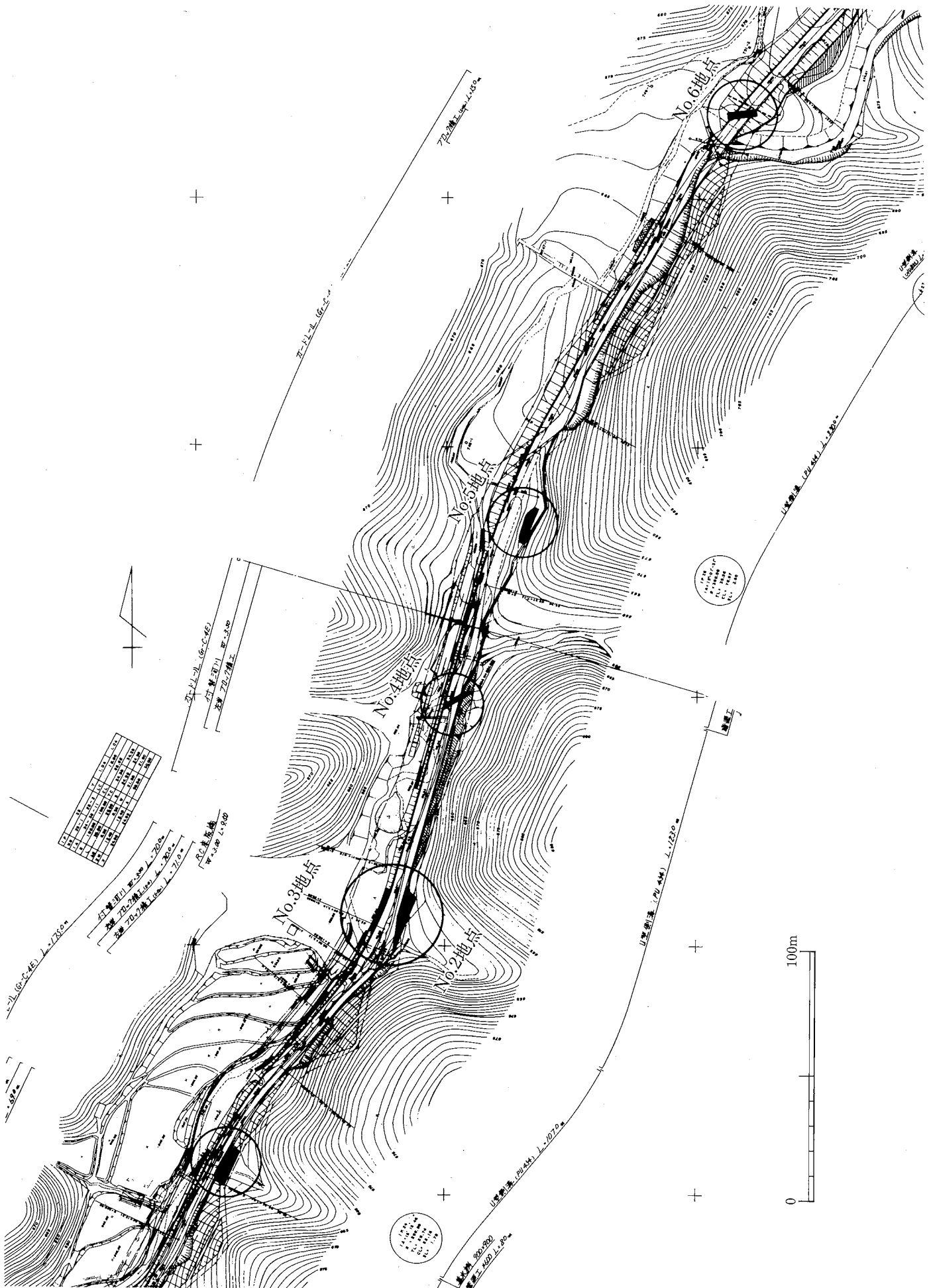
No.4地点（Fluxgate. M）

No.4地点の調査箇所の東側平坦地に東西6m、南北9mの範囲を測定した。A地点は発掘調査により確認された炉跡の位置である。探査区内での磁気異常はBとC点に認められる。B点の非常に高い異常は、鉄によるものと考えられ、C点は崖端部にあたり、鉄や被熱以外による異常と理解できる。

No.4地点の探査範囲内に新たに被熱遺構は認められない。

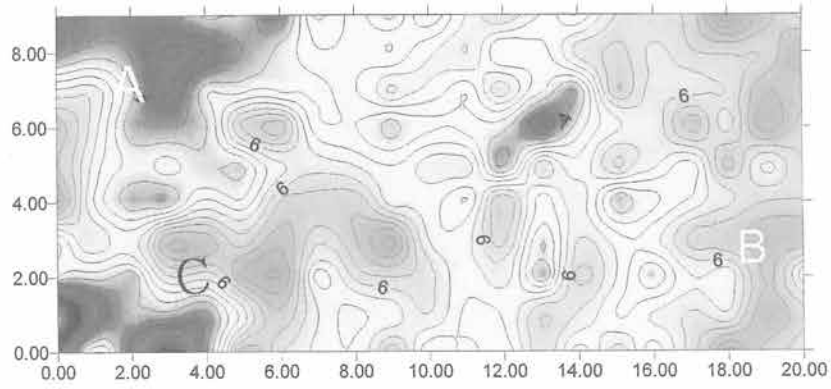
第5節 調査のまとめ

調査の結果、No.3～6の各地点で製鉄関係の遺構を検出した。No.4・6地点は製鉄関連遺構もしくは製鉄炉そのものである。また、No.3地点は鉄滓の廃棄場、No.5地点は炭窯である可能性が考えられる。



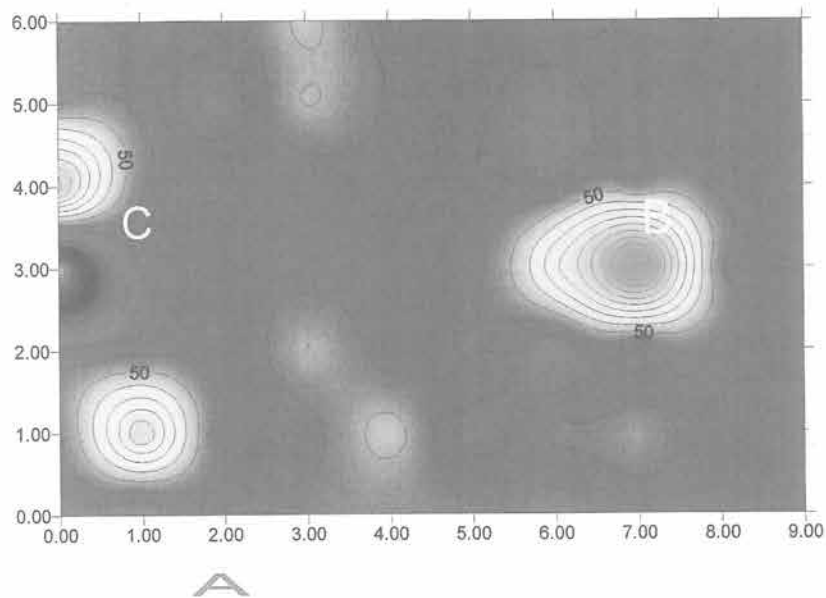
第3図 調査地点位置図

KOGAINO 2KU PROTON.M



第4図 No.2地点の磁力強度変化

KOGAINO 4KU FLUXGATE.M



第5図 No.4地点の磁力強度変化

第4章 調査の概要

第1節 No.3地点の調査

No.3地点は、調査区のなかでも最南端にあり、各調査区が点在する南北方向に延びる狭隘な谷部の開口部に位置する。調査区の東側は、東から西に向かって尾根が張り出しており、No.3地点は、この尾根の先端部に位置する。調査区の東は幅3mの道路、西側は上流の北側から南に流れる小河川が近接している。

調査の結果、調査区の南西隅で北から南へ流れる旧河道と、旧河道に連結する溝が確認された。旧河道内には、鉄滓および炉壁片が集中し廃棄された箇所を確認したが、製鉄炉跡などの遺構は確認できなかった。調査区の現状の標高は652.4～651mで、北東端を最高位として南西方向に緩やかに傾斜している。調査面積は、125m²である。

1 層序

調査区の基本層序は、上層より表土（1層）、炭層（2層）、旧河道ないしは溝の埋土層（3～8層）、基盤層（9層）である。2層は、近代もしくは現代の鉄製の握手を包蔵する0.5～1.5cm大の炭片を多く含む層である。この炭層の分布は、調査区全域に分布している。旧河道埋土である3～7層のうち、3層は溝の埋土および旧河道上層を形成している。4層以下は旧河道内の堆積層である。下層は、砂礫層および細砂層が堆積する。調査区南半部の旧河道東岸部上で出土した炉壁・鉄滓溜は2層を除去した段階、基盤層直上で確認した。溝および旧河道も同様に、2層を除去した基盤層直上で検出した。また旧河道内東岸斜面部分および河底で炉壁・鉄滓溜を確認している。

2 遺構

調査区の旧地形は中央部東側から西に向かって舌状に平坦面が張り出す。平坦面の北側斜面部は、約60cmの比高差で下がり、その後緩やかな平坦面が北側に延びる。舌状に張り出した平坦面の北側裾部分は溝が流れ、南西側は旧河道が流れる。

旧河道

調査区の南西隅で北から南方向に流れる旧河道である。旧河道の西岸部は調査区外に及び、旧河道の幅は不明である。検出面からの深さは、河道南端部分で1.3mである。

東岸斜面部および河底で炉壁・鉄滓溜を確認している。

溝

調査区の北半部に位置し、舌状に西側に張り出した平坦面の周囲を北東から南西に向かって流れる溝である。溝の南西端は、旧河道に続いている。溝の幅は1.8～2mで、南西部に向かって幅を減じる。基盤層からの深さは、南肩部が80cm、北肩部は30cmである。

3 遺物

土師器・須恵器が出土している。いずれも調査区中央部、旧河道埋土上層より出土している。また、調査区南半部の平坦面上から、旧河道東岸斜面および河底にかけて鉄滓および炉壁片が集中する箇所が2カ所確認された。出土状況から人為的に投棄されたと考えられる。

報告No.	種 別	長さ(cm)	幅(cm)	厚さ(cm)	重量(g)	出土位置
1	炉外滓	25.25	31.57	18.1	12500	旧河道最下層
2	炉内滓	32.17	40.95	14.35	9950	旧河道最下層
3	炉外滓	44.45	27.68	7.3	10085	旧河道最下層
4	炉外滓	39.41	27.25	10.1	8680	旧河道最下層

表1. No.3 地点出土鉄滓

4 小 結

調査の結果、製鉄炉等の遺構は確認されなかった。しかし、鉄滓および製鉄炉の炉壁片が旧河道内に投棄された状況が確認され、調査区に近接して製鉄炉が存在したことは疑いのないところである。製鉄炉の存在が予想される場所として、調査区東側中央部より西に向かって舌状に張り出した平坦面上が考えられる。この平坦面の東側は谷部に沿って道路が築かれており、この道路部分に製鉄炉本体が存在したと考えられる。現状は道路工事による削平を受け、製鉄炉等の遺構は破壊されたと思われる。

第2節 No.4 地点の調査

谷部の開口部付近に位置し、No.3 地点とは同一の尾根の先端部分に位置する。両地点の位置関係はNo.3 地点が先端部の南西隅、No.4 地点は中央先端部分に該当する。No.3地点の北、約80mの位置にNo.4地点はある。

調査区周辺の現状は、南北方向17m、東西方向7m規模の平坦面が東から西へ舌状に張り出すように築かれている。平坦面の先端部分は、南北に延びる幅3mの道路によって削られ、急斜面になっている。調査区はこの急斜面地部分に該当する。現状の標高は、平坦面が656.25m、斜面下が654mで比高差は1.75mである。調査面積は52m²である。

1 層 序

調査区の層序は、表土（1層）、炭層（2層）、炭・灰・鉄滓混じり黒色土層（3層）、炭・焼土粒・鉄滓混じり黒褐色土層（第4層）、灰・炭・鉄滓混じり暗灰色土層（5層）、鉄滓（径1～4cm大）層（A・B層）、基盤層（6層）の順で堆積する。A・B層が人為的に投棄されたと考えられる鉄滓溜層に該当し、2～5層は二次堆積層である。

2 遺 構

調査の結果、調査区の山側で南北方向6m、東西方向1.5mの平坦面を検出した。平坦面の西側は、道路工事による破壊を受け急斜面になり、約1.75m下がり現道に至る。

平坦面上で鉄滓溜を検出した。鉄滓溜の南半部は、径1～2cm大の鉄滓片を主体に炉壁片・炭で構成されている。北半は径3～4cm大の鉄滓片を主体にした層で、鉄滓溜の内容が異なる。

3 遺 物

細かく破碎された鉄滓がコンテナ（TS28型）10箱分出土した。出土ごとの内訳は表土（1層）が1箱、鉄滓溜が9箱である。各コンテナに平均的に鉄滓を納め、そのうちの1箱について個体数を数えた

結果、1,066個体であった。この数値を使い出土した鉄滓個体数を算定すると、個体数は10,000点を超える。鉄滓は炉内滓と炉外滓の両者が出土している。

報告No.	種別	長さ(cm)	幅(cm)	厚さ(cm)	重量(g)	出土位置
5	炉外滓	2.78	3.4	3.16	35.5	鉄滓溜
6	炉外滓	3.33	4.07	1.5	25.8	表土
7	炉外滓	5.97	6.67	5.22	276.5	鉄滓溜
8	炉内滓	7.33	4.2	5.08	108.8	表土
9	炉内滓	8.49	5.4	3.78	121.7	鉄滓溜
10	炉外滓	15.62	9.72	4.47	572.1	鉄滓溜
11	炉内滓	11.3	7.92	6.45	591.5	表土
12	炉外滓	12.82	14.02	7.3	777.7	鉄滓溜
13	炉外滓	21.28	11.89	5.5	1350	表土
14	炉外滓	23.82	17.99	6.5	2950	表土
15	炉外滓	19.93	16.81	7.21	2550	表土
16	炉壁	19.65	14.33	5.85	1047.6	鉄滓溜

表2. No.4地点出土鉄滓・炉壁

4 小 結

調査の結果、調査区内には製鉄炉等の遺構はなかった。しかし少量ながら炉壁が出土しており、調査区東側に展開する平坦面に製鉄炉が存在すると考えられる。また鉄滓溜より出土した鉄滓片はすべて人為的に割られている。また鉄滓片の粒径も1~2cm大、2~4cm大に大別できる可能性がある。鉄滓溜の断面観察によると両者の分布も北半部と南半部に分かれており、鉄滓の廃棄状況が異なる可能性がある。

第3節 No.5地点の調査

谷の開口部より多少奥まった場所に位置する。No.4地点の北側に位置し、谷部を挟み西へ張り出す支尾根の南西端に位置する。No.4地点とは約90mの距離である。

調査区は、尾根の先端を南北方向14m、東西方向7mの規模で半月状に削平された平坦面と、平坦面から続く西側の斜面地である。標高は現状で平坦面が660~659m、斜面部分が659~657m付近で、平坦面との比高差は約2.2mである。調査区の西側は荒地が展開するが、湧水が激しく湿地の様相を呈する。さらに西側は道路を挟み小河川が北から南へ流れる。推測の域ではあるが、本来の調査区周辺の地形は、調査区の西側斜面沿いに川が流れていたと考えられる。その後道路工事によって川が堰き止められ、調査区西側が湿地化したと理解している。調査面積は108m²である。

1 層 序

No.5地点平坦部の層序は、表土（1層）、炭・焼土混じり黄灰色土（2層）、炭・焼土混じり赤橙色土（3層）、基盤層（4層）である。西側の斜面地には4層の二次堆積層が見られる。

このうち3層は製鉄炉基礎部分に係わる層と理解している。西側斜面地の堆積層のうち上層の2層は、鉄滓片が混入するものの主体は微細な炭層で炭窯操業時の堆積層と理解している。また下層に堆積する層は大型の鉄滓や炉壁片を多量に含む層で、製鉄炉に関係した堆積層である。

炭窯は、東肩部では基盤層（4層）から掘り込まれ、西肩部は製鉄炉基礎と考えている3層を切り込んでいる。また炉は2層を除去した段階、基盤層面で検出した。

2 遺構

平坦面上より炭窯（SX01）と炉跡が各1基検出された。

炭窯(SX01)

南北方向に長い平坦面の中央で検出された炭窯である。炭窯は平坦面を長楕円形に50cm程度掘り込んで築かれている。窯体東肩部の中央よりやや南側は、炉跡を切っている。

炭窯は、焚口部、窯体部、煙道部からなる構造である。窯体部は、長さ11m・幅2.2mの南北方向に長い長楕円形で、検出面からの深さは50～85cmを測る。煙道部は窯体北端部の中央を45cm程度半円形に張り出すように掘り込んで作られ、煙道下部は窯床を77×45cmの楕円形に11cm程度掘り窪めている。窯体の北端と南端では30cmの比高差があり、窯体北端部煙道側が高い。焚口部は、窯体南端部を1.5×1.15mの楕円形に30cm程度掘り窪めて作られている。

窯体内の床面には焼土塊が集中した範囲が数カ所認められる。また煙道部付近は黒化している。

埋土の最上層は基盤層と炭が混在した層であるが、下層は炭が主体の層で構成されている。焚口部の上層は窯体床面レベルで薄い焼土層が認められるが、基本的には焚口内の埋土は、炭・焼土が混入した層で構成される。

炉1

平坦面の奥まった場所で炉跡の一部が検出された。炉の西側は炭窯によって破壊され、炉跡の全容は明らかではない。炉跡の北端と南端には溝の痕跡が確認された。溝の上端は削平を受けているため炉の周囲を巡っていたかは明らかではないが、排水の機能をもつ溝と考えている。

残存する炉跡は、南北方向3m・東西方向70cmの規模で、平面形は隅丸方形あるいは楕円形と考えられる。炉内には炉壁片が出土している。埋土は炭・焼土混じりで構成されている。炉床面は被熱による赤化が認められる。深さは5cmと浅い。基盤層を断ち割り断面を観察した結果、赤化層の下に還元し灰色を呈する変化が見られた。

3 遺物

西側斜面地の堆積層下層より、大小の炉外滓、炉床壁、炉壁片を確認した。また炭窯埋土内より少量ではあるが鉄滓片が出土している。

報告No.	種別	長さ(cm)	幅(cm)	厚さ(cm)	重量(g)	出土位置
17	炉外滓	34.05	23.19	7.9	5400	斜面地堆積層下層
18	炉床壁	15.25	35.67	15.57	3050	斜面地堆積層下層
19	炉壁	21.98	21.41	16.6	3650	斜面地堆積層下層

表3. No.5地点出土鉄滓・炉壁

4 小結

炉跡については、製鉄炉の基礎構造部の可能性もあるが、床面に被熱の痕跡が認められることから、炉床の可能性を考えている。また平坦面の西側斜面地では、焼土層あるいは炭層など製鉄炉に関する堆積層が認められる。これらの層については、基礎構造部の痕跡あるいは製鉄炉関連の廃土かは明らかにはできなかった。

第4節 No.6地点の調査

調査区のなかでは最北端に位置し、No.5地点のある支尾根北端の斜面地に位置する。No.5地点とは直線距離で約160m離れている。調査区の南側は尾根の先端部を削って造成された幅3mの道路が延びる。北側は、南北方向に流れる小河川まで続く約150度の急斜面が展開する。調査区の西側を南北方向に流れる小河川は、約70m下流に築かれた砂防ダムによって生じる土砂の堆積の影響を受け、幾筋かに枝分かれし南流する。枝分かれした河川の間には中州状の高まりが形成されている。調査区内の現状は、672～668mの標高差で、南から北に向かって傾斜する斜面地である。斜面には標高670m付近で2カ所（テラス1・2）、668.5m付近に1カ所（テラス3）の計3カ所の平坦面が認められる。上段のテラス1は11×4mの東西方向に長い平坦面で、テラス1の東側に広がるテラス2はテラス1面より75cm下がり造成されている。テラス2の規模は東西方向6m以上、南北方向7m以上である。下段のテラス3は7×4mの規模で舌状に張り出した小さな平坦面である。これらの平坦面のうちテラス1・3で製鉄炉（テラス1：炉2、テラス3：炉1）がそれぞれ検出された。テラス1では炉2の周辺で、炉壁・鉄滓を投棄したSX01・02、テラス2で鉄滓を廃棄したSX04、テラス3で鉄滓片・炉壁片・焼土を投棄したSX03を検出した。調査面積は201m²である。

1 層序

調査区内の土層堆積情況は、上層より表土（1層）、黒褐色土炭混じり（2層）、灰黄褐色土（3層）、黒褐色土炭混じり層（4層）、褐灰色土炭・焼土・灰混り層（5～8層）、基盤層の順で堆積している。表土は、調査区全体を覆う層である。2・3層は、炉2の南側部分にのみ堆積した層で、多量の炭が混入する。4・5層は炉1の南半を覆う層で、とくに4層は炭・焼土粒・灰で構成される。

上段の炉2は、1～3層を除去した段階で検出され、下段の炉1は4層を除去した段階で検出された。また、下段の炉1の北半部は露出した状態で検出した。



写真3 No.6地点1・2付近（北から）

炉1の北を東から西方向に流れる小河川および北岸部分は、下流に設置された砂防ダムの影響を受けた土砂の堆積により生じた河川である。発掘による河川の汚染等の制約から、この部分の調査は実施していない。炉1で廃棄された鉄滓・炉壁類はこの河川下に埋没している。

2 遺構

調査の結果、テラス1中央部で製鉄炉跡（炉2）と、テラス1の西側斜面地で炉壁捨場（SX01）が検出された。テラス2で鉄滓溜（SX04）が、また下段のテラス3では製鉄炉（炉1）・土坑（SK01）が検出された。テラス3の北側斜面では鉄滓・焼土等の捨場（SX03）が検出された。またテラス2とテラス3の境部分で鉄滓・炉壁を捨てたSX02を検出した。

炉1

斜面下方の標高669mのラインに沿い、斜面地を半月状に開削してつくられた平坦面上で、製鉄炉の基礎部分である円形の盛土が検出された。

造成

平坦面の規模は、上端で幅（東西方向）9m、奥行き（南北方向）5m、下端で幅（東西方向）7m、奥行き（南北方向）4mである。

平坦面の東側から南東側にかけて、基盤層を掘り残し狭小な平坦面を築いている。東側平坦面は長さ1.2m、奥行き1mで南から北に向かって傾斜している。南東側平坦面と東側平坦面の境には10cmの段差があり、一段高くなる形で南東側平坦面を削り出している。規模は長さ2m、幅30～40cmと狭小な平坦面である。10cmの比高差である。

基礎構造

盛土： 平坦面の中央部を、3.3×2.2mの範囲で、北側が開口する東西方向に長い半月状に5cm程度掘り窪めている。この窪み中央部に、カーボンベットが収まるように掘削されている。土坑底は被熱し赤化しており、4層の炭層が薄く堆積している。その後、焼土・炉壁片混じりの土で円形の盛土が作られている。盛土の北側は崩壊している。盛土の規模は上端で2.8×2.5m、下端で3.6×3.3mを測り、北東から南西方向に長い。

周溝： 盛土の東半部の周囲には、溝が巡っている。規模は上端部幅70cm、下幅40cmを測り、盛土上端からの深さは10～15cm程度である。溝底は基盤層にまでは及んでいない。

カーボンベット： 盛土中央部北寄りに位置する。盛土を20cm程度の深さで、0.72×1.55mの規模で長方形に掘り窪めている。ベット内には粉状の微細な炭片が充填されている。

堤防状高まり： カーボンベットを挟んだ南北両側には、大型炉壁片が集中する箇所が認められる。南側の大型炉壁集中部は平坦面の中央に浅く掘られた土坑の南辺に沿って並べられている。炉壁片と多量の焼土が混じり、南側集中部は0.5×1.7mの範囲で、平面が長方形を呈する。北側の集中部の東端は、盛土の崩壊により破壊されているが、幅は50cm前後である。カーボンベットとの間隔は、南北ともに30cm前後である。両集中部間の間隔は、内寸で1.4mである。

付属遺構

平坦面の東西両隅で砂鉄溜と炭溜を検出した。また炉1と併存したかは不明であるが、盛土の東脇で土坑(SK01)を検出している。

砂鉄溜： 平坦面の東隅、小テラス上で検出された。砂鉄は径55cmの範囲で山盛りの状態で検出した。砂鉄の総重量は10kg前後である。

炭溜： 平坦面の西隅で炭の集中する炭溜を検出した。炭は0.6×2.1mの範囲に径1～3cm大の炭片が集中していた。炭は約5cmの厚さで堆積している。

SK01： 平坦面の東端部に位置する。盛土の東側に削り出された小テラス状に位置する。土坑は1.6×2.3mの規模で、北西から南東方向に長い楕円形の土坑である。深さは最深部で40cmを測る。土坑内には鉄滓片・炉壁片が少量出土している。

SX03： テラス3の北辺部から北側斜面部にかけて鉄滓片・炉壁片・焼土を廃棄した捨場を検出した。廃棄範囲の北側は現河川の下に埋没しており、正確な範囲は明らかではないが、東西方向12.5m、南北方向3m以上の範囲に及ぶ。

炉2

標高670mの等高線に沿う形で造成されたテラス1の中央部で、製鉄炉の基礎部分を検出した。

造成

東西方向9m、南北方向4.5m以上の範囲で歪な長方形に斜面地を削平し、平坦面を削り出している。斜面上方の平坦面南側は、道路工事によって破壊されているため、平坦面の造成の規模は明らかではない。斜面上方の平坦面南側は、東西方向2.5m、南北方向1mの小テラスを削り出し、その上に焼土・炭が混入する赤褐色土を貼り、小テラスを仕上げている。小テラスの西端部は炉壁片を基礎とした土で、小テラスを北側に幅2m、長さ1mの範囲で盛土し拡張している。この部分は、調査時に掘りすぎてしまい、土層断面で盛土範囲を確認した。小テラス面と平坦面の比高差は10cm前後である。

基礎構造

盛土・貼り土： 平坦面西半部で盛土の痕跡が認められたが、東半部では認められなかった。西半部の盛土は、造成のところでも述べたように、南側小テラス西側より続く形で盛土している。また平坦面北端部で焼土を用いた貼り土が2.9×1.5mの範囲で認められた。

溝： 平坦面の東西両側で溝を検出した。

東側の溝は、カーボンベットと連結するように掘られた溝で、平坦面北端部で焼土を用いた貼り土を除去した段階で検出した。一旦東方向に掘られ、屈曲して北側に向かう「L」字状の溝である。溝の幅は、カーボンベットとの連結部付近が最も狭小で上端幅70cm、下端幅35cmを測る。溝の東隅部は半円形に拡張し、上端幅80cmと最も広くなる。溝というよりは作業スペースの様相を呈する。深さは10cm前後と浅く、炉内の鉄滓を排出する際の溝と理解したい。

西側の溝は、イチジク状に南北方向に延びる溝である。溝の大きさは南端で1.8m、深さ20cm前後である。溝底の傾斜は約20cmの比高差で北側に傾斜する。溝の南端は、炭溜の一部が溝内を覆う。排水の機能をもつ溝と考えられる。

カーボンベット： 平坦部の中央で半円形と長方形が合わさった形のカーボンベットを検出した。検出時は2つのカーボンベットが重複していると考えていたが、断面観察の結果同一の遺構であることがわかった。カーボンベットの掘方は南北方向に2段に掘削される。南側の上段部分は深さ30cm、北側の下段部分は4cmの深さである。東西方向の掘方は東に向かう

に従い浅くなり、その境は明確ではない。検出時の状況は、カーボンベットの南半部は地山土混じりの黄褐色土が上層を覆い、北半部は下層の炭層が露出した形である。北半部の検出時の平面的な炭層の範囲は、2.3×1.0mの東西方向に長い長方形を呈している。埋土の下層は焼土と炭層が交互に堆積している。

堤防状高まり：平坦面の北辺部を東西方向に沿う形で検出された。大型炉壁片と焼土・炭を含む土で堤防状の高まりを作っている。平面形は幅1.0m、長さ4.5mの長楕円形を呈し、高さは20cmである。堤防状高まりの東半部はカーボンベットの北辺部に接している。

付属遺構

斜面上方側のテラス1の東隅と南隅でそれぞれ砂鉄溜と炭溜を検出した。

砂鉄溜：テラス1の南東隅に位置する。テラス1南側の斜面部分を1.5×0.8mの大きさで、深さ30cm程度掘り窪め、半月状の平坦部を築いている。砂鉄は70×40cmの範囲に薄く堆積していた。採集した砂鉄総量は2.2kgである。

炭溜：テラス1の南側斜面寄りに位置する。2.2×1.3mの範囲で炭片が集中する箇所を確認した。検出された炭片は0.5～1cm大の大きさであった。炭溜の西端部分は、溝内に及んでいる。

SX01：テラス1の西側斜面地で主に炉壁片を投棄した捨場を検出した。捨場の範囲は4×2mにおよび、斜面下方の北端部分はテラス3を覆っている。堆積状況は基盤層および旧表土上に10～30cmの厚さで焼土・炉壁細片および大型炉壁（25×15cm～5×5cm大）を含む赤橙色土が堆積している。

SX02：テラス2からテラス3にかけて鉄滓・炉壁片を投棄した捨場を検出した。捨場の範囲は6×5mで北端部分は調査区外に及ぶ。堆積状況は基盤層および旧表土上より黒褐色土（灰・炭層）、黄褐色土（基盤層ブロック・炭・焼土粒層）、橙色土（焼土塊・炉壁片・炭・鉄滓層）の順で堆積する。

SX04：テラス2のほぼ中央で、細かく破碎された鉄滓が廃棄された捨場を検出した。捨場の範囲は3.7×3.2mの円形の範囲で、35cmの高さで山盛り状に廃棄されている。堆積状況は上下2層に大別でき、下層は0.5～1cm大の破碎鉄滓で構成され、上層は1～3cm大の破碎鉄滓が主体である。

3 遺物

出土状況の概観

炉壁・鉄滓や表面の錆化・亀裂が著しい鉄塊と判断されるものも出土している。表土中の鉄滓の出土状況について述べる。テラス1からは径5～20cm大の炉外滓が出土しているが、数点炉内滓と見られる滓が出土している。その数は200点を数える。テラス2からは、炉内滓と炉外滓が出土しているが、径1～2cm大のものが目立つ。数量は200点前後である。テラス3は100点程度の炉外滓が出土している。径5cm大の鉄滓が目立つ。以上表土中より採集した鉄滓の分布状況を概観したが、テラスごとに鉄滓の内容に差が認められる。

次に遺構ごとの分布状況を概観する。炉壁はテラス1炉2の北および南側に築かれた堤防状高まりの基礎構造材として使用されていた。またSX01からも炉壁が多く出土しているが、内面に熔着痕がないものが多く炉上部あるいは炉外壁部分が主体である。鉄滓は量的には少ないがSX01からもコンテナ（TS28型）2箱分出

土している。径5～6cm大に破碎された炉外滓が多い。テラス2のSX04はコンテナ（TS36型）26箱分の鉄滓が出土している。滓の大きさは1～2cm大のものが多く、表土中採集の滓の様相と変化はない。また、テラス1の炉2カーボンベット内より少量ではあるが、炉外滓・炉内滓・炉壁片が採集された。

炉壁・鉄滓について

25は高さ35cm程度の炉壁片で四方は切断されてはいるが、作業時の炉内の様相がわかる資料である。上から砂鉄が粒状に、半溶解した部分→皺状部分→滴状に垂れる様相を呈する部分→表面のガラス化が進み光沢が著しい平滑な部分に分けて見られる。炉壁の下部部分は少し内湾気味で、炉底への移行部分と考えられる。この炉壁は炉2南側堤防状高まり中より出土しており、炉2の作業に係わるものではない。しかし、作業時に炉内に充填する炭・砂鉄は30cm程度であることを示す資料として興味深い。

26・27は鉄塊の可能性をもつ。いずれもテラス2より出土しており、SX04に伴うと考えている。

28・30は作業時炉内より鉄滓を排出した時に生じた滓と考えられる。28は筒状の滓で、内面が空洞になっており、内径は径3cmである。これは、排滓時に炉下部分を径3cm前後の道具で穿孔した時に生じたものと考えられる。30は排滓終了時に孔内で固まった滓と考えられる。

32～34は炉内滓あるいはその可能性が高いと理解している一群である。これ以外に大型の炉外滓35も出土している。炉2作業時の捨場と考えているSX01内には、こうした大型の炉内滓の可能性が高い34と炉外滓35の両者が含まれる。

報告No.	種別	長さ(cm)	幅(cm)	厚さ(cm)	重量(g)	出土位置
20	炉壁	10.45	7.42	2.9	163.4	炉2北側堤防状高まり
21	炉壁	8.32	12.33	9.31	629.3	炉2北側堤防状高まり
22	炉壁	12.0	16.2	6.5	1030	テラス1表土
23	炉壁	14.3	11.76	6.51	502.5	炉2北側堤防状高まり
24	炉壁	18.53	21.12	7.5	1150	炉2北側堤防状高まり
25	炉壁	35.5	26.6	15.15	5500	炉2南側堤防状高まり
26	鉄塊?	3.5	2.1	1.8	14.5	テラス2 SX04
27	鉄塊?	7.2	7.0	4.59	200	テラス2 SX04
28	炉外滓	8.28	5.3	3.12	129.2	テラス1表土
29	炉外滓	8.41	13.58	3.52	342.4	SX02
30	炉外滓	5.98	10.37	3.35	154.9	SX02
31	炉外滓	9.28	12.99	4.26	545.6	SX02
32	炉内滓	12.45	15.4	6.62	1940	テラス2表土
33	炉内滓	15.81	12.65	6.0	1150	テラス1表土
34	炉内滓?	30.18	19.61	9.12	3120	SX01
35	炉外滓	32.8	28.41	10.3	7280	SX01

表4. No.6地点出土炉壁・鉄滓

4 小 結

調査の結果、製鉄炉の基礎部分（盛土・カーボンベット）、砂鉄溜・炭溜の原料置き場、作業後の炉の解体に伴う鉄滓・炉壁の捨場が検出された。製鉄炉の存在を示す盛土・カーボンベットは2カ所認められ、2基の製鉄炉があったことになる。下段の炉1、上段の炉2である。層序からみた炉1・炉2の新旧関係については、炉1を覆う4層が鍵となる。4層の成因は炉2の作業時の盛土ないしは解体に廃土ではなく、上段の炉2を覆う2層と性質が類似する点が多く、二次堆積層と考えられる。表土を除去

した段階では、炉2周辺に形成された炉壁捨場、SX01・02の北端部分が、炉1のあるテラスの一部を覆う形で検出された。SX01・02の堆積状況を観察すると炉壁・鉄滓・焼土を多量に含んでおり、上段の炉2の操業・解体に伴う廃棄場所であると考え、炉1が古く炉2が新しいとの認識をもった。しかしその後SX01・SX02の断ち割り土層を観察した結果、テラス3部分を覆う土はSX01およびSX02の二次堆積層の可能性が高いと判断され、炉2→炉1の構築順序が考えられる。

構造の違い

炉1は基盤層面を浅く掘り窪め、焚き火等により被熱した痕跡が認められる。その後、操業・解体で生じた焼土等を使って盛土を行っている。盛土の周囲には排水用の溝を巡らせ、カーボンベットの掘削深度も基盤層面に達しておらず、製鉄炉基礎部分の防湿対策が十分にとられている。

炉2は、基盤層面に赤化した痕跡が認められ、被熱の痕跡が認められる。しかし炉1のような浅い窪みは確認されていない。カーボンベットは基盤層を掘り抜いている点が炉1と異なる。炉2はカーボンベットの形状や、貼り土とした焼土は製鉄炉基礎構造部の一部と考えられる盛土の東側で検出した「L」字状の溝が、焼土で形成された貼り土を除去した段階で検出していることから、2時期の操業があったと理解している。貼り土下から検出された排滓用溝の先端部は、カーボンベットの南半部分に取り付き、ここにひとつ炉の位置を想定できる。また炉の基礎構造の一部と考えられる焼土の貼り土は、カーボンベット北半部分に炉を想定した段階のものと考えたい。カーボンベット内の土層が一時期の堆積状況を示すことについては、カーボンベットの掘方が2段に掘削されているところから、南側のカーボンベットに隣接して新たにカーボンベットを掘削し、古いカーボンベット内の炭化材を再利用あるいは、両カーボンベット内の炭化材を再充填したと理解したい。

構造の類似点

炉1・炉2のテラスともに、テラス奥の東隅で砂鉄溜、西隅で炭溜を検出している。また、テラス奥に基盤層を削り出した小テラス部を作っていること、カーボンベットをもつ構造であることも、両者に共通する。

捨場（SX01～04）の帰属

炉2の斜面下方に広がるSX01・SX02は、前述したように炉2に帰属すると考えている。両捨場の堆積物の内容はSX01が操業後の解体の際生じた炉壁片が主体であるのに対し、SX02は製鉄操業中に生じる鉄滓が主体である。この違いは、SX02が炉2操業中の廃棄場所、SX01が炉解体時の廃棄場所と考えることと整合する。SX03は、その位置関係から炉1の解体時の廃棄場所と考えることに矛盾はない。SX04は、他の捨場と内容物が大きく異なる。細かに砕いた鉄滓が主体である。破碎された鉄滓の粒径も一定しており、製錬された鉄をさらに破碎して選別した可能性がある。この可能性に従えば、SX04が存在するテラス2は選別用の作業場として機能していたと考えられる。



写真4 SX04断ち割り状況（東から）

第5章 自然科学分析

第1節 小茅野後山遺跡、製鉄炉跡における磁気探査

兵庫県立大学大学院生命理学研究科

森永 速男

1 はじめに

小茅野後山遺跡では、4カ所で製鉄炉跡や製鉄関連の遺構が発見された。この遺跡のある播磨北部の佐用、宍粟市は、兵庫県下でももっとも製鉄遺跡が集中する地域として知られている。製鉄炉の操業時期は、土器の出土がないため明らかにされていないが、近隣の製鉄炉調査を参考にして、平安時代後期まで遡ると考えられている（ひょうごの遺跡、39号）。

この遺跡にて行った磁気的な探査は以下の2点であった。

- 1) 製鉄炉跡表面土壌の帯磁率分布の調査
- 2) 製鉄炉跡被熱土壌の考古地磁気年代推定

前者では、製鉄炉跡表面での帯磁率分布をまず知ることがをめざし、帯磁率分布と製鉄炉構造の関係を知り、さらに帯磁率強度から受熱の多寡を評価したいと考えた。また、後者では製鉄炉の操業年代を考古地磁気法によって推定した。ここでは、製鉄炉跡表面土壌の帯磁率分布を示し、操業年代の推定値を示す。ここで示される結果は、帯磁率分布と製鉄炉の構造との関係や炉の操業年代を、将来考古学側研究者が考察するときに役立つと考えられる。

2 考古地磁気年代決定法について

土壌中に含まれる磁性鉱物（酸化鉄や水和酸化鉄）は堆積時の地球磁場情報（強度と方向）を記録する。この磁化（磁場の化石）を堆積残留磁化と呼ぶ。さらに、堆積後に、土壌が何らかの過程（例えば、古代人の焚き火など）で熱を受けると、土壌中の磁性鉱物は化学的に変化したり（主に水和酸化物から酸化物に）、加えて熱的な残留磁化を獲得する。そういった過程を経て、一般的に土壌は堆積時よりもかなり大きな強度の残留磁化（熱残留磁化）や帯磁率を示すようになる。同時に、その残留磁化方向は、堆積時よりもさらに正確に、受熱時の地球磁場方向と平行になることが知られている（森永他、1989）。

土壌が被熱を経て地球磁場の正確な記録を持つことを利用して、過去の地球磁場方向や強度の変化を復元する研究（考古地磁気学）が行われてきた。その成果として、過去2,000年間の地球磁場方向変化のほぼ連続した標準曲線が作成されている（Hirooka, 1971, 1983 ; Shibuya, 1980 ; Maenaka, 1990）。これらの曲線と年代のわからない焼土の残留磁化方向を比較することによって、焼土の年代を決定できる。この方法を考古地磁気年代決定法と呼ぶ。この方法を利用するときの注意点は、標準曲線の年代軸が考古学側から与えられたもの（土器編年など）であるということである。よって、土器編年などの修正が行われることがあれば、考古地磁気年代も修正されなければならない。

消磁前残留磁化					交流消磁後残留磁化			
試料名	重量(g)	帯磁率(10E-5 SI)	偏角(°)	伏角(°)	強度(Amm/kg)	偏角(°)	伏角(°)	強度(Amm/kg)
炉2:堤状高まり西側								
K1	9.35	73.90	18.3	35.1	0.000519	21.3	33.2	0.000508
K2	7.52	71.68	-19.1	71.3	0.001001	-17.0	71.3	0.000949
K3	10.03	24.33	-5.4	40.1	0.000057	-3.6	35.9	0.000051
K4	10.07	29.00	2.5	41.1	0.000138	3.4	40.8	0.000126
K5	9.50	22.74	-9.0	47.6	0.000132	-8.4	48.4	0.000135
K6	8.60	31.98	6.2	50.3	0.000734	5.9	49.7	0.000729
K7	9.88	26.52	18.4	37.9	0.000090	-20.8	41.5	0.000088
K8	9.70	47.84	96.3	33.9	0.001763	93.9	33.6	0.001762
K9	9.79	23.70	2.3	40.4	0.000111	-2.0	42.2	0.000103
K10	9.48	34.07	-2.7	46.6	0.000392	-3.2	45.9	0.000382
平均		38.57			0.000494	-1.3	43.9	0.000483
(方向については□の試料のみ)						k=164.4	α 95=5.2°	
炉2:東側焼土面								
K11	9.79	25.23	4.3	39.6	0.000022	-4.8	40.2	0.000016
K12	8.28	20.53	11.8	59.9	0.000023	1.9	49.2	0.000024
K13	8.96	26.12	-22.6	66.8	0.000028	-33.1	69.8	0.000026
K14	9.37	24.33	-3.5	46.4	0.000020	-13.5	44.8	0.000017
K15	9.62	27.55	76.0	61.6	0.000024	69.5	56.6	0.000020
K16	9.14	30.20	-14.8	34.3	0.000057	-15.9	27.6	0.000055
K17	10.25	25.85	1.4	49.6	0.000024	0.0	45.6	0.000020
K18	8.98	22.27	21.1	54.9	0.000026	14.7	50.0	0.000023
K19	8.34	41.73	-0.9	52.1	0.000046	-10.7	45.3	0.000039
K20	9.88	26.52	2.0	27.9	0.000031	-2.8	24.5	0.000027
平均		27.03			0.000030	-2.4	46.2	0.000027
(方向については□の試料のみ)						k=109.6	α 95=6.4°	
炉1:北側炉壁片								
K21	5.32	20.30	-3.0	21.5	0.000061	-5.7	16.3	0.000064
K22	6.11	40.75	11.1	31.9	0.000112	-6.1	36.3	0.000088
K23	8.69	9.21	20.2	54.0	0.000043	18.8	52.2	0.000042
K24	6.00	10.67	12.1	27.8	0.000070	9.5	25.6	0.000067
K25	6.81	13.22	8.5	31.7	0.000053	4.7	28.8	0.000052
K26	8.36	7.78	-6.2	47.7	0.000040	-5.2	44.6	0.000039
K27	4.25	8.47	-3.8	16.9	0.000057	-5.9	14.0	0.000055
K28	5.64	9.75	-8.9	36.6	0.000025	-9.3	31.1	0.000023
平均		15.0			0.000057	1.6	36.8	0.000054
(方向については□の試料のみ)						k=38.2	α 95=11.0°	
炉1:南側炉壁片								
K31	4.84	32.23	9.2	47.7	0.001692	9.0	47.6	0.001576
K32	7.27	32.46	3.0	53.5	0.001066	2.3	52.2	0.001063
K33	5.92	15.88	6.5	44.7	0.000557	-3.8	43.8	0.000489
K34	8.95	25.14	1.8	54.6	0.001777	2.1	54.3	0.001790
K35	8.90	20.22	4.4	52.3	0.000802	3.0	52.5	0.000807
平均		25.19			0.001179	2.4	50.2	0.001145
(方向については□の試料のみ)						k=237.8	α 95=5.0°	

消磁前残留磁化					交流消磁後残留磁化			
試料名	重量(g)	帯磁率(10E-5SI)	偏角(°)	伏角(°)	強度(Amm/kg)	偏角(°)	伏角(°)	強度(Amm/kg)
K41	3.24	81.79	175.3	34.5	0.001028	175.0	32.0	0.000878
K42	6.48	95.22	-175.1	45.5	0.001088	-173.3	47.9	0.001018
K43	5.52	168.30	-151.0	23.1	0.001310	-150.4	22.7	0.001134
K44	6.55	96.18	170.0	43.5	0.001386	171.6	43.1	0.001315
平均		110.37			0.001203	-173.4	37.5	0.001086
(方向については□の試料のみ)						k=19.9	α 95=21.1°	

表1 No.5地点のSX01、No.6地点の炉1および炉2の帯磁率測定の測定座標と測定値

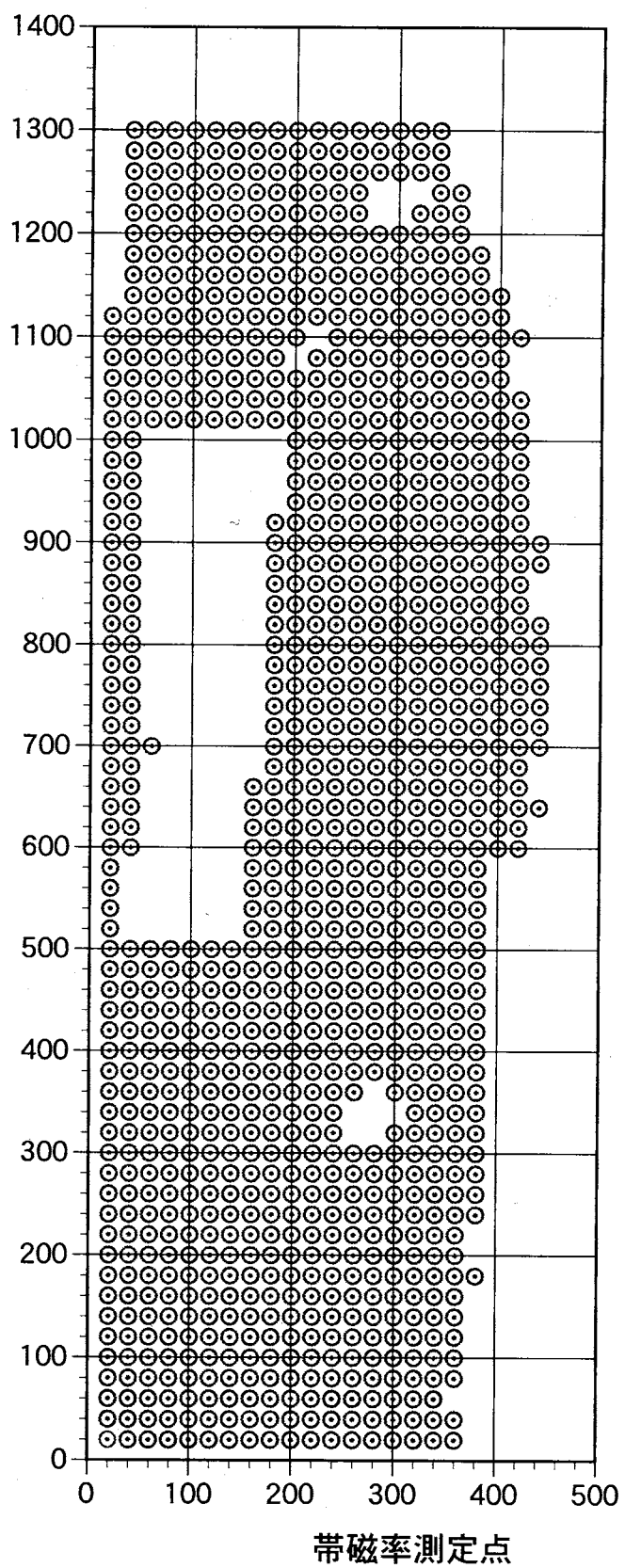


図1 No.5地点 SX01帯磁率測定の測定位置

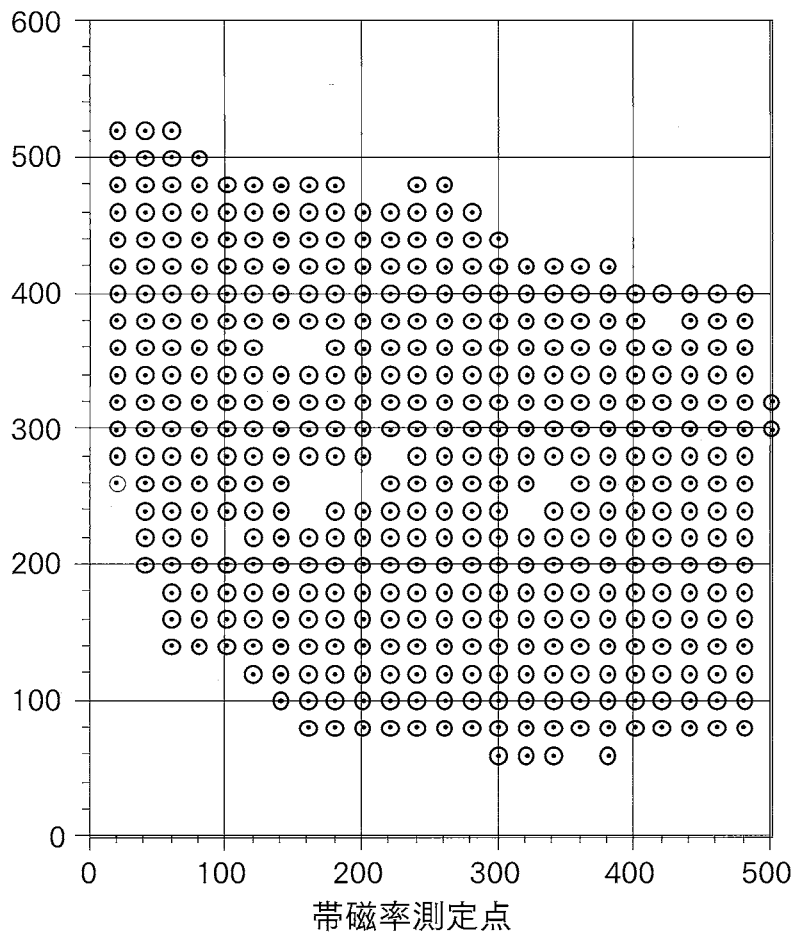


図2 No.6地点 炉1 帯磁率測定の測定位置

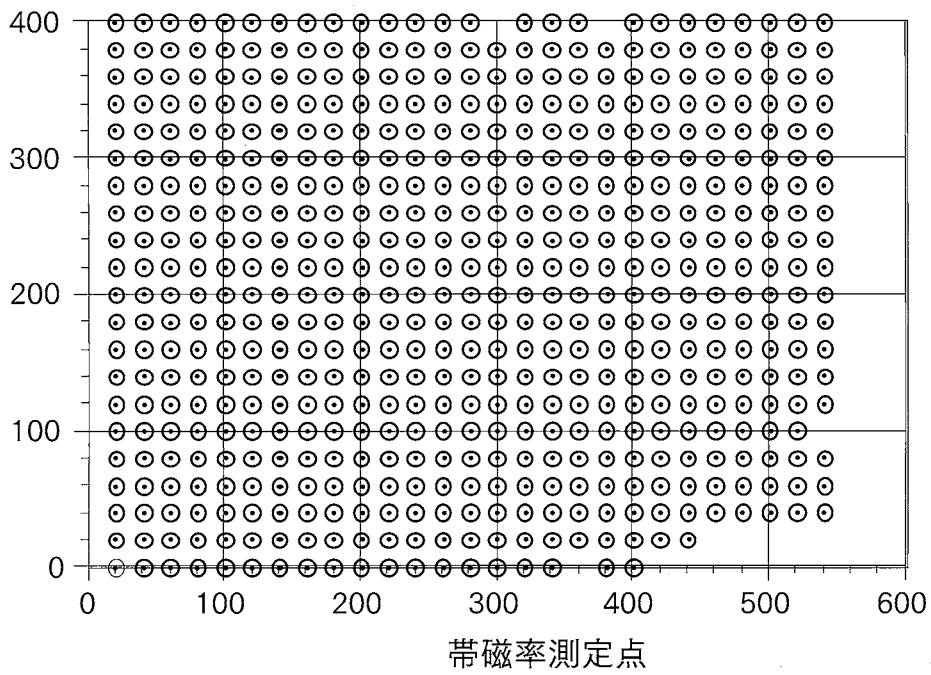


図3 No.6地点 炉2 帯磁率測定の測定位置

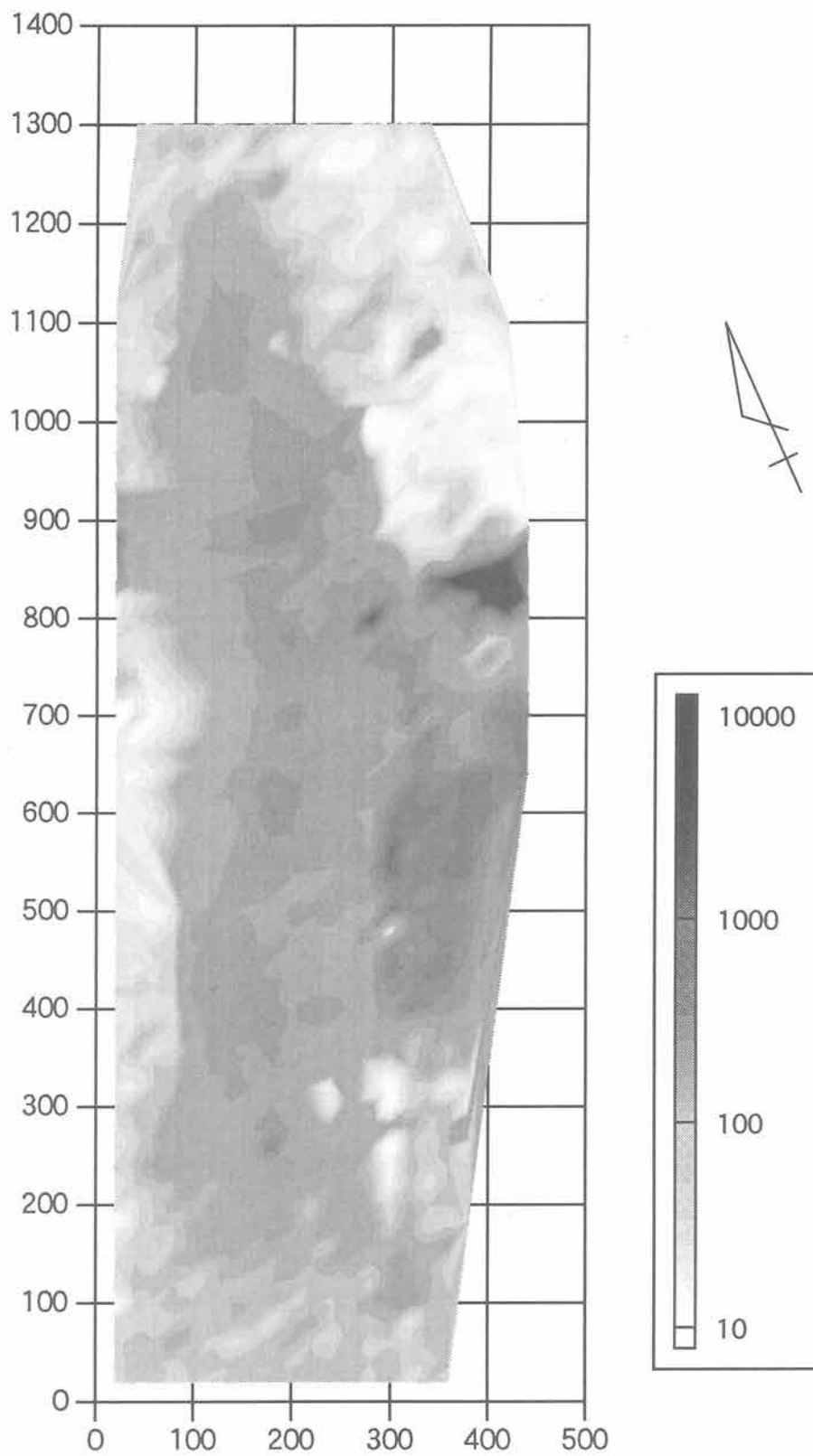


図4 No.5地点 SX01 帯磁率測定の実測値分布

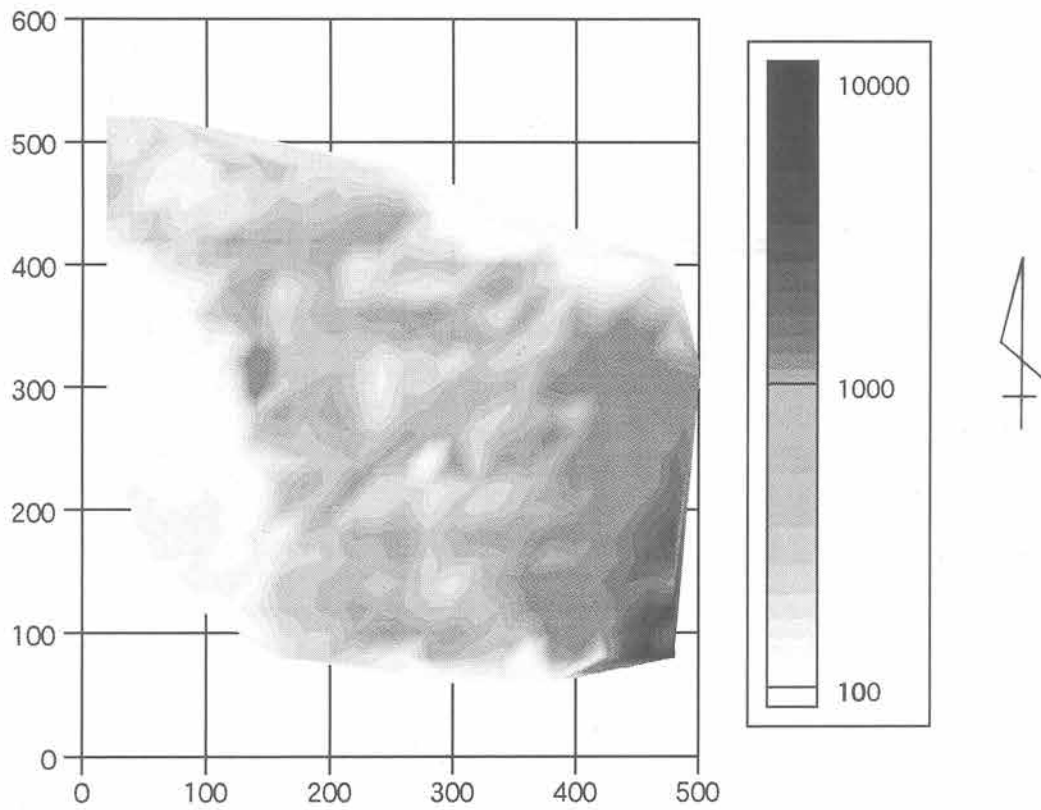


表5 No.6地点 炉1 帯磁率測定値の測定値分布

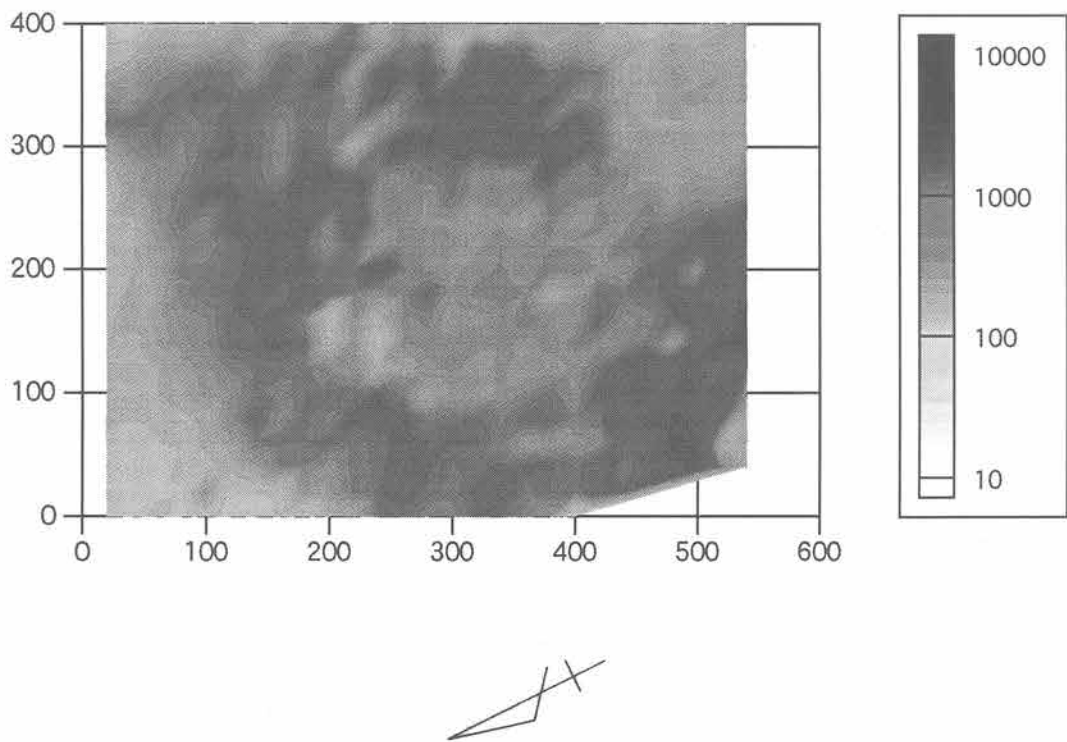


表6 No.6地点 炉2 帯磁率測定値の測定値分布

3 帯磁率測定とその結果

表面土壌の帯磁率測定は、MS2帯磁率計のループセンサを用いて、No.5地点のSX01、No.6地点の炉1および炉2の3カ所の遺構で行われた。それぞれの地点での帯磁率測定数はそれぞれ553個、221個そして276個であった（図1から3、付録の表）。図4から6に、帯磁率分布図を示す。

製鉄炉遺構には、砂鉄置き場、鉄滓の捨て場、カーボンペット、炭置き場そして防湿構造などの構造が認められているが、それら構造の位置に関する情報がないため、ここではそれらと帯磁率分布の関係については述べない。しかし、それらの関係を考察する際に重要と思われる、いくつかの磁気的な情報をあげる。

1) 帯磁率は測定地点の土壌中の鉄分含有量と鉄分がどのような状態（純鉄、酸化鉄そして水酸化鉄などの化学的狀態）にあるかに依存している。後述するように、純鉄、酸化鉄である磁鉄鉱、赤鉄鉱そして水酸化鉄の順に帯磁率は小さくなっていく。また、当然であるが、含有量が多ければ多いほど土壌の帯磁率は大きくなる。

2) 砂鉄はもともと酸化鉄であり、それらの多くは磁鉄鉱（magnetites、 Fe_3O_4 ）である。これらを還元環境（炭を混入し加熱）におくことで純粋な鉄（帯磁率は磁鉄鉱より3桁程度大きい）を取り出すのが製鉄という工程である。はからずも、この工程で一部の磁鉄鉱は還元されず、逆に酸化される。こうして、より酸化した酸化鉄である赤鉄鉱（hematites、 Fe_2O_3 ）が生成されるが、鉄滓の中には純鉄や磁鉄鉱の他、この赤鉄鉱も含まれると考えられる。磁鉄鉱は赤鉄鉱より、磁気的な性質が強い。自発磁化、すなわち残留磁化の強度に関して、前者は後者の2桁以上も大きく、帯磁率に関しては3桁程度大きい。

3) 図7（Morinaga他、1999、各温度で30分間の空気中加熱後の磁気的性質変化）に示すように、シルト質土壌中の鉄分（ほとんどが水酸化鉄、 $FeOOH$ ）は $250^{\circ}C$ 以上での脱水反応を経て、酸化鉄（おそらく多くは赤鉄鉱、一部は磁鉄鉱）に変化し、急激に残留磁化強度と帯磁率を増加する。しかし、この増加は $300^{\circ}C$ から $550^{\circ}C$ くらいまでに頭打ちになり、それ以上の温度では逆に残留磁化強度、帯磁率共に減少していく。この $550^{\circ}C$ 以上での磁性劣化過程が磁鉄鉱から赤鉄鉱の変化によってもたらされたものである。この実験は $700^{\circ}C$ で終わっているが、それ以上の温度での加熱やより長時間の $550^{\circ}C$ 以上の加熱によって、赤鉄鉱の生成がいつそう進んでいき、残留磁化および帯磁率はいつそう減少していくと考えられる。製鉄炉では、千数百 $^{\circ}C$ といった温度で砂鉄が加熱されているので、磁鉄鉱から赤鉄鉱への変化は、酸素があるような環境下では、十分に予想できる。

4) 3)で示したように、赤鉄鉱はより高温で、かつ酸素の存在下でより多く磁鉄鉱から変化して生成される。鉄滓や砂鉄が製鉄炉内ではなく、炉内熔融物表面（後に鉄滓として捨てられる部分）や炉外部の酸素の存在下で炉からの熱を直接的または間接的に受けたとすれば、磁鉄鉱は徐々に赤鉄鉱に変化していくと考えられる。例えば、遺構表面の赤化部は赤鉄鉱の存在を示すが、その地点の帯磁率が小さいのであれば、その地点の鉄分はほとんどが赤鉄鉱になっていて、より長く、かつまたはより高い温度で加熱されたことを暗示している。

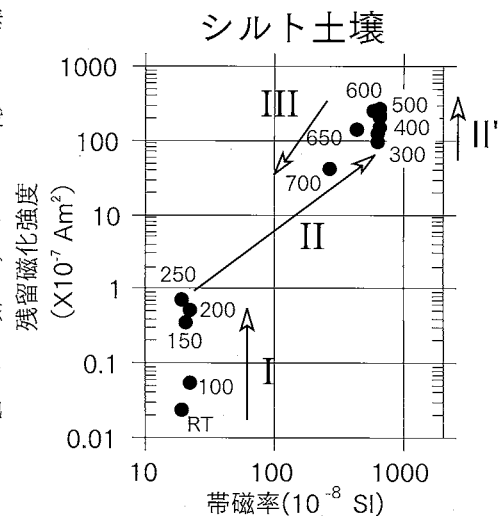


図7 被熱による、シルト質土壌の磁気的性質変化

以上の情報に基づいて、製鉄炉内の各構造と帯磁率分布との関係が考察できれば、今後、残りの悪い製鉄炉遺構で構造を決定するときに、帯磁率測定が重要な役目を担うことになると考えられる。

4 焼土試料の磁氣的安定性

小茅野後山遺跡の以下の5カ所で定方位採取した焼土について考古地磁気年代を決定してみた；No.6地点第一テラス炉2の堤状高まりの西側（試料K1～K10の10個）、同じく第一テラス炉2の東側焼土（試料K11～K20の10個）、同じく第三テラス炉1北側炉壁（試料K21～K28の8個）、同じく第三テラス炉1の南側炉壁（試料K31～K35の5個）そしてNo.5地点の炉1炉床部（試料K41～K44の4個）の計37個。試料は約7cm³のポリカーボネイト製の立方体容器を用いて採取された。残留磁化測定にはスピナー磁力計を、二次的な磁化の除去には交流消磁法を用いた。2個のパイロット試料（試料K1とK11）を段階的に交流磁場で消磁した。消磁交流磁場レベルは3、6、9、12、15、20、25、30、35そして40mTであった。

段階交流消磁の結果を図8に示す。この図は直交プロットと呼ばれるもので、各消磁レベルでの残留磁化を原点から描いたときの終点の投影点を描いている。黒丸は東西南北平面へ、白丸は南北鉛直面への投影点である。この図で、各点が原点に向かって一直線上に並ぶときは、強度だけが減少しながら方向が一定であることを示している。

図でも明らかなように、2個のパイロット試料の交流段階消磁に対する挙動は不安定であった。試料K1は3mTから12mTまで直線的な成分をもっているが、15mT以上の消磁レベルでは方向がばらつき、安定な成分を見いだせない。試料K11はさらに不安定で、直線的に減衰する成分を見いだすことはできなかった。試料K1の結果を参考に、雑音としての二次的な磁化（粘性残留磁化）が3mTの交流磁場消磁で除去できたと判断し、残りの試料を3mTの交流磁場中で消磁し、その残留磁化を測定した。

図9および表1に採取土壌試料の残留磁化強度（消磁前）と帯磁率を示す。これまでの被熱遺構探査の基礎研究（Morinaga他、1999など）で明らかなように、図9上で右上がりの結果が分布する傾向（試料K1～K10が示す分布）は被熱程度の違いを示している。一般に、右上の方に位置する試料ほど被熱程度（時間×温度）が高かったことを示している。しかし、図7で認められるように、土壌が550°C以上の温度で被熱した場合には、磁鉄鉱が赤鉄鉱に変わる反応が進むので、左下方向に位置する磁氣的性質に変化する。No.6地点炉2の東側焼土や炉1の北側炉壁片ではこのような変化が進行し、図9中の左下に位置する磁氣的性質になったと考えられる。また、No.6地点4カ所の結果は、No.5地点の結果と帯磁率値で異なり、分布範囲が違う。これは、被熱程度の違いだけではなく、土壌種の違いを反映した結果の可能性もある。

5 残留磁化方向と考古地磁気年代決定

帯磁率ならびに交流消磁前後の各試料の帯磁率と残留磁化とその平均方向（一部異なる方向を示す試料を除いた、消磁後残留磁化の平均）を採取部位ごとに表1に示す。これら部位ごとの平均方向のうち、平均の精度の高く（精密度パラメーターkが大きく、95%の信頼限界 α_{95} が小さなもの）そして磁氣的性質がもっとも大きいのはNo.6地点炉1の南側炉壁片に関するものである。その他は平均精度（集中度）が低く、磁氣的性質が小さいので、考古地磁気年代に採用しないこととする。No.6地点炉1南側炉壁片の交流消磁後の平均方向は、偏角=2.4°、伏角=50.2°、 $k=237.8$ そして95%の信頼限界、 $\alpha_{95}=5.0^\circ$ であった。

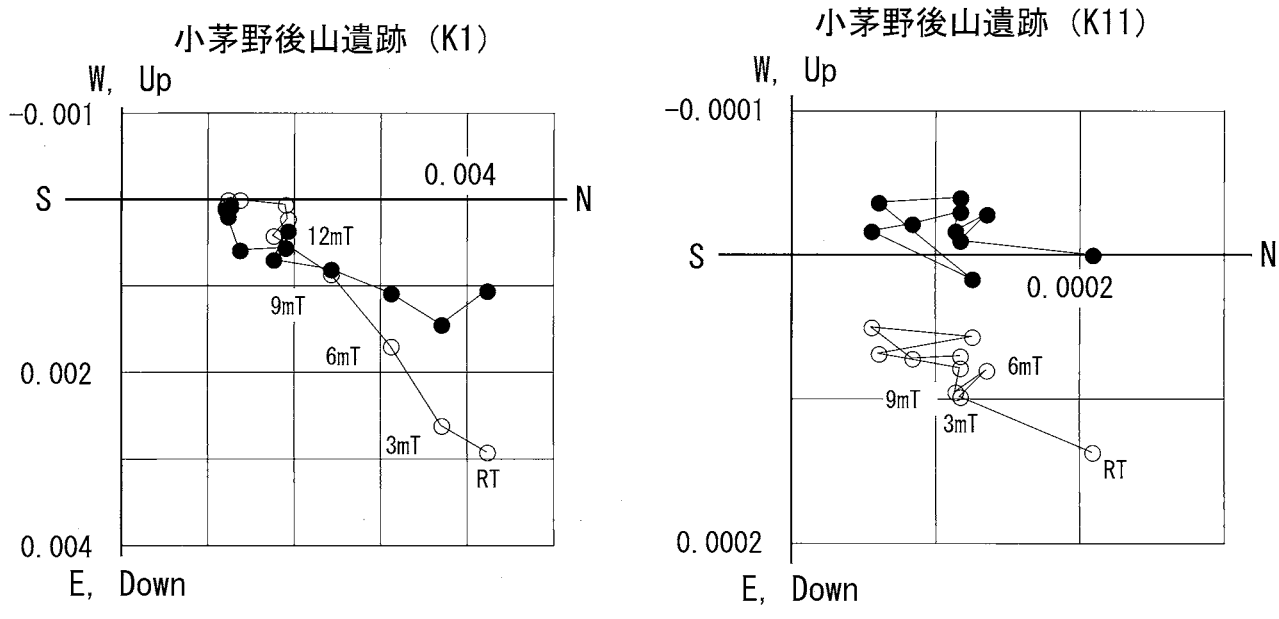


図8 パイロット資料 (KIとKII) の段階交流消磁結果

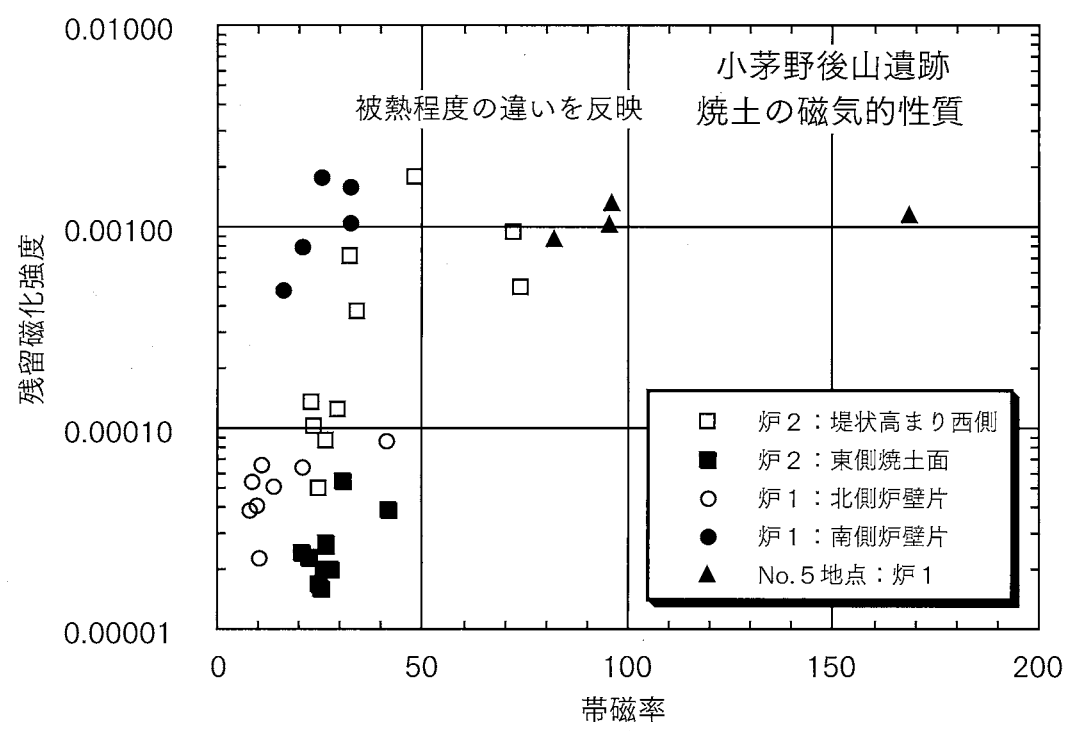


図9 全採取土壌の磁气的性質 (帯磁率と残留磁気強度の関係)

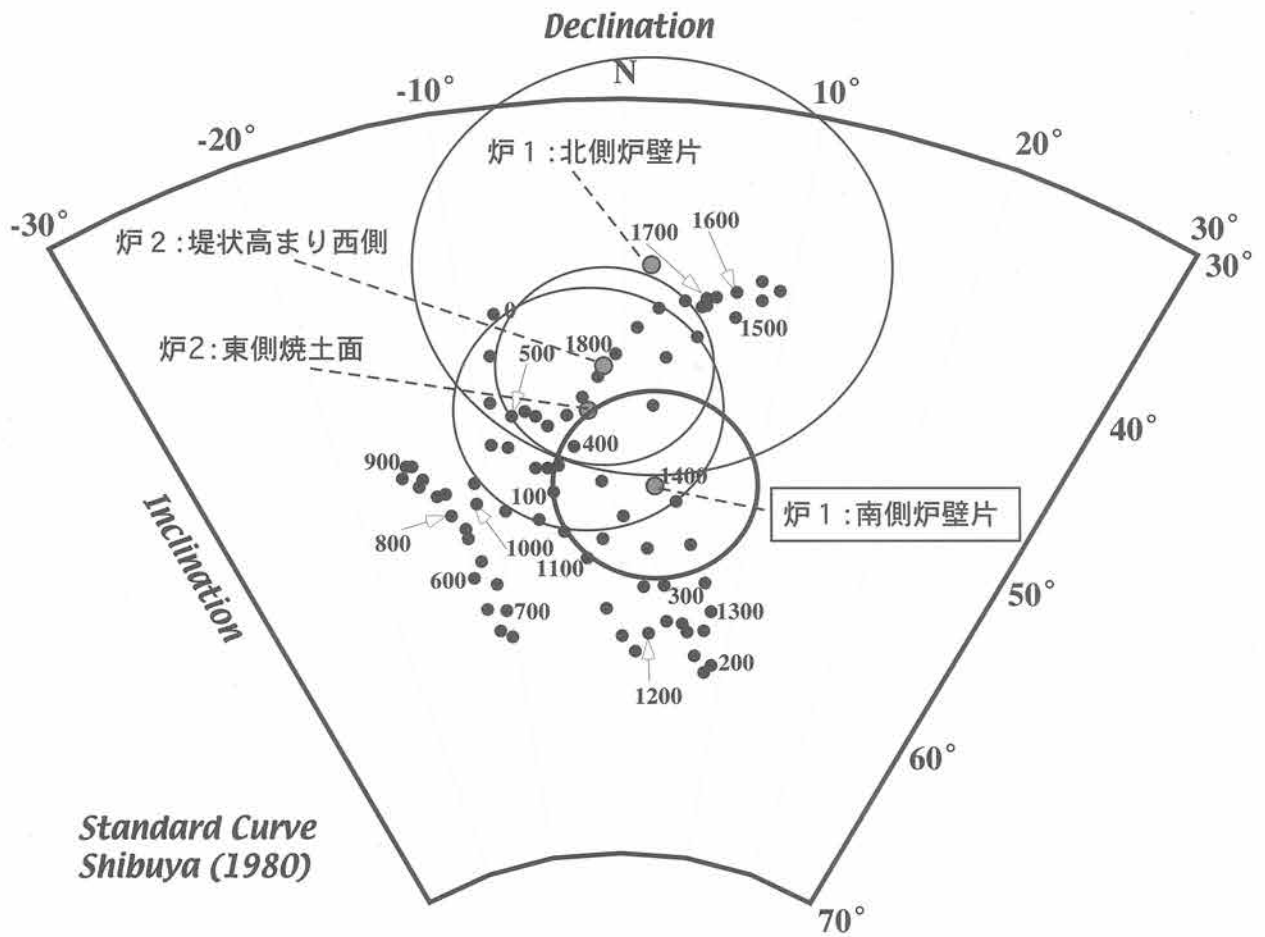


図10 No.6地点炉1の南側炉壁片試料の、交流磁場消磁(3mT)前後の残留磁化平均方向と考古地磁気標準曲線

No.5地点では、交流消磁前後で南向きの偏角が得られているが、これは試料採取時に南北を取り違えたとして、180°回転した偏角を採用することにした。ただし、この地点では4個の試料しか採取されていないため集中度も低く、年代決定には不向きである。

No.6地点炉1 南側炉壁片の平均方向（とその95%誤差円）と過去2,000年間の考古地磁気標準曲線と比較した（図10）。その結果、誤差円内には、西暦400年以前の期間と西暦1350年～1425年（平均値そのものは1400年頃に一致する）が含まれる。この遺跡での製鉄炉の操業について、平安時代後期まで遡る可能性があげられている（ひょうごの遺跡、39号）。しかし、ここでの対比では、そのような可能性は認められない。なお、参考までに、図中にはNo.6地点の他の部位の平均値も示しているが、南側炉壁片よりもより新しい時代の対応が認められる。すでに述べたようにこれらは平均方向の精度も低く、かつ磁氣的性質が相対的に小さいので、正しく被熱当時の地球磁場を記憶していないものと判断する。

引用文献

- Hirooka, K., 1971. Archaeomagnetic study for the past 2,000 years in south-west Japan, Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ., Ser. Geol. Mineral., 38, 167-207.
- Hirooka, K., 1983. Results from Japan, in Geomagnetism of Baked Clays and Recent Sediments, eds. Creer, K. M. et al., 150-157, Elsevier, Amsterdam.
- Maenaka, K., 1990. Archeomagnetic secular variation in Southwest Japan, Rock Mag. Paleogeophys., 17, 21-25.
- Morinaga, H., Inokuchi, H., Yamashita, H., Ono, A., and Inada, T., 1999. Magnetic detection of heated soils at paleolithic sites in Japan, Geoarchaeology: An International Journal, 14, 377-399.
- Shibuya, H., 1980. Geomagnetic secular variation in Southwest Japan for the past 2,000 years by means of archaeomagnetism, 大阪大学基礎工学部修士論文、54pp.
- 兵庫県教育委員会埋蔵文化財調査事務所、2001. 播磨国風土記と鉄、兵庫県埋蔵文化財情報「ひょうごのいせき」、39、1-4.
- 森永速男、井口博夫、山下秀樹、久保弘幸、藤田淳、安川克己、1989. 古地磁気学的手法による先土器遺跡の炉址検出法の開発とその有効性、第四紀研究、28、171-183.

第2節 小茅野後山遺跡 出土製鉄関連遺物の金属学的調査

九州テクノロジー・TACセンター

大澤 正己・鈴木 瑞穂

1. いきさつ

小茅野後山遺跡は宍粟市山崎町に所在する。平成12年度の発掘調査に伴い、4地点で製鉄炉跡ないしは関連遺構が確認されている。共伴する製鉄関連遺物から、当遺跡での鉄生産の実態を検討するため、金属学的調査を行う運びとなった。

2. 調査方法

2-1. 供試材

Table1に示す。製鉄関連遺物計8点の調査を行った。

2-2. 調査項目

(1) 肉眼観察

遺物の外観上の特徴を簡単に記載した。この所見をもとに分析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、投影機の5倍から50倍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

鉍滓の鉍物組成、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(15~400倍)。なお金属鉄の調査では5%ナイトル(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、その荷重を除いた商を硬度値としている。試料は顕微鏡用を併用した。

(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 (SiO₂)、酸化アルミニウム (Al₂O₃)、酸化カルシウム (CaO)、酸化マグネシウム (MgO)、酸化カリウム (K₂O)、酸化ナトリウム (Na₂O)、酸化マンガン (MnO)、二酸化チタン (TiO₂)、酸化クロム (Cr₂O₃)、五酸化磷 (P₂O₅)、バナジウム (V)、銅 (Cu)、二酸化ジルコニウム (ZrO₂) : ICP (Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer) 法 : 誘導結合プラズマ発光分光分析。

3. 調査結果

3-1. No.3地点出土遺物

KGU-1: 炉外流出滓

(1) 肉眼観察: 534g弱の大型で53mmと厚手の炉外流出滓の側面部破片である。上下面と側面1面は資料本来の表面で、残る側面3面は破面となる。滓の地は暗灰色であるが、酸化雰囲気曝されたため、上面表層は黒みの強い色調を呈し、帯状の流動痕跡が残る。破面には横方向に伸びた大小の気孔が多数存在し、一部は空洞化している。

(2) マクロ組織: Photo.5上段に示す。試料観察面(断面)では、1mm前後の気孔が少量点在するが、緻密な滓である。また中央右寄りの黒色部は木炭片で、木口面が観察される。上下方向に潰れてはいるが複数の道管が分布しており、広葉樹材の黒炭と判断される。

(3) 顕微鏡組織: Photo.1①~⑤に示す。①~③には滓部の鉱物組成を示した。淡褐色多角形結晶はウルボスピネル (Ulvöspinel: 2FeO·TiO₂) とヘーシナイト (Hercynite: FeO·Al₂O₃) を主な端成分とする固溶体(注1)と推定される。さらに白色粒状結晶ウスタイト (Wustite: FeO)、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライト (Fayalite: 2FeO·SiO₂) が晶出する。チタン (TiO₂) 含有率の低い砂鉄を原料とした砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

④⑤の中央白色部は金属鉄である。5%ナイトルで腐食したところ、ほとんど吸炭していないフェライト (Ferrite: α鉄) 単相の組織が確認された。

(4) ピッカース断面硬度: Photo.1②の白色粒状結晶と③の淡褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は前者が461Hvでウスタイト、後者で790Hvと硬質であった。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と考えられる(註2)。

(5) EPMA調査: Photo.8の1段目に反射電子像 (COMP) を示す。2の微小暗色結晶の定量分析値は20.1%K₂O-25.2%Al₂O₃-61.5%SiO₂であった。正長石 (Orthoclase: KAlSi₃O₈) に同定される。

また3の多角形結晶外周暗色部は53.1%FeO-42.4%Al₂O₃-4.8%TiO₂である。チタン (Ti) も微量固溶するが、ヘーシナイト (Hercynite: FeO·Al₂O₃) に近い組成であった。これに対して、4の多角形結晶の内側明色部は59.9%FeO-16.7%TiO₂-10.2%Al₂O₃-8.8%V₂O₅-3.0%Cr₂O₃-1.1%MgOであった。ウルボスピネル (Ulvöspinel: 2FeO·TiO₂) とヘーシナイト (Hercynite: FeO·Al₂O₃) を主な端成分とする固溶体である。ただし、他にもバナジウム (V)、クロム (Cr)、マグネシウム (Mg) などを微量固溶する。

5の白色粒状結晶の定量分析値は97.3%FeO-2.1%TiO₂-1.0%Al₂O₃であった。ウスタイト (Wustite: FeO) に同定される。また6は66.3%FeO-3.3%CaO-30.7%SiO₂であった。ファイヤライト (Fayalite:

2FeO・SiO₂)に同定される。カルシウムを僅かに固溶する。

(6) 化学組成分析：Table2に示す。全鉄分 (Total Fe) 45.28%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) < 0.01%、酸化第1鉄 (FeO) 52.09%、酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 6.85%の割合であった。造滓成分 (SiO₂+ Al₂O₃+ CaO+ MgO+ K₂O+ Na₂O) 33.12%と高値であるが、このうち塩基性成分 (CaO+ MgO) は 3.49%と低めである。また製鉄原料の砂鉄起源の二酸化チタン (TiO₂) は3.29%、バナジウム (V) が 0.26%、酸化マンガン (MnO) も0.59%と低めであった。さらに銅 (Cu) も<0.01%と低値である。

当資料は鉱物組成・化学組成の特徴から、低チタン砂鉄を原料とした砂鉄製錬滓に分類される。

3-2. No.4地点出土遺物

KGU-2：流出溝滓

(1) 肉眼観察：85gの細い筋状の流動滓が3条ほど溶着した流出溝滓である。上下面と側面2面は資料本来の表面で、流動方向の側面両端は破面となる。滓の地は暗灰色であるが、酸化雰囲気曝されたため、上面表層は若干赤みを帯びる。破面には中小の気孔が散在する。また下面には、微細な炉壁片が固着する。

(2) マクロ組織：Photo.5中段に示す。試料表層付近に径1~2mm程の気孔が多数点在するが、内部は緻密な滓である。

(3) 顕微鏡組織：Photo.1⑥~⑧に示す。⑥は滓部である。淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、白色粒状結晶ウスタイト、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライトが晶出する。炉外流出滓 (KGU-1) と同様、低チタン砂鉄を原料とした製錬滓の晶癖といえる。

⑦⑧の明色粒は、炉内に装入された砂鉄粒子である。ともに縞状の離溶組織^(註3)が確認される。素地部分は磁鉄鉱 (Magnetite：FeO・Fe₂O₃)、縞状暗色部はチタン磁鉄鉱 (Titano-magnetite) と推定される。粒径は0.2~0.3mmを測る。

(4) ビッカース断面硬度：Photo.1⑥の淡褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は688Hvであった。ウルボスピネルに近い組成と推定される。

(5) 化学組成分析：Table2に示す。全鉄分 (Total Fe) 46.80%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) < 0.01%、酸化第1鉄 (FeO) 50.15%、酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 11.18%の割合であった。造滓成分 (SiO₂+ Al₂O₃+ CaO+ MgO+ K₂O+ Na₂O) 28.08%であるが、塩基性成分 (CaO+ MgO) は1.27%と低値である。また製鉄原料の砂鉄起源の二酸化チタン (TiO₂) は5.42%、バナジウム (V) が0.30%、酸化マンガン (MnO) も0.66%と低めであった。さらに銅 (Cu) も<0.01%と低値である。

以上の鉱物・化学組成から、当資料も低チタン砂鉄を原料とした製錬滓に同定される。

KGU-3：炉外流出滓 (含鉄)

(1) 肉眼観察：88gと小型の炉外流出滓と推定される。上下面は試料本来の表面で、側面の大半が破面である。滓の地は暗灰色であるが、表層は若干赤みを帯びる。表層は皸状の凹凸が著しい。また1箇所茶褐色の銹化鉄部が存在する。この部分は特殊金属探知機のH (○) で反応があり、内部に金属鉄が遺存する可能性が高い。

(2) マクロ組織：Photo.5下段に示す。内部には最大6mm程 (長径) の気孔が多数散在する。また滓中に点在する微細で長く伸びた明白色粒は、金属鉄である。

(3) 顕微鏡組織：Photo.2①～⑤に示す。①～③には熱影響を受けて、分解・滓化が進行した被熱砂鉄を示した。比較的砂鉄粒子の形状を保つものから、分解・滓化が進行して粒形が不明瞭になったものまで確認される。微細な灰褐色不定形結晶はマグネタイト (Magnetite: $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$)、淡褐色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。これに対して④⑤には、発達した淡褐色多角形状のウルボスピネルとヘーシナイトの固溶体と、淡灰色柱状結晶ファイヤライトが晶出する個所を示した。

また④の微細な明白色粒は金属鉄である。5%ナイトルで腐食したところ、ほとんど吸炭していないフェライト (Ferrite: α 鉄) 単相の組織が確認された。

(4) ビッカース断面硬度：Photo.2⑥の淡褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は728Hvと硬質で、ウルボスピネルとヘーシナイトの固溶体と推定される。

(5) 化学組成分析：Table2に示す。全鉄分 (Total Fe) 42.57%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.30%、酸化第1鉄 (FeO) 39.85%、酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 16.15%の割合であった。造滓成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) 30.30%と高めであるが、塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) は1.97%と低値であった。また製鉄原料の砂鉄起源の二酸化チタン (TiO_2) は6.21%、バナジウム (V) 0.64%、酸化マンガン (MnO) は0.66%である。当遺跡出土製鉄滓としては高値傾向を示す。銅 (Cu) は $<0.01\%$ と低値であった。

以上の鉱物・化学組成から、当資料も低チタン砂鉄を原料とした製鉄滓に分類される。

3-3. No.5地点出土遺物

KGU-4：炉壁

(1) 肉眼観察：熱影響を受けて内面が黒色ガラス質化した、製鉄炉の炉壁片である。また内面表層は広い範囲が茶褐色の鉄錆化物で覆われている。この部分は特殊金属探知機での反応はないが、磁着は比較的強い。さらに上側には細かい木炭が多数固着する。外面側炉壁胎土は灰白色で、砂粒を混和している。また熱影響で細かいひび割れが生じている。

(2) マクロ組織：Photo.6上段に示す。写真左側の明色部は炉壁内面表層の付着物である。錆化鉄が主体であるが、一部還元・滓化が進行した砂鉄粒子の痕跡も確認される。また中央の明灰色部は黒色ガラス質滓、左側は被熱胎土部分である。

(3) 顕微鏡組織：Photo.2⑥～⑧に示す。⑥は試料内面表層の被熱砂鉄 (半還元) の拡大である。芯部は滓化が進行しており、ごく微細な淡褐色多角形結晶が晶出する。これ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。また周囲の環状の灰色部は錆化鉄である。

⑦は黒色ガラス質滓部分の拡大である。炉壁胎土に混和された砂粒は、熔融せずに点在している。また中央の明白色粒はごく微細な金属鉄である。さらには被熱胎土部分である。やはり強い熱影響を受けて、素地部分の粘土鉱物のセリサイトは非晶質化が進行している。

(4) 化学組成分析：Table2に示す。強熱減量 (Ig loss) は0.90%と低値であった。強い熱影響を受けて、結晶構造水がほとんど飛散した状態での分析である。鉄分 (Fe_2O_3) が2.7%と低め、酸化アルミニウム (Al_2O_3) は21.03%と高値であった。

砂鉄製鉄に用いられた製鉄炉の破片である。化学組成は耐火性に有利なものといえる。

3-4. No.6地点出土遺物

KGU-5：砂鉄

(1) 肉眼観察：砂鉄粒子は黒色で、やや鈍い光沢のあるものと無光沢とが混在する。また全体に大粒の角張った粒子が多い。さらに微細な岩石片、石英粒などの砂粒や、炉壁粘土の破片などが混在する。

(2) マクロ組織：Photo.6中段に示す。明白色粒が砂鉄粒子である。粒径はばらつきが大きく、角張った粒子と丸みを帯びたものが混在する。

(3) 顕微鏡組織：Photo.3①～⑤に示す。灰褐色の磁鉄鉱と、格子状離溶組織を持つ含チタン鉄鉱とが混在する。また①右上の明黄色部は、色調等から黄銅鉱（Chalcopyrite： CuFeS_2 ）と推測される。

(4) ビッカース断面硬度：Photo.3①の砂鉄粒子の硬度を測定した。硬度値は354Hvであった。風化の影響か、かなり軟質の値を示した。

(5) EPMA調査：Photo.8の2段目に砂鉄粒子の反射電子像（COMP）を示す。砂鉄粒内の脈石鉱物の定量分析値は8が9.9% K_2O —12.2%MgO—21.3%FeO—39.4% SiO_2 —13.7% Al_2O_3 、9は7.8% K_2O —12.7%MgO—21.1%FeO—41.3% SiO_2 —12.4% Al_2O_3 であった。黒雲母〔Biotite： $\text{K}_2(\text{Mg, Fe, Al})_6\text{Si}_6\text{-}_5\text{Al}_2\text{-}_3\text{O}_{20}(\text{OH, F})_4$ 〕と推測される。また7の砂鉄表層部の定量分析値は87.2%FeOであった。風化が進み、赤鉄鉱（Hematite： Fe_2O_3 ）となっている可能性が高い。これに対して、10の芯部の定量分析値は93.2%FeOであった。磁鉄鉱（Magnetite： $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）に同定される。

Photo.8の3段目には、格子状の離溶組織を持つ砂鉄粒子の反射電子像（COMP）を示す。11の素地部分の定量分析値は88.9%FeO—1.9% TiO_2 、12の格子状暗色部の定量分析値は87.0%FeO—4.6% TiO_2 であった。ともにチタン（Ti）をごく少量含む、チタン磁鉄鉱（Titano Magnetite）に同定される。色調差はチタン含有率の違いによるものであろう。

さらにもう1視野、Photo.8の4段目に砂鉄粒子の反射電子像（COMP）を示す。素地部分の定量分析値は13が89.8%FeO—5.4% TiO_2 、15が88.2%FeO—4.1% TiO_2 であった。ともにチタン磁鉄鉱（Titano Magnetite）に同定される。また14の明黄色部の定量分析値は42.4%CuO—43.7%FeO—34.9%Sであった。黄銅鉱（Chalcopyrite： CuFeS_2 ）に同定される。

(6) 化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）は57.63%と高値で、金属鉄（Metallic Fe）<0.01%、酸化第1鉄（FeO）22.27%、酸化第2鉄（ Fe_2O_3 ）57.65%の割合であった。また磁鉄鉱（含チタン鉄鉱）以外の造岩鉱物起源の造滓成分は（ $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ）11.79%であるが、塩基性成分（ $\text{CaO} + \text{MgO}$ ）は0.68%と低値である。チタン磁鉄鉱起源の二酸化チタン（ TiO_2 ）は4.69%とやや低めで、他の随伴微量元素もバナジウム（V）0.25%、酸化マンガン（MnO）0.52%、銅（Cu）<0.01%と低めであった。

当資料はチタン含有率が比較的 low、脈石成分も珪長質（ $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ）であった。花こう岩起源の砂鉄の特徴を有する。

KGU-6：砂鉄

(1) 肉眼観察：砂鉄粒子は黒色で、やや鈍い光沢のあるものと無光沢のものが混在する。粒径はばらつきが大きいが、砂鉄（KGU-5）と比較するとやや小さめである。さらにごく細かい岩石片や、石英粒などを含む。

(2) マクロ組織：Photo.6下段に示す。砂鉄粒子（明色粒）の径はばらつきが大きく、角張った粒子と丸みを帯びたものが混在するが、前者の割合が高い。

(3) 顕微鏡組織：Photo.3⑥～⑧に示す。灰褐色の磁鉄鉱と、格子状離溶組織を持つ含チタン鉄鉱とが混在する。

(4) ビッカース断面硬度：Photo.3⑦の砂鉄の硬度を測定した。硬度値は497Hvであった。砂鉄(KGU-5)と同様、風化の影響が若干軟質の値を示した。

(5) 化学組成分析：Table2に示す。全鉄分(Total Fe) 55.89%に対して、金属鉄(Metallic Fe) < 0.01%、酸化第1鉄(FeO) 21.27%、酸化第2鉄(Fe₂O₃) 56.27%の割合であった。造岩鉱物起源の造滓成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O)は15.45%とやや高めであるが、塩基性成分(CaO+MgO)は0.60%と低値であった。また含チタン鉄鉱起源の二酸化チタン(TiO₂)は3.51%と低めである。さらに随伴微量元素のバナジウム(V)は0.21%、酸化マンガン(MnO) 0.56%、銅(Cu)も<0.01%と低めであった。

当資料は砂鉄(KGU-5)と近似する化学組成であった。やはり花こう岩起源の砂鉄である。

KGU-7：炉外流出滓

(1) 肉眼観察：細い筋状の流動滓が複数溶着して生じた偏平な炉外流出滓である。101g強の小破片。上下面と側面2面は資料本来の表面で、流動方向の側面両端は破面である。滓の地は暗灰色であるが、酸化雰囲気曝されたため、上面表層は若干赤みを帯びる。破面の気孔は少なく、緻密な滓である。

(2) マクロ組織：Photo.7上段に示す。資料観察面(断面)では、1mm前後の気孔が少量点在するが、緻密な滓である。

(3) 顕微鏡組織：Photo.4①～⑤に示す。滓中の淡茶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。さらに淡灰色柱状結晶ファイヤライトも晶出する。砂鉄製錬滓に最も一般的な鉱物組成といえる。

また②③の中央は、微小金属鉄を5%ナイトルで腐食した組織である。②は亜共析組織(C<0.77%)、③は共析組織(C:0.77%)を呈する。

(4) ビッカース断面硬度：Photo.4①の淡茶色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は777Hvであった。淡茶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。

(5) 化学組成分析：Table2に示す。全鉄分(Total Fe) %に40.38に対して、金属鉄(Metallic Fe) 0.22%、酸化第1鉄(FeO) 47.49%、酸化第2鉄(Fe₂O₃) 4.64%の割合であった。造滓成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) 37.06%と高値であるが、塩基性成分(CaO+MgO)は2.90%と低値である。また製鉄原料の起源の二酸化チタン(TiO₂)は6.41%、バナジウム(V)が0.28%であった。さらに酸化マンガン(MnO)は0.50%、銅(Cu) <0.01%である。

以上の鉱物組成・化学組成の特徴から、当資料はチタン含有率の低い砂鉄を原料とした砂鉄製錬滓に分類される

KGU-8：炉内滓(含鉄)

(1) 肉眼観察：現品は440gを測るが本来は大型の炉内滓の側面端部破片である。側面1面のみ大きな直線状の破面である。滓の地は暗灰色であるが、表面は広い範囲が茶褐色の鉄錆化物で覆われる。また特殊金属探知機のL(●)で反応があり、内部には金属鉄が存在する。上面及び側面には中小の気孔が散在するが、非常に緻密で重量感のある滓である。

(2) マクロ組織：Photo.7下段に示す。滓中にはごく微細な未凝集金属鉄が、多数散在する。

(3) 顕微鏡組織：Photo.4④～⑧に示す。不定形の明白色部は金属鉄である。④は腐食前、⑤～⑦は5%ナイトルで腐食した組織を示している。ほとんど吸炭していないフェライト単相の組織が確認された。

また⑧は滓部である。淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、淡灰色柱状結晶ファイヤライトが晶出している。砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

(4) ビッカース断面硬度：Photo.4⑦はフェライト、⑧は淡茶褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は前者で112Hv、後者は675Hvであった。フェライトとウルボスピネルに同定される。

(5) 化学組成分析：Table2に示す。全鉄分 (Total Fe) 50.12%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 7.82%、酸化第1鉄 (FeO) 46.20%、酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 9.13%の割合であった。造滓成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) 19.81%とやや低めで、塩基性成分 (CaO+MgO) も1.04%と低値である。製鉄原料の砂鉄起源の二酸化チタン (TiO₂) は12.25%、バナジウム (V) も0.72%と高値であった。更に酸化マンガン (MnO) も1.06%と高値である。なお銅 (Cu) は<0.01%と低値であった。該品のチタン含有率はやや高めで、前述したKGU-1~3、7に比べて2倍以上である。原料砂鉄のバラツキか異常値か気になるところである。また金属鉄部は未凝集で、鍛冶原料となり得る品位ではなく、廃棄されたものと考えられる。

4. まとめ

小茅野後山遺跡から出土した製鉄関連遺物を分析した結果、以下の点が明らかとなった。

〈1〉出土砂鉄 (KGU-5、6) の分析結果から、当遺跡の製鉄原料は3~5%程度チタン (TiO₂) を含む砂鉄と推定される。また磁鉄鉱 (含チタン鉄鉱) 以外の造岩鉱物の特徴をみると、珪長質 (SiO₂、Al₂O₃) 成分の割合が高く、苦鉄質 (MgO) 成分の割合が低い。花こう岩起源の砂鉄を採掘したものと推測される。

〈2〉分析調査を実施した製錬滓 (KGU-1、2、3、7、8) も、チタン (TiO₂) 含有率は全体に低めである。当遺跡では、やはり花こう岩起源の低チタン砂鉄を製鉄原料としていたと推定される。なお既存の分析調査結果から、県内の製鉄遺跡の製鉄原料は、低チタン砂鉄 (TiO₂:5%前後) と、高チタン砂鉄 (TiO₂:最大20%前後) に二分されることが判明している^(註4) [Fig.1]。当遺跡の出土砂鉄・製錬滓は、西下野遺跡、高保木遺跡、滝谷U遺跡などと、化学組成が近似することが確認された。ただし、酸化クロム (Cr₂O₃) は差異があり、今回調査品は0.10~0.22%と倍以上の数字となる。蛇紋岩など後背地の地質の影響を受けているのだろうか。

〈3〉また当遺跡の出土鉄滓は、製錬滓としては鉄分が高めであった。酸化鉄 (FeO) が塩基性溶剤の役割を果たすことにより、操業中の滓の流動性が確保されていたと推測される。ただしその結果として鉄歩留りは低めで、生成鉄は炭素含有量の低い軟鉄~鋼が主体であった可能性が考えられる。

〈4〉炉壁 (KGU-4) は鉄分 (Fe₂O₃) の含有量は2.7%と低く、軟化性に優れ、アルミナ (Al₂O₃) を21%台と多く含んでおり、耐火性に優れた性状と判断される。

〈3〉炉内滓 (KGU-8) 中の金属鉄は、ごく微細な未凝集のフェライト (Ferrite: α鉄) で、鍛冶原料となり得る品位ではなく、滓として廃棄されたものと推測される。

(注)

- (1) 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。(略) またこれらを端成分とした固溶体をつくる。

- (2) 日刊工業新聞社『焼結鉱組織写真および識別法』1968

磁鉄鉱(鉱石)は530~600Hv、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。また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。

- (3) 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じりあ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が平行にならんで規則正しい縞状構造を示すものがある。

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、縞状のものがある。(中略) 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。

- (4) 大澤正己「生栖遺跡出土鍛冶関連遺物の金属学的調査」『生栖遺跡』兵庫県教育委員会 2005

Table1 供試材の履歴と調査項目

符号	遺跡名	地点	遺構名	遺物名称	推定年代	計測値		調査項目				備考			
						大きさ(mm)	重量(g)	磁音度	メタル度	マクロ組織	顕微鏡組織		ヒックス断面硬度	X線回折	EPMA 化学分析
KGU-1	小茅野後山	No.3	スラグ溜2	炉外流出滓	室町期 (*考古地磁気法)	114 × 88 × 53	533.8	1~3	なし	○	○	○	○		
KGU-2			スラグ溜②-1層	流出滓滓		49 × 46 × 24	85.0	1~3	なし	○	○	○	○		
KGU-3				炉外流出滓		75 × 36 × 31	87.6	4~5	H(O)	○	○	○	○		
KGU-4				炉1(炉床部)		炉壁	81 × 118 × 62	246.1	—	なし	○	○	○	○	
KGU-5				炉1		砂鉄	—	—	—	なし	○	○	○	○	
KGU-6				炉2		砂鉄	—	—	—	なし	○	○	○	○	
KGU-7				スラグ溜2		炉外流出滓	52 × 71 × 16	101.4	—	なし	○	○	○	○	
KGU-8				スラグ溜4		炉内滓(含鉄)	62 × 96 × 49	440.0	4~	L(●)	○	○	○	○	

(*9箇所測定実施)

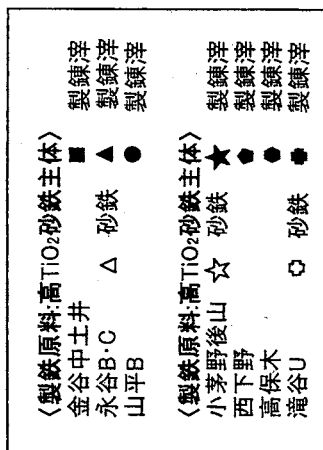
Table2 供試材の化学組成

符号	遺跡名	遺構名	遺物名称	推定年代	Σ *																注							
					全鉄分 (Total Fe)	鉄化第1鉄 (FeO)	鉄化第2鉄 (Fe ₂ O ₃)	二酸化珪素 (SiO ₂)	酸化アルミナ (Al ₂ O ₃)	酸化ガリウム (Ga ₂ O ₃)	酸化マグネシウム (MgO)	酸化カリウム (K ₂ O)	酸化ナトリウム (Na ₂ O)	酸化マンガン (MnO)	酸化チタン (TiO ₂)	酸化クロム (Cr ₂ O ₃)	酸化ジルコニウム (ZrO ₂)	遷移成分 Total Fe	TiO ₂ Total Fe									
KGU-1	小茅野後山	スラグ溜2 スラグ溜②-1層	炉外流出滓	室町期	45.28	<0.01	52.09	6.85	22.75	6.06	2.04	1.45	0.74	0.06	0.59	3.29	0.15	0.04	0.26	0.92	0.36	<0.01	0.09	33.12	0.731	0.073		
KGU-2			流出滓滓	室町期 (*考古地磁気法)	46.80	<0.01	50.15	11.18	20.68	5.48	0.74	0.53	0.60	0.60	0.05	0.66	5.42	0.12	0.05	0.16	1.08	0.30	<0.01	0.25	28.08	0.600	0.116	
KGU-3			炉外流出滓		42.57	0.30	39.85	16.15	20.11	7.34	1.55	0.42	0.83	0.05	0.66	6.21	0.22	0.04	0.22	0.04	1.72	0.64	<0.01	0.23	30.30	0.712	0.146	
KGU-4			炉1		3.60	0.03	2.16	2.70	67.94	21.03	0.05	0.52	1.50	0.06	0.59	0.04	0.06	0.59	0.04	0.01	0.13	0.90	0.02	<0.01	0.04	91.10	25.306	0.164
KGU-5			炉1		57.63	<0.01	22.27	57.65	8.26	2.57	0.27	0.41	0.24	0.04	0.24	0.04	0.52	4.69	0.12	0.01	0.16	0.20	0.25	<0.01	0.14	11.79	0.205	0.081
KGU-6			炉2		55.89	<0.01	21.27	56.27	10.95	3.60	0.23	0.37	0.26	0.04	0.26	0.04	0.56	3.51	0.10	0.01	0.15	0.22	0.21	<0.01	0.20	15.45	0.276	0.063
KGU-7			スラグ溜2		40.38	0.22	47.49	4.64	24.24	8.67	1.99	0.91	1.14	0.11	1.14	0.11	0.50	6.41	0.11	0.03	0.33	2.15	0.28	<0.01	0.34	37.06	0.918	0.159
KGU-8			スラグ溜4		50.12	7.82	46.20	9.13	12.62	5.60	0.71	0.33	0.54	0.01	0.54	0.01	1.06	12.25	0.22	0.03	0.16	0.93	0.72	<0.01	0.23	19.81	0.395	0.244

Table3 出土遺物の調査結果まとめ

符号	遺跡名	遺構名	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	植葉性成分	TiO ₂	V	MnO	ガラス質成分		Cu
KGU-1	小茅野 後山	スガノ溜2 スガノ溜 ②-1層	炉外流出滓 流出滓	室町期 (*考古地磁気法)	滓鉄:UとHの固溶体+H+W+F, 微小金属鉄:UとHの固溶体+F, 滓部:U+F+W, 被鉄砂鉄(含子鉄磁散在)	45.28	6.85	3.49	3.29	0.36	0.59	33.12	<0.01	製錬滓(原料:低TiO ₂ 砂鉄)
KGU-2		炉1 (炉床部)	炉壁		滓部:M(砂鉄粒子, 分解, 溶化)+UとHの固溶体+F, 内面:滓滓, UとHの固溶体, 微小金属鉄, 炉壁:胎土がFと溶化進行	46.80	11.18	1.27	5.42	0.30	0.66	28.08	<0.01	製錬滓(原料:低TiO ₂ 砂鉄)
KGU-3		炉1	砂鉄		磁鉄鉱, 含子鉄磁散在	3.60	2.70	0.57	0.59	0.02	0.06	91.10	<0.01	製鉄炉壁製錬派生物付着(原料:低TiO ₂ 砂鉄)
KGU-4		炉1	砂鉄		磁鉄鉱, 含子鉄磁散在	57.63	57.65	0.68	4.69	0.25	0.52	11.79	<0.01	サツ(TiO ₂)を少量含む砂鉄
KGU-5		炉2	砂鉄		磁鉄鉱, 含子鉄磁散在	55.89	56.27	0.60	3.51	0.21	0.56	15.45	<0.01	サツ(TiO ₂)を少量含む砂鉄
KGU-6		炉外流出滓	炉内滓		滓鉄:UとHの固溶体+F, 微小金属鉄:亜共析組織~共析組織	40.38	4.64	2.90	6.41	0.28	0.50	37.06	<0.01	製錬滓(原料:低TiO ₂ 砂鉄)
KGU-7		スガノ溜4 (含鉄)	炉内滓		滓部:U+F, 金属鉄:UとHの固溶体	50.12	9.13	1.04	12.25	0.72	1.06	19.81	<0.01	製錬滓(原料:中TiO ₂ 砂鉄)該品のみ若干成分系異なる

U:Ulivöspinel(2FeO·TiO₂), H:Heremynite(FeO·Al₂O₃), W:Wüstite(FeO), M:Magnetite(FeO·Fe₂O₃), F:Fayalite(2FeO·SiO₂)



*FeO: Total Feの換算値
 小茅野後山遺跡出土製錬滓のうち、
 滓中に微小金属鉄の影響があるも
 の(KGU-3, 7, 8)は除外して表示した

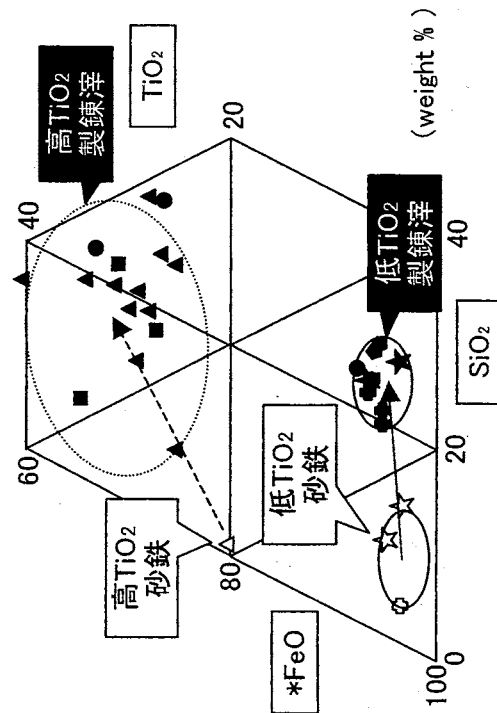


fig1 兵庫県下の主な製鉄遺跡出土砂鉄・製錬滓の化学組成

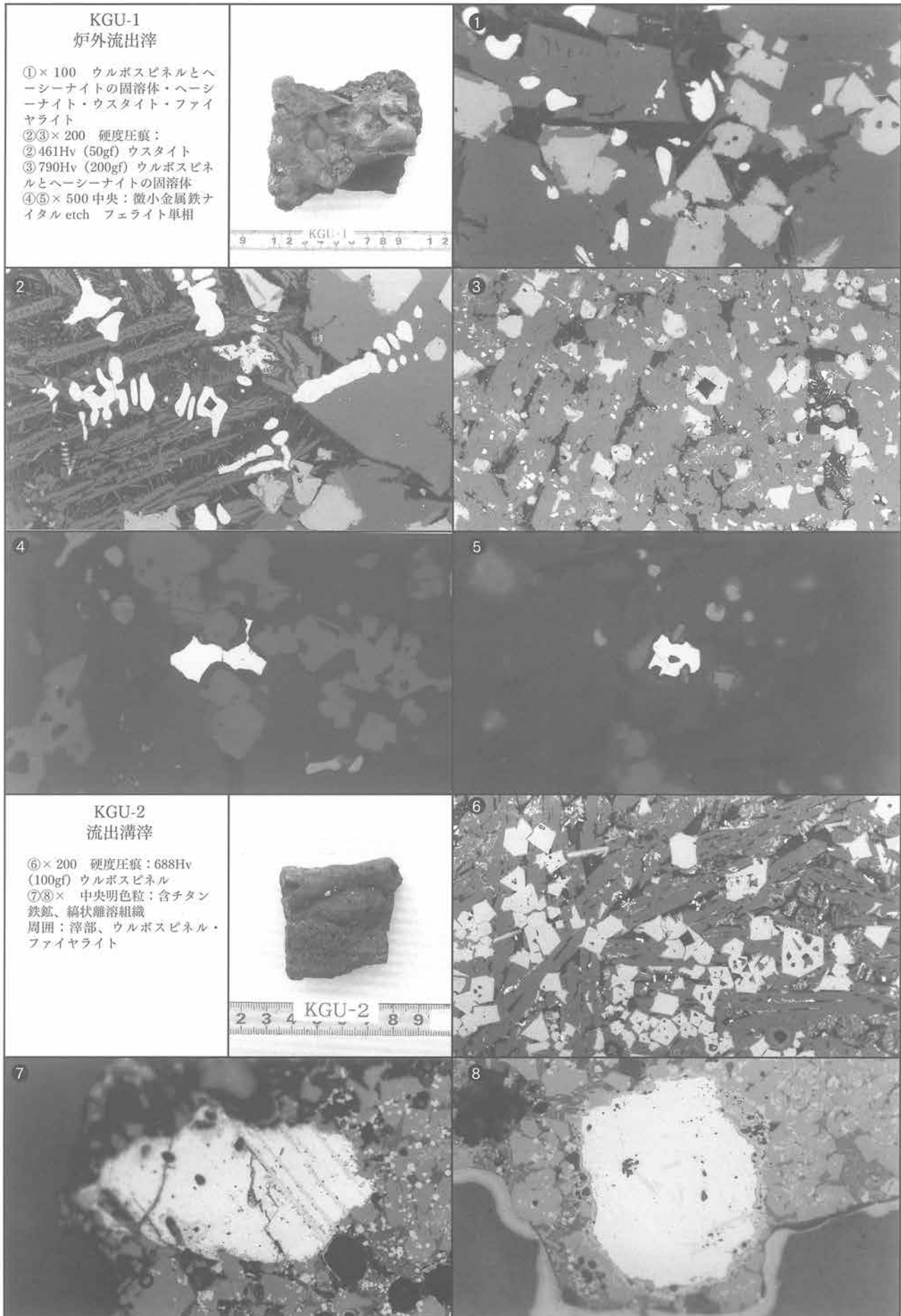


Photo.1 炉外流出滓・流出溝滓の顕微鏡組織

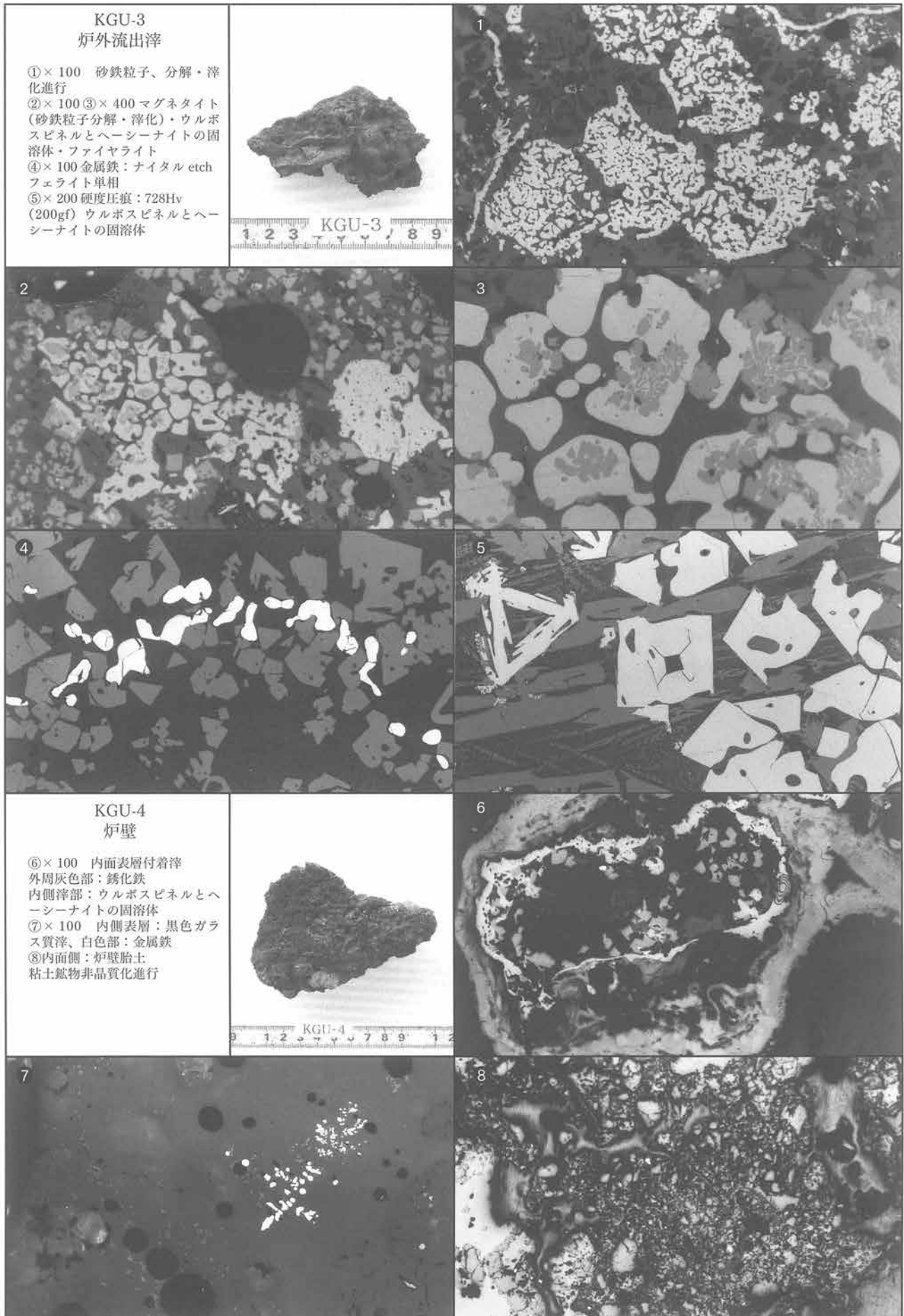


Photo.2 炉外流出滓・炉壁の顕微鏡組織

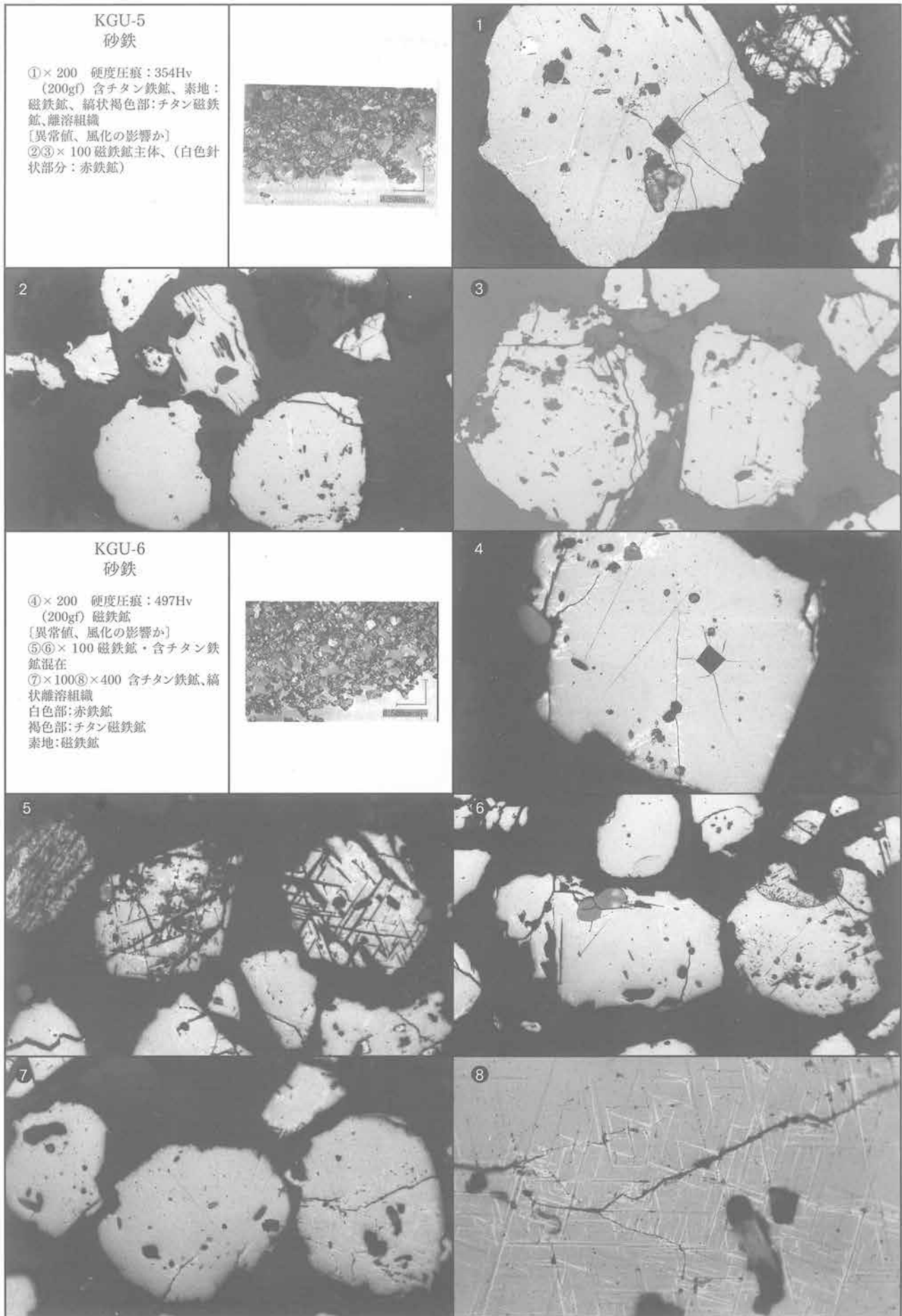


Photo.3 砂鉄の顕微鏡組織

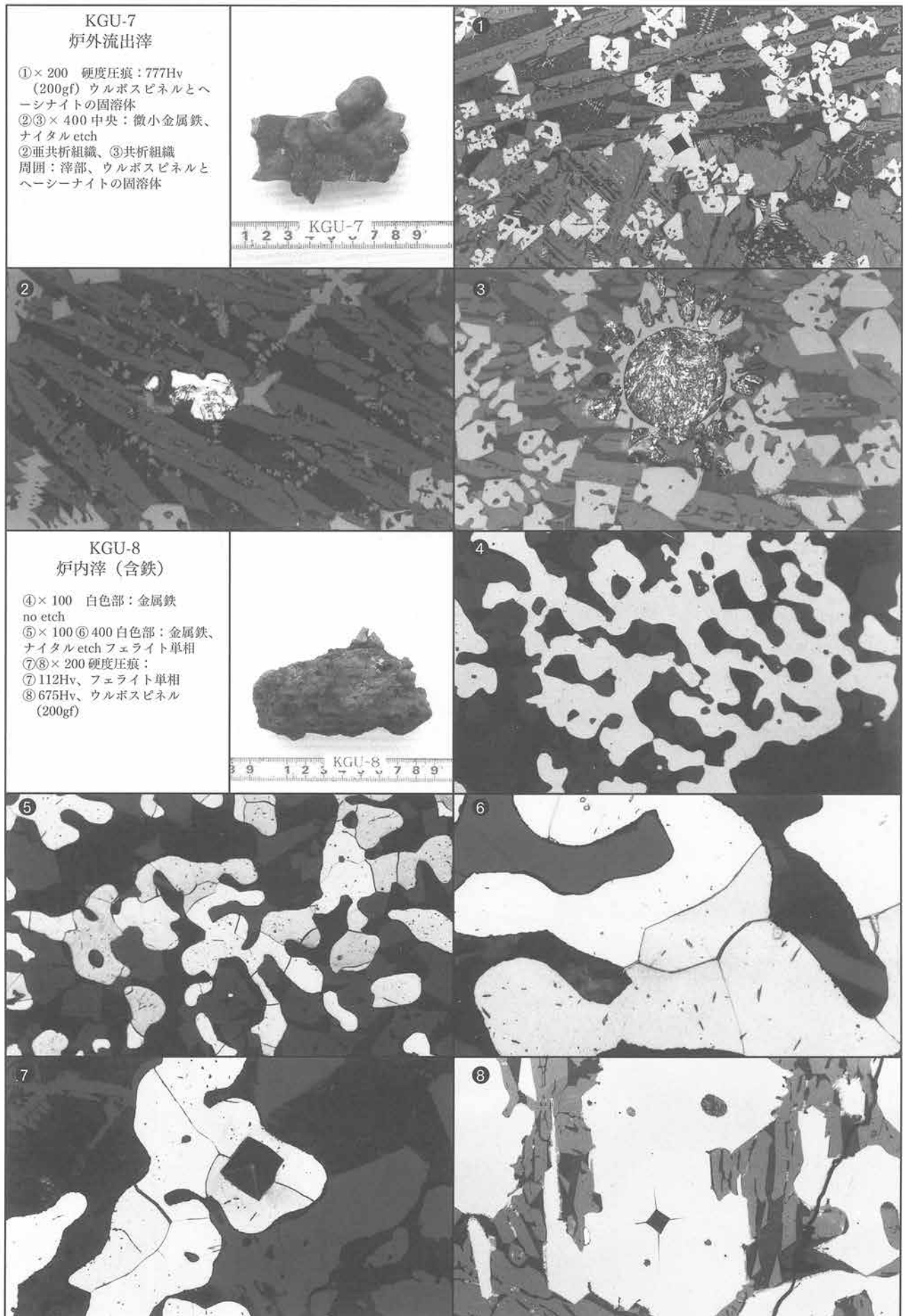
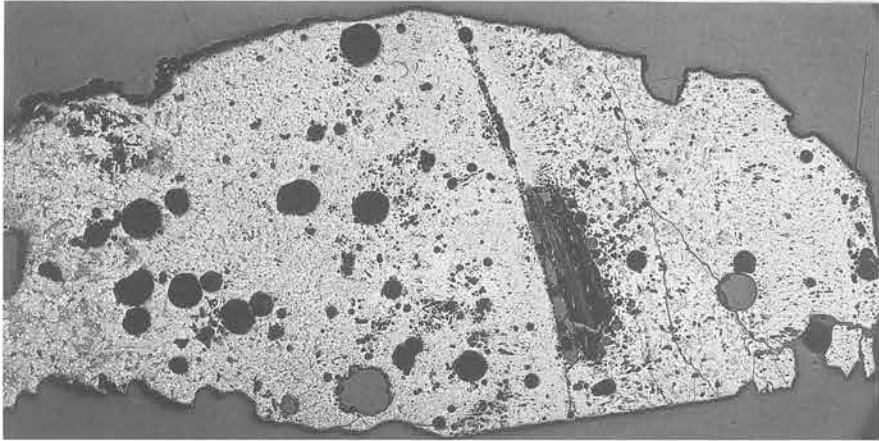
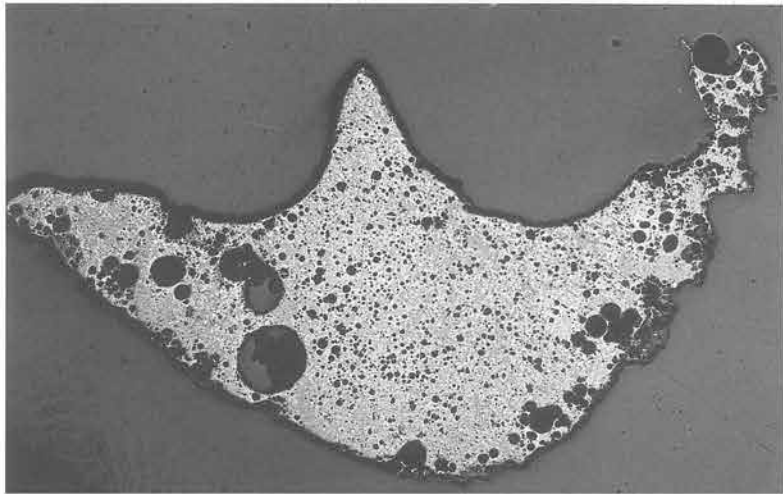


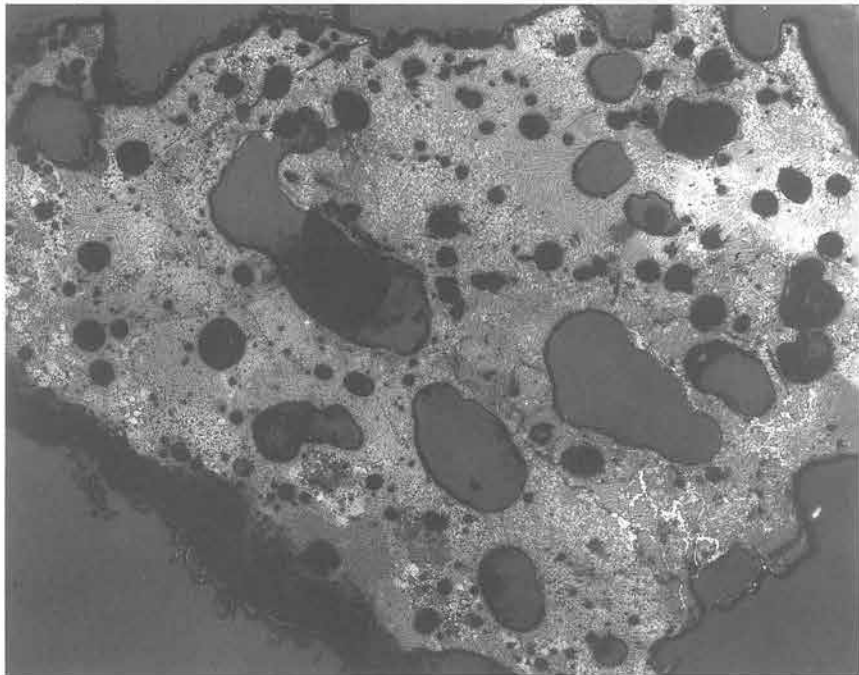
Photo.4 炉外流出滓・炉内滓 (含鉄) の顕微鏡組織



KGU-1 (×5)

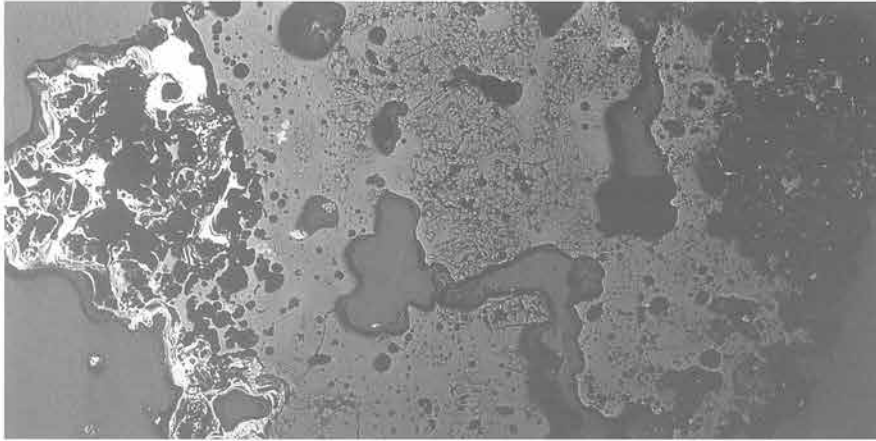


KGU-2 (×5)

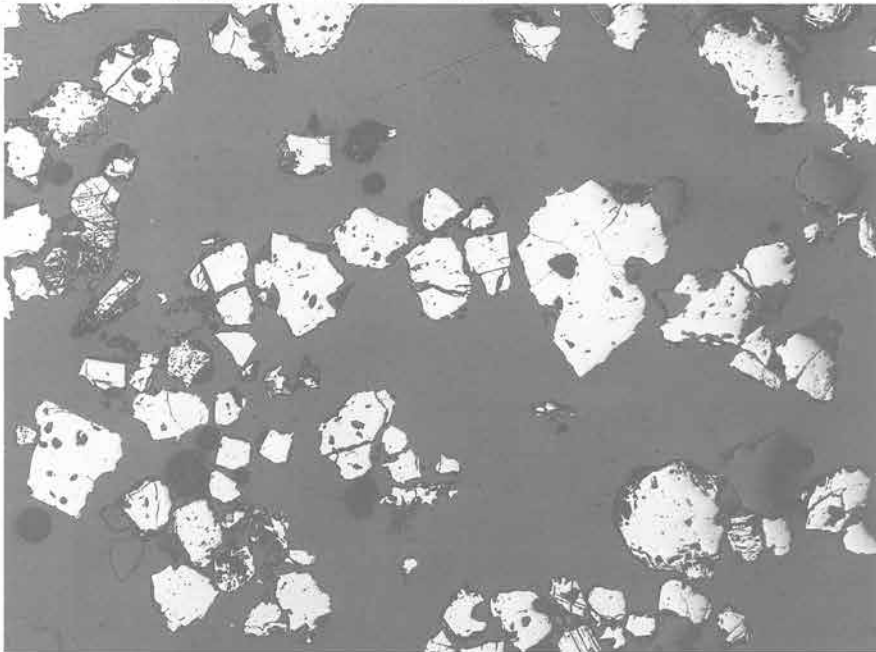


KGU-3 (×5)

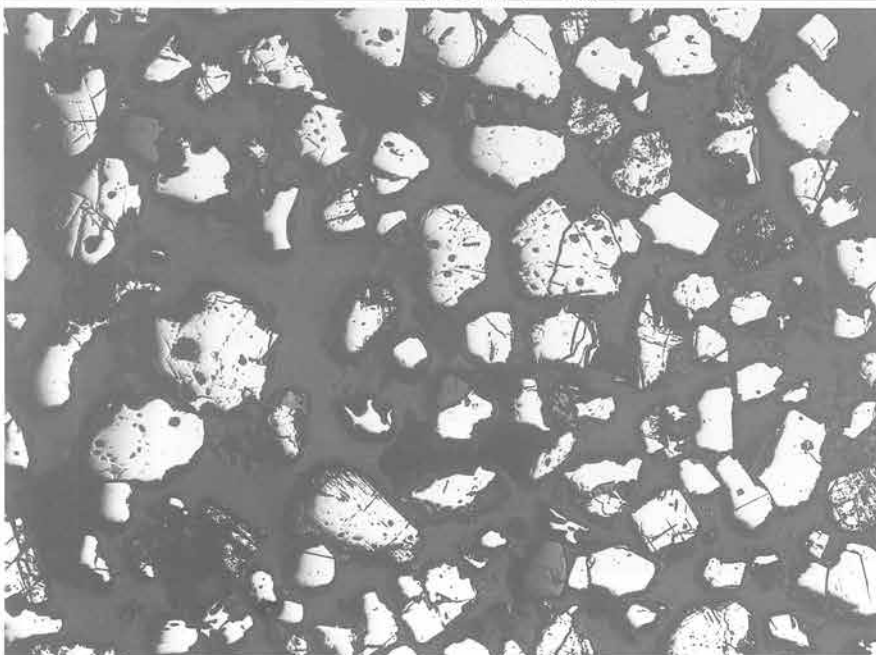
Photo.5 マクロ組織



KGU-4 (×10)



KGU-5 (×50)

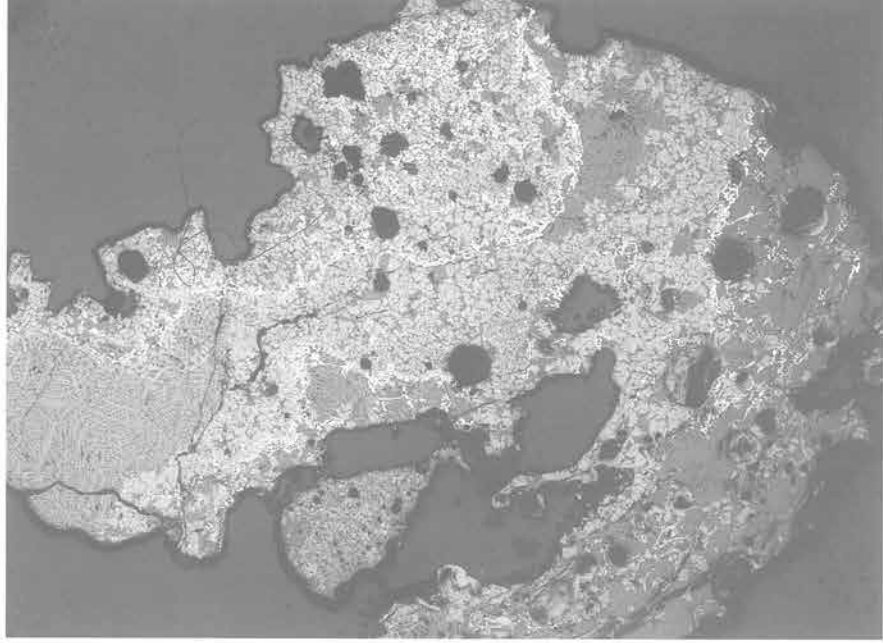


KGU-6 (×50)

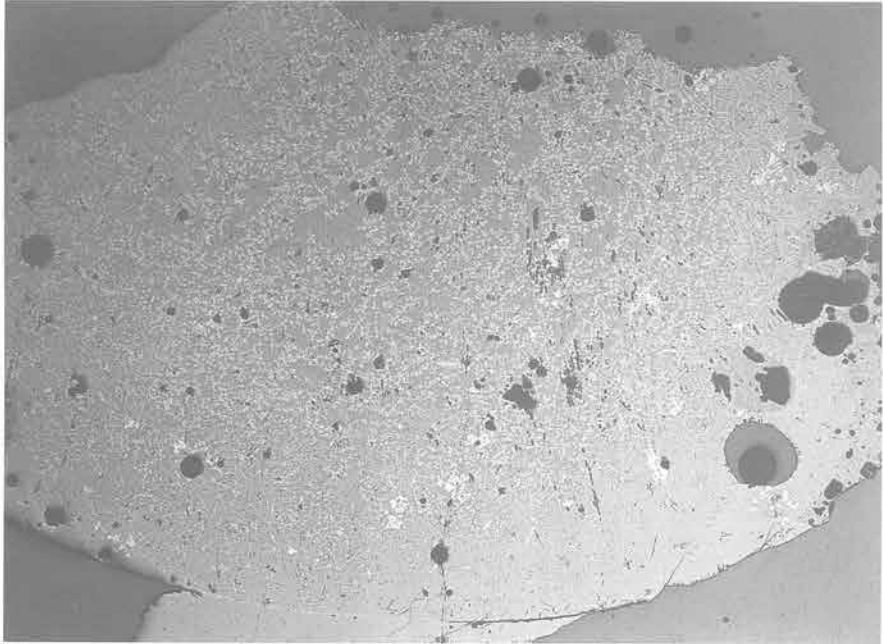
Photo.6 マクロ組織

Photo.7 ヲク口組織

KGU-8 (×10)



KGU-7 (×10)



<p>COMP ×600</p> <p>KGU-1</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>0.055</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Na2O</td><td>0.580</td><td>0.051</td><td>-</td><td>0.010</td><td>0.028</td></tr> <tr><td>MgO</td><td>-</td><td>0.346</td><td>1.142</td><td>0.024</td><td>0.283</td></tr> <tr><td>Al2O3</td><td>25.228</td><td>42.383</td><td>10.211</td><td>1.032</td><td>0.201</td></tr> <tr><td>SiO2</td><td>61.468</td><td>0.312</td><td>0.146</td><td>0.599</td><td>30.749</td></tr> <tr><td>K2O</td><td>20.147</td><td>0.022</td><td>-</td><td>0.015</td><td>0.039</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.051</td><td>-</td><td>-</td><td>0.008</td><td>3.314</td></tr> <tr><td>S</td><td>0.014</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>P2O5</td><td>-</td><td>0.021</td><td>0.040</td><td>-</td><td>0.150</td></tr> <tr><td>TiO2</td><td>0.147</td><td>4.796</td><td>16.708</td><td>2.123</td><td>0.339</td></tr> <tr><td>Cr2O3</td><td>0.024</td><td>0.025</td><td>3.008</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>MnO</td><td>0.019</td><td>0.256</td><td>0.391</td><td>0.217</td><td>0.746</td></tr> <tr><td>FeO</td><td>1.484</td><td>53.106</td><td>59.929</td><td>97.300</td><td>66.338</td></tr> <tr><td>ZrO2</td><td>0.193</td><td>0.135</td><td>0.046</td><td>0.081</td><td>0.025</td></tr> <tr><td>CuO</td><td>0.036</td><td>0.068</td><td>-</td><td>0.074</td><td>0.008</td></tr> <tr><td>Y2O3</td><td>-</td><td>0.223</td><td>8.833</td><td>0.029</td><td>0.013</td></tr> <tr><td>As2O5</td><td>0.025</td><td>-</td><td>0.020</td><td>0.053</td><td>0.014</td></tr> <tr><td>Total</td><td>109.445</td><td>101.744</td><td>100.474</td><td>101.565</td><td>102.247</td></tr> </tbody> </table>	Element	2	3	4	5	6	F	0.055	-	-	-	-	Na2O	0.580	0.051	-	0.010	0.028	MgO	-	0.346	1.142	0.024	0.283	Al2O3	25.228	42.383	10.211	1.032	0.201	SiO2	61.468	0.312	0.146	0.599	30.749	K2O	20.147	0.022	-	0.015	0.039	CaO	0.051	-	-	0.008	3.314	S	0.014	-	-	-	-	P2O5	-	0.021	0.040	-	0.150	TiO2	0.147	4.796	16.708	2.123	0.339	Cr2O3	0.024	0.025	3.008	-	-	MnO	0.019	0.256	0.391	0.217	0.746	FeO	1.484	53.106	59.929	97.300	66.338	ZrO2	0.193	0.135	0.046	0.081	0.025	CuO	0.036	0.068	-	0.074	0.008	Y2O3	-	0.223	8.833	0.029	0.013	As2O5	0.025	-	0.020	0.053	0.014	Total	109.445	101.744	100.474	101.565	102.247	
Element	2	3	4	5	6																																																																																																																
F	0.055	-	-	-	-																																																																																																																
Na2O	0.580	0.051	-	0.010	0.028																																																																																																																
MgO	-	0.346	1.142	0.024	0.283																																																																																																																
Al2O3	25.228	42.383	10.211	1.032	0.201																																																																																																																
SiO2	61.468	0.312	0.146	0.599	30.749																																																																																																																
K2O	20.147	0.022	-	0.015	0.039																																																																																																																
CaO	0.051	-	-	0.008	3.314																																																																																																																
S	0.014	-	-	-	-																																																																																																																
P2O5	-	0.021	0.040	-	0.150																																																																																																																
TiO2	0.147	4.796	16.708	2.123	0.339																																																																																																																
Cr2O3	0.024	0.025	3.008	-	-																																																																																																																
MnO	0.019	0.256	0.391	0.217	0.746																																																																																																																
FeO	1.484	53.106	59.929	97.300	66.338																																																																																																																
ZrO2	0.193	0.135	0.046	0.081	0.025																																																																																																																
CuO	0.036	0.068	-	0.074	0.008																																																																																																																
Y2O3	-	0.223	8.833	0.029	0.013																																																																																																																
As2O5	0.025	-	0.020	0.053	0.014																																																																																																																
Total	109.445	101.744	100.474	101.565	102.247																																																																																																																
<p>COMP ×1000</p> <p>KGU-5-1</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Na2O</td><td>0.048</td><td>0.034</td><td>0.086</td><td>0.010</td></tr> <tr><td>MgO</td><td>0.192</td><td>12.248</td><td>12.684</td><td>0.032</td></tr> <tr><td>Al2O3</td><td>0.282</td><td>13.710</td><td>12.415</td><td>0.084</td></tr> <tr><td>SiO2</td><td>1.044</td><td>39.408</td><td>41.276</td><td>0.026</td></tr> <tr><td>K2O</td><td>0.122</td><td>9.936</td><td>7.764</td><td>-</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>-</td><td>-</td><td>0.079</td><td>-</td></tr> <tr><td>S</td><td>0.013</td><td>-</td><td>0.026</td><td>-</td></tr> <tr><td>P2O5</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.025</td></tr> <tr><td>TiO2</td><td>0.201</td><td>2.525</td><td>2.746</td><td>0.230</td></tr> <tr><td>Cr2O3</td><td>0.091</td><td>0.028</td><td>0.011</td><td>0.129</td></tr> <tr><td>MnO</td><td>0.007</td><td>0.211</td><td>0.260</td><td>0.055</td></tr> <tr><td>FeO</td><td>87.155</td><td>21.335</td><td>21.080</td><td>93.248</td></tr> <tr><td>ZrO2</td><td>0.012</td><td>-</td><td>0.025</td><td>0.070</td></tr> <tr><td>CuO</td><td>0.007</td><td>-</td><td>0.036</td><td>-</td></tr> <tr><td>Y2O3</td><td>0.604</td><td>0.217</td><td>0.230</td><td>0.941</td></tr> <tr><td>As2O5</td><td>-</td><td>0.189</td><td>0.163</td><td>0.038</td></tr> <tr><td>Total</td><td>89.775</td><td>99.841</td><td>98.875</td><td>94.888</td></tr> </tbody> </table>	Element	7	8	9	10	F	-	-	-	-	Na2O	0.048	0.034	0.086	0.010	MgO	0.192	12.248	12.684	0.032	Al2O3	0.282	13.710	12.415	0.084	SiO2	1.044	39.408	41.276	0.026	K2O	0.122	9.936	7.764	-	CaO	-	-	0.079	-	S	0.013	-	0.026	-	P2O5	-	-	-	0.025	TiO2	0.201	2.525	2.746	0.230	Cr2O3	0.091	0.028	0.011	0.129	MnO	0.007	0.211	0.260	0.055	FeO	87.155	21.335	21.080	93.248	ZrO2	0.012	-	0.025	0.070	CuO	0.007	-	0.036	-	Y2O3	0.604	0.217	0.230	0.941	As2O5	-	0.189	0.163	0.038	Total	89.775	99.841	98.875	94.888																				
Element	7	8	9	10																																																																																																																	
F	-	-	-	-																																																																																																																	
Na2O	0.048	0.034	0.086	0.010																																																																																																																	
MgO	0.192	12.248	12.684	0.032																																																																																																																	
Al2O3	0.282	13.710	12.415	0.084																																																																																																																	
SiO2	1.044	39.408	41.276	0.026																																																																																																																	
K2O	0.122	9.936	7.764	-																																																																																																																	
CaO	-	-	0.079	-																																																																																																																	
S	0.013	-	0.026	-																																																																																																																	
P2O5	-	-	-	0.025																																																																																																																	
TiO2	0.201	2.525	2.746	0.230																																																																																																																	
Cr2O3	0.091	0.028	0.011	0.129																																																																																																																	
MnO	0.007	0.211	0.260	0.055																																																																																																																	
FeO	87.155	21.335	21.080	93.248																																																																																																																	
ZrO2	0.012	-	0.025	0.070																																																																																																																	
CuO	0.007	-	0.036	-																																																																																																																	
Y2O3	0.604	0.217	0.230	0.941																																																																																																																	
As2O5	-	0.189	0.163	0.038																																																																																																																	
Total	89.775	99.841	98.875	94.888																																																																																																																	
<p>COMP ×1000</p> <p>KGU-5-2</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>11</th> <th>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Na2O</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>MgO</td><td>0.003</td><td>0.033</td></tr> <tr><td>Al2O3</td><td>0.613</td><td>0.286</td></tr> <tr><td>SiO2</td><td>0.085</td><td>0.378</td></tr> <tr><td>K2O</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>S</td><td>-</td><td>0.007</td></tr> <tr><td>P2O5</td><td>0.005</td><td>-</td></tr> <tr><td>TiO2</td><td>1.926</td><td>4.640</td></tr> <tr><td>Cr2O3</td><td>0.092</td><td>-</td></tr> <tr><td>MnO</td><td>0.053</td><td>0.020</td></tr> <tr><td>FeO</td><td>88.939</td><td>86.956</td></tr> <tr><td>ZrO2</td><td>0.035</td><td>-</td></tr> <tr><td>CuO</td><td>-</td><td>0.017</td></tr> <tr><td>Y2O3</td><td>0.698</td><td>0.575</td></tr> <tr><td>As2O5</td><td>-</td><td>0.006</td></tr> <tr><td>Total</td><td>92.449</td><td>92.916</td></tr> </tbody> </table>	Element	11	12	F	-	-	Na2O	-	-	MgO	0.003	0.033	Al2O3	0.613	0.286	SiO2	0.085	0.378	K2O	-	-	CaO	-	-	S	-	0.007	P2O5	0.005	-	TiO2	1.926	4.640	Cr2O3	0.092	-	MnO	0.053	0.020	FeO	88.939	86.956	ZrO2	0.035	-	CuO	-	0.017	Y2O3	0.698	0.575	As2O5	-	0.006	Total	92.449	92.916																																																										
Element	11	12																																																																																																																			
F	-	-																																																																																																																			
Na2O	-	-																																																																																																																			
MgO	0.003	0.033																																																																																																																			
Al2O3	0.613	0.286																																																																																																																			
SiO2	0.085	0.378																																																																																																																			
K2O	-	-																																																																																																																			
CaO	-	-																																																																																																																			
S	-	0.007																																																																																																																			
P2O5	0.005	-																																																																																																																			
TiO2	1.926	4.640																																																																																																																			
Cr2O3	0.092	-																																																																																																																			
MnO	0.053	0.020																																																																																																																			
FeO	88.939	86.956																																																																																																																			
ZrO2	0.035	-																																																																																																																			
CuO	-	0.017																																																																																																																			
Y2O3	0.698	0.575																																																																																																																			
As2O5	-	0.006																																																																																																																			
Total	92.449	92.916																																																																																																																			
<p>COMP ×800</p> <p>KGU-5-3</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>13</th> <th>14</th> <th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Na2O</td><td>0.009</td><td>0.013</td><td>0.052</td></tr> <tr><td>MgO</td><td>0.032</td><td>-</td><td>0.025</td></tr> <tr><td>Al2O3</td><td>0.920</td><td>0.030</td><td>0.869</td></tr> <tr><td>SiO2</td><td>0.026</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>K2O</td><td>-</td><td>0.002</td><td>-</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>S</td><td>0.032</td><td>34.897</td><td>0.013</td></tr> <tr><td>P2O5</td><td>-</td><td>0.020</td><td>-</td></tr> <tr><td>TiO2</td><td>5.388</td><td>0.202</td><td>4.079</td></tr> <tr><td>Cr2O3</td><td>-</td><td>0.036</td><td>0.027</td></tr> <tr><td>MnO</td><td>0.679</td><td>0.044</td><td>0.564</td></tr> <tr><td>FeO</td><td>89.797</td><td>43.674</td><td>88.167</td></tr> <tr><td>ZrO2</td><td>-</td><td>-</td><td>0.104</td></tr> <tr><td>CuO</td><td>-</td><td>42.439</td><td>0.059</td></tr> <tr><td>Y2O3</td><td>0.494</td><td>-</td><td>0.598</td></tr> <tr><td>As2O5</td><td>0.016</td><td>-</td><td>0.097</td></tr> <tr><td>Total</td><td>97.385</td><td>112.649</td><td>94.651</td></tr> </tbody> </table>	Element	13	14	15	F	-	-	-	Na2O	0.009	0.013	0.052	MgO	0.032	-	0.025	Al2O3	0.920	0.030	0.869	SiO2	0.026	-	-	K2O	-	0.002	-	CaO	-	-	-	S	0.032	34.897	0.013	P2O5	-	0.020	-	TiO2	5.388	0.202	4.079	Cr2O3	-	0.036	0.027	MnO	0.679	0.044	0.564	FeO	89.797	43.674	88.167	ZrO2	-	-	0.104	CuO	-	42.439	0.059	Y2O3	0.494	-	0.598	As2O5	0.016	-	0.097	Total	97.385	112.649	94.651																																							
Element	13	14	15																																																																																																																		
F	-	-	-																																																																																																																		
Na2O	0.009	0.013	0.052																																																																																																																		
MgO	0.032	-	0.025																																																																																																																		
Al2O3	0.920	0.030	0.869																																																																																																																		
SiO2	0.026	-	-																																																																																																																		
K2O	-	0.002	-																																																																																																																		
CaO	-	-	-																																																																																																																		
S	0.032	34.897	0.013																																																																																																																		
P2O5	-	0.020	-																																																																																																																		
TiO2	5.388	0.202	4.079																																																																																																																		
Cr2O3	-	0.036	0.027																																																																																																																		
MnO	0.679	0.044	0.564																																																																																																																		
FeO	89.797	43.674	88.167																																																																																																																		
ZrO2	-	-	0.104																																																																																																																		
CuO	-	42.439	0.059																																																																																																																		
Y2O3	0.494	-	0.598																																																																																																																		
As2O5	0.016	-	0.097																																																																																																																		
Total	97.385	112.649	94.651																																																																																																																		

Photo.8 EPMA調査結果

第3節 小茅野後山遺跡 放射性炭素年代測定結果について

加速器分析研究所

- 1) 年代値の算出には、Libbyの半減期5568年を使用しています。
- 2) BP年代値は、1950年からさかのぼること何年前かを表しています。
- 3) 付記した誤差は、次のように算出しています。

複数回（通常は4回）の測定値について χ^2 検定を行い、通常報告する誤差は測定値の統計誤差から求めた値を用い、測定値が1つの母集団とみなせない場合には標準誤差を用いています。

- 4) $\delta^{13}\text{C}$ の値は、通常は質量分析計を用いて測定しますが、AMS測定の場合に同時に測定される $\delta^{13}\text{C}$ の値を用いることもあります。

$\delta^{13}\text{C}$ 補正をしない場合の同位体比および年代値も参考に掲載しておきます。

同位体比は、いずれも基準値からのずれを千分偏差（‰；パーミル）で表したものです。

$$\delta^{14}\text{C} = [({}^{14}\text{A}_s - {}^{14}\text{A}_R) / {}^{14}\text{A}_R] \times 1000 \quad (1)$$

$$\delta^{13}\text{C} = [({}^{13}\text{A}_s - {}^{13}\text{A}_{\text{PDB}}) / {}^{13}\text{A}_{\text{PDB}}] \times 1000 \quad (2)$$

ここで、 ${}^{14}\text{A}_s$ ：試料炭素の ${}^{14}\text{C}$ 濃度： $({}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C})_S$ または $({}^{14}\text{C}/{}^{13}\text{C})_S$

${}^{14}\text{A}_R$ ：標準現代炭素の ${}^{14}\text{C}$ 濃度： $({}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C})_R$ または $({}^{14}\text{C}/{}^{13}\text{C})_R$

$\delta^{13}\text{C}$ は、質量分析計を用いて試料炭素の ${}^{13}\text{C}$ 濃度（ ${}^{13}\text{A}_s = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ ）を測定し、PDB（白亜紀のペレムナイト（矢石）類の化石）の値を基準として、それからのずれを計算します。

但し、IAAでは加速器により測定中に同時に ${}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ も測定していますので、標準試料の測定値との比較から算出した $\delta^{13}\text{C}$ を用いることもあります。この場合には表中に[加速器]と注記します。

また、 $\Delta^{14}\text{C}$ は、試料炭素が $\delta^{13}\text{C} = -25.0$ （‰）であるとしたときの ${}^{14}\text{C}$ 濃度（ ${}^{14}\text{A}_N$ ）に換算した上で計算した値です。（1）式の ${}^{14}\text{C}$ 濃度を、 $\delta^{13}\text{C}$ の測定値をもとに次式のように換算します。

$${}^{14}\text{A}_N = {}^{14}\text{A}_s \times (0.975 / (1 + \delta^{13}\text{C} / 1000))^2 \quad ({}^{14}\text{A}_S \text{として } {}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C} \text{ を使用するとき})$$

または

$$= {}^{14}\text{A}_s \times (0.975 / (1 + \delta^{13}\text{C} / 1000)) \quad ({}^{14}\text{A}_S \text{として } {}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C} \text{ を使用するとき})$$

$$\Delta^{14}\text{C} = [({}^{14}\text{A}_N - {}^{14}\text{A}_R) / {}^{14}\text{A}_R] \times 1000 \quad (‰)$$

貝殻などの海洋が炭素起源となっている試料については、海洋中の放射性炭素濃度が大気中の炭酸ガス中の濃度と異なるため、同位体補正のみを行った年代値は実際の年代との差が大きくなります。多くの場合、同位体補正をしない $\delta^{14}\text{C}$ に相当するBP年代値が比較的良好その貝と同一時代のものと考えられる木片や木炭などの年代値と一致します。

^{14}C 濃度の現代炭素に対する割合のもう一つの表記として、pMC (percent Modern Carbon) がよく使われており、 $\Delta^{14}\text{C}$ との関係は次のようになります。

$$\Delta^{14}\text{C} = (\text{pMC}/100 - 1) \times 1000 \quad (\text{‰})$$

$$\text{pMC} = \Delta^{14}\text{C}/10 + 100 \quad (\%)$$

国際的な取り決めにより、この $\Delta^{14}\text{C}$ あるいはpMCにより、放射性炭素年代(Conventional Radiocarbon Age ; yrBP) が次のように計算されます。

$$T = -8033 \times \ln [(\Delta^{14}\text{C}/1000) + 1]$$

$$= -8033 \times \ln (\text{pMC}/100)$$

IAA Code No.	試料	BP年代および炭素の同位体比
IAAA-51955 #1161-1	試料採取場所 : 小茅野後山遺跡 試料形態 : 木炭 試料名(番号) : No. 1	Libby Age (yrBP) : 630 ± 30 $\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$ 、(加速器) = -24.16 ± 1.00 $\Delta^{14}\text{C}(\text{‰})$ = -75.9 ± 3.9 pMC(%) = 92.41 ± 0.39
	(参考) $\delta^{13}\text{C}$ の補正無し	$\delta^{14}\text{C}(\text{‰})$ = -74.3 ± 3.4 pMC(%) = 92.57 ± 0.34 Age (yrBP) : 620 ± 30
IAAA-51956 #1161-2	試料採取場所 : 小茅野後山遺跡 試料形態 : 木炭 試料名(番号) : No. 2	Libby Age (yrBP) : 50 ± 30 $\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$ 、(加速器) = -25.42 ± 0.95 $\Delta^{14}\text{C}(\text{‰})$ = -6.1 ± 3.8 pMC(%) = 99.39 ± 0.38
	(参考) $\delta^{13}\text{C}$ の補正無し	$\delta^{14}\text{C}(\text{‰})$ = -6.9 ± 3.3 pMC(%) = 99.31 ± 0.33 Age (yrBP) : 60 ± 30
IAAA-51957 #1161-3	試料採取場所 : 小茅野後山遺跡 試料形態 : 木炭 試料名(番号) : No. 3	Libby Age (yrBP) : 670 ± 30 $\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$ 、(加速器) = -27.40 ± 0.77 $\Delta^{14}\text{C}(\text{‰})$ = -80.5 ± 3.3 pMC(%) = 91.95 ± 0.33
	(参考) $\delta^{13}\text{C}$ の補正無し	$\delta^{14}\text{C}(\text{‰})$ = -85.0 ± 2.9 pMC(%) = 91.50 ± 0.29 Age (yrBP) : 710 ± 30
IAAA-51958 #1161-4	試料採取場所 : 小茅野後山遺跡 試料形態 : 木炭 試料名(番号) : No. 4	Libby Age (yrBP) : 490 ± 30 $\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$ 、(加速器) = -27.53 ± 0.98 $\Delta^{14}\text{C}(\text{‰})$ = -59.7 ± 3.4 pMC(%) = 94.03 ± 0.34
	(参考) $\delta^{13}\text{C}$ の補正無し	$\delta^{14}\text{C}(\text{‰})$ = -64.6 ± 2.8 pMC(%) = 93.54 ± 0.28 Age (yrBP) : 540 ± 20
IAAA-51959 #1161-5	試料採取場所 : 小茅野後山遺跡 試料形態 : 木炭 試料名(番号) : No. 5	Libby Age (yrBP) : 820 ± 30 $\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$ 、(加速器) = -21.15 ± 0.84 $\Delta^{14}\text{C}(\text{‰})$ = -97.6 ± 3.7 pMC(%) = 90.24 ± 0.37
	(参考) $\delta^{13}\text{C}$ の補正無し	$\delta^{14}\text{C}(\text{‰})$ = -90.5 ± 3.4 pMC(%) = 90.95 ± 0.34 Age (yrBP) : 760 ± 30
IAAA-51960 #1161-6	試料採取場所 : 小茅野後山遺跡 試料形態 : 木炭 試料名(番号) : No. 6	Libby Age (yrBP) : 960 ± 40 $\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$ 、(加速器) = -24.03 ± 0.72 $\Delta^{14}\text{C}(\text{‰})$ = -112.9 ± 4.2 pMC(%) = 88.71 ± 0.42
	(参考) $\delta^{13}\text{C}$ の補正無し	$\delta^{14}\text{C}(\text{‰})$ = -111.1 ± 4.0 pMC(%) = 88.89 ± 0.40 Age (yrBP) : 950 ± 40

参考 試料形態は、処理し測定した物を記載してあります。

表1 放射性炭素年代測定結果

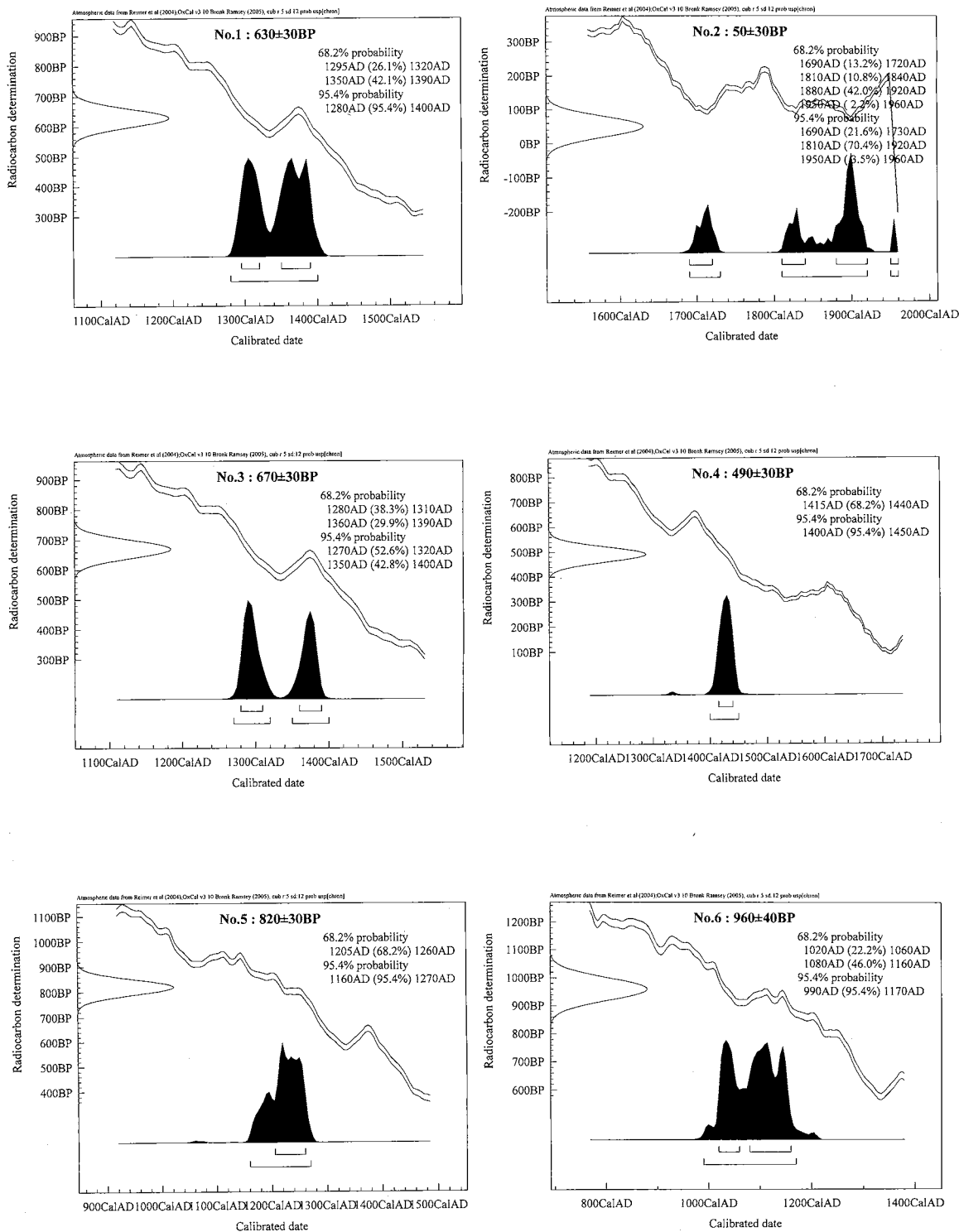


図1 較正曲線グラフと暦年較正值

第4節 小茅野後山遺跡出土炭化材の樹種同定

植田 弥生 (パレオ・ラボ)

1. はじめに

当遺跡は、宍粟市山崎町に所在し、800m前後の山間部の谷筋に立地している。No.3地点からは平安時代後期に比定される土師器片が2点出土しているが、製鉄関連遺構の各遺構との関連性は不明である。ここでは時期は特定できないが、No.3地点とNo.6地点の製鉄関連遺構から出土した炭化材と、No.5地点の炭窯SX01床面から出土した炭化材の樹種同定結果を報告する。

製鉄遺構や炭窯から出土した炭化材樹種を明らかにし、この遺跡ではどのような樹種を利用して製鉄や炭窯が営まれていたのかを明らかにしてゆく基礎的資料とするものである。

2. 試料と方法

取上げられていた試料から、形状や大きさの異なる炭化材を選び、樹種同定試料とした。

同定は、炭化材の横断面(木口)を手で割り実体顕微鏡で予察し、次に材の3方向(横断面・接線断面・放射断面)の断面を作成し、走査電子顕微鏡で拡大された材組織を観察した。走査電子顕微鏡用の試料は、3断面を5mm角以下の大きさに整え、直径1cmの真鍮製試料台に両面テープで固定し、試料を充分乾燥させた後、金蒸着を施し、走査電子顕微鏡(日本電子(株)製 JSM-T100型)で観察と写真撮影を行った。

同定した炭化材の残り破片は、兵庫県教育委員会埋蔵文化財調査事務所に保管されている。

3. 結果

同定結果の一覧を、表1に示した。

No.3地点3区炭溜め試料には、クリが約20破片と、モミ属が1点検出された。クリは、板状や角状の破片が多く、年輪幅が1mm前後で年輪が緻密な破片も多く見られた。放射径(放射方向:材が外側に太く成長してゆく方向)35mmで40年輪が数えられる破片もあった。モミ属は、放射径18mmで接線径30mmの破片であり、約31年輪が含まれていた。

No.5地点SX01炭窯炭層から出土した主な炭化材9点は、横断面の短径2cm×長径3~5cm、取り上げ後の長さは19cm前後の細い板状であった。炭化材は、樹芯部に近い部位が含まれているものもあり、推定直径5~10cmの丸木からみかん割りしたものと、板目取りして分割したものとがある。炭化材9点は、識別のため、仮No.5-1~仮No.5-9の番号を便宜的にふった。検出した分類群は、広葉樹のモチノキ属3点(仮No.5-1・3・5)とリョウブ6点(仮No.5-2・4・6・7・8・9)である。モチノキ属2点は板目取りで、1点はみかん割りの木取りであった。リョウブ6点は、みかん割りが多く、仮No.5-8もみかん割りからさらに分割したか割れた可能性がある。いずれの炭化材も、長径の片側側面が生焼け状態で、褐色を呈していた。

No.6地点テラス炭溜まり炉1の試料は、コナラ節2破片とクリの破片が多数であった。No.3地点の試料に比べ、炭化材破片は小さい。コナラ節とクリには樹皮付きの破片が各1点あり、これらは推定直径が2~3cmの丸木破片と推定される。

以下に同定根拠とした材組織の特徴を分類配列順に記載し、材組織の写真を提示した。

(1)モミ属 *Abies* マツ科 図版1 1a-1c(No.3地点)

仮道管・放射柔細胞からなり樹脂細胞はない針葉樹材。しばしば傷害樹脂道が現れる。早材から晩材への移行はゆるやかである。放射柔細胞の壁は厚く放射断面において接線壁に数珠状肥厚が見られ、上下端の細胞はときに山形になる。

モミ属は常緑高木で、暖帯から温帯下部の山地に普通に見られるモミ、温帯上部の高山に生育するウラジロモミ・シラベ・アオモリトドマツ、北海道の山地に生育するトドマツの5種がある。いずれの材も組織は類似しており種類は識別できない。

(2)コナラ属コナラ亜属コナラ節 *Quercus subgen. Quercus sect. Prinus* ブナ科 図版1 2a-2c(No.6地点)

年輪の始めに中型の管孔が配列し、晩材部では薄壁で多角形の小型管孔が火炎状・放射状に配列する環孔材。道管の壁孔は交互状、穿孔は単穿孔、内腔にチロースがある。放射組織は単列のものと広放射組織がある。

コナラ節は暖帯から温帯に生育する落葉高木でカシワ・ミズナラ・コナラ・ナラガシワが属する。材組織は類似性が高いので、種類は特定できない。

(3)クリ *Castanea-crenata* Sieb. et Zucc. ブナ科 図版1 3a-3c(No.6地点) 図版2 6a(No.3地点3区) 7a(No.3地点3区 6aとは別破片)

年輪の始めに中型～大型の管孔が配列し、晩材部は非常に小型の管孔が火炎状に配列する環孔材。道管の壁孔は小型で交互状、穿孔は単穿孔、内腔にはチロースがある。放射組織は単列同性、道管との壁孔は孔口が大きく交互状柵状である。

クリは北海道西南部以南の暖帯から温帯下部の山野に普通の落葉高木である。

(4)モチノキ属 *Ilex* モチノキ科 図版2 4a-4c(No.5地点SX01 仮No.5-5)

非常に小型の管孔が放射方向またはやや斜状に複合して配列し、管孔密度は低い散孔材。道管の壁孔は交互状、穿孔は横棒数が25～30本前後の階段穿孔、内腔には水平のらせん肥厚がある。放射組織は異性、5細胞幅の紡錘形で上下端に方形細胞や直立細胞が2～3層ある。

モチノキ属は、温帯～暖帯の山地に生育する常緑または落葉性の高木または低木で、約15種がある。山間の湿地に普通の落葉低木のウメモドキ、関東地方以西の山地に生育する常緑性のソヨゴ、茨城県・福井県以西の山野に普通の常緑性のクロガネモチ、海岸に近い山地に生育する常緑性のモチノキなど、暖帯に分布する種類が多い。

(5)リョウブ *Clithra barvinervis* Sieb. et Zucc. 図版2 5a-5c(No.5地点SX01 仮No.5-4)

中型の管孔がおもに単独で分布する散孔材。道管の壁孔は交互状、穿孔は階段数が非常に多い階段穿孔である。放射組織は異性、大型の直立細胞からなる単列のものと、主に3～5細胞幅の紡錘形である。

リョウブは北海道南部の暖帯から温帯下部の山中に普通の落葉高木である。

4. まとめ

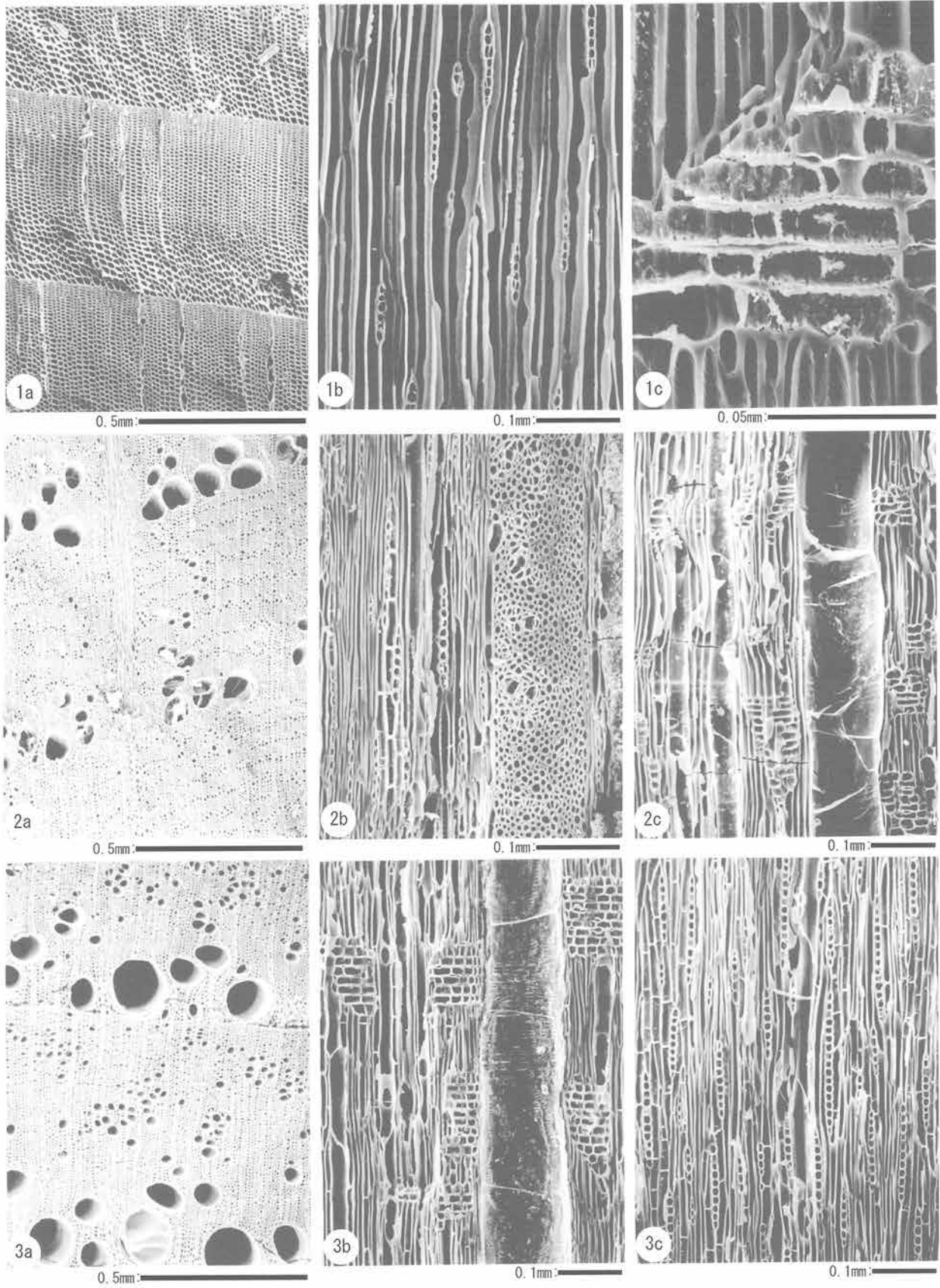
No.3地点とNo.6地点の製鉄関連遺構に伴う炭化材からは、クリ・コナラ節・モミ属が検出された。特にクリが多く、主要な燃料材として利用されていたと思われる。No.3地点のクリの炭化材には、破片で40年輪が数えられるものがあり、モミ属の炭化材も約31年輪ある破片であった。破片で30～40年輪を持つ事から、樹木の樹齢としてはもっと多かったと思われる。従って、樹齢数が少ない二次林の樹木を伐

採利用していたのではなく、自然林に生育していたクリを、伐採利用していた可能性が考えられる。

No.5地点SX01炭窯から出土した炭化材9点は、モチノキ属3点とリョウブ6点で、樹種に関らず横断面が短径2cm×長径3～5cmの薄く幅の狭い板状で、長径の片面だけが未炭化状態であることも共通していた。これらの炭化材は、床面付近から伏した状態で出土していたことから、製炭材用ではなく、防湿や火力維持の目的で床面に敷き詰めていた材のようである。モチノキ属とリョウブは、当地域の森林には普通に生育分布している樹種であり、薪炭材にも利用される樹種であるため、床面に敷くために特に選択利用されたのかは不明である。製炭用樹種との比較が必要であろう。

表1 小茅野後山遺跡出土炭化材樹種同定結果一覧

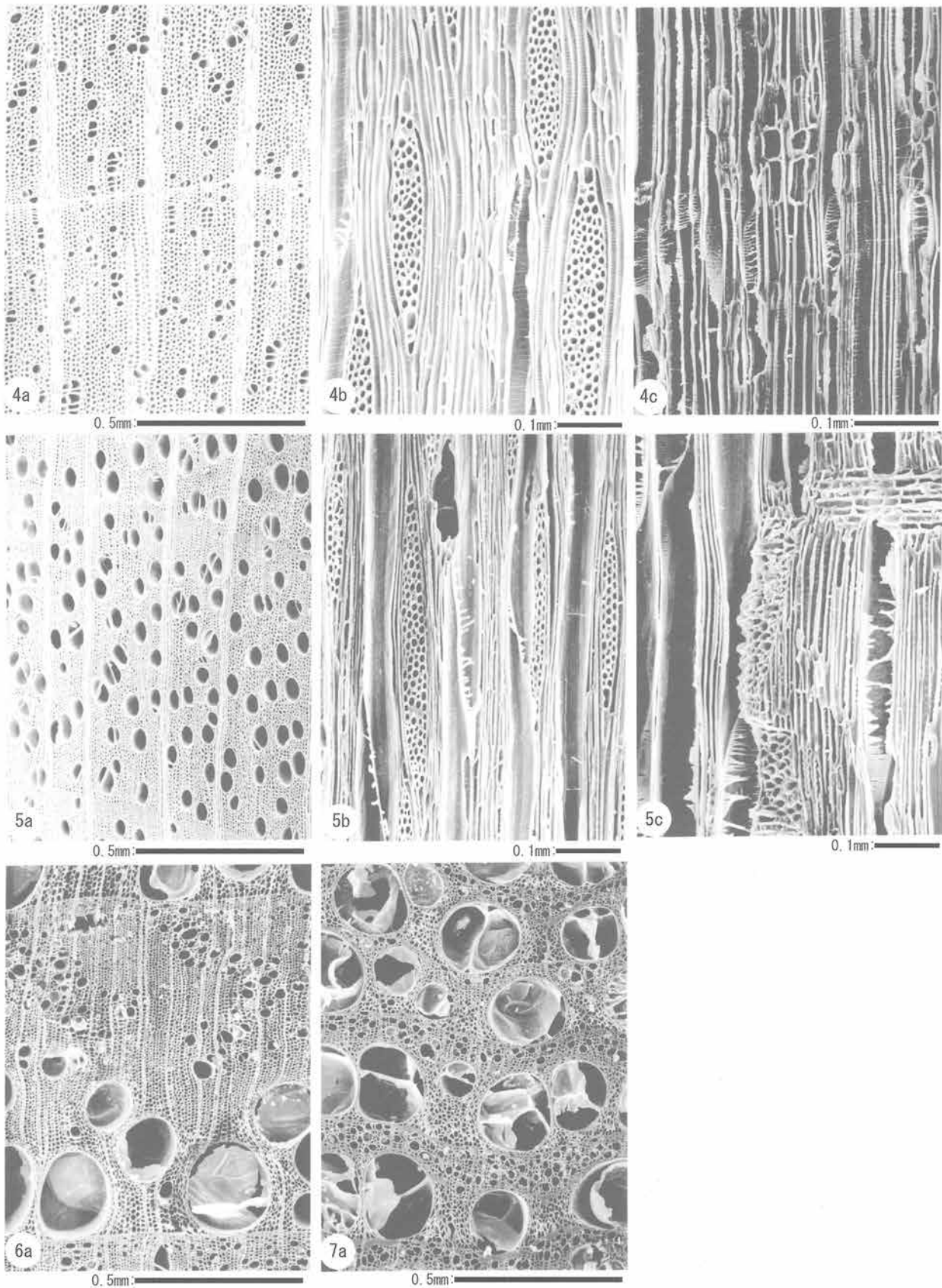
地点	検出分類群	観察点数	備考
No.3地点 3区炭溜め	クリ	約20	板状や角状の破片が多い
			1年輪幅が約1mmの破片が多い
			放射径35mmで40年輪の破片あり
	モミ属	1	放射径18mm×接線径30mmの破片 約31年輪あり
No.5地点 SX01 炭層	(主に、短径約2cm、長径3～5cm、長さ19cm前後の細い板状)		
	モチノキ属	3	仮No.5-1:板目板材,片側の接線面が生焼け
			仮No.5-3:みかん割り分割,片側の放射面が生焼け
			仮No.5-5:板目板材,片側の接線面が生焼け
	リョウブ	6	仮No.5-2:みかん割り,片側の放射面が生焼け
			仮No.5-4:みかん割り,片側の放射面が生焼け
			仮No.5-6:みかん割り,片側の放射面が生焼け
			仮No.5-7:みかん割り,片側の放射面が生焼け
			仮No.5-8:分割,片側の接線面が生焼け
仮No.5-9:みかん割り,片側の放射面が生焼け			
No.6地点 テラス 炭溜まり 炉1	コナラ節	2	樹皮付芯持ち丸木破片と小破片
	クリ	多数	樹皮付芯持ち丸木破片と小破片多数



図版1 小茅野後山遺跡出土炭化材材組織の走査電子顕微鏡写真

1a-1c: モミ属 (No.3 地点3区) 2a-2c: コナラ節 (No.6 地点) 3a-3c: クリ (No.6 地点)

a: 横断面 b: 接線断面 c: 放射断面



図版2 小茅野後山遺跡出土炭化材材組織の走査電子顕微鏡写真

4a-4c: モチノキ属 (No.5 地点 SX01 仮No.5-5) 5a-5c: リョウブ (No.5 地点 SX01 仮No.5-4)

6a: クリ (No.3 地点 3 区) 7a: クリ (No.3 地点 3 区 6a とは別破片)

a: 横断面 b: 接線断面 c: 放射断面

第6章 ま と め

第1節 小茅野後山遺跡の遺構について

調査の結果、遺構が検出されたのは、No.5地点とNo.6地点の2カ所である。以下これらの地点で検出された遺構について概要を述べる。

1 No.5地点

炭窯1基(SX01)と製鉄炉跡(炉1)1基を検出した。

炭 窯：焚口部、窯体部、煙道部をもつ半地下式の炭窯である。平坦面に長さ11m・幅2.2mの規模で葉巻型に地面を50～85cm程度掘り込み構築している。窯底は焚口部から煙部に向かって高くなり僅かに傾斜をもっている。窯内には生焼けの材を含む炭化材を充填している。樹種同定(第5章第4節植田弥生)の分析によると、炭化材はモチノキ属とリュウブが確認され、長さ19cm、厚さ2cm、幅3～5cm前後板材が含まれている。この板状材は、丸木からみかん割したものと板目取りに分割したものがあり、丸木ではなくいずれも二次的に切断された材である。これらの炭化材は所見では、製炭材用ではなく、防湿・火力維持のために窯内に敷き詰められた材と推定されている。一般的な製炭法では、製炭材の下に小枝などの小さい材を敷く例があるが、50～85cmの厚さに敷く例はあるかといわれると、検討の余地がある。また防湿の点から厚く敷き詰めていたとすると、通常の窯詰めのように製炭材を立て掛ける方法では、地上部に築く窯体部分に高さが必要となる。この見解にしたがうと、窯底より壁面を掘削して築かれた煙道部、窯底で焚き口と認識している窪みの機能を再検討しなければならない。検出時の炭窯は製炭した後廃棄された状況であり、この状況が単純に製炭材を窯出しし、地上部の炉壁を取り除いた姿と考えることには問題がある。放射性炭素¹⁴Cによる年代測定では、近代に比定されている。

炉1

炭窯(SX01)に多くを破壊されており、製鉄炉の炉床跡あるいは基礎構造の一部かの判断はできない。しかし断ち割り断面の状況をみると、酸化し赤化した層の下に還元し灰色を呈する層が見られ、ある程度強い被熱を受けていると考えられる。しかし帯磁率測定の結果と残留磁化方向の集中度はこのことを裏付けていない。No.6地点と帯磁率を比較した場合、No.5地点は残留磁化強度と帯磁率が高い傾向が認められ、被熱の度合いが高いと考えられなくもないが、サンプル数が4点と極めて少ないことや、調査者の見解(第5章第1節森永速男)でもこの傾向は被熱の度合いではなく、基盤土壌の違いによる可能性が指摘されている。

ここでは平安時代末頃の安積山遺跡(宍粟市一宮町安積)に見られるような、地面に直接炉を掘り込む構造の炉床部分の可能性を考えておきたい。放射性炭素¹⁴Cによる年代測定では、14世紀前半を中心とした年代が提示されている。

2 No.6地点

製鉄炉の基礎部分を2基(炉1・炉2)検出した。

新旧関係：両炉跡ともに斜面地を半円形に近く削り出し、平坦面を築いている。下段の平坦面には炉1跡が、上段の平坦面に炉2跡が築かれている。両炉跡は上下方向で切り合っているが、調査では新旧関係を明確にできなかった。しかし放射性炭素¹⁴Cによる年代測定では、炉1が15世紀代、炉2が12世紀から13世紀と炉2が古いという結果が出ており、上段に構築された炉2から下段の炉1へ変遷したと理解したい。

基盤層の防湿処理について： 炉1はカーボンベット下の基盤層面を浅く掘り窪め、焚き火等による被熱行為を行っている。炉2は基盤層面掘削をせず、カーボンベット周辺を全体的に被熱させている。

炉の構造について： 炉本体部分の防湿機能をもつカーボンベットの状況は、炉本体の平面形と規模を表すと考えられる。カーボンベットの掘削深度は、炉1の掘削が基盤層まで達していないのに対し、炉2は基盤層を掘り込んでいる点が大きく異なる。平面的な形状についても炉1は長さ1.55m、幅72cmの長方形を呈しているのに対し、炉2は楕円形と長方形が合わさった形状をしている。これは2時期の操業が行われた結果と考えており、古い段階が南半部分の楕円形部分、新しい段階が北半部分の長方形部分に該当すると考えている。長方形部分が長さ2.3m、幅1m、楕円形部分が長さ2.2m、幅1m前後の大きさである。この視点で炉の形状を想像すると、炉1・炉2の新段階はともに上部の構造は不明であるが、炉の下部形状は長方形を呈していたと理解できる。炉2の古段階は、炉下部の形状は楕円形であった可能性が考えられる。

炉の上部構造を知る手がかりとして、炉2の南側堤防状高まりより出土した大型炉壁片25がある。炉壁片の内面を観察すると、上端部分に砂鉄凝結層が見られる。また下端はカーブし、炉底付近と考えられる。炉壁片の高さは35cmで、このあたりが炉内で機能した深さではないだろうか。むろん炉自体はこれよりも高いが、かりに2倍としても炉高は1mを超えることはなかったと考えている。

周辺の構造： 炉1・炉2ともに、平坦面斜面上方側の南東隅に原料となる砂鉄置場、南西隅に燃料および還元材料である炭置場が見ついている。またテラス斜面上方側に共通して小テラスが築かれている。この小テラスは鞆座の可能性もあるが、一般的に、鞆による送風は炉長側面側の両方より送風されたと考えられている。炉1の場合、奥側の小テラス部分に鞆座を想定すると溝を跨ぐ形になり、炉からの距離も遠く無理がある。炉1の盛土上には、炉を挟んで幅40cm程度の東西方向に長い堤防状高まりがある。堤防状高まりと本報告書では命名したが、実際は盛り土内に埋没している。炉壁片や焼土で固く締まっており、盛土の流出を防ぐための補強構造物とも考えられるが、鞆座下部構造部分と捉えたい。炉2については、斜面上方側の南側の堤防状高まりについては不明確ではあるが、一部炉壁片が集中する箇所が見られる。すなわち、新しい段階と想定している北側の、長方形カーボンベットの南西側に確認された炉壁集中部分である。これを堤防状高まりの痕跡、すなわち鞆座と捉えることが可能である。

堤防状高まりを鞆座の下部構造と捉え、炉1と炉2の新しい段階の炉は、ともに両側に鞆をもつタイプであったと考えたい。

以上、No.5・6地点の遺構について所見を述べた。

第2節 出土鉄滓について

No.3～6地点の調査で出土した鉄滓の量は膨大で、すべての鉄滓を採集ことはできなかつた。そこで各地点から鉄滓の一部をサンプルとして採集した。各地点のサンプル抽出は、No.3地点782点、No.4地点457点、No.5地点4点、No.6地点2,354点と各地区にばらつきがある。No.3地点はほぼ全量を採集した。またNo.4地点は出土量のおおよそ4.6%、No.5・6地点は全量の把握を行うことができなかった。

採集したサンプルは、法量（長軸長・短軸長・厚み・重量）、体積、密度、磁着度、折損の有無、滓種類（炉外滓・炉内滓）のデータを計測した。重量の計測はデジタル上皿はかり（株）A&Dを使用し

た。体積は、水（河川水）を溜めたメスシリンダーないしは円筒形のガラス瓶内に鉄滓片を挿入し、挿入前の高さで挿入後の高さの差を、それぞれの容器の内径面積に掛け算出した。したがって正確さに欠けることはいうまでもないが、すべてのサンプルの体積にこの方法を使用しており、およその傾向は把握できると考えた。またここで言う密度（ g/cm^3 ）は比重に替わるものとして理解していただきたい。すなわち重量を体積で割って算出した。密度の計測は、鉄滓内の残留メタル分の多小を数値化し把握するために行った。磁着度は標準磁石（TK-4）に鉄滓を近づけ、磁石が反応する距離で表した。折損の有無・鉄滓の種類については肉眼で識別した。

データ化の作業は、ほとんど発掘現場で行っており、時間的な制約などの諸事情から採集したサンプルのデータ内容に欠落部分が生じる結果となってしまった。また、計測後のサンプルはすべてではなく、その一部を持ち帰った。この点はあらかじめお断りしておく。

1 No. 6 地点の鉄滓傾向

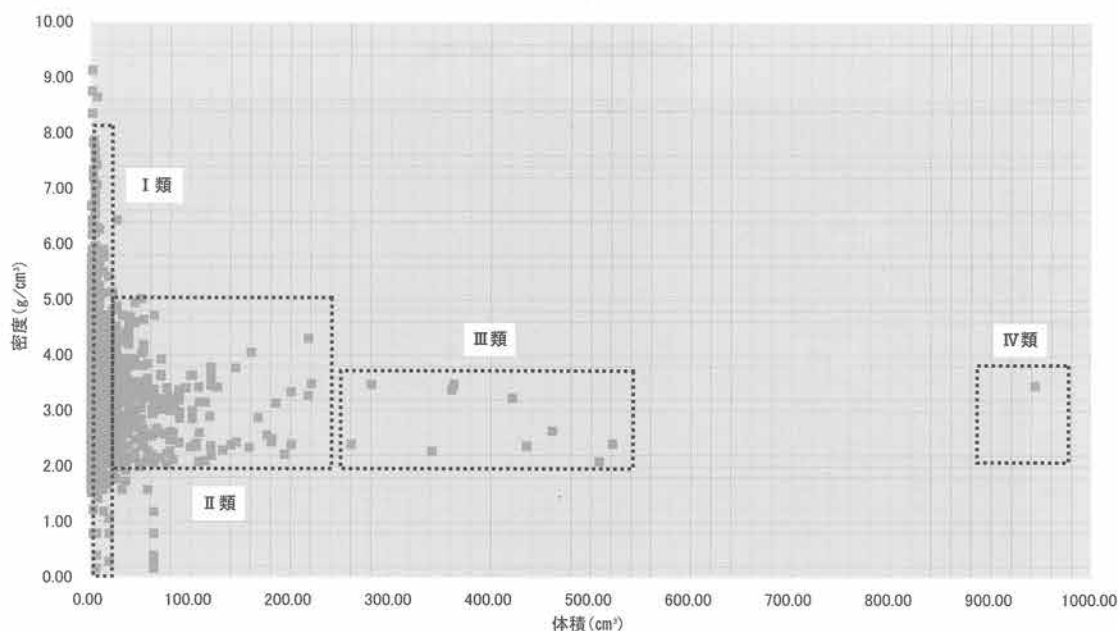
ここでは、今回の調査区で製鉄炉跡が2基見つかったNo. 6 地点出土の鉄滓傾向について述べる。

No. 6 地点では2,354点の鉄滓サンプルを採集した。鉄滓が出土した場所は、テラス1～3の表土中、テラス1に設けられた炉2のカーボンベット内、テラス2の鉄滓捨場SX04、テラス3のSK01内、テラス2とテラス3に跨る鉄滓・焼土捨場SX02の各地点である。

グラフ1は、No. 6 地点の鉄滓の大きさ（体積）と残留鉄分（密度）の関係を示したグラフである。鉄滓は大きく4類に分類される。

I類：体積がおおよそ 20cm^3 以下で、密度が $0.1\sim 8\text{g}/\text{cm}^3$ と差があるもの。

No.6地点鉄滓傾向(体積・密度)



II類：体積がおおよそ 20cm^3 以上 $\sim 220\text{cm}^3$ と大きさにバラツキがあり、密度が $2\sim 5\text{g}/\text{cm}^3$ のもの。

III類：体積がおおよそ $260\sim 520\text{cm}^3$ とII類よりは大きい一群であるが、密度はII類とおなじ $2\sim 5\text{g}/\text{cm}^3$ の間に収まる。

IV類：体積が 900cm^3 を超える大きな滓である。しかし密度はII・III類とおなじ $2\sim 5\text{g}/\text{cm}^3$ に収まる。

II類 \sim III類は、鉄滓の大きさが異なるものの、密度（残留鉄分）が一定の範囲におさまるのに対し、極

めて小さい鉄滓の一群は密度（残留鉄分）に広がりをもつ。I類の多くはII～III類の密度と同じ2～5 g/cm³の間におさまるが、2 g/cm³以下のものや5 g/cm³以上の高残留鉄分を含むものが混じっている。この他I～IV類の外の数値を示すものもあるが、計測ミス可能性がある。

I類はテラス1炉2のカーボンベット内、SX02、SX04より出土しているが、そのほとんどがSX04より出土している。また炉2のカーボンベット内より出土したI類の中には、密度が5 g/cm³以上のものが含まれる。II類はSX04およびSX02より出土している。小型の滓はSX04に多く見られ、大型化するにつれて、SX02のみに出土する。その境は体積70cm³付近である。

III類はSX02内および周辺の表土中より出土している。またIV類はSX02内より1点出土した。

2 SX04の鉄滓傾向

SX04より採集した鉄滓サンプルは1,873点である。採集した鉄滓は、各コンテナ（TS28型）に目分量で均等になるよう配分した。その結果、SX04より採集した鉄滓はコンテナ26箱分であった。このなかより計測サンプルとして採集した鉄滓はコンテナ2箱分である。すなわち2/26箱分（約7.6%）である。しかし実際計測したのは、その半分の1/26箱分（約3.8%）1,873点という結果に終わった。コンテナ1箱は1,873点として、SX04の全量を予測すると48,698点になる。

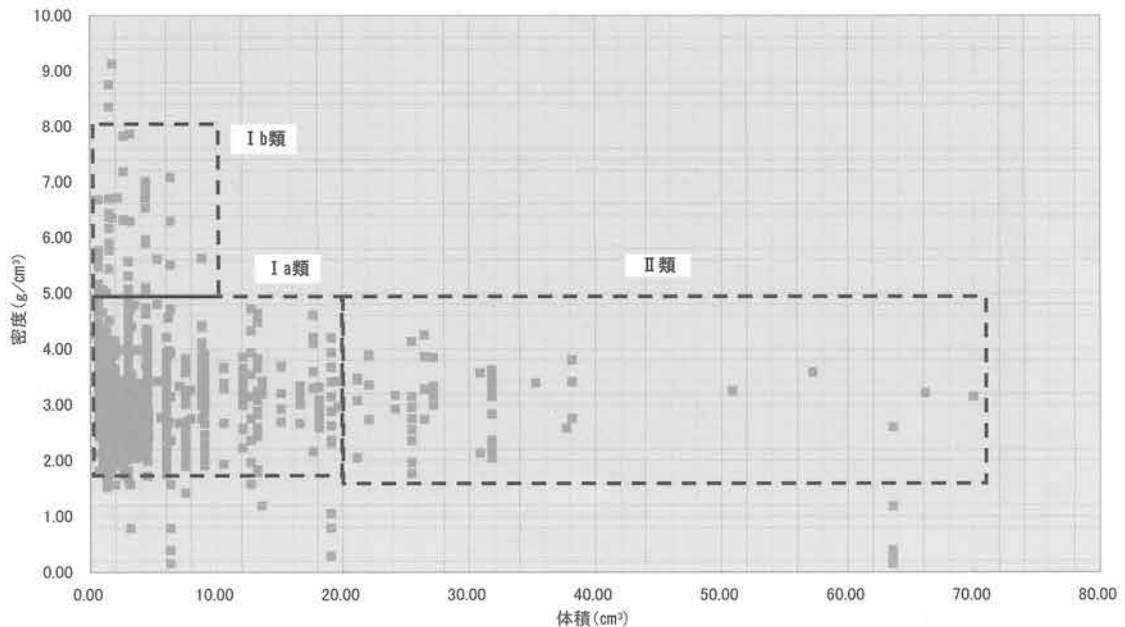
SX04の鉄滓傾向をみると、I類・II類の鉄滓で構成されていることがわかるが、量的にみてもI類は主体である。I類はさらに密度により細分が可能である。

I a類：体積（cm³）は20cm³未満で、密度がおおよそ2～5g/cm³の範囲におさまるもの。

I b類：体積が10cm³未満で、密度が5g/cm³以上のもの。

すなわち、残留鉄分がII類～IV類の一群と変わらない鉄滓とI類のなかでもより小さい鉄滓で、残留鉄分の多い鉄滓に分類した。

No.6地点SX04鉄滓傾向(体積・密度)



これ以外に、鉄塊系の滓を1点確認している。実測図中の26の資料がそれである。体積3.3cm³・密度4.4 g/cm³・磁着度1の計測値を示す。

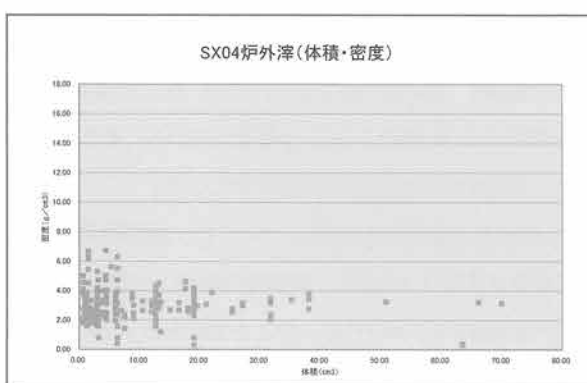
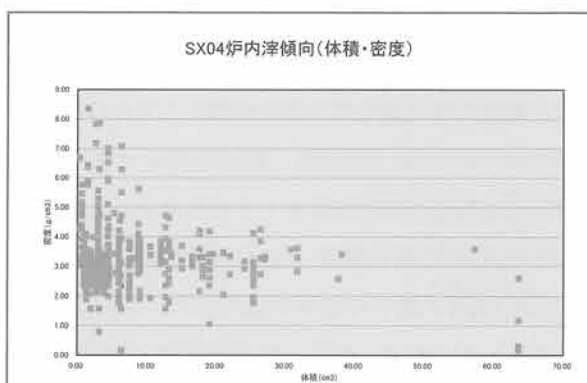
次に鉄滓の成因（炉内滓・炉外滓）による傾向について概観する。鉄滓データ中では、「流出滓・炉内

滓」と記名している。ここでは、「流出滓」は炉外滓に置き換えて説明する。また、炉内滓・炉外滓に認定は、今回の調査区で出土した大型の炉外滓・炉内滓の肉眼観察に基づいて判断している。しかしSX04出土の鉄滓は小型であり、誤認の可能性があることも事実である。

炉内滓・炉外滓の識別を行ったのは、鉄塊と判断される資料1点を除く、1,475/1,873点である。1,475点のうち、識別できなかったものが119点あった。したがって1,356点の資料に基づき、SX04の炉内滓・炉外滓の傾向について述べる。

1,365点のうち炉内滓は373点（約28%）、炉外滓が983点（72%）で、炉外滓は7割を占める。

炉内滓および炉外滓の大きさ（体積）と残留鉄分（密度）の傾向はほぼ同じであるが、炉外滓に残留鉄分の多いものが混じる傾向が見られる。



3 SX04の性格について

以上、No.6地点出土の鉄滓について、鉄滓計測データをもとに概観した。ここでは、鉄滓が集中して出土したSX04の分析結果から、いくつかの所見を述べる。

SX04は、テラス1の東側にあるテラス2上で発見された。分析結果からもわかるように、I類・II類の小さい鉄滓の捨場である。出土した鉄滓はすべて四方が折損しており、テラス2付近で鉄滓が破碎され廃棄された痕跡と理解できる。したがってテラス2の機能は、製錬された鉄塊の抽出およびその課程で生じた鉄滓を破碎し鉄を取り出す作業場であったと推定できる。SX04内には26のような小さい鉄塊が混ざっていること、炉内滓と炉外滓の両者が混在すること、炉外滓に残留鉄分の多い滓があることなどの事実がこの推定を裏付けている。ここで破碎された鉄滓は、立地の見地から考えても、下段テラス3の炉1というよりは、西側上段のテラス1炉2で生成された鉄あるいは鉄滓を破碎したものと考えたい。

SX04出土の滓は、非常に細かく破碎されている。また製錬の課程で炉外へ流出した炉外滓も確実に細かく砕いていることは、炉2ではかならずしも効率的な作業を行っていなかったことを想起させる。

第3節 自然科学分野の成果について

1 遺構の年代について

今回の調査では遺構の時期を示す遺物は出土しなかった。No.3地点で幾つか土器片を採集したが、すべて遊離した状態で時期決定の根拠とはならなかった。そこで、各遺構の時期を知る手掛かりとして、森永速男氏（兵庫県立大学大学院生命理学研究科）の協力を得て、No.5地点の炉1およびNo.6地点の炉1・炉2について考古地磁気年代決定法による測定を行った。また（株）加速器研究所にNo.5地点

の炭窯 (SX01)、No. 6 地点炉 1・2 (カーボンベット内) の炭化材、SX02出土炭化材の放射性炭素¹⁴Cによる年代測定を依頼した。

考古地磁気年代決定法で年代が測定できたのは、炉 1 南側の堤防上高まり中の炉壁片である。年代は西暦1350～1425年 (平均値: 1400年頃に一致) の結果が得られた。他は少ないサンプル数やサンプルの磁氣的性質の不安定さにより年代を得ることができなかった。

放射性炭素¹⁴C年代測定 ($\delta^{13}\text{C}$ の補正值) の結果、No. 5 地点の炭窯 (SX01) が西暦1900±30年、炉 1 が西暦1320±30年の結果が得られた。No. 6 地点では炉 1 が西暦1460±30年、炉 2 が西暦1280±30年・西暦1130±30年、炉 2 の廃棄物捨場 (SX02) が西暦990±40年の結果が得られた。

とくにNo. 6 地点炉 1 の年代については、考古地磁気年代決定法・放射性炭素¹⁴C年代測定ともに、15世紀代の年代値が得られ整合している観がある。炉 2 については同じカーボンベット内の資料を 2 点計測した結果、150年の開きが生じている。炉 2 については、2 段階の操業を考慮しており、その差が測定値に現れたとも考えられるが確証はない。また、炉 2 操業時あるいは後の廃棄物捨場 (SX02) の資料では、平安時代後期段階の値がでている。

No. 6 地点の製鉄炉の年代については、堤防状高まり・盛土・カーボンベットなどの構造的特徴を、周辺の調査成果と照合した結果、平安時代後期まで遡る可能性を考慮していたが、今回の測定結果は否定的である。炉 1・2 の年代については、炉 1 を15世紀代、炉 2 は12世紀～13世紀代の所産と考えておきたい。

2 帯磁率測定値とNo. 6 地点の炉

帯磁率測定はNo. 5 地点と 6 地点で実施し、その成果は第 5 章第 1 節で森永速男氏より報告されている。図版19・20・21では、肉眼識別による赤化・黒化の状況と帯磁率測定値分布を掲載している。両者を比較すると比較的調和した状況が見られる。とくにNo. 6 地点炉 1・2 はカーボンベットの周囲の帯磁率値が見られ、そのことは肉眼識別の結果と符号している。しかし、不整合な部分も認められる。炉 2 の北東隅で確認されている赤橙色の貼り土部分は、帯磁率が低い傾向が見られる。肉眼による識別では非常に被熱していると認識している部分である。森永氏は長時間550℃以上の被熱を受けている可能性が高いとの見解である。いずれにしても、こうした肉眼識別と帯磁率測定値との整合性は、製鉄炉基礎部分である盛土に使用された土の一次的な被熱状況の差を表しているとして理解したい。盛土構成土は、製鉄炉操業・解体時に生じた廃土を再使用しているという理解である。とくに上記した炉 2 の長時間の被熱を受けた部分は、炉本体の廃土の可能性が考えられる。

今回、No. 6 地点で考古地磁気年代決定法サンプルを採集した地点は、炉 1 が南北両側堤防状高まりの炉壁部分、炉 2 が北側堤防状高まり炉壁部分、北東隅の赤橙色の貼り土部分の合計 4 カ所である。これらの残留磁化方向をみると、偏角・伏角ともにほぼそろっている。とくに他から持ってこられた炉 1・2 堤防状高まり内の炉壁片についてみても、残留磁化方向に逆転などの現象はみられない。このことは、炉 1・2 ともに盛土造成後に再被熱した結果であろうか。この被熱原因が炉操業中によるものか、あるいは基礎部分完成時に防湿のため被熱処理を行った結果なのかは不明である。

3 金属学的調査の成果について

小茅野後山遺跡出土資料の金属学的分析の目的は、本遺跡で使用された砂鉄原料がどこの産であるかを知ることであった。大澤正己氏は旧宍粟郡・佐用郡内より出土した鉄滓の分析結果から、鉄素材原料 (砂鉄) には、高チタン砂鉄を使用する大撫山系グループと、低チタン砂鉄を使用する日名倉山系グループに二分されることを指摘されている (大澤正己2005)。本遺跡は地理的にみて千種川上流域の日名

倉山系に属すと考えられ、当然低チタン砂鉄の使用が予想された。今回の分析結果は、この予測を裏付ける結果となった。小茅野後山遺跡の砂鉄および出土鉄滓の化学組成は、千種川本流の上流域に展開する西下野遺跡・高保木遺跡・滝谷U遺跡と近似しているとの結果がでた。小茅野後山遺跡は千種川の支流である志文川最上流域にあり、これらの遺跡群とは流域を画するが、この流域沿も低チタン砂鉄使用域に含まれる。

また、当遺跡出土の鉄滓の特徴として、鉄滓中の残留鉄分が多いことが指摘されている。これは、No.6地点SX04出土鉄滓の精査から導いた、炉内滓・炉外滓を小割りして鉄を回収していたという仮説を裏付けている。そうすると大沢・鈴木分析報告の指摘どおり、当遺跡の製錬技術は決して効率がよかったとは言い難く、鉄の歩留まりは低かったと考えられる。また、ここで生み出された鉄が高炭素の銑鉄ではなく、炭素含有量の低い軟鉄～鋼段階のものであった可能性が高いとする分析結果は妥当と考える。

第4節 結語

小茅野後山遺跡の製鉄炉および関連遺構について、調査担当者としての所見を述べた。とくに自然科学分野の分析結果に対する所見は、いきすぎた解釈をしているかもしれない。この点については、第5章に掲載した分析結果報告を精査し、その是非を判断していただきたい。

小茅野後山遺跡で検出された製鉄炉および関連遺構は、No.5地点の炭窯を除き平安時代末～鎌倉時代、室町時代に比定されるが、今回その歴史的背景まで言及することができなかった。今後の課題としたい。

また、土佐雅彦氏の研究業績（土佐雅彦1994）である千種川上流域、播磨北部の製鉄遺跡の研究成果との関連についても同様である。

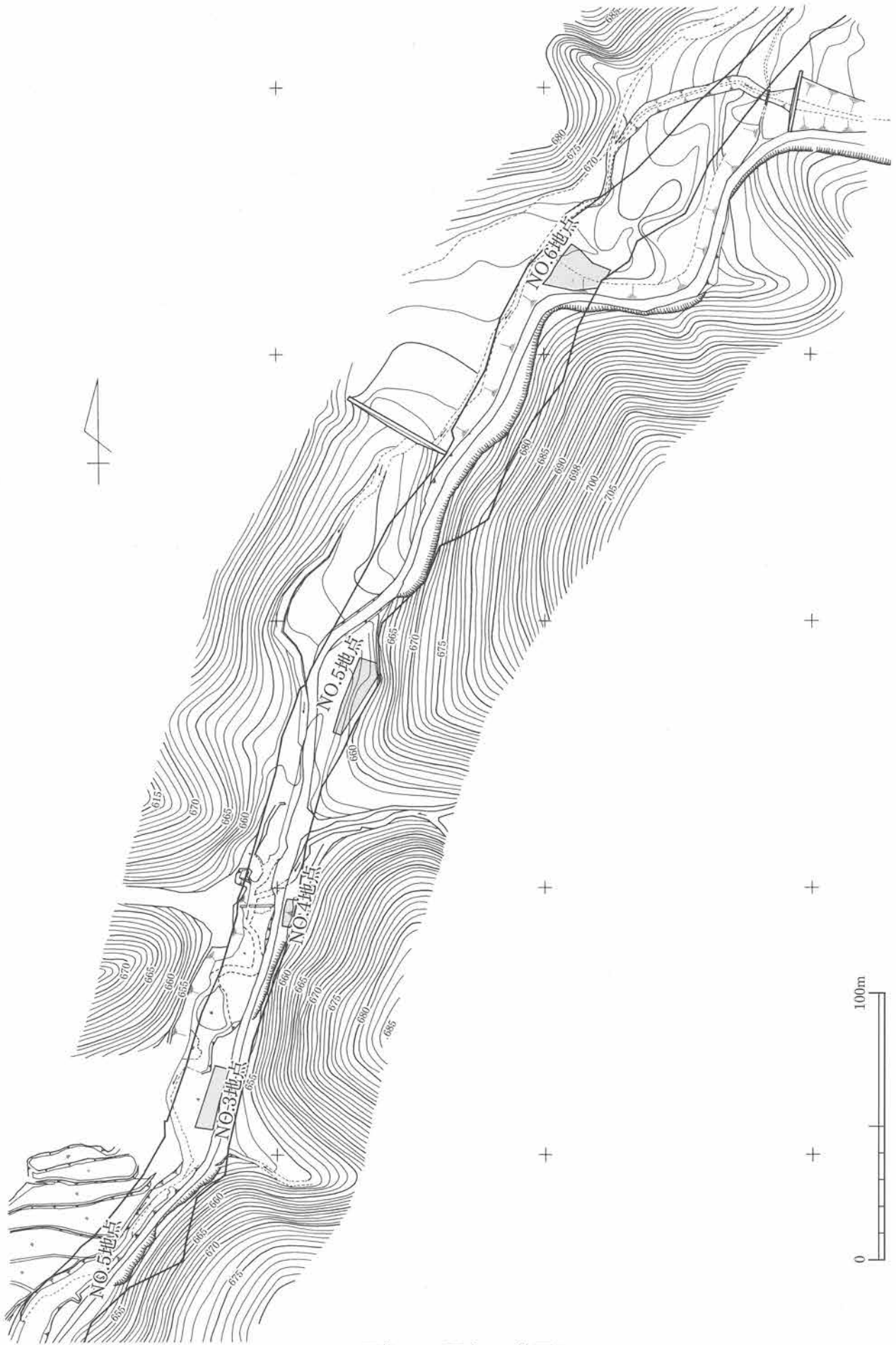
No.6地点の製鉄炉は、角田徳幸氏の製鉄炉地下構造分類（角田徳幸2004）のうち、本床状遺構の周囲を取り囲む防湿構造をもつC型の範疇に含まれると理解している。角田氏によるとC型は兵庫県を中心に分布し、該当する遺跡として宍粟市千種町高保木遺跡・佐用郡佐用町滝谷U遺跡があげられている。こうした研究業績との整合については今後の検討課題としたい。

参考文献)

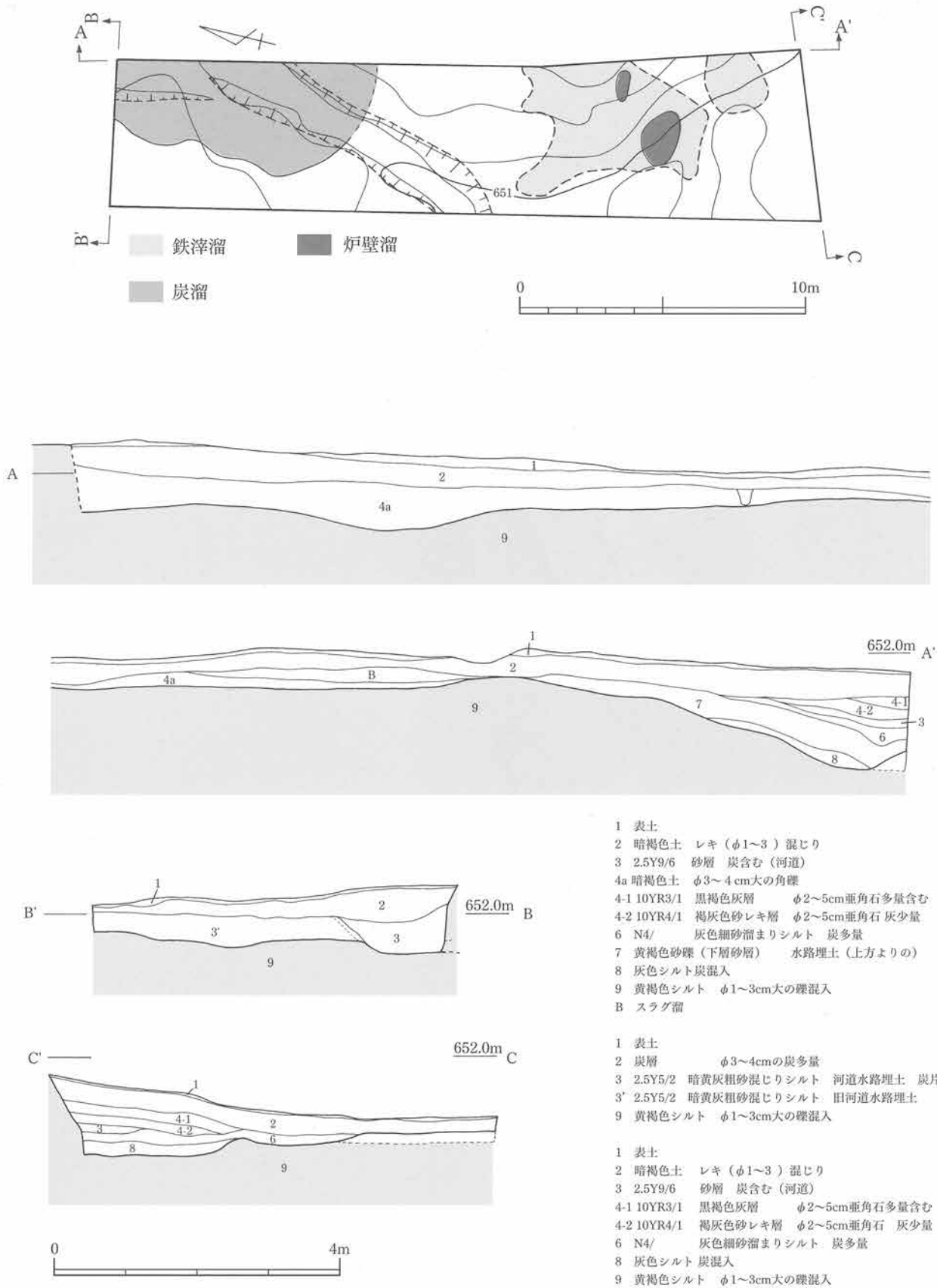
- 大澤正己2005 「生栖遺跡出土鍛冶関連遺物の金属学的調査」『生栖遺跡』兵庫県教育委員会
- 土佐雅彦1994 「播磨の鉄」『風土記の考古学 第2巻 播磨国風土記の巻』檀本誠一編 同成社
- 角田徳幸2004 「中国山地における中世の鉄生産」『第32回山陰考古学集会 中国山地の中世製鉄遺跡』第32回山陰考古学集会事務局

ふりがな	こがいのうしろやまいせき							
書名	小茅野後山遺跡							
副書名	中世製鉄遺構の調査							
巻次								
シリーズ名	兵庫県文化財調査報告							
シリーズ番号	第313冊							
編著者名	村上泰樹							
編集機関	兵庫県教育委員会埋蔵文化財調査事務所							
所在地	〒652-0032 神戸市兵庫区荒田町2丁目1番5号 TEL 078-531-7011							
発行機関	兵庫県教育委員会							
所在地	〒650-8567 神戸市中央区下山手通5丁目10番1号 TEL 078-341-7711							
発行年月日	2007年(平成19年)3月20日							
所収遺跡名	所在地	コード		北緯	東経	調査期間	調査面積	調査原因
		市町村	調査番号					
小茅野後山遺跡	兵庫県 宍粟市 山崎町 小茅野	28227	990188	35度	134度	平成11年7月29日	50m ²	(一)大沢内 海線 県単 独道路改良 事業
			990259	8分	29分	平成11年11月17 日～11月18日		
			2000245	2秒	35秒	平成12年10月5日 ～12月4日		
所収遺跡名	種別	主な時代		主な遺構		主な遺物		特記事項
小茅野後山遺跡	生産遺跡	中世		製鉄炉・炭窯		鉄滓・炉壁		

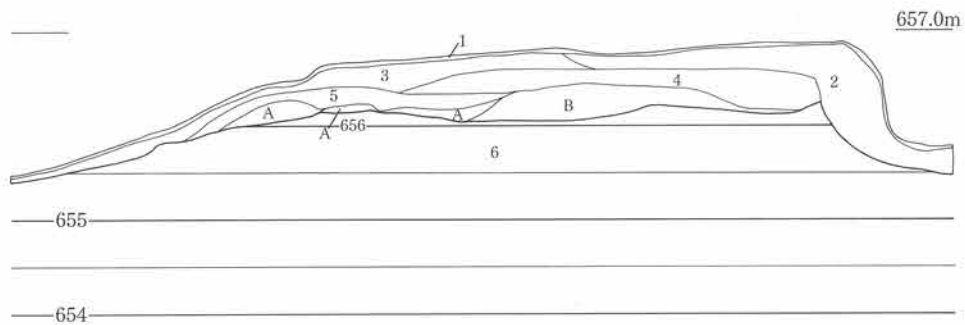
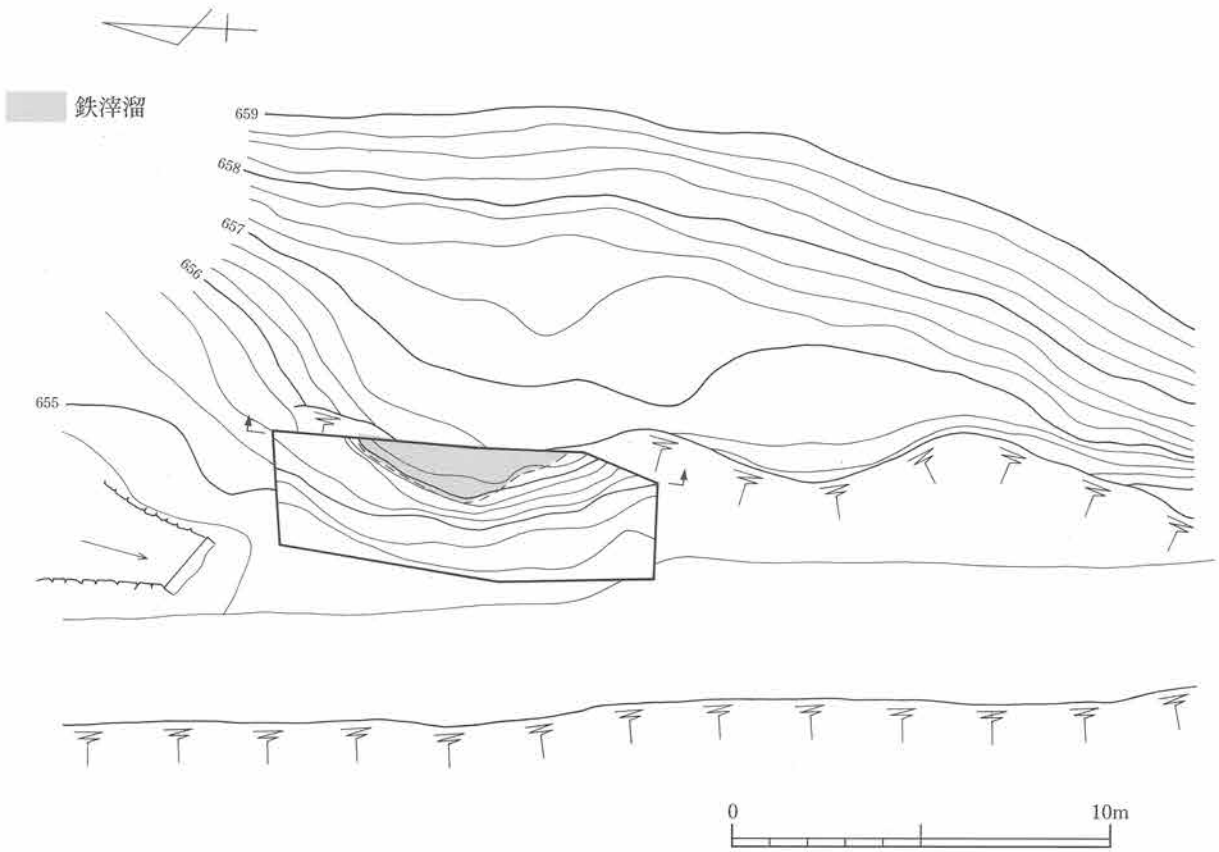
版 圖



図版1 調査区位置図



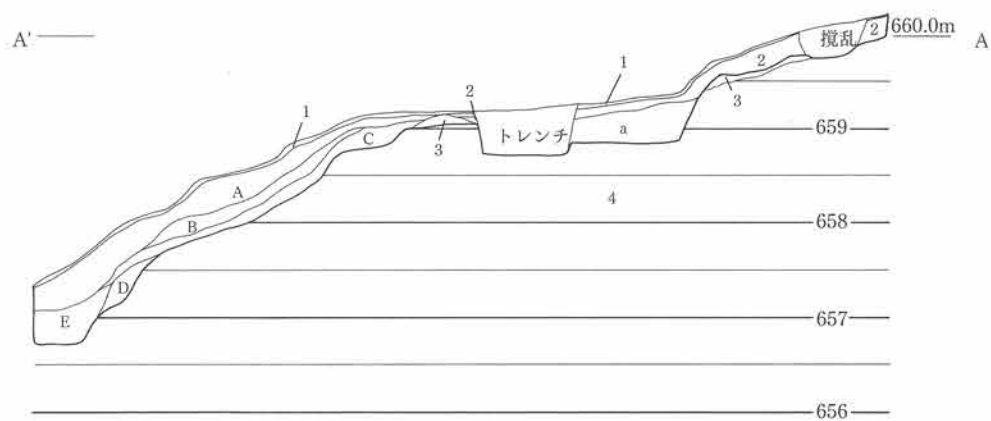
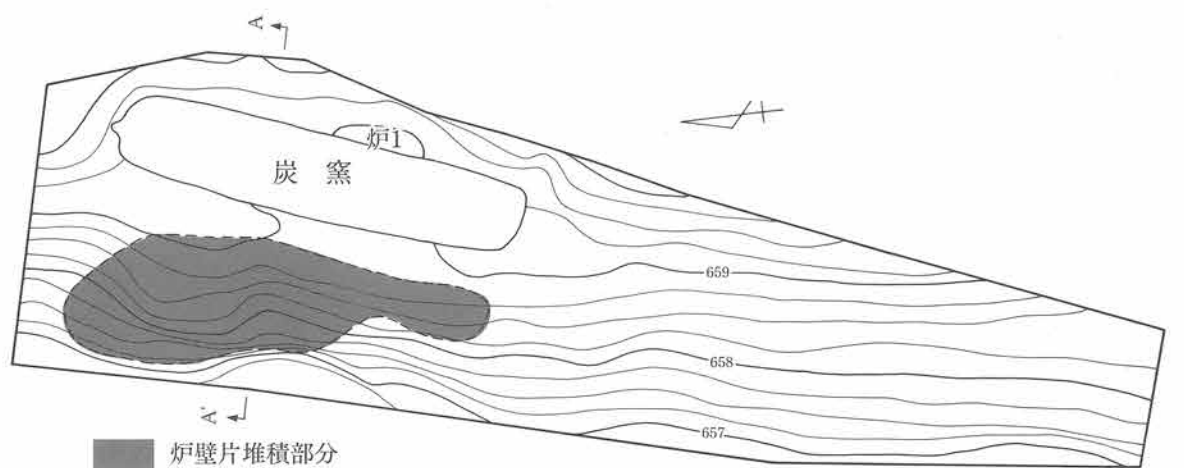
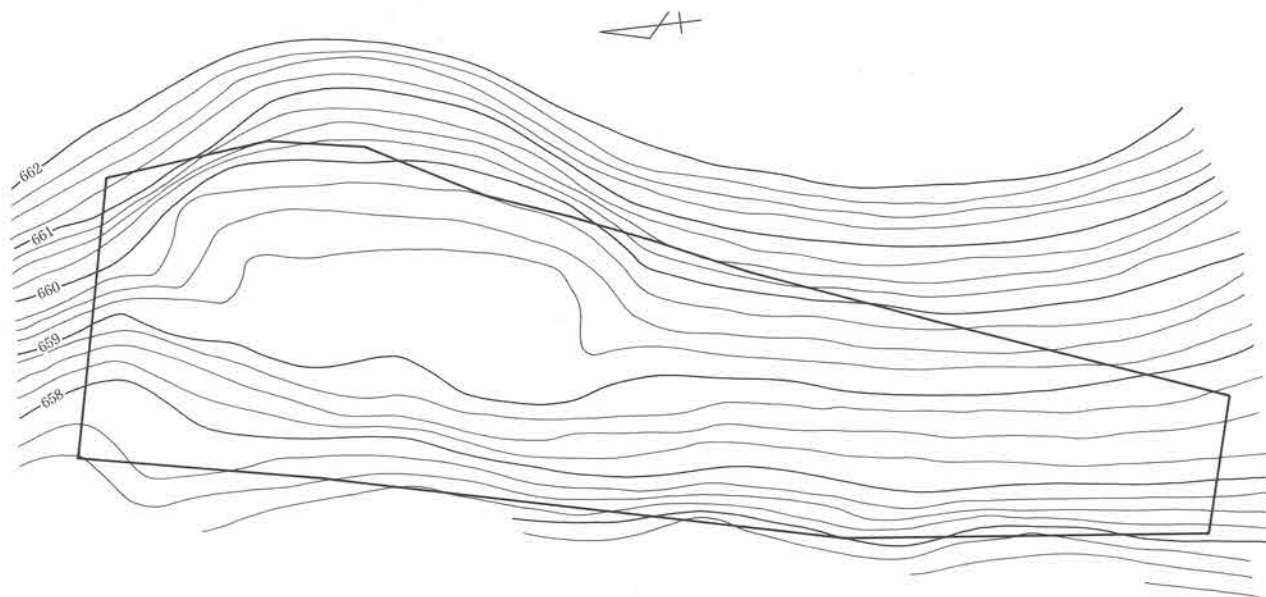
図版2 No.3地点 平面・土層図



- 1 表土
- 2 炭層
- 3 炭・灰・鉄滓混じり黒色土層
- 4 炭・焼土粒・鉄滓混じり黒褐色土
- 5 鉄滓 (φ1~4cm大) 層
- 6 基盤層 (黄褐色礫混じりシルト)
- A 焼土・が壁・鉄滓層
- B が壁・鉄滓層

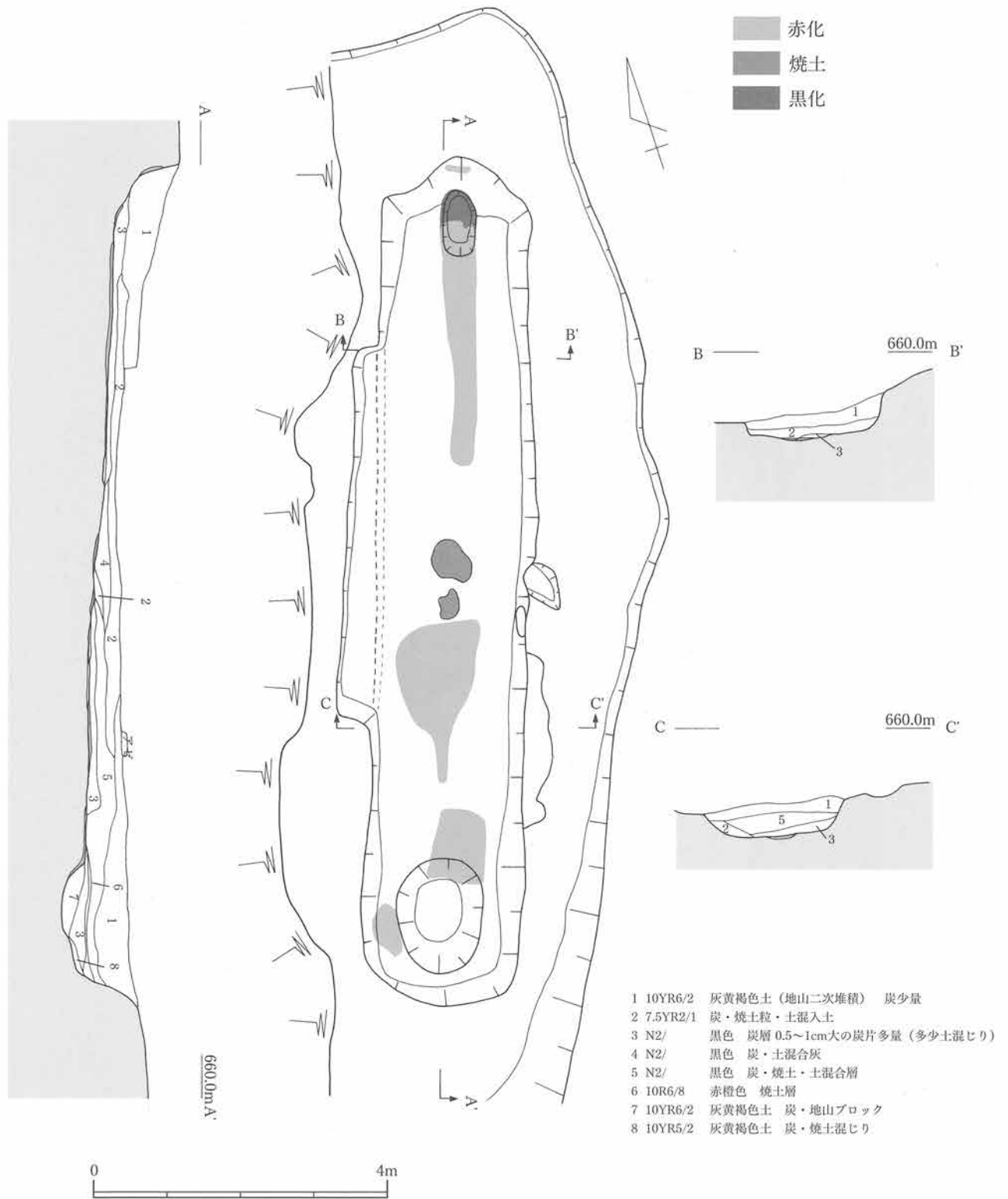


図版3 No.4地点 平面・土層図

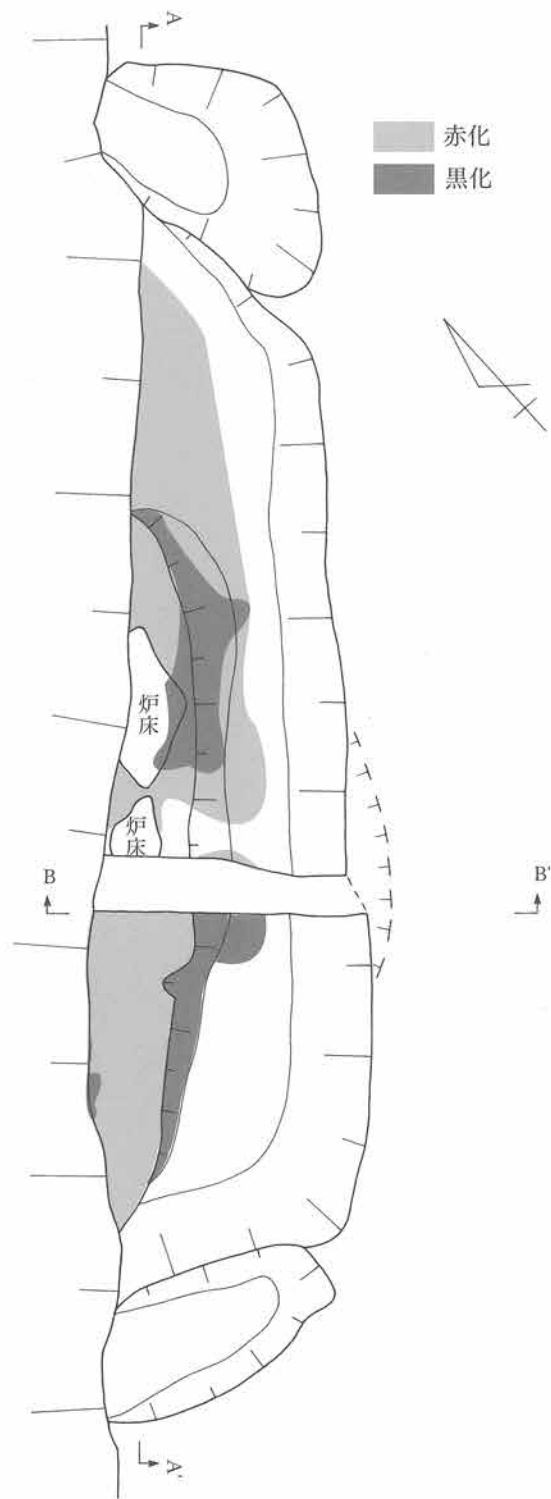
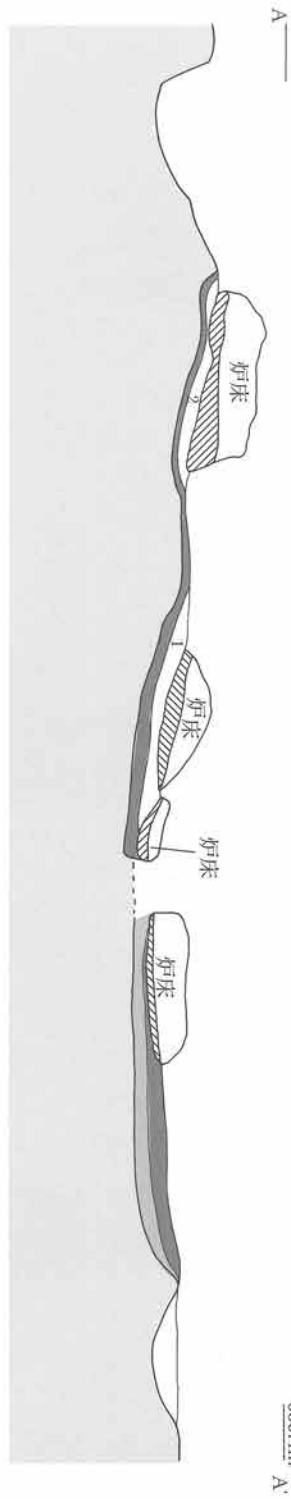


- | | |
|--------------------------|--------------------|
| 1 表土 | C 黒色土(灰層) 炭片多量 |
| 2 黄褐色土(炭・焼土混じり) | D 褐灰色 炉壁・大型鉄滓多量を含む |
| 3 赤橙色土(焼土塊) | E 暗黄灰色土(旧表土) |
| 4 基盤層 黄褐色シルト φ2~3、大の礫混じり | a 炭窯埋土黒色土 炭片多量 |
| A 黒色土炭(炭片多量) | |
| B 黒色 | 地山ブロック混入 |

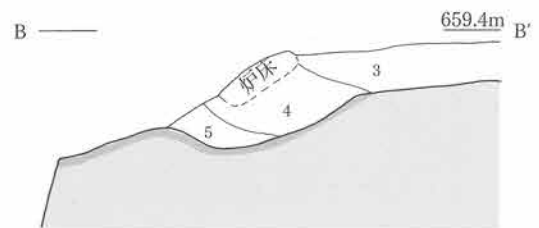
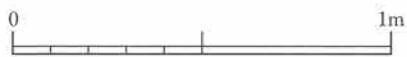
図版4 No.5地点 平面・土層図



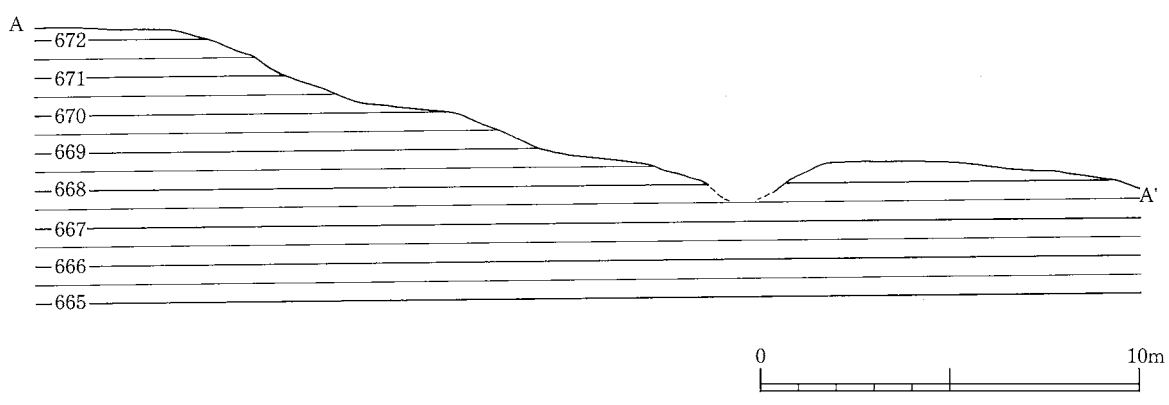
図版5 No.5地点 炭窯 平面・土層図



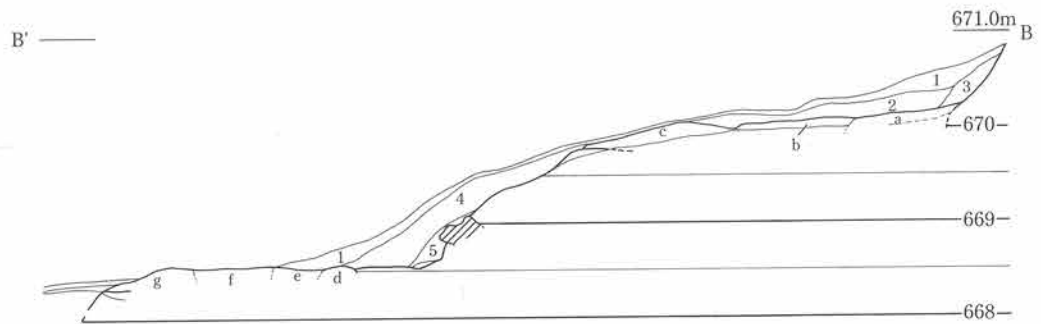
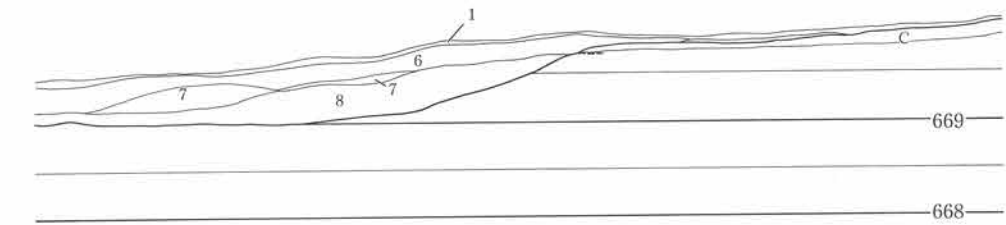
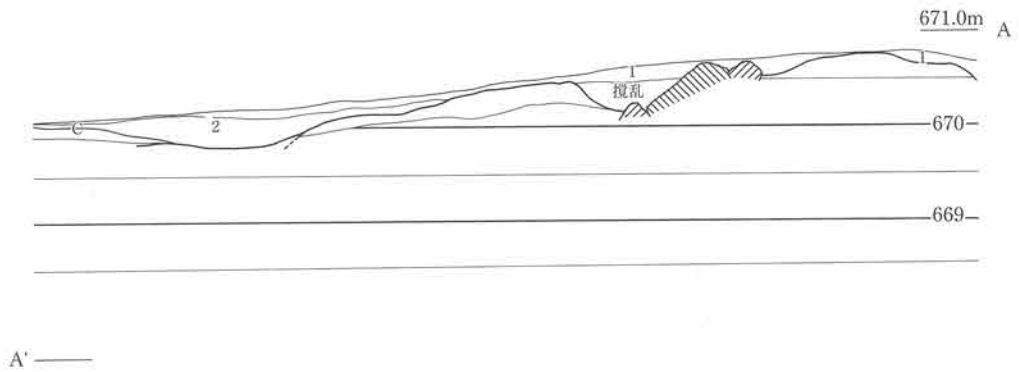
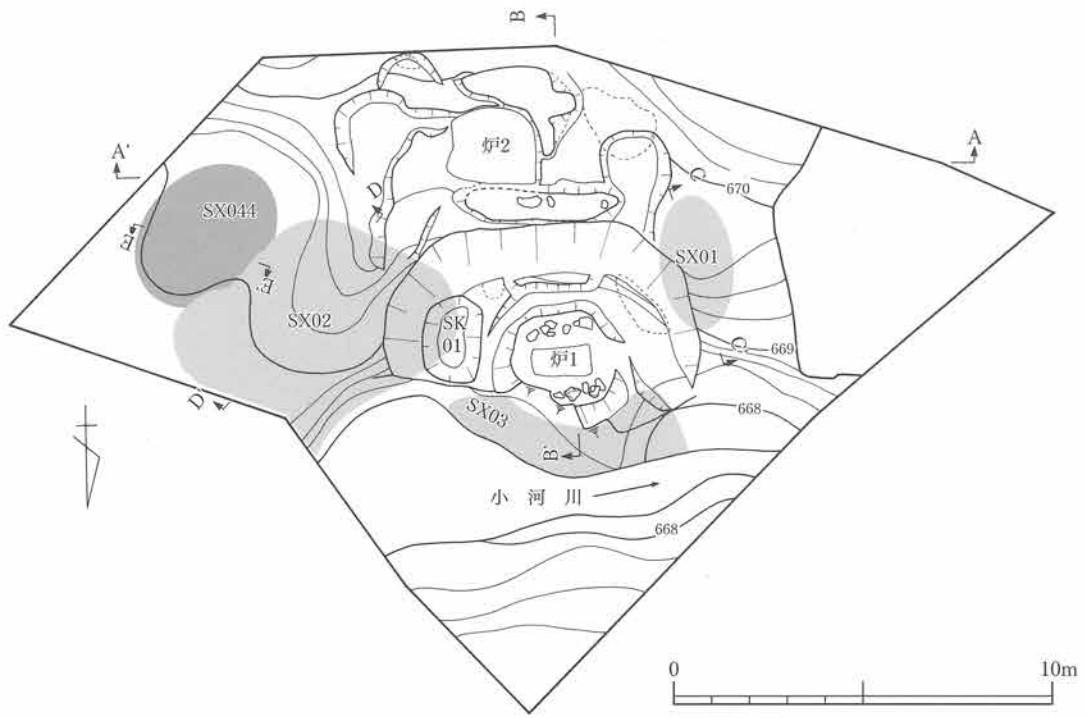
- 1 黒褐色土 (炭混じり)
- 2 暗褐色土 (炭・焼土混じり)
- 3 赤橙色土 (焼土・炭混じり)
- 4 赤橙色土 (焼土・炉壁混じり)
- 5 炭層



図版6 No.5地点 炉1 平面・土層図



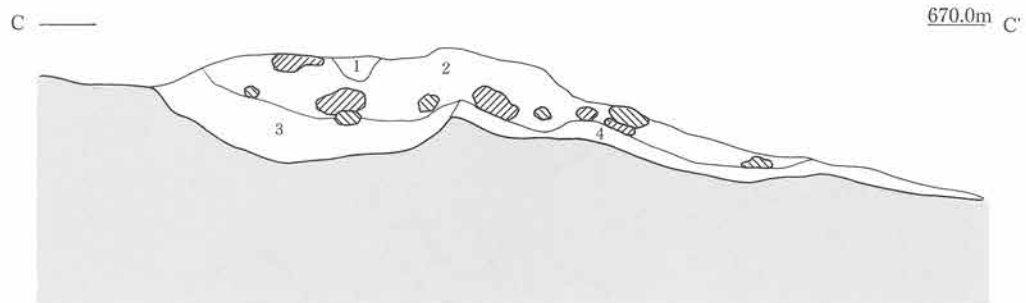
図版7 No.6地点 調査前地形図



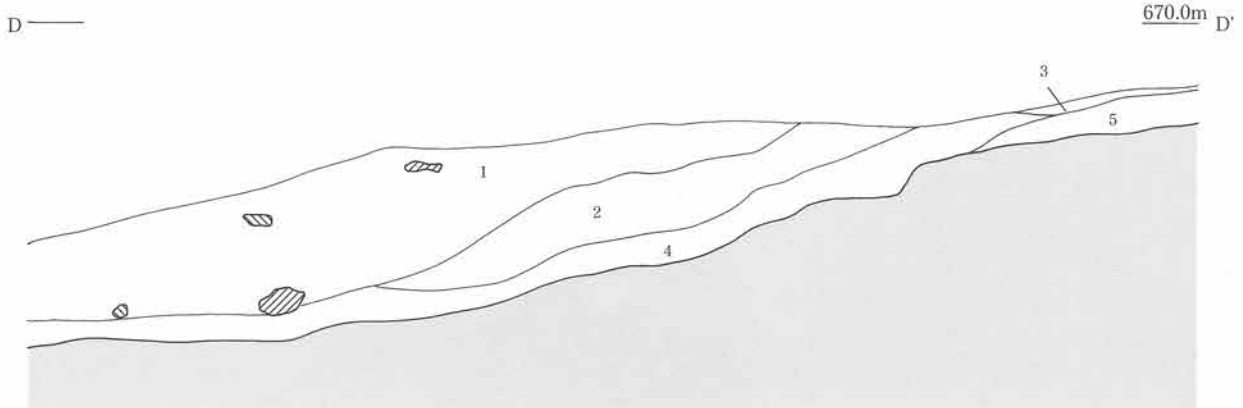
- | | | | | | | |
|---|----------|-------------------------|---------|---------|---------------------------|---------------------|
| 1 | 表土 | a | 10YR6/6 | 赤橙色 | 焼土 (炉壁ブロック炭含む) がかたくしまっている | |
| 2 | 10YR2/3 | 黒褐色土炭混じり | b | 10YR6/5 | 赤色 | 炭・焼土粒含む しまり弱い |
| 3 | 2.5Y2/6 | 灰黄色土 (地山二次載積) | c | 10YR6/6 | 赤橙色 | (炭・炉壁含む) がかたくしまっている |
| 4 | 10YR1/4 | 褐灰色土 (炭・焼土粒・灰) | d | 10YR8/6 | 赤橙色 | (炉壁・焼土) がかたくしまっている |
| 5 | 10YR1/5 | 褐灰色土 (炭・灰・焼土粒) | e | 10YR1/3 | 黒褐色 | (炭・焼土含む) |
| 6 | 10YR1/2 | 黒+10YR3/6 にぶい黄橙色土 (地山土) | f | | 黒色 | 炭層 |
| 7 | 7.5YR1/3 | 黒褐色土 炭多量 | g | 10YR1/3 | 黒褐色 | (炭・焼土含む) |
| 8 | 10YR2/3 | 褐灰色 炭混じり | | | | |



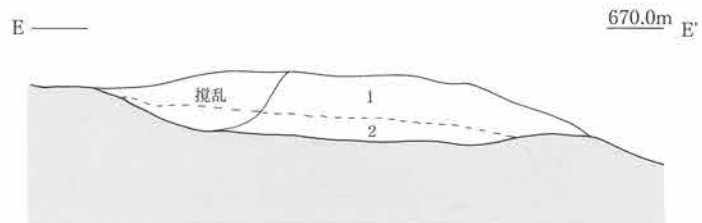
図版8 No.6地点 遺構配置図



- 670.0m C'
- 1 スラグ流出滓 (φ3~4大)
 - 2 焼土 (炉壁粉砕したもの)・炭 (少量)
 - 3 暗褐色土 炭・焼土粒
 - 4 暗褐色土 (旧表土)



- 670.0m D'
- 1 焼土・炉壁塊 (炉床壁含む)・炭・スラグを多量に含む
 - 2 地山土ブロック・炭・焼土粒
 - 3 地山土・炭・焼土粒
 - 4 黒褐色灰層 炭 (極少量スラグ含む)
 - 5 旧表土 暗褐色土



- 670.0m E'
- 1 φ1~3cm大の破砕スラグ 密集度高い
 - 2 φ0.5~1cm大の破砕スラグ 密集度高い



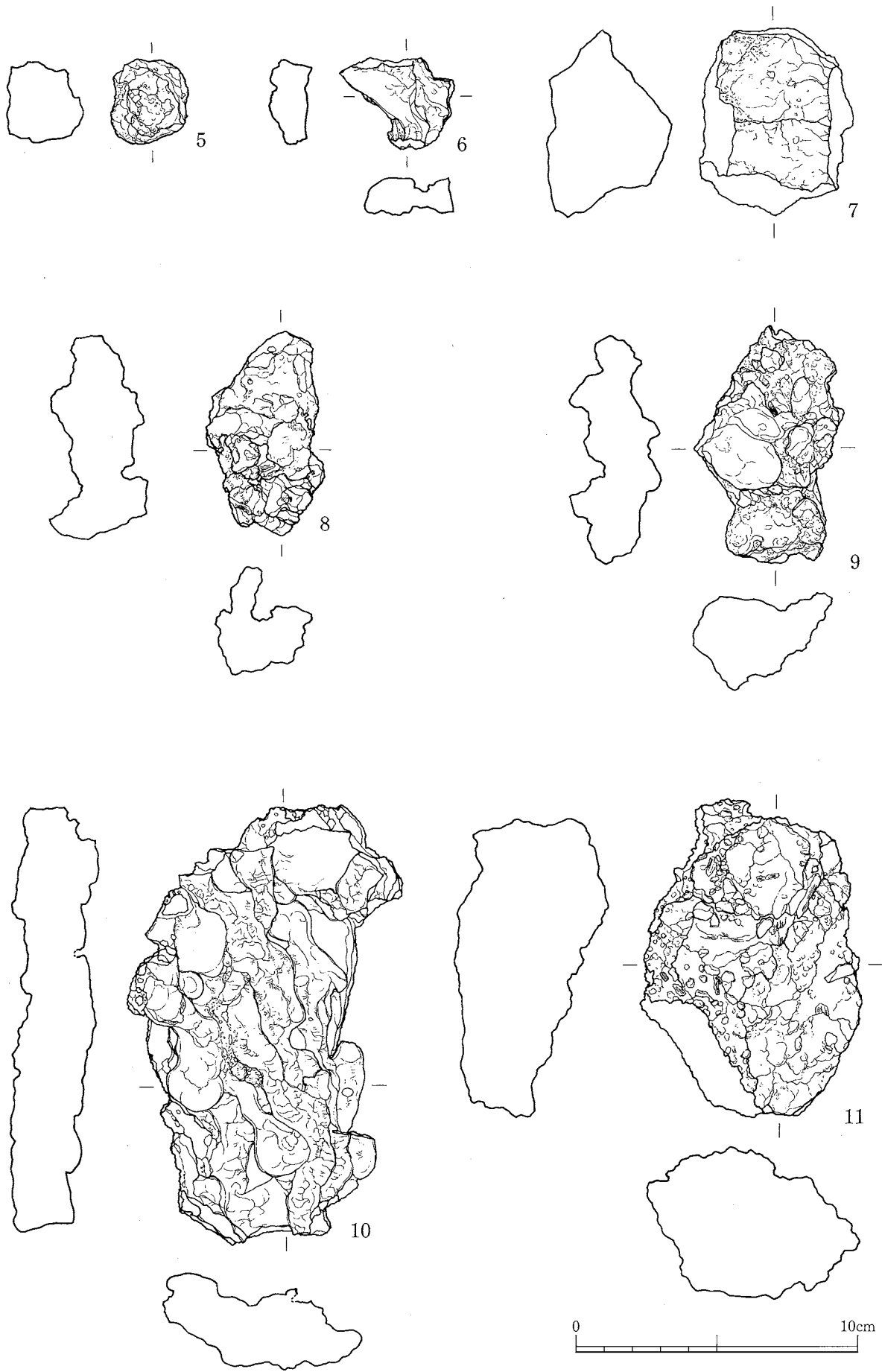
図版9 SX01・02・04断割土層図



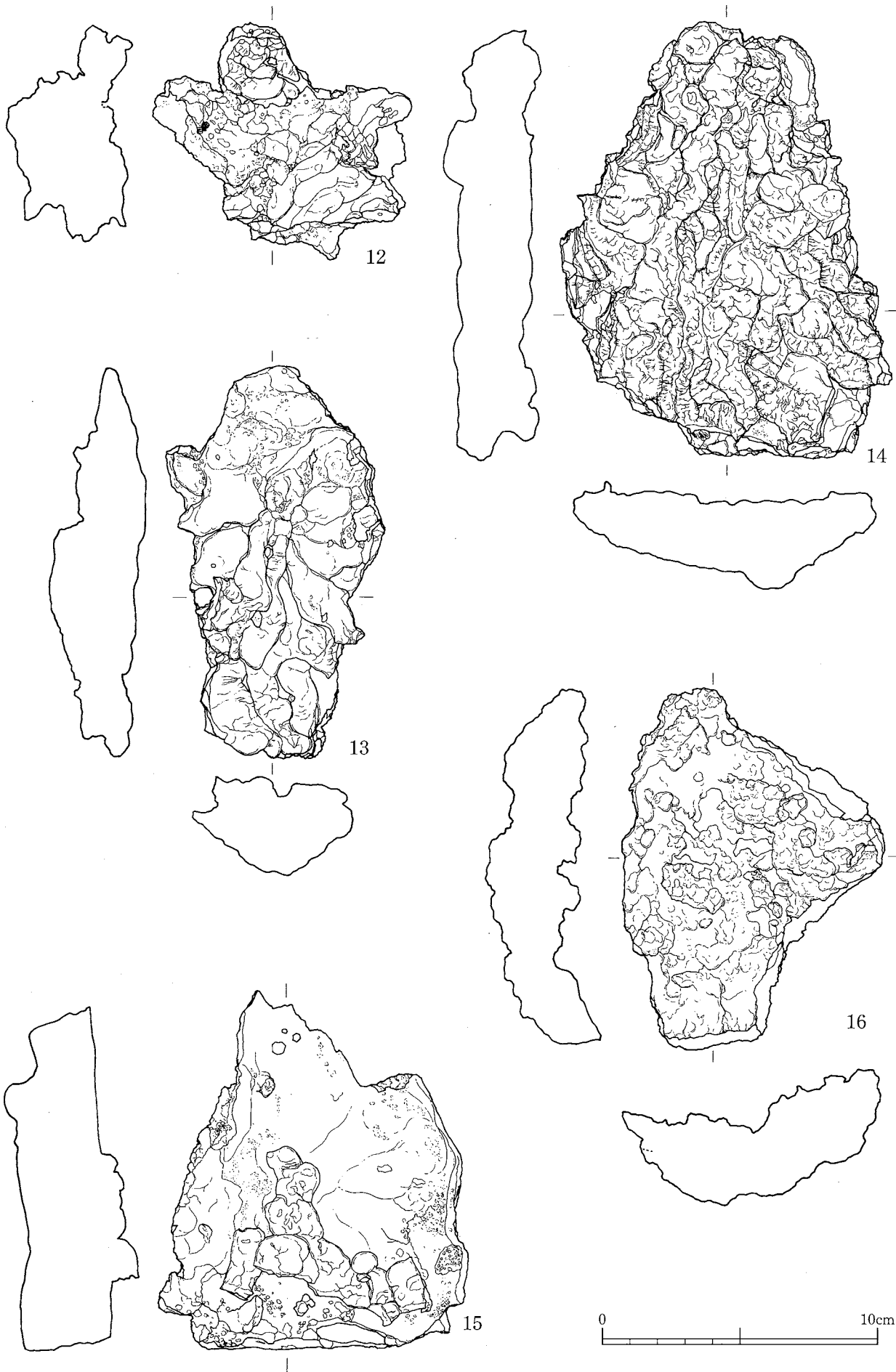
图版10 No.3地点出土遺物 (1)



图版11 No.3地点出土遺物 (2)



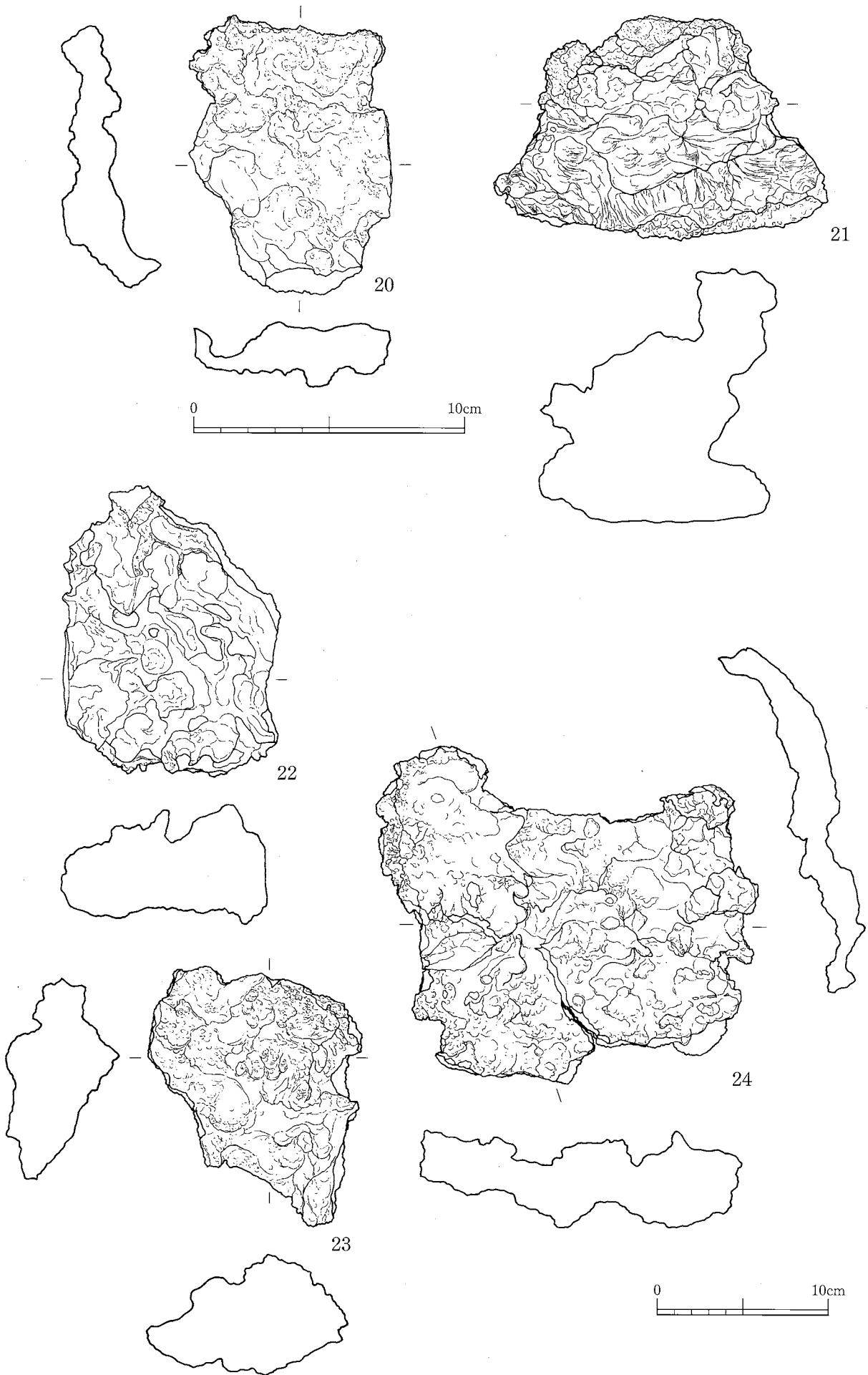
图版12 No.4地点出土遺物 (3)



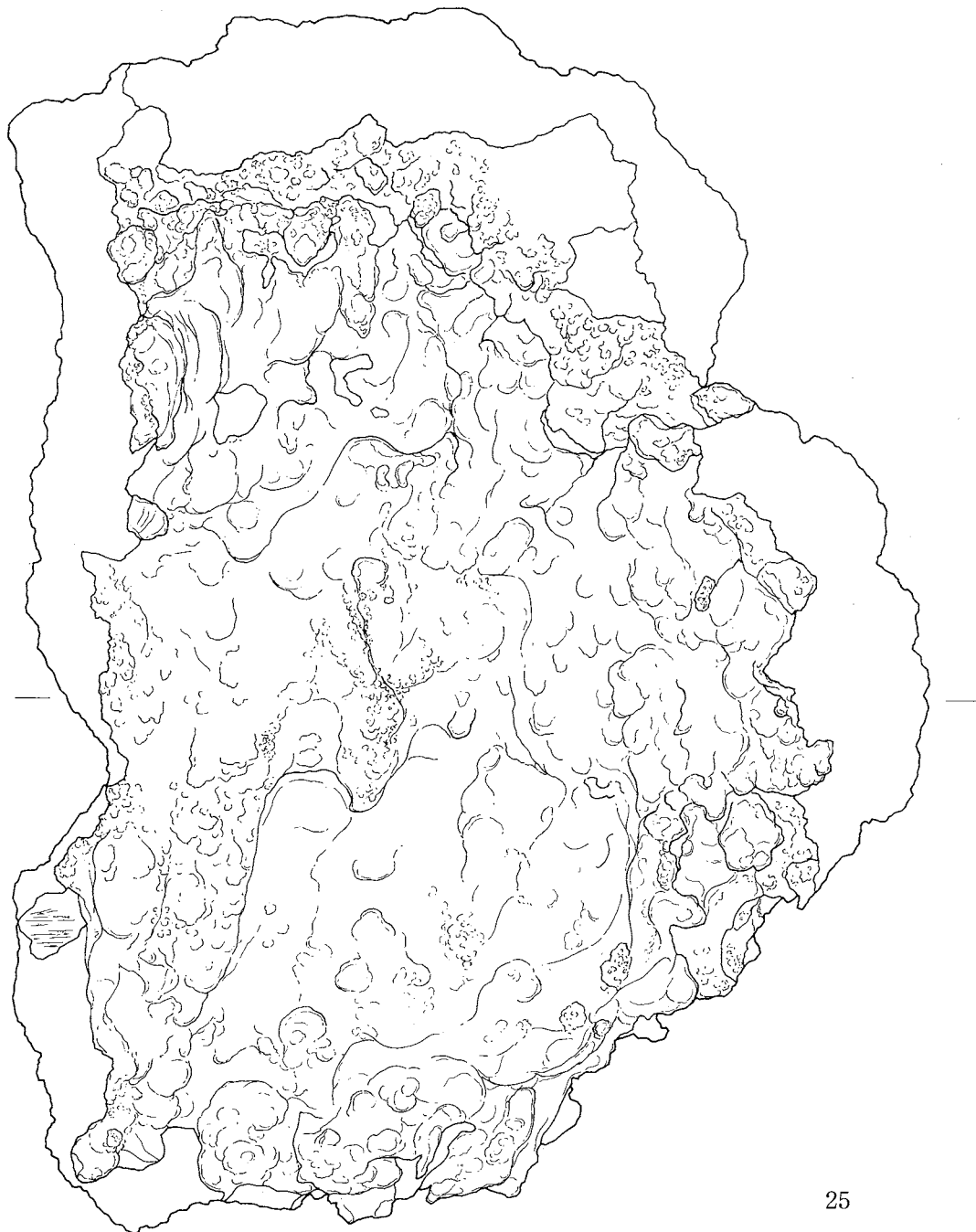
图版13 No.4地点出土遺物 (4)



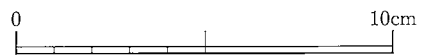
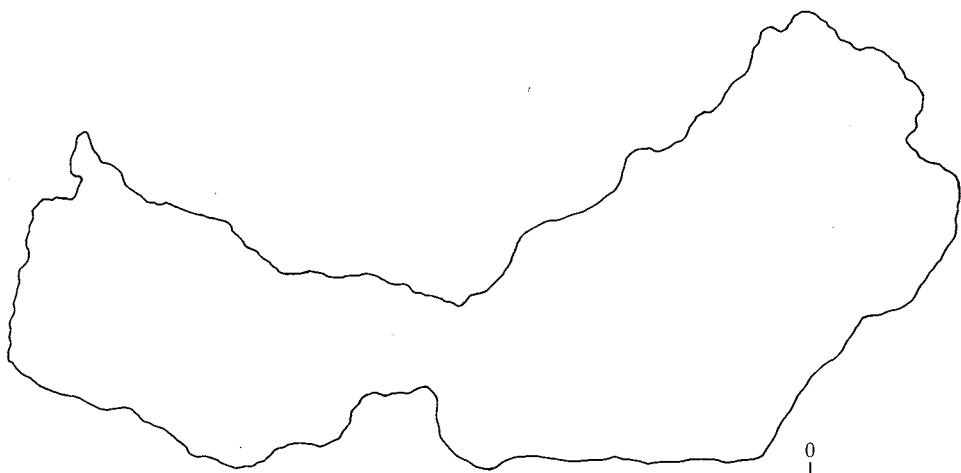
图版14 No.5地点出土遺物



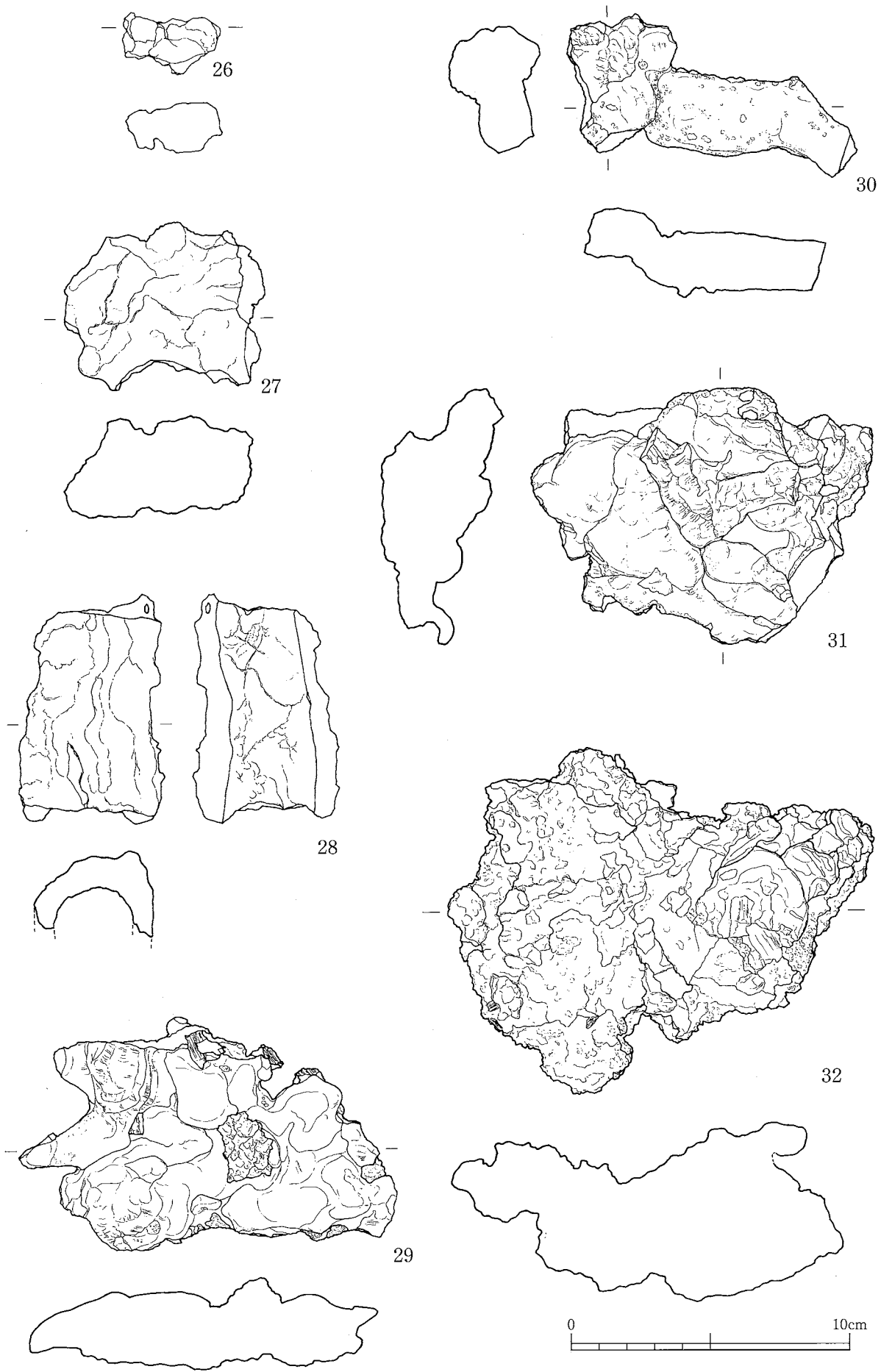
图版15 No.6地点出土遺物 (1)



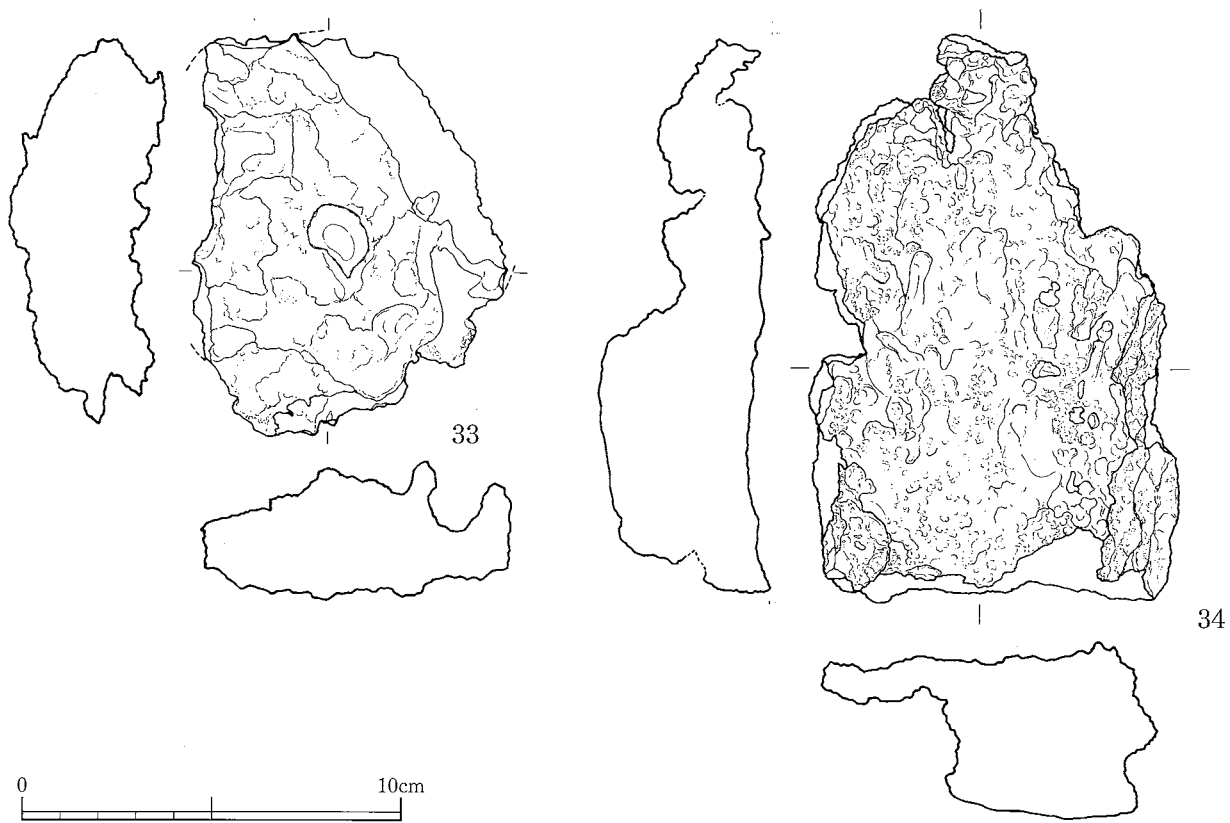
25



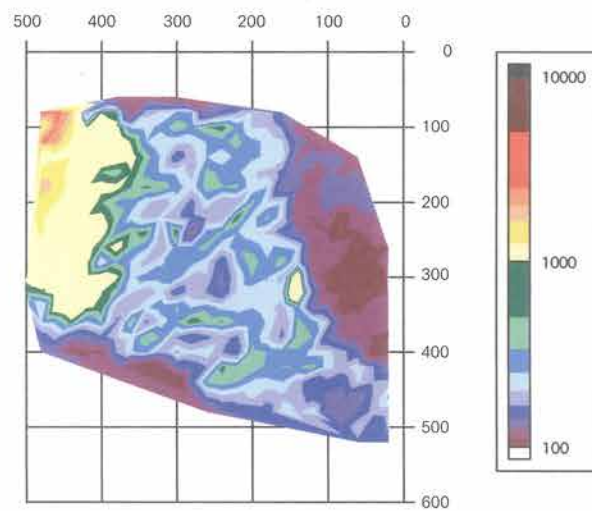
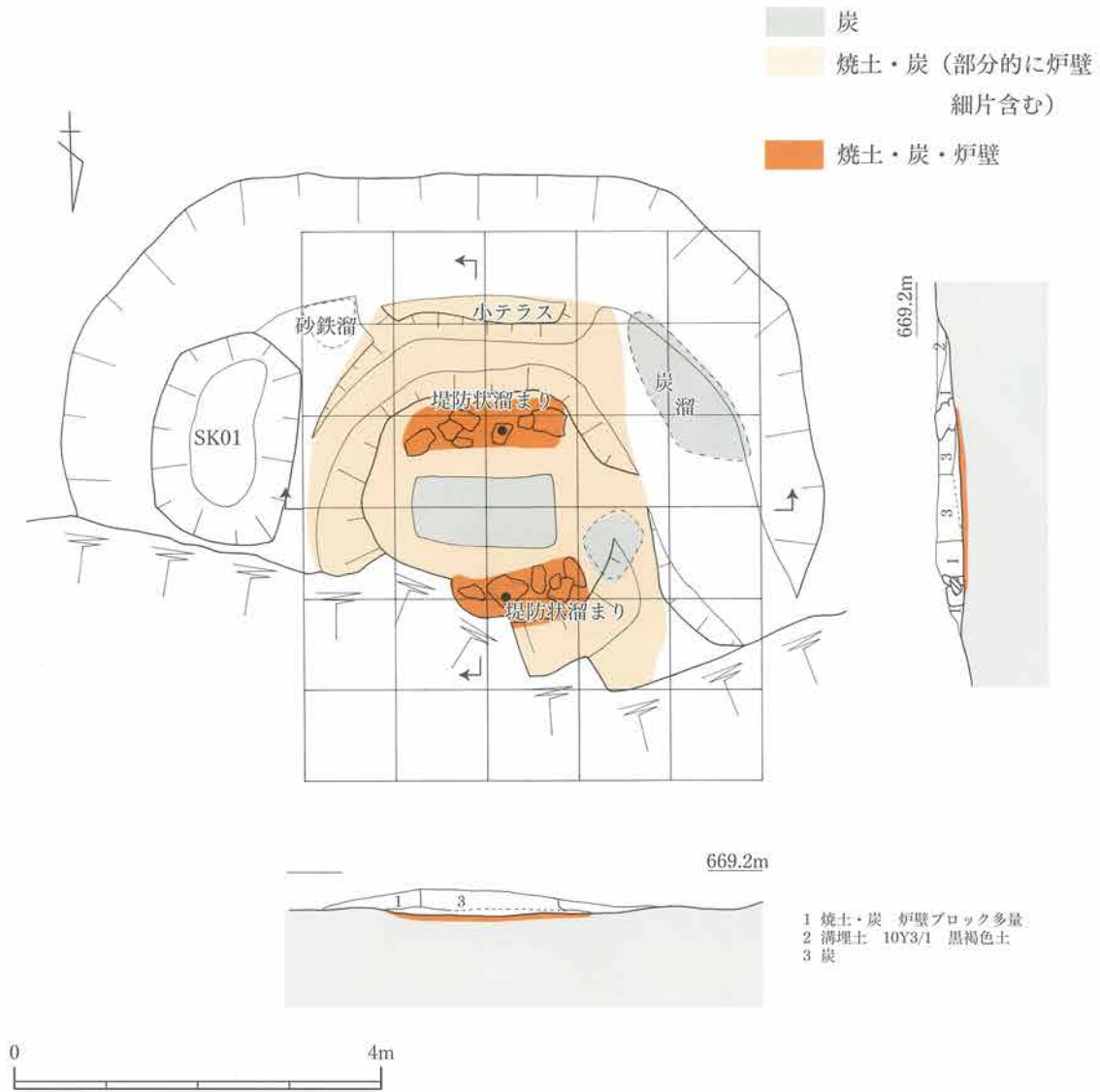
图版16 No.6地点出土遺物 (2)



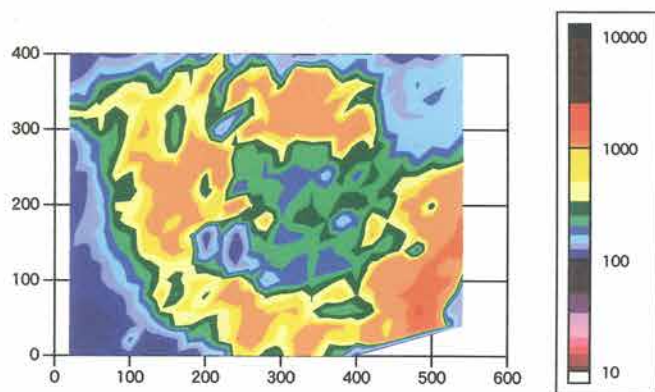
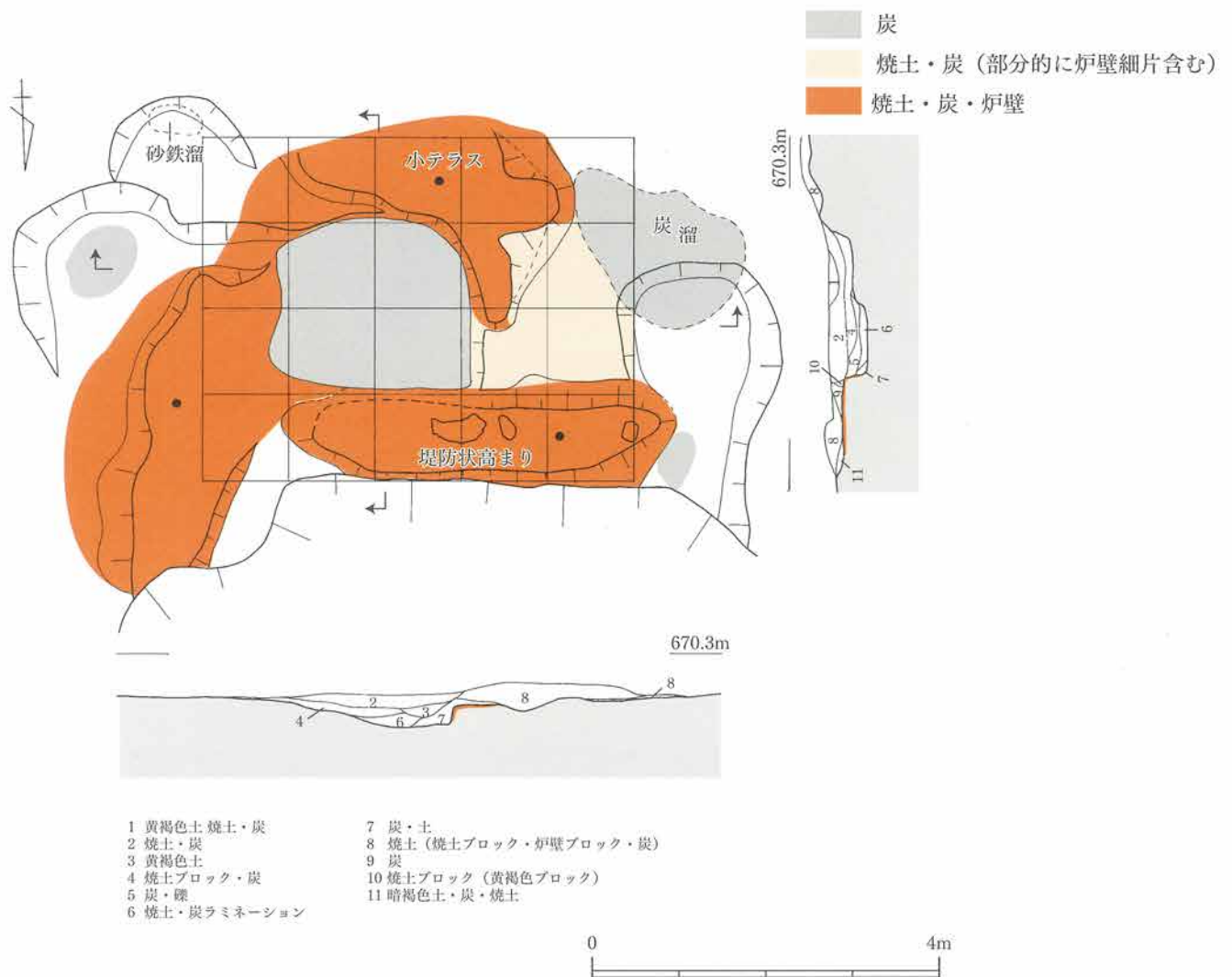
图版17 No.6地点出土遺物 (3)



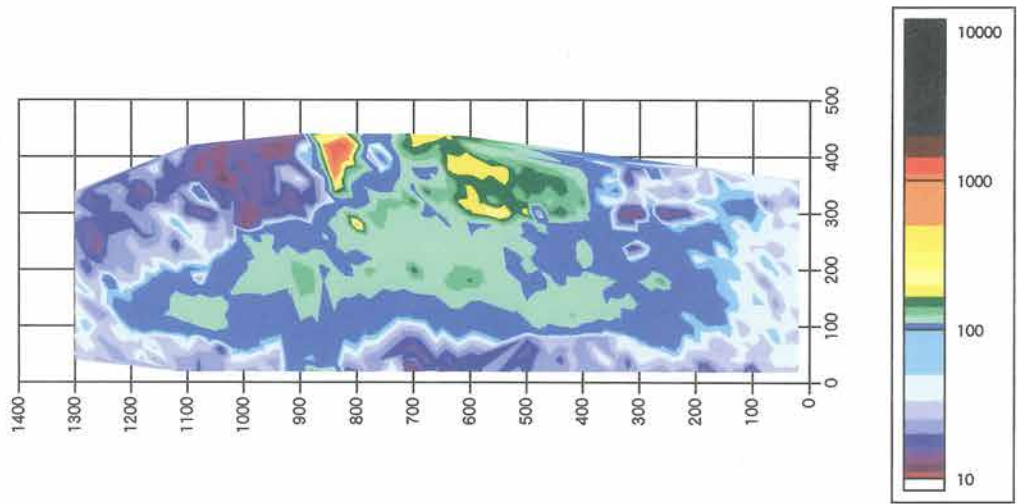
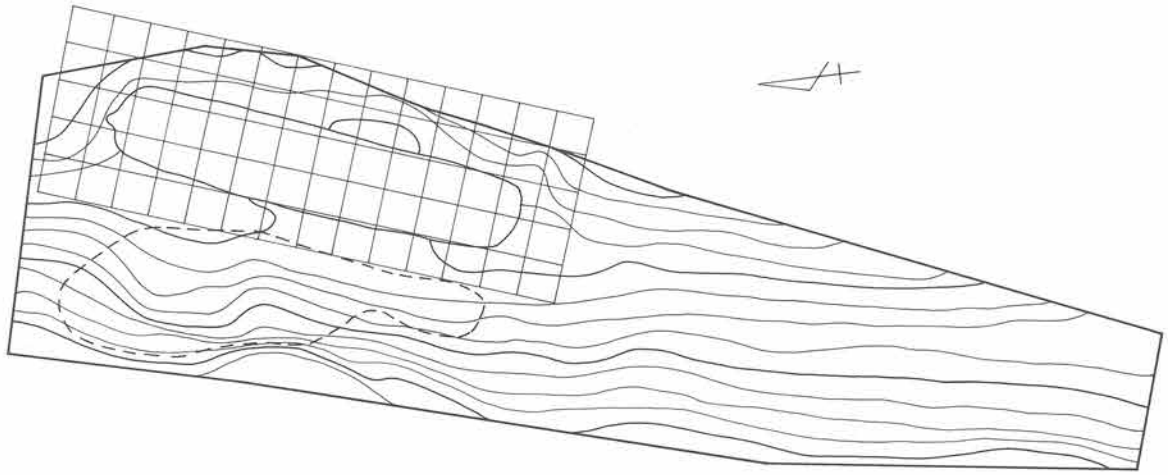
图版18 No.6地点出土遺物 (4)



図版19 No.6地点 炉1 平面および帯磁率測定値分布



図版20 No.6地点 炉2 平面および帯磁率測定値分布



图版21 No.5地点 炉1・炭窯 帯磁率測定地分布

写真図版



小茅野後山遺跡



小茅野後山遺跡遠景
(航空写真)



No.6地点

No.5地点

No.4地点

No.3地点

No.6地点全景

小茅野後山遺跡全景
(航空写真)



No.3地点全景
右(南から)



No.4地点全景
右(南西から)



No.5地点全景
右(北西から)





No.5地点 炉1
(西から)

No.5地点 炉1→
断割状況(南から)



↑No.5地点 炉1
断割状況(北から)



No.6地点全景
(北から)



No.6地点 炉1
(北から)



炉1 断割状況 (南から)



炉1 断割状況 (西から)



No.6地点 炉2
(北から)



炉2 断割状況 (東から)



炉2 カーボンベット内
断割状況 (南から)



SX01 断割状況
(東から)



SX02 断割状況
(西から)



SX04 断割状況
(東から)



2

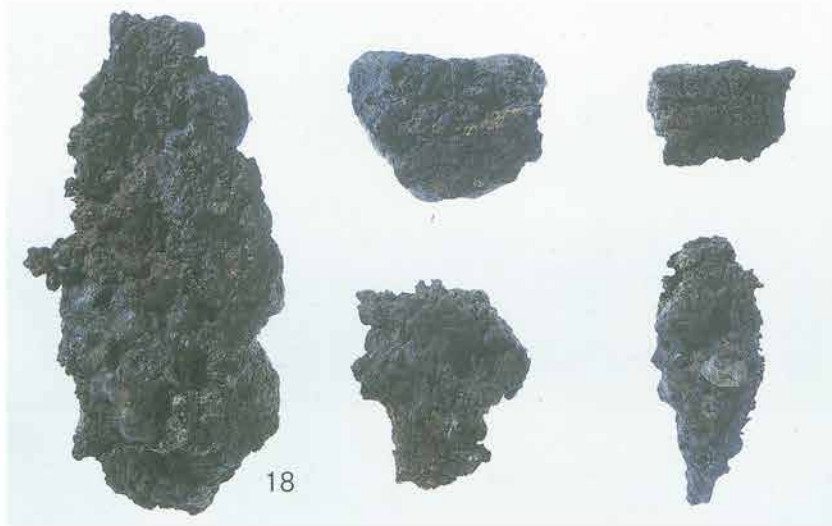


↑No.3地点 出土遺物

No.4地点 出土遺物→



↓No.5地点 出土遺物



18

19



26

No.6地点 出土遺物



28



32



25



22



33

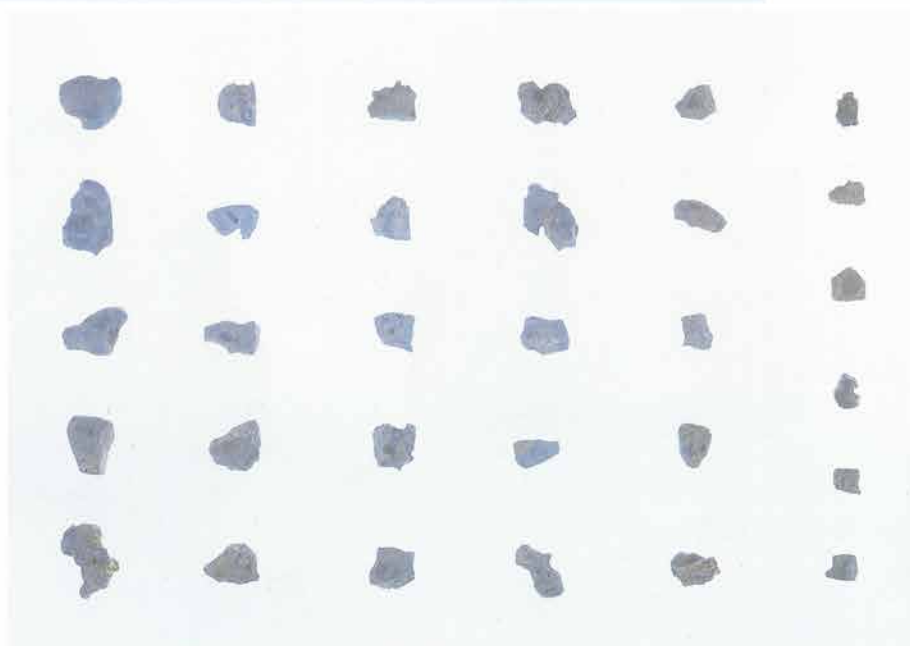
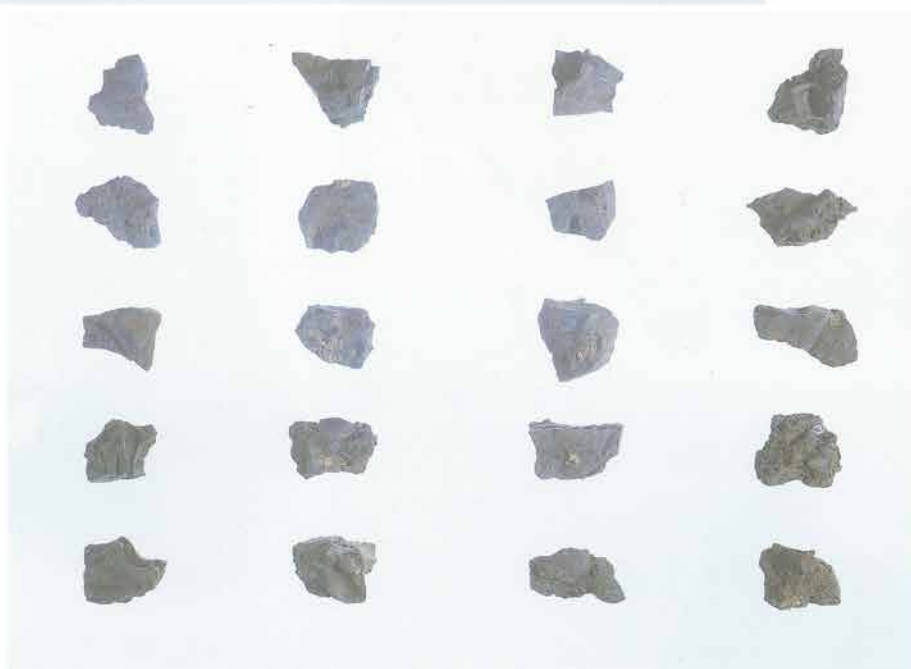


34

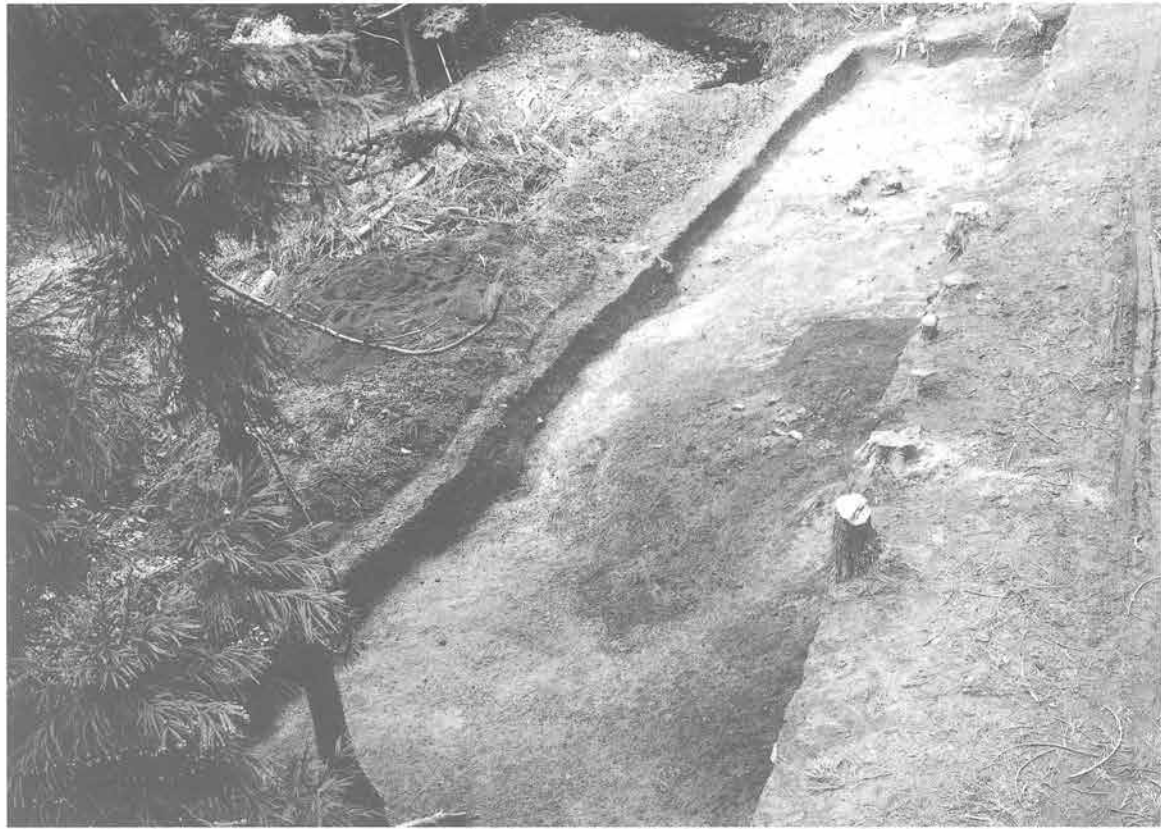


35

No.6地点出土遺物



No.6地点SX04出土遺物（I類鉄滓）



No.3地点全景
(南から)



No.3地点 鉄滓溜
(西から)



No.3地点 旧河道・
鉄滓溜断割
(南東から)



No.3地点
炉壁・鉄滓溜
(西から)



No.4地点全景
(南西から)



No.4地点 鉄滓溜
(西から)



No.5地点全景
(北西から)



No.5地点 炉1
(北から)

No.5地点 炭窯↓
(北から) 右：完掘





No.5地点土層断面
(北西から)



No.5地点
炭窯断割状況
(北から)

No.5地点
炭窯煙道部付近
(北から) 右：斜面地
推積状況





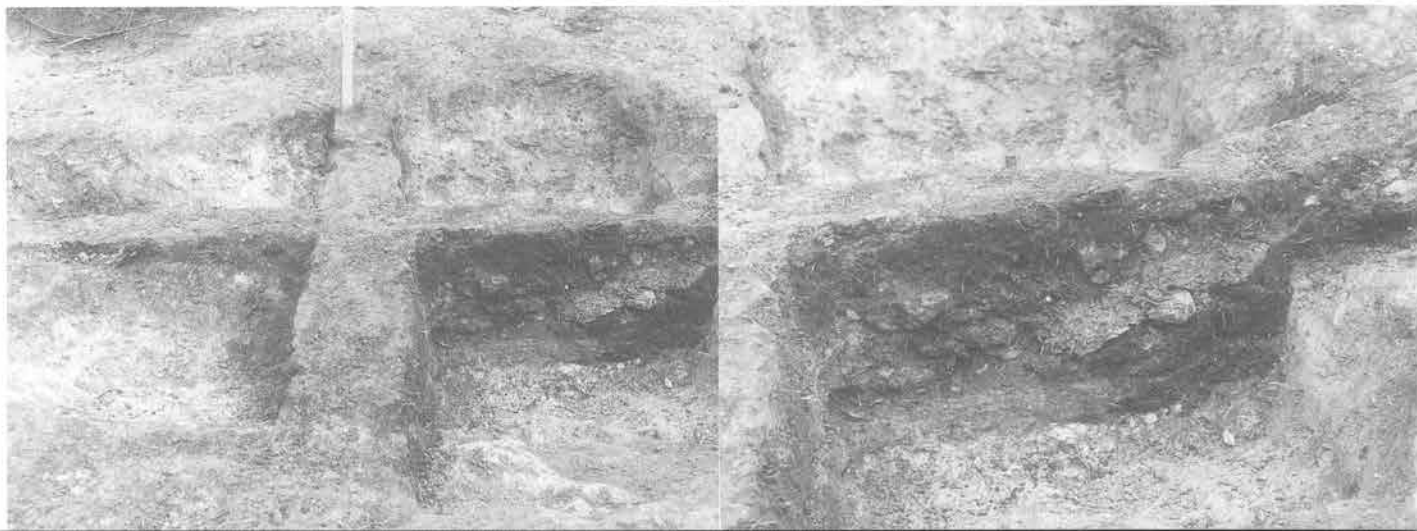
No.6地点 全景
(北西から)



No.6地点 炉2 土層断面
(西から)



No.6地点 炉2 カーボンベット
断割状況

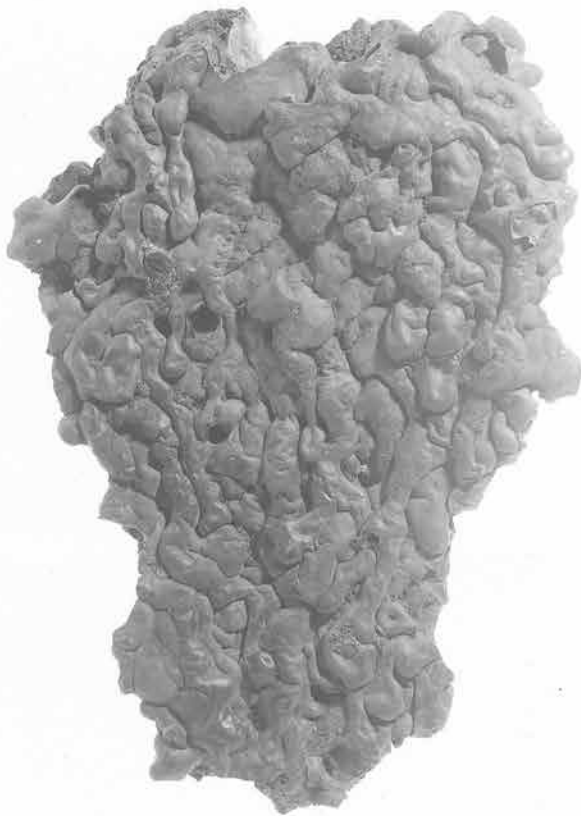
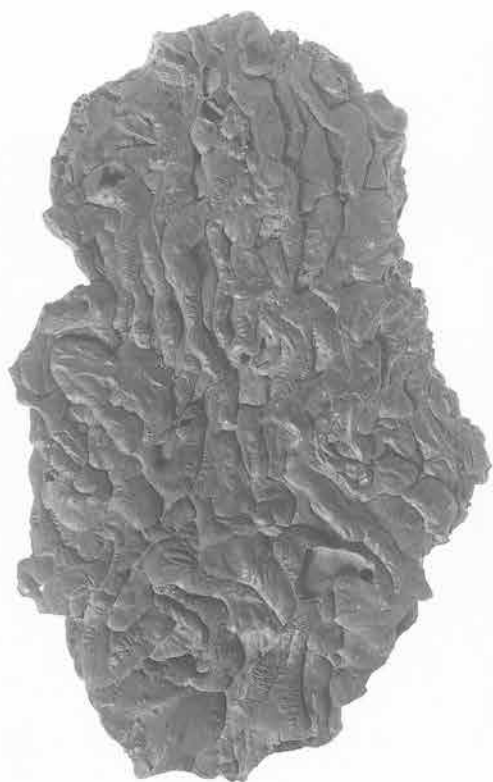




1

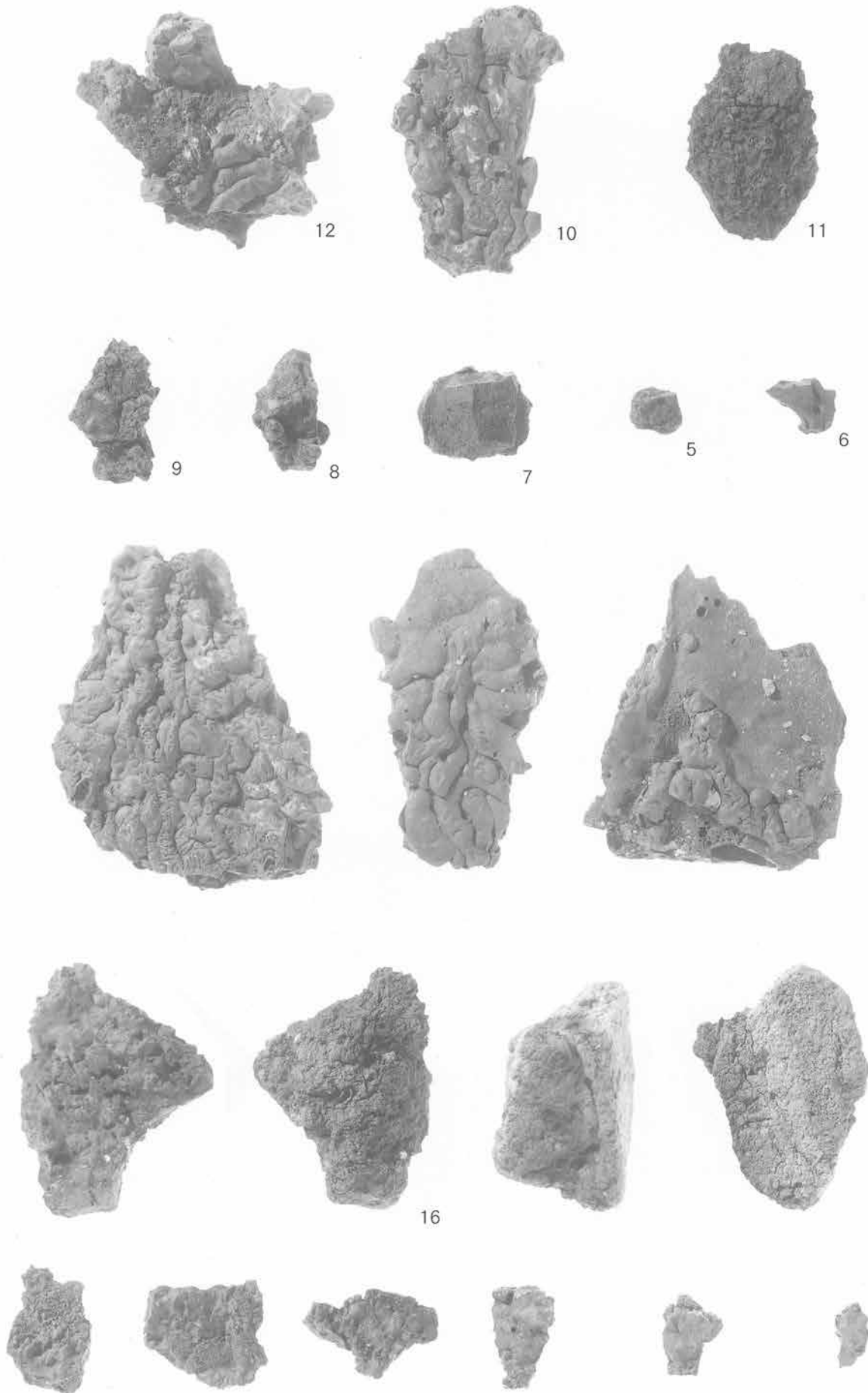


2

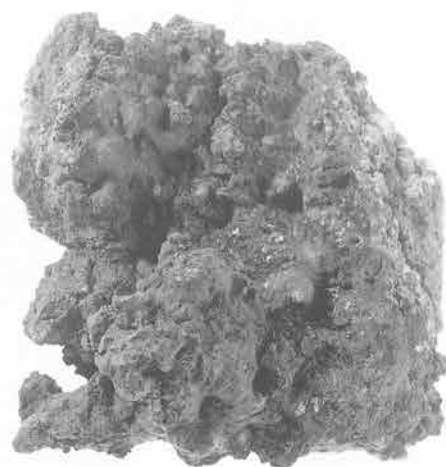


3

4



No.4地点 出土遺物



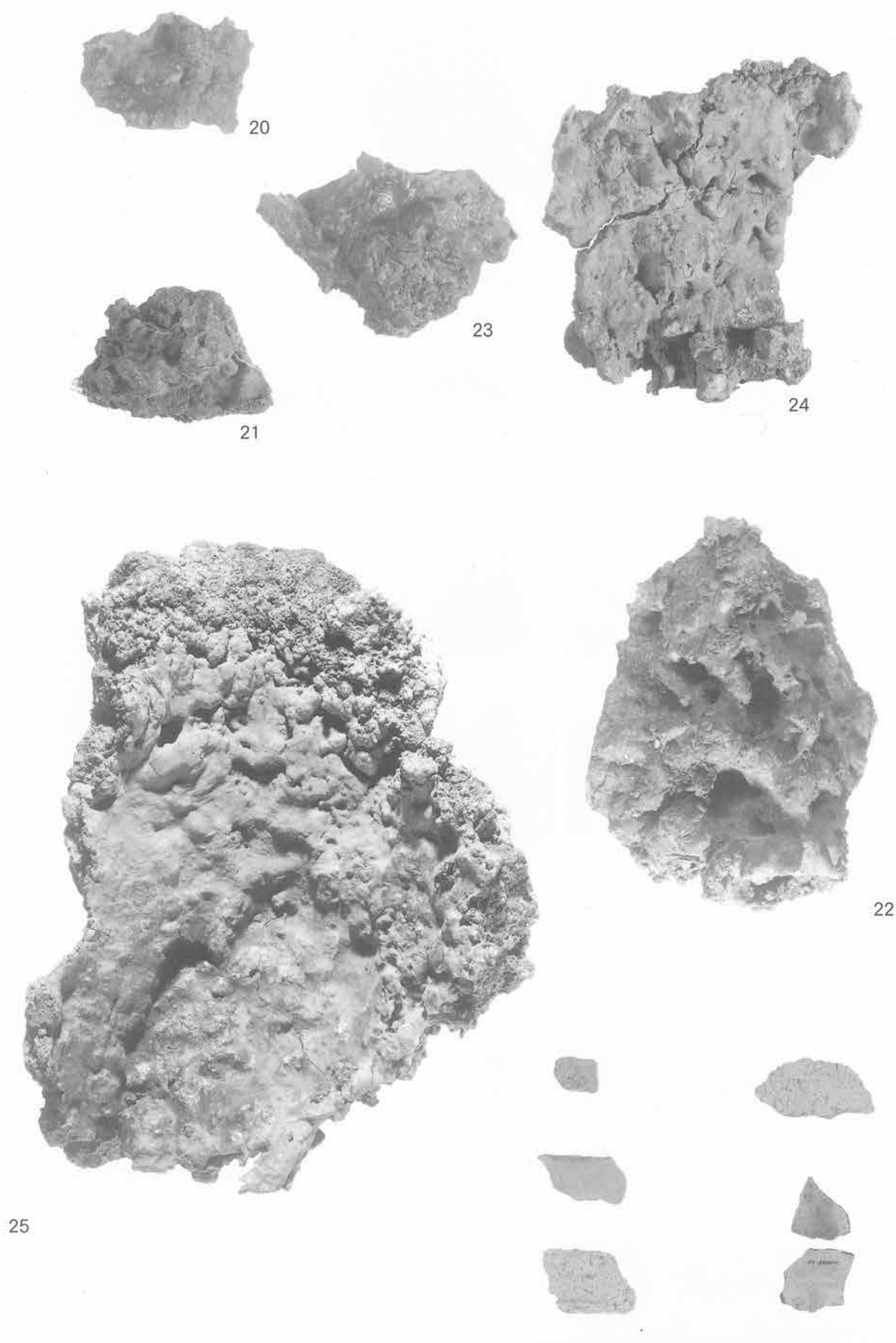
19

17



18





No.6地点 出土遺物 (1)



26



27



28



29



30



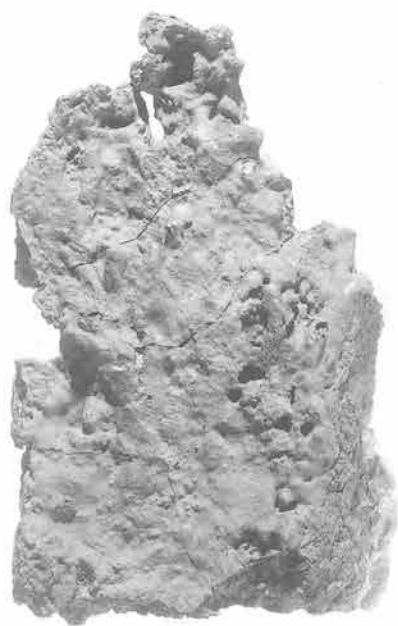
31



32



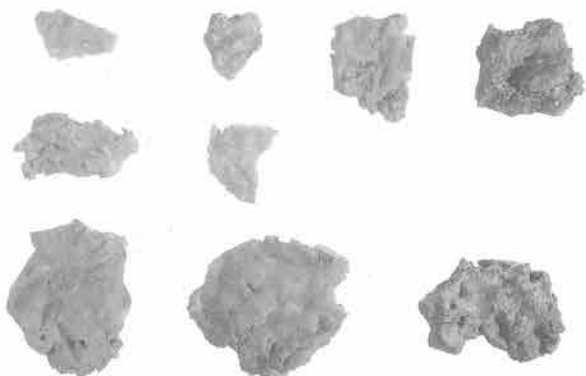
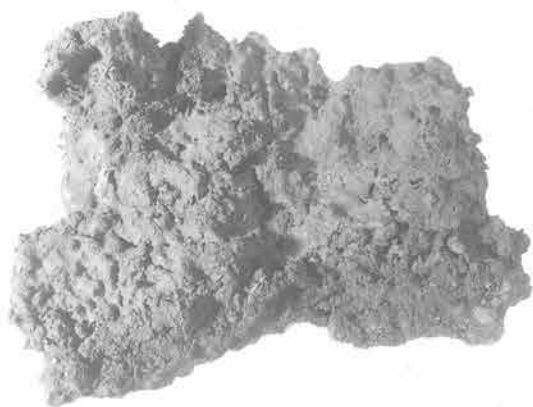
33



34



35



No.6地点 出土遺物 (3)

兵庫県文化財調査報告 第313冊

小茅野後山遺跡

平成 19 年 3 月 20 日

編 集 兵庫県教育委員会埋蔵文化財調査事務所
〒652-0032 神戸市兵庫区荒田町2丁目1番5号
☎ 078-531-7011

発 行 兵庫県教育委員会
〒650-8567 神戸市中央区下山手通5丁目10番1号

印 刷 株式会社 旭成社
〒651-0094 神戸市中央区琴ノ緒町1丁目5-9
