志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書７

下山遺跡（1）

－製鉄関連遺構の調査－

2000年3月

建設省中国地方建設局
島根県教育委員会

志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書７

下　山　遺　跡（1）

－製鉄関連遺構の調査－

2000年3月

建設省中国地方建設局
島根県教育委員会

下山遺跡全景

1・2号炉検出状況

1号炉

2号炉

1号炉地下構造底部

1号炉横断面

2号炉横断面

序

建設省斐伊川神戸川総合開発工事事務所においては、『現代のおろち退治』といわれる斐伊川神戸川両水系を一体とした治水計画の一環として、斐伊川の上流に尾原ダム、神戸川の上流に志津見ダムを建設し、下流域の洪水の調整及び水道用水の確保等を目的とした多目的ダム建設事業を進めています。

ダムの事業用地内の埋蔵文化財については、文化財保護の主旨に則り関係機関と協議しながら必要な調査を実施し、記録の保存につとめています。

志津見ダム建設事業においても、島根県教育委員会と協議し、同教育委員会や頓原町教育委員会の協力のもとに平成元年度より発掘調査を実施しているところです。

本報告書は、平成7～8年度に実施した「下山遺跡」の調査結果をまとめたものです。本書が郷土の埋蔵文化財に関する貴重な資料として、学術及び教育のために広く利用されることを期待します。

最後に、今回の発掘調査及び本書の編集にあたり、ご指導ご協力いただきました島根県教育委員会ならびに関係各位に対し謝意を表します。

平成12年3月

建設省中国地方建設局
斐伊川神戸川総合開発工事事務所
所長　三　宅　且　仁

序

島根県教育委員会では、建設省中国地方建設局の委託を受け1989（平成元年）から志津見ダム建設予定地の埋蔵文化財発掘調査を行っています。

志津見ダムが建設される神戸川は、古くから陰陽を結ぶ交通路としての役割を果たし、山陽地域の要素も取り込んだ特色ある文化を育みました。また、この地域は、古代から近世・近代まで豊富に採取できる砂鉄や木炭を使った鉧製鉄がたいへん盛んなところでもありました。

本書で報告する下山遺跡は、1995（平成７）年度から1996（平成８）年度にかけて発掘調査を実施したもので、縄文時代の生活跡や製鉄炉など多様な遺構・遺物が確認され、この地域の歴史を考える上で欠くことのできない資料が明らかになりました。今回の調査成果が地域の歴史を考える上で一助となれば幸いです。

終わりに、発掘調査及び本書の作成につきましては、地元頓原町の皆様方をはじめ、各方面からご協力・ご指導を賜りました。心より感謝申しあげます。

平成12年３月

島根県教育委員会

教育長　山崎悠雄

例　　言

1．本書は、建設省中国地方建設局の委託を受けて、島根県教育委員会が1995年度（平成７年度）～1996年度（平成８年度）にわたって実施した志津見ダム建設予定地内下山遺跡の発掘調査報告書である。

2．本書は下山遺跡で検出された製鉄関連遺構を「下山遺跡（１）－製鉄関連遺構の調査－」として報告したものである。他の遺構・遺物については2000年度に「下山遺跡（２）－縄文時代遺構の調査－」として刊行する予定である。

3．本書に掲載した下山遺跡は飯石郡頓原町角井に所在する。

4．調査組織は次の通りである。

1995（平成７）年度

事務局　勝部　昭（文化財課長）、森山洋光（文化財課長補佐）、宍道正年（埋蔵文化財センター長）、佐伯義治（同課長補佐）、内田律雄（同調査第４係長）、渋谷昌宏（同主事）、山本悦子（島根県教育文化財団嘱託）

調査員　宮本正保（調査第４係文化財保護主事）、岩崎裕介（同臨時職員）、佐藤幸子（同臨時職員）、唐渓由美子（大和村教育委員会、埋蔵文化財専門研修生）

調査指導　穴澤義功（たたら研究会委員）、大澤正己（たたら研究会委員）、河瀬正利（広島大学文学部教授）

1996（平成８）年度

事務局　勝部　昭（文化財課長）、森山洋光（文化財課長補佐）、宍道正年（埋蔵文化財調査センター長）、古崎蔵治（同課長補佐）、鳥谷芳雄（同調査第５係長）、渋谷昌宏（同主事）、山本悦子（島根県教育文化財団嘱託）

調査員　深田　浩（調査第５係主事）、内田祐二（同教諭兼主事）、坂根健悦（同臨時職員）、佐藤幸子（同臨時職員）

遺物整理　大谷百合子、金森千勢子、和田初子、渡部幸子

調査指導　穴澤義功（たたら研究会委員）、大澤正己（たたら研究会委員）、河瀬正利（広島大学文学部教授）、杉原清一（島根県文化財保護指導委員）竹広文明（島根大学汽水域研究センター助手）、田中義昭（島根大学法文学部教授）、時枝克安（島根大学総合理工学部教授）、中村友博（山口大学人文学部教授）、松井整司（島根大学汽水域研究センター客員研究員）

5．調査に関連して自然科学的分野の分析などを次の方々・機関に依頼した。

^{14}C年代測定：㈱九州環境管理協会、考古地磁気年代測定：時枝克安（島根大学総合理工学部

教授）鉄関連遺物分析：九州テクノリサーチ、炉壁胎土分析：村川義行（日立金属株式会社冶金研究所　和鋼博物館）、土壌分析：若月利之（島根大学生物資源科学部）

6．発掘作業（発掘作業員、測量発注ほか）については、島根県教育委員会から中国建設弘済会へ委託して実施した。
社団法人　中国建設弘済会島根支部　布村幹夫（現場事務所長）、原　博明（技術員）、持田明典（技術員）、勝部達也（技術員）、岩崎あき子（事務員）
発掘作業員については、総勢82名の方に参加していただいた。

7．調査及び報告書作成にご協力いただいた方々は次のとおりである。
今田昭二・田中迪亮・山崎順子・山崎　修（頓原町教育委員会）、柳瀬昭彦・光永真一（岡山県古代吉備文　化財センター）、高橋　護（ノートルダム清心女子大学）、渡辺貞幸（島根大学法文学部教授）、高橋一郎（糸原記念館）

8．挿図中の方位は、測量法による第Ⅲ座標系の軸方位を示し、レベル高は海抜高を示す。

9．挿図中の縮尺は図中に明示した。

10. 本書に掲載した「遺跡位置図」は建設省国土地理院発行の地形図を使用した。

11. 本書に掲載した「鉄関連遺物資料観察表」は穴澤義功氏の協力を得た。

12. 本書に掲載した遺物の実測及び挿図の浄書は、主として以下のものが行った。
〈実測〉加藤佳子、馬庭志津子、古岡朋子、深田　浩
〈浄書〉天津文子、石川真由美、金坂恵美子、陶山佳代

13. 本書に掲載した遺物の写真撮影は、天津、石川、金坂、陶山の協力を得て深田が行った。

14. 本書の執筆、編集は深田が行った。

15. 本遺跡出土資料及び実測図、写真等の資料は島根県埋蔵文化財調査センターで保管している。

本 文 目 次

第1章　調査に至る経緯と調査経過…… 1
　第1節　調査に至る経緯…… 2
　第2節　調 査 経 過…… 2

第2章　位置と環境…… 5
　第1節　下山遺跡の層序について…… 6
　第2節　歴史的環境…… 7

第3章　調査の概要…… 11
　第1節　1区の調査…… 12
　第2節　2区の調査…… 12

第4章　下山遺跡の調査…… 15
　第1節　第1地点の調査…… 16
　　1．遺構の配置状況と土層…… 16
　　2．遺構について…… 17
　　(1) 製　鉄　炉…… 17
　　(2) 排　滓　場…… 30
　　(3) 製鉄関連遺物…… 33
　　(4) 土坑群・溝状遺構…… 64
　　(5) 炭窯状遺構…… 68
　第2節　第2地点の調査…… 69
　　1．遺構の配置状況…… 69
　　2．遺構について…… 69
　　(1) 杭列状遺構…… 69
　　(2) 粘土貼土坑…… 70
　第3節　第3地点の調査…… 71
　　1．遺構の配置状況…… 71
　　2．遺構について…… 71
　第4節　出 土 遺 物…… 72
　第5節　小　　結…… 75
　　1．製鉄炉の規模・構造について…… 75
　　2．製鉄炉の時期について …… 76
　　3．製鉄遺構の性格・機能について…… 77
　　4．ま　と　め…… 77

第５章　下山遺跡出土製鉄関連遺物の考古詳細観察表（分析資料）…… 81

第６章　自然科学的分析…… 105
１．下山遺跡製鉄炉等出土炭化物の^{14}C年代 …… 107
２．下山遺跡の１，２号たたら跡の地磁気年代…… 109
３．下山遺跡の炉壁・上坑粘土の分析調査…… 115
４．下山遺跡出土製鉄関連遺物の金属学的調査…… 123

挿 図 目 次

第１図　下山遺跡と周辺の遺跡…… 4
第２図　下山遺跡上層模式図…… 6
第３図　下山遺跡と周辺の遺跡…… 8
第４図　２区北西壁（Ａ－Ｂ）土層図…… 12
第５図　下山遺跡２区遺構配置図…… 13
第６図　第１地点遺構配置図…… 16
第７図　トレンチ１北東壁土層図…… 17
第８図　１・２号炉検出状況実測図…… 19～20
第９図　１号炉地下構造実測図（１）…… 22
第10図　１号炉縦横断土層図…… 23
第11図　１号炉地下構造実測図（２）…… 24
第12図　１号炉地下構造実測図（３）…… 25
第13図　２号炉地下構造実測図（１）…… 26
第14図　２号炉地下構造実測図（２）…… 27
第15図　２号炉地下構造実測図（３）…… 28
第16図　２号炉地下構造実測図（４）…… 29
第17図　第１～３排滓場実測図…… 30
第18図　１・２号炉地下構造（掘方）実測図…… 31～32
第19図　トレンチ２北東壁土層図…… 33
第20図　２号炉底面出土遺物構成図…… 35
第21図　２号炉底面出土遺物実測図（１）…… 36
第22図　２号炉底面出土遺物実測図（２）…… 37
第23図　２号炉底面出土遺物実測図（３）…… 38
第24図　２号炉底面出土遺物実測図（４）…… 39
第25図　２号炉底面出土遺物実測図（５）…… 40
第26図　２号炉底面出土遺物実測図（６）…… 41
第27図　２号炉底面出土遺物実測図（７）…… 43
第28図　２号炉底面出土遺物実測図（８）…… 44
第29図　２号炉底面出土遺物実測図（９）…… 45
第30図　２号炉底面出土遺物実測図（10）…… 46
第31図　１・２号炉関連遺物構成図…… 48
第32図　１・２号炉周辺出土遺物実測図（１）…… 49
第33図　１・２号炉周辺出土遺物実測図（２）…… 50
第34図　１・２号炉周辺出土遺物実測図（３）…… 51
第35図　１・２号炉周辺出土遺物構成図（４）…… 52

第36図　1・2号炉関連遺物構成図（2）…… 54
第37図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（5）…… 55
第38図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（6）…… 56
第39図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（7）…… 58
第40図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（8）…… 59
第41図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（9）…… 60
第42図　1・2号炉周辺出土遺物の種類別重量比…… 61
第43図　七坑群（SK4～SK20）実測図…… 65～66
第44図　炭窯状遺構実測図…… 67
第45図　第2地点遺構配置図…… 68
第46図　SA01実測図…… 69
第47図　SK21～23実測図…… 69
第48図　第3地点遺構配置図…… 70
第49図　SK24実測図…… 71
第50図　SK25・26実測図…… 71
第51図　SK27・28実測図…… 72
第52図　SK30・31実測図…… 72
第53図　下山遺跡出土陶磁器類実測図（1）…… 73
第54図　下山遺跡出土鉄器実測図…… 74
第55図　下山遺跡出土陶磁器類（2）…… 74
第56図　1号炉築造工程模式図…… 75
第57図　2号炉築造工程模式図…… 76
第58図　神戸川中流域の近世製鉄炉，地下構造掘り方の底面規模分布図…… 77

図 版 目 次

巻頭図版１　下山遺跡全景
巻頭図版２上：１・２号炉検出状況
　　下：１号炉上面
巻頭図版３上：２号炉上面
　　下：１号炉底面
巻頭図版４上：１号炉横断面
　　下：２号炉横断面
図版１　空から見た下山遺跡
図版２　下山遺跡２区遠景
図版３　上：下山遺跡２区遠景　下：下山遺跡２区遠景
図版４　上：下山遺跡土層断面　下：１・２号炉検出状況
図版５　１号炉検出状況
図版６　１号炉地下構造（１）
図版７　上：１号炉地下構造（１）　下：１号炉小舟暗渠
図版８　上：１号炉縦断面　下：１号炉地下構造（２）
図版９　１号炉地下構造（３）
図版10　上：１号炉地下構造（４）　下：１号炉地下構造（５）
図版11　上：１号炉地下構造（５）
図版12　１号炉地下構造（６）
図版13　上：１号炉横断面　下：１号炉排気口検出状況
図版14　上：１号炉排気口石組み除去後　下：１号炉排気口完掘状況
図版15　上：１号炉北側柱穴検出状況　下：１号炉北側柱穴土層断面
図版16　上：ＳＫ01土層断面　下：ＳＫ02土層断面
図版17　２号炉検出状況
図版18　上：２号炉地下構造（１）　下：２号炉地下構造（２）
図版19　２号炉地下構造（３）
図版20　２号炉地下構造（４）
図版21　上：２号炉横断面　下：２号炉排気口検出状況
図版22　上：２号炉排気口完掘状況　下：第１排滓場土層断面
図版23　上：第１排滓場検出状況　下：第２排滓場検出状況
図版24　上：第３排滓場土層断面　下：ＳＫ04完掘状況
図版25　上：ＳＫ16完掘状況　下：ＳＤ01完掘状況
図版26　上：ＳＫ19完掘状況　下：ＳＫ06土層断面
図版27　土坑群ＳＫ04～20完掘状況
図版28　１・２号炉と土坑群ＳＫ04～20

図版29　上：炭窯状遺構検出状況　下：炭窯状遺構土層断面
図版30　上：炭窯状遺構完掘状況　下：炭窯状遺構完掘状況
図版31　上：ＳＡ01完掘状況　下：ＳＫ21検出状況
図版32　上：ＳＫ21土層断面　下：ＳＫ21完掘状況
図版33　上：ＳＫ22検出状況　下：ＳＫ22土層断面
図版34　上：ＳＫ22完掘状況　下：ＳＫ23完掘状況
図版35　上：ＳＫ24～28完掘状況　下：ＳＫ24完掘状況
図版36　上：ＳＫ25完掘状況　下：ＳＫ26完掘状況
図版37　上：ＳＫ29土層断面　下：ＳＫ29完掘状況
図版38　上：ＳＫ30土層断面　下：ＳＫ30完掘状況
図版39　上：ＳＫ31完掘状況　下：熱残留磁気試料採取状況
図版40　上：２号炉底面出土遺物（１）　下：２号炉底面出土遺物（２）
図版41　上：２号炉底面出土遺物（３）　下：２号炉底面出土遺物（４）
図版42　上：２号炉底面出土遺物（５）　下：２号炉底面出土遺物（６）
図版43　上：２号炉底面出土遺物（７）　下：２号炉底面出土遺物（８）
図版44　上：２号炉底面出土遺物（９）　下：２号炉底面出土遺物（10）
図版45　上：２号炉底面出土遺物（11）　下：１・２号炉周辺出土遺物（１）
図版46　上：１・２号炉周辺出土遺物（２）　下：１・２号炉周辺出土遺物（３）
図版47　上：１・２号炉周辺出土遺物（４）　下：１・２号炉周辺出土遺物（５）
図版48　上：１・２号炉周辺出土遺物（６）　下：１・２号炉周辺出土遺物（７）
図版49　上：１・２号炉周辺出土遺物（８）　下：１・２号炉周辺出土遺物（９）
図版50　上：１・２号炉周辺出土遺物（10）　下：１・２号炉周辺出土遺物（11）
図版51　上：下山遺跡出土陶磁器類（１）　下：下山遺跡出土陶磁器類（２）
図版52　上：下山遺跡出土陶磁器類（３）　下：下山遺跡出土陶磁器類（４）

第１章　調査に至る経緯と調査経過

第１節　調査に至る経緯

志津見ダムは、斐伊川・神戸川治水計画の一環として建設される洪水調節用のダムである。1972（昭和47）年の集中豪雨により、斐伊川と神戸川が大洪水を引き起こし、出雲平野周辺地域や松江市街地に大きな被害をもたらした。この災害により、斐伊川と神戸川の抜本的な治水計画が検討され、両河川を一体とした治水事業が計画されたのである。

ダムは神戸川の上流に位置する飯石郡頓原町志々地区に建設され、湛水地域は頓原町大字角井、志津見、八神地域にまたがり、面積は230haに及ぶ。この地域内には多くの埋蔵文化財の存在が推定されたことから、島根県教育委員会は頓原町教育委員会が進めていた町内の遺跡分布調査事業に同調し、1988（昭和63）年にダム建設予定地内の分布調査を行った。結果、志々地区で150ヶ所にのぼる埋蔵文化財が確認され、ダム建設予定地には44ヶ所の遺跡と６ヶ所の遺跡推定地が存在することが判明した。

また、これと同時にダム建設によって消えゆく民俗文化財について昭和63年から２カ年に渡り調査が行われ、その成果は1990（平成２）年度に公刊されている[1]。

埋蔵文化財の発掘調査は、建設省より委託を受け平成元年度から調査を開始している。その後の発掘調査及び範囲確認調査により、ダム湛水地域の他、生活再建地や道路付替工事など関連事業地内で31ヶ所の遺跡が調査の対象となり、平成11年度の調査終了段階で20遺跡の調査を完了している。

下山遺跡は、飯石郡頓原町大字角井1242ほかに所在する周知の遺跡で、ダム湛水地域と国道184号線の付替予定地に含まれている。調査は事業に先立ち、緩斜面に広がる7023㎡を調査対象地とし、1995（平成７）年度から２カ年に渡り調査を行った。

第２節　調査経過

下山遺跡は神戸川左岸の丘陵状緩斜面に存在する。遺跡の発掘調査は1995（平成７）年４月20日に着手し、途中、冬季の調査休止期間や緊急に発掘を行った殿淵山毛宅前鉄跡の調査を挟みながら、1996（平成８）年12月26日の終了まで２カ年を要した。

遺跡の発見は古く、1956（昭和31）年に遡る。水田耕作中に偶然、縄文時代のものと思われる両性具有石器[2]が発見されたことによる。その後、頓原町では1989年から1990（平成元）年にかけて町内の埋蔵文化財詳細分布調査を進めており、その際に石器出土地を下山遺跡として登録し、一般に周知されることになったのである。また、頓原町志々地区は古くからたたら製鉄が盛んに行われた地域であるが、文献史料には角井村下山鉄山の記載があり、周辺から鉄滓等も表採されたことから、この付近に製鉄遺構が存在することも当初から推測されていた。従って遺跡地図には「下山遺跡」と「下山鉄跡」の２ヶ所が記されている[3]。

遺跡の調査前は一部の宅地を除き水田及び畑地が広がっており、丘陵斜面は棚田状にかなり平坦に削平されていた。かなり広大な面積なので、本調査に先立って遺跡の範囲確認のためトレンチ調査を行うことから始めた。その結果、遺物や遺構が確認された範囲が大きく２ヶ所に区別されたため、平坦面の東側を１区、西側を２区とした（第１図参照）。また、このトレンチ調査で２区の調査区東端付近から製鉄炉とみられる焼土面が確認された。なお、遺跡には黒ボク土を挟んで三瓶山火山灰（ハイカ）が３層堆積していることが確認でき、遺跡の基本層序は表土－第１黒色土層－第１ハイカ層－第２黒色土層－第２ハイカ層－第３黒色土－第３ハイカ層であることが明らかとなっ

た。最下層の第3黒色土層からも遺物が出土したことから、調査は火山灰を掘り下げて行うこととなった。雪に悩まされながらも1区の第1ハイカ層上面で弥生時代前期の竪穴住居1棟を検出するなどし、12月20日をもって1995年度の現地での調査を終えた。

翌1996年度は4月20日より現地調査を開始し、1区の続きと2区の掘り下げを平行して行った。途中、2区の第1ハイカ層を第2ハイカ層と取り違え、それまでに出土したすべての遺物の注記を書き直すなどのアクシデントもあったが、7月には2区の第1黒色土層から東北地方からの搬入品とみられる「屈折像土偶」が出土し、大きな話題を集めた。

その後、1区では縄文時代早期前葉の押型文土器や集石炉等を検出。2区では第1ハイカ上面で立石を伴う配石遺構を16基、さらに第2ハイカ上面では配石土壙を33基、第3ハイカ層上面では落し穴を16基検出するなど、多量の土器類とともにほぼ縄文時代を通じて生活の痕跡を確認することができた。

一方、2区の製鉄関連遺構についても、黒色土の掘り下げと同時進行で調査を行った。製鉄炉は2基重なって検出され、いずれもやや小規模ながら床釣構造をもつものであった。これが文献に記載されている「下山鉄山」に相当する可能性も考えられる。また製鉄炉周辺からは排滓場や炉壁胎土の採掘跡とみられる人型土坑、炭窯状遺構などが検出された。また製鉄炉の機能や性格、原料等について検討できるよう排滓場から製鉄関連遺物の一定量の取り上げも行った。

なお、調査成果を地域に還元する活動も併せて行っている。8月14日・15日には笹原町生涯学習センターで土偶を一般公開、10月5日には現地説明会も開催し、交通が不便な立地にもかかわらず100名以上の参加者があった。

現地調査は12月で終了したが、報告書の作成に向けて遺物の整理を1997（平成9）年度以降も引き続き行った。特に製鉄関連遺物についての分類・検討作業を重点的に行い、その成果は本書で報告している。この他にも縄文時代の穀物栽培を明らかにするべく、遺跡の各土層からプラントオパール試料の採取なども行った。この成果については次刊である『下山遺跡（2）－縄文時代遺構の調査－』で詳細に報告する予定である。

下山遺跡現地説明会の様子

第１章（註）

（１）島根県教育委員会「志津見の民俗」『志津見ダム民俗文化財調査報告書』1990

（２）山崎　修「頓原町下山遺跡出土の石器について」『八雲立つ風土記の丘』No.112　1992

（３）頓原町教育委員会『頓原町埋蔵文化財詳細分布調査報告（１）志々地区』1989

第１図　下山遺跡と周辺の地形　S＝1／2000

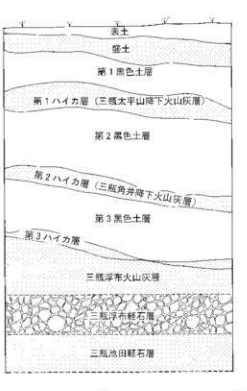
第2章　位置と環境

第1節　地理的環境と下山遺跡の層序

中国山地に源を発する神戸川は、優美な姿で知られる三瓶山（標高1126m）の東麓を北流し、日本海へ流れ下る。下山遺跡はその神戸川の中流域に位置しており、島根県飯石郡頓原町大字角井に所在する。角井地域は現在は頓原町に属しているが、1889（明治22）年の町村制施行では飯石郡志々村とされていたところで、1957（昭和32）年に旧頓原町と合併して頓原町に編入され現在に至っている[1]。

下山遺跡は神戸川にその支流である角井川が流れ込む地点に位置しており、南西向きの谷状緩斜面に営まれている。遺跡の周辺の地形は宅地や耕地で改変されているが、遺跡の立地する緩斜面の四方は起伏量400～200mの中起伏山地が連なり、谷状地形の出口付近も狭長である。従って、遺跡を俯瞰するとあたかも盆地状の地形をなしており、川沿いからは遺跡を望むことができない。調査前は耕作地であったため開墾により広く平坦面が形成されてはいたが、現状の周辺地形からみて本来はかなりの急斜面が続いていたのではないかと想像させる。

また、下山遺跡は今から約10万年前から約3600年前まで噴火活動を繰り返した三瓶山の東約5kmに位置しており、その火山灰や火砕流など三瓶山由来の堆積物や黒ボク土壌が見られる。従って下山遺跡の基本的な層序は、上層から「表土」－「盛土（水田・畑地の造成土）」－「第1黒色土層」－「第1ハイカ層」－「第2黒色土層」－「第2ハイカ層」－「第3黒色土」－「第3ハイカ層」－「三瓶浮布火山灰層」－「三瓶浮布軽石層」－「三瓶池田降下軽石層」となっている。「ハイカ」とは、地元で三瓶山の火山灰を指す呼称で便宜上土層名として用いており、地学的には第1ハイカ層は三瓶太平山火山灰、第2ハイカ層は三瓶角井火山灰と呼ばれ、その年代は^{14}C年代で第1ハイカ層が3530±100～3710±130、第2ハイカ層が4780±100と測定されている。なお、頓原町志津見の板屋Ⅲ遺跡[2]では第3ハイカ層の下層で「第4ハイカ層」が検出されているが、下山遺跡では確認出来なかった。これは遺跡が谷状斜面に立地していることから流出したと考えられる。また下山遺跡の火山灰は網状に堆積しておらず、同様の理由から周辺に降下した火山灰が2次的に堆積したものであることが指摘されている[3]。



第2図　下山遺跡土層模式図

その他の火山灰については、第3ハイカ層は第3黒色土上層部でアカホヤ灰層準があることから約1万年前～6300、浮布火山灰層・浮布降下軽石層は約1.56万年～1万年前、池田降下軽石層は約3万年前～4万年前と考えられている[4]。

ところで、次章でも詳しく述べるが、下山遺跡では2区の南東端部で池田降下軽石層が表面に露出している範囲がある。板屋Ⅲ遺跡では表土下約7mで池田降下軽石層が確認されることから、これは以前、丘陵状の高まりだった部分が平坦に削平されたために露出したと考えられる。製鉄炉がこの露出した池

田降下軽石層に掘り込まれていることから、製鉄炉を構築するため意図的に削平されたものである可能性が高い。

第2節　歴史的環境

前述したように、頓原町志々地区は150ヶ所以上の遺跡が確認されている[3]。近年の志津見ダム建設予定地内の埋蔵文化財発掘調査でこの地域の歴史の一端が解明されつつあり、特に縄文時代遺跡と製鉄関連遺跡については県内でも有数の遺跡分布密度と規模を誇っている。

『出雲國風土記』によれば志々地区は「飯石郡波多郷」に属する。波多郷を流れる「波多小川」からは砂鉄が取れるといった記述があり、この地域周辺で古代から製鉄が行われていたことを臭わせている。また、神戸川沿いには「志都美徑」が通り、攻める時には臨時に「剗」が置かれた記されている。この志都美の「剗」は大字志津見の旧明剣神社跡付近に比定されており、この地域が古くから交通の要所だったことを伺わせる[6]。

なお、この地域の遺跡は山間に開けた砂礫段丘など僅かな平坦面を利用しているため、時期的にかなり長期に渡って営まれた複合遺跡が多い。これは地形的に起伏に富んだ山地と渓谷が入り組み、平坦面が限られるという地理的制約によるところが大きい。以下、頓原町及び周辺地域の主な遺跡を時代ごとに取り上げ、この地域の歴史的環境を概観してみたい。

縄文時代

頓原町及び周辺地域においては、旧石器時代の遺跡はまだ見つかっていない。現在のところ最古の遺物は板屋Ⅲ遺跡で出土しており、草創期末～早期初頭の表裏条痕文土器が検出されている。なお、板屋Ⅲ遺跡は縄文時代の遺構・遺物と三瓶火山灰が層位的に初めて確認された遺跡である。第3黒色土層が縄文時代草創期末～前期末、第2黒色土層が前期末～後期前葉、第1黒色層土が後期中葉以降の遺構面・遺物包含層であることが明らかになっており、周辺の遺跡を調査する際のひとつの基準となっている。

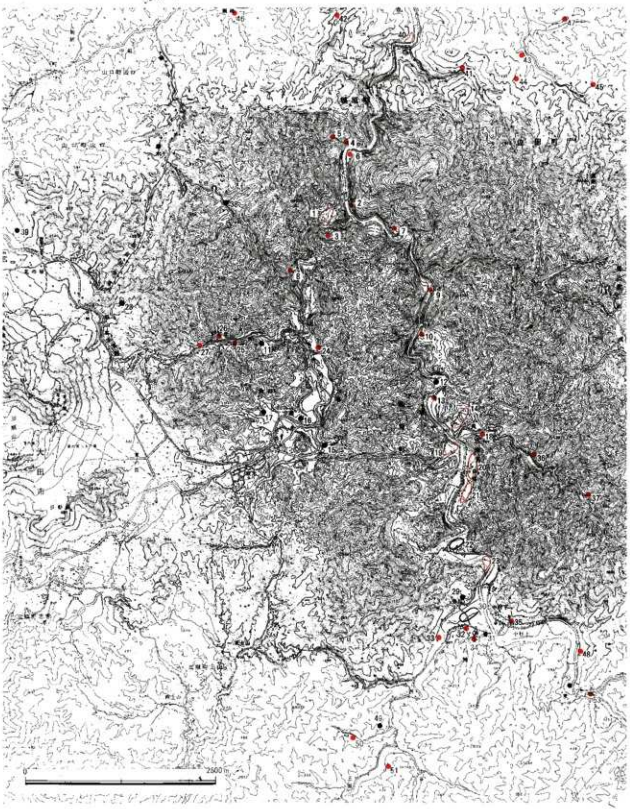
周辺の代表的な縄文時代遺跡としては、五明田遺跡[7]、森遺跡[8]、門遺跡[9]、貝谷遺跡[10]、そして下山遺跡などがあげられる。このうち五明田遺跡では後期初頭～前葉の竪穴住居や磨消縄文土器が良好な状態で多量に発見され、この地域の拠点的性格を持つ集落跡と考えられる。また、下山遺跡は板屋Ⅲ遺跡に継いで縄文時代の早期以降の遺構・遺物が層位的に確認された遺跡であり、詳細については次刊で報告したい。その他注目すべき遺構・遺物として後期の土偶が五明田遺跡、門遺跡、下山遺跡で検出されている。このうち下山遺跡の土偶は東北地方からの搬入品とみられる「屈折像土偶」[11]と考えられ、当地域の縄文文化を知る上で貴重な発見となった。

弥生時代

弥生時代の遺構・遺物は後期のものが多いが、前期まで遡るものは森遺跡、五明田遺跡、板屋Ⅲ遺跡、下山遺跡で検出されている。板屋Ⅲ遺跡では前期後半の配石遺構群が検出されている。中期は森遺跡、板屋Ⅲ遺跡、門遺跡、神原遺跡[12]などで確認されており、中期後葉の広島県北部を中心に展開する塩町式系土器や、流水文が施される大形壺が出土している。後期には森遺跡で環濠をもつ集落が検出されている他、碧玉製管玉を141点副葬した木棺墓などが注目される。

古墳時代

古墳時代前期の遺構は板屋Ⅲ遺跡、門遺跡で弥生時代後期から続く竪穴住居がいくつかみられる。



第３図　下山遺跡と周辺の遺跡　Ｓ＝1／50,000

No.	遺跡名	種別	備考
1	下山遺跡	製鉄遺跡・集落跡	製鉄炉2・縄文時代集落・配石遺構群など
2	殿淵山毛宅前炉跡	製鉄遺跡	製鉄炉1
3	椛現山炉跡	製鉄遺跡	
4	戸井谷尻遺跡	製鉄遺跡	製鉄炉1・大鍛冶場跡1
5	戸井谷遺跡	製鉄遺跡	
6	長老畑遺跡	製鉄遺跡	製鉄炉1
7	大槙炉跡	製鉄遺跡	製鉄炉2・鍛冶炉5
8	獅子谷遺跡	製鉄遺跡	鍛冶炉12
9	丸山炉跡	製鉄遺跡	製鉄炉1
10	貝谷遺跡	製鉄遺跡・集落跡	製鉄炉・縄文時代集落など
11	伊比谷遺跡	遺物散布地	
12	後平遺跡	遺物散布地	
13	徳原遺跡	製鉄遺跡	
14	板屋Ⅲ遺跡	製鉄遺跡・集落跡	製鉄炉2・精錬鍛冶炉2・縄文～奈良時代集落など
15	杉戸遺跡	遺物散布地	
16	角井遺跡	遺物散布地	
17	堂ノ前横穴墓	横穴墓	横穴墓1
18	弓谷尻炉跡	製鉄遺跡	製鉄炉
19	門遺跡	製鉄遺跡・集落跡・古墳	製鉄炉1・鍛冶炉4
20	神原Ⅱ遺跡	製鉄遺跡・集落跡	鍛冶炉2・縄文～古墳時代集落など
21	神原Ⅰ遺跡	集落跡	縄文～古墳時代集落など
22	小丸遺跡	集落跡	古墳～奈良時代集落など
23	中原遺跡	製鉄遺跡・古墳	大鍛冶場跡1・横穴式石室1など
24	向原遺跡	製鉄遺跡	
25	伊比谷1号炉跡	製鉄遺跡	
26	伊比谷2号炉跡	製鉄遺跡	
27	伊比谷3号炉跡	製鉄遺跡	
28	桝ヶ峠遺跡	遺物散布地	
29	谷川遺跡	集落跡	縄文・弥生・土師器等
30	森遺跡群	集落跡	弥生～奈良時代集落など
31	五明田遺跡	集落跡	縄文時代集落など
32	上屋ノ上炉跡	製鉄遺跡	
33	坂根鍛冶跡	製鉄遺跡	
34	段原鍛冶跡	製鉄遺跡	
35	慶雲寺炉跡	製鉄遺跡	
36	弓谷炉跡	製鉄遺跡	
37	弓谷奥炉跡	製鉄遺跡	
38	獅子谷遺跡	遺物散布地	
39	大水原遺跡	遺物散布地	
40	塘原遺跡	製鉄遺跡	製鉄炉2・精錬鍛冶炉1・鍛冶炉2
41	保井谷炉跡	製鉄遺跡	
42	柳瀬炉跡	製鉄遺跡	
43	梅ヶ谷尻炉跡	製鉄遺跡	製鉄炉2
44	梅ノ木谷炉跡	製鉄遺跡	
45	堂の本炉跡	製鉄遺跡	
46	瀬越炉跡	製鉄遺跡	
47	木谷炉跡	製鉄遺跡	
48	炉原炉跡	製鉄遺跡	
49	三代木遺跡	遺物散布地	
50	三代木炉跡	製鉄遺跡	
51	人歳炉跡	製鉄遺跡	
52	比丘尼塚古墳	古墳	横穴式石室1
53	落合精錬所跡	製鉄遺跡	精錬所跡（近代）

周辺の遺跡一覧表

中期はあまり目立った遺構はみられないが、小丸遺跡[13]と下山遺跡で中期後半の竪穴住居がいくつか知られるのみである。後期後半になると遺構数は増加し、森遺跡、板屋Ⅲ遺跡、門遺跡、神原遺跡、小丸遺跡などで集落が営まれている。また方形竪穴住居の壁沿いに作り付けの竈が設けられるのが特徴で、竈が付かない住居が一般的な平野部と対照的である。

また古墳や横穴墓も各地域で造られている。八神地域では横穴式石室を内蔵した比丘尼塚古墳、中原古墳[14]が知られ、志津見地域では門１・２号墳、角井地域では堂ノ原横穴墓が知られている。

奈良・平安時代

古墳時代後期以降継続して集落が営まれているものが多い。また、時期がやや不明瞭ながら森遺跡、門遺跡からは規則的で大型の柱穴をもつ掘立柱建物が検出されている。特に門遺跡のものは「志都美の剣」に関連した施設や倉庫である可能性も考えられている。

中　世

砥原町では古代に遡る製鉄関連遺跡は現在のところ確認されていないが、隣接する掛合町の羽森第３遺跡で古墳時代後期の製鉄炉が検出されている[15]。志々地区では現在52ヶ所の製鉄関連遺跡が確認されているが、実数はさらに多いものと考えられる[16]。このうち江戸時代の高殿鈩成立以前とみられるものは製鉄遺跡が16ヶ所、精錬鍛冶が遺跡が４ヶ所知られている。製鉄炉はすべて箱形であるが、地下構造は本床状遺構のみをもつもの（門遺跡１号炉、板屋Ⅲ遺跡１号炉）、本床状遺構の両側に小舟状遺構をもつもの（板屋Ⅲ遺跡４号炉、弓谷尻遺跡１号炉）の２形態に分類される。

また、この地域では平安時代末～室町時代にかけての精錬鍛冶炉がまとまって確認されている。板屋Ⅲ遺跡２・３号炉はその初源的なもので、半地下式竪型炉を精錬鍛冶炉用に改良したものであり、この時期に近世の大鍛冶場に近い機能をもった作業場が成立していたことが明らかになった。その他、門遺跡２号炉、戸井谷尻遺跡６号炉[17]、佐田町壇原遺跡Ⅴ区１号炉[18]でも確認されている。

近　世

高殿鈩成立後の遺跡としては、志々地区で鈩跡が29ヶ所、大鍛冶場跡が９ヶ所知られている。このうち発掘調査されたものとしては、殿淵山毛宅前鈩跡[19]、長老畑遺跡[20]、丸山遺跡[21]、大槙鈩跡[22]、下山遺跡、弓谷尻鈩跡[23]があり、いずれも本床・小舟を備えた本格的な床釣構造が確認されている。

大鍛冶場跡は高殿鈩に付属するものと、単独で立地するものの２者が確認されている。前者は大槙鈩跡、神原Ⅱ遺跡、佐田町壇原鈩跡、後者は中原遺跡、戸井谷尻遺跡、獅子谷遺跡[24]が知られている。特に獅子谷遺跡では12基の鍛冶炉が検出されている。

第3章　調 査 の 概 要

第１章でも述べたように、下山遺跡では範囲確認調査の結果、遺跡の範囲を１区と２区に分けて調査を行った。合計面積は7,023㎡であるが、１つの遺構面の調査が終了すると下層の遺構・遺物の有無を確認するため試掘をし、出土すれば重機で火山灰を除去し下層の発掘を行うという手順をとっている。従って実際の調査面積はかなり広大なものになるだろう。

１区と２区下層部の調査については次刊「下山遺跡（２）」で詳細に述べるが、ここでは簡単に全体の調査成果を紹介してみたい。

第１節　１区の調査

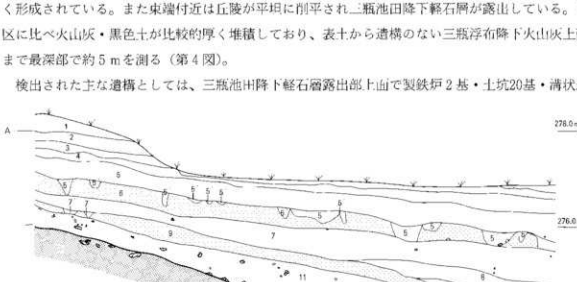
遺跡の立地する谷状緩斜面の出口付近である北東側を１区とする。面積は4,847㎡、調査区西端と東端の標高差は約11ｍを測る。調査前の地形は水田等の開墾により削平されており、平坦面がテラス状に形成されていた。

検出された主な遺構は、第１黒色土層上面で粘土貼土坑３基、第１ハイカ層上面で弥生時代前期の竪穴住居１棟・ピット群、第２黒色土層上面で焼土面30基、第２ハイカ層上面でピット群、第３黒色土層上面で焼土面18基、第３ハイカ層上面でピット群が検出されている。主な遺物としては、第１黒色土層で弥生前期土器、第２黒色土層で分銅形土偶、第３黒色土層で黄島式の押型文などが出土している[20]。

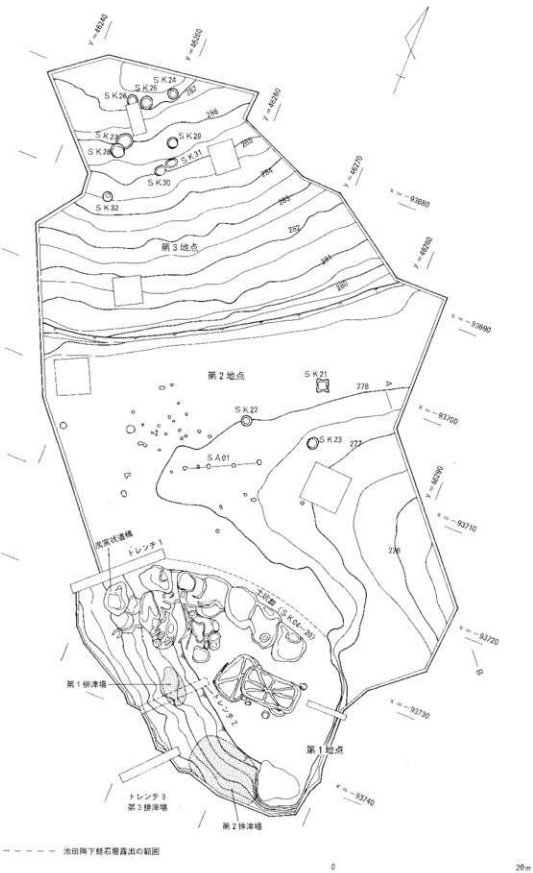
第２節　２区の調査

谷状緩斜面の南西側を２区とする。面積は2,176㎡、調査区西端と東端の標高差は約15ｍを測る。１区と同様に削平を受けており、特に調査区東側半分は削平・盛土によりテラス状の平坦面が幅広く形成されている。また東端付近は丘陵が平坦に削平され三瓶池田降下軽石層が露出している。１区に比べ火山灰・黒色土が比較的厚く堆積しており、表土から遺構のない三瓶浮布降下火山灰上面まで最深部で約５ｍを測る（第４図）。

検出された主な遺構としては、三瓶池田降下軽石層露出部上面で製鉄炉２基・土坑20基・溝状遺



第４図　２区北西壁（Ａ－Ｂ）土層図　Ｓ＝1／80



第5図　下山遺跡2区遺構配置図　S＝1／400

構1基・炭窯状遺構1基、第1黒色上層上面で杭列状遺構1基・粘土貼土坑11基、第1ハイカ層上面で古墳時代中期の竪穴住居1棟・配石土壙16基、第2黒色上層上面で焼土面25基、第2ハイカ層上面で配石土壙36基、第3黒色土層上面で焼土面1基、第3ハイカ層上面で落し穴12基が検出されている。

主な遺物として、第1黒色上層で彦崎k2式や宮滝式の縄文上器・屈折像土偶、第2黒色土層で中津式・福田k2式・縁帯文系土器・双耳壺や石棒状石器、第3黒色上層で爪形文・押引沈線文・黄島式・神宮寺式の押型文土器などが検出されている[26]。

下山遺跡は主に製鉄関連遺構と縄文時代遺構が検出された複合遺跡であり、それぞれが膨大な報告を必要とする。従って本書は、まず2区の最上面検出の製鉄関連遺構についてのみ報告するものである（第5図）。便宜上、調査区の三瓶池田降下軽石層露出部を第1地点、中央平坦部を第2地点、斜面部を第3地点とした。次章以降詳細を述べる。

第2・3章（註）

（1）島根県教育委員会「志津見の民俗」『志津見ダム民俗文化財調査報告書』1990

（2）角田徳幸「板屋Ⅲ遺跡」『志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書5』1998島根県教育委員会

（3）松井整司氏の御教示による

（4）松井整司「三瓶火山の噴出物とその年代」『板屋Ⅲ遺跡（付編）』1998

（5）頓原町教育委員会『頓原町埋蔵文化財詳細分布調査報告（1）志々地区』1989

（6）加藤義成『修訂出雲国風土記参究』1981

（7）頓原町教育委員会『五明田遺跡』1991

（8）島根県教育委員会「森遺跡・板屋Ⅰ遺跡・森脇山城跡・阿丹谷辻堂跡」『志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書1』1994島根県教育委員会

（9）内田律雄「門遺跡」『志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書3』1996島根県教育委員会

（10）神柱靖彦「貝谷遺跡」『島根県教育庁埋蔵文化財調査センターⅧ』2000島根県教育委員会

（11）深田　浩「島根県頓原町下山遺跡出土の屈折像土偶」『考古学雑誌』第81巻第4号1996

（12）田原淳史「神原Ⅱ遺跡」『島根県教育庁文化財課　埋蔵文化財調査センターⅥ』1998島根県教育委員会

（13）伊藤徳広「小丸遺跡」『島根県教育庁文化財課　埋蔵文化財調査センターⅦ』1999島根県教育委員会

（14）角田徳幸「中原遺跡」『志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書6』1999島根県教育委員会

（15）田中通亮「羽森第3遺跡」1998掛合町教育委員会

（16）角田徳幸「中原遺跡（付編）」『志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書6』1999島根県教育委員会

（17）寺尾　令「戸井谷尻遺跡」『島根県教育庁文化財課　埋蔵文化財調査センターⅣ』1996島根県教育委員会

（18）宮本正保「遺原遺跡・谷川遺跡・殿淵山毛宅前鉄跡」『志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書4』1997島根県教育委員会

（19）（18）と同じ

（20）寺尾　令「長老畑遺跡」『島根県教育庁文化財課　埋蔵文化財調査センターⅣ』1996島根県教育委員会

（21）勝部智明「丸山遺跡」『島根県教育庁文化財課　埋蔵文化財調査センターⅤ』1997島根県教育委員会

（22）勝部智明「大槇鉄跡」『島根県教育庁文化財課　埋蔵文化財調査センターⅤ』1997島根県教育委員会

（23）1998年度頓原町教育委員会発掘調査

（24）東山信治「獅子谷遺跡」『島根県教育庁文化財課　埋蔵文化財調査センターⅦ』1999島根県教育委員会

（25）宮本正保「下山遺跡」『島根県教育庁文化財課　埋蔵文化財調査センターⅣ』1996島根県教育委員会

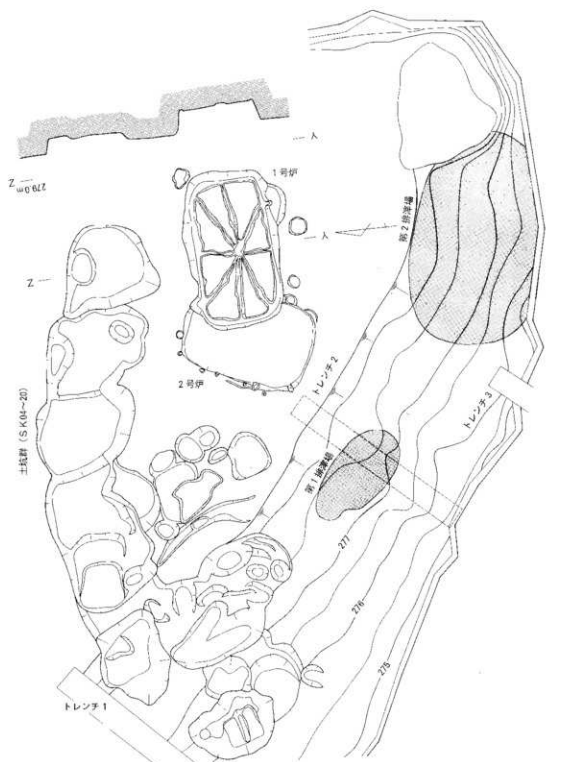
（26）深田　浩「下山遺跡」『島根県教育庁文化財課　埋蔵文化財調査センターⅤ』1997島根県教育委員会

第4章　下山遺跡の調査

第１節　第１地点の調査

１．遺構の配置状況と土層（第６図）

第１地点は、２区の平坦面南端付近（池田降下軽石層が露出している範囲）と平坦面南側の斜面である。平坦面の標高は約278m、斜面の高低差は約3.5mを測る。約３万～４万年前の火山灰である池田降下軽石層が露出していることと周辺の地形からみて、この範囲は以前は丘陵状の高まりだった部分が平坦に削平されたものと推測される。



第６図　第１地点　遺構配置図　S＝1／150

この平坦面に遺構が集中的に存在しているが、製鉄炉が2基軽石層を掘り込むかたちで検出された。従って製鉄炉を構築する際に比較的湿気を帯びている黒色土層を避け、意図的に丘陵を平坦に削平した可能性が高いと考えられる(1)。

また、製鉄炉の周囲を取りまくように大型と小型の土坑20基及び溝状遺構1基が検出されている。最も大きい土坑は直径約4m・深さ約2mを測り、かなりの量の池田降下軽石層が採取されたことがわかる。この軽石層は粘土質が強く、また製鉄炉のすぐ周辺に位置することから、これらの土坑群は製鉄炉や地下構造を構築する際に使用する粘土の採掘跡とも考えられる。

その他、製鉄炉南側の斜面には鉄滓類が広い範囲で大量に散出しており、比較的集中している2ヶ所について西側のものを第1排滓場、東側のものを第2排滓場とした。さらに斜面下方は膨大数の鉄滓類が層状に堆積しており、そこを第3排滓場とした。また、斜面の西側から炭窯状の掘り込みが1基検出されている。

南側斜面部(第7図)については、基盤になっている三瓶池田降下軽石層や三瓶浮布降下軽石層に沿ってハイカや黒色土の堆積層が残っている。いずれも2次的な堆積と考えられるが第1・第2ハイカも存在し、第3黒色土層内からは縄文時代前期の遺物も出土している。また第1黒色土層より上層は盛土により平坦面を造成しているようである。盛土下層には鉄滓が層状に堆積しており、斜面部分については製鉄炉が破棄された後、平坦面を広げるためさらなる盛土が行われたようである。

2．遺構について

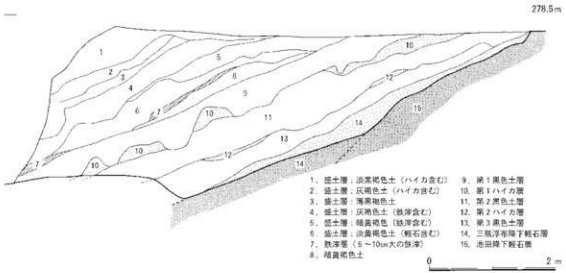
検出された遺構について、製鉄炉、排滓場、土坑群、溝状遺構、炭窯状遺構の順で述べていく。

(1) 製鉄炉

1・2号炉検出状況（第8図）

1・2号炉は調査区南端の平坦部に立地し、範囲確認調査で検出された。当初は1基のみと考えていたが、表土除去後の精査で2基が重なっていることが確認された。2号炉の東側部分を1号炉が大きく掘り込んでおり、その切り合い関係から構築順は2号炉→1号炉となる。

いずれも後世の削平により大きく削平されており、上部構造は不明瞭である。しかしながら小舟



第7図　トレンチ1北東壁土層図　S＝1／60

部の底面がかろうじて残存していることから、本来は小舟や木床などの床釣り施設をもつ近世の高殿釜の一種と考えられる。

掘方については、1号炉は東西方向に、2号炉は南北方向に長軸をとっている。規模は平面形で1号炉が長さ6.2m・幅3.8m、2号炉が長さ5.2m・幅3.6mを測り、2号炉は1号炉に比べ一回り小規模である。

1・2号炉とも検出面周辺は赤色に酸化焼成しており、小舟内や2号炉小舟周辺の窪みには炭が堆積していた。また1号炉の中央部は小舟に挟まれ、さらに本床の直下にあたることから、強い熱を受け固く白色に還元焼成している。しかしながら中心部は黄色に酸化焼成しており、その内部はまた直径50cmほどの円形状に還元焼成面がみられる。これは炉の操業の際に2次的な比熱を受けたため生じたものであろう。一方、2号炉については確認調査時のトレンチが炉のほぼ中央を掘り込み上面部を破壊したため、本床直下部の様子が不明瞭である。

その他、1号炉の周辺には直径80cm程度の土坑が3基みられ、2号炉の北辺から西辺沿いには直径15cm程度のピットがほぼ等間隔に並んで検出されている。これらが製鉄炉の上屋を支える柱穴の底部とも考えられるが、地下構造の上部が小舟底面まで削平されているため定かでない。

なお、1・2号炉の時期についてであるが、炉に伴う遺物がないため明確ではない。しかしながら1・2号炉とも熱残留磁気測定を、1号炉小舟検出の炭化物については^{14}C年代測定を行っている。それによると1号炉の地磁気年代はAD1705±10、2号炉はAD1690±20、^{14}C年代では1790±60（160±60）の測定結果が得られ、いずれも18世紀代の操業を伺わせている。

1号炉小舟・柱穴・土坑（第9図）

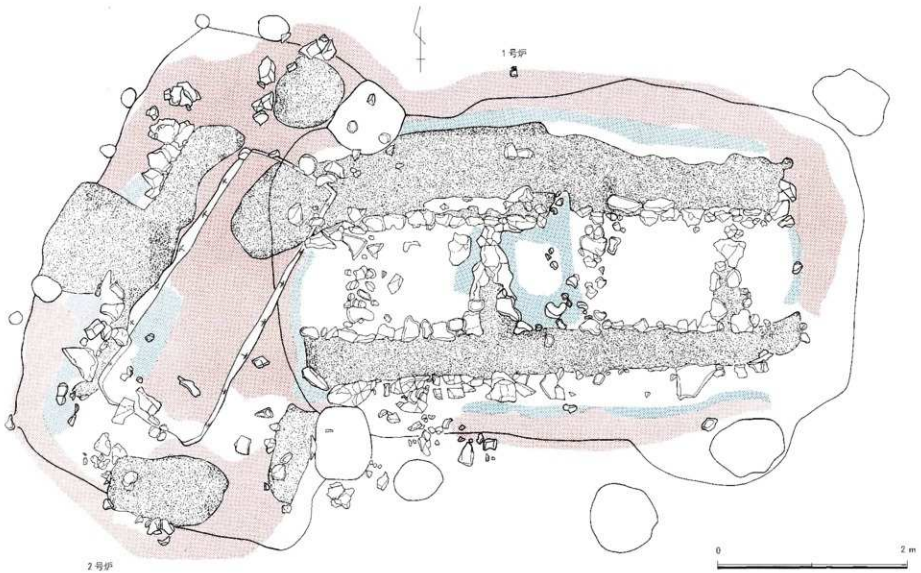
1号炉小舟内の炭化物除去後や周辺で検出された土坑3基、柱穴の完掘状況を第9図に示す。

小　舟　底面部まで削平されているため不明瞭な部分もあるが、北側・南側小舟ともに現状で長さ約5.2m、内法で幅約0.45m、高さ約0.1mを測る。小舟の底面レベルは北側・南側ともほぼ同じ高さで東西方向にほぼ水平に構築されているが、南側小舟は西側端部が緩やかに高くなっている。また両小舟とも外側壁面には20～40cm大の石を、内側は粘土ブロックをレンガ状に積み重ね構築している。なお北側小舟の中央付近は粘土ブロックが2重に並べられ、そのため北側小舟はやや弧状に構築されている。これはある段階で補修された跡なのかもしれない。

両小舟とも強く被熱しており、底面は白色に強固に焼成されている。小舟の焼成の際の焚き口・煙突状施設は交互に設けられることがほとんどであるが、1号炉については上部が削平されていることもあり、どちらが焚き口でどちらが煙突か明確にすることは難しい。あえていうなら北側小舟の東端部は石で閉じられ、南側小舟の東端周辺は掻き出したように炭が散出していることから、北側小舟は東側が煙突・西側が焚き口、南側小舟は東側が焚き口・西側が煙突と仮定することができるかもしれない。

また、両小舟の間には、これを繋ぐように4本の暗渠が設けられている。各暗渠間の距離は等間隔ではなく、内側の暗渠間約0.5mに対し外側は約1.5mと離れて位置している。暗渠の長さは約1.5mを測り、外側の2本の暗渠は幅がほぼ一定だが、内側の2本の暗渠は「ハ」の字状に造られたものが交互に設けられている。

柱　穴　1号炉はその時期や地下構造の規模からみて近世の高殿釜といえるものだが、上屋を支



第8図　2区　1・2号炉検出状況実測図　S＝1／60

える押立柱跡とみられる柱穴が2点検出されており、柱穴間は約4mを測る。いずれも地下構造堀方の西端部に接して確認され、その切り合い状況からみて地下構造構築後に掘られているようだ。柱穴の堀方はいずれも方形で、現状で深さ約60cm・最大幅約80cmを測る大型のものである。さらに北側のピットは柱痕が残っており、実際の柱は直径約25cmあったとみられ底部には石が礎石状に置かれていた。

なお、この2穴に対応する柱穴が東側では検出できなかった。2穴の残存状況からみて不自然な点もあるが、現状で地下構造が小舟底面まで削平されており、元々はあったものが消失したと推測できるかもしれない。

土坑群　1号炉の周辺で土坑が3基検出されている。炉のすぐ脇に位置し、その大きさから当初は柱穴と考えていた。しかしながらP1・2とは形態や規模に大きく差があることから、柱穴とは性格の異なる土坑とみている。いずれも炭化物が多量に堆積しているが、深さは浅くどの面から掘り込まれているのかはっきりしない。位置的にみて地下構造構築時や炉の操業時に何らかの役割を持っていたと推測されるが、焼土面などはみられずその性格は不明である。

SK01　炉の南側に位置し、平面形はほぼ円形である。直径約70cm・深さ約20cmを測る。

SK02　炉の南東側に隣接している。平面形は楕円形であり、最大幅約80cm・深さ約15cmを測る。床釣部と切り合っており、その関係から地下構造がある程度構築された後、土坑が掘られたことがわかる。

SK03　炉の北東脇に隣接しており、平面形は不規則である。最大幅約80cm・深さ約20cmを測る。

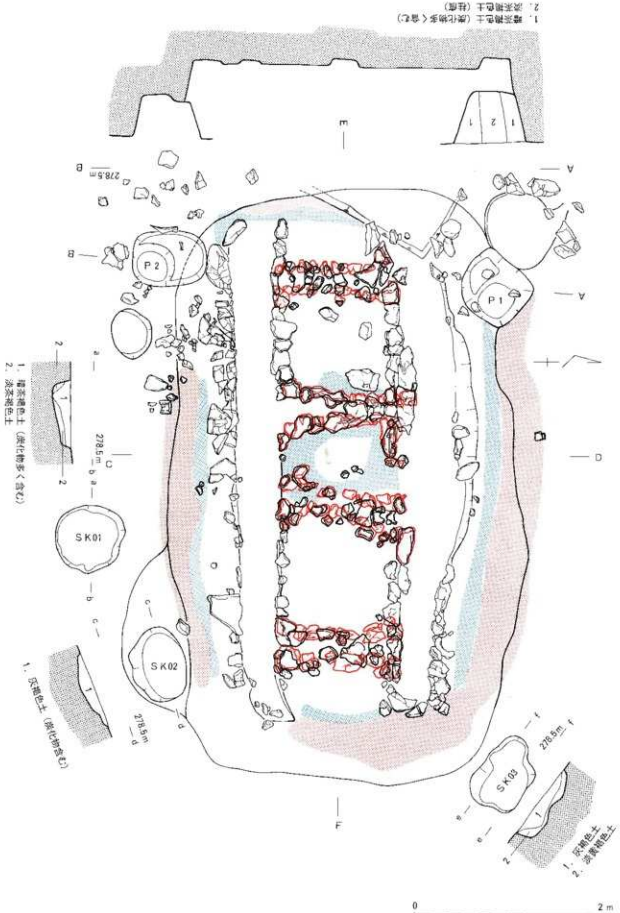
1号炉地下構造断面・底面部・排気口（第10・11・12図）

地下構造断面（第10図）　前述したように、1号炉の床釣り部は現状で小舟底面まで削平されている。小舟部底面以下は固く焼き締まった粘土層と黒ボク・鉄滓層が交互に敷きつめられており、最下部までの深さは約1mを測る。粘土層は強く被熱を受けており、小舟の直下部は白色に還元し、下層に行くに従い黄色や赤色に酸化焼成している。厚さは、おおよそ上部の粘土層が40cm、黒ボク・鉄滓層が25cm、下部の粘土層が30cmを測る。

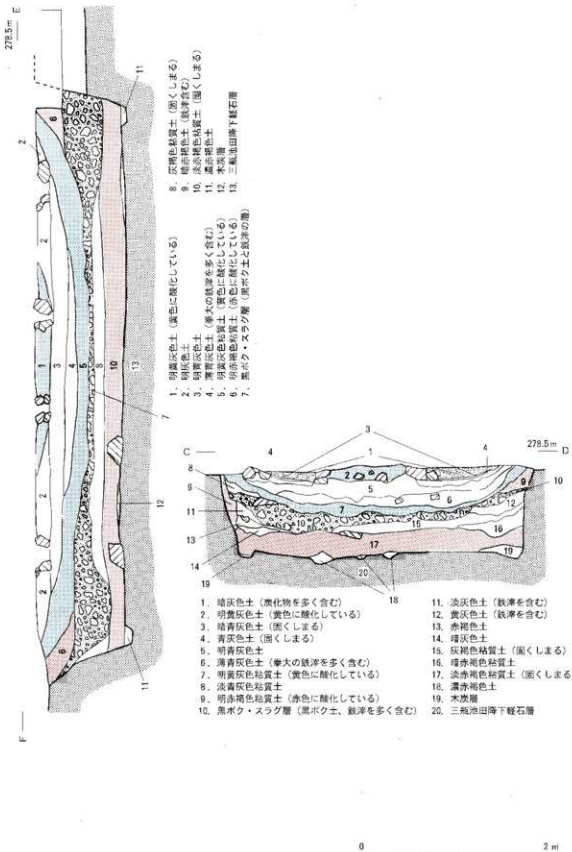
1号炉底面部（第11・12・18図）　床釣り部の掘方底面には自然石が規則的に配置されている。その大きさは様々だが、おおよそ長さ50×20cm・厚さ20cmの方形で扁平なものが使用されている。石はところどころ重ねてあったものがずれ落ちているようだが、ほぼ等間隔に南北方向に4列、東西方向に3列の12ヶ所に配置されている。なお、この石の南北方向の配列は1度床釣り施設の下方部にあたり、小舟や本床の重量を支える性格をもつと考えられる。つまり、地下構造構築の初期段階から小舟や本床の位置を意識し、石が配置されたものと推測される。

また、掘方底面には配石の間に木炭が敷きつめられたように残っていた（第11図）。底面の上層には厚さ約30cmの赤色被熱粘土層があるが、地下構造の構築順として、おそらく底面に配石した後、配石の間に材木を敷きつめ上部に粘土を被せる。その後、材木に点火し完全に焼失させ、底面と粘土の間を空洞にしようとしたと推測される。しかし材木は完全に焼失せず木炭が残ったとみられるが、上部の粘土層は赤色に固く焼き締まったと考えられる。

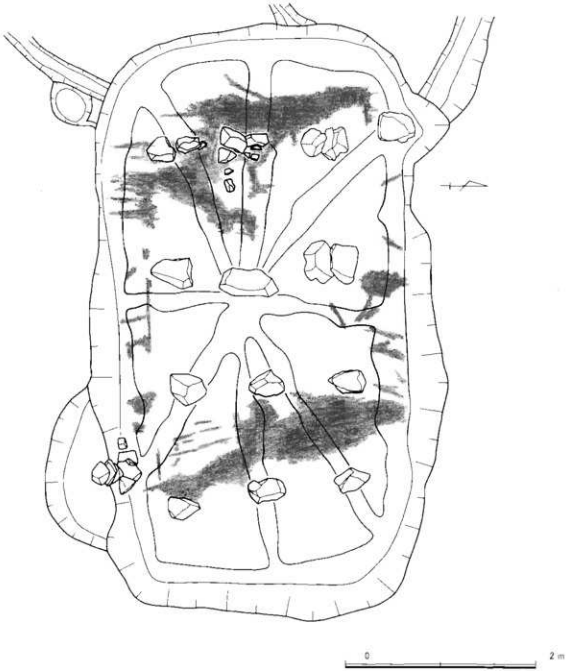
その他、底面には溝が中心部から放射状に設けられている。溝の大きさは幅約20cm、深さ約10cm程度であるが、検出時はトンネル状に空洞になっていた。



第9図　1号炉地下構造実測図（1）　S＝1／40



第10図　1号炉縦横断土層図　S＝1／40

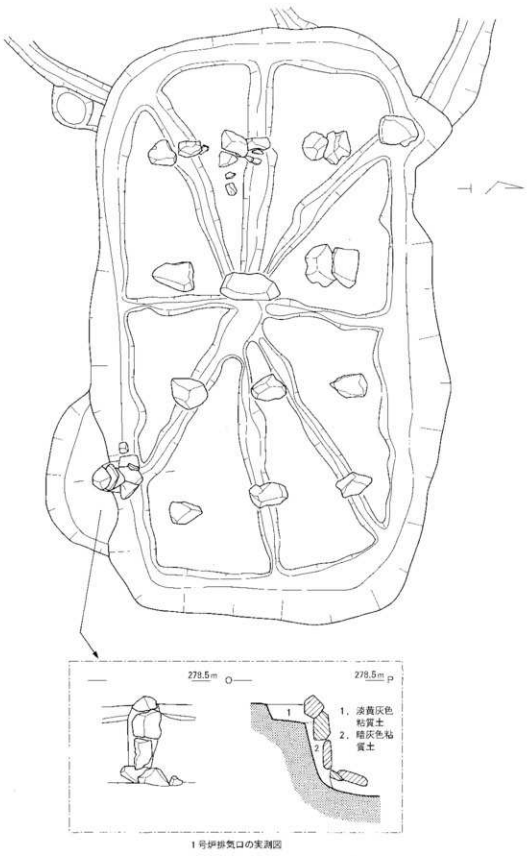


第11図　1号炉地下構造実測図（2）　S＝1／40

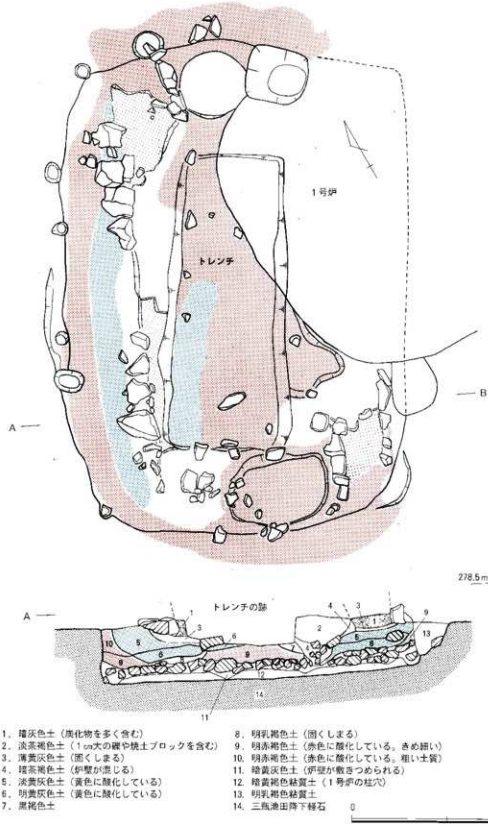
排気口（第12図）　底面の南東部壁面には石組み施設が設けられ、上方に向かって直線的に伸びている。

石組みの構造は竪穴住居に取り付けられる竈に類似している。壁を断面方形に掘り込み、その後石を被せ粘土で目貼りをし、円筒状にトンネルを設けている。検出時には底部は石を組んで開口部が設けられ、トンネル内には粘土が詰まっていた。トンネル上方は石で閉鎖され周辺はテラス状に半円形に掘り窪められている。トンネル部の規模は現状で高さ１m、幅20cmを測るが、上方が石で閉鎖されていたことから元々この面まで石組みが伸びていたとみられる。

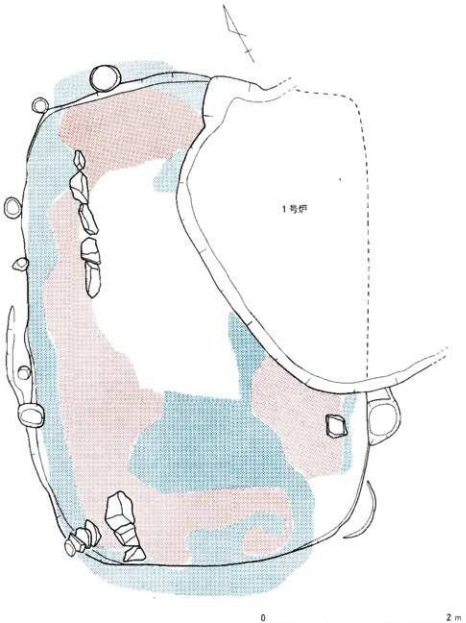
この石組みの機能であるが、下方開口部が掘方底面の中央から南東側に伸びる溝の延長上に位置することから、床釣り部焼き締めの際の湿気の排気口と想定される。従って地下構造構築時は上方



第12図　1号炉地下構造実測図（3）　S＝1／40



第13図　2号炉地下構造実測図（1）　S＝1／40



第14図　2号炉地下構造実測図（2）　S＝1／40

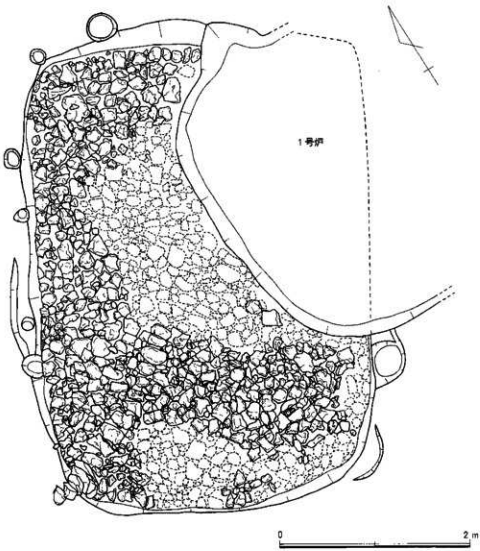
は煙突状に開口していたとみられ、小舟造成の際に閉鎖されたのであろう。

2号炉小舟・地下構造（第13図）

2号炉の小舟の完掘状況及び地下構造断面を第13図に示す。

小　舟　2号炉の小舟は、後に造られた1号炉や本調査前のトレンチ調査により大部分が掘削されている。しかしながら比較的残りのよい西側小舟や東側小舟の南側をみるに、両小舟とも壁面に20～40cm大の礫をレンガ状に積み重ね構築していたようである。小舟の幅は約40cm、長さは現状で約4.3mを測る。小舟底面は強い被熱を受け白色に固く還元焼成している。なお、両小舟を繋ぐ暗渠部の存在や、焚き口・煙突部については削平のため不明である。

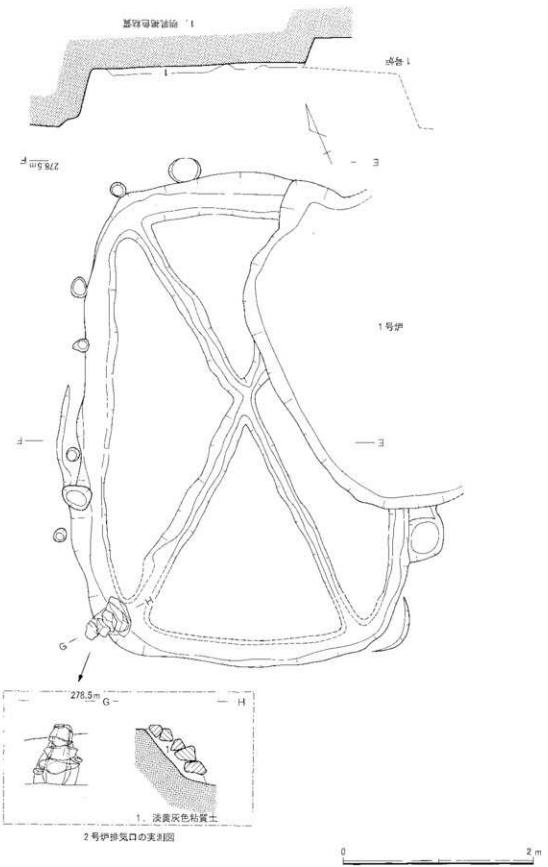
また、2号炉掘方の範囲内の北端・南端部から土坑状の掘り込みが1基ずつ検出された。2基と



第15図　2号炉地下構造実測図（3）　S＝1／40

も地下構造の中心線からずれて位置しており、北側のものは西側小舟寄りに、南側のものは東側小舟寄りに掘り込まれている。規模については、北側掘り込みは平面形がほぼ円形で直径約70cm・深さ約15cm、南側掘り込みは平面楕円形で最大幅約1.2m・深さ約20cmを測る。その性格や機能は不明だが、いずれも炭化物が多く堆積しており、その様相や形状は1号炉の周辺で検出されたSK01～03に類似する。どの面から掘り込まれたかは明らかでないが、地下構造構築の過程で何らかの役割を持っていたと推測できる。また、両小舟の端部に位置していることから或いは踏坪状の機能を有していたのかもしれない。

地下構造断面　2号炉の床釣り部は1号炉と同様小舟底面まで削平されている。現状で深さは約60cmを測り、1号炉に比べほぼ半分程度である。最下部には粘土を貼り、その上面に礫片を敷き詰め、その上面には再び粘土を敷き小舟を構築している。小舟下部の粘土層は被熱しており、黄色や赤色に酸化焼成している。



第16図　2号炉地下構造実測図（4）　S＝1／40

2号炉小舟下層部（第14図）

1号炉と同様、2号炉の調査も床釣り部の粘土層を1枚ずつ剥ぐ様に掘り下げを行ったが、小舟底面を除去するとその下部から石列が検出された。石列は20～40cm大の礫を立て部分的に一列に配列されたものであるが、両小舟の外側壁面の真下に位置しており壁面を支える機能があるとみられる。なお、東側の石列は1号炉により掘削されており様子が不明である。

2号炉地下構造底面部・排気口（第15・16・18図）

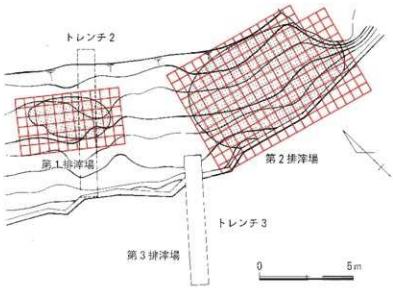
1号炉地下構造の底面には石が配置されていたが、2号炉の場合は炉壁片が敷き詰められていた。調査時に潰って半数が取り上げられてしまったが、検出時には全面に渡り炉壁片の内面を伏せた状態でほとんど隙間なく敷かれていた。1号炉より2号炉の方が古いので、2号炉構築時にどこかから炉壁片を運んできたことになる。なお、炉壁面の上層には焼き締められた粘土層がみられた。これは炉壁片を敷いた後、材木を配しその上部に粘土を被せ、材木を焼くことで粘土層を焼き締めたものとみられる。炉壁面には木炭が見られなかったが、これは材木が完全に焼失したためであろうか。

また、炉壁片を除去すると最下面には粘土が貼られ、「X」字状に溝が掘られている。

排気口（第16図）　底面の北西側角の壁面からは石組みが検出され、壁面に縦方向に溝を掘った後、石を被せトンネル状に構築されている。石組みは底面に掘られた溝の延長上に位置しており、1号炉と同様に床釣り部焼き締めの際の排気口に相当するとみられる。下方は開口しているが、内部は粘土が詰まり上方は石で閉鎖されていることから、小舟造成の際には閉鎖されたものとみられる。

（2）排滓場（第17図）

製鉄炉の立地する平坦面の南側斜面には、破棄された炉壁や鉄滓類が大量に散出していた。いわゆる排滓場として、比較的集中している2ヶ所について便宜的に西側のまとまりを第1排滓場、東側を第2排滓場とした。さらに斜面下方には大量の鉄滓類が層状に堆積しており、そこを第3排滓場とした。

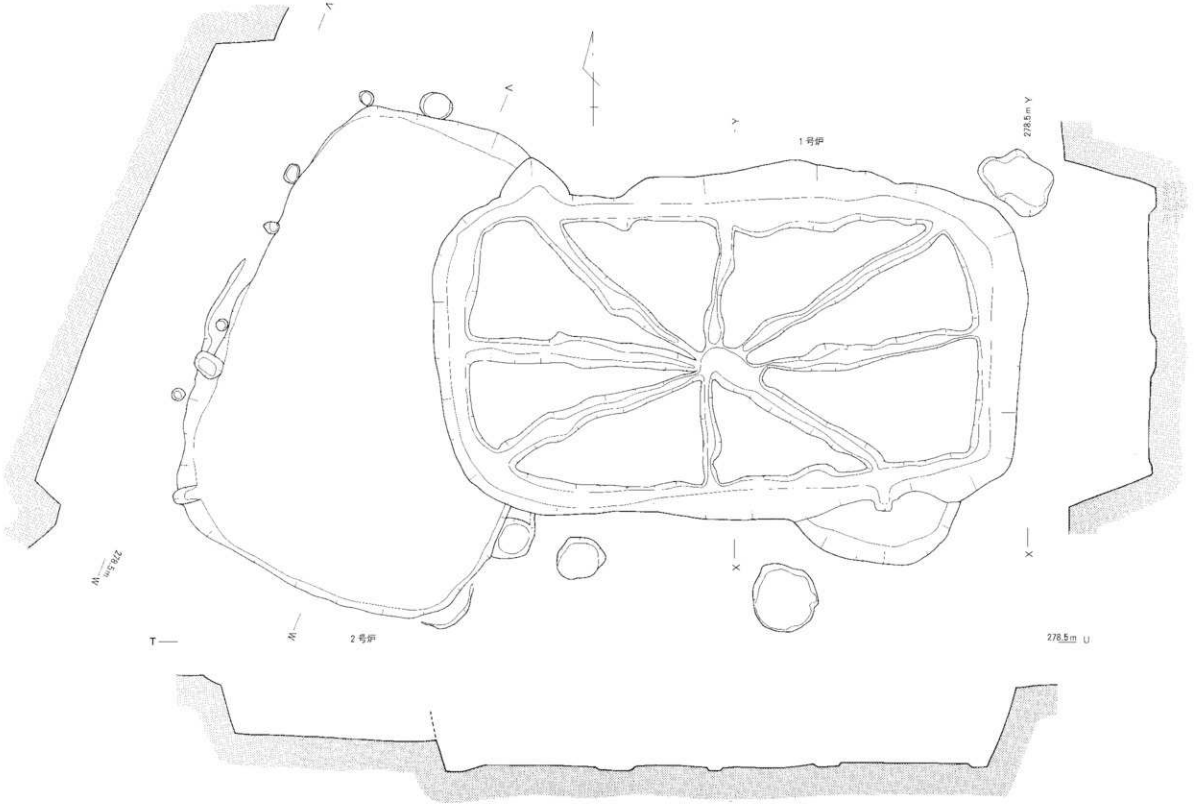


第17図　第1～第3排滓場実測図　S＝1／200

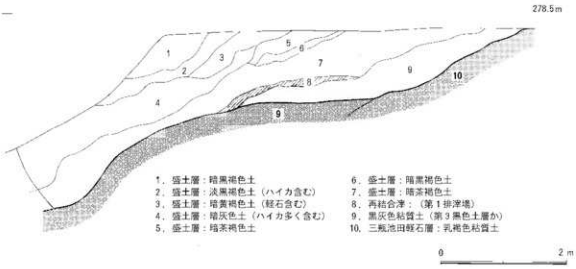
第1排滓場（第19図）

2号炉の南西方向に位置し、東西方向に4.5m・南北方向に2.5mの広がりをみせるが、そのほとんどが大きな板状の再結合滓である。また立地的にこの部分はテラス状に平坦面が広がっていることから、何らかの作業場だったことも想定されるかもしれない。

第2排滓場　第1排滓場にほぼ平行して東側4mの鉄滓類集中部を第2排滓場とした。1号炉のほぼ南方に位置



第18図　1・2号炉地下構造（掘方）実測図　S＝1／40



第19図　トレンチ2　北東壁土層図　S＝1／60

することから、1号炉の排滓場とも考えられるが定かではない。第1排滓場のようにテラス状にはなっていないが、およそ南北方向に5m・東西方向に9mの広がりをみせ、そのほとんどが鉄滓である。

第3排滓場　第1・2排滓場のさらに下方に位置し、大量の鉄滓類が堆積しているものとみられる。斜面全域にわたり広がる様相をみせるが、斜山が急なため調査は危険と判断しトレンチ調査のみを行った（P33写真参照）。その結果、おおよそ4層に渡り鉄滓類が堆積しているとみられ、厚さも1mを越える。単純に考えて上層が1号炉、下層が2号炉で生成された鉄滓類とも考えられるが定かではない。

これら鉄滓類については、製鉄炉の性格を解明するため取り上げを行っている。第1・2排滓場については一辺50cmの方眼を組み全量採取し、第3排滓場については立地的な問題から1×7mのトレンチを入れ、鉄滓類の堆積層毎に取り上げを行った。

（3）製鉄関連遺物

製鉄関連遺物の分類工程（第1表）

前述したように、採取した鉄滓類は洗浄・整理・分類・構成作業を行い、必要品について分析を行った[3]。以後これらを製鉄関連遺物と称し、その詳細を述べていく。製鉄関連遺物の整理・分類の流れは第1表のとおりであり、主に「炉壁類」「鉄滓類」「鉄塊系遺物」

トレンチ3（第3排滓場）調査風景

「木炭」に分類した。なお、便宜上、「砂鉄」を項目に加えているが、今回の調査では検出できていない。分析結果については後章で詳しく述べる。

炉壁類（第20～30図）

2号炉の底面に敷きつめられていたもの（1～5・7～12・15～21・23～26・30・32～39・41～54・56）と斜面表採品がある（6・13・14・22・27・28・31・40・55・57）。従って、前者は1・2号炉の操業時に直接に伴なう炉壁ではない。

上段上半部　1・2・3・11は炉の上段上半部にあたるもので、被熱が弱く表面の滓化も厚さ5㎜前後と薄い。

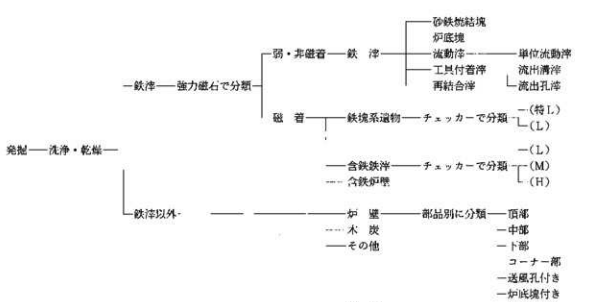
1は下面が炉壁を積み上げる際の粘土単位の端部となっている。3は内面に生焼けの粘土塊が貼り付けられており、地下構造に転用する際に細工された可能性も考えられる。なお2号炉底面に敷き詰められた炉壁類には、3のように内面に粘土塊を貼り付けたものや、内面に異なる炉壁片を重ね合わせたものがみられる。以後これらを地下構造転用品と称する。11は炉の右コーナー部位にあたるもので、下面には粘土単位の端部が残っている。

上段中半部　4・5・6・20は炉の上段中半部にあたるものであり、いずれも内面に砂鉄焼結がみられる。

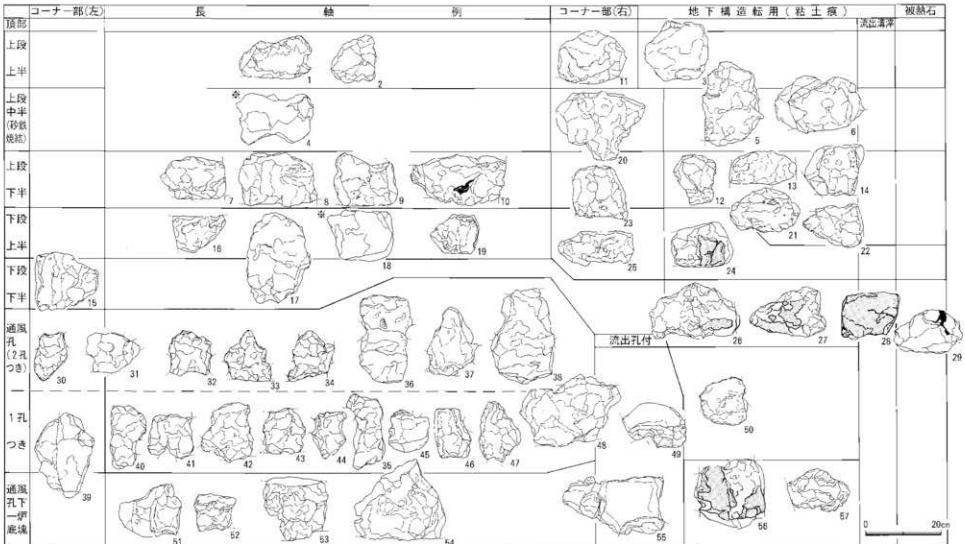
4は分析資料（ＳＩＭ－1）である。内面に広い範囲で焼結層が残り、外面には粘土単位の継ぎ目もみられる。他の炉壁と比較して胎土が異なっているとみられ、地下構造構築の際には様々な地点から炉壁片が集められたことが推測される。20は右コーナー部にあたる。5は使用された炉壁を上部に重ね再利用しているが、内面に粘土痕がみられる地下構造転用品である。6は内面に異なる炉壁片を重ね合わせた転用品である。

上段下半部　7～10・12～14・21～23は炉の上段下半部にあたる。

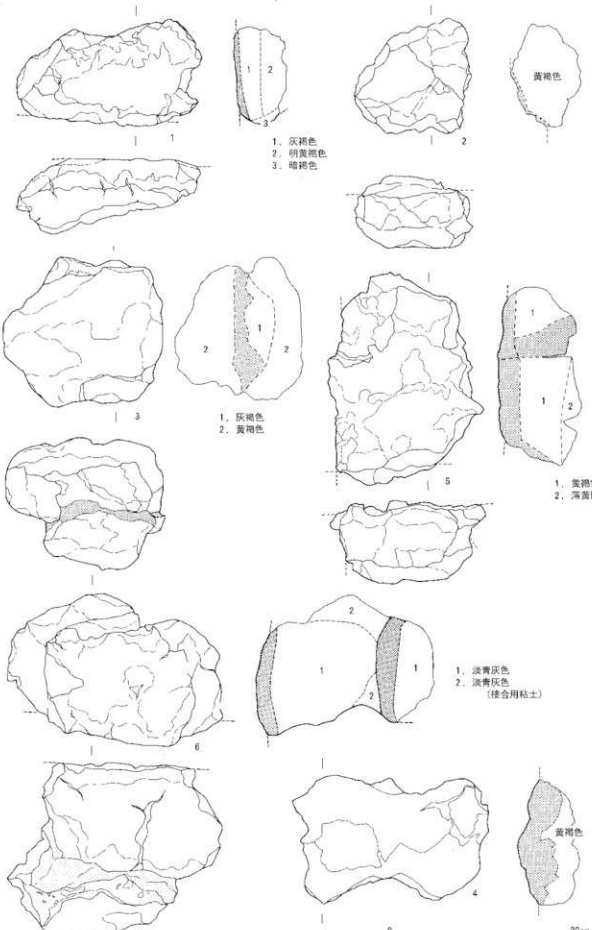
7～9は下面と1側面に粘土単位端部が残っている。10は上面と下面が粘土単位端部となっており、その幅は約14㎝を測る。12～14・22は内面に粘土塊や粘土痕が残り、21は異なる炉壁片を貼り



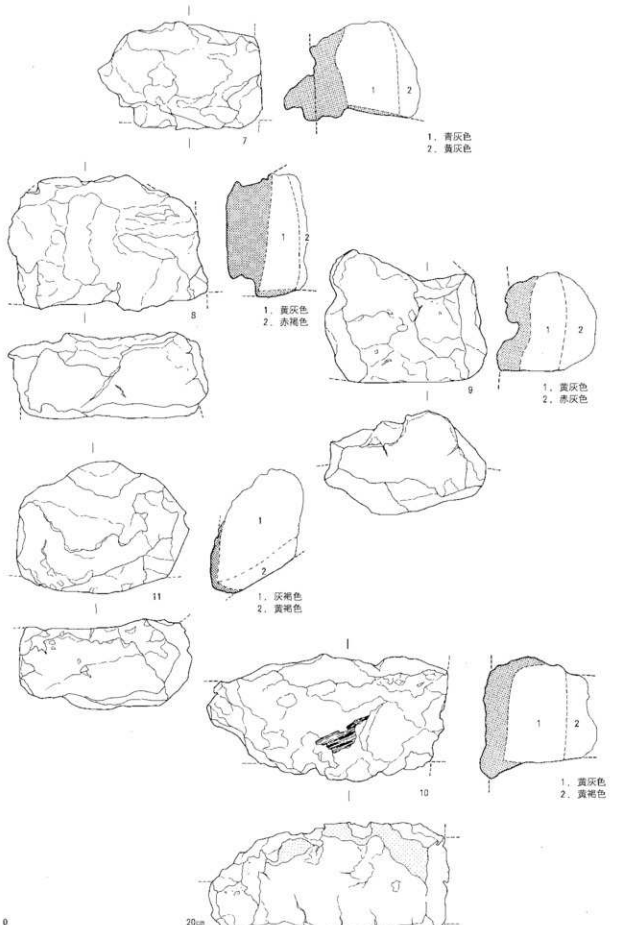
第1表　下山遺跡製鉄関連遺物の分類工程



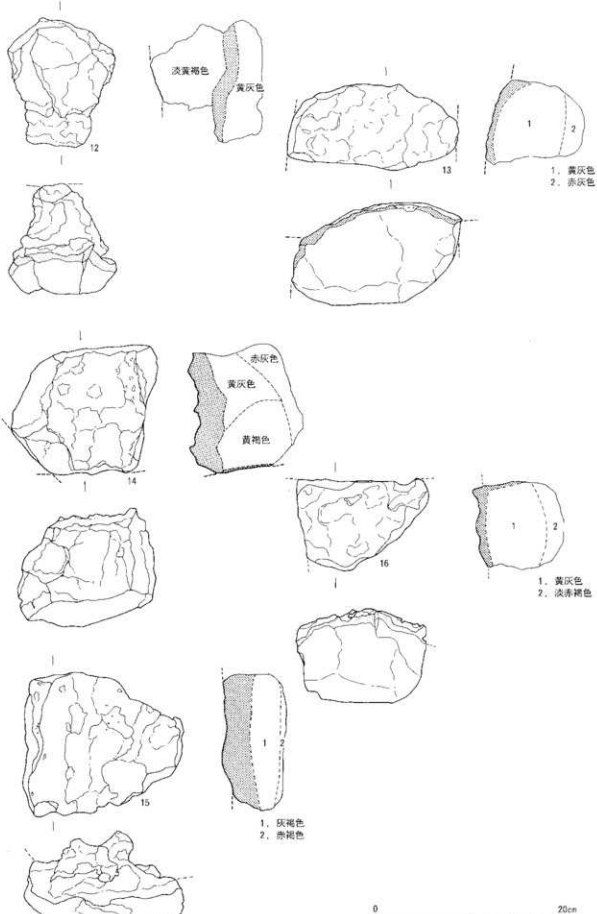
第20図　2号炉底面出土遺物構成図　　※は分析試料



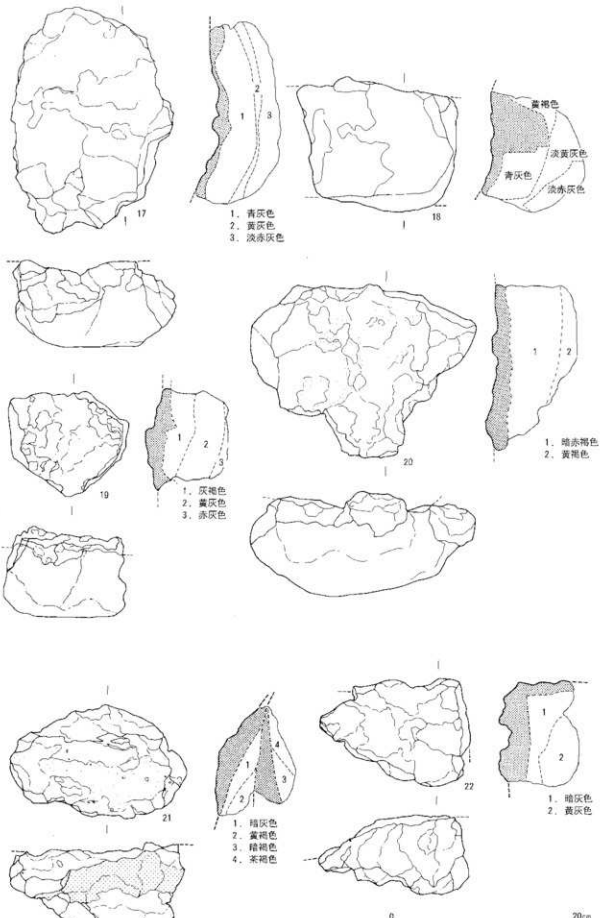
第21図　2号炉底面出土遺物実測図（1）　S＝1／4　　6…斜面表採



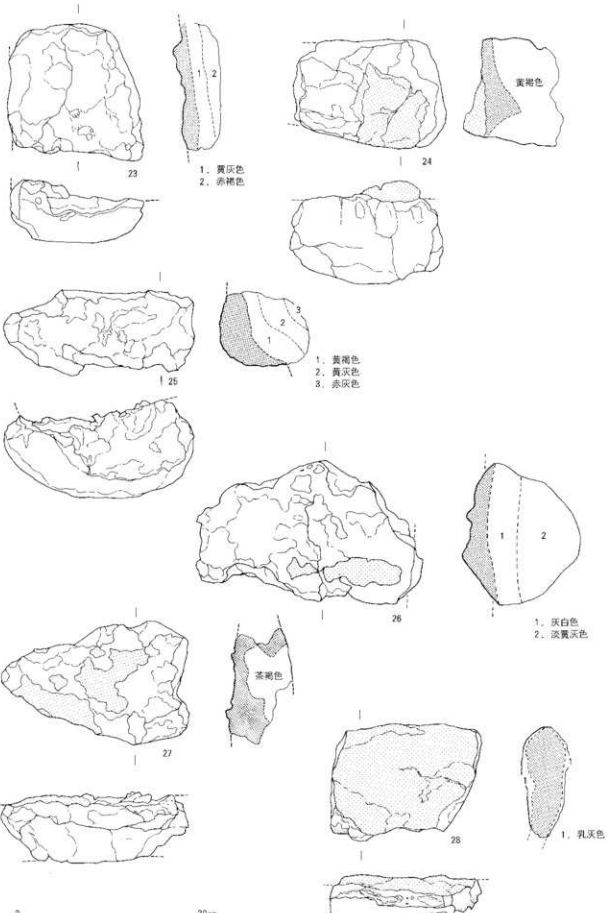
第22図　2号炉底面出土遺物実測図（2）　S＝1／4



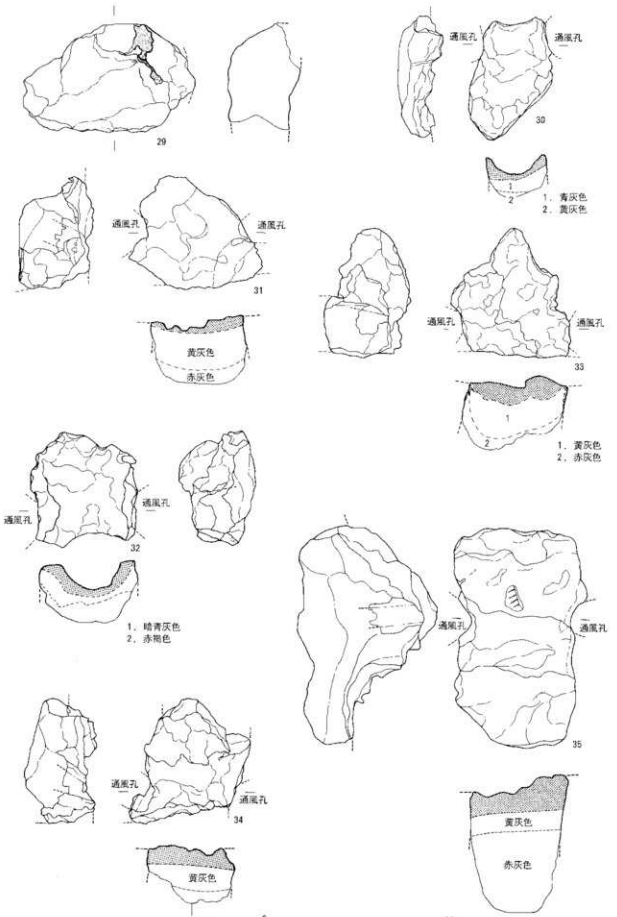
第23図　2号炉底面出土遺物実測図（3）　S＝1／4　　13,14…斜面表採



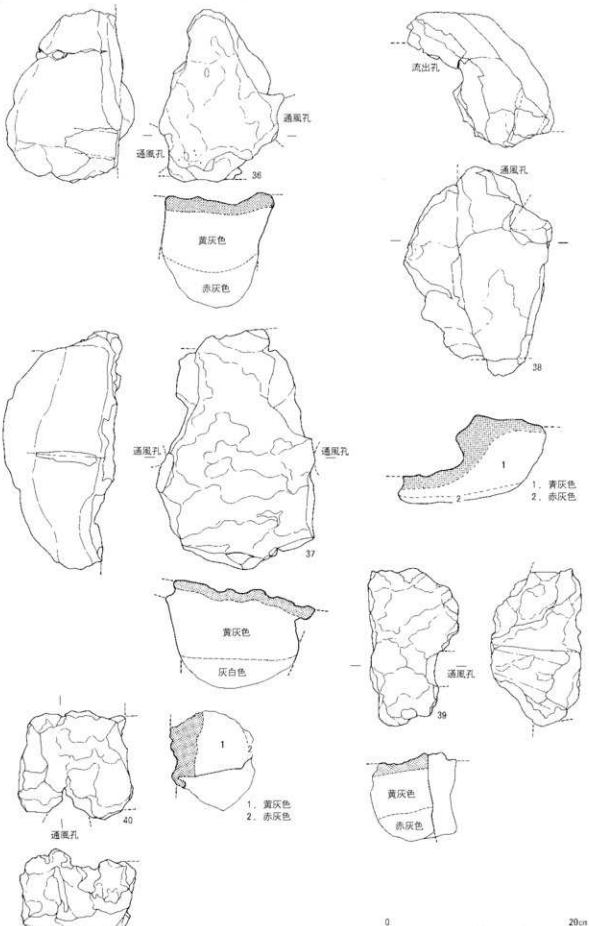
第24図　2号炉底面出土遺物実測図（4）　S＝1／4　22…斜面表採



第25図　2号炉底面出土遺物実測図（5）　S＝1／4　27,28…斜面表採



第26図　2号炉底面出土遺物実測図（6）　S＝1／4　31…斜面表採



第27図　2号炉底面出土遺物実測図（7）　S－1／4　40…斜面表採

合わせている転用品である。内面に砂鉄焼結がみられる。13は内側面に端部が残っており、幅約17cmを測る。23は炉の右コーナー部にあたり、1側面に粘土単位端部が残っている。

下段上半部　16～19・24・25は炉の下段上半部にあたる。

16は胎土分析をしており、その結果は第5章に記している。上面と側面に粘土単位端部がみられる。17は大型の破片で下段下半部も含むものである。18は分析試料（SIM－2）である。上下面に粘土単位端部が残っており、幅は約12cmを測る。24は内面に粘土塊が貼られており、転用品とみられる。上下面に端部が残り幅約11cmを測る。25は炉の右コーナー部に相当する。

下段下半部　15・26・27は炉の下段下半部にあたるもので、上段のものと比べ淬の厚さが約3cm前後と厚くなる。

15は炉の左コーナー部に相当する。26・27は内面に粘土痕がみられ、転用品と考えられる。26は右側面に粘土単位端部がみられる。

通風孔部　30～48・50は下段下半の通風孔部にあたり、30～37は通風孔が2個並ぶものである。

30は並んだ2個の間隔は5.5cmを測り、炉壁の上下方向に対する穿孔角度はほぼ水平である。炉の左コーナー部に相当する。31は通風孔の間隔は約10cm、穿孔の上下角度はおよそ25°を測る。下面には端部がみられる。32は通風孔間約10cm、上下角度約10°を測る。なお2孔の水平角度が15°と10°で付けられており、送風施設から炉に扇形に風配りがなされていたのがわかる資料である。33は通風孔間約11cm、上下角度10°を測る。下面に端部が残る。34は通風孔間約9cmを測り、上下角度は約30°と高角度で設けられている。下面に端部が残る。35は通風孔間約10cmを測り、上下角度はほぼ水平である。通風孔出口の上下は炉壁がよく溶解しており、出口付近は出っ張っている。36は通風孔間約11cm、上下角度10°を測る。下面には端部がみられる。37は通風孔間約13cmを測り、上下角度はほぼ水平である。上面に端部が残る。

38～48・50は通風孔が1個残るものである。

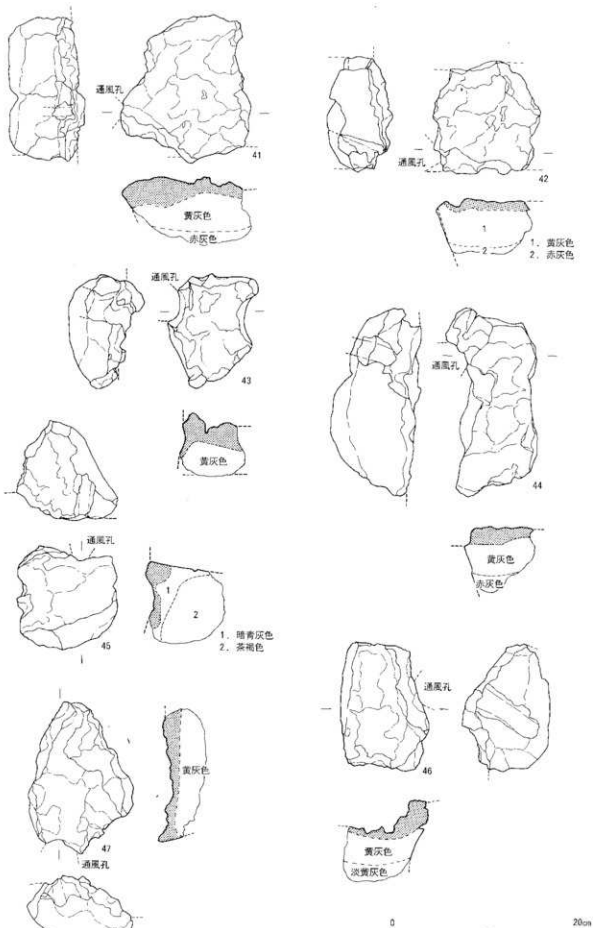
38は炉の左コーナー部に相当し、流出孔がみられる。39は下面に粘土単位端部が残るが、端部を水平にみると通風孔が下から上に向かって穿孔されるように見受けられる。或いは炉壁の上下が逆になる可能性もある。40は通風孔が下面に残っており、上下角度は10°を測る。下面と左側面に端部がみられる。41は下面に端部がみられ、通風孔の上下角度はほぼ水平に穿たれている。42は上下面に端部が残り、幅約12cmを測る。上下角度は約20°で穿たれている。43・44は通風孔の上下角度はともに約20°である。45は上面に通風孔がみられる。46も通風孔が30°逆の角度で穿たれており、上下が逆になる可能性もある。47は通風孔が下面にみられる。48は上下面に端部が残り、幅約15cmを測る。通風孔は上面にみられるが、出口が滓により塞がれている。上下角度は30°を測る。50は上下方向にほぼ水平に通風孔が穿たれ、左側面に端部がみられる。内面に粘土痕が付着した転用品である。

流出孔部　49・55は流出孔がつく炉壁であり、いずれも孔内に滓が入り込んだ状態である。

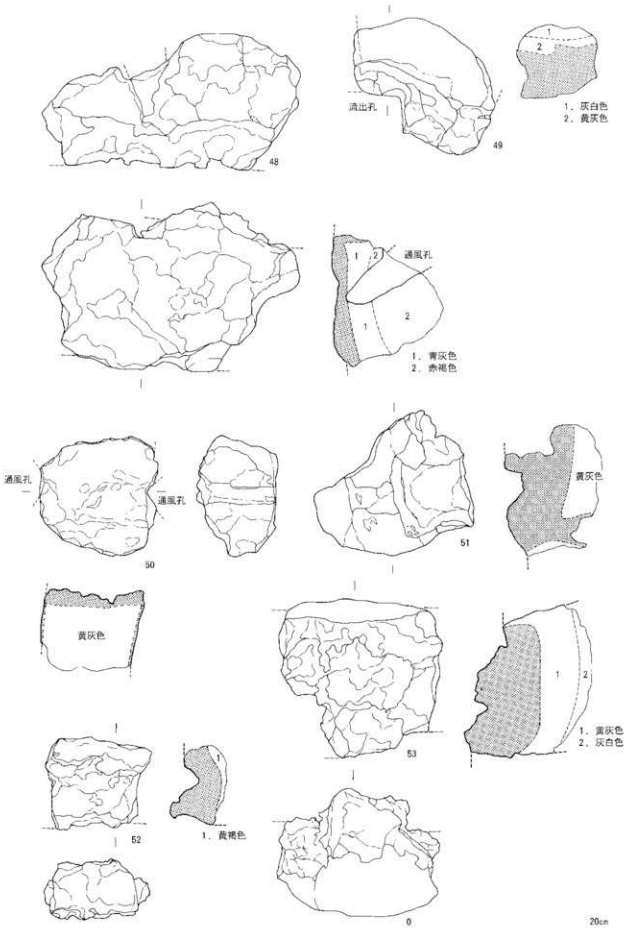
49は孔径幅約11cm・高さ8cmを測る。55は流出孔が大小2孔みられる。下面は破断であるが、現状で小孔は幅・高さとも約7cm、大孔は幅約13cmを測る。

炉底部　51～54・56・57は通風孔から炉底にかけての最低部の炉壁である。いずれも大型のものが多く、炉底塊が付着し粘土部分はかなり溶解している。

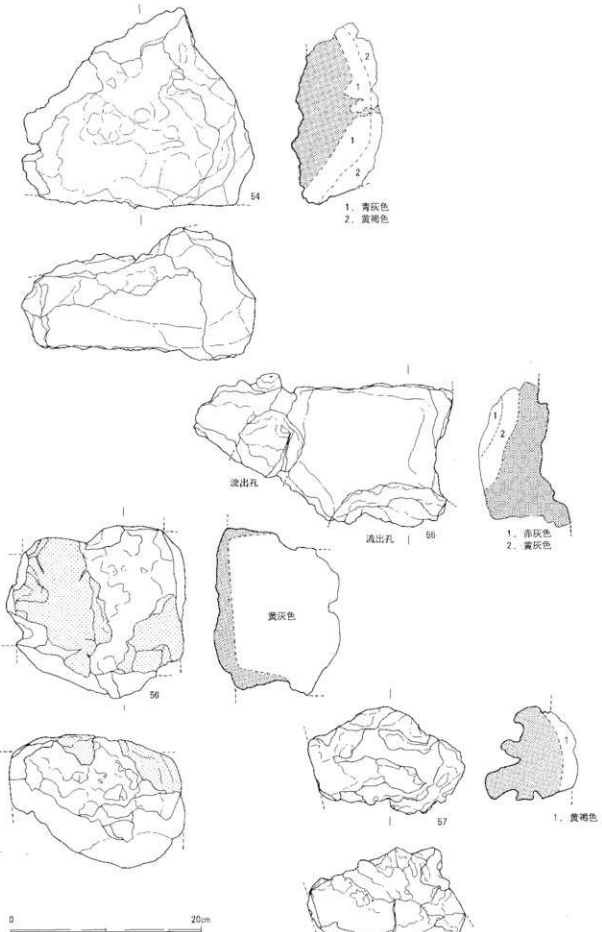
53は上下面に端部がみられ、幅約13cmを測る。54は底面に端部が残る。56はほぼ全面に粘土単位



第28図　2号炉底面出土遺物実測図（8）　S＝1／4



第29図　2号炉底面出土遺物実測図（9）　S＝1／4



第30図　2号炉底面出土遺物実測図（10）　S＝1／4　55,57…斜面表採

端部が残っており、上下左右とも幅は約17cmを測る。また56・57は内面に粘土痕がみられ転用品とみられる。

その他　28は流出溝滓である。平たい形状であり、厚さ約4cmを測る。製鉄炉南側の斜面より表採したものであるが、全面に粘土が付着しており転用品の可能性がある。

29は被熱石である。強い熱を受け一部ガラス質が付着している。床釣り施設の一部であろうか。

鉄滓類（第31～35図）

含鉄炉底塊　58～62は含鉄炉底塊である。

58は斜面から表採されたものであり、炉壁が付着する大型破片である。上下面は生きており、幅約9cmを測る。小形金属探知器によるメタル度はLである。59は分析資料（ＳＩＭ－３）であり、第2排滓場で検出された。上下面は生きており、下面には炉壁粉が付着している。また側面の一部は生きており、炉底塊の長軸端部の角に相当すると考えられる。メタル度はHとごくわずかである。60は2号炉底面から検出された炉底塊である。下面の大半は破面だが、生きている部分はレンズ状に湾曲気味である。メタル度はHである。61は斜面で表採されたものである。側面はすべて破面であり、平面は不整三角形を呈する。下面は生きており不整形なレンズ状を呈し、粘土が付着している。メタル度はHである。62も斜面表採品である。下面はレンズ状に湾曲し、厚さは7cmを測る。メタル度はHである。

流出孔滓　63は斜面で表採された流出孔滓の先端部である。断面形は不規則な楕円形を呈し、上面には粘土が付着している。周囲はほぼ生きており、上下幅約4.5cm・左右幅約7cmを測り、流出孔の大きさが復元できる。

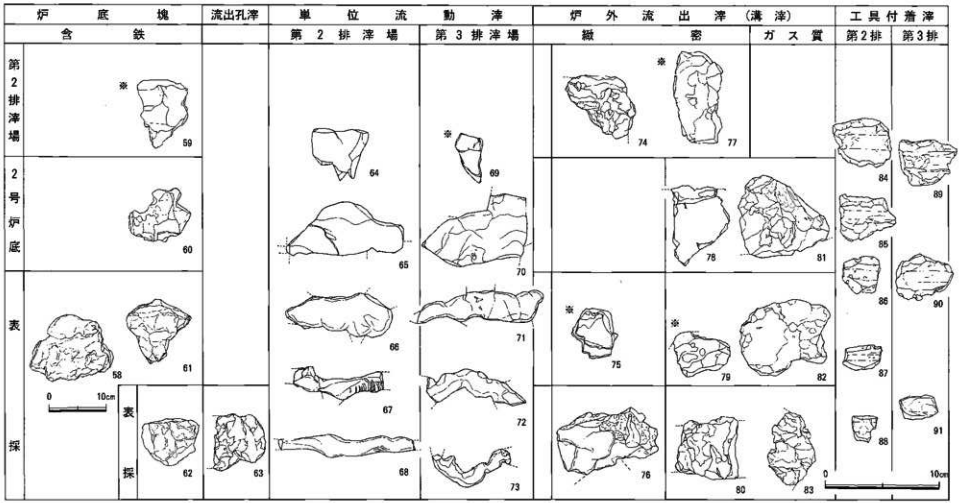
単位流動滓　64～73は単位流動滓で、いずれも炉外流出滓の端部と考えられるものでありメタル度はない。

うち64～68は第2排滓場で検出されたものである。64は平面不整三角形を呈し、側面は破面で上下面は生きている。厚さは約3cmとやや厚いものである。黒褐色を呈する。65は分析資料（ＳＩＭ－４）である。平面不整菱形を呈し、厚さは約1.5cmと薄いものである。色調は黒褐色である。66はほぼ滓の先端部とみられ、平面不整楕円形を呈する。色調は黒褐色である。67は棒状の流動滓で、先端付近にはしわが生じている。断面は不整円形を呈し、厚さは約1cmを測る。色調は黒褐色である。68も細長い棒状を呈する。長軸両端部は破面であるが、上下側面と上下面は生きており幅約2cmを測る。断面は不整楕円形を呈し、厚さ0.7cmを測る。色調は黒褐色である。

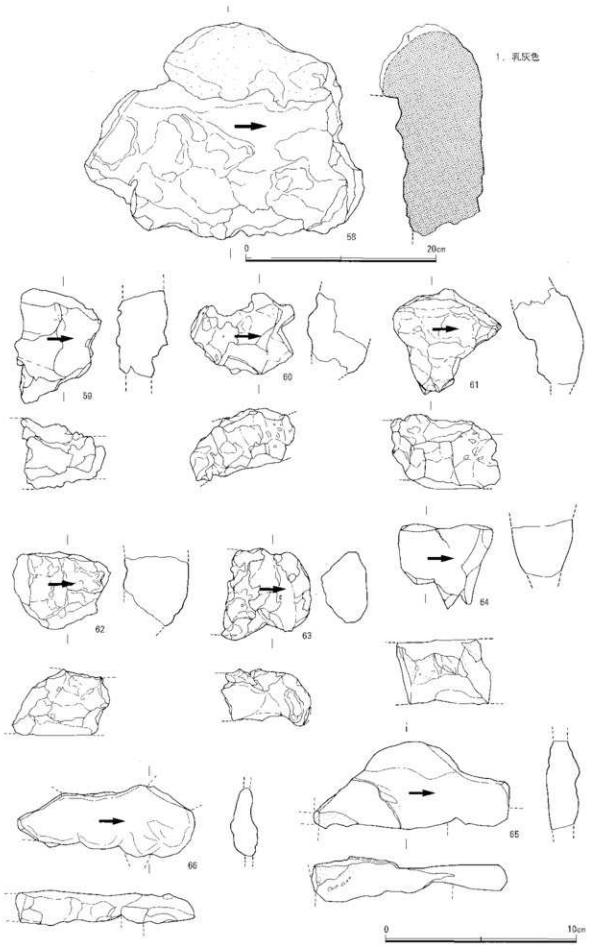
69～73は第3排滓場から検出されたものである。69は分析資料（ＳＩＭ－５）であり、平面、不整五角形を呈する。上下面は生きており、厚さは約3.5cmとやや厚い。また上面には気孔の痕跡がみられる。色調は光沢が日立ち、青灰色を呈する。70は平たい形態であり、側面はほとんど破面である。上下面は生きており、厚さは約1.5cmを測る。色調は黒褐色を呈する。71は延べ棒状の流動滓の先端部とみられる。断面楕円形であり、幅約2.5cm、厚さ約1cmを測る。色調は黒褐色を呈する。72も延べ棒状を呈し、幅約2cm、厚さ0.8cmを測る。黒褐色を呈する。73は平面形がかなり屈曲した形状である。幅約1.3cm、厚さ0.8cmを測る。黒褐色を呈する。

炉外流出滓　74～83は炉外流出滓・流出溝滓である。うち74～77は滓質が緻密なものである。

74・77は第1排滓場で検出されたものである。74は平面、不整台形を呈するが上下面と上・左側

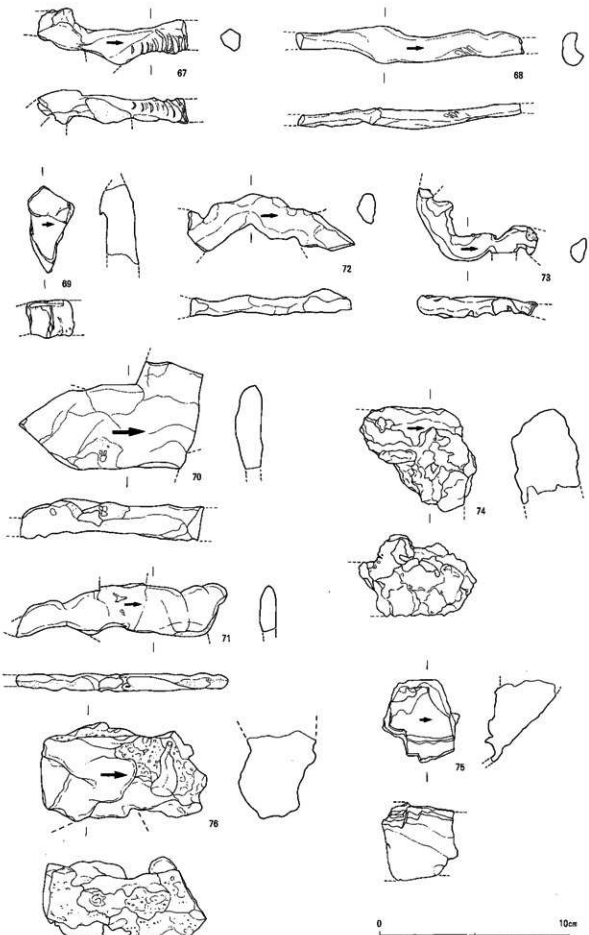


第31図　1・2号炉関連遺物構成図（1）　　※は分析試料



58,62,63…表採品　59,64～66…第2排滓場　60…2号炉底面

第32図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（1）　S＝1／2（58のみS＝1／4）

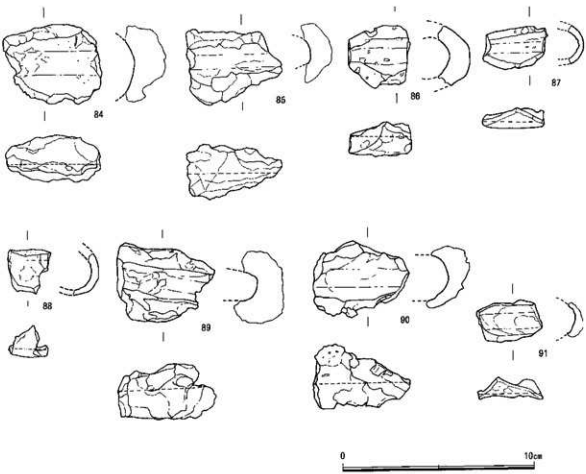


67,68…第2排滓場　69～73,75…第3排滓場　74…第1排滓場　76…表採

第33図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（2）　S＝1／2

77…第1排滓場　78,81…第2排滓場　79,82…第3排滓場　80,83…表採

第34図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（3）　S＝1／2



84～88…第2排滓場　89～91…第3排滓場

第35図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（4）　S＝1／2

面が生きており、流動滓の長軸端部とみられる。破面部以外はほぼ全面がなめらかで、上面に流動状の滓の表面を残す。上側面には粘土粉が付着しており、色調は黒褐色を呈する。77は分析資料（ＳＩＭ－７）である。平面形は方形を呈する。上下面は生きており、厚さは約６㎝を測る。下面はレンズ状にやや湾曲し、その形状から溜滓と考えられる。色調は紫紅色気味で光沢はほとんどみられない。

75は分析資料（ＳＩＭ－６）である。第３排滓場から検出されており、平面形は不整六角形を呈する。上面と側面が生きているが、側面は斜め方向に平坦になっており、この滓が断面Ｖ字の流出溝か滓溜まり場で形成されたことが推測される。上面には中空の滓が流れた痕跡がみられる。色調は紫紅色で無光沢である。

76は斜面で表採された流動滓である。平面形は方形を呈し、両側面は不規則な破面がみられる。下面には土を噛んだ再結合滓が付着している。滓自体は緻密で厚さは3.5㎝を測る。色調は黒褐色である。

78～83はガスが抜けスポンジ状の滓質を呈する炉外流出滓である。

78・81は第２排滓場で検出されたものである。78は分析資料（ＳＩＭ－８）である。平面形は不整台形を呈し上下面は生きている。上面は平坦でなめらかであるが、ガスが抜けたためか中央付近

は窪んでいる。また下面は端部はレンズ状に湾曲気味である。色調は紫紅色である。81は平面形が不整二角形を呈する。下面はほぼ平坦で上面は中央が盛り上がっており、断面はかまぼこ状をなす。また下面には断面円形の工具が付着した痕跡がみられる。厚さは8㎝を測り、色調は紫紅色である。

79・82は第3排滓場から検出されたものである。79は分析試料（ＳＩＭ－９）である。平面形は不整五角形をしており、側面はほぼ破面である。上下面は生きており、下面は椀型に緩やかに湾曲している。また長軸端部にメタル度しに反応する部分がある。色調は紫紅色である。82は上面のみ生きており、側面から下面にかけては破面である。破面から薄い皮状の滓が重層している様子がよくわかる資料である。下面には断面円形の工具付着痕がみられる。色調は紫紅色である。

80・83は斜面から表採されたものである。80は平面形は不整方形を呈する。上下面と上下側面は生きており、幅約10㎝・厚さ5.5㎝を測る。断面の下面は比較的緩やかなＶ字状を呈し、流出溝の形態が復元できる資料である。色調は紫紅色である。83は半面形は不整台形を呈し、上下面と右側面が生きている。80と同様、下面の形状から断面Ｖ字状の深さ約8㎝の流出溝で形成された流動滓と推測される。上下面とも粘土粉が付着しており、色調は青灰色を呈する。

工具付着滓　84～91は工具付着滓である。84～88は第2排滓場から検出されたものである。84は断面円形の工具痕が残るものである。復元すると径4.5㎝の工具が想定される。85も断面が丸い工具痕が残る。84に比べ二回り小さい径2㎝の工具が想定できる。86も85と同様の径2㎝の断面円形の工具が復元できる。87・88は滓自体の厚さが0.4㎜の薄いものだが、87は径1.5㎝、88は径2㎝の断面円形工具が復元できる。

89～91は第3排滓場から検出されたものである。89はやや方形にちかい径1.5㎝の工具痕がみられる。90はやや大きく、径約3㎝の工具痕が復元できる。91は径2㎝の断面円形の工具が想定されるものである。

鉄塊系遺物類（第36～40図）

鉄塊系遺物　92～132・134・135が鉄塊系遺物である。いずれもメタル度が特しを示すものである。

92～108は第2排滓場で検出されたものである。92は滓に鉄塊が付着したものである。滓の側面はすべて破面であり、上下面に鉄塊が付着している。

93は平面形が五角形を呈し、側面は破面である。上側面部分に金属鉄がまとまっており、下面の滓部には粘土粉が付着し、ブドウ状の気孔もみられる。

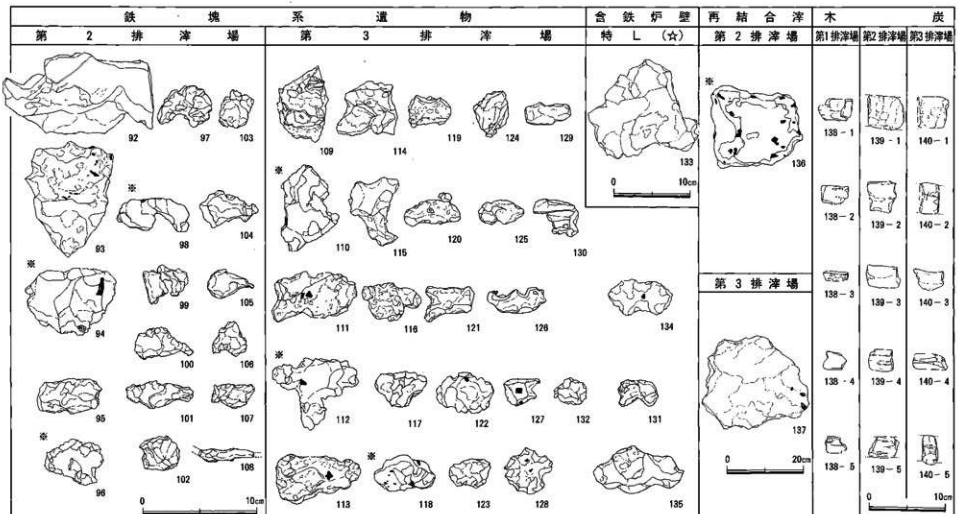
94は分析資料である（ＳＩＭ－10）。半面形は五角形を呈し、下面の2ヶ所が突出している。上面や側面には木炭痕が数カ所みられ、含鉄ながら焼結塊状の印象をうける。

95は平面形は不整な方形を呈する。ほぼ全面が生きており、長さ約6㎝・幅2.5㎝・厚さ1.5㎝を測る。全体的に丸みを帯びており、粒状の付着物がみられる。

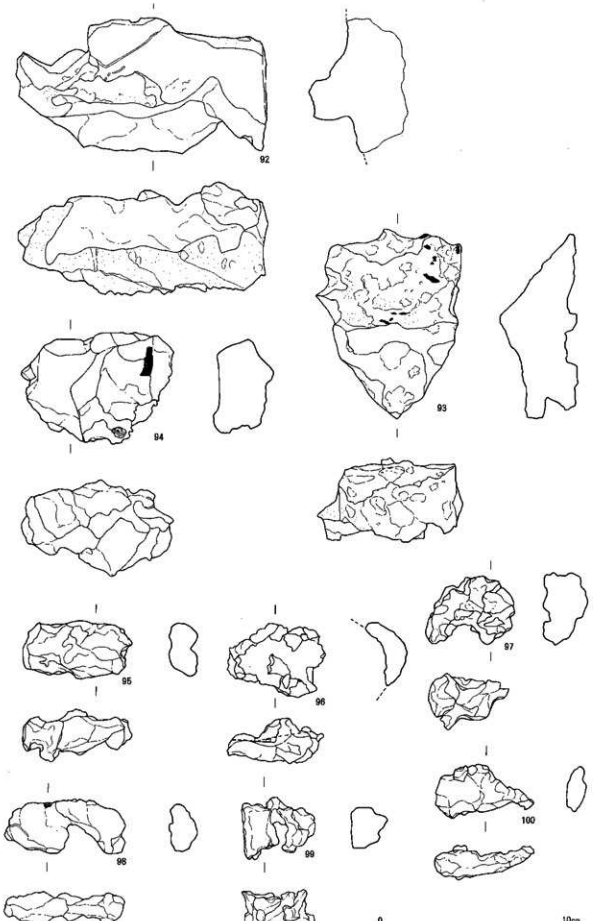
96は分析資料である（ＳＩＭ－11）。半面形は不整な五角形を呈し、小ぶりな形態である。上面は長軸に平行してトイ状に窪み下面は椀状であるが、上面の窪みは工具痕か木炭痕の可能性がある。ほぼ全面に酸化土砂が固着する。

97は平面形は不整な勾玉状を呈し、ほぼ全面が生きている。上面には不規則な隙間がみられ、下面は突出しあたかも独楽のような形状である。表面には茶褐色の酸化土砂が固着する。

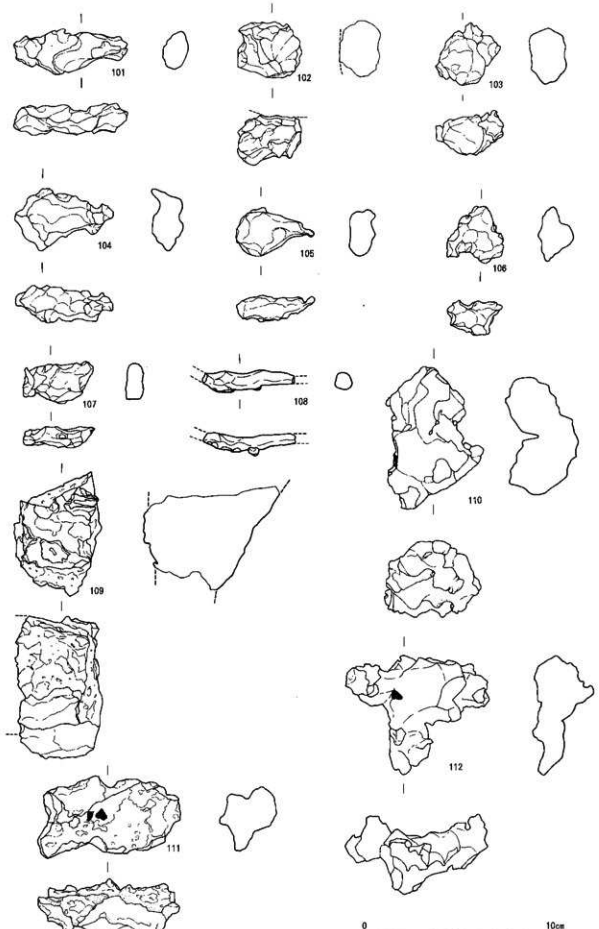
98は分析資料である（ＳＩＭ－12）。97と同様、平面形が不整な勾玉形を呈する。全体的にやや



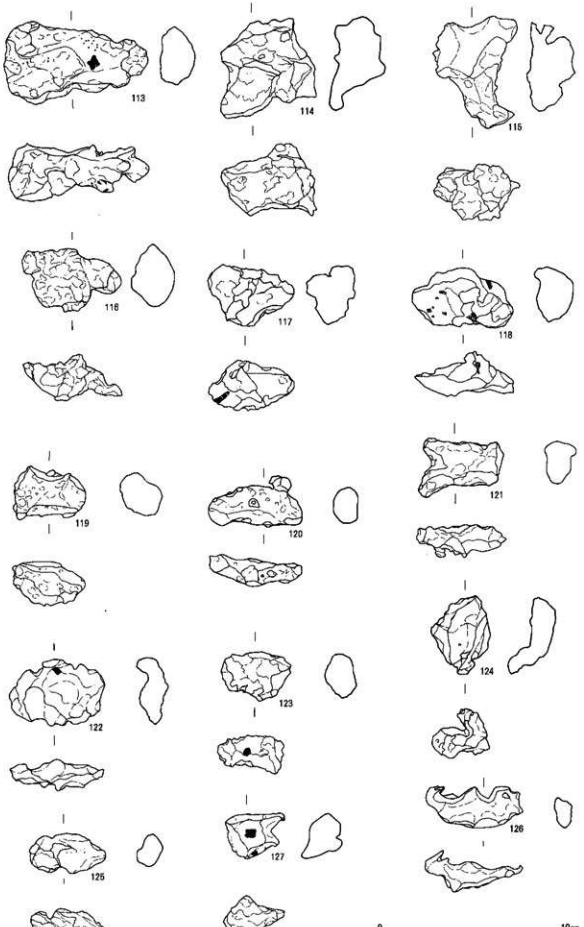
第36図　1・2号炉関連遺物構成図（2）　　※は分析試料



第37図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（5）　S＝1／2　92～100…第2排滓場



第38図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（6）　S＝1／2　101～108…第2排滓場　109～112…第2排滓場



第39図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（7）　S－1／2　　113～126…第3排滓場

丸みを帯びており、流動状の銑鉄の可能性が考えられる。表面には茶褐色の酸化土砂が僅かに固着している。長さ約6.5cm、幅約2.5cm、厚さ1.5cmを測る。

99は異形勾玉とも言い難い不整な形状を呈する。大部分は滓であり、左側面から下面にかけてメタル部がみられる。鉄塊を割取った残りの部分に相当するものであろうか。

100は平面形が不整方形を呈し、一角が流動化し延びたような形状を示す。全体的に丸みを帯びており、銑鉄の可能性が考えられる。ほぼ全面が生きており、長さ約5cm、幅2.5cm、厚さ約1cmを測る。

101は棒状の形態を呈する。全体的に丸みを帯びており、流動状に延びたような形状である。銑鉄であろうか。長さ約6cm、幅約2cm、厚さ1.5cmを測る。上面には黄色の酸化土砂が固着している。

102は不整な円形を呈している。上面以外は破面とみられ、面の残る上面は薄い滓層であり、下面にメタルが残る。細かい気孔が目立ち、鉄塊を割取った残片と考えられる。

103～108は平面形は異なるが、長さ1～5cmの小ぶりな形態のものである。いずれも丸みを帯びた形状で、表面はなめらかなものが多い。銑鉄気味の資料と考えられる。

109～132・134・135は第3排滓場から検出されたものである。

109は不整な直方体状のものである。上下面は生きているが、側面はいずれも割り取られている。側面の内部には銑鉄らしき鉄塊がみられ、割取られずに残ったものであろう。側面の破面には直径5mm以下の気孔が多くみられる。上下面の幅は約6cmを測り、炉壁粉らしき土砂が付着している。

110は分析資料である（S1M－13）。平面形は不整な五角形を呈し、左右側面は破面であるがその他の面は自然面である。上下面とも丸みを帯びており、断面形は楕形をなす。表面には小さな気孔が目立ち、側面には2cm大の木炭がかみ込んでいる。

111は平面形が不整な方形を呈し、上面以外に自然面がみられる。上面部は平坦だが割取られたのかほとんど破面とみられる。下面は長軸に平行するように突出しており短軸断面形は楕形を呈する。上面から側面にかけて細かい気孔が多くみられ、下面は茶褐色の酸化土砂や炉壁粒が付着している。

112は分析資料である（S1M－14）。滓がヒダ状に延び、平面形は不整なT字形を呈する。ほぼ全面に自然面が残るが、全面に大ぶりな気孔や1cm前後の木炭痕が多くみられる。また細かい気孔も目立つ。

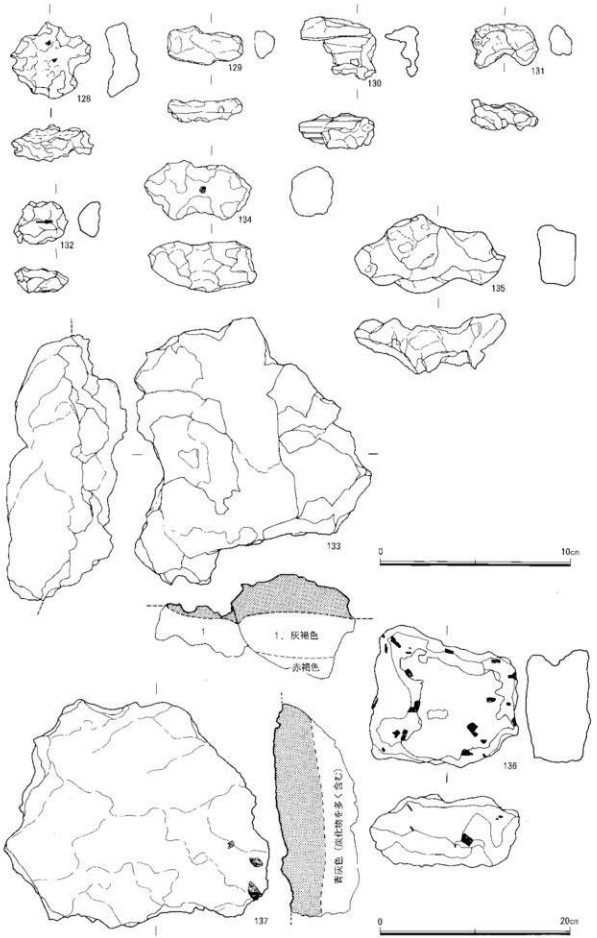
113は平面形は不整な方形を呈し、右側面には錆ぶくれや土砂が付着している。全体的に表面はなめらかな丸みを帯びており、流動状の銑鉄と考えられる。ほぼ全面に茶褐色の酸化土砂が付着している。

114は平面形が不整な五角形を呈し、全体的にイガイガした形状であるが気孔はあまりみられない。上面にみられる鍛状の段差は工具痕であろうか。

115は平面形が不整な三角形を呈し、下面は中央が突出する形状をなす。上面には砂鉄焼結がみられる。

116は平面方形の左右側面が突出している。中央にはほぼ球状の銑鉄が存在し、それが左右に流動したような形状である。下面の中央が突出している。

117は平面が不整五角形を呈し、全体的に表面はほぼなめらかである。上側面に滓が噛み込んで



128～135,137…第3排滓場　136…第2排滓場

第40図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（8）　S＝1／2（136,137は1／4）

おり、剥取られた鉄塊の残片に相当するものであろうか。

118は分析資料である（ＳＩＭ－15）。平面形が楕円形を呈し、下半部にメタル部が存在する。上半部にはメタルがみられず滓や木炭、粘土粉が固着しているが、本来あったものが錆化して欠落したのかもしれない。

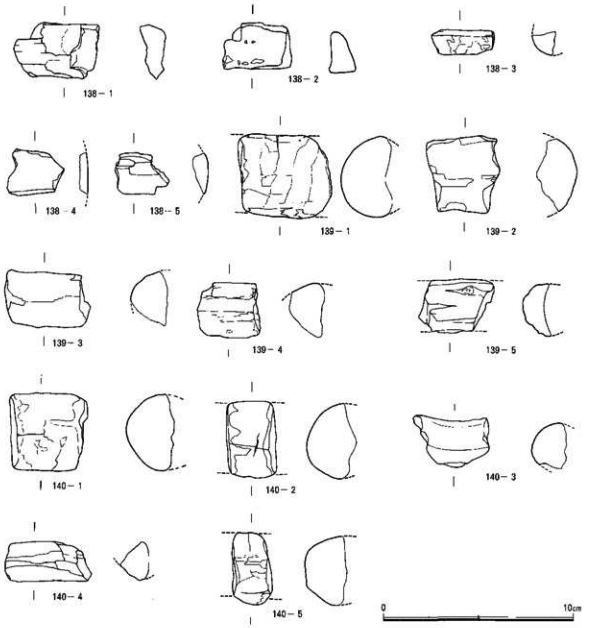
119～127はいずれも形態が小ぶりで丸みを帯びており、表面がなめらかな銑鉄気味の資料である。

128は平面形が不整な円形を呈するが、上面以外は破面である。上面にはしわが目立ち、下面はガスが抜けたように細かい隙間が多く見られる。鉄塊を剥取った残片と考えられる。

129・131・132は平面形は異なるが、小ぶりで丸みを帯びた銑鉄気味の資料である。

130は平面形が台形を呈するが、全体的にイガイガしている。上面は断面Ｗ字状に凹凸しており、表面に筋がみられることから木炭が付着していたと考えられる。

134・135はやや大ぶりな形状であるが、平面形が楕円形を呈し全体的に棒状の丸みを帯びた資料



第41図　1・2号炉周辺出土遺物実測図（9）　S＝1／2

である。135はほぼ全面が黄色の酸化土砂に覆われており、内面の様子がよくわからない。

含鉄炉壁　133は含鉄炉壁である。滓部表面には砂鉄焼結がみられ、色調は紫紅色を呈する。粘土部の中央には粘土ブロックの繋ぎ目がみられ、滓が入り込んでいる。メタル度は特Lである。

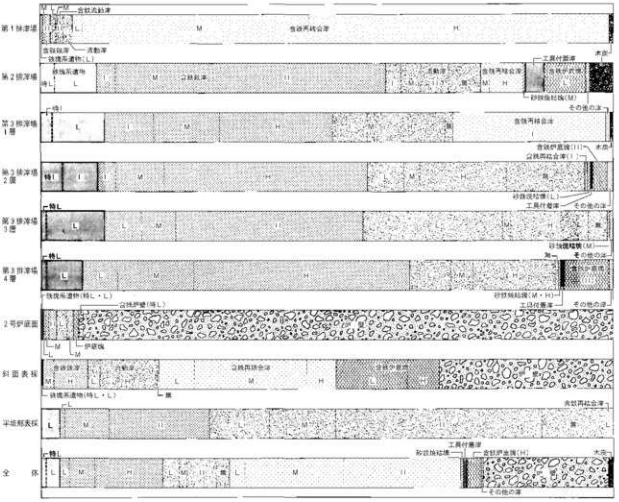
再結合滓（40図）

136・137は再結合滓である。136は分析資料である（ＳＩＭ－16）。第１排滓場から検出されたもので、平面、不整五角形を呈する。流動滓、炉内滓の小片や木炭痕、炉壁粉、土砂で構成されているが粒状滓や鍛造剥片は含まれておらず、下山遺跡では製冶が行われていなかったことを示す資料といえるかもしれない。

137は第３排滓場で検出されたものであり、側面は破面である。第１排滓場はほとんど板状の再結合滓で構成されており、そこから崩落したものかもしれない。

木炭（第41図）

138－１～５は分析資料である（ＳＩＭ－17）。第１排滓場で検出されたものであり、広葉樹でナラ、ナカグロ、クヌギ類とみられる。いずれも酸化物や付着土砂が多く、木取りもミカン割りで８cm大に小割りにされている。139・140と比べ炭化も強めである。



第42図　１・２号炉周辺出土製鉄関連遺物の種類別重量比

	第1排滓場	第2排滓場	第3排滓場1層	第3排滓場2層	第3排滓場3層	第3排滓場4層	2号炉底面	斜面表採	平坦部表採	小計(g)
鉄塊系遺物(特L)		1,610	422	722	62	211	67	110		3,204
鉄塊系遺物(L)	493	5,332	1,886	1,140	667	1,658	51	18	128	11,373
含鉄鉄滓(L)	21	2,330	1,789	608	426	1,508	462		43	7,187
含鉄鉄滓(M)	519	9,949	2,398	1,614	403	3,432	825	1,113	323	20,576
含鉄鉄滓(H)	1,744	24,121	4,059	6,670	2,158	9,670	1,453	3,542	728	54,145
含鉄流動滓(L)	1,552	1,876	1,276	1,239	1,626	1,818	2,067	1,245	448	13,147
含鉄流動滓(M)	155	2,488	265	522	87	982	1,262		481	6,242
含鉄流動滓(H)	2,123	3,567	2,572	2,863	902	3,732	257	6,020	1,518	23,554
流動滓	2,574	3,939	280	2,572	233	213	90	90	435	10,426
含鉄再結合滓(L)	2,794	62	5,575	82				3,751	73	12,337
含鉄再結合滓(M)	65,816	1,096						11,795		78,707
含鉄再結合滓(H)	87,200	4,270				3		3,070		94,543
再結合滓	538									538
砂鉄焼結塊(M)		152			25	21				198
砂鉄焼結塊(H)	10			115		48		3		176
含鉄工具付着滓(L)			11							11
含鉄工具付着滓(M)		53				31				84
含鉄工具付着滓(H)	41	31				15				87
工具付着滓	213	2,440		40		39		25	5	2,762
含鉄炉底塊(L)								7,500		7,500
含鉄炉底塊(H)		5,315		530		2,039		3,367		11,251
炉底塊							605			605
その他の滓	79	374	153	140	23	134	4			907
含鉄炉壁(特L)							750			750
炉壁							83,050	18,110		101,160
木炭	326	2,971	40					25	3	3,365
合計(g)	166,198	71,976	20,726	18,857	6,612	25,554	90,943	59,784	4,185	461,631

第2表　1・2号炉周辺出土製鉄関連遺物の組成

139－1～5は分析資料である（SIM－18）。第2排滓場から検出されたものであり、広葉樹のナラ、ナカグロ、クヌギ類とみられる。138と比べ4cm前後と一回り大きく小割りされている。

140－1～5は分析資料である（SIM－19）。第3排滓場の上層から検出されたものであるが、第2排滓場出土の139と材や木取り、炭化状態で類似している。このことは、排滓の時期が第2・第3排滓場は近く、第1排滓場は別のグループであることを示しているのかもしれない。

製鉄関連遺物の組成について（第42図・第2表）

最後に、製鉄炉地下構造内及び周辺で出土した製鉄関連遺物について、各遺構・地点ごとの組成や割合をまとめてみたい。なお、割合は数量ではなく重量比で示してある。製鉄関連遺物が出土した地点は、「第1排滓場」「第2排滓場」第3排滓場の各1～4層」「2号炉底面」「斜面表採品」「平坦面表採品」の9地点に区別される。

第1排滓場　2号炉の南西側に位置し、再結合滓が板状に広がっている。そのため出土品のほとんどが再結合滓であり、総量166.2kgに対し全体の94%（156.3kg）を占める。その他、鉄塊系遺物0.2%、含鉄鉄滓1%、流動滓が3%ほどみられ、砂鉄焼結塊や工具付着滓、木炭が僅かに存在する。炉壁や炉底塊などはみられない。

第2排滓場　1号炉の南側に位置する排滓場である。製鉄関連遺物は総量72kgが検出された。内訳は含鉄鉄滓50%（36.4kg）と半数を占め、流動滓が16%（11.8kg）、鉄塊系遺物が9%（6.9kg）、炉底塊が7%（5.3kg）、木炭が4%（3kg）と続く。その他、砂鉄焼結塊や工具付着滓が僅かにみられる。なお、炉壁は検出されなかったが、個体の大きいものはさらに斜面下方に流出したとみられる。

第3排滓場　第3排滓場は第2排滓場の斜面下方に位置している。鉄滓類が面的にかなり堆積していると推測されるが、安全面を考慮しトレンチ範囲内で取り上げを行った。その際およそ4層に渡って堆積しているものとみられたため、各層ごとに取り上げを行った。上層から順に1～4層としている。

1層　製鉄関連遺物は総量約20kgを検出した。内訳は含鉄鉄滓が40%（8.2kg）、再結合滓27%（5.6kg）、流動滓21%（4.3kg）、鉄塊系遺物が11%（2.3kg）である。その他鉄滓や木炭が僅かに存在するが、炉底塊や炉壁は検出されていない。

2層　総量約19kgを検出している。内訳は含鉄鉄滓47%（8.9kg）、流動滓が38%（7.2kg）、鉄塊系遺物が10%（1.9kg）を占める。その他、炉底塊（0.5kg）や砂鉄焼結塊が僅かに検出されている。

3層　総量は約7kgであり、第3排滓場の中では最も検出量が少ない。内訳は含鉄鉄滓45%（3kg）、流動滓43%（2.8kg）、鉄塊系遺物11%（0.7kg）を占める。僅かに砂鉄焼結塊や鉄滓が含まれる。

4層　総量は約26kgを検出している。内訳は含鉄鉄滓が57%（14.6kg）と大半を占め、流動滓26%（6.7kg）、炉底塊2kg（7%）、鉄塊系遺物1.9kg（7%）と続く。1～3層と比較して炉底塊の占める割合が大きい。また、この調査範囲では、各層から炉壁が検出されていない。

2号炉底面　2号炉の底面に敷き詰められていた資料である。すべて炉壁とみていたが、その他の製鉄関連遺物も含まれていた。内訳はほとんどが炉壁であり、92%（83.8kg）を占める。その他、流動滓4%（3.7kg）、含鉄鉄滓3%（2.7kg）、炉底塊0.6kg（0.6%）と続く。鉄塊系遺物（0.1kg）もわずかに含まれている。

斜面表採品　第1～3排滓場が存在する斜面から表採された製鉄関連遺物である。特に第3排滓場周辺については全面が調査できなかったので、目に付く資料はとりあえず表採した。総量は約59.8kgを測る。内訳は再結合滓が31%（18.6kg）、炉壁30%（18.1kg）、炉底塊18%（10.9kg）、流動滓12%（7.4kg）、含鉄鉄滓7%（4.7kg）と続く。鉄塊系遺物や木炭も僅かに含まれるが、大型品が多いのは前述したとおりである。

平坦面表採品　製鉄炉の周辺や、調査区中央の平坦面で表採された資料である。総量約4.2kgを測る。内訳は流動滓が69%（2.9kg）と大半を占め、含鉄鉄滓26%（1.1kg）、鉄塊系遺物3%（0.1kg）と続く。

全　体　今回調査した製鉄関連遺物の総量は453.5kgとなる。その内訳について最も大きな割合を占めるのは再結合滓で、全体の41%（186.1kg）を占める。続いて炉壁が22%（101.1kg）、含鉄鉄滓18%（81.9kg）、流動滓（含鉄含む）9%（43.4kg）、鉄塊系遺物3%（14.6kg）、炉底塊2%（11.3kg）の順となる。個体の大型のものが上位を占めるのは当然であるが、含鉄鉄滓の割合が比較的高い。このことは、生成された鉄と滓の分離が甘いことを示しており、これは下山遺跡の製鉄炉の規模や構造が、19世紀代のものと比較して小型な点に由来すると推測されるだろう。

また、第3排滓場の各層については、組成からみた限りでは大きな違いはみられない。

（4）土坑群ＳＫ04～20・溝状遺構ＳＤ01（第43図）

この土坑群と溝状遺構は製鉄炉の西側の平坦面に位置し、三原池田降下軽石層に掘り込まれている。その形態から土坑と溝状遺構に区別できるが、これらは連なっており、おおよそ同様の性格をもつ遺構と推測される。

土坑群ＳＫ04～20　土坑群は数多く掘り込まれており、正確な数は把握し得ないが使宜上16基を数えた。その規模から、Ａ類：直径４ｍ大・深さ1.5～２ｍ大の大型土坑、Ｂ類：直径２～４ｍ・深さ１ｍ前後の中型土坑、Ｃ類：直径0.5ｍ～１ｍ・深さ0.5ｍ以内の小型土坑の３類に区別できる。おおよそＳＫ04～08がＡ類、ＳＫ09～12がＢ類、ＳＫ13～20がＣ類に相当すると考えられる。

Ａ類土坑は東西方向に平行して一列に連なっており、その長さはおよそ12ｍにも及ぶ大規模なものである。各土坑の規模は似通っており、逆台形に掘り込まれ底面は平坦である。土坑内には火山灰や軽石、黒色土がまだら状に堆積しており、掘り込まれた順・回数などは明確にすることができなかった。掘りあげたかぎりでは、両端のＳＫ04・08が比較的浅く、中心のＳＫ06に向かって深く掘り込まれている。Ｂ類土坑はＡ類西端の南側に位置し、西側の斜面に向かって広がっている。何度も掘り込まれたようで底面には小さい土坑が多数みられる。堆積土はＡ類と同様である。Ｃ類土坑はＢ類の東側に位置し、重なり合って掘り込まれている。また、土坑のすぐ東側には２号炉が立地している。

溝状遺構ＳＤ01　Ｂ類とＣ類土坑の間に位置しており、南北方向に平行するかたちで延びている。北から南にかけて弧を描くように深く幅広く掘られているようであり、長さ4.8ｍ・最大幅１ｍ、最大深80cmを測る。断面はかなり鋭角な逆台形で底面は平坦である。堆積土も土坑群と同質であり、ほぼ同時期に同じ用途で掘り込まれたものと考えられる。

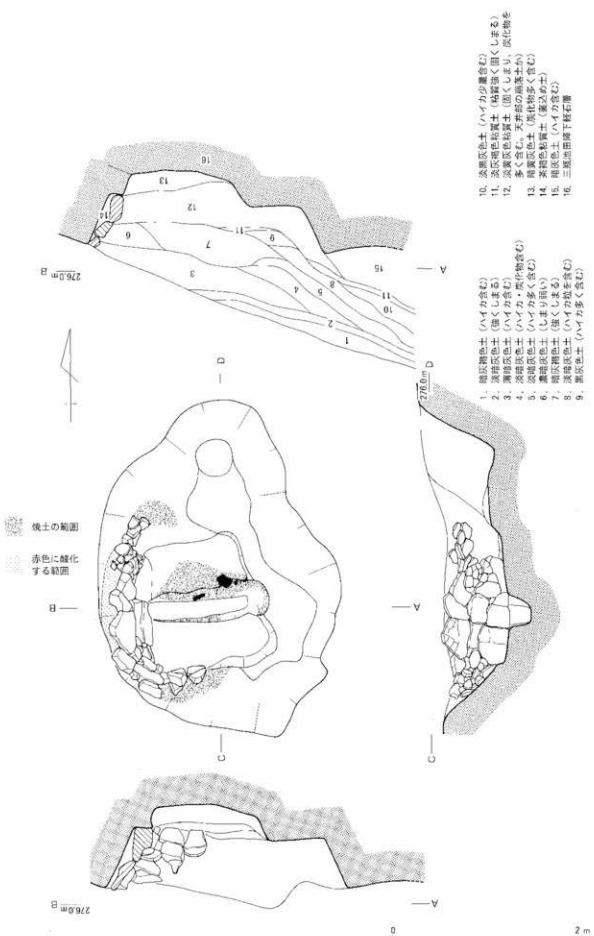
さて、これらの性格や時期であるが、出土遺物もなく明確にしえない。しかしながら、土坑群は製鉄炉の西側を取り巻くよう掘り込まれており、位置的にみて製鉄炉を意識しているように思える。また、土坑群はいずれも粘質の強い池田降下軽石層に掘り込まれ、土坑群の規模からみてかなりの量の軽石層が掘り出されたとみられる。従って、この土坑群は製鉄炉や地下構造を構築する際に使用する粘土の採掘孔である可能性が高いと考えられる。土坑の規模に違いがあるのは製鉄炉が２基あることに関係しているのかもしれない。

粘土採掘土坑群調査風景

（5）炭窯状遺構ＳＸ01（第44図）

南側斜面の西側でＳＫ群と連結するように検出された遺構である。掘方の平面形は楕円形を呈し、長軸を斜面に平行して土坑状に掘られている。底面は３段に掘り下げられ、底面のやや南側よりが方形に掘り窪め

第43図　土坑群ＳＫ04～20実測図　Ｓ＝1／120



第44図　炭窯状遺構実測図　S＝1／40

られ、さらにその中央が溝状に掘り込まれている。遺構の上方は削平を受けているとみられるが、掘り方の規模は現状で上面は南北幅約3.5m、底面の方形の掘り込み幅は約1.4m、溝は長さ約1.2m・幅約30cmを測る。深さは上面から溝底面まで約１mを測る。西側の壁面には礫積みが正方形の掘り窪みを取り囲むようにみられるが、南北側壁面では半ばで途切れている。また土坑内では火が使用されたとみられ、底面には焼土面と木炭が広がっており、礫積みの裏側の壁面は２次的な被熱を受け赤色に酸化焼成している。

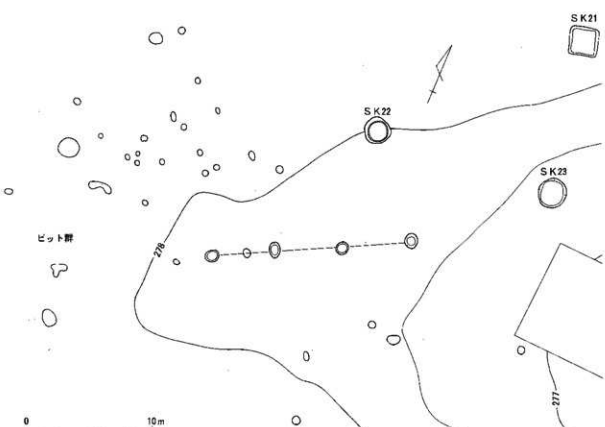
この遺構の性格であるが、内部に固く締まった粘土層が堆積しており、これはかつてこの土坑を覆っていた天井部の崩落土とみられる。従ってその形状や礫積みの壁面、焼土面や木炭が残存することなどから炭窯状の遺構である可能性が考えられ、北側が入口であったとみられる。しかしながら、通常の炭窯であれば斜面に直行する形で構築されるのに対し、この遺構は斜面に平行するといった相違もみられる。また壁面に煙道がみられないなど、炭窯とみるには否定的な点もある。

遺構内から遺物が検出されず時期が特定できないが、底面より検出された木炭の^{14}C年代測定を行った。その結果、modernという結果がみられた（第５章参照）。従ってこの結果をみる限り比較的近年の遺構と推測され、製鉄炉に付設するものではないと考えられる。

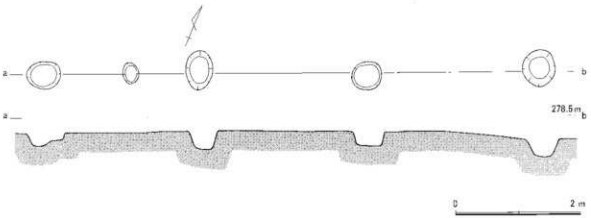
第２節　第２地点の調査

１．遺構の配置状況（第45図）

調査区のほぼ中央部、標高278mの平坦が広がる範囲を第２地点とした。この平坦面は北側の斜



第45表　第２地点遺構配置図　S＝1／300



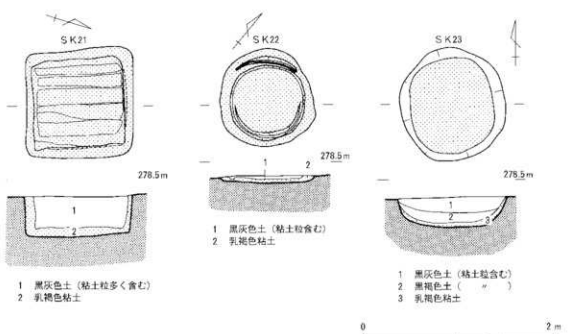
第46図　ＳＡ01実測図　Ｓ＝1／60

面をテラス状に削平し、さらに盛土をして造成されたものである。遺構はほぼ中央に杭列状遺構ＳＡ01が存在し、北東側に土坑群ＳＫ21～23、北西側にピット群が点在する。以下順に詳細を述べる。

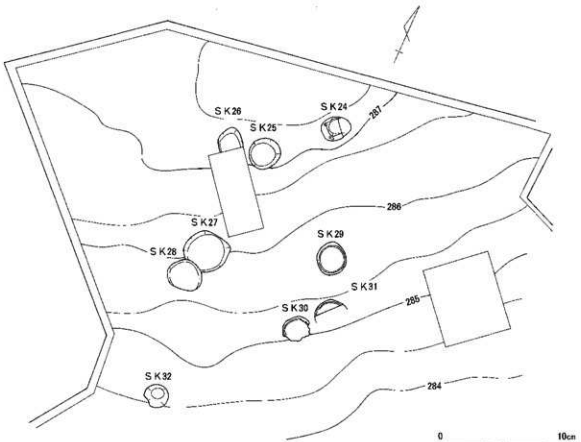
2．遺構について

（1）杭列状遺構ＳＡ01（第46図）

ＳＡ01は調査区のほぼ中央に位置している。4つのピットがほぼ等間隔で一列に並んでおり、全長約8.5m、柱間約2.7m、深さ約30cmを測る。柱穴からの出土遺物がなく時期や性格は不明だが、周辺が削平されていることから元来は掘立柱建物であったとも推測される。また製鉄炉とは約20m離れており、関連する作業小屋であった可能性も考えられるが定かでない。なお、周辺には小ぶりなピットが点在しているが、明確な配列を示すものはみられない。



第47図　ＳＫ21～23実測図　Ｓ＝1／40



第48図　第３地点遺構配置図　S＝1／300

（２）粘土貼土坑ＳＫ21～23（第47図）

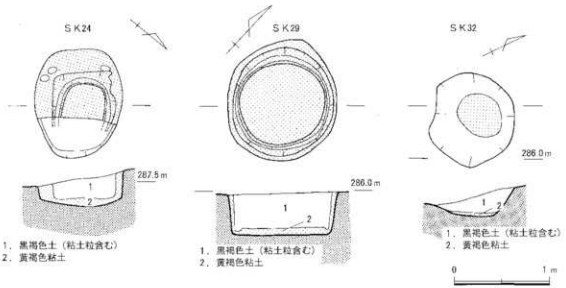
３基ほどまとまって検出された。いずれも上方は削平されているとみられるが、壁面に粘土が貼られ、平面形が四角いもの（ＳＫ21）と丸いもの（ＳＫ22・23）がある。

ＳＫ21　ほぼ正方形を呈するものである。大きさは一辺約1.2m、深さ約0.4mを測り、側面から底面にかけて厚さ５～10cm前後の乳褐色粘土が貼られている。底面には板状の痕跡が残っており、粘土を貼った後、桶を据えたものと考えられる。

ＳＫ22　円形を呈する土坑で、直径は１m前後である。底部しか残存していないが、厚さ５cm前後の粘土が貼られている。底面には桶を設置した痕跡が溝状に残る。桶の径は約0.8mとみられる。

ＳＫ23　平面形が不整な円形を呈するものであり、大きさは直径1.1～1.2m、深さ30cmを測る。剥落したのか底部のみ厚さ５cm前後の粘土が貼られるが、桶を設置した痕跡はみられない。

土坑内から遺物は検出されず時期は不明瞭であるが、板屋Ⅲ遺跡[2]で同様の土坑が多数検出されている。それによるとこれらの土坑は掘立柱建物とセットでみられるようで、出土遺物からおよそ中近世の年代が比定されている。また、桶が設置された痕跡がみられることから、水溜用の施設とされている[3]。



第49図　SK24・29・32実測図　S＝1／40

第3節　第3地点の調査

1．遺構の配置状況（第48図）

第3地点は調査区北側の斜面をさす。斜面の頂部には近年まで民家が存在しており、削平されたためか周辺には平坦面が広がっている。遺構はその頂部周辺に集中して検出されており、ハイカに掘り込まれたものもみられる。

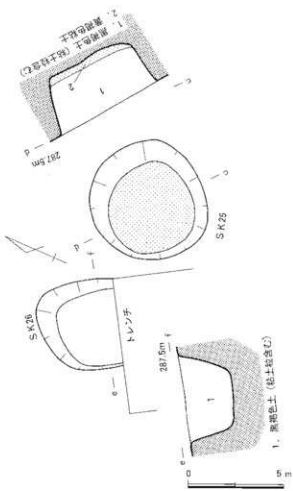
2．遺構について

粘土貼土坑SK24～32（第49～52図）

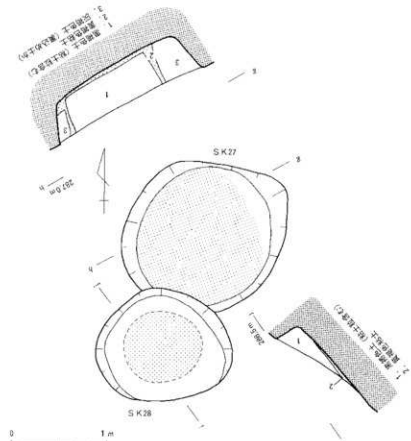
第2地点と同形態の粘土貼土坑が9基検出されている。形態的にみてⅠ類：底・側面に粘土が貼られ、底面に桶の設置痕が明確に残るもの、Ⅱ類：底面のみ粘土が貼られ、桶の痕跡がみられないものに分類できる。

Ⅰ類はSK24・29～31が相当し、形態は楕円形のもの（SK24）と円形のもの（SK29～31）がみられる。SK24は桶を据える位置が片寄っており、設置された桶も楕円形を呈したようである。また上面には小穴が3箇所みられ、上坑を覆う上屋などが作られていたのかもしれない。第2地点のSK21・22もⅠ類に相当する。

Ⅱ類はSK25～28・32が相当する。いずれも側面に粘土が貼られていないが、SK27は土層断面に側面の粘土や裏込土がみられる。従って



第50図　第3地点北側斜面 SK25・26実測図　S＝1／40



第51図　第３地点北側斜面　ＳＫ27・28実測図　Ｓ＝1／40

側面に粘土が貼られていないものは、元はあったものが剥落したとも考えられる。第２地点のＳＫ23もこれに相当する。桶の痕跡がみられないが、直接水を溜めたのであろうか。

第４節　出土遺物

（第53～55図）

出土遺物としては、陶磁器類、キセル、古銭、鉄鍋などがある。総量はコンテナ４箱分であるが、代表的なもののみ図化した。下山遺跡２区の調査区内の上面で検出された遺物であるが、陶磁器は肥前系のものや萩焼の他、布志名焼など在地製品もみられる。

１は龍泉窯系の青磁碗である。蓮弁文が施され、龍泉窯系碗Ｉ５ｂ類[4]に相当する。なお、中世に遡る遺物はこれ１点のみであった。

２～５は肥前系磁器である。４は青磁染付の湯飲み碗、５は染付小皿であり、いずれも18世紀代のものである。２・３は広東形の染付蓋付碗である。２は蓋であり復元口径は10cmを測る。３は碗であり復元口径は13.8cmを測り、いずれも19世紀前半のものである。

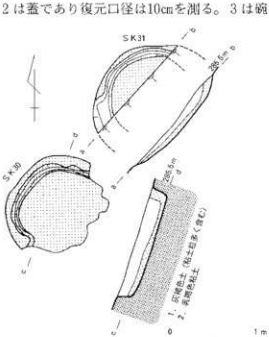
６は萩焼の碗である。19世紀初頭のものとみられる。

７は肥前系の陶胎染付碗である。薄暗緑色の釉がかけられており、遺跡から最も多く出土している資料である（図版52）。18世紀後半のものである。

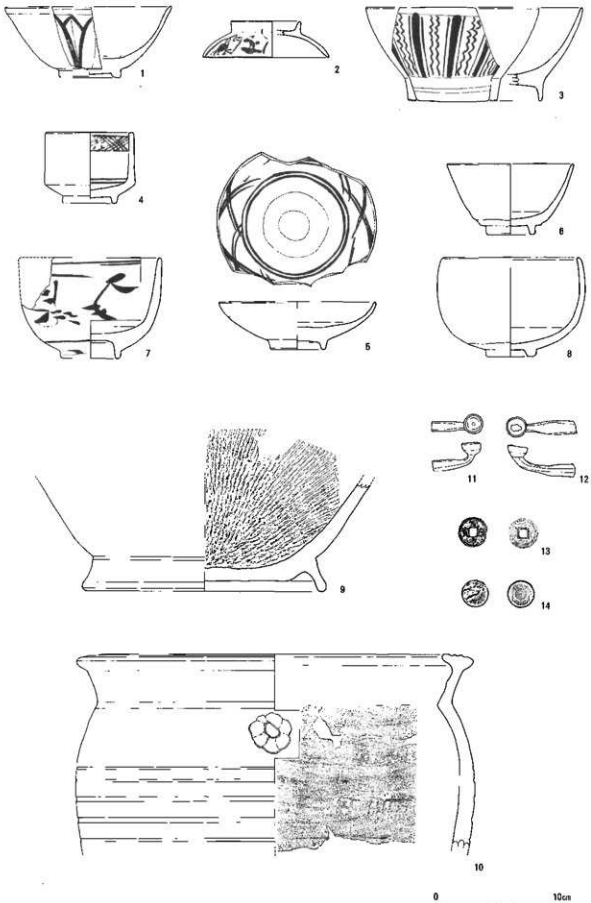
８・９在地系の陶器類である。８は青緑色の釉薬が施される布志名焼の湯飲み碗である。19世紀代のものとみられる。９は擂り鉢である。

10は唐津の大甕である。17世紀代のものとみられる。

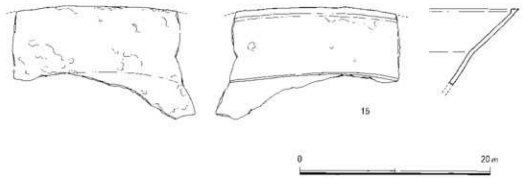
11・12は銅製のキセル雁首、13・14は古銭類である。摩滅が著しいが、13は寛永通宝、14は昭和



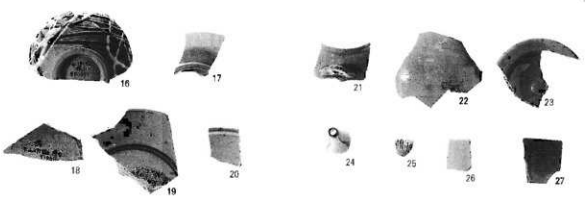
第52図　第３地点北側斜面 SK30・31実測図　Ｓ＝1／40



第53図　下山遺跡出土陶磁器類実測図（1）　S＝1／3



第54図　下山遺跡出土鉄器実測図　S＝1／4



第55図　下山遺跡出土陶磁器類（2）

17年の十銭硬貨である。

第54図15は鉄鍋の口縁部破片である。復元口径は約66cmを測る。

第55図は陶磁器類である。16・17は萩焼の碗で、19世紀末のものである。18・19・20は唐津皿である。17～18世紀代のものである。21・22・23・24は地元産の陶器類の破片である。21は2または4耳壺、22は壺、23は蓋、24は銚子の注口である。25・26は肥前系陶磁器であり、25は紅皿、26は香炉である19世紀代のものである。27は硯の破片である。

これらの遺物の出土地点は、1・12・13・19・25・26が第2地点上層、11が第3棟滓場第1層内、14が第3地点ＳＫ群周辺であり、他は第3地点斜面頂部から検出されたものである。時期は1を除けばほぼ江戸期～明治初頭に収まるものであり、製鉄炉の年代とは矛盾しないものである。

第5節　小　結

下山遺跡で検出された2基の製鉄炉遺構は、大部分が削平を受けており、また伴出遺物もなく、その時期や性格について不明瞭な点が多い。このことについて考古学的な見解だけでなく、文献資料や自然科学的分析（年代測定・製鉄関連遺物分析）等を参考に考察してみたい。

1．製鉄炉の地下構造規模・構造について

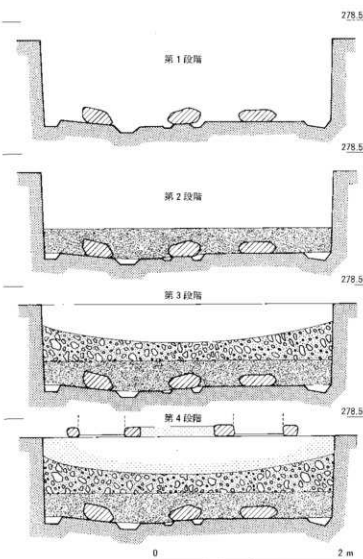
まず考古学的な視点から1・2号炉の地下構造の規模と構造を整理しておく。

（1）1号炉（第56図）

切り合いからみて2号炉より新しい製鉄炉の地下構造であり、規模は現状で平面形6.2×3.8m・深さ1mを測る。地下構造の築造工程は次のとおりである。

第1工程　底面に溝を掘り、石を配置する段階である。溝は周囲と中心から放射状に掘られている。石は本床・小舟を意識し3列に配置されている。また、この段階で壁面角に石組みの排気口を設けている。

第2工程　粘質土を敷き、焼締めを行う段階である。底面に木炭が多数残っていたことから、1号炉では材木を配置した後、粘質土を被せ焼き締めを行ったと推測される。



第56図　1号炉築造工程模式図　S＝1／40

第3工程　粘質土の上層に鉄滓混じりの黒ボク層を敷く段階である。黒ボク層は椀状に敷かれており、あまり強い被熱を受けた痕跡はみられなかった。

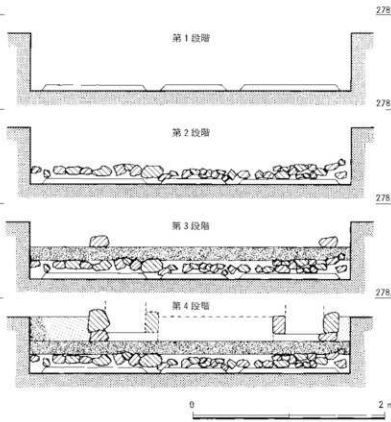
第4工程　黒ボク層の上面に再び粘質土を敷く段階である。この上面に小舟が築かれ、小舟直下は強い熱を受け固く還元焼成している。

（2）2号炉（第57図）

1号炉に先行する製鉄炉の地下構造であり、平面形5.2×3.6m・深さ0.6mを測る。地下構造の築造工程は次のとおりである。

第1工程　底面に粘質土を敷き、溝を掘る段階である。溝は周囲と中央からX字状に掘られている。また壁面に排気口も設置される。

第2工程　炉壁片を敷き詰める段階である。規則的ではないが炉



第57図　2号炉築造工程模式図　S＝1／40

壁の外面を上に向け、ほぼ全面に隙間なく敷かれていた。

第3工程　粘質土を被せ焼き締めを行う段階である。粘質上の上面や炉壁敷き面から木炭が検出されておらず、どの面で焼成が行われたのかはっきりしない。また、焼き締め後、小舟直下となる位置に石が配列される。

第4工程　再び粘質土を敷き、小舟が築かれる段階である。直下部は固く焼き締まる。なお、検出状況からみると、小舟が築かれる位置が中央からやや片側に寄っているように見受けられる。

以上のように、1・2号炉とも小舟基底部が残存しており、下部構造も中世の簡易な炉床施設とは異なる近世たたらとみられる。特に1号炉はやや小規模ながらも「坊主石」状の配石や排気口、「押立柱」状の柱穴が存在するなど、近世のいわゆる“高殿たたら”とみて相違ないと考えられる。

なお、2号炉の地下構造に小舟は設置されるが1号炉と比較して構造が小規模であり、底面に配石はみられず炉壁片が敷き詰められている。時期は古くなるが、瑞穂町タタラ山第1遺跡製鉄炉[1]などのように中世ながら炉床に炉壁列をもつ例もあり、2号炉はこれらの系譜を引く、近世でも比較的古い段階の製鉄炉と位置づけられるかもしれない。高殿たたら成立以前の過渡期の製鉄炉とも考えられる。

2．製鉄炉の時期について

当遺跡の製鉄炉の地下構造は明確な伴出遺物がなく、時期については自然科学的分析に頼るほかない。下山遺跡は1号炉が^{14}C年代測定法によれば1790±60、熱残留磁気測定で1705±10の年代が示され、2号炉は熱残留磁気測定で1690±20の年代が示されている。1号炉の年代に差がみられるが、これらの結果を見る限り、おおよそ1号炉が18世紀代、2号炉が17～18世紀初頭と推測される。遺跡からは出土した陶磁器は概ね18世紀代のものであり、大きく矛盾しないといえる。

また、『田部家文書』[2]によれば、文政12年の広瀬藩領内の鉄山記録をみると次のような記述がみられる。

角井村　　下山鉄山　　12カ年吹之見積

この下山鉄山が当遺跡の１・２号炉を指している可能性があるが、文政12年といえば1829年に相当し、出土遺物や分析測定値と時期的にズレがみられる。“鉄山”とはたたら場ではなく、製鉄用木炭の原料となる林材が植生する山をいう[3]との意見もあり、この記述が角井地区の未発見の別の製鉄跡を指すことも考えられ、今後の検討課題といえる。

３．製鉄炉の性格・機能について

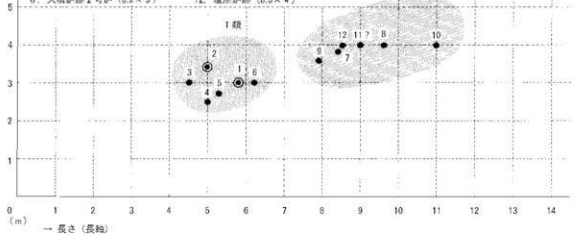
次に、製鉄関連遺物から製鉄炉の性格・機能についてまとめてみたい。しかしながら１・２号炉の排滓場は重なっているとみられるので、分析結果の見解は１・２号炉の両者を併せたものとなることを前置きしておく。

製鉄関連遺物の分析結果の詳細は次章に掲載しているが、下山遺跡の製鉄炉は赤日砂鉄（塩基性砂鉄）を原料とした製錬炉であることが明らかとなった。赤日砂鉄は“銑押し技法”に充当されるとされる砂鉄であり、当遺跡では比較的、高炭素の鉄主体の操業が行われたと推測される。また生成された鉄塊系遺物は総じて炭素含有量が高い傾向があり、白鋳鉄（ＳＩＭ－12）も含まれるなど、このことを裏付けるといえる。

なお、第１～３排滓場検出の木炭を比較すると、第１排滓場の木炭は炭化が強いが、第２・３排滓場のものは若干甘いなど異なった傾向がみられる。この相違を異なる製鉄炉から破棄されたため生じたものとみるなら、位置的に近い第１排滓場は２号炉、第２・３排滓場は１号炉の鉄滓捨て場とみることができるかもしれない。

４．まとめ

以上、１・２号炉の時期や機能について検討してみた。近年、神戸川中流域では志津見ダム関連調査もあり製鉄遺跡が相次いで発見されている。これらのうち近世の製鉄炉の地下構造について、当遺跡のものと比較してみたい。第58図は神戸川中流域の近世とみられる12基の製鉄炉の地下構造の規模を、単純に掘り方の底面の長さ・幅で比較したものである。



第58図　神戸川中流域の近世製鉄炉、地下構造掘り方の底面規模分布図

結果は、大きく2つのグループに分類されるのが明白である。すなわち、長さ7m前後を境に下山1・2号炉を含むNo.1～6のグループと、No.7～12のグループに分類できる。仮に前者をⅠ類、後者をⅡ類としておくが、Ⅰ類は長さ7m・幅4mを越えない比較的小規模なもの、Ⅱ類は大槙鉄跡1号炉を筆頭に長さ7m以上・幅4m前後の大規模なものと区別できる。

これらの製鉄炉の時期であるが、自然科学的分析の年代は各測定法によりバラつきがあり、必ずしも明確な操業時期が押さえられていないといえる（第3表）。測定値については資料の採取位置により、最終操業時の年代なのか地下構造構築時の年代なのか注意する必要もあるが、これらの測定値をみる限り、同時期に大小2タイプの製鉄炉の地下構造が併存していたとみられる。従って、小規模な製鉄炉は時期的に古いものであると必ずしも判断できない。しかしながら、大槙1・2号炉は切り合いから2号炉（Ⅰ類）が先行しており、相対的にみてⅠ類がⅡ類に先行する傾向はあるかもしれない。今後、伴出遺物についても十分な検討を加えれば、製鉄炉の地下構造が大型化していく過程が浮かび上がってくると考えられる。[13]

また、製鉄関連遺物の分析・検討により、下山遺跡の製鉄炉は過共析鋼から銑鉄主体の操業であることが明らかとなった。このことは、産出する砂鉄の質の違いから山陽側は銑鉄生産中心、山陰側（特に出雲地方）は鋼生産中心といった従来の単純な見方に一石を投じるものといえる。今後、調査分析中の製鉄遺跡（壇原、大槙、丸山、殿淵カナクソ畑など）の結果が明らかとなれば、さらにこのことが検証されるものと推測されるだろう。

製鉄炉	No.－分類	残存状況	熱残留磁気測定	"C年代測定	推定時期
下山遺跡1号炉	1－Ⅰ	小舟底部以下	1705±10	1790±60（小舟）	18C
下山遺跡2号炉	2－Ⅰ	小舟底部以下	1690±20		17～18C前葉
大槙鉄跡1号炉[4]	10－Ⅱ	本床残存	1680±20	1770±60（床釣り部）	18C
大槙鉄跡2号炉	6－Ⅰ	本床	1710±30		18C
殿淵山毛宅前鉄跡[8]	3－Ⅰ	底面のみ			
長老畑遺跡1号炉[9]	4－Ⅰ	床釣り下半部		1730±80	18C
梅ヶ谷尻鉄跡1号炉[7]	9－Ⅱ	本床	1750±15	1660±80（床釣り部）	17C後半～18C
梅ヶ谷尻鉄跡2号炉	5－Ⅰ	底面のみ	1700±20		18C前葉
朝日鉄跡[6]	7－Ⅱ	本床	1690±30		17C末
泉原鉄跡[9]	8－Ⅱ	本床	1780±25		18C
弓谷鉄跡[10]	11－Ⅱ	木床			19C（文献より）
壇原1号炉[11]	12－Ⅱ	本床		1850±80	18C後半～19C
丸山鉄跡[12]			1675±10	1720±60（作業場）	18C前半

第3表　神戸川中流域の近世製鉄炉

第４章（註）

（１）島根県教育委員会「父ヶ平遺跡・中ノ原遺跡・タタラ山第１・第２遺跡」『一般県道市木井原線道路改良工事に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書Ⅰ』1993

（２）たたら研究会『たたら研究』第一巻　1994

（３）島根県文化財保護指導員・田中迪延氏の御教示による。

（４）島根県教育委員会「大槌狩跡」『島根県教育庁文化財課　埋蔵文化財調査センター年報Ⅴ』1997

（５）宮本正保「横原遺跡・殿淵山毛宅前鉧跡・谷川遺跡」『志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書４』1997

（６）島根県教育委員会「長老助遺跡」『島根県教育庁文化財課　埋蔵文化財調査センター年報Ⅳ』1996

（７）佐田町教育委員会『栃ヶ谷炭たたら跡』1992

（８）佐田町教育委員会『朝日鉧』1983

（９）頓原町教育委員会『泉原たたら』1985

（10）調査担当者である頓原町教育委員会・山崎順子氏の御教示による。

（11）註（５）に同じ

（12）島根県教育委員会「丸山鉧跡」『島根県教育庁文化財課　埋蔵文化財調査センター年報Ⅴ』1997

（13）近世の出雲地方においては、大規模な生産を行う「企業たたら」と、自家消費程度の小規模生産を行う「自給たたら」の２つが併存するという意見もある。
高橋一朗「奥出雲の近世企業たたら発達小史－産業考古学の側面から－」『日本の産業遺産－産業考古学的研究』玉川大学出版部　1986

主要素		下山遺跡　1・2号炉（排滓場・地下構造・表採品含む）
遺物情報	1．遺物全体構成比	総量461kg　鉄塊系遺物14kg　含鉄鉄滓82kg　流動滓53kg　再結合滓186kg　炉底塊19kg　炉壁101kg　木炭3kg　その他の滓4kg
	2．鉄塊系遺物構成比（含鉄鉄滓を含む）	特L（☆）3.2kg　L（●）18.5kg　M（◎）20.5kg　H（○）54.1kg ☆:●:◎:○／3:19:21:57%　（特殊金属探知器・強力磁石使用）
	3．鉄塊系種別動向（主要生産品比）（分析遺物中）	軟鉄系1点20%：鋼系2点40%：銑鉄系2点40% 軟鉄系：鋼系：銑鉄系／2：4：4
	4．主操業の性格	フェライト（軟鋼）から白鋳鉄と幅広いが、主体は過共析鋼～白鋳鉄クラスか
	5．原燃料の種類	木炭（黒炭）：ナラ・クヌギ類 砂鉄：塩基性砂鉄（赤目砂鉄）
	6．滓質の傾向	炉内滓：流動滓／19.4：53.4kg 比率　27　：73
	7．炉壁の情報 a　炉　壁	全壁体遺存量不明／遺存厚みは8cm前後／高さは不明／炉壁の浸食は激しい／大半は2号炉の地下構造転用品である
	b　送風孔	通風孔：通風孔周辺炉壁19点あり／孔間隔12cm前後か
遺構情報	8．遺構状況	製鉄炉地下構造2基（1・2号）／排滓場3／粘土採掘用土坑多数
	9．製鉄炉（地下構造）	1号炉／掘り方：長さ6.2×幅3.8×深さ1m　小舟底面以下残存 2号炉／掘り方：長さ5.2×幅3.6×深さ0.6m　小舟底面以下残存
	10．地下構造	1号炉：小舟をもつ防湿・保熱構造　粘土・黒ボク・鉄滓層、底面に配石　押立柱状の柱穴2 2号炉：小舟をもつ防湿・保熱構造　底面に敷材（炉壁を転用）
	11．送風関連施設	不　明
	12．排滓場	製鉄炉南側の斜面に3箇所
	13．付属施設と配置	製鉄炉北西側に粘土採掘用と推測される土坑群（SK04～20）
年代	14．推定年代 熱残留磁気測定 放射性炭素年代	考古年代：18～19世紀（出土遺物） 1号炉：1705＋10　　2号炉：1690±20 1号炉小舟：1790±60　　2号炉：実施せず
分析	15．分析点数 分析内容	31点：炉壁2／炉底塊1／単位流動滓2／炉外流出滓4／ 鉄塊系遺物6／再結合滓1／木炭15 炉壁耐火度　1,530度

第4表　下山遺跡1・2号炉の主要要素一覧表

第5章　下山遺跡出土製鉄関連遺物の考古詳細観察表（分析資料）

1号炉調査風景

製鉄関連遺物 考古詳細観察表

1．調査の手順

製鉄関連遺物については、遺構の機能や工程を的確に把握するため、強力磁石（TAJIMA PUP-M）と特殊金属探知機による鉄塊の抽出に加えて、肉眼観察による考古学的な遺物の分類を行った。さらにこの中から、各遺構の機能や工程を代表すると思われる資料を、金属学的な分析調査が必要なものとして抽出し、詳細観察表と実測図の作成、写真撮影を行った後に、分析に供している。

資料の抽出、詳細観察表の作成は穴沢義功氏に依頼し、併せて分析資料の切断個所の指示もいただいた。また、金属学的な調査については㈱九州テクノリサーチに依頼し、分析結果については報告作成以前に、穴沢氏、大澤正己氏と発掘担当者で協議している。

2．遺物観察表の見方

詳細観察表は、新潟県北沢遺跡[1]における製鉄関連遺物の検討で採用された様式を基本とし、分析項目などを加えた様式を用いている。主な項目の見方は以下のとおりである。

(1) 遺物種類　金属学的な分析を行う以前に、考古学的な観察によって判定した遺物の種類である。

(2) 法　量　資料の現存する最大長、最大幅、最大厚、重量を計測したものである。

(3) 磁着度　鉄滓分類用の「標準磁石」をマニュアルにより用いて、6㎜を単位として資料との反応の程度を1から数字で表現したもので、数値が大きいほど磁性が強い[2]。

(4) 遺存度　資料が完形品か破片かを記す。

(5) 破面数　資料が破片の場合、破面がいくつあるかを記す。

(6) メタル度　埋蔵文化財専用に整備された小型金属探知機によって判定された金属鉄の残留の程度を示すもので、基準感度は次のとおりである。

H（○）：Hは最高感度でごく小さな金属鉄が残留することを示す。

M（◎）：Mは標準感度で一般的な大きさの金属鉄が残留することを示す。

L（●）：Lは低感度でやや大きな金属鉄が残留することを示す。

特L（☆）：特Lはごく低感度でLの倍以上の大きな金属鉄が残留することを示す。

(7) 分　析　どの分析をどの部分について行うかを○印で示す。

(8) 所　見　外形や破面・断面の状況、木炭痕や気孔の有無、及び付着物やその他の状況について記す。

(9) 分析部位　資料のどのような部分をどのような口的で、調査・分析するのかを記す。また、観察表下の実測図の網掛け部分は分析に供した試料の採取位置を示す。

(10) 備　考　資料がどのような場所でどのように生成されたと予想されるかなどについて記している。

註

（1）新潟県豊浦町教育委員会『北沢遺跡群』1992

（2）小林信一「製鉄遺跡の発掘調査と整理について」『研究連絡誌』第32号　㈶千葉県文化財センター　1991

（3）『国立歴史民俗博物館研究報告』第58集「日本・韓国の鉄生産技術」調査編　1994

島根県埋蔵文化財調査センター　下山遺跡鉄関連遺物分析資料一覧表

（滓：メタル又は胎土）

No	遺構名	出土位置	遺物名称	通しNo	重量(g)	磁着度	メタル度	分析コメント	マクロ	検鏡	硬度	CMA	X線回折	化学分析	耐火度	カロリー	X線透過	分析位置推定	採取方法	観察	集合写真	モノクロ	Cネガ	実測	前含浸	断面樹脂
SIM－1	下山遺跡	2号炉底一括	炉壁（砂鉄焼結）	4	1620.0	7	H(○)	砂鉄焼結部と胎土を	○	○○	－	○	－	○○	○	－	○	長軸端部1／6	直線状の切断	○		○	○	○	－	○
2	〃	2号炉底一括	炉壁	18	2200.0	2	なし	滓部と胎土を	－	○○	…	－	－	－○	○	…	－	長軸端部1／4	〃	○		○	○	○	－	
3	〃	第2排滓場	炉底塊	59	770.0	3	なし	滓部を	－	○－	○	○	－	○－	－	－	－	長軸端部1／4	〃	○		○	○	○	－	－
4	〃	〃	単位流動滓	65	150.0	2	なし	滓部を	－	○－	○	○	－	○－	－	－	－	長軸端部1／3	〃	○		○	○	○	－	－
5	〃	第3排滓場	〃	69	210.0	2	なし	滓部を	－	○－	－	…	－	○	－	－	－	長軸端部1／3	〃	○		○	○	○	－	－
6	〃	〃	炉外流出滓	75	620.0	3	なし	滓部を	－	○－	－	－	－	○－	－	－	－	長軸端部1／4	〃	○		○	○	○	－	－
7	〃	第1排滓場	〃	77	1470.0	6	II(○)	滓部を中心に	○	○－	○	○	－	－	－	－	○	長軸端部1／10	〃	○		○	○	○	－	○
8	〃	第2排滓場	〃	78	720.0	3	なし	滓部を	－	○－	－	－	－	○－	－	－	－	長軸端部1／4	〃	○		○	○	○	－	
9	〃	第3排滓場	〃	79	310.0	2	I.(●)	メタル部を中心に	○	－◎	○	－	－	◎－	－	－	○	長軸端部1／3	〃	○		○	○	○	－	○
10	〃	第2排滓場	鉄塊系遺物	94	250.0	7	特L(☆)	〃	○	－◎	○	○	－	－○	…	－	○	長軸端部1／3	〃	○		○	○	○	－	○
11	〃	〃	〃	96	58.8	6	〃	メタル部を	○	－○	○	…	…	－○	－	－	○	長軸端部1／2	〃	○		○	○	○	－	○
12	〃	〃	〃	98	44.0	6	〃	〃	○	－○	○	－	－	－○	－	－	○	長軸端部1／2	〃	○		○	○	○	－	○
13	〃	第3排滓場	〃	110	189.0	7	〃	メタル部を中心に	○	－◎	○	○	－	－○	…	－	○	長軸端部1／3	〃	○		○	○	○	－	○
14	〃	〃	〃	112	107.0	7	〃	〃	○	－◎	○	－	－	－－	－	－	○	長軸端部1／3	〃	○		○	○	○	－	○
15	〃	〃	〃	118	48.0	5	〃	〃	○	－◎	○	○	－	－○	－	－	○	長軸端部1／3	〃	○		○	○	○		○
16	〃	第2排滓場	再結合滓	136	1820.0	2	なし	再結合滓を	○	○		－	－	－－	－	－	－	長軸端部1／4	〃	○		○	○	○	－	－
17	〃	第1排滓場	木炭（5点）	138	19.6	1	〃	木炭として	…	○	－	－	…	○	－	○	…	必要量	選択	○		○	○	○	－	－
18	〃	第2排滓場	〃（〃）	139	47.6	1	〃	〃	－	○	－	－	－	○	－	○	－	〃	〃	○		○	○	○	－	－
19	〃	第3排滓場	〃（〃）	140	38.9	1	〃	〃	－	○	－	－	－	○	－	○	－	〃	〃	○		○	○	○	－	－

下山遺跡鉄関連遺物詳細観察表

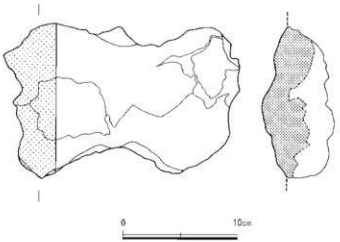
資料番号　1

									滓	胎土
出土状況	遺跡名　下山遺跡		遺物 No.	4			分	マクロ	○	
	遺構名　2号炉底		時期：根拠	1790±60：C''年代測定（ただし、1号炉の年代）				検鏡	○	○
								硬度		
試料記号	検鏡：SIM－1	法 長径 19.9cm	色調	表：上半部・明褐色　下半部・明白色				CMA	○	
	化学：SIM－1	短径 13.2cm		地：上半部・茶褐色　下半部・黒褐色				X線回折		
	放射化：－							化学	○	
								耐火度		○
遺物種類（名称）	炉壁（砂鉄焼結）	量 厚さ 7.0cm	磁着度	7	メタル度	H(○)	析	カロリー		
			遺存度	破片	前含浸			放射化		
		重量 1620.0g	破面数	5	断面樹脂	○		X線透過	○	

観察所見　側面4面と裏面の一部が破面となる炉壁片である。内面に砂鉄の焼結層が広い範囲に残る。裏面中央には水平方向に、炉壁の粘土単位の継ぎ目が確認できる。その継ぎ目は緩やかな山形に切り揃えられた長さ9.5cm程の単位が連続し、全体的にはほぼ水平となっている。炉壁胎土そのものも、この継ぎ目の上下で大きく色調が異なる。下側の胎土は明白色で、5mm前後の灰白色の固形物を多重に含むものである。他方、上半部の胎土はやや荒く、石英質の砂粒をかなり含んだ明褐色に被熱している。内面の滓化部分は厚みがややまちまちで、最も厚い部分では2・3cm程の気孔のやや少ない滓層となっている。こうした滓層が内面下端部を除き、それ以外の上部は焼結状態から半還元の砂鉄層がびっしりと覆っている。焼結砂鉄は、最も砂鉄粒子が識別できる部分で、粒径0.15mm～0.3mm大とかなり細かいものである。側面の破面には炉壁胎土から滓層にまたがるひび割れが走っている。色調はまちまちで、場所によって変化が激しい。

分析部分　長軸端部1／6を直線状に切断し、砂鉄焼結部と炉壁胎土を分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。

備考　炉壁の厚みが4cm前後と薄く、本来の炉壁からすると表面部分かと考えられる。裏面に水平方向に走る粘土単位の接合部から、ヘラ状の工具で緩やかな波状に上端を切り揃えた上で、上部の粘土単位を乗せていることが分かる。胎土も下半は硬質で、上半はやや荒い砂質である。元釜と上釜の接合部分であろうか。分析資料No.2の胎土とは異なった土質である。これは2号炉に敷き詰めた炉壁片が他地点から拾い集められたために生じた現象なのかもしれない。印象としては、本資料は中世の炉壁にみられるタイプで、No.2はむしろ近世に普遍的な胎土である。



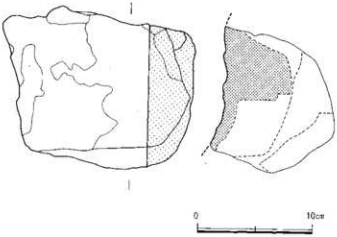
炉内側

炉外側

資料番号　2

								滓	胎土
出土状況	遺跡名　下山遺跡			遺物No.	18		分	マクロ検鏡硬度	○	○
	遺構名　2号炉底			時期：根拠	1790±60：C[14]年代測定（ただし、1号炉の年代）					
試料記号	検鏡：SIM－2	法	長径　16.3cm	色調	表：黒色			CMA X線回折		
	化学：SIM－2		短径　12.0cm		地：内面より順次灰色・茶褐色・灰白色・淡褐色			化学		○
	放射化：－							耐火度		○
遺物種類（名称）	炉壁	量	厚さ　12.3cm	磁着度	2	メタル度　なし	析	カロリー		
			重量2200.0g	遺存度	破片	前含浸　－		放射化 X線透過		
				破面数	5	断面樹脂　－				

観察所見	分厚い炉壁片である。内面は黒色に滓化しており、全体に不規則な凹部が散在するややゴツゴツした面である。一部、茶褐色の銹化部分がある。はっきりした破面は左側面と上面の一部で、その他の側面は粘土単位の接合部である。胎土はやや硬質で、石英質の半透明の粒子を多量に含んでいる。内面の黒色ガラス質滓も破面からみると、石英質の粒子が溶解せずに残っている。側面と上面の一部は粘土単位の線間が生じていたためか、ややくすんだ紫紅色気味で、わずかに溶けている。色調は内面のガラス質滓以外は順次、灰色、茶褐色、灰白色、淡褐色の順に被熱している。最後の淡褐色は炉壁裏面側からの被熱によるものかもしれない。
分析部分	長軸端部1／4を直線状に切断し、滓部と胎土を分析に用いる。残材返却。
備考	典型的な「たたら積み」による、粘土単位のよく残る炉壁片である。上下の幅は11.5cm程で、横方向に長い枕状の粘土塊を積み上げて内面を面調整している。分析資料No.1に比べ、石英質の粒子を多量に交じえる、ざらついた胎土で、かなり耐火度の高そうな資料である。



炉内側

炉外側

資料番号　3

滓：メタル

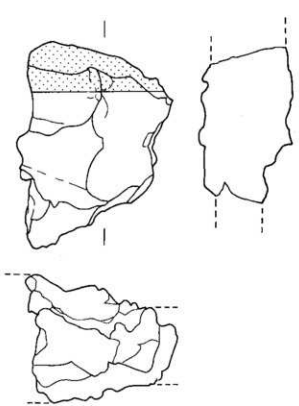
出土状況	遺跡名	下山遺跡	遺物№	59			マクロ	○	
	遺構名	第2鍛滓場	時期：根拠	1790±60：C¹⁴年代測定（ただし、1号炉の年代）		分析	検鏡	○	
							硬度	○	
試料記号	検鏡：SIM－3	法量 長径 12.2cm	色調	表：わずかに茶褐色の酸化物付着			CMA	○	
	化学：SIM－3	短径 9.0cm		地：黒褐色、部分的に光沢をもつ青灰色			X線回折		
	放射化：－	厚さ 7.5cm	磁着度	3	メタル度	なし	化学	○	
遺物種類（名称）	炉底塊	重量 770.0g	遺存度	破片	前含浸	－	耐火度		
			破面数	4	断面樹脂	－	カロリー		
							放射化		
							X線透過		

観察所見　平面、不整二角形をした炉底塊の端部破片である。上下面は生きており、側面4面は直線状の破面。上面は小さな気孔の露出した不規則な滓部で、2cm大の木炭痕も認められる。全体的には3cm以上の大きさを持つ凸面が連続するような形状を持つ。ヒダ状の滓端部は暗褐色に銹化している。側面は大半が破面となるが、厚みの薄い側の側面は一部が生きている。灰白色の炉壁土がわずかに付着している。下面は厚みをもつ中央高りがや中央をなし、炉壁粉が一面に付着している。

側面になるにつれ、複雑な1cm大の流動気味の滓が折り重なったように乗っている。破面は全体に緻密で、上端のコブ状の滓部のみ気孔が目立つ。下半部の主体となる滓層は、まばらな気孔の間を2～5mm幅で上方に筋状の気孔が伸びている。肥厚している下端部から1cm程上部には、径3mm大の球状の鉄酸化物が確認できる。薄手の断面部の滓中には、炉壁上由来の黒色ガラス質滓がわずかに認められる。色調は地が黒褐色で、部分的に光沢をもち、青灰色の表面にはわずかに茶褐色の酸化物が付着している。

分析部分　長軸端部1／4を直線状に切断し、滓部を分析に用いる。残材返却。

備考　断面形と平面形から見て、炉底塊の長軸端部の角に相当するものと考えられる。メタルの生成はごくわずかで、大半は滓部である。薄手の側面の背部から径3cm程の緻密な流動滓が流れているのは、流出孔寄りのため推定される。厚みはやや薄手である。底面に固着する炉壁粉の大きさが、ややまちまちなのは、炉外の滓の溜まりの可能性も残す。



上面

下面

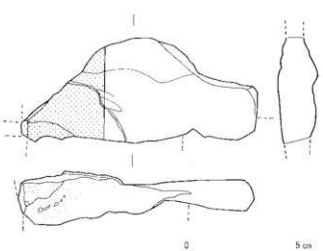
資料番号　4　　滓：メタル

出土状況	遺跡名　下山遺跡		遺物 No.	65	分析	マクロ	
	遺構名　第2排滓場		時期：根拠	1790±60・C^{14}年代測定（ただし、1号炉の年代）		検鏡	○
						硬度	○
試料記号	検鏡：SIM-4	法量 長径 10.3cm	色調	表：光沢のない黒褐色。部分的に紫紅色の酸化色		CMA	○
	化学：SIM-4	短径 4.6cm		地：黒褐色		X線回折	
	放射化：					化学	○
遺物種類（名称）	単位流動滓	厚さ 2.3cm	密着度	2　メタル度　なし		耐火度	
		重量 150.65g	遺存度	破片　前含浸　−		カロリー	
			破面数	3　断面樹脂　−		放射化	
						X線透過	

観察所見　平面、不整菱形をした薄手の炉外流出滓の端部破片である。上下面はほぼ生きており、側面3面は原破気味の破面。長軸端部の片側は、流動滓の先端が露出している。滓上面の表皮はきれいな流動状で、中央寄りに滓の重畳を示す窪みが見られる。また、これに沿ってわずかなしわが生じている。長軸端部片側は表皮が欠落し、下面の細の表面が露出している。下面はゆるやかな波状で、4mm以下の大きさの炉壁片のかみ込みや圧痕が点在する。短軸中央を長軸方向に走る段は、滓単位の違いを示すものである。破面は緻密でやや光沢をもち、気孔は極めて少ない。色調は地が黒褐色、滓表面は光沢のない黒褐色で、部分的に紫紅色の酸化色を示す。

分析部分　長軸端部1／3を直線状に切断し、滓部を分析に用いる。残材返却。

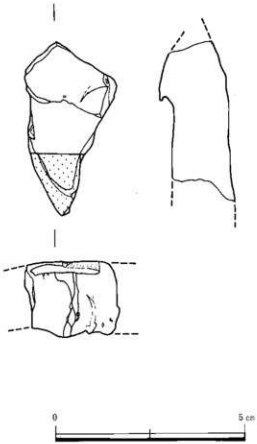
備　考　比較的きれいな流動滓である。厚みが薄いためか冷却は早口と予想される。分析No.5～8は一連の流動滓で個々に状態は異なるものの、全体に紅色が強めであり、酸化が強いものである。



資料番号　5

								洋：胎土
出土状況	遺跡名　下山遺跡		遺物No.	69		分析	マクロ	
	遺構名　第3排滓場		時期：根拠	1790±60：C14年代測定（ただし、1号炉の年代）			検鏡	○
							硬度	
試料記号	検鏡：S1M－5	法量 長径 9.1cm	色調	表：紫紅色気味			CMA	
	化学：S1M－5	短径 4.7cm		地：やや光沢をもった光沢			X線回折	
	放射化：－						化学	○
遺物種類（名称）	単位流動滓	厚さ 3.9cm	磁着度	2	メタル度	なし	耐火度	
			遺存度	破片	前含浸		カロリー	
		重量 240.0g	破面数	5	断面樹脂	－	放射化	
							X線透過	

観察所見	平面、不整五角形をした盤状の流動滓である。側面5面がシャープな破面、上面の大半と下面は生きている。上面は流動状の表面が上下2枚に分れており、段状になったその境には細い破面が存在する。恐らく下段部は水平方向に伸びた大型の気孔の痕跡であろう。上段側には短軸方向に伸びる筋状の滓単位の接合部分が残る。下面は灰白色の炉壁片や滓片を固着させる滑面である。側面の破面には気孔が極めて少なく緻密な滓部が良くわかる。下半分を中心に光沢をもった青灰色で、上半部は黒褐色となる。破面には、上下方向に伸びる筋状のヒダが目立つまた、わずかに上下方向に伸びる気孔も確認できる。色調は裏面がやや光沢をもった黒褐色。表面は紫紅色気味の流動滓である。
分析部分	長軸端部1／4を直線状に切断し、滓部を分析に用いる。残材返却。
備考	上下面の色調や質感は分析No.4とよく似ている。しかし、資料がやや厚く、徐冷されているためか結晶が発達して、光沢をもった青灰色となっている点が異なる。下山遺跡の分析資料の中では最もこの光沢が目立つ資料である。



上面

下面

資料番号　6

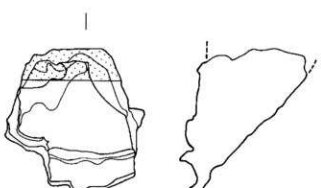
滓：メタル

出土状況	遺跡名	下山遺跡	遺物No.	75		マクロ	
	遺構名	第3排滓場	時期：根拠	1790±60：C¹⁴年代測定（ただし、1号炉の年代）	分	検鏡	○
						硬度	
試料記号	検鏡：SIM－6		法量	長径 8.7cm	色調	表：わずかに紫紅色気味、無光沢	CMA
	化学：SIM－6			短径 6.2cm		地：光沢をもった黒褐色	X線回折
	放射化：－			厚さ 6.4cm	磁着度 3	メタル度 なし	化学 ○
遺物種類：炉外流出滓（名称）				重量 620.0g	遺存度 破片	前合浸 －	耐火度
					破面数 5	断面樹脂 －	カロリー
							放射化
							X線透過

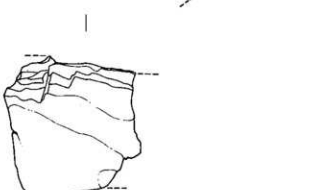
観察所見　平面、不整六角形をした流動滓である。側面1面と下面が生きており、残る側面は卜下に伸びる直線状の大きな破面である。破面数は胃部の小破面を入れて5面である。断面形は強いV字状である。上面は片側に1cm前後の幅をもつ薄い流動滓が重層し、側面に沿って中空の流動滓が流れている。中央のコブ状のふくらみはガスによるものである。底面でもある側面は、斜め方向に平坦気味で、下端部がわずかに潰底に向かうV字状の断面を写している。この面は赤褐色や灰白色をした炉壁粉をかんだ部分と、それが脱落して小さい不規則な気孔が密集する粗面で構成されている。下端から3／5程上がった位置に、わずかな筋状の凹みが水平方向に走っているのは、滓単位が異なるためであろうか。側面に見られる人きな破面は全体に緻密で、上下にやや大ぶりの気孔が点在している。破面はやや光沢をもち、筋状の線が走っている。卜端部内側には茶褐色の錆の強い木炭粉を交える滓部が認められる。色調は地が光沢をもった黒褐色。表面はわずかに紫紅色気味で無光沢である。

分析部分　長軸端部1／3を直線状に切断し、滓部を分析に用いる。残材返却。

備考　V字状の8cm以上の深さをもつ、流出溝ないし、滓だまりで形成されたと推定される資料である。上面が紫紅色気味の点は、分析資料No.4から9に共通である。No.5に比べ破面の光沢が少なく、比較的、冷却速度が早かったものと考えられる。滓の質感は分析資料No.7にやや類似する。



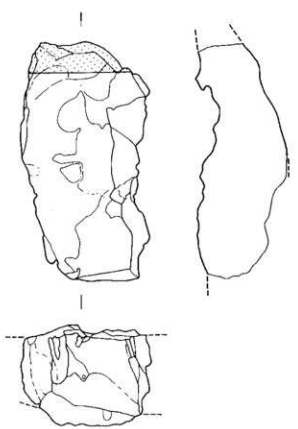
上面



下面

資料番号　7　　滓：メタル

出土状況	遺跡名　下山遺跡			遺物 No.	77		マクロ		○
	遺構名　第1精滓場			時期：鬼板	1790±60：C¹⁴年代測定（ただし、1号炉の年代）	分	検鏡	○	
							硬度	○	
試料記号	検鏡：SIM－7	法量	長径　16.2cm	色調	表：紫紅色気味 光沢ほとんどなし	析	CMA	○	
	化学：SIM－7		短径　8.7cm		地：黒褐色気味		X線回折		
	放射化：－						化学	○	
－			厚さ　5.9cm	磁着度	6　メタル度　H(○)		耐火度		
遺物種類（名称）	炉外流出滓			遺存度	破片　前含浸　－		カロリー		
			重量 1470.0 g	破面数	4　断面樹脂　○		放射化		
							X線透過		○
観察所見	平面、長手の台形をした流動滓である。上下面は基本的に生きており、側面4面すべてがやや不規則な破面。長軸方向の底面は浅い皿形を呈し、縁部は立ち上がり気味である。上面は3cm大の大型の気孔の表皮が脱落した凹部と、中小の気孔の破面が半分以上を占め、長軸の両端部のみ流動状の滓の表面を残す。この部分の色調は紫紅色がかなり強い。平面側は斜め方向に破面が走り、残る両端部には3mm以下の大きさをもつ炉壁粉や石粒が密に固着している。1ヵ所、長さ2．5cm大の木炭痕が残る。下面の固着上砂は暗褐色の錆色となっている。破面には不規則な気孔や破面が認められる。短軸の一方を除く側面3面には上下方向に柱状に伸びる気孔が目立つ。滓自体は緻密である。色調は黒褐色気味の破面もあるが、全体に紫紅色気味で、光沢がほとんど無い。								
分析部分	長軸断面1／10を直線状に切断し、滓部を分析に用いる。断面樹脂塗布。成材返却。								
備考	幅広い底面のやや平坦な窪みの中に形成された流動滓である。結晶の発達が弱く、ガスが不規則に抜けている。下底の流動状の滓も、他遺跡の近世のたまり滓に比べて、厚みが6cm前後と薄い。これは、炉体がやや小ぶりであることを物語るものかもしれない。								



上面

下面

資料番号　8

滓：メタル

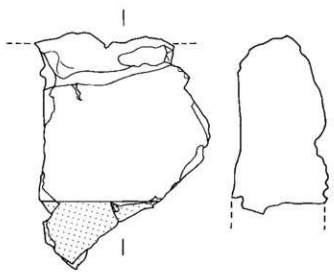
出土状況	遺跡名　下山遺跡		遺物 No.	78		マクロ検鏡	○
	遺構名　第2排滓場		時期：概掲	1790±60：C¹⁴年代測定（ただし、1号炉の年代）	分析	硬度	
試料記号	検鏡：SIM－8	法量	長径　14.0cm	色調	表：紫紅色	CMA	
	化学：SIM－8		短径　9.9cm		地：青灰色から茶褐色	X線回折	
	放射化：－		厚さ　5.5cm	磁着度　3	メタル度　なし	化学	○
遺物種類（名称）	炉外流出滓		重量　720.0g	遺存度　破片	前合浸	耐火度	
				破面数　3	断面樹脂　－	カロリー	
						放射化	
						X線透過	

観察所見　平面、不整台形をした気孔の多い流動滓である。上下面と側面の一方は生きており、残る側面3面が直線状の破面である。上面は全体に平滑で、中央部がたわんでいる。小さな気孔の表皮が脱落して黒の粒に散らばっている。色調は全体に紫紅色気味である。端部にわずかにしわ状の凝分が生じている。中央部がたわんでいるのは内側のガスが抜け気味のためであろう。側面の生きている面はややゴツゴツした灰白色の1～2㎜大の炉壁粉が固着している。表皮との接点部となる胥部には、横方向の筋間が生じ、上面側が後から溜まったことがわかる。破面には全体に気孔が存在し、上面になるにつれ、横方向に連なり気味である。そのため年輪状に滓と気孔が互層となっている。

下面なるにつれ、密度がやや高くなり、滓の光沢も多少は認められる。色調は地が青灰色から茶褐色、表面から側面の生きている部分は紫紅色である。

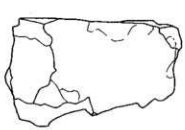
分析部分　長軸端部1／5を直線状に切断し、滓部を分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。

備考　ガスを多く含み、気孔が密集しているため、見かけの割りには比重の低い資料である。上面に次々と薄皮状の滓が重層しているが、滓質は上下で特に差をもたない。外観はやや異なるものの、分析資料No.9とより近い資料である。気孔が多い点が共通する要素である。



上面

下面



0　5cm

資料番号　9

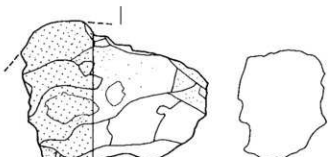
滓：メタル

出土状況	遺跡名　下山遺跡		遺物 No.	79			分析	マクロ		○
	遺構名　第3排滓場		時期：根鳥	1790±60：C^{14}年代測定（ただし、1号炉の年代）				検鏡		◎
								硬度	○	
試料記号	検鏡：SIM－9	法量	長径　9.3cm	色調	表：紫紅色			CMA		
	化学：SIM－9		短径　7.9cm		地：黒みの強い青灰色			X線断化学	○	
	放射化：－							耐火度		
遺物種類（名称）	炉外流出滓		厚さ　4.6cm	磁着度	2	メタル度	L（●）	カロリー		
			重量 310.0g	遺存度	破片	前含浸	－	放射化		
				破面数	5	断面樹脂	○	X線透過		○

観察所見　平面、不整五角形をした流動滓である。長軸方向に浅い皿型の底面を持ち、短軸方向には楕形の底面を持つ。破面は側面や頂部にみられ、都合5面を数える。上面はゆるやかに中央が盛り上がり、かまぼこ状の外観を持つ。部分的に変化が激しく、小さな気孔の被面を持つ流動状の滑面、大型の気孔痕、さらにイガイガした滓と茶褐色の錆の強い滓部の、各部から構成されている。滑面の滓の表皮には微細なしわが生じている。この部分の色調は紫紅色。長軸端部の一方の角は、流動状の滓の先端である。下面は全体に茶褐色の酸化土砂と、土砂中に含まれた灰白色の炉壁粉の凝着した、微細な凹凸をもつ面である。1cm大の木炭痕や滓片をかみ込んでいる。破面の気孔は場所により状態が異なり、気孔がごく少ない部分と大型の気孔が生じている部分もあるが、全体的には気孔の密集したスポンジ状である。やや光沢をもつ部分が多い。色調は地が黒みの強い青灰色、表面は紫紅色を呈する。

分析部分　長軸端部1／3を直線状に切断し、メタル部分を中心に分析に用いる。断面樹脂埋め。残材返却（別破片あり）。

備考　滓片や炉壁粉の上を、ガスの多い滓が流れたものである。分析資料No.8に比べて幅が狭く、やや楕形の断面を持つ滓であったことがわかる。流出滓の形状を与したものと見られる。滓質はスポンジ状で、分析資料No.8と近いといえよう。中央よりやや長軸端部寄りにメタル度L（●）で反応する部分を持つが、滓に巻き込まれた小さな鉄粒であろうか。



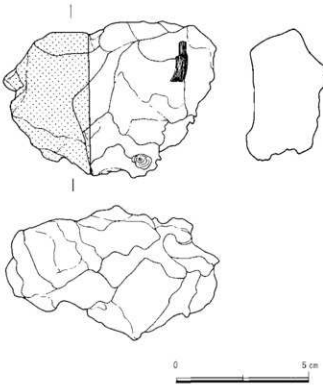
上面

下面

資料番号　10

								滓：メタル
出土状況	遺跡名　下山遺跡		遺物No.	94			マクロ	○
	遺構名　第2排滓場		時期：根拠	1790ト60：C[illegible]年代測定（ただし、1号炉の年代）	分		検鏡	
							硬度	◎
試料記号	検鏡：SIM−10	法 長径　7.9cm	色調	表：茶褐色から暗褐色			CMA	○
	化学：SIM−10						X線回折	
	放射化：−	短径　5.9cm		地：黒褐色			化学	
遺物種類（名称）	鉄塊系遺物	厚さ　2.8cm	磁着度　7	メタル度　特L(☆)	析		耐火度	
		量	遺存度　破片	前含浸　−			カロリー	
		重量　250.0g	破面数　3	断面樹脂　○			放射化	
							X線透過	○

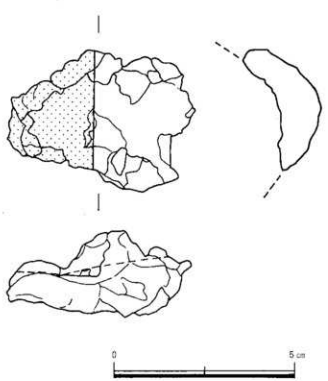
観察所見	平面、不整五角形をした鉄塊系遺物である。下面2カ所が突出し、全体的には不定形なしわ状を呈する。上面1カ所、側面に3カ所の、3cm大を越える木炭痕を持ち、側面を中心に小破面が3カ所に認められる。全体に赤錆や黒錆の混在したモザイク状の色調を呈する。比重はやや高く、コブ状に突出した端部はいずれも黒錆がにじんでいる。錆ぶくれや酸化液も見られる。各面とも固まり同上が接したような形状で、ややすきまが生ずる。表面にはやや酸化土砂が厚く、茶褐色から暗褐色である。この土砂中には2cm大の木炭そのものも含まれている。付着土砂のない端部は気孔の残る黒褐色の滓部で、わずかに灰黒色の炉壁土由来の土砂が存在している。メタル度は特L（☆）で、中央寄りに少なくとも2カ所以上のまとまった鉄部が存在している。色調は地が黒褐色、全体は酸化土砂のため茶褐色から暗褐色を呈する。
分析部分	長軸端部1／3を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。
備考	観察本文でも述べているように、木炭痕がやや大きく、合鉄ながら多少、砂鉄焼結塊状の印象をもつ資料である。鉄部と滓部の共存が推定できる。炉底塊の、比較的表面に生成していたものが、割り分けられたものであろうか。分析資料No.13、14と見かけ上の大きさが類似するのは、偶然ではないかもしれない。

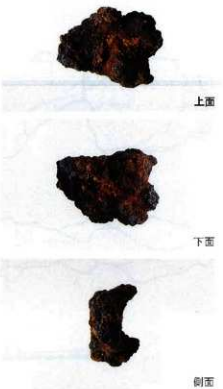


資料番号　11

								滓：メタル	
出土状況	遺跡名　下山遺跡			遺物 No.	96		分	マクロ	○
	遺構名　第2排滓場			時期：推奨	1790±60：C14年代測定（ただし、1号炉の年代）			検鏡	○
								硬度	○
試料記号	検鏡：S1M−11	法	長径　5.2cm	色調	表：茶褐色		析	CMA	
	化学：S1M−11		短径　3.7cm		地：暗褐色			X線回折	
	放射化：　−							化学	○
遺物種類（名称）	鉄塊系遺物	量	厚さ　1.1cm	磁着度	6	メタル度　特L(☆)		耐火度	
								カロリー	
				遺存度	破片	前含浸		放射化	
			重量　58.8g	破面数	2	断面樹脂　○		X線透過	○

観察所見	平面、不整五角形をした、やや小ぶりの鉄塊系遺物である。全体にトイ状で、長軸方向に向かい下面が突出し、上面が溝状に窪んでいる。側面には小さな破面が2カ所に確認できる。全体に暗褐色の黒錆が付着しており、表面には茶褐色の酸化土砂が固着する。磁着反応は強く、メタル度も特L（☆）のため、鉄主体の個体と考えられる。色調は地が暗褐色、表面は茶褐色である。
分析部分	長軸端部1／2を直線状に切断し、メタル部を分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。
備考	上面がトイ状に窪むのは工具痕か木炭痕のどちらかであろう。形状からみて炭素量がやや上がり気味の鉄と考えられる。上面の窪みを木炭痕と考えた場合には、多少は吸炭効果があったかもしれない。どちらかと言えば、木炭痕の可能性を指摘しておきたい。

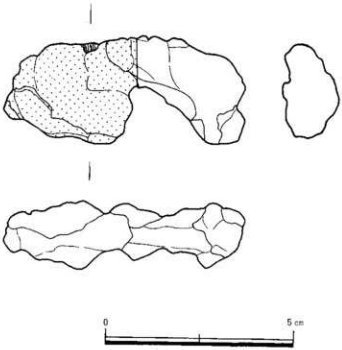




資料番号　12

出土状況	遺跡名　ド山遺跡			遺物No.	98			分	マクロ　○
	遺構名　第2排滓場			時期：根拠	1790±60：C^{14}年代測定（ただし、1号炉の年代）				検鏡　○
									硬度　○
試料記号	検鏡：SIM−12	法	長径　6.3cm	色調	表：茶褐色			析	CMA
	化学：SIM−12								X線回折
			短径　2.7cm		地：暗褐色				化学　○
	放射化：　−								耐火度
遺物種類（名称）	鉄塊系遺物	量	厚さ　1.4cm	磁着度	6	メタル度　特L(☆)			カロリー
			重量　44.0g	遺存度	破片	前含浸	−		放射化
				破面数	1	断面樹脂	○		X線通過　○

観察所見	平面、異形勾玉状の鉄塊系遺物である。全体にやや丸みを持ち、流動状の鉄（銑鉄）である可能性が高い。長軸端部に見られる明褐色の部分は、錆ぶくれの内側には生じた酸化物である。5mm以下の大きさを持つ、コブ状の凸部が周囲に点在するが、これも錆ぶくれであろう。破面は側面に1カ所確認できるのみで、ゆるやかな弧状の各面とも鉄そのものの表面であったと推定される。色調は地が暗褐色、表面にわずかに固着する酸化土砂は茶褐色。これには3mm大の木炭粉も含まれている。
分析部分	長軸端部1／3を直線状に切断し、メタル部を分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。
備考	銑鉄がこぼれ落ちたような形状を呈している。短軸方向の横断面形は楕形。上面もわずかに盛り上がり、長軸方向には平坦気味である。滓にまきこまれた鉄そのものも、こうした形状をとる場合がある。分析資料No.15と形状は似ている。



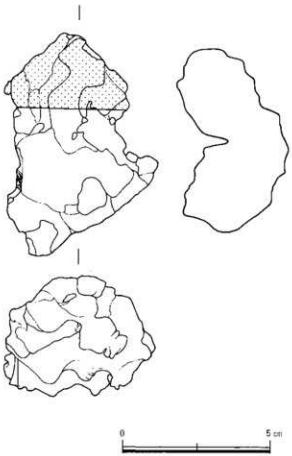
上面

下面

資料番号　13

									滓：メタル
出土状況	遺跡名　下山遺跡		遺物 No.	110			分	マクロ	○
	遺構名　第3排滓場		時期：根拠	1790±60：C^{14}年代測定（ただし、1号炉の年代）				検鏡	◎
								硬度	○
試料記号	検鏡：S1M-13	法量	長径　7.6cm	色調	表：茶褐色			CMA	○
	化学：S1M-13		短径　5.1cm		地：青灰色・黒褐色			X線回折	
	放射化：－							化学	○
								耐火度	
遺物種類（名称）	鉄塊系遺物		厚さ　2.9cm	磁着度	7	メタル度	特L(☆)	カロリー	
			重量　189.0g	遺存度	破片	前含浸	－	析 放射化	
				破面数	2	断面樹脂	○	X線透過	○

観察所見	平面、不整五角形をした鉄塊系遺物である。側面2面がはっきりした破面で、それ以外は不規則な凹凸をもつ自然面である。 長軸方向の断面形は、上下面とも丸みをもった楕形である。各所に不規則な隙間があり、ゴツゴツした鉄粒が寄り集まったような質感である。すべてが鉄ではなく、個々の鉄部の接する隙間には、光沢をもった青灰色の滓が各所に認められる。滓は小さな気孔が多めで、わずかな木炭にはさまって生成された印象をうける。短軸側側面には、2cm大の広葉樹の木炭がかみ込まれている。鉄部の表面は、ごく小さな錆ぶくれや酸化液に覆われている。色調は地が青灰色から茶褐色、表面にわずかに固着する酸化物は茶褐色。
分析部分	長軸端部1／3を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。
備考	丸もちを平裁したような断面形を呈する。鉄としては非流動状で、まとまりかけてはいるが、滓が完全には抜けきれていないも資料ある。生成位置としては、炉底塊の上半部の、比較的、通風孔寄りの一部かもしれない。逆に楕形の断面形を生かせば、流出溝につまりかけた鉄塊の可能性も多少は残る。前者の可能性がより高いものと想定しておきたい。



上面

下面

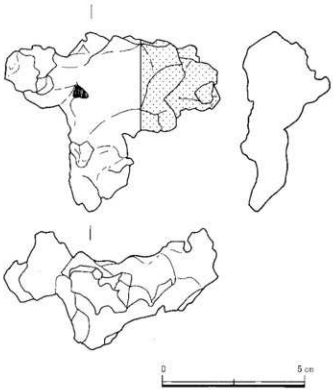
資料番号　14

出土状況	遺跡名	下山遺跡		遺物No.	112				滓：メタル	
	遺構名	第3排滓場		時期：根拠	1790±60：C 14年代測定（ただし、1号炉の年代）			分析	マクロ	○
									検鏡	◎
									硬度	○
試料記号	検鏡：S1M 14	法量	長径 7.5cm	色調	表：茶褐色				CMA	○
	化学：S1M−14		短径 6.3cm		地：黒褐色				X線回折	
	放射化：−								化学	
									耐火度	
遺物種類（名称）	鉄塊系遺物		厚さ 2.9cm	磁着度	7	メタル度	特L(☆)		カロリー	
			重量 107.0g	遺存度	破片	前含浸	−		放射化	
				破面数	5	断面樹脂	○		X線透過	○

観察所見　平面、不整T字形をした鉄塊系遺物である。全体に1cm前後の大きさをもつ木炭痕と、不規則なやや大ぶりの気孔が残る。後者の気孔の両側には5mmから1cm弱の棒状の鉄部が、やや、連続気味に連なっている。滓は各所にヒダ状に残っており、木炭痕や鉄部に接している。微細な気孔が、個々の滓の内部に散在している。下面に3カ所、1cm強の大きさを持つ木炭がわずかに残っている。材は広葉樹である。色調は地が黒褐色、表面の酸化物は茶褐色。

分析部分　長軸端部1／3を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。

備考　分析資料No.13に比べて、小さいメタル部が連続し、その間をやや多めの滓と木炭痕が埋めていると考えられる資料である。鉄としては、炭素量が低めのものであろう。近世のケラでいえば、表面からはつり落とされた、歩ケラに相当する資料である。本遺跡で分析対象となったメタルの中では、最も鉄と滓との分離が悪く、炭素量が低めの可能性があろう。



上面

下面

資料番号　15

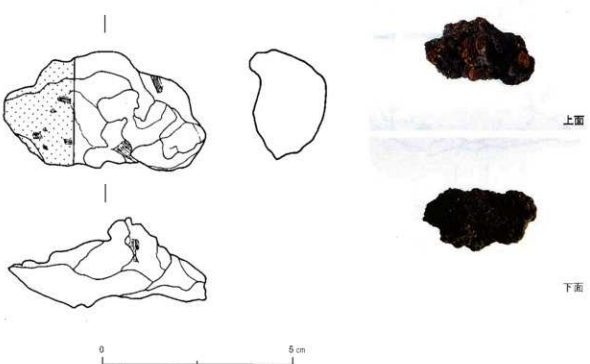
滓：メタル

出土状況	遺跡名　下山遺跡 遺構名　第3排滓場	遺物No.	118			マクロ	○
		時期：種別	1790±60：C14年代測定 （ただし、1号炉の年代）		分	検鏡	◎
						硬度	○
試料記号	検鏡：SIM−15 化学：SIM−15 放射化：−	法量	長径　5.3cm 短径　3.2cm	色調	表：暗褐色 地：黒褐色	CMA X線回折 化学	○ ○
						耐火度 カロリー	
遺物種類（名称）	鉄塊系遺物		厚さ　1.8cm 重量　48.0g	磁着度　5 遺存度　破片 破面数　2	メタル度　特L(分) 前含浸 断山樹脂　○	放射化 X線透過	 ○

観察所見　平面、不整楕円形をした小型の鉄塊系遺物である。側面2面が破面。鉄部は虚んだ靴底状の下半部が上体で、上面には5mm前後の木炭や滓片を固着させている。下面は緩やかな波状で、短軸方向の断面形は浅いV字状である。鉄部の上山は皿状となり、青灰色から黒褐色のやや光沢をもつ酸化物となっている。錆ぶくれが表裏面の各所に小さなコブを作っている。一部、黒錆が露出している。色調は地が黒褐色、表面は暗青する酸化物や木炭粉のために暗褐色を呈する。

分析部分　長軸端部1／3を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。

備考　分析資料№12と基本的には同様の銑鉄気味の資料であろう。上半部にメタルがないのは、本来あったものが銹化して欠落したものか、もともと下半部のみの薄皮状のものであったのかを区別しにくい。ただし、下山の銹化部が粗山で、どちらかといえば前者の可能性を予想できる。



資料番号　16

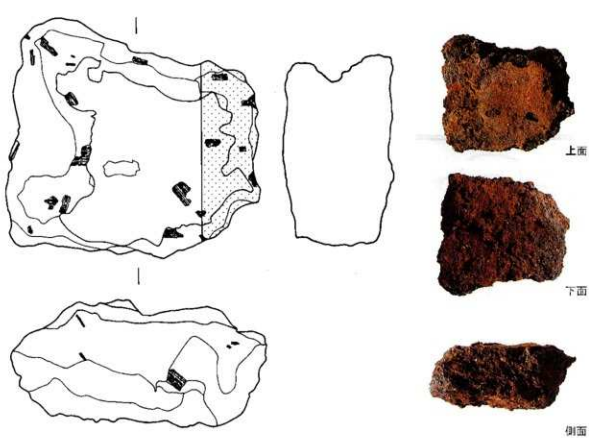
滓：メタル

出土状況	遺跡名　下山遺跡	遺物 No.	136	分析	マクロ	○	
	遺構名　第1排滓場	時期：根拠	1790±60：C^{14}年代測定（ただし、1号炉の年代）		検鏡	○	
					硬度		
試料記号	検鏡：SIM−16	長径　15.8cm	色調	表：黒褐色		CMA	
	化学：SIM−16 法	短径　14.1cm		地：灰黒色・暗褐色・赤褐色		X線回折	
	放射化：−			とまちまち		化学	
遺物種類	再結合滓	厚さ　6.5cm	磁着度	2　メタル度　なし		耐火度	
（名称）	塊	重量1820.0 g	遺存度	破片　前含浸　−		カロリー	
			破面数	4　断面樹脂　−		放射化	
						X線透過	

観察所見　平面、不整五角形をした再結合滓である。上下面は生きており、側面4面は破面。上面は薄皮状の二次酸化物に覆われている。下面もやや厚い二次酸化物に覆われ、1～2cm大の滓片や、2～3cm大の木炭粉が各所に顔を出している。破面には不規則な二次酸化物が水平方向に伸び、それに包まれるように、様々な顔つきの滓片や10cm大の木炭痕が存在する、極めて不均一な構成である。粒状滓や鍛造剥片といった鍛冶系の遺物は認められない。5mm以下の黒褐色の球状の鉄酸化物が含まれているのも特徴である。再結合している土砂の色調は、灰黒色から暗褐色、赤褐色とまちまちである。薄皮状の二次酸化物は黒褐色の皮膜状で、やや斑点状の光沢をもつ。

分析部分　長軸端部1／4を直線状に切断し、再結合滓を分析に用いる。残材返却。

備　考　同じ再結合滓でも最古跡のものと製錬跡のものでは、内部に再結合する遺物の構成が異なっている。本遺跡は後者のもので、流動滓の破片や炉内滓の小片に加え、木炭粉や炉壁粉が再結合したものである。滓や小さな鉄が再結合を促すのであろうか。本遺跡では、第1排滓場とした大きな板状の再結合滓が、斜面肩部直下にやや傾いて確認されており、本資料はその破片である。可能性としては、2基出土したうちの古い方の、最も近い製鉄炉の地下構造により近い位置のものであり、こちらに伴なうものかもしれない。



資料番号　17

出土状況	遺跡名	下山遺跡			遺物No.	138				木炭
	遺構名	第1排滓場			時期：根拠	1790±60：C^{14}年代測定（ただし、1号炉の年代）			分 マクロ 検鏡 硬度	○
試料記号	検鏡：STM 17		法	長径	－cm	色調	表：灰黒色			CMA X線回折 化学 ○
	化学：STM－17			短径	cm		地：黒色			
	放射化：－									耐火度 カロリー ○
遺物種類（名称）	木炭（5点）		量	厚さ（小計）	－cm	磁着度	1	メタル度	なし	析
				重量	19.6g	遺存度	破片	前含浸	－	
						破面数	－	断面樹脂	－	放射化 X線透過

観察所見	17－1	4.2×1.8×2.8cm、8.0g。	中型の環孔材（広葉樹）。厚さ2.8cmの間に13本の年輪を数える。炭化は良好。菊割れややあり。木取りはミカン割り1／12。黒炭。付着土砂あり。
	17－2	3.6×1.5×2.3cm、5.4g。	中型の環孔材（広葉樹）。厚さ2.3cmの間に13本の年輪を数える。炭化は良好。菊割れややあり。木取りはミカン割り1／12。黒炭。付着土砂あり。
	17－3	3.2×1.4×1.3cm、2.3g。	小型の環孔材（広葉樹）。半径1.3cmの間に15本の年輪を数える。炭化は良好。菊割れはなし。木取りはミカン割り1／6。黒炭。付着土砂あり。
	17－4	2.9×0.6×2.3cm、1.6g。	中型の環孔材（広葉樹）。厚さ2.3cmの間に12本の年輪を数える。炭化は良好。菊割れややあり。木取りは薄手のミカン割り1／20。黒炭。付着土砂あり。
	17－5	2.7×0.8×2.0cm、2.3g。	やや小型の環孔材（広葉樹）。半径2.0cmの間に11本の年輪を数える。炭化は良好。菊割れややあり。木取りは薄手のミカン割り1／12。黒炭。付着土砂あり。
分析部分	必要量を選択し、木炭として分析に用いる。残材返却。17－1～5のうち、1、2、4はよく似た年輪数の環孔材で、3は細いが年輪数は前者に類似する。5もやや類似する傾向がある。いずれも13年前後の年輪のはっきりしたナラ・クヌギ類である。分析には1、2、4で足りればこれを用いる。全体に酸化物や付着土砂が多い木炭である。		
備考	樹種や年輪数が近く、木取りもミカン割りで炭化もやや良好な木炭資料である。3cm強の大きさに小割りされているが、製鍊用としてはやや小ぶりのものである。第1排滓場出土品は炭化がやや強めであり、逆に第2、第3排滓場出土品は炭化が甘いという共通性をもつ。大きさや、材も第1と第2、第3は別の傾向を示す。		

1

2

3

4

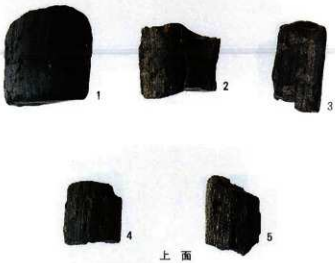
5

上面

資料番号　18

									木炭
出土状況	遺跡名　下山遺跡			遺物 No.	139			マクロ	
	遺構名　第2排滓場			時期：根拠	1790±60：C14年代測定（ただし、1号炉の年代）	分		検鏡 硬度	○
試料記号	検鏡：SIM−18	法	長径　−cm	色調	表：黒色			CMA	
	化学：SIM 18		短径　−cm		地：黒色			X線回折 化学	○
	放射化：							耐火度	
遺物種類（名称）	木炭（5点）	量	厚さ　−cm（小計）重量　47.6g	磁着度	1　メタル度　なし	析		カロリー	○
				遺存度	破片　前含浸　−			放射化	
				破面数	−　断面樹脂			X線透過	

観察所見	18−1　4.9×4.2×2.5cm、16.2g。	中型の散孔材（広葉樹）。半径2.1cmの間に8本の年輪を数える。炭化は甘い。菊割れなし。木取りはミカン割り1／2。黒炭。
	18−2　3.6×4.1×1.8cm、12.5g。	中型の環孔材（広葉樹）。半径2.0cmの間に17本の年輪を数える。炭化は良好。菊割れ若干あり。木取りはミカン割り1／3。黒炭。
	18−3　4.5×2.3×2.7cm、8.0g。	小型の環孔材（広葉樹）。半径2.3cmの間に8本の年輪を数える。炭化は甘い。菊割れは若干あり。木取りはミカン割り1／6。黒炭。
	18−4　3.2×2.2×2.7cm、5.3g。	中型の環孔材（広葉樹）。半径2.2cmの間に8本の年輪を数える。炭化は甘い。菊割れなし。木取りははミカン割り1／8。黒炭。
	18−5　3.4×2.7×1.1cm、5.6g。	やや小型の環孔材（広葉樹）。半径1.3cmの間に11本の年輪を数える。炭化はやや甘い。菊割れわずかにあり。木取りはミカン割り1／2。黒炭。
分析部分	必要量を選択し、木炭として分析に用いる。残材返却。18−1〜5のうち、1は導管列の読みにくい散孔材で軟質の材、2はきれいな環孔材で、5とよく似た年輪のはっきりしたナラ・クヌギ類である。3、4ないし2、5の、どちらかの組み合わせを選択する。	
備考	第1排滓場の木炭に比べて一回り大きい、4cm前後の大きさに小割りされている。やや小割りにばらつきがあり、3cm大のものが3点、4cm大のものが2点の、2群に分かれるかもしれない。製練に使用された木炭の材質と大きさの一端を示すものであり、第3排滓場出土の、分析資料No.19のグループとはよく似た傾向を示す。排滓場の時期が、第2と第3は近いという可能性を示すものかもしれない。第1排滓場は別個のグループとするべきであろうか。	



資料番号　19

木　炭

出土状況	遺跡名　下川遺跡 遺構名　第3排滓場		遺物№	140 1790±60：C¹⁴年代測定 （ただし、1号炉の年代）	分析	マクロ検鏡 硬度	○
試料記号	検鏡：SIM−19¹ 化学：SIM−19 放射化：−	法量	長径　− cm 短径　− cm 厚さ（小計）　− cm 重量　38.9 g	色調　表：黒色 地：黒色 磁着度　1　メタル度　なし 遺存度　破片　前含浸　− 破面数　−　断面樹脂		CMA X線回折 化学 耐火度 カロリー 放射化 X線透過	○
遺物種類（名称）	木炭（5点）						

観察所見

19−1　4.0×4.1×2.4cm、13.0g。　中型の散孔材（広葉樹）。半径2.4cmの間に4木の年輪を数える。炭化は甘い。劈割れなし。木取りはミカン割り1／2。黒炭。

19−2　2.4×4.0×2.6cm、9.5g。　中型の散孔材（広葉樹）。半径2.6cmの間に5本の年輪を数える。炭化は甘い。劈割れなし。木取はミカン割り4／10。黒炭。

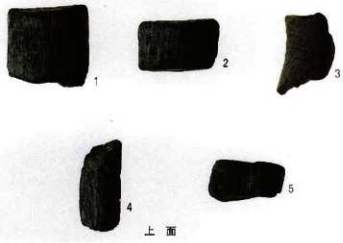
19−3　4.0×2.5×1.8cm、6.5g。　小型の環孔材（広葉樹）。半径1.8cmの間に6木の年輪を数える。炭化はやっや甘い。劈割れなし。木取りはミカン割り1／2。黒炭。

19−4　4.5×1.5×1.2cm、4.8g。　やや小型の環孔材（広葉樹）。半径1.2cmの間に14本の年輪を数える。炭化はやや甘い。劈割れわずかにあり。木取りはミカン割り1／12。黒炭。

19 3　3.7×3.6×1.9cm、5.1g。　中型の散孔材（広葉樹）。半径1.9cmの間に4本の年輪を数える。炭化は甘い。劈割れなし。木取りはミカン割り1／2。黒炭。

分析部分　必要量を選択し、木炭として分析に用いる。残材返却。19−1〜5のうち、1、2、5は導管列の読みにくい散孔材で、軟質の成長の早い材。3は環孔材で、やや成長の早い材。4は環孔材で年輪数の多いナラ・クヌギ類である。分析には1、2、5か3、4の、どちらかの組み合わせを選択して用いる。

備　考　軟質の散孔材はミカン割り1／2の半割に、環孔材は径が細くとも、ミカン割り状に木取りをしているのがわかる。長さは1、3、4が長く、2、5がやや短いものの、最大径はほぼ揃っており、製鍊炉用の木炭としての整粒段階で、材の樹幹方向にかかわらず、最大径（長）で揃えようとしている意図がよくわかる。材や木取りに加えて、炭化状態が第2排滓場出土のものと極めて類似する。



第 6 章　自然科学的分析

下山遺跡１号炉出土炭化物の^{14}C年代測定

財団法人 九州環境管理協会

はじめに

本報告書は、島根県埋蔵文化財調査センターの委託を受けて、財団法人九州環境管理協会が「志津見ダム建設予定地内（下山遺跡）発掘調査に伴う年代測定」についてとりまとめたものである。

1．分析試料

分析試料を表１に示す。

表１ ^{14}C年代測定試料一覧表

No.	試料記号	遺跡名	遺構等の記号・番号	時期
1	SY－9	下山遺跡	1号炉小舟内	不明
2	SY－10	下山遺跡	炭窯状遺構底面	不明

2．分析方法

^{14}C年代測定は、液体シンチレーション計測法で測定した。

3．測定結果

^{14}C年代測定の結果を表２に示す。

表２ ^{14}C年代測定結果

No.	試料記号	試料名	遺構等の記号・番号	^{14}C年代／years BP
1	SY－9	木炭	1号炉小舟内	160 ± 60 (170 ± 60)
2	SY 10	木炭	炭窯状遺構底面	Modern

下山遺跡の1,2号たたら跡の地磁気年代

島根大学理学部　時枝克安

1　地磁気年代測定法の仕組

地磁気は一定ではなく周期の異なる様々な変動成分を含んでいるが、10年以上経過してはじめて変化が認識できるような緩慢な変動を地磁気永年変化と呼んでいる。地磁気年代測定法で時計の働きをするのはこの地磁気永年変化であり、地磁気変化曲線に年代を目盛ったグラフを使用して、地磁気の方向から年代を読みとる。ある窯の年代を知ろうとするとき、窯の操業時の地磁気の方向がどこかに記録されており、それを測定できなくては目的を果たせない。窯の操業時の地磁気の方向は窯の焼土の熱残留磁気に記録されている。年代未知の窯の地磁気年代を求める手順の概略は、まず、窯の焼土の熱残留磁気から加熱時の地磁気の方向を求め、次に、窯のある地域の地磁気永年変化曲線上で加熱時の地磁気の方向に対応する年代を読みとる。

地磁気中で土や粘土が焼けると、磁鉄鉱等の磁性粒子が担い手となって、焼土は熱残留磁気を帯びる。この熱残留磁気は、その方向が焼けたときの地磁気の方向と一致し、しかも非常に安定であり、磁性鉱物のCurie温度（磁鉄鉱では575℃）以上に再加熱されないかぎり数万年以上時間が経過しても変化しない。Curie温度以上に再加熱されたときには、それまで保持されていた残留磁気は完全に消滅し、新しく、加熱時の地磁気の方向を向いた残留磁気が獲得される。つまり、焼土の熱残留磁気は最後に焼かれたときの地磁気の方向を記憶している。それゆえ、あらかじめ、年代既知の焼土を利用して、その熱残留磁気から過去の地磁気の方向が時間とともにどのように変化したかを測定しておけば、このグラフを時計の日盛板の代わりに用いて、焼土の最終焼成年代を推定できる。この時計では地磁気の方向が針に相当し、焼土の熱残留磁気が焼成時の針の位置を記憶していることになる。日本では、西南日本の過去2000年間の地磁気永年変化曲線が広岡によって詳しく測定されているので、この方法が焼土の簡便な年代測定法として実用化されている。地磁気年代測定法の詳細については中島等、および、広岡による解説[1,2]が参考になる。

2　地磁気年代測定法の問題点

地磁気の方向は時間だけでなく場所によっても変化するので、地域によっては標準曲線の形が西南日本のものに比べてかなり相違していることが挙げられる。厳密に言えば、ある焼土の地磁気年代を求めるには、焼土の熱残留磁気をその場所の標準曲線と比較しなければならない。相違が小さいときには西南日本の標準曲線を代用できるが、相違が大きいときにはその地域固有の標準曲線を決定し、この曲線と焼土の残留磁気の方向を比較する必要がある。中国地域における今までの地磁気年代調査では、ほとんどの場合、西南日本の標準曲線から求めた地磁気年代は考古学的年代観と整合している。したがって、中国地域で西南日本の標準曲線を使用しても問題はない。

次に、「地磁気年代測定法は地磁気変動という物理現象を利用しているので、地磁気年代は土器編年に左右されない」と思われがちであるが、そうではなく、地磁気年代と土器編年の間には密接な関係がある。すなわち、少数の年代定点をのぞくと、標準曲線の年代目盛りのほとんどは土器編

年体系を参照して決められている。それゆえ、年代定点に近い地磁気年代には問題がないが、年代定点から離れた地磁気年代は土器編年の影響を強く受けており、もし、土器編年に改訂があれば、地磁気年代も訂正しなければならない。年代定点の数が増加すると、相互の依存関係は解消するが、現状では年代定点が少数なのでやむをえない。しかし、地磁気年代測定法は、地磁気を媒介とする対比のおかげで、焼土跡に遺物がない場合でも有効であり、また、隔絶した土器編年を対比できるという独自性をもっている。

3　遺構と試料

下山遺跡（島根県飯石郡頓原町大字角井）からは2基のたたら跡（1，2号）が検出された。図1に示すように、1号たたら跡は2号たたら跡を切って構築されている。両たたら跡は同様の構造をもち、本床、小舟、焼土層を重ねた地下施設（最低部に排水溝）がある。堀りかたの長さと幅は、1号たたら跡では5.3mと3.3m、2号たたら跡では3.1mと 3.3mである。たたら跡の北側下方に隣接する稲田から、肥前系の磁器や萩焼の碗などの陶磁器が多数出土しているが、これらの年代は16世紀から現代にまでわたり、18世紀後半～19世紀初頭のものが一番多い。

熱残留磁気を測定するための定方位試料は、1号たたら跡では北側小舟床面から10ケ、南側小舟床面から10ケ、本床下部（小舟床面と同じレベル）から10ケを採取した。また、2号たたら跡では北東端の壁状の部分（高さ～30cm）から8ケ、南西端の床面から10ケを採取した。試料採取状況を図1と表1に示す。定方位試料の採取法としては、整形した焼土塊に樹脂製ケース（24×24×24mm）を被せて隙間を石膏で充填し、ケース上面の走行と傾斜をクリノコンパスで測定する仕方をとっている。

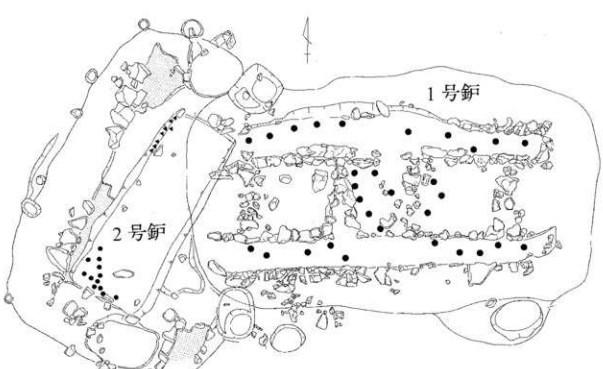


図1　下山遺跡のたたら跡の定方位試料採取状況

●▲　試料採取位置

下山遺跡の１，２号たたら跡からの試料採取状況

遺　構	試料採取場所（個数）	試料総数
１号たたら跡	北側小舟床面(10)、南側小舟床面(10)、木床下部(10)	30
２号たたら跡	北東端の壁状の部分(8)、南西端の床面(10)	18

4　測定結果

試料の残留磁気の方向をスピナー磁力計（Schonstedt社 Model SSM-1A）で測定した。図２の自然残留磁気の方向の測定結果を見ると、一方向に集中して分布するデータとその周辺に分散して分布するデータが認められる。分散したデータの集中度を改善するために、各たたら跡から５ケの試料を選び10mTの交流消磁を試みたが、残留磁気の強度が約半減するものの、方向の集中度は改善されなかった。そこで、自然残留磁気の方向の測定結果から、小円内のよく揃ったデータを選び、これらを元にして地磁気年代を求める。２号たたら跡の分散したデータは１号に切られた部分に近い場所のものである（図１▲）したがって、これらの分散の原因は１号たたらの構築に伴う攪乱と推定できる。採用した小円内のデータについて計算した残留磁気の平均方向と誤差の目安となる数値を表１に示す。ｋの値が大きく、$\alpha 95$の値が小さいほど、残留磁気の方向がよく揃っていることを意味している。

表１　下山遺跡の焼土の残留磁気の平均方向

	Im（度）	Dm（度E）	k	α_{95}度	n／N
１号たたら跡	41.44	4.21	5379	0.76	8／30
２号たたら跡	41.62	6.12	1110	1.45	10／20

Im：平均伏角　k：Fisherの信頼度係数　n／N：採用試料数／採取試料数
Dm：平均偏角　α_{95}：95%誤差角

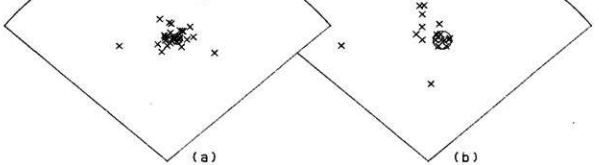


図２　下山遺跡のたたら跡の自然残留磁気の方向
（ａ）１号たたら跡　（ｂ）２号たたら跡

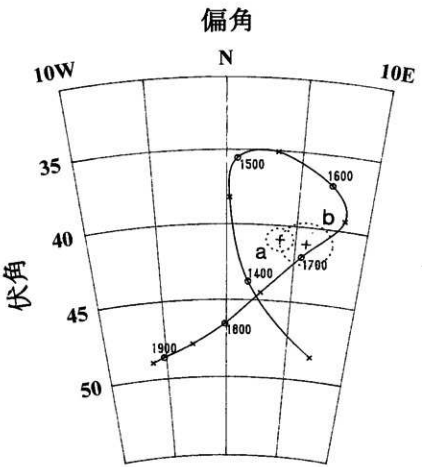


図3　下山遺跡のたたら跡の残留磁気の平均方向（＋印）と誤差の範囲（点線の楕円）、および、広岡による西南日本の地磁気永年変化曲線（1350－1950）
（a）1号たたら跡　（b）2号たたら跡

5　地磁気年代

図3は下山遺跡のたたらの跡の残留磁気の平均方向（＋印）と誤差の範囲（点線の楕円）および、広岡による西南日本の地磁気永年変化曲線[3]である。下山遺跡のたたら跡の地磁気年代を求めるには、残留磁気の平均方向に近い点を永年変化曲線上に求めて、その点の年代を読みとればよい。同様にして、年代誤差も点線の楕円から評価できる。このようにして求めた地磁気年代は、1号たたら跡についてAD1705±10、2号たたら跡についてAD1690±20となる。

下山遺跡のたたら跡の跡の地磁気年代

	Tm（度）
1号たたら跡	AD1705±10
2号たたら跡	AD1690±20

6　地磁気年代、考古学的年代、放射性炭素年代の比較

1，2号たたら跡の地磁気年代（AD1705±10、AD1690±20）は出土した土器の年代、および、

両者の切り合い関係と整合している。しかし、1号たたら跡から出土した炭の放射性炭素年代はAD1790±60であり、中央値は地磁気年代よりも85年も新しく、両年代には測定誤差を越えた明瞭な差が認められる。地磁気年代を求める元となったデータはたたら跡の広い範囲から得られている。このことから、これらのデータには遺構の局部的変形の影響はなく、また、たたら跡で取り扱かわれた鉄の影響もないと判断できるので、地磁気年代の信頼性を疑う物理的根拠はない。志津見ダム建設に伴って発掘された多くのたたら跡について地磁気年代と放射性炭素年代が測定されているが、それらの大半は未報告である。これらのデータが出揃ったときに、年代差の意味を検討するのがよいと考えている。

最後に、試料採取、考古学の情報提供についてお世話になった島根県埋蔵文化財センターの深田浩氏に厚く感謝します。

[文献]

（1）中島正志，夏原信義　「考古地磁気年代推定法」考古学ライブラリー9
ニュー・サイエンス社

（2）広岡公夫（1995）　「考古資料分析法」、考古学ライブラリー、65，
田口勇、斉藤努編、ニュー・サイエンス社、100－101

（3）広岡公夫（1978）　考古地磁気および第四紀古地磁気の最近の動向
第4紀研究　15，200－203

下山遺跡の炉壁・土坑粘土の分析調査

㈱安来市体育文化振興財団・和鋼博物館

目　的

島根県飯石郡頓原町下山遺跡より検出した「たたらの炉壁」と「粘土採掘土坑（SK04～20　池田軽石）の科学分析調査を実施し、粘土採掘土坑が炉壁用粘土の採掘土坑であるか否かを検証する。

（註）

下山遺跡：神戸川中流域左岸谷の斜面に立地し、縄文時代の遺構の他に、古墳時代中～後期の竪穴住居や近世のたたら製鉄炉が検出されている。

池田軽石：三瓶山の火山灰の名称（約２万５千年前）

１．資料一覧

資料No.	名　称	遺跡名	遺　構　名	採取地点	重量（g）
1	池田軽石	下山遺跡	粘土採掘土坑	土坑底部	920
2	炉壁	下山遺跡	南側斜面	表採	1,145
3	炉壁	下山遺跡	２号炉地下構造	底部	1,175
4	炉壁	大橋鉧跡	２号炉地下構造	木床	600

２．概観写真

写真１　資料No.１（粘土採掘土坑粘土）

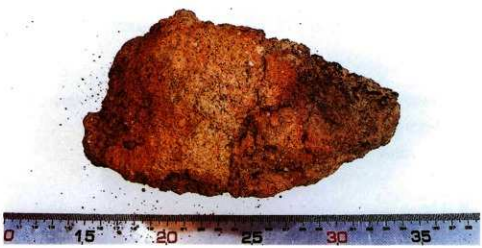


写真２　資料No.２（南側斜面表土より採取した炉壁）－Ａ面

写真３　資料No.２（南側斜面表土より採取した炉壁）－Ｂ面

写真４　資料No.３（２号炉地下構造底部より採取した炉壁）－Ａ面

写真５　資料No.３（２号炉地下構造底部より採取した炉壁）－Ｂ面

写真6　資料No.4（2号炉地下構造本床より採取した炉壁）

3．化学成分分析

資料の粘土部の化学分析結果を表1に示す。このうちFeO，M・Feは溶量法により、その他は高周波プラズマ誘導結合型発光分光分析法（ICP発光分光分析）により分析した。

表1　資料の化学分析結果　wt%

No.	名　称	SiO_2	MnO	K	Na	Ca	MgO	V_2O_5	TiO_2	Al_2O_3
1	池田軽石	67.06	0.11	1.05	0.64	0.44	0.27	0.006	0.18	23.18
2	炉壁(下山・表採)	67.75	0.12	3.28	1.07	0.08	0.07	0.007	0.20	20.69
3	炉壁(下山・底部)	67.64	0.09	2.28	0.35	0.04	0.10	0.011	0.29	23.60
4	炉壁(大槻・本床)	68.23	0.21	2.39	0.24	0.01	0.08	0.014	0.34	21.95

No.	名　称	T・Fe	FeO	Fe_2O_3	M・Fe
1	池田軽石	1.02	0.08	1.36	0.01
2	炉壁(下山・表採)	0.33	0.01	0.46	0.01
3	炉壁(下山・底部)	0.77	0.03	1.05	0.01
4	炉壁(大槻・本床)	1.51	0.03	2.10	0.01

5．X線回析

粉末試料を用いたX線回析により構成結晶の同定を行った。

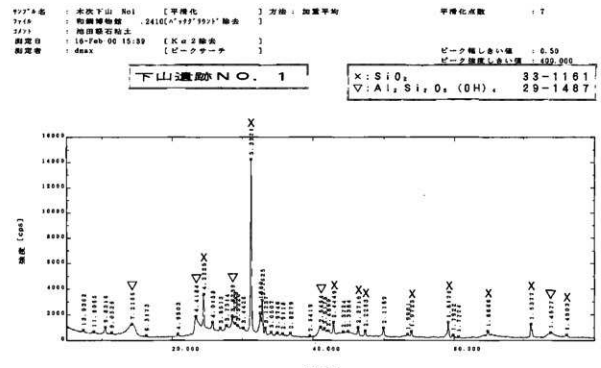


図１　資料No.１のＸ線回析結果

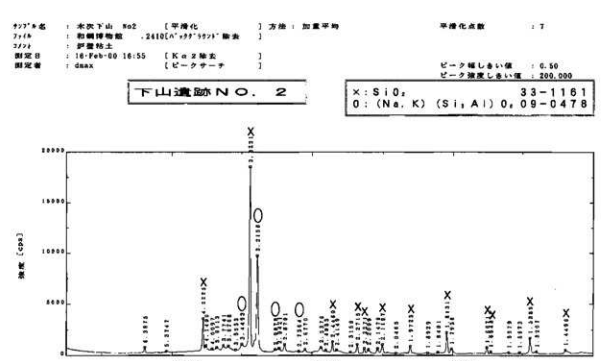


図２　資料No.２のＸ線回析結果

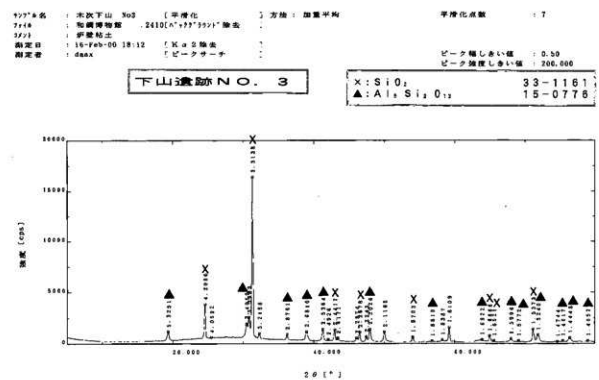


図３　資料No.３のＸ線回析結果

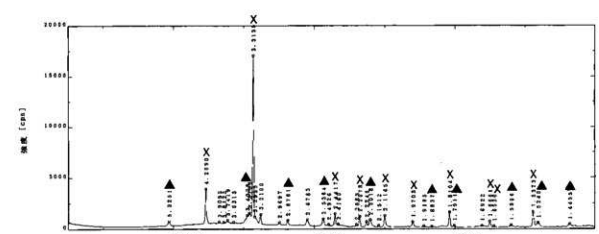


図４　資料No.４のＸ線回析結果

6．まとめ

表1に示す化学分析結果により、粘土の主要成分であるSiO_2，Al_2O_3については資料1～資料4において有為差は認められない。

K，Ca，MgO，Total Feにおいて幾分差が認められるので、これらの元素について、調査資料1～4と従来調査した製鉄、鍛冶遺跡出土の炉壁（資料5～30）の分析値を比較し図5に示した。

(1) 資料1～4ともに、T・Feが他の遺跡出土の炉壁よりも低いレベルにあり、この地域の土質の特徴と思われる。

(2) Kは、資料No.1は低いレベル、資料No.2，3，4は高めのレベルである。

(3) Caは、従来調査データでは高（0.5%以上）、低（0.2%以上）が比較的明瞭であるが、今回調査資料ではNo.1は高いレベルであり、その他No.2，3，4は低いレベルにある。

(4) MgOは、今回調査資料は全般に低いレベルであるが、特にNo.2，3，4が低い。

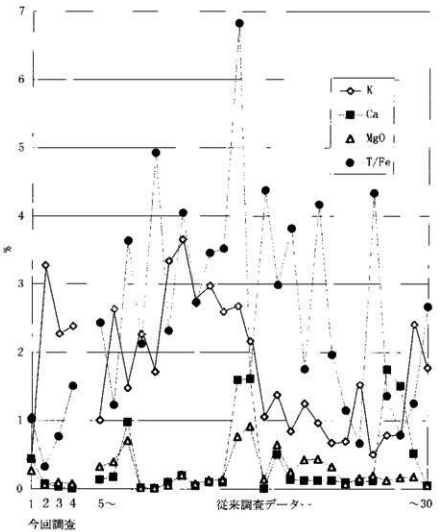


図5　出土炉壁のK，Ca，MgO，Total Feの分析値

(5) 以上、化学成分分析値について高・低で表示すると、次のごとくNo.2，3とNo.1はやや差が認められる。同様にNo.4もNo.2，3とは全Fe量において稀少ながら差がある。ただし、これらの差が有為かどうかは分析データが少なく判断が難しい。

資料No.	K	Ca	MgO	T•Fe
1	低	やや高	中	低
2	高	低	低	低
3	やや高	低	低	低
4	やや高	低	低	やや低

次にX線回析結果についてみると、

(6) 主構成結晶であるSiO_2についてはいずれの資料も顕著なピークが認められ差がみられない。

(7) もう一つ主成分結晶であるAl_2O_3はNo.3，4は$Al_6Si_2O_{13}$であるが、No.1は$Al_2Si_2O_5(OH)_4$，No.2は（Na，K）$(AlSi_3)O_8$である。

いずれも結晶名は不明であるが、これらの差はNa%の差に起因しているようであるが、資料No.2と資料No.3が異なった構成結晶となることから、同定要因としては不適当と思われる。

7．結　論

採取した分析試料が1資料につき1点と少ないため、十分な分析調査とは言い難いが、化学成分分析結果より、資料No.1（粘土採掘土坑粘土・池H軽石）と資料No.2（南側斜面表土採取炉壁）および資料No.3（2号炉地下構造底部採取炉壁）はK，Ca，MgOにおいて差違が認められたので、当該粘土採掘土坑が下山遺跡検出たたらの炉壁粘土採取用土坑とは必ずしも認め難い。

以上の各分析は、日立金属㈱冶金研究所および㈱ハイメック中国事業所で実施し、和鋼博物館村川義行がまとめた。

下山遺跡出土製鉄関連遺物の金属学的調査

㈱九州テクノリサーチ・TACセンター
大澤正己・鈴木瑞穂

概　要

近世後半に属する下山遺跡の製鉄関連遺物（炉壁、鉄滓、鉄塊系遺物、再結合滓、木炭）を調査をして、次の点が明らかになった。

〈1〉製鉄原料は、塩基性砂鉄である。比較的高温操業で、鉄滓の鉱物組成はシュードブルーカイト（Pseudobrookite：$Fe_2O_3 \cdot TiO_2$）、イルミナイト（Ilmenite：$FeO \cdot TiO_2$）、ウルボスピネル（Ulvospinel：$2FeO \cdot TiO_2$）などを晶出する。鉄滓の化学組成は、二酸化チタン（TiO_2）12～22%、バナジウム（V）0.31～0.60%と、砂鉄特有成分が高めである。また、酸化マンガン（MnO）も0.95から1.8%が含有される。

〈2〉生成された荒鉄（製錬生成鉄で、表皮スラグや巻込みスラグ、更には炉材粘土など不純物を含む原料鉄：鉄塊系遺物）は、共析鋼（0.77%C）から亜共晶組成（4.23%C以下）の白鋳鉄があり、一部に吸炭時間が十分に取れなかった鉄塊系遺物までが確認された。

〈3〉炉材粘土は、鉄分、塩基性成分（CaO＋MgO）が少なめの胎土が採用されて、耐火度は1,520～1,530℃の高温が確保されていた。高温指向の粘土充当である。

〈4〉還元剤の木炭は、広葉樹（ナラ・クヌギの類）の黒炭である。発熱量は、灰分含み（6.1～28.7%）であるが、5,290～5,780cal／gを測った。固定炭素（FC）が54.64～63.07%である。製鉄用の木炭としては一般的な性状と考えられる。（発熱量は、実際には6,000cal／g台のレベルまでは上昇したであろう）。

1．いきさつ

下山遺跡は、島根県飯石郡頓原町大字角井1,240に所在する縄文時代から近世にわたる複合遺跡である。この遺跡から近世（18世紀末）に比定される高殿炉の地下構造2基が検出された。

地下構造は上部まで削平されて遺存状態はあまり良好でないが、本床・小舟を設けていた痕跡は確認されている。

調査遺物は、主に第1～第3排滓場から出土したものを対象に、当時の鉄生産の実態を把握する目的から金属学的調査を行なった。

2．調査方法

2－1　供試材

Table.1に供試材の履歴と、各試料の調査項目を示す。試料数は19点である。

2－2　調査項目

(1) 肉眼観察

発掘担当者側で作成した遺物観察表をもとに、筆者側の調査結果を加味して、加筆、省略してある。

(2) マクロ組織 (Macro Structure)

顕微鏡埋込み試料の断面全体像を投影機の5倍、10倍、もしくは20倍で撮影した。低倍率の観察は、組織の分布状態、形状、大きさなど顕微鏡検査によるよりも広範囲にわたっての情報が得られる利点がある。

(3) 顕微鏡組織

供試材は、実測図に指示された位置から切り出したものをベークライト樹脂に埋込み、エメリー研磨紙の#150、#240、#320、#600、#1000と順を追って研磨し、最後は被研面をダイヤモンド粒子の3μと1μで仕上げて光学顕微鏡観察を行った。なお、金属鉄のパーライトとフェライト結晶粒は、ナイタル（5%硝酸アルコール溶液）で腐食（Etching）している。

(4) ビッカース断面硬度

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

試料は顕微鏡用を併用した。

(5) CMA (Computer Aided X−ray Micro Analyzer) 調査

EPMA (Electron Probe Micro Analyzer) にコンピューターを内臓させた新鋭分析機器である。旧式装置は、別名X線マイクロアナライザーとも呼ばれる。

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

(6) 化学組成分析

供試材の分析は、次の方法で実施した。

全鉄分 (Total Fe)、金属鉄 (Metallic Fe)、酸化第1鉄 (FeO) ：容量法。

炭素 (C)、硫黄 (S) ：燃焼容量法、燃焼赤外吸収法。

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

(7) 耐火度

耐火度の加熱に耐える温度とは、溶融現象が進行の途上で軟化変形を起こす状態の温度で表示することを定め、これを耐火度と呼んでいる。試験には、三角コーン、つまりゼーゲルコーンが溶倒する温度と比較する方法を用いている。

(8) 木炭の性状

水分、灰分、揮発分、固定炭素：マイクロプロセッサー法。

硫黄 (S) ：燃焼赤外吸収法、灰分の燐 (P)、蛍光X線分析法、発熱量、カロリー計。

3．調査結果

(1) SIM－1：炉壁（砂鉄焼結）

① 肉眼観察：平面が長方形中括れの炉壁片である。内面に砂鉄の焼結層を広い範囲に残した滓化部分をもつ。胎土は、元窯と上窯の接合部であって、下側は5㎜前後灰白色の固有物を多量に含み硬質で、上半部は粒子が粗く、石英質の砂粒含みで明褐色に被熱する。

② マクロ組織：Photo.12の上段に示す。左上部の多孔質白色部が砂鉄焼結から滓化した内面の最表層組織である。その右側の内部は炉壁粘土が溶融ガラス化した領域で0.05～0.2㎜径の気泡を多発する。また、更に内側の右下の斑点模様を呈する個所が胎土痕跡を留める領域である。

炉壁内面から外側へかけて加熱状況が漸次低減する傾向が読みとれる。

③ 顕微鏡組織：Photo.1の①～⑤に示す。④⑤は内側砂鉄焼結網内で、砂鉄粒子が半還元状態に加熱された組織である。0.2㎜径の格子組織をもつ粒子はチタン鉄鉱（Ilmenite：FeO•TiO$_2$eO）でほぼ原形を留めるが、他は淡茶褐色微小結晶のウルボスピネル（Ulvöspinel：2FeO•TiO$_4$）の未成長粒と、白色粒状結晶のヴスタイト（Wüstite：FeO）が暗黒色ガラス中に晶出する。

②③は中間層の暗黒色ガラス質スラグ中に析出した微細鉱物である。③は淡灰白色微小片状結晶のヘーシナイト（Hercynite：FcO•Al$_2$O$_3$）、③は白色雪化状結晶のマグネタイト（Magnetite Fe$_3$O$_4$）と淡灰色木ずれ状結晶のファイヤライト（Fayalite：2FeO•SiO$_2$）などである。また、①は外層胎土側の粘土鉱物のセリサイト（Cerisite）が加熱により非晶質化しつつある。そのなかには石英破片が少量認められる。

④ CMA調査：Photo.17のSE（2次電子像）に示した砂鉄焼結塊中の半還元砂鉄からスラグへと移行する組織の高速定性分析結果をFig.1に示す。A－Rankで検出された元素は、鉄（Fe）、チタン（Ti）、ガラス質成分（Si＋Al＋Mg＋K）、硫黄（S）、酸素（O）などである。

この高速定性分析結果を視覚化した面分析の特性X線像と定量分析結果がPhoto.17である。

特性X線像は、分析元素の存在を白色輝点の集中度によって表わす。SE（2次電子像）に1の番号をつけた淡茶褐色片状結晶は、白色輝点が鉄（Fe）とチタン（Ti）、アルミニウム（Al）に集中し、定量分析値は58.6%FeO－29.2%TiO$_2$－3.6%V$_2$O$_3$－7.4%Al$_2$O$_3$組成が得られた。

鉱物組成は、ウルボスピネル（Ulvöspinel：2FeO•TiO$_2$）とヘーシナイト（Hercynite：FcO•Al$_2$O$_3$）の混合組成の可能性が同定される。バナジウム（V）分はチタン（Ti）の随伴微量元素であり、砂鉄由来の成分である。

SEの2の番号のつく暗褐色ガラス質スラグは、白色輝点がガラス質成分（Si＋Al＋Ca＋K＋Na）に集中し、定量分析値は64.7%SiO$_2$＋24.0%Al$_2$O$_3$＋1.9%CaO＋6.4%K$_2$O＋1.3%Na$_2$O組成となり、珪酸塩が同定される。最後にSEに3の番号をつけた白色粒状結晶は、鉄（Fe）と酸素（O）に白色輝点が集中し、定量分析値は98.0%FcO組成で、ヴスタイト（Wüstite：FcO）が同定される。

⑤ 化学組成分析：Table.2に示す。炉壁胎土の分析である。強熱減量のIg Loss0.89%が小さくて、熱経歴を受けて結晶構造水が無くなった状態の調査となる。軟化点に悪影響を及ぼす鉄分（Fe$_2$O$_3$）は1.85%と塩基性成分（CaO＋MgO）が0.27%と非常に少なくて二酸化珪素（SiO$_2$）72.1%、酸化アルミニウム（Al$_2$O$_3$）18.6%と適度に含み、耐火性に有利な配合である。胎土中には砂鉄鉄の混入はあまりなく、二酸化チタン（TiO$_2$）0.40%、バナジウム（v）0.03%など低槙であった。

⑥ 耐火度：胎土をゼーゲルコーンという三角堆の試験片にして、1分間当り10℃の速度で

温度上昇して、変化が起ったところから昇温速度を4℃におとし、荷重なしに自重だけで軟化し崩れる温度は1,520℃と高温であった。釜上で1,500℃以上の性状はあまりなく、例えば島根県内でも志津見ダム建設関連の板屋Ⅲ遺跡内の炉壁で1,405～1,440℃の実績である。[8][9]

(2) SIM－2：炉壁

① 肉眼観察：ブロック体1個分の典型的な「たたら積み」による粘土単位の炉壁片である。上下の幅が12㎝、長さ16.3㎝、厚み12.3㎝を測る。内面は黒色に滓化して、その破面をみると、石英粒子のみは溶融せずに残存する。そのために不規則な凹部をもつ面となる。また、一部に茶褐色の鉄錆の付着が観察された。胎土はやや硬質で、石英質の半透明の粒子を多量に含み、ざらつきが大きい。

② 微鏡組織：Photo.1の⑥～⑧に示す。⑥は胎土側の組織であって、一部に素地を構成する微細な鱗片状粘土鉱物と、加熱変化を受けて非晶質化した部分が認められる。なお、石英・長石類は研磨過程で剥落して撮影されていない。⑦⑧は内面粘土が溶融し、ガラス化した組織である。

暗黒色ガラス化スラグ中に、淡灰白色多角形結晶のヘーシナイト（Hercynite：$FeO \cdot Al_2O_3$）が晶出する。高温溶融化物である。

③ 化学組成分析：Table.2に示す。胎土分析である。該品の強熱減量のIg Lossも少なくて1.06%での成分チェックとなる。これも鉄分（Fe_2O_3）2.76%、塩基性成分（CaO＋MgO）0.42%と低値で、酸化アルミニウム（Al_2O_3）が20.4%と高く、軟化性、耐火性に優れた性状である。

砂鉄の混入も少なく二酸化チタン（TiO_2）0.57%、バナジウム（V）0.01%であった。また、鉄に対して有害元素の硫黄（S）0.00%、五酸化燐（P_2O_5）0.05%など少なくて極めて良好といえる。

④ 耐火度：耐火度に対して不利となる有害元素はあまり含有されず、逆に有利となる酸化アルミニウム（Al_2O_3）が多くて、荷重なしで自重だけで軟化し崩れる温度は1,530℃である。優れた耐火度といえる。ただし、自媒剤として鉄と滓の分離に寄与する塩基性成分（CaO＋MgO）は極少で、これが炉壁として使用した場合の心配点である。

(3) SIM 3：炉底塊

① 肉眼観察：平面が不整三角形をした炉底塊の長軸端部の角に相当する破片である。上下面は生きており、側面の4面は破面となる。色調は地が黒褐色で部分的に光沢をもち青灰色をもつ表面には僅かに茶褐色酸化物が付着している。

② 顕微鏡組織：Photo.2の①～③に示す。鉱物組成は淡茶褐色多角形結晶のウルボスピネル（Ulvöspinel：$2FeO \cdot TiO_2$）と、淡灰色整状結晶のファイヤライト（Fayalite：$2FeO \cdot SiO_2$）が基地の暗黒色ガラス質スラグ中に晶出する。砂鉄製錬滓の晶癖である。

③ ビッカース断面硬度：Photo.2の③に淡茶褐色多角形結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は682Hvである。同形結晶のマグネタイトの文献硬度値が500～600Hvであり、[10]これの上限を越えるので、ウルボスピネル（Ulvöspinel：$2FeO \cdot TiO_2$）に同定される。

④ CMA調査：Photo.18のSE（2次電子像）にみられる4種類の鉱物相の高速定性分析結果をFig.2に示す。A－Rankで検出された元素は、鉄（Fe）、チタン（Ti）、ガラス質成分（Si＋Al＋Ca＋Mg＋K＋Na）、燐（P）、酸素（O）などである。また、B－Rankでマンガン（Mn）が認めら

れた。

この高速定性分析結果を視覚化した面分析の特性X線像と定量分析結果がPhoto.18である。

SE（2次電子像）に1の番号をつけた淡茶褐色多角形結晶は、白色輝点が鉄（Fe）とチタン（Ti）に強く、アルミニウム（Al）に弱く集中し、定量分析値で75%FeO－14.1%TiO_2－5.2%Al_2O_3組成となる。鉱物組成は、ウルボスピネル（Ulvöspinel：2FeO•TiO_2）とヘーシナイト（Hercynite：FeO•Al_2O_3）の混合組成の可能性が考えられる。

SEに2の番号の淡灰色幣状形結晶は、白色輝点が鉄（Fe）と珪素（Si）に集中し、定量分析値は、64%FeO－31.2%SiO_2組成が得られたので、ファイヤライト（Fayalite：2FeO•SiO_2）が同定される。なお、この結晶には1.7%MnO－1.2%MgOの固溶がある。

SEに3の番号のつく暗黒色ガラス質スラグに淡灰色シダの葉状結晶の晶出する個所の分析を行なった。白色輝点の集中する元素は、ガラス質成分（Si＋Al＋Ca＋K）と鉄（Fe）である。

5μm半方のエリアでの定量分析値では、40.2%SiO_2－14.8%Al_2O_3－13.0%CaO－7.5%K_2Oと19.4%FeO組成となる。鉱物組成は珪酸塩と、ファイヤライト（Fayalite：2FeO•SiO_2）の析出物が同定される。

同じく、SEに4の番号をつけた暗黒色ガラス質スラグ部は、3と同系で46.0%SiO_2－19.4%Al_2O_3－11.9%CaO－5.8%K_2O－2.2%Na_2O－11.2%FeO組成が得られて、珪酸塩と、ファイヤライトの結晶は目につかないが微細なものが存在していると推定された。該品はチタン（Ti）、バナジウム（V）の砂鉄特有元素が強く検出されて、砂鉄製錬滓の特徴を表明するものであった。

⑤　化学組成分析：Table.2に示す。鉄分が多く、かつ、脈石成分（Ti、V、Mn）を含む成分系となる。全鉄分（Total Fe）は42.11%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.12%、酸化第1鉄（FeO）46.63%、酸化第2鉄（Fe_2O_3）8.21%の割合となる。ガラス質成分（SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O）は29.55%で、このうちに塩基性成分（CaO＋MgO）を4.10%を含む。

砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO_2）12.7%、バナジウム（V）0.49%らは多く、また、酸化マンガン（MnO）0.95%も高めである。更に、銅（Cu）は0.001%と低値で塩基性砂鉄を製鉄原料とした製錬滓の成分特徴を呈するものであった。

(4)　SIM－4：単位流出滓

①　肉眼観察：平面が不整菱形をした薄手炉外流出滓の端部破片である。上下面は、ほぼ生きており、側面3面は直線気味で破面となる。表皮はきれいな流動状で中央寄りに滓の重層を示す凹みがみられる。裏面は緩やかな破状で4㎜以下の大きさをもつ炉壁片の噛み込みや、圧痕が点在する。

破面は緻密でやや光沢をもち、気孔は極めて少ない。色調は地が黒褐色、部分的に酸化雰囲気に曝されて紫紅色の酸化色を呈する。

②　顕微鏡組織：Photo.2の④～⑧に示す。④は滓の鉱物組成である。淡茶褐色雪花状結晶のウルボスピネル（Ulvöspinel：2FeO•TiO_2）と白色点列状結晶のイルミナイト（Ilmenite：FeO•TiO_2）が暗黒色ガラス質スラグ中に晶出する。チタン含有量の多い砂鉄製錬滓の晶癖である。イルミナイトの存在は製錬温度の上昇を表わす。[注9]

該品は⑤～⑥にみられる金属鉄粒を含む。金属組織は、フェライト（Ferrite：α鉄または純鉄の金相学上の呼称）基地にセメンタイト（Cementite：Fe_3C）を大量に析出する。

このセメンタイトは炭素を6.69%含み、白色の固くて脆い結晶である。

③ ビッカース断面硬度：Photo.2の⑧にフェライト基地にセメンタイトの析出した鉄粒の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は488Hvであつた。組織に見合った値であった。

④ 化学組成分析：Table.2に示す。鉄分は少なく、脈石成分（Ti、V、Mn）の多い成分系である。全鉄分（Total Fe）は29.38%に対して、金属鉄（Mctallic Fe）0.45%、酸化第1鉄（FeO）32.64%、酸化第2鉄（Fe_2O_3）5.09%の割合である。ガラス質成分（$SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+K_2O+Na_2O$）はやや高めの36.71%で、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）を5.69%を含む。

砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO_2）は、今回の供試材のうち、最も多くて22.1%、バナジウム（V）0.60%、更には酸化マンガン（MnO）も1.80%と高値であった。塩基性砂鉄を原料とした製錬滓の成分を如実に表わす。

⑸ SIM－5：単位流出滓

① 肉眼観察：平面は不整五角形をした盤状の流出滓である。側面全部が破面で、表面の大半と裏面は生きている。表面は流動状の被膜が上下2枚に分かれて折れ、段状になったその境には細かい破面が存在する。恐らく下段部は、水平方向に伸びた大型の気泡の痕跡であろう。

裏面は灰白色の炉壁片や滓片を固着させる滑面である。側面の破面は、気泡は極めて少なく緻密な滓である。色調は、表面が紫紅色、裏面は光沢質の黒褐色を呈している。

② 顕微鏡組織：Photo.3の①～③に示す。鉱物組成は、淡茶褐色多角形結晶のウルボスピネル（Ulvöspinel：2FeO•TiO_2）と淡灰色長柱状結晶のファイヤライト（Fayalite：2FeO•SiO_2）が暗黒色ガラス質スラグ中に晶出する。砂鉄製錬滓の晶癖である。

③ ビッカース断面硬度：Photo.3の③に淡茶褐色多角形結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は、840Hvであった。硬質でヘーシナイトに同定される。淡茶褐色多角形結晶は、ウルボスピネルとヘーシナイトが混在する。

④ 化学組成分析：Table.2に示す。通常塩基性砂鉄原料の製錬滓の成分系である。全鉄分（Total Fe）は36.75%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.24%、酸化第1鉄（FeO）29.38%、酸化第2鉄（Fe_2O_3）19.55%の割合である。

ガラス質成分（$SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+K_2O+Na_2O$）は36.23%で、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）を4.48%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO_2）は12.2%、バナジウム（V）0.34%などを含有し、酸化マンガン（MnO）1.25%と高値である。以上の成分は、前述した第2排滓場のSIM－3炉底塊に近似したものである

⑹ SIM－6：炉外流出滓

① 肉眼観察：平面は、不整六角形をした光沢質黒褐色の流動滓である。側面1面と表面は生きており、残る側面は上下に伸びる直線状上の大きな破面となる。破面数は肩部の少破面を入れて5面を有する。断面形は強いV字状の形態をとり、8cm以上の深さをもつ流出溝ないし滓溜まり場で形成されたと推定される。

側面に見られる大きな破面は、全体に緻密で上下にやや大ぶりの気泡が点在する。破面全体は半光沢で筋状の線が走る。

② マクロ組織：Photo.13の下段に示す。鉱物組成は淡茶褐色多角形結晶もしくは雪花状結晶のウルボスピネルと微小白色粒状結晶のヴスタイト、これに淡灰色木ずれ状結晶が晶出する。なお、白く抜けてみえる白色粒は金属鉄粒である。

③ 顕微鏡組織：Photo.3の④～⑥に示す。鉱物組成は、淡茶褐色多角形結晶のウルボスピネル(Ulvöspinel：2FeO･TiO$_2$)、白色粒状結晶のヴスタイト(Wüstite：2FeO)で、粒内に淡茶褐色微小結晶のウルボスピネル系析出物を有し、これに淡灰色木ずれ状ファイヤライト(Fayalite：2FeO･SiO$_2$)が暗黒色ガラス質スラグ中に晶出する。砂鉄製錬滓に分類されるが、炉底塊の晶癖である。

④ ビッカース断面硬度：Photo.3の④に淡茶褐色多角形結晶の硬度測定の圧痕を示す。

硬度値は、708Hvであった。ウルボスピネルに同定される。

⑤ 化学組成分析：Table.2に示す。鉄分がやや高めであるが、前述したSIM－5単位流出滓に近似した脈石成分である。全鉄分(Total Fe)は44.77%に対して、金属鉄(Metallic Fe)0.30%、酸化第1鉄(FeO)45.66%、酸化第2鉄(Fe_2O_3)12.84%の割合である。

ガラス質成分($SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+K_2O+Na_2O$)は26.48%で、このうちに塩基性成分(CaO＋MgO)を4.21%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン(TiO_2)12.1%、バナジウム(V)0.31%を含有し、酸化マンガン(MnO)は0.99%であった。銅(Cu)は0.001%に留まる。砂鉄製錬滓の成分系である。

(7) SIM 7：炉外流出滓

① 肉眼観察：平面は長手の台形をした流動滓である。表裏面は基本的には生きており、側面4面は全てやや不規則な破面となる。長軸方向の底面は浅い皿形を呈し、端部は立ち上がり気味である。表面は3㎝大の大型気泡の表皮が脱落した凹部と中小の気泡の破面が半分以上を占め、長軸の両端部のみ流動状の表皮を残す。この部分の色調は、酸化雰囲気に曝されて、紫紅色がかなり強い。

側面側は斜め方向に波面が走り、残る両端面には3㎜以下の炉壁粉や石粒が密に固着し、1ケ所に長さ2.5㎝大の木炭痕を留める。裏面は黒褐色と錆色の固着土砂を付着する。

② マクロ組織：Photo.13の上段に示す。鉱物相は、淡茶褐色多角形結晶のウルボスピネルと、淡灰色木ずれ状結晶のファイヤライトで構成される。該品は、0.1～0.2㎜径の気泡と亀裂が走るのが特徴である。これは、破面の肉眼観察でみられた傾向である。

③ 顕微鏡組織：Photo.4の①～③に示す。鉱物組成は、淡茶褐色多角形結晶で、粒内にMag-Ilmeniteの溶離組織が表われている。白色直線状の模様である。これに淡灰色木ずれ状結晶のファイヤライトが暗黒色ガラス質スラグ中に晶出する。砂鉄製錬滓の晶癖でる。

④ ビッカース断面硬度：Photo.4の①に淡茶褐色多角形結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は、685Hvであった。ウルボスピネルに同定される。該品はMag-Ilmeniteの溶離組織を表わしていたが、硬度値は特別の挙動を呈するものではない。

⑤ 化学組成分析：Table.2に示す。前述したSIM－6炉外流出滓に近似する成分系であるが脈石成分が若干低め傾向にある。全鉄分(Total Fe)は43.96%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は0.31%、酸化第1鉄(FeO)45.82%、酸化第2鉄(Fe_2O_3)11.49%の割合である。ガラス質成分($SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+K_2O+Na_2O$)は32.72%で、このうちに塩基性成分(CaO＋MgO)を2.64%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン(TiO_2)が低めの7.48%（再Check必要)、バナジ

ウム（V）0.39%であった。また、酸化マンガン（MnO）も0.63%と低下気味、銅（Cu）0.001%である。砂鉄製錬滓の成分系である。

(8) IM－8 炉外流出滓

① 肉眼観察：平面が不整台形をした気泡の多い流動滓である。表裏面と側面の一方は生きており、残る側面3面が直線状の破面である。表面は全体に平滑で、中央部が凹む、小さな気泡の表皮が脱落して星の様に散らばる。色調は紫紅色気味にある。

側面の生きている面はややゴツゴツし、灰白色の1、2㎜大の炉壁屑が固着する。破面には全体に気泡が存在し、上面になるにつれ横方向に連なる。下面になるにつれ、密度がやや高くなり、滓に光沢をもつ。滓質は上下で特に差異を有するものではなかろう。

② 顕微鏡組織：Photo.3の⑦に示す。鉱物組成は、白色針状結晶のイルミナイト（Ilmenite：$FeO \cdot TiO_2$）と淡茶褐色多角形結晶（雪花状）のウルボスピネルが基地の暗黒色ガラス質スラグ中に晶出する。ガラス中には微細な針状結晶となるファイヤライトが存在する。高温側での操業による砂鉄製錬滓の晶癖である。

③ 化学組成分析：Table.2に示す。前述したSIM－4単位流動滓に鉱物組成（Ilmenite晶出）と共に成分系も近似する。全鉄分（Total Fe）は30.43%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.25%、酸化第1鉄（FeO）26.25%、酸化第2鉄（Fe_2O_3）13.98%の割合である。ガラス質成分（$SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+K_2O+Na_2O$）は多くて40.09%で、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）を4.89%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO_2）もSIM－4単位流動滓に次いで多く16.8%、バナジウム（V）0.43%であった。また、酸化マンガン（MnO）も1.09%と高めで1%を越える。砂鉄製錬滓の成分系である。

(9) SIM－9：炉外流出滓（含鉄）

① 肉眼観察：平面は不整五角形をした流動滓である。表面は緩やかに中央が盛り上がり、かまぼこ状の外観をもつ。部分的に変化が激しく、小さな気泡の破面を持つ流動状の滑面、大型の気泡痕、更にはイガイガした滓と茶褐色の錆の強い滓部の3種類の部分から構成される。

なお、外形は長軸方向に浅い皿型の底面を持ち、短軸方向は楕形を呈する。裏面は全体に茶褐色の酸化上砂と土砂中に含まれた灰白色の炉壁粉の混在した微細な凹凸面をもつ。該品は滓片や炉壁屑の上をガラスの多い滓が流れて形成されたと推定される。中央よりやや長軸端部寄りに、滓に巻き込まれた小さな鉄粒が存在する。

② 顕微鏡組織：Photo.4の④～⑧に示す。滓の鉱物組成は⑤の左端にみられる淡茶褐色多角形結晶のウルボスピネルとファイヤライト、暗黒色ガラス質スラグの砂鉄製錬滓であり、ここでは金属鉄主体の組織を提示する。まず、④は鉄中の非金属介在物（Non-metallic inclusion：鉄鋼中に介在する固形体の非金属性不純物、つまり鉄やマンガン、珪素および燐などの酸化物、硫化物、珪酸塩などを総称して非金属介在物という）である。未鍛打なので球状を呈し、暗黒色ガラス質スラグ中に淡茶褐色多角形微小析出物を内臓する。

介在物の組成はCMAの項で詳述するがルチル（Rutile：TiO_2）系であり、高温生成物である。

⑤⑥の金属鉄組織は、パーライト（Pearlite）基地に初析セメンタイトを析出した過共析鋼（C：

0.77%以上）である。パーライトは、フェライトとセメンタイトが交互に重なり合って構成された層状組織で、この組成の鋼を共析鋼（C：0.77%）と呼ぶ。このパーライトの占める面積は炭素含有量の増加に伴なって増し、焼ならし状態では0.4%前後で約半分、0.77%で全面パーライトとなる。

鉄の機械的性質は、パーライトが多くなるに従い、硬さ、引張強さは増加し、逆に伸び、衝撃値などは減少する。当鉄塊は最硬鋼（0.8～1.2%C）に分類される。

③ ビッカース断面硬度：Photo.4の⑦にパーライト基地の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は240Hvである。また、⑧は初析セメンタイト（Cementite：鉄と炭素の化合物Fe_3CでCを6.69%含む白色の固くて脆い結晶の斜方晶系を指す）の凝集気味の塊の硬度である。硬質で886Hvである。両者は組織に見合った値を呈している。

④ CMA調査：Photo.19のSE（二次電子像）に示した球状非金属介在物の高速定性分析結果がFig.3である。A－Rankで鉄（Fe）、チタン（Ti）、ガラス質成分（Si＋Al＋Ca＋Mg）、酸素（O）が検出される。この結果を視覚化した面分析の特性X線像と定量分析値がPhoto.19である。特性X線像の白色輝点の集中は、分析元素の存在を表わす。

SE（二次電子像）に8の番号をつけた淡茶褐色不定形結晶は、チタン（Ti）にのみ白色輝点が強く集中し、珪素（Si）、アルミニウム（Al）、鉄（Fc）などに弱く集中する。定量分析値は、71.3%TiO_2－15.6%SiO_2－4.4%FcO－4.1% Al_2O_3が得られる。鉱物組成はルチル（Rutile：TiO_2）系が同定される。

また、SE（二次電子像）の7の番号は、ガラス質成分に白色輝点が集中し、定量分析値は68.0%SiO_2－16.0%Al_2O_3－3.2%CaO－1.8%MgO－2.1%K_2O組成となり、珪酸塩が同定される。これには6.1%FcO－2.0%TiO_2の固溶がある。以上の如く、非金属介在物からは砂鉄特有成分のチタンがルチン（TiO_2）系の構造で検出された。高温操業の表われである。

更に珪酸塩中にもチタン固溶が認められた。この炉外流動滓に取り込まれた鉄塊は砂鉄原料であった事を如実に証明することとなった。

⑤ 化学組成分析：Table.2に示す。鉄塊部分を顕微鏡試料として消費した残滓部分の分析である。全鉄分（Total Fe）は32.34%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.16%、酸化第1鉄（FeO）34.80%、酸化第2鉄（Fe_2O_3）7.34%の割合である。ガラス質成分（SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O）は38.63%で、このうちに塩基性成分（CaO＋MgO）を5.39%を含む。

砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO_2）16.3%、バナジウム（V）0.43%などは前述したSIM－8炉外流出滓に近似する。酸化マンガン（MnO）1.2%、銅（Cu）0.002%など砂鉄製錬滓の成分系をよく表わすものであった。

⑩ SIM－10：鉄塊系遺物

① 肉眼観察：平面が正五角形した鉄塊系遺物である。表面1ヶ所、側面に3ヶ所に3㎝を越える木炭痕をもち、側面を中心に小破面が3ヶ所認められる。裏面は2ヶ所が突出し、全体的には不整形な皺を呈する。全体に赤錆や黒錆の混在したモザイク状の色調をもつ。

比重は大きく、瘤状に突出した端部は錆膨れを起し、黒錆が滲む。炉底塊の比較的表面に生成していたものが割り分けられた可能性があり、鉄部と滓部が共存する。

② マクロ組織：Photo.14の上段に示す。鉄滓多孔質基地に金属鉄が十分に纏まりきれずに

散在する。製錬初期段階の生成鉄であるが、表層近傍の鉄なので、後発反応の派生物かも知れない。

③ 顕微鏡組織：Photo.5の①～⑨に示す。①は鉄滓の鉱物組成で、大きく成長したウルボスピネルである。炉底塊で保温された熱履歴が読み取れる。②は鉄中の非金属介在物で淡茶褐色多角形結晶のウルボスピネルが珪酸塩と共存する。

また、③は暗黒色ガラス質スラグが球状化形状で認められる。両者は未鍛打鉄塊なので、展伸されない球状形状を保つ。⑤～⑥は金属鉄の組織である。白い基地のフェライトに黒く細い線が網目状に走る。フェライト粒界である。過熱気味でフェライト結晶は粗大化傾向を表わす。結晶粒界の交点にはセメンタイトやパーライトの析出はなく、炭素は殆ど含有されない純鉄である。

④ ビッカース断面硬度：Photo.5の⑦にフェライト基地の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は、76.0Hvであった。組織に見合った値である。

⑤ CMA調査：Photo.20のSE（2次電子像）に示した鉄中非金属介在物の高速定性分析結果がFig.4である。A－Rankの検出元素は、鉄（Fe）、チタン（Ti）、ガラス質成分（Si＋Al＋Ca＋Mg）、酸素（O）となる。この結果を視覚化した面分析の特性X線像と定量分析値がPhoto.20である。SEに5の番号をつけた淡茶褐色結晶は、白色輝点が鉄（Fe）とチタン（Ti）に強く集中し、定量分析値は61.3%FeO－32.6%TiO_2組成で、ウルボスピネル（2FeO•TiO_2）が同定される。これには3.2%Al_2O_3－1.8%V_2O_3－1.1%MnOを固溶して、砂鉄原料の鉄塊を如実に示すことになった。

次にSEの4の番号は、暗黒色ガラス質成分（Si＋Al＋Ca＋Mg＋K）に白色輝点は集中し48.3%SiO_2－7.9%Al_2O_3－6.9%CaO－1.3%MgO－1.4%K_2O組成の珪酸塩が同定される。

これには31.6%FeO－1.6%TiO_2－1.1%MnOの固溶があった。

⑥ 化学組成分析：Table.2に示す。鉄滓部分の分析である。全鉄分（Total Fe）は49.36%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.19%、酸化第1鉄（FeO）46.63%、酸化第2鉄（Fe_2O_3）18.48%の割合である。ガラス質成分（SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O）は23.66%で、このうちに塩基性成分（CaO＋MgO）を3.98%含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO_2）は9.43%、バナジウム（V）0.27%は製錬滓として若干低め傾向にある。また、酸化マンガン（MnO）も0.78%は心もち少ない。銅（Cu）は0.004%であった。

鉄塊系遺物というより含鉄鉄滓に分類されよう。砂鉄製錬滓の成分である。

⑪ SIM－11：鉄塊系遺物

① 肉眼観察：平面が不整五角形を呈する小振り（59g）の鉄塊系遺物である。表面が溝状に凹み、底面は突出した形状で、表面側は木炭痕の可能性をもつ鉄塊である。

側面に小さな破面が2ヶ所を確認できるが、全体に暗褐色の黒錆が付着し、更に茶褐色の酸化土砂が固着する。金属鉄の遺存度は良好である。

② マクロ組織：Photo.14の下段に示す。断面は最大4㎜径の大気泡を抱え、更に0.2～0.3㎜の気泡を多発するものの、基地はしっかりとした過共析鋼（C：0.77%以上）で、大きな炭素偏析はみられない。

③ 顕微鏡組織：Photo.6の①～⑨に示す。①②は鉄中の非金属介在物である。組成は、暗黒色ガラス質スラグ中に、小さな茶褐色片状結晶を晶出する。ルチル（Rutile：TiO_2）系であり、高温生成物と推定される。詳細はCMA項で述べる。③は、木炭に置換した鉄の組織で表層側での派

生物である。④⑤は全面パーライトの共析鋼組織（C：0.77%）を示す。続いて⑦～⑧は、パーライト基地に初析セメンタイトを析出した過共析鋼組織（C：0.77%以上）である。

該品の金属鉄組織は、最硬鋼に分類されて工具鋼素材として十分に役立つ材質といえる。

④　ビッカース断面硬度：Photo.6の⑨に過共析鋼領域での硬度測定の圧痕を示す。硬度値は、298Hvであった。組織に対応した値を呈していた。

⑤ CMA調査：Photo.21のSE（2次電子像）に示した半楕円形半截形状の鉄中非金属介在物の高速定性分析結果がFig.5である。A－Rankで検出された元素は、鉄（Fe）、チタン（Ti）、ガラス質成分（Si＋Al＋Ca＋Mg＋K）、酸素（O）などとなる。

この結果をもとにした特性X線像と定量分析結果がPhoto.21である。SEに6の番号をつけた淡茶褐色片状結晶は、チタン（Ti）にのみ白色輝点が強く集中し、83%TiO_2の定量分析値が得られて、組成はルチル（Rutile：TiO_2）が同定さる。これには、4.9% Al_2O_3－3.8%V_2O_3－3.2%FcO－2.4% SiO_2－1.3%MgOの固溶があった。高温操業の生成物である。

次にSEに5の番号のついた例所は、暗黒色ガラス質スラグであって、73.4%SiO_2－16.8%Al_2O_3－1.9%CaO－3.0%K_2O組成が得られた。珪酸塩に同定されるが珪酸濃度の高い組成といえる。

いずれにしても、該品も砂鉄始発原料の鉄塊が想定される。

⑥　化学組成分析：Table.2に示す。金属鉄は顕微鏡試料に充当したので錆化鉄主体の酸化物定量である。全鉄分（Total Fe）は68.41%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.07%と少なく、酸化第1鉄（FeO）36.09%、酸化第2鉄（Fe_2O_3）が多く57.60%の割合である。鉄中の炭素（C）量は、1.22%と過共析鋼クラスに近い数値を示す。錆化鉄が主体で若干の汚染物質の混入もあろが、1%前後の炭素含有量は組織からも裏付けられる。

ガラス質成分（SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O）は5.27%と低値で、塩基性成分（CaO＋MgO）は0.26%に留まる。更に砂鉄特有成分も表皮スラグをもたないので二酸化チタン（TiO_2）0.55%、バナジウム（V）0.04%と少なく、かつ、酸化マンガン（MnO）は0.06%と鉄としての成分系を保つ。銅（Cu）は若干高めとなり0.013%と上昇する。鉄塊としての成分値を有している。

⑫　SIM－12：鉄塊系遺物

①　肉眼観察：半面は異形勾玉状の鉄塊系遺物である。全体にやや丸みを呈し、流動状であるのは銑鉄である可能性が高い。銑鉄がこぼれ落ちたような形状をもつ。5㎜以下のコブ状の錆膨れが点在する。色調は地が黒褐色、表面に僅かに固着する酸化土砂は茶褐色であった。

②　マクロ組織：Photo.15の上段に示す。断面は0.7～1.7㎜径の大気泡を3点発生するが、全体に緻密な組織で亜共晶組成（C：4.23%）以下）の白鋳鉄である。

③　顕微鏡組織：photo.7の①～⑨に示す。①は表層部の錆化鉄中で検出された捲込みスラグである。暗黒色ガラス質スラグ中に微小な淡茶褐色片状結晶のシュードブルーカイト（pseudobrookite：Fe_2O_3・TiO_2）が晶出する。高温生成物である。②は鉄中の非金属介在物を示す。淡黄褐色の不定形結晶は硫化鉄（FeS）である。この介在物周辺には、極く淡く網目状のFe－Fe_3C－Fe_3Pの三元系共晶であるステダイト（Steadite）が存在する。銑鉄など高炭素含有の鉄でみられる介在物といえる。③は黒鉛が黒灰色をして延びている。腐食なしの研磨のままなので、基地の組織は腐蝕（Etching）をしなければ判らない。黒鉛の析出は極く微量である。④～⑧は大半を占める組織

で、亜共晶組成（C：4.23%以下）の白鋳鉄である。白色部分セメンタイト、黒色部はオーステナイト（常温ではパーライト）とセメンタイトとの共晶のレデブライト（Ledebulite）である。凝固冷却速度が速くセメンタイトを晶出し、破面が銀白色を呈することから白鋳鉄と呼ばれる組織である。

④ ビッカース断面硬度：Photo.7の⑧は、パーライト部で硬度値は218Hvである。また、⑨は白色板状結晶のセメンタイトで硬度値は898Hvと硬質を示す。それぞれ、組織に見合った値といえる。

⑤ 化学組成分析：Tablc.2に示す。金属鉄は顕微鏡試料に用いたので酸化物定量で表わす。全鉄分（Total Fe）は68.41%に対して金属鉄（Metallic Fe）は少なくて0.10%、酸化第1鉄（FeO）23.01%、錆化鉄主体で酸化第2鉄（Fe_2O_3）が多くて72.10%の割合である。

不純物であるガラス質成分（$SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+k_2O+Na_2O$）は低めの2.93%留まりで、塩基性成分（CaO＋MgO）も0.15%と少ない。鉄滓成分ではなくて、鉄錆化物である。

鉄中の炭素（C）は2.88%と亜共晶組成の白鋳鉄のレベルを有する。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO_2）は1.03%、バナジウム（V）0.12%と砂鉄原料の傾向を残す。随伴微量元素は、全面に低めで酸化マンガン（MnO）0.06%もその例にもれない。しかし、五酸化燐（P_2O_5）のみは0.45%と若干高めである。燐（P）は製鉄温度が上昇すると鉄中に多く固溶するので、その傾向が表われたと考えられる。銅（Cu）は0.006%と通常レベルとなる。

⑬ SIM－13：鉄塊系遺物

① 肉眼観察：平面が不整五角形をした鉄塊系遺物である。側面2面がはっきりした破面で、それ以外は不規則な凹凸をもつ自然面である。長軸方向の断面形は、上下面とも丸味をもった楕形である。各所に不規則な隙間があり、ゴツゴツした鉄粒がより集まったような質感である。全てが鉄ではなく、個々の鉄の接する隙間には光沢をもった青灰色の滓が各所に認められる。短軸側の側面には2㎝大の広葉樹の木炭が噛みこまれている。色調は、地が青灰色、茶褐色、表面に僅かに固着する酸化物は茶褐色を呈する。

② マクロ組織：Photo.15の下段に示す。断面は表層部の一部に亜共析鋼（C：0.77%以下）を残すが、大部分は高炭素含有の共析鋼から過共析鋼（C：0.77%以上）で占められている。

1～2㎜径の気泡が数点散在する。

③ 顕微鏡組織：Photo.8の①～②に示す。①は表皮スラグである。鉱物組成は、大きく成長したウルボスピネルと、その粒間に僅かの淡灰色盤状結晶のファイヤライトと暗黒色ガラス質スラグが埋める。②は鉄中の非金属介在物である。珪酸塩系を示したが、チタン酸化物を共伴する組成も存在する。CMAの項で述べる。

③～⑨は金属鉄の腐食（Etching）組織である。③⑧がマクロ組織で観察された亜共析鋼部分である。フェライトは白く、パーライトは黒く現われ、針状フェライトはウイッドマンステッテン組織（Widmanstaätten Structure）を呈している。製鉄炉内で高温加熱されて過熱組織（Over heated Structure）が表われる。

④ ビッカース断面硬度：Photo.8の⑧は低炭素域の亜共析鋼、⑧は高炭素域の共析鋼域の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は、前者が138Hv、後者で324Hvであった。両方の差異は明瞭である。

しかし、やや本来の値に対して高め傾向にある。

⑤ CMA調査：Photo.22のSE（2次電子像）にある非金属介在物の高速定性分析結果をFig.6に示す。A Rank検出元素は、鉄（Fe）とチタン（Ti）をはじめとして、ガラス質成分（Si+Al+Ca+Mg+K+Na）、バナジウム（V）、酸素（O）、窒素（N）である。

この高速定性分析結果を視覚化した特性X線像がPhoto.22である。SEに4の番号のついた暗黒色ガラス質スラグ中に晶出した淡茶褐色多角形結晶は、白色輝点がチタン（Ti）に強く酸素（O）、バナジウム（V）、窒素（N）、マグネシウム（Mg）などに弱く集中する。

定量分析値は、酸化物定量で54.9%TiO_2－11.5%V_2O_3 13.4%MgO－13.7%FeOが得られ。更にメタル定量分析となると、51.1%Ti－28.8%Oで鉱物組成はルチル（Rutile：TiO_2）系が同定される。

これには砂鉄特有成分の5.0%Vや、4.9%Mg－6.7%Fe－2.2%Nの固溶がある。高温操業での生成物と指摘できる。また、SEの3の番号のついた暗黒色ガラス質スラグでは、65.9%SiO_2－13.7%Al_2O_3－3.0%CaO－5.0%MgO－1.5%K_2Oが主体の珪酸塩が同定される。これには6.1%FeO－2.3%TiO_2－1.9%MnOの固溶がある。以上の結果をみると砂鉄原料を有弁に誇る非金属介在物である。

⑥ 化学組成分析：Table.2に示す。鉄塊系遺物と分類してあるが、顕微鏡組織用に鉄分を消費して残材の表皮スラグ分が多い部分での分析なので、脈石成分（Ti、V、Mn）やガラス分が高め傾向で金属鉄は少ない結果となる。すなわち、全鉄分（Total Fe）は52.49%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.06%、酸化第1鉄（FeO）36.30%、酸化第2鉄（Fe_2O_3）34.64%の割合である。ガラス質成分（SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+K_2O+Na2O）は14.24%で、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）を2.86%と、やや高めを含む。表皮スラグの影響が現われる。

更に砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO_2）12.9%、バナジウム（V）0.79%も鉄塊系遺物とすると異常に多い。スラグ含みが顕著といえる。また、酸化マンガン（MnO）の0.70%もこれらに追従する。砂鉄原料鉄は、チタン（Ti）、バナジウム（V）から明瞭である。

⑭ SIM－14：鉄塊系遺物

① 肉眼組織：平面が不整T字形をした鉄塊系遺物である。全体に1cm前後の大きさをもつ木炭痕と不規則な、やや大ぶりの気泡が見られる。気泡の両側には、5mmから10mm弱の球状の鉄粒が連続して連なる。滓は各所に襞状に残る。木炭痕や鉄部に接している気泡が個々の滓の内部に散在する。色調は地が黒褐色、表面酸化物は茶褐色を呈する。

② マクロ組織：Photo.16の上段に示す。鉄（Ferrite）の凝集は不完全で、多孔質傾向である。その間隙を埋める滓はガラス質スラグにイルミナイト（Ilmenite：FeO・TiO_2）晶出物である。

③ 顕微鏡組織：Photo.9の①～⑨に示す。①は表皮スラグで、鉱物組成は白色針状結晶のイルミナイトと、淡茶褐色多角形結晶のウルボスピネルである。ファイヤライトも僅かに認められる。高温操業での生成物と想定される。②③は鉄中の非金属介在物である。②は珪酸塩、③はガラス質スラグ中にルチル系の析出物を内蔵する。④～⑨は金属鉄のフェライト組織である。

極低炭素鋼であって、⑨にみられる微量パーライト析出組織を僅かにもつが局部の吸炭個所である。恐らく後発生成鉄塊で、浸炭される時間の不足したものであろう。

④ ビッカース断面硬度：photo.9の⑧はフェライト、⑨は少量パーライト析出個所（0.05%

C前後個所）の硬度測定の圧痕を示す。前者は113Hvと組織より若干高め傾向を呈し、後者は124Hvであった。パーライト有無の差異は認められた。いずれにしろ軟質材である。

遺物観察所見で、「鉄としては、炭素量の低めのもので、表面からの削り落としの歩留相当品」とは正鵠を得た見立であろう。

⑮ SIM－15：鉄塊系遺物

① 肉眼組織：平面は、不整楕円形をした小型（48g）の鉄塊系遺物である。側面2面が破面。鉄部は歪んだ靴底状の下半部をもつ。表面は皿状で、青灰色から黒褐色で、やや光沢をもつ酸化物からなる。裏面は緩やかな波状肌で、短軸方向の断面は浅いV字状である。

一部に黒錆が露出し、表裏面の各所には小さな錆膨れを作っている、色調は、地が黒褐色、表面は固着する酸化物や木炭片のため黒褐色を呈している。

② マクロ組織：Photo.16の下段に示す。断面は、1～3㎜の気泡を発した亜共晶組成（4.23%C以下）の白鋳鉄である。表皮スラグを僅かに残す。

③ 顕微鏡組織：Photo.10の①～⑨に示す。①は表皮スラグである。鉱物組成は、白色針状結晶のイルミナイトと、淡茶褐色多角形結晶のウルボスピネルを晶出する。鉄中非金属介在物は、淡黄褐色微小介在物の硫化鉄（FeS）が②にみられる。金属鉄組織は、③～⑨にあるように、白色板状結晶のセメンタイトと黒色のパーライト、基地はオーステナイトとセメンタイトの共晶であるレデブライトである。

④ ビッカース断面硬度：Photo.10の⑧はパーライト部、⑨は板状セメンタイト部の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は、前者が224Hv、後者で577Hvであった、両者は組織に見合った値である。

⑤ CMA調査：鉄中の非金属介在物と、表皮スラグの2視野につて分析している。まず、前者は、Photo.23のSE（2次電子像）にみられる淡黄褐色の微小（5μ前後）の介在物である。

これの高速定性分析結果をFig.7に示す。A－Rankで検出された元素は、鉄（Fe）と硫黄（S）、燐（P）である。この結果をもとに面分析とした特性X線像と定量分析値がPhoto.23である。

SEに1の番号のついた介在物は、鉄（Fe）と硫黄（S）に白色輝点が集中し、定量分析値は87.9%FeO－39.4%S組成が得られて、硫化鉄（FeS）が同定される。

次にSEに2の番号についた基地鉄では、白色輝点が鉄（Fe）と燐（P）に集中し、定量分析値は、125%FeO（100%Feに相当）－22.9%P_2O_5組成が得られた。この個所の組成は、Fe－Fe_3C－Fe_3Pの三元系共晶であるステダイト（Steadite）である。ステダイト組成は91.5%Fe－1.96%C－6.89%Pが理論値である。次に表皮スラグである。Photo.24のSEに示した鉱物相の高速定性分析結果がFig.8でる。A－Rankでの検出元素は、鉄（Fe）、チタン（Ti）を中心に、ガラス質成分（Si＋Al＋Ca＋Mg＋K＋Na）、酸素（O）及び、窒素（N）までがある。

この結果を視覚化した面分析の特性X線像と定量分析値結果がPhoto.24である。SEに2の番号のついた鉱物相は、淡茶褐色多角形結晶で鉄（Fe）とチタン（Ti）に白色輝点が強く集中し60.6%FeO－34.3%TiO_2組成が得られてウルボスピネル（2FeO・TiO_2）が同定される。これには、3.2%Al_2O_3－1.5%MnO－1.0%V_2O_3の固溶があって、定量分析は行なっていないが窒素（N）に白色輝点が淡く検出されるので、これも固溶される。SEの3の番号は、白色針状結晶で白色輝点が鉄（Fe）

チタン（Ti）に強く、窒素（N）に極く微量検出される。定量分析値は44.1%FeO－53.6%TiO_2組成からイルミナイト（FeO•TiO_2）が同定される。1.6%MnOの固溶もあった。一方、基地の暗黒色ガラス質スラグには窒素（N）の固溶はなくて、定量分析値は46.8%SiO_2－10.0%Al_2O_3－6.9%CaO－1.1%MgO－2.0%K_2O組成が得られた。珪酸塩であるが、微細ファイヤライトがあるとみえて28.2%FeO－3.1%TiO_2－1.4%MnOの固溶があった。いずれにしろ、砂鉄原料の高温操業生成物が想定できる。

⑥　化学組成分析：Table.2に示す。鉄塊系遺物とはいっても金属鉄は顕微鏡試料側に供したので、分析側は錆化鉄が主体となる。全鉄分（Total Fe）は76.54%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は殆ど残らず0.19%、酸化第1鉄（FeO）31.41%、酸化第2鉄（Fe_2O_3）74.25%の割合である。

鉄中の炭素（C）量は3.33%と絶対値としては汚染物質含みで信頼できないまでも亜共晶組成（4.23%以下C）の白鋳鉄の傾向は捉えられる。ガラス質成分（SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O）は少なくて3.51%で、このうちの塩基性成分（CaO＋MgO）は0.16%留まりで表皮スラグ成分は少ない。同じく砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO_2）0.37%、バナジウム（V）0.02%なども低値で、酸化マンガン（MnO）も0.04%と殆んど含有されない数値となる。

該品は錆化鉄ながら鉄塊系遺物の銑鉄を表示する成分系であった。

⑩　SIM－16：再結合滓

再結合滓は、製鉄炉近くの生成鉄回収のための小割り選別を行なった2次堆積層である。この遺物内には、酸化土砂と鉄錆に取り込まれて、砂鉄から製錬滓屑、木炭屑、鉄塊破片、炉壁屑などが包合される。また、鍛冶系の再結合滓も存在するがここでは説明しない。

①　肉眼観察：平面が不整五角形をした再結合滓である。表裏面は生きており、側面の4面は破面となる。ただし、表面は薄皮状の二次酸化物に、裏台も同様の厚手のものに覆われる。破面から色々な顔つきの滓片や10㎝大の木炭痕が存在する。鍛冶がらみの微小遺物の粒状滓や鍛冶剥片は見当らない。5㎝以下の黒褐色の球状鉄酸化物が含まれる。再結合している土砂の色調は、灰黒色から暗褐色、赤褐色とまちまちである。

②　マクロ組織：Photo.12の下段に示す。断面全体を把握するために低倍率の5倍としたために砂鉄粒や鉄滓の存在がやや不鮮明となる。目につくのは木炭に鉄が置換した黒鉛化木炭で、3～10㎜長さのものが数点存在する。

③　顕微鏡組織：Photo.11の①～⑨に示す。①は3点が並んだ未還元砂鉄である。角ばった粒子で0.2～0.25㎜径を測る。被熱の痕跡を僅かに残して粒子に微小黒点を生じている。②は錆化鉄に囲まれた被熱砂鉄である。0.25～0.3㎜径の磁鉄鉱粒子である。③は木炭に鉄が置換した黒鉛化木炭である。

次に④～⑦に製錬滓の屑を示す。④はイルミナイトとウルボスピネル、⑤はウルボスピネルとヴスタイトの組合せで炉底塊屑が想定される。⑥⑦は鉄塊系遺物の共伴した表皮スラグでガラス質スラグに晶出したシュードブルーカイトである。鉄塊の小割りなどで派生したと考えられる。

⑧⑨は亜共晶組成（4.23%以下C）の白鋳鉄粒である。錆化して自然腐蝕（Etching）で組織を現わしている。以上の遺物は製錬に関係するもので、鍛冶工房にも存在する再結合滓とは明らかに異なる構成である。

⑰ SIM－17：木炭

① 肉眼観察：広葉樹の厚さ2.3～2.8㎝の間に12～13本の年輪を数える炭化物である。小片のため3点（17－1、17－2、17－4）を供試材とした。菊割れがややあり木取りはミカン割りである。ナラ・クヌギの類であろう。

② 性状調査：Teble.3に示す。木炭の割れ目に土砂類の侵入があり、灰分が28.73％と高めであるが発熱量は5,290Cal／gを保持する。

固定炭素（FC）63.07％と高めで、水分の3.43％の低めが効いているのであろう、鉄に有害な硫黄（TS）0.05％、灰中の燐（P）の0.08％は少なく良品である。ただし、揮発分は8.20％と少量であった。環境に大きく影響を受けた木炭であるが、製鉄用の黒炭と推定される。

⑱ SIM－18：木炭

① 肉眼観察：広葉樹の2点（18－2、18－5）を供試材とする。1点は、環孔材で半径2.0㎝の間に17本の年輪を数える。残る1点は、半径1.3㎝の間に11本の年輪をもつ。両者の菊割れは僅かで、木取りはミカン割りである。

② 性状調査：Teble.3に示す。灰分は8.20％と減少しているが、現代の木炭の1.0～1.7％に比べると4倍以上の汚染である。[19][20] また、固定炭素（FC）は落ちて55.68％、水分14.94％、揮発分36.12％での発熱量は、5,560Cal／gであった。有害元素の硫黄（TS）0.01％、灰中の燐（P）0.08％など低めの良品である。製鉄用の黒炭であろう。

⑲ SIM－19：木炭

① 肉眼観察：広葉樹中型散孔材の3点（19－1、19－2、19－5）を供試材とした。半径1.9～2.6㎝の間に4～5本の年輪を数える。菊割れなしで炭化の甘い炭である。木取りはミカン割りであった。

② 性状調査：Teble.3に示す。前述したSIM－18に近似する成分系で、灰分6.10％、固定炭素（FC）54.64％、水分16.37％、揮発分39.26％をもって、発熱量5,780cal／gであった。

有害元素の硫黄（TS）は0.01％で問題ないが、灰中の燐（P）が0.10％と多く、砂鉄に対して木炭比2倍前後となると、濃縮されて常温脆性の原因となる危険性が考えられる。

該品は導管列の読み難い散孔材であった。樹種による高燐傾向であろうか。いずれにしろ、突出した燐含有量である。

4．まとめ

18世紀末に比定される下山遺跡の2基の近世たたら出土の製鉄関連遺物（炉壁、鉄滓、鉄塊系遺物、再結合滓、木炭）を調査した。その個々の遺物の調査結果のまとめをTable.4に示す。

当遺跡の製鉄遺構は床釣から木床・小舟などの地下構造をもつものの、その大部分は削平されて、その詳細は不明瞭である。そこで排滓場からの出土品の金属学的調査結果を通して発言できる事項を以下に記す。

〈1〉砂鉄の出土はなかったが、鉄滓の組成から、原料砂鉄は赤目（塩基性砂鉄）が使用されて、

銑押し指向が想定された。

〈2〉これを裏付けるのは製錬滓の鉱物組成が、高温操業で晶出するシュードブルーカイト（Fe_2O_3•TiO_2）、イルミナイト（FeO•TiO_2）、ウルボスピネル（2FeO•TiO_2）などが認められる。更に鉄塊の非金属介在物にルチル（TiO_2）が検出されて、炭素含有量は共析域（0.77%C）から亜共晶組成の白鋳鉄（4.23%以下）が存在し、高め傾向である。

〈3〉この高温操業に対処する炉材粘土の性状は、鉄分や塩基性成分（CaO+MgO）が低めで、かつ、酸化アルミニウムが多くて耐火性に優位な成分系が採用されて、耐火度は1,500℃台が確保されていた。還元剤の木炭は、広葉樹の黒炭が充当される。

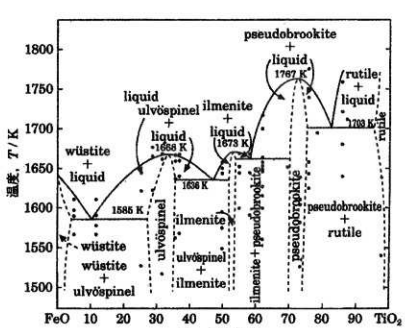
〈4〉同じ志津見ダム建設予定地内の中世に属する板屋Ⅲ遺跡に比較して[注③]、下山遺跡の近世たたらは、製鉄技術に進展があり、より高温操業で、炉材の選択にも差があった。

注

① 大澤正己「板屋Ⅲ遺跡出土製鉄関連遺物の金属学的調査」『板屋Ⅲ遺跡』（志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書5）　建設省中国地方建設局・島根県教育委員会　1998

② H刊工業新聞社『焼結鉱組織写真および識別法』　1968. ヴスタイトは、450～500Hv、マグネタイトは500～600Hv、ファイヤライトは600～700Hvの範囲が提示されている。また、ウルボスピネルは硬度値の範囲が明記されていない。マグネタイトとウルボスピネルは結晶形態が近似し、色調は後者が茶褐色気味である。これはTiの固溶の影響であって、この傾向をもち、硬度値が600～700Hv台のものはウルボスピネルと同定する。CMA定量分析値で検証済み、更に同形結晶形態で、周縁部が白く縁どられたもので硬度値が800Hv前後を指すものはヘーシナイトと推定している。

③ J.B.Mac chesney and Λ Murau : American Mineralogist、46 (1964)、572　下記に示すFeO－TiO_2二元平衡状態図を参照



FeO－TiO_2二次元平衡状態図

④ 大澤正己「大山遺跡を中心とした埼玉県下出土の製鉄関係遺物分析調査」『大山』＜埼玉県立がんセンター埋蔵文化財発掘調査報告＞（埼玉県遺跡発掘調査報告　第23集）埼玉県教育委員会1979
⑤ 大澤正己「板屋Ⅲ遺跡出土製鉄関連遺物の金属学的調査」『板屋Ⅲ遺跡』（志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書5）　建設省中国地方建設局・島根県教育委員会　1998

Tabie. 1　供試材の履歴と調査項目

符号	遺跡名	遺構名	遺物No.	遺物名称	推定年代	計測値 大きさ（mm）	計測値 重量(g)	磁着度	メタル度	調査項目 マクロ組織	顕微鏡組織	ビッカース断面硬度	X線回折	CMA	化学分析	耐火度	カロリー	備考
SIM－1	下山遺跡	2号炉一括	4	炉壁（砂鉄焼結）	18c末	199×132×70	1620.0	7	H（○）	○	○	－	－	○	○	○	－	
SIM－2	下山遺跡	2号炉一括	18	炉壁	18c末	163×120×123	2200.0	2	なし	－	○	－	－	－	○	○	－	
SIM－3	下山遺跡	第2排滓場	59	炉底塊	18c末	122×90×75	770.0	3	なし	－	○	○	－	○	○	－	－	
SIM－4	下山遺跡	第2排滓場	65	単位流動滓	18c末	103×46×23	150.7	2	なし	－	○	○	－	－	○	－	－	
SIM－5	下山遺跡	第3排滓場	69	単位流動滓	18c末	91×47×39	240.0	2	なし	－	○	○	－	－	○	－	－	
SIM－6	下山遺跡	第3排滓場	75	炉外流出滓	18c末	87×62×64	620.0	3	なし	○	○	○	－	－	○	－	－	
SIM－7	下山遺跡	第2排滓場	77	炉外流出滓	18c末	162×87×59	1470.0	6	H（○）	○	○	○	－	－	○	－	－	
SIM－8	下山遺跡	第1排滓場	78	炉外流出滓	18c末	140×99×55	720.0	3	なし	－	○	－	－	－	○	－	－	
SIM－9	下山遺跡	第3排滓場	79	炉外流出滓	18c末	93×79×46	310.0	2	L（●）	－	○	○	－	○	○	－	－	
SIM－10	下山遺跡	第2排滓場	94	鉄塊系遺物	18c末	79×59×28	250.0	7	特L（☆）	○	○	○	－	○	○	－	－	
SIM－11	下山遺跡	第2排滓場	96	鉄塊系遺物	18c末	52×37×11	58.8	6	特L（☆）	○	○	○	－	○	○	－	－	
SIM－11	下山遺跡	第2排滓場	98	鉄塊系遺物	18c末	63×27×14	44.0	6	特L（☆）	○	○	○	－	－	○	－	－	
SIM－13	下山遺跡	第3排滓場	110	鉄塊系遺物	18c末	76×51×29	189.0	7	特L（☆）	○	○	○	－	○	○	－	－	
SIM－14	下山遺跡	第3排滓場	112	鉄塊系遺物	18c末	75×63×29	107.0	7	特L（☆）	○	○	○	－	－	－	－	－	
SIM－15	下山遺跡	第3排滓場	118	鉄塊系遺物	18c末	53×32×18	48.0	5	特L（☆）	○	○	○	－	○	○	－	－	
SIM－16	下山遺跡	第2排滓場	136	再結合滓	18c末	158×141×65	1820.0	2	なし	○	○	－	－	－	－	－	－	
SIM－17	下山遺跡	第1排滓場	138	木炭	18c末	－	19.6	1	なし	－	○	－	－	－	○	－	○	
SIM－18	下山遺跡	第2排滓場	139	木炭	18c末	－	47.6	1	なし	－	○	－	－	－	○	－	○	
SIM－19	下山遺跡	第3排滓場	140	木炭	18c末	－	38.9	1	なし	－	○	－	－	－	○	－	○	

Table. 2　供試材の調査項目

試料番号	遺跡名	遺跡名称	推定年代	全鉄分 (Total Fe)	金属鉄 (Metallic Fe)	酸化第1鉄 (FeO)	酸化第2鉄 (Fe_2O_3)	* 二酸化珪素 (SiO_2)	* 酸化アルミニウム (Al_2O_3)	* 酸化カルシウム (CaO)	* 酸化マグネシウム (MgO)	* 酸化カリウム (K_2O)	* 酸化ナトリウム (Na_2O)	酸化マンガン (MnO)	二酸化チタン (TiO_2)	酸化クロム (Cr_2O_3)	硫黄 (S)	五酸化燐 (P_2O_5)	#:Igloss 炭素 (C)	バナジウム (V)	銅 (Cu)	耐火度	Σ* 造滓成分	造滓成分 / Total Fe	TiO_2 / Total Fe	注
SIM－1	下山遺跡	炉滓（砂鉄焼結）	18c末	1.64	0.12	0.29	1.85	72.1	18.6	0.04	0.23	3.28	0.30	0.04	0.40	0.08	0.01	0.04	#0.89	0.03	0.004	1520	94.55	57.652	0.244	
SIM－2	下山遺跡	炉滓	18c末	2.06	0.01	0.15	2.76	68.5	20.4	0.14	0.28	3.50	0.74	0.11	0.57	0.04	0.00	0.05	#1.06	0.01	0.003	1530	93.56	45.417	0.277	
SIM－3	下山遺跡	炉底塊	18c末	42.11	0.12	46.63	8.21	18.5	5.68	2.55	1.55	0.93	0.34	0.95	12.7	0.09	0.03	0.34	0.06	0.49	0.001		29.55	0.702	0.302	
SIM－4	下山遺跡	単位流動滓	18c末	29.38	0.45	32.64	5.09	22.4	6.9	3.46	2.23	1.33	0.39	1.80	22.1	0.08	0.01	0.19	0.04	0.60	0.001		36.71	1.249	0.752	
SIM－5	下山遺跡	単位流動滓	18c末	36.75	0.24	29.38	19.55	24.1	5.96	2.58	1.90	1.30	0.39	1.25	12.2	0.04	0.02	0.18	0.03	0.34	0.004		36.23	0.986	0.332	
SIM－6	下山遺跡	炉外流出滓	18c末	44.77	0.30	45.66	12.84	15.5	5.6	2.52	1.69	0.83	0.34	0.99	12.1	0.08	0.03	0.34	0.04	0.31	0.001		26.48	0.591	0.270	
SIM－7	下山遺跡	炉外流出滓	18c末	43.96	0.31	45.82	11.49	21.3	7.66	1.65	0.99	0.89	0.23	0.63	7.48	0.08	0.03	0.18	0.01	0.39	0.001		32.72	0.744	0.170	
SIM－8	下山遺跡	炉外流出滓	18c末	30.43	0.25	26.25	13.98	26.2	7.12	3.05	1.84	1.36	0.52	1.09	16.8	0.11	0.01	0.27	0.07	0.43	0.001		40.09	1.317	0.552	
SIM－9	下山遺跡	炉外流出滓	18c末	32.34	0.16	34.80	7.34	24.4	7.14	3.53	1.86	1.38	0.32	1.20	16.3	0.1	0.01	0.37	0.07	0.43	0.002		38.63	1.194	0.504	
SIM 10	下山遺跡	鉄塊系遺物	18c末	49.36	0.19	46.63	18.48	14.8	4.00	2.19	1.79	0.59	0.29	0.78	9.43	0.06	0.06	0.22	0.75	0.27	0.004		23.66	0.479	0.191	
SIM－11	下山遺跡	鉄塊系遺物	18c末	68.41	0.07	36.09	57.60	3.72	1.06	0.13	0.13	0.14	0.09	0.06	0.55	0.04	0.11	0.16	1.22	0.04	0.013		5.27	0.077	0.008	
SIM－12	下山遺跡	鉄塊系遺物	18c末	68.41	0.10	23.01	72.10	1.95	0.69	0.04	0.11	0.07	0.07	0.06	1.03	0.05	0.12	0.45	2.88	0.12	0.006		2.93	0.043	0.015	
SIM－13	下山遺跡	鉄塊系遺物	18c末	52.49	0.05	36.30	34.64	8.02	2.86	1.05	1.81	0.33	0.17	0.70	12.9	0.13	0.04	0.19	0.30	0.79	0.005		14.24	0.271	0.246	
SIM－15	下山遺跡	鉄塊系遺物	18c末	76.54	0.19	31.41	74.25	2.40	0.79	0.07	0.09	0.08	0.08	0.04	0.37	0.07	0.09	0.20	3.33	0.02	0.005		3.51	0.046	0.005	

Table. 3　木炭の性状

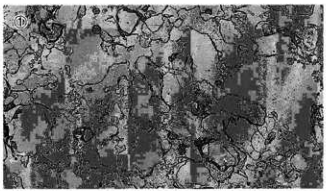
試料番号	遺跡名	種別	推定年代	灰分	揮発分	水分	固定炭素 (F.C)	硫黄 (T.S)	燐 (灰中.P)	発熱量 (カロリー)
SIM－17	下山遺跡	木炭	18c末	28.73	8.20	3.43	63.07	0.05	0.08	5290
SIM－18	下山遺跡	木炭	18c末	8.20	36.12	14.94	55.68	0.01	0.08	5560
SIM－19	下山遺跡	木炭	18c末	6.10	39.26	16.37	54.64	0.01	0.10	5780

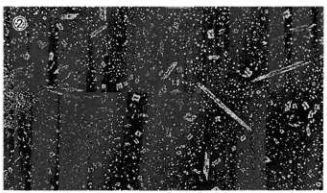
Table. 4　出土遺物の調査結果のまとめ

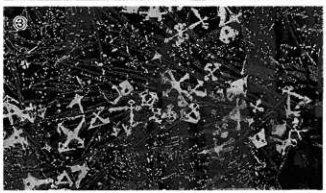
No.	遺跡名	出土位置	遺物名称	推定年代	顕微鏡組織	調査項目								所見
						Total Fe	Fe_2O_3	塩基性成分	TiO_2	V	MnO	ガラス質成分	Cu	
SIM－1	下山遺跡	2号炉一括	炉壁（砂鉄焼結）	18c末	滓部：半還元砂鉄粒子：チタン鉄鉱、U+W	1.64	1.85	0.27	0.40	0.03	0.04	94.55	0.004	胎土：鉄分、塩基性成分少なく、高耐火度1520℃
SIM－2	下山遺跡	2号炉一括	炉壁	18c末	滓部：暗黒色ガラス質スラグ中にH晶出	2.06	2.76	0.42	0.57	0.01	0.11	93.56	0.003	胎土：鉄分、塩基性成分少なく、高耐火度1530℃
SIM－3	下山遺跡	第2排滓場	炉底塊	18c末	U+F	42.11	8.21	4.10	12.7	0.49	0.95	29.55	0.001	砂鉄製錬滓
SIM－4	下山遺跡	第2排滓場	単位流動滓	18c末	U+I	29.38	5.09	5.69	22.1	0.60	1.80	36.71	0.001	砂鉄製錬滓　高温操業派生物
SIM－5	下山遺跡	第3排滓場	単位流動滓	18c末	U（一部H混在）+F	36.75	19.55	4.48	12.2	0.34	1.25	36.23	0.004	砂鉄製錬滓
SIM－6	下山遺跡	第3排滓場	炉外流出滓	18c末	U+W（Fe+Ti析出物）+F	44.77	12.84	4.21	12.1	0.31	0.99	26.48	0.001	砂鉄製錬滓
SIM－7	下山遺跡	第2排滓場	炉外流出滓	18c末	U（Mag-Ilmenite溶離組織）+F	43.96	11.49	2.64	7.48	0.39	0.63	32.72	0.001	砂鉄製錬滓
SIM－8	下山遺跡	第1排滓場	炉外流出滓	18c末	U+I	30.43	13.98	4.89	16.8	0.43	1.09	40.09	0.001	砂鉄製錬滓　高温操業派生物
SIM－9	下山遺跡	第3排滓場	炉外流出滓	18c末	滓部：U+F、メタル部：介在物R、過共析鋼	32.34	7.34	5.39	16.3	0.43	1.20	38.63	0.002	砂鉄製錬滓
SIM－10	下山遺跡	第2排滓場	鉄塊系遺物	18c末	滓部：U+F、メタル部：介在物U、フェライト	49.36	18.48	3.98	9.43	0.27	0.78	23.66	0.004	成長初期のフェライト、原料鉄になりえない
SIM－11	下山遺跡	第2排滓場	鉄塊系遺物	18c末	介在物R、共析～過共析鋼	68.41	57.6	0.26	0.56	0.04	0.06	5.27	0.013	最硬鋼、工具材料になりうる素材
SIM－12	下山遺跡	第2排滓場	鉄塊系遺物	18c末	捲込みスラグ：Ps、介在物FeS亜共晶組成白鋳鉄	68.41	72.1	0.15	1.03	0.12	0.06	2.93	0.006	高温域での生成白鋳鉄（2.8%C）
SIM－13	下山遺跡	第3排滓場	鉄塊系遺物	18c末	表皮スラグ：U、介在物R、亜共析～過共析鋼	52.49	34.64	2.86	12.9	0.79	0.70	14.24	0.005	高温域生成の亜・過共析鋼
SIM－14	下山遺跡	第3排滓場	鉄塊系遺物	18c末	表皮スラグ：I+U、未凝集フェライト	—	—	—	—	—	—	—	—	吸炭時間が充分にとれなかった鉄塊
SIM－15	下山遺跡	第3排滓場	鉄塊系遺物	18c末	表皮スラグ：I+U、介在物FeO・ステダイト、白鋳鉄	76.54	74.25	0.16	0.37	0.02	0.04	3.51	0.005	亜共晶組成（C：4.23%以下）白鋳鉄
SIM－16	下山遺跡	第2排滓場	再結合滓	18c末	砂鉄、製錬滓屑（Ps, I+U, U+W）、白鋳鉄	—	—	—	—	—	—	—	—	製鉄炉近傍鉄塊小割・選別場の2次堆積層
SIM－17	下山遺跡	第1排滓場	木炭	18c末	灰分28.73%、固定炭素63.07%、P0.08%	—	—	—	—	—	—	—	—	製鉄用黒炭、発熱量5290Cal／g
SIM－18	下山遺跡	第2排滓場	木炭	18c末	灰分8.20%、固定炭素55.68%、P0.08%	—	—	—	—	—	—	—	—	製鉄用黒炭、発熱量5560Cal／g
SIM－19	下山遺跡	第3排滓場	木炭	18c末	灰分6.10%、固定炭素54.64%、P0.10%	—	—	—	—	—	—	—	—	製鉄用黒炭、発熱量5780Cal／g（高燐木炭）

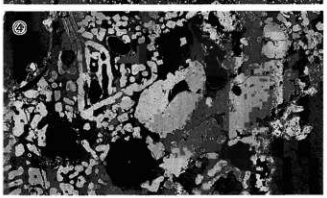
U：Ulvöspinel（$2FeO \cdot TiO_2$）、W：Wüstite（FeO）、H：Hercynite（$FeO \cdot Al_2O_3$）、F：Fayalite（$2FeO \cdot SiO_2$）、I：Ilmenite（$FeO \cdot TiO_2$）、R：Rutile（TiO_2）

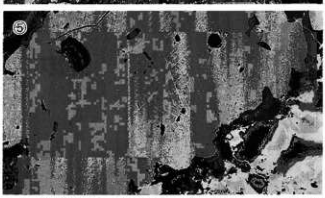
(1) SIM－1
2号炉壁一括
炉壁（砂鉄焼結）
①×100、胎土ガラス化
②③×400、溶融物析出
ヘーシナイト・マグネタイト
④×100、⑤×400
砂鉄焼結、半還元



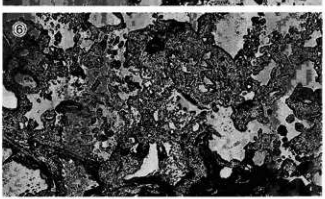








(2) SIM－2
2号炉壁一括
炉壁
⑥×100、胎土ガラス化
⑦⑧×400
暗黒色ガラス質スラグ中のヘーシナイト



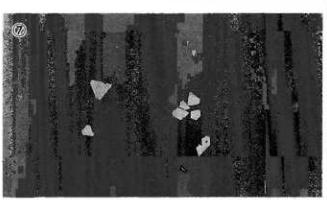
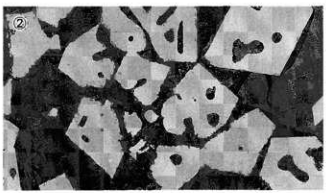
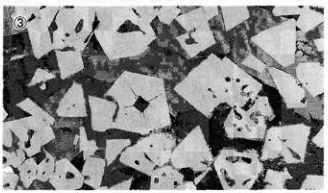


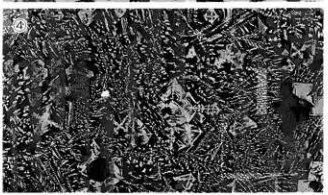
Photo. 1　炉壁の顕微鏡組織

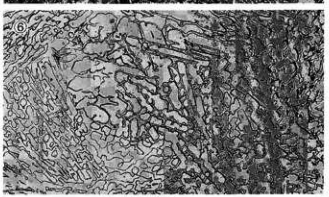
(3) SIM－3
第2排滓場出土
炉底塊
①×100、②×400
ウスボスビネル＋ファイヤライト
③×200、硬度圧痕
ウスボスビネル：682Hv

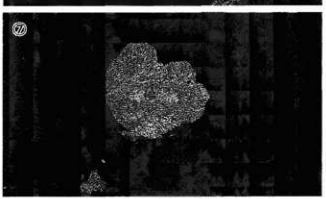




(4) SIM－4
第2排滓場出土
単位流動滓
④×100
ウスボスビネル＋ガラス質スラグ
⑤×100、⑥×400、鉄粒
ナイタルetch　⑦×100
⑧×200、硬度圧痕200ｇ白鋳鉄：488Hv







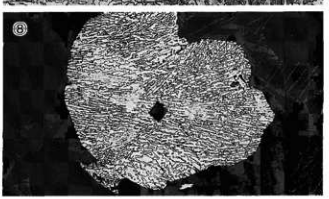
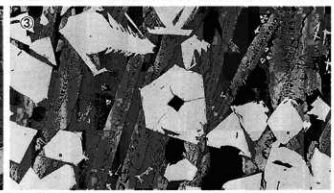


Photo. 2　鉄滓の顕微鏡組織

(5) SIM－5
第3排滓場出土
単位流動滓
①②×100
ウルボスピネル＋ヘーシナイト
③×200、硬度圧痕
ヘーシナイト：840Hv、200g



(6) SIM－6
第3排滓場
炉外流出滓
⑤×200、硬度圧痕
ウルボスピネル：708Hv
⑥×100、⑦×400
ウルボスピネル＋ヴスタイト
ヴスタイト粒内(Fe－Ti析出)

(8) SIM－8
第2排滓場
炉外流出滓
④×100
イルミナイト＋ウルボスピネル
ウルボスピネル：619Hv
(硬度圧痕割愛)

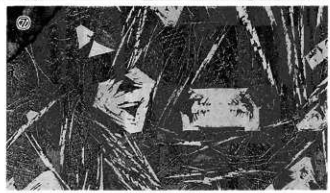
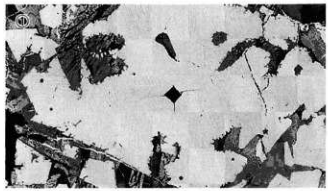
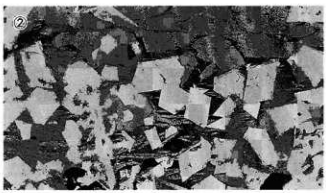


Photo. 3　鉄滓（含鉄）の顕微鏡組織

(7) SIM－7
第1排滓場出土
炉外流出滓
①×200、硬度圧痕
ウスボスピネル：685Hv
②×100、③×400
ウルボスピネル＋ファイヤライト





(9) SIM－9
第3排滓場出土
炉外流出滓
④×400、非金属介在物
⑤×100、⑥×400、ナイタルetch
左：表皮スラグ：ウルボスピネル
初析セメンタイト：過共析鋼
⑦/⑧×200、硬度圧痕
⑦パーライト：240Hv
⑧セメンタイト：886Hv

④

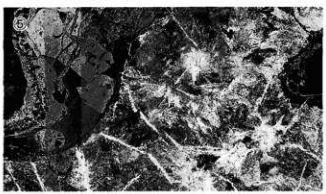


Photo. 4　鉄滓の顕微鏡組織

10 SIM－10
第２排滓場出土
鉄塊滓遺物
①×100、表皮スラグ
②③×400、非金属介在物
④⑥×100、⑤⑦×400、
ナイタルetch
フェライト（Ferrite）
⑧×100、フェライト
⑨×200、硬度圧痕
フェライト：76.0Hv、
200 g

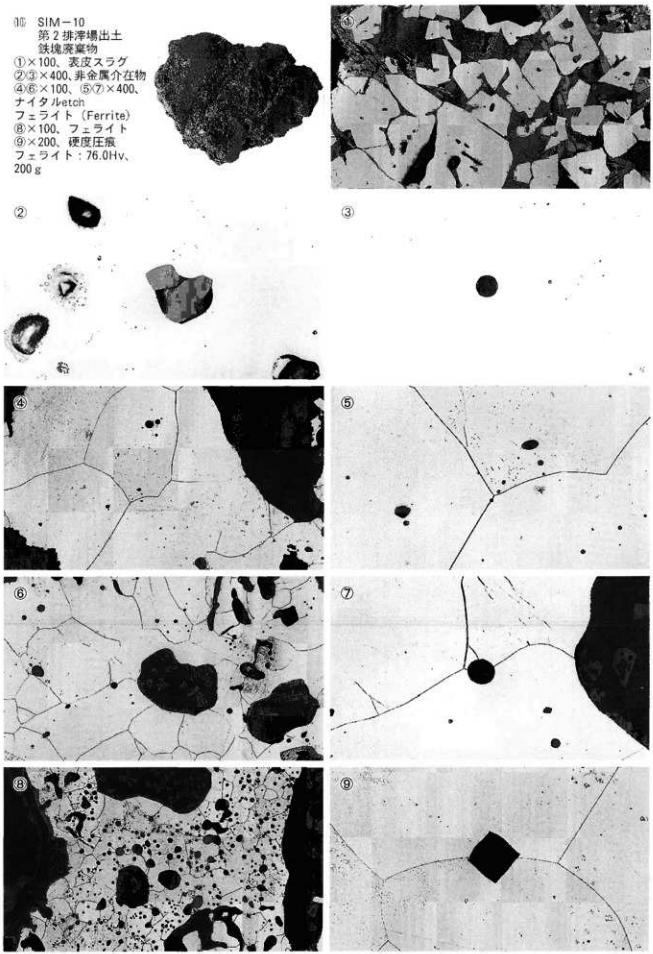
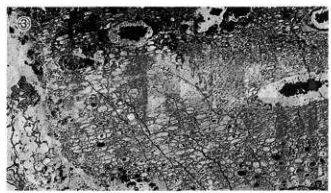


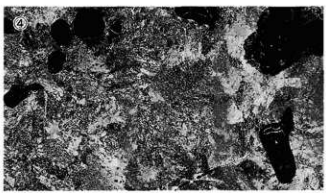
Photo. 5　鉄塊系遺物の顕微鏡組織

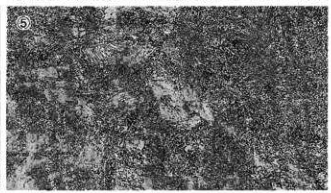
⑾ SIM－11
第２排滓場出土
①②×400、非金属介在物
③×400、黒鉛化木炭
④×100、⑤×400、ナイタルetch
パーライト：共析鋼
⑥×100、⑦⑧×400
初析セメンタイト：過共析鋼
⑨×200、硬度圧痕；200ｇ
パーライト：298Hv

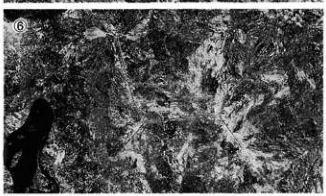
①

②









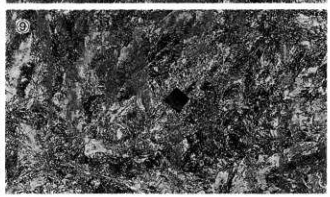
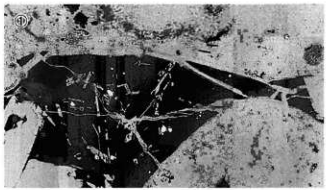
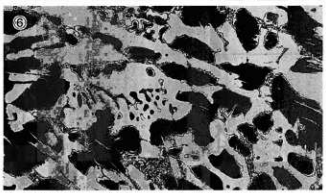


Photo. 6　鉄塊系遺物の顕微鏡組織

⑿ SIM－12
第２排滓場出土
①×400、捲込みスラグ
②×400、介在物FeS
③×400、片状黒鉛
④⑥×100、⑤⑦×400
ナイタルetch、亜共晶組成　白銑鉄
⑧⑨×200、硬度圧痕
⑧パーライト：218Hv
⑨セメンタイト：898Hv





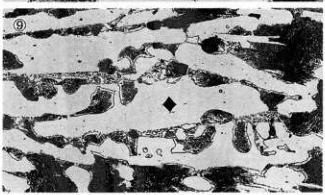
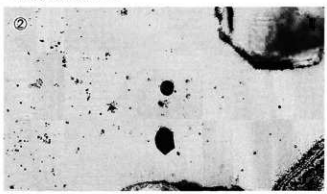
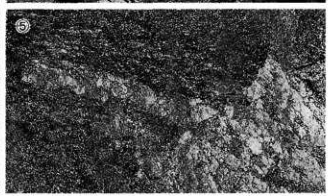
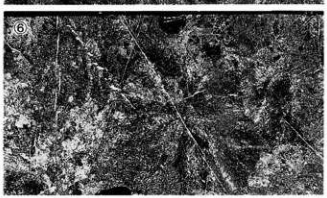


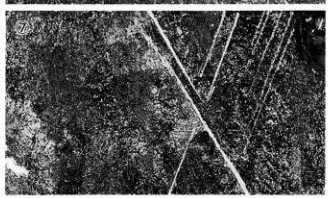
Photo. 7　鉄塊系遺物の顕微鏡組織

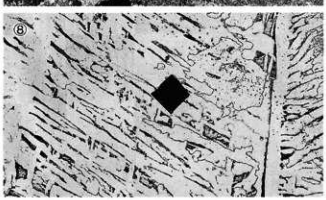
⑬ SIM－13
第３排滓場出土
①×100、表皮スラグ：ウルボスピネル
②×400、非金属介在物
③×100、針状フェライト
④×100、⑤×400、ナイタルetch
パーライト：共析鋼
⑥×100、⑦×400、針状セメンタイト
⑧⑨×200、硬度圧痕
⑧138Hv、⑨324Hv











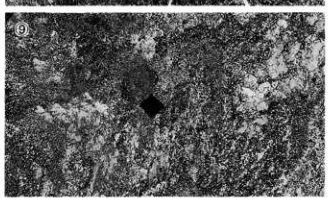


Photo. 8　鉄塊系遺物の顕微鏡組織

⑭ SIM－14
第３排滓場出土
①×100、表皮スラグ
②×100、③×400、介在物
④×100、⑤×400、ナイタルetch
フェライト（Ferrite）
⑥×100、⑦×400、フェライト
⑧⑨×200、硬度圧痕
⑧フェライト:113Hv、200 g
⑨：フェライト・パーライト：124Hv

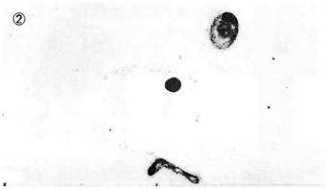
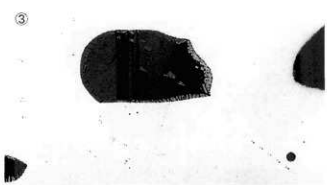
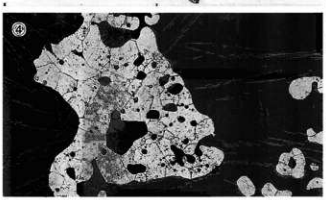
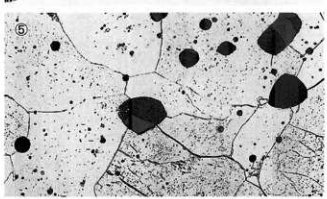
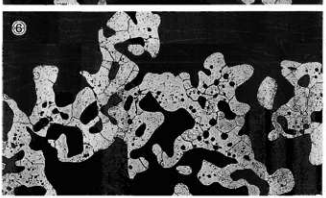
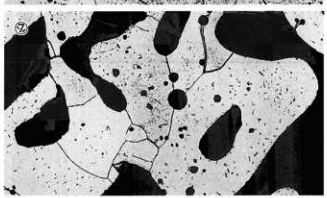
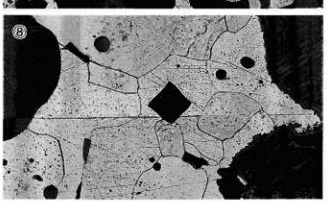
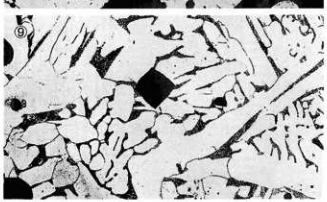
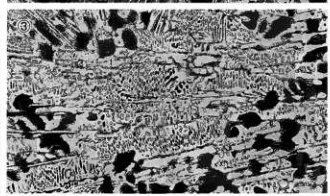
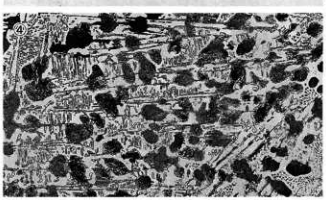
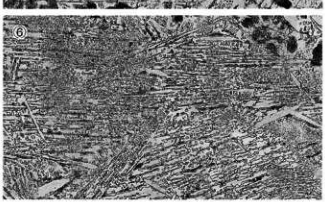









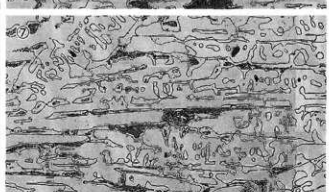
Photo. 9　鉄塊系遺物の顕微鏡組織

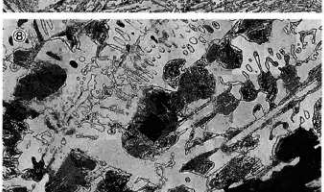
⑲ SIM－15
第３排滓場出土
①×100、表皮スラグ
イルミナイト＋ウルボスピネル
②×400、介在物FeS
③④⑥×100、⑤⑦×400
亜共晶・共晶組成白鋳鉄
⑧⑨×200、硬度圧痕
⑧パーライト：224Hv
⑨セメンタイト：547Hv











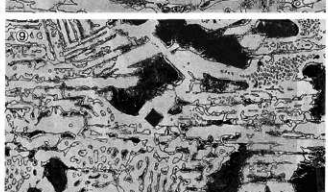


Photo.10　鉄塊系遺物の顕微鏡組織

⑯ SIM－16
第２排滓場出土
①×100、未還元砂鉄
②×100、被熱砂鉄
③×100、黒鉛化木炭
④×200、イルミナイト＋ウルボスピネル
⑤×100、ウルボスピネル＋ウスタイト
⑥⑦×200、シュードブルカイト
⑧×100、⑨×400、錆化鉄白鋳鉄痕跡

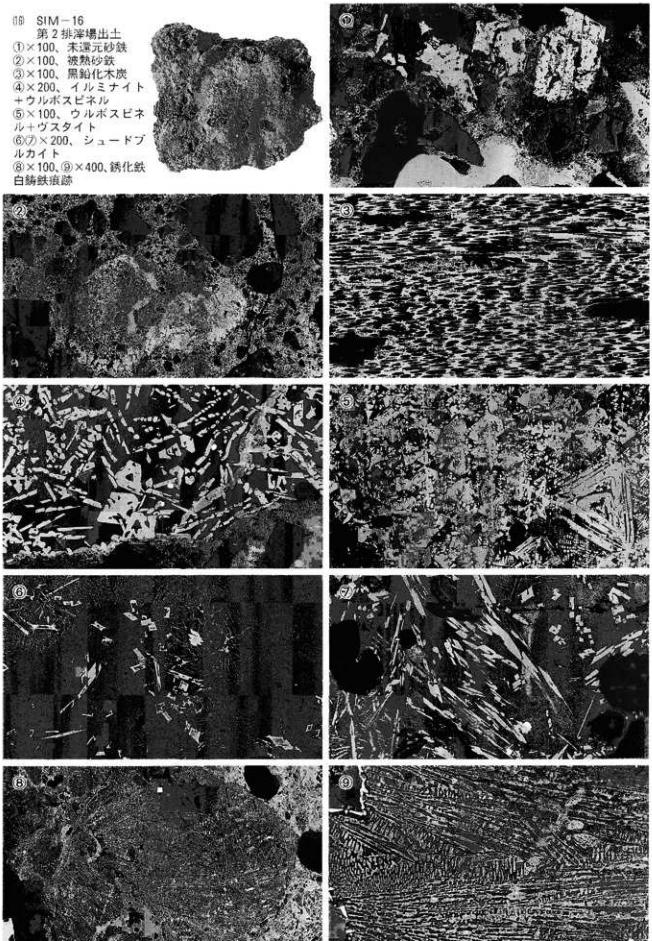


Photo.11　再結合滓の顕微鏡組織