狼　原　遺　跡

一般県道杉戸仁多線新世紀道路（生活関連）工事に伴う
埋　蔵　文　化　財　発　掘　調　査　報　告　書

２００８年11月

島　根　県
雲南市教育委員会

例　　言

1．本書は旧吉田村教育委員会が、平成13年度に島根県木次土木建築事務所の委託を受けて実施した、一般県道杉戸仁多線特別県単（生活関連）事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書である。

2．調査の対象となった遺跡は次のとおりである。

狼原古鈩跡　　島根県雲南市吉田町吉田字杉戸520-1番地・521-5番地

3．発掘調査及び報告書作成にかかる組織体制については、次のとおりである。

平成13年度（発掘調査）

［調査主体］　吉田村教育委員会　教育長 森山泰孝

［事　務　局］　若槻秀夫（吉田村教育委員会教育次長）、福間克巳（同教育次長補佐）

［調　査　員］　池淵俊一（島根県教育庁文化財課埋蔵文化財係主事）
田浪文雄（吉田村教育委員会嘱託職員）

［調査指導］　田中義昭（元島根大学法文学部教授）、穴澤義功（たたら研究会委員・製鉄遺跡研究会代表）、島根県教育庁文化財課埋蔵文化財係・島根県教育庁埋蔵文化財調査センター

［調査参加者］　山下秀和、小杉沙由美、鎌沢佳伸、石飛千代子、藤原ミナ、堀江ヒデヨ、堀江勇、宮崎悦子、田儀房枝

平成20年度（報告書作成）

［事業主体］　雲南市教育委員会　教育長 土江博昭

［事　務　局］　坂本武男（雲南市教育委員会教育部長）、安井　修（同教育部次長）、湯村　茂（同生涯学習課長）、坂本諭司（同生涯学習課文化財グループ企画官）

［指導・監修］　田中義昭（元島根大学法文学部教授・島根県文化財保護審議会委員）

［編集・執筆］　坂本諭司（雲南市教育委員会生涯学習課文化財グループ企画官）
山崎　修（雲南市教育委員会生涯学習課文化財グループ主幹）

［作図・協力］　安川賢太（株式会社トーワエンジニアリング文化財課主任）

4．出土遺物の図面作成、各種年代測定、鉄滓等分析は、次の機関へ委託して実施した。

・出土鉄滓等実測及び実測図浄書　　文化財調査室いなか舎
・放射性炭素 ^{14}C年代測定　　株式会社 地球科学研究所
・鉄滓等分析　　川鉄テクノリサーチ株式会社

5．挿図中の方位は調査時の磁北であり、平面直角座標（Ⅲ系）の方眼北に対し約7°西偏する。また、高さは海抜を表す。

6．本書の内容は、原則として田浪の所見を基本としているが、報告書の刊行にあたって遺構・遺物の再検討を行い、坂本・山崎が加筆・執筆した。なお、現地写真は田浪、遺物写真は坂本が撮影した。

7．本報告書掲載の出土遺物、実測図、写真などの資料は、雲南市教育委員会で保管している。

目　　次

第１章　発掘調査の経緯

第１節　発掘調査に至る経緯 ……（山崎）1

第２節　発掘調査の経過 ……（山崎）3

第２章　遺跡の位置と環境

第１節　地理的環境 ……（山崎）4

第２節　歴史的環境 ……（山崎）5

第３章　発掘調査の成果

第１節　試掘調査と調査区の設定 ……（山崎）8

第２節　検出遺構と出土遺物 ……（坂本）8

第４章　自然科学的分析

第１節　放射性炭素同位体 ^{14}C 年代測定 ……（株式会社 地球科学研究所）16

第２節　製鉄関連遺物科学分析 ……（川鉄テクノリサーチ株式会社）18

第５章　まとめ ……（坂本）30

第１章　発掘調査の経緯

第１節　発掘調査に至る経緯

１．遺跡の発見

狼原遺跡は、北流する吉田川の左岸に形成された狭長な河岸段丘上にある。この遺跡は、過去に行われた遺跡分布調査の際、鉄滓・炉壁片が散在していたことによって、その存在が確認された。旧吉田村教育委員会では、鉄滓等が散布していた地点の周辺に、製鉄関連遺構が存在する可能性があると判断し、当該地の小字名を用いて「狼原古鈩跡（島根県遺跡番号：Ｖ 48)」と命名、ここを埋蔵文化財包蔵地として周知した。

２．道路改良工事計画と埋蔵文化財

平成 11 年 11 月 12 日、旧吉田村教育委員会は、島根県木次土木建築事務所より、一般県道杉戸仁多線道路改良工事計画区域内における埋蔵文化財の有無等について照会を受けた（木土第 1312 号)。これを受けて、旧吉田村教育委員会では、この計画区域内に周知の遺跡である狼原古鈩跡とタカ巣鈩跡が存在することを確認し、島根県木次土木建築事務所へその旨回答した（平成 12 年３月 15 日付、吉教第 330 号)。

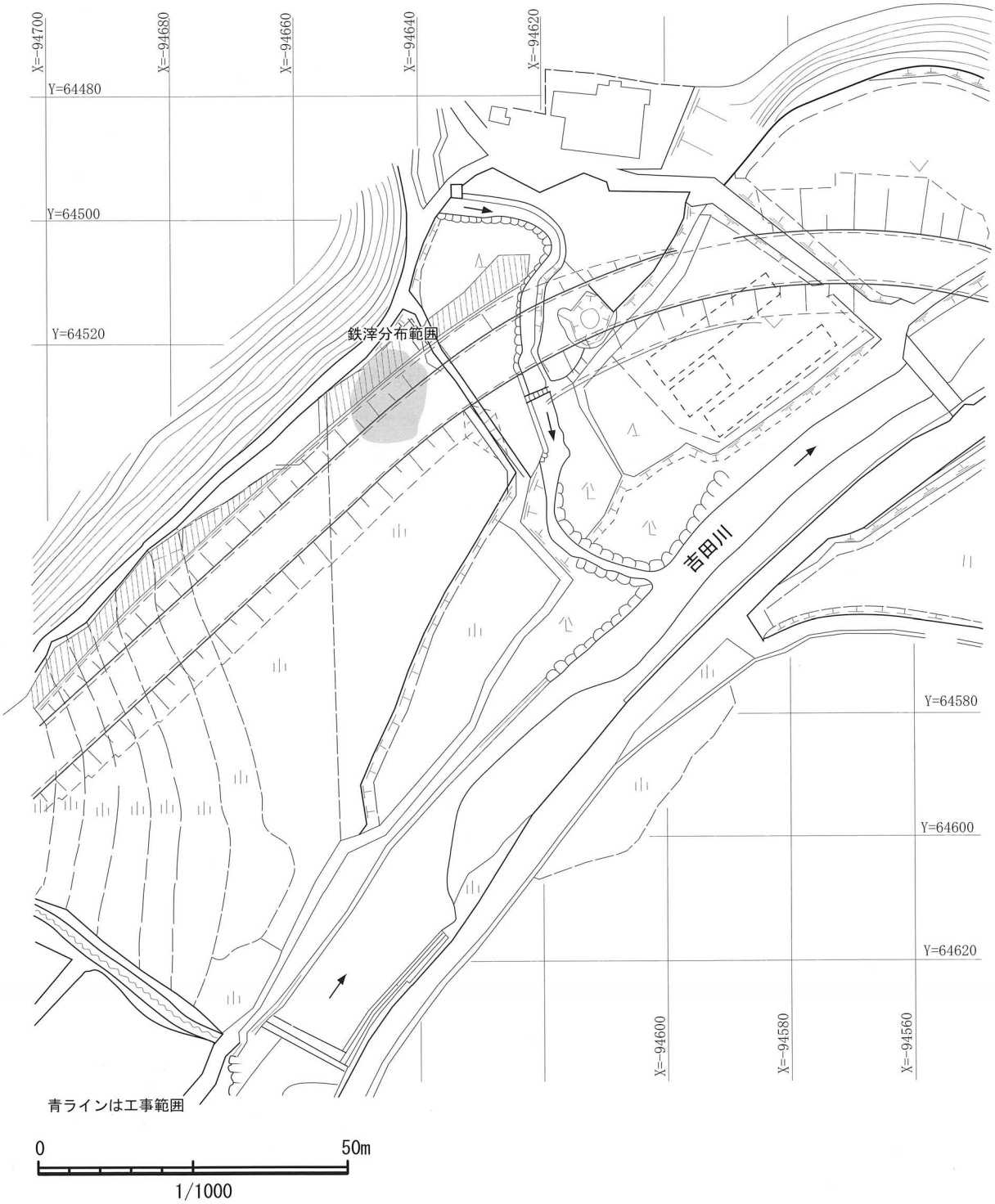
この後、当該地における道路改良工事と埋蔵文化財の取扱いについて、島根県教育庁文化財課、島根県木次土木建築事務所、旧吉田村教育委員会の３者による協議を行った。この結果、①「周辺の地形が吉田川流域の狭隘な谷地であることから、他所への道路計画変更が困難である」、②「部分的な計画修正により、タカ巣鈩跡については計画対象地から外すことは可能であるが、狼原古鈩跡については不可避である」との結論に至った。

これを受けて、旧吉田村教育委員会では、道路改良工事対象範囲について遺跡の範囲を確認するため、試掘調査を実施することとなり、平成 13 年７月 14 日に調査を開始した。この試掘調査の結果、分布調査の時点で鉄滓や炉壁片が認められていた場所を中心にして、錆による硬化面や鉄滓の密集部分を確認するに至った。

旧吉田村教育委員会は、この周辺に製鉄関連遺構が存在する可能性が大きいと判断し、これら遺物包含層の精査が必要となることを、島根県木次土木建築事務所へ報告した。また、これに併せ、島根県教育委員会教育長に対して埋蔵文化財発掘調査の報告（平成 13 年８月９日付、吉教第 280 号）を行った。

これにより、島根県木次土木建築事務所は、周知の埋蔵文化財包蔵地における土木工事の実施に先立ち、島根県教育委員会教育長に対して、埋蔵文化財発掘の通知（平成 13 年８月 10 日付、木土第 1364 号）を行った。これに対して、島根県教育委員会は、工事着手前に発掘調査を実施するよう、島根県木次土木建築事務所へ通知した（平成 13 年９月 25 日付、島教文財第４号の 32)。

島根県木次土木建築事務所は、島根県教育委員会から指示のあった発掘調査について、旧吉田村教育委員会へ委託して実施することとし、平成 13 年 10 月９日付けで委託契約を締結した。



道路工事計画と鉄滓分布範囲

第２節　発掘調査の経過

１．発掘調査の経過

旧吉田村教育委員会は、島根県木次土木建築事務所から発掘調査業務の委託を受けるにあたり、教育委員会の組織内に、埋蔵文化財発掘調査担当者となりうる職員がいなかったため、島根県教育庁文化財課に対して発掘調査担当者の派遣を要請し、承諾を得た（平成 13 年９月 25 日付、島教文財第 314 号）。

その後、島根県木次土木建築事務所から埋蔵文化財の発掘調査の委託を受けた旧吉田村教育委員会は、平成 13 年 10 月 10 日より狼原古鈩跡の発掘調査を開始した。

調査の対象となった面積は約 350㎡で、試掘調査時に鉄滓等の集積が認められた地点を中心とする範囲である。

調査に与えられた日数も限られ、さらに、天候も思わしくないという状況であったが、11 月中旬には、貼り床状の粘土面を検出するに至った。この粘土面の上面は、部分的に被熱によって変色していたため、ここが、製鉄炉地下構造の上面であると思われたが、この部分は、後世の攪乱を受けており、全体像が判然としなかった。

11 月末には、その後の調査方法について、たたら研究会委員の穴澤義功氏及び島根県教育庁埋蔵文化財調査センターより調査指導を受けた。12 月中旬には、遺構に伴って出土した木炭を試料とし、放射性炭素同位体による年代測定を行った。年代測定の試料採取後の 12 月 16 日には、発掘調査の成果について現地説明会を実施し、平成 14 年２月 28 日に発掘調査を終了した。

なお、当初、本遺跡を「狼原古鈩跡」として周知していたが、発掘調査終了後、遺跡の名称を「狼原遺跡」へ変更し、『増補改訂島根県遺跡地図Ⅰ（出雲・隠岐編）』（2003.3）、『吉田村遺跡地図』（2004.3）へ登載した。

２．その後の経過

現地における発掘調査の終了が２月末となり、年度内での整理作業及び報告書刊行は、時間的に非常に厳しいことが予想された。最も優先される出土遺物の整理作業については、まず、製鉄関連遺物について分類・選別を行い、この作業を経て、発掘調査の終了とほぼ同時に、業務委託により実測作業を実施した。

業務委託による各種分析のデータが出揃ったのは、発掘調査業務の完了期限直前であったことから、報告書については、結局、年度内での印刷・刊行には至らず、その後、町村合併を控えた旧吉田村では、報告書刊行に向けた作業が遅々として進まなくなって行った。

町村合併により発足した雲南市では、平成 20 年度に入って、初めて狼原遺跡の報告書が未刊行のままになっていることを確認した。そこで、雲南市教育委員会は、急遽、新しい体制のもとで報告書の刊行を進めることとしたが、旧吉田村教育委員会が作成した発掘調査記録の不備もあり、その作業は難航を極めた。こうした中で、雲南市教育委員会は、残された発掘調査資料の精査や、遺構・出土遺物の再検証を行って原稿執筆を進め、最終的に本書の刊行に至った。

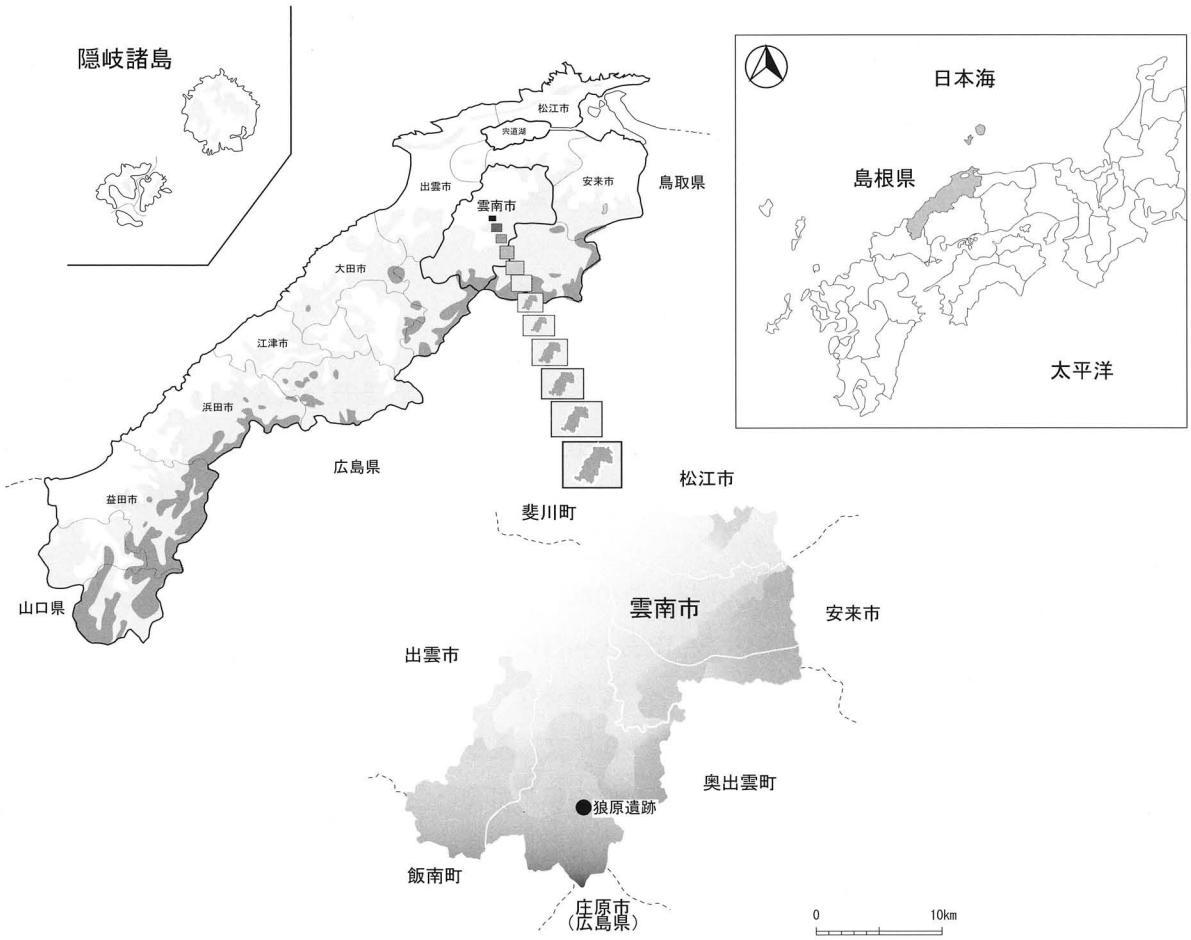
第２章　遺跡の位置と環境

第１節　地理的環境

狼原遺跡は、島根県雲南市吉田町吉田字杉戸に所在する。

雲南市は、島根県の東部、出雲地方の中央付近から南東部にかけて広がる中山間地域で、県内８市の中では唯一海岸線を持たない。市の中央を南北方向に国道 54 号が貫通し、この国道 54 号を本幹として、主要地方道松江木次線、主要地方道出雲三刀屋線、国道 314 号などの幹線道路が接続する市の中心部は、県都松江市や出雲市方面、広島県方面へと向かう交通の要衝となっている。

市内には、市域の中ほどをほぼ南北に貫流する一級河川斐伊川と、その支流の赤川、三刀屋川、久野川、さらに、これらの支流に多くの河川が流れ込むほか、斐伊川水系の神戸川に注ぐ稗原川、波多川が流れる。加茂町から大東町、木次町、三刀屋町にかけては、斐伊川と赤川や三刀屋川の合流地点を中心として平地が広がっているが、南部に位置する吉田町、掛合町域は、中国山地に至る広範な山間地域である。



第１図　狼原遺跡の位置

挿　図　目　次

第 1 図　狼原遺跡の位置
第 2 図　狼原遺跡と周辺の遺跡
第 3 図　調査区設定図
第 4 図　炉床地下構造復元図
第 5 図　遺構配置図
第 6 図　製鉄関連遺物（1）
第 7 図　製鉄関連遺物（2）
第 8 図　鉄 - 炭素系平衡状態図
第 9 図　出土鉄滓類の全鉄量と二酸化チタン量の分布図
第 10 図　製鉄滓と鍛冶滓の分類

表　目　次

表 1　調査資料と調査項目
表 2　鉄塊の化学成分分析結果
表 3　鉄滓の化学成分分析結果
表 4　炉壁化学成分分析結果
表 5　木炭の科学分析、発熱量
表 6　炉壁の耐火度試験結果

写真図版目次

図版 1 － 1　調査前状況
　　－ 2　調査風景
図版 2 － 1　遺構面検出状況
　　－ 2　炉床部検出状況
図版 3 － 1　炉床部横断断ち割り状況
　　－ 2　排滓溜まり完掘状況
図版 4 － 1　排滓場検出状況
　　－ 2　排滓場断ち割り状況
図版 5　製鉄関連遺物

遺跡のある吉田町は、東は奥出雲町仁多、西は飯南町頓原、南は広島県高野町と接している。中国山地を源として北流する斐伊川の本流と、その支流の三刀屋川に挟まれた山陵地帯に位置する。吉田町の標高は、最も低い場所で約 100 m、最も高い所で約 1,000 mと、非常に高低差が大きく、北に傾斜した地形である。

吉田町内を蛇行しながら北流する民谷川、深野川、吉田川沿いの連担地では、平均の標高が約 400 mである。町は、中央部の山陵によって、大まかに東側に位置する田井地区、西側に位置する吉田地区に分けられる。

狼原遺跡は、吉田地区にある雲南市吉田総合センター（旧吉田村役場）から、南東へ約 2.5㎞の地点に所在する。周辺は吉田川が流れる狭隘な谷地であり、河岸段丘上に耕作地が続く。北流する吉田川は、本遺跡付近で、東から伸びる丘陵の先端部を迂回するように流れを屈曲させる。本遺跡は、これら二本の河川合流点の南西側の、標高約 417 mの水田面に位置する。この屈曲部には、西側の山陵から谷川が流れ込んでいる。

地質は、中生代白亜紀の火成活動によって形成された、中国花崗岩を主体とする花崗岩質岩類で広く占められ、中に閃緑岩、石英閃緑岩が介在している。また、三瓶火山灰、乳石等が残留し、母岩風化物と火山物質の混合物が土壌母材となっている。したがって、畑地では褐色低地土壌、水田では灰色低地土壌、グライ土壌（地下水土壌）、多湿黒ボク土壌、及び黒ボクグライ土壌が多く見られ、山地では褐色森林土壌が主体で、ほかに黒色土壌（黒ボク）が見られる。

第２節　歴史的環境

吉田町内における周知の埋蔵文化財包蔵地は、2004 年３月現在で 91 ヵ所を数える[(1)]。このうち製鉄関連遺跡は 51 ヵ所に及び、全遺跡数の半数以上を占めている。狼原遺跡の発掘調査以前に、吉田町内で発掘調査が行われた遺跡は２遺跡であり、狼原遺跡を含めて、そのいずれも製鉄遺跡であった。

その他の遺跡については、分布調査によって、その存在を知り得た程度であるため、時期や内容など不明な点が多いが、近年、中国横断自動車道（尾道松江線）建設に伴う埋蔵文化財発掘調査が進められ、製鉄関連遺跡を中心として新たな知見が得られるなど、徐々に周辺地域の歴史が明らかにされつつある[(2)]。

以下、狼原遺跡周辺の遺跡を中心とする遺跡を紹介しながら、この地域の歴史的環境を概観する（遺跡名称に付した（　）内の番号は第２図と一致する。なお、この図に示していない遺跡については、〔　〕内に島根県遺跡番号を付す）。

吉田町内において、縄文土器の出土が知られているのは、宮の奥遺跡［V 78］、長者畑遺跡（25）［V 14］、の２カ所程度である。その他の出土遺物としては石器が挙げられ、東京帝国大学編「日本石器時代地名表」には、旧吉田村で発見された石斧の出土地として、兎比神社附近遺跡（12）［V 9］、梅木原遺跡（22）［V 12］、宇山遺跡［V 13］、民谷遺跡［V 16］の４カ所の掲載が認められる[(3)]。

また、薬師遺跡（7）［V 10］、ソネ遺跡（8）［V 11］、大原遺跡［V 1］でも、石斧が出土しており、所在不明ではあるが、民谷遺跡［V 16］でも石斧が出土したとされる。

この地域においては、弥生時代の遺跡もほとんど知られておらず、川手Ⅱ遺跡［Ⅴ 20］で弥生土器と石匙が出土したとされる程度である。

古墳時代の遺跡としては、河川流域の平坦地へ向けて張り出した丘陵に、小規模の古墳や横穴墓が散見される。これらは、その多くが、工事中に人骨や須恵器等が出土したことによって発見されたものである。田井中学校附近古墳［Ⅴ 3］、深谷横穴（13）［Ⅴ 4］、笠谷横穴［Ⅴ 6］、後原横穴［Ⅴ 7］は、まさに、こうした理由によって消滅した。現存するものとしては、石棺や石垣状の貼石を持つとされる千人塚古墳（16）［Ⅴ 5］がある。

土師器や須恵器の散布地もいくつか確認されている。中遺跡（17）［Ⅴ 22］や地神広遺跡（18）［Ⅴ 21］がそれで、既に消滅した割石遺跡［Ⅴ 2］を含めた、これら散布地の存在は、古墳時代から奈良時代にかけての集落跡が存在する可能性を示している。

中世の遺跡では城跡が中心となる。とは言え、吉田町内において城跡として周知されている遺跡は、上山城跡［Ⅴ 21］、粟目山城跡（3）［Ⅴ 31］、菖蒲山城跡（2）［Ⅴ 32］、深野城跡［Ⅴ 81］の 4 遺跡のみである。このほかに、中世的要素を示すものとして、いくつか経塚や古墓が見られるが、その詳細は明らかでない。

吉田町内に数多く見られるたたら跡の中には、中世期のたたらが存在する可能性もあるが、調査例も少なく、現段階で、この時期のたたら跡と認められるのは、分析によって 15 世紀初頭との所見を得た狼原遺跡と、室町時代頃のものと見られる大志戸Ⅱ鈩跡である。

中世以降に、この地域で盛んに行われたとみられるたたら製鉄は、近世に入ると最盛期を迎え、中国山地、特に出雲地方の鉄生産量は爆発的に増加した。これは、奥出雲町には絲原家、卜蔵家、櫻井家、雲南市吉田町には田部家など、豊富な山林資源を基盤とする有力な鉄師が現れたことによる。彼らは、「永代たたら」と呼ばれる半永久的な地下構造を持った高殿たたらを営み、極めて良質な玉鋼を産出した。一方、たたら製鉄に必要な砂鉄を採取するため、河川に大量の砂を流す「鉄穴流し」が行われた結果、土砂の堆積が川底を上昇させ、たびたび河川の氾濫を招くこととなった。

たたら製鉄に従事していた人たちの作業場や居住区を総称して「山内」と言うが、たたら製鉄の技術者集団の日常生活はここで営まれていた。雲南市吉田町には、全国で唯一、この「山内」の跡が残っており、国指定の重要有形民俗文化財「菅谷たたら山内」として現代に当時の名残を伝えている。

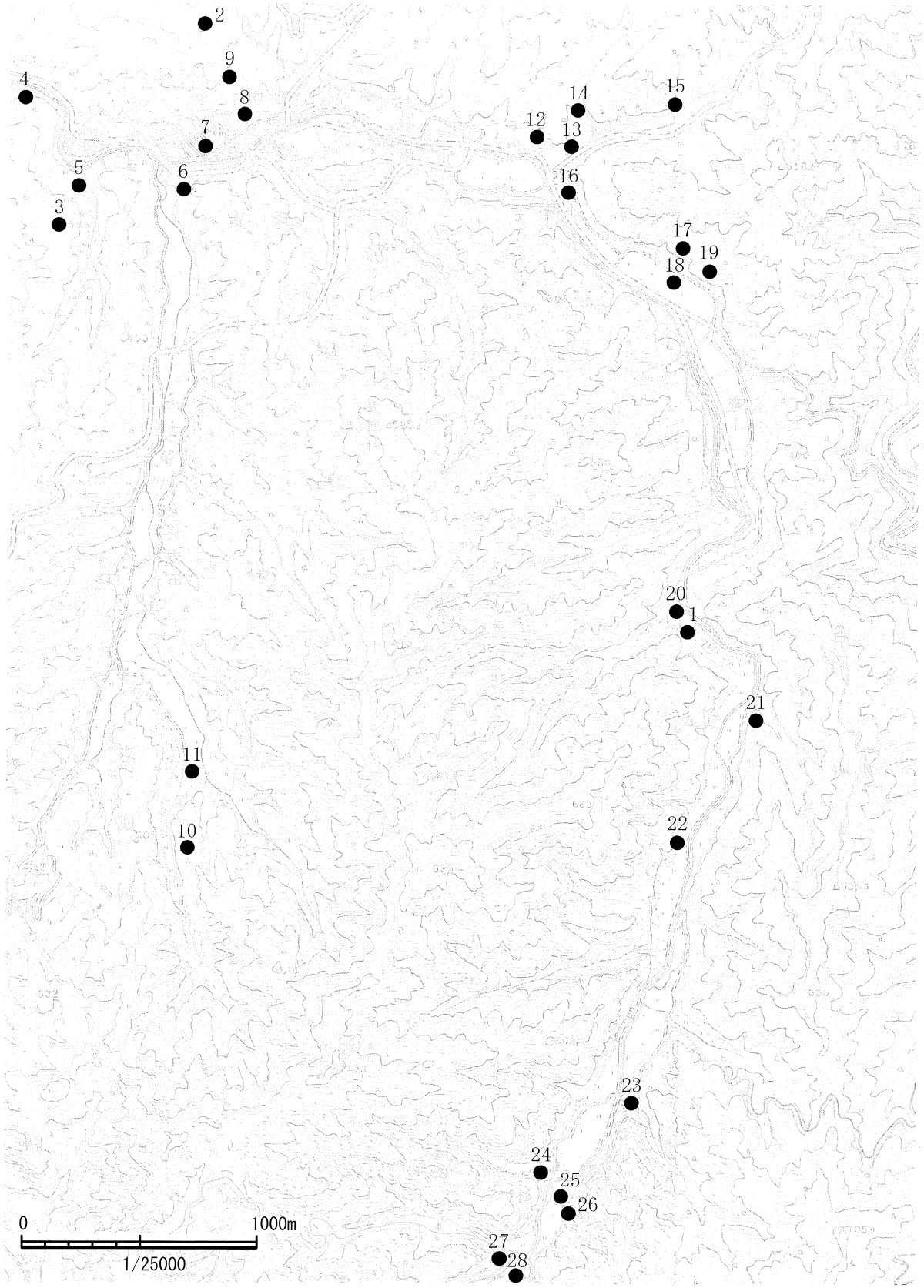
この地域を中心とする中国地方の製鉄は、江戸時代から明治の初め頃までが最盛期であり、明治中期には全国の約 60%以上を生産するに至っている。しかし、洋鉄の輸入が増え、国内でも鉄鉱石利用の製鉄技術が広まるようになると、たたら製鉄は次第に衰亡していくようになった。

註

1．吉田村教育委員会『吉田村遺跡地図』2004.3

2．国土交通省中国地方整備局・島根県教育庁埋蔵文化財調査センター『たたら街道』特別号 中国横断自動車道（尾道松江線）事業地内埋蔵文化財発掘調査概報 2007.3

3．吉田村村誌編纂委員会『吉田村村誌資料』1986.3



1. 狼原遺跡　2. 菖蒲山城跡　3. 粟目山城跡　4. 粟原鈩跡　5. 粟目鈩山鈩跡　6. 町鍛冶屋跡
7. 薬師遺跡　8. ソネ遺跡　9. 上蔵遺跡　10. 宮ノ奥鈩跡　11. 宮ノ奥遺跡　12. 兎比神社附近遺跡
13. 深谷横穴　14. 深谷口鈩跡　15. 大釜谷鈩跡　16. 千人塚古墳　17. 中遺跡　18. 地神広遺跡
19. 中鈩跡　20. タカ巣鈩跡　21. 鳥ノ巣谷鈩跡　22. 梅木原遺跡　23. 牛谷鈩跡　24. 杉谷鈩谷鈩跡
25. 長者畑遺跡　26. 長者畑鈩跡　27. 古居遺跡　28. オコナデ鈩跡

第２図　狼原遺跡と周辺の遺跡

第３章　発掘調査の成果

第１節　試掘調査と調査区の設定

調査の原因となった道路工事は、北流する吉田川によって形成された狭長な河岸段丘上を通る計画で、この計画区域内には、分布調査の際に鉄滓の散布が認められた「狼原古鈩跡」が存在していることが判明した。そこで、まず、遺跡の範囲を確認するため、工事計画区域内において試掘調査を行うことになった。

調査にあたっては、鉄滓の散布範囲を中心として、道路計画区域内に２ｍ×５ｍの試掘トレンチを設定した。この試掘トレンチは、道路計画線に沿って北西－南東方向の長軸ラインを引き、これに直交する北東－南西ラインを短軸としたグリッドを組んで、その位置を決定した。

この調査の結果、水田の耕作土直下に、大量の鉄滓が集中して出土する箇所が確認され、ここを中心として、周辺に製鉄関連遺構の存在する可能性が高まった。

試掘調査の結果を受けて、鉄滓分布範囲の精査及び製鉄関連遺構の検出・精査を目的とした発掘調査を行うことになったが、調査の実施にあたっては、試掘調査時に設定したグリッドを基準にして発掘調査区を定めた。

発掘調査によって検出した遺構及び遺物については、次節で述べる。

第２節　検出遺構と出土遺物

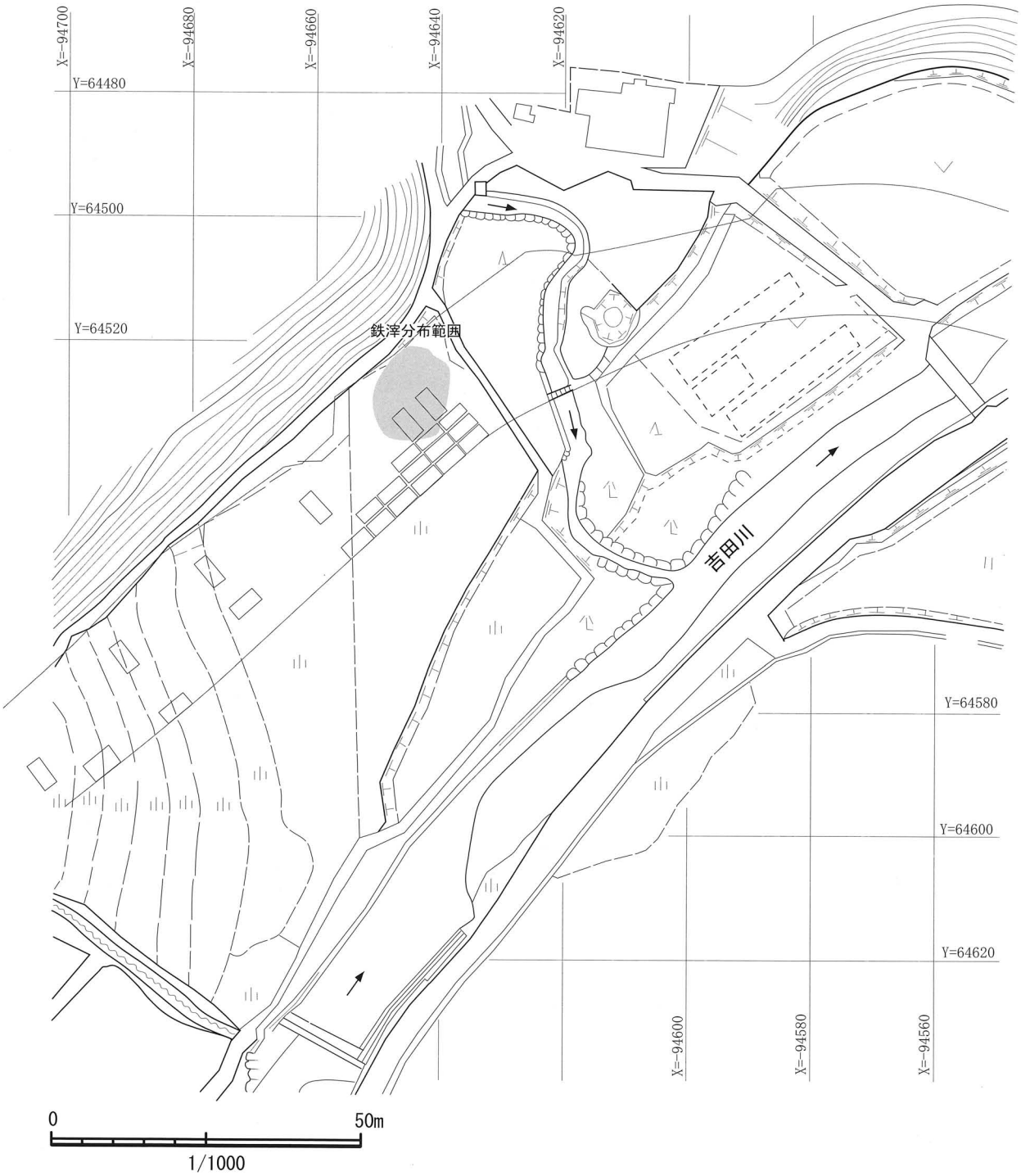
１．検出遺構

遺構は、耕作土もしくは耕盤（耕作土基底層）の直下において検出された。遺構の上部は、後世に攪乱や削平を受けており、残存状況は決して良好とは言えない。調査区内では、かなりの範囲で耕作土や耕作土基底層の直下に人頭大の石を含む岩礫が広がり、その一部は検出した遺構の上面にも散らばっていた。調査区の南東部では、砂混じりの粘土を用いた貼り床が確認された。この貼り床の上面には、被熱によって赤褐色や青灰色を呈した部分が認められ、その様相や平面形から、この部分が製鉄炉の炉床である可能性が高いと判断した。

このほかの遺構としては、炉床の長軸延長線上に、平面形が不整円形を呈する窪みを検出した。また、調査区の北東部では、炉床のある平坦面から北東側（吉田川の方向）へ向けて傾斜しており、その斜面上では鉄滓を検出した。

（１）炉床部

調査区の南東部で、まず炉床部をとりまく不整形な貼り床を検出した。この貼り床は、砂混じりの粘土を用いたもので、幅約 2.5 ｍ、長さ約 5.5 ｍを測り、東西の方向へ細長く広がる。この貼り床は、全体的に上面部分が削平を受けており、中でも南東部分は、北側より約 10㎝深く、不整円形の弧を描いたような形で削平を受けていた。



第３図　狼原遺跡　発掘区配置図

遺構面での観察で、長さ約 1.5 m、幅 50cmの平面形が認められ、端部のすぼまる長円形を呈していた。この範囲は青灰色を呈していた。これは、強い被熱による還元作用を示すものとみられ、平面形が端部のすぼまる長円形であることなどから、この部分は、製鉄炉の炉床部の可能性が高いと判断した。また、この青灰色を示す部分の東側では、長さ 50cm、幅約 10cmの範囲で木炭が検出された。この木炭の検出範囲の軸方向は、青灰色へと変色した部分の長辺方向と平行であった。

青灰色部分が、炉の規模を推察する上で非常に重要となることから、長軸方向と短軸方向に直交する中軸線を設定して精査を行った。この中軸線は、等高線方向に対してほぼ平行であった。

炉床のある平坦面から南東側へ下る斜面では、変色部分が若干狭まっていた。木炭は、断面径が3cm程度で、変色部分に平行して緩やかな弧を描くように下層へ続いて行くことがわかった。

炉床部横断面の状況　炉床地下構造は、現状で 20cmほど皿状に掘り込み、径 1 mm程度の微砂を本床の床面まで充填している。北側は掘り方が急に立ち上がるのに対して、南側では地山に沿うように緩く立ち上がる。浅い窪みの直上には、厚さ 1 ～ 2 cm程度の小炭、木炭層が認められた。この面で生木を燃やして強く焼き締めたものと考えられる。この木炭層の上面には、砂混じりの粘土が厚さ約 10cmほど充填され、その上部の中ほどで、幅約 50cmの部分が青灰色となっていた。

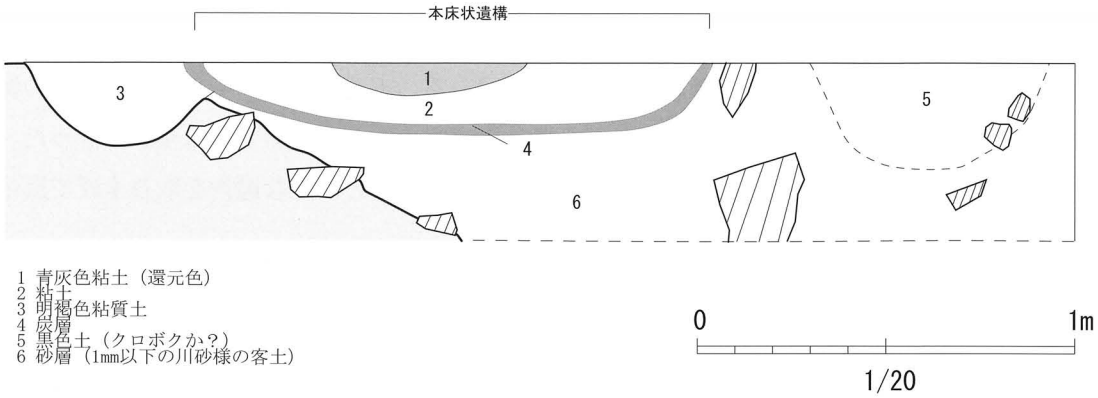
炉床長軸の両脇には、窪み様の落ち込みが認められた。小舟状遺構の可能性もあるが、南側の落ち込みは炉床の掘り方と切り合っており、北側の窪みは、炉床との間隔が大きすぎるので、小舟状遺構とは考えにくい。

炉床部縦断面の概要　横断土層と大きな違いはなく、底面がほぼ平らになるように掘り窪められている。この直上には、厚さ 2 ～ 3 cmの木炭が窪みに沿って敷かれているのが確認された。さらに、木炭層の直上には、砂混じりの粘土の貼り込みが認められた。炉床中心部よりも東側は、既に攪乱を受けており、この砂混じりの粘土層は削平されていた。残存する部分から見て、少なくとも炉床中心部から東へ 4 mの範囲までは、砂混じりの粘土層があったと推定される。炉床中心部よりも西側では、青灰色を呈した粘土の範囲は、削平のためか漸移的に収束している。

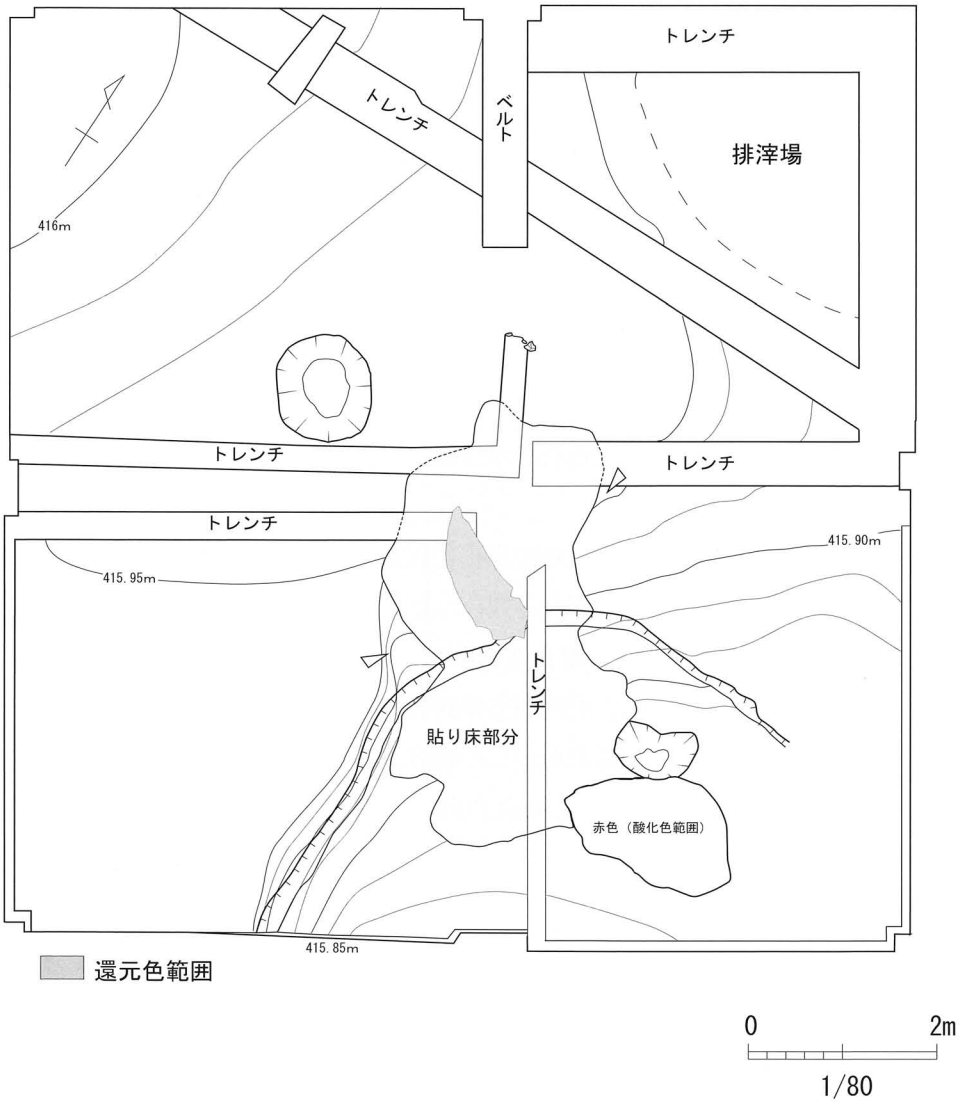
（2）排滓溜まり

青灰色を呈する炉床中心部から、炉床部の長軸延長線上に西方へ約 2.5 mの地点に、平面形が不整円形で長軸 1.1 m、短軸 1 m、中央部の深さが 11cmの窪みを検出した。この遺構は、粘土貼り面とほぼ同レベルに掘り込まれていることから、製鉄炉床に伴う遺構と考えられる。

この窪みには、明褐色土と微細な木炭片が混在した土が、硬く締まった状態で堆積しており、鉄滓や炉壁片などは検出されなかった。遺構の性格については、製鉄関連遺物は確認されなかったものの、他の製鉄関連遺跡の報告例から、炉床部分との位置関係において、排滓溜まりの可能性が考えられる。また、炉床の東側にも不整形の掘り込みが見られ、排滓溜まりの可能性が高い。



第４図　炉床地下構造横断面復元図



第５図　狼原遺跡遺構配置図

２．出土遺物

製鉄関連遺跡に関しては、出土した遺物自体に、遺構の性格を把握する上での様々な情報が含まれている。近年の調査では、検出された製鉄関連遺物から、たたらや鍛冶の操業がどのように行われたかを推察する資料として、遺物構成図が作成されている。本遺跡においても、ある程度の製鉄関連遺物を取上げることができたが、残念ながら遺物構成図を作成するまでには至らなかった。

そこで、本書では、検出された炉壁や鉄滓のうちから、種別ごとに主な遺物を取り上げて図化するとともに、その特徴を記すこととした。

作業としては、地山と黒褐色土層との境界に沿って１m四方のグリッドを設定し、そのグリッドごとに鉄滓の全量取り上げを行った。その選別には、編み目が２㎜のザルを用いた。この後、強力磁石に磁着するものを採取し、非磁着滓に関しては、２㎝角のザルで選別した。また、同時に木炭片、粘土塊（炉壁片）を取り除いた。

２㎝角の網目を通過したものに関しては、滴状の鉄滓、工具痕の認められるものを目視で採取した。この中には、鍛冶遺構で検出報告のある粒状滓や鍛造薄片等は見られなかった。

２㎝角の編み目に残ったものについては、まず、炉内生成物に関するものと、炉外流出したものとに大別する。炉外へ流出したものに関しては、接地部分が認められ上面が平滑であるという特徴を持つ。炉内生成物に関するものには、炉壁と接していたため部分的に炉壁が付着するもの、木炭の噛み込みやその痕跡が認められるもの、表面が平滑でなく入り組んだ形状のもの等が挙げられる。

（１）炉壁

排滓場から採取した炉壁片のうち、送風孔が確認できる２点について記すこととする。記録採取に際しての遺物の据え方・設定については、内面の溶融付着滓の垂下する方向や、断面の被熱による変色範囲からその天地及び傾きを考慮した。なお、どの炉壁の胎土にも３～５ｍｍ程度の砂粒が多く含まれるがスサ等の混入は認められなかった。

送風孔　炉外から炉内部へと送風するために穿孔された炉壁片が認められた。送風孔に関しては完形で残った物はなく、いずれもその上部のみ残存したものであった。

第６図１は、長さ 16.2㎝、高さ 12.5㎝、厚さ 6.5㎝を測る。内面の全面に溶融状の滓が付着する。下部には２つの送風孔の上部が残存し、炉内側での内々間隔は 7.6㎝である。

壁体の長辺を炉の中軸線に平行であると仮定した場合、外部から中軸線方向への水平面上の進入角度は①が 101°、②が 96°である。また、鉛直方向での進入角度は①が 24°②が 35°である。この送風孔は炉外から炉内に向けて均質な径で貫通しているわけではなく、炉外では水平面に対する垂直軸方向の形状が長円形を呈している。長円形の工具を、炉内側を頂点にして円錐状に動かし、下部の大径部分を形づくり、その後に、工具を垂直軸上方へ持ち上げるようにして、小径部分を作ったとも考えられる。

第６図２でも、同様の特徴を持つ送風孔が二つ認められる。残存部での計測値は、長さ 12.4㎝、高さ 13.7㎝、厚さ 8.8㎝である。送風孔については、１と同様に、その上部が残存しているのみである。水平面上での炉外から炉内への進入角度は、炉壁の長軸を炉の長軸にあわせた場合、①が 96°、②が 96°、鉛直方向での進入角度は、①が 21°、②が 15°である。

（３）流動滓

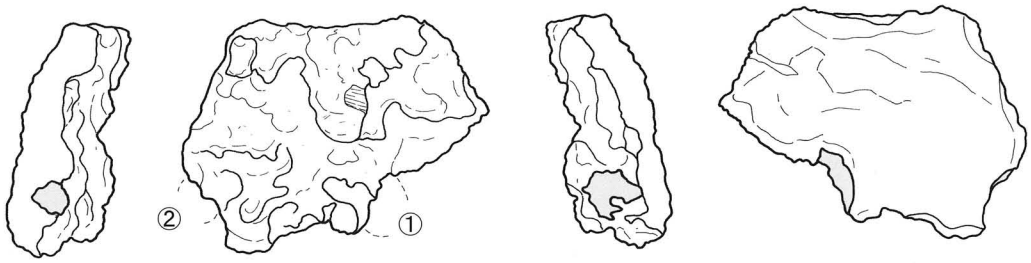
第７図１、２は流動滓である。１は、流動性のよい鉄滓で、２層ないし３層が重なっている。側面は全面が破面となっており、２㎜から２㎝弱の気泡が随所に見られる。表面は黒褐色を呈し、わずかに光沢が見られる。接地面の断面は極めて緩いＶ字状となり、湯道をＶ字状に掘り窪めて区画された様子が窺える。

２は、厚さ４ｍｍから1.8㎝を測る板状の流動滓である。側面は全面が破面となっており、２㎜から2.2㎝の気泡が見られる。色調は鈍い黒褐色を呈し、表面の所々にシワが見られる。

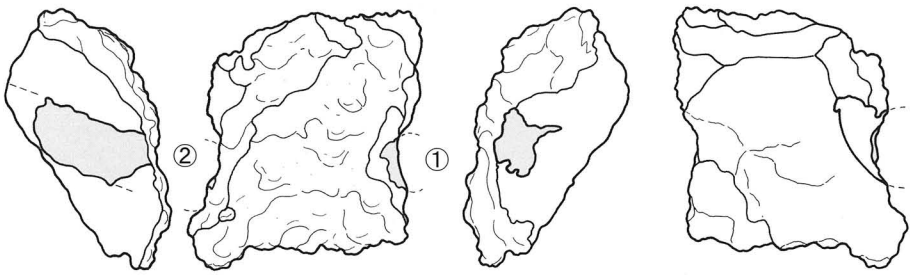
（４）流出孔滓

第７図３～５は流出孔滓である。３は、流動性があまりよいとは言えないが、断面は緻密で、表面には細かな気泡が見られる。下面と左側面が接地面となり、断面は隅丸の長方形状を呈する。

４は、両側面が原形を保っており、幅7.4㎝を測る。下面は全て接地面で、断面は半円形を呈する。破面に気泡はあまり見られず、上面には砂粒が混じりイガイガ状となる。５は、下半の流出溝滓状の滓に、上側の流出孔滓が溶着したものとみられる。下半部は流動性に富み、破面には大きな発泡が見られる。これに比較して流出孔滓部は断面が上向きとなり、立ったような状態で溶着している。流動性がよいとは言えず、明らかに下半部とは性質が異なる。また、２箇所に幅1㎝と1.3㎝の扁平な工具痕が認められる。



1

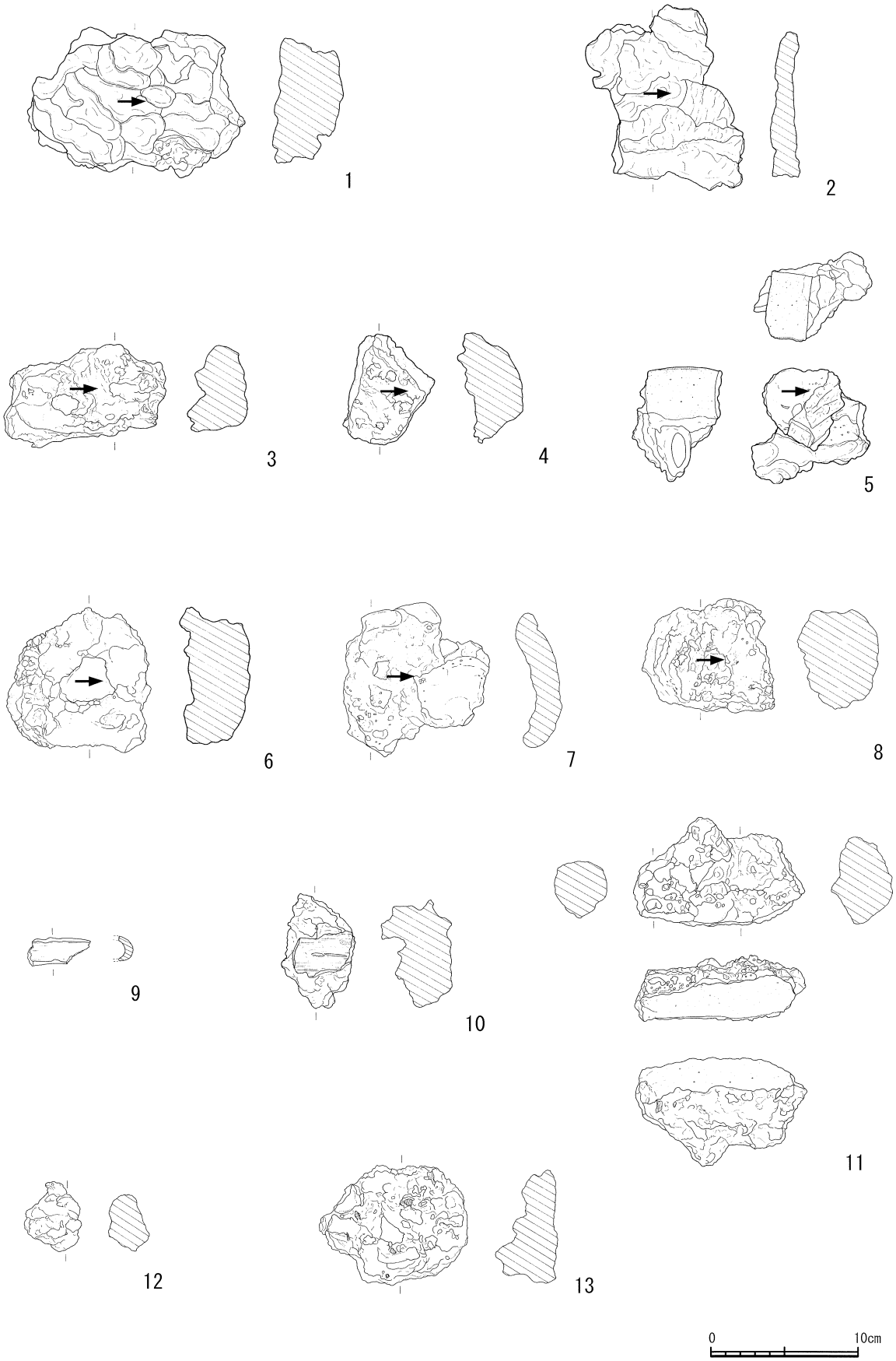


2

通風孔部

0　10cm
1/4

第６図　狼原遺跡出土製鉄関連遺物（１）



第７図　狼原遺跡出土製鉄関連遺物（２）

（５）流出溝滓

第８図６～８は流出溝滓である。６は、両側面が原形を保っており、溝幅は 9.3㎝を測る。破面には径１㎝大の気泡が多く見られる。上面に炉壁とみられる粘土が固着する。７は、断面が緩い弧状を呈する扁平な流出溝滓で、溝幅は 10㎝程度と考えられる。厚さは２㎝を測る。８も両側面が原形を保っており、溝幅は最大で 7.5㎝を測る。破面に２㎝大の気泡が見られるが、全体的に小さな気泡で覆われており、イガイガ状を呈している。また、表面に２㎜程度の木炭の噛み込みが認められる。

（６）工具痕付流動滓

第８図９は、破面の状況から、径が約 1.9㎝の円形の流動滓に丸棒状の工具が差し込まれたものと考えられ、管状になった単位流動滓である。冷却が進行した段階で工具を差し込んだものかもしれない。

（７）炉内滓

第８図 10、11 は炉内滓である。10 は、炉底の端部に生じた滓と考えられる。下面には炉底部とみられる黄白色の粘土が固着する。破面には多くの気泡が見られるが、気泡のない部分は光沢のない青黒色を呈する。11 は、破面に 7mm 大の気泡が目立つ炉内滓で、細かな砂流の混じる粘土と、幅が 3㎝の木炭痕が認められる。

（８）鉄塊系遺物

第８図 12、13 は含鉄の鉄塊系遺物である。いずれもメタル度は L(●) を示す。12 は、三角形状を呈する鉄塊系遺物である。破面の有無は錆に覆われており不明である。外面の一部に、わずかな木炭の付着が見られる。13 は、全体が微砂と錆に覆われた鉄塊系遺物で、ところどころに木質の圧痕が見られる。本遺跡から出土した製鉄関連遺物のうち、どの程度含鉄の鉄塊系遺物が採取されたか明らかではないが、このほか特 L(☆) のメタル度を示す鉄塊系遺物も確認していることから、本遺跡の鈩操業では小割り場を備えていた可能性も考えられる。

第４章　自然科学的分析

第１節　放射性炭素同位体 ^{14}C 年代分析

No.691
(株)地球科学研究所

件名：放射性炭素年代測定

放射性炭素年代測定の依頼を受けました試料について、別表の結果を得ましたのでご報告申し上げます。

報告内容の説明

未補正14C年代 (y BP)　：（同位体分別未補正）14C 年代　"measured radiocarbon age"
試料の 14C／12C 比から、単純に現在（AD1950年）から何年前（BP）かを計算した年代。

14C年代 (y BP)　：（同位体分別補正）14C 年代 "conventional radiocarbon age"
試料の炭素安定同位体比（13C／12C）を測定して試料の炭素の同位体分別を知り
14C／12C の測定値に補正値を加えた上で、算出した年代。
試料の δ13 C値を−25（‰）に基準化することによって得られる年代値である。
（Stuiver,M. and Polach,H.A.(1977) Discussion:Reporting of 14C data. Radiocarbon, 19 を参照のこと）
暦年代を得る際にはこの年代値をもちいる。

δ 13C (permil)　：試料の測定 14C／12C 比を補正するための 13C／12C 比。
この安定同位体比は、下式のように標準物質（PDB）の同位体比からの千分偏差（‰）で表現する。

$$\delta\ 13C\ (‰) = \frac{(13C/12C)[試料] - (13C/12C)[標準]}{(13C/12C)[標準]} \times 1000$$

ここで、13C／12C [標準] ＝ 0.0112372である。

暦 年 代　：過去の宇宙線強度の変動による大気中14C 濃度の変動に対する補正により、暦年代を算出する。　具体的には年代既知の樹木年輪の 14C の測定、サンゴのU-Th年代と 14 C年代の比較により、補正曲線を作成し、暦年代を算出する。

使用したデータセット ： Intcal04
Intcal04: Calibration Issue of Radiocarbon 46(3), 2004)
（海洋性の試料に対しては、Marine04を使用）

較正曲線のスムース化に用いた理論
A Simplified Approach to Calibrating C14 Dates
Talma, A.S., Vogel,J.C.,1993,Radiocarbon 35(2), 317-322

測定方法などに関するデータ

測定方法　AMS ： 加速器質量分析
Radiometric ： 液体シンチレーションカウンタによる β-線計数法

処理・調製・その他 ： 試料の前処理、調製などの情報

前処理　acid-alkali-acid ： 酸－アルカリ－酸洗浄
acid washes ： 酸洗浄
acid etch ： 酸によるエッチング
none ： 未処理

調製、その他
Bulk-Low Carbon Material ： 低濃度有機物処理
Bone Collagen Extraction ： 骨、歯などのコラーゲン抽出
Cellulose Extraction ： 木材のセルローズ抽出

Extended Counting ： Radiometric による測定の際、測定時間を延長する

分析機関　BETA ANALYTIC INC.
4985 SW 74 Court, Miami, Fl, U.S.A 33155

C14年代測定結果

No.691

試料データ	未補正14C年代(y BP) (measured radiocarbon age)	δ 13C(permil)	14C年代(y BP) (Conventional radiocarbon age)
Beta- 163355	500 ± 70	-23.8	520 ± 70

試料名 (19480) 木炭片

測定方法、期間 Radiometric-Standard Extended Counting

試料種、前処理など charred material acid/alkali/acid

年代値はRCYBP(1950 A.D.を0年とする)で表記。モダン リファレンス スタンダードは国際的な慣例としてNBS Oxalic AcidのC14濃度の95%を使用し、半減期はリビーの5568年を使用した。エラーは1シグマ(68%確率)である。

CALIBRATION OF RADIOCARBON AGE TO CALENDAR YEARS

(Variables: C13/C12=-23.8:lab. mult=1)

Laboratory number: **Beta-163355**

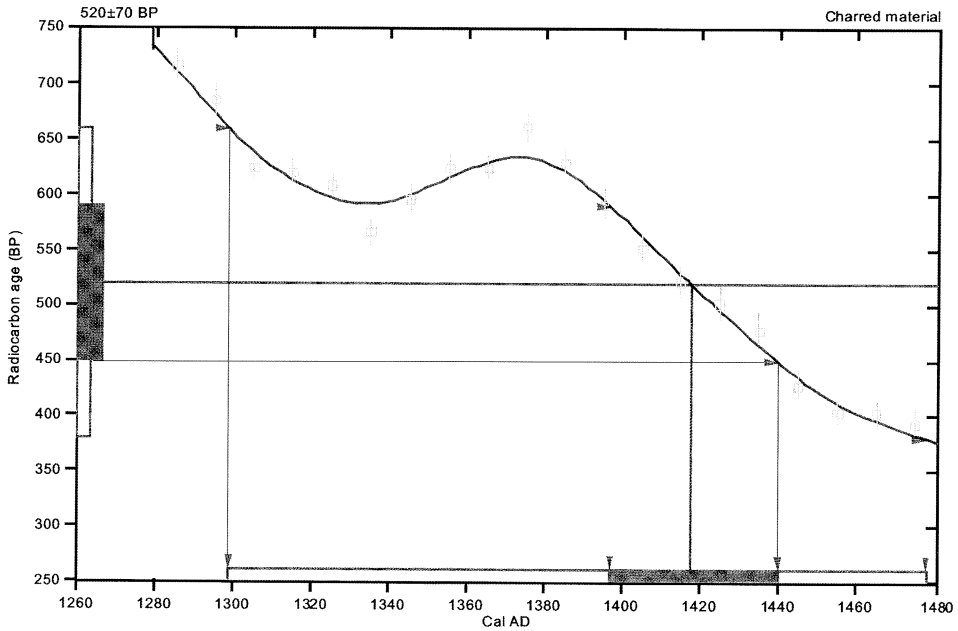
Conventional radiocarbon age: **520±70 BP**

2 Sigma calibrated result: (95% probability) **Cal AD 1300 to 1480 (Cal BP 650 to 470)**

Intercept data

Intercept of radiocarbon age with calibration curve: Cal AD 1420 (Cal BP 530)

1 Sigma calibrated result: (68% probability) Cal AD 1400 to 1440 (Cal BP 550 to 510)



References:

Database used

Calibration Database

Editorial Comment

Stuiver, M., van der Plicht, H., 1998, Radiocarbon 40(3), pxii-xiii

INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration

Stuiver, M., et. al., 1998, Radiocarbon 40(3), p1041-1083

Mathematics

A Simplified Approach to Calibrating C14 Dates

Talma, A. S., Vogel, J. C., 1993, Radiocarbon 35(2), p317-322

第２節　製鉄関連遺物科学分析

狼原遺跡出土遺物分析調査

川鉄テクノリサーチ株式会社
分析・評価事業部　埋蔵文化財調査研究室

１．はじめに

島根県飯石郡吉田村に所在する狼原遺跡から出土した鉄関連遺物について、学術的な記録と今後の調査のための一環として化学成分分析・顕微鏡組織観察を含む自然科学的観点での調査を依頼された。鉄製品および関連遺物の組成分析、マクロ的特徴観察、ミクロ組織観察、Ｘ線回折、Ｘ線透過観察などにもとづき遺物の性格、履歴、出発原料、製造工程上の位置づけなどを中心に調査した結果について報告する。

２．調査項目および試験・観察方法

（１）調査項目

調査資料の注記および調査項目を表１に示す。

（２）調査方法

（ｉ）重量計測、外観観察および金属探知調査

資料重量は電子天秤を使用して計量し、小数点２位以下で四捨五入した。各種試験用試料を採取する前に、資料の外観を㎜単位まであるスケールを同時に写し込みで撮影した。資料の出土位置や資料の種別等は提供された資料に準拠した。

着磁力調査については、直径30㎜のリング状フェライト磁石を使用し、官能検査により「強・稍強・中・稍弱・弱」の５ランクで表示した。産出物中の金属の有無は金属探知機（ＭＣ：metal checker）を用いて調査した。

（ii）化学成分分析

化学成分分析は鉄鋼に関するＪＩＳ分析法に準じて行っている。

・全鉄（T.Fe）：三塩化チタン還元－二クロム酸カリウム滴定法。

・金属鉄（M.Fe）：臭素メタノール分解－ EDTA 滴定法。

・酸化第一鉄（FeO）：二クロム酸カリウム滴定法。

・酸化第二鉄（Fe_2O_3）：計算。　・化合水（C.W.）：カールフィッシャー法。

・炭素（C）、イオウ（S）：燃焼－赤外線吸収法。

・カルシウム（Ca）、マグネシウム（Mg）、マンガン（Mn）、ナトリウム（Na）、珪素（Si）、マンガン（Mn）、リン（P）、銅（Cu）、ニッケル（Ni）、コバルト（Co）、アルミニウム（Al）、ヴァナジュム（V）、チタン（Ti）：ICP 発光分光分析法。

・シリカ（SiO_2）、アルミナ（Al_2O_3）、酸化カルシウム（CaO）、酸化マグネシウム（MgO）、二酸化チタン（TiO_2）、酸化リン（P_2O_5）、酸化カリウム（K_2O）：ガラスビード蛍光Ｘ線分析法。但し CaO、MgO、MnO は含有量に応じて ICP 分析法またはガラスビード蛍

光X線分析法を選択。

・酸化ナトリウム（Na2O）：原子吸光法。

なお、鉄滓中成分は、18成分（全鉄T.Fe、金属鉄M.Fe、酸化第一鉄FeO、酸化第二鉄Fe_2O_3、シリカSiO_2、アルミナAl_2O_3、ライムCaO、マグネシアMgO、酸化ナトリウムNa_2O、酸化カリウムK_2O、二酸化チタンTiO_2、酸化マンガンMnO、酸化リンP_2O_5、コバルトCo、化合水C.W.、炭素C、ヴァナジウムV、銅Cu）を化学分析している。分析は各元素について分析し、酸化物に換算して表示している。

炉壁成分は、13成分（全鉄T.Fe、酸化鉄FeO、シリカSiO_2、アルミナAl_2O_3、ライムCaO、マグネシアMgO、化合水C.W.、灼熱減量Ig.Loss、二酸化チタンTiO_2、酸化マンガンMnO、酸化ナトリウムNa_2O、酸化カリウムK_2O、炭素C、）を化学分析している。

鉄製品中成分の化学分析は、13成分（炭素C、シリコンSi、マンガンMn、リンP、イオウS、銅Cu、ニッケルNi、コバルトCo、アルミニウムAl、ヴァナジウムV、チタンTi、カルシウムCa、マグネシウムMg）を化学分析している。

（iii）顕微鏡組織観察

資料の一部を切り出し樹脂に埋め込み、細かい研磨剤などで研磨（鏡面仕上げ）する。金属鉄はナイタール（5％硝酸アルコール液）で腐食後、顕微鏡で観察しながら代表的な断面組織を拡大して写真撮影し、顕微鏡組織及び介在物（不純物、非金属鉱物）の存在状態等から製鉄・鍛冶工程の加工状況や材質を判断する。原則として100倍および400倍で撮影を行う。必要に応じて5～10倍程度のマクロ観察も行う。

（iv）レーザー顕微鏡組織観察

レーザー顕微鏡は0.01 μmまで絞ったレーザービームを走査させ様々なレベルで焦点にあった点のデータを合成して顕微鏡組織像とするもので、凹凸の激しいものでも焦点を合わせることが出来る焦点深度の高い顕微鏡観察装置である。特に木炭などのようにやわらかく研磨時に壊れ易い資料などの観察に優れた装置である。また、コンピューターによる画像処理と組み合わされており低倍から高倍率までの広い倍率での観察が可能である。本調査においてはオリンパス社製、OLS1200型の走査型共焦点レーザー顕微鏡を使用した。

（v）X線回折測定

試料を粉砕して板状に成形し、X線を照射すると、試料に含まれている化合物の結晶の種類に応じて、それぞれに固有な反射（回折）された特性X線を検出（回折）できることを利用して、試料中の未知の化合物を同定することができる。多くの種類の結晶についての標準データが整備されており、ほとんどの化合物が同定される。

測定装置　理学電気株式会社製　ロータフレックス（RU-300型）

測定条件

①使用X線	Cu- Kα（波長＝1.54178Å）
②Kβ線の除去	グラファイト単結晶モノクロメーター
③管電圧・管電流	55kV・250mA

④スキャニング・スピード　4.0°/min
⑤サンプリング・インターバル　0.020°
⑥ D.S. スリット　1°
⑦ R.S. スリット　0.15㎜
⑧ S.S. スリット　1°
⑨検出器　シンチレーション・カウンター

（vi）Ｘ線透過観察

Ｘ線発生装置を用いて最適のＸ線強度を選択し、写真撮影を行う。同一のＸ線強度と照射時間では、照射される物質の質量が重いほど、また寸法が厚いほどＸ線が吸収され写真上では黒くなり、その反対ではＸ線が容易に透過するので白く写る。したがって、凹凸や異種金属が共用されているとか、銹で金属部分が薄くなっている場合でも、写真の濃淡で状況が判断できる。

（vii）耐火度測定

耐火物及び耐火物原料の耐火度試験は、JIS R 2204（耐火物及び耐火物原料の耐火度試験方法）及び JIS R 8101（耐火度試験用標準コーン）に準拠して測定する。

遺物資料を粉砕し、規定（量的に少量であるから寸法は第２種の小型：幅７㎜、高さ27㎜）のゼーゲルコーンを成型する。このゼーゲルコーンを傾斜 80°で受台に装着し、毎分５℃で加熱する。コーンの先端が曲がり始め、受台に接触したときの温度を耐火度（溶倒温度）とする。

３．調査結果および考察

分析結果を表にまとめて 26 頁に示す。表１に調査資料と調査項目をまとめた。表２に鉄塊資料１～３び化学分析結果を、表３に鉄滓資料４と５の化学成分分析結果を、表４に炉壁資料６、７の化学成分分析結果を、表５に木炭資料８、９の化学成分分析結果と発熱量の測定結果を、表６に炉壁資料６、７の耐火度試験結果を示す。

全資料の外観写真を 28 ～ 29 頁に、木炭の組織写真を 29 頁に示す。以下、資料の番号順に各資料の調査結果を述べ、最後に全体をまとめた。

３．１鉄塊系遺物

資料番号№１　鉄塊、着磁度：強、ＭＣ：強

外　　観：総重量は 111.7 ｇ、長さ 100㎜×幅 40㎜×厚さ 20㎜の扁平で鎌形をしており、全体に銹化瘤や割れのある鉄塊系遺物である。15 頁の断面写真から分るように内部には気泡を多く含み周囲が銹化した鉄塊である。地は黒褐色で木炭痕も認められる。表面の銹化部を除去してメタル部を調べた。

Ｘ線透過：外観写真と同じ方向で撮影している。左側の約１／４はＸ線がよく透過しておりほぼ完全に銹化しているように見える。右下側の周辺部ほど金属鉄が残存している。

顕微鏡組織：鉄－炭素系合金のレーデブライト共晶（Ledebrite、Ｃ＝3.5％）組織を示している。（鉄－炭素系合金の状態図を参照）。黒色の黒鉛（Graphite）と白色のセメンタイト

（Cementite）組織から構成されている銑で、組織的にはほぼ共晶（Ｃ：4.3％）組成のＣ含有量と推定される。加工された形跡はない。化学分析ではＣ含有量は 3.2％で共晶よりもやや低い結果となっているが、おそらく資料の不均一性によるものと思われる。

化学成分：化学成分分析の結果を表２に示す。炭素含有量が 3.19％で、共晶組成（4.3％Ｃ）よりやや低い銑鉄である。顕微鏡的にはゆっくり冷却されたと組織となっており製錬炉内などで緩冷却されたものと思われる。リン(P)が 0.022％、硫黄(S)が 0.032％と高い。おそらく燃料として用いた木炭に由来するものと思われる。

以上の結果を総合すると本資料は炉内などで比較的ゆっくり冷却された銑と考えられる。

資料番号№２　鉄塊、着磁度：強、ＭＣ：強

外　　観：総重量は 298.1 ｇ、長さ 100㎜×幅 65㎜×厚さ 50㎜。馬鈴薯（メイクイーン）形の重量感のある資料で、全体に茶褐色の水酸化鉄瘤があり、細目になった部分に割れが見られる。切断面の写真を 18 ページに示す。内部に大きな気孔と小さな気孔を多量に含んだ鉄塊である。周囲の銹化瘤をはがしてメタル部分をサンプルとして調査した。

Ｘ線透過：外観写真と同じ方向で撮影している。周囲の銹化は進んでいるが内部には金属鉄がよく残っており、切断面とよく一致したＸ線透過状況である。

顕微鏡組織：パーライト組織の基地に鋭い針状に初析セメンタイトが析出している過共析鋼の組織となっており、化学分析結果の結果と一致している。

化学成分：化学成分分析の結果を 10 頁の表２に示す。炭素含有量が 1.50％で、過共鋼の領域である。リン（P）は 0.007％と通常の範囲にあるが、硫黄（S）が 0.051％と高い。Si、Al などは還元されて金属になることは考えられず介在物として存在していると考えられるがその量は少ない。

本資料はＣが 1.5％とやや高めの鋼と考えられる。

資料番号№３　鉄滓（炉内滓？）、着磁度：強、ＭＣ：強

外　　観：総重量は1299.5ｇ、長さ160㎜×幅140㎜×厚さ50㎜。かな気泡の多い黒色発泡粗鬆な資料で、上部はやや平坦で中凹になっている。褐色部と黒色部があり、木炭小片もかみ込んでいる。下部は凹凸が激しく、各所に割れがあり、ＭＣ反応も着磁力も強い。断裂しないように注意して切断した。切断面を20頁に示す。金属鉄が大部分を占める資料である。顕微鏡組織は滓の境界に近いメタル部分を観察した。

Ｘ線透過：外観写真と同じ方向で撮影している。大きく分けて右下斜めの鉄塊、右上の鉄塊、中央やや左の鉄塊の３つの金属鉄が集まって出来た塊資料であることが分る。これらの間を埋めるように滓や小粒系の鉄が存在しているように見える。

顕微鏡組織：パーライト組織の基地に針状に初析セメンタイトが析出している過共析鋼の組織となっており、化学分析結果の結果と一致している。組織的には結晶粒の大きさ、初析セメンタイトの大きさなどから炉内などでやや緩やかに冷却されたように思われる。

化学成分：化学成分分析の結果を10頁の表２に示す。炭素含有量が1.38％で、過共鋼の領域であ

る。硫黄（S）が0.008％と通常の範囲にあるが、リン（P）は0.020％と高い。Si、Alなどは介在物として存在していると考えられるがその量は少ない。

本資料は鉄滓と言うよりも鉄塊でCが1.38％とやや高めの鉧と考えられる。

資料番号No.4　流出滓（製錬滓）、着磁度：稍弱、MC：無

外　　観：総重量は174.5 g、長さ75㎜×幅70㎜×厚さ20㎜。表面は黒色で光沢があり、さざ波のような凹凸があるが平坦で流出滓のようにみえる資料である。裏面も床材が部分的に付着しており、部分的に黒褐色に濡れたような銹化部分もある。割欠面は4～5面ある。破面には大きな空孔が水平にある。

顕微鏡組織：資料全体にわたって均一な組織で典型的な製錬滓の組織である。100倍、400倍の組織写真のいずれにおいてもガラス質の基地に灰色がかった棒状のファイヤライト（Fayalite：$2FeO \cdot SiO_2$）が全面に晶出しており、このファイヤライトよりもやや明るい星状や変形した四角形や三角形状のウルボスピネル（Ulvospinel：$2FeO \cdot TiO_2$）が点在する組織となっている。

X線回折：顕微鏡組織と一致してファイヤライトの回折線が強く現れ、ついでウルボスピネルのピークが現れている。顕微鏡組織、化学分析からは存在は考えにくいが非常に弱いヘマタイトのピークも認められる。原因は明確でない。

化学成分：化学成分分析の結果を表3に示した。全鉄43.5％に対して金属鉄は0.26％含まれている。また、FeOは52.1％、Fe_2O_3は3.95％でFe_2O_3とFeOの比率は93：7でSiO_2は23.2％、TiO_2は5.13％である。この組成は$FeO - Fe_2O_3 - SiO_2$の3元系を仮定した平衡状態図では鉄－ウスタイト－ファイヤライトの境界領域に近く、顕微鏡組織と矛盾せず、比較的強い還元雰囲気下にあったことを示している。また、造滓成分（$SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + Na_2O + K_2O$）は約35％と高く、$SiO_2$も23.2％と高い。炉壁などが多量に溶解した可能性を示している。

27頁の第9、10図は鉄滓の成分的特徴から製造工程上の分類を検討する図でTiO_2とT.Feの関係、造滓成分とT.Feの関係を示す。図にはこれまでの蓄積データとともに本調査結果をプロットしている。第9図の位置から本資料は砂鉄系製錬滓であると判断できる。第10図においては鍛冶滓に近い領域にあるが顕微鏡組織、V含有量、第9図の位置などから製錬滓であることは間違いない。造滓成分が高いのは炉壁などが多量に溶解したためとおもわれる。

本資料は顕微鏡組織、Ti、Vの含有量、第9、10図での位置関係などから砂鉄を原料とした製錬滓と考えられる。

資料番号No.5　流出滓（製錬滓）、着磁度：稍弱、MC：無

外　　観：総重量は11.7 g、長さ35㎜×幅15㎜×厚さ10㎜。外観はゼリービーンズ状の小片資料で断面は楕円形の流出滓先端部のように見える。表面はやや光沢があるが下部は床材が付着しており、付着物は除去して調査した。調査には全量を使用した。

顕微鏡組織：資料全体にわたって均一な組織で典型的な製錬滓の組織である。ガラス質の基地に灰

色がかった棒状のファイヤライト（Fayalite：$2FeO \cdot SiO_2$）が全面に晶出しており、これよりも明るく白い背骨状あるいは樹枝状のマグネタイトが（Magnetite：Fe_2O_3）が均質に分散した組織となっている。

X線回折：顕微鏡組織と一致してファイヤライトの回折線が強く現れ、ついでマグネタイトのピークが現れている。顕微鏡組織と一致した回折結果である。

化学成分：化学成分分析結果を表３に示した。全鉄 40.9％に対して金属鉄は 0.11％含まれている。また、FeO は 48.6％、Fe_2O_3 は 4.41％で Fe_2O_3 と FeO の比率は 92：8 で SiO_2 は 28.7％、TiO_2 は 4.13％である。この組成は FeO － Fe_2O_3 － SiO_2 の３元系を仮定した平衡状態図ではファイヤライト－シリカの境界領域に近く、初晶としてファイヤライトが晶出し、次いでマグネタイトが析出した可能性がある。また、造滓成分（SiO_2 ＋ Al_2O_3 ＋ CaO ＋ MgO ＋ Na_2O ＋ K_2O）は約 40.6％と高く、SiO_2 も 28.7％と高い。資料３と同様に炉壁などが多量に溶解したと思われる。

27 頁の第 9、10 図は鉄滓の成分的特徴から製造工程上の分類を検討する図で TiO_2 と T.Fe の関係、造滓成分と T.Fe の関係を示す。第 9 図の位置から本資料は砂鉄系製錬滓と考えられる。第 10 図においては鍛冶滓に近い領域にあるが顕微鏡組織、V 含有量、第 9 図の位置などから製錬滓であることは間違いなく、造滓成分が炉壁などの溶解により非常に多くなった操業をしたことを示している。これまでの蓄積データとともに本調査結果をプロットしているが本資料は砂鉄系の製錬滓とみなすことができる。

本資料は顕微鏡組織、Ti、V の含有量、第 9、10 図での位置関係などから砂鉄を原料とした製錬滓と考えられる。

資料番号№６　炉壁、着磁度：無、ＭＣ：無

外　　観：総重量は 738.5 ｇ、長さ 130㎜×幅 100㎜×厚さ 70㎜。炉内側は黒色溶融痕があり、白色鉱物が溶け込みガラス質となっている。光沢もある。やや凹となっており、羽口周辺の炉壁と思われる。裏面の炉壁材は白灰色で直径３～５㎜の白色鉱物（石英粒）をかみ込んでいる。被熱影響の少ない白色部（石英粒も含む）からサンプリングした。

顕微鏡組織：資料の半分程度は溶融している。顕微鏡組織写真は溶融部分と未溶融部分の境界付近を撮影した。溶融した部分は発泡し乳白色のミルク状を呈している。未溶融部の粘土基地には小さな気泡を含む種々の大きさの粒状鉱物質シリカが多量に存在している。組織的には普通の炉壁胎土に見える。

化学成分：化学成分分析結果を表４に示した。シリカ（SiO_2）は 74.7％と通常の粘土の約 60％より相当高く、アルミナ（Al_2O_3）は 18.7％と通常の粘土の約 15 ～ 18％よりもやや高い。一方、造滓成分中の軟化性を持つアルカリ土類成分（CaO ＋ MgO）は 0.31％と低く、耐火度を低下させる Na_2O ＋ K_2O は 1.96％と通常の範囲にある。灼熱減量と結合水が低いのは熱影響を受けたためと考えられる。本資料は Fe_2O_3 － SiO_2 － Al_2O_3 の３元系と仮定するとその濃度は２％、78％、20％となり平衡状態図からはその融点は 1680℃推定される。他元素の存在、融点に比べ軟化点は低いことなどを考慮すると耐火度はおそらく 1600℃前後と推定される。実測の耐火度は表６に示すように 1615℃で成

分からの予測とほぼ一致する。

本資料は粒状鉱物質シリカを多量に含み耐火度が 1615℃と高い粘土で作られた炉壁胎土と考えられる。

資料番号№7　炉壁、着磁度：無、ＭＣ：無

外　　観：総重量は 1228.3 g、長さ 150㎜×幅 160㎜×厚さ 110㎜。資料№6 とほぼ同様の性状を持つと思われる炉壁で内面は溶融し、ゴマ塩状でガラス化している。炉材は白色鉱物（石英粒）を多くかみ込んでいる。白灰色の非熱影響部からサンプリングした。

顕微鏡組織：資料断面には溶融部分は観察されない。顕微鏡組織写真には乳白色の粒状鉱物質シリカが多量に存在している。基地に資料６との差は認められないが粒状鉱物質シリカは資料６の場合微細な気孔が多量に存在するのに対して本資料では粒状シリカの気孔は少なく滑らかである。化学成分は資料６とほとんど差がなく、したがって、資料６に比べ熱影響が少なかったためと思われる。

化学成分：化学成分分析結果を表４に示した。シリカ（SiO_2）は 75.5％と資料６よりもわずかに高く、アルミナ（Al_2O_3）は 17.1％と資料６よりも 1.6％低いだけで、化学成分的には資料６とほとんど同じである。一方､造滓成分中の軟化性を持つアルカリ土類成分（CaO ＋ MgO）は 0.18％と低く、耐火度を低下させる Na_2O ＋ K_2O は 3.0％と通常の範囲にある。灼熱減量と結合水が低いのは熱影響を受けたためと考えられる。本資料は Fe_2O_3 － SiO_2 － Al_2O_3 の３元系と仮定するとその濃度は２％、80％、18％となり平衡状態図からはその融点は資料６よりもやや低く 1670℃推定される。資料６の場合と同じ理由で耐火度はおそらく 1600℃前後と思われる。実測の耐火度は表６に示すように 1600℃で成分からの予測とほぼ一致する。

本資料は粒状鉱物質シリカを多量に含み耐火度が 1600℃と高い粘土で作られた炉壁胎土と考えられる。

資料番号№8　木炭（ブナ）、着磁度：無、ＭＣ：無

外　　観：総重量は 14.8 g、径 30㎜×幅 80㎜の年輪が鮮明な表皮は剥がれてしまった枝の一部の炭である。重量は軽く感じられる。木喰虫の小穴がいくつも開き、炭化した虫の破片も入っている。伐られて保管後時間を経て炭にされたものかもしれない。

顕微鏡組織：横断面を観察した 25 倍のレーザー顕微鏡写真を 29 頁に示した。通常のいわゆる年輪は明確には観察されない。写真で白く、丸く見えるのは埋め込み樹脂が道管に入ったものである。道管は丸みを帯びた環孔材で非常にきれいに円弧状に配列している。心材側で道管は疎になり道管径も小さくなっている。道管径は小さなもので 70 ～ 100 μm、中間サイズのものは少なく、大きなものは 400 μm程度のものが多い。道管の配列、径の分布などからブナと推定されるが、データが十分でなく断定はできない。

化学成分：化学成分と発熱量の測定結果を 11 頁の表５に示した。固定炭素は（F.C）は 43.5％と低く、揮発分（V.M）は 41.6％と通常の炭に比べ高い。灰分は 14.6％でやや高い。P は 0.006％と通常レベルであるが S は 0.053％と高い。発熱量は 5940cal/ g である。

本資料はブナを原木とした炭化があまり進んでいない木炭のように思われるが、断定は困難である。

資料番号No.９　木炭（コナラ）、着磁度：無、ＭＣ：無

外　　観：総重量は 24.0 ｇ、径 25㎜×幅 100㎜。資料No.８に比べて重量感のある木炭片。縦に細く炭片が落ちる。片方は炭化前に切られた痕がある。土が一部に付着しているが、ほぼ清浄な資料である。

顕微鏡組織：横断面を観察した 16 倍のレーザー顕微鏡写真を 29 頁に示した。年輪や維管束が明瞭に観察される。孔は丸みを帯びた環孔材で、孔圏部は１～２列である。孔圏外で急激に管径を減じ火炎状に外部に向かって伸びている。この火炎状の孔圏の伸びからコナラと推定されるが、データが十分でなく断定はできない。

化学成分：化学成分と発熱量の測定結果を表５に示した。固定炭素は（F.C）は65.8％、揮発分（V.M）は23.2％と通常の炭に比べ高い。Pは0.002％とひくく、Sも0.005％以下で低い。発熱量は4990cal/ｇと低めである。

本資料はコナラを原料とした炭のように思われる。

４．まとめ

本遺跡では銑と鋼が作られていたと考えられる。

資料No.１　　：緩冷却された銑と考えられる。

資料No.２、３：炭素を 1.3％、1.5％含む過共析組織の鋼と判断される鉄魂である。

資料No.４、５：炉壁を多量に溶かした砂鉄を原料とする製錬滓と考えられる。

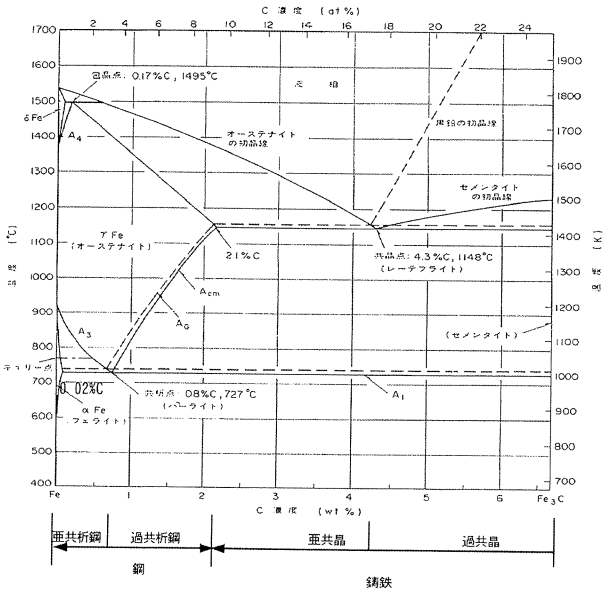
資料No.６、７：耐火度が 1600℃、1615℃の耐火度が高い炉壁胎土である。

資料No.８、９：ブナとコナラを原木とする木炭と考えられる。

５．参　考

参考文献

平井信二：1998，木の大百科．朝倉書店．



第８図　鉄－炭素系平衡状態図

・調査資料と調査項目

表１　調査資料と調査項目（狼原遺跡出土遺物）

資料No	種別 出土位置･層位	重量g	着磁度	MC反応	化学成分	外観写真	マクロ写真	ミクロ写真	X線回折	X線透過	耐火度	発熱量
1	鉄塊系遺物 OKB1	111.7	○	○	○	○		○		○		
2	鉄塊系遺物 OKB2	298.1	○	○	○	○		○		○		
3	鉄滓（炉内滓？） OKB3	1299.5	○	○	○	○		○		○		
4	流出滓（製錬滓） OKB3区　OKB4	174.5	○	○	○	○		○	○			
5	流出滓 拡張区　OKB5	11.7	○	○	○	○		○	○			
6	炉壁 OKB6	738.5	○	○	○	○	○	○			○	
7	炉壁 OKB7	1228.3	○	○	○	○	○	○			○	
8	木炭片 5区　OKB8	14.8	○	○	○	○	○	○				○
9	木炭片 OKB9	24.0	○	○	○	○	○	○				○

・　化学成分分析結果

表２　鉄塊の化学成分分析結果　　(%)

資料No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Co	Al	V	Ti	Ca	Mg
1	3.19	0.007	0.001	0.022	0.032	0.003	0.003	0.008	0.002	0.001	0.001	<0.001	<0.001
2	1.50	0.024	0.001	0.007	0.051	0.007	0.005	0.009	0.004	0.001	0.002	0.002	0.001
3	1.38	0.054	0.002	0.020	0.008	0.007	0.005	0.012	0.014	0.007	0.040	0.009	0.018

表３　鉄滓の化学成分分析結果　(%)

資料No.	T. Fe	M. Fe	FeO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	比率(%)	
											Fe_2O_3	FeO
4	43.5	0.26	52.1	3.95	23.2	6.38	2.34	0.81	0.18	1.65	7.0	93.0
5	40.9	0.11	48.6	4.41	28.7	7.34	1.92	0.62	0.19	1.80	8.3	91.7

資料No.	TiO_2	MnO	P_2O_5	Co	C.W.	C	V	Cu	TiO_2/T.Fe	MnO/TiO_2	造滓成分%
4	5.13	0.87	0.148	0.002	0.18	0.01	0.26	0.001	0.118	0.170	34.56
5	4.13	0.72	0.149	0.001	0.17	0.02	0.26	0.001	0.101	0.174	40.57

C.W.=化合水、造滓成分= SiO_2+ Al_2O_3+ CaO+ MgO+ Na_2O+ K_2O

表４　炉壁化学成分分析結果 (%)

資料No.	T. Fe	FeO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	C.W.	灼熱減量
6	1.85	0.71	1.86	74.7	18.7	0.03	0.28	0.87	0.83
7	1.76	0.64	1.81	75.5	17.1	0.02	0.16	1.00	1.02

資料No.	TiO_2	MnO	Na_2O	K_2O	C
6	0.35	0.06	0.11	1.85	0.19
7	0.32	0.08	0.18	2.85	0.18

表５　木炭の化学成分、発熱量　(%, cal/g)

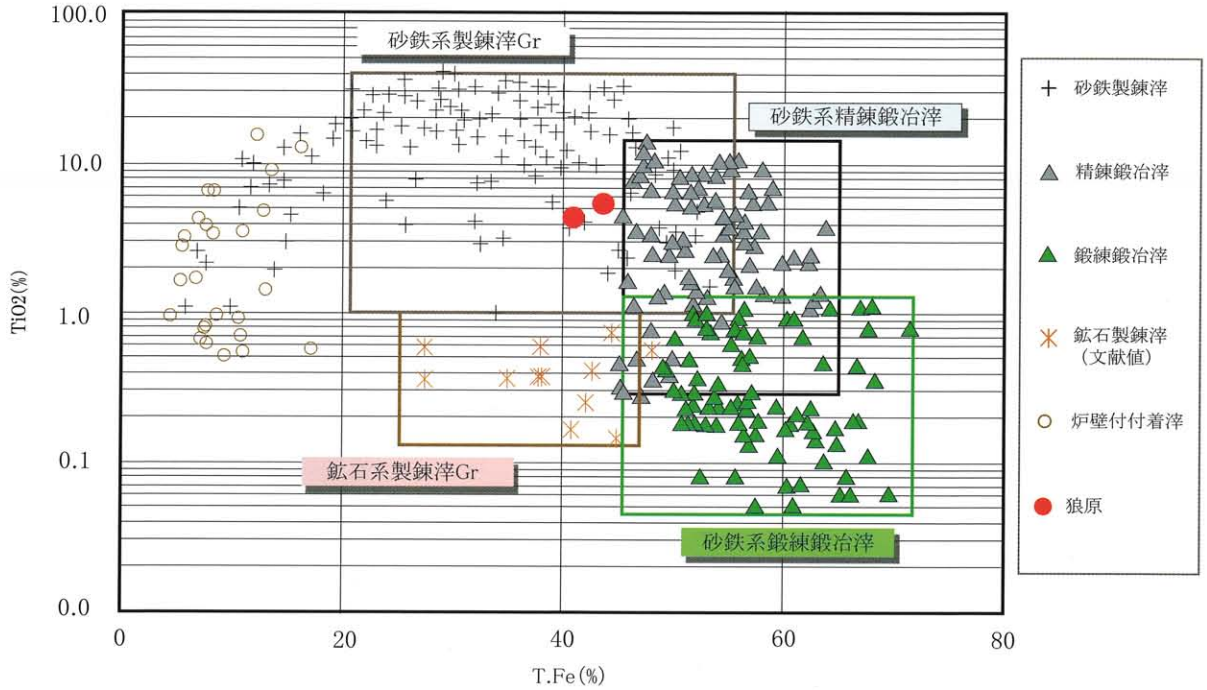
資料No	Ash	V.M	F.C	水分	P	S	発熱量
8	14.6	41.9	43.5	8.6	0.006	0.053	5940
9	11.0	23.2	65.8	13.5	0.002	<0.005	4990

・耐火度

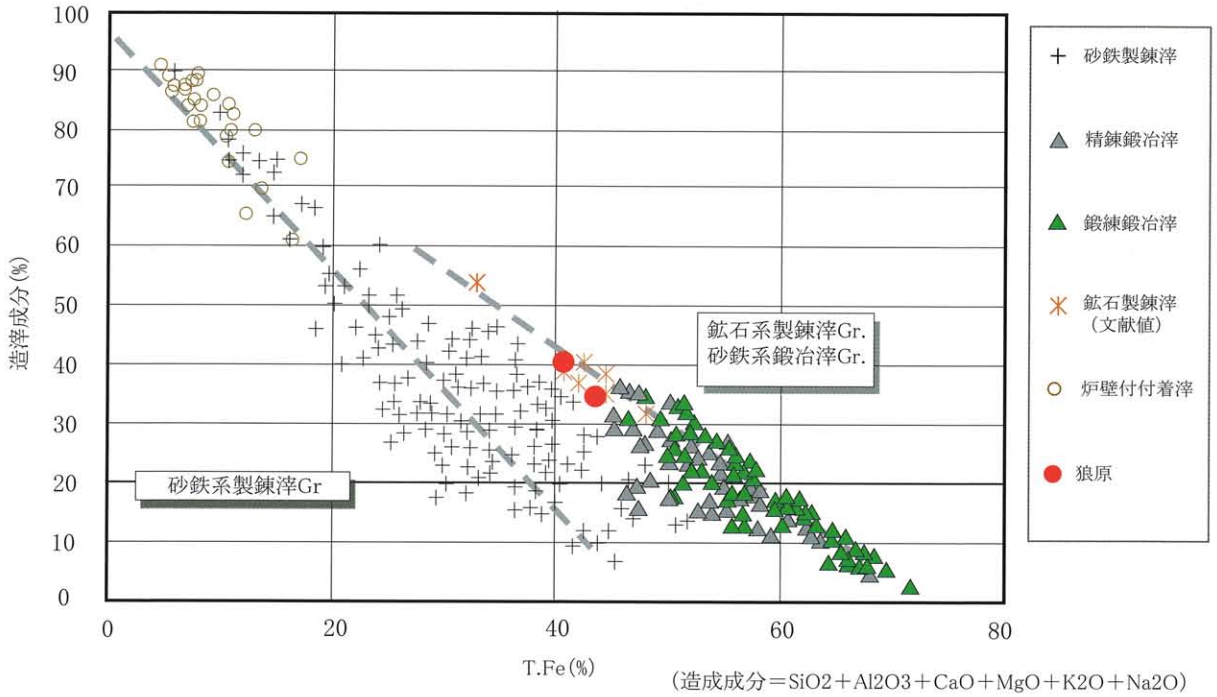
表６　炉壁の耐火度試験結果

資料番号	耐火度 ＳＫ番号	耐火度 (℃)
6	ＳＫ27	1615
7	ＳＫ26+-	1600

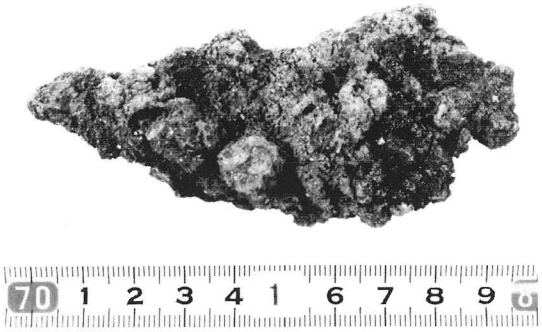
[備考]　試験方法：耐火煉瓦の耐火度の試験方法（JIS　R2204)に準拠
試験条件：酸素プロパン炉法
＊耐火温度：下表のゼーゲルコーン溶倒温度比較表を参照



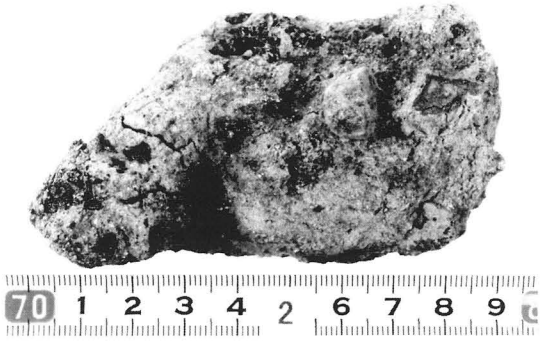
第９図　出土鉄滓類の全鉄量と二酸化チタン量の分布図



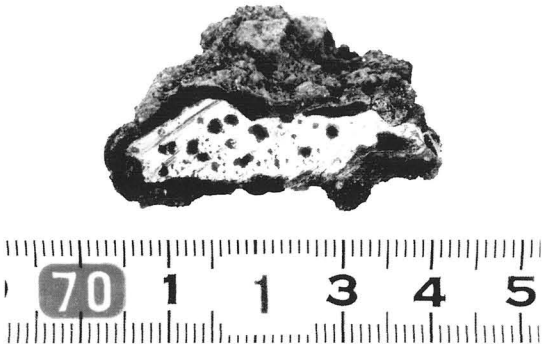
第 10 図　製錬滓と鍛冶滓の分類



資料　No. 1 鉄塊

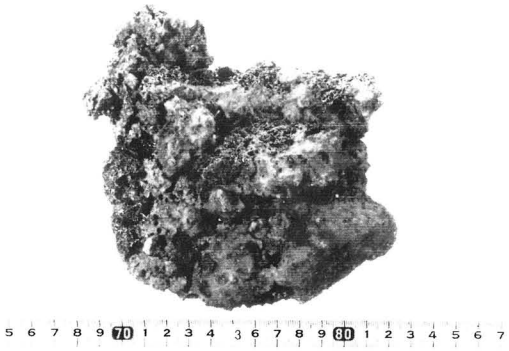


資料　No. 2 鉄塊



資料　No. 1 鉄塊切断面

資料　No. 2 鉄塊切断面

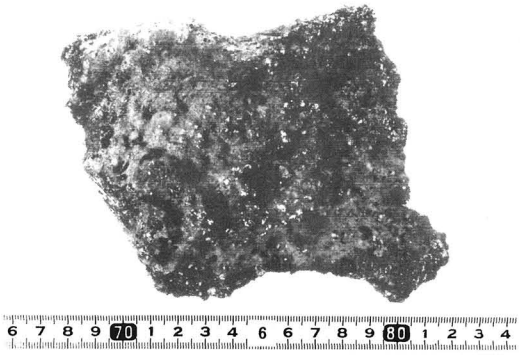


資料　No. 3 鉄塊

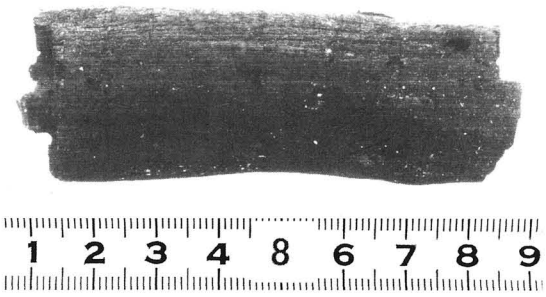
資料　No. 4　流出滓

資料　No. 3 鉄塊切断面

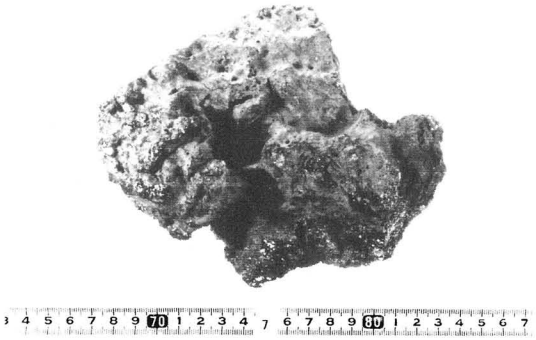
資料　No. 4　流出滓



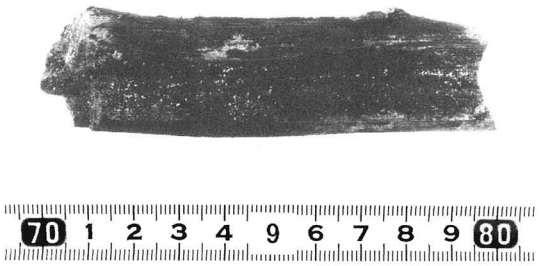
資料　No. 6 炉壁



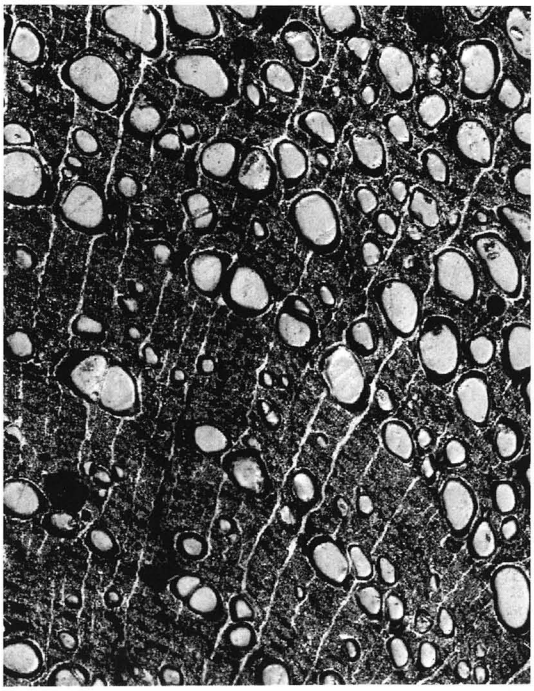
資料　No. 8 木炭



資料　No. 7 炉壁

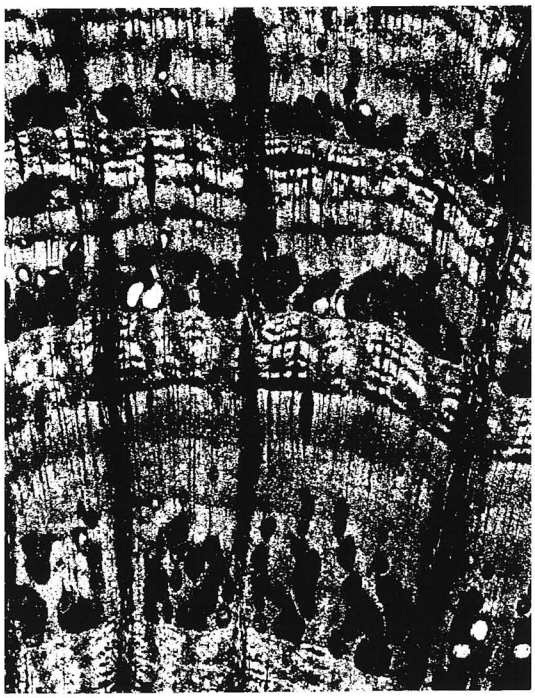


資料　No. 9 木炭



×25　　：　1cm＝400 μm

資料　No. 8 木炭（ブナ）



×16　　：　1cm＝625 μm

資料　No. 9 木炭（コナラ）

第5章　ま　と　め

開発に伴う発掘調査は、本来、遺構の細部にわたって精査を行い、完掘した上で調査を終了することとなっている。しかし、本遺跡の場合、調査期間が残り僅かとなったことから、完掘が困難となり、やむを得ず、遺構の検出とセクションの確認に留めることとなった。このため結果的に調査の成果が限られたことは否めず、大きな反省点となった。

しかしながら製鉄炉に関してはある程度の調査資料が得られたので、類似の製鉄関連遺跡の報告も参考にしながら考察してみたい。

1．製鉄炉について

本遺跡から検出された炉床部は、その上部が、圃場整備あるいは水田耕作によって削平され、炉床最下部が辛うじて残存したものと言える。製鉄炉の規模や形状については、粘土面の還元色の範囲から、長さ 1.6 m前後、幅約 70㎝前後と推定されるが箱形炉かどうかは不明確で、コーナーが丸くなる小判型の炉も想定に入るかもしれない。

地下構造は、断面が浅い皿型を呈しており、保温や防湿構造としては簡易な構造と言える。この簡易な構造を反映してか、炉床下部の下地作りは、炉床長軸の周辺を広めに掘り込んで径 1 ㎜程度の砂粒を充填して砂層を設け、この部分を、再度浅い皿状に掘り込んでいる。この砂層の直上で認められた木炭層は、砂層自体の乾燥を目的として火が焚かれた可能性が高い。最下層となる木炭層の上層には、当地域において、古代末から中世の製鉄炉の地下構造に見られるような、木炭あるいは粉炭などはなく、砂混じりの粘土が充填されていて例の少ない構造である。これによる保温・防湿効果がどれほどあったかは不明である。その一方で、排滓場から検出された炉壁片の耐火度は、1600 度と高温であったことがわかっている。

なお、検出された遺構面からは判断できないが、排滓場から含鉄の鉄塊が検出されていることから、炉の近くに小割り場があった可能性が高い。

2．鉄塊系遺物について

排滓場から検出した磁着度の強い２点の鉄塊系遺物について、科学的分析を行った結果、銑と鋼の鉄塊であることがわかった。本遺跡では、銑と鋼の両方が生産されたと考えられる。過去に調査された吉田町内の製鉄遺跡に限ってみると、本遺跡のほかに３例があり[(1)]、いずれも銑押し的な操業の可能性が推察されている。当地域が赤目砂鉄地帯であることと関連するかもしれない。

3．操業年代について

本製鉄遺構の操業年代を検討するため、^{14}C 年代測定分析を行った。地下構造内から検出した木炭による ^{14} C 年代測定からは、15 世紀第１四半期に相当する年代が得られた。この結果から、操業年代は概ね 15 世紀前半ごろと考えられる。

４．小舟状遺構について

本遺跡の炉床中心部横断面には、炉床部の両脇に窪みが確認されている。炉床北側の窪みにはクロボクと見られる黒色土が、南側には砂混じりの粘土が堆積していた。位置関係から小舟状遺構とも推察されるが、堆積土や炉床との間隔が不揃いであったり、長軸方向に延びているかどうか確認されていないこともあり、この窪みは小舟状遺構ではないと判断した。

本製鉄遺構に見られる浅い皿型状の地下構造と、長軸の延長上に排滓溜まりを持つ製鉄遺跡は、飯南町志津見の門遺跡１号炉跡[2]が、また、斐伊川流域では、奥出雲町高田の日ヤケたたら跡[3]など、古代末から中世にかけて操業された野たたらに類例が見られる。操業年代は前者が 14 ～ 15 世紀、後者は 14 世紀となっており、いずれも小舟状遺構を持たない。

この小舟状遺構の有無から見た製鉄炉については、東山信治・吉川正氏による分類がある[4]。これによれば、本床状遺構のみで構成されるＡ型のうち、細長い本床状遺構と排滓用の坑や溝で構成されるＡ１類が、本遺跡を含むこれらの製鉄遺構に該当する。

一方、神戸川流域の飯南町志津見の板屋Ⅲ遺跡４号炉[5]や貝谷遺跡２号製鉄炉[6]は、14 ～ 15 世紀代の遺構とみられているが、短い小舟状遺構を備えるＢ２―Ⅱ類に分類されている。このようにＡ１類とＢ２―Ⅱ類が共存する 14 ～ 15 世紀代において、神戸川流域では小舟状遺構を設ける製鉄炉が現れるが、三刀屋川流域では今のところ確認されていない。三刀屋から吉田にかけての山間谷部では、本床の両脇に排滓溜まりを持つ、鉄アレイ形のＡ２類が築かれるのが特徴的である。

出雲における 16 世紀代の製鉄遺跡の資料が乏しいため、これ以上、検討を深められないが、以上のことから、当地域では 14 世紀から 15 世紀あたりが、製鉄炉に小舟状遺構が導入される時期に当たるのではないかと推察される。

註

（１）吉田村教育委員会『春日迫たたら跡・杉谷たたら跡・志谷たたら跡』圃場整備工に関わる緊急発掘調査報告書

（２）島根県教育委員会『門遺跡』志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財調査報告書３　1996

（３）仁多町教育委員会『日ヤケたたら跡・芝原遺跡』高田小学校建設予定地内発掘調査報告書　1994

（４）「中国山地における中世製鉄遺跡の地域性」『島根考古学会誌』第 22 集　2005

（５）建設省中国地方整備局・島根県教育委員会『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

（６）島根県教育委員会『貝谷遺跡（２）・丸山金屋子遺跡』志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書 21　2003

【参考文献】

掛合町教育委員会『飯石地区農道 離着陸場整備事業に伴う羽森城跡・羽森１号鈩跡発掘調査報告書』1997

頓原町教育委員会『梅ヶ迫製鉄遺跡』飯石南地区県営中山間地域総合整備事業後田工区圃場整備工事に伴う発掘調査報告書 2001

国土交通省中国地方整備局・島根県教育委員会『戸井谷遺跡』志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書 19　2003

奥出雲町教育委員会『梅木原・向田たたら跡発掘調査報告書』2006

写　真　図　版

1．調査前状況

2．調　査　風　景

図版２

１．遺構面検出状況

２．炉床部検出状況

１．炉床部横断断ち割り状況

２．排滓溜まり完掘状況

図版４

１．排滓場検出状況

２．排滓場断ち割り状況

図版５

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

製　鉄　関　連　遺　物

報告書抄録

ふりがな	おおかんばらいせき
書名	狼原遺跡
副書名	一般県道杉戸仁多線新世紀道路(生活関連)工事に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書
巻次	
シリーズ名	
シリーズ番号	
編著者名	坂本諭司　山崎　修
編集機関	雲南市教育委員会
所在地	〒699-1392　島根県雲南市木次町木次1013-1　TEL 0854-40-1073
発行年月日	2009（平成20）年11月

所収遺跡名	所在地	コード		北緯	東経	調査期間	調査面積	調査原因
		市町村	遺跡番号					
狼原遺跡	島根県(しまねけん) 雲南市(うんなんし) 吉田町(よしだちょう)	32091	V48	35° 08′ 41″	132° 52′ 30″	2001010 ～ 2002228	350㎡	一般県道杉戸仁多線道路改良工事

種別	主な時代	主な遺構	主な遺物	特記事項
製鉄遺跡	中世	炉床部	鉄滓、炉壁	

要約

本遺跡は、吉田川の河岸に形成された河岸段丘の山際に設けられた野たたら跡である。小舟状遺構を持たない簡易な地下構造の炉である。時期は木炭の^{14}C年代測定から15世紀前半と推定された。また、出土した鉄滓の科学的分析から鋼と銑の両方が生産されたと推察されている。吉田町内で確認されている他のたたら跡でも銑押し的な創業が推察されており、この地域が赤目の母岩地帯であることとの関わりを示す遺跡ともいえる。

狼　原　遺　跡

一般県道杉戸仁多線新世紀道路（生活関連）工事に伴う
埋　蔵　文　化　財　発　掘　調　査　報　告　書

平成20年11月発行

編集・発行　雲南市教育委員会
〒699-1392
島根県雲南市木次町木次1013-1
TEL 0854-40-1073