

一般国道6号

相馬バイパス遺跡発掘調査報告Ⅱ

北迫A遺跡

2002年1月

福島県教育委員会
福島県文化振興事業団
国土交通省磐城国道工事事務所



図絵1 遺跡の位置

序 文

福島県浜通りの相双地区では、相馬港や相馬中核工業団地などの大規模な地域総合開発計画が推し進められています。この相双地域の開発に伴い、増加する交通の円滑化を図るため、主要幹線道路として相馬市～新地町を区間とする一般国道6号相馬バイパスの建設が進められています。

このバイパスの建設に先立ち、福島県教育委員会では、国土交通省東北地方整備局磐城国道工事事務所と建設予定地内に所在する遺跡の保護について協議を行いました。

この協議に基づき、昭和63年度から表面調査を行い、建設予定地内で数多くの埋蔵文化財包蔵地を確認しました。その後の試掘確認調査により現状保存が困難な遺跡について、記録として保存するための発掘調査を実施してきました。

本書は、平成12年度に調査を実施しました北迫A遺跡の成果をまとめたものです。

今後、この報告書が県民の皆様の文化財に対する理解を深めていただく一助として、また文化財保護活動や学術研究の資料として、さらには生涯学習における資料として広く御活用いただければ幸いに存じます。

最後に、発掘調査に関して御協力いただいた国土交通省東北地方整備局磐城国道工事事務所をはじめとする開発関係機関並びに発掘調査にあたった財團法人福島県文化振興事業団、さらには相馬市教育委員会と地元の方々に厚く御礼を申し上げます。

平成14年1月

福島県教育委員会

教育長 高 城 俊 春

あ い さ つ

財團法人福島県文化振興事業団では、福島県教育委員会からの委託により、県内の大規模開発に先立ち、対象地域内にある埋蔵文化財の記録保存をするため、発掘調査を実施してまいりました。

相双地域では、一般国道6号の混雑解消と沿道の交通安全を確保するために新地町～相馬市を通る新たな一般国道6号相馬バイパスの建設が進められており、本路線にかかる遺跡については、これまで平成5年度に3遺跡、平成12年度に3遺跡の合計6遺跡の発掘調査を実施いたしました。

本報告書は、平成12年度に実施した発掘調査のうち、相馬市の北迫A遺跡の発掘調査成果をまとめたものです。この遺跡からは奈良時代から平安時代の製鉄関連遺構が発見されました。なかでも製鉄炉の送風施設を開むように見つかった溝は、製鉄施設全体の構造を探る上での貴重な資料となっています。

本報告書の成果が、地域史研究の基礎資料として、関係各位に広く活用されるとともに、県民の皆様が郷土を理解する際の一助となれば幸いに存じます。

最後に、発掘調査から報告書刊行に至るまで、御指導・御協力いただきました関係諸機関ならびに地元の皆様に厚く御礼を申し上げます。

平成14年1月31日

財團法人 福島県文化振興事業団

理事長 佐 藤 栄佐久

緒 言

1. 本書は、一般国道6号相馬バイパスに係わる遺跡の発掘調査報告書である。
2. 本書は、平成12年度に発掘調査を実施した相馬市大字和田字北迫に所在する北迫A遺跡の調査成果を収録した。
3. この調査の費用は、建設省東北地方建設局(現国土交通省東北地方整備局)磐城国道工事事務所が負担した。
4. 福島県教育委員会は、建設省東北地方建設局(現国土交通省東北地方整備局)磐城国道工事事務所と保存協議を行い、開発計画に沿って調査計画を策定した。
5. 福島県教育委員会では、発掘調査を財團法人福島県文化センター(現財團法人福島県文化振興事業団)に委託した。
6. 財團法人福島県文化センターでは、事業第二部遺跡調査課の次の職員を配し調査にあたった。

文化財主査 山田幹雄 文化財主事 稲村圭一

なお、臨時に文化財主査 高橋信一、文化財主査 吉田秀享、文化財主査 斎藤竜一、が調査に参加した。

7. 本書は、担当職員が分担して執筆し、執筆者名を文末に示した。
8. 本書に掲載した自然科学的分析・考察は、次の諸氏・諸機関に依頼した。

鉄滓・羽口分析：川崎テクノリサーチ株式会社

鉄滓・砂鉄の中性子放射化分析：平井昭司（武藏工業大学教授）

木炭樹種同定：パリノサーヴェイ株式会社

9. 本書に掲載した地形図は、国土交通省国土地理院の承認を得て、同院発行の5万分の1地形図を複製使用した。「(承認番号) 平13東複 第377号」

10. 発掘調査及び本書作成にあたり、次の機関と研究者からご協力とご指導を頂いた。

相馬市教育委員会・島根県和銅博物館・橋本博幸

11. 本書に収録した発掘調査記録及び出土資料は、福島県教育委員会で保管している。

用 例

1 本書の遺構図の用例は、次のとおりである。

- (1) 方 位 図中の方位は真北を示す。
- (2) 縮 尺 率 原則として、製鉄炉跡は1/30・1/50・1/100、土坑は1/30、溝跡は1/60で採録し、挿図のスケール右脇に縮尺率を表示した。
- (3) ケ バ 遺構内の傾斜部は田のケバで表示したが、相対的に緩傾斜の部分には下下のケバを使用した。なお、下下は後世の人為的な削土部の傾斜を示す。
- (4) 網 点 整地層・焼土面・流出溝の範囲を網点で示した。
- (5) 柱穴・ビット P 1・P 2…で示した。
- (6) 土 層 遺跡内堆積土はローマ数字で、遺構内堆積土は算用数字で示した。
- (7) 水 系 レ ベ ル 海抜高度を示す。

2 本書の遺物実測図の用例は、次のとおりである。

- (1) 縮 尺 率 各遺物の大きさに応じて縮尺率を設定したが、羽口は1/3、炉壁は1/3・1/4で採録し、挿図のスケール右脇に縮尺率を表示した。
- (2) 遺 物 断 面 羽口・炉壁の断面は白抜きとした。
- (3) 網 点 羽口・炉壁の溶着溝を網点で表示した。

3 本文中及び遺物整理に使用した略号は次のとおりである。

相馬市……SM
北迫A遺跡…KTS-A
製鉄炉跡……SW 土 坑……SK 溝 跡……SD
グリッド……G 遺跡内堆積土…L 遺構内堆積土…L

4 引用・参考文献については、執筆者の敬称を省略して巻末にまとめて収めた。

目 次

序 章	1
第1節 開発事業の概要	1
第2節 平成12年度までの調査経過	1
第3節 平成12年度の調査経過	2
第4節 自然環境	3
第5節 歴史的環境	5
第1章 調査経過	9
第1節 遺跡の位置と地形	9
第2節 調査経過	10
第3節 調査の方法	11
第2章 遺構・遺物	12
第1節 遺構の分布と基本土層	12
第2節 製鉄炉	15
1号製鉄炉跡 (15)	
第3節 土 坑	39
1号土坑 (39) 2号土坑 (39) 3号土坑 (40)	
4号土坑 (42)	
第4節 溝 跡	42
1号溝跡 (42) 2号溝跡 (44) 3号溝跡 (45)	
4号溝跡 (46) 5号溝跡 (46) 6号溝跡 (48)	
7号溝跡 (48) 旧古道跡 (48)	
第3章 ま と め	51
付編1 北迫A遺跡出土製鉄炉関連遺物の分析・調査	77
付編2 北迫A遺跡から出土の鉄関連遺物及び砂鉄の中性子放射化分析	125
付編3 北迫A遺跡から出土した木材・炭化材の樹種	139

挿 図 目 次

図1 一般国道6号相馬バイパス路線図	1	図18 1号製鉄炉跡C区(b面ℓ1)出土羽口(3)	30
図2 遺跡周辺の地質図	4	図19 1号製鉄炉跡C区(b面ℓ1)出土羽口(4)	31
図3 周辺の遺跡	6	図20 1号製鉄炉跡C区(b面ℓ1)出土羽口(5)	32
図4 北迫A遺跡周辺地形図	9	図21 1号製鉄炉跡C区(b面ℓ2)出土羽口(1)	33
図5 遺構配置図	13	図22 1号製鉄炉跡C区(b面ℓ2)出土羽口(2)	34
図6 基本土層	14	図23 1号製鉄炉跡C区(b面ℓ2)出土羽口(3)	35
図7 1号製鉄炉跡位置図	15	図24 1号製鉄炉跡C区(b面ℓ2)出土羽口(4)	36
図8 1号製鉄炉跡(1)	17	図25 1号製鉄炉跡C区(b面ℓ2)出土羽口(5)	37
図9 1号製鉄炉跡(2)	18	図26 1号製鉄炉跡D区(b面ℓ1)出土羽口	38
図10 1号製鉄炉跡発洋範囲(1)	21	図27 1号製鉄炉跡D区(b面ℓ2)出土羽口	38
図11 1号製鉄炉跡発洋範囲(2)	22	図28 1・2号土坑	40
図12 1号製鉄炉跡ビット内出土羽口	24	図29 3・4号土坑	41
図13 1号製鉄炉跡B区(b面ℓ1)出土羽口(1)	25	図30 1・2・4号溝跡	43
図14 1号製鉄炉跡B区(b面ℓ1)出土羽口(2)	26	図31 2号溝跡出土遺物	44
図15 1号製鉄炉跡B区(b面ℓ2)出土羽口	27	図32 3号溝跡	45
図16 1号製鉄炉跡C区(b面ℓ1)出土羽口(1)	28	図33 5~7号溝跡	47
図17 1号製鉄炉跡C区(b面ℓ1)出土羽口(2)	29	図34 遺構外(T14G)出土羽口	49

表 目 次

表1 一般国道6号相馬バイパス建設予定地遺跡一覧	2
表2 Bランク遺跡推定地	2
表3 周辺の遺跡一覧	7
表4 羽口の計測表	50

写 真 図 版 目 次

1 北迫A遺跡近景(南から)	55	14 3号溝跡	63
2 調査前状況(西から)	55	15 5・6・7号溝跡	63
3 北迫A遺跡細部	56	16 2号溝・1号製鉄炉跡出土遺物(1)	64
4 1号製鉄炉跡(南から)	57	17 1号製鉄炉跡出土遺物(2)	65
5 1号製鉄炉跡細部①	57	18 1号製鉄炉跡出土遺物(3)	66
6 1号製鉄炉跡細部②	58	19 1号製鉄炉跡出土遺物(4)	67
7 踏みふいご	58	20 1号製鉄炉跡出土遺物(5)	68
8 1号製鉄炉発洋場検出(南から)	59	21 1号製鉄炉跡出土遺物(6)	69
9 1号製鉄炉発洋場断面(南西から)	59	22 1号製鉄炉跡出土遺物(7)	70
10 1号製鉄炉発洋場細部	60	23 1号製鉄炉跡出土遺物(8)	71
11 1・2・3・4号土坑	61	24 1号製鉄炉跡出土遺物(9)	72
12 1号溝跡	62	25 1号製鉄炉跡出土遺物(10)	73
13 2号溝跡	62		

序 章

第1節 開発事業の概要

一般国道6号は、東京を起点とし土浦・水戸・いわき市を経て仙台に至る総延長402.4kmの主要幹線道路である。相馬バイパスは、国土交通省東北地方整備局磐城国道工事事務所が事業主体となり、福島県相馬市程田～相馬郡新地町駒ヶ嶺にまたがる区間に建設される延長9.9kmである。福島県浜通り地方の相双地域は全国でも有数の電源開発を軸とし、相馬港・相馬中核工業団地等大規模な地域総合開発計画に基づく作業が現在も行われている。この開発により、相馬港は相双地区をはじめ福島県北東部及び宮城・山形両県南部を包括した広域経済圏の玄関口として発展し、相馬共同火力発電所を中心とする多様な工業展開がなされると期待されている。

一方、相馬市北部と新地町との境界に沿って国道113号バイパスが完成し、国道115号バイパスの建設が予定されている。今後に、交通量の増加が見込まれ、相馬市内の一般国道6号の交通混雑の解消、沿線環境等の改善、輸送の迅速化、市街地からの通過する大型車の排除を図ると共に、相馬地域開発関連交通を円滑に処理するために、昭和62年度から事業に着手している。(高 橋)

第2節 平成12年度までの調査経過

福島県教育委員会は、路線内に存在する埋蔵文化財の保護を図るために、昭和63年に財團法人福島県文化センターに委託し、関係市町村の協力を得て、相馬市程田～相馬郡新地町駒ヶ嶺区間の表面調査を実施し22遺跡を確認した。その内、相馬市大字新沼地内には鷺塚B・C、大森の3遺跡が路線内に所在することが確認された。路線内に所在する遺跡の取り扱いについては、福島県教育委員会と建設省東北地方建設局磐城国道工事事務所の間で保存協議を行い、保存困難な遺跡については記録保存のための発掘調査を実施することとし、これを踏まえて平成3年度には、鷺塚B・C遺跡、大森遺跡の試掘調査が計画された。平成11年度には和田・南飯淵地内に所在する6遺跡を対象に試掘調査を実施した。この中で北迫A遺跡は平安時代の製鉄関連遺跡、柴迫A遺跡は縄文時代から平安時代までの集落遺跡、柴迫古墳群は縄文時代から平安時代にかけての集落遺跡と塚の存在が明らかにされた。

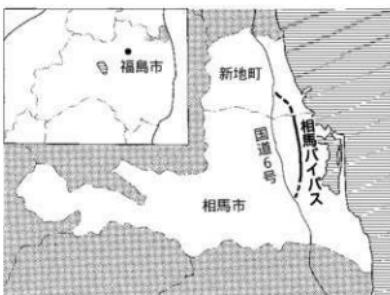


図1 一般国道6号相馬バイパス路線図

表1 一般国道6号相馬バイパス建設予定地遺跡一覧

No.	遺跡名	所在地	工区内面積	地目	時代	要保存面積	本調査
1	洞山A遺跡	新地町駒ヶ嶺字洞山	800m ²	畠・宅地	奈良・平安	未試掘	*1
2	新林塚	新地町駒ヶ嶺字新林	未定	山林	中世・近世		
3	北向尾敷	新地町駒ヶ嶺字北向		畠・山林	縄文・古墳～平安		
4	山中道跡	新地町駒ヶ嶺字山中	9,000m ²	畠	古墳～平安	未試掘	
5	山中B遺跡	新地町駒ヶ嶺字山中	10,800m ²	畠・山林	縄文・古墳～平安	未試掘	
6	山中塚	新地町駒ヶ嶺字山中		畠	中世・近世		
7	南川尻A遺跡	新地町駒ヶ嶺字南川尻		水田・宅地	縄文・近世		
8	鷺塚B遺跡	相馬市新沼字鷺塚	2,100m ²	畠・山林・宅地	不明・近世	1,950m ²	平5年度
9	鷺塚C遺跡	相馬市新沼字鷺塚	300m ²	崖	近世	300m ²	平5年度
10	大森遺跡	相馬市新沼字大森	3,400m ²	畠・山林・宅地	不明	3,190m ²	平5年度
11	細田A横穴群	相馬市尾浜字細田	2,200m ²	宅地・山林	不明	*2	平10年度
12	細田B横穴群	相馬市尾浜字細田		畠・山林	不明		
13	北迫A遺跡	相馬市和田字北迫	1,900m ²	荒地	平安	800m ²	平12年度
14	北迫B遺跡	相馬市和田字北迫	2,300m ²	荒地	不明	0m ²	平12年度
15	北迫塚	相馬市和田字北迫		山林	中世・近世		
16	柴迫A遺跡	相馬市和田字柴迫	4,600m ²	荒地	弥生・古墳	2,500m ²	平12年度
17	柴迫B遺跡	相馬市和田字柴迫		宅地・山林	不明		
18	柴迫C遺跡	相馬市和田字柴迫		畠・山林	不明		
19	柴迫古墳群	相馬市和田字柴迫	2,200m ²	荒地	弥生	*3	平12・13年度
20	本笠畠田横穴群	相馬市本笑字馬場添・西畠田	4,900m ²	崖・畠	古墳・近世	*4	平13年度
21	班體遺跡	相馬市南飯淵字班體	1,950m ²	畠・宅地	奈良・平安	0m ²	
22	大毛内遺跡	相馬市大曲字大毛内	3,700m ²	畠・水田・宅地	古墳～平安・近世	未試掘	

* 1は、洞山A遺跡は工事計画図の北西端に位置し、地図上では不明確である。

* 2は、平成10年に相馬市教育委員会で本調査を実施済み。

* 3は、平成12年度に752m²の本調査終了。

* 4は、塙田関係の300m²は試掘済み、横穴群は平成13年度に本調査予定。

また、塙田関係の構造や遺物が確認されれば、今後横穴群から分離して新しい遺跡として登録する。

表2 Bランク遺跡推定地

No.	遺跡名	所在地	地形	工区内面積	地目	時代
1	S T-B1	新地町駒ヶ嶺字山中	低丘陵西斜面	1,400m ²	畠	不明
2	S T-B2	新地町駒ヶ嶺字洞山	丘陵裾～谷	1,300m ²	水田	不明
3	SM-B1	相馬市馬場野字中谷地	丘陵西斜面	3,100m ²	山林・荒地	不明

第3節 平成12年度の調査経過

平成12年度は、事業の進捗と共に和田地内に所在する北迫A遺跡・柴迫A遺跡・柴迫古墳群の発掘調査が計画された。平成11年度の試掘調査は、製鉄炉1基と土坑等の遺構、土師器片・鉄滓・羽口等の遺物が発見され、平安時代の製鉄関連遺跡であることが確認され、要保存面積800m²が確定した。

平成12年5月2日に福島県教育庁文化課・建設省東北地方建設局磐城国道工事事務所・(財)福島県文化センターの3者で協議が行われ、調査遺跡の面積、買収状況、今後の調査予定について確認がなされた。また、7月14日には同じく3者で遺跡内の排水路の確保、排土場所、未買収地等、調査に必要な事項及び問題点の解決について確認がなされた。北迫A遺跡の調査は、8月6日に開始し、11月17日に調査を終了した。

なお、12月7日には、福島県教育庁文化課・(財)福島県文化センター・建設省東北地方建設局磐城国道工事事務所の各担当者が集まり、調査経緯・成果の説明後、北迫A遺跡の引渡しを行った。12月20日には、柴迫A・柴迫古墳群と同時に、ラジコンヘリコプターによる遺跡全景の空中写真撮影を行った。

(高 橋)

第4節 自然環境

福島県は、北海道・岩手県につき全国で三番目の県土を有する。県土の自然地形から地区割りでは、南北に走る奥羽山脈と阿武隈高地を境として、西から会津地方・中通り地方・浜通り地方の3地区に区分されている。一般国道6号相馬バイパスが建設される相馬市及び相馬郡新地町は、福島県浜通り地方の最北端に位置し、北は宮城県と県境をなしている。相馬市の面積は197.61km²・人口は36,095(平成12年6月2日現在)人、新地町の面積は46.35km²・人口は9,017(平成12年6月2日現在)人を数える。

本地域の地形を概観すると、双葉断層を境に阿武隈高地東縁部に位置する標高500m前後の高原状山地とその東方の浜通り低地帯とに分かれる。阿武隈高地東縁部に位置する標高500m前後の高原状山地は、靈山(標高804.7m)・古靈山(標高783m)・手倉山(標高672m)・天明山(標高488m)などの山々が発達している。次に、浜通り低地帯はさらに丘陵地と沖積低地とに分かれ、丘陵地は浜通り丘陵帶と呼称されている。この浜通り丘陵帶は東西約10km、南北約100kmの規模を持ち、相馬市及び新地町はその北部を占めている。この丘陵地帯は本来1つものであったが、太平洋を目指して東流する宇田川・小泉川・地蔵川・日下石川などの中小の河川によって開析され、ちょうど東西に長い丘陵が南北に並列したような状況が観察され、丘陵間には沖積低地が発達している。相馬市や新地町周辺には北から初野丘陵・尾浜丘陵・馬場野丘陵・磯部丘陵の4丘陵と新沼低地・宇田川低地の2低地がそれぞれ呼称されている。

相馬市及び新地町の表層地質は図2のように、阿武隈高地では中新世以前の團結堆植物・火山性堆植物・深成岩・変成岩、丘陵地帯では新第三紀鮮新世の半固結堆植物、低地域では海岸平野堆植物・段丘堆植物・砂州堆植物などの第四紀の未固結堆植物が広く発達している。丘陵地帯に発達する半固結堆植物は竜ノ口層と呼ばれ、北迫A遺跡が所在する尾浜丘陵東端部では青灰色シルト岩が発達している。この青灰色シルト岩は、片岩としての堅さ及び岩体としての堅さがそれぞれやや柔らかい部類に入り、砂岩や凝灰岩の薄い層を挟んで、厚さは80~140mを測る。この周辺ではこの青灰色シルト岩を基盤に礫・砂からなる第四紀更新世の低位上位段丘堆植物が部分的に観察される。丘陵の土地利用は、宅地と畑である。この丘陵を取り巻く新沼低地や宇田川低地は松川浦統と呼ばれる黒沼土壤で、アシ・ヨシなどの植物遺体が分解されて腐植含量が高いことから水田に土地利用されている。

相馬市及び新地町の気候は夏は涼しく冬は暖かく、この地方が太平洋岸気候区に属している。また、冬季には北西の季節風が卓越し乾燥した晴天の日が続くことから、四季を通じて晴天の日が多い。このため、しばしば水不足に見まわれ、数多くの灌漑用のため池が構築されている。しかし、梅雨期において北東風(やませ)が卓越すると、日照不足・低温の日が続き、冬季には本州南岸を東進する低気圧に北東気流が吹き込むことによって降雪の日も何日か観察される。

(高 橋)

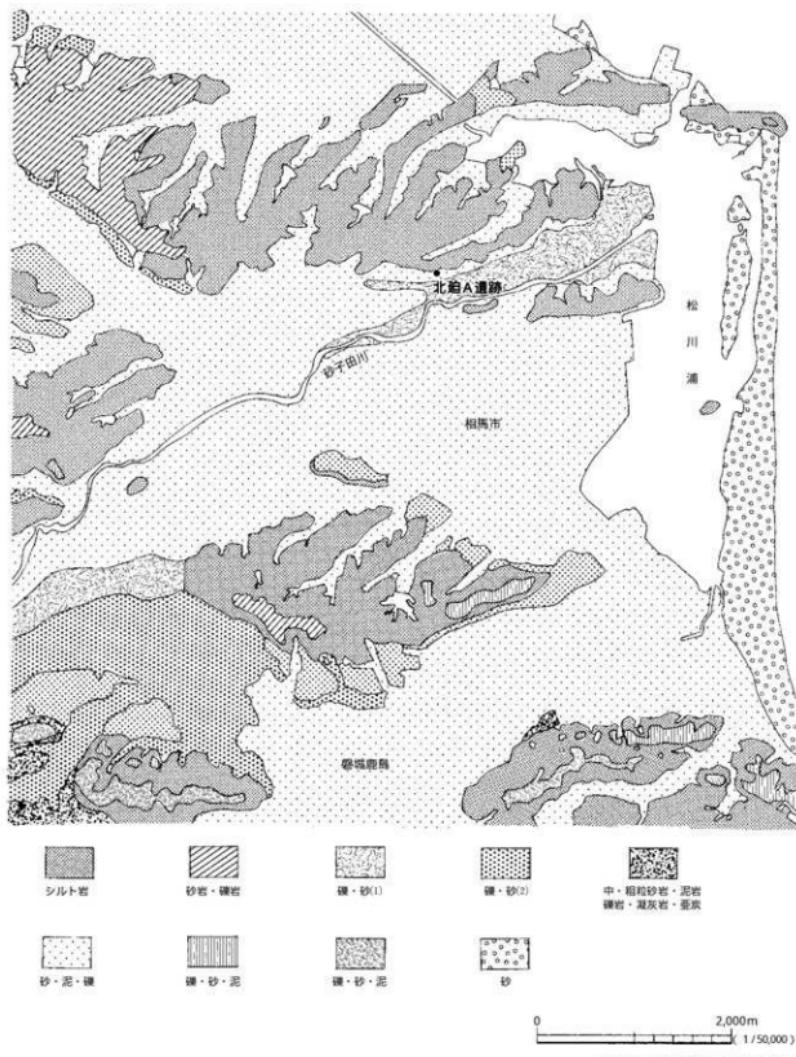


図2 遺跡周辺の地質図

第5節 歴史的環境

相馬市や新地町は、『相馬市史』や『新地町史』の編纂及び『福島県遺跡地図』作成のための表面調査により遺跡台帳が整備され、遺跡の分布状況がある程度把握されている。この地域には、相馬地域開発・県営かんがい排水事業相馬第二地区・相馬工業用水道・一般国道6号相馬バイパス・一般国道113号バイパスなどの開発や建設に伴う遺跡分布調査が行われ、発見された遺跡の数は増加の一途を辿っている。『福島県遺跡地図』では相馬市で184ヵ所、新地町で149ヵ所が登録されている。次に当地域の歴史的な環境について、遺跡分布や調査報告から概要を述べる。

現在まで相馬市と新地町で確認されている遺跡には、旧石器時代から近世・近代にかけての散布地・集落跡・貝塚・水田跡・製鉄跡・古墳・窯跡・城館跡・製塩跡など多種多様なものがあり、その中には遺跡の全面的な調査が行われる場合も多く、日本史の中では特筆される生産遺跡もある。

旧石器時代の遺跡は、北原遺跡と三貫地遺跡がある。北原遺跡からはナイフ形石器1点が出土しているが、三貫地遺跡では直径約10mの範囲からトゥール・コア・フレーク・チップが10,000点以上出土して石器製作跡と考えられるユニットを構成しており、福島県の後期旧石器時代を代表する遺跡の一つである。

縄文時代になると遺跡の数は増加し、阿武隈高地から延びる丘陵や段丘面にも多く発見されている。相馬地域開発の一環として本調査を実施した相馬市段ノ原B・山田B・猪倉B遺跡では前期前半の竪穴住居跡が各々100~200軒検出され、当該期の集落研究に新資料を提供した中期後半には相馬市馬見塚遺跡や新地町山海道遺跡などで複式戸を有する集落跡が形成されている。後期には国指定史跡で後期後葉の新地式土器の標識遺跡である新地町新地貝塚、県指定史跡で多数の人骨が検出された新地町三貫地遺跡が代表的な遺跡である。この他に、低地遺跡である相馬市大森A遺跡や同市双子遺跡から、同時代としては珍しい木製品が出土している。大森A遺跡からは後期前葉の櫂状木製品と晩期の丸木弓、双子遺跡からは丸木船が出土している。

弥生時代になると、際だった集落は形成されていないが、前期の成田藤堂塚遺跡で再葬墓が検出され、中期後半の桜井式期には新地町武井地区において小規模な集落が形成されている。この時期には、小規模な集落が形成されていたと推定されるが、調査例が少ないため不明な点が多い。

古墳時代は、高塚式古墳の造営が盛んになり、水田耕作などの生産活動も本格化していく。山中遺跡では塙釜式期の土師器が多く出土し、大森A遺跡では水田耕作の痕跡や木製の農具や足跡などが発見されている。水田の痕跡から、当時の水田の規模や水路を中心とした水管・足跡から当時の人々の身長などが明らかにされた。同時に田下駄や馬糞などの木製品が出土している。

古墳の中で特筆されるのは、相馬市丸塚古墳と高松1号墳・舟橋古墳、福追横穴群や高松横穴群がある。丸塚古墳からは人物・飾馬・円筒埴輪が多数出土し、高松1号墳からは人物・円筒埴輪の他金銅製承皿付鏡、金銅製雲珠が出土している。その類似性から関東地方との関係が指摘される。

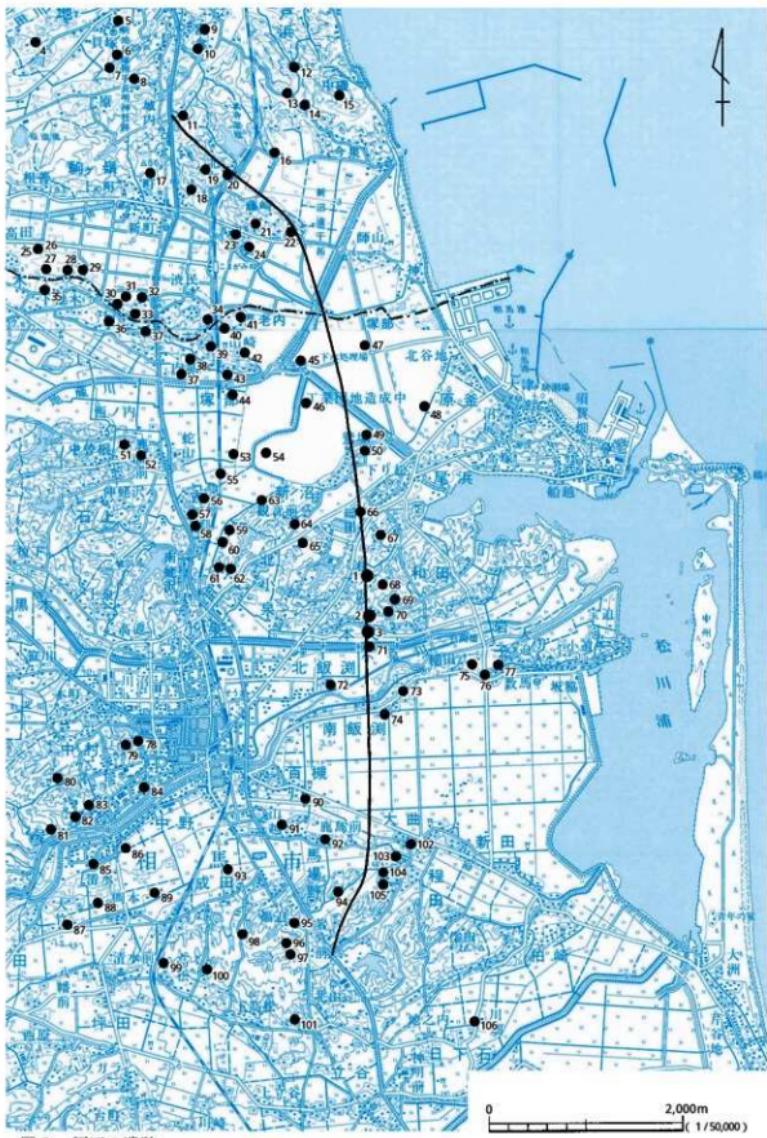


図3 周辺の遺跡

表3 周辺の遺跡一覧

番号	遺跡名	所在地	種別	時期	番号	遺跡名	所在地	種別	時期
4	新小屋遺跡	新地町杉字下原小屋	散布地	縄文	54	古川尻A遺跡	相馬市塙字古川尻	散布地	古墳
5	日向西遺跡	小川字目塙西	散布地	縄・奈・平	55	南向塙A遺跡	石上字南向塙	散布地	奈良・平安
6	日塙遺跡	小川字日塙	散布地	古 墳	56	作田遺跡	石上字作田	散布地	古墳～平安
7	武D遺跡	今泉字武井・廻ノ字阿向	散布地	弥 生	57	南白蛇A遺跡	石上字南白蛇	製鉄跡	奈良・平安
8	原製鉄遺跡	駒ヶ嶺字原	製鉄跡		58	南白蛇B遺跡	石上字南白蛇	散布地	奈良・平安
9	ソノ畠遺跡	駒ヶ嶺字ソノ畠	散布地	弥 生	59	鹿島前B遺跡	新沼字鹿島前	散布地	古墳～平安
10	富六削古墳	駒ヶ嶺字富六削	古 墓	古 墳	60	坪ヶ原A遺跡	新沼字坪ヶ原	製鉄跡	
11	鶴山A遺跡	駒ヶ嶺字鶴山	散布地	奈良・平安	61	坪ヶ原B遺跡	新沼字坪ヶ原	散布地	
12	茂庭A遺跡	大川浜字茂庭	散布地	古墳～平安	62	坪ヶ原塙	新沼字坪ヶ原	塙	中世・近世
13	茂庭B遺跡	大川浜字茂庭	散布地	奈良・平安	63	鹿島前A遺跡	新沼字鹿島前	散布地	古墳～平安
14	茂庭C遺跡	大川浜字茂庭	散布地	縄文	64	坂田B遺跡	新沼字坂田前	散布地	古墳～近世
15	百合谷A遺跡	大川浜字百合谷	散布地	奈良・平安	65	坂田C遺跡	新沼字坂田前	散布地	古墳～平安
16	鶴削遺跡	今泉字西田	その他	奈良～近世	66	綱田A横穴群	尾浜字綱田	その他	
17	駒ヶ嶺跡	駒ヶ嶺字船	城館跡	中世・近世	67	綱田B横穴群	尾浜字綱田	その他	
18	金子坂遺跡	駒ヶ嶺字金子坂	製鉄跡	奈良・平安	68	北塙B遺跡	稻田字北塙	散布地	
19	新林塙	駒ヶ嶺字新林	塙	中世・近世	69	柴田C遺跡	稻田字柴田	散布地	
20	北向屋敷遺跡	駒ヶ嶺字北向	散布地	縄・古・平	70	柴田B遺跡	稻田字柴田	散布地	
21	山中B遺跡	駒ヶ嶺字山中	散布地	縄・古・平	71	木支相塙穴墓群	本茨字西相塙	古 墓	古 墳
22	山中塙	駒ヶ嶺字山中	塙	中世・近世	72	北飯澤字川原崎	北飯澤字川原崎	城館跡	中世
23	藤原塙	駒ヶ嶺字藤原	城館跡	中世	73	松ノ遺跡	南飯澤字松下・曲渓	散布地	奈良・平・近
24	藤崎横穴墓	駒ヶ嶺字藤見	古 墓	古 墳	74	柏原塙	南飯澤字柏原	散布地	奈良・平安
25	朴木原遺跡	福田字朴木原	散布地	縄文	75	一本松古墳群	岩子字一本松	古 墓	古 墳
26	三貫貝塚	駒ヶ嶺字田塙	貝 塚	縄文	76	山野貝塚	岩子字山野・一本松	貝 塚	古墳～平安
27	三塙地遺跡	駒ヶ嶺字三塙地西	散布地	縄・古・平	77	山野遺跡	岩子字山野	散布地	古 墳
28	高田遺跡	駒ヶ嶺字白薄	散布地	縄・古・平	78	相馬中村城跡	中村字北野	城館跡	中世・近世
29	境A遺跡	駒ヶ嶺字境付	散布地	縄・古・平	79	北塙A遺跡	玉野字湖垂山	散布地	縄文
30	境B遺跡	駒ヶ嶺字境	散布地	縄・奈・平	80	御食供養塙	中村字川原町	石造物	中世
31	十二所B遺跡	駒ヶ嶺字十二所	散布地	奈良・平安	81	山西山穴墓群B	山西字山西	古 墓	古 墳
32	十二所A遺跡	駒ヶ嶺字十二所	その他	奈良	82	山西山横穴墓群A	山西字山西	古 墓	古 墓
33	境A遺跡	駒ヶ嶺字境	散布地	奈良・平安	83	山西山横穴墓群C	山西字山西	古 墓	古 墓
34	丸中央東遺跡	駒ヶ嶺字中丸東	散布地	奈良・平安	84	相田古墳跡	稻田字相田	城館跡	中世
1	北塙A遺跡	相馬市相田字北塙	散布地		85	無野堂古墳跡	中野字堂ノ前	城館跡	中世
2	柴田A遺跡	稻田字柴田	散布地	古墳～平安	86	黒木田遺跡	中野字柴田前	散布地	古墳～平安
3	柴田古墳群	稻田字柴田・西和田	古 墓	古 墓	87	今田古墳群	今田字地藏前	古 墓	古 墓
55	北塙B遺跡	椎木字北原	散布地	縄・奈・平	88	飯塙跡	成田字飯塙	城館跡	中世
36	柴塙	塙字柴塙	散布地	奈良・平安	89	丸塙古墳	成田字丸塙	古 墓	古 墓
37	削原遺跡	塙字削原	散布地	奈良・平安	90	難波遺跡	百櫻字難波・赤尾敷	散布地	奈良・平安
38	貢根前遺跡	塙字貢根前	散布地	奈良・平安	91	馬場野横穴墓群	馬場野字岩崎	古 墓	古・中・近
39	丸中央D遺跡	長老内字大森	散布地	奈良・平安	92	寺内遺跡	馬場野字寺内	散布地	奈良・平安
40	大森B遺跡	長老内字大森	散布地	奈良・平安	93	藤塙跡	成田字藤塙	散布地	縄文～平安
41	大森A遺跡	長老内字大森	散・他	縄・奈・平	94	馬場野前跡	馬場野字寺前地	城館跡	中世
42	堤下遺跡	長老内字堤下	散布地	奈良・平安	95	福岡横穴墓群	馬場野字福前	古 墓	古 墓
43	山道遺跡	塙字山道	散布地	奈良・平安	96	山田古墳群	馬場野字山田	古 墓	古 墓
44	五反田遺跡	塙字五反田	散布地	古墳～平安	97	山田横穴墓群	馬場野字山田	古 墓	古 墓
45	清水前遺跡	塙字清水前	散布地	奈・平・近	98	上妻塙穴墓群	馬場野字上妻塙	古 墓	古 墓
46	古川尻B遺跡	塙字古川尻	散布地	奈・平・近	99	高松横穴墓群	坪田字高松	古 墓	古 墓
47	古川尻C遺跡	塙字古川尻	散布地	縄文	100	高松古墳群	坪田字高松	古 墓	古 墓
48	難塙遺跡	新沼字広瀬前	その他	近世・近代	101	北山窪跡	立谷字北山	窪	奈良・平安
49	難塙前B遺跡	新沼字明傳前	その他	近・世	102	大塙前跡	大曲字天神前	城館跡	中世
50	難塙B遺跡	新沼字難塙	製・漁	奈良・平安	103	御前古墳跡	馬場野字中洋地	城館跡	中世
51	石上館跡	石神字城ノ内	城館跡	中世	104	側日前古塙	稻田字側前	稻田字側前	縄文
52	藤崎伊加跡	石神字城ノ内	城館跡	中世	105	側日前古塙	稻田字側前	古 墓	古 墓
53	南向塙B遺跡	石神字南向塙	散布地	中世・近世	106	東北田遺跡	日下石字東北田	散布地	奈良・平安

福追横穴群からは金銅製環頭太刀柄頭、高松横穴群からは線刻画が検出された。この他に横穴式古墳も数多く発見されているが、墓域の割合に対して集落遺跡の発見例は少なく、同時代の集落の様相については不明な点が多い。

飛鳥～奈良時代になると、宇多郡に比定される黒木田遺跡がある。部分的な調査のため、遺跡の性格について不明な点もある。隣接する、相馬市善光寺窯跡では黒木田遺跡の瓦を焼成している。この善光寺窯跡の他に、山崎窯跡などでも須恵器生産が開始されている。

奈良・平安時代になると、新地町武井地区の鉄生産は活況を呈し、製鍊から精練・鍛冶・鍛造まで行う一大コンビナートの様相を呈している。鉄生産は武井地区にとどまらず大森遺跡や北迫A遺跡など周辺地区にも波及し、相馬市西方の大坪地区の山田A遺跡、猪倉B遺跡でも精練から鍛造まで行っていたことが判明している。飛鳥～奈良時代から宇多郡の郡家と考えられる黒木田遺跡は、この鉄生産と深い関わりが指摘されている。また、三貫地遺跡などでは集落が形成されている。その後、10～11世紀にかけて当地域の調査例も少なく不明な点が多い。

中世から近世にかけて活躍した相馬氏は元亨3(1323)年頃、下總国から入部したと伝えられている。残念ながら資料も少なく、相馬市・新地町周辺の鎌倉時代については不明な点が多い。南北朝時代から戦国時代になると戦乱と共に、相馬氏の活躍を裏付ける多くの資料がある。同時に多くの城館が構築されている。南北朝時代には南朝方によって靈山城の搦手として熊野堂城跡や黒木城跡、戦国時代には相馬氏が築城した駒ヶ嶺城跡などがあり、駒ヶ嶺城跡は天正17(1589)年の伊達政宗の侵攻により落城し、藩政期には相馬藩に対する藩境警備の役目を果たしていた。

豊臣秀吉による奥州仕置き以後、相馬氏は宇田・行方・標葉の三郡を安堵され、慶長16(1611)年には小高城から相馬中村城に拠点を移した。その後、相馬氏が居城した環郭式平山城の中村城を中心いて城下町が形成された。

また、近世の代表的な生産遺跡として、製塩関連施設がある。本地域では、相馬藩や伊達藩の藩営の産業として製塩が盛んに行われた。本来製塩に適していると考えられている遠浅海岸や大潮差の大きな海岸を有していないが、波の穏やかな内海的性格を持つ新潟港に恵まれ、入浜式製塩技法を用いて、明治時代まで製塩産業が営まれてきた。相馬開発に関連して、近世から近代にかけての製塩関連施設の調査は、同時代の塩業研究に果たした功績は多大である。

(高 橋)

第1章 調査経過

第1節 遺跡の位置と地形

北迫A遺跡は、福島県相馬市大字和田字北迫地内に所在する。JR常磐線相馬駅からは、北東方向に約1.8km、相馬中核工業団地からは南に約2.0kmの地点に位置する。また、同年度に発掘調査を実施した柴迫A遺跡・柴迫古墳群からは北方向に300m程離れる。

遺跡は、図4に示したように、南西側から延びる比較的緩やかな標高15~20mの丘陵東端付近に位置し、舌状に張り出す丘陵端部付近の南東向き斜面にある。調査前の現況は調査区の北側は宅地となっていたので、地形は大きく削平されている。また、調査区内の大部分は畑・果樹園であり、開墾時での地形の改変が認められた。

現況での遺跡の標高は、標高の高い北端部で16m、最も低い南東端部付近で10mである。本遺跡の地形について概述すると、沖積低地である新沼低地と宇田川低地に挟まれた浜通り低地帯・尾浜丘陵上のはば中央付近に本遺跡は位置している。

遺跡周辺の表層地質は、基盤である丘陵が新第三紀鮮新世の半固結堆積物である青灰色シルト岩が発達している。遺跡がある地点でも、このシルト岩が基盤となっている。また、表層土壤は磯部統と呼ばれる残積性土壌であり、全層にわたり、明黄褐色で腐植含量及び養分含量が少なく、土性は砾を含まない粘質～強粘質であった。
(福村)



図4 北迫A遺跡周辺地形図

第2節 調査経過

北迫A遺跡は、昭和63年度に福島県教育委員会が(財)福島県文化センターに委託して実施した表面調査により確認・登録された遺跡である。この結果を受けて平成11年11月9日から11月11日にかけて試掘調査を実施した。試掘調査の結果、製鉄炉跡1基と土坑等の遺構、土師器片・鉄滓・羽口等の遺物が発見され、古代の製鉄関連遺跡であることが判明し、要保存面積800m²が確定した。

この成果を基に、工区内調査対象遺跡面積について開発側に通知するとともに、この件につき両者間で協議の結果、平成12年度以降の調査対象面積とすることに決まった。

調査に先立ち、平成12年5月に福島県教育庁文化課・建設省東北地方建設局(現国土交通省東北地方整備局)磐城国道工事事務所・(財)福島県文化センターの3者で協議が行われ、調査遺跡の面積、買取状況、今後の調査予定について確認がなされた。また、7月には同じく3者で遺跡内の排水路の確保、排土場所、未買収地等、調査に必要な事項及び問題点の解決について確認がなされた。

北迫A遺跡の調査は、平成12年度の一般国道6号相馬バイパス遺跡発掘調査により8月6日に開始した。開始時の一週間は、重機による表土の除去作業に先立って、調査環境の整備のため、調査区内及び事務所から調査区を結ぶルート確保を目的に、主に下草刈りを中心に行った。8月8日からは重機による表土の除去作業が開始し、それに同時並行して作業員の休憩所や駐車場等の整備も行われた。調査は調査員2名、作業員30人程の体制で開始し、随時調査員を増員した。

8月下旬からは遺構検出作業が開始した。調査区内のほとんどが斜面であるため、斜面部の調査における土砂の移動には、斜面に直行して2枚の足場板を「ハ」の字に組み合わせた“トイ”を設置し、このトイ上に土砂を積んだ“ミ”を流して対応した。調査区の高低差を利用して土砂を移動することにより、急斜面での作業の安全と効率化を図った。

当初、重機による表土除去段階において、遺構検出面まで掘り下げたと思われたが、実際はこの面よりもさらに検出面が下位にあることが判明し、調査区全体を人力によって掘り下げることとなつたため、検出作業はかなりの日数を有することになった。

9月中旬からは、検出した遺構の精査に主力を傾けた。しかし、9月18日からは柴迫A遺跡の調査が開始し、予定上、柴迫A遺跡に作業員の大半を投入せざるを得なくなつたため、本遺跡は作業員の数を減少し、柴迫A遺跡との同時併行で調査を進展することとなった。

10月に入って廃滓場の調査に移行した。当初、この製鉄炉に伴う廃滓場は、後年の開墾のおり削平され消滅していたと思われていたが、遺構精査の段階に下層にもう一面あることが判明し、しかも、廃滓層の検出面が最も深くて現地表面より150cm下にあり、水も湧いてくることから、調査は難航した。なお、この廃滓場の検出作業に人力では困難であるため、10月31日と雨天休みを挟んで、11月7日には重機による掘り下げを行った。

11月17日には、検出遺構の調査と廃滓の洗浄・分類・計量などを含めて、北迫A遺跡における調査範囲の全ての調査を終了した。

なお、12月7日には、福島県教育庁文化課・(財)福島県文化センター・建設省東北地方建設局磐城国道工事事務所の各担当者が集まり、調査経緯・成果の説明後、北迫A遺跡の引渡しを行った。

以上のように、北迫A遺跡の調査は、8月6日から始まり、11月17日を持って終了した。雨天日等の作業中止日を除く作業の延べ日数は、69日である。調査の結果、本遺跡は奈良～平安時代を主体とした製鉄生産跡であり、古代の製鉄炉の操業跡が明らかとなった。検出した遺構は、製鉄炉跡1基、土坑4基、溝跡7条、廃津場1箇所であり、この他、旧古道跡も確認された。出土した遺物は、羽口や鉄滓等の製鉄に関連するものが主体であり、この他、出土した量は僅かであるが、弥生土器等がある。

(権村)

第3節 調査の方法

一般国道6号相馬バイパス関連遺跡の調査については、遺跡調査の位置関係を正確に把握する目的で、各遺跡に国土座標を基準にした4m四方の方眼を設定して調査を行った。この方眼をグリッドと呼称し、その基準ラインの方向は真北を向いている。図5に北迫A遺跡のグリッド配置を示した。グリッドの名称は、東西方向から西から東へA・B・C…とアルファベットを、南北方向には1・2・3…と算用数字を付け、それを組み合わせてA 1 グリッド、A 2 グリッド…というように呼称した。実際の調査では、北西端部のグリッド番号を使用して、遺構の位置や遺物の出土場所を把握した。また、遺構の測量の際には、4mの方眼をさらに1m四方に分割した水系番号を設定した。水系番号は、各グリッドの北西端部を原点として、ここから東側と南側に行くごとにE 1～3、S 1～3とし、それぞれのグリッド番号と組み合わせて使用した。例えば、P19-E 2・S 3は、P19グリッドの杭の位置から東に2m、南に3m離れた場所を示している。

遺構の掘り込みに当たっては、原則として比較的大きな遺構は4分割法、土坑等の小さな遺構は2分割法を採用した。堆積土については、遺構外堆積土をしとローマ数字の組み合わせによりL I・L II等とし、遺構内堆積土はlと算用数字の組み合わせによりl 1・l 2等と表記した。さらに、分層される堆積土については、遺構内外とも小文字のアルファベットを付加して使用した。

遺物は、基本的に遺構名あるいはグリッド番号と層位を明記して取り上げた。ただ、廃津場から出土した遺物については、その出土した位置の区を明記し、層位も遺構ではないものの、小文字のlを使用して取り上げた。

遺構の記録は、1/20縮尺を基本として断面図及び平面図を作成し、遺構ごとに遺構カードも作成した。また、遺跡基底面の地形図は、1/100縮尺で実測した。記録写真は、検出状況・土層堆積状況・遺物出土状況・完掘全景等について、35mmモノクロームフィルムとカラーリバーサルフィルムを用い、同一被写体を同一方向・同一コマ数で撮影した。

調査によって出土した鉄滓は、遺構中を含めて発掘調査中に調査現場で洗浄・分類・計量を行っている。

(権村)

第2章 遺構・遺物

第1節 遺構の分布と基本土層

北迫A遺跡からは製鉄炉跡1基、土坑4基、溝跡7条、廃滓場1箇所が検出された。出土した遺物は、奈良～平安時代の鉄滓・羽口・炉壁・炉底等の製鉄関連遺物が主体を占め、この他、若干ではあるが弥生時代の土器片等がある。

これらの遺構の分布を図5、基本土層を図6に示した。今回検出された1号製鉄炉跡や1～4号土坑は、調査区中央付近の丘陵の傾斜がやや緩やかになる斜面に集中して構築されている。検出された1号製鉄炉跡は踏みふいごが付属する長方形箱形炉であり、少なくとも2回の操業が認められた。この製鉄炉に伴う廃滓場では、最終操業時の鉄滓は後年の開墾のおり削平され消滅していたが、操業開始時の鉄滓はそのままの状態で遺存していた。1～4号土坑とともにこれらの遺構の所属時期は主に古代のものに比定されるが、4号土坑が製鉄炉に伴う木炭焼成土坑と推定できるので、その上層から検出された1号土坑はやや時期が下るであろう。この他、調査区の西側において、基盤層である岩盤を削り貫いた溝跡が検出されている。これらの溝跡は斜面に対して直交する5・6号溝跡が、斜面に向かって直行する7号溝跡に向かって傾斜し結合していることから、5・6号溝跡が、7号溝跡に導水していたと思われる。遺物の出土はなく、これら溝跡の所属時期は不明である。

次に、本遺跡の基本土層(図6参照)について記述する。本遺跡は南北に傾斜していることから、調査の基本となる層位を確認するために、調査区北半のほぼ中央付近に土層観察用のベルトを設けて調査を進めた。

本遺跡では、図6に示したように、大きくL I～L VIまでの堆積土が確認された。L IIとL IIIについては、土質や色調の違いにより2細分され、アルファベットのa・bを付けて表記した。以下、説明を加える。

L Iは現表土であり、層厚5～15cmを測る黒褐色シルトである。調査区全体に普遍的に認められる。層中には、鉄滓等の遺物が僅かに包含している。

L IIは耕作土及び盛土であり、性状により2層に細分した。L II aは縞りのない暗褐色シルトである。層厚は不規則で20～100cmを測る。調査区全体に普遍的に認められる。層中には一部に炭化物・不燃物等が混在し、特に調査区北半では著しい。1号製鉄炉跡の廃滓場付近では、本層中に後世の開墾時段階に除去したと思われる羽口を含む鉄滓の残骸が包含していた。なお、本層の直下が地山・基盤層という部分が広く存在していた。L II bは凝灰岩のブロック層である。調査区の北辺部分にのみ認められ、後述するL VIの基盤層を削り貫き廃棄した際の堆積土と判断した。

L IIIは若干の色調の相違や堆積場所によりさらに2層に細分した。ともに褐色シルトであり、後述するL IVの表層が流出し、再堆積したものと判断している。L III aはやや粘性のある褐色シルト

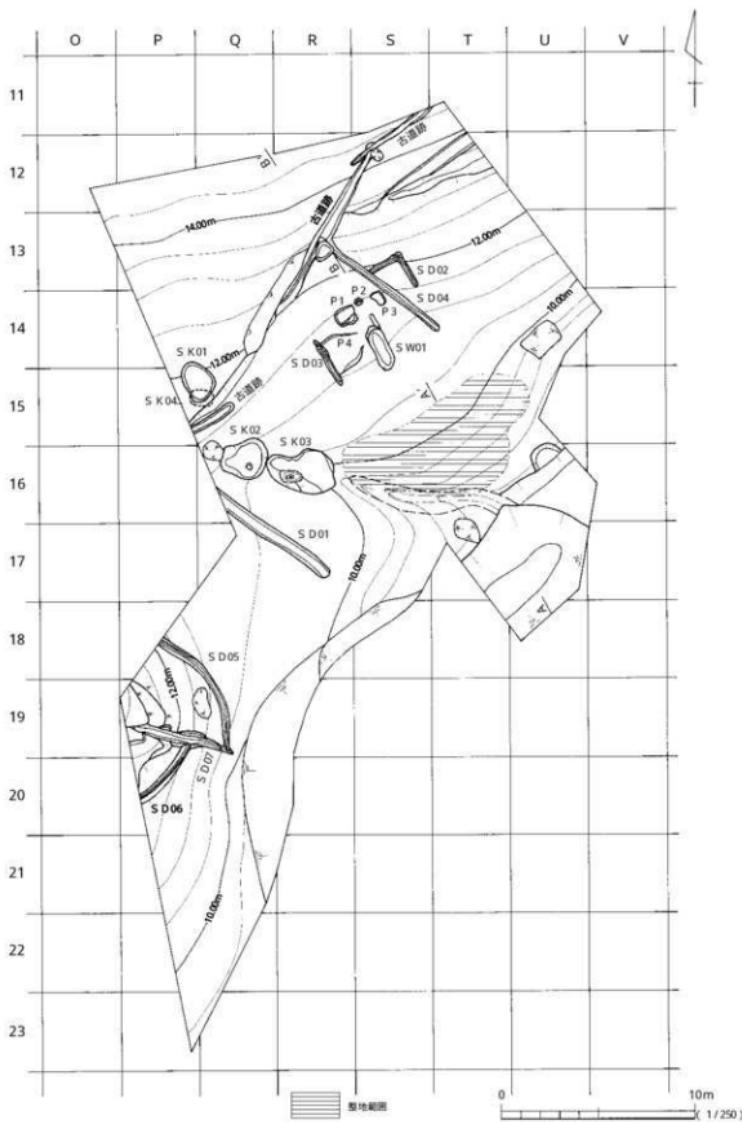


図5 遺構配置図

第1節 遺構の分布と基本土層

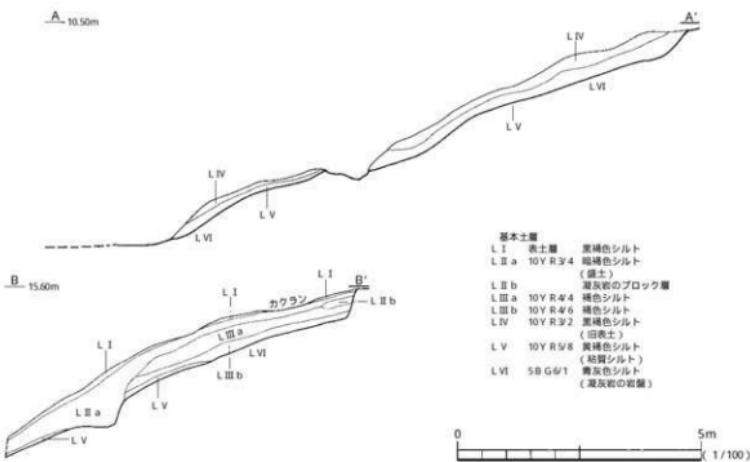


図6 基本土層

であり、調査区北半の斜面全体にかけて認められ、調査区南半では、後世の耕作土及び盛土であるL IIにより削平されている。層厚は20~40cmを測り、層中には礫を含まない。

今回の調査では、この層中における遺物の出土は認められなかった。L III bはやや粘性のある褐色シルトであり、L III aよりは若干明るい。調査区全体に認められるが、一部後世の耕作土及び盛土であるL IIにより削平されている。層厚は10~20cmを測り、層中には礫を含まない。なお、1号土坑は本層上面での検出であり、1号製鉄炉跡周辺では本層中に、鉄滓や羽口等の製鉄関連遺物が包含していた。

L IVは黒褐色シルトであり、1号製鉄炉跡の廃滓場付近に認められる。上層には1号製鉄炉跡の操業開始時における整地層が認められることから、本層は1号製鉄炉跡操業以前の旧表土と思われる。層厚は15~30cmを測り、層中には若干ではあるが弥生土器片を包含している。

L Vはやや粘性のある黄褐色シルトであり、調査区北半及び西側斜面を除くほぼ全体に認められる。層厚は15~40cmを測り、斜面を下るほど厚くなる。本層中には礫を含まない。1号製鉄炉跡をはじめ2~4号土坑は本層上面での検出である。

L VIは、本調査区及び本遺跡の立地する丘陵の基盤層に当たる青灰色のシルト質岩盤である。調査区北半の斜面及び西側斜面においてはほとんど露出している。1号製鉄炉跡に付属する踏みふいごは本層を割り貫いて築かれている他、西側斜面における5~7号溝跡も本層を割り貫いて構築されている。

(插 村)

第2節 製鉄炉

1号製鉄炉跡 SW01

遺構 (図7~11 図版4~10)

概要 1号製鉄炉跡は調査区のほぼ中央付近、S14・15グリッドに位置する(図7参照)。地形的には、南向き斜面の傾斜がやや緩やかになった位置に造られている。遺構の検出面はLV上面であり、標高10.90m~11.20mにかけて、東西約1.0m、南北約2.8mの不整形な梢円形を呈した製鉄

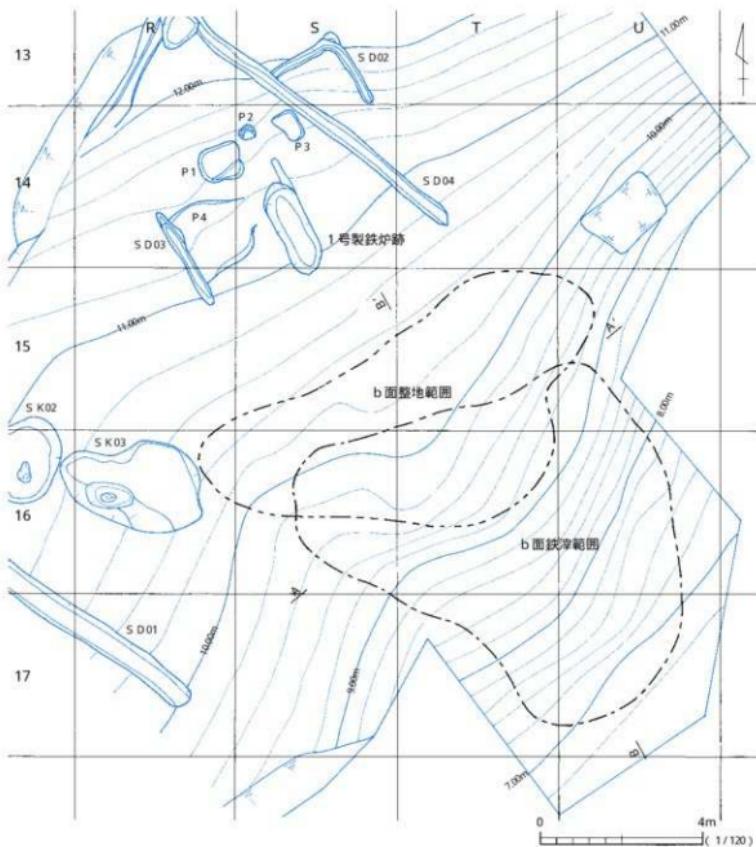


図7 1号製鉄炉跡位置図

第2節 製鉄炉

炉跡が検出された。西側約2.0mには2号溝跡、北東側約3.0mには3号溝跡があり、ちょうど2号溝跡と3号溝跡に挟まれた区画内に本製鉄炉が形成されている。他遺構との重複関係では、後述するように、1号製鉄炉跡に伴う2号溝跡は、4号溝跡と重複している。土層状況より、本遺構の方が古い。

製鉄炉本体は、地形の緩斜面をそのまま利用している。上屋を構成するピット等は検出されなかった。操業は作業面の認定から大きく2回が確認され、製鉄炉基礎構造もこれに合わせて改修している。作業場の南東側には東西9.3m、南北9.1m程の範囲にわたり、不整な円形形状を呈した鉄滓範囲が確認されたが、これは操業開始段階時の鉄滓範囲であり、最後の操業時における鉄滓等の範囲は後世の開墾のおり削平され、消滅していた。

作業場内堆積土 本製鉄炉の作業場の平面図を8図、その土層断面図を9図に示す。本製鉄炉には明確な落ち込みとしての作業場は確認できなかったが、本製鉄炉西側において、ほぼ平坦となる浅い落ち込みが形成されていた。また、製鉄炉本体西側の土層写真の検討から、2面の作業面が確認できた。これを上位よりa作業面、b作業面と呼称し、製鉄炉本体西側に当たるほぼ平坦となる浅い落ち込みの箇所をP4とした。調査時においては、a・bの2面の作業面が形成されていることを確認していない。そのため、各作業面の状態や、その広がりなどは不明な部分が多い。

【a作業面】 a作業面は、P4 l 1の堆積土直下に確認できた(図9のC-C')。l1は焼土粒や炭化物を含む黒褐色シルトであり、層中には鉄滓類や羽口片を含むことから、状況により、操業後の流入土と判断している。

a作業面の広がりは明確に把握できない。しかし、製鉄炉本体西側の作業場P4土層断面から、おそらく浅い落ち込みが形成されていたものと推測している。断面図から判断できるその範囲は、東西2.0mであり、南北は推定で1.8m程と思われる。a作業面の底面は比較的平坦である。

製鉄炉西側のa作業面直下には、l2とした堆積土が確認された。これはa作業面を形成する際の構築土と判断している。層厚は4~6cm程度である。作業場P4の西側に隣接する3号溝跡においても、このa作業面を形成する構築土に対応する土層が確認されているが、これについては後述する。以上のような堆積土によりa作業面は構築されていると思われる。後述するb作業面とa作業面構築土の間には、自然堆積土は確認できない。このことから、a作業面は、b作業面操業後に時間的な隔たりを持たずに形成されたものと考えられる。

【b作業面】 b作業面はa作業面構築土の下位で確認された。a作業面同様、その規模や状況など不明な点が多い。ほぼ平坦となる浅い落ち込みをなす範囲は、東西2.1m、南北1.8m程であり、不整な台形のプランを呈する。西側は、後述する3号溝跡と接する。底面はLV上に形成されている。比較的平坦であり、南に向かって若干緩やかに傾斜している。b作業面の上位には、廃滓範囲で後述するようなb作業面操業時堆積土は確認されなかった。a作業面を構築する段階に操業時の堆積土を除去したためなのか不明である。しかし、後述する3号溝跡において、a・bの2面の作業面が構築される度に3号溝跡の底面を再調整していることから、作業場P4において2面の作業

面が存在していたことは確実である。

製鉄炉跡 土層写真の検討の結果、前述のように本製鉄炉にはa・bの2面の作業面が確認できた。これに伴い製鉄炉本体も大きく2回の操業を行われている。図8に示した1号製鉄炉跡の平面図は、b作業面底面まで掘り下げた段階で確認できた各種遺構を記録化したものである。そのため、各作業面に伴う製鉄炉の在り方は明確に把握できない。以下、作業面毎に記述していく。

【a作業面ふいご】ふいごを構成するピットとして、P1・P2・P3を検出した。P1は、R14・S14グリッドに位置する。遺構検出面はLVI上面である。重複する遺構はない。遺構堆積土は2層に分層した。ℓ1は粘性のある褐色シルトである。性状により、斜面より流入した自然堆積と判断した。ℓ2は縮まりのない黄灰色シルトである。炭化物を含み、ほぼ一定幅で堆積し、堅く踏み締められている様相を呈す。性状により、人為堆積と判断した。平面形は東西方向に長軸をもつ不整形な隅丸長方形である。現況の壁上端での規模は、南北長0.9m、東西長1.2mを測る。底面はほぼ平坦で、西側に傾斜している。壁の立ち上がりは、東辺が緩やかであり、他はいずれも急である。壁高は西壁が最大で12cmを測り、東辺では段差は認められない。P2は、S14グリッドに位置する。

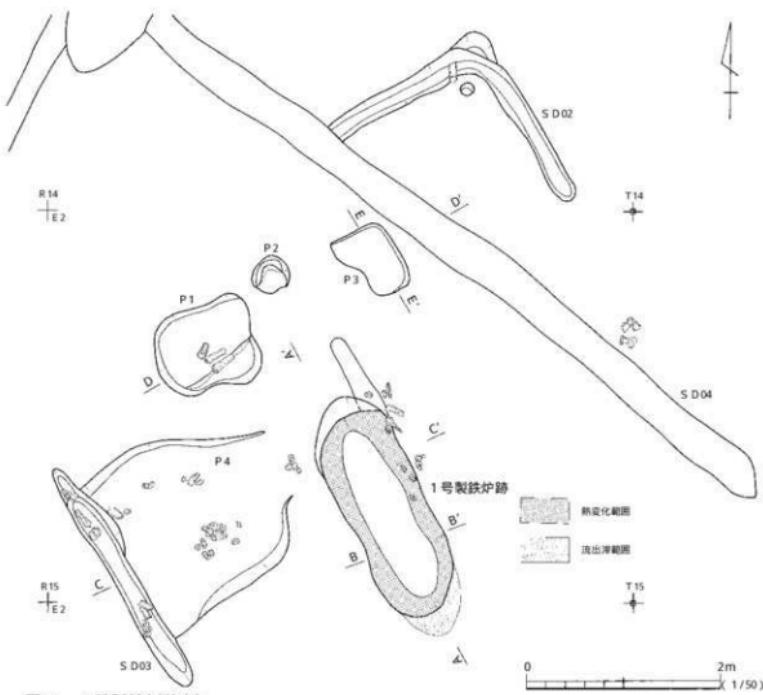


図8 1号製鉄炉跡(1)

第2節 製鉄炉

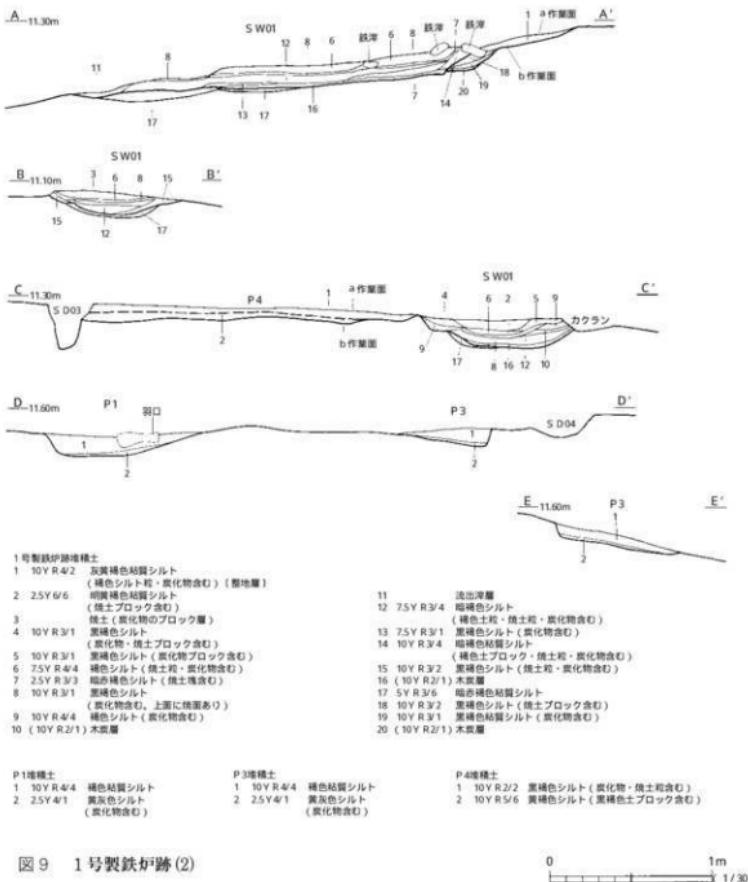


図9 1号製鉄炉跡(2)



遺構検出土面はL VI上面である。重複する遺構はない。平面形は直径約40cmの円形である。底面には凹凸があり、底面と南辺付近はほぼ同一標高であり、北辺から南辺に向かって段状を呈している。P 3は、S14グリッドに位置する。遺構検出土面はL VI上面である。重複する遺構はない。遺構堆積土は2層に分層した。①は粘性のある褐色シルトである。性状により、斜面より流入した自然堆積と判断した。②は縛まりのない黄灰色シルトである。炭化物を含み、ほぼ一定幅で堆積し、堅く踏み締められている様相を呈す。性状により、人為堆積と判断した。平面形は、南北方向に長軸をもつ不整な開丸長方形である。現況の壁上端での規模は、南北長80cm、東西長50cmを測る。底面

はほぼ平坦で、東側に傾斜している。壁の立ち上がりは、西辺が緩やかであり、他はいずれも急である。壁高は東壁が最大で14cmを測り、西辺では段差は認められない。

製鉄炉本体の長軸上にはP2が位置し、この軸線を基準にして、P1とP3が各々対称をなす。また、P1とP3の遺構内堆積土がほぼ同じであることより、P1・P2・P3を総合して1号製鉄炉跡の背面に付属する踏みふいごであると判断した。このため、ふいご部の規模は現況の壁上端で東西長2.7m、南北遺存長0.8mを測る。また、P1・P3内の遺構内堆積土ℓ2は、1号製鉄炉跡の操業時における堆積土といえよう。

【a作業面製鉄炉基礎構造】図8にはa・b作業面に伴う製鉄炉基礎構造を示した。基礎構造は壁面全体が焼土化し、赤色熱変化を受けている。さらに、製鉄炉基礎構造のほぼ全体が、b作業面操業時堆積土を除去し、さらにLVIを掘り込んで構築されている。この明確な状況の差異から、本製鉄炉の基礎構造は、作業面に伴い大きく2回にわたる操業が行われたと判断した。

また、廃滓範囲で後述するように、a作業面に伴う操業時堆積土は、後世の耕作土及び盛土により削平され確認できなかった。

基礎構造内堆積土は、図9のA-A'・B-B'・C-C'の土層断面に示したように20層に分層した。その内、a作業面基礎構造に伴う堆積土はℓ1～ℓ17である。斜面上位からの流れ込み等の自然流入土は確認されず、本層は、全て製鉄炉構築段階及び炉本体を除去した段階の人為的な堆積土と考えられる。ℓ1は灰黄褐色の粘質シルトであり、層中には炭化物や褐色シルト粒を含む。本層の直下には後述するb作業面基礎構造の堆積土があり、a面基礎構造北壁の立ち上がり付近の堆積土であるℓ14と接することから、ℓ1はa作業面の構築土と判断した。

他は層中に数種類の夾雜物を含む堆積土である。ℓ2は明黄褐色の粘質シルトであり、層中には焼土ブロックを含む。ℓ6では褐色シルト中に炭化物や焼土粒が多量に含まれ、ℓ7は厚層2～3cm程の暗赤褐色シルト系の堆積土であり、多量の焼土塊を混入する。ℓ8は黒褐色シルト中に炭化物が含まれており、上面には還元面が認められた。また、ℓ12では炭化物粒や焼土粒、ℓ12には暗褐色シルト系の堆積土中に褐色土粒が僅かに含まれている。ℓ16はa面基礎構造の掘り方底面直上に当たる層であり、純粹な炭化物の層である。

これらの堆積土の堆積状況からは、明確な意図の下に形成された堆積パターンは読み取れず、ただ単に基盤構造内を埋め、製鉄炉の炉底部に接続する上層部分にのみ炭化物層で充填していることが推察できる。

a作業面に伴う製鉄炉基礎構造の平面形は、不整形な梢円形を呈する。緩斜面には直行するように長軸方向とし、主軸方向はN29°Wである。現況の壁上端での規模は、長軸2.2m、短軸0.8～0.85mを測る。底面はほとんどb作業面基礎構造を掘り抜いており、LVIに当たるシルト質岩盤をも若干掘り窪めている。壁の立ち上がりはいずれも緩やかである。底面は船底状を呈しており、ふいご掘形のある北西方向に向かって僅かに傾斜している。底面に溶着津が見られる炉底塊や、熱変化の遺存範囲は確認できなかった。

第2節 製鉄炉

なお、基礎構造内堆積土の ℓ 6と ℓ 16出土の炭化物について樹種同定を行った。分析によると、製鉄燃料材と考えられる炭化材は、クヌギ節とクリが認められた。層位的に見ると、底面直上の ℓ 16ではクヌギ節1種類が確認されたのみであるが、 ℓ 6ではクリとクヌギが混在しクリの方が多い。このことから、層位によって種類構成が異なっていたことが推定される。

【a作業面小溝】a作業面に伴う小溝が、製鉄炉基礎構造の北東付近に1条確認できた。遺構検出面はa作業面底面である。小溝は、製鉄炉基礎構造の長辺ラインと基礎構造北東付近においてほぼ接続し、そのまま北へ直行するような状態で確認された。

小溝内堆積土は、均質な褐色粘土の1層であり、規模は幅15~25cm、長さ80cm程である。小溝の底面は検出面とほとんど変わらず、北端部付近はa作業面底面と同一の高さになり、消滅していく。

この小溝の機能は、ふいご掘形へ向かうことから、製鉄炉本体に風(酸素)を送るために設置した何らかの装置と考えられる。小溝内堆積土の均質な褐色粘土は、堅く締められていることから、状況により明らかに人為的に堆積したものである。小溝の上面に円筒形状のものを付設し、それを溝内で粘土で固定したものと考えられる。また、製鉄炉本体を除湿するための機能も考えられる。現状では送風のための掘形と、製鉄炉本体の除湿のための2つの機能を提示しておきたい。また、この小溝の他に、製鉄炉の長軸線を挟んだ反対側においても、同じような機能を持つ小溝が存在していた可能性が高い。しかし、現状では削平された部分が多く、確認することはできなかった。

【b作業面ふいご】b作業面に伴うふいご部は、ふいごを構成するP1~P3での遺構内堆積土において、2面の作業面が確認できなかった。しかし、ここについては共用した可能性が考えられる。

【b作業面製鉄炉基礎構造】b作業面に伴う製鉄炉基礎構造は、図9のA-A'に示した。ただ、a作業面製鉄炉基礎構造で前述したように、b作業面に伴う製鉄炉基礎構造は、a作業面に伴う製鉄炉基礎構造の構築の際に破壊され、遺存していない。ただ僅かに、基礎構造の北壁付近を遺存するのみである。

基礎構造の平面形は不明であるが、遺存する北壁付近が緩やかな弧を描くように湾曲しているのをみる限り、梢円形を呈していたと推測する。

製鉄炉基礎構造内堆積土は ℓ 18~ ℓ 20の3層である。これ以外の堆積土は、全てa作業面に伴う基礎構造内堆積土である。 ℓ 20の炭化材層がa作業面基礎構造内にも確認できるが(ℓ 16)、これらの境には、基盤層L VIを割り貫いた1~2cm程の段差が認められることから、連続するものではない。

当初のb作業面の基礎構造内では、木炭層を含む何らかの土の堆積があったものと推測されるが、基礎構造を造り替えた際に、b作業面に伴う堆積土の大半は除去され、投棄されたと判断している。そして、新たな手順をもって再構築されたと思われる。

【廃滓範囲】1号製鉄炉に伴う廃滓範囲(図10・11)は、製鉄炉基礎構造の南東側に確認された。前述したように、本製鉄炉にはa・bの2面の作業面が確認でき、これに伴う製鉄炉本体も大きく

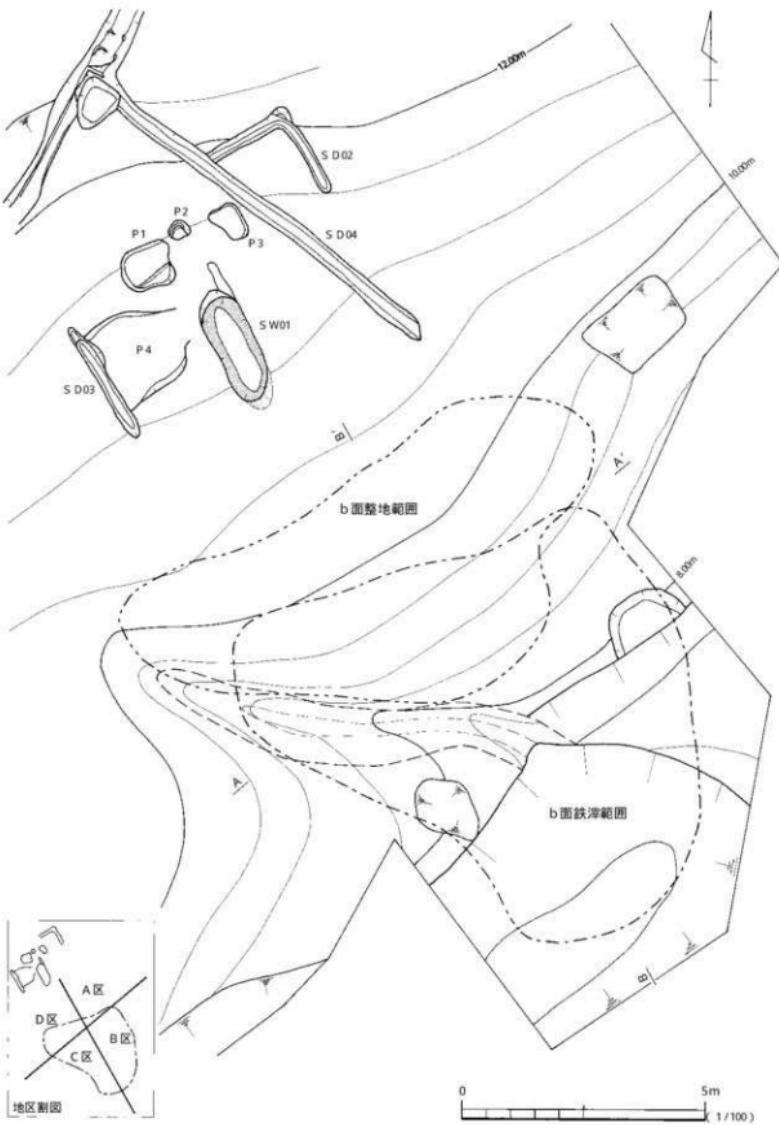


図10 1号製鉄炉跡発掘範囲(1)

第2節 製鉄炉

2回の操業が行われているが、今回廃滓範囲が確認されたのは、b作業面操業時に伴う堆積土のみであり、a作業面操業時堆積土は、後世の開墾により削平され、ほとんど消滅していた。以下、a・b作業面に伴う操業時堆積土について記述する。

【a作業面操業時堆積土】a作業面による操業時堆積土は前述したように、後世の耕作土及び盛土であるL IIにより、ほとんど破壊され消滅している。L II中より、この操業段階に伴う羽口片や廃滓類が、僅かに確認される程度である。

なお、消滅したa作業面操業時堆積土下には、l 6とした堆積土が確認された。暗褐色シルトをブロック状に含み、焼土粒を若干混入する褐色の粘質シルトであり、性状により人為堆積である。これはa作業面を形成する際の構築土と判断している。現況での層厚は、10~40cm程度である。廃滓範囲の斜面上位で確認され、現存する南辺付近は、やはり後世の盛土であるl 3により削平されている。また、廃滓範囲の斜面下位には、l 7が確認された。後述するb作業面時堆積土であるl 9の直上にあり、性状がl 6とほぼ類似する。よって、l 7もa作業面を形成する際の構築土と判断している。現況での層厚は、10~30cm程度である。北辺は、後世の盛土であるl 4に削平されているが、本来は、l 6と合わせて、同一層を形成していた可能性が高い。

【b作業面操業時堆積土】b作業面に伴う操業時堆積土は、l 8~12である。層中に鉄滓等を多量に含むl 8・9は、東西9.3m、南北9.1m程の範囲に確認され、その範囲の形状は製鉄炉本体を中心として不整な円形状を呈する。l 8・9は多量の鉄滓類や炭化物を含む堆積土である。また、

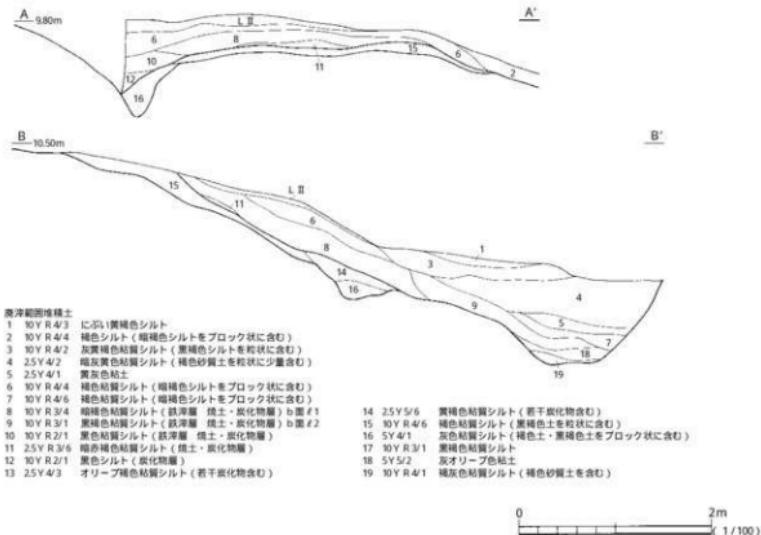


図11 1号製鉄炉跡廃滓範囲(2)

ℓ9はℓ8よりも炭化物を多く含むが、これらはほぼ連続したものと考えている。これらの層厚は30~50cmを測る。ℓ8の直下にはℓ10~12の3層が確認された。ℓ10は、層中に炭化物を多量に含み、ℓ11には焼土ブロックを多量に含む。ℓ12は、純粋な炭化物層である。状況により、いずれも操業時堆積土と判断した。ただ、いかなる要因で堆積したものであるかは解明できなかった。

b作業面の直下にはℓ14~19の6層の操業前堆積土が確認された。ℓ14は、若干炭化物を含み、LIVに相応する黒褐色シルトを含むことから、b作業面操業時前の旧地形であった谷を人為的に埋没した構築土と判断した。この谷は精査段階においても水が湧いており、谷覆土であるℓ16は青灰色にグライ化していた。操業直前段階は、この谷は窪み状の落ち込みになっていたと思われる。ℓ15は廃滓範囲の北半一帯に認められた。a作業面構築土であるℓ7と同じ性状を示すことから、b作業面を形成する際の構築土と判断した。層厚は、10~40cm程度である。

なお、ℓ17~19は層中に鉄滓等の遺物の出土ではなく、斜面上位からの流れ込みが確認されることから、b作業面操業時前の自然流入土と判断している。

遺物（図12~27 写真16~24）

1号製鉄炉及び廃滓場より出土した遺物は、炉底475.4kg、炉壁706.1kg、鉄塊系遺物49.7kg、鉄滓が3,237.1kg、羽口片（羽口装着炉壁含む）1,047点、土師器片4点である。製鉄関連遺物のほとんどは廃滓範囲内の出土であり、b作業面操業時堆積土内に伴うものである。最終操業であるa作業面操業時堆積土は、後世の開墾等により削平されており、廃滓はほとんど消滅していた。

図12-1から図27-1までは、羽口および羽口装着炉壁、炉壁の資料である。大きく作業場と廃滓範囲の出土資料の2つに分けて掲載している。以下、作業場から出土した資料に沿って記述する。なお、廃滓範囲の出土資料については廃滓範囲を四分割した地区割の出土資料毎に記述したい。

図12の1~3は1号製鉄炉跡のP1堆積土内より出土した炉壁未装着の羽口である。1・2はほぼ完形品である。いずれも全長22.2cmを測り、先端部内径は1は3.3cm、2は3.2cmを測る。外面にはヘラケズリ調整が観察でき、吸気部は緩やかに外反する。3は吸気部を欠損している。内径は3.2cmを測り、外面調整はヘラケズリを施している。これらの羽口はいずれも色調は黄橙色を呈し、焼成が完全に終了していないためか、表面の砂粒が剥落する。

同図4は1号製鉄炉跡P4堆積土内より出土した羽口片である。吸気部が欠損し、先端部付近では溶着滓が認められる。外面調整はヘラケズリを施している。先端部内径は3.2cmを測る。

図13-1から図14-3は、廃滓場B区b面ℓ1から出土した操業に使用された羽口である。図13の1~2および図13-4~図14-3は吸気部が強く外反する形状を呈する。羽口外面の調整はヘラケズリ調整が多い。図14の1は炉壁外面が部分的に遺存している資料である。図13の3は吸気部が欠損している資料であるが、部分的に炉材粘土が観察できる。

図15-1から同図3は、同じく廃滓場B区b面ℓ2から出土した操業に使用された羽口の資料である。同図1は吸気部が強く外反する形状を呈する。羽口外面の調整はヘラケズリ調整を施している。若干ではあるが炉壁外面が部分的に遺存している。同図2は吸気部が欠損している資料である。

第2節 製鉄炉

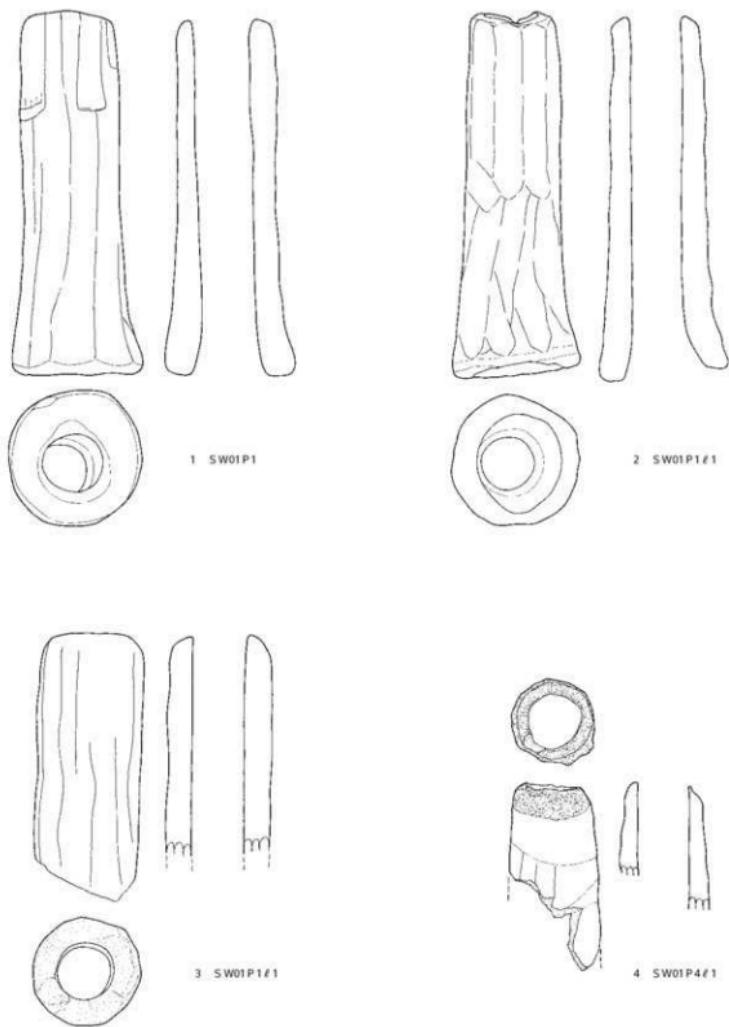


図12 1号製鉄炉跡ビット内出土羽口

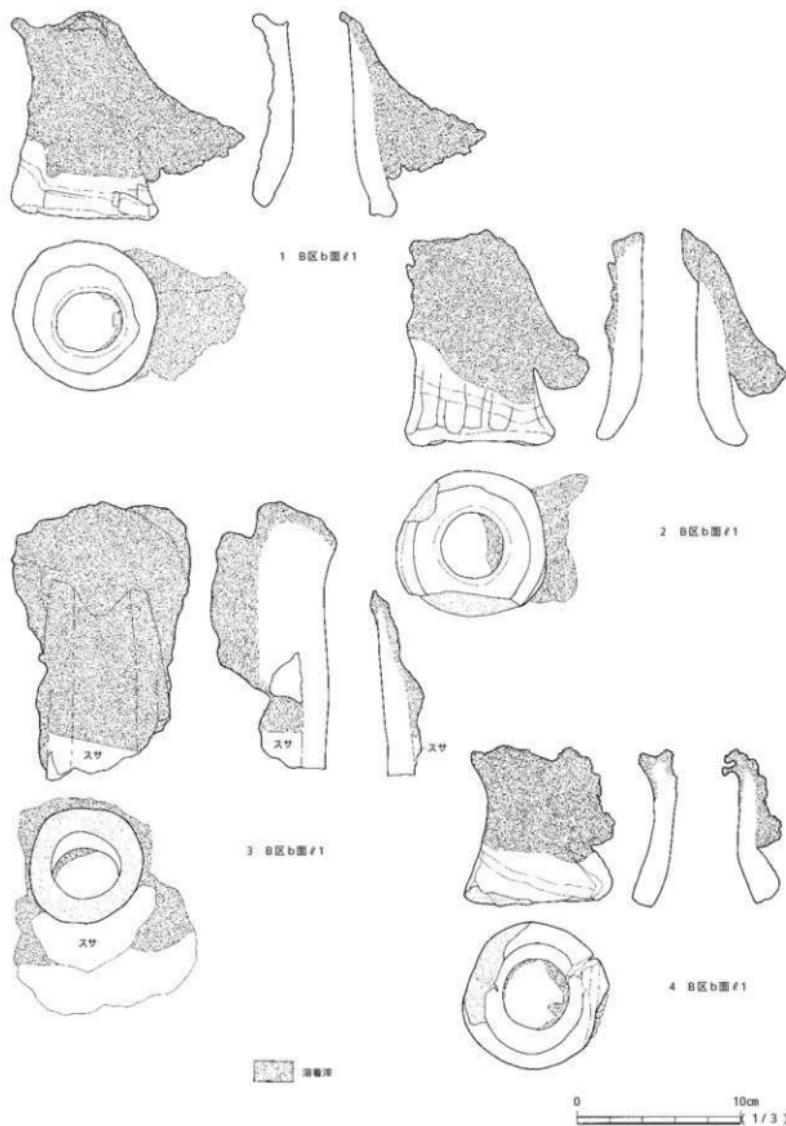


図13 1号製鉄炉B区(b面#1)出土羽口(1)

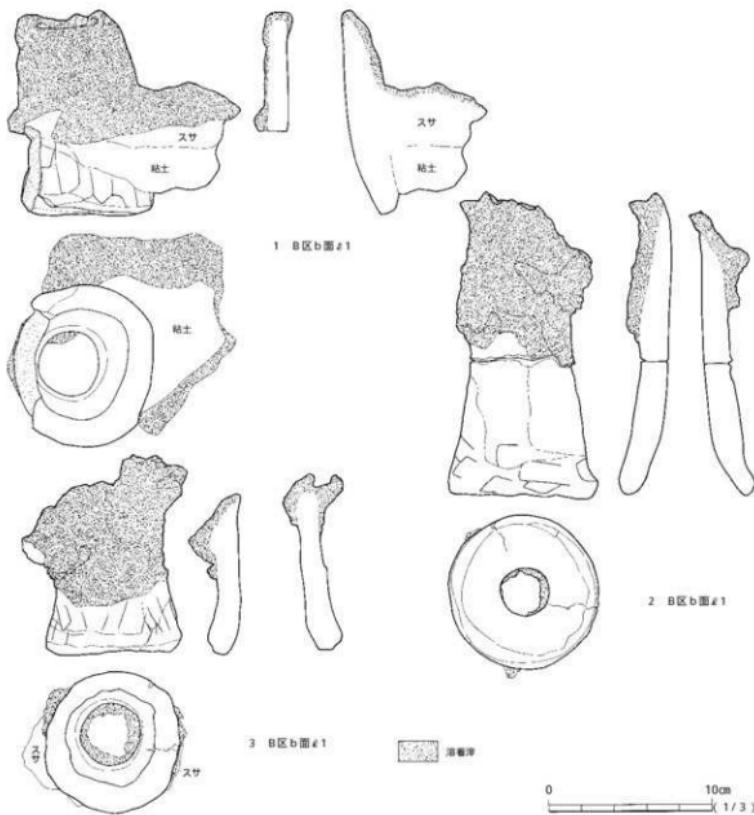


図14 1号製鉄炉B区(b面#1)出土羽口(2)

同図3は炉壁に対し羽口が斜めに装着されている。製鉄炉の長辺側でも端部付近の資料であろう。底面には細砂を含む粘土で形成された基底粘土が確認できる。

図16-1から図20-4は、庵津場C区b面#1から出土した羽口および羽口装着炉壁の資料である。図16-1から図18-2および図18-4から図19-3、また図20-3は操業に使用された羽口である。吸気部の外反の度合いや形状には様々なものがある。図16-1から図17-3、および図18-1・2、図19-1・3、図20-3は吸気部が強く外反する形状を呈する。図16-2は外面全体に溶着漆に覆われており、図19-3の外面には鋳化範囲が僅かに確認できる。図17-1・2および図18-1・3には炉壁外面が部分的に遺存している。図17-2は吸気部が緩やかに外反する形状を呈する。図18-1の吸気部は肥厚し、やや丸みを持つ形状を呈する。図17-4および図18-4は吸気部が外

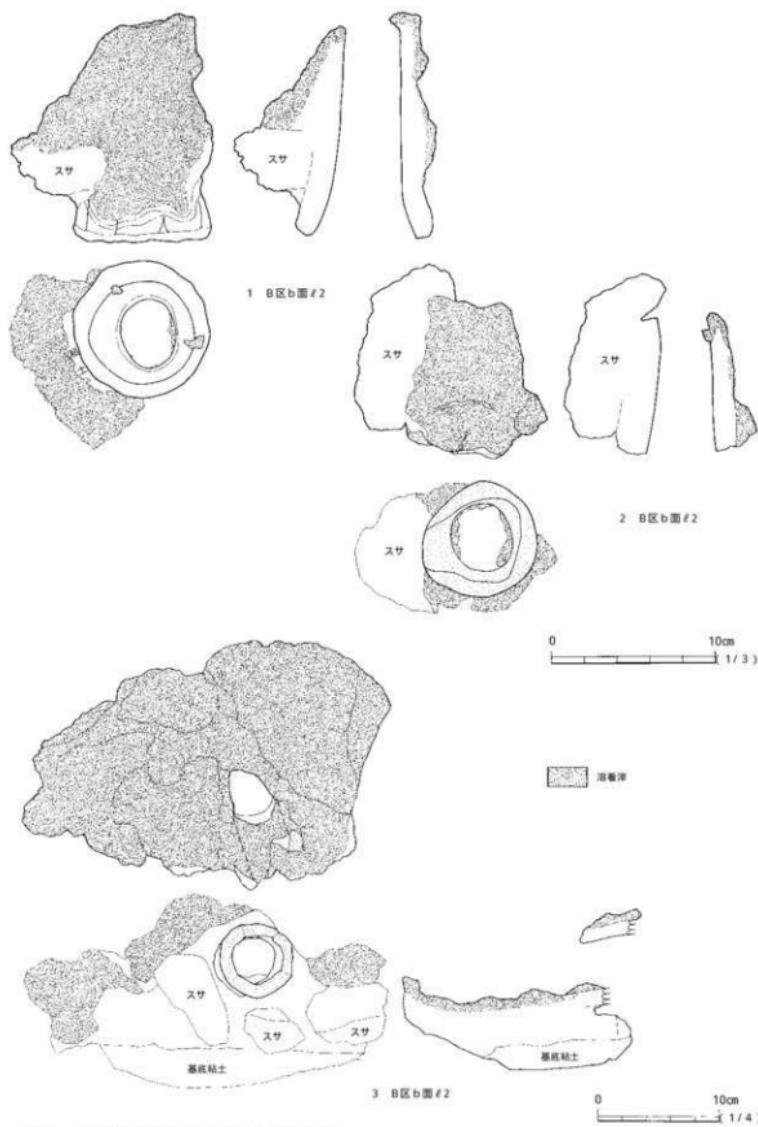


図15 1号製鉄炉B区(b面l2)出土羽口

第2節 製鉄炉

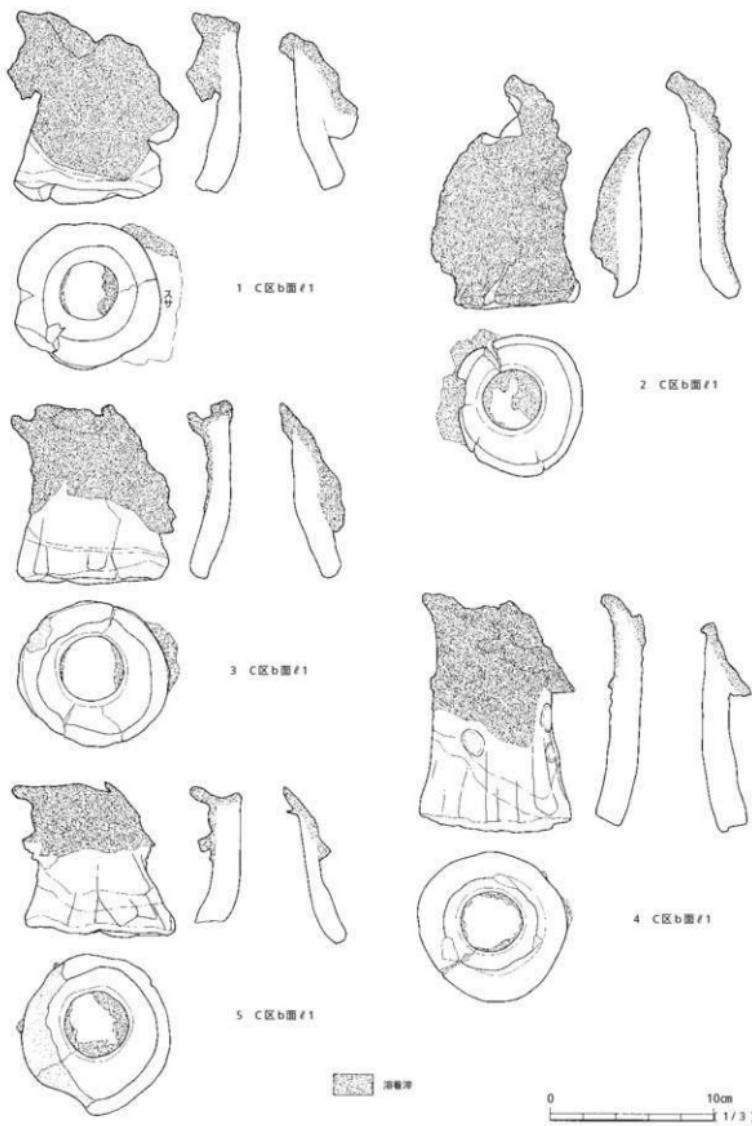


図16 1号製鉄炉C区(b面#1)出土羽口(1)

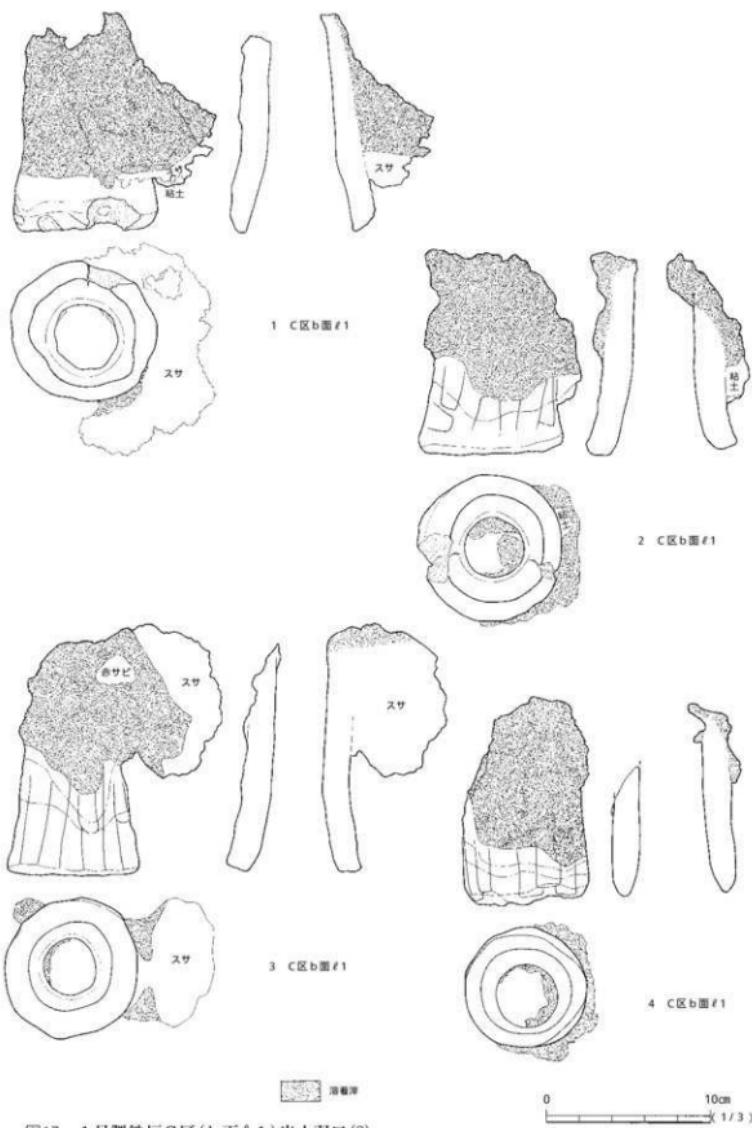


図17 1号製鉄炉C区(b面#1)出土羽口(2)

第2節 製鐵炉

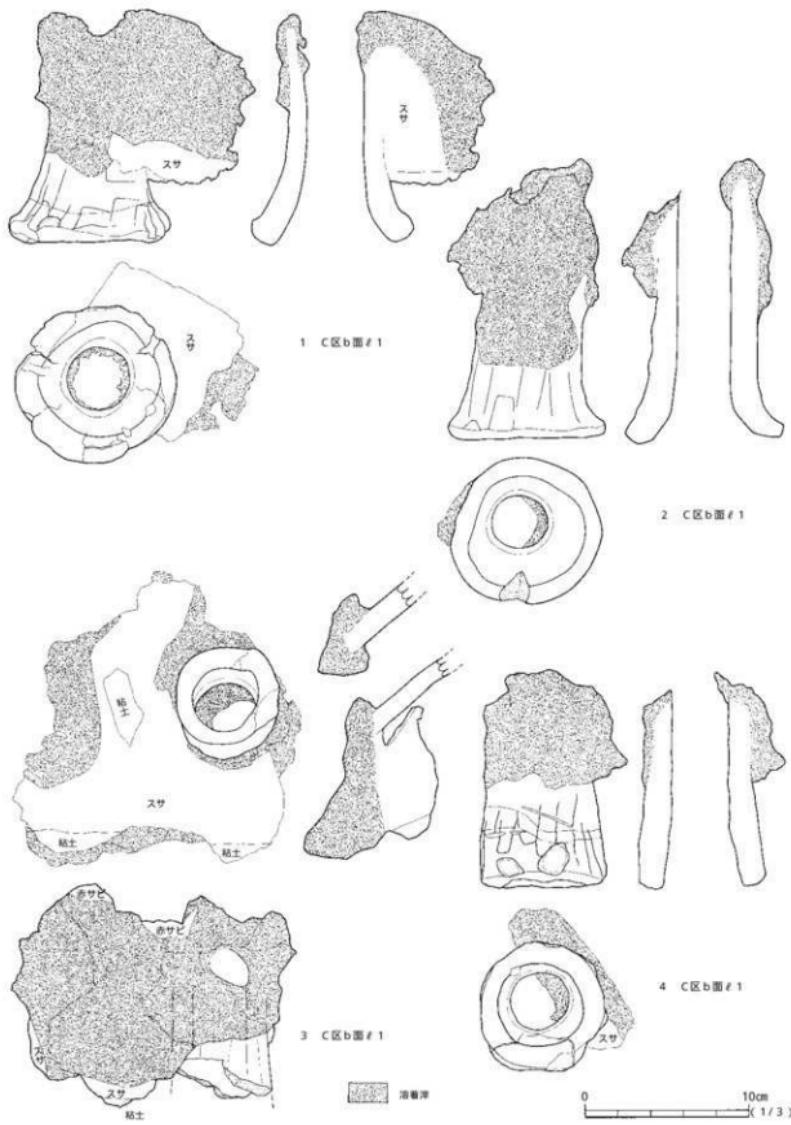


図18 1号製鉄炉C区(b面ℓ1)出土羽口(3)

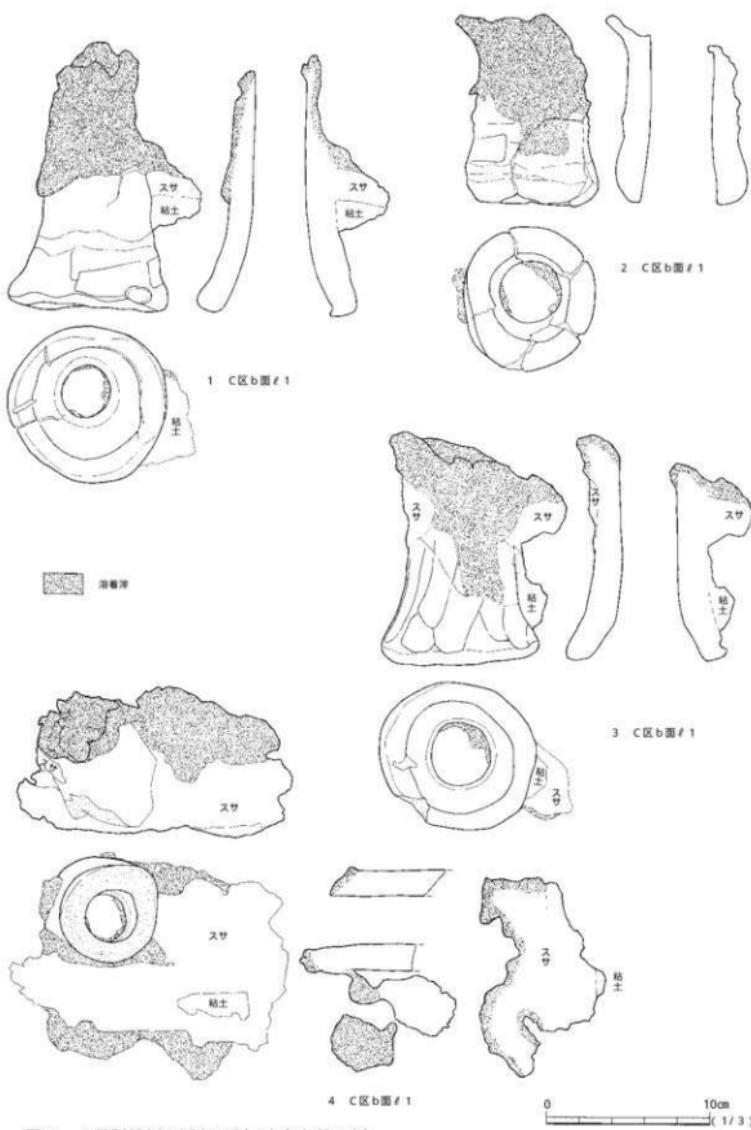


図19 1号製鉄炉C区(b面#1)出土羽口(4)

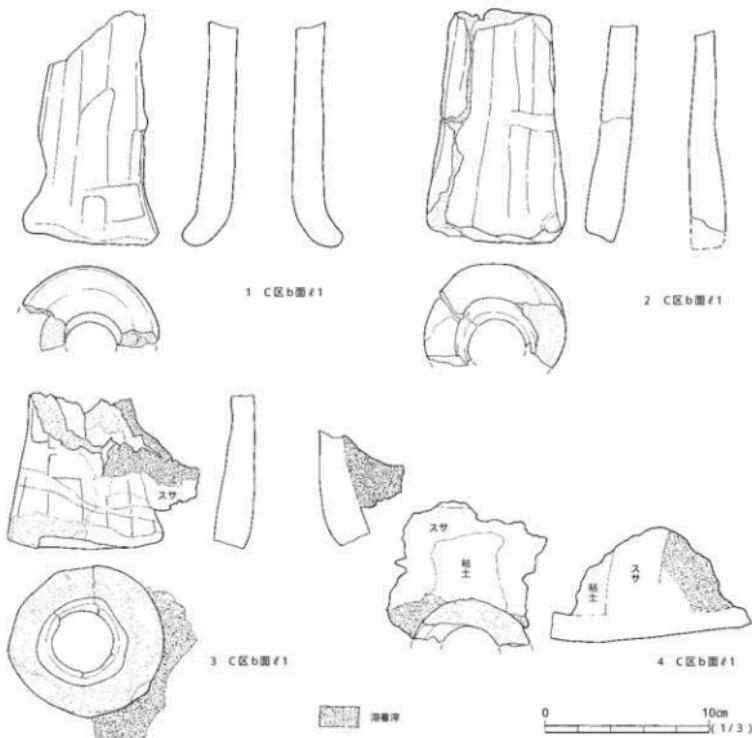


図20 1号製鉄炉C区(b面ℓ1)出土羽口(5)

反せず、先端部から直線的に広がる形状を呈している。図20-4は吸気部が欠損し、炉壁外面が遺存している資料である。羽口外面の調整ではヘラケズリ調整が多く、若干指オサエ痕が見られるものもある。

図18-3および図19-4は羽口装着炉壁の資料である。図18-3は炉壁に対しほぼ垂直に羽口が装着されている。部分的に炉材粘土が観察でき、炉壁内面には一部鎔化が認められる。図19-4は炉壁に対し羽口が斜めに装着されている。製鉄炉の長辺側でも端部付近の資料であろうか。炉壁外面が部分的に遺存している。

図20-1・2は炉壁未装着の羽口である。同図1は先端部から吸気部の一部にかけて欠損している。吸気部は大きく外反する形状を呈する。外面はヘラケズリ調整が確認できる。先端付近の内径は、推定で3.5cmを測る。同図2は1と同じく先端部から吸気部の一部にかけて欠損しているが、吸気部は緩やかに外反する形状を呈する。外面はヘラケズリ調整が確認でき、吸気部の口唇付近に

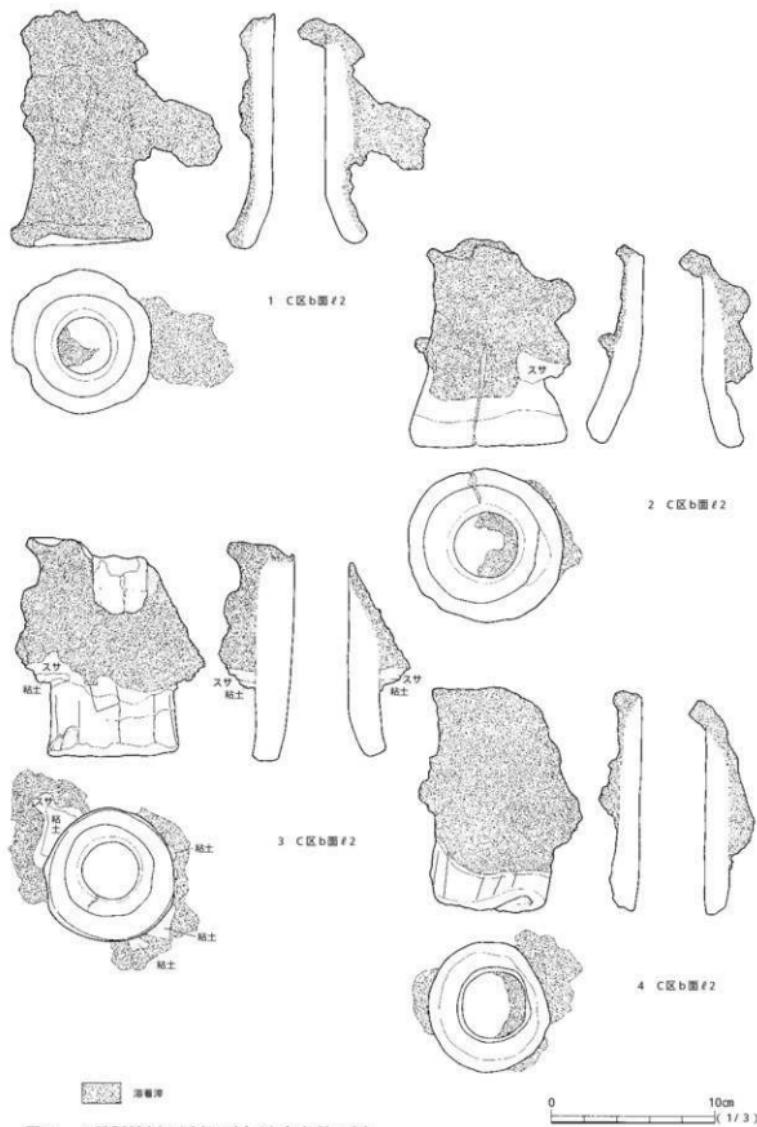


図21 1号製鉄炉C区(b面l2)出土羽口(1)

第2節 製鉄炉

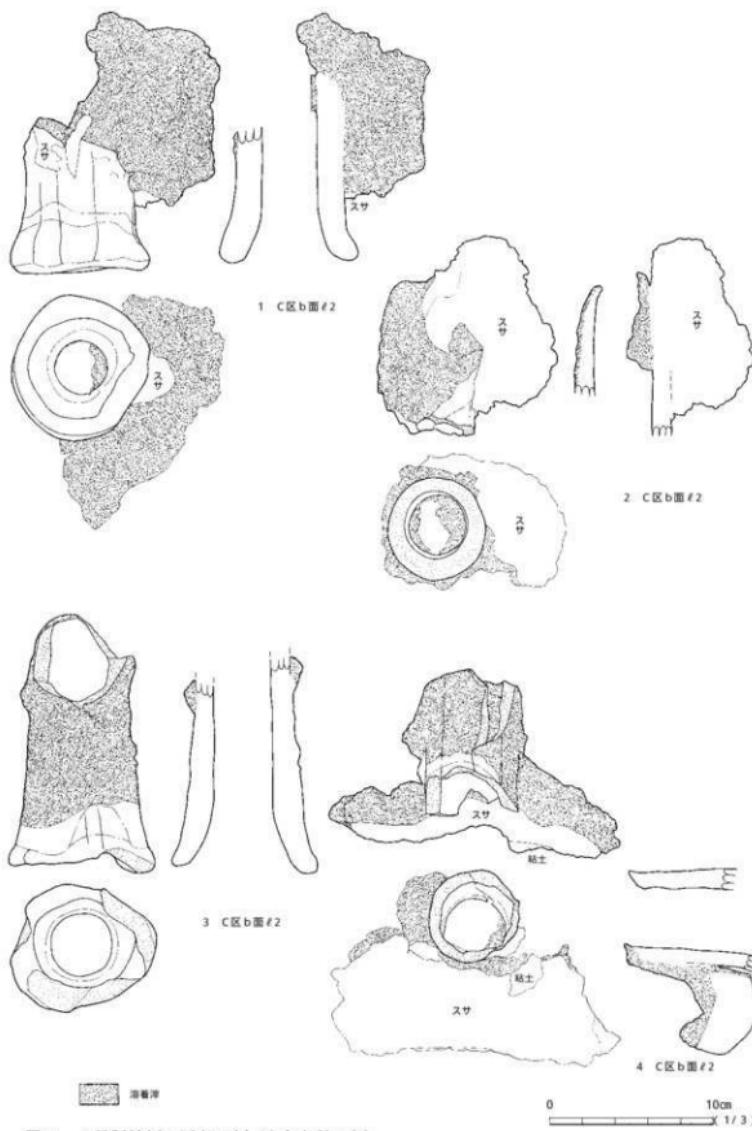


図22 1号製鉄炉C区(b面l 2)出土羽口(2)

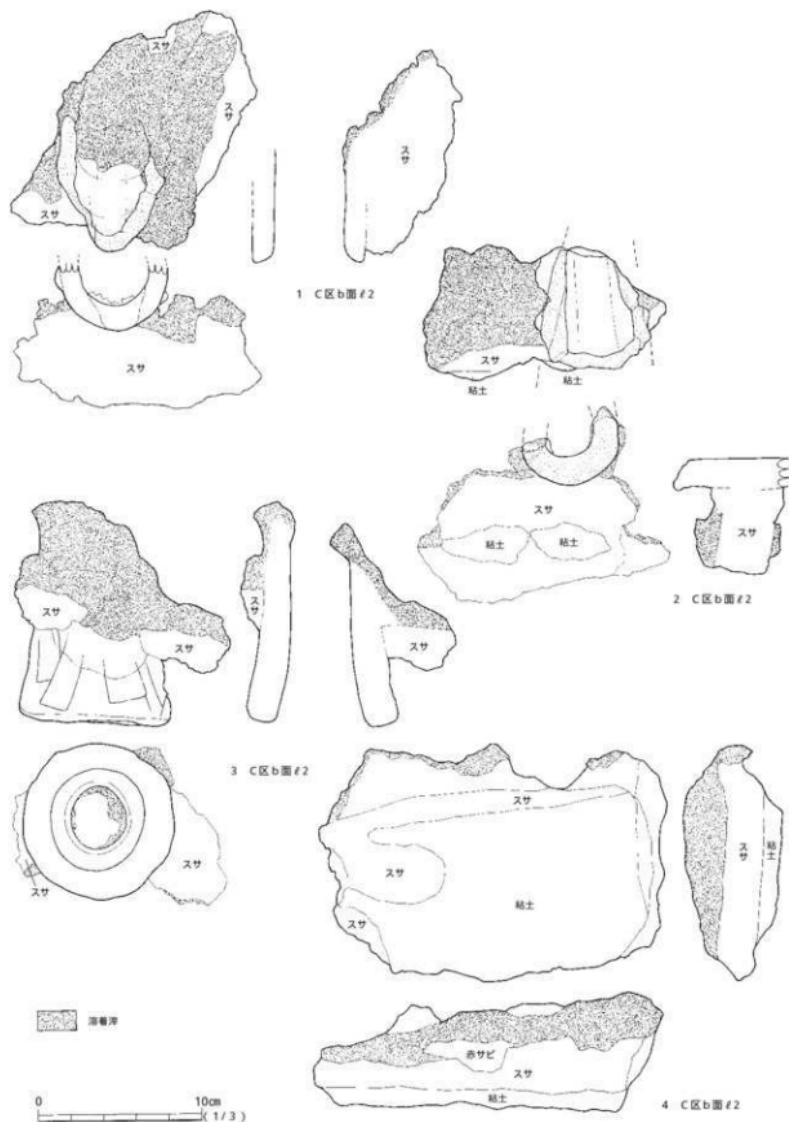


図23 1号製鉄炉C区(b面#2)出土羽口・炉壁(3)

第2節 製鉄炉

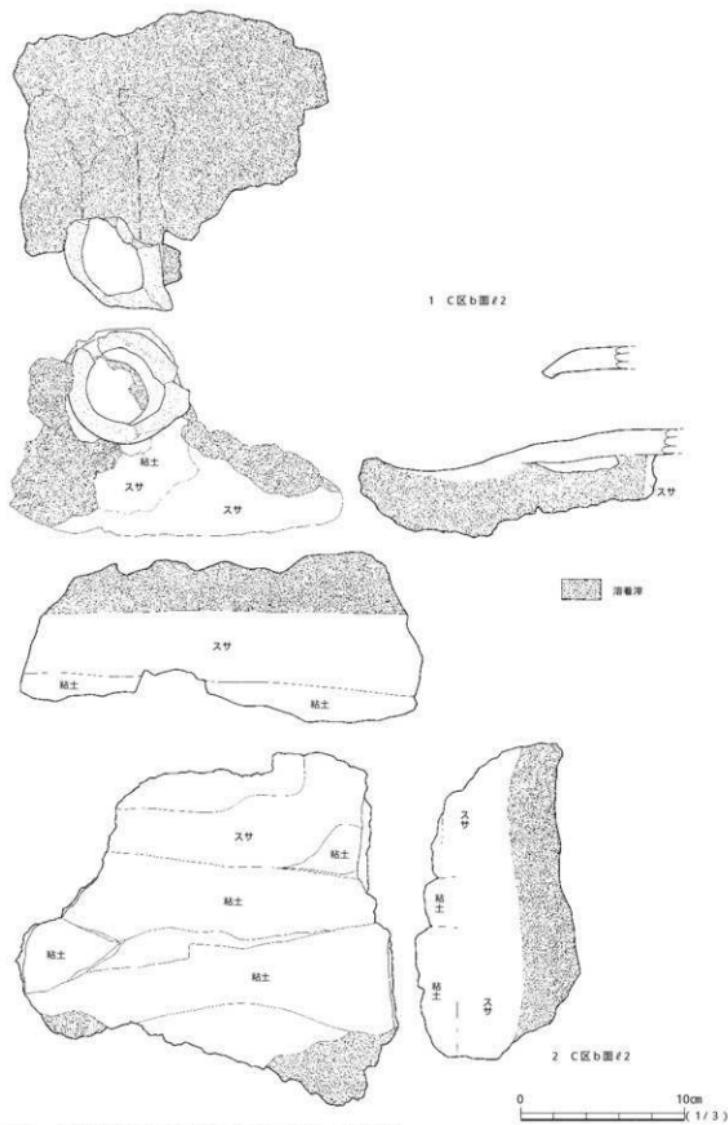


図24 1号製鉄炉C区(b面l 2)出土羽口・炉壁(4)

は指オサエ痕が認められる。先端付近の内径は、推定で3.5cmを測る。同図4は吸気部全体が欠損しているが、炉壁外面が部分的に遺存している資料である。

図21-1から図25-1は、同じく庵津場C区b面ℓ2から出土した羽口および羽口装着炉壁、炉壁の資料である。

図21-1から図22-3および図23-3は操業に使用された羽口である。吸気部の外反の度合いや形状には様々なものがある。図21-1・2および図22-1・3、図23-3は吸気部が強く外反する形状を呈する。図21-1は外面全体に溶着滓に覆われている。同図3・4は吸気部が外反せず、先端部からほぼ直線的に広がる形状を呈している。同図3には炉壁外面が部分的に遺存している。羽口外面の調整ではヘラケズリ調整が多く、同図3のように指オサエ痕が見られるものもある。図22-2は吸気部が欠損している資料である。

図22-4、図23-2および図24-1、図25-1は、羽口装着炉壁の資料である。そのほとんどは羽口の吸気部が欠損している。図22-4や図23-2のように炉壁外面が部分的に遺存しているものもみられる。

図23-4および図24-2は炉壁の資料である。図23-4は1個の炉材粘土が遺存している資料で

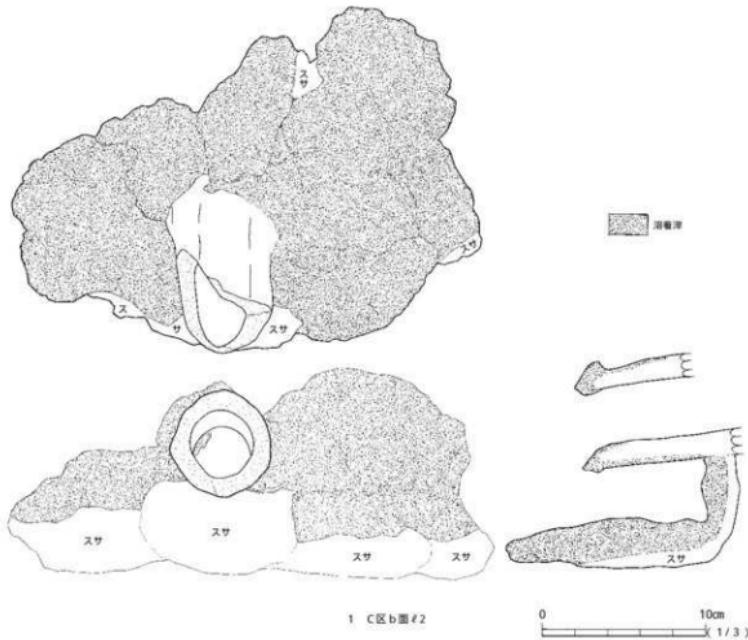


図25 1号製鉄炉C区(b面ℓ2)出土羽口(5)

第2節 製鉄炉

ある遺存状態は良く、その形状はレンガ状を呈する。炉壁の遺存厚は8cm程度である。

図24-2は2条の接合痕が観察でき、3個のレンガ状炉材粘土が接合している。炉壁の遺存厚は9cm程度である。

図26-1は、廃滓場D区b面ℓ1から出土した操業に使用された羽口である。吸気部の一部が欠損しているが、吸気部が僅かに外反する形状のものと思われる。羽口外面の調整はヘラケズリ調整である。

図27-1は、廃滓場D区b面ℓ2から出土した操業に使用された羽口である。吸気部が外反せず、先端部から直線的に広がる形状を呈している。羽口外面の調整はヘラケズリ調整であり、器圧は全体的に肥厚である。

図34-1・2は遺構外より出土した羽口の資料を掲載した。ともにT14グリッドからの出土であり、操業に使用された羽口である。1は吸気部先端が外反する形状を呈し、羽口外面の調整はヘラケズリ調整が施される。2は吸気部が欠損し、先端部分のみの資料であるが、全体的に溶着渾に覆われている。

(福 村)

ま と め

本製鉄炉は、炉背部に踏みふいごの掘形を有する長方形箱形炉である。調査区中央付近の、傾斜が比較的緩やかになる斜面上に構築されている。製鉄炉の周囲には、明確な掘り込みの作業場を持たない。後述する2・3号溝跡がコの字状に巡り、本製鉄炉の作業場と外界とを区画する機能をもっていたと思われる。作業面は2面確認され、これに伴い製鉄炉基礎構造も大きく改修している。送風装置では、遺存状態が悪くふいご掘形のみであったが、ふいご掘形と接続すると思われる小溝も確認できた。

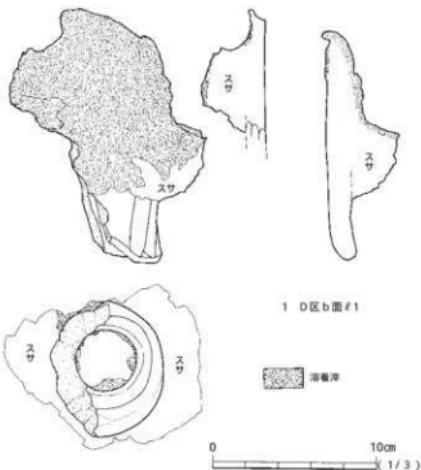


図26 1号製鉄炉D区(b面ℓ1)出土羽口

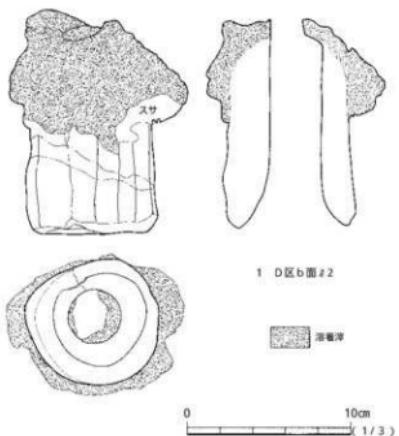


図27 1号製鉄炉D区(b面ℓ2)出土羽口

操業時堆積土中からは、総重量4.5tにおよぶ多量の鉄滓が出土したが、この鉄滓類は、ほとんどa作業面操業時段階のものである。a作業面操業時段階における鉄滓類は、後世の開墾時における削平のため消滅していた。

本製鉄炉の操業年代は、製鉄炉作業場および廃滓場からの土器等の年代を特定付ける遺物の出土が認められなかったため、明確な時期は断定しにくいが、本製鉄炉の構造の特徴から、およそ9世紀後半から10世紀初頭頃と考えている。

(福村)

第3節 土坑

1号土坑 SK01 (図28 図版11)

本遺構は、調査区中央西側寄りのP14・15、Q14・15グリッドに位置する土坑である。丘陵の斜面がやや緩やかになる緩斜面上に立地する。遺構検出面はLIII b上面である。本遺構と重複する遺構はないが、本遺構の下層のLIV上面には、4号土坑が存在する。南側3.0mには2号土坑が位置し、東方向に約8.5mの位置には、1号製鉄炉跡が所在する。

遺構内の堆積土は2層に分かれる。l1はやや粘性のある黒褐色シルトである。状況により、自然流入土と判断した。l2はやや粘性のある黒褐色シルトである。LIII bに相当する褐色シルトを含み、状況により、人為堆積と判断している。

平面形は南北方向に長軸をもつ梢円形であり、長軸方向はN40°Wである。現況の壁上端での規模は、南北長2.1m、東西長1.5mを測る。底面はLIII b上に形成され、ほぼ平坦で、南側にやや傾斜している。壁の立ち上がりは、南壁が急であり、他は比較的緩やかである。壁高は南壁が最大で15cmを測る。本遺構から出土した遺物はない。

本遺構の性格は不明であり、その時期も判然としない。ただ、本遺構の下層には1号製鉄炉跡に伴うと推定される木炭焼成土坑(SK04)が存在していることから、1号製鉄炉跡の最終操業後、堆積した後に築かれたものであると思われる。

(福村)

2号土坑 SK02 (図28 図版11)

本遺構は、調査区中央西側寄りのQ15・16グリッドに位置する土坑跡である。丘陵の斜面がやや緩やかになる緩斜面上に立地する。遺構検出面はLV上面である。本遺構と重複する遺構はない。北側3.0mには1・4号土坑が位置し、東側は3号土坑と接し、北東方向に約7.5mの位置には、1号製鉄炉跡が存在する。

遺構内の堆積土は3層に分かれる。l1は炭化物を若干含み、やや粘性のある黒褐色シルトである。斜面上方からの流れ込みの堆積状況を示すことから、自然堆積と判断した。l2はLIVに相当する黄褐色シルトを含み、やや粘性のある黒褐色シルトである。状況により、人為堆積と判断した。l3は上層の黒褐色シルトを粒状に含み、LIVに相当する黄褐色シルトである。状況により、人為

第3節 土 坑

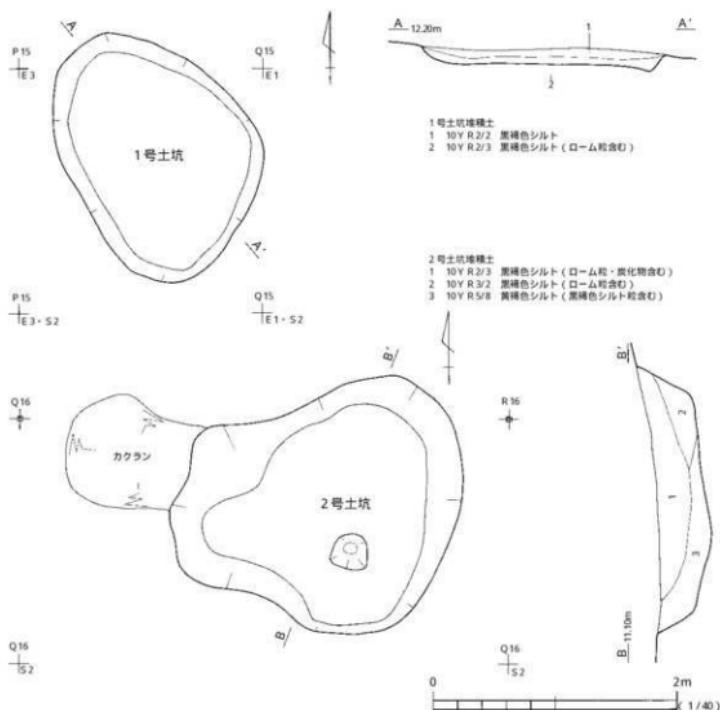


図28 1・2号土坑

堆積と判断した。

平面形は、東西方向に長軸をもつ不整梢円形であり、長軸方向はW 8° Nである。現況の壁上端での規模は、南北長2.1m、東西長2.4mを測る。底面は、LV上面に形成され、中央部が若干窪んでいるが、ほぼ平坦である。全体的に南側へやや傾斜している。壁の立ち上がりは、北壁が比較的緩やかであり、他はいずれも急である。壁高は、南壁が最大で45cmを測る。本遺構から出土した遺物はない。

本遺構の性格は不明であり、その時期も判然としない。

(福 村)

3号土坑 SK03 (図29 図版11)

本遺構は、調査区中央西側寄りのQ16, R16グリッドに位置する土坑である。丘陵の斜面がやや緩やかになる緩斜面上に立地する。遺構検出面はLV上面及びLV上面である。重複する遺構はない。本遺構のすぐ西には2号土坑が位置し、北東方向に約5.5mの位置には、1号土坑が存在する。

遺構内の堆積土は7層に分かれる。 $\ell 1 \sim 3$ は全体的に炭化物を含んでいる。特に、 $\ell 2$ においては、炭化物の帯状の堆積が認められる。製鉄炉方向からの流れ込みが確認されることから、状況により製鉄炉操業後の廃絶土と判断される。また、 $\ell 1$ には1号製鉄炉の鉄滓類の放棄が認められる。 $\ell 4 \sim 6$ は共に、LVに相応すると思われる黄褐色シルトを含み、 $\ell 5$ には炭化物を含んでいく。状況により、人為堆積と判断される。なお、 $\ell 7$ は壁面の崩落土と思われる。

平面形は、東西方向に長軸をもつ不整な梢円形であり、東半部分が若干膨らむ。長軸方向はW15°Nである。現況の壁上端での規模は、南北長2.3m、東西長3.4mを測る。底面は、LV及び製鉄炉操業以前の旧表土上(LV)に形成され、やや凹凸があり、全体的に南側に傾斜している。壁の立ち上がりは、いずれも緩やかであり、検出面からの深さは、中央付近が最大で40cmを測る。また、底

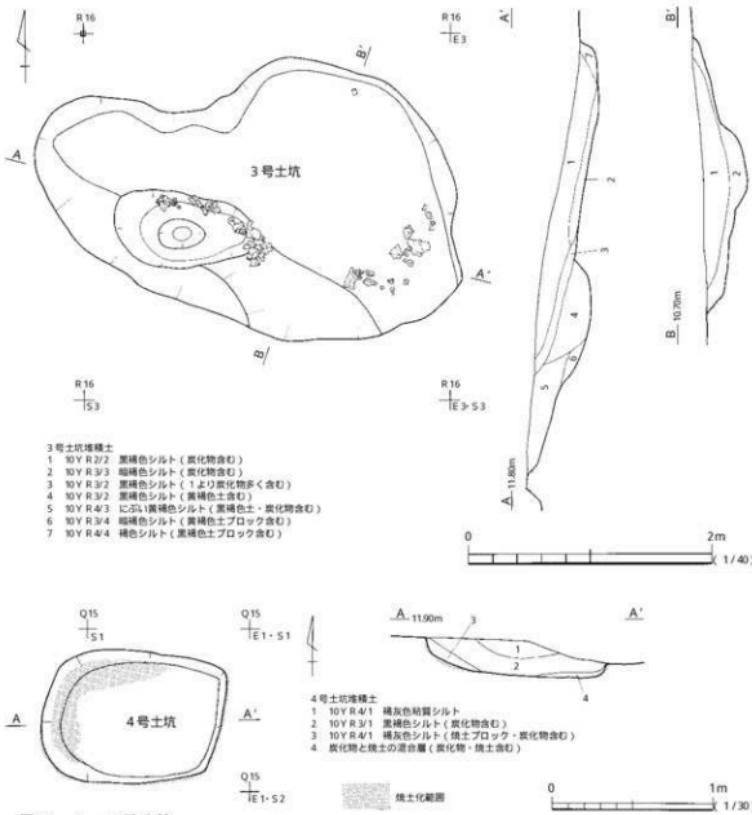


図29 3・4号土坑

第3節 土坑

面にはピットが一基認められる。本遺構の西半側に位置し、東西方向に長軸をもつ楕円形を呈している。底面からの深さは最大で約30cmであり、このピットからの遺物の出土はなかった。

本土坑からの出土遺物は、羽口片が10点出土している。これらのほとんどは、 $\ell 1$ からの出土である。各遺物とも摩滅が激しく、小破片なので同定し得なかった。この他、 $\ell 1$ より鉄滓2.2kg、炉壁7.9kg、炉底4.6kgが出土しているが、これらについては、1号製鉄炉跡の操業後の鉄滓類が流れ込んだものと判断している。

本土坑の所属時期については、1号製鉄炉跡と同時期の9世紀後半頃と考えられ、1号製鉄炉跡の鉄滓類の廃棄は、この土坑の機能が停止した後に行われたと思われる。
(福村)

4号土坑 SK04 (図29 図版11)

本遺構は、調査区中央西側寄りのP15・Q15グリッドに位置する土坑である。丘陵の斜面がやや緩やかになる緩斜面上に立地する。遺構検出面はLV上面である。重複する遺構はないが、本遺構の上層のLIII b上面には、1号土坑が存在する。南側2.5mには2号土坑が位置し、東方向に約9.0mの位置には、1号製鉄炉跡が存在する。遺構内の堆積土は4層に分かれ。 $\ell 1$ は褐色の粘質シルトであり、状況により、自然堆積と判断した。 $\ell 2$ は炭化物をブロック状に含む黒褐色シルトであり、状況により、人為堆積と判断している。 $\ell 3$ は褐色シルトであり、焼土と炭化物が含むことから、 $\ell 4$ の焼土と炭化物の混合層を合わせて、土坑使用時に堆積したと思われる。

平面形は、東西方向に長軸をもつ隅丸長方形であり、長軸方向はW8°Nである。現況の壁上端での規模は、南北長0.8m、東西長1.1mを測る。底面はLIV上に形成され、ほぼ平坦で、南側にやや傾斜している。壁の立ち上がりは、いずれも急である。壁高は南壁が最大で20cmを測る。また、底部の一部と東壁及び西壁と南壁の一部には被燃による厚さ1~3cmの焼土化状況が認められた。本遺構から出土した遺物はない。

本遺構は、壁面が焼土化していることや、底面上には炭化物層が堆積していたことから判断して、木炭焼成土坑と考えている。なお、出土遺物がないため使用時期を限定しにくいが、その機能から判断して、本遺跡で検出された1号製鉄炉跡と同じ9世紀後半から10世紀初頭頃と推定される。

(福村)

第4節 溝跡

1号溝跡 SD01 (図30 図版12)

本遺構は、調査区中央西側寄りのQ16・17, R17グリッドに位置する溝跡である。地形の傾斜に直行する状態で北西から南東方向へほぼ直線状に走る。遺構検出面はLIII b上面である。本遺構と重複する遺構はない。LVに相応する青灰色のシルト質岩が、遺構内に敷き詰められている状態で確認した。本溝跡の東方向1.5~2.0mの位置には、2・3号土坑が存在する。

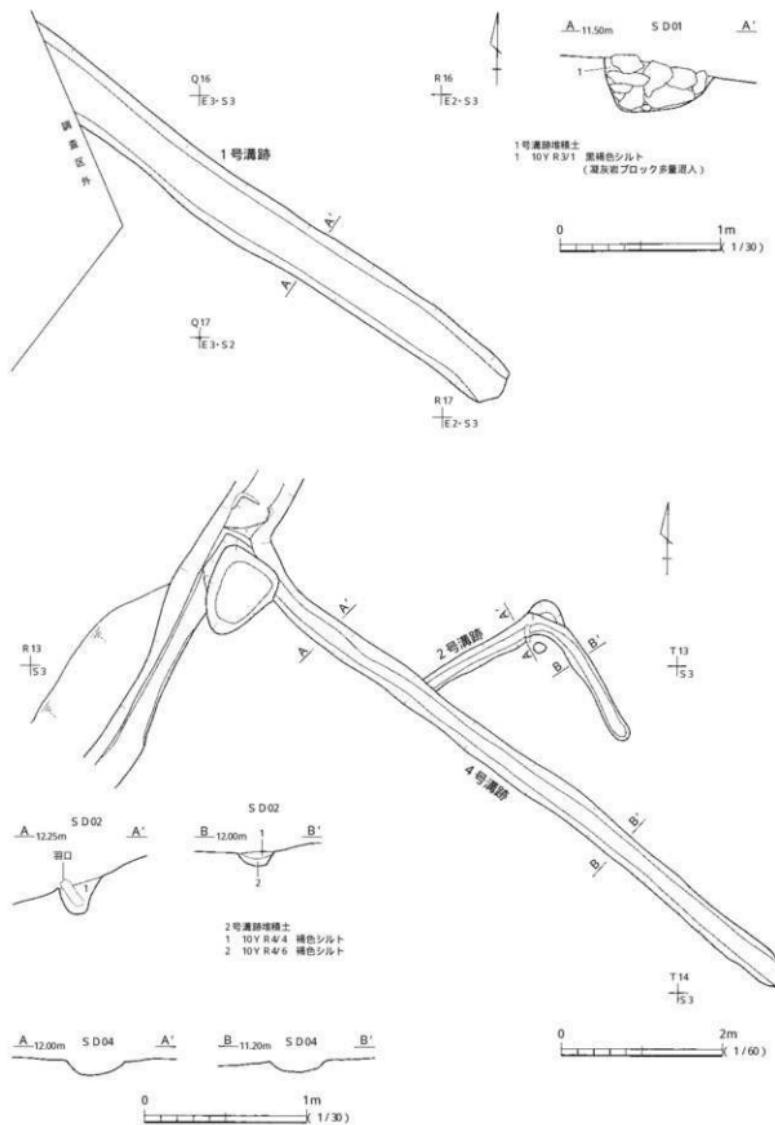


図30 1, 2, 4号溝跡

第4節 溝跡

遺構内堆積土は1層である。黒褐色シルトと共に、LVIにあたる青灰色のシルト質岩の破片が遺構内全体において敷き詰められている。明らかに人為堆積である。

本溝跡は、上端幅60~70cm、下端幅40~50cmでほぼ一定であり、斜面の傾斜に直行しながら北西から南東方向に向かって一直線上に延びている。その長さは全長約6.8mである。北西端は調査区外に延びているが、南東端は、地形の急な落ち込みによって収束する。壁の立ち上がりは急であり、検出面からの深さは30~40cmを測る。断面形はU字状を呈す。底面は南東側に向かって低くなる。

本遺構からは、遺物の出土は認められなかった。しかし、堆積土中には全体的にシルト質岩を敷き詰めており、沢への落ち込み付近へ注水しているような形態であることから、沢へ導水した排水施設と思われる。所属時期は不明であるが、本溝跡の検出面が、製鉄炉検出面よりも上位にあることから、製鉄炉の操業時段階よりは年代が下ることは確実である。
(福村)

2号溝跡 SD02 (図30・31 図版13)

本遺構は、調査区中央付近のS13グリッドに位置する溝跡である。地形の傾斜に直交及び直行する状態でL字状に走る。斜面に直交する西端において4号溝跡と重複し、状況により、本溝跡の方が古い。

遺構検出面はLV及びLVI上面であり、褐色土系の粘質シルトで埋まったL字型の範囲を確認した。本溝跡の南西方向3.0mには1号製鉄炉跡が位置する。

遺構内堆積土は2層に分層した。l1は、やや粘性のある褐色シルトである。斜面上位からの流れ込みであることが確認される。状況により、自然堆積と判断した。l2はやや粘性のある褐色シルトであり、l1より若干明るい。状況により、自然堆積と判断した。本溝跡は、上端幅20~30cm、下端幅10~15cmであり、斜面に対してほぼ直交する部分と、東端で垂直に屈曲し斜面に直行する部分とに分かれ、L字状を呈している。西端は4号溝跡に切られ削平されている。南端部付近は、本溝跡の底面と検出面が、同一の高さになって消滅することから、本来はもっと延びていたと思われる。現況で確認できたその長さは、東西遺存長1.9m、南北遺存長2.1mを測る。底面はLVI上に形成され、若干凹凸を呈する。壁の立ち上がりは急であり、検出面からの深さは10~20cmを測り、屈曲する北東隅付近では段上を呈する。断面形は全体的にU字状を呈す。底面は南側に向かって低くなる。本溝跡の斜面に直行する部分と、後述する3号溝跡はほぼ並行する。本遺跡の西側付近は、LIIによる削平部分が多く、3号土坑の北端部付近は、溝跡の底面と検出面が同一の高さになって消滅することより、

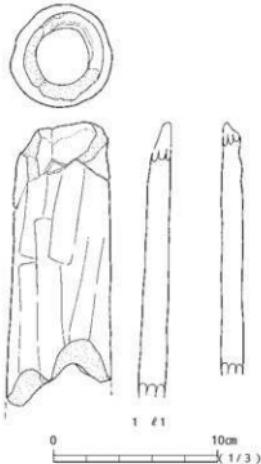


図31 2号溝跡出土遺物

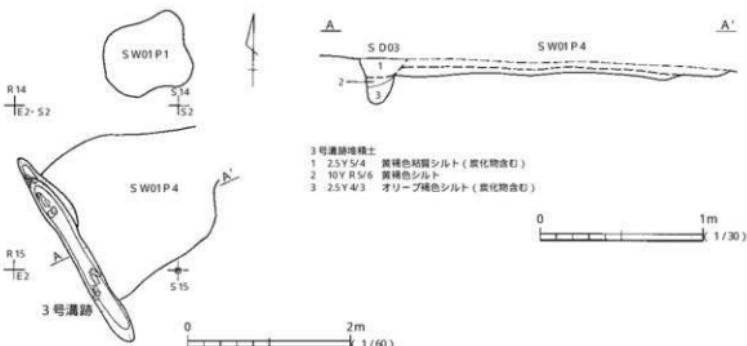


図32 3号溝跡

本来は現況よりも延びていたことを考えると、3号溝跡と合わせて同一溝を形成していた可能性は高い。そうなれば、コの字状を呈している溝を構成していたことになる。

また、後述する3号溝跡では、1号製鉄炉跡の2回の操業に際して溝の改築が認められたが、溝跡は、操業に伴う改築は確認できなかった。なお、本溝跡の堆積土内より炉壁未装着の羽口1点が出土した(図31)。吸気部および先端部の一部を欠損している。遺存部分はほぼ円筒形である。

内径は3.2cmを測り、外面調整はヘラケズリを施している。色調は黄橙色を呈し、焼成が完全に終了していないためか、表面の砂粒が剥落する。

(福村)

3号溝跡 SD03 (図32 図版14)

本遺構は、調査区中央付近のR14・15グリッドに位置する溝跡である。地形の傾斜に直行する状態で北から南へ走る。遺構検出面はLV上面である。本遺構と重複する遺構はないが、前述した作業場であるP4と、本溝跡の東辺全体がほぼ接する。炭化物を含む黄褐色土系の粘質シルトが埋まった状態で確認された。本溝跡の東方向2.0mには1号製鉄炉跡がほぼ併行するように位置する。

遺構内堆積土は3層に分層した。l1はやや粘性があり炭化物を含む黄褐色粘質シルトである。本層中には、1号製鉄炉跡の操業時に伴う鉄滓類を包含することから、状況により、操業廃絶後の流入土と判断される。l2はやや締まりのある黄褐色シルトである。l1より若干明るい。溝跡内全体に認められ、比較的堅く締められていることから、状況により人為堆積と判断される。l3は締まりのないオリーブ褐色シルトである。本層中には、炭化物を多く含んでいる。状況により、1号製鉄炉跡操業後の流入土と判断される。現況で確認できた長さは、南北遺存長2.6mを測る。底面や壁は、前述した作業場P4が、1号製鉄炉跡の2回の操業に際して、構築がなされているに伴い、それに合わせて本溝跡も改築がなされていることが、遺構堆積土状況により認められる。

次に、a作業面、b作業面と本溝跡の状況について説明する。a作業面における本溝跡は、遺構

第4節 溝跡

内堆積土状況により、上端幅25cm、下端幅15cm程であり、底面は、遺構内堆積土 ℓ_2 上に形成される。 ℓ_2 は、本溝跡を形成する際の構築土と判断している。層厚は、4~6cm程度である。壁の立ち上がりは緩やかであり、検出面からの深さは12cmを測り、断面形はU字状を呈す。底面の傾斜等は不明である。遺構内堆積土である ℓ_1 は、状況により、a操業終了後の1号製鉄炉跡からの流入土であると思われる。

b作業面における本溝跡は、上端幅25~30cm、下端幅15~20cmであり、底面はLV上に形成され、若干凹凸を呈する。壁の立ち上がりは急であり、検出面からの深さは20~30cmを測り、断面形はU字状を呈す。底面は南側に向かって低くなる。遺構内堆積土である ℓ_3 は、状況により、b操業終了後の1号製鉄炉跡からの流入土であると思われる。

本溝跡の北側付近は、LⅡによる削平部分が多く、北端部付近は、溝跡の底面と検出面が同一の高さになって消滅することより、本来は現況よりも延びていたと思われる。そうなれば前述した2号溝跡と合わせて同一溝を形成していた可能性は高く、コの字状を呈している溝を形成していたことになり、本溝跡はその西辺を形成していたことになる。1号製鉄炉跡における作業場と外界とを区画する溝跡として機能していたと考えられる。

(福村)

4号溝跡 SD04(図30)

本遺構は、調査区中央付近のR13、S13・14、T14グリッドに位置する溝跡である。地形の傾斜に直行する状態で北西から南東方向へ走る。遺構検出面はLⅢb上面である。本遺構と2号溝跡が重複し、土層状況より本溝跡の方が新しい。本溝跡は、LⅡを掘り下げ後検出されたため、遺構内堆積土は確認することができなかった。

本溝跡は、上端幅30~40cm、下端幅12~20cmでほぼ一定であり、斜面に直行しながら北西から南東方向に向かってほぼ一直線上に延びている。その長さは全長約6.9mである。北西端は、旧古道跡の階段状遺構のある落ち込み状の窪みから始まり、南東方向へ延びているが、南東端は、本溝跡の底面と検出面が、同一の高さになって消滅することから、本来はもっと延びていたと思われる。壁の立ち上がりは緩やかであり、検出面からの深さは5~10cmであり、底面は凹凸を呈す。断面形はU字状を呈す。なお、本溝跡の北半はLVを削り貫いて構築されている。底面は南東側に向かって低くなる。本溝跡の性格は、旧古道跡の階段状遺構のある落ち込み状の窪みから始まることから、階段状遺構より流れ出た水を窪みに溜め、その水を調査区の南東方向に位置する沢へ排水するための施設と考えられる。旧古道も本溝跡と同じLV直下での検出であるため、同時に存在していたと考えられる。

(福村)

5号溝跡 SD05(図33 図版15)

本遺構は、調査区西側付近のP18、Q18・19グリッドに位置する溝跡である。地形の傾斜に対してほぼ直交する状態で北西から南方向へ走り、その標高は約10.50~11.50mを測る。遺構検出面は

L VI上面である。本遺構と重複する遺構はない。本溝跡は、遺構検出段階において、L III aの掘り下げ後、基盤層であるL VIが現われ、この基盤層を削り貫いて構築している状態で検出された。

本溝跡は、上端幅30~35cm、下端幅10~15cmでほぼ一定であり、湾曲しながら北西から南方向に向かって弧状に延びている。北西端は調査区外に延びているが、南端は、後述する7号溝跡に結合する。その長さは全長約7.2mである。壁の立ち上がりはほぼ垂直であり、検出面からの深さは5~10cmであり、断面形はコの字状を呈す。底面は平坦であり、若干凹凸を呈す。7号溝跡と結合する南に向かって低くなる。本溝跡からは、遺物の出土は認められなかった。

本溝跡は、斜面上位より流れ出た水を受け止め、その水を後述する7号溝跡へ導水した施設と考えられる。しかし、本溝跡の北西側が調査区外へ延びているので、全体的な解釈はできない。本溝跡から出土した遺物はなく、所属時期等は不明である。

(福村)

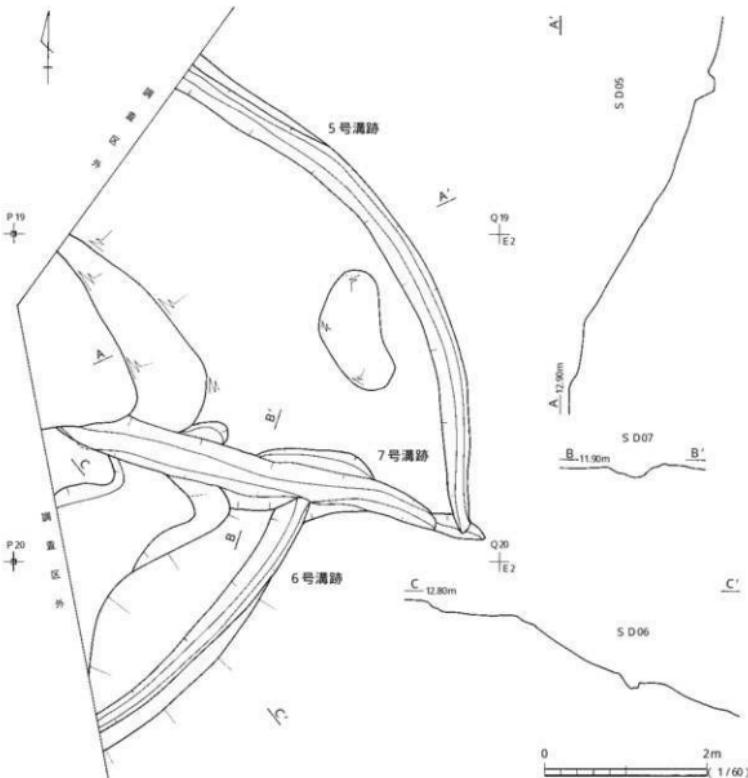


図33 5~7号溝跡

6号溝跡 SD06 (図33 図版15)

本遺構は、調査区西端付近のP19・20グリッドに位置する溝跡である。地形の傾斜に対して直行する状態で南西から北東方向へ走り、その標高は約11.50～12.00mを測る。遺構検出面はLVI上面である。本遺構と重複する遺構はない。本溝跡は、遺構検出段階において、LIIIaの掘り下げ後、基盤層であるLVIが現れ、この基盤層を削り貫いて構築している状態で検出された。

本溝跡は、上端幅30～40cm、下端幅10～15cmでほぼ一定であり、湾曲しながら南西から北東方向に向かって弧状に延びている。その長さは全長約4.0mである。南西端は調査区外に延びているが、北東端は7号溝跡に結合する。壁の立ち上がりはほぼ垂直であり、検出面からの深さは5～10cmである。断面形はコの字状を呈す。底面は平坦であり、若干凹凸を呈す。7号溝跡と結合する北東に向かって低くなる。本溝跡からは、遺物の出土は認められなかった。

本溝跡は、斜面上位より流れ出た水を受け止め、その水を後述する7号溝跡へ導水した施設と考えられる。しかし、本溝跡の南西側が、調査区外へ延びているので、全体的な解釈はできない。本溝跡から出土した遺物はなく、所属時期等は不明である。
(福村)

7号溝跡 SD07 (図33 図版15)

本遺構は、調査区西侧付近のP19、Q19グリッドに位置する溝跡である。地形の傾斜にほぼ直行する状態で西から東方向へ走る。標高約12.90mで調査区西端のP19グリッドより現れ、同約10.20mで調査区西侧のQ19グリッドで収束し、その比高差は2.7mを測る。遺構検出面は基盤層のLVI面である。本遺構と重複する遺構はない。本溝跡は、遺構検出段階において、LIIIaの掘り下げ後、基盤層であるLVIが現れ、この基盤層を削り貫いて構築している状態で検出された。

本溝跡は、上端幅30～50cm、下端幅15～25cmと不規則であり、斜面にはほぼ直行しながら西から東方向に向かって直線状に延びている。その長さは全長約5.7mである。標高11.50m付近で6号溝跡の北東端と結合し、標高10.50m付近で5号溝跡の南端と結合する。壁の立ち上がりは緩やかであり、検出面からの深さは10～15cmである。断面形は緩いU字状を呈す。底面は凹凸が激しい。本溝跡からは、遺物の出土は認められなかった。

本溝跡は、斜面に対して直交する5・6号溝跡が、斜面上位より流れ出た水を受け止め、その水を斜面に向かって直行する本溝跡に導水していたと思われる。そしてその水を、調査区の南東方向に位置する沢へ排水するための施設と考えられる。本溝跡から出土した遺物はなく、所属時期等は不明である。
(福村)

旧古道跡 (図5)

本遺構は、調査区北半付近を北東から南東付近にかけて延びる旧古道跡である。調査区北半の急な斜面がやや緩やかになる緩斜面との境に立地する。遺構検出面はLIV上面及びLVI上面である。

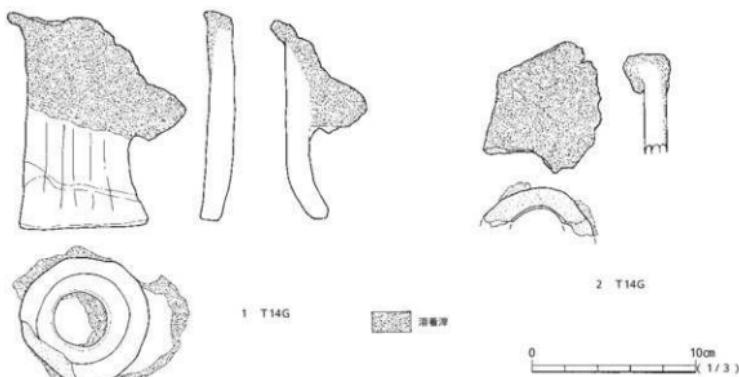


図34 遺構外(T14G)出土羽口

本遺構と重複する遺構はない。本遺構のすぐ西には2号土坑が位置し、北東方向に約4.5mの位置には、1号製鉄炉跡が存在する。本溝跡は、遺構検出段階において、LⅡの掘り下げ後、基盤層であるLⅥが現われ、この基盤層を削り貫いて構築している状態で検出された。

旧古道跡は、上端幅30~50cm、下端幅20~30cmとほぼ一定であり、南西から北東方向に向かってほぼ直線状に延びている。その長さは全長約17.5mである。底面はほぼ平坦である。旧古道跡からは、遺物の出土は認められなかった。R13グリッド付近の斜面が変換する境において階段状の施設が認められる。古道の両側付近において、ほぼ水平に整えたと思われる岩盤を削った刻みがみられ、これらは3段を有する。中央には段差が顕著に見られないことから、板材をこの両側の刻みに付設したと思われる。この階段状遺構の下方には、LⅥを削り貫いた、長軸1.0m、短軸0.8m、深さが15cm前後を呈する梢円形状の窪みが存在する。その窪みより、前述した4号溝跡が、南東方向に向かってほぼ直線状に延びている。形状によりこの窪みは、階段状遺構より流れ出た水を窪みに溜め、それを4号溝跡により排水した貯水施設であると判断した。

本遺構の所属時期は、不明である。しかし、この旧古道跡に付随する4号溝跡が、1号製鉄炉跡に伴う2号溝跡を切っていることから、明らかに製鉄操業以後の所産である。

(福村)

第4節 溝 跡

表4 羽口の計測表

図番号	出土地点	先端部			最大長	外面調整	写真番号	備考
		内径	内径	外径				
12図1	P 1 ℓ 1	3.4	4.7	7.9	22.2	ヘラケズリ	図版16	未使用羽口
12図2	P 1 ℓ 1	3.2	4.7	7.9	22.2	ヘラケズリ	図版16	未使用羽口
12図3	P 1 ℓ 1	3.2	—	—	×16.4	ヘラケズリ	図版16	未使用羽口・吸気部欠損
12図4	P 4 ℓ 1	3.2	—	—	×11.2	ヘラケズリ	図版16	吸気部欠損
13図1	B1K b面ℓ 1	3.7	6.4	8.9	×12.7	ヘラケズリ	図版16	
13図2	B1K b面ℓ 1	3.5	6.5	9.2	×12.5	ヘラケズリ	図版16	
13図3	B1K b面ℓ 1	3.3	—	—	×16.5	ヘラケズリ	図版17	吸気部欠損
13図4	B1K b面ℓ 1	4.0	6.2	9.0	× 9.7	ヘラケズリ	図版17	
14図1	B1K b面ℓ 1	3.5	6.5	9.7	×12.5	ヘラケズリ	図版17	
14図2	B1K b面ℓ 1	3.0	7.3	9.1	×18.8	ヘラケズリ	図版17	
14図3	B1K b面ℓ 1	3.8	5.8	8.2	×12.2	ヘラケズリ	図版17	
15図1	B1K b面ℓ 2	3.5	6.7	8.4	×13.9	ヘラケズリ	図版17	
15図2	B1K b面ℓ 2	3.2	—	—	×12.0		図版18	吸気部欠損
16図1	C1K b面ℓ 1	3.5	6.3	9.0	×11.2		図版18	
16図2	C1K b面ℓ 1	3.6	7.4	8.6	×14.0		図版18	
16図3	C1K b面ℓ 1	3.8	7.0	9.4	×10.8	ヘラケズリ	図版18	
16図4	C1K b面ℓ 1	3.9	6.0	9.3	×14.1	ヘラケズリ	図版19	
16図5	C1K b面ℓ 1	3.8	8.0	9.5	× 9.7	ヘラケズリ	図版19	
17図1	C1K b面ℓ 1	3.9	6.7	8.9	×13.3		図版19	
17図2	C1K b面ℓ 1	3.6	6.3	9.2	×12.5	ヘラケズリ	図版19	
17図3	C1K b面ℓ 1	3.2	5.5	8.3	×15.0	ヘラケズリ	図版19	外面赤錆付着
17図4	C1K b面ℓ 1	3.8	5.6	7.4	×12.8	ヘラケズリ	図版19	
18図1	C1K b面ℓ 1	3.8	7.7	9.9	×14.3	ヘラケズリ・指オサエ?	図版20	
18図2	C1K b面ℓ 1	3.3	6.2	9.6	×16.7	ヘラケズリ	図版20	
18図3	C1K b面ℓ 1	3.6	—	—	×12.7	ヘラケズリ	図版20	吸気部欠損 外面赤錆付着
18図4	C1K b面ℓ 1	3.5	4.8	7.7	×13.5	ヘラケズリ・指オサエ	図版20	
19図1	C1K b面ℓ 1	3.0	7.2	9.7	×14.4	ヘラケズリ	図版20	
19図2	C1K b面ℓ 1	3.8	4.8	8.1	×11.7	ヘラケズリ	図版20	
19図3	C1K b面ℓ 1	3.4	6.8	9.8	×13.6	ヘラケズリ	図版21	
19図4	C1K b面ℓ 1	3.0	—	—	×13.6		図版21	吸気部欠損
20図1	C1K b面ℓ 1	3.5	(7.0)	(9.7)	×13.8	ヘラケズリ	図版21	未使用羽口
20図2	C1K b面ℓ 1	3.5	—	8.6	×14.3	ヘラケズリ	図版21	未使用羽口
20図3	C1K b面ℓ 1	3.8	(5.9)	(9.5)	× 9.5	ヘラケズリ	図版21	吸気部欠損
20図4	C1K b面ℓ 1	(3.8)	—	—	×12.2		図版21	吸気部欠損
21図1	C1K b面ℓ 2	3.2	5.4	8.6	×14.3		図版22	全体に溶着津
21図2	C1K b面ℓ 2	3.8	6.8	9.7	×12.2		図版22	
21図3	C1K b面ℓ 2	3.4	5.6	8.0	×13.3	ヘラケズリ・指オサエ	図版22	
21図4	C1K b面ℓ 2	4.0	4.4	7.4	×13.4		図版22	
22図1	C1K b面ℓ 2	3.3	6.7	8.5	×15.8	ヘラケズリ	図版22	
22図2	C1K b面ℓ 2	3.6	—	—	×12.0		図版22	吸気部欠損
22図3	C1K b面ℓ 2	3.7	6.2	9.0	×15.2		図版23	
22図4	C1K b面ℓ 2	3.7	—	—	× 8.7		図版23	吸気部欠損
23図1	C1K b面ℓ 2	4.3	—	—	×12.4		図版23	吸気部欠損
23図2	C1K b面ℓ 2	(3.5)	—	—	× 7.3		図版23	吸気部欠損
23図3	C1K b面ℓ 2	3.6	5.6	9.3	×13.5	ヘラケズリ	図版24	
24図1	C1K b面ℓ 2	3.6	—	—	×16.4		図版24	吸気部欠損
25図1	C1K b面ℓ 2	3.6	—	—	×16.5		図版24	吸気部欠損
26図1	D1K b面ℓ 1	3.8	5.7	8.4	×15.3	ヘラケズリ	図版24	
27図1	D1K b面ℓ 2	3.2	5.5	7.8	×13.8	ヘラケズリ	図版25	
31図1	S D 2 ℓ 1	3.2	—	—	×15.8	ヘラケズリ	図版16	吸気部欠損
34図1	T14G	3.2	5.7	7.9	×12.8	ヘラケズリ	図版25	
34図2	T14G	—	—	—	× 7.2		図版25	吸気部欠損 外面赤錆付着

() : 検定値。× : 選択値を示す

第3章 まとめ

北迫A遺跡は、調査面積が800m²で、南面する小丘陵の緩斜面に展開する奈良～平安時代の製鉄生産跡である。今回の発掘調査で確認された遺構は、製鉄炉跡1基、土坑4基、溝跡7条、旧古道跡1条である。出土した遺物は、本遺跡の性格が製鉄遺跡であるため、羽口片や鉄滓、鉄塊系遺物、炉壁、炉底が主体を占め、その他若干ではあるが弥生土器片がある。本章では、北迫A遺跡で確認できた事象について、簡単なまとめを記述する。

今回の報告に際して最も留意した点は、製鉄炉の作業面の認定である。製鉄炉は、構築から操業、廃棄までが堆積土の断面状態に明確に観察できる遺構である。そのため、作業面の認定は欠くべからざる作業であると思われる。この作業により、1つの作業面ごとの構築時堆積土、操業時堆積土、廃棄後堆積土の3種類の堆積土が判別され、その後に各作業面の構築状況、操業復元などが可能となる。作業面の認定は、遺跡基底面が黄褐色シルトであったため、黄褐色シルトの直上に焼土粒や炭化物粒の多量の堆積土が見られる黒色シルト層を鍵層とすることとした。その結果、今回検索された1号製鉄炉跡で2面の作業面を確認することができた。そして、これに伴い操業時堆積土の主体を占める排出した鉄滓の出土量に各作業面ごとの変化が読み取れた。今回の調査では、操業時堆積土の内容を、鉄滓・鉄塊系遺物・炉壁・炉底の4種類に種分けしたが、これがさらに細分される各作業時の状態がより明確になるものと思われる。

以下に、今回の作業から把握できた製鉄炉の構造について記述する。

製鉄炉の構造 今回確認できた製鉄炉は、全て土坑状の落ち込みの壁面と底面の一部が赤色熱変化を受け、堅く締まつたいわゆる基礎構造を有する箱形炉の範ちゅうに入る。製鉄炉の周囲に作業場と呼称した台形状の落ち込みを有し、その作業場と製鉄炉の周囲をコの字状に巡る溝跡が外界と作業場とを区画している。製鉄炉基礎構造の形態は長楕円形を呈する。時期的には、作業場や廃滓場等からの時期を特定できる土師器や須恵器等が出土しなかったため、明確な時期は断定できないが、本製鉄炉の特徴から、およそ9世紀後半から10世紀初頭頃と判断している。

製鉄炉の炉背部に付属する踏みふいごは平面形が長方形を呈し、その規模は長辺約2.7m、短辺約0.8mを測る。踏みふいごから一段低い所にそれと中心軸を同じくして炉が構築される。炉が構築される所は炉の平面形に合わせて浅く掘られ、炭化物や焼土を利用して基礎構造を作り、炉本体の構築を行っている。本製鉄炉では、基礎構造内堆積土の堆積状況から、製鉄炉基礎構造を造り替えていていることが判明した。造り替えの際には、基礎構造内に充填した堆積土を除去し、さらに掘り込んでから基礎構造を構築する方法を採用している。

炉壁では、内面にスサを多く含んだ粘土、外面にスサの量が少ない粘土という2種類の粘土をサンドイッチ状態にして1個の炉材粘土を構成していることが確認された。このような状態の異なる粘土を使用する事由は、内側は製鉄炉内部の温度を逃さず保温性を高め、外側は外部からの温度降

下を遮断するためと考えられ、内外面を合わせて炉材粘土は断熱材と同様の効果があったものと思われる。炉壁の構築については相馬市大坪に所在する猪倉A遺跡で1個のレンガ状の炉材粘土の形態的特徴から、炉壁を構築する際には、ホゾとホゾ穴を組み合わせるような構築方法が採用されていることが推測され、さらに、炉材粘土を積み上げて壁を構築する場合は、炉材粘土の短辺側に当たる縱方向の縫ぎ目を下から上まで合わせるようにして積み上げていることが認められたが(吉田他 1996)、本遺跡ではそのような炉壁は確認されず、その構築方法については不明であるが、箱形炉という炉の形態と、今回出土したレンガ状の特徴からすると、猪倉A遺跡の例と大差ないものと考える。

長方形箱形炉における踏みふいごからの送風状況については、踏みふいごから炉の左右にトンネル状の送風孔が造られ、そこから炉に平行して溝が掘られる。溝の部分から炉壁間をつなぐために民俗例にみられる木呂(送風パイプ)や羽口が使用されていたものと推定され、溝の部分は木呂や羽口を装着した後に、粘土等を利用して覆いを造り、踏みふいごから風を送るための管の役割を果たしていたものと推定される。ここに示した木呂は未だ出土例がなく、民俗例からの引用に過ぎないが、羽口の形態や出土状況からすると木呂のような管が使用された可能性が高く、羽口と送風孔をつなぐ役割を果たしていたものと考えられる。

羽口の装着角度は炉壁に対して約20~25°を測り、これは原町の鳥打沢A遺跡(安田・吉野 1992)、長瀬遺跡(安田・吉野 1992)、相馬市の武井地区製鉄遺跡群(寺島他 1989)においてもほぼ同様の数値を測る。

以上のように踏みふいごを施設する長方形箱形炉について復元を試みたが、製鉄炉構築時に使用する道具、砂鉄や木炭の投入時に使用する道具、砂鉄・木炭・粘土の採取場所の特定など、今後明確にしなければならない課題が多く、今後の調査により更に様相が具体的になることを期待したい。

(稻 村)

引用・参考文献

- 寺島 文隆他 1989 『相馬開発関連遺跡発掘調査報告I』 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・地域振興整備事業団
寺島 文隆他 1990 『原町火力発電所関連遺跡調査報告I』 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・東北電力株式会社
安田 稔・ 1991 『原町火力発電所関連調査報告II』 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・東北電力株式会社
安田 稔・ 1992 『原町火力発電所関連調査報告III』 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・東北電力株式会社
吉野 滋夫他 1993 『原町火力発電所関連調査報告IV』 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・東北電力株式会社
安田 功他 1993 『原町火力発電所関連調査報告IV』 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・東北電力株式会社
山口 晋他 1995 『相馬開発関連遺跡発掘調査報告IV』 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・地域振興整備事業団
安田 稔・ 1995 『原町火力発電所関連調査報告IV』 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・東北電力株式会社
吉野 滋夫他 1995 『原町火力発電所関連調査報告VI』 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・東北電力株式会社
吉野 滋夫他 1995 『一般国道6号相馬バイパス遺跡発掘調査報告I』 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・建設省磐城国道工事事務所
松本 望・ 1995 『能登谷宣康他 1996 『相馬開発関連遺跡発掘調査報告IV』 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・地域振興整備事業団

写 真 図 版



1 北迫 A 遺跡近景(南から)



2 調査前状況(西から)

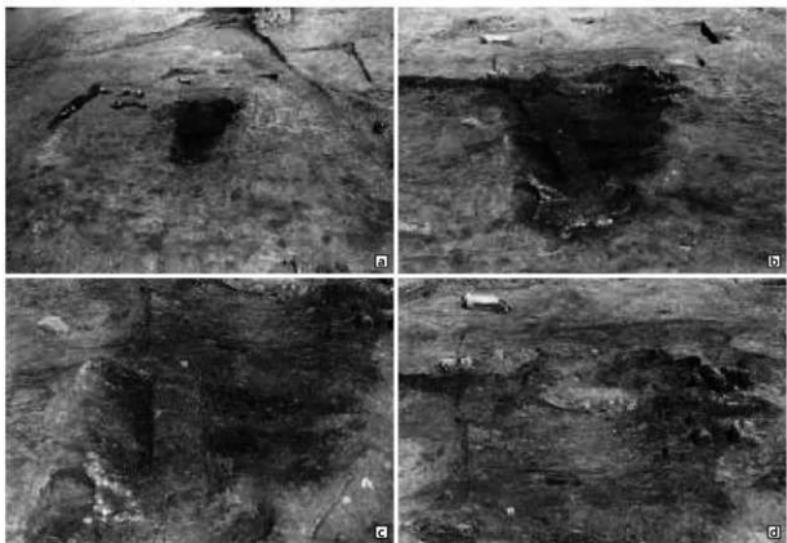


3 北道 A 遺跡細部

a 表土剥ぎ状況(東から)
b 作業風景(南から)
c 基本土層ベルト新面(南西から)

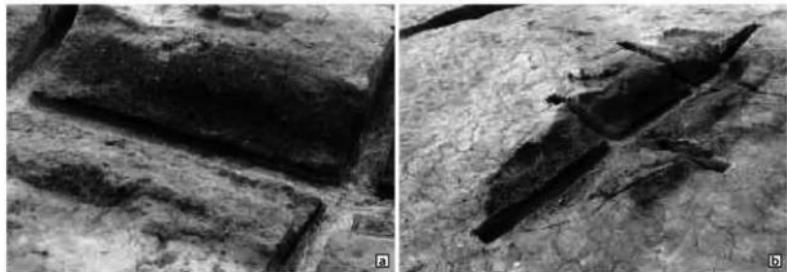


4 1号製鉄炉跡(南から)



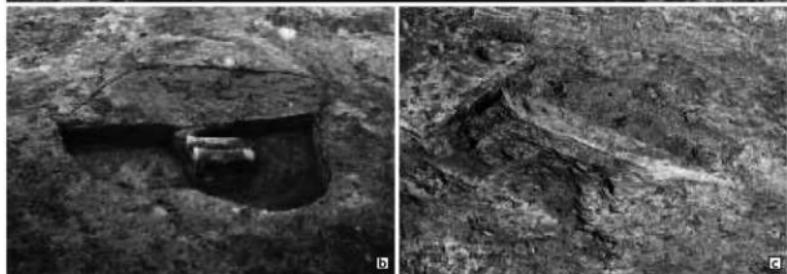
5 1号製鉄炉跡細部①

a 遺物出土状況(南から) b 製鉄炉断面(南から)
c 製鉄炉断面(南から) d 製鉄炉断面(南から)



6 1号製鉄炉跡細部②

a 製鉄炉断ち割り断面(北東から)
b 製鉄炉断ち割り断面(南東から)



7 踏みついご

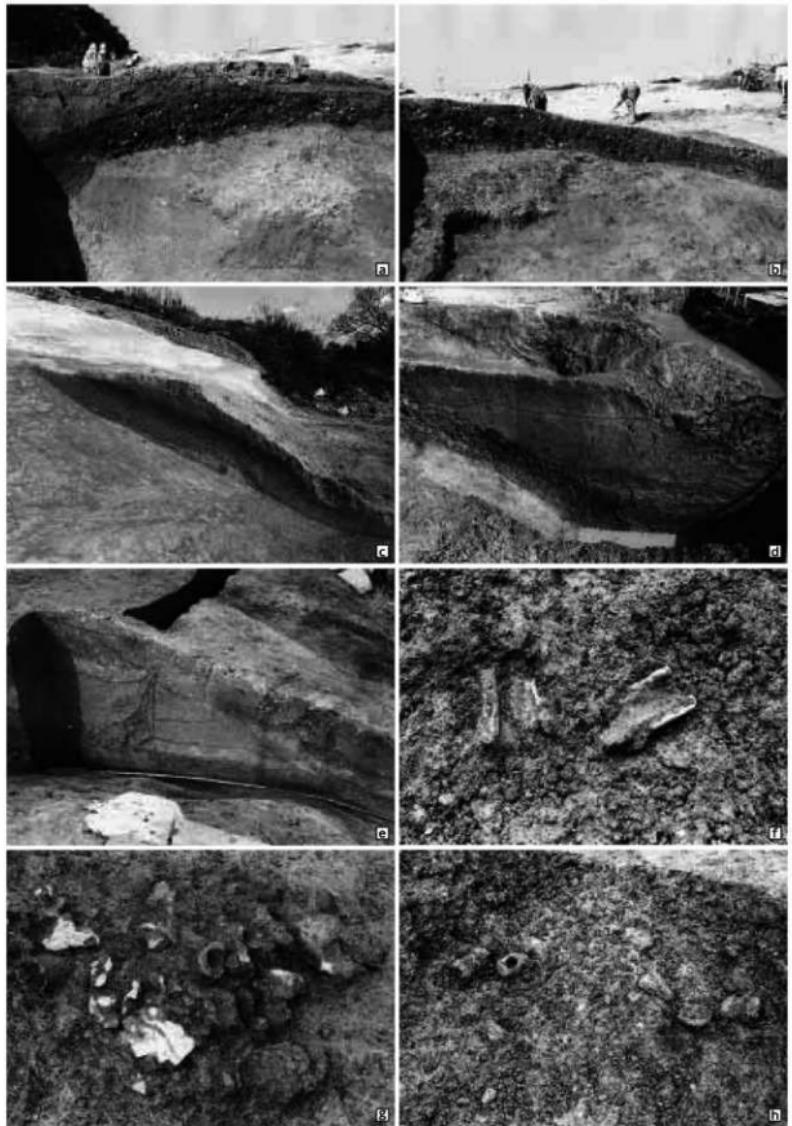
a 踏みついご完成(南から)
b P1断面(南から) c P3断面(南西から)



8 1号製鉄炉廃滓場検出(南から)

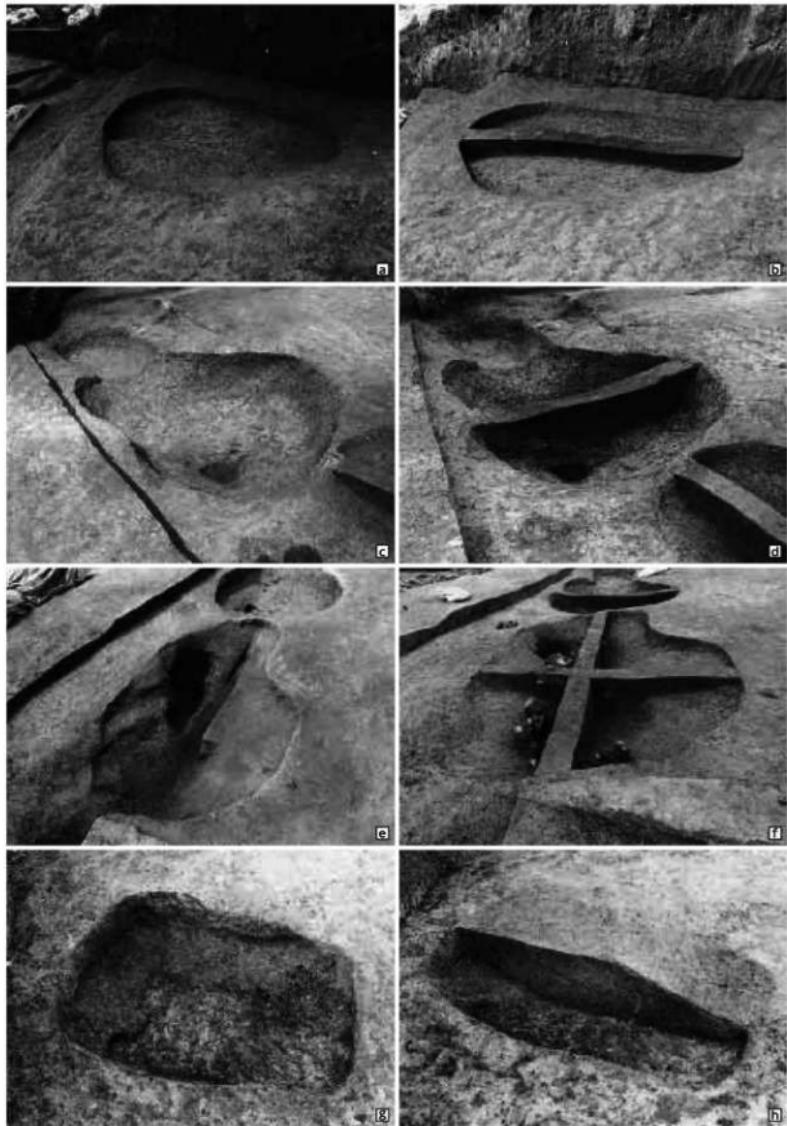


9 1号製鉄炉廃滓場断面(南西から)



10 1号製鉄炉廃滓場細部

- a 東西ベルト西側断面(南から)
- b 東西ベルト東側断面(南から)
- c 断ち割り断面(西から)
- d 南北ベルト断面(西から)
- e 西側断面(南北から)
- f 廃滓場羽口出土状況(南から)
- g 廃滓場羽口出土状況(南から)
- h 廃滓場羽口出土状況(南から)



11 1・2・3・4号土坑

a 1号土坑全貌(東から)
b 1号土坑断面(東から)
c 2号土坑全貌(南西から)
d 2号土坑断面(南西から)
e 3号土坑全貌(南東から)
f 3号土坑断面(南東から)
g 4号土坑全貌(南から)
h 4号土坑断面(南から)



12 1号溝跡



a 1号溝跡断面(南から) b 1号溝跡検出(南から)



13 2号溝跡

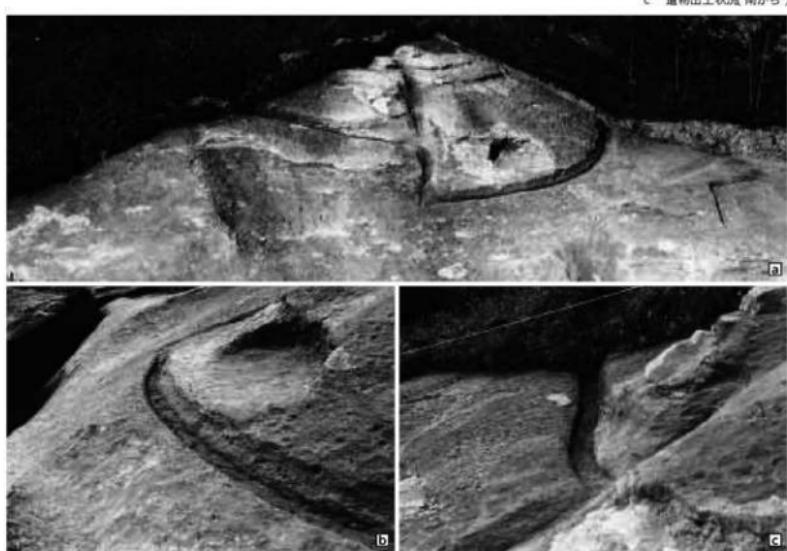


a 2号溝跡全貌(南から) b 2号溝跡断面(東から)
c 2号溝跡断面(南から)



14 3号溝跡

a 3号溝跡全貌(南から) b 3号溝跡新面(南から) c 遺物出土状況(南から)



15 5・6・7号溝跡

a 5・6・7号溝跡全貌(南東から) b 5号溝跡(北東から) c 6号溝跡(東から)



图16 2号溝・1号製鉄炉跡出土遺物(1)

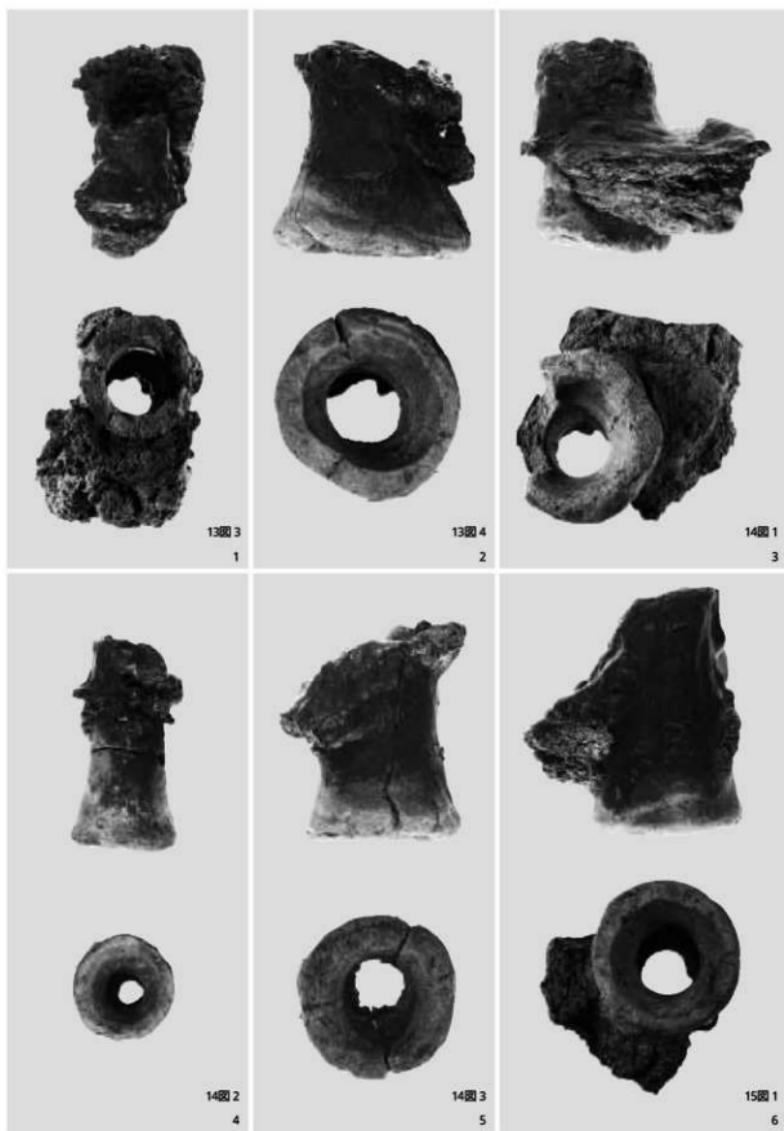


図17 1号製鉄炉跡出土遺物（2）



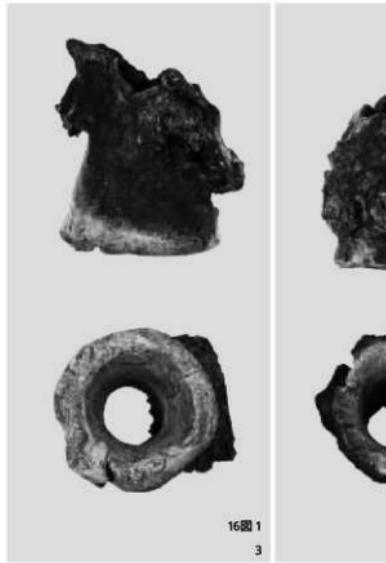
15圖 2

1



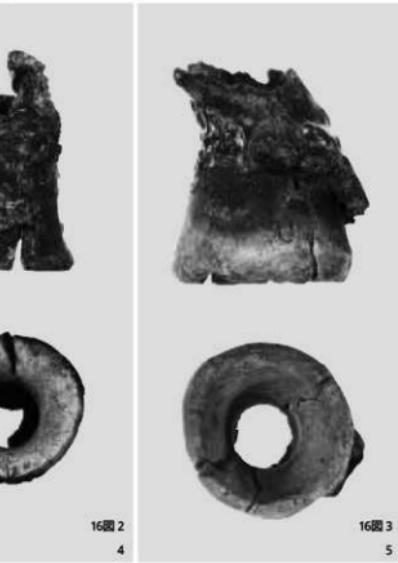
15圖 3

2



16圖 1

3



16圖 2

4

16圖 3

5

圖18 1號製鐵爐跡出土遺物(3)

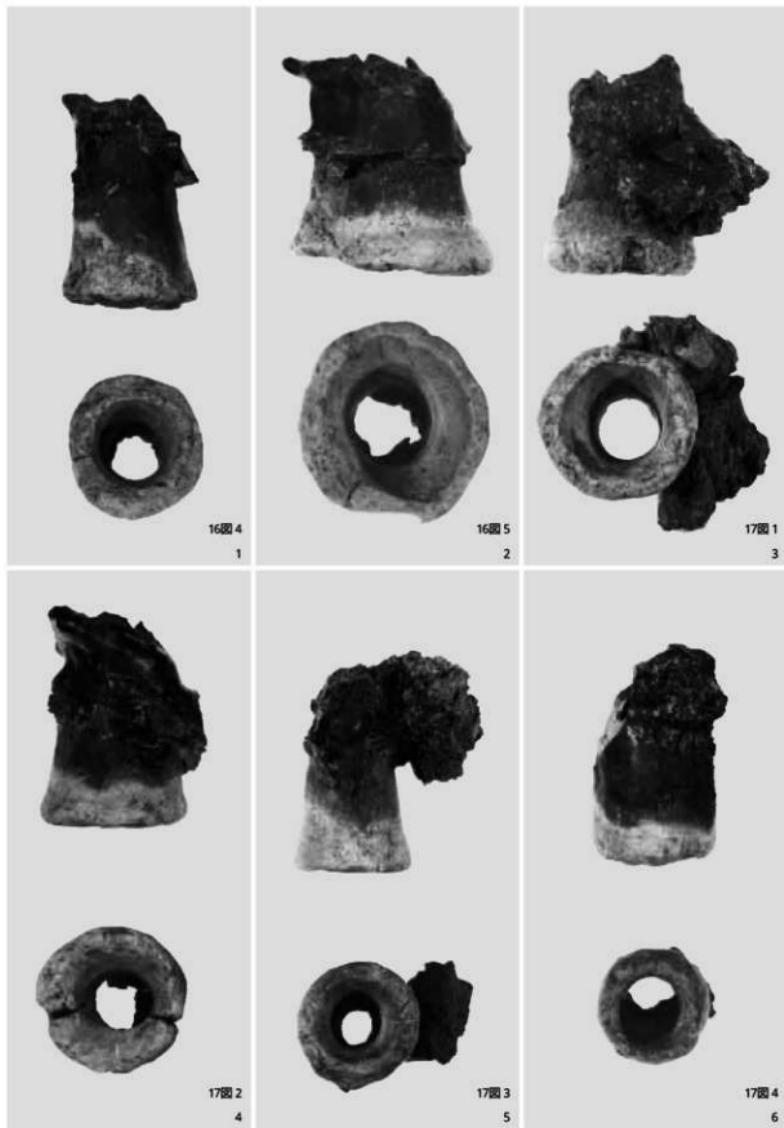


图19 1号製鉄炉跡出土物(4)

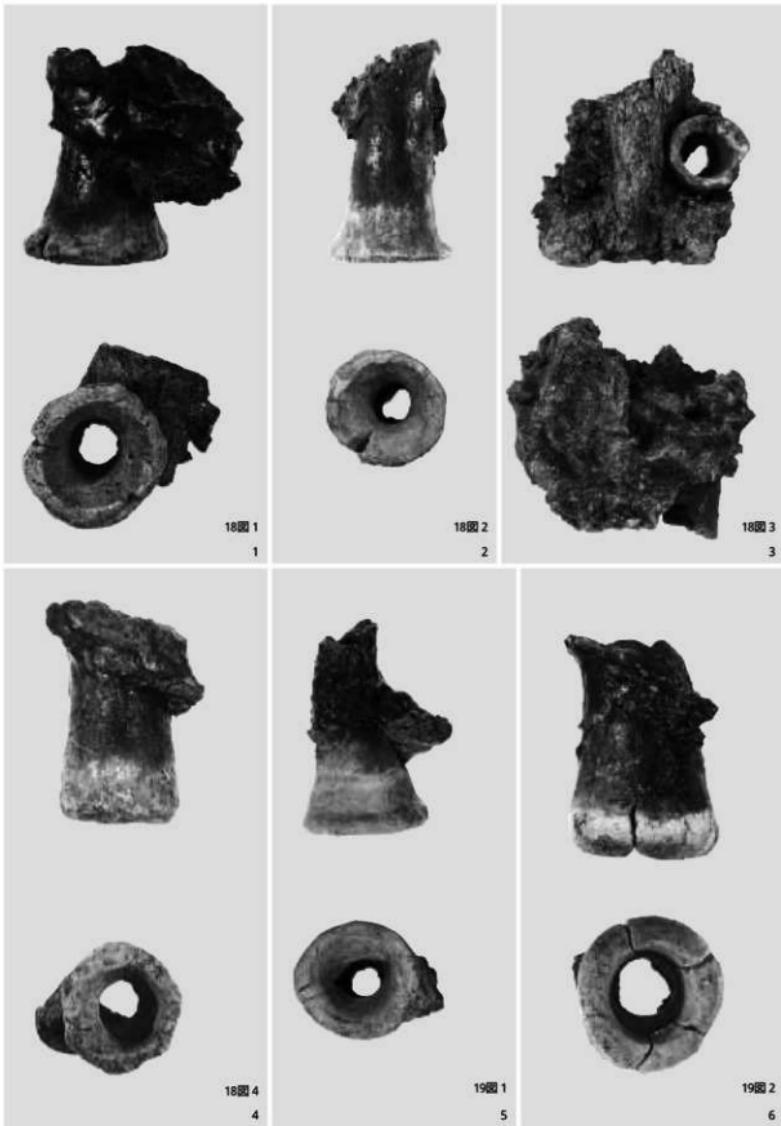


图20 1号製鉄炉跡出土遺物(5)



图21 1号製鉄炉跡出土物(6)



图22 1号製鉄炉跡出土遺物(7)



22図 3

1



22図 4

2



23図 1

3



23図 2

4

図23 1号製鉄炉跡出土遺物(8)

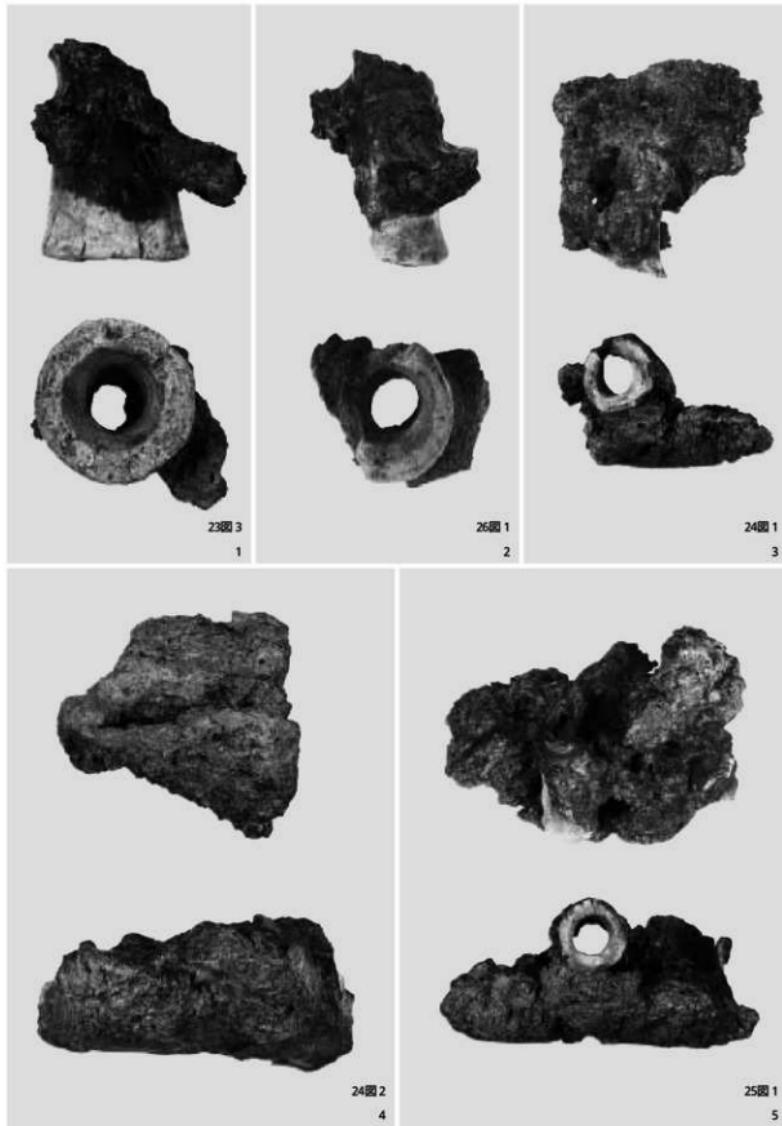


圖24 1號製鐵爐跡出土遺物(9)

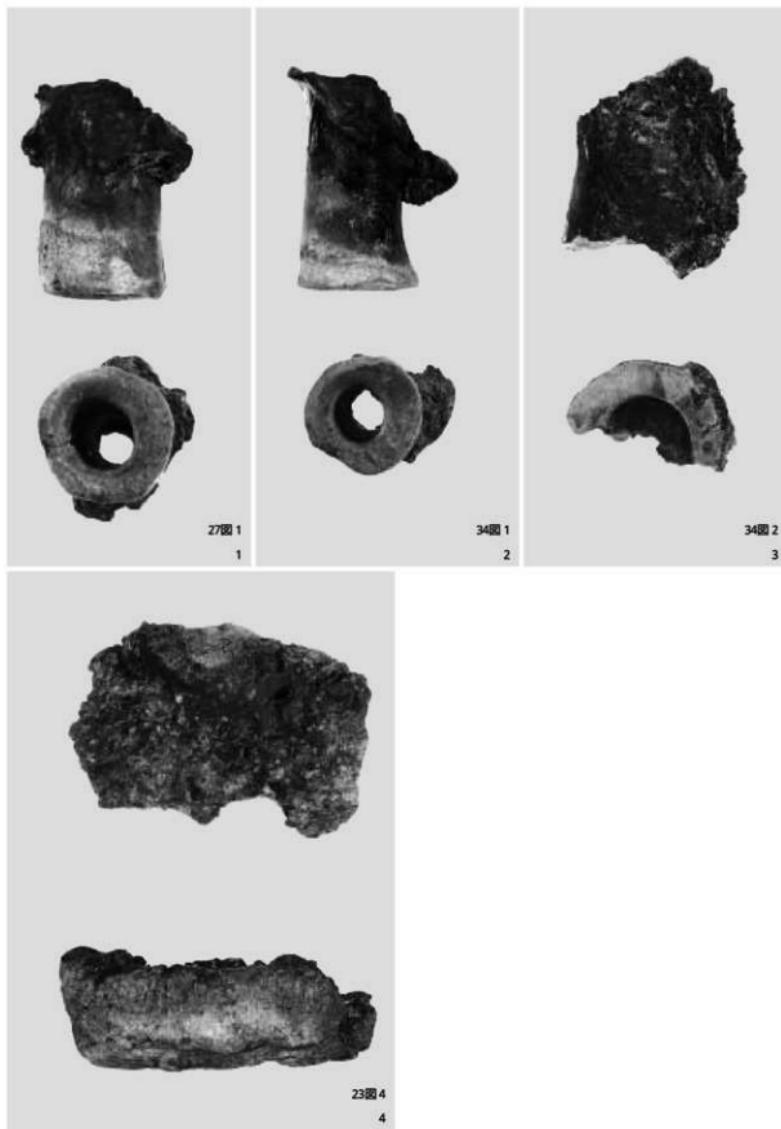


図25 1号製鉄炉跡出土遺物(10)

付 編

付編1 北泊A遺跡出土製鉄炉関連遺物の分析・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

岡原 正明

小川 太一

首孝宏

1 はじめに

(財)福島県文化センターが、相馬市大字和田字北迫に所在する北迫A遺跡を発掘調査し、奈良・平安時代の製鉄炉から出土した製鉄関連遺物(鉄滓、鉄塊、羽口および炉壁等)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を含む自然科学的観点での調査依頼があった。

調査の観点として、鉄滓については、①製鉄原料の推定、②製鉄工程上の位置付け、③観察上の特記事項など、鉄塊については、①残存金属の確認、②金属鉄成分の分析、③製鉄原料の推定、④観察上の特記事項など、また、羽口および炉壁については、①粘土成分の化学成分分析、②耐火度、③観察上の特記事項などを中心に調査した。その結果について報告する。

2 調査項目および試験・検査方法

(1) 調查項目

試料No.	FBC	種別	出土位置・剖位	重量g	着磁力	MC	外観 反応	化学 成分	組織 写真	X線 回折	電子顕微鏡 /EDX	耐火度
1	FBC-0S001	鉄塊⇒砂鉄系製鍊残渣物	SW01-H B区 B1	621.40	強	有	○	○	○	○	○	○
2	FBC-0S002	鉄塊⇒砂鉄系製鍊渣滓	SW01-H B区 B2	109.70	稍強	有	○	○	○	○	○	○
3	FBC-0S003	鉄塊⇒砂鉄系製鍊渣滓	SW01-H C区 B3	605.80	中	無	○	○	○	○	○	○
4	FBC-0S004	流出滓⇒砂鉄系製鍊炉内汚	SW01-H B区 B1	122.40	稍強	無	○	○	○	○	○	○
5	FBC-0S005	流出滓⇒砂鉄系製鍊渣滓	SW01-H B区 B2	324.70	弱	無	○	○	○	○	○	○
6	FBC-0S006	流出滓⇒砂鉄系製鍊渣滓	SW01-H B区 C6	115.40	弱	無	○	○	○	○	○	○
7	FBC-0S007	流出滓⇒砂鉄系製鍊渣滓	SW01-H C区 B1	356.60	弱	無	○	○	○	○	○	○
8	FBC-0S008	流出滓⇒砂鉄系製鍊渣滓	SW01-H C区 B2	662.10	弱	無	○	○	○	○	○	○
9	FBC-0S009	流出滓⇒砂鉄系製鍊渣滓	SW01-H C区 B3	387.70	弱	無	○	○	○	○	○	○
10	FBC-0S010	流出滓⇒砂鉄系製鍊渣滓	SW01-H D区 B1	861.00	弱	無	○	○	○	○	○	○
11	FBC-0S011	流出滓⇒砂鉄系製鍊炉内汚	SW01-A2	68.50	稍強	無	○	○	○	○	○	○
12	FBC-0S012	流出滓⇒砂鉄系製鍊渣滓	SW01-A6	114.80	弱	無	○	○	○	○	○	○
13	FBC-0S013	流出滓⇒砂鉄系製鍊渣滓	SK04	11	60.40	弱	無	○	○	○	○	○
14	FBC-0S014	炉壁	SW01-A2	91.40	弱	無	○	○	○	○	○	○
15	FBC-0S015	炉壁	SW01-A6	71.00	弱	無	○	○	○	○	○	○
16	FBC-0S016	羽口	SW01-A6	239.50	弱	無	○	○	○	○	○	○
17	FBC-0S017	炉壁	SW01-A8	259.20	弱	無	○	○	○	○	○	○
18	FBC-0S018	羽口	SW01-H B区 B1	86.90	弱	無	○	○	○	○	○	○
19	FBC-0S019	羽口	SW01-H B区 B2	121.80	弱	無	○	○	○	○	○	○
20	FBC-0S020	羽口	SW01-H C区 B1	299.00	弱	無	○	○	○	○	○	○
21	FBC-0S021	羽口	SW01-H C区 B2	69.70	弱	無	○	○	○	○	○	○
22	FBC-0S022	炉壁	SW01-H C区 B1	815.30	弱	無	○	○	○	○	○	○
23	FBC-0S023	炉壁	SW01-H C区 B2	780.00	弱	無	○	○	○	○	○	○

註 (1) 試験の種別および出土遺構は鹿センターの資料に準據した。

註 (1) 試料の種類および山上地帶は貢セシマーの資料
(2) 試料の名前は頭文字後は弊社の検討結果である。

(ii) MCI群にはメタルチャネルによる残存金属の有無を示す。

(4) 密度とは1300kg/m³ (相対密度0.13テラス)。長30mmのフェライトリング状磁石による感応検査結果を表す。

(2) 重量計測と着磁力調査

計重は電子天秤を使用して行い、少數点2位以下で四捨五入した。着磁力調査については、直径30mmのリング状フェライト磁石を使用し、感応検査により「強・やや強・中・やや弱・弱」の5ランクで、個別調査結果の文中に表示した。

(3) 外観の観察と写真撮影

上記各種試験用試料を採取する前に、試料の両面をmm単位まであるスケールを同時写し込みで撮影した。また、試料採取時の特異部分についても撮影を行った。

(4) 化学成分分析

化学成分分析はJISの分析法に準じて行った。分析方法および分析結果は105～106頁の表1～表3に示した。この調査は、化学成分から鉄を作るために使用した原料の推定と、生産工程のどの部分で発生した鉄滓かの判断用データを得るために行った。また、羽口に使用されている粘土も特別に選択使用していたのかの判断用に分析した。分析項目は、鉄塊が14成分、鉄滓が18成分、羽口・炉壁が14成分とした。

(5) 顕微鏡組織写真

試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)する。その後、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、溶融状況や介在物(鉱物)の存在状態等から製鉄・鍛冶工程での加工状況や材質を判断する。鉄滓の場合にも同様に処理・観察を行い、製鉄・鍛冶過程での状況を明らかにする。原則として100倍と400倍で撮影を行う。必要に応じて実体顕微鏡による観察もする。

(6) 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X線が検出されることを利用して、試料中の未知の化合物を観察・同定する。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。装置の仕様や測定条件、測定結果を114頁以降に添付した。

(7) エネルギー分散型X線分析(EDX)装置を装備した走査電子顕微鏡(SEM)による観察

エネルギー分散型特性X線(EDX)分析装置〔KEVEX社製Quantum検出器、測定元素範囲B(ボロン)～U(ウラン)、143eV〕を装備した日立製作所製電界放出型電子顕微鏡(FE-SEM)S-400を用いて、高速電子線を200 $\mu\text{m}\phi$ 以下に絞って分析対象試料面に照射し、その微小部に存在する元素

から発生する特性X線を検出し、金属鉄中の介在物や鉄滓の構成成分の化学成分分析を行った。

(8) 耐火度試験

製鉄に使用された炉壁や羽口について、どの程度の耐火性のある粘土を使用していたのかを判断するために試験する。この調査もJIS規格『耐火レンガの耐火度の試験方法』、すなわち標準三角錐(ゼーゲルコーン)が溶倒する温度と比較する方法に準じて実施した。測定結果を123頁に添付した。

3 調査および考察結果

試料毎の調査および考察結果を次に述べる。

(1) 試料番号FBC00S001 鉄塊⇒砂鉄系製鍊鉄塊系遺物

長さ110mm、幅90mm、厚さ65mmで、その外観写真を108頁に示した。全体に砂礫と水酸化鉄の固着物に覆われており、MC反応があり金属鉄が含まれている。重量感もあり、着磁力も強い。放射化分析用試料を採取した近傍を切断して分析用試料を採取し、金属箇所と鉄滓箇所に分けて分析した。総重量は621.4gである。

鉄滓断面の実体顕微鏡写真(10倍)と100倍と400倍の顕微鏡組織写真を111頁に示した。滓断面の実体顕微鏡写真(10倍)では、滓中に大小多くの空孔が存在し、白色の残存鉄金属は主として滓左側に細粒状に偏在遺存することが観察される。金属鉄と鉄滓との境界付近の100倍と400倍の顕微鏡組織写真では、全体に金属鉄が鉄化して生成した乳白色のオキシ水酸化鉄(α -FeOOH等)と赤褐色のヘマタイト(Fe_2O_3)と思われる組織が全体に散在している。鉱物組成は、鉄とチタニウムとの酸化化合物である灰白色多角形のウルボスピネル($2FeO \cdot TiO_2$)結晶および針状結晶のイルメナイト($FeO \cdot TiO_2$)、四角または多角形なマグネタイト(Fe_3O_4)結晶そして基地に僅かに幅広短冊のややくずれた青灰色ファイアライト($2FeO \cdot SiO_2$)結晶が観察される。砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定される複雑な鉱物組成である。

114頁にこの鉄滓箇所のX線回折による分析結果を示した。ウルボスピネル($2FeO \cdot TiO_2$)とイルメナイト($FeO \cdot TiO_2$)の強いピークが主として検出される他、少量のマグネット、鉱物質シリカ、オキシ水酸化鉄の1種であるゲーサイト(α -FeOOH)等が検出され、砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先の顕微鏡組織分析と一致した結果である。

鉄滓箇所の化学成分分析結果(105頁の表1)によると、全鉄(T. Fe)46.0%に対して、酸化第一鉄(ウスタイト: FeO)は18.1%と少なく、一方酸化第二鉄(ヘマタイト: Fe_2O_3)は30.1%と多く、鉄分の大部分が酸化第二鉄に変化している。また、金属鉄(M. Fe)は10.9%と比較的多く遺存している。滓中の成分の指標となる所謂造滓成分($SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + Na_2O + K_2O$)は14.6%と少ない。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)は23.2%と非常に多

く、バナジウム(V)も0.24%と多く存在する。一方、鉱石に含有される成分の一つである銅(Cu)は0.012%と少ない。したがって、本試料は砂鉄を始発原料とする製鉄工程で生成した可能性が高い。また、化合水の値は1.55%あるので、酸化第二鉄と水との化合物で鉄錆の一種であるゲーサイト等のオキシ水酸化鉄(α -FeOOH等)が多少生成していることが裏付けられる。

次に、本試料中の鉄滓箇所の製鉄工程上の位置付けを特定するために、本試料とこれまでの砂鉄を始発原料とする製鉄関連遺跡^{[1][2][3]}より出土した鉄滓類(約450点)との比較分析を行った。ここで、本鉄滓試料中には金属鉄が10.9%混入し、鉄滓部と分離されていないことから、本鉄滓試料の全鉄(T. Fe)量(46.0%)からこの混入している金属鉄量を差し引いた値(35.1%)を本鉄滓試料の全鉄(T. Fe)量とした。その結果、本鉄滓試料は124頁の図1(出土鉄滓類の全鉄量とチタニア量との関係図)では砂鉄系製鍊滓グループに位置し、特に高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製鍊滓^①の成分構成に近く、また図2(出土鉄滓類の全鉄量と造滓成分量との関係図)でも高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製鍊滓^②に近いことから、本試料は高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鍊滓に帰属されると考えられる。

一方、金属箇所断面の100倍と400倍のナノタル腐食金属組織写真を111頁に示した。顕微鏡組織には、フェライトのみで構成された金属組織が観察され、その粒界には炭化物のセメントタイト(Fe₃C)やバーライト組織(フェライトとセメントタイトとが交互に重なり層状になった組織)の存在は認められないが、黒い粒子状の介在物(鉄の製造過程で鉄と分離しきれなかった滓や耐火物等の非金属性の不純物で、酸化物、硫化物、珪酸塩などの総称)が散在している。また、この金属組織の炭素(C)量は経験的に0.1%以下と推定される。

金属箇所の化学成分分析の結果(106頁の表2)によると、炭素(C)の含有量は0.093%で、珪素(Si)は0.010%、不純物金属元素としてアルミニウム(Al)が0.007%と非常に少なく、非金属不純物である硫黄(S)や燐(P)も0.005%と0.054%と少なく、総じて純度の高い鉄と言える。また、通常砂鉄に多く含まれる鉄中の砂鉄原料特有の成分であるチタン(Ti)やバナジウム(V)は0.014%と0.001%以下で非常に少ない。一方、鉱石由来の特有成分である銅(Cu)、ニッケル(Ni)等の成分が0.026%および0.058%とやや高い値を示しているが、この分析結果のみから鉄素材の始発原料を特定するための明確な結論はだせない。

そこで、金属鉄と介在物の境界を電子顕微鏡を用いて分析した結果を121頁に示した。電子顕微鏡写真で、灰色の基地は金属鉄で、黒く見える粒子状箇所が介在物(鉄の製造過程で鉄と分離しきれなかった滓や耐火物等の非金属性の不純物で、酸化物、硫化物、珪酸塩などの総称)である。この介在物の各元素のEDX分析結果(矢印位置)では、36.74% FeO、25.58% TiO₂そして16.03% SiO₂が主成分であり、イルメナイト(FeO·TiO₂)と一部ファイヤライト(2FeO·SiO₂)の混合物と推定され、これに2.86% Al₂O₃、2.92% CaO、3.42% MgO、0.55% K₂O、0.87% MnO、0.72% P₂O₅等の滓由来の不純物を固溶した構成である。したがって、介在物中のチタン系化合物の存在から、本試料の始発原料は砂鉄であった可能性が高い。

以上の結果を総合すると、

①この試料は炭素含有量0.093%で、不純物元素の比較的少ない純鉄塊遺物で、

②鉄源には高チタニア含有砂鉄が使用された可能性が高く、

③製錬滓を随伴していることから製錬工程で排出された鉄塊である、

と推定される。

(2) 試料番号FBC00S002鉄塊⇒砂鉄系製錬流出滓

長さ68mm、幅45mm、厚み42mmで全面に砂礫と水酸化鉄の固着物や木炭細粒を含んだ橙色の試料である。その外観写真を108頁に示した。付着物の少ない部分は流出滓の外観を呈する。茶褐色の濃い部分は鉄の錆化中の様相を呈するが、MCはなく割れも発生していない。全体に着磁力は稍強く、MC反応も断片的にある。半分に切断して分析用試料を採取する。総重量は109.7gである。

津断面の実体顕微鏡写真(10倍)と100倍と400倍の顕微鏡組織写真を111頁に示した。津断面の実体顕微鏡写真(10倍)では、津中に大小多くの空孔が存在し、白色の金属鉄細粒はほんの僅かしか遺存していないことが観察される。一方、津断面の100倍と400倍の顕微鏡写真では、鉄とチタニウムとの酸化化合物である針状結晶のイルメナイト($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)と四角または多角形なマグネタイト(Fe_3O_4)結晶が全面に観察され、そして基地に幅広短冊のややくずれた青灰色ファイヤライト($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$)結晶が観察される。砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定される鉱物組成である。

115頁にX線回折チャートを示した。イルメナイトの強いピークが検出される他、中程度の石英(SiO_2)のピーク、少量のファイヤライト($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$)、マグネタイト(Fe_3O_4)、ゲーサイト($\alpha\text{-FeOOH}$)等のオキシ水酸化鉄が検出され、先の顕微鏡による鉱物組成と矛盾しない。なお、金属鉄の存在を示すピークは検出されなかった。

化学成分分析の結果(105頁の表1)によると、全鉄(T. Fe)34.2%に対して、酸化第一鉄(ウスタイト: FeO)は11.8%と少なく、一方酸化第二鉄(ヘマタイト: Fe_2O_3)は35.3%と多く、鉄分の大部分が酸化第二鉄に変化している。また、金属鉄(M. Fe)は0.36%と少なく、津中の成分の指標となる所謂造津成分($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)は28.7%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)は19.8%と非常に多く、バナジウム(V)も0.094%存在する。一方、鉱石に含有される成分の一つである銅(Cu)は0.002%と少ない。したがって、本試料は砂鉄を始発原料とする製錬工程で生成した可能性が高い。また、化合水の値は2.53%があるので、酸化第二鉄と水との化合物で鉄錆の一種であるゲーサイト等のオキシ水酸化鉄($\alpha\text{-FeOOH}$ 等)が多少生成しているものと思われる。

次に、本試料中の鉄津個所の製錬工程上の位置付けは、124頁の図1(出土鉄津類の全鉄量とチタニア量との関係図)では砂鉄系製錬津グループに位置し、特に高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製錬工程で排出された製錬津⁶の成分構成に近く、また図2(出土鉄津類の全鉄量と造津成分量と

の関係図)でも高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製錬滓^①に近いことから、本試料は高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製錬滓に帰属されると考えられる。

以上の結果を総合すると、

- ①この試料は砂鉄系製錬滓で、
- ②鉄源には高チタニア含有砂鉄が使用された可能性が高いもの、
と推定される。

(3) 試料番号FBC00S003鉄塊⇒砂鉄系製錬流出滓

長さ115mm、幅80mm、厚み60mmで、その外観写真を108頁に示した。上面は比較的平坦で付着物も少なく木炭繊維痕や微細な栗疱瘡状の物(砂鉄?)に覆われている。下部は凹凸が激しく燈色の大きな水酸化鉄瘤が連なった状態の部分がある。付着物の少ない部分は流出滓の外観を呈する。茶褐色の濃い部分は鉄の鈍化中の様相を呈するが、MCはなく割れも発生していない。全体に着磁力は中程度であるが、MC反応はない。放射化分析用試料を採取した近傍から分析用試料を採取する。総重量は605.8gである。

滓断面の実体顕微鏡写真(20倍)と100倍と400倍の顕微鏡組織写真を111頁に示した。滓断面の実体顕微鏡写真(20倍)では、滓中に大小多くの空孔が存在し、白色の金属鉄細粒が僅かに遺存していることが観察される。一方、滓断面の100倍と400倍の顕微鏡写真では、鉄とチタニウムとの酸化化合物である針状結晶のイルメナイト($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)と灰白色多角形のウルボスピニエル($2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)結晶が全面に観察され、そして基地に幅広短冊のややくずれた青灰色ファイヤライト($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$)結晶が観察される。砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定される鉱物組成である。

115頁にX線回折チャートを示した。ウルボスピニエル($2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)とイルメナイト($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)の強いピークが主として検出される他、中程度のファイヤライト($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$)と少量の鉱物質シリカ、オキシ水酸化鉄の1種であるゲーサイト($\alpha\text{-FeOOH}$)等が検出され、砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先の顕微鏡組織分析と一致した結果である。なお、金属鉄の存在を示すと思われるピークは僅かながら検出された。

化学成分分析の結果(105頁の表1)によると、全鉄(T. Fe)33.6%に対して、酸化第一鉄(ウスタイト:FeO)は18.3%と少なく、一方酸化第二鉄(ヘマタイト:Fe₂O₃)は26.8%と相対的に多く、鉄分の大部分が酸化第二鉄に変化している。また、金属鉄(M. Fe)は0.65%と少なく、滓中の成分の指標となる所謂造滓成分($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)は23.0%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)は28.7%と非常に多く、バナジウム(V)も0.14%と多く存在する。一方、鉱石に含有される成分の一つである銅(Cu)は0.003%と非常に少ない。したがって、本試料は砂鉄を始発原料とする製鉄工程で生成した可能性が高い。また、化合物の値は0.80%で、酸化第二鉄と水との化合物で鉄鉱の一種であるゲーサイト等のオキシ水酸化鉄

(α -FeOOH等)が少々生成しているものと思われる。

次に、本試料中の鉄滓個所の製鉄工程上の位置付けは、先のFBC00S002試料と同じく、124頁の図1(出土鉄滓類の全鉄量とチタニア量との関係図)と図2(出土鉄滓類の全鉄量と造渣成分量との関係図)から、高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製錬滓⁴の成分構成に近く、本試料は高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製錬滓に帰属されると考えられる。

以上の結果を総合すると、

- ①この試料は砂鉄系製錬滓で、
- ②鉄源には高チタニア含有砂鉄が使用された可能性が高いもの、
と推定される。

(4) 試料番号FBC00S004流出滓⇒砂鉄系製錬炉内滓

長さ67mm、幅54mm、厚み52mmのゴツゴツとして凹凸の多い試料である。その外観写真を108頁に示した。全体に灰茶色の微細な砂礫に覆われている。割欠面は多々あり比較的軽量感がある。木炭織維痕や空隙も多く、流出滓よりも炉内滓を感じさせる試料である。砂礫や水酸化鉄による汚濁の少ない良好な試料である。着磁力はやや弱く、MC反応もない。総重量は122.4gである。

洋断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を111頁に示した。鉱物組成は、鉄とチタニウムとの酸化化合物である灰白色多角形のウルボスピネル($2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_3$)結晶および針状結晶のイルメナイト($\text{FeO}\cdot\text{TiO}_3$)が主として観察され、白色の金属鉄細粒も散在する構成である。砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先のFBC00S003試料と類似した鉱物組成を有する鉄滓と推定される。

116頁にX線回折チャートを示した。ウルボスピネル($2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_3$)とイルメナイト($\text{FeO}\cdot\text{TiO}_3$)の強いピークが主として検出される他、少量のファイアライト($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_3$)、オキシ水酸化鉄の1種であるゲーサイト(α -FeOOH)等が検出され、砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先の顕微鏡組織分析と一致した結果である。なお、金属鉄の存在を示すと思われるピークは僅かながら検出された。

化学成分分析の結果(105頁の表1)によると、全鉄(T. Fe)28.8%に対して、酸化第一鉄(ウスタイト: FeO)は15.5%と少なく、一方酸化第二鉄(ヘマタイト: Fe_2O_3)は22.6%と相対的に多く、鉄分の大部分が酸化第二鉄に変化している。また、金属鉄(M. Fe)は0.94%と少なく、滓中の成分の指標となる所謂造渣成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)は30.1%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)は27.8%と非常に多く、バナジウム(V)も0.13%と多く存在する。一方、鉱石に含有される成分の一つである銅(Cu)は0.002%と非常に少ない。したがって、本試料は砂鉄を始発原料とする製鉄工程で生成した可能性が高い。また、化合物の値は0.54%で、酸化第二鉄と水との化合物で鉄錆の一種であるゲーサイト等のオキシ水酸化鉄(α -FeOOH等)が少々生成しているものと思われる。

次に、本試料中の鉄滓個所の製鉄工程上の位置付けは、先のFBC00S003試料と同じく、124頁の図1(出土鉄滓類の全鉄量とチタニア量との関係図)と図2(出土鉄滓類の全鉄量と造滓成分量との関係図)から、高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製錬滓^①の成分構成に近く、本試料は高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製錬滓に帰属されると考えられる。

以上の結果を総合すると、

- ①この試料は砂鉄系製錬滓で、
- ②鉄源には高チタニア含有砂鉄が使用された可能性が高いもの、
と推定される。

(5) 試料番号FBC00S005流出滓⇒砂鉄系製錬流出滓

長さ83mm、幅71mm、厚み40mmで、その上面は黒色で滑らかに溶岩が流れたような様相の典型的な流出滓状を呈する試料である。その外観写真を108頁に示した。肉厚で重量感のある試料である。四方に割欠面があり、下部には砂礫を噛み込んでいる。断面は緻密で一部気泡が確認できる。砂礫や水酸化鉄による汚濁も少ない良好な試料である。着磁力はやや弱く、MC反応もない。総重量は324.7gである。

洋断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を112頁に示した。鉱物組成は、鉄とチタニウムとの酸化化合物である灰白色多角形のウルボスピニエル($2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)結晶と針状結晶のイルメナイト($\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)および羽毛状の細かいファイヤライト($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)結晶が主として観察され、白色の金属鉄細粒も数点散在する構成である。砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先のFBC00S004試料と類似した鉱物組成を有する鉄滓と推定される。また、総じて、結晶粒は細かく急速に冷却されたのではないかと想定される。

116頁にX線回折チャートを示した。イルメナイト($\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)の強いピークが主として検出された他、中程度のウルボスピニエル($2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)とファイヤライト($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)結晶が検出され、砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先の顕微鏡組織分析と一致した結果である。

化学成分分析の結果(105頁表1)によると、全鉄(T. Fe)31.2%に対して、酸化第一鉄(ウスタイト: FeO)は15.3%と少なく、一方酸化第二鉄(ヘマタイト: Fe_2O_3)は27.3%と相対的に多く、鉄分の大部分が酸化第二鉄に変化している。また、金属鉄(M. Fe)は0.21%と少なく、滓中の成分の指標となる所謂造滓成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)は27.9%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)は28.6%と非常に多く、バナジウム(V)も0.13%と多く存在する。一方、鉱石に含有される成分の一つである銅(Cu)は0.002%と非常に少ない。したがって、本試料は砂鉄を始発原料とする製鉄工程で生成した可能性が高い。また、化合水の値は0.14%で、酸化第二鉄と水との化合物で鉄鏽の一種であるゲーサイト等のオキシ水酸化鉄($\alpha\text{-FeOOH}$ 等)は殆ど生成していないものと思われる。

次に、本試料中の鉄滓個所の製鉄工程上の位置付けは、先のFBC00S004試料と同じく、124頁の図1(出土鉄滓類の全鉄量とチタニア量との関係図)と図2(出土鉄滓類の全鉄量と造滓成分量との関係図)から、高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製錬滓^①の成分構成に近く、本試料は高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製錬滓に帰属されると考えられる。

以上の結果を総合すると、

- ①この試料は砂鉄系製錬滓で、
- ②鉄源には高チタニア含有砂鉄が使用された可能性が高いもの、
と推定される。

(6) 試料番号FBC00S006流出滓⇒砂鉄系製錬流出滓

長さ67mm、幅37mm、厚み23mmで、その上面は試料No.FBC00S005と同様、黒色で滑らかに溶岩が流れたような様相の典型的な流出滓割欠片状を呈する試料である。その外観写真を109頁に示した。下部の砂礫噛み込み部をさけて分析用試料を採取する。細長く割り欠かれているが重量感のある試料である。砂礫や水酸化鉄による汚濁も少ない良好な試料である。着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は115.4gである。

滓断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を112頁に示した。鉱物組成は、鉄とチタニウムとの酸化化合物である灰白色多角形のウルボスピニエル($2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)結晶と針状結晶のイルメナイト($\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)および羽毛状の細かいファイヤライト($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)結晶が主として観察され、白色の金属鉄細粒も数点散在する構成である。砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先のFBC00S005試料と類似した鉱物組成を有する鐵滓である。また、総じて、結晶粒は細かく急速に冷却されたのではないかと想定される。

117頁にX線回折チャートを示した。イルメナイト($\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)の強いピークが主として検出された他、中程度のウルボスピニエル($2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)とファイヤライト($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)結晶が検出され、砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先の顕微鏡組織分析と一致した結果である。

化学成分分析の結果(105頁表1)によると、全鉄(T. Fe)31.2%に対して、酸化第一鉄(ウスタイト: FeO)は15.0%と少なく、一方酸化第二鉄(ヘマタイト: Fe_2O_3)は27.6%と相対的に多く、鉄分の大部分が酸化第二鉄に変化している。また、金属鉄(M. Fe)は0.22%と少なく、滓中の成分の指標となる所謂造滓成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)は26.1%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)は29.7%と非常に多く、バナジウム(V)も0.15%と多く存在する。一方、鉱石に含有される成分の一つである銅(Cu)は0.002%と非常に少ない。したがって、本試料は先のFBC00S005試料と酷似した化学成分組成を有する鐵滓で、砂鉄を始発原料とする製鉄工程で生成した可能性が高い。また、化合水の値は0.16%で、酸化第二鉄と水との化合物で鉄錆の一種であるゲーサイト等のオキシ水酸化鉄($\alpha\text{-FeOOH}$ 等)は殆んど生成して

いないものと思われる。

次に、本試料中の鉄滓個所の製鉄工程上の位置付けは、先のFBC00S004試料と同じく、124頁の図1(出土鉄滓類の全鉄量とチタニア量との関係図)と図2(出土鉄滓類の全鉄量と造滓成分量との関係図)から、高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製錬滓^①の成分構成に近く、本試料は高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製錬滓に帰属されると考えられる。

以上の結果を総合すると、

- ①この試料は砂鉄系製錬滓で、
- ②鉄源には高チタニア含有砂鉄が使用された可能性が高いもの、
と推定される。

(7) 試料番号FBC00S007流出滓⇒砂鉄系製錬流出滓

長さ63mm、幅67mm、厚み53mmで、その外観写真を108頁に示した。その上面は試料No.FBC00S004～00S006と同様であるが、肉厚で緻密な重量感がある。下部には橙色の粘土鉱物が付着しているので、そこを避けて分析用試料を採取した。砂礫や水酸化鉄による汚濁も少ない良好な試料である。着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は358.6gである。

洋断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を112頁に示した。鉱物組成は、鉄とチタニウムとの酸化化合物である灰白色多角形のウルボスピネル($2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)結晶と針状結晶のイルメナイト($\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)および羽毛状の細かいファイヤライト($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)結晶が主として観察される。砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先のFBC00S005試料と類似した鉱物組成を有する鉄滓である。121頁にX線回折チャートを示したが、先のFBC00S005およびFBC00S006試料と同様である。

化学成分分析の結果(105頁表1)によると、全鉄(T. Fe)31.6%に対して、酸化第一鉄(ウスタイト: FeO)は14.8%と少なく、一方酸化第二鉄(ヘマタイト: Fe_2O_3)は28.4%と相対的に多く、鉄分の大部分が酸化第二鉄に変化している。また、金属鉄(M. Fe)は0.23%と少なく、滓中の成分の指標となる所謂造滓成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)は25.2%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)は29.7%と非常に多く、バナジウム(V)も0.13%と多く存在する。一方、鉱石に含有される成分の一つである銅(Cu)は0.002%と非常に少ない。したがって、本試料は先のFBC00S005およびFBC00S006試料と酷似した化学成分組成を有する鉄滓で、砂鉄を始発原料とする製鉄工程で生成した可能性が高い。また、化合水の値は0.15%で、酸化第二鉄と水との化合物で鉄錆の一種であるゲーサイト等のオキシ水酸化鉄($\alpha\text{-FeOOH}$ 等)は殆んど生成していないものと思われる。

次に、本試料中の鉄滓個所の製鉄工程上の位置付けは、先のFBC00S003～FBC00S006試料と同じく、124頁の図1(出土鉄滓類の全鉄量とチタニア量との関係図)と図2(出土鉄滓類の全鉄量と造滓成分量との関係図)から、高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製錬滓^①の

成分構成に近く、本試料は高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鍊滓に帰属されると考えられる。

以上の結果を総合すると、

- ①この試料は砂鉄系製鍊滓で、
 - ②鉄源には高チタニア含有砂鉄が使用された可能性が高いもの、
- と推定される。

(8) 試料番号FBC00S008流出滓→砂鉄系製鍊流出滓

長さ120mm、幅110mm、厚み46mmで、その外観写真を108頁に示した。その上面は両側に滑らかな流出滓があり、中央の扇状地上部分は橙色の羽口粘土片を噛み込んだような様相を呈する試料である。中央部は表面が粗で細かな気泡が観察される。裏にも粘土付着が多いため中央部を避けて分析用試料を採取した。着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は662.1gである。

滓断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を112頁に示した。鉱物組成は、鉄とチタニウムとの酸化化合物である灰白色多角形のウルボスピネル($2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)結晶と針状結晶のイルメナイト($\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)および短冊のやや崩れた青灰色のファイヤライト($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)結晶が主として観察される。砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先のFBC00S005～FBC00S007試料と類似した鉱物組成を有する鐵滓である。また、総じて、結晶粒が大きく、ゆっくりと冷却したと想定される試料である。118頁にX線回折チャートを示したが先のFBC00S005～FBC00S007試料と同様である。

化学成分分析の結果(105頁表1)によると、全鉄(T. Fe)32.7%に対して、酸化第一鉄(ウスタイト:FeO)は13.4%と少なく、一方酸化第二鉄(ヘマタイト:Fe₂O₃)は31.7%と相対的に多く、鉄分の大部分が酸化第二鉄に変化している。また、金属鉄(M. Fe)は0.14%と少なく、滓中の成分の指標となる所謂造滓成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_5+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)は29.4%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)は24.0%と非常に多く、バナジウム(V)も0.14%と多く存在する。一方、鉱石に含有される成分の一つである銅(Cu)は0.003%と非常に少ない。したがって、本試料は先のFBC00S005～FBC00S007試料と酷似した化学成分組成を有する鐵滓で、砂鉄を始発原料とする製鉄工程で生成した可能性が高い。また、化合水の値は0.08%で、酸化第二鉄と水との化合物で鉄錆の一種であるゲーサイト等のオキシ水酸化鉄($\alpha\text{-FeOOH}$ 等)は殆んど生成していないものと思われる。

次に、本試料中の鐵滓個所の製鉄工程上の位置付けは、先のFBC00S003～FBC00S007試料と同じく、124頁の図1(出土鐵滓類の全鉄量とチタニア量との関係図)と図2(出土鐵滓類の全鉄量と造滓成分量との関係図)から、高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製鍊滓^④の成分構成に近く、本試料は高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鍊滓に帰属されると考えられる。

以上の結果を総合すると、

- ①この試料は砂鉄系製鍊滓で、
- ②鉄源には高チタニア含有砂鉄が使用された可能性が高いもの、
と推定される。

(9) 試料番号FBC00S009流出滓⇒砂鉄系製鍊流出滓

長さ91mm、幅66mm、厚み46mmで、その外観写真を109頁に示した。全体に気泡の多い黒色発泡粗鬆な滓で、四方に削欠面があり、重量感のある流出滓片である。かなり粘っこく、流動性が悪かったのではないかと想像される。気泡に砂礫が詰っている部分をさけて分析用試料を採取した。下部には砂礫と水酸化鉄の固着物がある。着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は387.7gである。

滓断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を112頁に示した。鉱物組成は、鉄とチタニウムとの酸化化合物である灰白色多角形のウルボスピネル($2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)結晶と針状結晶のイルメナイト($\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)そして基地に短冊のやや崩れた青灰色のファイアライト($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)結晶が主として観察される。砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先のFBC00S005～FBC00S008試料と類似した鉱物組成を有する鉄滓である。118頁にX線回折チャートを示したが先のFBC00S005～FBC00S008試料と同様である。

化学成分分析の結果(105頁表1)によると、全鉄(T. Fe)31.8%に対して、酸化第一鉄(ウスタイト: FeO)は15.7%と少なく、一方酸化第二鉄(ヘマタイト: Fe_2O_3)は27.8%と相対的に多く、鉄分の大部分が酸化第二鉄に変化している。また、金属鉄(M. Fe)は0.14%と少なく、滓中の成分の指標となる所謂造滓成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)は23.9%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)は30.7%と非常に多く、バナジウム(V)も0.14%と多く存在する。一方、鉱石に含有される成分の一つである銅(Cu)は0.002%と非常に少ない。したがって、本試料は先のFBC00S005～FBC00S008試料と酷似した化学成分組成を有する鉄滓で、砂鉄を始発原料とする製鉄工程で生成した可能性が高い。また、化合水の値は0.17%で、酸化第二鉄と水との化合物で鉄錆の一種であるゲーサイト等のオキシ水酸化鉄($\alpha\text{-FeOOH}$ 等)は殆んど生成していないものと思われる。

次に、本試料中の鉄滓個所の製鉄工程上の位置付けは、先のFBC00S003～FBC00S008試料と同じく、124頁の図1(出土鉄滓類の全鉄量とチタニア量との関係図)と図2(出土鉄滓類の全鉄量と造滓成分量との関係図)から、高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製鍊滓^①の成分構成に近く、本試料は高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鍊滓に帰属されると考えられる。

以上の結果を総合すると、

- ①この試料は砂鉄系製鍊滓で、
- ②鉄源には高チタニア含有砂鉄が使用された可能性が高いもの、
と推定される。

(10) 試料番号FBC00S010流出津⇒砂鉄系製鍊津

長さ134mm、幅92mm、厚み57mmで、その外観写真を109頁に示した。上部は滑らかで大きな気泡が割れた跡のような形状をしている。また厚さの上から1/3にも大きな空洞があり、かなり発泡しやすい津であったと考えられる。表面の小気泡には砂礫が詰っている。全体に緻密で重量感のある試料である。着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は861.0gである。

津断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を112頁に示した。鉱物組成は、鉄とチタニウムとの酸化化合物である灰白色多角形のウルボスピネル($2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)結晶と針状結晶のイルメナイト($\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)そして基地に短冊のやや崩れた青灰色のファイアライト($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)結晶が主として観察される。砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先のFBC00S005～FBC00S008試料と類似した鉱物組成を有する鐵津である。また、総じて結晶粒は大きく、ゆっくりと凝固していった様相を呈している。119頁にX線回折チャートを示したが先のFBC00S005～FBC00S009試料と同様である。

化学成分分析の結果(105頁表1)によると、全鉄(T. Fe)31.3%に対して、酸化第一鉄(ウスタイト: FeO)は18.1%と少なく、一方酸化第二鉄(ヘマタイト: Fe_2O_3)は24.2%と相対的に多く、鉄分の大部分が酸化第二鉄に変化している。また、金属鉄(M. Fe)は0.29%と少なく、津中の成分の指標となる所謂造津成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)は28.3%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)は27.4%と非常に多く、バナジウム(V)も0.13%と多く存在する。一方、鉱石に含有される成分の一つである銅(Cu)は0.003%と非常に少ない。したがって、本試料は先のFBC00S005～FBC00S009試料と酷似した化学成分組成を有する鐵津で、砂鉄を始発原料とする製鉄工程で生成した可能性が高い。また、化合水の値は0.17%で、酸化第二鉄と水との化合物で鉄錆の一種であるゲーサイト等のオキシ水酸化鉄($\alpha\text{-FeOOH}$ 等)は殆んど生成していないものと思われる。

次に、本試料中の鉄津個所の製鉄工程上の位置付けは、先のFBC00S003～FBC00S009試料と同じく、124頁の図1(出土鉄津類の全鉄量とチタニア量との関係図)と図2(出土鉄津類の全鉄量と造津成分量との関係図)から、高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製鍊津^①の成分構成に近く、本試料は高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鍊津に帰属されると考えられる。

以上の結果を総合すると、

- ①この試料は砂鉄系製鍊津で、
- ②鉄源には高チタニア含有砂鉄が使用された可能性が高いもの、
と推定される。

(11) 試料番号FBC00S011流出津⇒砂鉄系製鍊炉内津

長さ50mm、幅40mm、厚み35mmで、その外観写真を109頁に示した。全体に空隙があり、砂礫と水

酸化鉄に埋もれた試料で、木炭小片の織維痕も確認できる。滓断面は黒色発泡粗鬆な滓の様相を呈する炉内滓小片と思われる。放射化分析試料採取近傍から分析用試料を採取した。着磁力はやや強いが、MC反応はない。総重量は68.5gである。

滓断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を112頁に示した。滓断面の顕微鏡写真には大小多くの空孔が観察され、一見すると何か鉄化した金属組織のように見えるが、細かな縞模様のような鉱物組織が観察される。この顕微鏡写真から、その鉱物組成を特定することが困難であり、先のFBC00S005～FBC00S008試料と異なる鉱物組成を有する鉄滓であると推定される。

そこで、鉱物組織を電子顕微鏡を用いて1000倍に拡大して分析した結果を121頁に示した。電子顕微鏡写真で、灰色の基地(No.2箇所)は、55.8%FeO-42.1%TiO₂に少量のMgOとCr₂O₃とが共存し、イルメナイト(FeO·TiO₂)とウルボスピニル(2FeO·TiO₂)が主体に固溶した構成と推定され、一方縞模様のやや暗色箇所(No.1箇所)は、39.1%FeO-57.3%TiO₂に少量のMgOとAl₂O₃が共存し、イルメナイト(FeO·TiO₂)とシュードブルツカイト(Fe₂O₃·TiO₂)が主体に固溶した構成と推定される。したがって、砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示:TiO₂)の高いことが想定される鉱物組成である。

119頁にX線回折チャートを示した。イルメナイト(FeO·TiO₂)とシュードブルツカイト(Fe₂O₃·TiO₂)の強いピークが主として検出される他、中程度のウルボスピニル(2FeO·TiO₂)、少量のヘマタイト(Fe₂O₃)とマグネタイト(Fe₃O₄)等が検出され、先の電子顕微鏡による観察結果と良い一致を示す。

化学成分分析の結果(105頁表1)によると、全鉄(T. Fe)42.2%に対して、酸化第一鉄(ウスタイト:FeO)は11.8%と少なく、一方酸化第二鉄(ヘマタイト:Fe₂O₃)は47.0%と相対的に多く、鉄分の大部分が酸化第二鉄に変化している。また、金属鉄(M. Fe)は0.14%と少なく、滓中の成分の指標となる所謂造滓成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+Na₂O+K₂O)は5.5%と少ない。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニウム(酸化チタニウムで表示:TiO₂)は34.0%と非常に多く、バナジウム(V)も0.15%と多く存在する。一方、鉱石に含有される成分の一つである銅(Cu)は0.003%と非常に少ない。したがって、本試料は造滓成分量が極端に低いことを除けば、先のFBC00S005～FBC00S0010試料と酷似した化学成分組成を有する鉄滓で、砂鉄を始発原料とする製鉄工程で生成した可能性が高い。また、化合水の値は0.34%で、酸化第二鉄と水との化合物で鉄錆の一種であるゲーサイト等のオキシ水酸化鉄(α -FeOOH等)は殆んど生成していないものと思われる。

次に、本試料中の鉄滓箇所の製鉄工程上の位置付けは、先のFBC00S003～FBC00S0010試料と同じく、124頁の図1(出土鉄滓類の全鉄量とチタニア量との関係図)と図2(出土鉄滓類の全鉄量と造滓成分量との関係図)から、高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製錆滓^①の成分構成に近く、本試料は高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製錆滓に帰属されると考えられる。

以上の結果を総合すると、

①この試料は砂鉄系製錆滓で、

②鉄源には高チタニア含有砂鉄が使用された可能性が高いもの、
と推定される。

(12) 試料番号FBC00S012流出滓⇒砂鉄系製鍊滓

長さ55mm、幅50mm、厚み30mmで、その外観写真を109頁に示した。上部は滑らかに膨れたような形状で下部は小炭を噛み込んだ細かな凹凸のある鉄滓で重量感がある。放射化分析試料採取部は大きな空洞がある。黒色で緻密な滓である。放射化分析試料採取近傍より分析用試料を採取した。着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は114.8gである。

滓断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を112頁に示した。鉱物組成は、鉄とチタニウムとの酸化化合物である灰白色多角形のウルボスピネル($2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)結晶と針状結晶のイルメナイト($\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)そして基地に短冊のやや崩れた青灰色のファイヤライト($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)結晶が主として観察される。砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先のFBC00S005～FBC00S010試料と類似した鉱物組成を有する鉄滓である。120頁にX線回折チャートを示したが先のFBC00S005～FBC00S010試料と同様である。

化学成分分析の結果(105頁表1)によると、全鉄(T. Fe)29.9%に対して、酸化第一鉄(ウスタイト: FeO)は17.0%と少なく、一方酸化第二鉄(ヘマタイト: Fe_2O_3)は23.5%と相対的に多く、鉄分の大部分が酸化第二鉄に変化している。また、金属鉄(M. Fe)は0.28%と少なく、滓中の成分の指標となる所謂造滓成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)は26.8%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)は30.2%と非常に多く、バナジウム(V)も0.11%と多く存在する。一方、鉱石に含有される成分の一つである銅(Cu)は0.003%と非常に少ない。したがって、本試料は先のFBC00S005～FBC00S010試料と酷似した化学成分組成を有する鉄滓で、砂鉄を始発原料とする製鉄工程で生成した可能性が高い。また、化合水の値は0.17%で、酸化第二鉄と水との化合物で鉄錆の一種であるゲーサイト等のオキシ水酸化鉄($\alpha\text{-FeOOH}$ 等)は殆んど生成していないものと思われる。

次に、本試料中の鉄滓個所の製鉄工程上の位置付けは、先のFBC00S003～FBC00S010試料と同じく、124頁の図1(出土鉄滓類の全鉄量とチタニア量との関係図)と図2(出土鉄滓類の全鉄量と造滓成分量との関係図)から、高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製鍊滓⁶の成分構成に近く、本試料は高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鍊滓に帰属されると考えられる。

以上の結果を総合すると、

- ①この試料は砂鉄系製鍊滓で、
- ②鉄源には高チタニア含有砂鉄が使用された可能性が高いもの、
と推定される。

(13) 試料番号FBC00S013流出滓⇒砂鉄系製錬流出滓

長さ52mm、幅35mm、厚み35mmで、その外観写真を109頁に示した。凹凸があり、砂礫の固着物もある小型試料である。流出滓先端状の形状で先端表面は丸く滑らかで、下部は割れて付着土も多い。極力砂礫を落として試料採取した。着磁力は稍弱く、MC反応もない。総重量は60.4gである。

津断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を113頁に示した。鉱物組成は、鉄とチタニウムとの酸化化合物である灰白色多角形のウルボスピネル($2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)結晶と針状結晶のイルメナイト($\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)そして基地に短冊のやや崩れた青灰色のファイアライト($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)結晶が主として観察される。砂鉄原料特有の成分であるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)の高いことが想定され、先のFBC00S005～FBC00S0010試料と類似した鉱物組成を有する鐵滓である。120頁にX線回折チャートを示したが先のFBC00S005～FBC00S0010試料と同様である。

化学成分分析の結果(105頁表1)によると、全鉄(T. Fe)32.5%に対して、酸化第一鉄(ウスタイト: FeO)は17.7%と少なく、一方酸化第二鉄(ヘマタイト: Fe_2O_3)は26.5%と相対的に多く、鉄分の大部分が酸化第二鉄に変化している。また、金属鉄(M. Fe)は0.28%と少なく、滓中の成分の指標となる所謂造滓成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)は25.3%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニウム(酸化チタニウムで表示: TiO_2)は30.2%と非常に多く、バナジウム(V)も0.099%と多く存在する。一方、鉱石に含有される成分の一つである銅(Cu)は0.003%と非常に少ない。したがって、本試料は先のFBC00S005～FBC00S0010試料と酷似した化学成分組成を有する鐵滓で、砂鉄を始発原料とする製鉄工程で生成した可能性が高い。また、化合水の値は0.17%で、酸化第二鉄と水との化合物で鉄錆の一種であるゲーサイト等のオキシ水酸化鉄($\alpha\text{-FeOOH}$)等は殆んど生成していないものと思われる。

次に、本試料中の鐵滓個所の製鉄工程上の位置付けは、先のFBC00S003～FBC00S0010試料と同じく、124頁の図1(出土鉄滓類の全鉄量とチタニア量との関係図)と図2(出土鉄滓類の全鉄量と造滓成分量との関係図)から、高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製鉄工程で排出された製錬滓^①の成分構成に近く、本試料は高チタニア含有砂鉄を始発原料とする製錬滓に帰属されると考えられる。

以上の結果を総合すると、

- ①この試料は砂鉄系製錬滓で、
- ②鉄源には高チタニア含有砂鉄が使用された可能性が高いもの、
と推定される。

(14) 試料番号FBC00S014 炉壁

長さ74mm、幅60mm、厚さ30mmで、その外観写真を109頁に示した。小型コロッケ状のが壁試料である。一部に木炭微細片や灰黒色の部分が認められる。スサ痕はない。砂礫の少ない部分から分析用試料を採取する。全体に着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は91.4gである。

断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を113頁に示した。顕微鏡組織写真には、乳白色ガラス様の鉱物質シリカ(SiO_2)と思われる組織が散在している。

化学成分分析結果を106頁の表3に示した。シリカ(SiO_2)が59.7%で、通常の粘土と同じレベル(約60%程度)にある。耐火度を向上させるアルミナ(Al_2O_3)は21.0%で、通常の粘土における約15~18%よりも高目で、耐火度には有利である。成型性に関係する全鉄(T. Fe)量は、4.5%(Fe_{2}O_3 で5.7%)とやや高い。一方、鉱物成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)中の軟化性をもつ塩基性成分($\text{CaO}+\text{MgO}$)が1.28%と少なく、耐火度を低下させると想定される Na_2O と K_2O の総量も1.74%と低値である。灼熱減量(Ig.loss)は8.59%なので、結晶構造水は多少脱水されずに残存しているものと思われる。また、チタニア(TiO_2)が0.77%検出されるので、全鉄量との関連で少々砂鉄を含む粘土であることが推定される。耐熱性に有利であるシリカ、アルミナ成分量は相当量含まれているが、耐熱性を低下させる塩基性成分やアルカリ金属成分は相対的に少ないので、本試料の化学成分構成は、本試料が比較的高い耐火度を有する粘土遺物であることを伺わせる。ちなみに、123頁の耐火度の試験結果は1,510°Cで、炉壁としては非常に高い耐火度であった。

そこで、本試料の高い耐火度を示す理由を探るために、ノルム計算法を用いて化学成分から本試料の鉱物含有率を推算(107頁の表4)し、その粘土化率と酸性度の関係を既存の陶片類³と比較した。その結果を124頁の図3に示した。その結果、本試料の粘土化率と酸性度は中世陶片に近く、使用可能な粘土材のなかで、耐火度の高い性状の粘土を吟味した可能性が伺われる。

以上の結果を総合すると、

- ①本試料の化学成分構成は、非常に高い耐火度を有する粘土遺物で、
- ②その実測された耐火度は1,510°C前後であり、
- ③また、その鉱物組成は、中世陶片に近く、耐火度の高い性状の粘土を吟味した可能性がある、等が推定される。

(15) 試料番号FBC00S015 炉壁

長さ77mm、幅65mm、厚さ29mmで、スサ痕の多い炉壁試料で砂礫の混在もほとんどない。その外観写真を109頁に示した。灰色の被熱部面にもスサ痕が多く観察される。肌色側にはスサが縦横にあったように見える部分もある。肌色部を中心に分析用試料を採取した。全体に着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は71.0gである。

断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を113頁に示した。顕微鏡組織写真には、乳白色ガラス様の鉱物質シリカ(SiO_2)と思われる組織が散在している。先のFBC00S0014試料と同様である。

化学成分分析結果を106頁の表3に示した。シリカ(SiO_2)が65.9%で、通常の粘土における約60%程度よりも高く、耐火度には有利である。また、耐火度を向上させるアルミナ(Al_2O_3)は17.3%で、通常の粘土における約15~18%の範疇にある。成型性に関係する全鉄(T. Fe)量は3.17%(Fe_{2}O_3 は4.1%)と高い。一方、鉱物成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)中の軟化性をもつ塩基性成分

(CaO+MgO)が1.9%と少々高く、耐火度を低下させると想定されるNa₂OとK₂Oの総量も2.8%とやや多い。灼熱減量(Ig.loss)は6.7%なので、結晶構造水は多少脱水されずに残存しているものと思われる。また、チタニア(TiO₂)が0.73%検出されるので、少々砂鉄を含む粘土であることも推定され、本試料の化学成分構成は、先のFBC00S0014試料とは異なる成分系であることを伺わせる。

123頁の耐火度の実測結果は1,410°Cで、炉壁としては中程度の耐火度であった。また、本試料の化学成分からノルム計算法を用いて本試料の鉱物含有率を推算(表4)し、その粘土化率と酸性度の関係を既存の陶片類^⑤と比較した結果(図3)、本試料の粘土化率と酸性度は陶片類よりも粘土化率が低い位置付けにある一連の本遺跡出土の炉壁グループの範疇にある。使用可能な粘土材のなかで、耐火度と造渣効果とをバランス化するために、粘土を吟味した可能性が伺われるが、この炉壁に使用された粘土が選別使用されたものかどうか等については、更に周辺粘土との比較が必要である。

以上の結果を総合すると、

- ①本試料の化学成分構成は、先のFBC00S0014炉壁試料とは異なる成分系で、
 - ②その実測された耐火度は1,410°C前後であり、
 - ③また、その鉱物組成は、陶片類よりも粘土化率が低い位置付けであること、
- 等が推定される。

(16) 試料番号FBC00S016 羽口

長さ104mm、胴径65mm、肉厚17mm、内径30mmで、未使用羽口の先端部が折損したものの様相を呈する試料である。その外観写真を109頁に示した。管長方向に割れて内部の様子が良く判る。内面は比較的滑らかに仕上げられている。成形乾燥時に割れたものか。スサは認められない。折損部から分析用試料を採取する。全体に着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は239.5gである。

断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を113頁に示した。顕微鏡組織写真には、乳白色ガラス様の鉱物質シリカ(SiO₂)と思われる鉱物や混練された粘土鉱物組織が散在しており、先のFBC00S0015試料と同様である。

化学成分分析結果を106頁の表3に示した。シリカ(SiO₂)が72.6%で、通常の粘土における約60%程度よりも非常に高く、耐火度には有利である。また、耐火度を向上させるアルミナ(Al₂O₃)は14.7%で、通常の粘土(約15~18%)よりも僅かに低い。成形性に関係する全鉄(T. Fe)量は、2.10%(Fe₂O₃は2.36%)と非常に少なく、成型性は良好と考えられる。一方、鉱物成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+Na₂O+K₂O)中の軟化性をもつ塩基性成分(CaO+MgO)が1.2%と低いが、耐火度を低下させると想定されるNa₂OとK₂Oの総量は2.7%とやや多い。灼熱減量(Ig.loss)は3.8%なので、結晶構造水は多少脱水されずに残存しているものと思われる。また、チタニア(TiO₂)が0.68%検出されるので、少々砂鉄を含む粘土であることも推定され、本試料の化学成分構成は、先のFBC00S0015試料と類似の成分系ではあるが、耐火度向上をもたらすシリカ含有量の多い試料である。

123頁の耐火度の試験結果は1,450°Cで、羽口としては中程度の耐火度であった。また、本試料の

化学成分からノルム計算法を用いて本試料の鉱物含有率を推算(表4)し、その粘土化率と酸性度の関係を既存の陶片類^⑤と比較した結果(図3)、本試料の粘土化率と酸性度は陶片類よりも特に粘土化率が低い位置付けにある一連の本遺跡出土の羽口グループの範疇にある。使用可能な粘土材のなかで、耐火度を向上させるために、粘土を吟味した可能性が伺われるが、この炉壁に使用された粘土が選別使用されたものかどうか等については、更に周辺粘土との比較が必要である。

以上の結果を総合すると、

- ①本試料の化学成分構成は、先のFBC00S0015試料と類似するがシリカ含有量の高い成分系で、
 - ②その実測された耐火度は1,450°C前後であり、
 - ③また、その鉱物組成は、陶片類よりも粘土化率の低い位置付けであること、
- 等が推定される。

(17) 試料番号FBC00S017 炉壁

長さ97mm、幅82mm、厚さ60mmで、おむすび型の炉壁片である。その外観写真を110頁に示した。灰色がかった部分と肌色の境界がはっきりしている。灰色部には砂礫や微粉木炭片付着土砂が混在しているようで、肌色部にはスサ痕があるものの均一な粘土で作られており、分析用試料はこの肌色部分から採取する。全体に着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は259.3gである。

断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を113頁に示した。顕微鏡組織写真には、乳白色ガラス様の鉱物質シリカ(SiO₂)と思われる組織が散在、先のFBC00S0015試料と同様である。

化学成分分析結果を106頁の表3に示した。シリカ(SiO₂)が66.2%で、通常の粘土における約60%程度よりも高く、耐火度には有利である。また、耐化度を向上させるアルミナ(Al₂O₃)は17.7%で、通常の粘土における約15~18%の範疇にある。成形性に関係する全鉄(T. Fe)量は、3.2%(Fe₂O₃は4.1%)と高い。一方、鉱物成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+Na₂O+K₂O)中の軟化性をもつ塩基性成分(CaO+MgO)が1.7%と少々高く、耐火度を低下させると想定されるNa₂OとK₂Oの総量も2.8%とやや多い。灼熱減量(Ig.loss)は5.9%なので、結晶構造水は多少脱水されずに残存しているものと思われる。また、チタニア(TiO₂)が0.71%検出されるので、少々砂鉄を含む粘土であることも推定され、本試料の化学成分構成は、先のFBC00S0015試料と同じ成分系であると思われる。

123頁の耐火度の試験結果は1,395°Cで、炉壁としては中程度の耐火度であった。また、本試料の化学成分からノルム計算法を用いて本試料の鉱物含有率を推算(表4)し、その粘土化率と酸性度の関係を既存の陶片類^⑤と比較した結果(図3)、本試料は先のFBC00S0015試料と同様に、陶片類よりも粘土化率が低い位置付けにある一連の本遺跡出土の炉壁グループの範疇にある。使用可能な粘土材のなかで、耐火度と造済効果とをバランス化するために、粘土を吟味した可能性が伺われるが、この炉壁に使用された粘土が選別使用されたものかどうか等については、更に周辺粘土との比較が必要である。

以上の結果を総合すると、

- ①本試料の化学成分構成は、先のFBC00S0015試料とは同じ成分系で、
- ②その実測された耐火度は1,395°C前後であり、
- ③また、その鉱物組成は、陶片類よりも粘土化率が低い位置付けであること、
等が推定される。

(18) 試料番号FBC00S018 羽口

長さ62mm、胴径70mm、肉厚19mm、縁径80mm、内径30mmで、その外観写真を110頁に示した。3~4mm程度の粗い砂礫が混ざった粘土で作られた羽口の基部1/4円周の断片である。口縁部は喇叭状に広がりやや肉厚である。口縁部から分析用試料を採取した。全体に着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は86.9gである。

断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を113頁に示した。顕微鏡組織写真には、乳白色ガラス様の鉱物質シリカ(SiO_2)と思われる組織が散在しており、先のFBC00S0016試料と同様である。

化学成分分析結果を106頁に示した。シリカ(SiO_2)が72.3%で、通常の粘土における約60%程度よりも非常に高く、耐火度には有利である。また、耐化度を向上させるアルミナ(Al_2O_3)は15.1%で、通常の粘土(約15~18%)よりも僅かに低い。成型性に関する全鉄(T. Fe)量は、2.0%(Fe_2O_3 は2.6%)と非常に少なく、成型性は良好と考えられる。一方、澤中の成分の指標となる所謂造滓成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)中の軟化性をもつ塩基性成分($\text{CaO}+\text{MgO}$)が1.1%と低いが、耐火度を低下させると想定される Na_2O と K_2O の総量は2.6%とやや多い。灼熱減量(Ig.loss)は4.9%なので、結晶構造水は多少脱水されずに残存しているものと思われる。また、チタニア(TiO_2)が0.72%とやや高目に存在している。本試料の化学成分構成は、先のFBC00S0016試料と類似の成分系で、耐火度向上をもたらすシリカ含有量の多い試料である。

123頁の耐火度の実測結果は1,470°Cで、羽口としては比較的高い耐火度であった。また、本試料の化学成分からノルム計算法を用いて本試料の鉱物含有率を推算(表4)し、その粘土化率と酸性度の関係を既存の陶片類⁵⁾と比較した結果(図3)、本試料の粘土化率と酸性度は陶片類よりも特に粘土化率が低い位置付けにある一連の本遺跡出土の羽口グループの範疇にある。使用可能な粘土材のなかで、耐火度を向上させるために、粘土を吟味した可能性が伺われるが、この羽口に使用された粘土が選別使用されたものかどうか等については、更に周辺粘土との比較が必要である。

以上の結果を総合すると、

- ①本試料の化学成分構成は、先のFBC00S0016試料と同じで、シリカ含有量の高い成分系で、
- ②その実測された耐火度は1,470°C前後であり、
- ③また、その鉱物組成は、陶片類よりも特に粘土化率の低い位置付けであること、
等が推定される。

(19) 試料番号FBC00S019 羽口

長さ85mm、幅62mm、肉厚20mm、縁径85mm、内径40mm(推定)で、その外観写真を110頁に示した。やや粗い砂礫と粘土で作られた羽口の基部片である。口縁部は直線的で顯著に喇叭状になつてない。この試料は先端部が欠けた後熱を受けたような様相を呈している。スサ痕は認められない。全体に着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は121.8gである。

断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を113頁に示した。顕微鏡組織写真には、乳白色ガラス様の鉱物質シリカ(SiO_2)と思われる組織が散在しているが、先のFBC00S0018試料と同様である。

化学成分分析結果を106頁に示した。シリカ(SiO_2)が71.2%で、通常の粘土における約60%程度よりも非常に高く、耐火度には有利である。また、耐火度を向上させるアルミナ(Al_2O_3)は16.4%で、通常の粘土(約15~18%)の範疇にある。成形性に関係する全鉄(T. Fe)量は、2.0%(Fe_2O_3 は2.6%)と非常に少なく、成形性は良好と考えられる。一方鉱物成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)中の軟化性をもつ塩基性成分($\text{CaO}+\text{MgO}$)が0.91%と低いが、耐火度を低下させると想定される Na_2O と K_2O の総量も2.1%とやや多い。灼熱減量(Ig.loss)は5.2%なので、結晶構造水は多少脱水されずに残存しているものと思われる。また、チタニア(TiO_2)が少し多めに0.78%検出されている。本試料の化学成分構成は、先のFBC00S0018試料と類似の成分系で、耐火度向上をもたらすシリカ含有量の多い試料である。

123頁の耐火度の実測結果は1,500°Cで、羽口としては高い耐火度であった。また、本試料の化学成分からノルム計算法を用いて本試料の鉱物含有率を推算(表4)し、その粘土化率と酸性度の関係を既存の陶片類^①と比較した結果(図3)、本試料の粘土化率と酸性度は陶片類に近く、使用可能な粘土材のなかで、耐火度の高い性状の粘土を吟味した可能性が伺われるが、この羽口に使用された粘土が選別使用されたものかどうか等については、更に周辺粘土との比較が必要である。

以上の結果を総合すると、

- ①本試料の化学成分構成は、先のFBC00S0018試料と同じで、シリカ含有量の高い成分系で、
- ②その実測された耐火度は1,500°C前後であり、
- ③また、その鉱物組成は、陶片類に近く、耐火度の高い性状の粘土を吟味した可能性がある、等が推定される。

(20) 試料番号FBC00S020 羽口

長さ79mm、胴径65mm、肉厚18mm、縁径75mm、内径32mmで、その外観写真を110頁に示した。先端部は折損後またはひびが入った後で溶融した状態の試料である。喇叭状の基部は完全な状態で残っている。胎土は細かくスサのような植物纖維痕も認められる。被熱変色部をさけて分析用試料を採取した。全体に着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は299.0gである。

断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を113頁に示した。顕微鏡組織写真には、乳白色ガラス様の鉱

物質シリカ(SiO_2)と思われる組織が散在しているが、先のFBC00S0018試料と同様である。

化学成分分析結果を106頁に示した。シリカ(SiO_2)が72.9%で、通常の粘土における約60%程度よりも非常に高く、耐火度には有利である。また、耐火度を向上させるアルミナ(Al_2O_3)は15.1%で、通常の粘土(約15~18%)よりも僅かに低い。成形性に関係する全鉄(T. Fe)量は、1.8%(Fe_2O_3 は2.3%)と少なく、成形性は良好と考えられる。一方、鉱物成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)中の軟化性をもつ塩基性成分($\text{CaO}+\text{MgO}$)は1.2%と低いが、耐火度を低下させると想定される Na_2O と K_2O の総量は2.7%とやや多い。灼熱減量(Ig.loss)は3.8%なので、結晶構造水は多少脱水されずに残存しているものと思われる。また、チタニア(TiO_2)は0.67%検出されている。本試料の化学成分構成は、先のFBC00S0018試料と類似の成分系で、耐火度向上をもたらすシリカ含有量の多い試料である。

123頁の耐火度の試験結果は1470°Cで、羽口としては比較的高い耐火度であった。また、本試料の化学成分からノルム計算法を用いて本試料の鉱物含有率を推算(表4)し、その粘土化率と酸性度の関係を既存の陶片類^①と比較した結果(図3)、本試料の粘土化率と酸性度は陶片類よりも特に粘土化率が低い位置付けにある一連の本遺跡出土の羽口グループの範疇にある。使用可能な粘土材のなかで、耐火度を向上させるために、粘土を吟味した可能性が伺われるが、この羽口に使用された粘土が選別使用されたものかどうか等については、更に周辺粘土との比較が必要である。

以上の結果を総合すると、

- ①本試料の化学成分構成は、先のFBC00S0019試料と同じで、シリカ含有量の高い成分系で、
 - ②その実測された耐火度は1,470°C前後であり、
 - ③また、その鉱物組成は、陶片類よりも特に粘土化率の低い位置付けであること、
- 等が推定される。

(21) 試料番号FBC00S021 羽口

長さ64mm、肉厚16mm、縁径80mm、内径50mmで、その外観写真を110頁に示した。やや内径の大きな羽口基部片である。きめ細かな粘土を使用している。スサ痕は認められない。被熱変色部を避け試料採取した。全体に着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は69.7gである。

断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を114頁に示した。顕微鏡組織写真には、乳白色ガラス様の鉱物質シリカ(SiO_2)と思われる組織が散在している。

化学成分分析結果を106頁に示した。シリカ(SiO_2)が63.8%で、通常の粘土と同じレベル(約60%程度)よりも僅かに高い。耐火度を向上させるアルミナ(Al_2O_3)は19.7%で、通常の粘土における約15~18%よりも高目で、耐火度には有利である。成形性に関係する全鉄(T. Fe)量は、4.0%(Fe_2O_3 で5.3%)と高い。一方、鉱物成分($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)中の軟化性をもつ塩基性成分($\text{CaO}+\text{MgO}$)が1.6%、耐火度を低下させると想定される Na_2O と K_2O の総量が2.6%と高めである。灼熱減量(Ig.loss)は6.9%なので、結晶構造水は多少脱水されずに残存しているものと思われる。

また、チタニア (TiO_2) が 0.65% 検出される。耐熱性に有利であるシリカ、アルミナ成分量は相当量含まれているが、耐熱性を低下させる塩基性成分やアルカリ金属成分が相対的に多く、本試料の化学成分構成は、先の FBC00S0018~20 試料と異なる成分系であることが伺われる。

123 頁の耐火度の実測結果は 1,470°C で、羽口としては比較的高い耐火度であった。ノルム計算法を用いて化学成分から本試料の鉱物含有率を推算(表 4)し、その粘土化率と酸性度の関係を既存の陶片類⁵⁾と比較した結果(図 3)、本試料の粘土化率と酸性度は先の FBC00S0018~20 羽口試料よりも特に粘土化率が高く、使用可能な粘土材のなかで、耐火度の高い性状の粘土を吟味した可能性が伺われるが、この羽口に使用された粘土が選別使用されたものかどうか等については、更に周辺粘土との比較が必要である。

以上の結果を総合すると、

- ① 本試料の化学成分構成は、高い耐火度を有する粘土遺物で、
 - ② その実測された耐火度は 1,470°C 前後であり、
 - ③ また、その鉱物組成は、粘土化率の高い耐火度の高い性状の粘土を吟味した可能性がある、
- 等が推定される。

(22) 試料番号 FBC00S022 炉壁

長さ 133mm、幅 130mm、厚さ 55mm で、その外観写真を 110 頁に示した。炉内側は黒褐色で凹凸があり、部分的な破断面には黒色発泡粗鬆なガラス質津が認められる。裏面の粘土は熱影響部が残っているのみで硬く、スサが使われた様子はない。 ϕ 2mm-3mm の砂礫が含まれている。全体に着磁力は弱く、MC 反応もない。総重量は 815.2 g である。

断面の 100 倍と 400 倍の顕微鏡写真を 114 頁に示した。顕微鏡組織写真には、乳白色多角形ガラス様の鉱物質シリカ (SiO_2) と思われる組織が観察される他、大小不特定の粒状鉱物質が散在している。

鉱物組織を電子顕微鏡を用いて分析した結果を 122 頁に示した。電子顕微鏡写真で、No.1 箇所の粒状鉱物は 55.7% FeO -48.2% TiO_2 に少量の MgO と Al_2O_3 とが共存することから、恐らくイルメナイト ($FeO \cdot TiO_2$) を主体とする砂鉄微粒子と考えられる。一方、No.2 箇所の粒状鉱物は、68.9% SiO_2 -20.44% Al_2O_3 に少量の Na_2O , CaO , K_2O 等が共存することから、ブライオクレース [斜長石、ソウ長石と灰長石の固溶体、 $(NaAlSi_3O_8)_x \cdot (CaAlSi_3O_8)_y$] 等に代表される珪酸塩鉱物の一種である長石類鉱物に相当すると考えられる。また、No.3 箇所の鉱物は 78.2% SiO_2 -17.0% Al_2O_3 に少量の FeO , MgO , K_2O 等が共存することから、珪酸塩鉱物の一種である輝石類あるいはかんらん石類鉱物に相当すると推定される。

化学成分分析結果を 106 頁に示した。シリカ (SiO_2) が 65.1% で、通常の粘土における約 60% 程度よりも高く、耐火度には有利である。また、耐火度を向上させるアルミナ (Al_2O_3) は 17.7% で、通常の粘土における約 15~18% の範疇にある。成型性に関係する全鉄 (T. Fe) 量は、5.6% (Fe_2O_3 は 6.2%) と高い。一方、鉱物成分 ($SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+Na_2O+K_2O$) 中の軟化性をもつ塩基性成分

(CaO+MgO)が2.3%と多く、耐火度を低下させると想定されるNa₂OとK₂Oの総量も2.6%と多い。灼熱減量(Ig.loss)は1.0%なので、熟影響を受けた試料からの分析結果である。また、チタニア(TiO₂)が2.3%と多く検出されるので、砂鉄を含む粘土で先の顕微鏡による組織分析結果と一致している。本試料の化学成分構成は、基本的に先のFBC00S0015試料と同じ成分系であると思われる。

123頁の耐火度の実測結果は1,365°Cで、炉壁としては中程度の耐火度であった。また、本試料の化学成分からノルム計算法を用いて本試料の鉱物含有率を推算(表4)し、その粘土化率と酸性度の関係を既存の陶片類⁵と比較した結果(図3)、本試料は先のFBC00S0015およびFBC00S0017試料と同様に、その粘土化率が陶片類よりも低い位置付けにある一連の本遺跡出土の炉壁グループの範疇にある。使用可能な粘土材のなかで、耐火度と造滓効果とをバランス化するために、粘土を吟味した可能性が伺われるが、この炉壁に使用された粘土が選別使用されたものかどうか等については、更に周辺粘土との比較が必要である。

以上の結果を総合すると、

- ①試料の化学成分構成は、砂鉄の混入は多いが基本的に先の炉壁グループ試料と同成分系で、
 - ②その実測された耐火度は1,365°C前後であり、
 - ③また、その鉱物組成は、陶片類よりも粘土化率が低い位置付けであること、
- 等が推定される。

(23) 試料番号FBC00S023 炉壁

長さ168mm、幅109mm、厚さ90mmで、その外観写真を110頁に示した。炉内側は溶融し黒色で滑らかな部分もあるが、破断面は発泡したガラス状滓の様相を呈する。断定は出来ないが羽口閉塞孔にも見える部分もある。裏面の炉壁粘土にはスサ痕が多い。熟影響が比較的少ない部分から分析用試料を採取した。全体に着磁力は弱く、MC反応もない。総重量は780.0gである。

断面の100倍と400倍の顕微鏡写真を114頁に示した。顕微鏡組織写真には、一様に溶融した基地のガラス質スラグと乳白色多角形ガラス様の鉱物質シリカ(SiO₂)と思われる組織が観察され、先のFBC00S022試料と類似の鉱物組織と思われる。なお、鐵滓の特徴的な晶癖である白色蘭状のウスタイト(FeO)結晶や、灰白色短筒状のファイヤライト(2FeO·SiO₂)結晶等の鉱物組織は全く観察されない。

化学成分分析結果を106頁に示した。シリカ(SiO₂)が68.5%で、通常の粘土における約60%程度よりも高く、耐火度には有利である。また、耐火度を向上させるアルミナ(Al₂O₃)は18.3%で、通常の粘土における約15~18%の範疇にある。成形性に関係する全鉄(T. Fe)量は、3.7%(Fe₂O₃は4.9%)とやや高目である。一方、滓中の成分の指標となる所謂造滓成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+Na₂O+K₂O)中の軟化性をもつ塙基性成分(CaO+MgO)が2.0%と多く、耐火度を低下させると想定されるNa₂OとK₂Oの総量も2.5%と多い。灼熱減量(Ig.loss)は2.1%なので、多少熟影響を受けた試料からの分析結果である。また、チタニア(TiO₂)が0.9%検出されるので、少々砂鉄を含む粘土である

ことも推定される。砂鉄の混入量が少ない点を除けば、本試料の化学成分構成は、基本的に先のFBC00S0022試料と同じ成分系であると思われる。

123頁の耐火度の実測結果は1,380°Cで、炉壁としては中程度の耐火度であった。また、本試料の化学成分からノルム計算法を用いて本試料の鉱物含有率を推算(表4)し、その粘土化率と酸性度の関係を既存の陶片類³⁾と比較した結果(図3)、本試料は先のFBC00S0015、FBC00S0017およびFBC00S0022試料と同様に、その粘土化率が陶片類よりも低い位置付けにある一連の本遺跡出土の炉壁グループの範疇にある。使用可能な粘土材のなかで、耐火度と造滓効果とをバランス化するために、粘土を吟味した可能性が伺われるが、この炉壁に使用された粘土が選別使用されたものかどうか等については、更に周辺粘土との比較が必要である。

以上の結果を総合すると、

- ①試料の化学成分構成は、基本的に先の炉壁グループ試料と同じ成分系で、
 - ②その実測された耐火度は1,380°C前後であり、
 - ③また、その鉱物組成は、陶片類よりも粘土化率が低い位置付けであること、
- 等が推定される。

4 ま と め

考察の結果は次のようになる。

1) 鉄 淬

- 1) 本遺跡から出土した鉄滓の始発鉄原料には高チタニア含有の砂鉄が使用された可能性が高いと推定される。
- 2) 出土したすべての鉄滓の製鐵工程上の位置付けは製錬滓であり、その形状を加味し以下の通り推定された。
 - ①炉内滓は、FBC00S004と11試料である。
 - ②流出滓は、FBC00S005~9と13試料である。
 - ③FBC00S0010と12試料はその形状から炉内滓あるいは流出滓のいずれとも判定しがたい試料である。

2) 鉄 塊

- 1) FBC00S001試料の始発鉄原料には高チタニア含有の砂鉄が使用された可能性が高く、この試料は製錬滓を隨伴していることから、製錬工程で排出された鉄塊であり、その金属箇所の炭素含有量は0.093%で、その他不純物の比較的少ない鉄塊であること等々が推定される。
- 2) FBC00S002と3の両試料は鉄塊ではなく、高チタニア含有の砂鉄を始発鉄原料とする製錬流出滓であると推定される。

3) 羽口・炉壁

- 1) FBC00S0015, 17, 22そして23の炉壁試料は造済効果と耐火度とをバランス化した成分系で、その鉱物組成は陶片類よりも粘土化率が低いことが推定され、実測された耐火度は1,365°C～1,410°Cに範囲された。
- 2) 一方、FBC00S0014が壁試料は先の炉壁試料と異なる成分系で、その鉱物組成は中世陶片類に近く、実測された耐火度は1,510°Cと高く耐火度の高い性状の粘土を吟味した可能性が推定される。
- 3) FBC00S0016, 18, 19そして20の羽口試料はシリカ含有量の高い成分系で、その鉱物組成は陶片類よりも粘土化率が低く、実測された耐火度は1,450°C～1,500°Cに範囲される。
- 4) 一方、FBC00S0021羽口試料は、先の羽口試料と異なる成分系で、その鉱物組成は陶片類に近い粘土化率の高い性状の粘土を吟味した可能性が推定され、実測された耐火度は1,470°C前後であった。

5 参考文献

- 1) 常磐自動車道遺跡調査報告4 (財)福島県文化センター(1995年12月), 常磐自動車道遺跡調査報告2 (財)福島県文化センター(2000年3月), 横葉町小高城跡遺跡出土金属質遺物の分析・調査(2000年3月)及びいわき市白岩堀ノ内遺跡鉄滓分析(1996年7月)等の分析調査報告書 川鉄テクノリサーチ(株), 相馬開発関連遺跡調査報告(1991年3月, 1997年3月), 原町火力発電所関連遺跡調査報告(1997年3月, 1998年2月, 1998年3月), いわき市平バイパス清水遺跡(1994年7月, 1995年3月), 郡山市妙音寺遺跡(1996年1月), 新潟県三島郡和島村・門新遺跡, 八幡林地(1995年2月, 1996年12月), 山梨県八田村大塚遺跡(1997年3月), 山梨県横森東下遺跡(1998年3月), 山梨県白根町百々遺跡(2000年3月)等々の砂鉄を始発原料とする出土鉄滓関連の分析調査報告書 川鉄テクノリサーチ(株)
- 2) 大澤正己 梅原胡摩堂遺跡出土金属製品と鍛治・鋳造関連遺物の金属学的調査, 第二分冊, 富山県文化振興財團(1996)
- 3) 寒田藏朗著 『製鉄遺跡』 ニュー・サイエンス社, P81(1986); たたら研究会編『日本古代の鉄生産』 たたら研究会, P164(1991)
- 4) 季刊『考古学』第8号, 雄山閣出版, P36(1984)
- 5) 建石 健・西本豊弘 日本国文化科学会第17回大会研究発表要旨集, 20(2000); 古文化財編集委員会編, 『考古学, 美術史の自然科学的研究』 学振, P396(1988)

6 参考

(1) 鉄滓の分類

鉄滓を製造工程別に分類すると概略下表のようになる。

- ①製鍊滓 砂鉄や鉄鉱石を木炭等の炭素で還元して、酸素を取り除き、金属鉄を取り出す時に発生するもので、炉内滓や炉底滓および炉外流出滓などがある。
- ②精鍊鍛冶滓 ①で出来た鉄塊から、さらに不純物を取り出して加工しやすい鉄素材(鉄塊)にする時に生成するもので、成分的には①の製鍊滓に近い。
- ③鍛鍊鍛冶滓 ②で出来た鉄素材や製品の鉄を加熱・鍛打して、鉄製品を作った過程で生成する。
- (小鍛冶滓) 鉄滓で、その生成過程により楕形鍛冶滓、鍛造剥片や粒状鉄滓(通称湯玉)等の形となる。
- ④鋳物滓 鉄を溶解し、鋳型に流し込んで鋳物を作る時に生成するもの。
等がある。

(2) 鉄の分析結果および鉄滓の顕微鏡組織について

①鉄の分析結果について

分析結果に記載されている金属鉄(Metallic iron:M. Fe)、酸化第一鉄(Wustite:FeO)および酸化第二鉄(Hematite:Fe₂O₃)の関係は、後者二つの酸化鉄(鉄と酸素の化合物、2価と3価の鉄の陽イオンと2価の酸素陰イオンの化合物)であり、その中の鉄分(Fe)と僅かに含まれる金属鉄(M. Fe)を合計した値が全鉄(Total iron=T. Fe)である。なお、四三酸化鉄(マグネタイトMagnetite:FeO·Fe₂O₃=Fe₃O₄)は化学成分分析から求めることができない。

水と接触した金属鉄は水酸化物(Fe(OH)₂)またはよりアルカリ性水溶液ではオキシ水酸化鉄FeOOH(化学式Fe₂O₃·H₂O)(α -FeOOH, β -FeOOH, γ -FeOOH)として、沈殿する可能性がある。鉄水酸化物の水への溶解度、空气中酸素との反応によって、それらの安定性が異なる。安定なゲーサイト(α -FeOOH)が遺物として残存し、観察されることが多い。水酸化物が脱水されると、マグネタイト(Fe₃O₄)になる。化合水が数%あり、X線回折ではゲーサイトとマグネタイトが共存して検出(回折)される。ゲーサイト(α -FeOOH)は約200°Cで脱水して、ヘマタイト(赤鉄鉱 α -Fe₂O₃)になる。

②鉄滓の顕微鏡組織について

鉄滓を構成する化合物には、一般的に次のような鉱物組織がある。酸化鉄(Fe₂O₃, Fe₃O₄, FeO)、二酸化ケイ素(シリカ:SiO₂)、アルミナ(Al₂O₃)およびチタニア(TiO₂)を組み合せた化

合物が多く、これらは含有量にも依存するが、鉱物結晶はX線回折で検出され確認できる。低融点化合物がガラス相(非晶質)を形成することがあり、X線回折では検出されない。

表A2 鉄滓の顕微鏡鉱物組織とその観察状況

鉱物組織名(和)	鉱物名(英)	化学式	偏光顕微鏡観察状況
ヘマタイト	Hematite	$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	赤褐色～赤紫色
マーゲマイト	Maghemit	$\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	赤紫色～黒紫色
マグネタイト	Magnetite	Fe_3O_4	白青色、四角または多角盤状
ウスタイト	Wustite	FeO	灰白色、蘭玉状または樹枝状
ファイアライト	Fayalite	$2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$	薄い青灰色、短冊状の長い結晶
ウルボスピネル	Ulvospinel	$2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$	白色、四角～角形板状結晶
イルメナイト	Ilmenite	$\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$	白色、針状・棒状の長い結晶
シュードブルッカイト	Pseudobrookite	$\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{TiO}_2$	白色、針状の結晶
ハーシナイト	Hercynite	$\text{FeO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_5$	ウスタイト中に析出、ごま粒状
ゲーサイト	Goethite	$\alpha\text{-FeOOH}$	白～黄色、リング状が多い

(3) 鉄滓の化学組成と製鉄工程の位置付けについて

本報告では、本遺跡出土試料の製鉄工程上の位置付けを特定するために、これまでの砂鉄を始発原料とする製鉄関連遺跡より出土した砂鉄を始発原料とする鉄滓類の分析データ(約450点)と合わせて、T. Fe-TiO₂分布図(図1)とT. Fe-造滓成分分布図(図2)の作成を行い、本試料との比較分析を行った。

今回は鉄製品にかかわる分析調査がなかったため砂鉄製錬による鉄塊の調査に留まった。鉄は再加工(いわゆるリサイクル)の可能な素材として利用されることもあり、鍛冶場には各地で新規に生産された鉄と同時にリサイクル品が持ち込まれてきた可能性もあると、考えるのが妥当である。

素材である鉄や鉄塊がどこで生産されたものか、製鉄技術の進歩の状況はどうであったか等については、特定製鉄遺跡に付随する鍛冶工房や、製品としての鉄器類の追跡調査研究を進めて行く過程で更に解明出来るものと思われる。

(4) ノルム計算法による粘土遺物の鉱物組成の推算法について

岩石学で用いるノルム計算法の考え方を本製鉄関連の粘土遺物に応用して得られる粘土化の割合を示す数値である。粘土遺物の化学成分分析値から粘土化率を推算する際、

① Fe_2O_3 には、もとの岩石中の FeO が酸化したものをかなり含むので、 Fe_2O_3 の総和の半分は FeO から変化したものと仮定する。

② H_2O は、風化、変質、等の変化が大きいので、一切の計算から除外する等を仮定した。

表1 北道A遭出土鉄滑の化学成分分析結果

試験No.	T	Fe	Mn	Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	化合物	P ₂ O ₅	C	V	Cu	過満分率 % (m/m)	T/Fe
1	46.0	10.9	18.1	30.1	8.23	2.95	0.91	2.09	0.22	0.20	0.60	23.2	0.20	1.55	0.084	0.085	0.24	0.012	14.6	0.504		
2	34.2	0.36	11.8	35.3	19.0	4.48	2.03	2.34	0.46	0.43	0.62	19.8	0.066	2.53	0.148	0.43	0.094	0.002	28.7	0.579		
3	33.6	0.65	18.3	26.8	14.7	3.06	1.61	2.84	0.44	0.32	0.89	28.7	0.066	0.80	0.174	0.079	0.14	0.003	23.0	0.854		
4	28.8	0.94	15.5	22.6	18.7	4.07	3.63	2.62	0.63	0.43	0.89	27.8	0.066	0.54	0.148	0.038	0.13	0.002	30.1	0.965		
5	31.2	0.21	15.3	27.3	18.4	3.93	2.32	2.12	0.63	0.52	0.80	28.6	0.082	0.14	0.189	0.019	0.13	0.002	27.9	0.917		
6	31.2	0.22	15.0	27.6	16.5	3.75	2.22	2.65	0.55	0.44	0.91	29.7	0.11	0.16	0.147	0.023	0.15	0.002	26.1	0.952		
7	31.6	0.23	14.8	28.4	16.6	3.69	1.73	2.18	0.49	0.50	0.91	29.7	0.079	0.15	0.167	0.016	0.13	0.002	25.2	0.940		
8	32.7	0.14	13.4	31.7	19.5	4.76	1.64	2.31	0.61	0.53	0.75	24.0	0.10	0.08	0.149	0.013	0.14	0.003	29.4	0.734		
9	31.8	0.14	15.7	27.8	15.2	2.63	1.82	3.41	0.49	0.36	0.88	30.7	0.097	0.17	0.180	0.026	0.14	0.002	23.9	0.965		
10	31.3	0.29	18.1	24.2	18.9	4.45	1.58	2.31	0.60	0.47	0.79	27.4	0.09	0.14	0.146	0.018	0.13	0.003	28.3	0.875		
11	42.2	0.14	11.8	47.0	1.92	1.12	0.36	1.97	0.06	0.05	0.74	34.0	0.072	0.34	0.028	0.063	0.15	0.003	5.5	0.806		
12	29.9	0.28	17.0	23.5	15.8	3.42	3.51	2.80	0.80	0.42	0.90	30.2	0.064	0.32	0.257	0.065	0.11	0.003	26.8	1.010		
13	32.5	0.22	17.7	26.5	16.0	3.67	2.11	2.39	0.60	0.49	0.82	27.6	0.064	0.15	0.189	0.026	0.099	0.003	25.3	0.849		

〔分析方法〕JISに準拠し、以下の方法で行いました。

T: Fe : 三価化チタン酸元二クロム酸カリウム滴定法

M: Fe : 同系メノール分解-EDTA滴定法

FeO : 二クロム酸カリウム滴定法

Fe₂O₃ : 計算

化合物 : ガルフィッシュ法

C : 燃焼-赤外線吸収法

CaO, MgO, Cr₂O₃, Na₂O, V, Cu : ICP発光分析法SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, TiO₂, P₂O₅, KO : ガラスビード溶融X線分析法
組成: CaO, MgO, Na₂O, MnOは含有率に応じてICP分析法またはX線分析法

表2 北鉄A造跡出土鉄塊中の金属箇所の化学成分分析結果

試料No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Al	V	Ti	Ca	Mg	Fe	% (m/m)
1	0.093	0.010	0.001	0.054	0.005	0.026	0.068	0.001以下	0.007	0.001以下	0.014	0.008	0.003	残	

【分析方法】JISに準拠し、以下の方法で行いました。

Si, Mn, Al, P, Cu, Ti, Cr, Ni, V : ICP光分析法

C, S : 燃焼-赤外線吸収法

Ca, Mg, Ni : 原子吸光分析法

表3 北鉄A造跡出土羽口・軸壁の化学成分分析結果

資料No.	C	SiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	T.Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	化合物	Ig. loss	% (m/m)
14	0.19	59.7	0.04	21.0	0.55	0.73	0.77	0.75	0.99	4.50	0.71	5.65	5.60	8.59	1510
15	0.62	65.9	0.05	17.3	1.44	0.46	0.73	1.64	1.11	3.17	0.42	4.12	6.65	1410	
16	0.21	72.6	0.04	14.7	0.93	0.30	0.68	1.42	1.25	2.1	0.58	2.36	2.69	3.79	1450
17	0.39	66.2	0.05	17.7	1.30	0.39	0.71	1.70	1.07	3.21	0.44	4.10	4.23	5.88	1395
18	0.41	72.3	0.04	15.1	0.82	0.27	0.72	1.37	1.26	1.95	0.21	2.56	3.63	4.92	1470
19	0.26	71.2	0.04	16.4	0.65	0.26	0.78	1.00	1.13	2.01	0.21	2.64	2.79	5.21	1500
20	0.17	72.9	0.06	15.1	0.84	0.36	0.67	1.38	1.29	1.83	0.28	2.30	2.89	3.80	1470
21	0.55	63.8	0.14	19.7	0.97	0.59	0.65	1.47	1.09	3.98	0.35	5.30	4.48	6.91	1470
22	0.20	65.1	0.40	17.7	1.41	0.92	2.29	1.34	1.22	5.55	1.55	6.22	0.96	1.03	1395
23	0.26	68.5	0.46	18.3	1.21	0.74	0.93	1.40	1.05	3.65	0.28	4.90	1.71	2.12	1380

【分析方法】JISに準拠し、以下の方法で行いました。

化合物 : カーブフィッシャー法

C : 燃焼-赤外線吸収法

SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, TiO₂, K₂O, MnO, Na₂O, T, Fe : ガラスヒート蛍光X線分析法

Ig. loss : 重筋法

FeO : クロム酸カリウム滴定法

Fe₂O₃ : フリ

表4 北道A遺跡出土羽口・炉壁のノルム計算法による鉱物含有率の推算結果 (重量%)

試料No.	チタン鉄鉱	カリ長石	灰長石	ソウ長石	磁鐵鉱	輝石(Fe)	輝石(Mg)	輝石(Mn)	粘土鉱物	石英
14(炉壁)	2	6	3	3	4	4	2	0	41	29
15(炉壁)	1	7	8	7	3	3	1	0	25	37
16(羽口)	1	8	5	6	2	2	1	0	22	48
17(炉壁)	1	7	7	7	3	3	1	0	27	37
18(羽口)	1	8	4	6	2	2	1	0	23	48
19(羽口)	2	7	3	4	2	2	1	0	29	47
20(羽口)	1	8	4	6	2	2	1	0	23	49
21(羽口)	1	7	5	6	4	4	2	0	33	32
22(炉壁)	5	8	8	6	5	6	2	1	27	34
23(炉壁)	2	7	6	6	4	3	2	1	30	39
										粘土化率(%) 膨張度(%)

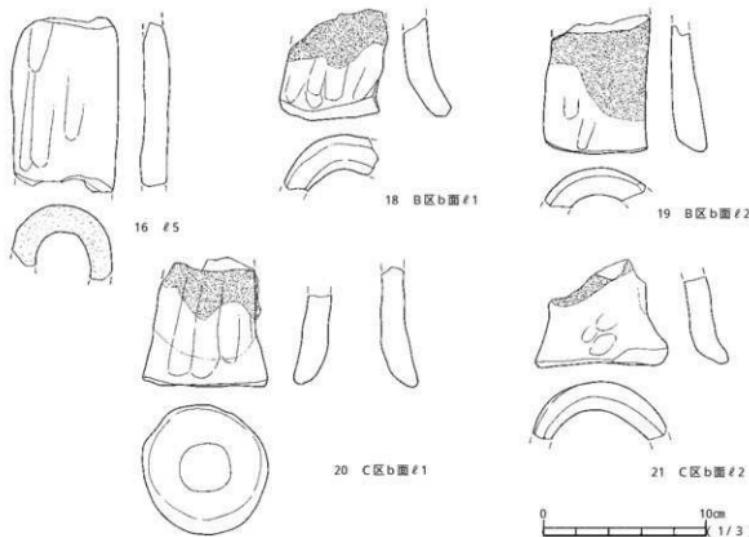
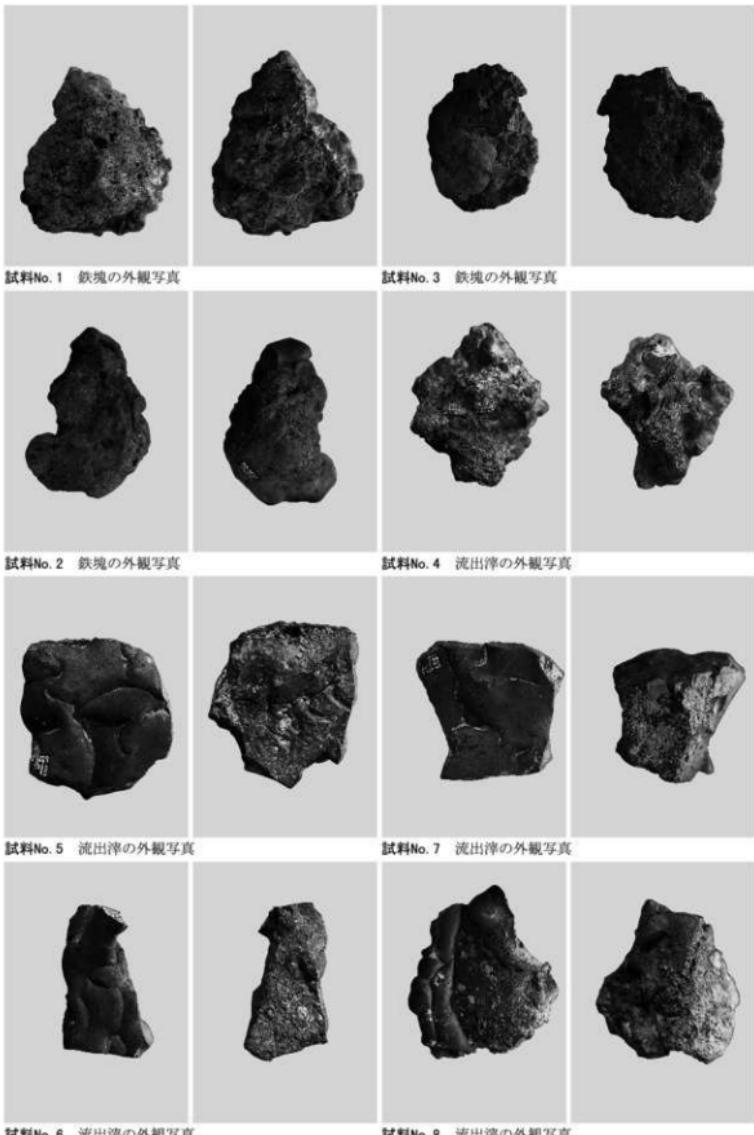
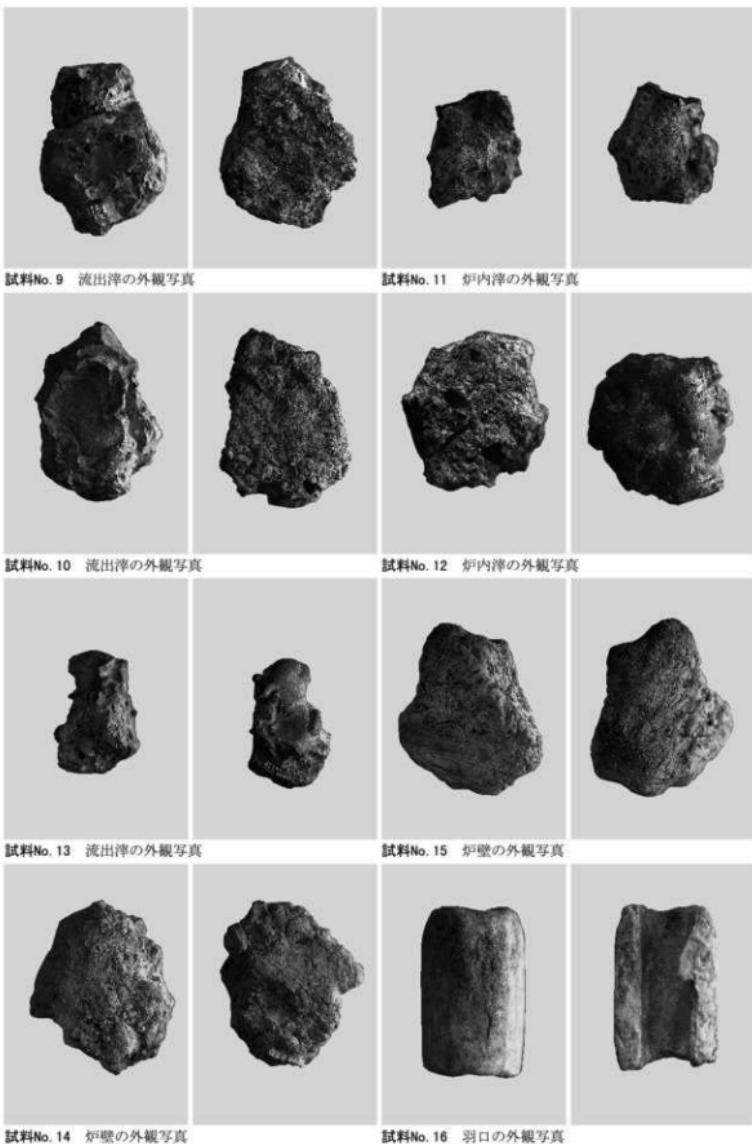
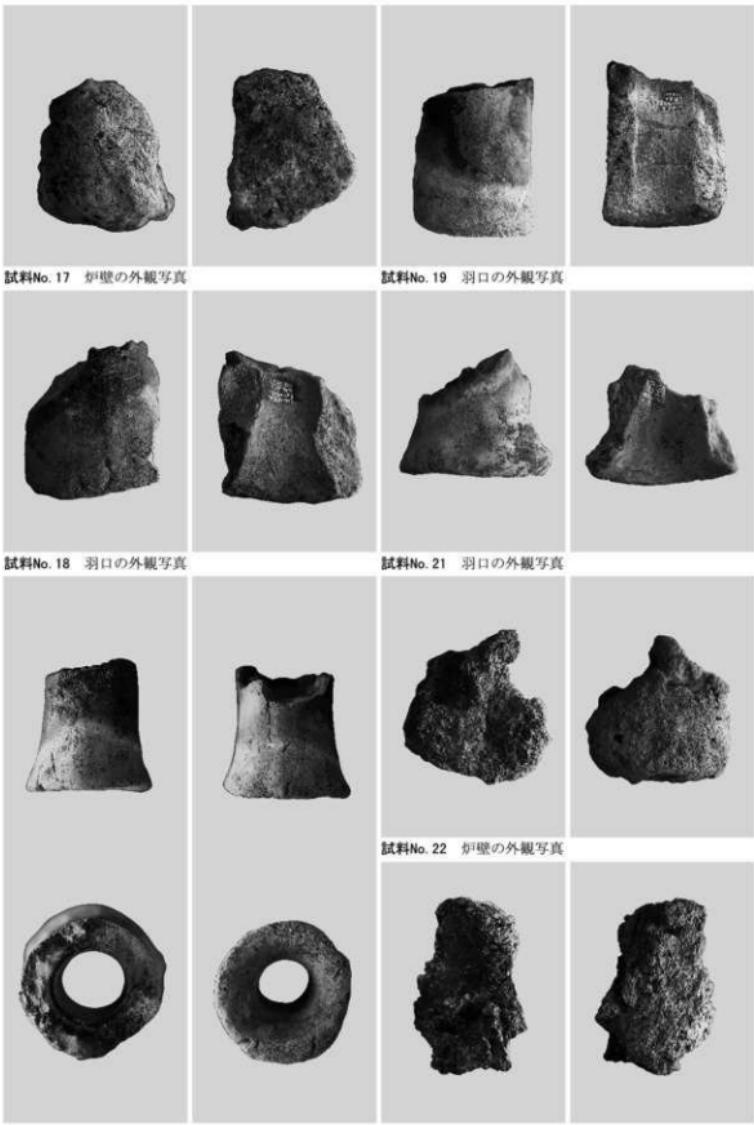
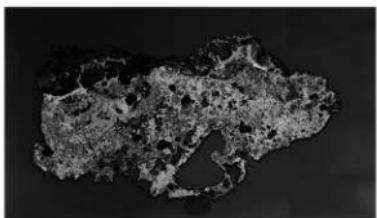
チタン鉄鉱 : ($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) カリ長石 : ($\text{K}_2\text{Al}_5\text{Si}_3\text{O}_{10}$) 灰長石 : ($\text{CaAl}_5\text{Si}_3\text{O}_{10}$) ソウ長石 : ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)磁鐵鉱 : (Fe_3O_4)輝石(Fe) : ($\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) 輝石(Mg) : ($\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$) 載石(Mn) : ($\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$)粘土鉱物 ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5$)石英 : (SiO_2)

図1 北道A遺跡出土羽口

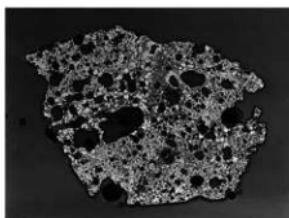




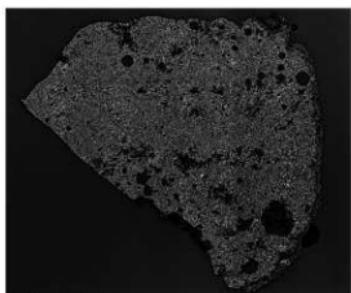




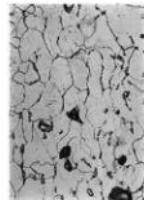
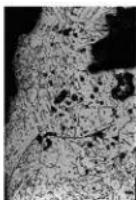
試料No. 1 鉄滓部のマクロ写真



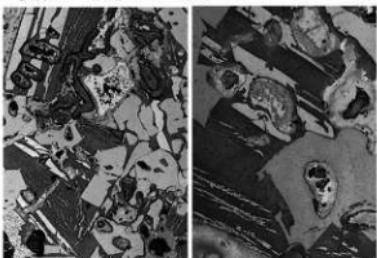
試料No. 3 鉄塊のマクロ写真
組織写真



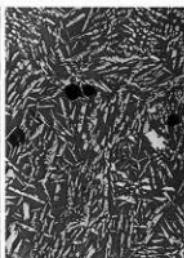
試料No. 2 鉄塊のマクロ写真



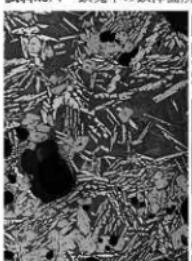
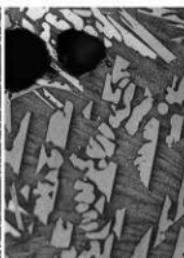
試料No. 4 鉄塊の組織写真 金属部



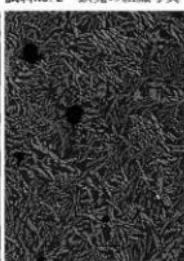
試料No. 1 鉄塊中の鉄滓箇所の組織写真



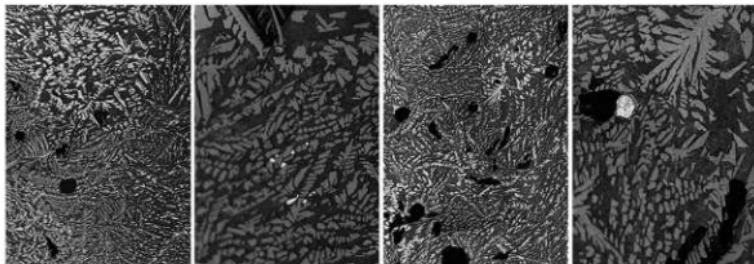
試料No. 2 鉄塊の組織写真



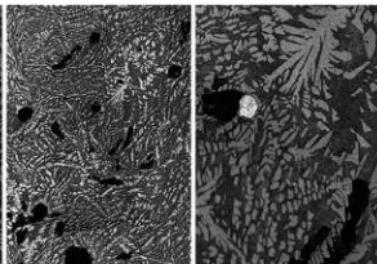
試料No. 3 鉄塊の組織写真



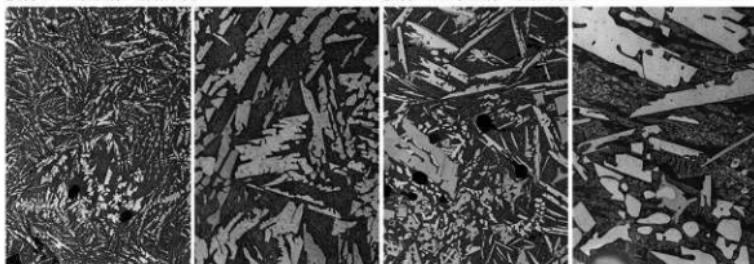
試料No. 4 流出滓の組織写真



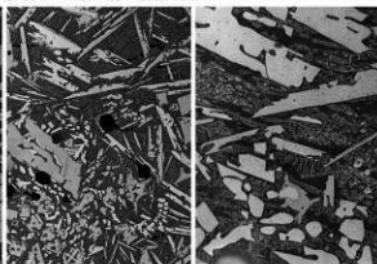
試料No. 5 流出溝の組織写真



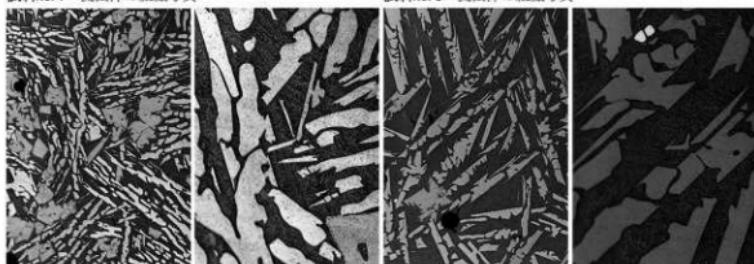
試料No. 6 流出溝の組織写真



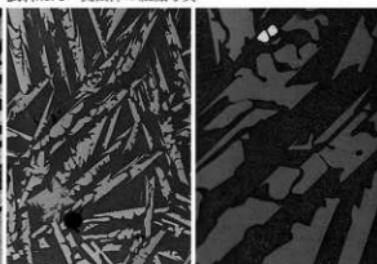
試料No. 7 流出溝の組織写真



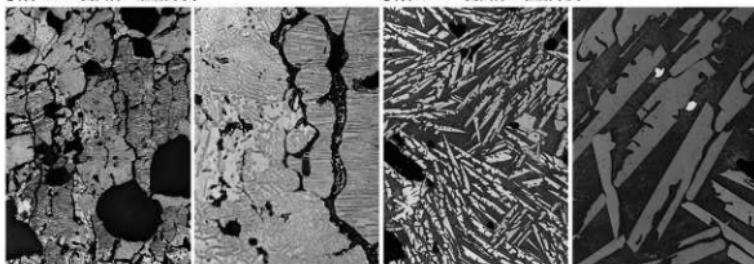
試料No. 8 流出溝の組織写真



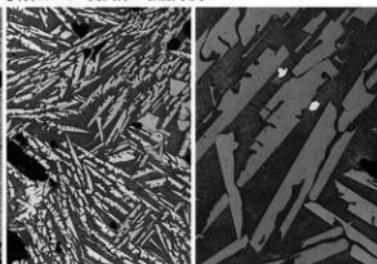
試料No. 9 流出溝の組織写真



試料No. 10 流出溝の組織写真



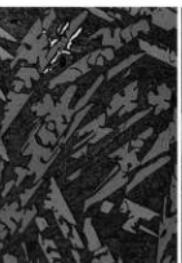
試料No. 11 流出溝の組織写真



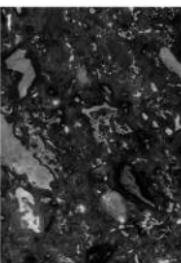
試料No. 12 流出溝の組織写真



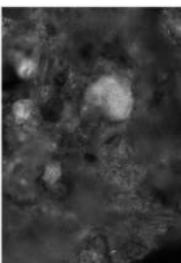
試料No. 13 流出滓の組織写真



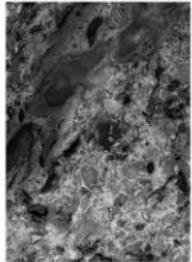
試料No. 14 炉壁の組織写真



試料No. 15 炉壁の組織写真



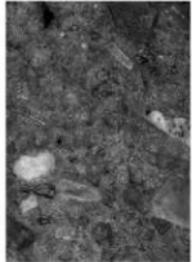
試料No. 16 羽口の組織写真



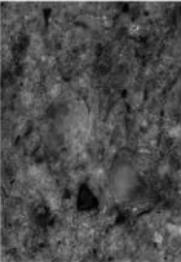
試料No. 17 炉壁の組織写真



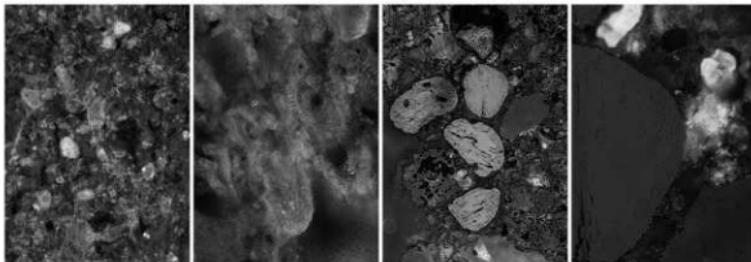
試料No. 18 羽口の組織写真



試料No. 19 羽口の組織写真

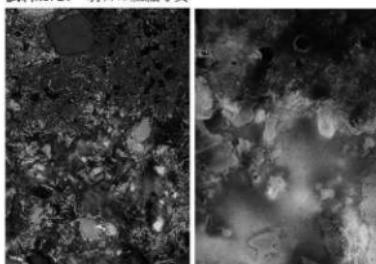


試料No. 20 羽口の組織写真



試料No. 21 羽口の組織写真

試料No. 22 炉壁の組織写真

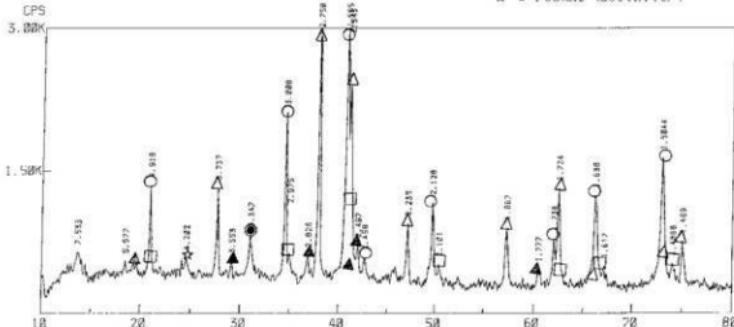


試料No. 23 炉壁の組織写真

MEASUREMENT DATE : 1. 5. 8
 FILE NAME : DF84100
 TARGET : La
 VOL. and CUR. : 50KV 35mA
 SLICE THICKNESS : 1 RS , 3.99 I
 SCAN SPEED : 2.0 DEG/MIN.
 STEP/AMPL.: .02 DEG
 PRESET TIME: 0 SEC
 SAMPLE NAME: No.1
 SAMPLE MENO: G801180
 OPERATOR :

DATA DRAWING DATE : 03-08-2001
 SMOOTHING NO.: 31
 THRESH. INTEN.: 500 CPS
 2nd ORDER: 176 CPS/(DEGxDEG)
 WIDTH: .09 DEG
 B.G. REDUCTION: EXECUTION
 OUTPUT FILE: :
 SAMPLE NAME: No.1

- $\text{Fe}_2\text{Ti}_2\text{O}_5$ (Uvospinel)
- △ FeTiO_3 (Ilmenite)
- Fe_3O_4 (Magnetite)
- SiO_2 (Quartz)
- ▲ Fe_2SiO_4 (Fayalite)
- * $\alpha\text{-FeO(OH)}$ (Goethite) ?

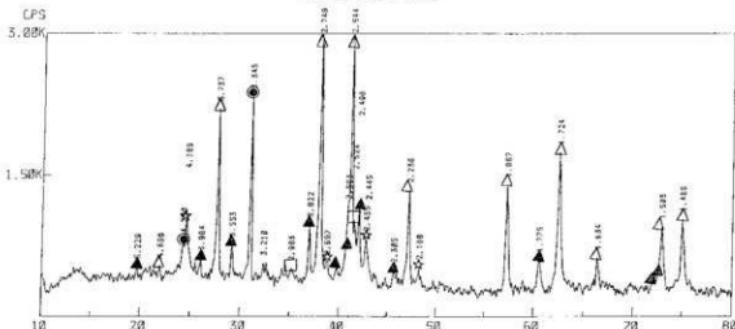


MEASUREMENT DATE : 1. 3. 8
FILE NAME : DP8100
TARGET : Ca
VOL and CUR : 50KV 35mA
SLITS : 05 1 RS .5 SS 1
SCAN SPEED : 2 DEG/MIN.
STEP/SAMPLE : .02 DEG
PRESET TIME : 2 SEC
SAMPLE NAME : No.2
SAMPLE MENO : GB01160
OPERATOR :

DAT DRAWING DATE : 05-08-2001
SMOOTHING NO.: 11
THRESH. INTEN.: 510 CPS
2nd DERIV.: 176 CPS/(DEGxDEG)
WIDTH: .09 DEG
B.G. REDUCTION: EXECUTION
OUTPUT FILE :

SAMPLE NAME : No.2

△ FeTiO₃ (Ilmenite)
● SiO₂ (Quartz)
▲ FeSiO₄ (Fayalite)
☆ α-FeOOH (Goethite)
□ FeO (Magnetite)



MESUREMENT DATE : 1. 3. 8
FILE NAME : DF87180
TARGET :
VOL and CUR : 50KV 35mA
SLITS : 05 1 RS 3 SS 1
SCAN SPEED : 2 DEG/MIN.
STEP/SAMPL. : .02 DEG
PRESET TIME: 0 SEC
SAMPLE NAME: No.4
SAMPLE MEMO: L00116B
OPERATOR :

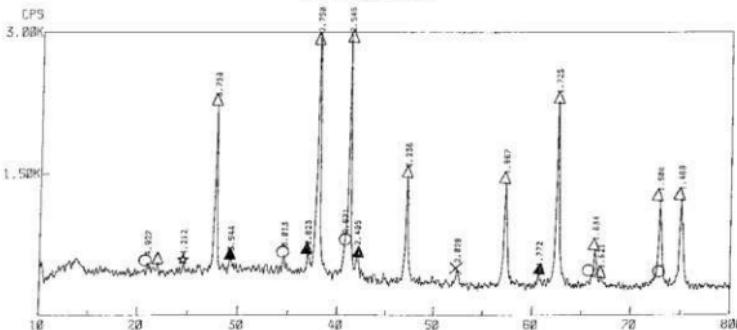
DATA DRAWING DATE : 03-09-2001

SMOOTHTNG NO.: 11
THRESH. INTEN.: 102 CPS
2nd. DERTV.: 176 CPS/(DEGxDEG)
WIDTH: .09 DEG

B.G. REDUCTION: EXECUTION
OUTPUT FILE :

△ FeTiO₃ (Ilmenite)
○ Fe₂TiO₅ (Uvospinel)
▲ Fe₂SiO₅ (Fayalite)
× α-Fe?
★ α-FeO(OH) (Goethite)?

SAMPLE NAME : No.4



```

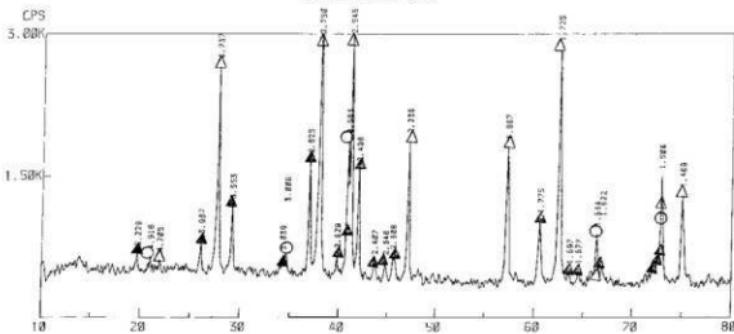
MEASUREMENT : DATE : 1. 5. 8
FILE NAME : D89100
TARGET : Co
VOL and CUR : 50KV 35mA
SLITS : DS 1 RS .3 SS 1
SCAN SPEED : 2-DEC/MIN.
STEP/SAMPLE : .02 DEG.
PRESET TIME : 8 SEC
SAMPLE NAME : No. 6
SAMPLE MEMO : G89100
OPERATOR : 

```

DATA DRAWING DATE : 05-08-2001
SMOOTHING NO.: 11
THRESH.,INTEN.: 472 CPS
2nd DERIV.: 176 CPS/(DEG*DEG)
WIDTH: .89 DEG
B.G. REDUCTION: EXECUTION
OUTPUT FILE :

- Δ $FeTiO_3$ (Ilmenite)
- \square Fe_2TiO_5 (Ulvöspinel)
- \times Fe_2SiO_5 (Fayalite)

SAMPLE NAME : No.6

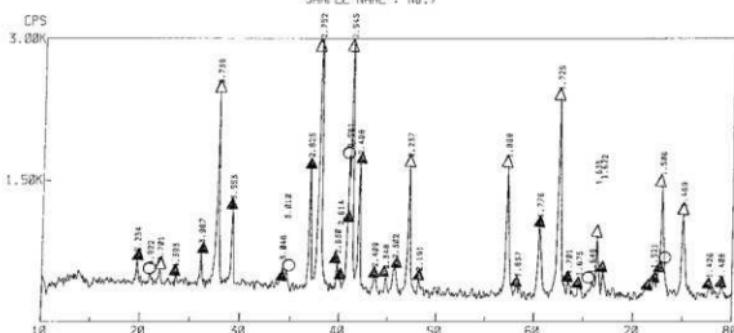


MEASUREMENT : DATE : 1. 5. 8
 FILE NAME : D980100
 TARGET : Co
 VOL and CUR : 50KV 50mA
 SLITS : DS 1 RS .5 SS 1
 SCAN SPEED : 2 DEG/MIN.
 STEP/SAMPLE : .02 DEG
 PRESET TIME : 0 SEC
 SAMPLE NAME : No. 7
 SAMPLE MEMO : G981160
 OPERATOR : -

DATA DRAWING DATE : 05-08-2001
SMOOTHING NO.: 11
THRESH, INTON.: 480 CPS
Zad DERTV.: 176 CPS/(DEG/DEG)
WIDTH: .09 DEC
B.G. REDUCTION: EXECUTION
OUTPUT FILE :

- FeTiO₃ (Ilmenite)
- Fe₂TiO₅ (Uvöspinel)
- Fe₂SiO₄ (Fayalite)

SAMPLE NAME : No. 2



```

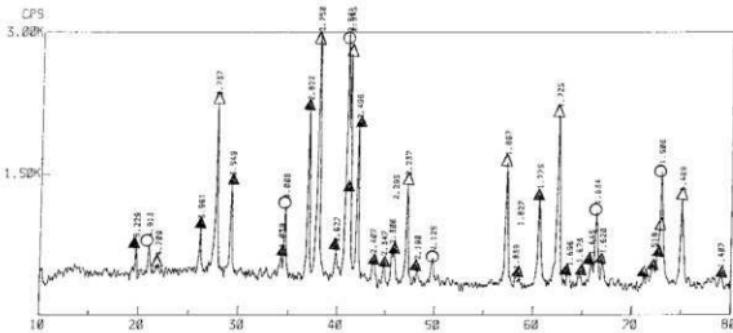
MEASUREMENT : DATE : 1. 5. 9
FILE NAME : DF91100
TARGET : Co
VOL and CUR: 50KV 35mA
SLITS : DS 1 RS .5 SS 1
SCAN SPEED: 2 DEG/MIN.
STEP/SAMPLE: .02 DEG.
PRESET TIME: 0 SEC
SAMPLE NAME: No. 8
SAMPLE MENU: G001168
OPERATOR : :

```

DATA DRAWING DATE : 05-09-2001
SMOOTHING NO.: 13
THRESH. INTEN.: 485 CPS
2nd DERIV.: 126 CPS/(DEGxDEG)
WIDTH: .09 DEG
B.G. REDUCTION: EXECUTION
OUTPUT FILE :

- FeTiO₃ (Ilmenite)
- Fe₂TiO₄ (Ulvöspinel)
- Fe₂SiO₄ (Fayalite)

SAMPLE NAME : No. 8

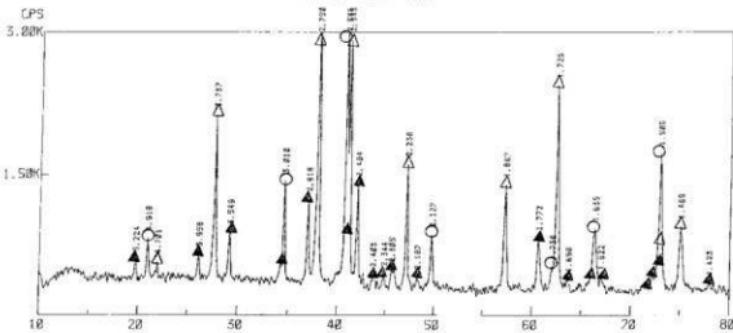


MEASUREMENT : DATE : 1. 5. 9
FILE NAME : GF92100
TARGET : Co
VOL and CUR : 50KV 35mA
SLITS : 05 1 RS .3 55 1
SCAN SPEED : 2 DEG/MIN.
STEP/SAMPL : .02 DEG
RESET TIME : 0 SEC
SAMPLE NAME : No. 9
SAMPLE MEMO : G001186
OPERATOR : :

DATA DRAWING DATE : 05-09-2001
SMOOTHING NO.: 11
THRESH. INTEN.: 475 CPS
2nd DERIV.: 176 CPS/(DEGx0E5)
WIDTH: .09 DEG
B.G. REDUCTION: EXECUTION
OUTPUT FILE :

FeTiO₃ (Ilmenite)
Fe₂TiO₄ (Ulvöspinel)
Fe₂SiO₄ (Fayalite)

SAMPLE NAME : No. 9

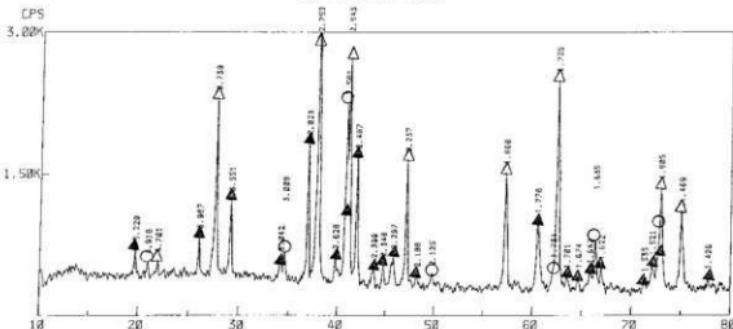


MESUREMENT DATE : 1. 3. 9
FILE NAME : DP93100
TARGET : Co
VOL and CUR : 50KV 35mA
SLITS : 0.9 RS .5 SS 1
SCAN SPEED : 2 DEG/MIN.
STEP/SAMPLE : .02 DEG
PRESET TIME : 0 SEC
SAMPLE NAME: No.18
SAMPLE HEDO: G001168
OPERATOR :

DATA DRAWING DATE : 03-09-2001
SMOOTHING NO.: 11
THRESH. INTEN.: 428 CPS
2nd DERIV.: 176 CPS/(DEGxDEG)
WIDTH: .09 DEG
B.G. REDUCTION: EXECUTION
OUTPUT FILE :

△ FeTiO₃ (Ilmenite)
○ Fe₂TiO₄ (Ulovospinel)
▲ Fe₂SiO₄ (Fayalite)

SAMPLE NAME : No.18

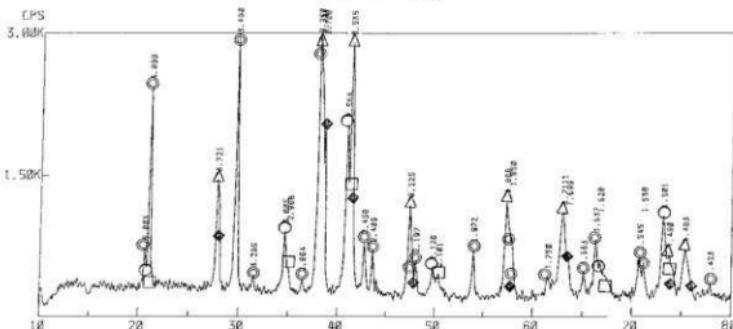


MESUREMENT DATE : 1. 3. 9
FILE NAME : DP94100
TARGET : Co
VOL and CUR : 50KV 35mA
SLITS : 0.9 RS .5 SS 1
SCAN SPEED : 2 DEG/MIN.
STEP/SAMPLE : .02 DEG
PRESET TIME : 0 SEC
SAMPLE NAME: No.11
SAMPLE HEDO: G001168
OPERATOR :

DATA DRAWING DATE : 03-09-2001
SMOOTHING NO.: 11
THRESH. INTEN.: 518 CPS
2nd DERIV.: 176 CPS/(DEGxDEG)
WIDTH: .09 DEG
B.G. REDUCTION: EXECUTION
OUTPUT FILE :

△ FeTiO₃ (Ilmenite)
◎ Fe₂TiO₄ (Pseudobrookite)
○ Fe₂TiO₄ (Ulovospinel)
◆ α-Fe₂O₃ (Hematite)
□ Fe₃O₄ (Magnetite)

SAMPLE NAME : No.11

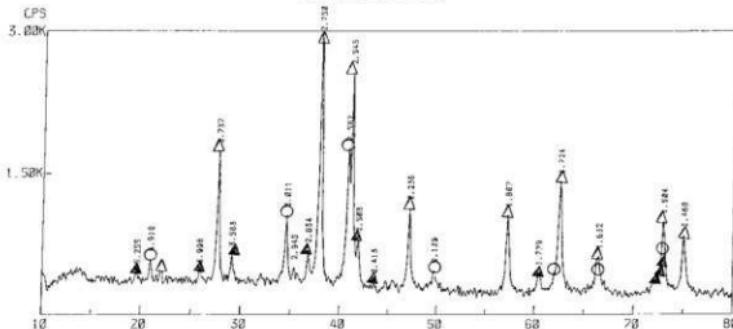


MEASUREMENT : DATE : 1. 5. 9
FILE NAME : D95100
TARGET : Co
VOL AND CUR : 50KV 35mA
SLITS : 05 1 RS .5 SS 1
SCAN SPEED : 2 DEG/MIN.
STEP/SAMPLE : .02 DEG
PRESET TIME : 0 SEC
SAMPLE NAME : No.12
SAMPLE HEDO : G801180
OPERATOR :

DATA DRAWING DATE : 05-09-2001
SMOOTHING NO.: 11
THRESH. INTEN.: 460 CPS
2nd DERIV.: 176 CPS/(DEGxDEG)
WIDTH: .09 DEG
B.G. REDUCTION: EXECUTION
OUTPUT FILE :

△ FeTiO₃ (Ilmenite)
○ Fe₂TiO₅ (Uvöspinel)
▲ Fe₂SiO₄ (Fayalite)

SAMPLE NAME : No.12

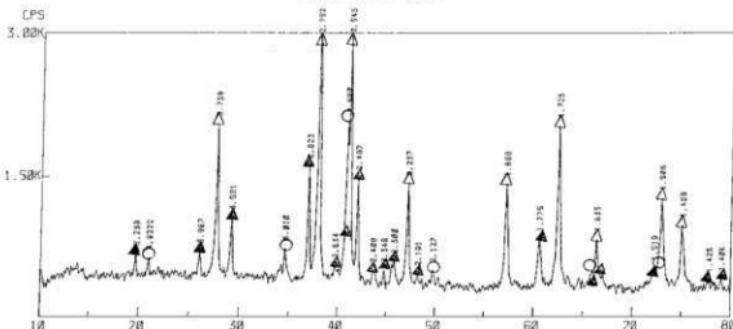


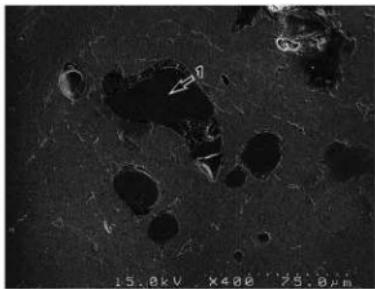
MEASUREMENT : DATE : 1. 5. 9
FILE NAME : D95100
TARGET : Co
VOL AND CUR : 50KV 35mA
SLITS : 05 1 RS .5 SS 1
SCAN SPEED : 2 DEG/MIN.
STEP/SAMPLE : .02 DEG
PRESET TIME : 0 SEC
SAMPLE NAME : No.13
SAMPLE HEDO : G801180
OPERATOR :

DATA DRAWING DATE : 05-09-2001
SMOOTHING NO.: 481 CPS
THRESH. INTEN.: 460 CPS
2nd DERIV.: 176 CPS/(DEGxDEG)
WIDTH: .09 DEG
B.G. REDUCTION: EXECUTION
OUTPUT FILE :

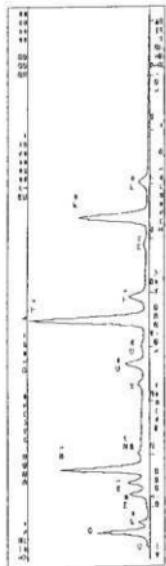
△ FeTiO₃ (Ilmenite)
○ Fe₂TiO₅ (Uvöspinel)
▲ Fe₂SiO₄ (Fayalite)

SAMPLE NAME : No.13



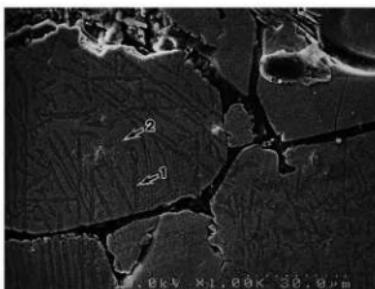


非金属介在物のEDX分析定量結果

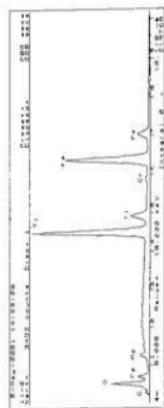


測定位置	FeO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅
1	36.74	16.03	—	2.86	2.92	3.42	0.55
2	55.81	—	0.14	1.97	42.08	—	0.87

* 定量値は、検出された元素成分の合計を100wt%として算出した。

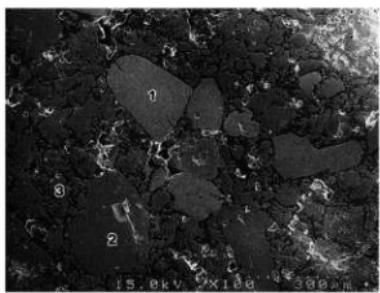
電子顕微鏡(TEM)による分析結果、試料No.11円筒
電子顕微鏡(TEM)による分析結果、試料No.11円筒

EDX分析定量結果



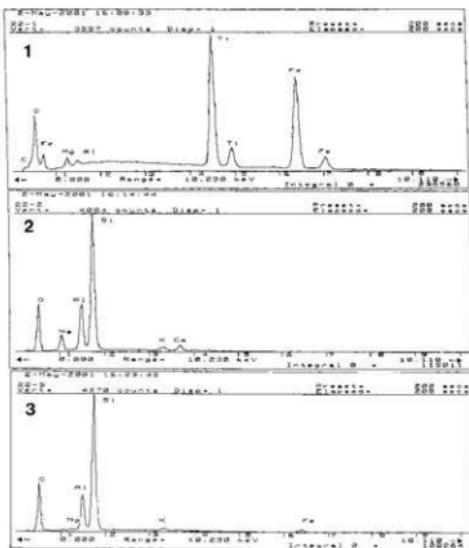
測定位置	FeO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅
1	39.14	1.04	—	2.48	57.34	—	—
2	55.81	—	0.14	1.97	42.08	—	—

* 定量値は、検出された元素成分の合計を100wt%として算出した。



電子顕微鏡(SEM像)

EDX分析定量結果



電子顕微鏡(SEM)による分析結果、試料No.22炉壁組織

測定位置	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	TiO ₂	Na ₂ O
1	53.72	—	0.90	—	2.18	—	43.19	—
2	—	68.99	20.44	2.52	—	1.67	—	6.38
3	3.18	78.15	16.96	—	0.39	1.33	—	—

*定量値は、検出された金属元素成分の合計を100wt%として補正した。

耐火度試験結果

遺跡名 北道A遺跡 (炉壁・羽口)

試料番号	耐火度(SK)*	色調	膨張・収縮	試験後の状況
No.14 炉壁	18 +	茶色	やや収縮	普通
No.15 炉壁	14	茶色	収縮	丸くなっている
No.16 羽口	15 +	茶色		普通
No.17 炉壁	13 +	茶色		普通
No.18 羽口	16 +	茶色		普通
No.19 羽口	18	茶色		普通
No.20 羽口	16 +	茶色		普通
No.21 羽口	16 +	茶色	収縮	丸くなっている
No.22 炉壁	12 +	茶色		普通
No.23 炉壁	13	茶色		普通

〔備考〕試験方法：耐火レンガ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：下記のゼーゲルコーン溶倒温度比較表を参照

ゼーゲルコーン溶倒温度比較表

温 度 (°C)	コーン番号						
600	022	960	07a	1,280	9	1,650	29
650	021	980	06a	1,300	10	1,670	30
670	020	1,000	05a	1,320	11	1,690	31
690	019	1,020	04a	1,350	12	1,710	32
710	018	1,040	03a	1,380	13	1,730	33
730	017	1,060	02a	1,410	14	1,750	34
750	016	1,080	01a	1,435	15	1,770	35
790	015a	1,100	1a	1,460	16	1,790	36
815	014a	1,120	2a	1,480	17	1,825	37
835	013a	1,140	3a	1,500	18	1,850	38
855	012a	1,160	4a	1,520	19	1,880	39
880	011a	1,180	5a	1,530	20	1,920	40
900	010a	1,200	6a	1,580	26	1,960	41
920	09a	1,230	7	1,610	27	2,000	42
940	08a	1,250	8	1,630	28		

註：コーンは正確な温度の測定をするものではない。

耐火度の数値を概略の温度で示す場合にのみ上の温度表が使われる。

この表はJIS R0305付表による。コーン番号=SK番号

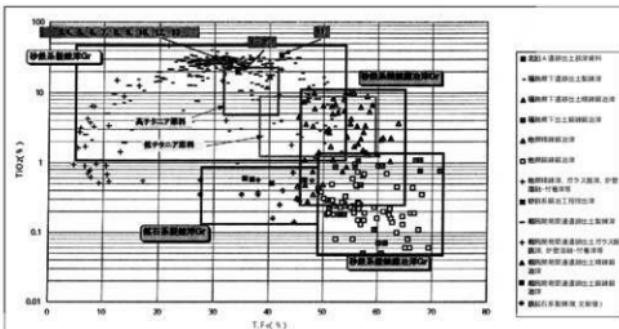


図1 出土鉄滓類の全鉄量 (T.Fe) -チニア (TiO₂) 量との関係

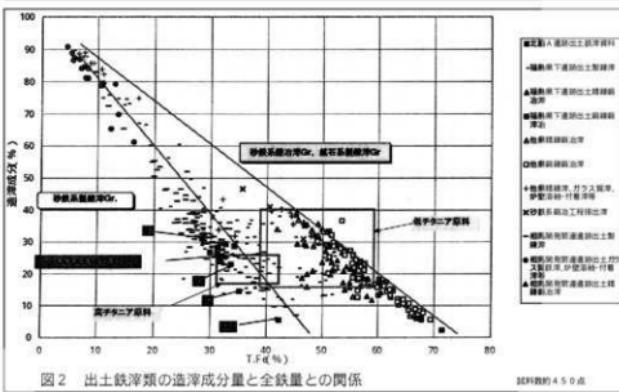


図2 出土鉄滓類の造渣成分量と全鉄量との関係
試料数約450点

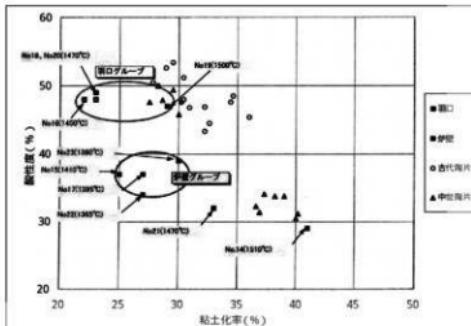


図3 窯口・炉壁の粘土化率と酸性度の関係

付編2 北迫A遺跡から出土の鉄関連遺物および砂鉄の中性子放射化分析

武藏工業大学 平井昭司

1 はじめに

北迫A遺跡は図1に示すように福島県相馬市北迫に所在する遺跡で、JR相馬駅から北東約2kmの松川浦に近いところで、その北側数kmのところには製鉄・鍛冶関連遺跡の大森遺跡や武井地区遺跡群が数多く発掘されている。今回一般国道6号のバイパス建設工事に伴い発掘調査が行われた。

本遺跡は奈良時代から平安時代の遺跡と推測され、図2に示すように製鉄炉1基(SW01)とそれに伴う廃滓場(SW01-H)があり、炉本体の周辺にはふいご座と思われるピット(P1～P3)と作業場と推察される浅いくぼみ状の掘り込み(P4)が検出されている。廃滓場の鉄滓等の堆積した様子から、本炉では2回の操業が行われたと思われるが、後世の開墾時の削平により初期のみの操業時の鉄滓等しか残存していなかった。鉄関連遺物の試料は廃滓場から採取し、砂鉄試料は製鉄炉の南側斜面の下側で、廃滓場よりさらに下側の斜面から採取した。

これら鉄関連遺物と砂鉄を中性子放射化分析し、その分析結果の含有微量元素濃度から、鉄原料とこれら鉄関連遺物の関連を探るとともに、福島県の相双地区に所在する広大な製鉄遺跡である金沢地区の砂鉄からの鉄との関連を推定することを調査の目的とした。

2 分析試料

分析試料は表1に示すように北迫A遺跡から出土した鉄塊系遺物、炉内滓及び砂鉄の6検体である。表中では供された試料番号が長いため、番号を短くした略番号も示し、説明文や図表でこの略番号で試料を表している。また、略番号の後のMは金属部を、Rは滓部を意味している。表1には、試料番号、略番号、種別、遺構名、出土層位、試料重量、切削量、分析量(分析に使用した重量)、備考(試料の外観等)を示した。ここで、試料重量は送付されてきたときの重量で、切削量は、分析するために試料から切断・切削したときの重量である。各試料を分析するために、鉄塊系遺物3および炉内滓11と12については、ダイヤモンドカッターで試料の端部を切削し、めのう製乳鉢で均一に粉砕してからその一部を使用した。表1の切削量はこのときの切削した試料の重量である。鉄塊系遺物1および2の分析試料を割り取った箇所は、予めダイヤモンドカッターで表面の土壌等の汚染を削り落としてから、切削作業に入った。砂鉄24は、提供された砂鉄の一部をそのまま分析試料とした。この砂鉄の着磁性部の割合を調べるために、提供された砂鉄の一部を採取し、電磁石により着磁性部と非着磁性部を選別した。その結果を表1の備考欄に示す。また、備考欄には試料の外観的な特徴や分析のための注目事項を箇条書きで示した。なお、砂鉄を除く資料の外観を写真1から5に示し、写真中に放射化分析に供した切削部分を示した。

鉄塊系遺物1の表面は褐色でざらざらしている。一部に木炭を吸んでいるところや明らかに滓の

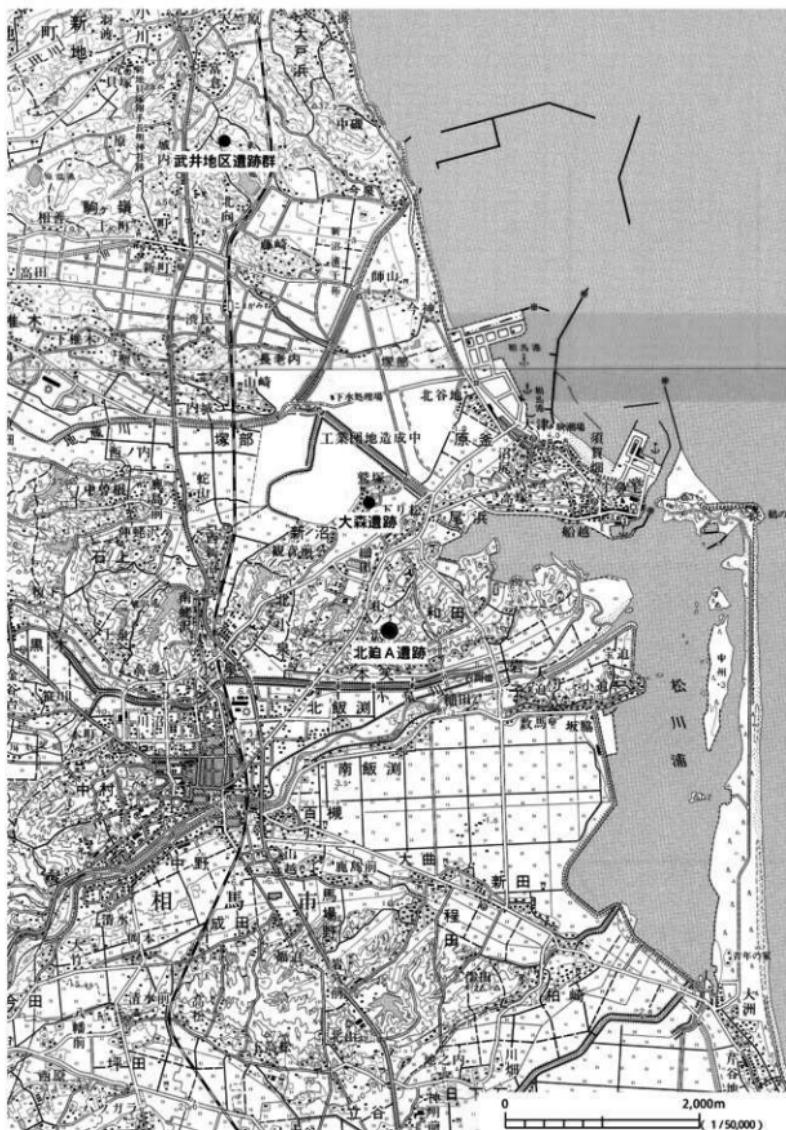


図1 北船A遺跡位置図

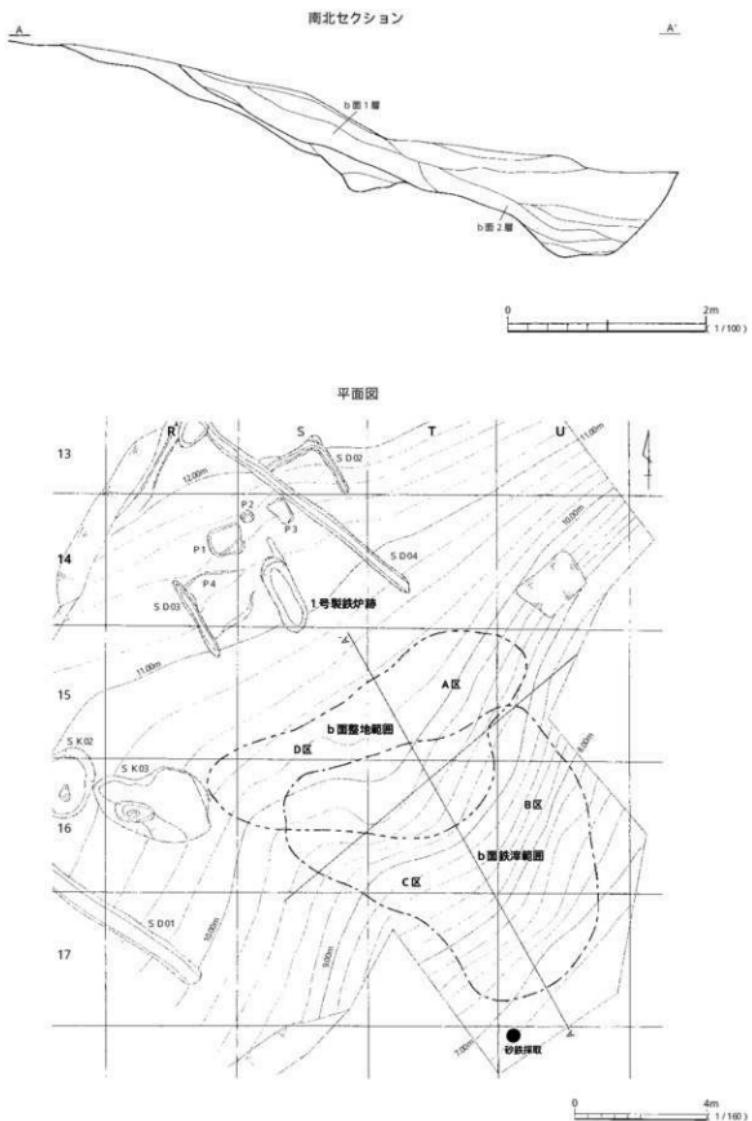


図2 北迫A遺跡の遺構の概要

ところもあり、不均一である。全体には重量感があり、着磁性部と非着磁性部のところがある。分析は、着磁性部のところを切削し、金属部を探し、金属部 1M とその周辺の津部 1R を行なった。金属部には小さな気泡が無数見られ、津部は黒色であるが、堅い様相を呈していた。いずれの部分も小さいため、両試料ともお互いが僅かに混在した。特に、金属部の表面は切削すると直ちに黒化していった。また、放射化分析用試料と近接した部分で、黒色部も含むが金属部を炭素と硫黄分析用に切削した。

鉄塊系遺物 2 の表面は褐色で小さなこぶ状のものが集まつた様子で、一部に木炭を咬んでいるところがあった。全体は非着磁性で僅かに一部に弱い着磁性部のところがあった。分析のためにこの周辺を切削したところ、非常に小さな金属部が残存していたが、切削後表面は直ぐに赤褐色になつた。この部分は着磁性があった。遺物の内部は全体的に赤褐色を呈していた。鉄塊系遺物と分類されてきたが、むしろ鉄滓としたほうがよいようにとも思われる。

鉄塊系遺物 3 の表面は滑らかで流れ出たものが固まり、こぶ状になったところと、平らで小さなざらざらが無数固まつたところがあり、褐色を呈していた。全体に非着磁性で、切削すると内部は黒色で小さな気泡が多数みえていた。本遺物も鉄塊系遺物よりは鉄滓としたほうがよいと思われる。炉内津 11 は小さいが重量感はある。表面は黒色で、全体的には非着磁性であるが、一部非常に弱い着磁性部のところがあった。この箇所を分析箇所とした。切断面は黒色で小さな気泡があった。また、割られたような痕が見えるのと一部に粘土と木炭が焼き固まつた様相をしていた。

炉内津 12 はざらざらして土が多く付着している部分と非常に滑らかな部分とでなり、黒色であった。非常に堅く着磁性は全くなかった。一部に大きな穴が開いており土が詰まっていた。

砂鉄 24 は、提供された砂鉄の一部を洗浄しないで分析試料とした。砂鉄の提供は、採取した砂鉄を水洗し、浮遊物等の除去を行なって、送付された。そのため、砂鉄試料の外見は砂試料と変わりがないように思われた。粒子を一つ一つ見ても黒色のものはほとんどみえなかつた。この砂鉄の着磁性部の割合を調べるために、提供された砂鉄の一部を採取し、電磁石により着磁性部と非着磁性部

表 1 北廻 A 遺跡からの分析試料の一覧表

試料番号	場所	種別	遺構名	出土層位	試料重量 (g)	切削量 (g)	分析量 (g)	備考
FBC00S 001	1M	鉄塊系遺物	SW01-H BK	b面:1	480	0.0548	0.0548	表面褐色でざらざらし重感がある。着磁性部と非着磁性部がある。金屬部を分析。切削後直ぐ黒化
	1R	鉄塊系遺物	SW01-H BK	b面:1	480	0.0547	0.0547	津と金属部が混在。津部を分析
FBC00S 002	2	鉄塊系遺物 (鉄滓)	SW01-H BK	b面:2	112	1.1639	0.0481	表面褐色・内部赤褐色。小さくこぶこぶ状。一部弱着磁性。僅かな金属部が残存していたが、直ぐに赤褐色
FBC00S 003	3	鉄塊系遺物 (鉄滓)	SW01-H CK	b面:2	470	6.9932	0.0553	表面褐色・内部黑色。滑らかなこぶ状で、流れたまつた様子。小さな気泡が多数。非着磁性
FBC00S 011	11	炉内津	SW01	a面:2	73	2.8831	0.0523	黒色・重感あり。割られた跡がある。一部に粘土・木炭が焼き固まっている。弱着磁性
FBC00S 012	12	炉内津	SW01	a面:5	127	8.9421	0.0607	黒色でざらざらし多面に土が付着。反対の面は滑らか。非常に堅い。非着磁性
FBC00S 024	24	砂鉄	調査区周辺		-	0.0549	0.0549	洗浄せず・乾燥・着磁性部(1%)・非着磁性部(99%)(約8g使用)

を選別した。その結果を表1の備考欄に示す。

3 分析方法

分析試料を中性子放射化分析するためには、中性子照射に立教大学の研究用原子炉を用いて表2に示す照射条件で、 γ 線スペクトロメーターに武藏工業大学原子力研究所の独自に開発した設備を利用し表2に示す測定条件で測定を行なった。元素の定量には、表3に示す生成する放射性核種の γ 線エネルギーに着目し、そのエネルギーでの放射能強度を測定することにより、標準物質との元素含有量の比較とから算出した。Mgの定量は、Alの妨害副反応の影響を補正(51% / Al1g)し、MnおよびCrの定量は、Feの妨害副反応の影響をそれぞれ補正(41ppm / Fe1g, 39ppm / Fe1g)して算出した。

4 鉄塊系遺物、炉内滓及び砂鉄中の元素濃度

鉄塊系遺物、炉内滓及び砂鉄の鉄閔連遺物を中性子放射化分析法で分析し、各試料中に含まれる元素濃度を定量した結果を表4に示す。検出されず定量限界以下の元素をも含む53元素を定量した。定量された元素濃度は、主成分の数十%～数%(=10,000ppm)から微量成分の数ppm～数ppbレベルまでを定量することができた。

Fe濃度に注目したとき、砂鉄24が一番低く3.4%，次いで炉内滓12の33%，鉄塊系遺物3の36%，鉄塊系遺物の滓部1Rの43%，炉内滓11の47%，鉄塊系遺物2の57%，鉄塊系遺物金属部1Mの82%の順になっている。砂鉄でのFe濃度が3.4%と非常に低い濃度になっているのは、砂分が非常に多く、着磁性部分が1%程度しかないと起因している。これだけ低い濃度であると鉄閔連遺物とその原料との関係を元素濃度の関係で調べようと思っても推定するのが困難と予想される。

表2 中性子照射条件及び γ 線測定条件

熱中性子束密度 ($n \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$) 照射場所	照射時間	冷却時間	測定時間	試料位置 Ge検出器の 垂直方向	分析元素
1.5×10^{12} 気送管	10 sec	5~10 min	400 sec	10, 30, 80 mm	(Na), Mg, Al, Si, S, Cl, Ca, Ti, V, Mn, Cu, In, I, Dy
4.0×10^{12} 中央実験管	6 hr	2~3 day	0.33~2.56 hr	30 mm	Na, K, Ga, As, Br, (Mo), Cd, (Sb), La, Pr, Sm, Ho, W, (Au), U
		9~22 day	0.83~14 hr	2 mm	Sc, Cr, Fe, Ni, Co, Zn, Se, Rb, Sr, Zr, Mo, Ag, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, Ce, Nd, Eu, Gd, Tb, Ho, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Ir, Au, Hg, Th, U

砂鉄濃度としては、相馬市の隣の市である原町市の金沢地区の砂鉄を20種類分析してあるので(福島県文化財調査報告書第310集 平成7年), その値を取りあえず参考にする。これらの砂鉄の着磁性部は最低12%から最大33%で平均24%になっている。このときの各元素濃度(ppm)は, Al:26,000±12,000, Sc:110±25, Ti:110,000±27,000, V:1,200±270, Cr:730±280, Mn:5,200±1,100, Fe:370,000±85,000, Co:74±16, Zn:330±56, As:2.1±0.7, Zr:6,300±2,300, Sb:0.30±0.06, La:39±26, Ce:71±50, Sm:4.9±2.3, Hf:110±37, W:2.7±0.9, Th:17±21になっている。これらの元素濃度を基準に各遺物中の元素濃度を除した濃度比で示したのが表5である。表ではFe濃度の高い方から低くなる順で各遺物を並べ替えてある。この表から明らかのように砂鉄24の濃度比はAlとAsの2元素を除いて他の元素濃度比は1より小さく、すなわち、今回の砂鉄と称される試料で数倍から数十倍の範囲で濃度が低いことを示している。ここでAlは土壌を代表する元素であることから、砂鉄24の試料はこれらの分析結果と合わせて、砂鉄を採取したのではなく土壌を採取したものと思われる。

砂鉄を除いて鉄塊系遺物と炉内滓のFe濃度に注目したとき、炉内滓と言っている11と12とでは、Fe濃度に限らず他の元素でも濃度が大きく異なったり、また、鉄塊系遺物の1と2と3との間でも同様なことが起きている。その結果、Fe濃度の低い炉内滓12と鉄塊系遺物3の各元素濃度あるいは表5の濃度比を比較すると、ほとんどの元素で濃度あるいは濃度比が等しいことがわかり、発掘側で鉄塊系遺物と命名した3は、鉄滓のグループに分類したほうが妥当と考えられる。さらに、前述の金沢地区砂鉄の平均濃度と炉内滓12と鉄塊系遺物3の元素濃度を比較すると、Co, Zn, As, Zr, Hf, W, Thの7元素が金沢地区の砂鉄の元素濃度より約50%以下低く、TiとMnは逆に約50%以上高い濃度で、他の11元素はほぼ砂鉄の元素濃度に類似していた。これらのことから、これら12と3の鉄滓に関する試料は、金沢地区の砂鉄に類似した砂鉄を原料として産した滓であることが分かった。一般に、製錬過程でTiやVの元素が原料か

表3 中性子放射化分析に使用した核データ

元素	核 反 応	生成核種	半減期	7簇エネルギー(keV)
Na	(n, γ)	^{23}Na	15.02h	1369, 2754
Mg	(n, γ)	^{24}Mg	9.46m	94.0
Al	(n, γ)	^{26}Al	2.24m	1779
Si	(n, p)	^{28}Si	6.6m	1273
S	(n, γ)	^{32}S	5.1m	3102
Cl	(n, γ)	^{37}Cl	37.3m	1642, 2168
K	(n, γ)	^{40}K	12.36h	1525
Ca	(n, γ)	^{40}Ca	8.72m	3084
Sc	(n, γ)	^{45}Sc	85.8d	885, 1121
Ti	(n, γ)	^{48}Ti	5.8m	322
V	(n, γ)	^{51}V	8.72m	1454
Cr	(n, γ)	^{53}Cr	27.7d	320
Mn	(n, γ)	^{55}Mn	2.575h	847, 1811
Fe	(n, γ)	^{56}Fe	44.6d	1099, 1292
Co	(n, γ)	^{57}Co	5.274y	1173, 1333
Ni	(n, p)	^{60}Ni	70.8d	811
Cu	(n, γ)	^{63}Cu	5.1m	1059
Zn	(n, γ)	^{65}Zn	2.44h	1116
Ga	(n, γ)	^{67}Ga	14.1h	630
As	(n, γ)	^{75}As	26.3h	559
Se	(n, γ)	^{75}Se	121d	136, 265
Br	(n, γ)	^{76}Br	35.34h	777
Rb	(n, γ)	^{83}Rb	18.8d	1077
Sr	(n, γ)	^{87}Sr	64d	514
Zr	(n, γ)	^{89}Zr	64.0d	724, 757
Mo	(n, γ)	^{92}Mo	2.75h	14.1
Ag	(n, γ)	^{107}Ag	2.02d	658
Cd	(n, γ)	^{113}Cd	2.23d	336
In	(n, γ)	^{115}In	54m	417, 1097
Sn	(n, γ)	^{113}Sn	115d	392
Sb	(n, γ)	^{122}Sb	2.8d	564
Bi	(n, γ)	^{122}Bi	60.2d	603, 1891
I	(n, γ , β^-)	^{131}I	8.04d	365
Cs	(n, γ)	^{137}Cs	2.863y	6926, 796
Ba	(n, γ)	^{138}Ba	12.0d	494
La	(n, γ)	^{139}La	40.3h	329, 487, 1597
Ce	(n, γ)	^{141}Ce	32.5d	145
Pr	(n, γ)	^{143}Pr	19.2h	1576
Nd	(n, γ)	^{144}Nd	11.0d	91
Sm	(n, γ)	^{145}Sm	46.8d	103
Eu	(n, γ)	^{152}Eu	13.1y	1408
Tb	(n, γ)	^{153}Tb	2.03y	979, 966, 1178
Dy	(n, γ)	^{154}Dy	2.33h	95
Yb	(n, γ)	^{154}Yb	10.1h	396
Lu	(n, γ)	^{171}Lu	6.71d	208
Hf	(n, γ)	^{179}Hf	42.4d	452
Ta	(n, γ)	^{180}Ta	115.0d	1221
W	(n, γ)	^{183}W	23.5h	686
Ir	(n, γ)	^{191}Ir	7.2h	317
Au	(n, γ)	^{197}Au	2.696d	412
Hg	(n, γ)	^{198}Hg	46.8d	279
Th	(n, γ , β^-)	^{228}Th	27.0d	312
U	(n, γ , β^-)	^{232}U	2.35d	106, 227, 278

ら除去され、滓中に濃集することを考え合わせると金沢地区の砂鉄のこれら元素の濃度範囲を考慮しても、12と3の鉄滓中のTiやVの濃度が砂鉄の濃度よりも高いことから、これら鉄滓は製鍊過程で生じた滓であることが推察される。仮に、金沢地区的砂鉄を原料にして製鍊を行うと、先に濃度が低くなっている7元素のうち、Zr, Hf, Thの3元素はTiやVと同じように滓中に濃集する挙動をするはずであるが、本結果では異なった挙動をしていることから、TiやVの成分は変わらないが、ZrとHfの成分が寄与する砂成分で多少異なっている原料が使われたことが予想される。Thについては金沢地区的砂鉄の濃度範囲が広いことから何とも言えない。

炉内滓11のFe濃度は47%と仮定した金沢地区的砂鉄のFe濃度より10%ほど高くなっている。しかし、鉄滓の12と3の元素濃度あるいは濃度比に着目すると、製鍊過程で濃度が高まる傾向にある元素、すなわち親石元素(Na, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Mn, Zr, La, Ce, Sm, Eu, Yb, Lu, Hf, Th, U等)のうちVだけを除いて炉内滓11の方が低い濃度であった。一般に、Fe濃度が高まる方向は、製鍊過程で親石元素群が除去される方向にあることなので、妥当である。Vだけが僅かであるが濃度が高かったのは、試料自体が不均一であることと切削した試料の近傍にV濃度が高いところがあり、それが混在した結果の現れと思える。

しかし、多くの元素で製鍊過程で産した滓の特徴を示していることから、本試料は鉄滓12と3に比較して、製鍊が進んだときの滓と推察できた。

鉄塊系遺物2のFe濃度は57%と鉄の鈍化したものとしてはFe濃度が低く、仮に100%のFeが単純にFeOOHの形で鈍化した場合、Fe濃度は100%から63%に減少するからである。さらに低い

表4 鉄関連遺物中の元素濃度

元素	鉄塊系遺物 金属部 1M	鉄塊系遺物 滓部 1R	鉄塊系遺物 (鉄滓) 2	鉄塊系遺物 (鉄滓) 3	炉内滓 11	炉内滓 12	砂鉄 24
Na	780	2900	1200	2100	170	2700	2000
Mg	<9000	<24000	<18000	<35000	20000	<34000	<50000
Al	8700	30000	24000	20000	7000	24000	9700
Si	<91000	<150000	<110000	<170000	<170000	<190000	<14000
Ca	<65000	<95000	<57000	<130000	<100000	<95000	<150000
Cl	15000	9600	<140	<300	<270	<350	<490
K	1200	3700	850	4200	360	7100	6300
Ca	<2000	<3000	5600	19000	<2200	36000	42000
Sc	5	2.9	1.0	1.0	1.0	2.5	2.5
Ti	28000	79000	18000	160000	170000	180000	35000
V	380	1100	30	150	2000	1400	85
Cr	150	460	<28	600	850	600	53
Mn	1200	2200	2300	7100	5700	7600	740
Fe	830000	490000	570000	360000	470000	330000	34000
Co	1700	670	49	21	120	8.0	12
Ni	880	620	<70	<69	160	<26	<41
Cr	340	<260	<150	<400	<370	<380	<300
Zn	<76	<91	<42	<74	<190	<40	64
Ge	34	26	2.0	19	19	16	<38
As	69	160	2.6	0.96	1.1	<0.33	3.2
Se	<5.2	<7.4	<3.4	<4.1	<5.4	<1.9	<1.7
Br	120	91	0.91	<0.57	1.8	<1.1	<3.6
Rb	<20	44	<22	<17	<18	42	23
Sr	<450	<350	<300	<330	<430	<140	350
Zr	<540	810	<510	3400	1900	3600	<390
Mo	130	130	<20	<13	1.7	<13	<35
Ag	<14	<29	<4.3	<5.3	<7.7	<2.0	<3.2
Cd	<1.5	<10	<3.8	<6.2	<0.96	<2.8	<43
In	<9.8	<14	<7.2	<20	<0.61	<0.65	<1.1
Sn	<330	<270	<230	<290	<290	<100	<150
Sb	9.0	9.9	<0.13	<0.17	0.19	<0.071	<0.56
Te	<9.2	<9.9	<8.1	<8.8	<6.2	<3.5	<15
I	<9.8	<14	<7.2	<20	<19	<22	<31
Cs	<1.2	<1.0	<0.87	<0.98	<0.95	0.56	1.2
Ba	<79	<110	<98	<120	<68	250	270
La	5.6	8.6	2.2	32	3.3	31	7.9
Ce	<4.5	19	3.7	68	10	68	17
Pr	<1.8	<14	<48	<10	<0.72	<9.9	<84
Nd	<7.4	<6.9	<4.8	<5.9	<5.6	<2.3	<6
Sm	0.73	1.3	0.43	3.6	0.59	3.8	2.2
Eu	<0.71	<0.49	<0.24	<0.47	<0.63	0.36	0.96
Tb	<0.53	<0.69	<0.60	<0.55	<0.59	0.42	<0.64
Dy	<2.7	<3.7	<2.0	<4.3	<4.3	<5.0	<8.1
Yb	0.78	1.3	0.37	4.3	0.90	4.5	2.1
Lu	0.30	0.34	0.11	1.2	0.32	1.2	0.29
Hf	11	15	<0.54	68	29	72	2.3
Ta	<0.80	1.6	<0.40	6.7	6.5	7.8	0.45
W	6.1	3.7	<0.32	<0.89	0.89	<6.70	<4.4
Ir	<0.017	<0.019	<0.013	<0.018	<0.019	<0.0073	<0.011
Au	1.0	0.69	<0.070	<0.011	0.0200	<0.010	<0.071
Hg	<3.3	<5.2	<2.3	<2.6	<3.0	<1.0	<1.7
Tb	2.1	3.0	0.44	9.0	2.6	8.2	2.0
U	0.43	<0.69	<0.19	2.0	0.53	2.1	<2.5

< : 定量下限以下の値

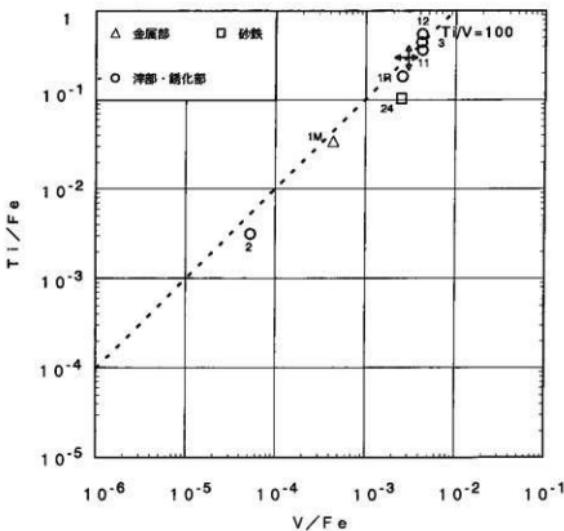


図3 鉄関連遺物のV/FeとTi/Feとの相関関係

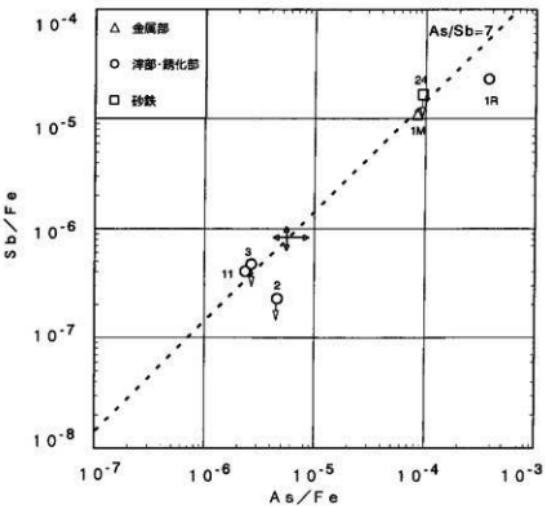


図4 鉄関連遺跡のAs/FeとSb/Feとの相関関係

と言ることは鉄化以外に滓が付着していることが想定される。また、先に示した親石元素について製錬過程が進んでいる炉内滓11と比較したとき、Na, Al, K, Caの4元素濃度が2の方で高く、残りの元素については低い濃度の傾向があった。また、製錬過程で鉄中に濃集しやすい親鉄元素及び親銅元素(Co, Ni, Cu, As, Mo, Sb, W等)において、Asを除いて(CuとMoは検討できず)鉄塊系遺物2の方で濃度が低かった。すなわち、炉内滓11とは直接比較できない異なった過程で産した遺物であることが推測できる。また、仮にFeが鉄化すると多くの場合、ClがFeと結合することが多く、定量値が得られることを考えると、この試料においては、Clが検出されていないことから、鉄を精錬する際生じた滓とも推測できる。

鉄塊系遺物1は明らかに金属部が残存していたので、鉄塊系遺物と命名しても妥当である。滓部1Rは全てが滓ではなく、鉄化部も含まれている。前述したようにClが金属部1Mにも滓部にも検出されていることからである。また、Clと同族元素であるBrも両試料に検出されている。一般に、金属部と鉄化部とで元素濃度を比較すると、金属部に濃集する元素は、親鉄元素や親銅元素(Fe, Co, Ni, Cu, As, Mo, Sb, W等)であり、鉄化部に濃集する元素は、親石元素(Na, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Mn, Zr, La, Ce, Sm, Eu, Yb, Lu, Hf, Th, U等)である。本試料の多くの元素がこのような傾向が見出されたが、唯一Asだけが滓部の方で高かった。不均一性が原因かと思うがはっきりしたことは分からぬ。先の鉄塊系遺物2と比較したとき、親石元素のK, Sc, Ti, Vの濃度が鉄塊系遺物1Mの方で高いことから、2の試料とは直接関係しない試料と思える。また、炉内滓11と鉄塊系遺物1Mあるいは1Rとで比較したとき、一連の過程で産した遺物であれば1Mで濃度が低くならなければならないようなAl, K, Zr, La, Sm, Hfの濃度が逆転していたことにより、炉内滓11と直接関係しない試料と推察できた。次いで、鉄滓12と3と比較したとき、各元素の濃度差がありにも大きいため、同一の製錬過程で元素濃度が分配するときの傾向だけを

表5 鉄間連遺物をFe濃度順に並べたときの各遺物中の元素濃度比

元素	金沢地区 砂鉄 平均濃度	鉄塊系遺物 金属部 1M	鉄塊系遺物 (鉄滓) 2	炉内滓 11	鉄塊系遺物 1R	鉄塊系遺物 (鉄滓) 3	炉内滓 12	砂鉄 24
	μg/g : ppm	Fe : 82%	Fe : 57%	Fe : 47%	Fe : 43%	Fe : 36%	Fe : 33%	Fe : 3.4%
Al	26000	0.33	0.92	0.27	1.15	0.77	0.92	3.7
Sc	110	0.22	0.03	1.00	0.42	1.18	1.27	0.21
Ti	110000	0.25	0.02	1.55	0.72	1.45	1.64	0.03
V	1200	0.30	0.03	1.67	0.92	1.25	1.17	0.07
Cr	730	0.21	<0.04	1.16	0.63	0.82	0.82	0.07
Mn	5200	0.23	0.44	1.10	0.42	1.37	1.46	0.14
Fe	370000	2.2	1.54	1.27	1.16	0.97	0.89	0.09
Co	74	23	0.66	1.62	9.05	0.28	0.11	0.16
Zn	330	<0.23	<0.13	<0.48	<0.28	<0.22	0.12	0.19
As	2.1	32.86	1.24	0.52	76	0.46	<0.16	1.5
Zr	6300	<0.09	<0.08	0.30	0.13	0.54	0.57	<0.05
Sb	0.3	30	<0.13	0.63	33	<0.57	<0.24	<1.9
La	39	0.14	0.06	0.08	0.22	0.82	0.79	0.20
Ce	71	<0.06	0.05	0.14	0.27	0.96	0.96	0.24
Sm	4.9	0.15	0.09	0.12	0.27	0.73	0.78	0.45
Hf	110	0.10	<0.005	0.35	0.16	0.62	0.65	0.02
W	2.7	2.26	<0.12	0.33	1.37	<0.33	<0.26	<1.6
Th	17	0.12	0.03	0.15	0.18	0.53	0.48	0.12

濃度比の基準は、原町市金沢地区的砂鉄の平均濃度を基にしてある。

考えると、両試料間での濃集と除去の関係は妥当であることが示された。

5 V/FeとTi/Feとの相関関係とTi/V比

表6に鉄塊系遺物、炉内津及び砂鉄中のFe、V、Tiの濃度及びTi/V比を示す。また、図3にV及びTiの濃度をFeの濃度で除した値、すなわちV/FeとTi/Feとの値で各遺物を対数グラフ上にプロットした関係を示す。図中の番号は試料番号で、破線はTi/V比が100の直線(45度の直線)である。この直線上に位置する試料はいずれもTi/V比が等しいことを意味する。一般に多くの製鉄関連遺物において、同一原料からの鉄滓(製錬滓や楕形滓など)及び鉄塊系遺物でのV/FeとTi/Feとの関係は、45度の直線上において原料を中心に左下方には鉄塊系遺物、右上方には製錬系の滓が位置することが知られている。また、鉄塊系遺物の鋳造過程においてもVとTiが同一の挙動をし、鋳造が進むに連れて45度の直線上を右上方に移動して位置する。ときに、鉄塊系遺物で鉄の純度が高い(Feの濃度が100%近い)場合、VとTiとの挙動が多少異なるのか、還元・酸化過程とは異なった製錬あるいは精練過程がなされて直線上に乘らず、直線より下側に位置することがあり、このような場合が非常に多い。製錬から生じた鉄塊を二次的に精練した際生じる精練滓(楕形滓や鍛冶滓)もこの45度の直線上に乗り、鉄塊系遺物よりは右上方で、原料より左下方に位置する。このように鉄滓に廻し鉄原の砂鉄と非常に強い相間が得られ、一連の鉄生産の過程を本図を使用してみることができる。

このような視点で北道A遺跡の鉄塊系遺物、炉内津及び砂鉄とのそれぞれの関係をみると、Ti/V比について砂鉄24は41、鉄塊系遺物1M、1R、2は60~78、鉄滓・炉内津3、11、12は110~130となっていることから、砂鉄24を除き、Ti/V比が100の近傍にあった。砂鉄24については、前説でも述べたが砂鉄というよりはむしろ土壤に近いことから本考察から省くこととする。そのため、元素濃度のところでも述べたように原町市の金沢地区の製鉄遺跡群の平均の砂鉄の値を利用すると、そのTi/V比は92±31になり、Ti/V比が100の破線上の()の位置(V/Fe;3.2×10⁻³±1.0×10⁻³、Ti/Fe;3.0×10⁻¹±1.0×10⁻¹)にくる。Ti/V比が92±31であると、炉内津11が多少範囲を越えてしまうが、後の全ての試料はこの範囲に入っている。このため、仮にこの平均の砂鉄が鉄の原料とすると、鉄滓・

表6 鉄関連遺物中のFe、V、Ti濃度およびTi/V比

試料 略番号	種別	遺構名	Fe濃度(ppm)	V濃度(ppm)	Ti濃度(ppm)	Ti/V(—)
1M	鉄塊系遺物 (金属部)	SW01-H B区	820000	360	28000	78
1R	鉄塊系遺物 (滓部)	SW01-H B区	430000	1100	79000	72
2	鉄塊系遺物 (鉄滓)	SW01-H B区	570000	30	1800	60
3	鉄塊系遺物 (鉄滓)	SW01-H C区	360000	1500	160000	110
11	炉内津	SW01	470000	2000	170000	85
12	炉内津	SW01	330000	1400	180000	130
24	砂鉄	調査区周辺	34000	85	3500	41

炉内滓 3, 11, 12は砂鉄の位置より右上方にあることから、これらは製錬滓であることが分かる。

鉄塊系遺物 2は、砂鉄の位置より左下方で、かなり離れた位置にある。この位置にくるのは、製錬によって産した鉄か、それらの鉄を精錬したときに生ずる精錬滓か、あるいはそのとき産した鉄である。本遺物はFe濃度から鉄でないことが明らかになっているので、滓であると思われる。この滓は精錬滓と言われるが、この精錬過程の原料となる鉄は、TiとVに関してこれらの濃度が非常に少ない鉄原料であったことが予想される。

鉄塊系遺物 1M, 1Rも砂鉄の位置より左下方に位置しているが、鉄塊系遺物 2よりは右上方にある。1Mは鉄化しているので鉄化前の位置を予想するとなると、現在の位置よりは左下方に位置することになる。このようなときは、Fe濃度が高く、VとTi濃度が低い場合があるので、45度の直線上に位置しないで直線の下側に少しづれることもある。1Mの周辺試料である1Rは、滓部と鉄化部を含んでるので、鉄原料との関係でTi/V比の値を強く残している。このことから鉄塊系遺物 1はここで示された砂鉄に類似した砂鉄を原料として製錬を行ったとき生じた鉄塊であることが推察された。

6 As/FeとSb/Feとの相関関係とAs/Sb比

鉄塊系遺物、炉内滓及び砂鉄中のFe, As, Sbの濃度及びAs/Sb比を示したのが表7である。As及びSbは、製錬過程において滓部に濃集するTi及びVとは逆に、金属部に濃集する傾向のある元素である。これらの元素濃度をFeの濃度で除し、対数グラフで表示したのが図4である。図中の45度の破線はAs/Sb比が7の直線を表し、この直線上の点ではすべてがAs/Sb=7となる。鉄原料(砂鉄)を中心としたとき、各遺物がこの45度の直線に乗っていることは、As及びSbが製錬過程において濃集あるいは減損する割合が等しいことを表している。それゆえ、V/FeとTi/Feとの相関関係と

表7 鉄塊系遺物中のFe, V, Ti濃度およびAs/Sb比

試料略番号	種別	遺構名	Fe濃度(ppm)	As濃度(ppm)	Sb濃度(ppm)	As/Sb(-)
1M	鉄塊系遺物 (金属部)	SW01-H B区	820000	69	9.0	7.7
	鉄塊系遺物 (滓部)	SW01-H B区	430000	160	9.9	16
2	鉄塊系遺物 (鉄滓)	SW01-H B区	570000	2.6	<0.13	>20
	鉄塊系遺物 (鉄滓)	SW01-H C区	360000	0.96	<0.17	>5.6
11	炉内滓	SW01	470000	1.1	0.19	5.8
12	炉内滓	SW01	330000	<0.33	<0.071	-
24	砂鉄	調査区周辺	34000	3.2	<0.56	>5.7

表8 鉄塊系遺物中の炭素及び硫黄濃度

試料略番号	種別	試料重量(g)	試料の外観等	Fe濃度(%)	C濃度(%)	S濃度(%)
1M	鉄塊系遺物(金属部)	0.1011	僅かに黒色部を含む	82	0.047	0.007

は逆に、鉄原料(砂鉄)を中心になると直線上の右上方に鉄塊系遺物、左下方に製錬滓が分布する。

図4には砂鉄24が図示されているが、本遺跡の製鉄とはあまり関係しない土壌であるので、V/FeとTi/Feとの相関関係のところで示したように原町市金沢地区の製鉄遺跡からの砂鉄の平均値() $(As/Fe; 5.7 \times 10^{-6} \pm 2.3 \times 10^{-6}, Sb/Fe; 8.1 \times 10^{-7} \pm 2.4 \times 10^{-7})$ を示した。このときのAs/Sb比は7である。

炉内滓11と鉄滓3は砂鉄の左下方に位置していることから、製錬滓であることが推測できる。また、鉄塊系遺物2は砂鉄の位置よりは左下方にあるが、直線より下方に外れている。このことは、原料が異なっているか、あるいは複数の製鉄過程が混在していたことが予想される。先のV/FeとTi/Feとの相関関係でも僅かながら直線から外れていたので、両方のことが考えられる。

鉄塊系遺物1Mにおいては、砂鉄の右上方に位置していることからここに示した砂鉄を原料としてできた鉄であることが分かる。しかし、鋳化部・滓部1Rについて多少ずれている。本来同一試料であるので、両方が同じ値にならなくてはならないのに異なる理由が不明である。元素濃度のところでも記したが、1RでのAs濃度が高いことがこの原因となっている。

7 鉄塊系遺物中の炭素及び硫黄の濃度

鉄塊系遺物1の金属部1Mの隣接部を管状炉式赤外線吸収法により炭素及び硫黄の定量を行った。分析装置は(株)堀場製作所製EMIA-510である。一般に、本分析装置は0.5gあるいは1gの試料重量を用いて分析するが、本分析では約100mg程度の重量で行っているので、予め鉄鋼標準物質を使用して信頼性を調査してから分析を行い、炭素及び硫黄とも5%以下の相対誤差で分析できることを確認してから実行した。分析に使用した重量と分析結果を表8に示す。表中のFe濃度は便宜的に中性子放射化分析した値を示した。なお、鉄塊系遺物1Mを中性子放射化分析しているので、隣接部の炭素及び硫黄を定量した箇所も似たような濃度と思われる。

鉄塊系遺物1Mは、金属部と言ひながらも黒色の部分(滓かFeの鋳化部とは判断できない)が混在しているので、必ずしも鋳化前の金属部中のC濃度やS濃度を示しているとは思えないが、Fe濃度82%を考えると、金属のときの様相をかなり残していると考えられる。C濃度0.047%は現在の鉄の分類によると極低炭素鋼あるいは軟鉄に分類される。製錬過程において多くはC濃度が高い銑鉄が生じるが、羽口付近の空気の風量が多いところでは、Cが燃焼しC濃度が減少することも知られているので、恐らく本遺物はこのようなところにあったものかとも思える。また、S濃度が0.007%と非常に低いことは、鉄原料に砂鉄を使用していたことの表れである。

8 おわりに

奈良時代から平安時代の遺跡と推測され北迫A遺跡から出土した鉄塊系遺物、炉内滓の鉄関連遺物と調査区内からの砂鉄中に含有される微量元素を定量し、鉄原料となる砂鉄とこれら鉄関連遺物との関連性を調査した。調査区内から採取した砂鉄の着磁性部が1%と非常に少なく、砂鉄の成分

がほとんど残存していないく、土壌の性質を示していたので、比較の対象として原町市金沢地区から製鉄遺跡群の砂鉄の値を利用した。Ti/V比に注目するかぎり利用する妥当性が見出された。しかしながら、いくつかの元素においては金沢地区の砂鉄と本遺物において元素濃度の相関が崩れていため、金沢地区的砂鉄がそのまま利用されていたとは考えられない。

本遺跡から出土した遺物のうち、鉄塊系遺物 2 を除いて全ての試料は製錬過程で産したものであり、鉄塊系遺物 2 は精錬過程で産したものであることが推察された。また、鉄塊系遺物 3 は各元素濃度から鉄滓(製錬滓)であることが分かった。製錬滓に区分される 3, 11, 12において、3 と 12 は類似した遺物であったが、11は 3 と 12 より製錬過程が進んでいた。鉄塊系遺物 1 は製錬過程で産した金属の鉄化物であったが、C 濃度の低さから炉の羽口付近でできた鉄塊であることが推察された。

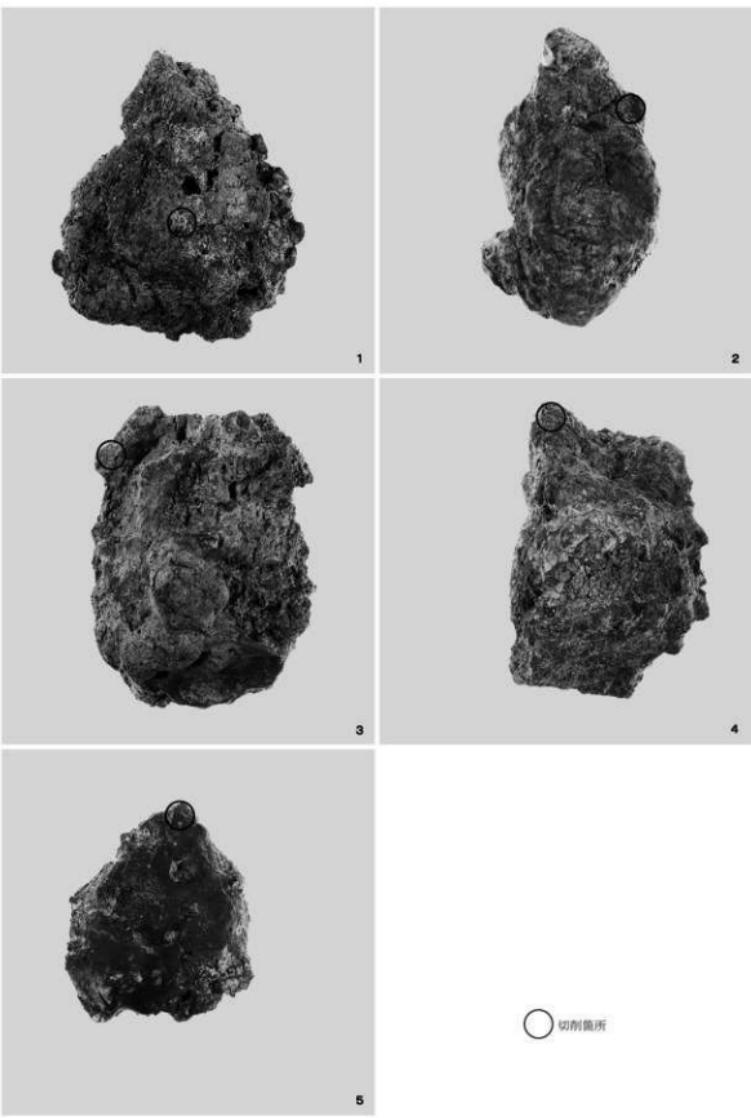


写真 分析鉄滓

付編3 北迫A遺跡から出土した木材・炭化材の樹種

パリノ・サーヴェイ株式会社

はじめに

北迫A遺跡では、奈良・平安時代の製鉄遺構が検出されている。このうち、1号製鉄炉は、長方形箱形炉で2回の操業が確認され、製鉄時の燃料材と考えられる炭化材が出土している。

本報告では、これらの杭材・自然木や炭化材について樹種同定を行い、用材選択や古植生に関する資料を得る。

1 試 料

試料は、1号製鉄炉の堆積土中から出土した炭化材10点(FBC00S032~041)と、底面直上層から出土した炭化材10点(FBC00S042~051)である。

2 方 法

剃刀の刃を用いて木口(横断面)・柾目(放射断面)・板目(接線断面)の3断面の徒手切片を作製し、ガム・クロラール(泡水クロラール、アラビアゴム粉末、グリセリン、蒸留水の混合液)で封入し、プレパラートを作製する。作製したプレパラートは、生物顕微鏡で観察・同定する。

炭化材は、3断面の割断面を作製し、実体顕微鏡および走査型電子顕微鏡を用いて木材組織の特徴を観察し、種類を同定する。

3 結 果

樹種同定結果を表2に示す。FBC00S034は、炭化材ではなく鉄滓であった。また、FBC00S040、FBC00S044、FBC00S046の3点は、樹皮のみであり、木材組織は観察できなかった。その他の炭化材は、落葉広葉樹2種

表2 北迫A遺跡の樹種同定結果

試料番号	出土道	層位	年 代	試料の質	樹 種
FBC00S 032	SW01	6	奈良・平安時代	炭化材	クリ
FBC00S 033	SW01	6	奈良・平安時代	炭化材	クリ
FBC00S 034	SW01	6	奈良・平安時代	炭化材	鉄滓
FBC00S 035	SW01	6	奈良・平安時代	炭化材	クリ
FBC00S 036	SW01	6	奈良・平安時代	炭化材	クリ
FBC00S 037	SW01	6	奈良・平安時代	炭化材	クリ
FBC00S 038	SW01	6	奈良・平安時代	炭化材	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FBC00S 039	SW01	6	奈良・平安時代	炭化材	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FBC00S 040	SW01	6	奈良・平安時代	炭化材	樹皮
FBC00S 041	SW01	6	奈良・平安時代	炭化材	クリ
FBC00S 042	SW01	16	奈良・平安時代	炭化材	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FBC00S 043	SW01	16	奈良・平安時代	炭化材	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FBC00S 044	SW01	16	奈良・平安時代	炭化材	樹皮
FBC00S 045	SW01	16	奈良・平安時代	炭化材	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FBC00S 046	SW01	16	奈良・平安時代	炭化材	樹皮
FBC00S 047	SW01	16	奈良・平安時代	炭化材	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FBC00S 048	SW01	16	奈良・平安時代	炭化材	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FBC00S 049	SW01	16	奈良・平安時代	炭化材	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FBC00S 050	SW01	16	奈良・平安時代	炭化材	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FBC00S 051	SW01	16	奈良・平安時代	炭化材	コナラ属コナラ亜属クヌギ節

類(コナラ属コナラ亜属クヌギ節・クリ)に同定された。各種類の主な解剖学的特徴を以下に記す。

・コナラ属コナラ亜属クヌギ節(*Quercus* subgen. *Lepidobalanus* sect. *Cerris*) ブナ科

環孔材で、孔隙部は1~3列、孔隙外で急激に管径を減じたのち漸減しながら放射状に配列する。

道管は單穿孔を有し、壁孔は交互状に配列する。放射組織は同性、単列、1~20細胞高のものと複合放射組織がある。

- クリ (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) ブナ科クリ属

環孔材で、孔圓部は1~4列、孔圓外で急激~やや緩やかに管径を減じたのち、漸減しながら火炎状に配列する。道管は單穿孔を有し、壁孔は交互状に配列する。放射組織は同性、単列、1~15細胞高。

4 考察

製鉄燃料材の用材選択

北迫A遺跡から出土した製鉄燃料材と考えられる炭化材は、クヌギ節とクリが認められた。層位別に見ると、底面直上ではクヌギ節1種類が確認されたのみであるが、6層ではクリとクヌギ節が混在し、クリの方が多い。このことから、層位によって種類構成が異なっていたことが推定される。

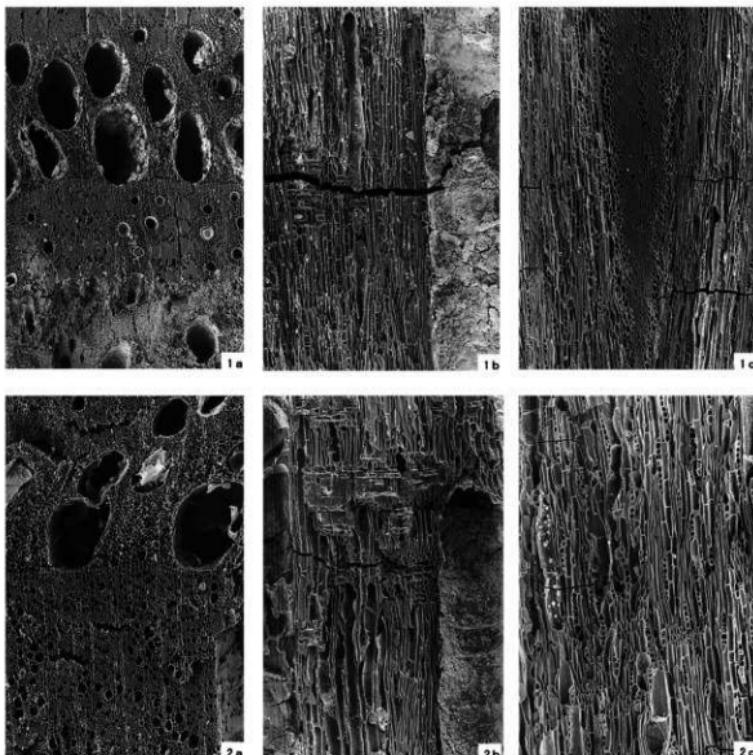
本地域では、これまでにも本遺跡の北方約5kmに位置する武井地区遺跡群などで古代の製鉄燃料材について多くの樹種同定が行われている(嶋倉巳三郎、1988、1990、1992; パリノ・サーヴェイ株式会社、1995a、1995b、1997a、1997b、1998)。それらの結果では、コナラ亜属(クヌギ節・コナラ節)を中心とした種類構成が認められており、今回のクヌギ節が多い結果とも調和的である。古代の製鉄は、その多くが砂鉄を原料としていることから、焼成時に還元効果が必要となる。還元効果が最も高い素材は木炭であるが、武井地区遺跡群でも炭窯が多数検出されており、製鉄燃料材に木炭を利用していたことがうかがえる。木炭は、樹種によって性質が異なるが、製鉄燃料材として最も適するのは、火持ちがよい硬炭となるナラ類(コナラ亜属)である。このことから、本地域では製鉄燃料材として最も適した木材を選択・利用していたことが指摘できる。

一方、6層で認められたクリは、生木では重硬な材質を有するが、木炭にすると柔らかく立ち消えする性質を有するため、鍛冶燃料材には利用するが、製鉄燃料材としては不適とされる(岸本・杉浦、1980; 窪田、1987)。そのため、6層でクリが多い背景には、製鉄燃料材以外の木炭も混入している可能性が考えられる。ただし、これまで行われた調査では、製鉄炉や木炭窯でコナラ亜属とクリが混在して出土した例が多く報告されている。そのため、あまり適材ではないクリも製鉄燃料材として利用されていた可能性もある。

引用文献

- 伊東隆夫 (1990) 日本の遺跡から出土した木材の樹種とその用途Ⅱ. 木材研究・資料, 26, P.91-189, 京都大学木材研究所.
- 岸本定吉・杉浦銀治 (1980) 日曜炭やき師入門. 250p., 総合科学出版.
- 窪田藏郎 (1987) 改訂 鉄の考古学. 308p., 雄山閣.
- パリノ・サーヴェイ株式会社 (1995a) 長瀬遺跡、大船廻A遺跡、前田C遺跡における炭化材同定.

- 福島県文化財調査報告書第310集「原町火力発電所関連遺跡調査報告V」, p.1271-1304, 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター。
- バリノ・サーヴェイ株式会社 (1995b) 原町市鳥打沢A・鳥井沢B遺跡・大船廻A遺跡から出土した炭化材・木材の同定, 福島県文化財調査報告書第315集「原町火力発電所関連遺跡調査報告VI」, p.621-632, 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター。
- バリノ・サーヴェイ株式会社 (1997a) 山田A遺跡・山田B遺跡から出土した炭化材の樹種, 福島県文化財調査報告書第333集「相馬開発関連遺跡調査報告V 本文2」, p.503-526, 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・地域振興整備公團。
- バリノ・サーヴェイ株式会社 (1997b) 鹿島町大迫遺跡から出土した炭化材の樹種, 福島県文化財調査報告書第336集「原町火力発電所関連遺跡調査報告VII」, p.231-236, 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター。
- バリノ・サーヴェイ株式会社 (1998) 大迫遺跡・鳥打沢A遺跡から出土した炭化材の樹種, 福島県文化財調査報告書第344集「原町火力発電所関連遺跡調査報告IX」, p.327-332, 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター。
- 島地 謙・伊東隆夫編 (1988) 日本の遺跡出土木製品総覧, 296p., 雄山閣。
- 鳩倉巳三郎 (1988) 武井地区製鉄遺跡群出土炭化木の樹種調査, 福島県文化財調査報告書第215集「相馬開発関連遺跡調査報告I」, p.299-356, 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・地域振興整備公團。
- 鳩倉巳三郎 (1990) 五台山B・鳥打沢A遺跡出土炭化木の樹種, 福島県文化財調査報告書第236集「原町火力発電所関連遺跡調査報告I」, p.529-537, 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・東北電力株式会社。
- 鳩倉巳三郎 (1992) 原町火力発電所関連遺跡出土炭化材の樹種, 福島県文化財調査報告書第281集「原町火力発電所関連遺跡調査報告III 本文」, p.753-762, 福島県教育委員会・(財)福島県文化センター・東北電力株式会社。
- 辻 誠一郎 (1997) 三内丸山遺跡を支えた生態系, 岡田康博・NHK青森放送局編「縄文都市を掘る」, p.174-188, NHK出版。



1. クリ (PBC00S036)
2. コナラ属コナラ亜属クスギ節 (PBC00S045)
a: 木口, b: 横目, c: 板目

■ 200μ m: a
■ 200μ m: b, c

図版 1 北迫A遺跡の炭化材

報告書抄録

書名	一般国道6号相馬バイパス遺跡発掘調査報告Ⅱ							
副書名	北迫遺跡							
シリーズ名	福島県文化財調査報告書							
シリーズ番号	第393集							
編著者名	福村圭一 高橋信一							
編集機関	財團法人 福島県文化振興事業団 〒960-8116 福島県福島市春日町5-54 TEL024-534-2733							
発行機関	福島県教育委員会 〒960-8688 福島県福島市杉妻町2-16 TEL024-521-1111 財團法人 福島県文化振興事業団 〒960-8116 福島県福島市春日町5-54 TEL024-534-2733 国土交通省東北地方整備局磐城国道工事事務所 〒970-8026 福島県いわき市平字五色町8-1 TEL0246-23-2211							
発行年月日	2002年1月31日							
所収遺跡名	所在地	コード		北緯	東經	調査期間	調査面積 m ²	調査原因
		市町村	遺跡番号					
北迫A	福島県相馬市 大字和田字 北迫	07209	00111	37度 48分 35秒	140度 56分 50秒	20000306~ 20001117	800	道路（一般国道6号バイパス）建設に伴う事前調査
所収遺跡名	種別	主な時代	主な遺構		主な遺物		特記事項	
北迫A	製鉄	平安	製鉄炉跡 土坑 溝跡	1基 4基 7条	鉄滓 約4.5トン 羽口・木炭 弥生土器・土師器			

福島県文化財調査報告第393集

一般国道6号相馬バイパス遺跡発掘調査報告Ⅱ

北迫A遺跡

平成14年1月31日発行

編 集 財團法人 福島県文化振興事業団（遺跡調査部遺跡調査課）

発 行 福島県教育委員会 （〒960-8688）福島市杉妻町2-16
財團法人 福島県文化振興事業団（〒960-8116）福島市春日町5-54
国土交通省東北地方整備局磐城国道工事事務所
（〒970-8026）いわき市平字五色町8-1

印 刷 株式会社 日進堂印刷所 （〒960-2194）福島市庄野字柿場1-1

本報告書は長期保存を考慮し、下記中性紙を使用しております。

本文 ダイヤペークAP

図版 ニューバイマットホワイト