

製鉄遺跡の発掘調査と整理について

千原台地区押沼第一遺跡K地点製錬炉・作業場出土遺物を中心として

小林 信一

1. はじめに

千葉県には製鉄遺跡の分布が多くみられ、面的に押さえられる地域もいくつか存在する。製鉄遺跡は古代の生産の実態を探る上で良好な資料を提供すると考えられるが、生産された鉄そのものの調査・整理方法については研究者間での差異が著しく、これが製鉄遺跡の分析的な比較検討の幅を狭めている。今後はそれぞれの遺跡で鉄滓等を統計処理し資料化することが必要になってくると考えられる。今回は、押沼第一遺跡K地点の製鉄遺跡の発掘調査・整理作業で試みている方法とその問題点について日頃考えていることを整理し、今後の発掘調査・整理にむけての模索の一步とした。

2. 調査の方向性

押沼第一遺跡K地点の発掘においては、国内における製鉄遺跡の鉄生産に関する諸工程があまり明らかとなっていないことから、その工程ができるだけ明確になるような調査を心がけた。

それぞれの遺構が鉄生産のなかでどのような工程に位置するかを各遺構から出土した鉄滓・鉄塊系遺物等の遺物の分析および統計処理を行うことによって、ある程度把握することを目的とした。つまり須恵器窯の調査時と同様、そこで作られた製品、すなわち本遺跡内で製作された鉄素材の把握こそが遺跡の性格付けに大きく関わるという観点から、遺構内から出土した鉄塊系遺物を逃さずに抽出することが本遺跡の発掘調査を成功させるための大前提という結論になった。

調査方法を決定するにあたっては、千葉県立房総風土記の丘博物館で行われている古代製錬炉の復元操業実験研究等の成果および千葉県流山市教育委員会によって行われた富士見台II C遺跡の調査で開発された方法が参考となった。これらの例から本遺跡のような豎形炉で作られた鉄塊はかなり小型であり、ミリ単位から数センチ単位の鉄塊

系遺物が主体を占めている例が多いことが知られたので、遺物の取り上げについては、遺物を一点ずつ取り上げることは時間がかかることと、細かいため取りこぼしが生じる可能性が強いことを勘案して、グリッド別に遺物を土ごとに取り上げ、水洗・分離する方法をとるに至った。

以下、遺跡を概観し、さらに化学分析に至るまでの手順を具体的に紹介し、その中に内在する問題点や注意事項を整理し、最後に考古学的手法と化学分析によって得られた成果の一部を述べることにする。

3. 遺跡の概要

押沼第一遺跡K地点は市原市押沼字金糞896他に所在し、村田川に開析された通称茂呂支谷が樹支状に入り組んだ最奥部の台地斜面部に位置する。標高は45～51mを計る。金糞の字名が示すように以前からこの付近では鉄滓が採集されており、製鉄遺跡の可能性が考えられていたが、昭和63年3月に住宅・都市整備公団による伐採によって製錬炉の一部のみ見つかり、製鉄遺跡の存在が明らかとなった。同年5月1日から10月6日にわたって、調査対象面積2,500m²の本調査を実施し、南側斜面の2箇所（西・東部遺構群）より平安時代の豎形炉を中心とした遺構群が検出された。両地区とも傾斜角30度前後の急斜面に立地し、非常に強い風が谷を吹き抜け、炉の操業には良好な地点と言える。

なお、本遺跡の西北約120mには本遺跡と同時期で同様な製錬炉を有する押沼第一遺跡が所在する。同遺跡からは炉遺構の他に本遺跡ではまったく検出できなかった鋳型破片等が多数出土しており、本遺跡との関連が目されるため、鉄塊系遺物と鉄滓をそれぞれ1個体ずつ、化学分析と解析に加えることにした。

遺構と遺物

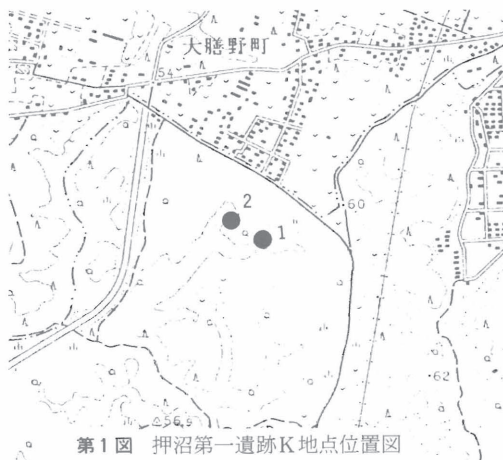
検出された遺構は、西部遺構群からは製錬炉4基（19・30・31・35号跡）、製錬炉の送風関連遺構

1基(26号跡)、製鉄関連の作業場3箇所(19・32・34号跡)、通路状遺構3箇所(4・36・41号跡)、砂鉄置場1箇所(28号跡)、炭置場5箇所(22・23・24・25・33号跡)、カマド2基(20・44号跡)、焼土土坑1基(7号跡)、土坑4基(1・3・6・29号跡)、溝1条(21号跡)、竪穴状遺構1基(2号跡)、土器集中地点1箇所が検出された。

東部遺構群からは製錬炉3基(8・16・42号跡)、製錬炉の送風関連遺構2基(12・40号跡)、作業場5箇所(10・13・15・16・39号跡)、炭置場5箇所(5・18・27・38・43号跡)、粘土採掘坑2基(14・37号跡)、焼土土坑2基(11・17号跡)、土坑1基(9号跡)が検出された。このように製錬炉を主体とした一連の関連遺構がまとまって所在する点で注目される遺跡である。

これら遺構は斜面を開削して平坦な面を作ったのちに構築されており、本遺跡の場合は、ある段階で操業を終了した後に、さらにその平坦面および上面に新しい炉やそれに付属する施設を構築しており、重複が著しい。基本的に配置としては炉の後方に送風関連遺構を配し、炉の前面に作業場ないし廃滓場がみられ、炉の周辺に燃料の炭を置く場所や鉄塊と鉄滓を分別する作業場が形成される。以下、主な遺構の特徴を記述したい。

本遺跡の炉はすべて半地下式の竪形炉であり、炉高は1.5m程度であったものと考えられるが、地上部は残存せず基部のみが検出された。前面は炉の中から製品を取り出す際に破壊されており、奥壁と両側壁の3面が遺存している。平面形は遺存状態の良い16・19号跡からみる限り、炉の開口部



第1図 押沼第一遺跡K地点位置図
(1:25,000) 1. 押沼第一遺跡K地点
2. 押沼第一遺跡

の形状は楕円形を呈し、炉底は方形を呈する。炉本体の規模は幅70cm、奥行70~80cm程度であり、炉底より奥壁が直線的に立ち上がるもの(16・19号跡)と外傾しながら立ち上がるもの(31号跡)が認められる。炉壁材は粘土と山砂とスサからなり、本遺跡の場合はスサの含有量が非常に少ないのが特徴的である。16号跡には幅30cmほどの裏込めが施されており、混入物の中には多量の焼土が含まれていた。

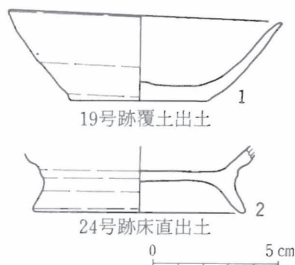
8・16・31号跡の後方からは送風関連施設と考えられる掘り方が検出された。31号跡の後方にある26号跡は縦1m90cm、横80cmの長方形を呈し、深さ40cmを測る。16号跡に付随する40号跡は炉の斜上方に対になって検出され、方形で一辺が1m、深さが60cmのものである。8号跡付属の12号跡も40号跡と同様なものであるが掘り込みが浅く、左側しか押えることができなかった。これらは足踏式の土フイゴ座の痕跡と考えられ、上方から大口径羽口を通じ炉内に空気を送り込んでいたものと考えられる。

作業場はテラスの平坦面を利用したものや炉の前面・斜め下方の斜面を大きく削り込んで形成されたものが多く、とくに16号跡の作業場からは多量の鉄塊系遺物や炉内滓が出土した。なお、平坦部に存在する作業場は通路を兼ねていたものと思われる。炭置場には円形・楕円形・長方形の掘り込みがみられるが、浅く不明瞭なものが多い。また、廃棄された溝28号の中から原料の砂鉄が長さ約30cm、幅約20cm、深さ10cmの範囲にわたって検出された。19号跡西側と31号跡の東側には炉壁材を袖に転用した小規模なカマドが存在する。44号跡には土製支脚が直立して遺存しており、これらのカマドは炉の操業が昼夜におよぶときの飲食等に使用されたものであったと類推される。東部遺構群からは、粘土採掘坑と思われる幅約2m、奥行約3m、高さ約4mにおよぶ遺構が検出された。

製錬跡に伴う遺物は上記の作業場の他に廃滓場から多数の鉄滓や羽口・炉壁材を検出することができたが、遺構に伴う土器の出土は僅かであり、ロクロ土師器杯類が数個体検出されているのみである。これらの土器の形態・技法から、製鉄遺構の時期は9世紀後半から10世紀初頭の時期に比定できる。



第2図 押沼第一遺跡A地区遺構配置図



第3図 出土土師器杯

4. 発掘調査の実施と問題点

遺物の取り上げについては、大きな炉壁・羽口片や土器類の他はすべてグリッド別一括して取り上げた。遺構外については1m×1mのメッシュで鉄滓等を取り上げ、遺構内については、層位ごとに取り上げを行った。遺構内では、明らかに遺構廃絶前に埋まったと考えられる層位については25cm×25cmのメッシュを組み、それ以外は50cm×50cmのメッシュで取り上げを行った。この方法は鉄塊系遺物・鉄滓のみではなく、原料として、あるいは使用後の砂鉄を全量回収することができ、後述するように使用原料を考える上で重要な手がかりとなった。

この方法の問題点としては、本遺跡の場合、各遺構が急斜面に立地し、足場を組んだ部分と遺構内以外は水平を保ちうる状態でないので取り上げ時には、ただでさえ狭い遺構内に人間が集中した上に、遺構内に水糸で25cm×25cmメッシュを張り巡らせたので足の踏み場もない状態になり、作業の進捗が遅れ気味になったことである。状況によっては遺構内のメッシュの張り方に工夫を行った方が良いと思われる。また、取り上げの際のグリッドの名称も最初の設定が検討不足で一部不統一になってしまったので、コンピューター入力時に苦労した。できれば、統計処理に適したグリッドの名称を決めてから調査を行った方が良いであろう。

これら遺物を含んだ土の水洗については、発掘現場で土の搬出に使用していたシューター（樋状のもの）を利用して効率化を計った。この方法は、①シューターを角度30～40度程度に傾斜させて固定し、上手から水を流し、下手に砂鉄等が流れるようにする。②シューターの水が流れ落ちる部分に桶を置き、砂鉄が溜るようにする。③フローテーション用の網付きの桶（4mmのメッシュ）をシ

ューターの上部に設置し、この上に持ち帰ってきた土を入れる。

④桶の上から水を流し、良くかき混ぜる。⑤網上に残った鉄塊系遺物・鉄滓と炉壁、炭等を分別する。⑥網からこぼれ落ちた砂鉄がシューター内を流れていく間に、数人でシューターの両脇から磁石で砂鉄を吸い上げる作業を行う。その際はビニール袋の中に磁石を入れ、砂鉄が磁石に直接吸いつかないようにする。そしてグリッドや層位が変わる毎に、ビニール袋を交換して他の部分の砂鉄が混入しないようにした。

⑦桶にシューターから水・土と磁石を逃れた砂鉄が流れ込み、水と比重が軽い土の大部分が桶から流れ、砂鉄が桶の底に溜る（砂金取りと同じ作業要領）。下の桶に溜った砂鉄と土を再度シューターの上に流し、磁石で吸い上げるとともに下に溜った砂鉄を回収するという工程を行った。なお、この⑦の工程でも砂鉄の他に僅かに土が混入してしまうが、この作業をあまり繰り返して行うと逆に純粋な砂鉄のみとなり、成分分析時に炉操業時の原料（砂鉄および他の成分）と異なった値が出てくる危険性があるので、本遺構では砂鉄の水洗は3度程度にした。

5. 整理方法について

砂鉄についてはグリッド及び層別に重さを計り、出土状況の把握に努めた。鉄滓等についてはまず最初に大きさ別（1cm～3cm、3cm～5cm、5cm以上の3段階に区分）に分類し、個々の磁着力や重量を計測した。そしてこれらの数値を参考にしながら、遺物を鉄塊系遺物、炉内滓系、流動滓系、初期砂鉄塊系に類別し、各遺構の特徴を抽出する



第4図 シューターを使用した水洗

作業を行った。

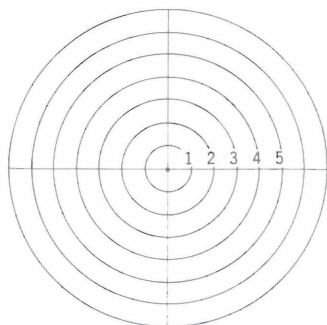
遺物の識別方法はだまかに言えば、鉄塊系遺物は、表面に黒錆がみられ、小型にもかかわらず重量感があり、磁着力が4以上のもの。炉内滓系は表面は大部分のものが荒く、木炭痕や気孔が多くみられ、鉄塊系遺物に比べて重量がなく、磁着力が1～3程度を示すもの。流動滓系は表面に気孔があまりみられず丸く滑らかな流動状であり、色調はねずみ色を呈するものが多く磁着力が弱いもの。砂鉄塊系は砂鉄と同様な銀色の光沢が随所で見られ、重量があり、磁着力が強いものである。

磁着力の測定方法は、今後他の遺跡との比較が重要になると考えられるので、千葉県流山市富士見台ⅡC遺跡等全国各地で行われている測定方法と同様に行うこととした。測定に使用した磁石は各県で鉄滓等の磁着力測定に使用されている工業用磁石（標準磁石）を用いた。

磁石はドーナツ状を呈しており、この磁石に釣り糸を点接着し、その糸の端をゼットライト等のアームに結び、アームから35cmの長さに磁石の上端が来るように吊す。磁力を計るために6mmごとに目盛りが刻まれた評価台紙を置き、磁石の片側下面が接地面ギリギリの高さで、同心円の中心に来るようにアームを設置する。

磁力の測定方法は、吊り下げた磁石側面に資料個体を近づけていくとメタルの多い場合は磁石が反応し、個体に引きつけられるので、磁石が動き始めた段階の数値を読み取り、磁着力で1～5までに区分した。なお、この磁石は穴のみえない側面部分では磁石の反応が弱くなるので、穴の見える面を使用して磁着力を計った。

磁着力は同心円の中心から6mmまで磁石が動くものを磁着力1、6～12mmまでを2、18mmまでを



第5図 磁着力評価台紙

3、24mmまでを4、30mmまでを5というようにした。磁着力7のものもあったが5以上のものは5の中に含めて数量化した。そして、基本的に1～3までを鉄滓と考え、4・5については鉄塊系遺物に分類した。ちなみに現代のステンレス製の鉄の磁着力を計ったところ5程度であった。5以上のものについては、かなり鉄の遺存状態が良いと考えられる。

この作業と並行して炉内滓等の種別の分類も行ったが、調査員が不慣れな上に選別する時間が限られ、調査補助員が主体となって選別したため混乱を生じる結果となり、再度の見直しが必要となった。この原因としては、1～3までを鉄滓系とし、4・5を鉄塊系遺物と区分し、機械的に種別も分類できると考えていた点に最大の問題があった。

とくに対応に苦慮したのは初期砂鉄塊系遺物である。この遺物は砂鉄が半分溶けて固まった状態のもので、砂鉄は鉄分を多く含むので磁着力が4～5程度になってしまい、当初は鉄塊系遺物として分類していたが、後にそれと分離する作業を行うこととなった。また、分類が困難さを増した副次的な原因は遺物の水洗が不十分であったため、地の色等がみることができなかったことにも起因している。水洗いを入念に行っても、まわりに付着した砂鉄や土がなかなか取れず、遺物の見直し時には判断に苦しむものについては、少々荒いやり方ではあるがワイヤーブラシで落として判断を下すこととなった。

さらにこれは化学分析の結果判明したことであるが、本遺跡の場合、鉄滓系の遺物でも磁着反応のより強いマグネタイト (Fe_3O_4) 化している個体が多く認められ、磁着力が見た目よりも僅かに多



第6図 磁着力測定

くなる傾向にあったことも混乱の一因と考えられる。

この磁着力の測定について最も注意しなければならないことは、過度の測定を避けることである。測定する度に鉄塊系遺物等に磁石の磁力が残留し、磁力が強くなってしまいう傾向にあるので、できるだけ一度で測定を終了させることが必要とされる。また、錆による劣化により磁力が弱まる可能性があるので発掘してから早い時期に測定を終了することが望ましい。なお、1～3に分類された遺物については錆化する危険性はほとんどないが、磁着力4・5のものについては、ビニール袋を二重にした中に乾燥剤を入れて保存した（薄手のビニール袋は僅かに空気を通すので、できれば厚手のものを使用した方がよい。）。

以上、これらの資料を数量化した後に、今度はこれらの資料をコンピューターに遺構別、各小グリッド・層序別に入力し、遺構中の出土状況を把握した上で、グリッド・層のなかで最も種類が多く、且つ磁着力が平均的な数値を求め、その中で比較的遺存度の良いものを抽出し、化学分析の試料とした。

6. 試料分析の留意点

試料は押沼第一遺跡K地点から砂鉄3点、鉄塊系遺物等27点、押沼第一遺跡（昭和60年度調査の製鉄跡）から鉄塊系遺物等2点を選定した。これら分析する試料については写真撮影後、実測を行い、木炭の付着状況や気孔の有無形状、色調等の細かな観察結果を記録した後に、再度ブラシで水洗いし、付着物をできるだけ取り除いた。そして、最も代表的な部分（鉄塊系遺物の場合には磁力が最も強い部分）またはその個体の特徴を表す部分を探し、分析する個所を指定した。

分析は15g程度でも可能ということだったので、できるだけ範囲を小さく設定した。従来までの分析では比較的多くの部分を破碎する方法が取られており、この方法では炉内滓と鉄塊系遺物が結合していた場合は、両方の数値が混合して示されてしまい、かならずしもその属性を表す結果にはなっていないことが多く、今回はできるだけ部分を限定することにした。また、鉄塊系遺物については、破碎の後、磁石で鉄分を吸着させ、鉄分を主体としたものを分析対象としてもらった。そして、

分析する試料はあらかじめクエン酸等に浸して洗浄し、それでも付着物が除去できない場合はカッター等によって除去した。

以上が化学分析までの手順であるが、以下、これらの作業を通じて今まで判明したことを整理しておく。

7. 成果と問題点について

(1)考古学的手法による分類・数量化について

各遺構出土の磁着力別表と種別・大きさ・磁着力別表、各遺構の層ごとの表等を作成し、各遺構の特徴を大きく把握することができた。

今回はこれら表のうち二つの表を示して遺跡の様相を概観することにした。

第1表は、遺構ごとの磁着力別の個体・重量を表したものであり、砂鉄塊・流動滓・炉内滓・鉄塊系遺物等を含めた数値である。（1cm以下のものは残滓として、統計処理を行っていない。）なお本遺跡の場合、炉外流出滓はほとんど認められなかった。また、この表では製錬炉と記載されている部分も炉内および炉前庭部から出土したものを含んでおり、整理途中の暫定的な数値であることを明示しておく。

本遺跡の主な遺構から出土した鉄滓等の数量は約143kgであり、このうち磁力の強い4・5は32kg程度、全体の20%強を占めることがわかった。また、鉄滓等が平均で2.1gと非常に軽く小型であることが明確となった。

県立房総風土記の丘資料館による豎形炉の操業実験等や県内外の遺跡の出土例によれば、大部分の鉄滓と僅かな量の鉄塊系遺物が炉内で成長し、塊状を呈する状態で炉外に取り出され、さらにそれらの結合体から炭・滓等の鉄にならない部分が割り捨てられ、目的の鉄塊系遺物を選別する作業を数回は行う必要があったと考えられる。本遺跡の場合はこうした作業を念入りに行ったものと類推できる。

第2表は鉄塊系遺物のみを抽出したものである。鉄塊系遺物の重量は各遺構の総計で7.8kgであり、遺構内出土143kgの5.5%程度であった。この数値は鉄塊系遺物と結合したままの滓の値を含んでおり、純粋のメタル（金属鉄）は、この数値の半数以下になると考えられ、ここからも当時かなり厳密に鉄と滓を分離していたことが窺える。

| 遺構 | 合計 | 磁着力1 | | 磁着力2 | | 磁着力3 | | 磁着力4 | | 磁着力5 | | 備考 |
|---------------------|--|--|--|--|--------------------------------------|----------------------------------|-----|------|-----|------|-----|----|
| | | 重量 | 重量比 | 重量 | 重量比 | 重量 | 重量比 | 重量 | 重量比 | 重量 | 重量比 | |
| | | 数量 | 数量比 | 数量 | 数量比 | 数量 | 数量比 | 数量 | 数量比 | 数量 | 数量比 | |
| 010 作業場 | 総重量 817.6g 総数 139個 平均 5.9g | 13.6g 1.7% 12個 8.6% | 181.5g 22.2% 32個 23.0% | 188.2g 23.0% 45個 32.4% | 228.0g 27.9% 39個 28.1% | 206.3g 25.2% 11個 7.9% | | | | | | |
| 013 作業場 | 総重量 2,445.1g 総数 1,202個 平均 2.0g | 152.3g 6.2% 220個 18.3% | 555.1g 22.7% 466個 38.8% | 759.0g 31.0% 361個 30.0% | 786.1g 32.2% 142個 11.8% | 192.6g 7.9% 13個 1.1% | | | | | | |
| 015 作業場 | 総重量 3,450.0g 総数 1,446個 平均 2.4g | 117.2g 3.4% 160個 11.1% | 603.6g 17.5% 533個 36.9% | 727.5g 21.1% 468個 32.4% | 1,268.6g 36.8% 219個 15.1% | 733.1g 21.2% 66個 4.6% | | | | | | |
| 016 製錬炉 | 総重量 91,469.7g 総数 48,888個 平均 1.9g | 10,853.4g 11.9% 17,010個 34.8% | 29,617.7g 32.4% 22,211個 45.4% | 29,928.0g 32.7% 7,574個 15.5% | 16,953.0g 18.5% 1,807個 3.7% | 4,117.6g 4.5% 286個 0.6% | | | | | | |
| 019 製錬炉 | 総重量 2,646.7g 総数 794個 平均 3.3g | 329.2g 12.4% 265個 33.4% | 978.0g 37.0% 343個 43.2% | 873.1g 33.0% 144個 18.1% | 419.2g 15.8% 38個 4.8% | 47.2g 1.8% 4個 0.5% | | | | | | |
| 030 製錬炉 | 総重量 5,621.9g 総数 2,079個 平均 2.7g | 631.0g 11.2% 703個 33.8% | 2,080.1g 37.0% 937個 45.1% | 1,922.9g 34.0% 367個 17.7% | 497.7g 8.9% 60個 2.9% | 490.2g 8.7% 12個 0.6% | | | | | | |
| 031 製錬炉 | 総重量 6,716.8g 総数 2,038個 平均 3.3g | 1,392.6g 20.7% 1,059個 52.0% | 2,574.0g 38.3% 690個 33.9% | 1,418.3g 21.1% 210個 10.3% | 842.9g 12.5% 64個 3.1% | 489.0g 7.3% 15個 0.7% | | | | | | |
| 032 (035 作業場) | 総重量 14,666.6g 総数 5,764個 平均 2.5g | 1,855.3g 12.6% 2,409個 41.8% | 5,243.8g 35.8% 2,650個 46.0% | 5,798.5g 39.5% 620個 10.8% | 1,628.2g 11.1% 76個 1.3% | 140.8g 1.0% 9個 0.2% | | | | | | |
| 035 製錬炉 | 総重量 15,300.5g 総数 7,000個 平均 2.2g | 1,452.8g 9.5% 1,940個 27.7% | 5,852.6g 38.3% 3,777個 54.0% | 5,276.2g 34.5% 1,114個 15.9% | 2,277.2g 14.9% 153個 2.2% | 441.7g 2.9% 16個 0.2% | | | | | | |
| 計 | 総重量 143,134.9g 総数 69,350個 平均 2.1g | 16,797.4g 11.7% 23,778個 34.3% | 47,686.4g 33.3% 31,639個 45.6% | 46,891.7g 32.8% 10,903個 15.7% | 24,900.9g 17.4% 2,598個 3.7% | 6,858.5g 4.8% 432個 0.6% | | | | | | |

第1表 磁着力別個体・重量表

| 遺構 | 合計 | 鉄塊系4 | | 鉄塊系5 | | 鉄塊系合計 | |
|---------------------|--|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----|-------|-----|
| | | 重量 | 重量比 | 重量 | 重量比 | 重量 | 重量比 |
| | | 数量 | 数量比 | 数量 | 数量比 | 数量 | 数量比 |
| 010 作業場 | 総重量 817.6g 総数 139個 平均 5.9g | 132.3g 16.2% 31個 22.3% | 97.9g 12.0% 10個 7.2% | 230.2g 28.2% 41個 29.5% | | | |
| 013 作業場 | 総重量 2,445.1g 総数 1,202個 平均 2.0g | 254.5g 10.4% 72個 6.0% | 141.8g 5.8% 10個 0.8% | 396.3g 16.2% 82個 6.8% | | | |
| 015 作業場 | 総重量 3,450.0g 総数 1,446個 平均 2.4g | 460.0g 13.3% 143個 9.9% | 425.9g 12.3% 57個 3.9% | 885.9g 25.7% 200個 13.8% | | | |
| 016 製錬炉 | 総重量 91,469.7g 総数 48,888個 平均 1.9g | 2,519.0g 2.8% 685個 1.4% | 2,248.8g 2.5% 199個 0.4% | 4,767.8g 5.2% 884個 1.8% | | | |
| 019 製錬炉 | 総重量 2,646.7g 総数 794個 平均 3.3g | 50.6g 1.9% 8個 1.0% | 37.6g 1.4% 3個 0.3% | 88.2g 3.3% 11個 1.4% | | | |
| 030 製錬炉 | 総重量 5,621.9g 総数 2,079個 平均 2.7g | 41.9g 0.7% 14個 0.7% | 207.0g 0.4% 3個 0.1% | 248.9g 4.4% 17個 0.8% | | | |
| 031 製錬炉 | 総重量 6,716.8g 総数 2,038個 平均 3.3g | 66.4g 1.0% 10個 0.5% | 177.3g 8.7% 8個 0.4% | 243.7g 3.6% 18個 0.9% | | | |
| 032 (035 作業場) | 総重量 14,666.6g 総数 5,764個 平均 2.5g | 211.0g 1.4% 20個 0.3% | 92.9g 0.6% 6個 0.1% | 303.9g 2.1% 26個 0.5% | | | |
| 035 製錬炉 | 総重量 15,300.5g 総数 7,000個 平均 2.2g | 483.7g 3.2% 44個 0.6% | 180.4g 1.2% 5個 0.1% | 664.1g 4.3% 49個 0.7% | | | |
| 計 | 総重量 143,134.9g 総数 69,350個 平均 2.1g | 4,219.4g 2.9% 1,027個 1.5% | 3,609.6g 2.5% 301個 0.4% | 7,829.0g 5.5% 1,328個 1.9% | | | |

第2表 鉄塊系遺物磁着力別個体・重量表

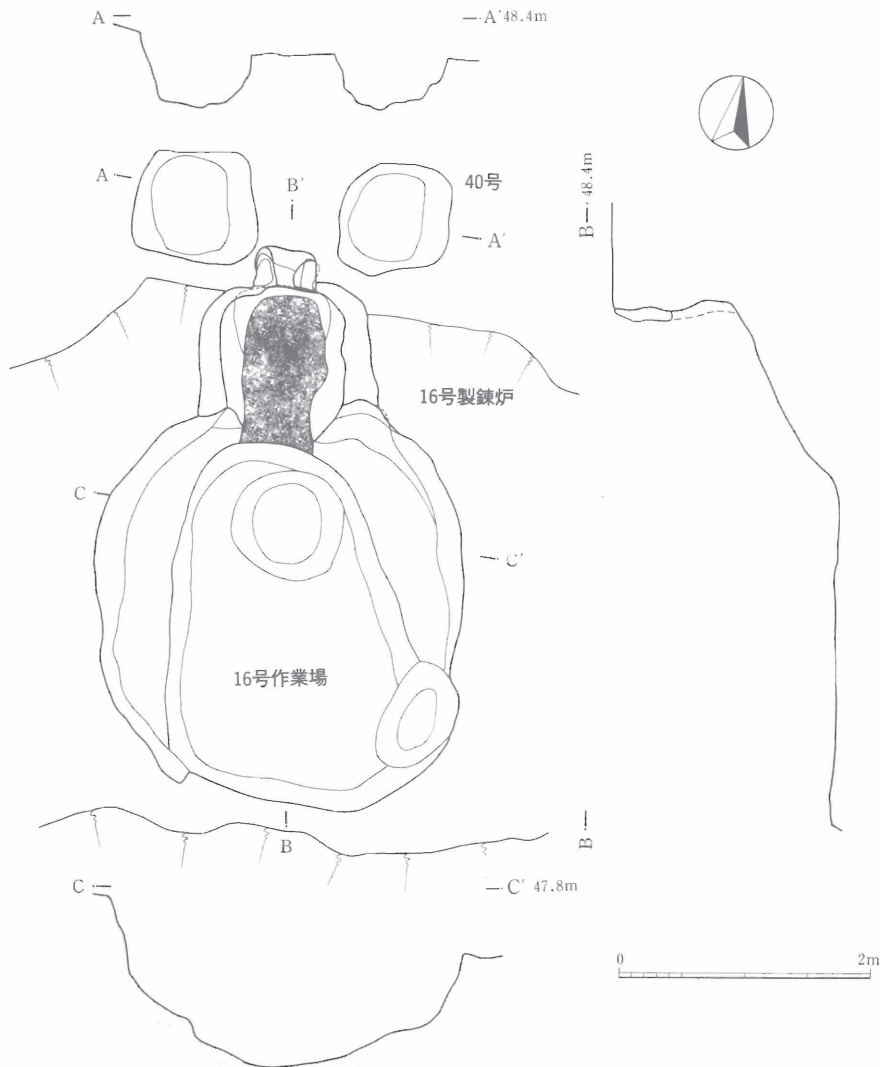
また、作業場と製錬炉内・炉前庭部の空間（作業場）から出土したものを比較すると大きな違いが認められる。すなわち炉内および炉前庭部から出土した鉄塊系遺物の合計は1,005個体、6.3kgで滓との割合は遺構ごとに若干の違いが存在するが、重量で2.1%~5.2%、個体数で0.5%~1.8%程度である。これに対し、作業場と呼称している特定の空間から鉄塊系遺物が重量で16.2%~28.2%、個体数では6.8%~29.5%の割合で検出され、炉前庭部と作業場とは1桁鉄塊系遺物の遺存度が異なることが判明した。

以上の結果から製品である鉄塊系遺物と鉄滓・炭等の複合体を最初に炉前で大きく割り分け、さらに上の作業場にある程度選別されたものを持ち込んで分類した可能性が考えられるようになった。

本遺跡の北方の台地部分には確認調査時に多量の炭と鉄滓類が検出されており、台地部には次の工程の作業場や鍛冶遺構等が存在する可能性が認められる。一般に鍛冶遺構から出土する鉄滓類は鉄塊系遺物が非常に多く含まれるものがあり、中には全体量の90%を越える例がみられる。本遺跡の場合は炉前で1次選別、炉斜上方の作業場での2次選別がなされたことが判明したが、最も鉄塊系遺物の遺存度が良い遺構でも30%未満であり、鍛冶工程までさらにいくつかの作業があった可能性も考えられる。

(2) 化学的分析および解析について

化学分析については、川鉄テクノロジー株式会社へ委託し、その結果と考古学的な解析をもとに新日本製鉄株式会社八幡技術研究部の大澤正己



第7図 16号製錬炉及び作業場

氏に解析を委託した。これらの方法と成果の詳細については本報告書に譲るとして、大まかな成果と問題点を列記しておきたい。

まず第一に問題点であるが、前述のように本遺跡では他の遺跡よりも炉内滓の磁着力が強くなってしまっていることが判明し、磁着力4のものについては半数程度が再度の肉眼観察により、鉄塊系遺物から炉内滓に種別を変更することになった。

成果としては、原料である砂鉄が本遺跡から採取できる自然砂鉄（浜砂鉄）と同様なものであることが判明した。さらに、従来、砂鉄を製錬炉に入れる前に焼いて還元しやすくする「焼砂鉄」の技法が一部で指摘されていたが、16号跡製錬炉出土砂鉄は金属鉄が2.26%であるのに対し、16号跡の送風関連遺構40号跡の出土砂鉄（未水洗）は金属鉄が0.22%と1桁違い、焼砂鉄が送風関連遺構内からほとんど検出できないことが明らかになった。

16号跡は豎形炉であり、砂鉄等は炉の上から投入されていたと考えられる。40号跡は炉の斜上方に存在しており、ここから多量の砂鉄が認められることは16号跡に砂鉄を投入する際にこぼれ落ちたものが溜った結果と判断されることから、焼成されていない砂鉄を操業の際に使用していた可能性が指摘できる。

押沼第一遺跡K地点の鉄塊系遺物については、金属鉄が66.8%～87.8%と高いことが判明した。また、大澤氏によれば「鉄滓中の残留鉄分は16, 19製鉄炉が少なく、30, 31製鉄炉に多い。製錬技術の問題であろうか。送風能力等が効いたと考えられる。鉄取率は前者のほうが良好である。」（以下、「」内は大澤氏概要報告より抜粋）とされ、本遺跡の炉には技術水準の差が認められる。

そして、押沼第一遺跡K地点と多量の鋳型が出土している押沼第一遺跡の鉄塊系遺物の比較は、分析個体数が前者は27個体であるのにたいして後者が2個体であり、数量的な保証が乏しいという欠点があるが、「K地点出土鉄塊は、鍛造用鉄素（共析鋼レベル、炭素〔C〕量で0.4～1.0%）の還元を目標とした製錬と想定される。

ただし遺跡内出土鉄塊は低炭素鋼（C：0.3%）から鉄鉄（鋳鉄）まで検出されるが、銑鉄といっても炭素含有量が2.47%止まりである。これにたいして、鋳型類を多く出土した第一遺跡では、炭

素含有量3.56%を含む銑鉄塊が存在する。又製錬滓の鋳物組成は、チタン（Ti）-鉄（Fe）化合物の結晶の周縁が酸化を受けたプッシュドブルーカイト（Pseudbrookite： $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiO}_2$ ）を晶出し、炉内雰囲気吸炭反応を促進させたと読みとれる。こちらは、意識的に銑鉄を吹く操業がなされたと推定される。更に、鉄滓の化学組織の特徴は、鉄と滓の分離に有効な塩基性成分（ $\text{CaO} + \text{MgO}$ ）が11.91%と高値である事も指摘できる。」とし、「一方、K地点出土製錬滓の鋳物組成は、ウルボスピネル（Ulvöspinel： $2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ ）とフェアライト（Fayalite： $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ）で構成される。塩基性砂鉄製錬での一般的な鋳物組成の晶出である。」とされ、両遺跡の遺物はかなりの差異がみられることが明らかとなった。

そして、「K地点16, 19炉の炉材粘土の耐火度は、SK12土で軟化点1,350°Cとあまり高くない。豎形炉で鋳物銑を還元するには耐火度不足が懸念される。K地点での鋳型出土がない理由も、ここに由来されそうである。」とし、両遺跡が鍛造用（炭素含有量が少ないと折れにくくなる。）と鋳造用（炭素含有量が多い方が溶けやすい。）の鉄素材を作り分けていた可能性が浮かび上がってきた。

以上が、これまでに判明した事柄であり、今後整理が進捗するにしたがって多くのことが明らかになると思われる。

8. おわりに

製鉄遺跡は一つの遺跡のみではなく、いくつかの遺跡が広範囲で複雑に関連しており、広域的な視野で検討する必要がある。また、製錬炉を中心とした遺跡の結びつき、および諸工程を探るためには、それら遺跡の各々の遺構の性格付けが重要な意味合いを持つてくると考えられる。

磁着力測定は現在までのところ若干の問題はあるが有効と考えられる。本遺跡の遺構内出土の鉄滓等の重量の平均は2.1gであった。この小さな遺物をいかに能率的に回収し、鉄塊系遺物を中心に整理できるかが今後の研究の鍵になってくると思われる。

本稿作成にあたっては、大澤正己氏をはじめとして、穴沢義功・白井久美子・小栗信一郎氏には大変お世話になった。記してここに感謝いたします。