

『文化財と技術』

第7号

＜特集 ヤマト王権と地域王権／技術の繋がり＞

- 第一部 ヤマト王権と地域王権／技術の繋がり
- 鈴木勉 三角縁神獸鏡製作地論と古墳時代研究
- 前田亮 技術と継承 ―その繋がり―
- 福井卓造・鈴木勉 ヤマト王権と地域王権の確執
―遅らされた技術移転「冶鉄技術」―
- 上柁武 岡山県猿喰池製鉄遺跡の製鉄炉と技術継承論
- 李東冠・武末純一 百済の鉄と製鋼技術に関する試論
―梯形鑄造鉄斧を中心に―
- 金跳咏 東北アジアにおける鉄器文化の到来と限冶供鉄政策
- 鈴木勉・金跳咏 新山古墳・大成洞古墳群 88号墳出土
金銅製帯金具などの円文たがね
- 第二部 古代東アジアの装飾技術
- 沢田むつ代 古墳出土の鉄刀と鉄劍の
柄巻きと鞘巻きの種類と仕様の事例
- 金字大 新羅における垂飾付耳飾の系統と変遷
- 李漢祥 皇南大塚北墳嵌玉腕輪の製作工程と製作地
- 金跳咏・鈴木勉 皇南大塚北墳出土「夫人帯」銘銀製帯金具の線彫り技術について
- 鈴木勉 朝鮮半島三国時代の彫金技術 その15～19
- その15 国立慶州博物館・菊隠 collection 大刀の双連珠凸魚々子文
―藤ノ木古墳出土鞍金具の出自を求めて―
- その16 天安龍院里出土龍文環頭大刀の金板圧着技法とは
- その17 李漢祥「陝川玉田 M3号墳龍鳳紋大刀の
環部製作工程」への批判
- その18 慶尙南道 咸陽郡 白川里 1号出土大刀のうろこ文の打ち出し
- その19 全北高敞郡雅山面鳳德里古墳群 1号墳出土飾履の
製作技術の疑問
- 第三部 復元研究報告
- 鈴木勉 群馬県山王金冠塚金銅製冠の復元 4～6
- 4 新羅の出字形冠 その2
- 5 林堂洞7A号墳金銅製冠
- 6 林堂洞7C号墳金銅製冠
- ＜付録＞
- 鈴木勉 三角縁神獸鏡の仕上げ加工痕と製作体制
(『河上邦彦古稀記念論集』2015年より転載)

『文化財と技術』第7号 目次

<特集 ヤマト王権と地域王権／技術の繋がり>

第一部 ヤマト王権と地域王権／技術の繋がり

三角縁神獸鏡製作地論と古墳時代研究	鈴木 勉	5
技術と継承 ―その繋がり―	前田 亮	10
ヤマト王権と地域王権の確執 ―遅らされた技術移転「冶鉄技術」―	福井卓造・鈴木勉	32
岡山県猿喰池製鉄遺跡の製鉄炉と技術継承論	上 梶 武	40
百済の鉄と製鋼技術に関する試論 ―梯形鑄造鉄斧を中心に―	李東冠・武末純一	63
東北アジアにおける鉄器文化の到来と限冶供鉄政策	金 跳 咏	78
新山古墳・大成洞古墳群 88 号墳出土 金銅製帯金具などの円文たがね	鈴木勉・金跳咏	101

第二部 古代東アジアの装飾技術

古墳出土の鉄刀と鉄剣の柄巻きと鞘巻きの種類と仕様の事例	沢田むつ代	111
新羅における垂飾付耳飾の系統と変遷	金 宇 大	143
皇南大塚北墳嵌玉腕輪の製作工程と製作地	李 漢 祥	180
皇南大塚北墳出土「夫人帯」銘銀製帯金具の線彫り技術について	金跳咏・鈴木勉	197
朝鮮半島三国時代の彫金技術 その 15～19	鈴木 勉	205
その 15 国立慶州博物館・菊隠 collection 大刀の双連珠凸魚々字文 ―藤ノ木古墳出土鞍金具の出自を求めて―		
その 16 天安龍院里出土龍文環頭大刀の金板圧着技法とは		
その 17 李漢祥「陝川玉田 M3 号墳龍鳳紋大刀の環部製作工程」への批判		
その 18 慶尙南道 咸陽郡 白川里 1 号出土大刀のうろこ文の打ち出し		
その 19 全北高敞郡雅山面鳳德里古墳群 1 号墳出土飾履の製作技術の疑問		

第三部 復元研究報告

群馬県山王金冠塚金銅製冠の復元 4～6	鈴木 勉	223
4 新羅の出字形冠 その 2		
5 林堂洞 7 A 号墳金銅製冠		
6 林堂洞 7 C 号墳金銅製冠		

<付録>

三角縁神獸鏡の仕上げ加工痕と製作体制 (『河上邦彦古稀記念論集』2015年より転載)	鈴木 勉	233
---	------	-----

第一部 ヤマト王権と地域王権／技術の繋がり

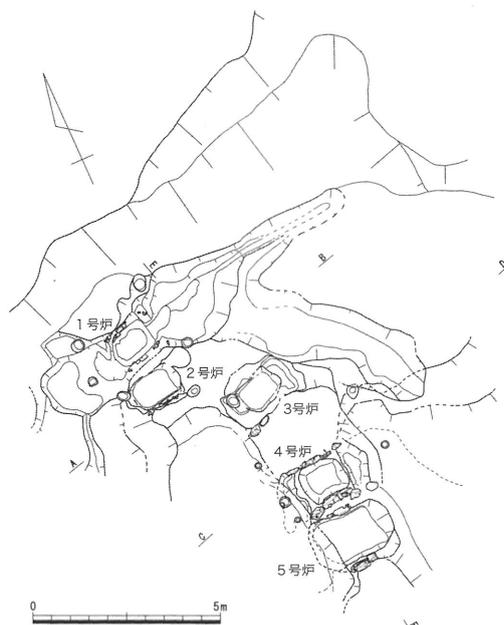
三角縁神獸鏡製作地論と古墳時代研究	鈴木 勉	5
技術と継承 —その繋がり—	前田 亮	10
ヤマト王権と地域王権の確執 —遅らされた技術移転「冶鉄技術」—	福井卓造・鈴木 勉	32
岡山県猿喰池製鉄遺跡の製鉄炉と技術継承論	上 梶 武	40
百済の鉄と製鋼技術に関する試論 —梯形鑄造鉄斧を中心に—	李東冠・武末純一	63
東北アジアにおける鉄器文化の到来と限冶供鉄政策	金 跳 咏	78
新山古墳・大成洞古墳群 88 号墳出土 金銅製帯金具などの円文たがね	鈴木 勉・金跳咏	101

岡山県猿喰池製鉄遺跡の製鉄炉と技術継承論

上椋 武

問題の所在

岡山県赤磐市奥吉原に所在する猿喰池製鉄遺跡は、熊山山塊の北端に位置する大谷山と明神山に挟まれた谷間に位置する（白神編 2004）。2001年に町道千谷峠奥吉原線改良工事に伴い発掘調査が実施され、谷に面する山裾部に造成した平坦面で5基の製鉄炉地下構造が確認された（第1図）。遺構の検出状況から5基同時稼働は不可能で、山裾斜面を掘削しながら作業面を拡張して4・5号炉→2・3号炉→1号炉という大きく三段階の変遷が確認されている。4・5号炉、2・3号炉が同時稼働できないことも、検出状況から明らかである。地下構造は長方形もしくは方形で、礫使用の有無で大きく二分できる。4号炉については考古地磁気年代測定が実施されており、AD 620 ± 20 という結果が報告された。また1号炉の排滓溝出土の炭化材と4号炉出土の炭化材に対する放射性炭素年代測定（AMS法）も実施され、補正年代で1号炉の排滓溝出土炭化材は1,470 ± 40 BP、4号炉出土炭化材は1,490 ± 40 BPという結果が提示され、暦年代校正により4号炉はAD 540 ~ 635という年代値が提示されている。さらに遺構からおおよそ7世紀前葉～中葉の須恵器が出土している。これらを総合しておおよそ7世紀代の製鉄遺跡と評価された。



第1図 猿喰池製鉄遺跡遺構配置図

遺跡からは鉄鉱石が出土し、さらに鉄滓の分析により鉄鉱石製錬と判明している。また鉄鉱石を粉砕する台石や炉壁、鉄塊、鉄滓といった製鉄関連遺物も多く出土した。炉壁には送風孔や木舞孔が認められる資料が含まれ、築炉工程や製鉄炉構造を考察する上で重要な資料と評価できる。

発掘調査報告書では製鉄関連遺物についても詳細に触れられているが、取り組むべき課題が残されている。炉壁に穿たれた送風孔は直径2.5 ~ 13cmと幅があるが、その理由については検討されていない。また報告書で送風孔関係の部品と推測された土製品も出土しているが、その具体的な性格については不明とされている。そこで本稿では猿喰池製鉄遺跡出土の製鉄炉壁について再検討を試み、さらにその成果をもとに技術継承のあり方についても触れてみたい。

1 猿喰池製鉄遺跡で出土した製鉄炉壁片

猿喰池製鉄遺跡では3,670kgの炉壁片が出土しており、中には送風孔や木舞孔が認められる資料が確認できる（第2図）。

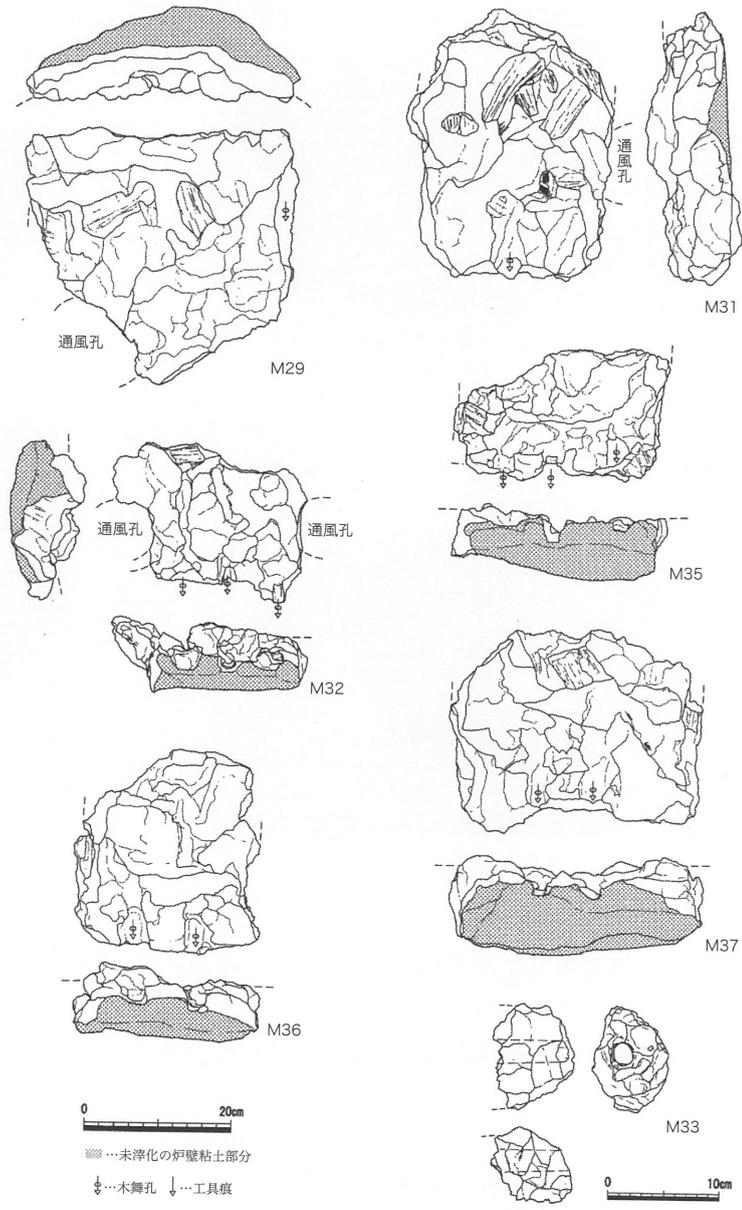
送風孔は文字通り送風を行うために穿孔されたものである。直径⁽¹⁾は2.5 ~ 13cmとかなり幅があり（表1）、平均値は7 ~ 8cmと報告されている。送風孔の心々距離は15 ~ 27cmとばらつき

がある。M32は直径10cmの送風孔1個とそれに類似したサイズの送風孔の痕跡1個が確認できる資料である。送風孔は平滑で、風化の影響は認められない(写真1・2)。復元できる心々距離は27cmと広い。M22は直径5.5cmの送風孔が残る炉壁である(写真3)。M8は三角形に近い送風孔を持つ資料である(写真4)。送風孔は炉外面で大きく漏斗状に拡張する。残存状況の良好な送風孔を持つ炉壁片の底面は不明瞭で、その設置高や装入角度は不明である。また送風孔関係の部品の可能性が報告された土製品1点も出土している(M33)。M33は直径2.2cmの円孔が貫通している円筒形土製品で、残存長9.8cm、直径6.8~7.2cmを測る(写真5・6)。裏面の破断面では円孔を中心にスサが回る様子が明瞭で、スサを多く混ぜた粘土の使用が窺える。先端はわずかにガラス質化し、熔融鉄滓が付着していた。送風孔関係というが、具体的な用途は不明とされる。

炉壁片には木舞孔が確認される資料もある。『広辞苑』によると、木舞(小舞)は「屋根や壁の下地に組みわたす竹または木」という。猿喰池製鉄遺跡の製鉄炉に見られる木舞孔とは、炉壁内にある縦方向の孔のことで、築炉時に設置した木舞のような骨組の痕

表1 猿喰池製鉄遺跡出土炉壁の送風孔一覧

遺物番号	出土遺構	送風孔				備考
		形状	直径(cm)	心々距離(cm)	備考	
M 6	南東トレンチ	円形	5.5			
M 7	包含層	円形	6.0			
M 9	包含層	円形	6.0			
M 15	包含層	円形	5.0	15	2孔	
M 21	包含層	円形	2.5			
M 22	包含層	円形	5.5			
M 23	南西トレンチ	円形	8.5			
M 27	土壌 9	円形	8.0			
M 28	5号炉	円形	9.0			
M 29	包含層	円形	13.0			
M 31	南東トレンチ	円形	9.0			木舞孔(1孔)
M 32	包含層	円形	10.0	27	2孔	木舞孔(3孔)
M 39	包含層	円形	6.0			
M 33	北・東トレンチ	円形	2.2			円筒状



第2図 猿喰池製鉄遺跡出土炉壁

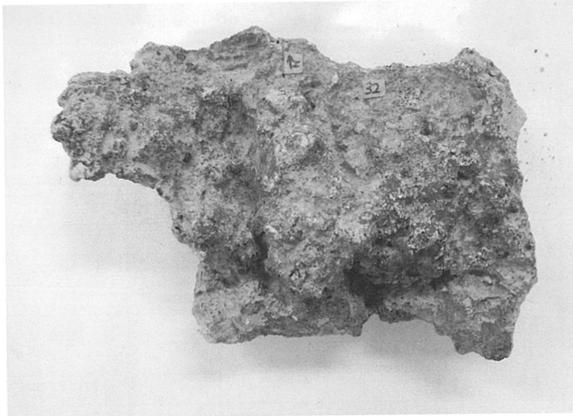


写真1 M32



写真2 M32 送風孔



写真3 M22

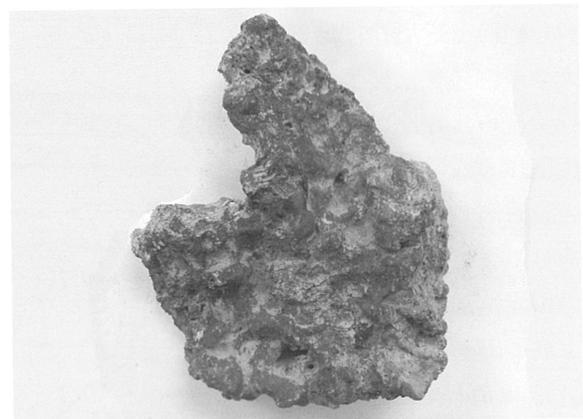


写真4 M8

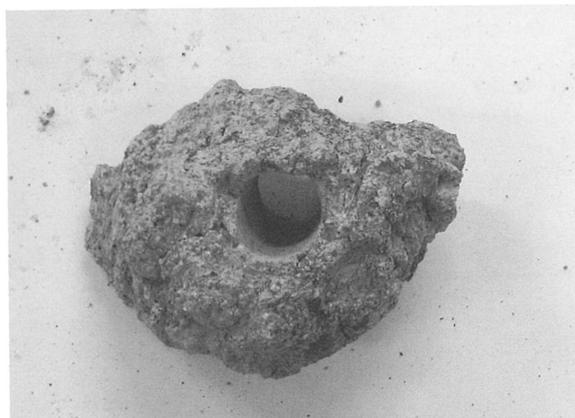


写真5 M33 (表)

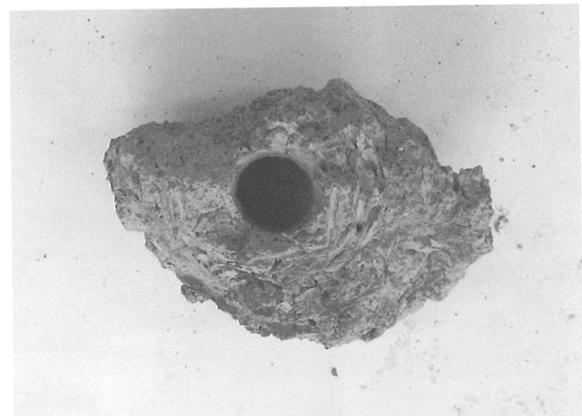


写真6 M33 (裏)

跡という理解である。木舞孔は、M32・35で3か所、M36・37で2か所確認できた。それぞれの炉壁幅は、M32が26cm、M35が28cm、M36が25cm、M37が34cmで、炉壁片の残存幅と木舞孔の数に相関性は認められない。残存した部位にもよるが、木舞3孔が確認できた炉壁片には送風孔が確認できることから、送風孔を設置する側、排滓孔を設置する側による木舞設置数の相違という可能性はある。木舞孔の間隔は7cm前後と12cm前後の2種類がある。木舞孔に流入して固まった鉄滓（木舞孔流入滓）も出土しており、そこから木舞として直径3cm前後の丸棒が用いられたことが推測される。

M31は粘土板の側部がわかる資料である。たたら吹製鉄では長方体状に整えた粘土ブロックを積み上げて製鉄炉を築く(鈴木卓1990)。M31は幅24cm、高さ34cmを測る縦長の粘土板と推測されているが、積み上げる粘土が未焼成状態であることを考慮するとやや大きすぎる印象がある。幅は問題ないと考え、高さはM31の半分程が適当であろう。築炉では、幅20cm内外、高さ15cm内外、厚さ15cm内外の長方体のブロック状に成形した粘土を積み上げ、製鉄炉の部位によってサイズや形状を調整したと類推する。

以上の出土遺物により明らかとなった猿喰池製鉄遺跡の製鉄炉について概述したい。築炉に際しては炉壁粘土をブロック状に成形して用いた。粘土ブロックの大きさは幅20cm程、高さ・厚さ15cm程で、製鉄炉の部位によってサイズや形状を変えたと類推する。粘土ブロックを積み上げる際、木舞を骨組とする。木舞は直径3cmほどの有機質の丸棒である。建築のように木舞同士を井桁状に組み合わせたかどうかは出土遺物から判断できないが、穴澤義功は縦横に組んだ井桁状の木舞を使用したとする見解を提示している(穴澤2014)。木舞の設置間隔は、送風孔設置側が排滓孔設置側よりやや密に設定したようである。製鉄炉のサイズは、5号炉で外法115×85cm、内法70×50cmと推測された。5号炉の地下構造は上面225×135cmの隅丸長方形で、製鉄炉は地下構造の長軸壁に設置された礫材の内側に位置することになる。送風孔は排滓孔と直行する側の炉壁に穿孔する。その直径は2.5～13cmと幅が大きいため、実際の送風の様相が不明確である。さらに送風関連遺物と報告された円筒形土製品が出土しているが、その具体的な使用方法についても不明である。そこで次章では猿喰池製鉄遺跡で出土した製鉄炉の送風孔について、中国地方の製鉄炉の特徴と比較することで位置付けを試みたい。

2 中国地方の製鉄炉

本章では中国地方の製鉄遺跡で出土した炉壁の特徴を抽出し、猿喰池製鉄遺跡で出土したそれと比較する。まず明治時代のたたら製鉄炉の特徴を概述する。それから遺跡出土の炉壁片の特徴を時代ごとに抽出し、猿喰池製鉄遺跡の炉壁と比較したい。その際、実験操業の成果も援用する。

近代 たたら吹製鉄に関しては、遺跡からの情報以外にも文献記録にも重要な情報が残されている。特に俵国一が著した近代たたら吹製鉄に関する調査報告は重要である。

俵は明治31年(1898)に広島県(備後北部)、鳥取県(伯耆西部)、島根県(奥出雲・石見)を来訪し、稼働中のたたら吹製鉄や鉄穴流しの調査を行った(俵1933、角田2011、角田・高岩・東山2011)。調査期間は7月19日から9月15日までの約2か月間である。この時の調査成果を「明治時代に於ける古来の砂鉄製錬法」にまとめ、昭和8年(1933)に伯耆国の鉄山師下原重仲が著した『鉄山秘書』(『鉄山必用記事』)と合わせて『古来の砂鉄製錬法—たたら吹製鉄法』として刊行している(俵1933)。「明治時代に於ける古来の砂鉄製錬法」には、送風孔の設置方法やその特徴も記されており、多くの知見を提供してくれる。そこで最初に「明治時代に於ける古来の砂鉄製錬法」を紐解いて、近代たたら吹製鉄の製鉄炉の特徴を明らかにしたい。

近代のたたら操業は鋤押し法と銑押し法に大別される。ともに当初は銑鉄を流出させて操業の進展に伴い鋤塊生成に転換する点で共通するが、後者は銑鉄の流出に重きを置く。俵は伯耆国砥波鑪で鋤押し法の、石見国備後谷鑪で銑押し法の操業記録をそれぞれまとめており、製鉄炉の相違点が抽出できる(第3図、表2)。

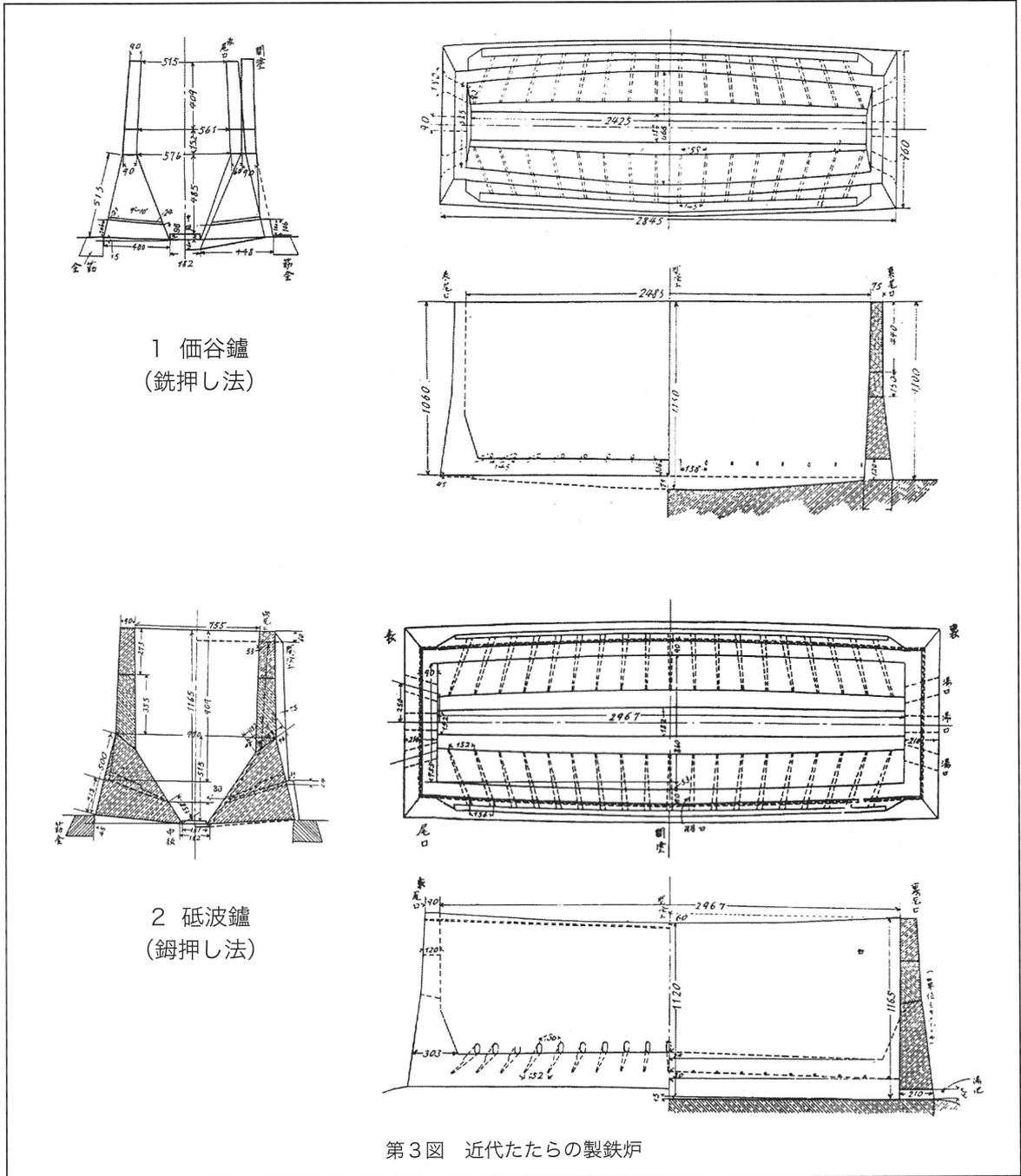


表2 近代たたら製鉄鑪の比較表

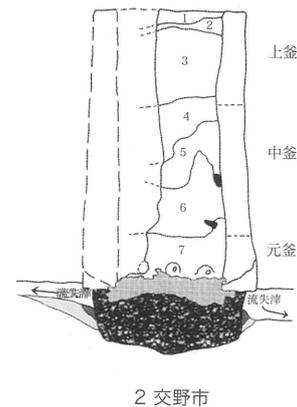
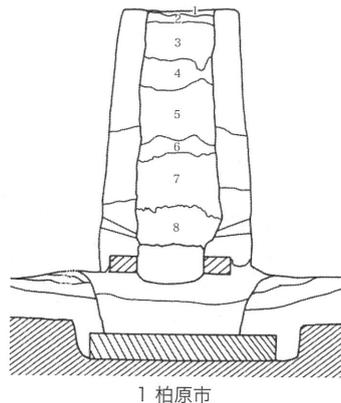
	鑪長(mm)	鑪頂部幅(mm)		鑪高(mm)	送風孔				
		鑪中央部	鑪端部		個数	角度(°)	鑪外面設置高(mm)	外面(mm)	内面(mm)
俣谷鑪 (鉤押し法)	2,485	665	515	1,100	16	9~10	106	21×18	24×6
砥波鑪 (鋤押し法)	2,967	860	755	1,165	19	26	218	64×30	6×3

鋤押し法が実施された砥波釜の製鉄炉は、内法長2.967m、高さ1.165mの長方形箱形炉である。送風孔は片側19個で、炉外面で高さ21.8cmに揃えて設置する。装入角度は26°で炉内に向かって下がる。送風孔の断面形は楕円形で、サイズは外面で6.4×3cm、内面で0.6×0.3cmを測る。

縦断面はおおよそ先細りの形状であるが、中央付近で段状に高さを減じる特徴を持つ。

他方、鋤押し法が実施された佃谷釜でも長方形箱形炉を使用する。規模は内法長2.485m、高さ1.1mで、送風孔は片側16個である。その設置高は炉外面で10.6cmに揃え、装入角度9～10°で炉内に向かって下がる。送風孔は、外面が2.1×1.8cmの円形、内面が2.4×0.6cmの楕円形を呈する。縦断面はあまり変化のない筒状であるが、炉内に向かって幅は徐々に減じる。

操業開始時には上記のような特徴を示す製鉄炉も、操業の進展により大きく変化する。操業では炉頂部から砂鉄を装入する。炉内を沈降する砂鉄は、木炭から発散する熱エネルギーと一酸化炭素の影響を受ける。さらに製鉄炉の材料粘土は砂鉄



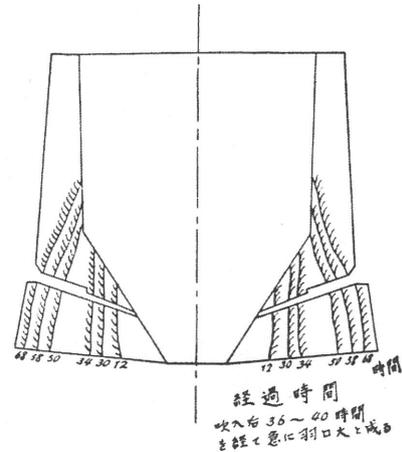
第5図 製鉄実験炉実測図

と反応して鉄滓を生成させ、砂鉄中に含まれる不純物を排出する。炉壁は頂部から中程までは厚さ10cm程度でほぼ等しいが、そこから底部にかけて大きく厚みを増しており、底部付近では厚さ45cm程にもなる。炉壁は操業の進行に伴って溶融するが(第4図)、それは特に送風孔から底部にかけての部位が著しい。粘土の浸食により製鉄炉の自立が困難と判断されると操業は終了となり、炉壁を壊して鉄を取り出す。

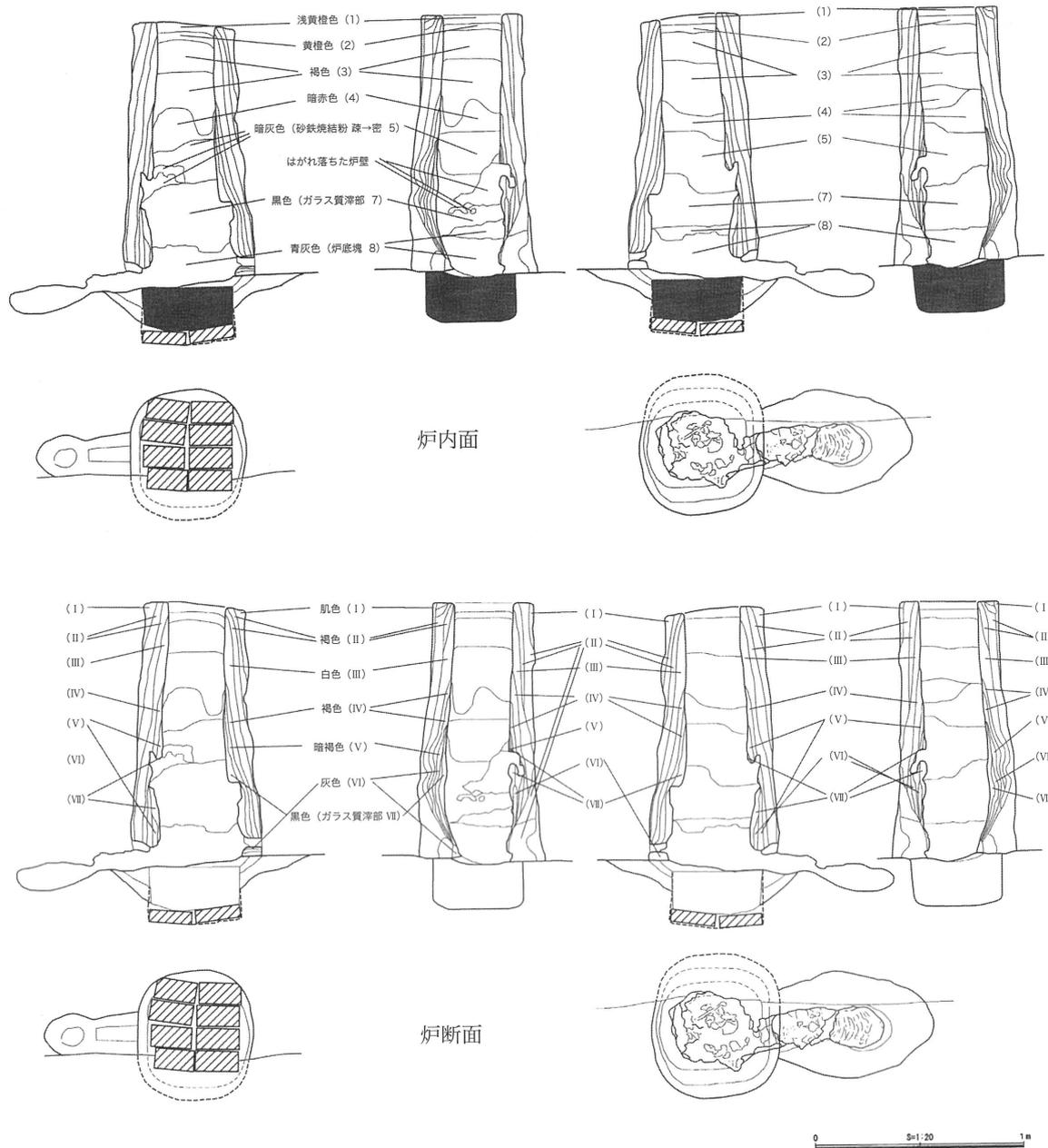
操業の影響が製鉄炉に反映した様相については、操業実験により明らかになっている。大阪府交野市、柏原市では、それぞれ1997年、1998年に古墳時代後期の技術を想定した製鉄実験を行っているが、両市とも操業後に製鉄炉を破壊することなく炉壁を切断・分割し、炉内面の変色や溶融状況を観察して記録を残している(第5図)(川端・北野編2000、真鍋編2002)。

柏原市の実験製鉄炉の内面色調は、鋤塊の直上が暗青灰色を呈し、それから炉頂部に向かって暗青灰色、赤色、暗赤灰色、灰赤色、明褐色、浅黄橙色と変化していく(川端・北野編2000)。暗青灰色部分の浸食は著しく、表面は鉄滓状に溶融している。

交野市の実験製鉄炉では、鋤塊直上が青黒色で、それから頂部に向かって暗青灰色、にぶい赤褐色、にぶい橙色、黄橙色、浅黄橙色という変化が観察されている。青黒色部分は黒色ガラス化しており、溶融が著しく、暗青灰色部分には鉄塊が付着していた。にぶい赤褐色部分には砂鉄の焼結塊が溶着しており、その溶着度合いは下位ほど密な状況にあることが示された。



第4図 砥波釜における製鉄炉の浸食状況



第6図 製鉄実験炉実測図 (愛媛大学2号炉)

2004年に愛媛大学で実施された製鉄操業では、炉内面の変化のみならず、炉壁断面の様相についても記録作成が試みられている(第6図)(村上編2006)。愛媛大学での製鉄操業では4基の円筒炉が築造されたが、そのうち2～4号炉の3基で操業後の炉況記録が作成された。精査の結果、炉断面は炉中央底部から放射状に変色しており、おおよそ炉内面の状況と対応することが判明した。2号炉の炉内面は下部から青灰色、黒色(ガラス質滓部)、暗灰色(砂鉄焼結粉 密→粗)、暗赤色、褐色、黄橙色、浅黄橙色で、3・4号炉もおおよそ近い状況にある。青灰色の部分に鉄塊(炉底塊)が生成し、その直上のガラス質滓部から底部にかけて炉壁の溶融が観察された。

俵の記録や操業実験から、遺跡で出土する炉壁は操業着手時の特徴を留めていないことがわかる。特に炉内状況の損傷は著しく、なかでも送風孔直下の溶融は大きい。そのため遺跡出土の炉壁に残

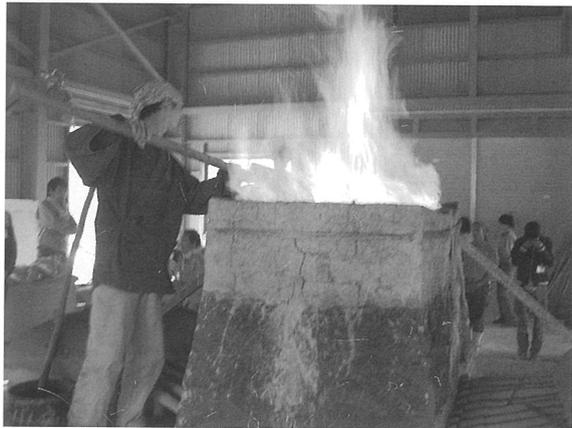
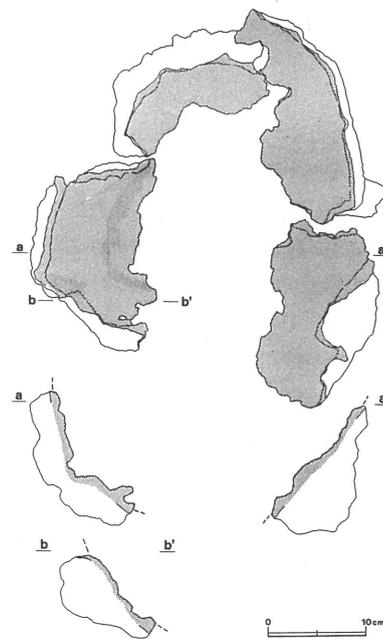


写真7 新見市中世たたら製鉄再現の様子（左：砂鉄装入 右：木炭装入）

された送風孔の特徴のうち炉内面のそれは操業時に意図したのではなく、操業最終段階までに偶発的に生じたもので、抽出することに大きな意味はないと判断できよう。ただし外面についても注意が必要である。製鉄炉は築炉時および操業時に熱による影響を受ける。そのため炉外面についてもある程度の被熱はあるが、土器のようなしっかりとした焼きにはなっておらず、風化による損傷を受けやすい。岡山県新見市では毎年秋に「新見市中世たたら製鉄再現」というイベントを行っている（上村・藤井 2006、白石 2014、藤井 2014）。このイベントでは長さ2m、幅・高さ1mほどの長方形箱形炉を築き、砂鉄を原料とした製鉄操業を夜通し行う（写真7）。イベント終了時には製鉄炉を取り壊して鋳塊を現出させる。この時に取り壊された製鉄炉は、破片状態で放置されるが、1年近く露天で放置された炉壁片の外面は風化して損壊することが多く、面として残っていたところも丸みを帯びてくる。炉壁から送風孔の特徴を抽出する際は、残存状況が良好な炉壁片の外面のみを対象とする必要がある。以下においては、この基準を満たす炉壁片を主対象として各時代の製鉄炉の特徴を引き出してみたい。

古代 古代製鉄炉の規模、平面形は広島県世羅郡世羅町カナクロ谷製鉄遺跡で推測されている（藤野・土佐 1993）。カナクロ谷製鉄遺跡では地下構造が2基確認されており、1号炉の西側で最終操業後に廃棄された可能性のある炉壁片の集積が検出された。ここで出土した炉壁5点が接合され、炉下半部のほぼ3分の2が復元されている（第7図）。残存高は25cmを測り、上面での外法は推定50×35cmで、楕円形状を呈する。なお1号炉の地下構造は150×70cmで、平面形は楕円形を呈する。出土した炉壁から判明した製鉄炉は、地下構造の平面形とおおよそ合致し、規模は一回り小さい。このことは猿喰池製鉄遺跡5号炉の状況と類似する。時期は6世紀後半～7世紀前半である。

島根県松江市玉湯町玉ノ宮地区D-II製鉄遺跡では、製鉄炉の基部が残存していた（勝



第7図 カナクロ谷製鉄遺跡 製鉄炉

部 1992)。規模は、外形で長さ 125cm 以上、幅 75cm、内法の長さは少なくとも 125cm、幅 42cm である。高さは 20cm が残り、厚さは 20cm 前後である。送風孔は 5 個確認でき、相互間隔は約 14cm である。炉内壁はガラス質に溶融し、製鉄炉内部には鉄滓を含む黒褐色土が充満していた。時期はおおよそ 7 世紀である。

製鉄炉の大きさを示す資料としては、操業の最終段階まで炉内に残存した鉄滓も重要である。広島県庄原市戸の丸山製鉄遺跡では、長さ 78cm、

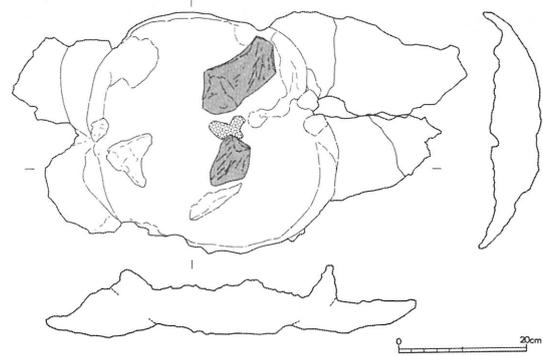
幅 55cm、深さ 25cm を測る隅丸長方形の地下構造直上で炉内残留滓が出土している（第 8 図）（松井編 1987）。炉内残留滓は直径 36cm、厚さ 7cm を測る。上面はほぼ水平で、底部は掘り鉢状を呈する。この略円形状の鉄滓からは四方に幅 12cm 程度の鉄滓が延びており、鉄滓が流れ出て冷固した状態と評価される。戸の丸山製鉄遺跡で出土した炉内残留滓は、操業最終段階の炉内部が直径 36cm の略円形を呈し、4 か所の排滓孔から鉄滓を流し出していたことを示す。

鳥根県邑智郡邑南町今佐屋山遺跡 I 区では、長さ 46.5cm、幅 45cm、厚さ 4～10cm の隅丸長方形の鉄滓が出土している（角田編 1992）。短辺の一方は「凸」字状に突出しており、排出の痕跡と考えられる。突出部分の幅は 22cm を測る。報告書では炉内残留滓の情報をもとに外法長 58cm、幅 64cm の隅丸長方形炉が想定されている。時期は 6 世紀後半である。

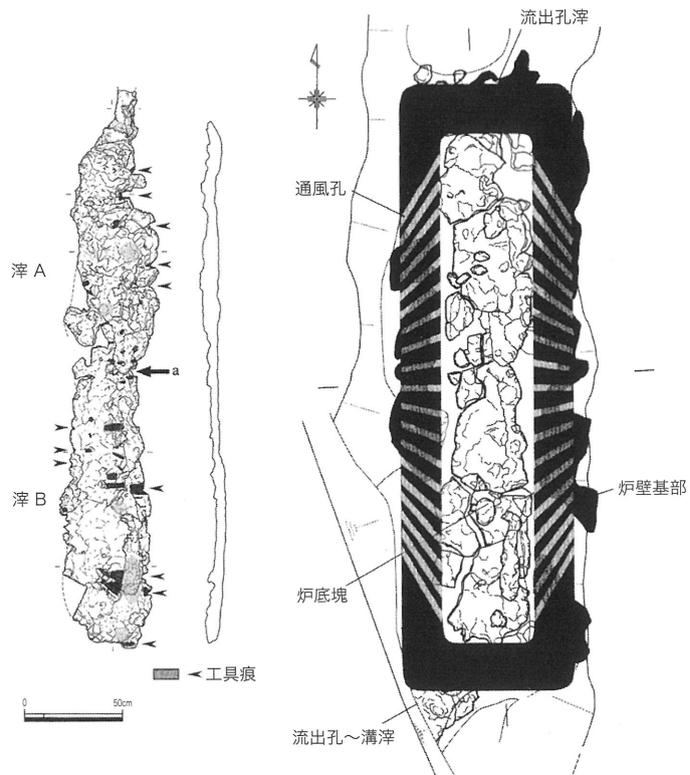
鳥取県倉吉市勝負谷製鉄遺跡では、長さ 68.8cm、幅 24.5cm、厚さ 11.5cm の炉内残留滓が出土している（濱本・坂本 2014）。この資料をもとに復元された製鉄炉は長方形箱形炉で、規模は外法が長さ 1.6m、幅 0.7m、内法が長さ 1.2m、幅 0.35m とされる。時期は 8 世紀後半である。

鳥取県西伯郡大山町下市築地ノ峯東通第 2 遺跡では長さ 290cm、幅 30～49cm と長大な炉内残留滓が出土している（坂本編 2013）。この資料をもとに復元された製鉄炉は、内法長 2.6m、幅 0.45m の長方形箱形炉である。送風孔は直径 4cm の円形で、炉壁基底部から 5～9cm の位置に穿たれている。心々距離は 13cm 前後であることから、製鉄炉全体では片側 19 個の送風孔が想定されている（第 9 図）。時期は 9 世紀後半である。

築炉に際しては、猿喰池製鉄遺跡のように粘土をブロック状に成形した可能性が考えられる。



第 8 図 戸の丸山製鉄遺跡 炉内残留滓



第 9 図 下市築地ノ峯東通第 2 遺跡 炉内残留滓 (左)・復元炉 (右)

また岡山県笠岡市鉄塊遺跡では木舞孔に流入した鉄滓が確認されており(安東編 2005)、直径 3.5cm 程の木舞を設置したことが窺える。穴澤は縦横に組んだ井桁状の木舞を骨格にしたことを指摘しているが(穴澤 2014)、岡山県域の調査事例では、横組の状況は判断できない。

送風孔の形状は円形、楕円形、三角形である。円形・楕円形は中世以降の製鉄炉でも確認でき、たたら吹製鉄の送風孔へと継続する。三角形送風孔は、古代中国地方では岡山県津山市キナザコ製鉄遺跡が確実な

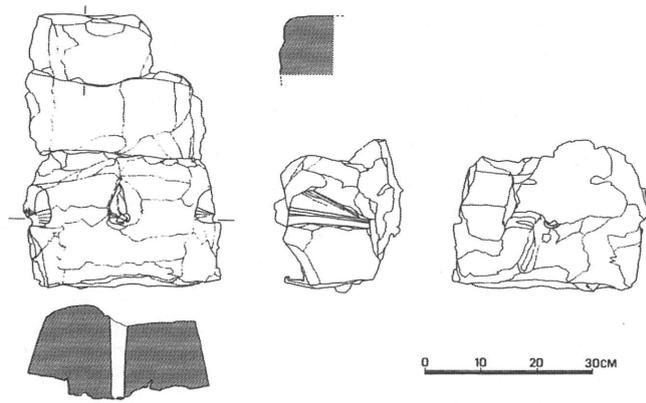
唯一の事例で(第 10 図)(近藤・宗森編 1979)、猿喰池製鉄遺跡でもその可能性がある資料が見つまっている(M 8)。三角形送風孔を持つ製鉄炉は福岡県糸島市八熊製鉄遺跡(井上編 1982)、福岡市大原 D 遺跡群(松村他 1996)でも確認されている。キナザコ製鉄遺跡の製鉄炉に穿たれた送風孔の形状は、炉外面にのみに現出した特徴で、送風孔全体を通してのものではない。送風孔は炉内までほぼ直線的に貫通する下部の円錐部分と頂部が尖る上部の三角錐部分にわかれる。三角錐部分は炉内に向かって窄まる形状であり、途中で下部の円錐部分に合流する。

次に送風孔の大きさをみたい。円形タイプは直径 3.0 ~ 5.0cm で、平均値は約 3.9cm である。下坂遺跡では直径 5.0cm の資料(C 5)が出土している(岡本編 2008)。外面近くがやや開き気味になっていることから、炉内に向かって先細りになる可能性が想起される。C 1 は外面の残存状況があまり良好ではない資料であるが、炉内の溶融部で確認できた送風孔は直径 2.5cm を測る。C 1 も下坂遺跡の製鉄炉送風孔が先細りとなることを示唆する。

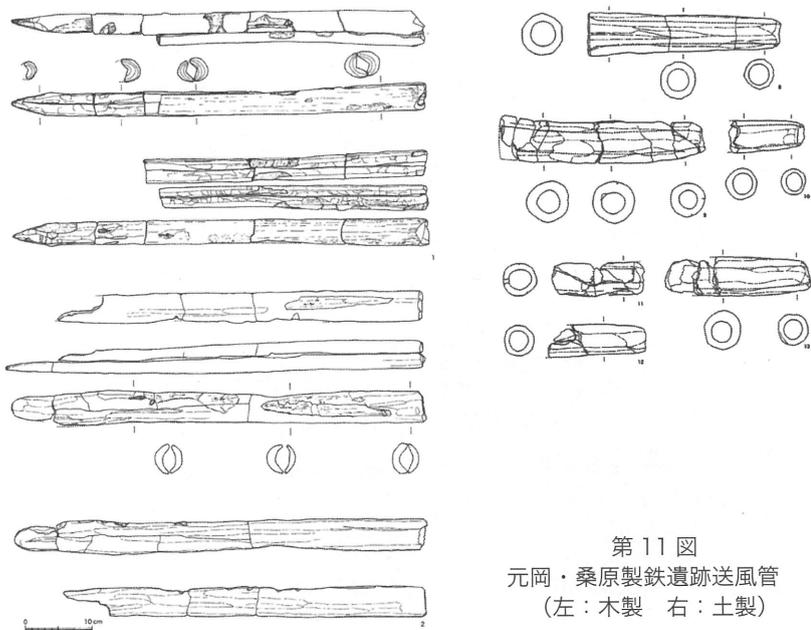
楕円形タイプは岡山県苫田郡鏡野町大神宮原 No.25 遺跡の C 1 のみで、送風孔のサイズは長軸 6.9cm、短軸 3.0cm である(日下編 2003)。炉内に向かって窄まる形状を示す。

三角形タイプであるキナザコ製鉄遺跡の炉壁片送風孔は長軸 6.5cm、短軸 3.5cm で、炉内に向かって窄まる形状を呈していた。ただし円錐部分の直径は外面 3.5cm、内面 2.0cm を測る。

楕円形・三角形タイプの場合、短軸幅の 3.0 ~ 3.5cm が送風孔として機能していたと考え、その点では円形タイプの平均値と



第 10 図 キナザコ製鉄遺跡 炉壁



第 11 図
元岡・桑原製鉄遺跡送風管
(左：木製 右：土製)

大差ない。送風孔として機能するためには、外面で直径3.0～3.5cmのサイズが妥当と判断できる。

古代の送風管は福岡県福岡市元岡・桑原遺跡群では、8世紀代の製鉄遺跡の排滓場である谷部から木製送風管が出土している（第11図）（菅波編2005）。その特徴は、半裁した木の内側を削り貫いて合わせたもので、長さ約60cm、外径8～10cmを測る。片側のみを尖らせており、この部分を製鉄炉の送風孔に装着したと考える。また第24次調査では、製鉄炉の整地層上層で土製の送風管が出土している。中空の載頭円錐形の管状土製品で、基部端は「ハ」の字状に大きく開く。二次熱は受けておらず、先端部がガラス質に変化したものはない。完形品のサイズは長さ28.6cm、先端径3.6cm、基部径6.4cm、孔径2.8～5.0cmを測る。

元岡・桑原遺跡群で出土した炉壁の送風孔は円形と三角形があり、前者のサイズは直径約3～5cmで、後者では長軸4.6cm以上、短軸3.8cm以上という数値が提示されている。このことから木製送風管を装着する送風孔は、直径3cmで対応可能と判断できよう。土製送風管でも4cmほどの送風孔で対応できるとわかる。このことは、楕円形・三角形タイプの長軸サイズが必ずしも必要ではないことを示す。それでは炉外面を楕円形もしくは三角形に成形して、長軸サイズを大きくする理由は何であろうか。ここでは2つの役割を考えておきたい。

1つは炉内部の様子を探る観察孔としての役割である。粘土で築き上げた製鉄炉の内部状況を推し量る術は様々である。現在、島根県仁多郡奥出雲町日刀保たたらで操業を指揮する木原明は、「火の色や勢い、ホド穴（風が通る穴）の状況、鋼がしじる音など」（木原2007、34頁）の様々な現象の変化を総合的に捉えることをあげている。ホド穴（送風孔）の観察では内部の色や鉄滓の状況、ホド突きで突いた時の感触などを情報として、砂鉄の装入量の変更や砂鉄に湿り気を与えるなどの対応を行う（永田・鈴木2000）。送風孔から内部を観察するためには、送風孔と送風管の間に観察用の隙間が不可欠で、長軸サイズを大きくすることでそれを生じさせたと考える。

もう1つは送風孔と観察孔を維持することを目的とする。操業の進展に伴い、炉内壁は熔融する。熔融した炉壁内面は鉄滓状となり、炉底に向かって垂れ下がって送風孔および観察孔を塞ぐことがある。その際、たたら吹製鉄では上述のホド突きを用いて送風孔を再生させる（写真8）。ホド突きを突き入れるための隙間を生成させることが、送風孔の長軸サイズを大きくさせるもう1つの理由と捉えておきたい。

古代製鉄炉の送風孔は炉壁片1点あたり1～5孔が確認されており、設置数と炉の規模はおおむね相関する（表3）。そして炉の規模は時期との相関性が窺える。送風は複数の送風孔を通して行うが、相対する炉の長側壁両方から送風したと類推する。キナザコ製鉄遺跡で出土した炉壁では送風孔3孔が確認された。中央の送風孔は炉壁に対し直行し、その両側の送風孔は炉内面に向かって開くような形状を示す。これら3個の送風孔は炉の外方70cmで交叉する。キナザコ製鉄遺跡では、炉の外方70cm程の地点に鞆を設置し、そこから放射状に配った複数の送風管を利用して炉内に

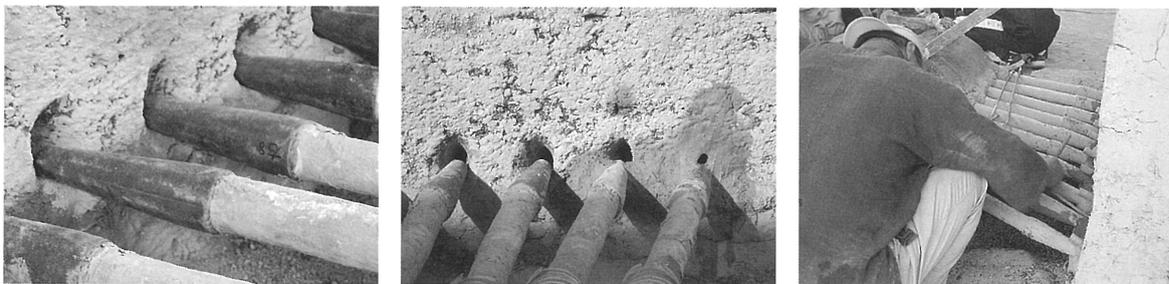


写真8 新見市中世たたら製鉄再現送風孔（1送風管配置 2送風管の固定 3ホド突きの操作）

表3 古代製鉄炉一覧

遺跡名	所在地	平面形	炉内残留滓(cm)		操業最終段階推定内法(cm)		送風孔 (最低設置数)	排滓孔	備考	時期
			長さ	幅	長さ	幅				
猿喰池 炉5	岡山県赤磐市	長方形炉			70	50	2個		炉壁木舞孔	7世紀代
八ヶ奥 炉1	岡山県赤磐市	隅丸方形炉	45	28	40	28		両側	炉底粘土貼り	古代
大蔵池南	岡山県津山市	円形炉	37	28.5	25～30	25～30	有	両側	炉底粘土貼り	6世紀後半
カナク口谷	広島県世羅町	楕円形炉			50	35	2個			
戸の丸山	広島県庄原市	隅丸方形炉	36	36	36	36	2個	両側		古代
小和田	広島県庄原市	円形炉			25～30	25～30				7世紀後葉
今佐屋山Ⅰ区	島根県邑南町	隅丸方形炉	38	45			有	片側か		6世紀後半
玉ノ宮 D-Ⅱ区	島根県松江市	長方形炉			125	42	5個			
勝負谷	鳥取県倉吉市	長方形炉	69	24.5	120	35				8世紀後半
下市築地ノ峯東通第2	鳥取県大山町	長方形炉	290	30～49	260	45	19個			9世紀後半

送風した状況が復元できよう。そして、排滓溝や排滓坑の位置関係から、送風孔を設定する炉壁と直行する側の下部から排滓作業を実施すると推察する。遺跡出土の炉壁で排滓孔が明瞭に確認できる資料は認められないが、炉内残留滓から炉の両側より4方向（戸の丸山製鉄遺跡）や炉の片側1方向（今佐屋山遺跡）からの排滓が窺える。

中世 中世の製鉄炉は島根県を中心に多くの情報が集積されている。古代末には地下構造の規模が前代と比較すると著しく大形化するが（河瀬1995・1997、古瀬1996、上村2007、角田2010・2014）、それに伴うように製鉄炉の規模も大きくなる。製鉄炉の大きさは出土した炉壁や地下構造に認められた被熱痕跡から復元されている。

平安時代末の今佐屋山遺跡Ⅱ区では、炉壁に対する送風孔の水平角度や送風孔相互の間隔、地下構造の状況を勘案して、外法で長さ2.25m、幅0.7mの長方形箱形炉が想定されている（角田編1992）。送風孔の設置数は片側11個で、扇状に風配りが実施されたことが想定されている。地下構造は長さ4.8m、幅1.5m、深さ0.16～0.29mで、北東側短辺の幅が徐々に窄まる舟形を呈する。地下構造は復元された製鉄炉より一回り以上大きい。内部には厚さ20～30cmにわたって粉炭が敷き詰められ、その上に厚さ10cm程度の黄褐色粘土が貼られている。

島根県雲南市大志戸Ⅱ鈔跡では4基の製鉄炉地下構造が調査され、2・3号炉で製鉄炉の復元が試みられ、いずれも復元案2案が図示された（第12図）（松尾編2009）。復元は炉壁に対する送風孔の水平角度や送風孔相互の間隔、炉壁の垂直方向の変化も総合して試みられ、その結果、炉の平面規模のみならず高さの復元案も示された。鎌倉時代後半に比定されている2号炉は、内法長2.5～2.6m、溶融した基底部幅が0.4～0.5mで、高さは0.8mの長方形箱形炉に復元されている。送風孔の設置数は片側20個で、扇状に風配りが実施されたと想定されている。地下構造は小口が立ち上がり排滓坑に連結する溝状炉床で、幅は1.3mである。粉炭層が含まれる範囲の長さは4.3mである。掘り方底面は黒色を呈するが、中央部が強く被熱して赤色変化していた。この範囲は長さ2.2m、幅0.6mで、炉内範囲を反映すると考えられ、炉壁から復元した炉内法規模と大きくは矛盾しない。室町時代末とされた3号炉は、内法長2m、溶融した基底部幅が0.7mで、高さは0.9～1mの長方形箱形炉に復元されている。送風孔の設置数は片側14～15個で、扇状に風配り想定された。地下構造は長さ2.9m、幅1.1mの長方形を呈し、復元された製鉄炉より一回り大きい。

広島県山県郡北広島町今吉田若林製鉄遺跡第2号炉（河瀬編1995）、東広島市大懸山製鉄遺跡（安

間・上椽 2004) では、本床状遺構と小舟状遺構から構成される地下構造が検出されているが、両施設を分ける土壁上面に操業の影響と考えられる被熱痕跡が確認された。前者では長さ 2m、後者では長さ 2.1 ~ 2.8m が還元色に焼成硬化しており、操業の最終段階における炉内側の長さがおおよそ窺える。

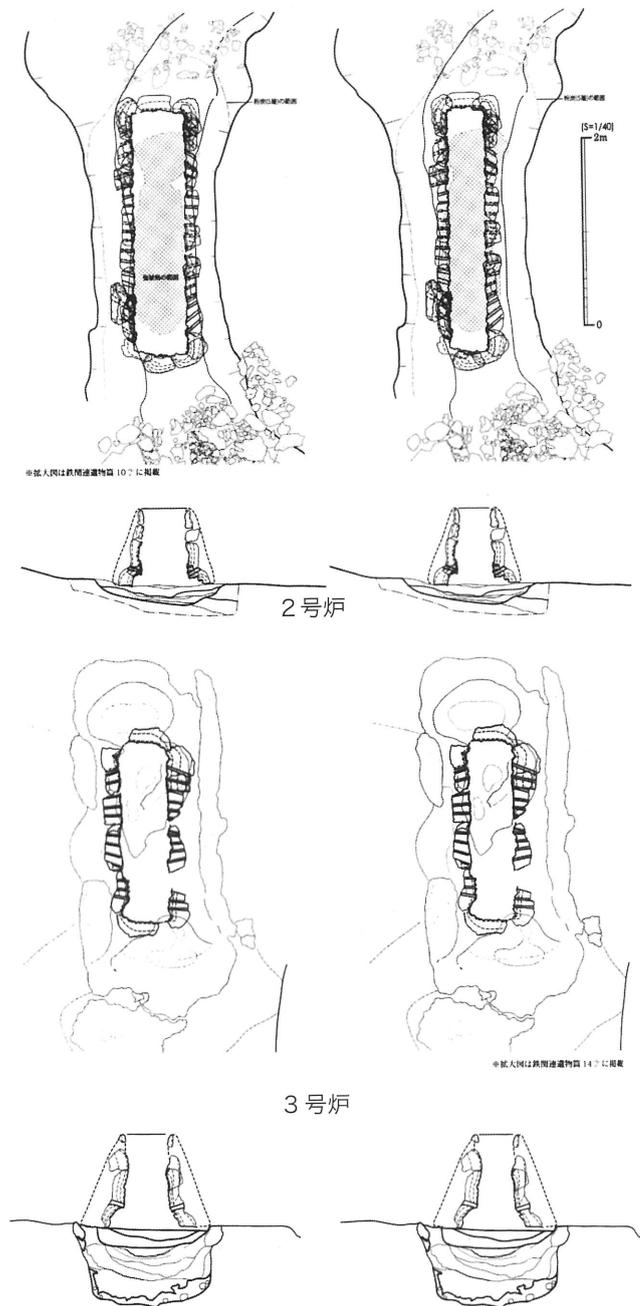
中世の製鉄炉は、古代と比較すると大形の破片が確認されている。

広島県山県郡北広島町坤東製鉄遺跡では残存長 63cm、残存高 46cm の製鉄炉壁片が出土している (河瀬編 1997)。確認できる送風孔は 5 個で、その外面設置高は 19・20・21・23・24cm とばらつきがみられる。それに呼応して炉内面でも確認された送風孔の高さにもばらつきがある。

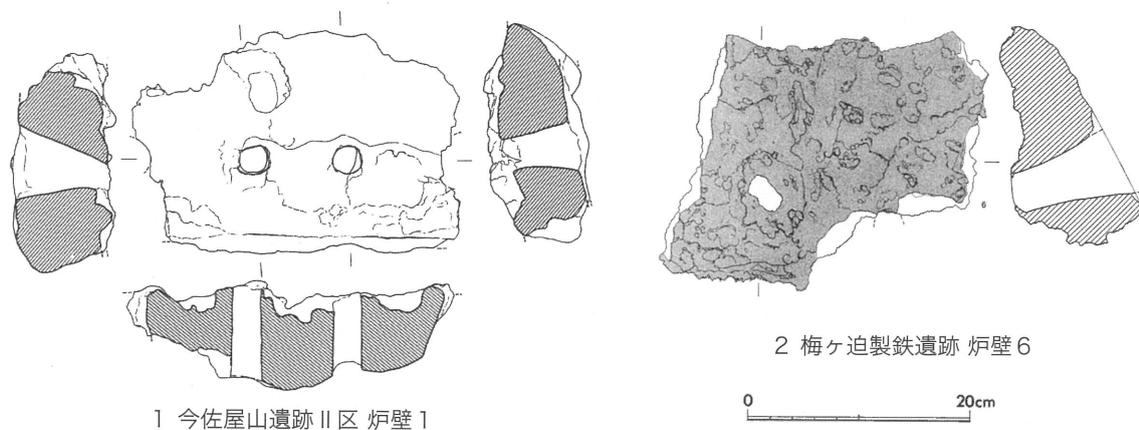
島根県仁多郡奥出雲町瀧ノ谷大畝遺跡では残存長 74cm、残存高 50cm の製鉄炉壁片が出土している。確認できる送風孔は 7 個で、いずれも先細りとなる。外面からみて左端の送風孔は、炉壁に対してほぼ直行する向きに穿たれる。そこから漸次穿孔角度が斜めになり、右端の水平角度は 120°を測る。炉壁に対して直角に入る送風孔は炉の中央付近に相当し、そこから復元できる製鉄炉内面の大きさは 130cm 以上で、送風孔は 13 個となる。瀧ノ谷大畝遺跡で確認できた製鉄炉地下構造は、長さ 2.0m、上端幅 0.8m の長方形で、両小口部に排滓坑を備える。

島根県江津市道平遺跡では地下構造に炉壁片を敷き並べており、比較的大形の資料がまとまって出土している (梅木編 2011)。最大の炉壁は残存長 70.75cm、残存高 60.8cm で、送風孔が 3 孔確認できる。送風孔の外面設置高は 13cm 程度で、あまりばらつきは認められない。また築炉の際に積み上げた粘土ブロックの単位が読み解ける資料もみられた。築炉の際に積み上げた粘土ブロックのサイズには、固定的なものではなく、同一の炉壁片でも様々であることがわかる。

島根県飯石郡飯南町梅ヶ迫製鉄遺跡で出土した最大の炉壁は、残存長 65cm、残存高 35cm で、送風孔が 5 孔確認できる (山崎編 2001)。この炉壁は高さ 21cm、長さ 26cm、厚さ 13cm の粘土



第 12 図 大志戸Ⅱ 鋳復元



第 13 図 中世製鉄炉壁片

ブロックを繋ぎ合わせ、その上部にやや薄手の粘土ブロックを積み上げたことが指摘されている。
 古代同様に中世製鉄遺跡でも木舞を使用した遺跡がある。大志戸Ⅱ鉦跡2号炉ではコーナー付近の炉壁片で2筋の木舞孔が確認されている（松尾編 2009）。木舞孔は直径 2 cm の円形で、相互間隔は 7 cm を測る。木舞孔は製鉄炉のコーナー部分のみならず、長側壁でも確認できるが、単独検出である。コーナー付近では木舞の設置間隔を狭くした可能性がある。

送風孔の形状は円形もしくは楕円形で、古代にみられた三角形送風孔は確認できない。送風孔の大きさは、円形タイプは直径 3.0 ～ 5.0cm で古代段階と大差ない。楕円形タイプは長軸 4.0 ～ 10.5cm、短軸 2.0 ～ 5.0cm で、短軸は円形タイプと同等である。長軸は円形タイプと近いものが大半を占め、次いで 6.0 ～ 7.0cm が多いが、長軸 10cm 程度の送風孔も確認されている（島根県邑智郡邑南町今佐屋山遺跡Ⅱ区（炉壁 1 - 9.6cm（第 13 図 1））（角田編 1992）、中ノ原遺跡（炉壁 73 - 10.3cm）（間野編 1994）、飯石郡飯南町梅ヶ迫製鉄遺跡（炉壁 6 - 8.8cm、炉壁 7 - 10.5cm（第 13 図 2））（山崎編 2001））。楕円形タイプの送風孔は炉内に向かって先細りになる。長軸サイズを大きくさせる理由は、炉内観察用の隙間、そしてそれを維持するためにホド突きを突き入れるための隙間を作り出すことにある。

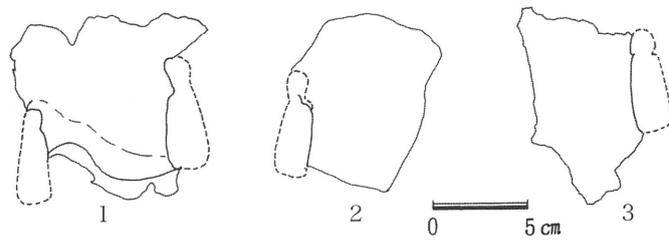
中世製鉄炉の送風孔は炉壁片 1 点あたり 1 ～ 7 個確認され、複数の送風孔を通しての送風が窺える（表 4）。送風は、おそらく相対する炉の長側壁から実施したと考える。今佐屋山遺跡Ⅱ区や大志戸Ⅱ鉦跡 2・3 号炉では、炉の外方の鞆から放射状に配った複数の送風管を利用して炉内に送風した状況が確認されている。

表 4 中世製鉄炉一覧

遺跡名	所在地	平面形	操業最終段階推定内法(m)		送風孔設置数 (片側 最小)	備考	時期
			長さ	幅			
今吉田若林 炉 2	広島県北広島町	長方形炉	2				12～14世紀
坤束	広島県北広島町	長方形炉			5 個		13～14世紀中頃
大懸山	広島県東広島市	長方形炉	2.1				14～16世紀初頭
今佐屋山Ⅱ区	島根県邑南町	長方形炉	2	0.5	11 個		12世紀前半
大志戸 炉 2	島根県雲南市	長方形炉	2.5 ～ 2.6	0.4 ～ 0.5	20 個	炉壁木舞孔	13世紀後葉
大志戸 炉 3		長方形炉	2	0.7	14 ～ 15 個		16～17世紀前半
瀧ノ谷大畝	島根県奥出雲町	長方形炉	1.3 以上		(13 個)		11世紀

近世・近代

近世・近代には文書や調査報告書から製鉄炉の全体像が明らかにされている。特に上述した「明治時代に於ける古来の砂鉄製錬法」(俵 1933)の成果が大きく、遺跡で出土した炉壁片の判断基準となっている。しかしながら「明治



第14図 下大仙子遺跡炉壁片

時代に於ける古来の砂鉄製錬法」の影響が大きく、遺物である炉壁片に対する分析はあまり活発ではない。そこで当該期に比定される製鉄炉壁片の概況を示しておく。ただし、地下構造の被熱状況や炉壁片の特徴をもとに、製鉄炉の規模や送風孔の設置数などの復元が試みられている中世とは対照的に、当該期の資料ではそこまでの実証が行われていない。

広島県庄原市耳木第1号たたら跡では平坦面の造成土中から製鉄関連遺物が出土している(岩井編 1995)。最大の炉壁は残存長 49cm、残存高 38cm で、確認できる送風孔は 6 個である。いずれの送風孔も先細りとなる。送風孔の外面は楕円形で、大きさは長軸 5.5cm、短軸 2.2cm である。炉壁の底面が残存しており、送風孔の設置高は 12 ~ 13cm を測る。ただ装入角度にはばらつきがみられ、9°、16°、19°であった。

送風孔の形状は円形もしくは楕円形で、中世資料と同様に古代の三角形送風孔は確認できない。ただ島根県仁多郡奥出雲町下大仙子遺跡では円形孔の下には長方形孔を組み合わせた、全体として「こけし形」のような送風孔が確認されている(第14図)(杉原編 1985)。

送風孔の大きさは、円形タイプは直径 4.0cm で、前段階と大差ない。楕円形タイプは長軸 3.5 ~ 6.0cm、短軸 1.3 ~ 3.5cm である。「こけし形」送風孔は、円形孔が直径 1.2cm で、長方形孔は長軸 6.0cm、短軸 1.2 ~ 2.5cm を測る。長方形孔の長軸は楕円形タイプと同等で、サイズだけで考えると円形孔の必要性が失われる。円形孔と長方形孔の機能分化が想起され、円形孔は内部を観察するために穿孔されたもので、長方形孔が送風孔と推察する。楕円形タイプの送風孔の長軸サイズを大きくさせる理由は、古代・中世段階と同様に炉内観察とホド突きを突き入れるための隙間を作り出すことにあり、こけし形の場合は穿孔段階において明確な機能分化が果たされたものと推察する。

炉壁片 1 点あたりの送風孔の確認数 1 ~ 4 個で、複数の送風孔を通しての送風が窺え、相対する炉の長側壁から送風したことが「明治時代に於ける古来の砂鉄製錬法」からわかる。

以上、古代、中世、近世・近代と製鉄炉の特徴を概観した。中国地方各時代の製鉄炉と猿喰池製鉄遺跡で出土したそれを比較すると、送風孔の規模において後者の特異さが際立つ。古代から近代にかけての製鉄炉で直径 10cm 近い大きさの送風孔を持つ資料は、猿喰池製鉄遺跡以外認められない。中世の製鉄遺跡では長軸 10cm 近いサイズの送風孔を持つ炉壁片が出土しているが、その数値は長軸のみであり、実際に送風の機能を果たすサイズは直径 5.0cm 以下で古代段階と大差ない。それでは猿喰池製鉄遺跡で出土した直径 10cm の穿孔についてはいかに解釈すべきか。

ここでは 1 つの可能性について提示してみたい。重視したい遺物は、円筒形土製品 M33 である(第2図、写真 5・6)。M33 は直径 2.2cm の穿孔があり、そのサイズは製鉄炉の送風孔をやや小振りにした程度で大差ない。円筒部の直径は 6.8 ~ 7.2cm を測る。片方がやや窄まり気味になっ

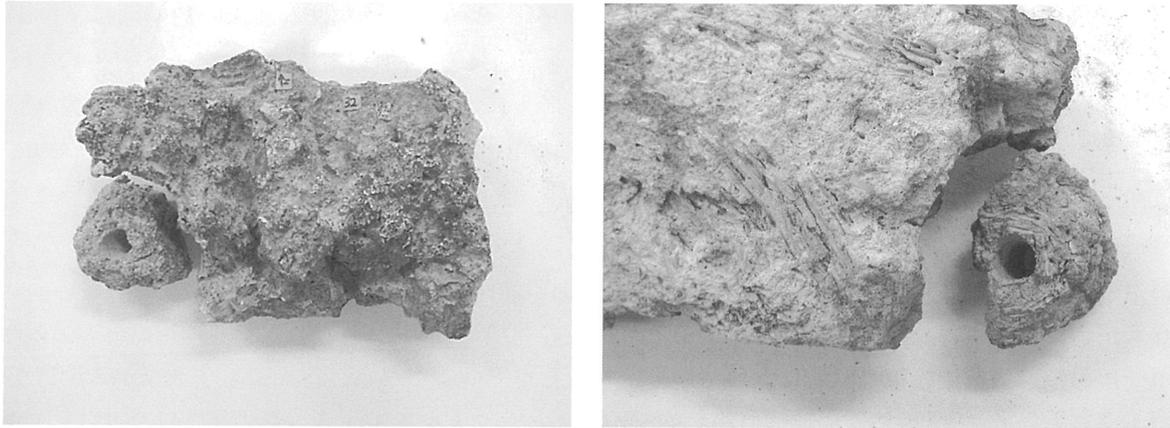


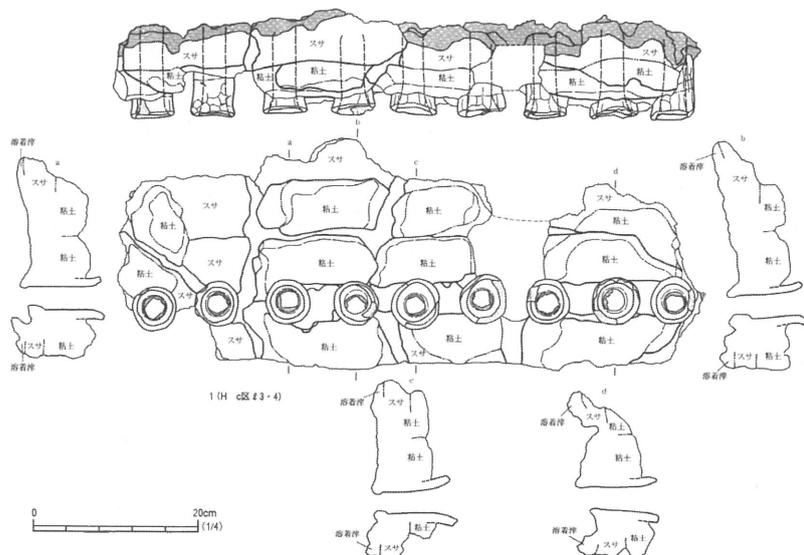
写真9 猿喰池製鉄遺跡 M33 使用状況想定写真（左：炉内側 右：炉外側）

ており、その逆側は折損している。土師質には焼き上がっており、折損部以外はやや硬化していることから、周囲が損壊したわけではなく当初より円筒形に成形されたことは確実である。報告書においては送風関連遺物の可能性が示唆されるに留まり、明確な位置づけがなされていないが、外面の特徴や形状、大きさ、出土状況を勘案して、ここではM33を製鉄炉に装着して使用する羽口と位置づけたい（写真9）。先端はあまり溶融していないが、部分的にガラス質化しており、鉄滓の付着も認められる。M33の円孔の直径はやや小振りであるが、外面や断面の状況から送風孔の縦断面形が内窄まりの形状を呈することは多くの遺跡で確かめられており、M33の円孔も基部付近では開くものと類推する。M33の装着を意図した製鉄炉については、それを設置した孔が痕跡として残されると推測され、直径10cmを測る送風孔（M32）がそれに相当すると考える⁽²⁾。

3.羽口使用の箱形炉について

M33について、箱形炉に使用する羽口という可能性を考えた。しかしながら、中国地方において同様の資料は見出せない。俵が調査を実施した近代たたら吹製鉄では、後述のように炉壁粘土に直接送風孔を穿ち、この特徴を示す送風孔は前章でみたように遺跡出土遺物に確認できる。ただし他地域においては羽口を装着した箱形炉の炉壁片が見つかったため（第15図）、猿喰池製鉄遺跡の製鉄炉に羽口を使用することを断定的に否定することはできない。そこで本章では羽口使用の箱形炉について概観し、その狙いについて考えてみたい。

福島県の北部沿岸地域は全国でも有数の古代製鉄地域で、大規模な発掘調査が実施されている。相馬市金沢地区の製鉄技術の変遷に



第15図 羽口使用箱形炉（福島県山田A遺跡2号炉）

については、飯村均が簡潔にまとめている（飯村 2005）。この地域における製鉄の開始期は7世紀後半である（Ⅰ期）。操業で使用した製鉄炉は両側排滓の長方形箱形炉で、当該期に移転された技術とされている。東北地方における製鉄技術の移転について、その背景に律令国家の影響を読み解く考えが寺島文隆や村上恭通により提示され（寺島 1991）、村上は遺跡の調査成果から具体的に近江との繋がりを指摘している（村上 1998・2007）。飯村も近江との繋がりを考えており、ほぼ直接的な技術移転を想定している。ただ、その技術も8世紀前葉には変容する（Ⅱ期）。大きな変容は羽口の使用が拡大する点にある。Ⅰ期段階にも羽口の使用は認められるものの出土例は少なく、Ⅱ期が羽口使用の普及段階と言えそうである。近江の製鉄遺跡で羽口使用は認められないため、羽口使用の箱形炉技術は福島県域において開発・普及したと評価できる。Ⅰ期にも少数ながら羽口が出土するということは、技術の移転直後に変容が始まったことを示唆する。その後、8世紀中葉（Ⅲ期）に豎形炉が出現し、8世紀後葉～9世紀前葉（Ⅳ期）に豎形炉で使用していた踏輪を箱形炉に応用ようになる。この段階にも箱形炉に羽口を使用する。9世紀中葉（Ⅴ期）にも羽口使用の箱形炉は築造されている。

鉄滓の出土量は、Ⅰ期には両側排滓箱形炉 20 基で鉄滓 106t、Ⅱ期には片側排滓箱形炉 39 基で鉄滓 101t、Ⅲ～Ⅴ期には踏みふいご付箱形炉 34 基で鉄滓 303t が確認されている（飯村 2005）。単純に 1 基辺りの鉄滓排出量を換算すると、Ⅰ期は 5.3t、Ⅱ期は 2.6t、Ⅲ～Ⅴ期は 8.9t であり、このことから飯村はⅢ期以降の技術革新を指摘しているが、ここではむしろⅡ期における生産性の落ち込みに着目したい。Ⅱ期は片側排滓箱形炉になり、送風孔として羽口の使用が一般化する段階である。Ⅱ期における 1 基あたりの排滓量はⅠ期の半分で、排出方法との関わりが示唆される。しかし、操業において生成される鉄滓は砂鉄や炉壁材、炉内環境の様相などが絡み合って蓄積されたもので、排出孔の設置数というよりもむしろ 1 基あたりの生産性が低下した状況を考えるべきであろう。

福島県における製鉄技術の変遷略史について先学を参照して示した。7世紀後半に移転された技術は羽口を使用するように変容する。そして8世紀以降の箱形炉には羽口の使用が基本技術として定着する。羽口を使用しない製鉄炉では、炉壁に送風孔を穿っており、基本的には前章で見た中国地方の製鉄遺跡の調査成果やたたら吹製鉄における送風孔と大差ない。羽口を使用する製鉄炉は、古代福島県域を主体とする地域的特性で、移植技術の改良と考えられている。

羽口を用いた製鉄炉を完成させるためには、築炉とは別工程で羽口製作に取り組まなければならない。ただ、別工程とはいえ羽口 1 個の製作はそれほど困難なものではない。福島県で出土した箱形炉に伴う羽口については、①髓抜棒に砂粒を含む粘土板を巻いて成形する^③、②外部はナデとオサエにより整形し、③乾燥させてから髓抜棒を引き抜いて仕上げる工程が観察されている（福島 2007）。そして乾燥後に焼成する。工程自体は単純であるが、それでも粘土や焼成用の薪の準備、成形および焼成が築炉とは別工程として付加されるため、炉壁に穿孔する送風孔設置と比較すると、費やされる時間と労力が増えることは間違いない。1993年に調査された福島県南相馬市大迫A遺跡で出土した羽口は、図化されたものだけで2,316点で、その大多数が製鉄炉に伴うものとされている（寺島編 1995）。また南相馬市割田H遺跡9号製鉄炉跡の出土炉壁から復元された羽口の使用個数は、炉の片側 20 個、合計 40 個と考えられている（門脇 2007）。炉は操業後に壊すため、操業ごとに 40 個の羽口が必要となり、材料・燃料の収集、製作にかかる労力・時間の大きさを示唆する。門脇秀典は胎土分析から、福島県割田遺跡群では製鉄遺跡の外部で羽口を製作し、それを製鉄場に搬入して使用することを指摘した（門脇 2007）。このことは製作後の製品搬入という労

力が付加することを示す。

1点単位で考えると単純な羽口の製作も、数を揃え続けることを考慮に入れると、作業量は無視し得ないほど大きくなる。それでも製鉄炉に送風孔を直接穿孔せず、羽口を使用する背景には相応の理由が存在すると考えられ、胎土の耐熱性から考察が試みられている。

福島県の箱形炉羽口に使用する粘土の耐火温度は1,404～1,580℃で、耐火温度1,035～1,096℃の炉壁粘土より100～300℃程高いことが明らかにされている（小暮1995）。また福島県南相馬市横大道製鉄遺跡で使用した羽口粘土の耐火温度は1,240・1,250・1,335・1,350・1,500℃で、製鉄炉粘土（下段）のそれは1,190・1,200・1,230℃と、特に羽口1点の耐火温度が非常に高い（板谷2010）。そのため操業が進展して炉壁が溶融すると、羽口自体は炉壁から突き出た状態となると推察される。

羽口粘土の性質について、小暮伸之は炉内の熱により先端部の熔解を防ぐために炉壁粘土よりも耐熱性の高いものを選択したことを指摘し（小暮1995）、その効用について福島雅儀は送風孔の耐熱性が向上したことによって高熱状態で安定的な送風が可能になった点をあげている（福島2007）。つまり、操業の進展に伴い炉壁が溶融してくると羽口は炉壁から突き出た状態になり、溶融した鉄滓が送風孔の前面を塞ぐことがなくなる。さらに門脇は使用砂鉄や炉壁粘土の耐火度から考察をすすめ、高チタン砂鉄への対応として炉壁を多く溶かして造滓量を増やす必要性があることから、炉壁の溶融で送風孔が崩れて送風の維持が困難になることへの対応として羽口使用を捉えた（門脇2015）。炉壁が溶融しても羽口が残存することで安定送風が維持されるという解釈である。いずれも炉壁と羽口の遺存状況や耐火温度、砂鉄の特性を考慮した魅力的な説であるが、しかしながら送風孔である羽口部分のみが炉内に突き出た状態が、送風以外において操業に有意に働くのかという点に疑問が残る。

近代たたら吹製鉄では操業の進捗に伴い炉内壁が溶融していく様子が報告されており（俵1933）、多くの実験操業でも追認されている。また遺跡出土の炉壁片でもその状況を観察することができる。俵が報告した近代たたら吹製鉄の操業記録では、築炉段階の製鉄炉断面図に加えて、炉壁が浸食されていく様子を示した断面図も掲載されている（第4図）。俵は、操業の進展に伴って炉が少しずつ溶融する様子から、鋸の成長により炉内面の送風孔が塞がれてしまいそうになると、折良く炉壁が溶融して送風孔の先端に空隙が生じるようになることを読み解いた。つまり炉内壁の溶融は操業の継続と直結することを俵は指摘したのである。

さらに溶融した炉壁は鉄滓を生成する造滓材としても機能する。そのため、たたら吹製鉄では下部から元釜・中釜・上釜と炉を築くが、送風孔を設置する元釜は製錬に際して化学反応を起こす重要な部位にあたるため、吟味した性状のものを使用する。中釜・上釜は二割土と称する劣等の粘土を使用するが、この部分は炉内の装入物を包容する役割のみが与えられているため、質に拘らないという。

換言すると、元釜部分は造滓材としての働きも期待されているため溶融させることが前提で、このことは低チタン砂鉄を原料とする中国地方においても窺える。さらに鋸の成長に伴い送風孔を閉塞させないためには、送風孔の先端も炉壁と同様に溶融後退することが求められる。羽口先端が炉壁から突き出た状態になると、炉内で最も温度が高まる部分が炉壁から離れてしまい、砂鉄から不純物を分離させて鉄滓を生成させるのに不利となる。たたら吹製鉄では、炉内で送風孔の直前になるような位置に砂鉄を装入する。そのため操業の進展に伴い装入位置を少しずつ変えていく。送風孔先端の高温域が炉壁から離れることは、炉壁粘土の造滓剤としての役割に支障を来すことになる。



写真 10 送風孔の穿孔（新見市中世たたら製鉄再現）

なお炉内壁が鉄滓状に溶融すると送風孔が塞がれてしまうことがしばしばあるが、ホド突きを用いて送風孔を貫通させることでこの問題はおおかた解消できる（写真 8-3）。

上記において羽口が炉内に突き出た状態での送風は、操業において必ずしも有利に働くとは限らないことを指摘した。このことは別の観点から羽口使用の意味を検討する必要性を示す。そのため、まずは送風孔設置の具体的な方法について、近代たたら吹製鉄の操業報告（俵 1933）から情報を抽出することにしよう。

近代たたら吹製鉄ではホド差という道具で炉壁粘土に直接送風孔を穿つ。ホド差は長さ 74cm の円錐形をした木製品である。穿孔はホド差の先端を炉壁に突き刺して貫通させるという単純な方法で実施される。方法自体は単純であるが、送風孔の位置や角度は炉内環境に大きな影響を及ぼす。そのため穿孔は慎重を期して実施された。

穿孔においては、まず炉の外面に一定の高さを定めた縄張りをし、それを基準に段を設える。この段が炉外面における送風孔の設置位置で、その高さは砥波鑪で 21.8cm、佃谷鑪で 10.6cm を測る。次いで炉内面にも縄張りをし、炉内面における送風孔の設置位置の基準を付ける。炉内壁に沿った送風孔の設置高は、砥波鑪で 15.8cm、佃谷鑪 9.6cm である。そして、ホド配りもしくは羽口配りという、四角い木棒に釘を一定間隔で打ち込んだ道具を用いて、上記の段もしくは縄に沿って印を刻む（写真 10-1）。穿孔は炉内外の印と印（点と点）を結ぶ作業であり、厚さ 45cm 近い粘土を正確に貫通させる必要がある（写真 10-2・3）。単純な割に熟練を要する作業と推察する。

鋤押し法、銑押し法ともに送風孔の穿孔方法は共通するが、その特徴には大きな差が見られた。この差は生産する鉄の性状にも影響を及ぼすもので（俵 1933、村上編 2006）、操業を仕切る村下の創意工夫が反映されるところでもあり（加地 2011）、送風孔の情報は秘匿・秘伝とされた。築炉に際しては、設置する送風孔の数だけ、そして操業の回数だけ正確な反復が求められ、村下が行うべき重要な作業の 1 つである。匠の技は「記憶や思考、筋肉や骨格を動かす運動のはたらき、さらには学習のメカニズムなどが複雑に組み合わせられて」体得されるもので（安西 2011、25 頁）、見様見真似で獲得できるものではない。送風孔の穿孔という何気ない動作一つにも、その技術の伝授・体得には時間を要する。

そこで古代福島県域における製鉄操業の様相について振り返りたい。古代福島県域の製鉄技術は、律令政権の国家戦略として近江地方から移転されたと理解されている（寺島 1911、村上 1998・2007、飯村 2005 など）。移転当初には炉壁に直接送風孔を穿孔していたが、程なく羽口使用に変わる。これは移転先における技術変容で、近江では認められない事象である。羽口使用段階には箱形炉地下構造の検出数が飛躍的に増加している。しかしながら 1 基あたりの排滓量は減少しており、短期間操業を繰り返した状況が窺える。短期間で操業を繰り返すと築炉回数も増加し、それが地下

構造の検出数と乗算され、炉を築く機会は地下構造の検出数以上の増加率になると推察される。この築炉・操業に熟達した技術者の人手不足の対応として羽口の使用を考えたい。

築炉において最も技能と勘を要する場面は、送風孔の穿孔であることは疑いない。炉内外に設定した点と点に孔を通すという一見単純な工程ながらも、操業の成否を左右する重要なものである。穿孔する粘土の厚さは、近代たたら吹製鉄で約45cmになる。粘土ブロックを積み上げて、自重で締まった厚さ45cm程の粘土壁に対して、点と点を結ぶように正確な穿孔作業を繰り返すことは、想像よりはるかに難しい。この工程の熟達に要する期間を短縮させることは操業の効率化において不可欠で、Ⅱ期の築炉数を増やしての短期操業を展開させるために必須の条件と考える。その対応が羽口の利用と考える。羽口の設置は、その設置予定高まで炉壁を築きあげ、角度を定めた後に、風配りの角度を見定めて並列していく。その後、炉壁粘土を被せて固定する。視認できる状況で送風孔のラインを確定できるため、炉壁を築き上げた後に穿孔するよりもはるかに簡便な作業と言えよう。

以上より本論では、箱形炉における羽口使用について作業効率を高めるための合理化と捉え、生産性を上げる要請に対応した措置と考えたい。

4. 羽口使用箱形炉からみた製鉄技術の継承について

前章では箱形炉に羽口を使用する事例を検討し、その目的について考えた。古代福島県域で箱形炉に羽口を使用する理由を、律令政権に求められる鉄生産量に対応した地元側の創意の結実と捉えた。それは熟練を要する技への合理化とも言える対応で、この工夫により古代随一の操業規模が実現されたと評価したい。しかしながら猿喰池製鉄遺跡では福島県域のような生産性は見出せない。そこに羽口使用という発想が生じた要因は何であろうか。ここでは技術継承のあり方を検討し、猿喰池製鉄遺跡で出土した円筒形土製品 M33 の評価を補強したい。

技術継承のあり方については、鈴木勉が技術移転論の中で触れている(表5)(鈴木勉1998)。鈴木は技術移転のあり方を大きく「ヒト介在群」と「モノ介在群」に二分して、前者については「送り側主導方式」、「受入れ側主導方式」、「継承方式」、「双方協力方式」に、後者については「受入れ側主導方式」、「継承方式」にそれぞれ細分した。古代福島県域の製鉄技術の継承は「ヒト介在群」で、Ⅰ期が「送り側主導方式」、Ⅱ期以降は「継承方式」に対応すると考える。

羽口使用段階に対応する「継承方式」について、鈴木は「進化型」と「直接継承型」に細分している。前者は「受入れ側の純粋な文化の支えによって独自の技術に進化」(鈴木1998、521頁)を遂げた技術移転で、羽口使用箱形炉に見出せた合理化という動きとは相容れない形態と考える。また「直接継承型」についても送風孔の穿孔形態の大きな変異を考えると合致しない。古代福島県域で実施された羽口使用の箱形炉は、鈴木が設定した「継承方式」には想定されていない方式によると考える。

古代福島県域(Ⅱ期)の製鉄状況は、外部からの要請に対して直接継

表5 技術移転の分類

群	方式	型	過去の典型的な例
ヒト介在群	送り側主導方式	移住型	明治維新時に多い
		征服型	
	受入れ側主導方式	派遣教育型	
		転業(トラバユ)型	
継承方式	請来型	第二次大戦後に多い	
	難民型		
双方協力方式	派遣学習型	飛鳥奈良の文字彫刻	
	進化型		
モノ介在群	送り側主導方式	直接継承型	藤ノ木古墳倭装大刀
		プロジェクトチーム型	
	継承方式	図版移動型	藤ノ木古墳馬具
		形状模倣型	
継承方式	設備移動型	鉄砲の伝来	
	設備(工具)継承型		

承では応じ切れない状況下にあったと推察する。その状況への必要な対応策を模索した結果が箱形炉における羽口の使用で、状況に合理的に対応した継承技術の変容という「合理的変容継承方式」と捉えたい。

古代福島県域で実施した羽口使用は、要請される鉄生産量への対応策として案出された技術と捉えた。それは状況に対応しようとした積極的姿勢のもとで合理的に技術を変容させた継承方式と言える。それでは本論で主対象とする猿喰池製鉄遺跡の場合はどうであろうか。猿喰池製鉄遺跡は7世紀代の製鉄遺跡で、5基検出された地下構造は同時稼働が不可能な配置をとる。古代吉備地域における製鉄遺跡については、生産遺跡の特徴から製鉄場、集落内製鉄、官衙内製鉄に分別し、製鉄場については生産状況から、中央政権への鉄素材供給を主目的とした「官採」製鉄場と生産場を利用した集落構成員が使用する鉄の生産と吉備地域の有力者への素材供給を目的とした「私採」製鉄場に細別できる（上村 2013）。遺跡の特徴から猿喰池製鉄遺跡は「私採」製鉄場に位置づけることが可能である。外部から生産性を強く要請されることは考えにくく、この点で古代福島県域とは大きく異なる。古代福島県域における羽口使用箱形炉による操業技術を「積極的な合理的変容継承方式」と位置づけるのに対して、猿喰池製鉄遺跡の場合は手抜きに近い「消極的な合理的変容継承方式」と捉えておきたい。

終わりに

猿喰池製鉄遺跡の発掘調査報告書において、送風関連とされながら具体的な用途について不明とされた円筒形土製品 M33 についての解釈を試みた。規模や形態の特徴、伴出した炉壁の特徴、古代福島県域における羽口使用の箱形炉を参照に、猿喰池製鉄遺跡の M33 を箱形炉で使用する羽口と考えた。そして箱形炉において羽口を使用する狙いと技術継承のあり方について議論を進めた。本論では類推を重ねながら M33 を羽口と解釈したが、古代福島県域のように羽口を設置した炉壁片の出土がない限り、実証的な見解とは言い切れない。今後、類例の蓄積に応じて論を深めたい。

謝辞

本稿をまとめるにあたり、以下の方々から御教示、御協力いただきました。御芳名を記して謝意を表します。

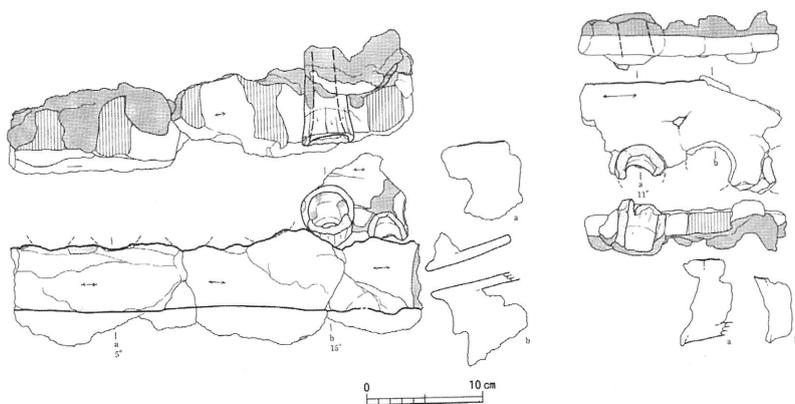
有賀裕史・大澤正己・大道和人・角田徳幸・門脇秀典・金田善敬・木原 明・日下隆春・

白神賢士・鈴木 勉・能登谷宣康・藤井 勲・松尾充晶・真鍋成史・村上恭通（五十音順、敬称略）

註

(1) 本稿で提示する送風孔の大きさは、孔の半分近く残存している資料を主体に取り扱った。また炉内面は操業の進捗に伴って溶融するため、炉外面が良好に残存している資料を検討対象とした。

(2) 福島県相馬市猪倉 A 遺跡 1 号炉（吉田編 1996）や割田 H 遺跡 7・9 号炉（門脇他 2007）、横大道遺跡 10 号製鉄炉（門脇他 2010）等では、羽口の外れた箱形炉壁片が出土しており、報告されている（第 16 図）。



第 16 図 羽口が外れた製鉄炉壁片（福島県割田 H 遺跡 9 号炉）

- (3) 平城宮・京で出土した羽口の詳細な検討により、皮革を巻いた棒を芯とした可能性が指摘されている（小池・木沢・小村 2014）。皮革を使用する目的は、芯を粘土から外す工程を容易にするためという。

参考文献

- 穴澤義功 2014 「鉄関連遺跡出土資料の整理・解析から学んだ、いくつかの鉄生産技術について」『第19回公開研究発表会 論文集』日本鉄鋼協会 総合企画部門 鉄鋼プレゼンス研究調査委員会「鉄の技術と歴史」研究フォーラム
- 安西裕一郎 2011 『心と脳ー認知科学入門』岩波書店
- 安東康宏編 2005 『鉄塊遺跡』笠岡市教育委員会
- 安間拓巳・上椋 武 2004 「広島県賀茂郡豊栄町大懸山製鉄遺跡の発掘調査」『中国地方古代・中世村落の歴史的景観の復元的研究』
- 飯村 均 2005 『律令国家の対蝦夷対策 相馬の製鉄遺跡群』新泉社
- 板谷 宏 2010 「製鉄関連遺物の化学分析」『常陸自動車道調査報告』60 福島県教育委員会
- 井上祐弘編 1982 『八熊製鉄遺跡・大牟田遺跡』志摩町教育委員会
- 岩井重道編 1995 『耳木第1号たたら跡・持丸川西たたら跡』（財）広島県埋蔵文化財調査センター
- 梅木茂雄編 2011 『浜田三次往還・道平遺跡ほか発掘調査報告書』江津市教育委員会
- 上椋 武 2007 「中国地方における中世製鉄炉地下構造の構造的特質」『たたら研究』第47号 たたら研究会
- 上椋 武 2013 「古代吉備の鉄生産」『古文化談叢』第70号 九州古文化研究会
- 上椋 武・藤井 勲 2006 「岡山県新見市における中世たたら製鉄再現ー鋸押し操業と鉄押し操業」『日本列島における初期製鉄・鍛冶技術に関する実証的研究』愛媛大学法文学部
- 岡本泰典編 2008 『大河内遺跡・稲穂遺跡・下坂遺跡』岡山県教育委員会
- 角田徳幸 2010 「中国山地における中世鉄生産と近世たたら吹製鉄」『日本考古学』第29号 （社）日本考古学協会
- 角田徳幸 2011 「俄国一博士のたたら吹製鉄調査をめぐって」『山陰地方の鉄生産技術と歴史』（社）日本鉄鋼協会 環境・エネルギー・社会工学会「鉄の技術と歴史」フォーラム編
- 角田徳幸 2014 『たたら吹製鉄の成立と展開』清文社
- 角田徳幸編 1992 『中国横断自動車道広島浜田線建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書』IV 島根県教育委員会
- 角田徳幸編 1998 『板屋Ⅲ遺跡』島根県教育委員会
- 角田徳幸・高岩俊文・東山信治 2011 「和鋼博物館所蔵俄国一博士たたら資料の調査」『古代文化研究』第19号 島根県古代文化センター
- 加地 至 2011 「明治中期の伯耆在来製鉄業における技術的課題」『山陰地方の鉄生産技術と歴史』（社）日本鉄鋼協会 環境・エネルギー・社会工学会「鉄の技術と歴史」フォーラム編
- 門脇秀典 2007 「平安時代の遺構と遺物」『原町火力発電所関連遺跡調査報告』X 福島県教育委員会 （財）福島県文化振興事業団
- 門脇秀典 2015 「羽口が装着された箱形炉の炉壁について」『森浩一先生に学ぶ』（同志社大学考古学シリーズXI）同志社大学考古学研究室
- 門脇秀典他 2007 「割田H遺跡」『原町火力発電所関連遺跡調査報告』X 福島県教育委員会 （財）福島県文化振興事業団
- 門脇秀典他 2010 『常磐自動車道遺跡調査報告』60 福島県教育委員会 （財）福島県文化振興事業団
- 勝部 衛 1992 「玉湯町玉ノ宮製鉄遺跡群の調査」『古代金属生産の地域的特性に関する研究ー山陰地方の銅・鉄を中心としてー』島根大学山陰地域研究総合センター
- 河瀬正利 1995 『たたら吹製鉄の技術と構造の考古学的研究』溪水社
- 河瀬正利 1997 「西日本における中世の鉄生産」『平成9年度たたら研究会大会』たたら研究会
- 河瀬正利編 1995 『今吉田若林遺跡発掘調査報告書』広島県山県郡豊平町教育委員会
- 河瀬正利編 1997 『坤東製鉄遺跡』広島県山県郡豊平町教育委員会
- 川端 隆・北野 重編 2000 『古代たたら（製鉄）とカヌチ（鍛冶）ー記録集ー』柏原市教育委員会
- 北野 重・上椋 武 2006 「2号炉」『日本列島における初期製鉄・鍛冶技術に関する実証的研究』愛媛大学法文学部
- 木原 明 2010 「鋸を育て、人を育てる」『富士通マネジメントレビュー』No.233 （株）富士通経営研修所
- 日下隆春編 2003 『大神宮原遺跡群』岡山県奥津町教育委員会
- 小池伸彦・木沢直子・小村真理 2014 「平城宮・京出土鞆羽口制作技法と皮革」『奈良文化財研究所紀要』2014 独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所
- 小暮伸之 1995 「羽口」『原町火力発電所関連遺跡調査報告』V 福島県教育委員会・（財）福島県文化センター
- 近藤義郎・宗森英之編 1979 『キナザコ製鉄遺跡』加茂町教育委員会
- 坂本嘉和 2014 「古代末から中世初頭における製鉄炉の構造と鉄生産」『赤坂小丸山遺跡』鳥取県埋蔵文化財センター
- 白石裕司 2014 「新見市たたら再現事業の経緯」『中世の荘園空間と現代』勉誠出版
- 白神賢士編 2004 『猿喰池製鉄遺跡』岡山県熊山町教育委員会

- 菅波正人編 2005 『元岡・桑原遺跡群』 4 福岡市教育委員会
- 杉原清一編 1985 『下大仙子遺跡』 横田町教育委員会
- 杉原清一・藤原友子・高尾昭浩編 1996 『瀧ノ谷大畝遺跡』 横田町教育委員会
- 鈴木卓夫 1990 『たたら製鉄と日本刀の化学』 雄山閣
- 鈴木 勉 1998 「古代史における技術移転試論 I - 技術評価のための基礎概念と技術移転形態の分類 -」 『榎原考古学研究所論集』 13 榎原考古学研究所
- 俵 國一 1933 「明治時代に於ける古来の砂鉄製錬法」 『古来の砂鉄製錬法』 丸善
- 寺島文隆 1991 「東北地方」 『日本古代の鉄生産』 六興出版
- 藤井 勲 2014 「中世たたら製鉄の操業」 『中世の荘園空間と現代』 勉誠出版
- 寺島文隆編 1995 『原町火力発電所関連遺跡調査報告』 V 福島県教育委員会・(財) 福島県文化センター
- 永田和宏・鈴木卓夫 2000 「たたら製鉄の炉内反応機構と操業技術」 『鉄と鋼』 Vol.86No.1 (社) 日本鉄鋼協会
- 能登谷宣康 2009 「福島県内における鉄器生産初期の様相」 『たたら研究』 第 49 号 たたら研究会
- 濱本利幸・坂本嘉和編 2013 『下市築地ノ峯東通第 2 遺跡』 鳥取県埋蔵文化財センター
- 福島雅儀 2007 「炉壁、羽口、鉄滓などからみた古代製鉄炉の技術革新」 『研究紀要』 2006 (財) 福島県文化振興事業団
- 藤野次史・土佐正彦 1993 「カナクロ谷製鉄遺跡」 『中国地方製鉄遺跡の研究』 広島大学文学部考古学研究室編
- 古瀬清秀 1996 「近世たたら吹き製鉄への道」 『季刊考古学』 第 57 号 雄山閣
- 松井和幸編 1987 『戸の丸山製鉄遺跡発掘調査報告書』 (財) 広島県埋蔵文化財調査センター
- 松尾充晶編 2009 『大志戸 II 遺跡』 島根県教育委員会
- 松村道博他 1996 『大原 D 遺跡群』 1 福岡市教育委員会
- 真鍋成史編 2002 『古墳時代の鉄製錬・鍛冶再現実験記録』 交野市教育委員会
- 間野大丞編 1993 「中ノ原遺跡」 『父ヶ平遺跡・中ノ原遺跡・タタラ山第 1 遺跡・第 2 遺跡』 島根県教育委員会
- 村上恭通 1998 『倭人と鉄の考古学』 青木書店
- 村上恭通 2007 『古代国家成立過程と鉄器生産』 青木書店
- 村上恭通編 2006 『日本列島における初期製鉄・鍛冶技術に関する実証的研究』 愛媛大学法文学部
- 山崎順子編 2001 『梅ヶ迫製鉄遺跡』 島根県頓原町教育委員会
- 吉田秀享編 1996 『相馬開発関連遺跡調査報告』 IV 福島県教育委員会・(財) 福島県文化センター・地域振興整備公団

掲載図表・写真の出典

- 第 1・2 図 (白神編 2004)、第 3・4 図 (俵 1933)、第 5 図 1 (川端・北野編 2000)、第 5 図 2 (真鍋編 2002)、第 6 図 (北野・上村 2006)、第 7 図 (藤野・土佐 1993)、第 8 図 (松井編 1987)、第 9 図 (坂本編 2013)、第 10 図 (近藤・宗森編 1979)、第 11 図 (菅波編 2008)、第 12 図 (松尾編 2009)、第 13 図 1 (角田編 1993)、第 13 図 2 (山崎編 2001)、第 14 図 (杉原編 1985)、第 15 図 (寺島編 1995)、第 16 図 (門脇他 2007)、表 1~4 (筆者作成)、表 5 (鈴木 1998)、写真 1~9 (筆者撮影)、写真 10 (上村・藤井 2006)

文化財と技術 第7号

2015年12月1日 印刷

2015年12月1日 発行

編集	鈴木 勉
発行	特定非営利活動法人 工芸文化研究所 所長 鈴木 勉
発行所	特定非営利活動法人 工芸文化研究所 所長 鈴木 勉 東京都台東区根岸5-9-19 (〒110-0003)
印刷	千葉刑務所 千葉県千葉市若葉区貝塚町192 (〒264-8585)