

第4章 考察

第1節 製鉄関連遺構と遺物の評価

1. はじめに

横大道遺跡では奈良時代から平安時代にかけての製鉄炉跡7基、廃津場跡4カ所、鍛冶炉跡1基の製鉄関連遺構の調査を行った。このほかに、古代の製炭遺構として、地下式木炭窯跡が26基見つかっている。これらの遺構からは製鉄関連遺物(羽口・炉壁・鉄塊系遺物・鉄滓・木炭など)が合計76.1t出土した(表28)。本章では横大道遺跡の製鉄関連遺構について、遺物と遺構の両面から検討を加え、製鉄技術を考察する。また、製炭遺構(木炭窯跡)についても、若干の検討を行い、生産遺跡の構造を復元する。

2. 羽口・通風管

横大道遺跡では、製鉄炉跡・廃津場跡を中心に、羽口・通風管とよばれる送風管が多量に出土した。羽口の多くは長方形箱形炉の炉壁に装着したものであり、通風管は堅形炉に直接装着したものである。ここでは出土した羽口・通風管について、その胎土・形態などの観点から考察する。

(1) 胎土の特徴

横大道遺跡から出土した羽口・通風管と炉壁について、その胎土の特徴を考える。

第3章第5節では、羽口・通風管と炉壁胎土の違いについて、次のように特徴を指摘している。

① 第3章図44のアルカリ成分(K_2O+Na_2O)とアルカリ土類成分($CaO+MgO$)の関係では、明らかに本遺跡の羽口胎土成分と炉壁成分とでは異なる傾向を示す。羽口・通風管の胎土はアルカリ土類成分为1.5%以下で、この成分为少なくなるにつれて、アルカリ成分为少なくなる関係にある。つまり羽口・通風管の胎土は、軟化性のあるアルカリ土類成分とアルカリ成分为少ないものを選択していることがわかる。

② 本遺跡の炉壁胎土はアルカリ土類成分为1.5~2.2%，アルカリ成分为3~4%の範囲にまとまりがある(図44)。

③ 本遺跡の羽口・通風管の胎土は、長石全体($CaO+K_2O+Na_2O$)でのアルカリ長石(K_2O+Na_2O)の比率が0.8以上で、アルカリ長石が多くなるにしたがい、アルカリ長石のなかではカリ長石(K_2O)が多くなる傾向を示す。一方、炉壁の胎土は、長石全体でのアルカリ長石の占める割合が0.7~0.8の範囲に、アルカリ長石でのカリ長石の割合が0.4付近に集中する(図45)。

④ 炉壁胎土では SiO_2 の増加に伴い、 Al_2O_3 が少なくなる傾向が認められる(図46)。

⑤ 羽口・通風管の胎土では、炉壁のような Al_2O_3 の減少傾向がない。 CaO や Na_2O の軟化成分为少

表28 横大道跡製鉄関連遺物・木炭純重量表

単位:(kg)

遺構 遺物	1号 廻洋塙跡	2号 廻洋塙跡	3号 廻洋塙跡	4号 製鉄炉跡	5号 製鉄炉跡	6号 製鉄炉跡	7号 製鉄炉跡	8号 製鉄炉跡	9号 製鉄炉跡	10号 製鉄炉跡	11号 廻洋塙跡
鉄塊系 遺物	379.36	58.28	11.55	7.22	5.00	0	2.65	0	0	2.03	1.93
羽口	647.89	6.07	43.42	1.55	0.27	0.01	0.01	0	0	11.67	0
通風管	0.04	143.01	13.06	77.69	15.97	1.70	15.16	0.99	0	0	0
炉壁	7,877.74	932.61	865.34	277.01	244.44	62.72	54.18	64.19	9.43	256.54	14.46
炉内岸	1,183.93	689.06	96.25	152.99	69.07	2.13	1.49	8.97	5.65	31.01	1.45
炉底岸	1,353.30	20.15	123.40	2.71	2.22	0.41	0	0	0.02	7.30	0.06
波出岸	44,804.26	3,384.01	2,328.99	760.73	226.10	11.31	2.62	3.10	6.10	1,081.54	48.24
鐵滓 鉛片	4,049.01	634.31	117.48	136.86	150.06	0.41	1.09	23.78	31.59	90.41	0.05
砂鉄 燒結塊	—	0.07	—	1.59	0.12	0	0	0	0.01	4.68	0.01
ガラス 質洋	—	45.85	—	58.44	19.09	0.53	0.23	1.56	1.59	14.89	1.07
再結 合洋	—	24.60	—	35.86	55.83	0.16	0.05	11.34	4.75	0	0
鉢形洋	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
焼土塊	—	102.75	—	0	0	0	0	0.05	0	65.42	0
木炭	24.51	6.05	9.87	1.82	1.32	0.04	0.34	0.07	0.09	5.40	0
合計	60,320.04	6,046.82	3,549.36	1,514.47	792.49	79.42	77.82	114.05	59.23	1,570.89	67.27

遺構 遺物	1号 環状遺構	1号 鐵治炉跡	1号 住居跡	木炭窯跡 (地下式)	木炭窯跡 (平地式)	溝 跡	土 坑	特殊遺構	遺構外	合 計
鉄塊系 遺物	2.10	0.01	1.00	0	0	0	1.85	6.45	0.12	479.55
羽口	0.07	0.11	0.29	0.33	0	0.02	3.54	7.23	2.39	724.87
通風管	10.62	0	18.84	0	0	0	0.62	20.96	0	318.66
炉壁	207.39	0.80	198.80	0.01	4.94	0.63	57.43	134.86	2.79	11,206.30
炉内岸	10.49	0.10	29.69	0	0	0.70	2.40	70.54	0.26	2,356.18
炉底岸	0.20	0.55	2.72	0	0	0	6.80	7.51	0.68	1,528.03
波出岸	72.95	1.32	184.29	0	0.06	0.26	60.63	581.61	3.04	53,561.16
鐵滓 鉛片	3.06	1.09	3.51	0	0	0	9.62	59.06	10.13	5,321.54
砂鉄 燒結塊	0.15	0	0.06	0	0	0	0.13	0.06	0	6.88
ガラス 質洋	7.94	0.28	6.73	0	0	0	1.70	6.14	0	166.04
再結 合洋	3.21	0.23	6.19	0	0	0	0.15	9.19	0	154.56
鉢形洋	0	4.78	0	0	0	0	0	0	0	4.78
焼土塊	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168.22
木炭	0.21	0	2.64	13.93	0.69	0	3.50	25.92	0	96.39
合計	318.41	9.27	454.76	14.27	5.69	1.61	148.37	929.55	19.39	76,093.16

なく、全体的に Al_2O_3 の割合が高い傾向が看取される。

以上の結果から、本遺跡出土の羽口・通風管の胎土と製鉄炉の炉壁胎土とは明確な違いがあることがわかった。

また、本遺跡では6点の基盤層の粘土を分析した。図180は、胎土中に含まれる長石の分類指標($\text{CaO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{O}$)の3元濃度分布である。図180-1・2は基盤層の粘土と各遺構出土羽口・通風管の濃度分布を示すが、両者は明らかに分布が異なる。一方、図181の炉壁のプロットは基盤層の粘土とほぼ同じ位置にあり、同質と判断できる(詳細後述)。したがって、各製鉄炉の炉壁については、遺跡内の粘土を利用した可能性が指摘できる。一方、羽口・通風管の胎土については、遺跡外の粘土を用いて製作した可能性が高い。

第3章の図47-3は、本遺跡と荻原遺跡(南相馬市小高区、本遺跡の北方3kmに所在;福島県文化振興事業団編 2010)から出土した羽口・通風管胎土との比較である。これによると、両者はほぼ同質であることを示している。

また、図44では本遺跡と割田遺跡群(南相馬市鹿島区、本遺跡の北方13kmに所在;福島県文化振興事業団編 2007)から出土した羽口・炉壁胎土類の成分比較を行っている。割田遺跡群の羽口・炉壁胎土類はアルカリ成分($\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$)が1.0~3.0%、本遺跡では2.0~4.0%であり、本遺跡の方が1%ほど高い傾向がある。したがって成分分析結果に基づけば、本遺跡と割田遺跡群の胎土類は、異質のものと判断できる。

(2) 羽口の胎土分類

1・3号魔津場跡や10号製鉄炉跡からは、箱形炉の炉壁に装着された羽口が出土している。ここでは羽口の形態や胎土に着目し、分類を試みる。

まず、羽口の形態に着目すると、吸気部付近がラッパ管状に開くものが大半を占めるが、なかには直線的なものも散見される。また、ラッパ管状の羽口と直線的な羽口が、1個体の炉壁に装着されている例などもあり、器形による分類は有効な属性とはいえない。

これまでにも羽口の分類については、調整技法や形態による分析が進められてきたが、一部の特徴的な形態を除けば、炉形態や時期差を反映するような有意な結果が得られていないのが現状である。そこで本論では羽口の胎土に着目した。

1号魔津場跡 9世紀前半頃の遺構である。合計で647.89kgの羽口が出土した。完形もしくはほぼ完形の羽口は357点で、これらを代表資料として属性を考える。羽口の胎土は、外観的には1mm程度の石英粒(珪砂)を意図的に混入したものと夾雜物をほとんど含まず緻密なものの2種類がある。

H & 1・2の出土羽口では石英粒(珪砂)を意図的に混入したものがほとんどである。基質となる粘土は焼成後の色調がにぶい黄橙色を呈し、有色鉱物はあまり多く含んでいない。成分分析では、 SiO_2 が70%と高く、 Al_2O_3 が17%程度で、耐火度1,240°Cの胎土と評価されている(第3章表25;資料No.35・36)。 Al_2O_3 が低いために、低い耐火度であったと推察される。

H & 3・4出土の羽口では、夾雜物をほとんど含まず緻密なものが主体的である。ただ前者のも

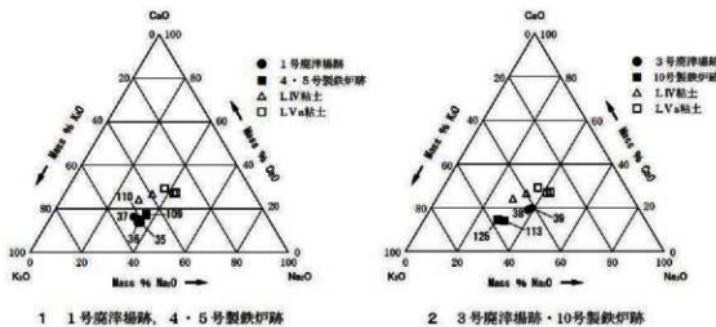


図180 羽口・通風管粘土の3元濃度

のと基質となる粘土は、肉眼観察では違いを見い出すことはできない。ただ成分分析では、 SiO_2 が65.5%， Al_2O_3 が22.2%と高く、耐火度1,500°Cの胎土と評価されている(表25；資料No.37)。

一方、胎土中に含まれる長石の分類指標($\text{CaO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{O}$)の3元濃度分布では、資料No.35～37は、ほとんど同じ位置にある(図180-1)。

このことから、粘土の主要成分($\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)では、資料No.35・36と資料No.37は明瞭に分かれるが、長石の分類指標ではほとんど同じであることが指摘できる。羽口に混和される石英粒(珪砂)の多寡が、 SiO_2 の成分比や耐火度の評価に影響を与えている可能性がある。ただ、 Al_2O_3 値が大きく異なるため、両者の胎土を同質と考えることは不可能である。

3号廐津場跡 8世紀後半頃の遺構である。合計で43.42kgの羽口が出土した。羽口の胎土は、外観的には夾雜物をほとんど含まず緻密なものが多い。成分分析では SiO_2 が64%， Al_2O_3 が20%と高く、耐火度1,350°Cほどの胎土と評価されている(表25；資料No.38・39)。

胎土中に含まれる長石の分類指標($\text{CaO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{O}$)の3元濃度分布では、資料No.38・39は、ほとんど同じ位置にある(図180-2)。このことから資料No.38・39は、基質となる粘土が同質であった可能性が高い。

また、図180の3元濃度分布では資料No.38・39は、 CaO が20%， K_2O が40%， Na_2O が40%ほどの位置にあり、1号廐津場跡の資料No.35～37の分布とは明らかに異なる。したがって、1号廐津場跡と3号廐津場跡の羽口は、基質となる胎土が異なると判断してよい。

10号製鉄炉跡 9世紀後半頃の遺構である。合計で11.67kgの羽口が出土したが、小破片が多く、図化および計測できたのは4点にとどまった。10号製鉄炉跡から出土した羽口の胎土は、外観的には石英・長石粒がやや多く混和されている。成分分析では SiO_2 が60%， Al_2O_3 が21%と高く、耐火度1,500°Cの胎土と評価されている(表25；資料No.113・125)。

胎土中に含まれる長石の分類指標($\text{CaO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{O}$)の3元濃度分布では、資料No.113・125は、ほぼ同じ位置にある(図180-2)。このことから基質となる粘土は、同質であった可能性が高い。

また、資料No.113・125は、1号廃滓場跡の資料No.35～37の分布とほぼ同じ位置にある。したがって、1号廃滓場跡の羽口は基質となる胎土が同質と判断してよい。

以上の胎土の特徴を基準に、本遺跡出土の羽口をI～III類に分類する。

I類 外観的な特徴では石英・長石粒が多く混和され、成分的にはAl₂O₃が19%以上と高く、長石指標でCaOが15%，K₂Oが50%，Na₂Oが35%程度の羽口。

【資料No.37(1号廃滓場跡)・資料No.113・125(10号製鉄炉跡)】

II類 外観的な特徴では石英・長石粒が多く混和され、成分的にはAl₂O₃が18%以下と低く、長石指標でCaOが15%，K₂Oが50%，Na₂Oが35%程度の羽口。

【資料No.35・36(1号廃滓場跡)】

III類 外観的な特徴では夾雜物をほとんど含まず、緻密なもの。成分的にはAl₂O₃が19%以上と高く、長石指標でCaOが20%，K₂Oが40%，Na₂Oが40%程度の羽口。

【資料No.38・39(3号廃滓場跡)】

以上をまとめると、本遺跡出土の羽口は炉壁の胎土成分とまったく異なり、遺跡内で採取された粘土の成分とも異なることがわかった。このことから、羽口は本遺跡内で製作したものではなく、搬入品である可能性が高い。出土羽口の胎土成分が3種類に分類できたことは、それぞれ異なる粘土採取地に由来する可能性がある。

また、羽口胎土の耐火度は炉壁胎土よりも100～200℃程高い値を示しているが、特にI類は耐火性に優れた羽口だといえる。耐火度はSiO₂とAl₂O₃の成分比が影響するが、明らかにAl₂O₃成分に富む粘土を選択していることがうかがえる。

(3) 羽口の装着角度と内径

羽口の装着角度の違いは、箱形炉の形態や送風方法が異なっていたことを示唆し、それぞれの製鉄技術が異なっていたと推察される。また、製鉄炉の送風量は第1に送風装置の容量で規定され、第2に装着される羽口の本数、第3に羽口の先端部内径により決定される。したがって、装着角度と先端部内径は、製鉄炉の操業状態を考える上で重要な属性である。

1号廃滓場跡 表29に羽口の属性を示す。最大長が10～14cm程度で、羽口としてはやや大形の部類に属するものが多い。平均値から考える羽口の標準的な大きさは、最大長が12.4cm、吸気部外径が7.1cm、吸気部内径が5.6cm、先端部内径が2.9cm、装着角度が12～15°程度である。ただ最大長と装着角度については、標準偏差が2を超えており、平均値をもって代表値とすることは難しい。特に羽口装着角度は、9～16°の浅い角度のものが全体の約半数を占めるが、21°を超える急角度のものも全体の1割近くある。装着角度には大きな偏差があり、層位別に見ても装着角度は分散傾向にある。本遺構の羽口装着角度は、浅い角度のものと急角度のものが併存していると判断できる。

3号廃滓場跡 最大長の平均値が14.4cmで、吸気部外径の平均値は7.3cm、吸気部内径の平均値は5.4cmである。したがって、本遺構からは1号廃滓場跡の羽口よりも一回り大きな羽口が出土していることが指摘できる。

送風量を規定する属性の一つである先端部内径は平均値が2.5cmで、この値は1号廃滓場跡の平均値よりも0.4cm小さい。装着角度の平均値は33°である。この値は炉壁に装着された状態での計測値

第4章 考察

表29 1号廻津場跡出土羽口・羽口付炉壁の法量

先端部内径								計 (点)	平均 (cm)	標準 偏差
(cm)	~2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2~			
H 8.1	13	12	41	18	29	8	11	132	2.90	0.189
H 8.2	6	13	19	29	19	16	9	111	2.91	0.171
H 8.3	7	7	11	12	21	5	7	70	2.92	0.186
H 8.4	3	6	8	9	7	1	5	39	2.89	0.181
合計(点)	29	38	79	68	76	30	32	352	2.91	0.181
%	8.2	10.8	22.4	19.3	21.6	8.5	9.1			

吸気部内径								計 (点)	平均 (cm)	標準 偏差
(cm)	~4.8	~5.2	~5.6	~6.0	~6.4	6.5~				
H 8.1	16	15	22	22	12	10	97	5.57	0.654	
H 8.2	13	13	26	26	9	9	96	5.63	0.641	
H 8.3	2	12	23	13	4	6	60	5.64	0.556	
H 8.4	4	12	11	8	0	0	35	5.34	0.367	
合計(点)	35	82	82	69	25	25	288	5.58	0.599	
%	12.2	18.1	28.5	24.0	8.7	8.7				

吸気部外径								計 (点)	平均 (cm)	標準 偏差
(cm)	~6.0	~6.4	~6.8	~7.2	~7.6	~8.0	~8.4			
H 8.1	7	15	22	19	17	12	4	98	7.02	0.570
H 8.2	3	13	23	20	21	9	8	100	7.10	0.675
H 8.3	1	3	19	19	16	4	1	64	7.09	0.508
H 8.4	0	9	7	15	4	0	1	36	6.86	0.482
合計(点)	11	40	71	72	57	25	14	298	7.05	0.594
%	3.7	13.4	23.8	24.2	19.1	8.4	4.7	2.7		

最大長								計 (点)	平均 (cm)	標準 偏差
(cm)	~10	~11	~12	~13	~14	~15	15.1~			
H 8.1	14	14	31	21	18	18	6	124	12.44	2.085
H 8.2	15	11	13	23	23	11	15	111	12.65	2.084
H 8.3	10	7	10	19	10	9	5	70	12.44	2.058
H 8.4	8	6	10	4	3	4	4	39	11.83	2.046
合計(点)	47	38	64	67	54	42	32	344	12.44	2.082
%	13.7	11.0	18.6	19.5	15.7	12.2	9.3			

装着角度(羽口)																	
(°)	0~6	7~8	9~10	11~12	13~14	15~16	17~18	19~20	21~22	23~24	25~26	27~28	29~30	31~	計 (点)	平均 (°)	標準 偏差
H 8.1	17	22	16	14	17	13	6	3	0	2	1	0	1	1	113	12.41	6.063
H 8.2	6	7	19	18	16	12	5	3	1	5	3	1	3	2	103	14.19	6.263
H 8.3	7	9	15	5	8	3	3	6	1	0	3	4	1	3	68	14.65	8.593
H 8.4	3	7	4	5	3	6	2	1	0	0	0	0	3	2	36	14.17	7.719
合計(点)	33	45	54	42	44	34	16	13	2	7	7	5	8	8	318	13.86	7.130
%	10.4	14.2	17.0	13.2	13.8	10.7	5.0	4.1	0.6	2.2	2.2	1.6	2.5	2.5			

装着角度(羽口付炉壁)																	
(°)	0~6	7~8	9~10	11~12	13~14	15~16	17~18	19~20	21~22	23~24	25~26	27~28	29~30	31~	計 (点)	平均 (°)	標準 偏差
国S2~77	14	0	4	8	8	8	6	9	11	4	6	5	7	10	100	15.73	9.495
未掲載	15	20	43	31	18	19	7	4	2	1	1	0	2	2	165	11.72	4.992
合計(点)	29	20	47	39	26	27	13	13	13	5	7	5	9	12	265	14.38	7.828
%	10.9	7.5	17.7	14.7	9.8	10.2	4.9	4.9	4.9	1.9	2.6	1.9	3.4	4.5			

ではないので、正確な値ではない。しかしながら、例えば1号廃滓場跡出土の羽口装着角度の平均が $12\sim15^\circ$ であることから考えれば、 30° を超える値は明らかに急角度であるといえる。

出土した羽口に共通する特徴としては、炉壁部分がほとんど付着しておらず、きれいに取り除かれている点である。羽口付炉壁が多量に出土している1号廃滓場跡や10号製鉄炉跡のものとは装着や廃棄方法が異なっていた可能性がある。また、吸気部付近まで溶着津が外面に付着していることも特徴である。これも羽口の装着方法に起因する可能性がある。

10号製鉄炉跡 外観では焼成が不良だったためか、風化により製作時の痕跡がほとんどわからないものが多い。羽口の大きさは1・3号廃滓場跡から出土したものに比べて、一回り小形である。例えば、吸気部外径では6.5cm程度におさまるものが多く、吸気部が大きく開くものが少ない。先端部内径は2.7cm程度のものが多く、器厚も1cm未満と薄いものが主体である。羽口装着角度は、実測した羽口付炉壁の計測値を参考に $11\sim15^\circ$ と推量する。

以上のことから、長方形箱形炉に装着される羽口の装着角度は、 $11\sim15^\circ$ の浅角度のものと $21\sim30^\circ$ の急角度ものとの2種類がある。前者は10号製鉄炉跡から、後者は3号廃滓場跡から出土している。1号廃滓場跡からは2種類の装着角度の羽口が存在している。装着角度の違いは箱形炉の形状や送風方法が異なっていたことを示唆し、それぞれの製鉄技術が異なっていたと推察される。

先端部内径では、3号廃滓場跡が2.5cmと最も小さく、10号製鉄炉跡で2.6~2.7cm、1号廃滓場跡で2.8~3.0cmと最も大きい。先端部内径が3遺構で異なることも、それぞれの製鉄技術が異なっていた可能性が高いことを示している。

(4) 壓形炉出土の通風管

本遺跡からは6基の壓形炉(4~9号製鉄炉跡)が発見され、それらが1号環状遺構と呼んだ空間に集中して分布していた。これらの遺構群は、出土した土器の年代観から8世紀後半頃と考える。

6基の壓形炉とその周辺遺構を中心に、合計318.68kgの通風管が出土した。4~8号製鉄炉跡・2号廃滓場跡・1号環状遺構・1号住居跡から出土した通風管は、外観上の特徴では有意な差がなく、同類のものと考える。

本遺跡から出土した通風管の直胴部の内径は約7.2cmで、規格性がある。内面には幅約2cmのヘラ状工具で粘土を削った痕跡が観察され、これも多くの通風管資料で確認できる特徴である。4・5号製鉄炉跡から出土した通風管は $53\sim60^\circ$ で装着されており、スサを多量に含む粘土で炉壁に固定されていることがわかる。

通風管の胎土は多量の石英・長石粒を含み、焼成後の色調ではにぶい黄橙色を呈するなど、羽口胎土のI類と外見上の特徴が一致する。胎土中に含まれる石英・長石粒(珪砂)は1mm程度と粒径が統一されている感があり、耐火性を高めるために意図的に粘土に添加したものと考えている。

分析の結果でも羽口I類の胎土の領域にあり、同質であることを裏付ける(図180-1、資料No.109・110)。通風管の胎土は、耐火度が $1,300\sim1,460^\circ\text{C}$ と炉壁よりも $100\sim150^\circ\text{C}$ ほど高い値を示し、耐火性に優れた材料を選んで製作していたと推察される。

羽口 I 類と同質と判断できることから、通風管は本遺跡内で製作されたものではなく、搬入品である可能性が高い。

(5) 炉壁胎土に混入された通風管・土師器の破片

本遺跡の堅形炉から出土した炉壁の中には、その胎土中に通風管や土師器の破片を意図的に混入したものが散見される。第2章の図88-1・3・5、図106-1~3、図114-2~4、図115-1・2、図156-1・3、図157-1、図158-1・2などである。通風管破片が混入された炉壁の多くは、堅形炉奥壁に使用されたものと推定される。

通風管破片は本来の送風目的で使用された訳ではなく、破片を炉壁に挟み込むことで胎土の耐火性を向上させていたと推察される。土師器(資料Na.111)もAl₂O₃の値が高く、高耐火度であることから、通風管と同様の効果をねらって、炉壁胎土に埋め込まれたものと推察される。

堅形炉の奥壁部分には、送風に使用される完形の通風管が装着されている。その通風管の周りを保護するように、土師器や通風管の破片が炉壁の内面側に貼り付けられていた。通風管の周りだけを、ほかの炉壁よりも高耐火度にしていたと推察される。

このように炉壁の内面側に通風管の破片などの耐火性の異なる素材を貼り付ける手法は、本遺跡では堅形炉の炉壁だけに確認される。箱形炉資料である1・3号廐津場跡や10号製鉄炉跡の出土炉壁では、羽口破片などを意図的に胎土に混入した例は確認していない。

3. 炉壁の分析値の評価

横大道遺跡では合計で約76tの製鉄関連遺物が出土したが、15%ほどが炉壁とよばれる製鉄炉の全体部の資料である(表28)。ここでは炉壁について検討する。

(1) 箱形炉で使用された炉壁の外観観察

出土した炉壁は箱形炉に使用されたものと、堅形炉に使用されたものとに分けられる。箱形炉の炉壁は、1・3号廐津場跡や10号製鉄炉跡から出土している。

1・3号廐津場跡 そのほとんどが胎土にスサが混入されたものである。スサ痕は紙・横どちらの方向とも密に観察され、それらが織り重なっている。多量のスサを粘土に混ぜて炉壁を構築したことがわかる。炉壁の下段資料にはスサがより多く混入されている。スサのほかには、シルト岩の小塊が含まれる例があるが、顕著ではない。おそらく粘土を採取した時に混入したものであろう。

10号製鉄炉跡 ほとんどスサ痕が観察できない。1号廐津場跡出土の炉壁のように、羽口の周りにスサ痕が取り巻くような状況はまったくない。1段の高さが7~9cm程度の粘土ブロックを積み重ねて炉壁を構築していると推察される。

(2) 堅形炉で使用された炉壁の外観観察

堅形炉に使用された炉壁は4~9号製鉄炉跡を中心に出土した。6基の堅形炉は古いものから、9号製鉄炉跡→6号製鉄炉跡→7号製鉄炉跡→8号製鉄炉跡→5号製鉄炉跡→4号製鉄炉跡へと変遷するが、それぞれの製鉄炉で炉壁の構造が異なる。

9号製鉄炉跡 炉#1～3から出土した炉壁はスサ痕のある炉壁が全体の50.5% (4.8kg)で、残る49.5% (4.7kg)がスサ痕のない炉壁であった。ただ、本遺構の真正な堆積土である炉#3からは、スサ痕のない炉壁が全体の68% (4.0kg)で、主体を占める。製鉄炉の最下段は、長辺が20cm、厚さが12cmほどの炉壁ブロックを組み合わせて構築されていた。炉壁ブロックの胎土は、スサ痕がない砂質粘土であった。本遺構の炉壁は、スサを混ぜない砂質粘土だけで構築されていた可能性が高い。

6号製鉄炉跡 出土した炉壁はスサ痕がある炉壁が39% (24.7kg)、スサ痕がなく砂質の炉壁が61% (38.1kg)に分けられる。砂質粘土を用いた炉壁の方が多い。製鉄炉は厚さが5～7cmほどの炉壁ブロックをレンガのように組み合わせて、積み上げている。炉壁ブロックにはスサが入っておらず、砂質粘土を用いていた。ブロックの多くは前段階で使用された炉壁が再利用されており、なかには内面に鉄滓が付いた資料もある。炉壁ブロックを積み上げた後、それを覆うように最も炉の内側にスサ入りの粘土を貼り付けていたと推察される。

7号製鉄炉跡 出土した炉壁はスサ痕のある炉壁が全体の88% (47.7kg)を占めるが、残る12% (6.5kg)はスサ痕のない炉壁であった。製鉄炉の炉壁は、砂質粘土のブロックを積み上げて構築されていた。ブロックの大きさは28×23cmで、厚さは12～14cmである。このブロックは直方体に整形されており、おそらく別の場所で焼成したものだと推察される。つまり本遺構の操業開始期は、焼成したブロックをレンガのように積み上げて、炉壁を構築していたと考えられる。炉壁ブロックを積み上げた後、それを覆うように最も炉の内側にスサ入りの粘土を貼り付けていたと推察される。

8号製鉄炉跡 出土した炉壁はスサ痕のある炉壁が全体の70% (45.2kg)を占めるが、残る30% (18.9kg)はスサ痕のない炉壁であった。炉掘形の壁面に、炉壁ブロックをモザイクタイルのように組み合わせて、積み上げている。炉壁ブロックにはスサが入っておらず、砂質粘土のみを用いていた。ブロックの大きさは、大きなもので20×40cm、小さなものでは5×5cmほどで、厚さは約5～7cmである。ブロックの多くは前段階で使用された炉壁が再利用されており、なかには内面に鉄滓が付いた資料もある。炉壁ブロックを積み上げた後、それを覆うように最も炉の内側にスサ入りの粘土を貼り付けていたと推察される。

5号製鉄炉跡 出土した炉壁は、スサ痕のある炉壁が全体の92% (225.9kg)を占めるが、残る8% (18.6kg)はスサ痕のない炉壁であった。製鉄炉は少なくとも3回の造り替えが確認できる。奥壁および側壁は、炉掘形を空焼きした後、砂質粘土のブロックを積んで、初期段階の操業を行ったと推察されるが、最終操業の段階ではスサ入り粘土で炉壁を構築していたと推定される。

4号製鉄炉跡 出土した炉壁はスサ痕のある炉壁が全体の97% (268.01kg)を占める。製鉄炉は少なくとも3回の造り替えが確認でき、いずれの操業も炉壁はスサ入り粘土を用いて構築されていた。

以上のように、最も古い9号製鉄炉跡の炉壁はスサなしの砂質粘土だけを用いていると推察されるが、次の6・7号製鉄炉跡ではスサなしの砂質粘土ブロックをレンガのように積み上げ、その内面にスサ入りの粘土を貼付していた。さらに新しい段階の5・8号製鉄炉跡では、半地下式の竪形炉掘形の内面に砂質粘土のブロックを積んで、初期段階の操業を行っている。最も新しい4号製鉄

炉跡ではスサ入り粘土だけを用いて炉壁を構築していることがわかった。

つまり、本遺跡では最初の段階から整形炉の炉壁の構築方法が確立していた訳ではなく、段階を経ながら技術適応がなされたと推察される。

(3) 炉壁・炉底粘土の胎土分類

本遺跡出土の炉壁・炉底粘土資料については、合計26点の胎土分析を行った(第3章第5節)。

また、本遺跡では6点の基盤層の粘土を分析した。基盤層の粘土は、層位区分により2種類に分類できる。基本土層の「LIV粘土」と「LVa粘土」である。基本土層のLIVは黄褐色を呈する風化火山灰質の粘土で、本遺跡では50~100cmの層厚がある。その下位にある基本土層のLVaは、明黄褐色もしくは灰黄褐色を呈する軟質粘土である。

基盤層を分析した6点の試料のうち、2点(資料No.40・126)は基本土層のLIV粘土で、4点(資料No.41~43・127)は基本土層のLVa粘土である。図181-1は、胎土中に含まれる長石の分類指標($\text{CaO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{O}$)の3元濃度分布で、LIV粘土2点(資料No.40・126)とLVa粘土3点(資料No.41~43)はそれぞれ違う位置にある。特にLVa粘土3点(資料No.41~43)はほぼ同じ位置にあり、同質と評価できる。一方、LIV粘土2点(資料No.40・126)は、LVa粘土とは違う位置にあり、両者は成分的に異質と判断できる。

また、LIV粘土とLVa粘土を比較すると、LVa粘土の方が CaO が0.5%ほど高く、アルカリ成分($\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$)も1%ほど高い割合で含まれている。

図181-2では、長石の分類指標を基に、各遺構の炉壁・炉底胎土を検討している。1・3号庵津場跡(資料No.17・18、30~34)、4・5号製鉄炉跡(資料No.93~99)、6~8号製鉄炉跡(資料No.100~104)、1号住居跡(資料No.107)の炉壁・炉底粘土は、LVa粘土とほとんど同じ位置にある。したがって、これらの遺構ではLVa粘土を用いて、炉壁や炉底を構築していたと考える。

なお、スサ入り粘土か砂質粘土かの違いは、基質粘土を成分分析したため、ほとんど違いは反映されていない。ちなみに資料No.97・100・101・104は砂質粘土基質の炉壁資料であるが、図181ではLVa粘土と同じ位置にある。

一方、10号製鉄炉跡から出土した炉壁・炉底粘土(資料No.105・106・123)は、図181-2ではLIV粘土とほとんど同じ位置にある。したがって、10号製鉄炉跡ではLIV粘土を用いて、炉壁や炉底を構築していたと考える。

以上のことから、本遺跡では8世紀後半から9世紀前半にかけての遺構である1・3号庵津場跡や4~8号製鉄炉跡ではLVa粘土を、9世紀後半頃の10号製鉄炉跡ではLIV粘土を用いて炉壁や炉底を構築していたと推察される。LVa粘土はLIVの下位にあり、地表面から1mほど下にある粘土である。8世紀後半から9世紀前半の製鉄炉では、採掘することがより困難なLVa粘土を特別に選択して、炉壁にしていたと考える。

(4) 炉壁・炉底粘土の耐火度

分析を実施した炉壁・炉底粘土26資料のうち、耐火度試験を行ったのは16資料である(第3章表

^(註1)

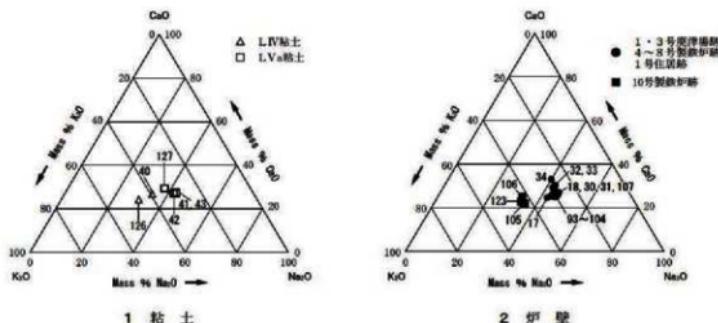


図181 粘土・炉壁の3元濃度

19参照)。

LVa粘土と、1・3号廃滓場跡や4～8号製鉄炉跡や1号住居跡出土の炉壁・炉底粘土の耐火度の平均は、1,202°C(資料数16)であった。これに対し、LIV粘土と10号製鉄炉跡出土の炉壁・炉底粘土の耐火度の平均は、1,280°C(資料数5)であった。LVa粘土の方がLIV粘土よりも80～100°Cほど低い耐火度の粘土であると考える。

基盤層の粘土だけ比較すると、LIV粘土(資料No.40・126)の耐火度は平均1,275°Cである。これに対して、LVa粘土(資料No.41～43・127)は平均1,175°Cで、両者には100°Cの耐火度の差がある。ちなみに羽口・通風管の耐火度の平均値は、LIV粘土よりもさらに90°Cほど高く、1,367°C(資料数8)である。

以上のことから、8世紀後半の堅形炉や9世紀前半の箱形炉の炉壁には、耐火度が低いにもかかわらず、採掘が困難なLVaの粘土を選択していたと推察される。先にも述べたが、LVa粘土の特徴は、CaO+K₂O+Na₂Oが相対的に高いことである。これらの成分が高いことにより、砂鉄の淬化や滓の流動性が高まる反面、耐火度は低下する。つまり、堅形炉や9世紀前半の箱形炉の炉壁は、高い耐火性よりも砂鉄との反応性や滓の流動性が優先的に求められていたと推察される。

4. 出土した炉壁の検討

(1) 箱形炉の炉高復元

10号製鉄炉跡は踏ふいご付帯の長方形箱形炉で、製鉄炉の東脇には最終操業で使用された炉壁が倒壊したままの状態で残っていた(第2章図145)。これらの資料と出土状況を基に、箱形炉の炉高を復元する。

出土した炉壁は上段から中段にかけての資料で、羽口の装着された炉壁の下段部分は遺存していなかった。図145では炉壁が集中する東側に上段資料が、炉跡に近い西側に中段資料が出土している。また、炉壁は製鉄炉の炉外側を上に、炉内面を下に向けて検出されている。このことから、

炉の東脇で検出された炉壁は、箱形炉の西壁が倒壊したものと推定される。操業直後、最初に東壁を壊して片づけた後、西壁を東方向に倒したものと推察される。その後に羽口の付いた炉壁下段を中段から取り外した可能性が高い。

製鉄炉の東脇の炉壁は東西幅50～75cm、南北長195cmの範囲に分布する。炉跡の西壁の基礎部分から倒壊した炉壁の東端(炉壁上段に相当)までは、145～155cm離れている。図145に示した炉壁が原位置を保っていたと仮定すると、復元される炉高は155cm以上となる。

出土した羽口付炉壁資料(第2章図148－6～8)では、1段目の高さは約7～9cmで、その上面に羽口が装着される。1段目は炉壁の最下段で、炉底粘土と連続する部分である。2段目は羽口が装着され、それを固定するための粘土が充填される段である。羽口の大きさにもよるが、2段目は羽口の直上まで充填される場合と、さらにその上に粘土が2～3cm充填される場合がある。2段目の高さは5.5～8cmである。

3段目より上位の炉壁は原位置から出土していないので、正確にはわからない。ただ、原位置を保っていたとされる図145に示した炉壁上段の状況を参考にすると、1段あたりの高さはおおよそ10cmほどで、この高さの粘土ブロックをレンガの壁を構築するような手法で積み上げていることがわかる。この粘土ブロックは高さ・幅・厚みともに規格的な大きさであり、1つの粘土ブロックの大きさは高さ10cm、幅20～25cm、厚さ10cmほどとみられる。炉内反応したり、欠落したりしていることを考えると、炉壁の厚さの合計は15～20cmと推定される。

以上のことから、先ほど炉高を155cm以上と推算したが、これを1段あたりの高さを10cmと仮定すると、15段のブロックが積み上げられていたと推察される。ただ、最上段の炉壁が欠落していることを考慮すると、さらに1～2段分(10～20cm)の高さを加えて、炉高を復元する必要があろう。

なお、1・3号廃滓場跡からは箱形炉の炉高を復元できるような資料は、出土していない。

(2) 箱形炉における羽口の装着個数

先に述べた10号製鉄炉跡は長方形箱形炉で、炉底面が良好に遺存した状態で検出された。ここでは炉底面の状況と出土した羽口付炉壁の検討から、羽口の装着個数を考える。

10号製鉄炉跡の炉底面の規模は、内寸で175×55cmを測る。また出土した羽口付炉壁資料では、芯々間の距離が最大で7.9cmであった。仮に羽口が等間隔で配置されたと仮定すると、次のように推算される。

$$175\text{cm (内寸)} \div 7.9\text{cm (芯々間距離)} = 22.2 \approx 22(\text{間隔数})$$

つまり、22の間隔に対し、最大でも片側の側壁に羽口が21個体、両側壁で計42個体の羽口が装着された状態であったと算定される。芯々間の間隔の誤差を加味すれば、片側の側壁におおよそ20個体の羽口が並んだ状態ではなかったかと推定される。

なお1号廃滓場跡から出土した羽口付炉壁では、羽口の芯々間距離が平均で13cmほどであった。つまり、10号製鉄炉跡に比べれば、約2倍の間隔で羽口が配列されていたと推察される。ただし、1号廃滓場跡については、製鉄炉を調査していないので、炉の大きさについては不明であり、1回

の操業あたりに炉に装着された羽口の個数は割り出すことができなかった。

また、3号廃滓場跡からは、羽口の芯々間距離を計測できる炉壁資料がなく、装着個数の検討はできなかった。

(3) 1号廃滓場跡出土の圧着炉壁

1号廃滓場跡からは、内面の溶着津同士が圧着した炉壁資料が出土している(第2章図52・53・59・60・67・78など)。内面は溶融もしくは半溶融状態で圧着されているため、双方の津は一体化している。双方の最外層は炉壁胎土で、多量のスサが混和された炉壁である。どちらの溶着津も発泡しており、津の断面は灰黄色である。光沢のあるなめらかな表面を形成する。

このような状況から内面が溶融もしくは半溶融状態で、意図的に圧着したと推察される。温度が下がり、表面が固化した後では溶融圧着はしない。外側に炉壁を引っ張り、炉壁を崩した場合には内面はすぐに温度が下がり、双方の付着津が一体化することはないと想定される。

おそらく炉内がまだ温度が高いまま、両側から内側に炉壁を押し込んで解体する方法があったのではないかと推定される。メリットとしては炉内面の灼熱面を押さええることができる、灼熱による激しい輻射を抑制できるという。ただ、炉をどのような方法で内側に押し込んで解体したのかは不明である。

(4) 積形炉の復元

本遺跡では6基の積形炉が発見されたが、炉壁・通風管・踏ふいご掘形の遺存状況から、4・5号製鉄炉跡については、製鉄炉の推定復元が可能である。

4号製鉄炉跡 製鉄炉の前壁は崩壊していたが、側壁・奥壁を中心に炉底面から80~100cmの高さで炉壁が遺存していた。炉底面から30~50cmほどの高さまでは、壁が大きく抉れていて、炉内面は起伏の激しい発泡帶である。炉壁胎土の大部分はガラス質津に変化している。

その上位の炉底面から50~100cmまでの高さには、溶着津が付着していた。溶着津の表面は平滑で、内部は発泡している。本遺構では溶着津付着範囲は途中で失われており、さらにその上位に砂鉄焼結帯や炉壁最上段が想定される。

出土した通風管(第2章図105-3)や製鉄炉奥壁の傾斜から、通風管の装着角度は60°であったと想定される。また、炉壁の下段から中段にかけての立ちあがり角度が80°であったと推定される。炉底面から100cmの高さまでは80°の角度で立ち上ると推定し、そこから上位がほぼ垂直に立ち上るものと想定して、復元したのが図182-1である。

踏ふいご底面と炉底面との位置関係や、通風管の装着角度が60°であったことから考えると、操業の開始時の送風は炉底面に直接あたるような設計であったと推察される。また、操業初期段階では、通風管は長さが70cmほどであったと想定され、操業末期には炉壁の浸食に伴い、長さが短くなると推定される。その浸食を少しでも遅らせ、操業時間を長くしようとする工夫が、炉壁胎土に通風管の破片を埋め込む手法ではなかったかと推察される。

奥壁中央には直径3~4cmの小穴が穿たれていた。この小穴は3ヵ所あり、ほぼ中央に並んで配

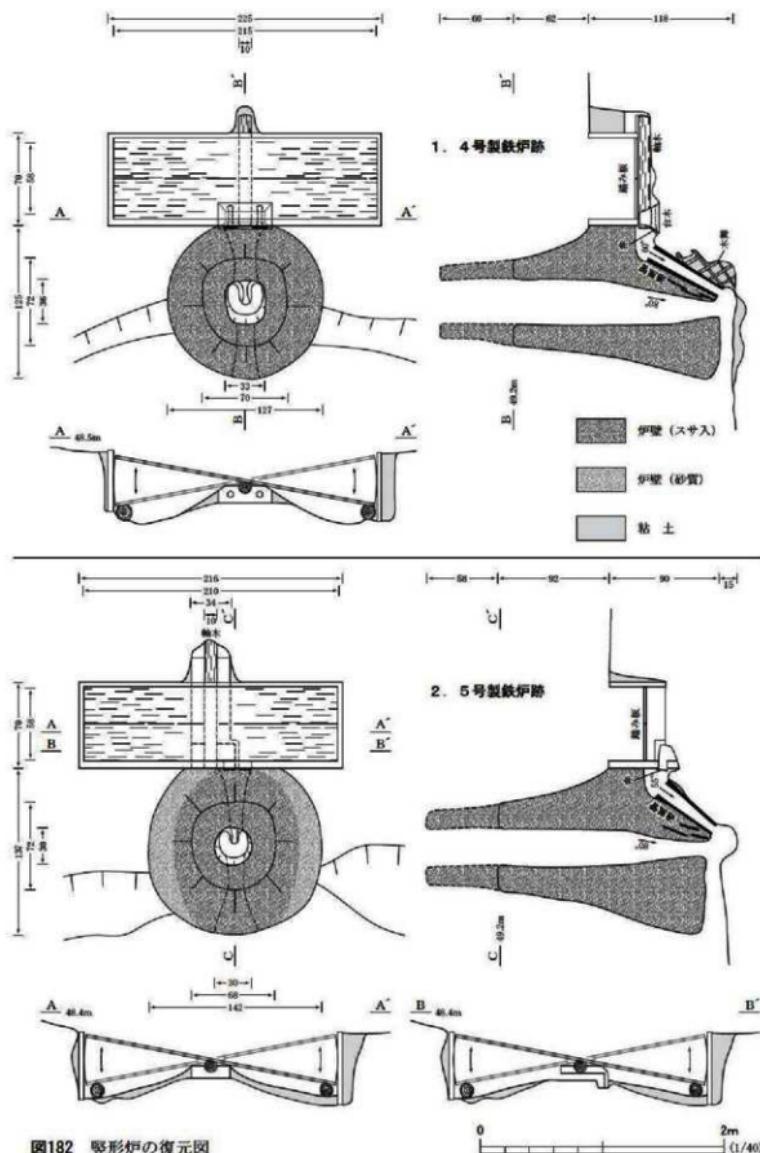


図182 堆形炉の復元図

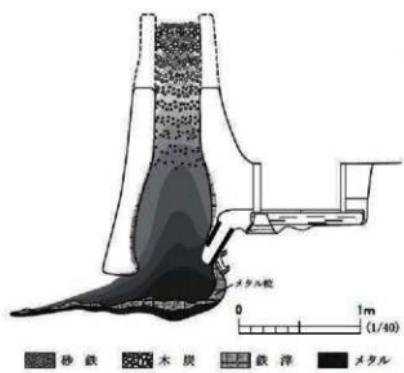


図183 型式炉の炉内復元

くとも炉底面から100cmまでは炉壁の中段とよばれる部分であり、その上位には砂鉄が反応する部分である炉壁上段や加熱帯である炉壁最上段があったと推定される。

4号製鉄炉跡は、上部と下部の作業場の高低差を利用した半地下式の型式炉である。両作業場の高低差は80cmほどであり、炉高が180cm程度であったとするなら、上部作業場から高さ100cmほどの炉壁が立ち上がっていたと推察される。

炉の大きさについては、炉上端で内寸36×30cmと推定した。炉奥壁の中段から下段にかけての傾斜から、炉底面に向かって漏斗状にそびまっていたと推察される。操業が活発になると炉壁下段を中心で浸食されることから、下段の炉壁はかなり厚く構築されていたと考えられる。想定図では最下段の炉壁の厚さを50cmと推定した。したがって下端での規模は、直径127cmほどと推定する。

踏ふいごの大きさについては、遺構の底面規模から判断して、踏み板の大きさを215×68cmと推定した。中央には軸木が据えられ、それを支える「台木」があると推定した。送風孔や送風弁については、台木の中に左右2カ所の孔を空けて、その左右の孔から交互に送風される構造を考えた。その孔の外側(炉内側)に逆流防止弁を付けければ、踏ふいごによる交互送風が可能と考えた。

踏ふいごの踏み板の上下動は40cmを想定した。検出された踏ふいご掘形の底面の形状から、踏み板が直接、底面に接触する構造ではなかったと推察した。

5号製鉄炉跡 製鉄炉の前壁が遺存した状態で検出され、奥壁に通風管が装着されていた。側壁・奥壁を中心に炉底面から90～100cmの高さで炉壁が遺存していた。前壁の最下部には高さ20cmほどの孔が空いていて、炉内へと通じている。排滓孔と推察される。

前壁を取り外して調査を行わなかったため、炉内面下部の状況は観察できなかった。炉内面上部は溶着滓が付着し、その表面は平滑であった。この溶着滓付着範囲は途中で失われており、さらにその上位に砂鉄焼結帯や炉壁最上段が想定される。

通風管の装着角度は55°であったと想定される。また、炉壁の下段から中段にかけての立ちあが

置されている。通風管と奥壁との間には、木舞とよばれる骨組みを埋め込み、固定していると推察される。操業開始時には、通風管の上位に相当量の炉壁が積み上げられていたと考えられ、その重量を支えるためには木舞のような骨組みが必要だったと推察される。

想定図の炉高については、炉底面から180cmを推定する場合(実線)と240cmを推定する場合(破線)の2パターンを想定した。ただ炉高については、先ほどの炉底面から100cmほどの高さまで溶着滓が付着したこと以外に、議論の材料を持ち合わせていない。少な

り角度が 80° であったと推定される。炉底面から100cmの高さまでは 80° の角度で立ち上ると推定し、そこから上位がほぼ垂直に立ち上がるものと想定して、復元したのが図182-2である。

4号製鉄炉跡の復元と同じように、操業の開始時の送風は炉底面に直接あたるような設計であったと推察される。4号製鉄炉跡との違いは、炉底面が楕円形にくぼんでいていることである。ただ、操業開始時から炉底面がくぼんでいたかどうかは不明である。

想定図の炉高については、4号製鉄炉跡と同様に、炉底面から180cmを推定する場合(実線)と240cmを推定する場合(破線)の2パターンを想定した。少なくとも下から100cmまでは炉壁の中段とよばれる部分であり、その上位には砂鉄が反応する部分である炉壁上段や加熱帯である炉壁最上段があつたと推定される。

5号製鉄炉跡は、上部と下部の作業場の高低差を利用した半地下式の堅形炉である。両作業場の高低差は90cmほどであり、炉高が180cm程度であったとするなら、上部作業場から高さ90cmほどの炉壁が立ち上がっていたと推察される。

復元図での炉の大きさについては、炉A面の大きさ(48×35cm)を参考に、炉上端で内寸 $30\times 30\text{cm}$ と推定した。炉奥壁の中段から下段にかけての傾斜から、炉底面に向かって漏斗状にすぼまっていたと推察される。操業が活発になると炉壁下段を中心に浸食されることから、下段の炉壁はかなり厚く構築されていたと考量する。想定図では最下段の炉壁の厚さを60cmと推定した。したがって下端での規模は、直径140cmほどで、4号製鉄炉跡の復元図よりも少し大きい。

踏ふいごの大きさについては、造構の底面規模から判断して、踏み板の大きさを $210\times 58\text{cm}$ と推定した。中央には軸木が据えられ、それを支える「台木」があると推定した。ただ、踏ふいごの軸と製鉄炉の主軸は外れていて、4号製鉄炉跡のような想定は難しい。台木の下側面を「L」字にくりぬいて、送風弁に接続するような構造が考量される。今後は、出土遺物から送風装置を復元することは困難であるので、実証・実験的な検討が必要である。

5. 鉄塊系遺物について

本遺跡では合計で479.5kgの鉄塊系遺物が出土した。このうち、28点について金属鉄の分析を行った。その一覧については第3章の表14に掲載している。ここでは分析結果を基に考察する。

(1) 鉄塊系遺物の出土量

表28に各製鉄炉跡と廃滓堆跡から出土した鉄塊系遺物の出土量を示す。ちなみに、今回の調査で「鉄塊系遺物」と分類した資料は、金属探知機でレベル特しおよびLを示すものに限定しており、レベルM以下はこれに含めていない。

鉄塊系遺物の出土量はおおむね排滓量に比例している。

(2) 鉄塊系遺物の炭素濃度

鉄塊系遺物について、第3章第5節では、「炭素濃度が2.2%以上の鉄鉱資料が25資料中16資料が多い。鉄鉱の炭素量ほど高くはないが、過共析鋼の濃度範囲の鉄塊系遺物は5資料あり、25資料中

21資料がこれらの高炭素鉄で、本遺跡では高炭素の鉄を生産していたとみられよう。』と結論づけている。

ここでは、箱形炉の由来資料である1・3号廃滓場跡、10号製鉄炉跡と、整形炉由来資料である4・5号製鉄炉跡に分けて検討を加える。

【箱形炉】

1号廃滓場跡 合計で379.36kgの鉄塊系遺物が出土している。このうち、流出滓の中にメタル反応(特L・L)がある資料が最も多く、鉄塊系遺物全体の32%を占める。炉内滓の中にメタル反応がある資料も全体の30%が多い。

また、外観の観察で目立った滓部がない鉄塊そのものの資料は、36.03kg出土している。その鉄塊の法量の平均値は長さ4.4cm、幅3.1cm、厚さ1.9cm、重さは58.1gとなる(表30)。

1号廃滓場跡から出土した鉄塊の特徴は、繭玉形もしくはそれよりやや丸みを帯びたウズラの卵形の資料が多いことである。繭玉がいくつか連結して棒状を呈する資料もある。繭玉形の鉄塊は、流出滓の内部に潜り込んだ状態を確認できることから、流れ鉄鉄とよばれる資料の可能性が高い。

1号廃滓場跡で金属鉄の分析を行った鉄塊系遺物は9点で、そのうち7点が炭素濃度2.14%以上の亜共晶鉄であった。このほかの2点(資料No.3・11)は、過共析鋼であった。2点とも鉄塊そのものの資料で、金属鉄と鉄滓が混在したようなものではない。

したがって、1号廃滓場跡では、鉄鉄(銑鉄)生産が主体であった可能性が高いが、高炭素鋼も一定量認められることは注目すべきである。

3号廃滓場跡 合計で11.55kgの鉄塊系遺物が出土している。出土した鉄塊系遺物のうち、鉄滓の付着がほとんどなく鉄塊そのものの資料は、繭玉状もしくは棒状を呈するものが多い。外観上の特徴は、1号廃滓場跡の出土鉄塊とほとんど変わりはない。3号廃滓場跡で金属鉄の分析を行った鉄塊系遺物は4点で、そのうち3点が炭素濃度2.14%以上の亜共晶鉄であった。このほかの1点(資料No.9)は、亜共析鋼(炭素濃度0.24%)であったが、金属鉄が十分まとまりきれおらず、生成途中の資料と判断される。

したがって、3号廃滓場跡では、鉄鉄(銑鉄)生産が主体であった可能性が高い。

10号製鉄炉跡 合計で2.03kgの鉄塊系遺物が出土した。典型的な流出滓破片の内部に、繭玉状の鉄塊が内包された資料が出土している。10号製鉄炉跡で分析を行った鉄塊系遺物は4点で、そのすべてが炭素濃度2.14%以上の亜共晶鉄であった。

このような状況から、10号製鉄炉跡では鉄鉄(銑鉄)生産が行われた可能性が高い。

【整形炉】

4・5号製鉄炉跡 4号製鉄炉跡からは7.22kg、5号製鉄炉跡からは5.0kgの鉄塊系遺物が出土している。両遺構から出土した鉄塊系遺物の特徴は、整形炉特有の流出滓の中に鉄塊が内包している資料が多い。整形炉特有の流出滓は、表面に光沢がなく、内部はやや発泡しガラス質に富んだものである。そのなかで鉄塊系遺物(流出滓)とした資料は、全体的に滓の流动性が悪く、金属鉄と鉄滓が

表30 1号廃滓場跡出土鉄塊の法量

長さ

(cm)	~2.5	~3.0	~3.5	~4.0	~4.5	~5.0	~5.5	5.6~	計 (点)	平均 (cm)	標準 偏差
H 2 1	3	9	10	16	7	4	2	6	57	4.30	2.485
H 2 2	0	1	2	0	0	0	1	4	8	5.41	2.284
H 2 3	0	0	3	0	1	1	0	2	7	4.50	1.209
H 2 4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3.00	0.000
全体(点)	3	11	15	16	8	5	3	12	73	4.43	2.383
%	4.1	15.1	20.5	21.9	11.0	6.8	4.1	16.4			

幅

(cm)	~1.5	~2.0	~2.5	~3.0	~3.5	~4.0	~4.5	~5.0	~5.5	5.6~	計 (点)	平均 (cm)	標準 偏差
H 2 1	1	6	16	14	7	7	3	2	0	2	57	2.96	0.991
H 2 2	0	0	1	2	1	1	1	1	0	1	8	3.88	1.384
H 2 3	0	1	1	2	1	0	1	0	0	1	7	3.34	1.260
H 2 4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2.10	0.000
全体(点)	1	6	19	18	9	8	5	3	0	4	73	3.09	1.108
%	1.4	8.2	26	24.7	12.3	11	6.80	4.10	0	5.5			

厚さ

(cm)	~1.0	~1.5	~2.0	~2.5	2.6~	計 (点)	平均 (cm)	標準 偏差
H 2 1	0	24	21	7	5	57	1.83	0.733
H 2 2	0	2	3	0	3	8	2.45	1.045
H 2 3	1	1	3	2	0	7	1.81	0.482
H 2 4	0	1	0	0	0	1	1.40	0.000
全体(点)	1	28	27	9	8	73	1.89	0.776
%	1.4	38.4	37.0	12.3	11.0			

重量

(kg)	~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~	計 (kg)	平均 (kg)
H 2 1	1	14	15	14	4	2	0	3	4	57	54.21
H 2 2	0	0	1	2	1	0	1	0	3	8	94.16
H 2 3	0	1	1	2	1	1	0	0	1	7	53.91
H 2 4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	22.00
全体(点)	1	15	18	18	6	3	1	3	8	73	58.12
%	1.4	20.5	24.7	24.7	8.2	4.1	1.4	4.1	11.0		

混在したものが多い。その金属鉄の部分のはほとんどが鉻化していると推察され、表面は茶褐色のさびで覆われている。1号廃滓場跡や10号製鉄炉跡の出土資料にあるような流動性が良好な流出滓の中に鉄塊が内包しているような資料は少ない。

両遺構で分析した鉄塊系遺物は11点である。顕微鏡組織の観察結果も含めて考えると、鉄滓中で金属鉄が良くまとまつた資料(資料No.51・52・54・56・57)では、炭素濃度が0.74%の亜共析鋼1点、1.83%の過共析鋼1点、2.14%以上の亜共晶鉄3点に分かれる。これらの良好な鉄塊資料の分析結果から判断すると、本遺跡の堅形炉では鉄鉱が主体に生産されていたと推察される。ただ必ずしもそれだけではなく、中・高炭素の鋼も生成していたと推量される。

一方、金属鉄と鉄滓の分離が十分ではない資料(資料No.53・55・58~61)は、顕微鏡組織観察では炭素濃度が0.02%程度のフェライト領域の資料が多い。このような資料は炉壁内面に垂下した滓に未凝集のメタルが混在したものと判断される。したがって、生成したフェライト領域の鉄を利用す

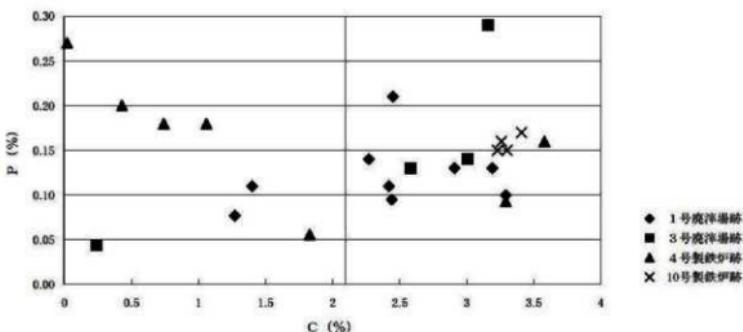


図184 鉄塊系遺物の炭素・リン濃度

ることはなかったと推察される。このことから整形炉で生産された鉄は、鉄を主体としながら、亜共析鋼から過共析鋼も生成していたと推量される。

以上のことから本遺跡の製鉄炉跡では、時期ごとに次のような鉄生産が行われたと推察される。

- ① 3号廃津塙跡(箱形炉: 8世紀後半) 鉄生産
- ② 4・5号製鉄炉跡(整形炉: 8世紀後半) 鉄主体(高炭素鋼あり)の生産
- ③ 1号廃津塙跡(箱形炉: 9世紀前半) 鉄主体(高炭素鋼あり)の生産
- ④ 10号製鉄炉跡(箱形炉: 9世紀後半) 鉄生産

(3) 鉄塊系遺物の炭素とリン濃度

これまでの研究成果により、古代の鉄遺物での鉄と鍛鉄で、リン濃度が異なることが指摘されている(新井 2005)。この研究によれば、鉄ではリン濃度0.1%以上が主であるのに対し、鍛鉄などの低中炭素素材では逆に0.1%以下がほとんどであるという。また、鉄滓と鉄(純鉄)の間にリンがどのように配分されるかについては、1,250°C以下では鉄滓に、1,300°C以上では純鉄に配分されることを明らかにしている(新井 2000)。

図184は、鉄塊系遺物における炭素とリンの比率を示す。炭素濃度が2.14%以上の鉄領域では、リン濃度が0.1~0.17%のものがほとんどである。このことは先の研究を追認する結果であった。

低~高炭素鋼領域(炭素濃度2.14%未満)では、整形炉資料と箱形炉資料でリン濃度がまったく異なることがわかった。整形炉資料では、低炭素濃度でもリン濃度は0.18%以上と高いことがわかる。

一方、箱形炉資料では低炭素になればなるほど、リン濃度も下がる傾向がある。金属鉄が還元途中で未凝集の段階ではリン濃度が低く、凝集が進むにしたがってリン濃度が増えたと推察される。おそらく箱形炉で生産される鉄が炭素濃度1.8%以下であれば、リン濃度は0.1%以下におさまると推察される。

このことから逆説的に考えると、整形炉では鉄がまとまりきらない段階から、リン濃度が高くなるような操業(1,300°C以上)であったと推察される。

6. 鉄滓について

横大道遺跡では合計で63.1tの鉄滓が出土した。これらは形態的特徴により、炉内滓・炉底滓・流出滓・鉄滓碎片・砂鉄焼結塊・ガラス質滓・再結合滓に分類できる。分類基準については第1章第5節で詳述している。

(1) 排滓量の比較

表28に各製鉄炉跡と廃滓場跡から出土した排滓量と分類別重量を示す。

本遺跡で排滓量が多い製鉄炉跡・廃滓場跡は、次の5遺構である。

1号廃滓場跡(排滓量51,391kg)・2号廃滓場跡(排滓量4,798kg)・3号廃滓場跡(排滓量2,666kg)

10号製鉄炉跡(排滓量1,300kg)・4号製鉄炉跡(排滓量1,149kg)

これらに5号製鉄炉跡(排滓量793kg)が続くが、そのほかは排滓量500kg以下の製鉄炉跡が多い。特に、1号環状遺構内部の6～9号製鉄炉跡では、出土量が極めて少ない。

次に鉄滓(炉内滓・炉底滓・流出滓・鉄滓碎片の合計)と炉壁の重量比を製鉄炉別に比較すると、次のような特徴が看取できる。

① 鉄滓(75%)：炉壁(25%)の比率の製鉄炉跡

3号廃滓場跡(箱形炉：8世紀後半)・4号製鉄炉跡(整形炉：8世紀後半)

② 鉄滓(80%)：炉壁(20%)の比率の製鉄炉跡

10号製鉄炉跡(箱形炉：9世紀後半)

③ 鉄滓(85%)：炉壁(15%)の比率の製鉄炉跡

1号廃滓場跡(箱形炉：9世紀前半)

つまり、鉄滓：炉壁の比率の検討において、8世紀後半の製鉄炉跡を中心としたデータ群と9世紀前半から後半の製鉄炉跡を中心としたデータ群に区分でき、その違いはより明確となった。10号製鉄炉跡で炉壁の割合が1号廃滓場跡より多くなっているが、これは排滓量の違いだと推察される。おそらく、10号製鉄炉跡が10t程度の排滓量の遺構であれば、その鉄滓の比率は1号廃滓場跡に近づくものと予想される。

(2) 鉄滓の還元比率

本遺跡では、55点の鉄滓について分析を行った。その一覧については第3章の表16に掲載している。ここでは分析結果を基に考察する。

【箱形炉】

砂鉄に含まれる鉄分(FeO_3 など)は、ヘマタイト(Fe_2O_3)→ウスタイト(FeO)→金属鉄(Fe)へと還元される。したがって鉄滓に含まれる Fe_2O_3 と FeO の成分比を検討することで、どれくらい鉄の還元が進行したかを推定することができる。

第3章の図23・24では、鉄滓の特徴について近隣の割田・荻原遺跡も含めてその代表的成分である FeO 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 の面から検討している。各遺跡の FeO - Fe_2O_3 - TiO_2 (図23)、 FeO - Fe_2O_3 -

SiO_2 (図24) の3元成分データを箱形炉、堅形炉に区分し、砂鉄データ(横大道・荻原遺跡)とともに示している。

まず、図23では本遺跡の箱形炉と堅形炉の鉄滓の違いが明瞭である。本遺跡の箱形炉の鉄滓データ群は、砂鉄のプロットを始点として、やや左上方向に並んでいる。これは還元により Fe_2O_3 の割合が減少し、 FeO の割合が増すことを示している。還元が進んだ段階では、相対的に鉄滓成分中の TiO_2 が上昇することを示している。 $\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$ 間で幅広く分布するのは操業開始初期から、安定している最盛期、操業末期の吹き下ろし時期まで様々な操業条件があるためであろう。特に本遺跡の箱形炉の鉄滓データは、 FeO が40~60%、 Fe_2O_3 が0~20%、 TiO_2 が40%にデータが集中する傾向がある。これらの鉄滓は、箱形炉の操業が安定している最盛期に排出されたものと推定される。

また、本遺跡の箱形炉の鉄滓データ群と割田遺跡群の箱形炉の鉄滓データ群は、ほとんど同じ位置関係にある。このことから、図23の箱形炉のデータ群は、本地域の高チタン砂鉄を原料として用いて、箱形炉で操業した場合に、鉄がどのように還元したのかを代表的に示している。

【堅形炉】

図23の堅形炉の鉄滓のデータ群は FeO が5~30%、 Fe_2O_3 が20~50%、 TiO_2 が50%にデータが集中する傾向がある。箱形炉のデータ群と比較すると、明らかに砂鉄のプロットに近く、 Fe_2O_3 の多い右側に集中することがわかる。このことは、鉄の還元に関しては、箱形炉に比べて堅形炉の方が不良な領域の鉄滓が多く排出されていたことを示唆する。ただ、これは堅形炉の操業が不良であったことを示す証ではない。実際に堅形炉で鉄生産に成功していたとすると、鉄が還元しないで生成したとは考えにくい。あくまで、鉄滓が排出される段階での操業条件を示していると推定される。今後は高チタン砂鉄を製錬した堅形炉のデータを蓄積した上で、議論すべき課題である。

図24も箱形炉と堅形炉のデータ群の違いは、明瞭である。箱形炉のデータ群は、砂鉄のプロットを始点に、 FeO が50~75%、 Fe_2O_3 が0~20%、 SiO_2 が15~40%にデータが集中する傾向がある。 Fe_2O_3 の減少とともに SiO_2 が増加している。鉄の還元が最も進んだと推定される Fe_2O_3 が20%以下の場合は、 SiO_2 が増加する傾向が明瞭に見て取れる。 SiO_2 の増加は炉壁の融解によるものと考量される。したがって、箱形炉では、鉄の還元進行と胎土の溶解が連続的に進んでいると判断される。

一方、堅形炉のデータ群は砂鉄のプロットを始点に、 FeO が10~30%、 Fe_2O_3 が50~70%、 SiO_2 が5~50%にデータが集中する傾向がある。箱形炉のデータ群に比べて、堅形炉のデータ群の方が SiO_2 の変動幅が大きい。堅形炉の方が、炉壁胎土の溶解が不連続であったことを示している。

(3) 鉄滓の鉱物組織と $\text{FeOn}-\text{SiO}_2-\text{TiO}_2$ 系状態図

図185は、鉄滓の主要成分である FeOn ($\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$)、 SiO_2 、 TiO_2 の3成分の合計を100%になるように換算し、その比率をトライアングルグラフで示している。この図で示された鉄滓の状態図は、ドイツ鉄鋼協会『Slag Atlas (2nd Ed.)』に掲載された $\text{FeOn}-\text{SiO}_2-\text{TiO}_2$ 系状態図を基に作成され、溶解状態から各鉱物相が初晶として晶出する領域を示している。

本遺跡から出土した鉄滓は、高チタン砂鉄を原料に生成したものであるため、そのほとんどが図

185で示されたウルボスピニル・イルメナイト・シュードブルッカイト領域にプロットされる。ただ、この領域は各鉱物相が初晶として晶出する領域を示しているので、厳密には顕微鏡観察結果と一致しないことがある。例えばシュードブルッカイト領域にプロットされた資料であっても、顕微鏡観察ではイルメナイト主体の組織であったりする。ここでは、各造構別に鉄滓の成分分析結果と顕微鏡観察を見比べながら、製鉄炉の操業条件を考察する。

【箱形炉】

1号廃滓場跡 分析した鉄滓11点を図185-1にプロットした。これらはウルボスピニル・イルメナイト・シュードブルッカイト領域の中でも、融点が1,250～1,300°Cの帯域に分布している。この中でイルメナイト・シュードブルッカイト・クリストバライトの境界付近には、5点(資料No.15・21・24・25・26)がプロットされる。これらは推算される製鉄歩留まり(次項参照)が20%以上の鉄滓で、顕微鏡組織ではイルメナイト・シュードブルッカイトが主体的である。外観的にも流動単位の大きな流出滓資料が多く、箱形炉の操業が最も安定した段階に排出された鉄滓であると推察される。

FeO_n-SiO₂-TiO₂成分系ではイルメナイト・シュードブルッカイト・クリストバライトの境界付近が、最も鉄滓の融点が低くなるといわれている。この領域に安定期の鉄滓がプロットされていることは、1号廃滓場跡の箱形炉の操業が良好に推移したことを見せる。

また、安定期に排出された鉄滓のなかには、炭素濃度が3%程度の金属鉄を内包する資料(資料No.21)がある。このことは操業安定期では鉄鉱が炉外に流れ出ていたことを明確に示している。

一方、顕微鏡組織観察で砂鉄粒子が残る資料(資料No.14)や還元が不十分な金属鉄を含む資料(資料No.22)は、砂鉄のプロットに近い側にある。これらはウルボスピニルの領域にあり、顕微鏡観察結果とも一致する。

3号廃滓場跡 図185-2では、3号廃滓場跡から出土した3点の鉄滓は、ほとんど1号廃滓場跡のものと同じ位置にプロットされる。砂鉄のプロットを始点に、右下がりに移動して、ウルボスピニル領域の1,250～1,300°Cに入り、その帯域のなかでイルメナイトからシュードブルッカイト・クリストバライトの境界付近に向かってデータが推移している。このことから、1号廃滓場跡の箱形炉と同じような操業条件であったと推察される。

10号製鉄炉跡 図185-2では、10号廃滓場跡から出土した10点の鉄滓は、ほとんど1号廃滓場跡のものと同じ位置にプロットされる。砂鉄粒子の残る資料(資料No.118)や製鉄歩留まりが20%以下の資料(資料No.90・91・119・120)がウルボスピニル領域の1,250～1,300°Cの帯域にプロットされる。これらのプロットを経て、資料No.92・122のイルメナイトからシュードブルッカイト・クリストバライトの境界付近に向かってデータが推移している。このことから、1号廃滓場跡の箱形炉と同じような操業条件であったと推察される。

以上のことから、図185-1・2に示した本遺跡の箱形炉の鉄滓データは、ほとんど同じ帯域にプロットされることがわかった。つまり、砂鉄のプロットを始点として、右下がりに移動して、ウルボスピニル領域の1,250～1,300°Cに入り、その帯域のなかでイルメナイトからシュードブルッカ

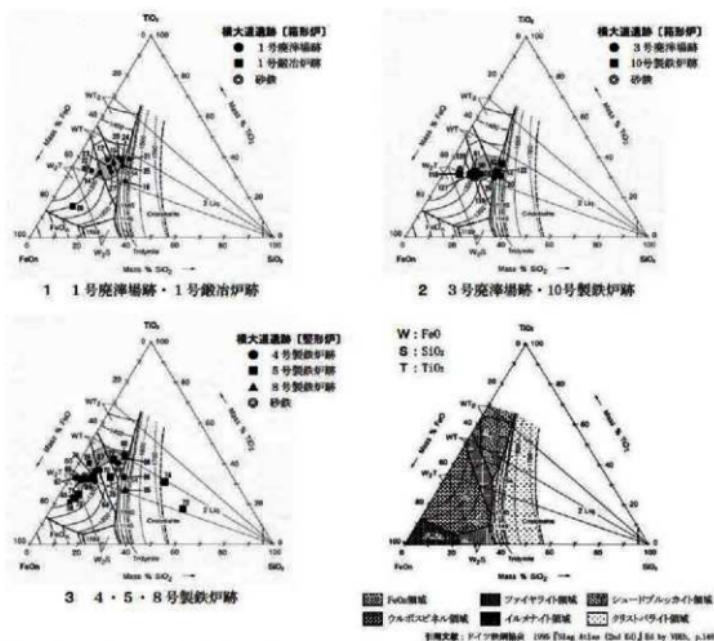


図185 FeOn - SiO₂ - TiO₂系状態図集成
イト・クリストバライトの境界付近に向かってデータが推移したと考量される。

本遺跡の箱形炉では高チタン砂鉄への技術適応として、次のような鉄滓生成プロセスが想定される。まず、還元により鉄成分が減少して相対的に鉄滓のTiO₂が上昇する。この場合、炉壁胎土の融解(SiO₂の上昇)がなければ、鉄滓の融点は高くなる一方である。この融点を制御するには、適度に炉壁胎土を融解させることで、鉄滓の融点を下げていたと推察される。^(註3)

【整形炉】

図185-3に本遺跡の整形炉(4・5・8号製鉄炉跡)の鉄滓データを示す。砂鉄データに近い位置に、砂鉄焼塊(資料No.64・65・67・84)や還元が不十分な金属鉄を含む資料(資料No.71)や製鉄歩留まりが20%以下の資料(資料No.70・85)が集中して分布していることがわかる。これらは主にウルボスピニル領域の1,300～1,350°Cの帯域にある。顕微鏡でもこれらの資料にはウルボスピニルが観察され、状態図とおおよそ一致している。^(註4)

一方、製鉄歩留まりが20%以上の資料(資料No.68・69・77・86)は、シュードブルッカイト領域の1,300～1,350°Cの帯域にある。これらは顕微鏡観察ではイルメナイト主体で、必ずしも状態図と一致しない。ただ、操業の安定期に排出されたと推定できる鉄滓が、シュードブルッカイト・クリス

トバライドの境界付近に分布していることは、操業条件を考える上で重要である。おそらく、この領域を目標とした操業を行ったと推察される。この領域の鉄滓が排出される操業環境を持続することで、鉄生産が可能であったと考えている。

本遺跡の堅形炉の鉄滓データも、砂鉄のプロットを始点として、右下がりに移動して、ウルボスピニエル領域の1,300～1,350°Cの帶域に入り、その帶域のなかでイルメナイトからショードブルッカイト・クリストバライドの境界付近に向かってデータが推移している。この推移は、箱形炉のデータと同様に、鉄滓のTiO₂の上昇をSiO₂の添加によって制御していたと読み解くことができる。

本遺跡の堅形炉では、原料である砂鉄のチタン濃度が非常に高く、鉄滓の流动性や融点の上昇を制御することは、極めて重要な技術課題であったと推察される。この課題を克服するために、炉壁胎土の溶解(SiO₂の添加)が重要な役割を果たしていたと考量される。先に述べたように、堅形炉の炉壁にあえて耐火度の低い粘土を選択していたことも、高チタン砂鉄への技術適応であったと推察される。

また、堅形炉と箱形炉の鉄滓データを比較した場合、明らかに堅形炉の方が融点が高い側でデータが推移している。このことは箱形炉よりも堅形炉の方が製錬温度が高かった可能性を示唆する。ただ製錬温度については、鉄滓の主要3成分(FeO_n・SiO₂・TiO₂)だけではなく、このほかの微量成分配分からの検討も必要である。このことについては、今後、堅形炉の鉄滓データを蓄積した上で再び議論したいと考えている。

7. 砂鉄について

ここでは砂鉄成分と鉄滓成分を比較することで、製錬歩留まりを試算する。

(1) 横大道遺跡の砂鉄の特徴

本遺跡では3種類の砂鉄を分析している。4号製鉄炉跡から出土した肉眼的にも夾雜物の少ない砂鉄の資料No.1、1号廐萍場跡周辺土壤から採取した泥土混じりの資料No.44、村上(小高)海岸採取の砂鉄の資料No.114である。

資料No.1は、4号製鉄炉跡の炉跡のそばから出土した砂鉄である。砂鉄は約1cmの層をなして堆積していたため、ほとんど粘土などが混じることなく採取ができた資料である。したがって、資料No.1は4号製鉄炉跡の原料砂鉄であった可能性は高い。

資料No.44は1号廐萍場跡周辺の土壤を採取して、比重選鉱を繰り返し採取した資料である。第3章の図10・11で粒度分布を検討しているが、資料No.44は資料No.1に比べ、小粒径側が失われているという。砂鉄が風雨で流れる過程や採取時の比重選鉱で、小粒径側が失われた可能性が高い。そのため小粒径側の高チタン部分が流出し、分析値ではTiO₂が低めに変質していると推定される。したがって資料No.44は、実際に1号廐萍場跡で原料として使われた可能性は低い。

資料No.114は、本遺跡から最も近い海岸である村上(小高)海岸から採取した砂鉄である。選鉱が十分ではなく、T.Feが30%、SiO₂が28%であったため、TiO₂が18%と低めであった。選鉱を十分に

進めて、 SiO_2 を下げれば、 TiO_2 の比率が高くなると推定される。おそらく、資料No.1に分析値が近くと予想される。

以上のことから、横大道遺跡では、4号製鉄炉跡から出土した資料No.1が原料砂鉄のデータとして最も信頼性が高い。資料No.1は TiO_2 が32.0%で、T.Feが41.1%の砂鉄で、相双地域にあっても非常にチタン濃度の高い砂鉄に分類される(鈴木・早川1953)。

(2) 砂鉄焼結塊

遺構から出土した砂鉄は、それ自体が稀少で、4号製鉄炉跡のように砂鉄だけが層をなして出土することは稀である。多くの砂鉄は、ほかの鉄滓などに混じって、または土砂に混じった状態で出土するため、調査で採取した後の処理が最大の課題である。当然、磁石を使っての選鉱は意味をなさないし、土砂が混じった状態でも分析値は信頼性を失う。したがって出土した「泥まみれ」の砂鉄を比重選鉱によって、洗うことになる。この比重選鉱の度合いにより、分析値は大きく異なることがわかった(資料No.44・114)。

また、資料No.1が「本当に製鉄炉に投入された砂鉄であったのか」を検証する必要があった。そこで、各遺構の出土遺物から砂鉄が半融解状態、もしくは表面に砂鉄粒子が確認できる資料を砂鉄焼結塊として抽出し、資料No.1の砂鉄と比較を行い、分析値の信頼性を検証した。

本遺跡では計7点の「砂鉄焼結塊」もしくは、砂鉄が半融解状態で観察された鉄滓資料について分析した(第3章表24:資料No.14・64・65・67・81・84・118)。

第3章の図34は砂鉄と砂鉄焼結塊、さらに鉄滓の $\text{TiO}_2/\text{T.Fe}$ と $\text{MnO}/\text{T.Fe}$ の関係を示している。資料No.1の砂鉄のプロットの周辺に砂鉄焼結塊が分布している。また、図36の整形炉から出土した鉄滓と資料No.1の砂鉄の関係では、資料No.1のプロットから回帰直線に沿って鉄滓データが並んでいる。このことから、実際にこの砂鉄が整形炉の原料として使われた可能性が高いといえる。

また、図35の $\text{TiO}_2/\text{T.Fe}$ と $\text{V}/\text{T.Fe}$ の関係では横大道・割田・荻原遺跡ごとに鉄滓の分布がそれぞれ異なる回帰直線が示される。遺跡ごとに原料砂鉄が、微妙に異なっていたことをうかがわせる。

(3) 製鉄歩留まり

そもそも製鉄歩留まり(鉄收率)とは、砂鉄中のチタンがすべて鉄滓に移行したと仮定して、算出される理論的な値である。

$$\text{歩留まり} = (1 - (\text{滓のT.Fe}/\text{滓のTiO}_2)) / (\text{砂鉄のT.Fe}/\text{砂鉄のTiO}_2)$$

ここでの歩留まりとは、生成した製錬鉄に含まれる全鉄(T.Fe)の收率であることが重要である。当然ながら、全鉄には金属鉄のほかに、各種酸化鉄(FeO ・ Fe_2O_3 など)も含まれる。

第3章の表24に遺構ごとに歩留まりを示した。

【箱形炉】

1号廃滓場跡では、資料No.14の砂鉄焼結塊(T.Feが36.9%、 TiO_2 が28.3%)の比を基準に計算すると、十分還元が進んでいない資料は10%以下の製鉄歩留まりを示す。一方、典型的な流出滓などは27~41%の値を示す。ただし、典型的な炉底滓である資料No.16は製鉄歩留まりが2%となり、炉が

表31 製鉄歩留まりと鉄生産量

	1号廃滓場跡	4号製鉄炉跡	10号製鉄炉跡
製鉄歩留まり平均(%)	24.14	35.87	16.33
流出津のT.Fe平均(%)	30.87	28.40	32.85
流出津出土鉄量(kg)	44,804.26	760.73	1,081.54
流出津全T.Fe量(kg)	13,831.72	216.05	355.29
製鉄生産量(kg)	18,233.90	335.82	424.64

操業を停止した段階と炉から典型的な流出津が排出されていた段階では、製鉄歩留まりに大きな開きがあることを示す。10号製鉄炉跡でも、炉底付近から出土した最終段階に排出された資料は製鉄歩留まりが11%以下であるが、緻密で流動性の高い流出津は27%の値を示す。

【堅形炉】

4号製鉄炉跡では資料No.1の砂鉄(T.Feが41.1%, TiO₂が32.0%)の比を基準に計算すると、砂鉄焼結塊以外の資料は、製鉄歩留まりが20~49%の間で変化している。5~9号製鉄炉跡でも、およそ10%台から50%ほどの歩留まりの変位があり、最終段階に排出されたと思われる資料では10%以下に歩留まりが落ち込んでいることがわかる。

このことから横大道遺跡では各遺構とも最高で50%程度の歩留まりであったと推察されるが、炉内環境に応じて20~50%の間で幅広く歩留まりが変化したと考量できる。平均すれば堅形炉、箱形炉とともに30%ほどの製鉄歩留まりではなかったかと推定される。

(4) 鉄生産量の推定

製鉄歩留まりと各遺構の排津量から鉄生産量の推定する。計算式は次のとおりである。

$$A = 0.01 \times \text{流出津のT.Fe平均濃度} (\%) \times \text{流出津出土重量} = \text{流出津中の全T.Fe量}$$

$$B = A / 0.01 \times (100 - \text{製鉄歩留まり} (\%)) = \text{生産された製錬鉄の全T.Fe量}$$

※生産された製錬鉄の総重量(鉄塊のT.Feが100%に限りなく近いと想定)

検討の結果を表31に示す。これによれば、1号廃滓場跡では18t近くの製錬鉄が生産されたことを示す。4号製鉄炉跡では340kg程度、10号製鉄炉跡では420kg程度の生産量と推定される。

ただし、この推定量は理論値であり、絶対値ではない。実際の製錬鉄には分離仕切れなかった酸化鉄が含まれていたとすると、鉄生産量はさらに下回る。

8. 製鉄炉跡について

本遺跡で製鉄炉の調査を行った遺構は、4~10号製鉄炉跡である。4~9号製鉄炉跡は堅形炉、10号製鉄炉跡は長方形箱形炉であった。ここでは製鉄炉の形態分類と編年的位置づけを検討する。

(1) 製鉄炉跡の形態分類

【堅形炉】

I類 明確な踏ふいごの掘形がない堅形炉である。上部と下部作業場を区分するような構造ではなく、送風装置と炉との高低差が顕著ではない。送風装置の設置レベルが低く、そのために消失してしまっている可能性がある。炉の平面形は円形もしくは馬蹄形基調である。本遺跡では6・7・9号製鉄炉跡が帰属し、1号環状遺構内の重複関係から、古段階の堅形炉に位置づけられる。

II類 炉背部に踏ふいごの掘形が付属する半地下式堅形炉である。1号環状遺構のくぼ地の高低差を利用して、炉が設置される。炉掘形の平面形は円形基調である。通風管により送風が行われ、その装着角度は50～60°とみられる。本遺跡では4・5・8号製鉄炉跡が帰属し、1号環状遺構内の重複関係から、新段階の堅形炉に位置づけられる。

【箱形炉】

炉背部に踏ふいごの付属する長方形箱形炉で、炉底底部に基礎構造を有する。この基礎構造は木炭を多く含む土であるが、純粹な木炭層ではない。炉底は明確ではなく、被熱した硬化面として確認できる程度である。羽口の先端部内径が3.0cm以下で、小形で細身の羽口を使用している。装着角度は11～15°とみられる。踏ふいごが炉本体部と同一の作業場に設置される。10号製鉄炉跡が帰属する。

なお、1・3号廃津場跡から出土した炉壁や鉄滓は箱形炉由来と推定されるが、製鉄炉などの施設は調査区外に存在するものと予想される。したがって、炉形態についての詳細は不明である。

(2) 製鉄炉跡・廃津場跡の年代観

6・7・9号製鉄炉跡【堅形炉(I類)】 6号製鉄炉跡からは、8世紀後半頃と推定される土師器杯が出土している。また、1号環状遺構内の遺構よりも層位的に古いことが確実な7号土坑からは、土師器杯が出土している。この土器は8世紀後半頃と判断される。したがって、1号環状遺構内部の堅形炉の年代下限を8世紀後半頃と考える。以上のことから、堅形炉(I類)の年代を、8世紀後半頃と考える。

4・5・8号製鉄炉跡【堅形炉(II類)】 4号製鉄炉跡からは、8世紀後半頃と推定される土師器杯が出土している。また、4号製鉄炉跡よりも層位的に新しい2号廃津場跡からも、8世紀後半頃の土師器杯が出土し、8世紀末葉から9世紀代の土器は検出されていない。したがって堅形炉(II類)の年代上限も8世紀後半頃におさまると推量できる。

10号製鉄炉跡【箱形炉】 10号製鉄炉跡からは残念ながら、時期推定できるような土器が出土していない。また、10号製鉄炉跡は小形の羽口が使用されていること、木炭混じりの基礎構造を有すること、基礎構造上面が舟底形に整形されていることなどの特徴がある。これらの諸特徴は、これまでの調査成果により9世紀後半頃の製鉄炉跡と推定できる(詳細後述)。

1号廃津場跡 1号廃津場跡から出土した土師器は、9世紀前半頃の所産と推定できる。ほかの時期の遺物は混在していない。

3号廃津場跡 3号廃津場跡から出土した土師器は、8世紀後半頃の所産と推定できる。ほかの時期の遺物は混在していない。また、3号廃津場跡よりも層位的に古いことが確実な7号土坑からは、土師器杯が出土している。この土器は8世紀後半頃と判断され、3号廃津場跡の年代下限を決定する資料である。

11号廃津場跡 調査区内では廃津場跡だけ調査した。このほか、調査区外の東側で実施された範囲確認調査で、踏ふいご付帯の長方形箱形炉が発見されている。箱形炉の規模や構造から、本遺跡は

10号製鉄炉跡と多くの類似点が認められる。このことから、機能時期は9世紀後半頃と推定される。

以上が出土土器などから考えた各造構の年代観である。これに造構の重複関係(第2章第1節に詳述)を加味して、製鉄炉の変遷を各段階で整理する。

第1段階：3号廐滓場跡〔箱形炉〕……………8世紀後半頃

第2a段階：6・7・9号製鉄炉跡〔豎形炉(古段階)〕……………8世紀後半頃

第2b段階：4・5・8号製鉄炉跡〔豎形炉(新段階)〕……………8世紀後半頃

第3段階：1号廐滓場跡〔箱形炉〕……………9世紀前半頃

第4段階：10号製鉄炉跡・11号廐滓場跡〔箱形炉〕……………9世紀後半頃

このように、本遺跡での製鉄炉の操業は、奈良時代の8世紀後半頃に箱形炉で開始し、その後、豎形炉に転換したと推定できる。豎形炉(古段階)から豎形炉(新段階)への転換は、1号環状造構内部の重複関係で示され、土器型式での時期差がある訳ではない。

平安時代の9世紀前半頃には1号廐滓場跡〔箱形炉〕が形成される。排滓量から判断すると本遺跡では製鉄最盛期であったと推察される。その後、9世紀後半頃の10号製鉄炉跡や11号廐滓場跡〔箱形炉〕が形成されるに至っては規模が縮小し、やがて本遺跡での鉄生産は終息したと推察される。

(4) 金沢地区製鉄遺跡群の編年

南相馬市原町区(一部鹿島区)に所在する金沢地区製鉄遺跡群(図188)では、これまでⅠ期(7世紀後半)からⅧ期(9世紀中葉)までの製鉄炉編年案が示されている(福島県文化センター編1995・能登谷2005ほか)。以下に概説する。

Ⅰ期(7世紀後半) この時期の製鉄炉跡は、丘陵頂部に立地する両側排滓の長方形箱形炉が主体である。炉本体部は丘陵頂部を横断するように設置され、その両側には方形の作業場・排滓溝が付属している。当該期に操業した製鉄炉は、21基を数える。

両側排滓の長方形箱形炉は、滋賀県源内岬遺跡(7世紀後半)→愛知県狩山戸・西山遺跡→神奈川県上郷深田遺跡→茨城県栗田かなくそ山遺跡などの太平洋側の製鉄遺跡で発見されている。これらの遺跡間で、製鉄技術が極めて短期間に伝播したことが指摘されている。

Ⅱ期(8世紀前葉) この時期の製鉄炉跡は、丘陵斜面に立地する片側排滓の長方形箱形炉である。炉掘形の主軸は、等高線に直交するように設置される。炉掘形の長辺側は平坦に整地され、炉の両側に送風装置が設置されていたものと推察される。作業場には大小のピットを付属するものがある。この時期の製鉄炉跡から送風用に羽口が登場する。

この箱形炉の形態は千葉県域に類例があり、共伴土器のなかには武藏系・常総系土器が含まれている。関東地方の影響を受けて鉄生産が展開した時期と考えられている。

この時期の製鉄炉跡は5基と、Ⅰ期よりも生産規模が一時衰退したようである。おそらく多賀城市の柏木遺跡などに鉄生産の拠点が移動したためと推察される。

Ⅲ期(8世紀中葉) この時期の長方形箱形炉は、立地条件・炉掘形の形態などがⅡ期と同じであるが、炉掘形内の山側に付属していたピットを消失する。この時期の製鉄炉の炉底は、地山に粘土を

盛り上げて基壇状に構築されている。この時期の長方形箱形炉には、背部には踏ふいごが付設されず、炉の側面側から羽口を用いて、送風を行っていたとみられる。

この時期に特筆すべき点としては、整形炉が初めて登場することである。炉背部に踏ふいごが付設された堅形炉の出現は、送風技術の上で革新的であったとみられる。

この時期に操業した製鉄炉は、箱形炉が36基(長瀬遺跡4号製鉄炉跡、鳥井沢B遺跡1・2号製鉄炉跡、大船A遺跡46・47号製鉄炉跡など)と、堅形炉が5基(長瀬遺跡10号製鉄炉跡、大船A遺跡42号製鉄炉跡など)である。

IV期(8世紀末葉～9世紀前葉) この時期の製鉄炉跡の最大の特徴は、堅形炉に付設された踏ふいごが、長方形箱形炉の送風装置として採用されることである。この技術融合はおそらく金沢地区を中心とした製鉄遺跡群で達成されたとみられ、独自の類型として成立する。その後、IV期からV期にかけて、方形堅穴状の作業場を有する「鳥打沢A型箱形炉」(能登谷2005)へと進化する。製鉄炉1基当たりの生産量も飛躍的に増大している。

この時期の箱形炉のもう一つの特徴は、2～3基の製鉄炉が並列して構築されることである。炉底面の規模は長軸が150～180cm、踏ふいごの規模は長軸が240～250cmとV期の箱形炉に比べるとやや小形である。

この時期の金沢地区では26基の長方形箱形炉(大船A遺跡9～11号製鉄炉跡など)と5基の整形炉(長瀬遺跡2・3・22号製鉄炉跡と南入A遺跡1号製鉄炉跡など)が操業している。

V期(9世紀中葉～後葉) この時期の製鉄炉跡はIV期のものと基本形態は変わらないが、炉底面の下部に基礎構造を有するものが特徴である。このなかで炉壠形の長軸が3mを超えるものも出現する(大船A遺跡15号製鉄炉跡など)。基礎構造土は木炭粒を多量に含む土が充填され、防湿目的あるいは、炉底改修の効率化(松本2000)を図ったと考えられている。また、踏ふいごの規模は、長軸で270～280cmと最も大型化するといわれている(安田2008)。

この時期の金沢地区製鉄遺跡群では「鳥打沢A型箱形炉」が8基操業したが、徐々に鉄生産の規模が縮小する。おそらく木炭資源の枯渇が、遺跡群の衰退をまねいたと考えられ、この時期を最後に金沢地区製鉄遺跡群では鉄生産は行われていない。

金沢地区製鉄遺跡群の衰退時期では、森林資源を求めて、鉄生産体制が内陸部へと移行拡散していく。次では内陸部の製鉄遺跡群である大泊遺跡の編年を検討する。

(5) 大泊遺跡の編年

南相馬市鹿島区に所在する大泊遺跡(図188)では6基の製鉄炉跡が検出され、変遷案が示された(福島県文化センター編1998)。先述の金沢地区製鉄遺跡群で示されたI～V期に引き続ぎ、これより新しいものをVI・VII期として時期区分がなされた。大泊遺跡ではV期(9世紀中葉～後葉)からVI・VII期(9世紀末葉～10世紀前半)にかけて変遷する。

V期(9世紀中葉～後葉) 長方形箱形炉の形態は、基本的には金沢地区製鉄炉編年V期と同じである。炉背部に踏ふいごが付設される「鳥打沢A型箱形炉」である。炉底面の下部に深さが50cmを超

える基礎構造の掘形を有し、木炭混じりの土が充填されている。

この時期の大泊遺跡では、2基の箱形炉が認められる(大泊遺跡1・7号製鉄炉跡)。

VI・VII期(9世紀末葉～10世紀前葉) 長方形箱形炉の形態は、金沢地区製鉄炉編年IV・V期に特徴的であった炉背部の踏ふいごの掘形が消滅し、炉の両側面側からの送風に変化する。炉底面の下部に深さが50cmを超える基礎構造の掘形を有し、木炭混じりの土が充填されている。

この時期の大泊遺跡では、2基の箱形炉が認められるが(大泊遺跡2・6号製鉄炉跡)、排滓量が少なく、極めて短期間の操業であったと考えられている。

この時期の堅形炉と考えられる遺構は、大泊遺跡4号製鉄炉跡である。半地下式の堅形炉に類似するが、炉背部の踏ふいご掘形が確認されていない。炉掘形の規模は110×80cmで、梢円形を呈する。送風は通風管ではなく、羽口で行っていたようである。

また、この時期の小型製錬炉と考えられる遺構が、大泊遺跡5号製鉄炉跡である。炉壁の復元により、内寸で33×21cmで、平面形は梢円形を呈する炉形が考えられている。通風管が出土しているが、踏ふいごの掘形は確認されていない。地面に痕跡の残らない、円筒自立炉のような炉形ではないかと考えられている。

なお、大泊遺跡4・5号製鉄炉跡を報告者はVII期と位置づけたが、その年代的根拠は弱い。したがって、VII期(9世紀末葉)の範疇で捉えて、間違いではないようである。

(6) 横大道遺跡の編年の位置

本遺跡の製鉄炉跡の年代は、8世紀後半から9世紀後半頃と推定できる。これを從来の金沢・大泊地区的製鉄炉編年にあてはめるとⅢ～V期に位置づけられる。以下、段階ごとに対比する。

第1段階 箱形炉【3号庵津塙跡】 共伴土器の特徴から、金沢地区製鉄炉編年のⅢ期に位置づけられる。

第2a段階 堅形炉(I類)【6・7・9号製鉄炉跡】 共伴土器の特徴から、金沢地区製鉄炉編年のⅢ期に位置づけられる。ただ、この時期の堅形炉に、明瞭な踏ふいご掘形が付属しない例は知られていない。金沢地区製鉄遺跡群で最古の堅形炉として知られる長瀬遺跡10号製鉄炉跡、大船泊A遺跡42号製鉄炉跡では、すでに踏ふいご付帯の半地下式堅形炉として確立している。のことから、Ⅲ期の堅形炉の中でも最も初期段階に位置づけられる。

第2b段階 堅形炉(II類)【4・5・8号製鉄炉跡】 共伴土器の特徴から、金沢地区製鉄炉編年のⅢ期に位置づけられる。炉掘形の平面形の特徴が、金沢地区製鉄遺跡群で最古の堅形炉として知られる長瀬遺跡10号製鉄炉跡、大船泊A遺跡42号製鉄炉跡に類似している。Ⅲ期の堅形炉は、炉が円形基調である。また、踏ふいごの長軸長が230cm程度で、IV期の堅形炉の踏ふいごに比べて一回り小さい。本遺跡の4・5号製鉄炉跡の踏ふいごの長軸長も222・232cm程度と類似している。

一方、IV期の堅形炉は炉が隅丸長方形を呈し、踏ふいごの大きさもやや大型化するといわれている(安田2008)。踏ふいごの長軸長は240cm以上となる。また、上下の作業場の高低差を大きくなり、1.5mを超える。したがって、Ⅲ～IV期では、堅形炉や踏ふいごの大型化の傾向が指摘されている。

なお、IV期の竪形炉は、南入A遺跡1号製鉄炉跡や長瀬遺跡2・3号製鉄炉跡が知られている。

第3段階 箱形炉【1号庵津場跡】 出土した土器の特徴から、金沢地区製鉄炉編年のIV期に位置づけられる。本遺跡の調査では、IV期の箱形炉の炉体部は確認していない。ただ、調査区外の東側隣接地には20×10m程の規模のくぼ地があり、複数の製鉄炉跡(箱形炉)が並列して存在することが想定される。

第4段階 箱形炉【10号製鉄炉跡・11号庵津場跡】 本遺跡の10号製鉄炉跡は、踏ふいごの周間に方形区画がない箱形炉である。炉底面の下部に基礎構造を有することが特徴的である。長瀬遺跡23号製鉄炉跡や大迫遺跡1号製鉄炉跡、割田H遺跡7・11号製鉄炉跡などに類例があり、金沢地区製鉄遺跡群編年V期の製鉄炉跡と考えて矛盾しない。

以上のように本遺跡の製鉄炉跡については、第1・2段階を金沢地区製鉄炉編年のIII期に、第3段階をIV期に、第4段階をV期に相当すると考えた。本遺跡では8世紀中頃に箱形炉での操業が始まり、途中で竪形炉主体の操業に転換したものと推察される。その後、9世紀になって、再び箱形炉主体の鉄生産に移行し、9世紀後半頃まで操業が継続されたと推察される。奈良時代から平安時代前半のおよそ150年間、丘陵斜面のわずかな空間に製鉄炉を集中的に構築し、継続的な鉄生産が行われたことが本遺跡の特徴といえる。

9. 製鉄技術の復元

ここでは、製鉄炉跡の炉形態や出土遺物の違いに着目し、製鉄技術の総合的な検討する(表32)。

第1段階 箱形炉【3号庵津場跡】 3号庵津場跡については炉体部の調査を行っていないため、炉形態の詳細はわからない。ただ、III期に相当する箱形炉であったと仮定すると、その炉形態はこれまでの調査例から次のように想定される。

III期の箱形炉には、まだ踏ふいごは付設されず、炉の側面側から羽口を用いて、送風を行っていたとみられる。炉底面は、地山に粘土を盛り上げて、基壇状に構築されていると推察される。箱形炉の規模はこれまでの調査事例から、長軸長で130~140cm程度であったと想定される。

3号庵津場跡から出土した羽口は、内径が2.5cm程度と小さいが、逆に器厚は厚く、耐火性を意識した造りとなっている。また、羽口の装着角度は33°と急であり、第3・4段階の箱形炉との大きな違いとなっている。また、羽口の胎土はIII類に区分され、ほかの遺構から出土したものとは胎土が異なる可能性を示す。

送風角度が急であったと想定すると、炉底面に送風が直接あたる設計ではなかったかと推察される。また、炉の規模が小さいことから、炉内の温度を通常よりも高い領域で保つように設計した炉の形態ではなかったかと推察している。

一方、炉壁はLVA粘土を使用し、耐火度も平均で1,200°C程度と推定される。これは炉壁の耐火度としては低く、操業では炉壁下段がかなり溶解したものと推察される。意図的に溶解しやすい炉壁を使用して、砂鉄と粘土との反応性を優先し、造津作用を向上させていたものと推察される。

表32 横大道遺跡製鉄炉集成

段階	第1段階	第2a段階	第2b段階	第3段階	第4段階
遺構属性	造構	3号廐津場跡	6・7・9号製鉄炉跡	4・5・8号製鉄炉跡	1号廐津場跡
	時期	8世紀後半	8世紀後半	8世紀後半	9世紀前半
	編年	III期(初期)	Ⅲ期(初期)	Ⅲ期	IV期
	炉形態	箱形炉	箱形炉(古)	箱形炉(新)	箱形炉
諸元	踏ふいご	×(推定)	△(設置位置未定?)	○	○(推定)
	炉土	Ⅲ型	I類	I類	I-II類
	羽口	先端部内径 2.5cm	不明	7.2cm	2.9cm
	通風管	奥気部外径 7.3cm	不明	17.8cm	7.1cm
炉壁	装着角度	33°	不明	53°~60° 21°~	9°~16° 21°~
	耐火材	LVa粘土 砂質(9号) ↓ 対入り	LVa粘土 内面耐火入り+ 外郭砂質アラブ (5-6号) ↓ 対入り(6号)	LVa粘土 内面耐火入り+ 外郭砂質アラブ (5-6号) ↓ 対入り(6号)	LVa粘土 砂質
	鉄塊	亜共晶鉄(3) 亜共析鋼(1)	不明	亜共晶鉄(3) 過共析鋼(1) 過共析鋼(1)	亜共晶鉄(7) 過共析鋼(2)
	鉄滓	2,666 推定融点(℃) 1,250~1,300	70	1,723 1,300~1,350	51,391 1,250~1,300
鉄滓	推定融点(℃)	1,250~1,300	不明	1,300~1,350	1,250~1,300

また、3号廐津場跡から炉底面の形状のわかるような大きな炉底津(塊)が数多く出土している。炉底に鉄滓を溜めるような操業を行っていたのではないかと推察している。

分析した鉄塊系遺物を炭素濃度で比較すると、0.24%から3.16%までと幅広い。この中で金属鉄の凝集の進んだ資料だけに限定すると、炭素濃度2.14%以上の亜共晶鉄領域にある鉄塊が3点もある。このことは、かなり還元性の高い領域で操業が行われたことを示している。

以上のことから、3号廐津場跡では炉底に鉄滓を溜めながら、鉄塊を生産するような操業を行っていたと推察される。

第2a段階 積形炉(I類)【6・7・9号製鉄炉跡】 本形態の炉は、背部には踏ふいごの跡が不明瞭で、上部と下部の作業場の高低差もありない。炉は円筒形に近い炉形が想定されるが、炉の構造については不明な点が多い。

送風方法は6・7号製鉄炉跡から通風管が出土しているが、いずれも小破片で装着角度を推定できるような個体は出土していない。ただ、6号製鉄炉跡の炉内からは、通風管の装着痕のある炉壁が出土している。このことから、送風に通風管が用いられた可能性が高い。

本形態の炉壁は、砂質粘土ブロックだけを用いて構築する手法(9号製鉄炉跡)から、砂質粘土ブロックを円筒形に積み上げて炉の外郭を構築した上で、その炉内面側だけにスサ入り粘土を貼り付ける手法(6・7号製鉄炉跡)へと変化する。炉の最も内面だけにスサ入り粘土を特別に貼り付けていることは、炉壁構造の強化だけではなく、この粘土成分が溶けることによる造滓作用を意図したものと推察される。

また、分析結果からは、炉壁にはLVa粘土を使用している可能性が高く、耐火度は1,200°C程度

と推定された。これは炉壁の耐火度としては低く、意図的に溶解しやすい粘土を使用していたと推察される。砂鉄と粘土成分との反応性を優先し、造滓作用を向上させていたものと推察される。

堅形炉(Ⅰ類)から出土した鉄滓は、高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した製錬滓と判断される。また、炉内からは砂鉄焼結塊が付着した炉壁が出土し、本遺構が製錬炉であったことを裏付けている。ただ、本形態の堅形炉での操業状態については、分析資料の点数が少なく、鉄塊系遺物・鉄滓・炉壁を含めた総合的な技術復元ができなかった。

第2b段階 堅形炉(Ⅱ類)[4・5・8号製鉄炉跡] 本類は、典型的な半地下式堅形炉である。炉背部に踏ふいごを有し、上部と下部の作業場が明確に区分される。通風管により送風が行われ、その装着角度は50~60°とみられる。この角度だと、送風は炉底に直接あたる設計であったと推察される。通風管の内径は7~10cm程度で、先端に向かって先細りの構造である。通風管の胎土は1,300~1,460°Cと炉壁よりも100~150°C高い値を示し、羽口I類の胎土と同質である。通風管は、耐火性の優れた材料を選んで製作されたものと推察される。

図182に示した4・5号製鉄炉跡の復元図では、炉高は180cm以上、炉内寸は30cm程度と推定される。炉前壁下部に孔を空けて、鉄滓と生成鉄を取り(流し)出していたと推察される。実際、前壁が残っていた5号製鉄炉跡では、炉壁下部に直径20cmほどの排滓孔が空いていた。

また、堅形炉は箱形炉に比べて炉の規模が小さく、炉高が高いと推定される。一方、踏ふいごの大きさは堅形炉と箱形炉で大差ではなく、1回あたりの送風量は基本的には変わらなかつたと想定される。このことから、堅形炉は箱形炉よりも炉内の温度を高い領域で保つように設計した炉の形態ではなかつたかと推察している。

一方、炉壁はLVa粘土を使用し、耐火度も平均で1,200°C程度と推定される。これは炉壁の耐火度としては低く、操業では炉壁中段から下段がかなり溶解したものと推察される。意図的に溶解しやすい粘土を使用して、砂鉄と粘土成分との反応性を優先し、造滓作用を向上させていたものと推察される。炉壁に低い耐火度の粘土を特別に使用することは、とりわけ高いチタン砂鉄への技術適応の結果だと考えている。

分析した鉄塊系遺物を炭素濃度で比較すると、0.02%から3.58%までと幅広い。この中で金属鉄の凝集の進んだ資料だけに限定すると、亜共析鋼領域のものが1点、過共析鋼領域のものが1点、亜共晶鉄鋼領域にあるものが3点ある。このことは、鉄鋼領域主体の操業が行われたと推察されるが、操業段階によっては中・高炭素の鋼も生成していたと推定される。

出土した鉄滓(流出滓や炉内滓)は、外観では赤さびに覆われた資料が多い。このような鉄滓資料は、おそらく還元途中の金属粒が鈍化した可能性が高い。鉄滓分析結果でも、FeO全体でのFeOの割合が低く、堅形炉の鉄滓の還元に関しては不良であったと推察される。ただ、実際に鉄鋼生産に成功していたとすると、堅形炉の操業が不良であったとは考えにくい。

また、製鉄歩留まりが20%以上の資料(資料No.68・69・77・86)は、図185-3ではショードブルッカイト領域(顕微鏡観察ではイルメナイトとショードブルッカイト組織)の融点が1,300~1,350°Cの

帶域にある。これは箱形炉より融点が50～100°Cほど高い領域にあり、操業条件が異なっていたことを示唆する。この領域の鉄滓が排出される操業環境を持続することで、鉄生産が可能であったと考えている。

以上のことから、おそらく堅形炉の操業開始初期(籠もり期)では、還元途中の金属鉄を含む鉄滓が排出され、炉内環境が安定し連続的に鉄が生成する段階(上り期)では、融点温度が高く、 TiO_2 と SiO_2 が高い割合で含まれる鉄滓が排出されていた可能性がある。

第3段階 箱形炉【1号廃滓場跡】 1号廃滓場跡は、出土遺物の特徴から、IV期の箱形炉に由来する遺物で構成されていると推察される。IV期の箱形炉には送風装置として踏ふいごが付設され、羽口を使用して炉内に送風されていたと推定される。炉の規模はこれまでの調査事例から、長軸が150～180cm程度と推察される。

1号廃滓場跡から出土した羽口は、内径が2.9cm前後と本遺跡の羽口のなかでは最も大きい。また羽口の装着角度は9～16°の浅い角度と21°を超える急角度のもの2種類がある。このことから、1号廃滓場跡で想定される送風技術は1種類ではなかったと推定される。羽口の胎土もI類とII類に区分され、2種類の胎土が使用された可能性を示す。

一方、炉壁はLVa粘土を使用し、耐火度も平均で1,200°C程度と推定される。これは炉壁の耐火度としては低く、操業では炉壁下段がかなり溶解したものと推察される。意図的に溶解しやすい炉壁を使用して、砂鉄と粘土との反応性を優先し、造滓作用を向上させていたものと推察される。

分析した鉄塊系遺物を炭素濃度で比較すると、炭素濃度2.14%以上の亜共晶鉄領域にある鉄塊が7点、過共析鋼領域のものが2点であった。いずれも鉄塊そのものの資料で、かなり還元性の高い領域で操業が行われたことを示している。出土した鉄塊は蕭玉状のものや流出滓内部に潜り込むように生成しているものが多く、鉄生産が行われていた可能性を示している。

出土した鉄滓は、流出滓が主体を占める。製鉄歩留まりは平均24%程度で、それほど高くないようである。また、分析した鉄滓11点はウルボスピニル・イルメナイト・シュードブルッカイト領域のなかでも、融点が1,250～1,300°Cの帶域に位置づけられる。このなかでイルメナイト・シュードブルッカイト・クリストバライドの境界付近には、製鉄歩留まり20%以上の鉄滓が集中して分布している。この領域の鉄滓は、箱形炉の操業が最も安定した段階(上り期)に排出されたものと推察される。

第4段階 箱形炉【10号製鉄炉跡】 本形態の炉は、高チタン砂鉄を原料とした製錬炉であることは、鉄塊系遺物・鉄滓の分析から明白である。

炉背部に踏ふいごを有する長方形箱形炉である。炉底面の規模は、長さが175cm、幅55cm程度と推察している。したがって、III・IV期の箱形炉よりも一回り大きいと推察される。炉底面の下部には木炭混じりの土を充填した基礎構造を有し、出土した炉壁から推定される炉高は、155cm以上と推定される。

装着された羽口は先端部内径が2.7cmほどで、本遺跡では中型の部類である。合計で40本ほどの

羽口を、炉壁下段に装着して操業を行っていたと推察される。羽口の装着角度は11~15°であり、比較的浅い角度で送風を行っていたと推察される。羽口の胎土の耐火度は1,500°Cと本遺跡では最も高く、優れた粘土を選択していたと推察される。

一方、炉壁はLIV粘土を使用し、耐火度は平均で1,280°C程度と推定される。これは炉壁の耐火度としては通常である。第1~3段階の炉壁では、あえて耐火度の低い粘土を選択していたが、本段階ではそのような選択性は看取できなかった。むしろ採掘が容易なLIV粘土を炉壁に使用していたと推察される。

分析した鉄塊系遺物の4点すべてが、炭素濃度2.14%以上の亜共晶鉄領域にあった。いずれも鉄塊そのものの資料で、かなり還元性の高い領域で操業が行われたことを示している。本遺構で出土した鉄塊は蘿玉状のものや流出津内部に潜り込むように生成しているものが多く、純鉄(鉄)を目的とした鉄生産が行われていた可能性を示している。

鉄津の成分の比較では、10号廐津跡から出土した10点の鉄津は、ほとんど1号廐津跡のものと同じ位置にプロットされる。ウルボスピニル領域の1,250~1,300°Cの帶域から、イルメナイト・シュードブルッカイト・クリストバライドの境界付近に向かってデータが推移している。このことから、1号廐津跡の箱形炉と同じような操業条件であったと推察される。

以上、箱形炉・整形炉について、製鉄技術の観点から検討を行った。箱形炉と整形炉の違いについては、製鉄技術が異なることを遺構と分析の侧面から導き出すことができた。(門脇)

第2節 製炭遺構の検討

ここでは、製炭遺構(木炭窯跡)について若干の検討を行い、生産遺跡の構造を復元する。

1. 木炭窯跡の変遷

本遺跡では、26基の地下式木炭窯跡と5基の平地式木炭窯跡を合わせた31基の木炭窯跡が発見された。地下式木炭窯跡は丘陵緩斜面に構築された登窯(寄窯)で、奈良時代から平安時代の所産と推定する。

本遺跡の地下式木炭窯跡は、南区の中央部と南端部に分かれて分布していた。南区中央部の地下式木炭窯跡群は計16基を数え、丘陵の西向き斜面に12基、少し離れた南向き斜面に4基が密集していた。南区南端部の木炭窯跡群は9基を数え、丘陵西向き斜面に分布していた。なお、2号木炭窯跡だけが南区のC11-07グリッド付近に単独で分布していた(付図参照)。

南区中央部の16基の木炭窯跡のなかで、調査により新旧関係の判明した遺構は13基である。変遷の詳細については第2章第6節で詳述したので、ここでは概略を述べる。

南区中央部で最も古い木炭窯跡は、17・25号木炭窯跡である。両木炭窯跡の新旧関係は不明であるが、長軸方向がほぼ同じである点から、同時期に機能した遺構の可能性が高い。両木炭窯跡と同

じ斜面・長軸方向にあるのが、7～14・16号木炭窯跡である。これら11基の木炭窯跡の変遷は、構築排土の新旧関係により次のように整理された(第2章図160～164)。

- 古い順に、① 17・25号木炭窯跡→16号木炭窯跡→14号木炭窯跡
- ② 11号木炭窯跡→13号木炭窯跡→14号木炭窯跡→12号木炭窯跡
- ③ 10号木炭窯跡→9号木炭窯跡→7号木炭窯跡→8号木炭窯跡

なお、前述のように13号木炭窯跡は10号木炭窯跡よりも古いことが明らかのことから、7～9号木炭窯跡も少なくとも13号木炭窯跡よりは新しいといえる。

以上の11基の木炭窯跡よりも新しいと考えられるのが、15号木炭窯跡である。15号木炭窯跡は、16号木炭窯跡が自然堆積で埋没してから、新たに掘り込まれた遺構である。

このほか、南区中央部の南向き斜面には24号木炭窯跡がある。この木炭窯跡の作業場の形状は15号木炭窯跡と類似しており、同時期に位置づけられる可能性が高い。24号木炭窯跡から東側の南向き斜面には19・20・22号木炭窯跡があり、24号木炭窯跡と同一時期に機能した遺構と推察される。

以上のことから、本遺跡では南区中央部の西向き斜面に、11基の木炭窯跡が最初に展開したと推察される。17・25号木炭窯跡からスタートし、北に北にと木炭窯が構築され、おそらくは少し離れた2号木炭窯跡まで、一連の製炭作業を同一斜面で展開したものと推察される。その後、少し時間を経てから、15・24号木炭窯跡が構築され、南区中央部の南向き斜面に木炭窯跡が展開するようになったと考えられる。

一方、南区南端部の西向き斜面には9基の木炭窯跡(18・21・23・26～31号木炭窯跡)が発見されている。調査は一部の遺構でしか行っていないが、出土遺物の特徴や作業場の形状などから、7～14・16・17・25号木炭窯跡と同一時期の遺構と推定できる。

また、9基の中で調査区南端部の5基の木炭窯跡は、重複した状態で検出された。重複状況は、古い順に21号木炭窯跡→23号木炭窯跡→27・31号木炭窯跡→26号木炭窯跡の順に変遷したと推察される。26・27号木炭窯跡の堆積状況から、焼成室を何度も造り替えた様子がうかがえる。

以上のことから、中央部に展開する木炭窯跡群は、同一斜面に密集して分布し、長軸方位をほぼ同じくするなど規則的な配置が特徴的である。このため、大きな時期差を想定することは難しい。また、南端部に展開する木炭窯跡9基も重複状況から、短期間に造り替えたものと推察される。

2. 木炭窯跡の帰属時期

本遺跡で木炭窯跡の時期を特定できる資料は2点だけである。本遺跡では、最古段階と推定した25号木炭窯跡の作業場底面付近から、8世紀後半頃に比定される土師器片が出土している(第2章図196-1)。また、27号木炭窯跡の焼成室からは通風管が1点出土している(第2章図196-7)。同じく8世紀後半頃に比定できる。

したがって8世紀後半頃に南区中央部と南端部の西向き斜面を利用して、11基の木炭窯跡(7～14・16・17・25号木炭窯跡)と9基の木炭窯跡(18・21・23・26～31号木炭窯跡)が構築され始めた

と推定できる。ただ、本遺跡の木炭窯跡については遺物が乏しく、遺構の年代を遺物で特定することは困難である。これらの木炭窯跡が9世紀前半頃まで機能した可能性は十分にある。

一方、新段階の15・19・20・22・24号木炭窯跡については、時期を特定できる遺物が出土していない。今後、木炭窯跡の形態から時期を特定する必要があるが、おおよそ9世紀前半頃を主体とする時期に構築された可能性が高い。

3. 木炭窯跡の形態

本遺跡の木炭窯跡作業場の形態は、2大別することができる(表33)。

- ① 作業場Aタイプは平面形が笹の葉の形を呈し、通路幅が徐々にすばまるもの。
(16・17・25号木炭窯跡など)
- ② 作業場Bタイプは平面形がイチジクの実の形を呈し、通路幅が急に狭くなるもの。
(15・24号木炭窯跡)

15・16号木炭窯跡の重複関係から、作業場AタイプよりもBタイプの方が新しいと考える。

なお、焼成室の形態については、本調査ですべて完掘した遺構が17・25号木炭窯跡だけであり、あまり有効な議論ができない。

本遺跡の南に隣接する館越遺跡でも、8世紀後半から9世紀にかけての木炭窯跡が16基発見されている。今後、本遺跡の木炭窯跡の形態的特徴を論ずる場合は、館越遺跡の木炭窯跡と比較することが必要となるであろう。

4. 木炭窯跡の規模

表33に本遺跡の木炭窯跡の大きさを示す。まず、焼成室の窯体長で比較すると(検出面での推定値も含む)、5m台のものが3基、6m台のものが2基、7m台のものが2基、8mを超えるものが2基ある。焼成室の最大幅は170~190cmであるため、焼成室は長い短冊状を呈するものが多い。

焼成室の大きさは、金沢地区・大迫地区製鉄遺跡群では5m前後のものが多く、割田遺跡群でも5mを超えるものは2基にとどまる。これらと比較すると、本遺跡の焼成室は長大なもののが主体的であることがわかる。

焼成室の底面傾斜角は、最も古いと考えられた17・25号木炭窯跡では20・17°と急傾斜であるが、このほかでは6~11°の緩傾斜であった。急傾斜から緩傾斜へと変化したこと、燃焼効率も変化した可能性が高い。

焚口の幅は、100cm未満のものが大半である。焚口付近だけが改修される場合が多く、操作面がかさ上げされる例が多い。底面がかさ上げされるたびに、逆に焼成室の天井を掘削していたものと推察される。

作業場は長さが7mを超えるものが多く、焼成室よりも長大なものが多い。作業場底面の傾斜角はほとんどが10°未満の緩傾斜であった。おそらく木炭窯の構築に際しては、作業場の底面を緩傾

表33 橫大道遺跡木炭窯跡集成

[]：遗存值 ()：推定值

底面傾斜角：水平を0度として1度下方へ傾斜する場合(「下」)，水平を0度として1度上方へ傾斜する場合(「上」)

壁面傾斜角が直角のとき、壁面方向の底面を0度として、30°立ち上がる場合(30°)、120°立ち上がる場合(120°)、底角の場合(90°)

斜に整えることが重要であったことがうかがえる。また、作業場を長大にすることで、焚口付近は操業当初から深く掘削されることになる。このことにより、その後、焼成室の天井が改修されたとしても、十分な深度を確保することができたものと推察される。

5. 構築排土とその特徴

南区中央部の7~17・24・25号木炭窯跡作業場周辺には、各木炭窯跡を構築する際に排出された土が堆積していた(排土1~11)。各排土の分布と層厚は、第2章の図160~164に示したとおりである。各排土は、作業場末端の両脇に厚く堆積する例が多く、厚いものでは30~40cmの層厚がある。

各排土の堆積土の特徴から、それが基本土層との層にあたるのかを考えてみると、意外なことにLVa粘土がほとんど廃棄されていない可能性を示している。図161に示した排土各層の基質となる土は、にぶい黄褐色土が4層、黄褐色土が2層でこれらはLIV由来の土と考える。このほかに暗褐色・褐色土系の土が5層あり、これらはLII・III由来の土と考える。排土1・2・4・6にはLVaの土塊が含まれているが、その量はわずかである。

一方、各木炭窯跡の焼成室は、LVaをトンネル状に掘り進めて構築されていることがわかる(第2章図186・187・192・193など)。にもかかわらず、構築排土のなかにLVa粘土がほとんど含まれていないことは、この粘土だけが棄てられずに別の場所に運搬された可能性を示す。

先に述べたように製鉄炉の炉壁は、LVa粘土を使用していることが分析結果から明らかになった。焼成室の構築排土を、そのまま製鉄炉の炉壁に利用したと考えると合理的な解釈が成立立つ。

この解釈に立てば、製鉄炉群の近くに同時期の木炭窯群が造営される理由は、LVa粘土の供給にあったと推察される。おそらく同一斜面に密集して木炭窯が構築されるのも、同じ品質の粘土を採掘する必要があったからではないかと推察される。

6. 木炭窯跡から出土した木炭の樹種

木炭窯跡から出土した木炭の樹種は、第3章第2節にまとめている。同章表4によれば、奈良時代から平安時代の木炭窯跡である2・15~17・24・25・27号木炭窯跡では、クヌギ節が23試料で、コナラ節が3試料という結果であった。これは製鉄炉跡出土木炭と構成が一致している。

一方、木炭焼成土坑(5・8号土坑)では、5試料すべてがクリという結果が得られている。クリ炭は鍛冶用燃料だと考えられており、本遺跡でも製鉄炉跡の周辺からはほとんど出土していない。木炭窯跡と木炭焼成土坑では樹種を使い分け、製炭していたことがうかがえる。同様の結果は、割田遺跡群でも得られており、地下式木炭窯跡では製鉄炉用の木炭を、木炭焼成土坑では鍛冶用の木炭を製造していたと推察される。

(門脇)

第3節 横大道遺跡の構成

横大道遺跡の製鉄関連遺構は、南区東半部の西向き斜面に集中して分布していた。北から順に遺構分布を概観すると、南区北端部に1号環状遺構および整形炉群があり、そこから東西幅10m、南北幅40mの範囲に1号廐津場跡などの製鉄関連遺構が密集している。いずれも奈良時代(8世紀後半)から平安時代前半(9世紀前半)の遺構である。

1. 1号環状遺構と整形炉群

1号環状遺構は、馬蹄形のくぼ地を人工的に造り出した、大規模な製鉄作業空間である。くぼ地内部には6基の製鉄炉跡が配置され、その周囲には中央を掘削した土が盛り上げられ、Cの字状に分布していた。盛土は広いところで幅3.6m、狭いところで幅1.2mを測り、40~50cmの厚さで土手状に盛り上げられていた。

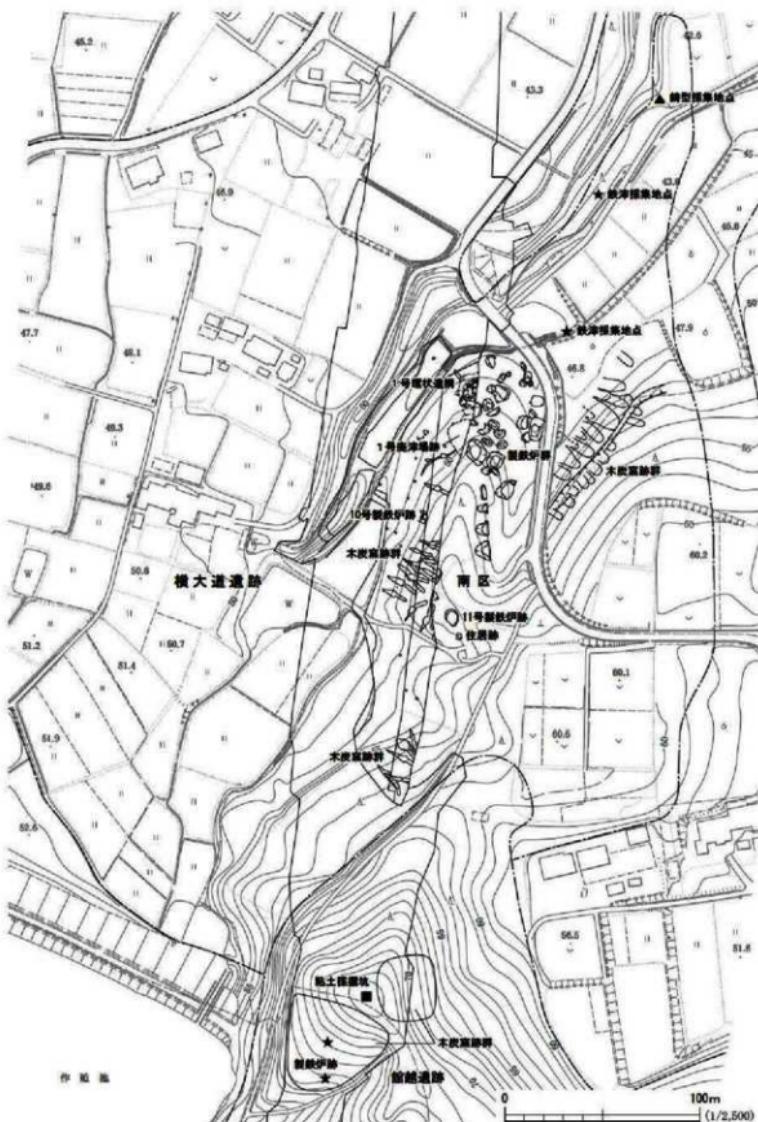
1号環状遺構の規模を盛土の外側で計測したところ、調査区内で南北幅19.5m、東西幅9.7mであった。また、平成21年度に実施した範囲確認調査(福島県教育委員会編 2010)では、調査区東側の隣接地からも、製鉄炉跡の作業場推定地や廐津場跡、土手状の高まりが確認された。この土手状の高まりの範囲を1号環状遺構の規模とすれば、南北幅28.5m、東西幅27.5mと推定される。また、この土手状の高まりは北東部だけが途切れていって、唯一、この方向に開口していたと推察される。

この範囲確認調査では、1号環状遺構の北側で7基目の整形炉が発見された。また、土手状の盛土の下部からは、環状遺構形成前の製鉄操業の痕跡が認められている。したがって、1号環状遺構の盛土形成と整形炉の造成が、複数の段階を経て成立したことを示唆している。

ここで重要な点は、本遺跡では、6基以上の整形炉を操業することを想定して、大規模な造成が行われ、その空間に計画的に製鉄炉が配置されたことである。1号環状遺構内部の遺構が複数の段階を経て成立したとしても、直径20m以上の作業空間をあらかじめ用意していたと推察される。

福島県相双地方の製鉄遺跡を概観しても、本遺跡のように整形炉を6基以上も集中して配置される例は知られていない。また、一般的な整形炉は自然地形の高低差を利用して造成されるため、本遺跡のような大規模な人工造成地に整形炉を配置する例は初見である。

6基の整形炉は新旧2段階に大別され、送風装置や炉壁の構造がそれぞれ異なっている。古段階の整形炉(6・7・9号製鉄炉跡)は、送風装置に不明な点が多く、炉壁の外郭にスサなしの粘土ブロックをレンガのように積み上げていた。一方、新段階の整形炉(4・5・8号製鉄炉跡)は、踏ふいごの掘形が明確であり、送風装置と炉との高低差も顕著である。炉壁もスサ入り粘土をブロック状に積み上げたり、炉内面に塗り固めたりしており、古段階の例とは違いがある。ただ、新旧2段階とはいえ、炉の配置の規則性は守られている。このため、それらの間に大きな時期差を想定することは難しい。



本章第1節で述べたように、本遺跡の製鉄炉の炉壁には、採掘には不利なLVa粘土を使用していると推定された。LVa粘土は耐火度が1,200°C程度と低く、溶けやすい粘土である。この粘土を用いてスサを混和させたり、ブロック状にして積み上げたりと、炉壁の構築方法を試験しているようにも思える。先の鉄滓の評価でも述べたように、当地方特有の高チタン砂鉄から鉄を生産するには、効果的に溶けやすい炉壁を選択し、排滓性をいかに向上させるかが重要であり、その意味では1号環状造構内6基の堅形炉変遷は大変興味深い事例といえる。

また、1号環状造構内部の遺構群では、4～6号特殊造構としたLVa粘土を採掘した土坑が、最も古い。最初に、大規模な製鉄空間の造成と、LVa粘土を採掘することを同時にを行うことこそが、1号環状造構成立の背景にあったと推察される。

2. 1号廐滓場跡とその周辺

1号環状造構から南に約5m離れた位置に、直径約20mの規模の1号廐滓場跡が発見された。本遺構からは、調査範囲だけでも箱形炉由来の鉄滓・炉壁が60t以上出土した。なお、平成21年度の範囲確認調査では、1号廐滓場跡の東側に大小合わせて5カ所のくぼ地が確認された。これらは1号廐滓場跡を取り巻くように配置され、製鉄炉の作業場となる可能性が高い。最大のくぼ地は20×10mほどの規模があり、複数の製鉄炉跡(箱形炉)が並列して存在することが予想される。

このほかに先の範囲確認調査では、調査区の東側の隣接地において、製鉄炉跡もしくはその作業場関連遺構と推定できるくぼ地が31カ所を見つかっている。これらは1号環状造構と1号廐滓場跡を中心とする区域に密集して分布している(図186)。

つまり、8世紀後半の1号環状造構を中心とした堅形炉主体の操業から、1号廐滓場跡を中心とした9世紀前半の箱形炉操業への移行は、本遺跡のなかでは極めて限定した空間で行われているといえる。丘陵全体からすれば極めて限られた空間に、製鉄関連遺構だけを集中して配置していることがわかる。この規制とも解釈される空間利用のあり方は、製鉄技術を集中して管理しようとした意図が看取られる。

また、同じ丘陵の極めて限られた空間で、堅形炉から箱形炉への連続的な移行は、同一工人集団の関与が指摘できる。また、生成鉄の観点からいえば、本遺跡では堅形炉・箱形炉とともに鉄鉢を生産したと推察され、その一貫性は同一の需要を満たすものであった可能性が高い。

一般に鉄鉢はリン濃度が高濃度で、仮に精錬工程で脱炭を行っても、リン濃度はあまり下げることができないといわれている。鉄鉢素材に高濃度のリンが含まれていることは、鉄器を加工する際に亀裂が生じ、仮に脱炭して鍛錬を行ったとしても、折り返し鍛錬には不向きである。おそらく本遺跡で生産された鉄は、鉄鉢のままか、鋼領域まで脱炭したとしても、加工度の少ない利器や大量消耗品(例えば鉄鎌や鉄釘など)の素材ではなかったかと推察される。

一方で、高チタン砂鉄を原料とした場合は、排滓性や融点制御の観点から、鉄鉢を生産目標にすることによって、安定的かつ効率的な製鉄操業が達成されたと推察される。全国的に見ても、とり

わけ高いチタン濃度の砂鉄への技術適応は、当初から低炭素の鋼生産を目標とせず、高炭素の铸鉄を目標とすることで達成したものと理解できる。

おそらく、堅形炉から箱形炉への転換も炉の容積を増加させ、生産量を上げる目的があったと推察される。この9世紀前半における鉄増産体制の強化は、律令政府の対蝦夷戦争という時代的背景があったといわれている。対蝦夷戦争という非常事態化にあって、本遺跡でも質より量に重点をおいた生産体制にシフトしたと考えられる。

3. 10号製鉄炉跡の位置づけ

1号廃滓場跡から南に20mほど離れた位置に2号木炭窯跡、さらに少し離れて10号製鉄炉跡が単独で分布する。10号製鉄炉跡は、本遺跡では最も新しい段階の遺構である。10号製鉄炉跡からさらに南に100mも離れて、11号廃滓場(製鉄炉)跡がある。両遺構は9世紀後半頃の所産と考えられる。

この頃になると、製鉄関連遺構は先の限定した空間を離れ、単独で配置されるようになる。排滓量も1t程度であり、小規模な生産体制といえる。出土した鉄塊系遺物を見るかぎり、気泡が少なく、金属鉄が良くまとまっている。技術的には習熟し、安定した操業が行われた可能性が高い。

また、炉壁に使用する粘土も、採掘が容易なLIV粘土へ変化している。LVaからLIV粘土へ転換することで、炉壁の耐火度は50~100°C高くなったと推察される。この技術適応として、踏ふいごの容積を増やし、さらに羽口の間隔を狭くすることで、炉内環境を制御していた可能性が高い。

10号製鉄炉跡は9世紀後半の対蝦夷戦争後の時代にあって、本遺跡の製鉄技術が習熟し、大量生産よりも品質が求められる時代背景のなかで操業した製鉄炉と考えられる。この時期を境に浜通り地方の鉄生産が縮小化する背景には、鉄鉱への需要が減少した可能性がある。また、大規模な山林開発を伴う鉄生産体制が次第に維持できなくなったとも推察できる。

4. 地下式木炭窯跡とその分布

本遺跡では26基の地下式木炭窯跡が検出された。これらは南区の中央部に16基、南端部に9基が分かれて分布し、2号木炭窯跡だけが南区の北寄りに単独で分布する。特に南区中央部の16基の木炭窯跡は、東西幅25m、南北幅50mの狭い範囲に密集して分布する。これらは丘陵の西向き、もしくは南向き斜面を利用して構築されているが、長軸方向がほぼ一致するものが多い。極めて短期間に操業された木炭窯跡群であると想定している。出土遺物はほとんどないが、8世紀後半から9世紀前半を中心に操業した木炭窯跡群の可能性が高い。

南区の南端部にも9基の木炭窯跡が集中して分布している。これらも重複した関係にあり、同一時期の造り替えによるものと推察できる。木炭窯跡作業場の構築方法が、中央部の木炭窯跡群と多くの点で共通することから、ほぼ同じ時期の所産と考えている。

本遺跡ではこのほかに、先の範囲確認調査で確認された木炭窯跡群がもう1カ所ある。1号探査遺構の東方60mの山林部には、23カ所の木炭窯跡と推定されるくぼ地が発見された(図186)。これら

は北西向き斜面の90×30mの範囲に密集して分布していた。この木炭窯跡群は1号環状造構や1号廐滓場跡に対峙する斜面に立地し、ほぼ同じ時期の所産と推定される。

5. 横大道製鉄遺跡群（図187）

本遺跡の南側に隣接した館越遺跡でも、8世紀後半から9世紀前半にかけての木炭窯跡が16基発見されている（図186）。これらは、南向き斜面に12基、東向き斜面に4基に分かれて分布しているが、およそ50m四方の範囲に密集している点は、横大道遺跡の遺構分布状況と同じである。また、木炭窯跡の形態が本遺跡のものとよく似ていることから、強い関連が指摘されるところである。館越遺跡の正式な報告を待って議論したいと考えている。

このほか館越遺跡では丘陵頂部から、粘土を採掘したと推察される遺構（1～5号特殊遺構）が発見されている。特に2・3号特殊遺構は大規模な採掘坑で、地表面から1.5～2mの深さでLVa粘土を掘削していたとみられる。LVa粘土の供給先としては横大道遺跡の製鉄炉群であった可能性が高い。

このほかに、本遺跡の東方200mにある中平A遺跡でも、先の範囲確認調査で12カ所の木炭窯跡と推定されるくぼ地が発見されている。さらに東側の中平B遺跡でも通風管が採集され、本遺跡同様に堅形炉の存在が予想される。また、本遺跡の西側にある天梅遺跡でも、木炭窯跡や製鉄炉作業場と推定されるくぼ地が多数確認されている。

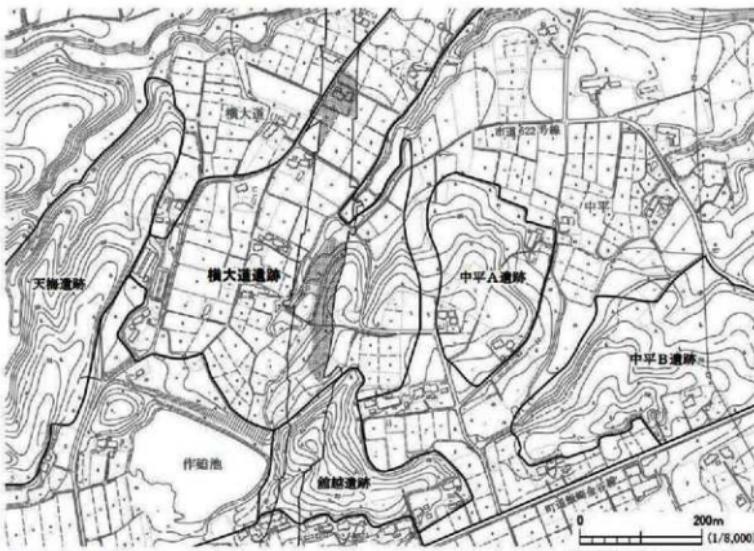


図187 横大道製鉄遺跡群

以上のような状況から、本遺跡を中心とした約1km四方の範囲には、古代の製鉄施設群が大規模に展開していたと考えられる。製鉄炉の種類やその確認数から、横大道遺跡がその中核を担っていたと評価できる。この南相馬市小高区飯崎の丘陵地帯に所在する横大道・館越・天梅・中平A・中平Bの各遺跡は、「横大道製鉄遺跡群」というべき一大製鉄拠点を形成している。

従来、奈良時代の製鉄遺跡に関しては、第1に海浜で採掘される砂鉄、第2に生産された鉄の運搬、第3に製炭に関わる森林開発などを考慮して、海岸に近い丘陵地帯が選定されたと考えられてきた。また、これまでの研究では、9世紀後半になってからの海岸部から内陸部への製鉄遺跡の拡散は、9世紀前半での急速な鉄増産に対して森林資源が枯渇したことによると解釈されてきた。

今回、横大道遺跡の成立の背景として、先の第1～3の視点に、第4として炉壁粘土の選択を加えるべきだと考えている。1回の操業ごとに取り壊される炉壁は、燃料の木炭と並んで大量消耗材である。この粘土に特別な選択が働いていたことは、今回の分析結果からも、1号環状遺構や木炭窯跡群の成立要因からも読み解くことができた。高チタン砂鉄を原料とするがゆえに、それと相性の良い特別な粘土を必要としていたと推察される。粘土原産地の立地を背景に、横大道製鉄遺跡群が成立した可能性が最も高いと考えている。

(門脇)

第4節 横大道遺跡の歴史的意義

1. 壓形炉導入前夜

古代における行方・宇多両郡を中心とした鉄生産が、律令政府の東北経営と深く関係していたことは多くの研究者が論じている。

行方・宇多両郡で最初に鉄生産が開始される時期は、7世紀後半頃である(金沢地区製鉄炉編年Ⅰ期)。陸奥国が設置され、律令政府の支配が東北地方の南部に到達するのが653年頃といわれている。その後、658～660年には阿部比羅夫が日本海側の蝦夷の支配領域に遠征し、太平洋側でも同様の軍事行動が展開したといわれている。その際、仙台市に所在する郡山遺跡にⅠ期官衙が造営される。その後、694～700年に郡山遺跡では陸奥国府(Ⅱ期官衙)が造営され、同時に名生館遺跡・赤井遺跡などの初期地方官衙が成立したといわれている。

こうした時代背景のなかで、金沢地区製鉄遺跡群では鉄生産が開始される。造営・軍事行動に必要な鉄供給基地の一つとしての役割を担っていたと推察できる。また、製鉄開始期には箱形炉の形態の類似性から、近江や吉備地方からの工人集団の移住があったと考えられている。

8世紀前葉は、金沢地区製鉄炉編年Ⅱ期に該当する。律令政府による支配領域が仙台平野以北に拡大したことにより、718年に陸奥国から石城・石背国に分国された。その後、721～724年には再び、石城・石背国を陸奥国に併合するとともに、724年に国府多賀城の造営に着手している。

この頃、多賀城周辺の柏木遺跡では、東北地方で初めて半地下式壓形炉が4基導入されている。柏木遺跡は多賀城創建期の製鉄関連遺跡とされ、その操業期間は短かったと推察される。

一方、この時期の本地域の製鉄炉は、丘陵斜面に立地する片側排滓の箱形炉が主体で、堅形炉は導入されていない。この時期の箱形炉は、千葉県など南関東地方の影響を受けて成立したと考えられる。金沢地区製鉄遺跡群には、第2波ともいえる工人集団の移住が行われたと推察されている。

2. 横大道遺跡の成立と堅形炉の系譜

8世紀中葉から後葉は、金沢地区製鉄炉編年Ⅲ期に該当する。陸奥国の仙台平野以北の地域では政治情勢が定まらない状況が続いた。行方郡では郡衙(泉官衙遺跡)の機能が強化され、官主導で鉄生産の拡大が計られる。泉官衙遺跡では政庁城・正倉城の規模が拡張し、正殿・後殿・西脇殿が新たに造営された。大船廻A遺跡南区では、掘立柱建物を計画的に配置した官人の執務滞在地が出現する。太平洋に面した船廻A遺跡では、海運に関わったと想定される集落が営まれている。

官主導による一貫した鉄生産体制は、まさにこの時期に強化され、積極的な技術移植が行われたと推察される。第3波ともいえる工人集団の移住は、堅形炉とその送風技術の導入により結実することになる。従来の箱形炉とは別に、まったく異なる構造の堅形炉を導入した背景には、鉄の増産をもくろむ管掌者の積極的な取り組みがあったことを想起させる。

横大道遺跡では、まさにこの頃に鉄生産が開始する。第1段階として、金沢地区製鉄炉編年Ⅱ期の流れをくむ箱形炉での操業が開始する。この開始期の箱形炉(3号魔津場跡)では、すでに高チタン砂鉄とLVa粘土の炉壁の組み合わせで、鉄生産に成功していた可能性がある。炉壁に羽口を装着する点は行方・宇多兩郡の箱形炉で発達した製鉄技術であり、本遺跡の開始はその伝統を受け継ぐなかで成立したと考えられる。

第2段階として、まったく別系譜の堅形炉の技術が導入される。その導入にあたって、6基の堅形炉(4~9号製鉄炉跡)で様々な炉壁構築方法や送風方法を試験し、最終的にはLVa粘土に大量のスサを混ぜることで染炉技術が確立したと推察される。このことから本遺跡の堅形炉は、本地域での新技術の導入期の様相を如実に物語っている可能性がある。

堅形炉の系譜について、従来の研究によると、8世紀前半には千葉・埼玉・群馬県域の製鉄遺跡では操業主体として確立し、その製鉄技術が8世紀中葉頃に、金沢地区製鉄遺跡群に直接導入されたと考えられてきた(穴澤1994ほか)。

また、多賀城周辺の柏木遺跡では、東北地方で初めて半地下式堅形炉が4基導入されている。柏木遺跡は多賀城創建期の鉄生産に関わる遺跡とされ、時期は8世紀前半頃といわれている。検出された堅形炉は、背部に踏ふいご掘形を有し、方形区画の中央に炉が配置されている。3号製鉄炉の奥壁には、直径20cmの貫通孔が炉底に向かって30°の角度で造存していた。その場所には通風管(大口径羽口)は残っていないが、炉内およびその周辺から通風管が出土している。通風管の内面に布目压痕のあるものが多く、丸瓦の製作技法がそのまま転用されたようである。このことから、製鉄集団と窯業集団との関連が指摘されている。ただ、柏木遺跡については、多賀城創建期の極めて短期間に操業した遺跡と考えられ、その製鉄技術が仙台平野周辺で定着した可能性は低い。

一方、堅形炉の系譜については、8世紀代の都城およびその周辺で導入・開発された金属溶解炉の技術が製鉄炉に応用され、堅形炉が東日本で開発されたとする見解が出されている（大道2003）。また、8世紀後半の長岡京内の金属生産資料を検討した研究では、鋳造溶解炉が長岡京や平城京後半期にあった事実に触れ、堅形炉の系譜を鋳造用溶解炉に求めている（山中1993）。

ここで改めて本遺跡の堅形炉を見ると、古段階堅形炉では送風装置の設置レベルが低かった可能性があり、滋賀県の鍛冶屋敷遺跡（滋賀県教育委員会2006）や、長岡京右京六条三坊二町遺跡（小田1994）などの、都城周辺の鋳造溶解炉との共通点を見い出すことができる。いずれも8世紀後半に位置づけられる遺跡であり、本遺跡の古段階堅形炉に影響を与えた可能性はある。

一方、本遺跡の新段階の堅形炉は、関東地方に多くの類例を見い出すことができる。菅ノ沢型堅形炉とよばれるもので、半地下式の炉体と踏ふいごを直線的に配置することを特徴とする。この炉では溶解した炉内面に粘土を貼り、炉を再利用したと考えられる炉壁も多数出土することから、本遺跡例と共に見い出すことができる。千葉県富士見台II遺跡・花前遺跡、埼玉県大山遺跡・東台遺跡・台耕地遺跡、群馬県菅ノ沢遺跡・南原間遺跡などに類例がある。

このように、本遺跡では都城周辺の溶解炉技術が試験的に導入された可能性があるが、すぐに関東地方で開発された半地下式堅形炉に転換したものとみられる。その転換は連続的で、築炉方法など様々な面で進化と工夫を見い出すことができる。

3. 製鉄最盛期

新技术導入期を経て、本遺跡では本格的な鉄増産体制に移行する。8世紀末葉から9世紀前葉は金沢地区製鉄炉編年IV期に相当し、行方・宇多両郡で鉄生産が最盛期を迎える時期にあたる。この時期、陸奥国では蝦夷の反乱が相次ぎ、774年の石巻市桃生城の攻撃を端緒に、伊治公告麻呂の乱が勃発し、以後、律令政府はその鎮静化に追われることになる。蝦夷との軍事緊張状態は、811年に政府軍が東北地方北部の蝦夷を鎮圧するまでの38年間にわたり続くことになる。

蝦夷との緊張状態が終結した後は、815年に陸奥国の城柵・軍團に配備する兵士の員数が定められ、行方軍団には常時1,000人の兵士が駐屯することになった。そのため、戦後も大量の鉄需要があったと考えられている。

こうした軍事・政治情勢に連動した鉄需要によって、本地域の製鉄技術は大幅に革新する。堅形炉で導入された踏ふいごによる送風技術が、箱形炉に採用されることにより、鉄生産量が飛躍的に増大したといわれている。この時期、箱形炉の炉壁にも羽口が装着されていることから、本地域伝統の箱形炉系技術基盤を踏襲しながら、堅形炉系の送風技術を融合させたと評価できる。

本遺跡の第2段階から第3段階への移行は、製鉄炉跡や木炭窯跡の変遷から見ても極めて連続的であり、両段階に同じ工人集団が関与した可能性が高い。また、第2段階の堅形炉から第3段階の箱形炉に転換したとしても、①基本的に高チタン砂鉄を原料とすること、②炉壁に耐火度の低い粘土を採用すること、③炉壁より耐火度の高い送風管（通風管・羽口）を採用すること、④送風装置に



図188 周辺の古代製鉄関連遺跡

踏ふいごを採用すること、という製鉄の基本原理は変わっていない。これらの点からも同じ工人集団が開拓した可能性を示唆する。

4. 製鉄習熟期

9世紀後半頃になると、陸奥国での政治情勢は安定化に向かうが、出羽国では蝦夷の反乱がたびたび勃発し、政府軍が鎮圧のために派遣されたといわれている。一方、869年には陸奥国で貞観大地震があり、直後に襲った大津波によって甚大な被害を受けたとの記録が『日本三大実録』に登場する。このような情勢下、震災復興や行方軍団維持などのために、本地域の鉄生産は引き続き重要な役割を担っていたと推察される。この時期は金沢地区製鉄炉編年V期に相当し、内陸部の丘陵地にも製鉄遺跡が展開する。南相馬市鹿島区の大迫・割田遺跡群や、原町区の蛭沢・川内迫遺跡群、小高区では荻原遺跡など、海岸から5~10kmほどの遺跡に生産拠点が移動している(図188)。

この頃になると、本遺跡では技術基盤を維持したまま、小規模な生産体制へと移行する(第4段階: 10号製鉄炉跡)。炉壁に使用する粘土も、採掘が容易なIV粘土へ変化している。この適応として、踏ふいごの容積を増し、さらに羽口の間隔を狭くすることで、箱形炉内の環境を制御していた可能性が高い。

この時期の製鉄は、様々な面で技術

適応が積極的であったと考えられる。箱形炉の炉形態が多様化するのもこの時期の特徴で、割田遺跡群では踏ふいごをもたない箱形炉と、踏ふいごをもつ鳥打沢A型箱形炉が併存し、それに長大な楕円形掘形をもつ箱形炉が存在する。荻原遺跡でも鳥打沢A型箱形炉と楕円形掘形をもつ箱形炉が併存するなど、内陸部の遺跡では炉形態が多様化する。製鉄技術は習熟期にあり、求められる鉄需要に対し、多様な技術で対応できたのではないかと推察される。

一般にこれまで、内陸部への拠点移動は木炭生産による森林資源の枯渇が原因とされてきた。これが第1の原因だったことに異論はないが、第2の理由としては、様々な面で幅広い技術適応が可能になったからではないかと推察される。炉壁胎土や送風装置が変わったとしても、炉内環境をコントロールできる確かな技術がなければ、小規模であれ鉄生産は成立しない。逆に、高チタン砂鉄に適応した製鉄技術が習熟期を迎えたことが、生産拠点の拡散を可能にしたと考えている。

5. おわりに

横大道遺跡の鉄生産は、8世紀後半頃に始まり、9世紀後半頃に終焉する。その鉄生産は、古代陸奥国の軍事・政治情勢と連動し、様々な製鉄技術を他地域から積極的に吸収することで成立している。また、本遺跡の特徴を一言で表現するならば、「密集」である。古代の製鉄遺跡群の調査例が多い福島県相双地方でも、本遺跡の製鉄・製炭遺構の密集度は傑出している。その「密集」を解く鍵は、「粘土」にあったと考える。

以上、今回の調査で得られた所見をまとめたが、今後に残された課題が多い。特に木炭窯跡群の構造については、隣接する館越遺跡の報告を待って議論したいと考えている。竪形炉の系譜についても、今後、詳細に検討したいと考えている。また、製鉄関連遺物の評価では、特に鉄滓が製鉄技術に関して非常に多くの情報を与えてくれた。得られた遺物の分析値を、遺構・遺跡のなかで再構築することの重要性を感じている。

なお、横大道遺跡の竪形炉や木炭窯跡の一部は、本調査終了後に埋め戻しを行い、現状で保存されている。今後、本報告とともに広く活用されることを願う。

(門脇)

補 誌

(註1) 耐火度とは、粘土が熱量によって軟化変形する程度を標準耐火物(ゼーゲルコーン)が軟化して完全に倒れるまでの温度である。したがって、測定された耐火度よりも粘土の軟化反応が始まる温度は低いことが想定される。炉壁の耐火度は、炉内雰囲気や加熱速度によって影響を受け、実際に対流が活発な製鉄炉の炉壁下部では、粘土の軟化反応はより早く、低い温度で始まっていた可能性がある。

(註2) 炉壁耐火度資料について、玉鋼製造(たらき)田邉定保技術保持者である木原明村下に指導をいただいた。木原明村下は、「炉の浴湯を待たず、操業サイクルを上げるために熱間で炉を被る必要があり、そのために考えられた方法ではないだろうか」と推察された。

(註3) 砂鉄系製鉄滓のTiO₂が0%から40%に増加しても、SiO₂成分は40%から30%に減少するだけで、融体化反応は維持できるという。TiO₂が高い砂鉄原料であっても、融体化反応は達成成分が30%程度であれば1,180~1,250°Cで可能であるという(天野 2005)。

(註4) 図185-3での資料No.58・61・73・75のプロットは、さび成分が多く加算されFeO-Mn側にずれているため、状態図での検討は難しい。また、資料No.72・74は炉壁の付着滓であるため、検討はできない。

(註5) 本遺跡の平地式木炭窯跡は、これまでの福島県内の調査事例と出土木炭の放射性炭素年代を根拠に、中世(11~13世紀)の所産と推定する。

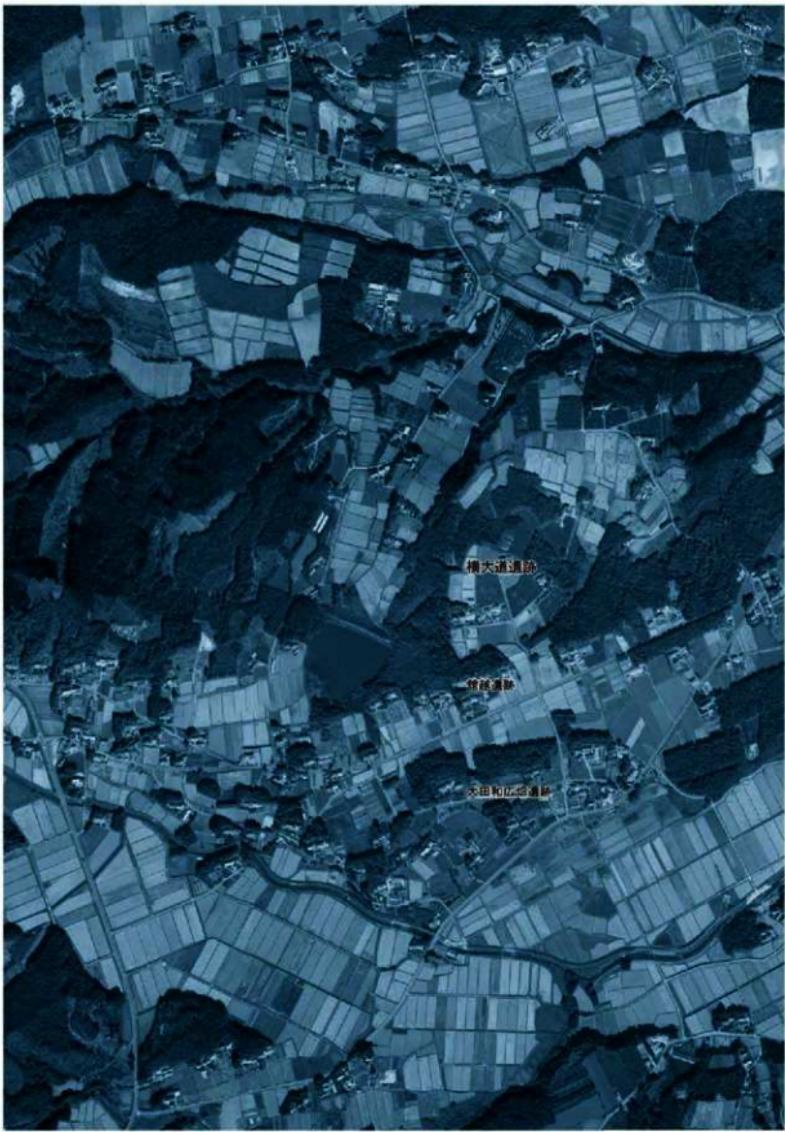
引用・参考文献

- 鈴木康三九・早川典久 1963 「第八章 福島地区 A相馬海岸」『東北のチタン砂鉄資源』東北地方含チタン砂鉄調査委員会
寺島文隆 1988 「福島県の製鉄跡跡」『福島の研究』1 清文堂
- 石川俊英・相沢清利ほか 1988 「松木遺跡II—古代製鉄炉の発掘調査報告書一』多賀城市埋蔵文化財調査センター
- 浜野美代子 1969 「大山遺跡」埼玉県埋蔵文化財調査事業団報告書 第84集
- 村上英之助 1999 「古代東国に出現するシャフト炉の系譜」『たたら研究』第31号 たたら研究会
- 穴澤義功 1991 「関東地方」『日本古代の鉄生産』六典出版
- 福島県文化センター編 1991 『原町火力発電所開通遺跡調査報告II』福島県文化財調査報告書第265集 福島県教育委員会
- 福島県文化センター編 1992 『原町火力発電所開通遺跡調査報告III』福島県文化財調査報告書第281集 福島県教育委員会
- 福島県文化センター編 1993 『原町火力発電所開通遺跡調査報告IV』福島県文化財調査報告書第297集 福島県教育委員会
- 山中 駿 1993 「長岡京の「器の生産」」考古学論集 潤見先生退官記念論文集 潤見浩先生退官記念事業会
- 穴澤義功 1994 「古代東国の鉄生産」『古代東国産業』栃木県立なす風土記の丘資料館
- 小田桐厚 1994 「長岡京右京第447次(ANKNZ-6地区)調査概要」『長岡京市文化財報告書』第32集 長岡京市教育委員会
- ドイツ鉄鋼協会編 1995 『Slag Atlas(2nd Ed.)』ドイツ鉄鋼協会(VDEh)
- 福島県文化センター編 1995 『原町火力発電所開通遺跡調査報告V』福島県文化財調査報告書第310集 福島県教育委員会
- 金子直行・宮崎由紀子 1995 「大山遺跡第9次」『埼玉県埋蔵文化財調査事業団報告書』第180集
- 福島県文化センター編 1996 「原町火力発電所開通遺跡調査報告VI」福島県文化財調査報告書第315集 福島県教育委員会
- 福島県文化センター編 1996 「原町開発開拓遺跡調査報告IV」福島県文化財調査報告書第326集 福島県教育委員会
- 福島県文化センター編 1997 「原町開発開拓遺跡調査報告V」福島県文化財調査報告書第333集 福島県教育委員会
- 福島県文化センター編 1997 「原町火力発電所開通遺跡調査報告VI」福島県文化財調査報告書第336集 福島県教育委員会
- 野島 永 1998 「長岡京の鉄造用溶解炉をめぐって—鉄鉱物生産の様相—」『京都府埋蔵文化情報』第69冊 京都府埋蔵文化調査研究センター
- 福島県文化センター編 1998 「原町火力発電所開通遺跡調査報告VII」福島県文化財調査報告書第343集 福島県教育委員会
- 福島県文化センター編 1998 「原町火力発電所開通遺跡調査報告IX」福島県文化財調査報告書第344集 福島県教育委員会
- 新井 宏 2000 「古代日本に間接製錬法があったか?」『ふえらむ』Vol. 5 №10 日本鉄鋼協会
- 松本 茂 2000 「なぜ、製鉄炉の底は作り変えられるのか」『竹石龍二先生・澤田大多郎先生追憶記念論文集』竹石龍二先生・澤田大多郎先生の追憶を祝う会
- 滋賀県文化財保護協会 2001 「源内岬遺跡」びわこ文化公園整備事業に伴う発掘調査報告書 滋賀県教育委員会
- 大道和人 2003 「半地下式形跡の系譜」『考古学を学ぶII』同志社大学考古学シリーズⅡ 同志社大学考古学研究室
- 原町市教育委員会編 2003 「経沢遺跡群・川内船B遺跡群」原町市埋蔵文化財調査報告書第33集 原町市教育委員会
- 天辰正義 2005 「出土鉄鉱の化学成分評価による鋳鉄工程の分類」『鉄と鋼』Vol.91 No.1 日本鉄鋼協会
- 新井 宏 2005 「鉄鋳・鉄遺物の分析をめぐって」『鉄開道遺物の分析評価に関する研究報告』日本鉄鋼協会
- 坂村 均 2005 「シリーズ遺跡」学年5021 律令国家の対輿政策・相馬の製鉄遺跡群 新泉社
- 斎藤谷宣康 2005 「金沢地区的古代鉄生産」『福島考古』第46号 福島県考古学会
- 藤木 海 2005 「泉郷寺跡の調査」『福島考古』第46号 福島県考古学会
- 吉田秀幸 2005 「まほろんイベント「鉄づくり」報告—まほろん1号炉による操業についてー」『研究紀要2004』福島県文化センター白河館
- 菅原泰史 2006 「古代上野国郡郡有馬郡の鉄生産」『研究紀要24』群馬県埋蔵文化財調査事業団
- 滋賀県教育委員会編 2006 「銀座屋敷遺跡」滋賀県教育委員会
- 群馬県埋蔵文化財調査事業団編 2007 「南原遺跡」群馬県埋蔵文化財調査事業団調査報告書第415集
- 笠原泰史 2007 「群馬県における古代製鉄遺跡の出現と展開」『研究紀要25』群馬県埋蔵文化財調査事業団
- 福島県文化振興事業団編 2007 「原町火力発電所開通遺跡調査報告X」福島県文化財調査報告書第439集 福島県教育委員会
- 村上道 2007 「古代国成立過程と鉄器生産」青木書店
- 斎藤谷宣康 2008 「まほろん3号炉による製鉄操業—平成19年度「古代の鉄づくり」イベント報告ー」『研究紀要2008』福島県文化財センター白河館
- JFEテクノリサーチ株式会社 2008 「鉄づくり」イベント産出の鉄塊の分析調査』『研究紀要2008』福島県文化財センター白河館
- 佐藤健二 2008 「まほろん3号炉(南相馬市大船船A遺跡15号製鉄炉の復元炉)における操業条件と鉄塊の組織観察」『研究紀要2008』福島県文化財センター白河館
- 安田 徳 2008 「金沢地区製鉄遺跡群の製鉄炉における踏み轍規模の変化について」『研究紀要2008』福島県文化財センター白河館
- 真鍋成史 2009 「製鉄遺跡に残された鉄塊からみた古代日本」『古代学研究』第182集 古代学研究会
- 福島県教育委員会編 2010 「福島県内遺跡分布調査報告16 南相馬市横大道路跡」福島県文化財調査報告書第466集
- 福島県文化振興事業団編 2010 「常磐自動車道遺跡調査報告59 萩原遺跡(3・4次調査)・若ヶ沢B遺跡」福島県文化財調査報告書第467集 福島県教育委員会

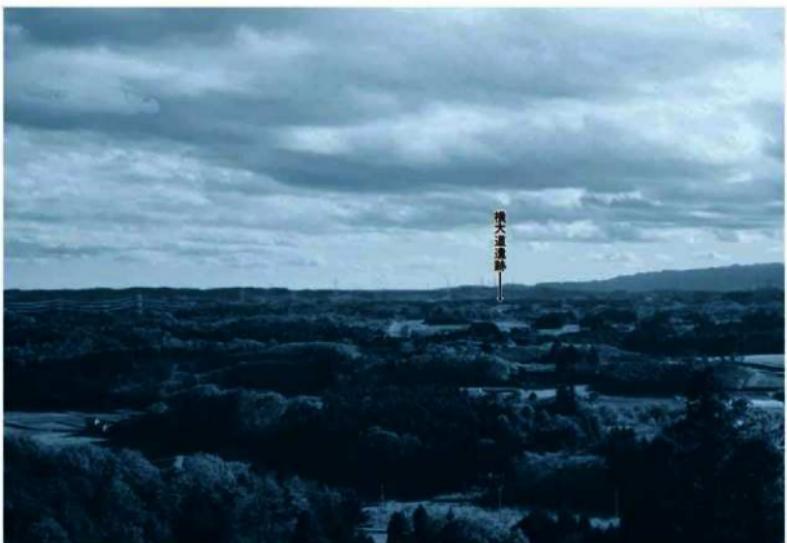
写 真 図 版



1 横大道遺跡周辺の地形（1）



2 横大道遺跡周辺の地形（2）



3 横大道遺跡周辺の地形（3）（北から）



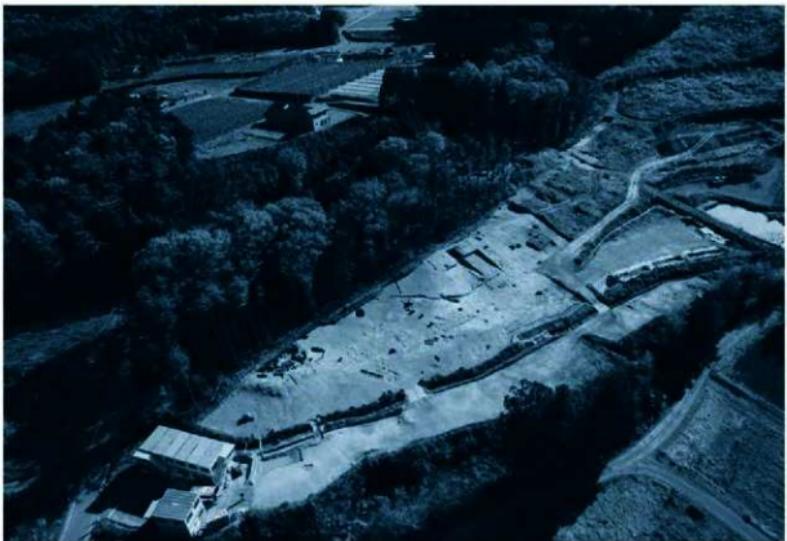
4 横大道遺跡周辺の地形（4）（西から）



5 横大道遺跡遠景（南から）



6 横大道遺跡全景（南西から）



7 横大道遺跡南区全景（1）（北西から）



8 横大道遺跡南区全景（2）（西から）



9 横大道遺跡南区全景（3）（西から）



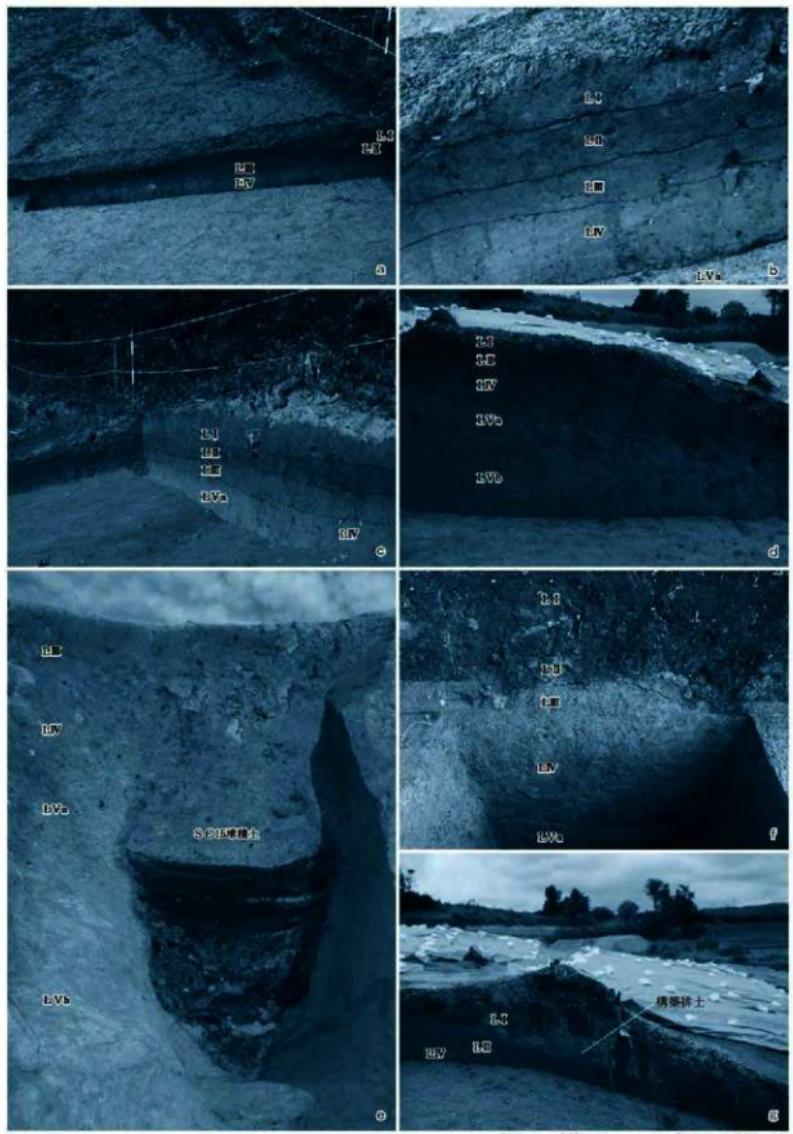
10 横大道遺跡南区全景（4）（北西から）



11 横大道遺跡北区遠景（南から）



12 横大道遺跡北区全景（東から）



13 基本土層



14 1号環状遺構遠景（北西から）



15 1号探査状遺構全景（1）（南西から）



16 1号環状遺構全景（2）（西から）



17 1号環状遺構検出全景（1）（西から）



18 1号環状遺構検出全景（2）（南西から）



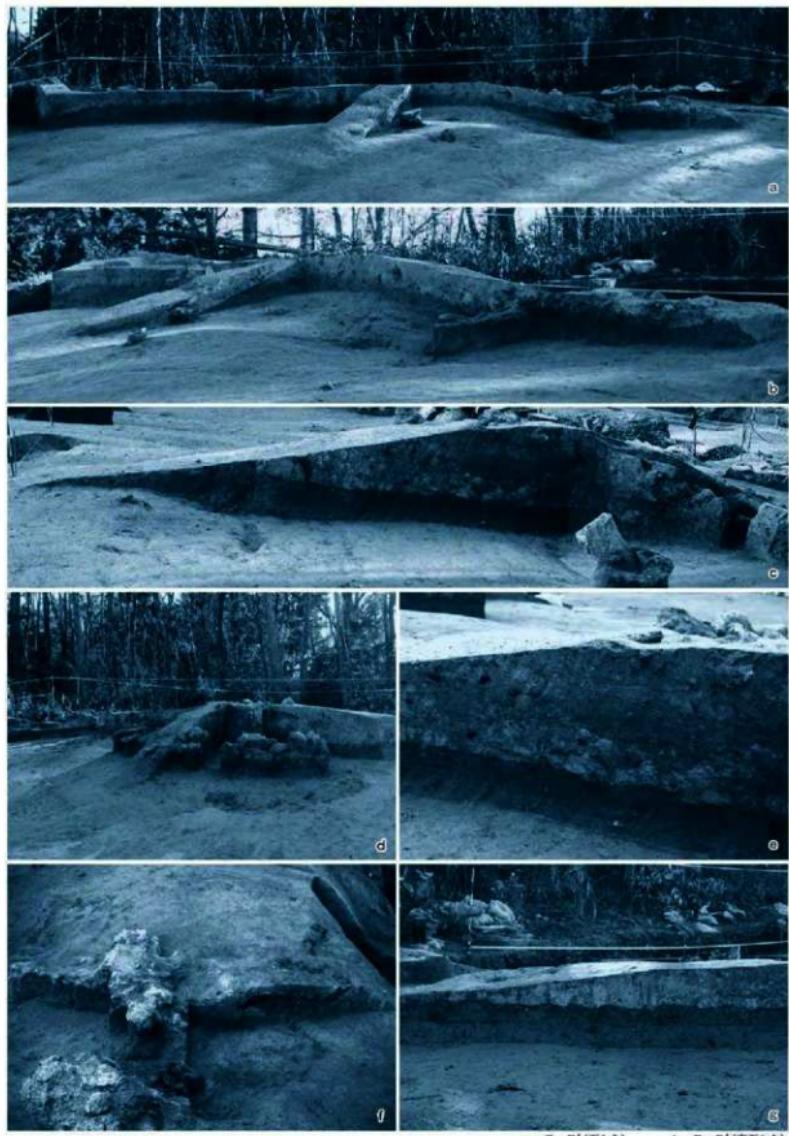
19 1号環状遺構内部全景（1）（北から）



20 1号環状遺構内部全景（2）（南から）



21 1号環状遺構内部全景（3）（北から）



22 1号環状遺構断面

● A-B' (西から)	b B-B' (南西から)
c C-C' (東から)	d D-D' (南から)
e A-A' (南から)	f A-A' (北から)



23 1号魔津場跡全景（1）（北から）



24 1号魔津場跡全景（2）（西から）



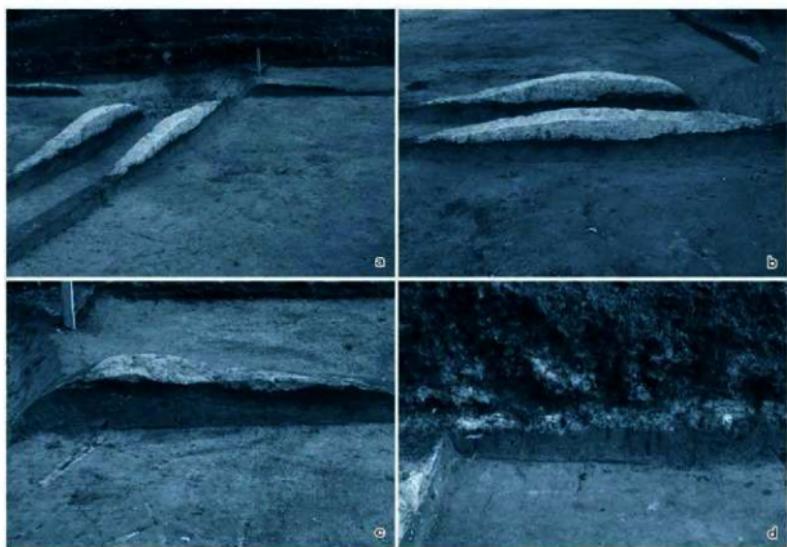
25 1号廃滓場跡断面・掘形

● 断面 A-A' (西から)
● 断面 B-B' (西から)
● 地形断面 B-B' (南から)

b 断面 B-B' (南西から)
d 地形全景
f 地形断面 A-A' (東から)



26 1号廐津場跡 構築排土検出（南西から）



27 1号廐津場跡 構築排土断面

a A-A' (西から)
b B-B' (西からG)
d 廐津場下部構築排土 (西から)



28 2号魔津場跡全景（1）（西から）



29 2号魔津場跡全景（2）（南西から）



30 2号廃滓場跡全景（3）（西から）



31 2号廃滓場跡断面（南から）



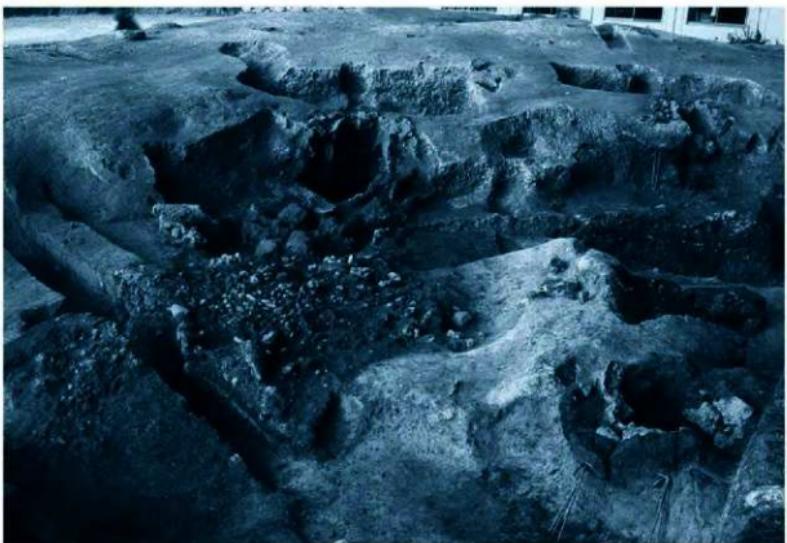
32 3号廃津場跡全景（南西から）



33 3号廃津場跡細部

a 断面 B-B' (西から)
c 剥離堆土全景 (西から)

b 断面 A-A' (東東から)
d 剥離堆土断面 (西から)



34 4・5・7号製鉄炉跡全景（南から）



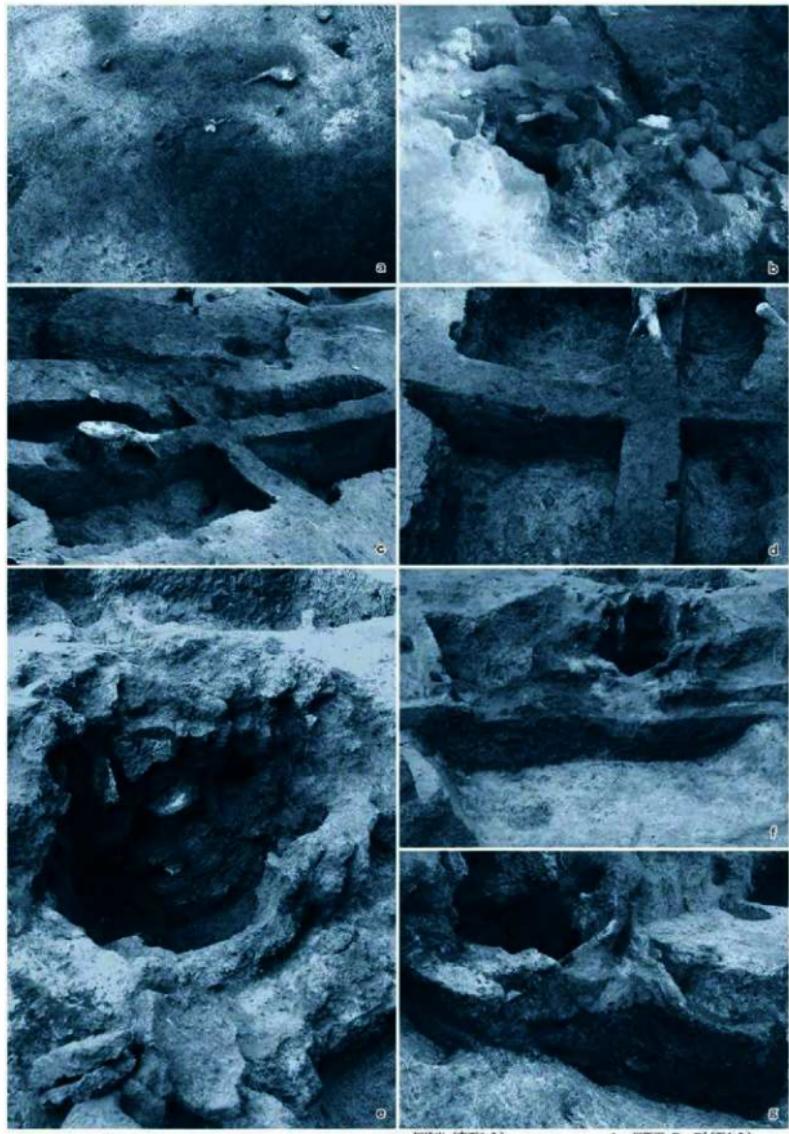
35 4号製鉄炉跡全景（南から）



36 4号製鉄炉跡廃滓場全景（北西から）



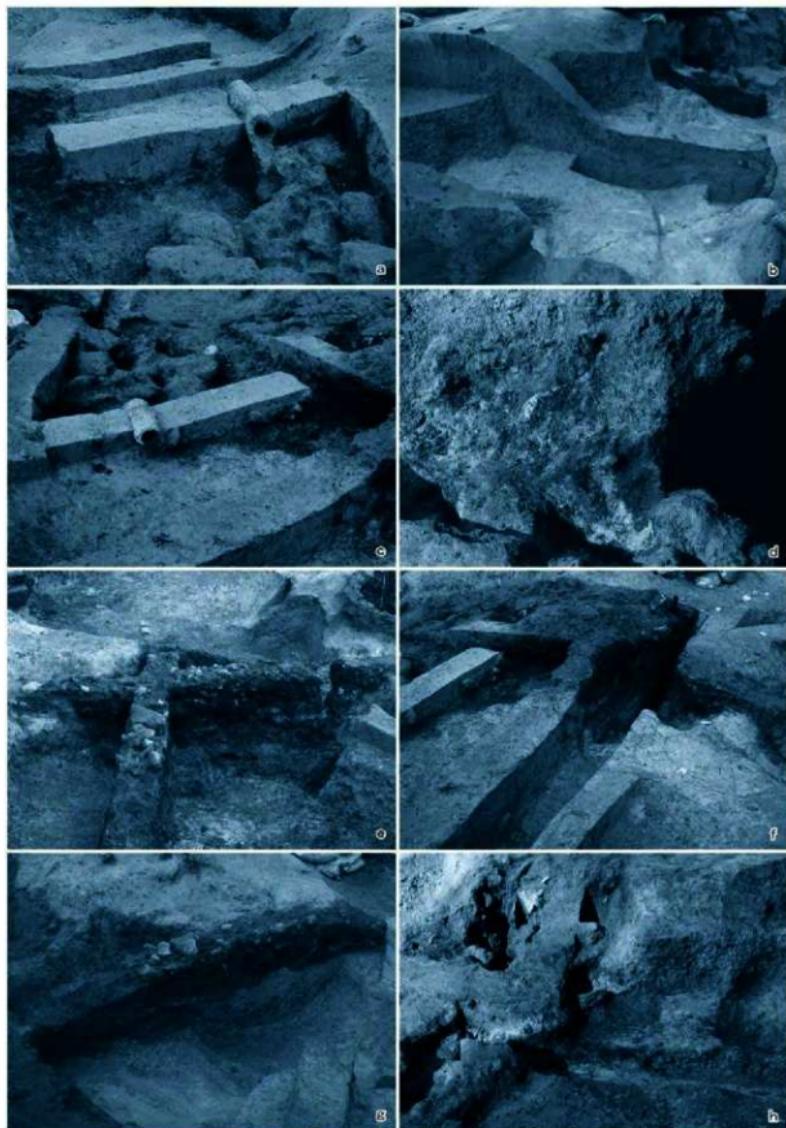
37 4・5号製鉄炉跡廃滓場完掘（北から）



38 4号製鉄炉跡細部（1）

■ 炉壁出（南西から）
 □ 炉柱出（北東から）B-B'（北東から）
 ● 炉岸石 C-C'（南から）
 ■ 伊衝面 B-B'（南西から）

b 伊斯面 B-B'（西から）
 d 炉柱出ご断面 A-A'（西から）
 f 炉岸断面 D-D'（南から）



39 4号製鉄炉跡細部（2）

- a 陶質押土断面 C-C' (北から)
- b 陶質押土断面 A-A' (南から)
- c 施木床断面 (東から)
- d 施木床断面 (北から)
- e 施木床断面 C-C' (北から)
- f 施木床断面 (西から)
- g 施木床断面 D-D' (南から)
- h 施木床断面 D-D' (南東から)



40 5号製鉄炉跡全景（1）（南から）



41 5号製鉄炉跡全景（2）（南東から）



42 5号製鉄炉跡検出（西から）

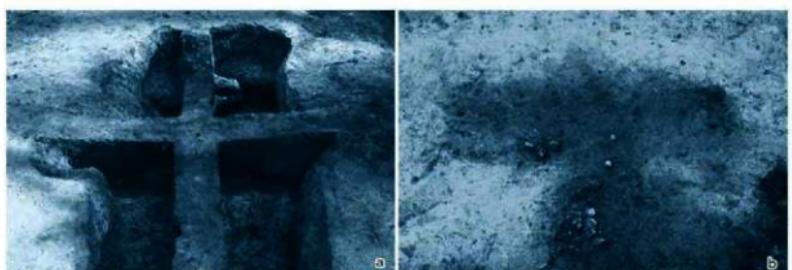


43 5号製鉄炉跡跡ふいご断面（南東から）



44 5号製鉄炉跡細部（1）

a 壁全貌（南から） b 壁断面（北から）



45 5号製鉄炉跡細部（2）

a 錆ふいご断面 C-C'（西から）
c 作業場断面 C-C'（南から）

b



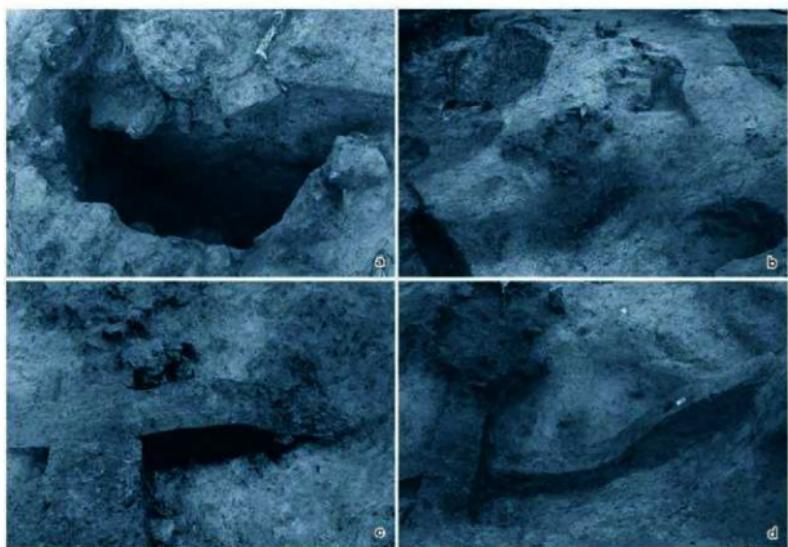
46 6・7号製鉄炉跡全景（西から）



47 6号製鉄炉跡全景（北西から）

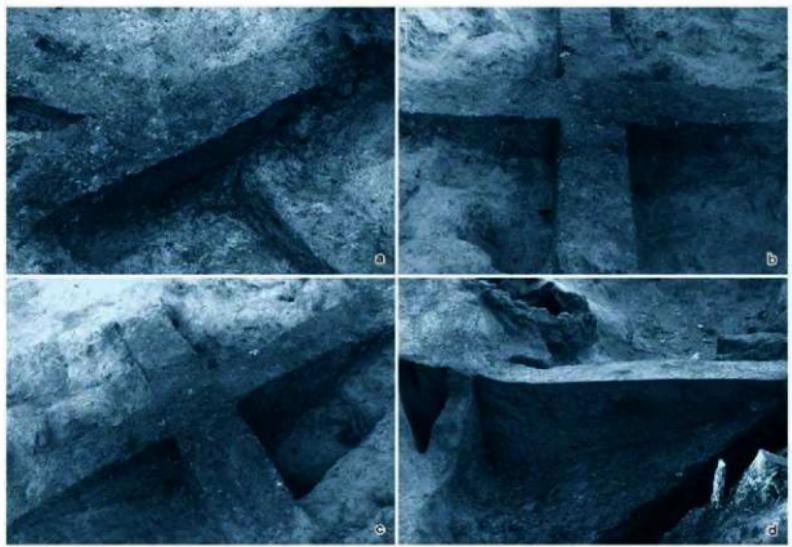


48 6号製鉄炉跡作業場全景（北西から）



49 6号製鉄炉跡細部（1）

● 切断面 D-D' (北から)
作業場断面 D-D'① (北から) b 作業場断面 (北から)
c 作業場断面 D-D'② (北から)



50 6号製鉄炉跡細部（2）

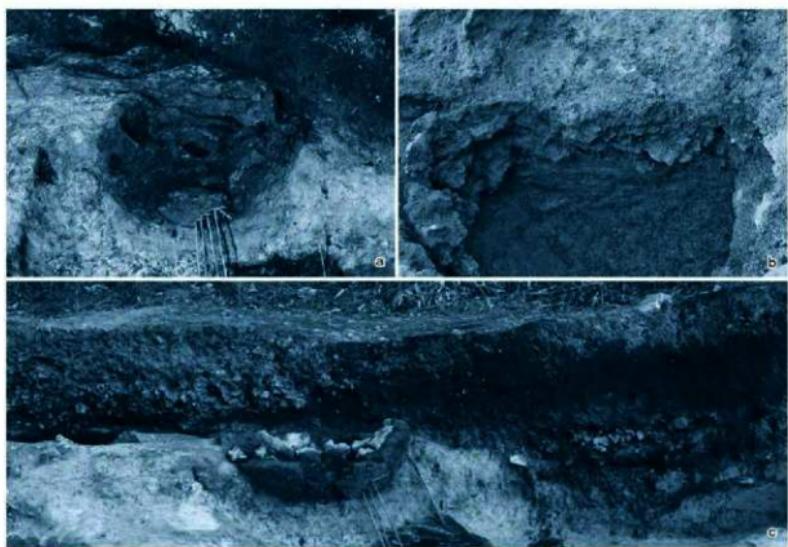
a 作業場断面 B-B'（西から）
 c 磨ふいご断面 A-A'（西から）
 b 磨ふいご断面（北から）
 d 作業場断面 C-C'（東から）



51 7号製鉄炉跡全景（南から）



52 7号製鉄炉跡作業場全景（南から）



53 7号製鉄炉跡細部

a 炉喉出（南西から） b 炉断面（南西から）
c 作業場断面 B-B'（西から）



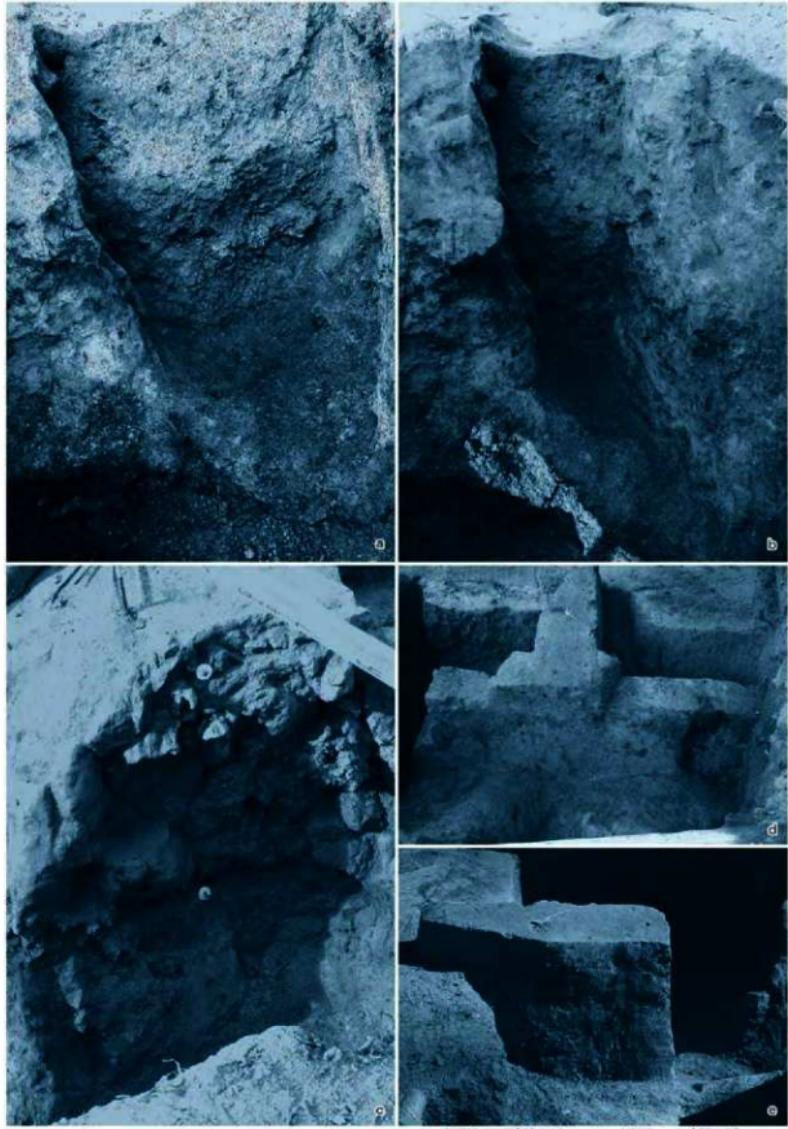
54 8号製鉄炉跡全景（南から）



55 8号製鉄炉跡細部（1）



a 炉生景（南から） b 炉横出（南から）

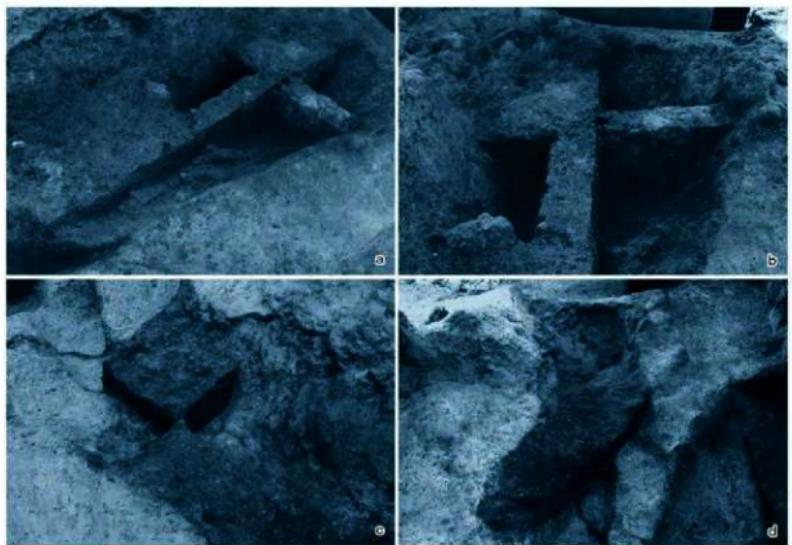


56 8号製鉄炉跡細部（2）

a 伊折面 C-C' (南から)
 b 伊折面 A-A' (南から)
 c 小内 (南東から)
 d 路ふいご断面 B-B'' (南から)
 e 路ふいご断面 B-B'' (南から)



57 9号製鉄炉跡全景（東から）



58 9号製鉄炉跡細部

a 伊勢面 A-A'（北東から）
c 伊勢面 C-C'（北西から）

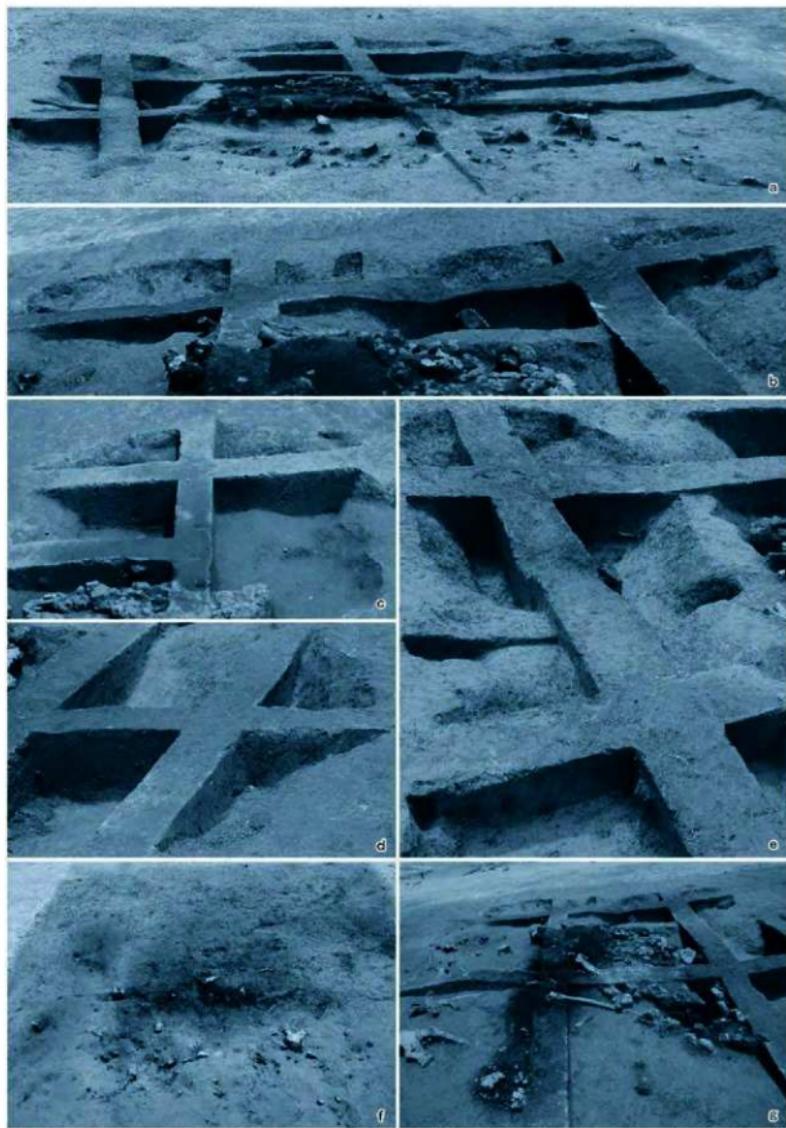
b 伊勢面 B-B'（東から）
d 働出（東から）



59 10号製鉄炉跡全景（南から）

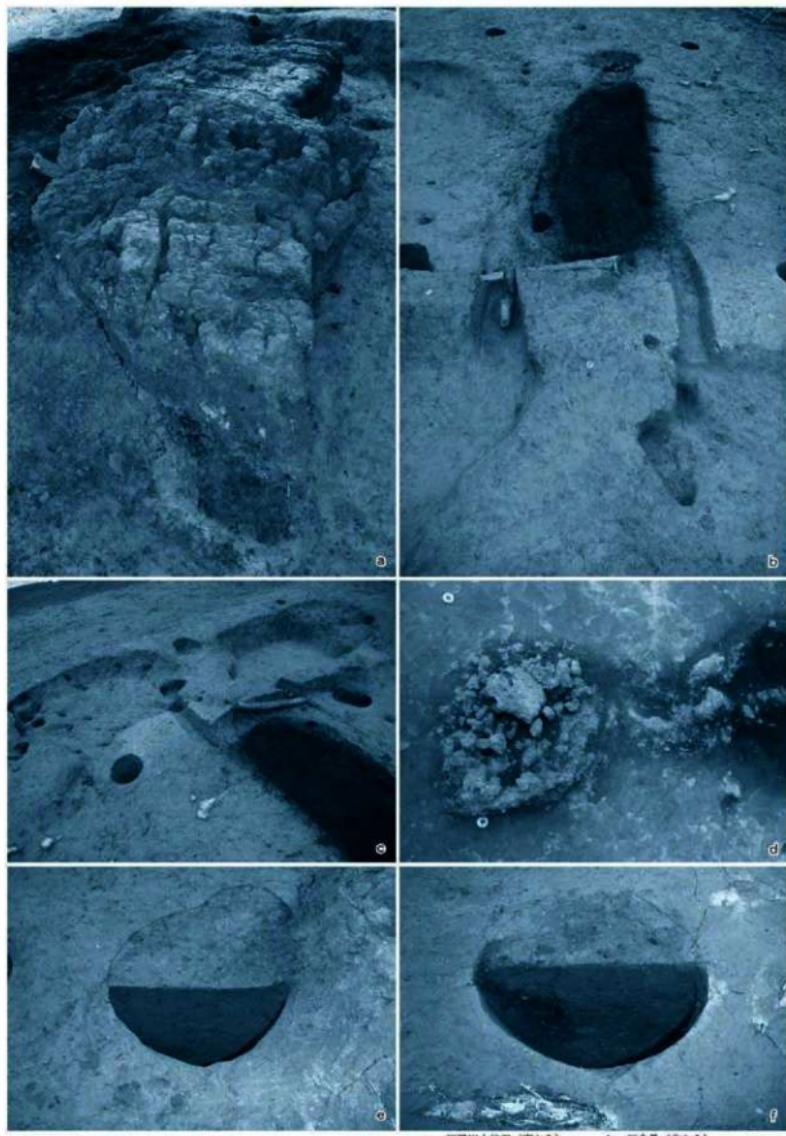


60 10号製鉄炉跡炉A面全景（南西から）



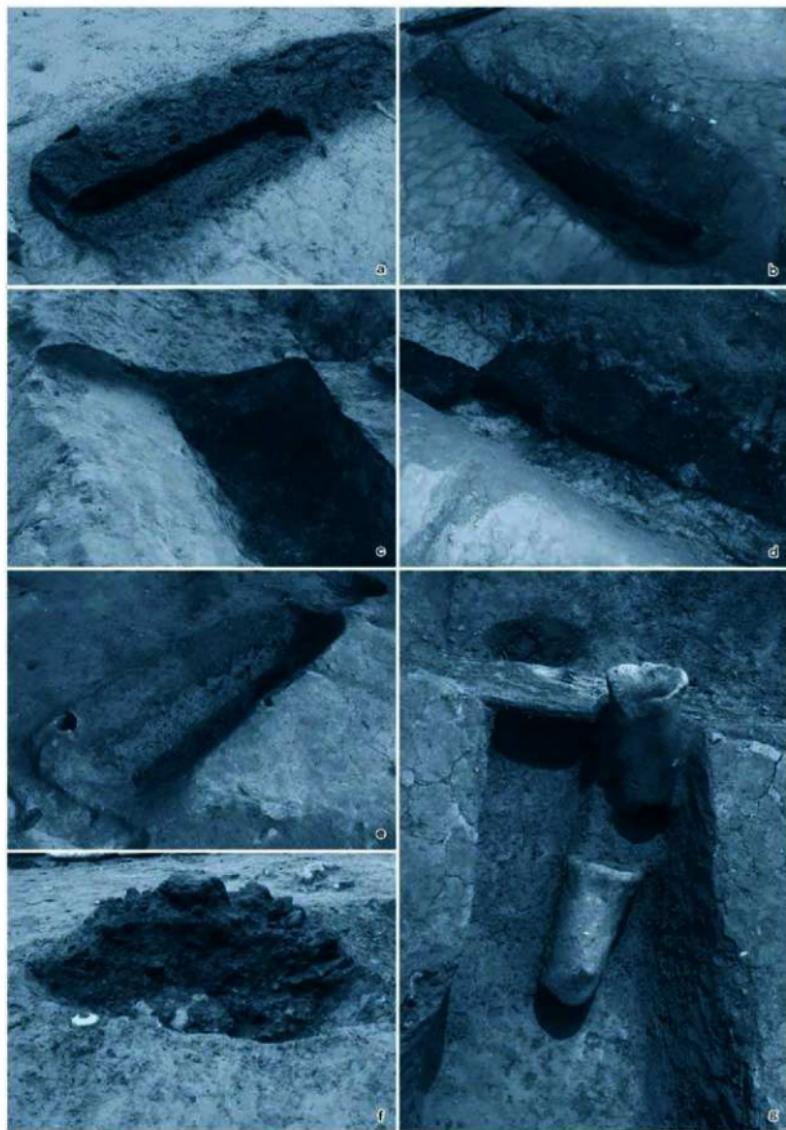
61 10号製鉄炉跡細部（1）

- 作業面断面（西から）
- 作業面断面 A-A' (南から)
- 槽ふみ・ご両面 B-B' (南から)
- 槽ふみ・ご両面 C-C' (北西から)
- 作業面断面 D-D' (南から)
- 槽出 (西から)
- 作業面断面 (南東から)



62 10号製鉄炉跡細部（2）

a 仰視出土状況（南から）
b 仰全景（北から）
c 距離二点測量（南から）
d 作業場P.1断面（東から）
e 作業場P.4断面（東から）



63 10号製鉄炉跡細部（3）

a 伊A面断面 (北西から)
 c 伊B面断面 (北東から)
 e 伊C面断面 (北西から)
 b 鋼帶断面 (北東から)
 d 伊E面断面 (北東から)
 f P5面 (北から)
 g 突口出土状況 (東から)

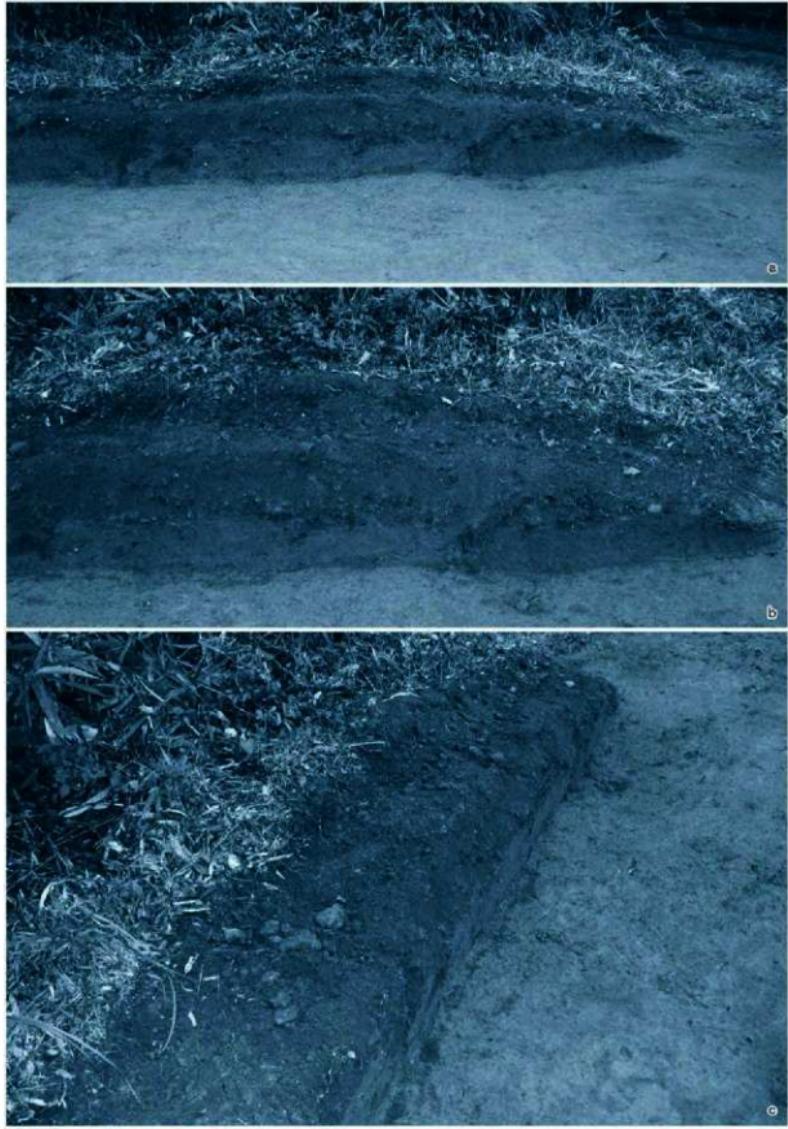


64 10号製鉄炉跡廃滓場全景（北西から）



65 10号製鉄炉跡廃滓場断面

a B-B' (南から) b A-A' (西から)

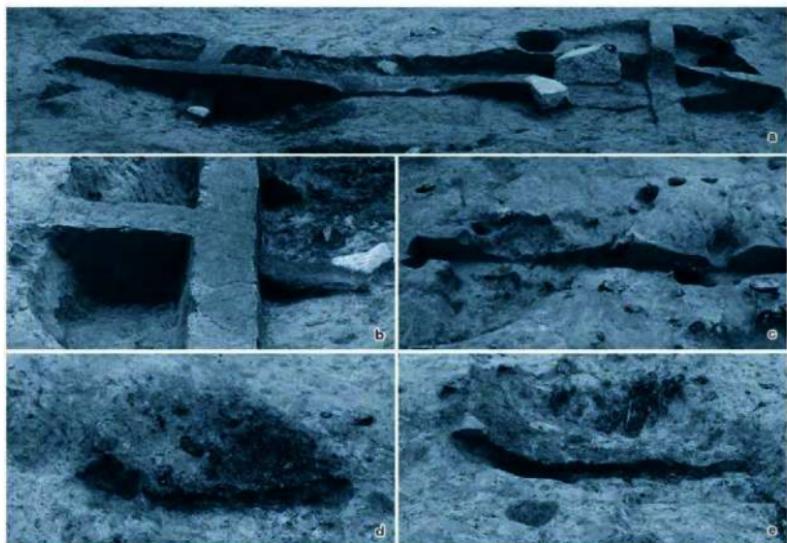


66 11号廐溝場跡

a 断面検出（西から）
b 断面検出アップ（西から）
c 断面検出（北西から）



67 1号銅冶炉跡全景（北から）



68 1号銅冶炉跡断面

a 作業面 A-A' (北から)
b 煙突跡 (北から)
c 煙突跡 (東から)
d P 1断面 (東東から)
e P 2断面 (北東から)

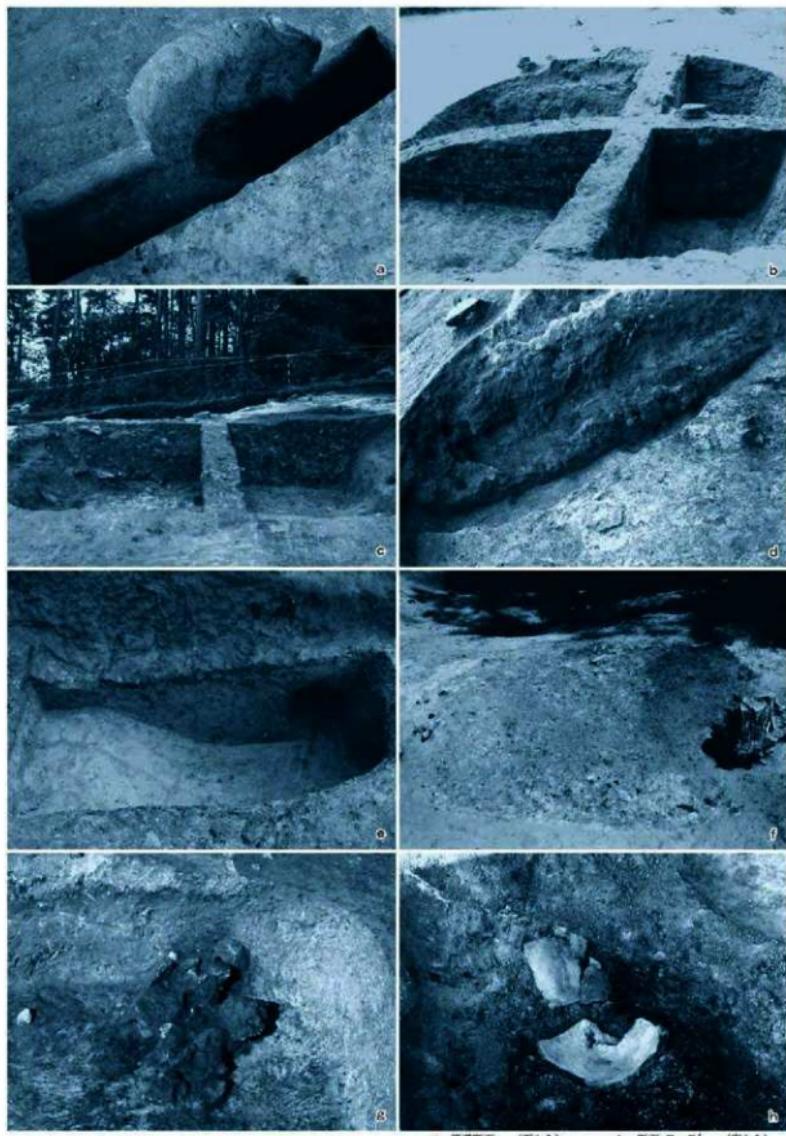


69 1号住居跡全景（南から）



70 1号住居跡カマド

a 完壁（西から） b 断面 A-A'（西北から）
c 下層断面 C-C'（南から）



71 1号住居跡細部

- a 通路断面 (西から)
- b 断面 B-B' (南から)
- c P断面 A-A' (北から)
- d P1断面 C-C' (南から)
- e F2断面 D-D' (北から)
- f 墓出 (西から)
- g カマド剖面検出 (南から)
- h カマド土器出土状況 (南から)



72 南区木炭窯跡群全景（1）（北西から）



73 南区木炭窯跡群全景（2）（北から）



74 7~17・24・25号木炭窯跡全景（西から）



75 17・24・25号木炭窯跡全景（南西から）



76 12~17・25号木炭窯跡全景（西から）



77 18・21・23・26~31号木炭窯跡全景（西から）



78 南区中央部木炭窯跡群検出（上空から）



79 南区南端部木炭窯跡群検出（上空から）



80 7・8号木炭窯跡検出（西から）



81 9～11号木炭窯跡検出（西から）



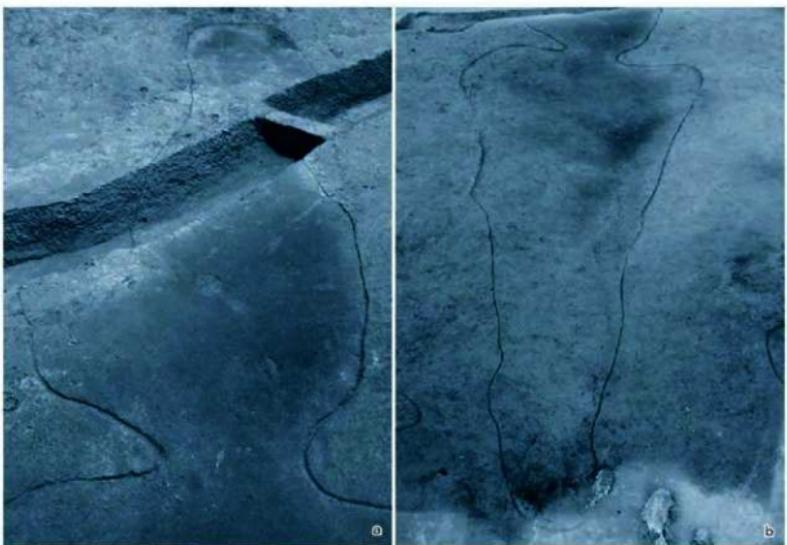
82 12～15号木炭窯跡検出（西から）



83 15～17号木炭窯跡検出（北西から）



84 24号木炭窯跡検出（西から）



85 25号木炭窯跡検出

a. 残成窯（北西から） b. 作業場（北西から）



86 19・20・22号木炭窯跡検出（南西から）



87 28~30号木炭窯跡検出

a 29号木炭窯跡（北西から） b 28・30号木炭窯跡（北西から）



88 18・26・27号木炭窯跡検出

a 18号木炭窯跡（北西から）

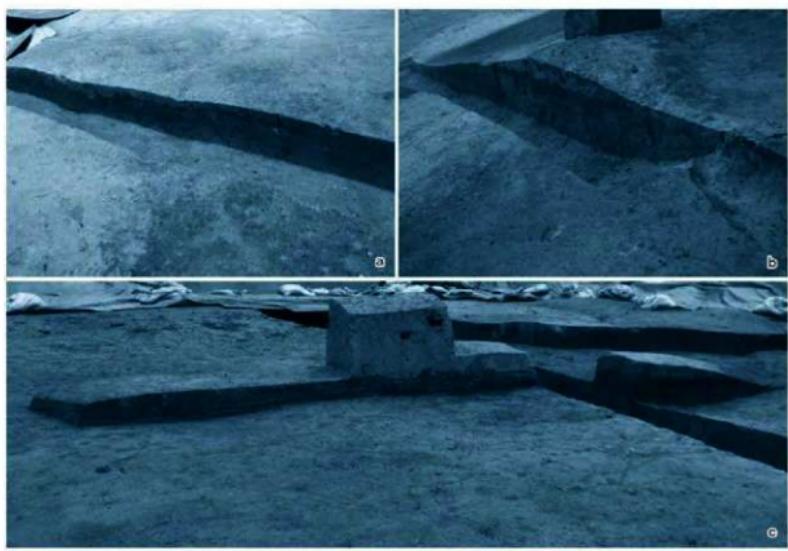
b 26・27号木炭窯跡作業場（北から）



89 21・23・26・27・31号木炭窯跡検出（北西から）



90 7・8号木炭窯跡 構築排土1検出（南から）



91 8号木炭窯跡 構築排土1断面

a C-C' (西南から)
b E-E' (東南から)
c D-D' (北西から)



92 9号木炭窯跡 構築排土 2~4 検出（西から）



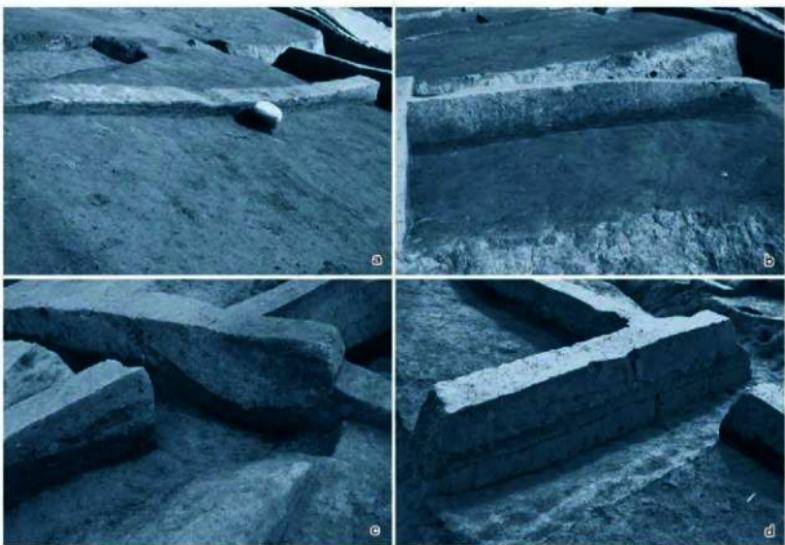
93 9号木炭窯跡 構築排土 2~4 断面

a B-B' (西から)
c F-F'① (南東から)

b C-C' (西から)
d F-F'② (南東から)



94 12・14・16号木炭窯跡 構築排土 5・6 検出（西から）



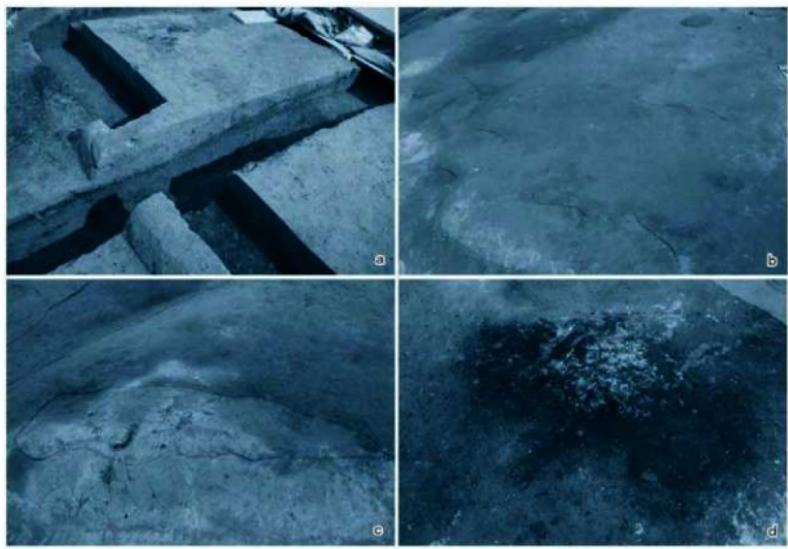
95 14～16号木炭窯跡 構築排土 5・6 断面

a G-G' (南西から)
c C-C' (北西から)

b G-G' (東から)
d D-D' (南西から)



96 16・17号木炭窯跡 構築排土5・7検出（西から）



97 16・17・24・25号木炭窯跡 構築排土7～11

a 排土7断面 D-D'（北西から）
c 排土9検出（西から）

b 排土7・8検出（南西から）
d 排土10・11検出（南から）



98 1号木炭窯跡全景（北東から）



99 1号木炭窯跡細部

a 断面 A-A' [南西から] b 断面 B-B' [南東から]
c 断面 C-C' [南東から] d 掘出 [北東から]

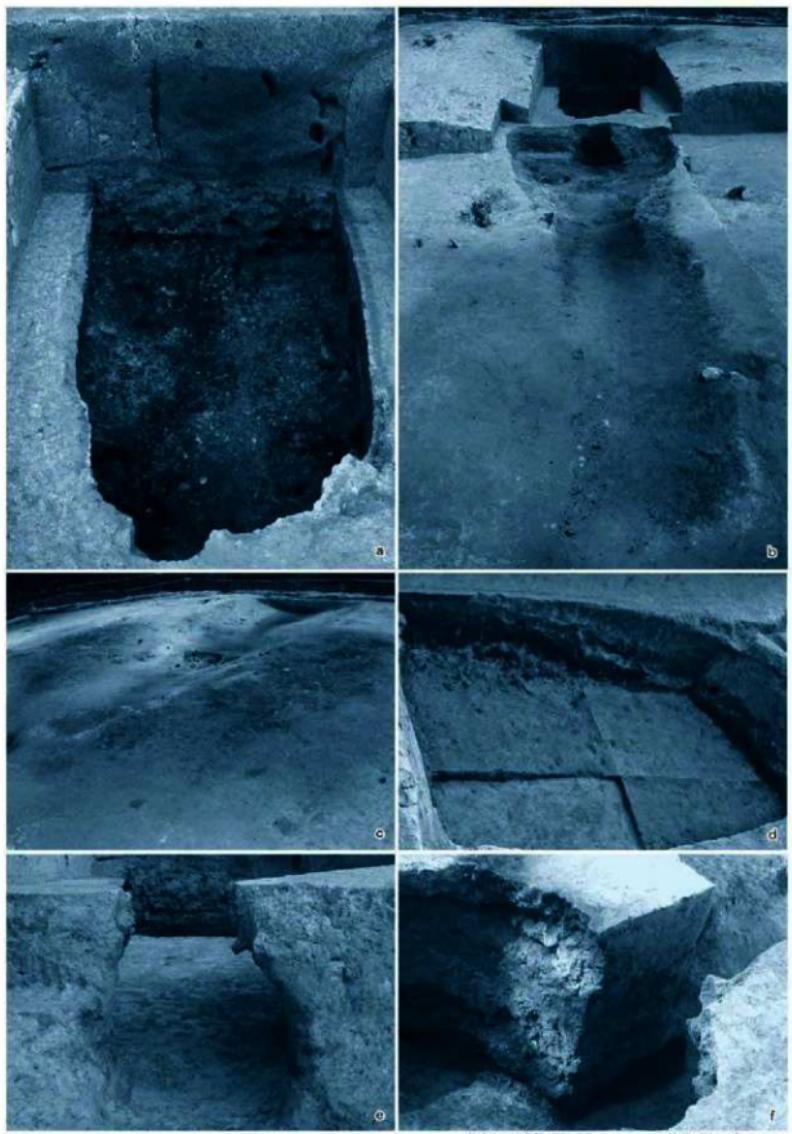


100 2号木炭窯跡

● 全景(西から) b 焙成窓全景(西から)

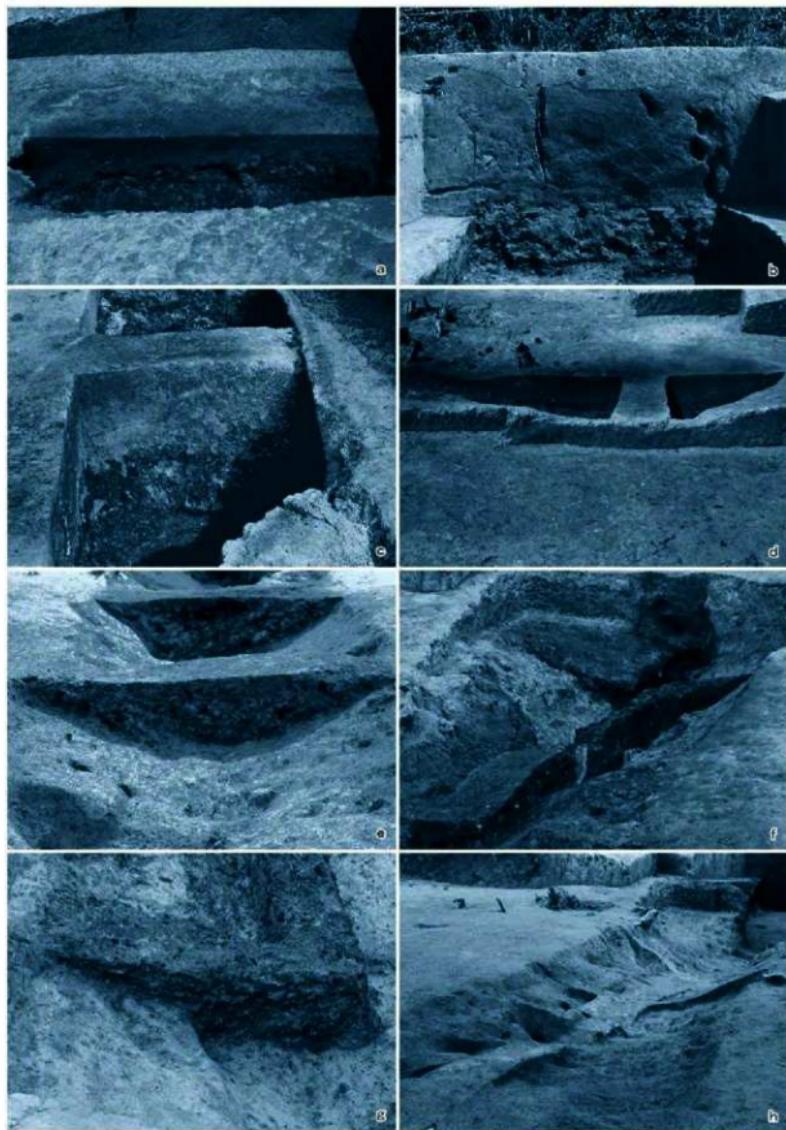


101 2号木炭窯跡焚口付近全景(西から)



■ 桐成窯A面全景（西から）
 ▲ 條出窓（南西から）
 ● 窓口全景（西から）
 ■ A面北景（西から）
 ▲ 桐成窯C面側面（北東から）
 ● 窓口断面（北東から）

102 2号木炭窯跡縦部



103 2号木炭窯跡断面

- 焼成室 A-A' (南から)
- 作業場 E-E' F-F' (東から)
- 作業場 D面 D-D' (東から)
- 焼成室 B-B' (西から)
- 作業場 G-H' (西から)
- 作業場 D面 A-A' (西から)
- 作業場壁面 (西側から)

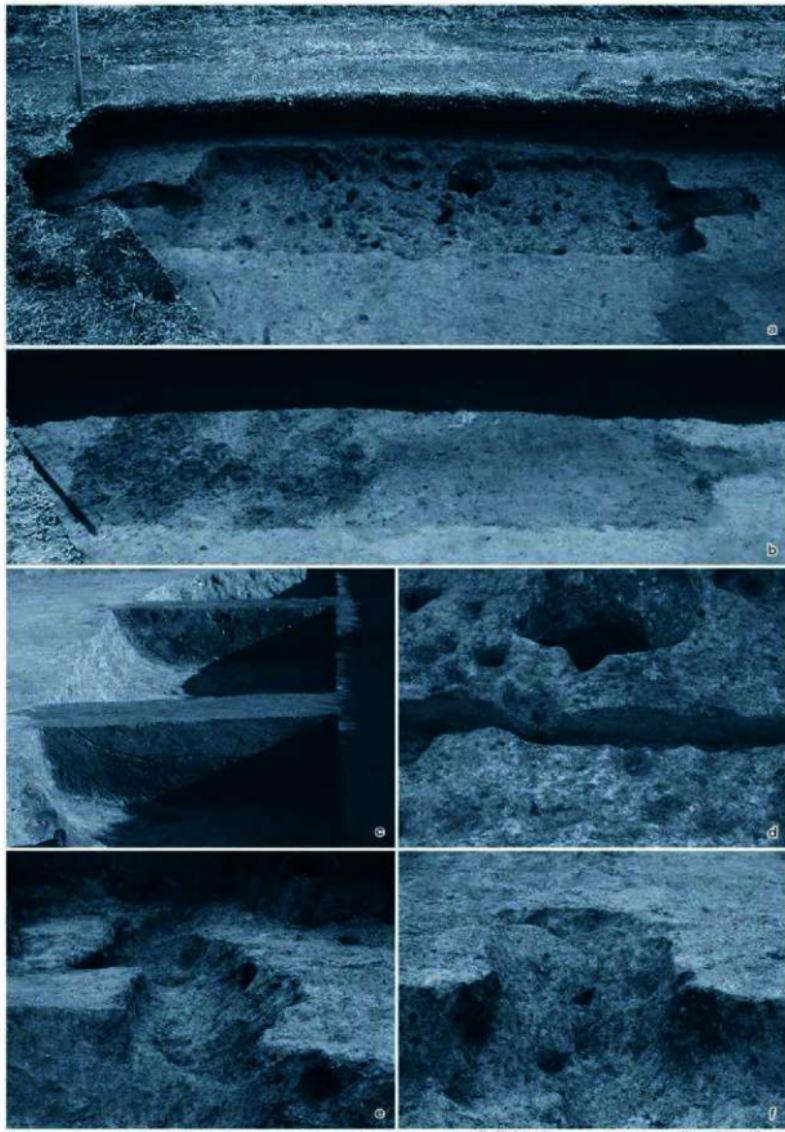


104 3号木炭窯跡全景(南西から)



105 3号木炭窯跡細部

a 断面 A-A' (南東から)
b 断面 A-A' (南西から)
c 断面 B-B' D-D' (西から)
d 横断 (南西から)
e 底面被覆状況 (南から)

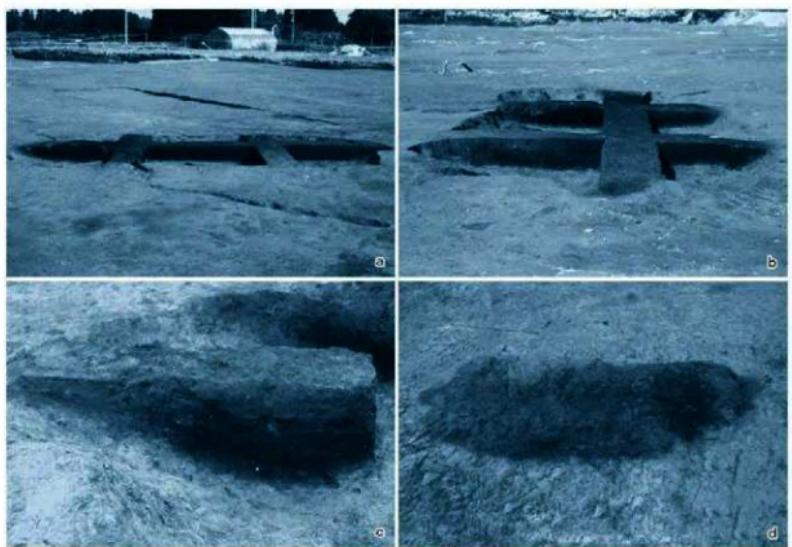


106 4号木炭窯跡

■ 全景（北東から）
● 断面 C-C' E-E'（北西から）
● 突出部（西から）
■ 挿出（北東から）
● 酸化面断面（北から）
● 突出部（東から）



107 5号木炭窯跡全景（北東から）

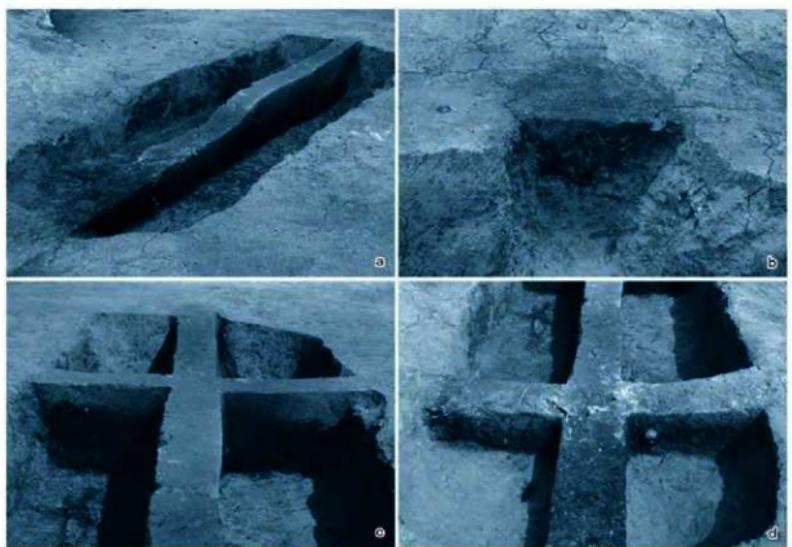


108 5号木炭窯跡細部

a 断面 A-A'（北東から）
b 断面 C-C' D-D'（西北から）
c 突出部断面 B-B'（南西から）
d 検出（北東から）



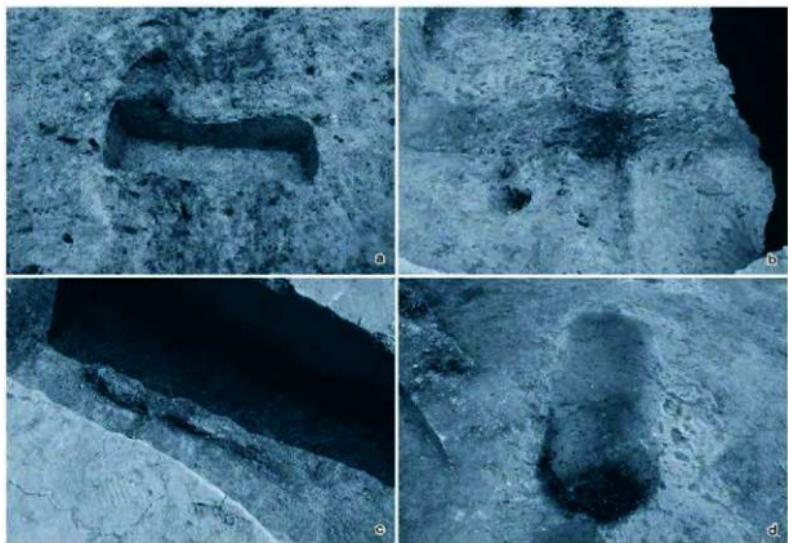
109 6号木炭窯跡全景(西から)



110 6号木炭窯跡断面

a A-A' (南西から)
c C-C' (北西から)

b 横断B-B' (北西から)
d D-D' (北西から)



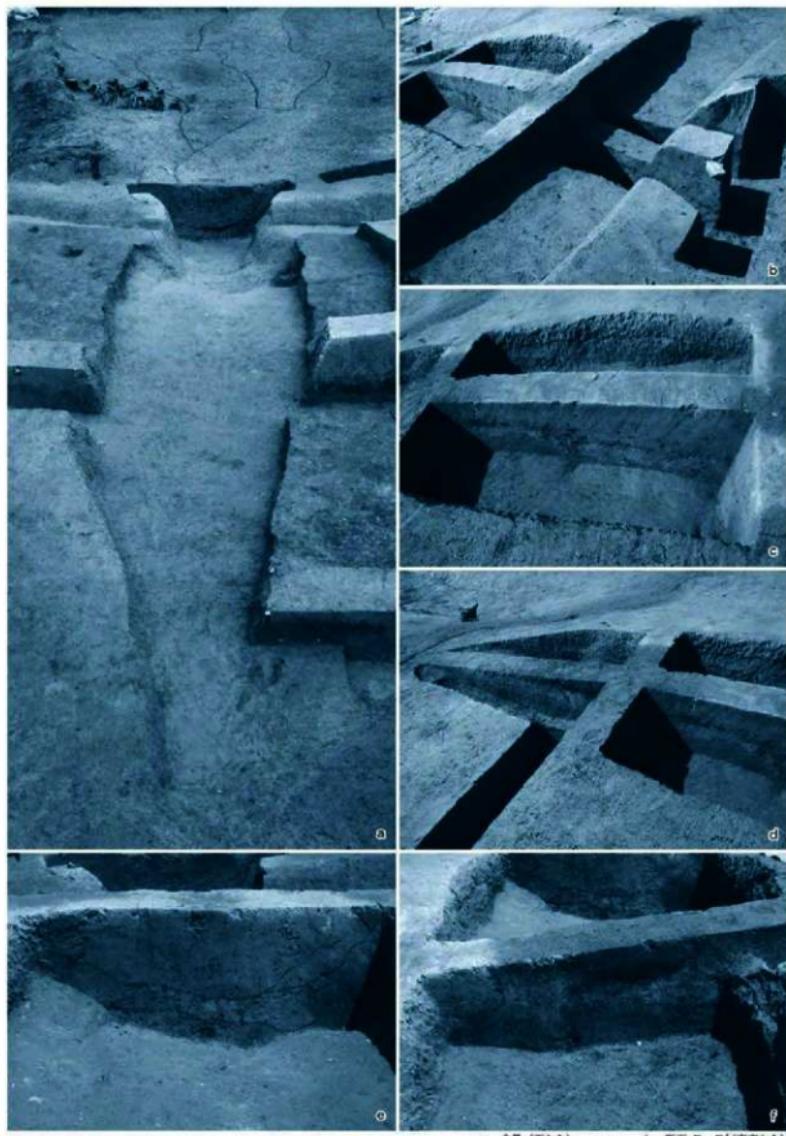
111 6号木炭跡細部

a 横断面 D-D' (北西から)
b 横断面 E-E' (北西から)
c 底面木炭出土状況 (北から)
d 掘出 (北西から)



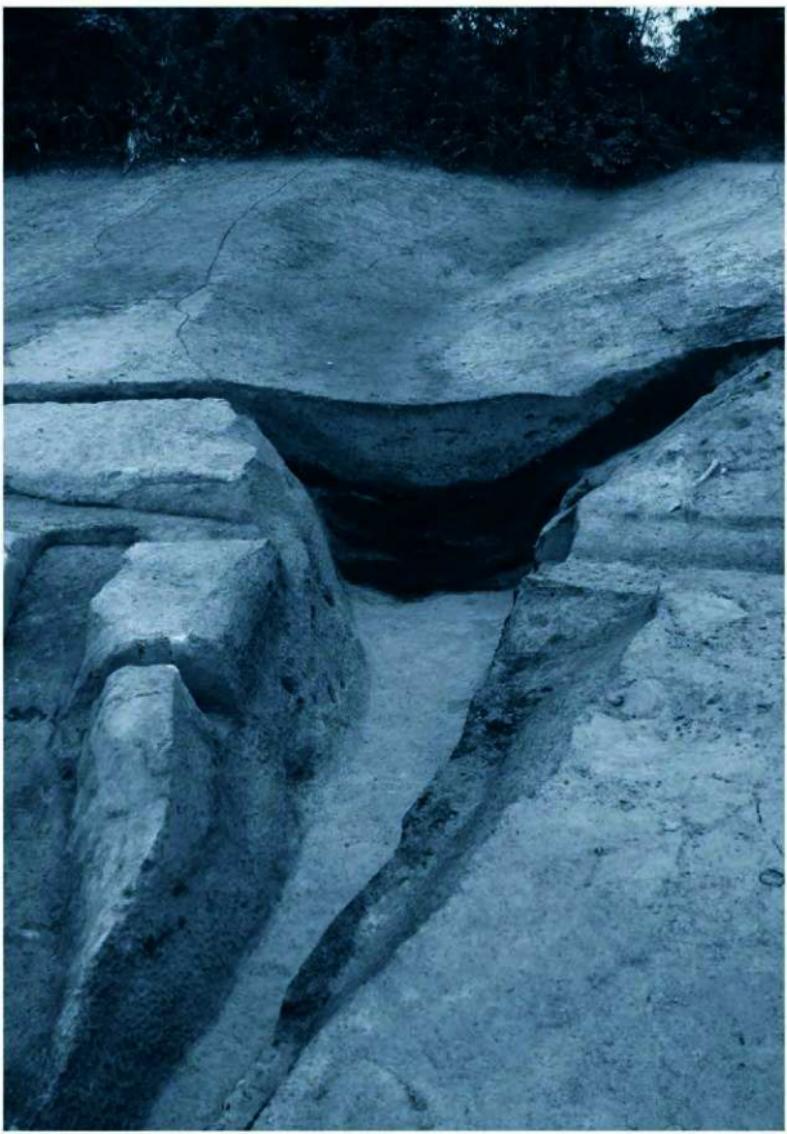
112 8号木炭跡

a 全景 (西から)
b 断面 B-B' (南西から)
c 断面 A-A' (西から)
d 断面

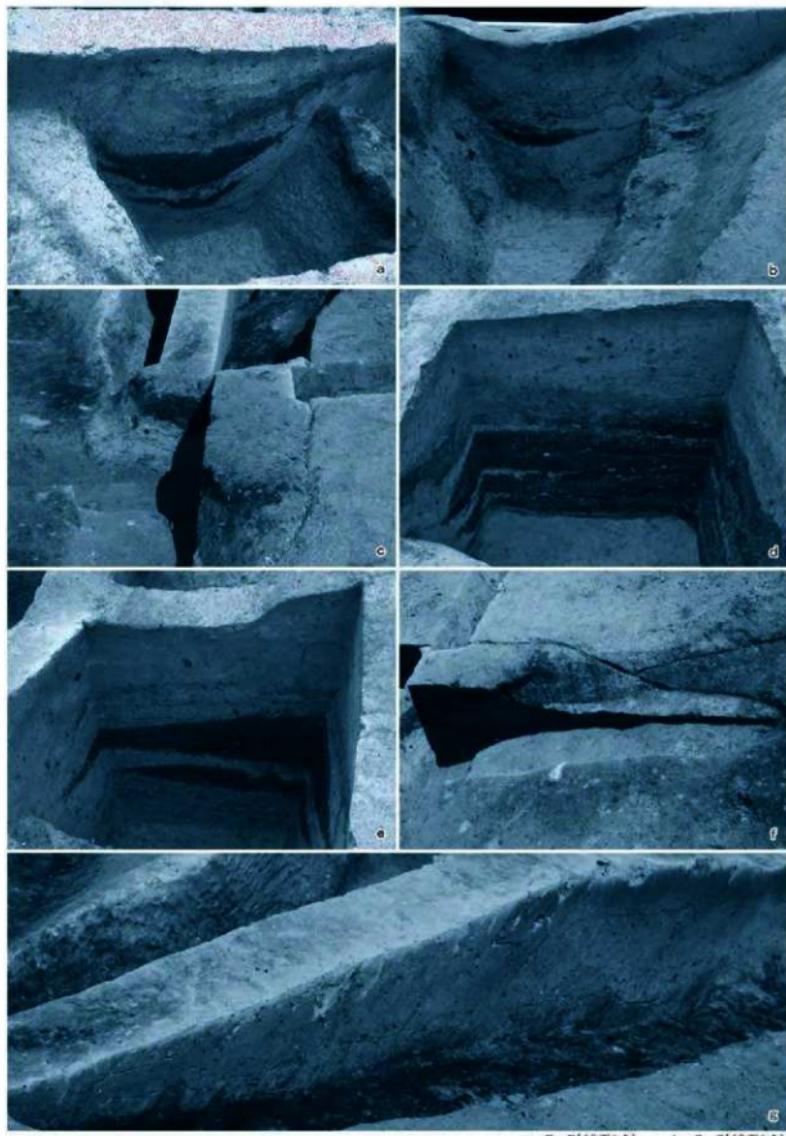


113 9号木炭跡

a 全景(西から)
b 断面 D-D' [南東から]
c 断面 D-D' (西から)
d 断面 B-B' (西から)
e 断面 C-C' (西から)

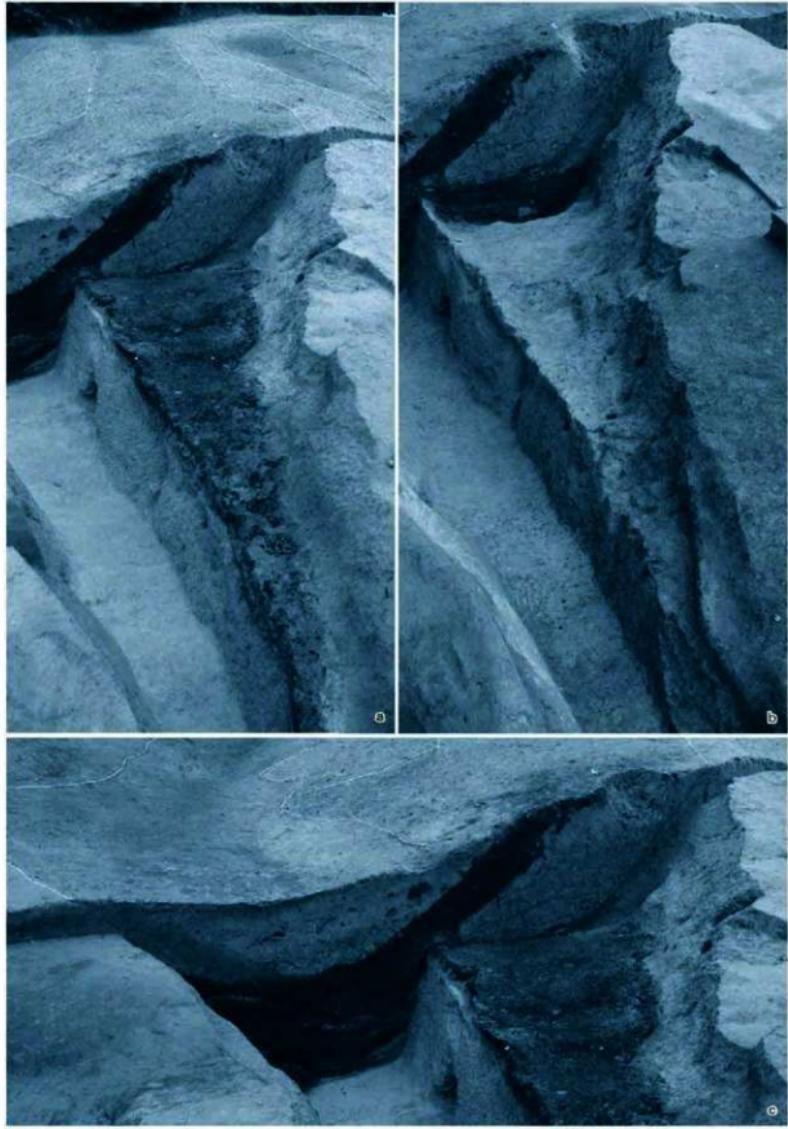


114 12号木炭窯跡全景（北西から）



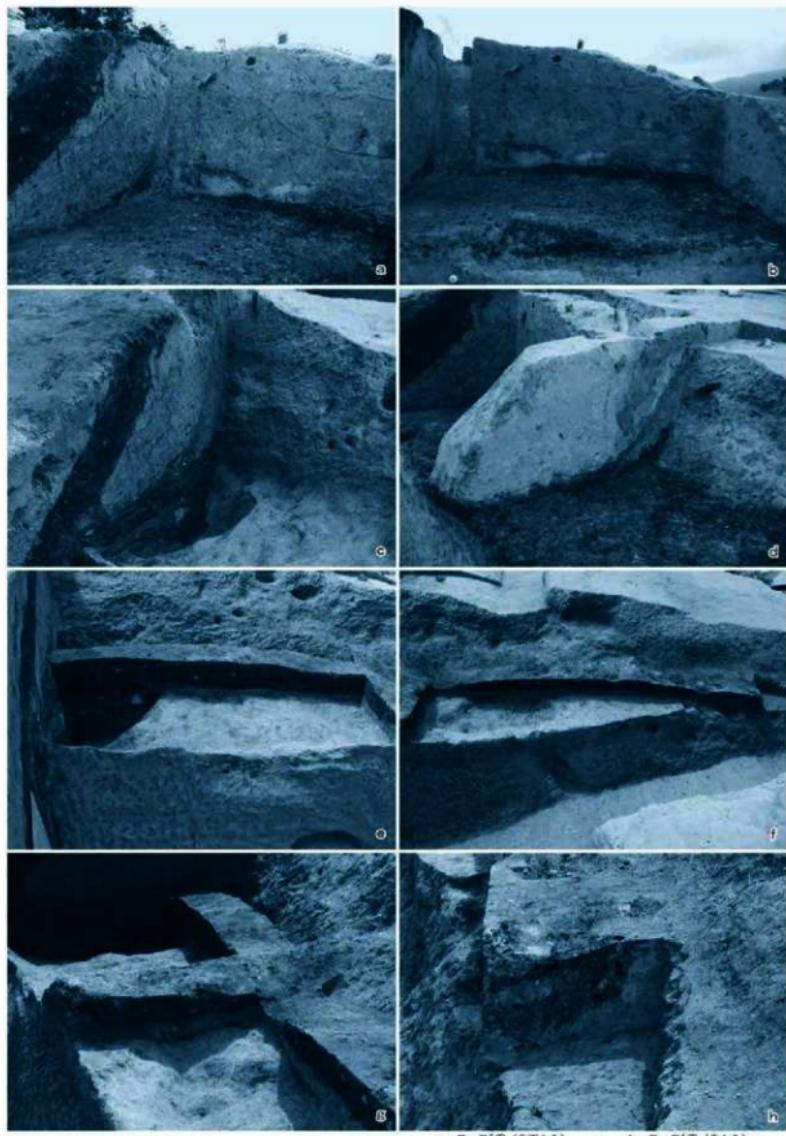
115 12号木炭断面

● B - B' (北西から)	b C - C' (北西から)
○ D - D' (北東から)	d E' - E (南から)
○ E - E' (南から)	f E - E' (北から)
● E - E' (西から)	g



116 14号木炭露跡

a 全景(北西から)
c 断面 A-A'(北西から)

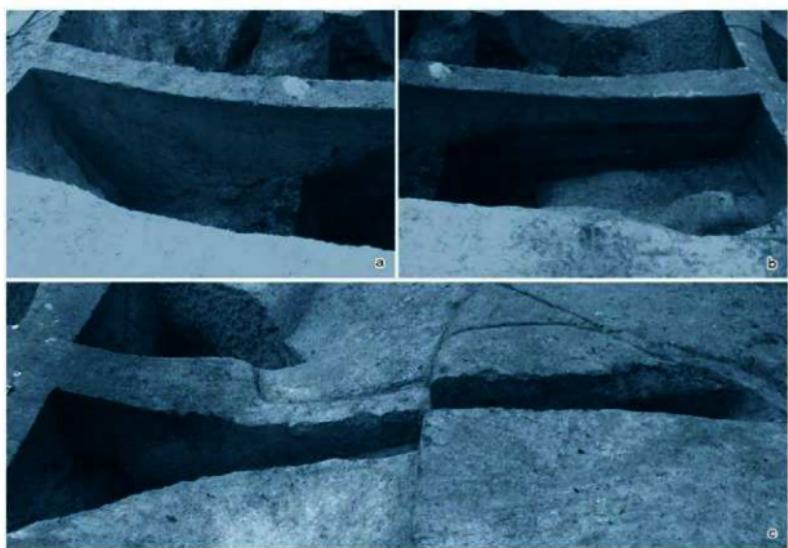


117 14号木炭窯跡断面

- a D-D'①(北西から)
- b A-A'②(北から)
- c D-D'①(北から)
- d 木炭窯 D-D'②(北から)
- e 木炭窯 B-B' (北西から)
- f 木炭窯 D-D'②(北から)
- g 木炭窯 B-B' (北西から)
- h 木炭窯 C-C' (北西から)



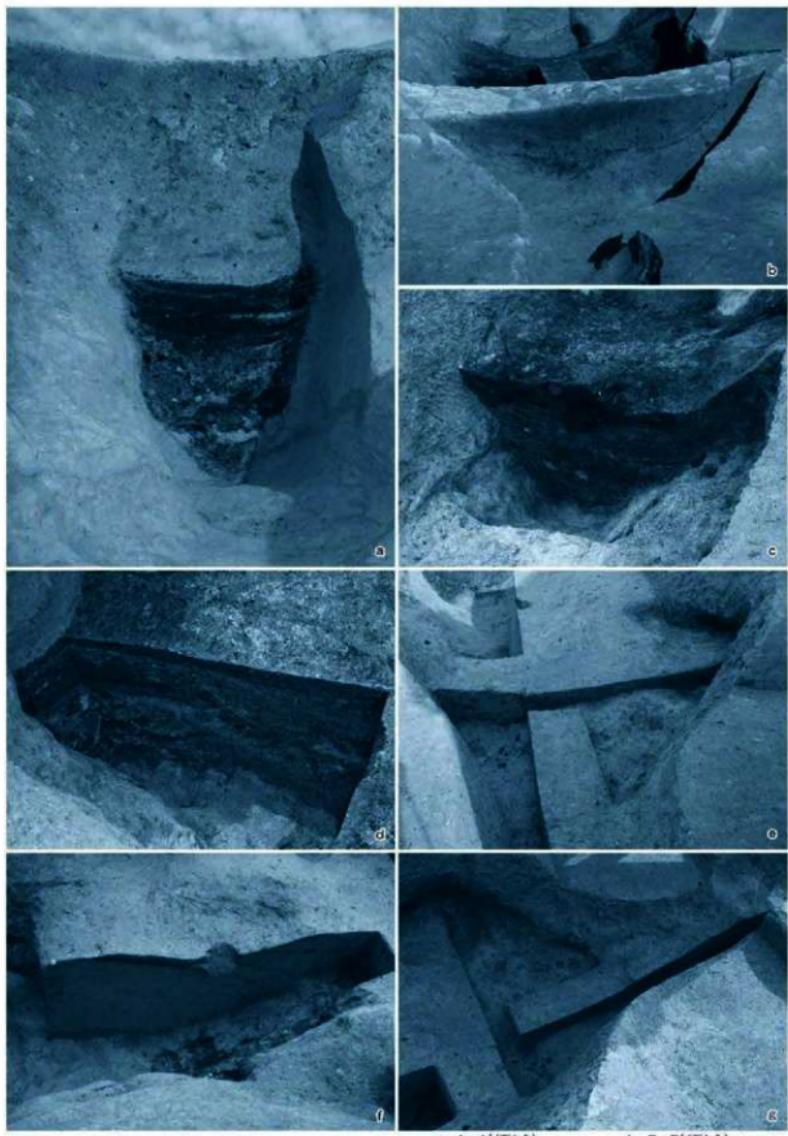
118 15号木炭窯跡全景（西から）



119 15号木炭窯跡断面（1）

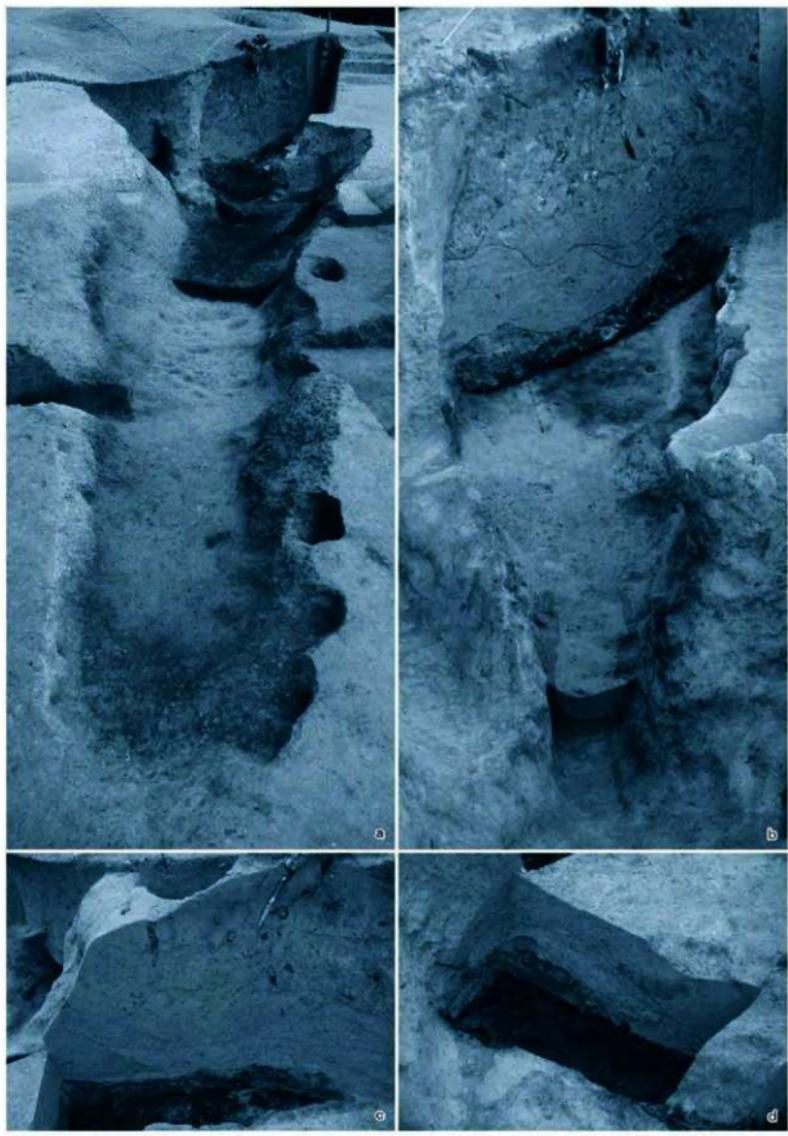
a B-B'① (北から)
c B-B'③ (北から)

b B-B'② (北から)



120 15号木炭窯跡断面 (2)

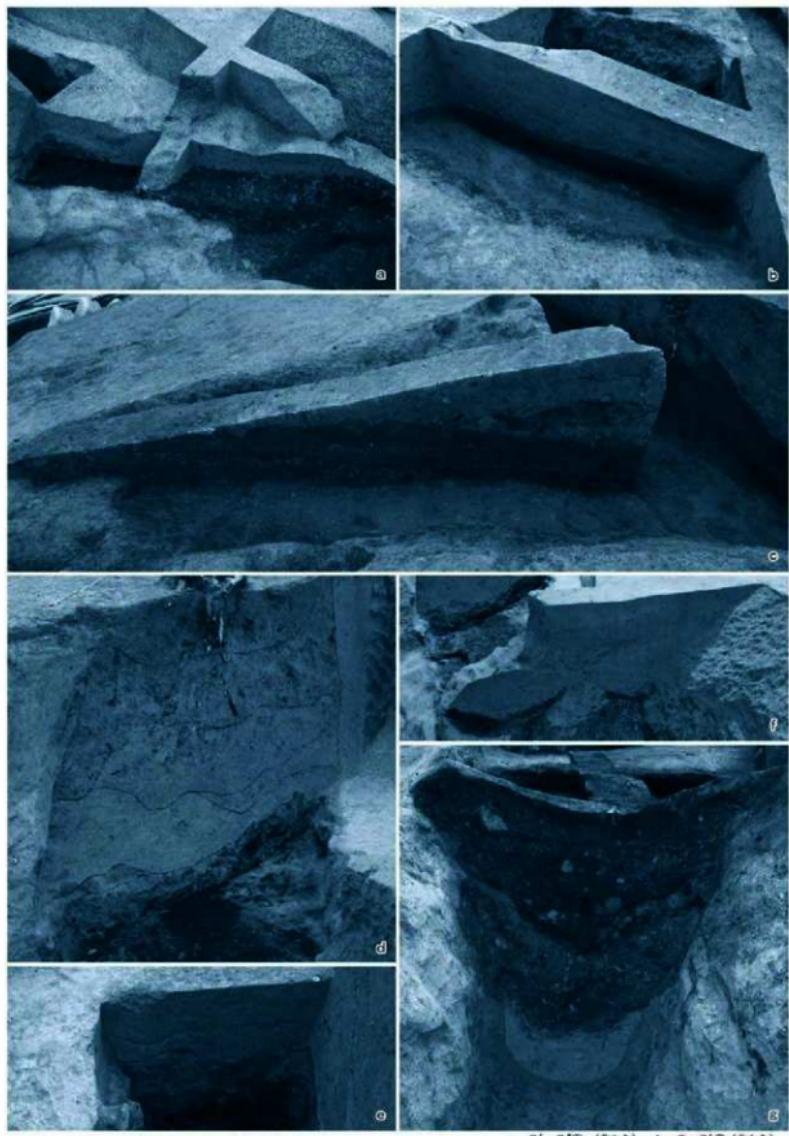
a A-A' (西から)
 b D-D' (西から)
 c 木炭塊 C-C' (西から)
 d 木炭塊 D-D' (北西から)
 e 木炭塊 B-B' (北から)
 f 亂形 B-B' (北東から)
 g 亂形 B-B' (北東から)



121 16号木炭窯跡

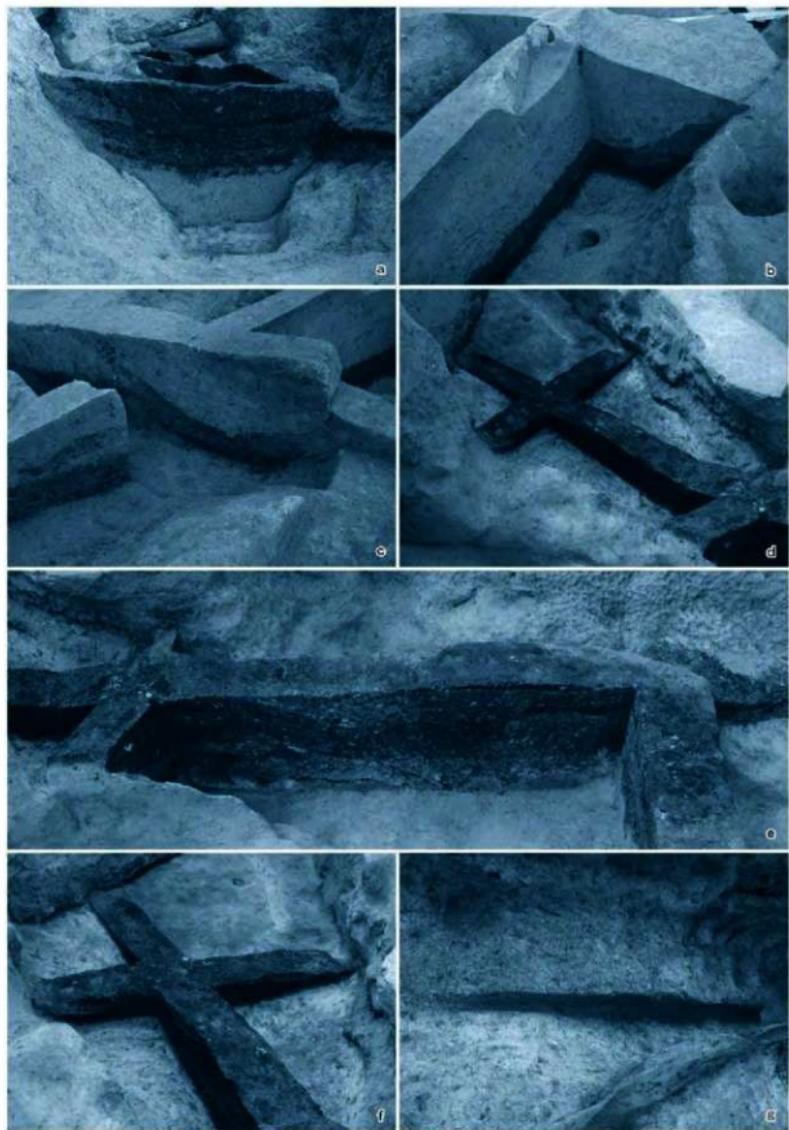
a 全景 [北西から]
c 断面 G-G' [南から]

b 檻底全景 [北西から]
d 断面 G-G' [北から]



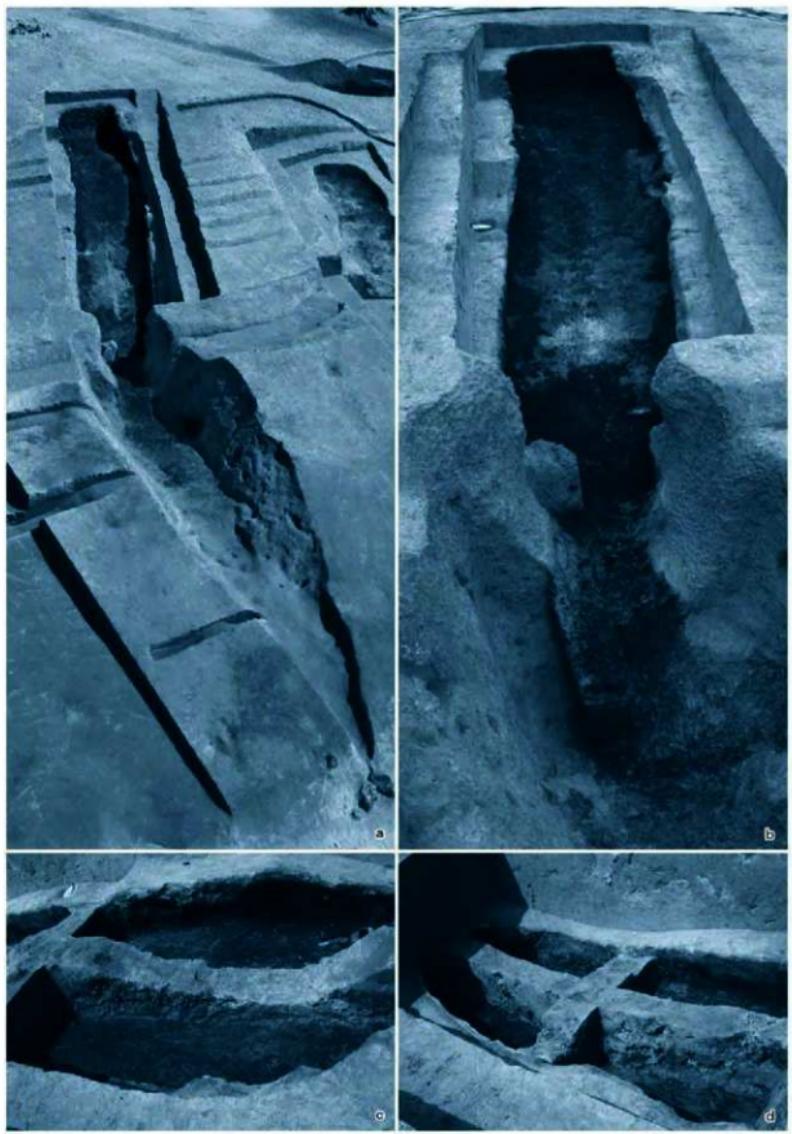
122 16号木炭縦断面 (1)

a G'-G''① (北から)
 b G-C'② (北から)
 c G-C' (北から)
 d A-A' (南東から)
 e B-B' (南東から)
 f C-C'① (北西から)
 g C-C'② (北西から)



123 16号木炭窯跡断面 (2)

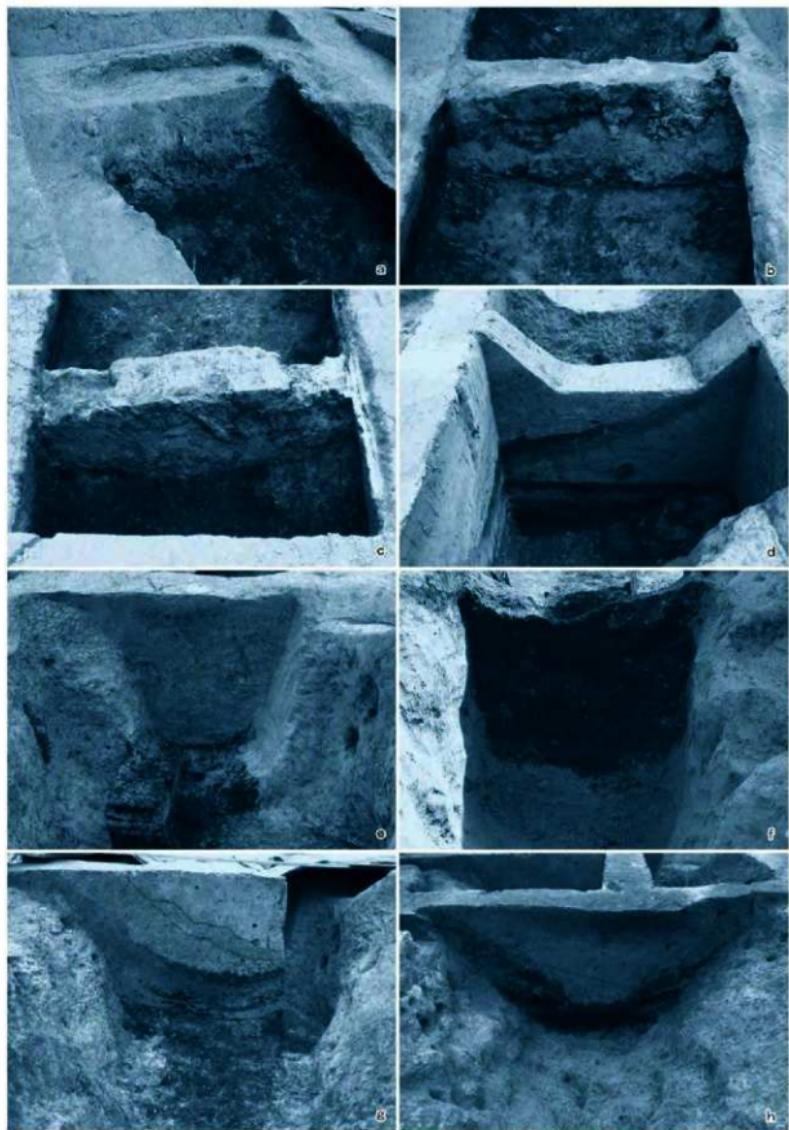
- a D-D' (北西から)
- b E-E' (北西から)
- c 木炭窯 G-G' (北東から)
- d 木炭窯 G-G' (北から)
- e 木炭窯 G'-G'' (北から)
- f 木炭窯 B-B' (北西から)
- g 焙器 G'-G'' (西から)



124 17号木炭縄跡

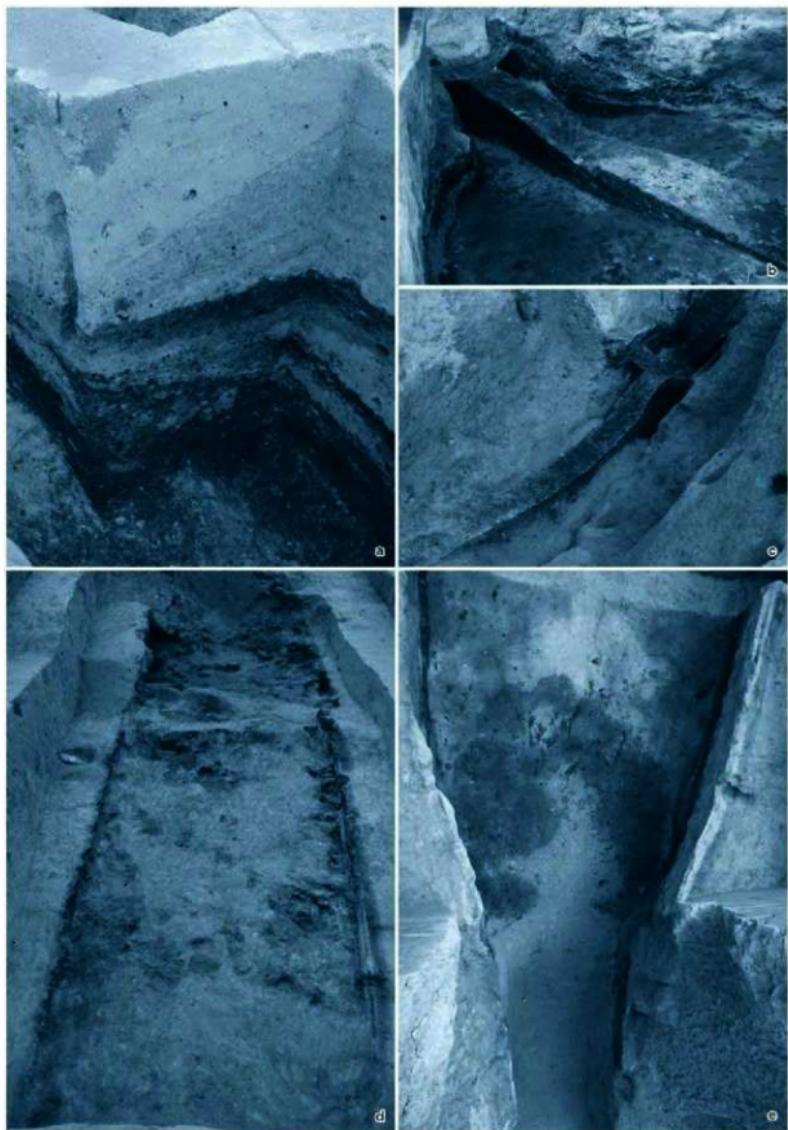
a 全景 [北西から]
c 南面 1'—1' (南から)

b 埋立面全景 [北西から]
d 南面 1'—1' (南から)



125 17号木炭窯跡断面

- | | |
|----------------|----------------------|
| a A-A' (北西から) | b B-B' (北西から) |
| c C-C' (北西から2) | d D-D' (北西から2) |
| e F-F' (北西から) | f 木炭層・隙材 E-E' (南北から) |
| g G-G' (北西から) | h G-G' (北西から) |



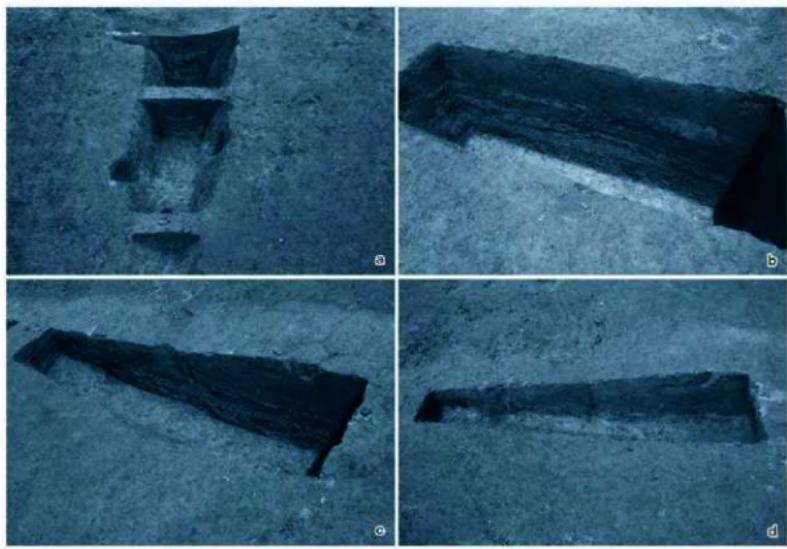
126 17号木炭窯跡縦部

● 断面 I'-I''(北から)
 ○ 本炭層断面 II'-II''(南西から)
 ▲ 焼成室軟化面全景
 (北西から)



127 18号木炭窯跡

a 全景（北西から） b 完成（北西から）



128 18号木炭窯跡断面

a A-A' B-B' C-C' (北西から)

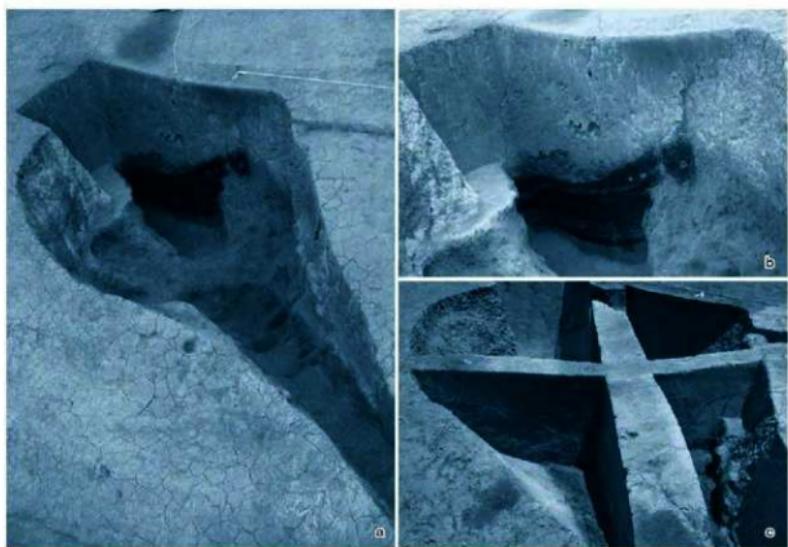
c D-D'② (南東から)

b D-D'① (南東から)

d D-D'③ (南西から)

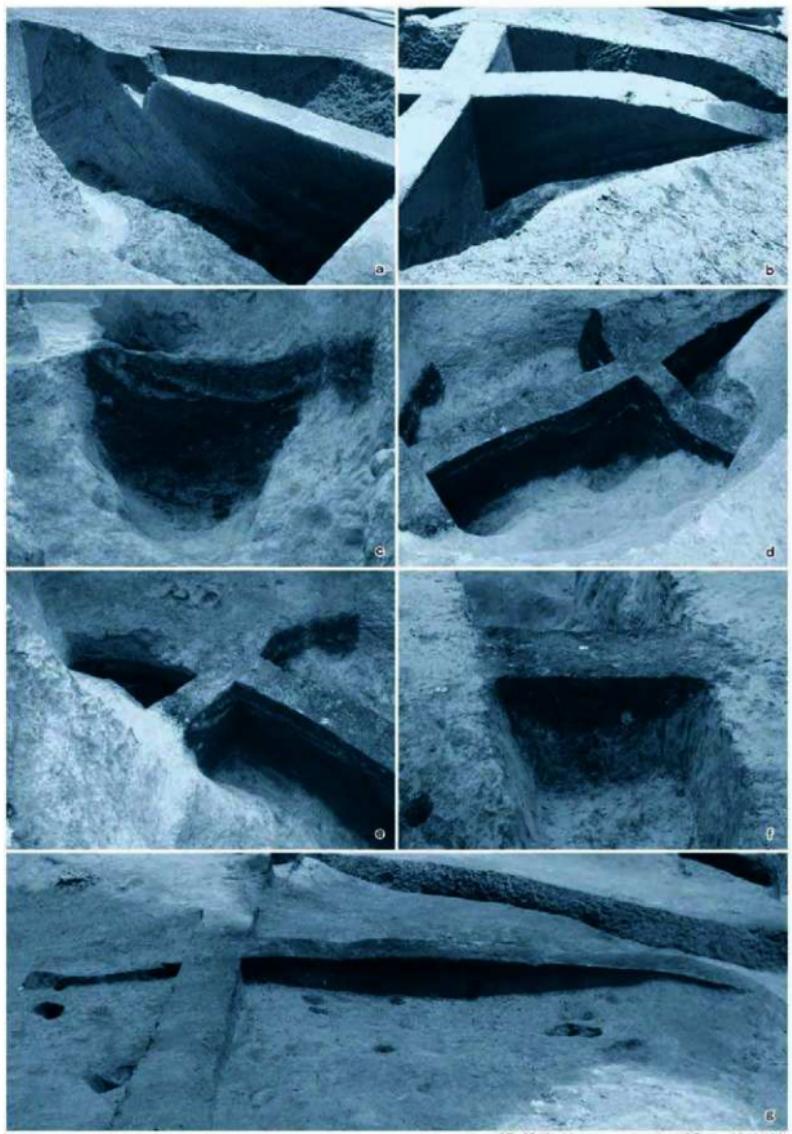


129 24号木炭窯跡全景(西から)



130 24号木炭窯跡

● 断面 A-A' (西から)
○ 断面 B-B' (南西から)



131 24号木炭窯跡断面

- D-D'①(北西から)
- A-A'②(北東から)
- 灰燼 D-D'(南西から)
- ▲ 構造跡土(南西から)
- D-D'②(北西から)
- 木炭層 D-D'(北から)
- 木炭層 C-C'(北東から)



132 25号木炭窯跡

a 構成窯全景 (北西から)

c

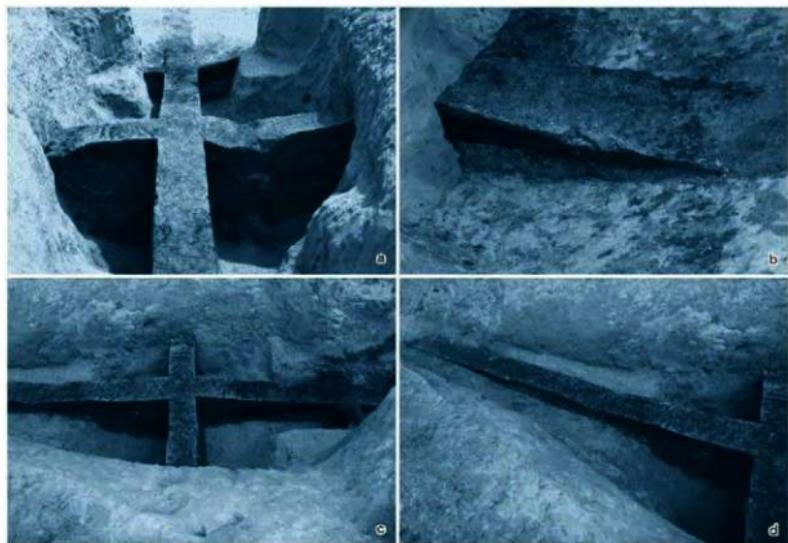
b 窯業 (北西から)

d



133 25号木炭窯跡断面

- | | |
|----------------------|----------------------|
| a A-A' (北西から) | b B-B' (北西から) |
| c D-D' (北西から) | d E-E' (北から) |
| e F-F' ② (南から) | f C-C' (南から) |
| g D-D' ② E-E' (北西から) | h 木炭層・楕形 E-E' (北西から) |



134 25号木炭窯跡木炭層断面

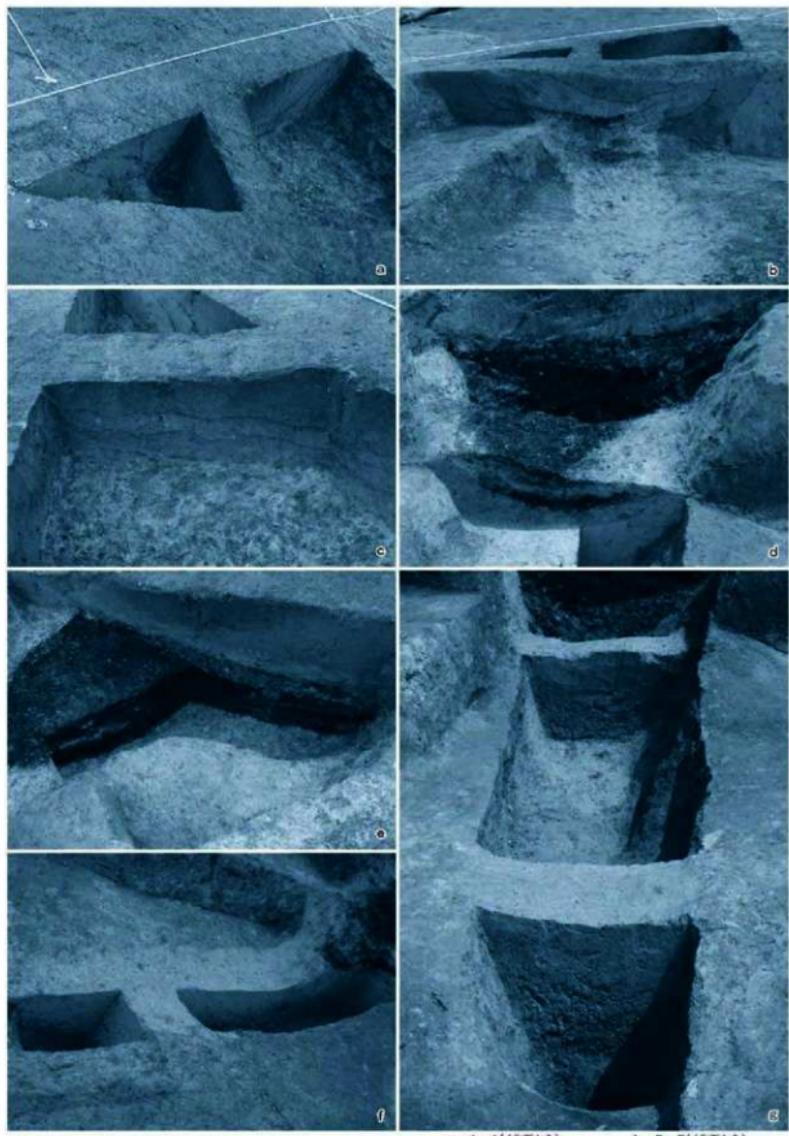
a: C-C' (西から)
c: F-F' ② (南から)

b: F'-F' ① (南から)
d: F-F' ③ (南から)



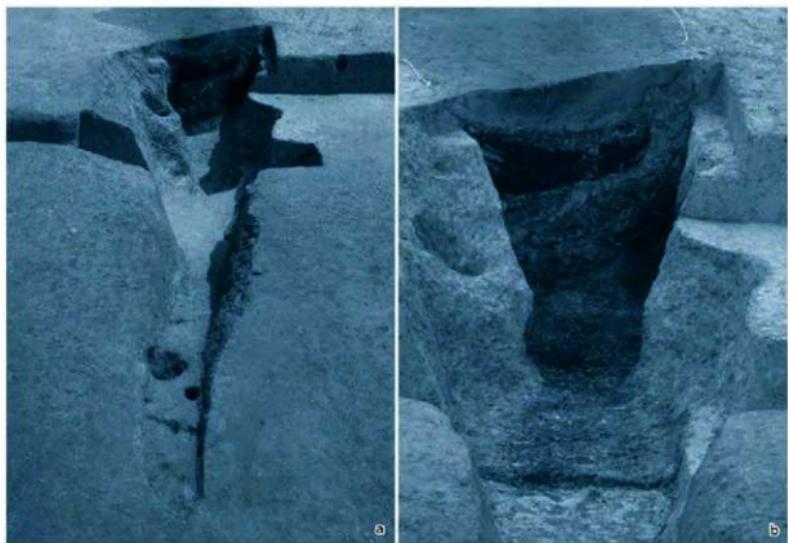
135 26号木炭窯跡

a: 全景 (北西から)
b: 挿出 (北西から)



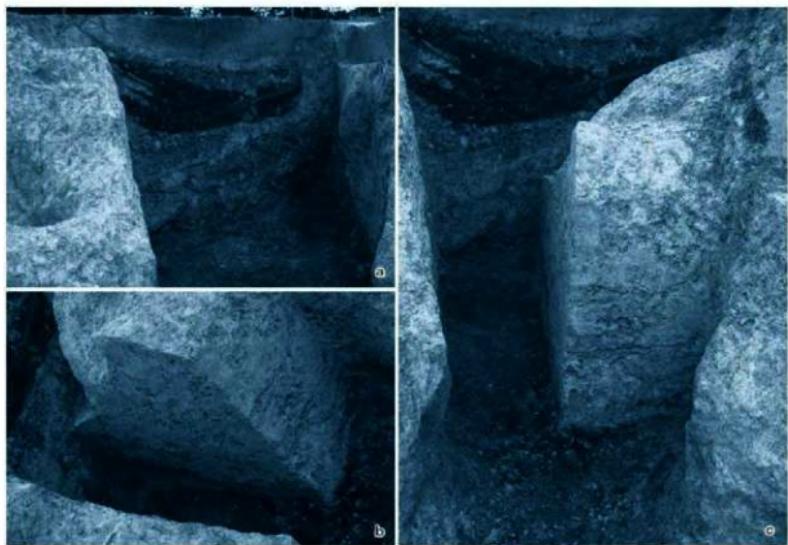
136 26号木炭窯跡断面

■ A-A'【北西から】	b B-B'【北西から】
□ C-C'【北西から】	d 水没層 B-B'【北西から】
● 木炭層 D-D'【西から】	e 圓形 D-D'【西から】
◆ 圓形 E-E'【北西から】	f 圓形 D-D'【北西から】



137 27号木炭窯跡

a 全景(北面から) b 焼口付近(北面から)



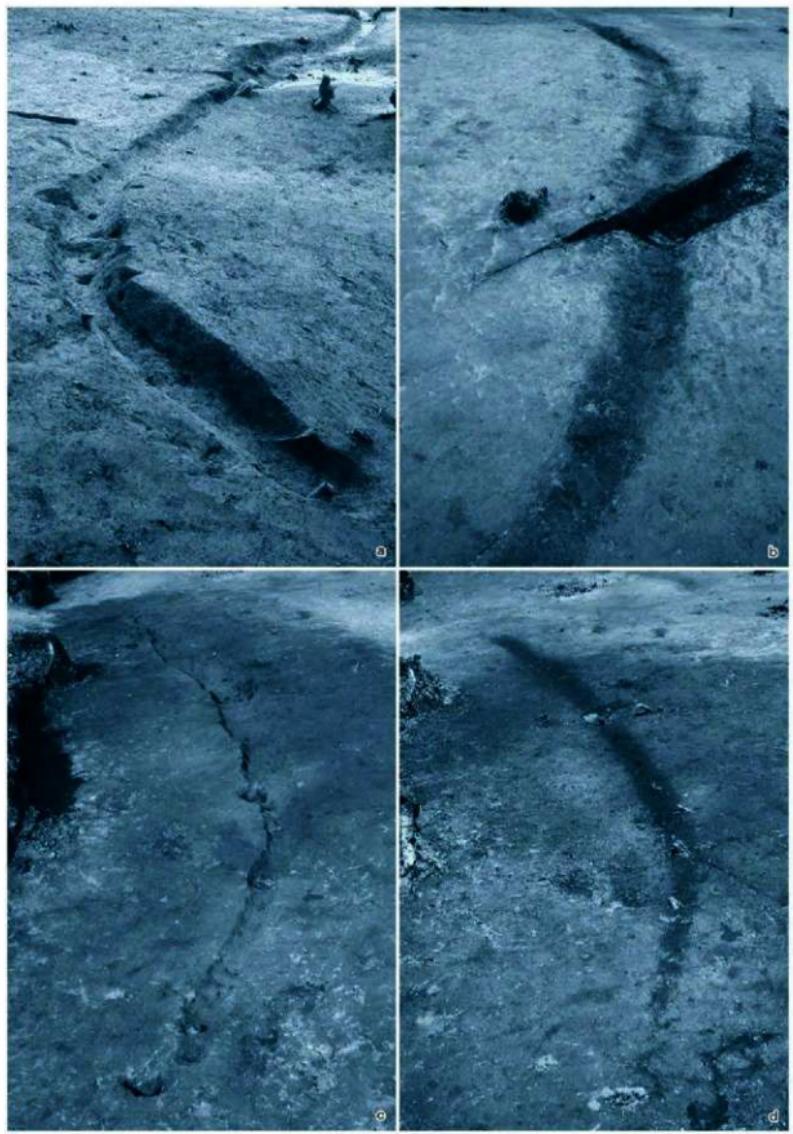
138 27号木炭窯跡断面(1)

a A-A'(北から) b E-E'(東から)
c B-B'(北面から)



139 27号木炭縦断面 (2)

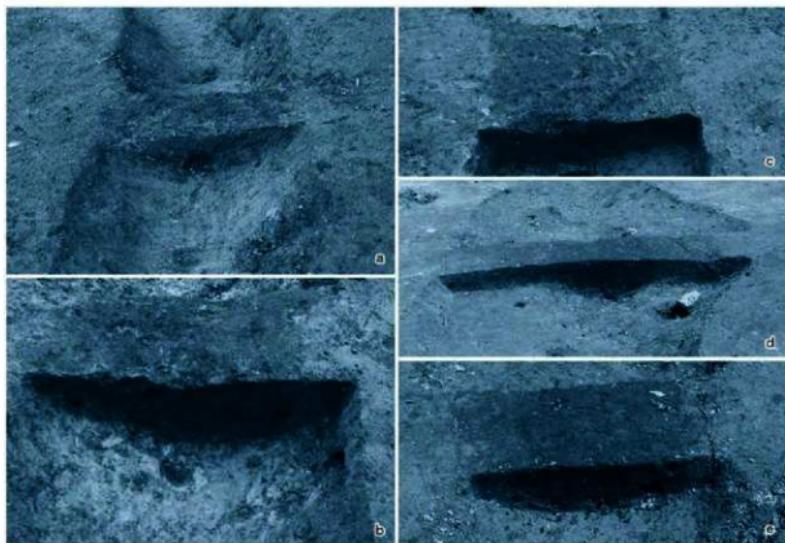
a C-C' (北西から)	b D-D' (北西から)
○ E-E' (北から)	○ F-F' (北から)
● E-E' (南から)	● G-G' (北から)
■ 木炭層 E-E' (北から)	■ H-H' (北から)
▲ 斜面 B-B' (北西から)	▲ I-I' (北から)



140 1・2号溝跡

a 1号溝跡全貌（北東から）
c 2号溝跡全貌（南から）

b 1号溝跡検出（北東から）
d 2号溝跡検出（南から）



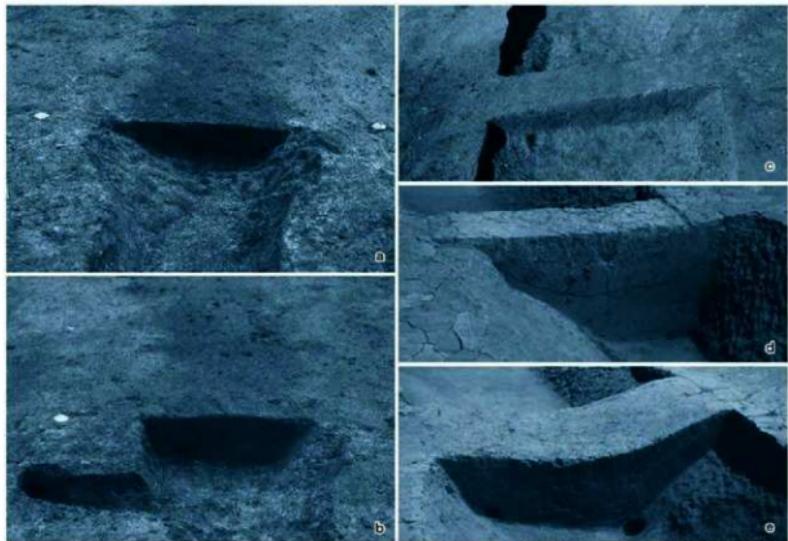
141 1・2号溝跡断面

■ 1号溝跡 A-A' (南西から)
■ 1号溝跡 C-C' (北東から)
● 2号溝跡 B-B' (南西から)



142 3号溝跡

a. 地図 (北から) b. 検出 (南西から)



143 3·4号溝跡断面

a 3号横跡 A-A' (南西から) b 3号横跡 C-C' (南西から)
 c 4号横跡 A-A' (南西から) d 4号横跡 B-B' (南西から)
 e 4号横跡 C-C' (東から)



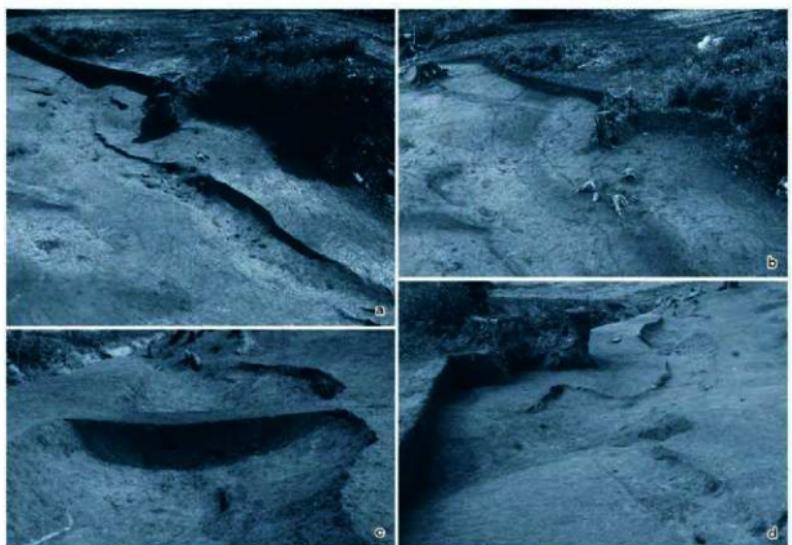
144 4号溝跡全景

a 全景①(南から) b 全景②(北から)



145 5号溝跡

● 全景(北東から)
○ 断面 B-B'(南西から)



146 6号溝跡

● 全景①(北から)
○ 断面 A-A'(南から)

● 全景②(北から)
○ 棚田(北から)

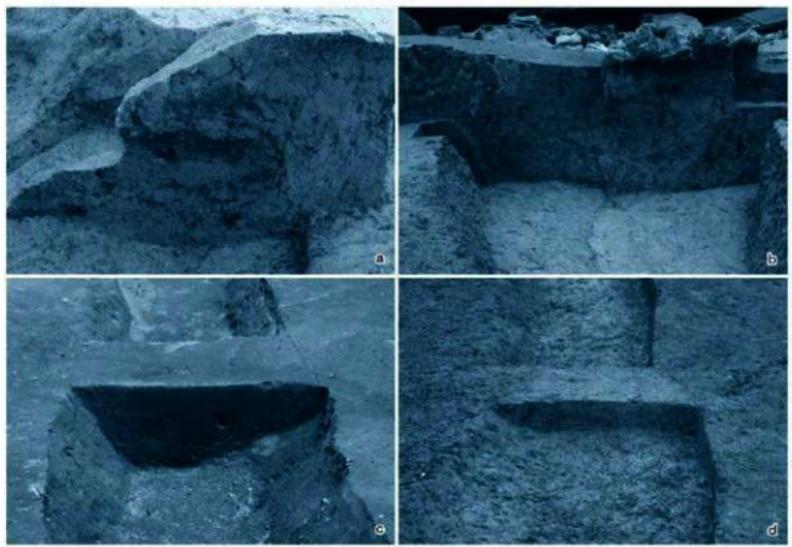


147 7号溝跡

a 全景(北西から) b 断面B-B'(北西から)
c 断面C-C'(北西から)



148 8号溝跡全景(西から)



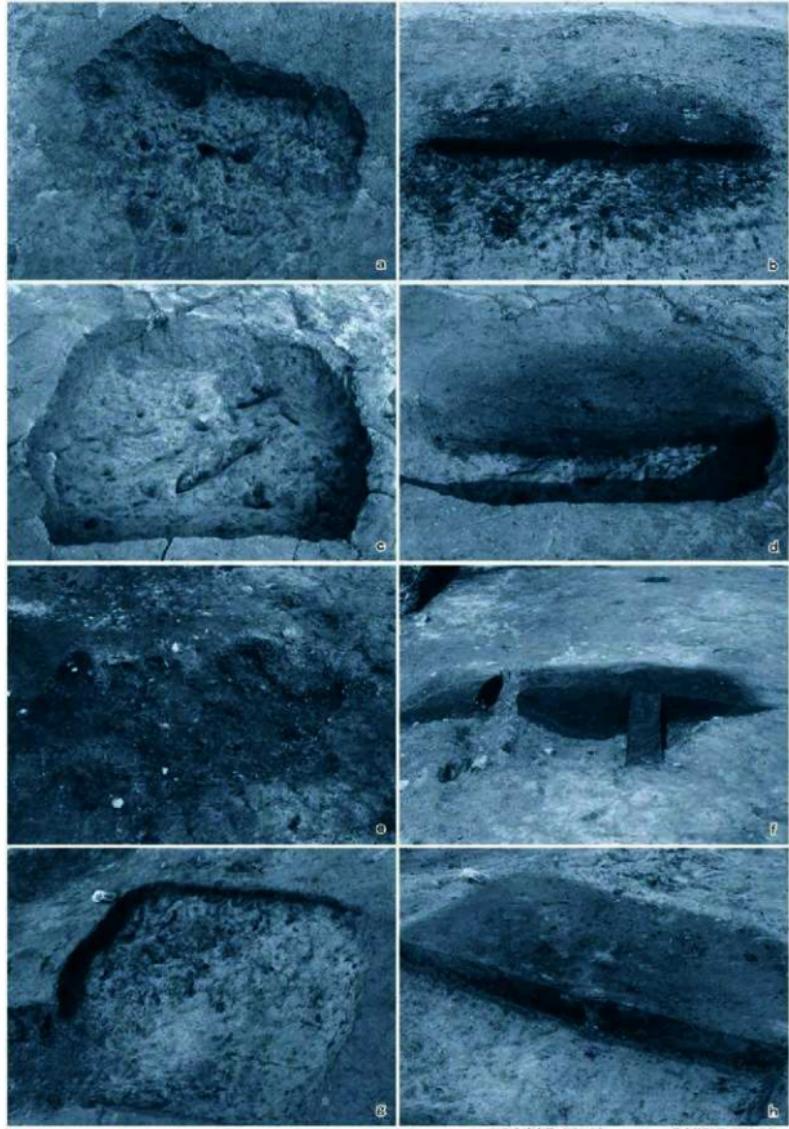
149 8～10号溝跡断面

■ 8号溝跡 A-A' (南北から)
■ 9号溝跡 A-A' (南北から)
■ 8号溝跡 B-B' (西から)
■ 10号溝跡 A-A' (南北から)



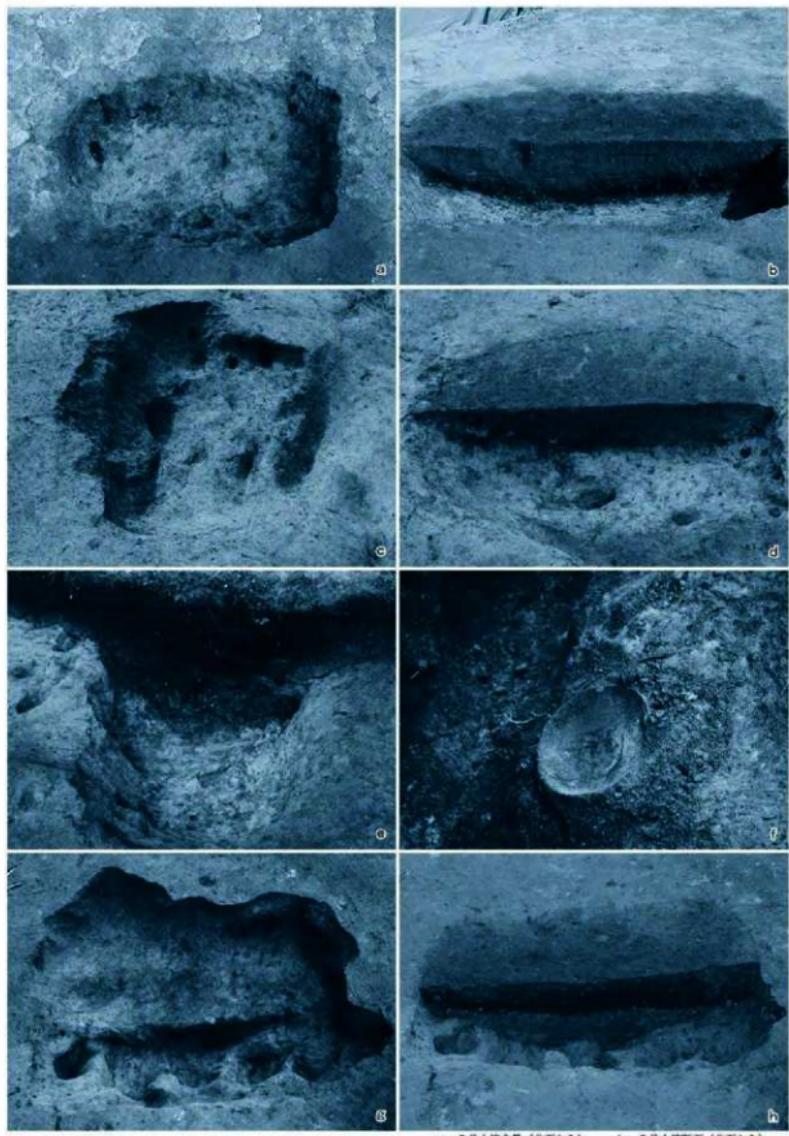
150 9・10号溝跡全景

■ 9号溝跡 (南西から)
■ 10号溝跡 (北西から)



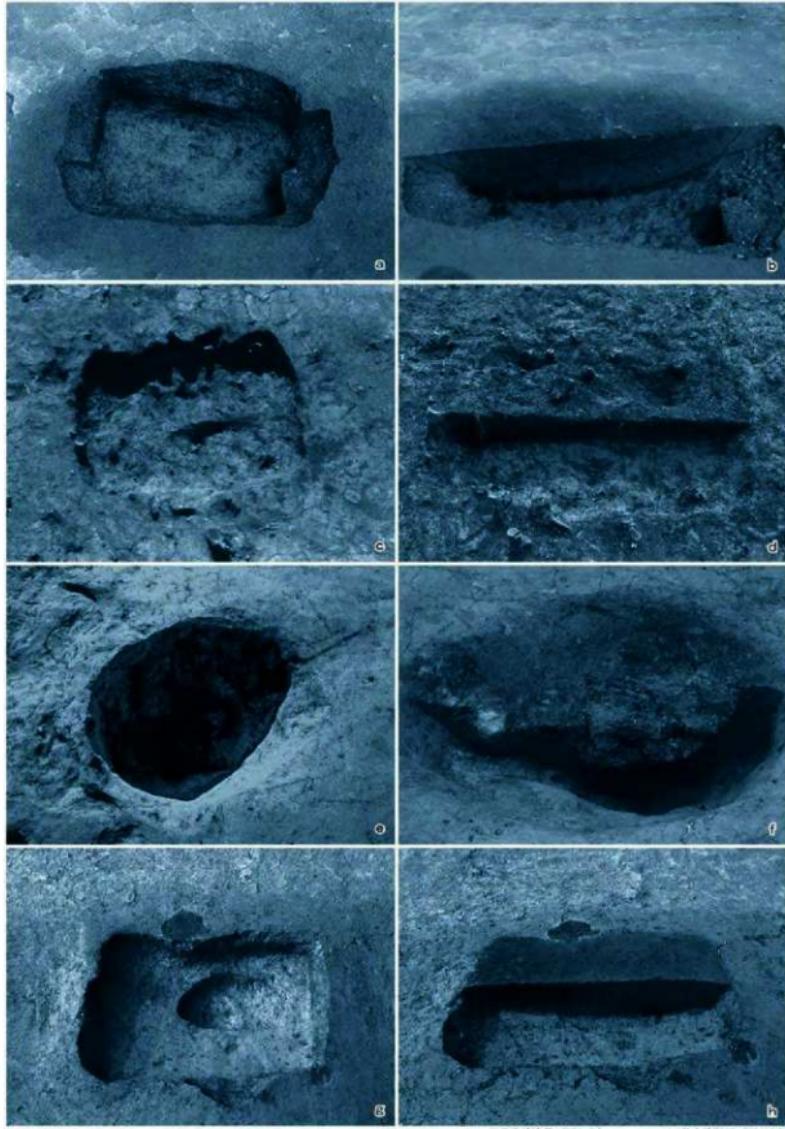
151 1～4号土坑

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



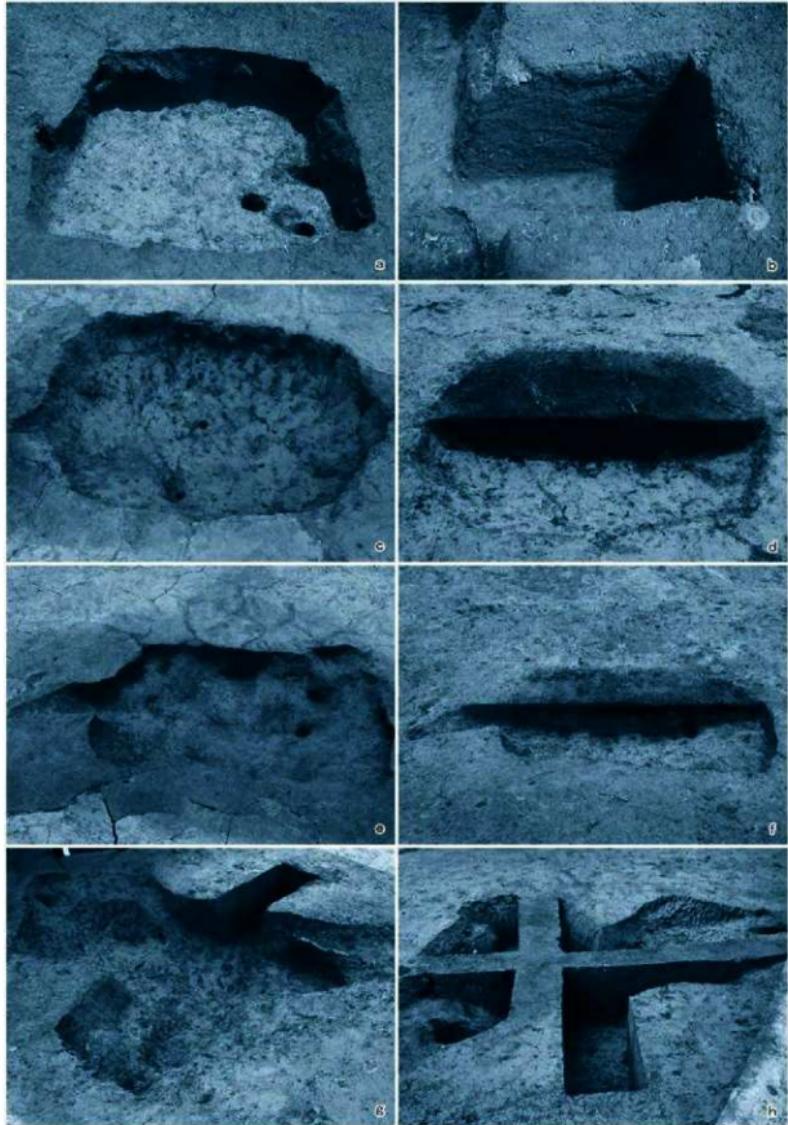
152 5～8号土坑

5号土坑全貌 (北西から)	b 5号土机断面 (北西から)
6号土坑全貌 (北から)	c 6号土机断面 (北から)
7号土坑全貌 (西北から)	d 7号土机断面 (西北から)
8号土坑全貌 (北西から)	e 8号土机断面 (北から)



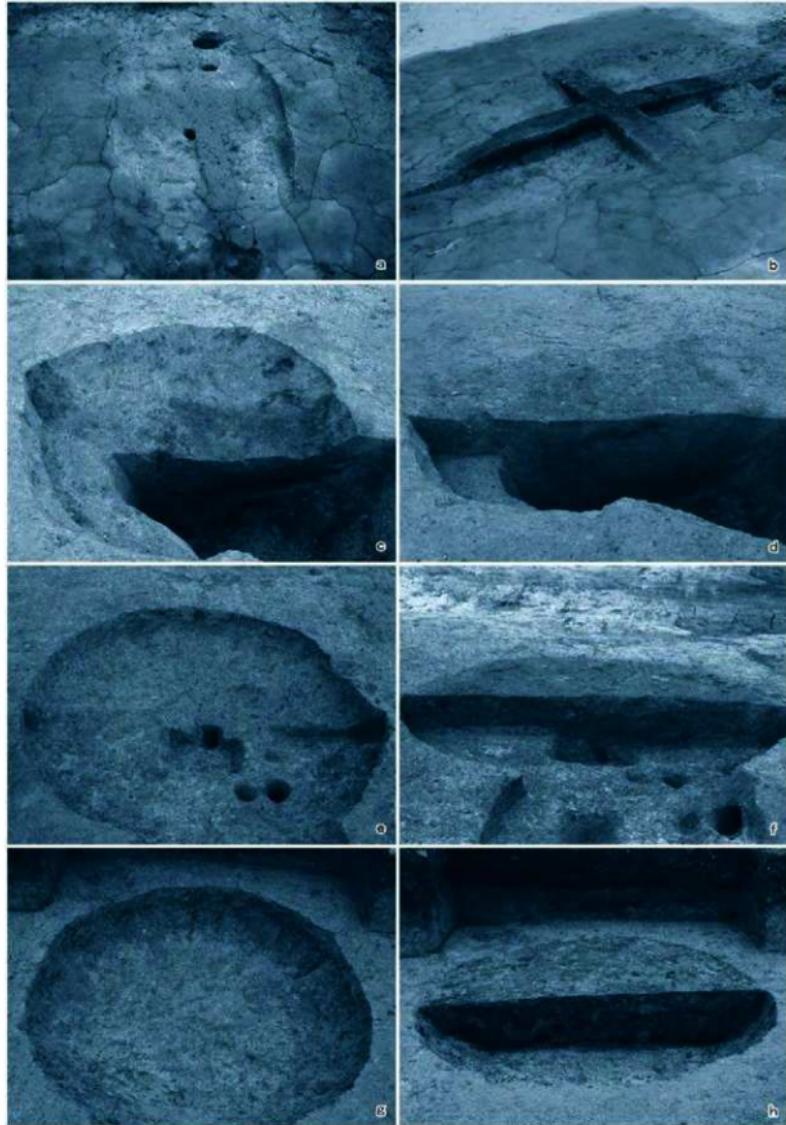
153 9～12号土坑

a 9号土坑全貌 (西から)	b 9号土坑断面 (西から)
c 10号土坑全貌 (西から)	d 10号土坑断面 (西から)
e 11号土坑全貌 (南西から)	f 11号土坑断面 (西から)
g 12号土坑全貌 (南から)	h 12号土坑断面 (南から)

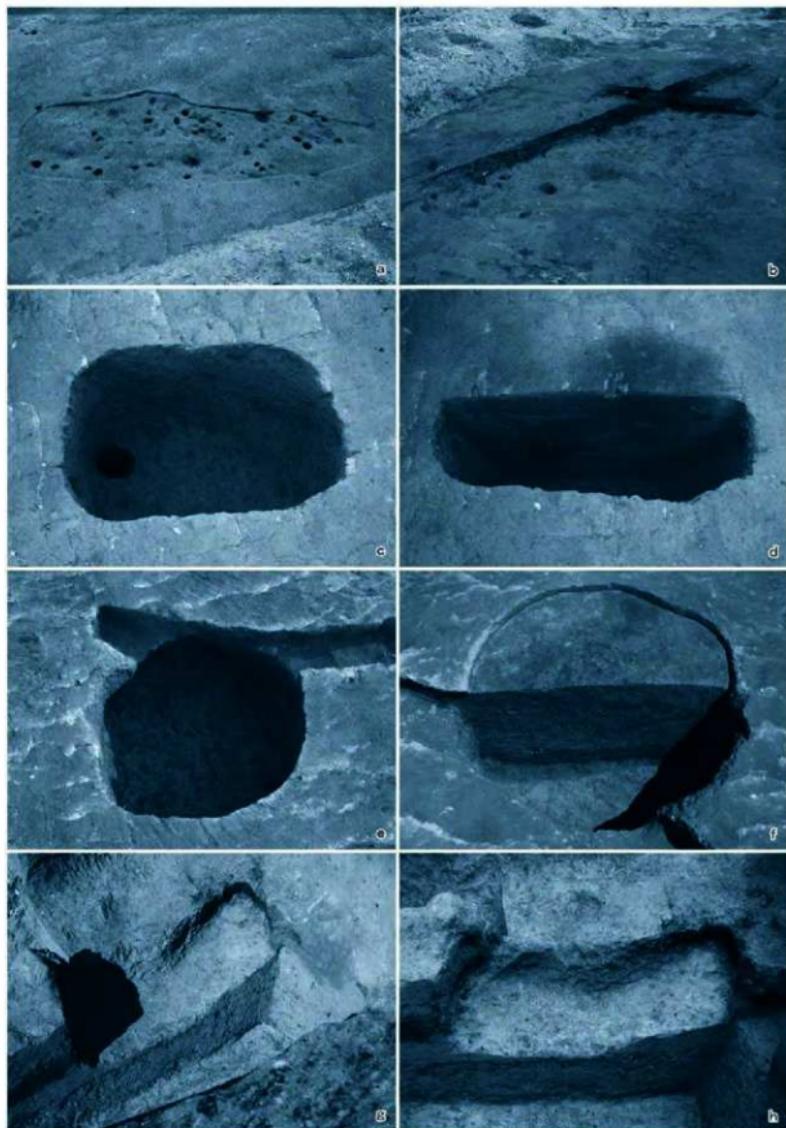


154 13~16号土坑

a 13号土坑全貌（西から）
b 13号土坑断面（西から）
c 15号土坑全貌（北西から）
d 15号土坑断面（西から）
e 16号土坑全貌（北から）
f 16号土坑断面（西から）
g 16号土坑全貌（西から）
h 16号土坑断面（西から）



155 17~20号土坑



156 21~24号土坑

- ▲ 21号土坑全貌（北東から）
- 21号土坑断面（南西から）
- 23号土坑全貌（北から）
- 23号土坑断面（南東から）
- ◆ 24号土坑全貌（南西から）
- ◆ 24号土坑断面（南から）



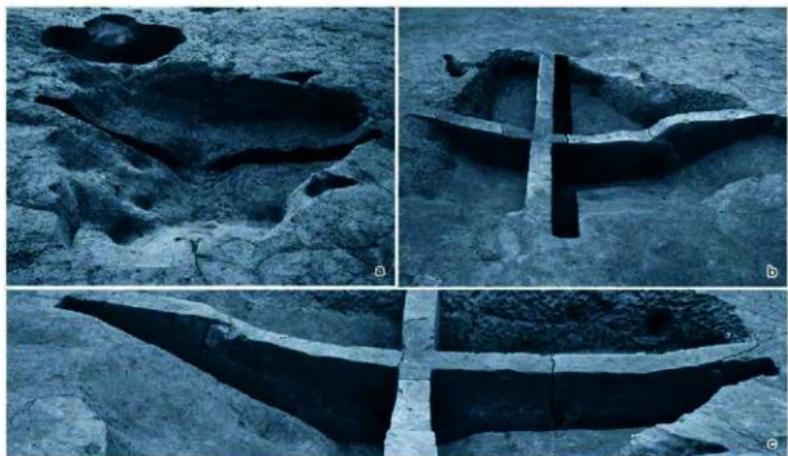
157 25号土坑

a 全景(東から) b 断面(西から)



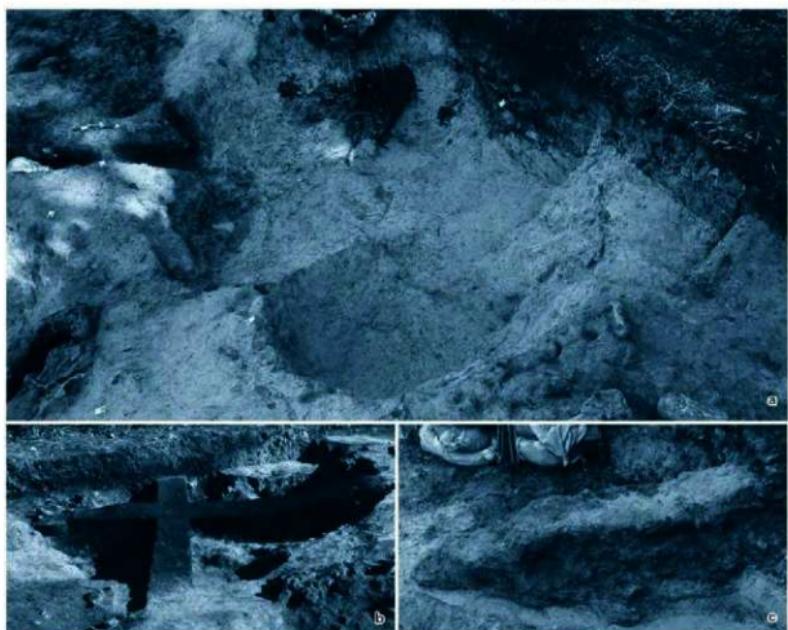
158 1号特殊遺構

a 槌出(西から) b 断面 C-C'(西北から)
c 断面 A-A' B-B'(西北から)



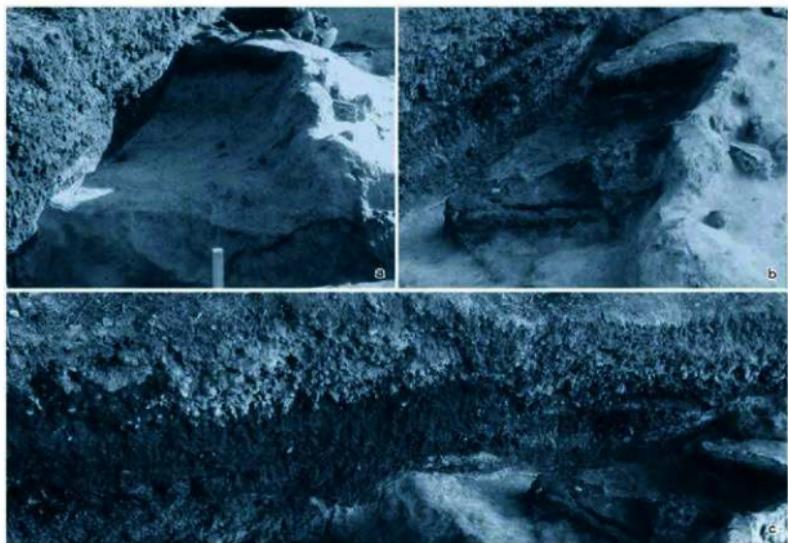
159 2号特殊遺構

a 全景 (南東から)
b 断面 A-A' (南東から)
c 断面 B-B' (北東から)



160 3号特殊遺構

a 全景 (南から)
b 断面 B-B' (北西から)
c 下層断面 A-A' (南西から)



161 4号特殊造構

● 全景 (北から) b 断面 B-B' C-C' (北から)
● 断面 A-A' (北西から)

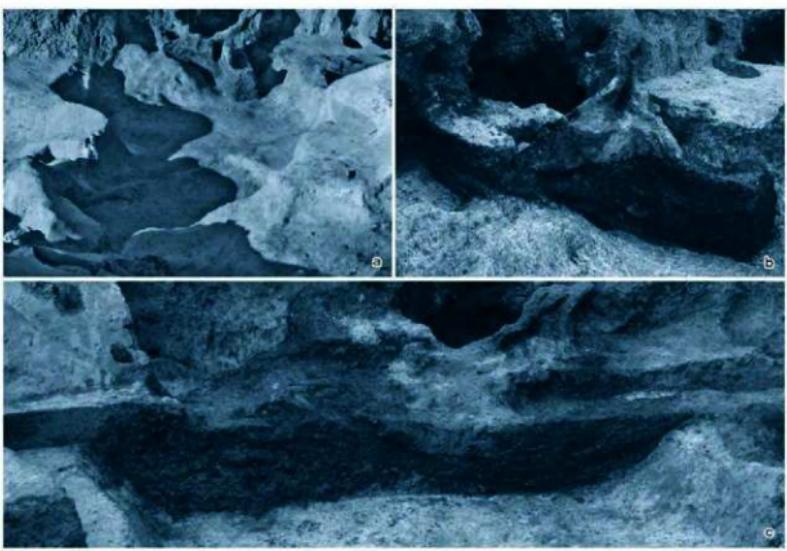


162 5・6号特殊造構

a 5・6号特殊造構全景 [北から]
c 6号特殊造構断面 A-A' (南西から)

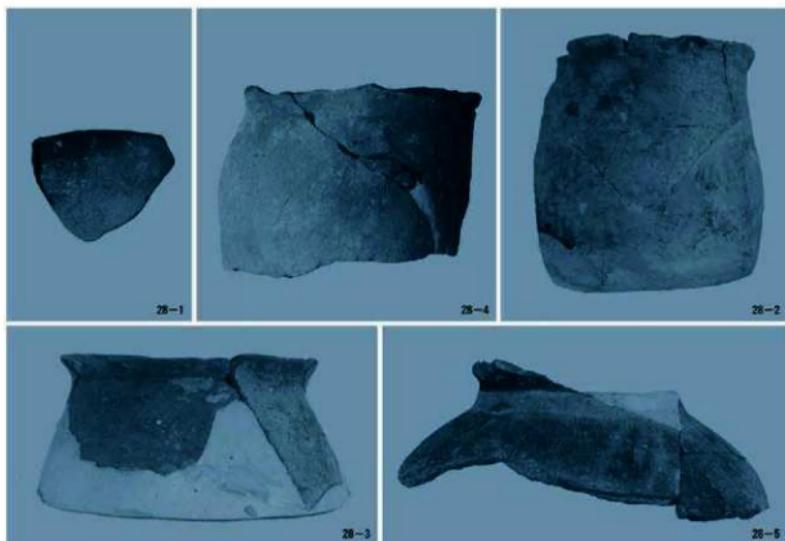


163 7号特殊造構全景(北から)



164 7号特殊造構細部

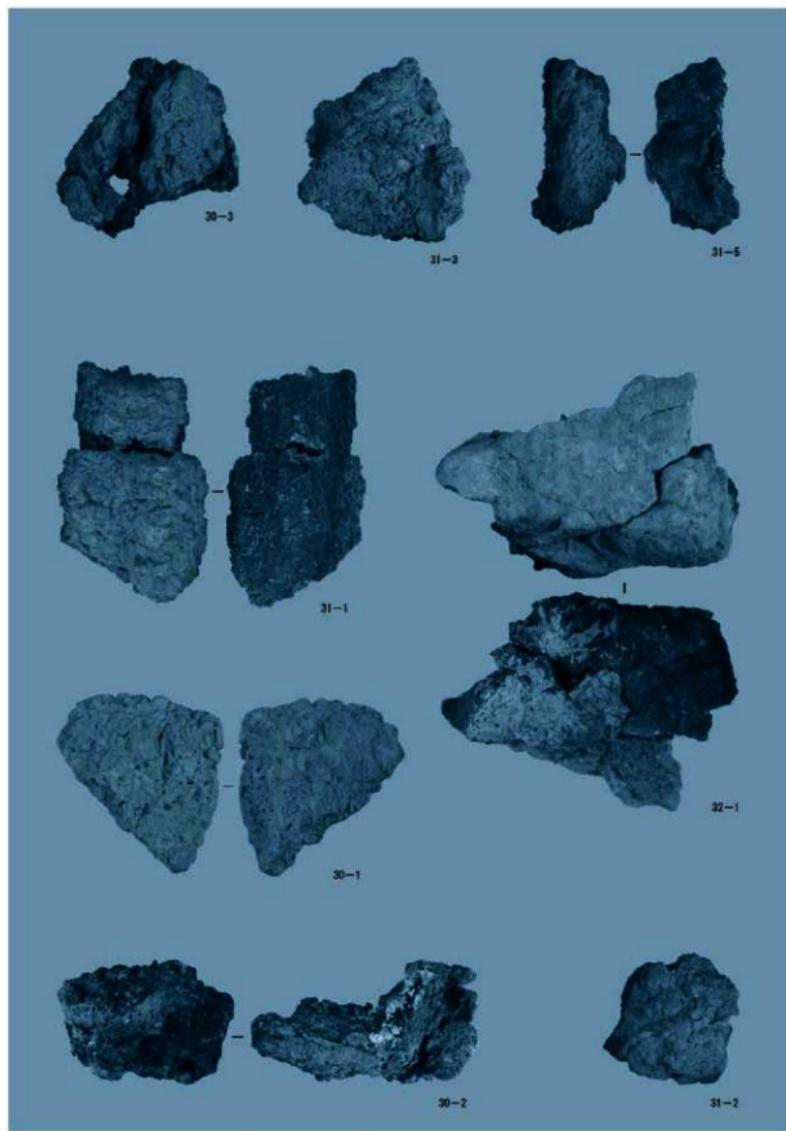
a 全景(南から) b 断面B-B'(南西から)
c 断面C-C'(東東から)



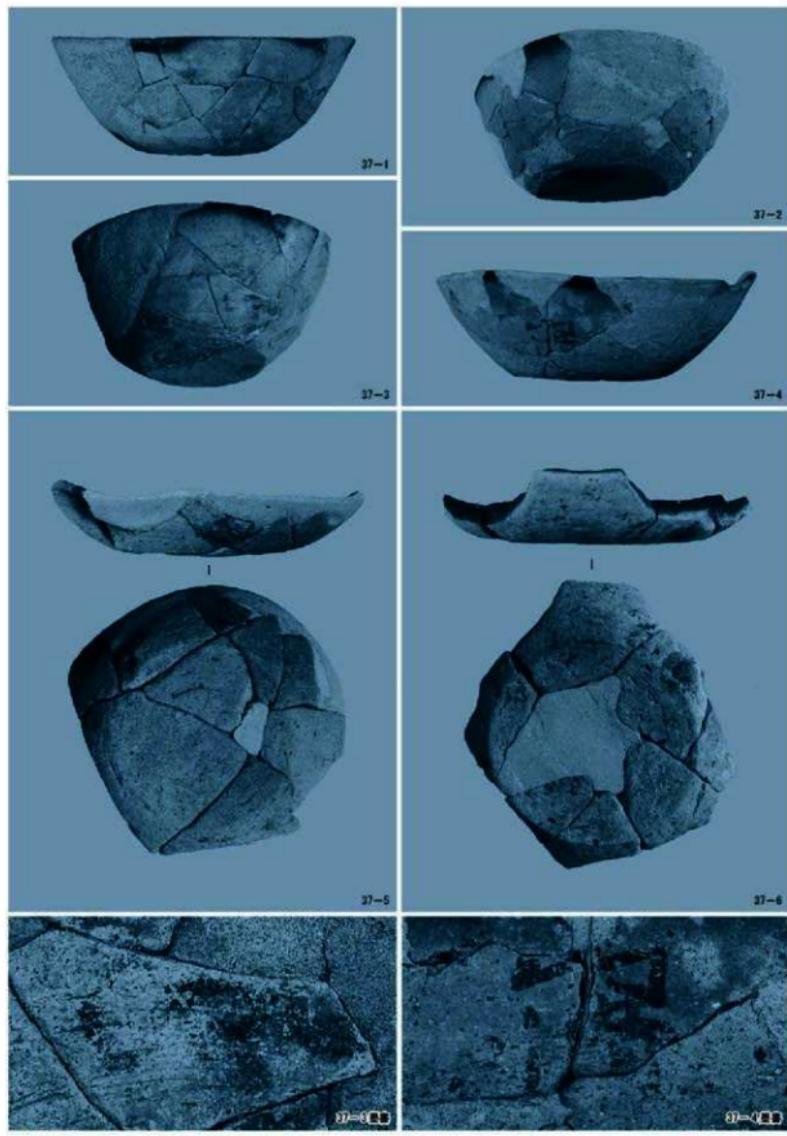
165 1号環状造構出土土師器・須恵器



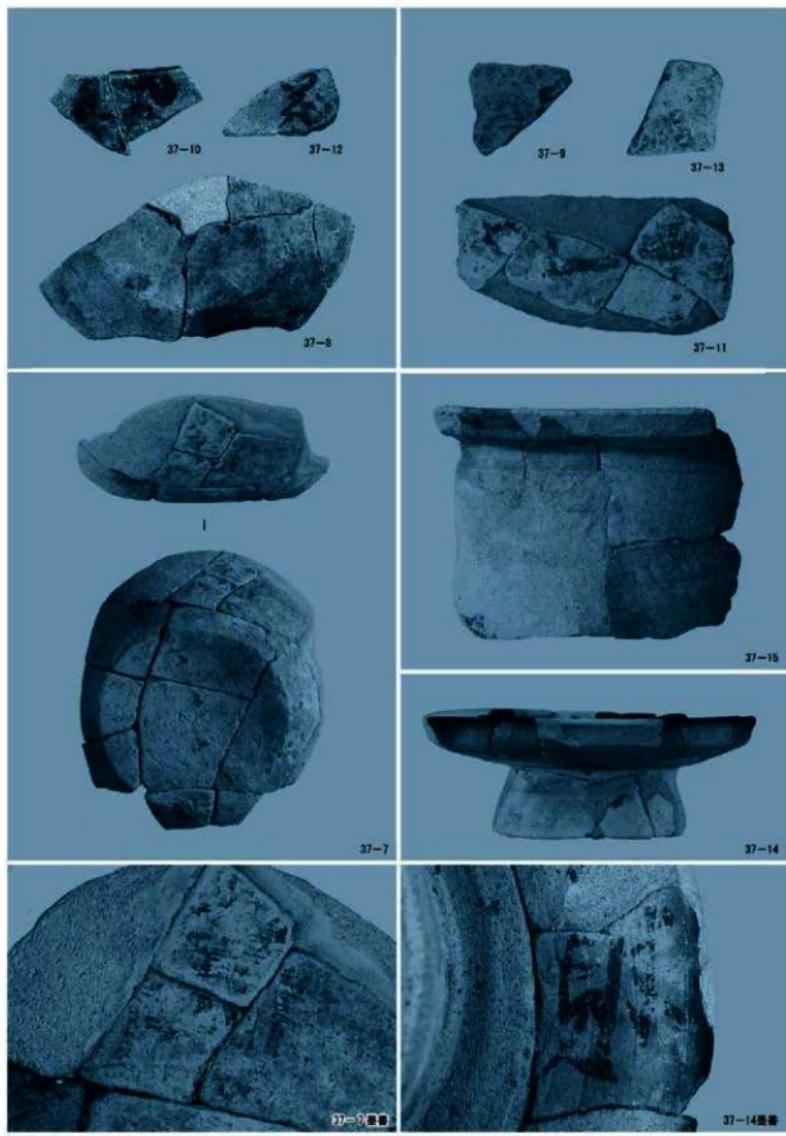
166 1号環状造構出土通風管



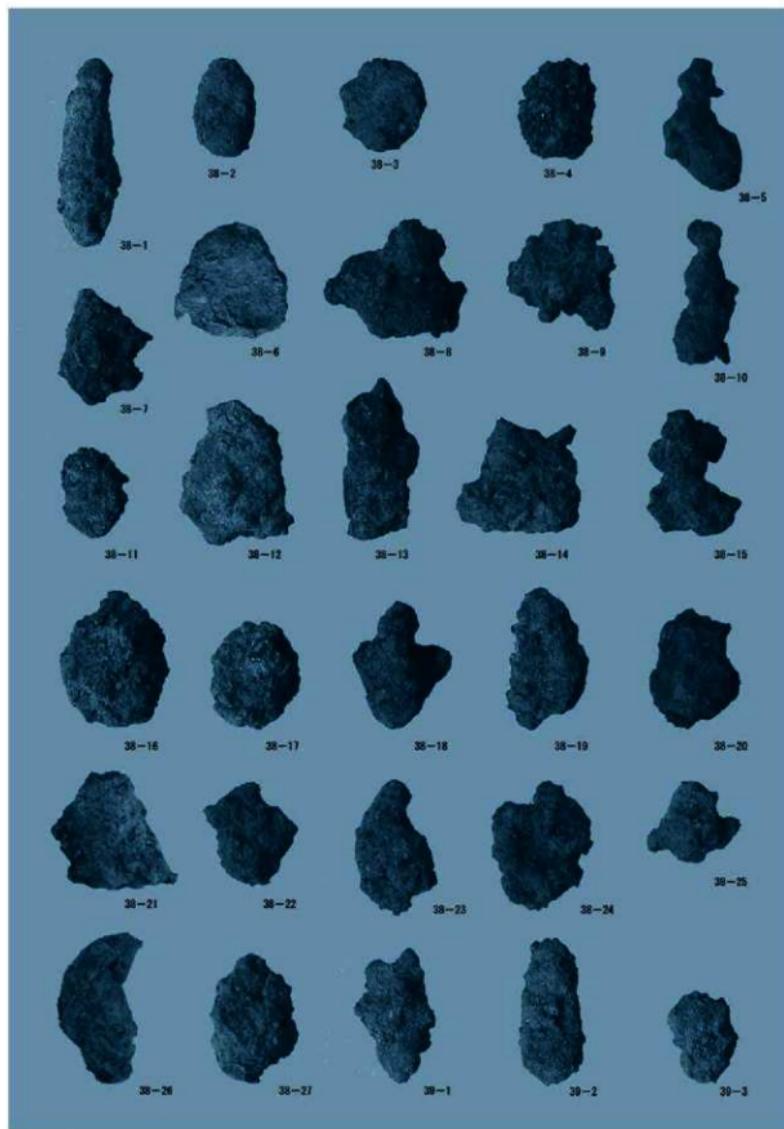
167 1号探状遗构出土炉壁



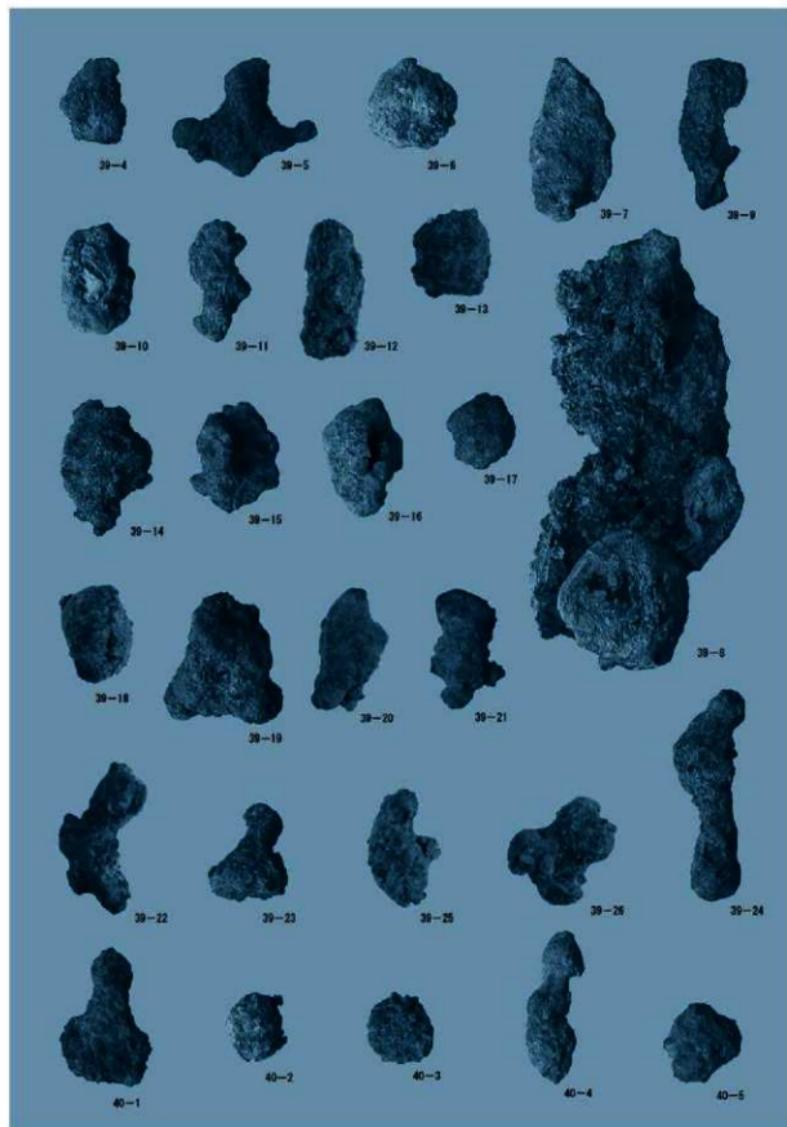
168 1号墓葬场出土土师器 (1)



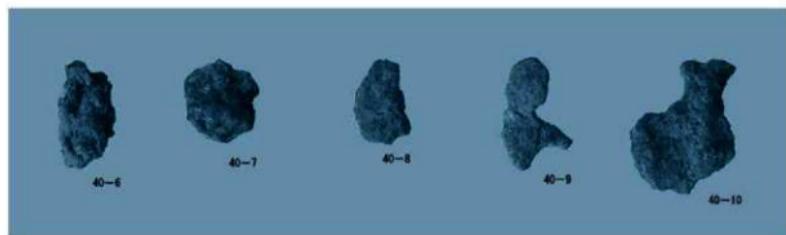
169 1号墓葬場跡出土土師器（2）



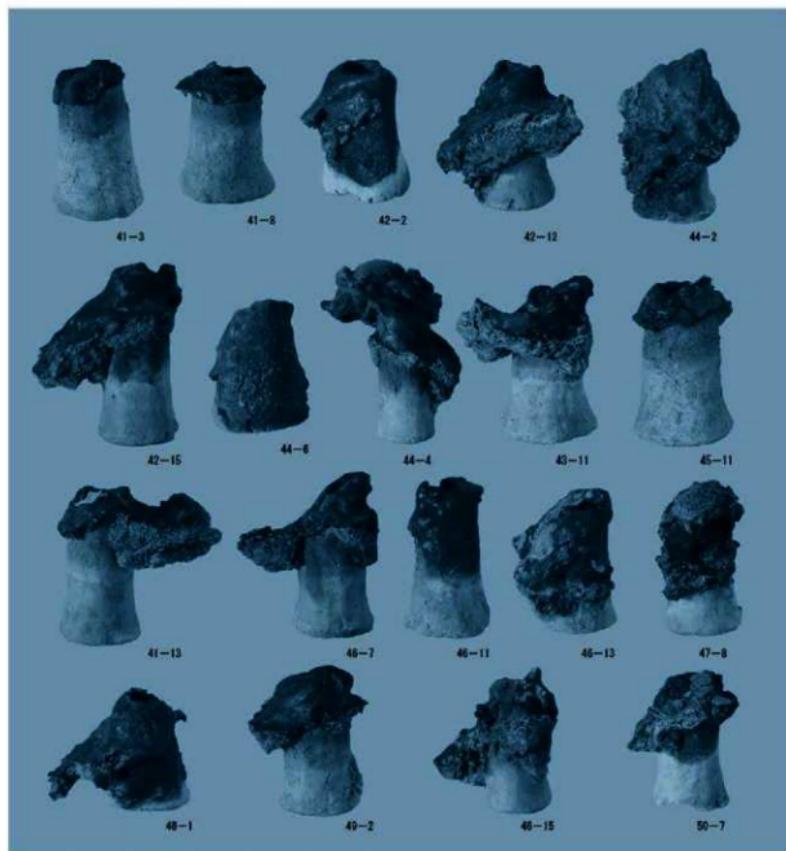
170 1号墓葬場跡出土鐵塊系遺物（1）



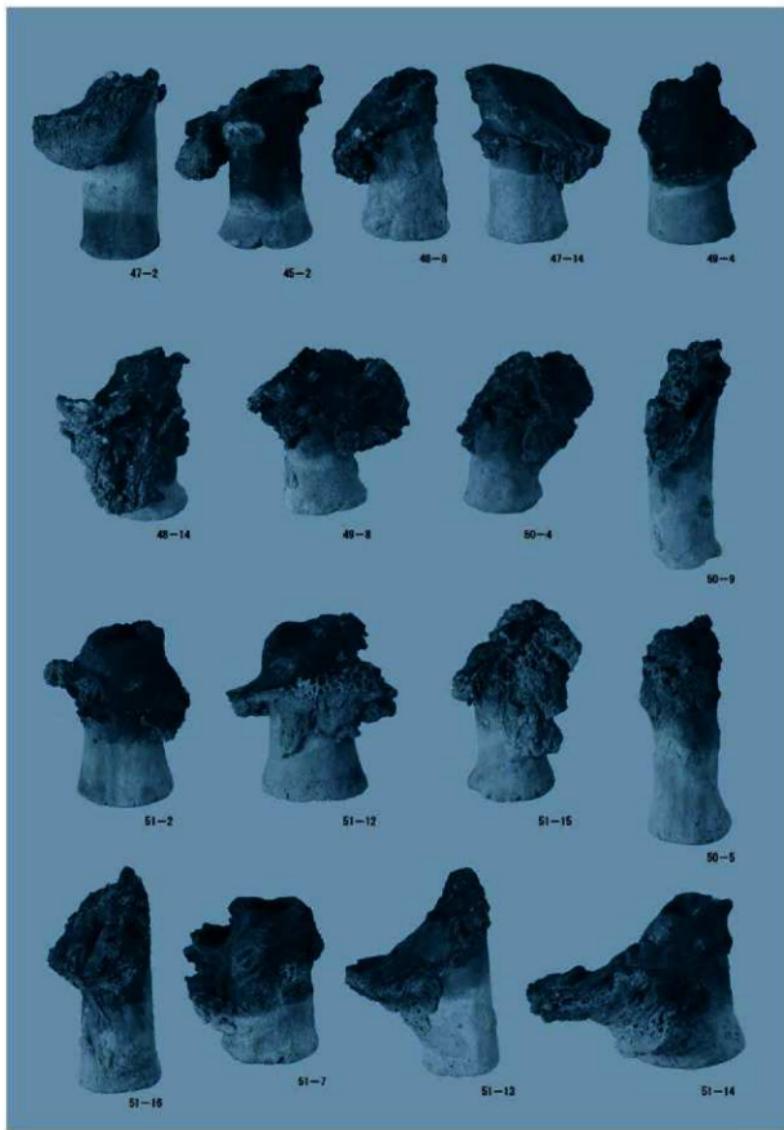
171 1号墓葬場跡出土鐵塊系遺物（2）



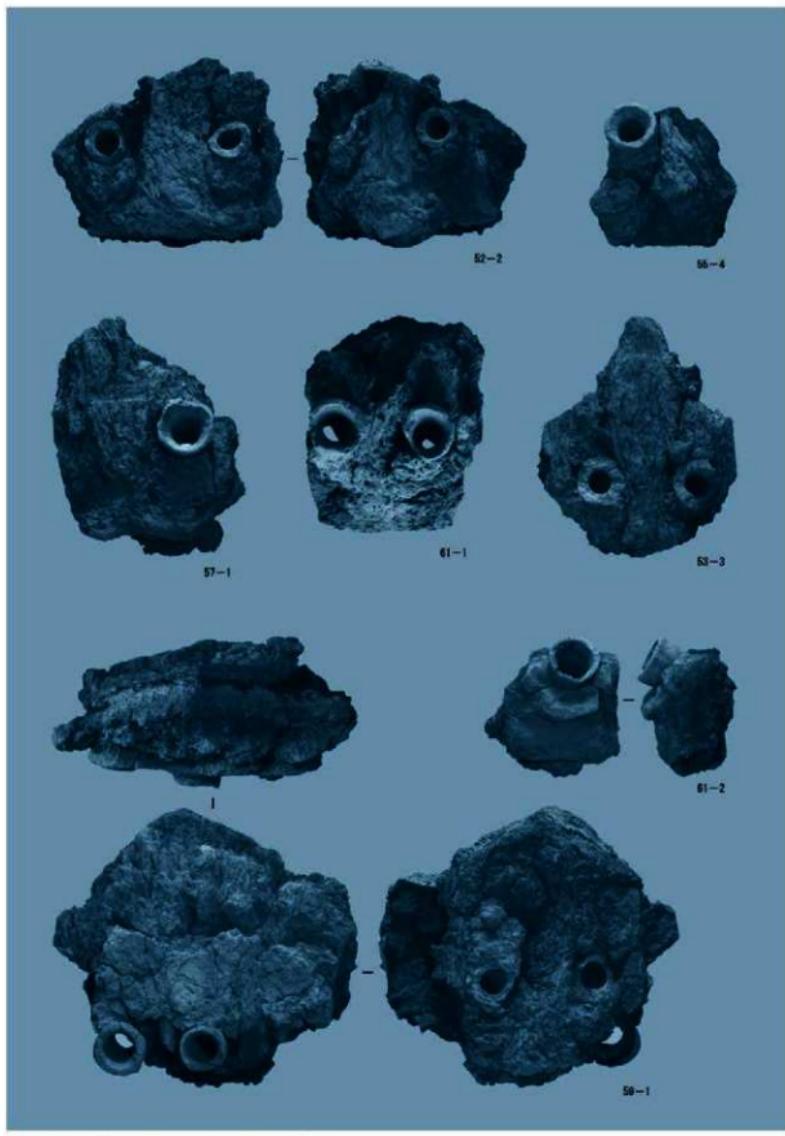
172 1号廐萍場跡出土鐵塊系遺物（3）



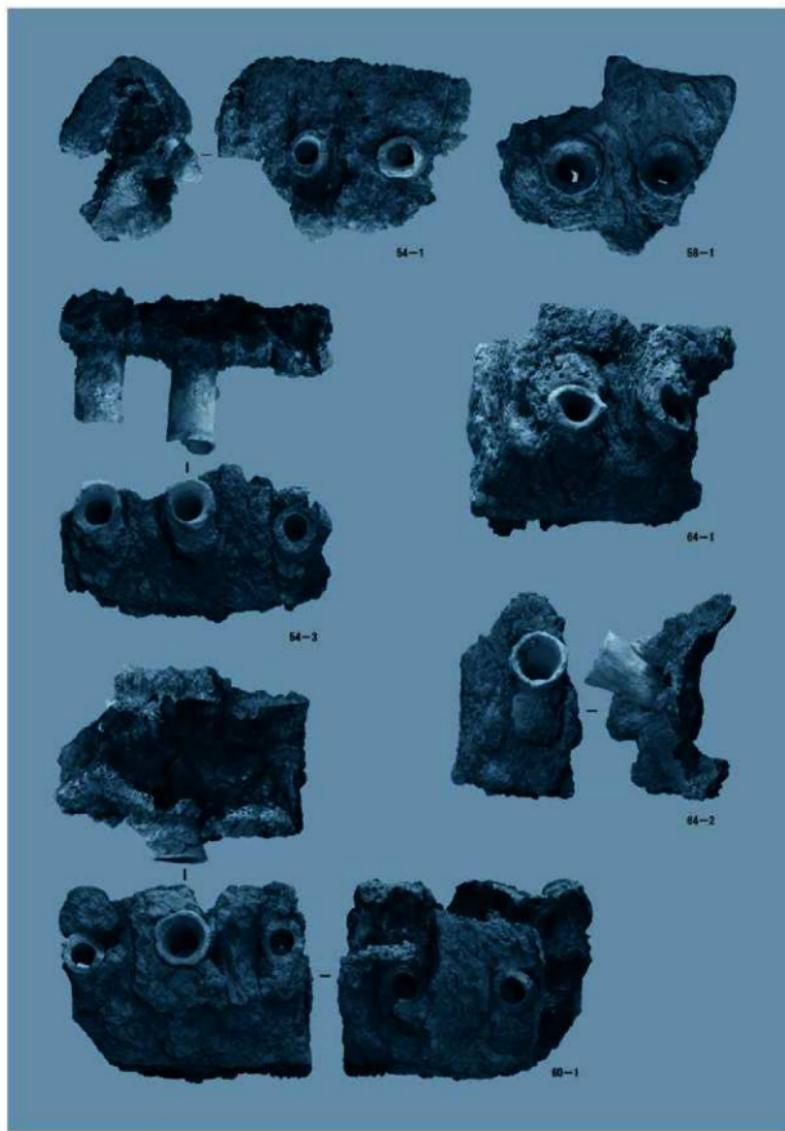
173 1号廐萍場跡出土羽口（1）



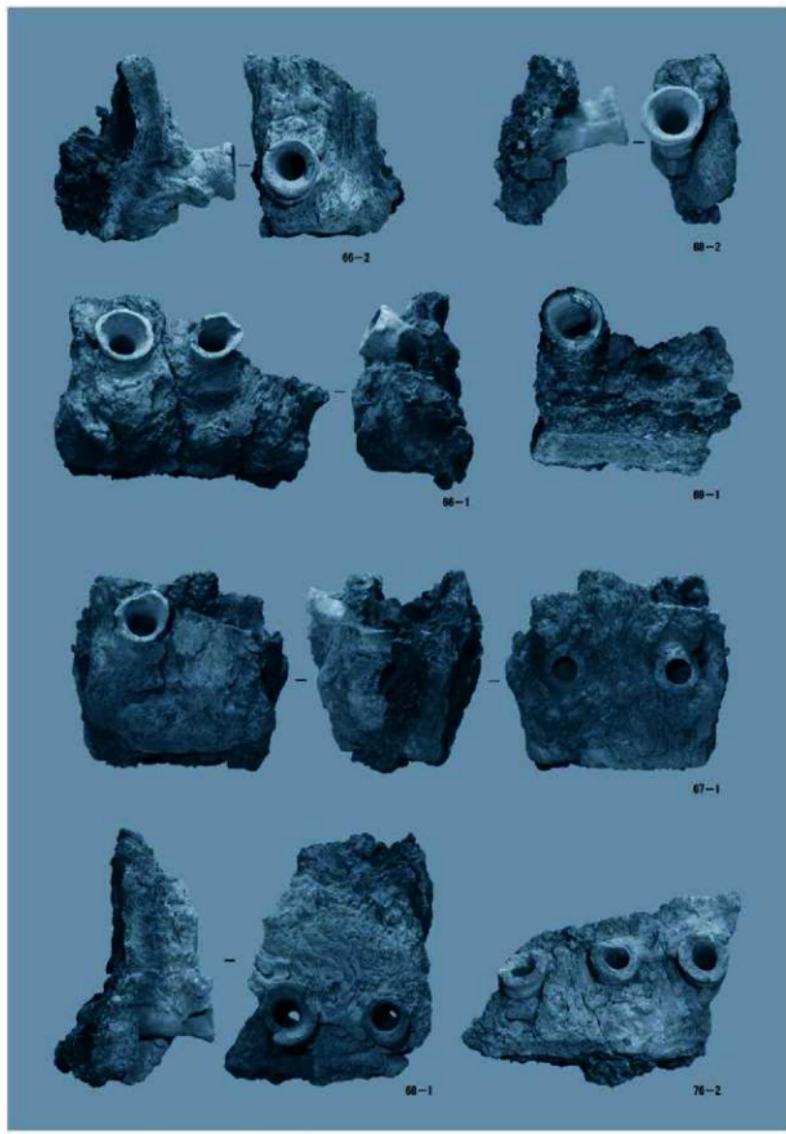
174 1号墓葬場跡出土羽口（2）



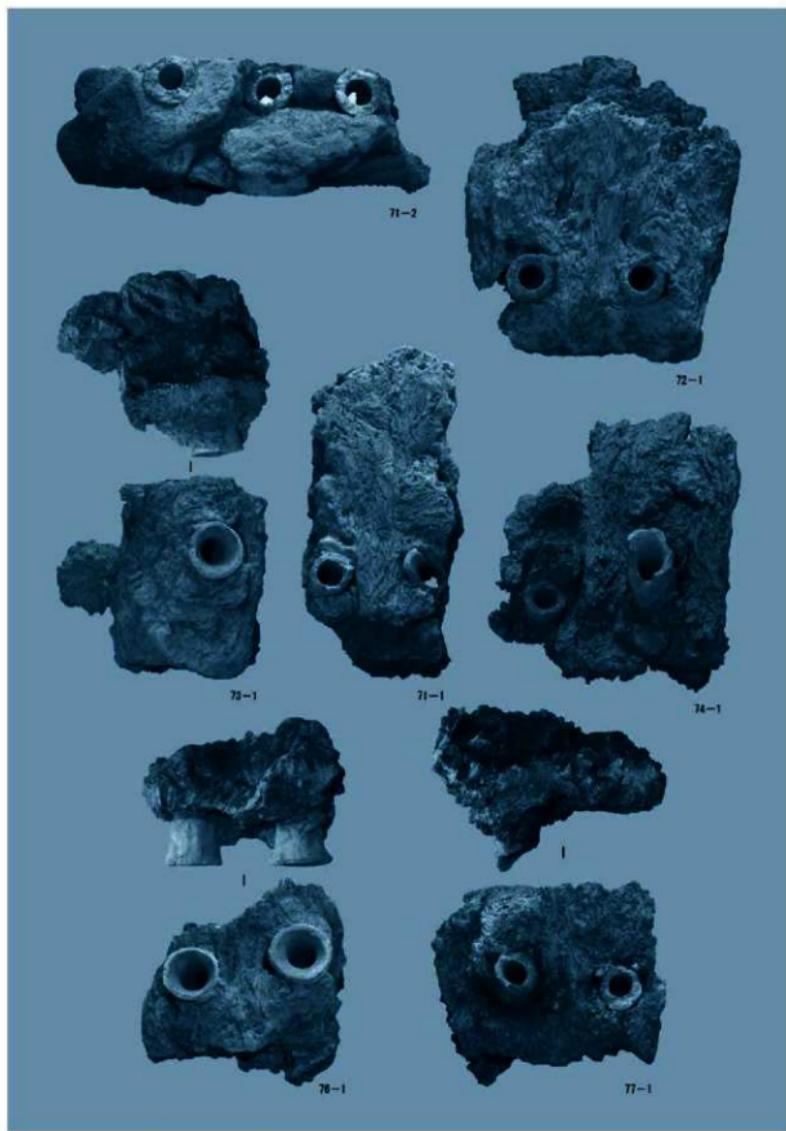
175 1号堺萍場跡出土羽口付炉壁（1）



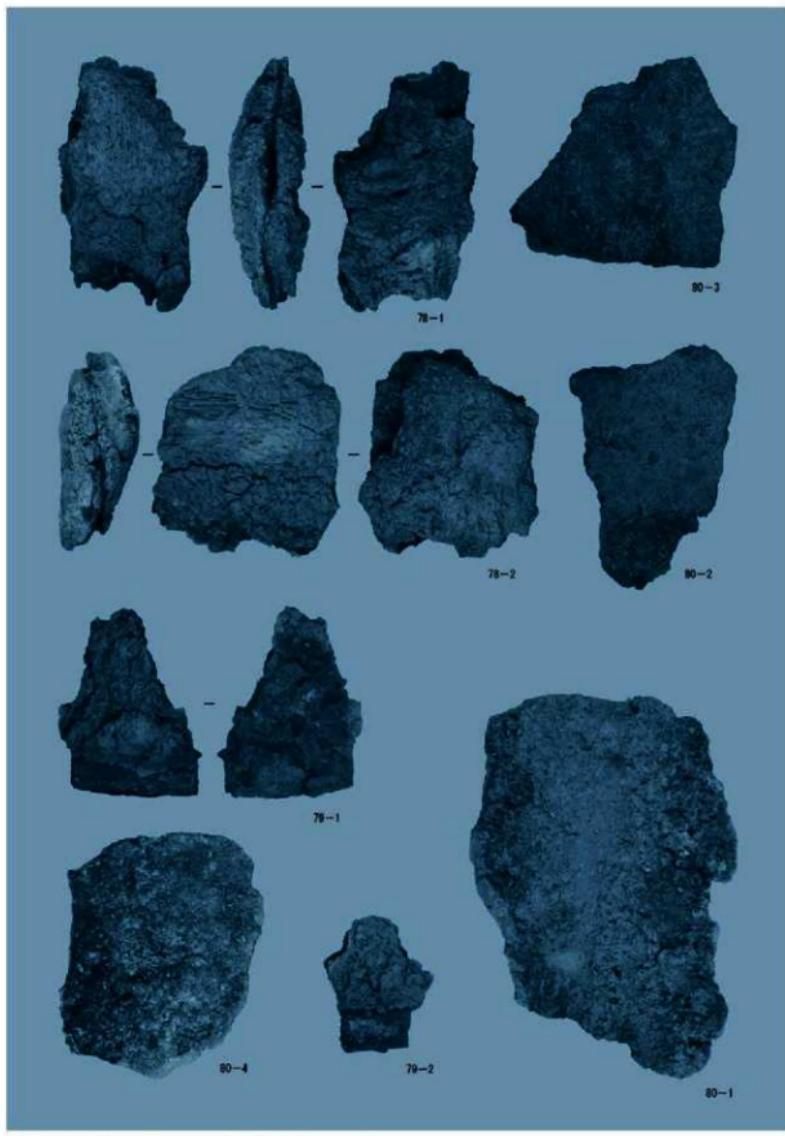
176 1号廐萍場跡出土羽口付炉壁（2）



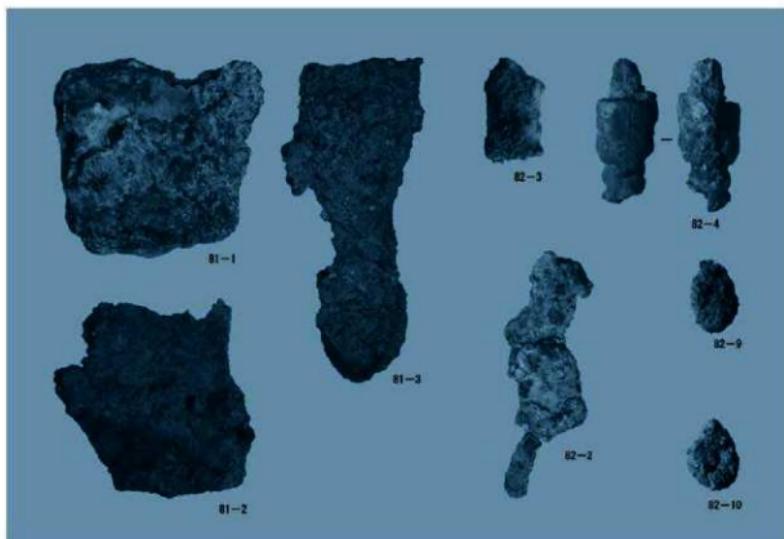
177 1号廐萍場跡出土羽口付炉壁（3）



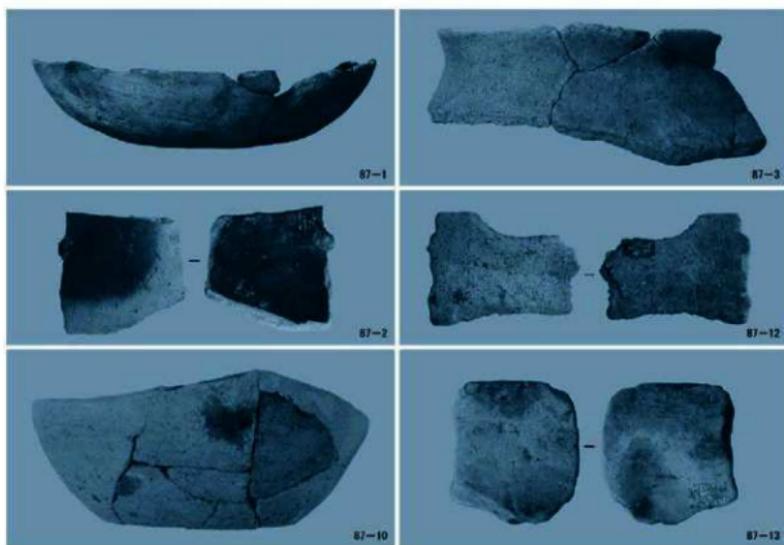
178 1号墓葬出土羽口付炉壁 (4)



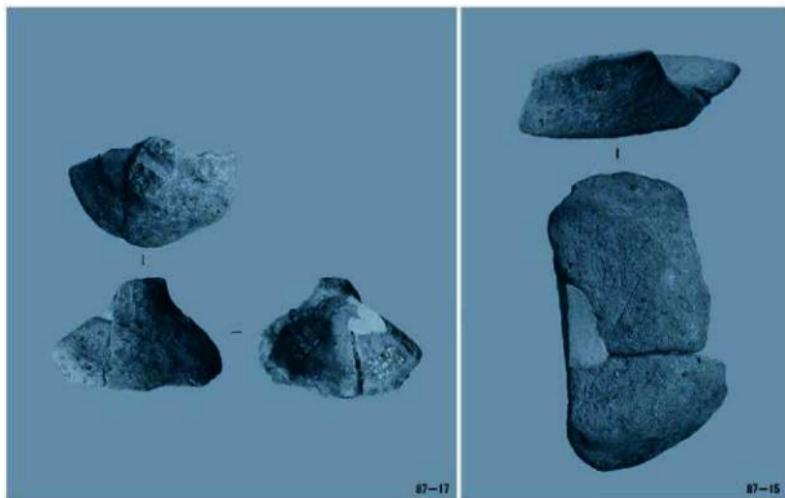
179 1号墓葬场出土炉壁·炉底淬



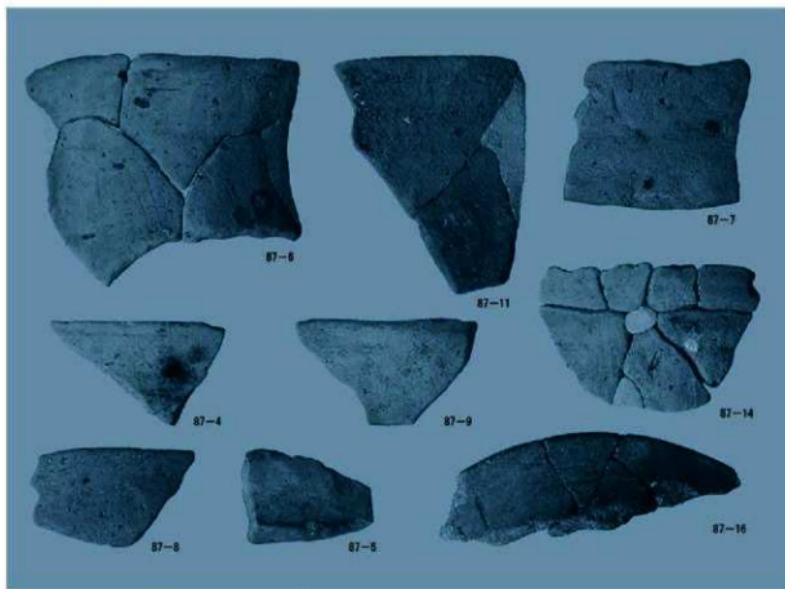
180 1号廐萍場跡出土鐵淬・鐵塊系遺物



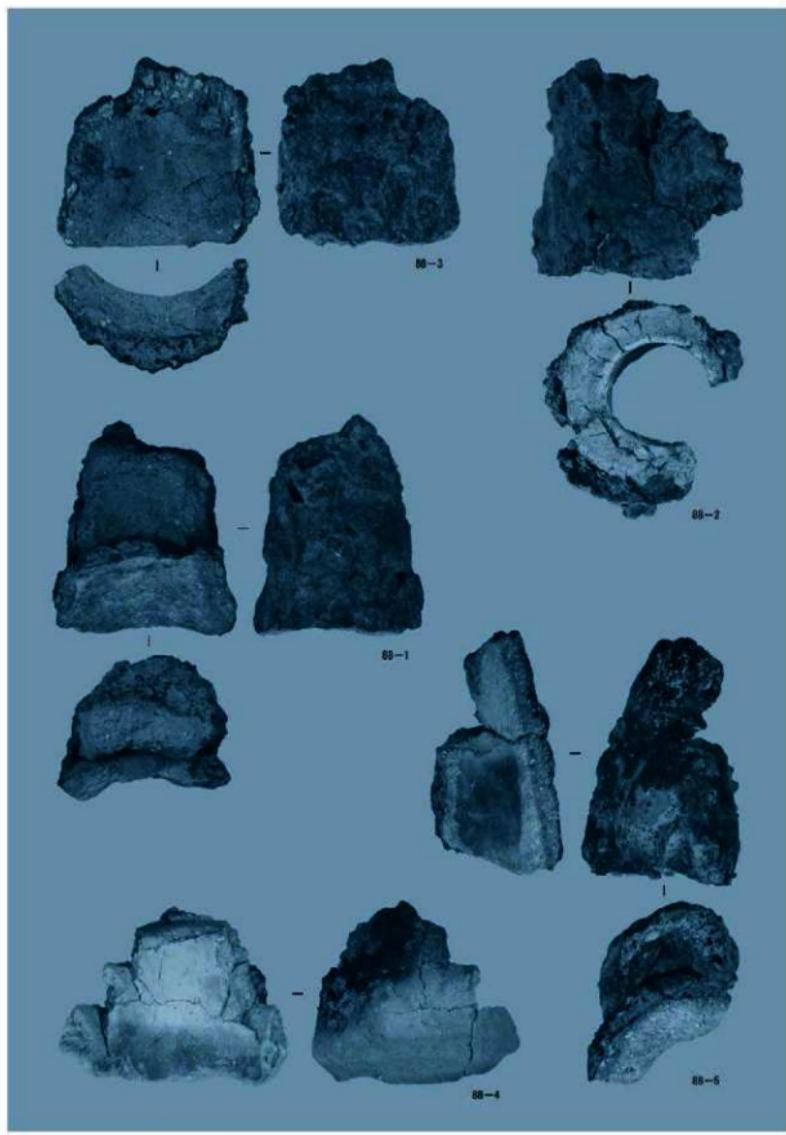
181 2号廐萍場跡出土土師器



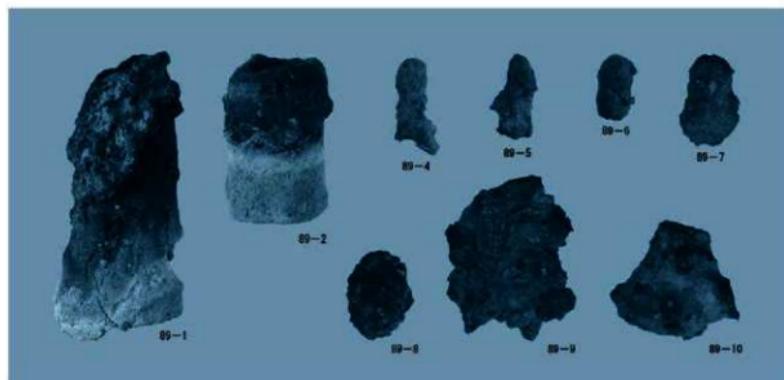
182 2号墓葬出土土師器・土製品



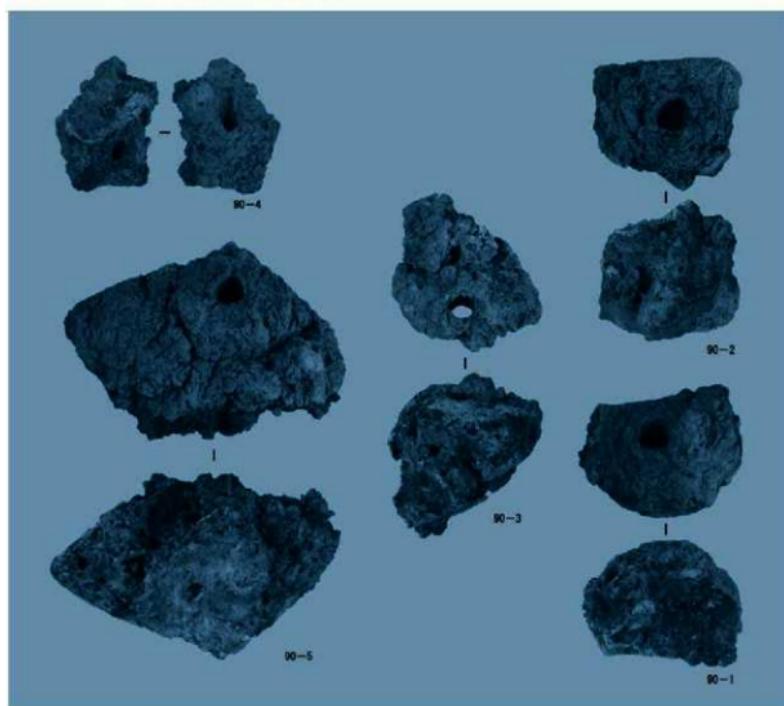
183 2号墓葬出土土師器・須恵器



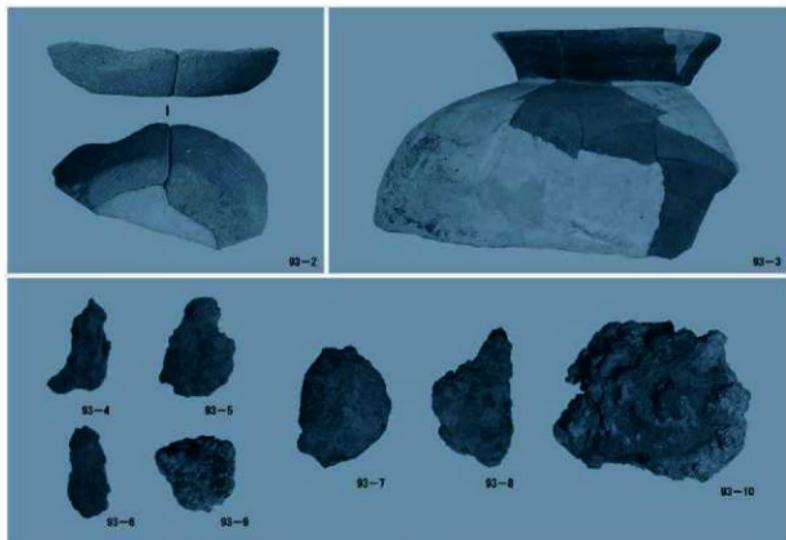
184 2号墓葬場跡出土通風管



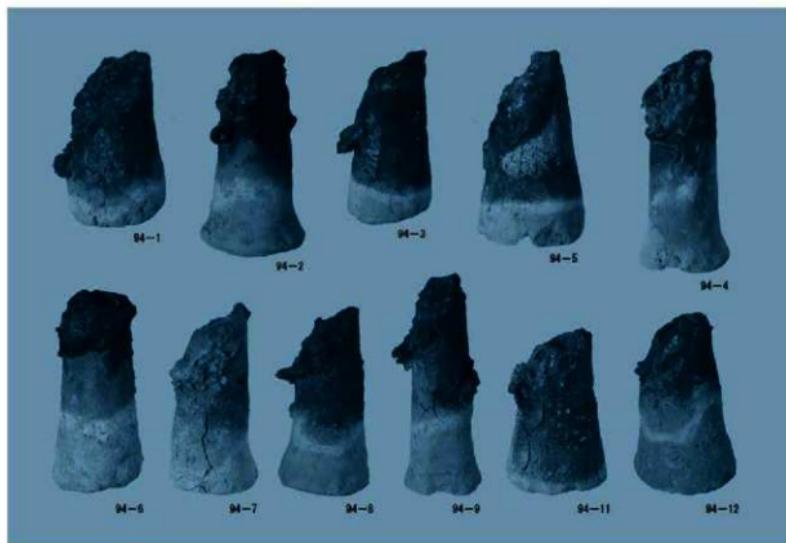
185 2号廐萍場跡出土羽口・鉄塊系遺物



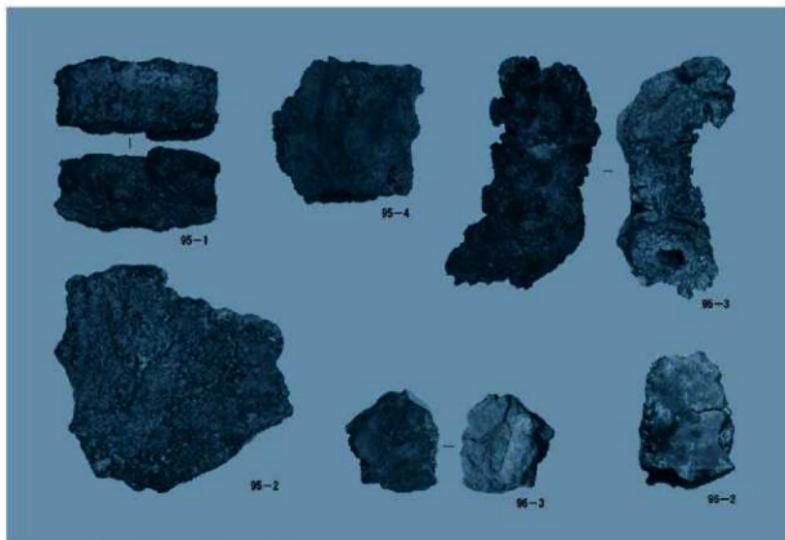
186 2号廐萍場跡出土炉壁



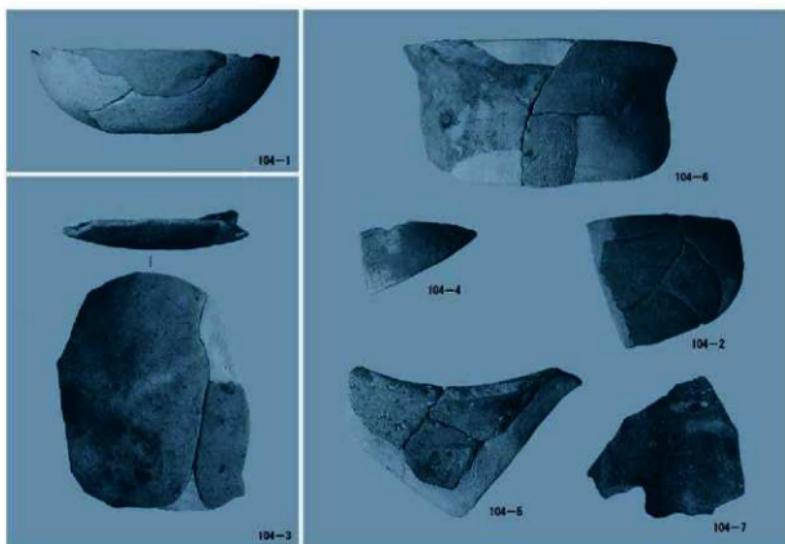
187 3号鹿萍場跡出土土師器・須恵器・鐵塊系遺物



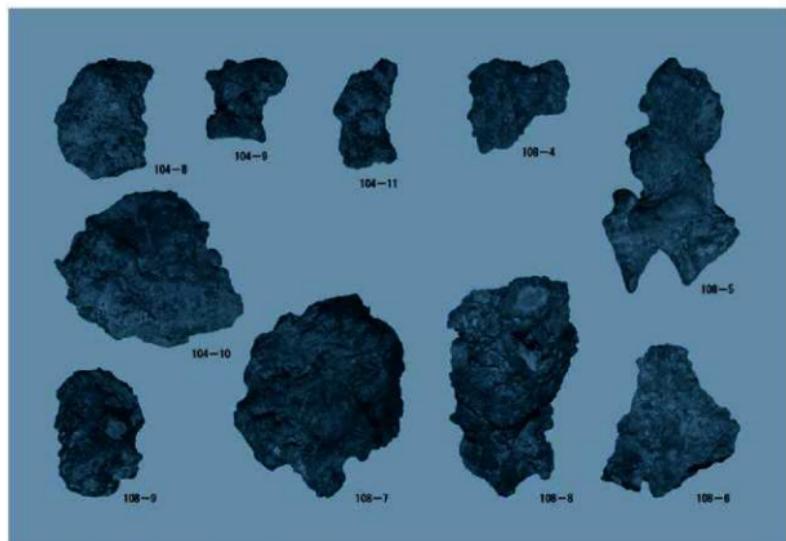
188 3号鹿萍場跡出土羽口



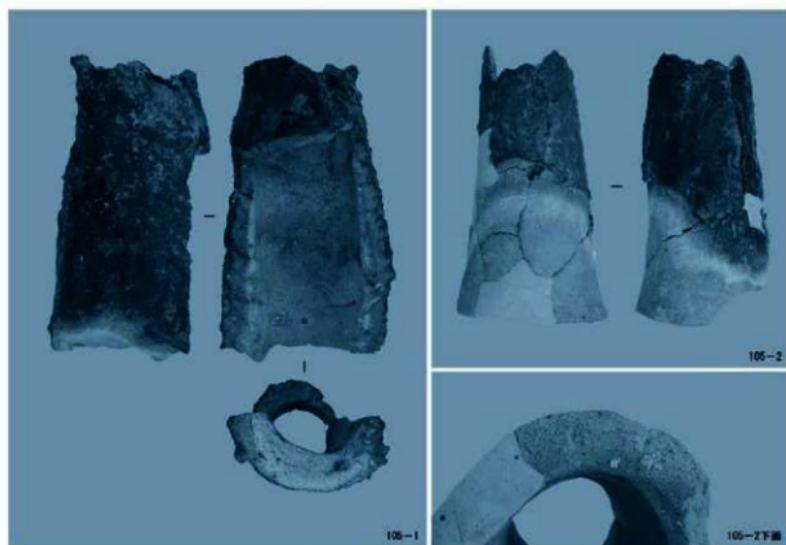
189 3号熔津場跡出土炉壁·铁滓



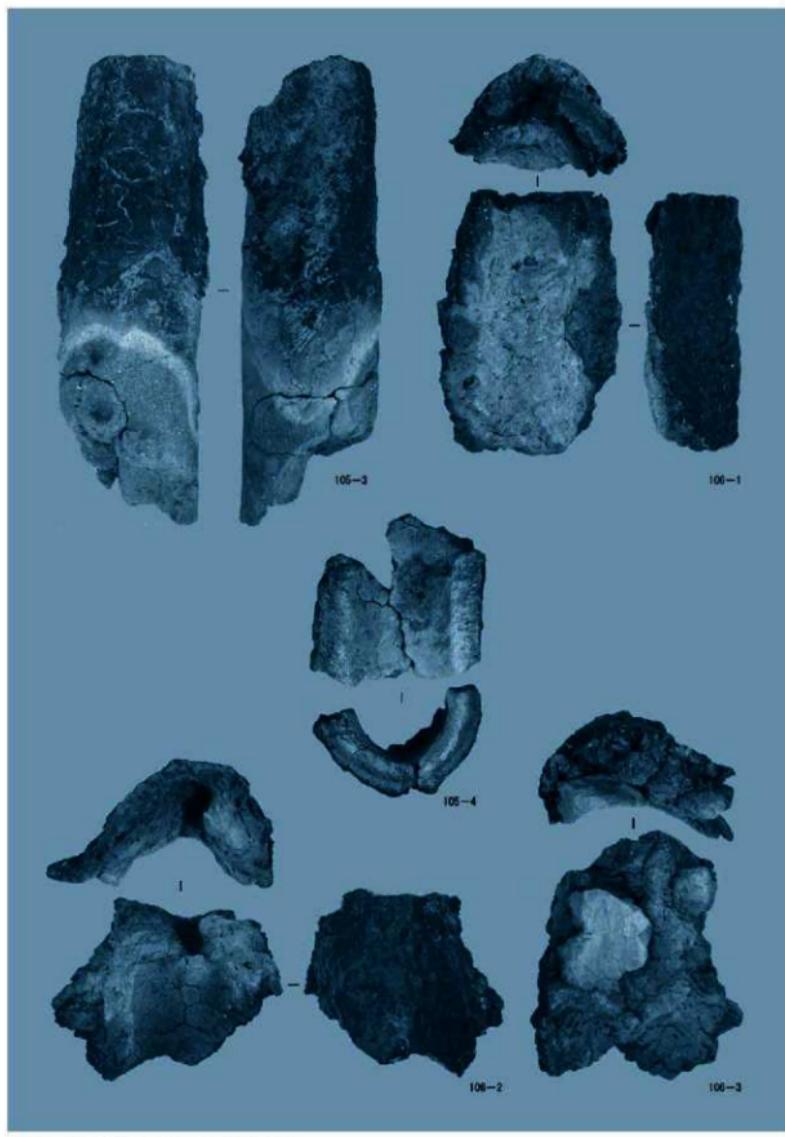
190 4号製鐵炉跡出土土器



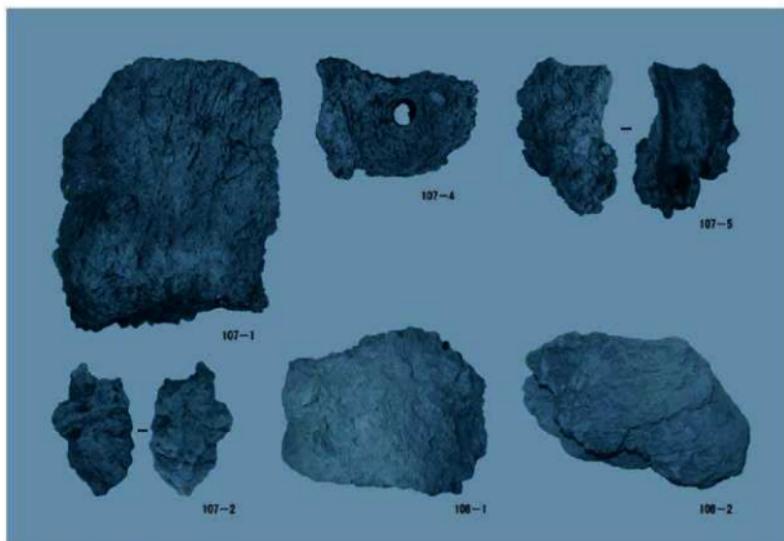
191 4号製鉄炉跡出土鐵塊系遺物・鐵津



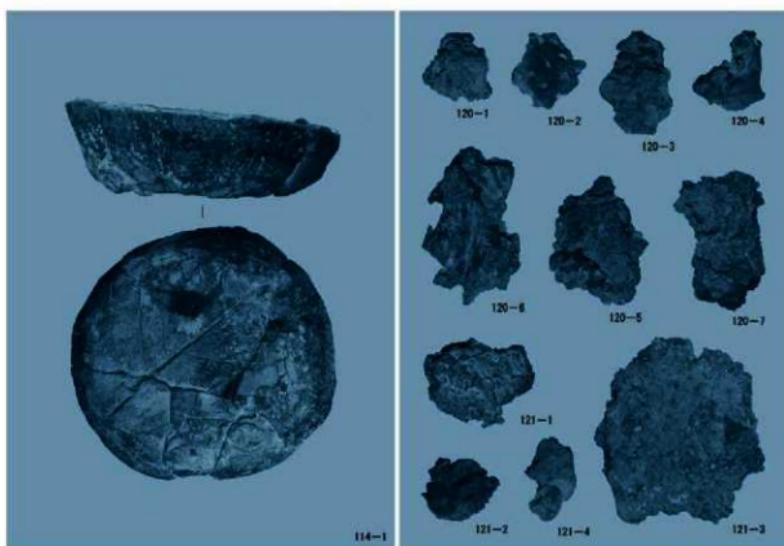
192 4号製鉄炉跡出土通風管（1）



193 4号製鐵爐跡出土通風管（2）



194 4号製鉄炉跡出土炉壁



195 5号製鉄炉跡出土土師器・鐵塊系遺物・鐵滓



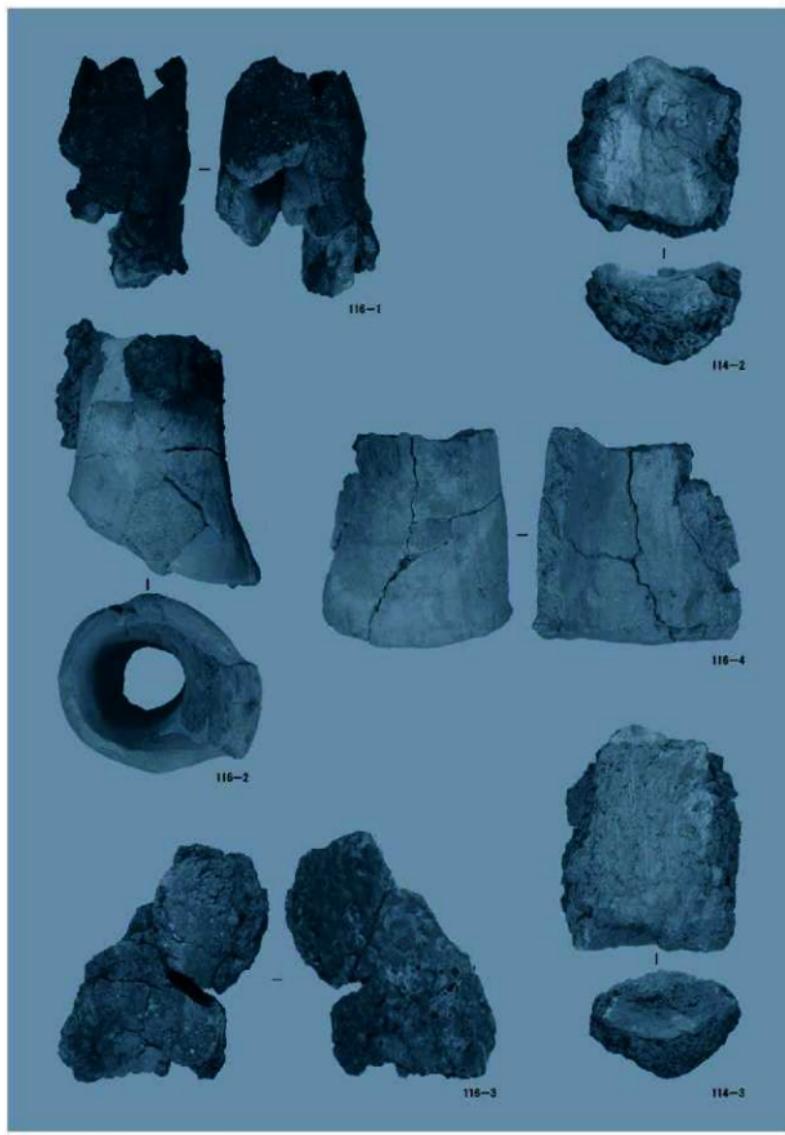
114-4



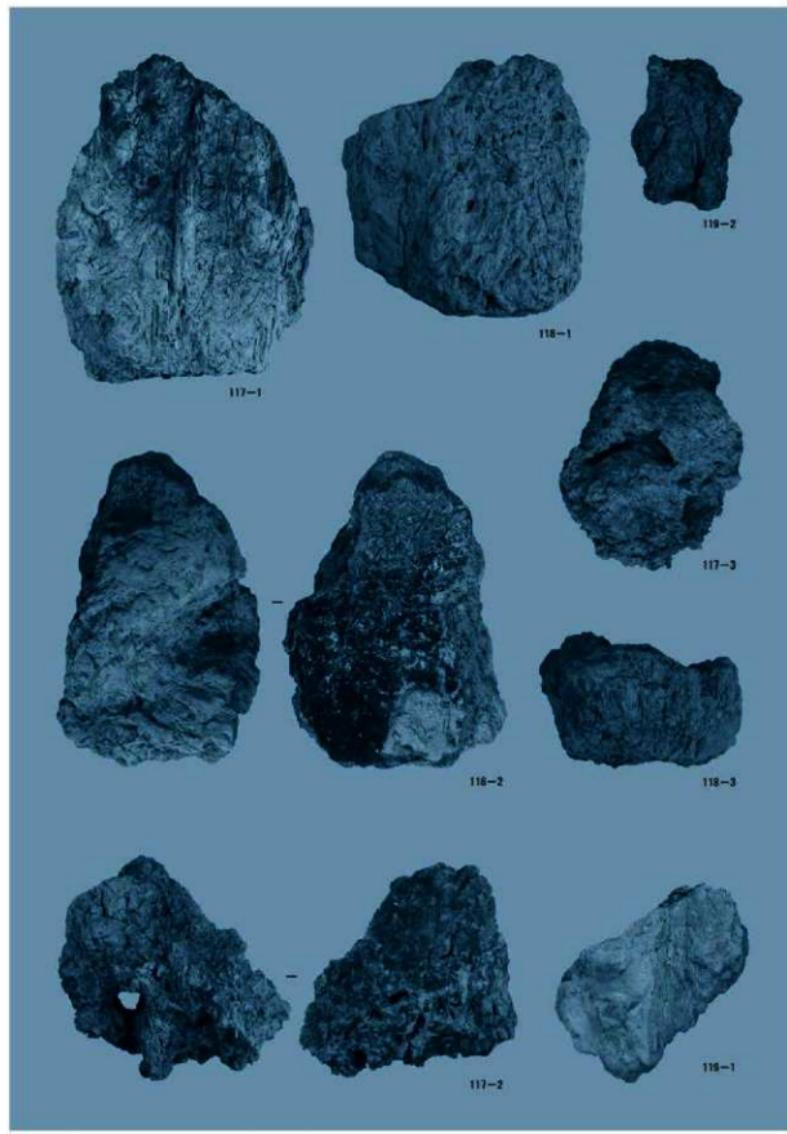
115-1

115-2

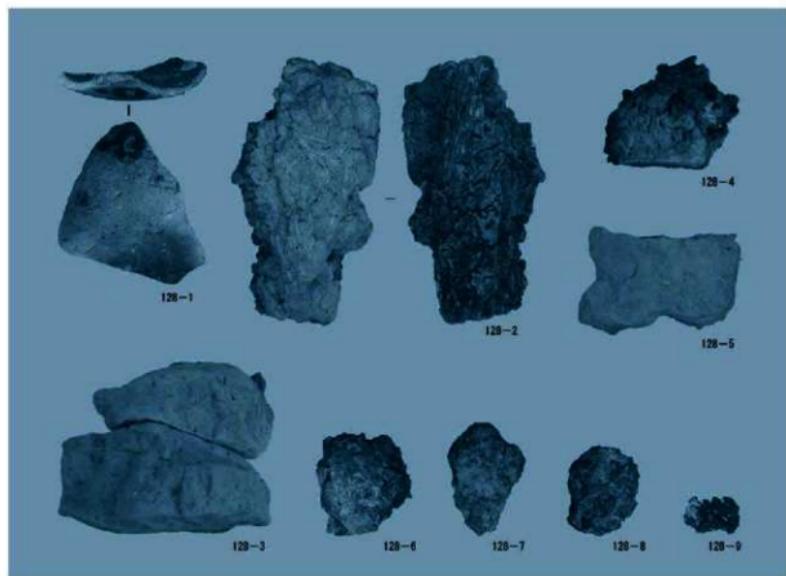
196 5号製鉄炉跡出土通風管 (1)



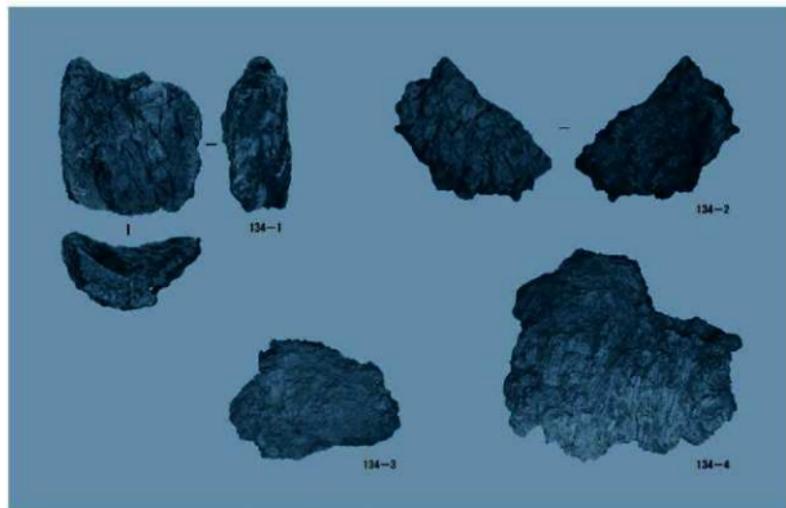
197 5号製鉄炉跡出土通風管（2）



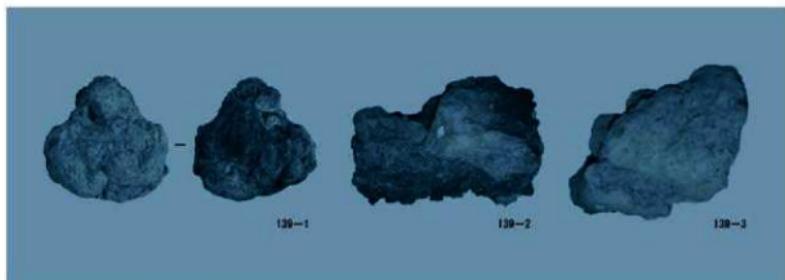
198 5号製鉄炉跡出土炉壁



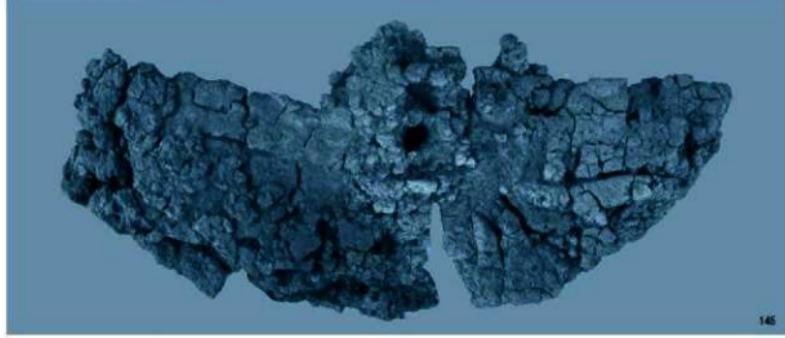
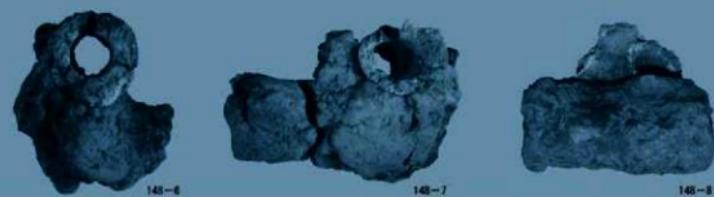
199 6号製鉄炉跡出土土師器・炉壁・鐵滓



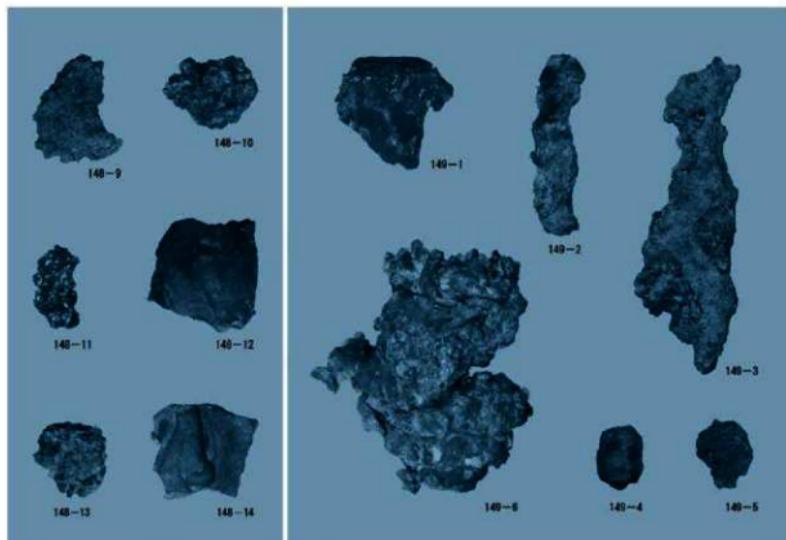
200 7号製鉄炉跡出土通風管・炉壁・鐵塊系遺物



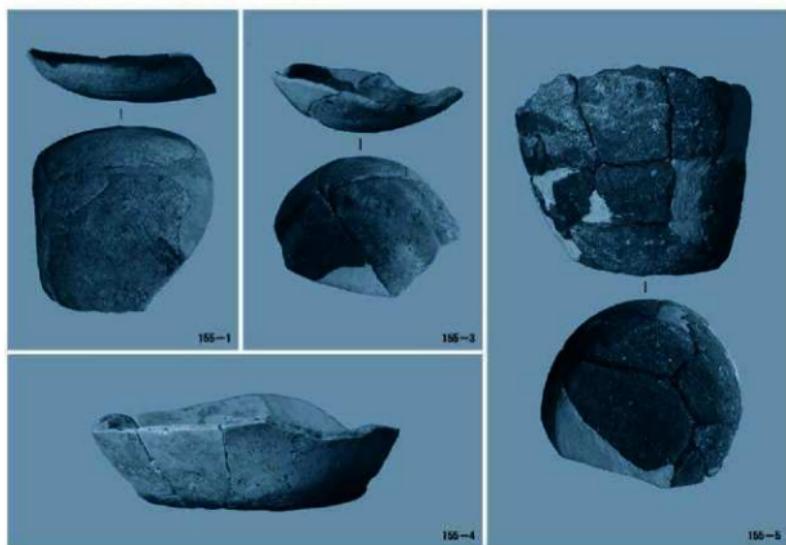
201 8号製鉄炉跡出土炉壁



202 10号製鉄炉跡出土土師器・羽口・炉壁



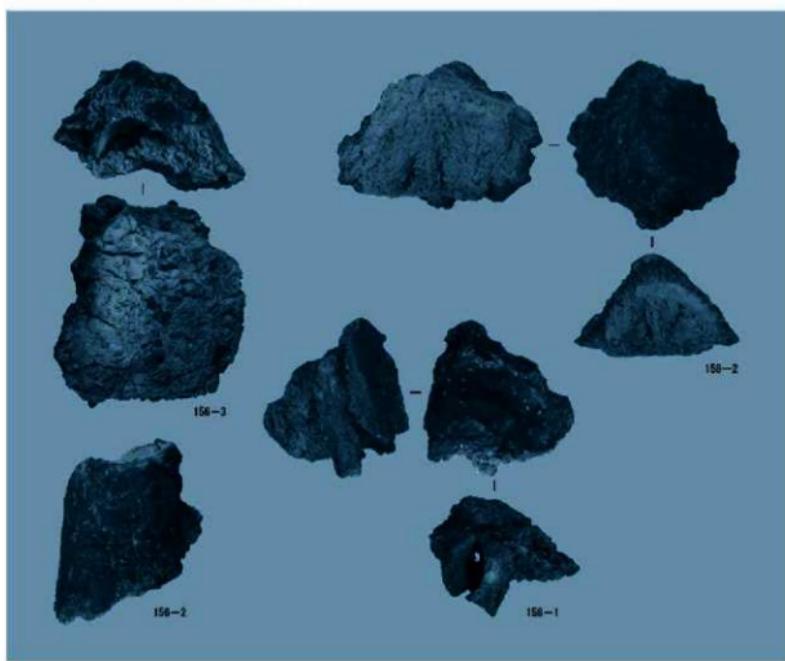
203 10号製鉄炉跡出土鐵滓・鐵塊系遺物



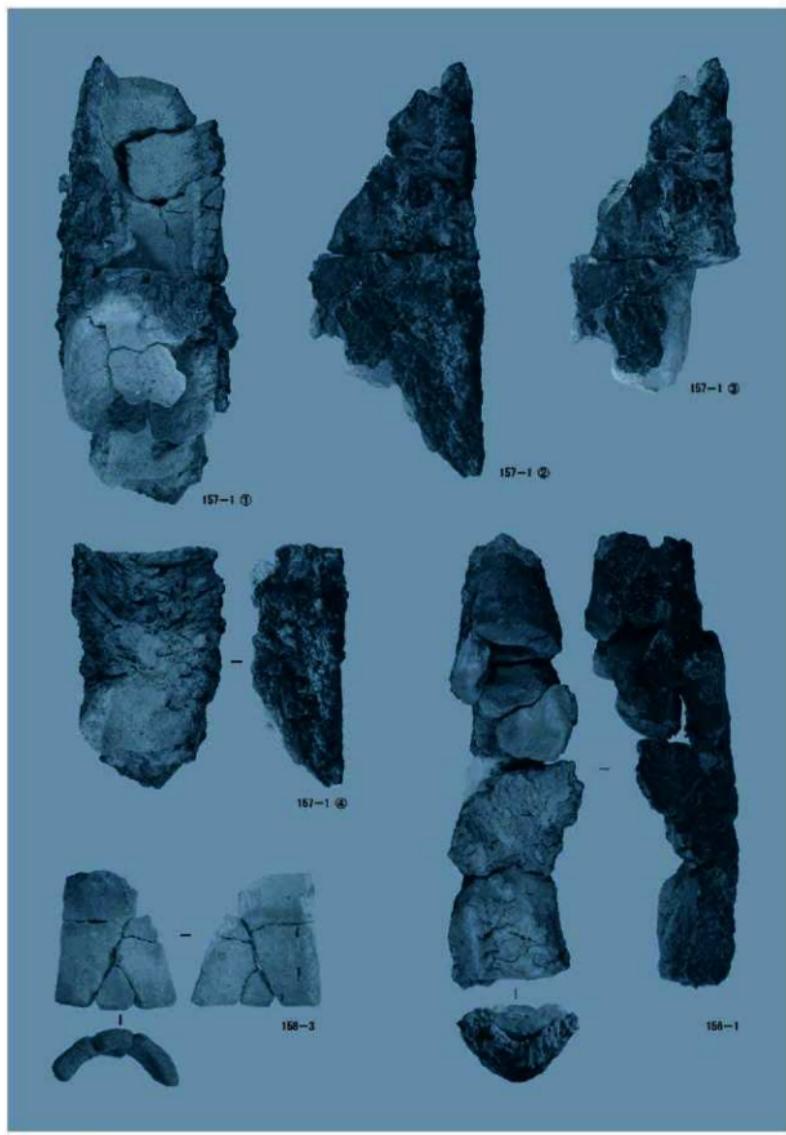
204 1号住居跡出土土器



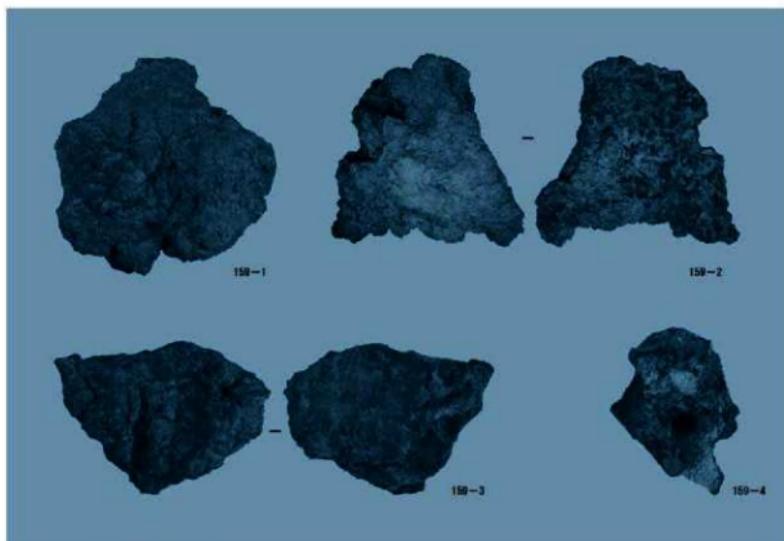
205 1号住居跡出土土師器・須恵器



206 1号住居跡出土通風管（1）



207 1号住居跡出土通風管 (2)



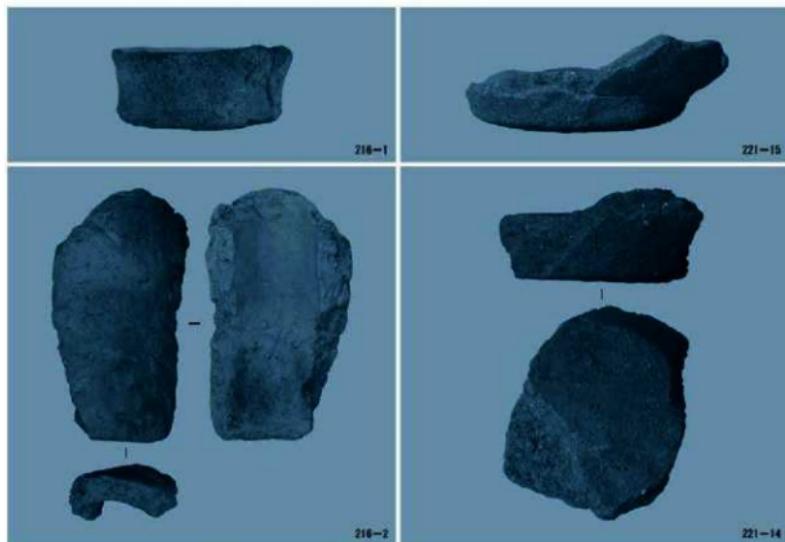
208 1号住居跡出土炉壁



209 木炭窯跡出土土器・羽口・通風管



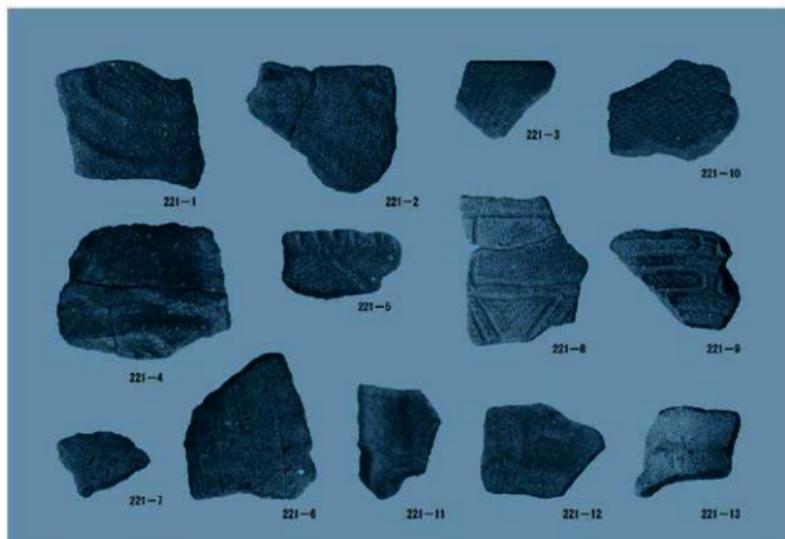
210 7号土坑・1号特殊遺構出土土師器・羽口・鉄塊系遺物



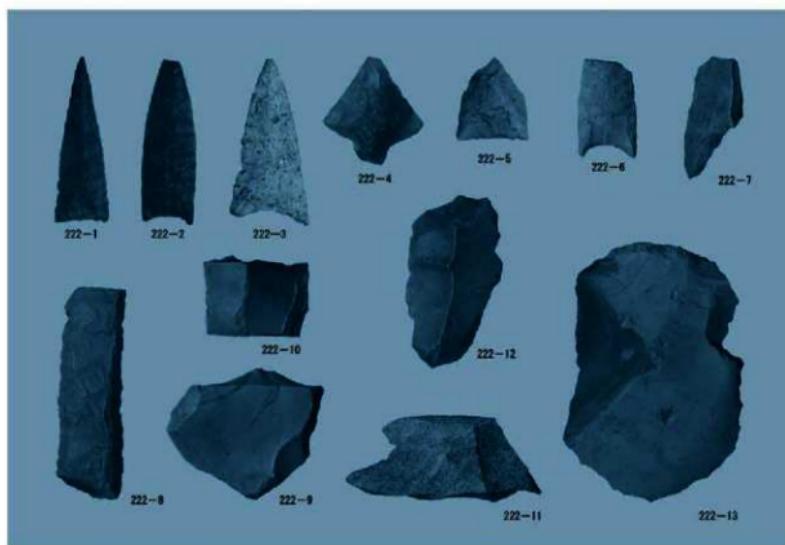
211 3号特殊遺構・遺構外出土繩文土器・土師器・通風管



212 製鉄炉跡・住居跡・木炭窯跡・特殊遺構出土木炭



213 遺構外出土繩文土器・弥生土器・土師器



214 遺構外出土石器

報告書抄録

ふりがな	じょうばんじどうしゃどういせきちょうさほうこく 60							
書名	常磐自動車道遺跡調査報告 60							
シリーズ名	福島県文化財調査報告書							
シリーズ番号	第469集							
編著者名	吉田秀享 門脇秀典 稲田克史 今野沙貴子 高橋 岳 鈴木裕一郎 間根昌毅 渡辺安東							
編集機関	財団法人福島県文化振興事業団 遺跡調査部 遺跡調査課 〒960-8115 福島県福島市山下町1-25 TEL 024-534-2733							
発行機関	福島県教育委員会 〒960-8688 福島県福島市杉並町2-16 TEL 024-521-1111							
発行年月日	2010年9月24日							
所取遺跡名	所在地	コード		北緯 °'\"	東經 °'\"	調査期間	調査面積	調査原因
		市町村	遺跡番号					
横大道	福島県黒川郡南相馬市小高区飯崎字横大道	2125	00581	37°33'18"	140°56'43"	20070510 20071221 20080406 20090206 20090415 20091120 20100208 20100210	13,200m ²	道路(常磐自動車道)建設に伴う事前調査
所取遺跡名	種別	主な時代	主な遺構	主な遺物	特記事項			
横大道	製鉄跡	奈良時代 平安時代	環状遺構(1) 製鉄炉跡(7) 魔津塙跡(4) 鍛冶炉跡(1) 堅穴住居跡(1) 木炭窯跡(31) 溝跡(10) 土坑(25) 特殊遺構(7)	土師器 須恵器 通風管 羽口 炉 壁 鐵塊 鐵津 木炭	直径20mほどの環状遺構(馬蹄形状のくぼ地)の中から、8世紀後半頃の製鉄炉跡(堅形炉)が集中して発見された。環状遺構はその中央を掘削して造り出した人工的な地形で、くぼ地の内側に6基の堅形炉が配置されている。 このような堅形炉群のあり方については国内での調査事例がなく、本遺跡の様相は福島県の古代鉄生産の特色の一つを示すものと考えている。			
要約	横大道遺跡は、海岸線まで直線で6kmほど離れた標高40~50mほどの丘陵上に位置する。平成19~21年度の調査で7基の堅形炉跡と4カ所の魔津塙跡が見つかっている。これらは奈良時代後半から平安時代前半頃の製鉄関連遺構と考えられる。このほかに本遺跡では地下式木炭窯跡を確認し、その数は30基を上回る。これらは同一斜面地に密集して構築され、極めて短期間に操業がなされていたことを物語っている。							

*経緯度数値は世界測地系(平成14年4月1日から適用)による

福島県文化財調査報告書第469集

常磐自動車道遺跡調査報告60

よこだいどういせき
横大道遺跡 [第2分冊]

平成22年9月24日発行

発行 財団法人福島県文化振興事業団 遺跡調査部 遺跡調査課
福島県教育委員会 (〒960-8688) 福島市杉妻町2-16
財団法人福島県文化振興事業団 (〒960-8116) 福島市春日町5-54
東日本高速道路株式会社東北支社相馬工事事務所 (〒976-0042) 相馬市中村宇深の原65-16
印刷 北斗印刷株式会社 (〒965-0052) 会津若松市町北町大字始字深町67-2
