常磐自動車道遺跡調査報告60

横大道遺跡 [第2分冊]



口絵1 1号廃滓場跡出土鉄塊系遺物



口絵2 1号廃滓場跡出土鉄塊系遺物切断面写真



口絵3 3号廃滓場跡,4・5・10号製鉄炉跡出土鉄塊系遺物



口絵4 3号廃滓場跡, 4・5・10号製鉄炉跡出土鉄塊系遺物切断面写真



口絵5 1・3号廃滓場跡, 10号製鉄炉跡, 17号木炭窯跡出土羽口



口絵6 1号環状遺構, 4号製鉄炉跡, 1号住居跡出土通風管



口絵7 1号廃滓場跡, 10号製鉄炉跡出土羽口付炉壁



口絵8 1号廃滓場跡, 4~6号製鉄炉跡出土炉壁



口絵9 1号廃滓場跡出土墨書土器

a 37-4「山浩」 b 37-14「財」



砂鉄拡大外観:資料No.44



砂鉄焼結塊:メタル生成始まる 資料No.65 (100倍)



鉄塊系遺物(炉内滓):巨大化ウルボスピネル 資料No.55 (100倍)



鉄塊系遺物(流出滓):多角形状ウルボスピネルと イルメナイト 資料Na.49 (100倍)

口絵10 製鉄関連遺物の顕微鏡写真(1)



砂鉄:資料No.114a (100倍)



炉内滓:鉱物相の分離進む 資料No.14 (100倍)



炉内滓: 骸結晶状ウルボスネピル 資料No.66 (400倍)



椀形滓:多角形状ウルボスネピルとファイヤライト 資料No.89 (100倍)



鉄塊(流出滓):稲穂状イルメナイト 資料No.117(100倍)



流出滓:引き裂いたような板状イルメナイト 資料No.92(400倍)



流出滓:シュードブルッカイトを内包するイルメナイト 資料No.88(400倍)



炉壁:黒色部(上)から白色部(下) 資料No.30(100倍)

口絵11 製鉄関連遺物の顕微鏡写真(2)



流出滓:羊歯状・稲穂状イルメナイト 資料No.25 (400倍)



鉄塊系遺物(炉内滓):稲穂状イルメナイト



流出滓:シュードブルッカイトとイルメナイト 資料No.85 (400倍)



炉壁:資料No.94 (100倍)

本文目次 [第2分冊]

[第1分冊]

第1章 遺跡環境と調査経過

第2章 遺構と遺物

[第2分冊]

第3章	自然科学分析							
第1節	炭化材の樹種同定(1)	[パリ	1.	サーヴェイ株式	会社]			1
1.	はじめに(1)	2.	試	料(1)	3.	分析方法	(1)	
4.	結 果(1)	5.	考	察(5)				
第2節	炭化材の樹種同定(2)	[株式:	会社	ペレオ・ラボ]				12
1.	はじめに(12)	2.	試料	と方法(12)	3.	結 果	(12)	
4.	考察(13)							
第3節	放射性炭素年代測定 [株	式会社	加速	器分析研究所]…				·····19
1.	測定対象試料(19)	2.	化学	処理工程(19)	З.	測定方法	(19)	
4.	算出方法(19)	5.	測定	結果(21)				
第4節	赤彩土器の蛍光X線分析	·						26
1.	はじめに (26)	2.	資料	と方法(26)	3.	結 果	(26)	
第5節	製鉄関連遺物の化学分析	[J]	FEラ	テクノリサーチ株	式会社]			·····28
1.	はじめに (28)	2.	調査	項目(28)	З.	調査方法	(28)	
4.	調査結果および考察(30)	5.	横大	道遺跡出土の製鉄	関連遺物	の評価(11	16)	
第4章	考 察							
第1節	製鉄関連遺構と遺物の評	価						297
第2節	製炭遺構の検討							···· 331
第3節	横大道遺跡の構成							<mark>33</mark> 6
第4節	横大道遺跡の歴史的意義							341
引月	用・参考文献							346
写真図	版							···· 3 <mark>4</mark> 9
報告書	* 抄 録							485

図1	炭化材の木材組織(1)7
図2	炭化材の木材組織(2)8
図3	炭化材の木材組織(3)9
図4	炭化材の木材組織(4)10
図 5	炭化材の木材組織(5)11
図6	炭化材の直径
図7	炭化材の割り方と復元直径15
図 8	炭化材の木材組織(1)18
図 9	蛍光X線スペクトル27
図10	砂鉄の粒度分布146
図11	砂鉄の累積粒度分布
図12	粒度ごとの磁着比率146
図13	砂鉄と鉄鉱石原料の T.Feと TiO2
	との関係147
図14	砂鉄と鉄鉱石原料の TiO2と MnO
	との関係147
図15	砂鉄中の酸化チタンとヴァナジウム
	の分布図148
図16	砂鉄の不純物量
図17	鉄塊の炭素濃度分布149
図18	鉄滓の SiO2とT.Feの関係149
図19	鉄滓の T.Feと TiO2 濃度(1)
	〔箱形炉〕150
図20	鉄滓の T.Feと TiO2 濃度(2)
	[竪形炉]150
図21	製錬滓と鍛冶滓の分類(1)
	[箱形炉]151
図22	製錬滓と鍛治滓の分類(2)
	[竪形炉]151
図23	FeO-Fe2O3-TiO2の3元濃度
	〔横大道・割田·荻原遺跡〕152
図24	FeO - Fe2O3 - SiO2の3元濃度
	〔横大道・割田·荻原遺跡〕152
図25	FeOn - SiO ₂ - TiO ₂ 系状態図(1)
	〔横大道・割田·荻原遺跡〕153
図26	FeOn-SiO2-TiO2系状態図(2)
	[1号廃涬場跡・1号鍛冶炉跡]153
Santa States	

図27 FeOn-SiO2-TiO2系状態図(3)

挿図目次 [第2分冊]

	[3号廃滓場跡・10号製鉄炉跡]154
図28	FeOn-SiO2-TiO2系状態図(4)
	〔4·5·8号製鉄炉跡〕154
図29	FeOn-SiO2-TiO2系状態図(5)
	[6·7·9号製鉄炉跡]155
図30	割田C・H遺跡出土鉄滓の
	FeOn - SiO ₂ - TiO ₂ 系状態図(1)155
図31	割田C・H遺跡出土鉄滓の
	FeOn - SiO ₂ - TiO ₂ 系状態図(2)156
図32	割田E・荻原遺跡出土鉄滓の
	FeOn - SiO2 - TiO2 系状態図156
図33	FeOn - SiO2 - TiO2 系状態図157
図34	砂鉄・鉄滓の TiO2/T.Feと MnO/T.Fe
	の関係158
図35	砂鉄・鉄滓の TiO2/T.Fe と V/T.Fe
	の関係158
図36	砂鉄・鉄滓の TiO2/T.Feと MnO/T.Fe
	の関係〔箱形炉〕159
図37	砂鉄・鉄滓の TiO2/T.FeとV/T.Fe
	の関係〔箱形炉〕159
図38	砂鉄・鉄滓の TiO2/T.Feと MnO/T.Fe
	の関係〔竪形炉〕160
図39	砂鉄・鉄滓の TiO2/T.FeとT.Fe
	の関係 [竪形炉]160
図40	砂鉄・鉄滓の TiO2/T.Feと MnO/T.Fe
	の関係〔割田遺跡群〕161
図41	砂鉄・鉄滓の TiO2/T.FeとV/T.Fe
	の関係〔割田遺跡群〕161
図42	砂鉄・鉄滓の TiO2/T.Feと MnO/T.Fe
	の関係 [割田E・荻原遺跡]162
図43	砂鉄・鉄滓の TiO2/T.FeとV/T.Fe
	の関係 [割田E・荻原遺跡]162
図44	アルカリ成分(K2O+Na2O)とアルカリ
	土類成分(CaO+MgO)の関係163
図45	胎土類の長石全体におけるアルカリ
	長石およびカリ長石の割合163
図46	胎土類の SiO2 と Al2O3 の関係
図47	胎土類の3元濃度(種類別)164
図48	胎土類の3元濃度(遺構別)165

図49	胎土類の3元濃度
	[割田遺跡群·荻原遺跡]166
図50	X線回折チャート (1)167
図51	X線回折チャート (2)168
図52	X線回折チャート (3)169
図53	X線回折チャート (4)170
図54	X線回折チャート (5)171
図55	X線回折チャート (6)172
図56	X線回折チャート (7)173
図57	X線回折チャート (8)174
図58	X線回折チャート (9)175
図59	X線回折チャート (10)176
図60	X線回折チャート (11)177
図61	X線回折チャート (12)178
図62	鉄-炭素系平衡状態図179
図63	外観写真(1)
図64	外観写真(2)181
図65	外観写真(3)182
図66	外観写真(4)
図67	外観写真(5)
図68	外観写真(6)185
図69	外観写真(7)186
図70	砂鉄の外観写真(1)187
図71	砂鉄の外観写真(2)188
図72	鉄塊系遺物切断面写真(1)189
図73	鉄塊系遺物切断面写真(2)190
図74	鉄塊系遺物切断面写真(3)191
図75	鉄塊系遺物切断面写真(4)
図76	金属鉄マクロ写真 (1)193
図77	金属鉄マクロ写真 (2)194
図78	金属鉄マクロ写真 (3)195
図79	金属鉄マクロ写真 (4)196
図80	金属鉄マクロ写真 (5)197
図81	金属鉄マクロ写真 (6)198
図82	金属鉄マクロ写真 (7)199
図83	金属鉄マクロ写真 (8)200
図84	金属鉄マクロ写真 (9)201
図85	金属鉄マクロ写真 (10)202
図86	金属鉄マクロ写真 (11)
図87	金属鉄マクロ写真 (12)
図88	金属鉄マクロ写真 (13)
図89	金属鉄マクロ写真 (14)206
図90	金属鉄マクロ写真 (15)207
図91	金属鉄マクロ写真 (16)

図92	金属鉄マクロ写真	, (17)	209
図93	金属鉄マクロ写真	(18)	210
図94	金属鉄マクロ写真	(19)	211
図95	金属鉄マクロ写真	(20)	212
図96	金属鉄マクロ写真	(21)	213
図97	金属鉄マクロ写真	(22)	214
図98	金属鉄マクロ写真	(23)	215
図99	金属鉄マクロ写真	(24)	216
図100	金属鉄組織写真((1)	217
図101	金属鉄組織写真((2)	218
図102	金属鉄組織写真((3)	219
図103	金属鉄組織写真((4)	220
図104	金属鉄組織写真((5)	221
図105	金属鉄組織写真((6)	222
図106	金属鉄組織写真((7)	223
図107	金属鉄組織写真(8)	224
図108	金属鉄組織写真((9)	225
図109	金属鉄組織写真((10)	226
図110	金属鉄組織写真((11)	227
図111	金属鉄組織写真((12)	228
図112	金属鉄組織写真((13)	229
図113	金属鉄組織写真((14)	230
図114	金属鉄組織写真((15)	231
図115	金属鉄組織写真((16)	232
図116	金属鉄組織写真((17)	233
図117	顕微鏡組織写真((1)	234
図118	顕微鏡組織写真((2)	235
図119	顕微鏡組織写真((3)	236
図120	顕微鏡組織写真((4)	237
図121	顕微鏡組織写真((5)	238
図122	顕微鏡組織写真((6)	239
図123	顕微鏡組織写真((7)	240
図124	顕微鏡組織写真((8)	241
図125	顕微鏡組織写真((9)	242
図126	顕微鏡組織写真((10)	243
図127	顕微鏡組織写真((11)	244
図128	顕微鏡組織写真((12)	245
図129	顕微鏡組織写真((13)	246
図130	顕微鏡組織写真((14)	247
図131	顕微鏡組織写真((15)	248
図132	顕微鏡組織写真((16)	249
図133	拡大写真 (1)		250
図134	拡大写真(2)・		
	顕微鏡組織写真((17)	251

図135	顕微鏡組織写真	(18) 252
図136	顕微鏡組織写真	(19) 253
図137	顕微鏡組織写真	(20) 254
図138	顕微鏡組織写真	(21) 255
図139	顕微鏡組織写真	(22) 256
図140	顕微鏡組織写真	(23) 257
図141	顕微鏡組織写真	(24) 258
図142	顕微鏡組織写真	(25) 259
図143	顕微鏡組織写真	(26)
図144	顕微鏡組織写真	(27) 261
図145	顕微鏡組織写真	(28) 262
図146	顕微鏡組織写真	(29) 263
図147	顕微鏡組織写真	(30)
図148	顕微鏡組織写真	(31) 265
図149	顕微鏡組織写真	(32) 266
図150	顕微鏡組織写真	(33) 267
図151	顕微鏡組織写真	(34) 268
図152	顕微鏡組織写真	(35) 269
図153	顕微鏡組織写真	(36)270
図154	顕微鏡組織写真	(37) 271
図155	顕微鏡組織写真	(38) 272
図156	顕微鏡組織写真	(39) 273
図157	顕微鏡組織写真	(40) 274
図158	顕微鏡組織写真	(41)
図159	顕微鏡組織写真	(42)
図160	顕微鏡組織写真	(43) 277
図161	顕微鏡組織写真	(44) 278
図162	顕微鏡組織写真	(45) 279
図163	顕微鏡組織写真	(46) 280
図164	顕微鏡組織写真	(47) 281
図165	顕微鏡組織写真	(48) 282
図166	顕微鏡組織写真	(49) 283
図167	顕微鏡組織写真	(50) 284
図168	顕微鏡組織写真	(51) 285
図169	顕微鏡組織写真	(52) ·
	拡大写真(3)…	
図170	拡大写真(4)…	
図171	拡大写真(5)…	288
図172	顕微鏡組織写真	(53)
図173	顕微鏡組織写真	(54) 290
図174	顕微鏡組織写真	(55)
図175	顕微鏡組織写真	(56) 292
図176	顕微鏡組織写真	(57) 293
図177	顕微鏡組織写真	(58) 294

図178	顕微鏡組織写真	(59)
図179	顕微鏡組織写真	(60)

第4章 考察

図180	羽口・胎土の3元濃度300
図181	粘土・炉壁の3元濃度307
図182	竪形炉の復元図310
図183	竪形炉の炉内復元
図184	鉄塊系遺物の炭素・リン濃度315
図185	FeOn - SiO2 - TiO2系状態図集成 319
図186	横大道遺跡の構成
図187	横大道製鉄遺跡群
図188	周辺の古代製鉄関連遺跡344

表 目 次 [第2分冊]

第3章 自然科学分析

表1	樹種同定結果2
表2	遺構別種類構成5
表3	炭化材の樹種同定結果13
表4	全炭化材の樹種同定結果13
表5	炭化材の樹種同定結果
表6	平成19年度同定炭化材の直径と年輪数の
	計測結果17
表7	放射性炭素年代測定結果22
表8	曆年較正年代24
表9	調査資料と調査項目125
表10	鉱物組織の英文名, 化学式,
	顕微鏡観察状況130
表11	砂鉄の粒度分布131
表12	砂鉄の化学成分分析結果131
表13	砂鉄の蛍光X線分析値132
表14	金属鉄の化学成分分析結果133
表15	鉄塊系遺物の化学成分分析結果133
表16	鉄滓の化学成分分析結果134
表17	炉壁・炉底・羽口の
	化学成分分析結果(1)136
表18	炉壁・炉底・羽口の
	化学成分分析結果(2)136

表19 粘土・炉壁・羽口の耐火度試験結果……137 表20 ゼーゲルコーン溶倒温度比較表……137 表21 X線回折結果……138 表22 砂鉄のX線回折結果……139 表23 胎土類のX線回折結果……139 表24 各遺構別製鉄歩留まり………140

第4章 考 察

表28	横大道遺跡
	製鉄関連遺物·木炭総重量表
表29	1号廃滓場跡出土
	羽口・羽口付炉壁の法量302
表30	1号廃滓場跡出土鉄塊の法量314
表31	製鉄歩留まりと鉄生産量322
表32	横大道遺跡製鉄炉集成328
表33	横大道遺跡木炭窯跡集成334

写真図版目次

1	横大道遺跡周辺の地形(1)349
2	横大道遺跡周辺の地形(2)350
З	横大道遺跡周辺の地形 (3)351
4	横大道遺跡周辺の地形 (4)
5	横大道遺跡遠景 352
6	横大道遺跡全景352
7	横大道遺跡南区全景(1)353
8	横大道遺跡南区全景(2)353
9	横大道遺跡南区全景(3)354
10	橫大道遺跡南区全景(4)354
11	横大道遺跡北区遠景355
12	横大道遺跡北区全景355
13	基本土層
14	1 号環状遺構遠景 357
15	1 号環状遺構全景 (1)357
16	1 号環状遺構全景 (2)358
17	1号環状遺構検出全景(1)358
18	1 号環状遺構検出全景(2)359
19	1 号環状遺構内部全景(1)
20	1号環状遺構内部全景(2)360
21	1号環状遺構内部全景(3)360
22	1 号環状遺構断面
23	1号廃滓場跡全景(1)362
24	1 号廃滓場跡全景(2)362
25	1 号廃滓場跡断面·掘形
26	1号廃滓場跡構築排土検出364
27	1号廃滓場跡構築排土断面364
28	2 号廃涬場跡全景(1)365
29	2 号廃涬場跡全景 (2)365
30	2 号廃涬場跡全景 (3)366
31	2号廃涬場跡断面366
32	3 号廃滓場跡全景367
33	3 号廃涬場跡細部367
34	4 • 5 • 7 号製鉄炉跡全景368
35	4 号製鉄炉跡全景368
36	4 号製鉄炉跡廃滓場全景369
37	4 · 5 号製鉄炉跡廃滓場完掘
38	4号製鉄炉跡細部(1)370
39	4号製鉄炉跡細部(2)371
40	5 号製鉄炉跡全景(1)372

41	5 号製鉄炉跡全景 (2)
42	5 号製鉄炉跡検出 373
43	5 号製鉄炉跡踏ふいご断面373
44	5 号製鉄炉跡細部 (1)
45	5 号製鉄炉跡細部(2)
46	6 · 7 号製鉄炉跡全景
47	6 号製鉄炉跡全景375
48	6 号製鉄炉跡作業場全景376
49	6 号製鉄炉跡細部 (1)
50	6 号製鉄炉跡細部 (2)377
51	7 号製鉄炉跡全景377
52	7号製鉄炉跡作業場全景378
53	7 号製鉄炉跡細部378
54	8 号製鉄炉跡全景379
55	8号製鉄炉跡細部(1)
56	8号製鉄炉跡細部(2)
57	9 号製鉄炉跡全景381
58	9 号製鉄炉跡細部381
59	10号製鉄炉跡全景
60	10号製鉄炉跡炉A面全景382
61	10号製鉄炉跡細部 (1)
62	10号製鉄炉跡細部 (2)
63	10号製鉄炉跡細部 (3)
64	10号製鉄炉跡廃滓場全景 386
65	10号製鉄炉跡廃滓場断面
66	11号廃滓場跡
67	1号鍛冶炉跡全景388
68	1号鍛冶炉跡断面388
69	1号住居跡全景389
70	1号住居跡カマド389
71	1号住居跡細部
72	南区木炭窯群全景 (1)
73	南区木炭窯群全景 (2)
74	7~17·24·25号木炭窯跡全景
75	17·24·25号木炭窯跡全景
76	12~17·25号木炭窯跡全景
77	18・21・23・26~31号木炭窯跡全景393
78	南区中央部木炭窯群検出394
79	南区南端部木炭窯群検出394
80	7 · 8 号木炭窯跡検出

81	9~11号木炭窯跡検出395
82	12~15号木炭窯跡検出
83	15~17号木炭窯跡検出
84	24号木炭窯跡検出
85	25号木炭窯跡検出
86	19·20·22号木炭窯跡検出
87	28~30号木炭窯跡検出 398
88	18·26·27号木炭窯跡検出399
89	21 · 23 · 26 · 27 · 31号木炭窯跡検出 399
90	7·8号木炭窯跡構築排土1検出400
91	8 号木炭窯跡構築排土1 断面400
92	9号木炭窯跡構築排土2~4検出401
93	9号木炭窯跡構築排土2~4断面401
94	12·14·16号木炭窯跡
	構築排土5・6検出
95	14~16号木炭窯跡
	構築排土5・6 断面
96	16·17号木炭窯跡
	構築排土5・7検出403
97	16・17・24・25号木炭窯跡
	構築排土7~11403
98	1号木炭窯跡全景404
99	1号木炭窯跡細部404
100	2号木炭窯跡405
101	2号木炭窯跡焚口付近全景405
102	2号木炭窯跡細部406
103	2号木炭窯跡断面407
104	3 号木炭窯跡全景408
105	3 号木炭窯跡細部 408
106	4号木炭窯跡409
107	5 号木炭窯跡全景410
108	5 号木炭窯跡細部
109	6 号木炭窯跡全景411
110	6 号木炭窯跡断面 411
111	6 号木炭窯跡細部
112	8 号木炭窯跡
113	9 号木炭窯跡413
114	12号木炭窯跡全景414
115	12号木炭窯跡断面415
116	14号木炭窯跡
117	14号木炭窯跡断面417
118	15号木炭窯跡全景418
119	15号木炭窯跡断面(1)418
120	15号木炭窯跡断面(2)419

121	16号木炭窯跡
122	16号木炭窯跡断面(1)421
123	16号木炭窯跡断面(2)422
124	17号木炭窯跡423
125	17号木炭窯跡断面424
126	17号木炭窯跡細部 425
127	18号木炭窯跡426
128	18号木炭窯跡断面426
129	24号木炭窯跡全景427
130	24号木炭窯跡427
131	24号木炭窯跡断面428
132	25号木炭窯跡
133	25号木炭窯跡断面430
134	25号木炭窯跡木炭層断面 431
135	26号木炭窯跡
136	26号木炭窯跡断面432
137	27号木炭窯跡433
138	27号木炭窯跡断面(1)433
139	27号木炭窯跡断面(2)434
140	1・2号溝跡435
141	1 · 2 号溝跡断面436
142	3 号溝跡436
143	3 · 4 号溝跡断面437
144	4 号溝跡全景 437
145	5 号溝跡438
146	6 号溝跡 438
147	7 号溝跡
148	8 号溝跡全景 439
149	8~10号溝跡断面 440
150	9 · 10号溝跡全景440
151	1~4号土坑
152	5~8号土坑442
153	9~12号土坑
154	13~16号土坑
155	17~20号土坑
156	21~24号土坑446
157	25号土坑447
158	1 号特殊遺構
159	2号特殊遺構448
160	3 号特殊遺構
161	4号特殊遺構
162	5 • 6 号特殊遺構449
163	7 号特殊遺構全景450
164	7 号特殊遺構細部 450

165	1号環状遺構出土土師器・須恵器451
166	1 号環状遺構出土通風管451
167	1号環状遺構出土炉壁452
168	1 号廃滓場跡出土土師器(1)453
169	1 号廃滓場跡出土土師器(2)454
170	1号廃滓場跡出土鉄塊系遺物(1)455
171	1号廃滓場跡出土鉄塊系遺物(2)456
172	1号廃滓場跡出土鉄塊系遺物(3)457
173	1号廃滓場跡出土羽口(1)457
174	1号廃滓場跡出土羽口(2)458
175	1号廃滓場跡出土羽口付炉壁(1)459
176	1号廃滓場跡出土羽口付炉壁(2)460
177	1号廃滓場跡出土羽口付炉壁(3)461
178	1号廃滓場跡出土羽口付炉壁(4)462
179	1号廃滓場跡出土炉壁・炉底滓463
180	1号廃滓場跡出土鉄滓·鉄塊系遺物464
181	2号廃滓場跡出土土師器464
182	2号廃滓場跡出土土師器・土製品465
183	2号廃滓場跡出土土師器・須恵器465
184	2号廃滓場跡出土通風管466
185	2号廃滓場跡出土羽口・鉄塊系遺物467
186	2号廃滓場跡出土炉壁467
187	3号廃滓場跡出土
	土師器・須恵器・鉄塊系遺物468
188	3号廃滓場跡出土羽口468
189	3 号廃滓場跡出土炉壁·鉄滓469
190	4 号製鉄炉跡出土土師器469
191	4号製鉄炉跡出土鉄塊系遺物・鉄滓470
192	4号製鉄炉跡出土通風管(1)470
193	4号製鉄炉跡出土通風管(2)471
194	4号製鉄炉跡出土炉壁472

195	5号製鉄炉跡出土
	土師器・鉄塊系遺物・鉄滓472
196	5号製鉄炉跡出土通風管(1)473
197	5号製鉄炉跡出土通風管(2)474
198	5号製鉄炉跡出土炉壁475
199	6号製鉄炉跡出土
	土師器・炉壁・鉄滓476
200	7号製鉄炉跡出土
	通風管・炉壁・鉄塊系遺物476
201	8号製鉄炉跡出土炉壁477
202	10号製鉄炉跡出土
	土師器・羽口・炉壁477
203	10号製鉄炉跡出土鉄滓·鉄塊系遺物478
204	1号住居跡出土土師器478
205	1号住居跡出土土師器·須恵器479
206	1号住居跡出土通風管(1)
207	1号住居跡出土通風管(2)480
208	1号住居跡出土炉壁481
209	木炭窯跡出土土師器・羽口・通風管481
210	7号土坑, 1号特殊遺構出土
	土師器・羽口・鉄塊系遺物482
211	3号特殊遺構,遺構外出土
	縄文土器・土師器・通風管482
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
	縄文土器·弥生土器·土師器484
214	遺構外出土石器 484

第1節 炭化材の樹種同定(1)

パリノ・サーヴェイ株式会社

1. はじめに

横大道遺跡では、古代の製鉄関連遺構が検出されており、1号環状遺構により人工的に高低差を つけ、竪形炉を構築している様子が確認されている。

本報告では、製鉄関連遺構を中心に出土した炭化材の樹種同定を実施し、木材利用に関する資料を得る。

2. 試 料

試料は,横大道遺跡の製鉄炉跡,廃滓場跡,竪穴住居跡,木炭窯跡,土坑,特殊遺構から出土した炭化材121点(FB.YDDW.001~121)である。

3. 分析方法

木口(横断面)・柾目(放射断面)・板目(接線断面)の3断面の割断面を作製し,実体顕微鏡および 走査型電子顕微鏡を用いて木材組織を観察し,その特徴を独立行政法人森林総合研究所の木材識別 データベースおよび現生標本と比較して種類を同定する。

同定根拠となる顕微鏡下での木材組織の特徴などについては、島地・伊東(1982)およびWheeler ほか(1998)を参考にする。また各樹種の木材組織については、林(1991)や伊東(1995, 1996, 1997, 1998, 1999)を参考にする。

4. 結 果

樹種同定結果を表1に示す。炭化材は、広葉樹13種類(クマシデ属イヌシデ節・アサダ・ブナ属・ コナラ属コナラ亜属クヌギ節・コナラ属コナラ亜属コナラ節・クリ・モクレン属・カエデ属・ハリ ギリ・タカノツメ・アセビ・エゴノキ属・アワブキ属)に同定された。

各種類の解剖学的特徴などを記す(図1~5)。

クマシデ属イヌシデ節 Carpinus subgen. Euarpinus カバノキ科

散孔材で,管孔は放射方向に単独または2~4個が放射方向に複合して散在し,年輪界近くで径 を減少させる。道管は単穿孔を有し,壁孔は対列状~交互状に配列する。放射組織は異性,1~3 細胞幅,1~40細胞高のものと集合放射組織とがある。

1

表1-1 樹種同定結果

試料番号	遺構	地区	層位	最大長 (mm)	最大幅 (mm)	最大厚 (mm)	種類	割り方	樹種
FB.YDDW.001	1号廃滓場跡	a区	e 1	25	60	20	木炭	ミカン	アサダ
FB.YDDW.002	1号廃滓場跡	a 🗵	l 1	30	20	15	木炭	枝	カエデ属
FB.YDDW.003	1号廃滓場跡	a 🗵	l 1	30	15	15	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.004	1号廃滓場跡	a区	l 1	50	18	15	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.005	1号廃滓場跡	a区	0 1	37	30	28	木炭	木片	モクレン属
FB.YDDW.006	1号廃滓場跡	a 🗵	Q 2	32	33	14	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.007	1号廃滓場跡	a区	02	30	30	15	木炭	木片	ブナ属
FB.YDDW.008	1号廃滓場跡	a区	02	50	25	20	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.009	1号廃滓場跡	a区	02	15	28	20	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.010	1号廃滓場跡	a区	22	52	15	7	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.011	1号廃滓場跡	a区	03	33	25	25	木炭	枝	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.012	1号廃滓場跡	a区	03	20	19	18	木炭	枝	クマシデ属イヌシデ節
FB.YDDW.013	1号廃滓場跡	a 🗵	03	25	25	15	木炭	ミカン	モクレン属
FB.YDDW.014	1号廃滓場跡	a区	03	37	25	20	木炭	ミカン	タカノツメ
FB.YDDW.015	1号廃滓場跡	a区	23	35	15	14	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.016	1号廃滓場跡	b 区	Q 1	64	13	32	木炭	大片	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.017	1号廃滓場跡	b 区	0 1	85	15	47	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.018	1号廃滓場跡	b 区	Q 1	78	24	18	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.019	1号廃滓場跡	b 区	0 1	59	15	30	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.020	1号廃滓場跡	b 区	21	36	17	38	木炭	ミカン	クマシデ属イヌシデ節
FB.YDDW.021	1号廃滓場跡	b 区	22	55	35	27	木炭	ミカン	アサダ
FB.YDDW.022	1号廃滓場跡	b 区	02	62	30	10	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.023	1号廃滓場跡	b 区	22	32	13	15	木炭	枝	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.024	1号廃滓場跡	b区	02	60	18	8	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.025	1号廃滓場跡	b 区	02	39	28	15	木炭	木片	アサダ
FB.YDDW.026	1号廃滓場跡	b 区	03	65	30	12	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.027	1号廃滓場跡	b区	03	45	32	28	木炭	ミカン	ブナ属
FB.YDDW.028	1号廃滓場跡	b区	03	30	17	16	木炭	枝	アワブキ属
FB.YDDW.029	1号廃滓場跡	b 区	03	30	12	13	木炭	枝	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.030	1号廃滓場跡	b区	03	20	35	20	木炭	木片	モクレン属
FB.YDDW.031	1号糜滓場跡		0 4	60	26	22	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.032	1号廃滓場跡		04	43	38	35	木炭	枝	ブナ属
FB.YDDW.033	1号廃滓場跡		04	25	15	16	木炭	枝	ブナ属
FB.YDDW.034	1号糜滓場跡		04	30	45	23	木炭	ミカン	アセビ
FB.YDDW.035	1号廃滓場跡		24	27	19	10	木炭	ミカン	ブナ属
FB.YDDW.036	2号磨滓場跡		0 1	81	41	22	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ筋
FB.YDDW.037	2号糜滓場跡		0 1	57	40	12	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属クヌギ筋
FB YDDW 038	2号糜滓場跡		0 2	80	38	25	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB YDDW 039	2号糜滓場跡		03	72	27	22	木炭	枝	コナラ属コナラ亜属クヌギ筋
FB YDDW 040	2号糜滓場跡		0 3	69	27	20	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FR VDDW 041	2号座滓場跡		03	37	19	33	木炭	ミカン	アサダ
FB VDDW 042	2号處滓場跡		03	46	30	14	木炭	ミカン	コナラ属コナラ西属クヌギ筋
FB VDDW 043	2号座滓場跡		0.3	45	31	17	木炭	ミカン	コナラ属コナラ西属コナラ筋
FB VDDW 044	2号魔渎場跡		0.3	45	20	27	木炭	ミカン	コナラ属コナラ西属クヌギ筋
FB VDDW 045	3 县 威 法 堪 励		0 1	18	34	22	木炭	ミカン	「十届
FR VDDW 046	3 是威波堪跡		0 1	22	20	20	木炭	ミカン	ノノ病 コナラ届コナラ西届コナラ筋
FB VDDW 047	3 号威法堪跡		0 1	54	20	19	木炭	は	コナラ属コナラ西属コナラ筋
FR VDDW 049	2 早应法退助		0 1	49	41	25	木炭	故	ーノノ病ーノノ 血病ーノノ即
FR VDDW 040	3 与 庶 (+ 物 助		0 1	54	41	10	不成 木岸	シカン	ゴートの病
FR VDDW 050	5 与 用 行物 助		0 1	52	50	13	不灰	+4	ノノ病
FD. YDDW.050	0万所(并物助 9月成为月10m		0 1	00	09 06	21	不灰	大万	カエブ属
FR VDDW 059	0万形(半笏) 9 旦皮) 3 4 日 1		0 1	40	10	30	不灰	12	カナデ属
FD. TDDW.052	3万用洋物财 9旦欧油担助		0 1	00	48	29	不灰	シカノ	ガーフ海
CD. IDDW.003	0万形(牛奶)		0 1	03	40	20	不厌	1	ノノ海
FB.YDDW.054	3万廃伴場跡		0 1	75	21	17	小灰 十世	权士士	ノノ周
FB. YDDW.055	3万庑伴场阶		0 1	84	40	17	不灰	人力	フィンテ属イメンテ即
FB.YDDW.056	3方廃洋場跡		01	51	50	37	不灰	入力	ハリキリ
FB.YDDW.057	3 方廃洋場跡		01	50	36	19	不灰	ミカン	ルエア周 ーナニョーナニエヨ ケコ ビゲ
FB.YDDW.058	3方廃泽場跡		0 1	71	41	26	不灰	ミカン	コナフ周コナフ亜周クヌギ節
FB.YDDW.059	3 方 院 泽 場 跡	F	Ø 1	62	40	33	不反	大斤	カエア周
FB.YDDW.060	4 号聚跃炉跡	炉	ų 1	30	23	17	不反	ミカン	コナフ属コナフ亜属クヌギ節
FR YDDW 061	4号型新归斯	117	0 1	99	18	6	不成	不片	NOT IT

表1-2	樹種同定結果
20342/06/2	March and an an a start and a second second

FBA TDDW 062 5 移動数が称 が 0 1 20 23 10 木片 21-75萬1+750 FBA TDDW.070 3 号特殊遺構 0 1 48 8 7,4 x,1 21-75萬1+750萬1+750萬1+750萬1+750萬1+750萬1+750萬1+750萬1+750萬1+750萬1+750萬1+750萬1+750萬1+750萬1+750 FBA TDW.073 3 号特殊遺構 0 1 4 1 <t< th=""><th>試料番号</th><th>遺</th><th>構</th><th>地区</th><th>層位</th><th>最大長 (mm)</th><th>最大幅 (mm)</th><th>最大厚 (mm)</th><th>種類</th><th>割り方</th><th>樹種</th></t<>	試料番号	遺	構	地区	層位	最大長 (mm)	最大幅 (mm)	最大厚 (mm)	種類	割り方	樹種
FBA DDW.063 5 号数伊那勝、伊 0 1 19 18 11 本次 ホト コナラ属コナラ運属クスギ節 FBA DDW.066 6 号数投那勝 Ø 0 1 10 9 本次 ホト コナラ属コナラ運属クスギ節 FBA DDW.067 3 号特後違構 0 1 16 8 ホ火炭 ホン コナラ属コナラ運属クスギ節 FBA DDW.067 3 号特後違構 0 1 16 10 イス 2 <th2< th=""> 2 <th2< th=""> 2</th2<></th2<>	FB.YDDW.062	5号製	鉄炉跡	炉	Ø 1	20	23	10	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
PB.VDW.066 6号数级伊藤 卯 1 13 19 10 木次 ホナワ コナラ属コナラ亜属コステ部 PB.VDW.066 3号特殊遺構 0 1 11 16 8 木次 スカン コナラ属コナラ亜属クスギ部 PB.VDW.067 3号特殊遺構 0 1 16 8 木次 スカン コナラ属コナラ亜属クスギ部 PB.VDW.070 3号特殊遺構 0 1 11 16 8 木次 スカン コナラ属コナラ亜属クスギ部 PB.VDW.070 3号特殊遺構 0 1 41 18 8 ホ次 ホン コナラ属コナラ亜属クスギ部 PB.VDW.070 3号特殊遺構 0 1 63 24 ホ次 ホン コナラ属コナラ亜属クスギ部 PB.VDW.076 3号特殊遺構 0 1 63 24 ホス ホン エナラ属コナラ亜属クスギ部 PB.VDW.077 3号特殊遺傳 0 1 63 24 ホス スカン コナラ属コナラ亜属クスギ部 PB.VDW.077 3号特殊遺傳 0 1 43 44 20 スカン コナラ属クスギン<	FB.YDDW.063	5号製	鉄炉跡	炉	Q 1	19	18	11	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FBX DDW.066 6号数级伊藤 f 0 9 未成 ホ片 コナラ属コナラ運属クスギ節 FBX DDW.067 3号特殊遺構 0 1 74 26 6 不成 ミカン コナラ属コナラ運属クスギ節 FBX DDW.068 3号特殊遺構 0 1 10 20 未次 ホナン コナラ属コナラ運属クスギ節 FBX DDW.071 3号特殊遺構 0 1 12 20 木次 ホナン コナラ属コナラ運属クスギ節 FBX DDW.073 3号特殊遺構 0 1 6 3 4 ホ大説 ホナン コナラ属コナラ運属クスギ節 FBX DDW.073 3号特殊遺構 0 1 6 2 3 7 ボ炭 ホナン コナラ属コナラ運属クスギ節 FBX DDW.076 3号特殊遺構 0 1 6 2 3 7 ボ炭 ホナン コナラ属コナラ運属フナラ運属フナラ運属フラ運属のフェア面 FBX DDW.076 3号特殊遺債 0 1 3 4 ホ大説 ホン コナラ属コナラ運属フェア運属フェアご 17 第 14 14 2 3 ホ大説 スシン	FB.YDDW.064	6号製	铁炉跡	炉	Q 1	13	19	10	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FBx DDW.066 3号特殊遺構 0 1 16 8 木炭 ミカン コナラ属コナラ距离/ス米箔 FBx DDW.068 3号特殊遺構 0 1 16 0 4.8 木炭 ミカン コナラ属コナラ距离/ス米箔 FBx DDW.070 3号特殊遺構 0 1 11 18 10 水片 コナラ属コナラ距离/ス米箔 FBx DDW.070 3号特殊遺構 0 1 48 19 13 ホ炭 ホナ コナラ属コナラ距离/ス米箔 FBx DDW.071 3号特殊遺構 0 1 74 8 74 17-5 75 </td <td>FB.YDDW.065</td> <td>6号製約</td> <td>铁炉跡</td> <td>炉</td> <td>02</td> <td>14</td> <td>10</td> <td>9</td> <td>木炭</td> <td>木片</td> <td>コナラ属コナラ亜属クヌギ節</td>	FB.YDDW.065	6号製約	铁炉跡	炉	02	14	10	9	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FBA、DDU.066 3 号特雅連構 0.1 74 26 6 木炭 スカン コナラ風コメラモ語 スメド FBA、DDU.069 3 号特雅連構 0.1 41 16 10 木炭 ストド コナラ風コメラモ語 スメド語 FBA、DDU.071 3 号特雅連構 0.1 70 14 8 木炭 ストド コナラ風コメラモ語 スメド語 FBA、DDU.073 3 号特雅連構 0.1 70 14 8 木炭 ストド コナラ風コメラモ語 スメド語 FBA、DDU.077 3 号特雅連構 0.1 63 24 木炭 ストジ コナラ風コメラモ語 スメド語 FBA、DDU.077 3 号特雅連構 0.1 32 23 14 木炭 スシン コナラ風コメラモ語 フナーブ国 コナラ風コメラモ語 フナーブ国 コナラ風コメスギ語 FBA TDDU.077 1 号特雅連邦 0.1 34 42 33 ボ炭 スシン コナラ風コメラモ TDE TDE <td>FB.YDDW.066</td> <td>3号特别</td> <td>殊遺構</td> <td></td> <td>01</td> <td>41</td> <td>16</td> <td>8</td> <td>木炭</td> <td>ミカン</td> <td>コナラ属コナラ亜属クヌギ節</td>	FB.YDDW.066	3号特别	殊遺構		01	41	16	8	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FBA、DDW.066 3 号特殊遺構 0.1 500 24 8 不決 大次 21→5属、コナシ亜属ノスギ節 FBA、DDW.070 3 号特殊遺構 0.1 41 16 10 水決 大力 1→5属、コナシ亜属ノスギ節 FBA、DDW.073 3 号特殊遺構 0.1 48 1 70 21 6 木決 大小 1→5属、コナシ亜属ノスギ節 FBA、DDW.073 3 号特殊遺構 0.1 48 19 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 8 7 14 7 7 8 7 7 8 7 7 8 7 7 8 7 7 8 7 7 8 7 7 8 7 8 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 <th10< th=""> 10 10</th10<>	FB.YDDW.067	3号特例	殊遺構		Q 1	74	26	6	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
PB. YDDW.069 3 号勢操議構 0.1 41 16 10 不戻 不斤 二子ラ属ニコテ型血属クスキ節 FB. YDDW.071 3 号勢操護構 0.1 70 14 8 木炭 ホ广 二子ラ属ニコテ型血属クスキ節 FB. YDDW.073 3 号导操護構 0.1 70 14 8 木炭 ホ广 二子ラ属ニコテ型血属クスキ節 FB. YDDW.073 3 号导操護構 0.1 63 24 木炭 ホブ 二子ラ属ニコテ型血属クスキ節 FB. YDDW.077 3 号导操護構 0.1 63 24 木炭 スプ ニプラ属ニコテ型面属クスキ節 FB. YDDW.077 1 号导操護構 0.1 32 23 1 木炭 スプ ニプラ属ニコテ型面属クスキ節 FB. YDDW.071 1 号导操護構 0.1 34 34 34 ス炭 スプ ニプラ面属フステ面 デラ面ニステンギ節 FB. YDDW.081 1 号导操運構 0.1 13 34 34 34 ス炭 スジ ンプラ属コージ回面スクスギ節 FB. YDDW.081 1 号导操理構 0.1 48 37 23 大炭 スジ ンプラ属コージ回面スクスギ節	FB.YDDW.068	3号特征	殊遺構		Q 1	50	24	8	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
PBA, DDW.000 3 号特殊連構 0.1 41 28 20 不成 スカン 二十フ属二ナラ亜属クスギ節 PBA, DDW.072 3 号特殊連構 0.1 70 21 6 不炭 木力 エナラ属ニナラ亜属クスギ節 PBA, DDW.074 3 号特殊連構 0.1 48 19 13 不炭 木片 エナラ属ニナラ亜属クスギ節 PBA, DDW.074 3 号特殊連構 0.1 48 14 8 19 13 不炭 木片 エナラ属ニナラ亜属クスギ節 PBA, DDW.076 3 号特殊連構 0.1 32 33 17 14 木炭 5, 2) 7 十万属ニナラ亜属クスギ節 PBA, DDW.076 1 号特殊連構 0.1 32 33 7 大炭 5, 2) 7 十万属ニナラ亜属クスギ節 PBA, DDW.076 1 号特殊連構 0.1 43 44 木炭 5, 2) 7 十万属ニナラ亜属クスギ節 PBA, DDW.076 1 号特殊連構 0.1 43 43 4 大炭 5, 2) 7 ナラ属ニナラ亜属クスギ節 PBA, DDW.081 1 号特殊連構 0.1 48 32 30 木炭 5, 2	FB.YDDW.069	3号特点	床這構		21	41	16	10	木炭	木庁	コナフ属コナフ亜属クヌギ節
PB. YDD.W.07 3 号特殊遺構 0.1 70 14 8 木炭、六か コナラ属コナラ運農クスギ節 FB. YDD.W.073 3 号特殊遺構 0.1 63 19 7 木炭、大か コナラ属コナラ運農クスギ節 FB. YDD.W.075 3 号特殊遺構 0.1 63 24 4 木炭、大か コナラ属コナラ運農クスギ節 FB. YDD.W.076 8 号勢鉄造構 0.1 63 24 4 木炭、大か コナラ属コナラ運農クスギ節 FB. YDD.W.077 1 号特殊遺構 0.1 32 32 37 木炭、大か コナラ属コナラ運農クスギ節 FB. YDD.W.078 1 号特殊遺構 0.1 61 34 4 ス換、大力 コナラ属コナラ運農クスギ節 FB. YDD.W.081 1 号特殊遺構 0.1 67 48 23 7 14 7 13 4 42 33 7 14 7 15 7 16 7 16 7 17 17 12 17 14 7 7 17 16 7 17 17 18 7 17 16 7<	FB.YDDW.070	3号符	床道構		Q 1	41	28	20	不反	ミカン	コナフ属コナフ亜属クヌキ節
PB. YDDW.0/2 3 号特殊遺構 0.1 70 21 6 木段 木尺 コナラ属コナラ運属クスギ節 FB. YDDW.074 3 号特殊遺構 0.1 63 24 本皮皮 ホ皮皮 ホレ コナラ属コナラ運属クスギ節 FB. YDDW.076 8 号教鉄炉跡 5.4いご 0.2 33 17 14 木皮皮 カン コナラ属コナラ運属クスギ節 FB. YDDW.077 1 号特殊遺構 0.1 21 31 34 木皮皮 カン コナラ属コナラ運属クスギ節 FB. YDDW.079 1 号特殊遺構 0.1 34 42 33 木皮皮 カン コナラ属コナラ運属クスギ節 FB. YDDW.081 1 号特殊遺構 0.1 41 42 33 木皮皮 カン コナラ属コナラ運属クスギ節 FB. YDDW.081 1 号特殊遺構 0.1 43 43 ホ皮皮 カン コナラ属コナラ運属クスギ節 FB. YDDW.081 1 号特殊遺構 0.1 48 32 3 ホ皮皮 カン コナラ属コナラ運属クスギ節 FB. YDDW.081 1 号特殊遺構 0.1 48 72 ホ皮皮木皮 カンデ属クスジデ節 FB. YDDW.081 1 号特殊遺構 0.1 74 72 ホ皮皮 カンデ属クンデブ属クンデブ 高コナラ属コナジ運属クスジデ節	FB.YDDW.071	3号特约	床道構		e 1	70	14	8	不反	不斤	コナフ属コナフ亜属クヌキ節
PB. TDU.W.07 3 号特殊遺傳 0.1 04 19 17 木段 木月 17 7.9 17 17 17 18 12 17 13 14 14 13 14 14 13 14 14 13 14	FB.YDDW.072	3方符	沐 垣博		0 1	70	21	6	不灰	ミカン	コナフ 周コナフ 亜属クメギ 即
PB. DDW.076 3 今特珠連構 0.1 43 19 13 ホ次 ンカン ンカス ンカン ンカス ンカン ンカン ンカス ンカン シウェ	FB.YDDW.073	3万行(沐退傳		0 1	24	19	12	不灰	不斤	コナフ属コナフ亜属クメイ即
PB.YDDW.073 3 S 考研状理解 FB.YDDW.077 1 号特殊遺構 0.1 22 33 17 14 木炭、スクン コーク画「ノラ画」クスギ節 FB.YDDW.077 1 号特殊遺構 0.1 21 31 34 木炭、スクン コーク画「ノラ画」クスギ節 FB.YDDW.078 1 号特殊遺構 0.1 21 31 34 木炭、スクン コーク属」ーフラ画」クスギ節 FB.YDDW.081 1 号特殊遺構 0.1 71 36 32 木炭、スクン コーク属」ーフラ画」クスギ節 FB.YDDW.081 1 号特殊遺構 0.1 71 36 32 木炭、スクン コーク属」ーフラ画」クスギ節 FB.YDDW.081 1 号特殊遺構 0.1 71 36 32 木炭、スクン コーク属」ーフ画面」のスギ節 FB.YDDW.081 1 号特殊遺構 0.1 21 20 木炭 スクン コーク属」ーク画」のスギ節 FB.YDDW.081 1 号特殊遺構 0.1 21 20 木炭 スクン コーク属」コーク画」のスギ節 FB FB.YDDW.081 1 号特殊遺構 0.1 21 20 木炭 スクン コーク属」コーク画」のスギ節 FB FB.YDDW.081 1 号特殊遺構 0.1 21 21 24 スクン スクンデ属」ーク画画」のコーク FD FD FD	FD. IDDW.074	0万村?	不退得		0 1	40	19	15	不灰	不月	コーノノ周コーノ里周ノスイ即
PB. YDDW.010 7 SexesS. (***) 8** 0 1 14 ** * A	FB. IDDW.075	0 日制	不退佣	212-	0.0	22	17	4	不灰	ミカン	コーノノ周コノノ亜周ノスイ即
D:DUN:01 1 うせれな通称 0.1 3.2 3.2 3.4 ホ炭、5.カン 7.4% FB:YDDW.071 1 号特殊遺構 0.1 3.1 3.4 ホ炭、5.カン	FB. IDDW.070	0万级	妖冲明	SAV.C	01	20	20	14	不灰	ミカン	ゴノノ属ゴノノ亜属ノスイ即
10.1.DUN.013 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5	FB. IDDW.077	1 与 行?	环退得		0 1	54	21	24	不灰	ミカン	ノノ海
10.1007.013 1.917.x.24.h 0.1 6.7 4.1 0.30 rxxx マンコナラ属コナラ亜属クスギ節 FB.YDDW.081 1.948x28/m 0.1 7.1 3.6 3.2 rxxx マンコナラ属コナラ亜属クスギ節 FB.YDDW.081 1.948x28/m 0.1 4.8 3.2 3.0 rxxx マンコナラ属コナラ亜属クスギ節 FB.YDDW.083 1.948x28/m 0.1 4.8 3.2 3.0 rxxx rxxx rxxx rxxx rxxx rxxx rxxx rxxx rxx	FB VDDW 079	1 号标:	环退得 時		01	34	12	33	不厌	ミカン	ノノ病 コナラ属コナラ西属コナラ筋
1D:1DUV.030 1 与特殊連構 0 1 10 23 木炭、マカン コナラ属コナラ亜属クスギ節 FB:YDDW.082 1 与特殊連構 0 1 43 34 44 次以 2カン コナラ属コナラ亜属クスギ節 FB:YDDW.083 1 与特殊連構 0 1 48 32 30 木炭、マカン コナラ属コナラ亜属クスギ節 FB:YDDW.084 1 与特殊連構 0 1 44 40 25 木炭、マカン カエデ属 カエデ属 FB:YDDW.085 1 与特殊連構 0 1 44 40 25 木炭、マカン カエデ属 カエデ属 FB:YDDW.085 1 与特殊連構 0 1 48 37 23 木炭、マカン カエデ属 カエデ属 FB:YDDW.089 1 与特殊連構 0 1 48 36 19 オ片 クマシデ属コナラ亜属クスギ節 FB:YDDW.089 1 与特殊連構 0 1 74 32 20 木炭 大力 コナラ属コナラ亜属クスギ節 FB:YDDW.089 1 与未炭業跡 0 4 40 42 25 ホ炭 マン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB:YDDW.094 1 与未炭業跡 0 4 30 15 ホ炭 マカン コナラ属コナラ亜属コナラ亜属コナラ節 FB:YDDW.093 3 与未炭業跡	FB VDDW 080	1 号 皓/	水道将此唐樓		0 1	67	42	20	木炭	ミカン	コナラ属コナラ西属クマギ筋
ID1.1010.031 1 与物环建構 0 1 13 30 32 大阪 1.7 1.9 FB.YDDW.083 1 号特殊建構 0 1 43 34 木炭 2.7 1.7 1.9 1.7 1.9 1.9 1.9 1.0 1.0 1.7 1.9 1.0 1.0 1.7 1.0 1.0 1.7 1.0	FR VDDW 081	1 号皓)	水 退得 路		0 1	71	36	20	木炭	ミカン	コナラ属コナラ西属クマギ筋
1B. 1D00.02 1947未建構 01 48 32 34 大阪 1.7	FB VDDW 082	1号40	环境得		0 1	11	34	34	木炭	ミカン	コナラ属コナラ西属クマギ筋
B.YDDW.084 1 9 時外建備 0 1 38 19 7.52	FR VDDW 083	1号特/	叶 追得 時 書 構		0 1	48	32	30	木炭	ミカン	コナラ属コナラ西属クマギ筋
B.YDDW.085 1.9 特殊速備 0.1 1.0	FB VDDW 084	1号特/	味遺構		0.1	38	19	19	木炭	枝	コナラ属コナラ西属コナラ筋
B.YDDW.086 1 号作熟遺構 0.1 1.1 1.0	FB VDDW 085	1号特/	味遺構		0 1	44	40	25	木炭	ミカン	カエデ属
B.Y.DDW.087 1 号特殊遺構 0.1 1.4 1.3 1.2 1.3 1.4 1.4 1.4 1.3 1.3 1.4 1.4 1.4 1.3 1.3 1.4	FB VDDW 086	1号特/	味遺構		0 1	21	20	20	木炭	枝	クマシデ属イヌシデ節
B.YDDW.088 1 号特殊遺構 0.1 48 36 19 木炭 木片 クマシデ属イヌシデ節 FB.YDDW.089 1 号特殊遺構 0.1 74 32 20 木炭 大力 コナラ属コナラ面属コナラ節 FB.YDDW.091 1 号特殊遺構 0.1 74 32 20 木炭 大力 コナラ属コナラ面属コナラ節 FB.YDDW.091 1 号特殊遺構 0.1 61 19 17 木炭 大力 コナラ属コナラ面属コナラ節 FB.YDDW.092 1 号木炭窯跡 0.4 40 42 25 木炭 オカ コナラ属コナラ面属コナラ節 FB.YDDW.094 1 号木炭窯跡 0.4 40 42 25 木炭 オカ コナラ属コナラ面属コナラ節 FB.YDDW.095 2 号木炭窯跡 0.14 77 37 11 木炭 木片 樹皮 FB.YDDW.095 2 号木炭窯跡 0.14 78 12 11 木炭 オカ コナラ属コナラ亜属コナラ面属コナラ面属コナラ面属コナラ面属コナラ面属コナラ面属コナラ面属コナラ面	FB VDDW 087	1号特/	味遺構		0.1	48	37	23	木炭	木片	カエデ属
FB.YDDW.089 1号特殊遺構 0.1 74 32 20 木炭 ネ炭 シン コナラ属コナラ亜属ンスギ節 FB.YDDW.090 1号特殊遺構 0.1 88 38 25 木炭 校 クマシデ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.091 1号特殊遺構 0.1 61 19 17 木炭 校 フナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.092 1号木炭窯跡 0.4 40 25 15 木炭 シン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.094 1号木炭窯跡 0.4 30 25 15 木炭 シン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.095 2号木炭窯跡 0.14 77 71 木炭 木炭 セン コナラ属コナラ亜属コンラ節 FB.YDDW.096 2号木炭窯跡 0.14 37 24 22 木炭 シン コナラ属コナラ亜属コンラ節 FB.YDDW.097 2号木炭窯跡 0.14 5 13 75 68 木炭 大ン コナラ属コナラ亜属コンラ節 FB.YDDW.099 3号木炭素跡 0.5 53 25 17 木炭 ホ片 コナラ属コナラ亜属コンラ節 FB.YDW.100 3号木炭素跡 0.2 32 17 木炭 シン コナラ属コナラ亜属コンラ節	FB VDDW 088	1号特/	除遺構		0.1	48	36	19	木炭	木片	クマシデ属イヌシデ筋
FB.YDDW.0901 5183825 $\pi k k$ $\gamma - \nu - \nu - \mu - \mu - \nu - \mu - \mu - \mu - \mu - \mu$	FB. YDDW. 089	1号特/	殊遣構		0.1	74	32	20	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ筋
FB.YDDW.091 1 号特殊遺構 0 1 61 19 17 木炭 枝 コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.092 1 号木炭窯跡 0 4 40 42 25 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.093 1 号木炭窯跡 0 4 30 25 15 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.094 1 号木炭窯跡 0 4 33 13 10 木炭 枚 コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.095 2 号木炭窯跡 0 14 77 37 11 木炭 木广 樹皮 FB.YDDW.096 2 号木炭窯跡 0 14 77 37 11 木炭 木广 樹皮 FB.YDDW.097 2 号木炭窯跡 0 14 5 12 11 木炭 オナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.098 3 号木炭窯跡 0 5 60 48 20 木炭 ニカン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.099 3 号木炭窯跡 0 5 60 48 20 木炭 ニカン ニナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.101 4 号木炭窯跡 0 2 38 35 13 木炭 ニカン ニナラ属コナラ亜属コーラ節 <td>FB.YDDW.090</td> <td>1号特/</td> <td>殊遺構</td> <td></td> <td>0 1</td> <td>88</td> <td>38</td> <td>25</td> <td>木炭</td> <td>枝</td> <td>クマシデ属イヌシデ節</td>	FB.YDDW.090	1号特/	殊遺構		0 1	88	38	25	木炭	枝	クマシデ属イヌシデ節
FB.YDDW.092 1号木炭窯跡 0 4 40 42 25 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.093 1号木炭窯跡 0 4 30 25 15 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.094 1号木炭窯跡 0 4 33 10 木炭 木炭 マカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.095 2号木炭窯跡 0.14 77 37 11 木炭 木片 樹皮 FB.YDDW.096 2号木炭窯跡 0.14 37 24 22 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.097 2号木炭窯跡 0.5 60 48 20 木炭 スカン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.093 3号木炭窯跡 0.5 60 48 20 木炭 スカン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.100 3号木炭窯跡 0.5 35 25 17 木炭 ホカン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.104 4号木炭窯跡 0.2 38 10 木炭 スカン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.104 5号木炭窯跡 0.2 61 28 13 木炭	FB.YDDW.091	1号特/	殊遺構		Q 1	61	19	17	木炭	枝	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.093 1 号木炭窯跡 0 4 30 25 15 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.094 1 号木炭窯跡 0 4 33 13 10 木炭 枝 コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.095 2 号木炭窯跡 0 14 77 37 11 木炭 木片 樹皮 FB.YDDW.096 2 号木炭窯跡 0 14 37 24 22 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.097 2 号木炭窯跡 0 14 58 12 11 木炭 枝 コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.099 3 号木炭窯跡 0 5 51 13 75 68 木炭 大片 コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.091 3 号木炭窯跡 0 5 55 15 13 木炭 キカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.101 4 号木炭窯跡 0 2 45 32 17 木炭 キカン コナラ属コナラ亜属クェナラ節 FB.YDDW.102 4 号木炭窯跡 0 2 38 10 木炭 ホカン コナラ属コナラ亜属クェナラ節 FB.YDDW.104 5 号木炭窯跡 0 2 15 13 木炭 オカン コナラ属コナラ亜属クェ	FB.YDDW.092	1号木	炭窯跡		04	40	42	25	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.094 1 号本炭窯跡 ℓ 4 33 13 10 木炭 枝 コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.095 2 号木炭窯跡 ℓ 14 77 37 11 木炭 木片 樹皮 FB.YDDW.096 2 号木炭窯跡 ℓ 14 37 24 22 木炭 オン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.097 2 号木炭窯跡 ℓ 14 38 12 11 木炭 枝 コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.098 3 号木炭窯跡 ℓ 5 10 48 20 木炭 オン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.100 3 号木炭窯跡 ℓ 5 60 48 20 木炭 オン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.101 4 号木炭窯跡 ℓ 2 35 15 13 木炭 オン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.102 4 号木炭窯跡 ℓ 2 38 35 13 木炭 オン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.104 5 号木炭窯跡 ℓ 2 38 15 13 木炭 オン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.104 5 号木炭窯跡 ℓ 2 35 15 13 木炭 オン コ	FB.YDDW.093	1号木	炭窯跡		04	30	25	15	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.0952 号木炭窯跡0 14773711木炭木片樹皮FB.YDDW.0962 号木炭窯跡0 14372422木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.0972 号木炭窯跡0 51137568木炭大片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.0993 号木炭窯跡0 51137568木炭大片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1003 号木炭窯跡0 5352517木炭木片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1014 号木炭窯跡0 2383513木炭キ力ンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1024 号木炭窯跡0 2383513木炭キ力ンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1044 号木炭窯跡0 2393810木炭ホ力コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1045 号木炭窯跡0 2393810木炭ホ片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1045 号木炭窯跡0 2351513木炭オレコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1055 号木炭窯跡0 2351513木炭オレコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1065 号木炭窯跡0 2522530木炭木片オウ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1071 号住居跡0 5-8542421木炭ホルコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1091 号住居跡0 5-8542421木炭ホルコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1111 号住居跡0 5-8621211木炭ホルコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.111	FB.YDDW.094	1号木	炭窯跡		Q 4	33	13	10	木炭	枝	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.096 2 号木炭窯跡 0.14 37 24 22 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.097 2 号木炭窯跡 0.14 58 12 11 木炭 枚 コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.098 3 号木炭窯跡 0.5 113 75 68 木炭 大片 コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.100 3 号木炭窯跡 0.5 60 48 20 木炭 キカン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.100 3 号木炭窯跡 0.2 45 32 17 木炭 キカン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.102 4 号木炭窯跡 0.2 38 35 13 木炭 キカン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.103 4 号木炭窯跡 0.2 38 10 木炭 キカン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.104 5 号木炭窯跡 0.2 35 15 13 木炭 オカン コナラ属コナラ亜属コナラ節 FB.YDDW.105 5 号木炭窯跡 0.2 52 25 30 木炭 オト オナラ属コナラ亜属フナラ亜属フナラ亜属フナラ亜属フナラ亜属フナラ亜属フナラ亜属フナラ亜属フ	FB.YDDW.095	2号木	炭窯跡		Q 14	77	37	11	木炭	木片	樹皮
FB.YDDW.0972 号木炭窯跡0 14581211木炭枝コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.0983 号木炭窯跡0 51137568木炭大片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.0093 号木炭窯跡0 5604820木炭スカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1003 号木炭窯跡0 2352517木炭スカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1014 号木炭窯跡0 2383513木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1024 号木炭窯跡0 2393810木炭木片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1045 号木炭窯跡0 2351513木炭マカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1055 号木炭窯跡0 2351513木炭オ片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1065 号木炭窯跡0 22530木炭木片樹皮FB.YDDW.1071 号住居跡0 5-8513619木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1081 号住居跡0 5-8513619木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1101 号住居跡0 5-8522726木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1111 号住居跡0 5-8522726木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1121 号住居跡0 5-8522726木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1131 号住居跡0 5-8522726木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1141 号住	FB.YDDW.096	2号木/	炭窯跡		Q 14	37	24	22	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.0983 号木炭窯跡0 51137568木炭大片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.0993 号木炭窯跡0 5604820木炭スカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1003 号木炭窯跡0 5352517木炭スカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1014 号木炭窯跡0 2453217木炭スカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1024 号木炭窯跡0 2383513木炭スカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1034 号木炭窯跡0 2393810木炭木片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1045 号木炭窯跡0 2612813木炭スカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1055 号木炭窯跡0 2522530木炭木片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1065 号木炭窯跡0 2522530木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1071 号住居跡0 5-8513619木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1081 号住居跡0 5-8542421木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1111 号住居跡0 5-8752726木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1131 号住居跡0 5-8504326木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1141 号住居跡0 5-8527木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1151 号住居跡0 5-8527木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1151 号住居	FB.YDDW.097	2号木	炭窯跡		Q 14	58	12	11	木炭	枝	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.0993 号木炭窯跡0 5604820木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1003 号木炭窯跡0 5352517木炭木片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1014 号木炭窯跡0 2383217木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1034 号木炭窯跡0 2383513木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1045 号木炭窯跡0 2393810木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1055 号木炭窯跡0 2351513木炭オ片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1065 号木炭窯跡0 2522530木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1071 号住居跡0 5 - 8513619木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1081 号住居跡0 5 - 8513619木炭ネレコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1091 号住居跡0 5 - 8542421木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1101 号住居跡0 5 - 8592543木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1111 号住居跡0 5 - 8752726木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1131 号住居跡0 5 - 8504342ホ炭ホレコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1141 号住居跡0 5 - 87726木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1151 号住居跡0 5 - 8642424ホ炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節	FB.YDDW.098	3号木	炭窯跡		0 5	113	75	68	木炭	大片	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.1003 号木炭窯跡0 5352517木炭木片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1014 号木炭窯跡0 2453217木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1024 号木炭窯跡0 2383513木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1034 号木炭窯跡0 2393810木炭木片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1045 号木炭窯跡0 2612813木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1055 号木炭窯跡0 2521513木炭オオオFB.YDDW.1065 号木炭窯跡0 2522530木炭木片コナラ属コナラ亜属クスギ節FB.YDDW.1071 号住居跡0 5-8513619木炭木片コナラ属コナラ亜属クスギ節FB.YDDW.1091 号住居跡0 5-8542421木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クスギ節FB.YDDW.1101 号住居跡0 5-8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クスギ節FB.YDDW.1111 号住居跡0 5-8621211木炭ホンコナラ属コナラ亜属クスギ節FB.YDDW.1121 号住居跡0 5-856492424スススFB.YDDW.1151 号住居跡0 5-8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クスギ節FB.YDDW.1151 号住居跡0 5-8504326木炭スンコナラ属コナラ亜属クスギ節FB.YDDW.1161 号住居跡0 5-8504326木炭スンコナラ属コナラ亜属クスギ節FB.YDDW.11	FB.YDDW.099	3号木	炭窯跡		0 5	60	48	20	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.1014 号木炭窯跡0 2453217木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1024 号木炭窯跡0 2383513木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1034 号木炭窯跡0 2393810木炭木片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1045 号木炭窯跡0 2612813木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1055 号木炭窯跡0 2612813木炭キカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1065 号木炭窯跡0 2522530木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1071 号住居跡0 5-8492021木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1081 号住居跡0 5-8513619木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1091 号住居跡0 5-8542421木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1101 号住居跡0 5-8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1111 号住居跡0 5-8681740木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1121 号住居跡0 5-8564924ス防エナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1131 号住居跡0 5-8504326木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1141 号住居跡0 5-8504326木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1151 号住居跡0 5-8504326木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.116	FB.YDDW.100	3号木	炭窯跡		Ø 5	35	25	17	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.1024 号木炭窯跡0 2383513木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1034 号木炭窯跡0 2393810木炭木片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1045 号木炭窯跡0 2612813木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1055 号木炭窯跡0 2351513木炭マカラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1065 号木炭窯跡0 2252530木炭木片コナラ属コナラ亜属ノヌギ節FB.YDDW.1071 号住居跡0 5-8492021木炭木片コナラ属コナラ亜属ノヌギ節FB.YDDW.1081 号住居跡0 5-8516119木炭ミカンコナラ属コナラ亜属/フヌギ節FB.YDDW.1091 号住居跡0 5-8542421木炭ミカンコナラ属コナラ亜属/フヌギ節FB.YDDW.1101 号住居跡0 5-8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属/フヌギ節FB.YDDW.1111 号住居跡0 5-8752726木炭ミカンコナラ属コナラ亜属/フヌギ節FB.YDDW.1131 号住居跡0 5-8564924木炭ミカンコナラ属コナラ亜属/フヌギ節FB.YDDW.1141 号住居跡0 5-8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属/クヌギ節FB.YDDW.1151 号住居跡0 5-8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属/クヌギ節FB.YDDW.1161 号住居跡0 5-8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属/クヌギ節FB.YDDW.1161 号住居跡0 5-8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属/クヌギ節 <td< td=""><td>FB.YDDW.101</td><td>4号木</td><td>炭窯跡</td><td></td><td>Q 2</td><td>45</td><td>32</td><td>17</td><td>木炭</td><td>ミカン</td><td>コナラ属コナラ亜属コナラ節</td></td<>	FB.YDDW.101	4号木	炭窯跡		Q 2	45	32	17	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.1034 号木炭窯跡0 2393810木炭木片コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1045 号木炭窯跡0 2612813木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1055 号木炭窯跡0 2351513木炭枝コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1065 号木炭窯跡0 2522530木炭木片樹皮FB.YDDW.1071 号住居跡0 5-8492021木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1081 号住居跡0 5-8513619木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1091 号住居跡0 5-8542421木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1101 号住居跡0 5-8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1111 号住居跡0 5-8681740木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1131 号住居跡0 5-8564924木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1141 号住居跡0 5-8564924木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1151 号住居跡0 5-8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1161 号住居跡0 5-8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1185 号土坑0 2282515木炭木力ノリFB.YDDW.1198 号土坑0 22182015木炭木片クリFB.YDDW.1198	FB.YDDW.102	4号木	炭窯跡		02	38	35	13	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.1045 号木炭窯跡0 2612813木炭ミカンコナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1055 号木炭窯跡0 2351513木炭枝コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1065 号木炭窯跡0 2522530木炭木片柚皮FB.YDDW.1071 号住居跡0 5 - 8492021木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1081 号住居跡0 5 - 8513619木炭ホ片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1091 号住居跡0 5 - 8542421木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1101 号住居跡0 5 - 8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1111 号住居跡0 5 - 8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1121 号住居跡0 5 - 8681740木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1131 号住居跡0 5 - 8752726木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1141 号住居跡0 5 - 8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1151 号住居跡0 5 - 8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1161 号住居跡0 5 - 8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1175 号土坑0 2282515木炭木片クリFB.YDDW.1185 号土坑0 2282515木炭木片クリFB.YDDW.119 <t< td=""><td>FB.YDDW.103</td><td>4号木</td><td>炭窯跡</td><td></td><td>02</td><td>39</td><td>38</td><td>10</td><td>木炭</td><td>木片</td><td>コナラ属コナラ亜属コナラ節</td></t<>	FB.YDDW.103	4号木	炭窯跡		02	39	38	10	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.1055 号木炭窯跡0 2351513木炭枝コナラ属コナラ亜属コナラ節FB.YDDW.1065 号木炭窯跡0 2522530木炭木片樹皮FB.YDDW.1071 号住居跡0 5-8492021木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1081 号住居跡0 5-8513619木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1091 号住居跡0 5-8542421木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1101 号住居跡0 5-8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1111 号住居跡0 5-8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1121 号住居跡0 5-8681740木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1131 号住居跡0 5-8752726木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1141 号住居跡0 5-8564924木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1151 号住居跡0 5-8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1161 号住居跡0 5-842207木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1175 号土坑0 2282515木炭木广クリFB.YDDW.1185 号土坑0 2282515木炭木广クリFB.YDDW.1198 号土坑0 323257木炭木广クリFB.YDDW.1208 号土坑0 325<	FB.YDDW.104	5号木	炭窯跡		Q 2	61	28	13	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.1065 号木炭窯跡0 2522530木炭木炭木炭オナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1071 号住居跡0 5-8513619木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1081 号住居跡0 5-8513619木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1091 号住居跡0 5-8542421木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1101 号住居跡0 5-8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1111 号住居跡0 5-8681740木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1121 号住居跡0 5-8752726木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1131 号住居跡0 5-8564924木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1141 号住居跡0 5-8564924木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1151 号住居跡0 5-8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1161 号住居跡0 5-842207木炭ネ力コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1175 号土坑0 2282515木炭木片クリFB.YDDW.1185 号土坑0 323257木炭木片クリFB.YDDW.1198 号土坑0 3251813木炭木片クリFB.YDDW.1208 号土坑0 3251813木炭木片クリFB.YDDW.1218 号土坑0 3 <td< td=""><td>FB.YDDW.105</td><td>5号木</td><td>炭窯跡</td><td></td><td>Q 2</td><td>35</td><td>15</td><td>13</td><td>木炭</td><td>枝</td><td>コナラ属コナラ亜属コナラ節</td></td<>	FB.YDDW.105	5号木	炭窯跡		Q 2	35	15	13	木炭	枝	コナラ属コナラ亜属コナラ節
FB.YDDW.1071号住居跡0 5-8492021木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1081号住居跡0 5-8513619木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1091号住居跡0 5-8542421木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1101号住居跡0 5-8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1111号住居跡0 5-8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1121号住居跡0 5-8681740木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1131号住居跡0 5-8752726木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1141号住居跡0 5-8564924木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1151号住居跡0 5-8564924木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1161号住居跡0 5-8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1161号住居跡0 5-842207木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1185号土坑0 2282515木炭木片クリFB.YDDW.1198号土坑0 323257木炭木片クリFB.YDDW.1208号土坑0 3251813木炭木片クリFB.YDDW.1218号土坑0 3251913木炭カクリ	FB.YDDW.106	5号木	炭窯跡		Q 2	52	25	30	木炭	木片	樹皮
FB.YDDW.1081号住居跡0 5-8513619木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1091号住居跡0 5-8542421木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1101号住居跡0 5-8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1111号住居跡0 5-8392543木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1121号住居跡0 5-8681740木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1131号住居跡0 5-8752726木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1141号住居跡0 5-8564924木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1151号住居跡0 5-8564924木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1161号住居跡0 5-84326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1161号住居跡0 5-842207木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1175号土坑0 2282515木炭木片クリFB.YDDW.1185号土坑0 323257木炭木片クリFB.YDDW.1208号土坑0 3251813木炭木片クリFB.YDDW.1218号土坑0 3251813木炭木片クリFB.YDDW.1208号土坑0 3251813木炭木片クリ	FB.YDDW.107	1号住)	居跡		€ 5-8	49	20	21	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.1091号住居跡0 5-8542421木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1101号住居跡0 5-8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1111号住居跡0 5-8392543木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1121号住居跡0 5-8681740木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1131号住居跡0 5-8752726木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1141号住居跡0 5-8564924木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1151号住居跡0 5-8564924木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1161号住居跡0 5-8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1161号住居跡0 5-842207木炭スカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1185号土坑0 2282515木炭木片クリFB.YDDW.1198号土坑0 323257木炭木片クリFB.YDDW.1208号土坑0 3251813木炭木片クリFB.YDDW.1208号土坑0 3251813木炭ホ片クリ	FB.YDDW.108	1号住/	居跡		ℓ 5-8	51	36	19	木炭	木片	コナラ属コナラ亜属クヌギ節
FB.YDDW.1101号住居跡0 5-8621211木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1111号住居跡0 5-8392543木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1121号住居跡0 5-8681740木炭木片コナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1131号住居跡0 5-8752726木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1141号住居跡0 5-8564924木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1151号住居跡0 5-8504326木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1161号住居跡0 5-842207木炭ミカンコナラ属コナラ亜属クヌギ節FB.YDDW.1161号住居跡0 5-842207木炭ス力FB.YDDW.1175号土坑0 2282515木炭木片クリFB.YDDW.1198号土坑0 323257木炭木片クリFB.YDDW.1208号土坑0 3251813木炭木片クリFB.YDDW.1208号土坑0 3251917+世カリ	FB.YDDW.109	1号住/	居跡		0 5-8	54	24	21	木炭	ミカン	コナラ属コナラ亜属クヌキ節
FB.YDDW.111 1号住居跡 0 5-8 39 25 43 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.112 1号住居跡 0 5-8 68 17 40 木炭 木片 コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.113 1号住居跡 0 5-8 75 27 26 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.114 1号住居跡 0 5-8 56 49 24 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.115 1号住居跡 0 5-8 50 43 26 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.116 1号住居跡 0 5-8 42 20 7 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.116 1号住居跡 0 5-8 42 20 7 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.117 5号土坑 0 2 28 25 15 木炭 木片 クリ FB.YDDW.118 5号土坑 0 3 23 25 7 木炭 木片 クリ FB.YDDW.120 8号土坑 0 3 25 18 13 木炭 木片 クリ FB.YDDW.121 8号土坑 0 3 25 18 13 木炭	FB.YDDW.110	1号任/	舌跡		\$ 5-8	62	12	11	木炭	ミカン	コナフ属コナフ亜属クヌキ節
FB.YDDW.112 1号住居跡 45-8 68 17 40 木炭 ホ庁 コナラ属コナラ連属クヌギ節 FB.YDDW.113 1号住居跡 05-8 75 27 26 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.114 1号住居跡 05-8 56 49 24 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.115 1号住居跡 05-8 50 43 26 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.116 1号住居跡 05-8 42 20 7 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.116 1号住居跡 05-8 42 20 7 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.116 1号住居跡 05-8 42 20 7 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.117 5号土坑 02 28 25 15 木炭 木片 クリ FB.YDDW.118 5号土坑 03 23 25 7 木炭 木片 クリ FB.YDDW.120 8号土坑 03 25 18 13 木炭 木片 クリ	FB.YDDW.111	1号住/	舌 跡		25-8	39	25	43	不炭	ミカン	コナフ属コナフ亜属クヌギ節
FB.YDDW.113 1 号住居跡 ℓ 5-8 75 27 26 木炭 ミカン コナラ風コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.114 1 号住居跡 ℓ 5-8 56 49 24 木炭 ミカン コナラ風コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.115 1 号住居跡 ℓ 5-8 50 43 26 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.116 1 号住居跡 ℓ 5-8 42 20 7 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.116 1 号住居跡 ℓ 5-8 42 20 7 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.116 1 号住居跡 ℓ 5-8 42 20 7 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.117 5 号土坑 ℓ 2 28 25 15 木炭 木片 クリ FB.YDDW.118 5 号土坑 ℓ 3 23 25 7 木炭 木片 クリ FB.YDDW.120 8 号土坑 ℓ 3 25 18 13 木炭 木片 クリ FB.YDDW.121 8 号土坑 ℓ 2 19 17 土炭 ム片 クリ	FB.YDDW.112	1号住/	舌 跡		\$ 5-8	68	17	40	不炭	不斤	コナフ属コナフ亜属クヌキ節
FB.YDDW.114 1 号住居跡 4 5-8 56 49 24 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.115 1 号住居跡 4 5-8 50 43 26 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.116 1 号住居跡 4 5-8 42 20 7 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.116 1 号住居跡 4 5-8 42 20 7 木炭 ミカン コナラ属コナラ亜属クヌギ節 FB.YDDW.117 5 号土坑 4 2 28 25 15 木炭 木片 クリ FB.YDDW.118 5 号土坑 4 3 23 25 7 木炭 木片 クリ FB.YDDW.120 8 号土坑 4 3 25 18 13 木炭 木片 クリ FB.YDDW.121 8 号土坑 4 3 25 18 13 木炭 木片 クリ	FB.YDDW.113	1号任	古助		1 5-8	75	27	26	不反	ミカン	コナフ属コナフ世属クヌキ節
FB.1DDW.110 1 亏住店跡 4 5 - 8 50 43 26 木灰 ミ カン コ ナ フ 風 コ ナ フ 亜属 ク ヌ ギ 節 FB.YDDW.116 1 号住居跡 0 5 - 8 42 20 7 木炭 ミ カン コ ナ ラ 亜属 ク ヌ ギ 節 FB.YDDW.117 5 号土坑 0 2 28 25 15 木炭 木片 ク リ FB.YDDW.118 5 号土坑 0 2 18 20 15 木炭 木片 ク リ FB.YDDW.119 8 号土坑 0 3 23 25 7 木炭 木片 ク リ FB.YDDW.120 8 号土坑 0 3 25 18 13 木炭 木片 ク リ FB.YDDW.121 8 号土坑 0 3 25 18 13 木炭 木片 ク リ	FB.YDDW.114	1号住/	古助		1 5-8	56	49	24	不灰	ミカン	コナフ属コナフ世属クヌキ節
FB.TDDW.110 1 亏住店跡 4 5-8 42 20 7 木灰 ミ カン コナフ風コナフ亜属クヌギ節 FB.YDDW.117 5 号土坑 42 28 25 15 木炭 木片 クリ FB.YDDW.118 5 号土坑 42 28 25 15 木炭 木片 クリ FB.YDDW.118 5 号土坑 43 23 25 7 木炭 木片 クリ FB.YDDW.120 8 号土坑 43 25 18 13 木炭 木片 クリ FB.YDDW.121 8 号土坑 43 25 18 13 木炭 木片 クリ	FB.YDDW.115	1号任/	古助		2 5-8	50	43	26	不灰	ミカン	コナフ属コナフ亜属クメキ節
FB.1DDW.11(5万工机 E 2 28 25 15 木灰 木斤 クリ FB.YDDW.118 5号土坑 0.2 18 20 15 木炭 木片 クリ FB.YDDW.119 8号土坑 0.3 23 25 7 木炭 木片 クリ FB.YDDW.120 8号土坑 0.3 25 18 13 木炭 木片 クリ FB.YDDW.121 8号土坑 0.3 25 18 13 木炭 木片 クリ	FB.YDDW.116	1 方任/	古助		8-69	42	20	15	个灰 十世	ミカン	コノフ属コナフ亜属クメキ節
FB.1DDW.110 5 万工丸 6 2 18 20 15 木灰 ヘ万 クリ FB.YDDW.119 8 号土坑 0 3 23 25 7 木炭 木片 クリ FB.YDDW.120 8 号土坑 0 3 25 18 13 木炭 木片 クリ FB.YDDW.121 8 号土坑 0 3 25 18 13 木炭 木片 クリ	FB.YDDW.117	コガエ	見		0.0	28	20	15	不灰	不力	クリ カ11
FB.1DDW.113 0 万工列 0 3 23 20 7 不灰 介月 クリ FB.YDDW.120 8 号土坑 0 3 25 18 13 木炭 木片 クリ FB.VDDW.121 8 号土坑 0 3 25 18 13 木炭 木片 クリ	FD. TDDW.118	の方工	りし		0 2	18	20	15	不灰	不月	2 J 2 11
TD.TD.W.120 0万工机 60 20 10 13 小灰 小刀 クソ FR VDDW 191 8 早上佐 0.9 05 10 17 十串 十世 カル	FR VDDW 190	0万工	归		03	23	20	12	小灰 木炭	不月	ン リ カ 11
THE TAXABLE TO A STATE	FB VDDW 191	0万工	防		03	25	10	17	木炭	木片	7 U

アサダ Ostrya japonica Sarg. カバノキ科アサダ属

散孔材で,管孔は単独または放射方向に2~4が複合して散在し,年輪界に向かって径を漸減さ せる。道管は単穿孔を有し,壁孔は交互状に配列,内壁にはらせん肥厚が認められる。放射組織は 同性,1~3細胞幅,1~30細胞高。

ブナ属 Fagus ブナ科

散孔材で,管孔は単独または放射方向に2~3個が複合して散在し,年輪界付近で径を減ずる。 道管の分布密度は高い。道管は単穿孔および階段穿孔を有し,壁孔は対列状〜階段状に配列する。 放射組織はほぼ同性,単列,数細胞高のものから複合放射組織まである。

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

環孔材で,孔圏部は1~3列,孔圏外で急激に管径を減じたのち,漸減しながら放射状に配列する。道管は単穿孔を有し,壁孔は交互状に配列する。放射組織は同性,単列,1~20細胞高のもの と複合放射組織とがある。

コナラ属コナラ亜属コナラ節 Quercus subgen. Lepidobalanus sect. Prinus ブナ科

環孔材で,孔圏部は1~2列,孔圏外で急激に管径を減じたのち,漸減しながら火炎状に配列する。道管は単穿孔を有し,壁孔は交互状に配列する。放射組織は同性,単列,1~20細胞高のもの と複合放射組織とがある。

クリ Castanea crenata Sieb. et Zucc. ブナ科クリ属

環孔材で,孔圏部は3~4列,孔圏外で急激に管径を減じたのち,漸減しながら火炎状に配列する。道管は単穿孔を有し,壁孔は交互状に配列する。放射組織は同性,単列,1~10細胞高。

モクレン属 Magnolia モクレン科

散孔材で、管壁厚は中庸~薄く、横断面では角張った楕円形~多角形、単独および2~4個が放 射方向に複合して散在する。道管の分布密度は比較的高い。道管は単穿孔を有し、壁孔は階段状~ 対列状に配列する。放射組織は異性、1~2細胞幅、1~30細胞高。

カエデ属 Acer カエデ科

散孔材で、管壁は薄く、横断面では角張った楕円形、単独および2~3個が複合して散在し、年 輪界に向かって管径を漸減させる。道管は単穿孔を有し、壁孔は対列~交互状に配列、内壁にはら せん肥厚が認められる。放射組織は同性、1~5細胞幅、1~40細胞高。木繊維が木口面において 不規則な帯状の紋様をなす。

ハリギリ kalopanax pictus (Thunb.) Nakai ウコギ科ハリギリ属

環孔材で,孔圏部は1~2列,孔圏外で急激に管径を減じたのち,塊状に複合して接線・斜方向 に紋様状・帯状に配列し,年輪界に向かって径を漸減させる。道管は単穿孔を有し,壁孔は交互状 または対列状に配列する。放射組織は異性,1~5細胞幅,1~30細胞高。

タカノツメ Evodiopanax innovans (Sieb. et Zucc.) Nakai ウコギ科タカノツメ属

環孔材で,孔圏部は疎な1列で,接線方向に完全な環にならない。道管は,孔圏外で急激に管径

を減じたのち、2~6個が放射方向や斜方向に複合して配列し、年輪界に向かって径を漸減させる。 道管は単穿孔を有し、壁孔は交互状に配列する。放射組織は異性、1~3細胞幅、1~20細胞高。 アセビ Pieris japonica (Thunb.) D.Don. ツツジ科アセビ属

散孔材で、年輪始めに接線方向に道管がそろうが、その後は、主に接線方向に複合しながら散在 し、年輪界に向かって径を漸減させる。道管は階段穿孔を有し、壁孔は対列〜階段状に配列、内壁 にはらせん肥厚が認められる。放射組織は異性、1~3列、1~5細胞高。

エゴノキ属 Styrax エゴノキ科

散孔材で、横断面では楕円形、単独または2~4個が複合して散在し、年輪界に向かって径を漸減させる。道管は階段穿孔を有し、壁孔は交互状に配列する。放射組織は異性、1~3細胞幅、1~20細胞高。

アワブキ属 Meliosma アワブキ科

散孔材で、管孔は単独または2~4個が放射方向に複合して散在する。道管は単穿孔および階段 穿孔を有し、壁孔は交互状に配列する。放射組織は大型の異性、1~3細胞幅、1~60細胞高。

5.考察

炭化材は,製鉄炉跡,廃滓場跡,住居跡,木炭窯跡,土坑,特殊遺構から出土した試料があり, 13種類の広葉樹材が確認された。各遺構別の種類構成を表2に示す。

製鉄炉跡の炭化材は、炉から出土した試料(4~6号製鉄炉跡)と、ふいごから出土した試料(8 号製鉄炉跡)とがあり、製鉄時の燃料材などに由来する可能性がある。樹種をみると、6号製鉄炉 跡の試料にコナラ節が1点認められているほかはすべてクヌギ節で、出土位置による樹種の違いは 認められない。このことから、燃料材などにクヌギ節を主として利用していたことが推定される。

木炭窯跡から出土した炭化材は、製鉄炉跡と共に検出されていることや、砂鉄から鉄を作る過程

で木炭による還元効果が必要で あることを考慮すれば,製鉄炉 で利用された木炭を焼成した可 能性がある。今回の試料につい ては,割材と枝状の木炭がある が,いずれも小型であることか ら,焼成した木炭の大部分は取 り出されており,焼成時に生じ た破片などに由来すると考えら れる。樹種を見ると,コナラ節 のみが確認された遺構(3~5 号木炭窯跡),クヌギ節と樹皮

表2	遺構別種類構成
----	---------

分類群乀遺構	4号	5号1111	6号 製鉄炉跡	8号	1号	2号 廃滓場跡	3号	1号 住居跡	1号	2号	3号 木炭窯跡	4号	5号	5号	8 号 七 究	1号 4列i本	3号 侍张貴冓	合計
イヌシデ節	T				2		1									3		6
アサダ	I .				3	1												4
ブナ属					5		4									2		11
クヌギ節	1	2	1	1	11	7	1	10	1	2						5		52
コナラ節			1		7	1	2		2		3	3	2			3	10	24
クリ														2	3			5
モクレン属					3													3
カエデ属					1		5									2		8
タカノツメ					1													1
ハリギリ					1		1											1
アセビ					1													1
エゴノキ属	1						1											1
アワブキ属					1													1
樹皮	1									1			1					3
合 計	2	2	2	1	35	9	15	10	3	3	3	3	3	2	3	15	10	121

が確認された遺構(2号木炭窯跡),クヌギ節とコナラ節が確認された遺構(1号木炭窯跡)があり, 遺構によって種類構成に多少の差はあるが,製鉄炉跡で認められた樹種と同様の木材が確認された。

廃滓場から出土した炭化材は、いずれも複数種類で構成されているのが特徴であり、1号廃滓場 跡ではクヌギ節・コナラ節を中心に10種類、2号廃滓場跡ではクヌギ節を中心に3種類、3号廃滓 場跡ではブナ属やカエデ属を中心に7種類が確認される。1号および2号廃滓場跡ではクヌギ節が 比較的多い一方で、3号廃滓場跡ではクヌギ節の点数が少なく、やや異なる傾向を示す。

1号特殊遺構の炭化材もクヌギ節を中心に5種類が確認されており,複数種類で構成される点は 廃滓場の炭化材と種類構成が似ている。一方,3号特殊遺構・1号住居跡の炭化材は,すべてクヌ ギ節に同定され,クヌギ節を選択的に利用した可能性がある。5号および8号土坑の炭化材も出土 状況が不明であるが,いずれもすべてクリに同定され,クリ材を選択的に利用した可能性がある。 クリは,他の遺構から全く検出されておらず,注目される。

今回確認された種類は、クヌギ節やコナラ節を中心に、人里近くの二次林(雑木林)を構成する種類が多く含まれる。また、ブナ属、アセビなど冷温帯性落葉広葉樹林を構成する種類も認められ、 周囲にこれらの落葉広葉樹を主体とする森林が見られたことが推定される。

本地域では,武井遺跡群,大船迫A遺跡,向田遺跡などで,これまでにも古代の製鉄関連遺構か ら出土した燃料材などと考えられる炭化材の樹種同定が実施されている(嶋倉 1988, 1990, 1992;パ リノ・サーヴェイ株式会社 1995a, 1995b, 1995c, 1997a, 1997b)。それらの結果をみると,製鉄炉跡 や木炭窯跡出土炭化材では、コナラ節を中心に複数種類で構成されることが多く,今回のようにク ヌギ節を主とした組成になる事例はあまりない。この背景には、遺跡の時期的な差異や地形要因に よる周辺植生の違いなどが考えられる。今後、当時の周辺植生の調査なども含めて、検討すること が望まれる。



200 μm : b, c

クマシデ属イヌシデ節(FB.YDDW.020
 アサダ(FB.YDDW.001)
 ブナ属(FB.YDDW.007)

 a:木口,b:柾目,c:板目

図1 炭化材の木材組織(1)



200 µm : b, c

- コナラ属コナラ亜属コナラ節(FB.YDDW.006)
 クリ(FB.YDDW.117)
 - a:木口, b:柾目, c:板目
 - 図2 炭化材の木材組織(2)





モクレン属(FB.YDDW.005)
 カエデ属(FB.YDDW.002)
 ハリギリ(FB.YDDW.056)

 ホロ, b: 柾目, c: 板目

図3 炭化材の木材組織(3)



10

図4 炭化材の木材組織(4)



図5 炭化材の木材組織(5)

引用文献

林 昭三 1991「日本産木材 顕微鏡写真集」京都大学木質科学研究所

- 伊東隆夫 1995「日本産広葉樹材の解剖学的記載 I」『木材研究(資料31)』京都大学木質科学研究所, pp.81-181.
- 伊東隆夫 1996「日本産広葉樹材の解剖学的記載Ⅱ」『木材研究(資料32)』京都大学木質科学研究所, pp.66-176.
- 伊東隆夫 1997「日本産広葉樹材の解剖学的記載Ⅲ」『木材研究(資料33)』京都大学木質科学研究所, pp.83-201.
- 伊東隆夫 1998「日本産広葉樹材の解剖学的記載IV」『木材研究(資料34)』京都大学木質科学研究所, pp.30-166.
- 伊東隆夫 1999「日本産広葉樹材の解剖学的記載V」『木材研究(資料35)』京都大学木質科学研究所, pp.47-216.
- パリノ・サーヴェイ株式会社 1995a「原町市大船迫A遺跡における植生変遷」『福島県文化財調査報告第315集原町火力発電 所関連遺跡調査報告VI』福島県教育委員会 (財)福島県文化センター, pp.613-618.
- パリノ・サーヴェイ株式会社 1995b「長瀞遺跡,大船廹A遺跡,前田C遺跡における炭化材同定」『福島県文化財調査報告第 310集 原町火力発電所関連遺跡調査報告V』福島県教育委員会 (財)福島県文化センター, pp.1271-1304.
- パリノ・サーヴェイ株式会社 1995c「原町市鳥打沢A・鳥井沢B遺跡・大船迫A遺跡から出土した炭化材・木材の同定」 『福島県文化財調査報告第315集 原町火力発電所関連遺跡調査報告VI』福島県教育委員会 (財)福島県文化センター, pp.621-632.
- パリノ・サーヴェイ株式会社 1997a「鹿島町大迫遺跡から出土した炭化材の樹種」『原町火力発電所関連遺跡調査報告W』 福島県教育委員会 (財)福島県文化センター 東北電力株式会社, pp.231-236.
- パリノ・サーヴェイ株式会社 1997b「大碵遺跡・鳥打沢A遺跡から出土した炭化材の樹種」『原町火力発電所関連遺跡調査報告IX』福島県教育委員会 (財)福島県文化センター, pp.327-332.
- 島地 謙·伊東隆夫 1982 『図説木材組織』 地球社, p.176
- 嶋倉已三郎 1988「武井地区製鉄遺跡群出土炭化木の樹種調査」『福島県文化財調査報告書第215集 相馬開発関連遺跡調査報告書 I』福島県教育委員会 (財)福島県文化センター 地域振興整備公団, pp.299-356.
- 嶋倉巳三郎 1990「五台山B・鳥打沢A遺跡出土炭化木の樹種」『福島県文化財調査報告書第236集 原町火力発電所関連遺 跡調査報告 I』福島県教育委員会 (財)福島県文化センター 東北電力株式会社, pp.529-537.
- 嶋倉已三郎 1992「原町火力発電所関連遺跡出土炭化材の樹種」『福島県文化財調査報告書第281集 原町火力発電所関連遺跡 調査報告Ⅲ』福島県教育委員会 (財)福島県文化センター 東北電力株式会社, pp.753-762.
- Wheeler E.A., Bass P.and Gasson P.E. (編) 1998 『広葉樹材の識別 IAWAによる光学顕微鏡的特徴リスト』伊東隆夫・藤井 智之・佐伯 浩(日本語版監修),海青社, p.122 [Wheeler E.A., Bass P.and Gasson P.E. (1989) *IAWA List of Microscopic Features* for Hardwood Identification].

第2節 炭化材の樹種同定(2)

株式会社 パレオ・ラボ

1. はじめに

横大道遺跡は福島県南相馬市に所在し、小高区西部の台地上に立地する奈良・平安時代の大規模 な製鉄遺跡である。平成21年度の調査では製鉄炉跡や木炭窯跡などが検出され、炭化材が出土し た。ここでは、これらの炭化材の樹種同定を行った。また、平成19年度の炭化材樹種同定分析委託 分を加えて、試料の復元直径と残存半径、残存年輪数の記録を行い、併せて考察を行った。

2. 試料と方法

試料は、10号製鉄炉跡で6点、15号木炭窯跡で3点、16号木炭窯跡で5点、17号木炭窯跡で5点、 24号木炭窯跡で2点、25号木炭窯跡で5点、27号木炭窯跡で4点の、計30点の炭化材である。いず れの遺構も、奈良・平安時代のものと考えられている。試料は、材の割り方を確認し、材の復元直 径、残存半径、残存年輪数を記録した(表5)。また、平成19年度に実施された樹種同定の試料につ いても、材の復元直径、残存半径、残存年輪数の記録を行った(表6)。

樹種同定は、材の木口、板目、柾目面について、カミソリなどで割断面を作成して整形し、試料 台に両面テープで固定した。その後導電性ペーストを塗布して乾燥させ、金蒸着を施し、走査型電 子顕微鏡(KEYENCE社製 VE-9800)で検鏡および写真撮影を行った。なお、同定試料の残りは (財)福島県文化振興事業団遺跡調査部に保管されている。

3. 結 果

同定の結果,広葉樹のクリとコナラ属クヌギ節(以下クヌギ節と呼ぶ),コナラ属コナラ節(以下 コナラ節と呼ぶ)の3分類群が産出した。クヌギ節が最も多く25点,コナラ節が4点,クリが1点 であった。同定結果を表3に,一覧を表5に示す。

次に同定された材の特徴を記載し、1分類群1点の走査型電子顕微鏡写真を示す。

クリ Castanea crenata Siebold et Zucc. ブナ科 (図8-1a-c: FB.YDDW.124)

年輪のはじめに大型の道管が1~2列並び,晩材部では径を減じた道管が火炎状に配列する環孔 材である。軸方向柔組織は短接線状となる。道管は単穿孔を有する。放射組織は同性で単列である。 クリは北海道の石狩,日高以南の温帯から暖帯にかけての山林に分布する落葉高木の広葉樹であ る。材は重硬で耐朽性が高い。

コナラ属クヌギ節 Quercus sect. Aegilops ブナ科 (図8-2a-c: FB.YDDW.135)

年輪のはじめに大型の道管が1~2列並び、晩材部では径を減じた壁が厚く丸い道管が配列する

12

環孔材である。軸方向柔組織は短接線状となる。道管は単穿孔を有する。放射組織は同性で、単列 のものと広放射組織がみられる。

コナラ属クヌギ節にはクヌギとアベマキがあり,温帯から暖帯にかけて分布する落葉高木の広葉 樹である。材は重硬で切削などの加工はやや困難である。

コナラ属コナラ節 Quercus sect. Prinus ブナ科 (図8-3a-c: FB.YDDW.143)

年輪のはじめに大型の道管が1~2列並び,晩材部では,壁が薄く角ばり径を減じた道管が火炎 状に配列する環孔材である。軸方向柔組織は短接線状となる。道管は単穿孔を有する。放射組織は 同性で,単列のものと広放射組織がみられる。

コナラ属コナラ節にはコナラやミズナラなどがあり,温帯から暖帯にかけて広く分布する落葉高 木の広葉樹である。代表的なミズナラの材は,やや重くて強靭だが切削加工はやや難しい。

4.考察

今回の同定結果では,製鉄炉跡,木炭窯跡ともにクヌギ節が最も多く産出した。また前回の結果 を含めた樹種同定結果を,表4に記す。

木炭窯跡ではクヌギ節が24点、コナラ節が13点、樹皮が2点の計39点が産出した。横大道遺跡の

	10 号	15 号	16 号	17 号	24 号	25 号	27 号	合		
樹種/遺構	製鉄炉跡	木炭窯跡								
クリ	1							1		
コナラ属クヌギ節	4	2	4	5	2	4	4	25		
コナラ属コナラ節	1	1	1			1		4		
合計	6	3	5	5	2	5	4	30		

表3 炭化材の樹種同定結果

表4 全炭化材の樹種同定結果

樹種/遺構	4 号	5号	6号 製鉄炉跡	8号	10 号	1号	2号 廃滓場跡	3号	1号 住居跡	1号	2号	3号	4号	5号	15号 木炭窯跡	16 号	17号	24 号	25 号	27 号	5号 土均	8号	1号 牛豆豆木	3号 寺朱貴善	合計
クマシデ属イヌシデ節					Ĩ	2		1	\square	2												-	3		6
アサダ						3	1																		4
クリ					1																2	3			6
ブナ属						5		4															2		11
コナラ属クヌギ節	1	2	1	1	4	11	7	1	10	1	2				2	4	5	2	4	4			5	10	77
コナラ属コナラ節			1		1	7	1	2		2		3	3	2	1	1			1				3		28
モクレン属						3																			3
カエデ属						1		5															2		8
アワプキ属						1																			1
タカノツメ						1																			1
ハリギリ								1																	1
アセビ						1																			1
エゴノキ属								1																	1
樹皮	1										1			1											3
合計	2	2	2	1	6	35	9	15	10	3	3	3	3	3	3	5	5	2	5	4	2	3	15	10	151



木炭窯跡は、いずれも地下式木炭窯跡である。地下式木炭窯跡は前庭部、燃焼部、焼成部で構成さ れており、焼成部に炭製品にする木材を配置し、燃焼部で燃料材を燃やして炭製品を焼き上げる。 したがって、焼成部で出土した炭化材は、炭製品である可能性が高くなる。しかし燃焼部や前庭部 で出土した炭化材は、木炭窯橾業後の炭製品の残りが焼成部からかき出された可能性もあり、燃料 材と炭製品の区別は難しいと考えられる。FB.YDDW.128~130のクヌギ節2点とコナラ節1点は木 炭窯跡の作業場出土、FB.YDDW.141・142のクヌギ節2点は燃焼部の入り口である焚口から出土し ており、燃料材、炭製品双方の可能性が考えられる。木炭窯跡出土炭化材の直径の復元結果では、 直径1~8 cmに値が集中し、7 cmの炭化材が最も多かった(図6-1)。

製鉄炉跡や廃滓場跡,特殊遺構で産出した炭化材には,木炭窯跡で作られた炭製品が用いられて いると考えられる。製鉄炉跡ではクヌギ節が9点,コナラ節が2点,クリと樹皮が各1点の計13点 が産出した。直径の復元結果では,3cmが3点,5cmが2点,6cmと8cmが各1点みられたが,復 元できなかった試料も多く,特定の径に偏る傾向はみられなかった(図6-2)。

廃滓場跡ではクヌギ節が19点、コナラ節が10点、ブナ属が9点、カエデ属が6点、アサダが4点、



図7 炭化材の割り方と復元直径

クマシデ属イヌシデ節(以下イヌシデ節と呼ぶ)とモクレン属が各3点,アワブキ属とタカノツメ, ハリギリ,アセビ,エゴノキ属が各1点の計59点が産出した。直径の復元結果では,2~10cmに値 が集中し,4cmの炭化材が最も多くみられた(図6-3)。

1 号特殊遺構では、クヌギ節が5点、イヌシデ節とコナラ節が各3点、ブナ属とカエデ属が各2 点の計15点が産出した。直径の復元結果では、2 cmと8 cmが各3点、7 cmと9 cmが各2点、3 cmと 6 cm、10 cm、11 cmが各1 点みられた(図6-4)。

3号特殊遺構ではクヌギ節が10点産出し,直径の復元は9cmが3点,6cmが2点,7cmと8cm, 10cm,12cmが各1点みられた(図6-6)。

1号住居跡の炭化材は出土状況が不明であり,建築材や燃料材である可能性が考えられる。同じ く土坑出土の炭化材も出土状況が不明で,用途は推測できなかった。住居跡ではクヌギ節が10点産 出した。直径の復元結果では,12cmが4点,8cmが2点,7cmと9cm,11cm,14cmが各1点みられ た(図6-5)。また土坑ではクリが5点産出したが,直径の復元は行えなかった。

樹種構成については、木炭窯跡と製鉄炉跡でクヌギ節やコナラ節を中心として構成されているの に対して、廃滓場跡や特殊遺構の炭化材ではクヌギ節やコナラ節も多く産出するものの、多様な樹 種で構成されていた。製鉄炉跡の炭化材は、木炭窯跡で生産されていた炭製品と考えられる。一方、 廃滓場跡や特殊遺構でもクヌギ節やコナラ節に偏る傾向は、生産された炭製品との関係が考えられ るが、他の樹種については、周辺に存在した他の樹種の材が混入したか、あるいは燃料以外の用途 に使用されていた材が廃棄された可能性が考えられる。しかし廃滓場跡と木炭窯跡および製鉄炉跡 では、1遺構に対する同定試料数にバラつきがあるため、評価は難しい。

直径の計測結果を遺構別に比較すると、木炭窯跡や廃滓場跡、製鉄炉跡、特殊遺構などでは直径 10cm以下の細い材を多用する傾向がみられた。しかし住居跡では、分析試料数が少ないため正確な

15

様相は確認できないが、12cmにピークが確認でき、木炭窯跡や製鉄炉跡などよりも径の大きい材を 利用していた可能性が考えられる。

各試料について、炭化材の割り方と復元直径をみると(図7)、枝材は径の細いものに集中し、半割り材は3~5 cmに各1点みられた。ミカン割り材は2~12 cmに分布し、7 cmにピークがみられた。 よって材の割り方は、細い材は丸木状に用い、3 cm以上の太さの材は半割りないしミカン割りにして利用していた可能性が考えられる。

福島県内では、金沢地区製鉄遺跡群で製鉄炉跡や鍛冶炉跡、木炭窯跡を対象とした、大規模な樹 種同定が行われ、結果がまとめられている(小林啓 2008)。その結果、製鉄炉跡と木炭窯跡共に7 世紀後半から9世紀後半にかけては、クヌギ節やコナラ節が多く算出するが、製鉄遺跡群の後半期 になると、多様な樹種が産出されていたことが確認されている。

製鉄関連の木炭窯跡や製鉄炉跡で、出土した炭化材の復元直径や木取りの確認が行われた数少な い事例の一つとして、山形県高畠町に所在する9世紀後半操業の高安窯跡群がある。高安窯跡群A 地区2号窯跡では、木炭窯跡の燃焼部・焼成部から出土した炭化材33点の樹種同定と復元直径の計 測が行われ、試料全点がコナラ節で、復元直径では3~11cmに材が分布し、6 cmにピークが確認さ れた(小林克也 2008)。

東北地方の製鉄関連遺跡の炭化材では、復元直径で10cm以内のクヌギ節、コナラ節を多く利用していた可能性が考えられるが、復元直径の計測を含めた樹種同定を行っている事例は少なく、今後の分析事例の増加が期待される。 (小林克也)

引用文献

- 小林 啓 2008「福島県相馬製鉄遺跡群の森林利用」『古代窯業の森林利用―陶人と森との関わり―予稿集』東北芸術工科大 学文化財保存修復研究センター, pp.33-44.
- 小林克也 2008「C1号窯・A2号窯出土炭化材の分析」『高安窯跡群C地区第1次発掘調査報告書』東北芸術工科大学文化 財保存修復研究センター, pp.29-32.

試料番号	出土地点	出土層位	樹種	割り方	復元直径 (cm)	残存半径 (cm)	残存 年輪数
FB.YDDW.122	10号製鉄炉跡炉	炉 0 4	コナラ属クヌギ節	ミカン	3	0.9	5
FB.YDDW.123	10号製鉄炉跡 炉	炉 0 4	コナラ属クヌギ節	ミカン	3	1.2	11
FB.YDDW.124	10号製鉄炉跡炉	炉 0 4	クリ	ミカン	3	1.3	9
FB.YDDW.125	10号製鉄炉跡 炉	炉 0 4	コナラ属クヌギ節	ミカン	5	1.3	20
FB.YDDW.126	10号製鉄炉跡	炉A面	コナラ属コナラ節	ミカン	6	2.2	24
FB.YDDW.127	10号製鉄炉跡	炉A面	コナラ属クヌギ節	ミカン	8	1.4	16
FB.YDDW.128	15号木炭窯跡 作業場	B面(@9)	コナラ属クヌギ節	枝	2	1.0	3
FB.YDDW.129	15号木炭窯跡 作業場	B面(@9)	コナラ属コナラ節	ミカン	6	2.9	7
FB.YDDW.130	15号木炭窯跡 作業場	B面(09)	コナラ属クヌギ節	ミカン	12	4.6	10
FB.YDDW.131	16号木炭窯跡	A面(29)	コナラ属クヌギ節	ミカン	6	2.7	7
FB.YDDW.132	16号木炭窯跡	A面(09)	コナラ属クヌギ節	枝	-	-	62
FB.YDDW.133	16号木炭窯跡	A面(09)	コナラ属クヌギ節	枝	2	0.8	24
FB.YDDW.134	16号木炭窯跡	A面(09)	コナラ属コナラ節	ミカン	-	1.00	-
FB.YDDW.135	16号木炭窯跡	A面(09)	コナラ属クヌギ節	ミカン	9	3.5	12
FB.YDDW.136	17号木炭窯跡	A面(224)	コナラ属クヌギ節	ミカン	7	2.0	6
FB.YDDW.137	17号木炭窯跡	A面(@24)	コナラ属クヌギ節	ミカン	7	3.5	9
FB.YDDW.138	17号木炭窯跡	A面(024)	コナラ属クヌギ節	ミカン	7	2.5	6
FB.YDDW.139	17号木炭窯跡	A面(@24)	コナラ属クヌギ節	ミカン	7	2.7	30
FB.YDDW.140	17号木炭窯跡	A面(@24)	コナラ属クヌギ節	ミカン	8	3.1	9
FB.YDDW.141	24号木炭窯跡	焚口 D面(@16)	コナラ属クヌギ節	ミカン	8	3.2	11
FB.YDDW.142	24号木炭窯跡	焚口 B面(09)	コナラ属クヌギ節	ミカン	6	2.3	7
FB.YDDW.143	25号木炭窯跡	A面(@14)	コナラ属コナラ節	ミカン	7	3.5	15
FB.YDDW.144	25号木炭窯跡	A面(@14)	コナラ属クヌギ節	半割り	5	2.5	4
FB.YDDW.145	25号木炭窯跡	A面(@14)	コナラ属クヌギ節	ミカン	6	2.5	40
FB.YDDW.146	25号木炭窯跡	A面(@14)	コナラ属クヌギ節	ミカン	4	1.8	5
FB.YDDW.147	25号木炭窯跡	A面(@14)	コナラ属クヌギ節	ミカン	7	3.5	31
FB.YDDW.148	27号木炭窯跡	A面(09)	コナラ属クヌギ節	ミカン	10	2.6	11
FB.YDDW.149	27号木炭窯跡作業場	C面(@12)	コナラ属クヌギ節	ミカン	8	2.3	34
FB.YDDW.150	27号木炭窯跡 作業場	D面(@14)	コナラ属クヌギ節	枝	2	1.0	16
FR VDDW 151	27号木뷴空陆 作業場	口面(014)	コナラ属クヌギ節	ミカン	7	24	34

表5 炭化材の樹種同定結果

表6 平成19年度同定炭化材の直径と年輪数の計測結果

試料番号	復元直径 (cm)	残存半径 (cm)	残存 年輪数	試料番号	復元直径 (cm)	残存半径 (cm)	残存 年輪数	試料番号	復元直径 (cm)	残存半径 (cm)	残存 年輪数
FB.YDDW.001	7	1.9	14	FB.YDDW.042	1	2.3	9	FB.YDDW.083	9	2.4	26
FB.YDDW.002	2	0.9	14	FB.YDDW.043	3	1.4	14	FB.YDDW.084	2	1.0	20
FB.YDDW.003	4	2.3	8	FB.YDDW.044	10	2.3	15	FB.YDDW.085	8	2.3	59
FB.YDDW.004	4	1.7	27	FB.YDDW.045	5	1.5	44	FB.YDDW.086	2	1.1	15
FB.YDDW.005	11	2.9	25	FB.YDDW.046	4	1.8	31	FB.YDDW.087		3.3	29
FB,YDDW.006	8	2.2	15	FB.YDDW.047	2	1.0	18	FB.YDDW.088	8	3.6	37
FB.YDDW.007	7	2.6	58	FB,YDDW.048	4	2.1	18	FB.YDDW.089	6	1.9	22
FB.YDDW.008	8	2.3	32	FB.YDDW.049	5	1.4	33	FB.YDDW.090	3	1.4	8
FB.YDDW.009	9	2.7	52	FB.YDDW.050	2	5.1	148	FB.YDDW.091	2	1.0	19
FB.YDDW.010	9	0.7	6	FB.YDDW.051	3	1.4	34	FB.YDDW.092	10	2.3	15
FB.YDDW.011	3	1.0	19	FB.YDDW.052	4	2.2	106	FB.YDDW.093	3	1.5	20
FB.YDDW.012	2	1.3	29	FB.YDDW.053	5	2.2	29	FB.YDDW.094	1	0.5	12
FB,YDDW,013	6	1.3	23	FB.YDDW.054	2	1.2	17	FB.YDDW.095			-
FB.YDDW.014	6	1.9	50	FB.YDDW.055	9	3.1	54	FB.YDDW.096	4	2.3	6
FB.YDDW.015	8	1.4	9	FB.YDDW.056	4	2.0	22	FB.YDDW.097	1	0.5	2
FB,YDDW,016	-	2.7	37	FB.YDDW.057	3	1.5	44	FB.YDDW.098	2	1000	2
FB.YDDW.017	10	3.3	62	FB.YDDW.058	4	2.2	15	FB.YDDW.099	4	2.3	59
FB.YDDW.018	4	2.3	7	FB.YDDW.059	10	2.3	96	FB.YDDW.100	-	-	-
FB.YDDW.019	10	2.7	64	FB.YDDW.060	-	1.6	12	FB.YDDW.101	3	1.3	32
FB, YDDW, 020	10	2.2	12	FB.YDDW.061	-	-	-	FB.YDDW.102	3	1.2	45
FB.YDDW.021	16	2.4	33	FB.YDDW.062	-	2.1	7	FB.YDDW.103	4	1.1	19
FB YDDW 022	5	1.2	15	FB YDDW 063		0.5	6	FB YDDW 104	5	1.2	26
FB YDDW 023	1	0.5	15	FB YDDW 064	-	0.9	3	FB YDDW 105	1	0.5	11
FB YDDW 024	6	0.7	5	FB YDDW 065	140	1.1	2	FB VDDW 106	2	-	
FB VDDW 025	14	1.3	28	FB YDDW 066	8	2.9	18	FB VDDW 107	8	23	13
FB YDDW 026	9	2.9	43	FB YDDW 067	9	3.4	7	FB YDDW 108	14	4.3	19
FB YDDW 027	3	1.3	14	FB.YDDW.068	12	2.2	7	FB YDDW 109	12	4.7	20
FB YDDW 028	2	1.0	9	FB YDDW 069	9	37	21	FB YDDW 110	Q	3.0	9
FB YDDW 029	1	0.5	9	FB YDDW 070	10	3.9	24	FB VDDW 111	11	4.1	15
FB VDDW 030	13	22	10	FB YDDW 071		22	8	FB VDDW 112	12	4.2	19
FB VDDW 031	8	22	25	FB VDDW 072	7	27	8	FB VDDW 113	12	31	14
FB YDDW 032	4	2.0	16	FB VDDW 073	6	1.4	7	FB VDDW 114	8	3.1	23
FB YDDW 033	2	1.0	9	FB YDDW 074	9	2.4	13	FB YDDW 115	7	3.2	26
FB.YDDW.034	7	2.1	22	FB YDDW 075	6	2.6	8	FB.YDDW.116	12	3.3	10
FB YDDW 035	2	1.0	10	FB YDDW 076	5	1.6	13	FB VDDW 117		2.5	15
FB YDDW 036	<u>q</u>	27	18	FB YDDW 077	10	21	35	FB VDDW 118	-	1.1	11
FB YDDW 037	11	2.4	18	FB YDDW 078	7	2.0	30	FB VDDW 119	-	-	-
FB YDDW 038	4	0.8	14	FB VDDW 079	11	27	16	FB VDDW 120	-	0.7	5
FB VDDW 039	3	1.2	20	FB YDDW 080	7	2.1	37	FB VDDW 121	-	-	-
FB YDDW 040	6	27	18	FR YDDW 081	9	3.2	31	10,100,121			
FB.YDDW.041	7	2.2	21	FB,YDDW,082	8	3.3	58				



- 1. クリ (FB.YDDW.124)
- コナラ属クヌギ節(FB.YDDW.135)
 コナラ属コナラ節(FB.YDDW.143)
- a:木口, b: 柾目, c: 板目

図8 炭化材の木材組織(1)
第3節 放射性炭素年代測定

株式会社 加速器分析研究所

1. 測定対象試料

横大道遺跡は,福島県南相馬市小高区大字飯崎字横大道(北緯37度33分18秒,東経140度56分43秒) に所在する。測定対象試料は横大道遺跡から出土した木炭で,平成19年度測定試料46点(IAAA-72269~72314),平成21年度測定試料17点(IAAA-91412~91428),合計63点である。

2. 化学処理工程

①メス・ピンセットを使い、根・土などの表面的な不純物を取り除く。

②AAA(Acid Alkali Acid)処理。酸処理,アルカリ処理,酸処理により内面的な不純物を取り除く。 最初の酸処理では1Nの塩酸(80℃)を用いて数時間処理する。その後,超純水で中性になるまで希 釈する。アルカリ処理では0.001~1Nの水酸化ナトリウム水溶液(80℃)を用いて数時間処理する。 その後,超純水で中性になるまで希釈する。最後の酸処理では1Nの塩酸(80℃)を用いて数時間処 理した後,超純水で中性になるまで希釈する。最後の酸処理では1Nの塩酸(80℃)を用いて数時間処 理した後,超純水で中性になるまで希釈し,90℃で乾燥する。希釈の際には、遠心分離機を使用する。
③試料を酸化銅1gと共に石英管に詰め、真空下で封じ切り、500℃で30分、850℃で2時間加熱する。
④液体窒素とエタノール・ドライアイスの温度差を利用し、真空ラインで二酸化炭素(CO₂)を精製する。
⑤精製した二酸化炭素から鉄を触媒として炭素のみを抽出(水素で還元)し、グラファイトを作製する。
⑥グラファイトを内径1mmのカソードにハンドプレス機で詰め、それをホイールにはめ込み、加速 器に装着し測定する。

3. 測定方法

測定機器は、3MVタンデム加速器をベースとした¹⁴C-AMS専用装置(NEC Pelletron 9SDH-2) を使用する。測定では、米国国立標準局(NIST)から提供されたシュウ酸(HO_xII)を標準試料とす る。この標準試料とバックグラウンド試料の測定も同時に実施する。また、加速器により¹³C/¹²Cの 測定も同時に行う。

4. 算出方法

①年代値の算出には、Libbyの半減期5568年を使用した。

②¹⁴C年代(Libby Age: yrBP)は,過去の大気中¹⁴C濃度が一定であったと仮定して測定され,1950 年を基準年(0yrBP)として遡る年代である。この値は、 δ ¹³Cによって補正された値である。 ③付記した誤差は,複数回の測定値について χ ²検定が行われ,測定値が1つの母集団とみなせる 場合には測定値の統計誤差から求めた値,みなせない場合には標準誤差から求めた値が用いられる。 ④δ¹³Cの値は,通常は質量分析計を用いて測定されるが,AMS測定の場合に同時に測定される δ¹³Cの値を用いることもある。δ¹³C補正をしない場合の同位体比および年代値も参考に掲載す る。同位体比は,いずれも基準値からのずれを千分偏差(‰;パーミル)で表した。

 $\delta^{14}C = [({}^{14}A_{S} - {}^{14}A_{R})/{}^{14}A_{R}] \times 1000$ (1)

 $\delta^{13}C = [({}^{13}A_{S} - {}^{13}A_{PDB})/{}^{13}A_{PDB}] \times 1000 \quad (2)$

ここで、¹⁴As: 試料炭素の¹⁴C濃度: (¹⁴C/¹²C)sまたは(¹⁴C/¹³C)s

¹⁴A_R:標準現代炭素の¹⁴C濃度:(¹⁴C/¹²C)_Rまたは(¹⁴C/¹³C)_R

 δ^{13} Cは、質量分析計を用いて試料炭素の¹³C濃度(13 As= 13 C/ 12 C)を測定し、PDB(白亜紀のベレムナイト類の化石)の値を基準として、それからのずれを計算した。ただし、加速器により測定中に同時に 13 C/ 12 Cを測定し、標準試料の測定値との比較から算出した δ^{13} Cを用いることもある。この場合には表中に(加速器)と注記する。

⑤ Δ^{14} Cは、試料炭素が δ^{13} C=-25.0(‰)であるとしたときの¹⁴C濃度(¹⁴A_N)に換算した上で計算した値である。(1)式の¹⁴C濃度を、 δ^{13} Cの測定値をもとに次式のように換算する。

 ${}^{14}A_{N} = {}^{14}A_{S} \times (0.975/(1 + \delta^{13}C/1000))^{2}$ (${}^{14}A_{S} \ge U T^{14}C/{}^{12}C を 使用 する とき)$

または

 $=^{14}A_s \times (0.975/(1 + \delta^{13}C/1000))$ ($^{14}A_s \ge U T^{14}C/^{13}C を 使用するとき)$

 $\Delta^{14}C = \left[\left({}^{14}A_N - {}^{14}A_R \right) / {}^{14}A_R \right] \times 1000 \quad (\%)$

⑥ pMC (percent Modern Carbon)は、現代炭素に対する試料炭素の¹⁴C 濃度の割合を示す表記であり、 Δ^{14} C との関係は次のようになる。

 $\Delta^{14}C = (pMC/100 - 1) \times 1000$ (%)

 $pMC = \Delta^{14}C/10 + 100$ (%)

国際的な取り決めにより、このム¹⁴CあるいはpMCにより、¹⁴C年代が次のように計算される。

 $T = -8033 \times ln [(\Delta^{14}C/1000) + 1]$

 $=-8033 \times \ln (pMC/100)$

⑦¹⁴C年代値と誤差は、1桁目を四捨五入して10年単位で表示される。

⑧暦年較正年代とは、年代が既知の試料の¹⁴C濃度を元に描かれた較正曲線と照らし合わせ、過去の¹⁴C濃度変化などを補正し、実年代に近づけた値である。暦年較正年代は、¹⁴C年代に対応する較正曲線上の暦年代範囲であり、1標準偏差(1 σ =68.2%)あるいは2標準偏差(2 σ =95.4%)で表示される。暦年較正プログラムに入力される値は、下一桁を四捨五入しない¹⁴C年代値である。なお較正曲線および較正プログラムは、データの蓄積によって更新される。また、プログラムの種類によっても結果が異なるため、年代の活用にあたってはその種類とバージョンを確認する必要がある。ここでは、暦年較正年代の計算に、IntCal 04データベース(Reimer et al 2004)を用い、OxCal v4.1較正プログラム(Bronk Ransey 1995) Bronk Ransey 2001 Bronk Ramsey, van der Plicht and Weninger 2001)

を使用した。平成19年度測定試料46点については、すでにOxCalv3.10較正プログラムを用いて暦 年較正年代を算出していたが、今回、平成21年度測定試料と合わせて最新のプログラムで算出し直 した結果を提示している。

5. 測定結果

試料ごとの¹⁴C年代と暦年較正用年代測定結果を表7に示した。また,暦年較正年代については 表8に示した。以下,暦年較正年代(2σ)を遺構別に検討する。

1・3~5号木炭窯跡から出土した12点の試料では、各々1018-1155AD、1051-1257AD、1040
-1224AD、1041-1215AD、1048-1254AD、1051-1257AD、1171-1266AD、1051-1259AD、
1028-1156AD、1041-1223AD、1055-1265AD、1214-1278AD頃となり、おおむね平安時代
後半から鎌倉時代前半(11~13世紀頃)の年代を示す。

2・12・17・25号木炭窯跡から出土した12点の試料では、各々685-876AD、660-776AD、616 -765AD、690-888AD、660-775AD、668-865AD、660-803AD、650-771AD、668-866 AD、574-660AD、690-885AD、660-774AD頃となり、おおむね飛鳥時代から平安時代前半(7 ~9世紀頃)の年代を示す。較正曲線の波形などによって、同一遺構内でもかなりの年代幅が認め られる場合がある。

27号木炭窯跡から出土した3点の試料では,各々661-855AD,885-1015AD,710-937AD頃 となり,奈良時代から平安時代前半(8~10世紀頃)の間で,各試料がかなり異なる年代値を示して いる。

1 号廃滓場跡から出土した2点の試料では、各々721-947AD、719-950AD頃のよく一致する 値となり、奈良時代から平安時代前半(8~10世紀頃)の年代を示す。

3号廃滓場跡から出土した3点の試料では,各々728-961AD,664-855AD,783-988AD頃 となり,飛鳥時代から平安時代前半(7~10世紀頃)の間でばらつきのある年代を示す。

4~9号製鉄炉跡から出土した17点の試料では、各々673-866AD,432-612AD,597-664AD, 646-770AD,661-801AD,679-870AD,619-763AD,655-772AD,658-773AD,662-775AD,648-771AD,663-852AD,637-766AD,610-685AD,642-770AD,643-769AD, 612-764AD頃で、飛鳥時代から奈良時代前半(7世紀後半~8世紀頃)の年代を示すが、明らかに 古い年代となったものも見られる(IAAA-72292)。

10号製鉄炉跡から出土した5点の試料では、各々693-893AD、871-1016AD、693-894AD、 694-936AD、717-953AD頃となり、奈良時代から平安時代前半(7世紀~10世紀頃)の年代を示す。

1 号鍛冶炉跡から出土した2点の試料では,各々579-664AD,579-663ADと値がよく一致しており,飛鳥時代(6世紀後半~7世紀頃)の年代を示す。

1号環状遺構から出土した2点の試料では、各々595-669AD,585-665ADと非常に近い値で、飛鳥時代(6世紀末~7世紀頃)の年代を示す。

22 表 7-1 放射性炭素年代測定結果

測定番号	調査 _	出土地点		試料	Libby Age	δ ¹³ C(‰)	1100	110(0/)	δ ¹³ Cの補正無し			暦年較正
		遺構名	層位	形態	(yrBP)	(加速器)	Δ "C (%))	pMC (%)	δ ¹⁴ C (‰)	pMC(%)	Age(yrBP)	中代用 (yrBP)
IAAA-72269	19	1号木炭窯跡	¢ 4	木炭	970 ± 30	-26.96 ± 0.81	-113.4 ± 3.4	88.66 ± 0.34	-117.0 ± 3.1	88.30 ± 0.31	$1,000 \pm 30$	967 ± 30
IAAA-72270	19	1号木炭窯跡	e 4	木炭	860 ± 30	-29.93 ± 0.65	-101.4 ± 3.2	89.86 ± 0.32	-110.5 ± 2.9	88.95 ± 0.29	940 ± 30	858 ± 28
IAAA-72271	19	1号木炭窯跡	¢ 4	木炭	880 ± 30	-23.58 ± 0.80	-103.5 ± 3.7	89.65 ± 0.37	-100.9 ± 3.4	89.91 ± 0.34	850 ± 30	877 ± 33
IAAA-72272	19	2号木炭窯跡	Ø 24	木炭	$1,240 \pm 30$	-26.12 ± 0.96	-143.1 ± 3.5	85.69 ± 0.35	-145.1 ± 3.0	85.49 ± 0.30	$1,260 \pm 30$	$1,\!240\pm32$
IAAA-72273	19	2号木炭窯跡	@ 24	木炭	$1,290 \pm 30$	-26.38 ± 0.48	-148.9 ± 3.5	85.11 ± 0.35	-151.3 ± 3.4	84.87 ± 0.34	$1,\!320\pm30$	$1,294\pm33$
IAAA-72274	19	2号木炭窯跡	Ø 24	木炭	$1,360 \pm 30$	-27.72 ± 0.49	-155.6 ± 3.1	84.44 ± 0.31	-160.3 ± 3.0	83.97 ± 0.30	$1,400 \pm 30$	$1,358\pm29$
IAAA-72275	19	3 号木炭窯跡	\$ 5	木炭	890 ± 30	-25.38 ± 0.47	-105.2 ± 3.1	89.48 ± 0.31	-105.9 ± 3.0	89.41 ± 0.30	900 ± 30	893 ± 27
AAA-72276	19	3号木炭窯跡	₿ 5	木炭	860 ± 30	-28.40 ± 0.39	-102.0 ± 3.2	89.80 ± 0.32	-108.3 ± 3.1	89.17 ± 0.31	920 ± 30	864 ± 28
IAAA-72277	19	3号木炭窯跡	Ø 5	木炭	860 ± 30	-27.02 ± 0.42	-101.3 ± 3.1	89.87 ± 0.31	-105.1 ± 3.0	89.49 ± 0.30	890 ± 30	858 ± 28
IAAA-72278	19	4号木炭窯跡	l 2	木炭	820 ± 30	-30.48 ± 0.44	-96.9 ± 3.2	90.31 ± 0.32	-107.0 ± 3.1	89.30 ± 0.31	910 ± 30	818 ± 28
AAA-72279	19	4号木炭窯跡	₿ 2	木炭	850 ± 30	-23.34 ± 0.44	-100.9 ± 3.3	89.91 ± 0.33	-97.8 ± 3.2	90.22 ± 0.32	830 ± 30	854 ± 29
IAAA-72280	19	4号木炭窯跡	02	木炭	940 ± 30	-28.53 ± 0.48	-110.8 ± 3.0	88.92 ± 0.30	-117.2 ± 2.8	88.28 ± 0.28	$1,000 \pm 30$	942 ± 26
AAA-72281	19	5号木炭窯跡	Q 2	木炭	880 ± 30	-24.38 ± 0.67	-103.5 ± 3.5	89.65 ± 0.35	-102.4 ± 3.3	89.76 ± 0.33	870 ± 30	878 ± 31
IAAA-72282	19	5号木炭窯跡	¢ 2	木炭	840 ± 30	-26.06 ± 0.70	-99.5 ± 3.6	90.05 ± 0.36	-101.4 ± 3.3	89.86 ± 0.33	860 ± 30	841 ± 32
IAAA-72283	19	5 号木炭窯跡	Q 2	木炭	790 ± 30	-25.08 ± 0.61	-93.2 ± 3.1	90.68 ± 0.31	-93.3 ± 2.9	90.67 ± 0.29	790 ± 30	785 ± 27
IAAA-72284	19	1号住居跡 カマド	ℓ 1-2	木炭	$1,280 \pm 30$	-26.08 ± 0.49	-147.3 ± 3.1	85.27 ± 0.31	-149.2 ± 2.9	85.08 ± 0.29	$1,300 \pm 30$	$1,280 \pm 28$
IAAA-72285	19	1号住居跡 カマド	ℓ 1-2	木炭	$1,300 \pm 30$	-25.25 ± 0.77	-149.2 ± 3.1	85.08 ± 0.31	-149.6 ± 2.7	85.04 ± 0.27	$1,300 \pm 30$	$1,297\pm28$
AAA-72286	19	1号廃滓場跡	e 4	木炭	1,190 \pm 30	-24.86 ± 0.65	-137.5 ± 3.4	86.25 ± 0.34	-137.2 ± 3.2	86.28 ± 0.32	$1,\!190\pm30$	$1,188 \pm 31$
IAAA-72287	19	1号廃滓場跡	e 4	木炭	$1,190 \pm 30$	-24.70 ± 0.94	-137.4 ± 3.5	86.26 ± 0.35	-136.9 ± 3.1	86.31 ± 0.31	$1,\!180\pm30$	$1,187\pm32$
AAA-72288	19	3号廃滓場跡	H @ 1	木炭	1,180 \pm 30	-26.38 ± 0.70	-136.9 ± 3.3	86.31 ± 0.33	-139.3 ± 3.1	86.07 ± 0.31	$1,\!210\pm30$	$1,182\pm30$
IAAA-72289	19	3号廃滓場跡	H & 1	木炭	$1,270 \pm 30$	-29.78 ± 0.80	-146.3 ± 3.3	85.37 ± 0.33	-154.7 ± 2.9	84.53 ± 0.29	$1,\!350\pm30$	$1,270\pm30$
AAA-72290	19	3号廃滓場跡	H @ 1	木炭	$1,130 \pm 30$	-27.62 ± 0.52	-131.4 ± 3.1	86.86 ± 0.31	-136.1 ± 2.9	86.39 ± 0.29	$1,\!170\pm30$	$1,131\pm28$
IAAA-72291	19	4号製鉄炉跡炉	炉 @ 1	木炭	$1,250 \pm 30$	-30.40 ± 0.52	-144.6 ± 3.1	85.54 ± 0.31	-154.0 ± 3.0	84.60 ± 0.30	$1,\!340\pm30$	$1,254\pm29$
IAAA-72292	19	4号製鉄炉跡炉	炉 @ 1	木炭	$1,520 \pm 30$	-29.12 ± 0.83	-172.3 ± 3.1	82.77 ± 0.31	-179.3 ± 2.8	82.07 ± 0.28	$1,\!590\pm30$	$1,518\pm30$
IAAA-72293	19	4号製鉄炉跡炉	炉 0 1	木炭	$1,\!410\pm\!30$	-30.32 ± 0.39	-160.9 ± 2.9	83.91 ± 0.29	-170.1 ± 2.8	82.99 ± 0.28	$1,\!500\pm30$	$1,409\pm27$
AAA-72294	19	5号製鉄炉跡 ふいご	513	木炭	$1,\!340\pm\!30$	-25.48 ± 0.57	-153.2 ± 3.1	84.68 ± 0.31	-154.0 ± 2.9	84.60 ± 0.29	$1,\!340\pm30$	$1,335\pm29$
IAAA-72295	19	5号製鉄炉跡 ふいご	503	木炭	$1,280 \pm 30$	-25.04 ± 0.67	-147.5 ± 3.3	85.25 ± 0.33	-147.6 ± 3.0	85.24 ± 0.30	$1,280 \pm 30$	$1,281\pm30$
AAA-72296	19	5号製鉄炉跡 ふいご	503	木炭	1,250 \pm 30	-26.48 ± 0.74	-144.0 ± 3.2	85.60 ± 0.32	-146.6 ± 2.9	85.34 ± 0.29	$1,\!270\pm30$	$1,\!248\pm\!29$
IAAA-72297	19	6号製鉄炉跡炉	炉 0 3	木炭	$1,360 \pm 30$	-31.13 ± 0.74	-155.6 ± 3.0	84.44 ± 0.30	-166.2 ± 2.7	83.38 ± 0.27	$1,\!460\pm30$	$1,359\pm28$
AAA-72298	19	6号製鉄炉跡炉	炉 0 3	木炭	$1,\!310\pm\!30$	-28.72 ± 0.48	-150.7 ± 3.2	84.93 ± 0.32	-157.2 ± 3.0	84.28 ± 0.30	$1,\!370\pm30$	$1,312\pm29$
IAAA-72299	19	6号製鉄炉跡炉	炉 @ 3	木炭	$1,\!310\pm\!30$	-26.96 ± 0.63	-150.0 ± 3.1	85.00 ± 0.31	-153.4 ± 2.9	84.66 ± 0.29	$1,\!340\pm30$	$1,305\pm29$
AAA-72300	19	7号製鉄炉跡炉	炉体部	木炭	$1,290 \pm 30$	-26.66 ± 0.58	-148.7 ± 3.3	85.13 ± 0.33	-151.6 ± 3.1	84.84 ± 0.31	$1,320 \pm 30$	$1,293 \pm 30$

表7-2 放射性炭素年代測定結果

測定番号	調査	出土地点		試料	Libby Age	δ ¹³ C(‰)	1.110 (0()		δ ¹³ Cの補正無し			曆年較正
	年度	遺構名	層位	形態	(yrBP)	(加速器)	$\Delta^{19}C(\%)$	pMC(%)	δ ¹⁴ C (‰)	pMC(%)	Age(yrBP)	· 年代用 (yrBP)
AAA-72301	19	7号製鉄炉跡炉	炉体部	木炭	$1,330 \pm 30$	-27.72 ± 0.62	-152.4 ± 3.3	84.76 ± 0.33	-157.1 ± 3.1	84.29 ± 0.31	$1,370 \pm 30$	$1,328 \pm 31$
AAA-72302	19	7号製鉄炉跡炉	炉体部	木炭	$1,270 \pm 30$	-25.90 ± 0.82	-146.5 ± 3.2	85.35 ± 0.32	-148.1 ± 2.9	85.19 ± 0.29	$1,290 \pm 30$	$1,272 \pm 30$
AAA-72303	19	8号製鉄炉跡炉	炉电3	木炭	$1,\!350\pm\!30$	-26.78 ± 0.72	-155.0 ± 3.0	84.50 ± 0.30	-158.1 ± 2.7	84.19 ± 0.27	$1,380 \pm 30$	$1,352\pm28$
IAAA-72304	19	8号製鉄炉跡炉	炉&3	木炭	$1,370 \pm 30$	-23.98 ± 0.66	-157.2 ± 3.0	84.28 ± 0.30	-155.4 ± 2.8	84.46 ± 0.28	$1,\!360\pm30$	$1,373\pm29$
AAA-72305	19	8号製鉄炉跡炉	炉 0 3	木炭	$1,340 \pm 30$	-22.86 ± 0.75	-153.6 ± 3.3	84.64 ± 0.33	-149.9 ± 3.1	85.01 ± 0.31	$1,\!300\pm30$	$1,339 \pm 31$
AAA-72306	19	9号製鉄炉跡 排滓溝	0 3	木炭	$1,340 \pm 30$	-25.64 ± 0.75	-153.8 ± 3.2	84.62 ± 0.32	-154.9 ± 2.9	84.51 ± 0.29	$1,350\pm30$	$1,341\pm30$
AAA-72307	19	9号製鉄炉跡 排滓溝	l 3	木炭	$1,360 \pm 30$	-24.86 ± 0.51	-156.0 ± 3.2	84.40 ± 0.32	-155.8 ± 3.1	84.42 ± 0.31	$1,\!360\pm30$	$1,362 \pm 30$
AAA-72308	19	1号特殊遺構	01	木炭	$1,\!390\pm\!30$	-26.68 ± 0.74	-159.4 ± 2.9	84.06 ± 0.29	-162.3 ± 2.6	83.77 ± 0.26	$1,\!420\pm30$	$1,394 \pm 28$
AAA-72309	19	1号特殊遺構	Q 1	木炭	1,270 \pm 30	-23.70 ± 0.48	-145.9 ± 3.0	85.41 ± 0.30	-143.6 ± 2.9	85.64 ± 0.29	$1,\!250\pm30$	$1,266 \pm 27$
IAAA-72310	19	1号特殊遺構	0 1	木炭	$1,300 \pm 30$	-26.38 ± 0.73	-149.8 ± 3.2	85.02 ± 0.32	-152.2 ± 2.9	84.78 ± 0.29	$1,330 \pm 30$	$1,303 \pm 30$
AAA-72311	19	1号環状遺構	盛土B	木炭	$1,400 \pm 30$	-24.17 ± 0.91	-160.4 ± 3.2	83.96 ± 0.32	-159.0 ± 2.7	84.10 ± 0.27	$1,\!390\pm30$	$1,404\pm30$
AAA-72312	19	1号環状遺構	盛土B	木炭	$1,\!410\pm\!30$	-25.00 ± 0.63	-161.1 ± 3.2	83.89 ± 0.32	-161.1 ± 3.0	83.89 ± 0.30	$1,410 \pm 30$	$1,411\pm30$
AAA-72313	19	1号鍛冶炉跡	P2 & 1	木炭	1,420 \pm 30	-21.88 ± 0.76	-161.6 ± 3.4	83.84 ± 0.34	-156.3 ± 3.1	84.37 ± 0.31	$1,\!370\pm30$	$1,416\pm32$
AAA-72314	19	1号鍛冶炉跡	P2 @ 1	木炭	$1,420 \pm 30$	-22.94 ± 0.97	-161.8 ± 3.4	83.82 ± 0.34	-158.2 ± 3.0	84.18 ± 0.30	$1,\!380\pm30$	$1,\!417\pm\!32$
AAA-91412	21	10号製鉄炉跡炉	炉 0 4	木炭	$1,210 \pm 30$	-23.88 ± 0.56	-139.7 ± 3.4	86.03 ± 0.34	-137.7 ± 3.2	86.23 ± 0.32	$1,\!190\pm30$	$1,208 \pm 31$
AAA-91413	21	10号製鉄炉跡炉	炉 4	木炭	1,110 \pm 30	-27.12 ± 0.72	-129.4 ± 3.4	87.06 ± 0.34	-133.2 ± 3.1	86.68 ± 0.31	$\textbf{1,150} \pm \textbf{30}$	$1,113\pm31$
AAA-91414	21	10号製鉄炉跡炉	炉 4	木炭	$1,210 \pm 30$	-26.71 ± 0.38	-139.5 ± 3.5	86.05 ± 0.35	-142.5 ± 3.4	85.75 ± 0.34	$1,\!230\pm30$	$1,206\pm32$
AAA-91415	21	10号製鉄炉跡炉	炉04	木炭	$1,\!200\pm\!30$	-23.67 ± 0.61	-139.2 ± 3.5	86.08 ± 0.35	-136.8 ± 3.3	86.32 ± 0.33	$1,180 \pm 30$	$1,203\pm32$
IAAA-91416	21	10号製鉄炉跡炉	炉 0 4	木炭	$1,190 \pm 30$	-26.97 ± 0.77	-137.5 ± 3.6	86.25 ± 0.36	-141.0 ± 3.3	85.90 ± 0.33	$1,220 \pm 30$	$1,188\pm33$
AAA-91417	21	12号木炭窯跡 作業場	A面(@6a)	木炭	$1,220 \pm 30$	-25.13 ± 0.62	-140.9 ± 3.4	85.91 ± 0.34	-141.1 ± 3.3	85.89 ± 0.33	$1,\!220\pm30$	$1,220\pm32$
IAAA-91418	21	12号木炭窯跡 作業場	A面(@6a)	木炭	$1,290 \pm 30$	-26.66 ± 0.58	-148.8 ± 3.4	85.12 ± 0.34	-151.7 ± 3.2	84.83 ± 0.32	$1,320 \pm 30$	$1,294 \pm 31$
IAAA-91419	21	12号木炭窯跡 作業場	A面(ℓ6a)	木炭	$1,260 \pm 30$	-25.82 ± 0.53	-145.4 ± 3.6	85.46 ± 0.36	-146.8 ± 3.4	85.32 ± 0.34	$1,\!280\pm30$	$1,\!261\pm33$
AAA-91420	21	17号木炭窯跡	A面(@24)	木炭	$1,280 \pm 30$	-23.63 ± 0.46	-147.5 ± 3.4	85.25 ± 0.34	-145.1 ± 3.3	85.49 ± 0.33	$1,260 \pm 30$	$1,282 \pm 31$
IAAA-91421	21	17号木炭窯跡	A面(@24)	木炭	$1,\!330\pm\!30$	-27.21 ± 0.60	-152.2 ± 3.3	84.78 ± 0.33	-156.1 ± 3.2	84.39 ± 0.32	$1,\!360\pm30$	$1,326\pm31$
AAA-91422	21	17号木炭窯跡	A面(@24)	木炭	$1,\!260\pm\!30$	-27.73 ± 0.59	-145.3 ± 3.6	85.47 ± 0.36	-150.1 ± 3.4	84.99 ± 0.34	$1,\!310\pm30$	$1,\!260\pm\!33$
AAA-91423	21	25号木炭窯跡 作業場	A面(@14)	木炭	$1,\!430\pm\!30$	-27.66 ± 0.57	-162.6 ± 3.3	83.74 ± 0.33	-167.2 ± 3.1	83.28 ± 0.31	$1,\!470\pm30$	$1,425\pm31$
AAA-91424	21	25号木炭窯跡 作業場	A面(@14)	木炭	$1,\!230\pm\!30$	-22.59 ± 0.51	-141.5 ± 3.1	85.85 ± 0.31	-137.2 ± 3.0	86.28 ± 0.30	$\textbf{1,190} \pm \textbf{30}$	$1,225\pm29$
AAA-91425	21	25号木炭窯跡 作業場	A面(@14)	木炭	$1,300 \pm 30$	-27.90 ± 0.56	-149.2 ± 3.5	85.08 ± 0.35	-154.3 ± 3.3	84.57 ± 0.33	$1,\!350\pm30$	$1,298 \pm 32$
IAAA-91426	21	27号木炭窯跡 作業場	D面(@14)	木炭	$1,\!280\pm\!30$	-29.24 ± 0.51	-146.8 ± 3.5	85.32 ± 0.35	-154.2 ± 3.3	84.58 ± 0.33	$1,\!350\pm30$	$1,275\pm32$
AAA-91427	21	27号木炭窯跡 作業場	D面(@14)	木炭	$1{,}100\pm30$	-27.57 ± 0.48	-128.4 ± 3.6	87.16 ± 0.36	-132.9 ± 3.4	86.71 ± 0.34	$1,\!150\pm30$	$1,103\pm32$
IAAA-91428	21	27号木炭窯跡 作業場	D面(@14)	木炭	$1,200 \pm 30$	-28.30 ± 0.61	-138.9 ± 3.3	86.11 ± 0.33	-144.8 ± 3.1	85.52 ± 0.31	$1,260 \pm 30$	$1,201 \pm 31$

表8 暦年較正年代

測定番号	遺構名	1σ暦年代範囲	2σ 暦年代範囲	測定番号 遺構名	1σ 暦年代範囲	2σ 暦年代範囲	
IAAA-72269	1号木炭窯跡	1022AD - 1048AD (26.7%) 1088AD - 1123AD (31.8%) 1138AD - 1150AD (9.7%))) 1018AD - 1155AD (95.4%))	IAAA-72298 6 号製鉄炉跡 炉	661AD - 695AD (43.5%) 700AD - 708AD (5.9%) 748AD - 766AD (18.7%)	655AD - 728AD (67.7%) 736AD - 772AD (27.7%)	
IAAA-72270	1号木炭窯跡	1164AD - 1216AD (68.2%	1051AD - 1082AD (7.8%)) 1126AD - 1135AD (1.5%) 1152AD - 1257AD (86.2%)	IAAA-72299 6 号製鉄炉跡 炉 7 号戦鉄炉跡	665AD - 709AD (48.0%) 747AD - 766AD (20.2%) 671AD - 715AD (43.0%)	658AD - 773AD (95.4%)	
IAAA-72271	1号木炭窯跡	1055AD - 1077AD (13.6%) 1040AD - 1224AD (95.4%)	IAAA-72300 75 裂妖炉跡 炉 7 号製鉄炬跡	745AD = 768AD (24.3%) 655AD = 691AD (57.3%)	662AD - 775AD (95.4%) 648AD - 722AD (75.6%)	
TAAA-79979	9号木炭突跡	691AD - 750AD (39.4% 762AD - 782AD (13.1%)) 685ad - 876ad (95.4%)	IAAA-72301 炉 7 县製鉄垣跡	686AD - 727AD (37.6%)	740AD - 771AD (19.8%) 663AD - 783AD (91.9%)	
IAAA 12212	こう小灰黒柳	789AD - 811AD (12.1% 847AD - 855AD (3.6%)	IAAA-72302 · 5 200 / 加	737AD - 771AD (30.6%)	789AD - 810AD (3.2%) 849AD - 852AD (0.2%)	
IAAA-72273	2号木炭窯跡	670AD - 715AD (44.2% 744AD - 768AD (24.0%) 660AD - 776AD (95.4%)	IAAA-72303 8号製鉄炉跡 炉	650AD - 676AD (68.2%)	637AD - 709AD (90.1%) 747AD - 766AD (5.3%)	
IAAA-72274	2号木炭窯跡	647AD - 675AD (68.2%) 616AD - 694AD (91.6%) 748AD - 765AD (3.8%)	IAAA-72304 8 方裂鉄炉跡 炉	642AD - 670AD (68.2%)	610AD - 685AD (95.4%)	
		1050AD - 1083AD (26.7%) $10414D = 11084D (37.9%)$	IAAA-72305 0 7 3 3 4 4 4 5 4 5 4 5 4 5 4 5 4 5 4 5 4 5	754AD - 759AD (3.7%)	741AD - 770AD (13.9%)	
IAAA-72275	3号木炭窯跡	1152AD - 1187AD (29.4%) 1199AD - 1206AD (4.4%)) 1117AD - 1215AD (58.2%)	IAAA-72306 9 号製鉄炉跡 排滓溝	650AD - 688AD (68.2%)	643AD - 716AD (83.4%) 743AD - 769AD (12.0%)	
THAN 2007C	の日本出の時	11004D 10104D (00.00	1048AD - 1085AD (11.4%)	IAAA-72307 9号製鉄炉跡 排洩滞	645AD - 675AD (68.2%)	612AD - 693AD (92.5%) 749AD - 764AD (2.9%)	
IAAA-12276	3万个灰黑咧	1160AD - 1216AD (68.2%	1150AD - 1254AD (80.8%)	IAAA-72308 1 号特殊遺構	624AD - 627AD (2.9%) 632AD - 662AD (65.3%)	603AD - 670AD (95.4%)	
IAAA-72277	3号木炭窯跡	1164AD - 1216AD (68.2%	1051AD = 1082AD ($1.8%$) 1126AD = 1135AD ($1.5%$) 1152AD = 1257AD ($86.2%$)	IAAA-72309 1 号特殊遺構	690AD - 752AD (58.5%) 761AD - 772AD (9.7%)	667AD - 783AD (91.4%) 789AD - 811AD (3.6%)	
IAAA-72278	4号木炭窯跡	1210AD - 1260AD (68.2%) 1171AD - 1266AD (95.4%)		666AD - 710AD (47.2%)	848AD - 853AD (0.4%)	
T.L.L. 20020			1051AD - 1081AD (6.6%)	IAAA-72310 1 号特殊遺構	747AD - 766AD (21.0%)	659AD - 773AD (95.4%)	
IAAA-72279	4 号木灰窯跡	1162AD - 1219AD (68.2%) 1127AD - 1135AD (1.2%) 1152AD - 1259AD (87.7%)	IAAA-72311 1号環状遺構 盛土B	620AD - 657AD (68.2%)	595AD - 669AD (95.4%)	
IAAA-72280	4号木炭窯跡	1034AD - 1051AD (14.8% 1082AD - 1126AD (39.1% 1135AD - 1152AD (14.2%)) 1028AD - 1156AD (95.4%))	IAAA-72312 1 号環状遺構 盛土B	615AD - 655AD (68.2%)	585AD - 665AD (95.4%)	
TAAA-79981	5号木炭察跡	1055AD - 1077AD (13.3%) 1041AD - 1109AD (26.0%)	IAAA-72313 P 2	612AD - 653AD (68.2%)	579AD - 664AD (95.4%)	
TAAA. 70000	こ見十世際時	1154AD - 1214AD (54.9%) 1116AD - 1223AD (69.4%) 1055AD - 1077AD (3.3%)	IAAA-72314 1 号鍛冶炉跡 P 2	612AD - 652AD (68.2%)	579AD - 663AD (95.4%)	
TAAA 70002	55个灰条吻	1995AD - 1965AD (00.20	/ 1154AD - 1265AD (92.1%)	IAAA-91412 ¹⁰ 号製鉄炉跡 炉	778AD - 871AD (68.2%)	693AD - 748AD (12.1%) 765AD - 893AD (83.3%)	
1AAA-12283	0万个灰黑咧	1225AD - 1265AD (68.2%) 1214AD - 1278AD (95,4%)	1444-91413 10号製鉄炉跡	895AD - 927AD (30.6%)	871AD - 1016AD (95.4%)	
IAAA-72284	1号住居跡 カマド	681AD - 722AD (39.5%) 741AD - 770AD (28.7%)) 664AD - 779AD (95.4%)	/////////////////////////////////////	936AD - 973AD (37.6%)	693AD - 749AD (11.9%)	
IAAA-72285	 1号住居跡 カマド 	670AD - 711AD (45.3% 747AD - 766AD (22.9%) 663AD - 773AD (95.4%)	1AAA-91414 炉 10.E.刺放长50	118AD - 812AD (68.2%)	765AD - 894AD (83.5%) 694AD - 748AD (9.9%)	
IAAA-72286	1号廃滓場跡	780AD - 792AD (8.5% 805AD - 885AD (59.7%) 721AD - 741AD (2.8%)) 770AD - 899AD (87.8%) 920AD - 947AD (4.8%)	IAAA-91415 的方法要求为一新	779AD - 870AD (68.2%)	765AD - 895AD (84.4%) 926AD - 936AD (1.1%)	
IAAA-72287	1 号廃滓場跡	780AD - 792AD (8.4%	719AD - 742AD (3.1%) 769AD - 900AD (86.5%)	IAAA-91416 ¹⁰ 号製鉄炉跡 炉	780AD - 792AD (8.5%) 805AD - 885AD (59.7%)	717AD = 744AD (3.8%) 768AD = 900AD (85.5%) 918AD = 953AD (6.1%)	
		800AD - 885AD (59.8%	918AD - 950AD (5.8%) 728AD - 737AD (0.9%)	IAAA-91417 ¹² 号木炭窯跡 作業場	729AD - 736AD (4.2%) 772AD - 870AD (64.0%)	690AD - 750AD (21.7%) 762AD - 888AD (73.7%)	
IAAA-72288	3号廃滓場跡	782AD - 791AD (6.8% 808AD - 887AD (61.4%) 771AD - 900AD (87.1%)) 918AD - 953AD (7.2%)	IAAA-91418 ¹² 号木炭窯跡 作業場	670AD - 715AD (44.2%) 744AD - 768AD (24.0%)	660AD - 775AD (95.4%)	
			958AD - 961AD (0.2%)	IAAA-91419 12号木炭窯跡 作業場	688AD - 775AD (68.2%)	668AD - 828AD (90.6%) 820AD - 865AD (4.9%)	
IAAA-72289	3号廃滓場跡	688AD - 728AD (37.3% 737AD - 771AD (30.9%	$ \begin{array}{c} 0.64AD - 783AD (90.8\%) \\ 789AD - 812AD (3.7\%) \\ 846AD - 855AD (0.9\%) \end{array} $	IAAA-91420 17号木炭窯跡	678AD - 722AD (40.2%) 741AD - 770AD (28.0%)	660AD - 780AD (94.2%) 793AD - 803AD (1.2%)	
IAAA-72290	3号廃滓場跡	888AD - 904AD (14.3% 914AD - 970AD (53.9%) 783AD - 788AD (0.7%) 816AD - 843AD (4.1%)	IAAA-91421 17号木炭窯跡	655AD - 692AD (55.0%) 749AD - 764AD (13.2%)	650AD - 723AD (74.6%) 740AD - 771AD (20.8%)	
TAAA-79991	4号製鉄炉跡	689AD - 754AD (54.5%	' 859AD - 988AD (90.6%)) 673AD - 828AD (89.9%)	IAAA-91422 17号木炭窯跡	688AD - 776AD (68.2%)	668AD - 828AD (90.3%) 838AD - 866AD (5.1%)	
11111 12201	炉 4 号劇鉄恒陈	760AD - 777AD (13.7%) 838AD - 866AD (5.5%)) 432AD - 495AD (22.3%)	IAAA-91423 25号木炭窯跡 作業場	608AD - 650AD (68.2%)	574AD - 660AD (95.4%)	
IAAA-72292	炉 4号制件行陈	534AD - 600AD (63.6%) 504AD - 612AD (73.1%)	IAAA-91424 25号木炭窯跡	720AD - 742AD (12.3%) 770AD - 830AD (38.2%)	690AD - 751AD (25.3%)	
IAAA-72293	炉	617AD - 655AD (68.2%) $597AD = 664AD (95.4\%)$	TF来物 1444-01425 25号木炭窯跡	837AD - 868AD (17.6%) 668AD - 713AD (45.4%)	660AD = 774AD (05 44)	
IAAA-72294	5万要妖炉跡 ふいご	754AD - 757AD (2.5%	720AD - 720AD (80.7%) 742AD - 770AD (14.7%)	1AAA-91420 作業場	745AD - 767AD (22.8%)	661AD - 783AD (91.2%)	
IAAA-72295	っ方限妖炉跡 ふいご	680AD - 722AD (39.7% 741AD - 770AD (28.5%	7 = 780 AD - 780 AD (94.6%) 795 AD - 801 AD (0.8%)	IAAA-91426 ²¹⁷ 行来場 作業場	085AD - 725AD (38.0%) 739AD - 771AD (30.2%)	789AD - 811AD (3.3%) 846AD - 855AD (0.8%)	
IAAA-72296	5号製鉄炉跡 ふいご	689AD - 753AD (50.19 760AD - 779AD (13.99 794AD - 802AD (4.29) 679AD - 870AD (95.4%))	IAAA-91427 27号木炭窯跡 作業場	896AD - 925AD (26.3%) 937AD - 984AD (41.9%)	885AD - 1015AD(95.4%)	
IAAA-72297	6号製鉄炉跡 炉	648AD - 673AD (68.2%) 619AD - 692AD (92.6%) 750AD - 763AD (2.8%)	IAAA-91428 27号木炭窯跡 作業場	780AD - 872AD (68.2%)	710AD - 747AD (7.5%) 766AD - 895AD (86.6%) 925AD - 937AD (1.3%)	

1号住居跡から出土した2点の試料では、各々664-779AD、663-773ADという近い値となり、 飛鳥時代から奈良時代(7世紀後半~8世紀頃)の年代を示す。

1号特殊遺構から出土した3点の試料では、各々603-670AD、667-853AD、659-773AD頃となり、飛鳥時代から奈良時代(7~8世紀頃)の年代を示す。

以上, 横大道遺跡の試料から得られた暦年較正年代について検討したが, 1・3~5号木炭窯跡 の年代値を除けば,おおむね古代の範疇に含まれる年代値である。なお,炭試料の場合,樹木年輪 の内側ほど古い年代となる「古木効果」を考慮する必要があり,特に同一遺構内で年代が相対的に 古い試料に関しては注意が必要である。試料の炭素含有率は十分であり,化学処理および測定内容 にも問題がないことから,妥当な年代と考えられる。

参考文献

Stuiver M. and Polach H.A. 1977 Discussion : Reporting of ¹⁴C data, Radiocarbon 19, pp.355-363.

Bronk Ramsey C. 1995 Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy : the OxCal Program, *Radiocarbon* 37(2), pp.425-430.

Bronk Ramsey C. 2001 Development of the Radiocarbon Program OxCal, Radiocarbon 43 (2A), pp.355-363.

Bronk Ramsey C., van der Plicht J. and Weninger B. 2001 'Wiggle Matching' radiocarbon dates, *Radiocarbon* 43(2A), pp.381-389.

Reimer, P.J. et al. 2004 IntCal 04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26cal kyr BP, Radiocarbon 46, pp.1029-1058.

第4節 赤彩土器の蛍光X線分析

1. はじめに

本稿では、横大道遺跡より出土した赤彩土器につき、顔料の特定を目的としたX線分析顕微鏡 (エネルギー分散型蛍光X線分析装置)蛍光X線分析による元素定性の結果について報告する。

以下に,分析対象となる赤彩土器の概要,蛍光X線分析の方法および分析条件,分析結果について記す。

資料は横大道遺跡(遺構外)から出土した赤彩土器2点である。いずれの遺物も4世紀頃(古墳時 代)の所産と考えられる。分析機器および条件は以下のとおりである。なお,文化財の分析は非破 壊を原則とするため,分析サンプルは採取せず土器および顔料部分を直接分析した。

分析装置: 堀場製作所製XGT-2700(エネルギー分散型蛍光X線分析装置)

 X緩管球:ロジウム(Rh)
 検出器:半導体検出器
 測定雰囲気:大気

 X線管電圧:50kV
 X線管電流:1.0mA
 分析径:100μm

 測定時間:1,000秒

3. 結 果

分析の結果,第2章:図221-11・12の赤色部分から,珪素(Si),カリウム(K),カルシウム(Ca),鉄(Fe),水銀(Hg)などの元素が検出された(図9-1)。

古代に使用された赤色顔料には,鉄を主成分とした「ベンガラ」(酸化第二鉄:Fe₂O₃)と水銀と硫 黄の化合物である「水銀朱」(硫化水銀:HgS),「鉛丹」(Pb₃O₄)が確認されているが,古墳時代以 前では朱とベンガラの2種類に限られる。朱は水銀を含み,ベンガラは鉄を含むことから,同じ赤 色顔料であっても元素定性により両者は識別可能である。

本件では11・12共に水銀が検出されていることから、使用された赤色顔料は水銀朱と考えてよい だろう。なお、水銀のほかに検出された、珪素、カリウム、カルシウム、チタンなどについては、 土器および土器に付着する土壌に由来する成分と考えられる。土器本体(赤色部以外)の分析結果 (図9-2)においても、水銀を除くこれらの元素が検出されており、これら元素は土器および土壌 由来の成分と考えてよいだろう。 (小林 啓)

26

第4節 赤彩土器の蛍光X線分析



図9 蛍光X線スペクトル

参考文献

成瀬正和 1993「赤彩土器・漆塗土器」『久世原館・番匠地遺跡』いわき市埋蔵文化財調査報告第33冊

松井敏也ほか 1998「福島県原町市桜井古墳群上渋佐支群7号墳出土赤色顔料成分分析報告書」『桜井古墳群上渋佐支群7号 墳』原町市埋蔵文化財報告書第27集

中井 泉 2005 『蛍光X線分析の実際』朝倉書店

第5節 製鉄関連遺物の化学分析

JFEテクノリサーチ株式会社 分析・評価事業部 埋蔵文化財調査研究室

1. はじめに

福島県南相馬市小高区飯崎字横大道に所在する横大道遺跡から出土した製鉄関連遺物について, 学術的な記録と今後の調査のための一環として,化学成分分析・顕微鏡組織観察を含む自然科学的 観点での調査を依頼された。製鉄製品および関連遺物の組成分析,マクロ的特徴観察,ミクロ組織 観察,X線回折などに基づき材質,用途,履歴,始発原料,製造工程上の位置づけなどを中心に調 査した。その結果について報告する。

2. 調查項目

調査資料の記号,出土遺構・注記,調査項目を表9に示す。分析および調査は平成19~21年度の 3カ年にわたって実施した。平成19年度は資料№1~43(FB.YDD.001~043)の43点を対象に分析を 行った。平成20年度は資料№44~113(FB.YDD.044~113)の70点を対象に分析を行った。平成21年 度は資料№114~127(FB.YDD.114~127)の14点を対象に分析を行った。以下,まとめて報告する。

3. 調查方法

(1) 重量計測,外観観察および金属探知調査

資料重量の計量は電子天秤を使用して行い、少数点2位以下で四捨五入した。各種試験用試料を 採取する前に、資料の外観写真をmm単位まであるスケールを同時に写し込みで撮影した。資料の出 土位置や種別などは提供された一覧に準拠した。

着磁力調査については、直径30mmのリング状フェライト磁石を使用し、6 mmを1単位として35cm の高さから吊した磁石が動き始める位置を着磁度として数値で示した。遺物内の残存金属の有無は、 金属探知機(MC:metal checker)を用いて調査した。金属検知にあたっては参照標準として直径と 高さを等しくした金属鉄円柱(1.5mm $\phi \times 1.5$ mmH, 2 mm $\phi \times 2$ mmH, 5 mm $\phi \times 5$ mmH, 10 mm $\phi \times 10$ mmH, 16 mm $\phi \times 16$ mmH, 20 mm $\phi \times 20$ mmH, 30 mm $\phi \times 30$ mmH)を使用し、これとの対比で残存金属鉄の大きさ を判断した。

(2) 化学成分分析

化学成分分析は鉄鋼に関する JIS 分析法に準じて行っている。

・全鉄(T.Fe):三塩化チタン還元-二クロム酸カリウム滴定法。

・金属鉄(M.Fe): 臭素メタノール分解-EDTA滴定法。

・酸化第一鉄(FeO):二クロム酸カリウム滴定法。

・酸化第二鉄(Fe2O3):計算。

・化合水(C.W.):カールフィッシャー法。

・炭素(C), イオウ(S):燃焼-赤外線吸収法。

・ライム(CaO),酸化マグネシウム(MgO),酸化マンガン(MnO),酸化ナトリウム(Na2O),珪素(Si),

マンガン(Mn), リン(P), 銅(Cu), ニッケル(Ni), コバルト(Co), アルミニウム(Al), ヴァナジ ウム(V), チタン(Ti): ICP発光分光分析法。

・シリカ(SiO₂)、アルミナ(Al₂O₃)、酸化カルシウム(CaO)、酸化マグネシウム(MgO)、二酸化チタン(TiO₂)、酸化リン(P₂O₅)、酸化カリウム(K₂O):ガラスビード蛍光X線分析法。

ただしCaO, MgO, MnOは含有量に応じてICP分析法またはガラスビード蛍光X線分析法を選択。 ・酸化ナトリウム(Na₂O):原子吸光法。

なお,鉄滓中成分は,18成分(全鉄T.Fe,金属鉄M.Fe,酸化第一鉄FeO,酸化第二鉄Fe₂O₃,シリ カSiO₂,アルミナAl₂O₃,ライムCaO,マグネシアMgO,酸化ナトリウムNa₂O,酸化カリウムK₂O, 二酸化チタンTiO₂,酸化マンガンMnO,酸化リンP₂O₅,コバルトCo,化合水C.W.,炭素C,ヴァナ ジウムV,銅Cu)を化学分析している。分析は各元素について分析し,酸化物に換算して表示して いる。

羽口・胎土成分は、13成分(全鉄T.Fe,酸化鉄FeO,シリカSiO₂,アルミナAl₂O₃,ライムCaO,マ グネシアMgO,化合水C.W.,灼熱減量 Ig.Loss,二酸化チタンTiO₂,酸化マンガンMnO,酸化ナト リウムNa₂O,酸化カリウムK₂O,炭素C)を化学分析している。なお、粘土については産地検討のた めルビジュウム Rb とストロンチュウム Sr についても分析した。

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

(3) 顕微鏡組織観察

資料の一部を切り出して樹脂に埋め込み,細かい研磨剤などで研磨(鏡面仕上げ)する。炉壁・羽 ロ・粘土などの鉱物性試料については,顕微鏡で観察しながら代表的な鉱物組織などを観察し,そ の特徴から材質・用途・熱履歴などを判断する。滓関連資料も炉壁・羽口などと同様の観察を行う が,特徴的鉱物組織から成分的な特徴に結びつけ製・精錬工程の判別,使用原料なども検討する。 金属鉄はナイタール(5%硝酸アルコール液)で腐食後,顕微鏡で観察しながら代表的な断面組織を 拡大して写真撮影し,顕微鏡組織および介在物(不純物,非金属鉱物)の存在状態などから製鉄・鍛 冶工程の加工状況や材質を判断する。原則として100倍および400倍で撮影を行う。必要に応じて実 体顕微鏡(5~20倍)による観察もする。

29

第3章 自然科学分析

(4) X線回折測定

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

測定装置 理学電気株式会社製 ロータフレックス(RU-300型)

測定条件 ①使用X線: Cu-Kα(波長=1.54178Å)
②Kβ線の除去:グラファイト単結晶モノクロメーター
③管電圧・管電流:55kV・250mA
④スキャニング・スピード:4.0°/min
⑤サンプリング・インターバル:0.020°
⑥D.S.スリット:1°
⑦R.S.スリット:1°
⑧検出器:シンチレーション・カウンター

(5) 耐火度測定

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

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

なお耐火度を測定できない場合などには、必要に応じてこれまでの146資料について耐火度(ゼー ゲルコーン溶倒温度y(℃))の試験結果を整理して得た下記の推算式で求める。

推算耐火度は、y=110.98 f(x)+927.82の関係が得られている。

ここで、 $f(x)=(25.8Al_2O_3+5.2SiO_2)/(146MgO+448MnO+12.5T.Fe+10.4TiO_2+78.6CaO)とする。$

4. 調査結果および考察

分析調査結果を図表にまとめて図10~61・63~179,表12~23に示す。表9に調査資料と調査項 目をまとめた。砂鉄の粒度分布を表11に,表12・14~18に資料の化学成分分析結果を,表13に蛍光 X線分析値,表19に耐火度測定結果を,表21~23にX線回折結果のまとめをそれぞれ示す。

砂鉄の粒度分布を検討するグラフを図10~12に,砂鉄の化学成分と原産地を検討するグラフを図 13~16に示した。鉄塊の炭素濃度の分布を図17に示した。

鉄滓については、製錬滓と鍛冶滓の分類を検討するグラフを図18~22に示した。また、FeO-

30

Fe₂O₃-TiO₂とFeO-Fe₂O₃-SiO₂系の3元濃度グラフを図23・24に示した。FeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態を図25~33に示した。鉄滓と砂鉄の関係を検討するグラフを図34~43に示した。

炉壁・羽口などの胎土の造滓成分を検討するグラフを図44~46に示した。また,K2O-Na2O-CaO 系の3元濃度グラフを図47~49に、X線回折チャートを図50~61に示した。

また,鉄塊系遺物・鉄滓・炉壁・羽口などの外観写真と資料の採取位置を図63~69に,砂鉄の外 観写真を図70・71に,主に鉄塊系遺物の切断面写真を図72~75に,金属鉄マクロ写真を図76~99に, 鉄塊系遺物の金属鉄組織写真を図100~116に,滓部分と粘土・炉壁・羽口の顕微鏡ミクロ組織写真 を図117~179にそれぞれ示す。

各資料の調査結果をまとめ、最も確からしい推定結果を最後にまとめる。

以下,資料の番号順に述べる。なお,文中の化学記号および略号は表10に示した。また,造滓成 分はSiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂Oとした。その中でもCaO+MgOについてはアルカリ土類成分 とし、K₂O+Na₂Oについてはアルカリ成分と呼んで,以下の記載を行った。

資料No.1 (FB.YDD.001)

位置: 4 号製鉄炉跡 前庭部 廃滓場 0 1

分類:砂鉄 着磁度:強 メタル反応:無

外観:図70-a・bに通常の外観と約70倍に拡大した写真を示す。砂鉄置き場から採取したままの 状態にも関わらず,泥土の付着はなく,通常の砂鉄に見られる石英(Quartz:SiO₂)などの母岩起因 の鉱物粒は少なく高純度の砂鉄と思われる。表面は水洗したかのような光沢のある表面性状である。 角のとれた丸みを帯びた粒子が大部分で,川砂鉄や海砂鉄の様相を呈する。粒径は,100μm前後で そろっている。X線回析・化学成分については,磁選前の砂鉄資料を用いた。

粒度分布・磁着性:表11と図10~12に磁着分と非磁着分の割合と粒度分布測定結果を示す。磁着分 約40%に対して非磁着分は約60%で、外観の不純分の少なさも考慮するとチタン分の高い砂鉄であ ることが伺われる。粒度は非常にそろっており、磁着分、非磁着分いずれも100~250μmの粒径範 囲が94~96%を占め、粒径範囲が狭く、平均径は磁着分が162.8μm、非磁着分が164.7μmである。 全体としても164μmと小さい。

顕微鏡組織:磁選前,非磁着分,磁着分の50倍の金属鉄マクロ写真を図76・77に示す。外観写真と 同様に角のとれた丸みをもつものが観察され,粒径は0.1~0.15mm程度でそろっている。緻密な磁鉄 鉱が観察され,格子状のチタン磁鉄鉱も多く観察される。全体的に気孔や析出物は少なく見える。 磁選前,非磁着分,磁着分の100倍と400倍の顕微鏡組織を図117に示す。磁選前,磁着,非磁着で 大きな差は見られず,緻密なマグネタイト系,格子状のチタン磁鉄鉱などが観察される。

X線回折:結果を表21と図50に示す。イルメナイトとマグネタイト(Magnetite: Fe₃O₄)が強い回折 線を示し、ヘマタイトの弱い回折線、アナターゼ(TiO₂)も存在が確認される。

化学成分:分析結果を表12に示す。全鉄(以下, T.Fe)が41.1%で, ウスタイト(以下, FeO)は11.2%,

ヘマタイト(以下, Fe₂O₃)は46.3%で, FeOとFe₂O₃の比率は19.5:80.5である。代表的な不純物であ るシリカ(以下, SiO₂)は5.33%と低い。二酸化チタン(以下, TiO₂)は32.0%と非常に高く, ヴァナジ ウム(以下, V)は0.15%である。顕微鏡観察でチタン磁鉄鉱が多く観察されることや, 非磁着分が 多いことと一致している。SiO₂, アルミナ(以下, Al₂O₃)などの造滓成分量は9.75%と低い。

砂鉄の品質を検討するために、化学成分(TiO₂, T.Fe, MnO, V)の関係を図13~16に示した。図 13のTiO₂とT.Feの関係では、全国的にもチタン分が高い福島県相双地域の砂鉄の中においても非常 にTiO₂は高濃度である。この点は図14・15においてもTiO₂が高いためMnO/TiO₂が低く、V/TiO₂も低 い結果となっている。図16の造滓成分(不純物)は10%以下で、90%純度に相当する。

以上の結果から、本資料はTiO2が32%の不純物の少ない高チタン砂鉄である。

資料No.2 (FB.YDD.002)

位置:1号廃滓場跡 b区 廃滓場 01

分類:鉄塊 着磁度: 9 メタル反応: 30mm大以上

外観:図63に写真を示す。重量178.0g,長71.0×幅41.9×厚22.5mm。不整五角形の四足動物をモチー フしたような形状の鉄塊で,表面はオキシ水酸化鉄(赤さび)の茶褐色を呈している。小さな銹瘤で 覆われ,一部にかさぶたが剝がれたような部分も認められる。裏面はやや湾曲し,細長い棒で押さ れたような窪みが観察される。凹部にはわずかに酸化土砂が侵入している。写真上部が破面で,下 部が本来の端部であろう。破面であれば銑鉄の可能性がある。非常に重量感があり,鉄塊そのもの であろう。

顕微鏡組織:図72の切断面写真に見られるように、周囲に滓などの付着は明瞭に認められない。さ びを形成しているが鉄塊そのものの資料である。図77の金属鉄マクロ写真は、比較的均質な組織で、 黒と白のまだら模様が見られる。金属鉄の組織写真を図100に示す。亜共晶白鋳鉄の組織で、白色 のセメンタイトと灰色の層状パーライトからなる。炭素は3%前後と見られる。図117の組織写真 はメタル表面の銹化鉄の中に残る鉄滓の組織を示す。ウルボスピネル(2FeO・TiO₂)と見られ、始発 原料は砂鉄と思われる。

化学成分:分析結果を表14に示した。炭素(以下, C)は3.29%で亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。シ リコン(以下, Si)は0.027%,アルミニウム(以下, Al)は0.001%と低く異物の混入は少ない。チタ ン(以下, Ti)も0.001%以下で,Vは0.001%と低い。滓などの混入は少ない。マンガン(以下, Mn) は0.001%以下,銅(以下, Cu)は0.012%といずれも少ない。リン(以下, P)は0.10%とやや高く, イオウ(以下, S)は0.020%である。

本資料は出土場所から製錬工程で生成したと推察され,顕微鏡組織にもウルボスピネルが検出されることから原料は砂鉄と推察される。

以上の結果から、本資料は炭素濃度を3.29%の亜共晶鋳鉄塊である。出土状況および顕微鏡観察 から砂鉄製錬時に生成したと推察される。 資料No.3 (FB.YDD.003)

位置:1号廃滓場跡 a区 廃滓場 02

分類:鉄塊 着磁度:9 メタル反応:30mmよりやや小

外観:図63に写真を示す。重量107.7g,長45.1×幅54.8×厚26.1mm。丸みを帯びた不整五角形の鉄塊 で、全体が水酸化鉄の褐色を呈している。下面は湾曲し、椀形滓状の形状である。上面には大きな 窪みが2カ所あり、大小の液滴が滴下固着したような顆粒状表面である。右下、左上には銹瘤の剝 がれた黒さびが見られる。下面には3~5mm大の木炭痕が観察される。最大5mm大の粒状突起があ る。写真上側は破面のように思われる。

顕微鏡組織:図72の切断面写真に見られるように,楕円断面の鉄塊そのものの資料である。図78の 金属鉄マクロ写真は,資料の周囲が鉄さびで,右下部は鉄の組織を残したまま銹化が進んでいる。 鉄の組織は黒色の素地に白色の網目状組織が析出している。大きな空孔もある。溶融の履歴をもつ と思われる。金属鉄の組織写真を図100に示す。黒色のパーライトの素地に白色針状や板状のセメ ンタイトが析出する過共析鋼(C>0.8%)の組織である。図117の組織写真はメタル表面の銹化鉄に 残るウルボスピネルとイルメナイトである。始発原料は砂鉄と思われる。

化学成分:分析結果を表14に示した。Cは1.40%で過共析鋼の炭素濃度である。Siは0.130%,Alは 0.069%含まれ,滓などが噛み込んでいると思われる。Tiも0.060%で,Vは0.003%と低い。Mnは 0.001%以下,Cuは0.007%といずれも少ない。Pは0.11%とやや高く,Sは0.011%と低い。

以上の結果から、本資料は始発原料を砂鉄とする、炭素濃度が1.40%の過共析鋼鉄塊である。出 土状況から製錬時に生成したと推察される。

資料No.4 (FB.YDD.004)

位置:1号廃滓場跡 a 区 廃滓場 @ 3

分類:鉄塊 着磁度:7 メタル反応:16mm大

外観:図63に写真を示す。重量22.2g,長30.6×幅19.3×厚14.2mm。小さなナツメヤシ大の楕円形鉄 塊である。上面側は中央がやや窪み,半分くらいは黒褐色,半分くらいは茶褐色である。1mm大の 顆粒状粒子が全面に固着している。下面側も同様に顆粒状粒子が張り付いている。破面はなく,完 形である。

顕微鏡組織:図72の切断面写真に見られるように、ガス孔はあるが鉄塊そのものの資料である。表面には薄くさびが生成している。図78の金属鉄マクロ写真は、資料No.2と類似の、黒と白のまだら 模様組織である。金属鉄の組織写真を図100・101に示す。亜共晶白鋳鉄の組織で、白色のセメンタ イトと灰色の層状パーライトからなる。Cは3%前後と見られる。鉄滓は資料内には検出できず始 発原料の情報は得られていない。

化学成分:分析結果を表14に示した。Cは2.44%で, 亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。Siは0.110%, Alは0.024%である。Tiは0.022%, Vは0.002%と低い。鉄滓などの混入は少ないと思われる。Mnは 第3章 自然科学分析

0.001%以下, Cuは0.011%といずれも少ない。Pは0.095%とやや高く, Sは0.021%である。

以上の結果から、本資料は炭素濃度が2.44%の白鋳鉄塊である。出土状況から製錬時に生成した と推察される。始発原料の情報は得られていない。

資料No.5 (FB.YDD.005)

位置:1号廃滓場跡 廃滓場04

分類:鉄塊 着磁度:7 メタル反応:16mm大

外観:図63に写真を示す。重量21.6g,長29.5×幅21.1×厚13.6mm。扁平な円の一部が押し出された ようにはみ出している形状の鉄塊である。資料№4と類似の資料である。上下面ともに顆粒状で上 面中央は押しつぶされたように大きく窪み,5mm大の孔がある。上面は暗褐色だが下面は茶褐色を 呈し,丸みをもつ。破面はなく完形である。

顕微鏡組織:図72の切断面写真に見られるように,資料の周囲には鉄さびが生じているものの鉄の 遺存状態は良好で,楕円断面の鉄塊そのものの資料である。図79の金属鉄マクロ写真に見られるよ うに,鉄の組織は黒色の組織と白色の組織がまだらに共存している。大きな空孔もある。溶融の履 歴をもつと思われる。金属鉄の組織写真を図101に示す。亜共晶白鋳鉄の組織で,白色のセメンタ イトと灰色の層状パーライトからなる。炭素は3%前後と見られる。図118の組織写真に,鉄表面 の銹化鉄中に残るイルメナイトを示す。始発原料は砂鉄と思われる。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは2.42%で亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。Siは0.062%,Alは 0.015%含まれ,滓などが噛み込みは少ないと思われる。Tiも0.010%で,Vは0.001%と低い。Mnは 0.001%以下,Cuは0.013%といずれも少ない。Pは0.11%とやや高く,Sは0.020%と低い。巻き込まれた滓に起因しないC,P,S,Cu,ニッケル(以下,Ni)を見ると、資料Na.4とほとんど同じで 同質と見ることもできる。

以上の結果から、本資料は始発原料を砂鉄とする、炭素濃度が2.42%の白鋳鉄塊である。出土状 況から製錬時に生成したと推察される

資料No.6 (FB.YDD.006)

位置:1号廃滓場跡 b区 廃滓場 01

分類:鉄塊系遺物(流出滓) 着磁度:6 メタル反応:16~30mm大

外観:図63に写真を示す。重量285.0g,長159.8×幅49.4×厚30.9mm。尻尾の付いた小動物のような 形状の流出滓である。上面には酸化土砂が厚く付着し、下面には排滓溝の泥土が付着している。尻 尾状部分は金属鉄で形成されており、滓の有無は明瞭でない。胴体相当部分には黒色の滓が認めら れるが、その量は多くない。全体に着磁度は6で強く、16~30mm大のメタル反応がある。尻尾状の 突起部分から試料を採取した。

顕微鏡組織:図72の切断面写真に見られるように、内部に大きな空洞を有する厚板状の鉄塊そのも

のの資料である。資料の周囲には鉄さびが生じているものの鉄の遺存状態は良好である。図80の金 属鉄マクロ写真は、全面白鋳鉄の組織で周囲には薄くさびが形成されている。金属鉄組織写真を図 101・102に示す。亜共晶白鋳鉄の組織で、白色のセメンタイトと灰色の層状パーライトからなる。 炭素は3%前後と見られる。図118の組織写真は、資料表面に薄く観察される滓の組織を示す。や や褐色を帯びた多角形状のウルボスピネルと、灰色で小さくちぎられたような板状のイルメナイト が観察される。銹化メタルの表面に見られるイルメナイトを示す。ファイヤライトは観察されな い。始発原料は高チタン砂鉄と思われる。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは3.19%で亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。Siは0.015%,Alは 0.005%と低く,異物の混入は少ない。Tiは0.001%,Vも0.001%と低い。滓などの混入は少ない。 Mnは0.001%以下,Cuは0.007%といずれも少ない。Pは0.13%とやや高く,Sは0.060%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した含鉄流出滓である。内 部に、炭素濃度が3.19%の亜共晶白鋳鉄が生成している。

資料No.7 (FB.YDD.007)

位置:1号廃滓場跡 b区 廃滓場 02

分類:鉄塊系遺物(炉底滓) 着磁度:6 メタル反応:16~30mm大

外観:図63に写真を示す。重量292.6g,長102.6×幅68.0×厚44.0mm。不整四角形で厚みのある炉底 滓である。上面はさびが浸み込み茶褐色を呈する。背面側は粘土の薄褐色を呈し大小の木炭痕が多 く観察され,端部側は砂礫痕である。上面上側は炉壁胎土とみられ,炉壁際の炉底滓である。写真 下部には長さ8cm,太さ1.5cm位の鉄塊が遺存する。この部分で着磁度は6で,そのほかの部分で は1程度である。外観的には滓は黒色で,ガス質と言うほどではないが小さな気泡が多い。

顕微鏡組織:図72の切断面写真に見られるように,金属鉄は滓に潜り込むように滓の上部に存在す る。周囲の滓は黒色で十分溶融していない印象がある。図79の金属鉄マクロ写真は,白鋳鉄の組織 と見られ,灰色組織と白色組織が混合した組織になっている。部分的にパーライトの少ない白鋳鉄 の組織になっている。金属鉄の組織写真を図102に示す。亜共晶白鋳鉄の組織で,白色のセメンタ イトと灰色の層状パーライトからなる。図102-c・dのような灰色のパーライトの素地に粒界や 粒内にセメンタイトが析出する組織と,図102-e・fのようにセメンタイトの方が多い組織から なる。図118の組織写真は,炉壁側とみられる位置から採取した滓の組織を示す。還元途中の砂鉄 が多量に存在し,滓と炉壁の境界部分では発泡した胎土と砂鉄を内包する滓が反応しかけている。 操業末期の砂鉄が炉壁際を炉底近くまで流れ落ちたものであろうか。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは2.45%で亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。Siは0.001%以下, Alも0.001%以下と低い。Tiは0.001%以下,Vも0.001%と低い。滓などの混入は少ない。Mnは0.001% 以下,Cuは0.004%といずれも少ない。Pは0.21%とやや高く,Sは0.040%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した含鉄炉底滓である。炉

35

第3章 自然科学分析

壁と反応した還元途中の砂鉄を多量に含み、下部に白鋳鉄塊が潜り込んでいる。

資料No.8 (FB.YDD.008)

位置:3号廃滓場跡 廃滓場 01

分類:鉄塊 着磁度:6 メタル反応:16~30mm大

外観:図63に写真を示す。重量49.4g,長32.4×幅33.9×厚21.0mm。不整四角形で厚みのある鉄塊で ある。酸化土砂に覆われ、数カ所にかさぶたが剝がれたようなさびの剝離痕がある。木炭痕などは 認められない。下面は丸みを有し、砂礫状の泥土が付着しており炉底で生成した可能性がある。着 磁度は6で、メタル反応は16~30mm大である。重量感がある。

顕微鏡組織:図72の切断面写真に見られるように、大きな空洞を内包する鉄塊そのものの資料であ る。滓は肉眼的には観察されず、周囲は薄くさびが生成している。図81の金属鉄マクロ写真は、鉄 の組織は灰色組織と白色組織が混合した比較的均質な組織である。白鋳鉄の組織と思われ、大きな 気泡が多い。金属鉄の組織写真を図102・103に示す。亜共晶白鋳鉄の組織で、白色のセメンタイト と灰色の層状パーライトからなる。場所により写真のようにセメンタイトとパーライトの比率がや や異なる部分からなるが、亜共晶白鋳鉄である。金属鉄に付着していた滓の組織写真を図118・119 に示す。図118ではガラス質にイルメナイトが観察され、図119ではウルボスピネルが観察される。 砂鉄の製錬滓と思われる。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは3.01%で亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。Siは0.035%,Alは 0.032%と低い。Tiは0.016%含まれ、Vは0.001%と低い。SiとTiの比率はおおよそ0.45で、鉄滓が 混入したとすれば高濃度のTiO₂を含む滓であったと思われる。Mnは0.001%以下,Cuは0.007%とい ずれも少ない。Pは0.14%とやや高く、Sは0.18%と多い。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した亜共晶鋳鉄の鉄塊と推 察される。

資料No.9 (FB.YDD.009)

位置:3号廃滓場跡 廃滓場 01

分類:鉄塊系遺物(炉内滓) 着磁度:5 メタル反応:16mm大よりやや小

外観:図63に写真を示す。重量410.2g,長73.7×幅95.1×厚52.4mm。上面側は滓の小片やさびを巻き 込んだ酸化土砂が厚く覆い,下面側の半分は砂粒状で発泡した黒色の滓である。さび膨れが剝離し た痕跡が数カ所観察される。炉内で生成した滓とみられ,下部には16mm大よりもやや小さなメタル 反応がある。この部分では着磁度は5である。

顕微鏡組織:図72の切断面写真に見られるように、金属鉄が十分にまとまりきれておらず、微細の 金属鉄が滓に取り込まれている。滓は小さく発泡している。鉄の遺存状態は良好である。図82の金 属鉄マクロ写真は、白色のフェライト主体と思われる組織と、やや灰色の濃いパーライト主体と思 われる組織からなる。前者の方が70%ほどを占めている。金属鉄の組織写真を図103に示す。図103 - c・dは低炭素の亜共析鋼(C<0.8%)の組織で、白色のフェライト(C<0.02%)と灰色のパーラ イトの組織である。図103-e・fの組織は共析点(C=0.8%)に近い亜共析の組織で、パーライト の素地に粒界にフェライトが析出している。本資料は鉄が十分まとまっていないため、炭素濃度の 異なる部分がそのまま凝集しきれずに残っている。

図119に滓の組織写真を示す。図119-c・dでは丸みを帯びたウルボスピネル,板状や稲穂状の イルメナイトなどが観察され,図119-e・fではウルボスピネル主体にその背後にイルメナイトが 観察される。高チタン砂鉄の製錬滓によく見られる鉱物組織である。ファイヤライトは観察されな い。始発原料は高チタン砂鉄と思われる。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは0.24%で亜共析組成の炭素濃度である。Siは0.33%,Alは 0.35%と高い。Tiは1.06%,Vも0.048%と高い。TiO₂の高い滓などが多く混入している。Mnは0.066%,Cuは0.001%である。Pは0.044%と低く,Sは0.047%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、炭素の低い十分まと まりきれていない鉄塊を含む炉内滓と推察される。

資料No.10 (FB.YDD.010)

位置:1号廃滓場跡 a区 廃滓場 01

分類:鉄塊 着磁度:9 メタル反応:30mmよりやや小

外観:図63に写真を示す。重量247.0g,長65.2×幅46.0×厚35.5mm。団塊状の炉内滓で,非常に重量 感がある。資料全体が茶褐色のさびに覆われている。写真下側は破面で,上側には厚さ1mmほどの さび膨れの跡が残る。メタルは下側に集中する。上側は針で突いた様なガス孔を有する滓である。 下面側は大きな曲率で丸みをもち,炉床の堆積状態を反映した棒でこすったような溝が3条ある。 顕微鏡組織:図73の切断面写真に見られるように,鉄塊そのもので周縁部は銹化している。滓は肉 眼的には認められない。鉄の遺存状態は良好である。図82の金属鉄マクロ写真に見られるように, 鉄の組織は灰色組織と白色組織が混合した比較的均質な組織である。表面側の黒色繊維状部分は内 部に進行しているさびである。金属鉄の組織写真を図103に示す。白色のセメンタイト,灰色の層 状組織のパーライト,黒色の片状黒鉛などが観察される白鋳鉄と,ねずみ鋳鉄の混じり合ったまだ ら鋳鉄の組織である。3%前後の炭素量と思われる。

図119の組織写真は、資料表面に付着していた滓の組織を示す。イルメナイトがガラス質に晶出 しており、本資料は高チタン砂鉄の製錬滓であろう。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは2.91%で亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。顕微鏡組織と一致 する。Siは0.018%,Alは0.004%と高い。Tiは0.001%以下,Vは0.001%と低い。鉄滓などの混入は 少ない。Mnは0.001%以下,Cuは0.013%である。Pは0.13%と高く,Sは0.025%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、炭素濃度が2.91%の

37

第3章 自然科学分析

亜共晶鋳鉄塊と推察される。

資料No.11 (FB.YDD.011)

位置:1号廃滓場跡 a 区 廃滓場 @ 2

分類:鉄塊系遺物(炉内滓),着磁度:7,メタル反応:16mmよりやや大

外観:図63に写真を示す。重量141.0g,長59.6×幅48.0×厚39.2mm。不整四角形で,大きな木炭痕や 木炭を噛み込んだ鉄塊系遺物である。16mmを超えるメタル反応がある。

顕微鏡組織:図73の切断面写真に見られるように,鉄塊そのものの資料で周縁部は銹化している。 鉄の遺存状態は良好である。図83の金属鉄マクロ写真は,過共析と思われる組織が大部分で,周囲 は鉄さびと酸化土砂である。金属鉄の組織写真を図104に示す。共析から過共析(C>0.8%)にかけ てのパーライト組織である。

図120の組織写真は、資料表面に付着していた滓の組織を示す。イルメナイトもしくはシュード ブルッカイト(Pseudobrookite: FeO・2TiO₂)の組織で、高チタン砂鉄の製錬滓であろう。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは1.27%で過共析鋼(C<0.8%)の炭素濃度である。顕微鏡組 織とほぼ一致する。Siは0.180%,Alは0.098%と高い。Tiは0.042%と高く,Vは0.002%である。Mn は0.001%以下,Cuは0.021%である。Pは0.077%と高く,Sは0.023%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、炭素濃度がを1.27% の過共析鋼の鉄塊系遺物と推察される。

資料No.12 (FB.YDD.012)

位置:1号廃滓場跡 b区 廃滓場 @3

分類:炉内滓(含鉄遺物) 着磁度:3~4 メタル反応:3mm大相当

外観:図63に写真を示す。重量154.8g,長60.5×幅71.7×厚44.3mm。2×2.5cmの大きな木炭痕を有 する,ガス質な炉内滓である。他にも上面には5mm大の木炭痕が数個確認できる。上面はやや平ら で小さな気孔が多いのに対して,下面には大小様々なガス孔がみられる。断面の観察では多孔質な 組織で,内部には多数の小気孔が観察される。上面中央に3mm大のメタル反応がある。

顕微鏡組織:図84の金属鉄マクロ写真は、ガス質な滓でイルメナイトなどの高チタン組織が資料全 面に分布し、ガラス質などは少ない。図120に組織写真を示す。図120-c・dでは白色板状のイル メナイトと、その内部に初晶として晶出したと見られるシュードブルッカイトが観察される。稲穂 状のイルメナイトもみられる。図120-e・fでは色の濃い棒状や多角形状のシュードブルッカイ トや、イルメナイトが観察される高チタン砂鉄製錬滓の鉱物組織である。いずれもファイヤライト は観察されない。白く輝く金属鉄粒子が散見される。

X線回折:結果を表21と図50に示す。シュードブルッカイトが強い回折線を示し、マグネタイトが 中程度の、イルメナイトが弱い回折線を示す。他には銹化鉄のオキシ水酸化鉄であるゲーサイト、 レピドクロサイトと金属鉄の微弱な回折線が認められる。

化学成分: 滓の分析結果を表16に示す。T.Feは31.5%で, M.Feは1.89%含まれ, 金属鉄をやや多く 含んでいる。FeOは9.30%と低く, Fe2O3は32.0%で, SiO2は12.0%である。Al2O3は2.83%含まれる。 TiO2は33.2%である。造滓成分は19.31%である。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に換算するとFeOnは 47.7%, SiO2は13.9%, TiO2は38.4%となり, 図26のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図ではシュードブ ルッカイトの境界に近いイルメナイト領域にある。イルメナイトとシュードブルッカイトが主要鉱 物相となると考えられ, 顕微鏡観察, X線回折結果と一致している。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄の炉内製錬滓と推察される。

資料No.13 (FB.YDD.013)

位置:1号廃滓場跡 a区 廃滓場 @3

分類:鉄塊 着磁度:5 メタル反応:30mm大

外観:図63に写真を示す。重量159.2g,長63.5×幅58.3×厚22.9mm。不整多角形の板状炉内滓で,酸 化土砂に覆われている。上面には小さな木炭が噛み込んでおり、5mm大以下の木炭痕も認められる。 下面側はやや凹凸が強く、同様に小さな木炭痕が認められる。全体に強いメタル反応があり、30mm 大相当である。着磁度は5である。

顕微鏡組織:図73の切断面写真に見られるように,ガス孔はあるが小さく,全面が金属鉄の厚板状 鉄塊そのものである。表面には薄くさびが生成している。図81の金属鉄マクロ写真は,パーライト と思われる素地に白色の網目状組織と白色針状組織が析出している。気孔なども多い。金属鉄組織 写真を図104に示す。図104-c・dは過共析の組織で,共析のパーライト組織に粒界や粒内にセメ ンタイトが析出している。図104-e・fでは部分的に亜共晶白鋳鉄組織が観察される。

図120・121の組織写真は,鉄表面に付着した鉄滓の顕微鏡組織を示す。イルメナイト組織で砂鉄 製錬滓に見られる組織である。始発原料は砂鉄と思われる。

化学成分:分析結果を表14に示した。Cは2.27%で亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。Siは0.160%,Al は0.100%である。Tiは0.020%で,Vは0.001%と低い。滓などの混入は少ないと思われる。Mnは 0.001%以下,Cuは0.005%といずれも少ない。Pは0.14%とやや高く,Sは0.023%である。

本資料は出土状況から製錬工程で生成したと推察されるが, 滓の痕跡を検出できず始発原料は特 定できない。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を製錬して生成した、炭素濃度が2.27%の亜共晶白鋳鉄 塊と推察される。

39

資料No.14 (FB.YDD.014)

位置:1号廃滓場跡 b区 廃滓場 02

分類:炉内滓(砂鉄焼結塊) 着磁度:2 メタル反応:無

外観:図63に写真をに示す。重量79.9g,長45.2×幅86.2×厚31.3mm。炉内の溝などに深く侵入した 様相の断面を有する炉内滓で,上面には約5×25mmの木炭痕を数多く残す。このためゴツゴツした 面となり,色調は暗褐色である。重量感があり,製錬滓であれば還元不良の可能性も考えられる。 写真左下部には流動痕跡がある。

顕微鏡組織:切断面の観察では,黒色の鉄滓そのもので比較的緻密であるが,やや大きな気泡も数 個見られる。図121に組織写真を示す。砂鉄痕跡を残す組織である。図121-c・dは個別の砂鉄痕 跡が明瞭である。金属鉄が生成途中の砂鉄粒子も観察され,棒状のイルメナイト,背後に沈むよう なファイヤライトなども観察される。図121-e・fは,図121-c・dよりも滓化が進んでおり, 砂鉄粒子の識別がしにくくなりつつあり,変わってイルメナイト,ウルボスピネルなどの鉱物相が 量的に増してきている。炉中段付近の還元帯中下部くらいの位置で生成したものと思われる。

X線回折:結果を表21と図50に示す。イルメナイトとウルボスピネルが強い回折強度を示し、ファ イヤライトとマグネタイトの弱い回折線を示した。このほかに胎土成分である石英やアノーサイト (CaO・Al₂O₃・2SiO₂),金属鉄の微弱な回折線が認められる。

化学成分: 滓の分析結果を表16に示す。T.Feは36.9%で, M.Feは0.83%含まれ, 金属鉄が少量含ま れている。FeOは31.9%と低く, Fe2O3は16.1%で, SiO2は12.4%である。Al2O3は2.37%含まれる。 TiO2は28.3%である。造滓成分は19.59%である。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に換算するとFeOnは 54.1%, SiO2は14.0%, TiO2は31.9%となり, 図26のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図ではイルメナ イトとウルボスピネルの境界上にある。イルメナイトとウルボスピネルが主要鉱物相となると考え られ、顕微鏡観察, X線回折結果と一致している。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、高チタン砂鉄の製錬滓と判断される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は還元過程の砂鉄が滓化途中にある、還元帯中部から下部にかけて生成 した、高チタン砂鉄の炉内製錬滓と推察される。

資料No.15 (FB.YDD.015)

位置:1号廃滓場跡 b区 廃滓場 02

分類:鉄場系遺物(炉底滓) 着磁度:3 メタル反応:16mm大よりやや小

外観:図63に写真を示す。重量627.9g,長86.7×幅137.1×厚75.5mm。炉底粘土と炉内滓が一体となった,炉底面縁辺に沿った炉底滓である。黒色ガラス質の発泡した滓,小さな気泡のみを内包した 緻密な滓などが存在する。上部左の滓はガラス質で10mm大以上の木炭痕が多く,滓も解け合わず何 重にも積み重なっている。この部分に16mm大よりもやや小さなメタル反応がある。この部分で着磁 度は3である。断面には,鉄滓の緻密な組織に6mm大の気泡が1個観察される。溶融時に小さなガ ス孔が合体成長して生成したものと思われる。箱形炉の排滓孔近くの破片と推定されいる。炉底面 縁辺の滓として分析する。

顕微鏡組織:図121・122に組織写真を示す。小さく発泡したガス質な滓でイルメナイトなどの高チ タン組織が資料全面に分布し、ガラス質などは少ない。連なった小玉状のイルメナイト、稲穂状の イルメナイト、やや褐色を帯びた多角形や骸晶が崩れたようなウルボスピネルが観察される。典型 的な高チタン砂鉄製錬滓の鉱物組織である。

X線回折:結果を表21と図51に示す。イルメナイトとウルボスピネルが最強の回折強度を示し、フ アイヤライトとマグネタイトの弱もしくは微弱な回折線を示す。

化学成分: 滓の分析結果を表16に示す。T.Feは30.9%で,M.Feは0.11%含まれる。FeOは25.7%と 低く,Fe₂O₃は15.5%で,SiO₂は15.3%である。Al₂O₃は3.75%含まれる。TiO₂は32.6%である。造滓 成分は24.60%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは46.2%,SiO₂は17.2%,TiO₂ は36.6%となり,図26のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではイルメナイトとシュードブルッカイト の境界にある。イルメナイトとシュードブルッカイトが主要鉱物相となると考えられ,顕微鏡観 察,X線回折結果とやや異なる。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄の炉内製錬滓と推察される。

資料No.16 (FB.YDD.016)

位置:1号廃滓場跡 a 区 廃滓場 @ 2

分類: 炉底滓 着磁度: 3 メタル反応: 無

外観:図63に写真を示す。重量908.9g,長125.2×幅183.4×厚50.3mm。砂質の炉底粘土の上に,1~ 2 cmの厚みに鉄滓が堆積している炉底滓である。滓は厚みのある板状である。上面は滑らかで,中 央左に8~10cmほどの褐色の赤さびが染みているが,そのほかは黒色で滓は良く流れ,ガス孔は比 較的小さく緻密である。断面は多層構造を示し,上層には1 cm程度の黒色の緻密な鉄滓,中層,下 層の粘土層には5 mm大の粗粒も観察される。資料№15と同様に,炉底粘土は混和物もなく砂質であ る。近隣の粘土そのもののように思われる。

顕微鏡組織:図80の金属鉄マクロ写真は、ガラス質の中にイルメナイトと思われる細い組織と、花 のように大きく成長したウルボスピネルが晶出している滓が、右側の炉床粘土に結合している。図 122に組織写真を示す。細い稲穂状のイルメナイト、大きく成長した多角形が崩れたようなウルボ スピネルが観察される。典型的な高チタン砂鉄製錬滓の鉱物組織である。

化学成分: 滓の分析結果を表16に示す。T.Feは30.7%で, M.Feは0.22%とわずかである。FeOは34.5% と低く, Fe₂O₃は5.24%で, SiO₂は22.7%である。Al₂O₃は5.41%含まれる。TiO₂は24.1%である。造 滓成分は34.39%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは45.9%, SiO₂は26.2%, TiO₂ は27.8%となり, 図26のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではイルメナイトの境界に近いクリストバ ライトの領域にある。クリストバライトが初晶として晶出することはなく, イルメナイトが主体で ウルボスピネルがそれに次ぐ鉱物組織になると想定され,顕微鏡観察と一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄の製錬滓が炉底に堆積した炉底滓と推察される。

資料No.17 (FB.YDD.017)

位置:1号廃滓場跡 a 区 廃滓場 @ 3

分類:炉底滓(含鉄遺物) 着磁度:2 メタル反応:3mmより大

外観:図63に写真を示す。重量436.8g,長93.1×幅129.2×厚48.7mm。資料№15・16と同質の炉底滓 で、厚みのある板状である。上面は細かな顆粒状で、十分に熱を受けて溶融した面ではない。5mm 大の木炭痕もあり、上面左下に3mm大のメタル反応がある。断面は、上面から下方粘土にかけて3 層からなっている。最上層は緻密で滓と反応している。中間層は激しく発泡している。最下層は炉 底粘土である。層の境界は明瞭である。中間層の色の違いは、染みた滓の鉄分などの影響と思われ る。全体に気孔が多く、滓というよりも単に滓が浸み込んだ炉底粘土資料である。粘土部分につい て調査した。

顕微鏡組織:図122に組織写真を示す。素地の粘土は発泡し、石英などの粒状物が観察される。鉱 物粒は角がとれており素地と解け合うほどではないが、ある程度の熱影響は受けている。

X線回折:結果を表21と図51に示す。石英が最高強度の回折線を示し、トリジマイトが中程度の回 折線を示す。他に胎土成分のアノーサイト、ムライトの微弱な回折線などが認められる。チタンを 含む鉱物種は検出されない。顕微鏡観察の結果も加味すれば、この胎土は粒状シリカ(トリジマイ トも含む)とアノーサイトを主要鉱物とする炉底粘土と考えられる。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量が1.12%,化合水は1.05%で,結合水が多く抜けた状態での分析である。T.Feは4.24%とわずかである。SiO₂は66.2%と通常の粘土の約60%より高く,耐火度に有利なAl₂O₃は19.0%と通常の粘土の約15~18%の範疇よりやや高い。TiO₂は1.17%で,後述の資料No.40の地山粘土に比べやや高く,滓がわずかに侵入していると思われる。

以上の結果から、本資料はシリカとアノーサイトを主要鉱物とするSiO₂が66.2%、Al₂O₃が19.0%の鉄滓がわずかに浸み込んだ炉底滓(粘土)である。

資料No.18 (FB.YDD.018)

位置:1号廃滓場跡 b区 廃滓場 ℓ3分類:炉底滓 着磁度:<1 メタル反応:無

外観:図63に写真を示す。重量1,604.9g,長157.7×幅166.7×厚69.5mm。滓化の著しい炉底粘土で資料の厚み方向の1/2は激しく発泡している。上面は平坦ながら皺があり、灰青色で木炭などの圧痕を残す。粘土部分には1~2cm大の粘土塊を残し、前操業の炉底と見られるガラス質滓も検出される。資料は炉の周縁部の可能性もある。粘土には塊が見られるが擬似粒子と思われ、粒径のそろった砂質のようである。下部粘土を剝ぎ取るように採取し、粘土として調査する。

顕微鏡組織:図123に組織写真を示す。素地の粘土は発泡していない。また、石英などの粒状物が 多く観察されるが、角張ったままで素地と解け合っている様子はない。顕微鏡組織としては一般的 な炉壁や炉底などの胎土組織である。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は1.02%と低く,化合水は0.94%で熱影響を受けた状態での分析である。SiO2は68.1%と通常の粘土の約60%より高い。耐火度に有利なAl2O3は18.1%と通常の粘土の約15~18%の範疇にある。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は2.15% とやや高めである。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.94%である。軟化性成分であるT.Feは 3.83%とやや低めである。MnOは0.06%で胎土としては低めである。TiO2は0.92%含まれ,通常の 粘土などに比べてやや高い。成分的には資料No.17(炉底粘土)と同質である。

耐火度:耐火度は1,160℃である(表19)。製鉄炉の耐火材としてはやや低い性状であった。推算耐火 度は1,235℃で(表17),75℃ほど差がある。

以上の結果から、本資料はシリカ(トリジマイトも含む)とアノーサイトを主要鉱物とする、SiO₂ が68.1%、Al₂O₃が18.1%で、耐火度が1,160℃の、上面が滓化している炉底粘土である。

資料No.19 (FB.YDD.019)

位置:3号廃滓場跡 廃滓場 @1

分類:炉底滓 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図63に写真を示す。重量227.2g,長83.4×幅67.4×厚44.5mm。上面5~10mmくらいが黒色緻密 滓で,その下部が発泡した滓と粘土の炉底滓である。上面は滑らかでやや凹凸もあるが平坦である。 胎土の大部分は被熱を受けた灰色を呈し,最厚部は被熱の影響は少なく,薄茶からうす灰色である。 粘土は砂質傾向だが,粒径は小さく均一で砂状のものは見られない。

顕微鏡組織:図123に組織写真を示す。資料Na18と同質の顕微鏡組織である。素地の粘土は発泡し ておらず,強い熱影響は受けていない。また,石英などの粒状物が多く観察されるが,角張ったま まで素地と解け合っている様子はない。顕微鏡組織としては一般的な炉壁や炉底などの胎土組織で ある。

X線回折:結果を表21と図51に示す。石英が最高強度を、石英の高温変態型であるトリジマイトが 強い回折線を示す。他に胎土成分のアノーサイト、ムライトの微弱〜弱の回折線などが認められる。 チタンを含む鉱物種は検出されない。顕微鏡観察の結果も加味すれば、この胎土は粒状シリカ(ト リジマイトも含む)とアノーサイトを主要鉱物とする炉底粘土である。 化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は1.75%と低く,化合水は1.71%で熱影響を受けた状態での分析である。SiO₂は59.4%と通常の粘土の約60%で,耐火度に有利なAl₂O₃は26.5%と通常の粘土の約15~18%よりもかなり高く,耐火度に有利である。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.48%と低めで,これも耐火度に有利である。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.12%である。軟化性成分であるT.Feは5.46%で本調査の中では最も高いが,通常の粘土の範囲である。MnOは0.07%で胎土としては低めである。TiO₂は0.68%含まれ,通常の粘土などに比べてやや高い。

耐火度:耐火度は1,470℃である(表19)。製鉄炉の耐火材としては良好である。推算耐火度は1,317℃で(表17),150℃近い差があるが高めの値である。

以上の結果から、本資料はシリカ(トリジマイトも含む)とアノーサイトを主要鉱物とする、SiO2 が59.4%、Al₂O₃が26.5%と高く、耐火度が1,470℃の、上面が滓化している炉底粘土である。

資料No.20 (FB.YDD.020)

位置:3号廃滓場跡 廃滓場 01

分類:炉底滓 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図64に写真を示す。重量1,355g,長144.0×幅87.8×厚78.2mm。黒色緻密な滓が厚く堆積した 炉底滓で,下部には炉底粘土を随伴している。資料は分厚く8cmほどである。緻密な滓部分は上方 から下方に向けて1方向が凝固している。部分的には気孔もあるが,質的には緻密である。断面は 緻密な鉄滓組織であるが,数個の2~3mm大の気孔を基点とした亀裂観察される。操業停止時の滓 情報を得るため,滓について調査する。

顕微鏡組織:図123に組織写真を示す。引き裂かれた板状のイルメナイトが圧倒的に多く、その背後に薄くファイヤライトが観察される。典型的な高チタン砂鉄製錬滓の鉱物組織である。

化学成分: 滓の分析結果を表16に示す。T.Feは29.1%で, M.Feは0.23%とわずかである。FeOは29.7% と低く, Fe2O3は8.27%で, SiO2は21.4%である。Al2O3は4.77%含まれる。TiO2は26.1%である。造 滓成分は33.81%である。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に換算するとFeOnは44.4%, SiO2は25.0%, TiO2 は30.5%となり, 図27のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図ではイルメナイトとシュードブルッカイト の境界に近いクリストバライトの領域にある。クリストバライトが初晶として晶出することはなく, イルメナイトやシュードブルッカイトが主体の鉱物組織になると想定される。顕微鏡観察ではイル メナイトがほとんどで, やや異なる。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄の製錬滓が炉底に堆積した炉底滓と推察される。

資料No.21 (FB.YDD.021)

位置:1号廃滓場跡 a区 廃滓場 @1

分類:鉄塊系遺物(流出滓) 着磁度:7 メタル反応:16~30mm

外観:図64に写真を示す。重量51.2g,長98.3×幅41.6×厚37.8mm。45×23×20mmほどの繭玉状の鉄 塊を、下部に巻き込んでいる黒色流出滓である。上流側と下流側が破面で、破面数は2面である。 20~25mmほどの流動単位の上に、幅40mmの流動単位が流れている。破面で見ると中央は大きく発泡 し、滓には小さな気泡が多く観察される。滓そのものは典型的な流出滓である。

顕微鏡組織:図73の切断面写真に見られるように,流出滓の下部に潜り込んだ鉄塊が観察され,鉄 塊の周囲は厚く銹化している。図85の金属鉄マクロ写真は,鉄の組織はやや白くまだらで鋳鉄に見 える。周囲は厚くさびに覆われ,鉄塊もその半分は金属鉄組織を残したさびである。金属鉄の鉄組 織写真を図104に示す。白色のセメンタイト,灰色の層状組織のパーライト,黒色の片状黒鉛など が観察される白鋳鉄と,ねずみ鋳鉄の混じり合ったまだら鋳鉄の組織である。3%前後の炭素量と 思われる。図124に滓の組織写真を示す。イルメナイトがガラス質全面に晶出しており,高チタン 砂鉄の製錬滓である。

X線回折:結果を表21と図52に示す。イルメナイトが最強の回折強度を示し、アナターゼ(TiO₂)の 微弱な回折線、ゲーサイトと金属鉄の微弱な回折線が認められる。TiO₂が非常に高濃度であること を示す。

化学成分: 滓の分析結果を表16に示す。T.Feは24.6%で,M.Feは0.75%含まれる。FeOは17.9%と低 く,Fe2O3は14.2%で,SiO2は18.6%である。Al2O3は3.84%含まれる。TiO2は32.1%である。造滓成 分は32.91%である。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に換算するとFeOnは38.8%,SiO2は22.5%,TiO2は 38.8%となり,図26のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図ではシュードブルッカイトとの境界に近いク リストバライト領域にある。クリストバライトが初晶として晶出することはなく,シュードブルッ カイトが主体の鉱物組織になると想定される。顕微鏡観察ではイルメナイトがほとんどで,やや異 なる。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した, 亜共晶鋳鉄の鉄塊が 潜り込んでいる含鉄流出滓である。

資料No.22(FB.YDD.022)

位置:1号廃滓場跡 a区 廃滓場 02

分類:鉄塊系遺物(流出滓) 着磁度:5 メタル反応:16mm

外観:図64に写真を示す。重量1,221.3g,長103.4×幅129.0×厚74.9mm。下部に炉底と同質の粘土が 付着した大きな流出滓で,黒色緻密である。破面は大きなものだけで6面ある。流動単位は明瞭で ないが、上部は1~1.5cmと緻密であり、下部は鉄さびの褐色で気孔の多いガス質な滓である。断面 の観察では、金属鉄は十分にまとまっておらず、網目状の金属鉄が細い帯状に連なっている。この ため、実態以上に大きなメタル反応があったと思われる。破面の一部には、滓に巻き込まれていた と思われる木炭痕も観察される。

顕微鏡組織:図86の金属鉄マクロ写真は,鉄の組織が白くフェライトのように見える。また,滓は ほとんどが大きく成長したウルボスピネルで,メタルに巻き込まれるようにわずかにイルメナイト が見られる。金属鉄組織写真の図105にメタル部分の組織を示す。フェライト組織で炭素量は0.02% 以下である。図124に組織写真を示す。図124-c・dは滓の大部分を占める大きく成長したウルボ スピネルで,図124-e・fは金属鉄に巻き込まれるように見えたイルメナイトである。高チタン 砂鉄の製錬滓である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは39.9%で,M.Feは0.31%含まれる。FeOは43.3%で,Fe₂O₃ は8.48%と少ない。SiO₂は9.17%である。Al₂O₃は2.70%含まれる。TiO₂は30.1%である。造滓成分は 15.70%と製錬滓としては少ない。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは56.9%,SiO₂は 10.1%,TiO₂は33.1%となり,図26のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではウルボスピネルの領域に ある。ウルボスピネルが主体の鉱物組織になると想定される。顕微鏡観察と一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した含鉄流出滓である。

資料No.23 (FB.YDD.023)

位置:1号廃滓場跡 a 区 廃滓場 @ 3

分類:流出滓 着磁度:<1 メタル反応:無

外観:図64に写真を示す。重量217.2g,長90.0×幅54.7×厚43.3mm。破面数5の大きな流動単位の流 出滓片で,表面は滑らかで黒色の典型的な流出滓である。下面には流路の粘土や細粒が付着してい る。破面で見ると,ガス気孔は上下面で少なく中央に集中する。断面の上部,下部には小さな気孔 が観察される。滓は均質である。一部に小さなメタル粒が観察される。側面の一部には鉄さびが生 じており,内在したメタル粒が銹化したものであろう。滓そのものは均質である。

顕微鏡組織:メタル部を図87-aの金属鉄マクロ写真に示す。外周側が厚くさびに覆われ,内部の 鉄は高炭素と思われる。金属鉄の組織写真を図105に示す。パーライト素地に網目状にセメンタイ トが析出した過共析鋼の組織で,炭素量は約1.5%と思われる。滓部分を図87-bの金属鉄マクロ写 真に示す。均質で気泡や気孔が多く,棒状あるいは角形の鉱物組織が圧倒的に多く観察される。図 124・125に滓の組織写真を示す。図124はやや多角形状のウルボスピネルが多い部分で,図125は羊 歯状のイルメナイトが多い部分である。これらが大部分を占めている。ガラス質の中には薄く小さ なファイヤライトも観察される。高チタン砂鉄の製錬滓である。 X線回折:結果を表21と図52に示す。イルメナイトとウルボスピネルが最強回折強度を示し、ファ イヤライトの弱い回折線が認められる。チタンが高濃度であることを示す。

化学成分: 滓の分析結果を表16に示す。T.Feは33.1%で,M.Feは0.19%含まれる。FeOは31.0%で, Fe2O3は12.6%である。SiO2は14.7%で,Al2O3は3.44%含まれる。TiO2は31.1%である。造滓成分は 23.70%である。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に換算するとFeOnは48.8%,SiO2は16.4%,TiO2は34.8% となり,図26のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図ではイルメナイトの領域にある。イルメナイトとウ ルボスピネルが主体の鉱物組織になると想定される。顕微鏡観察と一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した流出滓である。

資料No.24 (FB.YDD.024)

位置:1号廃滓場跡 廃滓場 01

分類:流出滓 着磁度:<1 メタル反応:無

外観:図64に写真を示す。重量864.2g,長103.3×幅173.2×厚73.0mm。炉内温度が下がり,流動性が 著しく悪い状態で,無理矢理動かした感のある流出滓である。2段に流れており,下段の滓には上 部にまで排滓溝の砂礫が噛み込み,正常に流れたものではない。断面の観察では比較的均質で気孔 なども丸いことから,溶融は十分であったと思われる。外観の流動性が悪く見られる点は,ある程 度温度が下がったところで引くなどの操作が加わった可能性が高い点であろう。流動単位も明瞭で はない。磁着はほとんどなく,一部に1以下の着磁がある。

顕微鏡組織:図86の金属鉄マクロ写真は気泡や気孔が多く、いずれも丸い。滓は均質である。マク ロ写真では個々の鉱物組織が小さく判別が難しい。図125に滓の組織写真を示す。羊歯状や板状の イルメナイトが圧倒的である。高チタン砂鉄の製錬滓である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは27.6%で,M.Feは0.53%とやや多い。FeOは13.8%で, Fe2O3は23.4%である。SiO2は17.2%で,Al2O3は4.02%含まれる。TiO2は33.3%である。造滓成分は 27.54%である。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に換算するとFeOnは42.4%,SiO2は19.6%,TiO2は38.0% となり,図26のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図ではイルメナイトの領域にある。イルメナイト主体 の鉱物組織になると想定される。顕微鏡観察と一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した流出滓である。

資料No.25 (FB.YDD.025)

位置:1号廃滓場跡 a 区 廃滓場 @ 2

分類:流出滓(含鉄遺物) 着磁度:3 メタル反応:5mmよりやや大

外観:図64に写真を示す。重量342.5g,長73.1×幅99.1×厚35.4mm。資料№23の流出滓と同様に流動 単位の大きな流出滓片である。側面はすべて破面で,破面数は7である。上面はやや赤みを帯びた 黒色で,下面は5mm大の礫を多く噛み込んでいるが,砂状のものはきわめて少なく,礫が敷かれて いた可能性もある。下面中央にはさびを生じ,5mm大を超えるメタル反応があり,この部分では着 磁度は3である。他の部分では着磁度は1以下である。断面で見ると滓は黒色緻密であるが,気孔 なども丸いことから溶融は十分であったと思われる。下層の滓は水蒸気との反応によるものか発泡 している。上側の滓は気孔も少なく緻密である。

顕微鏡組織:図125・126に滓の組織写真を示す。羊歯状や稲穂状のイルメナイトが圧倒的である。 一部に細く長いシュードブルッカイトと思われる組織も観察される。高チタン砂鉄の製錬滓である。 **化学成分**:分析結果を表16に示す。T.Feは28.8%で,M.Feは0.24%である。FeOは28.1%で,Fe₂O₃ は9.60%である。SiO₂は18.7%で,Al₂O₃は4.60%含まれる。TiO₂は30.9%である。造滓成分は29.20% である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは43.2%,SiO₂は21.4%,TiO₂は35.4%とな り,図26のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではシュードブルッカイトとクリストバライトの境界上 にある。シュードブルッカイトとイルメナイト主体の鉱物組織になると想定される。顕微鏡観察と おおよそ一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した流出滓である。

資料No.26 (FB.YDD.026)

位置:1号廃滓場跡 廃滓場04

分類:流出滓 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図64に写真を示す。重量142.4g,長48.0×幅88.2×厚26.0mm。不整三角形気味で先端に突起が 生じている黒色緻密な流出滓の小片で、3~4条の流動単位が積層している。破面は上流側に2面 ある。上面右には鉄さびが染みているがメタル反応、着磁ともにない。下面は粘土の小塊を噛み込 んでいる。断面で見ると大きな気泡が3カ所認められるが、全体には緻密で、均質な組織である。 顕微鏡組織:図126に滓の組織写真を示す。笹の葉状のイルメナイトが圧倒的に多く、多角形が崩 れたようなウルボスピネルや白く輝く金属鉄粒子が散見される。高チタン砂鉄の製錬滓である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは28.5%で,M.Feは0.28%である。FeOは23.6%で,Fe₂O₃ は14.1%である。SiO₂は15.5%で,Al₂O₃は3.85%含まれる。TiO₂は34.7%である。造滓成分は25.68% である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは42.9%,SiO₂は17.6%,TiO₂は39.5%とな り,図26のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではシュードブルッカイト領域にある。シュードブルッ カイトとイルメナイト主体の鉱物組織になると想定される。顕微鏡観察ではシュードブルッカイト は検出されず、完全には一致しない。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した流出滓である。

資料No.27 (FB.YDD.027)

位置:1号廃滓場跡 b区 廃滓場 01

分類:流出滓 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図64に写真を示す。重量238.4g,長73.3×幅89.4×厚31.1mm。不整四角形で気泡だらけの溶岩 状の鉄滓である。色調は褐色を帯びた黒色である。十分溶融したようには見えない。砂鉄焼結塊よ りも溶融がすすんだ状態の砂鉄が結合したようにも見える。炉内で生成した可能性が高いように思 われる。下面には粘土・砂などの付着はないが、木炭痕もない。多孔質なわりに重量感がある。断 面で見ると、気泡が多い多孔質な組織である。

顕微鏡組織:図126・127に滓の組織写真を示す。図126では微細な骸晶状ウルボスピネルと大きく 成長したウルボスピネルが観察され、図127では微細な羊歯状のイルメナイトが観察される。高チ タン砂鉄の製錬滓である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは33.6%で,M.Feは0.22%である。FeOは37.0%で,Fe₂O₃ は6.60%である。SiO₂は16.1%で,Al₂O₃は4.27%含まれる。TiO₂は28.7%である。造滓成分は25.27% である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは49.3%,SiO₂は18.2%,TiO₂は32.5%とな り,図26のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではイルメナイト領域にある。イルメナイトとウルボス ピネルが主体の鉱物組織になると想定される。顕微鏡観察とほぼ一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した流出滓である。

資料No.28 (FB.YDD.028)

位置:3号廃滓場跡 廃滓場 @1

分類:流出滓(含鉄遺物) 着磁度:3 メタル反応:5mm大

外観:図64に写真を示す。重量423.1g,長57.9×幅67.8×厚54.3mm。黒色で大きな流動単位の流出滓の破片で,側面,下面はすべて破面でもともとは倍くらいの厚みがあったように見える。破面は側方4面,下方1面である。下側3/4には大きな空孔や気泡が多い。断面では微細な気孔で全面が覆われている中に,5mm大の気孔が数個観察される。溶融時に小さなガス孔が合体成長して生成したものと思われる。上面は比較的緻密である。裏面側から側面にかけての鉄さび部には5mm大のメタル反応があり、この部分では着磁度は3であるが、他の部分ではメタル反応、着磁ともにない。

第3章 自然科学分析

顕微鏡組織:図127に滓の組織写真を示す。図127-c・dでは棒状のイルメナイトとやや褐色を帯 びた多角形状のウルボスピネル,これらの背後に沈むようにファイヤライトが観察され,図127e・fではウルボスピネルが多く,これに棒状イルメナイトが観察される。大きく成長したウルボ スピネルが観察され,高チタン砂鉄の製錬滓である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは35.9%で,M.Feは0.10%である。FeOは41.9%でFe₂O₃は 4.62%である。SiO₂は14.8%で,Al₂O₃は3.17%含まれる。TiO₂は28.2%である。造滓成分は23.22% である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは52.0%,SiO₂は16.5%,TiO₂は31.5%とな り,図27のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではイルメナイト領域にある。イルメナイトとウルボス ピネルが主体の鉱物組織になると想定される。顕微鏡観察とほぼ一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した流出滓である。

資料No.29 (FB.YDD.029)

位置:3号廃滓場跡 廃滓場 01

分類:流出滓 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図64に写真を示す。重量294.4g,長68.2×幅90.7×厚42.5mm。黒色で大きな流動単位の大きな 流出滓の破片で,上面は比較的平坦で,下面には粘土塊が噛み込んでいる。資料の周縁は5面以上 の破面で構成され,大きな流出滓片の一部であると想定される。流出溝の側面にあたる部分では大 きく発泡している。破面で見ると大小の気泡が多数観察される。気孔の形は扁平なものから丸いも のまで多様である。

顕微鏡組織:図127・128に組織写真を示す。図127では多角形状のウルボスピネルが多く,破れた 短冊状のイルメナイトとガラス質に沈むようにファイヤライトが観察され,図128では細いイルメ ナイトが観察される。高チタン砂鉄の製錬滓である。

X線回折:結果を表21と図52に示す。イルメナイトとウルボスピネルが最強回折強度を示し、ファ イヤライトの弱い回折線が認められる。チタンが高濃度であることを示す。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは31.7%で,M.Feは0.06%である。FeOは37.3%で,Fe₂O₃ は3.78%である。SiO₂は19.7%で,Al₂O₃は5.64%含まれる。TiO₂は25.8%である。造滓成分は31.18% である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは47.4%,SiO₂は22.8%,TiO₂は29.8%とな り,図27のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではイルメナイトとの境界に近いクリストバライト領域 にある。イルメナイトとウルボスピネルが主体の鉱物組織になると想定される。顕微鏡観察とほぼ 一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。 以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した流出滓である。

資料No.30 (FB.YDD.030)

位置:1号廃滓場跡 b区 廃滓場 03

分類: 炉壁(圧着) 着磁度: 無 メタル反応: 無

外観:図64に写真を示す。重量547.8g,長125.4×幅114.3×厚74.0mm。受熱滓化した内面が圧着され た炉壁資料で,黒色の滓が炉壁によりサンドイッチ状に挟まれた断面を有する。中央の滓は黒色で やや発泡しているが,その両側の胎土は乳白色化し海綿状に発泡している。最外層は炉壁胎土の茶 褐色で多量のスサ痕が観察される。断面の観察では黒色滓化した内面が圧着し,その両側が発泡し, さらにその外側が炉壁粘土の層状の構造になっている。分析は発泡白色化した部分を対象とする。 アノーサイト,ムライトなどのSiO₂-Al₂O₃系の鉱物相であろう。

顕微鏡組織:図64の資料を下側から上側に向けて,白色部-黒色部-白色部にわたって10カ所を顕 微鏡観察した。組織の全体像を明瞭にするため,図128-hを除きすべて100倍で撮影した。結果を 図128・129に示す。図128-c~f,図129-a~dで丸い鉱物相のように見える部分は,研磨のた め含浸させた樹脂で,本来は気泡である。白色部はいずれも多孔質で粒状鉱物は少なく,粒径の大 きなものは見あたらない。通常の胎土と大きく異なる点である。黒色部はイルメナイトなどがガラ ス質に晶出しており,高チタン砂鉄の鉄滓である。この部分には気孔はほとんどない。

X線回折:結果を表21と図53に示す。シリカが最高強度の回折線を示し、アノーサイトとトリジマ イトが中程度の回折強度を示している。ムライトの存在も確認される。顕微鏡観察の結果も加味す れば、この胎土は粒状シリカとアノーサイトを主要鉱物とする胎土と考えられる。いずれも白もし くは透明な鉱物である。

化学成分:分析結果を表16・17に示す。実質的には胎土であったが滓として分析したため、分析値 は胎土成分の比較のため表16・17に併記した。化合水も0.87%で結晶水などは大部分抜けていると 思われる。SiO2は69.4%と通常の粘土の約60%より高い。耐火度に有利なAl2O3は17.5%と通常の粘 土の約15~18%の範囲にある。一方、造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は2.27%と、や や高めである。耐火度を低下させるアルカリ成分は4.43%とかなり高い。軟化性成分であるT.Feは 3.21%と低めである。MnOは0.05%で横大道遺跡の胎土としては高めである。成分的には資料No.32 と類似している。

以上の結果から、本資料はシリカ(トリジマイトを含む)とアノーサイトを主要鉱物とする、SiO₂ が69.4%、Al₂O₃が17.5%で、T.Feが3.21%と低い特徴の、内面が圧着している炉壁である。

資料No.31 (FB.YD.031)

位置:1号廃滓場跡 b区 廃滓場 ℓ2分類:炉壁(上段) 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図64に写真を示す。重量529.1g,長58.1×幅172.4×厚56.2mm。長方形箱形炉の炉壁上段のブ ロック状資料で,段の高さは約6 cmである。多量のスサが混和されているが,横方向にそろってい る。厚さ方向に3層が観察され,内面側1/3は薄褐色で内面そのものは灰色である。顆粒状の小さ な粒子が亀裂などに侵入している。中央1/3は黒色でスサ痕なども明瞭である。外層1/3は褐色で熱 影響は少ない。断面の観察では中央部は黒く変色し,他は茶色である。組織中には扁平な気孔も観 察される。砂質の粘土だけで構成され,石英,長石類などは観察されない。熱影響の少ない部分か ら試料は採取した。

顕微鏡組織:図129に組織写真を示す。粘土の素地に角のある石英や長石などの鉱物粒が多く観察 される。一般的な炉壁胎土の鉱物構成である。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は5.86%,化合水は4.63%で結晶水などあまり抜けて いない状態での分析である。SiO₂は62.9%と通常の粘土の約60%より高く,耐火度に有利なAl₂O₃は 19.6%と通常の粘土の約15~18%よりもやや高い。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類 成分は1.85%と平均的である。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.28%とやや高い。軟化性成分 であるT.Feは3.92%と低めである。MnOは0.03%と低めである。

耐火度:1,215℃で製鉄炉の炉壁としては低い(表19)。推算耐火度は1,289℃で,74℃ほど差がある (表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が62.9%、Al₂O₃が19.6%で、T.Feが3.92%と低い、耐火度1,215℃の炉壁である。

資料No.32 (FB.YDD.032)

位置:1号廃滓場跡 b区 廃滓場 03

分類: 炉壁(中段) 着磁度: 微弱 メタル反応: 無

外観:図64に写真を示す。重量2,037.8g,長168.4×幅207.2×厚96.1mm。箱形炉の炉壁中段資料で, 内面は滓化して緩やかに窪み,さび色の茶褐色を呈する。下部にはわずかな着磁がある。内面から 1~2 cmは資料No.30と同様に乳色で,海綿状に発泡している。その外側は炉壁胎土であるが,スサ 痕などの有無は判然としない。熱影響の少ない外側から試料を採取する。

顕微鏡組織:図129に組織写真を示す。資料No.31・33と本質的な差はなく同質と思われる。粘土の 素地に角のある石英や長石などの鉱物粒が多く観察される,一般的な炉壁胎土の鉱物構成である。 化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は3.81%,化合水は3.20%で,結晶水など少し抜けた 状態での分析である。SiO2は67.5%と通常の粘土の約60%より高く,耐火度に有利なAl2O3は17.2% と通常の粘土の約15~18%の範囲にある。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は 2.06%とやや高めである。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.72%とやや高い。軟化性成分であ るT.Feは3.12%と低い。MnOは0.05%である。

耐火度:1,200℃で製鉄炉の炉壁としては低い(表19)。推算耐火度は1,265℃で、65℃ほど差がある

(表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が67.5%、Al₂O₃が17.2%で、T.Feが3.12%と低い、耐火度1,200℃の炉壁である。

資料No.33 (FB.YDD.033)

位置:1号廃滓場跡 b区 廃滓場 @1

分類: 炉壁(下段) 着磁度: 無 メタル反応: 無

外観:図64に写真を示す。重量825.4g,長163.4×幅122.9×厚96.4mm。羽口付き炉壁片である。内面 側はえぐれるように滓化し,あばた状に凹凸がある。滓化層は内面側では黒色で,外側に向かって 乳白色化するとともに,他の炉壁資料と同様に海綿状に激しく発泡する。その外側は赤褐色となる。 この部分ではスサなども認められるが中部,上部と比べて小さく,少ない。最外層は薄褐色となり, やや砂質気味の粘土となる。この部分から試料を採取する。羽口の内径は35mm,厚みは10~12mm。 吸気部側は欠損している。

顕微鏡組織:図130に組織写真を示す。資料No.31・32と本質的な差はなく,同質と思われる。粘土 の素地に角のある石英や長石などの鉱物粒が多く観察される,一般的な炉壁胎土の鉱物構成である。 化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は1.59%,化合水は1.46%で,結晶水などが多く抜け た状態での分析である。SiO₂は67.3%と通常の粘土の約60%より高く,耐火度に有利なAl₂O₃は18.1% と通常の粘土の約15~18%の範囲にある。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は 2.17%とやや高めである。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.72%とやや高い。軟化性成分であ るT.Feは3.96%と低い。MnOは0.06%である。

耐火度:1,200℃で製鉄炉の炉壁としては低い(表19)。推算耐火度は1,226℃で,26℃ほど差がある (表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が67.3%、Al₂O₃が18.1%で、T.Feが3.96%の、耐火度1,200℃の炉 壁である。

資料No.34(FB.YDD.034)

位置:3号廃滓場跡 廃滓場 @1

分類: 炉壁(中段) 着磁度: 無 メタル反応: 無

外観:図64に写真を示す。重量2,142.5g,長186.3×幅235.0×厚102.8mm。箱形炉の炉壁中段資料で ある。内面は滓化・ガラス化し、黒く輝いている。下端部では滓は滴下している。反応層の厚みは 1~10mmほどで、熱影響を受けて灰色に発泡している層は10~30mmほどである。胎土には多量のス サが混和されている。最も熱影響を受けていない部分では薄茶褐色で、弱く熱影響を受けた部分で は酸化の影響か、やや赤みを帯びている。炉壁胎土は砂質気味で、長石粒や石英などはあまり観察 されない。粘土部分調査のため熱影響の少ない部分から試料を採取した。 顕微鏡組織:図130に組織写真を示す。資料No.33と本質的な差はなく同質と思われる。粘土の素地 に角のある石英や長石などの鉱物粒が多く観察される,一般的な炉壁胎土の鉱物構成である。 化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は2.39%,化合水は1.85%で結晶水などが多く抜けた 状態での分析である。SiO2は67.3%と通常の粘土の約60%より高く,耐火度に有利なAl2O3は18.3% と通常の粘土の約15~18%の範囲にある。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は 2.48%とやや高めである。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.32%とやや高い。軟化性成分であ るT.Feは3.74%と低い。MnOは0.04%である。

耐火度:1,215℃で製鉄炉の炉壁としては低い(表19)。推算耐火度は1,207℃でほぼ一致する(表17)。 以上の結果から、本資料はSiO2が67.3%、Al2O3が18.3%、T.Feが3.74%で、耐火度1,215℃の炉壁 である。

資料No.35 (FB.YDD.035)

位置:1号廃滓場跡 a区 廃滓場 @1

分類:羽口 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図64に写真を示す。重量523.7g,長113.4×幅94.1×厚77.4mm。先端部の内径30mm,吸気部側で40~50mmに急拡大するラッパ形の羽口である。先端は著しく溶損滓化し,スサ入り炉壁胎土を随伴している。胎土は黄褐色で,3mm以下の白色石英や長石粒を多く含む。1号廃滓場跡出土の羽口の中では器厚も厚く,大型の部類に属す。

顕微鏡組織:図130に組織写真を示す。資料No.36と類似の組織で石英,長石類が大きい傾向があり, 外観とも共通する傾向である。粘土の素地に鉱物粒が観察される通常の胎土の特徴をもつ。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は1.73%,化合水は1.44%で,結晶水などが多く抜けた状態での分析である。SiO2は70.9%と高い。耐火度に有利なAl2O3は17.3%と通常の粘土の約15~18%の範囲にある。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.48%と低い特徴がある。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.66%とやや高い。軟化性成分であるT.Feは2.73%と相当低い。MnOは0.05%である。

耐火度:1,240℃で製鉄炉の羽口としては低い(表19)。推算耐火度は1,300℃で、約60℃の差がある。 以上の結果から、本資料はSiO2が70.9%、Al2O3が17.3%で、T.Feとアルカリ土類成分が低い特徴 をもつ胎土で作られた、耐火度1,240℃の羽口である。

資料No.36 (FB.YDD.036)

位置:1号廃滓場跡 a区 廃滓場 02

分類:羽口 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図64に写真を示す。重量524.9g,長122.4×幅84.1×厚80.8mm。先端部の内径が30mmで,吸気 部側で40~50mmに急拡大するラッパ形の羽口である。資料№35と同形である。先端部側は著しく溶
損滓化し,スサ入りの炉壁胎土を随伴している。胎土には砂礫状の粒子が多く含まれる。含まれる 礫は花崗岩(アプライト)と見られ,混和剤として入れられたとみられる。吸気部側外面には炉壁の 粘土を塗布した形跡がある。

顕微鏡組織:図130に組織写真を示す。資料№35と類似の組織で石英,長石類が大きい傾向があり, 外観とも共通する傾向である。粘土の素地に石英や長石などの鉱物粒が観察される通常の胎土の特 徴をもつ。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は1.55%,化合水は1.50%で,結晶水などが多く抜けた状態での分析である。SiO₂は70.5%と高い。耐火度に有利なAl₂O₃は17.8%と通常の粘土の約15~18%の範囲にある。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.41%と低い特徴がある。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.44%とやや高い。軟化性成分であるT.Feは2.84%と相当低い。MnOは0.04%である。成分は資料No.35と同一と見ることができる。

耐火度:1,250℃で資料№35とほとんど同じで、製鉄炉の羽口としては低い(表19)。推算耐火度は 1,321℃で、70℃ほどの差がある(表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が70.5%、Al₂O₃が17.8%で、T.Feとアルカリ土類成分が低い特徴をもつ胎土で作られた耐火度1,250℃の羽口である。

資料No.37 (FB.YDD.037)

位置:1号廃滓場跡 廃滓場04

分類:羽口 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図64に写真を示す。重量424.9g,長119.3×幅100.7×厚69.4mm。資料№35・36と同様,先端部の内径が30mm,吸気部で35~50mmに急拡大するラッパ形の羽口である。資料№35・36と比べて明らかに肉厚は薄い。吸気部はヘラで仕上げた形跡や指頭圧痕が明瞭に残る。砂粒はやや少なく,器面も滑らかである。

顕微鏡組織:図131に組織写真を示す。資料№35と類似の組織で石英,長石類が大きい傾向があり, 外観とも共通する傾向である。粘土の素地に石英や長石などの鉱物粒が観察される通常の胎土の特 徴をもつ。

X線回折:結果を表21と図53に示す。シリカが最高強度の回折線を、トリジマイトが強い回折強度 を示す。アノーサイトが弱い回折線を示す。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は2.37%,化合水は2.28%で,結晶水などを含む状態 での分析である。SiO₂は65.5%で,耐火度に有利なAl₂O₃は22.2%と高い。一方,造滓成分中の軟化 性をもつアルカリ土類成分は1.10%と低い特徴がある。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.57% である。軟化性成分であるT.Feは3.44%である。MnOは0.03%である。成分は資料No.38と類似して いる。

耐火度:1,500℃で製鉄炉の羽口としては十分な耐火度である(表19)。推算耐火度は1,458℃で、約

第3章 自然科学分析

42℃の差がある(表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が65.5%、Al₂O₃が22.2%と高く、アルカリ土類成分が低い特徴を もつ胎土で作られた、耐火度1,500℃の羽口である。

資料No.38 (FB.YDD.038)

位置:3号廃滓場跡 廃滓場01

分類:羽口 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図65に写真を示す。重量264.1g,長134.4×幅70.3×厚57.8mm。先端側2/3は滓との反応により 黒く変色し,長手方向に大きく裂けた羽口である。焼け締まりによるものか,内径は先端部側で25 mm,吸気部側で30mm,吸気部側はラッパ状に開いている。ラッパ形の拡張にはヘラが使われた痕跡 がある。白色の4mm大の石英が認められるが砂粒は少なく,滑らかな器面である。

顕微鏡組織:図131に組織写真を示す。資料№37と類似しており、鉱物粒が少なく、資料№35・36 よりも少ないように思われる。外観とも共通する傾向である。粘土の素地に石英や長石などの鉱物 粒が観察される点では通常の胎土の特徴をもつ。

X線回折:結果を表21と図53に示す。シリカが最高強度の回折線を、トリジマイトとアノーサイト が強い回折強度を示す。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は6.04%,化合水は5.18%で,結晶水などを含む状態 での分析である。SiO2は63.3%で,耐火度に有利なAl2O3は20.3%と高い。一方,造滓成分中の軟化 性をもつアルカリ土類成分は1.01%と低い特徴がある。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.22% である。軟化性成分であるT.Feは4.11%である。MnOは0.03%である。成分は資料№37と類似して いる。

耐火度:1,335℃で本調査では高い部類であるが,製鉄炉の羽口としては必ずしも十分ではない(表 19)。推算耐火度は1,436℃で,100℃ほどの差がある(表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が63.3%、Al₂O₃が20.3%と高く、アルカリ土類成分が低い特徴を もつ胎土で作られた、耐火度1,335℃の羽口である。

資料No.39 (FB.YDD.039)

位置:3号廃滓場跡 廃滓場 01

分類:羽口 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図65に写真を示す。重量219.4g,長88.0×幅75.3×厚72.7mm。片面側に砂鉄粒と思われる微粒 が付着し,黒色化している羽口で,吸気部側が膨らんでいる。資料の欠けた先端部で内径35mm,吸 気部側で45mmと拡張している。吸気部側は膨らんでいるもののラッパ形の拡径はなされていない。 亀裂が縦横に走り,吸気部側外面にはヘラナデの痕跡も観察される。2mm大以上の石英,長石がわ ずかに観察されるが,単に混入したのみで素材にはこれら粒子はあまり含まれていない。 顕微鏡組織:図131に組織写真を示す。資料No.38と類似しており、鉱物粒が少なく思われる。外観 とも共通する傾向である。粘土の素地に石英や長石などの鉱物粒が観察される点では通常の胎土の 特徴をもつ。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は5.85%,化合水は5.11%で,結晶水などを含む状態 での分析である。SiO₂は64.1%で,耐火度に有利なAl₂O₃は19.3%と高い。一方,造滓成分中の軟化 性をもつアルカリ土類成分は1.09%と低い特徴がある。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.45% である。軟化性成分であるT.Feは3.95%である。MnOは0.03%である。成分は資料№38と類似して いる。

耐火度:1,350℃で製鉄炉の羽口としては必ずしも十分ではない(表19)。推算耐火度は1,415℃で、約65℃の差がある(表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が64.1%、Al₂O₃が19.3%と高く、アルカリ土類成分が低い特徴を もつ胎土で作られた、耐火度1,350℃の羽口である。

資料No.40 (FB.YDD.040)

位置:基本土層 LIV

分類:粘土 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図65に写真を示す。重量55g。基本土層から採取された地山の粘土である。薄い褐色を帯び た塊状の粘土で、粒状物は認められない。田の床土のような粘着性はなく、微粒ではない。山土で ある。

顕微鏡組織:図131・132に組織写真を示す。粘土質の素地に石英などの鉱物粒が分散して観察され るが,資料No.31~34・38・39と同程度で,資料No.35・36よりもやや多い印象がある。顕微鏡組織的 には一般的な胎土である。

X線回折:結果を表21と図54に示す。石英と石英の高温変態型のトリジマイトが最高強度の回折線 を示し,珪酸塩鉱物の一種である長石類に代表されるアノーサイトも弱い回折強度で確認される。 粘土のカオリナイト(Kaolinite:Al₂Si₂O₅(OH)₄)も観察され、シリカ、アノーサイトを主体とする粘 土である。このほかにコージェライト(Cordierite:2MgO・2Al₂O₃・5SiO₂)の弱い回折線も見られる。 化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は7.17%,化合水は6.09%である。この値が地山の生 粘土の基本数値である。SiO₂は62.0%である。Al₂O₃は19.7%で、一般的な炉壁胎土などに比べても やや高めの値である。一方、造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.83%である。耐火度 を低下させるアルカリ成分は2.53%である。軟化性成分であるT.Feは4.11%である。MnOは0.04% である。

耐火度:1,250℃である(表19)。製鉄炉の耐火材としてはやや低い性状であった。推算耐火度は 1,256℃で,おおよそ合致している(表17)。

以上の結果から、本資料はシリカとアノーサイトを主要鉱物とし、SiO2が62.0%、Al2O3が19.7%

第3章 自然科学分析

の,耐火度が1,250℃の粘土である。

資料No.41 (FB.YDD.041)

位置:1号廃滓場跡下部 基本土層 LVa

分類:粘土 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図65に写真を示す。重量41.9g。1号廃滓場跡下部から採取された粘土である。灰黄褐色を呈する粘土で、資料№40よりも灰色味を帯びる。数mmから10mm大に擬似粒化している。色調からは資料№40の粘土よりも鉄分の低さが予想される。田の床土のような強い粘着性はない。肉眼的に石英や長石といった粒状物は認められない。土質としては資料№40よりも砂質気味である。

顕微鏡組織:図132に組織写真を示す。粘土質の素地に石英などの鉱物粒が分散して観察されるが、 資料No.40の地山粘土(LIV)に比べて粒状鉱物が多く観察され、後述の資料No.42・43とほぼ同じであ る。顕微鏡組織的には一般的な胎土である。

X線回折:結果を表21と図54に示す。石英と珪酸塩鉱物の一種である長石類に代表されるアノーサ イトが最高強度の回折線を示し、石英の高温変態型トリジマイトが中程度の回折強度で確認される。 粘土のカオリナイトも観察され、シリカ(トリジマイトも含む)、アノーサイトを主体とする粘土で ある。このほかにコージェライトの微弱な回折線も見られる。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は5.57%,化合水は4.84%である。SiO2は66.5%で, Al2O3は18.0%である。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は2.02%である。耐火度 を低下させるアルカリ成分は3.83%である。軟化性成分であるT.Feは2.45%で低い。MnOは0.04% である。

耐火度:1,200℃である(表19)。製鉄炉の耐火材としてはやや低い性状であった。推算耐火度は 1,285℃で,85℃の差がある(表17)。

以上の結果から、本資料はシリカとアノーサイトを主要鉱物とし、SiO₂が66.5%、Al₂O₃が18.0% の、耐火度が1,200℃の粘土である。

資料No.42 (FB.YDD.042)

位置:7号製鉄炉跡作業場下部 基本土層 LVa

分類:粘土 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図65に写真を示す。重量41.9g。7号製鉄炉跡作業場下部から採取された粘土である。資料 №41とほとんど同質である。数mmから10mm大に擬似粒化している。色調からは資料№40の粘土より も鉄分の低さが予想される。田の床土のような強い粘着性はない。肉眼的に石英や長石といった粒 状物は認められない。土質としては資料№41よりも砂質気味である。

顕微鏡組織:図132に組織写真を示す。粘土質の素地に石英などの鉱物粒が分散して観察されるが、 資料No.40の地山粘土に比べ粒状鉱物が多く観察され、資料No.41・43とほとんど同じである。顕微鏡 組織的には一般的な胎土である。

X線回折:結果を表21と図54に示す。石英が最高強度の回折線を示し,珪酸塩鉱物の一種である長 石類に代表されるアノーサイトと,石英の高温変態型トリジマイトが中程度の回折強度で確認され る。粘土のカオリナイトも観察され,コージェライトの微弱な回折線も見られる。シリカ(トリジ マイトも含む),アノーサイトを主体とする粘土である。

化学成分:分析結果を表17に示す。資料No.41と同質である。強熱減量は5.12%,化合水は4.60%で ある。SiO2は67.7%,Al2O3は16.5%である。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は 2.06%である。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.94%である。軟化性成分であるT.Feは2.84% で低い。MnOは0.04%である。

耐火度:1,120℃である(表19)。製鉄炉の耐火材として使用するにはやや低い性状であった。推算 耐火度は1,259℃で,約140℃の差がある(表17)。

以上の結果から、本資料はシリカとアノーサイトを主要鉱物とし、SiO₂が67.7%, Al₂O₃が16.5% の、耐火度が1,120℃の粘土である。

資料No.43 (FB.YDD.043)

位置:1号住居跡下部 基本土層 LVa

分類:粘土 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図65に写真を示す。重量46.5g。1号住居跡下部から採取された粘土である。資料No.41・42と ほとんど同質である。数mmから30mm大に擬似粒化している。色調からは資料No.40の粘土よりも鉄分 の低さが予想される。田の床土のような強い粘着性はない。肉眼的に石英や長石といった粒状物は 認められない。土質としては資料No.41よりも砂質気味である。

顕微鏡組織:図132に組織写真を示す。粘土質の素地に石英などの鉱物粒が分散して観察される。 資料No.40の地山粘土に比べ粒状鉱物が多く観察され,資料No.41・42とほとんど同じである。顕微鏡 組織的には一般的な胎土である。

X線回折:結果を表21と図55に示す。石英が最高強度の回折線を示し,珪酸塩鉱物の一種である長 石類に代表されるアノーサイトと,石英の高温変態型トリジマイトが弱い回折強度で確認される。 粘土のカオリナイトも観察され,コージェライトの微弱な回折線も見られる。シリカ(トリジマイ トも含む),アノーサイトを主体とする粘土である。

化学成分:分析結果を表17に示す。資料No.41・42と同質である。強熱減量は5.53%,化合水は4.95% である。SiO2は66.3%,Al2O3は17.7%である。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分 は2.17%である。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.96%である。軟化性成分であるT.Feは2.66% で低い。MnOは0.04%である。

耐火度:1,120℃である(表19)。製鉄炉の耐火材として使用するにはやや低い性状であった。推算耐 火度は1,256℃で,約140℃の差がある(表17)。 以上の結果から、本資料はシリカとアノーサイトを主要鉱物とし、SiO₂が66.3%, Al₂O₃が17.7% の、耐火度が1,120℃の粘土である。

資料No.44 (FB.YDD.044)

位置:1号廃滓場跡周辺 土壤採取

分類:砂鉄 着磁度:強 メタル反応:無

選鉱処理:砂鉄資料は2種類が提供された。一つは泥土・砂礫混じりの採取のままの砂鉄,他は図 70-cに示す依頼元の遺跡調査部にて磁選処理をした砂鉄である。前者は夾雑物が多すぎ,このま までは分析調査には不適なため、スパイラル選鉱の原理を利用して、人手で選鉱をした。具体的に は水洗により粘土質の泥等を分離除去する。ついで、水中にて500 µm,250 µm,150 µm,100 µmの 篩にて5段階の粒度に分級する。粒度ごとに旋回流を用いて軽量な脈石分を遠心力で外側に出し、 脈石の部分のみを吸い出す。この操作を数十回繰り返し、砂鉄の純度を上げていく。肉眼的に脈石 の分離が難しくなった時点で終了とした。

図70-dに示す砂鉄はこの選鉱処理をした砂鉄である。本報告ではこの選鉱処理した砂鉄を資料 No.44とした。また、この操作を予備的に行ない、必ずしも選鉱が十分に進まなかったものを資料No. 44-1とした。遺跡調査部にて磁選した試料を資料No.44-2として区別した。なお、資料No.44-1、 44-2は不純物量、資料の代表性の点で問題があるため、選鉱処理した資料No.44を代表資料とした。 **外観観察**:資料No.44(図70-d)と資料No.44-2(図70-c)を比べると前者の方が白色の夾雑物が多 く観察される。図70-e・hに各粒度における磁着分と非磁着分を対比して示す。非磁着分側にや や夾雑物が多く混じっている。実体顕微鏡で拡大した砂鉄の写真を図133~134-fに示す。選鉱処 理をした資料No.44の場合、非磁着物側に輝石、角閃石、石英などが相対的に多くなっているが、チ タン磁鉄鉱も多く観察される。また、粒径の小さい方が夾雑物が少なく、選鉱が良好にできたと思 われる。形状的には角のとれた丸みを帯びた粒子が大部分で、川砂鉄や海砂鉄の様相を呈する。

粒度分布・磁着性:表11と図10~12に粒度分布測定結果,磁着分と非磁着分の割合を示した。資料 No.1に比べ明らかに粒径は大きく,平均径は255μmである。磁着分,非磁着分による差はあまりな い。磁選処理のものも229μmで大きな差はない。しかし,磁着分,非磁着分の比率に関しては約40% が非磁着分で,資料No.1は約60%が非磁着分である。磁選処理がなされた資料No.44-2では当然な がら非磁着分は3.3%と非常にわずかで,チタン濃度の高い非磁着性チタン磁鉄鉱を採取できていな いはずである。

顕微鏡組織:+250 μm, 250 μm, 150 μmに篩い分けて顕微鏡観察した。図134-g~図135-fに砂 鉄の組織写真を示す。角のとれた丸みを帯びたものが多く観察され,組織的には粒径による差は見 られない。また,磁選処理をしたものと,しないものとの差も明確ではない。観察される砂鉄粒子 は大部分が内部に気泡状の欠陥をもつチタン磁鉄鉱粒子である。TiO2を多く含む格子模様のチタン 磁鉄鉱はほとんど観察されなかった。不純物としては石英,輝石などが見られる。EPMAなどの 微小領域分析を実施していないので鉱物種は不明だが,砂鉄粒子の内部には図135-c~f などの ように,内部に白色の点状鉱物を内包しているものが見られる。また,風化による母岩との分離が 完全でなく,石英などと結合した砂鉄もみられる。

X線回折:結果を表21と図55・56に示す。いずれもマグネタイトが最強の回折線を示す。イルメナ イトは比重選鉱した資料No.44が中程度の回折線を示すのに対して,選鉱が十分でない資料No.44-1 では弱い回折線となり,磁選処理をした資料No.44-2では微弱な回折線を示すにとどまっている。 このことは,磁選によりイルメナイトを主要鉱物とするチタン磁鉄鉱砂鉄が抜けてしまったことを 示す。他には石英,粘土成分のアノーサイト,エンスタサイトなどが検出される。

化学成分:分析結果を表12に示す。比重選鉱した資料No.44と磁選した資料No.44-2と比較すると、 TiO2は17.0%と11.8%で大きく異なる。特にTiO2/T.Feの比で見ると1.5倍以上の差がある。磁選によ り砂鉄の特徴的成分が失われることを示している。資料No.44の成分はT.Feが47.5%で、FeOは18.8%、 Fe2O3は46.7%である。FeOとFe2O3の比率は28.7:71.3である。代表的な不純物であるSiO2は人手に よる選鉱のため必ずしも十分でなく11.7%と高い。TiO2は17.0%である。Vは0.18%である。SiO2、 Al2O3などの造滓成分量は18.45%とやや多い。資料No.1と比較してもTiO2/T.Feの点で全く異なって いる。選鉱が十分で、SiO2濃度が資料No.1と同程度の約6%まで下げられたと仮定すると、TiO2は 19.0%、T.Feは53.1%、Vは0.09%と推算される。したがって、資料No.1との差は単純に選鉱の良 否ではなく、成分系が異なると考える方が妥当である。

砂鉄の品質を検討するために化学成分(TiO₂, T.Fe, MnO, V)の関係を図13~15に示した。図中 には本調査であまり還元が進んでいない砂鉄焼結塊の分析結果もプロットしている。資料No.44は福 島県相双地方の砂鉄のグループ内にあるが、資料No.1や砂鉄焼結塊などに比べTiO₂が低く, T.Feが 高い位置づけにある。この点は図14・15においても資料No.44は、資料No.1や砂鉄焼結塊に比べTiO₂ が低いため、MnO/TiO₂やV/TiO₂が高い結果となっている。図16の造滓成分(不純物)は、本資料の 選鉱が必ずしも十分でないため砂鉄焼結塊、資料No.1に比べ純度が低い。

図34・35に砂鉄,砂鉄焼結塊,鉄滓のMnO/T.Fe,TiO2/T.Fe,V/T.Feの関係を示す。MnO,TiO2, Vは還元されず滓に移行するが,T.Feで基準化すると還元による鉄分の変化の影響を排除すること ができる。砂鉄焼結塊と鉄滓はほぼ一つの直線上あり,同一原料によると判断される。しかし,本 資料はこの直線からTiO2が低い側に外れており,1号廃滓場跡出土の始発原料の砂鉄とは異なるよ うに思われる。仮に,鉄滓や砂鉄焼結塊の始発原料となるためには,今回の選鉱の過程でTiO2が高 く,相当高い砂鉄分(TiO2/T.Fe比0.36以上)のみが多量に,尾鉱(tailings)側に失われることが必要で ある。細心の注意を払いながら選鉱しており,このようなことは考えにくい。

以上の結果から、本資料はTiO₂/T.Fe比が0.36の高チタン砂鉄である。1号廃滓場跡から出土した砂鉄焼結塊や鉄滓とは成分系が異なると考えられる。

資料No.45 (FB.YDD.045)

位置:2号廃滓場跡 廃滓場01

分類:鉄塊 着磁度:5 メタル反応:12mm大以上

外観:図65に写真を示す。重量18.0g,長29.5×幅20.0×厚12.7mm。やや扁平な繭玉状の小鉄塊で, 表面には薄く酸化土砂が付着している。色調は褐色から暗褐色で,明瞭な滓の付着が内側に観察さ れる。表面は銹化しているがメタルの遺存は良好で,12mm大以上のメタル反応がある。着磁度は5 を示す。流出滓の中に形成される鉄塊に,繭玉状のものが散見されることから,箱形炉で生成され る流れ銑鉄と呼ばれる資料の可能性もある。

顕微鏡組織:図73の切断面写真に見られるように,鉄塊そのものの資料である。気泡を多く含み, 一部で銹化が内部まで進行している。周囲に滓などの付着は認められない。図88の金属鉄マクロ写 真は,銹化が資料内部全体に進んでおり,組織の半分以上はさびとメタルの混合状態が見られる。 図105にマクロ写真で比較的健全であった部分の金属鉄組織写真を示す。亜共晶白鋳鉄の組織で, 白色のセメンタイトと灰色の層状パーライトからなる。炭素は3%前後と見られる。

化学成分:分析結果を表14に示した。Cは2.65%で,亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。Siは0.160%, Alは0.110%含まれる。Tiも0.045%で、Vは0.002%と低い。滓などの混入がある。Mnは0.007%, Cuは0.006%といずれも少ない。Pは0.30%と高く、Sは0.079%である。

以上の結果から、本資料は炭素濃度が2.65%の亜共晶白鋳鉄塊と推察される。

資料No.46 (FB.YDD.046)

位置:2号廃滓場跡 廃滓場01

分類:鉄塊 着磁度:6 メタル反応:16mmよりやや大

外観:図65に写真を示す。重量67.5g,長43.1×幅46.3×厚21.2mm。酸化土砂が付着した不整六角形の暗褐色から茶褐色を呈する鉄塊資料で,露出部は黒さび状である。金属鉄の遺存は良好で16mm大以上のメタル反応がある。着磁度は6を示す。不明瞭な破面が5カ所認められる。

顕微鏡組織:図73の切断面写真に見られるように,枕形の鉄塊で左上部に滓を随伴している。図88 の金属鉄マクロ写真が示すように,表面側が銹化した白鋳鉄塊である。大きな丸い気孔が多数あり 溶融の履歴をもつ。金属鉄組織写真を図106に示す。亜共晶白鋳鉄の組織で,白色のセメンタイト と灰色の層状パーライトからなる。炭素は3%前後と見られる。随伴していた滓の組織を図135・ 136に示す。全面がイルメナイトで,素地はガラス質でファイヤライトなどは認められず,高チタ ン砂鉄の製錬滓の特徴を示している。

化学成分:分析結果を表14に示した。Cは2.70%で亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。Siは0.067%,Al は0.054%と少ない。Tiも0.032%で、Vは0.002%と低い。滓などの混入は少ない。Mnは0.004%, Cuは0.008%といずれも少ない。Pは0.12%含まれ、Sは0.046%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を始発原料とする製錬時に生成した、炭素濃度が2.70%

の亜共晶白鋳鉄塊と推察される。

資料No.47 (FB.YDD.047)

位置:2号廃滓場跡 廃滓場 01

分類:鉄塊系遺物(炉内滓) 着磁度:6 メタル反応:16mm大以上

外観:図65に写真を示す。重量73.7g,長56.1×幅43.4×厚23.3mm。不整形で暗褐色を呈する鉄塊系 遺物で,上面には大小の木炭痕があり、ゴツゴツしている。最大の木炭痕は18.3×11.5mmである。 下面側は椀形に湾曲し、粒状の突起が多く見られ、ざらざらしている。下面が椀形を呈することか ら、炉底付近で生成した鉄塊系遺物と判断される。メタル反応は全域にあり、16mm大以上のメタル 反応を示し、着磁度は6である。

顕微鏡組織:図73の切断面写真に見られるように、外周や空隙を中心に銹化が起こっているが、金 属鉄の遺存は良好である。写真右下には大きな滓が認められる。図89の金属鉄マクロ写真に見られ るように、亜共晶白鋳鉄の組織である。図106に金属鉄組織写真を示す。亜共晶白鋳鉄の組織で、 白色のセメンタイトと灰色の層状パーライトからなる。炭素は3%前後と見られる。図136に随伴 していた滓の組織写真を示す。高チタン砂鉄の製錬滓の特徴である。内部に初晶のシュードブルッ カイトが晶出し、その外側にイルメナイトが晶出する鉱物組織が全面に観察される。素地はガラス 質でファイヤライトなどは認められない。

化学成分:分析結果を表14に示した。Cは2.80%で亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。Siは0.048%,Al は0.025%と少ない。Tiも0.012%で、Vは0.002%と低い。滓などの混入は少ない。Mnは0.003%, Cuは0.006%といずれも少ない。Pは0.18%含まれ、Sは0.052%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を始発原料とする製錬時に生成した、炭素濃度が2.80% の、亜共晶白鋳鉄塊と推察される。

資料No.48 (FB.YDD.048)

位置:2号廃滓場跡 廃滓場 02

分類:鉄塊 着磁度:6 メタル反応:16mmよりやや大

外観:図65に写真を示す。重量27.5g,長29.0×幅23.2×厚19.3mm。卵形に突起が付いたような鉄塊 資料で,表面の大部分は黒さび状である。酸化土砂の付着は少ない。さびの剝がれた数カ所にはメ タルが露出している。16mm大よりやや大きなメタル反応があり,重量感がある。着磁度は6である。 表面には1~2mm大のメタル粒の痕跡がある。

顕微鏡組織:図73の切断面写真に見られるように、周囲や空隙の周りがさびているものの、金属鉄の遺存状態は良好で、楕円断面の鉄塊資料である。図89の金属鉄マクロ写真は、鉄の組織は灰黒色の素地に白く網目状組織が見られる過共析組織である。写真の上半分は銹化が起こっている。金属鉄の組織写真を図107示す。過共析鋼の組織(0.8%<C<2.1%)である。網目状のパーライトの素地

に針状や短冊状のセメンタイトが析出している。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは2.02%で過共析鋼の炭素濃度である。Siは0.010%と低く, Alも0.005%と少ない。滓などの噛み込みは非常に少ないと思われる。Tiも0.003%で, Vは0.001% と低い。Mnは0.001%, Cuは0.006%といずれも少ない。Pは0.23%とやや高く, Sは0.036%と低い。 巻き込まれた滓に起因しないC, P, S, Cu, Niを見ると,資料№47とほとんど同じで同質と見る こともできる。

以上の結果から、本資料は炭素濃度が2.02%の過共析鉄塊で、出土状況から製錬時に生成したと 推察される。始発原料は特定できない。

資料No.49 (FB.YDD.049)

位置:3号廃滓場跡 廃滓場 01

分類:鉄塊系遺物(流出滓) 着磁度:5 メタル反応:14mmよりやや大

外観:図65に写真を示す。重量61.1g,長44.4×幅34.1×厚25.1mm。長さ39.7mm,太さ10~15mmのさ なぎ状鉄塊を巻き込んだ含鉄流出滓である。鉄塊部分は銹化し,茶褐色を呈する。上面には10mm大 の大きな気泡が2カ所あり,滓の中央付近には洞窟状の空隙も見られる。破面は6カ所ある。メタ ル反応は14mmよりもやや大きい。

顕微鏡組織:図74の切断面写真に見られるように,鉄滓に楕円断面の鉄塊が巻き込まれた資料で, 金属鉄の遺存状態は良好である。図90に金属鉄マクロ写真を示す。全面鋳鉄の組織で,周囲には薄 くさびが形成されている。金属鉄組織写真を図107に示す。亜共晶鋳鉄の組織で,パーライトの素 地に白色のセメンタイトが析出し,全面に片状黒鉛が晶出している。まだら鋳鉄の組織である。炭 素は3%前後と見られる。図136・137の滓の組織写真は,板を激しく引きちぎったようなイルメナ イトと,これよりもやや褐色を帯び灰色の濃い多角形が崩れたようなウルボスピネルが観察され, ガラス質の中に薄くファイヤライトが観察される。砂鉄製錬滓の鉱物組織である。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは2.58%で亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。Siは0.015%,Alは 0.003%と低く異物の混入は少ない。Tiは0.004%,Vも0.001%と低い。滓などの混入は少ない。Mn は0.001%,Cuは0.010%といずれも少ない。Pは0.13%で,Sは0.026%とやや低めである。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製錬工程で生成した、炭素濃度が2.58%の、 まだら鋳鉄を巻き込んだ含鉄流出滓と推察される。

資料No.50(FB.YDD.050)

位置:3号廃滓場跡 廃滓場01

分類:鉄塊 着磁度:6 メタル反応:16mmより相当大

外観:図65に写真を示す。重量69.5g,長54.7×幅31.1×厚21.3mm。酸化土砂が厚く付着した不整三 角形状の鉄塊である。色調は茶褐色である。明瞭な破面は1カ所のみで,その端部には金属鉄が露 出している。滓の付着は少なく,破面に1カ所あり,黒色で発泡している。金属鉄の遺存は良好で, メタル反応は16mm大より相当大きい反応を示す。着磁度は6である。

顕微鏡組織:図74の切断面写真に見られるように,金属鉄の遺存は良好で,内部に大きな空隙があ り,その周囲は銹化している。切断部分はほぼ完全な鉄塊である。左下部の滓は黒色で発泡してい る。図91の金属鉄マクロ写真は,白鋳鉄の組織で周囲は銹化し,黒色部が多くなっている。図108 に金属鉄組織写真を示す。亜共晶白鋳鉄の組織で,白色のセメンタイトと灰色の層状パーライトか らなる。図108-c・dではパーライト部分が銹化している。図137に滓の組織写真を示す。針状の 内部にシュードブルッカイトを内包するイルメナイト,波頭状のイルメナイトなどが観察され,高 チタン砂鉄の製錬滓の鉱物組織である。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは3.16%で亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。Siは0.010%, Alも 0.003%と低い。Tiは0.002%, Vも0.002%と低い。滓などの混入は少ない。Mnは0.001%, Cuは0.008% といずれも少ない。Pは0.29%とかなり高く, Sは0.054%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、炭素濃度が3.16%の 白鋳鉄の鉄塊と推察される。

資料No.51 (FB.YDD.051)

位置:4号製鉄炉跡 廃滓場 01

分類:鉄塊系遺物(炉内滓) 着磁度:6 メタル反応:16mmよりやや大

外観:図65に写真を示す。重量74.4g,長48.3×幅34.1×厚28.9mm。鋭く長い突起のある煎餅の破片 のような形状の鉄塊系遺物である。上面側にはやや厚く酸化土砂が付着し、下面側にはあまり付着 はない。全体に茶褐色を呈する。破面は側方に1カ所である。金属鉄の遺存は良好で全体にメタル 反応があり、16mmよりも大きな反応を示す。着磁度は6である。上下面とも1mm大の粒状滴の痕跡 が見られる。

顕微鏡組織:図74の切断面写真に見られるように、良くまとまった鉄塊で滓を伴っている。周囲は 薄くさびが生成している。図90の金属鉄マクロ写真は、パーライトの素地に白色の網目状のセメン タイトと思われる組織が見られ、過共析(0.8%<C<2.1%)組織である。また、写真の下側1/3は共 析鋼(C=0.8%)と思われる。金属鉄の組織写真を図108・109に示す。パーライトの素地に白色のセ メンタイトが網目状に析出している過共析鋼の組織と、図109に示すほぼ共析と思われるパーライ トの組織である。両者の組織がおおよそ同程度である。図137・138に滓の組織写真を示す。大きく 成長した多角形状のウルボスピネルと、稲穂状のイルメナイトが観察される。砂鉄の製錬滓と思わ れる。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは1.83%で過共析鋼の炭素濃度である。Siは0.014%と低く, Alは0.007%と少ない。Tiは0.015%含まれ、Vは0.001%と低い。SiとTiの含有率はほぼ同じである ことから、高濃度のTiO₂を含む鉄滓が混入した可能性がある。Mnは0.002%、Cuは0.014%といずれ 第3章 自然科学分析

も少ない。Pは0.056%と低い、Sは0.036%と少ない。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、炭素濃度が1.83%の 過共析鋼の鉄塊と推察される。

資料No.52 (FB.YDD.052)

位置: 4 号製鉄炉跡 廃滓場 0 1

分類:鉄塊系遺物(流出滓) 着磁度:4 メタル反応:10mmよりやや大

外観:図65に写真を示す。重量30.9g,長37.3×幅33.0×厚20.8mm。半長靴型の鉄塊系遺物で,鉄塊 部分は半裁した卵形である。流出滓に取り込まれた流れ銑鉄であろう。鉄塊部分には酸化土砂が付 着し,茶褐色を呈する。滓部は黒色で滑らかである。小さな気孔が多く観察される。メタル反応は 10mm大よりやや大きく,着磁度は4である。

顕微鏡組織:図74の切断面写真に見られるように,まとまった鉄塊で滓のおおよそ1/3程度を占め ている。滓は黒色で発泡している。鉄の遺存状態は良好である。図92の金属鉄マクロ写真は全面白 鋳鉄の組織で,丸い気孔が多く観察される。周囲は銹化が進行している。金属鉄の組織写真を図 109に示す。いずれも亜共晶白鋳鉄の組織であるが,パーライト部の銹化が始まっている。滓の組 織を図138に示す。多角形状のウルボスピネルと稲穂状や板状のイルメナイトからなる組織である。 高チタン砂鉄の製錬滓によく見られる鉱物組織である。ファイヤライトは観察されない。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは3.29%で亜共晶組成の炭素濃度である。Siは0.130%,Alは 0.093%含まれ,滓などが少し含まれている。Tiは0.052%,Vも0.003%と少ない。Mnは0.004%, Cuは0.008%である。Pは0.093%とやや低く,Sは0.041%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、炭素濃度が3.29%の、 亜共晶白鋳鉄の鉄塊を含む流出滓と推察される。

資料No.53 (FB.YDD.053)

位置: 4 号製鉄炉跡 廃滓場 0 2

分類:鉄塊系遺物(炉内滓) 着磁度:4 メタル反応:12mmよりやや大

外観:図65に写真を示す。重量38.1g,長45.9×幅29.0×厚22.9mm。不整五角形で,厚みのある反り 返った鉄塊系遺物である。酸化土砂が付着し,茶褐色を呈するが黒さび部も露出している。上下面 とも5mm大の程度の木炭痕が観察される。表面は全体に顆粒状で,ざらざらした荒れた面である。 塊状の鉄が滓に巻き込まれているというよりは、メタル粒が分散している可能性がある。着磁度は 4で、12mmよりやや大きいメタル反応がある。

顕微鏡組織:図74の切断面写真に見られるように、ややまとまったメタルとその周りの凝集しきれ ていない金属鉄が滓に巻き込まれている。小さな粒鉄も分散している。鉄の遺存状態は良好である。 図92の金属鉄マクロ写真は、メタルのまとまりはあまり良くなく、鉄の組織は灰色と白色組織が混 合した小さな結晶組織となっている。比較的均質である。金属鉄の組織写真を図109・110に示す。 図109では球状化したセメンタイトが観察され,図110では微細なフェライトーパーライトの混合組 織となっている。熱処理を受けたような組織である。滓の組織写真を図138・139に示す。全体的に ガラス質が多い。図138ではガラス質にイルメナイトが観察され,400倍の写真(図138-h)左上に は還元末期の砂鉄粒が見られる。図139の鉱物相は石英粒子のように透明感があるが,鉱物種は判 断できない。存在する鉄は非常に丸く、しかも炭素をあまり含んでいない。1500℃付近まで温度が 上がっていた可能性がある。砂鉄粒が検出されることやイルメナイトが確認できることから砂鉄の 製錬滓であろう。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは1.06%で過共析鋼の炭素濃度である。顕微鏡組織と一致する。Siは0.130%,Alは0.098%と高い。Tiは0.160%,Vは0.006%である。鉄滓などの混入があると思われる。Mnは0.036%,Cuは0.011%である。Pは0.18%,Sは0.016%である。

以上の結果から、本資料は砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、炭素濃度が1.06%の過共析鋼の鉄塊を含む、含鉄製錬滓と推察される。

資料No.54 (FB.YDD.054)

位置: 4 号製鉄炉跡 廃滓場 0 2

分類:鉄塊系遺物(流出滓) 着磁度:3 メタル反応:5mm大

外観:図65に写真を示す。重量678.3g,長106.4×幅121.7×厚45.2mm。不整多角形の鉄塊系遺物とい うよりは含鉄流出滓である。滓の流動性は悪く,表面は著しく波立っている。流動性の悪さゆえに 多数のメタルを噛み込んだと思われる。上面の大部分は黒色で、メタル露出部が銹化し茶褐色を呈 している。下面は流路の粘土を噛み込んでいる。滓は黒色で発泡している。メタル反応は下面側が 強く,弱いメタル反応が各所にあり、最大でも5mmをやや上回る程度である。

顕微鏡組織:図74の切断面写真に見られるように,溶けて良くまとまった小鉄塊が滓に巻き込まれ ている。図91の金属鉄マクロ写真は,銹化が内部にまで進行している。結晶組織は明瞭ではない。 金属鉄の組織写真を図110に示す。パーライト素地にセメンタイトが析出し,さらに片状黒鉛が全 面に析出したまだら鋳鉄の組織である。炭素は3%以上であろう。滓の組織写真を図139に示す。 図139-c・dでは全面イルメナイトである。図139-e・fではイルメナイト単相と,シュードブ ルッカイトを内包したイルメナイトのみである。いずれも高チタン砂鉄の製錬滓組織である。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは3.58%で亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。顕微鏡組織とほぼ 一致する。Siは0.024%,Alは0.011%と低く,Tiは0.010%,Vは0.001%である。Mnは0.002%,Cu は0.007%である。Pは0.16%とやや高く,Sは0.019%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、炭素濃度が3.58%の 亜共晶まだら鋳鉄を含む鉄塊系遺物(流出滓)と推察される。

第3章 自然科学分析

資料No.55 (FB.YDD.055)

位置:5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 @1

分類:鉄塊系遺物(炉内滓) 着磁度:3 メタル反応:6mmよりやや小

外観:図65に写真を示す。重量124.0g,長68.0×幅45.5×厚32.7mm。茶褐色のさびが全面に染みた不 定形の鉄滓で湾曲している。湾曲した面には凹凸は少ないが,その反対面は大きくゴツゴツしてお り,大小の木炭痕が観察され,最大のものは18×21mmである。わずかに露出している部分から見る と,滓そのものは黒色で小さく発泡している。写真右上部に6mmよりやや小さなメタル反応があり, この部分で着磁度は3である。

顕微鏡組織:図74の切断面写真や図93の金属鉄マクロ写真に見られるように多孔質な滓で,金属鉄 はまとまっておらず小さく分散している。内部には多数の小さな気孔が観察される。金属鉄の組織 写真を図110・111に示す。図110は未凝集の小さな鉄,図111は凝集が少し進んだ最大の粒子部分で ある。いずれも炭素をほとんど含まない純鉄のフェライト(α鉄, C<0.02%)組織である。滓の組 織写真を図139・140に示す。巨大に成長したウルボスピネルが主体で,イルメナイトはわずかであ る。位置によっては図140のようにイルメナイトが多い部分もあるが,全体の中ではわずかである。 高チタン砂鉄製錬滓の鉱物組織である。ファイヤライトは観察されない。

化学成分:分析結果を表15に示す。資料№55は金属鉄を含んだままの分析結果で,資料№55*は金属 鉄を0%に補正してある。資料№55ではM.Feは7.50%含まれている。滓としての検討には資料№55* を使用した。以下は資料№55*にもとづく。化合水は1.56%含まれ、ゲーサイトなどの銹化鉄を含ん だ分析である。T.Feは36.3%で、FeOは13.3%と低く、Fe2O3は37.2%である。SiO2は4.21%、Al2O3 は1.47%である。TiO2は36.4%と高濃度である。造滓成分は9.3%と非常に少ない。FeOn-SiO2-TiO2 の3成分系に換算するとFeOnは55.4%、SiO2は4.6%、TiO2は40%となり、図28のFeOn-SiO2-TiO2系 の平衡状態図ではイルメナイトの境界に近いウルボスピネル領域にある。ウルボスピネルが主要鉱 物相となると考えられ、顕微鏡観察と一致している。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は炭素をほとんど含まない小さな鉄粒子を多量に巻き込んだ、高チタン 砂鉄の炉内製錬滓と推察される。

資料No.56 (FB.YDD.056)

位置:5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 0 1

分類:鉄塊系遺物(流出滓) 着磁度:4 メタル反応:8mmよりやや大

外観:図65に写真を示す。重量64.2g,長52.5×幅45.3×厚25.3mm。黒色の流出滓の先端付近に鉄粒 を巻き込んだ含鉄滓である。メタル部分は銹化し,表面は黒さび状で銹化亀裂もみられ,塊状鉄が 存在すると思われる。滓は典型的な流出滓の特徴をもち,流動単位が明瞭でやや表面に光沢がある。 下面には排水溝の粘土が噛み込んでいる。

顕微鏡組織:図74の切断面写真に見られるように、ガス孔はあるが小さな鉄塊そのものである。表面には薄くさびが生成している。図94の金属鉄マクロ写真は、ほぼ全面が小さなパーライト組織で ある。金属鉄の組織写真を図111に示す。図111-c・dが視野の大部分を占め、共析に近いパーラ イト組織で粒界へのフェライトやセメンタイトの析出はない。図111-e・fはマクロ写真の右下 部などのやや結晶粒が大きく見える部分で、フェライトとパーライトの混合組織である。全体とし ては共析点(C=0.8%)よりもやや低い炭素濃度と推察される。滓の組織写真を図140に示す。ほと んどすべてイルメナイト組織で、部分的にシュードブルッカイトを内包するものが見られる。典型 的な高チタン砂鉄の製錬滓に見られる組織である。

化学成分:分析結果を表14に示した。Cは0.74%で亜共析鋼の炭素濃度である。Siは0.016%, Alは 0.001%以下である。Tiは0.002%で, Vは0.007%と低い。滓などの混入は少ないと思われる。Mnは 0.004%, Cuは0.011%といずれも少ない。Pは0.18%とやや高く, Sは0.042%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、炭素濃度が0.74%の 亜共析鋼組成の鉄塊を含む、含鉄流出滓と推察される。

資料No.57 (FB.YDD.057)

位置:5号製鉄炉跡 ふいご23

分類:鉄塊系遺物(流出滓) 着磁度:3 メタル反応:5mmよりやや小

外観:図66に写真を示す。重量61.7g 長45.5×幅45.2×厚27.4mm。不整五角形の含鉄流出滓である。 資料端部に5mm大よりもやや小さなメタル反応があり、銹化して茶褐色を呈する。深い銹化亀裂が 認められ、銹化が深く進行していると思われる。滓は黒色で光沢はなく発泡している。下面側には 排滓溝の乳白色粘土が厚く付着している。

顕微鏡組織:図74の切断面写真に見られるように、比較的良くまとまった鉄塊が滓に取り込まれて いる。銹化が進んでいるように見える。図93に10倍の金属鉄マクロ写真を示す。鋳鉄組織と思われ るが、銹化は内部にまで進んでいる。金属鉄の組織写真を図111・112に示す。レデブライト共晶の (C=4.3%)の鋳鉄組織である。銹化は鉄塊の内部でも起こり、黒鉛の周りは銹化している。滓の 組織写真を図140・141に示す。図140のようにイルメナイトとウルボスピネルが同程度の部分が多 いが、図141のようにイルメナイトが多い部分や、逆にウルボスピネルが多い部分などが観察され る。高チタン砂鉄の製錬滓に見られる組織である。

化学成分:分析結果を表15に示す。資料№57は金属鉄を含んだままの分析結果で,M.Feは14.5%含まれている。資料№57*は金属鉄を0%に補正してある。滓としての検討には資料№57*を使用した。 以下は資料№57*にもとづく。化合水は2.15%含まれ,ゲーサイトなどの銹化鉄が多く含まれると思われる。T.Feは34.4%で,FeOは8.9%と低く,Fe2O3は39.3%である。SiO2は7.81%,Al2O3は1.89% である。TiO2は30.8%と高濃度である。造滓成分は14.6%と少ない。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に 換算するとFeOnは55.5%, SiO2は9.0%, TiO2は35.5%となり,図28のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態 図では資料Na55に近いイルメナイトの境界に近いウルボスピネル領域にある。ウルボスピネルとイ ルメナイトが主要鉱物相となると考えられ,顕微鏡観察と一致している。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄の製錬時に生成した、レデブライト共晶鋳鉄(C=4.3%) を含んでいる製錬流出滓と推察される。

資料No.58 (FB.YDD.058)

位置:5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 01

分類:鉄塊系遺物(炉壁) 着磁度:5 メタル反応:16mmよりやや大

外観:図66に写真を示す。重量602g,長125.1×幅98.8×厚49.5mm。炉壁部に生成したメタル塊であ る。資料の半分くらいは酸化土砂で褐色に染まったメタル主体部分で、炉壁、滓、メタル主体部の 3層構造をなしている。メタル主体部はさびで茶褐色を呈し、酸化土砂なども付着している。滓部 は発泡し、炉壁と反応して灰黒色を呈している。炉壁部は横大道遺跡に特徴的に見られる珪砂質の 多い胎土からなり、白色で発泡している。スサ痕も明瞭に観察される。メタル部には16mmよりやや 大きなメタル反応があり、着磁度は5である。

顕微鏡組織:図74の切断面写真に見られるように、小さなメタル粒子が網目のように資料全面に観察され、生成鉄がまとまる前の段階にある。滓の組織写真を図141に示す。メタルは未凝集で小さ く分散している。未凝集ではあるが砂鉄の痕跡が見られず、炉の中段より下部に生成したと思われ る。また、ほとんど炭素を含まないフェライト組織である。滓はウルボスピネルとイルメナイトか らなるが、ウルボスピネルが多く観察される。高チタン砂鉄製錬滓の鉱物組織である。

化学成分:分析結果を表15に示す。M.Feは19.2%含まれ,化合水が2.62%含まれることから,ゲー サイトなどの銹化鉄が多く含まれると思われる。金属鉄を0%に補正した資料№58*で見ると,T.Fe は46.4%,FeOは19.8%,Fe2O3は44.3%である。SiO2は5.66%,Al2O3は1.50%で,TiO2は17.3%であ る。造滓成分は9.4%と相当低い。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に換算するとFeOnは73.6%,SiO2は 6.5%,TiO2は19.9%となり,図28のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図ではウルボスピネルの中央付近 にあるが,FeOnにはさび成分が加算されるはずで,図の点よりイルメナイト側にあると思われる。 よって、ウルボスピネル主体でイルメナイトも晶出すると考えられ、顕微鏡組織と整合する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄の製錬時に生成した滓で、ほとんど炭素を含まない未凝 集の鉄粒子を多量に含み、炉の中段以下で炉壁付着滓と推察される。 資料No.59 (FB.YDD.059)

位置:5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 @1

分類:鉄塊系遺物(炉壁) 着磁度:5 メタル反応:16mmよりやや大

外観:図66に写真を示す。提供された資料の大きさは、重量605.2g、長278×幅170×厚136mm。炉壁 内面下部に大きなメタル反応のある炉壁である。炉壁には径が5cm以上ある菊割などの大きな木炭 痕が多数観察される。表面は黒色ガラス化している。3~5mm径のやや太いスサ痕も多量に観察さ れる。破面で見ると粒状物の混和はなく、横大道遺跡に特徴的に見られる珪砂質の多い乳白色の炉 壁である。メタル反応部は銹化により茶褐色を呈し、一部に黒色の滓も付着している。16mmより大 きなメタル反応があり、この部分で着磁度は5を示す。

顕微鏡組織:図75の切断面写真に見られるように、白色の炉壁にやや凝集が始まっている小さな鉄 粒子を含む滓が溶着している。図95の金属鉄マクロ写真は、十分凝集が進んでいない金属鉄で、浸 炭は起こっていない。金属鉄の組織写真を図112に示す。ほとんど炭素を含まないフェライト組織 (C<0.02%)である。滓の組織写真を図141・142に示す。ガラス質に還元がほぼ終了し、金属鉄が 生成した砂鉄粒子が多数観察される。ガラス質にはイルメナイトも見られ、図142のように溶融炉 壁に砂鉄粒子が取り込まれた様子が観察される。

化学成分:分析結果を表14に示した。Cは0.02%と非常に低くフェライト組織の炭素濃度である。 Siは0.030%,Alは0.011%である。Tiは0.033%で、Vは0.003%と低い。滓などの混入は少ないと思 われる。Mnは0.003%,Cuは0.009%といずれも少ない。Pは0.27%と高く、Sは0.026%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、未凝集の浸炭の起こ る前の鉄粒子・砂鉄粒子を巻き込んだ還元帯下部の炉壁と推察される。

資料No.60 (FB.YDD.060)

位置:5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 @ 1

分類:鉄塊系遺物(炉壁) 着磁度:4 メタル反応:12mmよりやや小

外観:図66に写真を示す。重量176.3g,長105.1×幅66.1×厚43.5mm。不整形で端部に鉄塊が巻き込まれている炉壁片である。数cm大の大きな木炭痕が全面を覆っている。表面の半分くらいは黒色ガラス化しており、半分は鉄さびの茶褐色が染みている。破面で見ると、横大道遺跡に特徴的なやや乳白色気味の発泡溶融した珪砂質の炉壁である。メタル反応は12mmよりもやや小さく、着磁度は4である。

顕微鏡組織:図75の切断面写真に見られるように、十分にはまとまりきれていないが、凝集が進ん できている金属鉄が観察される。図95の金属鉄マクロ写真は、かなり銹化が進んできており、ほと んどパーライトの組織の部分から、大部分がフェライトでパーライト組織がわずかな部分まで、浸 炭の状況が大きく変化している。最終的な浸炭状態に至る途中段階である。金属鉄の組織写真を図 112・113に示す。図112、113-a・bでは素地はパーライト組織で、全面パーライトの部分や結晶 粒界にフェライトが析出している共析に近い組織である。図113-c・dでは炭素が低く,フェラ イトが多く,パーライトがやや少ない組織である。滓の組織写真を図142に示す。炉壁胎土が多く 溶けたガラス質の滓に還元途中や,メタルが十分発達して凝集が進みかけている砂鉄が多量に観察 される。また,ガラス質にイルメナイトが観察される。

化学成分:分析結果を表14に示した。Cは0.43%と亜共析鋼(C<0.8%)の炭素濃度である。Siは 0.021%,Alは0.007%である。Tiは0.008%で、Vは0.003%と低い。滓などの混入は少ないと思われ る。Mnは0.003%,Cuは0.010%といずれも少ない。Pは0.20%と高く、Sは0.047%とやや高い。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、凝集や浸炭が進行中 の鉄粒子を巻き込んだ、砂鉄粒子を含む還元帯下部の炉壁と推察される。

資料No.61 (FB.YDD.061)

位置:5号製鉄炉跡 炉01

分類:鉄塊系遺物(炉内滓) 着磁度:3 メタル反応:8mmよりやや大

外観:図66に写真を示す。重量73.4g,長49.9×幅44.2×厚30.6mm。上面側がボソボソ状態で,鉄・ 砂鉄粒子が角を残したまま堆積した様相の炉内滓で,半分くらいは赤紫色のさびが見られる鉄塊部 分である。下面側は丸みを帯び,凹凸は少なく,顆粒状の荒れた表面をなしている。滓の溶融はあ まり良くない。メタル部で着磁度は3で,8mmよりやや大きいメタル反応がある。

顕微鏡組織:図75の切断面写真に見られるように、小さな金属鉄粒が資料全体に分散している。生 成鉄が凝集する前の状態である。図94の金属鉄マクロ写真も同様で滓の中に鉄粒が分散している。 金属鉄の組織写真を図113に示す。ほとんど滓でわずかに鉄粒が見られる。金属鉄はほとんど炭素 を含まないフェライト(α鉄)である。写真には示していないが、砂鉄粒も多く観察される。滓の組 織写真を図142・143に示す。イルメナイトが圧倒的に多い。わずかにシュードブルッカイトを内包 するイルメナイトも見られる。また、未凝集の小さなメタル粒が多く観察される部分もある。

化学成分:分析結果を表15に示す。M.Feは28.2%含まれ,化合水が2.68%含まれることから,ゲー サイトなどの銹化鉄が多く含まれると思われる。金属鉄を0%に補正した資料№61*で見ると,T.Fe は42.3%,FeOは12.0%,Fe₂O₃は47.2%である。SiO₂は6.48%,Al₂O₃は1.62%で,TiO₂は18.7%であ る。造滓成分は10.8%で低い。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは70.2%,SiO₂は7.7%, TiO₂は22.1%となり,図28のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図では資料№58とほぼ同じウルボスピネ ルの中央付近にあるが,FeOnにはさび成分が加算されていることから,図の点よりイルメナイト側 にあると思われる。このことから、ウルボスピネルとイルメナイトが晶出すると考えられる。顕微 鏡観察ではウルボスピネルはあまり見られず,さびを除くとイルメナイトが圧倒的である。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄の製錬時に生成した滓で、ほとんど炭素を含まない未凝

集の鉄粒子を多量に含む製錬滓と推察される。

資料No.62 (FB.YDD.062)

位置:7号製鉄炉跡 炉01

分類:鉄塊系遺物(炉壁) 着磁度:2 メタル反応:5mmよりやや大

外観:図66に写真を示す。重量2,240g,長226×幅322×厚50mm。不整形な大型炉壁片で,内面側の2カ所に5mm大のメタル反応がある。金属鉄の遺存はあまり良くないように思われる。全体に凹凸が激しく,茶褐色の鉄さびが多く見られ,木炭痕も観察される。反対の外面側はスサ痕が多量に残る炉壁面である。

顕微鏡組織:図75の切断面に見られるように、金属鉄は未凝集でまとまらず、小さな粒子状で分散 している。図96に10倍の金属鉄マクロ写真を示す。還元末期の金属鉄が十分生成しているものの凝 集が起こらず、砂鉄の痕跡を明瞭に残す小さな鉄粒が多量に分散している。金属鉄の組織写真を図 114に示す。ガラス質の滓にイルメナイトが晶出し、砂鉄の痕跡を残す鉄粒子が多く観察される。 金属鉄はほとんど浸炭の起こっていないフェライト(α鉄)である。滓の組織写真を図143に示す。 ガラス質が圧倒的で、図143-c・dに示すように、砂鉄粒子を含む滓が炉壁胎土のガラス質と反 応し、溶融している。ガラス質の中に見られる鉱物相はイルメナイトである。

化学成分: 滓の分析結果を表15に示す。M.Feは20.8%含まれ,化合水が1.41%含まれることから, ゲーサイトなどの銹化鉄が含まれると思われる。金属鉄を0%に補正した資料№62*で見ると,T.Fe は17.6%,FeOは2.93%,Fe2O3は21.8%である。SiO2は41.7%,Al2O3は11.0%で,TiO2は11.9%であ る。造滓成分は炉壁成分のため58.6%と相当多い。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系での検討は炉壁成分 が多すぎて意味をもたない。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄の製錬時に生成した滓で、ほとんど炭素を含まない未凝 集の鉄粒子を多量に含む滓が、炉の中段以下で炉壁と反応したものと推察される。

資料No.63 (FB.YDD.063)

位置:10号製鉄炉跡 廃滓場 01

分類:鉄塊 着磁度:5 メタル反応:16mm以上

外観:図66に写真を示す。重量73.8g,長38.1×幅28.4×厚25.1mm。繭玉状の鉄塊で,表面には酸化 土砂が薄く付着している程度で滓は認められない。重量感があり,銹化亀裂もなく,金属鉄の遺存 は良好と思われる。

顕微鏡組織:図75の切断面写真に見られるように,非常に良く溶けた鉄塊で銑鉄であろう。図96の 金属鉄マクロ写真は,全面に片状黒鉛が晶出している。金属鉄の組織写真を図114に示す。片状黒 鉛が晶出したまだら鋳鉄の組織である。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは3.23%で亜共晶鋳鉄組成の炭素濃度である。Siは0.022%, Alは0.015%と少なく、滓などは良く分離されている。Tiは0.005%、Vも0.001%と少ない。Mnは 0.002%、Cuは0.010%である。Pは0.15%とやや高い、Sは0.024%である。

以上の結果から、本資料は炭素濃度が3.23%の亜共晶まだら鋳鉄の銑鉄塊である。始発原料や製 鉄工程を示唆する滓は検出されないが、他資料や出土状況からみて、高チタン砂鉄を原料とする製 鉄工程で生成したと見るのが妥当であろう。

資料No.64 (FB.YDD.064)

位置:4号製鉄炉跡 炉05

分類:砂鉄焼結塊 着磁度:2 メタル反応:無

外観:図66に写真を示す。重量69.5g,長49.4×幅55.7×厚28.3mm。不整六角形で暗褐色を呈する砂 鉄焼結塊である。片面は平坦だが、反対面は湾曲している。0.1mm以下と見られる砂鉄粒子が固結し ている。写真右下部には黒色の滓片も見られる。あまり固結は強固でなく、被熱温度もあまり高く ないと思われる。炉の比較的上部で生成したものであろう。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図143・144に示す。個々の砂鉄粒子を識別でき, 強固に結合していな い。縦縞模様の粒子が多く, ウィードマンステッテン型の格子模様のチタン磁鉄鉱粒子は少ない。 磁鉄鉱には金属鉄が生成し始めているものも見られ, 還元帯上部で生成したと見られる。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは36.4%で,M.Feは0.30%含まれる。FeOは15.4%,Fe2Os は34.5%で,ほぼマグネタイト(Fe₃O₄)の組成である。SiO₂は10.6%である。Al₂O₃は2.93%含まれる。 TiO₂は28.0%と高濃度である。Vは0.19%である。造滓成分は18.23%である。本資料は還元もあま り進んでおらず,もともとの砂鉄の性状を残していると考えられる。図13~16では化学成分面から 砂鉄の性状を検討した。図14・15では,炉壁胎土や砂礫,泥土などの混入の影響を受けにくい指標 であるT.Fe,TiO₂で基準化し,MnO,Vの関係を検討した。この関係では,資料Na.1の砂鉄とほぼ 同じ位置にある。一方,成分そのものを比較する図13・16では,資料Na.1に比べ不純物が多くなっ た位置にある。図35・39では,資料Na.1とはVが異なるようである。

以上の結果から、本資料は資料Na.1と成分的に類似した高チタン砂鉄が、還元帯上部で溶解しき れていない砂鉄焼結塊と推察される。

資料No.65(FB.YDD.065)

位置: 4 号製鉄炉跡 廃滓場 @ 1

分類:砂鉄焼結塊(含鉄遺物) 着磁度:2 メタル反応:3mmよりやや大

外観:図66に写真を示す。重量585.2g,長124.4×幅72.6×厚64.4mm。不整四角形で,片面が鉄さびの茶褐色を呈する砂鉄焼結塊である。反対面は黒色で1/4が砂鉄焼結塊で,残る3/4は発泡し,表面

が溶融している。内部には溶融は及んでおらず、半溶融の砂岩と溶岩が貼り合わされたような様相 を呈している。大きな木炭痕も3カ所認められる。茶褐色の面には3mmよりやや大きいメタル反応 があり、この部分で着磁度は2を示す。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図144に示す。個々の砂鉄粒子を識別でき,多くの粒子に金属鉄の生成が観察される。前の資料№64の還元がさらに進んだ状態である。還元に伴いイルメナイトやウル ボスピネルの分離が起こり始めている。還元帯上部の生成物であろう。

X線回折:結果を表21と図56に示す。イルメナイト、マグネタイト、ウルボスピネルの中程度の回 折線が見られ、ついでシュードブルッカイトとヘマタイトの弱い回折線が、そして石英の微弱な回 折線が認められる。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは40.2%で,M.Feは0.07%含まれる。FeOは12.4%,Fe2Os は43.6%である。SiO2は5.93%と少ない。Al2O3は1.63%含まれる。TiO2は30.1%と高濃度である。V は0.20%である。造滓成分は10.71%と少ない。還元は進んでいるが砂鉄の原型をとどめており、も ともとの砂鉄の性状を残している。図13~16では、化学成分面から砂鉄の性状を検討する。図14・ 15では、資料No.1の砂鉄とほぼ同じ位置にある。一方、成分そのものを比較する図13・16では、資 料No.1に比べて不純物が多くなった位置にある。図35・39では資料No.1とはVが異なるようである。

以上の結果から、本資料は資料No.1の砂鉄と成分的に類似した高チタン砂鉄が、還元帯上部で溶解しきれていない砂鉄焼結塊と推察される。

資料No.66 (FB.YDD.066)

位置:4号製鉄炉跡 炉03

分類:炉内滓 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図66に写真を示す。重量56.0g,長51.9×幅53.7×厚30.4mm。不整五角形で黒色の炉内滓である。凹部には茶褐色の鉄さびが染みいている。大きさのわりに軽量で溶融の形跡がなく,微粒砂鉄の焼結塊の印象もある。十分温度は上がっていない。小さな木炭痕もあり,突起の激しい資料である。破面には小さな石英あるいは長石が少量観察される。メタル反応,着磁ともにない。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図144・145に示す。図144では骸晶状のウルボスピネルが圧倒的で、 ガラス質に糸くず状に細いイルメナイトが観察される。図145では相対的にイルメナイトが多くな っている。骸晶状ウルボスピネルの部分、イルメナイトとウルボスピネルの部分、イルメナイトが 多い部分など両鉱物相に比率は様々である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは26.5%で,M.Feは0.44%含まれる。FeOは13.4%で,Fe2O3 は22.4%である。SiO2は18.6%で,Al2O3は5.83%含まれる。TiO2は27.2%である。Vは0.19%である。 造滓成分は33.88%である。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に換算するとFeOnは43.9%,SiO2は22.8%, TiO2は33.3%となり,図28のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図ではシュードブルッカイトの境界に近 いクリストバライト領域にあり,顕微鏡組織に比べてTiO2が高い位置にあり,顕微鏡組織と一致し ていない。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した炉内滓である。

資料No.67 (FB.YDD.067)

位置:4号製鉄炉跡 炉04

分類:炉内滓 着磁度:1~2 メタル反応:無

外観:図66に写真を示す。重量40.3g,長28.7×幅42.5×厚28.2mm。ずんぐりとした不整四角形の炉 内滓で,砂鉄焼結塊のような固結部と,表面が溶融している部分とからなる。固結部は茶褐色を呈 し,滓部は黒色である。表面溶融部は突起も多く,破面で見ると滓は気孔が多く,多孔質である。 顕微鏡組織:滓の組織写真を図145に示す。ウルボスピネルとイルメナイトのみの組織である。図 145-c・dに見られるように,両鉱物相は交互に絡み合うような状態で観察され,通常の溶融を 経由して両者が融体から晶出してくるものとは異なる組織である。砂鉄から生成したものが合体し, 溶融に至る前段階と思われ,外観観察の砂鉄焼結塊の焼結が良く進んだ滓と位置づけられる。 X線回折:結果を表21と図56に示す。ウルボスピネルとイルメナイトのみの回折線が検出される。 顕微鏡観察と一致する。

化学成分:分析結果を表16に示す。資料Na65の砂鉄焼結塊と極めて類似した成分である。T.Feは 42.3%で,M.Feは0.06%とわずかである。FeOは14.3%で,Fe2O3は44.5%である。SiO2は3.34%で, Al2O3は1.33%といずれも少ない。TiO2は30.4%と高く,Vは0.24%である。造滓成分は8.57%と非 常に少ない。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に換算するとFeOnは63.5%,SiO2は3.6%,TiO2は32.9%と なり,図28のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図ではウルボスピネル領域にあり、ウルボスピネル主体 でイルメナイトも晶出すると考えられ、顕微鏡組織と一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、十分な溶融に至る前 段階の炉内滓である。

資料No.68 (FB.YDD.068)

位置:4号製鉄炉跡 炉03

分類:流出滓 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図66に写真を示す。重量144.1g,長72.9×幅54.9×厚39.1mm。黒色で不整五角形の流出滓である。明瞭な破面は5面ある。上面は窪みなどもあるが,おおよそ平らであるのに対して,下面は三角形状に尖り,床面の砂質粘土や酸化土砂が付着している。小さな気孔は少なく,破面には空隙が

見られる。流動単位は観察されず、十分な流動性があったようには見えない。着磁、メタル反応と もにない。

顕微鏡組織:資料切断時の観察では、十分溶融していない気泡の多い滓である。焼結が良く進み、 一部溶融して粒子間結合が起こっているように見られる。滓の組織写真を図145・146に示す。板を 引き裂いたようなイルメナイトが圧倒的である。一部にシュードブルッカイトを内包するイルメナ イトも見られる。ウルボスピネルは観察されない。高チタンの滓組織である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは24.5%で,M.Feは0.33%である。FeOは20.5%で,Fe₂O₃ は11.8%である。SiO₂は14.8%で,Al₂O₃は3.26%含まれる。TiO₂は37.1%と高濃度で,Vは0.25%で ある。造滓成分は26.98%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは38.4%,SiO₂は 17.6%,TiO₂は44.1%となり,図28のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではシュードブルッカイトと クリストバライトの境界付近にある。シュードブルッカイトとイルメナイト主体の鉱物組織になる と想定される。顕微鏡観察とはやや異なる。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した流出滓である。

資料No.69 (FB.YDD.069)

位置: 4 号製鉄炉跡 炉 0 4

分類:流出滓 着磁度:微弱 メタル反応:無

外観:図66に写真を示す。重量122.0g,長64.2×幅44.0×厚33.9mm。黒色で重量感のある流出滓である。小さな気孔はあるが良く溶融している。酸化土砂の付着は少ない。表面には炉壁由来と思われる1cm大程度の炉壁片が4カ所巻き込まれている。

顕微鏡組織:切断面の観察では、やや多孔質の通常の鉄滓である。滓の組織写真を図146に示す。 短い棒状のイルメナイトが圧倒的に多く、多角形が崩れた内部に染みのあるウルボスピネルも多く 観察される。高チタン砂鉄の製錬滓である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは27.0%で,M.Feは0.23%である。FeOは17.6%で,Fe₂O₃ は18.7%である。SiO₂は14.4%で,Al₂O₃は3.48%含まれる。TiO₂は33.9%で,Vは0.23%である。造 滓成分は26.68%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは42.9%,SiO₂は17.0%,TiO₂ は40.1%となり,図28のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図では、シュードブルッカイト領域にある。 シュードブルッカイトとイルメナイト主体の鉱物組織になると想定される。顕微鏡観察ではシュー ドブルッカイトは検出されず、イルメナイト主体で顕微鏡観察よりもTiO₂が多い成分系である。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した流出滓である。

第3章 自然科学分析

資料No.70 (FB.YDD.070)

位置: 4 号製鉄炉跡 炉 0 3

分類:流出滓 着磁度:微弱 メタル反応:無

外観:図66に写真を示す。重量192.3g,長112.8×幅62.2×厚37.6mm。流動単位の大きな流出滓で, 上面の一端に工具痕と思われる角材のようなものを押し当てた痕跡が明瞭に認められる。下面は排 滓溝の砂質粘土が付着し,木炭痕も多く認められる。メタル反応はなく,微弱な着磁がある。

顕微鏡組織:切断面の目視観察では黒色緻密な滓であるが,砂鉄焼結のような粒子が粗い部分もあ る。滓の組織写真を図146・147に示す。稲穂状のイルメナイトが多い部分,染みだらけのウルボス ピネルが多い部分,両者が半々くらいの部分などからなる。鉱物相としてはこの2相のみである。 高チタン砂鉄の製錬滓である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは33.7%で,M.Feは0.14%である。FeOは12.4%で,Fe₂O₃ は34.2%である。SiO₂は10.3%で,Al₂O₃は2.45%含まれる。TiO₂は32.9%で,Vは0.21%ある。造滓 成分は19.28%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは51.9%,SiO₂は11.5%,TiO₂ は36.6%となり,図28のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではウルボスピネルとの境界付近のイルメ ナイト領域にある。イルメナイトとウルボスピネルが主体の鉱物組織になると想定される。顕微鏡 観察と一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した流出滓と推察される。

資料No.71 (FB.YDD.071)

位置: 4 号製鉄炉跡 廃滓場 0 1

分類:流出滓(含鉄遺物) 着磁度:4 メタル反応:5 m よりやや小

外観:図66に写真を示す。重量71.0g,長102.1×幅79.1×厚67.1mm。黒色の流出滓で,上部には流動 の先端が積み重なっている。上面中央は大きく窪み,茶褐色のさびが生じており,5mm大弱のメタ ル反応がある。側面には大きな破面が4面ある。側面の一部にはさびを生じている部分があるが, メタル反応はない。滓は大小の気泡が観察されるがその量は多くなく,黒色緻密で光沢があり,良 く溶融している。

顕微鏡組織:切断面の目視観察では良く溶融しており、気泡は球形で上部中央に網目状の金属鉄が 観察される。図98の10倍の金属鉄マクロ写真は、金属鉄が十分まとまっておらず、島状である。金 属鉄の組織写真を図115に示す。ほとんど浸炭が起こっていないフェライト組織である。滓の組織 写真を図147に示す。ほぼ全面が染みのあるウルボスピネルである。一部に図147-e・fのように イルメナイトが見られる部分もあるがわずかである。

X線回折:結果を表21と図57に示す。ウルボスピネルとイルメナイトのみの回折線が検出される。

顕微鏡観察と一致する。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは40.8%で,M.Feは0.04%である。FeOは18.9%でFe₂O₃は 37.3%である。SiO₂は5.70%で,Al₂O₃は1.48%含まれる。TiO₂は28.8%である。Vは0.21%である。 造滓成分は12.82%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは62.0%,SiO₂は6.3%, TiO₂は31.8%となり,図28のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではウルボスピネル領域にある。鉱物 相としてはウルボスピネルが多く,イルメナイトも晶出する組織になると想定される。顕微鏡観察 と一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする、製鉄工程で生成した、浸炭の起こってい ない未凝集の鉄を含む流出滓である。

資料No.72 (FB.YDD.072)

位置:5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 @ 1

分類: 炉壁(含鉄遺物) 着磁度: 微弱 メタル反応: 1 mm以下

外観:図66に写真を示す。重量27.7g,長48.7×幅41.1×厚17.2mm。羽口片のように丸く湾曲した滓 で、中央に大きな木炭痕が残る。発泡粗鬆で軽石のように軽量である。上面には泥土が付着し、端 部に鉄さび部が観察される。裏面側には炉床の粘土が付着している。中央に1mm以下の微弱なメタ ル反応がある。

顕微鏡組織:切断面の目視観察では,滓に砂質の炉壁片が多量に噛み込んでいる。滓部分のみの採 取は困難である。滓の組織写真を図147・148に示す。図147は滓部分の代表的な顕微鏡組織である。 全面がイルメナイトで,その背後に沈むようにファイヤライトも観察される。図148は炉壁胎土部 分で,還元途中の砂鉄粒子が多く巻き込まれている。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは16.0%と非常に少ない。M.Feは0.28%である。FeOは5.4% で、Fe₂O₃は16.5%である。SiO₂は43.3%、Al₂O₃は11.5%と炉壁胎土が多量に含まれる。TiO₂は13.9% で、Vは0.068%である。造滓成分は62.83%である。炉壁が多量に含まれるためFeOn-SiO₂-TiO₂系 の平衡状態図での組織検討は意味をもたない。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓が炉壁 と反応したと判断される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した炉壁付着滓(ガラス質 滓)である。

資料No.73 (FB.YDD.073)

位置:5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 @1

第3章 自然科学分析

分類:砂鉄焼結塊(含鉄遺物) 着磁度: 3~4 メタル反応: 3 mm大

外観:図66に写真を示す。重量148.6g,長78.6×幅54.2×厚51.8mm。全面に茶褐色のさびが染みた炉 内滓で,顆粒状の粗雑な面が多い。破面はなく,大きな木炭痕も観察される。重量感のある資料で ある。黒さび部や薄膜状に破裂して黒さびも観察され,銹化した鉄塊のような感触である。数カ所 に3mm大のメタル反応がある。

顕微鏡組織:切断面の肉眼観察では砂鉄焼結塊である。表面の1~3mmほどが金属の光沢がある還 元鉄の殻で,この殻には銹化が目立つ。滓の組織写真を図148に示す。還元途中の砂鉄が緩く焼結 し合っており,銹化が進行している。

化学成分:分析結果を表16に示す。化合水が3.97%含まれ、銹化鉄が多く含まれるとみられる。T.Fe は43.0%で、M.Feは0.60%含まれる。FeOは10.1%である。Fe2O3は49.4%であるが、これにはゲー サイトなどの鉄分も含まれている。SiO2は7.83%である。Al2O3は1.61%含まれる。TiO2は22.1%であ る。Vは0.16%である。造滓成分は11.52%である。もともとの砂鉄の性状を残し、滓化が進んでい ないためFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図での組織検討は意味をもたない。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄が還元帯上部で生成した、銹化が進んだ砂鉄焼結塊と推 察される。

資料No.74 (FB.YDD.074)

位置:5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 @ 1

分類:ガラス質滓(含鉄遺物) 着磁度:1 メタル反応:2mmよりやや小

外観:図66に写真を示す。重量65.7g,長46.1×幅63.7×厚27.8mm。不整形な赤さびに覆われたやや ガラス質が多い炉内滓で、大きな木炭痕が3カ所観察される。端部には銹瘤も見られる。滓そのも のは黒色で光沢はなく、気孔も多い。部分的に薄皮状のメタル酸化物がある。表面の上端部に2mm よりやや小さなメタル反応がある。

顕微鏡組織:切断面の目視観察では比較的良く溶けた滓で,場所により気孔の量に差が見られる。 組織写真を図148・149に示す。ガラス質の中にイルメナイトが観察され,炉壁胎土の粒状物も半溶 融状態で観察される。炉壁付着滓の組織である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは16.3%と非常に少ない。M.Feは0.39%である。FeOは1.1% で、Fe2O3は21.6%である。SiO2は31.9%、Al2O3は9.61%と炉壁胎土が多量に含まれる。TiO2は炉壁 胎土が多く溶けているにもかかわらず24.3%と高濃度で、Vは0.15%である。造滓成分は49.98% である。造滓成分中のアルカリ土類成分は6.35%である。炉壁が多量に含まれるため、FeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図での組織検討は意味をもたない。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓が炉壁 と反応したと判断される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した炉壁付着滓(ガラス質

滓)である。

資料No.75 (FB.YDD.075)

位置:5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 @1

分類:流出滓 着磁度:2 メタル反応:無

外観:図67に写真を示す。重量314.9g,長57.9×幅84.9×厚63.5mm。黒色で流動単位が小さく,流動 性の悪い滓が積み重なった,先端近くの流出滓である。下面側には1カ所の木炭痕が観察され,顆 粒状の粗雑な面を形成している。破面で見ると,良く溶融している部分と砂質混じりの発泡した部 分があり,不均質さが目立つ滓である。

顕微鏡組織:切断面の目視観察では微細なメタルが網目状結合し、分散している。組織写真を図149 に示す。ウルボスピネルが主要鉱物相として観察され、これに加えて砂鉄粒の痕跡を残す金属鉄が 多量に観察される。量的には多くないが、イルメナイトとファイヤライトも観察される。

化学成分:化学分析結果を表16に示す。T.Feは35.0%で,M.Feは5.46%と多い。還元された砂鉄の 金属鉄が多く含まれるためである。FeOは10.6%で,Fe₂O₃は30.5%である。SiO₂は14.7%で,Al₂O₃ は2.90%含まれる。TiO₂は27.8%で,Vは0.14%含まれる。造滓成分は24.18%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは49.2%,SiO₂は17.6%,TiO₂は33.3%となり,図28のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではイルメナイト領域にある。鉱物相としてはイルメナイトが多く、ウルボス ピネルも晶出すると想定される。顕微鏡観察とやや異なる。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した,金属鉄を生成した砂 鉄粒を多く含む流出滓である。

資料No.76 (FB.YDD.076)

位置:5号製鉄炉跡 ふいご03

分類:流出滓(含鉄遺物) 着磁度:2 メタル反応:3mm大

外観:図67に写真を示す。重量1,093.8g,長87.5×幅130.1×厚72.0mm。流動単位の大きな厚みのあ る流出滓である。側面はすべて破面で2カ所に大きな木炭痕がある。上面は段差があるが平坦であ る。下面は湾曲し、排滓溝の砂が噛み込んでいる。滓は黒色で気孔が多く、溶融は十分ではない。 側面の一部に3mm大のメタル反応があり、着磁度は2である。

顕微鏡組織:メタル部分の金属鉄マクロ写真を図97に示す。周りがほとんど銹化した鉄塊である。 内側にさびずに残ったパーライト主体のメタルがみられる。金属鉄の組織写真を図115に示す。素 地はパーライト組織で,結晶粒界にフェライトが析出する亜共析鋼の組織である。滓部分の切断面 は通常の滓で,大小の気孔,空隙がある。滓の組織写真を図149・150に示す。全面がウルボスピネル で、ごくわずかにイルメナイトが観察される。

化学成分: 滓の分析結果を表16に示す。T.Feは37.0%で, M.Feは0.11%である。FeOは13.4%で, Fe2O3は37.9%である。SiO2は9.41%で, Al2O3は2.02%含まれる。TiO2は30.3%で, Vは0.18%含ま れる。造滓成分は17.59%である。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に換算するとFeOnは56.4%, SiO2は 10.3%, TiO2は33.3%となり, 図28のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図ではイルメナイトとの境界に 近いウルボスピネル領域にある。鉱物相としてはウルボスピネルが多く, イルメナイトも晶出する と想定される。顕微鏡観察とやや異なる。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した,銹化した鉄塊を含む 流出滓である。

資料No.77 (FB.YDD.077)

位置:5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 @ 1

分類: 炉底滓 着磁度: <1 メタル反応: 無

外観:図67に写真を示す。重量1,660g,長200×幅170×厚68mm。椀形滓のように中央が窪んだ炉底 滓で,鉄さびが上面全体を覆っている。下面には,竪形炉特有の炉壁片や砂質の粘土が噛み込んで いる。全体に小さな突起がある。上下面ともに滑らかな部分はない。上面にも角張った砂礫状の小 さな突起が多く存在する。

顕微鏡組織:切断面の目視観察では断面内部まで胎土が多く巻き込まれている。滓のみを取り出し 調査した。滓の組織写真を図150に示す。イルメナイトが圧倒的に多く,ウルボスピネルも見られ るがその量はわずかである。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは27.9%で,M.Feは0.19%である。FeOは4.50%で,Fe₂O₃ は34.6%である。SiO₂は13.1%で,Al₂O₃は3.05%含まれる。TiO₂は37.3%と非常に高濃度で,Vも 0.26%と多い。造滓成分は23.23%である。造滓成分中のアルカリ土類成分は6.27%と多く含まれる。 FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは43.7%,SiO₂は14.6%,TiO₂は41.7%となり,図28 のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではイルメナイトとの境界に近いシュードブルッカイト領域にあ る。鉱物相としてはシュードブルッカイトが主体で,イルメナイトも晶出する成分である。顕微鏡 観察よりも、ややTiO₂が高い成分系になっている。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、炉壁胎土を多く巻き 込んだ炉底滓である。 資料No.78 (FB.YDD.078)

位置:6号製鉄炉跡 作業場 02-3

分類:炉内滓 着磁度:1 メタル反応:無

外観:図67に写真を示す。重量94.1g,長73.5×幅49.3×厚31.4mm。全面がさびの茶褐色に覆われた, 変形した卵形の炉内滓である。上面はおおよそ平坦であるが、下面側は丸く盛り上がり、小さな木 炭片が付着している。木炭痕も見られる。滓は黒色で光沢はなく、小さく発泡している。重量感が ある。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図150・151に示す。大部分はさびである。さびの中に図150に示すようなイルメナイトとウルボスピネルを主要鉱物相とする滓が巻き込まれている。また,さびの中に は砂鉄粒が多く観察される。

化学成分:分析結果を表16に示す。化合水は6.72%と非常に多くさびが多量に含まれている。T.Fe は41.6%, M.Feは0.22%である。FeOは2.01%とわずかで,Fe₂O₃は56.9%と多い。T.FeやFe₂O₃の大 部分はゲーサイトなどの銹化鉄成分と考えられる。SiO₂は10.8%で,Al₂O₃は2.69%含まれる。TiO₂ は14.3%と少なく,Vも0.06%と低い。造滓成分は16.38%と少ない。造滓成分中のアルカリ土類成 分は2.45%である。本資料にはさびが多量に含まれ,FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系の平衡状態図で鉱 物相を検討するのは難しい。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した,鉄さびを多量に含む 炉内滓である。

資料No.79 (FB.YDD.079)

位置:6号製鉄炉跡 炉03

分類:炉内滓 着磁度:2 メタル反応:無

外観:図67に写真を示す。重量17.7g,長24.8×幅36.4×厚17.7mm。黒色で上面にはトゲ状の鋭い突 起が多くあり,流動性の悪い滓が急冷されたように見える。下面は,顆粒状や砂状の突起となって いる。着磁度は2程度と弱く,メタル反応はない。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図151に示す。全面あばた状のウルボスピネルで、わずかにイルメナ イトが観察される。

X線回折:結果を表21と図57に示す。ウルボスピネルの非常に強い回折線が見られ,このほか,イ ルメナイトの弱い回折線が見られるだけである。鉱物相はこの2種類のみで顕微鏡観察と一致する。 化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは41.5%で,M.Feは0.11%である。FeOは16.5%で,Fe₂O₃ は40.8%である。SiO₂は4.42%で,Al₂O₃は1.44%含まれる。TiO₂は31.2%で,Vは0.24%含まれる。 造滓成分は10.42%と少ない。造滓成分中のアルカリ土類成分は4.10%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3 成分系に換算するとFeOnは61.7%, SiO2は4.8%, TiO2は33.6%となり, 図29のFeOn-SiO2-TiO2系の 平衡状態図ではウルボスピネル領域にある。鉱物相としてはウルボスピネルが多く, イルメナイト も晶出すると想定される。顕微鏡観察とほぼ一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した,流動性の悪い炉内滓 である。

資料No.80 (FB.YDD.080)

位置:6号製鉄炉跡 炉01

分類:炉内滓 着磁度:2 メタル反応:無

外観:図67に写真を示す。重量125.7g,長60.9×幅48.9×厚48.7mm。砂鉄焼結塊のように砂を吹き付けたようなざらざらとした三角柱形の鉄滓である。上面は凹凸はあるものの比較的平坦で、下面は円錐状である。破面にはキラキラ輝く雲母のようなものが非常に多く観察される。200倍の実体顕微鏡で観察したが、石英や雲母ではなく小さな粒子の破面である。重量感はあるが、気孔の多い焼結体のようである。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図151・152に示す。全面イルメナイトで、内部に色の濃いシュードブ ルッカイトを含むものが観察され、高チタン砂鉄の鉱物相である。

化学成分:分析結果を表16に示す。化合水が2.19%含まれ、ゲーサイトなどの銹化鉄が含まれた分 析である。T.Feは27.3%で、M.Feは0.27%である。FeOは2.89%で、Fe₂O₃は35.4%である。SiO₂は 15.3%で、Al₂O₃は4.14%含まれる。TiO₂は32.0%で、Vは0.25%含まれる。造滓成分は25.68%であ る。造滓成分中のアルカリ土類成分は5.47%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOn は44.7%、SiO₂は17.9%、TiO₂は37.4%となり、図29のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではイルメナ イト境界に近いシュードブルッカイト領域にある。鉱物相としてはシュードブルッカイトとイルメ ナイトも晶出すると想定される。顕微鏡観察よりもややTiO₂が高い成分である。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した炉内滓である。

資料No.81 (FB.YDD.081)

位置:6号製鉄炉跡 炉01

分類:砂鉄焼結塊(炉壁) 着磁度:3 メタル反応:無

外観:図67に写真を示す。重量458.2g,長97.3×幅89.9×厚63.5mm。砂鉄焼結塊が内面に生成している炉壁である。炉壁内面は溶融しており,溶融した炉壁面上に砂鉄焼結塊が生成したと見られる。

砂鉄は強固に焼結しているが、メタル反応はなく鉄さびも生じていないことから、あまり還元は進 んでいないと思われる。炉の中段資料に生成しながら還元が進んでいないことから、操業末期に上 方より砂鉄が落下し生成した可能性がある。炉壁胎土は横大道遺跡特有の珪砂質で、内面は発泡し ている。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図152に示す。砂鉄粒子を明瞭に識別でき、多くの粒子がトポケミカ ル(外側から内側に向かって反応が進行する形態)に反応しているが、金属鉄の生成は観察されない。 還元帯の比較的上部での反応状態である。しかし、粒子間にはファイヤライトやイルメナイトらし き組織も観察される。溶けた滓にあまり還元が進んでいない砂鉄が巻き込まれていることを示す。 化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは36.8%で、M.Feは0.09%含まれる。FeOは13.9%、Fe2O3 は37.0%である。SiO2は14.2%で、Al2O3は2.86%含まれる。TiO2は25.0%、Vは0.17%である。造滓 成分は22.67%と少ない。本資料は砂鉄の原型をとどめており、還元もあまり進んでおらず、もとも との砂鉄の性状を残していると考えられる。図13~16では、化学成分面から砂鉄の性状を検討する。 図14・15の関係では資料Na.1の砂鉄とほぼ同じ位置にある。一方、成分そのもののを比較する図13・ 16では、資料Na.1の砂鉄に比べて不純物が多くなった位置にある。しかし、図35・39では資料Na.1 とはVが異なるようである。

以上の結果から、本資料は資料Na.64・65と同質で、資料Na.1の砂鉄と成分的に類似した、高チタン砂鉄が還元帯上部から落下し、炉壁中段域で砂鉄焼結塊として生成したものと推察される。

資料No.82 (FB.YDD.082)

位置:7号製鉄炉跡 炉03

分類:流出滓 着磁度:2~3 メタル反応:無

外観:図67に写真を示す。重量127.1g,長41.9×幅71.7×厚30.2mm。黒色で流動単位が不明瞭な流出 滓で、上面は波立つような突起が多い。下面には砂質の粘土が塊状に噛み込んでいる。上面の破面 には資料No.80と全く同じキラキラ輝く粒子が観察され、同質の滓であろう。

顕微鏡組織:滓の組織写真を図152・153に示す。全面が小さなイルメナイトとウルボスピネルの組織(図152),ほとんどウルボスピネルでイルメナイトがわずかな組織(図153-a),ウルボスピネル と内部にシュードブルッカイトを内包するイルメナイトの組織(図153-b)など不均質な滓である。 流出滓ではあるが、十分溶融するほど温度が上がっていなかったと思われる。

X線回折:結果を表21と図57に示す。イルメナイトがやや強い回折線を示し、ウルボスピネルの弱い回折線、シュードブルッカイト、石英などの微弱な回折線が見られ、顕微鏡観察とおおよそ一致している。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは28.5%で,M.Feは0.17%である。FeOは7.40%で,Fe₂O₃ は32.3%である。SiO₂は21.1%で,Al₂O₃は5.48%と多く含まれる。TiO₂は24.9%で,Vは0.18%含ま れる。造滓成分は34.86%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは46.3%,SiO₂は 24.6%, TiO2は29.1%となり,図29のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図ではイルメナイトとの境界に 近いクリストバライト領域にある。クリストバライトが初晶として出ることはなく,イルメナイト, ウルボスピネル主体の鉱物相になると想定される。顕微鏡観察とおおよそ一致している。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする、製鉄工程で生成した流動性のあまり良く ない流出滓である。

資料No.83 (FB.YDD.083)

位置:7号製鉄炉跡 炉03

分類: 炉壁(ガラス質滓) 着磁度: 2 メタル反応: 無

外観:図67に写真を示す。重量126.4g,長74.0×幅41.6×厚36.5mm。上面に鉄さびが染み,波立つように荒れた表面の炉内滓である。2カ所に木炭痕が認められる。破面は3面である。炉壁は横大道 遺跡特有の砂質粘土で,明瞭なスサ痕が見られる。資料Na.81ほど溶融・発泡しておらず,資料Na.81 よりも上部の炉壁と思われる。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図153に示す。ガラス質に砂鉄の痕跡を残す粒子とイルメナイト(図 153-c・d),ガラス質にイルメナイト(図153-e),ガラス質に砂鉄痕跡を伺わせるイルメナイ ト(図153-f)などが観察される。炉壁と滓,砂鉄などが反応している。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは22.8%で,M.Feは0.13%である。FeOは5.35%で,Fe2O3 は26.5%である。SiO2は24.5%で,Al2O3は6.51%と多く含まれる。TiO2は27.6%で,Vは0.20%含ま れる。造滓成分は39.99%である。アルカリ土類成分は7.45%と多い。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に 換算するとFeOnは37.9%,SiO2は29.2%,TiO2は32.9%となり,図29のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状 態図ではイルメナイトとの境界に近いクリストバライト領域にある。炉壁の溶解が多いためであろ う。クリストバライトが初晶として出ることはなく、イルメナイト、ウルボスピネル主体の鉱物相 になると想定される。顕微鏡観察とおおよそ一致している。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した、製錬滓が溶融付着し た炉中部の炉壁と思われる。

資料No.84 (FB.YDD.084)

位置:8号製鉄炉跡 炉02

分類:砂鉄焼結塊(炉内滓) 着磁度:3 メタル反応:無

外観:図67に写真を示す。重量18.1g,長40.1×幅32.1×厚13.7mm。半溶融状態の砂鉄焼結塊で、粒

子表面は溶けて角はない。側面から見ると写真の半分より上側は溶融し、気孔もないのに対して、 下部は多孔質な焼結状態である。炉壁と接する側は個々の砂鉄粒子の形状がそのまま残っている。 顕微鏡組織:滓の組織写真を図153・154に示す。図153は多孔質な部分で砂鉄粒子が焼結している 状態である。比較的還元の初期状態と見られ、金属鉄は観察されない。イルメナイトとウルボスピ ネルの分離が進みかけている。図154では砂鉄の原型はほとんど消え、イルメナイトとウルボスピ ネルが絡み合うように観察される。資料№67の図145-c・dに至る前段階である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは38.9%で,M.Feは0.07%含まれる。FeOは12.5%,Fe2Os は41.6%である。SiO2は7.90%で,Al2O3は1.99%含まれる。TiO2は29.8%,Vは0.18%である。造滓 成分は13.53%と少ない。本資料は砂鉄の痕跡をとどめ,還元もあまり進んでおらず,もともとの砂 鉄の性状を残していると考えられる。成分的にも資料Na65の砂鉄焼結塊より造滓成分がやや多い程 度である。図13~16・35では化学成分面から砂鉄の性状を検討する。図14・15の関係では資料Na.1 の砂鉄とほぼ同じ位置にある。一方,成分そのものを比較する図13・16では資料Na.1の砂鉄に比べ て不純物が多くなった位置にある。しかし、図15・35では資料Na.1とはVが異なるようである。

以上の結果から、本資料は資料Na.64・65と同質で、資料Na.1の砂鉄と成分的に類似した、高チタン砂鉄が還元帯上部から落下し、炉壁下部で砂鉄焼結塊として遺存したものと推察される。

資料No.85 (FB.YDD.085)

位置:8号製鉄炉跡 炉03

分類:流出滓(炉内流動滓) 着磁度:1 メタル反応:無

外観:図67に写真を示す。重量28.0g,長29.2×幅46.1×厚20.4mm。表面に光沢のある炉内流動滓資料で、上面中央はやや窪み、赤紫色が2/3程度に広がりガラス質気味である。下面側は鋭鋒状に尖り、赤紫色を帯びている。破面で見ると上面側はガラス質の傾向が強く、下面側は気孔もなく緻密な滓の様相を呈する。このような滓は炉壁に溶着した滓によく見られることから、炉内で生成したものと考えられている。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図154に示す。イルメナイトとシュードブルッカイトが混在する組織 である。十分溶融するほど温度が上がっていなかったと思われる。

×線回折:結果を表21と図58に示す。イルメナイトが強い回折線を示し、シュードブルッカイトも 中程度の回折線を示す。この2相が主要鉱物で、顕微鏡観察と一致する。ヘマタイトや石英などの 弱~微弱な回折線が見られる。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは28.7%で,M.Feは0.09%である。FeOは0.89%とわずか で,Fe₂O₃は39.9%である。X線回折で,ヘマタイトが検出されていることと一致する。酸化炎に 曝されたと考えられる。SiO₂は23.1%で,Al₂O₃は7.20%と多く含まれ,炉壁などの胎土と反応して いる。TiO₂は23.6%で,Vは0.10%含まれる。造滓成分は34.49%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分 系に換算するとFeOnは46.6%,SiO₂は26.4%,TiO₂は27.0%となり,図28のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平 衡状態図ではイルメナイトとの境界に近いクリストバライト領域にある。クリストバライトが初晶 として出ることはなく、イルメナイト、ウルボスピネル主体の鉱物相になると想定される。顕微鏡 観察よりもTiO₂の低い成分である。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料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で、酸化炎に曝 されたと思われる炉内流動滓である。

資料No.86 (FB.YDD.086)

位置:8号製鉄炉跡 炉03

分類:炉内滓 着磁度:1 メタル反応:無

外観:図67に写真を示す。重量347.0g,長77.7×幅75.4×厚69.0mm。片面に赤さびが染みた塊状の炉 内滓で、大きな木炭痕が2カ所、小さなものも含め8カ所の木炭痕が確認できる。表面は砂を吹き 付けたようなざらざらした部分と破面からなる。大小の気孔が観察されるが重量感がある。一部に 炉壁が付着し、その表面は黒色ガラス化している。破面などにキラキラ輝く粒子が見られるが資料 №80と共通である。炉内で生成したものと考えられる。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図154・155に示す。図155のようにイルメナイトが圧倒的で,メタル 粒が散見される。シュードブルッカイトを内包するイルメナイトも見られるが,その量はわずかで ある。鉱物相はこの2種類のみである。高チタン砂鉄の製錬滓の組織である。十分,溶融温度が上 がっている。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは24.0%で,M.Feは0.42%である。FeOは3.53%で,Fe2O3 は29.8%である。SiO2は15.7%で,Al2O3は4.20%である。TiO2は37.9%と極めて高濃度で,Vも0.26% で最も多い。造滓成分は26.96%である。造滓成分中のアルカリ土類成分は5.99%である。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に換算するとFeOnは38.3%,SiO2は18.1%,TiO2は43.6%となり,図28のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図では、クリストバライトとの境界に近いシュードブルッカイトの領域にある。 シュードブルッカイト、イルメナイト主体の鉱物相になると想定される。顕微鏡観察よりもTiO2の 高い成分である。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した炉内滓である。

資料No.87 (FB.YDD.087)

位置:9号製鉄炉跡 炉23

分類: 炉内滓 着磁度: <1 メタル反応: 無

外観:図67に写真を示す。重量123.3g,長51.9×幅82.8×厚35.0mm。鉄さびが染みたZ字状に折れ曲 がった炉内滓で,片面は通常の滓の性状を示し,反対面は砂鉄焼結塊状のざらざらした滓である。 11×18mm大の木炭痕も観察される。全体的にゴツゴツと凹凸が激しい。滓の端部には光沢のない黒 色の滓や,薄皮状の銹化瘤の剝離痕も観察される。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図155に示す。組織は変化に富み,全体的にイルメナイト主体の砂鉄 粒が多く見られる。図155-c・dでは砂鉄粒子の痕跡をわずかに残した粒子が密に集合したイル メナイトとシュードブルッカイトの組織である。微細な金属鉄粒子が散見される。図155-eでは 砂鉄粒子の痕跡を残し,ほとんどがイルメナイトで少量のウルボスピネルが見られる。図155-f では砂鉄の痕跡があまりなく、ウルボスピネルとイルメナイトからなる。図155-g・hでは砂鉄 の痕跡はほとんど消え、シュードブルッカイトを内包するイルメナイトが多い組織である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは36.3%で,M.Feは0.28%である。FeOは14.5%で,Fe₂O₃ は35.4%である。SiO₂は7.4%で,Al₂O₃は1.69%である。TiO₂は34.5%と高濃度で,Vは0.25%である。 造滓成分は13.62%である。造滓成分中のアルカリ土類成分は4.28%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成 分系に換算するとFeOnは54.4%,SiO₂は8.1%,TiO₂は37.6%となり,図29のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平 衡状態図ではイルメナイトとの境界に近いウルボスピネル領域にある。ウルボスピネルとイルメナ イト主体の鉱物相になると想定される。実際には完全に滓化せず,砂鉄痕跡も残すことから顕微鏡 観察とやや異なる。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した, 滓化過程にある砂鉄 焼結塊である。

資料No.88 (FB.YDD.088)

位置:9号製鉄炉跡 炉03

分類:流出滓 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図67に写真を示す。重量77.2g,長42.2×幅52.8×厚35.8mm。黒色の流出滓で,破面は4面で ある。1面には炉壁と思われる砂質粘土が密に付着し,炉壁に侵入した滓の先端が多く露出してい る。滓には大小の空隙や気孔が多く観察され,流動性は良好ではなかったように見える。断面の一 部には,鉄粒が銹化した赤さびが点在している。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図156に示す。全面が同じ組織で、針状のイルメナイトの中にシュー ドブルッカイトを内包する組織である。溶融相からの晶出相であり、溶融温度に達したことは間違 いない。

X線回折:結果を表21と図58に示す。イルメナイトがやや強い回折線を示し、シュードブルッカイトの弱い回折線が見られる。このほかにアウガイト(Augite: CaO・(Fe, MgO)・2SiO₂)も同定される。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは20.5%で,M.Feは0.14%である。FeOは6.00%で,Fe₂O₃ は22.4%である。SiO₂は21.1%で,Al₂O₃は3.94%である。TiO₂は34.9%と高濃度で,Vは0.22%であ る。造滓成分は35.66%である。造滓成分中のアルカリ土類成分は9.42%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の 3成分系に換算するとFeOnは33.6%,SiO₂は25.0%,TiO₂は41.4%となり,図29のFeOn-SiO₂-TiO₂ 系の平衡状態図ではシュードブルッカイトとの境界に近いクリストバライト領域にある。クリスト バライトが初晶として晶出することはなく,シュードブルッカイト,イルメナイト主体の組織とな ると想定され,顕微鏡観察と一致する。非常に高チタン砂鉄の製錬滓の組織である。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図20・22で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにあり、製錬歩留まりも高いと推察される。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した製錬流出滓である。

資料No.89 (FB.YDD.089)

位置:1号鍛冶炉跡 P1 @1

分類:椀形滓 着磁度:2 メタル反応:3mmよりやや小

外観:図67に写真を示す。重量140.3g,長59.2×幅71.4×厚30.9mm。全面が赤さびに覆われた椀形滓 の周縁片である。大きな破面は4面で,周縁は土手状に盛り上がり,内側は窪んでいる。鉄分の多 い鍛冶滓の特有の重量感がある資料である。わずかに露出した滓は,黒色を呈している。全体に気 泡が多い。下面は椀形に湾曲し,小山を形成して厚く酸化土砂が付着している。中央側の先端付近 に3mmよりやや小さなメタル反応があり,この部分で着磁度は2を示す。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図156に示す。全体にウルボスピネルが圧倒的で,背後に沈むような ファイヤライトが観察される。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは49.5%で本調査では最も多い。M.Feは0.30%である。FeO は35.1%で、Fe₂O₃は31.3%である。SiO₂は10.1%で、Al₂O₃は3.40%である。TiO₂は14.0%と最も少な く、Vも0.083%と少ない。造滓成分は15.41%である。造滓成分中のアルカリ土類成分は1.68%であ る。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは73.4%、SiO₂は11.2%、TiO₂は15.5%となり、図 26のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではウルボスピネル領域にある。ウルボスピネルが主体でファ イヤライトも晶出する組織になると想定され、顕微鏡観察と一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の精錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を始発原料とする精錬鍛冶工程で生成した椀形滓である。

資料No.90 (FB.YDD.090)

位置:10号製鉄炉跡 炉 01

分類:炉内滓(含鉄遺物) 着磁度:<1 メタル反応:2mm大
外観:図67に写真を示す。重量147.0g,長88.2×幅65.4×厚28.9mm。黒灰色の砂粒あるいは顆粒が固結したような炉内滓である。片面は凹凸があるが平らで、反対面はやや椀状を呈し、小さな炉壁片が噛み込んでいる。平らな面側には2mm大のメタル反応がある。湾曲した面の1カ所には半溶融と思われる部位も観察される。大きさのわりに重量感がある。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図157に示す。全体にウルボスピネルが圧倒的で,その間に針状のイ ルメナイトが観察される。ガラス質の中に小さなファイヤライトも沈むように薄く観察される。こ の滓は溶融の履歴をもつものの,生成金属鉄を伴う砂鉄粒も観察され,十分温度は上がらなかった ものと思われる。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは36.5%で,M.Feは0.09%である。FeOは17.2%で,Fe₂O₃ は32.9%である。SiO₂は13.2%で,Al₂O₃は3.34%である。TiO₂は26.9%で,Vも0.17%である。造滓 成分は21.98%である。造滓成分中のアルカリ土類成分は4.83%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系 に換算するとFeOnは55.5%,SiO₂は14.6%,TiO₂は29.8%となり,図27のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡 状態図ではイルメナイトとの境界に近いウルボスピネル領域にある。ウルボスピネルとイルメナイ トが晶出すると想定され、顕微鏡観察と一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した炉内滓である。

資料No.91 (FB.YDD.091)

位置:10号製鉄炉跡 炉 0 1

分類:流出滓 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図67に写真を示す。重量133.6g,長63.1×幅58.8×厚30.3mm。流動単位の大きな黒色六角形の 流出滓である。側面はすべて破面である。上面はやや窪み,炉壁片が付着し,砂粒や顆粒状に荒れ ている。破面で見ると大きな気孔もあるが,全体的には気孔は小さく,緻密で良好な流動性を有し ていたと思われる。メタル反応,着磁ともにない。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図157に示す。多角形状のウルボスピネルと針状イルメナイトからな る組織で,融体から晶出している。ガラス質の中に小さなファイヤライトが沈むように薄く観察さ れる。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは35.9%で,M.Feは0.20%である。FeOは20.2%で,Fe₂O₃ は28.6%である。SiO₂は12.1%で,Al₂O₃は3.21%である。TiO₂は29.6%で,Vも0.21%である。造滓 成分は20.70%である。造滓成分中のアルカリ土類成分は4.85%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系 に換算するとFeOnは53.9%,SiO₂は13.4%,TiO₂は32.7%となり,図27のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡 状態図ではウルボスピネルとイルメナイトとの境界にある。ウルボスピネルとイルメナイトが晶出 すると想定され,顕微鏡観察と一致する。 第3章 自然科学分析

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から,本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した流出滓である。

資料No.92 (FB.YDD.092)

位置:10号製鉄炉跡 廃滓場 @ 1

分類:流出滓 着磁度:微 メタル反応:無

外観:図67に写真を示す。重量381.9g,長79.5×幅71.1×厚40.8mm。非常に良く溶けた流動単位の大 きな流出滓である。上面はほぼ平らで溶融滓の湯面である。断面で見ると下半分は気泡がほとんど なく、樹枝状に上に向かって一方向凝固し、上半分に気泡が集中する。良好な流動性を有したこと を示している。下面には砂質の粘土が付着し、他の資料に見られた炉壁粘土と同質である。メタル 反応はなく、微弱な着磁がある。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図158に示す。形態は異なるが全面イルメナイトである。ファイヤラ イトは観察されない。高チタン砂鉄の製錬滓の鉱物相である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは25.0%, M.Feは0.38%である。FeOは6.07%で, Fe2O3は28.5%である。SiO2は18.7%で, Al2O3は4.85%である。TiO2は30.9%で, Vも0.22%である。造滓成分中のアルカリ土類成分は8.38%である。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に換算するとFeOnは41.1%, SiO2は22.2%, TiO2は36.7%となり,図27のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図ではシュードブルッカイトの境界に近いクリストバライトの領域にある。クリストバライトが晶出することはなく,シュードブルッカイト,イルメナイトなどの高チタン鉱物が晶出する組成である。顕微鏡ではイルメナイトのみが観察され,成分的には顕微鏡観察よりもややTiO2が高い。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製鉄工程で生成した流出滓である。

資料No.93 (FB.YDD.093)

位置: 4 号製鉄炉跡 No.5 廃滓場 @ 1

分類: 炉壁(上段) 着磁度: <1 メタル反応: 無

外観:図68に写真を示す。重量1,998g,長146×幅231×厚100mm。内面付着滓から上段の炉壁と判断 される。厚み方向に2層構造をもち、内面側約30mmの厚さにはスサを多く混和した粘土が使用され、 外側はスサの混和の少ない砂質粘土がブロック状に使用されている。外面側の粘土には流出滓など の数cm大の滓片が6片検出され、炉周辺の粘土が使用された可能性がある。胎土は薄茶褐色で、内 面側は被熱と砂鉄の付着で暗褐色気味である。内面側には1以下の微弱な着磁があるが、メタル反 応はない。 **顕微鏡組織**:胎土の組織写真を図158に示す。粘土の素地に角のある石英や長石などの鉱物粒が多 く観察される,一般的な炉壁胎土の鉱物構成である。鉱物粒の量はやや多い印象がある。鉱物種は 不明だが,白く輝く粒子も散見される。

X線回折:結果を表21と図58に示す。シリカが最高強度の回折線を、アノーサイトが中程度の回折線を示す。微弱な回折線でムスコバイト(白雲母:KAl₂Si₃AlO₁₀(OH)₂)も同定される。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は8.41%,化合水は4.58%で結晶水などが多く含まれ, 地山の粘土に近い状態である。SiO₂は63.7%と通常の粘土の約60%に近く,耐火度に有利なAl₂O₃は 19.0%と通常の粘土の約15~18%よりもやや多い。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類 成分は1.62%と平均的である。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.38%とやや高い。軟化性成分 であるT.Feは3.98%と,通常の炉壁のレベルである。MnOは0.05%である。

耐火度:1,190℃で製鉄炉の炉壁としては低い(表19)。推算耐火度は1,306℃である(表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が63.7%、Al₂O₃が19.0%で、T.Feが3.98%の、耐火度が1,190℃と やや低い製鉄炉の炉壁である。

資料No.94 (FB.YDD.094)

位置: 4 号製鉄炉跡 No.15 廃滓場 @ 1

分類: 炉壁(中段) 着磁度: <1 メタル反応: 無

外観:図68に写真を示す。重量1,720g,長180×幅228×厚63mm。内面付着滓の状況から中段の炉壁 と判断されている資料である。内面は滓と反応し黒色で発泡している。側面は茶褐色で,中間部は 赤褐色である。全体に太いスサが多量に混和されている。内面側の滓との反応部の下側に薄い溶着 層も観察される。新旧の溶着層が観察されることから,古い内面に新しい粘土を貼り付けて炉を構 築したと考えられる。貼り付けた粘土は単純に耐火性を目的としたものではなく,造滓材としての 役割があったことが推察される。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図159に示す。(内面)滓→粘土→滓→粘土(外面)の順に観察した。 内面(図159-a・b)では表面に砂鉄が付着し,その外側は発泡している。位置によってはイルメ ナイトが溶けている。さらにその外側では発泡ガラス化している。外面に近づくと粒子を残してガ ラス化し,さらに外面近くでは粒子を多量に残し素地が溶け始めている。

X線回折:結果を表21と図59に示す。資料№93とほとんど同じである。シリカが最高強度の回折線 を、アノーサイトが中程度の回折線を示す。微弱な回折線で白雲母(ムスコバイト)も同定される。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は2.92%,化合水は2.16%で結晶水などがかなり抜けた状態である。SiO₂は66.7%と通常の粘土の約60%よりやや多く,耐火度に有利なAl₂O₃は19.2%と通常の粘土の約15~18%よりもやや多い。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.83%である。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.60%とやや高い。軟化性成分であるT.Feは4.05%とやや高い。MnOは0.05%である。推算耐火度は1,275℃である。

以上の結果から、本資料はSiO2が66.7%、Al2O3が19.2%で、T.Feはやや高く、アルカリ土類成分がやや低い特徴をもつ胎土で作られた炉壁である。

資料No.95 (FB.YDD.095)

位置: 4 号製鉄炉跡 炉 0 1

分類: 炉壁(下段) 着磁度: <1 メタル反応: 無

外観:図68に写真を示す。重量680g,長110×幅105×厚105mm。内面の滓との反応状況から下段と 判断される炉壁資料である。内面は黒色でひび割れ,ガラス化しかけている。断面には新旧2段の 溶着層が観察され,溶着層直下では激しく発泡している。色調は溶着層は黒色,発泡層は黄土色, 外面粘土は茶褐色である。発泡層と外面粘土の中間は赤みを帯びた褐色である。スサが多量に混和 されている。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図159に示す。新旧の2段の層について(内面)滓→粘土,滓→粘土 (外面)の順に観察した。内面(図159-f・g)ガラス化し,イルメナイトなどが晶出している部分に 砂鉄粒が多く固溶しかけている。粘土部分は鉱物粒を残しながらも溶融している。古い層の滓層で はガラス化したイルメナイトが観察される。胎土部分では素地は溶融せず鉱物粒が多く観察される。 化学成分:分析結果を表17に示す。分析は外面の粘土について実施した。強熱減量は1.64%,化合 水は1.35%で結晶水などがかなり抜けた状態である。SiO₂は67.5%と通常の粘土の約60%に近く, 耐火度に有利なAl₂O₃は19.3%と通常の粘土の約15~18%よりもやや多い。一方,造滓成分中の軟化 性をもつアルカリ土類成分は1.97%である。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.76%とやや高い。 軟化性成分であるT.Feは3.42%と低い。MnOは0.03%で低い。

耐火度:1,230℃で製鉄炉の炉壁としてはやや低い(表19)。推算耐火度は1,279℃である(表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が67.5%、Al₂O₃が19.3%で、T.Feとアルカリ土類成分がやや低い 特徴をもつ、耐火度1,230℃の胎土で作られた炉壁である。

資料No.96 (FB.YDD.096)

位置:5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 01

分類: 炉壁(下段) 着磁度: 無 メタル反応: 無

外観:図68に写真を示す。重量110g,長40×幅90×厚44mm。提供資料は、炉壁下段の資料の外面側 をはぎ取ったものである。やや砂質でスサを多量に混和した粘土で作られ、薄い茶褐色を呈する。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図160に示す。鉱物組織は全面均質で,資料№93(図158-e・f)と 極めて類似している。粘土の素地に小さな鉱物粒が多量に観察される。また,微細な白く輝く鉱物 粒が散見される。資料№93と同じと思われる。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は2.96%,化合水は1.78%で結晶水などが少し残った 状態である。SiO2は67.3%と通常の粘土の約60%に近く,耐火度に有利なAl2O3は17.8%と通常の粘 土の約15~18%の範囲にある。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.90%である。 耐火度を低下させるアルカリ成分は3.98%とやや高い。軟化性成分であるT.Feは3.54%とやや低い。 MnOは0.05%である。推算耐火度は1,272℃である。

以上の結果から、本資料はSiO₂が67.3%、Al₂O₃が17.8%で、T.Feとアルカリ土類成分がやや低い 特徴をもつ地山(LVa)の粘土で作られた炉壁である。

資料No.97 (FB.YDD.097)

位置:5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 01

分類: 炉壁(下段) 着磁度: 無 メタル反応: 無

外観:図68に写真を示す。重量610g,長81×幅100×厚80mm。炉壁内面の付着滓の状況から炉壁下 段と判断されている資料である。内面は激しく発泡し,黒色と灰色を呈する。横断面で見ると,炉 の外側のスサを混和していない砂質粘土の内側に,スサを多量に混和した粘土が貼り付けてある。 滓化はスサ入り粘土までで,砂質粘土にまでは及んでいない。砂質粘土,スサ入り粘土ともに長石 類などの粒状物は目視では観察されない。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図160に示す。滓化部分はガラス質で発泡し、わずかにイルメナイ トなどが見られる。ほとんどガラスで、鉱物相はほとんどない。胎土部分は個別粒子が少なく粒子 が結合しているように見える。資料№93(図158-e・f)と資料№96(図160-a・b)と比較すると、 粒子状態に差がある。特に素地中の微細粒子が少ない。溶融が進み始めているのかもしれない。 X線回折:結果を表21と図59に示す。資料№93とほとんど同じである。シリカが最高強度の回折線 を、アノーサイトが中程度の回折線を示す。本資料ではムスコバイト(白雲母)は同定されない。 化学成分:分析結果を表17に示す。成分的には前の資料№96と同じといえる。強熱減量は3.78%、 化合水は2.29%で結晶水などが少し残った状態である。SiO2は67.5%と通常の粘土の約60%よりや や多く、耐火度に有利なAl2O3は18.1%と通常の粘土の約15~18%の範囲にある。一方、造滓成分 中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.88%である。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.89%と やや高い。軟化性成分であるT.Feは3.19%とやや低い。MnOは0.03%である。

耐火度:1,230℃で製鉄炉の炉壁としてはやや低い(表19)。推算耐火度は1,302℃である(表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が67.5%、Al₂O₃が18.1%で、T.Feとアルカリ土類成分がやや低い 特徴をもつ、耐火度1,230℃の地山(LVa)の粘土で作られた炉壁である。

資料No.98(FB.YDD.098)

位置:5号製鉄炉跡 炉01

分類: 炉壁(上~中段) 着磁度: 無 メタル反応: 無

外観:図68に写真を示す。重量953g,長235×幅154×厚54mm。内面の滓化状況から、炉壁上段から 中段にかけての資料と判断されている。スサが多量に混和された炉壁の内側にさらにスサ入り粘土 を貼り付け、その一部が残った資料である。上側と見られる部分はスサ痕が明瞭に残るが、下側で は痕跡は残るものの発泡している。古段階の炉壁の内面は黒灰色で、新段階の炉壁の粘土は薄茶褐 色である。全体に砂質粘土で、粒状鉱物はあまり見られない。内面の付着粘土を調査した。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図160・161に示す。資料№93・96と同じ顕微鏡組織である。粘土の 素地に小さな鉱物粒が多量に観察される。また、微細な白く輝く鉱物粒が散見される。これが、地 山(LVa)の粘土の代表的な組織であろう。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は8.86%,化合水は4.17%で結晶水などはあまり抜け ておらず,本来の姿に近い粘土といえる。SiO₂は64.9%と通常の粘土の約60%に近く,耐火度に有 利なAl₂O₃は18.1%と通常の粘土の約15~18%の範囲にある。一方,造滓成分中の軟化性をもつアル カリ土類成分は1.46%と少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.37%である。軟化性成分で あるT.Feは3.28%とやや低い。MnOは0.03%と低い。

耐火度:耐火度は1,200℃で製鉄炉の炉壁としては低い(表19)。推算耐火度は1,378℃で差が大きい (表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が64.9%、Al₂O₃が18.1%で、T.Feとアルカリ土類成分がやや低い 特徴をもつ、耐火度1,200℃の地山(LVa)の粘土で作られた炉壁である。

資料No.99 (FB.YDD.099)

位置:5号製鉄炉跡 炉体部前壁

分類: 炉壁(上段) 着磁度: 無 メタル反応: 無

外観:図68に写真を示す。重量340g,長99×幅83×厚68mm。製鉄炉を構成していた確実に最終操業 と判断できる資料である。多量のスサが混和された粘土の塊である。他の炉壁と同様,淡茶褐色を 呈している。内面は薄く灰色に変色しかけている。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図161に示す。資料№93・96・98などと同じ顕微鏡組織である。粘 土の素地に小さな鉱物粒が多量に観察される。また、微細な白く輝く鉱物粒が散見される。これが、 地山(LVa)の粘土の代表的な組織であろう。

X線回折:結果を表21と図59に示す。資料№93とほとんど同じである。シリカが最高強度の回折線 を、アノーサイトが弱い回折線を示す。本資料ではムスコバイト(白雲母)は同定されない。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は6.22%,化合水は3.05%で結晶水などはあまり抜けていない。SiO₂は62.3%と通常の粘土の約60%に近く,耐火度に有利なAl₂O₃は19.8%とやや高い。

一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.76%と少ない。耐火度を低下させるアルカ リ成分は3.32%である。軟化性成分であるT.Feは4.32%,MnOは0.04%である。推算耐火度は1,285℃ である。

以上の結果から、本資料はSiO₂が62.3%、Al₂O₃が19.8%で、推算耐火度1,285℃の地山(LVa)の 粘土で作られた炉壁である。 資料No.100 (FB.YDD.100)

位置:6号製鉄炉跡 炉01

分類: 炉壁(上段) 着磁度: <1 メタル反応: 無

外観:図68に写真を示す。重量993g,長109×幅165×厚65mm。新旧2面の炉内面を有する炉壁上段 の資料である。外側のスサを混和しない粘土の内面に、スサを多量に混和した炉内側粘土を貼り付 けてある。旧炉壁の内面にスサ入り粘土を貼り付けて再利用している。旧溶着面は3~10mmくらい の厚さを有するのに対して、新しい溶着面は3mm以下で薄い。内面は小さく発泡し、灰色を呈して いる。外側粘土は淡褐色で、熱影響部は薄く灰色を帯びている。スサ入り粘土ともに長石類などの 粒状物は目視では観察されない。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図161・162に示す。図161に示すように、内面側粘土は資料№97の 胎土と非常によく似た組織で、微細粒子が少なく溶融が進み始めている印象がある。一方、図162 に示す外側の砂質粘土部分は、資料№93・96・98・99などの地山(LVa)粘土と見られる組織と同 一である。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は7.37%,化合水は3.50%で結晶水などは比較的多く 残っている。SiO₂は64.5%と通常の粘土の約60%に近く,耐火度に有利なAl₂O₃は19.1%とやや高い。 一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.57%と少ない。耐火度を低下させるアルカ リ成分は3.44%である。軟化性成分であるT.Feは3.44%と少なく,MnOは0.03%である。

耐火度:1,200℃で製鉄炉の炉壁としてはやや低い(表19)。推算耐火度は1,361℃である(表17)。

以上の結果から、本資料はSiO2が64.5%、Al2O3が19.1%で、耐火度1,200℃の地山(LVa)の粘土 で作られた炉壁である。

資料No.101 (FB.YDD.101)

位置:7号製鉄炉跡 炉01

分類: 炉壁(上段) 着磁度: <1 メタル反応: 無

外観:図68に写真を示す。重量112g,長61×幅84×厚29mm。滓の溶着などがない炉壁片で,スサの 混和はなく資料№100の外側と同じである。被熱を強く受けた様子はないが固結している。石英粒 や長石などの粒状物がわずかに観察される。淡褐色だが片面の方がやや濃い。炉壁上段もしくは外 面側の資料と考えられる。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図162に示す。資料№93・96・98などと同じ顕微鏡組織である。粘 土の素地に小さな鉱物粒が多量に観察される。また、微細な白く輝く鉱物粒が散見される。これが、 地山(LVa)の粘土の代表的な組織であろう。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は6.49%,化合水は3.45%で結晶水などは比較的多く 残っている。SiO2は66.7%と通常の粘土の約60%よりやや多く,耐火度に有利なAl2O3は17.9%と本 調査の中では低めである。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.75%と少ない。 耐火度を低下させるアルカリ成分は3.75%である。軟化性成分であるT.Feは2.96%と少ない。MnO は0.04%である。推算耐火度は1,319℃である。

以上の結果から、本資料はSiO2が66.7%、Al2O3が17.9%とやや低めの、地山(LVa)の粘土で作られた炉壁である。

資料No.102(FB.YDD.102)

位置:7号製鉄炉跡 炉体部

分類: 炉壁(下段) 着磁度: 1~2 メタル反応: 無

外観:図68に写真を示す。重量2,321g,長210×幅243×厚81mm。製鉄炉特有の大きな木炭痕が多数 観察される炉壁下段の資料である。外面側は多量のスサ痕が見られる砂質粘土で,被熱の影響は少 なくボロボロである。これまで観察してきた地山(LVa)粘土と思われる。内面は木炭痕のため激 しい凹凸や突起があり,巻き込まれたメタルが銹化した赤さび部が全面に観察される。資料の端部 2カ所に黒色のガラス化傾向の滓が認められる。内面側は滓のため1~2の着磁があるが,メタル 反応はない。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図162・163に示す。図162, 163-a・bは胎土部分で溶融発泡して いる。粒状鉱物はかなり残っている。滓化部分を図163-c~fに示す。ほぼ完全にガラス化し粒 状鉱物もわずかに残るのみで、やや発泡している。また、位置によっては溶融仕切れていないイル メナイトなども観察される。

X線回折:胎土の回折結果を表21と図60に示す。シリカが最高強度の回折線を,アノーサイトが弱い回折線を示す。他の炉壁資料とほとんど同じである。

化学成分:分析結果を表17に示す。被熱の影響を受け,強熱減量は2.26%,化合水は1.67%で結晶 水などが大幅に減少した状態である。SiO₂は66.3%,耐火度に有利なAl₂O₃は19.7%である。造滓成 分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.79%と少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.38% である。軟化性成分であるT.Feは3.96%とやや少ない。,MnOは0.04%である。

耐火度:1,200℃で製鉄炉の炉壁としてはやや低い(表19)。推算耐火度は1,289℃である(表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が66.3%、Al₂O₃が19.7%で、耐火度が1,200℃とやや低めの地山 (LVa)の粘土で作られた炉壁である。

資料No.103 (FB.YDD.103)

位置:8号製鉄炉跡 炉03

分類: 炉壁(上段) 着磁度: 無 メタル反応: 無

外観:図68に写真を示す。重量1,143g,長124×幅97×厚101mm。炉壁外面側と内面側で,スサの混 入度合いを変えていることがわかる資料である。炉の外面側は,スサを少量含む砂質粘土ブロック で構築しているが,内面側にはスサを多量に含む粘土を貼り付けている。炉壁内面はスサ痕を残し ながら滓化し、亀裂が多量に入っている。内面側の厚さ20mmほどは多量のスサが混和されており、 それより外側ではスサの量は少ない。粘土そのものは砂質で小さな鉱物粒が観察される。粘土はこ れまでの調査のものと同質と思われる。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図163・164に示す。粘土質の素地に鉱物粒が多量に観察され、小さな白い粒状物も散見される。資料No.93などと同じ組織である。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は4.90%,化合水は3.50%で結晶水などがやや抜けた 状態である。SiO2は62.4%,耐火度に有利なAl2O3は20.0%である。造滓成分中の軟化性をもつアル カリ土類成分は1.75%と少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.08%である。軟化性成分で あるT.Feは4.35%,MnOは0.03%である。推算耐火度は1,295℃である。

以上の結果から、本資料はSiO₂が62.4%、Al₂O₃が20.0%の、地山(LVa)の粘土で作られた炉壁 である。

資料No.104 (FB.YDD.104)

位置:8号製鉄炉跡 炉02

分類: 炉壁(上~中段) 着磁度: 無 メタル反応: 無

外観:図68に写真を示す。重量261g,長69×幅105×厚54mm。炉壁の内面側と外面側で胎土が異なる 炉壁である。内面の溶着滓の状況から中段より上方の炉壁と考えられている。資料の下部は明らか に溶融して滑らかであるが、上方側はスサ痕も残り、ゴツゴツと溶岩状である。内面側はスサが多 量に混和された粘土で、外面側は少量の砂混じりの粘土である。粘土はこれまでの調査のものと同 質と思われる。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図164に示す。粘土質の素地に鉱物粒が多量に観察され、小さな白い粒状物も散見される。資料No.93などと同じ組織である。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は1.49%,化合水は1.42%で結晶水などが相当減少した状態である。SiO2は67.7%,耐火度に有利なAl2O3は20.1%である。造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.83%と少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.32%である。軟化性成分であるT.Feは3.66%でやや少ない。MnOは0.03%である。

耐火度:1,300℃で製鉄炉の炉壁としてはまずまずであろう(表19)。推算耐火度は1,297℃である (表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が67.7%、Al₂O₃が20.1%の、地山(LVa)の粘土で作られた耐火 度1,300℃の炉壁である。

資料No.105 (FB.YDD.105)

位置:10号製鉄炉跡 炉壁集中部 作業場 2 3 分類:炉壁(羽口付) 着磁度:無 メタル反応:無

99

外観:図68に写真を示す。提供された分析資料の大きさは,重量1,088g,長124×幅153×厚93mm。 箱形炉の最下段の羽口付き炉壁である。羽口内径は約29mm,外径は約52mmである。羽口装着角度は 23°で深い。内面側は黒色ガラス化している。炉壁にはスサは混和されていない。羽口胎土には長 石類などの鉱物粒が多量に観察され,炉壁とは明らかに異なる粘土が使用されている。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図164・165に示す。滓部分(図164~165-c)では多角形状のウルボ スピネル,短冊状のイルメナイト,小さな金属鉄粒などが観察される。滓部分と胎土部分の境界は 比較的明瞭である(図165-d)。胎土部分(図165-e・f)は粒状物の痕跡を残しながらも半溶融で 固着している。資料No.94・95・97(図159-e・i,図160-e・f)と類似している。

化学成分:炉壁の胎土の分析結果を表17に示す。強熱減量は1.51%,化合水は1.33%で結晶水など が相当抜けた状態である。SiO2は63.2%でやや少なく,耐火度に有利なAl2O3は21.8%である。造滓 成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.73%と少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.33% である。軟化性成分であるT.Feは5.73%でやや高く,本調査の中で3番目である。MnOは0.06%で 本調査の胎土系の中では3番目に高い。

耐火度:1,190℃で製鉄炉の炉壁としては低い(表19)。推算耐火度は1,239℃である(表17)。軟化性 成分の影響を受けていると思われる。

以上の結果から、本資料はSiO2が63.2%、Al2O3が21.8%、T.Feが5.73%とやや高い、耐火度1,190℃の地山(LVa)の粘土で作られた炉壁である。

資料No.106 (FB.YDD.106)

位置:10号製鉄炉跡 炉 0 2 a

分類:炉底粘土 着磁度:<1 メタル反応:無

外観:図68に写真を示す。重量52g,長55×幅59×厚29mm。炉底から採取された粘土で、炉壁や滓の破片と粘土が混在している。小さな木炭片も噛み込んでいる。砂質の黄土色の粘土に、黒く滓の染みが見られる。炉底に使用された粘土は、砂質粘土と推察される。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図165・166に示す。粘土質の素地に鉱物粒が多量に観察され、小さ な白い粒状物も散見される。本質的には資料№93などと同じ組織と見られるが、やや鉱物粒が少な い印象がある。しかし、資料の不均質性を考慮すると差はないのかも知れない。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は5.88%,化合水は3.80%で結晶水などがかなり残った状態である。SiO₂は55.5%と本調査の胎土系の中では最も少ないが、耐火度に有利なAl₂O₃は24.1%で2番目に多い。造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.48%と相当少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.17%である。軟化性成分であるT.Feは6.28%でもっと高い。MnOは0.04%である。成分的には炉底粘土の資料№19と類似している。推算耐火度は1,296℃である。

以上の結果から、本資料はSiO₂が55.5%と低く、Al₂O₃が24.1%と高く、T.Feが6.28%と高い炉底 粘土である。 資料No.107 (FB.YDD.107)

位置:1号住居跡 カマド04

分類: 炉壁(下段) 着磁度: 無 メタル反応: 無

外観:図68に写真を示す。重量261g,長105×幅69×厚54mm。炉壁内面の付着滓の状況から,炉壁 の下段資料と判断されている。内面側には溶着した滓とともに,鉄さびが付着している。また木炭 痕も多数観察される。胎土にはスサ痕が余すところなく観察される。試料はこの炉壁の中央部分を 剝ぎ取ったもので,スサ入り粘土である。写真は提供された試料の最大のものである。やや被熱を 受け赤みを帯びた面と,反対の砂質で黄土色の部分からなる。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図166に示す。粘土質の素地に鉱物粒が多量に観察され、小さな白い粒状物も散見される。他の炉壁と共通の組織である。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は2.26%,化合水は2.23%で結晶水などが相当減少し た状態である。SiO2は66.7%,耐火度に有利なAl2O3は19.3%である。造滓成分中の軟化性をもつア ルカリ土類成分は1.88%と少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は3.60%である。軟化性成分 であるT.Feは3.82%でやや少ない。MnOは0.05%である。推算耐火度は1,276℃である。

以上の結果から、本資料はSiO₂が66.7%、Al₂O₃が19.3%の、地山(LVa)の粘土で作られた炉壁 である。

資料No.108 (FB.YDD.108)

位置:1号環状遺構 盛土B @1

分類:炉壁(上段) 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図68に写真を示す。重量2,330g,長150×幅181×厚100mm。大きな砂質粘土のブロックで,溶 着滓が付着していない炉壁上段資料である。スサ痕がなく,炉の外面側の資料とも考えられる。非 常に硬質で,粘土ブロックとして,別の場所で焼成した可能性が考えられている。採取者の所見で は硬質とされているが,写真撮影時などには端部が欠けるなどしており,焼成の有無は強熱減量, 化合水の分析結果で判断できよう。粘土そのものは,本遺跡の竪形炉の炉壁外側の砂質粘土とよく 似ており,小さな鉱物粒はほとんど観察されない。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図166・167に示す。粘土質の素地に鉱物粒が多量に観察され、小さ な白い粒状物も散見される。これまでの砂質粘土と同じ組織と見られるが、やや鉱物粒が少ない印 象がある。しかし、資料の不均質性を考慮すると差はないのかも知れない。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は5.90%,化合水は5.03%で結晶水などがかなり残った状態である。したがって、本資料は焼成をあまり受けていないと思われる。SiO2は64.3%、耐火度に有利なAl₂O₃は18.5%で、造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.63%と相当少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.79%である。軟化性成分であるT.Feは3.64%で、MnOは0.04%である。推算耐火度は1,291℃である。

以上の結果から、本資料はSiO₂が64.3%、Al₂O₃が18.5%、T.Feが3.64%の、地山(LIV)の砂質粘 土で作られた炉壁である。

資料No.109 (FB.YDD.109)

位置: 4 号製鉄炉跡 No.1 廃滓場 0 1

分類:通風管 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図68に写真を示す。重量120g,長68.2×幅67.1×厚24.6mm。ほぼ完形に近い状態で発見された 通風管の一部が提供された資料である。資料は吸気部に近い部分である。胎土中には10mm大の小石 も含まれ,珪砂と呼ばれる石英・長石粒を意図的に混和している可能性が高い。内面は還元性の熱 影響を受け,淡灰色に変色している。外面側は灰褐色で,数mm大の亀甲状のひび割れが入っている。 顕微鏡組織:胎土の組織写真を図167に示す。本調査でこれまでに観察してきた胎土とは全く異な り,圧倒的に粒子が少ない。全体感は,素地の粘土と微細粒子(粘土に本来的に含まれていたと思 われる)のみで構成されている。また,粒子は巨大である。外観観察で,珪砂などの石英や長石を 意図的に混和したと見られたことと一致する。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は7.61%,化合水は5.68%で結晶水などがあまり抜けて いない状態である。SiO2は61.2%,耐火度に有利なAl2O3は21.4%で,造滓成分中の軟化性をもつア ルカリ土類成分は1.22%と非常に少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.58%である。軟化 性成分であるT.Feは3.24%と少なく,MnOも0.02%と少ない。高耐火度を予想させる成分系である。

次項で詳述するが,資料No.40~43の粘土と比較するとCaO, Na2Oが低く, Al2O3が高く, SiO2が低 い成分系にあり,資料No.40の基本土層(LIV)の粘土と同質に位置づけられる。

耐火度:1,300℃である(表19)。炉壁の耐火度に比べ,耐火度を向上させていることが伺える。推算 耐火度は1,411℃である(表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が61.2%、Al₂O₃が21.4%でCaO・Na₂Oが低く、耐火度の高い粘土 で作られた通風管である。

資料No.110 (FB.YDD.110)

位置:5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 01

分類:通風管 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図68に写真を示す。重量132g,長72×幅70×厚23mm。資料No.109と同質の粘土で作られたと思われる通風管の破片である。胎土には珪砂と呼ばれる石英・長石粒を意図的に混和させた可能性が高い。全体的に淡褐色から茶褐色を呈し、外面は大きくひび割れている。内面側には製作時のヘラの跡が観察される。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図167・168に示す。資料No.109と同質の組織である。粘土部分には 粒状物は少なく、小さい。資料No.109よりもさらに粒状物は少ない。混練や成形時のひずみの影響 であろうか、一方向にそろった亀裂が生じている。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は3.79%,化合水は2.72%で結晶水などがある程度抜けた状態である。SiO2は62.7%,耐火度に有利なAl2O3は23.0%で,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.15%と非常に少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.51%である。軟化性成分であるT.Feは3.45%と少なく,MnOも0.02%と少ない。高耐火度を予想させる成分系である。

次項で詳述するが,資料No.109と同じ成分系といえ,資料No.40の基本土層(LIV)の粘土と同質に 位置づけられる。

耐火度:1,460℃である(表19)。この程度が本来意図している耐火度と思われる。資料№109よりも 耐火度が高いのはSiO₂, Al₂O₃が高いためであろう。推算耐火度は1,439℃である(表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が62.7%、Al₂O₃が23.0%でCaO, Na₂Oが低く耐火度の高い粘土で 作られた通風管である。

資料No.111 (FB.YDD.111)

位置:2号廃滓場跡 廃滓場 02

分類:土師器(通風管) 着磁度:<1 メタル反応:無

外観:図69に写真を示す。重量107g,長70×幅54×厚31mm。通風管を炉壁に設置する粘土の中に, 意図的に土師器片が混入されている。通風管の周囲の炉壁に混入されており,耐火材の一種と考え られている。須恵器や通風管の破片が混入されることもある。資料の外面側には,スサを多量に混 和した粘土が1~1.5cmの厚さに付着し,その表面は赤さびで覆われ,茶褐色を呈する。内面側の下 部には銹化鉄も見られる。土師器の表面は滑らかで,微細な粘土が素材のように思われる。土師器 部分のみ取り出し調査する。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図168に示す。資料№109・110の中間くらいの組織で、粒子が少なく、素地粘土中の微粒子も少ない。明らかに炉壁胎土とは粒子の量に差がある。

化学成分:分析結果を表17に示す。焼成されているため強熱減量は0.58%,化合水は0.57%で結晶 水などはほぼ完全に抜けた状態である。SiO2は69.4%,耐火度に有利なAl2O3は20.3%で,造滓成分 中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.23%と非常に少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は 2.59%である。軟化性成分であるT.Feは2.92%と少ない。土師器として着色性成分であるT.Feの低 い粘土を選択している可能性がある。MnOは0.03%である。

次項で詳述するが、CaO, Na₂Oが低く、Al₂O₃が高い点では資料№109・110と共通するが、SiO₂が 高く、T.Feが低い点で異なる素材と見る方が良さそうである。推算耐火度は1,447℃で、SiO₂が高く T.Feが低い点が影響しているように思われる。

以上の結果から、本資料はSiO₂が69.4%、Al₂O₃が20.3%でCaO・Na₂Oが低く、T.Feが低い特徴を もつ粘土で作られた土師器である。 第3章 自然科学分析

資料No.112 (FB.YDD.112)

位置:1号住居跡 カマド04

分類:通風管 着磁度:<1 メタル反応:無

外観:図69に写真を示す。重量850g,長175×幅159×厚25mm。通風管の吸気部破片である。全体の約20%が遺存し,吸気部末端の形状がわかる資料である。外面には、ヘラケズリの痕跡が認められる。先端は欠損しているが、一部に溶着滓の付着が確認できる。胎土には長石や石英などの小石が散見され、意図的に混入していると推察される。資料№109・110に比べ、石英粒が多い印象を受ける。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図168・169に示す。粘土質の素地に粒状物が観察されるが、粗粒・ 微粒共に少なく、いずれも石英質のものが多い。選択した粒子を混和した可能性もある。色調は褐 色が薄く、鉄分が低いことを予想させる。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は4.56%,化合水は3.08%で結晶水などがある程度抜けた状態である。SiO₂は70.7%で本調査の中で最も高い。耐火度に有利なAl₂O₃は17.4%で本調査では最も低い。造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は0.64%で,これも本調査の中で最も少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.55%である。軟化性成分であるT.Feは2.77%と,これも本調査の中で最も少ない。非常に高耐火度が得られる成分系である。MnOは0.01%である。

次項で詳述するが、CaO、Na2Oが低い点では資料№109・110と共通するが、Al2O3が低く、SiO2が 高く反対の傾向で、T.Feが低い点で異なる。資料№111とはAl2O3、SiO2の傾向が異なる。おそらく、 これらの通風管・土師器などとも異質の素材が使われていると思われる。特にアルカリ土類成分の 低さは特筆できる。この結果、推算耐火度は1,768℃と非常に高い。

以上の結果から、本資料はSiO2が70.7%、Al2O3が17.4%で、アルカリ土類成分とT.Feが非常に低い特徴をもつ素材で作られた通風管である。

資料No.113 (FB.YDD.113)

位置:10号製鉄炉跡 炉 0 1

分類:羽口 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図69に写真を示す。重量188g,長81×幅62×厚65mm。長方形箱形炉(踏ふいご付帯)で用いら れた資料である。廃滓量が1 t 程度と推察されることから,操業回数はそれほど多くないと推察さ れる。本資料は炉跡から出土していることから,最終操業で装着された羽口と考えている。先端側 1/3は溶融黒化し,中間部は酸化炎により炙られ赤褐色を呈する。ラッパ形に開いた吸気部は,淡 褐色である。胎土には石英粒なども見られる。粘土はやや砂質気味である。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図169に示す。炉壁胎土の組織に比べ石英などの粒子が少ない。素 地の色調などは通常の炉壁粘土などと同じであるが、粒子量が少ない特徴がある。しかし、本調査 の通風管ほどは少なくない。 **化学成分**:分析結果を表17に示す。強熱減量は8.34%,化合水は5.26%で結晶水などがほとんど残った状態である。SiO₂は59.8%,耐火度に有利なAl₂O₃は21.2%で,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.10%と非常に少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.47%である。軟化性成分であるT.Feは3.08%と少なく,MnOも0.03%である。

次項で詳述するが、CaO, Na2Oが低く、Al2O3が高く、SiO2が低い成分系にあり、資料No.109・110 と同じく、資料No.40の基本土層(LIV)の粘土と同質に位置づけられる。また、3号廃滓場跡出土の 羽口(資料No.39)とも成分的には類似し、1号廃滓場跡出土の資料No.36とは異なる。推算耐火度もほ ぼ同じ1,409℃である。

以上の結果から、本資料はSiO₂が59.8%、Al₂O₃が21.2%でCaO, Na₂Oが低く、耐火度の高い粘土 で作られた羽口である。

資料No.114 (FB.YDD.114)

位置:小高(村上) 海岸漂砂層

分類:砂鉄(簡易選鉱処理および採取のまま) 着磁度:強 メタル反応:無

資料:2種類の砂鉄資料が提供された。一つは、図71-aに示す南相馬市小高区の村上海岸の漂砂 砂鉄層から丁寧にすくい取った砂鉄で、海水にて泥分を洗い、1mmの篩で貝殻などの遺物を除去し た後、さらに水道水で簡単な比重選鉱を行った資料である。この砂鉄資料を資料No.114 a とした。 他方は同じ村上海岸砂鉄で未洗浄のものである。資料No.114 b とした。この砂鉄資料を図71-gに 示す。このほかに参考資料として、資料No.114 a 採取時の1mm以上の粒径大の部分(資料No.114 c)、 小高区の珪砂鉱床から採取したままの未洗浄の珪砂資料(資料No.114 d)と、これを洗浄した珪砂資 料(資料No.114 e)を提供された。これら参考資料については観察のみ実施した。資料No.114 a と資料 No.114 b を調査対象とした。

外観:資料№114a(図71-a)と資料№114b(図71-g)を比べると、後者の方が圧倒的に白色や薄 褐色の夾雑物が多く観察される。資料№114aには簡単な選鉱の効果が良く表れている。図71-b~ fに、各粒度における磁着分と非磁着分を対比して示す。非磁着側に夾雑物が多く混じり、特に、 -100μと250μ以上で顕著である。500μ以上はすべて非磁着物で、図71-hの大粒径の部分と同じ である。これは図71-jに示す珪砂とほとんど同じで、珪砂が夾雑物として混入していると考えら れる。実体顕微鏡で拡大した写真を図169~171に示す。非磁着物側に輝石、角閃石、石英などが相 対的に多くなっている。-100μと+100μの小粒径側には砂鉄粒子が相当量観察されるが、それ以上 の粒径では砂鉄粒子が少なくなり、磁着側にも夾雑物が増加する傾向がある。詳細に観察すると、 磁着側の夾雑物には粒内に小さな未分離の砂鉄と思われる粒子が観察され、このため磁着側に採取 されたと思われる。透明な石英は250μ以上の粒径範囲に多く、選鉱の過程で小粒子が除去された と思われる。形状的には角のとれた丸みを帯びた粒子が大部分で浜砂鉄の特徴を示している。 粒度分布・磁着性:表11と図10~12に粒度分布測定結果を、磁着分と非磁着分の割合を4号製鉄炉 跡から採取された砂鉄(資料No.1), 1号廃滓場跡周辺土壌から採取した砂鉄(資料No.44)と対比して 示す。累積粒度で見るとすべての砂鉄で、500 μ 以上の粒子は極めてわずかである。粒度分布では 資料No.44よりも小さく、資料No.1よりも大きい。また平均粒径は資料No.1が164.0 μ , 資料No.44が 254.3 μ であるのに対して、資料No.114 a は196.5 μ , 資料No.114 b は221.2 μ でその中間に位置する。 簡易選鉱処理の有無による差も明瞭に表れており、選鉱処理したものの方が粗粒部分が減少し、粒 径が小さくなっている。すなわち、大粒径側に夾雑物が多いことを示している。

一方,磁着と非磁着で比較すると磁着側が粒径は小さく,非磁着側が大きい。この差は,資料Na. 1・44とは異なる。図12の磁着物の比率を見ると,資料Na.1・44とは大きく異なる傾向を示し,鉱 物構成が異なることを示す。

顕微鏡組織:資料Na114 a をそのままと,+250 μ m,+150 μ m,-150 μ に篩い分けて顕微鏡観察した。 顕微鏡組織を図172~173 – b に示す。海岸砂鉄の特徴を表し、角がとれた丸みをもつものが多い。 白く、欠陥の見えない磁鉄鉱粒子、チタンを多く含む格子状や縞模様の離溶組織の表れたチタン磁 鉄鉱粒子などが観察される。これまで観察した砂鉄粒子に比べて砂鉄以外の輝石、長石など随伴鉱 物が多く、内部に気泡状の欠陥をもつチタン磁鉄鉱粒子が少ない。この傾向は粒径によらず共通し ている。風化による母岩との分離が完全でなく、母岩にと結合した砂鉄もみられる。図173 – c ~ f に採取のままの資料Na114 b の顕微鏡組織を示すが、選鉱処理した資料Na114 a との本質的な差は ない。これらの顕微鏡組織は資料Na44の砂鉄とは異なる可能性を示唆している。

X線回折:結果を表21と図60・61に示す。選鉱した資料№114 a ではフェロシライト(Ferrosilite, 輝石)が最強の回折強度を示し、次いでイルメナイトとマグネタイトが中程度の回折強度を示す。 また、アノーサイトの弱い回折線が観察される。一方、採取したままの資料№114 b では石英とフ ェロシライト(輝石)が最強の回折強度を示し、イルメナイトとマグネタイトが中から弱の回折強度 を示す。アノーサイトは弱い回折強度を示す。石英が採取のままの砂鉄資料に表れたことは拡大外 観観察と一致する。資料№44ではマグネタイトとイルメナイトのほかに、石英、アノーサイト(灰 長石)、エンスタサイト(輝石)などが検出された。本資料では、鉄分の多いフェロシライト輝石に 変わっている。

化学成分:分析結果をこれまでの砂鉄のデータとともに表12に示す。資料No.114 a と資料No.114 b と も砂鉄成分を除く造滓成分が非常に高く、40.51%と67.89%である。簡易的な選鉱や未選鉱のため 随伴鉱物が多く、その結果としてT.FeやTiO2が低くなっている。資料No.114 a の成分はT.Feが30.4% で、FeOは2.08%、Fe₂O₃は41.0%で、FeOとFe₂O₃の比率は4.8:95.2である。代表的な不純物である SiO2は簡易選鉱のため27.8%と高い。TiO2は17.8%で、Vは0.061%である。一方、採取のままの資 料No.114 b ではT.Feが17.9%と低く、FeOは1.50%、Fe₂O₃は23.9%で、FeOとFe₂O₃の比率は5.9:94.1 である。代表的な不純物であるSiO2は未選鉱のため50.8%と非常に高い。TiO2は7.32%で、Vは 0.036%である。特徴的なことは両砂鉄ともにFeOとFe₂O₃の比率がほかの砂鉄と大幅に異なり、資 料No.1・44の砂鉄とは異質である。T.Feで規格化したTiO2/T.Feで見ると、資料No.1・44の間にあ り、単純に不純物が多いと見て良いか判断しにくい。

図13~16のTiO₂, T.Fe, MnO, Vの関係から砂鉄の品質を検討した。図中には本調査であまり還 元が進んでいない砂鉄焼結塊(資料No.118)の分析結果もプロットしている。すなわち,実際に炉に 投入された砂鉄の情報として考えることが出来る。本資料は、1号廃滓場跡、4号製鉄炉跡、8号 製鉄炉跡関連遺構から出土した砂鉄,砂鉄焼結塊とは明らかに異なる位置づけにある。この中で砂 鉄焼結塊の資料No.118は、資料No.1・65・84などと隣接した位置にあり、実際にはこの成分に近い 砂鉄が原料として使用されていたと推察される。

図34・35に砂鉄,砂鉄焼結塊,鉄滓のMnO/T.Fe,TiO₂/T.Fe,V/T.Feの関係を示す。MnO,TiO₂, Vは還元されず,滓に移行するがT.Feで基準化すると,還元による鉄分の変化の影響を排除するこ とができる。本資料はMnO/T.FeとV/T.Feが全く異なる位置にあり,横大道遺跡全体としても始発 原料であったとは考えにくい。

以上の結果から、本資料の資料№114 a はTiO₂/T.Feが0.586の高チタンの浜砂鉄である。横大道 遺跡で実際に製鉄に使用された砂鉄とは成分系が異なると思われる。

資料No.115 (FB.YDD.115)

位置:10号製鉄炉跡 廃滓場 @ 1

分類:鉄塊 着磁度:8 メタル反応:30mm大以上

外観:図69に写真を示す。重量173.0g,長105.2×幅26.4×厚25.3mm。長方形箱形炉(踏ふいご付)の 廃滓場から出土した資料である。廃滓量が1 t 程度と推察されることから,操業回数はそれほど多 くないと見られている。長手方向断面がやや異形の三角形状を呈する炉底縁辺部を流れた銑鉄塊と 推察される。末端には流れた痕跡が認められる。全体に茶褐色のさび色を呈し,薄く酸化土砂に覆 われている。滓の付着はなく,数カ所に銹化瘤の剝離痕が認められる。遺跡調査部のコメントによ れば横大道遺跡では最大の鉄塊資料である。

顕微鏡組織:図75の切断面写真に見られるように、気孔も少なく、非常に良く溶けた鉄塊で銑鉄で あろう。気孔の周囲や外面の一部には、さびが生成しているが、鉄の遺存状態は良好である。周囲 に滓などの付着は認められない。図98の金属鉄マクロ写真は、全面に片状黒鉛が晶出している。金 属鉄の組織写真を図116に示す。片状黒鉛が晶出した、まだら鋳鉄の組織である。亜共晶鋳鉄の組 織で、パーライトの素地にセメンタイトと片状黒鉛が晶出している。炭素は3%前後と見られる。 化学成分:分析結果を表14に示す。Cは3.41%で亜共晶鋳鉄組成の炭素濃度である。Siは0.005%、 Alは0.003%と少なく、滓などは良く分離されている。Tiは0.001%以下、Vは0.001%と少ない。Mn は0.001%以下、Cuは0.014%である。Pは0.17%とやや高い、Sは0.040%である。

以上の結果から、本資料は炭素濃度が3.41%の亜共晶まだら鋳鉄の銑鉄塊である。始発原料や製 鉄工程を示唆する滓は検出されないが、他資料や出土状況からみて、高チタン砂鉄を原料とする製 錬時に生成したと見るのが妥当であろう。 第3章 自然科学分析

資料No.116 (FB.YDD.116)

位置:10号製鉄炉跡 廃滓場 @1

分類:鉄塊(流出滓) 着磁度:8 メタル反応:30mmより大

外観:図69に写真を示す。重量504.8g,長187.0×幅59.5×厚41.0mm。長方形箱形炉(踏ふいご付)の 廃滓場から出土した資料である。廃滓量が1 t 程度と推察されることから,操業回数はそれほど多 くないと見られている。薄く泥土に覆われたイルカのような形状の鉄塊資料で,炉外を流れた流出 滓中に生じた流れ銑と思われる。メタルと滓の分離は良好で,滓は右1/4上部,中央下部,左1/4に 集中して存在する。滓は黒色で小さく発泡している。上面側には粒滴状の滓が無数に付着している。 顕微鏡組織:図75の切断面写真に見られるように,銹化は非常に少なく金属鉄の遺存は良好である。 比較的大きな気泡が資料全体に多く分散している。蒸気やCOガスなどが急速冷却で閉じこめられ たものであろう。炉内での冷却ではないことを示唆する。図99の金属鉄マクロ写真に見られるよう に白鋳鉄の組織である。金属鉄の組織写真を図116に示す。亜共晶白鋳鉄の組織で,白色のセメン タイトと灰色のパーライトからなる。滓の組織写真を図173・174に示す。全面イルメナイトで,針 状の内部にシュードブルッカイトを内包するイルメナイトなどが観察され,高チタン砂鉄の製錬滓 の鉱物組織である。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは3.30%で亜共晶鋳鉄の炭素濃度である。Siは0.002%,Alも 0.001%と低い。Tiは0.001%,Vも0.001%と低い。滓などの混入はほとんどない。Mnは0.001%以下,Cuは0.011%といずれも少ない。Pは0.15%とやや高く,Sは0.021%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製錬工程で生成した、炭素濃度が3.30%の 亜共晶白鋳鉄を含む流れ銑鉄である。

資料No.117 (FB.YDD.117)

位置:10号製鉄炉跡 廃滓場 01

分類:鉄塊(流出滓) 着磁度:4 メタル反応:14mm大

外観:図69に写真を示す。重量217.8g,長65.1×幅66.5×厚41.0mm。長方形箱形炉(踏ふいご付)の廃 滓場から出土した資料である。廃滓量が1 t 程度と推察されることから,操業回数はそれほど多く ないと見られている。典型的な流出滓の小片で不整五角形状である。側面はすべて破面で,さびた 鉄塊が露出している。流動単位は比較的大きく,黒色である。下側1/3は一方向凝固し,その上は 気孔の多い等軸晶的な凝固をしており,大きな流動であったと思われる。鉄塊は,一方向凝固部に 潜り込むように巻き込まれている。メタル反応と露出部からみて,メタルはやや細長い繭玉状と思 われる。

顕微鏡組織:図75の切断面写真に見られるように、気孔も少なく、非常に良く溶けた鉄塊で銑鉄で あろう。気孔の周囲や外面のさび層も薄く、鉄の遺存状態は良好である。図99の金属鉄マクロ写真 で見ると、全面に片状黒鉛が晶出している。金属鉄の組織写真を図116に示す。片状黒鉛が晶出し たまだら鋳鉄の組織で,資料No.115とほとんど同じ組織である。亜共晶鋳鉄の組織で,パーライトの素地にセメンタイトと片状黒鉛が晶出している。炭素は3%前後と見られる。滓の組織写真を図 174に示す。全面が稲穂状イルメナイトで,シュードブルッカイトを内包する針状のイルメナイト も少量観察され,高チタン砂鉄の製錬滓の鉱物組織である。

化学成分:分析結果を表14に示す。Cは3.26%で亜共晶鋳鉄組成の炭素濃度である。Siは0.004%, Alは0.001%以下,Tiは0.001%以下,Vは0.001%と少なく,滓などは良く分離されている。Mnは 0.001%以下,Cuは0.014%と少ない。Pは0.16%とやや高い,Sは0.032%である。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製錬工程で生成した、炭素濃度が3.26%の 亜共晶まだら鋳鉄の銑鉄塊である。

資料No.118 (FB.YDD.118)

位置:10号製鉄炉跡 廃滓場 01

分類:砂鉄焼結塊(含鉄遺物) 着磁度:2 メタル反応:2mm大

外観:図69に写真を示す。重量28.2g,長42.5×幅31.9×厚21.4mm。黒色で泥土付着の少ない鉄滓(砂 鉄焼結塊)である。溶融した鉄滓上に砂鉄粒が固結している。砂鉄焼結塊とは反対側の面が溶融面 となっていることから,炉壁内面に庇状に成長した滓の上に砂鉄が堆積固結したものと見られてい る。砂鉄焼結塊の内面が高温に曝され,溶融した可能性もある。全体に2mm大のメタル反応があり, 砂鉄の一部が還元され小さな網目状のメタルになっていると思われる。着磁度は2で,メタルによ るものというよりは砂鉄の磁性によるものであろう。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図174・175に示す。撮影は砂鉄焼結側から溶融していた面に向けて撮影している。個々の砂鉄粒子が個別に識別できる状態(図174-g・h)から個別粒子の痕跡を残しながらウルボスピネルとマグネタイトに分離していく状態(図175-a・b)へ変化する。砂鉄粒子の痕跡が不明瞭になり、ウルボスピネルが成長し、マグネタイトがはじかれるように分離していく状態へと順次変化していく。個別の砂鉄粒子が識別できる状態では、還元によりチタン磁鉄鉱の縦縞模様が表れやすく見える。金属鉄粒子は生成し始めていない。還元帯上部で生成したと見られる。 化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは39.6%で、M.Feは0.08%とわずかである。FeOは4.02%、Fe2Osは52.0%である。化合木は0.47%でゲーサイトなどの銹化鉄はあまり含まれていない。SiO2は6.98%である。Al2Osは1.88%含まれる。TiO2は29.0%と高濃度である。Vは0.13%である。造滓成分は12.53%と少ない。本資料は還元もあまり進んでおらず、もともとの砂鉄の性状を残していると考えられる。図13~16・35では、化学成分面から砂鉄の性状を検討する。図15・35の関係ではVはやや低いが、4号製鉄炉跡の廃滓場から採取の砂鉄焼結塊の資料№64・65と比較的近い位置づけにある。造滓成分が少なく、砂鉄そのものの性状に近いと思われる資料№65とは、非常に良く似た位置にある。一方、成分そのものを比較する図13・16では、資料№44の砂鉄に比べて不純物が多くなった位置にある。しかし、図15・35では資料№44とはVが異なるようである。4号製鉄炉跡から採取 第3章 自然科学分析

した砂鉄(資料No.1)とは同質と見ても良さそうな位置づけにある。

以上の結果から、本資料は4号製鉄炉跡から採取した砂鉄の資料№1と成分的に類似した、高チ タン砂鉄が還元帯上部で砂鉄焼結塊として遺存したものと推察される。

資料No.119 (FB.YDD.119)

位置:10号製鉄炉跡 排滓溝 炉 @ 1 b

分類:流出滓 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図69に写真を示す。重量148.8g,長54.5×幅74.2×厚44.5mm。長方形箱形炉(踏ふいご付)の廃 滓場から出土した資料である。廃滓量が1 t 程度と推察されることから,操業回数はそれほど多く ないと見られている。炉跡排滓溝から出土していることから,最終操業の最後の排滓で生成した滓 と推察されている。黒色不定形な流出滓で,流動単位は最上面が大きいものの,内部や下層は小さ な流動が積み重なっている。13mm大の粘土塊も巻き込まれている。上面は溶けて滑らかであるが, 下面は小さな流動,粒滴などが重なり,凹凸が激しい。気孔は流動単位ごとに異なり,多孔質なも のから気孔の少ないものまで様々である。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図175に示す。やや褐色を帯びた内部に点状の欠陥が多いウルボスピ ネルが主体である。これにやや短い棒状のイルメナイトが観察される。ガラス質の中に小さなファ イヤライトも見られる。観察される鉱物種はこの3種類で、製錬滓の組織である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは35.8%で,M.Feは0.06%と少ない。FeOは17.0%で,Fe₂O₃ は32.2%である。SiO₂は13.4%で,Al₂O₃は3.15%,TiO₂は28.3%,Vは0.11%含まれる。造滓成分は 22.12%である。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算するとFeOnは54.1%,SiO₂は14.7%,TiO₂は31.1% となり,図27のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図ではウルボスピネルとイルメナイトとの境界領域に ある。ウルボスピネルとイルメナイト主体の鉱物相になると想定される。顕微鏡観察とほぼ一致し ている。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製錬工程で生成した流出滓と判断される。

資料No.120 (FB.YDD.120)

位置:10号製鉄炉跡 P5 炉 01

分類:流出滓 着磁度:3 メタル反応:無

外観:図69に写真を示す。重量40.7g,長56.0×幅33.1×厚30.0mm。長方形箱形炉(踏ふいご付)の廃 滓場から出土した資料である。廃滓量が1 t 程度と推察されることから,操業回数はそれほど多く ないと見られている。炉跡排滓ピットから出土していることから,最終操業の最後の排滓とはいえ ないが,それに近い段階で生成したと推察されている。黒色で流動性のあまり良くない滓が,小さ な流動単位で積層して形成されたように見える。表面は非常にゴツゴツとして溶岩状である。外面 の窪みには泥土が侵入し,茶褐色を呈する。メタル反応はなく,着磁度は3を示す。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図176に示す。資料№119と類似の組織で、やや褐色を帯びたウルボス ビネルが多く、これに棒を引き裂いたようなイルメナイトが観察される。ガラス質の中に小さなフ ァイヤライトも見られるが、資料№119ほど明瞭ではなく、少ない。観察される鉱物種はこの3種 類で、製錬滓の組織である。

X線回折:結果を表21と図61に示す。ウルボスピネルとイルメナイトの最強の回折線が見られ、本 質的には顕微鏡観察と一致するが、ヘマタイトの弱い回折線も検出され、この点は顕微鏡観察と一 致しない。理由は不明である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは35.8%で,M.Feは0.22%と少ない。FeOは13.5%でFe2O3 は35.9%である。SiO2は10.8%で,Al2O3は2.89%,TiO2は27.2%,Vは0.12%含まれる。造滓成分は 21.96%である。造滓成分中のアルカリ土類成分は7.63%と高い特徴がある。FeOn-SiO2-TiO2の3成 分系に換算するとFeOnは56.5%,SiO2は12.4%,TiO2は31.1%となり,図27のFeOn-SiO2-TiO2系の 平衡状態図ではウルボスピネルとイルメナイトとの境界付近にあり,資料No.119とよく似た位置で ある。ウルボスピネルとイルメナイト主体の鉱物相になると想定される。顕微鏡観察とほぼ一致し ている。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製錬工程で生成した流出滓と判断される。

資料No.121 (FB.YDD.121)

位置:10号製鉄炉跡 P5 鉄滓No.1 炉 02 c

分類:流出滓 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図69に写真を示す。提供資料は,重量130.0g,長68.8×幅53.0×厚30.9mm。長方形箱形炉(踏 ふいご付)の廃滓場跡から出土した資料である。廃滓量が1 t 程度と推察されることから,操業回 数はそれほど多くないと見られている。炉跡排滓ピットの下層から出土していることから,最終操 業の前段階で生成したと推察されている。この上位に資料№120が覆い被さっており,本資料の方 が先に排出されたと考えられている。本資料は母体資料が径30cm,厚み15cm程度の比較的大きな流 出滓の一部で,その先端片である。典型的な流出滓の性状を持ち,上面に光沢はないが,黒色で滑 らかである。下面は流動が流路の凹凸に侵入し,滑らかな凹凸を形成している。窪みには大小の流 路の粘土が噛み込んでいる。破面で見ると気孔は少なく,緻密である。このためか重量感がある。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図176に示す。資料№119・120と同様にウルボスピネルが主体の鉱物 相であるが, ウルボスピネルが圧倒的である。イルメナイトはガラス質の中に小さな稲穂状に観察 される。全体的にはこの組織が主体であるが, ほとんどイルメナイトが見られない図176-g・h のような組織も観察される。ファイヤライトは少ない。観察される鉱物種はこの3種類で、製錬滓 の組織である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは36.4%で,M.Feは0.08%と少ない。FeOは13.9%で,Fe2O3 は36.5%である。SiO2は12.1%で,Al2O3は2.83%,TiO2は29.1%,Vは0.13%含まれる。造滓成分は 20.25%である。造滓成分中のアルカリ土類成分は4.79%である。FeOn-SiO2-TiO2の3成分系に換算 するとFeOnは55.0%,SiO2は13.2%,TiO2は31.8%となり,図27のFeOn-SiO2-TiO2系の平衡状態図 ではウルボスピネルとイルメナイトとの境界付近にあり、資料No.120とよく似た位置である。ウル ボスピネルとイルメナイト主体の鉱物相になると想定される。顕微鏡観察とほぼ一致している。滓 の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断され る位置づけにある。

以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製錬工程で生成した流出滓と判断される。

資料No.122(FB.YDD.122)

位置:10号製鉄炉跡 廃滓場 0 1

分類:流出滓 着磁度:微 メタル反応:無

外観:図69に写真を示す。重量188.0g,長61.6×幅71.8×厚24.4mm。長方形箱形炉(踏ふいご付)の廃 滓場から出土した資料である。廃滓量が1 t 程度と推察されることから,操業回数はそれほど多く ないと見られている。やや扁平な流出滓で,上面は酸化され淡紫色帯びている。最も炉が活発に反 応していた段階に排出されたものであろう。下面は小さな窪みはあるが,滑らかで光沢がある。窪 みには少量の泥が侵入している。側面はすべて破面で,扁平なためか上下方向の冷却がほぼ同程度 であったらしく,厚さ方向の中央に気孔が集中する。全体としては気孔の少ない緻密な滓である。 メタル反応はなく,微弱な着磁がある。

顕微鏡組織: 滓の組織写真を図177に示す。わずかにウルボスピネルも見られる部分もあるが,全面イルメナイトである。シュードブルッカイトを内包する針状のイルメナイトもわずかに見られる。ガラス質の中に小さなファイヤライトが見られる。高チタン砂鉄の製錬滓の組織である。

化学成分:分析結果を表16に示す。T.Feは28.2%で、M.Feは0.27%と少ない。FeOは8.51%で、Fe₂O₃ は30.5%である。SiO₂は19.7%で、Al₂O₃は5.12%、TiO₂は28.4%、Vは0.13%含まれる。造滓成分は 32.18%である。造滓成分中のアルカリ土類成分は6.40%と高い。FeOn-SiO₂-TiO₂の3成分系に換算 するとFeOnは44.8%、SiO₂は22.6%、TiO₂は32.6%となり、図27のFeOn-SiO₂-TiO₂系の平衡状態図 ではシュードブルッカイト、イルメナイト、クリストバライトの3重点に近いクリストバライト領 域にある。クリストバライトが初晶になることはなく、イルメナイト主体の組織になると考えられ、 顕微鏡観察と一致する。

滓の化学成分から製鉄工程を検討する図19・21で見ると、いずれも高チタン砂鉄の製錬滓と判断 される位置づけにある。 以上の結果から、本資料は高チタン砂鉄を原料とする製錬工程で生成した流出滓と判断される。

資料No.123 (FB.YDD.123)

位置:10号製鉄炉跡 炉壁集中部 作業場 03

分類: 炉壁(上段) 着磁度: 無 メタル反応: 無

外観:図69に写真を示す。重量256.8g,長82.5×幅90.6×厚46.5mm。長方形箱形炉(踏ふいご付)で用 いられた資料である。廃滓量が1 t程度と推察されることから,操業回数はそれほど多くないと見 られている。本資料は、炉跡の脇から出土していることから、最終操業で使用された炉壁と推察さ れている。上下に積み上げ痕のある砂質の炉壁片で、付着滓のない状況から炉壁上段資料と思われ る。比較的良く焼き締っている印象があり、色調は厚み方向で薄茶褐色から灰褐色に変化する。色 調からは図69は外面側と思われる。内面側にはわずかにスサ痕らしきものが見られるが明瞭ではな く、積極的にスサを混和した形跡はない。胎土には粒状物はほとんど見られず、砂質粘土そのもの を使用している。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図177に示す。一般的な胎土で小さな粒状鉱物が粘土の素地に分散 している。試料の不均質性を考慮しても、炉壁資料(資料№93・96・98・99・101・103・104)など に比べて粒状鉱物が少ないように思われる。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は2.38%,化合水は1.85%で結晶水などはやや残っている。SiO2は61.5%と通常の粘土の約60%に近く,耐火度に有利なAl2O3は22.9%とやや高い。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.82%と通常の範囲である。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.15%とやや少ない。軟化性成分であるT.Feは6.04%と多い。MnOは0.05%である。

ルビジュウム(以下, Rb), ストロンチュウム(以下, Sr), ジルコニウム(以下, Zr)は, それぞれ 0.0061%, 0.0076%, 0.015%である。

耐火度:1,380℃で製鉄炉の炉壁としてはまずまずであるが、これまで調査してきた横大道遺跡の炉 壁としてはやや高い(表19)。推算耐火度は1,232℃である(表17)。

以上の結果から、本資料はSiO2が61.5%、Al2O3が22.9%で、耐火度1,380℃の粘土で作られた炉壁である。

資料No.124(FB.YDD.124)

位置:10号製鉄炉跡 炉 0 3 c

分類:炉底粘土 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図69に写真を示す。重量118.1g,長62.8×幅99.3×厚26.5mm。長方形箱形炉(踏ふいご付)で用 いられた資料である。廃滓量が1 t 程度と推察されることから,操業回数はそれほど多くないと見 られている。本資料は炉底面から出土していることから炉基礎構造を構築した粘土である。下部の 木炭混土層を覆う黄土色の粘土で,木炭片や滓の破片が混入している。資料№123ほど砂質ではな く, 粒状物も少ない。スサの混入はない。胎土を選択した印象はない。調査資料は木炭混土層とは 反対側の混入物の少ない部分から採取した。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図178に示す。粘土質の素地に鉱物粒が観察される一般的な胎土で ある。資料No.123と同様に,竪形炉の炉壁胎土類と比べて鉱物粒が少ない。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は7.27%,化合水は5.3%で結晶水などがかなり残った 状態である。SiO2は57.8%とやや少なく,横大道遺跡の胎土類の中ではかなり低い値である。耐火 度に有利なAl2O3は20.7%である。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は2.45%とや や多い。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.24%である。軟化性成分であるT.Feは5.47%とやや 高めである。MnOは0.08%と高い。Rb, Sr, Zrはそれぞれ0.0069%, 0.010%, 0.013%である。

耐火度:1,280℃で製鉄炉の炉底粘土としてはまずまずである(表19)。推算耐火度は1,175℃である (表17)。

以上の結果から、本資料はSiO₂が57.8%、Al₂O₃が20.7%で、耐火度1,280℃の粘土で作られた炉底である。

資料No.125 (FB.YDD.125)

位置:10号製鉄炉跡 炉壁集中部 作業場 0 3

分類:羽口 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図69に写真を示す。重量154.3g,長91.1mm,内径26~27mm,胴部外径約50mm,吸気部外径58 ~61mm。長方形箱形炉(踏ふいご付)で用いられた資料である。排滓量が1 t 程度と推察されること から,操業回数はそれほど多くないと推察される。本資料は炉跡から出土していることから,最終 操業で装着された羽口と考えられている。淡褐色から白褐色の吸気部側がラッパ状に拡大した小型 の羽口である。内径は26~27mmと均一だが,先端側の肉厚は8~13mmと不均質である。胎土中には 1 mm大の鉱物粒が多く見られ,石英粒は少なく,長石類が主のように思われる。風化しているため 調整はわからないが,10号製鉄炉跡出土の羽口では小型である。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図178に示す。素地の色調などは通常の炉壁粘土などと同じである が、粒子量が少ない特徴がある。他の炉壁や粘土(資料№123・124・126・127)などの胎土の組織に 比べて、石英などの鉱物粒子が少ない。資料№113とよく似た組織である。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は7.33%,化合水は4.97%で結晶水などがほとんど残った状態である。SiO₂は60.9%,耐火度に有利なAl₂O₃は21.7%で,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は0.98%と非常に少ない。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.50%である。軟化性成分であるT.Feは3.05%と少なく,MnOも0.03%である。TiO₂は高く1.06%である。Rb,Sr,Zrはそれぞれ0.0066%,0.0066%,0.013%である。

本資料の成分は資料No.113と極めてよく似ており、その特徴も一致する。同じ粘土が使われたと 判断できる。 耐火度:1,500℃で製鉄炉の羽口としては十分な耐火度といえ,横大道遺跡の羽口・通風管の中でも 高耐火度である(表19)。推算耐火度は1,470℃である(表17)。

以上の結果から、本資料は資料№113と同質の、SiO2が60.9%、Al2O3が21.7%で、CaO、Na2Oが低く、1,500℃の高耐火度粘土で作られた羽口である。

資料No.126 (FB.YDD.126)

位置:17号木炭窯跡 壁面 LIV

分類:粘土 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図69に写真を示す。重量256.0g。木炭窯跡の作業場壁面から採取された黄褐色のローム層粘 土である。資料№124と良く似ている。粒状鉱物は少なくやや砂質気味で粘着性に乏しいが、資料 №123ほどではない。山土である。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図179に示す。粘土質の素地に比較的小さな鉱物粒が分散して観察 され,資料№123・124とはあまり差がないように思われる。資料№125よりは多いようにも見える が,おそらく資料の不均質性を考慮すると有意な差とはいえないであろう。また,顕微鏡組織的に は一般的な胎土で,基本土層(LW)の生粘土である資料№40と比較しても大きな差異は認められな い。

X線回折:結果を表21と図61に示す。石英と珪酸塩鉱物の一種である長石類アノーサイトが最高強度の回折線を示し、ムスコバイト(白雲母)が中程度の回折強度で、粘土のカオリナイトも同定される。石英、アノーサイトを主体とする粘土である。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は8.23%,化合水は7.48%である。この値が基本土層 (LIV)の生粘土の基本数値である。SiO2は58.3%で相当低く、Al2O3は21.0%で横大道遺跡の胎土類 ではやや高い側の値である。一方、造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は1.58%でやや低 めである。耐火度を低下させるアルカリ成分は2.13%である。軟化性成分であるT.Feは5.27%でや や多い。MnOは0.03%である。Rb,Sr,Zrはそれぞれ0.0066%,0.0098%,0.016%である。同じ基 本土層(LIV)の生粘土(資料No.40)と比較すると、T.Feがやや高め、SiO2はやや低めである。Al2O3は 中間よりもやや高め、CaO、MgOは同程度で成分的な特徴は類似している。このことから、SiO2や Al2O3の絶対値がやや異なり、同質とまでは判断しきれない。

耐火度:1,300℃である(表19)。製鉄炉の耐火材としてはまずまずの耐火度であろう。推算耐火度は 1,275℃でおおよそ合致している(表17)。

以上の結果から、本資料はシリカとアノーサイトを主要鉱物とし、SiO₂が58.3%, Al₂O₃が21.0% の、耐火度が1,300℃の粘土である。 第3章 自然科学分析

資料No.127 (FB.YDD.127)

位置:17号木炭窯跡 壁面 LVa

分類:粘土 着磁度:無 メタル反応:無

外観:図69に写真を示す。木炭窯跡の焼成壁面から採取された粘土である。黄褐色の砂質粘土で粘 着性はない。微細な石英粒子が多く観察される。

顕微鏡組織:胎土の組織写真を図179に示す。顕微鏡組織的には、粘土質の素地に石英などの鉱物 粒が分散して観察される一般的な胎土である。鉱物粒の多寡に関しては、他の資料と明瞭な差はな いように思われる。同じ基本土層(LVa)の粘土の資料No.41・42・43の粘土に比べると、やや鉱物 粒が少ないように見える。

化学成分:分析結果を表17に示す。強熱減量は5.61%,化合水は5.47%である。SiO2は64.6%で, Al₂O₃は17.9%である。一方,造滓成分中の軟化性をもつアルカリ土類成分は2.17%である。耐火度 を低下させるアルカリ成分は3.01%である。軟化性成分であるT.Feは4.03%で,通常の炉壁などの レベルである。MnOは0.03%である。Rb,Sr,Zrはそれぞれ0.0057%,0.0160%,0.013%である。 基本土層(LVa)の粘土である資料No.41~43と比較すると,SiO2分が低く,Al₂O3は同程度である。 CaOとMgOを比較するとその比がやや異なり,K2OとNa2OではNa2Oがかなり異なる。また,T.Feが 高い。これらの成分的側面からは同質ではないと思われる。

耐火度:1,250℃である(表19)。製鉄炉の耐火材としてはやや低い。推算耐火度は1,222℃である(表 17)。

以上の結果から、本資料はシリカとアノーサイトを主要鉱物とし、SiO₂が64.6%、Al₂O₃が17.9% の、耐火度が1,250℃の粘土である。

5. 横大道遺跡出土の製鉄関連遺物の評価

平成19~21年度にかけて行った、横大道遺跡から出土した製鉄関連遺物の調査結果を総括し、 (1)遺構の性格,(2)砂鉄,(3)鉄塊・鉄滓,(4)粘土・炉壁・羽口について考察した。なお、近 隣遺跡の割田遺跡群, 荻原遺跡の製鉄関連遺跡の胎土類,鉄滓類との比較も行なった。

(1) 遺構の性格

表27に遺構別の出土遺物の化学成分,X線回折結果,顕微鏡観察などの性状をまとめて示す。なお,鉱物相は略号で表記し,資料の性状を簡単に記述した。これらに基づき遺構の性格を総括した。なお,胎土類については(4)粘土・炉壁・羽口などで述べる。

1号廃滓場跡 平安時代・9世紀前半頃の遺構と推察されている。長方形箱形炉からの鉄滓と炉壁 などで構成されている。製鉄炉は調査区外と見られている。鉄塊、鉄塊系遺物は炭素濃度が1.27~ 3.29%の過共析組成から亜共晶鋳鉄組成で、白鋳鉄が多い。鉄滓のチタン濃度は30%以上のものが 多く、顕微鏡組織においても主要鉱物相としてイルメナイト・ウルボスピネル・シュードブルッカ イトなどの高チタン鉱物相が主体に観察され、X線回折でもこれらが追認される。高チタン砂鉄を 製錬し、銑鉄を生産していたと推察される。

2号廃滓場跡 奈良時代後半頃の遺構と推察されている。4~9号製鉄炉跡よりも新しい段階の廃 滓場で,調査者の所見では竪形炉と箱形炉の鉄滓が混在しているとされる。製鉄炉は調査区外にあ り,箱形炉は羽口を装着していない可能性が指摘されている。鉄塊,鉄塊系遺物は炭素濃度が2.02 ~2.80%の過共析組成から亜共晶鋳鉄組成で,4資料中3資料は鋳鉄である。随伴する鉄滓は全面 イルメナイトやシュードブルッカイトを内包するイルメナイトで,高チタン砂鉄の製錬滓と判断さ れる。高チタン砂鉄を製錬し,銑鉄を生産していたと推察される。

3号廃滓場跡 奈良時代後半頃の長方形箱形炉の遺構とみられている。製鉄炉は調査区外で,鉄滓・ 炉壁・羽口が出土している。鉄塊,鉄塊系遺物は,炭素濃度が2.58~3.16%の亜共晶鋳鉄である。 炭素濃度が0.24%の金属鉄が検出されているが,凝集が進んでおらず,最終製品の鉄塊に至る前の 段階と判断される。鉄滓のチタン濃度は25.8~28.7%で,顕微鏡組織は随伴鉄滓も含め,イルメナ イト,ウルボスピネル,シュードブルッカイトなどの高チタン鉱物相が主体に観察される。高チタ ン砂鉄を製錬し,銑鉄を生産していたと推察される。

4号製鉄炉跡 奈良時代後半頃の1号環状遺構の内部に構築された竪形炉である。竪形炉には踏ふ いごと廃滓場が付帯する。最終操業で産出した遺物は,廃滓場最上層または炉内最下層から出土し ている。鉄塊,鉄塊系遺物は,炭素濃度が1.06~3.58%の過共析鋼と亜共晶鋳鉄である。鉄滓のチ タン濃度は27.2~37.1%と,本遺跡では最も高い濃度のものが多い。砂鉄焼結塊や砂鉄粒子を残す 滓ではチタン濃度は28.0~30.4%で,原料砂鉄もこの程度の高チタン濃度であったと考えられる。 顕微鏡組織は随伴鉄滓も含め,イルメナイト・ウルボスピネル・シュードブルッカイトなどの高チ タン鉱物相が主体に観察される。高チタン砂鉄を製錬し,銑鉄を生産していたと推察される。

5号製鉄炉跡 奈良時代後半頃の竪形炉で,最終操業後に解体された炉壁とともに出土したものが 多い。鉄塊,鉄塊系遺物は,炭素濃度が0.02~0.74%の金属鉄が検出されている。顕微鏡では,未浸 炭・凝集途中の鉄から共晶(C=4.3%)付近の鉄まで観察される。炉壁と反応した鉄滓を除き,鉄滓 のチタン濃度は22.1~37.3%まで幅広い。顕微鏡組織は随伴鉄滓も含め,イルメナイト・ウルボスピ ネル・シュードブルッカイトなどの高チタン鉱物相が主体に観察される。高チタン砂鉄を原料に製 錬している。高炭素の鉄を生産していたと推察されるが断定は難しい。

6号製鉄炉跡 奈良時代後半頃の竪形炉の遺構である。さびが多く含まれていた資料を除き,鉄滓 のチタン濃度は14.3~32.0%である。顕微鏡組織は、イルメナイト・ウルボスピネル・シュードブ ルッカイトなどの高チタン鉱物相が主体に観察され、砂鉄粒も観察される。高チタン砂鉄を原料に 製錬していたと推察される。

7号製鉄炉跡 6号製鉄炉跡と同様に奈良時代後半頃の竪形炉の遺構である。踏ふいごは検出され ていない。ガラス質滓ではチタン濃度は11.9%と低いが,2資料のチタン濃度は24.9~27.6%である。 顕微鏡組織は、イルメナイト・ウルボスピネル・シュードブルッカイトなどの高チタン鉱物相が主 体に観察され,砂鉄粒や砂鉄痕跡を残すメタル粒が観察される。高チタン砂鉄を製錬していたと推 察される。

8号製鉄炉跡 奈良時代後半頃の竪形炉の遺構である。4・5号製鉄炉跡と同様に,踏ふいごが付帯する。砂鉄焼結塊も含め,鉄滓のチタン濃度は29.8~37.9%である。顕微鏡組織は,イルメナイト・ウルボスピネル・シュードブルッカイトなどの高チタン鉱物相が主体に観察され,砂鉄焼結塊には還元初期の砂鉄粒が観察される。高チタン砂鉄を製錬していたと推察される。

9号製鉄炉跡 1号環状遺構内で検出された堅形炉である。基底部のみ遺存し、炉形の詳細は不明 である。滓化が進んだ砂鉄焼結塊でチタン濃度は34.5%,流出滓で34.9%である。顕微鏡組織は、 イルメナイト・ウルボスピネル・シュードブルッカイトなどの高チタン鉱物相である。高チタン砂 鉄を製錬していたと推察される。

10号製鉄炉跡 平安時代前半(9世紀後半頃)の踏ふいご付帯の長方形箱形炉と推察されている。排 滓量から操業回数はそれほど多くないと見られている。鉄塊,鉄塊系遺物4資料は,炭素濃度が 3.23%~3.41%の亜共晶鋳鉄である。鉄滓8資料のチタン濃度は26.9~30.9%である,顕微鏡組織に おいても,主要鉱物相としてイルメナイト・ウルボスピネル・シュードブルッカイトなどの高チタ ン鉱物相が主体に観察される。高チタン砂鉄を製錬し,銑鉄を生産していたと推察される。

(2)砂鉄

本調査では3種類の砂鉄を調査した。4号製鉄炉跡から出土した肉眼的にも夾雑物の少ない砂鉄の資料No.1,1号廃滓場跡周辺土壌から採取した泥土混じりの資料No.44,小高(村上)海岸採取の砂鉄の資料No.114である。磁選,比重選鉱処理の有無により調査試料は6試料である。

図10・11に砂鉄の粒度分布を示す。資料No.44は粒径が大きな方にあり、他の砂鉄とは異なる。図には示していないが、遺跡調査部で磁選をした砂鉄(資料No.44-2)も粒径が大きい方にある(表11 参照)。他の砂鉄は重量分率のピークが100~200µmの範囲にあり、比較的小粒径である。資料No.44 は砂鉄置き場などから採取されたものではない。砂鉄が風雨で流れる過程で小粒径側が失われたと すると、高チタン部分が流出し、TiO₂とT.Feが本来の砂鉄とは変質したことも考えられる。

図13~15に砂鉄のTiO₂とT.Feの関係, MnO/TiO₂とTiO₂/T.Feの関係, V/TiO₂とTiO₂/T.Feの関係を示す。近隣遺跡などで採取した砂鉄のデータも示す。砂鉄焼結塊は,実際に炉に投入された砂鉄に近い情報を提供すると考えられるため,そのデータも示す。いずれも福島県相双地方の砂鉄と同様 にチタンが高濃度である。遺跡から採取したままの資料No.1は,炉内採取の砂鉄焼結塊と同じ群の 位置にあり,実際にこの砂鉄が原料として使われた可能性を示す。

一方,泥土混じりの中から比重選鉱した資料No.44は別な位置づけにあると判断される。また,小 高海岸砂鉄の資料No.114 a は簡易選鉱しかしていない。これを仮に選鉱により不純物を減らせば, TiO2とT.Feが相対的に高くなると推定され,図13では資料No.1と同じグループに近づく。図14・15 においても,選鉱によるTiO2,MnO,Vの増加の仕方にもよるが,おそらく資料No.1に近づくもの と思われる。

図16で見ると、砂鉄焼結塊を含め砂鉄成分以外の造滓成分は約5~25%まで幅広く分布し、資料 No.1と資料No.44との差は夾雑物などの多寡による差では説明できない。

以上の成分面の検討から、資料№1は、小高区、蛭沢(原町区)、荻原遺跡採取の砂鉄と同質と推 察される。これらは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。割田C遺跡 の資料№15-32、原町火力発電所関連遺跡(金沢地区)と資料№44については、選鉱の有無・採取の 方法なども含めて検討する必要があろう。

表22に砂鉄のX線回折結果を示す。TiO2が高かった砂鉄ではイルメナイトが最強もしくは強い回 折強度を示すのに対して割田C遺跡の資料⑮-32,資料№44はマグネタイトが最強強度を示し、イ ルメナイトは中程度の回折強度である。一方,資料№114では夾雑物が非常に多いためイルメナイ トとマグネタイトは同程度の回折強度で、選鉱が良好であれば両者が強い回折を示すと思われる。

以上を総括すると、本遺跡では資料No.1に近いTiO2が30%程度で、T.Feが40%前後の砂鉄が原料として使われたとみられる。

(3) 鉄塊·鉄滓

鉄塊 鉄塊系資料は圧倒的に鋳鉄が多い。図17に調査したすべての鉄塊系遺物について、炭素濃度の頻度分布(資料数)を示す。炭素濃度が2.2%以上の鋳鉄資料が25資料中16資料と多い。鋳鉄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見られよう。炭素濃度が0.5%以下の鉄も検出されているが凝集が十分でなく、これを目的の鉄としていたとは考えにくい。遺構ごとの生産鉄は表27に示したが、鉄塊系遺物を分析した遺構では1~3号廃滓場跡、4号製鉄炉跡、10号製鉄炉跡は銑鉄生産に関わる遺構と考えられる。5号製鉄炉跡では銑鉄とは断定できないが、高炭素の鉄を生産していたと推察される。

鉄 滓 形状,分析値,出土場所から精錬鍛冶滓と判断される資料は1点(資料№89)のみで,その ほかの資料はすべて製錬滓と判断された。ガラス質滓とさびが多く含まれる資料を除くと,TiO2は 23.6%以上である。製錬滓47資料中では,TiO2が30%以上は21資料,27%以上が15資料と非常に多 い。20%以下は2資料に過ぎない。非常にチタン濃度が高い砂鉄が原料として使用されたことは明 らかである。顕微鏡観察やX線回折では,高チタン鉱物であるイルメナイトとウルボスピネルが多 く検出され,シュードブルッカイトも比較的高頻度に検出されている。

図19・20に、遺構別に鉄滓のT.FeとTiO2の関係を近隣の割田遺跡群, 荻原遺跡のデータとともに 示す。同図には、この遺跡で使用された可能性が考えられる資料No.1の砂鉄と、砂鉄焼結塊の資料 No.118を砂鉄と仮定して、これらを還元した場合の理論的なTiO2とT.Feの変化を還元率0~50%の 範囲で示した。実際のデータは両線よりも下側にあるが、実際の滓成分も理論値に沿うように変化 しており、これらの資料が製錬滓であることを裏付ける。現実の滓には炉壁などの胎土成分が溶解 するため、T.Fe・TiO2ともに薄められるので、この理論的な線よりも左下側に来る。

図18に鉄滓のT.FeとSiO₂の関係を示すが、炉壁・炉底・胎土の主成分であるSiO₂の溶解によるT.Fe などの砂鉄成分の薄め効果は明らかである。たとえば、砂鉄資料No.1を30%まで還元した場合の理 論的なT.Fe, TiO₂, SiO₂は34.7%, 38.6%, 6.4%となる。これがSiO₂を60%含む平均的な胎土で、重 量比で30%分薄まると仮定すると、T.Fe, TiO₂, SiO₂は26.7%, 29.7%, 18.8%となり、実際のデー タとして受け入れられる値になる。

表24はガラス質滓を除いた製錬滓と判断された資料について、歩留まり $\eta = (1 - (T.Fe/TiO_2)/(T.Fe/TiO_2)^0)$ により求めた歩留まりの分布である。

1号廃滓場跡(箱形炉)では、資料Na14の砂鉄焼結塊(T.Feが36.9%, TiO2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Na16は製鉄歩留まりが2%となり、炉が停止した段階と炉から典型的な流出滓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滓は27~41%の値を示す。

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、本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えられる。平均すれば堅形炉、箱形 炉ともに30%ほどの製鉄歩留まりではなかったかと推定される。

図21・22にT.Feと造滓成分量の関係を示す。いずれも非常にTiO2の高い砂鉄を原料とする砂鉄製 錬滓の位置にある。

鉄滓の成分的評価 鉄滓の特徴について、近隣の製鉄遺跡も含めてその代表的成分であるFeO,
Fe₂O₃, SiO₂, TiO₂の面から検討した。図23~25にFeO-Fe₂O₃-TiO₂, FeO-Fe₂O₃-SiO₂, FeOn-SiO₂-TiO₂の3元成分を各遺跡のデータを箱形炉,竪形炉に区分し、砂鉄データ(横大道遺跡・割田遺跡
群・荻原遺跡)とともに示した。

図25のFeOn-SiO₂-TiO₂成分で見ると、砂鉄の付近からやや右上がりになっている。還元により鉄 成分が減少して相対的にTiO₂が上昇するとともに、胎土類の溶解によりSiO₂が上昇して右方向に動 く様子が明瞭に表れている。この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融点が低くなり、この付近へ向かってデータがそろっている。鉄滓の流動性 や排滓性の観点から、融点の低くなるこの領域を目標としていたと推察される。

本図のプロットではFeO, Fe2O3, SiO2, TiO2の4成分で100%になるように換算しており、厳密に

120

はこの成分ではなく、顕微鏡観察などの結果を考慮すると各点はTiO₂が10%ほど低い位置にある印 象である。この図の関係においては遺跡間,竪形炉,箱形炉による明瞭な差異はなさそうである。

図23・24では竪形炉と箱形炉の違いが明瞭に表れている。竪形炉のデータは砂鉄のプロットに近 くFe2O3の多い右側に集中するのに対して、箱形炉のデータは砂鉄のプロットからFeOが多い左側に 分布し、Fe2O3が20%以下の領域にデータは多い。このことは、竪形炉に比べ箱形炉の方が還元に関 しては良好であったことを示唆する。箱形炉、竪形炉ともにFeO-Fe2O3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。特に箱形炉に限ってみると、Fe2O3が20%以下にデータが集中するのは、最盛期にはこの 程度の成分の滓が生成する操業がなされていたと見るのが自然であろう。また、荻原遺跡について は、各点の位置からみて竪形炉由来の鉄滓であったと考えられよう。

また、図24では砂鉄のプロットが最もSiO₂が低く、滓のSiO₂はいずれもこれより濃度が高い側に ある。箱形炉の場合、Fe₂O₃の減少とともにSiO₂が増加し、還元が最も進んだと思われるFe₂O₃が20% 以下で、SiO₂が高くなる傾向が明瞭に看て取れる。還元の進行と胎土の溶解が連続的に進んでいる ようである。

箱形炉と竪形炉で比較すると、竪形炉の方がSiO₂の変動幅が大きい。おそらく竪形炉の方が不均 質、あるいは不安定であることを示唆している。

原料砂鉄のチタン濃度が非常に高く,鉄滓の融点も高くなりがちな相双地方の製鉄にあっては, 滓の流動性,融点制御は非常に重要な技術要因であったと考えられる。滓の流動性や融点制御にお いて,胎土の溶解が重要な役割を果たしていたと考えられる。次項で述べるように,あえて耐火度 の低い粘土を選択していたことも,こうした高チタン砂鉄への技術適応であったと推察される。

図34・35に近隣の割田遺跡群,荻原遺跡,まほろんでの製鉄実験の結果とともにMnO/T.FeとTiO₂/ T.Feの関係,V/T.FeとTiO₂/T.Feの関係を示す。T.Feで規格化しているのは,胎土類の溶解による 濃度変化を排除するためである。

図34の関係では横大道・割田・荻原遺跡ともに一つの直線に分布しているが、図35の関係では遺 跡ごとにそれぞれ異なった直線となり、原料砂鉄は微妙に異なっていたことを伺わせる。

図36・37に箱形炉関連遺構のMnO/T.FeとTiO₂/T.Feの関係とV/T.FeとTiO₂/T.Feの関係を示す。 図38・39に竪形炉関連遺構のMnO/T.FeとTiO₂/T.Feの関係, V/T.FeとTiO₂/T.Feの関係を示す。遺 構ごとに見ると、ばらつきが少なくなるように見える。また、図40~43に割田遺跡群と荻原遺跡の 各遺構、まほろんについての関係を示す。MnO/T.Feは比較的良好な直線関係があるが、Vに関し てはばらつきが大きい傾向がある。今後とも砂鉄、砂鉄焼結塊を含めた解析を積み重ねていくこと が必要である。

(4) 粘土・炉壁・羽口

顕微鏡組織・鉱物相(X線回折) 顕微鏡組織では、粘土・羽口類・炉壁には共通して、微細な素地

の粘土に粒状の鉱物質シリカや長石類が認められる。鉱物組織もシリカ(高温変態したクリストバ ライトも含む)が最も顕著に確認され、シリカとアノーサイトが主要鉱物種となっている。表23の X線回折では、粘土にはカオリナイトとムスコバイトが共通して検出され、コージェライトも検出 される。

成 分 長石類を代表するCa, Na, K成分および耐火度に影響するAl₂O₃,最大成分であるSiO₂に着 目して,各胎土の特徴を検討した。表25はCaO, Na₂O, Al₂O₃, SiO₂の多寡で分類した結果である。 この表から羽口や通風管などはCaO, Na₂Oの軟化成分が少なく,Al₂O₃が高い傾向が看取でき,この ような原料を選択していたことがわかる。割田遺跡群の胎土の検討においては,MnOが重要な要素 として指標となったが,本遺跡では変化幅も小さく特徴要因とはなっていない。図46に主要成分で あるAl₂O₃とSiO₂の関係,図44にアルカリ成分(K₂O+Na₂O)とアルカリ土類成分(CaO+MgO)の関係, 図45に長石全体におけるアルカリ長石およびカリ長石の割合を見るK₂O/(K₂O+Na₂O)と(K₂O+Na₂O)/ (CaO+K₂O+Na₂O)の関係を示す。

図46のAl₂O₃とSiO₂の関係で見ると、炉壁類はSiO₂の増加に伴いAl₂O₃が少なくなる。

一方,羽口類ではSiO₂が特に高い3資料を除くとこの傾向はなく,同じSiO₂濃度で比較すると羽 口類の方がAl₂O₃は高い傾向がある。これらの傾向は割田遺跡群の場合と同じである。おそらくAl₂O₃ が高く,耐火度に有利な胎土が選択されているためではないかと思われる。羽口類のAl₂O₃は割田遺 跡群に比べ高い。

図44のアルカリ成分(K₂O+Na₂O)とアルカリ土類成分(CaO+MgO)の関係で見ると、ばらつきはあ るがアルカリ土類成分の増加に伴い、アルカリ成分も高くなる傾向がある。同図では、割田遺跡群 と比べると、本遺跡の炉壁類はアルカリ土類成分がほぼ同程度であるのに対して、アルカリ成分は おおよそ1%ぐらい高い傾向にある。胎土としては異種のものであろう。

羽口類と炉壁では成分の範囲が異なる。アルカリ土類成分が1.5%に近い羽口の2点は、図46で SiO₂が特に高かった3点のうちの2点である。この成分面でも異質であることを示している。炉壁 などの胎土はアルカリ土類成分が1.5~2.5%の範囲に、アルカリ成分が3%以上の範囲にあるのに 対して、羽口類はアルカリ土類成分が1.5%以下で、アルカリ土類成分が小さくなるにつれアルカリ 成分が小さくなる関係にあり、軟化性のあるアルカリ成分とアルカリ土類成分の少ない胎土を選択 している。

図45の長石全体におけるアルカリ長石およびカリ長石の割合を見るK₂O/(K₂O+Na₂O)と(K₂O+Na₂O) /(CaO+K₂O+Na₂O)の関係では、図44・46と同様に炉壁類と羽口類とで異なる傾向を示す。炉壁類 は長石全体におけるアルカリ長石の比率が0.7~0.8の範囲に、アルカリ長石中のカリ長石の比率が 0.4付近に集中するのに対して、羽口類の方はアルカリ長石の比率が0.8以上で、アルカリ長石が多 くなるに従い、アルカリ長石の中ではカリ長石が多くなる傾向を示す。

以下に,長石類を代表するCaO,K2O,Na2Oの視点から3成分系で検討した結果を示す。図47-1~3に粘土,炉壁(炉底粘土は除く),羽口類についてCaO-K2O-Na2Oの3元濃度を示す。基本土

122

層LIVの粘土群(資料№40・126)と,基本土層LVa群(資料№41~43・127)の2群に分けられる。 資料№127は両者の中間とも見えるが,本検討で層序も考慮しLVa群とした。

LVa群はNa2OがK2Oよりも多く、CaOがLIV群よりもやや高い。炉壁は図47-2に見られるようにほとんどLVa群に重なり、荻原遺跡と本遺跡の10号製鉄炉跡の炉壁2点のみがLIV群に近い 位置にある。本遺跡における炉壁は基本的にLVa群の粘土を用いていたと推察される。

一方,羽口類は図47-3に示すように明らかにLIV,LVa群とは異なる。CaOに代表される灰 長石が少なく,曹長石(Na2O)よりもカリ長石(K2O)の方が多い粘土を使用したと判断される。なお, 荻原遺跡のデータで上側2点は通風管で,下側2点は羽口である。羽口と通風管では素材が異なっ ていた可能性があり,羽口は本遺跡と同質原料であったと思われる。

図48に遺構ごとの3元濃度を示す。炉壁や羽口の胎土はおおよそ上述の通りであるが、10号製鉄 炉跡のみ異質で炉壁、炉底にはLIV群の粘土を用いているようである。10号製鉄炉跡は木炭窯群に 位置的に近いこともあり、入手が容易などの要因があったかも知れない。

また、参考のため割田遺跡群、荻原遺跡の胎土類についても図49に示す。割田遺跡群の場合、割田C・H遺跡では、炉壁胎土は異なることが看て取れる。割田E・G遺跡ではその中間で変動が大きい。荻原遺跡では炉壁はLIV群と同質の粘土が使われたように見られ、鋳造鋳型は羽口と同質の粘土が使われたように思われる。

粘 土 成分的にも基本土層LIV群とLVa群に分けられそうである。表25に見られるように、L IV群はAl₂O3が19.7~21.0%, SiO₂が58.3~62.0%, CaOが0.69~0.94%, Na₂Oが0.85~1.18%, K₂O が1.28~1.35%, 表26に見られるように、LVa群ではAl₂O3が16.5~18.0%, SiO₂が64.6~67.7%, CaOが1.27~1.52%, Na₂Oが1.60~2.36%, K₂Oが1.41~1.66%で明確な差がある。耐火度もLIV群 で1,250~1,300℃に対して、LVa群では1,120~1,250℃と異なる。T.Feでも差があり、前者で4.11 ~5.27%のに対して、後者は2.45~4.03%と低い。

炉 壁 炉壁類が大部分がLVa群の粘土を用いているが、10号製鉄炉跡ではLIV群の粘土を基本 にしている。

羽口・通風管 羽口・通風管は表25,図44・47-3に見られるように、炉壁などとは明らかに異なる胎土成分である。Al₂O₃が高く、曹長石(Na₂O)が少なく、アルカリ長石の中では相対的にカリ長石(K₂O)の多いLIV群やLVa群とは異なる素材が材料に使用されている。耐火度も高い。

耐火度 CaO-K2O-Na2Oの3成分面で見ると、図47-1~3に見られるように、横大道遺跡の胎土 類はLVa粘土を右上の端として、資料№125の羽口を左下の端にして、その間に分布している。こ の傾向に合わせて(左下から右上に向けて)表25を並べ直した結果を表26に示す。LIVをベースにし ていると見られる資料は資料№104よりも下側にそろい、耐火度も低い。資料№104~127間の資料 17点の耐火度は1,120~1,300℃で、平均は1,206℃である。なお、資料№124に関しては本来資料№ 126に近い成分系と思われる。理由は不明だがCaOが高くなり、この位置に来たと思われる。羽 ロ・通風管が多い資料№40~125の13点の耐火度は1,190~1,500℃で、平均1,348℃である。この中 で資料No.105の炉壁については理由が不明であるが、資料No.35・36の羽口が表中の相対的位置に比べ耐火度が低いのは、アルカリ成分であるNa₂Oの多さと耐火度に有利なAl₂O₃の少なさで説明される。全体としてはCaO, Na₂Oが低く、Al₂O₃の高い胎土を選択することにより耐火度を確保している様子が明瞭である。

基本的な胎土としてLIVの粘土(資料№40, 126)とその下層のLVaの粘土(資料№41~43, 127) を考慮すると、LIVの粘土の耐火度は平均1,275℃である。これに対してLVa粘土は平均1,173℃ で、両者には約100℃の耐火度の差がある。

炉壁に注目すると、LIVの粘土を炉壁として用いているのは10号製鉄炉跡の2点のみで、ほかの 調査した21資料中19資料はLVaの粘土を用いている。このことは、おそらく操業上の理由による と思われるが、耐火度が低い粘土を意図的に選択し、採掘面でも不利な下層の粘土をあえて使用し ていたことを明瞭に示している。滓の流動性、砂鉄の滓化などの点である程度の溶けやすさが炉壁 の性状として求められていたものと思われる。

(5)まとめ

本遺跡では、分析調査の結果でも精錬滓は1点のみで、そのほかはすべて製錬滓と判断され、高 チタン砂鉄を製錬した製鉄遺跡である。鉄塊は鋳鉄を含め圧倒的に高炭素の鉄が多く、銑鉄を生産 していたと考えられる。始発原料に関しては砂鉄焼結塊、遺跡採取砂鉄などからTiO2が30%程度で、 T.Feが40%前後の砂鉄が原料として使われたとみられる。MnOやVとTiO2の関係から、同種の砂鉄 が全地域で使われた可能性が示唆された。製鉄歩留まりは10%以下と計算されるものが多くあった が、10~50%程度と幅広い結果となった。

耐火材料は一般的な炉材として使用するものと羽口などに使用するもので明瞭に分かれた。炉壁 材料にはLVa群の粘土が主体に利用され、10号製鉄炉跡ではLIV群の粘土が使用されたと推察さ れた。羽口、通風管はこれらとは異なり、灰長石(CaO)が少なく、相対的にカリ長石(K₂O)が多 く、Al₂O₃が高い胎土が使用されている。 (板谷 宏)

表9-1 調査資料と調査項目

調査年度	資料№ (FB.YDD.)	出土遺構 地区 層位	遺物No.	種	別	着磁度	メタル 反応	外観 写真	化学成分	マクロ組織	組織写真	X線 回折	耐火度
19	1	4号製鉄炉跡 前庭部 廃滓場 01		砂	鉄	0	0	0	0	0	0	0	
19	2	1 号廃滓場跡 b区 廃滓場 ℓ 1		鉄	塊	0	0	0	0	0	0		
19	3	1 号廃滓場跡 a 区 廃滓場 ℓ 2		鉄	塊	0	0	0	0	0	0		
19	4	1号廃滓場跡 a 区 廃滓場 ℓ 3		鉄	塊	0	0	0	0	0	0		
19	5	1 号廃滓場跡 廃滓場 0 4		鉄	塊	0	0	0	0	0	0		
19	6	1号廃滓場跡 b区 廃滓場ℓ1		鉄塊系 (流出	系遺物 出滓)	0	0	0	0	0	0		
19	7	1号廃滓場跡 b区 廃滓場ℓ2		鉄塊3	系遺物 (注)	0	0	0	0	0	0		
19	8	3 号廃滓場跡 廃滓場 ℓ 1		鉄	塊	0	0	0	0	0	0		
19	9	3 号廃滓場跡 廃滓場 ℓ 1		鉄塊3	系遺物 内滓)	0	0	0	0	0	0		
19	10	1 号廃滓場跡 a 区 廃滓場 ℓ 1		鉄	塊	0	0	0	0	0	0		
19	11	1号廃滓場跡 a区 廃滓場 ℓ2		鉄塊系 (炉内	系遺物 内滓)	0	0	0	0	0	0		
19	12	1号廃滓場跡 b区 廃滓場 23		炉 (含鉄	5滓 遺物)	0	0	0	0	0	0	0	
19	13	1 号廃滓場跡 a 区 廃滓場 ℓ 3		鉄	塊	0	0	0	0	0	0		
19	14	1号廃滓場跡 b区 廃滓場ℓ2		炉 (砂鉄炒	內滓	0	0	0	0	0	0	0	
19	15	1 <mark>号</mark> 廃滓場跡 b 区 廃滓場ℓ2		鉄塊3	系遺物 (注)	0	0	0	0		0	0	
19	16	1号廃滓場跡 a区 廃滓場 02		炉厦	法滓	0	0	0	0	0	0		
19	17	1号廃滓場跡 a区 廃滓場 03		炉厘 (含鉄	〔注 注 (遺物)	0	0	0	0		0	0	
19	18	1号廃滓場跡 b区 廃滓場ℓ3		炉匠	法滓	0	0	0	0		0		0
19	19	3 号廃滓場跡 廃滓場 ℓ 1		炉匠	法滓	0	0	0	0		0	0	0
19	20	3 号廃滓場跡 廃滓場 ℓ 1		炉匠	 注 滓	0	0	0	0		0		
19	21	1 号廃滓場跡 a 区 廃滓場 ℓ 1		鉄塊3	系遺物 出滓)	0	0	0	0	0	0	0	
19	22	1号廃滓場跡 a区 廃滓場 ℓ 2		鉄塊3	系遺物 出滓)	0	0	0	0	0	0		
19	23	1 号廃滓場跡 a 区 廃滓場 ℓ 3		流日	出滓	0	0	0	0	0	0	0	
19	24	1 号廃滓場跡 廃滓場 Ø 1		流出	出滓	0	0	0	0	0	0		
19	25	1号廃滓場跡 a区 廃滓場ℓ2		流出 (含鉄	出滓 :遺物)	0	0	0	0		0		
19	26	1 号廃滓場跡 廃滓場 @ 4		流日	出滓	0	0	0	0		0		

表9-2	調査資料と調査項目

調査年度	資料№ (FB.YDD.)	出土遺構 地区 層位	遺物No.	種	別	着磁度	メタル 反応	外観 写真	化学成分	マクロ組織	組織写真	X線 回折	耐火度
19	27	1 号廃滓場跡 b区 廃滓場ℓ1		流出	出滓	0	0	0	0		0		
19	28	3 号廃滓場跡 廃滓場 ℓ 1		流出 (含鉄	出滓 :遺物)	0	0	0	0		0		
19	29	3 号廃滓場跡 廃滓場 l 1		流出	出滓	0	0	0	0		0	0	
19	30	1号廃滓場跡 b区 廃滓場ℓ3		炉壁((圧着)	0	0	0	0		0	0	
19	31	1 号廃滓場跡 b 区 廃滓場 ℓ 2		炉壁((上段)	0	0	0	0		0		0
19	32	1 号廃滓場跡 b区 廃滓場 ℓ 3		炉壁((中段)	0	0	0	0		0		0
19	33	1号廃滓場跡 b区 廃滓場ℓ1		炉壁((下段)	0	0	0	0		0		0
19	34	3 号廃滓場跡 廃滓場 l 1		炉壁((中段)	0	0	0	0		0		0
19	35	1 号廃滓場跡 a 区 廃滓場 ℓ 1		羽	口	0	0	0	0		0		0
19	36	1 号廃滓場跡 a 区 廃滓場 ℓ 2		羽		0	0	0	0		0		0
19	37	1 号廃滓場跡 廃滓場 Q 4		羽		0	0	0	0		0	0	0
19	38	3 号廃滓場跡 廃滓場 Ø 1		33		0	0	0	0		0	0	0
19	39	3 号廃滓場跡 廃滓場 ℓ 1		33	П	0	0	0	0		0		0
19	40	基本土層 LIV		粘	i土	0	0	0	0		0	0	0
19	41	1 号廃滓場跡下部 基本土層 LVa		粘	i土	0	0	0	0		0	0	0
19	42	7号製鉄炉跡作業場下部 基本土層 LVa		粘	i土	0	0	0	0		0	0	0
19	43	1号住居跡下部 基本土層 LVa		粘	i±	0	0	0	0		0	0	0
20	44	1 号廃滓場跡周辺 土壤採取		砂鉄((選鉱)	0	0	0	0		0	0	
20	44-1	1 号廃滓場跡周辺 土壤採取		砂 (簡易	鉄 選鉱)	0	0	0	0			0	
20	44-2	1号廃滓場跡周辺 土壌採取		砂鉄((磁選)	0	0	0	0		0	0	
20	45	2 号廃滓場跡 廃滓場 Ø 1		鉄	塊	0	0	0	0	0	0		
20	46	2 号廃滓場跡 廃滓場 l 1		鉄	塊	0	0	0	0	0	0		
20	47	2 号廃滓場跡 廃滓場 l 1		鉄塊刻	系遺物 内滓)	0	0	0	0	0	0		
20	48	2 号廃滓場跡 廃滓場 0 2		鉄	塊	0	0	0	0	0	0		
20	49	3 号廃滓場跡 廃滓場 @ 1		鉄塊到	系遺物 出滓)	0	0	0	0	0	0		
20	50	3 号廃滓場跡 廃滓場ℓ1		鉄	;塊	0	0	0	0	0	0		
表9-3	調査資料と調査項目												
------	-----------												
衣9-3	詞宜貢科と詞宜貝日												

調査年度	資料№. (FB.YDD.)	出土遗地区	貴構 層位	遺物No.	種	別	着磁度	メタル 反応	外観 写真	化学成分	マクロ 組織	組織写真	X線 回折	耐火度
20	51	4号製鋼 廃滓場	失炉跡 @ 1		鉄塊系	系遺物 内滓)	0	0	0	0	0	0		
20	52	4 号製錄 廃滓場	失炉跡 1 0 1		鉄塊到	系遺物 出滓)	0	0	0	0	0	0		
20	53	4 号製錄 廃滓場	失炉跡 02		鉄塊乳	系遺物 内滓)	0	0	0	0	0	0		
20	54	4号製金 廃滓場	失炉跡 102		鉄塊3	系遺物 出滓)	0	0	0	0	0	0		
20	55	5号製錄 前庭部 作	失炉跡 業場 0	1	鉄塊乳	系遺物 内滓)	0	0	0	0	0	0		
20	56	5号製錄 前庭部 作	失炉跡 業場 0	1	鉄塊3	系遺物 出滓)	0	0	0	0	0	0		
20	57	5 号製 よいご	失炉跡 03		鉄塊到	系遺物 出滓)	0	0	0	0	0	0		
20	58	5号製錄 前庭部 作	失炉跡 業場 0	1	鉄塊3	系遺物 [壁)	0	0	0	0	0	0		
20	59	5号製錄 前庭部 作	失炉跡 業場 0	1	鉄塊3	系遺物 壁)	0	0	0	0	0	0		
20	60	5号製錄 前庭部 作	失炉跡 業場 Q	1	鉄塊3	系遺物 壁)	0	0	0	0	0	0		
20	61	5号製金 炉 2	失炉跡 1		鉄塊3	系遺物 内滓)	0	0	0	0	0	0		
20	62	7号製金 炉 Q	失炉跡 1		鉄塊3 (炉	系遺物 [壁)	0	0	0	0	0	0		
20	63	10号製銀 廃滓場	失炉跡 1 1		鉄	塊	0	0	0	0	0	0		
20	64	4号製鎖 炉 0	失炉跡 5		砂鉄炒	 在 結 地	0	0	0	0		0		
20	65	4 号製金 廃滓場	失炉跡 1 0 1		砂鉄 約 (含鉄	− 遺物)	0	0	0	0		0	0	
20	66	4号製金 炉 Q	失炉跡 3		炉	内滓	0	0	0	0		0		
20	67	4号製錄 炉 Q	失炉跡 4		炉	内滓	0	0	0	0		0	0	
20	68	4号製金 炉 0	失炉跡 3		流出	出滓	0	0	0	0		0		
20	69	4号製金 炉 2	失炉跡 4		流出	出滓	0	0	0	0		0		
20	70	4号製錄 炉 0	失炉跡 3		流出	出滓	0	0	0	0		0		
20	71	4 号製錄 廃滓場	失炉跡 @ 1		流上 (含鉄	出滓 遺物)	0	0	0	0	0	0	0	
20	72	5号製金 前庭部 作	失炉跡 業場 0	1	炉 (含鉄	壁 遺物)	0	0	0	0		0		
20	73	5号製金 前庭部 作	失炉跡 業場 0	1	砂鉄 約 (含鉄	尭結塊 遺物)	0	0	0	0		0		
20	74	5号製錄 前庭部 作	失炉跡 業場ℓ	1	ガラン (含鉄	ス質滓 遺物)	0	0	0	0		0		
20	75	5号製錄 前庭部 作	失炉跡 業場0	1	流出	出滓	0	0	0	0		0		
20	76	5 号製 ふいご	失炉跡 203		流上 (含鉄	出滓 :遺物)	0	0	0	0	0	0		

表9-4	調査資料と調査項目

調査年度	資料№. (FB.YDD.)	出土遺構 地区 層位	遺物No.	種	別	着磁度	メタル 反応	外観 写真	化学成分	マクロ 組織	組織写真	X線 回折	耐火度
20	77	5号製鉄炉跡 前庭部 作業場01	5	炉庭	5滓	0	0	0	0		0		
20	78	6 号製鉄炉跡 作業場 ℓ 2-3		炉内	习滓	0	0	0	0		0		
20	79	6 号製鉄炉跡 炉ℓ3		炉内	习滓	0	0	0	0		0	0	
20	80	6号製鉄炉跡 炉 l 1		炉内]滓	0	0	0	0		0		
20	81	6 号製鉄炉跡 炉 l 1		砂鉄炼 (炉	É結塊 壁)	0	0	0	0		0		
20	82	7 号製鉄炉跡 炉 Ø 3		流出	字	0	0	0	0		0	0	
20	83	7 号製鉄炉跡 炉 l 3		(ガラス	壁 (質滓)	0	0	0	0		0		
20	84	8号製鉄炉跡 炉 2 2		砂鉄爆	E結塊 F译)	0	0	0	0		0		
20	85	8号製鉄炉跡 炉 0 3		流出 (炉内流	」滓 〔動滓)	0	0	0	0		0	0	
20	86	8号製鉄炉跡 炉 03		炉内	习滓	0	0	0	0		0		
20	87	9号製鉄炉跡 炉 23		炉内	习滓	0	0	0	0		0		
20	88	9号製鉄炉跡 炉 23		流出	摔	0	0	0	0		0	0	
20	89	1 号鍛冶炉跡 P 1 ℓ 1		椀刑	/滓	0	0	0	0		0		
20	90	10号製鉄炉跡 炉 l 1		炉内 (含鉄)	5滓 遺物)	0	0	0	0		0		
20	91	10号製鉄炉跡 炉 l 1		流出	滓	Ó	0	Ó	0		0		
20	92	10号製鉄炉跡 廃滓場 Q 1		流出	澤	0	0	0	0		0		
20	93	4 号製鉄炉跡 廃滓場 0 1	5	炉壁(上段)	0	0	0	0		0	0	0
20	94	4 号製鉄炉跡 廃滓場 0 1	15	炉壁(中段)	0	0	0	0		0	0	
20	95	4 号製鉄炉跡 炉 l 1		炉壁(下段)	0	0	0	0		0		0
20	96	5 号製鉄炉跡 前庭部 作業場 Q 1		炉壁(下段)	0	0	0	0		0		
20	97	5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 01	54	炉壁(下段)	0	0	0	0		0	0	0
20	98	5号製鉄炉跡 炉 l 1		炉 (上~	壁 中段)	0	0	0	0		0		0
20	99	5号製鉄炉跡 炉体部前壁		炉壁(上段)	0	0	0	0		0	0	
20	100	6 号製鉄炉跡 炉 l 1		炉壁(上段)	0	0	0	0		0		0
20	101	7 号製鉄炉跡 炉 l 1		炉壁(上段)	0	0	0	0		0		
20	102	7号製鉄炉跡 炉体部		炉壁(下段)	0	0	0	0		0	0	0

表9-5	調査資料と調査項目
200	网 上员 个 C 网 上 只 F

調査年度	資料№. (FB.YDD.)	出土遺構 地区 層位	遺物No.	種	別	着磁度	メタル 反応	外観 写真	化学成分	マクロ組織	組織写真	X線 回折	耐火度
20	103	8号製鉄炉跡 炉 0 3		炉壁((上段)	0	0	0	0		0		
20	104	8号製鉄炉跡 炉 02		炉 (上~	壁 中段)	0	0	0	0		0		0
20	105	10号製鉄炉跡 炉壁集中部 作業場 0 3		炉壁(羽	月口付)	0	0	0	0		0		0
20	106	10号製鉄炉跡 炉 l 2 a		炉底	粘土	0	0	0	0		0		
20	107	1号住居跡 カマド04		炉壁((下段)	0	0	0	0		0		
20	108	1 号環状遺構 盛土B ℓ 1		炉壁((上段)	0	0	0	0		0		
20	109	4 号製鉄炉跡 廃滓場 0 1	1	通風	風管	0	0	0	0		0	0	0
20	110	5号製鉄炉跡 前庭部 作業場 01		通風	虱管	0	0	0	0		0		0
20	111	2 号廃滓場跡 廃滓場 @ 2		土 (通風	币器 風管)	0	0	0	0		0		
20	112	1号住居跡 カマド04		通風	虱管	0	0	0	0		0		
20	113	10号製鉄炉跡 炉 l 1		羽		0	0	0	0		0		
21	114 a	小高(村上)海岸 海岸漂砂層		砂 (簡易	鉄 選鉱)	0	0	0	0	0	0	0	
21	114 b	小高(村上)海岸 海岸漂砂層		砂 (採取0	鉄 Dまま)	0	0	0	0		0	0	
21	115	10号製鉄炉跡 廃滓場 0 1		鉄	塊	0	0	0	0	0	0		
21	116	10号製鉄炉跡 廃滓場 @ 1		鉄 (流b	:塊 出滓)	0	0	Ó	0	0	0		
21	117	10号製鉄炉跡 廃滓場 0 1		鉄 (流)	:塊 出滓)	0	0	0	0	0	0		
21	118	10号製鉄炉跡 廃滓場 0 1		砂鉄約 (含鉄	竞結塊 遺物)	0	0	0	0		0		
21	119	10号製鉄炉跡 排滓溝 炉 ℓ 1 b		流出	出滓	0	0	0	0		0		
21	120	10号製鉄炉跡 P5 炉 01		流出	出滓	0	0	0	0		0	0	
21	121	10号製鉄炉跡 P5 炉 2 c	鉄滓 No.1	流出	出滓	0	0	0	0		0		
21	122	10号製鉄炉跡 廃滓場 @ 1		流出	出滓	0	0	0	0		0		
21	123	10号製鉄炉跡 炉壁集中部作業場 03		炉壁(上段)	0	0	0	0		0		0
21	124	10号製鉄炉跡 炉 Ø 3 c		炉底	粘土	0	0	0	0		0		0
21	125	10号製鉄炉跡 炉壁集中部作業場 @ 3		羽	П	0	0	0	0		0		0
21	126	17号木炭窯跡 壁面 LIV		粘	土	0	0	0	0		0	0	0
21	127	17号木炭窯跡 壁面 LVa		粘	Ξ±	0	0	0	0		0		0

表10 鉱物組織の英文名,化学式,顕微鏡観察状況

鉱物組織名 (和)	鉱物名 (英)	化学式	偏光顕微鏡観察状況
ヘマタイト	Hematite	α-Fe ₂ O ₃	赤褐色~赤紫色
マーゲマイト	Maghemite	$\gamma - Fe_2O_3$	赤紫色~黒紫色
マグネタイト	Magnetite	Fe ₃ O ₄	白青色、四角または多角盤状
ウスタイト	Wustite	FeO	灰白色,繭玉状または樹枝状
ファイヤライト	Fayalite	2FeO•SiO2	薄い青灰色, 短冊状の長い結晶
シュードブルッカイト	Pseudobrookite	FeO•2TiO2	白色, 針状の結晶
イルメナイト	Ilmenite	FeO•TiO2	白色、針状・棒状の長い結晶
ウルボスピネル	Ulvospinel	2FeO•TiO2	白色,四角~角形板状結晶
ムライト	Mullite	3Al2O3•2SiO2	X線で同定されるが組織は不明
コージェライト	Cordierite	2MgO • 4Al2O3 • 5SiO2	X線で同定されるが組織は不明
マグネシオリーベッカイトイト	Magnesioiebeckite	$(NaCa)_2(MgFe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$	
アルバイト	Albite	Na2O•Al2O3•6SiO2	X線で同定されるが組織は不明
リューサイト	Leucite	K2O•Al2O3•4SiO2	X線で同定されるが組織は不明
ハロイサイト	Halloysite	Al2O3•2SiO2•2H2O	X線で同定されるが組織は不明
ハーシナイト	Hercynite	FeO+Al ₂ O ₃	ウスタイト中に析出、ごま粒状
アカゲナイト	Akaganite	β -FeOOH	X線で同定できたが組織は不明
ゲーサイト	Goethite	α-FeOOH	白〜黄色、リング状が多い
レピドクロサイト	Lepidocrocite	γ -FeOOH	
石英(シリカ)	Silica	α -SiO ₂	白色~半透明
クリストバライト	Cristobalite	β -SiO ₂	白色
アノーサイト	Anorthite	CaO•Al2O3•SiO2	
カルサイト	Calcite	CaCO ₃	
ドロマイト	Dolomite	CaMg(CO ₃) ₂	

鉄滓の顕微鏡組織について:鉄滓を構成する化合物結晶には,一般的に表10のような鉱物組織がある。酸化鉄(Fe₂O₃, Fe₃O₄, FeO), 二酸化 ケイ素(シリカ:SiO₂),アルミナ(Al₂O₃)および二酸化チタン(TiO₂)を組み合わせた化合物(固溶体)が多く,これら鉱物結晶は含有量にも依存 するが,X線回折により検出され確認できる。鉄滓中の低融点化合物がガラス相(非晶質)を形成することがあり,X線回折では検出されない。

表11 砂鉄0	0粒度分布							(%)
資料No.	粒度範囲(μm) 代表系 (μm)	-100 50	100~150 125	150~250 200	250~50 <mark>0</mark> 375	500~1000 750	Total	平均径 µm
	磁着	1.1	20.1	17.5	1.1		<u>39.9</u>	162.8
1	非磁着	1.1	26.9	31.7	0.4		60.1	164.7
	全体	2.2	47.0	49.3	1.5		100	164.0
	磁着	2.5	8.1	24.2	26.2		61.0	259.1
44 ():88.01:581 ()	非磁着	5.1	5.7	11.1	17.2		39.0	246.7
(運動処理)	全体	7.6	13.7	35.3	43.4		100	254.3
	磁着	8.0	22.5	34.6	31.0	0.64	96.7	229.9
44-Z	非磁着	0.51	1.27	0.64	0.76	0.13	3.3	209.6
(雌悪処理)	全体	8.5	23.8	35.2	31.8	0.76	100	229.2
114	磁着	0.17	8.42	8.15	0.36		17.1	165.3
(約日)婦分(加1日)	非磁着	0.20	15.99	58.29	8.41		82.9	202.9
(間勿迭弧処理)	全体	0.37	24.41	66.44	8.78		100	196.5
1141	磁着	0.30	4.57	3.89	0.10		8.86	158.2
114 b	非磁着	0.67	12.77	54.79	21.68	1.16	91.1	227.3
(採取のまま)	全体	0.97	17.34	58.68	21.77	1.16	100	221.2

表11 砂鉄の粒度分布

表12 砂鉄の化学成分分析結果

表12	砂鉄の	化字成分	分析結果	t i							(%)
资料No	全鉄	ウスタイト	ヘマタイト	シリカ	アルミナ	ライム	マグネシア	酸化	酸化	比率	3(%)
SQ 1-1110	T.Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	FeO	Fe ₂ O ₃
1	41.1	11.2	46.3	5.33	1.22	0.33	2.79	0.02	0.06	19.5	80.5
44	47.5	18.8	46.7	11.7	1.90	0.58	4.06	0.06	0.15	28.7	71.3
44-1	41.9	14.9	43.1	21.4	2.69	1.13	5.54	0.14	0.25	25.7	74.3
44-2	54.7	20.8	55.0	6.36	2.23	0.28	2.48	0.08	0.12	27.4	72.6
114 a	30.4	2.08	41.0	27.8	1.53	1.73	9.29	0.02	0.14	4.8	95.2
114 b	17.9	1.50	23.9	50.8	4.51	2.84	8.40	0.49	0.85	5.9	94.1

資料No.	二酸化 チタン TiO ₂	酸化 マンガン MnO	、酸化リン P ₂ O ₅	ヴァナ ジウム V	ジルコ ニウム Zr	化合水 C.W.	TiO2/T.Fe	MnO/TiO2	V/TiO2	造滓成分 (%)
1	32.0	0.88	0.086	0.15	0.020	0.25	0.779	0.028	0.005	9.75
44	17.0	0.70	0.078	0.18	0.014	0.34	0.358	0.041	0.011	18.45
44-1	13.2	0.65	0.074	0.16	0.011	0.45	0.315	0.049	0.012	31.15
44-2	11.8	0.58	0.077	0.25	0.008	0.34	0.216	0.049	0.021	11.55
114 a	17.8	0.92	0.116	0.061	0.009	0.19	0.586	0.052	0.003	40.51
114 b	7.32	0.63	0.076	0.036	0.006	0.33	0.409	0.086	0.005	67.89

資料Na44,44-1,44-2:1号廃滓場跡周辺から採取した砂鉄を選鉱,磁選などした砂鉄(平成20年度に調査)

資料Na.1:4号製鉄炉跡から採取した砂鉄(平成19年度に調査),Zrは再提供を受け20年度に分析した。

表13	砂鉄の蛍光X線分析値
-	10 JAN LOLINA JAN

砂鉄	処	理	鉄	チタン	シリコン	アルミニウム	カルシウム	マンガン
			ге	11	51	AI	Ca	MIT
	化学分析*1		61.8	29.1	3.78	0.98	0.36	1.03
	採取のまま		65.6	26.1	3.01	1.47	0.18	0.95
	磁着		68.6	20.9	6.54	1.57	0.39	0.78
	非磁着		52.4	37.4	1.33	0.60	0.12	1.09
	加重平均		63.0	26.6	4.73	1.23	0.30	0.89
这来LN。1		分級のみ	65.6	26.0	4.14	1.59	0.44	1.12
員不打0.1	+150 μ	磁着	75.7	17.8	3.09	1.64	0.12	0.62
4 万裂欧洲吻		非磁着	58.3	34.5	1.86	1.32	0.08	1.13
(採取)		「分級のみ	66.6	25.8	3.33	1.61	0.13	0.91
	+100 μ	磁着	79.0	13.0	3.06	1.66	0.09	0.52
		非磁着	57.8	34.7	1.83	0.97	0.08	1.08
		「分級のみ	63.8	22.2	5.19	1.69	0.38	0.73
	-100μ	磁着	75.3	10.3	6.68	1.18	0.65	1.09
		非磁着	81.4	8.1	3.60	0.81	カル シウム Ca 0.36 0.18 0.39 0.12 0.30 0.44 0.12 0.08 0.13 0.09 0.08 0.38 0.65 0.21 0.63 0.65 0.21 1.97 0.21 0.38 0.15 0.21 1.97 0.21 0.38 0.15 0.19 0.09 0.05 0.29 0.48 0.24 0.19 0.16 0.30	0.71
	化学分析*1		72.1	15.5	8.3	1.53	0.63	1.06
	選鉱のまま		75.3	10.3	6.68	1.18	0.65	1.09
		磁着	81.4	8.1	3.60	0.81	0.21	0.71
	+250 μ	非磁着	58.9	21.1	14.6	1.13	1.97	1.31
資料No.44		「磁着	80.4	10.3	3.02	0.96	0.21	0.58
(比重選鉱)	$+150 \mu$	非磁着	59.0	32.5	4.20	0.82	0.38	1.17
		磁着	83.0	10.1	3.22	1.05	0.15	0.53
	$+100 \mu$	非磁着	57.5	36.4	1.52	0.58	0.19	1.20
		「磁着	77.7	18.2	1.84	0.92	0.09	0.62
	-100μ	非磁着	53.3	38.5	0.83	0.37	0.05	1.19
	化学分析*1		79.2	10.3	4.34	1.73	0.29	0.66
	+250 µ		81.0	7.31	6.45	2.15	0.48	0.75
資料No.44-2	+150 μ		81.0	10.1	4.62	1.81	0.24	0.53
(磁選処理)	+100 μ		78.7	8.82	4.44	1.80	0.19	0.51
	-100μ		76.5	11.9	3.70	2.08	0.16	0.47
	An also and the		10.223.776			0000		

*1:化学分析値を金属成分に換算。

(%)

資料	炭素	シリコン	マンガン	リン	イオウ	銅	ニッケル	コバルト	アルミニウム	ヴァナ ジウム	チタン	カル シウム	マグネシウム
No.	С	Si	Mn	Р	S	Cu	Ni	Co	Al	V	Ti	Ca	Mg
2	3.29	0.027	< 0.001	0.10	0.020	0.012	0.013	0.040	0.001	0.001	< 0.001	0.001	0.001
3	1.40	0.130	< 0.001	0.11	0.011	0.007	0.007	0.032	0.069	0.003	0.060	0.011	0.011
4	2.44	0.110	< 0.001	0.095	0.021	0.011	0.013	0.045	0.024	0.002	0.022	0.006	0.006
5	2.42	0.062	< 0.001	0.11	0.020	0.013	0.014	0.045	0.015	0.001	0.010	0.027	0.006
6	3.19	0.015	< 0.001	0.13	0.060	0.007	0.009	0.045	0.005	0.001	0.001	0.002	< 0.001
7	2.45	< 0.001	< 0.001	0.21	0.040	0.004	0.013	0.051	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
8	3.01	0.035	< 0.001	0.14	0.18	0.007	0.009	0.048	0.032	0.001	0.016	0.002	0.005
9	0.24	0.33	0.066	0.044	0.047	0.001	< 0.001	0.019	0.35	0.048	1.06	0.61	0.19
10	2.91	0.018	< 0.001	0.13	0.025	0.013	0.024	0.075	0.004	0.001	< 0.001	0.002	0.001
11	1.27	0.180	< 0.001	0.077	0.023	0.021	0.026	0.080	0.098	0.002	0.042	0.036	0.025
13	2.27	0.160	< 0.001	0.14	0.023	0.005	0.006	0.081	0.100	0.001	0.020	0.006	0.007
45	2.65	0.160	0.007	0.30	0.079	0.006	0.011	0.025	0.110	0.002	0.045	0.027	0.007
46	2.70	0.067	0.004	0.12	0.046	0.008	0.016	0.042	0.054	0.002	0.032	0.013	0.010
47	2.80	0.048	0.003	0.18	0.052	0.006	0.012	0.031	0.025	0.002	0.012	0.011	0.003
48	2.02	0.010	0.001	0.23	0.036	0.006	0.011	0.028	0.005	0.001	0.003	0.002	< 0.001
49	2.58	0.015	0.001	0.13	0.026	0.010	0.017	0.049	0.003	0.001	0.004	0.001	0.001
50	3.16	0.010	0.001	0.29	0.054	0.008	0.013	0.032	0.003	0.002	0.002	0.002	< 0.001
51	1.83	0.014	0.002	0.056	0.036	0.014	0.033	0.086	0.007	0.001	0.015	0.003	0.002
52	3.29	0.130	0.004	0.093	0.041	0.008	0.013	0.033	0.093	0.003	0.052	0.013	0.009
53	1.06	0.130	0.036	0.18	0.016	0.011	0.011	0.028	0.098	0.006	0.160	0.210	0.056
54	3.58	0.024	0.002	0.16	0.019	0.007	0.012	0.029	0.011	0.001	0.010	0.015	0.003
56	0.74	0.016	0.004	0.18	0.042	0.011	0.021	0.058	< 0.001	0.007	0.002	0.004	< 0.001
59	0.02	0.030	0.003	0.27	0.026	0.009	0.011	0.029	0.011	0.003	0.033	0.016	0.006
60	0.43	0.021	0.003	0.20	0.047	0.010	0.017	0.049	0.007	0.003	0.008	0.016	0.002
63	3.23	0.022	0.002	0.15	0.024	0.010	0.018	0.045	0.015	0.001	0.005	0.005	0.001
115	3.41	0.005	< 0.001	0.17	0.040	0.014	0.015	0.046	0.003	0.001	< 0.001	0.003	< 0.001
116	3.30	0.002	< 0.001	0.15	0.021	0.011	0.014	0.044	0.001	0.001	0.001	0.003	< 0.001
117	3 26	0.004	< 0.001	0 16	0.032	0.014	0.015	0.044	< 0.001	0.001	< 0.001	0.003	< 0.001

表14 金属鉄の化学成分分析結果

表15 鉄塊系遺物の化学成分分析結果

ウス 酸化 酸化 17 マグ 比率(%) 資料 全鉄 金属鉄 シリカ アルミナ ライム タイト ネシア タイト カリウム ナトリウム FeO Fe₂O₃ No. T.Fe M.Fe FeO Fe₂O₃ SiO₂ Al₂O₃ CaO MgO K₂O Na₂O 55 41.1 7.50 12.3 34.4 3.89 1.36 0.52 2.67 0.09 0.10 26.3 73.7 55* 36.3 0 13.3 37.2 4.21 1.47 0.56 2.89 0.10 0.11 26.3 73.7 57 43.9 14.5 7.6 33.6 6.68 1.62 1.49 2.28 0.31 0.13 18.4 81.6 0.36 57* 0 8.9 39.3 7.81 1.89 1.74 2.67 0.15 34.4 18.4 81.6 58 56.7 19.2 16.0 35.8 4.57 1.21 0.42 1.15 0.13 0.10 30.9 69.1 58* 46.4 0 19.8 44.3 5.66 1.50 0.52 1.42 0.16 0.12 30.9 69.1 61 58.6 28.2 8.6 33.9 4.65 1.16 0.50 1.12 0.21 0.09 20.2 79.8 12.0 47.2 0.70 0.29 61* 42.3 0 6.48 1.62 1.56 0.13 20.2 79.8 62 20.8 2.3 34.7 17.3 33.0 8.71 1.16 1.10 1.41 1.06 11.7 88.3 62* 17.6 0 2.93 21.8 41.7 11.0 1.46 1.39 1.78 1.34 11.7 88.3 ヴァナ ジウム 二酸化 ジルコ 造滓 酸化 資料 酸化リン 化合水 炭素 銅 チタン マンガン ニウム TiO₂/T.Fe MnO/TiO₂ 成分 No. TiO₂ MnO P₂O₅ Zr C.W. C V Cu (%) 55 0.75 0.095 0.32 1.44 0.11 0.27 0.009 8.63 33.7 0.820 0 022 55* 36.4 0.81 0.103 0.35 1.56 0.12 0.29 0.010 1.003 0.022 9.3 57 26.3 0.62 0.174 0.30 1.84 1.30 0.21 0.010 0.599 0.024 12.51 1.52 30.8 0.73 2.15 0.012 0.895 57* 0.204 0.35 0.25 0.024 14.6 0.35 0.096 2.62 0.007 0.247 0.025 7.58 58 14.0 0.18 0.30 0.087 58* 17.3 0.22 3.24 0.009 0.373 0.025 0.43 0.119 0.37 0.11 9.4

0.26

0.36

0.13

0.16

0.075

0.10

0.08

0.063

0.007

0.010

0.007

0.009

0.229

0.441

0.271

0.678

0.024

0.024

0.024

0.024

7.73

10.8

46.44

58.6

*M.Feを0%に補正

13.4

18.7

9.43

11.9

0.32

0.45

0.23

0.29

0.121

0.169

0.214

0.270

0.19

0.26

0.12

0.15

2.68

3.73

1.41

1.78

61

61*

62

62*

(%)

表16-1 鉄滓の化学成分分析結果

		ar issues	는 그	1-	223 APRIL 44	(16) et 16 et	100 Back 100 - +++	- H	青金川と	新作儿	11	(0/)
資料	全鉄	金属鉄	タイト	タイト	シリカ	アルミナ	ライム	ネシア	酸化カリウム	酸化	比率	(%)
No.	T.Fe	M.Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	FeO	Fe ₂ O ₃
12	31.5	1.89	9.30	32.0	12.0	2.83	1.18	2.71	0.34	0.25	22.5	77.5
14	36.9	0.83	31.9	16.1	12.4	2.37	0.49	3.98	0.20	0.15	66.4	33.6
15	30.9	0.11	25.7	15.5	15.3	3.75	2.03	2.50	0.62	0.40	62.4	37.6
16	30.7	0.22	34.5	5.24	22.7	5.41	2.34	2.46	0.87	0.61	86.8	13.2
20	29.1	0.23	29.7	8.27	21.4	4.77	2.97	3.49	0.74	0.44	78.2	21.8
21	24.6	0.75	17.9	14.2	18.6	3.84	5.23	3.93	0.88	0.43	55.8	44.2
22	39.9	0.31	43.3	8.48	9.17	2.70	0.56	2.83	0.24	0.20	83.6	16.4
23	33.1	0.19	31.0	12.6	14.7	3.44	1.66	2.82	0.65	0.43	71.1	28.9
24	27.6	0.53	13.8	23.4	17.2	4.02	2.27	2.82	0.69	0.54	37.1	62.9
25	28.8	0.24	28.1	9.60	18.7	4.60	2.05	2.62	0.66	0.57	74.5	25.5
26	28.5	0.28	23.6	14.1	15.5	3.85	2.26	2.95	0.64	0.48	62.6	37.4
27	33.6	0.22	37.0	6.60	16.1	4.27	1.42	2.54	0.51	0.43	84.9	15.1
28	35.9	0.10	41.9	4.62	14.8	3.17	1.48	2.99	0.44	0.34	90.1	9.9
29	31.7	0.06	37.3	3.78	19.7	5.64	2.44	2.20	0.72	0.48	90.8	9.2
30	3.21	0.04	0.43	4.05	69.4	17.5	1.60	0.67	1.72	2.71	9.6	90.4
64	36.4	0.30	15.4	34.5	10.6	2.93	1.18	3.14	0.27	0.11	30.9	69.1
65	40.2	0.07	12.4	43.6	5.93	1.63	0.33	2.55	0.15	0.12	22.1	77.9
66	26.5	0.44	13.4	22.4	18.6	5.83	4.89	3.50	0.74	0.32	37.4	62.6
67	42.3	0.06	14.3	44.5	3.34	1.33	0.39	3.32	0.14	0.05	24.3	75.7
68	24.5	0.33	20.5	11.8	14.8	3.26	3.89	4.24	0.56	0.23	63.5	36.5
69	27.0	0.23	17.6	18.7	14.4	3.48	4.19	3.74	0.55	0.32	48.5	51.5
70	33.7	0.14	12.4	34.2	10.3	2.45	2.52	3.46	0.40	0.15	26.6	73.4
71	40.8	0.04	18.9	37.3	5.70	1.48	2.34	2.88	0.33	0.09	33.6	66.4
72	16.0	0.28	5.4	16.5	43.3	11.5	2.89	2.18	1.66	1.30	24.7	75.3
73	43.0	0.60	10.1	49.4	7.83	1.61	< 0.1	1.84	0.06	0.08	17.0	83.0
74	16.3	0.39	1.1	21.6	31.9	9.61	3.27	3.08	1.38	0.74	4.8	95.2
75	35.0	5.46	10.6	30.5	14.7	2.90	2.56	3.10	0.65	0.27	25.8	74.2
76	37.0	0.11	13.4	37.9	9.41	2.02	2.65	3.08	0.29	0.14	26.1	73.9
77	27.9	0.19	4.50	34.6	13.1	3.05	2.63	3.64	0.57	0.24	11.5	88.5
78	41.6	0.22	2.01	56.9	10.8	2.69	1.10	1.35	0.23	0.21	3.4	96.6
79	41.5	0.11	16.5	40.8	4.42	1.44	0.89	3.21	0.39	0.07	28.8	71.2
80	27.3	0.27	2.89	35.4	15.3	4.14	2.05	3.42	0.48	0.29	7.5	92.5
81	36.8	0.09	13.9	37.0	14.2	2.86	1.59	2.92	0.78	0.32	27.3	72.7
82	28.5	0.17	7.40	32.3	21.1	5.48	4.06	2.52	1.08	0.62	18.6	81.4
83	22.8	0.13	5.35	26.5	24.5	6.51	4.86	2.59	0.85	0.68	16.8	83.2
84	38.9	0.07	12.5	41.6	7.90	1.99	0.88	2.21	0.42	0.13	23.1	76.9
85	28.7	0.09	0.89	39.9	23.1	7.20	0.98	1.49	0.94	0.78	2.2	97.8
86	24.0	0.42	3.53	29.8	15.7	4.20	2.79	3.20	0.69	0.38	10.6	89.4
87	36.3	0.28	14.5	35.4	7.4	1.69	0.80	3.48	0.17	0.09	29.1	70.9
88	20.5	0.14	6.00	22.4	21.1	3.94	4.03	5.39	0.89	0.31	21.1	78.9
89	49.5	0.30	35.1	31.3	10.1	3.40	0.72	0.96	0.15	0.08	52.9	47.1
90	36.5	0.09	17.2	32.9	13.2	3.34	1.94	2.89	0.39	0.22	34.3	65.7
91	35.9	0.20	20.2	28.6	12.1	3.21	1.69	3.16	0.33	0.21	41.4	58.6
92	25.0	0.38	6.07	28.5	18.7	4.85	4.20	4.18	0.69	0.33	17.6	82.4
118	39.6	0.08	4.02	52.0	6.98	1.88	0.38	3.08	0.14	0.07	7.2	92.8
119	35.8	0.06	17.0	32.2	13.4	3.15	1.91	3.05	0.38	0.23	34.5	65.5
120	35.8	0.22	13.5	35.9	10.8	2.89	4.43	3.20	0.46	0.18	27.3	72.7
121	36.4	0.08	13.9	36.5	12.1	2.83	1.78	3.01	0.34	0.19	27.6	72.4

122

28.2

0.27

8.51 30.5

19.7

5.12

2.36

4.04

0.72

0.24

21.8

78.2

表1	6-2	鉄滓の1	七字成分 分	分析結果							(%)
資料	二酸化 チタン	酸化 マンガン	酸化リン	ジルコ ニウム	化合水	炭素	ヴァナ ジウム	銅	TiO ₂ /T.Fe	MnO/TiO2	造滓 成分
No.	TiO ₂	MnO	P_2O_5	Zr	C.W.	С	v	Cu	100000000000000000000000000000000000000		(%)
12	33.2	0.59	0.123	<u> </u>	2.03	0.24	0.21	0.008	1.054	0.018	19.31
14	28.3	0.74	0.126		1.31	0.15	0.18	0.008	0.767	0.026	19.59
15	32.6	0.80	0.146	10 M 1	0.15	0.03	0.16	0.007	1.055	0.025	24.60
16	24.1	0.63	0.171		0.22	0.03	0.13	0.006	0.785	0.026	34.39
20	26.1	0.75	0.191		0.22	0.05	0.009	0.002	0.897	0.029	33.81
21	32.1	0.90	0.165		0.68	0.10	0.17	0.007	1.305	0.028	32.91
22	30,1	0.66	0.083		0.34	0.03	0.23	0.007	0.754	0.022	15.70
23	31.1	0.77	0.162	-	0.12	0.02	0.17	0.007	0.940	0.025	23.70
24	33.3	0.83	0.108		0.13	0.01	0.23	0.007	1.207	0.025	27.54
25	30.9	0.77	0.132	100	0.19	0.04	0.18	0.007	1.073	0.025	29.20
26	34.7	0.85	0.106	-	0.16	0.02	0.26	0.008	1.218	0.024	25.68
27	28.7	0.67	0.123	-	0.30	0.05	0.22	0.007	0.854	0.023	25.27
28	28.2	0.75	0.153	-	0.20	0.06	0.15	0.007	0.786	0.027	23.22
29	25.8	0.62	0.186		0.17	0.03	0.16	0.007	0.814	0.024	31.18
30	0.57	0.05	0.032	-	0.87	0.14	0.005	0.001	0.178	0.088	93.60
64	28.0	0.76	0.144	0.21	1.78	0.18	0.19	0.008	0.769	0.027	18.23
65	30.1	0.72	0.067	0.40	0.57	0.13	0.20	0.009	0.749	0.024	10.71
66	27.2	0.74	0.244	0.32	1.02	0.16	0.19	0.008	1.026	0.027	33.88
67	30.4	0.72	0.078	0.26	0.33	0.13	0.24	0.008	0.719	0.024	8.57
68	37.1	1.03	0.155	0.52	0.64	0.17	0.25	0.009	1.514	0.028	26.98
69	33.9	0.92	0.172	0.46	0.54	0.09	0.23	0.008	1.256	0.027	26.68
70	32.9	0.87	0.161	0.43	0.46	0.08	0.21	0.008	0.976	0.026	19.28
71	28.8	0.77	0.180	0.42	0.31	0.03	0.21	0.008	0.706	0.027	12.82
72	13.9	0.41	0.133	0.14	0.86	0.11	0.068	0.004	0.869	0.029	62.83
73	22.1	0.61	0.097	0.12	3.97	0.26	0.16	0.011	0.514	0.028	11.52
74	24.3	0.71	0.122	0.30	1.35	0.16	0.15	0.006	1.491	0.029	49.98
75	27.8	0.68	0.209	0.32	0.57	0.04	0.14	0.007	0.794	0.024	24.18
76	30.3	0.83	0.197	0.47	0.55	0.05	0.18	0.008	0.819	0.027	17.59
77	37.3	1.01	0.151	0.53	0.34	0.04	0.26	0.009	1.337	0.027	23.23
78	14.3	0.36	0.288	0.19	6.72	1.96	0.06	0.009	0.344	0.025	16.38
79	31.2	0.76	0.103	0.30	0.29	0.05	0.24	0.008	0.752	0.024	10.42
80	32.0	0.76	0.142	0.34	2.19	0.88	0.25	0.008	1.172	0.024	25.68
81	25.0	0.75	0.195	0.47	0.41	0.10	0.17	0.008	0.679	0.030	22.67
82	24.9	0.65	0.218	0.33	0.28	0.04	0.18	0.007	0.874	0.026	34.86
83	27.6	0.70	0.190	0.32	0.40	0.11	0.20	0.007	1.211	0.025	39.99
84	29.8	0.71	0.169	0.46	0.38	0.09	0.18	0.008	0.766	0.024	13.53
85	23.6	0.23	0.109	0.19	0.45	0.06	0.10	0.006	0.822	0.010	34.49
86	37.9	0.99	0.100	0.55	0.32	0.05	0.26	0.008	1.579	0.026	26.96
87	34.5	0.75	0.166	0.30	1.27	0.08	0.25	0.008	0.950	0.022	13.62
88	34.9	1.12	0.081	0.40	0.41	0.06	0.22	0.008	1.702	0.032	35.66
89	14.0	0.28	0.201	0.15	2.21	0.17	0.083	0.006	0.283	0.020	15.41
90	26.9	0.76	0.162	0.58	0.30	0.08	0.17	0.007	0.737	0.028	21.98
91	29.6	0.80	0.127	0.56	0.23	0.05	0.21	0.007	0.825	0.027	20.70
92	30.9	0.92	0.152	0.62	0.35	0.11	0.22	0.007	1.236	0.030	32.95
118	29.0	0.81	0.063	0.49	0.47	0.16	0.13	0.008	0.732	0.028	12.53
119	28.3	0.84	0.153	0.61	0.14	0.03	0.11	0.008	0.791	0.030	22.12
120	27.2	0.88	0.230	0.57	0.35	0.09	0.12	0.008	0.760	0.032	21.96
121	29.1	0.85	0.146	0.63	0.12	0.02	0.13	0.008	0.799	0.029	20.25
122	28.4	0.90	0.183	0.61	0.18	0.05	0.13	0.007	1.007	0.032	32.18

表16-2 鉄滓の化学成分分析結果

表17 炉壁・炉底・羽口の化学成分分析結果(1)

表	1/ 1	「壁・火	戶氏·	羽口0	ソ化字)	以分う	分 /打 結	朱(1)								(%)
盗机	全社	会届维	ウス	~7	3/11 +	アル	ライト	マグ	酸化力	酸化ナト	二酸化	酸化	WAN	出表	虚裁	耐火度	(°C)
No.	T.Fe	M.Fe	タイト FeO	タイト Fe ₂ O ₃	SiO ₂	ミナ Al2O3	CaO	ネシア MgO	リウム K ₂ O	リウム Na ₂ O	チタン TiO2	マンガン MnO	C.W.	С	減量	実測	推算
17	4.24		1.00	4.86	66.2	19.0	1.36	0.81	1.63	2.23	1.17	0.08	1.05	0.52	1.12	-	1.212
18	3.83	-	0.72	4.68	68.1	18.1	1.50	0.65	1.64	2.30	0.92	0.06	0.94	0.16	1.02	1,160	1,235
19	5.46	_	0.47	7.28	59.4	26.5	0.59	0.89	1.07	1.05	0.68	0.07	1.71	0.34	1.75	1,470	1,317
30	3.21	100	0.43	4.05	69.4	17.5	1.60	0.67	1.72	2.71	0.57	0.05	0.87	0.14	-	-	1,237
31	3.92		0.43	5.13	62.9	19.6	1.26	0.59	1.35	1.93	0.78	0.03	4.63	0.44	5.86	1,215	1,289
32	3.12	$\sim - \infty$	0.36	4.06	67.5	17.2	1.58	0.48	1.50	2.22	0.58	0.05	3.20	0.29	3.81	1,200	1,265
33	3.96	—	0.54	5.06	67.3	18.1	1.50	0.67	1.55	2.17	1.15	0.06	1.46	0.25	1.59	1,200	1,226
34	3.74	-	0.43	4.87	67.3	18.3	1.59	0.89	1.40	1.92	0.75	0.04	1.85	0.38	2.39	1,215	1,207
35	2.73	$\sim \rightarrow \sim$	0.36	3.50	70.9	17.3	0.59	0.89	2.12	1.54	0.98	0.05	1.44	0.37	1.73	1,240	1,300
36	2.84	\sim	0.29	3.74	70.5	17.8	0.55	0.86	2.04	1.40	1.07	0.04	1.50	0.22	1.55	1,250	1,321
37	3.44	s :	0.36	4.52	65.5	22.2	0.51	0.59	1.58	0.99	0.83	0.03	2.28	0.09	2.37	1,500	1,458
38	4.11	s -s	0.25	5.60	63.3	20.3	0.53	0.48	1.16	1.06	0.92	0.03	5.18	0.18	6.04	1,335	1,436
39	3.95	-	0.29	5.33	64.1	19.3	0.62	0.47	1.23	1.22	0.88	0.03	5.11	0.35	5.85	1,350	1,415
40	4.11	—	0.54	5.28	62.0	19.7	0.94	0.89	1.35	1.18	0.76	0.04	6.09	0.36	7.17	1,250	1,256
41	2.45	—	0.36	3.10	66.5	18.0	1.45	0.57	1.55	2.28	0.56	0.04	4.84	0.26	5.57	1,200	1,285
42	2.84	—	0.36	3.66	67.7	16.5	1.47	0.59	1.66	2.28	0.55	0.04	4.60	0.23	5.12	1,120	1,259
43	2.66	—	0.36	3.40	66.3	17.7	1.52	0.65	1.60	2.36	0.55	0.04	4.95	0.27	5.53	1,120	1,256
93	3.98	0.06	0.29	5.28	63.7	19.0	1.14	0.48	1.44	1.94	0.87	0.05	4.58	0.73	8.41	1,190	1,306
94	4.05	0.08	0.28	5.36	66.7	19.2	1.21	0.62	1.48	2.12	1.00	0.05	2.16	0.30	2.92	-	1,275
95	3.42	0.07	0.29	4.47	67.5	19.3	1.22	0.75	1.52	2.24	0.63	0.03	1.35	0.16	1.64	1,230	1,279
96	3.54	0.04	0.21	4.77	67.3	17.8	1.36	0.54	1.60	2.38	0.76	0.05	1.78	0.39	2.96	-	1,272
97	3.19	0.11	0.14	4.25	67.5	18.1	1.35	0.53	1.55	2.34	0.52	0.03	2.29	0.35	3.78	1,230	1,302
98	3.28	0.10	0.14	4.39	64.9	18.1	1.12	0.34	1.45	1.92	0.57	0.03	4.17	0.37	8.86	1,200	1,378
99	4.32	0.03	0.14	5.98	62.3	19.8	1.19	0.57	1.37	1.95	1.02	0.04	3.05	0.81	6.22	-	1,285
100	3.44	0.04	0.21	4.63	64.5	19.1	1.18	0.39	1.36	2.08	0.54	0.03	3.50	0.66	7.37	1,200	1,361
101	2.96	0.09	0.11	3.98	66.7	17.9	1.29	0.46	1.54	2.21	0.51	0.04	3.45	0.37	6.49	-	1,319
102	3.96	0.03	0.11	5.50	66.3	19.7	1.10	0.69	1.40	1.98	0.72	0.04	1.67	0.37	2.26	1,200	1,289
103	4.35	0.05	0.14	5.99	62.4	20.0	1.14	0.61	1.28	1.80	0.72	0.03	3.50	0.55	4.90		1,295
104	3.66	0.03	0.11	5.07	67.7	20.1	1.06	0.77	1.49	1.83	0.64	0.03	1.42	0.16	1.49	1,300	1,297
105	5.73	0.06	0.50	7.55	63.2	21.8	0.64	1.09	1.31	1.02	0.89	0.06	1.33	0.40	1.51	1,190	1,239
106	6.28	0.23	0.50	8.09	55.5	24.1	0.70	0.78	1.21	0.96	0.87	0.04	3.80	0.78	5.88	-	1,296
107	3.82	0.03	0.14	5.26	66.7	19.3	1.26	0.62	1.45	2.15	0.90	0.05	2.23	0.15	2.26		1,276
108	3.64	0.06	0.25	4.84	64.3	18.5	0.92	0.71	1.36	1.43	0.82	0.04	5.03	0.45	5.90	-	1,291
109	3.24	0.06	0.21	4.31	61.2	21.4	0.54	0.68	1.42	1.16	0.81	0.02	5.68	0.45	7.61	1,300	1,411
110	3.45	0.15	0.28	4.41	62.7	23.0	0.44	0.71	1.45	1.06	0.87	0.02	2.72	0.47	3.79	1,460	1,439
111	2.92	0.03	0.14	3.98	69.4	20.3	0.73	0.50	1.22	1.37	0.81	0.03	0.57	0.09	0.58	-	1,447
112	2.77	0.11	0.21	3.57	70.7	17.4	0.47	0.17	1.43	1.12	0.66	0.01	3.08	0.47	4.56	-	1,768
113	3.08	0.06	0.18	4.12	59.8	21.2	0.38	0.72	1.56	0.91	1.04	0.03	5.26	0.99	8.34	-	1,409
123	6.04	0.07	0.14	8.38	61.5	22.9	0.62	1.20	1.24	0.91	0.95	0.05	1.85	0.32	2.38	1,380	1,232
124	5.47	0.01	0.43	7.33	57.8	20.7	1.44	1.01	1.16	1.08	0.92	0.08	5.3	0.72	7.27	1,280	1,175
125	3.05	0.01	0.14	4.19	60.9	21.7	0.39	0.59	1.65	0.85	1.06	0.03	4.97	0.75	7.33	1,500	1,470
126	5.27	0.01	0.14	7.36	58.3	21.0	0.69	0.89	1.28	0.85	0.65	0.03	7.48	0.33	8.23	1,300	1,275
127	4.03	0.03	0.14	5.56	64.6	17.9	1.27	0.90	1.41	1.60	0.58	0.03	5.47	0.10	5.61	1,250	1,222

表18 炉壁・炉底・羽口の化学成分分析結果(2) (%)

28e del	ルビ	ストロン	ジルコ
資科 Na.	ジュウム Rb	チュウム Sr	ニウム Zr
123	0.0061	0.0076	0.015
124	0.0069	0.0100	0.013
125	0.0066	0.0066	0.013
126	0.0066	0.0098	0.016
127	0.0057	0.0160	0.013

資料		耐火	度	∠z. ∋99	膨張	シャーズをあったい
No.	作里 万门	SK番号	(°C)	巴祠	収縮	訊駛遲01人沉
18	粘土(炉底)	4a	1,160	薄茶	普通	普通
19	粘土(炉底)	17-	1,470	黒	普通	普通
31	炉壁	7-	1,215	薄茶	普通	アバタ状
32	炉壁	6a	1,200	薄茶	普通	アバタ状
33	炉壁	6a	1,200	薄茶	普通	普通
34	炉壁	6a+	1,215	薄茶	普通	普通
35	羽口	8-	1,240	薄茶	やや膨張	普通
36	羽口	8	1,250	薄茶	やや膨張	普通
37	羽口	18	1,500	薄茶	普通	普通
38	羽口	12-	1,335	茶黒	普通	アバタ状
39	羽口	12	1,350	茶黒	普通	アバタ状
40	粘土	8	1,250	薄茶	普通	普通
41	粘土	6a	1,200	灰黄	膨張	アバタ状
42	粘土	2a	1,120	灰黄	膨張	アバタ状
43	粘土	2a	1,120	灰黄	膨張	アバタ状
93	炉壁(上段)	5a+	1,190	灰茶	膨張	アバタ状
95	炉壁(下段)	7	1,230	灰茶	普通	普通
97	炉壁(下段)	7	1,230	茶黄	普通	普通
98	炉壁(上~中段)	6a	1,200	茶黄	普通	普通
100	炉壁(上段)	6a	1,200	茶黄	やや膨張	普通
102	炉壁(下段)	6a	1,200	茶黄	やや膨張	普通
104	炉壁(上~中段)	10	1,300	茶黄	普通	普通
105	炉壁(羽口付)	6a-	1,190	茶黒	普通	普通
109	通風管	10	1,300	茶黄	やや膨張	普通
110	通風管	16+	1,460	茶黄	やや膨張	普通
123	炉壁(上段)	13	1,380	茶色	普通	普通
124	炉底粘土	9	1,280	茶褐色	やや膨張	アバタ状
125	羽口	18	1,500	淡褐色	普通	普通
126	粘土	10	1,300	茶褐色	膨張	アバタ状
127	粘土	8	1,250	茶色	普通	普通

表19 粘土・炉壁・羽口の耐火度試験結果

*耐火温度:参考のゼーゲルコーン溶倒温度比較表を参照。

表20 ゼーゲルコーン溶倒温度比較表

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

註:コーンは正確な温度を測定するものではない。

耐火度の数値を概略の温度で示す場合にのみ上の温度表が使われる。 この表は JIS R 0305 付表による。 SK番号=コーン番号

表21 X線回折結果

資料 No.	種 別	シリカ	トリジマイト	アノーサイト	ムライト	カオリナイト	ヘマタイト	マグネタイト	アナターゼ	ジュード	イルメナイト	ウルボスピネル	ファイヤライト	ゲーサイト	コージェライト	エンスタタイト	ムスコバイト	鉄	アウガイト	フェロシライト	ウスタイト
1	砂鉄							0	\triangle		0										
12	炉内滓							0		\odot		\triangle		\triangle	\triangle			\bigtriangleup			
14	炉内滓	\bigtriangleup		\triangle							\odot	0						\bigtriangleup			
15	炉底滓										•	•									
17	炉底滓	•	0	\bigtriangleup	\bigtriangleup		\bigtriangleup											\triangle			
19	炉底滓	•	0	\triangle														\triangle			
21	流出滓								\triangle		•			\triangle				\triangle			
23	流出滓										•	•									
29	流出滓			\triangle								•									
30	炉壁	•	0	0	\bigtriangleup																
37	羽口	•	0												\triangle			\bigtriangleup			
38	羽口	•	0	0													\bigtriangleup				
40	粘土	•	•			\triangle															
41	粘土	•	0	•		\bigtriangleup									\bigtriangleup		\bigtriangleup				
42	粘土	۲	0	0		\triangle									\triangle		\bigtriangleup				
43	粘土	•				\bigtriangleup									\triangle		\bigtriangleup				
44	砂鉄	\triangle		\triangle				•			0										
44-1	砂鉄	0						۲							\triangle						
44-2	砂鉄							0			\triangle				0	\triangle					
65	砂鉄焼結塊	\bigtriangleup						0			0	0									
67	炉内滓										0	0									
71	流出滓										\bigtriangleup	0									
79	炉内滓										\triangle	0									
82	流出滓	\bigtriangleup								\bigtriangleup	\bigcirc										
85	流出滓	\bigtriangleup								0	\odot										
88	流出滓										0								\triangle		
93	炉壁	•		0													\triangle				
94	炉壁	•		0													\triangle				
97	炉壁	•		0																	
99	炉壁	•		\triangle																	
102	炉壁	•		\triangle																	
109	通風管	۲															\bigtriangleup				
114a	砂鉄							0			0									•	
114b	砂鉄	•																		•	
120	流出滓										•	•									
126	粘土	•		•		\bigtriangleup											0				

●:最強, ◎:強, ○:中, ▲:弱, △:微弱

資料No.	シリカ	アノー サイト	ヘマ タイト	マグネ タイト	アナターゼ	イルメ ナイト	コージェ ライト	フェロシ ライト	エンスタ タイト	ドロ マイト
1				Ø	\bigtriangleup	0				
44 (比重選鉱)	\bigtriangleup	\bigtriangleup		•		0				
44-1 (選鉱不良)	0			٠			\bigtriangleup			
44-2 (磁選)				•		\bigtriangleup	0		\bigtriangleup	
114 a (簡易選鉱)				0		0		•		
114b (採取のまま)	•							•		
FB.OWR.009		\bigtriangleup		0		•				\bigtriangleup
割田C15-32		\bigtriangleup	\bigtriangleup			0				\bigtriangleup

表22 砂鉄のX線回折結果

●:最強, ◎:強, ○:中, ▲:弱, △:微弱

シリカ(SiO₂)、アノーサイト(灰長石:CaO・Al₂O₃・2SiO₂)、ヘマタイト(Fe₂O₃)、マグネタイト(Fe₃O₄)、アナターゼ(TiO₂)、イルメナ イト(Fe₀・TiO₂)、コージェライト(2MgO・2Al₂O₃・5SiO₂)、フェロシライト((Fe₃Mg)SiO₃)、エンスタタイト(MgO・SiO₂)、ドロマイト (CaCO₃・MgCO₃)

表23 胎土類のX線回折結果

資料No.	種別	シリカ	トリジ マイト	アノーサイト	ムライト	カオリ ナイト	コージェ ライト	ムスコ バイト	鉄
30	炉壁	۲	0	0	\bigtriangleup				
37	羽口	۲	Ø				\bigtriangleup		\bigtriangleup
38	羽口	•	Ø	0				\bigtriangleup	
40	粘土		۲			\bigtriangleup			
41	粘土	•	0	•		\bigtriangleup	\bigtriangleup	\bigtriangleup	
42	粘土	۲	0	0		\bigtriangleup	\bigtriangleup	\triangle	
43	粘土		A			\bigtriangleup	\bigtriangleup	\bigtriangleup	
93	炉壁	•		0				\bigtriangleup	
94	炉壁	•		0				\bigtriangleup	
97	炉壁	•		0					
99	炉壁	•		\bigtriangleup					
102	炉壁	•		\bigtriangleup					
109	通風管							\triangle	
126	粘土			۲		\bigtriangleup		0	

●:最強, ◎:強, ○:中, ▲:弱, △:微弱

表24 各遺構別製鉄歩留まり

資料 No.	遺構名	種別	T.Fe	M.Fe	TiO_2	C.W.	步留計算 基準資料	製鉄歩留	備考
14	1号廃滓場跡	炉内滓(砂鉄焼結塊)	36.9	0.83	28.3	1.31		-	
22	1号廃滓場跡	鉄塊系遺物(流出滓)	39.9	0.31	30.1	0.34	資料No.14	-2%	網目状にメタル含有
27	1号廃滓場跡	流出滓	33.6	0.22	28.7	0.30	資料No.14	10%	顕微鏡で砂鉄粒子
16	1号廃滓場跡	炉底滓	30.7	0.22	24.1	0.22	資料No.14	2%	典型的炉底滓
15	1号廃滓場跡	鉄塊系遺物(炉底滓)	30.9	0.11	32.6	0.15	資料No.14	27%	
12	1号廃滓場跡	炉内滓(含鉄遺物)	31.5	1.89	33.2	2.03	資料No.14	27%	
23	1号廃滓場跡	流出滓	33.1	0.19	31.1	0.12	資料No.14	18%	
25	1号廃滓場跡	流出滓(含鉄遺物)	28.8	0.24	30.9	0.19	資料No.14	29%	
24	1号廃滓場跡	流出滓	27.6	0.53	33.3	0.13	資料No.14	36%	
26	1号廃滓場跡	流出滓	28.5	0.28	34.7	0.16	資料No.14	37%	
21	1号廃滓場跡	鉄塊系遺物(流出滓)	24.6	0.75	32.1	0.68	資料No.14	41%	典型的流出滓
20	3号廃滓場跡	炉底滓	29.1	0.23	26.1	0.22	資料No.1	13%	
28	3号廃滓場跡	流出滓(含鉄遺物)	35.9	0.10	28.2	0.20	資料No.1	1%	
29	3号廃滓場跡	流出滓	31.7	0.06	25.8	0.17	資料No.1	4%	
1	4号製鉄炉跡	砂鉄	41.1	÷	32.0	0.25		-	
71	4号製鉄炉跡	流出滓(含鉄遺物)	40.8	0.04	28.8	0.31	資料No.1	-10%	網目状にメタル含有
67	4号製鉄炉跡	炉内滓	42.3	0.06	30.4	0.33	資料No.1	-8%	砂鉄焼結塊
65	4号製鉄炉跡	砂鉄焼結塊(含鉄遺物)	40.2	0.07	30.1	0.57	資料No.1	-4%	砂鉄焼結塊
64	4号製鉄炉跡	砂鉄燒結塊	36.4	0.30	28.0	1.78	資料No.1	-1%	砂鉄焼結塊
70	4号製鉄炉跡	流出滓	33.7	0.14	32.9	0.46	資料No.1	20%	
66	4号製鉄炉跡	炉内滓	26.5	0.44	27.2	1.02	資料No.1	24%	
69	4号製鉄炉跡	流出滓	27.0	0.23	33.9	0.54	資料No.1	38%	
68	4号製鉄炉跡	流出滓	24.5	0.33	37.1	0.64	資料No.1	49%	
75	5号製鉄炉跡	流出滓	35.0	5.46	27.8	0.57	資料No.1	2%	最終段階
76	5号製鉄炉跡	流出滓(含鉄遺物)	37.0	0.11	30.3	0.55	資料No.1	5%	最終段階
72	5号製鉄炉跡	炉壁(含鉄遺物)	16.0	0.28	13.9	0.86	資料No.1	10%	
77	5号製鉄炉跡	炉底滓	27.9	0.19	37.3	0.34	資料No.1	42%	
74	5号製鉄炉跡	ガラス質滓(含鉄遺物)	16.3	0.39	24.3	1.35	資料No.1	48%	
81	6号製鉄炉跡	砂鉄焼結塊(炉壁)	36.8	0.09	25.0	0.41		; ;:	
79	6号製鉄炉跡	炉内滓	41.5	0.11	31.2	0.29	資料No.81	10%	典型的炉内滓
80	6号製鉄炉跡	炉内滓	27.3	0.27	32.0	2.19	資料No.81	42%	
82	7号製鉄炉跡	流出滓	28.5	0.17	24.9	0.28	資料No.1	11%	
83	7号製鉄炉跡	炉壁(ガラス質滓)	22.8	0.13	27.6	0.40	資料No.1	36%	
84	8号製鉄炉跡	砂鉄焼結塊(炉内滓)	38.9	0.07	29.8	0.38			
85	8号製鉄炉跡	流出滓(炉内流動滓)	28.7	0.09	23.6	0.45	資料No.84	7%	最終段階
86	8号製鉄炉跡	炉内滓	24.0	0.42	37.9	0.32	資料No.84	51%	
87	9号製鉄炉跡	炉内滓	36.3	0.28	34.5	1.27	資料No.1	18%	
88	9号製鉄炉跡	流出滓	20.5	0.14	34.9	0.41	資料No.1	54%	
118	10号製鉄炉跡	砂鉄焼結塊(含鉄遺物)	39.6	0.08	29.0	0.47		1	
90	10号製鉄炉跡	炉内滓(含鉄遺物)	36.5	0.09	26.9	0.30	資料No.118	1%	
120	10号製鉄炉跡	流出滓	35.8	0.22	27.2	0.35	資料No.118	4%	最終段階
119	10号製鉄炉跡	流出滓	35.8	0.06	28.3	0.14	資料No.118	7%	最終段階
121	10号製鉄炉跡	流出滓	36.4	0.08	29.1	0.12	資料No.118	8%	最終段階
91	10号製鉄炉跡	流出滓	35.9	0.20	29.6	0.23	資料No.118	11%	最終段階
122	10号製鉄炉跡	流出滓	28.2	0.27	28.4	0.18	資料No.118	27%	典型的流出滓
92	10号製鉄炉跡	流出滓	25.0	0.38	30.9	0.35	資料No.118	41%	典型的流出滓

表25 胎土の成分面での分類

資料No.	分類	種別	出土	CaO	Na ₂ O	Al2O3	SiO2	K2O	T.Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	MnO	Na2O+K2C)耐火度
40	A	L IV粘土	基本土層	0.94	1.18	19.7	62.0	1.35	4.11	0.54	5.28	0.89	0.76	0.04	2.53	1,250
126	Α	L IV粘土	S C 17	0.69	0.85	21.0	58.3	1.28	5.27	0.14	7.36	0.89	0.65	0.03	2.13	1,300
37	Α	羽口	SW01H	0.51	0.99	22.2	65.5	1.58	3.44	0.36	4.52	0.59	0.83	0.03	2.57	1,500
19	Α	炉底	SW03H	0.59	1.05	26.5	59.4	1.07	5.46	0.47	7.28	0.89	0.68	0.07	2.12	1,470
111	Α	土師器	SW02H	0.73	1.37	20.3	69.4	1.22	2.92	0.14	3.98	0.50	0.81	0.03	2.59	-
39	А	羽口	S W03H	0.62	1.22	19.3	64.1	1.23	3.95	0.29	5.33	0.47	0.88	0.03	2.45	1,350
38	A	羽口	SW03H	0.53	1.06	20.3	63.3	1.16	4.11	0.25	5.60	0.48	0.92	0.03	2.22	1,335
109	А	通風管	S W04	0.54	1.16	21.4	61.2	1.42	3.24	0.21	4.31	0.68	0.81	0.02	2.58	1,300
110	Α	通風管	S W05	0.44	1.06	23.0	62.7	1.45	3.45	0.28	4.41	0.71	0.87	0.02	2.51	1,460
113	A	羽口	S W10	0.38	0.91	21.2	59.8	1.56	3.08	0.18	4.12	0.72	1.04	0.03	2.47	-
125	А	羽口	S W10	0.39	0.85	21.7	60.9	1.65	3.05	0.14	4.19	0.59	1.06	0.03	2.50	1,500
105	A	炉壁	S W10	0.64	1.02	21.8	63.2	1.31	5.73	0.50	7.55	1.09	0.89	0.06	2.33	1,190
123	Α	炉壁	S W10	0.62	0.91	22.9	61.5	1.24	6.04	0.14	8.38	1.20	0.95	0.05	2.15	1,380
124	А	炉底粘土	S W10	1.44	1.08	20.7	57.8	1.16	5.47	0.43	7.33	1.01	0.92	0.08	2.24	1,280
106	А	炉底粘土	S W10	0.70	0.96	24.1	55.5	1.21	6.28	0.50	8.09	0.78	0.87	0.04	2.17	-
35	в	羽口	SW01H	0.59	1.54	17.3	70.9	2.12	2.73	0.36	3.50	0.89	0.98	0.05	3.66	1,240
36	в	羽口	SW01H	0.55	1.40	17.8	70.5	2.04	2.84	0.29	3.74	0.86	1.07	0.04	3.44	1,250
112	B?	通風管	S I 01	0.47	1.12	17.4	70.7	1.43	2.77	0.21	3.57	0.17	0.66	0.01	2.55	—
41	С	LVa粘土	SW01H	1.45	2.28	18.0	66.5	1.55	2.45	0.36	3.10	0.57	0.56	0.04	3.83	1,200
42	С	LVa粘土	S W07	1.47	2.28	16.5	67.7	1.66	2.84	0.36	3.66	0.59	0.55	0.04	3.94	1,120
43	С	LVa粘土	S I 01	1.52	2.36	17.7	66.3	1.60	2.66	0.36	3.40	0.65	0.55	0.04	3.96	1,120
17	С	炉底	SW01H	1.36	2.23	19.0	66.2	1.63	4.24	1.00	4.86	0.81	1.17	0.08	3.86	-
30	С	炉壁	SW01H	1.06	2.71	17.5	69.4	1.72	3.21	0.43	4.11	0.67	0.57	0.05	4.43	—
31	С	炉壁	SW01H	1.26	1.93	19.6	62.9	1.35	3.92	0.43	5.13	0.59	0.78	0.03	3.28	1,215
32	С	炉壁	SW01H	1.58	2.22	17.2	67.5	1.50	3.12	0.36	4.06	0.48	0.58	0.05	3.72	1,200
33	С	炉壁	SW01H	1.50	2.17	18.1	67.3	1.55	3.96	0.54	5.06	0.67	1.15	0,06	3.72	1,200
18	С	炉底	SW01H	1.50	2.30	18.1	68.1	1.64	3.83	0.72	4.68	0.65	0.92	0.06	3.94	1,160
34	С	炉壁	SW03H	1.59	1.92	18.3	67.3	1.40	3.74	0.43	4.87	0.89	0.75	0.04	3.32	1,215
95	С	炉壁	S W04	1.22	2.24	19.3	67.5	1.52	3.42	0.29	4.47	0.75	0.63	0.03	3.76	1,230
93	С	炉壁	S W04	1.14	1.94	19.0	63.7	1.44	3.98	0.29	5.28	0.48	0.87	0.05	3.38	1,190
94	С	炉壁	S W04	1.21	2.12	19.2	66.7	1.48	4.05	0.28	5.36	0.62	1.00	0.05	3.60	-
98	С	炉壁	S W05	1.12	1.92	18.1	64.9	1.45	3.28	0.14	4.39	0.34	0.57	0.03	3.37	1,200
99	С	炉壁	S W05	1.19	1.95	19.8	62.3	1.37	4.32	0.14	5.98	0.57	1.02	0.04	3.32	-
96	С	炉壁	S W05	1.36	2.38	17.8	67.3	1.60	3.54	0.21	4.77	0.54	0.76	0.05	3.98	-
97	С	炉壁	S W05	1.35	2.34	18.1	67.5	1.55	3.19	0.14	4.25	0.53	0.52	0.03	3.89	1,230
100	С	炉壁	S W06	1.18	2.08	19.1	64.5	1.36	3.44	0.21	4.63	0.39	0.54	0.03	3.44	1,200
101	С	炉壁	S W07	1.29	2.21	17.9	66.7	1.54	2.96	0.11	3.98	0.46	0.51	0.04	3.75	-
102	С	炉壁	S W07	1.10	1.98	19.7	66.3	1.40	3.96	0.11	5.50	0.69	0.72	0.04	3.38	1,200
103	С	炉壁	S W08	1.14	1.80	20.0	62.4	1.28	4.35	0.14	5.99	0.61	0.72	0.03	3.08	
104	С	炉壁	S W08	1.06	1.83	20.1	67.7	1.49	3.66	0.11	5.07	0.77	0.64	0.03	3.32	1,300
107	С	炉壁	S I 01	1.26	2.15	19.3	66.7	1.45	3.82	0.14	5.26	0.62	0.90	0.05	3.60	-
127	C?	LVa粘土	S C 17	1.27	1.60	17.9	64.6	1.41	4.03	0.14	5.56	0.90	0.58	0.03	3.01	1,250
108	C?	炉壁	1号環状	0.92	1.43	18.5	64.3	1.36	3.64	0.25	4.84	0.71	0.82	0.04	2.79	-

表26 胎土成分と耐火度の関係

资来LNL	分類	種別	Ht+	CaO	NeoO	AloOn	SiOn	K-O	TEC	FeeOr	McO	TiO	MnO	Ne O+K-O	耐小度
125	万規	四回	SW10	0.20	0.95	217	60.0	1.65	3.05	A 10	0.50	1.06	0.02	2 50	1500
1120	A	33 H	S W10	0.09	0.00	21.7	50.9	1.00	2.00	4.19	0.39	1.00	0.03	0.47	1,300
110	A	1 WAL	S W 10	0.00	0.91	21.2	09.0	1.00	5.00	7.96	0.12	1.04 0.65	0.03	2.47	1 200
120	A	山口	SUI	0.69	0.85	21.0	08.3	1.28	0.21	1.50	0.89	0.00	0.03	2.13	1,300
37	A	33	SWOIH	0.51	0.99	22.2	65.5	1.58	3.44	4.52	0.59	0.83	0.03	2.57	1,500
36	в	羽口	SW01H	0.55	1.40	17.8	70.5	2.04	2.84	3.74	0.86	1.07	0.04	3.44	1,250
35	В	当日	SW01H	0.59	1.54	17.3	/0.9	2.12	2.73	3.50	0.89	0.98	0.05	3.66	1,240
110	A	通風管	S W05	0.44	1.06	23.0	62.7	1.45	3.45	4.41	0.71	0.87	0.02	2.51	1,460
109	A	通風管	S W04	0.54	1.16	21.4	61.2	1.42	3.24	4.31	0.68	0.81	0.02	2.58	1,300
111	A	土師器	SW02H	0.73	1.37	20.3	69.4	1.22	2.92	3.98	0.50	0.81	0.03	2.59	-
112	B?	通風管	S I 01	0.47	1.12	17.4	70.7	1.43	2.77	3.57	0.17	0.66	0.01	2.55	-
38	A	羽口	SW03H	0.53	1.06	20.3	63.3	1.16	4.11	5.60	0.48	0.92	0.03	2.22	1,335
39	A	羽口	SW03H	0.62	1.22	19.3	64.1	1.23	3.95	5.33	0.47	0.88	0.03	2.45	1,350
19	A	炉底	SW03H	0.59	1.05	26.5	59.4	1.07	5.46	7.28	0.89	0.68	0.07	2.12	1,470
123	A	炉壁	S W10	0.62	0.91	22.9	61.5	1.24	6.04	8.38	1.20	0.95	0.05	2.15	1,380
105	A	炉壁	S W10	0.64	1.02	21.8	63.2	1.31	5.73	7.55	1.09	0.89	0.06	2.33	1,190
106	A	炉底粘土	S W10	0.70	0.96	24.1	55.5	1.21	6.28	8.09	0.78	0.87	0.04	2.17	-
40	A	LIV粘土	基本土層	0.94	1.18	19.7	62.0	1.35	4.11	5.28	0.89	0.76	0.04	2,53	1,250
108	C?	炉壁	1号環状	0.92	1.43	18.5	64.3	1.36	3.64	4.84	0.71	0.82	0.04	2.79	-
104	С	炉壁	S W08	1.06	1.83	20.1	67.7	1.49	3.66	5.07	0.77	0.64	0.03	3.32	1,300
107	С	炉壁	S I 01	1.26	2.15	19.3	66.7	1.45	3.82	5.26	0.62	0.90	0.05	3.60	-
103	С	炉壁	S W08	1.14	1.80	20.0	62.4	1.28	4.35	5.99	0.61	0.72	0.03	3.08	-
102	С	炉壁	S W07	1.10	1.98	19.7	66.3	1.40	3.96	5.50	0.69	0.72	0.04	3.38	1,200
101	С	炉壁	S W07	1.29	2.21	17.9	66.7	1.54	2.96	3.98	0.46	0.51	0.04	3.75	-
100	С	炉壁	S W06	1.18	2.08	19.1	64.5	1.36	3.44	4.63	0.39	0.54	0.03	3.44	1,200
99	С	炉壁	S W05	1.19	1.95	19.8	62.3	1.37	4.32	5,98	0.57	1.02	0.04	3.32	-
98	С	炉壁	S W05	1.12	1.92	18.1	64.9	1.45	3.28	4.39	0.34	0.57	0.03	3.37	1.200
97	C	行辟	S W05	1.35	2 34	18 1	67.5	1 55	3 19	4 25	0.53	0.52	0.03	3.89	1 230
96	C	// <u>上</u>	S W05	1.36	2.38	17.8	67.3	1.60	3 54	4 77	0.54	0.76	0.05	3 98	
95	C	// 重	S W04	1.00	2.00	19.3	67.5	1.52	3 42	4 47	0.75	0.63	0.03	3.76	1 230
0/	C	// 单	SW04	1 21	2 12	10.2	66.7	1 48	4.05	5.36	0.62	1.00	0.05	3.60	
02	C	行路	SWOA	1 14	1.04	10.0	69.7	1.40	2.00	5.00	0.02	0.97	0.05	2.28	1 100
93	C	行路	S W04	1.50	1.00	19.0	67.2	1.44	3.90	0.20	0.40	0.07	0.03	3.30	1,190
04	C	が空間	SWUJH	1.09	0.17	10.3	07.3	1.40	0.14	4.01	0.09	1.15	0.04	0.02	1,215
33	C	が望	SWOIH	1.50	2.17	18.1	07.3	1.00	3.90	5.06	0.07	1.15	0.00	3.72	1,200
32	C	炉壁	SWOIH	1.00	1.00	17.2	67.5	1.50	3.12	4.06	0.48	0.58	0.05	3.72	1,200
31	C	炉壁	SWOIH	1.20	1.93	19.6	62.9	1.35	3.92	5.13	0.59	0.78	0.03	3.28	1,215
30	С	炉壁	S W01H	1.60	2./1	17.5	69.4	1.72	3.21	4.11	0.67	0.57	0.05	4.43	-
18	С	炉底	SW01H	1.50	2.30	18.1	68.1	1.64	3.83	4.68	0.65	0.92	0.06	3.94	1,160
17	С	炉底	SW01H	1.36	2.23	19.0	66.2	1.63	4.24	4.86	0.81	1.17	0.08	3.86	-
43	С	粘土	S I 01	1.52	2.36	17.7	66.3	1.60	2.66	3.40	0.65	0.55	0.04	3.96	1,120
42	С	LVa粘土	S W07	1.47	2.28	16.5	67.7	1.66	2.84	3.66	0.59	0.55	0.04	3.94	1,120
41	С	LVa粘土	SW01H	1.45	2.28	18.0	66.5	1.55	2.45	3.10	0.57	0.56	0.04	3.83	1,200
127	C?	LVa粘土	S C 17	1.27	1.60	17.9	64.6	1.41	4.03	5.56	0.90	0.58	0.03	3.01	1,250
124	A	炉底粘土	S W10	1.44	1.08	20.7	57.8	1.16	5.47	7.33	1.01	0.92	0.08	2.24	1,280

表27-1 横大道遺跡出土遺物の性状

1号廃滓場跡		(長方形箱形炉,平安時代・9世紀前半頃) 箱形炉からの鉄滓・炉壁で構成される 羽口装着角度11~15°程度	30	炉壁 (圧着)	SiO ₂ , Al₂O₃主体の胎土, Na.32と類似 推算耐火度1,237℃ [胎土C]			
		炉底滓は薄く,表面はあばた状 製鉄炉は調査区外,炉形は不明		炉壁 (上段)	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ 主体の胎土 耐火度1,215(推算1,289)℃ [胎土C]			
資料No.	種別	性状	32	炉壁 (中段)	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ 主体の胎土, №31・33と同質 耐火度1,200(推算1,265)℃ [胎土C]			
2	鉄塊	C=3.29%の亜共晶鋳鉄 付着滓にUあり,砂鉄が始発原料	33	炉壁 (下段)	SiO2, Al2O3主体の胎土, №31・32と同質 耐火度1,200(推算1,226)℃ 「胎土C]			
3	鉄塊	C=1.40%で過共析鋼 (製錬滓)I1, Uあり		羽口	アルカリ土類低く,アルカリ高い [胎土B]			
4	鉄塊	C=2.44%で亜共晶鋳鉄 滓を随伴せず		羽口	Million 20.05%, 耐火度1,240(推算1,300) C アルカリ土類低く, アルカリ高い [胎土B]			
5	鉄塊	C=2.42%の亜共晶鋳鉄 (製錬滓)付着滓にI1あり	37	羽口	MnO(は0.04%, 耐火度1,250(推算1,321)で アルカリ土類低く, アルカリ中程度 [胎土A]			
6	鉄塊系 (流出滓)	C=3.19% 亜共晶鋳鉄 (製錬滓)付着滓にI1, Uあり	MnOは0.03%,耐火度1,500(推算1,458)℃ 2号廃滓場跡(竪形・箱形炉不明,奈良時代後半)					
7	鉄塊系 (炉底滓)	C=2.45% (製錬滓)還元途中の砂鉄多量にあり			4~9号製鉄炉跡より新しい段階の廃滓場跡 堅形炉と箱形炉の鉄滓が混在 製鉄炉は調査区外,詳細は不明			
10	鉄塊	C=2.91%の亜共晶まだら鋳鉄	資料No.	種別	性状			
11	鉄塊系	(製錬澤)付着澤にIIあり C=1.27%の過共析鋼	45	鉄塊	C=2.65%の亜共晶鋳鉄 付着滓なし			
12	(炉内滓) 炉内滓	 (製錬滓)付着滓にI1, Psあり (製錬滓)I1, Psが多い, TiO₂=33.2% C=2.27%の亜共晶鋳鉄 (製錬滓)付着滓にI1あり (製錬滓)I1, U多い, 砂鉄粒も明瞭に残る 		鉄塊	(製錬涬)全面I1 白鋳鉄 C=2.70%			
13	(含鉄)鉄塊			鉄塊系 (炉内滓)	(製錬滓)随伴の滓にPs, 11あり C=2.80%の亜共晶鋳鉄			
14	炉内滓			鉄塊	C=2.02%の過共析組成 滓は随伴せず			
	(砂鉄 焼結塊)	XRDでI1, Uは最強	111	土師器 (通風管)	アルカリ土類低く,アルカリは中程度 [胎土A] MnOは0.03%, T.Fe低い,推算耐火度1.447℃			
15	15 鉄塊系 (製錬滓)I1, Uが圧倒的, XRDも同じ (炉底滓) TiO ₂ =32.6%		9号製鉄炉跡(竪形炉,奈良時代後半) 環状遺構内検出の製鉄炉で最も古い					
16 炉底滓		(製錬滓)11が多く, Uもある			基底部のみ遺存。炉形態の詳細は不明			
0.000		TiO ₂ =24.1%	資料No.	種別	性状			
17	炉底滓 (含鉄)	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ 主体の胎土 [胎土C]		炉内滓	(製錬滓)滓化過程の進んだ砂鉄焼結塊 TiO2=34.5%			
18	炉底滓	SiO2, Al2O3主体の胎土, №17と同質 耐火度1,160(推算1,235)℃ [胎土C]	88	流出滓	(製錬滓)全面I1, Psを内包するI1も多い TiO=34.9%			
21	鉄塊系	(製錬滓)全面I1, XRDではTiO2あり		竪形炉関連(1号環状遺構,1号住居跡,奈良時代後半6				
	(流田泽)	1102=32.1%, C= 3% 則後のまたら鋳鉄	資料No.	種別	性状			
22	鉄塊糸 (流出滓)	(製錬淬)大きなU主体, I1あまりなし TiO₂=30.1%		炉壁 (下段)	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ 主体の胎土, アルカリ土類やや少な い			
23	流出滓	(製錬滓)I1, Uが主体, XRDも同じ TiO2=31.1%, C=1.5%位の過共析鋼		后庭	推算耐火度1,276℃ [胎土C] SiO: ALO:主体の胎土 アルカⅡ土類少かい			
24	流出滓	(製錬滓)11圧倒的 TiO2=33.3%	112	(上段)	指算耐火度1,291℃ [胎土C] 他の通風管と異なる胎土,アルカリ土類,鉄分 非常に低い,推算耐火度1,768℃と高い [胎土B?]			
25	流出滓 (含鉄)	(製錬滓)I1圧倒的, Psも見られる TiO2=30.9%		連風管				
26	流出滓	(製錬滓)I1圧倒的, Uもあり TiO2=34.7%						
27	流出滓	(製錬滓)U多く, I1もあり TiO ₂ =28.7%						

略号(II:イルメナイト、U:ウルボスピネル、Ps:シュードブルッカイト、XRD:X線回折を表す)

表27-2 横大道遺跡出土遺物の性状

3号)	<u>廃</u> 滓場跡(長方形箱形炉,奈良時代後半) 6・7・9号製鉄炉跡とほぼ同時期に形成	67	炉内滓	(製錬滓)U, I1のみ, 砂鉄焼結塊に近い TiO2=30.4%			
長方形箱形炉の鉄滓・炉壁・羽口が出土 羽口は30°以上の急角度で装着 炉跡は調査区外、炉形は不明				流出滓	(製錬滓)11圧倒的, Psも見られる TiO₂=37.1%			
資料No.	種別	性状	6 <mark>9</mark>	流出滓	(製錬滓)I1圧倒的, Uも見られる			
8	鉄塊	(製錬滓)付着滓にI1, Uあり C=3.01%の亜共晶鋳鉄	70	流出滓	(製錬滓)I1, U主体 TiO=32.9%			
9	鉄塊系 (炉内滓)	(製錬滓)随伴滓にI1, Uあり C=0.24%の鉄塊化途中の亜共析鋼	71	流出滓	1102=32.9% (製錬滓)U圧倒的, 11もあり			
19	炉底滓 (胎土)	SiO ₂ , Al₂O ₃ 主体の胎土, アルカリ土類は低い 耐火度1,470(推算1,317)℃ [胎土A]	93	(宮鉄) 炉壁	1102=28.8% SiO2, Al2O3主体の胎土, No.94・95と同質			
20	炉底滓	(製錬滓)11圧倒的 TiO2=26.1%	94	(上段) 炉壁	耐火度1,190(推昇1,306) C [胎士C] SiO ₂ , Al ₂ O ₃ 主体の胎土, №.93・95と同質			
28	流出滓 (含鉄)	(製錬滓)I1, U主体 TiO2=28.2%	95	(中段) 炉壁	infremの入及1,2100 UnitCJ SiO2, Al2O3主体の胎土, Na93・94と同質 耐火度1,230(推算1,279)℃ 「睑+C]			
29	流出滓	(製錬滓)U多い, I1あり TiO2=25.8%	109	(下段)通風管	耐欠皮1,230(推算1,279) U [胎土C] 基本土層粘土と同質,アルカリ土類低い ■止生目200(性質1,11) ℃ 「胎上入]			
34	炉壁	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ 主体の胎土	- 114	bil bil les pt	耐火度1,300(推算1,411)で [胎土A]			
38	羽口	mの火度1,213(推算1,207) C アルカリ土類低く,アルカリは中程度 MnOは0.03%,耐火度1,335(推算1,436)℃	5 号製鉄炉跡(竪形炉新段階,奈良時代後半) 最終操業後に解体された炉壁とともに出土 最終操業に伴うと推定 №57・76のみ踏ふいご掘形から出土					
39 羽지 다		「加工A」	資料No.	種別	性状			
		MnOは0.03%,耐火度1,350(推算1,415)℃ [胎土A]	55	鉄塊系 (炉内滓)	(製錬滓)巨大U圧倒的, 11あり 未凝集鉄(α鉄), TiO₂=36.4%			
<mark>4</mark> 9	鉄塊系 (流出滓)	(製錬滓)11, U主体 C=2.58%の亜共晶まだら鋳鉄		鉄塊系 (流出滓)	(製錬滓)11圧倒的, Ps見られる C=0.74%, 亜共析鋼			
50	鉄塊	(製錬滓)I1, Ps主体 C=3.16%の亜共晶鋳鉄(銹化顕著)	57	鉄塊系 (流出滓)	(製錬滓)I1, U主体 TiO2=30.8%, 金属鉄(C=4.3%位の鋳鉄)			
4号製鉄炉跡(竪形炉新段階,奈良時代後半) 費批遺構の内部 中央に形成された廃港場				鉄塊系 (炉壁)	(製錬滓)U主体, 11あり TiO₂=17.3% メタルは未凝集網目状で未浸炭			
4号製鉄炉(竪形炉)に伴うと考えられ、廃 滓場最上層または炉内最下層から出土して				鉄塊系 (炉壁)	(製錬滓)ガラス質,砂鉄痕跡の金属鉄多い 凝集途中の鉄,C=0.02%(α鉄)			
資料No.	種別	いる最終操業で産出した遺物 性状	60	鉄塊系 (炉壁)	(製錬滓)ガラス質に11,砂鉄痕跡の金属鉄多い C=0.43%,凝集・浸炭途中			
1	砂鉄	高チタン砂鉄, FeO=11.2%, Fe2O2=46.3% T.Fe=41.1%, TiO2=32.0%, 造滓成分=9.75%		鉄塊系 (炉内滓)	(製錬滓)砂鉄粒多い, I1主体, Psあり TiO2=18.7%, 金属鉄分散(浸炭なし, α鉄)			
51	鉄塊系 (炉内滓)	(製錬滓)U, 11主体) C=1.83%, 過共析鋼		炉壁 (含鉄)	(製錬滓)I1, 炉壁胎土に砂鉄粒 製錬滓と炉壁が反応, TiO2=13.9%			
52	鉄塊系 (流出滓)	(製錬滓)U, 11主体 C=3.29%, 亜共晶白鋳鉄		砂鉄 焼結塊	含鉄遺物(銹化顕著) TiO₂=22.1%			
53	鉄塊系 (炉内滓)	(製錬滓)ガラス質滓にI1見られる C=1.06%,過共析鋼		ガラス質 滓(含鉄)	(製錬滓)ガラス質に11, 滓と炉壁が反応 TiO2=24.3%			
54	鉄塊系 (流出滓)	(製錬滓)全面I1, Psも見られる C=3.58%, 亜共晶鋳鉄		流出滓	(製錬滓)U主体、11あり、砂鉄痕跡のメタルまい			
64	砂鉄 焼結塊	わずかに金属鉄生成 TiO ₂ =28.0%	76	流出滓	TiO ₂ =27.8% (製錬滓)U圧倒的, I1わずか			
65	砂鉄 焼結塊	 き鉄遺物, I1・Uへの分離開始, わずかに 3.2 3.4		(含鉄)	TiO ₂ =30.3%, C<0.8%以下の亜共析鋼あり (製錬法)11圧倒的 Uあり			
1000	1	TiO2=30.1%		/7 AEN1+	TiO2=37.3%			
66	炉内滓	(製錬澤)U, 11主体 TiO ₂ =27.2%	96	炉壁 (下段)	SiO₂, Al₂O₃主体の胎土, №97と同じ 推算耐火度1,272℃ [胎土C]			

略号 (I1:イルメナイト, U:ウルボスピネル, Ps:シュードブルッカイト, XRD:X線回折を表す)

表27-3 横大道遺跡出土遺物の性状

97	97 炉壁 SiO₂, Al₂O₃主体の胎土 (下段) 耐火度1,230(推算1,302)℃ [胎土C]			10号製鉄炉跡(箱形炉,平安時代前半・9世紀後半頃) 長方形箱形炉踏ふいご付 操業回数は多くないと推察されている					
98	炉壁 (上中段)	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ 主体の胎土, №93~97に近い) 耐火度1,200(推算1,378)℃ [胎土C]		種別	性状				
99	炉壁 (上段)	SiO ₂ , AĿO3主体の胎土, Na93~97に近い 推算耐火度1,285℃ [胎土C]	63	鉄塊	滓随伴せず C=3.23%, 亜共晶まだら鋳鉄				
110	通風管	基本土層粘土と同じ,アルカリ土類低い 耐火度1,460(推算1,439)℃ [胎土A]	90	炉内滓 (含鉄)	(製錬滓)U圧倒的, I1もあり TiO2=26.9%				
6号	製鉄炉跡((竪形炉古段階,奈良時代後半) 踏ふいご不明瞭だが有り	91	流出滓	(製錬滓)U, I1主体 TiO ₂ =29.6%				
資料No.	種別	性状	92	流出滓	(製錬滓)全面11				
78	炉内滓	(製錬滓)ほとんど銹,銹中にI1+U TiO≥=14.3%	105	炉壁	TiO2=30.9% SiO2, Al2O3主体の胎土,				
79	炉内滓	(製錬滓)全面U, I1わずか TiOz=31.2%罫線	106	(羽口付) 炉底粘土	耐火度1,190(推算1,239)℃ [胎土A] SiO ₂ , Al ₂ O ₃ 主体の胎土,				
80	炉内滓	(製錬滓)全面II, Ps見られる TiO2=32.0%	113	羽口	推算耐火度1,296℃ [胎土A] 基本土層粘土と同質,アルカリ土類低い				
81	砂鉄 焼結塊	炉壁,元の砂鉄性状残す Na64,65と同質 TiO==25.0%	115	鉄塊	推算耐火度1,409℃ [胎土A] 滓随伴せず C=3.41% 亜共晶まだら鋳鉄				
100	炉壁 (上段)	SiO ₂ , Al₂O ₃ 主体の胎土, N ₀ 3 ~98に近い 耐火度1,200(推算1,361)℃ [胎土C]	116	鉄塊 (流出滓)	(製錬滓)全面I1, Psもあり C=3.30%, 亜共晶白鋳鉄				
7号	製鉄炉跡((竪形炉古段階,奈良時代後半) 踏ふいご未検出	117	鉄塊 (流出滓)	(製錬涬)全面I1, Psもあり C=3.26%, 亜共晶まだら鋳鉄				
資料No.	種別	性状	118	砂鉄	含鉄遺物, I1・Uへの分離開始				
62	鉄塊系 (炉壁)	(製錬滓)ガラス質I1,砂鉄痕跡あり TiO2=11.9%,未凝集の網目状α鉄	119	流出滓	1102-29.0% (製錬滓)U主体, I1も見られる				
82	流出滓	(製錬滓)U, I1主体, Psあり, 不均質 TiO2=24.9%	120	流出滓	1102-28.3% (製錬滓)U, I1主体				
83	炉壁	(製錬滓)ガラス質滓, II, U, 砂鉄粒 TiO₂=27.6%	121	流出滓	1102=27.2% (製錬滓)U圧倒的, I1はわずか				
101	炉壁 (上段)	SiO₂, Al₂O₃主体の胎土, №93~98に近い 推算耐火度1,319℃ [胎土C]	122	流出滓	TiO2=29.1% (製錬滓)全面I1, わずかにU, Psあり				
102	炉壁 (下段)	SiO₂, Al₂O₃主体の胎土, №93~98に近い 耐火度1,200(推算1,289)℃ [胎土C]		炉壁	1102=28.4% SiO2, Al2O3主体の胎土,				
8号製鉄炉跡(竪形炉古段階,奈良時代後半) 4・5号製鉄炉と同様に明確な踏ふいご付				(上段) 炉底粘土	耐火度1,380(推算1,232)℃ [胎土A] SiO ₂ , Al₂O₃主体の胎土,				
資料No.	種別	性状			耐火度1,280(推算1,175)℃ [胎土A]				
84	砂鉄 焼結塊	炉内滓,還元初期の砂鉄粒 U, I1 TiO=29.8%	125	羽口	No.113と同一の基本土層の粘土 耐火度1,500(推算1,470)℃ [胎土A]				
85	流出滓	(製錬滓)炉内流動滓 I1, Ps主体, TiO2=23.6%							
86	炉内滓	(製錬滓)I1圧倒的, Psもある TiO2=37.9%							
103	炉壁 (上段)	SiO2, Al₂O3主体の胎土, №93などに近い 推算耐火度1,295℃ [胎土C]							
104	炉壁 (上中段)	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ 主体の胎土, №93などに近い 耐火度1,300(推算1,297)℃ [胎土C]							

略号(II:イルメナイト,U:ウルボスピネル,Ps:シュードブルッカイト,XRD:X線回折を表す)



図12 粒度ごとの磁着比率



図13 砂鉄と鉄鉱石原料のT.FeとTiO2との関係



図14 砂鉄と鉄鉱石原料のTiO2とMnOとの関係







図16 砂鉄の不純物量





図18 鉄滓のSiO2とT.Feの関係



図19 鉄滓のT.FeとTiO2濃度(1) 〔箱形炉〕



図20 鉄滓のT.FeとTiO2濃度(2) 〔竪形炉〕



図21 製錬滓と鍛冶滓の分類(1) 〔箱形炉〕



図22 製錬滓と鍛冶滓の分類(2) 〔竪形炉〕



SiO₂



図24 FeO-Fe₂O₃-SiO₂の3元濃度〔横大道・割田・荻原遺跡〕



図25 FeOn-SiO₂-TiO₂系状態図(1) 〔横大道・割田・荻原遺跡〕



図26 FeOn - SiO₂ - TiO₂系状態図(2) [1号廃滓場跡・1号鍛冶炉跡]



図27 FeOn-SiO2-TiO2系状態図(3) [3号廃滓場跡・10号製鉄炉跡]



図28 FeOn-SiO2-TiO2系状態図(4) [4・5・8号製鉄炉跡]



図29 FeOn-SiO2-TiO2系状態図(5) [6・7・9号製鉄炉跡]



図30 割田C・H遺跡出土鉄滓のFeOn-SiO2-TiO2系状態図(1)



図31 割田C・H遺跡出土鉄滓のFeOn-SiO₂-TiO₂系状態図(2)



図32 割田E・荻原遺跡出土鉄滓のFeOn - SiO₂ - TiO₂系状態図



図33 FeOn-SiO2-TiO2系状態図

解説

図中の記号W, T, Sなどは, W:FeOn, T:TiO₂, S:SiO₂, WT₂:FeO・2TiO₂(シュードブルッカイト), WT:FeO・TiO₂(イルメナイト), W₂T:2FeO・TiO₂(ウルボスピネル), W₂S:2FeO・SiO₂(ファイヤライト)を表す。

図中の太い線で囲まれた領域は、それぞれ四角い枠で示した鉱物相が初晶として最初に晶出する ことを示している。たとえば、口で囲んだウルボスピネル領域と、示された領域では溶融状態から 最初に初晶としてウルボスピネルが晶出する。イルメナイト領域では、初晶としてイルメナイトが 晶出することを示している。

第3章 自然科学分析







図35 砂鉄・鉄滓のTiO2/T.FeとV/T.Feの関係







図37 砂鉄・鉄滓のTiO2/T.FeとV/T.Feの関係〔箱形炉〕

第3章 自然科学分析



図38 砂鉄・鉄滓のTiO₂/T.FeとMnO/T.Feの関係 [竪形炉]



図39 砂鉄・鉄滓のTiO₂/T.FeとV/T.Feの関係〔竪形炉〕



図40 砂鉄・鉄滓のTiO2/T.FeとMnO/T.Feの関係〔割田遺跡群〕



図41 砂鉄・鉄滓のTiO2/T.FeとV/T.Feの関係〔割田遺跡群〕

第3章 自然科学分析



図42 砂鉄・鉄滓のTiO2/T.FeとMnO/T.Feの関係〔割田E・荻原遺跡〕



図43 砂鉄・鉄滓のTiO₂/T.FeとV/T.Feの関係〔割田E・荻原遺跡〕

162


図44 アルカリ成分(K2O+Na2O)とアルカリ土類成分(CaO+MgO)の関係



図45 胎土類の長石全体におけるアルカリ長石およびカリ長石の割合











図47 胎土類の3元濃度(種類別)





3 4 · 5 号製鉄炉跡

4 6·7·8号製鉄炉跡





図48 胎土類の3元濃度(遺構別)



1 割田遺跡群炉壁・粘土類



2 割田遺跡群羽口·通風管













図49 胎土類の3元濃度〔割田遺跡群・荻原遺跡〕





3 資料No.14

図50 X線回折チャート(1)





3 資料No.19

図51 X線回折チャート(2)



図52 X線回折チャート (3)















3 資料No.42

図54 X線回折チャート(5)









図56 X線回折チャート(7)





図58 X線回折チャート(9)







図60 X線回折チャート (11)







合金の凝固組織は、液相または固相の状態からの連続冷却で形成されるものであるから、室温に至 るまでに起ったすべての相変化の形跡を留めている場合が多く、状態図と対応させて組織の内容を 説明することができる。

図62 鉄-炭素系平衡状態図

第3章 自然科学分析



կանութարութարարութարություն 資料No.2



資料No.5





資料No.11







資料No.18

図63 外観写真(1) 資料No.2~19(〇・[は分析箇所を示す)







7 8 9 70 1 2 3 8 9 60 1 2 3 資料No.6







資料No.15







資料No.4



.**70** 1 2 3 . . . 7 8 9 80 1 資料No.7



資料No.10



1 2 3 4 9 8N 資料№13



8 9 🕕 1 2 3 4 5





89m12 資料No.20









3.3.4.5.6.7.8.5.m.7 資料No.32 6789EE18845







7 8 9 🗊 1 2 5 7 8 9 💭 1 2 3 4 資料No.24



身。5712 資料№27



き789前12 6789前12 資料№30



A * * 7 * 6 ma ; 資料Na33



8 9 🕕 1 2 3 4





970123789601 資料№25





5 6 7 8 9 m 資料Na.31 56789001



5 回 1 2 3 4 5 6 7 8 + 回 1 2 7 8 9 ED 1 2 9 4 9 4 資料No.34



図64 外観写真(2) 資料No.20~37(〇・□・[は分析箇所を示す)

第3章 自然科学分析



9 6 1 2 資料Na.38



7 8 9 670 1 2 3 資料No.41 b 8 9 600 1 2



資料No.45



資料No.48



Indiana and a second and a se 資料No.51



資料No.54



9 670 1 資料No.39 -



7 8 9 10 1 2 資料No.42 7 8 9 50 1 2



<u>տիտիտիտիտիտիութություն</u>իակակակարտի 資料No.46



資料No.49



資料No.52



1.2 FR VDD・055 7 8 9 資料No55



9 00 1 2 3 資料No.40



7 8 9 11 1 2 3 資料No.43 8 9 10 1 2



<u>սիստիականունունունունուկու</u>կուկուկուկությու 資料No.47





資料Na.53 VDD



資料No.56

資料No.38~43・45~56([は分析箇所を示す) 図65 外観写真(3)



資料№57



770 1 2 EP VDD.060 7 R 9 80 資料№60





al a la comparte de la compar 資料No.66



資料No.69



資料No.72





8 9 00 1 2 FB YDD 058 7 8 9 00 1 2 資料No.58



վայիտիտիտիտիա<mark>կա</mark>րակակակականություն 資料No.61





資料No.67



957012FR VDD.07078967 資料No.70





9 + + + 7 = 9 00 1 2 3 + FB Y00 M0 + 00 1 5 3 4 5 5 1 4 資料No.59



資料No.62



7895701 FR YDD-0656789 資料Na65



资料Na68



8977012FR YDD・071; 789670 資料No.71



第3章 自然科学分析



dordanda a harda a harda a harda a 資料No.75



资料№78



7896701255 VNN.0017896701 資料Na81



资料No84



資料No.87





6789m12rp vop 47 資料No.76





fraindra habitation of the second s 資料No.82



ակականությունակակակակակ 資料No.85



資料No.88



資料No.91

資料No.75~92([は分析箇所を示す) 図67 外観写真(5)









3 9 70 1 2FB、YDD・0865 7 8 9 資料No86



資料No.89



8 9 00 1 FD VDD 000 6 7 8 9 0 资料№92



資料No.93



(1 2 FR VDD.006 7 9 資料№96



7 8 9 576 1 2 3 FR YND 099 8 9 576 1 2 資料No.99





• \$ 6 7 8 9 國 1 2 FB VOD 105 7 8 9 國 1 2 3 4 資料No.105



資料No.108





1977012 FR YDD-007789670 資料No.97



5.6769回123FB.YDD-100 99回1238 資料No.100



5.6.7 9.9 前1 2 3 FB YOD-103 8 9 前0 1 2 3 4 資料No.103



資料№106



9 5770 1 2 FB. YDD · 109 7 8 9 6770 資料No.109

図68 外観写真(6) 資料No.93~110(〇・[は分析箇所を示す)



● 7 8 9 660 1 2 (FB. YDD-095 7 8 9 670 1 2 資料No.95



ま 2 4 4 4 7 8 9 100 1 ま 2 FB YOD 088 3 9 100 1 ま 3 4 5 6 資料Na.98



9月19日 PR VDD.1011 7 8 9日 資料Na101



승규지: 资料No.104



资料No107



9 500 1 2 5 FR YDD. 110 1 8 9 60 资料No.110

第3章 自然科学分析



☆ 1 2 FR YDD·111 7 8 9 資料№111



3 777 1 2 ER VND.116 7 8 9 0 資料No.115



ախահահականակակակականական 資料No.118



資料No.121



10123 FR YND・12489800 資料No.124



資料No.127



1) * * * * * * * * * # 1 * FR V00 112 7 * * 曲 + * * * * * * * * * * * 资料No.112



s s 7 s 9 🔟 i 2 FB YDD 116 7 s 9 🗐 i 2 3 4 資料Na.116



】1 2 FR VNN・110 7 8 9 係 資料№119



50 1 2 3FR VDD・1997 B 9 60 資料Na122



1 2 3 FR YNN. 125 8 9 80 資料No.125



3 9 6 1 FR YDD·113 6 7 8 9 6 1 資料No.113



資料No.117





9 1 2 3 FB. YDD 123 8 9 30 1 2 資料No.123



9 1 2 3 FR YDD-126 8 9 80 1 2 資料Na.126















図76 金属鉄マクロ写真(1) 資料No.1 a 資料No.1 酸選前(50倍) b 資料No.1 非磁着分(50倍)



図77 金属鉄マクロ写真(2) 資料No.1・2 a 資料No.1 磁者分(50倍) b 資料No.2 (10倍)



図78 金属鉄マクロ写真(3) 資料No.3・4 a 資料No.3 (10倍) b 資料No.4 (10倍)





図79 金属鉄マクロ写真(4) 資料No.5・7 a 資料No.5 (10倍) b 資料No.7 (10倍)



図80 金属鉄マクロ写真(5) 資料No.6・16

a 資料Na.6 (10倍) b 資料Na16 (10倍)



図81 金属鉄マクロ写真(6) 資料No.8・13 a 資料No.8 (10倍) b 資料No.13 (10倍)


図82 金属鉄マクロ写真(7) 資料No.9・10

a 資料Na.9 (10倍) b 資料Na.10 (10倍)



図83 金属鉄マクロ写真(8) 資料No.11・13 a 資料No.11 (10倍) b 資料No.13 (10倍)



図84 金属鉄マクロ写真(9) 資料No.12・14 a 資料No.12(10倍) b 資料No.14(10倍)



図85 金属鉄マクロ写真(10) 資料No.21 (10倍)



図86 金属鉄マクロ写真(11) 資料No.22・24 a 資料No.22 (10倍) b 資料No.24 (10倍)



図87 金属鉄マクロ写真(12) 資料No.23 a 資料No.23 + 資料No.23 - メタル部(10倍) b 資料No.23-港部(10倍)



図88 金属鉄マクロ写真(13) 資料No.45・46

a 資料Na45 (20倍) b 資料Na46 (20倍)



図89 金属鉄マクロ写真(14) 資料No.47・48

a 資料Na47 (20倍) b 資料Na48 (20倍)



図90 金属鉄マクロ写真(15) 資料No.49・51 a 資料No.49 (20倍) b 資料No.51 (20倍)



図91 金属鉄マクロ写真(16) 資料No.50・54

a 資料Na.50 (20倍) b 資料Na.54 (20倍)



図92 金属鉄マクロ写真(17) 資料No.52・53

a 資料Na52 (20倍) b 資料Na53 (20倍)



図93 金属鉄マクロ写真(18) 資料Na.55・57

a 資料Na55 (10倍) b 資料Na57 (10倍)



図94 金属鉄マクロ写真(19) 資料No.56・61

a 資料Na56 (10倍) b 資料Na61 (10倍)





図95 金属鉄マクロ写真(20) 資料No.59・60

a 資料Na59 (10倍) b 資料Na60 (10倍)



図96 金属鉄マクロ写真(21) 資料No.62・63

a 資料Na62 (10倍) b 資料Na63 (20倍)



図97 金属鉄マクロ写真(22) 資料No.76(10倍)



図98 金属鉄マクロ写真(23) 資料No.71・114・115 a 資料No.71 (10倍) b 資料No.114 a (20倍) c 資料No.115 (20倍)



図99 金属鉄マクロ写真(24) 資料No.116・117 a 資料No.116 (20倍) b 資料No.117 (20倍)



































































































































282









286



















