第５章　自然科学分析

合戦原遺跡製鉄地区では、良好な状態の製鉄関連遺物や炭化材(炭化物片)が多数出土した。それらの分析結果を以下に報告する。製鉄関連遺物の成分分析は、(株)古環境研究所に委託して実施した。炭化材(炭化物片)の放射性炭素年代測定および樹種同定は、(株)加速器研究所に委託して実施した。本書全体での統一を図るため、必要な編集を加えた上で掲載する。年代測定は、横穴墓地区(A区)についても合わせて実施したが、本書には製鉄地区の成果のみ掲載する。

生成鉄の成分分析試料の選択に当たっては、第4章第1節に記した通り、事前に試料候補のX線写真撮影を行って含有鉄の状態を確認し、できる限り鉄分が散在せずに塊状に含まれる個体を抽出する手法を採った(本書92頁を参照)。同作業に当たっては、東北歴史博物館から御協力を賜った。

第１節　製鉄関連遺物の成分分析

１　はじめに

合戦原遺跡は宮城県亘理郡山元町高瀬字合戦原地内に所在する。発掘調査において、B 区･C 区から古代の製鉄遺構が検出された。それに伴い鉄滓等の遺物も多数出土している。そこで、遺跡内での鉄生産の実態を知るために分析調査を実施することになった。

２　調査方法

(１)試料

調査対象は、出土製鉄～鍛冶関連遺物 30 点(KZ-1～30)である。分析試料の詳細と調査項目を第 43 表に示す。

(２)調査項目

１)外観観察

分析調査を実施する遺物の外観の特徴など、調査前の観察所見を記載した。この所見をもとに各試料の採取位置を決定した。

２)マクロ組織観察

試料を端部から切り出した後、断面をエメリー研磨紙の#150、#240、#320、#600、#1000、およびダイヤモンド粒子の 3μm と 1μm で順を追って研磨し、断面の全体像を撮影した。

３)顕微鏡組織観察

光学顕微鏡を用いて、鉄製品の金属組織および非金属介在物を観察後、写真を撮影した。

４)着磁力調査

直径 30 ㎜のリング状フェライト磁石を 35 ㎝の高さから吊し、6 ㎜を 1 単位として磁石が動き始める位置を着磁度として数値で示した。

５)金属探知器反応調査

試料内の残存金属の有無について、金属探知器(metal checker)を用いて調査した。金属探知に

際しては、参照標準用の金属鉄円柱(1.5 ㎜Φ×1.5 ㎜ H、2.0 ㎜Φ×2.0 ㎜ H、5.0 ㎜Φ×5.0 ㎜ H、10 ㎜Φ×10 ㎜ H、16 ㎜Φ×16 ㎜ H、20 ㎜Φ×20 ㎜ H、30 ㎜Φ×30 ㎜ H)との対比によって金属鉄の大きさを評価した。

６)化学組成(成分)分析

出土遺物の成分分析を行った。測定元素と分析法は以下の通りである。

全鉄分(Total Fe)、金属鉄(Metallic Fe)、酸化第一鉄(FeO)：容量法。

炭素(C)、硫黄(S)：燃焼容量法、燃焼赤外吸収法。

珪素(Si)、マンガン(Mn)、燐(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)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、二酸化硅素(SiO_2)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、酸化カルシウム(CaO)、酸化マグネシウム(MgO)、酸化カリウム(K_2O)、酸化ナトリウム(Na_2O)、酸化マンガン(MnO)、二酸化チタン(TiO_2)、五酸化燐(P_2O_5)：ICP(Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer)誘導結合プラズマ発光分光分析法。

ルビジウム(Rb)、ストロンチウム(Sr)：ICP-MS 分析。

化合水(C.W.)：カールフィッシャー法。

７)耐火度測定試験

主に炉材の性状調査を目的とする。耐火度は、溶融現象が進行の途上で軟化変形を起こす状態の温度で表示される。胎土をゼーゲルコーンという三角錐の試験片に作り、1 分間当り 10℃の速度で温度 1,000℃まで上昇させ、以降は 4℃に昇温速度を落し、試験片が荷重なしに自重だけで軟化し崩れる温度を示している。

３　調査結果

３－１．Ｃ区出土遺物

(１)KZ-1：鉄塊系遺物

１)外観観察：やや偏平な楕円状の鉄塊系遺物(66g)である。比較的まとまりのよい鉄部と暗灰色の滓部が観察される。広い範囲で金属探知機反応があり(20×20 ㎜)、内部にはまとまった金属鉄が残存すると推測される。

２)マクロ組織：図版 55-①に示す。表層に薄く暗灰色の製錬滓が付着するが、内部にはまとまった金属鉄部が確認された。3%ナイタルで腐食した組織を示す。表面側は亜共析組織～過共析組織、芯部は亜共晶組成白鋳鉄組織であった。

３)顕微鏡組織：図版 55-②③に示す。②の左側の暗灰色部は、表層に付着した製錬滓である。滓中には白色針状結晶イルメナイト(Ilmenite：$FeO\cdot TiO_2$)、淡褐色片状結晶シュードブルッカイト(Pseudobrookite：$Fe_2O_3\cdot TiO_2$)が晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖である(註 1)。②の右側は金属鉄部である。素地はパーライト(Pearlite)で、白色針状のセメンタイト(Cementite：Fe_3C)が析出する過共析組織(C＞0.77%)であった。なおセメンタイトの間に黒色点状のステダイト(Steadite：$Fe\text{-}Fe_3C\text{-}Fe_3P$)が晶出する。また③も金属鉄部の拡大である。素地はパーライト(Pearlite)で、表層部には白色針状のフェライト(Ferrite：α鉄)が晶出する。亜共析組織(C＜0.77%)であった。

４)化学組成分析：第 44 表に示す。金属鉄部の化学分析を実施した。炭素(C)は 1.3%であった。表層側の低炭素域を反映して、鋳鉄(C＞2.1%)よりも炭素量の低い値であった。また燐(P)は 0.19%とやや高めであった。チタン(Ti)は 0.22%であった。これは付着滓の影響と考えられる。

以上、滓部の鉱物組成から、当遺物は砂鉄を高温製錬してできた鉄塊と判断される。表層部は炭素量がやや低く亜共析～過共析組織(鋼)で、芯部は亜共晶組成白鋳鉄組織であった。

(２)KZ－2：流出滓(含鉄)

１)外観観察：やや小形の含鉄鉄滓の破片(41g)である。製鉄炉の操業時、炉外に排出されたものと推定される。滓部は黒灰色で、表面が平滑である。また 1 か所偏平な楕円状(3×2×1 ㎝大)の鉄部が確認される。この部分には金属探知機反応があり(20×20 ㎜)、内部にまとまった金属鉄が残存すると推測される。

２)マクロ組織：図版 55-④に示す。左側の暗灰色部は製錬滓、右側は金属鉄部である。上述したように、まとまりの良い金属鉄部が確認された。

３)顕微鏡組織：図版 55-⑤⑥に示す。⑤および⑥左側は金属鉄部の拡大である。パーライト素地に針状セメンタイトが析出する過共析組織と、黒鉛(graphite：C)が析出するねずみ鋳鉄組織が混在する。なお⑤の部分では、粒状･網状のステダイトが確認された。

一方⑥の右側は製錬滓である。滓中には淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル(Ulvöspinel:2FeO･TiO_2)、白色針状結晶イルメナイトが晶出する。比較的高温で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

４)化学組成分析：第 44 表に示す。金属鉄部の化学分析を実施した。炭素(C)は 2.8%であった。断面の金属組織には過共析組織部分もみられるが､分析値は鋳鉄(C＞2.1%)の範疇に入る値となった。また燐(P)は 0.20%とやや高めであった。チタン(Ti)は 0.17%であった。これは付着滓の影響と考えられる。

以上のことから、滓部は砂鉄製錬滓で、上述したように比較的高温下での反応副生物と推定される。また金属鉄部は浸炭の進んだ高炭素鋼～鋳鉄組織が確認された。

(３)KZ－3：含鉄鉄滓

１)外観観察：木炭痕による凹凸のある含鉄鉄滓(90g)である。表面全体は黄褐色の土砂や茶褐色の鉄錆に覆われており、土砂中には微細な木炭破片も混在する。金属探知機反応がある(20×20 ㎜)が、暗灰色の滓部も確認される。金属鉄と滓の分離が不十分な遺物と考えられる。

２)マクロ組織：図版 56-①に示す。素地部分は暗灰色の製錬滓である。また滓中には不定形小形の金属鉄部が点在する。

３)顕微鏡組織：図版 56-②③に示す。②の暗灰色部は製錬滓で、滓中には白色針状結晶イルメナイト、淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

一方､②の明白色部は金属鉄である｡ほとんど炭素を含まないフェライト単相の組織であった。また③も金属鉄部の拡大である。素地はパーライトで、旧オーステナイト(Austenite：γ鉄)に沿って網状に、針状セメンタイトおよびステダイトが確認された。燐偏析の著しい過共析組織と推定される。

４)化学組成分析：第 44 表に示す。炭素(C)は 0.8%であった。上述したように、金属組織は部位によるばらつきが大きい(フェライト単相～過共析組織)が、化学分析値は高炭素鋼相当の値であった。燐(P)は 0.24%と高めであった。チタン(Ti)は 0.15%であった。これは付着滓の影響と考えられる。

以上のことから、滓部は砂鉄製錬滓で、高温下の反応副生物と推定される。また金属鉄は製錬滓との分離が悪く、部位による炭素量のばらつきが大きい(軟鉄～高炭素鋼)状態であった。

(４)KZ－４：含鉄鉄滓

１)外観観察：不定形小形の含鉄鉄滓(27g)である。表面全体は黄褐色の土砂や茶褐色の鉄錆に覆われており、土砂中には微細な木炭破片も混在する。緻密で重量のある鉄部と暗灰色のやや軽い質感の滓部とが混在する。また金属探知機反応(10×10 ㎜)があり、内部に金属鉄が存在すると考えられる。

２)マクロ組織：図版 56-④に示す。滓中に１か所まとまりのよい金属鉄部が確認された。そのため金属部の断面観察を実施した。

３)顕微鏡組織：図版 56-⑤⑥に示す。⑤の右上の灰褐色粒は被熱砂鉄である。内部に縞状の離溶組織が確認される含チタン鉄鉱(註 2)であった。また⑤の中央は滓部で、白色針状結晶イルメナイト､淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する｡高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖である。

一方⑤の下側は金属鉄部である。ほぼ全面パーライトの共析組織(C：0.77%)であった。また⑥はハチの巣状のレデブライト(Ledeburite)が晶出する。またその周囲にはパーライトとマルテンサイト(Martensite)が確認された。亜共晶組成白鋳鉄(C＜4.26%)で、パーライト変態点(727℃)以下の温度から、水冷されたものと推定される。

４)化学組成分析：第 44 表に示す。滓部の調査を実施した。全鉄分(Total Fe)50.24%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 15.77%、酸化第１鉄(FeO)が 14.05%、酸化第２鉄(Fe_2O_3)33.69%の割合であった。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)の割合は 10.55%と低く、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)も 1.32%と低値であった。砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は 8.68%とやや低めであった。またヴァナジウム(V)が 0.05%､酸化マンガン(MnO)は 0.17%､銅(Cu)＜0.01%と低値であった。

以上のことから、当遺物の素地は砂鉄製錬滓で、高温下の反応副生物と推定される。他の製錬滓と比較すると、チタニア(TiO_2)の割合が低めであるが、これは金属鉄の影響である。金属鉄は部位によって炭素量のばらつき(高炭素鋼～鋳鉄)があり、部分的に水冷痕跡(マルテンサイト)が確認された。

(５)KZ－５：含鉄鉄滓

１)外観観察：小形の含鉄鉄滓の破片(39g)である。全体に薄く茶褐色の鉄錆が付着するが、地は暗灰色の滓である。側面２面は直線状の破面で、気孔はほとんどなく緻密である。一方で弱い金属探知器反応もある(2×2 ㎜)ため、滓中に微細な金属鉄が散在している可能性が高いと考えられる。

２)マクロ組織：図版 57-①に示す。素地は砂鉄製錬滓である。滓中には非常に微細な金属鉄が多

数散在する。

３)顕微鏡組織：図版 57-②③に示す。不定形の微細な明白色部は金属鉄である。ほとんど炭素を含まないフェライト単相の組織であった。また滓中には白色針状結晶イルメナイト、淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖である。なお、③の右下の淡褐色粒は還元･滓化の進んだ被熱砂鉄(含チタン鉄鉱)である。

４)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)35.02%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 2.37%、酸化第 1 鉄(FeO)が 18.84%、酸化第 2 鉄(Fe_2O_3)25.83%の割合であった。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)は 19.09%で、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)は 4.90%であった。また製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)の二酸化チタン(TiO_2)は 26.09%と高値傾向が顕著であった。またヴァナジウム(V)は 0.12%、酸化マンガン(MnO)は 0.88%と高めで、銅(Cu)は＜0.01%と低値であった。

以上、当鉄滓は製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)に由来する、チタニア(TiO_2)の高値傾向が顕著であった。この特徴から高チタン砂鉄を原料とした製錬滓に分類される。金属鉄は非常に微細なものが滓中に散在する状態であったため、滓として廃棄されたと推測される。

(６)KZ－６：鉄塊系遺物

１)外観観察：小形でやや偏平な楕円状の鉄塊系遺物(19g)である。表面全体が黄褐色の土砂や茶褐色の鉄錆に覆われる。まとまった滓部は確認されず、金属探知機反応(10×10 ㎜)もある。鉄主体の遺物と推定される。

２)マクロ組織：図版 57-④に示す。表面に薄く製錬滓が付着するが、まとまりのよい鉄主体の遺物であった。写真右側部分に金属鉄が残存する。

３)顕微鏡組織：図版 57-⑤⑥に示す。⑤左上は表層の滓部の拡大である。淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、白色針状結晶イルメナイトが晶出する。比較的高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖である。

⑤の下側は金属鉄である。ほぼ全面パーライトの共析組織であった。また⑥も金属鉄部の拡大で、過共析組織～亜共晶組成白鋳鉄組織が確認された。

４)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)61.82%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 35.44%、酸化第 1 鉄(FeO)が 10.85%、酸化第 2 鉄(Fe_2O_3)25.68%の割合であった。炭素(C)は 1.74%であった。高炭素鋼の範疇といえる(C＜2.1%)。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)の割合は 15.49%で、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)は 0.42%と低値であった。製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)も 1.18%と低値であった。またヴァナジウム(V)が 0.01%、酸化マンガン(MnO)は＜0.01%、銅(Cu)も 0.01%と低値であった。

以上のことから、滓部は砂鉄製錬滓で、比較的高温下での反応副生物と推定される。また金属鉄部は浸炭の進んだ高炭素鋼～鋳鉄組織が確認された。

(７)KZ－７：炉内滓

１)外観観察：ごく小形で不定形の炉内滓(10g)である。表面は黄褐色の土砂や茶褐色の鉄錆に覆われる。着磁性はあるが金属探知機反応はなく、内部にまとまった金属鉄が存在する可能性は低

いと考えられる。

２)顕微鏡組織：図版 58-①～③に示す。素地部分は製錬滓で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、白色針状結晶イルメナイトが晶出する。比較的高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖である。また滓中の不定形青灰色部は銹化鉄、微細な明白色粒は金属鉄である。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)54.34%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 0.11%、酸化第 1 鉄(FeO)が 34.54%、酸化第 2 鉄(Fe_2O_3)39.17%の割合であった。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)は 7.98%と低めで、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)は 2.36%であった。製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は 12.90%であった。またヴァナジウム(V)が 0.10%、酸化マンガン(MnO)は 0.41%、銅(Cu)は＜0.01%と低値であった。

以上、当鉄滓は比較的高温下で生じた砂鉄製錬滓と推定される。含鉄鉄滓(KZ－5)など、他の製錬滓と比較するとチタニア(TiO_2)の割合が低めであるが、これは銹化鉄の影響と考えられる。

(８)KZ－8：炉内滓

１)外観観察：不定形の炉内滓の破片(187g)と推定される。表面は広い範囲が黄褐色の土砂や茶褐色の鉄錆で覆われるが、金属探知器反応はなく、まとまった鉄部はみられない。滓の色調は暗灰色で弱い着磁性がある。また長さ 20 ㎜前後の木炭痕が複数あり、一部は木炭自体が残存する。

２)顕微鏡組織：図版 58-④～⑥に示す。④の不定形の青灰色部は銹化鉄である。金属組織の痕跡は不明瞭で、炭素量の推定等は困難な状態であった。

一方、素地の灰褐色部は砂鉄製錬滓である。⑤は還元･滓化の進んだ砂鉄(含チタン鉄鉱)の拡大で、微細な明白色粒は金属鉄である。また⑥は滓部の拡大で、白色針状結晶イルメナイト、淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する。高温製錬で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)34.96%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 0.57%、酸化第 1 鉄(FeO)が 20.78%、酸化第 2 鉄(Fe_2O_3)26.09%の割合であった。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)は 25.82%で、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)は 3.83%であった。砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は 17.54%と高めであった。またヴァナジウム(V)が 0.14%、酸化マンガン(MnO)は 0.54%であった。銅(Cu)は＜0.01%と低値であった。

以上、当鉄滓は製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)に由来する、チタニア(TiO_2)の高値傾向が顕著であった。高チタン砂鉄を原料とした製錬滓に分類される。

(９)KZ－9：炉内滓

１)外観観察：やや細長い形状をした炉内滓(143g)破片と推測される。表面は黄褐色の土砂や茶褐色の鉄錆で覆われるが、金属探知器反応がない。全体に軽い質感で、内部にまとまった金属鉄が存在する可能性は低いと考えられる。また土砂と鉄錆のため、遺物本来の表面観察は難しいが、部分的に灰褐色の被熱粘土がみられるため、炉壁内面に接する形で生じた炉内滓の可能性が高いと考えられる。

２)顕微鏡組織：図版 59-①～③に示す。滓中には、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、白色針状結晶イルメナイトが晶出する。比較的高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖である。また②の左側の微細な明白色部は金属鉄である。3%ナイタルで腐食したところ、ほとんど炭素を含まないフェ

ライト単相の組織が確認された。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)28.58%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 0.09%、酸化第１鉄(FeO)が 17.89%、酸化第２鉄(Fe_2O_3)20.85%の割合であった。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)の割合は 36.13%と高めで、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)4.72%であった。砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は 17.48%と高めであった。またヴァナジウム(V)は 0.12%、酸化マンガン(MnO)は 0.64%、銅(Cu)は＜0.01%と低値であった。

以上、当鉄滓も製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)に由来する、チタニア(TiO_2)の高値傾向が顕著であった。高チタン砂鉄を原料とした製錬滓に分類される。

(10)KZ－10：流出滓

１)外観観察：やや小形で偏平な流出滓(106g)である。上面は平滑で、製鉄炉の操業中に炉外に排出されたものと推定される。表面に茶褐色の鉄錆が若干点在するが、金属探知器反応もなく着磁性も弱い。ただし部分的に被熱砂鉄が付着しており、この部分はやや着磁性がある。

２)顕微鏡組織：図版 59-④～⑥に示す。④の左上が製錬滓で、⑤はその拡大である。滓中には白色針状結晶イルメナイト(Ilmenite：FeO･TiO_2)が晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

また④の右上および下側の滓中には、被熱砂鉄(含チタン鉄鉱)が多数含まれている。⑥はその拡大で、右寄りの被熱砂鉄の断面には縞状の離溶組織が確認された。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)25.40%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 0.33%、酸化第１鉄(FeO)が 23.61%、酸化第２鉄(Fe_2O_3)9.60%の割合であった。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)の割合は 40.71%と高めで、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)は 7.15%であった。砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は 23.36%と高値傾向が著しい。またヴァナジウム(V)は 0.12%、酸化マンガン(MnO)が 0.86%であった。銅(Cu)は＜0.01%と低値であった。

以上のように、当鉄滓も製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)に由来する、チタニア(TiO_2)の高値傾向が顕著であった。高チタン砂鉄を原料とした製錬滓に分類される。

(11)KZ－11：炉内滓

１)外観観察：不定形の炉内滓の破片(261g)と推定される。内面は比較的平滑であるが、非常に大形の木炭痕(最大長さ 60 ㎜前後)が残存する。表面に茶褐色の鉄錆が若干付着する。ただしまとまった鉄部はなく、金属探知器反応もない。滓の色調は黒灰色で着磁性がある。外面表層には細かい凹凸が目立つ。また広い範囲に茶褐色の炉壁粘土が付着している。製鉄炉の内面に接する形で生じた滓と考えられる。

２)顕微鏡組織：図版 60-①～③に示す。①上側は表層に付着した被熱砂鉄(含チタン鉄鉱)で、②はその拡大である。強い熱影響を受けて分解･滓化が進んでいるが、内部に縞状の離溶組織が残存する。

①の下側は滓部で③はその拡大である。滓中には淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、白色針状結晶イルメナイトが晶出する。比較的高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖である。また③の右側の微小明白色粒は金属鉄である。3%ナイタルで腐食したところ、白鋳鉄組織が確認された。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)27.01%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 0.37%、酸化第 1 鉄(FeO)が 26.79%、酸化第 2 鉄(Fe_2O_3)8.32%の割合であった。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)33.14%で、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)6.32%であった。製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は 26.46%と高値傾向が著しい。またヴァナジウム(V)は 0.14%、酸化マンガン(MnO)が 0.87%であった。銅(Cu)は＜0.01%と低値であった。

以上から、当鉄滓も製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)に由来する、チタニア(TiO_2)の高値傾向が顕著であった。高チタン砂鉄を原料とした製錬滓に分類される。

(12)KZ－12：炉壁

１)外観観察：やや薄手の炉壁破片(193g)である。強い熱影響を受けており、内面全体が黒色ガラス質化している。内面側には弱い着磁性がある。これは製錬滓や被熱砂鉄の影響と考えられる。また外側には淡褐色の炉壁粘土が残存する。炉壁粘土中にはスサが多量に混和されている。

２)顕微鏡組織：図版 60-④～⑥に示す。④の表層の明灰色部は製錬滓である。滓中には白色針状結晶イルメナイト、淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖である。また滓中には、熱影響を受けて分解･滓化が進んだ砂鉄(含チタン鉄鉱)も混在する。⑤の右上および⑥の左側はその拡大である。

一方、内側の明灰色部はガラス質滓(非晶質硅酸塩)で、滓中には熱影響を受けた石英･長石類などの砂粒が混在する。炉壁粘土の溶融物である。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。化合水(C.W.)は 1.26%、灼熱減量(Ig loss)は 1.82%であった。強い熱影響を受けて、結晶水が飛散した状態である。また軟化性成分の鉄分(Total Fe)は 3.00%であった。一方、耐火性に有利なアルミナ(Al_2O_3)は 18.05%であった。通常の粘土の範囲(約 15～18%)といえる。

４)耐火度：1,250℃であった。

以上、滓部の鉱物組成から、当遺物は砂鉄(含チタン鉄鉱)を高温製錬した製鉄炉の炉壁片と推定される。

(13)KZ－13：炉壁

１)外観観察：熱影響のほとんどない炉壁の小破片と推定される。粘土の色調は淡橙色で、スサや石英･長石類などの砂粒が混和されている。なお供試材は 4 片(計 409g)あったため、図版 61 上段に外観を示した遺物を選択して調査した。

２)顕微鏡組織：図版 61-①～③に示す。素地部分は粘土鉱物で、微細な砂粒が多数混在する。これらの砂粒は大半が石英･斜長石などの無色鉱物であったが、一部非常に微細な砂鉄粒子も混在する。②③の灰褐色粒はその拡大である。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。化合水(C.W.)は 5.11%、灼熱減量(Ig loss)は 13.57%と結晶水が保持された状態であった。また軟化性成分の鉄分(Total Fe)は 3.35%であった。一方、耐火性に有利なアルミナ(Al_2O_3)は 18.63%であった。通常の粘土の範囲(約 15～18%)といえる。

４)耐火度：1,410℃であった。

以上から、当遺物は古代の鉄生産に伴う炉材としては、耐火性に優れた性状といえる。

(14)KZ－14：炉壁

１)肉眼観察：熱影響を受けて内面全体が黒色ガラス質化した炉壁片(633g)である。ガラス質滓表層は細かい凹凸があり、ごく弱い着磁性がある。これは製錬滓や被熱砂鉄の影響と考えられる。粘土部分は淡褐色で、真砂(花こう岩の風化砂)を多量に混和している。

２)顕微鏡組織：図版 61-④～⑥に示す。内面表層には白色針状結晶イルメナイト、淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。また滓中の微細な明白色粒は還元によって生じた金属鉄である。

一方、素地はガラス質滓(非晶質硅酸塩)で、滓中には熱影響を受けた石英･長石類などの砂粒が混在する。炉壁粘土の溶融物である。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。化合水(C.W.)は 1.34%、灼熱減量(Ig loss)は 2.42%であった。強い熱影響を受けて、結晶水が飛散した状態である。また軟化性成分の鉄分(Total Fe)は 4.34%であった。二酸化チタン(TiO_2)も 1.60%あり、若干製錬滓の影響がある可能性が考えられる。一方、耐火性に有利なアルミナ(Al_2O_3)は 17.12%であった。通常の粘土の範囲(約 15～18%)であったが、炉壁(NZ－12･13)と比較すると、やや低めであった。

４)耐火度：1,120℃であった。古代の製鉄炉としても、やや低めの耐火性状であった。ただし、滓の影響を受けた値の可能性がある。

以上、滓部の鉱物組成から、当遺物は砂鉄(含チタン鉄鉱)を高温製錬した製鉄炉の炉壁片と推定される。

(15)KZ－15：炉壁(含鉄)

１)肉眼観察：強い熱影響を受けて内面全体がガラス質化した、製鉄炉の炉壁片(282g)と推定される。また内面表層には茶褐色の鉄錆で覆われた鉄部が確認される。銹化に伴う割れも複数生じているが、金属探知器反応が強く(30×30 ㎜)、まとまった金属鉄が残存すると考えられる。また外側の炉壁粘土部分は淡褐色で、短く切ったスサや砂粒が混和されている。

２)顕微鏡組織：図版 62-①～③に示す。①の上側は金属鉄部で、②はその拡大である。ほぼ全面亜共晶組成白鋳鉄組織の鉄塊であった。また①の中央～下寄りは炉壁内面表層に付着した製錬滓である。滓中には白色針状結晶イルメナイト、淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖である。一方、①の左下はガラス質滓(非晶質硅酸塩)で、滓中には熱影響を受けた石英･長石類などの砂粒が混在する。炉壁粘土の溶融物である。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。化合水(C.W.)は 0.89%、灼熱減量(Ig loss)は 0.67%と低値であった。強い熱影響を受けて、結晶水が飛散した状態である。また軟化性成分の鉄分(Total Fe)は 5.99%と高めであった。二酸化チタン(TiO_2)も 2.82%あるため、若干製錬滓の影響を受けた可能性が高い。一方、耐火性に有利なアルミナ(Al_2O_3)は 16.83%であった。通常の粘土の範囲(約 15～18%)であったが、炉壁(NZ－12･13)と比較すると、やや低めであった。

４)耐火度：＜1,120℃であった。古代の製鉄炉としても、やや低めの耐火性状であった。ただしこれは製錬滓や鉄錆などの影響を受けた可能性が考えられる。

以上、滓部の鉱物組成から、当遺物も砂鉄(含チタン鉄鉱)を高温製錬した製鉄炉の炉壁片と推

定される。また内面には銑(鋳鉄)塊が溶着していた。

(16)KZ－16：羽口

１)肉眼観察：薄手の羽口の小破片(27g)である。先端側の外面表層が斜めに黒色ガラス質化しており、滓部には弱い着磁性がみられる。また羽口は淡褐色～橙色の粘土質で、微細な砂粒が少量含まれる。

２)顕微鏡組織：図版 62-④～⑥に示す。④の上側は外面表層で、⑤はその拡大である。素地部分はガラス質滓(非晶質硅酸塩)で、微細な灰褐色～淡茶褐色多角形結晶が晶出する。これらはマグネタイト(Magnetite：$FeO \cdot Fe_2O_3$)～ウルボスピネル(Ulvöspinel：$2FeO \cdot TiO_2$)と推定される。

一方、④の下側はやや熱影響を受けた羽口粘土部分で、⑥はその拡大である。羽口粘土には層状の隙間が複数確認された。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。化合水(C.W.)は 1.46%、灼熱減量(Ig loss)は 2.58%と低値であった。強い熱影響を受けて、結晶水が飛散した状態である。また軟化性成分の鉄分(Total Fe)は 4.15%であった。一方、耐火性に有利なアルミナ(Al_2O_3)は 19.41%であった。通常の粘土の範囲(約 15～18%)よりも若干高めであった。

４)耐火度：1,300℃であった。

以上、古代の製鉄炉の炉材としては、耐火性状は低くない。

(17)KZ－17：羽口

１)肉眼観察：裾がやや開いた、薄手の円筒状の羽口(82g)である。先端側が面取りされた平坦面で、裾部は全体が破面である。焼成後の鉄生産に伴う熱影響はみられない。羽口粘土は淡黄色～橙色の粘土質で、微細な砂粒が少量含まれる。

２)顕微鏡組織：図版 63-①～③に示す。素地部分は粘土鉱物で、微細な砂粒が混在する。これらの砂粒は大半が石英･斜長石などの無色鉱物であったが、一部非常に微細な砂鉄粒子も混在する。②③の灰褐色粒はその拡大である。また羽口(KZ-16)と同様、羽口粘土には層状の隙間が複数確認された。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。化合水(C.W.)は 6.19%、灼熱減量(Ig loss)は 15.06%と結晶水が保持された状態であった。また軟化性成分の鉄分(Total Fe)は 3.48%であった。一方、耐火性に有利なアルミナ(Al_2O_3)は 20.24%であった。羽口(KZ-16)と同様、通常の粘土(約 15～18%)よりもやや高めであった。

４)耐火度：1,500℃であった。

以上、当遺物は古代の鉄生産に伴う炉材としては、耐火性に優れた性状といえる。

(18)KZ－18：通風管

１)肉眼観察：強い熱影響を受けて、外面全体が黒色ガラス質化した通風管の破片(123g)である。外面表層には部分的に茶褐色の鉄錆が付着しており、この部分には弱い着磁性がある。また内側は淡褐色の粘土で、やや大粒の真砂(花こう岩の風化砂)が混和されている。

２)顕微鏡組織：図版 63-④～⑥に示す。④の上側は外面表層のガラス質滓で、⑤⑥はその拡大で

ある。滓中には少量白色針状結晶イルメナイトが晶出する。これは比較的高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。化合水(C.W.)は 1.78%、灼熱減量(Ig loss)は 4.28%と低めであった。熱影響を受けており、結晶水が飛散した状態であった。また軟化性成分の鉄分(Total Fe)は 2.42%と、当遺跡から出土した炉材のなかではやや低めであった。一方、耐火性に有利なアルミナ(Al_2O_3)は 18.86%であった。通常の粘土の範囲(約 15～18%)であり、炉壁(KZ－12･13)とほぼ同等であった。

４)耐火度：1,395℃であった。

以上､滓部の鉱物組成から､当遺物は砂鉄(含チタン鉄鉱)を高温製錬した製鉄炉の一部(通風管)と推定される。

３－２．Ｂ区出土遺物

(１)KZ－19：流出滓

１)肉眼観察:やや大形で不定形の鉄滓破片(577g)である｡滓の地の色調は暗灰色で重量感がある。着磁性はごく弱い。上面では筋状の滓が不規則に重なって凝固しており、製鉄炉の操業中に排出された滓と推定される。側面は一部を除いて破面で、大小の気孔が散在するがまた下面には薄く砂質土が固着する。

２)顕微鏡組織：図版 64-①～③に示す。滓中には淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、白色針状結晶イルメナイト、淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する。比較的高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

また③左側の明白色粒は金属鉄である。白色のフェライト素地に少量パーライトが析出する。亜共析組織の鋼であった。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)29.55%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 0.24%､酸化第 1 鉄(FeO)が 34.47%､酸化第 2 鉄(Fe_2O_3)3.60%の割合であった｡造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)32.74%で､このうち塩基性成分(CaO＋MgO)は 5.30%であった｡また砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は 25.86%と高値傾向が著しい。またヴァナジウム(V)は 0.13%、酸化マンガン(MnO)が 0.76%であった。銅(Cu)は＜0.01%と低値であった。

以上のように、当鉄滓は製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)に由来する、チタニア(TiO_2)の高値傾向が顕著であった。高チタン砂鉄を原料とした製錬滓に分類される。

(２)KZ－20：流出滓

１)肉眼観察：やや大形で厚手の鉄滓破片(578g)である。滓の地の色調は暗灰色で、重量感のある滓である。全体に着磁性は弱い。上面では細い筋状の滓が多数不規則に重なって凝固しており、製鉄炉の操業中に排出された滓と推定される。側面は全面破面で、大小の気孔が散在する。下面には薄く砂質土が固着する。

２)顕微鏡組織：図版 64-④～⑥に示す。滓中には淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、白色針状結晶イルメナイトが晶出する。比較的高温で生じた砂鉄製錬滓の晶癖である。また滓中には、還元･滓化の進んだ砂鉄(含チタン鉄鉱)が点在する。⑥はその拡大で、微細な明白色粒は金属鉄であ

る。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)29.99%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 0.07%、酸化第 1 鉄(FeO)が 34.35%、酸化第 2 鉄(Fe_2O_3)4.59%の割合であった。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)は 33.89%で、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)は 5.22%であった。製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)24.51%と高値傾向が顕著であった。またヴァナジウム(V)は 0.11%、酸化マンガン(MnO)が 0.74%であった。銅(Cu)は＜0.01%と低値であった。

以上のように、当鉄滓も製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)に由来する、チタニア(TiO_2)の高値傾向が顕著であった。高チタン砂鉄を原料とした製錬滓に分類される。

(３)KZ－21：鉄塊系遺物

１)肉眼観察：ごく小形で細長い不定形の鉄塊系遺物(11g)である。表面は全体が茶褐色の鉄錆で覆われる。明瞭な滓部はなく、鉄主体の遺物と推定される。ただし金属探知器反応はやや弱く(10×10 ㎜)、金属鉄の残存状態はあまり良くないと考えられる。

２)マクロ組織:図版 65-①に示す。鉄主体の遺物であった。ただし不定形の青灰色部は銹化鉄で、全体に腐食が進んでいる。

３)顕微鏡組織：図版 65-②③に示す。②は遺物表面の銹化鉄部の拡大である。網目状にセメンタイトが残存しており、過共析組織であったと判断される。③は内側の金属鉄部の拡大である。亜共晶組成白鋳鉄組織であった。

４)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)65.95%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 28.71%、酸化第 1 鉄(FeO)が 16.68%、酸化第 2 鉄(Fe_2O_3)34.70%の割合であった。炭素(C)は 2.49%であった。鋳鉄の範疇といえる(C＞2.1%)。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)の割合は 4.67%と低く、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)は 0.22%であった。製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は 0.55%と低値であった。またヴァナジウム(V)は 0.01%、酸化マンガン(MnO)＜0.01%、銅(Cu)0.01%であった。

以上のことから、当遺物はほぼ亜共晶組成白鋳鉄組織の鉄塊であった。滓の付着もなく、製錬滓とよく分離した流れ銑と推測される。

(４)KZ－22：含鉄鉄滓

１)肉眼観察：やや小形で不定形の含鉄鉄滓(39g)である。表面が茶褐色の土砂で厚く覆われる。土砂中には木炭破片が複数混在する。また着磁性はあるが、金属探知器反応はなく、金属鉄は残存しないと推定される。

２)マクロ組織：図版 65-④に示す。写真右上の長方形状暗灰色部は木炭破片で、木口面が観察される。発達した導管が分布する、広葉樹材の黒炭であった。また左下の不定形暗灰色～青灰色部は銹化鉄であった。

３)顕微鏡組織：図版 65-⑤⑥に示す。⑤は銹化鉄部表層の拡大である。上側は淡茶付着滓で、白色針状結晶イルメナイト、淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。これに対して下側は銹化鉄部で、少量パーライト組織が残存する。亜共析組織痕跡と推定される。

⑥は銹化鉄部の拡大である。網目状にセメンタイトの痕跡が残存する過共析組織部分で、中央部ステダイトと推測される。

４)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)41.46%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 0.33%、酸化第１鉄(FeO)が 6.03%、酸化第２鉄(Fe_2O_3)52.10%の割合であった。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)の割合は 24.58%であったが、銹化に伴う土砂の影響があると考えられる。また製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は 2.28%であった。またヴァナジウム(V)が 0.03%、酸化マンガン(MnO)は 0.05%、銅(Cu)0.01%であった。

以上のことから、滓部は砂鉄製錬滓で、比較的高温下での反応副生物と推定される。また鉄部は銹化しているが、金属組織痕跡から鋼(亜共析組織～過共析組織)と推定される。

(５)KZ－23：含鉄鉄滓

１)肉眼観察：表面が茶褐色の土砂で厚く覆われた含鉄鉄滓(99g)である。土砂中には木炭破片が複数混在する。また着磁性はあるが、金属探知器反応はなく、金属鉄は残存しないと推定される。

２)マクロ組織：図版 66-①に示す。素地(写真中央)の灰褐色部は製錬滓で、周囲の不定形青灰色部は銹化鉄である。また表面の土砂中には砂鉄(含チタン鉄鉱)が多数混在する。さらに右下には木炭破片も付着する。

３)顕微鏡組織：図版 66-②③に示す。②の上側は表層に付着した砂鉄(含チタン鉄鉱)である。摩耗して丸みを帯びた形状のものが多い。また③の上側は製錬滓で、白色針状結晶イルメナイト、淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。一方②③の下側は銹化鉄である。金属組織痕跡は不明瞭で、炭素量の推定等は困難な状態であった。

４)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)45.16%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 0.14%、酸化第１鉄(FeO)が 13.54%、酸化第２鉄(Fe_2O_3)48.32%の割合であった。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)15.57%で、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)は 1.77%と低値であった。製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は 11.72%であった。またヴァナジウム(V)は 0.07%、酸化マンガン(MnO)が 0.31%であった。銅(Cu)は＜0.01%と低値であった。

以上のことから、滓部は砂鉄製錬滓で高温下での反応副生物と推定される。また鉄部は銹化しており、炭素量の推定等は困難な状態であった。

(６)KZ－24：炉壁(含鉄)

１)肉眼観察：強い熱影響を受けて、全体に黒色ガラス質化した炉壁内面の破片(177g)である。一端が茶褐色の銹化鉄で覆われており、表面には銹化に伴う割れも生じている。金属探知器反応も強く(20×20 ㎜)、まとまった鉄部が存在する可能性が高いと考えられる。また外面側に一部淡褐色の炉壁粘土が残存する。粘土中には微細な砂粒や有機質の混和物が含まれている。

２)マクロ組織：図版 66-④に示す。素地の暗灰色部はガラス質滓(炉壁粘土の溶融物)である。ガラス滓中にはごく微細な砂粒(石英･長石類)が多数混在する。これは炉石粘土に混和されたものと推定される。また明白色部～褐色部は金属鉄である。

３)顕微鏡組織：図版 66-⑤⑥に示す。⑤は金属鉄部の拡大である。パーライト素地に針状のフェ

ライトが析出する亜共析組織であった。粒状･不定形の明灰色部は燐(P)偏析と推定される。⑥の左側も金属鉄部である。パーライト素地に網目状のセメンタイトが析出する過共析組織であった。なおここでも不定形のステダイトが確認された。全体に燐(P)の影響が顕著であった。

一方、⑥の右側の暗灰色部は製錬滓で、白色針状結晶イルメナイトが晶出する。比較的高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

４)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)27.64%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 7.64%､酸化第 1 鉄(FeO)が 4.34%､酸化第 2 鉄(Fe_2O_3)23.72%の割合であった。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)の割合は 50.83%と高いが、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)は 2.19%と低値であった。製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は 2.86%と低めであった。またヴァナジウム(V)は 0.03%、酸化マンガン(MnO)が 0.09%、銅(Cu)＜0.01%といずれも低値であった。

以上、製錬滓の鉱物組成から、当遺物は砂鉄製錬に用いられた炉壁片と推定される。内面には、比較的まとまりの良い金属鉄部が確認された。亜共析組織～過共析組織の鋼で、燐(P)の偏析が顕著であった。

(７)KZ－25：鉄塊系遺物

１)肉眼観察：やや偏平で細長い形状の鉄塊系遺物(128g)である。表面は全体が茶褐色の鉄錆で覆われる。明瞭な滓部はなく、鉄主体の遺物と推測される。全体に金属探知器反応が強く(30×30 ㎜)、内部にはまとまりのよい金属鉄部が残存すると考えられる。

２)マクロ組織：図版 67-①に示す。上述したようにまとまりのよい鉄主体の遺物であった。金属鉄部は過共析組織～亜共晶組成白鋳鉄･ねずみ鋳鉄組織を呈する。

３)顕微鏡組織：図版 67-②③に示す。②の左下および③の右下は遺物表面に付着した製錬滓である。白色針状結晶イルメナイト、淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖である。

一方、②の右上は金属鉄部である。パーライト素地に白色針状セメンタイトが析出する過共析組織であった。③も素地部分は金属鉄で、過共析組織から亜共晶組成白鋳鉄組織(左側)、ねずみ鋳鉄組織(右上)が確認された。

４)化学組成分析：第 44 表に示す。炭素(C)は 2.2%であった。金属組織観察では過共析組織(高炭素鋼)部分も確認されたが、化学分析値は鋳鉄(C＞2.1%)の範疇に入る。また燐(P)は 0.26%と高めであった。チタン(Ti)は 0.25%であった。これは付着滓の影響と考えられる。

以上のことから、滓部は砂鉄製錬滓で、高温下での反応副生物と推定される。また金属鉄部は浸炭の進んだ高炭素鋼～鋳鉄組織が確認された。

(８)KZ－26：含鉄鉄滓

１)肉眼観察：やや小形で不定形の含鉄鉄滓(31g)である。表面は淡褐色の土砂で覆われており、銹化による割れも進んでいる。ただし地は暗灰色の滓で、金属探知器反応もやや弱い(5×5 ㎜)。このため、滓中にごく小形の金属鉄が散在する状態と推測される。

２)マクロ組織：図版 67-④に示す。素地の灰褐色部は製錬滓である。また滓中の微細な明白色～

褐色部は金属鉄である。

３)顕微鏡組織：図版 67-⑤⑥に示す。素地部分は製錬滓である。滓中には淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、白色針状結晶イルメナイトが晶出する。比較的高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖である。

一方、⑤⑥の不定形明白色～明灰色部は金属鉄である。⑤左側は炭素量が 0.1%前後の低炭素鋼、⑥はほとんど炭素を含まない純鉄(フェライト単相)の組織であった。

４)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)45.06%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 1.48%、酸化第 1 鉄(FeO)が 24.85%、酸化第 2 鉄(Fe_2O_3)34.69%の割合であった。造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)は 17.04%で、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)は 2.47%であった。製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は 12.87%であった。またヴァナジウム(V)は 0.10%、酸化マンガン(MnO)が 0.39%、銅(Cu)は＜0.01%と低値であった。

以上、当遺物は滓部の鉱物組成から、砂鉄製錬滓に分類される。金属鉄はごく小形のものが散在する状態であり、滓として廃棄されたと推測される。

(９)KZ－27：砂鉄

１)肉眼観察：製鉄炉に隣接する土坑(SL3-土坑 1)の堆積層から回収された砂鉄(203g)である。砂鉄は摩耗して丸みを帯びた粒が多い。また表面が茶褐色の鉄錆で覆われた粒も確認される。これは製鉄炉内に装入され、還元によって粒内に生じた微細な金属鉄が錆びたものと推測される。また砂鉄以外にも、石英や斜長石などの微細な砂粒も混在している。

２)マクロ組織：図版 68-①に示す。灰褐色粒が砂鉄(含チタン鉄鉱)である。全体に径が小さく、丸みを帯びた粒が多い。これは浜砂鉄によくみられる特徴といえる。

３)顕微鏡組織：図版 68-②③に示す。砂鉄(含チタン鉄鉱)断面には、縞状･格子状の離溶組織が確認される粒も多い。また③の左側のように、砂鉄粒内に微細な金属鉄(明白色粒)が生じた被熱砂鉄も混在している。

４)化学組成分析：第 44 表に示す。全鉄分(Total Fe)52.41%に対して、金属鉄(Metallic Fe)は 0.27%、酸化第 1 鉄(FeO)が 29.28%、酸化第 2 鉄(Fe_2O_3)42.00%の割合であった。砂鉄に混在する他の造岩鉱物の主成分で、造滓成分となる(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)の割合は 8.32%で、このうち塩基性成分(CaO＋MgO)は 1.93%と低値であった。主に砂鉄(含チタン鉄鉱)に含まれる二酸化チタン(TiO_2)は 19.46%と高値傾向が顕著であった。またヴァナジウム(V)は 0.23%、酸化マンガン(MnO)が 0.62%、銅(Cu)は＜0.01%であった。

以上のことから、当遺物は火山岩起源の高チタン砂鉄と判断される。

(10)KZ－28：炉内滓(炉壁付)

１)肉眼観察：大形の炉内滓の破片(1,160g)と推定される。内面側は暗灰色の滓部である。滓部は弱い着磁性があり、緻密で重量感がある。また表面には、最大長さ 30 ㎜程の木炭痕が残存する。一方外面側には淡褐色の炉壁粘土が付着する。粘土中には多量のスサが混和されている。また炉壁粘土と鉄滓の間に、炉壁粘土が溶融して生じた黒色ガラス質滓が観察される。

２)顕微鏡組織：図版 68-④～⑥に示す。内面側の製錬滓部分の拡大である。滓中には白色針状結

晶イルメナイト、淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。炉壁粘土が僅かであったため、滓部を含めて供試材とした。全鉄分(Total Fe)が 16.94%と高く、造滓成分(SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O)の割合は 54.64%と、炉材としては低値であった。砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は 17.53%と高値傾向が著しい。滓部を反映した値といえる。

４)耐火度：＜1,120℃であった。古代の製鉄炉の炉壁としても低めであるが、これは滓部の影響と考えられる。

以上の調査結果から、当遺物は高温下で生じた砂鉄製錬滓(炉内滓)と推定される。

(11)KZ－29：羽口

１)肉眼観察：熱影響を受けて外面全体が黒色ガラス質化した、羽口先端の破片(50g)である。穿孔部側先端にも薄く滓が付着しており、弱い着磁性がある。また羽口粘土は淡褐色～淡橙色で、細かい砂粒が混和されている。

２)顕微鏡組織：図版 69-①～③に示す。①の上側は羽口穿孔部の表層である。強い熱影響を受けて、素地はガラス質化している。またガラス滓中には、微細な石英･長石類が多数混在する。

①の下側は、穿孔部に溶着した被熱砂鉄および砂鉄製錬滓で、②③はその拡大である。②の右側の砂鉄粒断面には、縞状の離溶組織が確認された。含チタン鉄鉱である。また③の下側は、白色針状結晶イルメナイト、淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。化合水(C.W.)は 0.54%、灼熱減量(Ig loss)は 0.48%と低値であった。強い熱影響を受けて、結晶水が飛散した状態である。また軟化性成分の鉄分(Total Fe)は 5.12%と高めであった。二酸化チタン(TiO_2)も 1.65%あるため、若干製錬滓の影響を受けた可能性が高い。一方、耐火性に有利なアルミナ(Al_2O_3)は 18.81%であった。通常の粘土の範囲(約 15～18%)であった。

４)耐火度：1,140℃であった。古代の製鉄炉の羽口としても、やや低めの耐火性状であった。ただしこれは製錬滓などの影響を受けた可能性が考えられる。

以上、滓部の鉱物組成から、当遺物は砂鉄(含チタン鉄鉱)製錬に用いられた、羽口先端部の破片と推定される。

(12)KZ－30：羽口

１)肉眼観察：先窄まりの羽口先端部破片(127g)である。焼成後の鉄生産に伴う熱影響はみられない。羽口粘土は淡黄色～橙色の粘土質で、微細な砂粒が含まれる。

２)顕微鏡組織：図版 69-④～⑥に示す。素地部分は粘土鉱物で、微細な砂粒が混在する。これらの砂粒は大半が石英･斜長石などの無色鉱物であったが、一部非常に微細な砂鉄粒子も混在する。

３)化学組成分析：第 44 表に示す。化合水(C.W.)は 4.36%、灼熱減量(Ig loss)は 10.59%と結晶水が保持された状態であった。また軟化性成分の鉄分(Total Fe)は 3.78%であった。一方、耐火性に有利なアルミナ(Al_2O_3)は 21.43%であった。通常の粘土(約 15～18%)よりもやや高めであった。

４）耐火度：1,460℃であった。

以上から、当遺物は古代の鉄生産に伴う炉材として、耐火性に優れた性状といえる。

４　まとめ

合戦原遺跡Ｂ区･Ｃ区から出土した、古代の製鉄関連遺物を調査した結果、以下の点が明らかとなった(第 45･46 表)。

（１）砂鉄(KZ－27)はチタニアの高値傾向が顕著であった(TiO_2：19.46%)。製錬滓にも同様の特徴がみられる。このため、当遺跡の製鉄原料は火山岩起源の高チタン砂鉄であったと判断される。また砂鉄全体に径が小さく、摩耗して丸みを帯びた粒が多い。これは浜砂鉄(海浜の漂砂鉱床)によくみられる特徴である。近接した海岸で砂鉄を採取して、鉄源としていた可能性が考えられる。

なお福島県の浜通り地方(新地町･相馬市･南相馬市)には、古代の製鉄遺跡が多数分布することが知られている。これらの遺跡では、高チタン砂鉄(TiO_2；10%後半台から 30%前後)が製鉄原料であったことが明らかになっている。また同じ山元町内の川内遺跡でも、出土製錬滓のチタニアの割合は非常に高い(TiO_2：15.80～30.56%)。両地域の砂鉄に共通する特徴といえる。

（２）製錬滓(KZ－7～11､19､20､28)も､チタニアの高値傾向が顕著であった(TiO_2:12.90～26.46%)。さらにほとんどの製錬滓中でイルメナイト(Ilmenite：$FeO \cdot TiO_2$)、シュードブルッカイト(Pseudobrookite：$Fe_2O_3 \cdot TiO_2$)といったチタニアの割合の高い化合物(結晶)が確認された。これは製鉄炉内で比較的高温が保持されたことを示すものである。

上述したように、合戦原遺跡では高チタン砂鉄が製鉄原料であったため、製錬滓の流動性を保つには、古代としては製錬温度を高く(1,300℃前後)する必要があったと考えられる。製錬滓の鉱物組成もこうした原料の特徴を反映したものとなっている。

（３）含鉄鉄滓･鉄塊系遺物(KZ－1～6、15、21～26)は、製錬滓中に非常に微細な金属鉄(フェライト単相：純鉄)が散在する状態のもの(KZ－5)から、流れ銑の可能性がある浸炭の進んだ鋳鉄塊(KZ－21)までが確認された。その中では比較的浸炭の進んだものが多い。今回調査試料 13 点のうち 7 点で高炭素鋼～鋳鉄組織が確認された。

上述したように、高チタン砂鉄を原料とした地域では、操業のため高温を保持することと、炉材には耐火性の高い粘土を用いて溶融(SiO_2の供給)を抑制することが必要と考えられる。こうした操業条件でできた金属鉄は浸炭の進んだ高炭素鋼～銑の割合が高くなることが指摘されている(註 3)。製鉄実験の結果からも、砂鉄／木炭比を小さくし、炉内への送風量を増やして高温製錬すると、生成鉄の炭素量は上昇すると報告されている(註 4)。

合戦原遺跡でも、操業が順調であった場合、生産された鉄に占める高炭素鋼～銑(鋳鉄)の割合は高かったものと考えられる。

（４）炉壁･羽口(KZ－12～18、29、30)のうち、熱影響を受けてガラス質化したものの大半から、被熱砂鉄(含チタン鉄鉱)や、高温下で生じた砂鉄製錬滓が確認された。上述した高チタン砂鉄を製

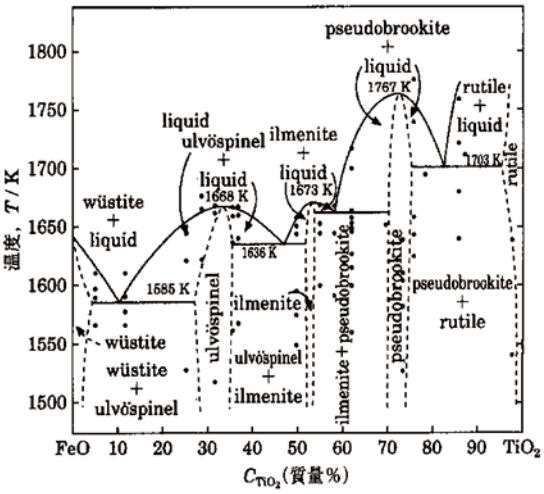
錬した炉材の一部(破片)と推定される。

羽口・炉壁の耐火度には、かなりばらつきがみられる(＜1,120～1,500℃)。ただし、鉄製錬に伴う熱影響のほとんどないもの(KZ－13、17、30)は、1,400℃以上の優れた耐火性状を示す。このことから、本来は高温製錬に耐える耐火性の高い粘土を用いていた可能性が考えられる。

第５章第１節 註

1) J.B.Mac chesney and A. Murau：American Mineralogist, 46(1961), 572

〔イルメナイト(Ilmenite：$FeO \cdot TiO_2$)、シュードブルッカイト(Pseudobrookite：$Fe_2O_3 \cdot TiO_2$)の晶出はFeO－TiO2二元平衡状態図から高温化操業が推定される。〕



FeO-TiO_2 二元平衡状態図

2) 木下亀城・小川留太郎『岩石鉱物』保育社　1995

チタン鉄鉱は赤鉄鉱とあらゆる割合に混じりあった固溶体をつくる。(中略)チタン鉄鉱と赤鉄鉱の固溶体には、チタン鉄鉱あるいは赤鉄鉱の結晶をなし、全体が完全に均質なものと、チタン鉄鉱と赤鉄鉱が平行にならんで規則正しい縞状構造を示すものとがある。

チタン鉄鉱は磁鉄鉱とも固溶体をつくり、これにも均質なものと、縞状のものとがある。(中略)このようなチタン鉄鉱と赤鉄鉱、または磁鉄鉱との固溶体を含チタン鉄鉱Titaniferous iron oreという。

3) 鈴木瑞穂「分析からみた古代の鉄生産技術について」『官衙・集落と鉄』国立文化財機構奈良文化財研究所編　クバプロ　2011

4) 久保善博・佐藤豊・村川義行・久保田那親「たたら製鉄の生産性と製品品質に及ぼす装荷比(砂鉄／木炭)の影響」『鉄と鋼』Vol.91　2005

第43表　製鉄関連遺物供試材の履歴と調査項目

試料№	登録番号	遺跡名	発掘区	遺構名	区画・層	遺物名称	計測値				分析調査項目							現場担当者所見
							大きさ(mm)	重量(g)	金属探知器反応	磁着力調査	肉眼(外観)観察	金属探知器反応	着磁力調査	マクロ組織写真	顕微鏡組織観察	化学成分分析	耐火度	
KZ-1	O-36	合戦原	C区	SL1-排滓場	A区画・H1層	鉄塊系遺物	56.1×33.9×27.4	66	20×20	7	○	○	○	○	○	○		鉄塊
KZ-2	O-5				B区画・H1層	流出滓(含鉄)	41.1×33.4×23.6	41	20×20	5	○	○	○	○	○	○		鉄塊
KZ-3	O-8				D区画・H1層	含鉄鉄滓	59.6×41.2×37.7	90	20×20	7	○	○	○	○	○	○		鉄塊
KZ-4	O-15			SL2-排滓場	C区画・H1層	含鉄鉄滓	42.9×35.0×18.8	27	10×10	7	○	○	○	○	○	○		鉄塊
KZ-5	O-17				B区画・H3層	含鉄鉄滓	50.7×30.3×28.1	39	2×2	5	○	○	○	○	○	○		鉄塊
KZ-6	O-27			SK18	A区画・1層	鉄塊系遺物	34.1×25.3×20.6	19	10×10	4	○	○	○	○	○	○		鉄塊
KZ-7	O-30			SI1	カマド	炉内滓	35.6×25.9×19.5	10	なし	5	○	○	○		○	○		炉内滓
KZ-8	O-21			SL2-炉跡	D区画・炉6層	炉内滓	77.9×58.8×52.6	187	なし	3	○	○	○		○	○		炉内滓
KZ-9	O-39			SL1-炉跡	A区画・炉2層	炉内滓	89.5×49.2×41.1	143	なし	5	○	○	○		○	○		炉内滓
KZ-10	O-4			SL1-排滓場	B区画・H1層	流出滓	85.3×57.4×16.5	106	なし	3	○	○	○		○	○		流出滓
KZ-11	O-20			SL2-炉跡	C区画・炉7層	炉内滓	100.5×87.4×45.5	261	なし	4	○	○	○		○	○		流出滓
KZ-12	O-2			SL1-排滓場	A区画・H1層	炉壁	132.5×85.1×35.3	193	なし	3	○	○	○		○	○	○	炉壁
KZ-13	O-23			SL2-炉跡	炉体中段	炉壁	最大109.3×90.8×38.6	409	なし	1	○	○	○		○	○	○	炉壁
KZ-14	O-18			SL2-排滓場	B区画・H2層	炉壁	174.8×154.0×50.7	633	なし	2	○	○	○		○	○	○	炉底滓
KZ-15	O-29			SL1-排滓場	B区画・H1層	炉壁(含鉄)	107.7×73.3×43.6	282	30×30	6	○	○	○		○	○	○	炉底滓
KZ-16	O-142				C区画・H1層	羽口	58.0×45.6×19.5	27	なし	2	○	○	○		○	○	○	羽口
KZ-17	O-143					羽口	内径:31.0、長さ:58.5	82	なし	1	○	○	○		○	○	○	羽口(木呂羽口)
KZ-18	O-144			SL2-排滓場	B区画・H3層	通風管	76.2×73.7×26.9	123	なし	2	○	○	○		○	○	○	通風管
KZ-19	O-52	合戦原	B区	SL3-排滓場	2層	流出滓	133.6×103.1×52.2	577	なし	1	○	○	○		○	○		流出滓
KZ-20	O-51			SL3-土坑1	4層	流出滓	110.6×78.0×84.2	578	なし	2	○	○	○		○	○		流出滓
KZ-21	O-49			SL3-排滓場	2層	鉄塊系遺物	41.8×22.8×11.2	11	10×10	6	○	○	○	○	○	○		鉄塊
KZ-22	O-50			SL3-土坑1	8層	含鉄鉄滓	48.2×36.6×31.4	39	銹化	5	○	○	○	○	○	○		炉内滓
KZ-23	O-47				4層	含鉄鉄滓	58.3×47.3×40.8	99	銹化	6	○	○	○	○	○	○		炉内滓
KZ-24	O-67			SL3-排滓場	2層	炉壁(含鉄)	80.3×47.4×50.7	177	20×20	7	○	○	○	○	○	○		炉内滓
KZ-25	O-68				－	鉄塊系遺物	91.3×45.5×27.9	128	30×30	8	○	○	○	○	○	○		鉄塊
KZ-26	O-69					含鉄鉄滓	59.6×25.1×27.2	31	5×5	6	○	○	○	○	○	○		鉄塊
KZ-27	O-145			SL3-土坑1	6層	砂鉄	－	203	なし	4	○	○	○	○	○	○		砂鉄
KZ-28	O-146			SL3-排滓場	－	炉内滓(炉壁付)	182.1×103.8×95.0	1,160	なし	3	○	○	○		○	○	○	炉壁
KZ-29	O-147			SL3-土坑1	4層	羽口	59.5×53.9×25.5	50	なし	2	○	○	○		○	○	○	羽口
KZ-30	O-81			SL3-踏鞴跡	2層	羽口	内径25.0、83.5	127	なし	2	○	○	○		○	○	○	羽口(木呂羽口)

第44表　製鉄関連遺物供試材の化学組成

（1）　鉄塊系遺物・含鉄鉄滓（金属鉄部）

試料No.	遺跡名	発掘区	遺構名	遺物名称	炭素 (C)	珪素 (Si)	マンガン (Mn)	燐 (P)	硫黄 (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)
KZ-1	合戦原	C区	SL1-排滓場	鉄塊系遺物	1.3	0.05	<0.01	0.19	0.033	0.01	0.01	0.04	0.03	<0.01	0.22	0.01	0.04
KZ-2				流出滓（含鉄）	2.8	0.07	0.02	0.20	0.065	0.01	<0.01	0.03	0.03	<0.01	0.17	0.02	0.02
KZ-3				含鉄鉄滓	0.8	0.09	<0.01	0.24	0.027	0.01	0.02	0.05	0.08	<0.01	0.15	0.03	0.03
KZ-25	合戦原	B区	SL3-排滓場	鉄塊系遺物	2.2	0.05	<0.01	0.26	0.055	<0.01	<0.01	0.04	0.06	<0.01	0.25	0.01	0.03

Wt%

（2）　鉄滓・砂鉄

試料No.	遺跡名	発掘区	遺構名	遺物名称	全鉄分 (Total Fe)	金属鉄 (Metallic Fe)	酸化第1鉄 (FeO)	酸化第2鉄 (Fe_2O_3)	* 二酸化珪素 (SiO_2)	* 酸化アルミニウム (Al_2O_3)	* 酸化カルシウム (CaO)	* 酸化マグネシウム (MgO)	* 酸化カリウム (K_2O)	* 酸化ナトリウム (Na_2O)	酸化マンガン (MnO)	二酸化チタン (TiO_2)	五酸化燐 (P_2O_5)	コバルト (Co)	化合水 (C.W.)	ヴァナジウム (V)	銅 (Cu)	炭素 (C)	Σ* 造滓成分	造滓成分 / Total Fe	TiO_2 / Total Fe
KZ-4	合戦原	C区	SL2-排滓場	含鉄鉄滓	50.24	15.77	14.05	33.69	6.75	2.16	0.36	0.96	0.18	0.14	0.17	8.68	0.26	0.04	4.24	0.05	<0.01	0.48	10.55	0.210	0.173
KZ-5				含鉄鉄滓	35.02	2.37	18.84	25.83	11.65	2.14	0.93	3.97	0.24	0.16	0.88	26.09	0.14	0.04	2.44	0.12	<0.01	0.25	19.09	0.545	0.745
KZ-6			SK18	鉄塊系遺物	61.82	35.44	10.85	25.68	11.35	3.32	0.21	0.21	0.15	0.25	<0.01	1.18	0.35	0.05	5.15	0.01	0.01	1.74	15.49	0.251	0.019
KZ-7			SI1	炉内滓	54.34	0.11	34.54	39.17	3.90	1.60	0.50	1.86	0.07	0.05	0.41	12.90	0.16	0.03	2.27	0.10	<0.01	0.16	7.98	0.147	0.237
KZ-8			SL2-炉跡	炉内滓	34.96	0.57	20.78	26.09	16.78	4.58	0.98	2.85	0.33	0.30	0.54	17.54	0.15	0.03	4.09	0.14	<0.01	0.47	25.82	0.739	0.502
KZ-9			SL1-炉跡	炉内滓	28.58	0.09	17.89	20.85	23.97	6.50	1.61	3.11	0.47	0.47	0.64	17.48	0.14	0.03	2.72	0.12	<0.01	0.18	36.13	1.264	0.612
KZ-10			SL1-排滓場	流出滓	25.40	0.33	23.61	9.60	26.07	6.21	2.65	4.50	0.78	0.50	0.86	23.36	0.15	0.02	0.36	0.12	<0.01	<0.01	40.71	1.603	0.920
KZ-11			SL2-炉跡	炉内滓	27.01	0.37	26.79	8.32	20.48	5.42	2.14	4.18	0.57	0.35	0.87	26.46	0.15	0.03	0.98	0.14	<0.01	0.16	33.14	1.227	0.980
KZ-19	合戦原	B区	SL3-排滓場	流出滓	29.55	0.24	34.47	3.60	20.58	5.88	1.86	3.44	0.58	0.40	0.76	25.86	0.15	0.03	0.33	0.13	<0.01	0.05	32.74	1.108	0.875
KZ-20			SL3-土坑1	流出滓	29.99	0.07	34.35	4.59	21.67	6.08	1.61	3.61	0.54	0.38	0.74	24.51	0.15	0.03	0.21	0.11	<0.01	0.03	33.89	1.130	0.817
KZ-21			SL3-排滓場	鉄塊系遺物	65.95	28.71	16.68	34.70	3.06	1.27	0.11	0.11	0.06	0.06	<0.01	0.55	0.39	0.03	5.63	0.01	0.01	2.49	4.67	0.071	0.008
KZ-22			SL3-土坑1	含鉄鉄滓	41.46	0.33	6.03	52.10	17.59	5.64	0.39	0.41	0.24	0.31	0.05	2.28	0.17	0.02	7.50	0.03	0.01	0.80	24.58	0.593	0.055
KZ-23				含鉄鉄滓	45.16	0.14	13.54	48.32	10.67	2.85	0.30	1.47	0.11	0.17	0.31	11.72	0.16	0.03	6.14	0.07	<0.01	0.57	15.57	0.345	0.260
KZ-24			SL3-排滓場	炉壁（含鉄）	27.64	7.64	4.34	23.72	37.72	9.16	1.47	0.72	1.05	0.71	0.09	2.86	0.32	0.02	3.08	0.03	<0.01	0.69	50.83	1.839	0.103
KZ-26				含鉄鉄滓	45.06	1.48	24.85	34.69	11.14	2.98	0.52	1.95	0.22	0.23	0.39	12.87	0.11	0.04	3.69	0.10	<0.01	0.29	17.04	0.378	0.286
KZ-27			SL3-土坑1	砂鉄	52.41	0.27	29.28	42.00	3.89	2.16	0.17	1.76	0.04	0.30	0.62	19.46	0.07	0.03	0.56	0.23	<0.01	0.05	8.32	0.159	0.371

Wt%

(3)炉壁・羽口など

試料No.	遺跡名	発掘区	遺構名	遺物名称	全鉄分 (Total Fe)	金属鉄 (Metallic Fe)	二酸化珪素 (SiO_2) *	酸化アルミニウム (Al_2O_3) *	酸化カルシウム (CaO) *	酸化マグネシウム (MgO) *	酸化カリウム (K_2O) *	酸化ナトリウム (Na_2O) *	酸化マンガン (MnO)	二酸化チタン (TiO_2)	化合水 (C.W.)	灼熱減量 (Ig loss)	炭素 (C)	ルビジウム (Rb)	ストロンチウム (Sr)	耐火度 (℃)	造滓成分 Σ*
KZ-12	合戦原	C区	SL1-排滓場	炉壁	3.00	0.90	68.42	18.05	1.39	0.52	0.93	1.57	<0.01	0.65	1.26	1.82	0.37	36	110	1250	90.88
KZ-13			SL2-炉跡	炉壁	3.35	1.90	57.29	18.63	1.28	0.30	0.71	1.42	<0.01	0.52	5.11	13.57	0.74	28	110	1410	79.63
KZ-14			SL2-排滓場	炉壁	4.34	2.17	64.29	17.12	2.73	0.74	1.38	1.67	0.07	1.60	1.34	2.42	0.47	53	180	1120	87.93
KZ-15			SL1-排滓場	炉壁(含鉄)	5.99	1.90	64.72	16.83	1.32	0.95	0.95	1.38	0.07	2.82	0.89	0.67	0.22	37	100	<1120	86.15
KZ-16				羽口	4.15	0.69	65.20	19.41	0.60	0.63	0.90	0.94	<0.01	0.78	1.46	2.58	0.35	33	71	1300	87.68
KZ-17				羽口	3.48	1.23	54.55	20.24	0.60	0.35	0.88	1.05	<0.01	0.73	6.19	15.06	0.32	63	77	1500	77.67
KZ-18			SL2-排滓場	通風管	2.42	0.69	65.90	18.86	0.80	0.67	1.15	1.29	<0.01	0.81	1.78	4.28	0.27	50	130	1395	88.67
KZ-28	合戦原	B区	SL3-排滓場	炉内滓(炉壁付)	16.94	10.70	36.14	11.83	2.42	2.51	0.95	0.79	0.55	17.53	0.85	−0.40	0.10	31	130	<1120	54.64
KZ-29			SL3-土坑1	羽口	5.12	0.66	65.75	18.81	0.86	0.79	1.87	0.95	<0.01	1.65	0.54	0.48	0.13	74	96	1140	89.03
KZ-30			SL3-踏鞴跡	羽口	3.78	2.08	56.72	21.43	0.64	0.47	0.97	1.05	<0.01	0.78	4.36	10.59	0.62	58	80	1460	81.28

Wt%　Rb,Sr:mg/Kg

第45表　製鉄関連遺物調査結果のまとめ（C区）

試料No.	遺跡名	発掘区	遺構名	区画・層	遺物名称	顕微鏡組織	化学組成（%）								所見
							Total Fe	Fe_2O_3	塩基性成分	TiO_2	V	MnO	造滓成分	Cu	
KZ-1	合戦原	C区	SL1-排滓場	A区画・H1層	鉄塊系遺物	滓部:Ps、金属鉄部:亜共析組織～亜共晶組成白鋳鉄組織	—	—	—	—	—	—	—	—	製錬鉄塊系遺物（原料:砂鉄、高温製錬）、表層:低炭素域（鋼）、芯部:白鋳鉄
KZ-2				B区画・H1層	流出滓（含鉄）	滓部:U+I、金属鉄部:過共析組織（ｽﾃﾀﾞｲﾄ）～ねずみ鋳鉄	—	—	—	—	—	—	—	—	滓部:製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、金属鉄部:高炭素鋼～鋳鉄
KZ-3				D区画・H1層	含鉄鉄滓	滓部I+Ps、金属鉄部:ﾌｪﾗｲﾄ単相～過共析組織（ｽﾃﾀﾞｲﾄ）	—	—	—	—	—	—	—	—	滓部:製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、金属鉄部:軟鉄～高炭素鋼
KZ-4			SL2-排滓場	C区画・H1層	含鉄鉄滓	被熱砂鉄（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）、滓部:I、金属鉄部:共析組織～亜共晶組成白鋳鉄組織（ﾏﾙﾃﾝｻｲﾄ）	50.24	33.69	1.32	8.68	0.05	0.17	10.55	<0.01	滓部:製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、金属鉄部:高炭素鋼～鋳鉄（水冷）
KZ-5				B区画・H3層	含鉄鉄滓	滓部I+Ps、微小金属鉄:ﾌｪﾗｲﾄ単相	35.02	25.83	4.90	26.09	0.12	0.88	19.09	<0.01	製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、金属鉄は非常に微細で鍛冶原料に成り得るものではない
KZ-6			SK18	A区画・1層	鉄塊系遺物	滓部:U+I、金属鉄部:共析組織～亜共晶組成白鋳鉄組織	61.82	25.68	0.42	1.18	0.01	<0.01	15.49	0.01	製錬鉄塊系遺物（原料:砂鉄、高温製錬）、金属鉄部:高炭素鋼～鋳鉄
KZ-7			SI1	カマド	炉内滓	滓部:U+I、微小金属鉄粒	54.34	39.17	2.36	12.90	0.10	0.41	7.98	<0.01	製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）
KZ-8			SL2-炉跡	D区画・炉6層	炉内滓	被熱砂鉄（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）、滓部:I+Ps、銹化鉄部:金属組織痕跡不明瞭	34.96	26.09	3.83	17.54	0.14	0.54	25.82	<0.01	製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）
KZ-9			SL1-炉跡	A区画・炉2層	炉内滓	滓部:U+I、微小金属鉄粒:ﾌｪﾗｲﾄ単相	28.58	20.85	4.72	17.48	0.12	0.64	36.13	<0.01	製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）
KZ-10			SL1-排滓場	B区画・H1層	流出滓	被熱砂鉄（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）、滓部:I	25.40	9.60	7.15	23.36	0.12	0.86	40.71	<0.01	製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）
KZ-11			SL2-炉跡	C区画・炉7層	炉内滓	被熱砂鉄（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）、滓部:U+I	27.01	8.32	6.32	26.46	0.14	0.87	33.14	<0.01	製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）
KZ-12			SL1-排滓場	A区画・H1層	炉壁	表層:I+Ps、素地:ｶﾞﾗｽ質滓（石英・長石類混在）	3.00	—	1.91	0.65	—	<0.01	90.88	—	滓部:製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、耐火度:1250℃
KZ-13			SL2-炉跡	炉体中段	炉壁	素地:粘土鉱物、砂粒（有色・無色鉱物）混在	3.35	—	1.58	0.52	—	<0.01	79.63	—	熱影響のほとんどない炉材粘土、耐火度:1410℃
KZ-14			SL2-排滓場	B区画・H2層	炉壁	表層:I+Ps、微小金属鉄粒、素地:ｶﾞﾗｽ質滓（石英・長石類混在）	4.34	—	3.47	1.60	—	0.07	87.93	—	滓部:製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、耐火度:1120℃
KZ-15			SL1-排滓場	B区画・H1層	炉壁（含鉄）	表層:I+Ps、金属鉄部:亜共晶組成白鋳鉄組織、素地:ｶﾞﾗｽ質滓（石英・長石類混在）	5.99	—	2.27	2.82	—	0.07	86.15	—	滓部:製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、金属鉄:鋳鉄溶着、耐火度:＜1120℃
KZ-16				C区画・H1層	羽口	表層:M+U、素地:粘土鉱物（石英・長石類混在）	4.15	—	1.23	0.78	—	<0.01	87.68	—	熱影響の強い羽口、耐火度:1300℃
KZ-17					羽口	素地:粘土鉱物（石英・長石類混在）	3.48	—	0.95	0.73	—	<0.01	77.67	—	熱影響のほとんどない羽口、耐火度:1500℃
KZ-18			SL2-排滓場	B区画・H3層	通風管	表層:I、素地:ｶﾞﾗｽ質滓（石英・長石類混在）	2.42	—	1.47	0.81	—	<0.01	88.67	—	滓部:製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、耐火度:1395℃

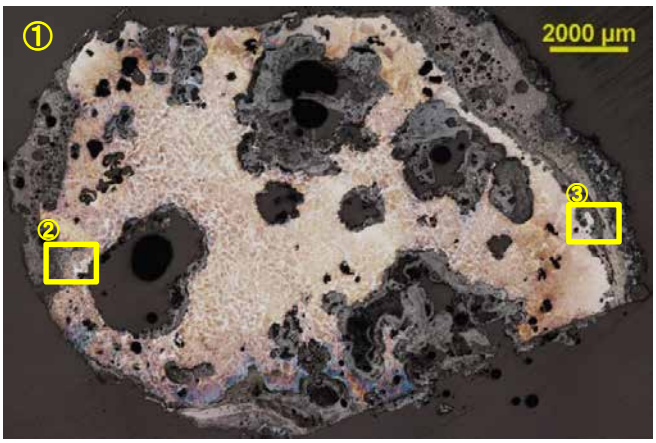
U:Ulvöspinel（$2FeO \cdot TiO_2$）、I:Ilmenite（$FeO \cdot TiO_2$）、Ps:Pseudobrookite（$Fe_2O_3 \cdot TiO_2$）

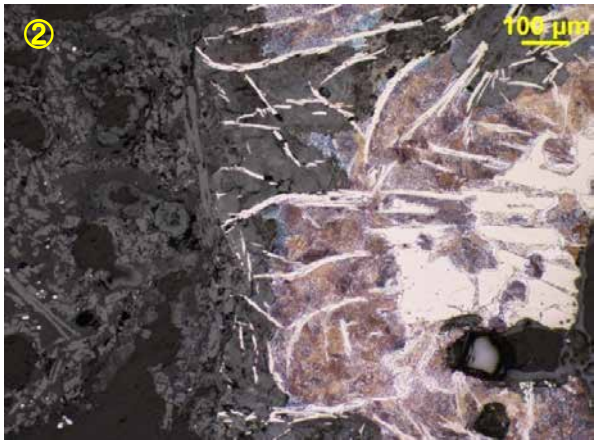
第46表　製鉄関連遺物調査結果のまとめ（B区）

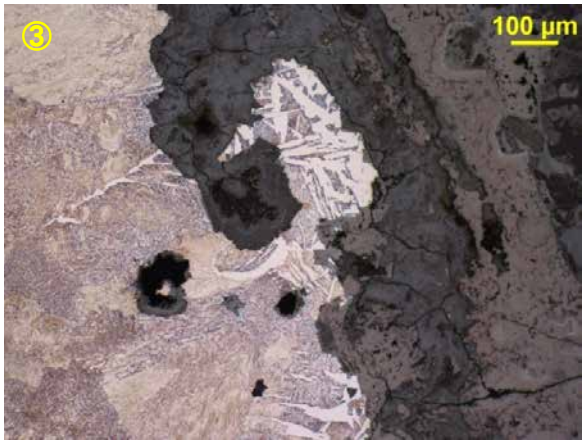
試料No.	遺跡名	発掘区	遺構名	層	遺物名称	顕微鏡組織	化学組成（%）								所見
							Total Fe	Fe_2O_3	塩基性成分	TiO_2	V	MnO	造滓成分	Cu	
KZ-19	合戦原	B区	SL3-排滓場	2層	流出滓	滓部:U+I+Ps、微小金属鉄粒:亜共析組織	29.55	3.60	5.30	25.86	0.13	0.76	32.74	<0.01	製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）
KZ-20			SL3-土坑1	4層	流出滓	被熱砂鉄（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）、滓部:U+I	29.99	4.59	5.22	24.51	0.11	0.74	33.89	<0.01	製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）
KZ-21			SL3-排滓場	2層	鉄塊系遺物	表層銹化鉄部:過共析組織、金属鉄部:亜共晶組成白鋳鉄組織	65.95	34.70	0.22	0.55	0.01	<0.01	4.67	0.01	鋳鉄塊（表層一部脱炭）
KZ-22			SL3-土坑1	8層	含鉄鉄滓	木炭破片:広葉樹材、滓部:I+Ps、銹化鉄部:亜共析組織～過共析組織痕跡	41.46	52.10	0.80	2.28	0.03	0.05	24.58	0.01	滓部:製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、鉄部（銹化）:鋼
KZ-23				4層	含鉄鉄滓	付着砂鉄:含ﾁﾀﾝ鉄鉱、滓部:I+Ps、銹化鉄部:金属組織痕跡不明瞭	45.16	48.32	1.77	11.72	0.07	0.31	15.57	<0.01	滓部:製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、鉄部の炭素量の推定は困難な状態であった
KZ-24			SL3-排滓場	2層	炉壁（含鉄）	素地:ｶﾞﾗｽ質滓（石英・長石粒混在）、滓部:I、金属鉄部:亜共析組織～過共析組織（燐偏析）	27.64	23.72	2.19	2.86	0.03	0.09	50.83	<0.01	滓部:製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、金属鉄部:鋼
KZ-25				－	鉄塊系遺物	滓部:U+I、金属鉄部:過共析組織～亜共晶組成白鋳鉄組織（ｽﾃﾃﾞｲﾄ）・ねずみ鋳鉄	―	―	―	―	―	―	―	―	滓部:製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、金属鉄部:高炭素鋼～鋳鉄
KZ-26					含鉄鉄滓	滓部:U+I、金属鉄部:ﾌｪﾗｲﾄ単相～ﾌｪﾗｲﾄ・ﾍﾞｲﾅｲﾄ	45.06	34.69	2.47	12.87	0.10	0.39	17.04	<0.01	製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、金属鉄は小形で鍛冶原料に成り得るものではない
KZ-27			SL3-土坑1	6層	砂鉄	含ﾁﾀﾝ鉄鉱（離溶組織）、被熱砂鉄（粒内微小金属粒点在）、石英・長石類混在	52.41	42.00	1.93	19.46	0.23	0.62	8.32	<0.01	火山岩起源の高ﾁﾀﾝ砂鉄
KZ-28			SL3-排滓場	－	炉内滓（炉壁付）	滓部:I+Ps、微小金属鉄粒	16.94	―	4.93	17.53	―	0.55	54.64	―	製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）
KZ-29			SL3-土坑1	4層	羽口	素地:ｶﾞﾗｽ質滓（石英・長石粒混在）、滓部:I+Ps、被熱砂鉄（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）	5.12	―	1.65	1.65	―	<0.01	89.03	―	滓部:製錬滓（原料:砂鉄、高温製錬）、耐火度:1140℃
KZ-30			SL3-踏鞴跡	2層	羽口	素地:粘土鉱物（石英・長石類混在）	3.78	―	1.11	0.78	―	<0.01	81.28	―	熱影響のほとんどない羽口、耐火度:1460℃

U:Ulvöspinel（$2FeO \cdot TiO_2$）、I:Ilmenite（$FeO \cdot TiO_2$）、Ps:Pseudobrookite（$Fe_2O_3 \cdot TiO_2$）

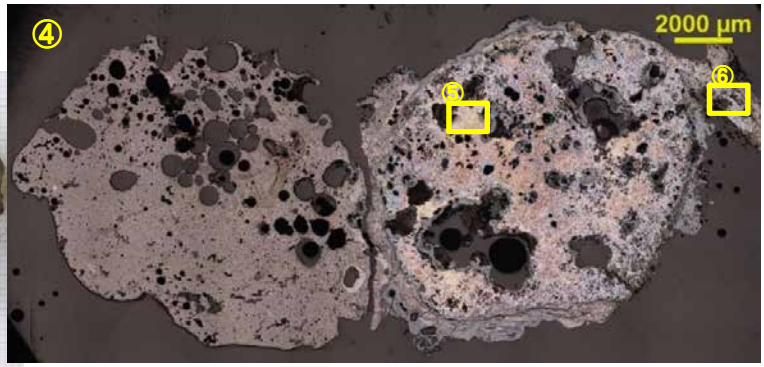
KZ-1
鉄塊系遺物
①ﾏｸﾛ組織
②左側:製錬滓、ｲﾙﾒﾅｲﾄ･ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ、右側:過共析組織～亜共晶組成白鋳鉄組織、
③亜共析組織

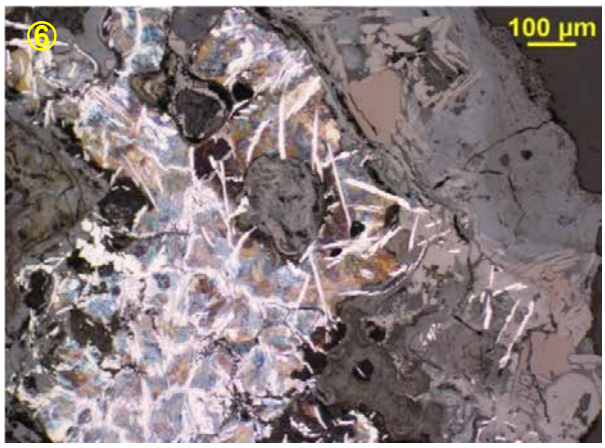






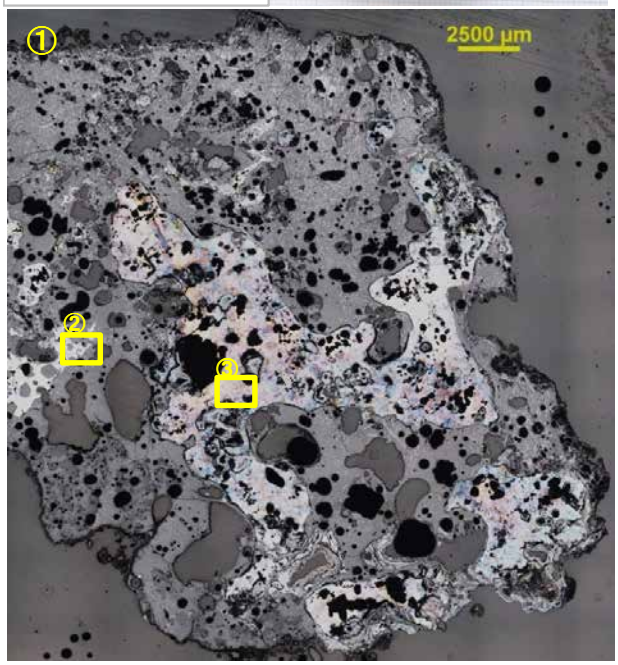
KZ-2
流動滓（含鉄）
④ﾏｸﾛ組織、左側:製錬滓、右側:金属鉄
⑤⑥金属鉄部過共析組織（ｽﾃﾃﾞｲﾄ）～ねずみ鋳鉄組織、滓部:ｳﾙﾎﾞｽﾋﾟﾈﾙ･ｲﾙﾒﾅｲﾄ

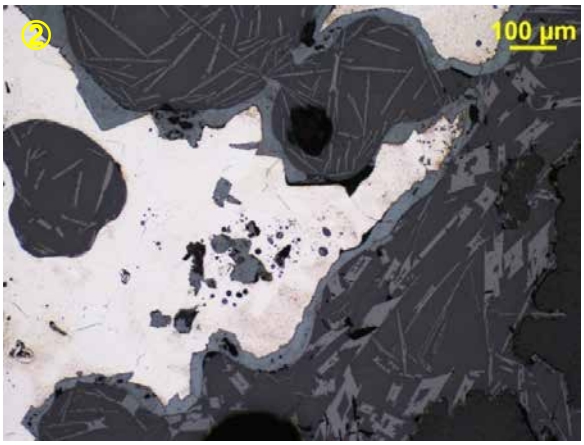


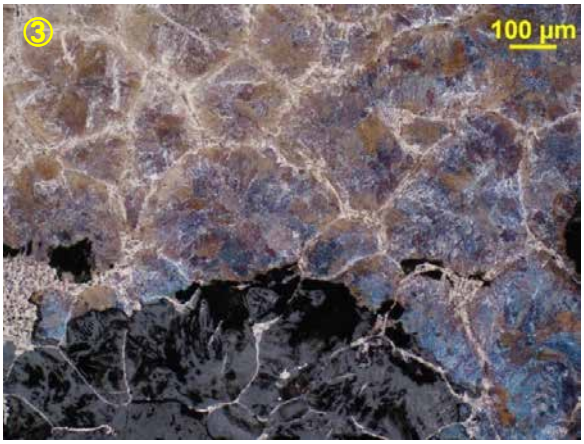


図版55　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(1)

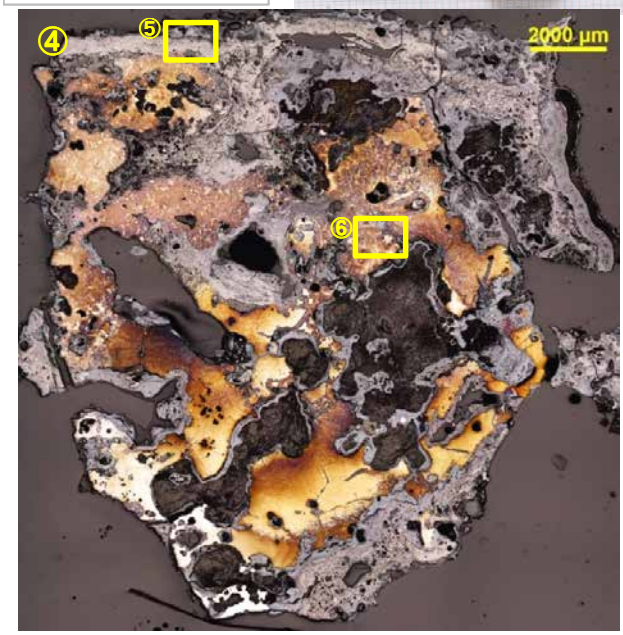
KZ-3 含鉄鉄滓
①ﾏｸﾛ組織
②滓部:ｲﾙﾒﾅｲﾄ･ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ、金属鉄部:ﾌｪﾗｲﾄ単相、
③金属鉄部:過共析組織

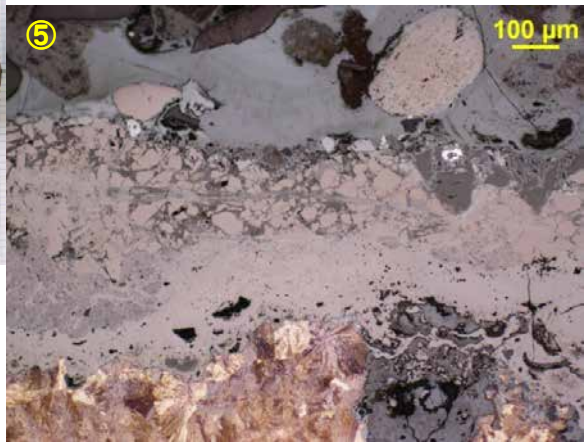






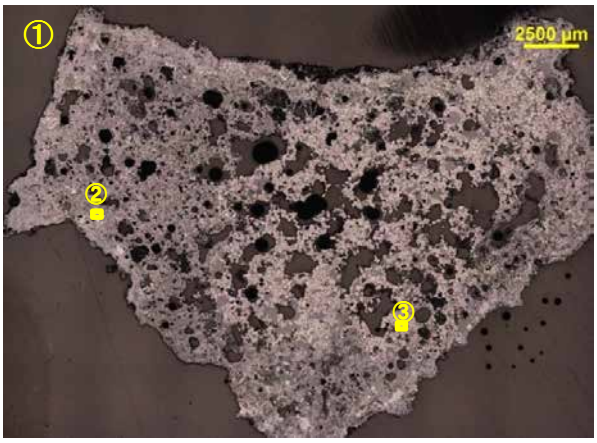
KZ-4 含鉄鉄滓
④ﾏｸﾛ組織
⑤滓部:被熱砂鉄（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）、ｲﾙﾒﾅｲﾄ･ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ、金属鉄部、共析組織、
⑥白鋳鉄組織（素地;ﾊﾟｰﾗｲﾄ･ﾏﾙﾃﾝｻｲﾄ）

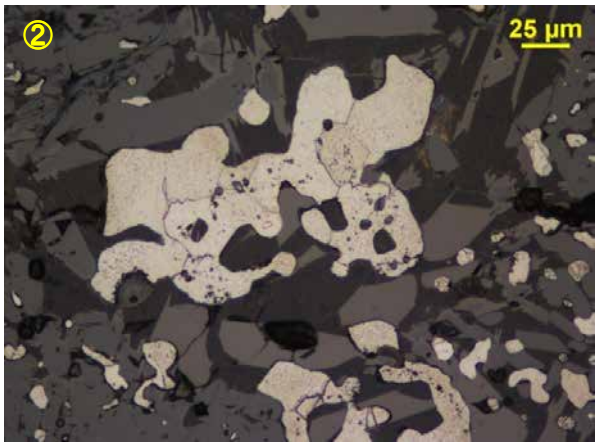


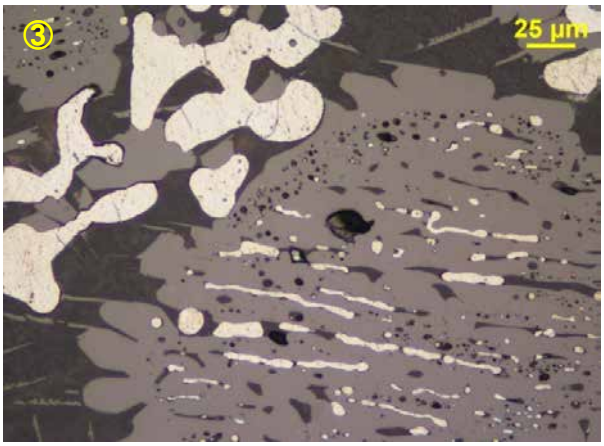


図版56　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(2)

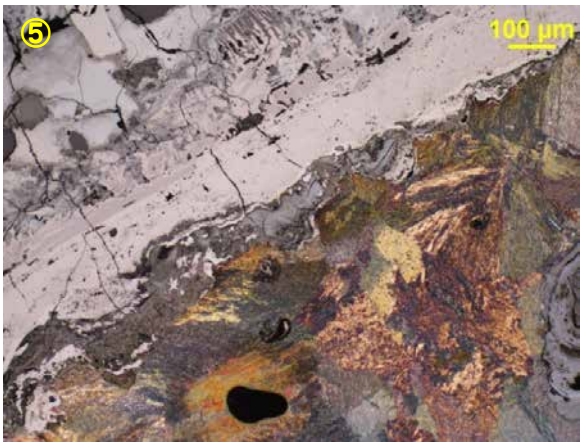
KZ-5 含鉄鉄滓
①ﾏｸﾛ組織
②③金属鉄部:ﾌｪﾗｲﾄ単相、滓部:砂鉄粒子（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）分解・滓化、ｲﾙﾒﾅｲﾄ・ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ

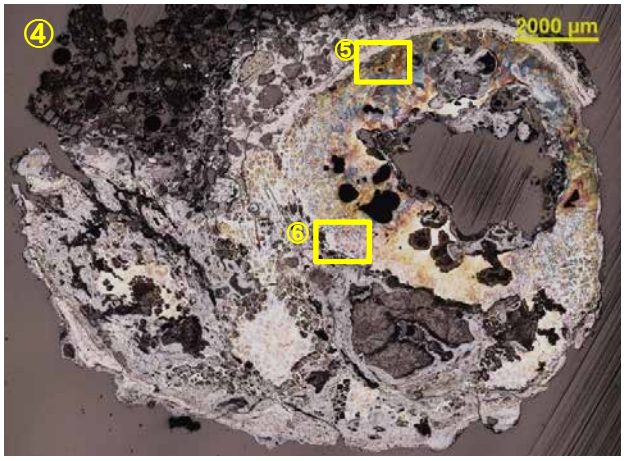


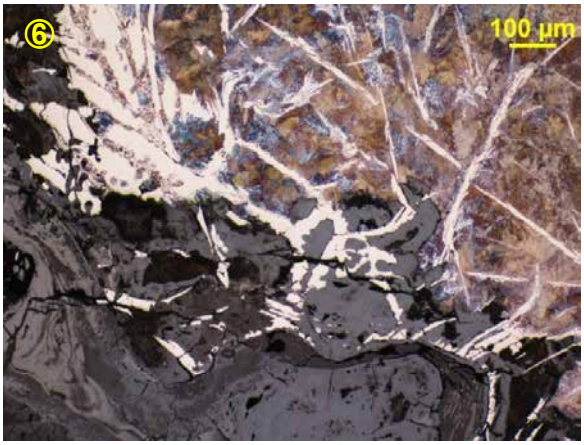




KZ-6
鉄塊系遺物
④ﾏｸﾛ組織
⑤滓部:製錬滓、ｳﾙﾎﾞｽﾋﾟﾈﾙ・ｲﾙﾐﾅｲﾄ、金属鉄部:共析組織
⑥金属鉄部:過共析組織～亜共晶組成白鋳鉄組織

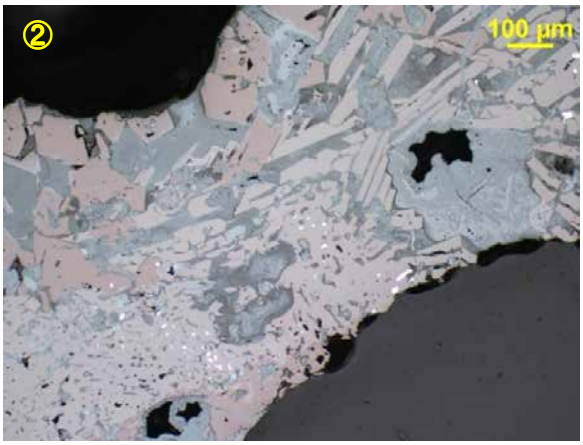


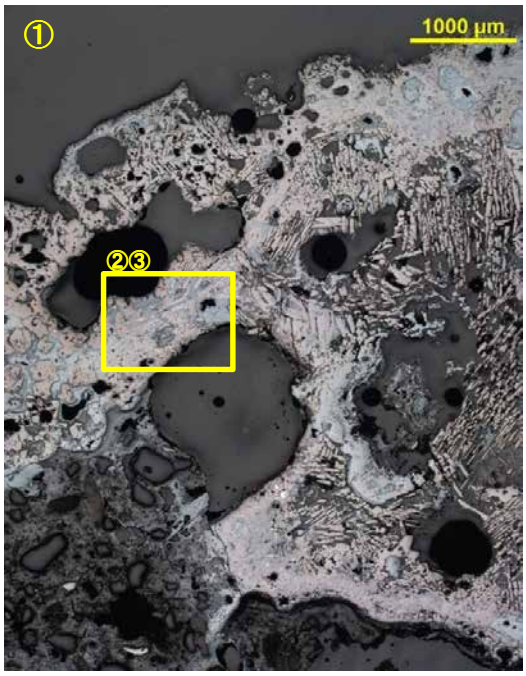


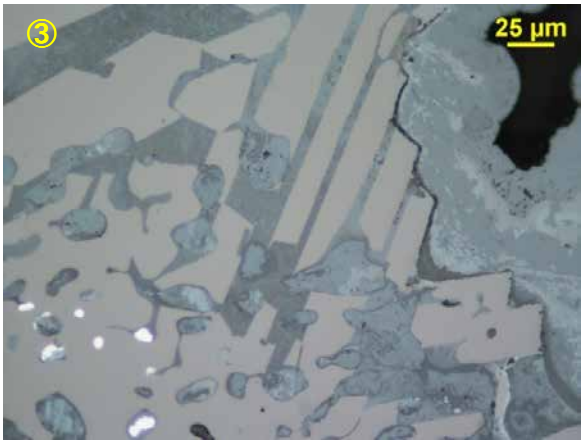


図版57　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(3)

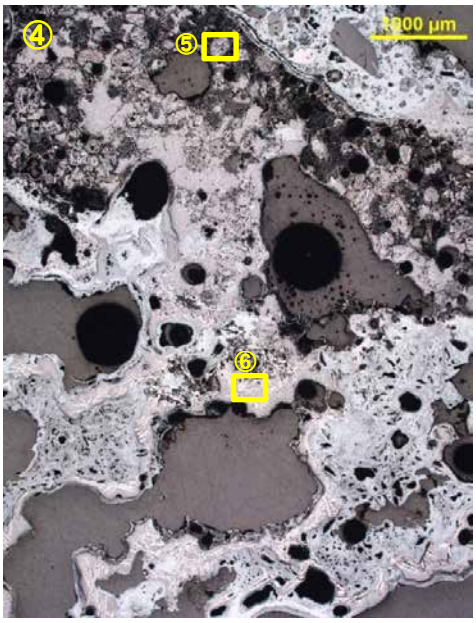
KZ-7 炉内滓
①～③滓部:ｳﾙﾎﾞｽﾋﾟﾈﾙ・ｲﾙﾒﾅｲﾄ、微小明白色粒:金属鉄





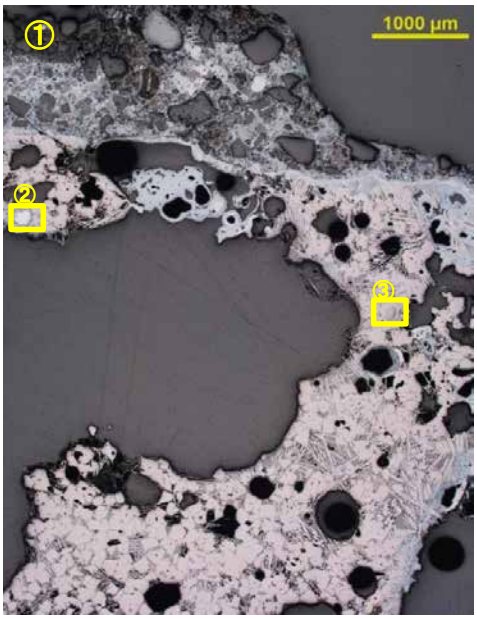


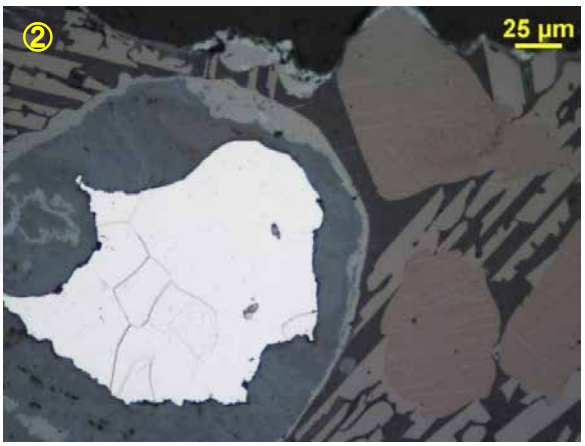
KZ-8 炉内滓
④上側:被熱砂鉄（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）、分解・滓化、下側:製錬滓、ｲﾙﾒﾅｲﾄ・ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ
⑤被熱砂鉄拡大、微小明白色粒:金属鉄、
⑥滓部拡大

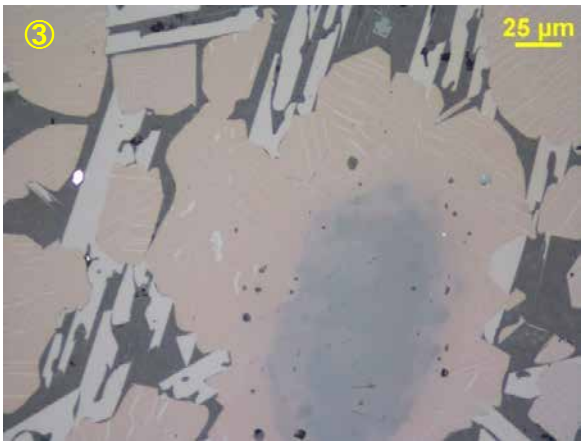


図版58　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(4)

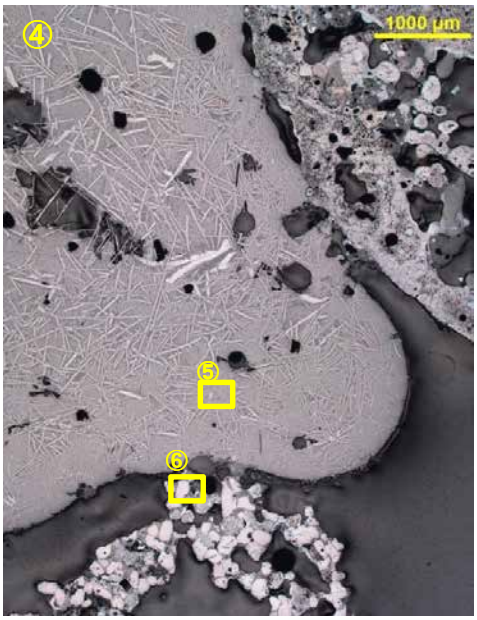
KZ-9 炉内滓
①～③滓部:ｳﾙﾎﾞｽﾋﾟﾈﾙ･ｲﾙﾒﾅｲﾄ、微小金属鉄粒:ﾌｪﾗｲﾄ単相

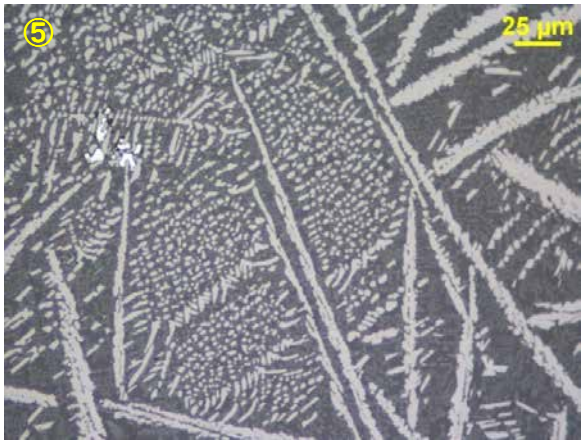


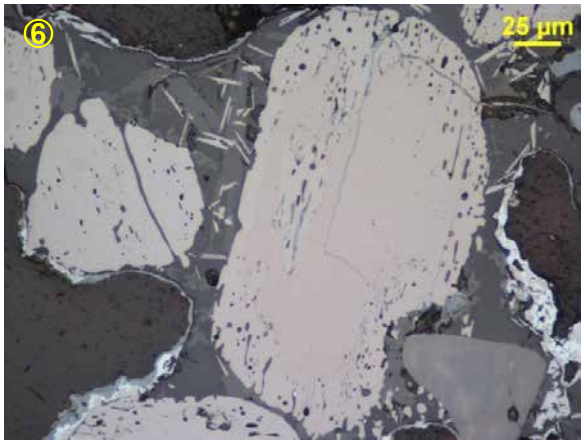




KZ-10 流出滓
④滓部:ｲﾙﾒﾅｲﾄ、被熱砂鉄（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）
⑤滓部拡大、
⑥被熱砂鉄拡大

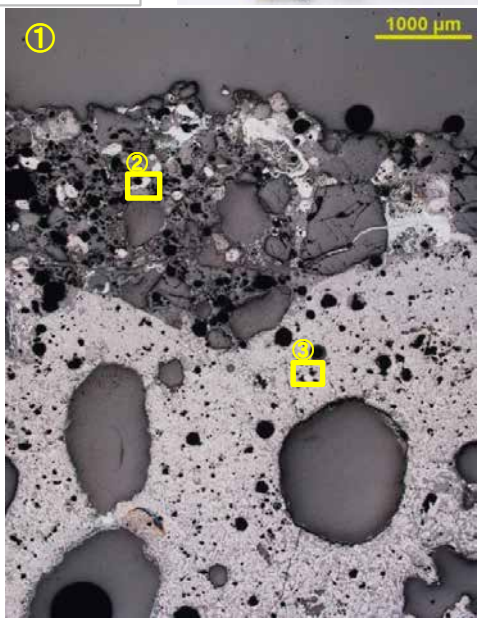


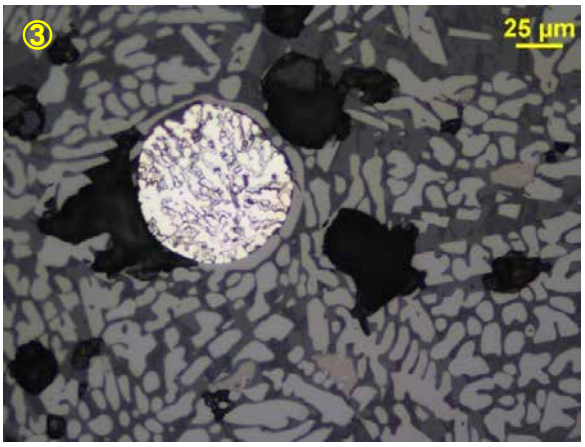




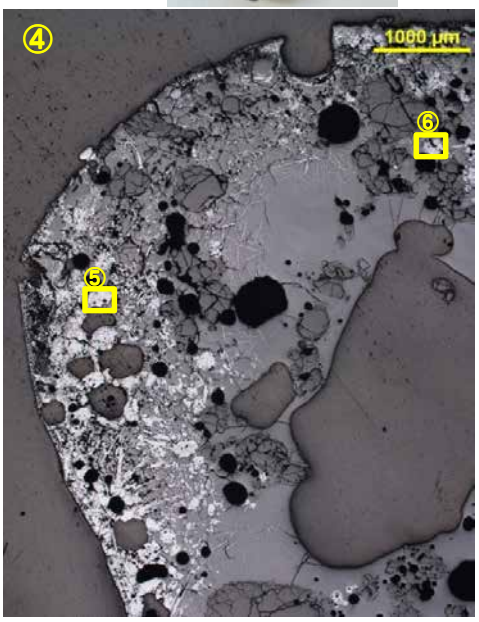
図版59　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(5)

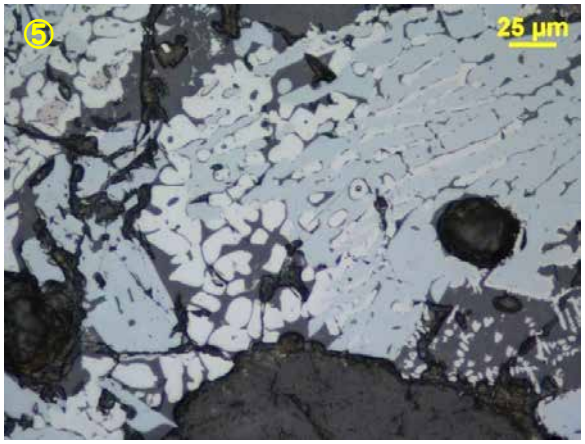
KZ-11 炉内滓
①上側:被熱砂鉄(含ﾁﾀﾝ鉄鉱)、下側:製錬滓、ｳﾙﾎﾞｽﾋﾟﾈﾙ･ｲﾙﾒﾅｲﾄ
②被熱砂鉄拡大、
③滓部拡大、微小金属鉄粒:白鋳鉄組織





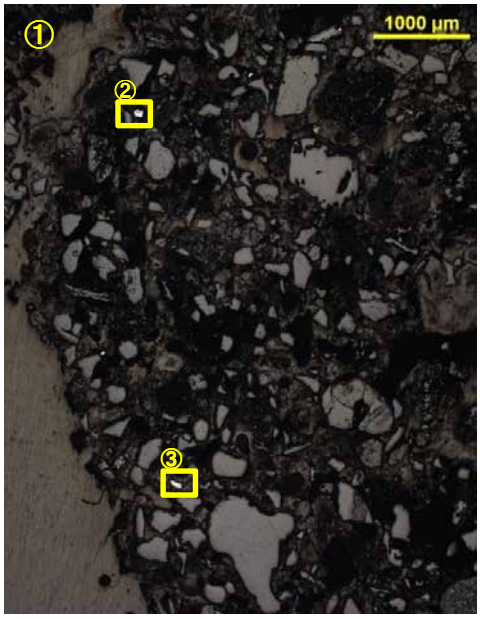
KZ-12 炉壁
④～⑥表層:被熱砂鉄(含ﾁﾀﾝ鉄鉱)分解・滓化、滓部:ｲﾙﾒﾅｲﾄ･ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ、内側:ｶﾞﾗｽ質滓(石英・長石類)混在

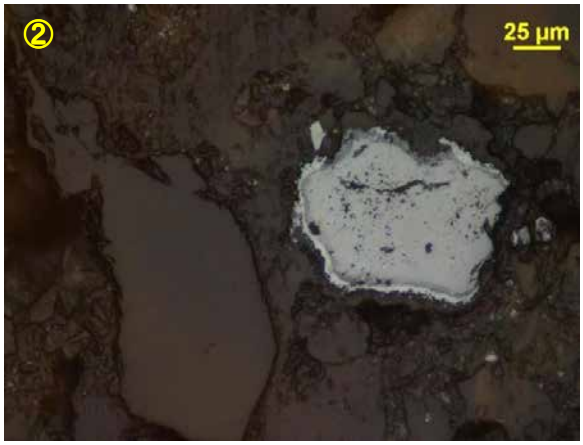


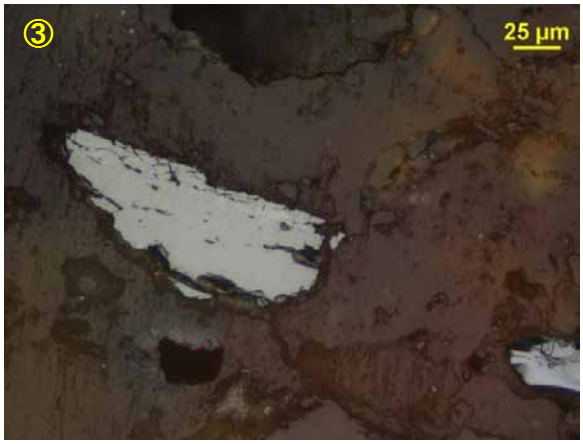


図版60　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(6)

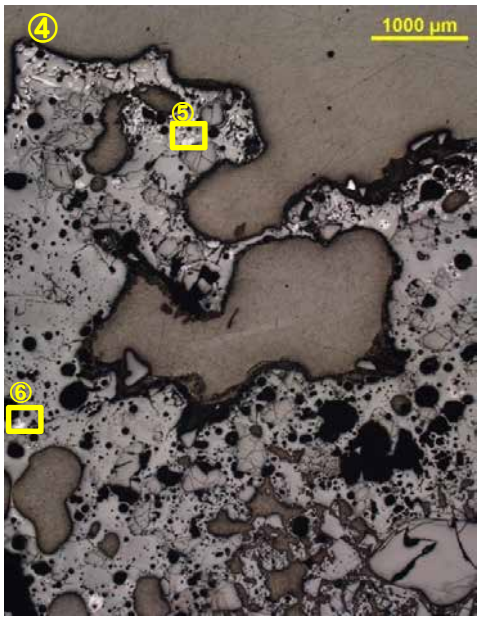
KZ-13　炉壁
①～③素地:粘土鉱物、
灰色粒:砂粒、
②③灰褐色粒、砂鉄
〈含ﾁﾀﾝ鉄鉱〉

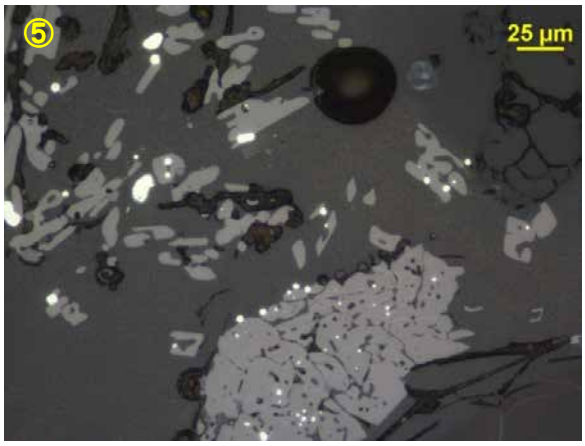


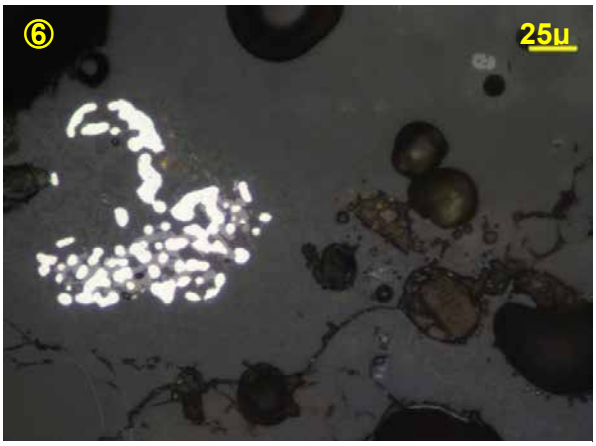




KZ-14　炉壁
④表層:製錬滓、素地:
ｶﾞﾗｽ質滓（石英・長石
類混在）、
⑤⑥製錬滓:ｲﾙﾒﾅｲﾄ・
ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ、微小明
白色粒:金属鉄

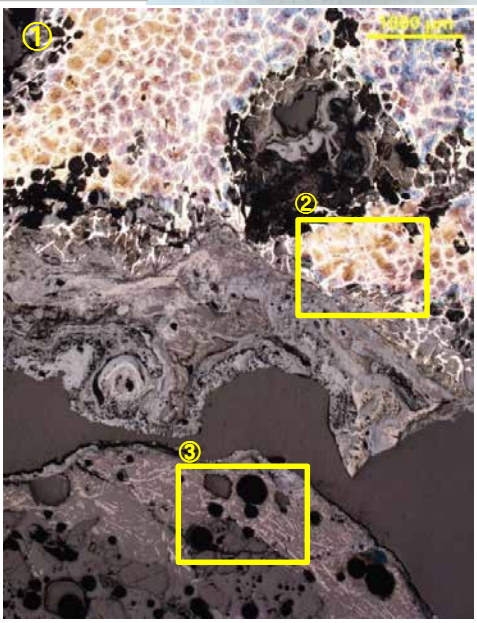


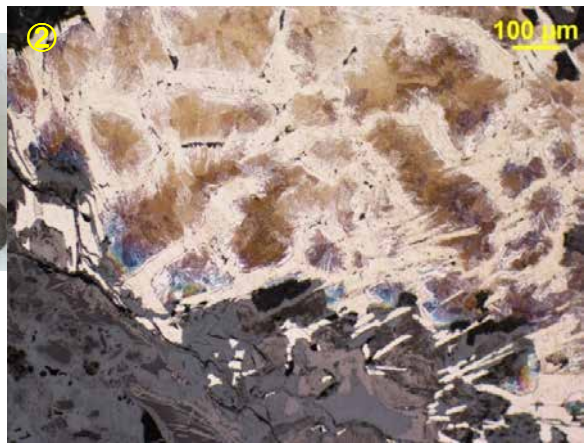


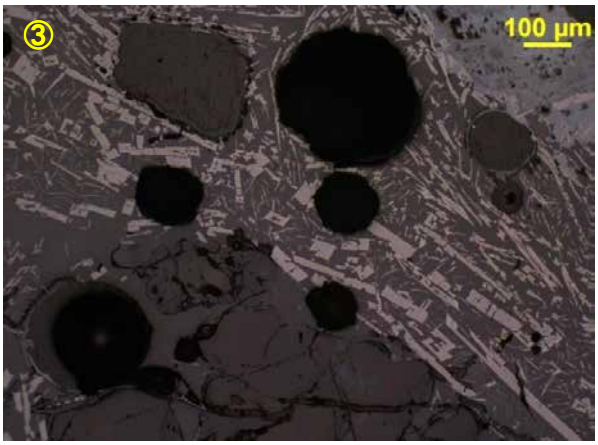


図版61　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(7)

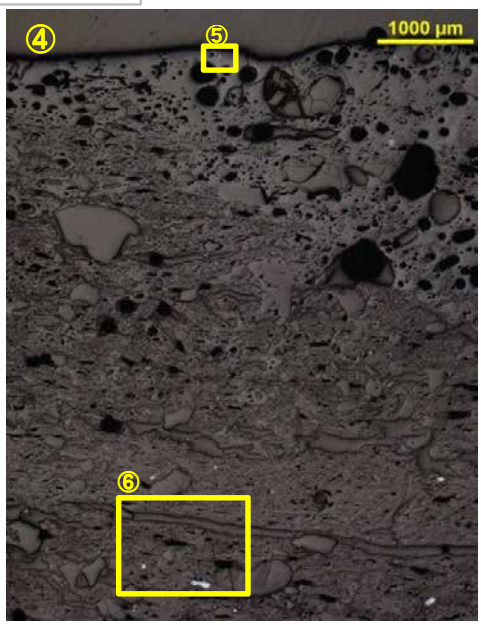
KZ-15 炉壁（含鉄）
①上側金属鉄部:亜共晶組成白鋳鉄組織、下側:製錬滓、ｲﾙﾒﾅｲﾄ・ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ～ｶﾞﾗｽ質滓（石英・長石類混在）、
②金属鉄部、
③滓部拡大





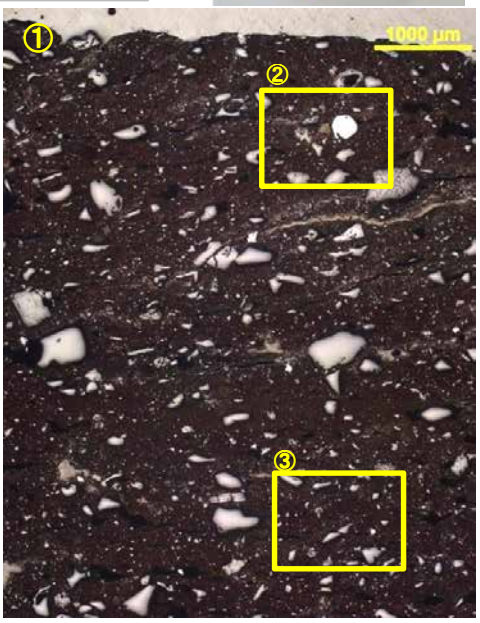


KZ-16　羽口
④表層:ｶﾞﾗｽ質滓、内側:羽口粘土、
⑤ｶﾞﾗｽ質滓部分拡大、微細ﾏｸﾞﾈﾀｲﾄ・ｳﾙﾎﾞｽﾋﾟﾈﾙ、
⑥素地:粘土鉱物砂粒〈石英・長石類〉混在

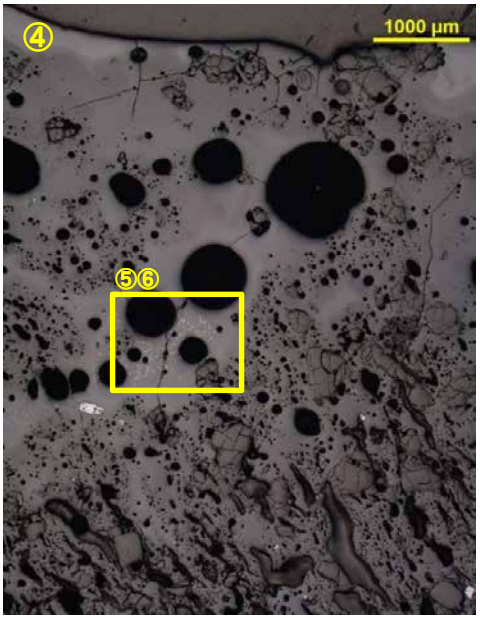


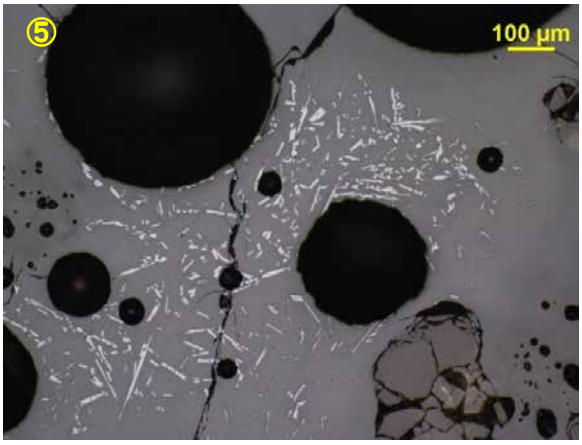
図版62　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(8)

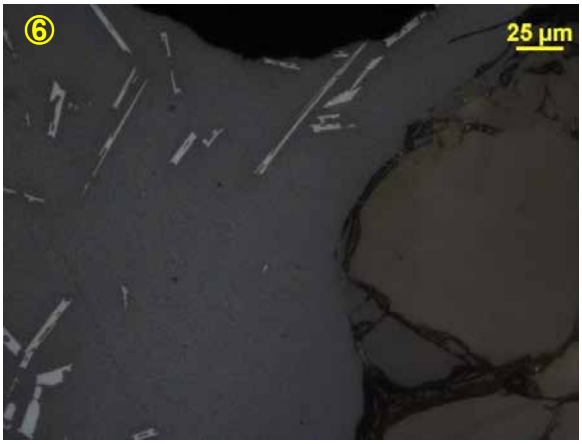
KZ-17　羽口
①～③素地:粘土鉱物砂粒〈石英・長石類〉混在



KZ-18　通風管
④～⑥外面表層:ｶﾞﾗｽ質滓、ｲﾙﾒﾅｲﾄ

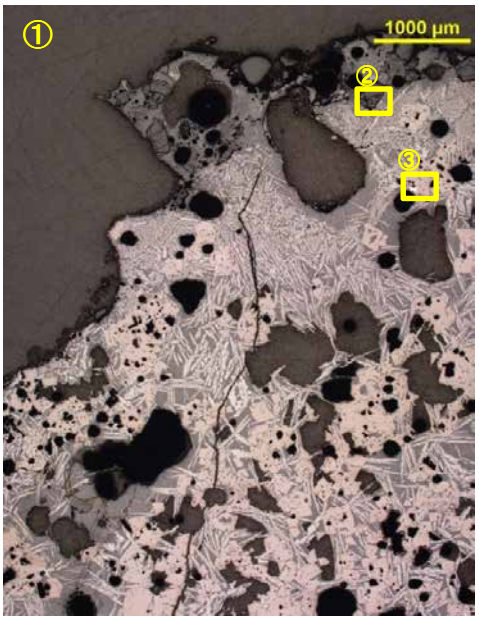


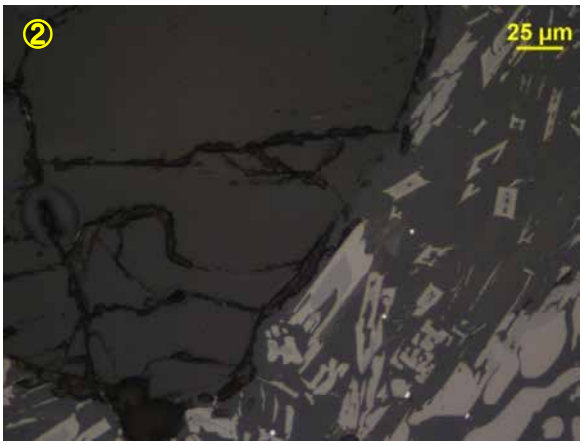


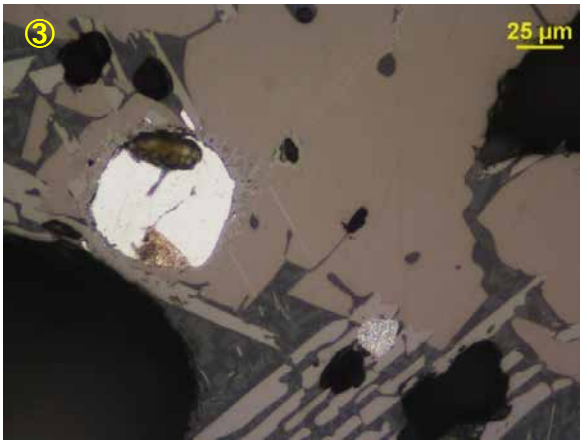


図版63　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(9)

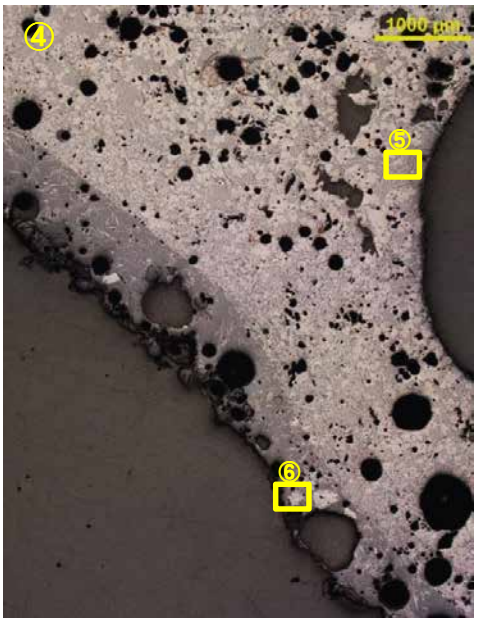
KZ-19　流出滓
①～③滓部:ｳﾙﾎﾞｽﾋﾟﾈﾙ・ｲﾙﾒﾅｲﾄ・ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ
③微小金属鉄粒:亜共析組織

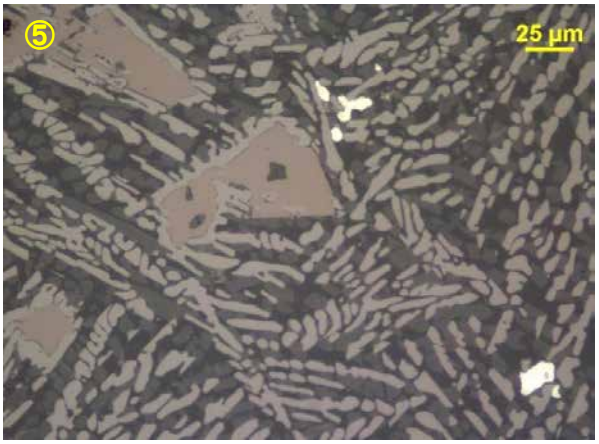


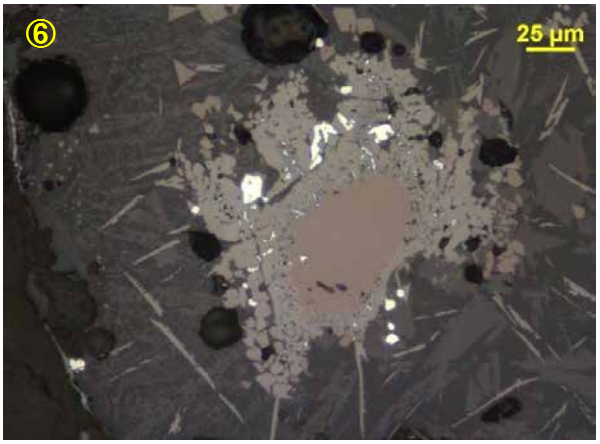




KZ-20　流出滓
④～⑥滓部:ｳﾙﾎﾞｽﾋﾟﾈﾙ・ｲﾙﾒﾅｲﾄ
⑥中央被熱砂鉄（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）還元・滓化、微小明白色粒:金属鉄

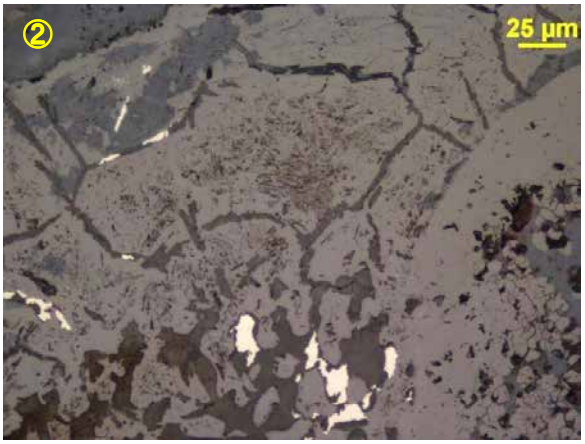


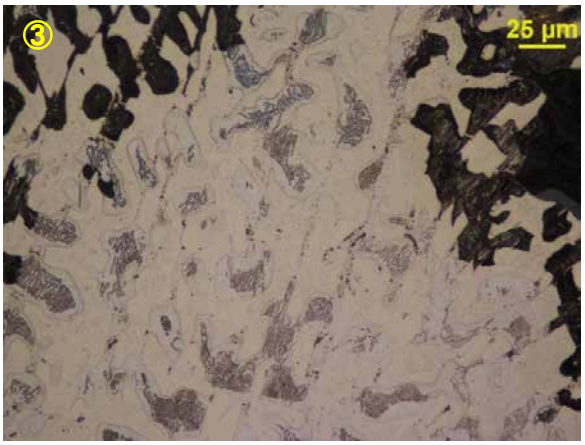




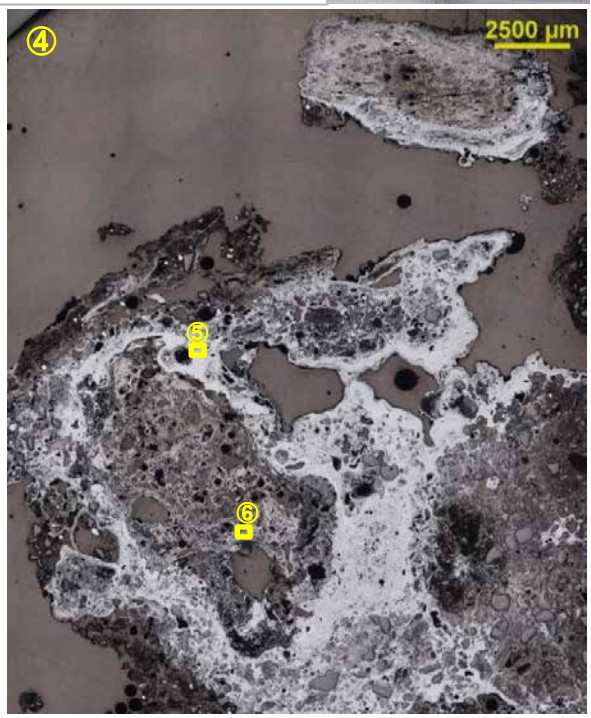
図版64　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(10)

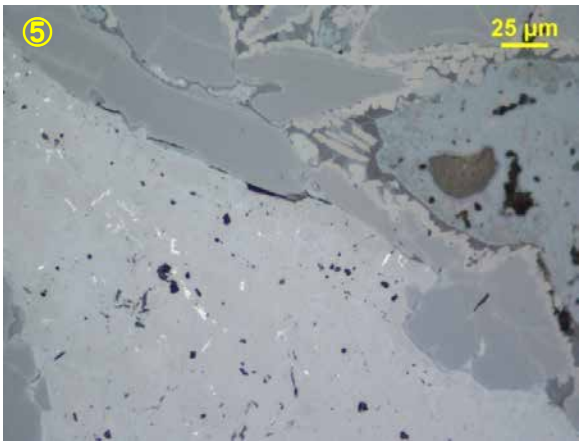
KZ-21
鉄塊系遺物
①ﾏｸﾛ組織
②表層銹化鉄部:過共析組織痕跡、
③金属鉄部:亜共晶組成白鋳鉄





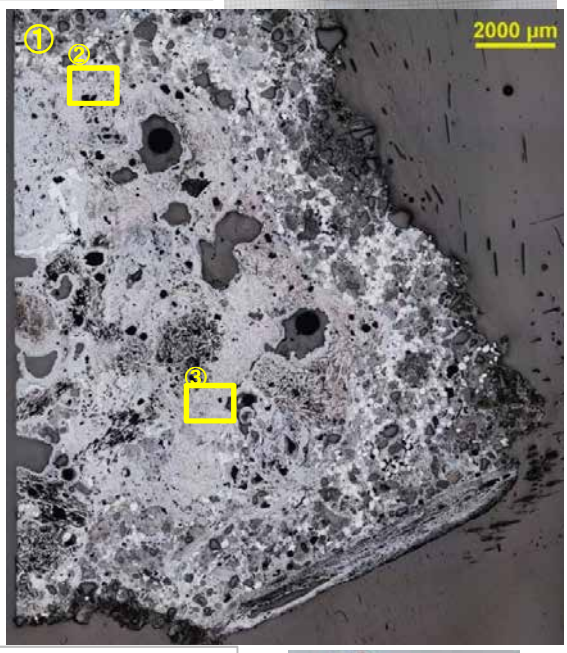
KZ-22　含鉄鉄滓
④ﾏｸﾛ組織、木炭破片
⑤滓部:ｲﾙﾒﾅｲﾄ・ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ、銹化鉄部:亜共析組織痕跡、
⑥銹化鉄部:過共析組織痕跡か

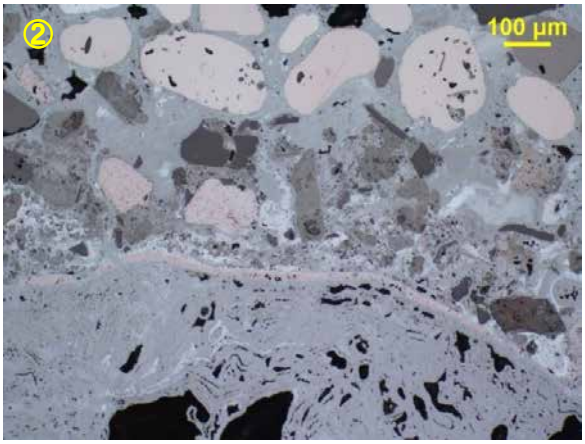


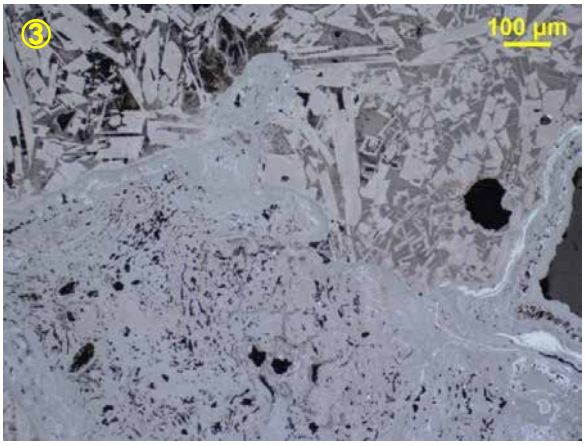


図版65　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(11)

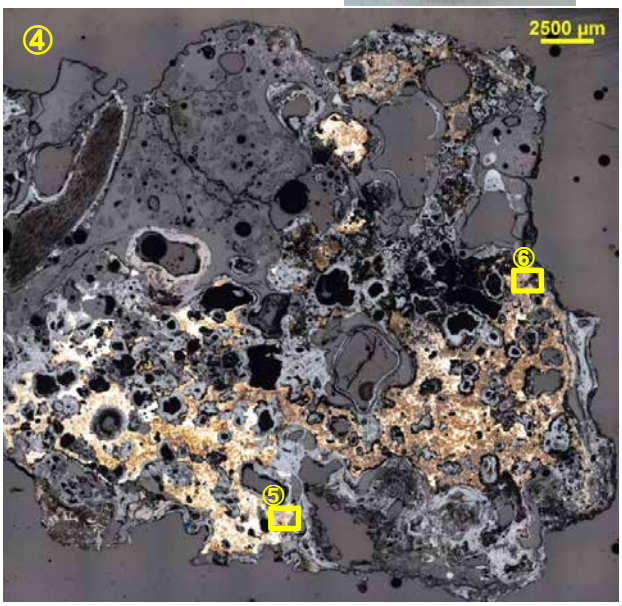
KZ-23　含鉄鉄滓
①ﾏｸﾛ組織
②上側:砂鉄粒子（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）、下側:銹化鉄部
③上側製錬滓:ｲﾙﾒﾅｲﾄ・ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ、下側:銹化鉄部





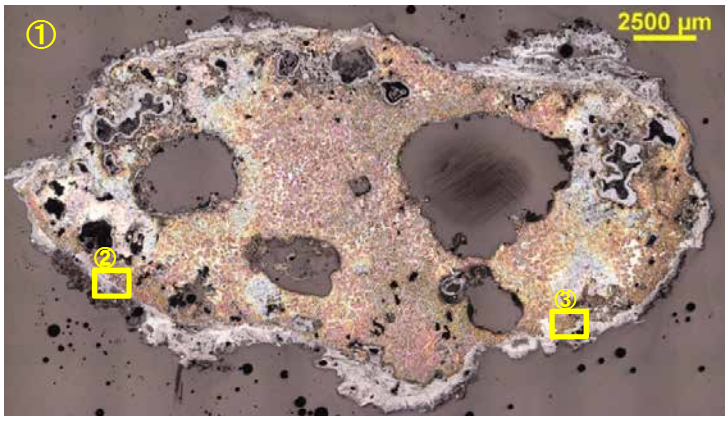


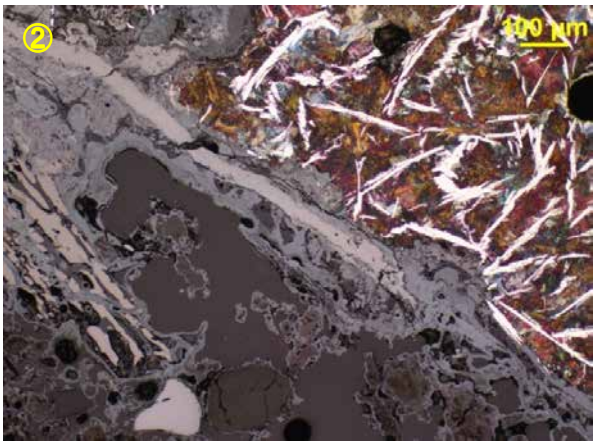
KZ-24　炉壁（含鉄）
④ﾏｸﾛ組織、暗灰色部:ｶﾞﾗｽ質滓（石英・長石類混在）
⑤金属鉄部:亜共析組織（燐偏析）、
⑥金属鉄部:過共析組織（ｽﾃﾞｲﾄ）、滓部:ｲﾙﾒﾅｲﾄ

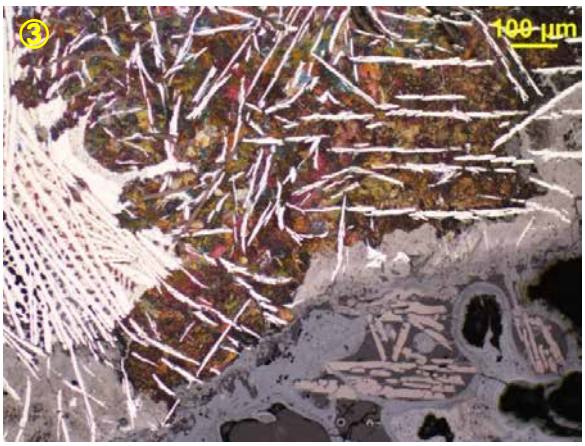


図版66　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(12)

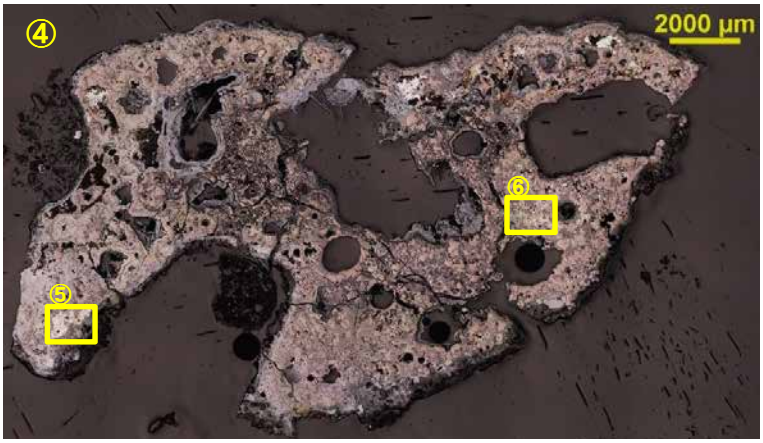
KZ-25
鉄塊系遺物
①ﾏｸﾛ組織
②③滓部:ｲﾙﾒﾅｲﾄ・ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ、金属鉄部:過共析組織～亜共晶組成白鋳鉄・ねずみ鋳鉄組織

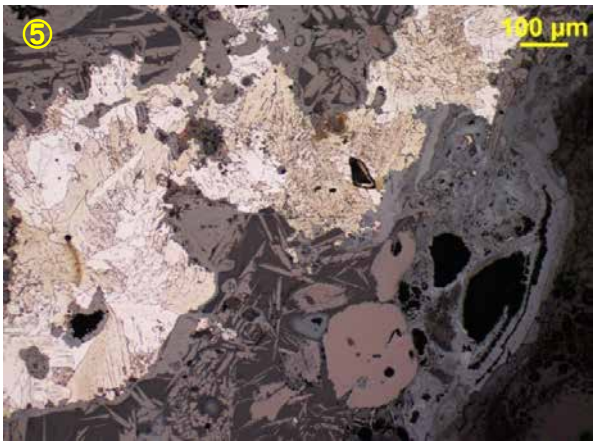


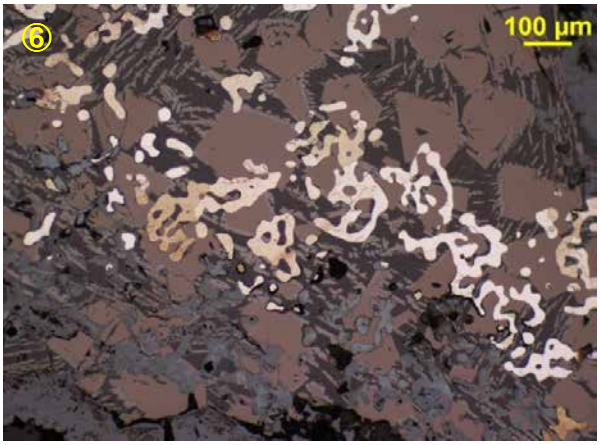




KZ-26　含鉄鉄滓
④ﾏｸﾛ組織
⑤被熱砂鉄（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）、滓部:ｳﾙﾎﾞｽﾋﾟﾈﾙ・ｲﾙﾒﾅｲﾄ、金属鉄部:ﾌｪﾗｲﾄ・ﾍﾞｲﾅｲﾄ、
⑥滓部:ｳﾙﾎﾞｽﾋﾟﾈﾙ・ｲﾙﾒﾅｲﾄ、金属鉄部:ﾌｪﾗｲﾄ単相

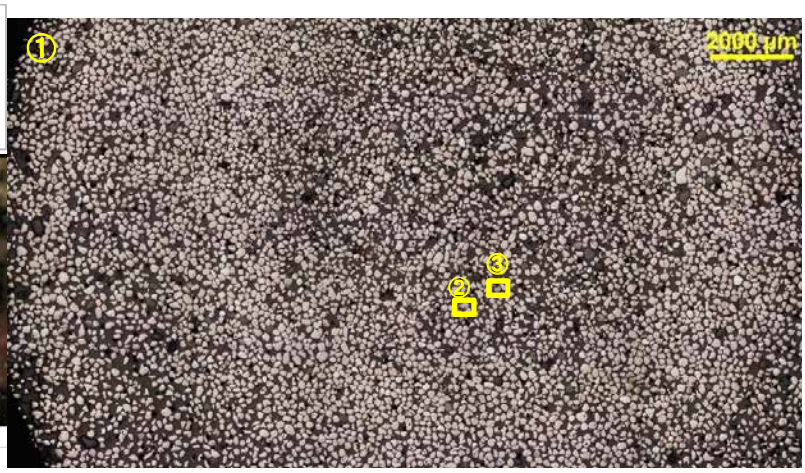


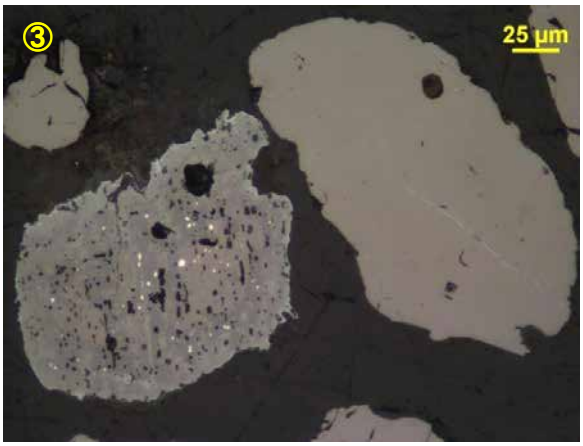




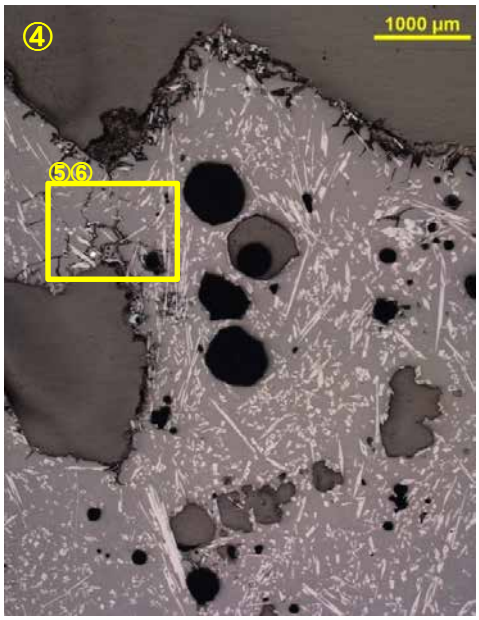
図版67　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(13)

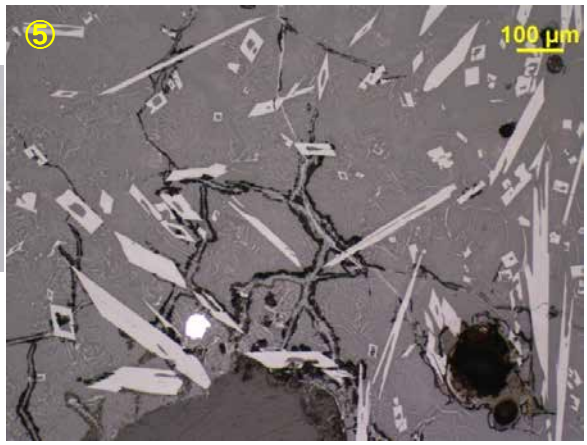
KZ-27　砂鉄
①ﾏｸﾛ組織、②砂鉄（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）離溶組織、
③砂鉄粒内明白色部:金属鉄

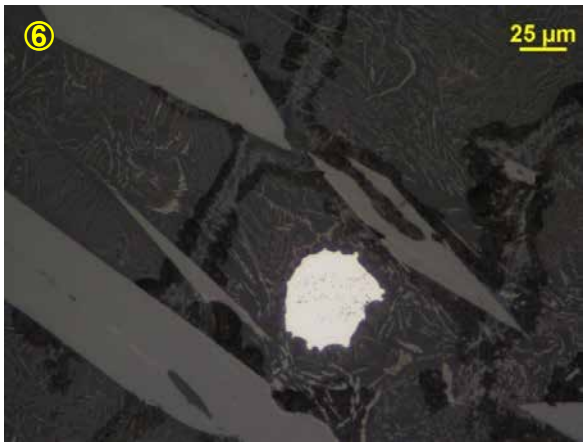




KZ-28
炉内滓（炉壁付）
④～⑥内面表層:砂鉄製錬滓、ｲﾙﾒﾅｲﾄ・ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ、微小明白色粒:金属鉄

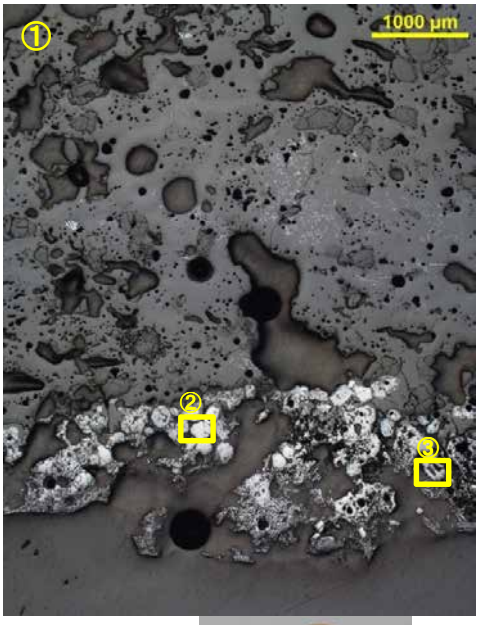


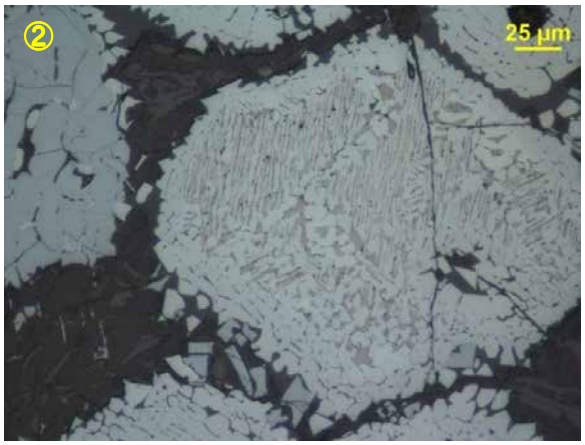




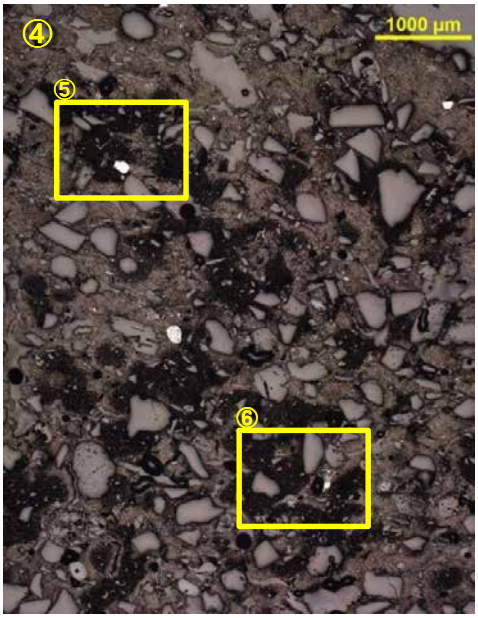
図版68　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(14)

KZ-29　羽口
①～③上側:ｶﾞﾗｽ質滓、（石英・長石類混在）、下側:被熱砂鉄（含ﾁﾀﾝ鉄鉱）、滓部:ｲﾙﾒﾅｲﾄ･ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｯｶｲﾄ





KZ-30　羽口
④～⑥素地:粘土鉱物、砂粒（石英・長石類・含ﾁﾀﾝ鉄鉱）混在



図版69　製鉄関連遺物の顕微鏡組織(15)

第２節　放射性炭素年代(AMS 測定)

１　測定対象試料

製鉄地区の木炭窯跡･製鉄遺構などで出土した炭化材(炭化物片)から 140 点を選び、自然科学分析を実施した。放射性炭素年代測定の対象としたのは、それらのうちの 47 点である(第 47･48 表)。また、それら 47 点すべてを含む 140 点を対象に、樹種同定を実施した。その結果は第 3 節において報告する。なお、両分析における試料番号は共通としてある。

２　化学処理工程

（１）メス･ピンセットを使い、根･土等の付着物を取り除く。

（２）酸-アルカリ-酸(AAA：Acid Alkali Acid)処理により不純物を化学的に取り除く。その後、超純水で中性になるまで希釈し、乾燥させる。AAA 処理における酸処理では、通常 1mol/ℓ(1M)の塩酸(HCl)を用いる。アルカリ処理では水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液を用い、0.001M から 1M まで徐々に濃度を上げながら処理を行う。アルカリ濃度が 1M に達した時には「AAA」、1M 未満の場合は「AaA」と第 47･48 表に記載する。

（３）試料を燃焼させ、二酸化炭素(CO_2)を発生させる。

（４）真空ラインで二酸化炭素を精製する。

（５）精製した二酸化炭素を、鉄を触媒として水素で還元し、グラファイト(C)を生成させる。

（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、測定装置に装着する。

３　測定方法

加速器をベースとした ^{14}C-AMS 専用装置(NEC 社製)を使用し、^{14}C の計数、^{13}C 濃度($^{13}C/^{12}C$)、^{14}C 濃度($^{14}C/^{12}C$)の測定を行う。測定では、米国国立標準局(NIST)から提供されたシュウ酸(HOxⅡ)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。

４　算出方法

（１）$\delta^{13}C$ は、試料炭素の ^{13}C 濃度($^{13}C/^{12}C$)を測定し、基準試料からのずれを千分偏差(‰)で表した値である(第 48･49 表)。AMS 装置による測定値を用い、表中に「AMS」と注記する。

（２）^{14}C 年代(Libby Age：yrBP)は、過去の大気中 ^{14}C 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。年代値の算出には、Libby の半減期(5568 年)を使用する(Stuiver and Polach 1977)。^{14}C 年代は $\delta^{13}C$ によって同位体効果を補正する必要がある。補正した値を第 47･48 表に、補正していない値を参考値として第 49～52 表に示した。^{14}C 年代と誤差は、下 1 桁を丸めて 10 年単位で表示される。また、^{14}C 年代の誤差(±1σ)は、試料の ^{14}C 年代がその誤差範囲に入る確率が 68.2%であることを意味する。

（３）pMC (percent Modern Carbon)は、標準現代炭素に対する試料炭素の ^{14}C 濃度の割合である。pMC が小さい(^{14}C が少ない)ほど古い年代を示し､pMC が 100 以上(^{14}C の量が標準現代炭素と同等以上)の場合 Modern とする。この値も $\delta^{13}C$ によって補正する必要があるため、補正した値を第 47･48 表に、補正していない値を参考値として第 49～52 表に示した。

（４）暦年較正年代とは、年代が既知の試料の ^{14}C 濃度をもとに描かれた較正曲線と照らし合わせ、過去の ^{14}C 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、^{14}C 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(1σ＝68.2%)あるいは 2 標準偏差(2σ＝95.4%)で表示される。グラフの縦軸が ^{14}C 年代、横軸が暦年較正年代を表す。暦年較正プログラムに入力される値は、δ ^{13}C 補正を行い、下 1 桁を丸めない ^{14}C 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、IntCal13 データベース(Reimer et al. 2013)を用い、OxCalv4.3 較正プログラム(Bronk Ramsey 2009)を使用した。暦年較正年代については、特定のデータベース、プログラムに依存する点を考慮し、プログラムに入力する値とともに参考値として第 49～52 表に示した。暦年較正年代は、^{14}C 年代に基づいて較正(calibrate)された年代値であることを明示するために「cal BC/AD」または「cal BP」という単位で表される。

５　測定結果

測定結果を第 47･48 表ならびに第 49～52 表に示す。

試料の ^{14}C 年代は、1460±20yrBP(No.90)から 1190±20yrBP(No.51)の間にある。暦年較正年代(1σ)は、最も古い No.90 が 590～636cal AD の範囲、最も新しい No.51 が 779～879cal AD の間に 3 つの範囲で示される。

測定された炭化材試料 47 点のうち、No.72、112、122 の 3 点は樹皮が認められ、No.7、99、104、109、115、125、127、129、139 の 9 点は樹皮直下の可能性のある部位が見られたため、これらについては最外年輪部から測定試料を採取した。No.63 に関しては、樹種同定(第 3 節参照)で樹皮であることが確認された。他の 34 点には樹皮が観察されず、また樹皮直下とも判断できなかった。これら 34 点については、以下に記す古木効果を考慮する必要がある。

樹木は外側に年輪を形成しながら成長するため、その木が伐採等で死んだ年代を示す試料は最外年輪から得られ、内側の試料は年輪数の分だけ古い年代値を示す(古木効果)。このため、最外年輪を確認できない 34 点の試料の本来の年代は、測定された年代値よりも新しい可能性がある。また、樹皮である No.63 についても、最外年輪より先に形成された部位であるため、示された年代値はこの木が死んだ年代よりも古い可能性がある。

同一遺構で複数の試料が測定されたのは、C 区の SL1(No.1、2)、SL2(No.7、8)、SY3(No.51、55)、SY4(No.39、41)、SY6(No.60、63)、SY7(No.17、19、20)、SY10(No.23、26、28)、SY13(No.46、47)、E 区の SY14(No.74、75、78)、D 区の SY15(No.83、86、90)、SY16(No.92、95、99)、SY17(No.112、115、118)、SY18(No.101、104)、SY19(No.122、125)、SY20(No.107、109)、B 区の SL3-排滓場(No.127、129)、SL3-土坑 1(No.136、139)である。

これらの遺構から出土した試料の年代値(1σ暦年代範囲)を見ると、遺構ごとにおおむね近い値を示すものが多い。C 区 SL1-炉跡、SY4、SY7、SY10、SY13、E 区 SY14、D 区 SY18、B 区 SL3-排滓場、SL3-土坑 1 から出土した試料の年代値はいずれも重なる範囲がある。D 区 SY16 の同一層から出土した試料にはやや年代差がみられ、3 点のうち樹皮直下と判断された No.99 が新しいことから、他の 2 点には前述した古木効果が影響している可能性がある。D 区 SY15 の 3 点は、やや年代差がみられるが、層位には矛盾しない。

他方、C 区 SI2、SY6、D 区 SY17、SY19 の試料は、樹皮が確認された、または樹皮直下と判断された試料(C 区 SL2-炉跡の No.7、SY6 の No.63、D 区 SY18 の No.104、SY17 の No.112)が、最外年輪を確認できない試料よりも若干古い年代値を示す(重なる範囲があるものもある)。また、C 区 SY3 の同一層から出土した試料は、より確率の低い範囲まで含めて 2σ暦年代範囲で見ても 2 点の年代値が重ならない。いずれも大きな年代差ではなく、木の伐採から出土遺構での使用に至るまでの過程で生じた時間差の可能性や、何らかの混入なども考

慮する必要がある。

試料の炭素含有率は、No. 42 を除く 46 点が 50%を超える適正な値で、化学処理、測定上の問題は認められない。No. 42 は土の付着が観察され、炭素含有率が 34%という炭化物としては若干低い値となった。測定された炭素の由来に若干注意を要するが、測定結果に影響するほどではない。

第 47 表　C 区試料の放射性炭素年代測定結果（δ ^{13}C 補正値）

測定番号	試料名	採取場所	試料形態	処理方法	δ ^{13}C (‰) (AMS)	δ ^{13}C 補正あり	
						Libby Age (yrBP)	pMC (%)
IAAA-170552	No.1	C 区　SL1-炉跡 A 区画･炉 1 層	炭化材	AAA	**-23.47 ± 0.27**	**1,240 ± 20**	**85.74 ± 0.22**
IAAA-170553	No.2	C 区　SL1-炉跡 A 区画･炉 1 層	炭化材	AAA	**-27.54 ± 0.33**	**1,250 ± 20**	**85.59 ± 0.24**
IAAA-170554	No.7	C 区　SL2-炉跡 B 区画･炉 3 層	炭化材	AAA	**-28.77 ± 0.26**	**1,280 ± 20**	**85.22 ± 0.23**
IAAA-170555	No.8	C 区　SL2-炉跡 D 区画･炉 6 層	炭化材	AAA	**-26.35 ± 0.27**	**1,210 ± 20**	**86.00 ± 0.23**
IAAA-170556	No.17	C 区　SY7　50 層(窯体 C 面)	炭化材	AaA	**-25.58 ± 0.25**	**1,280 ± 20**	**85.23 ± 0.22**
IAAA-170557	No.19	C 区　SY7　50 層(窯体 C 面)	炭化材	AaA	**-27.06 ± 0.21**	**1,310 ± 20**	**84.96 ± 0.22**
IAAA-170558	No.20	C 区　SY7　50 層(窯体 C 面)	炭化材	AAA	**-28.26 ± 0.21**	**1,300 ± 20**	**85.01 ± 0.22**
IAAA-170559	No.21	C 区　SY1　2 層(窯体 A 面)	炭化材	AAA	**-27.17 ± 0.22**	**1,210 ± 20**	**85.99 ± 0.23**
IAAA-170560	No.23	C 区　SY10　43 層(窯体 A 面)	炭化材	AAA	**-26.56 ± 0.23**	**1,330 ± 20**	**84.74 ± 0.22**
IAAA-170561	No.26	C 区　SY10　55 層(窯体 F 面)	炭化材	AAA	**-26.24 ± 0.22**	**1,280 ± 20**	**85.32 ± 0.22**
IAAA-170562	No.28	C 区　SY10　55 層(窯体 F 面)	炭化材	AAA	**-25.24 ± 0.28**	**1,300 ± 20**	**85.09 ± 0.21**
IAAA-170563	No.39	C 区　SY4　54 層(窯体 E 面)	炭化材	AAA	**-23.14 ± 0.34**	**1,230 ± 20**	**85.84 ± 0.23**
IAAA-170564	No.41	C 区　SY4　54 層(窯体 E 面)	炭化材	AAA	**-19.57 ± 0.29**	**1,230 ± 20**	**85.83 ± 0.23**
IAAA-170565	No.42	C 区　SY8　30 層(窯体 A 面)	炭化材	AaA	**-24.53 ± 0.25**	**1,270 ± 20**	**85.40 ± 0.23**
IAAA-170566	No.46	C 区　SY13　53 層(窯体 A 面)	炭化材	AAA	**-27.13 ± 0.22**	**1,260 ± 20**	**85.47 ± 0.23**
IAAA-170567	No.47	C 区　SY13　53 層(窯体 A 面)	炭化材	AAA	**-27.37 ± 0.26**	**1,300 ± 20**	**85.10 ± 0.22**
IAAA-170568	No.51	C 区　SY3　9 層(窯体 A 面)	炭化材	AAA	**-22.66 ± 0.27**	**1,190 ± 20**	**86.24 ± 0.22**
IAAA-170569	No.55	C 区　SY3　9 層(窯体 A 面)	炭化材	AAA	**-24.37 ± 0.26**	**1,280 ± 20**	**85.28 ± 0.22**
IAAA-170570	No.60	C 区　SY6　25 層(窯体 B 面)	炭化材	AAA	**-25.66 ± 0.22**	**1,290 ± 20**	**85.13 ± 0.22**
IAAA-170571	No.63	C 区　SY6　25 層(窯体 B 面)	炭化材	AAA	**-23.97 ± 0.32**	**1,340 ± 20**	**84.62 ± 0.23**
IAAA-170572	No.64	C 区　SK10　3 層	炭化材	AAA	**-28.18 ± 0.24**	**1,260 ± 20**	**85.48 ± 0.22**
IAAA-170573	No.67	C 区　SK12　2 層	炭化材	AAA	**-20.21 ± 0.30**	**1,220 ± 20**	**85.95 ± 0.23**
IAAA-170574	No.70	C 区　SI1　カマド内堆積土	炭化材	AAA	**-23.43 ± 0.32**	**1,290 ± 20**	**85.15 ± 0.24**
IAAA-170575	No.72	C 区　SI2　カマド袖構築土	炭化材	AAA	**-24.46 ± 0.27**	**1,250 ± 20**	**85.63 ± 0.24**

第 48 表　B 区･D 区･E 区試料の放射性炭素年代測定結果（δ ^{13}C 補正値）

測定番号	試料名	採取場所	試料形態	処理方法	δ ^{13}C (‰) (AMS)	δ ^{13}C 補正あり	
						Libby Age (yrBP)	pMC (%)
IAAA-170576	No.74	E 区　SY14　5a 層 (窯体奥壁北西隅)	炭化材	AaA	**-25.09 ± 0.20**	**1,350 ± 20**	**84.52 ± 0.22**
IAAA-170577	No.75	E 区　SY14　5a 層 (窯体奥壁北西隅)	炭化材	AaA	**-26.34 ± 0.22**	**1,340 ± 20**	**84.63 ± 0.22**
IAAA-170578	No.78	E 区　SY14　4b･c 層 (前庭部北西側炭層)	炭化材	AAA	**-29.44 ± 0.22**	**1,350 ± 20**	**84.52 ± 0.23**
IAAA-170579	No.83	D 区　SY15　24 層(窯体 A 面)	炭化材	AAA	**-24.11 ± 0.23**	**1,370 ± 20**	**84.35 ± 0.21**
IAAA-170580	No.86	D 区　SY15　25 層(窯体 A 面)	炭化材	AAA	**-25.97 ± 0.23**	**1,380 ± 20**	**84.22 ± 0.21**
IAAA-170581	No.90	D 区　SY15　28 層(窯体 B 面)	炭化材	AAA	**-28.37 ± 0.22**	**1,460 ± 20**	**83.39 ± 0.22**
IAAA-170582	No.92	D 区　SY16　34 層(炭掻き出し層)	炭化材	AAA	**-26.73 ± 0.30**	**1,440 ± 20**	**83.55 ± 0.23**
IAAA-170583	No.95	D 区　SY16　34 層(炭掻き出し層)	炭化材	AAA	**-29.91 ± 0.24**	**1,400 ± 20**	**84.03 ± 0.23**
IAAA-170584	No.99	D 区　SY16　34 層(炭掻き出し層)	炭化材	AAA	**-31.11 ± 0.26**	**1,370 ± 20**	**84.34 ± 0.23**
IAAA-170585	No.101	D 区　SY18　奥壁北東隅底面	炭化材	AaA	**-25.09 ± 0.30**	**1,230 ± 20**	**85.84 ± 0.23**
IAAA-170586	No.104	D 区　SY18　奥壁北東隅底面	炭化材	AAA	**-26.84 ± 0.27**	**1,250 ± 20**	**85.64 ± 0.24**
IAAA-170587	No.107	D 区　SY20　断面 B-H 間 底面炭層	炭化材	AAA	**-28.20 ± 0.27**	**1,210 ± 20**	**85.97 ± 0.24**
IAAA-170588	No.109	D 区　SY20　断面 B-H 間 底面炭層	炭化材	AAA	**-29.06 ± 0.27**	**1,270 ± 20**	**85.42 ± 0.24**
IAAA-170589	No.112	D 区　SY17　48 層(窯体 A 面)	炭化材	AAA	**-26.53 ± 0.27**	**1,240 ± 20**	**85.71 ± 0.23**
IAAA-170590	No.115	D 区　SY17　48 層(窯体 A 面)	炭化材	AAA	**-26.10 ± 0.24**	**1,220 ± 20**	**85.92 ± 0.24**
IAAA-170591	No.118	D 区　SY17　50 層(窯体 B 面)	炭化材	AAA	**-28.91 ± 0.26**	**1,230 ± 20**	**85.80 ± 0.24**
IAAA-170592	No.122	D 区　SY19　断面 C-D 間東半 炭層	炭化材	AAA	**-26.38 ±0.25**	**1,280 ± 20**	**85.32 ± 0.24**
IAAA-170593	No.125	D 区　SY19　断面 F 以南東半 炭層上面	炭化材	AAA	**-27.26 ±0.22**	**1,200 ± 20**	**86.17 ± 0.24**
IAAA-170594	No.127	B 区　SL3-排滓場　2 層	炭化材	AAA	**-26.30 ±0.26**	**1,220 ± 20**	**85.94 ± 0.24**
IAAA-170595	No.129	B 区　SL3-排滓場　5 層	炭化材	AAA	**-21.25 ±0.20**	**1,210 ± 20**	**86.03 ± 0.24**
IAAA-170596	No.136	B 区　SL3-土坑 1　4 層	炭化材	AAA	**-25.48 ±0.27**	**1,240 ± 20**	**85.67 ± 0.24**
IAAA-170597	No.139	B 区　SL3-土坑 1　8 層	炭化材	AAA	**-25.03 ±0.22**	**1,240 ± 20**	**85.66 ± 0.24**
IAAA-170598	No.140	B 区　SK45　9 層(床直)	炭化材	AAA	**-24.93 ±0.27**	**1,290 ± 20**	**85.15 ± 0.24**

[IAA 登録番号：#8610]

第 49 表　放射性炭素年代測定結果（δ ^{13}C 未補正値、暦年較正用 ^{14}C 年代、較正年代）(1)

測定番号	δ ^{13}C 補正なし		暦年較正用	1σ 暦年代範囲	2σ 暦年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)	(yrBP)		
IAAA-170552	1,210 ± 20	86.01 ± 0.22	1,236 ± 20	695calAD - 701calAD (3.2%) 709calAD - 746calAD (40.3%) 764calAD - 778calAD (14.2%) 793calAD - 802calAD (5.3%) 845calAD - 855calAD (5.1%)	688calAD - 751calAD (47.8%) 760calAD - 780calAD (15.1%) 788calAD - 875calAD (32.5%)
IAAA-170553	1,290 ± 20	85.15 ± 0.23	1,249 ± 22	694calAD - 747calAD (58.1%) 763calAD - 773calAD (10.1%)	679calAD - 779calAD (84.8%) 791calAD - 828calAD (6.2%) 839calAD - 864calAD (4.4%)
IAAA-170554	1,350 ± 20	84.57 ± 0.22	1,284 ± 21	682calAD - 714calAD (39.4%) 744calAD - 765calAD (28.8%)	669calAD - 730calAD (58.8%) 736calAD - 770calAD (36.6%)
IAAA-170555	1,230 ± 20	85.77 ± 0.23	1,211 ± 21	772calAD - 779calAD (5.7%) 790calAD - 868calAD (62.5%)	724calAD - 739calAD (5.3%) 767calAD - 885calAD (90.1%)
IAAA-170556	1,290 ± 20	85.13 ± 0.21	1,283 ± 20	684calAD - 714calAD (38.8%) 744calAD - 765calAD (29.4%)	670calAD - 770calAD (95.4%)
IAAA-170557	1,340 ± 20	84.61 ± 0.22	1,309 ± 20	665calAD - 692calAD (50.2%) 749calAD - 762calAD (18.0%)	660calAD - 719calAD (70.1%) 742calAD - 767calAD (25.3%)
IAAA-170558	1,360 ± 20	84.44 ± 0.22	1,304 ± 20	666calAD - 695calAD (39.9%) 701calAD - 710calAD (7.2%) 746calAD - 764calAD (21.1%)	662calAD - 721calAD (66.6%) 741calAD - 768calAD (28.8%)
IAAA-170559	1,250 ± 20	85.61 ± 0.22	1,212 ± 21	772calAD - 779calAD (6.0%) 789calAD - 868calAD (62.2%)	723calAD - 740calAD (6.2%) 767calAD - 886calAD (89.2%)
IAAA-170560	1,360 ± 20	84.47 ± 0.22	1,330 ± 20	659calAD - 682calAD (68.2%)	651calAD - 710calAD (87.0%) 746calAD - 764calAD (8.4%)
IAAA-170561	1,300 ± 20	85.10 ± 0.21	1,275 ± 20	688calAD - 719calAD (38.4%) 742calAD - 766calAD (29.8%)	675calAD - 770calAD (95.4%)
IAAA-170562	1,300 ± 20	85.05 ± 0.21	1,296 ± 20	672calAD - 710calAD (44.6%) 746calAD - 764calAD (23.6%)	665calAD - 724calAD (62.3%) 739calAD - 768calAD (33.1%)
IAAA-170563	1,200 ± 20	86.17 ± 0.23	1,226 ± 21	721calAD - 741calAD (16.2%) 767calAD - 779calAD (10.8%) 791calAD - 828calAD (24.1%) 839calAD - 865calAD (17.0%)	695calAD - 702calAD (1.5%) 709calAD - 745calAD (23.0%) 764calAD - 881calAD (70.9%)
IAAA-170564	1,140 ± 20	86.79 ± 0.22	1,227 ± 21	720calAD - 741calAD (18.3%) 767calAD - 778calAD (10.9%) 791calAD - 827calAD (23.3%) 840calAD - 864calAD (15.7%)	694calAD - 746calAD (27.3%) 763calAD - 880calAD (68.1%)

第 50 表　放射性炭素年代測定結果（δ ^{13}C 未補正値、暦年較正用 ^{14}C 年代、較正年代）(2)

測定番号	δ ^{13}C 補正なし		暦年較正用	1σ 暦年代範囲	2σ 暦年代範囲
	Age（yrBP）	pMC（%）	(yrBP)		
IAAA-170565	1,260 ± 20	85.48 ± 0.23	1,268 ± 21	690calAD - 725calAD (43.8%) 739calAD - 752calAD (15.9%) 760calAD - 767calAD (8.5%)	679calAD - 772calAD (95.4%)
IAAA-170566	1,300 ± 20	85.10 ± 0.22	1,260 ± 21	693calAD - 748calAD (61.3%) 762calAD - 769calAD (6.9%)	673calAD - 776calAD (95.4%)
IAAA-170567	1,340 ± 20	84.68 ± 0.22	1,296 ± 20	672calAD - 710calAD (44.6%) 746calAD - 764calAD (23.6%)	665calAD - 724calAD (62.3%) 739calAD - 768calAD (33.1%)
IAAA-170568	1,150 ± 20	86.65 ± 0.22	1,189 ± 20	779calAD - 793calAD (12.0%) 802calAD - 844calAD (35.4%) 854calAD - 879calAD (20.8%)	773calAD - 888calAD (95.4%)
IAAA-170569	1,270 ± 20	85.40 ± 0.21	1,278 ± 20	686calAD - 717calAD (38.3%) 743calAD - 766calAD (29.9%)	674calAD - 770calAD (95.4%)
IAAA-170570	1,300 ± 20	85.01 ± 0.22	1,293 ± 20	675calAD - 710calAD (43.2%) 746calAD - 764calAD (25.0%)	666calAD - 725calAD (61.0%) 738calAD - 769calAD (34.4%)
IAAA-170571	1,320 ± 20	84.80 ± 0.23	1,341 ± 21	656calAD - 677calAD (68.2%)	647calAD - 691calAD (92.4%) 750calAD - 761calAD (3.0%)
IAAA-170572	1,310 ± 20	84.92 ± 0.22	1,260 ± 20	693calAD - 748calAD (62.1%) 763calAD - 768calAD (6.1%)	677calAD - 775calAD (95.4%)
IAAA-170573	1,140 ± 20	86.80 ± 0.22	1,216 ± 21	770calAD - 779calAD (8.2%) 790calAD - 831calAD (34.5%) 837calAD - 867calAD (25.5%)	719calAD - 742calAD (9.8%) 766calAD - 885calAD (85.6%)
IAAA-170574	1,270 ± 20	85.42 ± 0.24	1,291 ± 22	676calAD - 712calAD (42.2%) 745calAD - 765calAD (26.0%)	666calAD - 729calAD (60.7%) 736calAD - 769calAD (34.7%)
IAAA-170575	1,240 ± 20	85.72 ± 0.23	1,246 ± 22	691calAD - 749calAD (56.5%) 762calAD - 774calAD (11.7%)	682calAD - 779calAD (80.3%) 791calAD - 866calAD (15.1%)
IAAA-170576	1,350 ± 20	84.51 ± 0.22	1,350 ± 20	655calAD - 670calAD (68.2%)	646calAD - 686calAD (95.4%)
IAAA-170577	1,360 ± 20	84.40 ± 0.22	1,340 ± 21	656calAD - 679calAD (68.2%)	648calAD - 692calAD (91.9%) 750calAD - 761calAD (3.5%)
IAAA-170578	1,420 ± 20	83.75 ± 0.23	1,350 ± 22	653calAD - 672calAD (68.2%)	643calAD - 690calAD (94.8%) 754calAD - 758calAD (0.6%)
IAAA-170579	1,350 ± 20	84.51 ± 0.21	1,366 ± 20	650calAD - 665calAD (68.2%)	641calAD - 678calAD (95.4%)
IAAA-170580	1,400 ± 20	84.05 ± 0.21	1,379 ± 20	646calAD - 663calAD (68.2%)	625calAD - 672calAD (95.4%)
IAAA-170581	1,520 ± 20	82.81 ± 0.22	1,459 ± 21	590calAD - 636calAD (68.2%)	565calAD - 645calAD (95.4%)
IAAA-170582	1,470 ± 20	83.25 ± 0.23	1,444 ± 22	603calAD - 641calAD (68.2%)	574calAD - 650calAD (95.4%)
IAAA-170583	1,480 ± 20	83.18 ± 0.23	1,398 ± 22	625calAD - 660calAD (68.2%)	609calAD - 664calAD (95.4%)

第 51 表　放射性炭素年代測定結果（δ ^{13}C 未補正値、暦年較正用 ^{14}C 年代、較正年代）(3)

測定番号	δ ^{13}C 補正なし		暦年較正用	1σ 暦年代範囲	2σ 暦年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)	(yrBP)		
IAAA-170584	1,470 ± 20	83.28 ± 0.22	1,368 ± 22	649calAD - 665calAD (68.2%)	636calAD - 682calAD (95.4%)
IAAA-170585	1,230 ± 20	85.82 ± 0.23	1,226 ± 21	721calAD - 741calAD (16.2%) 767calAD - 779calAD (10.8%) 791calAD - 828calAD (24.1%) 839calAD - 865calAD (17.0%)	695calAD - 702calAD (1.5%) 709calAD - 745calAD (23.0%) 764calAD - 881calAD (70.9%)
IAAA-170586	1,280 ± 20	85.31 ± 0.23	1,245 ± 22	690calAD - 750calAD (55.7%) 761calAD - 775calAD (12.5%)	682calAD - 779calAD (78.5%) 790calAD - 867calAD (16.9%)
IAAA-170587	1,270 ± 20	85.40 ± 0.23	1,214 ± 22	770calAD - 779calAD (6.9%) 789calAD - 869calAD (61.3%)	720calAD - 741calAD (8.3%) 766calAD - 885calAD (87.1%)
IAAA-170588	1,330 ± 20	84.71 ± 0.23	1,266 ± 22	690calAD - 727calAD (44.1%) 738calAD - 751calAD (15.6%) 760calAD - 768calAD (8.5%)	676calAD - 773calAD (95.4%)
IAAA-170589	1,260 ± 20	85.44 ± 0.22	1,238 ± 21	693calAD - 747calAD (50.2%) 763calAD - 777calAD (13.9%) 793calAD - 801calAD (4.1%)	688calAD - 753calAD (51.3%) 759calAD - 779calAD (15.2%) 789calAD - 872calAD (28.9%)
IAAA-170590	1,240 ± 20	85.73 ± 0.24	1,218 ± 22	731calAD - 736calAD (3.5%) 769calAD - 779calAD (8.6%) 790calAD - 830calAD (32.4%) 837calAD - 867calAD (23.7%)	714calAD - 744calAD (12.8%) 765calAD - 886calAD (82.6%)
IAAA-170591	1,300 ± 20	85.11 ± 0.24	1,230 ± 22	716calAD - 743calAD (22.9%) 766calAD - 779calAD (11.0%) 791calAD - 828calAD (20.2%) 839calAD - 864calAD (14.1%)	691calAD - 749calAD (33.4%) 761calAD - 881calAD (62.0%)
IAAA-170592	1,300 ± 20	85.08 ± 0.23	1,275 ± 22	687calAD - 720calAD (38.5%) 741calAD - 767calAD (29.7%)	675calAD - 770calAD (95.4%)
IAAA-170593	1,230 ± 20	85.76 ± 0.23	1,196 ± 22	789calAD - 870calAD (68.2%)	769calAD - 890calAD (95.4%)
IAAA-170594	1,240 ± 20	85.71 ± 0.23	1,216 ± 22	770calAD - 779calAD (7.8%) 790calAD - 868calAD (60.4%)	717calAD - 743calAD (10.6%) 766calAD - 886calAD (84.8%)
IAAA-170595	1,150 ± 20	86.69 ± 0.23	1,209 ± 21	773calAD - 778calAD (5.0%) 790calAD - 831calAD (36.2%) 837calAD - 868calAD (27.0%)	726calAD - 738calAD (3.9%) 767calAD - 886calAD (91.5%)
IAAA-170596	1,250 ± 20	85.58 ± 0.23	1,242 ± 22	690calAD - 749calAD (53.7%) 761calAD - 776calAD (13.0%) 794calAD - 798calAD (1.5%)	686calAD - 779calAD (73.3%) 790calAD - 869calAD (22.1%)
IAAA-170597	1,240 ± 20	85.65 ± 0.24	1,243 ± 22	690calAD - 750calAD (55.4%) 761calAD - 776calAD (12.8%)	685calAD - 779calAD (75.1%) 790calAD - 868calAD (20.3%)

第 52 表　放射性炭素年代測定結果（δ ^{13}C 未補正値、暦年較正用 ^{14}C 年代、較正年代）(4)

測定番号	δ ^{13}C 補正なし		暦年較正用	1σ 暦年代範囲	2σ 暦年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)	(yrBP)		
IAAA-170598	1,290 ± 20	85.16 ± 0.24	1,290 ± 22	677calAD - 712calAD (41.9%) 745calAD - 765calAD (26.3%)	666calAD - 730calAD (60.4%) 736calAD - 770calAD (35.0%)

［参考値］

第５章第２節 参考文献

Bronk Ramsey, C. 2009 Bayesian analysis of radiocarbon dates, *Radiocarbon* 51(1), 337-360

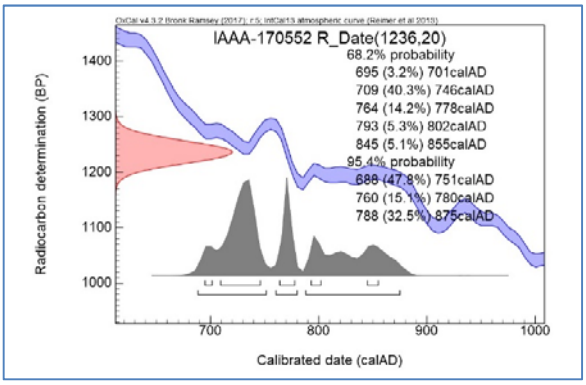
Reimer, P.J. et al. 2013 IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP, *Radiocarbon* 55(4), 1869-1887

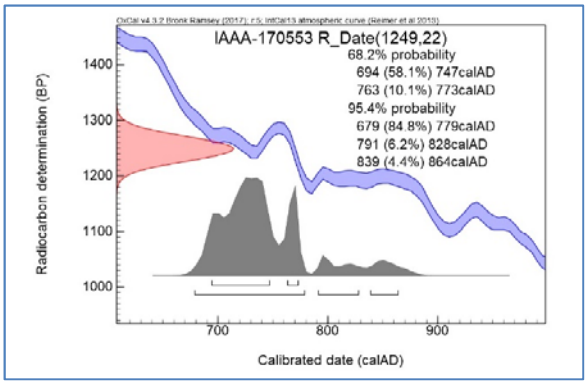
Stuiver, M. and Polach, H.A. 1977 Discussion: Reporting of ^{14}C data, *Radiocarbon* 19(3), 355-363

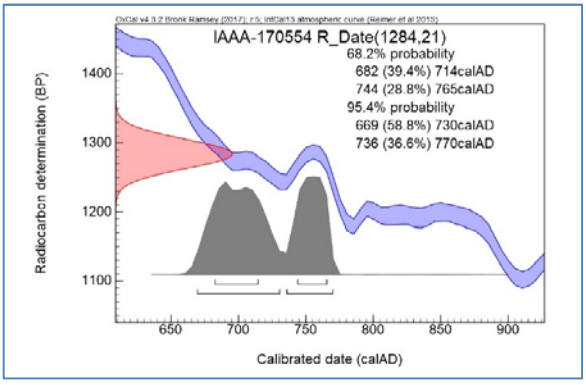
本書編集者による補註

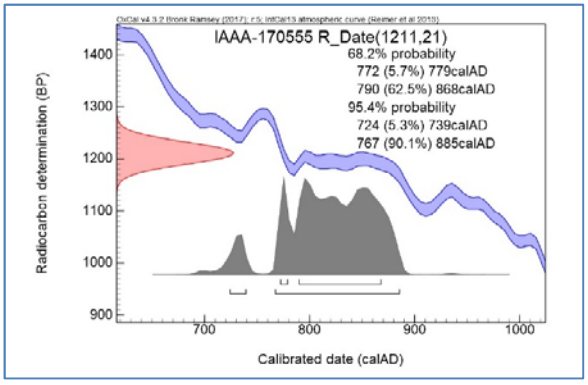
以上の放射性炭素年代測定が実施されたのは、本書編集の４年前、平成 29(2017)年度である。その後、2020 年夏に測定結果から暦年代を求める際に使われる暦年較正曲線が IntCal20 に更新された(株式会社加速器分析研究所 2020 「IAA ニュースレター №1 新しい暦年較正曲線 IntCal20」に詳細記述あり)。本稿では前版の IntCal13 を使用しているため、この更新に伴い、現時点での最新の較正年代を得るには若干の補正を要する部分が生じた。ただし、①全体的傾向を捉えるに当たっては大きな問題を生じないこと、②暦年較正曲線は数年ごとに絶えず更新されるものであること、③データ自体が無効になるわけではなく、公開されている最新の暦年較正プログラムに入力すればその時点での較正年代を得られること、以上を勘案し、本書では、提出された報告文に大きな変更を加えずに掲載した。IntCal20 を公開しているオックスフォード大学のサイトを掲げておく。

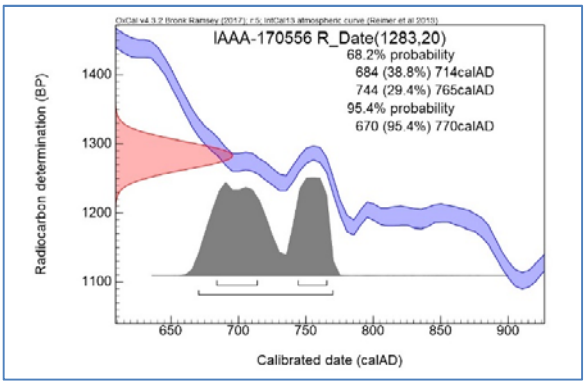
https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html

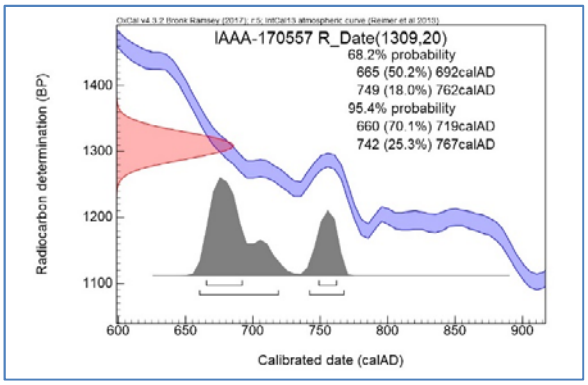


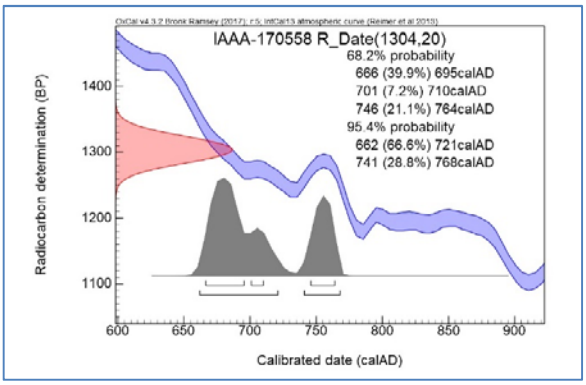


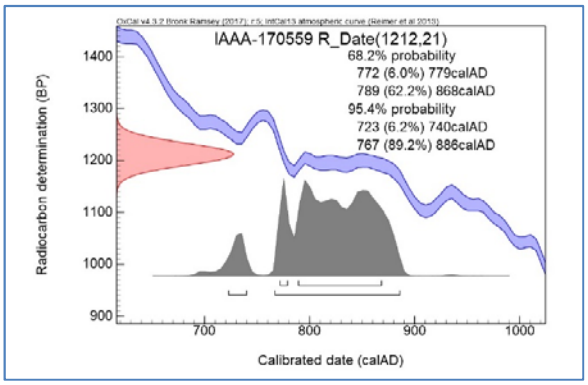




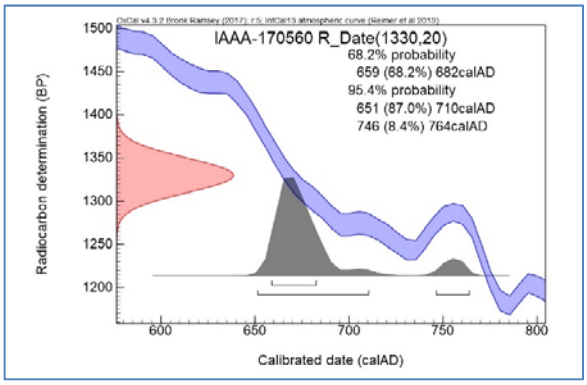


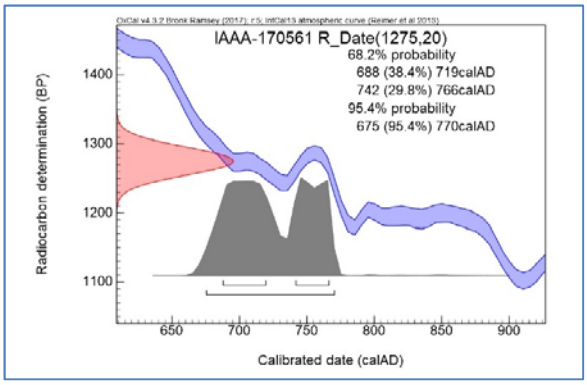


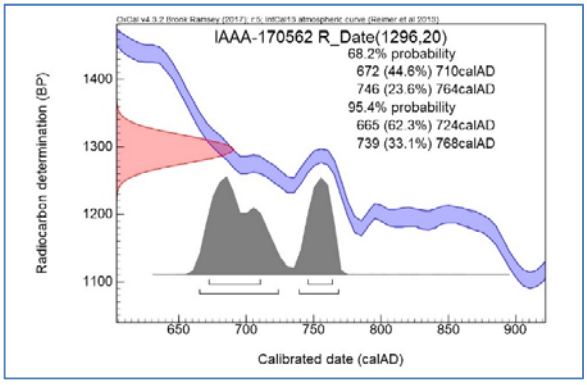


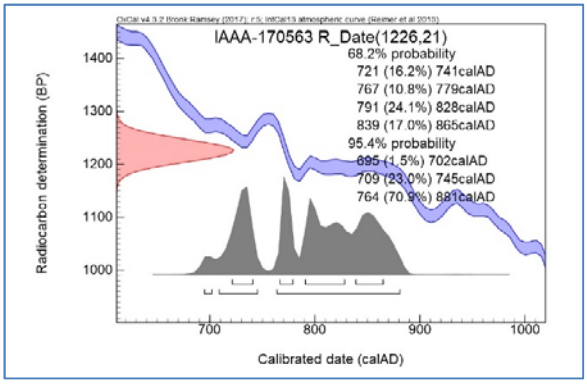


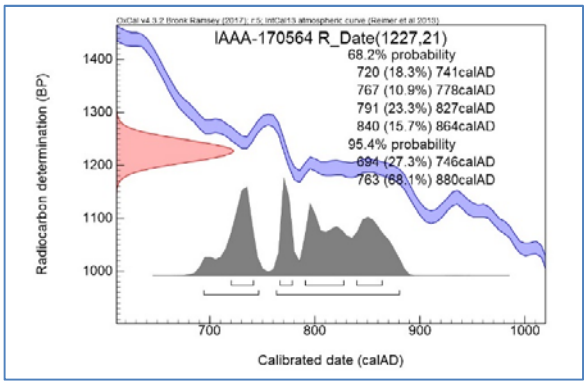
第 146 図　暦年較正年代グラフ(1)

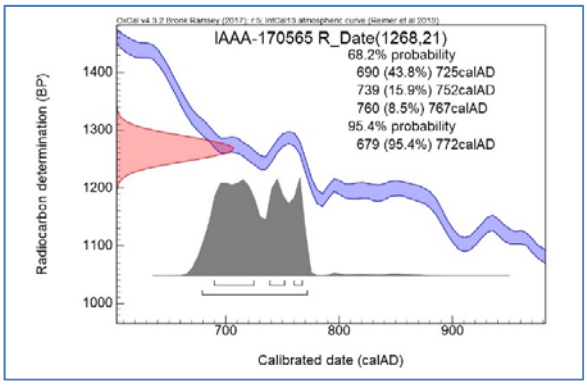


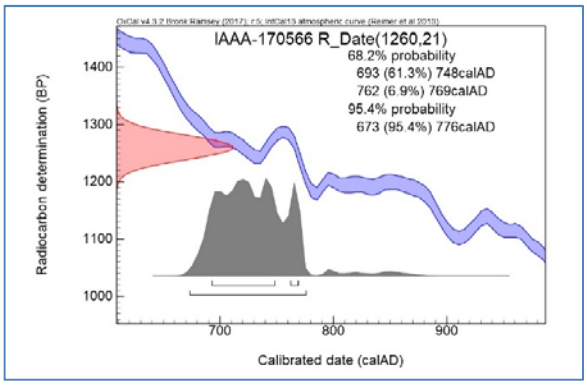


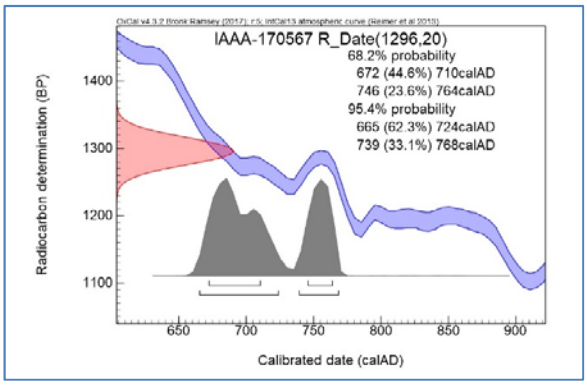




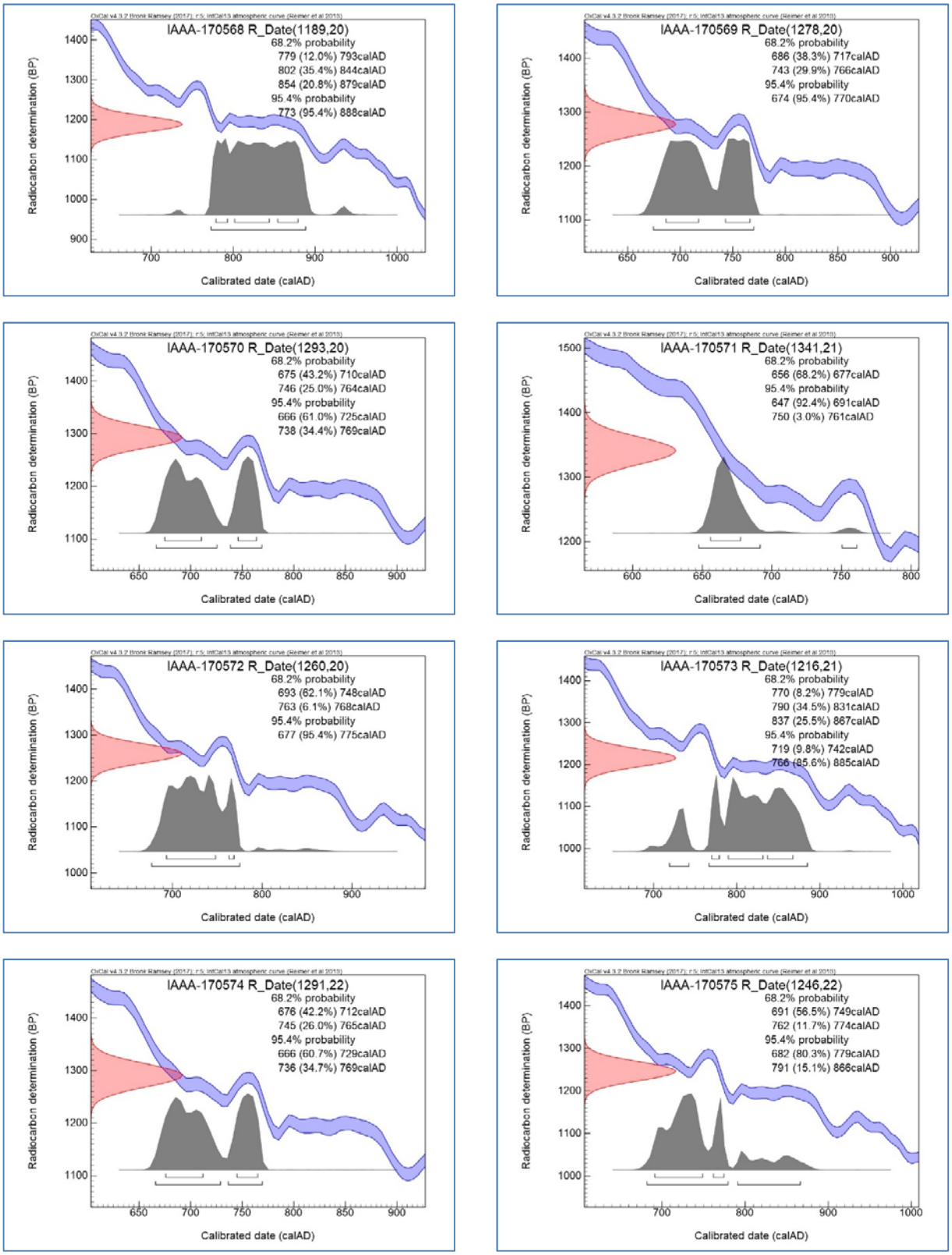




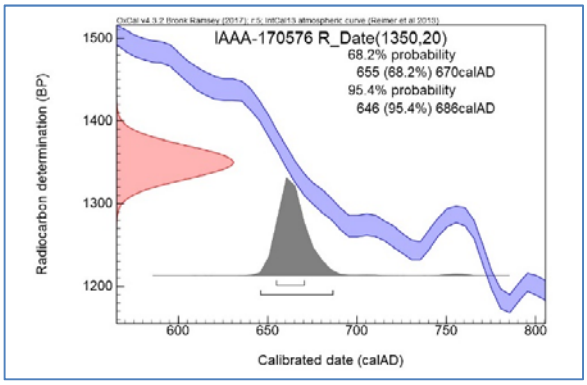


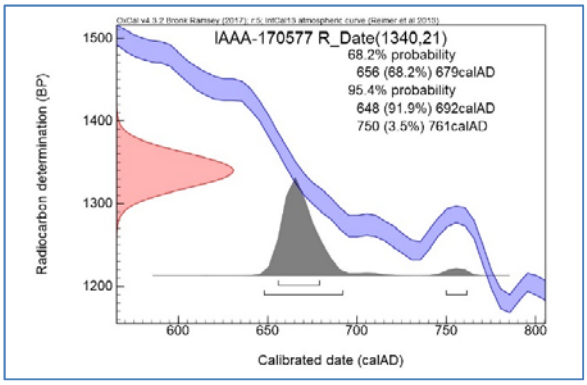


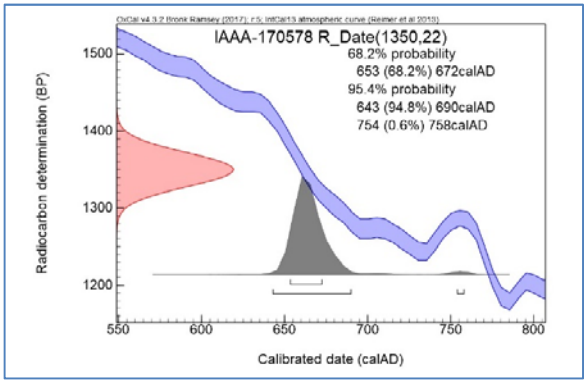
第 147 図　暦年較正年代グラフ(2)

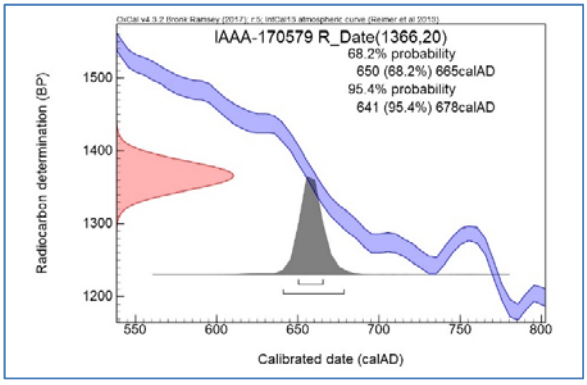


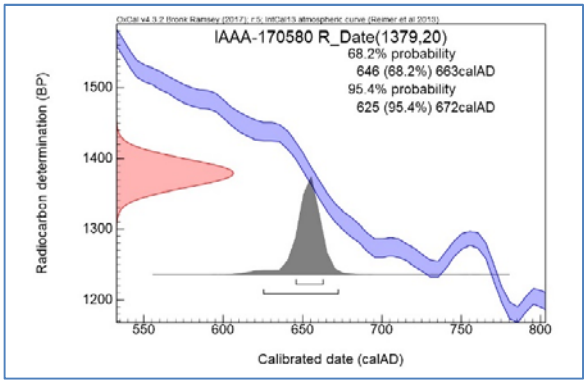
第 148 図　暦年較正年代グラフ(3)

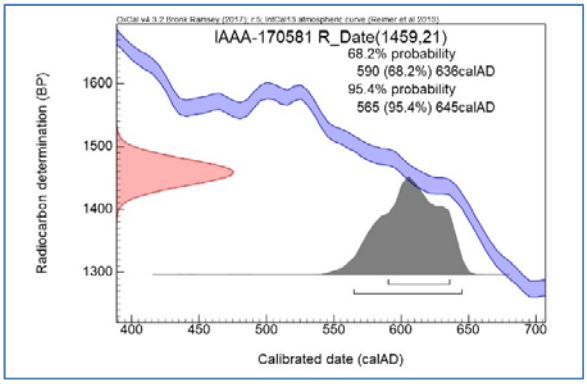


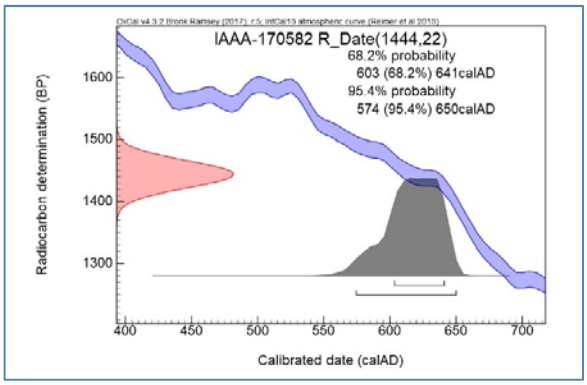


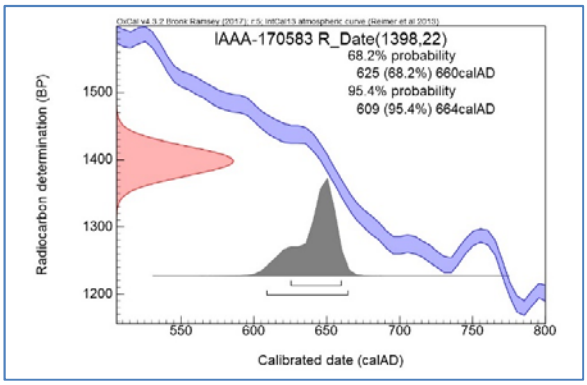




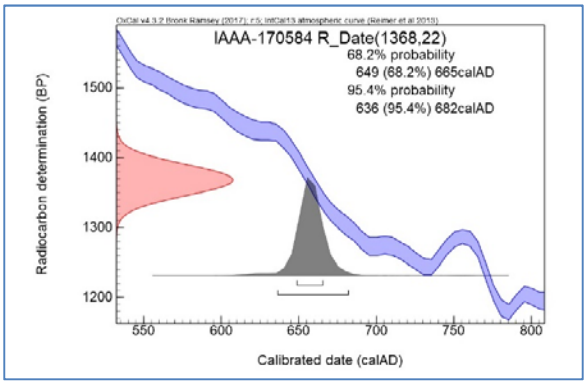


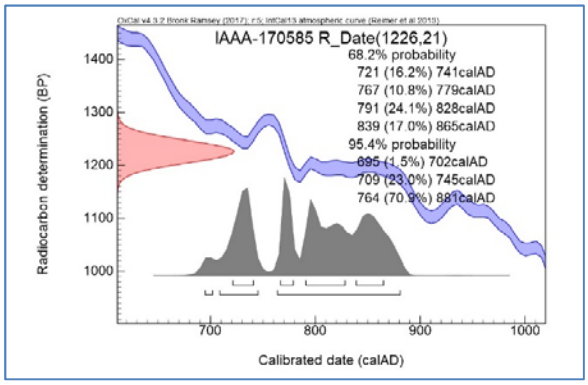


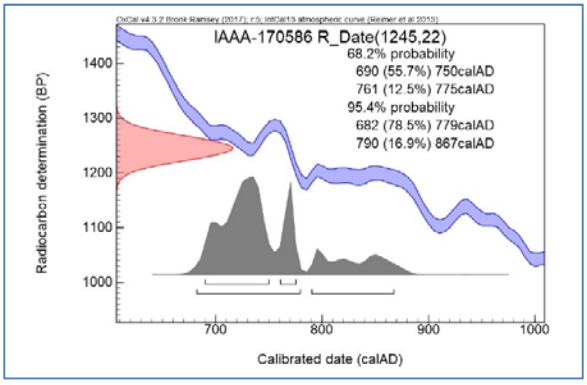


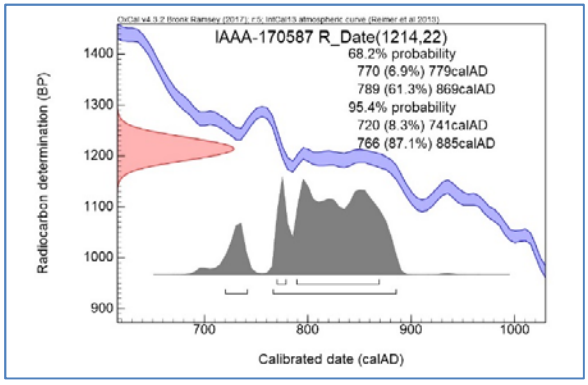


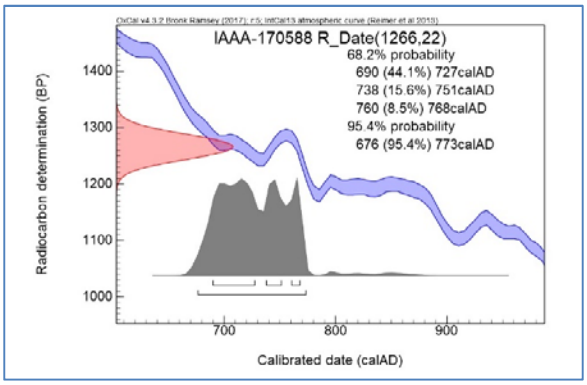
第 149 図　暦年較正年代グラフ(4)

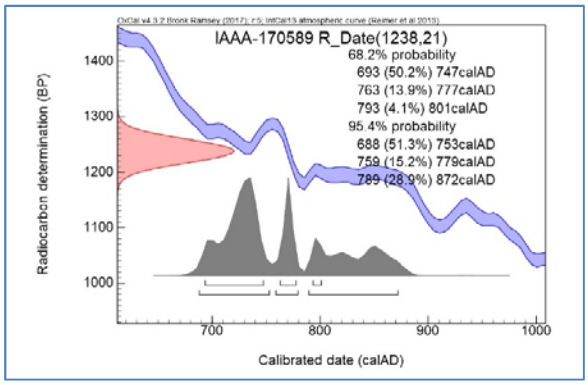


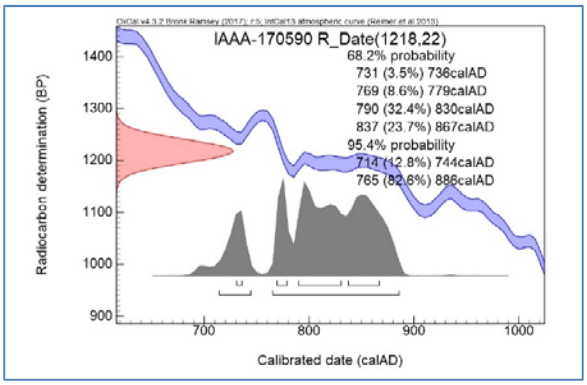


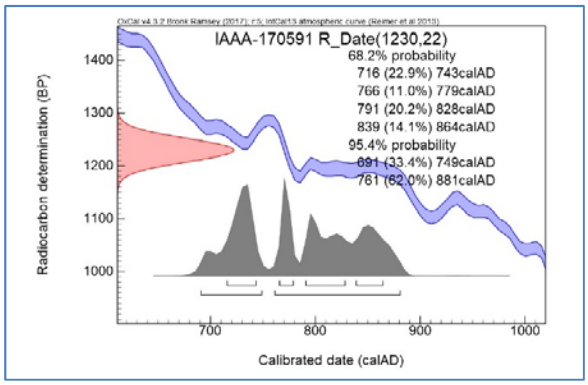




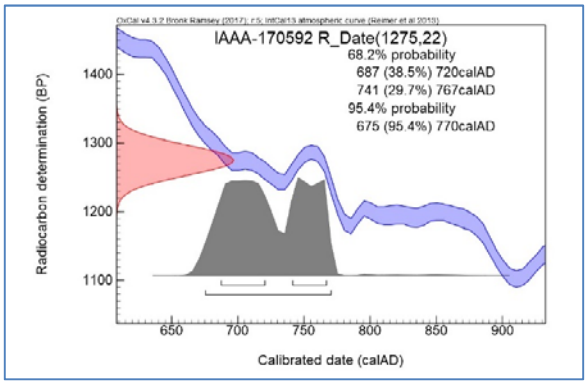


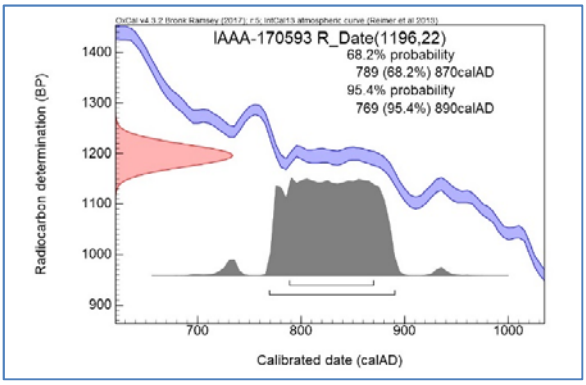


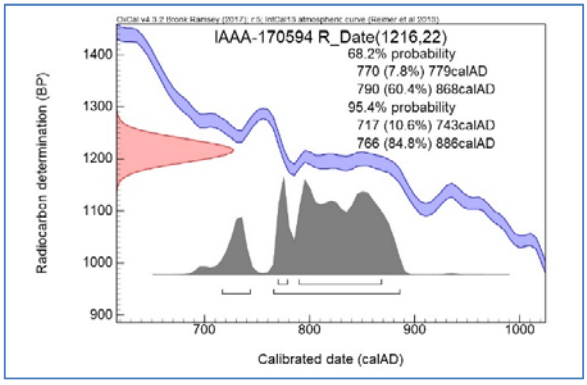


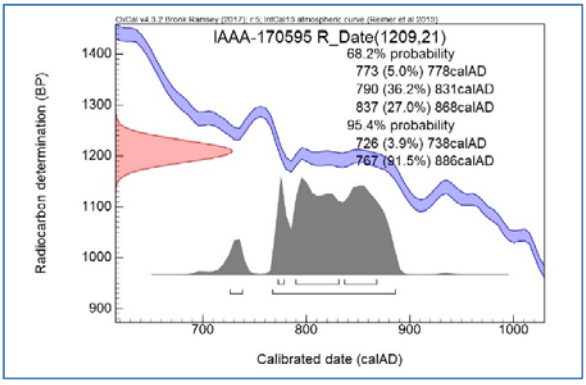


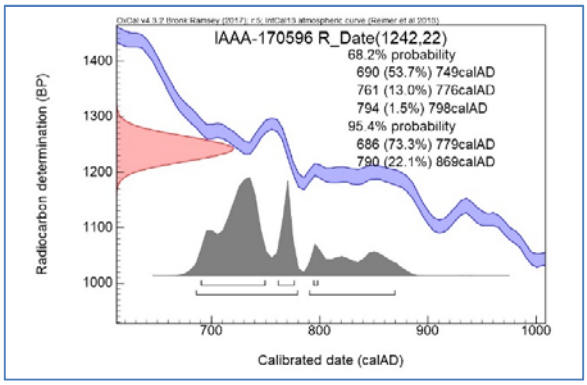
第 150 図　暦年較正年代グラフ(5)

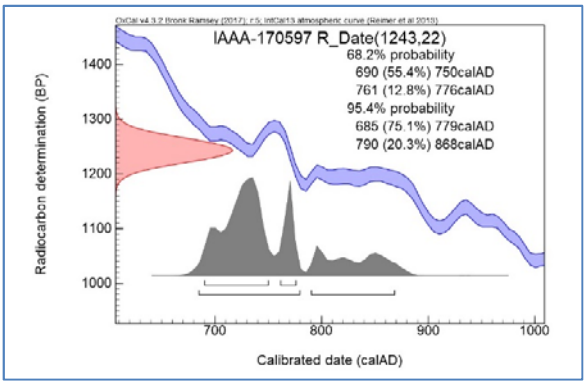


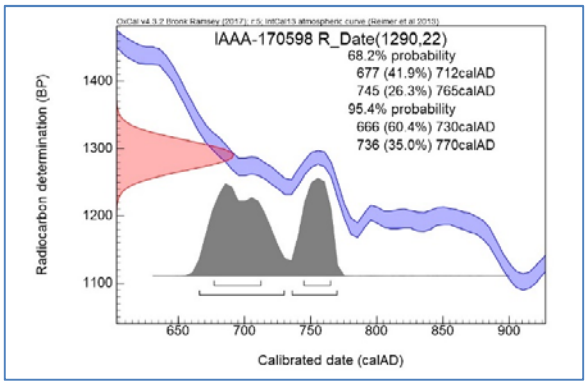




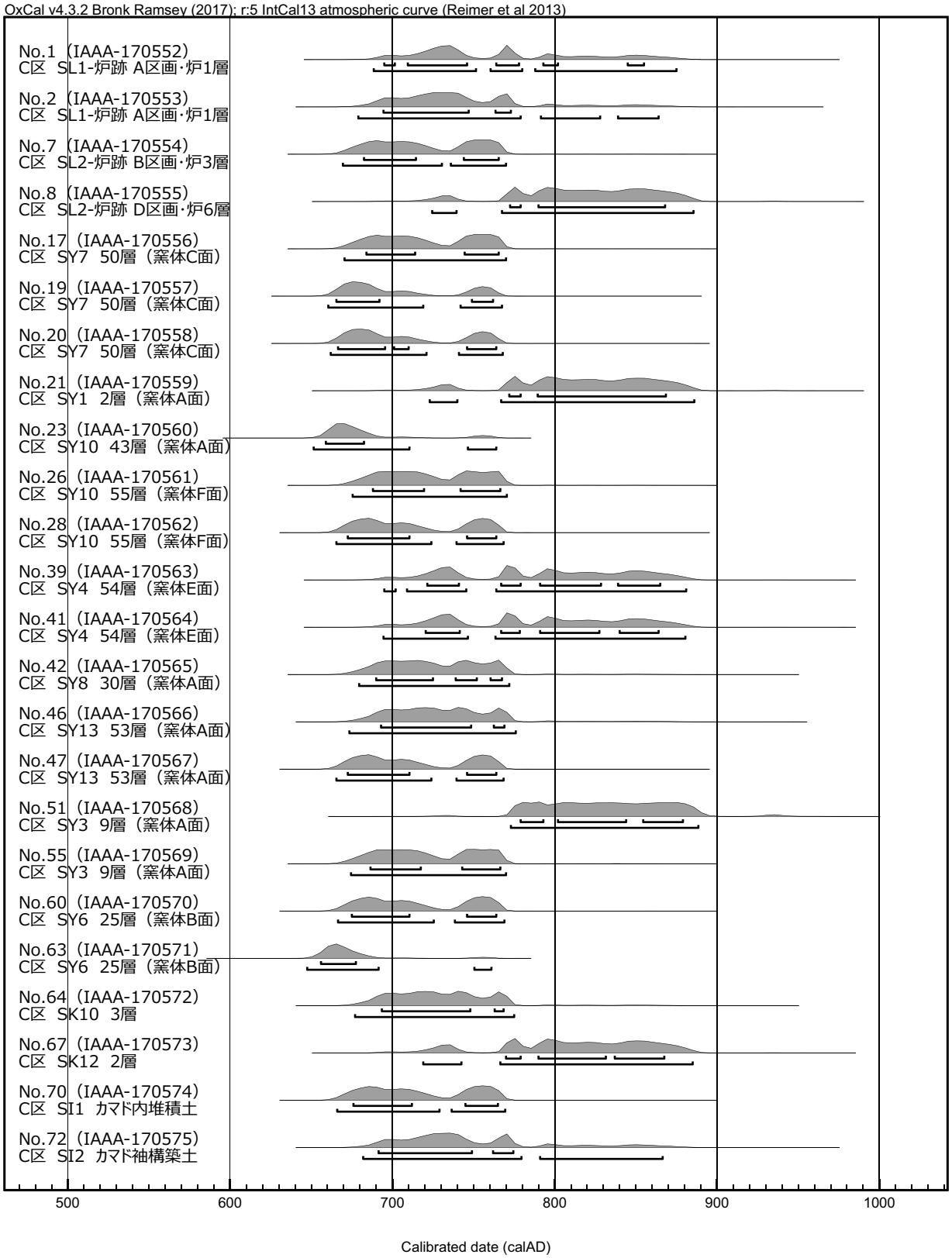




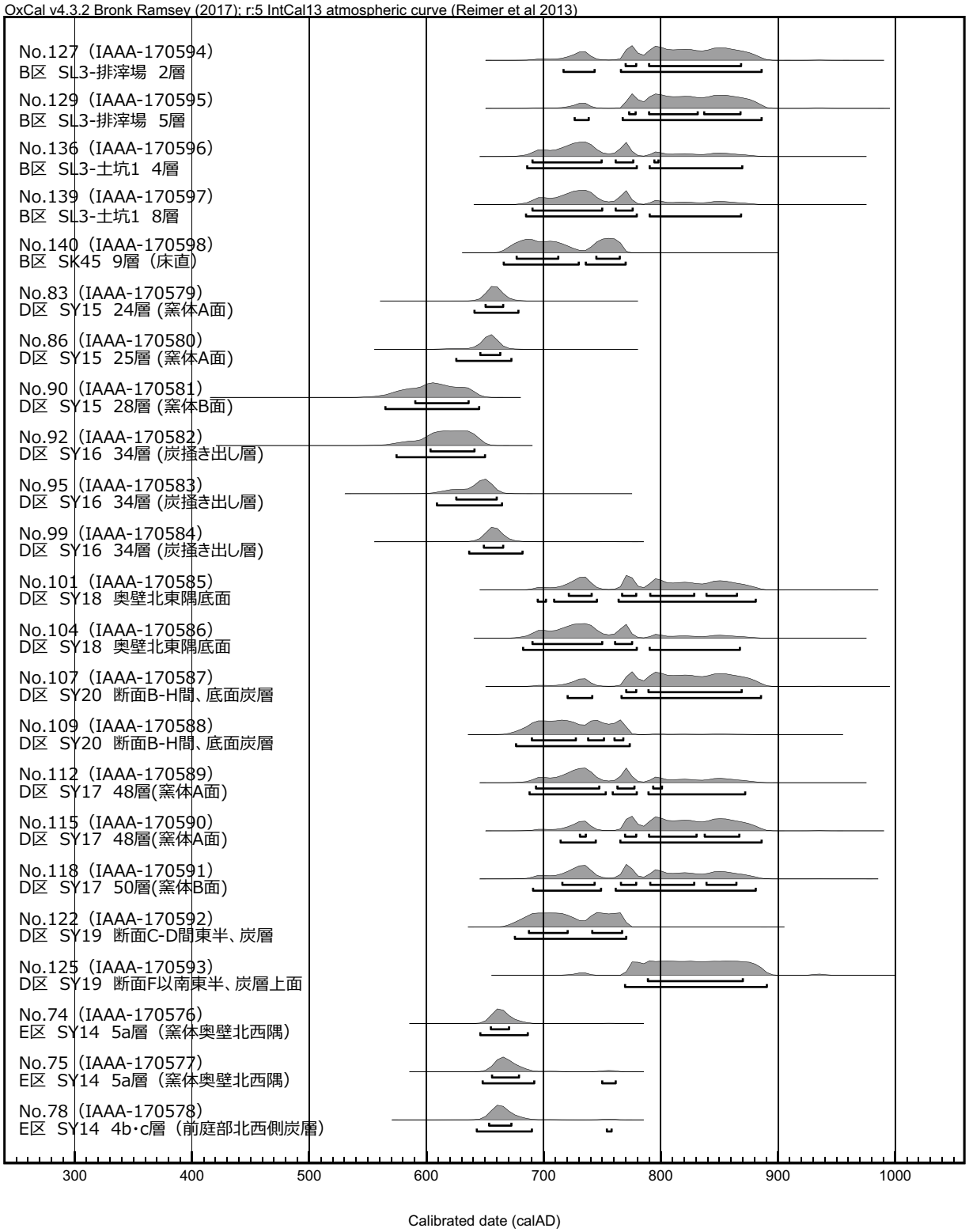




第 151 図　暦年較正年代グラフ(6)



第 152 図　C 区出土試料の暦年較正年代グラフ（マルチプロット図）



第 153 図　B 区･D 区･E 区出土試料の暦年較正年代グラフ（マルチプロット図）

第３節　炭化材の樹種

１　試料

木炭窯跡などから出土した炭化材(炭化物片)について樹種同定を実施し、当時の木材利用について検討する。試料は、炭化材 140 点である。これらのうち 47 点については併せて放射性炭素年代測定を実施し、概ね 7 世紀から 9 世紀頃の年代値を得ている(第 2 節参照)。

２　分析方法

ステンレス剃刀で横断面、放射断面、接線断面を割り出し、プレパラートに固定した。その上で、反射光式顕微鏡で観察し、現生標本の形態に基づき同定をおこなった。

３　結果

樹種同定結果を第 53～55 表、樹種別に集計した結果を個数が多い順に第 56 表に、地区ごとの樹種出土数を第 57 表に示す。同定された分類群は 12 分類群で、他に 6 試料は樹皮であった。最も多く確認されたのはコナラ属クヌギ節で 45.7%、次いでコナラ属コナラ節が 23.6%でこの 2 分類群が優占する。以下、クマシデ属とクリまたはコナラ節が 6.4%、カエデ属が 4.3%であった。4%以下は順にモクレン属、アワブキとなり、クマシデ属イヌシデ節、クリ、ウワミズザクラ、ウルシ属、ミズキは 1%以下であった。以下に同定の根拠を示す。

・クマシデ属イヌシデ節(*Carpinus* sect. *Carpinus*)

年輪内にほぼ均一に中程度の管孔が単独ないし数個複合して散在する散孔材。横断面で見える集合放射組織の部分で年輪界が外側に大きく波打つ。道管の穿孔板は単一と階段状があり、放射組織はほぼ同性で、1-2 細胞幅と大型の集合状がある。

なお、集合放射組織が確認されなかった試料は、クマシデ属とした。

・クリ(*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.)

年輪最初に大きな道管が数個塊をなし、その後徐々に径を減じて火炎状ないし波状に小道管が配列する環孔材。道管の穿孔板は単一で、放射組織は同性で単列ないし時々 2 細胞幅となる。

・コナラ属コナラ節(*Quercus* sect. *Prinus*)

年輪最初に大きな道管が数個塊をなし、その後徐々に径を減じて火炎状ないし波状にやや角張った薄壁の小道管が配列する環孔材。通常 2-3㎜ 程度の間隔で横断面に広放射組織が現れる。道管の穿孔板は単一で、放射組織は同性で単列と多細胞幅の広放射組織がある。

なお、コナラ節は細胞構造がクリに似ており、広放射組織間の幅が 2㎝ 以上と広い個体が確認されている。このことから、木片が極端に小さく接線方向の幅が 1㎝ 未満で広放射組織が確認されなかった試料は、「クリまたはコナラ節」と同定するにとどめた。

・コナラ属クヌギ節(*Quercus* sect. *Aegilops*)

年輪最初に大きな道管が数列配列し、その後徐々に径を減じて波状に厚壁の円い小道管が配列する環孔材。横断面に数 ㎜ 間隔で広放射組織がある。道管の穿孔板は単一で、放射組織は同性で単列と多細胞幅の広放射組織がある。

・モクレン属(*Magnolia*)

中程度の管孔が単一、あるいは数個複合して年輪内にほぼ均一に分布する散孔材。道管の穿孔板は単一で、道管側壁は交互状から階段状である。放射組織は上下が方形細胞で、ほかは平伏細胞からなり異性で、1-2 細

胞幅と細長い。

・ウワミズザクラ(*Padus grayana* (Maxim.)C.K.Schneid.)

中程度の道管が、単独ないし数個斜線状や塊状に複合し散在する散孔材。道管は単穿孔、内壁にらせん肥厚があり、しばしば着色物質が詰まっている。放射組織は異性、10 細胞幅程度で同亜属のシウリザクラなどと比較すると放射組織の幅が広い。

・ウルシ属(*Rhus*)

年輪初めに大きな道管が単独ないし数個複合し、徐々に径を減じ小道管がまばらに分布する環孔材。道管は単穿孔である。小道管内壁にらせん肥厚があり、放射組織は異性、ほとんどが２細胞幅で短い。

・カエデ属(*Acer*)

小さい道管がほぼ単独で時々数個複合し、年輪内にほぼ均一に散在する散孔材。木繊維の壁厚の違いにより横断面に波状や網状の模様がみえる。道管は単穿孔で内壁にらせん肥厚があり、放射組織は同性で４、５細胞幅である。

・アワブキ(*Meliosma myriantha* Sieb. et Zucc.)

中程度の道管が単独ないし３、４個放射方向に複合する散孔材。道管は厚壁でやや角張る。道管は単穿孔と段数の少ない階段穿孔をもち、放射組織は異性、３細胞幅程度で長い。

・ミズキ(*Cornus controversa* Hemsley)

やや小さい管孔が、ほとんど径の増減が無く、単独ないし２、３個複合して年輪内にほぼ均一に散布する散孔材。年輪はじめでやや管孔が多い傾向にある。道管は階段穿孔で階段数は大変多い。放射組織は異性で２、３細胞幅であり、多列の平伏細胞の上下に方形細胞の単列部が長く伸びる。

４　考察

東北南部の太平洋沿岸地域では古墳時代以降、各所に木炭窯がつくられており、炭材が残っている窯跡も多い。本遺跡で最も多く確認されたコナラ属クヌギ節とコナラ属コナラ節は木炭として良質であり、優先的に炭材として利用したと思われ、この２種で７割を占める。C 区･D 区･E 区の木炭窯跡では、多少の多様性はみられるものの、ほとんどがクヌギ節やコナラ節から構成されることから、本遺跡周辺の古墳時代から奈良時代にかけての薪炭林では優良種が充実していた可能性がある。

隣県の福島県では多くの木炭窯跡で大量の炭化材が同定されており、コナラ節とクヌギ節が圧倒的に多い(伊東ほか 2012)。他方、樹種が多様な事例もあり、能登谷氏はその要因として取り残しの木炭のほかに敷木が炭化した可能性を指摘しており(能登谷 1992)、本遺跡の木炭窯跡で少数出土しているウワミズザクラ、ウルシ属などは敷木あるいは焚き付けなどの可能性も考えられる。

第５章第３節 参考文献

伊東隆夫，山田昌久 2012 木の考古学　出土木製品用材データベース，海青社

能登谷宣康 1992 木炭窯 福島県文化財調査報告書第 281 集 原町火力発電所関連遺跡調査報告Ⅲ本文，753-762.

本分析は古代の森研究舎の協力を得て行った。

第53表　合戦原遺跡出土炭化材の樹種(1)

試料No.	採取場所	樹種	備考
1	C区 SL1-炉跡 A区画･炉1層	コナラ属コナラ節	年代測定実施
2	C区 SL1-炉跡 A区画･炉1層	クマシデ属イヌシデ節	年代測定実施
3	C区 SL1-炉跡 A区画･炉1層	コナラ属コナラ節	
4	C区 SL1-排滓場 B区画･H1層	コナラ属クヌギ節	
5	C区 SL1-排滓場 A区画･H1層	コナラ属コナラ節	
6	C区 SL1-排滓場 D区画･H1層	コナラ属コナラ節	
7	C区 SL2-炉跡 B区画･炉3層	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
8	C区 SL2-炉跡 D区画･炉6層	モクレン属	年代測定実施
9	C区 SL2-炉跡 B区画･炉4層	コナラ属クヌギ節	
10	C区 SL2-炉跡 C区画･炉2層	コナラ属クヌギ節	
11	C区 SL2-排滓場 D区画･H4層	コナラ属クヌギ節	
12	C区 SL2-排滓場 A区画･H2層	コナラ属クヌギ節	
13	C区 SY7 45層(窯体A面)	コナラ属コナラ節	
14	C区 SY7 45層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
15	C区 SY7 45層(窯体A面)	コナラ属コナラ節	
16	C区 SY7 47層(炭掻き出し層)	コナラ属クヌギ節	
17	C区 SY7 50層(窯体C面)	コナラ属コナラ節	年代測定実施
18	C区 SY7 50層(窯体C面)	コナラ属コナラ節	
19	C区 SY7 50層(窯体C面)	カエデ属	年代測定実施
20	C区 SY7 50層(窯体C面)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
21	C区 SY1 2層(窯体A面)	コナラ属コナラ節	年代測定実施
22	C区 SY10 43層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
23	C区 SY10 43層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
24	C区 SY10 43層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
25	C区 SY10 43層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
26	C区 SY10 55層(窯体F面)	コナラ属コナラ節	年代測定実施
27	C区 SY10 55層(窯体F面)	コナラ属コナラ節	
28	C区 SY10 55層(窯体F面)	コナラ属コナラ節	年代測定実施
29	C区 SY2 36層(窯体A面)	コナラ属コナラ節	
30	C区 SY2 36層(窯体A面)	クマシデ属	
31	C区 SY2 36層(窯体A面)	クマシデ属	
32	C区 SY2 53層(窯体C面)	ウルシ属	
33	C区 SY2 53層(窯体C面)	コナラ属コナラ節	
34	C区 SY2 53層(窯体C面)	クリまたはコナラ節	
35	C区 SY4 34層(掻き出し層)	クリ	
36	C区 SY4 35層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
37	C区 SY4 35層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
38	C区 SY4 35層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
39	C区 SY4 54層(窯体E面)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
40	C区 SY4 54層(窯体E面)	コナラ属コナラ節	
41	C区 SY4 54層(窯体E面)	クリまたはコナラ節	年代測定実施
42	C区 SY8 30層(窯体A面)	クリまたはコナラ節	年代測定実施
43	C区 SY13 51層(SY12由来)	コナラ属クヌギ節	
44	C区 SY13 51層(SY12由来)	コナラ属コナラ節	
45	C区 SY13 51層(SY12由来)	コナラ属クヌギ節	
46	C区 SY13 53層(窯体A面)	クリまたはコナラ節	年代測定実施
47	C区 SY13 53層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
48	C区 SY13 53層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
49	C区 SY3 9層(窯体A面)	樹皮	
50	C区 SY3 9層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	

第54表　合戦原遺跡出土炭化材の樹種(2)

試料No.	採取場所	樹種	備考
51	C区 SY3 9層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
52	C区 SY3 9層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
53	C区 SY3 9層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
54	C区 SY3 9層(窯体A面)	樹皮	
55	C区 SY3 9層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
56	C区 SY6 25層(窯体B面)	コナラ属コナラ節	
57	C区 SY6 25層(窯体B面)	コナラ属コナラ節	
58	C区 SY6 25層(窯体B面)	コナラ属クヌギ節	
59	C区 SY6 25層(窯体B面)	コナラ属コナラ節	
60	C区 SY6 25層(窯体B面)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
61	C区 SY6 25層(窯体B面)	樹皮	
62	C区 SY6 25層(窯体B面)	コナラ属コナラ節	
63	C区 SY6 25層(窯体B面)	樹皮	年代測定実施
64	C区 SK10 3層	クリまたはコナラ節	年代測定実施
65	C区 SK10 3層	クリまたはコナラ節	
66	C区 SK12 2層	モクレン属	
67	C区 SK12 2層	モクレン属	年代測定実施
68	C区 SK12 2層	モクレン属	
69	C区 SK12 2層	モクレン属	
70	C区 SI1 カマド内堆積土	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
71	C区 SI1 カマド内堆積土	コナラ属クヌギ節	
72	C区 SI2 カマド袖構築土	クリまたはコナラ節	年代測定実施
73	C区 SI2 カマド内堆積土(東側)	コナラ属クヌギ節	
74	E区 SY14 5a層(窯体奥壁北西隅)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
75	E区 SY14 5a層(窯体奥壁北西隅)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
76	E区 SY14 5a層(窯体奥壁北西隅)	コナラ属クヌギ節	
77	E区 SY14 5a層(窯体奥壁北西隅)	コナラ属クヌギ節	
78	E区 SY14 4b･c層(前庭部北西側炭層)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
79	E区 SY14 4b･c層(前庭部北西側炭層)	コナラ属クヌギ節	
80	E区 SY14 4b･c層(前庭部北西側炭層)	コナラ属クヌギ節	
81	E区 SY14 4b･c層(前庭部北西側炭層)	コナラ属クヌギ節	
82	D区 SY15 24層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
83	D区 SY15 24層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
84	D区 SY15 24層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
85	D区 SY15 25層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
86	D区 SY15 25層(窯体A面)	樹皮	年代測定実施
87	D区 SY15 25層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
88	D区 SY15 28層(窯体B面)	コナラ属クヌギ節	
89	D区 SY15 28層(窯体B面)	コナラ属クヌギ節	
90	D区 SY15 28層(窯体B面)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
91	D区 SY16 34層(炭掻き出し層)	コナラ属クヌギ節	
92	D区 SY16 34層(炭掻き出し層)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
93	D区 SY16 34層(炭掻き出し層)	コナラ属クヌギ節	
94	D区 SY16 34層(炭掻き出し層)	コナラ属クヌギ節	
95	D区 SY16 34層(炭掻き出し層)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
96	D区 SY16 34層(炭掻き出し層)	コナラ属クヌギ節	
97	D区 SY16 34層(炭掻き出し層)	コナラ属クヌギ節	
98	D区 SY16 34層(炭掻き出し層)	コナラ属クヌギ節	
99	D区 SY16 34層(炭掻き出し層)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
100	D区 SY18 奥壁北東隅底面	クマシデ属	

第55表　合戦原遺跡出土炭化材の樹種(3)

試料No.	採取場所	樹種	備考
101	D区 SY18 奥壁北東隅底面	クマシデ属	年代測定実施
102	D区 SY18 奥壁北東隅底面	クマシデ属	
103	D区 SY18 奥壁北東隅底面	クマシデ属	
104	D区 SY18 奥壁北東隅底面	クマシデ属	年代測定実施
105	D区 SY18 奥壁北東隅底面	クマシデ属	
106	D区 SY20 断面B-H間 底面炭層	コナラ属クヌギ節	
107	D区 SY20 断面B-H間 底面炭層	樹皮	年代測定実施
108	D区 SY20 断面B-H間 底面炭層	コナラ属クヌギ節	
109	D区 SY20 断面B-H間 底面炭層	クマシデ属	年代測定実施
110	D区 SY17 48層(窯体A面)	コナラ属コナラ節	
111	D区 SY17 48層(窯体A面)	コナラ属コナラ節	
112	D区 SY17 48層(窯体A面)	コナラ属コナラ節	年代測定実施
113	D区 SY17 48層(窯体A面)	コナラ属コナラ節	
114	D区 SY17 48層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	
115	D区 SY17 48層(窯体A面)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
116	D区 SY17 48層(窯体A面)	コナラ属コナラ節	
117	D区 SY17 50層(窯体B面)	ウワミズザクラ	
118	D区 SY17 50層(窯体B面)	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
119	D区 SY17 50層(窯体B面)	コナラ属コナラ節	
120	D区 SY17 50層(窯体B面)	コナラ属クヌギ節	
121	D区 SY19 断面C-D間東半 炭層	コナラ属コナラ節	
122	D区 SY19 断面C-D間東半 炭層	コナラ属コナラ節	年代測定実施
123	D区 SY19 断面C-D間東半 炭層	コナラ属コナラ節	
124	D区 SY19 断面F以南東半 炭層上面	コナラ属コナラ節	
125	D区 SY19 断面F以南東半 炭層上面	コナラ属クヌギ節	年代測定実施
126	D区 SY19 断面F以南東半 炭層上面	コナラ属コナラ節	
127	B区 SL3-排滓場 2層	カエデ属	年代測定実施
128	B区 SL3-排滓場 3層	カエデ属	
129	B区 SL3-排滓場 5層	コナラ属コナラ節	年代測定実施
130	B区 SL3-排滓場 2層	コナラ属コナラ節	
131	B区 SL3-排滓場 2層	アワブキ	
132	B区 SL3-排滓場 2層	カエデ属	
133	B区 SL3-排滓場 2層	ミズキ	
134	B区 SL3-土坑1 4層	クリまたはコナラ節	
135	B区 SL3-土坑1 6層	コナラ属クヌギ節	
136	B区 SL3-土坑1 4層	カエデ属	年代測定実施
137	B区 SL3-土坑1 4層	アワブキ	
138	B区 SL3-土坑1 4層	カエデ属	
139	B区 SL3-土坑1 8層	アワブキ	年代測定実施
140	B区 SK45 9層(床直)	クリまたはコナラ節	年代測定実施

第56表　出土炭化材の樹種別集計

樹種	個数
コナラ属クヌギ節	64
コナラ属コナラ節	33
クマシデ属	9
クリまたはコナラ節	9
カエデ属	6
樹皮	6
モクレン属	5
アワブキ	3
クマシデ属イヌシデ節	1
クリ	1
ウワミズザクラ	1
ウルシ属	1
ミズキ	1
総数	140

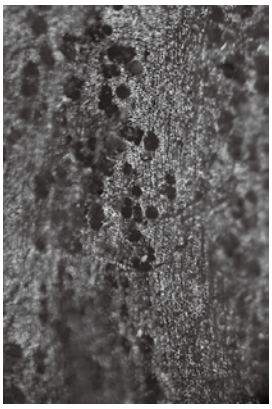
第57表　出土炭化材の地区別集計

区	樹種	個数
B区	カエデ属	5
	アワブキ	3
	コナラ属コナラ節	2
	クリまたはコナラ節	2
	コナラ属クヌギ節	1
	ミズキ	1
C区	コナラ属クヌギ節	31
	コナラ属コナラ節	20
	クリまたはコナラ節	7
	モクレン属	5
	樹皮	4
	クマシデ属	2
	クマシデ属イヌシデ節	1
	クリ	1
	ウルシ属	1
	カエデ属	1
D区	コナラ属クヌギ節	24
	コナラ属コナラ節	11
	クマシデ属	7
	樹皮	2
	ウワミズザクラ	1
E区	コナラ属クヌギ節	8
総数		140

001C

001R

001T


002C

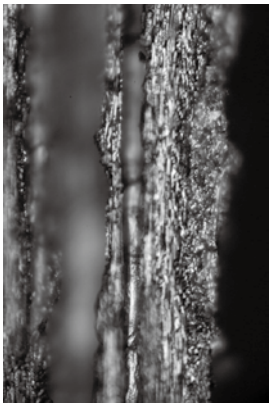
002R

002T

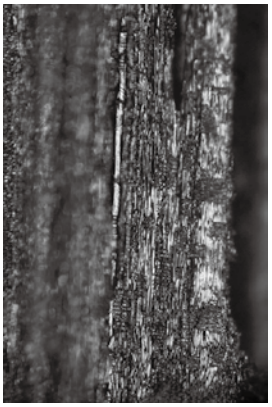
003C

003R

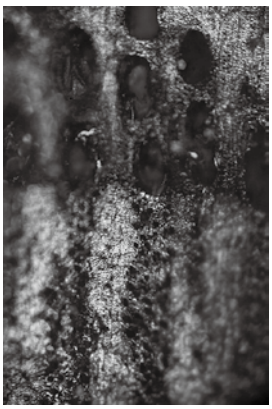
図版 70　合戦原遺跡出土炭化材 (1)　C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1㎜


003T

004C

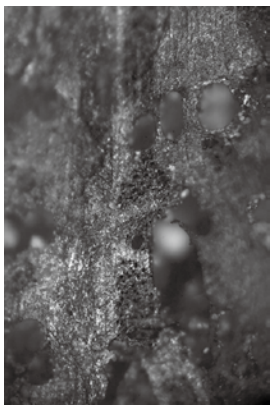

004R

004T


005C

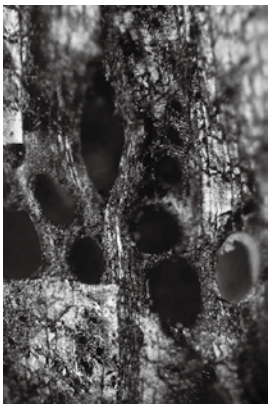
005R

005T


006C

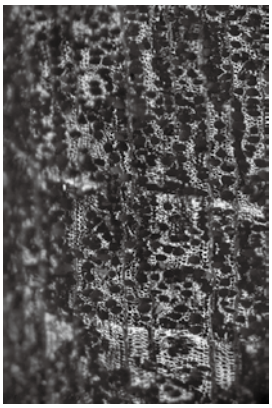
006R

006T


007C

007R

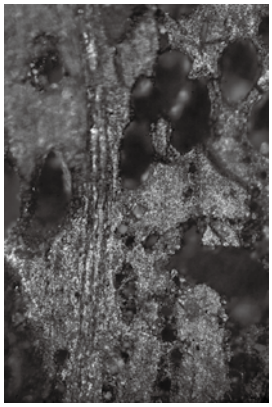
007T

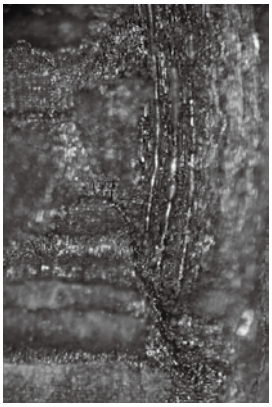

008C

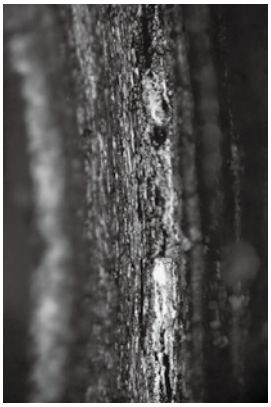
008R

008T

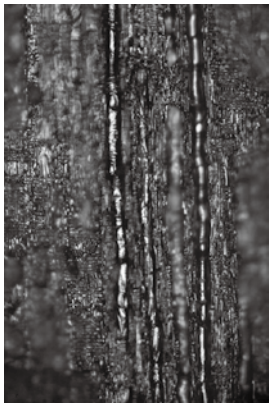
図版 71 合戦原遺跡出土炭化材 (2)　C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

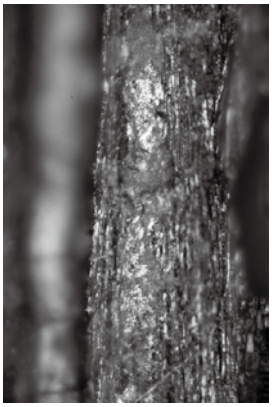

009C —


009R —


009T —

010C —


010R —


010T —

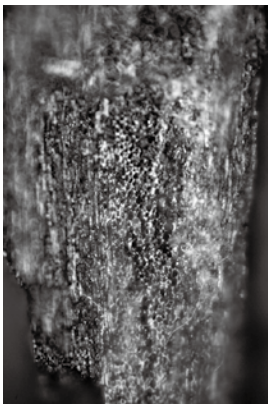
011C —

011R —

011T —

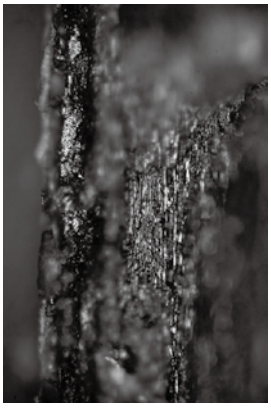
012C —

012R —


012T —

013C —

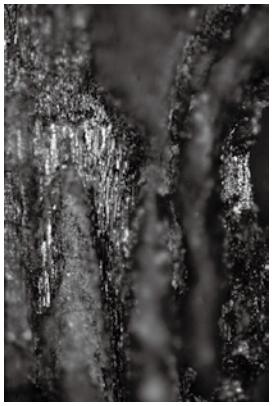
013R —

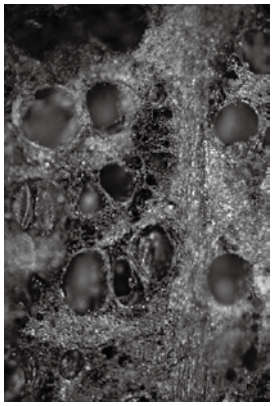

013T —

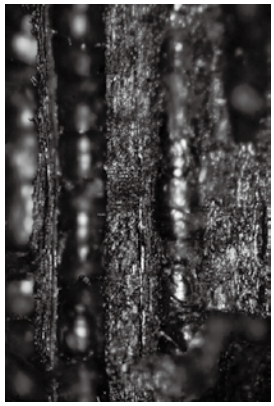
014C —

図版 72　合戦原遺跡出土炭化材 (3)　C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

014R —


014T —

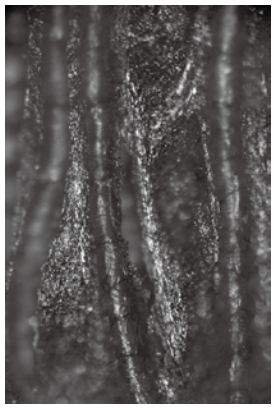

015C —

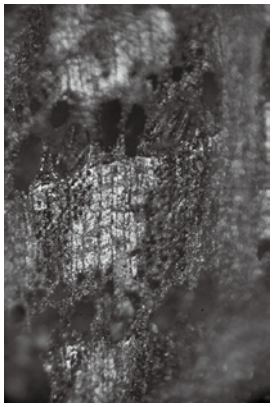

015R —

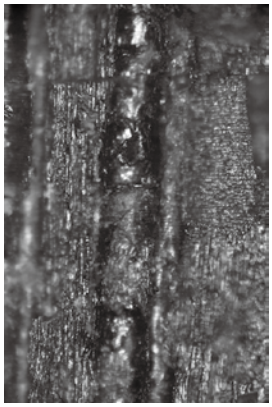
015T —

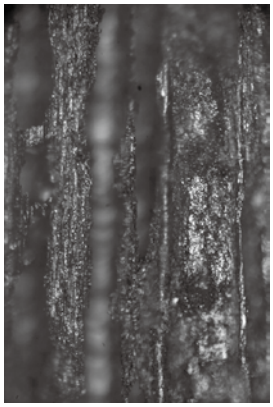
016C —

016R —


016T —

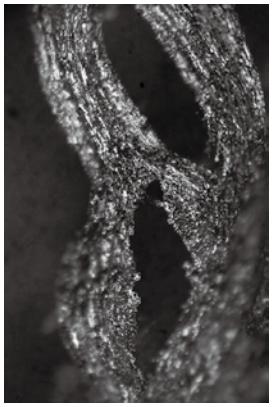

017C —

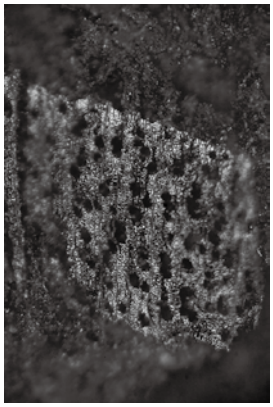

017R —

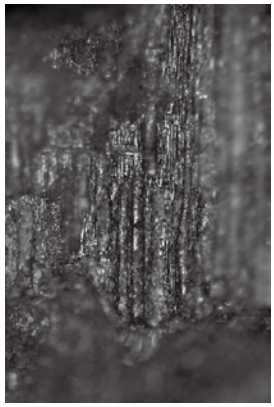

017T —

018C —

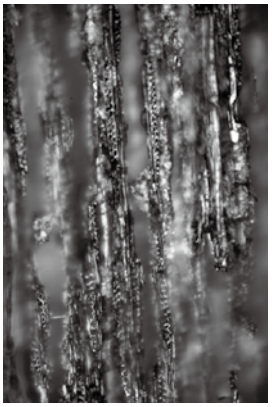
018R —


018T —


019C —

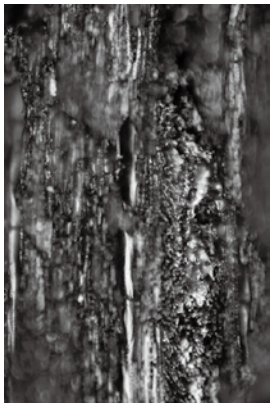

019R —

図版 73　合戦原遺跡出土炭化材 (4)　C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm


019T

020C

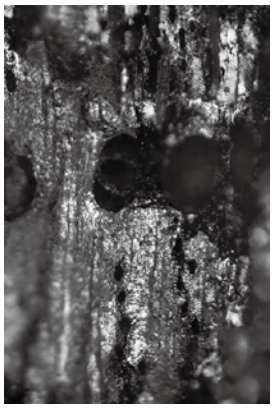
020R

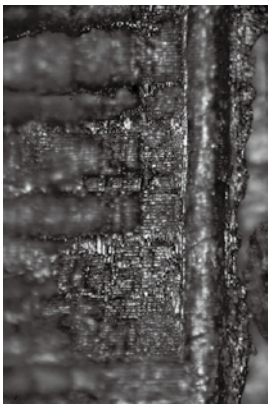

020T

021C

021R

021T


022C


022R

022T

023C

023R

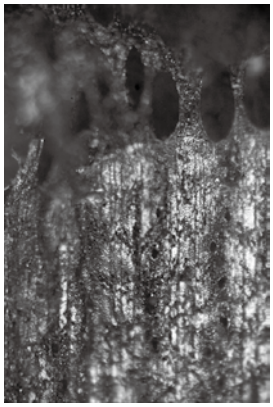
023T

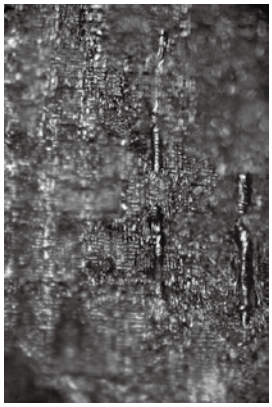
024C

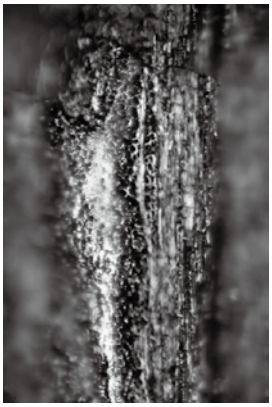
024R

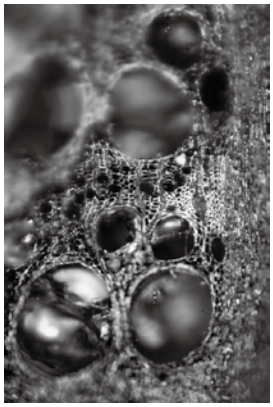
024T

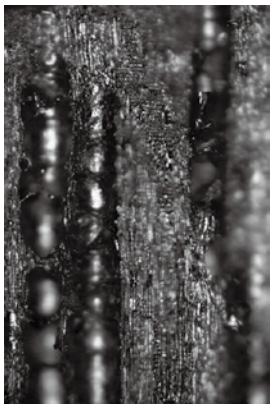
図版 74　合戦原遺跡出土炭化材 (5)　C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

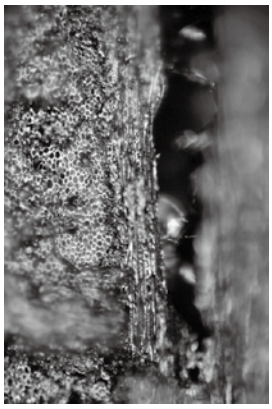

025C —

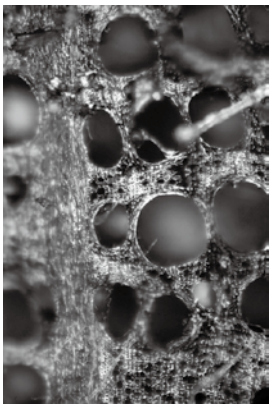

025R —


025T —


026C —

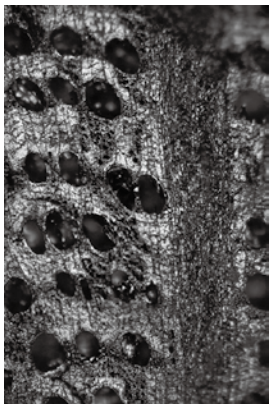

026R —

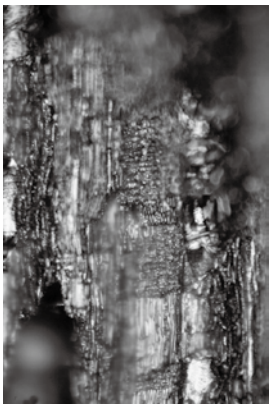

026T —


027C —

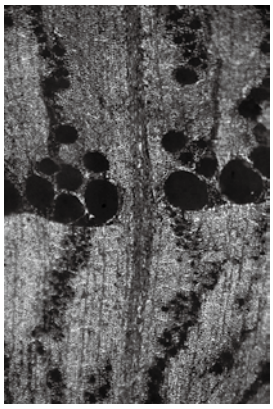
027R —

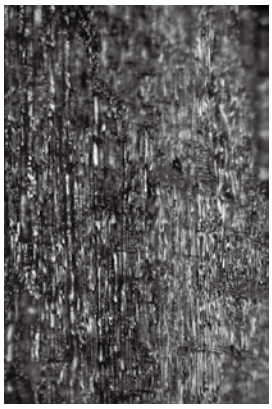
027T —

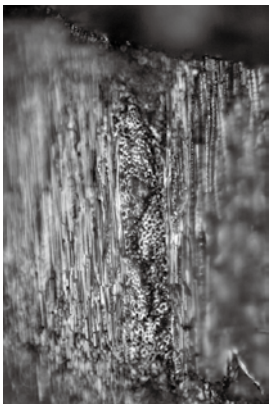

028C —

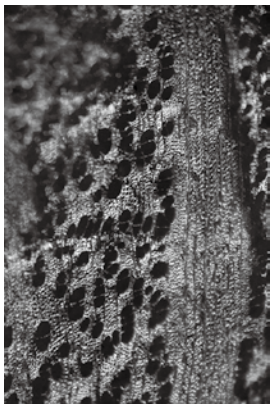

028R —

028T —


029C —


029R —

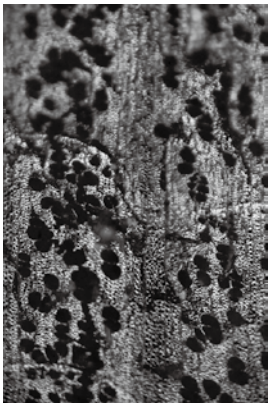

029T —


030C —

図版 75　合戦原遺跡出土炭化材 (6)　C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

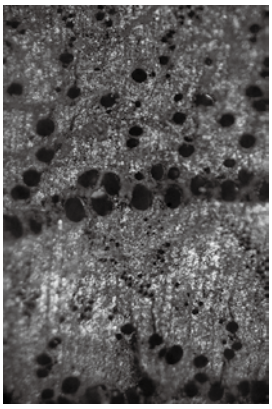
030R

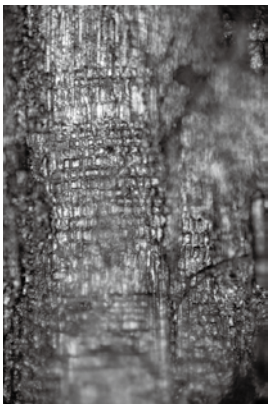
030T

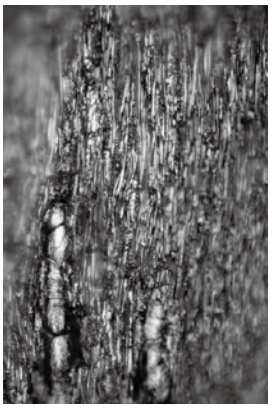

031C

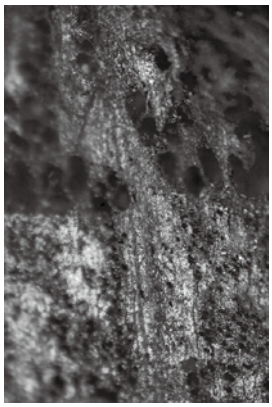
031R

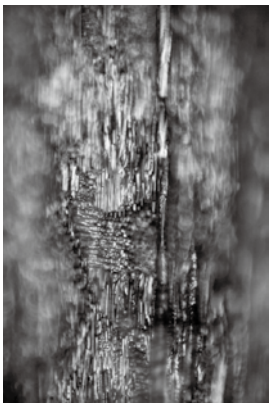
031T

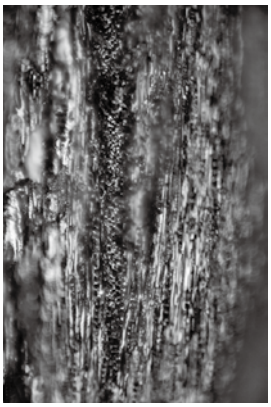

032C

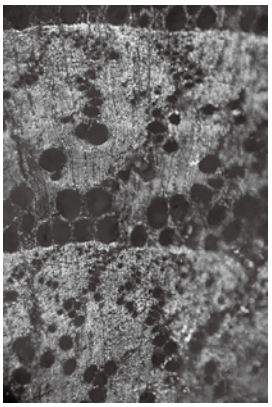

032R


032T

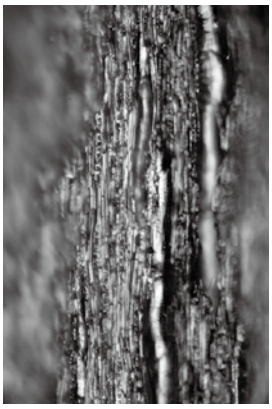

033C

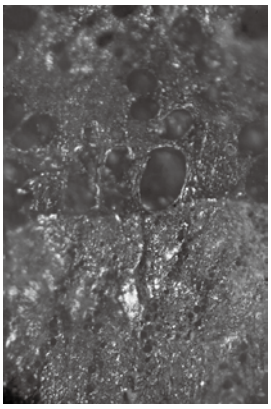

033R


033T


034C

034R

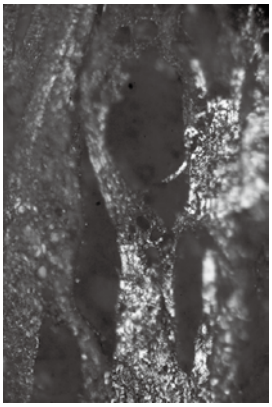

034T

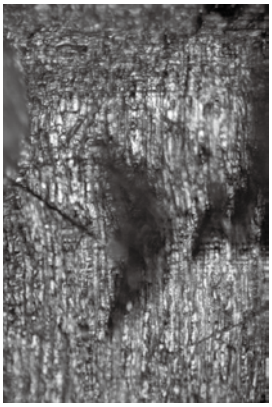

035C

035R

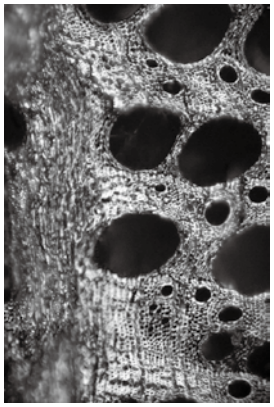
図版 76　合戦原遺跡出土炭化材（7）　C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

035T

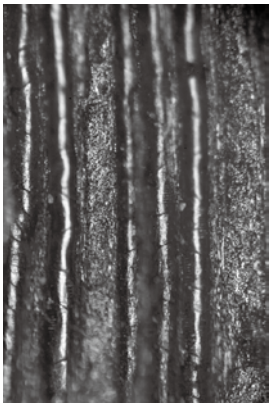

036C

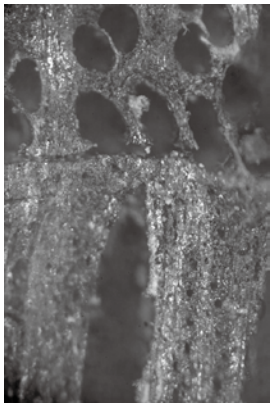

036R

036T

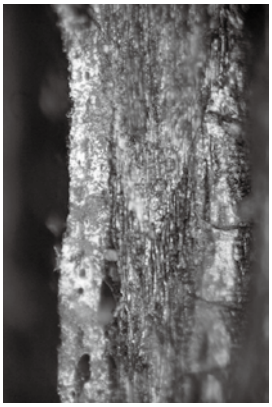

037C

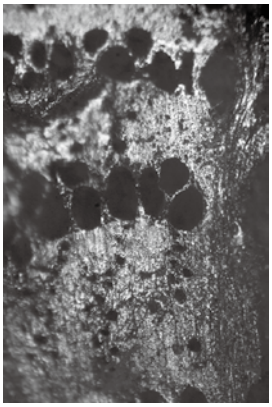
037R

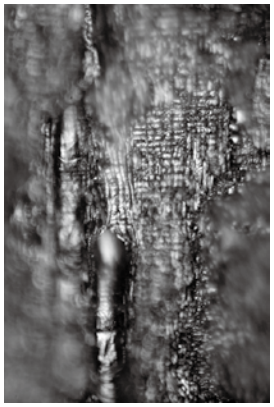

037T


038C

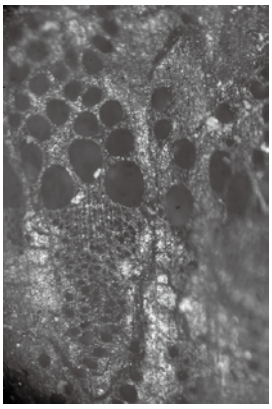
038R


038T

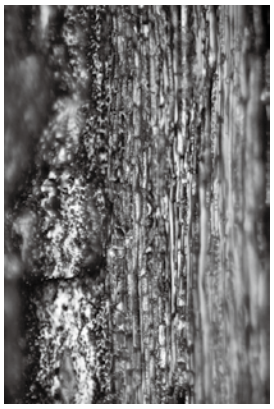

039C


039R

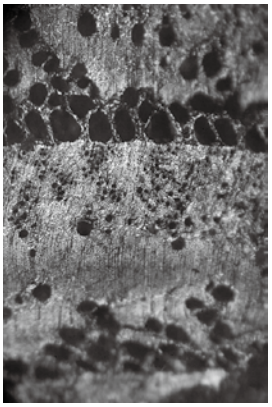
039T

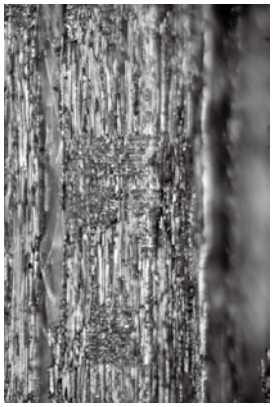

040C

040R

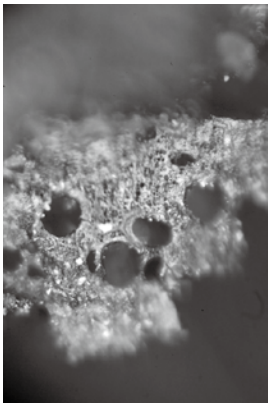

040T

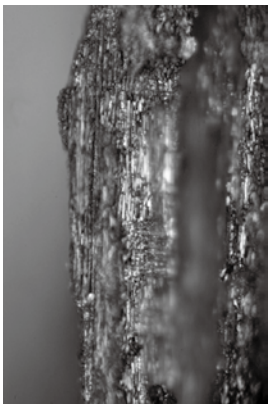
図版 77　合戦原遺跡出土炭化材 (8)　C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

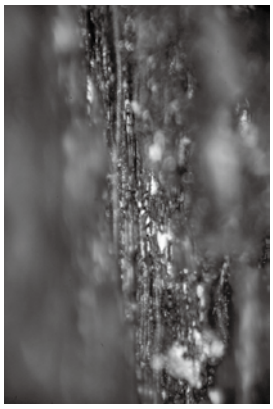

041C

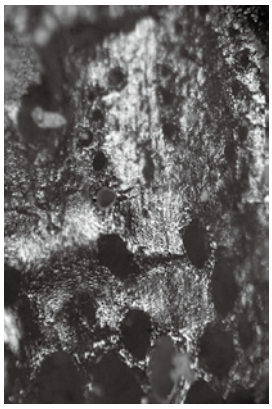

041R

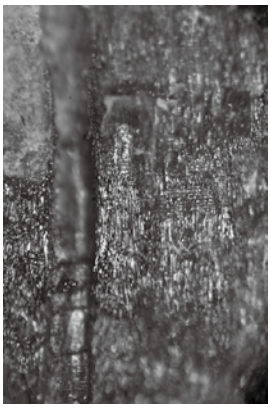
041T


042C

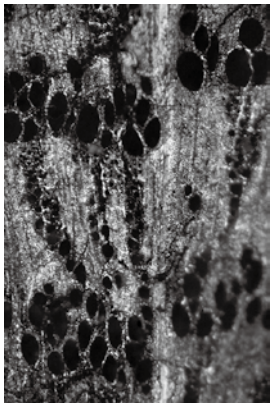

042R


042T

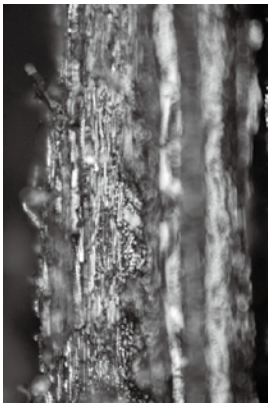

043C


043R

043T

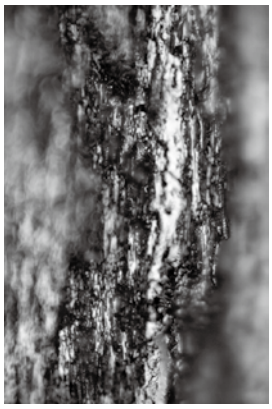

044C

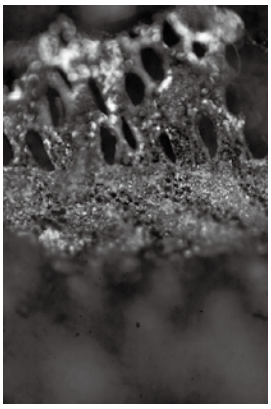
044R


044T

045C

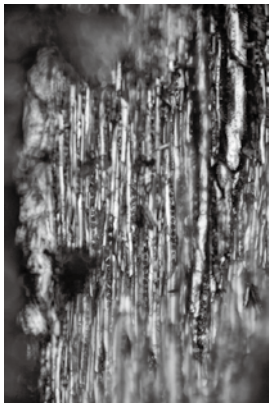
045R


045T

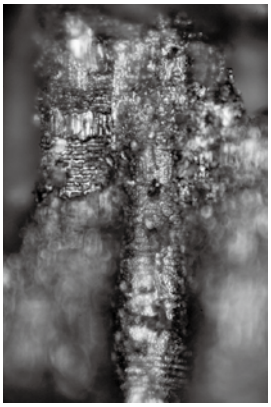

046C

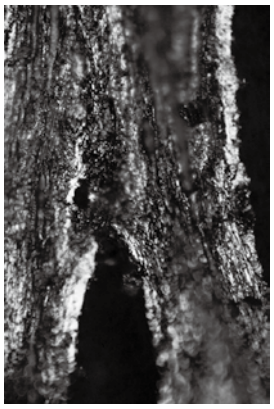
図版 78　合戦原遺跡出土炭化材 (9)　C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

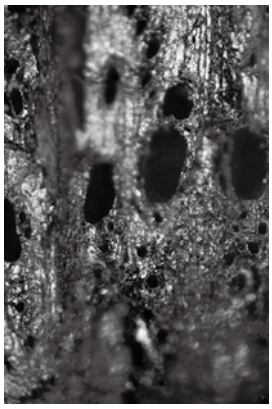
046R —

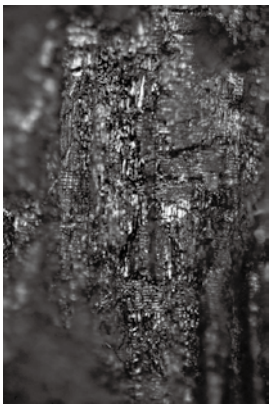

046T —

047C —

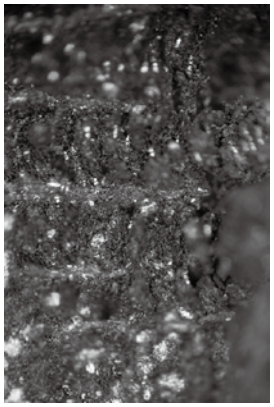

047R —


047T —


048C —


048R —

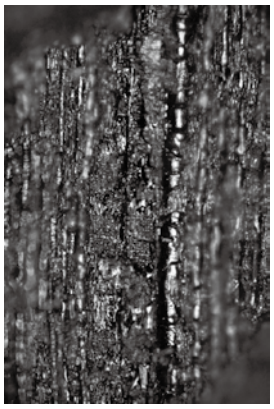
048T —


049C –

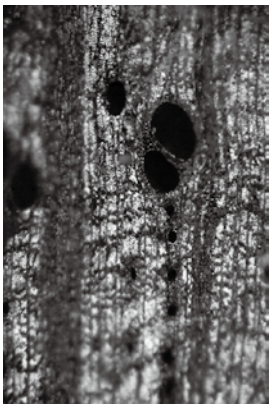
049R –

049T –

050C —


050R —

050T —


051C —

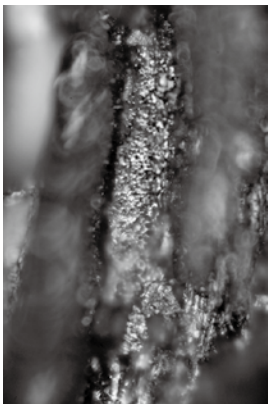
051R —

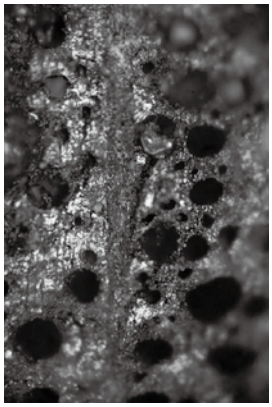
図版 79　合戦原遺跡出土炭化材（10）C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

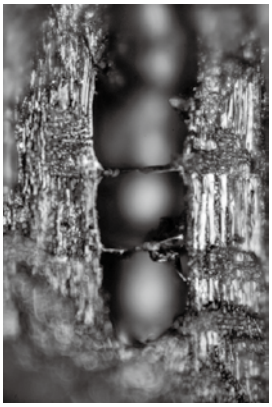
051T

052C

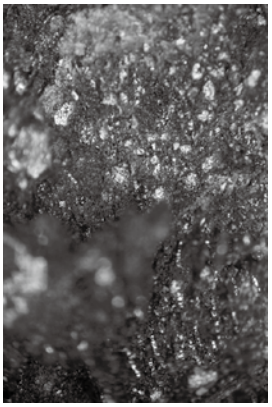
052R

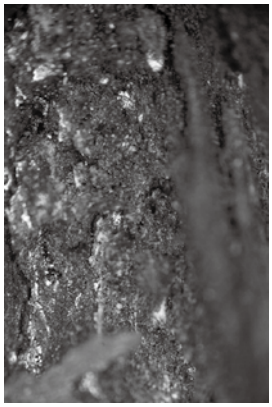

052T

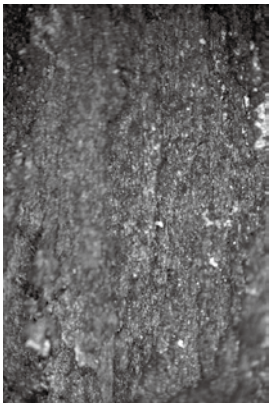

053C

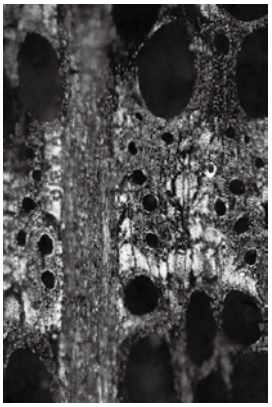

053R

053T

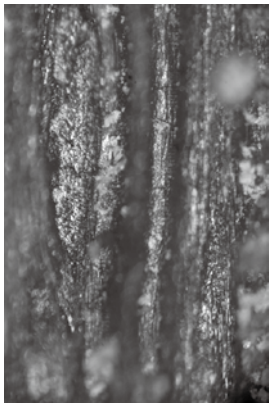

054C

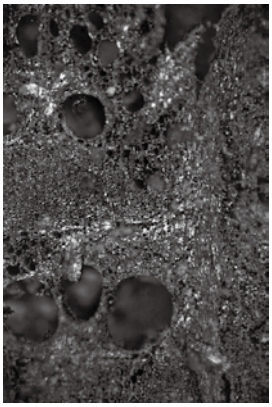

054R


054T

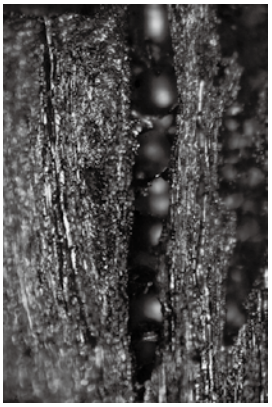

055C

055R


055T


056C

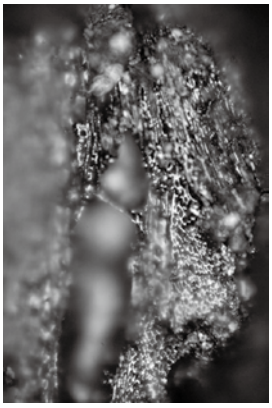
056R

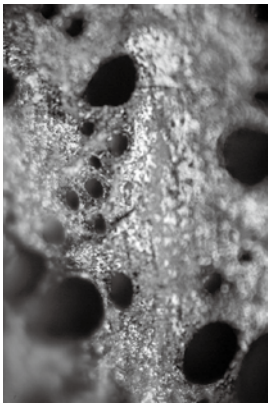

056T

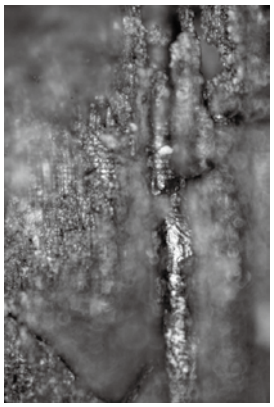
図版 80　合戦原遺跡出土炭化材（11） C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

057C —

057R —

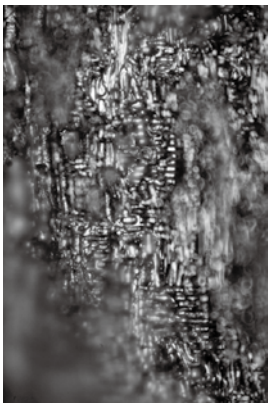

057T —

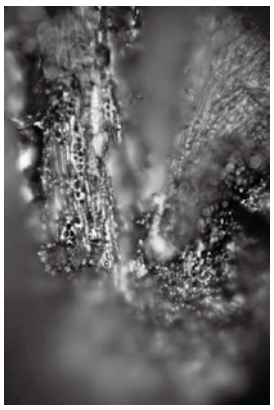

058C —

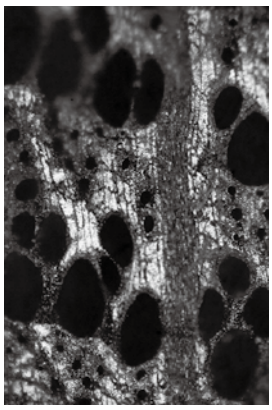

058R —

058T —

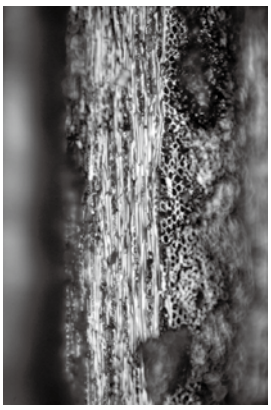
059C —

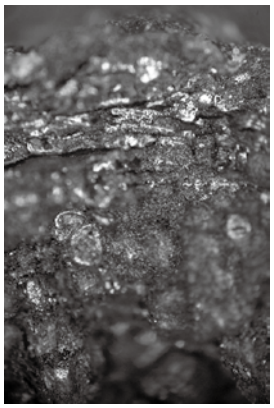

059R —

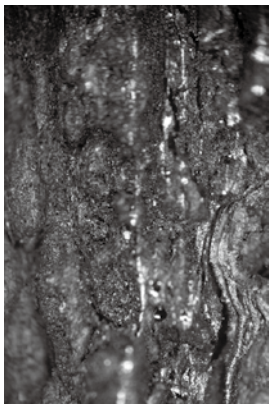

059T —

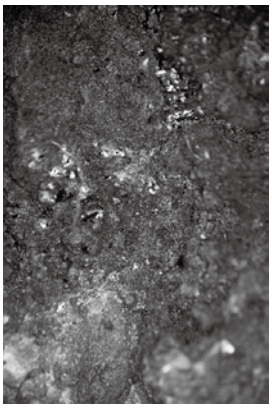

060C —

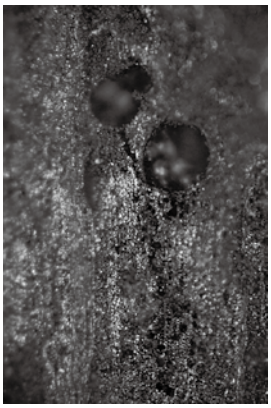
060R —


060T —


061C —

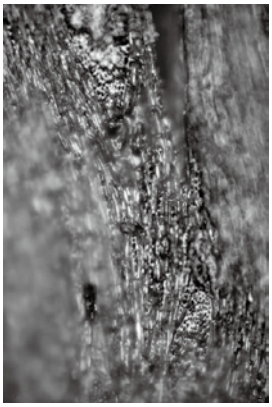

061R —

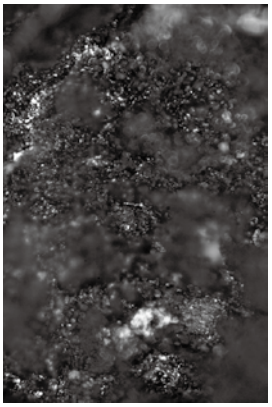

061T —

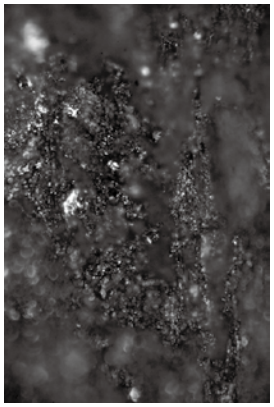

062C —

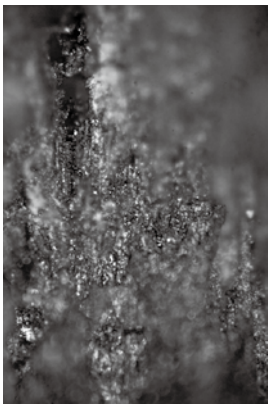
図版 81　合戦原遺跡出土炭化材（12）C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

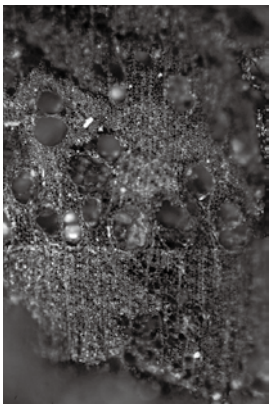
062R —


062T —


063C –


063R –


063T –

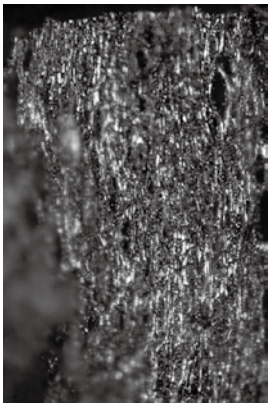

064C —

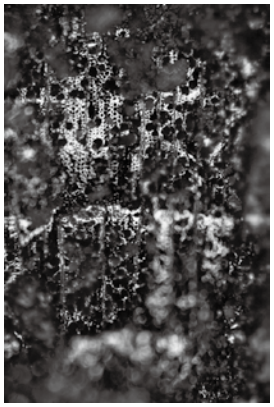
064R —

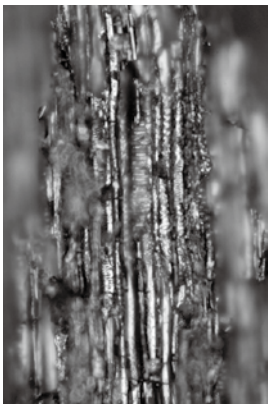
064T —

065C —

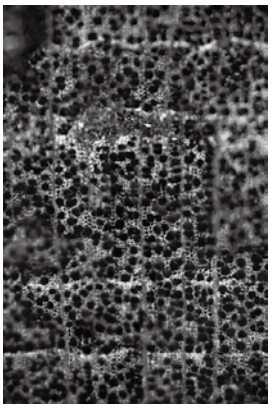
065R —


065T —


066C —

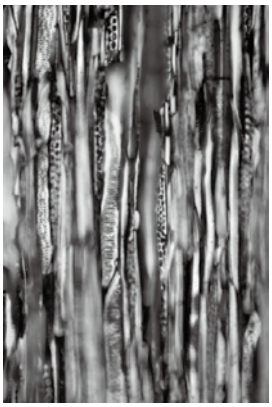

066R —

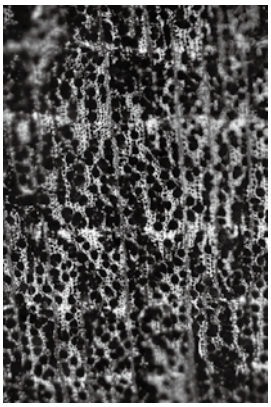
066T —

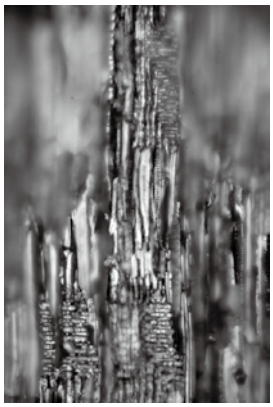

067C —

067R —

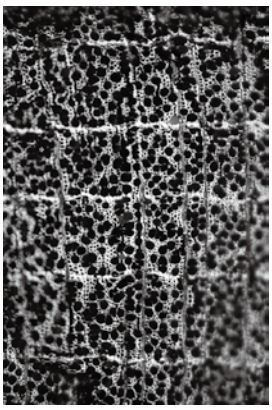
図版 82　合戦原遺跡出土炭化材（13） C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

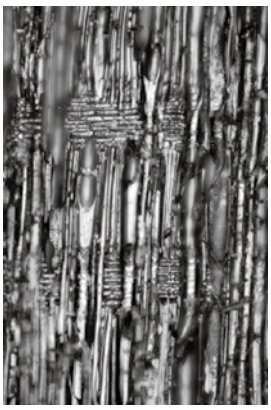

067T


068C


068R

068T


069C

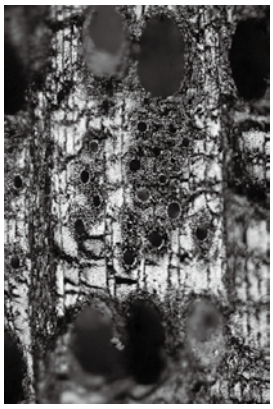

069R

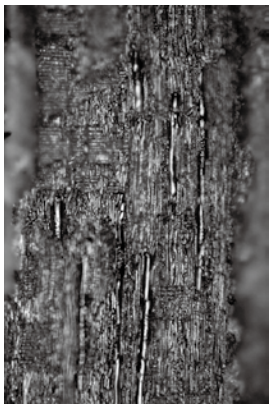
069T

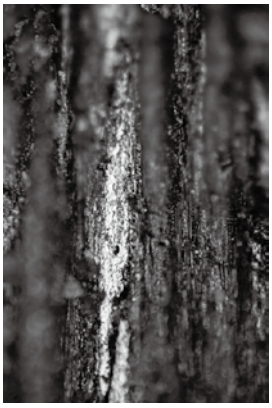
070C

070R

070T

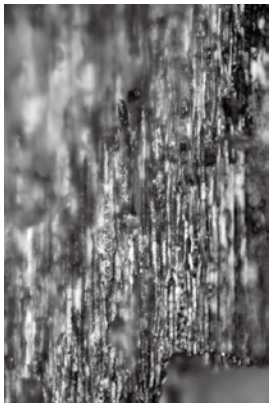

071C


071R


071T

072C

072R


072T

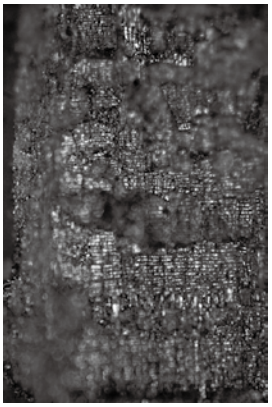
図版 83　合戦原遺跡出土炭化材（14）C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

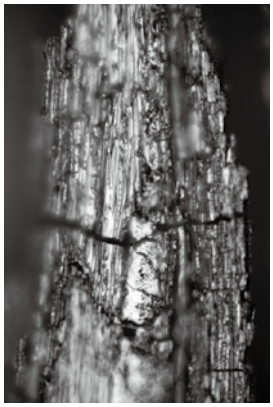
073C —

073R —

073T —

074C —

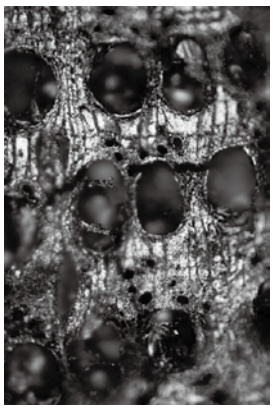

074R —


074T —

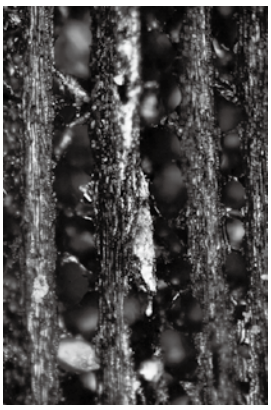
075C —

075R —

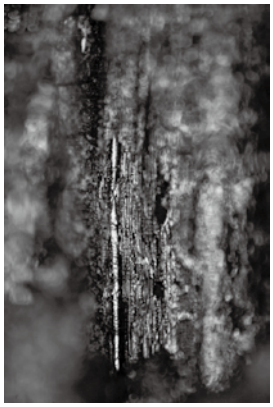
075T —

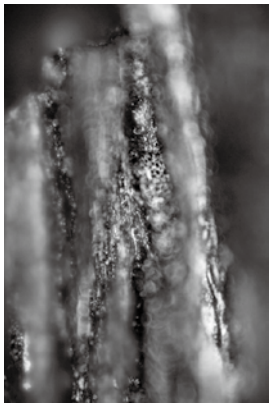

076C —

076R —


076T —

077C —


077R —

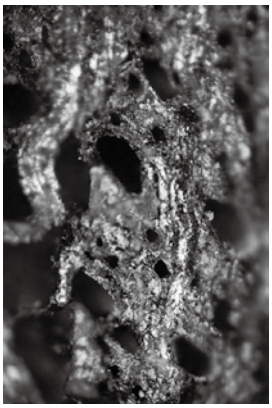

077T —

078C —

図版 84　合戦原遺跡出土炭化材（15） C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1㎜

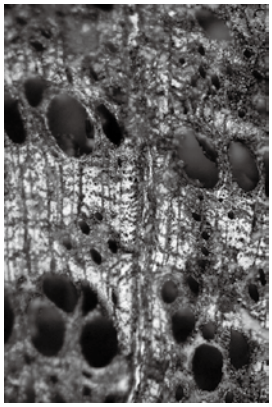
078R —

078T —


079C —

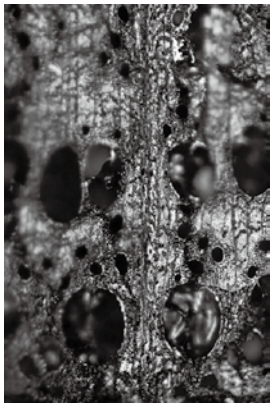
079R —

079T —


080C —

080R —

080T —


081C —

081R —

081T —

082C —

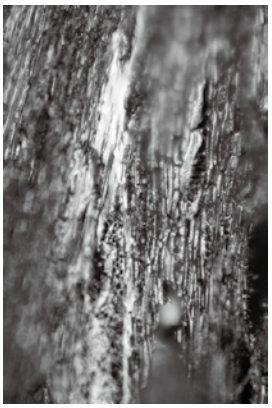
082R —

082T —

083C —

083R —

図版 85　合戦原遺跡出土炭化材（16）C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

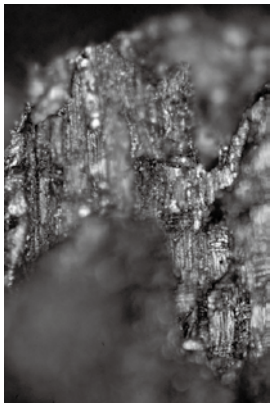

083T

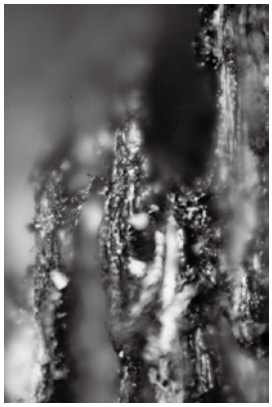
084C

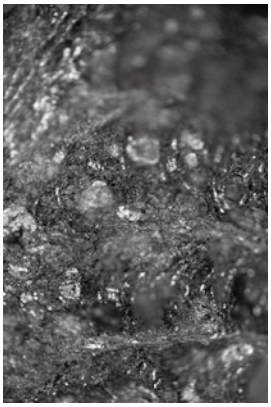
084R

084T

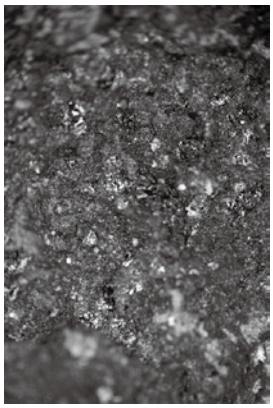
085C

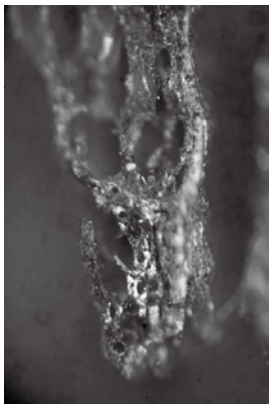

085R

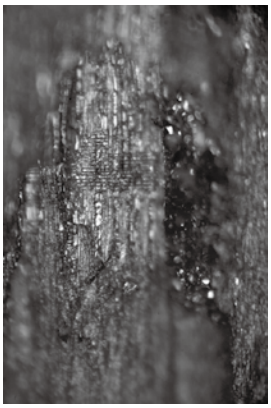

085T


086C

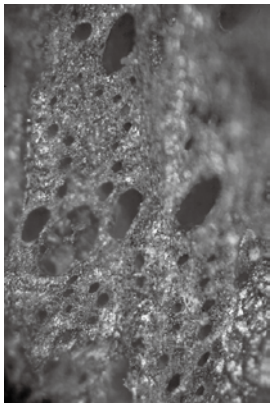
086R

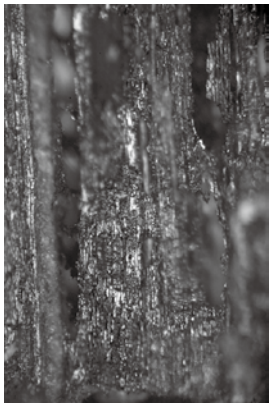

086T


087C


087R

087T

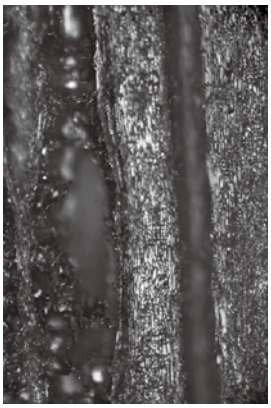

088C

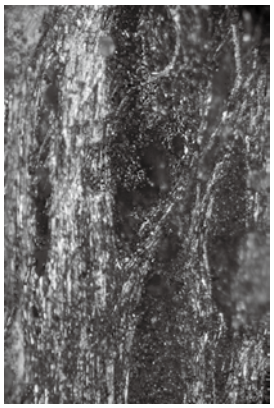

088R

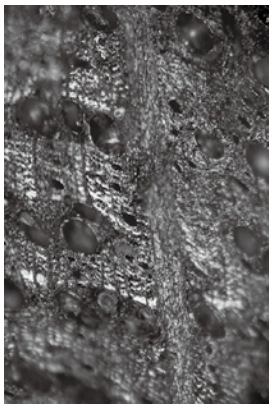
088T

図版 86　合戦原遺跡出土炭化材（17） C：横断面、R：放射断面、T：接線断面、スケールは 0.1mm

089C —


089R —


089T —

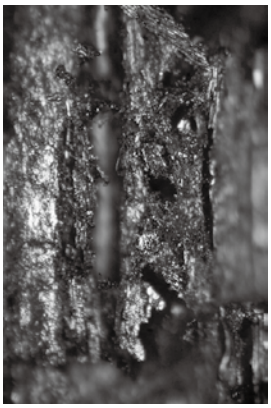

090C —

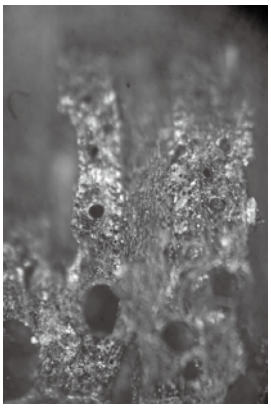
090R —

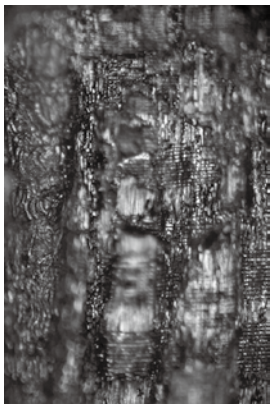
090T —

091C —

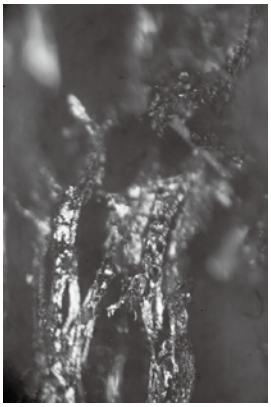
091R —

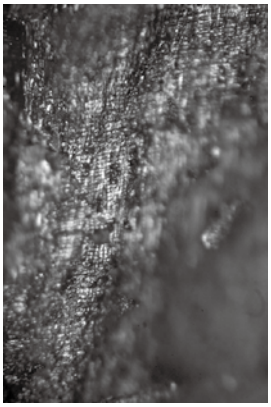

091T —

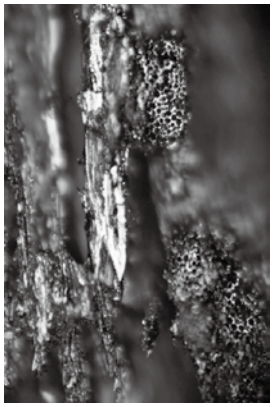

092C —

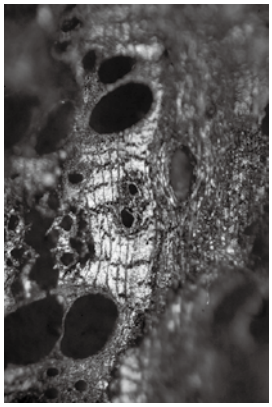

092R —

092T —

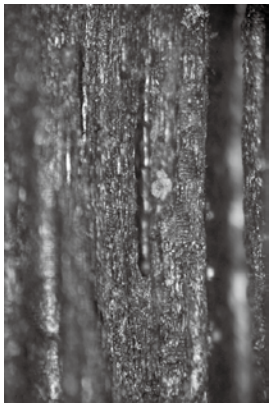

093C —


093R —

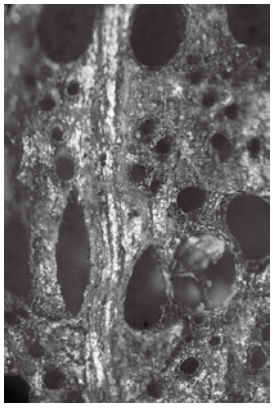

093T —


094C —

図版 87　合戦原遺跡出土炭化材（18）C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1㎜

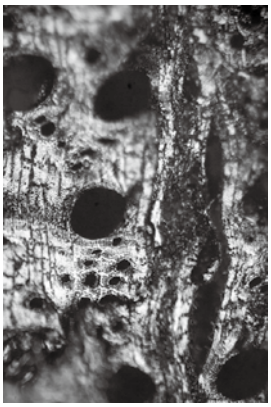

094R —

094T —


095C —

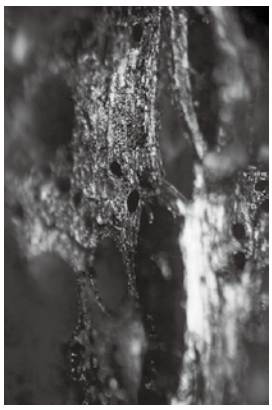
095R —

095T —


096C —

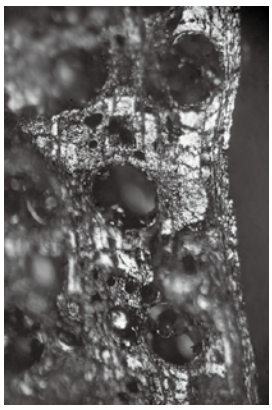
096R —

096T —


097C —

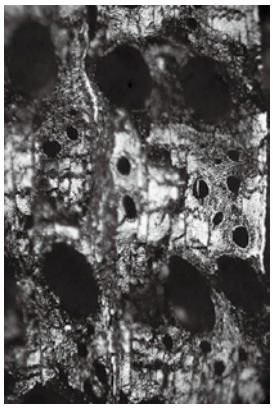
097R —

097T —


098C —

098R —

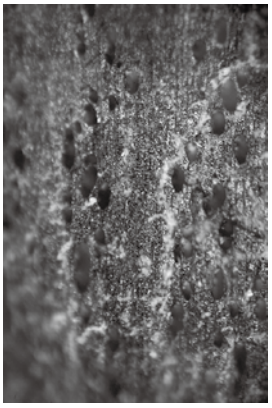
098T —


099C —

099R —

図版 88　合戦原遺跡出土炭化材（19）C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1㎜

099T

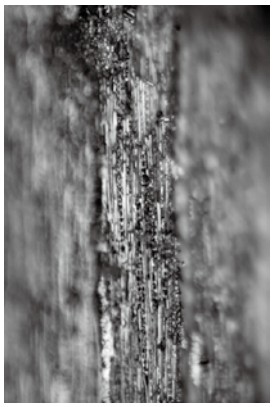

100C

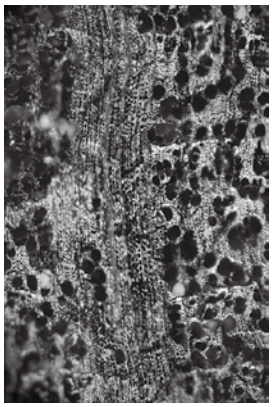
100R

100T

101C

101R

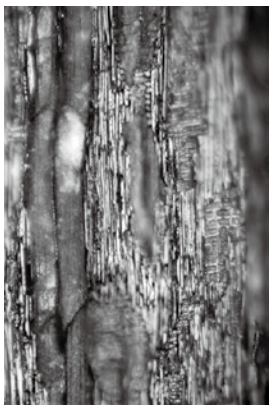

101T

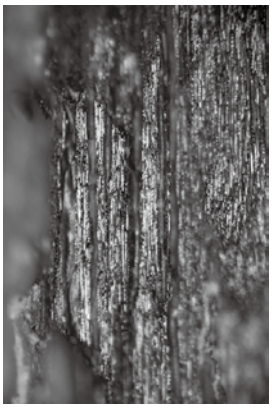

102C

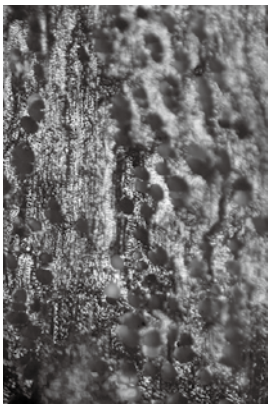
102R

102T

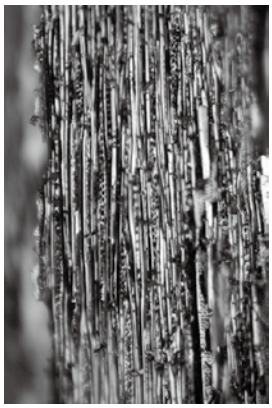
103C


103R

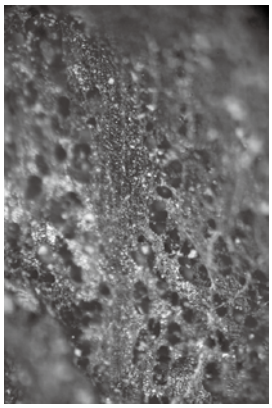

103T


104C

104R

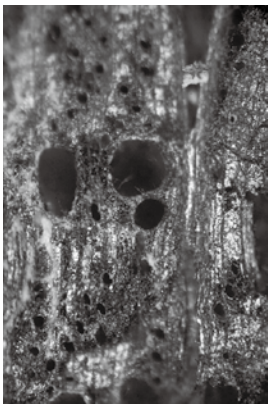

104T

図版 89　合戦原遺跡出土炭化材（20）C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1㎜


105C —

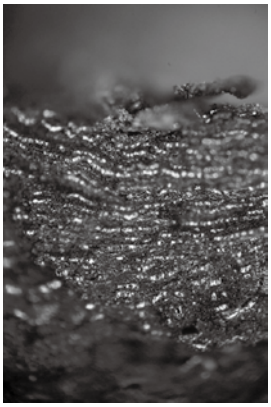
105R —

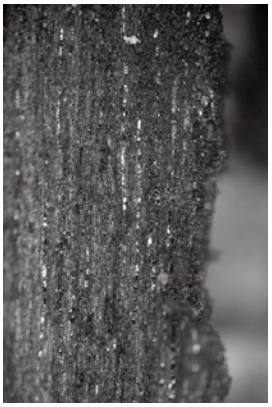
105T —


106C —

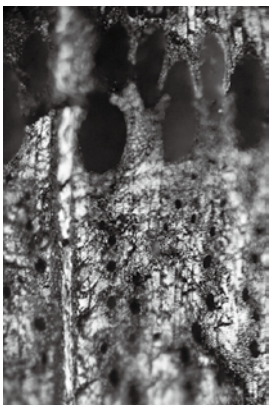
106R —

106T —

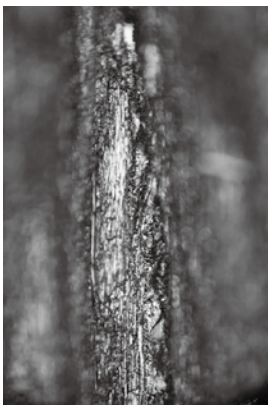

107C –

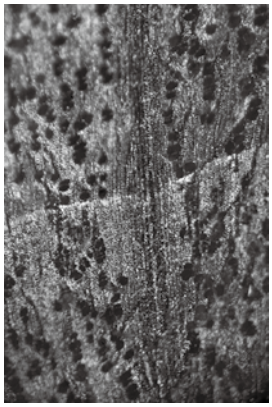

107R –

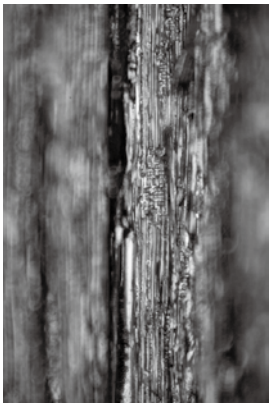
107T –

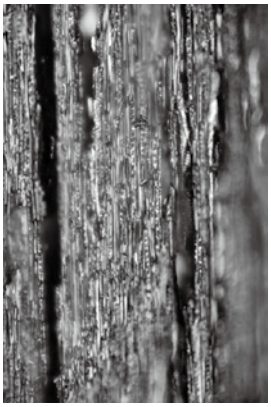

108C —

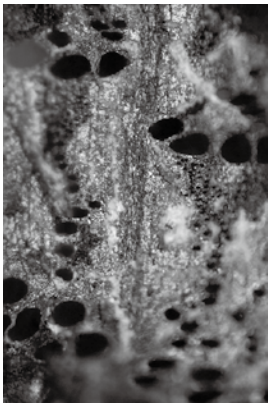
108R —


108T —


109C —


109R —

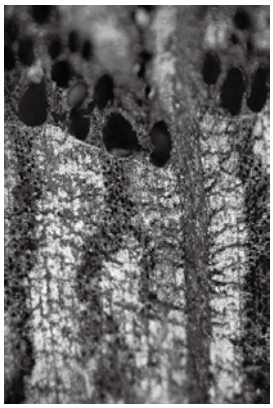

109T —


110C —

図版 90　合戦原遺跡出土炭化材（21） C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1㎜

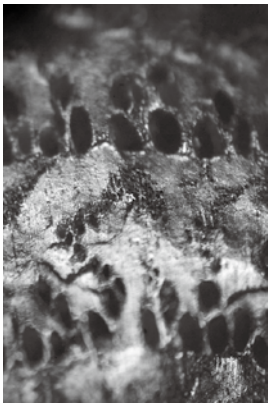
110R —

110T —


111C —

111R —

111T —


112C —

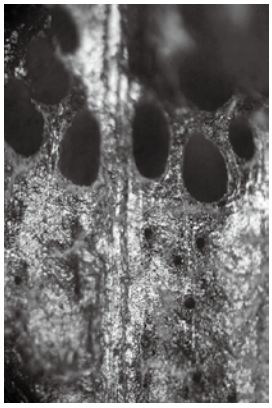
112R —

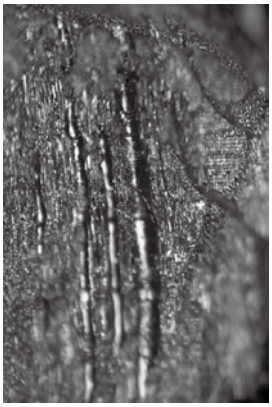
112T —

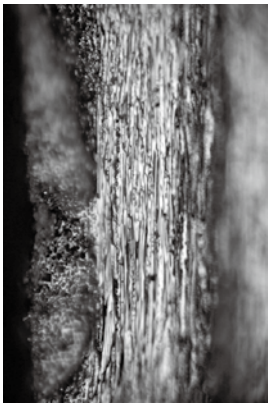
113C —

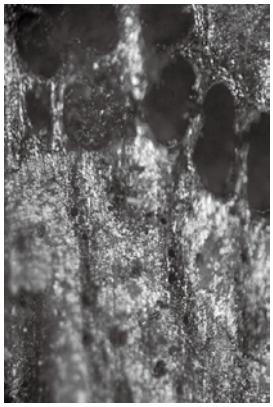
113R —

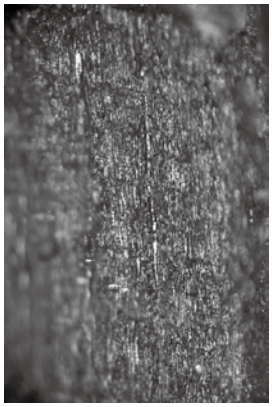
113T —


114C —


114R —

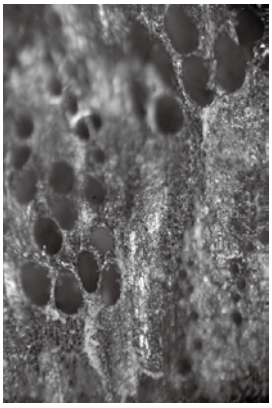

114T —


115C —


115R —

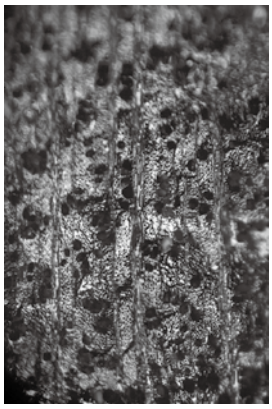
図版 91　合戦原遺跡出土炭化材（22）C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

115T —

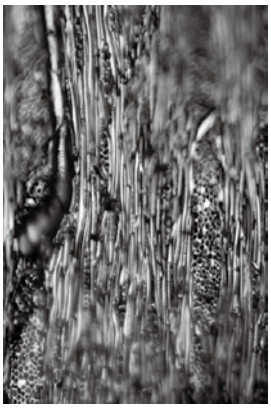

116C —

116R —

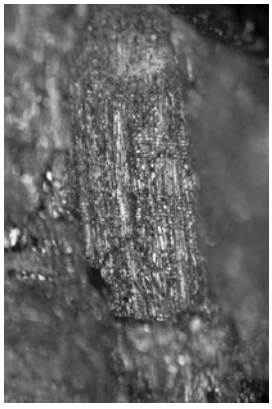
116T —

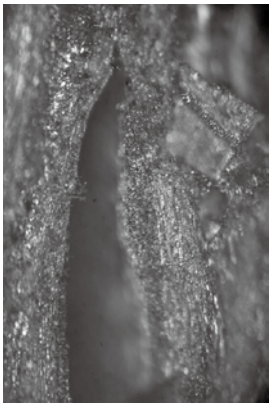

117C —

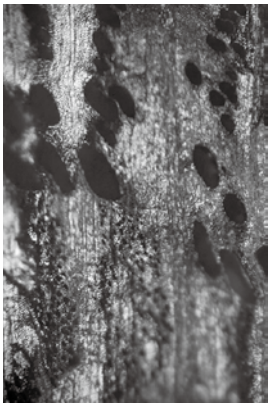
117R —


117T —

118C —

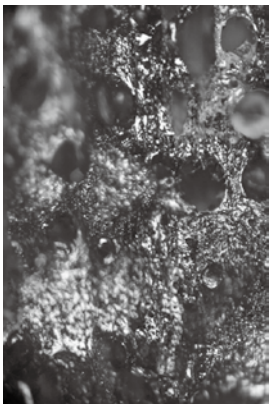

118R —


118T —

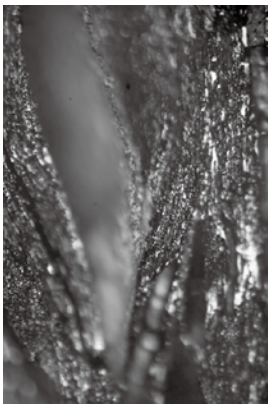

119C —

119R —

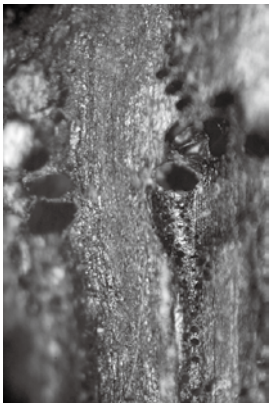
119T —


120C —

120R —

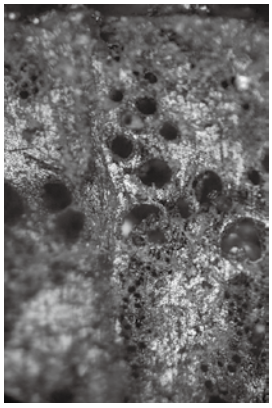

120T —

図版 92　合戦原遺跡出土炭化材（23）C：横断面、R：放射断面、T：接線断面、スケールは 0.1㎜

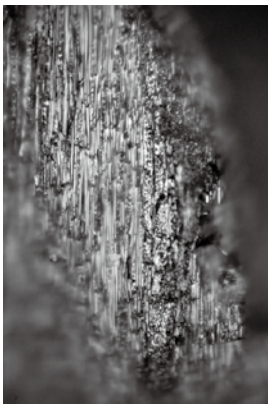

121C —

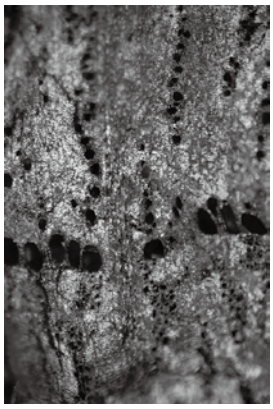
121R —

121T —


122C —

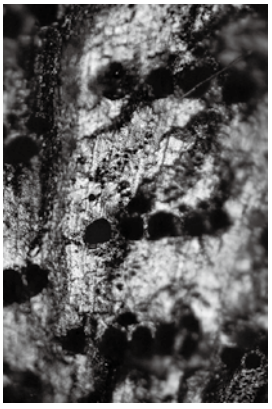
122R —

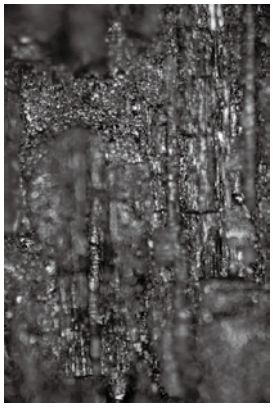

122T —


123C —

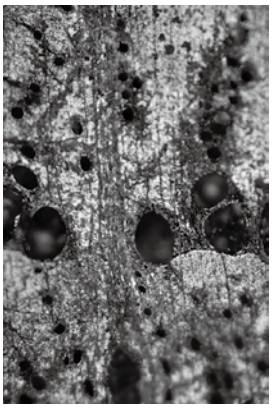
123R —

123T —


124C —

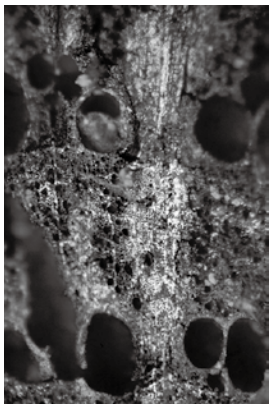

124R —

124T —


125C —

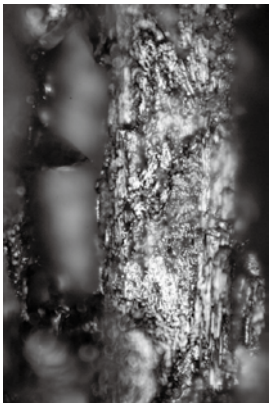
125R —

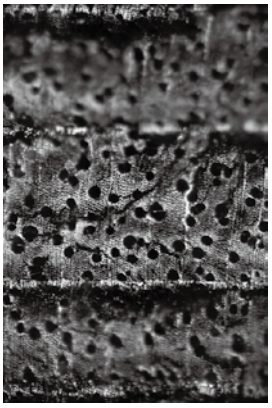
125T —


126C —

図版 93　合戦原遺跡出土炭化材（24）C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

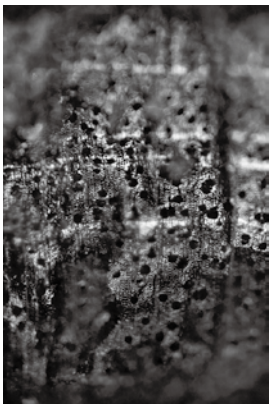
126R


126T


127C

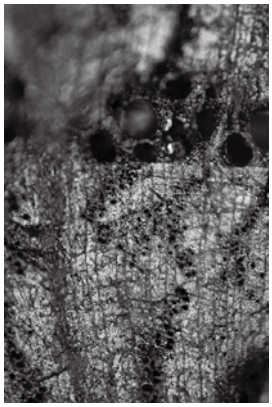
127R

127T

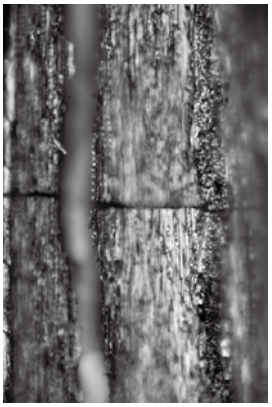

128C

128R

128T


129C

129R


129T

130C

130R

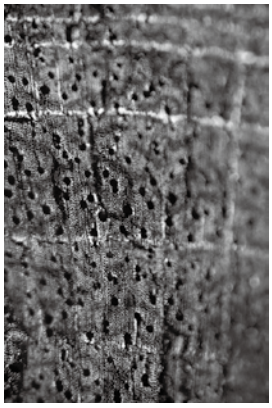
130T

131C

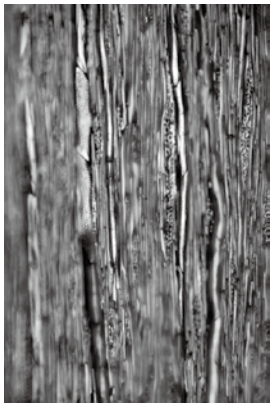
131R

図版 94　合戦原遺跡出土炭化材（25） C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1㎜

131T


132C

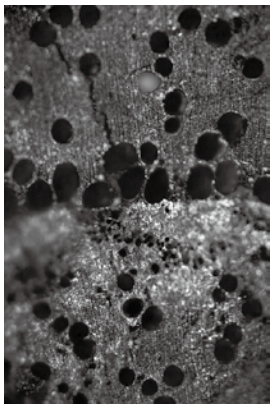
132R


132T

133C

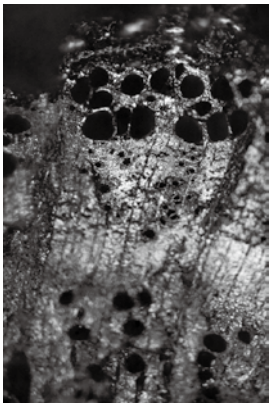
133R

133T

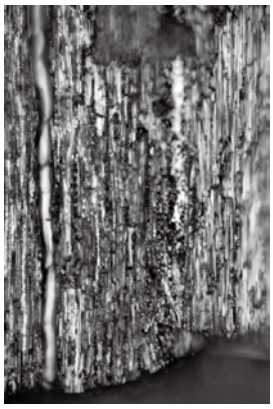

134C

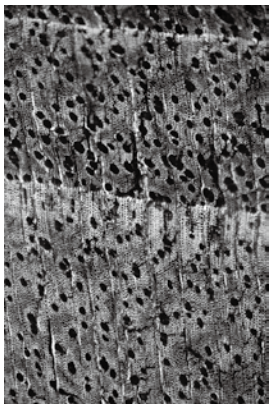
134R

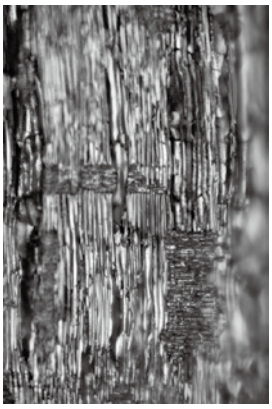
134T

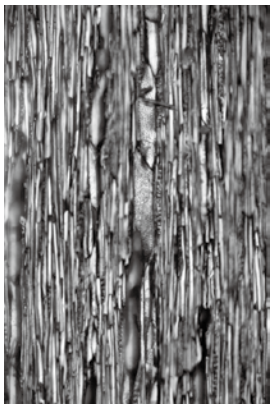

135C

135R

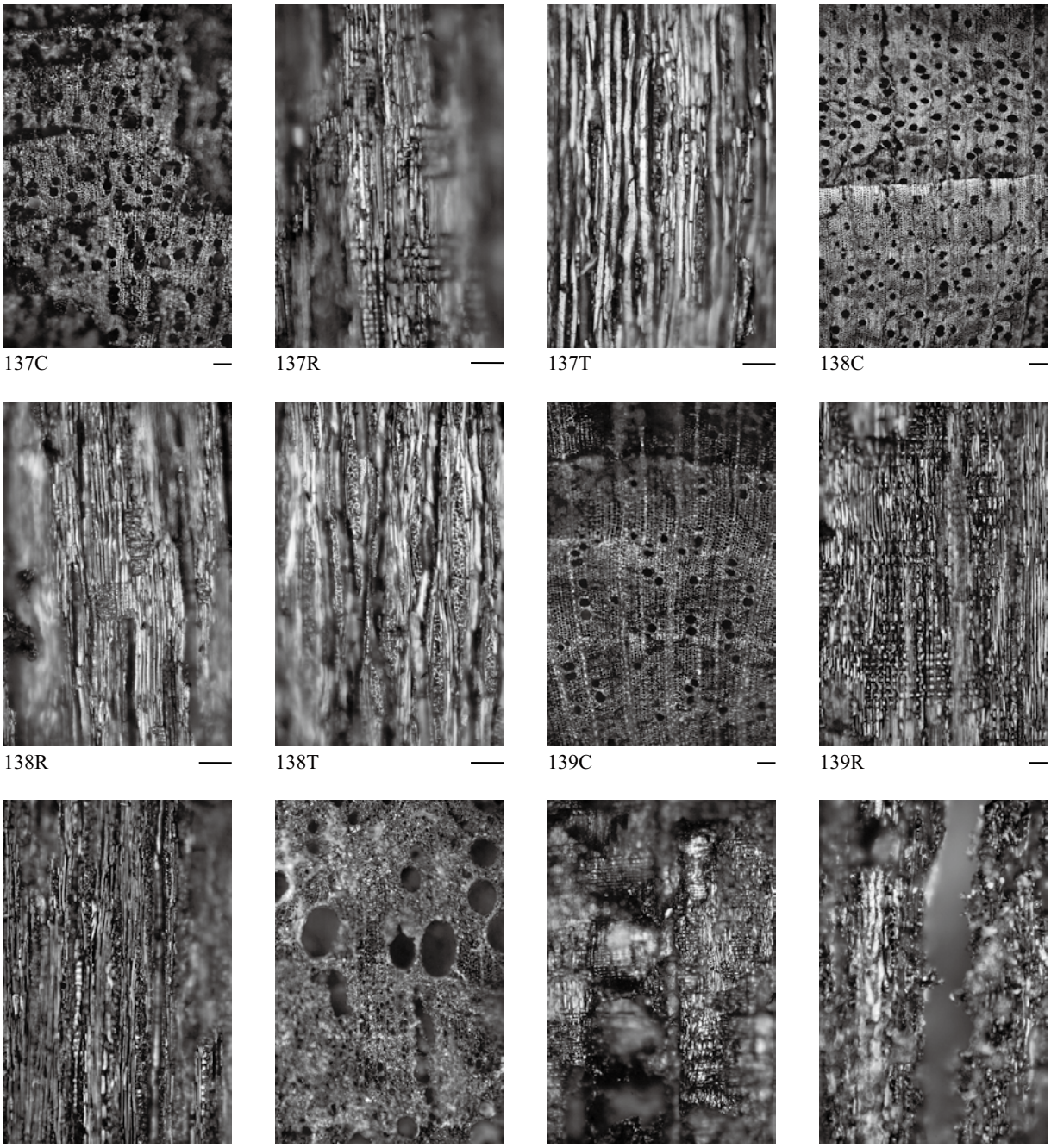

135T


136C


136R


136T

図版 95　合戦原遺跡出土炭化材（26）C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm



図版 96　合戦原遺跡出土炭化材（27）C: 横断面、R: 放射断面、T: 接線断面、スケールは 0.1mm

第６章　総括

第１節　遺構と遺物の変遷

１　縄文･弥生時代

縄文時代の遺物としては、B 区から石匙(K-85、第 121 図 17《244 頁》)が出土している。また、C 区から出土した石鏃(K-82、第 92 図 9《194 頁》)も縄文時代もしくは弥生時代の可能性がある。縄文土器や縄文時代とみられる遺構は確認されておらず、集落域というよりも、狩猟･採集の場であったことが想定される。

弥生土器は B･C･D 区で比較的多くの点数が出土しており(第 14 表《95 頁》)、主なものを第 92 図(194 頁)･第 121 図(244 頁)などに図示した。いずれも破片資料だが、文様の分かるものでは縄文、撚糸文、2 条単位の細い平行沈線文がみられる。町内においては狐塚遺跡(県教委 2016b)などに類例があり、主に中期後半の十三塚式期に位置付けられるが、明確な遺構を伴わず、斜面の包含層から出土する場合が多い。合戦原遺跡においても､C 区Ⅱ層､B 区Ⅱ層や SL3 排滓場など､旧地形の残る斜面から多く出土している。また、過去には遺跡南部のグラウンド造成時に弥生時代の遺物が出土したという記録もあり(第 1 章第 3 節《10 頁》)、遺跡内の丘陵斜面に広く分布していたことがうかがえる。

２　古代

B･C･D･E 区を合わせると、製鉄遺構 3 基、木炭窯跡 20 基などの製鉄関連遺構を調査した。ここでは、(1)～(4)で各発掘区における遺構の特徴や重複関係、出土遺物等を整理し、周辺遺跡との比較も交えて年代を検討する。その上で、(5)で合戦原遺跡製鉄地区全体の変遷についてまとめる。なお、当町の南に隣接する福島県相馬地方では、新地町の武井地区や南相馬市の金沢地区などにおいて、多数の製鉄遺跡の調査例が蓄積されている。ここでは特に製鉄遺構の展開が整備されている金沢地区製鉄遺跡群の編年(福島県教育委員会ほか 1995･1998 ほか)を基準として援用する。また、古代亘理郡の土器編年については、亘理町三十三間堂官衙遺跡の総括報告書(亘理町教委 2016)等を参考とした。

（１）Ｂ区の遺構

主な遺構としては、製鉄遺構 1 基(SL3)、竪穴建物跡 2 棟(SI4･5)、土坑 22 基(SK24～45)がある(第 115 図《232 頁》)。

【製鉄遺構】　SL3 は長方形箱型炉で、掘方は長さ約 3.0m、幅約 1.0m の浅い溝状を呈し、厚さ 20cm 弱の基礎構造土(木炭床)を充填した上に炉が構築される(第 117～120 図《238～241 頁》)。炉の斜面上方には踏鞴跡が伴い、踏板の大きさは 2.5×0.7m 程度と推定される。炉の両脇には円形の土坑があって、このうち西側(斜面下方から向かって炉の左側)の「土坑 1」は断面が袋状で、炉に向かって浅い溝が延びる。土坑 1 からは羽口･炉壁･焼土塊が多く出土しているほか、堆積土中に砂鉄が多く含まれることが確認された。排滓場は炉の南東側斜面下方に広がる。炉･土坑 1･排滓場の堆積状況から複数回の操業が想定され、製鉄関連遺物の出土量はＢ区全体で合計 2,900kg 以上に及ぶ。

排滓場および土坑 1 から出土した炭化材 3 点の年代測定の結果を合わせると､7 世紀後半～9 世紀後半までの時間幅がみられる。排滓場から出土したロクロ調整の土師器(C-364～370、第 121 図 1～7《244 頁》)は、坏の底径が 6.8～8.0cm を測り、全形の分かる資料(C-366、第 121 図 3《244 頁》=第 154 図)では底径が口径の 5 割強の大きさである。亘理郡内で類似する一括資料としては、8 世紀末～9 世紀前葉

頃の亘理町堀の内遺跡 SK42 土壙(亘理町教委 1997)、9 世紀中葉頃の山元町涌沢遺跡 SK124･SK127 土坑(県教委 2015b)などがある。

製鉄遺構の類例としては、町内では上宮前北遺跡 SW2 および SW3(県教委 2015)、川内遺跡 SL1(町教委 2018)がある(第 154 図)。これらは出土遺物の特徴や金沢地区編年との対応関係から、9 世紀中葉(金沢地区編年Ｖ期)～後半と推定されている。これらと比較すると、合戦原遺跡 SL3 は炉の掘方が浅い溝状で、炉底の痕跡がみられる点など、金沢地区Ⅳ期(8 世紀後葉～9 世紀前葉)の炉床構造に近い特徴が認められる。

以上のような遺構･遺物の状況から、ここでは SL3 を 8 世紀末～9 世紀中葉(金沢地区Ⅳ期～Ｖ期)に位置付けておく。

なお、製鉄炉の左右両脇に土坑を伴う例は、上宮前北遺跡や川内遺跡でも確認されている。特に、上宮前北 SW2 では、斜面下方から向かって左側の土坑(SW2c)が、SL3-土坑 1 と同様に袋状を呈する。また、右側の土坑(SW2d)では、堆積土中から砂鉄が多く検出され、砂鉄置き場と推定されている。

【竪穴建物跡】　SI4 と SI5 はカマドを伴わず、出土遺物もないことから年代は不明だが、柱穴掘方の平面形が方形を呈することから、古代の可能性がある。

【土坑】　B 区中央の沢にある SK38 は、底面付近から須恵器の長頸瓶が出土しており、古代の土坑と推定される。この沢の周辺には長軸 2m を越える大型の土坑(SK31～36、38･39)が集中する(第 116 図)。性格は不明だが、SK33･34･36･38･39 では堆積土上層に鉄滓が含まれることから、SL3 製鉄遺構の操業より古い段階で、土坑群の掘削が行われたと推定される。

また、焼成土坑が 9 基検出された(第 41 表《260 頁》、第 58 表)。平面形は隅丸方形を呈するものが多く、平均すると一辺 1.11m×0.89m となる。また、壁面が焼けて酸化色を呈し、底面に炭層が堆積している。町内では涌沢遺跡 SK5 など多数の類例があり、鍛冶用の木炭を焼成した土坑と推定される(県教委 2015b)。なお、SK45 は炭化材の年代測定から 7 世紀後半～8 世紀後半という結果が得られている。

（２）Ｄ区の遺構

D 区では南東向き斜面で 6 基の木炭窯跡(SY15～20)を調査した(第 98 図《203 頁》、第 155 図)。

【木炭窯跡】　西側に位置する SY15 と SY16 は、前庭部を共有しており、炭層の対応関係からも、ほぼ同時に操業していたことがうかがえる。中央に縦に並ぶ SY18 と SY19 については、SY19 を壊して斜面上方に SY18 が掘削されるため、SY18 が新しい。また、この SY18 由来の掻き出し層に SY17 が覆われることから、SY17→SY18 の新旧関係となる。一番東側の SY20 については、重複関係が認められない。

SY18 の機能面および SY20 の灰原からは、ロクロ調整の土師器坏(C-358～362、第 112 図 1･2、7～9《228 頁》)が出土している。底径は 6.3～7.9cm で、先述の B 区 SL3 出土土師器と大きな差はなく、8 世紀末～9 世紀中葉頃とみられる。また、SY17～20 では機能面などから須恵器片が比較的多く出土している(第 105 図《214 頁》、第 112 図《228 頁》)。須恵器窯として操業した面(床の還元面など)は確認されなかったため、付近に別の須恵器窯の存在が想定される。周辺の丘陵には、『山元町誌』における「宮城療養所古窯址」(第 1 章第 3 節参照)や、平成 2 年調査の第 1 号窯跡などの須恵器窯跡が分布しており、8 世紀末～9 世紀初頭頃と推定されている(宮城県教委 1991)。第 1 号窯跡の須恵器甕と比較すると、SY19 出土甕(E-219、第 112 図 6《228 頁》=第 155 図)の口縁帯が外側に膨らむ点や、頸部の波状文や体部内面の当て具痕がほとんど認められない点など、共通点が多い。

以上のような土師器･須恵器の特徴から､SY17～20 については､8 世紀末～9 世紀中葉頃と捉えておく。なお、SY17～20 から出土した複数の炭化材を対象に年代測定を行ったところ、いずれの窯も 7 世紀後半～9 世紀末の年代幅に収まる。

一方、SY15 と SY16 出土の炭化材の年代測定では、6 世紀後半～7 世紀代とやや古い年代が得られた。窯体の形態からみても、SY15 と SY16 は幅 0.85m 前後、長さは 5～6m 台で、SY17～20 と比べて明らかに細長い。町内の他の遺跡と窯体の規模を比較したものが第 157 図である。遺跡によってある程度まとまりがあり、9 世紀代を中心とする内手遺跡や川内遺跡は、幅･長さともに概して大型である。8 世紀中葉頃の新中永窪遺跡は、幅は川内遺跡に近いが、長さが短い。ただし、新中永窪遺跡のなかでも 7 世紀後半～8 世紀前葉と推定される横口付木炭窯 2 基は、極端に細長い窯体が、斜面に対し斜め方向に掘り込まれている。合戦原遺跡 SY15 も窯体の側壁に横口 1 個を伴うことから、典型的な「横口式木炭窯」ではないものの､その関連がうかがわれる｡横口を 1 個のみ伴う木炭窯として､相馬地方では洞山 G 遺跡 SC04･SC05 木炭窯跡、向田 A 遺跡 SC07 木炭窯跡が知られており、向田 A の SC07 から出土した土師器甕の特徴などから、7 世紀後半と推定されている(福島県教育委員会ほか 1989)。宮城県内の類例としては多賀城市柏木遺跡 1･2 号木炭窯があり、前庭部を共有し、それぞれの窯体の途中に取りつく「付属施設」として横口状の構造が報告され､8 世紀前半と推定されている(多賀城市埋文センター1989a･b)｡本遺跡の SY15 および SY16 については、相馬地方の類例と炭素年代測定の結果を合わせて、ここでは 7 世紀後半頃に位置付けておきたい。

（３）E 区の遺構

木炭窯跡 1 基(SY14)と土坑 5 基(SK19～23)を調査した。

【木炭窯跡】　SY14 の窯体は幅 0.80m、長さ 8.51m で、今回調査した中では最も細く長い形態で、等高線とは直交に近い方向に掘削されている(第 94 図《197 頁》、第 155 図)。出土遺物はないが、炭化材の年代測定では 7 世紀後半を中心とした年代が得られている。形態が類似する D 区の SY15･16 に近い時期と推定される。

【土坑】　5 基のうち SK21 を除く 4 基が木炭焼成土坑とみられ、平面規模の平均値は 1.16m×1.03m である(第 28 表《201 頁》、第 58 表)。SK20 からはロクロ調整の土師器(C-357、第 96 図 1《201 頁》)が出土している。また、SK23 は SY14 操業中に前庭部に掘られている。

（４）C 区の遺構

製鉄遺構 2 基(SL1･2)、木炭窯跡 13 基(SY1～13)、竪穴建物跡 3 基(SI1～3)、土坑 18 基(SK1～18)などを調査した。木炭窯跡は南～東斜面に放射状に分布している。東斜面に単独で分布する SY1(窯体検出のみ)を除くと、大きく 4 つの群に分かれ、ここでは西から C1～C4 群とする(第 156 図)。以下、木炭窯跡 C1～C4 群、製鉄遺構、竪穴建物跡、土坑の順に、それぞれ特徴や新旧関係等を整理した上で、主要な遺構の年代を検討する。

①特徴および重複関係の整理

【木炭窯跡 C1 群】　南向き斜面に木炭窯跡 3 基(SY11～13)が分布し、SY13→SY12→SY11 の重複･新旧関係が認められる。最も古い SY13 の最終操業の炭層を切る形で、東隣に SY12 が掘り込まれる。SY13 の前庭部～焚口においては、最終操業面の炭層直上に SY12 操業由来の層が堆積しており、SY13 の操業終了から SY12 の操業開始までに大きな時間差はないと推定される。

SY12 の斜面上方に SY11 が掘り込まれる。両者の操業面の間には SY12 の天井崩落層や SY11 の掘削排土層が堆積しているが、天井崩落層については人為的に壊した可能性も考えられる。C 区では斜面上方に重複して窯体を掘る例が多くみられるが、いずれも古い窯がある程度開口していた状態で、奥壁周辺を壊しながら掘ったと考えるのが自然であろう。

【木炭窯跡C2群】　南向き斜面に木炭窯跡3基(SY8～10)が分布し、SY10→SY9→SY8の重複・新旧関係が認められる。最も古いSY10の前庭部を西側に大きく拡張し、SY9窯体が西隣に掘り込まれる。前庭部にはSY9の操業に伴う炭層(2～6層)が厚く堆積するが、その炭層はSY10窯体内にはほとんど流入していない。SY10の27層と28層には炭が多く含まれ、SY9の炭層に由来する可能性があるが、この時点でSY10の焚口付近は天井崩落層(29～42層)でほぼ埋まっていたと考えられる。

SY9の操業終了後、斜面上方にSY8が掘り込まれる。SY8掘削排土層の最上層(59層)からは、ロクロ調整の土師器坏(C-351、第63図1《152頁》=第156図)が出土している。また、最終操業面(30層)ではさらに大きく掘り直し、奥壁側に拡張した状況が観察された。

【木炭窯跡C3群】　南東向き斜面に木炭窯跡4基(SY4～7)が分布し、SY7→SY6→SY5→SY4の重複・新旧関係が確認された。最も古いSY7の前庭部を西側に大きく拡張し、SY6窯体が西隣に掘り込まれる。その際にSY7窯体は天井崩落層でほぼ埋まっており、その上にある13層と15層が、SY6の操業に伴う炭層(SY6-3～5層など)に対応するとみられる。

SY6の斜面上方にはSY5が掘り込まれ、その排土によってSY6の窯体は完全に埋められている。さらに、SY5の上方にはSY4が掘り込まれる。SY4は北東側(C4群)のSY2と窯体が重複するが、側壁を補修して操業している。SY4窯体奥壁は未調査だが、地形的には丘陵尾根に近く、尾根上のH区トレンチ(第29図《101頁》)でも窯跡は確認されていないことから、SY4より上方には窯跡はないと考えられる。

【木炭窯跡C4群】　東向き斜面に木炭窯跡2基(SY2・3)が分布し、SY3→SY2の重複・新旧関係が確認された。SY3はSL2製鉄遺構の前庭部作業場をそのまま利用し、斜面上方にある炉跡や踏鞴跡の一部を壊しながら掘削される。SY3の斜面上方にSY2が掘削され、その排土によってSY3の窯体は大部分が埋められている。先述の通りSY2は奥壁付近でSY4と重複し、SY4側から壁を補修している。

【製鉄遺構】　SL1は長方形箱型炉で、木炭窯跡C3群と重複し、SY5操業に伴う炭層の一部(10層)を切る形で炉が構築される。このSL1由来とみられる遺物がSY4・SY8機能面等から出土しており、特にSY4焚口付近から出土した炉壁(0-33、第53図1《135頁》)は、窯の閉塞材に転用された可能性がある。よって、SL1操業の時間幅はおおむねSY5最終操業～SY4・SY8最終操業段階の間と考えられる。出土した土師器は非ロクロ調整のものが少量で、明らかなロクロ調整のものは確認されない。

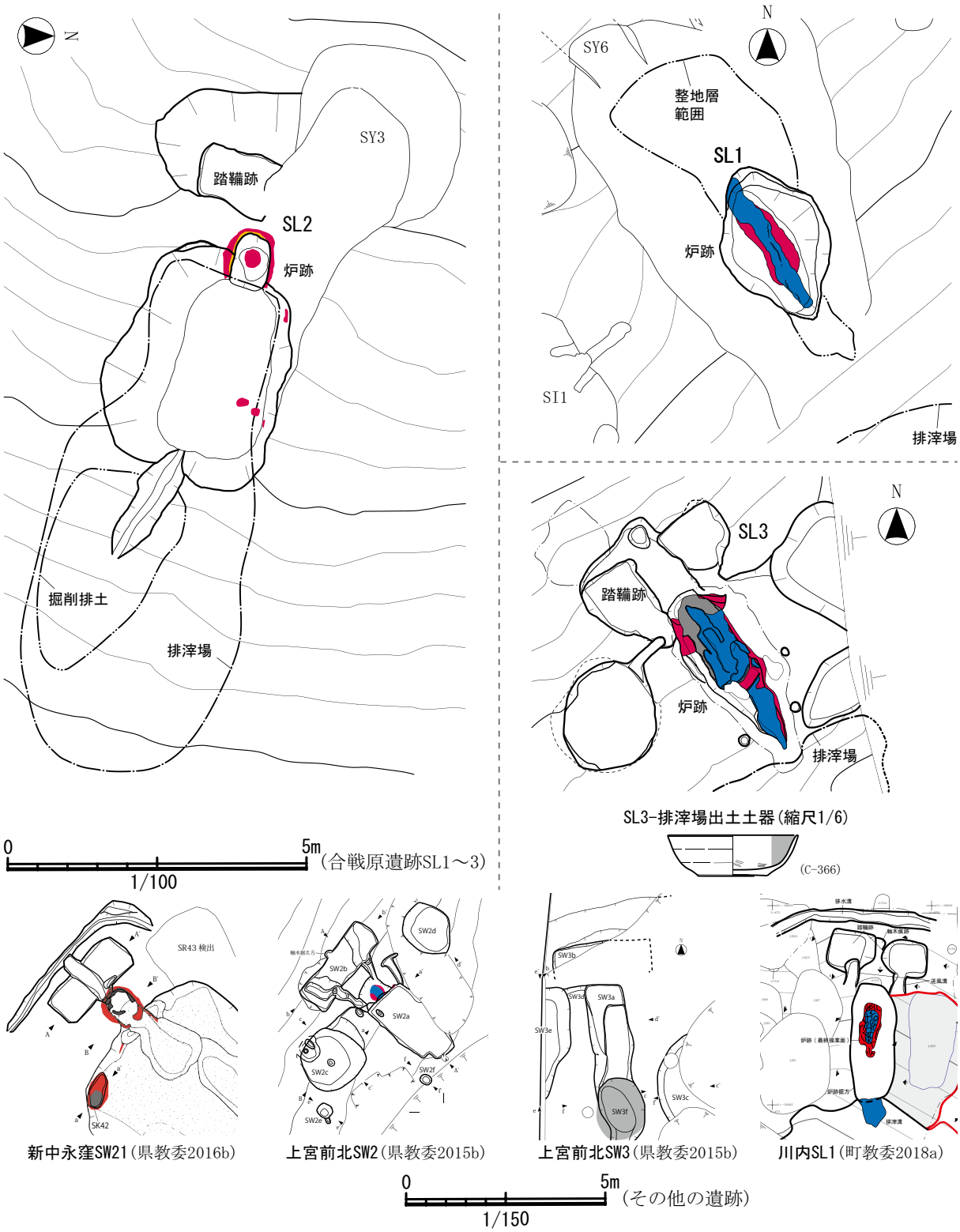
SL2は半地下式の竪型炉で、斜面上方に踏鞴跡を伴う。木炭窯跡C4群のSY3より古く、SY3の掘削によって大きく壊されている。出土した土師器はいずれも非ロクロ調整のものである。また、SL2由来とみられる通風管が、多数の木炭窯跡(SY2、SY4～8、SY11・13)から出土している。

【竪穴建物跡】　木炭窯跡C2群とC3群の間の斜面下方に3基(SI1～3)が分布する。SI1とSI2はカマドを伴い、ほかの遺構との重複関係はない。SI1カマド堆積層等から微量の鉄滓が出土しているが、それ以外に工房的な性格を示す遺構・遺物は確認されない。有段丸底の土師器坏がSI1のカマド脇(C-352・353、第75図1・2《171頁》)およびSI2の1層と床面(C-354・355、第77図1・2《173頁》)から出土している。また、SI2カマド出土炭化物の年代測定では、7世紀後半～9世紀後半という結果が得られている。

SI3はカマドがなく、中央に焼成土坑が伴う。作業場的な竪穴と想定される。堆積層上部をSY6掘削排土とSL1排滓層に覆われていることから、これらより古い。

いずれの竪穴内にも、木炭窯跡由来とみられる黒色の層が厚く堆積している。どの木炭窯跡に由来するかを平面や断面で直接的に把握することはできなかったが、炭層が前庭部掘方より外側に広く分布するSY5・8・9が可能性として挙げられる。ただし、SI3に堆積した炭層はSY6より古いことから、SY6より新しいSY5は除外される。

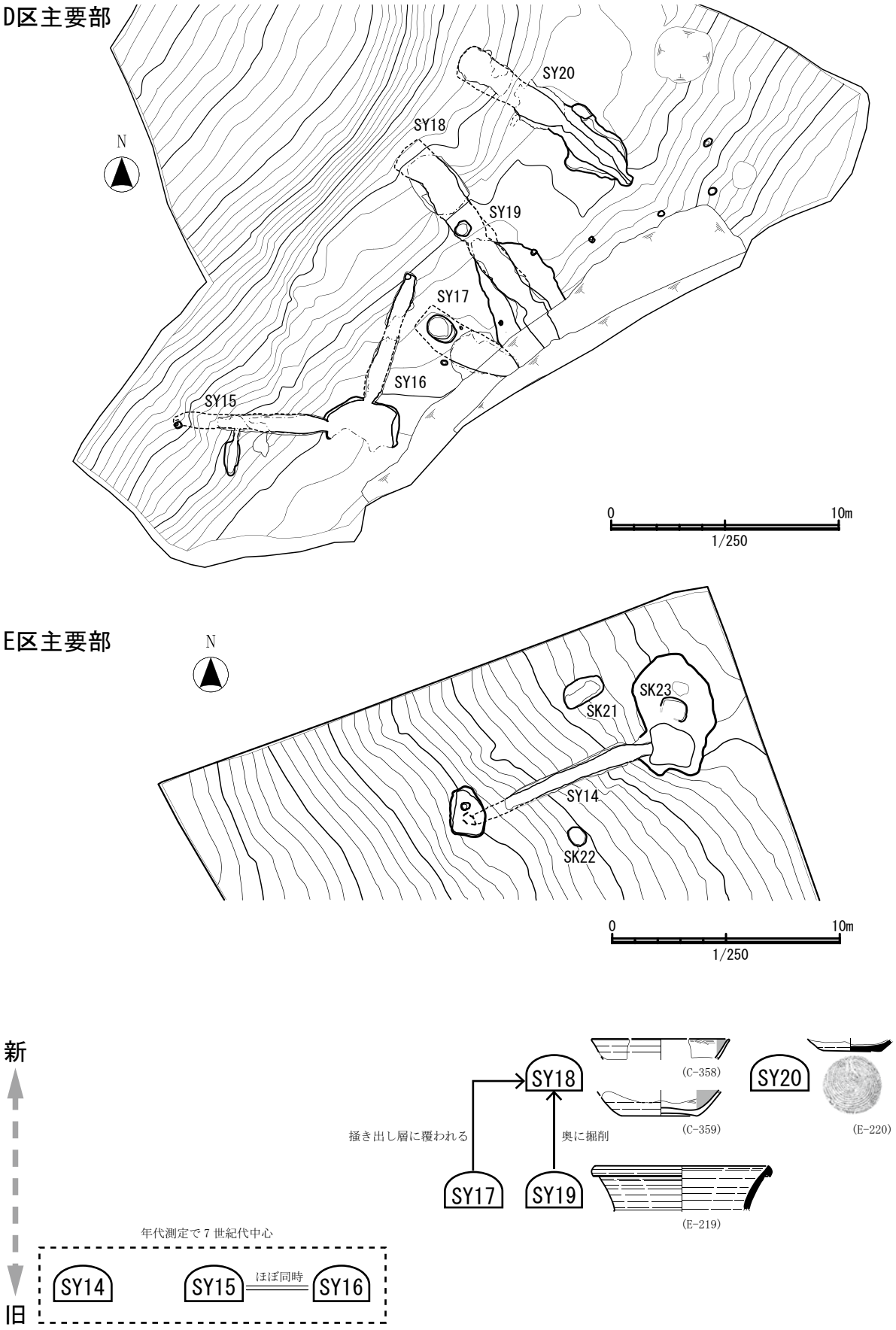
【土坑】　18基(SK1～18)調査した(第24表《176頁》、第58表)。木炭焼成土坑とみられるものが8基



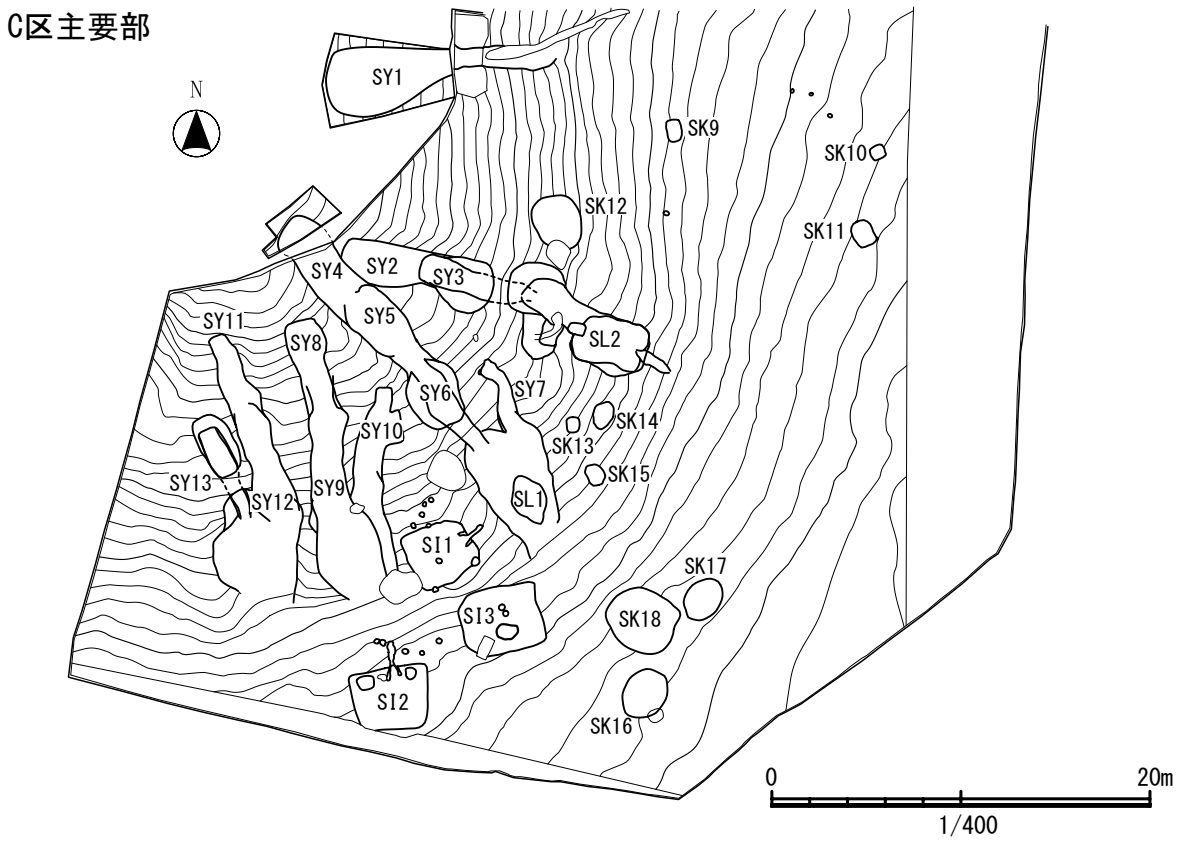
炉形	遺跡	遺構	推定される年代（金沢地区編年対応）	炉掘方規模（m）			基礎構造土	踏鞴の踏板推定規模	羽口の装着角度平均（最小～最大）	周辺土坑
				長	幅	深				
竪型炉	新中永窪	SW21	8世紀後半（Ⅲ～Ⅳ）	0.70	0.64	1.3	—	2.20×0.82m	—	×
	合戦原	SL2	8世紀中葉～後葉（Ⅲ～Ⅳ古）	0.89	0.60	1.16	—	規模不明	—	×
箱型炉（片側排滓）	合戦原	SL1	8世紀後葉～9世紀前葉（Ⅳ）	2.79	1.83	0.22	○	検出されず	18°（5～34°）※	×
		SL3	8世紀末～9世紀中葉（Ⅳ～Ⅴ）	3.03	1.00	0.18	○	2.5×0.7m	21°（-2～45°）	○
	上宮前北	SW2	9世紀中葉（Ⅴ）	2.2	1.2	0.2	○	2.1×0.6m	15°（9～23°）	○
		SW3	9世紀中葉（Ⅴ）	1.7	1.0	0.5	○	規模不明	15°（3～35°）	○
	川内	SL1	9世紀中頃（Ⅴ）～後半	2.97	1.06	0.34	○	2.08×0.70m	13°（-13～34°）	○

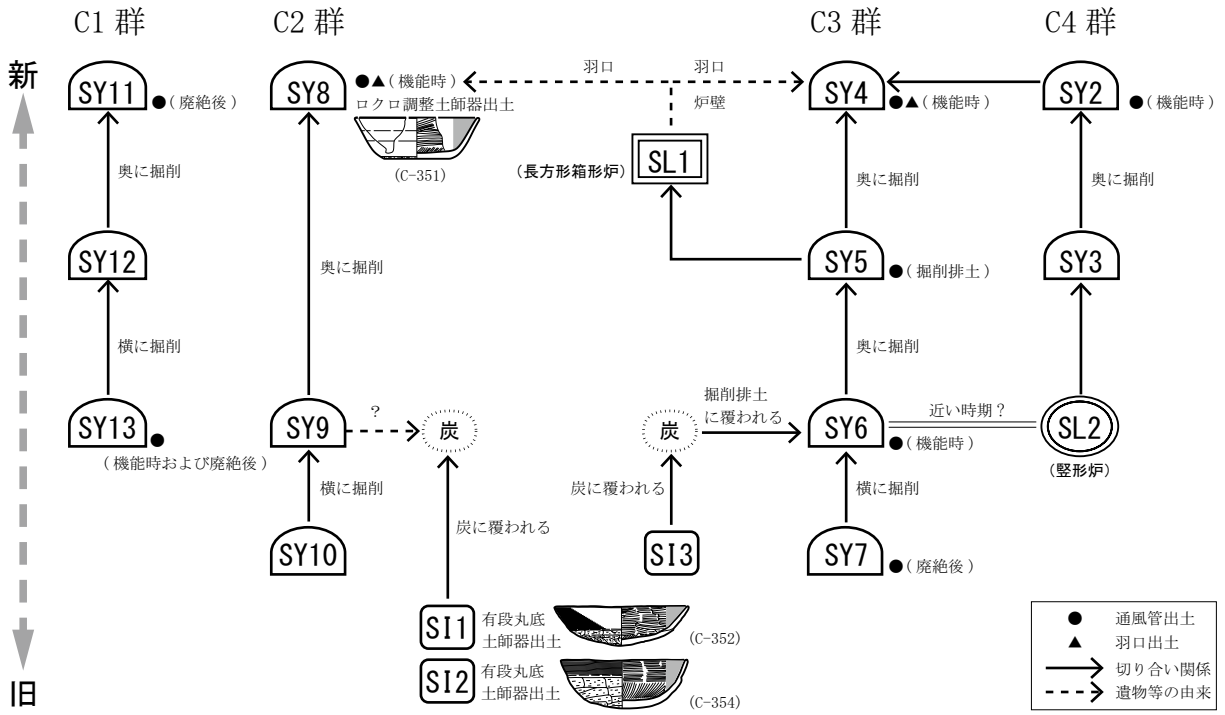
※SK18出土を含む

第154図　合戦原遺跡および周辺遺跡の製鉄遺構

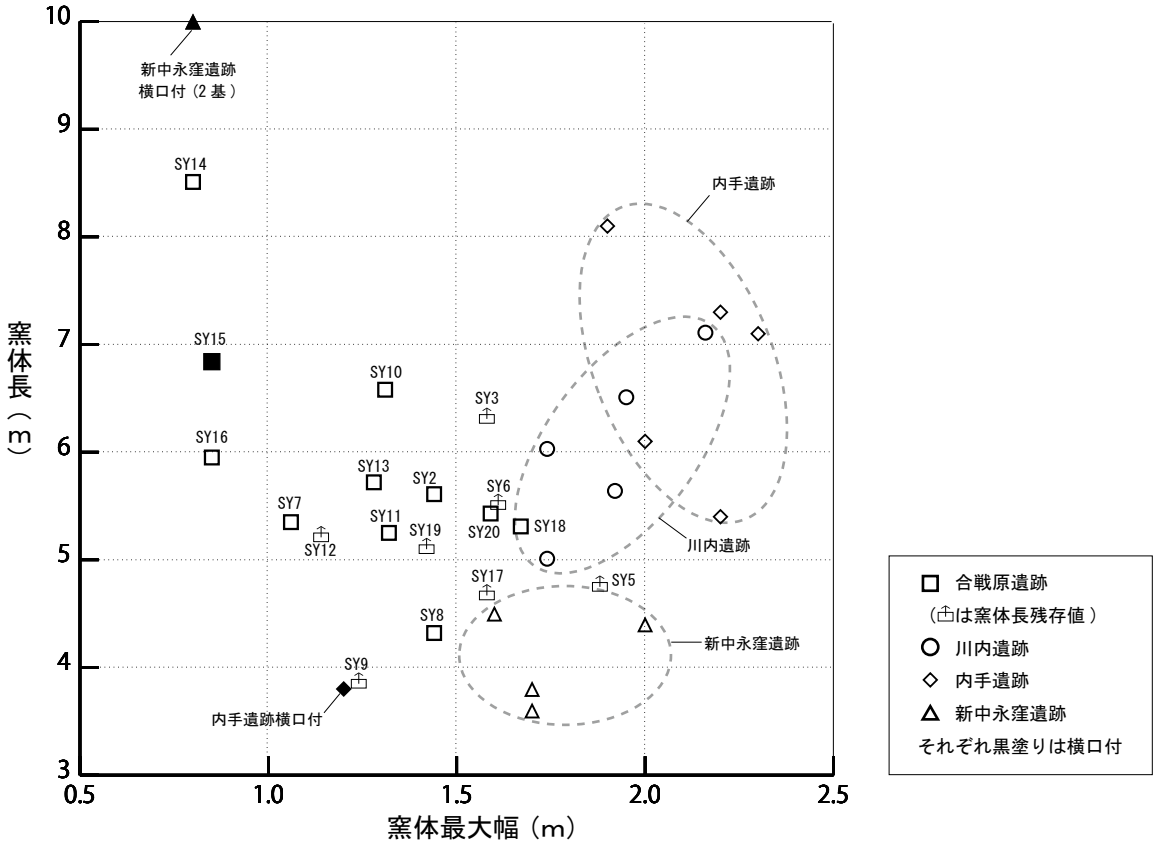


第155図　D区･E区主要遺構の変遷





第156図　C区主要遺構の変遷



①合戦原遺跡

区	遺構名	窯体長m	窯体幅m	幅/長	備考
C	SY1	－	－	－	窯体未調査
	SY2	5.61	1.44	0.257	
	SY3	6.34	1.58	0.249	長さは残存値
	SY4	－	－	－	窯体一部未調査
	SY5	4.78	1.88	0.393	長さは残存値
	SY6	5.54	1.61	0.291	長さは残存値
	SY7	5.35	1.06	0.198	
	SY8	4.32	1.44	0.333	
	SY9	3.88	1.24	0.320	長さは残存値
	SY10	6.58	1.31	0.199	
	SY11	5.25	1.32	0.251	
	SY12	5.24	1.14	0.218	長さは残存値
	SY13	5.72	1.28	0.224	
E	SY14	8.51	0.80	0.094	
D	SY15	6.78	0.86	0.127	横口1
	SY16	5.90	0.84	0.142	
	SY17	4.70	1.58	0.336	長さは残存値
	SY18	5.31	1.67	0.315	
	SY19	5.13	1.42	0.277	長さは残存値
	SY20	5.43	1.59	0.293	

②川内遺跡（町教委2018a）

遺構名	窯体長m	窯体幅m	幅/長	備考
SY1	5.64	1.92	0.340	
SY2	5.01	1.74	0.347	
SY3	6.03	1.74	0.289	
SY4	7.11	2.16	0.304	
SY5	6.51	1.95	0.300	

③内手遺跡（県教委2015b）

SR2	7.3	2.2	0.301	
SR3	6.7	1.8	0.269	
SR4	3.8	1.2	0.316	横口3、倒焔式煙道
SR5	6.1	2.0	0.328	
SR7	7.1	2.3	0.324	
SR8	5.4	2.2	0.407	
SR11	8.1	1.9	0.235	

④新中永窪遺跡（県教委2016b）

SR41	4.5	1.6	0.356	
SR31	4.4	2.0	0.455	傾斜煙道
SR32	10.0	0.8	0.080	横口5
SR36	10.0	0.8	0.080	横口5
SR44	3.6	1.7	0.472	
SR45	3.8	1.7	0.447	

0.2未満のもの

第157図　木炭窯跡の窯体規模比較

第58表　合戦原遺跡製鉄地区の土坑　　*斜体:残存値*　(　):推定値　　グレー塗り:焼成土坑

発掘区	遺構	平面形	規模(m)	深さ(m)	断面形	出土遺物	備考
C区	SK 1	楕円形	0.94×0.81	0.18	皿状	なし	
	SK 2	不整形	1.20×0.90	0.06	皿状	なし	焼成土坑。
	SK 3	不整形	1.24×0.94	0.15	皿状	弥生土器・土器片・製鉄関連遺物	
	SK 4	隅丸方形	1.08×0.89	0.14	皿状	土器片・剥片	焼成土坑。
	SK 5	隅丸方形?	*0.74×0.40*	0.12	皿状	なし	
	SK 6	隅丸方形	0.72×0.72	0.14	皿状	なし	
	SK 7	円形?	*0.56×0.14*	0.18	皿状	なし	
	SK 8	楕円形	0.99×0.67	0.15	皿状	なし	
	SK 9	隅丸長方形	1.17×0.78	0.10	皿状	土器片	焼成土坑。
	SK 10	隅丸方形	0.81×0.73	0.14	逆台形	なし	焼成土坑。 年代測定・樹種同定実施。
	SK 11	隅丸長方形	1.40×1.12	0.58	逆台形	なし	焼成土坑。
	SK 12	楕円形	3.09×2.46	0.98	逆台形	弥生土器・須恵器・土器片 剥片・製鉄関連遺物	年代測定・樹種同定実施。
	SK 13	隅丸方形	0.82×0.68	0.16	逆台形	なし	焼成土坑。
	SK 14	楕円形	1.53×1.08	0.20	皿状	なし	焼成土坑。
	SK 15	隅丸長方形	1.22×0.97	0.42	逆台形	なし	焼成土坑。
	SK 16	楕円形	2.84×2.25	0.70	逆台形	弥生土器・土器片・製鉄関連遺物	
	SK 17	楕円形	2.46×1.83	0.48	逆台形	製鉄関連遺物	
	SK 18	楕円形	3.76×3.24	0.76	逆台形	弥生土器・土師器・土器片 製鉄関連遺物	廃棄土坑。SL1より古く、SY6より新しい。製鉄関連遺物成分分析実施。
E区	SK 19	方形	1.39×1.30	0.22	皿状	なし	焼成土坑。
	SK 20	隅丸方形	1.20×1.03	0.36	逆台形	土師器	焼成土坑。
	SK 21	隅丸長方形	1.88×0.95	0.58	逆台形	なし	
	SK 22	楕円形	0.89×0.76	0.12	皿状	なし	焼成土坑。
	SK 23	隅丸長方形	1.15×*0.41*	0.05	皿状	なし	焼成土坑。SY14と一時併存。
B区	SK 24	隅丸方形	0.68×0.52	0.08	皿状	焼台(須恵器甕片転用)	
	SK 25	隅丸方形	1.46×1.07	0.28	逆台形	土器片	焼成土坑。
	SK 26	楕円形	0.75×0.59	0.12	皿状	土器片	焼成土坑。
	SK 27	楕円形	1.19×0.93	0.27	皿状	なし	焼成土坑か。
	SK 28	楕円形	4.38×2.41	0.29	皿状	土器片・製鉄関連遺物	SK29・SP34より古い。
	SK 29	隅丸方形	1.13×0.83	0.16	逆台形	なし	焼成土坑。SP34より古く、SK28より新しい。
	SK 30	楕円形	0.43×0.38	0.12	箱形	なし	
	SK 31	a:隅丸方形? b:楕円形?	a:(3.0×1.6) b:(1×1)	a:*0.3* b:*0.3*	a:皿状 b:逆台形	土器片	2基の土坑重複(a→b)と推定。
	SK 32	不整形	*2.11×1.64*	0.20	皿状	土器片	
	SK 33	楕円形	2.44×1.81	0.27	皿状	土器片・製鉄関連遺物	
	SK 34	楕円形	3.26×2.76	0.72	半円形	土器片・製鉄関連遺物・剥片・台石	
	SK 35	楕円形	2.87×2.52	0.99	逆台形	弥生土器・土器片・製鉄関連遺物	南壁に段差あり。
	SK 36	隅丸方形	2.21×1.59	0.65	逆台形	弥生土器・土器片・製鉄関連遺物	
	SK 37	隅丸方形	0.85×0.84	0.28	箱形	製鉄関連遺物	焼成土坑。
	SK 38	隅丸方形	*2.09×1.69*	0.59	逆台形	須恵器・土器片・製鉄関連遺物	底面付近で須恵器壺出土。
	SK 39	隅丸方形	2.41×1.95	0.53	逆台形	土器片・製鉄関連遺物	
	SK 40	楕円形	1.13×0.94	0.20	皿状	製鉄関連遺物	SP36より古い。
	SK 41	隅丸方形	3.05×2.32	0.20	逆台形	土師器・土器片・製鉄関連遺物	SP35より古い。
	SK 42	隅丸方形	0.91×0.80	0.12	箱形	なし	焼成土坑。
	SK 43	隅丸方形	1.05×0.83	0.16	逆台形	なし	焼成土坑。
	SK 44	隅丸方形	0.92×0.73	0.10	逆台形	なし	焼成土坑。
	SK 45	不整隅丸方形 →隅丸方形	1.23×0.97 →1.56×1.34	0.27 →0.27	逆台形 →皿状	土器片・製鉄関連遺物	焼成土坑。Ⅱ層上面で検出。2段階の変遷あり。年代測定・樹種同定実施。

確認されており、平面規模を平均すると、長軸1.15×短軸0.89mである。このうちSK10出土炭化物の年代測定では、7世紀後半～8世紀後半の年代が得られている。

また、SK18土坑はSL1-排滓場に覆われており、堆積土からも製鉄関連遺物が多く出土している。SY6の掘削排土を切っていることから、これより新しく、SL1の構築・操業に伴って掘削され、製鉄関連遺物が廃棄されたものと考えられる。また、SL2の北側にあるSK12からも人為的な埋土とともに製鉄関連遺物が出土している。炭化物の年代測定では、8世紀前半～9世紀後半という結果が得られている。

②主要な遺構の変遷と年代

前項で述べた重複関係や特徴をもとに、C区の主要な遺構の変遷と年代をまとめる。なお、前項ではほぼ省略したが、炭素年代測定では、(a)7世紀後半～8世紀後半(SY6～10・13、SK10)、(b)7世紀後半～9世紀後半(SL1・2、SY3・4、SI2)、(c)8世紀前半～9世紀後半(SY1、SK12)といった結果が得られている。ただし、同一遺構の試料でも7～8世紀と8～9世紀の2種類の年代が出ている場合などがあり、遺構の重複関係からみても(a)～(c)で有意な差があるとはいい難い。よって、ここでは出土遺物、周辺遺跡での類例を交えながら年代を検討する。

まず、出土遺物から最も古いと考えられるのが、SI1とSI2竪穴建物跡である。出土土器は少ないが、C-352・353(第75図1・2《171頁》)、C-354・355(第77図1・2《173頁》)のような有段丸底の土師器坏は、山元町内では日向北遺跡SI2竪穴建物跡(町教委2014c)などに類例があり、7世紀後半を中心として、8世紀前葉までの範囲に位置付けられる。

重複する窯跡群のなかで古い様相を示すものがSY7とSY10である。2基の共通点として、窯体が細長く、等高線に対しやや斜めに築かれる点がある。窯体の「幅÷長さ」はともに0.2を切る値を示しており、D区・E区で7世紀後半と推定したSY14～16に近い(第157図)。これらはSI1やSI2と併存していた可能性もあるが、SI1とSY10は近接しすぎているため、同時存在とは考えにくい。また、SY7・SY10の廃絶後に窯体がある程度埋まった状態で、隣にSY6・SY9が掘り込まれており、重複する窯跡群の中でも両者の間にはある程度時間差があったことが想定される。

SY7廃絶後の堆積土からは通風管が出土しており、SL2製鉄遺構(竪型炉)に由来すると考えられる。竪型炉は、金沢地区編年ではⅢ期(8世紀中葉)～Ⅳ期(8世紀後葉～9世紀前葉)に位置付けられており、町内の類例では新中永窪遺跡SW21が8世紀後半頃と推定されている(県教委2016b)。SL2出土土師器はいずれも非ロクロ調整のもの(C-347～350、第41図1～4《119頁》)で、ロクロ調整土師器が普及する9世紀代とは考えにくい。よって、ここではSL2を8世紀中葉～後葉と捉えておく。

木炭窯跡C3群では、SY6機能時の堆積層から通風管が出土しており、SY5では掘削排土から通風管が出土していることから、SY6がSL2の操業に最も近い時期と推定される。また、C1群ではSY13機能時および廃絶後の堆積層から通風管が出土しており、SL2操業以降と考えられる。

SL2・SY6・SY13より新しく、斜面上方にSY3・SY5・SY12が掘り込まれ、さらに斜面最上部にはSY2・SY4・SY8・SY11が並ぶ。SY8掘削排土層から出土したロクロ調整の土師器坏(C-351、第63図1《152頁》=第156図)は、底径・口径等はB区SL3やD区SY18・20出土のものと近い値を示すが、器壁がやや厚く、底部から口縁に向けての立ち上がりに丸みが少なく、直線的に開く逆台形状の器形である点は、B区・D区よりやや古い要素といえる。少数の個体の比較からどこまで限定するかは難しいところであるが、SY8出土坏は8世紀末～9世紀前葉に収まる可能性が高い。

また、SY5の掘削排土を切る形で斜面下方にSL1製鉄遺構(長方形箱型炉)が掘り込まれる。SL1については年代を限定する出土遺物や形態的特徴に乏しいが、重複関係から相対的にSL2の竪型炉よりも新しいと考えられる。また、SL1由来とみられる羽口や炉壁がSY4・8の機能面等から出土しており、これら

の操業に近い時期が想定される。踏鞴の存在は確認されなかったが、浅い基礎構造土を有することから、金沢地区Ⅳ期(8 世紀後葉～9 世紀前葉)に位置付けておく。

以上のように、C 区遺構群の変遷は 7 世紀後半～9 世紀前葉の範囲で捉えられる。製鉄遺構や木炭窯跡の多くは 8 世紀中葉～9 世紀前葉頃と推定されるが、この期間全体にわたって断続的に操業していた可能性と、8 世紀後葉を中心に限定された時期に集中的に操業していた可能性がある。

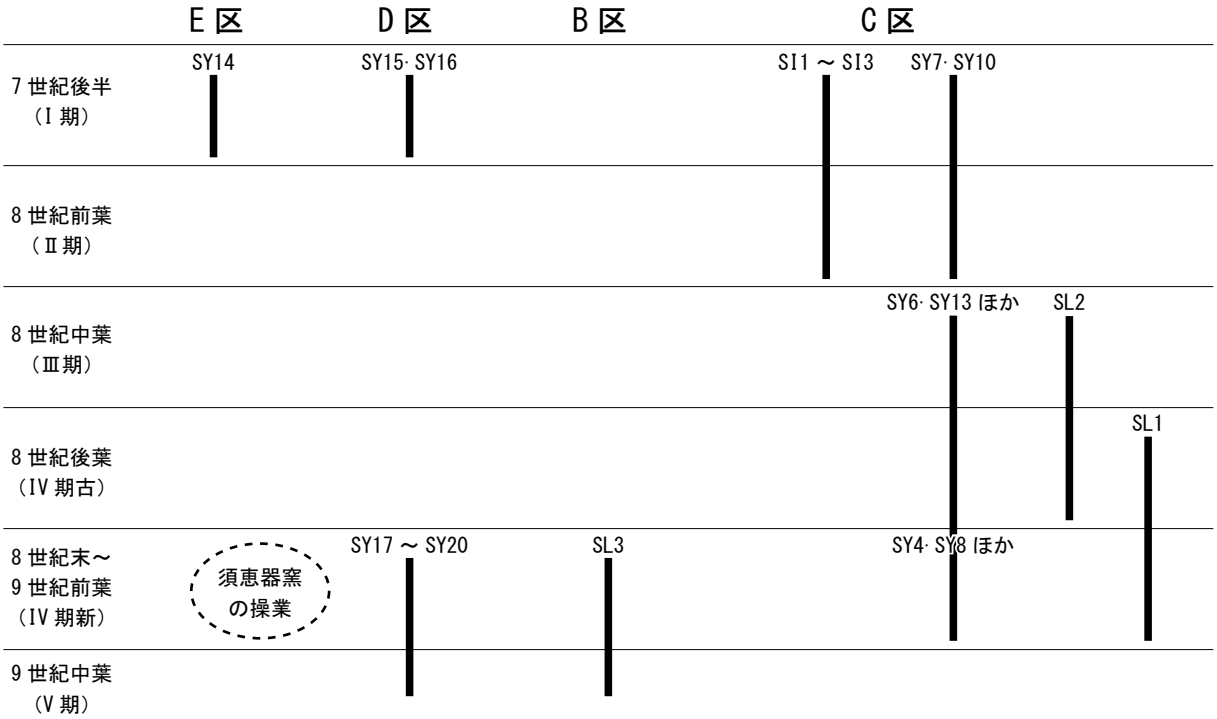
（5）合戦原遺跡製鉄地区の変遷

これまで述べてきた地区ごとの変遷を、製鉄地区全体として整理したものが第 158･159 図である。

まず、7 世紀後半頃に E 区 SY14 木炭窯、D 区 SY15･16 木炭窯の操業が開始したと推定される。これらは細長い窯体を特徴とし、横口が伴う場合がある。C 区でも 8 世紀前葉にかけて SI1･2 竪穴建物が営まれ、細長い窯体をもつ SY7･10 が操業していた可能性がある。B 区ではこの段階の遺構は明らかでない。また、本書では触れていないが、A 区の丘陵では横穴墓による葬制が続いている段階であり、周辺の丘陵で窯の操業に適した斜面に木炭窯が営まれ、斜面やや下方に工人たちが居住していたと想定される。この段階の製鉄炉は合戦原遺跡では確認されていないが、町内では犬塚遺跡で両側排滓の箱型炉が確認されている(県教委 2016b)。

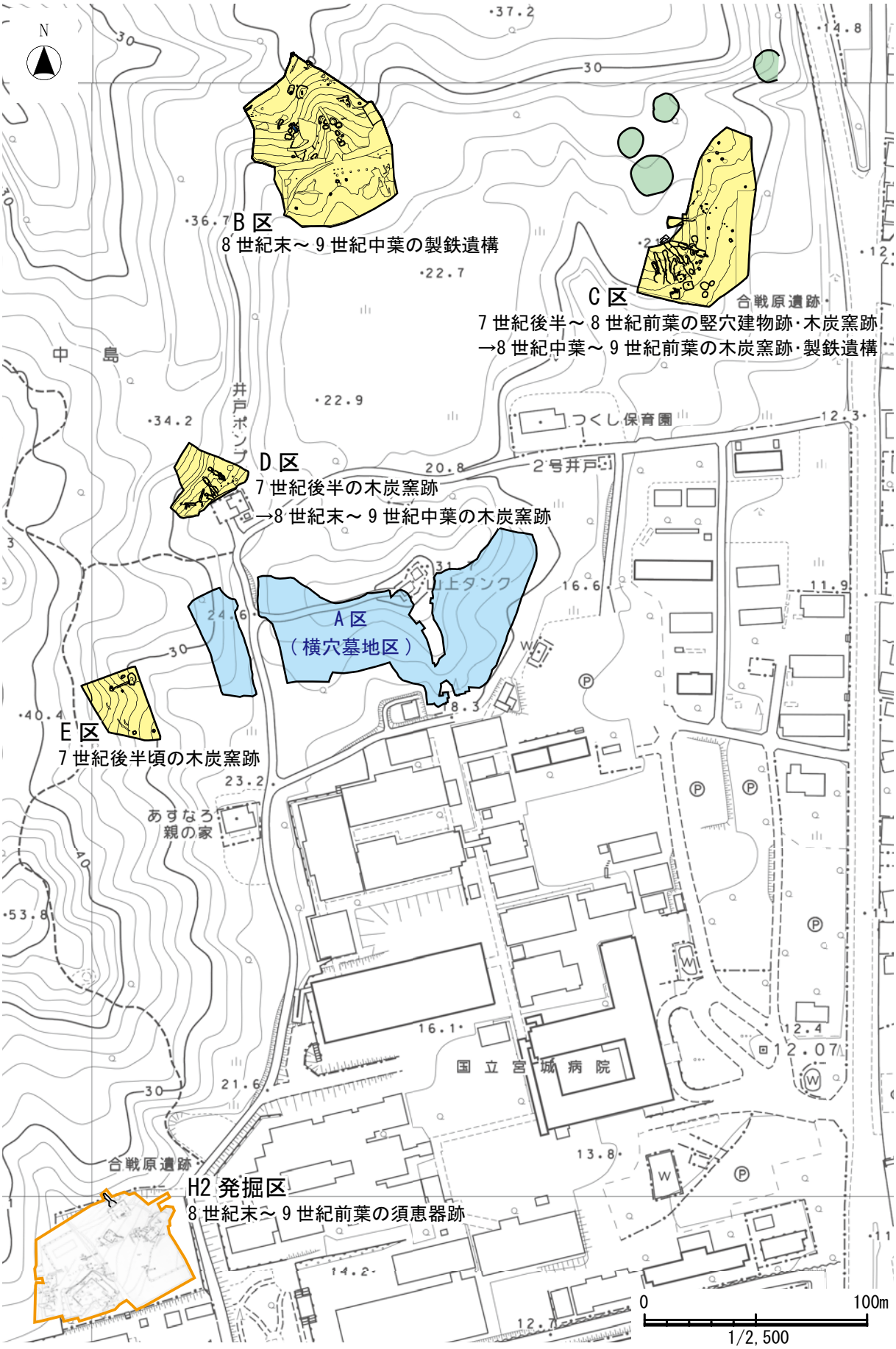
8 世紀中葉～9 世紀前葉には C 区で多数の木炭窯が営まれ、竪型炉(SL2)や箱型炉(SL1)といった炉形の違う製鉄炉が操業する。やや新しく 8 世紀末以降には、D 区で SY17～20 木炭窯、B 区で SL3 製鉄炉(箱型炉)が操業する。また、B 区では須恵器の焼台(E-226、第 144 図 1《272 頁》)が出土しており、D 区の木炭窯跡や E 区の表土にも須恵器片が含まれることから、付近で須恵器窯の操業も行われていたと考えられる。これらの生産遺構の下限は、今のところ 9 世紀中葉と推定される。

なお、木炭窯跡と製鉄遺構から出土した木炭の樹種は、コナラ節とクヌギ節が多数を占めている(第 5 章第 3 節参照)。町内の遺跡で同様の様相を示すのは新中永窪遺跡で、8 世紀後半を中心とする。9 世紀中葉以降の川内遺跡ではコナラ節とクヌギ節の占有率が約 30%に落ち込んでおり、内手遺跡や上宮前北遺跡ではカエデ属やクマシデ属など多数の樹種が混在することが指摘されている。こうした点からも、合戦原遺跡では 9 世紀後半には大規模な生産活動は終了していたと考えられる。



※棒線は推定される年代幅を示しており、全期間にわたって営まれたとはかぎらない。

第158図　遺構の推定年代と変遷



第159図　合戦原遺跡製鉄地区の変遷

第２節　結語

大災害の教訓を風化させることは許されない。そのためには、復興過程における被災地の動向の一部始終を記録し、後世に伝えなくてはならない(註 1)。「復興」の一般的イメージから隔たりを持つとはいえ、復興期の埋蔵文化財保護を巡る動向もまた、例外ではあり得ない。それらを行政対応の観点から精査し記録として残すことの重要性は、復興関係者の間ではつとに知られている(註 2)。今回の発掘調査全体を通しての学術面の総括は、「線刻壁画」を含む横穴墓群の調査成果を収める姉妹編『合戦原遺跡 横穴墓編』に譲り、本書では文化財保護行政の観点から合戦原遺跡発掘調査業務の意義を総括し、現地調査から整理･報告書作成に至る実務に携わった当事者としての責務を果たしたい。

被災地において自治体が果たすべき埋蔵文化財保護とは､「復興事業の実施に伴う開発行為に先立って行う記録保存調査」にほぼ等しいのを通例とする。したがって、事業地内に位置する古墳群の現地保存ならびに 38 号横穴墓「線刻壁画」の移設保存、以上 2 件の「記録保存を超えた保存」が意義深い成果なのは、多言を弄するまでもないであろう。それらにも増して当業務を真に際立った存在とするのは、業務の発端から完了に至る濃密この上ない経緯そのものにほかならない。本書に収録した事前協議から報告書刊行までの過程を俯瞰するならば、復興に伴う発掘調査とは、復興の傍流的存在どころか復興最前線の縮図そのものとの感を新たにするに違いない。震災からの復興という非常事態下における文化財保護のみならず行政全般のあり方について、それら一連の経緯から汲み取ることのできる教訓は少なくない。復興業務の完遂を困難にする構造的要因ならびに、それを克服するに当たり山元町が採った基本姿勢と方策にまで踏み込み、ここに顛末の細部を書きとどめておく。

鍵となるのは「支援」である。東日本大震災からの復興過程では様々な支援策が講じられたが、埋蔵文化財の保護には、他のあらゆる業種にも増して多様な支援が施された。本書第 2 章第 2 節に記した支援体制のうち、「県職員の被災市町への(常駐的な)出張派遣」および「県が他自治体から受け入れた支援職員の被災市町への出張派遣(県経由出張派遣)」は、文化庁の主導による独自の人材確保策であった。それらは概ね阪神･淡路大震災時の例に則ったものにすぎないとしても､支援の対象範囲と期間は先例を大きく上回り、空前の規模に膨らむのは避けられなかった。復興が進むにつれて山元町は、東北地方沿岸部被災市町の中でも、とりわけ埋蔵文化財保護業務がキャパシティを超えた自治体として知られるようになっていった。恒常的な支援受け入れは必然であり、結果として、未だかつてない入り組んだ体制による業務遂行を経験するに至る。合戦原遺跡発掘調査は、そうした極限状態にあった復興期の山元町文化財保護行政が抱えた、最難の事案に位置付けられる。

震災の記憶が生々しい中での事前協議に始まり「復興･創生期間」終了から一年間の延長を認められた末の業務完了までの 10 年間に、直接･間接を問わず、官民を問わず、合戦原遺跡発掘調査業務全体に携わった関係者は 100 名を下るまい。震災の時点で町文化財行政に従事していた者は、町正規職員 1 名のみである。横穴墓地区も含め当業務に関わった、町への直接派遣職員 10 名、宮城県職員 14 名、宮城県経由出張派遣職員 8 名、以上 32 名からなる埋蔵文化財専門職員集団は、派遣元で見るなら、北は北海道から南は福岡県に及び、まさに全国規模の支援チームと呼ぶにふさわしい。多くは震災を機に初めて山元町に足を踏み入れ、各々、限られた任期の間に、長い一連業務の内の宛がわれた部分を担ったのち、帰任していった。他方、復興期の被災市町の例に漏れず、継続して業務に携わらなくてはならない地元自治体職員は恒常的に多忙であった。山元町では、震災後、コンパクト･シティ構想の下、町の構造自体の再構築が求められ、それに伴う業務量の増嵩は、町職員全体に重くのしかかることとなる (註 3)。町の文化財行政を一人で担当してきた正規職員も例外ではあり得なかった。通常業務に加え、復興事業担

当部署との折衝、震災後に激増した民間開発事業への対応、大小様々な発掘調査、各種契約事務等々、通常時には想像すらできなかった量の業務を抱え、さらには復興の過程で頻発する諸々の案件に対処する責任を負っていた。合戦原遺跡のような大規模かつ複雑な内容を湛えた遺跡の発掘調査に際して、自らがすべてを担当する余裕など、望むべくもなかったのが実情である(註4)。

当業務全体のうち本書に収めたのは、町正規職員が現地調査を担当することが叶わず、その大半を支援者が担った部分である。製鉄遺構や木炭窯跡といった地域性の強い遺構の調査に当たっては当地域で積み上げられてきた手法への習熟が求められるだけに、他地域からの派遣者を主体とするチームの手で現地調査を成し遂げたのは壮挙と言って差し支えあるまい(註5)。まさしくそれは支援の成功例であったと評価されよう。なぜなら、被災自治体において支援者が果たすべき役割とは、苦境に置かれた地元職員の負担を、可能な限り削ぐことにほかならないからである。しかし、ここであえて強調しなくてはならないのは、現地調査の完了は業務の終着点ではないということである。忘れられがちではあるが、発掘調査とは、本来、現地調査ののち、整理作業を経て、調査報告書刊行をもって完結する一連の業務である(註6)。被災者救済のため現地調査が優先される被災地にあって、現地調査後の整理・報告書作成業務にまで手厚い支援が施されることは、これまで無きに等しかったと言わざるを得ない。現地調査ののち、支援が先細りとなり、復興調査報告書作成業務が山積みのまま残り、被災市町職員にとって大きな負担となる。これこそが、阪神・淡路大震災復興支援時にすでに問題視されていながら未解決のまま残された、最大の懸案事項であった(註7)。したがって、合戦原遺跡発掘調査業務を他の事例と一線を画するものとした要因として、まず挙げるべきは、現地調査終了後も宮城県が山元町に施した継続的な支援であろう。そのおかげで、山元町では整理体制を二つに切り分け、それらの内の一つ、すなわち本書収載部分の編集を町正規職員が直に関わることなく遂行できた。現地調査終了後も諸々の業務に忙殺され続けた町正規職員が、与えられた時間を「線刻壁画」の保存活用ならびに当遺跡中枢部と言うべき横穴墓地区の報告書作成に傾注できたのは、前例のない継続的支援の賜である。

それでもなお、この措置をもって万事が解決したと言うわけにはいかない。整理・報告書作成にまで及んだ支援が一定の成果を収めたのは事実であるとしても、復興業務完遂を困難とする真の要因を理解するには、支援の限界という現実を直視しなくてはならないのである。今次の震災復興の早い段階で文化庁文化財部記念物課(当時)が発出した平成25年3月15日付け「事務連絡」には、「なお、阪神・淡路大震災時も同様の対応が行われましたが、発掘担当者の記憶の衰退等による非効率化により報告書の刊行が発掘調査終了時から10年を超えた例もありました」との一文がある(註8)。当事者としての率直な所感を記せば、「発掘担当者の記憶の衰退等」は被災自治体における「非効率化」の一因ではあっても主因ではない。一般に、発掘調査報告書の編集者には、調査記録と関連文書類を適切に取り扱うことが求められる。復興調査報告書編集においては、それらに加えて、一連の業務に携わった多くの支援者が残した記録類をも、余すことなく精査しなくてはならない。支援が長期化し整理・報告書作成にまで及ぶならば、それは必然的に、最終編集者が抱え込むこととなる情報の爆発的増大をもたらす。横穴墓地区を含む合戦原遺跡発掘調査業務全体に目を向ければ、報告書最終編集者に託された情報は、おそらく、質・量ともに従前のいかなる発掘調査をも凌駕したはずである。本書作成業務に即して記せば、現地調査における測量図・個別遺構実測図、現場写真、遺構観察所見メモ、調査日誌、遺物実測図、遺物写真、遺物台帳、関係部局との協議録、事務手続き文書等々に加えて、歴代担当者からの引継ぎ書、整理作業時の図面校正過程記録と原稿素案、報告書編集作業時の幾重にも重なる改訂稿とそれに至る過程の記録など、ページ・ファイル単位で数えて累計十万を超える膨大な資料に真正面から対峙して解答を導き出さなければ、完遂は成し得なかった。本書は、支援者である県職員と復興要員の町任期付職員の協同による成

果であるとはいえ、これは本質的に支援者には手の届かぬ領分であり、業務主体者である町の責任範囲である。本書の最終編集者は、現地調査以来のすべての局面に居合わせた元支援者の一人であったため、すべての資料に目を通して記憶と照合することが可能ではあった。にもかかわらず、必然的に断片的で、時に不完全で、相矛盾することも少なくない歴代の現地調査ならびに整理・報告書作成担当者の所見を隈なく本書に反映できたと記せば、大言壮語の誹りを免れまい。復興業務完遂に当たり乗り越えるべき最大の難関とは、「支援の長期化による関係者の目まぐるしい交代に伴い累積した膨大な情報の整理」に尽きる。これは支援者に責任を問うべき問題ではなく、長期にわたり大勢の支援者が交代を繰り返しながら業務を担うからには避けがたい構造的要因である。

支援なるものが、そうした負の面を内包するのは必然だったとはいえ、継続的な支援のもたらした諸問題の克服に当たり鍵を握ったのは、やはり「支援」であり、より正確に言うなら「支援の引き出し方」であった。本書には、発掘調査報告書としては異例なほど、現地調査のみならず報告書編集の最後に至るまでの経過について、協議の過程も含め詳細に記した。難関の克服に欠かせなかったのは、何より関係諸機関や支援者と綿密に意思の疎通を図ることだったという事実を伝えるためである。常に最善の解決策を見出せたわけではない(註 9)。だが山元町は、意見や立場の相違を乗り越えるための時間と労力を惜しまず、かつ、安易な妥協に流れることだけは一度もなかったと断言できる。最大の難関を突破する活路は、そこにしかなかった。他者の力を頼りにする一方で、業務主体者としての姿勢を崩さず堅持するには、特別の覚悟が求められる。それでも、目標達成への意志を保ち続ける限り、前途を切り拓くことは可能であった。報告内容の精度としても、現地調査から整理作業を経て報告書編集に至るまでの過程で積み上げられた数多くの所見すべてを包括して止揚できるとしたら、それに勝るものはないのである。重層的な協同の集大成である本書ならびに姉妹編報告書そのものが、ここまで述べてきたことを証明するであろう。本書の細部にいくらかの瑕疵がみられるとすれば、それらは、何事もなかったかのように取り繕うよりも、脱稿に至るまでの複雑な変遷をも復興史のドキュメントとして残すことを優先させた結果である。一連業務の終着点まで、あるべき支援を引き出し、支援者側でもそれに応えた稀有な事例の、ありのままの記録と捉えていただければ幸いである。

本書を結ぶに当たり、全国から集まり町を支えてくださった皆様に対し、混迷を極めた状況下での舵取り役まで担われた宮城県の御尽力に対し、改めて感謝の意を表したい(註 10)。震災からの復興という非日常の時間軸の中で、復興最前線を舞台に繰り広げられた一連の出来事の記録として、本書が東日本大震災復興史の片隅に刻まれ、長く語り継がれることを願ってやまない。最後に付言すれば、山元町の当事者一同は、復興への寄与という復興調査本来の目標を見失うことは決してなかった。震災後の地域社会の変貌とともに歩むのを忘れなかったからこそ、終着点に辿り着くことができたと自負する。町に残された復興過程の記録画像が、そのことを雄弁に物語る。しかし、多くの被災者にとって、未だ震災は過去の出来事ではなく、真の復興が成し遂げられるまで終わることはない。震災の記憶と記録は、今なお更新の途上にあり、本書もまた、その作成過程も含め、復興史に織り込まれた存在なのである。

第６章第２節 註

1) 阪神・淡路大震災時の兵庫県知事、井戸敏三氏は「これまでの復興・復旧の過程を振り返り、できたこと、できなかったことをきちんと確かめること。震災の経験と教訓を後世に継承し、全世界に発信し続けていくことは、私たちに課せられた責務だと言えましょう」と記している(財団法人 阪神・淡路大震災記念協会 2005 『翔べ フェニックス 創造的復興への群像』所収「阪神・淡路大震災十周年記念出版に寄せて」)。

2) 阪神・淡路大震災当時、兵庫県社会教育・文化財課長を務めた山田道夫氏は、「私が震災後の対応で最も意を用いたのは、記録作

成と情報発信−何ができて、何ができなかったのか明らかにすること−である」と回想している(「阪神・淡路大震災と埋蔵文化財」シンポジウム実行委員会 2001 『震災を越えて 「阪神・淡路大震災と埋蔵文化財」シンポジウムの記録』 p.11)。

3) 町の一般会計歳出額で比較してみると、平成22年度には約55億円であった歳出額が、震災直後の平成23年度にはその5倍に相当する約250億円に増加し、さらに、復興が本格化した平成24年度には、通常時の13倍に当たる約716億にまで膨れ上がっている。なお、各年度の決算報告は、町の広報誌「広報やまもと」において公開されている。

4) 震災後の平成23年度以降、合戦原遺跡の現地調査が完了する平成28年度までの6年間に町が実施した発掘調査の面積は、概算で154,000㎡に及んだ。第2章第1節の(註9)で挙げた通常時のデータ(7年間で6,285㎡)に照らすなら、年当たりの調査面積はおよそ30倍に跳ね上がったことになる。ただし、これは数値化の容易な発掘調査現地業務に限っての比較にすぎず、町文化財担当がこなすべき業務の総量ではないことに留意されたい。震災復興時に町の文化財関係者が置かれた状況の詳細については、次の文献を参照のこと。小淵忠司 2017 「東日本大震災被災地の状況−派遣職員改め被災自治体職員の視点から−」『第30回埋蔵文化財調査研究会』平成29年度 愛知県埋蔵文化財調査センター埋蔵文化財調査研究会資料。

5) 災害復興時の発掘調査において、関係者間の連携が時として越えがたいハードルとなることは、阪神・淡路大震災時にすでによく知られていた。当時の被災自治体職員の率直な意見を引用する。「(前略)掘り方や実測図作成法など調査方法に関する一定のマニュアルは、調査員や発掘担当者の頭の隅に自分のやり方が最も正しく合理的なものとして独断や偏見の部分を多分に残した形で形成されているのではなかろうか」。森岡秀人 1996 「震災復興調査の700日−芦屋の現状から−」『古代学研究』136号 p.38。本書は、それが決して克服不能なハードルではないことを実証した過程の記録でもある。なお、阪神・淡路大震災時に支援受け入れ側の立場を経験した上で東日本大震災復興支援に携わり、その業務遂行の困難さを「いわば、すべてがアウェイの状況下で、高いパフォーマンスが要求されているわけである」と表現した次の文献が参考になる。西岡誠司 2015 「東日本大震災の復興事業における埋蔵文化財調査の現状と課題−宮城県派遣と岩手県陸前高田市派遣を経験して−」『宮城考古学』第17号。

6) 行政上「発掘調査」が意味する範囲については、平成16年10月29日付けの「埋蔵文化財発掘調査体制等の整備充実に関する調査研究委員会」による「報告」を受けて発出された同年12月20日付け文化庁次長通知(16庁財第312号)「行政目的で行う埋蔵文化財調査の標準について」に明記されており、調査報告書刊行までを含む一連業務であることに議論の余地はない。

7) 阪神・淡路大震災復興時に、復興に係る発掘調査報告書の作成業務が被災自治体職員にとって重荷になったことは、今次の復興の過程で文化庁も認めている。文化庁文化財部記念物課 2017b 『東日本大震災の復興と埋蔵文化財保護の取り組み(報告)−行政対応編−』 pp.191−193を参照のこと。

8) 引用部分は、岩手県大船渡市教育委員会からの「要望」への回答として発出された「通知」の一部である。同文書の全文は、大船渡市からの要望内容も含め、註7)文献の当該頁に収録されている。

9) 具体的教訓を掲げる。支援者は支援対象自治体に常駐すべきである。本書の場合、県職員の常駐が途絶えたのは共同作業最終局面に当たる短期間(令和2年1〜3月)にとどまったにもかかわらず、その後、長期間の補訂作業を必要とした。横穴墓編報告書作成ではさらに深刻で、調査成果総括に傾注すべき令和2〜3年度を通して支援者が町に常駐することがなかったため、町担当者は情報共有に多くの時間と労力を割くことを余儀なくされた。寄り添ってこそ「支援」なのであって、常駐は必須である。

10) 山元町が宮城県から製鉄遺構と木炭窯跡の調査手法を吸収できたのは、常磐自動車道建設およびJR常磐線復旧に伴い町内において同様の調査を数多く手掛け、本書の編集・執筆者としても名を連ねる初鹿野博之技術主査(職名は当時、令和4年3月現在は多賀城跡調査研究所)の御尽力によるところが大きい。また、県職員として初任時の平成27年4月から3年間余りの長期にわたり山元町支援を担当され、令和2・3年度には再び横穴墓地区の整理に当たられた下山(鈴木)貴生技師(職名は当時、令和4年3月現在は多賀城跡調査研究所)は、製鉄関連遺跡のエキスパートとして調査の精度向上との迅速化に貢献された。さらに、事前協議が始まった平成24年5月以来、調整業務を離れる平成30年3月までのおよそ6年間に、記録に残るだけでも65回にわたって遠路はるばる町に足を運ばれ、県埋蔵文化財班長として県・町・事業者間の調整役等を務められた高橋栄一技術主幹(職名は当時、令和4年3月現在は多賀城跡調査研究所所長)の献身的働きなくしては、業務完遂はあり得なかった。当業務に現地調査の当初から関わり、今は町に在籍する最終編集担当職員として、特にお名前を記して感謝の意を表したい。

1. 震災復興前の山元町域沿岸部（北西から、右下隅に宮城病院と合戦原遺跡、平成 25 年 6 月 1 日撮影）

2.「宮城病院地区 防災集団移転促進事業･災害公営住宅建設事業」工区全景（南から、平成 25 年 9 月 19 日撮影）

図版 97　山元町の震災復興過程と合戦原遺跡発掘調査 (1)

1. 本発掘調査着手直前の合戦原遺跡（南から、平成 26 年 6 月 24 日撮影）

2. 本発掘調査 2 年目の合戦原遺跡と町域沿岸部（南から、平成 27 年 4 月 2 日撮影）

図版 98　山元町の震災復興過程と合戦原遺跡発掘調査 (2)

1. 復興の進む町域沿岸部（北から、右下隅が合戦原遺跡、平成 27 年 6 月 11 日撮影）

2. 製鉄地区調査完了後の合戦原遺跡（南から、平成 28 年 3 月 27 日撮影）

図版 99　山元町の震災復興過程と合戦原遺跡発掘調査 (3)

1. 合戦原遺跡発掘調査完了間近の工区全景（上が北、平成 28 年 5 月 29 日撮影）

2. 宮城病院周辺地区新市街地遠景（北西から、平成 29 年 2 月 15 日撮影）

図版 100　山元町の震災復興過程と合戦原遺跡発掘調査 (4)

引用・参考文献

青山博樹・岩見和泰・鈴木朋子・田原由男・藤沢敦 2000 「宮城県山元町合戦原古墳群の測量調査」『宮城考古学』第2号

天野順陽 2015 「平成26年度の復興事業に伴う埋蔵文化財発掘調査について」『宮城考古学』第17号

天野順陽 2016 「平成27年度の復興事業に伴う埋蔵文化財発掘調査について」『宮城考古学』第18号

天野順陽 2017 「平成28年度の復興事業に伴う埋蔵文化財発掘調査について」『宮城考古学』第19号

天野順陽 2018 「平成29年度の復興事業に伴う埋蔵文化財発掘調査について」『宮城考古学』第20号

飯村均 2005 『律令国家の対蝦夷政策・相馬の製鉄遺跡群』

一般社団法人日本考古学協会 2017 『日本考古学協会東日本大震災対策特別委員会報告書』

伊藤晶文 2006 「仙台平野における歴史時代の海岸線変化」『鹿児島大学教育学部紀要自然科学編』57

氏家和典 1957 「東北土師器の形式分類とその編年」『歴史(東北史学会)』第14輯

小山正忠・竹原秀雄編 1967 『新版標準土色帖』(2010年版)

鍛冶一郎 1966 「宮城県亘理郡合戦原古窯址群」『仙台郷土研究』26の1

鍛冶一郎 1971 「合戦原古窯址群」『山元町誌』第1巻 山元町誌編纂委員会

岸本定吉 1984 『木炭の博物誌』

窪田蔵郎 1987 『改訂 鉄の考古学』

小淵忠司 2017 「東日本大震災被災地の状況-派遣職員改め被災自治体職員の視点から-」『第30回埋蔵文化財調査研究会』平成29年度 愛知県埋蔵文化財調査センター埋蔵文化財調査研究会資料

財団法人 阪神・淡路大震災記念協会 2005 『翔べ フェニックス 創造的復興への群像』

佐久間光平 2014 「平成25年度の復興事業に伴う埋蔵文化財発掘調査について」『宮城考古学』第16号

佐藤宏一 1968 「宮城県亘理郡高瀬合戦原横穴」『日本考古学協会年報16(昭和38年度)』

紫桃正隆 1974 『史料 仙台領内古城・館』第四巻

志間泰治 1956 「宮城県亘理郡における考古学上の遺跡」『地域社会研究』7・8(1982年合巻復刻『宮城県の地理と歴史』Ⅱ)

志間泰治 1968 「宮城県亘理郡高瀬合戦原古墳群」『日本考古学協会年報16(昭和38年度)』

清水東四郎 1940 「井戸沢及山下村合戦原の横穴」『宮城縣史蹟名勝天然紀念物調査報告』第13輯(国書刊行会 1982復刻『宮城県史蹟名勝天然記念物5』所収)

下山貴生 2019 「東北経営を支えた二つの製鉄炉-亘理南部製鉄遺跡群を中心に-」『東北歴史博物館開館20周年・宮城県多賀城跡調査研究所設立50周年記念特別展「蝦夷-古代エミシと律令国家-」』多賀城講座(第3回)資料

昭文社 2011 『東日本大震災 復興支援地図』

菅原祥夫 2015 「製鉄導入の背景と城柵・国府,近江」『考古学ジャーナル』№669

菅原祥夫 2017 「もう1つの製鉄工人系譜-陸奥国信夫郡安岐里と安芸国-」『福島考古』第58号

仙台叢書出版協会 1893 『仙台叢書 封内風土記』第二巻(1975年復刻版)

鈴木瑞穂 2008 『はるか昔の鉄を追って』

多賀城市埋蔵文化財調査センター 1989a 『柏木遺跡Ⅰ』多賀城市文化財調査報告書第17集

多賀城市埋蔵文化財調査センター 1989b 『柏木遺跡Ⅱ』多賀城市文化財調査報告書第17集

たたら研究会 1983 『日本製鉄史論集』

たたら研究会 1991 『日本古代の鉄生産』

谷村卓哉 2014 「被災地復興支援のための埋蔵文化財専門職員の派遣」『考古学ジャーナル』№662

通商産業省工業技術院 地質研究所 1988 『角田地域の地質』

独立行政法人 国立文化財機構 奈良文化財研究所 2011 『官衙・集落と鉄』第14回 古代官衙・集落研究会報告書

東北学院大学 2020 「宮城県亘理郡山元町合戦原古墳群第2、3次発掘調査報告」『東北学院大学論集 歴史と文化』第61号

豊村幸宏 2016 「平成30年度の復興事業に伴う埋蔵文化財発掘調査について」『宮城考古学』第21号

西岡誠司 2015 「東日本大震災の復興事業における埋蔵文化財調査の現状と課題-宮城県派遣と岩手県陸前高田市派遣を経験して-」『宮城考古学』第17号

初鹿野博之 2013 「宮城県山元町内手遺跡・上宮前北遺跡」『第39回古代城柵官衙遺跡検討会資料集』

初鹿野博之 2014 「宮城県山元町熊の作遺跡」『第40回古代城柵官衙遺跡検討会資料集』

初鹿野博之 2015a 「熊の作遺跡と亘理郡南部の遺跡群」『第41回古代城柵官衙遺跡検討会資料集』

初鹿野博之 2015b 「熊の作遺跡と亘理郡南部の遺跡群」『古代国家形成期の地域社会-山元町の調査から-』平成27年度宮城県考古学会総会・研究発表会資料
「阪神・淡路大震災と埋蔵文化財」シンポジウム実行委員会 1999 『阪神・淡路大震災と埋蔵文化財シンポジウム-震災復興の発掘調査を検証する-』
「阪神・淡路大震災と埋蔵文化財」シンポジウム実行委員会 2001 『震災を越えて 「阪神・淡路大震災と埋蔵文化財」シンポジウムの記録』
阪神・淡路大震災20年事業「震災復興と文化財の保護」事業実行委員会 2015 『シンポジウム 震災復興と埋蔵文化財』
兵庫県教育委員会社会教育・文化財課 1999 『災害から文化財を守る-阪神・淡路大震災文化財復旧・復興事業の記録-第2分冊(埋蔵文化財編)』
福島県教育委員会ほか 1989 『相馬開発関連遺跡調査報告I』福島県文化財調査報告書第215集
福島県教育委員会ほか 1990 『原町火力発電所関連遺跡調査報告Ⅰ』福島県文化財調査報告書第236集
福島県教育委員会ほか 1991 『原町火力発電所関連遺跡調査報告Ⅱ』福島県文化財調査報告書第265集
福島県教育委員会ほか 1992 『原町火力発電所関連遺跡調査報告Ⅲ』福島県文化財調査報告書第281集
福島県教育委員会ほか 1994 『原町火力発電所関連遺跡調査報告Ⅳ』福島県文化財調査報告書第297集
福島県教育委員会ほか 1995a 『原町火力発電所関連遺跡調査報告Ⅴ』福島県文化財調査報告書第310集
福島県教育委員会ほか 1995b 『原町火力発電所関連遺跡調査報告VI』福島県文化財調査報告書第315集
福島県教育委員会ほか 1998 『原町火力発電所関連遺跡調査報告IX』福島県文化財調査報告書第344集
福島県教育委員会ほか 2007a 『原町火力発電所関連遺跡調査報告Ⅹ』福島県文化財調査報告書第439集
福島県教育委員会ほか 2007b 『原B遺跡・朴廹B遺跡・朴廹C遺跡・東畑遺跡・上平A遺跡(4次調査)』福島県文化財調査報告書第445集
福島県教育委員会ほか 2008 『常磐自動車道遺跡調査報告53小廹遺跡・朴廹D遺跡』福島県文化財調査報告書第452集
福島県教育委員会ほか 2010 『常磐自動車道遺跡調査報告60横大道遺跡』福島県文化財調査報告書第469集
福島県教育委員会ほか 2011 『常磐自動車道遺跡調査報告62舘越遺跡』福島県文化財調査報告書第471集
福島県教育委員会ほか 2015a 『常磐自動車道遺跡調査報告71沢入B遺跡 鈴山遺跡 大清水B遺跡』福島県文化財調査報告書第498集
福島県教育委員会ほか 2015b 『常磐自動車道遺跡調査報告72南狼沢A遺跡』福島県文化財調査報告書第499集
福島県教育委員会ほか 2016 『農山漁村地域復興基盤総合整備事業関連遺跡調査報告1 天化沢A遺跡』福島県文化財調査報告書第508集
福島県文化振興財団 2020 『企画展「ふくしま鉄ものがたり」関連行事 シンポジウム「鉄の道をたどる」予稿集』
藤本展子・松本秀明 2012 「阿武隈川付近における浜堤列の分類とその形成時期に関する再検討」『人間情報学研究』第17巻
文化庁文化財部記念物課 2010a 『発掘調査のてびき-集落遺跡発掘編-』
文化庁文化財部記念物課 2010b 『発掘調査のてびき-整理・報告書編-』
文化庁文化財部記念物課 2013 『発掘調査のてびき 各種遺跡調査編』
文化庁文化財部記念物課 2017a 『東日本大震災の復興と埋蔵文化財保護の取り組み(報告)-発掘調査の実施と活用への取組編-』
文化庁文化財部記念物課 2017b 『東日本大震災の復興と埋蔵文化財保護の取り組み(報告)-行政対応編-』
水口富夫さん追悼文集刊行会 2000 『水口富夫さん追悼文集 九頭竜-追憶のふるさと-』
宮城県教育委員会 1965 『埋蔵文化財緊急発掘調査概報』宮城県文化財調査報告書第8集
宮城県教育委員会 1966 『宮城県遺跡地名表』宮城県文化財調査報告書第9集
宮城県教育委員会 1973 『宮城県遺跡地名表』宮城県文化財調査報告書第28集
宮城県教育委員会 1976a 『宮城県遺跡地名表』宮城県文化財調査報告書第46集
宮城県教育委員会 1976b 『宮城県遺跡地図』宮城県文化財調査報告書第47集
宮城県教育委員会 1981a 『宮城県遺跡地名表』宮城県文化財調査報告書第73集
宮城県教育委員会 1981b 『宮城県遺跡地図』宮城県文化財調査報告書第74集
宮城県教育委員会 1983 『朽木橋横穴墓群 宮前遺跡』宮城県文化財調査報告書第96集
宮城県教育委員会 1988 『宮城県遺跡地図』宮城県文化財調査報告書第125集
宮城県教育委員会 1991 『合戦原遺跡ほか』宮城県文化財調査報告書第140集

宮城県教育委員会 1993 『宮城県遺跡地図』宮城県文化財調査報告書第152集
宮城県教育委員会 1993 『狐塚遺跡ほか』宮城県文化財調査報告書第157集
宮城県教育委員会 1998 『宮城県遺跡地図』宮城県文化財調査報告書第176集
宮城県教育委員会 2002 『名生館遺跡ほか』 宮城県文化財調査報告書第188集
宮城県教育委員会 2012 『西石山原遺跡ほか-常磐自動車道建設関連遺跡調査報告書Ⅰ-』宮城県文化財調査報告書第230集
宮城県教育委員会 2014 『平成24年度 東日本大震災復興事業関連遺跡調査報告Ⅰ』宮城県文化財調査報告書第233集
宮城県教育委員会 2015a 『平成25年度 東日本大震災復興事業関連遺跡調査報告Ⅱ』宮城県文化財調査報告書第236集
宮城県教育委員会 2015b 『涌沢遺跡ほか-常磐自動車道建設関連遺跡調査報告書Ⅱ-』宮城県文化財調査報告書第239集
宮城県教育委員会 2016a 『平成26年度 東日本大震災復興事業関連遺跡調査報告Ⅲ』宮城県文化財調査報告書第240集
宮城県教育委員会 2016b 『熊の作遺跡ほか-常磐線復旧関連遺跡調査報告書-』宮城県文化財調査報告書第243集
宮城県教育委員会 2018a 『山王遺跡Ⅶ-三陸沿岸道路建設に伴う八幡・伏見地区発掘調査報告書-』宮城県文化財調査報告書第246集
宮城県教育委員会 2018b 『石川原遺跡ほか-三陸縦貫自動車道建設関連遺跡調査報告書Ⅹ-』宮城県文化財調査報告書第247集
宮城県教育庁文化財保護課 2013 「平成24年度の復興事業に伴う埋蔵文化財調査について」『宮城考古学』第15号
宮城県教育庁文化財課 2018 「宮城県文化財パンフレット 山元町 熊の作遺跡 古代亘理郡 鉄生産の拠点」
宮城県考古学会編 2011 『平成23年度宮城県遺跡調査成果発表会発表要旨』
宮城県考古学会編 2012 『平成24年度宮城県遺跡調査成果発表会発表要旨』
宮城県考古学会編 2013 『平成25年度宮城県遺跡調査成果発表会発表要旨』
宮城県考古学会編 2014 『平成26年度宮城県遺跡調査成果発表会発表要旨』
宮城県考古学会編 2015 『平成27年度宮城県遺跡調査成果発表会発表要旨』
宮城県考古学会編 2016 『平成28年度宮城県遺跡調査成果発表会発表要旨』
宮城県考古学会編 2017 『平成29年度宮城県遺跡調査成果発表会発表要旨』
宮城県考古学会編 2018 『平成30年度宮城県遺跡調査成果発表会発表要旨』
宮城県考古学会編 2019 『令和元年度宮城県遺跡調査成果発表会発表要旨』
宮城県考古学会編 2020 『令和2年度宮城県遺跡調査成果発表会発表要旨』
宮城病院 2019 『独立行政法人国立病院機構 宮城病院 創立80周年記念誌』
森岡秀人 1996 「震災復興調査の700日-芦屋の現状から-」『古代学研究』136号
山下村役場 1936 『宮城縣亙理郡山下村誌』
山田隆博 2012 「東日本大震災に伴う山元町内の文化財等の被災状況等について」『宮城考古学』第14号
山田隆博 2015a 「山元町中筋遺跡の津波痕跡」『宮城考古学』第17号
山田隆博 2015b 「山元町の復興調査と合戦原遺跡の横穴墓群」『古代国家形成期の地域社会-山元町の調査から-』平成27年度宮城県考古学会総会・研究発表会資料
山田隆博 2016 「山元町合戦原遺跡の調査成果」『東日本大震災復興事業に伴う発掘調査の成果報告会「宮城県における復興調査の成果」資料』一般社団法人日本考古学協会
山田隆博 2017a 「宮城県山元町合戦原遺跡の調査-横穴墓群の調査を中心に-」『一般社団法人日本考古学協会2017年度大会研究発表要旨』
山田隆博 2017b 「宮城県山元町合戦原遺跡の調査-横穴墓群の調査を中心に-」『一般社団法人日本考古学協会2017年度宮崎大会 研究発表資料集』
山田隆博 2018a 「東日本大震災と合戦原遺跡の保存と活用」『日本・エクアドル外交関係樹立100周年記念国際シンポジウム《2016エクアドル地震》による被災文化財支援を考える』プログラム・抄録集
山田隆博 2018b 「東日本大震災と合戦原遺跡の保存と活用-線刻壁画の移設保存-」『東海大学文明研究所 文明』
山田隆博 2019 「山元町歴史民俗資料館の紹介-展示室リニューアルと合戦原遺跡線刻壁画の移設・公開について-」『宮城考古学』第21号
山元町企画財政課 2019 『山元町 主な復旧・復興事業の進捗 Vol.32』
山元町危機管理室 2013 『山元町 東日本大震災記録誌 希望と笑顔が輝くまちへ』
山元町教育委員会 1991 『合戦原遺跡』宮城県文化財調査報告書第140号抜刷 山元町文化財調査報告書第1号(第1集)

山元町教育委員会 1995 『狐塚遺跡』山元町文化財調査報告書(第2集)
山元町教育委員会 2004 『北経塚遺跡』山元町文化財調査報告書第3集
山元町教育委員会 2010 『北経塚遺跡』山元町文化財調査報告書第4集
山元町教育委員会 2013 『北経塚遺跡』山元町文化財調査報告書第5集
山元町教育委員会 2014a 『的場遺跡』山元町文化財調査報告書第6集
山元町教育委員会 2014b 『石垣遺跡』山元町文化財調査報告書第7集
山元町教育委員会 2014c 『日向北遺跡』山元町文化財調査報告書第8集
山元町教育委員会 2015a 『日向遺跡』山元町文化財調査報告書第9集
山元町教育委員会 2015b 『中筋遺跡』山元町文化財調査報告書第10集
山元町教育委員会 2015c 『小平館跡Ⅰ』山元町文化財調査報告書第11集
山元町教育委員会 2016a 『谷原遺跡Ⅰ』山元町文化財調査報告書第12集
山元町教育委員会 2016b 『谷原遺跡Ⅱ』山元町文化財調査報告書第13集
山元町教育委員会 2017a 『北経塚遺跡』山元町文化財調査報告書第14集
山元町教育委員会 2017b 『日向遺跡 第2次発掘調査』山元町文化財調査報告書第15集
山元町教育委員会 2018a 『川内遺跡』山元町文化財調査報告書第16集
山元町教育委員会 2018b 『鷲足館跡 第1～5次発掘調査』山元町文化財調査報告書第17集
山元町教育委員会 2018c 『熊の作遺跡 第2次発掘調査-東日本大震災復興事業関連遺跡調査報告Ⅰ-』山元町文化財調査報告書第18集
山元町教育委員会 2019 『蓑首城跡 二の丸跡の発掘調査-東日本大震災復興事業関連遺跡調査報告Ⅱ-』山元町文化財調査報告書第19集
山元町教育委員会 2022a 『戸花山遺跡-東日本大震災復興事業関連遺跡調査報告Ⅲ-』山元町文化財調査報告書第20集
山元町教育委員会 2022b 『合戦原遺跡 横穴墓編-東日本大震災復興事業関連遺跡調査報告Ⅴ-』山元町文化財調査報告書第22集
山元町教育委員会 2022c 『小平館跡・谷原遺跡ほか-東日本大震災復興事業関連遺跡調査報告Ⅵ-』山元町文化財調査報告書第23集
山元町教育委員会 2022d 『山下館跡-東日本大震災復興事業関連遺跡調査報告Ⅶ-』山元町文化財調査報告書第24集
山元町誌編纂委員会 1971 『山元町誌』
山元町誌編纂委員会 1986 『山元町誌 二巻』
山元町震災復興企画課 2018 『山元町震災復興記念誌 復興の歩み』
村上恭通 2007 『古代国家成立過程と鉄器生産』
リアス・アーク美術館 2014 『リアス・アーク美術館常設展示図録 東日本大震災の記録と津波の災害史』
利府町教育委員会 2004 『大貝窯跡群』利府町文化財調査報告書第12集
利府町教育委員会 2011 『硯沢窯跡Ⅱ-三陸縦貫自動車道春日パーキングエリア建設に伴う発掘調査報告書-』利府町文化財調査報告書第13集
亘理町教育委員会 1997 『堀の内遺跡』亘理町文化財調査報告書第7集
亘理町教育委員会 2016 『国史跡 三十三間堂官衙遺跡-平安時代の陸奥国曰理郡衙跡発掘調査総括報告書-』亘理町文化財調査報告書第19集
Takahiro Yamada(山田隆博) and Yoshihiro kido(城門義廣) 2016 'The case of Kassenhara site in Miyagi Prefecture: relocation and utilization of a line engraved mural discovered as a result of the 2011 Great East Japan Earthquake (宮城県合戦原遺跡の事例-東日本大震災に伴い発見された線刻壁画の移設と活用-)' "The Eight World Archaeological Congress Kyoto, Japan (世界考古学会議第8回京都大会) August 28th-September 2nd,2016"

第5章の引用・参考文献については、当該節末尾に記した。

報　告　書　抄　録

ふりがな	かっせんはらいせき　せいてついこう・ぎょうせいたいおう へん
書名	合戦原遺跡　製鉄遺構・行政対応 編
副書名	東日本大震災復興事業関連遺跡調査報告Ⅳ
シリーズ名	山元町文化財調査報告書
シリーズ番号	第21集
編著者名	小淵忠司　初鹿野博之　鈴木貴生
編集機関	山元町教育委員会
所在地	〒989-2292　宮城県亘理郡山元町浅生原字作田山32　電話0223-36-8948
発行年月日	令和4(2022)年3月31日

ふりがな 所収遺跡名	ふりがな 所在地	コード		位置		調査期間	調査面積	調査原因
		市町村	遺跡番号	北緯	東経			
合戦原遺跡（かっせんはら）	宮城県（みやぎけん）亘理郡（わたりぐん）山元町（やまもとちょう）高瀬（たかせ）字合戦原（あざかっせんはら）	043621	14014	37度56分41秒	140度53分34秒	20140801～20160531	7,330㎡	記録保存調査
合戦原C遺跡（かっせんはら）	宮城県（みやぎけん）亘理郡（わたりぐん）山元町（やまもとちょう）高瀬（たかせ）字合戦原（あざかっせんはら）	043621	14062	37度56分45秒	140度53分35秒	20150702～20160516	240㎡	確認調査 (活用目的調査)

所収遺跡名	種別	主な時代	主な遺構	主な遺物	特記事項
合戦原遺跡	散布地	弥生時代	－	弥生土器	－
	製鉄・窯	古墳時代～古代	製鉄遺構3、木炭窯跡20、竪穴建物跡5、土坑45	製鉄関連遺物(鉄滓・羽口・炉壁ほか) 土師器 須恵器	半地下式竪型炉1、長方形箱型炉2を確認。製鉄関連遺物が多量に出土。
合戦原C遺跡	古墳	古墳時代	古墳4	土師器 金属製品 石製品	1～4 号墳はいずれも円墳であることを改めて確認した。

要約

東日本大震災からの復興事業に伴い実施した合戦原遺跡発掘調査のうち、「製鉄地区」の成果を収録した。併せて、確認調査の成果ならびに合戦原遺跡発掘調査に係る行政対応全般の記録を収めた。合戦原遺跡は、近年、古墳時代後期から古代にかけての生産遺跡・集落跡・官衙跡等の発見が相次ぐ町域中央の山麓丘陵部に位置する。確認した製鉄遺構3基の操業時期は8世紀中葉以降と推定されるが、竪穴建物跡と木炭窯跡には帰属時期が7世紀後半に遡る可能性があるものが含まれ、発掘区内の横穴墓群(山元町文化財調査報告書第22集に収録)の葬制が続いていた段階で、その近隣域で鉄生産が始まっていたと推定される。合戦原遺跡に隣接する合戦原C遺跡(合戦原古墳群)のうち、事業地内に現存する1～4号墳および周辺域を対象とした確認調査の結果、4基はいずれも周溝を具える円墳であることが明らかとなった。当該区域は合戦原古墳公園として整備し保存した。

山元町文化財調査報告書第21集

合 戦 原 遺 跡

製鉄遺構･行政対応 編

―東日本大震災復興事業関連遺跡調査報告Ⅳ―

令和4年3月31日発行

発 行 山 元 町 教 育 委 員 会

宮城県亘理郡山元町浅生原字作田山32

印 刷 今 野 印 刷 株 式 会 社

宮城県仙台市若林区六丁の目西町2-10