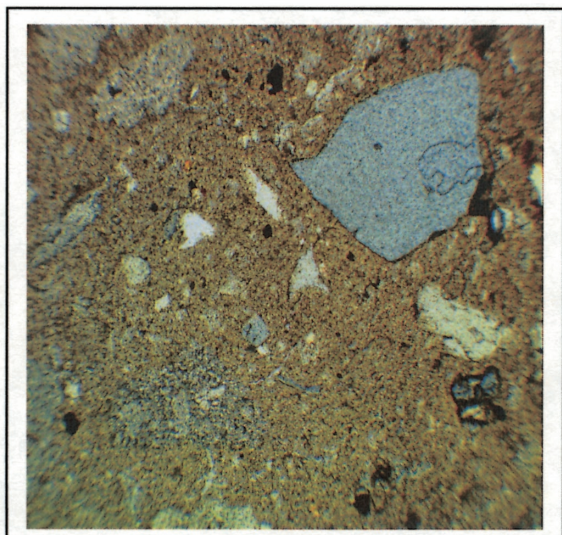


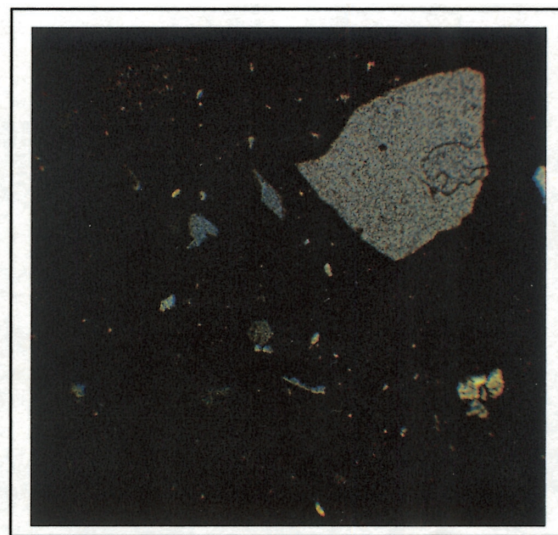
5) 顕微鏡観察結果

No.1 れんが

オープンニコル ×40



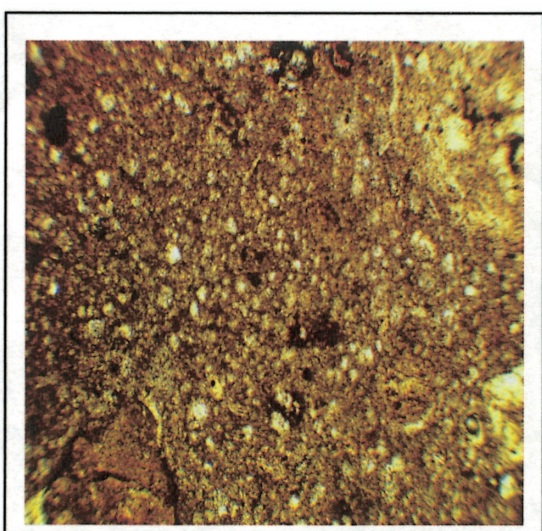
クロスニコル ×40



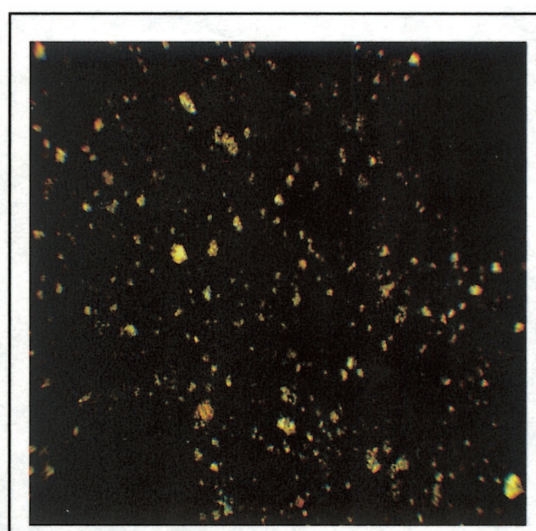
- ・ 粘土を固めたようなもので、石英のやや大きな結晶と小さな結晶が見られる

No.2 れんが

オープンニコル ×40



クロスニコル ×40



- ・ 砂状の細かい粒とやや大きな粗粒で構成され、石英結晶は小さな結晶として見られる。

1. はじめに

県内の鉄生産遺跡については、島袋盛範の研究を基礎として（島袋 1932）、主に立地や原料の運搬・製品の流通といった地理的観点からまとめられたものと民俗的見地から研究されたものを中心となっていた（東 1957・山下 1972・町 1994b）。

ところが、製鉄・鍛冶遺跡の在り方や性格、時期、炉の形態、遺跡の範囲等についての分析は和島誠一氏らの大隅炭屋（和島 1967）での調査以来、資料も少ないこともあって研究するには限界があった。

この間、発掘調査で鉄生産遺跡が発見されても、近世か近代のものかで漠然と片付けられていた感がある。これに関しての研究者も少なく、且つ認識も薄かったために、気がつかない間に消滅した遺跡も少なくないと思われる。

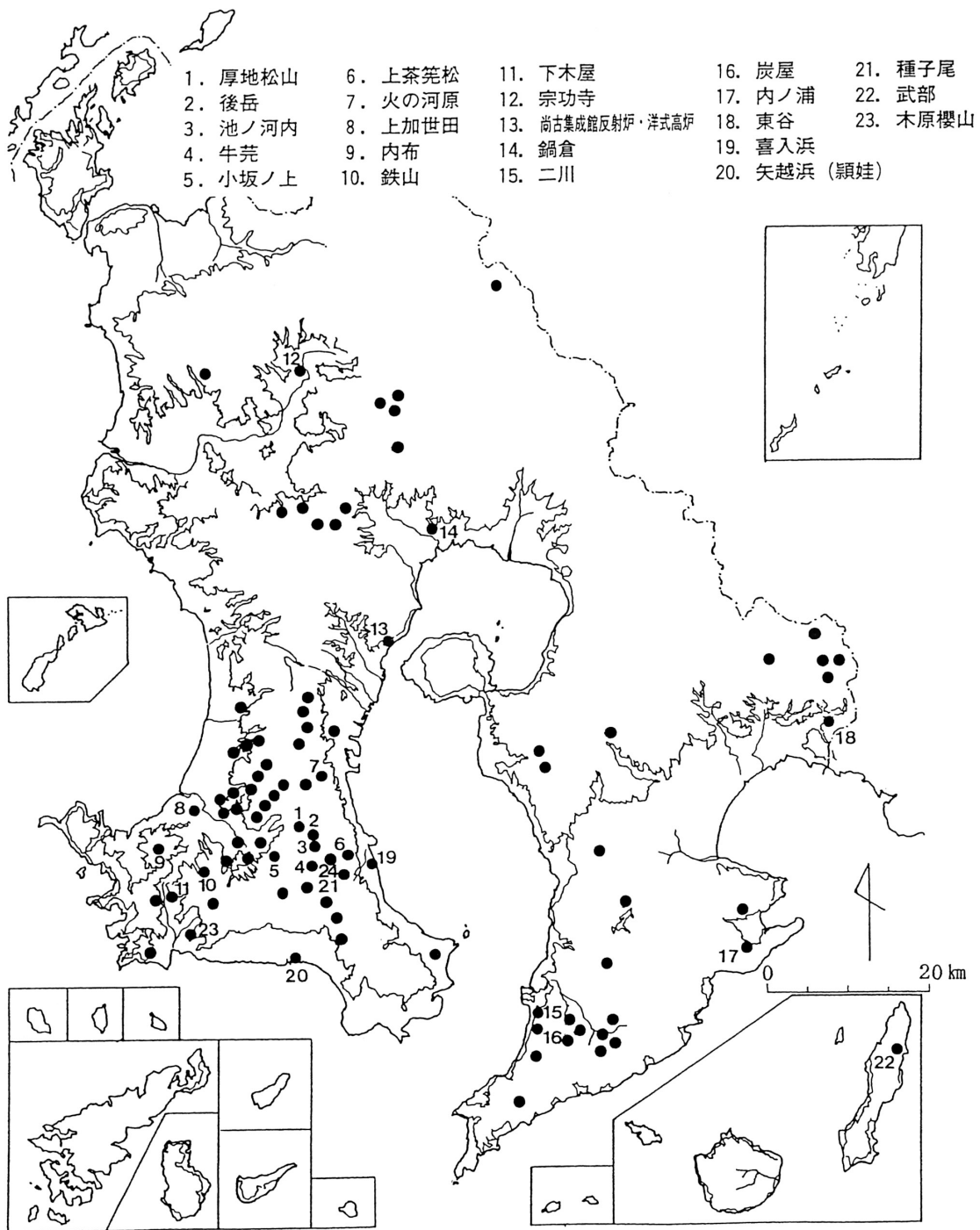
そういった現状の中、平成7年から近世の製鉄遺跡である知覧町厚地松山製鉄遺跡の調査がはじまった。そして、調査4年目にして、製鉄炉の発見に至った。この間、鍛冶炉や排滓場、作業場等々の遺構や遺物が発見され、遺跡の様相も鮮明になりつつあった。これを機に県内に5箇所炉が現存する事実が分かり、製鉄研究がようやく前進することになった。その結果、江戸時代、薩摩藩領では、石組製鉄炉と水車動力による鞆の装置をもつ他とは様相を異にした鉄生産が行われていたことが確実となった。しかし、この炉がいつから使われて、いつまで使用されたのか。また、なぜこのような炉を築いたのか、原料となる砂鉄に起因するのか（伝統的技術）、あるいは海外から導入された技術の応用なのか（伝播に基づく技術）、それとも伝統的な技術の上に、さまざまな工夫と新たな技術が加わり、今日残存する炉となったのか等々、解決されなければならない多くの課題がある。そのため、わずかでも解明の糸口を捉えられないものか鹿児島県内の鉄生産の遺跡の遺跡の状況について、概観してみることにする。

2. 近年の鉄生産調査研究の動き

厚地松山製鉄遺跡発掘調査を契機として、平成11年には「たたら研究会」が知覧において開催され、全国の製鉄研究者が集った。

平成14年には、志布志町宝満製鉄遺跡の発掘調査が行われ、県内では類例の少ない、中世の製鉄関連遺物が発見された。ここでは出土した炉壁の接合によって炉の形態が復元され、この地域では当該時期、操業不安定な技術による竪型炉系の炉を使用したことが推測されている。

ここ数年、鹿児島県立埋蔵文化財センターが実施している遺跡においても、相次いで製鉄・鍛冶関連の遺構や遺物が発見されはじめた。中でも串木野市柵城遺跡からは、中世の石切場と共に五輪塔製作場が発見され、併せてノミや金槌を製作補修するための鍛冶炉なども発見され注目された。これを契機に同センターによる製鉄・鍛冶関連遺跡と遺構・遺物の取扱いや整理法に関する研修会も行われ、鉄滓などの整理に困惑した担当者の助けとなった。このようにその重要性がようやく認識されはじめた。



第1図 鹿児島県の主な鉄生産関係遺跡分布図
 (●はその一部である)

幕末、薩摩藩では、島津斉彬によって集成館事業が展開された。後これが日本の工業化の先駆けとなった。その母体には薩摩の在来技術の蓄積があったからとされる。2002年から科研費特定領域研究「江戸のモノづくり」(略称)プロジェクトが始まり、その公募研究として「薩摩藩集成館事業における反射炉・建築・水車動力・工作機械・紡績技術の総合的研究」のテーマで具体的な器物(現物)資料の発見・評価と文献資料の相関研究がはじまった。これと並行して、「薩摩のものづくり研究会」(長谷川雅康代表)では集成館熔鋳炉の発見のため文献や絵図、地下探査レーダー等に基づき発掘調査が始まり、その実体に迫りつつある。

このように近世から近代にかけての鉄生産については、しだいに明らかにされつつある一方で、中世以前の鉄生産に関しては、十分な解明に至っていない状況である。今後さらに鹿児島県の在来の製鉄・鍛冶関連遺跡の調査研究も進展することが期待される。

3. 鹿児島県の製鉄遺跡調査の現状と課題

1) 製鉄遺跡研究と発掘調査による状況

鹿児島県内の製鉄史に関連した文献はすでに記したとおりである(上田 1998)。しかし、まとまった論文や文献・資料はきわめて少ない。近年では若干、製鉄・鍛冶関連の遺構・遺物が出土し、報告書にまとめられているので、その成果も含めて研究の現状を紹介する。

とりわけ、島袋盛範の「藩政時代に於ける製鉄鋳業」は、製鉄研究の基礎文献であり、鹿児島県の製鉄遺跡研究の出発点として、欠くことのできない論文である(島袋 1932)。

山下純生は、これらの製鉄地には「金山」「勘場」「炭屋」など特有の地名が残っていることを手がかりにフィールド・ワークによってその復元を試みられた(山下 1972)。これらの成果を基に歴史地理学的な見地から近世製鉄史研究を体系的にまとめた齊藤毅は、課題も含めて早急な製鉄遺跡の保存を訴えている(齊藤 1975)。

和島誠一は、大隅半島の6市町村9遺跡を紹介し、採集した鉄滓等の化学組成を掲載し鹿児島県内の製鉄遺跡を科学的に論究された(和島 1960)。

昭和50年代以後、開発に伴う緊急発掘調査によって、鹿児島県内でも鍛冶・製鉄関連の遺構や遺物が多数発見されてきたが、東和幸はこれら発掘調査で得られた39ヶ所の遺跡の資料を集成され、製鉄・鍛冶関係出土遺物と民具との関わりや伝承による遺跡の所在確認の必要性をあげ、加えて南島における製鉄・鍛冶遺跡の状況把握等課題を提示している。(東 1992)。

1984年から開発工事に伴い加世田市上加世田遺跡の調査がはじまった。この調査では、炉の発見はなかったものの、室町時代の製鉄関連遺構・遺物が出土し、分析の結果、砂鉄製錬から製品の鍛造加工それに鑄造までの一貫体制がとられたと指摘されている(大澤 1985)。

ここからは、列石遺構と呼称される夥しい石が幅2m、長さ20mにわたって敷き詰められており、敷石の一方からは鉄滓が集中して検出されている。これらの遺構は、製鉄に関わる湿気防止のための何らかの施設と考えられている(大澤 1985)。

宮之城町宗功寺遺跡(松尾城跡)では、15世紀代と考えられる製錬炉が7基報告されている。瓢箪形の平面プランをもつものが3基、隅丸方形ないしは楕円形のものが3基、円形の石組炉が1基である。瓢箪形のものには北東側の細い方が炉本体部分とされる。円形の石組炉には、レンガ状に固結した粘土塊や石に鉄滓が溶着したものもあり、石組上に粘土による炉壁を配したものと考えられている。

これらの中世の製鉄関連遺物・遺構の発見は、鹿児島県内では珍しく、未解明な製鉄炉の系譜

を探るうえでも貴重な資料となっている。ただし出土した鉄滓の形状や炉内の微小遺物の検出、鉄滓の化学組成分析等を行なわれていないため、詳細な状況は判然としないが、炉底に石を配した円形の石組炉の発見は、鹿児島における近世の豎形炉の石組製鉄炉等の原型をなすものなのか興味深い資料である。

近年、鹿児島県下の発掘調査例において中世ないしは近世はじめの頃の製鉄炉と思われる遺構の発見が相次いでいる。未報告ではあるが、今後の調査報告が待たれるところである⁽¹⁾。

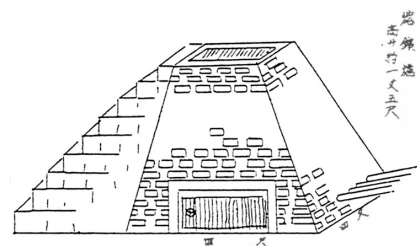
ところで、知覧町小坂ノ上遺跡では、鉄滓と火葬骨、それに礫8個が埋納された蔵骨器（奈良時代末頃）が発見された。南九州でははじめての供献鉄滓の一例となったが、蔵骨器中の鉄滓の分析をおこなった結果、鍛冶滓と共に、製錬滓が存在することも明らかになった。薩摩半島南部において、すでに古代に遡って砂鉄による製鉄がおこなわれていたことが化学分析によって明らかになっている（中山・上田 1995）。この蔵骨器に埋納された被葬者はいかなる人物であったのであろうか。供献鉄滓の存在は当時の被葬者が製錬や鍛冶に関わっていた人物であろうと推測されており、周辺に製錬・鍛冶遺構が存在した可能性が指摘されている（大澤 1983）。小坂ノ上遺跡はシラス台地の縁辺に位置するところであるが、台地下ないしは近辺に製鉄炉の存在の可能性を秘めており、古代製鉄の実体が明らかにできるものと期待される。しかし、実際は古代・中世の製鉄遺跡については、未だ資料に乏しく、そのため系統だった研究はなされていないのが現状である。これに比べ、近世の製鉄遺跡に関しては残存する遺跡も見られるため、次ぎにこれらの得られた今日までの状況を把握しておくことにする。

2) 現存する製鉄炉

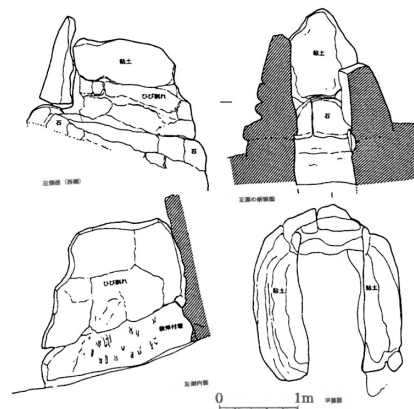
幕末における尚古集成館の反射炉や洋式高炉に関することを除いて、県内の製鉄遺跡については、昭和7年に島袋盛範が34カ所の製鉄遺跡を調査し、聞き書きとスケッチによって詳細に報告している。その中で島袋は当時製鉄業に従事していた方々から聞いた知覧の製鉄炉の様子を描いている。その炉は、石組みの高炉状のもので、片方に原料と燃料を投入するための階段上のスロープが築かれている。こういった形態の製鉄炉は、わが国のたたら技術史上、類例をみないものだけに、注目されている（大橋 1975・穴澤 1993・中山 1998）。

この島袋の描いた製鉄炉のスケッチ図が今日記録として残っている唯一のものである。現存する鹿児島県内の製鉄炉として根占町の二川製鉄遺跡と炭屋製鉄遺跡が知られている（神田 1990）。

前者は石積み高炉状（石組製鉄炉と呼称する）のもので⁽²⁾、後者は土製の製鉄炉である。二川の石組製鉄炉は後世に手が加えられ石積み積み直されているために、外観は操業時の形態を留めていないようだが、炉内は鉄滓の付着や粘土で隙間をうめた様子を伺うことができるために、内側は辛うじて現況を留めていることがわかる⁽³⁾。



第2図 知覧の製鉄炉（島袋盛範 1932）



第3図 根占町炭屋の炉実測図

ところで近年、内之浦町、喜入町、知覧町で、島袋が当時描いた知覧のものに類似した製鉄炉が発見された。これによって島袋の示した製鉄炉がある時期、鹿児島県内一円に分布していた可能性が強くなってきた⁽⁴⁾。

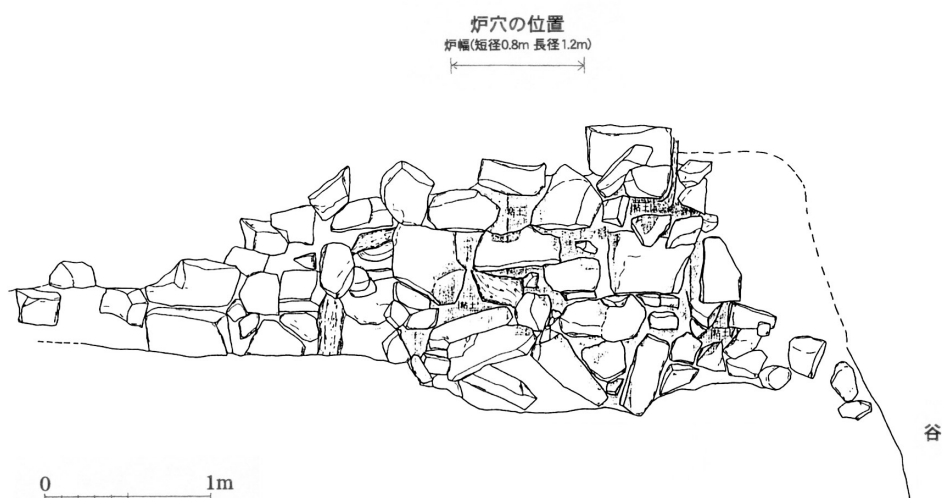
肝属郡内之浦町大谷添国有林 32 林内の製鉄炉は、スロープ先端から最大長 5.30 m、最大高 1.65 m、石積みの横幅 1.65 m、炉内の横幅 0.76 m、切石と自然石を積んだもので、一方にスロープの歩廊を有し、ここを通して長方形の炉内に燃料と原料を投下したものと考えられる。石積みの間には所々に粘土が付着しており、隙間を封じたものと考えられる。炉底付近には広く鉄滓が溶着している。炉に接近した東側は小溪谷となっており、製錬滓を採集できる。谷底は急流となっている。炉は島袋が描いた知覧のものよりは小さいものであるが、その形態は極めて類似している⁽⁵⁾。

喜入町上茶筌松の製鉄炉は、スロープの先端から最大長 6.0 m、最大高 1.2 m、石積みの横幅 1.6 m、炉内の横幅 0.70 m、内之浦町大谷添のものと類似し、凝灰岩製の切石と自然石を積上げて築いている。片方に石積みのスロープの歩廊を設け、炉に燃料と原料を投下しやすいように築いたことが考えられる。炉の部分は半壊しているが、炉内には鉄滓が溶着し、使用された時の状況を推定することができる。炉に付随して、3.40 m 四方の金池状の窪んだ遺構と共に凝灰岩製の切石が配置されている。周辺には排滓場、炭焼き窯、それに八幡川上流に設置された井堰と溝を見ることができる。これらの遺構はセットとして捉えることができる。

採集遺物には、製錬滓と共に直径 20cm をこえる大鍛冶滓がある。遺跡は喜入町所有の喜入の森内に存在している。このように鹿児島県内には石組を土台に、その上部に粘土を積み上げた土製の堅形炉（炭屋）と石組を炉体とした高炉状の堅形の炉が現存している。

3) 石組製鉄炉について

鹿児島には凝灰岩製の切石や自然石を組んで積み上げた炉が存在している。石組製鉄炉という高炉状のもので、片方に燃料と原料を投入するための歩廊（スロープ）を設けているのが大きな特徴である。昭和 7 年、島袋盛範の描いたスケッチによると高さ約 5 メートル（1 丈 5 尺）の高炉である。しかし、現存するものは高さ約 1.2 メートル～ 1.5 メートル程度のものである。喜入町上茶筌松や知覧町二ツ谷の炉の場合は、燃料および原料投入のためのスロープは傾斜面の土手を削り出して築き、石を配しているもので、炉の部分は切り石ないしは自然石を積み上げて長方形



第 4 図 内之浦町大谷添の石組製鉄炉

状に築き上げるのである。

切り石で築かれた炉の内側には粘土が付着しており、造滓剤として貼られた可能性がある。中国地方の製鉄では、溶融還元された炉底に溜まった鉄塊を取り出すためには、粘土製の炉をすべて取り壊さなければならないが、鹿児島の場合、石を外すだけで済み、またその石を炉壁に再利用ができるという利点があった。一方、根占町に残る炭屋の炉は、土台に扁平な石をコの字状に配して、その上に粘土を積み上げた炉である。このような技術の系譜はどこに求められるのだろうか⁽⁷⁾。

炭屋の炉は、熊本県西原遺跡1号炉など中・北九州で発見されている12世紀代の炉（西原Ⅱd型）に似ていることがすでに指摘されており、九州における中世以来の系譜を引くものと考えられている（穴澤 1997）。中でも、12世紀代の八代市木下り遺跡発見の炉の基礎には敷石を配し、扁平な石を炉壁に用いている点とその形態から根占町炭屋の炉に類似している。炭屋の炉は現在、町の史跡となっていて、伝承では弘化年代にはすでにあったといわれるものである。片方に燃料と原料投入のための残土らしいものがかつてはあったことや土台に石を利用する点で、二川や内之浦大谷添、上茶筌松、二ツ谷、厚地松山発見のものへとつながっていく要素を備えている。このように薩摩・大隅で発見されている炉は、九州北部・中部で発見されている12世紀～13世紀ごろの竪形炉に系譜を求めることができ、近世に至っても引き続き、その伝統を保持している一方で、不明瞭な点が多いが、朝鮮半島の李氏朝鮮時代に石組みの同様な炉が見られることからその関連性が指摘されている（穴澤 1993）。これに対して、中山光夫⁽⁶⁾は、1852年、島津斉彬のわが国初の高炉建設に伴って、藩内の製鉄関係者が刺激をうけた結果、高炉に似た石組炉への変換となったと指摘する。そして石組製鉄炉が使用された時期は19世紀終末頃ではないかとしている（中山 1998）。薩摩藩内では、燐を多く含む在地の砂鉄を用い、なるべく品位の高い鉄を造るために、比較的低温で製錬し、低炭素鉄塊を生成することが志向され、経済的コストと品質の双方を満たす技術の試行錯誤が展開された。それが地域独特の製鉄技術を発展させ、その結果が石組製鉄炉といった特徴ある炉を生んだと冶金学の方面からの重要な指摘もなされている（鈴木 2001）。

現段階で明確な系譜をたどることは難しいが、様々な可能性を考慮する必要があるだろう。

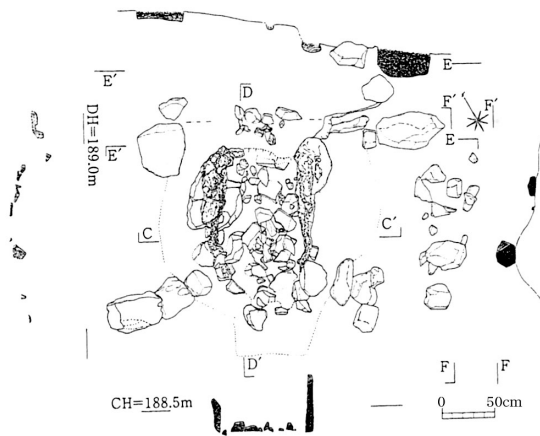
4) 在来型の製鉄炉

薩摩の伝統的な在来の製鉄炉とはどのようなものだったのだろうか。

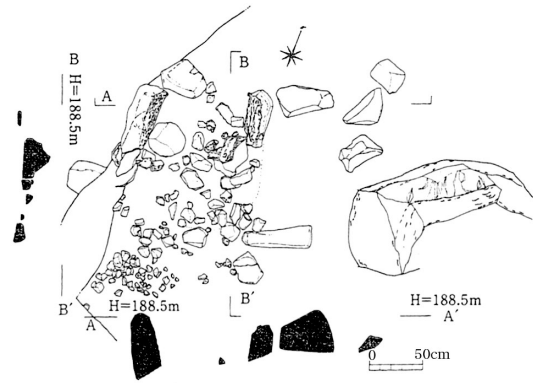
江戸時代に編纂された下原重仲による鉄山必要記事には薩摩では「土居吹き」とい製鉄法があったと記されている。この土居吹きこそが、石組製鉄炉か炭屋の土炉のような炉をさしていたのか定かではない。

平成10年に鹿児島県知覧町厚地松山製鉄遺跡の発掘調査で発見された2基の製鉄炉は、川沿いに築かれており、凝灰岩製岩盤の上に石を配し炉底とし、炉体に凝灰岩を固定させたもので、平面図は隅丸方形を呈し、炉の近くには直径20cm～50cm程度の凝灰岩や変成岩が置かれた石組製鉄炉であることが判明した。炉内に残存した木炭の放射性年代測定と炉壁から得られた残留磁気年代推定法では、18世紀後半から19世紀前半の年代があたえられている（知覧町教委 2000）。立地、炉の形態から知覧町二ツ谷と喜入町上茶筌松に共通するところがある。川に沿って築かれた炉は、一見、壁のような土塁（土居）に類似することから、土居吹きの名が付いたのか。

一方、穴澤義功は、残存する根占町炭屋の炉⁽⁷⁾は、1989年から90年にかけて熊本県荒尾市金山五号谷遺跡で発掘調査が行なわれた13世紀代の炉遺構の基礎部に極めて近く、この点からも



第5図

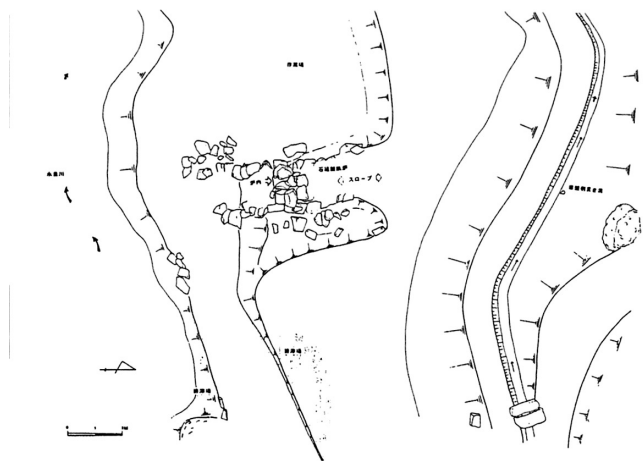


第6図

厚地松山製鉄遺跡の炉実測図

中世の製鉄炉としての可能性を秘めている重要な産業遺産と推定している。(穴澤 1993)。そして、鹿児島県下に残る根占町の炭屋や二川の製鉄炉は近世に至るまで伝統的な在地の製鉄技術として保持されてきたのではと指摘する(穴澤 1997)。

実際に八代市木下り遺跡など熊本県下で発見されている古代末から中世の製鉄炉が、先の内之浦や喜入、根占のものに平面形態が楕円形またはコの字形を呈するという点で非常に類似している。



第7図 知覧町ニッ谷の石組製鉄炉周辺地形図 平面図

薩摩・大隅地方では近世に至っても依然として、旧来のものを利用しなければならない風土や背景があったのであろうか⁽⁸⁾。

志布志町では明治の前半に至っても、高さ9尺位、厚さ2尺程の鹿沼土で築かれた円筒形状、底部末広がり状の製鉄炉を使用していたとされている(盛田 1951)。また、慶応3年(1867)、島津忠義は鉱山の増産をはかるために仏人鉱山技師コワニエを招聘している(松尾 1993)。このコワニエが記した当時の鹿児島の製鉄の様子は今日数少ない貴重な資料となっているが、コワニエがみた製鉄所での炉は裁頭円錐形をしていて火底面直径1m、上部の口直径66cm、炉の高さ2.25mであるとされている(石川 1957)。

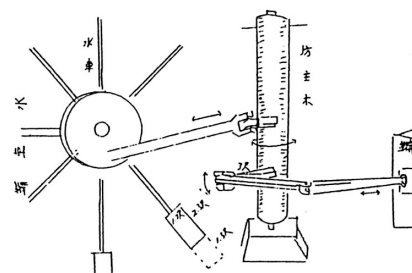
炉の形態が上記のように、円筒形で末広がり状のものや裁頭円錐形であったということから推察して、石製の炉ではなくて土炉の可能性が想定される。幕末には石組製鉄炉だけではなくて、堅形の土炉も依然として使用されていることが看取される。鹿児島では伝統的な2つの種類の炉が並行して使用されていたのか。鉄山必要記事の「土居吹き」は双方いずれの炉を表現したものか、いまだ実証はなされていない。

5) 水車ふいごについて

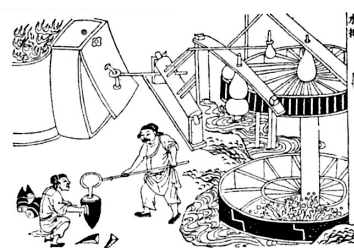
次に水車の利用から考えてみよう。日本書紀では、代表的なものとして大宝3年(703)の条に

「是歳、水碓を造りて鉄冶かす」という記事がある。この「水碓」の解釈については水車を利用した送風、あるいは鉱石の破碎に水車を利用したという2説が存在しているが、不明のままである。

さて、時代はくだるが、水車の利用に関しては、天明4年(1784)に完成した下原重仲の『鉄山必要記事』の中に「薩州出産の鉄あり(中略)鉄の吹やう違ふ也。鞆は琉球人の細工にて、水車にて鞆を為差申すよし(後略)」とあるように薩摩の鉄づくりは他とは違って、水車を使ってふいごを動かしている。ふいごは琉球人の細工によって作られ、水車とふいごの途中には仲介する坊主木といわれる回転棒がある。これも琉球人の僧が伝えたことからこう言われている。また、天保14年(1843)に編纂された『三國名勝図会』には大隅半島根占の製鉄のことが記されており、それによると「(前略)たたら設けたる所は、皆水辺にて其の風箱は水排を用ゆ(中略)」とある。水排⁽⁹⁾とは中国の『王氏農書』や『農政全書』では、水力で動く冶金用送風装置のことをさすが、一般に日本のたたら吹きに水車が広く普及するのは明治時代にはいつてからと言われている(飯田・田淵 1970)。もちろん水車ふいごだけではなく、以前からの踏鞆や差ふ



第8図 水車ふいごの坊主木図
(島袋盛範 1932)



第9図 中国の水車ふいご(水排)
(『農政全書校注巻之18』)

いごも使用されていたことは、始良(『薩摩海軍史上巻』)や志布志(盛田 1951)での例からもわかっているが、江戸時代すでに鹿児島では、鉄生産における水車ふいごの使用が定着していた。

それでは、薩摩では、江戸時代のいつごろから水車ふいごが使用されはじめたのであろうか。

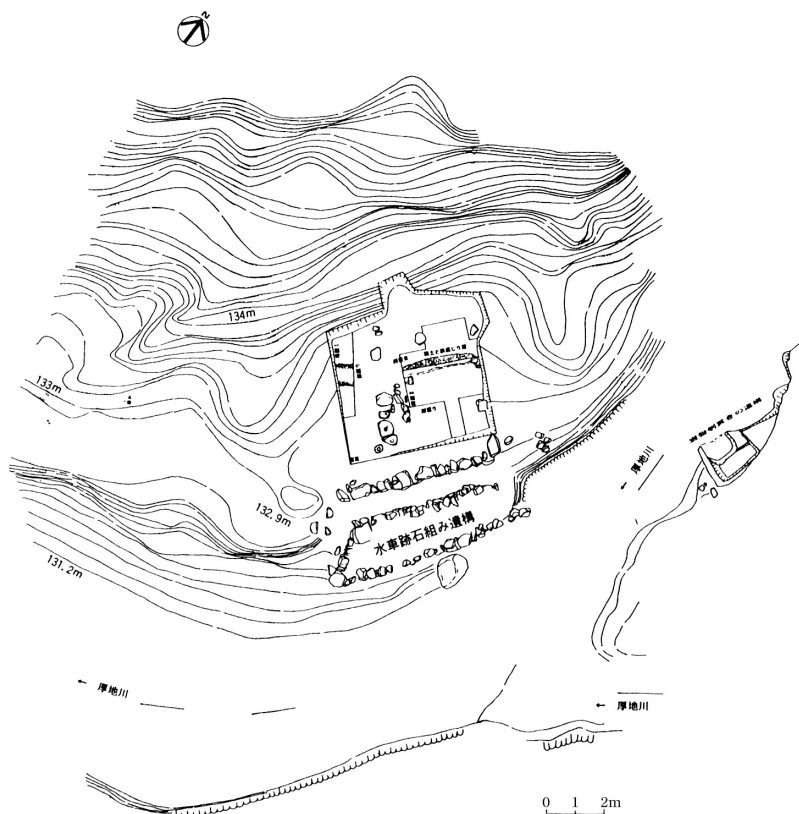
伯耆の鉄山師下原重仲による『鉄山必要記事』が編纂されはじめたのが18世紀中頃、このころにはすでに薩摩では水車ふいごが利用されていたことになる。この時期、全国の鉄の産地として出雲・安芸、伯耆、石見など中国地方と共に薩摩があげられている。薩摩産の鉄は品質が劣り安値の代名詞となっていたらしいが、粗悪品鉄とはいえ、このころ、すでに全国的なシェアを占めていたことには間違いない。いち早く水車を利用したいわば機械化製鉄が行なわれていたからこそ達成できたのだろうか。薩摩ならではの特徴ある製鉄技術へと発展・展開を遂げていく契機となったのが、18世紀代、この水車ふいご導入にあったと考えられないだろうか。もちろんこの間、中国や朝鮮半島など諸外国の接触によって導入された技術も考慮していく必要がある。

さて、この水車ふいごの利用を示す遺構が、薩摩半島加世田市の内布(東 1957)や鹿児島市火の河原(町 1994)、種子島の武部製鉄遺跡、それに厚地松山製鉄遺跡で確認されている。内布や火の河原のものは川底の岩盤が露出したところを利用して水車をまわしていたとされている。

厚地松山製鉄遺跡のものは、石組みを積み上げて築かれているもので、操業時は水車の上に桶を引き、上から水を落として水車を回転させていたと言われている⁽¹⁰⁾。

1996年に知覧町によってこの水車石積み脇の発掘調査を実施したところ、直径30cmから40cm、幅約15cmの扁平な石が4基出土した。それらの石の中央には直径8cmほどの回転軸によると考えられる磨耗痕が認められた。『鉄山必要記事』の中の「(前略)水車の心木に立添たる坊主木と云

う木有と、琉玖人僧にて有し故、かく号と云々。(中略)」とあるように、いわゆる水車ふいごから炉へ伸介する部分の坊主木の土台石ではないかと想定されるものである。その上部構造については島袋の論文に詳しいが、描かれている図では、送風は困難だという意見もあり、今後の機械工学の立場からの十分な検討が必要とされるものである。しかし、およそその水車ふいごに伴う坊主木の台石らしき遺構が出土した事実は注目に値する⁽¹¹⁾。



第10図 厚地松山製鉄遺跡の水車実測図

厚地松山製鉄遺跡では、18世紀前半には操業が開始され、18世紀後半から19世紀前半にピークを迎えたことが出土した陶磁器によって判断できる。操業期間は約100年間及んでいたわけであるが、この間を通して水車ふいごがどのような形で利用されていたのであろうか。

厚地川沿い約6,000㎡にも及ぶ鉄生産遺跡にもかかわらず、水車跡の遺構を示す箇所は、今日わずか1ヵ所しか発見されていない。この1ヵ所の水車ふいごで当時全域をまかなったとは到底思えない。遺構の残存している周辺で、しかもある一時期に限定されていた可能性はないだろうか。すなわち、水車ふいご以外の利用も十分考慮して見ていかなければならないであろう。

概ね厚地松山製鉄とほぼ同じ頃に操業されていた藩営の鍋倉(鋼山)の製鉄所では、「竈の構造、外法4間位の方形にして、高さ2間許りなり、之れに十二個の踏輪を装置したり、而して其位置は地上より稍上方に在り。」(『薩藩海軍史上巻』)とあるように水車ふいごではなく、足踏ふいごが使用されている。また、現存する根占町炭屋の製鉄炉でも手押しのふいごの使用が伝えられている(和島1967)。さらに、志布志町の田之浦地区で明治前半に行なわれていた製鉄でも、水車ふいごと共に足踏ふいごの使用が報告されている(盛田1951)。

このように水車ふいごに代表され近世薩摩の製鉄ではあるが、これを見るかぎりにおいては、水車ふいごの使用だけではなかったことがわかる。今後、水車ふいごの構造やその技術の系譜など追究していかなければならない課題がある。

6) 薩摩半島の鉄生産遺跡にみられる川底遺構

厚地松山製鉄遺構の特徴ある遺構の一つに、川底の岩盤に造作を加えたものがある。方形状や円形に岩盤を削りだした遺構がそれで、一部に鉄滓の溶着が認められる箇所もある。

方形状のものは鉄塊等を冷却するための金池なのか。あるいは砂鉄洗場のための施設なのか。柱穴状の遺構は、樋など施設を支えるために築かれたものだったのか、その使用目的は定かでない。

この岩盤加工の遺構が顕著にみられるのが知覧町牛芫製鉄遺跡である。永里川上流域の右岸一帯約 100 mには多量の排滓が堆積している。川幅約 12 m、露出した岩盤には至る所に加工された方形の遺構が残存する。一カ所の遺構は長さ約 10 m、幅約 1.5 m、深さ約 0.50 mで長方形の遺構が築かれている。冷却用の金池として使用されたのだろうか。また、岩盤を削り取り、本流から水を引いたと考えられる溝も存在している。

この川底に残る遺構の存在は、加世田市内布川上流（東 1957）や加世田市上木屋製鉄遺跡・下木屋製鉄遺跡、川辺町打木谷製鉄遺跡（町 1993a・1994b）など、今日、南薩摩の製鉄遺跡でよく見られる遺構のようである⁽¹²⁾。上木屋製鉄遺跡を流れる花渡川の川床には直径約 9 cmの穴が間隔をおいて穿たれており、この穴は水車を設置した際のホゾ穴だと伝えられている（町 1993a）。そして、この付近では鍛冶屋が多く、船釘やいかり等が製品として造られていたという（東 1957）。大隅半島や南西諸島では未調査のために確認されてはいないが、このような遺構が存在しているかどうかを調査する必要もある。

7) 鉄生産場の構成

製鉄遺跡でも製錬段階の遺跡は、製鉄から鉄器の生産まで、一貫した生産体制をとる大規模なもの、鉄製錬のみを行なう分業型の小規模な遺跡とがある（穴澤 1984）。

中国地方では、近世になると「永代たたら」とか「高殿たたら」といわれる大規模な鉄生産体制へと変化し、製鉄専業の生活圏いわゆる山内とよばれる製鉄村落が成立した。ここでは原料の砂鉄の採取、たたらや鍛冶の燃料となる木炭の生産、たたらでの銑や鋸の生産、銑や鋸から錬鉄（包丁鉄）や鋼などの製造の4つの工程から構成されていた。その他製品の運搬から資材、食料品等々の搬入作業も大きな仕事であった。

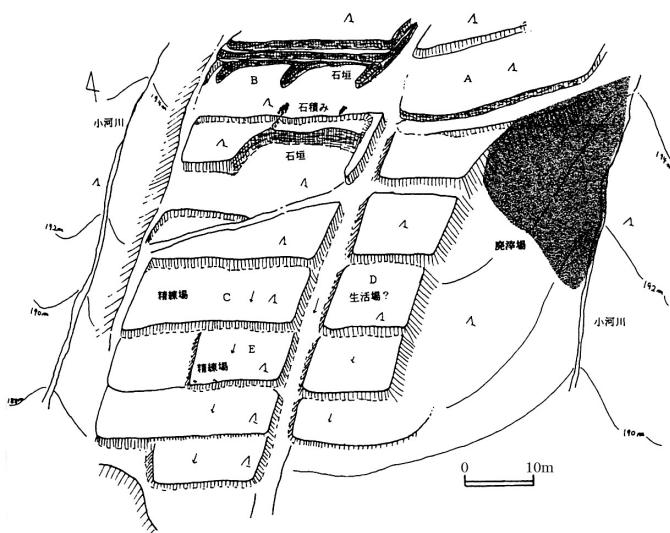
山内の施設には、高殿や鍛冶場のほか、鉄山事務所である元小屋、砂鉄小屋、米倉などの施設、鉄池や砂鉄の洗場、製鉄労働者の居住する下小屋、金屋子神社、山内居住者の墓地などの様々な施設があり、その周りは垣根や柵がめぐらされ、村方農村とは隔絶された独特な生活圏を構成していた（河瀬 1995）。

さて、近世の南九州の製鉄場はどのように構成されていたのであろうか。現段階では明快に答えられるだけの資料の蓄積をもたないが、近世の「先大津阿川村山砂鉄洗取図」に⁽¹³⁾示されているような風景に近い様子が、鹿児島でも展開されていたことは想像に難しくない。

幕末薩摩藩が建設した帖佐鍋倉村鋼山製鉄所の絵図⁽¹⁴⁾をみると、製鉄所には柵が廻らされている。その入口には門があり、砂鉄置場や鉄蔵、銑炉と鍛冶場の近くに金池、農具其の他細工所があり、やや上の段には鋼炉や鋼鉄割所、そして一番上に役所が描かれている⁽¹⁵⁾。銑炉とは製鉄場、細工人小屋は職人の作業場、鍛冶場は大鍛冶場あるいは小鍛冶場か、鋼炉と記されているのは鋼精錬場のことであつたのだろうか。この絵図で鋼炉が上段に、銑炉（製鉄炉）が下段に配置されている。これは薩摩での製鉄場における特徴の一つと考えるよりは、むしろここでは伯耆の職人を雇い入れているため、伯耆流のたたら作業場が描かれている可能性がある。そういう意味でも、この絵図は、きわめて貴重な資

料といえる。

この帖佐鍋倉の鋼山製鉄所は『帖佐村郷土誌』によると、文久2・3年頃の創立で、明治5年頃に廃止されたという。その後民間に払い下げられ、小村彦兵衛という人物が譲り受け、志布志町田之浦の御在所岳の東方3町位のところに移築、銑鉄を盛んに製造していたと記されている。そこで、小村彦兵衛が移築した製鉄所かどうかは明らかではないが、御在所岳東方には、今日「東谷たたら製鉄所跡」という町の文化財指定されている大規模な製鉄遺跡がある。製鉄遺跡には中央に



第11図 志布志町東谷たたら跡略図

荷馬車が通る程度の道があり、上段には3段の石垣が構築されている。そして高さ1mほどの背の低い石垣の仕切りが設けられており、その部分は資材置場として利用されたことが考えられている⁽¹⁶⁾。製錬炉の場所は明らかではないが、踏査の結果、遺跡の東側に排滓場、下段の2つの地点が精錬場。そしてD地点は生活場としての空間であったことが想定される⁽¹⁷⁾。

今日発掘調査は実施されていないが、遺構の地表面観察と採集遺物によって、当時の製鉄所の様相を概略、把握することが可能である⁽¹⁸⁾ (第11図参照)。

薩摩半島加世田市津貫の花渡川沿い、上津貫・久木野・下木屋には、以前から製鉄遺跡の存在が知られていたが(東 1957)、ここには上木屋・下木屋・本木屋などの地名が残り、隣接して製鉄遺跡の存在が確認されている。そして加世田市での「木屋」地名は製鉄用に建てられた小屋を指しているとの指摘がなされている(町 1993a)。また、上木屋周辺には「湯ノ尾」・「冷場」・「樋の口」・「御納戸」などの地名もあり、製鉄作業場にまつわる字名として注目されよう⁽¹⁹⁾。

「先大津阿川村山砂鉄洗取図」は当時の製鉄の作業状況を知る手がかりとなるが、この図中に下小屋・本小屋と記された住居らしき建物がある。下小屋は小さくて粗末であるのに対して本小屋はそれらの中心的な建物で、事務所を兼ねた立派な建物である。明らかに違いが認められる。花渡川沿いに存在する上木屋や下木屋、本木屋の製鉄遺跡、地名や伝承からかつてこの地においても、「先大津阿川村山砂鉄洗取図」に記されているような作業の様子が展開されていたのではないかと想像される。その意味からも薩摩半島の製鉄業の在り方がわかる重要な地域といえる⁽²⁰⁾。

知覧町厚地松山製鉄遺跡では、製鉄に関わる字名や小分け地名は確認されていないが、約6000㎡という広範囲に鉄滓が分布していることや人工的に手が加わったような地形が存在していることから、鉄生産にかかわる何らかの遺構と考えられる。平成8年度の発掘調査では、鍛冶滓を多量に検出する場所と製錬滓のみを出土する排滓場が明らかになった(知覧町教委 1997)。平成10年には、川沿いに製鉄炉2基と付随した排滓場、鍛冶炉2基と付随した作業場が発見された。製鉄炉の年代は残留磁気年代推定法によって、18世紀後半～19世紀前半ごろ、出土木炭の放射性年代測定法でも大方一致した。さらに出土した陶磁器の年代も、理化学分析の年代とおおよそ符合している。

今後、炭窯など関連施設の発見が期待されるが、その作業場から読み取れる生産工程の解明も重要な課題の一つである⁽²¹⁾。

4. おわりに

鹿児島県では生産遺跡の調査自体が少ない上に製鉄遺跡の調査と限定されるとなおさら少なく、発掘調査で得られた資料の蓄積もない。そういう現状の中であって、近世の製鉄遺跡を中心に、これまでの調査を踏まえて現状と課題を述べてみた。

製鉄・鍛冶関連遺跡は県内 98 ヲ所が確認されているが、製鉄遺跡の年代が考古学的調査によって明らかになったのは知覧町厚地松山製鉄遺跡が最初であろう。炉の上部構造は原形を留めていないため、よく分からないが、出土した配石の状態や平面形態、それに地形の状況から石を積み上げ組んだ一連の石組製鉄炉であることが推察された。

近年、内之浦町大谷添や喜入町上茶筌松、知覧町二ツ谷にもこの形態の炉が現存していることが明らかになり、江戸時代、薩摩藩領では、石組製鉄炉と水車動力による鞆の装置をもつ他ではない鉄生産が行われていたことが明らかになってきた。これは一般的な粘土による炉体ではなく、石を炉体に用いる製鉄炉である。どのような技術で鉄素材を製造できたのか解明のメカニズムを探る必要がある。

鹿児島には、技術指導に出雲など中国地方の職人を招聘したことが知られている。例えば、原史料にあたることができなくて、残念だが、島袋盛範は「薩摩藩に於ける製鉄鉞業」の中で、知覧では宝永年間（1704～1710）に上方より多数下国して鉄生産を行なったと記されている高城氏の系図を紹介している。また、『鉄山必要記事』の中にも技術指導のために伯耆などの職人が薩摩藩領の鉄山に雇用されていたことを示唆する記事がある。幕末には、安政元年（1854）に藩営の帖佐鍋倉村の製鉄所に伯州の技術者を雇い入れたことが豎山利武公用控の巻二に記されている。

薩摩半島山間の穎娃町種子尾集落は、山陰方面から移住してきた製鉄技術者集団の末裔で、古文書や墓地も残っているという⁽²²⁾。しかし、これまでのところ、箱形炉で地下構造を備えた大規模な製鉄炉や関連した施設の発見はない。

ただ、鹿児島県内の製鉄遺跡のある場所は、ほとんど湿気の多い河川沿いに存在し、一般的に湿気を嫌う製鉄作業場の様相とは趣を異にしている。それは送風装置や製鉄炉、あるいは原料となる砂鉄の成分の違いなどが影響していると考えられるが、今後、各分野による総合的調査によって明らかにしていかなければならない⁽²³⁾。

もちろんこれ以外の問題も山積みしているのはいうまでもない。本稿では、その一端を取り上げたに過ぎないが、鹿児島県の鉄生産遺跡の調査は途についたばかりである。これを機に、製鉄史研究にささやかながら弾みがつき、課題の一つでも解明されることを願うものである。

最後に、小稿をなすにあたって、多くの方々に御指導と御助言を賜ったことに深甚の謝意を表したい。

補遺：本稿は『ミュージアム知覧紀要』第4号 1998年に掲載した「鹿児島県の製鉄遺跡調査の現状と課題」にその後の調査を加え、さらに補足・加筆したものである。

【註】

- (1) 宮之城町宗功寺（中世）や集院町花段遺跡（中世～近世）、東市来町平之城跡（中世）等において製鉄炉と思われる遺構が検出されている。中でも志布志町宝満寺（中世）は鉄滓・炉壁の理化学分析によって製鉄遺跡であることが判明している。
- (2) これら鹿児島県内に残存している石を積みあげて築かれた製鉄炉を、中山光夫氏は石組の製鉄炉（中山 1998）、

小河原博志氏は筑波大学第1学群人文学類考古学コース卒業論文の中で石製高炉と呼んでいる。

- (3) 穴澤義功氏は「製鉄遺跡からみた鉄生産の展開」『季刊考古学』第8号1985年、「東日本を中心とした古代末～中世の鉄生産」『平成9年度たたら研究会大会資料集』1997年の中で炭屋と二川の製鉄炉を竪形炉系の・型d類（西原型）として分類している。そして、炭屋の炉は15世紀頃から、二川の炉が15世紀末から近世まで使用されていたのではと推察している。
- (4) 島袋盛範は枕崎市櫻山にあった製鉄遺跡の炉を紹介している。高さ8尺、長さ12尺、幅3尺、厚さ2尺のかなり大きい石製の炉で、花渡川の急流で水車ふいごを利用していたという。この製鉄所は最初今給黎利兵衛が経営していたが、後知覧の三宅勇蔵が引継ぎ明治5年頃まで操業していたとされる（島袋 1932）。石組製鉄炉が明治初期に至ってここでも使用されていたことがわかる。
- (5) 牧 工氏、松山幹生氏の御案内・御教示によって現地調査することができた。
- (6) 中山光夫氏によると現存する製鉄炉は、半地下式竪型炉から発展したもので、炭屋製鉄のものから二川や内之浦、喜入の石組み炉（石組製鉄炉）へと変遷していくものと考えており、その時期は幕末から明治初めを想定している（南日本新聞平成9年11月29日朝刊より）。
- (7) 根占町辺田炭屋と二川の製鉄炉の実測図は小河原博志氏と東和幸氏によって実測されたものである。それに筆者が現地にて補足し、トレースしたものである。
- (8) 熊本県玉名市六反遺跡・玉東町西原遺跡出土（古代末～中世初）の製鉄炉や八代市木下し遺跡出土（中世初頭）の製鉄炉の形態は根占町炭屋のものに類似している。穴澤義功氏によると「九州地方は・型d類の竪型炉による鉄づくりが続くが、これは技術レベルが低いと評価するよりも、高チタン砂鉄を用い小型の炉で、中国地方よりも多少、低温度で製鉄した鉄が、中世前半期には鍛冶加工をへた場合に評価が高かったからではないか」（穴澤 1997）と推察している。
- (9) 水排は、14世紀の初めに中国で著された『王氏農書』巻十九の中に登場している。ただし、この図解には横型の水車が利用されている。薩摩の水車は島袋盛範が、紹介しているように矢ばね型の縦型の水車である。島津家第25代藩主島津重豪（延享2年（1745）～天保4年（1833））は農学書の『成形図説』を著しており、その中に中国の『農政全書』のことが記されている。重豪は農政全書に著された水排の絵図の存在も当然認識していたと考えられるが、これに基づいて薩摩の水車ふいごに改良が加えられたかどうかは推測の域をでない。
- (10) 松山国利氏の御教示による。氏によると厚地松山製鉄遺跡より東方約2kmの山麓に人間の高さほどに自然石が積まれた巨大な炭窯跡が残っているという。
- (11) 島袋論文の中に知覧での製鉄炉とふいごとの仲介となる装置（坊主木）の図が描かれているが、この図はあまりにも簡略化されていて、この図のとおりで復元したとしても実際、構造的に機能しないことが指摘されている。島袋が当時の古老から聞いて描いたものだけに今となっては詳細不明である。
- (12) 東精之助が報告した内布の水車遺構は、河川改修工事が進み今は残っていない。
- (13) 幕末の山口県白須鉄山の製鉄工場風景が描かれている「先大津阿川村砂鉄洗取図」東京大学工学部資源開発工学科図書室蔵。葉賀七三男『江戸科学古典叢書』1976年恒和出版に詳しい。また、絵図についての概説的なものに『江戸事情第2巻 産業編』雄山閣1992年などがある。
- (14) 資料名は「薩州見取絵図」の内、『帖佐鍋倉村、鉄山』。平成7年（1996）『始良町郷土誌』によると、この絵図は安政4年7月、佐賀の藩士千住大之助が来鹿したときに、帖佐鍋倉の製鉄所を写したものである。その絵図が財団法人鍋島報効会（佐賀県立図書館内）に所蔵してあり、始良町歴史民俗資料館にその複製が展示してある。ミュージアム知覧紀要第4号（1998）掲載済みでは、佐賀県立図書館長並びに財団法人鍋島報効会理事長の許可を得て、始良町立歴史民俗資料館展示のものから転載させていただいている。
- (15) 鋼山製鉄所（始良郡加治木町別府川河畔にあったといわれる。）の跡は今日まったくといっていいほど残存していない。鋼山製鉄所については、『薩藩海軍史』上巻公爵島津家編纂所1968年に詳しい。
- (16) 資材置場と考えられる理由は、山畑敏寛氏（志布志町文化財保護審議委員会委員）の御教示によって、この場所で木炭を検出したことがあったとの理由による。
- (17) 図の東側の傾斜地からは多量の製錬滓が廃棄されていた。C・E地点では大形の鍛冶滓が採集でき、D地点では肥前系の碗や皿など明治期のものを採集している。因みにこの製鉄所は志布志の豪商肘岡三左衛門の経営で明治20年頃まで行なわれていたとされる。山畑敏寛『田之浦郷土誌』1996年および「史跡東谷たたら製鉄所跡」文

化財台帳、1997年 志布志町教育委員会に詳しい。

- (18) 製鉄遺跡を歩測し、城郭の縄張図のようなケバでの表現を試みた。正確さはともかくとして、詳細地形図が作成されていない場合は、遺跡を説明するのに有効と考えた。東谷たたらへの入り口付近には、経営者とされる脇岡三左衛門が明治6年癸酉7月吉日に奉建した石製の水神様が祀ってある。なお、小村彦兵衛と脇岡三左衛門との関係は不明である。
- (19) 方言で上木屋を「かんごや」、下木屋を「しもんごや」と言い伝えられており、木屋（きや）はもともとコヤと呼ばれていたとの伝承がある。
- (20) 上木屋には、藩政時代この地で製鉄に従事していたとされる土地の有力者、田中七左衛門の墓があり、享保7年(1722)に亡くなっている。下木屋遺跡の鉄滓層混入の陶磁器の年代は19世紀前半のものであり、上木屋での伝承と、下木屋での出土遺物の年代とやや開きがあるが、長い間この地で製鉄が行なわれていたことを示唆しているようである。
- (21) 17世紀後半以来、知覧は私領地として知覧島津家（佐多氏）が代々統治してきた。18世紀以降は島津本家とのかかわりの中で藩の重臣として藩政を担ってきた。麓に代表される武家屋敷群と骨粉肥料や石灰、それに製鉄などの産業、琉球貿易等による利潤に求められるのか。それについての確証は得られてはいないが、今日残る骨粉粉砕のための大規模な水車跡遺構や石灰焼釜の遺構、厚地松山製鉄遺構にみられるような大規模な製鉄遺跡の他に点在する6ヵ所の製鉄遺跡の存在、それに武家屋敷に伝わる古文書や中国、琉球などの数々の調度品がそれを示してくれる。

島津斉彬が「(前略) 農の本は鉄なり (後略)」と述べている。それだけ製鉄は重要な産業であったわけだが、金山その他の鉱業や窯業なども当時の薩摩藩の重要な産業の一つだったので、これらの状況とを比較しながら製鉄業も考えていかなければならない。

かつて、知覧の武家屋敷の土蔵の中に砂鉄が積み込まれていて、その重さで床が落ちたと言われている場所（実際に砂鉄が検出されている）がある。知覧武家屋敷の武士達が製鉄業に関わっていたことを示唆する伝承として、留意する必要がある。

- (22) 古文書を所蔵している穎娃町在住の小田忍氏（種子尾木工）の御教示による。
- (23) 飯田賢一氏・田淵実夫氏によると海外技術との接触の上で比較的便利な地にあった薩摩の製鉄法は、中国地方におけるそれと比較して、さらに解明の余地があり、また追究されるべき意義をもっていると指摘する（飯田・田淵 1970）。

鹿児島では江戸時代初期から山ヶ野金山・芹ヶ野金山・鹿龍金山などが開発され、盛んに採掘されている。その製錬法に製鉄と共通するものがあるのかどうかはわからないが、金が採掘される場所と製鉄が行なわれていた場所とは接近しているように思う。鉱山と製鉄との技術的な関わりも検討していく必要がある。

【参考文献・資料】

- 穴澤 義功 1993 「鹿児島県根占町のタタラ製鉄－炉体現存」『日本の産業遺産 300 選』3巻 同文館
- ” 1997 「東日本を中心とした古代末～中世の鉄生産」『たたら研究会大会資料集』
- ” 1984 「製鉄遺跡からみた鉄生産の展開」『季刊考古学』8号 雄山閣
- 飯田賢一・田淵実夫 1970 「鐵山必要記事 補註－水車輪」『日本庶民生活史料集成』第10巻三一書房
- 石川準吉著 1957 「コワニエの報告」『日本鉱物資源に関する覚書－生野銀山建設記事』
- 上田 耕 1998 「鹿児島県の製鉄遺跡調査の現状と課題」『ミュージアム知覧紀要』第4号
- ” 1999 「薩摩大隅製鉄関係史料集成」『ミュージアム知覧紀要』第5号
- ” 2000 a 「厚地松山製鉄遺跡の調査－南九州の近世鉄生産の様相」『日本歴史』第625 吉川弘文館
- ” 2000 b 「鹿児島の製鉄遺跡と鉄生産の様相」『製鉄史論文集』たたら研究会編
- 大橋 周治 1975 「薩摩の在来製鉄業」『幕末明治製鉄史』アグネ
- 大澤 正巳 1985 「上加世田遺跡出土製鉄一貫体制遺物と銅遺物の金属学的調査」『加世田市埋蔵文化財発掘調査報告書』加世田市教育委員会
- ” 1983 「古墳出土鉄滓からみた古代製鉄」『日本製鉄史論集』たたら研究会編

- 河瀬 正利 1995 『たたら吹き製鉄の技術と構造の考古学的研究』 溪水社
- 神田 三男 1990 「根占地域の製鉄遺跡について」『大隅』33号
- 斉藤 毅 1975 「たたら製鉄用の製炭地域」『鹿児島県木炭史』。
- 島袋 盛範 1932 「藩政時代に於ける製鉄鋳業」 鹿児島県立図書館蔵
- 鈴木 瑞穂 2001 「近世の薩摩藩政下における鉄生産について」『鉄の歴史—その技術と文化—』 社団法人 日本鉄鋼協会
- 中山光夫・上田 耕 1995 「小坂ノ上遺跡出土の古代の蔵骨器と埋納鉄滓について」『ミュージアム知覧紀要』1号
- 中山 光夫 1998 「薩摩藩における近世末期の鉄生産の実情」『ミュージアム知覧紀要』4号
- 東 精之助 1957 「加世田鍛冶に就いて」『鹿児島県地理学会紀要』7
- 東 和幸 1992 「鹿児島県内の製鉄遺跡について」『鹿児島民具』10号
- 松尾 千歳 1993 「明治16年御家政御改革見込書」について—明治初期の島津家の職制・諸事業—『尚古集成館紀要』第6号
- 町 健次郎 1993 a 「南九州の製鉄研究」『鹿児島民具』1号
 " 1993 b 「製鉄・鍛冶屋」『加世田市の民俗』加世田市民俗資料調査報告書1
 " 1994 a 「南九州の製鉄民俗」『日本民俗学会年会研究発表要旨』
 " 1994 b 「製鉄民俗」『川辺町の民俗』川辺町民俗資料調査報告書2
- 盛田 一穂 1951 「明治初期に於ける志布志の製鉄」『大隅』16号 大隈史談会誌
- 山下 純生 1972 「薩摩藩における製鉄地の歴史地理学的予察研究」『鹿児島地理学会紀要』20-1
- 山畑敏寛ほか 1996 「製鉄所跡」『田之浦郷土誌』志布志町田之浦校区公民館
- 和島 誠一 1960 「大島半島の製鉄遺跡第1報」『資源科学研究所彙報』52-53
 " 1967 「大隅のタタラ」『日本の考古学VI』歴史時代(上) 河出新書房

【資料】

- 2000 「厚地松山製鉄遺跡」『知覧町埋蔵文化財発掘調査報告書第9集』知覧町教育委員会
- 1995 「知覧、厚地松山製鉄遺跡の調査研究報告」『ミュージアム知覧紀要』1号
- 1997 「厚地松山製鉄遺跡の発掘調査成果について」『ミュージアム知覧紀要』3号
- 1985 『上加世田遺跡-1』加世田市埋蔵文化財発掘調査報告書(3)
- 1994 『松尾城及び宗功寺跡』宮之城町埋蔵文化財報告書(5)
- 1995 『松尾城及び宗功寺跡』(二)宮之城町埋蔵文化財発掘調査報告書(6)
- 1992 「辺田炭屋と二川の製鉄炉」『文化財要覧』根占町教育委員会
- 1933 「帖佐ハガネ山の製鉄所」『帖佐村郷土史』
- 1992 『金山・樺製鉄遺跡群調査報告書—小袋山麓における製鉄遺跡の調査』熊本県荒尾市文化財調査報告書 第7集
- 1996 「綱山製鉄所」『始良町郷土史』
- 1970 下原重仲 「鉄山必要記事」『日本庶民生活資料集成』第10巻 三一書房
- 1982 「物産、大隈国大隈郡小根占」『三國名勝図会』巻之45 青潮社
- 1968 「製鉄所並びに溶鋳炉」『薩藩海軍史』上巻 公爵島津家編纂所
- 1944 市来四郎 『島津斉彬公御言行録』岩波講座
- 1984 「堅山利武公用控」巻二『斉彬公史料』4巻
- 2003 「宝満寺跡・宝満製鉄遺跡」志布志町埋蔵文化財発掘調査報告書第31 志布志町教育委員会

1. はじめに

本章で報告する集成館熔鋳炉については、1854（安政元）年に完成したという記録がある。その構築は、斉彬が佐賀藩主鍋島直正から贈与された『西洋鐵煇鑄造篇』（手塚謙蔵訳）を基に行われたと言われている。一方、『鐵煇全書』（伊東玄朴他三名訳）も参照された可能性がある。これらの訳書はヒュゲーニン（Ulrich Huguenin）の著書『ロイク王立鉄製大砲鑄造所における鑄造法（Het Gietwezen in 'sRijks Ijzer-Geschutgieterij te Luik）』（1826年）（以下、『大砲鑄造法』と記す。）と原著としている。

この小論では、原著にある熔鋳炉の製鉄技術史における位置を少しく考察したい。熔鋳炉による製鉄法の歩みと原著が書かれた現在のベルギー・リエージュ周辺地域の製鉄業の当時の状況などとの関わりで検討する。

2. 熔鋳炉の歩み

熔鋳炉による製鉄法は、だいたい15世紀にドイツのライン河中流域のジーゲルランドで発したとされている。そして、ワロン人の地方、ベルギーのリエージュで発展し、一つは西のルクセンブルグ、ロレーヌ、シャンパーニュなどのフランス諸地方で発展した。もう一方では、さらに西に進み、英仏海峡のダンケルクに達して海を渡り、イングランドに達し、サセックス州ウィールドの森に定着した。1500年前後には、これらの地方ですでに従来の規模と異なる新時代の製鉄所が成立するに及んだ。さらに、もう一つの流れは北欧に向かい、特異で重要な製鉄業を発展させた。

これらの製鉄所は、水車のまわる谷川に、冶金場の建物、水車、ふいご、碎鋳場を有し、熔鋳炉を軸にして精錬場とハンマー場を連結した大規模な製造場として出現した。それまでの製鉄法では半熔鉄ができていたが、熔鋳炉による製鉄法では、水車による強い動力で恒常的な送風が得られ、木炭の燃焼が加速され、炉内に高い温度が発生し、鉄が「湯」になった。鉄鉱石から還元された鉄が高温に晒され、木炭中の炭素を盛んに吸収して、鉄の熔融点を下げ、熔融状態になる。熔けた鉄の出現である。この鉄が銑鉄であり、鑄造に使われるものを鑄鉄と呼ぶ。

しかし、この鉄は当初可鍛性の全くない銑鉄のため、「使いものにならぬ鉄」として始末に窮したが、やがてこれが青銅や銅のように鑄造できることが発見された。「鉄の鑄造」が形成され、こうした鉄を安定的に製造できるよう炉形の根本的変化が進行した。すなわち、風を炉内に送り込む下部の羽口（送風口）の前で十分に熱がこもるように、下部（炉床）の直径を小さくする。また、木炭が燃焼して発生するガス量が膨大になるため、炉の上部から装入され投下する鉄鉱石や木炭にガスの顕熱を有効に与えるため、羽口から炉頂までを長くして、シャフトの部分が形成された。これにより、一酸化炭素が鉄鉱石を有効に還元できることになる。この炉を、ドイツ語でホッホ・オーフェン（高い炉）、英語でブラスト・ファーネス（衝風の炉）と呼ぶ。熔鋳炉あるいは高炉の誕生である。

しかし、熔鋳炉でつくられる銑鉄は鑄造はできるが、鍛造はできない。可鍛性の鉄（鍛造ができる鉄）は炭素の少ない鉄であるので、銑鉄中の炭素を除去する必要がある。経験的に銑鉄と木炭を一緒にして、羽口から風を送って木炭を燃やして、銑鉄を熔し、さらに過剰な酸素を送り、銑鉄を脱炭する技術が生まれた。精錬炉の誕生である。

これらの技術により、まず熔鋳炉で銑鉄をつくり、精錬炉でこれを可鍛鉄に変える方法が確立した。間接製鉄法という新しい製鉄体系が出現し、従来の直接製鉄法よりはるかに大量迅速に可鍛鉄を製造できるようになった。

こうした製鉄法の流れの中で、木炭熔鋳炉に注目し、『大砲鑄造法』の熔鋳炉図を検討する。

3. 木炭熔鋳炉（高炉）

15世紀末、熔鋳炉の操業は木炭を使って永く行われた。後述するように、イギリスにおける深刻な木炭危機が木炭から石炭への転換を余儀なくしたが、多くの地域では相当期間木炭による製鉄が行われた。その木炭熔鋳炉の流れと特徴をみることにしたい。

なお、参考までに今日の熔鋳炉には図1で示すような各部の名称が付けられている。

16世紀の熔鋳炉の多くは二つの開口部を異なる側面に持つ。一つは羽口用に、他の一つは出銑（湯口）用に持つ。羽口への送風は水車により2機の鞴（フイゴ）を交互に押しで行われる。水車は大きく、狭く、普通上掛けであった。重要なことは継続性であり、熔鋳炉の安定な操業の条件である。図2には当時の深い朝顔型の熔鋳炉を、図3には浅い朝顔型の熔鋳炉を示す³⁾。

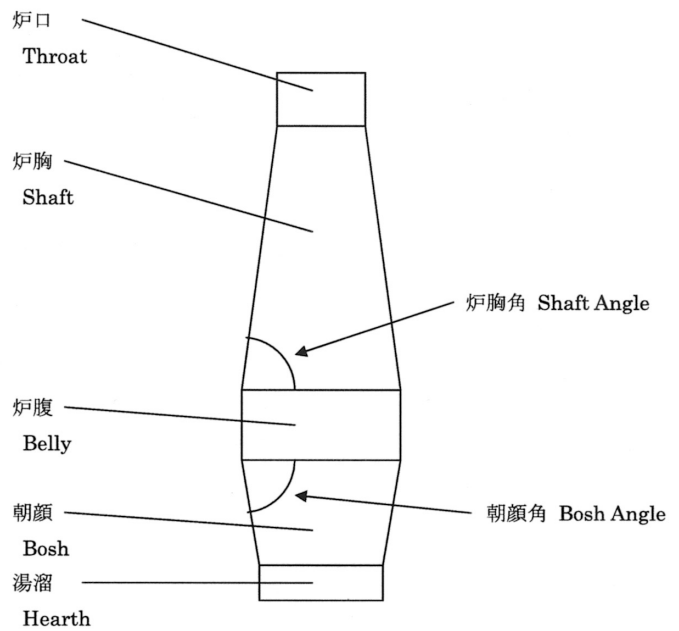


図1 熔鋳炉の各部の名称

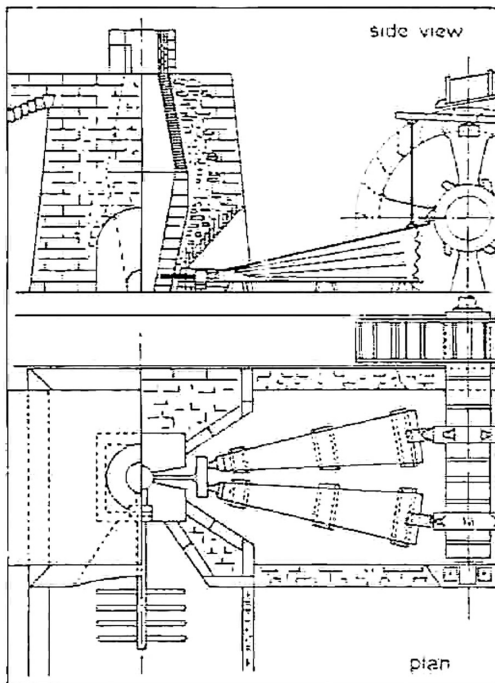


図2 16世紀熔鋳炉

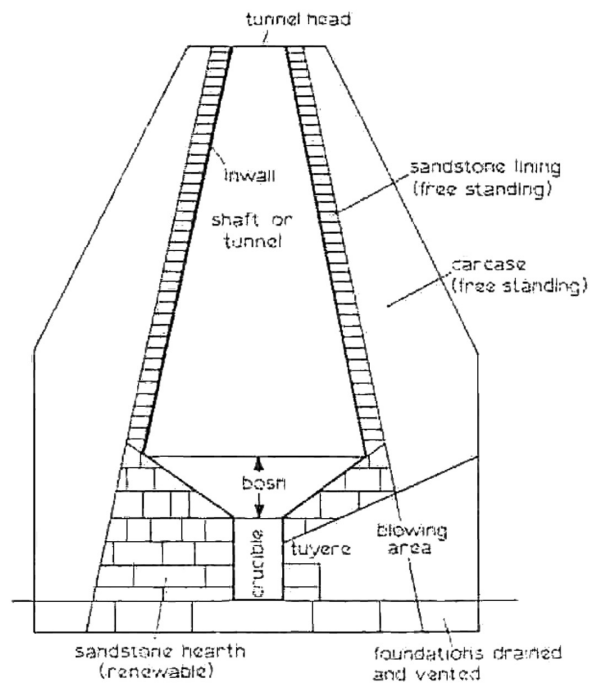


図3 16世紀熔鋳炉

なお、ベルギーのリエージュにある「鉄と木炭の博物館」に17世紀の木炭熔鋳炉が保存され、展示されている。筆者らは昨年11月にその博物館を訪れて、木炭熔鋳炉を見学した。構造と配置はほぼ図2に示されたようであった。以下の写真がその炉である。屋外に水車が置かれ、その回転軸が屋内に通されて2基のフィゴを駆動する。フィゴは革製で、かなり破れていたが、構造ははっきりとわかった。



写真5 炉内の様子

階段で館の2階に上がると、炉頂部に行くことができた。炉頂は四角をなし、4隅には柱があり、それら柱の間から鉄鋳石や木炭などを操入したとみられる。そこから、炉内をのぞき見ると、シャフト部が耐火モルタルのようなものが塗りつけられており、炉底部に繋がっていた。湯溜は明確には判別できなかった。炉頂部の床面の隅に鉄鋳石や木炭、石灰石などが当時のままに秤量器などの用具とともに置かれていた。



写真3 出銑口側開口部



写真4 炉頂部



写真1 羽口（手前 フィゴの出口）



写真2 フィゴ（窓の外に水車）

リエージュ「鉄と木炭の博物館」の17世紀熔鋳炉

所在地	年代	炉高 m	朝顔径 m	朝顔角 °	炉高/朝顔径
Cannock	1561			78	
Coed Ithel	1651	6.1	2.2	77	2.9
Shapley	1652	7.6	1.8	80	4.2
Lamberhurst	1695	7.2	1.6	75	4.5
Dovey	1735	10.4	2.8	60	3.7
Bonawe	1752	9.2	2.44		3.7
Cawthorne	1761	7.6	2.1	80	3.6
Osek	1750-1800	7.2	1.9	62	3.8
Larvik	1767	7.3	1.8	60	4.0
Vorderberg	1770	5.5	1.5	81	3.6
Le Creusot	1777	10.7	2.9	72	3.7
Komarov	1780	9.0	2.1	64	4.3
Adamov	1793	8.5	2.3	61	3.7
Nevyansk	1794	13.5	3.7	53	3.7

表1 16-18世紀熔鋇炉の形状データ

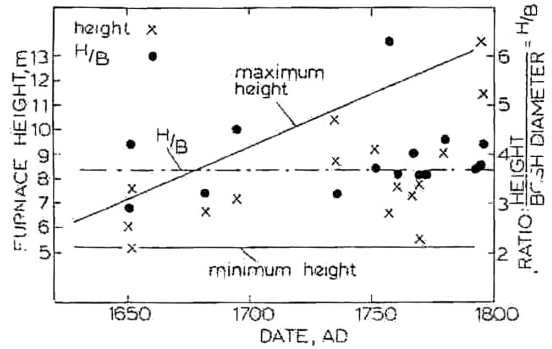


図4 木炭熔鋇炉の進展

表1は16世紀から18世紀にかけての木炭熔鋇炉の形状を示すデータである。この期間に炉の大きさが増加したことを示している。すなわち、炉高が6m程度から13m余りまで。一方、炉高/朝顔径(H/B)についてはばらつきはあるが、ほぼ3.7とみられる。これらの関係は図4で示される³⁾。

木炭は炉内で13.5m程度の高さに積み重ねても耐えうる強度を持っているため、当時の熔鋇炉の高さの限界を規定するのは送風圧力が主要因と考えられている。このため、前述のH/B比がほぼ3.7を示している。なお、炉高はかなりのばらつきを示している。地域の事情により、炉形を変えず永く同様の形状を保ったところもある³⁾。

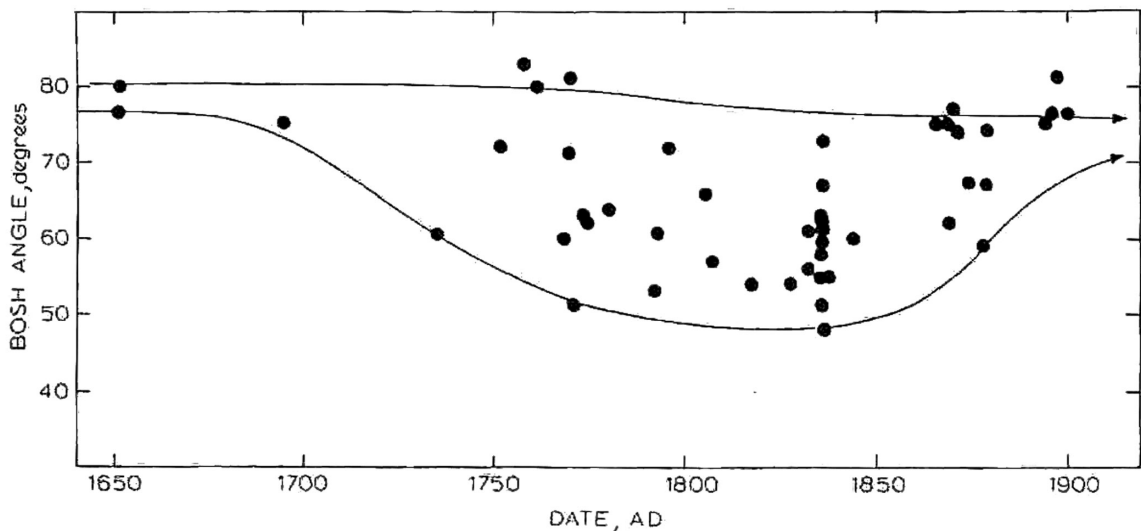


図5 朝顔角の変化

一方、朝顔角については大きな変化を示した時期が認められる。図5は17世紀半ばから19世紀末までの熔鋇炉の朝顔角の変化を示している³⁾。なお、これには木炭熔鋇炉とコークス熔鋇炉などが含まれているが、木炭熔鋇炉について述べる。朝顔角が18世紀半ばから、それまでの約75°だったものから50°~60°の浅い朝顔角の高炉が増加している。この変化の主因は炉容積の拡大の試みのためと見られているが、その一方で経済的な理由から炉高と湯溜り径は維持されていた(18世紀中は)。

ところで、木炭熔鋇炉などの操業が増加すると、木炭の消費量が増大し、その源である森林資源の枯渇が進行した。とくに、先進地イギリスでは深刻化して、製鉄業が沈滞することになった。このため、熔鋇炉に木炭の代わりに石炭(コークス)を適用する技術が求められ、イギリスで最初に開発された。1709年エブラハム・ダービー1世が初めて成功したと言われている。その後、コー