

における鑄造法』(1826)に基づいて構築した大橋高炉は、1857(安政4)年12月1日に初出銑した。しかし、当初順調に操業ができず、3年掛かりで改修・研究が行われ、1859(安政6)年3月に操業が軌道に乗った。図4-9は、大島高任が設計したと言われる熔鋳炉図である。大島らは、炉胸を密閉式に、炉口部の側面に原料投入口を、送風機を桶形から箱形に、鉄鋳石を焙焼して粒度を揃え、石灰石を廃止するなどの改良を行った。

表4-3

高炉名	基数	完成年	廃棄年	所在地
大橋 一番		1857(安政4)年		
大橋 二番	3	1861(文久元)年	1875(明治8)年	釜石市甲子町大橋
大橋 三番		同上年		
橋野 仮		1858(安政5)年	1868(明治元)年?	
橋野 一番	4	1860(万延元)年		釜石市橋野町青の木
橋野 二番		1861(文久元)年		
橋野 三番		1868(明治元)年	1894(明治27)年まで操業	
佐比内 一番	2	1860(万延元)年?	1874(明治7)年まで操業以降下詳	遠野市上郷町佐比内
佐比内 二番		同上年?	同上	
砂子渡	1	1864(元治元)年	1877(明治4)年?	釜石市甲子町砂子渡
栗林	1	1869(明治2)年	1877(明治10)年代?	釜石市栗林町大沢

これらの高炉群の中で、現在その外形の一部が残存するものは橋野遺跡のみである。橋野高炉は大橋高炉に次いで建設されたが、規模の上でも、生産実績の上でも最も大きい。さらに同高炉遺跡の調査によって、その実態が最も詳しく報告されている。その報告から概要を紹介しよう<sub>2)</sub>。同遺跡は、鶴住居川(橋野川)上流の狭隘な山間平坦地に立地しており、遺跡の全体配置は図4-11のように実測されている。こ

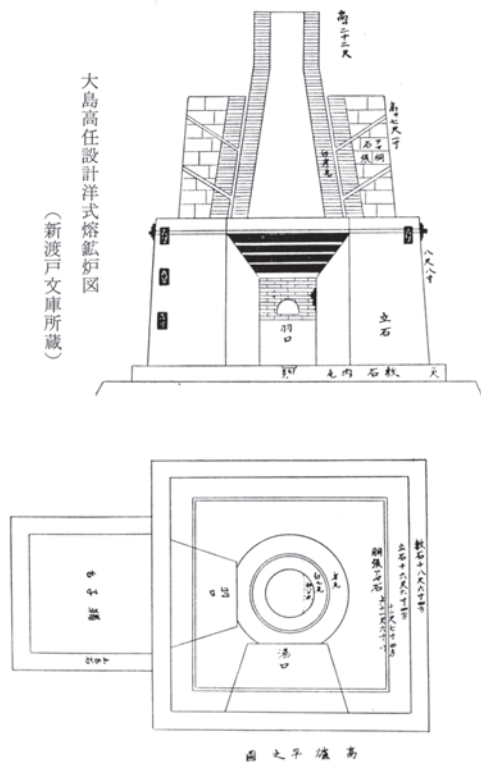


図4-9 大島高任設計洋式熔鋳炉図

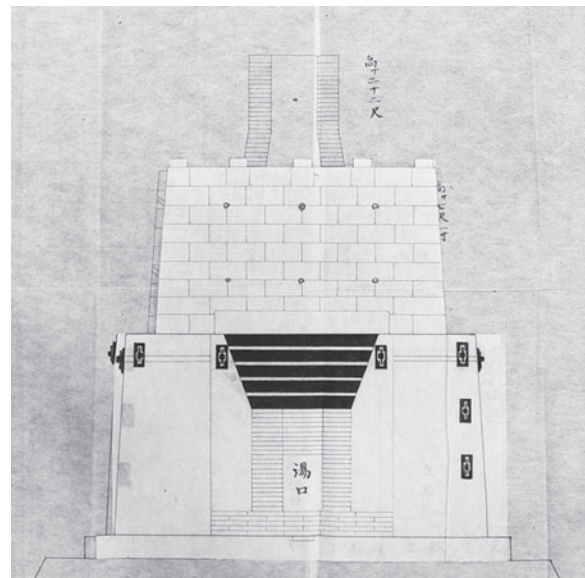


図4-10 大橋熔鋳炉図(釜石市立鉄の歴史館蔵)



ル口此方ニアリ」などの説明がある。

なお、炉底は花崗岩を最下部に布設し、その上に耐火粘土を三、五寸の厚さに積み固めてあることが一番高炉で知られている。二番高炉も同様の構造と考えられる。

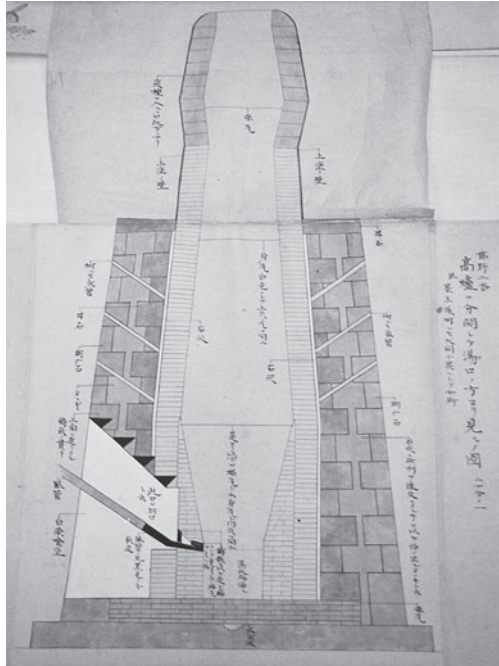


図4-13 橋野二番高炉ヲ分開シテ湯口ノ方ヨリ見ルノ図（二十分ノ一）

高炉の南側で現地表下二、五尺にフィゴ座が残存し、平均幅一、四尺の花崗岩で方形に一段の枠取りがあり、内法寸法は南北約五、六尺、東西六尺、フィゴ座の深さは約三尺。図4-14

水車場は、フィゴ座から西七、七尺の地下に残存し、幅五、八尺、東と西の両側は板でおさえてあったらしく、深さは約七尺。なお、水車は上掛け式で、車輪の径は十六、七尺位であった。これらの位置関係は図7と対応させて見ると解りやすい。（ただし、両図は上下関係が逆であるので、注意を要する。）

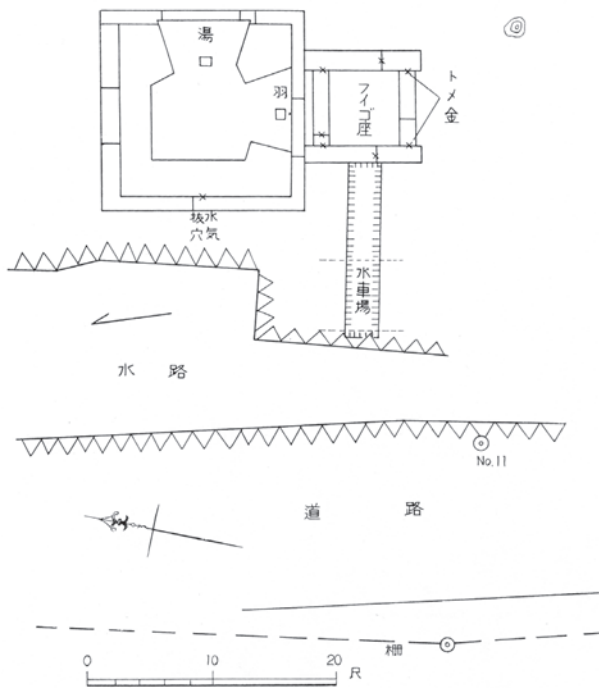


図4-14 二番高炉近傍図

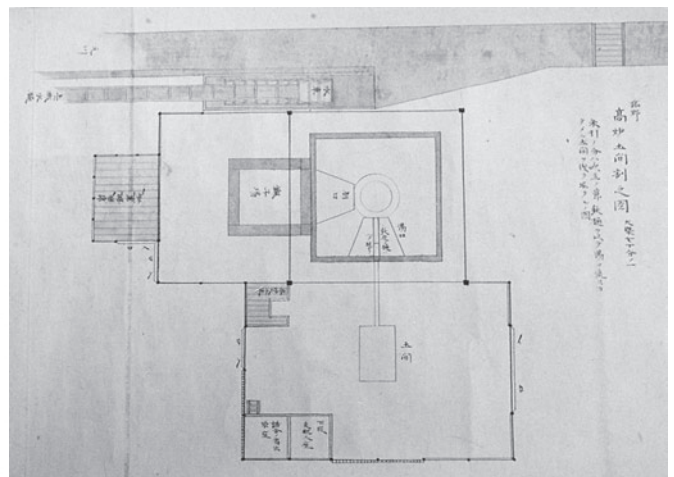


図4-15 橋野高炉土間割之図<sup>10)</sup>

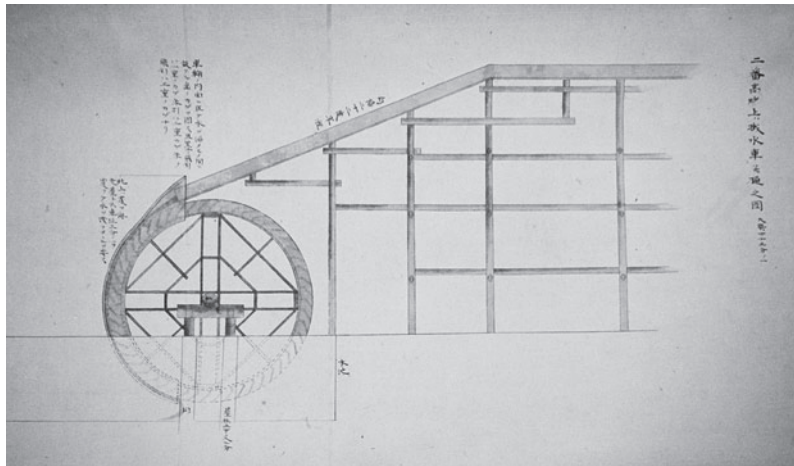


図4-16 二番高炉上掛け水車並樋之図<sup>10)</sup>

る<sup>3)</sup>。つまり、人間の背または牛馬によるしか、鉱石運搬の手段をもたなかった当時としては、鉱石採掘場から最短距離であることがまず必要であった（青ノ木鉄坑～橋野間約3 km）。しかし当時の高炉は、今日のそれと違い、数日長くて一ヶ月程度で修理を要したため、交代で常時操業を保つためには、少なくとも高炉二基ないし三基とその付属設備を設けるにたる平地を必要とした。しかも動力用の水車を設ける水流のある所でなければならない。さらに、花崗岩の巨石の運搬などの要件も考慮すると、谷の一番奥こそが最適の場所として選ばれた。また、木炭の焼成ができることも共通する要件である。図4-11、図4-12に示した橋野鉄鉱山には人工の用水路に沿って、上流から一番、二番、三番の高炉が配置され、そうした条件が備わっていることがみとめられる。

### (3) 洋式熔鉱炉移植の技術史的意義

幕末期に鹿児島・釜石などで相次いでわが国に移植された洋式木炭熔鉱炉技術は、大島高任らによって釜石鉄山で実用化され、しだいに定着していった。この洋式技術は在来のたたら製鉄法に対し、次のような変革的意義を持っていた<sup>4)</sup>。

従来ほとんど未利用だった豊富な鉄鉱石資源が、はじめて鉄産業のための資源となった。従来の砂鉄採取（鉄穴流し）に比べ、鉄鉱石の採掘ははるかに容易で効率的である。それを熔鉱炉に使用することで、はるかに高い生産性を有した。

送風用の動力が、従来の人力から水車に変わった。これは人間の労働の軽減だけでなく、高温の保持により、初めて銑鉄の量産を可能にした。

製鉄炉の構造自体がたたら炉（3～4昼夜で壊す）に比べ、長期の使用を可能にし、高い生産性を保持できる。

工場制工業の出現を促した。熔鉱炉による製鉄は、ひとたび炉を原燃料の産地近く、もしくは市場に近い場所に設ければ、生産の場を固定して、原燃料あるいは製品の鉄のいずれかの運搬を確保することにより生産を行った。ここには必然的に工場の規模の工業が出現し、近代鉄鋼産業への地盤がつくられた。こうして、釜石鉄山への洋式製鉄技術の移植は、技術的に砂鉄銑から鉄鉱石銑への移行を、経営的にはマニュファクチャの企業の実現をもたらして、わが国の鉄産業の近代産業への第一のきっかけとなった。

## 3. 明治期の洋式熔鉱炉

### (1) 官営釜石製鉄所

明治維新後、明治政府による官営釜石鉄山は工部省所管による大橋・橋野・佐比内・栗林の四鉄山をもって始まり、やがて大橋鉄山のみを中心に採鉱・精錬事業が開始された。造船や鉄道建設、機械製作

などの諸事業の拡大が急務となり、新製鉄所建設を目指すこととなった。大島高任とお雇い外国人技師 L. ビヤンヒーは釜石に出張して、その建設地選定その他創業計画の立案に着手した。しかし、両者の意見が異なり、いわゆる大唯越説（大島）と鈴子説（ビヤンヒー）が工部省当局の採決を仰ぐことになり、鈴子の「熔鋳所」建設地点に決裁された。

両者の計画の大きな違いは、高任は働く人々の環境条件に重きを置き、創業計画全体との関連において、生産技術をどのように風土に定着させてゆくかという点にあった。産業革命をすでに経たドイツの技術者ビヤンヒーは比較的大規模高能率の高炉と、これに鋳石を運ぶための近代的鉄道の建設などを企図したのに対し、高任は従来の経験からまず昼夜の作業に最も安全な地形を選び、高炉は比較的小規模なものの5基、その運鋳手段は軌道馬車のような当時の技術水準に即した創業計画つまり漸進的な技術開発の道を選んだ。工部省は前者を選択し、官営釜石鉄山の事業と建設は大島を抜きにして進められた。

官営釜石鉄山における製鉄諸設備は、高炉（鉄皮式25トン熔鋳炉2基）をはじめ熱風炉その他付属設備から錬鉄工場諸機械に至るまで、さらに釜石港と採鋳場・製炭所を結ぶ釜石鉄道の汽関車・貨車なども全てイギリスから輸入された。その築造、建設ならびに操業の指導もほとんどイギリスの技師・職工長に仰いだ。

1880(明治13)年9月10日鈴子工場で製鉄作業が開始された。図4-17-1に当該高炉の断面図を示す<sup>5)</sup>。なお、図4-17-2はこの炉の内形を m 単位で示す。この炉は、木炭熔鋳炉で、日産能力25t、内容積98m<sup>3</sup>、4本の羽口を備え、3本の熱風炉を持つ、当時の日本にとっては最先端の熔鋳炉であった。操業開始後、11月には日産7t程度の銑鉄を生産できるようになり、種々の需要に応ずるよう企図していたが、12月9日に小川製炭場が火を發し、炭舎他15棟を消失したため、木炭の欠乏により、12月15日製鉄作業を停止するに至った。始業から97日間の操業で、約151t日産平均約15.4tであった。

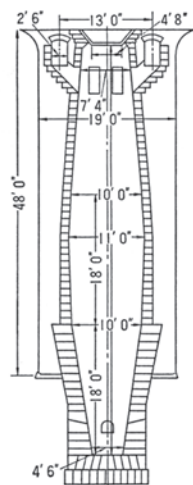


図4-17-1 官営釜石鉄山高炉（イギリス製25t）

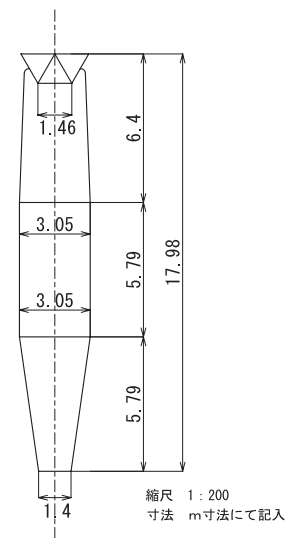


図4-17-2 官営釜石鉄山高炉内形図

この第一次操業停止（失敗）の直接の原因は、製炭場の失火による木炭の不足であるが、より根本的な原因は木炭の供給計画のずさんさであると言われている。作業再開のために、「製炭ノ量ヲ増シ、連綿其需用供給スルノ準備ヲ」推進することとし、遠くの製炭地から焼炭夫が集められ、また石炭の確保とコークス炉48基の新設などが行われた。

第二次操業は1882(明治15)年2月28日に火入れした。作業は当初順調と思われたが、順次使用燃料の黒炭が軟柔で途中自重により碎けて粉末となり、結果として炉内温度が十分上がらず良質の銑鉄がで

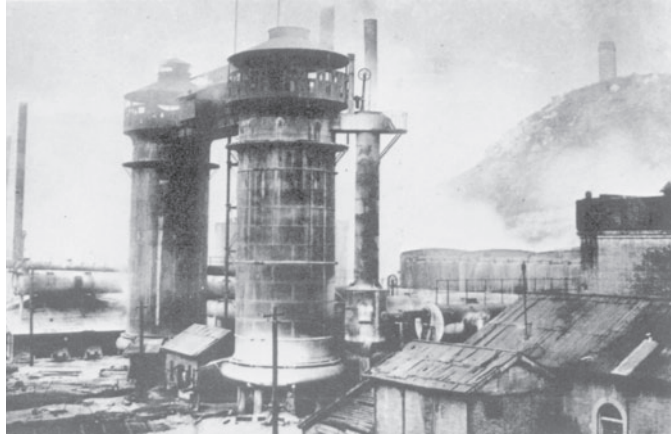


図4-17-3 官営釜石鉄山高炉の外観

きない事態に陥った。さらに、木炭に替えてコークスを使用したがる、そのコークスの粗悪さが決定的な原因となつて、銑鉄が流出しなくなつてしまつた。同年9月12日操業を停止した。外国人技師も対応できず、工部省当局は調査に乗り出したが、同年12月18日廃山の決定が下された。

一部に巨大資本を投じ、最新・大型の高炉や鉄道を据えても、これに関連する周辺領域の作業がまったく人力による原始的技術の段階に留まっていたのでは、労働災害の恐れこそあれ、製鉄技術全般が円滑に進むわけがない。大島高任が新製鉄所計画作成の際、最も考慮した点であつた。

この官営製鉄所の失敗原因については、その後1893(明治26)年野呂景義による『釜石鐵山調査報告』が出されている。その結論として、失敗の原因は以下の4点にまとめられている。

- (一) 鑛床ノ調査不十分ニシテ採鉱区域ノ甚タ狭少ナリシコト
- (二) 木炭山区域ノ狭少ナリシコト
- (三) 當時鐵ノ需用ノ僅少ナリシコト
- (四) 人夫及牛馬ノ賃金其他百般ノ需用品ノ価格非常ニ騰貴シタルコト

これらの原因の中で、(三)がクルト・ネットーの指摘のように、當時の日本では未だ鉄需要がわずかであつて、当面の膨大な欠損が生じる操業をあえて続ける必然性が見当たらなかつた。そのため、釜石の事業中止が決定されたと考えるべきであろう。この官営製鉄所建設プロジェクトは、潜在的需要あるいは需要発掘への見通しが不透明なまま、先進諸国における基幹産業であるからというだけで計画が遂行された。このことが失敗の根本的原因であつたと言える。

また、野呂報告には、第二次操業停止の直接のきっかけとなる炉内凝結の原因について、欠損を極力減額するために焼鉱せずに生鉱石を投入したり、粗悪なコークスや石炭を炉に投入したりしたためとしている。第一次操業で不完全ながら、97日間連続出銑していることから、一般に言われているような高炉形状不適合が失敗の原因のすべてではないと考えられる。

さらに、別の資料からも、鉱滓凝固の原因となつた生鉱石等の投入も、特に経費節減のためにされたものではなく、事業中断のために故意に行われたと指摘されている。操業中止・施設廃却の原因は、野呂景義が指摘した4点であり、特に當時の鉄需要が脆弱であつた点である。炉内閉塞は副次的な要因であつたが、廃業を速やかに進めるための大きな意味を持つ政治的な事件であつたと言われる<sup>6)</sup>。

## (2) 釜石鉱山田中製鉄所

1885(明治18)年民間商人田中長兵衛(1834~1901年)は工部省に願い出て、旧官営工場内の地所の一部と残存鉄鉱石・木炭などの払い下げ・借用を受けた。その管理者に番頭の横山久太郎を派遣し、現地での職工の募集や工場整備に当たらせた。長男安太郎も海軍造兵廠に製鉄の理論と実際の習得のために行かせて、準備を進め、1886(明治19)年9月小高炉による銑鉄試製に成功した。翌年旧官営釜山敷地・設備など残存のいっさいの払い下げを受け、7月釜石鉱山田中製鉄所を創立した。

同製鉄所は、釜石村鈴子のほか、鉄鉱石採掘現場に近い甲子村大橋や栗橋村橋野などに高炉を増設した。ただそれらの熔鉱炉の容量はかつて大島高任が築いた程度の日産5~6tという小型で、水車動力による送風であった。旧官営時代の25t高炉は技術的に無理であり、燃料木炭の調達に自然条件に制約されていたためである。とりわけ、同製鉄所が製出する釜石銑鉄にはまだ確固たる需要が伴っていなかったためである。当時の立地条件・市場条件にマッチした手堅い経営で、まず技術の確立を図ったと言える。

当時の鉄鋼需要は、1889(明治22)年の統計で内国産は全需要の19%を満たすに過ぎず、ほとんどを輸入に依っていた。とくに軍事用、一般産業用ともかなりの需要が起っていた。釜石銑鉄は確固たる需要を得るため、1888(明治21)年から大阪砲兵工廠に自社銑鉄の鋼への精錬と、これによる軍器製造の試みを依頼していた。1890(明治23)年イタリアのグレゴリー銑に較べ決して劣らぬものであることが立証された。以来同製鉄所は大阪砲兵工廠に自己の銑鉄の強力な需要先を見出し、旧官営時代の25t高炉の復活によるコークス製銑技術確立に挑戦することとなる。

当時同製鉄所には、大阪砲兵工廠をはじめ諸都市の水道用鉄管材料や一般産業分野からの需要などが広く起こり始めていた。日産5~6t高炉数基では到底需要に応じられない。この状況に対応するため、同製鉄所は旧官営時代の25t高炉の改修による復活を試みた。

この際、技術面の指導をした人物が野呂景義(1854~1923年)であるが、飯田賢一は野呂を明治・大正期の最も優れた製鉄技術者と評価する<sup>7)</sup>。野呂は1882(明治15)年に東京大学理学部採鉱冶金学科を卒業後、ロンドン大学で電気工学と機械工学を学び、さらにドイツ・フライベルク鉱山大学で冶金学をレーデブーア教授に師事し、理論と実際を学ぶ。ついでクルップなど世界の著名な製鉄工場で実習を重ね、1889年に帰国後直ちに帝国大学工科大学教授兼農商務技師になる。以来冶金学の後進を育成する傍ら、釜石はじめ各地の鉱山、製鉄現場で技術指導にあたった人物である。

すでに述べたが、野呂は1892(明治25)年に釜石鉱山田中製鉄所の調査を依頼され、その結論の一つとして、25t高炉の再操業すべきことを田中に推奨し、技術改良の注意点を示し、指導を与えた。翌1893年同製鉄所は野呂を顧問に迎え、同時に野呂の教え子香村小録を現場の技師長に招き、25t高炉の復活に直進する。

野呂の同製鉄所改良案で注目すべきは、木炭・鉄鉱資源および当時の需要状況を考え、一挙にコークス製銑技術一本に絞らず、質的に優れる木炭銑鉄をつくる傍ら、コークス銑鉄を生産すべきと進言した。漸進的かつ着実に新しい生産技術を確立し発展させる方法を採用している。コークス製銑法はイギリスのA. ダービー二世によって1735年に開発された技術であり、日本には160年ほど遅れて導入されたことになる。

25t高炉の再操業には、いくつかの改良工事が必要だった。主に次の3点である。

- (一) 一基の煙突を熱風炉と汽缶とで併用することを止め、それぞれ別に煙突を設ける。
- (二) 高炉内部の形状を図4-18のように改築した。
- (三) 鉄鉱の焙焼不十分と推測されたので、シレジヤ式焙焼炉を新設した。

以上の改良工事を香村小録が行い、1894(明治27)年11月に竣工し、それと同時に吹き立てに着手した。当初大雨にあい、種々の困難に遭遇したが、10日間ばかりで好調に転じ、1ヶ月を経て予定の成績を得た。

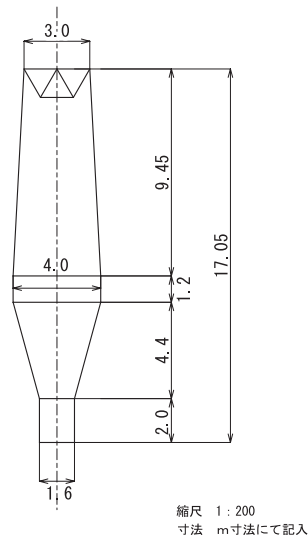


図4-18 釜石鉄山田中製作所改築高炉図

その後コークス炉の完成を待って、木炭からコークスに代えて操業し、出鉄量を増進した。同製鉄所の銑鉄生産高は1893年には約8,000tであったが、翌1894年には約13,000tに急増し、中国地方の全鉄類生産高を凌駕し、全国比65%と過半を占めた。この意味で、1894年は日本の近代製鉄業の基礎が確立された記念すべき年と言えよう。

このように、1890～1900年代（明治20～30年代）は日本の製銑と製鋼（ここでは省略）において、前者は釜石の高炉操業が、後者は陸海軍諸工廠のルツボ炉・平炉操業が代表することになった。1890年代には綿糸紡績業をはじめ軽工業を中心とする産業革命が急速に進展し、鉄道事業が旺盛となり、造船や機械工業が次第に勃興し、それに伴って鉄鋼への需要も年々急増した。しかし、鋼材をつくる製鋼・圧延部門の進展は、軍事技術によるゆがみの故に遅れを取っていた。

### （3） 官営八幡製鉄所（農商務省製鉄所）

これまで見てきた時代には、製鉄の現場が鉱山の中で行われていたため、鉱業と呼ばれていた。しかし、鉄鋼の需要の増大に応えうる生産を実現するためには、従来の鉄鉱石立地から石炭立地に移り、さらに消費地立地へと推移してゆく。産業構造の上で、鉱業から鉄鋼業の分化発展をもたらし、製鉄技術そのものの発展とその経済性の追求がそうした産業形態の成立を必然的に要求したと考えられる。

わが国の製鉄業における、この変化の象徴が官営八幡製鉄所（正式には、農商務省製鉄所、The Imperial Government Steel-Works）の1901（明治34）年の創業である。技術的には「銑鋼一貫技術」体系の確立である。大量生産システムとしての間接製鉄法は、高炉による製銑工程→平炉・転炉による製鋼工程→圧延工程から構成される。その現場は海港に近い平地に設けられ、作られた諸々の鋼材はそれぞれの販売市場に運び出される。金属工業の誕生であり、冶金技術と機械技術の統一的な技術体系としての鉄鋼技術の産業が生まれたと言える。当製鉄所の創業は、日本の産業構造の重工業化の起点を画することである。

#### 1. 官営八幡製鉄所の成立経過

1891（明治24）年ころから時の総理大臣松方正義ら官軍民識者の間から、国家的規模の製鉄所設立のための運動が展開された。野呂景義は松方首相兼蔵相の委嘱を受けて、製鉄所設立計画案を作成したが、小花冬吉も「製鉄所建設論」をまとめ、これらの案を含め種々の議論がなされた。そして、1895（明治



28) 年開会の第九回帝国議会において農商務省所管「製鉄所設立費」409万余円の協賛を得て、東洋初の銑鋼一貫製鉄所が建設されることになった。1896(明治29)年3月製鉄所に関する官制が公布され、翌年2月製鉄所の設立地の選定は、原料の鉱石・石炭や製品の運輸の要素などが種々検討され、九州の八幡村に決定された。そして、建設工事にかかることになった。

しかし、野呂が同年たまたま起きた「鉄管事件」の巻沿いをくい、自ら一切の公職を辞したため、この製鉄所の建設・創業に携わることができなくなった。このため、大島道太郎(大島高任の長男)が技監となり、技術者の陣容を整え、諸準備を進めた。彼らは、欧米へ鉄鋼事情視察に同年10月出発して、検討を加え、製鉄所の設計をドイツのグーテホフヌクスヒュッテ社に委嘱することとした。高炉はF.W.リユールマン、製鋼・圧延設備はR.M.デーレンに設計を依頼した。大島は、1897(明治30)年1月末から約半年間ドイツで製鉄所創業の計画を練った。製鉄所の生産目標および設備計画を当初の野呂案より拡大する更新を製鉄所長官に申し出て、同年10月帰国して議会で改訂計画・予算が諮られ、承認された。大島は、先進諸国の現状を見て、さらに日本の鉄鋼需要の予測を踏まえ、官営製鉄所の「最モ好き、且ツ最モ新ラシキ計画」を考えた。

生産目標では、銑鉄が80,000から120,000に、鋼材が60,000から90,000に変更された(単位t/年)。設備計画では、例えば製銑の熔鉱炉は60t×3から165t×2に、製鋼のベッセマー炉が7t×2から10t×2に、シーメンスマルチン炉が15t×4から25t×4に、圧延機は9組から22組9基に拡張された。

両計画の考え方には大きな相違があった。製鉄所の建設・操業に伴う「各種ノ材料及ビ練熟ナル職工等、俄ニ多数ヲ給スル事能ハズ」という条件一つをとってみても、技術を受容する側の技術的経済的諸条件はわずか3~4年間で大きく進展するものではない。「外国ノ製鉄所ト同一ノ手段ヲ実行」するため、「大規模ヲ計画シテ巨額ノ資本ヲ放下シ、充分ナル諸機械ヲ購入スル」ことから起業に着手することは、まだ技術水準の低い当時の日本にとって、かつ九州の立地条件からも、大胆というより無謀に近いものであった。

## 2. 高炉操業の実態

建設工事開始後4年目の1901(明治34)年2月5日に第一熔鉱炉の火入れ、ついで5月に平炉製鋼作業と圧延作業、さらに11月に転炉作業の開始をみた。しかし、官営企業の制約等からコークス炉の竣工ができないなど技術上の失敗と困難の続出で、熔鉱炉と転炉とは翌1902年の夏から2年近く中止のやむなきに至った。(同年6月農商務省内に製鉄事業調査会が設置された。)熔鉱炉(東田第一熔鉱炉)は、1904年2月22日に至り、再操業準備のための炉内乾燥に着手し、諸般の準備を整えて4月6日再び吹入れされた。この第二次高炉作業も吹入れ後わずか17日間で吹止めとなった。

中村雄次郎長官は、困り果て野にあった野呂景義に対し、高炉作業不成績の原因調査とその技術対策を作るよう懇請した。野呂は急遽北海道から八幡に赴き、官営製鉄所の囑託顧問となり、直ちに高炉とその操業経過を調査した。工科大学時の教え子服部漸らを指導し、『熔鉱炉調査概報』を起草して、製銑作業改善のための指針を与えた。同年5月。

高炉作業失敗の原因は、大きく以下の3点に帰せられた。

- (1) 高炉の構造が適切でなかったこと。
- (2) 原料コークスに対する知識(技術学的認識)を欠き、その製造法ないし質が適切でなかったこと。
- (3) 原料装入や送風の方法・仕方など、総じて高炉操業の技術が拙劣であったこと。

これらの3点は、相互に関連し合っているが、野呂は高炉作業失敗の主原因は「熔鉱炉ノ構造ニ欠点アルコト」を『熔鉱炉調査概報』で指摘した。風圧に比してあまりに大きい炉床と、炉内に突出する部分が過大にすぎた羽口とが問題と指摘された。このような場合、「特に本邦産の軟質骸炭を使用する場合には、炉床の冷却を促し、其結果炉床に於て鉱滓の固結するの恐れあるのみならず、炉頂の熱を高め」

ることになる。さらに、「装入物ノ懸滞ヲ容易ナラシメ、炉内冷却ヲ急速ナラシメ、操業上至大ノ故障ヲ引起サシムルモノ」となる。

こうした分析をした上で、高炉の形状設計を見直し、下記の図4-19-1から図4-19-2のように変更した。

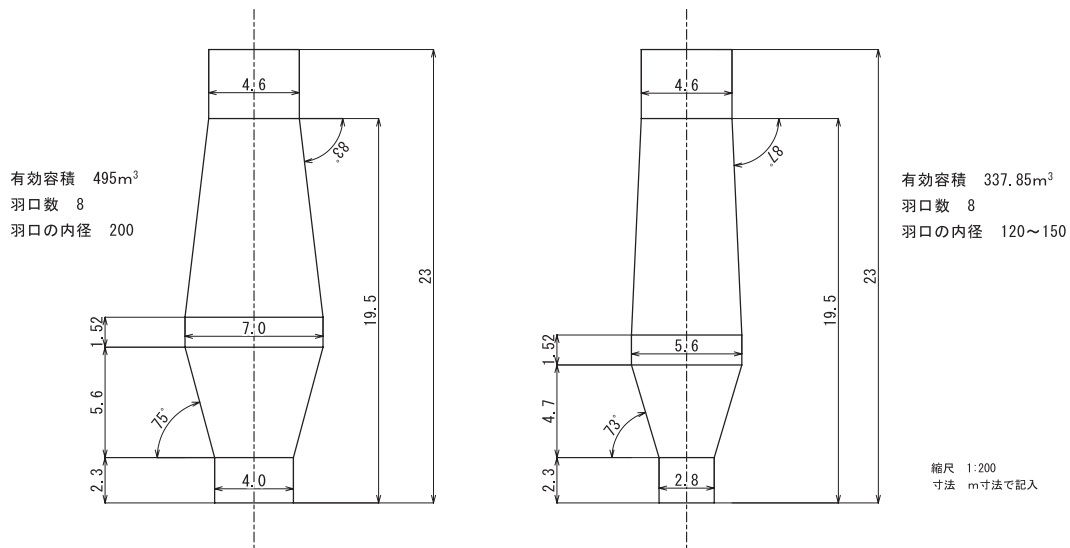


図4-19-1 官営八幡製鉄所 第一高炉  
(第1回操業時)

図4-19-2 官営八幡製鉄所 第二高炉

この高炉例は一例だが、野呂は海外先進諸国の技術や設備を盲目的に受け入れるのではなく、その批判的摂取の上こそわが国における生産技術の自立的な発展をもたらされることを、事実をもって立証したのである。この失敗後の官営八幡製鉄所のめざましい技術発展がそれを物語っている。

#### 4. おわりに

ヨーロッパの製鉄近代化は約400年かけて行われた。それに対して、これまで述べて来た薩摩に始まる日本の製鉄近代化(西欧化)は約50年かけて成し遂げられた。大橋周治によれば、12世紀までは冶金学的にはヨーロッパと日本はほとんど同一の水準にあった<sup>9)</sup>。それ以降、日本は日本なりに製鉄技術を自主的に発展させて来た。高炉法に比定すべき技術として近世たたら吹きを、200年後ではあるが、自主的に獲得している。すなわち、鎖国という政治的・社会的制約条件が課せられて日本の製鉄技術は少なからぬ影響を被った。しかし、江戸期を通して自主的に鉄を活かす技術文化を成熟させていた。その蓄積が、幕末期からの先進製鉄技術の移植導入をかくも短い期間(約50年)に成し遂げさせたと考えられる。異なる文化圏からの新技術の移植という問題は、受容国の社会・経済全般の発展段階、あるいは受容国の文化のあり方に成否の諸要因があるとみられる。

上記のように、釜石のイギリスプラントの導入、八幡のドイツプラントの導入、いずれの場合も当初、受け入れるわが国・地域の現状を度外視して諮られた。そして大きな困難が立ちはだかり、それらを野呂景義らの日本の技術者が地域の現状を踏まえ、科学的な見識をもって対峙して成功に導いた。さらに現場で働く人々の高い教養と強い意識、それらは永い歴史の中で蓄えられた技術的素養であろう。いわば、豊かな技術文化の土壌が日本には存在してきた証である。

薩摩藩による熔鉱炉(洋式高炉)の「創建」は、わが国製鉄技術の近代化の先駆をなす挑戦であった。近

代文明の礎を築いた事業であった。それを可能ならしめたのは、薩摩特有の土着製鉄技術の蓄積であり、それによって作り出された鉄を生産や生活に広く深く活かす技術文化が在ったためと考えられる。たとえ、その挑戦が十分な実用化を成し遂げられなかったにしても、ヒュゲーニンのテキストに描かれた熔鋳炉を現物として構築し、運用した経験が次に続く南部藩での熔鋳炉構築に少なからぬ勇気と具体的な手掛かりを提供したと考えられる。

薩摩の熔鋳炉構築は、当面の鉄製砲材料としての良質の鉄を得るためであったが、そのためだけに留まらず、領内の鉄資源の活用と「望みの者へは製式授教の途も開く」ための藩営パイロット・プラントでもあったことは、齊彬が日本の工業化・近代化を展望していたことの証左である<sup>3)</sup>。民需・民生のための製鉄技術の開発という重要な側面も合わせ持っていたことを強調すべきであろう。

人々が生きるために必要なものをつくる技術は人間社会にとって不可欠であり、それを可能にした近代化の意義は大きい。しかし生活をより便利に・より豊かにするための技術は果たしてどれだけ必要であるかを深く考えなければならない。とりわけ、環境との調和・共生という視点から、在来技術の再評価が必要であろう。日本・東洋の技術思想は自然に寄り添いながらものをつくることを基本としている。自然を支配するのではなく、自然の営みのテンポに添う生産活動（例えば、たたら製鉄など）を、もう一度現代の地球規模の課題に照らして見直す必要があるのではないだろうか。そうした観点から、技術・生産・生活のあり方を捉え直すことが、今日強く深く求められている。

## 参考文献

- 1) 岡田廣吉「幕末の高炉技術の展開」『ふえらむ』Vol.1, No.9, 1996 pp.35-40
- 2) 『近代鉄産業の成立—釜石製鉄所前史—』富士製鐵株式會社 釜石製鐵所 1957  
『釜石製鐵所七十年史』富士製鐵株式會社 釜石製鐵所 1955  
『森嘉兵衛著作集第三卷 陸奥鉄産業の研究』法政大学出版局 1994 pp.267-312
- 3) 大橋周治『幕末明治製鉄史』アグネ 1975 p.186
- 4) 飯田賢一『日本鉄鋼技術史』東洋經濟新報社 1979 pp.83-86
- 5) 桑原政「釜石鋳山景況（続）」（付図付き）『工學叢誌』第十一卷 1882 pp.532-544
- 6) 小野寺英樹「『故大島高任閣下功績伝承録』について—官営高炉操業失敗の真因探求と高任の位置づけ—」『日本鋳業史研究』No.42 平成13年8月 pp.6-10
- 7) 飯田賢一「野呂景義—日本鉄鋼技術史上の巨星—」『日本鉄鋼技術史論』三一書房1973 pp.366-384
- 8) 三枝博音・飯田賢一編『日本近代製鉄技術発達史』東洋經濟新報社 1957  
服部漸「八幡製鐵所の鎔鑪作業に就いて」『鐵と鋼』第2年第5号1916pp.443-453
- 9) 大橋周治『鉄の文明』岩波書店 1983  
大橋周治『幕末明治製鉄論』アグネ 1991
- 10) 青木國夫・飯田賢一他編『江戸科学古典叢書7』恒和出版1977

長谷川 雅康

## 4-3 ヒュゲーニン『ロイク王立鉄製大砲鑄造所における鑄造法』の熔鋳炉図の由来

### 1. はじめに

ヒュゲーニン著『ロイク王立鉄製大砲鑄造所における鑄造法』（1826年）の熔鋳炉（高炉）図に関しては、これまで芹澤正雄が多くの論考を残している。本論では、その論考を検討しながら、その熔鋳炉図の源を考察してみたい。すなわち、アッセンフラッツの『鐵冶金學』（1812年）<sup>1)</sup>にある高炉図を紹介し、この図が芹澤の指摘する図であるか否かを考察する。また、芹澤の記述についても再検討を試みる。なお、『鐵冶金學』の著者 J.H.HASSENFRATZ はフランス人冶金学者であるので、アッセンフラッツと表す方が妥当と考え、筆者は本論でこのように記す。しかし、芹澤などからの引用は原文の表記に従ってハッセンフラッツと記すが、同一人物である。

### 2. 芹澤正雄のヒュゲーニンの高炉図に関する論考について

芹澤のヒュゲーニンの高炉の図に関する記述で代表的なものは、『洋式製鉄の萌芽（蘭書と反射炉）』<sup>2)</sup>の記述である。関係する部分を以下に示す。

#### 「一 序文の概要

序文の終わりに、刊行に協力した資料の収集調査や作図の担当者、および、実証のための実験施行者たちの名を紹介してその労を謝し、また、高炉の図はハッセンフラッツの書から引用したものであると言ひ、その提供者名を挙げている。」（同書21頁）

この部分について、芹澤は出典を明示していないが、手塚謙藏訳『西洋鐵鑄造篇』<sup>3)</sup>の以下の部分を基にしたと考えられる。

「予此の書を著すに臨みて、諸君の補助に由て以て世に公にすることを得たり。「デ、マヨール、ハッケ」君は第一葉の圖を「シデロテセニー ハン ハツ」より「センフラトセ」より求め得て予に與ふ。且つ多く外國の分析術の詞を知らしむ。「マヨール、ニカライ」は外型及び其の尺度を告ぐ。其の他「カヒテー シナウキュ」及び始世の「ロイテナント、ホン、ヒユルテ」「トウトレウエ」等相集り、或は圖し、或は缺漏を補ひ、皆予を助く。」

なお、この部分には次の訳注が付けられている。「訳者注一 原書を参照するに「ハッセンフラッツの著述シデロテクニー（『鐵冶金學』）より……」の意。」

芹澤の記す「高炉の図」は、『西洋鐵鑄造篇』の「第一葉の圖」を指しているとみられる。

しかし、ヒュゲーニンの原著の当該部分は、以下のように記されている。

“de Majoor Bake, die de vriendelilkheid heeft gehad om de Tafel I uit de Siderotechnie van Hassenfratz te trekken,”<sup>4)</sup>

この中の Tafel I を「第一葉の圖」と訳したと考えられるが、これは表 I と訳すべきものであり、本文の24頁と25頁の間に、TAFEL I . アッセンフラッツによる鉄鋳石の分類と題する表が掲載されている。この表の直前の24頁に、tafel I はアッセンフラッツの“Siderotechnie”の第1巻89頁にある記述に倣って表すと書かれている。この表は『鍊砲全書』<sup>5)</sup>の卷之二には第一表例として表の形で訳出されている。このため、この芹澤の記述は誤りであり、訂正される必要があると考える。

また、芹澤はそれよりかなり早く、「U. ヒュゲエニンのはなし」<sup>6)</sup>と題する論考を『鉄鋼界』に掲載している。その中に、次のように高炉の図に関して記している。

「当時有名なドイツの、カールステンの Handbuch der Eisenhüttenkunde (1816), Archiv für Bergbau und Hüttenwesen の引用がよく見られ、大砲鑄造技術にはフランスの G. モンジュやハッセンフラッツの著書からうけた影響も大きい。「鑄造法」の付図の第1章、すなわち高炉の図は、ハッセンフラッツの Siderotechnik (1812) から入手したものだという説明が見られる。

バックの「鉄の歴史」(中沢護人訳)によれば、1822年のベルギー地区には、高炉93基、精錬炉206基、  
鑄造所19工場があった。「鑄造法」は「イギリスには高炉60ftのものがあるが、ネーデルランド南方地  
区の高炉は20~30ftである、と述べ、図に示す高炉には“リエージュにある一般のもの”と付記している。  
いうまでもなく、大橋に築かれた高炉は20尺であった。」

なお、この中の「鑄造法」とはヒュゲーニンの標記原著の略記。前半部にも出典が明示されていないが、  
前述のことを踏まえての記述と考えられる。

また、後半の「図に示す高炉には“リエージュにある一般のもの”と付記している。」については、同図左  
下のスケールの下にある筆記体の記述を指すと思われる。この記述については、京都大学の松田清教授によ  
る解説の結果、次のことが書かれている。

Steendrukkery van't Ryks yzergeschiety te Luik. (ロイク王立鉄製大砲鑄造所石版印刷局)

このため、この付記は恐らく本文の別の箇所に書かれたものと思われるが、筆者はまだ見出してない。し  
かし、総合的に判断すると、この図に示される熔鋳炉は当時のリエージュ地域一帯で使われていた標準的な  
木炭熔鋳炉であると考えられる。

### 3. アッセンフラッツの『鐵冶金學』の関連部分の検討

前節では、芹澤の論考の問題点を指摘したが、アッセンフラッツの著書にヒュゲーニンの熔鋳炉図と同  
じ図があるかを調査した。同書は国内では見つけられず、イギリスの大英図書館他に所蔵されているため、  
2004年12月同図書館に赴き、当該著書を調べた。その結果、次々頁に示す熔鋳炉図が同書第1巻の巻末付録  
の図版集の中に見出された。このPl.18 (a)以外に熔鋳炉全体を示す図版は4巻全てに見つけることができな  
かった。

この熔鋳炉図の説明が同書の297~299頁に以下のように記されている。それらの内容を訳出・紹介する。

#### 図版 18 (a) の説明

##### 図 A 熔鋳炉の基礎の図面

aa, 水・水蒸気排出用トンネル (渠)

t, 出鋳開口部の投影

c, 炉床の投影

s, 送風装置 (ふいご) 開口部の投影

##### 図 B 熔鋳炉の湯溜の水準での図面

c, 炉床

ff, 支え壁保持用鉄具

bb, 風口 (床の溝)

t, 出鋳開口部

r, 壁面の石材

s, 送風装置 (ふいご) 開口部

##### 図 C 熔鋳炉の朝顔、2角錐体底面結合部の図面

c, 炉床

t, 出鋳開口部

d,d,d,d, 炉腹の図

s, 送風装置 (ふいご) 開口部

ff, 支え壁保持用鉄具

##### 図 D 熔鋳炉のプラットフォームの図面

g, 炉頂装入口

m,m, 炉頂壁

bb, 炉上部支え壁

o, プラットフォームへの入口

##### 図 E 出鋳口側の熔鋳炉の垂直断面図

##### 図 F 送風装置 (ふいご) 側の熔鋳炉の垂直断面図

c, 炉床

y, 二重支え壁と内壁の間の断熱体

eghi, 湯溜

z, 二重支え壁の充填材

ihkl, 朝顔

aaa, 水・水蒸気排出用トンネル

lkno, 炉胸	u, 熔解板
p, 炉頂部	r, 砂層
g, 炉頂装入口	q, 炉床石材
bb, 炉上部支え壁	o, 出銑口
m,m, 炉頂壁	d, (鋳滓取り) 堰
vvvv, 炉体の二重支え壁	t, 出銑開口部
f,f, 支え壁保持用鉄具	s, 送風装置開口部
x, 頑丈な内壁	
図 G 熔鋳炉の斜投影図	o, スラグ排出用の下部壁面の口
pxyv, 炉の地上構造体	gg,hh, 送風装置開口部
xqux, 炉の基礎構造体	ss, ふいご
z,z, 柔らかい土地の上に置かれた格子	rr, 水受板を持つ水車
a, 熔鋳炉の湿気排出用トンネル	l,l, ふいご駆動カムを持つ回転軸
f,f, 構造物内を貫く鉄具固定用鉄アンカー	nu,un, カムでふいごの羽根を引き上げる平衡錘
bb,cc, 出銑開口部	
m,m, 鉄帯	

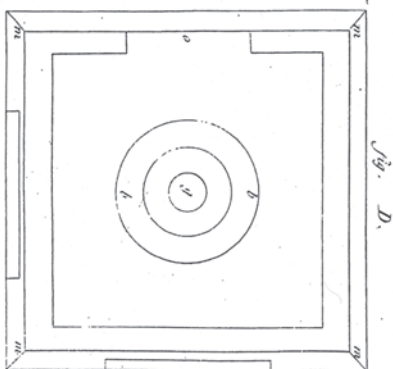
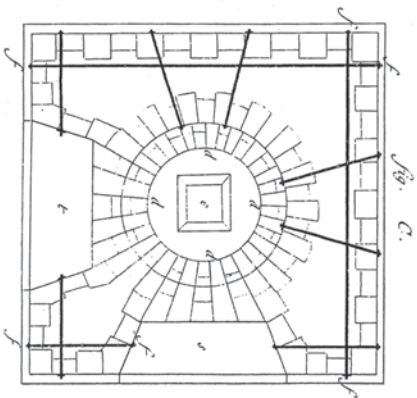
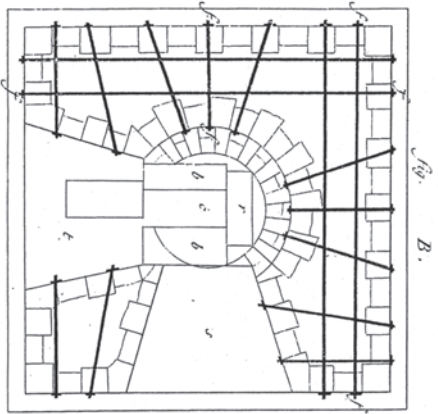
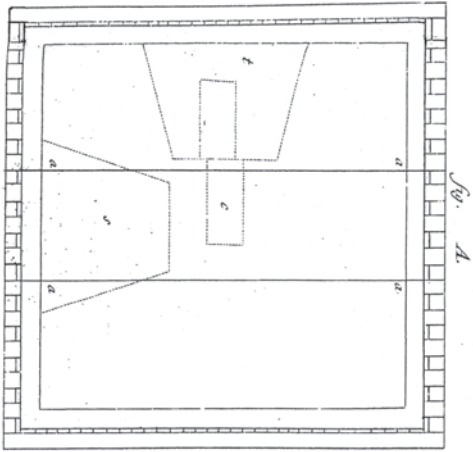
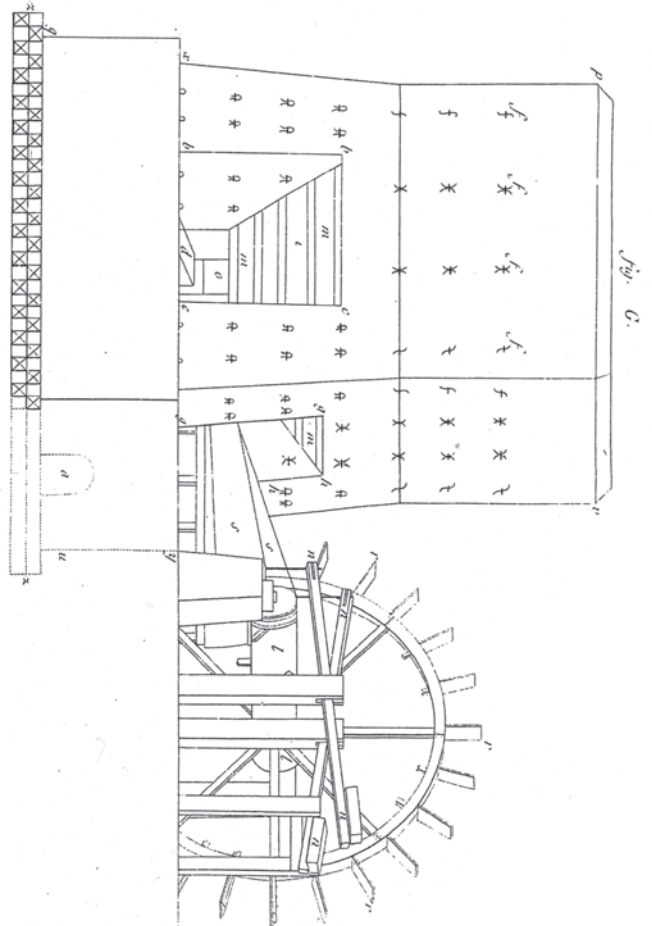
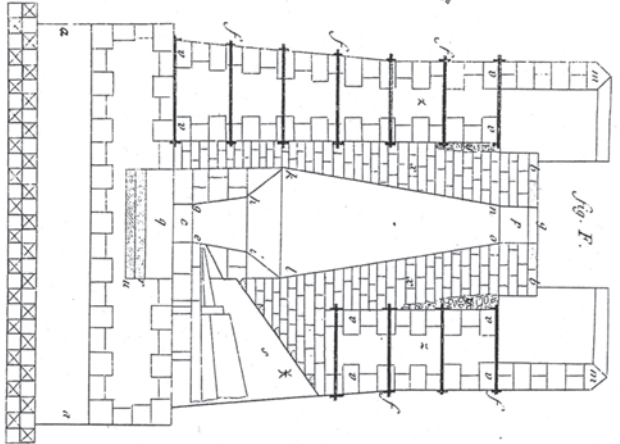
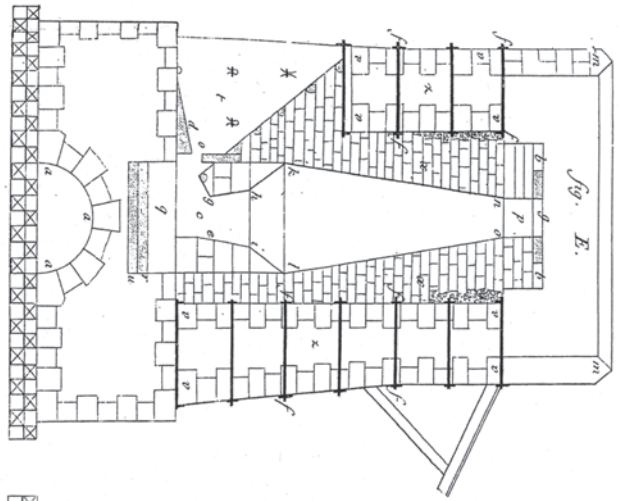
これらの断面図から計ると、朝顔角は53°程度、炉高/朝顔径 (H/B) は3.3と判断される。これらの値は、R.F.Tylecote “A History of Metallurgy” の図<sub>7)</sub> に示された値 (1800年前後)50°~70°、3.7程度に比べると、朝顔角は範囲内であり、炉高/朝顔径は少し低い値を示している。しかし、大きな差ではなく、同時代の木炭熔鋳炉を示すと考えられる。だが、ヒュゲーニンの炉の数値とは差がある。また、炉の外壁と内壁の構造は似ているが、内壁の組み方に違いが認められる。

一方、ふいごについて見ると、高炉にとって最も重要な装置は送風機である。18世紀全体を通じて木のふいごが支配的であり、皮革のふいごも一部の地方で使われていた。リエージュの鉄と木炭の博物館に保存されている17世紀の熔鋳炉は皮革のふいごを備えている。2基のふいごが対にして設置され、水車の回転軸のカムによって交互に駆動され、送風する機構である。これに対し、ヒュゲーニンの図に画かれたふいごは、円形のシリンダーとカム機構で上下するピストンにより送風するより新しいタイプのふいごとみられる。その後登場する蒸気機関で運転されるシリンダー送風機に繋がる構造を持っている。こうしたことから両者のふいごには明らかな違いが認められる。

以上のように見てくると、両者の熔鋳炉図は一定の相違が認められる。L. ベックは、『鉄の歴史』の中で、18世紀前半の高炉法について「18世紀の初期には、炉の構造がきわめて多様になり、それぞれの地方、国によって、きまった炉の構造、プロフィール、タイプが完成されるにいったと見ることができる。」と述べている<sub>8)</sub>。その後アッセンフラッツやヒュゲーニンらが著作活動した19世紀前半に至っても、炉の地域性は引き続き維持されたと考えられる。このため、ヒュゲーニンはアッセンフラッツの著作を種々参照したとはいえ、その熔鋳炉図をそのまま引用したのではなく、リエージュ一帯で使われていた標準的な木炭熔鋳炉の図を著書に採用したと考えられる。

#### 4. 終わりに

本小論は、前述の4-1の続編である。19世紀前半に書かれたヒュゲーニンの技術書にある熔鋳炉図が薩摩藩の熔鋳炉創建のテキストになったと考えられる。このため、その図の源を突き止めたいと追求してきたまとめである。識者のご批判・ご教授をお願いしたい。この小論をまとめるに際し、多くの方々のお力添え

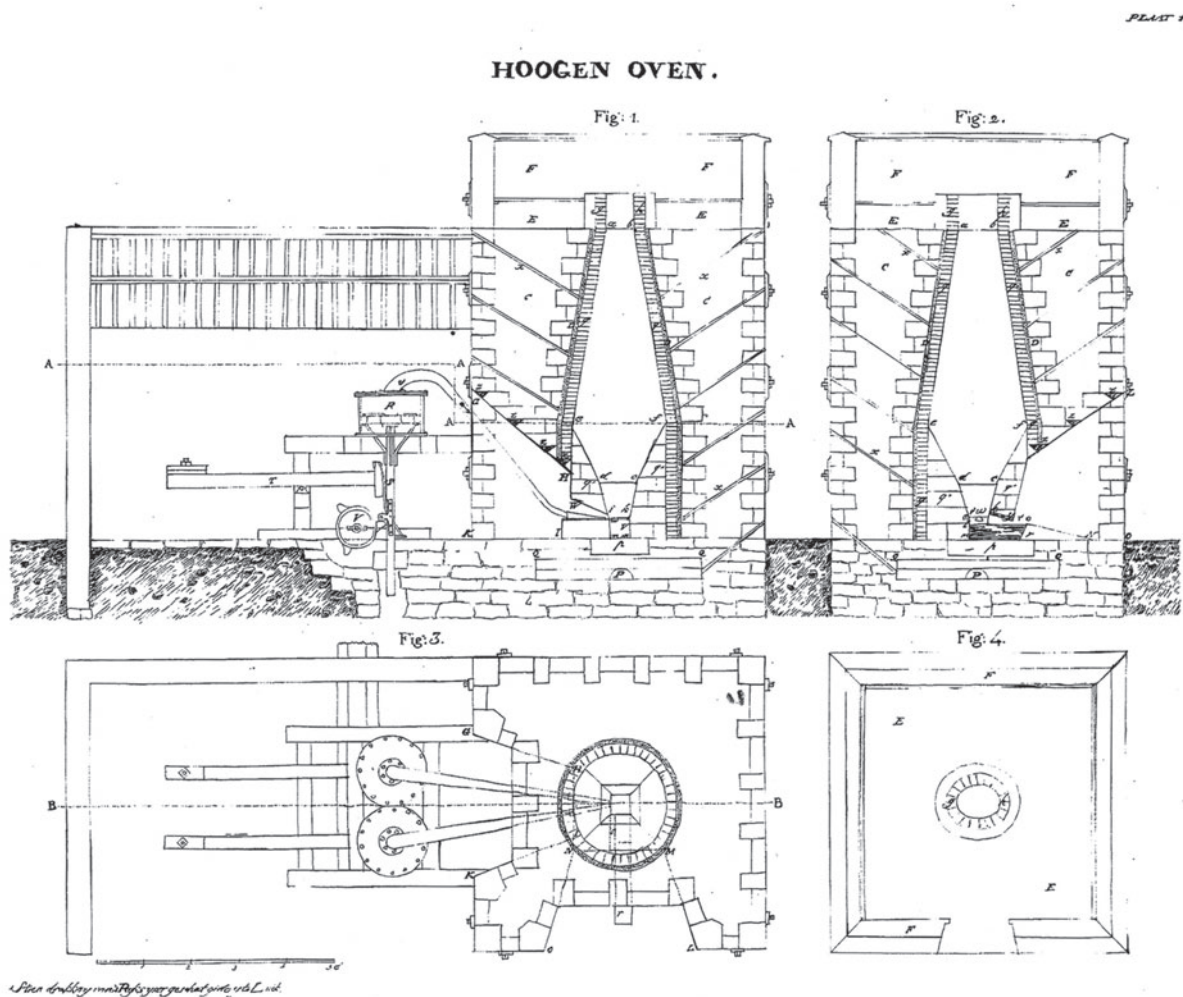


を頂いた。とくに、京都大学の松田清先生、東京経済大学名誉教授内田星美先生並びに大英図書館でのアッセンフラッツの著書閲覧に際して不慣れな筆者らをご援助頂いた中京大学の小野征夫先生夫妻に心から謝意を表します。

註

- 1) J.H.HASSENFRATZ. “LA SIDEROTECHNIE, ou L’ART DE TRAITER LES MINERAIS DE FER” TOME PREMIER.1812 本著は4巻から成る。
- 2) 芹澤正雄『洋式製鉄の萌芽（蘭書と反射炉）』（アグネ技術センター、1991）
- 3) 手塚謙蔵訳『西洋鐵焔鑄造篇』三枝博音編『日本科學古典全書 第九卷』（朝日新聞社、昭和17年）310頁
- 4) U.HUGUENIN. “HET GIETWEZEN IN’SRIJKS IJZER-GESCHUTGIETERIJ,TE LUIK,” 1826, xiii
- 5) 伊東玄朴、後藤二郎、池田才八、杉谷雍助同譯『鍊砲全書』財団法人鍋島報効会所蔵
- 6) 芹澤正雄「U. ヒュゲニンのはなし」『鉄鋼界』昭和49年7月号、pp.68-71
- 7) R.F.Tylecote “A History of Metallurgy” Second Editon,1992,The Institute of Materials, p.131(Fig.94), p.133(Fig.96)  
これらの図は、本報告書4-1の114頁に掲載している。
- 8) ルードウィヒ・ベック著、中沢護人訳『鉄の歴史』第3巻第1分冊 p.241,1979年

長谷川 雅康



参考図 ヒュゲーニンの熔鋳炉図（1826年）



### 1) はじめに

鉄は、今日わたしたちの生活の中に欠かすことのできないものである。かつては鉄の生産はわが国の近代化を達成させた重要な産業の一つだった。鉄づくりは、そうしたわが国の近代化の原動力となったはずだったが、その生産に関しては意外と知られていない。

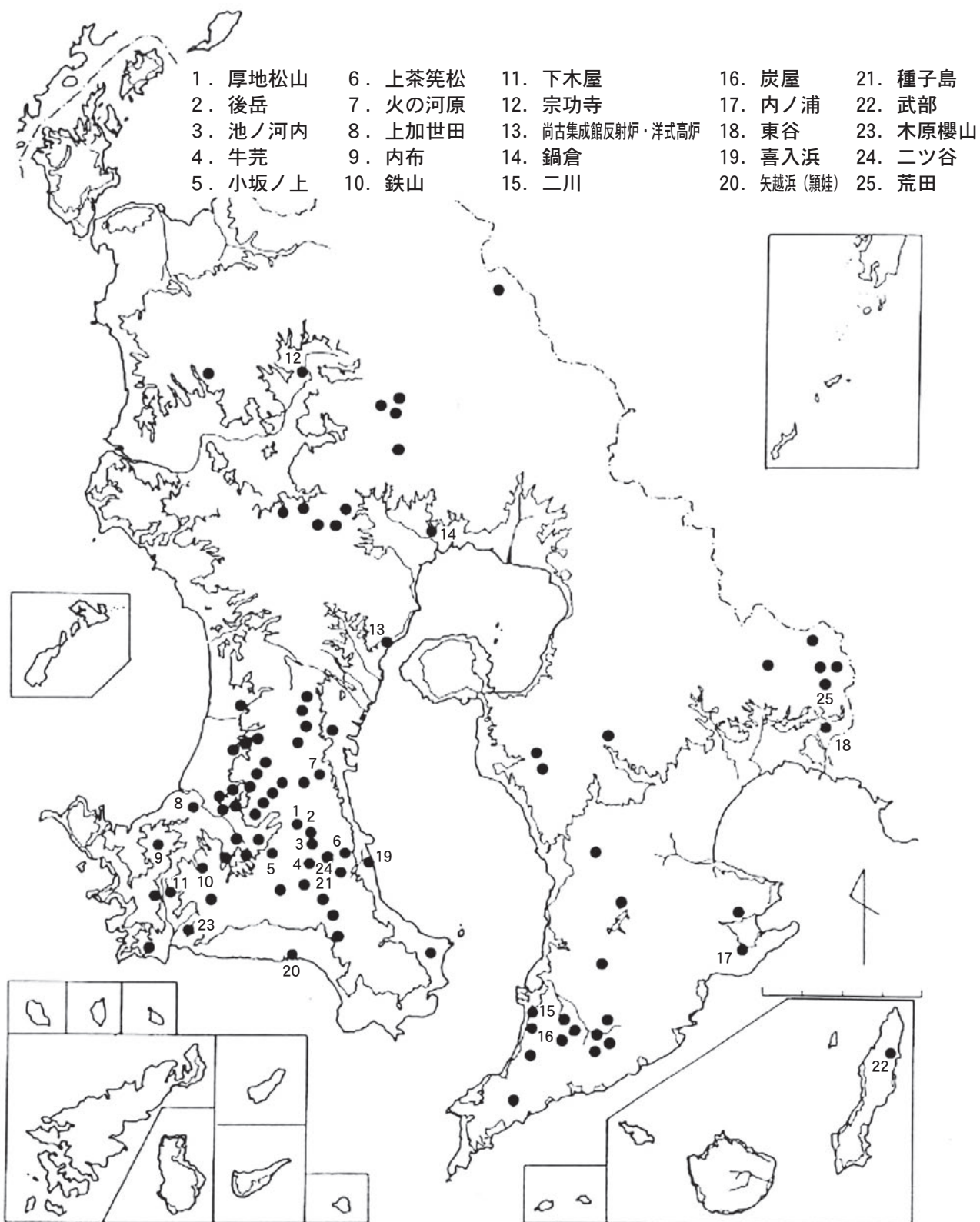
薩摩藩では幕末、島津斉彬<sup>なりあきら</sup>（1809～1858）が大砲鑄造にともなって全国に先駆けてわが国初の洋式高炉<sup>こうろ</sup>（高炉）操業に成功している。これは西欧の技術に基づくものとされているが、実はその背景には地域で行われた在来の鉄生産技術の伝統があった（大橋1975・松尾1998）。高炉による鉄生産は技術的な変遷<sup>へんせん</sup>を遂げながら現在にいたるまで国内産業の重要な部分を占めてきた。

今日その手がかりとなる江戸時代の石組製鉄炉と水車遺構が鹿児島県内各地で発見され、わが国の近代製鉄の先駆けとして注目された。平成16年に「薩摩のものづくり研究会」（長谷川雅康代表<鹿児島大学教育学部教授）が発足し、当時の薩摩藩の技術の豊かさを研究する取組みが始まった。

その一環として、島津斉彬<sup>しゅうせいひん</sup>の集成館事業（造船や製鉄、紡績などの工場群の総称）にともなって築かれた熔鋳炉跡の発掘調査がある。調査の結果、炉の基台と推定される遺構と共に高炉滓（炉から排出した鉄のカス）、水路などが発見され、絵図や記録を裏付けた（第1図）（上田・長谷川・渡辺ほか2004）。さらなる検証はこれからである。本稿では、鹿児島県の製鉄の歴史や現存する製鉄遺跡を紹介し、南九州の鉄生産はどのように行われ、その系譜はどこに求められるかを考えてみたい。鹿児島県の主な鉄生産関係遺跡の分布図を次頁に示す（第2図）。



第1図 集成館熔鋳炉水路跡



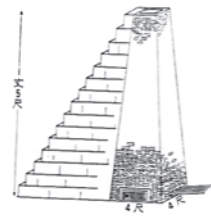
(●はその一部である)

第2図 鹿児島島の主な鉄生産関係遺跡分布図

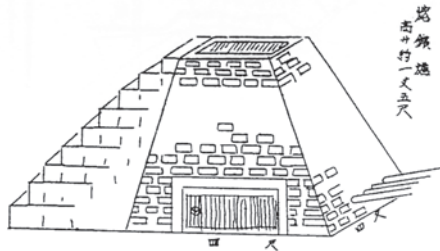
## 2) 発見された製鉄炉

南九州の製鉄・鍛冶・<sup>ちゅうぞう</sup>鑄造関係遺跡の調査報告例はいまだ少なく不明な点が多い。そうした中、18世紀の文献『鉄山必要記事』下原重仲（1738～1821）著と昭和初期に記された島袋盛範『藩政時代に於ける製鉄鉦業』の論考は貴重である（島袋1932）。中でも島袋が描いた製鉄炉の略図は、県内の特徴ある鉄生産の実態を知る上で極めて重要なものとして関心を集めたが、現実に使用されていたのかどうか、また使用されたとしても構造上の観点から疑う研究者も多かった（第3図・第4図）。

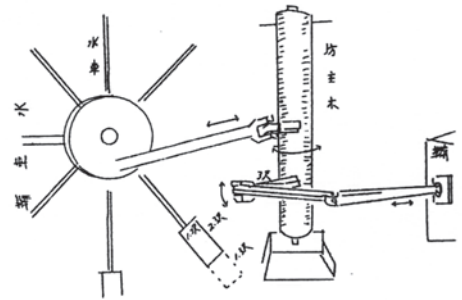
島袋盛範の研究以来、68年後の平成11年に知覧町<sup>あつち</sup>厚地松山製鉄遺跡の発掘調査で2基の製鉄炉が発見された（第5図）。この調査を契機として肝付町（旧内之浦町）の国有林にある大谷添<sup>おおたにぞえ</sup>（第6図）や鹿児島市（旧<sup>きいれ</sup>喜入町）<sup>かみちやせんまつ</sup>の上茶筌松（第8図）、南九州市（旧知覧町）の二ツ谷（第7図）、志布志市（旧志布志町）の荒田（小村2004）でも島袋が描いた炉に似た遺跡が相次いで発見された。それは高炉状に石を高く積上げた炉（石組製鉄炉という）に風を送り火力を高めるための装置「ふいご」には水車を利用するという特徴を持つものであった（上田1998）。



(大橋1975)



第3図 島袋盛範が描いた知覧にあった製鉄炉



第4図 坊主木と矢羽の水車（島袋盛範1932）



第5図 厚地松山製鉄遺跡の製鉄炉



第6図 大谷添製鉄炉



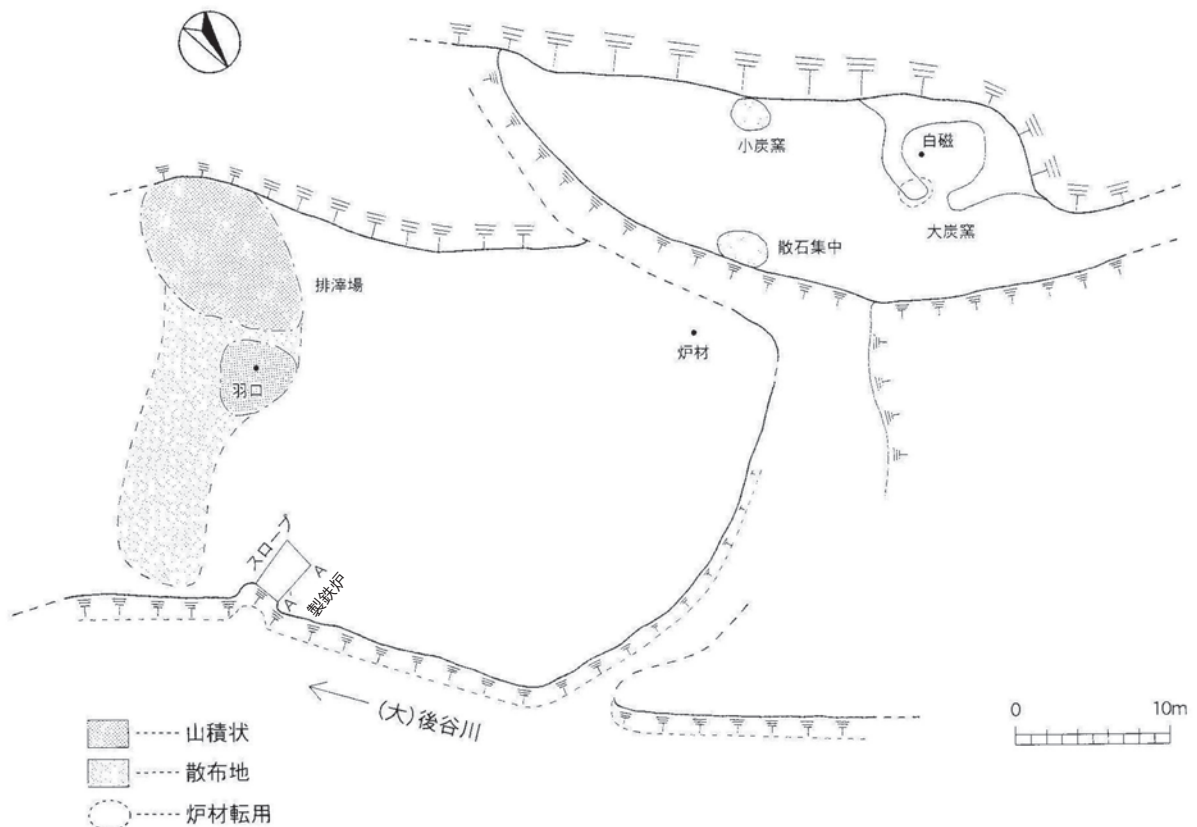
第7図 二ツ谷製鉄炉



第8図 上茶筌松製鉄炉



第9図 二川製鉄炉



第10図 荒田製鉄遺跡と石組製鉄炉配置図

ここで述べる製鉄炉は砂鉄を原料にして、燃料となる木炭で1300度前後火力を高め、砂鉄を溶かして生成した段階の炉をいう。さらにできた鉄の塊を、再度別の炉に入れて再び熱する段階を鍛冶という。鍛冶には大鍛冶と小さな炉で熱して鍬や鋤など農具などの製品にする小鍛冶の段階がある。近年県内で見つかった炉は、最初の段階の製鉄炉である。そして、出土した鉄滓（鉄以外のカスで不純物）などの金属学的分析の結果や南九州に伝承された数々の民俗例（町1993）、それに記録からみても海岸で採れる浜砂鉄（火山灰に含まれる砂鉄に由来）を原料として、鉄づくりが行なわれていたことが理化学的分析（井澤2000・鈴木2007）で明らかになっている。（第11図）

今日、石組製鉄炉は、県内に4基残存し、厚地松山製鉄遺跡での発掘調査によって2基が発見されている（知覧町教委2000）。一方粘土を炉体とした炉（竪形炉）は南大隅町（旧根占町）根占炭屋に1基残存している（第12図）。薩摩・大隅にはこのような2つのタイプの製鉄炉が残存している。日本国内を見回してもこうした古い製鉄炉が現存しているのは、鹿児島県のこの地域だけであろう。それだけに貴重である。石組製鉄炉は、