

# わが国における近代製鉄技術の確立に関する一考察

— 官行釜石製鉄所の失敗と木炭高炉技術の確立 —

雀 部 晶

国立科学博物館 工学研究部

## A Consideration on the Establishment of Modern Iron Manufacture in Japan

— A Failure of Kamaishi Ironworks Administered by Meiji Government  
and Establishment of Technology of a Charcoal Blast Furnace —

By

Akira SASABE

Department of Technical Engineering, National Science Museum, Tokyo

### はじめに

本稿は技術史という視点から、わが国における近代製鉄技術の確立について検討を加えたものである。筆者は、近代製鉄技術の確立というのは、コークス高炉による製鉄、平炉または転炉による製鋼、それらによる銑鋼一貫製鉄技術体系のもとでの生産システムをさしているのである。その歴史的成立過程と技術発展のあり様を論じる。

本来わが国の近代製鉄技術に関して考察を加える場合、大島高任による洋式高炉の導入から検討しなければならないが、筆者は、大島高任から1882年(明5)までを、近代製鉄技術の前史としてとらえ、本稿では官行釜石製鉄所から考察することとする。

そして、本稿では副題として明記したが以下の二つの柱について論じることをあらかじめ断っておく。

第一は、官行釜石製鉄所の失敗について

第二は、わが国における木炭高炉技術の確立  
についてである。

すなわち、本稿ではわが国における近代製鉄技術の礎について論じているのである。

### 1. 官行釜石製鉄所の位置・装置

官行釜石製鉄所は、そもそも大島高任が江戸末期に釜石地区に築造した洋式高炉群を、明治政府のスローガンである「富国強兵・殖産興業」政策の名のもとに1875年(明8)までにすべて官収したことにはじまる。これは、工部省鉱山寮鉱山師長ゴットフレーの釜石鉱山調査報告を受け、明治政府が1873年(明6) 鉱山権頭吉井亨を改めて巡検させ翌1874年(明7)に官抗の設置を建議した結果である。

そして、明治政府は官行製鉄所を釜石に設置することを決定し、1874年(明7)に御雇い外国人L.ビヤンヒーと大島高任に釜石出張を命じ、製鉄所建設の準備にあたらせているのである。ところがその準備の途上、建設地、立地計画をめぐるビヤンヒーと大島高任とで意見が対立し、上司の裁決を仰ぐということになったのである。ビヤンヒーは、鈴子に工場を置くべきであると主張した。その論拠は、①水利が非常に便利であり、施設に費用がかからない。②鍊鉄場をつくる際に広大な土地がある。③山側に「鉍炭運輸の道と煤焼置場」とをつくれれば「須要機関を建て、烟突を積む」経費と建築材料が少なくすむ。④スラグを捨てる場所も広い。⑤「港より場所まで炭を送り」また工場から港へ鉄を送るための運河または鉄道をつくり易い。⑥土木関係に使う石材がその場にある。⑦港と製鉄所の距離は、大唯越とたいしてかわらない、というものであった。<sup>1)</sup>

一方大島高任は、大唯越に工場を置くべきであると主張した。その論拠は、①西・北・東が山でかこまれ、南だけが開けている。四季を通じて暴風雨を心配することなく、また厳冬にも寒さが緩和され昼夜の作業に適している。②山の上を平らにして鉍炭置場とし山脚に高炉諸器械を建てれば回りに広い土地が残る。③鉍山から製鉄所まで鉍石を運ぶのに公道を通る必要がない。④水は州上より一里程揚水すれば工場内すべてに行きわたる。⑤製鉄所まで運河を掘れば炭と鉄の搬出入は簡単になると主張したのである。<sup>2)</sup>

両者の意見の相違は、どのような技術体系を釜石に築くかという点であった。ビヤンヒーは、②で鍊鉄場をつくる計画を明らかにしており、一気に銑鋼一貫の製鉄所をめざすものであった。大島高任は、まず高炉を建設して鉄鉄を生産することに主眼を置き、順次鍊鉄場、圧延場を設けて行く考えであったようである。一方両者共通している点は、木炭の供給計画にふれていないことである。もちろんどのような技術で生産するかがはっきりしなければ、燃料計画も定まらないが両者ともに炭を港から入れる計画があり、木炭あるいは石炭を海上輸送する考えであったようである。

この両者の主張に対して、明治政府がいかなる理由で裁決をくださったかは定かでないが、御雇い外国人ビヤンヒーの意見を尊重し、釜石鈴子へ製鉄所を建設することに決定したのである。この時すでにわが国の近代工業は、外国偏重・依存の思想が目を出していたのである。そして幕末に洋式高炉を釜石に建設し、洋式高炉の導入から確立に情熱を傾けていた大島高任は、秋田の小坂鉍山へ転動となったのである。

1874年(明7)8月10日に起工式を行った官行釜石製鉄所は、翌1875年(明8)1月から建設に着手したのである。それから5年かけて、整地、製鉄所間の鉄道の敷設、設備の設置を行い、1880年(明13)9月10日ようやく製鉄作業が開始されたのである。この官行釜石製鉄所の設備は、すべてイギリスから輸入されたものであった。製鉄設備として高炉2基(容積3,500立方尺≒97m<sup>3</sup>、日産25トン、鉄皮式スコットランド型)、熱風炉3基[暖炉](ホイットウエル式)、直立単筒送風機1基、気缶3基(コルニッシュ式)。鍊鉄設備として鍊鉄炉12基(パドル式)、再燃炉7基。圧延・鍛造設備として圧延機5基、蒸気ハンマー2基(3.5トン、2.5トン)、剪断機3台、起重機3基、鋸機1基等であった。<sup>3)</sup>

これらの設備の概要は、桑原政が著わした「釜石鉍山景況報告」に取り上げられている。それによると、

溶鑛爐二座ハ鈴子分局内ニアリ曾テ英國ノ學士「ホルプス」氏ノ計畫ニ成ルモノニシテ(巻末ノ圖ヲ見ヨ)其高サ凡ソ六十呎上部ノ徑四呎八吋最廣部ノ徑十壹呎底部ノ徑四呎六吋ニシテ四個ノ送風管ヲ備ヘ其上部ニハ鐵製圓錐形ノ蓋ヲナシ鑛爐ヨリ出ル所ノ瓦斯ハ直チニ之ヲ外部ニ導カズ大ナル鐵管ヲ經過シテ三個ノ暖爐ヲ暖メ鐵管ヲ經テ汽罐室ニ至リ送風器ヲ運轉スル汽罐ヲ沸騰センメ迂回シテ高く烟突ヨリ空中ニ飛散ス

となっている。<sup>4)</sup>

すなわち「四個ノ送風管ヲ備へ」とあるように、この高炉は4本の羽口を持つとともに、わが国における熱風炉の使用状況がはじめて明らかにされている。わが国における熱風炉の使用は、釜石以前に中小坂製鉄所でやはり外国から買い付けているが、いかに操業されたかは不明であった。この釜石製鉄所の熱風炉は、炉頂ガスによって加熱される形式で、高さ28フィート6インチ、径18フィート、内容積5080立方フィートというスケールをもちホイットウェル式であった。そして熱風炉で暖められた空気を送る送風機は、コルニッシュエンジンが用いられた。

これらの設備を完成させ、操業させるにあたっては、ドイツ人3人、イギリス人14人、計17人の御雇い外国人<sup>5)</sup>がかかわりあいをもち、日本からは、イギリスに留学して採鉱冶金学を学んだ山田純安が指導に当たったのである。1875年(明8)1月に着工してから、高炉2基と熱風炉等の付属設備が完成したのは、1878年(明11)11月であった。しかし、高炉は2基建設されたが付属設備は1基分しか建設されていないのである。これは高炉を1基づつ運転し、炉の侵蝕に対する対応ができるようにしたためと考えられる。

## 2. 官行釜石製鉄所の操業

操業するにあたって原料となる鉄鉱石は、大橋鉱山から採掘されたのである。大橋の前山には磁鉄鉱が産出し当時は露天掘りができるぐらいであった。そして大橋の前山の麓に焼鉱炉を設け、前山以外で採掘された鉱石も前山の麓で焼鉱し鈴子まで鉄道で運搬されたのである。大橋・鈴子間は近代的な鉄道という運搬方法がとられていたが、採掘場から大橋まで鉱石を運ぶに当っては、片車・腕車という人畜力にたよるといふ前近代的な運搬方法が用いられていたのである。<sup>6)</sup>この地で行う焼鉱の炉は、内張りには白耐火煉瓦が用いられ、外部を赤煉瓦で積み上げたものであり、煙突のような形をしており、高さ22フィート、上部の内径6尺、下部内径7尺というものであった。ここでの操業は、昼夜ともに行われ一昼夜におよそ一炉当り5,000貫目の処理能力をもっていた。従事者は一炉当り3人が担当し、焙焼された鉱石は婦人労働者によってハンマーで一寸内外に砕いてから鈴子に向けての貨車につみ込まれたのである。この際の歩留りが著しく悪く、焼鉱、砕鉱で約2割、運搬過程で約1割7分減少するというものであった。

また高炉の燃料である木炭は、当初2800町歩、後に4000町歩の山を木炭用の木材を伐出するために用意し小川に製炭所を設けて調達したのである。釜石製鉄所のために1876年(明9)から製炭作業を開始し、貯炭したのである。炭焼窯は土窯が用いられ、窯の中に炭材を立て入口より点火し、全炭材に火が移ったのをみはからって入口を閉じ、そして焙焼させて木炭を取り出すという方法であった。1877年(明10)には、木炭だけを高炉用燃料とせず、石炭、コークスを燃料として使用できればということで、東北地方の炭脈を採査したが、手近な所で採炭できる望みがなく断念しているのである。

このように鉱石と燃料を調達し、1880年(明13)9月10日製鉄作業を開始したのである。山田純安が製鉄作業の主任技術者となり、御雇い外国人1名を高炉掛、1名を熱風炉掛とし、助手3名と職工75名で作業に従事したのである。9月13日3トン余の初出鉄に成功したのである。その後2基ある高炉を交互に操業し、日産25トン生産できる高炉であったがその能力をフルに使うことはできなかったが、ほぼ順調に操業されていたのである。だが、12月9日製炭場から出火し炭舎15棟を全焼するという事態が起きたのである。炭舎を焼失したため、ただちに木炭が不足し12月15日やむなく製鉄作業を停止せざるをえなかったのである。そして、初出鉄からこの間に出鉄した鉄は、約1510ト

ン、1日平均約15.4トンという出来高であった。操業停止の最大の原因は、製炭場を焼失し木炭が決定的に不足したことであるが、当所からの木炭供給計画の失敗も指摘されている。「釜石木炭製造概況」によれば、

最初ノ目算ニハ高爐一坐ニ付一日五千貫目ノ炭ヲ要スルモノト予算シタルニ実施ニ至リ壹万二千貫目ヲ要スルニ至レリ<sup>7)</sup>

とされている。すでに、このように当初考えた木炭の消費量より倍の木炭が使われ、木炭の欠乏は製炭場の焼失以前から深刻な事態であったことが考えられる。

そのために第2次操業では、燃料を木炭だけにたよるのではなく、石炭・コークスを使用する計画が立てられたのである。現に桑原政の「釜石鉱山景況報告」には、

焦炭竈（筆者註、コークス・オープンとふりがながついている）ハ役局構内ニアリ其形ハジョンズ氏焦炭竈ノ變化シタルモノニシテ其長サ十尺幅九尺高サ五尺餘ノ煉瓦石造ニシテ其上部ニ石炭ヲ装入スル圓穴アリ常ニ鉄板ヲ以テ之ヲ蓋フ壹回ノ装入量三噸内外ナリ而シテ其點火ヨリ裝出マテノ時限凡ソ四十八時間ニシテ用フル所ノ石炭ハ三池ト高島ト相交レモ現今ハ三池石炭ノミヲ用フ而シテ該炭ヨリ焦炭ヲ得ルコト百中五十五ナリ<sup>8)</sup>

と著わされており、木炭不足の状況を知ることができる。しかし、ジョンズ氏焦炭竈がどのようなものであったかはまだ不明である。

そして1881年（明11）11月から高炉の乾燥作業が行われ、翌年2月28日再び火入れが行われたのである。3月13日まで以前同様木炭のみを燃料として操業し、順調に出鉄を記録しているのである。この時には、1日平均約22トンの出鉄を見ていたのである。しかし、良質の木炭が欠乏して行くにつれ、作業に潤滑さを欠き、4月頃まで操業するのがやっとならなかつたのであった。桑原によれば、硬い木炭が不足するにつれ、軟弱な木炭を使うため、自重によって木炭がくずれてしまうために燃えるのが早く鉱石を熔融させるまで温度が上がらないのである。そのために炉底に銑塊ができ銑鉄の出鉄を妨げようになったのである。

いよいよ木炭が欠乏し、代りにコークスを燃料に用いたところ、銑鉄が全く流出しないという状態になったのである。このことについて「工部省沿革報告」では、

九月十二日製鉄ノ業ヲ停止ス。爐内ニ障碍ヲ生センヲ以テナリ、蓋シ近頃木炭ノ欠之ヲ憂ヒ、一時之レニ換ユルニ骸炭ノミヲ以テス。然ルニ銑非常ニ減量シ、加之爐内ニ在リテ礦滓凝結シ、一大塊ヲナス、遂ニ銑流出ノ湯口ヲ閉塞スルニ至ル、主管備外国云、数年銑礦ニ従事経験セル所多キモ、其ノ如キ變異ハ未ダ會テ見サル所ト、苦慮措カス。種々方術ヲ施スモ其効ヲ奏セス。終ニ此ニ至レルナリ。<sup>9)</sup>

と記述されている。

そして工部省当局は、操業停止の実態を調査し、木炭を供給するのが非常に困難であることを強調して、3ヶ月後の1882年（明15）12月18日には、官行釜石製鉄所の廃止を決定したのである。官行釜石製鉄所は、1880年（明13）に火入れが行われてから、1882年（明15）廃止決定までの丸2年のあいだ、操業された日数が297日という実績しか残せなかつたのである。

### 3. 官行釜石製鉄所の失敗の要因

官行釜石製鉄所が操業を停止せざるをえなくなつたとき、釜石まで調査に行った工部権少技長伊藤弥次郎は政府に対し、

第一、全山ニ露出スル所ノ礦石ノ量(…)ヲ実測スルニ、僅カ十三萬噸ニ過ギズ。而シテ其一半ハ

則チ運搬至難ノ険阪上ニ存在セルヲ以テ、假令之レガ方法ヲ設ケ以テ此運搬ヲ為シ得ルモ、収支ノ相償ハザルハ実施ノ日ヲ俟タズシテ瞭然タリ。第二、炭木需用ノ小川山林ハ僅ニ四千町歩余ニ過ズシテ、假リニ毎一日ノ供給壹萬貫目ト算定スルトキハ、二年余ニシテ全山ノ木材ヲ剪伐シ尽スニ至ルベシ<sup>10)</sup>

という報告を行っているのである。

ところが1893年(明26)10月に農商務省の臨時製鉄事業調査委員会によって、官行釜石製鉄所の失敗を調査した報告が「釜石及仙人鉄山巡視報告」として出され、伊藤弥次郎の報告を批判しあらたに失敗の原因をまとめている。それによると、第一に鉄鉱原料の調査が不充分であることを指摘し、特に伊藤弥次郎が13万トンの鉱量しかないという報告を一蹴している。第2に鉄鉱採掘の区域の狭さ、第3に木炭・石炭の供給計画の不充分さ、第4に輸送計画の不備、その他鉄類の需要、コストの問題を指摘し、最後に製鉄技術に対する未熟さについて報告している。

第一次操業、第二次操業でも木炭が供給されているうちは順調に操業も進み、木炭の不足すなわち燃料供給に円滑さを欠くと停止するという状態だったのである。つまり木炭が不足して、それに変わる燃料を用いようとすると失敗するということである。木炭を燃料としての高炉操業は、幕末に大島高任が高炉を建設したときからの伝統と経験が生かされていたことが考えられる。だが燃料を変えるという事態は、また新しい問題が提起されることになるが、官行釜石製鉄所時代にはコークスを燃料とする経験がまったくなくその問題を解決しえなかったのである。

失敗の直接の原因は、木炭供給に支障を来たしたことであるが、わが国における製鉄技術の客観的なあり方を無視したかたちで、イギリスから銑鋼一貫製鉄技術装置を導入し、西欧で行なわれていた方法と同じやり方で操業することじたいに問題があった。ビヤンヒーのやり方は、この点に帰せられるのである。当時イギリスでは、燃料にコークスを使い錬鉄生産にバッドル炉を設けるのは当然のことであったが、わが国では江戸時代の大島高任の水準を一步も出ない状態にあったのである。これらの条件を考慮して製鉄技術の基本設計を行なわなければ、どんな技術を導入しようとも技術として成りたちえないのである。

すなわち、わが国における独自の技術体系を整えなければならないのである。官行釜石製鉄所の失敗は製鉄技術学のないところへ、労働手段だけを持ち込んでも何も生産できないという典型であった。

#### 4. 官行釜石製鉄所の払下げ

1882年(明15)12月18日に廃山が決定された官行釜石製鉄所は、工部省に釜石鉄山残務掛が設けられ、工場の機械、機関車、鉄道、その他の付属設備の整理がはじめられたのである。「工部省沿革報告」によれば、

明治十六年三月五日當分局附屬風帆船早號ヲ復タ三池鑛山分局ニ交付ス  
四月九日此ヨリ先釜石分局鐵道敷地(鐵道ハ撤去セリ)橋梁ヲ公道ト為シ以テ岩手縣ニ交付……  
五月十一日舊官舎(……)ヲ函館分遣砲兵隊士官々舎ニ讓受……  
六月九日所屬汽船小管丸ヲ大藏省ニ交付ス而シテ該省更ニ之ヲ農商務省ニ協議シ共同運輸會社ニ賣與スルヲ以テ……

明治十七年三月十日、此ヨリ先(十六年八月)大阪府下商藤田傳三郎等(二捨名)連署シテ舊釜石分局ノ運鑛路ニ布設セル鐵軌及汽關車其他付属品ヲ大阪堺間ノ鐵道ニ轉用スルノ希望ヲ以テ賣與……<sup>11)</sup>

等々が記録されている。

このように、官行釜石製鉄所廃止以後諸設備は、他で使えるものはことごとく外部に売り払われ、官行当時の欠損分の穴うめにされてしまったのである。

1880年(明13)11月に政府が出した「工場払下概則」によって、官営工場を民間に払下げするという方針も、条件が厳しく当初他の産業でも払下げを受けるものが少なく、この方針も1884年(明17)には廃止されている。その後、条件が緩和されたのを機会に各地の鉱山が民間経営に変っていったが、釜石鉱山ならびに製鉄所は、技術上の失敗から経営が行き止まったのを目のあたりに見せつけられているため、当時の大事業者であった渋沢栄一や古河市兵衛にしても見向きもしなかったのである。浅野総一郎が払下げを受けようとした際にも、この2人が浅野に注告を与えたという話も伝えられている。ところが、これらの大事業者たちが恐れをなして手を出そうとしなかった釜石鉱山に、意を決して払下げを受けようとするものが現われたのである。それは、1834年(天保5)遠州に生れ、若輩にして江戸に出て、鉄銅物問屋鉄屋喜兵衛の店の丁稚となり、後に独立して麻布飯倉に金物商を開き、薩摩藩の御用商人となった田中長兵衛がその人である。

田中長兵衛は、薩摩出身の西郷隆盛、伊藤院兼常、松木正義らと知友となり、陸海軍部隊の「御用達」商人として財を成し、麻布飯倉だけでなく、横須賀に支店をもつほどであった。田中長兵衛が釜石鉱山に手を出すきっかけとなったのは、釜石鉱山が官行廃止になった時、当時大蔵卿であった松方正義が、わが国の製鉄業の前途を憂い、田中長兵衛に払下げを受けるよう奨めたためといわれている。<sup>12)</sup>

田中長兵衛もけっして簡単に払下げを決意したわけではなく、息子である安太郎(後に二代日長兵衛を名のる)と横須賀支店長であり娘むこでもあった横山久太郎に釜石鉱山の調査を命じ、その調査に基づいて払下げを受ける決意をしたのである。安太郎は、英語・数学という新しい学問を身につけていた。そして釜石鉱山への調査後、ドイツのクルップ社に技術習得に出かけて帰朝した大河平才蔵のもとでヨーロッパにおける製鉄技術について学ぶとともに、わが国の古来からの製鉄法である「たたら」製鉄を調査するため、中国地方にまで出かけているのである。

一方横山久太郎は、釜石鉱山調査後、田中長兵衛が払下げを決意し、旧官行工場内の敷地1,000坪、残存鉄鉱石5,000トンの払下げを受けたのに対し、現地の管理責任者となり、職員の募集や工場の整備にとりかかったのである。

1882年に廃止が決定された釜石鉱山は、以上のような経過をへて、1885年再び製鉄業を開始する芽が出てきたのである。

## 5. 釜石田中製鉄所の発足

払下げを受けた敷地内でいよいよ操業の準備にとりかかったが、製鉄業にたずさわった経験者がほとんどなく、多難きわまる作業は目に見えていた。幸い現場の技術主任には、旧工部省時代に中小坂製鉄所で熔鉱炉操業にたずさわったことのある高橋亦助を迎い入れることができ、機械関係の技術主任にも村井源兵衛という経験者を雇い入れることができたのである。

しかし、操業を開始するに当って、旧釜石製鉄所で使用した25トン高炉は、どうにも手におえず、新たに小高炉を建設したのである。残念ながら、この時の高炉のスケールは定かでない。だが、「明治工業史」によれば

……新に日本式小高爐一基および大島式小高爐一基の建設に着手し……<sup>13)</sup>

とあるので、幕末に大島高任がわが国にはじめて洋式高炉を築いた時ぐらゐのスケールであったであろう。大島高任がヒュゲエンの「西洋鉄焔鑄造篇」に基づいて設計した高炉の高さが22尺、およそ

6m 強であった。1887年(明 20)に建設した炉がおよそ8m~9mとなっている。

ともかく1885年(明 18)に新たに建設した高炉によって操業を開始したのであるが、

…明治十八年一月工成り、製錬を開始したるも、吹入後二三日にして炉内冷風し、長きも五日間を持続すること能はず、吹入をなすこと十四回に及びしも、成功せず、悉く失敗に歸せり。<sup>14)</sup>

と報告されている。この際に使用された燃料は、コークスではなく、大島高任と同じく木炭を使用しているのである。にもかかわらず失敗の原因を当時の関係者は、

是等の失敗は、皆冷風使用の結果なるべきを思ひ<sup>15)</sup>

ということで、送風装置を改良し、冷風でなく熱風を送り込むようにしたのである。だが

漸く熱風を使用するに至りたるも、尚ほ、炉内の冷風を防ぐ能はず。

ということであった。しかし、銑鉄製造の追求は捨てず、種々改良を加え、とりわけ鉍石の選択をかえたときようやく出銑にこぎつけることができたのである。それまで良鉍とされていた鉍石を使用せず、貧鉍として捨てられていた鉍石を選鉍して炉に装入し成功に導いているのである。それまで良鉍として使われていた鉍石は、確かに鉄分は多いものであったが、硫化鉄、硫化銅も多く含まれており、製鉄にとっては条件が悪かったのである。このときの報告には、

種々改良を加え、吹入をなすこと四十九回、明治十九年十月十六日始めて成功し、

と記録している。熱風を使用するようになってからも約1年近くへており、その前にも1年位挑戦していたのであるから、成功までに2年近くをついやしているのである。

この成功によって田中長兵衛は、釜石鉍山に本腰を入れ、1887年(明 20)2月1日官行鉍山用地、製鉄用機械などの残存物一切の払下げを受けたのである。そして同年7月に、正式に釜石鉍山田中製鉄所を発足させたのである。

## 6. 炉の概要と操業

木炭を燃料とした高炉による製鉄に成功した田中製鉄所は、1887年(明 20)大橋と鈴子にさらに高炉を新造することとした。大橋の高炉は、第3高炉と呼ばれ、炉高が10m弱、炉腹2m強、内容積17.97m<sup>3</sup>となっている。そして鈴子に建てられた第4高炉は、大橋の第3高炉より多少スケールが大きく、炉高が11m強、炉腹も3m弱、湯溜りの幅も1mを越え、内容積も30.7m<sup>3</sup>あった。ところが、この第4高炉は、すぐに改良され、炉高、湯溜り部は、大橋の第3高炉とほとんど同じになり炉腹だけが大きいだけで、内容積も21.46m<sup>3</sup>と多少大きくなっているがほぼ同じスケールといえる。

1890年(明 23)には、大橋に第5高炉が新設され、この炉も前者とほぼ同様であるが、炉高だけが1m強高くなっており、内容積も25.55m<sup>3</sup>と多少スケールアップされている。

1891年(明 24)鈴子に第6高炉が設けられ、この炉は他の炉と違い、炉高は10m位であるが、炉腹も狭く、特に朝顔部分の容積が非常に小さくなっているのが特徴的である。内容積もおのずから狭くなり、14.55m<sup>3</sup>しかない。

また、栗橋にも1892年(明 25)に正確なスケールはわからないが、炉高11m強の高炉を建設している。

これらの炉は、前述したとおりすべて木炭高炉であり、送風器の動力には水車が用いられている。送風器はおおよそ高さ90cm、長さ1.2m、幅84cm、の木製のファイゴが使われ、熱風とするために、煉瓦造の室をつくり、その中に高炉の排ガスを引き、300°Cぐらいにし、冷水によって冷やされている羽口より送風するのである。

原料となる鉄鉍石は、あらかじめ焙焼され、焙焼時に石灰石を混ぜ、木炭とともに人力によって炉

頂に運ばれる。

これらの操業で消費される木炭は、銑鉄1トンをつくるために2トン内外を必要とした。そして、これらの炉の出銑は、1日4~5回行われ生子(なまこ)とされたのである。4~5回の出銑によって得られる銑鉄の量は、5トン内外であったという。しかし、栗橋の第7高炉は、以前に建てられた高炉とさほどスケールが変わらないように思えるが、1日10トンの良質銑鉄を出銑していた。

ところで、これらの高炉群の装置に関して野呂景義は、「本邦製鉄事業の過去及将来」<sup>16)</sup>の中で

當時余か最も不利益ないと感じたるは、木製送風機と横臥鐵管熱風爐との二者なり、木製送風機は漏風多きのみならず時々修繕を要し随て停風頻繁に亘り爐内の調子を損し、又横臥鐵管は高熱に耐へず、然るに釜石の鉾石は製鍊上比較的高熱度を要するをもって其破損甚しく五六十日にて取換を要せり。

と指摘している。この弱点は、

漸次改良せられ、送風機は鐵製と成り熱風爐は直立鐵管に改造せしを以て操業上大なる進歩を見るに至り、

ということであった。また、これらの改良により燃料消費に関しても野呂は、

銑一〇〇に付一六三万至二三一の木炭を要したるものが、一二六乃至一七二となり即ち二割二分乃至二割六分を減少せり、

として燃料消費量も一般に減少したことが記録されている。

このように釜石田中製鉄所は、木炭高炉によってようやく順調に出銑を続けるだけの力量を身に付けたのであるが、第4高炉が出来た1889年(明22)当時のわが国の鉄生産高と釜石の出銑量を比較してみると、釜石銑の占める比率は、すでに2割強になっているのである。釜石地域(大橋、鈴子等)で、3,880トンの生産をしたのに対し、全国では、17,098トン生産しており、釜石地域で22%生産していたのである。80%近くは、中国地方におけるわが国古来の砂鉄製鍊と広島での生産であった。

そして、釜石地域で生産された銑鉄は、当初なかなか確固たる需要にありつかなかったが、1890年(明23)に大阪砲兵工廠による「釜石銑と伊国のグレゴリーニ銑と比較試験報告」をもとにして、野呂景義が論文で次のように述べている。

海岸砲用各種鐵彈を該精製銑(釜石精製銑を云う)を以て鑄造するに、熟れも健渾適度を得たり且つ耐久力試験機をもって二十四顆堅鐵彈を破砕するに、第一回六米、第二回七米、第三回八米、の高さに逐次上昇して始めて、破砕し得た尤も七米の時は該彈圓壩部殆んど橢圓形を為せり、之をグレゴリーニ銑四米の高さにて破砕するに比すれば其耐久力の大なることを知るへし、以上製するところの各種堅鐵彈は、泉州大津川に於て鐵的に向ひて射撃試験を為したるに、其結果の良好なることグレゴリーニ銑鑄造のものに比し優劣あるを見ず、其製造價格の低廉なるは殆んど半に相當せり云々<sup>17)</sup>

としている。すなわち質的には、グレゴリーニ銑に劣ることなく同等のものとして認められ、しかも價格が安かったため、当然大阪砲兵工廠での使用が認められることになったのである。また、同工廠で釜石銑を平炉によって軟硬2種の鋼を製造し、クルップ製の軟鋼と、H.レミー社の硬鋼と比較試験を行った結果も優秀であることが実証されたのである。

## 7. 木炭高炉技術の確立

わが国における木炭高炉技術の確立は、1890年(明23)には確立していたといえる。この1890年というのは、釜石田中製鉄所の木炭銑を大阪砲兵工廠において、グレゴリーニ銑との比較



試験を行い、優秀であることが認められた年である。

これは、釜石田中製鉄所が1885年(明18)から試験的に木炭高炉による操業を開始してから5年を経過している。その間、どのようにして成功へ導き出したかが問題となる。官行釜石製鉄所の失敗について前述したとき、コークス高炉操業の失敗は、当時わが国における製鉄技術学の欠落を筆者は指摘した。

では、どのようにして製鉄技術学を身に付けたかが問題となる。ただ単に外国から製鉄技術に関する科学が輸入されたわけではなく、鉄をつくるという経験を積み重ねながら、その法則性すなわち科学を習得したということである。

一つは、大島高任以来の木炭を燃料とする方法に立ち返って、その経験を生かし、そして中小坂製鉄所で木炭高炉操業に参画した高橋亦助や、全国的に調査をした田中安太郎らの思考錯誤のくり返しによる所が大きい。それと同時に社会的に鉄の需要が高まり、高炉技術による製鉄が要求されるという条件にあったことである。

これらの条件で操業を行ない、彼らは木炭の供給量と高炉のスケール、炉型と出鉄量と質、鉍石の選び方、焙焼の仕方、煤容剤の使い方、送風の方法、木炭の形状などあらゆる点について法則性を求め、実行しているのである。これらの方法を確実に生産とむすびつけ、さらに社会的背景とあいまって技術は確立されていったのである。

官行釜石製鉄所の失敗と釜石田中製鉄所における木炭高炉技術の確立について検討してみると、技術発展の法則性の一例をかいつまむことができる。官行釜石製鉄所において、木炭高炉から操業を開始しながらも、木炭の不足からコークス高炉への移行を試みたが失敗し、高炉製鉄を放棄したのである。釜石田中製鉄所は、官行釜石製鉄所へ変って高炉操業を再開するに当たり、コークス高炉操業をめざす以前に、時代に逆行するようなかたちで木炭高炉操業からはじめた事に注目すべきである。技術学という学問の根付いていないところでは、経験のみにたよるしかなく、当時まだ高炉そのものの操業経験すらも浅く、コークス高炉より技術的制約の少ない木炭高炉からはじめるというのは、的をえたはなしである。官行釜石製鉄所時代に、木炭燃料からコークス燃料に移行しようとしたのは、木炭不足が大きな原因であった。西欧で木炭燃料からコークス燃料に移行するときも、確かに木炭の不足が大きな原因であったが、彼らは、木炭高炉によって高炉そのものの操業に習熟して木炭高炉技術を確立させていたからこそ、コークス高炉操業もなしえたのである。わが国においても、木炭高炉技術が確立すれば、コークス高炉へ移行するのが資源的にも当然である。しかし、木炭高炉技術が確立されないうちに、コークス高炉を導入するには、それなりの無理があるのは当然である。新しい技術を見出し、あるいは導入する際には、技術はもちろんのこと技術学も同時にかねそなえていなければ、その技術は技術として成り立ちえないのである。

そういう意味で、大島高任以来半世紀近くかかって、ようやく釜石田中製鉄所で木炭高炉技術が確立したということは、わが国にも近代製鉄技術を確立して行く、礎ができたともいえるのである。

## Summary

The author intends to clarify the establishment of modern iron making technology in Japan from the viewpoint of the history of technology.

In this paper, He indicates some causes of the failure of the Kamaishi Ironworks administered by the Meiji Government. The direct cause, He concludes, is attributed to the shortage of charcoal as the fuel. More generally the principal design of the

Kamaishi ironworks must be brought into question. That is, when the western technology was transferred, those who committed themselves to these works were unable to have a proper image about the system of iron making technology.

Since then, The ownership of the Kamaishi Ironworks was transferred to Chobei Tanaka by the Meiji Government. At the Kamaish-Tanaka Ironworks in the blast furnace charcoal was used as a fuel and the volume of the furnace grew smaller than before. The engineers of the Kamaish-Tanaka Ironworks derived some rules from knowledge and experience, and the technology of a charcoal blast furnace in Japa was established.

#### 参 考 文 献

- 1) 富士製鉄株式会社釜石製鉄所編「釜石製鉄所 70 年史」pp. 19-20 昭 30
- 2) 同上 pp. 20-21
- 3) 同上 pp. 22-23
- 4) 桑原 政「釜石鑛山景況報告」『工学叢誌』第 11 卷 明 15.9 pp. 539-540
- 5) 大蔵省編『工部省沿革報告』pp. 206-8 明 22
- 6) 三枝博音, 飯田賢一編『日本近代製鉄技術発達史』p. 45 昭 32
- 7) 杉山韓吉「釜石木炭製造概況」『工学叢誌』第 9 卷 明 15.7 前掲書 6) p. 50 より引用要約
- 8) 桑原 政「釜石鑛山景況報告」『工学叢誌』第 15 卷 pp. 10-11 明 16.1
- 9) 前掲書 5) pp. 327-329
- 10) 伊藤弥次郎「日本製鉄論(承前)」『工談雑誌』第 11 号 前掲書 6) pp. 65-66 より引用
- 11) 前掲書 10) pp. 327-329
- 12) 前掲書 1) p. 42
- 13) 工学会編『明治工業史』鉄鋼編 p. 89 昭 5
- 14) 同上 pp. 89-90
- 15) 同上
- 16) 野呂景義「本邦製鉄事業の過去及将来」『鉄と鋼』Vol. 1 No. 1 p. 13 大 14.3
- 17) 同上
- 18) 三枝博音「初期釜石製鉄所研究覚書(一)~(三)」『科学史研究』Vol. 1~3