



鉄の歴史 私見・鉄の歴史の周辺で-3

輪西高炉の成立と砂鉄

—鉄の前近代と近代の接点で—

The Relation between Wanisi BF and Sand Iron

佐藤 進

Susumu Satou

佐藤経営・技術コンサルタント事務所

1

本調査を始めた動機

北海道の室蘭製鉄所は、筆者が昭和27年(1952)から30年近く技術者生活を送った所である。この製鉄所のルーツである輪西高炉(輪西は室蘭製鉄所の旧名)の誕生には不明な点が多く、日本の鉄鋼業の初期を代表する釜石や八幡の高炉誕生の歴史がはっきりしているのとは対比的に、明治期の鉄鋼技術史にもほとんど取りあげられていないのが現状である。

輪西高炉は、明治の末期に北海道炭礦(こう)汽船KKのリストラの新規事業として創業されたが、製品銑鉄のユーザーとして想定していた呉の海軍工廠(しょう)との間で、砂鉄を使用した高炉操業の是非についての意見の相違が大きかった。結果的には北炭とイギリス、アームストロング社、ビッカース社との合弁で、製鋼を行う日本製鋼所の創業と並行して、輪西高炉の建設が進められることになった。明治40年(1907)日産50トンの溶銑炉の建設を始め、明治42年(1909)7月に操業にこぎつけた(図1)。原料は噴火湾周辺の砂鉄、北海道の褐鉄鉱を、コークスは北炭製のものを用了。操業は技術的には成功したが、コスト的に合わず約2ヶ月で操業を停止したと言われている。その後、この

高炉の経営主体は、大正期にかなり紆余曲折があった後、昭和初期の日鉄大合同を経て、戦後日鉄解体により富士製鉄に属し、再び新日鉄誕生によって現在の室蘭製鉄所に至っている。

このような輪西高炉の成立の状況は、昭和33年(1958)刊行された「室蘭製鉄所50年史」¹⁾にかなり詳しく書かれているが、社史なので、当時の情勢を含めて事実関係を忠実に書いているのだが、当時の周辺情勢を含めて事実そのものが複雑過ぎて、輪西高炉の生まれ出ずる真実が良く見えてこない憾みがあった。

そこで、関連する文献を集め、調べているうちに、ちょうど、50年史が編纂されていた昭和20年代の後半から30年代にかけて、輪西高炉の成立の調査に非常な情熱を傾けている一人の劇作家がおり、精力的に調べたことを知った²⁾。

その人は、有名な戯曲「火山灰地」の作者である札幌出身の久保栄である。彼は、劇作家として輪西高炉の生まれにまつわる北炭と海軍の鋭い対立、相克の中に、強いドラマ性を感じたようで、熱心に取材、調査を数年に亘って続け、これを題材にして「のぼり窯」³⁾という戯曲を書いているが、彼の自殺によって未完である。久保栄のことを知ったのは、北炭70年史⁴⁾の中の「付帯事業の追加整理」の項に載せてあった、次の小さいコラムからである。

井上専務と製鉄

顔にアバタがあり、かつその不敵の表情が印象をよぶので、「平家がに」とか「蟹甲(かいこう)将軍」とかあだなされた井上専務は、早くから砂鉄に着目して、これを高炉に利用する計画をめぐらせていた。埋蔵量の多い噴火湾岸の砂鉄鉱区は、すでに個人名義で押さえていたし、炉に混用できそうな虻田の褐鉄鉱も、横目ににらんでいた。それより何より、自社の追分コークスが良質なことは、業界に定評がある。鉄道国有による社線買上金、お

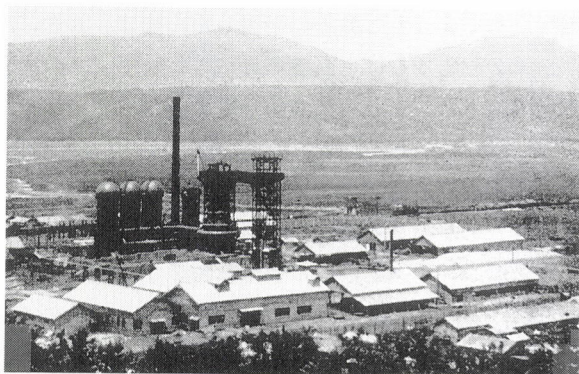


図1 輪西高炉(日産50t)の外観(1907)

出典：室蘭50年史¹⁾

よそ三千万円をつかんだ時、専務がその宿望を果たす絶好の機会が到来したと信じたのも無理はない。さっそく海軍省に出頭してみると、要路の人ことごとく反対であった。砂鉄、ことにチタニウムを含む塩基性砂鉄を用いる製鉄がどれほど失敗しやすいかということ、言葉をつくして説いて聞かせた。それにもかかわらず、井上は断固として所信をまげず、製鉄事業に邁進した。

どのみち砂鉄はバラのままでなく、固形の団鉱につくって炉に装入するわけだが、果たして団鉱は炉内の高圧に耐えず、くずれ散って通風を妨げ、またチタニウムがろくに分離もせずに湯(溶鉄)に残るため、炉底があがって何度も爆発の危険にさらされ、創業わずか二月で炉は吹き止めとなって、井上専務の失脚の誘因をつくった。(久保栄「白鳥と砂鉄」⁵⁾から)

彼の調査のポイントは、2つである。

- (イ) 輪西高炉の成立過程を北炭と海軍の鋭い対立、相克と捉えている。
- (ロ) 輪西高炉に使用された砂鉄の団鉱の作り方が、輪西高炉の技術的な成否の鍵を握っていると考え、この実態を追及していた。

「室蘭製鉄所50年史」による 輪西高炉誕生の概要

2.1 北海道炭礦鉄道株式会社の概貌

北海道炭礦鉄道株式会社は、明治22年、幌内・幾春別両鉱の採掘と、幌内から岩見沢・札幌を経て小樽手宮間、および幌内太・幾春別間の鉄道99.8キロの経営を主力として資本金650万円で創立された。

採掘は、その後明治24年に空知、夕張両鉱を加え、年間31万トンを生産し、鉄道は、明治25年、室蘭から岩見沢を経て空知太間、および夕張・空知両炭山支線を建設開通し、更に輸送の強化発展を図り、明治24年以降、船舶を購入して、海上輸送も同社で経営した。こうして、会社経営の主力である採炭と輸送面は拡充されていき、明治39年には、採炭額年産114万トンとなり、鉄道総延長は332キロ、船舶4隻を所有し、従業員も1万1,500名を擁していた。またこの間、同社では自給自足の計画を立て、①煉瓦、②コークス、③電灯ならびに精米、④造林、⑤製材など多種の附帯事業を経営した。

2.2 井上角五郎と製鉄

輪西高炉誕生の立役者井上角五郎は、明治26年5月、北海道炭礦鉄道株式会社へ常議員理事として入社した。

当時の北海道炭礦鉄道は、22年創業以来日が浅く、社基もまだ固まっておらず、加えて炭界の不況、そのほか内部的事情から、経営不振の時代であった。この社業の刷新発展の遂行を託された井上角五郎は、在任17年間、すべての困難を排除して、社業の隆盛はもちろん、北海道の開発、ひいては我が国の産業振興のために、多くの功績を残した。

しかも、彼ははやくから噴火湾沿岸の砂鉄鉱区および褐鉄鉱の鉱区を保有しており、好機を待っていた井上角五郎にとって、鉄道が国有となり、3千余万円の補償金が会社に入ったのは、まさに絶好の機会であった。

2.3 北海道炭礦汽船 製鉄業兼営を決定

明治39年3月、鉄道国有の法案が軍部の強力な主張も伴って、遂に議会通过し、北海道炭礦鉄道所有の鉄道も買収と決定された。会社は巨額の買収金を得ることになった。このときに備えて、明治34年4月、勇払郡安平村字追分の敷地4万坪に同社が建設したコークス製造工場は、翌年3月から製造販売を開始し、順調な生産をあげ、良好な品質が好評を博していた。

製鉄事業の計画は、一部の者には無謀とのそしりも受けた。しかし井上角五郎は、盟友雨宮敬次郎・田中平八郎等の協力を得て、不撓の意思を貫いた。

この雨宮の助けを受ける一方、井上角五郎は、彼の政治的地盤から、伊藤博文、松方正義らに奔走の結果、39年7月、呉鎮守府長官山内萬壽治中將による、噴火湾一帯の砂鉄鉱区と虻田・倶知安の鉱区の現場調査となった。すでに呉海軍工廠に対しては、所有鉱区の砂鉄分析を依頼してあったが、この調査の結果、山内中將は海軍大将山本権兵衛、海軍大臣斎藤實らと同席の上で「室蘭は位置、要害ともに兵器製造に適している。しかし、砂鉄製錬による製鉄業は、日本の現在の技術では不可能だから、むしろ製鋼事業をやってはどうか。製鋼をやるのであれば、英国アームストロング会社が、日本で事業を起す希望をもっているので、同社と提携してやったほうがよいと思う。海軍はできるだけ応援しよう」と井上に勧告した。彼は、事志に反したが、軍の勧告をむげに断るわけにもいかず、その後9月にアームストロング社東京在留社員エドワード・ホイールと会談、アームストロング社のほかにビッカース社も加えて、日英合併の製鋼事業を起こすことになったのである。こうしてできたのが、日本製鋼所である。しかし、井上角五郎は、自社製コークスと砂鉄による製鉄業を断念してはいなかった。

彼は、山陰地方における我が国古来のたたら吹きによる砂鉄製錬が優秀な鋼を作り、この鋼から世界に類例のない名刀が造られてきた事実にかんがみ、砂鉄製錬は必ずでき

るという信念を持っていた。ことに室蘭は、八幡製鉄所創設のとき、すでに絶好の位置を喧伝されており、日本製鋼所で使用する銑鉄を供給するためにも、むしろ一層製鉄所の建設が必要だと考えた。そこで銑鋼一貫作業による経営を企図し、かねて同社に招き、製鉄業について調査研究を実施させていた、もと八幡製鉄所の銑鉄科長だった江藤捨三に、特に砂鉄製錬についての研究を行わせた。

諸種の研究調査が進むにしたがって、自信のついてきた井上角五郎は、39年8月4日の株主総会において、製鉄業兼営の有利であることを説き、同年12月2日の株主総会では、鉄鋼製造の項目を追加する定款改正の決議に成功し、一方、井上角五郎個人名義となっていた鉦区権を、会社名義とすることの承認を得て、製鉄業兼営を決定した。

2.4 江藤捨三の研究

江藤捨三は、明治38年6月19日、北海道炭礦鉄道に入社した。彼は入社前、八幡製鉄所の銑鉄科長として、わが国最初の近代的大熔鉦炉(160トン)の建設と、歴史的火入れに参加しており、入社後製鉄に関する調査研究に従事した。

江藤捨三は、熔鉦炉の建設については、井上角五郎が最初に計画した20トン炉は、砂鉄熔解の熱量計算から、内部容積130立方メートルでは不十分なので、これを70立方メートル増加して50トン炉とすることにした。

特に、団鉦法による砂鉄の事前処理について苦心研究し、独特の固形砂鉄(砂鉄ブリケット)の製造に成功し、砂鉄混合使用による熔鉦炉操業可能の見通しを得るにいたった。

2.5 建設工事と製錬開始

問題の砂鉄製錬の見通しがつき、40年4月、胆振国室蘭郡輪西村の広漠たる湿潤地帯の一角に、室蘭製鉄所の最初の建設が始められた。当時の設備は、次のとおりである。

設備

熔鉦炉	鉄帶式	日産50トン	1基
送風機	コッケリル社製造複筒横臥凝汽式	400馬力	1基
熱風炉	カウパー式		3基
附属設備	工作場、鑄物場、分析所、砂鉄団鉦工場		

2.6 砂鉄製錬の成功

42年7月18日に高炉に火入れを行い、出銑は見事に成功し、8月1日には50トンを生産した。試験的作業としての砂鉄製錬は、主として八雲産砂鉄、道産褐鉄鉦、釜石産磁鉄鉦を混合使用して、2ヵ月間試製の結果、2,297トン(一日平均32トン強)の銑鉄を生産し、銑鉄試製は、予定の成績を収めることができた。

なお、翌年ロンドンで開催の日英博覧会において、北海道炭礦汽船の石炭、コークス、銑鉄は名誉大賞を受けており、砂鉄製錬が成功であったこと、その品質の優秀であったことを証明している。

2.7 作業休止

洋式熔鉦炉による我が国最初の砂鉄製錬は、一応技術的には成功した。しかし、この試製期間中の生産費は、銑鉄時価37円に対し70円を要した。約2倍の生産費である。これは、熔鉦炉が装入以前の選鉦、焼結などの操作に多額の経費を必要としたためで、技術的には成功したが、経済的には結局引き合わなかった。

附帯事業にすぎない製鉄業の継続は、北海道炭礦汽船にとっては重荷となってきた。また一方、砂鉄団鉦についても、ブリケット・マシーンは、なお不備な点があった。原料をスタンプで圧縮して、前方に突き落す際に破損しやすく、熔鉦炉に装入後も、炉内の高压に耐えられなかった。

9月3日、井上角五郎は、製鉄場の作業中止を命じた。

また、江藤場長の苦心の研究であった砂鉄とチタンの分離も、完全には行われず、3ないし15%チタンを含有するため、熔鉦炉作業中、炉底にペーアと称する粘性の大きい難溶解物が生じた。これが炉底に堆積して、連続的な作業を妨害するなど、諸種の原因が重なって、明治42年9月30日から向こう5ヵ月間の予定で操業を休止した。

「50年史」の補遺として



一砂鉄を原料とする高炉の是非をめぐる 海軍と北炭の対立

50年史の記述の中でのゴシックで示した部分について、検討する。まず当時の石炭、鉄鋼をめぐる情勢から見ていくことにする。

3.1 当時の石炭業、鉄鋼業、海軍工廠をとりまく情勢

明治近代化の原資として石炭は、生糸、お茶とならんでかけがえのないものであり、また近代化の進展とともに国内で需要が増大するエネルギー源であった。明治30年代は、国産石炭の黄金時代であったとも言える。20年代から大立坑の技術導入によって生産は急増し、30年代以降は製鉄用の石炭も出荷されるようになってきた。しかし、40年代に入ると、価格の下落、高騰の激しい変化が発生するようになり、これに満州撫順炭、中国かいらん炭の開発が追打ちをかけた。九州の三井鉦山は、大牟田にコークス、硫安、染料などの化学コンビナートを作り、輸出を自家消費に切り替えていった⁶⁾。

井上角五郎が、入社してからの北炭の出炭高の向上は目覚ましく、既に北海道石炭業の最大手に位置しており、鉄道の国有化によって豊富な資金を手にした北炭の製鉄進出も、九州の三井と同じような文脈の中にある。

次に、この時代の鉄の需要の状況について概観しよう。明治の近代化の柱の一つにヨーロッパの方式による製鉄の導入があったのは、あまりにも有名であるが、ことは明治政府が考えたようにはなかなか進まなかった。増大する国内需要の大部分は、輸入によってまかなわれ、一方、国産の鉄は明治20年代後半までたたら鉄に多くを依存していた。釜石の高炉鉄が、国産鉄で大きな地位をしめるのは明治30年頃であり、本格的にたたら鉄から脱却できるのは、明治30年代後半になって八幡製鉄の生産が軌道に乗ってからのことである。先発する釜石鉄は、陸軍の大坂砲兵工廠で当時製作されていた鑄鉄砲の原料として、輸入していたイタリーのグレゴリー鉄に匹敵する品質を持つと高く評価されていた。後発の北炭では、需要先として生産能力拡大の目覚ましい呉の海軍工廠に着目していた。

3.2 呉海軍工廠側の主張 — 砂鉄を原料とする高炉建設をやめ、アームストロング社と合併で製鋼を

3.2.1 広島鉄山の角炉、八幡高炉の操業成績

明治13年(1880)には莫大な投資をした日本最初の洋式の官営釜石製鉄所の操業が開始され、失敗に帰して明治16年には廃棄されてしまった。このような状況から、国内産の鉄源としては、従来からのたたら法の改善、改良が大いに期待された。このようなニーズにたいして、最も目覚ましい活躍をしたのは呉から比較的地理的に近い広島鉄山での黒田正暉による角炉の研究である⁷⁾。彼は、明治18年に工部大学冶金科を卒業以来、在来のたたら法の近代化を長期に追及して、高炉に似た角炉を開発し、一定の成果を収めた。角炉の外観は、図2に示すような、角型の高炉様の炉で、その上に煙突があり、下部に出鉄口と鉾滓流出口を持ち、両側面と後面の下部に羽口がある。この図では、判然としないが、原料装入口は、炉底から約4メートルの所にある。断面図によると、高炉と同様の朝顔部を持つ炉で、上部から炉内に装填された原料鉾が下部羽口よりの送風によって木炭で還元され、底部の湯溜に溶鉄となって滴下する構造であった。

この角炉の朝顔部は、約4メートルあり、従来のたたら炉の高さが、1.2メートル程度であることに比較すれば、炉高を高めるとともに操業の連続化を意図したものであることがわかる。角炉の操業は、ベースとしては、通風性の良いたたら滓を原料として使用し、その1基の年間生産量は、

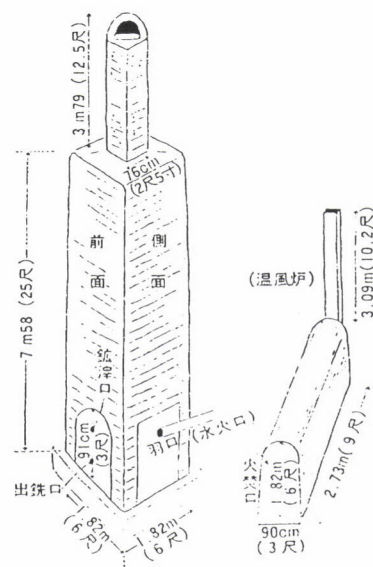


図2 角炉の外形図

出典：大橋周治 幕末明治製鉄論⁷⁾

表1 たたら、角炉、八幡高炉 操業データ比較

方式	原料	砂鉄使用比率(%)	炉の形式 高さ	還元剤	送風	炉材	炉内温度 (℃)	操業形態	生産量 t/D	操業時期
たたら	砂鉄(粒) (13t)	100	低床角形 高さ約1.2m	木炭 (13t)	冷風 (常温)	粘土	1200~ 1300	3日3晩 連続操業 一回毎築炉	1t/D未満 (2.5~ 3t/1回)	江戸時代~ 明治中期
角炉	たたら 滓塊	100%	角型高炉 高さ 約11.4m	木炭	温風	耐火 煉瓦	不明	約40日 連続稼働	1.3~1.4t t/D	明治中期 (1894~ 1895)
八幡 高炉	赤鉄鉱	0	高炉 高さ23m	コークス	熱風	耐火 煉瓦	1400~ 1600	連続稼働	130t/D	明治40年 (1907)

たたらは4~5倍であり、1日の出鉄量は、1.3~1.4トン程度で、平均40日程度の連続操業が可能であった。

このように、角炉はたたらの大幅な改善ではあったが、その成果は限定的と言わざるをえず、砂鉄の使用、真の連続化、大幅な生産性向上にはいたらなかった。たたら、角炉、八幡高炉の操業結果⁸⁾の比較を表1に示すが、八幡の高炉が軌道に乗った結果と比較する時、角炉の操業結果は低いものであった。呉の海軍工廠側は、これらのデータを強調したのであろう。一方、呉自身は、明治40年(1907)には、25トン、12トンの酸性平炉を増設して、ニッケル・クロム鋼装甲板の製造や単重100トンの砲身用鋼塊の製造など、着々兵器の国産化に成果を挙げつつあった⁹⁾。

このように見てくると、洋式の平炉の製鋼で、既にその高い生産性と品質について、相当な経験を積んだ呉の技術者から見れば、砂鉄という原料は洋式の製鉄技術にとって諸悪の根源のように写ったのであろう。

3.2.2 第2海軍工廠の予算問題、イギリス、アームストロング社の日本進出願望

明治維新後の政局が一応の安定を示し始めた明治18年以

表2 イギリスでの軍艦の建造と日本海軍工廠での能力増強経過

西暦 年月	明治 年	アームストロング関連造船所での日本軍艦の建造 軍艦名 種別	排水量	造船所	海軍工廠における製鋼能力の拡大
1882	15				東京築地の海軍兵器製造所 クルップ式のつば鋼
1885.3	18	浪速艦 防護巡洋艦	3,700	AMW	
1885.5		高千穂 防護巡洋艦	3,700	AMW	
1890	23				横須賀海軍造兵部 フランス式5トン酸性平炉
1892	25				呉海軍造兵部 シーメンス型3トン酸性平炉
1892.12		吉野 防護巡洋艦	4,180	AME	
1894.4	27	龍田 駆逐艦	920	AME	
1895	28				呉海軍造兵部 イギリス式3トン酸性平炉
1896.2	29	八島 戦艦	12,230	AME	
1897.5	30	高砂 防護巡洋艦	4,160	AME	
1897	30				呉海軍造船所 フランス式3トン酸性平炉
1898.3	31	浅間 装甲巡洋艦	9,700	AWE	
1898.7	31	常磐 装甲巡洋艦	9,700	AWE	
1898	31				呉海軍造船部 イギリス式12トン酸性平炉 呉海軍造船所 フランス式12トン酸性平炉
1899.6	32	初瀬 戦艦	14,967	AWE	
1899.9	32	出雲 装甲巡洋艦	9,733	AWE	
1900.3	33	磐手 装甲巡洋艦	9,733	AWE	
1903	36				呉海軍工廠製鋼部誕生
1905.3	38	鹿島 戦艦	16,400	AWE	
1907	40				呉海軍工廠 25トン、12トン酸性平炉 ニッケル・クロム鋼装甲板製造 単重100トンの砲身用鋼塊製造
1909	42				*日本製鋼所創立

注) AMW,AME,AWE:アームストロング関連造船所名

後、海軍は軍艦の増強に乗り出し、その頃の最新の仕様で設計が可能な、イギリス、アームストロング社に継続的に発注を始め、明治18年から38年にかけて表2に示すような多くの軍艦の建造を発注した¹⁰⁾。これらの軍艦は、日本海海戦での日本海軍の有力な戦力を形成していた。なお、ついでに、言及すれば、東郷元帥の乗っていた旗艦三笠は、アームストロング社とともに、合併を組んだピッカース社で製造されたものである。一方、国内での軍艦の国産化の努力もそれと平行して行われた。軍艦の艤装を担当する呉の海軍工廠では、やはり表2の右方に示したように、製鋼能力は年を追って増強されていった。しかし、実際には海軍のニーズはもっと大きく、第2海軍工廠の建設の要請も強かったが、一方では帝国議会側の軍事予算の増大の懸念も強く、その実現には数々の障害が予想される状況下にあった。日本国内の軍艦の造船、艤装能力のめざましい発展に注目していたイギリス、アームストロング社は、軍艦の日本国内での国産化は必至と見て、日本への進出を検討し始めていた。このような情勢の中で、鉄道の売却によって多額の資金を持ち、しかも砂鉄を原料として近代製鉄をやり

たいとの話をもって、呉の海軍工廠に接近してきた北炭は、海軍側にとっては葱を背負って飛び込んで来た鴨、そのものに見えたと思像される。

3.3 北炭側の主張—砂鉄を原料としても高炉操業は成功出来る

北炭側では、結果的には企業の創業の形態として海軍工廠側の意見を大幅に取り入れ、やむをえず、イギリス・アームストロング、ピッカース社との合併によって製鋼事業に乗り出すこととしたが、銑鉄のユーザーとしての海軍の地位は非常に北炭側にとって大きかったからである。しかし、砂鉄を主原料とする高炉の建設は、海軍側の大反対にも関わらず決して諦めたわけではなかった。だからこそ、海軍の欲する製鋼事業への参入と共に、併せて輪西高炉の建設に踏み切っている。彼等には、彼等なりの主張と準備があったからである。北炭側で砂鉄の研究をした江藤捨三の経歴をたどってみよう。

3.3.1 江藤捨三のキャリア¹¹⁾

江藤捨三は、明治28年(1895)に帝国大学工科大学の採鉱冶金学科を卒業して、政府から払い下げを受けて再建にとりかかった田中長兵衛の釜石製鉄所に就職している。江藤の恩師は、明治期の日本の鉄鋼技術の第一人者、野呂景義である。野呂は、この2年前、田中長兵衛に招かれて顧問となり、かつて工部省やイギリスの技術者たちがやった仕事を再検討し、失敗の技術的原因を解明して、新しい操業指針を作り、見事に高炉再建に成功した。江藤は、野呂の指示により釜石製鉄所に就職したのであろう。

八幡製鉄所の建設にむけて、製鉄事業調査会が発足した時、野呂がその委員となって技術的に主導した。いよいよ八幡製鉄所が動くに及んで、再度野呂の指示があつてか明治29年7月に八幡製鉄所に転じている。翌年3月、製鉄研究のためドイツに留学、2年の研鑽(さん)を積んで帰国、明治33年(1900)5月に八幡製鉄所の技師として製鉄部に勤務した。

八幡製鉄所に第一高炉(160トン)の最初の火入れは、明治34年2月5日である。ところが、この年の夏あたりから炉況は不調となり、翌年7月28日にはついに、高炉は吹き止めとなった。江藤が、第一高炉の歴史的火入れに参加したのはもちろんだが、当時すでにドイツ人技術者ハーゼと意見があわず、喧嘩別れも同然となって、早くも2月8日に工務部に勤務替えとなっている。八幡製鉄所の高炉の不調が、ドイツの設計の不完全と主任技師のハーゼの指導の欠陥によっていたことが、野呂景義たちの調査によって明らかになり、翌年4月にはハーゼは解約された。しかし、江

藤は、製鉄部にはもどらず7月には八幡製鉄所を退官している。それから4年間、江藤は浪人していた。その江藤を北炭と呼んだのは、ドイツ留学当時一緒だった北炭の西加二太で、明治38年(1905)6月に北炭に入社し、もっぱら製鉄についての調査研究をおこなった。

さて、井上角五郎が、大需要家として想定した呉の海軍工廠側と鋭く対立した点は、高炉による砂鉄精練の可否をめぐるものであったが、江藤はもとよりその困難なことは十分過ぎるほど承知していたであろう。それで江藤がとった対策は、砂鉄の団鉱化と砂鉄原料の使用割合の制限の2点であったと想像される。

3.3.2 砂鉄の団鉱化

明治の人たちは、洋式高炉の知識が広まるにつけて、伝統的なたたら製鉄法との生産性の違いに愕然とした。しかし、この国にある主要な製鉄原料は、釜石鉱山の他は砂鉄である。砂鉄を使い高炉法で鉄を作りたいとの願望は強く、ペリーが来た2年後の安政2年(1855)竹内保徳と武田斐三郎は、噴火湾の砂鉄を使用して製鉄をしようと北海道渡島地方の古武井(函館より東方約30キロメートル)に高さ約9メートルの高炉を建設したが、どうもうまく操業にはこぎつけなかったらしいということがわかっている。はっきりはしないが、細粒の砂鉄そのままを原料としたのでは多分風を送ることが出来なかったのではないかと、推測されている⁷⁾。

同じ北海道なので、江藤はこの情報も良く知っていたであろうし、広島鉄山における黒田正暉の角炉の研究については、海軍の指摘を待つまでもなく熟知していたと考える。ここでも、たたら滓による操業では、それなりの成績を得たが、滓と砂鉄の混合原料では操業に支障を来した結果になっている。このような情報から砂鉄の団鉱化は必須の条件であった。

50年史の製鉄部門の項に、後年、久保栄が数年かけて、見つけ出した砂鉄団鉱がマッチ箱と対比した写真があり(図3)、大きさは、横経105×縦経65×高さ45(mm)ぐらいの楕円柱状のもので、重量は約1kgである。一説には、江藤が砂鉄からチタン分を分離する技術に成功したとの説があるが、団鉱、砂鉄の成分も記載があり(表3)、TiO₂はそれぞれ8.60%、9.36%で、団鉱中の砂鉄含有量は85%なので、TiO₂は分離されていないと考えられる。

長谷川博士¹²⁾によれば、砂鉄、消石灰および少量の硅砂を水とともに厳密に粉碎しながら混合し、次に団鉱圧搾機に送り、楕円型鉄型に入れ、300～400kg/cm²の圧力により製団する。1時間に約1,000個を製造する。圧搾成形のままで、乾燥後破壊され易いので特別に作られた汽缶形の加熱



図3 砂鉄団鉱の外観 出典：室蘭50年史¹⁾

表3 噴火湾砂鉄、砂鉄団鉱の成分
出典：室蘭50年史¹⁾

表3-1 噴火湾砂鉄の成分

(単位 %)									
Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MnO	MgO	P	S	Cu	TiO ₂
55.68	9.66	2.00	1.68	1.49	4.21	0.369	0.022	0.150	9.360

表3-2 砂鉄団鉱の成分

(単位 %)							
T・Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	T・S	T・C	TiO ₂
50.91	9.24	2.51	3.41	2.23	0.133	0.498	8.60

(注) 昭和33年3月8日分析

室内で蒸気加熱する。175℃、8気圧の過熱蒸気を通して、密閉された高熱高压で10～12時間放置される。この間に、CaOは、水酸化状態、および一部硅酸化合物に変じうる。実際に石灰乳は、一種のセメント類似の硬化作用をするので、缶から取り出した後大気冷却で硬い団鉱がえられる。

仕上がり団鉱の硬度としては、ドイツの高炉での、使用原料として要求される常温で250kg以上、900℃で150kgを評価基準として好結果が得られたという。ただ、団鉱の周辺部は崩壊しやすかったという。

3.3.3 砂鉄団鉱の使用割合の低減

TiO₂を含む砂鉄を精錬して出来る溶滓は、粘着性が高いことは、たたらを経験、角炉の操業結果から知られていた。このような、操業トラブルを避けるため、江藤が取った方法は、使用原料の内の砂鉄の比率を低めることだったと想像される。たたらでは、鉄の原料として砂鉄は100%、角炉でもたたら滓は同じく100%であったが、輪西高炉では、使用した原料は、砂鉄3、虻田褐鉄鉱3、釜石鉱2、仙人鉱2の割合で、砂鉄の使用割合は、30%に過ぎない。江藤は、この程度の砂鉄の使用割合なら、TiO₂の害がそう小さくなく何とか行けると考えたのではなかろうか。

4 輪西高炉の操業結果をどう見るか —予測を越えた問題の発生

50年史の記載にも明らかなように、輪西高炉は操業間もなく炉底にベアーと称する粘性の大きい難溶解物が生成し、炉底に堆積して、連続的な操業が困難になり、操業開始からわずか、2ヵ月で吹き止めとなった。この操業では、江藤の予想を超えたトラブルが発生したのではないかと、想像される。

昭和30年代、40年代に、砂鉄の高炉原料としての使用限界が、実際操業面と理論面から室蘭製鉄所の現場と研究所で研究された^{13,14)}。

輪西高炉が操業された頃の砂鉄精練の情報は、たたら¹⁵⁾、角炉での操業によるものである。このような炉では、炉内温度は1,200~1,300度で、鉄は半熔融状態で、砂鉄中のTiO₂が還元され、溶鉄中に入ることはいわれており、また、砂鉄中の鉄分はFeOとなり、かなりの部分がスラグ中に入るため、その粘性を低下させるが、高炉中の条件ではその様相は大きく異なっている。即ち、スラグの組成中にはFeOは存在せず、かつ、炉内温度が1,400~1,500度と高く、かつ高度の還元雰囲気である高炉中では、TiO₂は全く異なる挙動を示し、この結果がチタン・ベアーという高粘度の堆積物を生成して、高炉操業を阻害すると言う。この点は、江藤の当時の知見を越えた、新しい問題の発生であり、高炉操業の致命傷になってしまった。この点こそ、輪西高炉操業の致命傷で、久保が考えていたような団鉱の粉化が主原因ではなかったと思われる。専門家の意見では、先に述べた団鉱の強度ならば、シャフト高さ10メートルの輪西高炉ならば大きな粉化はなかったのではないかという

意見である。なお、補足すれば、砂鉄団鉱と同じ割合で使用した褐鉄鉱は、10~20%程度の結晶水を含有しており、加熱すると200度付近で結晶水を放出するとともに、粉化するの砂鉄団鉱よりもむしろこのほうが、通風上のトラブルになったことも想像される。

5 輪西高炉 —鉄の前近代と近代の接点での出来事

嘉永6年(1853)、浦賀沖にアメリカ、ペリーの蒸気船が現れた。それ以後、日本人は一日も早く洋式の蒸気船、大砲、鉄を作りたいと狂奔した。この内、一番製造が困難だったのは、鉄であった。船と大砲は、基本的には加工で、図面と機械があれば、何とかあった。しかし、鉄の製造は、その原料が天然物であるので、鉱石、石炭の質の違いの影響が大きく、その差の克服に多くの時間とエネルギーが必要だったからである。鉄の場合には、世界に冠たる日本刀の素材であるたたら鉄が砂鉄を原料として、古代からこの国には伝統産業としての大きな地位を占めていた。ペリーの出現に前後する時代に、日本の各地で12基もの反射炉が、一度も現物を見たことのない人達によって、輸入本の翻訳図面を頼りに建造された。そこでは、たたら鉄が溶解され大砲の製造が試みられた。日本の前近代と近代の接点をここに見ることが出来よう。この試みは、失敗に終わっている、たたら鉄を原料とした大砲は、殆ど試射の際、その材料の不均一性のため破壊されてしまったという。

大橋周治は、その著「幕末明治製鉄論」⁷⁾の中で、日本の近代製鉄の導入過程を、図4のように示した。ヨーロッパで、200年以上掛かったその発展を、試行錯誤しながら、明

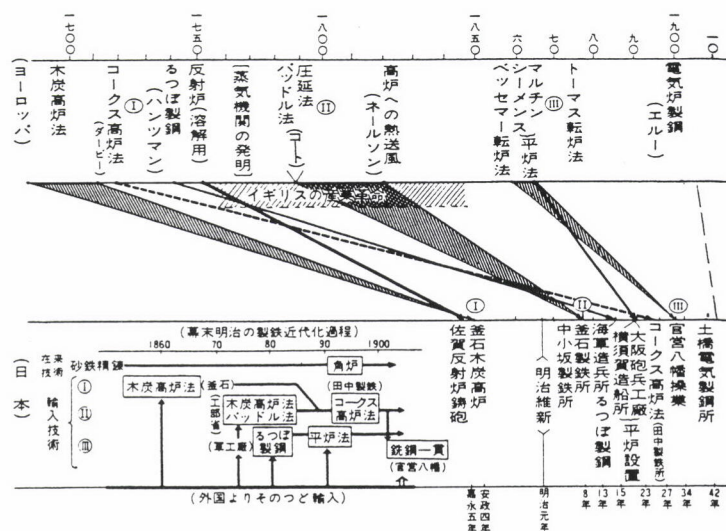


図4 近代製鉄技術の導入過程
出典：大橋周治 幕末明治製鉄論⁷⁾

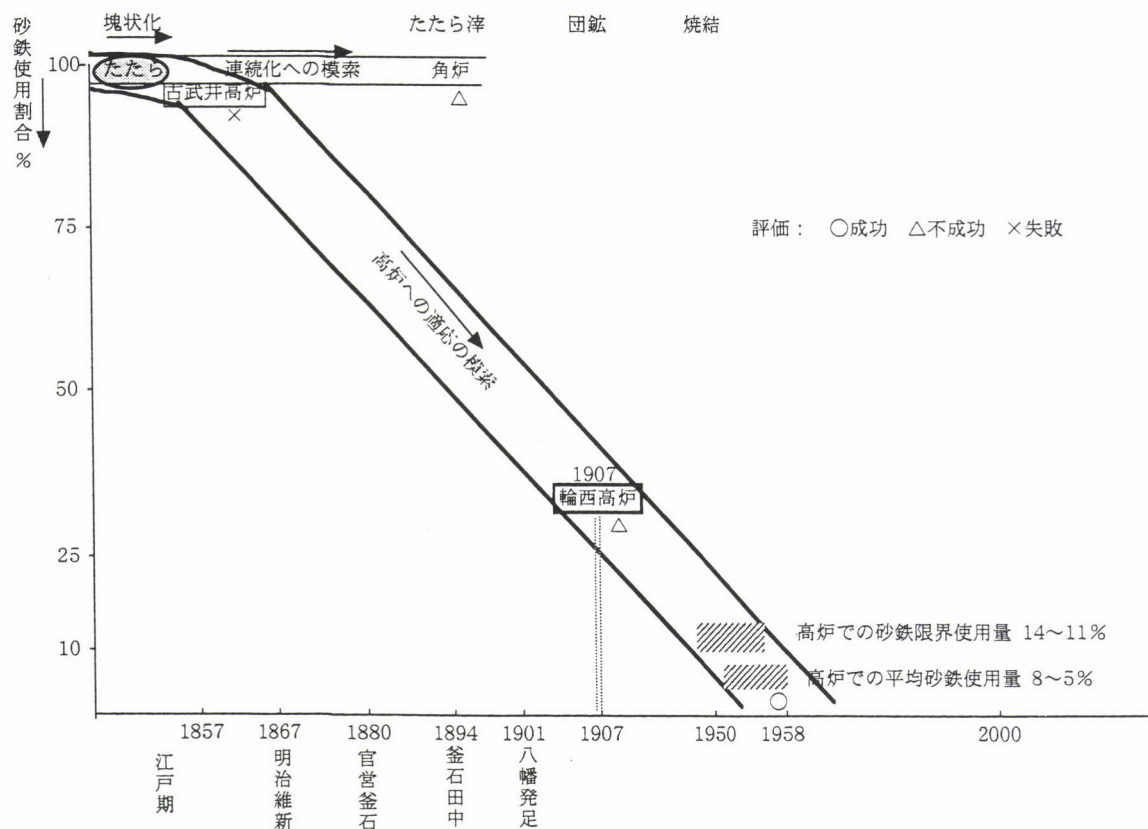


図5 砂鉄の連続生産への適応の模索

治の50年間にコンデンスして取り入れようとあがいた日本の姿である。この図の左下では、在来技術と輸入技術を示し、在来技術のたたらから角炉へ、また、輸入技術が複雑に錯綜しながら、最後には鉄鋼一貫へと収斂する様を描いている。この図では、在来技術と輸入技術の交絡は、描かれてはいないが、この国における伝統技術であるたたらの存在と鉄資源としての砂鉄の占める大きさを思うとき、両者の間に架橋し、この国の資源を活用し、輸入技術の持つ大幅な生産性と品質の向上が得られないかと考えるのはごく自然である。このような心情の下で図5に示すような、たたらの連続化への模索、もう一つはたたらの原料である砂鉄の高炉への適用の模索と言う一連の技術活動が営まれた。たたらからの連続化への模索の先に角炉が位置づけられ、高炉への適用の模索の先に道内の古武井高炉、そして輪西高炉が位置づけられよう。これらは、日本が、前近代から近代技術への移行に際してのごく自然な胎動の一つであった。近代高炉技術の中で、砂鉄が焼結によって塊状化され、高炉内での使用限界もはっきりして、製鉄原料として安定した位置を占めることが出来たのは昭和30年代で、輪西高炉の発足から、まだ40~50年近い歳月が必要であった。

参考文献

- 1) 室蘭製鉄所50年史, (1958)
- 2) 北野国彦: 久保栄氏の思い出, 久保栄全集 4, 月報 5, (1962)
- 3) 久保 栄: ロマン・のほり窯, 北方文芸刊行会, (1973)
- 4) 70年史, 北海道炭鉄汽船株式会社, (1958)
- 5) 久保 栄: 白鳥と砂鉄, 北海道新聞
- 6) 板橋守邦: 日本経済近代化の主役たち, 新潮社, (1990)
- 7) 大橋周治: 幕末明治製鉄論, アグネ, (1991)
- 8) 飯田賢一: 日本鉄鋼技術史, 東洋経済新報社, (1979)
- 9) 堀川一男, 小野寺真作: 旧陸海軍鉄鋼技術史の覚書 (1), 日本鉄鋼協会, (1992)
- 10) マリー・コンティヘルム: イギリスと日本, サイマル出版会, (1990)
- 11) 星野芳郎: のほり窯の素材について, 久保栄全集 4
- 12) 長谷川熊彦: 砂鉄, 技術書院, (1963)
- 13) 恵藤文二: 高炉炉床におけるチタンペアーの性状, 鉄鋼, (1964)
- 14) 奥野嘉雄: 炉底保護のための含チタン鉱石装入操業法の研究, 室蘭研究所報告, (1974)
- 15) 田口 勇: 鉄と化学, しょう華房, (1988)

(2000年6月1日受付)