

特集記事・2

欧州鉄鋼業の現状と将来

欧州鉄鋼業の歴史と日本鉄鋼業

—転炉を軸に—

竹谷仁宏

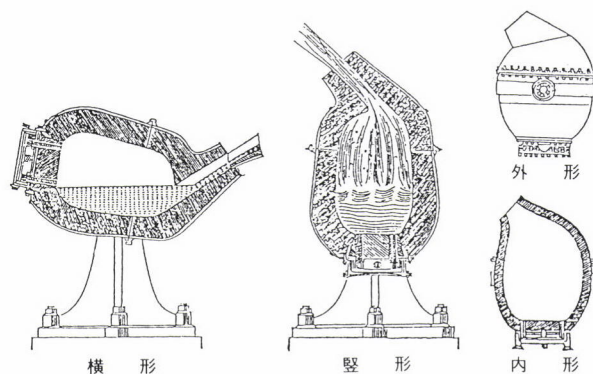
住友金属工業(株) 鋼管営業部長

Masahiro Takeya

How We Encountered European Steel

1 欧州鉄鋼業との出会い

右大臣岩倉具視を特命全権大使とする米欧使節団が横浜を船出し、サンフランシスコに向かったのは明治4年(1871年)11月12日であった¹⁾。米国から英・独・仏・露・伊等を巡り帰国が2年後の9月であり、副使として参議・木戸孝充、大蔵卿・大久保利通、工部大輔・伊藤博文等を帯同していることと言ひ、新政権中枢の考え難い長期間の留守であった。約50名の使節団が米国を横断した後、ボストン港からロンドンに到着したのは翌5年7月14日である。英国「鉄鋼業の盛んなること、我が一行の目を驚かせし所」と言わせただけに滞在中に一業種としては最も多くの工場見学を行った。使節団が最初に訪れたのはリバプール近郊のCreweにあったLondon and North Western Railway鉄道会社の工作所で、ベッセマー(Bessemer)転炉、軌条圧延、車輪鍛造工場を見学している。マンチェスターでは銃砲製作のJoseph Whitworth鋳鋼所、ニューキャッスルでは軍需の大会社Armstrong社を「言寡く温温たる老翁にて、容貌愚かなる70歳に近い」Sir William Armstrong(1810-1900)直々の案内で見学している。詳細を極めた記述がなされているのは「鋼鉄の名所」舌非力府(シェフィールド)で見学した「カメロ氏会社」であった。「この工場がいかに盛大かと言うと、広大な敷地に、大小の煙突が長短不揃いに天に向かって伸び、石炭の煙は墨をはね上げたように大空を駆け巡り、暴風大雨が今にも訪れようとする気配で、遠くから見ただけで、人々の肝を驚かし、今回の視察で見た製造所でこのような壮大なものはなかった(ドイツのKruppを除いては)」と記述されたCharles Cammell & Co.である。John Brown社に続いてシェフィールドでは2番目にベッセマー転炉を導入し、1861年に軌条の製造を開始していた。『米欧回覧実記』には多くの風景画が挿し絵として添付されている中で、唯一点挿入されているベッセマー転炉の図が



鼓風鐘之図

図1 ベッセマー転炉

目を引く²⁾(図1)。この使節団に工部省造船頭・肥田為良理事官の随員として鉦山助・大島高任(1826-1901)(当時46歳)が加わっていたことは余り知られていない³⁾。南部藩士の高任は安政4年(1858年)釜石に高さ6メートル強の洋式高炉を作り、砂鉄に代わる鉄鉦石から木炭を燃料とした鉄鉦製錬を我が国で初めて成功させていたのである。幕末の各藩による高炉、反射炉は外国人の教授によるものではなく、オランダ語の学術書U. Huguenin著『リエージュ国立鋳鉄砲製造所における鋳造法』(1826年)を底本とした書物からの知識で製作されたもので、南部藩侍医の家に生まれた高任は医学研究のために長崎で蘭学を学び、その翻訳に参加した一人であった。釜石の鉄鉦は水戸藩那珂湊の反射炉に送られ、鋳砲製造に供されたが、政治的理由で短期間で反射炉が廃止された後は、鋳銭に用いられていた⁴⁾。当時の我が国には砂鉄製錬以外に鉄鋼業と呼べるものは存在しなかった時代であったばかりでなく、製鋼革命が起こって間もない時期であっただけに書物にも記載のないことばかりで、大島にとって見るもの全てが驚きであったに違いなく、言葉では説明しきれないその驚嘆が唯一の挿図になったのであろうか。ここでは当時の高炉による生鉄(鉄鉦)、転炉

による熟鉄(鋼)、坩堝炉による鑄鋼製造、及び銅板、線材の圧延等を見学しているが、転炉の吹錬法の解説などを要を得て、余すところがない。

2 産業革命と鉄

ハーバード大学の歴史学者David Landesは19世紀最後の三分の一世紀を“The Age of Steel”と名付けたが⁵⁾、使節団が訪れたのはベッセマー転炉の導入によって始まった『鋼の時代』の初期の頃であった。これに先立つ産業革命の基礎を築いた『鉄の時代』(Iron Age)に簡単に触れておこう⁶⁾。

英国における木炭による最初の高炉は大陸の技術に基づき1490年代の中頃サセックス州ウィールドの森に作られたと言われる。鉄鉱石を木炭によって直接還元し、炭素含有量が低い鍛鉄あるいは錬鉄(wrought iron)、単純に言えば『鉄』を生産していた。加工性の優れた軟らかい鉄は再加熱とハンマーによる鍛造を繰り返すことによってさまざまな用途に加工されていた。

しかし、「18世紀初期には、イギリスの製鉄業は森林の急激な伐採から、やがて全滅に瀕する危険にさえ立ちいたっていた」と言うのは誇張であるが、ガラス製造、銅精錬に比して森林資源からの解放は製鉄業が一番遅れをとったのは事実であった。それは石炭の有害な硫黄分を除去する技術上の制約が大きかったからである。石炭・コークスによる高炉法はAbraham Darby Iにより1709年英国中部の町コールブルックデールで試みられ、漸く1750年代に確立した。現在は産業博物館となっているこの地を訪れたLandesは「火が燃え、鉱石が溶けてれんがに穴の空いた高炉の内部に立った時、自分自身が産業革命の胎内にいると思った」と語っている⁷⁾。水車に替わって蒸気機関による送風によって高炉は大型化し、森林と川に近接する立地上の制約から自由となった。1828年熱風吹き込みによる効率製鉄の発想がスコットランド人James Neilsenによってもたらされ、その後の高炉操業の基礎が出来上がった。次いで非鉄金属の溶解では17世紀末から用いられていた反射炉の導入が錬鉄の生産においても試みられるようになった。錬鉄の製造に際しては銑鉄の脱炭と石炭の硫黄分が入り込まないような間接加熱、コークス銑特有の珪素をいかに抜くかが鍵であった。錬鉄製造への石炭の導入はパドル(puddle)法と呼ばれ、1784年にHenry Cortによって実用化されたもので、石炭焚きの反射炉に装入され半溶融状態にある銑鉄とスラグを鉄棒で攪拌(puddling)することによって、約一日をかけて脱炭を進め、スポンジ状の錬鉄をおよそ50kg程度の球状にして炉より取り出し、ハンマーで鍛造して極力ス

ラグを除去する製造方法であった。主製品の軌条製造の場合はこの塊を幾つか溶接して、同じくCortが発明した蒸気機関を利用した溝型ロール圧延機で圧延を行っていた。人に頼る製造方法で品質が一定しない問題を有していた。また、攪拌労働は夏には炉に落ちて死ぬことが珍しいことではなかったと言われるほど筋力を要すると共に脱炭の進行程度を把握する経験を必要とする過酷な労働であった。彼らは産業革命の生んだ新たな熟練労働者であり、鉄鋼企業にとっては手強い交渉相手となったので、パドル法の機械化が幾度と無く試みられたが成功しなかった。

産業革命の過程では様々な表面精度を要求される機械部品、例えばシリンダーの需要が高まり、ヤスリ等金属加工用工具のために、錬鉄よりも硬い鋼の必要性が増していた。クエーカー教徒の時計商Benjamin Huntsmanは1740年代にシェフィールドでコークス焚き反射炉の高温に耐える土を見つけ、これから作られた坩堝内で錬鉄を滲炭した坩堝鋼(crucible steel、鑄鋼)を製造することに成功した。パドル鉄と坩堝鋼は大量生産と矛盾する要素を含んでいたが、産業革命を担い、その後も転炉、最終的には平炉によって駆逐される19世紀末まで欧州鉄鋼業の主要な製造方法として執拗に残存し続けることになる。

3 製鋼革命⁸⁾

Henry Bessemerは自ら発明した砲弾を発射する高性能砲身に適合する鑄鉄よりも強く、坩堝鋼よりも安い材料を求めていた。パドル鉄はスポンジ状で鑄込みに適さないために、鑄込みに適した錬鉄の製造を目指し、空気底吹き of 西洋梨形の転炉を発明する(1856年)。外部からの熱源なしに珪素、マンガンの自己燃焼によって約20分の吹錬で銑鉄を脱炭して鋼を製造する画期的な方法であったが、期待に反して銑鉄に含まれる燐を除去することが出来なかった。低温のパドル炉の鉄酸化物に富む炉材と違って、転炉の高温に耐える珪酸質の内張り耐火れんが材は酸性のスラグを形成して、燐の酸化物がスラグのなかに移行するのを妨げ、燐は再び鉄浴中に戻ってしまう。他方、燐と親和力のあるはずの石灰はより強く珪酸と反応するので炉壁が著しく損傷する。従って、ベッセマー転炉は燐を殆ど含まないが、熱分として大量に珪素を含む銑鉄以外精錬出来なかった。吹錬の過程で脆化の原因となる過酸化を避けるため、吹錬終了後にspiegeleisen(マンガン鉄)を加えて脱酸を行う過程で炭素が増加し、鋼の炭素分は0.2から0.6%であった。ベッセマー転炉の原料としては英国の低燐赤鉄鉱やスペインのBilbao鉱が主として用いられた。また、炭素分が高いために軟鋼の用途には適合せず、パドル鉄に替わって軌条

用に用いられることになる。岩倉使節団が最初に訪れたクルーのLNWR鉄道会社こそ、パドル鉄に較べ硬いベッセマー鋼レールの寿命がはるかに長いことを実証し、摩耗の大きい交通量の多い都市部の軌条をパドル鉄から奪う中心的役割を果たした製造所であった。安価なパドル鉄軌条は交通量の疎な米国の横断鉄道用に主として輸出されたが、米国の自給化によって次第に販路を失っていく。

平炉製鋼法は転炉製鋼法と異なり、パドル炉同様外部からの熱源を必要としたが、高温のためパドル炉と異なって装入原料は溶融状態になる。熱の供給源となる蓄熱室のアイデアはSiemens兄弟の一人Friedrichによってガラスと磁器製造のために発明された。兄のWilhelmがバーミングハムで銑鉄と鉄鉱石で精錬の実験を行っているときに、フランスではPierre Martinが銑鉄とスクラップから銅を作ろうとしていた。両者は共に成功し、銑鉄、スクラップ、鉄鉱石の適当な組み合わせによるSiemens-Martin法、或いは平炉法と呼ばれる銅の製造が1864年に実用化され、当初はベッセマー転炉と同様に酸性炉材を用いた酸性平炉であった。精錬に数時間を要したので、その間に成分を調整することが可能で高級鋼製造に適した。英国では1炉当たりの建設費が安いことから、社内で発生したくず鉄の処理用或いは中小企業を中心に坩堝鋼の代替として普及する。また、船舶用銅板は錬鉄から作られ、ベッセマー鋼は用いられていなかったが、鉄に較べ強度があり板厚を20%程度薄くできることに加え、1880年代に入るとコストの低下から、次第に平炉鋼は錬鉄を駆逐するに至る。折からの造船ブームとふりき素材として平炉の普及が一段と進展し、英国では1894年に転炉鋼生産を上回る。平炉は純酸素吹き込み転炉が第二次大戦後に実用化されるまで、米国、英国を中心に製鋼の王者として君臨することになる。

「ベッセマー転炉鋼で燐を除去出来る者は財をなすであろう」との言葉に刺激されて、1870年アマチュア研究者のSydney Thomas(1850-1885)は脱燐の研究に取り組むことになる。転炉の内張りを塩基性材料に替え、石灰を投入して脱燐に成功したのは1879年で、この特許の実施権を直ちに得たのはドイツのヘルデ連合とライン製鋼の二社であった。トーマス(Thomas)法の利点はベッセマー転炉の内張りを塩基性材料に替えることによって容易に転換することが出来たことである。しかし、自国の含燐鉄石の利用を目論んで開発したトーマス法は英国では殆ど普及することはなかった。

4 ドイツ鉄鋼業の発展

岩倉使節団が普仏戦争(1870-1年)に勝利して成立したば

かりのドイツ帝国の首都ベルリンを訪れ、宰相ビスマルク、戦略家モルトケとの会談を通して新興プロシアの国造りに感銘を受けたことは、後の我が国のドイツへの親近性、指向を醸成するに大いに与った。この会談に先立ちエッセンの職工2万人を要する「世界無双の大製造所の」Krupp社を見学したのは明治6年(1873年)3月8日であった。見学当時は7トンのベッセマー転炉6基と坩堝炉多数が存在した。『回覧実記』の記述はKruppの転炉が底吹きで座が取り外し可能なものであることや、ベッセマー銑としてスペインビルバオの低燐鉄鉱石を輸入していることに触れている。

この当時のドイツは短命に終わった自由貿易主義の時代にあった。1873年の関税法改正で銑鉄関税が廃止され、さらに1877年には大型鉄製品の関税が廃止されることになったが、農業団体、産業団体、帝国政府共に保護関税を求め、1879年新たな関税法が成立した。銑鉄には10マルク、レールには25マルク(従価で約20%)、小麦・ライ麦には10マルク(従価では10%以下、後に85年に30マルク、87年には50マルクに引き上げられた)が新たに設定された。

関税で国内市場を保護されたKruppを始めとする軌条メーカーは、カルテルによって国内価格を維持し、生産余力を輸出市場にダンピングしていた⁹⁾。ベッセマー転炉の時代にはスペインの低燐鉄石に依存していたこともあり、英国メーカーに比して銑鉄価格が高く、独メーカーは国際競争力を持っていなかった。こうした中でプロシヤ政府は国鉄の軌条の入札に際して、安価な英国メーカーに落札せず、国内メーカーに便益を与えていたので、国内価格をある程度高めに維持することが可能であった。加えて、1877-8年の極く短期間を除けば、従価で約20%程度の関税によって国内市場が保護されていたので、1876年から『レール共同体』と呼ばれる強固なカルテルを形成し、国内販売で利益を上げる一方で、限界費用を若干上回る価格で余剰能力は可能な限り輸出に当てていた。このような戦略によりドイツの軌条メーカーは英国メーカーに比して高い操業率を維持しつつ、輸出市場での英国の優位を次第に奪って行くのである。軌条カルテルは途中の休止期間はあるものの1914年まで継続する。カルテルは軌条以外の品種でも形成と崩壊を繰り返しつつ、1904年には27社の一貫メーカーによる多品種にわたる『製鋼連合』(Stahlwerksverband)が成立し、半製品、軌条、形鋼などのA製品については共同販売会社によって生産・販売、輸出を規制し、棒鋼、線材、銅板、銅管などのB製品については、その生産に要する粗鋼量の最高限度が各品種ごとに各企業に割り当てられることによって間接的に規制した。その後、B製品のカルテルは単圧メーカーの攻勢等で崩壊するが、A製品のカルテルは残ることになる。

ドイツ鉄鋼業の競争力に貢献したのはトーマス法の活用であった。普仏戦争で割譲されたアルザス、ロレーヌには燐分が高い貧鉄のミネット鉄が大量に埋蔵されていた。1879年ドイツでの特許実施権を得たヘルデ連合は予想外にもトーマスが想定した1.25%の倍に当たる燐分を含み、逆に熱源として1.5%は欲しいとした珪素を殆ど含まない鉄鉄の脱燐に成功する。また硫黄の除去にはマンガンを含む鉄鉄であることが望ましかった。この成功により81年に転炉4基を持つ製鋼工場を新設すると共に、日産100トンを超える高炉4基を建設した。これを契機にミネット鉄とスウェーデンの含燐鉄を基礎にトーマス法が隆盛を極めることになる。更にトーマス法では脱炭終了後に脱燐のための後吹きを行うので、酸性転炉に較べて炭素含有分が少なく、軟鋼を得ることが出来た。一方、高級な軟鋼を要求する造船業やぶりき製造業が未だ生育していなかったため平炉の普及は緩慢であった上に、未だ品質要求が厳しくなかったため、トーマス鋼は需要の多い線材や半製品としてパドル鉄の販路を奪い、漸く1890年に転炉・平炉の溶鋼がパドル鉄の生産量を上回るようになる。

5 英国鉄鋼業の衰退と米・独との角逐

粗鋼生産で1886年に先ず米国が、次いで1893年にドイツが英国を凌駕するに至る。これまで英国はその鉄鋼業の衰退について謂われのない非難を受けてきたのではなかろうか。例えば、企業家に進取の気風が欠如している、あるいは工業教育の遅れが衰退の原因と見なされて来た¹⁰⁾。日本が粗鋼生産で中国に抜かれたことの原因を両国の経済成長率の差以外に、精神・文化的側面にまで立ち入って分析する必要があるだろうか？ 英国が国際競争力を失ったのは、ドイツの保護関税とカルテルの下でのダンピングによってであり、生産コストでは遅れをとってはいなかった。英・独の鉄鋼業が共に垂直統合の遅れた多数の効率的ではない様々な企業形態を抱えた産業構造を形成していた点では優劣つけがたい状況にあったと言える。ドイツの保護関税とカルテル体質に対してはドイツ企業の収益性が低いことから、これに追従すべきとの意見は英国では起こらなかった。英独鉄鋼業の差が歴然とするのは第一次大戦後の合理化・再編の過程を通してであった。ここでは特に英国で発明されたトーマス転炉の導入がドイツに遅れたことが企業家精神の欠如の現れとして非難の対象となったことに触れておこう¹¹⁾。England中部に多量に存在する高燐の鉄石を使用すれば、大陸に対し価格競争力を失うことはなかったのではないかとの説である。トーマス転炉が大陸とは異なり、英国で主流になれなかったのは英国中部の鉄鉄

石は燐分が中途半端で、珪素と硫黄分が高くトーマス法には不適合で、安定した品質を維持することが出来なかったからである。珪素を減少させようとする硫黄分が高くなり、残存する珪素は鋼を硬化させ、硫黄の残留と共に期待したように造船材用の軟鋼を製造することは出来なかったのである。この鉄鉄石を用いて塩基性転炉を操業出来るようになるのはスラグ形成の理論が米国で解明される1920年以後であった。

英・独・米の鉄鋼業は19世紀から20世紀への移行期に経済発展の程度と資源の賦存に応じて異なった固有の型を形成することになる。技術的に経済的に一つの型に収斂することはなかった。即ち、米国では巨大な塩基性平炉による規模の利益を追求した巨大一貫メーカー間の協調システム、英では軌条を対象としたベッセマー転炉、造船材を対象とした酸性平炉による需要産業に密着した分散立地、独ではトーマス転炉に立脚し、保護関税とカルテルとダンピングの組み合わせと要約出来るであろう。我が国の鉄鋼業は今後の成長の段階で英国以外の型をどれか選択していくことになる。

6 八幡製鐵所の技術導入¹²⁾

官営八幡製鐵所成立直前の我が国で製鉄業と呼べるものは釜石鉄山田中製鐵所の高炉と陸海軍工廠における小規模な坩堝炉と平炉があったに過ぎない。

1891年(明治24年)松方正義首相の求めに応じて野呂景義工科大学教授が基調(『鉄業調』)を起草した海軍省所管の製鐵所建設案は藩閥政治と民党の政争に巻き込まれ、第2回帝国議会以降、次々に否決され、漸く日清戦争を契機に1895年(明治28年)の第9回帝国議会の承認を得て、翌1896年「農商務省製鐵所」として公布される。当時の鉄鋼需給を見ると、需要11万トンの80%強を輸入に頼っていたばかりでなく、国内産の8割強を砂鉄が供給する段階に過ぎなかった。八幡製鐵所をドイツ方式で建設することを決定したのは技監の大島道太郎で、その背景は1897年3月8日付け大島(在ベルリン)の山内堤雲初代製鐵所長官宛の書簡に現れている¹³⁾。

「世界の製鉄業の大体の観察を遂げ、遂に互いに協議して何れの地に於て吾々の計画を依托すべきやを研究したるに、吾人の多数は思らく、骸炭(コークス)製造及耐火煉瓦製造は独乙及ベルギーが最も進歩致し居り、熔鉄炉は疑もなく独乙国を推さざるべからず。又熔鋼工場は米国最も優良なる事を確め候。此等の事情に拘らず吾人は遂に左の事を決定致候。即ち我国の如き一つの材料も米国の如く多量に製造さるる事なき国に在りては、亦我国の如きロール工

場の要求が独乙国のものと甚だ相類似せる国に在っては、米国よりも寧ろ独乙に於て吾人工場の最も善き計画を得るに近からんと信ぜり」

大島が米国で見たのはAlexander HolleyがCarnegieのために設計した傑作ピッツバーグのEdgar Thompson製鉄所¹⁴⁾ (1875年操業開始)であっただろうか。とすれば、原料受け入れから製品出荷まで連続して流れるようなレイアウトを持つ現代的な製鉄所であり、当時の我が国には無縁な存在であったのは間違いない。大島見学時の新たな高炉操業技術、「hard driving」と呼ばれる高温、高圧による効率的な機械化操業は殆ど米国で開発されていたが、大陸欧州の高炉技術、コークス技術として上に挙げられているのはコークス製造の副産物の回収及び高炉ガス回収利用であったと思われる¹⁵⁾。

大島の進言通り、主要製鉄設備はドイツのGutehoffnungshütte (GHH) 社から購入し、ドイツ人技師三人および職工十数人の技術指導をうけ、1901年(明治34年)2月の第一溶鉱炉(能力165トン/日)の点火により呱呱の声をあげた官営八幡製鐵所は5月に塩基性平炉(25トン炉4基)、11月にベッセマー転炉(10トン炉2基)の操業を開始した。この間に薄板、中形両圧延工場、小形工場、レール工場も操業を次々に開始した。創業当初の生産計画目標は鉄鉄12万トン、鋼材9万トンであった。塩基性転炉ではなく、酸性転炉を選択したのは東洋には相当量の燐を含んだ鉄鉱石が得られないと理解したからであった。だが、時の議会で大問題となるほど操業は順調とはいえないものであった。

7 戦間期の独・英鉄鋼業の合理化

第一次と第二次大戦間期の英・独鉄鋼業の再編、合理化の取り組みの違いが、1980年代後半の英鉄鋼公社の民営化までの両国鉄鋼業の競争力格差を生み出す遠因となった。ドイツは敗戦によりアルザス、ローレンを失い、鉄鉄能力は半減する。戦後の混乱の収束に伴い、戦前からの課題であった再編がAugust Thyssen等の首唱によって企業統合の形で精力的に進められ、1926年Vereinigte Stahlwerke AG (VSt連合鉄鋼会社、Kruppのおよそ4倍の資産規模を持つ巨大会社)が成立する。統合に参加した会社は資産を提供し、VStの株式を与えられ、上工程を原料立地のライン河周辺に集約すると共に、内陸部の製造所は付加価値の高い製品ミルに特化するなどの集約を図る一方で、主力製鉄所の増強を図った。これらの重複設備の廃却及び合理化に必要な1億ドルを上回る資金はニューヨークの投資銀行

Dillon, Reedの引き受けによって米国で調達された。興味深いのはこの再編成過程では政府もドイツの国内銀行も積極的な役割を果たさず、鉄鋼企業の独自の行動がVStを成立させたことである。この結果、新たに成立したVStとこれには当初より加わらなかったKrupp, Hoesch, Mannesmann, GHH, Kloecknerも各々米国資金等で合理化を図り、これら6社の寡占体制が成立するに至った¹⁶⁾。

一方、英国鉄鋼業においても合理化が課題となったが、1920代は“The Black Decade”と呼ばれる衰退の時代となった。地域の産業と密着し、分散立地する産業構造の下では全国的な再編の核となる企業が存在しない上に、社会政策的な配慮に力点をおく労働党とその国有化的な動きを阻止し、自らの描いた地域産業のあり方に固執する中央銀行の確執から再編は一向に進まなかった。むしろ、合理化効果の期待できない企業間での合併が強制される弊害や、競合メーカーの吸収により成長した鋼管メーカーStewarts & Lloydsの英国中部Corbyでの塩基性転炉による上工程進出¹⁷⁾を政府、中央銀行が一致して阻止する挙に出る等、保守的な産業政策が目立つことになる。上位10社の粗鋼シェアは1920年の57.5%から1929年の57.2%とほとんど変化していない。

8 欧州からの技術導入

8.1 我が国におけるトーマス転炉の導入

第一次世界大戦半ばまではドイツ技術の導入が続くが、対独宣戦布告もあり、第36回帝国議会(1915年)で成立した艦齢8年未満の戦艦8隻、巡洋艦8隻を主要戦力とする「88艦隊」用の鋼板製造を目的とした八幡製鐵所第二厚板工場の機械設備が米国から輸入されて以降、我が国は米国の技術に依存することになる。米国依存は第二次大戦後の合理化の時代まで続くことになるが、一つの例外があった。

八幡のベッセマー転炉は昭和2年に休止された。これは中国大冶或いは朝鮮、更にはマラヤ・ジョホール産鉄鉱石に依存するようになると低燐のベッセマー鉄を確保することが困難なうえ、平炉に比べて製鋼歩留りが10%も低いためであった。この後はわが国では平炉のみが操業されていた。第二次世界大戦前の日本では高炉鉄/鋼比率が著しく低く、満州事変後の需要増大は平炉に装入する100万tの鉄鉄、250万tのくず鉄の輸入によって充足される状態にあった。日本鋼管の今泉嘉一郎(1867-1941)*は外国に依存するくず鉄偏重の是正とトーマス燐肥製造の観点からトーマス転炉導入の必要性をかねがね公にしていたが、受け入

* 今泉は農商務省に入り1894-96年独に留学、ヘルデ連合でトーマス転炉を研究した後、八幡製鐵所の初代製鋼部長、主席勅任技師を経て、1912年日本鋼管設立に参画し、長く取締役技師長を勤めた。なお、「転炉」、「平炉」は八幡製鐵所開所時に今泉によって命名された¹⁸⁾。

れられるところとはならなかったので、自社で採用する以外ないとして、役員会に提案し承認を得る。昭和11年(1936年)Demag社に20 t 転炉 3 基他機械一式を発注すると共にドイツ人技師、職長の派遣を受け、昭和13年稼働を開始し、その後増産要望に応じて2基増設されて計5基となった。併せてトーマス銑のために高炉2基を建設した。燐分の不足を補うために燐鉱石を高炉に配合してトーマス銑を得る日本式トーマス法であった。対米関係の悪化から昭和15年(1940年)10月くず鉄の80%を依存する米国がくず鉄の対日禁輸を行ったので、平炉に比してトーマス転炉の生産は着実に増加し、1942年で見ると日本鋼管では粗鋼比率は33%に達したが、全国では5%に過ぎなかった。日本鋼管のトーマス転炉は戦況悪化の下で昭和20年6月閉鎖された。戦後日本鋼管はトーマス法を昭和24年再開し、操業改善のために1951年欧州に調査団を派遣したことが、LD転炉導入の契機となった。

8.2 LD転炉法の導入¹⁸⁾

転炉鋼の窒素含有量と脆性の因果関係が解明されたのは1920年代に入ってからであり、また酸素の工業的利用が可能となったのもこの時期であった。底吹き酸素富化製鋼はさまざま行われていたが、純酸素上吹転炉法はベルリン工科大学のDr. Durrerらによって1929年に実験が開始された。戦争により中断し、博士のスイスへの移住に伴い、戦後スイス、独、オーストリアの関係者間で種々の実験が行われ、オーストリア リンツのVoest社の2 t 小形実験炉で1949年6月に上吹でノズルと鋼浴とに距離を置く吹錬の有効性を確認した。この方法をLD法と名付け、その特許は1950年出願され、1952年にリンツに世界最初の30 t 商業炉が、続いて1953年にドナビッツのAlpine社に第2号30 t 炉が完成し、LD転炉の時代が明けた。関係者の特許権は1952年BOT社(Brassert Oxygen Technik AG)に集中したが、1956年Voest社がBOT社を買収した。1951年日本鋼管の調査団が建設中の両工場を訪問し、大いに興味を持つに至った。八幡製鐵でも1954年から横吹、後に、上吹酸素転炉の実験を開始し、好結果が得られる見通しがつき、1955年5月にBOT社と技術導入の交渉を開始した。日本鋼管も6月にAlpine社との間で交渉を行い、general licenseeとして一括140万ドル支払い(日本のLD生産量を120万tと見て、\$1/tonのlicense feeと実習費20万ドル)の条件を提示された。八幡製鐵の条件はpiece royaltyの条件であったので、通産省が調停に入り、独占実施権は日本鋼管が有し、八幡製鐵は日本鋼管から再実施権を得る形で決着した。我が国最初のLD転炉として1957年9月八幡製鐵洞岡第五製鋼工場の50 t 転炉が操業を開始した。各社は競って転炉の新設

にあたり、転炉鋼生産は平炉鋼生産を1964年には上回るに至った。

8.3 連続鑄造法の導入

連続鑄造法の歴史はBessemerが1857年に水冷ロール間に溶鋼を注入し板を作る特許を取得した時にさかのぼるが、現在の連続鑄造法の基礎となる特許は1930年代に銅合金、アルミニウム合金などの分野で連続鑄造方式を実用化していたJunghansにより1947年取得された。我が国での本格的な連続鑄造法の始まりは住友金属工業が1954年Junghansの協力者であったRossiが設立したConcast Co. Ltdと代理店契約を結び、1955年4月大阪製鋼所に1ストランドのピレット連鑄機を完成、試験操業を開始したときである。その後、ステンレス鋼への応用を経て、1960年代の大型スラブ連鑄機の実用化によりLD転炉—連続鑄造法プロセスは我が国鉄鋼業に不動の位置を占め、その発展の基礎を築くに至ったのである。

参考文献

- 1) 久米邦武編：米欧回覧実記，明治8年刊，岩波文庫，全五冊(1978-9)
- 2) 同上書(二)，303.
- 3) 田中 彰：岩倉使節団，講談社現代新書，(1977)，17.
- 4) 飯田賢一：日本鉄鋼技術史論，三一書房，(1973)
下川義雄：日本鉄鋼技術史，アグネ技術センター，(1989)
- 5) D. Landes：The Unbound Prometheus, Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present, Cambridge, (1969)，249.
- 6) J. R. Harris：The British Iron Industry 1700-1850, Macmillan, (1988)
- 7) D. Landes：The Wealth and Poverty of Nations, Abacus, (1998)，189.
- 8) 中沢護人：ヨーロッパ鋼の世紀，東洋経済，(1987)
- 9) U. Wengenroth：Enterprise and Technology, German and British steel industries 1865-1895, Cambridge, (1994)，第4章
- 10) B. Elbaum and W. Lazonick：The Decline of the British Economy, Oxford, (1986)
- 11) D. Burn：The Economic History of Steelmaking 1867-1939, Cambridge, (1940)
- 12) 飯田：前掲書
- 13) 同上書，226.
- 14) そのlayoutはA. D. Chandler, Jr：The Visible Hand,

- The Managerial Revolution in American Business, Harvard, (1977), 264. に見ることが出来る。
- 15) J. C. Carr and W. Taplin : History of the British Steel Industry, Oxford, (1962), 208.
- 16) A. D. Chandler, Jr. : Scale and Scope, Dynamics of Industrial Capitalism, Harvard, (1990), 第14章
- 17) S. Tolliday : Business, Banking, and Politics, Case of British Steel, 1918-1939, Harvard, (1987)
- 18) 飯田 : 前掲書, 298.
- 19) わが国における酸素製鋼法の歴史, 日本鉄鋼協会編, (1982)
- (1999年 8 月18日 受付)