



鉄の歴史

中国各時代の製鉄の変遷とその背景

A Brief History on Chinese Iron and Steelmaking Characterized with Dynasties

車 伝仁
Che Chuan-ren

中国東北大学 鋼鉄冶金系 教授

1 はじめに

金属の製錬と工具の利用は人類の蒙昧より文明に至る転換点であり、さらに、鉄器の利用は人類文明の重大な進歩である。一般的に言えば、国運はその国の鉄鋼の生産高と技術レベルに密接に関係している。中国は世界で最も早く溶鉱炉によって銑鉄の生産を開始した国である。中国の製鉄技術は紀元前700年頃の春秋時代より16世紀頃の明朝にかけて、常に世界をリードしていた。16世紀以降は、封建制度の束縛をはじめとする種々の要因で徐々に技術的に立ち遅れてしまった。このような中国の鉄の発展史は世界的に有名なベックの「鉄の歴史」においてもほとんど記されていない。そこで、近代の世界の鉄鋼界をリードする日本の鉄鋼技術者に、是非、隣国中国の鉄の歴史の片鱗なりとも知って貰いたいと考え、拙文を供する事とした。

本報告では中国の各歴史時期における製鉄の発展状況を簡単に紹介するとともに、直近400年の間に中国の鉄鋼技術が立ち遅れた原因について私見を述べてみたい。

2 歴代王朝における製鉄の発展状況

2.1 春秋戦国時代(紀元前770～紀元前220年)の製鉄

考古学的発掘によって明らかにされたように、1万9千年前に、既に中国周口店(北京の郊外)の“山頂洞人”は赤鉄鉱の粉を赤褐色の顔料として装身具の上に塗りつけたり、埋葬時の死体の廻りに撒いていた。これは人類が天然鉱物を利用しだした端緒と認められている¹⁾。中国で出土した最古の鉄器は商代遺跡(紀元前13世紀頃)から発見された鉄の刃先が付いた銅鉞であるが、総合的、科学的調査結果から、刃先は隕鉄が加熱・鍛造されたものであり、したがって、この時代に既に製鉄が行われていたと認めることは出来ない²⁾。

中国では、鉄鉱石を原料とした製鉄は春秋時代中期の終わ

り頃、即ち、紀元前6、7世紀の頃に始まり、かつ春秋・戦国の間に鉄器時代に突入したと考えられている。その頃に書かれた《管子》という著作の中に、斉国の政治家管仲(?～紀元前654)の次の話が記載されている。大体の意味は、もし百姓に鉄製の耒(鋤)、耜(鋤の柄と刃)、銚(鍋、釜)などの農具がなく、家庭の主婦に針と剪(はさみ)がなく、車を製造する職人に斧、鋸などの道具がなければ、彼らは仕事を順調に行うことは出来ない(《管子・輕重篇》)。このことは、当時“斉”という侯国では普通の庶民にとって、鉄器がかなり重要になっていたと見る事が出来る。他の侯国の状況も大体同じであったと考えられる。

“鉄”という漢字が最も早く現れた古籍は《左伝》である。《左伝》によれば紀元前513年に晋という侯国の二人の将校が兵士を率いて城を築くときに、都中の民衆から鉄を徴収して刑鼎(罪人を煮殺すのに用いた刑具)を鑄造した(《左伝・昭公二十九年》)。鉄を軍への賦税として城域内で徴収したことは、その当時既に鉄が民間で広範に存在していたことを示している。

中国で鉄器が使用され始めたのはヨーロッパよりかなり遅かったが、いったん使用され始めると、たちまち量的にも、質的にも世界の先頭を切る地位を占めることとなった。紀元前7、8世紀のヨーロッパでは、鉄はまだ貴重な金属と見なされていた。ホメロス(Homeros; 紀元前8～9世紀頃のギリシャの盲目詩人)の長詩“イリアド”(Iliad)の中には次のような描写がある;「角力試合の優勝者に対して三つ足の鉄釜を褒賞として与える」。この頃、鉄釜一個の価値は牛12頭あるいは女奴3人に相当していた。一方中国では、これよりやや後の時期ではあるが、《国語》という古籍に、上述した管仲の話が記載されている。その大体の意味は「劍戟は美金(銅)で冶鑄³⁾し、鋤と斧などの道具は悪金(鉄)で作る」。鉄が卑下する意味の“悪金”と称されていることこそ、鉄が既に貴重な金属ではなくなっている証拠である。その他に、

これと大体同じ時期の古籍《孟子》の中に、鉄に関する次のような文章が記されている。ある日、孟子は小さな諸侯の許子に『君の国では鉄製の農具で耕作しますか』と問うた（《孟子・滕文公》）。もう一つの例を挙げれば、《呂氏春秋》という古籍の中に、ある一騎当千の勇士が「身に鉄の甲冑を纏い、手には兵器として鉄棒を持つ」格好をしていたことを記述している。とにかく、上述の通り、この当時の中国では農具や日用の諸器に既に鉄が盛んに活用されていたのに対し、兵器はなお鉄と銅が併用されていた³⁾。

中国の製鉄発祥地がどこかについては今日なお、定説はない。一部の学者は春秋時代の楚（大抵現在の湖北・湖南省）であろうと推論している。その理由は、中国古代の製鉄技術が製銅技術の延長線上にあると見なされており、楚には銅鉄共生鉱が多量に存することによる。これを裏付けるかのように最近、湖北省銅緑山の春秋時代の製鉄遺跡から大量の銅器と鉄器が発見された。また、一部の学者は東方の斉と考えている。その理由は、古籍の中の製鉄に関する記事は斉が最も多く、かつ、その後あまり遠くない時代の前漢で中国全土に鉄官を設置したとき、その三割近くが今の山東省（古代の斉国）にあったことによる。

製鉄が開始された直後から、社会はかつて見ないスピードで進歩し始めた。出土した器具と古籍から判断すれば、戦国時代初期には鉄製農具と兵器はまだ少なく、戦国中期以降、鉄製農具が大面積の耕作に用いられた。戦国晩期には南方の楚・呉と北方の斉・趙・韓・燕が高度に発達した製鉄業を持っていた。仮に、現在の行政区画で考えると、北方の遼寧省から西部の四川、陝西諸省に至っており、鉄の製錬はほとんど中国全土に普及していた。有名な古籍《山海経》の中に「天下の製鉄基地は39ヶ所がある」と書き記されている（《山海経・蔵山経》）。これら基地の具体的な位置は種々の考証を経て、なんと17ヶ所も発見され（陝西省7、河南省6、山西省2、湖北1、湖南省1ヶ所）、古籍の記載が虚構ではないことが判明した。《山海経》の内の「山経」は戦国時期の著作で、中国で最も古く、系統的に山岳、地理、鉱産物を記述した文献である。この本には多種類の鉱物の産地が記述されており、世界でも最も古い鉱産に関する文献であるかもしれない¹⁾。ついでに付言すれば、近代中国の有名な鉄鉱石産地である鞍山では戦国時代より既に鉄鉱石の採掘と冶鑄が行われていた。

2.2 秦漢時代（紀元前221～紀元220年）の製鉄

秦はもともと周代の侯国の一つであったが、後に中国を統一した最初の帝国である。漢は秦に続く中国の統一王朝であ

る。長安を都とした漢を前漢または西漢、洛陽に再建された漢を後漢または東漢という。

秦は始皇帝が天下を統一した後、製鉄については官営政策を採った。すなわち、産地に鉄官を置いて税金を徴収した。前漢はこの制度を踏襲したが、地方における製鉄の実権はほとんど豪族に掌管されていた。鉄税の増収を図るとともに、豪族を抑えるために、漢の武帝は元狩10年（紀元前119年）塩鉄官営を布告し、中国全土の49ヶ所に鉄官を任命した（余談だが、著名な歴史家司馬遷の先祖は鉄官である）。その分布は現在の山東省に12ヶ所、江蘇省に7ヶ所、河南、陝西両省にそれぞれ6ヶ所、河北省と山西省に各5ヶ所、四川省3ヶ所、北京、遼寧、安徽、湖南、甘肅にそれぞれ1ヶ所である。この配置を見れば、主な鉱産地と冶鑄業はやはり戦国晩期に栄えた楚・呉・斉・趙・韓・燕の6国に分散している。長江以南では桂陽郡（今の湖南省）にしかない。その頃の主な製鉄基地は今の河南省鞏県鉄生溝と河南省鄭州市古滎鎮などである。後漢の頃には、鉄官は34ヶ所に設置されており、その配置はほぼ前漢を踏襲したが、辺遠地域の雲南にも2ヶ所が設置された。製鉄技術は、この時期既に中国中央部から辺境にまで伝播していることがわかる²⁾。

漢の鉄鉱石産地は68ヶ所があり、現在の16省（区）に分布している。その中で、山東省（12ヶ所）と河南省（9ヶ所）が最も多い（表1参照）²⁾。一般的には、鉱産地には必ず製錬炉が設置されていた。前漢では製鉄業は既に相当な規模になっていた。前漢の製鉄遺跡は、これまでに20ヶ所以上が発見されている。今の河南省南陽の製鉄遺跡から半地下穴式製錬炉17基と大量の石炭で出来た餅状物、陶範（鉄器を作るときに陶土製の鋳型）、鍛・鑄器具、一組の耕作具が出土している。たくさんの鉄鉱石の塊も散在していた。検定結果によると、この鉄鉱石は近くの青竜山から採掘された褐鉄鉱と少室山の赤鉄鉱である。史料によれば、武帝の頃には、毎年10数万人の罪人などを使役して山の奥に入って製銅や製鉄を行っていた。

2.3 魏晋南北朝時代（紀元220～581年）の製鉄

後漢の末、北方の豪族曹操は魏王に封ぜられたが、紀元220年に没し、あとを継いだ曹丕は漢の献帝に迫って、帝位を譲り受け、国号を魏、都を洛陽に定めた。翌年、劉備は成都に都して蜀を建て、翌々年、孫権も建業（今の南京）に都して呉王を称した。これが中国史上の“三国”である。三国中では魏が最強で、倭の邪馬台国と交通した。

この時期に、中国では戦争が頻繁に起こり、鉄の生産を継続しにくい状況にあったが、黄河中流域の官営製鉄業は何と

* 1 金を吹き分けること。また、鑄物を作ること；「大字典」講談社

か生産活動を維持することが出来た。その結果、被害の少ない長江以南の地、現在の江蘇、浙江、湖北などの地区で多くの製鉄工場が発展した。その頃、長江の中・下流域では銅や鉄の鉱石の採掘が盛んで、近代有名になった湖北大冶鉄鉱山はその頃から採掘され始めたのである。

その頃、魏、呉、蜀三国では国力の隆盛を図るために、何れも製鉄を重視した。例えば、魏では後漢の初年に南陽太守杜詩によって開発された“水排”を用いることによって送風の効率が向上し、「計其利益、三倍於前」(収益を計ると、元の三倍になる《三国志・韓暨伝》)。その頃、蜀も大きな冶鑄工場を持っていた。呉は長江中・下流域の銅・鉄産地の開発に大いに力を注いだ。中国史上有名な“赤壁の戦い”では魏は鉄製の環で大量の戦船を前後に連結して真っ直ぐに長江の南岸に到達せしめ、これによって、北方の泳げない兵士に長江を渡河させようとしたが、結局、呉、蜀の連合軍の計略に乗せられて焼き尽くされてしまった。

“三国”後の両晋とその次の南北朝時代には、中国の製鉄技術は江南から嶺南(今の広東省)に伝播された。その結果、南方の製鉄業も徐々に発展することとなった。

2.4 隋唐時代(581～907年)の製鉄

隋は日本の聖徳太子が小野妹子を中国に派遣した時の王朝であり、唐はその後に建てられた統一王朝である。隋と唐の時代は、中国古代冶鑄業の繁昌期である。

唐の時代には民営の製鉄業が大いに発展した。《旧唐書・職官制》の記載によれば、「凡天下出銅鉄州府、聽人私採、官取其稅」(天下の銅と鉄の産地を持つ州府は、何処でも民間の採掘を許し、官府はその量に応じて税金を徴収する)。これによって、鉱山・製鉄業が次第に繁栄した。全国には鉄産地が104ヶ所あり、その分布は現在の17省(市、区)に分布していた(表1参照)。鉄の生産高は文和初年(806～810年)に207万余斤(1斤は現在の0.256kgに相当する)に達した。注意すべき点は古籍に記載された生産高は主に徴収量あるいは税収量で、しかも官営工場の生産高であり、実生産高の一部に過ぎないことである。

2.5 宋元時代(960～1368年)の製鉄

宋は唐後の王朝である。唐の滅亡から宋の建立とその全国統一までの約半世紀にわたって興亡した諸国およびその時代は五代といわれる。宋の中期、1126年、靖康の変により、宋室は江南に移った。これより以前を北宋、以後を南宋という。北宋は開封に都し、南宋は杭州(臨安)に都した。

宋の製鉄業には官営、半官営と民営の三種類があり、神宗の時、王安石が登用されて新法を実施した。政府は民営の製鉄業には自由に発展させる「二分抽分」(2割は国に納める)

の税法をとった。製鉄について政府は明確な管理機構を設けて重要な産産区または冶鑄の中心地に“監”と“務”を設置した。“監”は主監官の駐在地であり、“務”は鉱山・製鉄に関する税務所または産地に配置された鉱石の購入部門である。生産面から見ると、“場”(採掘場)、“坑”(鉱坑)と“冶”(製錬工房)の区分がある。監を設けたところには必ず冶があり、務を設けたところにはほとんど場がある。《宋史・食貨志》によると、治平年間(1064～1067年)には各州の金属産地の坑と冶の数は271ヶ所で、その内鉄冶は77ヶ所で24州と2“軍”(兵隊の駐屯した重要地域)に分散していた。主な製鉄基地とその生産高は、邢州(現在の河北省)纂村冶が217万余斤、磁州(今の河北省)武安県古鎮冶は197万余斤、徐州利国監(現在の江蘇省)は30万余斤、袁州(今の山東省)24万余斤、威勝軍(今の山西省沁県)22万余斤である。すなわち、邢、磁両州の収入高は全国の約74%に達していた。

南宋の産地は現在の江南の10省(区)にあり、その内、江西省に最も多く、次いで広東、湖南、安徽、江西の順で、全体の鉄の年間徴収量は216.2万斤であった。

その頃、北方の邢、磁、徐、袁諸州の大型鉄産地は既に金王朝に属していた、金は南宗と併存する女真族王朝であり、採掘技術が比較的高かった。1960年代はじめ、黒竜江省で金代中期の鉄産地の坑道10ヶ所が発見された。製鉄遺跡も50ヶ所以上発見された。この産地の坑道の規模から試算されたところでは、採掘された鉄産地の総量は40～50万トンに達している²⁾。

北宋と併存した地方の政権は遼と称せられる。この契丹族によって建てられた国遼は、現在の東北、華北を支配したが、建国210年後に金王朝に滅亡させられた。遼の支配領域では製鉄業も大いに発展した。特に現在の鞍山、本溪、遼陽あたりの産地・製鉄業は大変盛んであった。

元は宋を継いで13世紀の中頃から14世紀中頃に、中国本土を中核として、ほぼ東アジア全域を支配したモンゴル人の王朝である。元の初期、政府は地方に“洞冶総管府”という機構を設けて産地製鉄業を管轄した。また、産地法規を發布して官営の採掘場と冶鑄工場を保護育成するとともに、税金を徴収した。その頃の中国内陸の鉄産地は現在の14省(市)にわたる49ヶ所で、最も多く分布するのは江西、湖南、次いで雲南、福建などである。現在の重要な採掘場である北京の密雲、河北省邢台(古名は邢州)、山西省交城、山東省済南、四川省西昌、雲南省昆明等は全てその頃に採掘されていたところである。元の興隆期における鉄の年間生産量は500万～1000万斤に達していた²⁾。

2.6 明清時代 (1368～1840年アヘン戦争まで) の製鉄

14世紀中頃、元朝に反乱した多くの漢族集団の内、白蓮教という民間秘密結社が強大になってきた。この派に属する朱元璋は群雄を討って、1368年、金陵(今の南京)に即位し、国号を明とした。この年の秋、元の都大都(今の北京)を占領した。明の版図は宋よりやや広大であるが、漢、唐には及ばない。

明初期には鉱山・製鉄業については元の官営制が維持されていた。鉄鉱石産地は130ヶ所あり、現在の19省(区)に分布し(表1参照)、鉄の年間生産量は1847万斤と史上最高であった。その内、湖広(現在の湖北、湖南と広西の東部)が675万余斤、広西が326万余斤、山東が31.5万余斤で、全国総生産量の71%を占めていた。洪武28年(1395年)、国の在庫量は3743万斤程に達し、在庫過多となったため、明の太祖は「官営製鉄を止めて、民間が自由に採鉱・製鉄を行え」と命令を下した。その結果、製鉄業はほとんど民営となり、政府は僅かな税金を徴収するだけとなった(税率は約6.67%)。明の有名な製鉄基地は北方の遵化(現在の河北省)と南方の佛山(現在の広東省)である。

清は明に続く中国の統一王朝で、中国史上最後の王朝である。中国近代史はこの王朝の末期から始まる。清初期には、新鉱床の探査と旧鉱山の回復に努めたため、鉱山・製鉄業は

前朝より大きく発展した。鉄鉱山は全国に134ヶ所あり、現在の16省(市、区)に分布していた。大型の製鉄工場は広東省佛山と陝西省漢中辺りにあり、隆盛時には佛山だけで労働者が3000人以上に達していた。漢中の工場はいくつもの場所に分散していたが、大きな工場の労働者は2000～3000人、小さい工場では数百人程度であった。

2.7 晩清の近代鉄鋼工業の芽生え

19世紀の末葉、清廷は近代軍事工業を育成するために、西欧から鉄鋼を輸入した。その頃、中国の鉄鋼市場は外国に占拠されつつあり、伝統的製鉄業を維持し難くなっていた。19世紀の末には、官営の工業は軍需により拡大し、民間工業も発展した。その結果、鉄鋼の消費量も大幅に伸び、近代鉱山・製鉄業が隆盛を見るのは、既に時代の要請となっていた。

1871年、福州船政局所属の製鉄工場が、先ず、西欧の鉄鋼加工技術を採用して鍛造と圧延を行った。1890年、上海の江南機器製造総局は中国で最初の3トン平炉、やや遅れて更に15トン平炉1基を建設した。この年、湖広総督である張之洞は湖北に漢陽製鉄工場と大冶鉄鉱山を建てた。これは中国で最初の鉄鋼一貫企業である。この企業の誕生は中国近代鉄鋼業の興隆の徴である。1894年に稼働を開始した漢陽

表1 中国古代の主な鉄鉱石産地の分布²⁾

朝代	類型	接触交代型鉄鉱床	正マグマ鉄床	海底噴気堆積鉄床	先カンブリア紀堆積鉄床
先秦(秦以前)		河北省邯鄲 山東省金嶺			遼寧省鞍山
漢		河北省邯鄲 山東省金嶺、濟南、萊蕪 江蘇省利國、六合冶山 山西省臨汾 四川省瀘沽 河南省林県	安徽省馬鞍山		北京市密雲 河北省欒県 遼寧省鞍山
魏晉南北朝		河北省邯鄲 湖北省大冶、鄂城 山東省金嶺	江蘇省南京 安徽省馬鞍山		遼寧省鞍山
隋唐		河北省邯鄲、邢台 山東省金嶺、濟南、萊蕪 江蘇省利國、六合 湖北省大冶、鄂城 四川省瀘沽 山西省臨汾	江蘇省南京 安徽省馬鞍山	湖北省巴東	河北省欒県 山西省五台 河南省舞陽 遼寧省鞍山、本溪
宋遼金		河北省邯鄲、邢台 江蘇省利國 湖北省大冶、陽新 山西省臨汾 黒竜江省阿城	安徽省馬鞍山	湖北省建始	遼寧省鞍山、本溪
元		河北省邢台 山東省金嶺、濟南			北京市密雲 遼寧省鞍山、本溪
明		河北省邢台 山東省金嶺、萊蕪 江蘇省利國 湖北省大冶、鄂城、陽新 山西省臨汾		湖南省茶陵、寧郷 河北省竜烟	河北省遵化、遷安 山西省五台 遼寧省鞍山、本溪 江西省新余
清		山東省金嶺、萊蕪 湖北省大冶、鄂城、陽新		湖南省茶陵 湖北省長陽、宜昌	河北省遷安、遷西 北京市密雲 遼寧省本溪

製鉄工場には、248m³高炉（銑鉄の1日当たり生産量は100トン程度）2基、8トン酸性転炉2基、10トン平炉1基があった。また、圧延工場は800mm圧延機を有していた。この鉄鋼一貫企業の総投資額は白銀546万両であった⁴⁾。

その後、漢陽製鉄工場は民営に代わり、“民営官督”という体制がとられた。この工場は、1898年に投資して江西省の萍郷炭鉱を設立した。1902年には転炉を平炉に替えることにより、製品品質がかなり向上した。その製品はアメリカ、日本へ輸出するとともに、6万トン程度を鉄道のレールと部品という形で国内で使用された。張之洞は漢陽鉄鋼工場を建設すると同時に、ドイツから採掘設備を購入して、大冶鉄鉱山の建設に力を注ぎ、30kmの軽便鉄道を施設した。これによって、大冶鉄鉱山は中国最初の近代的な露天掘り鉄鉱山となった。1908年には、漢陽製鉄工場、大冶鉄鉱山、萍郷炭鉱が合併して漢冶萍煤鉄公司となり、150トンの混銑炉を建設するとともに、1910年には内容積477m³（日産250トン程度）の第3高炉が火入れされた。また、1909～1911年には30トン平炉9基が建設された⁴⁾。貧しく、立ち後れた清朝は、このような建設を完遂したものの、既に種々の社会的弊害や技術上の問題が存在していた。この新興の鉄鋼一貫企業は他の西洋式新規企業とともに、この封建王朝を起死回生させることは出来ず、清朝は1911年、国民の革命によって覆されることとなった。

2.8 歴代製鉄用の炭材

考古学的発掘によって明らかにされたように、古代中国では、製陶や製銅の炭材には木炭を使用していた。高炉製鉄は製銅技術の延長線上にあると考えられており、製鉄においても木炭が使われていたと考えられている。漢代冶鉄遺跡の総合的な考察によると、漢代の高炉は木炭を製錬用の燃料と還元材として使用していたが、少量の石炭（鞏県鉄生溝）と石炭の餅状物（古滎鎮）も発見されている。このことから、その当時既に、石炭が高炉製錬に使用されていた可能性があると考えられる⁵⁾。

中国では、いつから石炭を炭材として製鉄に使用したかについては、今日なお、定説がない。戦国時代から使用されたとする説があるものの、文献に明記されているのは晉朝である。晉代（西暦4世紀頃）に成書された《釈氏西域記》には、「屈茨北二百里有山、夜則火光、晝日但煙、人取此山石炭、冶此山鉄、恒充三十六国」との記載がある（大略の意味は屈茨北二百里に山があり、夜は火光が見え、昼は濃い煙が見える。人間は此の山から石炭を採取して、炭材とし、此の山から採れた鉄鉱石を製錬する。西域地域の36ヶ国では何処でもこのような光景が見られる）。

1958年、上述の屈茨の近く（現在の新疆庫車県、すなわ

ち古代の龜茲国）の漢・唐の冶鉄遺跡で、製鉄用の坩堝、鉄鉱石、鉱滓、送風の管が発見された。これは漢から唐代にかけて、この地域で坩堝法で製鉄が行われていた証拠である⁵⁾。坩堝法の要点は、鉄鉱石と石炭を装入した耐火土製の坩堝をいくつも積み上げ、これら坩堝の間隙にも石炭を充填する。堆積した坩堝の周囲三面を枠で囲い、一面から点火し、送風して石炭を燃焼させる。したがって、「夜則火光、晝日但煙」の光景が見える。古代中国では、坩堝製鉄法は高炉法と併存して広範に応用された製鉄法である。この製鉄法は20世紀50年代まで山西省の民間に残っていた。

中国では、石炭が広汎に日常生活の中で利用され始めたのは宋代以降である。しかし、製鉄用の炭材は宋・元時代まで、木炭と石炭がともに利用されていた。木炭は森林資源の制限を受けるが、それでも硫黄の含有量が低いなどの長所があるので、完全に石炭に置き換わることはなかったと考えられる。1078年、宋代の有名な詩人蘇東坡は徐州で地方官の任にあった頃、下役に炭鉱を探查させ、石炭を木炭の代わりとして製鉄に利用させたことがある。彼は炭鉱を捜し当てた吉報を聞いて喜び、「石炭」という詩を書いた。

南山栗林漸可息、北山頑鉄何勞鍛
為群鑄作百鍊刀、要斬長鯨成万段
〔蘇東坡集〕前集・卷十

（大体の意味は、今、木炭の代わりに石炭を製鉄の燃料としたことにより、北山の鉄石が製錬でき、更に今後、南山の栗の林を伐採する必要もなくなった。今、私たちは石炭で製錬した鑄鉄を鍛錬することによって、百鍊の鋼刀を作り、鯨を万段に断ち切ろう。）この詩は宋代で既に石炭を製鉄に使用していたことを明示しているし、当時、木炭はやはり製鉄の重要な燃料であったことをも、暗示している。

中国でいつからコークスが使用され始めたのか、今日なお定説はないが、遅くとも明代には普及していた。石炭を破碎して粉状にし、加水成形、乾燥した後、徐々に燃焼させるという、飲酒時の酒を加熱する燃料としての利用法が晉代に、民間で始められた。晉から明にかけて、1000年位の探查を経て、ついにコークスを製鉄に使用することに成功した（古代では、コークスを礁と称し、石炭を乾留した物という意味）³⁾。コークスは強度が高く、硫黄の含有量も低かったために、徐々に石炭の代わりに使用され始めたが、古代のことで、マス・コミも、特許制度も無く、新技術の普及は遅々として進まなかった。したがって、清代に至ってもなお、高炉製鉄は中国全土で木炭と石炭とコークスが併用されるという状態を呈していた。

3 古代製鉄分野における技術的成果

中国は世界で最も早く石炭を製鉄に利用した国であり、しかもヨーロッパより遥かに早くコークスを使用していた。また、既に漢代において高炉製鉄とともに坩堝製鉄法⁶⁾をも開発していた。この章では、冶鑄の面で挙げられた技術的成果を簡単に紹介する。

3.1 発掘遺跡から見た漢の高炉製鉄

1974年に河南省鄭州市郊外の古榮鎮で、地元の農民が土地を開墾していた時、鉄滓と鉄の塊が出土した(この地は漢王朝の創始者である劉邦と好敵手の項羽が戦った古戦場である)。1975年に1700m²が発掘され、その結果、並列した楕円型高炉2基が発見された。更に、“河一”の銘文を持つ鉄器も出土した。このことから、ここは河南郡第一製鉄工場の遺跡であると考えられている。古榮遺跡の漢代高炉は炉床の横断面積が8.5m²、楕円形を呈し、長軸は4m、短軸は2.8mである。長軸方向の両側にそれぞれ羽口2本を持っていた。送風機は発見されていないが、陶製の管が多量に発見された。1号高炉の近くにある窪みの中には20トン余の鉄の塊があり、その形状は炉底とぴったり合致して、明らかに高炉を取り壊したときに取り出されたものである⁵⁾。

古榮鎮高炉が楕円形であることは決して特異な状況ではない。河南省鶴壁市で発見された漢代高炉(13基)もほぼ楕円形を呈し、炉体の幅は2.2~2.4m、長さ2.4~3.0m、最大高炉の炉床断面積は5.72m²であり、そのうちの1基は高さが2.99mまで残存していた。楕円形の断面は円形から発展されてきたものと考えられている(1958~1959年に河南鞏県製鉄遺跡から発見された6基の高炉は炉床が円形を呈し、直径は0.8~1.8mで、容積は比較的小さい)。二千年前にはふいごで送風していたが、送風の力が弱かったために、炉床の不活性領域を小さくし、炉内反応の均一化を図る手段であったと考えられる。

古榮鎮から出土した鉄器には“河一”という銘文が鑄込まれている。また、鞏県鉄生溝の古代製鉄遺跡からも、かつて“河三”という銘文を持った鉄器が出土した。“河三”は河南郡第三製鉄工場の略語と標識である。1970年代に銘文“河三”を付けた鉄器の素材に関する調査が行われた。その結果、一部の鉄器(27点)は熔鉄がそのまま鑄造されたもの、他の一部(14点)は熱処理を経て得られた可鍛鑄鉄、その他は黒鉛鑄鉄と炭素鋼であった。このことから、漢代には既に鑄鉄で用途の違う種々の道具が作られ、かつ別々の熱処理プロセスによって、多種の鑄造鉄と炭素鋼を得ていたことがわかる。製品の表面に工場の標識を付けることは、自分の製品に対して常に責任を持つと同時に、その頃、冶鑄の工場の多くは互

いに激しい商業競争を行っていたと考えられる。

3.2 爆発事故から見た漢代の高炉製鉄

稼働中の高炉で突然発生した爆発事故について、後漢時代に班固によって書かれた「漢書」の中に詳しい記載がある。「征和二年春、琢郡鉄官鑄鉄、鉄銷、皆飛去……。成帝河平二年正月、沛郡鉄官鑄鉄、鉄不下、隆々如雷声、又如鼓音、工十三人驚走、音止還視地、地陷数尺、鑪分為十。鑪中銷鉄如流星、皆上去、與征和二年同象……」(征和二年春、琢郡の鉄官が鉄を製鍊していた時に、熔鉄がすべて飛び出した……。成帝の河平二年正月、沛郡の鉄官が鉄を鑄るに、鉄下がらず、隆々たること雷鳴の如く、また、鼓音の如し。工員十三人は驚いて走る。音が止み、振り返って地を見ると地面の掘れたること数尺、鑪はバラバラに分かれて十となる。鑪中の銷鉄(散らばる溶鉄)が飛散する様は流星の如くで、全て上方に飛び散る。征和二年の爆発事故と同じ現象……。「漢書」卷二十七、五行志、第七上、中華書局版、p.1334)。

この珍しい古代記事から次のことがわかる。

- (1) “鉄下がらず”すなわち現在の棚吊りであり、“隆々たること雷声の如く”ということから、爆発の猛烈さが想像される。容易に推測されることだが、このような事故は高炉炉高が比較的高く、棚落ちまでの時間はかなり長く、高炉の下部には空間が形成されて炉床には既に大量の熔鉄が貯留されているはずである。上部の装入物が突然落下した場合には、炉床は耐えられず、爆発したと考えられる。
- (2) 1930年、山東省から出土した漢代の画像石を見ると、ふいご一基を三人の労働者が操作している³⁾。楕円型高炉には羽口が4本あり、送風労働者は12人となる。したがって、“工十三人驚いて走る”ということは信頼できる数値である。このことから、当時の製鉄は既に溶鋳炉式のものであったと考えられる。

3.3 可鍛鑄鉄と黒鉛鑄鉄の発明

高炉から流出したままの溶鉄は、炭素含有量が高いために、固化した場合固くて脆く、道具を作るには不適當である。鑄鉄の用途を拡大するために、古人は柔軟化処理技術を開発した。これによって、鑄鉄を可鍛鑄鉄にすることが出来るようになり、各種の器具が作られた。

中国では、戦国時代(紀元前5世紀頃)既に鑄鉄の物性を改善する技術が開発されていた。その結果、鑄鉄を鑄型に流し込むだけでなく、それを更に加工することが行われていた。重要な点は鑄造で成形された鉄器を焼き鈍し炉に入れて長時間加熱、保温して、鑄鉄組織中のFe₃Cを分解して鉄と黒鉛にし、かつ一部の炭素を脱炭させていたことである。こうす

ることにより、元の鑄鉄は靱性を持つようになった。鑄鉄は上述の柔軟化処理によって、機械性能が著しく改善され、いろいろな道具や農具が作られ、広範な応用が図られた。このことこそが、中国の鑄鉄が、13～14世紀のヨーロッパで呼ばれたように“豚鉄”(pig iron)と呼ばれずに済んだ根本的な理由ではなからうか。

鑄鉄は柔軟化処理により、多量の黒鉛が析出する。金属学の見地から見ると、片状黒鉛の存在は材料の強度を低くする。この欠点を克服するために、中国は紀元前2世紀頃から既に鉄中の黒鉛を球状化する技術を会得していた。多くの前漢時代の鉄製品は全て球状の黒鉛組織である。例えば、1974年に河南省滎池県における古代鉄器窖蔵は4000点以上の鉄器を発見した。金相学的鑑定によれば、その内には可鍛鉄もあれば、炭素鋼と球状黒鉛鑄鉄もある。言う価値のあることだが、中国各地から出土した多くの漢代鉄器は全て球状黒鉛組織で、非常に広い地域に分布している。その頃既に、鑄鉄の球状化処理を意識的に行うことが知れ渡っていた³⁾。

3.4 鑄鉄から炭素鋼と“炒鋼”をつくる

古代のヨーロッパ人は鍊鉄を加熱し、繰り返し鍛造することにより、夾雑物と残余の炭素を除去して鋼を得ていた。このようなプロセスに比べ、高炉製鉄は溶鉄と鉍滓の分離が十分に行われる上に、溶鉄中の炭素が均一に分布し、夾雑物も少なくなるはずである。中国では戦国時代に既に銑鉄を原料として炭素鋼をつくっていた。その方法は、鑄造された鉄器を焼きなまし炉に入れて長時間焼きなましを行いつつ、加熱空気によって鉄中の炭素を酸化して鋼としていた。これは銑鉄が広範に利用されたことの必然的産物であり、中国古代の独特な製鋼法である。しかし、この方法では器具の肉厚の違いにより炭素の脱除率が異なる。製品の品質を更に高めるために、前漢の頃(紀元前2世紀)、“炒鋼法”という新しい製鋼法が開発された³⁾。その要点は、先ず銑鉄を打って小塊にした後、炉に装入して加熱しながら攪拌する。小塊銑鉄が半溶融状態になる間に、鉄中の炭素が空気中の酸素で酸化されてあるレベルの炭素含有量まで低下し、“炒鋼”という鋼製品が得られる(この製鋼法は料理法の“炒める”と似通っていることから“炒鋼”と名付けられたのであろう)。炒鋼を得た後に更に加熱と攪拌を続ければ、鉄中の炭素はほとんど全部酸化されて鍊鉄になるはずである。晋代の劉琨の詩《重贈盧諶詩》の中に「何意百鍊剛、化為繞指柔」という文がある(《文選》巻25)。これは炒鋼が繰り返し加熱、鍛造(百鍊)されて、品質が一層良くなり、指に巻けるほど柔らかい物に変化するという意味である(詩中の“剛”は“鋼”に同じ)³⁾。

1978年、江蘇省銅山県より後漢の“五十鍊鋼刀”が出土

した。鑑定結果によれば、20層の炭素量の異なる炒鋼片を50回ほど折りたたみ、鍛造したものである。

ヨーロッパの炒鋼法は18世紀から始まり、英国ではこのようなプロセスによって鍊鉄を製造することが20世紀初頭まで存続していたとのことである。

3.5 “灌鋼”法の発明

上述の通り、炒鋼という手段によって鋼が得られる。しかし、この方法では多大な労力を必要とするのみならず、原料の消耗も著しい。唐代に書かれた《夏侯陽算経》の中に古代の製鋼に関する計算問題がある：「今、銑鉄が6280斤ある。製鍊によって黄鉄を得たい。1斤あたりの損耗は5両であるとすると、この銑鉄から得られる黄鉄の量はいくらか。答えは4318斤3両である」。文中の“黄鉄”は鍊鉄である。昔の1斤は16両に相当する。したがって、上記の問題から、銑鉄を鍛鍊して鍊鉄にする場合の損耗は31%である。この書の別の問題によれば、鍊鉄から浸炭鋼を作る場合の鍊鉄の損耗量は19%に達していた。

この欠点を克服するために、5世紀の頃、“灌鋼法”といわれる新しい製鋼法が開発された。この方法については、北宋時代に書かれた《夢溪筆談》の中に詳しく記載がある：「世間鍛鉄所謂“鋼鉄”者、用“柔鉄”屈盤之、乃以“生鉄”陷其間、泥封鍊之、鍛令相入、謂之“团鋼”、亦謂之“灌鋼”」(世の中で鍛鉄、いわゆる“鋼鉄”と言われるものは、柔らかい鉄を曲げて輪に巻き、その間に生鉄(高炭素含有の銑鉄)を挟み、外側に粘土を塗りつけた後、加熱と鍛鍊によって炭素を柔鉄の中に入らせる。最終的には炭素が均一化する。これが团鋼あるいは、いわゆる“灌鋼”である)。

灌鋼の“灌”は、灌漑のように炭素を生鉄から柔鉄へ引いてやるという意味であろう。《夢溪筆談》の作者沈括は自らの目で灌鋼の製鍊過程を見たことがある。生鉄の添加量は鋼種によって決める。この方法では、繰り返し加熱、鍛造が省略されたことにより、効率が炒鋼より数倍も向上した。

灌鋼が開発された時期の定説はまだないが、《北齊書・方伎列伝》(北齊；479～502)と著名な丹道家陶弘景(452～536)の著作の中に灌鋼製造の要点が記されている。このことは、この方法が既に晋代(265～420)に開発されていた証拠と見ることが出来る。その他、前漢昭帝の頃、名臣桑羊は有名な“塩鉄会議”において次のような話をしている：「吏明其教、工致其教、則剛柔合、器用便」(官吏は管教に厳しく、工匠は規則にしたがって働く。これは即ち、硬い鉄と柔らかい鉄が鍛造によってよく一体化し、出来た器具は便利に使うことができる。《塩鉄論・水旱》)。これらのことから推論すれば、灌鋼法は紀元前1世紀の頃に既に開発されていたのではなからうか。

3.6 高炉-炒鋼炉一貫体制の開発

この一貫体制は明代に開発された。その要点は、高炉から流出した溶銑は炒鋼炉(“方塘”という)に入れられ木の棒で激しく攪拌され、空気中の酸素によって溶銑中の炭素が酸化される。溶銑の深さは3~4寸で、木の棒も深さに応じて2~3寸焼損する。また、脱炭反応を促進するために、潮泥灰という物を酸化剤(あるいは媒溶剤)として溶銑に添加する。明末に書かれた《天工開物》は、この方法を詳しく記述している。

この一貫体制は、原理的には近代において、高炉溶銑を平炉、転炉、電気炉に装入することと同じである。これは熱量の節約にもなるし、製鋼炉の効率も向上できる。製鋼炉を考えると、高炉溶銑は1350℃以上の温度を持っており、塊状銑鉄を加熱した場合より150℃温度が高いので、脱炭反応は早くなり、製鋼炉の効率が向上するはずである。

4 政策、法規、その他

4.1 古代中国人の銑物観²⁾

古代の中国人は金、木、水、火、土を一切の物質を構成する基本要素と見なしていた。《博物志》によれば、「石者、金の根甲」、即ち岩石は金属の根本であり、かつ、金属を囲むものである。したがって、古代には、銑石を“金石”と称した。古代中国人は長い年代にわたる探銑の実践に基づいて、銑石の成因法則と銑床の分布の特徴を探索してきた。例えば《管子・地数》(《管子》は、春秋時代の管仲の著書、全24巻)には、銑産物の分布について、次のような記述がある：「山上有赭、其下有鉄」(もし、山の表層に赭(赭石、赤鉄銑)があれば、山の内部には鉄がある)。「山有慈石者、下有銅金」(もし地表に磁鉄銑があれば、その下にはほぼ銅がある)。はっきりと鉄と銅の銑物の垂直分布法則を総括している。その他に、《山海經・五藏山經》の中には、山地における銑物の陰陽分布の関係について明記されている。例えば、《西山經》の中には「符禺(今の陝西省華県)之山、其陰多鉄、其陽多銅」、《中山經》の中には「荊山(今の湖北省南漳県)其陰多鉄、其陽多赤金」という記述がある。これらの古籍によれば34ヶ所の鉄銑山の内23ヶ所は“山の陰”にある。しかし、この古代人によって総括されてきた“法則”にどのような科学的解釈を与えればよいか、未解決のままである。

鉄銑石の名称も今と古代では著しく異なっている。例えば、磁鉄銑の古称は玄石であり、磁性の極めて強い磁鉄銑(すなわち天然磁鉄)は磁石という。塊状の赤鉄銑は赭石といい、粉状の赤鉄銑は代赭石という。極細かい赤鉄銑粉は紅粉あるいは鉄丹といい、褐鉄銑は銑鉄と称されるなどである。明代の李明珍によって書かれた《本草綱目》は次のように記して

いる。

「鉄皆取銑土炒成。秦、晋、楚、湖南、広諸山中産鉄、以広鉄為良。甘肅土銑鉄色黒性堅、宜作刀劍」(鉄は全て銑土を焼いて作られている。秦、晋、楚、湖南、広の諸山ではいづれも鉄が産出され、その内でも広東産の鉄が一番よい。甘肅の褐鉄銑より製錬された鉄は黒くて硬く、刀劍の製造に適している)。

上記の記述では産地によって鉄の物性に差のあることが指摘されている。明代の“広鉄”は沼鉄銑(褐鉄銑の亜種)を主な原料として作られたもので、この銑石は硫黄と燐の含有量が低い。したがって、良質の銑鉄が製造できる。その他、《清文献通考》には「乾隆三十年…(四川)江抽県極溪和合銅等处産鉄、每紅砂一十五斤、可煎得生鉄四斤八両」(乾隆三十年、江油県木通溪と合銅などの地域では鉄をつくっており、鉄銑砂十五斤から銑鉄四斤八両を得ている)という記述がある。これから推算すれば、明清の頃、四川あたりで使用された鉄銑石の品位はあまり高くなかったようである。

史料によれば、古代に開発され採掘された主な鉄銑石は地表風化の菱鉄銑ないしは川岸に堆積した砂鉄と地表に露出した鉄銑体である。開採法には露天墾土法、露天掘りおよび地下鑿坑法がある。そのうち地下鑿坑法が一番複雑で、現在の河南、江蘇、黒竜江省の古鉄遺跡からは竪坑、斜坑とともに銑石を採掘する古洞が発見されている。その頃既に、銑体の特徴によって異なった採掘方法が採用されていたと考えられる。黒竜江省阿城県五道嶺で発掘された金代中期(12世紀頃)の鉄銑坑は深さが40mにも達していた。銑坑は階段状を呈し、坑内には採掘と選銑(手選)などの作業場があり、ほかに蓄銑洞やいろいろな道具が発見された。

古代の中国では、採掘、選銑、製錬の条件に種々の制約があるため、溶銑炉に装入される鉄銑石の品位はそれほど高くないのが普通であるが、硫黄などの有害成分の含有量さえ少なくすれば良質の銑鉄が出来たと考えられている。特に菱鉄銑の風化によって形成された褐鉄銑の団塊はある程度の自溶性であったはずである。

4.2 官営と民営の繰り返し変換

銑産物は昔から天賦の財であるが再生できないため、国の物産として重要視され、保護されてきた。歴史上の何れの時代においても、銑業法規が制定されたが、鉄冶業は官営がよいか民営の方がよいか常に論争され、時代によって対処の仕方が異なっている。

春秋時代には、主要な産鉄地域であった斉国で官督民営の形が採用された。斉の宰相であった管仲は「為民量其重、計其贏、民得其十、君得其三」(民営鉄の重さを量り、利益を計算して、国は業主利益の十分の三を得《管子・輕重篇》)

たと言われる。すなわち、国は業主から23%の税金を徴収した。その後、この税金によって一部の経営者は巨富豪となったため、政府の支配者は、彼らの勢力を抑えるために故郷を遠く離れた地に配置換えさせるという手段を執ったこともある。しかし、鉱冶のことに長けている経営者のほとんどが新しい鉱産地で再度立身出世して金持ちになった。これとともに、全国の鉱冶業も相応の新しい発展を遂げた。例えば、『史記・貨殖列伝』の中に、ある配置換えされた冶鑄工師が最終的に巨商になったことが書かれている。この配置換えされた者の名は卓王孫と云い、もとは趙国(今の河北省邯鄲の近く)の製鉄工師で、政府の命令を受けた後、妻とともに自ら粗末な車を押して山々を越え、ついに四川平野に入ってきた。この時、多くの同行者は護送する役人に賄賂を使って、今の広元あたりに留まった。ただ、卓氏は卓識があり、引き続き前進して最終的に今の成都の近くにとどまり、再度「即鉄山鼓鑄、運籌策、傾滇蜀之民、室至僮千人」(鉄山の鉱産を開採、製錬し、計略を巡らし、彼の冶鑄事情と関係ある人間は雲南、四川の至る所におり、家の召使いも千人ほど居る)と言われる。この頃、卓氏のように製鉄によって富豪となった人物は全国に幾人もいた。(余談だが、卓氏の娘は卓文君という。彼女は巨商である父親の反対を押し切って、辞・賦に長じた寒士の司馬相如と結婚した。これは中国史上で有名な恋愛物語である)。

漢の武帝は、製鉄業の地方豪族に支配される状況を抑制するために、元狩四年(紀元前119)に全国49ヶ所に鉄官を設置し、採鉱、冶鑄を厳しく管理した。『漢書・食貨志』の中にこれに関連した律令が記載されている:「敢私鑄鉄器煮塩者、鈇左趾、没入其器物」(政府の許可を得ずに鉄器を鑄造し、かつこれを用いて塩を加熱する者は、左側の足の指をねじり落とし、器具も没収する)*2。

製鉄官営の政策を実施することにより、国の収入は確かに増加した。その結果、匈奴という北方遊牧民族の侵入に対する防御と出撃の力も増大できたが、一方、製鉄官営は鉄器の品質を悪化させ、価格も高くなり、関係する役人は汚職により自己の利益を謀るなどの問題も現れてきた。そこで、民間からは鉄と塩の官営専売に反対する声が高まり、この考え方は朝中の大臣である霍光らの支持を得ていた。紀元前81年、昭帝の時、前代武帝の時代に行われていた塩鉄専売などの政策の得失を巡って朝廷で大論戦が行われた。これらの政策の存続を主張したのは丞相車千秋、御史大夫桑弘羊らであり、廃止を主張したのは郡国より選出された賢良(才知徳行のある人。普通は社会下層から出た地主階級の知識人)、文学(五経を教授する者)である。賢良、文学は塩鉄専売は民間

困苦の源であるとみなし、塩鉄民営の方がよいと考えた。桑弘羊らは塩鉄専売こそ国の収入を増加させ、匈奴を攻撃し、辺患を取り除く費用の源泉であるとともに、塩鉄官営、専売の結果、豪族の勢力を抑制できるので百姓に有利である。したがって、塩鉄の官営専売は存続すべきであると主張した。論争の結果、塩鉄の官営専売は廃止されなかったが、論争中に新興の地主階級が十分に政治主張を宣揚していたため、桑弘羊らに政治上の蹉跌を味わわせた。

前漢宣帝の時に桓寛という者が上述の論争について本を書いている。これが有名な『塩鉄論』である。この大論争は人類史上で最初の、内容的にレベルの高い、会期の長い、しかも激烈な論争の“大型鉄鋼会議”と見なすことが出来よう。

漢以後の各朝代では、製鉄に関する制限の厳しい時期もあれば緩い時期もある。例えば、隋には鉱業の採掘権は国に属する法規があり、採鉱、冶鑄のことに對しては徭役制をとっている。唐は各地に冶監を設置し、鉱冶の事情を管轄し、依然として徭役制をとっている。工匠などの服務期間は長短不等で、口糧は自分で持っていく。技術レベルの著しく高い工匠は長期間任用され、“長工匠”と呼ばれた。彼らは国から報酬が与えられた。宋の鉱冶政策は前朝より緩く、民間に自由に採掘させ、政府は鉱税を徴収するだけであった。この当時、石炭が燃料として各地域で広く使用されはじめ、製鉄業も発展した。鉄の生産高は前朝の数倍に増加した⁵⁾。

元朝に入ると、製鉄に関する制限は極めて厳しくなり、言うまでもなく、採掘・冶鑄は全て官営で、鉄の密売も厳しく処罰された:「比私塩減一等、杖六十、鉄没官、内一半折価付告人充償」(処罰は塩密売より少し軽く、棒で体を打つこと60回、鉄は没収し、没収された鉄の価値の半分が摘発人に償与される『元史・刑法制・食貨』)。すなわち、元の支配者は鉄鋼の製錬と販売に厳しい制限を加えた。主な理由は、元の支配領域が非常に広く、かつ毎年征戦したため鉄(兵器、軍需の原材料)の消耗が著しい。その上、漢人や南人の反抗に非常に気を配った(現在の漢族を主体とする南人に対しては武器類の携帯も厳禁した)。歴史を顧みると、中国内陸の鉄とモンゴルの馬との結びつきこそがモンゴル帝国の覇業を成就させたのであろう。

明代では製鉄の制限は緩かった。明の支配地域は元より遥かに狭い。その上、“北虜南倭”の患があり、対外用兵の力も弱かった。さらに、製鉄は前朝で既に大きな規模を持つに至っており、明初期より、政府は官営製鉄業を廃止して採掘製錬を民間の自由に任せ、政府は税金を取るだけとし、税率も高くなかった。清代は、製鉄業に対してはやはり明の“民間経営。政府は税金を取るだけ”という政策を採り、晩清に

*2 鈇(タイ)は足枷の刑法

なって初めて民間に経営させて政府が監督する大冶鉄鋼工場が出現したが、まもなく“民間経営”に変わってしまった。

中華人民共和国が建国された後、鉱山、工場等は全て国有あるいは公有となった。しかし、近代50年間の実績が示すように、このような経営方式は長所もあるが弊害も多く、現今、一部の国有企業では“株式会社へ変身”する試みがなされつつある。

5 明代以降に技術面で立ち遅れた原因の簡単な解析

中国の古代製鉄はかつて幾度となく異彩を放ち、技術、文化と社会の進歩を推進してきた。15世紀後半期には、中国の製鉄の技術レベルと生産高は世界の先頭を切っていたが、高々300年あまりのうちに西欧と比較出来ないほど立ち遅れてしまった。国家自体も、世界で雄をとらえた強国から半植民地化され、半封建の弱国となり、列強の前に辱められた。この変化の原因については社会学者と歴史学者による全面的な論述がある。アマチュアである筆者は未だ十分に考えが整理できている訳ではないが、製鉄と関連づけて自分の考えを述べてみたい。

製鉄業（あるいは自然科学技術全体）が他国に比して立ち遅れた原因は、要約すれば、封建制度による束縛であるが、具体的には次の点にあると考える。

(1) 儒学“科挙”の影響

中国に一貫した文化の伝統があるとすれば、それは先ず儒学（あるいは儒教という）であろう。儒学の創始者はよく知られた孔子である。孔子は春秋時代の小さな侯国である魯国の“司寇”で、今日で言えば、せいぜい山東省公安庁長といった役職に就いたが、後年は政治的に不遇で晩年はもっぱら学生の教育に打ち込んだ。彼は「教えありて類なし」とか「弟子三千」と言われるほどで、もし彼を偉大な教育家と称するならば、確かにその名に恥じないであろう。不思議なことであるが、彼は中国歴代の支配者から尊崇を受け、漢から清にかけて贈られた称号も次第に高くなった。最後には“大成至誠文宣先師”となった。歴代の王朝支配者の尊崇を受けたため、孔子を始祖とした儒学は、ヨーロッパ世界におけるキリスト教のように、中国の全民族が信仰することとなった。儒学が支配者に尊崇された理由は、その基本思想が社会の安定、即ち、支配階級の確固とした地位の維持に有利であったことによる。例えば、儒学の重要な教えである“三綱”は、

すなわち「臣は君に、子は父に、妻は夫に服従せよ」で、これは現実の王権を守るものである。

中国自然科学の発展を妨げた要因の第一は儒学の認識論に基づいて建てられた科挙制度であると思う。科挙は隋、唐より清末まで直近1300年の間に行われた高級国家公務員資格の認定試験制度である。いわゆる“科挙”とは科目による選挙の意味である。家柄を重視する古い試験制度に比して、もちろん、進歩していることは確かであるが、問題は試験の科目にある。もともと文科の他に数学、医学、天文暦算などがあつたようであるが、宋代頃以降は“四書”などの儒学經典だけになった。清に至ると更に一定の様式で書かれた文章（八股文という）により人才を採用した。この頃の科挙はもはや悪弊制度となり、まさに顧炎武（明末清初の思想家）が言ったように「八股之害、甚于焚書」（八股文により人才を採用することの弊害は秦代の焚書にも勝る）。当時、科挙試験に合格するためには全勢力を儒教經典の研究につき込まねばならず、自然科学に熱心な知識人はほとんど合格できず、出世することは出来なかった。清末の有名な思想家、学者である嚴復*3の経歴がよい実例である。

このように、科挙は中国の科学技術の発展を妨げることとなった。当然、製鉄技術の発展についても同じことがいえる。科挙の時代には、多くの知識人にとって殿試（宮殿で行われた最高級の試験）に合格することが夢である。知識人が自然科学技術を研究する場合には、苦勞して“四書五經”を学んだ後の、残りの時間でせねばならない。したがって、自然科学で成果を上げることは難しく、たとえ成果を上げたとしてもしばしば正業（儒教で、先王の正しい典籍）につながらぬものとも見なされずほとんど顧みられることもなかった。もちろん、その時代には現今のような特許制度はない。技術の伝承される範囲は極めて狭く、“師徒伝授”（工匠が自分の経験を弟子に伝授する）、“父子伝授”（父が経験を息子に伝授する）として、奥の手を秘密にして出さない上に、“息子だけに伝授し、娘には伝授しない”ことなどが新技術の伝播に不利な影響を与え、ひいては一部の技芸などは失われてしまった。このような社会的環境下にあつては、自然科学技術に関する書籍の運命も悲惨であつた。例えば、明末に書かれた《天工開物》は科学技術史上の“百科全書”的な著作であり、出版後間もなく、日本と西欧に伝えられたが、清の国内では失われてしまった。清末に至って、日本に滞在した留学生によって発見され、持ち帰られ、和刻本の逆輸入として再版された。

*3 嚴復（1854～1921）；福建省侯官の人。家は貧しく、14才で父を失い、同年に福州船政学堂に入学。卒業後海軍に勤務し、1877年に派遣されて英国で海軍のことを学ぶ。帰国後、福州船政学堂で教鞭を執る。その後、天津北洋水師学堂に総教習として赴任し、そこで20年に亘って多くの海軍士官を養成した。嚴復は天性聡明で知恵に優れていた。留学段階での成績は拔群であつたが、科挙試験に合格して資格と身分を得ていなかったために、帰国後、朝廷に重用されなかった。しかし、彼は多くの西洋社会学と哲学の思想と著作を導入し、中国の民智開発と近代化に大きな貢献を果たした。

(2) 道教陰陽五行説の影響

道教は中国土着の宗教で、その起源は後漢末期である。仏教が来世の幸福のために、現世での“積善”（善行を積む）に心を遣うよう説くのに対し、道教は現世の福を招き、禍を除き、不老不死あるいは仙人になることを強調する。インドから伝入された仏教は、儒学と同様、社会の安定すなわち支配階級の地位の確保に有利であったために、一般的に言えば、常に歴代王朝の保護を受けた。しかし、貧乏人は金持ちになりたいと思ひ、金持ちは不老不死を願う。したがって、錬金術と錬丹術に重きを置く道教は社会の何れの階層にも多くの信徒がおり、支配階級の願望とともに普通民衆の要求にも合致していたため、漢代から脚光を浴びるようになった。

道教の丹道理論によれば、錬丹術には内丹と外丹の二種類がある。外丹は水銀、鉛、砒素の酸化物、硫化物および水銀の塩化物などを原料としてつくられた“仙薬”を服用して不老不死を求める。内丹術は特別な方法で深呼吸（調息）をして元気を体内に入れ（服気）、一種の柔軟体操（導引）を行い、また男女の性の営み（房中）も決まりを守って体内の気を損なわないようにする。その他、瞑想によって精神を集中し、宇宙の根源で、大自然とともに永遠なる“道”と神秘的に合一することにより死の超克を図る。丹道家は陰陽五行説により錬丹（外丹と内丹）を指導する。歴代の帝王、豪族あるいは士大夫の中にも信徒が乏しくなかったために、二千年来、時盛時衰ではあったけれども、道教は常に中国の社会と自然科学の発展に大きな影響を及ぼしてきた。例えば、秦の始皇帝は道教を篤信し、“徐福東渡”^{*4}を実行した。漢の武帝も篤信して疑わず、はなはだしきは道家のでたらめを信じて皇太子を無実の罪で余儀なく自殺させてしまった（漢代の有名な“巫蠱事件”）。一代名君たる唐の太宗李世民は、かつて始皇帝が仙薬に頼ったことを虚妄の行為と見なしていたが、最後に彼も長期間の服丹により慢性中毒となって没した。清の雍正帝も、考証によれば、同様に服丹中毒のために没した。これら四人は何れも中国史上まれにみる英主として知られる。“英主”でさえ狂信するのに、いわんや無学無能な暗愚な“天子”においてをやである。

歴代で士大夫の内にも次第に丹道に染まった者が幾人もいる。例えば晋代の有名な“竹林七賢”（稽康、阮籍ら），“初唐四傑”と称される王勃、盧照鄰および同時期の詩人陳子昂、山水隠逸の情を描写することに長じた孟浩然、王維。特に、世界でも有名な詩人李白は天下の名山に遊び、人口に膾炙した詩歌を書きながら成仙の道を探し、入道成仙を人生の帰依と見なして、ついには齊州紫極宮で正式に入道した。宋、元、明、清の各朝でも修道成仙に耽る士大夫は枚挙にいとまがない⁷⁾。

朝廷、顯官、士大夫の多くの人々が道教を迷信したために、自然科学を熱心に研究する人間は当然数少なくなってしまう。たとえ、数少ない“製鉄”などに熱心な人間がいたとしても、彼らの思考方法や問題を認識する深さが儒学と丹道家の“陰陽五行説”の影響を免れることは出来なかった。

陰陽五行説は中国で古代から行われてきた一種の自然哲学である。この説によれば、宇宙は陰・陽の二気と五行（木、火、土、金、水）の気とによって覆われており、これらの働きによって万物を生じ、その秩序が維持される。陰陽説は日月、星辰、寒暑、男女など宇宙間には対照的な二者があることを説明する原理で、戦国時代に発生したが、秦漢の頃“易”の解釈に適用されてから思想界を風靡するに至った。五行とは、本来は人の生存に必須な五つの物質であるが、天の五星にこの名が与えられたことから、月日を陰陽とすることと相まって、五気概念が生じた。五気のおおの勢力には盛衰があって循環交代するとされ、循環には相剋（木金火水土）と相生（木火土金水）の順序がある⁸⁾。

このように、陰陽五行説はもともと素朴な唯物論的なものであり、これを理論として、複雑な自然現象や技術が発展する過程で出現した問題を解決することに当てはめることには強引なこじつけと誤謬であろう。特に、この説では日食、月食、彗星、流星などの天体現象によって、人間界の社会事象を説明し、更にその対策を講ずることさえ行われ、今日では全く滑稽に見える。しかし、古代では公家の政策に、あるいは武家の戦術に取り入れられたこともあった。たとえば、前述した漢代の高炉爆発事故が《漢書》という有名な古籍に記載されているが、このことは確かに貴重なことである。しかし、この記載のすぐ後に、その時に発生した宮廷内の闘争、その頃発生した地震、水旱害などの異常現象を“五行”の間の相生相剋という理屈と結びつけて解明しており、これは明らかに間違いである。

この間違いは二千年前に発生したことであるが、残念ながら、千年前の北宋の時期に書かれた有名な自然科学著作《夢溪筆談》の中にも類似の論説が記載されている。例えば、この書の巻二十五・第六条に銅の製錬に関する記述があり、大意は次のようである：

「信州鉛山県に苦泉があり、そこから流れ出した水をとって加熱すると胆礬（たんぱん；結晶水を持った硫酸銅：新大字典、講談社、1993）が得られる。この胆礬を加熱すると銅が得られる。胆礬加熱用の鉄釜は月日が経つうちに銅に変化した。水は銅に変化することがわかる。したがって、物の変化は予測できない。物の変化は予想できない。《黄帝素問》という典籍によれば、天に五行あり、地にも五行がある。土

*4 徐福は人名。秦の始皇帝の命令により、不老不死の薬草を求めて東海の蓬莱山を目指したが、そのまま帰らなかったという。一説に、日本の紀伊熊野に着いたともいう。

の気は上昇して天に至ると湿になる。土からは金石が生じ、湿からも金石が生ずる。今回見られた現象はこの説の正しさを検証している。」(原文：信州鉛山県有苦泉、流以為澗、挹其水熱之、則成胆礬。烹胆礬則成銅。熱胆礬鉄釜、久之亦化為銅。水能為銅、物之變化不可測。按黃帝素問、有天五行、有地五行。土之氣在天為濕。土能生金石、濕亦能生金石、此其驗也。)

ここで著者は硫酸銅溶液が鉄器と接触した際に銅を生ずるという簡単な取り替え反応 ($\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$) を五行説によって解釈し、間違った結論を導いてしまっている。

《漢書》から《夢溪筆談》まで、およそ一千年であり、《夢溪筆談》から《天工開物》まででも600年以上経っている。これほどの長年月のうちには自然現象と化学反応はもう少し本質に触れた認識がされてもよいように思う。残念なことではあるが、《天工開物》に記載されている火薬の爆発原理に関する説明も古い水準のままである(余談だが、火薬を発明した国は中国である)。その記述は「硝性至陰、硫性至陽。陰陽兩神物相遇於無隙可容之中、其出也、人物膺之、魂散驚而魄齏粉。」(大意：硝は性が陰に属し、硫黄は性が陽に属する。この陰・陽二種類の神物が空間で隙なく出会い、その生成物ももし人間に遭えば、直ちに魂魄が身から離れて、体は粉々になる)。この認識もやはり“陰陽五行”の束縛から抜け出せないでいる。以上の例から、中国の知識界が道教という中国土着の宗教によって受けたマイナスの影響がよく解ると思う。

儒教の普及によって中国人民は自然科学を見下すようになった。一方、道教の丹道家たちは科学実験を行い、その幾人かは製鉄技術の発展に大きく貢献した(例えば、灌鋼法を開発した綦母懷文など)けれども、“陰陽五行”とか“相生相剋”という認識論が物事の本質的關係を考察することを制限してしまった。中国はヨーロッパよりも早く、2000年もの間高炉で溶銑を製錬してきたが、明、清時代の書籍においてもやはり、“蒸す”、“煮る”、“焼く”など料理で用いる用語で冶金過程を描写しており、化合、酸化、還元、取代などの基本的概念さえもなかった。G. ガリレイは17世紀に既に望遠鏡によって太陽の黒点、月の斑点、あるいは木星の衛星すらを発見したが、この頃の中国の技術者はまだ“金は水を生み出し、水は木を生み出す”などと言い、理論的認識は浅く、ヨーロッパのように科学技術の革命が勃発する道理はなかった。

(3) 明清支配者の唯我独尊と鎖国政策の影響

中国は北西には砂漠と高原が一つの障壁をなし、東南は海に囲まれて一つのまとまった区域を形成している。黄河文明を基礎とした漢民族は、やがて殷、周王朝を建設して中原地

区に優れた政治、社会、文化を築き上げた。漢民族の支配者は周辺の異民族を東夷、西戎、南蛮、北狄として蔑視し(あるいは、全て“夷”または“藩”と呼ぶ)、自らの文化に優越感を持つようになった。このような唯我独尊的な考えは歴代の帝王(漢化された異民族の帝王も含む)と士大夫階層の心奥にしっかりと焼き付いてしまった。彼らの考えによれば、中国こそ一つの世界であり、すなわち“天下”である。“天下”の外側は全て野蛮で暗黒なのである。中国(自分では“天朝”という)に対して、外国は朝見、朝貢する以外にはなく、中国に学ぶべきである。これとは反対に中国はいかなる国にも学ぶ必要はない。したがって、“船堅炮利”(兵船は堅固だし、火炮も使いやすい)の英国人が自分たちの玄関で覇を唱える時になっても、中国の外交部門はやはり“理藩院”と称しており、人民が列強の砲火の下に群をなして倒れた折にさえ、朝廷の大臣の中には「以夷制夷すべき」と喚く者さえいた。このような認識しか持ち合わせていない支配者に、外来の先進的な文化が学べるはずがなかろう。

中国の科学技術は宋、元に至っても世界の先頭を切っていた。宋代では製鉄業の発展と石炭使用の普及などによって経済が著しい発展を遂げた。しかし、遼、金、西夏、モンゴルの脅しと騷擾を受けて、軍事費の支出が膨大となり、経済の発展に不利な影響が現れた。宋に続いた元の時代には人口が圧倒的に多く文化程度も高く生産力も豊かな漢民族は被支配民族となった。支配者であるモンゴル族は、特に南宋の遺民を南人と呼んで残酷な抑圧を加えた。このような社会体制では当然、科学技術の進歩が制限されてしまう。元に代わって建てられた明朝は、開国初年の政治方針が皇帝の独裁制で、極度の監察政治と恐怖手段によって、国内の反抗を抑えようとした。対外的には鎖国政策を採った(明の初め、明律として“海禁令”が発布された)。もちろん、このような社会生活では科学の発展には不利である。

明朝の開国後130年を経て16世紀を迎えた。16世紀はヨーロッパで科学技術が飛躍的に発展し始める起点である。この前の世紀からのルネッサンス、宗教改革あるいは重商主義などの一連の活動を基に、西欧諸国は16世紀に科学革命を惹起させたのである。

ヨーロッパの自然科学者は、既に13世紀に、「全ての自然科学は究極において数学的である」として近代科学における数学的特徴的地位を明示して、科学における実験の重要性を強調していた。G. ガリレイ(1564~1647)の時代には数学的=物理的=実験科学—とりもなおさず近代科学の布石が既に十分打たれていた。

一方、当時の中国はどのような状況であったのであろうか。1506年に明の武宗が位につく。この正徳帝は自らを威武大將軍総兵官に任命し、全国を旅行し、ラマ教の怪しげな房中

術に凝り、政治は宦官にまかせっきりであった。ポルトガル人の西洋船が初めて中国に来航したのは1514年のことであった。場所は広東省の屯門である。これはポルトガル人の日本の種子島漂着に先立つこと29年であるが、“北虜南倭”の患に悩んでいた明朝は、ポルトガル人が使っていた鉄砲の殺傷力が大きく、「これは役立つものだ」と判っても押し広めなかった⁹⁾。百年後、農民蜂起を弾圧する時、あるいは凶猛な清軍と交戦する時にすら、こともあろうに千年来使用されてきた刀や槍といった兵器を使用していた。この正徳帝は暗愚な“天子”であり、その後順次位についた三人の皇帝もやはり暗君であった。世宗は道教を狂信し、神宗はアヘンを吸い、熹宗は晩年に宮廷内で大工の技術を学ぶことに夢中になった。最後に位についた崇禎帝は人君の資に欠けることはなかったが、既に国運は挽回できるものではなかった。このように腐敗し、自らの護身用兵器すら改良できなかつた朝廷に、外国に学んで自然科学を振興できるはずがない。

ついでに付言すれば、明初期(14世紀)の頃、鉄の在庫が過多であったために、朝廷は官営製鉄所を止め、千年来採掘を続けてきた大冶鉄鉱山さえも閉山させた。しかし、明末に至るまで、運賃が高すぎるなどの理由はあったものの、辺遠地域の鉄器の値段は法外に高かったのである。今の黒竜江省の少数民族は外地の旅商人によって、珍しくて貴重な貂(テン)の毛皮数十枚を鉄釜一個だけと交換して貰うことが出来た(《清代全史》巻四)。

実は、晩明には、イエズス会宣教師の来華布教がきっかけとなって、中国の鎖国政策は多少緩んできていた。科学技術の面でも少しずつ進歩し始めていた。しかし、明の後を継いだ清は再度厳しい鎖国政策を採った。18世紀の末に通商条約を結ぼうと北京まで来華したイギリス使節に対して、乾隆帝は「天朝は物産豊盈(ほうえい；豊かに充ること)、有らざる所なく、もとより外夷(外国)の貨物によって以て有無を通ぜず」という勅諭を与えて追い返した⁹⁾。

先進的なものを学んでこそ、先進的なものに追いつき追い越すことが出来る。これは周知の道理であるが、鎖国により外国(“天外”)のことを全然知らなければ追い越すことなど出来ない。

清は中国最後の封建王朝であるが、中国史上で輝かしい偉業を成し遂げている。特に、清朝前期には国を治める業績も十分に顕著で、中国史上での最高点に達していた⁵⁾。しかし、国の最高権威は世界に対して相対的に遅れていた少数民族である満族人に握られており、思想面では“保守”、認識論では“自慢”の満・漢支配階級の連合政権が経済、文化の面で大きな成果を上げられる道理はない。これとは逆に、当時のヨーロッパは政治革命と産業革命が進行し、生産力が著しく

躍進している最中である。英国は豊かな国力で世界に覇を唱え、アメリカは独立戦争を経て新しい国家を建設、フランスは1789年の大革命で本国あるいはヨーロッパから封建制度を一掃した。大勢の思想家は自由、民主を宣揚して、科学技術は急速な進歩を遂げた。世界が天地を揺るがすほどの変化を遂げているにも関わらず、清朝は鎖国の影響で未だ“天朝大国”の夢をむさぼり、熟睡中である。アヘン戦争に至り、英国は武力を持って中国を開国させたが、清朝は“富国強兵”の願望もむなしく遂に人民によって倒された。

6 おわりに

昔、中国人は常に“一衣帯水”で中日両国の密接な関係を形容した。今や、中国人は日本を友好近隣と見なし、両国の共同発展は東方文明を輝かしく開花させ、ひいては人類社会の進歩に大きな貢献を果たそうとしている。このような認識に基づいて、中国古代の製鉄の発展ぶりを日本の友人に概括的に紹介した。これとともに、直近400年の中国の科学技術の立ち遅れた原因をも考察した。尊儒と科挙は中国古代の知識界における自然科学に熱心な人間を少なくし、自然科学者は伝統、特に道家の陰陽五行説の影響を受けて自然現象の客観的規律を明らかにしにくくされ、封建支配者の唯我独尊と鎖国政策は観念と行動とを問わず外国に学びにくくした。したがって、中国古代の先進技術は経験蓄積型のものがほとんどで、理論的認識に欠けていた。このため、短期間で飛躍的発展を遂げることは難しかった。筆者は考古学と社会学には全くの素人であり、ここに述べた論述には誤り、あるいは不十分な考察が多々あると考えている。何卒ご寛容の上、忌憚のないご指摘をお願いいたします。

参考文献

- 1) 宋叔和ら：中国鋳床，地質出版社，北京，(1989)
- 2) 中国鉄鋳志，姚培慧主編，冶金出版社，北京，(1993)
- 3) 劉雲彩：中国古代冶金史話，天津教育出版社，(1991)
- 4) 中国大百科全書(鋳冶卷)，中国大百科全書出版社，北京・上海，(1992)
- 5) 中国大百科全書(歴史卷)，中国大百科全書出版社，北京・上海，(1992)
- 6) 車伝仁：ふえらむ，5(2000)3，163.
- 7) 洪万生主編：格物與成器，聯経出版公司，北京，(1982)
- 8) 万有百科大事典(宗教卷)，小学館，(1975)
- 9) 陳舜臣：日本人と中国人，集英社，(1974)

(2001年2月20日受付)