

金属を通して歴史を観る

22. 鑄鉄の中国・鍛鉄の日本

新井 宏

日本金属工業(株)顧問

最近中国では、「中国鋼鉄技術の十大発明」と称して、鉄鋼技術に関しては、ほとんどすべての分野で、ヨーロッパよりも中国が先行していたことをもてはやしている。北京科技大学の韓汝・氏が『文物』1998-2に紹介している表を次に掲げる。

表を見てすぐに分かることは、鑄鉄に関する項目が6件も入っていることである。ヨーロッパで、銑鉄が鑄物として利用されるようになったのは、中世も14世紀に入ってからのことであるから、どうしてこのような大差が生じたのか、それこそ文明史上の大問題である。

異様に早かった中国の鑄鉄

人類が鉄を使用し始めたのは、紀元前17世紀から前12世紀にかけてアナトリア(トルコ)を中心に勢威をふるった謎の民族ヒッタイトだといわれていた。それは、その首都ハットウシャ(ボアズキョイ)から出土した粘土板キズワトナ古文書に、前1250年頃、アッシリアのシャルナマセル1世から良質な鉄の贈与の要請を受けたのに、在庫がないとつれない返事を出した記述があるからで、そのためヒッタイトでは製鉄技術を秘密にして独占していたとの説も流布された。

しかし、隕鉄利用を別にしても、メソポタミア、アナトリア、エジプト、キプロス、クレタなどで、前30世紀から前17世紀の鉄遺物が多数出土しており、鉄の使用開始時期はかなり遡れる。

ただし、この頃の鉄は、まだ貴重品でカッパドキア文書によれば、鉄が金の8倍の価格で取引されたことあ

表24 中国鋼鉄技術の十大発明(韓汝・氏『文物』1998-2)

発明内容	時期(西暦)	
	中国	ヨーロッパ
白銑鉄を用いた実用器物の生産開始	前6世紀	14世紀
焼き鈍し靱性(可鍛)鑄鉄	前5世紀	18世紀
鑄鉄金型による農具・工具の生産	前4~3世紀	19世紀
銑鉄の炒鋼法(puddling?)による熟鉄化	前2世紀	18世紀
鑄鉄脱炭鋼, 鑄鉄脱炭板の重量鍛え	前5世紀	—
百煉法による名刀名剣製造	1~2世紀	6世紀
水車送風による冶金鑄造	1世紀	16世紀
灌鋼法(熟鉄に熔融銑鉄を接して浸炭)発明	4世紀	—
煉鉄燃料へ石炭, コークスの使用	10/16世紀	17世紀
活塞式の木風箱による冶金鑄造	17世紀	18世紀

り、我々の知る製鉄とはかなり異なった方法によったであろう。したがって、本格的な鉄器時代のスタートはやはり通説通りヒッタイトの時代と考えた方が良いのかも知れない。

いずれにせよ、アナトリア地方では前12世紀以前に鉄器時代が始まったのに、中国で鉄が使用され始めたのは前6世紀頃でかなり遅れる。それにもかかわらず、中国ではいきなり鑄鉄の利用が始まる。学界で意見が一致しているわけではないが、中国では鍛鉄よりも鑄鉄の利用が先行した可能性がむしろ高いのである。たとえば、前5世紀以前の出土鉄器28件の内16件が鑄鉄である。

なぜ中国では、かくも早くから鑄鉄の利用が始まったのであろうか。

それは、青銅器の鑄物技術を誇る中国では、火床炉や豎形炉などによる「直接製鉄法」を経ることなく、いきなり青銅器溶解法のルツボ法を利用して、鑄鉄鑄物をつくり出すことに成功したからだと思う。これは、単な

る筆者の推測というのではない。古くは吉田光邦氏の「華北のルツボ製鉄、河南・湖北の火床製鉄」説もあるし、考古学的にも漢代の製鉄遺跡から、製鉄用と思われるルツボが出土している事実がいくつもあるからある。

しかし、このような事実については、中国の製鉄史関係者が積極的な評価をしてないせいもあってか、近年、日本の研究者の間では、あまり話題になっていないように見受けられる。

ルツボ製鉄法は、中国にかぎらず、西洋においても、火床法などに先行していた可能性のある技術である。もっともっと注目しても良いのではなからうか。

古代製鉄の理解に向けて

一般的に言って、製鉄技術は分かり難い。ましてや考古の世界の製鉄技術は、考古学関係者にとっては、避けて通りたいのが本音であろうし、逆に一般の製鉄技術者の知識では、かなりの違和感がある。その結果として、誤謬に満ちた先入観にとらわれたまま、済ましてしまっている場合があるように思える。

たとえば、古代の鉄製錬を考える時には、何よりも製錬炉内温度を高温に保持することの困難さが強調されている。銅の融点は 1083℃なのに、鉄は鑄鉄でさえ 1150℃程度で、その差が極めて大きいというのである。

もちろん、その通りである。しかし、この表現は大きな誤解を生むもとでもある。鉄づくりが大変なのは、還元性を維持しながら高温を達成する必要があるからであって、還元だけ、あるいは鑄鉄を溶かすだけなら、それほど難しいことではない。

素人にわかりやすく説明するには、ものごとを一元化して言うのが良い。おそらく融点による説明もその一種であろうが、本来、製鉄には二元的な見方が必要なのであって、その前提を省略して、簡略化しても始まらない。

製鉄の理屈などは、見方によっては簡単なことである。要は、①鉍石をいかに還元するか、②還元した鉄と残渣の滓をいかに分離するか、の2つである。技術的には、還元性雰囲気を維持しながら、高温を達成することがその要点である。

それは、還元性を維持することと、高温を維持することとが、ある意味で相反する現象であり、未熟な古代製鉄にあっては、どちらかを犠牲にせざるを得なかったことによるのである。すなわち、高温を得るためだけならば、木炭などを CO₂ まで完全燃焼させても良いが、鉍石の還元をおこなうためには、CO までの不完全燃焼に

止めなければならず、その場合の発熱量は約 3 分の 1 に過ぎず、高温維持が困難になるからである。

このことから歴史的には種々の工夫、すなわち還元性加熱と酸化性加熱を 2 段階に組み合わせた製鉄方式が存在している。

もっとも原始的なレベルは、鉍石の還元を還元性雰囲気のもとで比較的低温で実施し、得られた海綿状の還元鉄を物理的に滓から選り分け、これを酸化性雰囲気下で高温加熱し、鍛接あるいは精錬する方法である。これなら根気よくやれば、必ず鉄はできるが工数が大変であろう。

この方式がもうすこし進歩すると、鉍石還元時の温度を 1200℃ 近くまで高めると同時に、粘土系の酸化物を加えて滓の融点を上げて、滓を溶融分離する方法が生まれる。この時できる還元鉄は基本的には低炭素鉄で固相であるが、局所的には木炭との接触によって、高炭素の溶融鉄もでき、相まっていわゆる固相の鉍をつくる。鉍はそのまま素材として使用される場合もあるが、必要によっては、鉍を再精錬して鉄素材に加工する場合もあり、その際には酸化炎を利用し高温を得やすくする。

このような方式が、古代から近世に至る製鉄技術の流れであり、日本のたたらも基本的にはこのグループに属する。ついでながら、このように鉄鉄をつくらずに鉄をつくる方式を直接製鉄法と称している。直接法だからといって、1 工程で鉄を作るわけではない。

そしてさらに還元温度の高温化がおこなわれるようになり、鉄がすべて溶融鉄として液相分離して取り出されるようになったのが近代高炉法である。こちらは鉄鉄を転炉などで脱炭再処理することから、間接製鉄法と称される。

以上は、世界の製鉄技術史の主要な流れそのものであるが、古代製鉄技術が 2 段階の組み合わせである以上、この他にも数多くのバリエーションがあり得る。そのひとつが、ルツボ還元法である。

土器などの容器内に細かく砕いた鉍石と木炭を混合して封入し、外部から加熱する。この方式なら、ルツボの容器内は完全還元性を維持できるし、ルツボ外からの加熱は CO₂ まで完全燃焼できるので、高温化が容易である。その際、もしルツボ内に木炭が多目に存在すれば、溶融鉄鉄ができるはずであり、ここで得られた還元鉄をもう一度ルツボで溶かせば、鑄鉄の出来上がりである。これが中国で春秋時代に始まった鑄鉄鑄物の原理なのである。

さらに面白い組み合わせがある。鑄鉄をつくるには、その素材として銑鉄を必要とすると思込んでいる方がいるが、ルツボ炉ではもちろんのこと、こしき炉でも、鉄を溶かして鑄鉄を作れる。それは、こしき炉に似る現代の鑄鉄キュボラを見れば明らかで、原料として屑鉄を使用するのは当たり前のことなのである。すなわち、技術の未熟な古代にあっては、低炭素の鉄から銑鉄を作る方が容易であり、けっしてその逆ではなかったのである。

以上のような理解は、ごく簡単なことであるが、それでいて古代製鉄を考える上では結構ポイントになると思う。鉄の作り方は多様であり、古代においては我々の常識外の方式が採られていた可能性もあり得る。そのような場合に、2段階のプロセスを意識してみると新しく見えるものがあるはずである。

ルツボ製鉄法などという、古代の製鉄法のように思われるが、中国では20世紀になっても盛んにおこなわれていた。そればかりではない。日本においても、戦時中の鉄不足時には検討されたことがある。それに、近年神戸製鋼が開発した、石炭を使用した還元鉄製造プロセス「FASTMET法」も原理的には、ルツボ法によく似ている。この方式は、粉状にした鉄鉱石と石炭を混合し、バインダーを加えて、バームクーヘン状のペレットを作り、1200℃に加熱して還元をおこなう方法で、直接還元法の一つとして注目されている最新技術なのである。

だから、古代日本においても、ルツボのようなものを使用した製鉄法がどこかにあったのではないかと想像してみたくなるのである。

鑄鉄を受け入れなかった日本

さて、中国においては鑄鉄が鍛鉄に先行していた可能性が高いが、それは中国の東北地方のことであり、江南地方では砂鉄などを原料とした直接製鉄が先に興ったというのが吉田光邦氏の説である。

そのことが反映されたからであろうか、朝鮮半島でも、鉄文化が比較的早期に始まった北部朝鮮に鑄造鉄器が多く、遅れた南朝鮮には鍛鉄が多いようである。そのことから朝鮮半島南部の製鉄技術は江南からもたらされたとする見解もある。

しかしいずれにしても、中国文化の影響を強く受けた朝鮮半島においては、鑄鉄文化が色濃く残されている。たとえば、東潮氏の「鉄挺の基礎研究」『考古学論攷』12に掲げられた三国時代までの鉄器分析例をみると、

脱炭鑄鉄を含んで、114例中の22例が鑄鉄である。

その意味で、日本はどうだったのであろうか。それがどうも中国文化影響下にあった割には、鍛鉄が主で、鑄鉄文化には全く向かわなかったようなのである。

すなわち日本では、古墳時代以前の出土鉄器を見ても、鉄挺、鏃、鎌、鋤、刀、劍、槍、矛、冑、短甲などほとんどすべてが鍛鉄製であり、唯一の例外ともいべきものが、鉄斧の一部に見られる斧形鑄鉄品である。件数で言えば、1978年の段階で72例であり、数万件はある出土鉄遺物のごく一部に過ぎない。

しかも、この斧形鑄鉄品は日本製ではなく、朝鮮半島から輸入されたものであろうという意見が有力である。それは、形状が唐鋤に似ていて、同種のもものが朝鮮半島から数多く(1978年の段階で377例)出土することや、材質が白鑄鉄で、脆くてとても実用に耐えられるはずがなく、しかもその出土状況が鉄挺と似て、祭祀的あるいは貨幣的であることによる。この辺の議論は、村上英之助氏の「古墳時代の斧形鑄造品」『たたら研究』24に詳しい。

もしこのように、古墳時代以前の国産鉄製品の大部分が鍛鉄製で、鑄鉄品はあったとしてもごく一部となると、中国文化を受け入れたにしては極めて異常な状態である。

それは日本においては鑄鉄を鑄造できる技術水準まで到達できなかったことを意味しているのであろうか。あるいは何らかの文明史論的な背景で、鑄鉄文化の取り入れに消極的だったからであろうか。

このような設問をしたのは、当然ながら、西洋と東洋の製鉄史の違いを意識してのことである。なぜ中国で紀元前6世紀にあらわれた鑄鉄が、西洋では14世紀を待たなければならなかったのか、これはまさに、技術史的にも、文化史的にも、社会史的にも解明されなければならない一大テーマなのである。

筆者は、弥生時代の鑄造技術を高く評価している。そのことは前にも書いたが、弥生時代の100kgを越える薄肉の大型銅鐸は、現代の技術をもって復元にてこずっている。それをなしえた弥生時代の技術をもってするならば、鑄鉄の鑄造が困難だったとは思えない。

鑄鉄を受け入れなかったのは、古代日本において、比較的早い時期から鍛鉄技術が発達していて、鑄鉄を受け入れる必要性が乏しかったからではなかろうか。

銑鉄などなくとも鑄鉄はできる。そのことは前述した。直接製鉄で作った鉄を使えばよいのである。溶解法としては、中国のようにルツボ法もあるし、こしき炉もあ

る。

それにもかかわらず、古墳時代の日本において鑄鉄製品が作られなかったのは、技術的な問題とは思えない。日本は、この頃からすでに匠の国であり、貴重な鉄材を鑄物に使うよりは、鍛鉄に使う道を選んでいたように思われる。

このような解釈は、日本の鉄生産開始時期の問題と深い係わりを持っている。もし、通説のように鉄素材のすべてを輸入していたのであれば、銑鉄も輸入すればよかつたのである。なぜそうしなかつたか。それは、それ以前の古代日本において、小規模ながら鉄の国産化が始まっており、鍛鉄で一通り賄える体制ができていたことを強く示唆している。

日本における製鉄開始時期については、主として金属系研究者の意見によって、確実な証拠は5世紀後半までしか遡れないとされている。このような見解は古墳時代の国家の枠組みを理解する上でのひとつの隘路になっている。すでに、縄文時代の後期に鉄の存在を知った日本人が、その後800年もの間、製鉄技術を身につけることができなかつたのであろうか。この興味ある問題については、改めて議論する予定であり、今回は深入りしないが、金属考古を学ぶ者に課せられた重い課題なのである。

奈良と鎌倉期の鑄鉄

このような日本においても、奈良時代に入るとさすがに鑄鉄製品が現われる。大型の例から挙げると、製塩用の鉄釜がある。

- 「筑前国観世音寺資材帳」和銅2年(709)
熬塩鉄釜 口径5尺6寸 厚さ 4寸
- 「長門正税帳」天平9年(737)
煎塩鉄釜 径 5尺8寸 厚さ 5寸
- 「周防国正税帳」天平10年(738)
塩 竈 径 5尺9寸

これらは文献上のものであるが、全く同形態の釜が千葉県富津市の金谷神社にある。俗称鉄尊様といわれているもので、口径5尺4寸、厚さは3.3~4寸で、重量にして1571kgある。

この他にも、天平19年(747)の「法隆寺伽藍縁起并流記資財帳」に鉄(釜) 壺拾参口(一口径二尺六寸深三尺六寸、・・・)、同年の「大安寺伽藍縁起并流記資財帳」に鉄(釜)二十二口、天平勝宝7年(755)の「越前国使解」にも釜一口(受二斗五升)などとあり、大きな鉄釜では数100kgに達するものがあった。

また、大和国の調として、鍋202口が納められた例や、『延喜式』に河内国の調として鍋200口が規定されていることなどから見て、奈良時代に入ると、急速に鑄鉄製品が普及している様子が分かる。これらは前後関係から見ても、奈良大仏の鑄造技術から見ても、国産品であることは疑いない。さらに、8世紀後半から9世紀になると、各地から羽釜の鑄型が出土しており、煮沸用具などへの用途の広まりを感じさせる。

しかし、平安時代の鑄鉄鍋釜の遺品は極端に少ないのだという。明言できないが、銅生産の場合と同じく、鑄鉄の場合も奈良時代に大きな高まりがあった後、長期の停滞期があったようなのである。あるいは、この状況は鑄鉄のみに留まらず、製鉄全般の状況を反映しているのかも知れない。たとえば、穴澤義功氏の「考古学的に見た日本の製鉄遺跡の歴史」『BUMAIV』を見ると、平安時代には、箱型製鉄炉遺跡の数が奈良時代の5分の1程度まで極度に減少しているのである。

このように見ると、鉄の歴史は、銅の歴史と連動しているようであり、社会の動きをよく表わしているようである。「金属を通して歴史を観る」のは、そのような楽しみがあるからである。

そして、日本における鑄鉄生産の次の画期となるのが、鎌倉時代である。鉄灯籠、湯釜や鉄仏などの鑄鉄鑄物が急増する。

まず鉄灯籠では、仁平年間(1151~54)の河内丹南日置の鑄物師による108基の献納が知られているほか、大阪観心寺の鉄灯籠も貞永2年(1233)造られたものである。湯釜では、寿永2年(1183)の醍醐寺大湯屋釜(800斤)、同三宝院の湯釜(280斤)と建久8年(1197)の東大寺の大湯屋釜、同8年の山口県阿弥陀寺の宝塔(国宝)、さらには寛元4年(1246)の高野山大湯屋釜(1266斤)がある。それに続くものとして、文永5年(1268)と弘安7年(1284)箱根神社のふたつの大釜がある。これらの大湯釜はいずれも500kgに達するものである。

またその頃から数多くの鉄仏が造られている。佐藤昭夫氏がまとめた表(「関東の鉄仏」『古代日本の鉄と社会』1985)によれば、現存する鉄仏71軀の内45軀が鎌倉時代のものであり、ほとんどの鉄仏が鎌倉時代のものであっても良いほどである。他にも、建久8年(1197)の防府市の阿弥陀寺の鉄多宝塔や建保5年(1217)の京都広隆寺の梵鐘がある。まさに鑄鉄文化花盛りとも言うべき状況を呈するのである。

もちろん、これら鉄鑄物が盛んに造られたのと、第16回、第17回に述べた鎌倉大仏や梵鐘の銅鑄物の盛行

とは無関係ではないだろう。

鍛鉄志向に回帰する日本

ところで、この頃の朝鮮や中国の状況を見てみよう。まず朝鮮であるが、朝鮮でも鉄仏がつくられた歴史がある。ただし朝鮮で鉄仏が盛んに造られたのは、9世紀から10世紀で、日本に比べると数100年も早い。鑄造技術から見ても、韓国中央博物館にある旧春宮里の釈迦如来坐像のように、3m近い巨像でありながら、湯廻りもよく、鑄肌もきれいな点で、鎌倉時代の鉄仏よりも優れている。さすがに、三国時代以前の鑄鉄技術をしっかり受け継いでいるようである。また前にも紹介した朝鮮半島最大の鐘、奉徳寺の「エミルレの鐘」も、最初は鑄鉄製で計画されたと伝えられており、日本より鑄鉄が盛行していたことは疑いない。

もちろん、この頃、鑄鉄の本家である中国では、鑄鉄の生産が極めて盛んで、巨大な鑄鉄鑄物が続々と造られている。まず、中国に現存する最大の古鑄物として、五代の大同広順3年(935)に鑄込まれた滄州の大鉄獅子がある。重量が58,600斤(35トン)もある。また宋の仁宗嘉祐6年(1061)に造られた湖北省当陽王泉寺の鉄塔は、高さが17.8m、重さが106,000斤(60トン)もある。そのほかに、大型鉄鐘も続々と造られており、金の明昌3年(1192)鑄造の陝西省西安の小雁塔の鉄鐘は、高さが3.5m、口径が2.4mであり、20トン近くの重量になる。まさに、鑄鉄が盛行した鎌倉時代を以ってしても、中国とは全く比較にならないのである。

しかも、鎌倉時代が終わると、日本では鑄鉄生産は再び停滞に向かう。この頃、鉄全体の生産が停滞したとは考えられず、むしろ、鍛鉄系の生産は非常に活発である。たとえば、この頃大量の日本刀が明に輸出されている。

知られている例を列举すると、永享4年(1432)の3052本、永享6年(1434)の3000本、宝徳3年(1451)の9900本、明の成化5年(1469)の30000余本、成化14年(1478)の7000本、成化19年(1483)の37000本、成化21年(1485)の38610本、弘治8年(1495)の7000本、永正8年

(1511)の7980本、天文8年(1539)の24152本で、おそらく通算で数10万本に達したと思われる。

日本刀の製作は、その繰返し鍛錬に特徴があり、素材鉄を多量に消費する。たとえば、『延喜式』を見ると、「太刀一口(長二尺四寸)鉄十斤五両鞘料鉄一斤」とあり、約7kgの素材鉄を見込んでいるし、江戸末期享和2年(1802)に野州鹿沼の刀鍛冶が代官所に提出した見積書を見ても「鋼鉄二貫二百匁、地鉄一貫三百匁」とあり、合計で13kgの素材鉄を必要としている。

明への輸出品が低級品であったとしても、平均5kgの素材は費やしたであろうから、概算で1000トン程度の鉄が輸出に向けられたことになる。けっして少ない数字ではない。

しかも面白いことに、鉄生産では圧倒的な量を誇った中国でありながら、宋代・明代ともに、東南アジア諸国から鍛造鉄器を輸入し、その代わりに鑄造鉄器を輸出している。明初には琉球も鉄釜鑄物を中国から輸入している例がある。そこには「鑄鉄の中国、鍛鉄の周辺国」という構図があり、日本は明らかにその後者に属している。何らかの経済原則、すなわち製鉄技術の質的な差が存在したと考えるべきであろう。

前回も述べたように、室町中期には、鉄価が半額に低下している。当然、鉄生産全般が盛んになったであろう。しかし、室町時代には鑄鉄生産はむしろ減少に向ったようなのである。その流れの中にあつて、戦国時代を迎え、火縄銃の大量生産がはじまり、日本はますます鍛鉄を志向する結果となる。秀吉の朝鮮出兵において、日本側が火縄銃を主武器として戦ったのに対し、明や朝鮮側は鑄造砲をもって迎え撃ったことなどは、鑄鉄文化と鍛鉄文化の象徴的なぶつかり合いだったのではなかろうか。

そしてついには、「家康の大砲」すなわち靖国神社遊就館蔵の芝辻砲(1.7トン)さえ、鍛造でつくる異常な状況を迎えるのである。日本には、歴史的に見ても、技術よりも技能を大切にする匠の風土があつたようである。その風土に鍛鉄文化はよく合っていた。