

随 想

古代日本製鉄技術考

飯 田 賢 一*

たたら以前の古代製鉄技術について考えるところを書けというのが編集委員会からのご要請であるが、もとより私は考古学を職能とする者でなく、また鉄の歴史の時代区分からいうと、むしろ近代以降を研究の主対象とする者である。しかし、歴史に学ぶということは、その対象が原始古代であれ近代であれ、つねに「現在と過去との間のつきることを知らぬ対話である」¹⁾と、私は思う。これは E. H. カーのことばであるが、過去は私たちが生きる現在にとつての意味ゆえに問題となるのであり、他方、現在の意味は過去との関係を通じてこそ明らかにするのである²⁾。

そこで、私はこの随想を 19 世紀後半から 20 世紀初期にかけて世界の鉄冶金学界の第一人者であつた A. レーデブーアのことからはじめようと思う。

1. レーデブーアと鉄器時代先行説

いまは東ドイツに属するフライベルク (Freiberg) は、古い鉱業都市として知られるが、ここはドイツ最古の鉱山大学 Bergakademie Freiberg (1765 年創立) をもつ国際的な学園都市でもあつて、わが日本鉄鋼協会初代会長野呂景義はじめ、今泉嘉一郎、俵国一等々の鉄冶金学者たちは、いずれもこの大学に留学した。野呂や渡辺渡らの東京大学における恩師の Curt NETTO (1847~1909) が Bergakademie Freiberg の出身であつた故のほか、鉄冶金学の主任教授として、また学長として Adolf LEDEBUR (1837~1906) の名声が内外にとどろいていたからである³⁾。

レーデブーアは教え子の一人、大島道太郎の委嘱によつて官営八幡製鉄所の創立計画にも協力し、1900 年 5 月には日本政府から勲三等瑞宝章をうけているが、日本古来の製鉄法「たたら」にもはやくから関心を寄せ、ドイツ鉄鋼協会誌 “Stahl und Eisen” (1901 年 8 月 15 日号) に、「日本の製鉄工場について」(Ueber den japanischen Eisenhüttenbetrieb) と題し、おもに中国地方における高殿 (たたら) の製鉄の状況を 10 ページにわたつて詳述している。さて、このような世界各地における製鉄の歴史と現状をも克明に調査したうえで、かれが鉄冶金学の理論と実践を、全 3 巻の大著に集成し、一つの体系へと発展させたのが「鉄冶金学ハンドブック」(Handbuch der Eisenhüttenkunde) である。

第 1 巻の初版は 1884 年 (明治 17 年) であるが、以来全 3 巻ともに版を重ね、この書はじつにわが国でも明治・大正・昭和初期にわたつて、東京帝国大学工科大学 (いまの東大工学部) をはじめ、各地の大学・高専の鉄冶金学の最大の参考書として使用されたのである。日本の鉄鋼概論の本として最も古い向井哲吉著「応用製鉄術」(1894 年) も俵国一著「鉄と鋼、製造法及性質」(1910 年) も、同書を源泉として成つたものであり、また、たとえば助教授時代の三島徳七博士は「工政」(1927 年 3 月号) に「冶金学に関する参考書」と題する一文を寄せ、その筆頭に、A. LEDEBUR: Handbuch der Eisenhüttenkunde, Band I-III, (1906) をかかげられている。

こうして本書は、少なくとも半世紀間、日本の工学徒たちに親しまれてきたと考えられる。三島先生は「本書は 3 巻より成り、第 1 巻には鉄鉱石、燃料、鉄冶金に関する化学の理論、炉の種類及び其構造を論じ、第 2 巻は専ら鉄鉄及其製造法を詳述し、第 3 巻には鋼及び其製造法を論述せる者なれば、鉄冶金に従事せる人々の最良なる参考書なり」と、解説されている。技術書であると同時に各部門ごとにその歴史を論じ、各国の事情に言及しているから、すばらしい技術史の文献ともなっている。日本の「たたら」は第 3 巻に図解を付して詳述されているが、ここでぜひ紹介せねばならぬのは第 1 巻の歴史叙述 (Geschichtliches) の項である。レーデブーアは、いわゆる青銅時代が鉄を知ることより先行するという仮説が広まつていることをはつきりと否定し、「新しい研究によれば、純粋な鉄鉱石を産出する国々においては、鉄もまたすでに青銅以前に、そして大抵は銅以前に、知られていたということは疑問の余地がない」と論述しているのである。かれは明確に鉄器先行説を打ち出し、「青銅の製造は、人間が金属の製造と加工をよく理解する経験を積んだ後に、はじめて可能となつたのであり、少なくとも二つの金属のうちの一つを、外から受け入れることを可能とする交易関係が契機となつた」と断言している。

レーデブーアは “Stahl und Eisen” にしばしば Ludwig Beck の「鉄の歴史」(“Die Geschichte des Eisens in Technischer und Kulturgeschichtlicher Beziehung” 第 1 巻は 1884 年刊) を紹介しているから、ベックによる青銅器先行説批判の影響をうけていることは確かである⁴⁾。中沢護人氏の訳業で知られるよう

* 東京工業大学工学部教授



写真 1 茨城県八千代町尾崎前山製鉄遺跡

(昭和54年 8 月調査・阿久津久氏撮影)

中央が炉底部、石組みは水抜き遺跡。炉を中心に東西と北側に柱穴があるのもこの遺跡の特徴（南側から見る）。

に、ベックは「鉄の歴史」第 1 巻に、もし金属学の実知識の示すところに耳を傾けるならば、一般歴史家の間に広く流布されている定説に反して、青銅時代は製鉄技術と鉄に関する冶金知識の発展が前提となつて、はじめて実現し得た。少なくとも銅と鉄は「最古の文化民族が歴史に登場したとき、すでにどちらも知られていた」と提説しているのである⁷⁾。

鉄冶金学者でもあつたベックが明らかにし、世界的なレーデブーアの名著「鉄冶金学ハンドブック」では一層明確に青銅時代先行説が批判されながら、ヨーロッパ先進国でも日本でも、なぜ依然として石器時代→青銅器時代→鉄器時代といった〈通俗的な〉歴史段階説が多くの歴史教科書その他で支持されるのであろうか。文科（歴史）は文科、工科（冶金）は工科といつて、学問分野間に相互の交流がなく、技術史のような一種の学際的領域に対する社会的関心が薄かつたことが、最大の原因であつたと私は考える。

2. のぞまれる技術者の眼とひろい視野

一般歴史家の業績は業績として、もとより尊重されねばならない。しかし、こと鉄の歴史に関するかぎり、かつてレーデブーアが鉄冶金学の立場から自己の確信を「ハンドブック」に打ち出したように、既説に制約されぬ、くもりのない製鉄技術者の眼が注がれるべきではないか、と思うのである。日本の古代製鉄技術を遺跡や文献に即して考察する場合またしかりである。

モース (E. S. MORSE) が大森貝塚を発見して日本の考古学研究の道を開拓して 100 年になるが、かれの仕事をついだ人類学者の坪井正五郎は、石器と土器を巧みにおりこんで「遺跡にて、よきもの得んと焦るとき、心はセッキ、胸はドキドキ」と詠んだことがある⁸⁾。以来今

日まで、考古学者たちにとって土器や石器は、遺跡の編年のうゑで依然として、放射性炭素 (^{14}C) 測定にまさるとも劣らぬきめ手となつている。ところが、製鉄址の発掘にさいし、生産の場である以上鉄滓や炉壁部分が出土することは当然あつても、生活の場でなければ土器が伴出することはまれである。つまり生産遺跡の場合、土器編年にかわる自然科学的・工学的手法がもつと開発されないと、考古学研究の妙味にとぼしく、その意味で古代製鉄技術の歴史的研究は、まだほとんど未開拓のままといつてよい。

周知のように、日本は、ことに中国・朝鮮・シベリアなどの大陸諸地方、あるいは大陸に近い大洋州の諸島が先に鉄器文明の時代をむかえ、その影響のもとに歴史時代にはいつた。今日のことばでいえば、技術移転 (technology transfer) を基軸に、産業技術は形成される。わが国の鉄器文明はまず鉄製品の渡来（大陸から北九州へ）というかたちで活発な胎動をしはじめ、やがて弥生式土器文化時代中期（紀元前 1 世紀）ころには製鉄技術が芽ばえ、しだいに各地に普及していつたことは、ほぼ確実とみられる。たとえば長崎県玄崎郡ハルノツジ・カラカミ両遺跡出土の鉄器類などの調査結果が、よくその事例を示している⁹⁾。日本の弥生時代は、紀元前 300 年ころ北九州に起こつた新しい文化であるが、稲作とともに「最初から鉄の道具を、あるいは織物の道具を使つている」のが特徴である⁸⁾。もちろん鉄器が青銅器に先行している。さらにいずれの製品用途にも属さない「鉄塊・鉄片」の出土がみられ、古代人はまず鉄の半成品や使い古した鉄器の加工技術をおぼえ、それから進んで土着の資源を使つて製錬技術そのものを獲得するという合理的な知恵をもつていたことが理解されるのである。

なお、たとえば大阪府茨木市東奈良遺跡や奈良県田原本町唐古遺跡には良好な銅鐸鑄型が出土し、銅鐸や銅剣・銅鉾のあるものが日本で鑄造されたことは明らかであるが、その原料銅をどのように採掘し製錬したかは、ほとんどわかつていない。日本ではじめて銅が採掘されたことを示すものとして「続日本紀」にある武蔵国秩父郡の和銅献上 (708 年) の記事があるものの、鑄造は輸入青銅器の鑄つぶしであろう⁹⁾。

ところで、銅鐸のように、それ自体、権力者による宗教上の用具として永く保存されることを目的とする場合とちがつて、民衆が生活してゆくために、それがつねに使用されてこそ意味がある鉄製の鍬や鋤などの農具、また鎗がん、のみなどの大工道具類は、まず出土しないのがふつうである。鑄びてしまうからではなく、「鉄の釜は親の仇にも貸せ」のことわざのように、また「福翁自伝」に諭吉が「江戸に火事があると焼け跡に釘拾いがウヤウヤ出ている」と語つているように、ほんらい鉄は、その道具も材料も使われつづけることによつて生きるものである。

戦後の日本考古学史上に一時期を画した静岡県登呂遺跡（弥生時代後期）の場合、鉄器の出土は皆無に近かった。しかし、大量に出土した木製の農具・生活用具のどれをとつても、鋭利な金属器＝鉄器で加工されていることは明らかで、登呂の水田農耕文化は鉄の道具がもたらしたといえる¹⁰⁾。木器のかげに鉄器ありである。すると、ここをつぎのようなことが断言できる。——古代製鉄技術を考えるには、炉床構造や鉄滓をともなる製鉄遺跡そのものはもとより、古代人の生活の場を示すすべての事例に広く着目し、そこにかくされているすばらしい民衆の土着の知恵を見抜くことが大切である、と。

3. いくつもの「鉄の道」

洋の東西を問わず、国の先進たると後進たるとを問わず、人間の生活のあるところ技術が存在し、土着の民衆の知恵がはたらき、いつしか鉄をめぐる地域の文化が形成される。——これが私の技術史研究上の一つの確信である。製鉄の技術は、端的に言えば還元と酸化の二つにつきまはることは昔も今も変わらない。しかし、人間がそのうえで生活しつづけている大地の条件は、その地域・国土によつてさまざまである。だから、生活とともに技術があり、鉄器が使用されるものとすれば、その鉄のつくられ方、加工の方法、流通の経路などは、本来どれをとつても多様性に富む土着の知恵をもつことが当然のすがたであると考えてよい。

戦前から戦後にかけて、日本の古来の製鉄法といえは、日本刀→玉鋼→中国地方→出雲たたら（砂鉄による鉄づくり）といった道で組み立ててみるのが、一つの常識であつた。はやくは倭国一博士が、わが国製鉄技術の古典「鉄山秘書」の復刻とともに「古来の砂鉄製錬法」（1933年）を公刊して、江戸時代に完成された中国地方における伝統的な製鉄技法に関する克明な調査記録を世に広め、また日本鉄鋼協会が1969年に島根県飯石郡菅谷で「たたら製鉄復元操業」を実施し、記録映画「和鋼風土記」やその報告書を作成したことは、製鉄技術史研究のうえに大きな寄与をはたした。だが、これらの成果と在来の常識とから、もし日本各地の製鉄遺構が、いずれもこの中国地方の形式に類似していると考えたら、出雲たたらのみが日本製鉄技術の源流とみることと同様、誤りである。「鉄山秘書」の著名下原重仲（1738～1821）みずからも「凡ソ鉄ハ何国ニモ有ル物也」といい、土佐にも大和にも伊勢にも薩摩にも奥州にも「其外国々ニ粉鉄ハ多ク有ル物ナリ」と記している¹¹⁾。

すると、いつたい日本では鉄の製錬技術はどこから始まったとみるべきなのであろうか。

「戦国の光と影」（1975年）という労作をもつ井塚政義氏（大同工大名誉教授）は、わが国における砂鉄製錬技術の源流として、鉄砲伝来の地で知られる種子島に注目される。この島は南シナ海の海流と地理的環境のため

に、古来、漂着船の多い地点として知られ、中国大陸をはじめ南方諸地域との文化接触を通じて、すぐれた文化的能力、新しい技術を受容しうる特質をもつていた。民俗学の父・柳田国男氏が提唱する「海上の道」である。1977年に私も種子島と屋久島を調査し、浜砂鉄の豊富な両島の各地域に出土する鉄滓、製鉄址のほか、げんに伝承されている種子鉄の鍛造技術などから、少なくとも天文年間に伝えられたヨーロッパ製の鉄砲は、それを受容する側にすでに高度の技術能力があつて、はじめて自主的に摂取・吸収され、新しい日本の技術として定着したと理解するのが歴史的真理であることを確信した。もとよりこれは仮説であるが、井塚氏が「東アジア砂鉄冶金技術の流れは、その伝播の波紋を拡げてゆくうちに、いつしか南海の種子島に西方と南方から相前後して到着し、種子島からさらに砂鉄を求めて日本本土めざして北上し、その流れが最終的にたどりついた場所、それが日本において最も良質の砂鉄地帯＝中国山脈のふところであつた¹²⁾」と提唱される一つの「鉄の道」があつたことは、十分に想定されてよい。

つぎに鉄鉱石製錬の可能性の強い古代の遺跡として近年注目をあびつつあるものに滋賀県の北牧野製鉄遺跡（1971年、同志社大学森浩一教授による）や草津市野路小野山製鉄遺跡（1979年、滋賀県・草津市両教育委員会による）がある。前記井塚氏によると、この地帯は北は若狭湾、南は伊勢湾、西は琵琶湖を各頂角とする「古代伊吹山系製鉄地域」にはいる。4世紀後半ころから7世紀はじめにかけて①採掘の比較的容易な鉄鉱床、②製錬に必要な豊富な森林、③製鉄に有利な通風などの好気象条件、④鉄の積出しと製鉄現場への生活物資運搬に便利な河川水運、⑤鉄の交易に有利な水陸交通の要地、といった好立地条件にめぐまれていた¹³⁾。だから土地の豪族息長氏を中心に百済系・新羅系先進製鉄技術集団を迎え、鉄鉱石製錬技術を定着させたとみるのである。ソ連科学アカデミー編「シベリヤ史」に「南沿海地方では紀元前1000年ごろすでに鉄が使われ」そのころのものと推定される鉄斧が「ウラジオストク近傍ペスチャヌイ半島の古代居住地」に出土したという報告があるから、進藤義彦氏（亜細亜大学）がのべるように、南沿海地方の鉄器文化に加賀・越前の古代製鉄技術の源流を求めることもできる¹⁴⁾。これも一つの「鉄の道」であることは否定できない。

4. 関東と東北の場合

つぎに東国が、「常陸風土記」に若松の浜（鹿島灘）と安是の湖（霞ガ浦）の砂鉄によつて剣をつくつたとあることで知られるように、古代すでに一大産鉄地域であつた。8世紀はじめに成立した同書は、常陸・下総一帯が「土うるおい原野こえ、人びとゆたかに家にぎわつて」古の人が常世の国というほどだと記している。げんに鹿島

町木滝台地、水海道市菅生町、結城郡八千代町など、各地にみられる製鉄遺跡は、この地域の古代人たちが豊かな農耕生活の場に即してたくみに立地条件をとらえ、小規模ながら自まえの鉄を生産していたことを、私たちに語りかける。私の所属する東京工大の製鉄史研究会は八千代町教育委員会と共同して、同町尾崎前山製鉄遺跡に着目し、その発掘調査を 1978~9 年の両夏にわたって実施した¹⁵⁾。第 2 次調査では、南面する傾斜地にある製鉄遺構の真北側台地に弥生住居址があることが明確となった。生活の場に近接しているから、遺構を覆った直上土層から多量の土器(土師器・須恵器片)が出土し、考古学研究者たちの大きな関心をよび、そのため自然科学者・工学者との共同調査研究に拍車がかけられた。製鉄炉の操業年代は 8 世紀末から 9 世紀中ごろと比定され、あの平将門のごとき東国の英雄も、鉄を背景とする高い農業生産力の基礎のうえにこそ出現したことが推察できた。

近世中国地方の「たたら」遺構に比し、炉の規模こそ小さいが、炉底中心部の下部にすばらしい水抜きが発見されたのも明らかなように、9 世紀にすでに関東地方において、のちに西国で永代たらら(高殿)として完成される、きわめて合理的な炉床構造が確立されていたことは確実である。9 世紀前後のころ関東地方がすでに一大産鉄地域であつたことは、結城郡八千代町のほか、埼玉県大山、群馬県金井・片並木・菅ノ沢等々の各製鉄遺跡に関する近年の発掘調査報告からも明らかである。しかし埼玉県児玉郡近辺などが鉄鉱石製錬地帯の可能性をもつことをのぞくと、原料は利根川・鬼怒川水系の砂鉄が主であつたと考えられる。

これに対し、鉄鉱石製錬にもとづく「鉄の道」を想定させるのが東北地方の場合である。日本民俗学の原点とされる柳田国男著「遠野物語」(1910 年)にも出てくる上閉伊郡白望山の近く、明神平の製鉄遺跡には、カキの貝がらを媒溶剤に用いたと思われる鉄滓が散見され、東北の先人たちのすばらしい技術的知恵がしのばれる。海拔数百 m ほどの峠のこの地点では、一日中強い風が吹き、浅い盆状の野焼炉を造つて火を起こし、細かい「餅鉄」(高純度磁鉄鉱の一種)をセットするだけで、数時間のうちに還元鉄ができる¹⁶⁾。炉壁とか炉床構造などは、あとにも残らぬほどの原始的な操業法で、ただ鉄滓のみが製鉄の跡を語ることになる。土器の類はもとより出土せず、かなくそ平ともよばれるこの地点の製鉄開始年代はまだつかみようがないが、東北地方、ことに岩手県各地には、餅鉄すなわち「餅のごとき岩鉄」を原料に使用したと鉄滓の化学分析から判断される製鉄遺跡が多い。上閉伊郡大槌町の小林家に現存する中世紀の製鉄絵巻には、箱型の製鉄炉に鉄鉱石(細かな餅鉄)を装入していると考えられる状況が描かれている。江戸末期ともなれば、「奥州盛岡橋野山の餅鉄を以て之を作る」と銘を打

つ刀剣(たとえば石堂是一作刀)も多い。

1977 年秋、釜石市立西中学校の生徒たちは、文化祭のテーマに「人間と鉄のふれ合い」をとりあげ、校庭に小さな炉を築き、校庭のわきを流れる甲子川に餅鉄を拾い、鉄をつくつた。餅鉄約 22 kg、木炭 30 kg、およそ 5 時間で 12.5 kg のすぐれた還元鉄ができ上り、あとで鍛造して小刀をつくつた。1969 年の日本鉄鋼協会のたたら還元操業にくらべ規模はまったく小さいが、銅(けら)1 kg 当たり原燃料は 1/2 から 1/3 ですむ。こどもたちは砂鉄製錬に対する鉄鉱石製錬の優位性を立証し、あらためて郷土の製鉄文化を歴史的に追体験することができた¹⁷⁾。と同時に、このような実験考古学的方法は、ベック→レーデブーア鉄冶金学者たちの「鉄器時代先行説」が、たんに日本のみでなく世界的に妥当することを、十分に示唆するのである。

東北地方は砂鉄・鉄鉱石ともにめぐまれた日本有数の地域であり、縄文土器文化のふるさとでもある。古代舞草鍛冶の名で知られるこの地に対し、はやく大和朝廷は「東辺北辺は鉄冶置く事を得じ」と 700 年(文武天皇 4 年)に令を出さざるをえなかつた。それほどに製鉄技術は高い先進性を有していたのである。安政 4 年(1857 年)12 月、釜石から近代製鉄技術がまず定着しはじめたのは、盛岡生れの洋学者大島高任(1826~1901)らを先頭に、ヨーロッパにおける製鉄法の原理が、鉄鉱石製錬という古くから伝わる東北地方の土着技術文化の土壌に生かされたからにはほかならない¹⁸⁾。

5. む す び

いま日本美術刀剣保存協会による「日刀保たたら」が出雲横田で高品質の玉鋼製造に努力している一方、釜石で刀剣材料研究所(所長新沼鉄夫氏)が、餅鉄などを主原料にいわゆる南部鋼を試作し、あわせて古代東北製鉄の解明につとめていると聞く。今日は考古学ブームで、奈良国立文化財研究所の埋蔵文化財センターに一例をとつても年間 600~700 冊の報告書が公刊されているという。そうした状況下にあつて、日本の北にも西にも人文・理工両学問分野のわくをこえた共同研究が盛んとなり、鉄冶金学者の科学的な眼が注がれて、鉄をめぐる地域文化の歴史的解明が進むことを私は願うのである。

文 献

- 1) E. H. CARR: What is History?, (1961), 清水幾太郎訳: 歴史とは何か (1962) [岩波書店]
- 2) 飯田賢一: 日本鉄鋼技術史, (1979), p. 3 [東洋経済]
- 3) 飯田賢一: 日本鉄鋼技術史論, (1973), p. 353 [三一書房]
- 4) A. LEDEBUR: Stahl u. Eisen, (1893), S. 427, (1894), S. 285, (1899), S. 28
- 5) L. BECK(中沢護人訳): 鉄の歴史, 第 1 巻第 1 分冊(1974), p. 37 [たたら書房]

-
- 6) 斎藤 忠: 地下に歴史を掘る—日本の考古学 100年, (1978), [朝日新聞社]
- 7) 岡崎 敬: 考古学雑誌, 42 (1952) 1
- 8) 杉原莊介: 地下に歴史を掘る, (1978), [朝日新聞社]
- 9) 稲田孝司: 月刊文化財, (1979) 11, p. 5
- 10) 杉原莊介: 登呂遺跡, (1959), [中央公論美術出版]
- 11) 俵 国一: 古来の砂鉄製錬法, (1933) [丸善] その他
- 12) 13) 井塚政義: 名古屋栄養短期大学紀要, (1979) 4
- 14) 進藤義彦: 亜細亜大学教養部紀要, (1975) 12
- 15) 東京工業大学: 人文科学論叢, (1978, 1979) 4~5
- 16) 新沼鉄夫: 岩手史学研究, (1975) 5
- 17) 中川 淳: 鉄鋼界, 28 (1978) 3, p. 20
- 18) 飯田賢一: 技術思想の先駆者たち, (1977), [東洋経済]
-