HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	パラタクソノミスト養成講座　鉄器の観察・記録・保存法（初級）編
Author(s)	天野, 哲也; 大西, 凛; 斉藤, 遼
Citation	パラタクソノミスト養成講座・ガイドブックシリーズ, 7
Issue Date	2011-03-31
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/44823
Type	book
File Information	para07.pdf

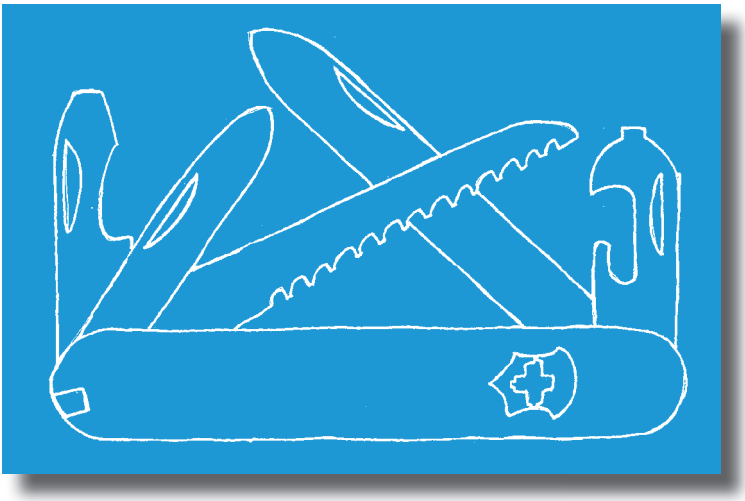
Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

パラタクソノミスト養成講座・ガイドブックシリーズ　7

パラタクソノミスト養成講座

鉄器の観察・記録・保存法（初級）編



天野哲也（北海道大学総合博物館）
大西　凛・斉藤　遼（北海道大学文学部）

北海道大学　教育ＧＰ
「博物館を舞台とした体験型全人教育の推進」

北海道大学総合博物館

序　文

パラタクソノミスト（Parataxonomist）とは、1980 年代にアメリカの生物学者ジャンセン（D. Janzen）らが熱帯コスタリカの生物多様性調査を行った際に考えだした調査プロジェクトの役割の一つです。熱帯ジャングルで生物調査をすると、膨大な生物が採集されます。とくに昆虫は一晩の灯火採集で数万の個体が採集されることもあり、その膨大な標本を整理するには、人手が必要です。そこで考えだされたのが、パラタクソノミスト。名称は、パラ（Para：準）とタクソノミスト（Taxonomist：分類学者）という 2 つの言葉を合わせ、研究者である分類学者のサポートをするという「準分類学者」の意味をもちます。

コスタリカでは、焼畑農業をしていた現地の人たちがパラタクソノミストとして採用されました。現地の人にとっては安定した雇用と収入を得ることができ、自分たちの住む地域は地球上の貴重な遺伝子資源としての自然環境であるという意識の改革につながりました。焼畑で消失しつつあった熱帯林も自発的に保護がなされ、地球環境保全への貢献にもなりました。このパラタクソノミストのシステムは、コスタリカ以外の熱帯域へも広がり、パプアニューギニアやグアテマラでも行われました。しかし、2000 年代に入り先進国からの熱帯生物多様性保全や研究への支出が減り、幾つかのパラタクソノミスト事業は中断を余儀なくされています。

さて、日本でのパラタクソノミスト事業は、熱帯域とは違ったかたちで進められています。2003 年から 21 世紀 COE「新・自然史科学創成」の教育プログラムの一部として、北海道大学を中心に「パラタクソノミスト養成講座」が始められました。日本では、パラタクソノミストとして生計をたてることはほとんど不可能なことから、おのずと対象となる人も事業内容も変わってきます。

日本でのパラタクソノミスト事業の目的は以下のとおりです。

（1）生物多様性保護と研究を促進させる生物分類学ファシリティー構築のための人材育成

（2）博物館を基盤とした、分類学、学術標本研究、フィールド科学の振興と普及

パラタクソノミスト養成講座は、大学生・大学院生の教養教育として、博物館ボランティアや環境調査会社職員のスキルアップとして、学芸員、教員、自然観察指導員のリカレント教育として、現在まで利用されてきています。パラタクソノミスト事業は、生物学から始まりましたが、2番目の目的を掲げることで、現在は鉱床学、岩石・鉱物学、考古学、古生物学など、標本を取り扱う学問分野へも広がり始めました。2008年からは、北海道大学教育GP「博物館を舞台とした体験型全人教育の推進」の助成を得て、養成講座を行っています。

パラタクソノミスト養成講座には、（1）「もの」である標本を作成し、観察し、じかに触れる体験型教育、（2）幼児から高齢者まで、幅広い年齢対象をもつ生涯教育としての位置づけ、（3）ヴァーチャル時代の情報源の再確認（情報は「もの」である実物から取り出されます）、（4）「理科離れ」からの脱却の手がかり、という特徴があります。このように、パラタクソノミスト事業をとおして、「もの」を見る目を養ない、より豊かな知性、感性が得られるような養成講座を企画できればと願っています。

このガイドブックシリーズは、北海道大学総合博物館を中心として行われてきた「パラタクソノミスト養成講座」の内容をまとめたものです。ガイドブックを使って、独自にパラタクソノミスト養成講座が開催できるように作られています。多くの博物館や大学が、そして関心を持つ分類学者や学芸員、社会教育主事、学校教員の方々が、それぞれの地域で普及事業として「パラタクソノミスト養成講座」を開催していただくことになれば、このうえない喜びです。

北海道大学総合博物館
大原　昌宏

「鉄器の観察・記録・保存法（初級）編」発行によせて

ここでは考古学資料としての鉄器について、その特徴、扱い方、そして歴史を解説します。

考古学とは、一言でいえば物的資料にもとづいて歴史を理解する学問です。この物的資料とは、ひとびとが製作し使用し残したものすべてを指します（家や畑の跡、砦、墓、運河などまでも）。

土器や石器、木器などと同様に、鉄器も過去のひとびとが製作し使用した道具であり、わたくしたちに残された考古学資料の一種です。ただ鉄器には他とは少し違う点が３つあります。そのひとつは、製作技術が高度に専門的であり、しかも高コスト・高リスクであるために、原料鉄・鉄器は専業集団によって生産され、その産地がきわめて限られていることです（産地・流通）。ふたつ目は、製品は鍛冶によって直されたり、しばしば別の種類に作り替えられることです（変転性）。最後は、錆びやすいために原形を保ちにくく、一般に比較的短期間のうちに崩壊・消滅することです（酸化、錆化、腐食）。この最後の特性は鉄器の取り扱い方に大きく影響を与えるものです。

北海道では続縄文文化・オホーツク文化・擦文文化期頃に鉄器の利用がひろまり、暮らしや社会に大きな影響を与えるようになりました。それまでの素材（石器）とは比較にならないほど強靭であるために、鉄器は作業の効率・精度を飛躍的に高めたからです。

この革命的な役割を果たした鉄器も、遺物として出会う時にはほとんどの場合不完全な状態なので、それから情報を引き出すためにはさまざまな処理を必要とします。本書がその助けとなればさいわいです。

北海道大学総合博物館
天野　哲也

1 鉄とはなにか

鉄の物資的特徴を概説します。

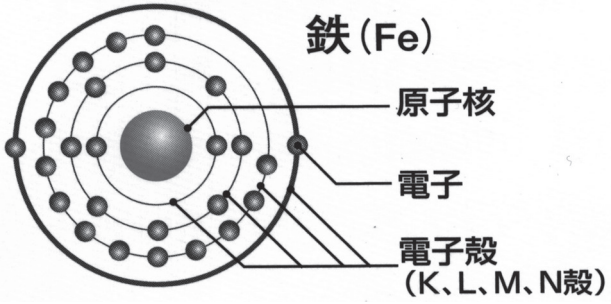
1. 鉄とはなにか

鉄元素は、原子番号が 26 で、元素記号 Fe で表される遷移金属元素です（図 1）。鉄の原子どうしは、自由電子の軌道がからまりあった電子雲で結ばれています（図 2）。比重 7.86、融点 1535℃で、地殻中の存在度は 5.63%（第 4 位）と、きわめてありふれた物質です。酸化しやすいために天然では一般に酸化物や水酸化物さらに硫化物として産出します。そのおもな酸化数は II 価と III 価で、つぎのように変化します：

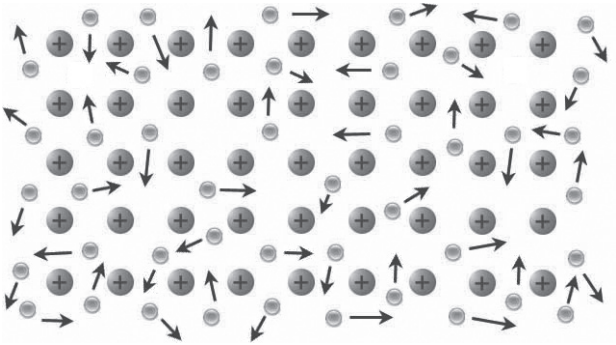
Fe_2O_3　（III 価の鉄 ferric oxide 酸化第二鉄。鉱物名は hematite ヘマタイト・赤鉄鉱：Fe 69.8%）
還元（エネルギー吸収）　↓↑酸化（エネルギー放出）

Fe_3O_4（II 価の鉄 ferrous-ferric oxide 酸化第一鉄第二鉄。鉱物名は magnetite マグネタイト：Fe 72.4%）
還元（エネルギー吸収）↓↑酸化（エネルギー放出）

FeO （ I 価の鉄 ferrous oxide。鉱物名は wustite ウスタイト：Fe 77.6%。一般に天然には存在しにくい）。



1　鉄の元素



2　金属結合模式図

2.　金属鉄とはなにか

金属鉄とは、天然の鉄鉱石や砂鉄に含まれる鉄酸化物を還元（酸素を取り除く）して均一性の高い鉄素材にしたものです。そのために非常に不安定な性質をもち、つねに酸素と結びついて安定な状態に戻ろうとします（酸化・錆び）。

鉄素材は炭素Ｃの分量によって性質、とくに硬さと融点が変わり、つぎのように区分されます。

鋳鉄（銑鉄）　Ｃ 1.7% 以上。鉄鋼素地中に黒鉛片散在。脆いが硬く、耐摩性・静的抗力大。融点が低いので鋳型に流し込んで自由に形作れる。かつてのエンジンやストーブ、鉄瓶、鍋などがこの素材でできています。

鋼鉄　Ｃ 1.7%~0.2%。強靭。刃物や多くの道具・機械がこの素材でできています。

錬鉄（鍛鉄・軟鋼）　Ｃ 0.2% 未満。焼き入れ効果ほとんどなく柔軟（なまくら）。針金や釘。さらにその他に小刀や刀剣も鋼鉄とこの素材を鍛え合わせて製作されています。

一般に鉄器と呼ばれている物の多くは鋼製品および鋳造製品（鋳物）です。したがって正確には、鉄器ではなく、鉄鋼製品・鋳造製品と称されるべきなのですが、ここでは総称・通称にしたがっておきます。

2 製錬と鍛治

鉄素材の生産（製錬）と、この素材を用いた鉄製品の製作（鍛治）を紹介します。

1. 製錬のメカニズムとプロセス

1　採鉱

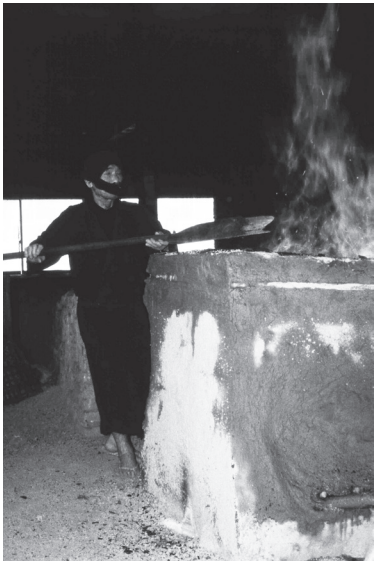
鉄鉱石（磁鉄鉱や赤鉄鉱、褐鉄鉱、沼鉄鉱など）や砂鉄（磁鉄鉱など）などを採掘します。

2　還元材収集

実験的には水素などを用いても還元できますが、一般には還元剤として木炭を用います。古代の製錬遺跡の近くには大抵、そこに供給するための炭を焼いた炭焼き窯が残されています。木炭生産は大変コストがかかる作業です。

3　製錬炉造り

次に述べる低温還元法（直接法）で製錬した場合には、製品は炉内に固体状態で残るために、炉を壊してそれを取り出します。このために一回の操業ごとに炉を築く必要があります。

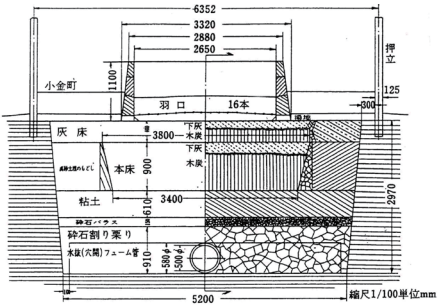


3　たたら炉

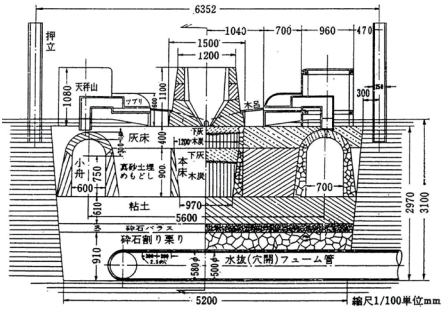
4　製錬操業

低温還元法（直接法）では $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$ のプロセスで錬鉄が生成されます。古代から日本ではこの方法で製錬が行われ、近世にマニファクチャー「たたら製錬」として発達をとげました（図 3、4）。

高温還元法（間接法）では $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow FeC \rightarrow Fe$ のプロセスで、高温状態でいったん高炭素の銑鉄（一種の鋳鉄）を生成し、次にこれを酸化して炭素分を調整して鋼を得ます（図 5）。

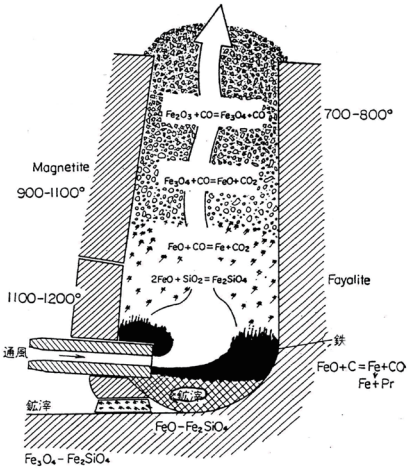


菅谷炉の炉および炉床下部の構築寸法



菅谷炉の炉および炉床下部の構築寸法

4　たたら炉断面



5　直接製鉄炉内反応

6　鍛冶　単式鞴（インド、オリッサ州）

2. 鍛冶のメカニズムとプロセス

世界各地でその土地に合った鍛冶技術が発達してきたために、その設備、道具、素材、規模、技術もきわめて多様です（図 6）。ただし原理的にはいたって単純で、加熱した鉄素材どうしをくっつける作業（鍛接）と、熱処理（焼き入れ）、研ぎの三つの要素から成り立っています。

3 鉄器の保存と観察

考古学遺物としての鉄器の扱い方を紹介します。

1. 鉄器の保存法

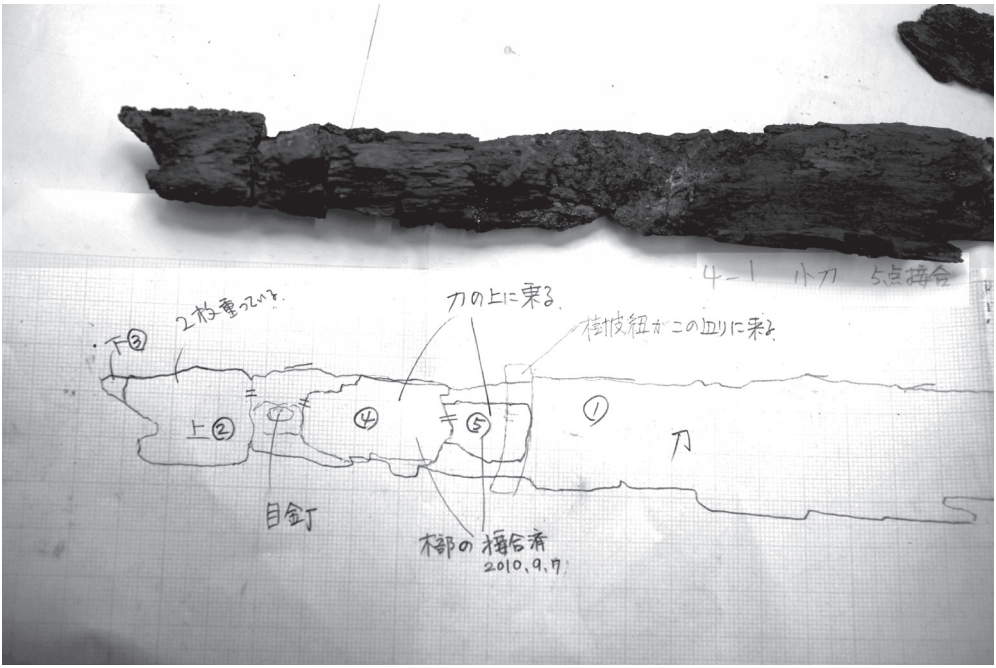
鉄鋼製品遺物は大抵さびていて、そのままでは観察することが難しい状態の物が少なくありません。そこで、観察に先立ってまず保存処理が必要になります。

さび（錆）とは、金属原子同士の結合（自由電子による金属結合）がくずれて、金属が酸素や水などと結合（イオン化）した状態すなわち腐食です。したがって保存処理とは、このイオン化の状態の改善、つまり酸素や水分などの除去・遮断が基本となります。具体的には、脱酸素、脱水、乾燥、密封をおこないます。ただし酸素については、そもそも酸化状態が金属にとって安定なので、きわめて限定した処置にとどまります。以下、実際の作業行程にしたがって説明します。

7　天ぷら状の錆び

1　記録

発掘された鉄製品は、錆びの上に土なども付着して、言わば「天ぷら」状態なので、本来の形態を正確にとらえることは一般に困難です（図 7）。しかしこの先、保存処理が進行するにつれて形状はさらに変化し、時には破損・崩壊してしまうこともあり得るので、最初の段階の記録は欠かせません。輪郭、錆の特徴、付着物などについてスケッチ・記録し、撮影しておきます（図 8）。



8　スケッチ

9　ニッパで錆とり

2　クリーニング

ニッパや竹串、ブラシ、刷毛などを用いて泥や錆びを除去して行きます（図 9）。この時、本来の形状を想定して作業を進めるので、最初の観察・スケッチが非常に役立ちます。どこまで錆を除去するかは難しい問題で、一概には言えませんが、安定な状態の錆びであるマグネタイト（黒錆び）は残し、進行性の錆び（水酸化鉄：赤色・オレンジ色）は出来るだけ除去します。錆が進行してしまって鉄本体が残存しない（磁着しない）物も少なくありません。この場合は錆が本来の形状を反映しているので、除去しすぎないことが肝要です。

3　エタノール洗浄

クリーニングが大体すんだ遺物は脱水・清浄化のためにエタノールで洗浄します（図 10）。北大総合博物館では純度 99 度のエタノールを使用しています。

10　アルコール洗浄

4　クリーニング

サンドペーパー（粗いもので 80 番）なども使用して、細部にわたって仕上げのクリーニングをおこないます（図 11）。

11　サンドペーパーで錆とり

5　撮影、計測

この状態で撮影、計測をおこない（長さ、幅、厚さ、重量など）、必要なデータをとります（図 12）。

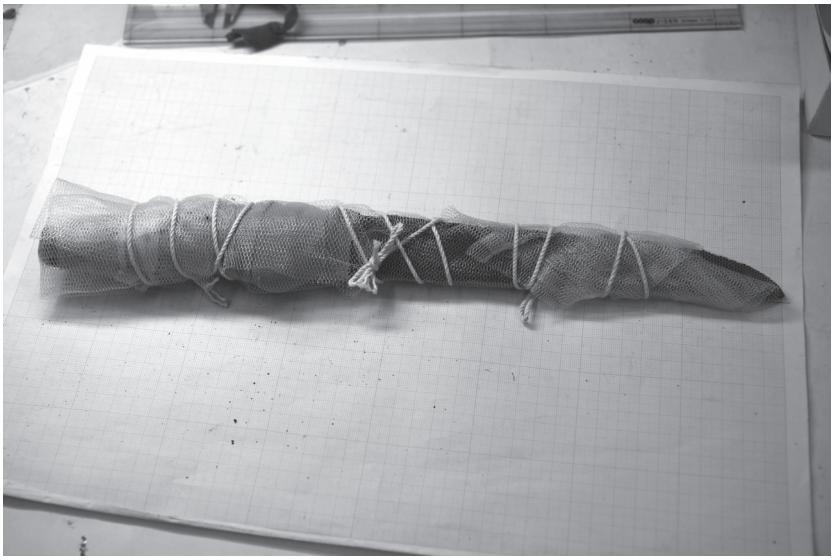
12b　計測

6　エタノール浸潤

クリーニングがすんだ遺物は脱水のためにエタノール浸潤します。脆弱な遺物や木部・繊維などが組み合っている物はネットでくるんで保護してから浸けます。折損した物や剥がれた物は接合状態を確認・復原して、ネット（ナイロンストッキングなどの転用）でくるんだり、紐で固定して浸けます（図 13a, b）。混乱を避けるために番号札を添えておきます。

状態や形状にもよりますが、１～２ヶ月くらいを目安に、遺物をエタノールから引き揚げて点検し、接着剤で接合・復原をおこないます。赤錆を除去するためにはスプレー式の錆取り剤（KURE CRC 3-36 など）も効果的です。

13b　アルコール漬け



13a　養生

7 密封

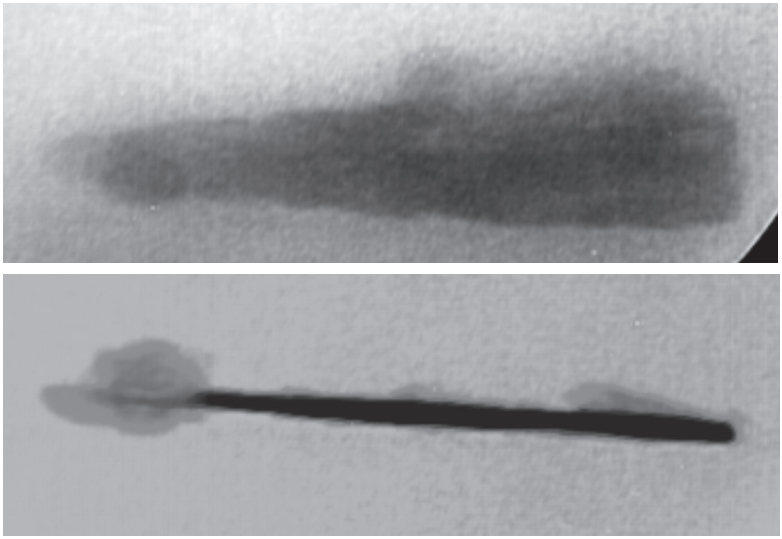
遺物番号など必要データを記入したカードとインジケーター付脱酸素剤を添えて、できるだけ速やかに密封します。シーラーは大変便利で効果的です（図14）。

14　シール

8　X 線撮影、脱塩処理ほか高度な処置

医療用のＸ線撮影装置で兼用できます。照射強度は、50 ～ 80KV、3 ～ 5mA、3 ～ 5min 程度を目安にして、鉄器のサイズ、錆の厚さなどによって調節します（図 15a, b）。上方、左右、前後と基本的に 3 方向から撮影します。脆弱な資料の場合には 10 ～ 15% 程度のパラロイド B72 の溶液を塗布して強化しておきます。

15a　外観撮影



15b　X 線撮影結果
孔蝕が認められる

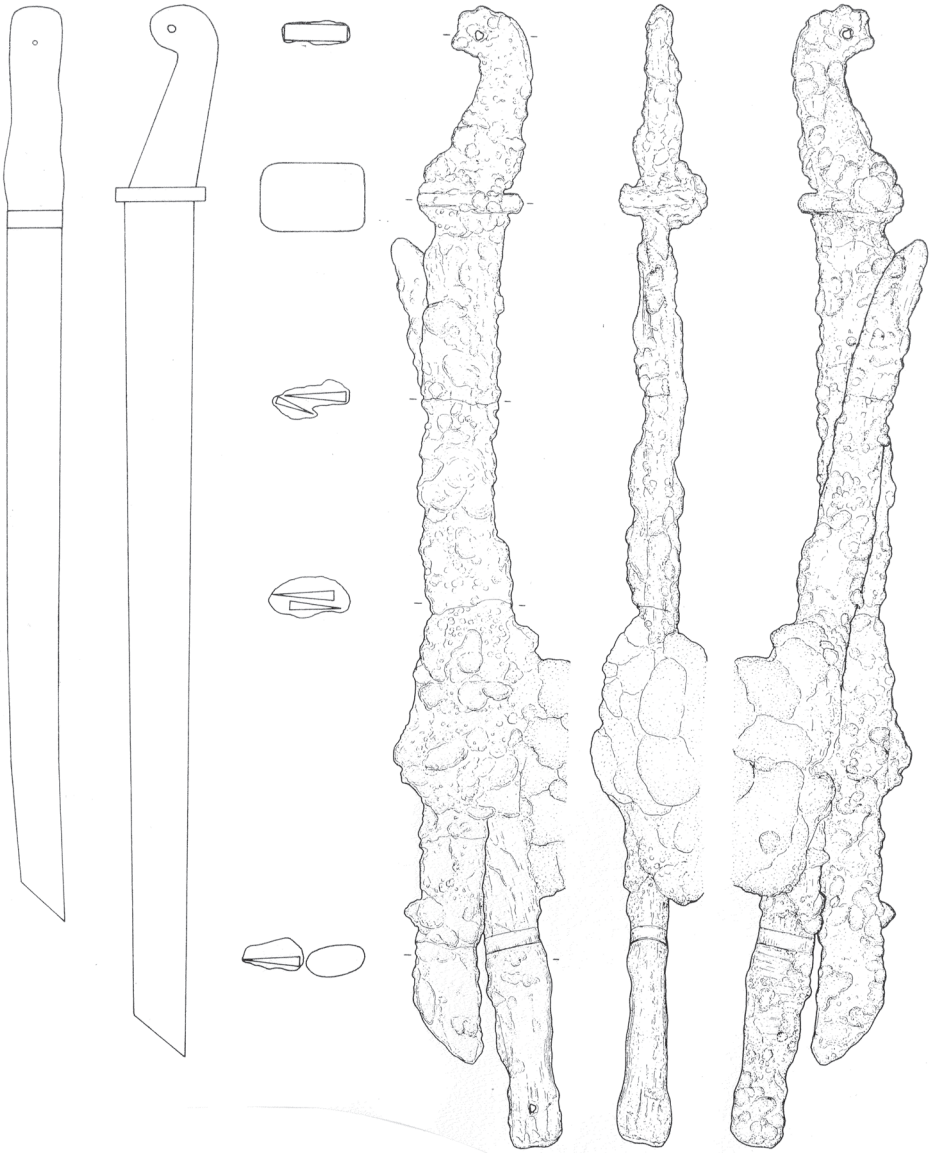
16　接合方法　鍬（インド、ビハール州）

塩分も錆を進める要因なので除去（脱塩処理）することが望ましいのですが、これには水酸化ナトリウムや、水酸化リチウムなどの劇薬溶剤の使用や、高温高圧容器が必要になるので、行える所は限られてきます。

2.　鉄の観察・記録・分析法

上に述べた 7（密封）の段階に入る前に実測、写真撮影など必要な記録作業を済ませます。観察のポイントとして、材の接合方法（図 16）、刃物であれば刃の付け方（両刃、片刃）、着柄方法（差し込み、目釘、締め金）などが重要になります。

これらの記録方法は、土器や石器などと基本的に共通するのでここでは記述を省略します。ただ一つだけ実測図においてこれらと異なる点は、外観の他に本来の形態を推定（解釈）復原した情報（線）を盛り込むことです（図 17）。この場合 X 線撮影データは大変役に立ちます。



17　推定復元図　刀剣（枝幸町目梨泊遺跡出土）

4 製錬・鍛冶の歴史

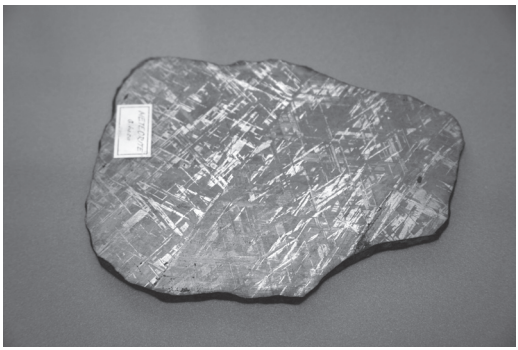
人類がどのようにして鉄と出会い、利用して来たかを、佐々木稔・潮見浩・中井正幸・永田和宏・丸山竜平・村上恭通氏らの論考を基にを紹介します。

1. 製鉄鍛冶の歴史　最古の鉄器

人類は初めの頃、手近の石ころや棒切れなど自然物を利用して暮らしていたのでしょう。やがてそれらに手を加えて作業の効率を高めるようになり、道具が発達します。人類が利用してきた材質のなかで、石や木などと違って鉄は天然には存在しない（隕鉄を除く）ものなので、その開発利用までには比較的長い時間がかかりました。

人類が初めて利用した鉄は隕鉄（図 18a, b）であり、

18a　トルーカ隕鉄（北大総合博物館蔵）

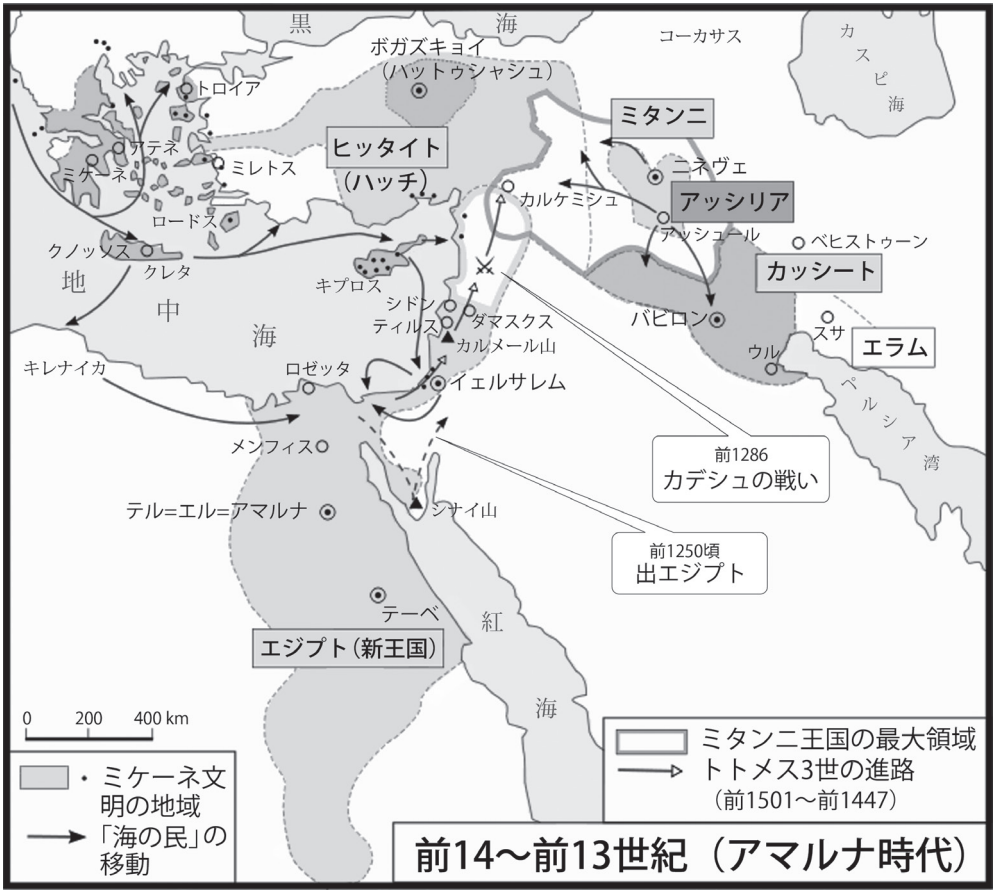


18b　隕鉄

5000年前のエジプトのピラミッドでは隕鉄でつくられた装飾品が発見されています。しかしこれは物質としては鉄ですが、人工的に還元したものではないので、石製品と見なすべきでしょう。

最初の人工鉄としては、4000年前アナトリア高原（現在のトルコ）のヒッタイトの製錬・鋳造技術による産物を挙げることが出来ます。

ヒッタイトの鉄製の武器は絶大な威力を発揮し、一時期彼らはオリエント世界の覇権を手中に収めましたが、ヒッタイト帝国が1000年ほどで崩壊すると、製鉄技術は各地へ広がりだしたのです（図19）。



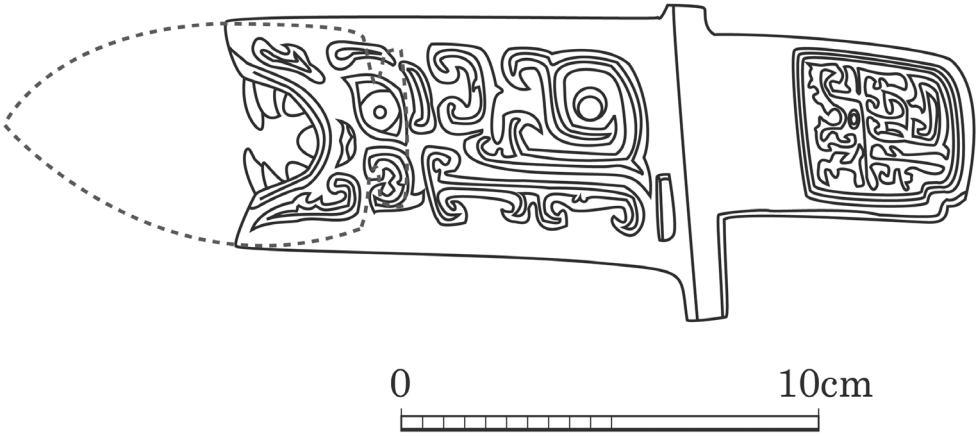
19　製鉄の開始と普及

20　ヨーロッパの製鉄風景

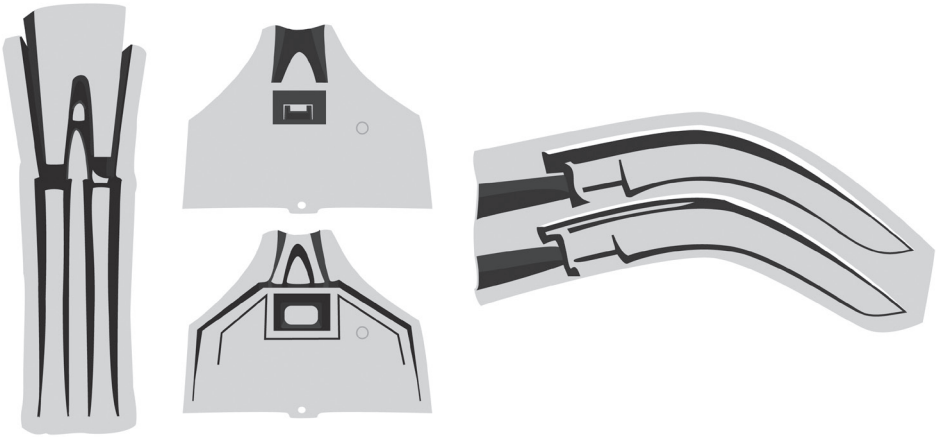
ヨーロッパにおいて製鉄技術はドナウ川やギリシャ、ローマをへて紀元前 500 年ごろにはイギリスにまで到達しました。しかし 15 世紀中ごろまで炭素濃度の低い鉄しか生成することができませんでした。なぜなら原料として鉄鉱石の塊を利用したため、還元した鉄に十分な炭素を吸収させることができず、溶けた銑鉄を作れなかったからです。そのため一度、精製した鉄は木炭の粉の中に入れられ表面から炭素をしみこませることで、強度を上げる方法がとられました（図 20）。その後、送風に水車動力を使用し、炉の高さが高くなると銑鉄を生成できるようになったのです。

一方、製鉄技術は東へはステップルートやシルクロード、海上ルートなどを通して紀元前 500 年ごろまでにはインド北西に伝播しました。

中国の鉄の使用開始は商代中期と言われており、隕鉄が使われました。この時の鉄は希少だったということと、青銅器が主流の時代であったことから祭祀用の器具（図 21）の一部に使われるなどきわめて限定的な使用がなされていました。西周期に入ると、隕鉄に代わって人工鉄が使用されるようになりますが、強度が低く脆い性質だったために、依然として宝器や儀器の



21　西周期の祭祀用の器具



22　戦国期の武器、農工具の鋳型

一部として使用されるにとどまりました。

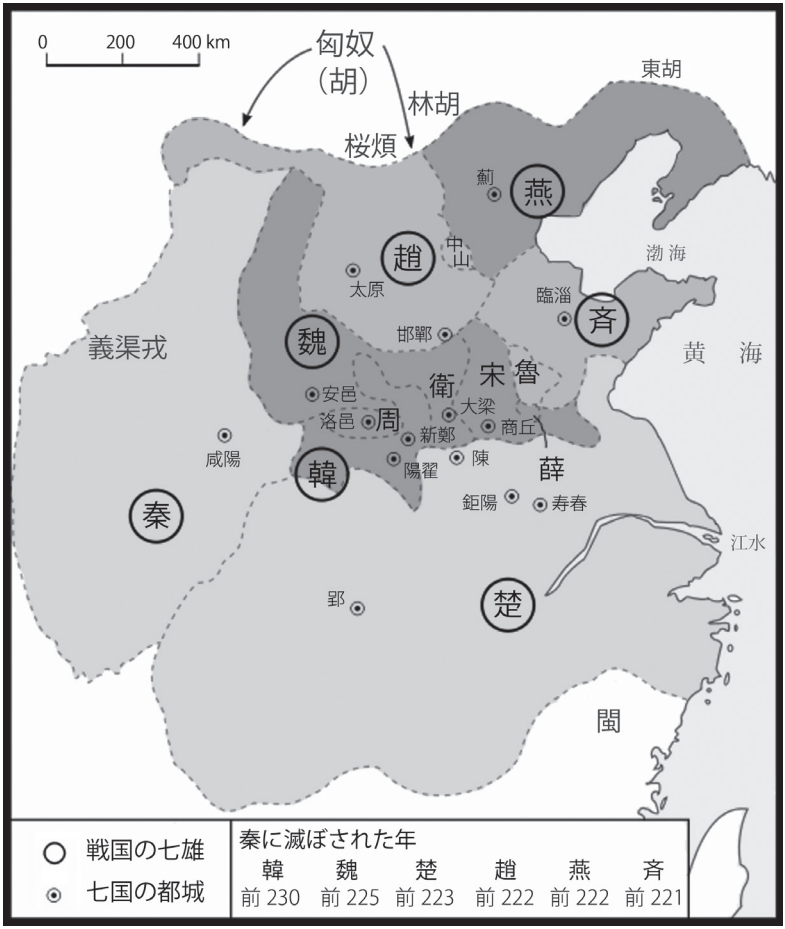
人工の鉄が武器や農工具（図 22）に使われるようになるのは、春秋時代後期から戦国時代前期にかけての頃です。それまで青銅が使われていた器具が次第に鉄器へと置き換わっていきました。しかし、人工鉄の性質が十分に強靭なものになっていなかったため、複合金属器の一部であることが多く、青銅器が一般的な時代はその後も続きます。

戦国時代（図 23）になると、戦国の七雄の一つである趙が大規模で計画的な製鉄工房を築き、官・民ともに鉄製工具を使用できる時代になります。その中には民間の工房もあったようです。その後、他の国も相次いで製鉄に力を入れ始めます。その中でも燕は地理的に朝鮮半島と近く、朝鮮半島への鉄の伝播に大きな影響を与えています。

朝鮮半島の製鉄技術は戦国時代ごろに燕の製鉄技術が伝わったようです。そのため武器は燕の製品の影響を強く受け、よく似た特徴をもつものがたくさん作られています。農工具も燕のものと似た特徴をもっているものが多い一方で、青銅器時代からの伝統的な農具がもとになっているものも存在しています。現在の平壌にあたる楽浪郡の古墳では、漢の影響を受けながら青銅器の副葬品に鉄器が混ざっていく様子が見られます。

弁韓や辰韓に鉄器が伝わる頃になると、燕の影響を受けつつも完全な模倣ではなく、朝鮮半島独自の形を取るようになり、威信財（鉄器所有が社会的ステータスを示す）の役割もはたしています。弁韓・辰韓地域の鉄器の独自性は楽浪郡が高句麗に滅ぼされることによってさらに高まっていくこととなります。

朝鮮全体として見ると、最終的には武器・農耕具・生活用品に至るまで幅広く鉄が使用されるようになり、鉄生産と鉄使用が充実していたことが予想されます。

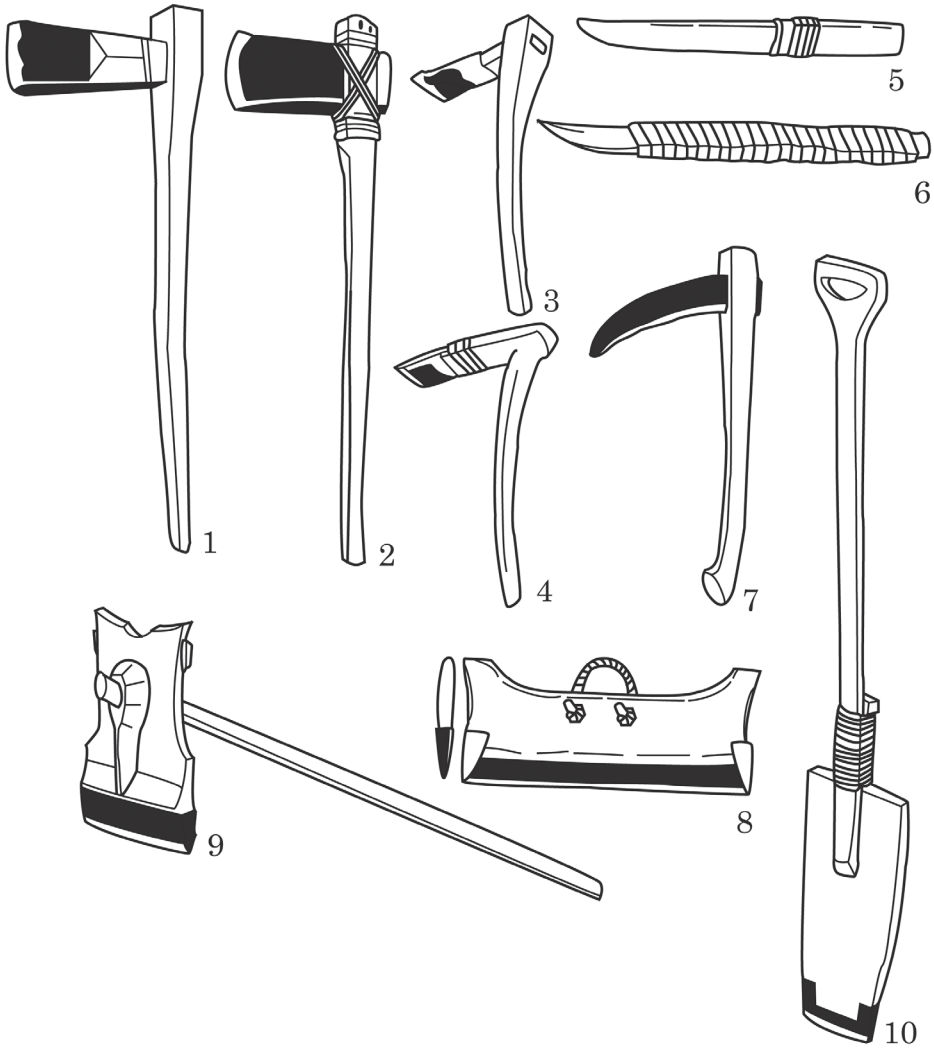


23　中国の戦国時代

2.　弥生時代の鉄器と、その生産（図 24）

弥生時代の鍛冶は通常の住居と同じ竪穴で行われ、床に鍛冶炉が設けられていました。ふいごの羽口の発見例が少ないため、羽口を使用しない送風だった可能性があります。鍛冶遺構は中期末のものが最古で、後期終末期にまでに 60 例が確認されています。しかしそ

24　弥生時代の鉄製農工具



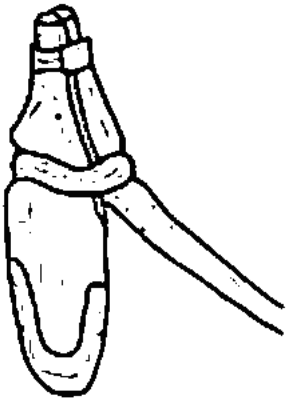
の数は瀬戸内以東では東にいくほど極端に減少します。

鍛冶遺構は集落の中でも周辺部に営まれました。これは火事の延焼を防ぐためや、外部に鍛冶技術の保有を誇示するためであったと考えられます。

鍛冶炉は古い段階ほど創業温度が高く、鍛冶具も整っていたことから、製鉄初期には一部で朝鮮半島の三韓時代の高い鍛冶技術を受容していたと考えられます。しかし鍛冶炉が全般的に簡素化していき、技術が簡略化していくことから、その後、半島からの影響は希薄だったと考えられ、自発的な発展段階にはなかったといえるでしょう。

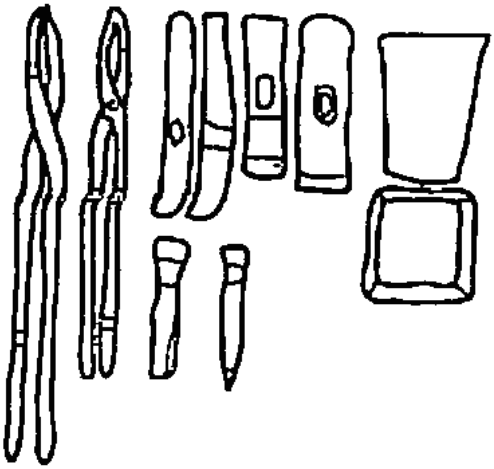
3. 古墳時代の鉄器と、その生産

弥生時代までに日本列島で行われていた製鉄は非常に簡素なものでしたが、古墳時代になると工房の大規模化と技術革新（図 25）が見られます。鉄滓を観察すると、鍛錬鍛冶だけでなく精練鍛冶もこの頃から行われるようになったことが分かります。この精練鍛冶という新しい技術はもともと製鉄の盛んだった北九州地方で特に発達しましたが、古墳時代前期の間に全国にも拡大していきました。弥生時代から古墳時代への変化は、鍛錬鍛冶の発達という技術革新よりもむしろ精錬鍛冶という製鉄レベルの技術の向上と評価するべきでしょう。これによって鉄素材を加工しやすい性状に調節して生産できるようになり、鉄の再溶融・再利用も可能になったことが、鉄器生産の増大の要因といえるでしょう（図 26）。



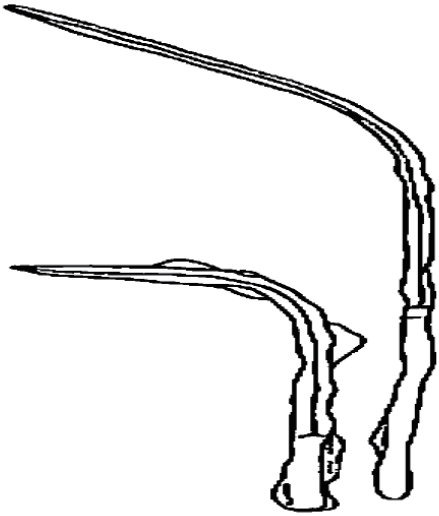
25　古墳時代の鉄製農具

一方、古墳の副葬品を見てみると、弥生時代の終末期ごろから鉄製の副葬品に全国的な斉一性が見られるようになります。これはヤマト政権が鉄の流通を全国規模で掌握していたからだと考えられます。前方後円墳の特徴は鉄鏃（図 27a）や鎧、兜といった国産の鉄製品や鏡・装飾品などの青銅製品が威信財として権力者の古墳に埋葬されていることが多い点で、これは首長に従属する特定工人が出現したことを意味し、鉄器生産史のなかでのひとつの画期として高く評価できる



26　古墳時代の鍛治具

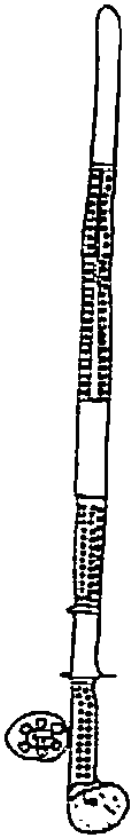
27a　鉄鏃



27b　意図的な変形のある鉄剣

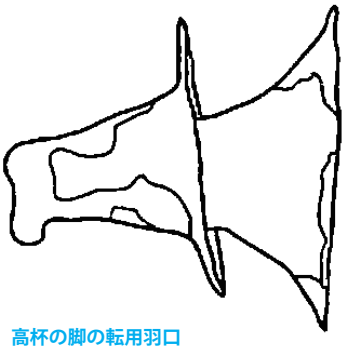
現象です。なかでも非実用的なほど大きな鉄鏃は、威信の象徴とともに、儀礼の対象にもなっていたと考えられることから、単なる副葬品ではなく祭器としての性格も持っていたとされます。このほか、儀礼目的で意図的に大きく曲げられたと考えられる鉄剣（図 27b）などの祭器も見つかっています。これらの祭器は硬度を調節しながら作られており、古墳時代には儀礼用の鉄器と一般の鉄器を作る工房が分離して発達したと考えられています。工房が違ったため、生活用品としての鉄と威信財（図 28）としての鉄は流通形態も違っていたのです。

古墳時代中期の武具・馬具などの威信財はヤマト政権が主導し管理・生産していました（図 29）。つまり、畿内の製鉄は政権の鍛冶集団、豪族に仕える鍛冶集団、集落の鍛冶集団の 3 種類に分かれていたのです。地方の製鉄遺跡を見ていくと、前期は九州から関東までに工房が分布していたのが、中期には東北地方まで拡大しています。それらの規模は遺跡によって異なり、鍛冶炉が一基のもの・複数基のものもあれば、作業小屋と工人の控え小屋が分かれている遺跡もあります。ふいごの羽口に高坏の脚の先を折ったもの（図 30）を転用し、それを入れ子状に重ねて細かく角度を調整していたことも特徴です。この時期の工人の墓には鍛冶具や鉄滓が副葬されています。鍛冶具が鉄製の場合と石製の場合があることから、鍛冶工人の中にも階層があったことが分かっています。地方にも鉄が広まることに



28　装飾太刀
（威信財の一つ）

29　銘剣
（刀に刻まれた銘にはヤマト政権のことが記されている）



30　高杯の脚の転用羽口

よって、鉄鋌が祭祀の対象となった形跡も残されています。この場合の鉄鋌は、鉄滓などが出土しているので、国産の可能性も検討できる状況にあります。他方で、以前は朝鮮半島から伝わった鉄は、鉄器の材料としての鉄鋌がほとんどだと考えられていましたが、精製前の鉄塊も多く持ち込まれた可能性も新たに探っていく必要があります。

古墳時代後期になると、製鉄工房のあり方がこれまでと変わってきます。生産物だけでなく作業工程によっても工房とその規模を別にし、より専門的に製鉄・生産を行えるようにしていたのです。このことにより、中国地方のように「鉄の特産地」と呼べる地域が現れました。この時期の製鉄の原料としては、砂鉄、鉄鉱石、磁鉄鉱の 3 種類があり、これらを組み合わせて利用する例も見つかっています。この時期はすでに朝鮮半島からの技術的な影響をあまり受けておらず、過去に受けた影響を独自に発展させる段階になっていました。

このように、古墳時代の製鉄は、朝鮮半島の影響を受けながら発展してゆき、その過程で王族の副葬品や祭器を作る製鉄と、民衆の生活用品を作る製鉄に分かれて、それぞれが専門化していったのです。この流れは古代以降の鉄生産や政策において重要な基礎となりました。

4.　北海道の鉄器生産

北海道では幕末に道南地方（古武井、中の沢など）で鉄鋼製錬が行われ、その一部は中世末期に遡る可能性をもっています（函館市鉄山遺跡）。つまり北海道で出土する鉄鋼製品遺物の大部分は内地産もしくは大陸産ということになります。その産地を推定することは難しいのですが、古代では蕨手刀など東北産の物が多かったようで、オホーツク文化には大陸産の鉾などが見られます。中世に入ると、鉄鍋は能登半島など日本海地域産の物が主で一部東北産の物が知られている状況です。なお古代においても、道内にいったん持ち込まれた鉄器類は鍛冶によって盛んに修復・作り替えがおこなわれていました。

コ　ラ　ム

御陵大岩町遺跡（大岩たたら跡）は、京都市山科区に位置する遺跡です。天智天皇陵が隣にあることや、『日本書紀』天智九年中の「水碓」についての記述がこの遺跡と関連があると考えられることにより、以前から注目されています。

御陵大岩町遺跡は長さ 20 メートル、高さ 2 メートル、幅 3 メートルほどの堤状遺構と、幅 25 メートル、10 メートル四方のなだらかなテラス状の部分からなり、テラス部分の表面に散乱した鉄滓は二次堆積であることが分かっています。遺跡の成立年代について詳しいことは明らかではありませんが、天智天皇陵の領域内にあたることから、操業時期は 699 年以前の 7 世紀後半と考えられています。また、採集した鉄滓は調査結果から、流動性のよい製錬滓で、磁鉄鉱が原料鉱石であったことが明らかになっています。

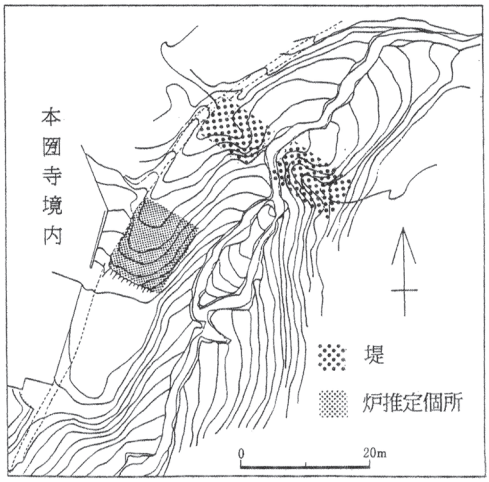
中大兄皇子（天智天皇）が作ったとされるこの「水碓」についての『日本書紀』の記述を冶金学的見地から考察すると、鉱石をくだいて砂鉄と同様の粉状にするためのものと解釈でき、水碓は鉱石をくだくための装置であるといった理解が専門家の間で進みました。しかし、他方で、粉状にした鉄鉱石は、通風を妨げ、装入すると炉内温度が下がってしまうので、水碓で鉄鉱石をくだくという解釈は不適当であるとして、水碓は水車の動力を利用したもので、送風に利用した可能性があると指摘する意見もあります。

その後も、自然科学的見地からは鉄鉱石の利用の始まりが砂鉄よりも古いことと、チタンを含まない鉄鉱石やチタンをわずかしか含んでいない砂鉄を原料とした方が簡単な技術で製鉄が行なえることから、水碓を送風のための水車利用としてではなく鉄鉱石破砕のための水車利用すなわち石碓と見るのが適当であるとする説が出されました。つまり、「碓」を「臼」と同じ機能を持つものととらえて、鉄鉱石破砕に使われた可能性が高いとみる考えです。このように、水碓には水力を利用したという点では共通ですが、鉄鉱石の破砕に利用したとするものと、送風に使用したものと考える二つの説が対立しています。

ここで、参考として中国古代の史料にみえる水碓の実態やそのつくりを見てみましょう。「碓」の語源は「カラウス」であり、漢代の書物にも、家畜をもって引かせるものと水力をもってひくものの二つの記述がなされています。中国における水碓の起源は『日本書紀』の記録のような製鉄に関わるものではなく、穀物をひくものか、

灌漑が目的であったようです。しかし、中国における製鉄技術を見てみると、二系統あるうちの一つに竪炉を用い、人工送風をしながら製鉄をし、送風の際に水力、すなわち水排を利用する方法（竪炉式）があります。竪炉式は主に華南地方で行われた方式ですが、これは江南地域で、低温で還元製錬しやすい砂鉄や褐鉄鉱がよく採れたことと関係しています。もう一つの方式は主に華北地域で利用されていた製法で、ルツボ製鉄だったと伝えられています。これもやはり原料である鉄の性質が関係しており、中国北部で還元の際に長時間の高温を要する磁鉄鉱や赤鉄鉱が多く採れたことに因ります。どちらにしても中国においては、華北地方では原料の点で、華南地方では炉型の問題から送風装置として水排、すなわち水碓の原点が用いられたと考えられるのです。

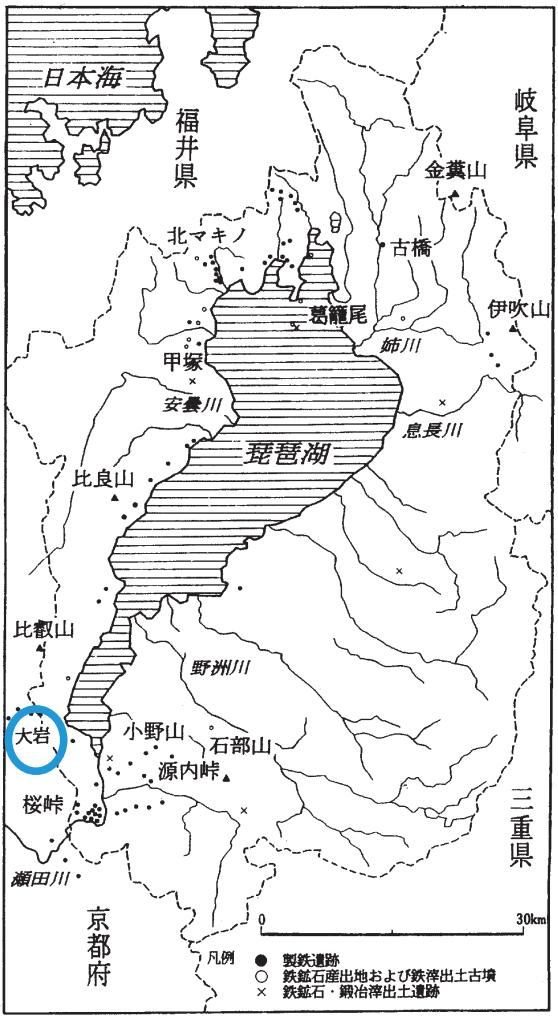
ここで御陵大岩町遺跡について改めて考えてみると、鉄滓の分析結果と、堤状遺構を中国の事例から考察した結果から、ここが製鉄遺跡である可能性が大きいといえるでしょう。滋賀県の製鉄遺跡の調査では、磁鉄鉱を原料にした 7~8 世紀の製鉄跡が発見されています。鉄滓の散布状況から、天智天皇の近江京への遷都を契機として鉄の生産が開始され、同時に京都の山科盆地でも鉄生産が行われたことが分かります。山科盆地での 7 世紀における製鉄のようすが明らかになることで、鉄の原料が近江と同じく磁鉄鉱であったこと、鉄滓が製錬滓であること、



京都市山科区大岩遺跡（製鉄所跡と貯水用堤）
『大岩たたら』一部改変

近江とほぼ同時期の７世紀代には操業を開始していることなどがわかってきました。これにより「製鉄」という面においても、京都と近江との関わりが深いことがわかるようになりました。

天智天皇は近江京への遷都を実行し、大陸の進んだ技術の導入を積極的に行いました。その数多くの事跡の一つとして山科における鉄生産のため、その動力である水碓と堤状遺構の造成があったことがいえるでしょう。



古代近江の製鉄関連遺跡

参考文献

朝岡康二 (2005) 『鉄製農具と鍛冶の研究』. 540 pp. 法政大学出版 , 東京 .

パーシー・アーノルド著 林武監訳 東玲子訳 (2001) 『世界文明における技術の千年史』. 372 pp. 新評論 , 東京 .

天野哲也 (2008) 『古代の海洋民オホーツク人の世界ーアイヌ文化をさかのぼるー』. 440 pp. 雄山閣 , 東京 .

G. チャイルド (1969) 『考古学とはなにか』. 岩波新書　青 703. 193 pp. 東京 .

羽田野重信・森英利・浅井信義 (2003) 『粉体技術最前線』. 187 pp. 工業調査会 , 東京 .

飯尾秀幸 (2008) 『中国史のなかの家族』. 世界史リブレット 87. 90 pp. 山川出版社 , 東京 .

井上勝也 (1979) 『さびの科学』. 三省堂選書 61. 192 pp. 東京 .

桂　敬 (1982) 「砂鉄製鉄の原理について」. 東京工業大学製鉄史研究会編『古代日本の鉄と社会』. 平凡社選書 78. 359 pp. 東京 .

村上恭通 (1998) 『倭人と鉄の考古学』（シリーズ 日本史の中の考古学）. 211 pp. 青木書店 , 東京 .

永田和宏 (2002) 「製鉄の歴史」（『たたらフォーラム講演概要集』室蘭市）. 68 pp.

中井正幸 (2000) 「山階製鉄考ー『日本書紀』天智九年「是歳造水碓西治鉄」に関する一試考」. たたら研究会編『製鉄論文集』. 672 pp. 山脇印刷 , 広島 .

新日本製鉄（株）(2007) 『鉄の未来が見える本』. 169 pp. 日本実業出版社 , 東京 .

日本鉄鋼協会 (1971) 『たたら製鉄の復元とその鈩について』. 特別報告書 (9): 1–137. 東京 .

丸山竜平 (1991) 「日本古代の鉄製産･近畿地方」たたら研究会 編『日本古代の鉄生産』. 286 pp. 六興出版 , 東京 .

松井敏也・三ツ井朋子・渡辺淑恵 (2004) 「出土鉄製品に見られるさびとその情報～新潟県黒田古墳出土鉄製品～」. pp. 178–179.『日本文化財科学会第 21 回大会　研究発表要旨集』. 211 pp. 京都

松井敏也 (2009) 『出土鉄製品の保存と対応』（考古学研究調査ハンドブック③）. 151 pp. 同成社 , 東京 .

大井晴男 (1966) 『野外考古学』. 221 pp. 東京大学出版 , 東京 .

小野哲也 (2009) 「北海道域における鉄鍋の受容と土器文化の終焉」. 天野哲也・池田榮史・臼杵勲編『中世東アジアの周縁世界』. 349 pp. 同成社 , 東京 .

E.M. サビツキー・B.C. クリチャコ (1975) 『金属とはなにかー文明を支える物質のチャンピオン』. 講談社ブルーバックス 263. 246 pp. 東京 .

佐々木稔編 (2002) 『鉄と銅の生産の歴史』. 253 pp. 雄山閣 , 東京 .

佐藤隆広編 (1994) 『目梨泊遺跡』. 382 pp. 枝幸町教育委員会 , 旭川 .

潮見 浩 (2000) 「東アジアにおける砂鉄製錬をめぐって」. たたら研究会編『製鉄史論文集』. 672 pp. 山脇印刷 , 広島 .

俵　国一編 (1932) 『古来の砂鉄製錬法』. 142 pp. 丸善 , 東京 .

謝辞

本書を作成するにあたって次の方々のご協力を得ました。厚く御礼申し上げます。

岡田信子、小野裕子、加美山隆、齋藤貴之、進藤洋子、田口尚、松枝大治

パラタクソノミスト養成講座運営にあたり、 北海道大学教育 GP 「博物館を舞台とした体験型全人教育の推進」の助成金を受けました。

■執筆者

天野　哲也　（アマノ　テツヤ）　北海道大学総合博物館

大西　　凛　（オオニシ　リン）　北海道大学文学部　（3 とコラム）

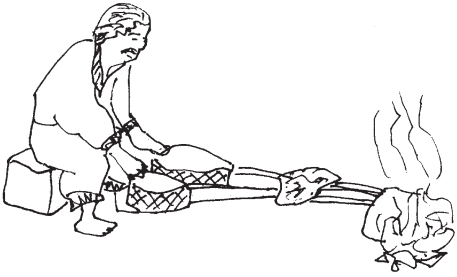
斉藤　　遼　（サイトウ　リョウ）　北海道大学文学部　（4-1、２）

■編集

大原　昌宏　（オオハラ　マサヒロ）　北海道大学総合博物館

■図・写真

藤澤侑美江　（フジサワ　ユミエ）　札幌市立大学



THE HOKKAIDO UNIVERSITY MUSEUM

パラタクソノミスト養成講座・ガイドブックシリーズ　7

パラタクソノミスト養成講座
鉄器の観察・記録・保存法（初級）編

著：天野哲也／大西　凛／斉藤　遼
図・写真：藤澤侑美江

2011 年 3 月 31 日発行

北海道大学 教育ＧＰ
「博物館を舞台とした体験型全人教育の推進」
－－－－－
北海道大学総合博物館、札幌

Hokkaido Univ.
Museum Education GP