

# 日本古代における鉄鍛冶技術の研究

古瀬清秀

# 目 次

## 序 章 日本古代における鉄鍛冶技術の回顧と展望

- (1) 問題の所在と研究の経過……………1
- (2) 鉄鍛冶技術への実験考古学的アプローチ……………3

## 第1章 鍛冶実験とその成果

- 第1節 鍛冶実験……………7
  - (1) 鍛冶実験の概要……………7
  - (2) 第1回鍛冶実験……………8
    - 1回目の卸し
    - 2回目の卸し
    - 鍛錬工程
  - (3) 第2回鍛冶実験……………13
    - 築 炉
    - ズク卸し
    - 卸し鉄の製作1
    - 卸し鉄の製作2
  - (4) 卸し鉄を使った鍛錬鍛冶実験……………21
  - (5) 素延べ鍛冶工程……………27
  - (6) 素環部の鍛接……………29
  - (7) 火作り鍛冶工程……………33
  - (8) 焼き入れ……………35
- 第2節 鍛冶実験から得られた成果……………36
  - (1) 鍛冶炉をめぐる問題点……………37
  - (2) 卸しと沸しの鍛冶技法……………39
  - (3) 鍛冶実験と鉄滓……………42
  - (4) 鍛冶実験鉄滓の分類……………44

## 第2章 出土鉄滓から見た鍛冶技術

- 第1節 資料の提示……………57
  - (1) 弥生時代の出土鉄滓……………57
    - 福岡市南区 野多目A遺跡

広島県三次市 高平遺跡	
(2) 古墳時代～奈良時代の出土鉄滓	60
福岡市博多区 博多遺跡	
奈良県御所市 南郷遺跡群	
北九州市小倉南区 重留遺跡	
奈良県天理市 布留遺跡群	
岡山県総社市 窪木薬師遺跡	
大阪府柏原市 大県遺跡群	
(3) 中世～近世の出土鉄滓	82
岡山県総社市 樋本遺跡	
広島県東上町野田ケ丸大鍛冶屋遺跡	
第2節 出土鉄滓から見た鍛冶技術の発達	91
(1) 鍛冶工程と鉄滓	91
(2) 弥生時代の出土鉄滓から見た鍛冶技術	93
(3) 古墳時代～奈良時代の出土鉄滓から見た鍛冶技術	95
古墳時代前期	
古墳時代中期	
古墳時代後期～奈良時代	
(4) 中世～近世の出土鉄滓から見た鍛冶技術	101
(5) 出土鉄滓から見た鍛冶技術の画期	101
第3節 鉄滓から見た鍛冶炉	106
(1) 鍛冶炉の形態的変遷	106
(2) 大鍛冶炉と小鍛冶炉の分離	110
第3章 製鉄遺跡から見た鍛冶技術	
第1節 製鉄炉の変遷と鍛冶技術	114
(1) 中国山地域の主要な製鉄遺跡	114
千引カナクロ谷製鉄遺跡と炉床地下構造	
大蔵池南製鉄遺跡と炉床地下構造	
石生天皇製鉄遺跡と炉床地下構造	
大矢製鉄遺跡と炉床地下構造	

(2) 炉床地下構造の型式変遷	119
第2節 製鉄の発達と鍛冶技術	120
(1) 鍛冶鉄滓の時期的な変容	120
(2) 製鉄の発達と鍛冶鉄滓の関係	112
第4章 古墳時代鉄製品から見た鍛冶技術	
第1節 短冊形鉄斧の形態と分布	125
(1) 短冊形鉄斧の形態分類	125
(2) 短冊形鉄斧の分布	127
第2節 短冊形鉄斧の機能・用途と終焉	129
(1) 短冊形鉄斧の機能	129
(2) 短冊形鉄斧の用途	131
(3) 短冊形鉄斧の終焉と大型有袋鉄斧の出現	133
第3節 短冊形鉄斧から見た鍛冶技術と鉄器生産	136
第5章 日本古代における鍛冶技術発展の諸階梯	
第1節 弥生時代における鍛冶技術	140
(1) 弥生時代における鍛冶技術の様相	140
(2) 鉄戈の製作技術	142
(3) 朝鮮半島における鉄器生産	147
第2節 古墳時代前期における鍛冶技術	148
(1) 鉄器生産と鍛冶技術	149
(2) 鍛冶遺跡から見た鍛冶技術	151
(3) 量産体制の確立期	152
第3節 古墳時代中期における鍛冶技術	157
(1) 短甲生産と熱処理技術	158
(2) 鍛冶工具類に見る鍛冶と鍛金	162
(3) 農具・武器に見る新たな鍛接技術	169
(4) 鍛接剤の使用と製塩土器	173

(5) 鍛接技術の進展	176
(6) 鉄素材の問題	180
(7) 鍛冶工房について	183
第4節 古墳時代後期における鍛冶技術	184
(1) 鉄生産の開始と鍛冶技術	185
(2) 馬具から見た鍛接技術の成熟	186
(3) 鍛冶技術の完成と拡散	191
終章 鉄器生産における2つの流れ	
(1) わが国における鍛冶技術の変遷過程	201
(2) 鉄器生産における2つの流れ	204
(3) 鍛冶技術革新の歴史的意義	205
後書きにかえて	208

# 図・表・写真 目 次

## 図

第1図	第1回目の卸しに伴う精錬鍛冶鉄滓	9
第2図	第2回目の卸しに伴う卸し鉄と精錬鍛冶鉄滓	11
第3図	ズク卸し工程で生成された鉄滓	15
第4図	円形ボール形鍛冶炉で生成した卸し鉄と精錬鍛冶鉄滓	18
第5図	沸し鍛錬鍛冶鉄滓	24
第6図	素環頭大刀の素環部製作法	30
第7図	素延べ鍛錬鍛冶鉄滓と火作り鍛錬鍛冶鉄滓	32
第8図	弥生時代の鍛冶鉄滓	58
第9図	博多遺跡出土の鍛冶関係遺物	61・62
第10図	南郷遺跡群出土の鍛冶鉄滓	68
第11図	重留遺跡出土の鍛冶鉄滓	70
第12図	布留遺跡群出土の鍛冶鉄滓	73
第13図	窪木薬師遺跡出土の鍛冶鉄滓	75
第14図	大泉遺跡群出土の鍛冶鉄滓(1)	77・78
第15図	大泉遺跡群出土の鍛冶鉄滓(2)	81
第16図	樋本遺跡出土の鍛冶鉄滓	83・84
第17図	野田ケ丸大鍛冶屋遺跡出土の大鍛冶鉄滓(1)	87・88
第18図	野田ケ丸大鍛冶屋遺跡出土の大鍛冶鉄滓(2)	89・90
第19図	古墳時代～中世における製鉄炉地下構造の型式変遷	118
第20図	短冊形鉄斧の形態分類	126
第21図	短冊形鉄斧から大型有袋鉄斧への変換	132
第22図	有樋式鉄戈	143
第23図	出現期古墳の副葬鉄器類(椿井大塚山古墳)	153
第24図	長方板革綴じ式短甲に伴う頸甲	159
第25図	鍛金用工具類	164
第26図	猫塚古墳(上)と随庵古墳(下)出土の鍛冶工具類の比較	166
第27図	古墳時代の鉄鎚の形態分類	168
第28図	U字形鍬鋤先の製作法(試案)	170
第29図	素環頭大刀の素環部の作り	172
第30図	鍛冶遺跡出土の製塩土器	174
第31図	古墳出土鉄刀の切断面の顕微鏡的観察	177
第32図	馬具に見る鍛接技術	187・188
第33図	鍛冶技術の成熟と鍛冶工具類の整備	192

## 表

第1表	鍛冶実験鉄滓の大きさ分布	43
第2表	鍛冶実験鉄滓の重量分布	45
第3表	鍛冶遺跡出土鉄滓の大きさ分布	102
第4表	鍛冶遺跡出土鉄滓と鍛冶実験鉄滓の重量分布	104
第5表	弥生時代～中世の鍛冶炉及び製鉄炉地下構造の大きさ分布	107・108
第6表	府県別短冊形鉄斧出土数表	128
第7表	短冊形鉄斧と有袋鉄斧の関係	134

## 写真

写真1	a 復元製作した有袋鉄斧と鉄鎌	49
	b 復元製作したU字形鍬鋤先と方形板鍬鋤先	
写真2	a 実験炉による砂鉄精錬	50
	b 実験炉で生成した粗鉄	
写真3	a 鍛冶実験炉の構築	51
	b 卸し技法による鍛冶実験炉の精錬鍛冶操業	
写真4	a 鍛冶実験炉の操業終了と生成した卸し鉄	52
	b 鍛冶実験炉の炉底の状況と生成した卸し鉄	
写真5	a 鍛錬鍛冶実験を行った三上鍛刀炉	53
	b 折り返し鍛錬	
写真6	a 沸し（折り返した素材を沸して鍛錬する）	54
	b 素延べ鍛錬工程	
写真7	a 素環部の鍛接（茎端巻き込み法）	55
	b 素環部の沸し付け（礬砂使用の鍛接）	
写真8	a 完成した素環頭大刀（焼き入れ前）	56
	b 素環頭大刀刀身に現れたダマスト模様	

## 図・表の出典

### 図

第1～7図 古瀬実測・作図

第8図 1～4、古瀬実測・作図．5～8、村上恭通氏提供

第9～18図 古瀬実測・作図

第19図 下記文献より引用

花田勝広編『村方鍛冶と專業集団』鉄器文化研究会 1998

森田友子編『椽山遺跡群』IV 久米開発事業に伴う文化財調査委員会  
1982

近藤義郎編『石生天皇遺跡』和気町教育委員会 1980

川越哲志編『中国地方製鉄遺跡の研究』広島大学文学部考古学研究室  
1996

第20図 古瀬作図、下記文献より引用

古瀬清秀「古墳時代鉄製工具の研究－短冊形鉄斧を中心として」『考古学雑誌』第60巻2号 1974

第21図 下記文献より引用

北野耕平『河内における古墳の調査』大阪大学文学部国史研究室研究  
報告第1冊 1964

伊東信雄・伊藤玄三編『会津大塚山古墳』会津若松市 1964

内藤晃・大塚初重編『三池平古墳』庵原町教育委員会 1961

末永雅雄・島田 暁・森 浩一『和泉黄金塚古墳』日本考古学報告第5  
冊 1954

第22図 下記文献より引用

井上裕弘編『山陽新幹線関係埋蔵文化財調査報告』第9集 福岡県教  
育委員会 1978

稲富裕和・橋本幸男編『富の原遺跡』大村市文化財保護協会 198  
7

第23図 下記文献より引用

岡村秀典・菱田哲郎・森下章司・岸本直文編『椿井大塚山古墳と三角  
縁神獸鏡』京都大学文学部 1989

第24図 下記文献より引用

楢崎彰一『岐阜市長良龍門寺古墳』岐阜市教育委員会 1962

末永雅雄・島田 暁・森 浩一『和泉黄金塚古墳』日本考古学報告第5  
冊 1954

第25図 下記文献より写真を図化

香取正彦・井尾敏雄・井伏圭介『金工の伝統技法』理工学社 198  
6



- 第26図 下記文献より古瀬作図  
網干善教『五条猫塚古墳』奈良県教育委員会 1962  
鎌木義昌編『随庵古墳』総社市教育委員会 1965
- 第27図 古瀬作図、下記文献集成図を改変引用  
加藤俊吾「鉄製鍛冶工具の基礎的分析－古墳時代を中心として」前・後編 『大阪市立博物館研究紀要』第29・30冊 1997、1998
- 第28図 古瀬作図
- 第29図 古瀬作図、下記文献より引用及び伊藤実氏提供  
小林行男『銚子塚古墳研究』日本考古学協会古墳調査特別委員会 1952  
島根大学考古学研究室・安来市教育委員会『大成古墳現地説明会資料』1997  
金井亀喜編『高陽新住宅市街地開発事業地内埋蔵文化財発掘調査報告』広島県教育委員会 1977
- 第30図 下記文献より引用  
島崎 東編『窪木薬師遺跡』岡山県文化財保護協会 1993  
布留遺跡範囲確認調査委員会編『布留遺跡範囲確認調査報告書』天理市教育委員会 1979  
坂 靖編『南郷遺跡群』I 奈良県教育委員会 1996  
松井和幸編『境ヶ谷遺跡群』広島県教育委員会 1983
- 第31図 下記文献より引用  
俵 国一『日本刀の科学的研究』日立評論社 1952
- 第32図 1・下記文献より引用、2～8・山本一朗氏提供  
神原英朗編『岩田古墳群』岡山県山陽町教育委員会 1976
- 第33図 1・下記文献より引用、2・比佐陽一郎氏提供  
佐田 茂監修『宗像市史』第1巻 考古 宗像市 1997

## 表

第1～6表 古瀬作表

第7表 下記文献を改変引用、古瀬作成

野島 永「弥生・古墳時代の鉄器生産の一樣相」『たたら研究』第38号  
1997

河瀬正利『たたら吹製鉄の技術と構造の考古学的研究』溪水社 1995

## 写真

写真1～8 古瀬撮影

## 序 章 鉄鍛冶技術の回顧と展望

### (1) 問題の所在と研究の経過

わが国において鉄及び鉄器の研究が本格的に行われるようになったのは、1950年代になってからである。鉄はどちらかというと、青銅器や石製品に比べて、錆に覆われていたり、腐食して破損しやすいといった、その遺存状態が原因で、研究の対象として取り上げられることが少なかったようである。しかし、活気溢れる戦後の考古学はいち早く、鉄の持つ重要性に気づいたようである。水を得た魚のように、鉄をめぐる研究が活発になされた。このような時期に、戦後考古学の到達点を集大成したのが、河出書房新社が刊行した『日本の考古学』のシリーズであったといっても過言ではない。このシリーズでは生業生産が一つの大きなテーマとなっており、潮見 浩、和島誠一氏が担当した、古墳時代の金属及び金属器生産、ことに鉄をめぐる諸問題については、まさしく到達点を示していた。このシリーズは鉄の重要性について、若い世代の研究者層に大いに刺激を与え、更なる進展をもたらしたという点で画期的であった。

この後の鉄製品の個別研究は特に、その初源についてや、それを生産具としての生業活動の発達たとえば、農業の発達などが研究の対象に取り上げられ、弥生時代、古墳時代の鉄製品研究は急激に深化の過程を辿ったと言える。しかし、鉄製品そのものの生産についてはなかなか実態に迫ることがなかった。それは製鉄及び鍛冶の遺跡の実態が解明されていなかったことに起因している。1970年代には、全国各地で大規模な開発が急ピッチで進められ、これに伴って、さまざまな生産遺跡の発掘調査が実施され、次第に鉄および鉄製品の生産の現場が明らかになってきた。ただ、製鉄遺跡、鍛冶遺跡の考古学的理解に努めようとする、生産遺跡にありがちな、土器などの考古資料の遺存する例が僅少で、折角の研究対象も利用されにくい状況にあったといえる。しかしながら、鍛冶遺跡についてみると、鍛冶炉の大きさや構造の編年学的、型式学的研究が考古学的手法で推し進められていき、一定の成果を収めることができた。ただ、そこで一体どのような技術的背景に基づく鍛冶作業がなされ、その工程がどうであったかについては、全くの推量に頼るしかなかったのである。

本研究では、鍛冶の技術的な側面を中心に、こうした鉄製品生産の実態に迫ろうとするものである。その方法としては、3つの主眼を持っている。それは鍛冶技術を、①出土鍛冶鉄滓、②鉄生産、③鉄製品の3つの視点から明らかにしようとするものである。そして、その3つの視点に共通する基準資料として、鍛冶鉄滓を利用する。これまであまり顧みられることのなかった、産業廃棄物としての鉄滓を重要な考古資料として位置付けることを基本に据えて、その歴史的動向の把握から、本研究を推進するのである。そして、そのためには実験考古学的方法を採用することとした。鍛冶遺跡出土の鉄滓を忠実に復元する形で、素材作りから製品作りまでのさまざまな鍛冶実験を行い、鍛冶工程ごとに、その典型的な鉄滓標本を製作し、

比較検討の材料とした。

鍛冶遺跡を通時的に取り上げ、その変遷過程が示す技術的画期と鉄滓の関連を探り、また、製鉄の開始とその発展過程に対して、鍛冶技術がいかに連動して対応しているかを、鉄滓の変化を通じて明らかにする。さらに、鉄器生産の変遷過程の中に、鍛冶技術がどのように反映されているかを明確にすることで、古代日本における鉄鍛冶技術の特質に迫ろうとするものである。たとえば、5世紀代に革新的な外来の鍛冶技術の導入があり、わが国の鉄製品生産の画期となったと説明されるが、その背景にある鍛冶技術がいかなるものであったかについて、説得力のある論が展開されたことは全くないのである。本研究では、鍛冶の実験や遺跡出土の産業廃棄物、鉄滓の分析を通じて、そうした鍛冶技術上の問題点を解決することを目的としている。

鍛冶実験は広島県山県郡千代田町に在住する刀匠、三上孝徳師の鍛刀場において3回に亘って実施した。このときの実験の詳細は全て記録に取り、保存している。また、生成した鉄滓、鉄塊については研究資料として、全て回収、保存している。遺跡出土の鉄滓については、主として西日本の代表的な鍛冶遺跡の鉄滓資料を実見し、考古学的な調査を実施した。これらの基礎資料を解析し、そのデータを基に、弥生時代、古墳時代の鍛冶技術について、考察を加えていくことにする。

さて、このような鍛冶の技術的な研究については、これまでにあまり活発には行われなかったことはすでに述べた通りであるが、それでも鍛冶の技術に関する研究が全く行われなかったわけではない。ここでは、そうした研究がこれまでにどのような成果を蓄積してきたかを見ていく。

1938(昭和13)年に、学士院賞、恩賜賞を授与された末永雅雄氏の希代の研究、『日本上代の武器』が刊行された。これはわが国古来の武器、武具を体系化した優れた業績であるが、この研究において、末永氏は京都帝国大学冶金学研究室の協力を得て、鉄剣、鉄刀を切断し、その断面組織を顕微鏡で観察した。その結果、炭素量の濃淡や非金属介在物の叩き延ばされたラインから、折り返し鍛錬がなされた状況、また、刃先のマルテンサイトの確認による焼き入れ処理の存在を明らかにした。そして、日本刀の源流が古墳時代にあることを指摘したのである。冶金学的にはそう困難な作業ではないが、この分析法を考古学的に利用したのは末永氏の独創的な発想であった。こうした研究はこの後、倭国一、清永欣吾氏らによった引き継がれ、最近では走査型電子顕微鏡、コンピュータと連動したマイクロ分析器が開発され、非常にきめ細かな研究分野を形成しつつある。

一方、鉄に強い関心を寄せる考古学研究者も、優れた研究成果を提示し始めた。森浩一氏、都出比呂志氏、野上丈助氏らは、農具、武器、武具といった鉄製品の考古学的分析を通じて、5世紀代には外来の、新たな高度な鉄器生産技術が伝来したことを論じた。同時に野上氏は鍛冶工具類を集成して、朝鮮半島との関係を強く指摘した。こうした地道な研究は次代の研究者達、穴沢義功氏、花田勝弘氏、村上恭通氏、野島永氏など新進の研究者に引き継がれている。彼らはわが国における鉄器文化が、東アジア世界の鉄器文化の中にいかに位置付けられるか、また、鉄製品

の生産体制は一体、どう考えるべきであるかなど、鉄器生産を社会的、政治的な問題として捉えようと努力している。

理化学的分析の面から鉄器文化の在り方を研究しようとする、理系の研究者も現れた。大沢正己氏、佐々木稔氏らである。大沢氏は現在わが国で、鉄滓の金属学的分析のデータをもっとも豊富に蓄積している研究者と言える。考古学研究者が気がつかない頃から、鉄滓の重要さを感じ取り、全国の鉄滓資料を分析したデータを集積し、鍛冶技術の体系化を図ろうとしている。そして、鉄滓を金属学的に分析した分析数値をもとに、鍛冶鉄滓を精錬鍛冶滓、鍛錬鍛冶滓とに分離し、弥生時代以降の鍛冶の実態に迫りつつある。しかし、全国各地における鍛冶は全く同質のものであるはずはなく、さまざまな様相を保持しているはずである。大沢氏の分析データは均質の鍛冶を想定したものになっており、考古学の立場から見れば、実験によるデータも蓄積し、あらゆる鍛冶の工程を想定した上での鉄滓の分類が望まれる。大沢氏の研究には説得力があるが、基本パターンの設定だけではヴァリエティに富む考古資料に対応しきれない場合が指摘できる。また、精錬鍛冶滓とされるものについても、鍛造剥片を噛み込む例も見られるなど、若干信頼性に欠けることも見受けられる。実験データを揃えるとともに、膨大なデータを再構成されることを期待したい。このことは佐々木氏の場合にも当てはまる。

佐々木氏は鍛冶生産に独自の仮説を設定して、古代の鋼生産の解明を図ろうとしている。

わが国の鉄生産を担った、多くの考古学研究者に支持されている鉄製錬遺跡の大半は実は、鋼を生産する大鍛冶生産の場であったとするのである。ズク鉄を原料に炒鋼的鋼生産を行っていたと考えている。この場合、原料のズク鉄がどのような性質のもので、どこから供給されたかについてはあまり問題視されていないが、これは非常に気になる点である。今回実施した鍛冶実験においては、ズク鉄の精錬には、佐々木氏が鋼精錬炉と主張する炉に見られる、多量の鉄滓は生成されないのである。また、さらに実際の鍛冶工程における、異質の鉄どうしの間における鍛接の困難さについてはあまり説明を加えないままに、顕微鏡的観察から、弥生時代の鍛冶段階から合わせ鍛えの存在を強く指摘するが、こうした金属学的分析データの扱いに不慣れた考古学研究者にとっては、一見極めて合理的に見える理系研究者の見解と、発掘調査現場の遺構との間のギャップに戸惑うことが多い。考古学の立場に立つ筆者としても、理系からのアプローチは非常に魅力的な研究分野である。考古学研究者と理系研究者の相互が、鉄研究における共通認識を必要とする段階に至っていることを、強く指摘したい。

## (2) 鉄鍛冶技術への実験考古学的アプローチ

さて、鍛冶技術の研究においてはやはり、実験のデータの蓄積が必要かと思う。今回の研究にも自分の手を動かして実感した、鍛冶実験の成果を生かしながら、生成される鉄滓の性状の把握に努め、古代の鍛冶技術の復元をはかった。最近ではこうした鍛冶実験が各所で行われるようになってきたが、千葉県立房総風土記の丘資

料館が行った実験は特筆される。ここでは故山口直樹氏が中心になって、1987年から「鉄作り講座」が開催され、砂鉄から粗鉄作り、精錬、鍛錬、火造りと、製鉄から製品作りまでの、順を追った製鉄、鍛冶実験が行われ、全てのデータが記録された。特に鍛冶実験では大沢氏も加わり、金属学的分析もなされた。各地で手作りの製鉄から鍛冶工程までを追体験する実験が行われるようになったが、それらはいくまで、結果重視の鉄作りの実験であり、鉄製品作りの実験にしか過ぎなかった。要するに、それぞれの実験の過程が重要視されていなかったのである。どのように工夫すれば、古代遺跡出土の鍛冶炉、鉄滓が復元できるのかが考えられていなかったたのである。

山口氏の実験以後、研究データの蓄積のためになされたものには、1995年以降、大阪府交野市、柏原市教育委員会の真鍋成史氏、北野重氏らが中心になって実施した、製鉄から鍛冶製品作りまでの実験「古代の鉄作り・タタラ」がここ数回行われている。ただ実験データの記録に大きな目的がおかれていたため、たとえば鉄滓についてみると、生成された工程、大きさ、形、重さのデータは記録されたものの、鍛冶遺跡からの出土資料との類似性、相違性等についてはあまり重きが置かれていない。つまり、実験には目的意識に欠如が見られ、なぜ、どうして、という視点が見られないのである。それは、実験を専門家にまかせ、自分が疑問とする点を自分の手で解決するという姿勢が見られないからである。特に鍛冶実験は、鉄滓などの考古資料が示す情報を、考古学研究者自身が受け止めることによって、かなり

の<sup>2</sup>成果が期待できると考える。そういう意味で、今回実施した三上刀匠との鍛冶実験は、筆者自身が鋸を持ち、鞆を操作し、試行錯誤しながら自身の疑問を自分で解決すべく、目的を持った実験を意図した。やはり実験を行うからにはこうした姿勢が必要と考える。

ただし、実験考古学的方法が全てかということ、必ずしもそうではないことにも留意しておかねばならない。実験で得られた成果が唯一の方法であったかのごとく、錯覚してしまう危険性を常に内在しているのである。今回の鍛冶実験の場合も、築炉にしても、鍛刀にしてもあくまで、想定される数ある古代鍛冶技術のうちの1つであることを、十分に理解しているつもりである。しかし、これまで見逃されてきた鉄滓に光を投じることができ、そうした遺物に対して曲がりなりにも、古代日本における鉄鍛冶技術の解明に迫りうる大きな意義を与えることができたのは、実験考古学的方法が十分に有効な手段となりうることを、実証している。

さて、本研究は弥生時代、古墳時代の鍛冶技術の復元的研究を意図するものであるが、多くの優れた先人の研究成果を土台に、遺跡出土の鍛冶関係資料の考古学的検討からスタートし、それを裏付ける鍛冶実験を繰り返す中で、古代の鍛冶工人の歩んだ技術の歴史を解明しようとするものである。ただし、鍛冶の技術を考古学の立場から検討するということは、取り掛かってみて始めて理解したことではあるが、考古学はもちろん、民俗学、金属学、理化学的分析学の理解など、かなり枝葉を広げる必要性を感じ、主幹を忘れることにもなりかねない状況に悩まされた。今もそ

の通りであるが、ともあれ、以下の何章かに亘って、わが国古代の鉄鍛冶技術の解明に迫ってみることにする。

#### 引用参考文献

- 穴沢義功「製鉄遺跡からみた鉄生産の展開」『季刊 考古学』8 1984
- 大沢正己「古墳出土鉄滓からみた古代製鉄」『日本製鉄史論集』たたら研究会 1983
- 大沢正己「古墳供献鉄滓からみた製鉄の開始時期」『季刊 考古学』8 1984
- 大沢正己「日本の初期鉄器時代の鉄器、鉄滓の冶金学的解析」(たたら研究会編『東アジアの古代鉄文化-その起源と伝播-』国際シンポジウム予稿集 1993)
- 大沢正己「弥生時代の鉄器の世界-金属学的調査からのアプローチ」北九州市立考古博物館記念講演会資料 1995
- 奥野和夫・真鍋成史編『古代交野と鉄』I 交野市教育委員会 1998
- 清永欣吾「奈良県下より出土した鉄刀剣の化学分析」『考古学論攷』第9冊 1983
- 佐々木 稔「金属学から見た古代の鉄」(たたら研究会編『日本古代の鉄生産』六興出版 1991)
- 佐々木 稔「弥生時代の鉄と鉄器製作技術」『古文化談叢』第30集(下) 1993
- 潮見 浩・和島誠一「鉄および鉄器生産」(近藤義郎・藤沢長治編「日本の考古学」古墳時代 下 河出書房 1966)
- 末永雅雄『日本上代の武器』弘文堂 1931
- 末永雅雄『増補 日本上代の武器』木耳社 1981
- 俵 国一「日本刀の科学的研究」日立評論社 1953
- 都出比呂志「農具鉄器化の二つの画期」『考古学研究』第13巻3号 1967
- 土佐雅彦「製鉄炉からみた炉の形態と発達」『季刊 考古学』第8号 1984
- 野上文助「古墳時代における甲冑の変遷とその技術史的意義」『考古学研究』第14巻4号 1968
- 野上文助「古墳時代における鉄および鉄器生産の諸問題」『考古学研究』第15巻2号 1968
- 野島 永「破碎した鑄造鉄斧」『たたら研究』第32・33号 1992
- 野島 永「弥生・古墳時代の鉄器生産の一樣相」『たたら研究』第38号 1997
- 花田勝広「倭政権と鍛冶工房」『考古学研究』第36巻3号 1989
- 花田勝広「吉備政権と鍛冶工房」『考古学研究』第43巻1号 1996
- 花田勝広編『村方鍛冶と專業集団』発表要旨集 鉄器文化研究会 1998
- 広島大学文学部考古学研究室編『シンポジウム 製鉄と鍛冶』 1995
- 藤田 等・川越哲志「弥生時代鉄器出土地地名表」『日本製鉄史論』たたら研究会 1970

- 松井和幸編『戸の丸山製鉄遺跡発掘調査報告書』（財）広島県埋蔵文化財調査センター 1987
- 松井和幸「日本古代の鉄製鋤先・鋤先について」『考古学雑誌』第72巻3号 1987
- 松井和幸「古代の鍛冶具」『古文化論叢』児島隆人先生喜寿記念論集 1991
- 村上恭通「古墳時代の鉄器生産」『月刊 考古学ジャーナル』366 1993
- 村上恭通「弥生時代における鍛冶遺構の研究」『考古学研究』第41巻第3号 1994
- 村上恭通「原三国・三国時代における鉄技術の研究」『青丘学術論集』第11集 1997
- 村上恭通『倭人と鉄の考古学』青木書店 1998
- 森 浩一・炭田知子『鉄』社会思想社 1974
- 山口直樹「考古学講座について（2）－鉄づくり開催と記録保存」『千葉県立房総風土記の丘年報』14 千葉県立房総風土記の丘 1991
- 山口直樹「考古学講座について（3）－鉄づくりの展開と鍛冶実験の記録報告」『千葉県立房総風土記の丘年報』15 千葉県立房総風土記の丘 1992
- 和島誠一「鉄器の成分」『月の輪古墳』月の輪古墳刊行会 1960

# 第1章 鍛冶実験とその成果

## 第1節 鍛冶実験

わが国における鍛冶の実態を理解するために、鍛冶実験を行った。これは鍛冶技術の想定復元と合せて、遺跡で確認される遺構や遺物がいかなる工程に伴われるものかを知るためである。特に産業廃棄物である鉄滓の生成状況についての情報を得ることに主眼を置いた。また、わが国の製鉄遺跡および鍛冶生産遺跡において得られる鉄塊は、ズク及び鉄塊系遺物と称されるスラグ混じりの鉄塊と考えられる。後者の場合はズクと錬鉄が混在した状態のものも含まれる。実験では、ズクと鉄塊系遺物の両者を精練して、鍛造できる状態の素材鉄に仕上げることから始めた。精練の方法は卸しと呼ばれる方法で行った。すなわち、原料鉄がズクの場合、それを高温の精練炉の中で半熔融させ、液化した部分を滴下させながら鞴から供給される空気に触れさせて、酸化脱炭する。もしくは不均質の炭素濃度を持ち、スラグ混じりの鉄塊の場合はやはり半熔融滴下させることで、均質の炭素濃度のものに仕上げていくことである。

こうして得た鍛冶用の原料鉄から最終的には、弥生時代から古墳時代に見られた素環頭大刀の製作までの鍛冶実験を、3回に亘って行った。その過程のデータと産業廃棄物の鉄滓の生成について、詳細に観察し、記録を作成した。

### (1) 鍛冶実験の概要

この鍛冶実験で使用した鍛冶炉は、広島県山県郡千代田町有田に在住する三上孝徳刀匠の鍛刀炉と、遺跡検出の鍛冶炉を想定復元したボール炉の2者を使用して行った。三上刀匠の鍛刀炉(写真5-a)は、地表から掘り込んだ長さ1.5m・幅65cm・深さ約50cmの作業用ピットから向かって左に差し鞴、右に鍛刀炉、ピットの右隣に鉄床が設けられている。鍛刀炉は幅85cmで、両側に土手を立てている。通常、鞴側だけに遮熱用の土手を立てることが多いが、ここでは両側に付けている。特に理由はないとのことである。土手の厚さは約20cmあり、間の幅20cmの部分が炉である。炉の長さは85cmある。炉の深さは土手の上端から25cmに羽口の上面があり、羽口は外形15cm、さらにこの下20cmの深さに粘土が貼ってある。したがって約60cmの深さを持っている。羽口より下はカーボンベッドとなっている。近世の大鍛冶炉の構造によく似ている。

後者の復元炉(写真3-b)については、三上鍛刀場の土間に直径約40cm・深さ15cmの浅い皿状の穴を掘り、簡易の炉とした。炉内面には粘土を貼るような造作はいっさい行わなかった。羽口を取り付ける部分や炉周囲の盛り土は山土の花崗岩ばいらん土を使い、特に粘土を使っていない。



原料鉄材は、ズクは島根県仁多郡横田町大呂にある日刀保たたら製品を用いた。スラグ混じりの小鉄塊は、三上刀匠が日本刀鍛錬を行う際に、沸しを使った折り返し鍛錬時に生成したスラグに付着する、鉄分を選別して鉄塊としたものを使用した。燃料は松などの鍛冶操業に適した炭材を使用した。羽口は鍛刀炉用のもではなく、製錬実験をしている、三上刀匠の知り合いから提供してもらった。送風は鍛刀炉が吹き差し鞆、実験炉は電動送風機で行った。電動送風は火の色を見て強弱の加減を行った。鋸、鉄鉗などの鍛冶道具については、すべて三上刀匠の現使用品を使わせてもらった。

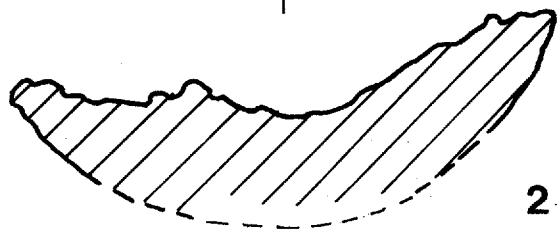
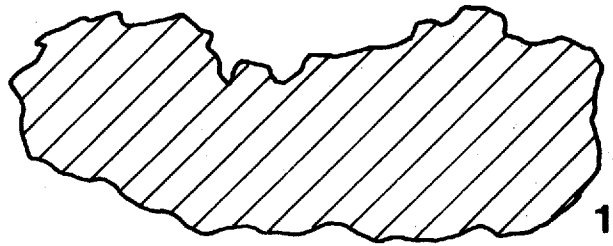
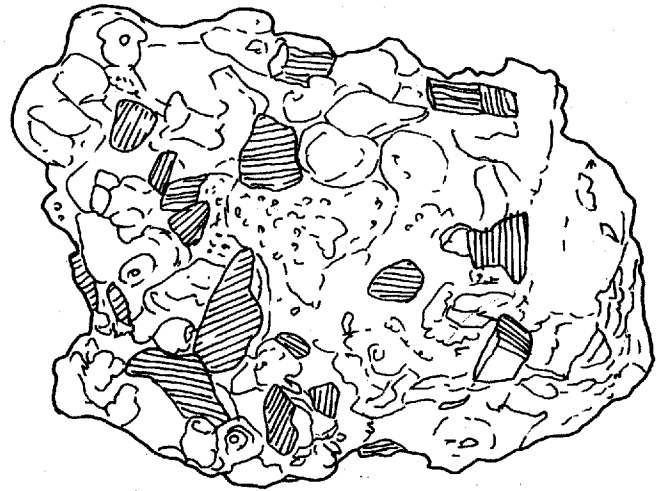
鋸は、①径4cm・長さ15cm・重量1.96kg、②径4cm・長さ14cm・重さ1.62kg、③径3.7cm・長さ10.7cm・重さ0.93kg、④径3cm・長さ10.5cm・重さ0.57kgの4種類のものを使用した。柄は①のもので43cmあり、他もほぼその前後の長さである。ちなみに三上刀匠が常時使用しているのが①の鋸である。向う鋸は重さ6kg・径5.5cm・長さ29cm・全長98cmのものがあり、折り返し鍛錬に少し使用したが、大半の作業は機械打ち(ベルトハンマー)で代用した。

鉄鉗は、①長さ63cm・重さ1.55kg・挟み部の開閉3~20.5cm、②長さ62cm・重さ1.2kg・挟み部の開閉3~15cm、③長さ50cm・重さ1kg・挟み部の開閉1~13cm、④長さ47.5cm・重さ0.9kg・挟み部の開閉0~10.5cm、⑤長さ46cm・重さ0.8kg・挟み部の開閉0~7cmの5種類のものを使用した。長さ60cm前後のものが刀作りの場合は最も多用されるようだが、重さ・長さから片手での使用はかなり慣れないと無理で、最大20cm近い挟み部の開きの大きさから見ても、鉄塊から素材作りの段階はこのくらいの大きさが要求される。ちなみに造刀の素材は握りこぶしより1回り大きめの鉄塊から叩き始める。

さて、実験は都合3回行い、第1回は1995(平成7)年5月28日、このときは鍛刀炉で卸し鉄を作り、古墳時代有袋鉄斧、鉄鎌を復元製作した。第2回が1997(平成9)年7月19日、このときは初めてボール形鍛冶炉を築いてズク卸し、小鉄塊卸しの両工程を行い、遺跡出土品と同じ椀形滓を得た。鍛錬は鍛刀炉で行った。古墳時代前期から中期に使用された方形鉄板鍬鋤先と中期以降に出現したU字形鍬鋤先を製作した。第3回が同年11月20日で、前回と同じく卸し鉄製作はボール形炉で行い、その卸し鉄を素材鉄にして古墳時代前期の素環頭大刀を復元製作した。実験に参加したのは古瀬のほか、広島大学文学部考古学研究室の大学院生、学部生で、広島県立三次風土記の丘資料館伊藤実氏の協力も得た。実験の総合的指導は三上孝徳刀匠から受けた。

## (2) 第1回鍛冶実験

1995年5月28日に行った実験で、このときは卸し、鍛錬の全ての工程を三上鍛刀炉で実施した。2回、卸し作業を行った。卸し鉄で古墳時代に普遍的に見られる斧、鎌を作製した。卸しの工程は原材料の量にもよるが、1回あたり1時間程度でできる。実験時の原材料は、三上刀匠が沸し鍛錬したときに生成した鉄滓を小割りして、含有される鉄塊を取り出したものを使用した。このときは2~3kgの原



第1図 第1回目の卸しに伴う精錬鍛冶鉄滓  
(2)は参考資料

材料を卸して、1.4 kgと1.9 kgの卸し鉄塊を得た。これをもとに鍛錬を行い、鉄製品の製作実験をした。ちなみに日本刀は鍛え初めの原素材約5 kgを使って鍛錬し、これが最終的には1.2 kgの刀になる。このときの素材は玉鋼で、現在1 kgあたり7500円＋消費税という高価な良質鋼である。鍛冶に使う炭は松炭がよいとされている。松炭は着火が良好で、温度もすぐ上がるが、すぐ下がるという特質を持つからである。

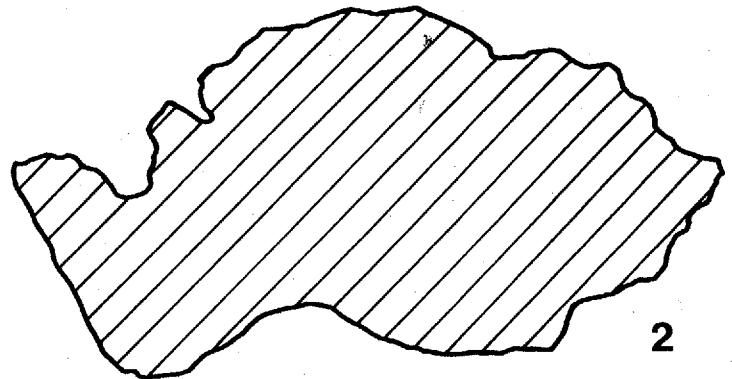
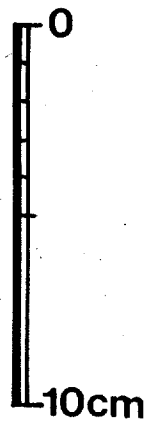
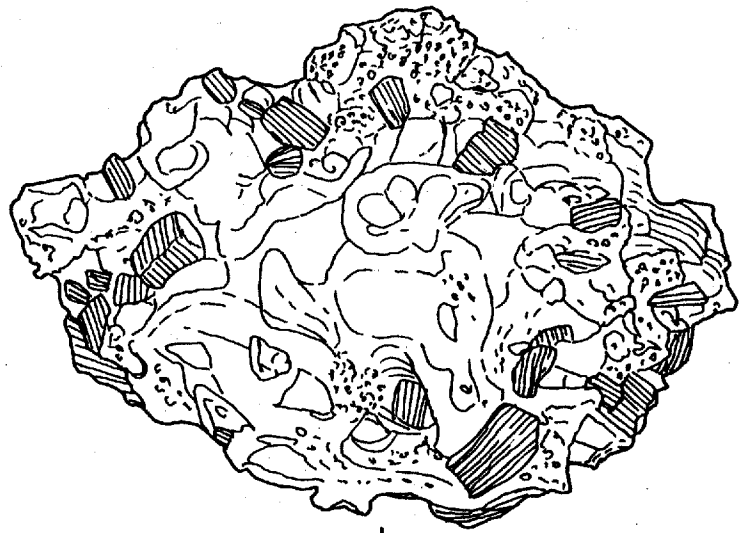
### 1回目の卸し

素材2～3 kgが卸しによって、1.42 kgの鉄塊になった。噛み込んでいた炭や周辺の不純物を取り除いた重量であるから、もともとは1.5 kgほどあったと見られる。素材は滓混じりの小鉄塊で、三上刀匠が行う沸し鍛錬時に生成した鉄滓から分別したものである。この卸し鉄塊を鍛錬して鉄斧、鉄鎌（写真1-a, b）を製作した。

この卸し作業で生成した卸し鉄塊は、すぐに鍛錬して鉄製品を作ったので、図面は作成していないし、細かな観察も行っていない。卸し作業に伴って生成した鉄滓（第1図-1）は0.74 kgで、長さ15.6 cm・幅12.8 cm・厚さ5 cm前後の長方形である。上面が窪み、底面が丸みをもって膨らんでいるので、全体に碗形を呈している。上面はやや平坦であるが、中央部が深さ1～1.5 cmばかりに窪んでいる。1～2 cm大の炭の塊を多く噛み込んでいる。一部銀色をした薄い膜状物が覆っている。鉄の薄い膜のように見える。その膜が破れて微細なギザギザの表面となっている。上面には弱い磁着性がある。底面は小さい凹凸が著しく、しわしわとなった脳表のようである。これは滓がたまった面が炭層であったからである。炭を非常に多く噛み込み、ガラス質のようである。磁着性は全くない。遺跡から出土する鉄滓と少し感じが異なるのは、鍛刀炉でできた滓であることに原因がある。遺跡出土の鉄滓は浅い皿状の碗形滓が圧倒的に多く、鍛刀炉の場合、高さのあるものが多い。これは炉の作りによるもので、炉底の深浅が関係するようである。

ところで、あくまで鍛刀炉で行った実験ではあるが、卸し作業は炉内の温度、送風の状態、原料の在り方などによって、生成する鉄滓が一様ではないということに十分注意しておく必要がある。たとえば、卸し作業の温度が少し高すぎた例を紹介してみる。鉄滓（第1図-2）は重さ1.055 kgで、長さ14.9 cm・幅11 cm・厚さ3.2 cmのものである。上面は大きく窪み、それに呼応するように底面も弧状に張り出す、きれいな碗形滓である。これは全体に磁着性が強く、ガラス質の部分はなく、全面が見るからに鉄の塊のようである。この原材料の量は明確に記録していないが、おそらく2 kg程度と考えられ、鉄分の半分以上が滓に移ったようである。この原因として炉内温度の過高温が考えられ、原料の鉄分がどんどん溶けて垂れ落ち、滓に移動したと考えられる。

逆に最初に紹介した鉄滓は、2～3 kgの原料を卸したにしては1 kgをきる、0.74 kgという重量であり、鉄分の移動が少しであったことが理解できる。いかに炉内の温度調整が難しいかを物語っている。したがって、遺跡出土の鉄滓が規則的な工程で産出されることはむしろ少なく、鉄滓はその大きさ、形、質などにおいて、そ



第2図 第2回目の卸しに伴う卸し鉄と精錬鍛冶鉄滓

の場その場での状況でかなり多彩なものになったと考えざるを得ない。

## 2 回目の卸し

卸し鉄の原材料は、鍛刀の沸し鍛錬の際に出た鉄滓の上面に付着している膜状あるいは小塊状になっている鉄を集めて、それを使った。冷却した鉄滓を叩くと、滓や炭の部分が割れて飛び散り、粘りのある鉄の部分だけが塊になって残るのである。これを集めておき、日本刀以外の製品や実験などの際に使用するのである。随分と回収できるので、炉内で滓に逃げる鉄分の量は結構多いということが理解できる。

さて、2回目の卸しの際、うかつにも原材料の量を計測していなかったので、明確な値は不明であるが、おおよそ3.5 kg程度を使用した。生成した卸し鉄（第2図-1）は1.94 kgで、鉄滓（第2図-2）は1.33 kgであった。卸し鉄は長さ15.8 cm・幅10.3 cm・高さ8.3 cmの、断面が逆三角形を呈している。上面は平坦であるが、全体に金属質のゴツゴツとした、粗い滑らかな金属的な光沢のある面である。羽口側の風の当たる側面は、中窪み状になって垂直に近く立ち上がり、見るからに滓と分かる黒青色の膜状物が付着している。断面が逆三角形になっているのは、炉の上部から徐々に原材料が下に降りてきて、羽口の全面で熔け、そこに卸し鉄がたまってくるが、羽口側の炉壁が垂直に立ち上がっているのに対して、反対側は丁度、アリジゴクの穴のロート形の底に沈みこんだ形になっているからである。鍛刀炉は羽口から下が深いので、後述するボール炉とは少し違った形の卸し鉄が生成されるのである。

このことは卸し工程の鉄滓にも同様の事実を指摘することができる。この卸し工程の鉄滓2をみると、長さ18.6 cm・幅13.6 cm・厚さ9 cmで、上部がやや平坦の、底面が少し膨らむ楕円形凸レンズ状の塊である。基本的には上面が平坦で、底面が外膨らみの独楽形の椀形滓といえる。上面は滑らかな膜状面となり、ヌメヌメとした光沢を持つ。この内面はザラザラゴツゴツとした鉄分の多い面となる。上面、側面には1~2 cm大の炭を多く噛み込む。底面は脳表面状の細かな凹凸を多く持つ。炉底の炭層の間に液状の滓が流れ込んだ状況を物語っている。

## 鍛錬工程

さて、卸し鉄塊の鍛錬であるが、実はこの鍛錬工程も詳細な記録をとっていない。予備実験的性格が強いため、どのようにすればいかなる結果が得られるかということ、三上刀匠とともに鍛冶作業を経験する程度に終始したからである。この段階で経験的に理解できたことは次の通りである。

- (1) 丸鍛え・合わせ鍛えの技法は、錬鉄が豊富に存在して、さらに鋼が高価である場合には多用されるが、ケラ状の良質鋼が生産の中心である時は、丸鍛えの方が作りやすい。特に今回のように、斧とか鎌といった小型品の利器の場合、その傾向が強い。
- (2) 袋部の折り曲げ・鉄斧のように柄を着装する必要がある製品は、基部を両側から折り曲げて、袋部を作るが、これは内部に丸棒状の型を当てて丸めた可能

性が強い。

- (3) 焼入れ・・特に鎌のような刃部の薄いものは焼き割れしやすいので、焼き入れを施すにはやはり土置きを必要としたと考えられる。
- (4) 沸し鍛錬・・鍛錬時に鉄と鉄を鍛接するのは、ただ叩いて鍛接しただけでは必ず接着した部分が開いてくる。必ず沸かさなければならない。それによって完全に鍛接することができる。折り返し鍛錬の鍛接を示せば、次の通りである。
  1. 折り曲げて叩いて鍛接する……仮付け（かなり高温になっているので接合面は取りあえず鍛着できる）。
  2. これにワラ灰をまぶして沸しを行うと、完全に鍛接できる。
  3. 鉄の形がいびつになっても、沸しを行うことによって、表面の凸凹が熔けてなくなり、全体がきれいになる。
- (5) 炉の清掃・・鍛錬途中に何回か炉内の掃除をしてやる。羽口の下は荒炭が詰まるようにする。時々、掻き出して2～3 cm大の熔けた鉄滓を取り出す。いつまでも置いておくと椀形になる。炉が壊れることにつながるので、現在の刀匠はこまめに炉の掃除を行っている。この場合は椀形滓の生成は少ない。

### (3) 第2回鍛冶実験

1997年7月19日に実施した。初めて自作炉を作り、この炉で卸し、方形板鍛先・U字形鍛先（写真1-b）を製作した。卸しは3回行い、最初はズク卸し、後の2回はスラグ混じりの小鉄塊を原材料とした。炉は最初は、羽口周りを中心に土手を築き、羽口の反対側は開放状態にして、炭を盛り上げるだけにした。2、3回目の時、1回目のような作りでは、羽口からの送風が外部に逃げるので、少し炭を高く盛り上げるために、羽口の上にマサ土やレンガを置く工夫を施した。

#### 築炉

硬い鉄を作るのか、軟らかい鉄を作るのかで、炉の構造は大きく変わってくる。硬い鉄であれば、鍛刀炉のような深い炉が最適である。高温が保てる上に浸炭しやすく利点がある。軟らかい鉄が要求されるのなら、浸炭しにくい浅い炉で操業しなければならない。今回は、弥生時代、古墳時代の鉄は比較的炭素含有量が少ないようなので、新たに浅い炉を築炉して実験を行った。

初めて自作炉で実験操業するので要領がわからず、操業のたびに試行錯誤の連続となった。したがって、最終的には望ましい炉の形態に到達したと考えられるが、今回の実験では最初の簡単なものに始まり、都合2回に亘って補強や改造を加えた。炉は基本的に次の通りに設営した。

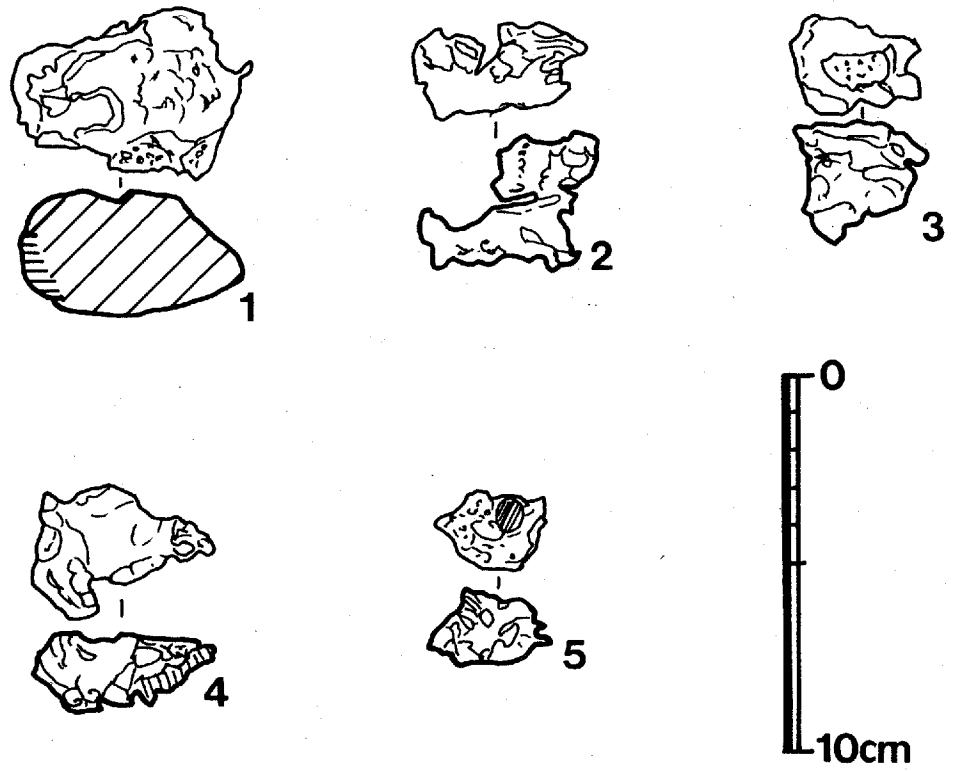
1. 直径40 cm・深さ15 cmの穴を土間に設けた。
2. 羽口の設置であるが、この場合、羽口下底にあまり土を置かず、羽口底面の高さを炉から10 cm少しにした。つまり、炉を掘り窪めた上面に直接、羽口を置く形に設定した。また、初めての操業でどのようにしていいか、よく把握できていなかったなので、羽口先端をかなり炉の中に露出させた状況で設置した。

このため予想しなかった事態が生じた。羽口から吹き出た熱風が炉壁に当たって跳ね返り、羽口下底に向かって熱風が逆流して、羽口下底が溶けてしまって、薄く平坦になった。次の操業から後は、粘土で羽口を包むように壁を作って、羽口の先端を炉内にあまり突き出さないように設置した。炉上面から10cmほど上位に、羽口吹きだし孔が突き出る形にした。この結果、羽口先端部だけが高熱を受けるようになった。これは簡単な改良のように見えるが、後の章で述べるように、羽口先端に鉄滓が熔着するかどうかという、大きな問題点の解決につながるようになった。

3. 羽口の上部にさらに、10cmほどマサ土を積み上げ、そこを中心に、炉の半周分くらいまでの上辺に半月状の土堤を築いた。送風が外部に逃げないための設備である。炉床は土間を掘り上げた状態のままで、特に炉内に粘土を貼り付けたり、炉の床焼きはしなかった。
4. 炉底から炉全体の周囲にかけて、粉炭を3～5cmの厚さに敷きつめた。この状態で初めて、炭を入れて点火して、鞆を作動させて10分間ほど炉内の乾燥を行った。

ここまでが築炉段階である。さていよいよ、鍛冶の準備が整ったので、1回のズク卸し、2回の小鉄塊の卸しを行うことにしたが、基本的な構造の築炉では操業上において、さまざまな問題が発生したので、そのつど改良を加えてきた。3回に亘る改良過程でようやく、古代遺跡で検出される諸形態の鍛冶炉とほぼ同様な状態を復元できた。以下、その3つの方法とそれぞれの操業の工程について紹介し、説明する。

- A. 土間に直径40cm・深さ15cmの穴を設けて築炉した。炉の上面に直接、羽口を置き、その周囲と上面にマサ土をおき、土堤とした。羽口上部には高さ約20cmの土壁を作った。これでズク卸しを行った。
- B. しかし、羽口周辺の土堤が低く、羽口周辺から送風が漏れたので、2回目には羽口を固定している上部の土の上に、さらにレンガを置いた。この結果、盛り上げた炭の高さも約30cmになり、全体のバランスもよくなった。操業後の炉底の状況は羽口のある送風側の炉底半分が還元色に焼け、反対側の半分は赤く変色する程度の熱を受けていた。この炉でスラグ混じりの小鉄塊を卸した。
- C. 羽口を設置する部分の送風の逃げを防ぐためと、盛り炭の高さを確保するために、羽口の周囲にレンガを積み、それを土で覆い、上面まで約30cmの高さにした(写真3-a)。さらに羽口周辺だけでなく、炉穴の周り全体に土堤を巡らした。ただし実用炉としては、刀剣類などの長物を製作する時に、羽口の前に加工対象鉄塊を差し込めるように、物を出し入れする部分は低くしておく必要がある。炉周りの土堤は底面幅約30cm、高さ約20cmで、しっかり強く固めた。この効果としては、全体に盛り炭の高さが高くなって送風の逃げもなくなり、保温効果が格段に向上した。このため操業後の炉底は全体が還元色に強く焼けていた。この炉ではスラグ混じりの小鉄塊を卸した。



第3図 ズク卸し工程で生成された鉄滓



## ズク卸し

Aタイプ(基本形)の鍛冶炉で操業した。原料は(社)日本美術刀剣保存協会が操業している日刀保たたら生産のズク塊を用いた。ズク塊は7個準備した。その内訳は次の通りである。①11×8cm・1.125kg。②12×7cm・1.045kg。③11×5.5cm・1.14kg。④10.5×7cm・0.956kg。⑤7×5.5cm・0.6kg。⑥10×6.5cm・0.79kg。⑦13×9cm・1.17kg。合計6.826kg。

さて、ズク卸しの工程であるが、まず、羽口の前面に幅約10cmの間隔をあけて2個ずつ並べ、その上部に蓋を被せるように、残りの3個を置き、暗渠の形にした。次に羽口の上部約30cmの高さほどに炭を高く盛り上げた。作業時間は午後12:05から13:30の1時間25分をかけた。小さく浅い鍛冶炉にも関わらず、ズク塊を少したくさん積み上げすぎたと、後で反省したように全ては熔融しなかった。0.62kg・1.14kg・1.2kgの3個のズク塊が、熔融されずに炉底に残存していた。出来上がった脱炭鉄塊は1つの塊ではなく、2.16kg・1.05kgの大きな塊が2個と、200gの塊が2個、40gの小鉄塊が1個の、5個の脱炭鉄塊、計3.65kgが生じた。最初のズク塊は6.826kgあったが、ズク卸しの後には6.61kgとなり、約200g減じた。

このズク卸しの後、生じた鉄滓を回収して計測を行った。鉄滓(第3図-1~5)は5個生成され、125g・40g・25g・20g・15gのものがある。総計225gとなる。最も大きい125gの鉄滓1は長さ6cm・幅4.7cm・厚さ3.3cmの楕円球体で、上面は滑らかな膜状物に覆われ、その直下はゴツゴツ、ガサガサした面となる。底面も同様で、全体に重い。炭も噛み込むが、鉄滓というよりは、ほとんどが鉄からなる鉄塊のようである。40gの鉄滓2は長さ4.6cm・幅2.5cm・厚さ3.7cmで、流動質の滑らかな面を持つ下底部に、ゴツゴツした薄い膜状物が2個くっついたような形態である。底部の塊はかなり重く、鉄塊であるかもしれない。25gの鉄滓3は長さ3.4cm・幅2.5cm・厚さ3.3cmで、前者の40gのものと同じ成り立ちで、下底部に流動質の重い塊があり、丈夫なゴツゴツした膜状物が張り付いたようになっている。底部の塊は鉄塊の可能性はある。20gの鉄滓4は長さ4.9cm・幅3.5cm・厚さ2.2cmで、全体に滑らかな面である。上面は黒灰色の膜状物で覆われるが、下底部は光沢のある暗灰色の流動質で、炭の間につらら状に垂れ下がった脳表状の凹凸が見られる。15gの鉄滓5は長さ3cm・幅2.1cm・厚さ2cmの丸い塊で、若干の炭を噛み込むが、金属光沢を持ち、全体が鉄塊の可能性はある。

ズク卸しに伴う鉄滓は相当量、生成されると考えていたが、実際に卸してみると、全く逆で、ほとんど生成されなかった。この事実は全く意外であったが、よく考えてみると、使用した原材量のズク塊は、日本美術刀剣保存協会たたら炉で産出したズクであり、鉄滓となる不純物の混じりの少ない鉄塊であったことが、まず第一に指摘できる。さらに卸した鍛冶炉が保温効果の不良なボール炉であったので、羽口やその周辺の土を熔かし出す量もわずかであったと考えられた。したがって、ズク

卸しは卸しの対象が鑄鉄製品など純度の高いものであればあるほど、その工程に伴う鉄滓は遺跡では検出できないことになる。今回、使用した炭の量は計測していない。生成した脱炭鉄塊は、そのまま鍛錬を行って方形板鉄鍬先とU字形鉄鍬先を製作した。まず1.05kgの鉄塊はいびつな四角い塊となっていたので、これを白熱するまで熱して叩き、方形の鉄塊に仕上げた。これを折り返し鍛錬した後、板状に延ばして、形を整え、基部の肩の部分折り曲げ、製品化した。

ところで、この段階ではまだあまり細かな記録はとっていない。これは、精錬の工程から製品化の流れを理解する目的で、鍛冶作業を行っていたからである。大きめの2.16kgの鉄塊ではU字形鉄鍬を製作した。さまざまな方法が考えられたので、それぞれの方法で製作実験を行った。一番考えられる方法としては、少し厚めの鉄板を用意して、鑿で割りを入れた後、徐々にU字形鍬先の形に整えていき、完成するというものであった。考えられるもう1つの方法は、同じ形のU字形鉄板を用意して、その2枚の鉄板を鍛接するというものであった。

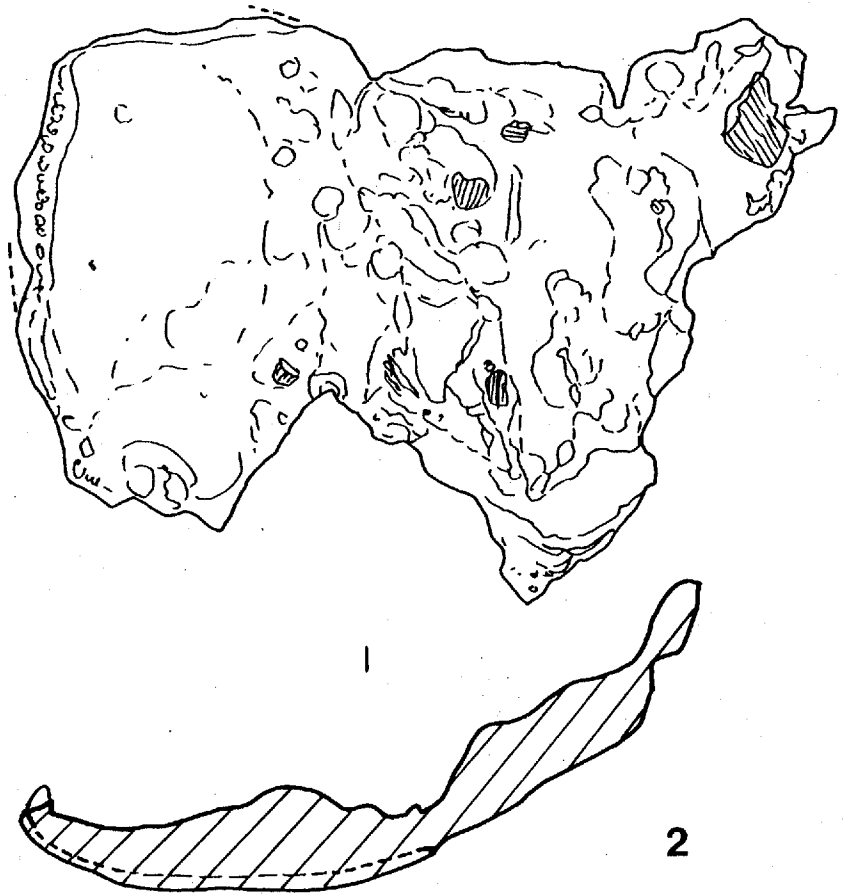
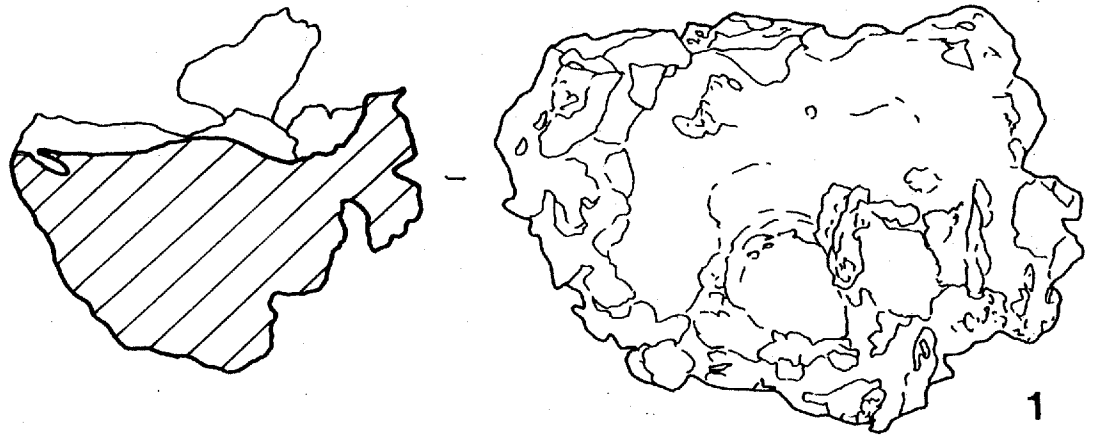
最初の方法については、確かに近世、近代の風呂鍬は厚作りで、最初に鉄板に専用の鑿で割りを入れる製法が多かったのであるが、それに比べて、遺跡から出土する遺物は全体が薄作りで、さらに割りを入れた部分も薄い作りになっていることから、最初から鑿割りをを用いる技法は普及していなかったと考えられる。2番目の方法では、現在流の鍛接剤を使用する場合は比較的簡単であるが、2枚の鉄板の位置がずれるのを防ぎながら、沸し付けでこの作業を行うとすれば、薄物だけに、これは相当に困難である。そこで遺跡出土の鍬先の状態をよく観察した結果、1枚の長い鉄板を2枚に折り曲げ、それを鍛接して、最後に完全に接着していない端部に、鑿で割りを入れていく方法が最も簡単であった。このとき折り曲げたところが全て鍛着してしまわないように、折り返しの端部近くは粉炭をふりかけておくことを知った。この工程はいずれ丁寧に後述する。

さて、1.05kgの鉄塊からは方形板鍬先を作成した。この鉄塊も塊から単に叩き延ばすのではなく、数回の折り返し鍛錬を行った後、板状にした。それから耳の部分を延ばし折り曲げた。筆者が折り曲げたため、折り曲げ部分をうまくまとめることができず、耳の端部を鑿で切断した。この切断片が三角形を呈しており、遺跡で検出される鉄片が、それに相当するものと考えられるが、厚みにおいて全く異質のもの感じも強い。

### 卸し鉄の製作1

Bタイプの鍛冶炉で行った。材料は三上刀匠が日本刀鍛錬の時に生成したスラグに付着した鉄分を分別したものを使用した。これは大きくても2~3cm大の不定形の塊で、スラグ分も多く含み、炭素濃度も不定であり、古代の鉄塊系遺物とされる原材に近いと判断できるものである。この原料鉄を3.5kg使用して、ズク卸しに続いて15:10~16:10の1時間をかけて、卸しの作業を行った。

さて、羽口上部に高さ約30cmに小割り炭を盛り上げ、炎の色が黄色を帯びてきたころ、少しずつ羽口の反対側から鉄塊を300g見当で挿入。最初から羽口近く



0 10cm

第4図 円形ボール形鍛冶炉で生成した卸し鉄と精錬鍛冶鉄滓

に鉄を挿入しておく、それが早く溶けて羽口の口を塞いでしまうので、必ず上部から入れなければならない。最初の300gが無くなると、炉の炭山が羽口に向かってロート状に沈み、窪んでくるので、小割り炭を元の高さくらいに補充してしばらく燃やした。そして次の原料鉄を挿入。約1時間、10回くらいに分けて鉄、炭を交互に繰り返して挿入すると、3.5kgの原料鉄から1.62kgの卸し鉄を得た。

この卸し鉄塊(第4図-1)は長さ15.5cm・幅11.2cm・高さ6~8cmで、上面の形態は羽口の側が直線的で、反対側が円弧を描く半円状である。上面には平坦面が形成され、断面が逆正三角形の、全体に楔形をした形態で生成されている。これは炉の炭山の上部から羽口の前面に向かって原料鉄が次第に下っていき、丁度ロートの先端にあたる部分で形成されたので逆三角形になったのである。基本的に卸し鉄塊はこの形態をしているので、遺跡出土の鉄塊の形態にも注意しておく必要がある。鍛刀炉で生成したものと比較して、高さが少し低い。これは鍛刀炉の場合、羽口より下部が深く作っている、底面が下方に延びるからである。ボール炉の場合は羽口下が浅く、さらに炉底には鉄滓も生じるので、どうしても卸し鉄塊はずんぐりとしたものになる。この卸し鉄塊は鍛冶の原料には使用せず、そのまま資料として保存している。

また、炉底に遺跡出土例と同様な椀形鉄滓(第4図-2)が形成されたのは、注目すべきことであった。羽口のすぐ前面に、卸し鉄塊が生成され、その直下に精錬椀形滓が形成されていた。鉄滓の重量は1.475kgであった。卸し鉄塊直下の椀形滓はこれまで鍛刀炉で生成したもので観察していたが、これらは古代の鍛冶遺跡出土のものとは少し異なっており、中世以降の鍛冶遺跡で出土するものに類似していた。今回、ボール炉を築いて実験して初めて、鍛冶遺跡出土の椀形滓と同様な形態のものを得ることができた。この椀形鉄滓は羽口の下底にほとんどくっついて生成されていた。遺跡出土の椀形滓には場合によっては、羽口の下底が熔着している例を見ることができる。

実験で得た椀形滓2は、炉の傾斜面となった底面に接して流れていて、曲面状態の炉の下底面の形をそのまま表している。平面形で見ると、長さ18.1cm・幅13.3~14.1cm・厚さ1~2.3cmで、表面には多少の凹凸があるが、ほぼ全面が溶けて滑らかな面となっている。上面から見ると、長さ約11cm・幅13cmの楕円状の椀形滓と、長さ7.3cm・幅14.1cmの楕円状の椀形滓が2つ並んでつながっているように見える。この成因については次のように考えることができる。まず、前者の椀形滓が炉底にトロトロと流れ下って、先端が炉底の最低部から上昇に転じてめくれあがり、さらに炉底最底部に液状の滓が盛り上がり溜まり、最初の滓が形成された。その後、さらに次の滓が流れ下るが、液状といってもかなり粘り気が強いので、最初の部分が少しずつ固化してきたため、後から流れてきた滓がそこに溜まって、表面に波打ったような波状の凹凸をもつ、2番目の椀形滓が上方に形成されたと考えられた。厚さはそれぞれ一番厚いところで2.3cmほどある。最初に形成された滓は、上面に平滑で細かな凹凸がある。粘り気のある半熔融の滓が流れてきて、先端の方から少しずつ固まり、最後の方は波打つようにしわを作りながら、

炉底に溜まっていった様子が窺われる。磁着性はかなり強く、特にしわ状に盛り上がった部分は他の部分に比べて強く、磁石を付着させると、外すのに少し力が必要なほどである。

なお、この鉄滓の下面は、鍛冶炉の底面に直接接していたようで、炉底のマサ土地面が焼けて灰白色に固着している。最初には炉下底には粉炭を5～10cmの厚さに敷いていたのであるが、最後には送風の強烈な衝風によって、粉炭が吹き飛び、液状となった鉄滓は直接炉底の土の上を流れていったのである。これは鍛刀炉とボール炉との大きな違いである。炉底を深く作っている鍛刀炉では液状となった滓も下底まで届かず、椀形滓の下底にカーボンベッドである小炭塊をかみこんでいる。

さて、上方にある2番目に生成した、後から溜まったように見える椀形の部分は、上面が平滑な面であるものの、炭の噛み込みも多い。上面には前者と同じような波打ったしわ状の盛り上がりが見られる。こちらは前者と異なり、あまり磁着性は見られない。こちらの鉄滓の底面にはマサ土の固着が見られず、小さな凹凸のある複雑な面となっており、炭をたくさん噛み込んである。これは、この鉄滓が丁度羽口の直下にあり、羽口からの風圧で炉底のマサ土との間に空洞が生じて、鉄滓の下面にマサ土が直接固着しなかったからである。この部分に空洞が生じていたことは、羽口の下底部分が強い熱風の逆流で溶かされて、厚みがほとんど無くなっている状況からも分かる。

鍛冶炉の状態を少し細かく説明してみると、前述の通り、羽口が突き出ている側では羽口の下底で高温状態の熱風が逆巻き、羽口下底を溶かして、そこに平坦な面を作りだしていた。そこに接する炉底部は白色に固化し、焼き土となっただけ落ちるほどによく焼けていた。ここから炉底にかけての斜面は白色から還元された灰色、さらに黒色と変化していた。黒っぽくなる程度の火熱を受けた部分は、羽口を据え置いた炉の上面と炉の底で、このあたりはそれほど強く焼けているようには見えなかった。また、羽口と反対側の炉の下底面も強く火熱を受けたようには見えなかった。というよりはほとんど火熱を受けたようにはなかった。このことは後述するが、炉の保温の状態に問題があった可能性が高い。このタイプの炉が鉄滓、操業後の炉底の状況など、遺跡から検出される鍛冶炉にもっとも近似したものと言える。

## 卸し鉄の製作2

Cタイプの炉で行った(写真3-a.b・写真4-a.b)。羽口周辺にレンガを3段に積み上げ、炉の周辺にドーナツ状に土堤を築き、炉の深さを深くした。このタイプの炉は熱風が外部に逃げにくく、保温性に優れていることが実験で確かめられた。原料鉄は沸しを使った鍛錬時に生成される鉄滓から採取した小鉄塊を用いた。小鉄塊は当初3.5kgを卸した。11時30分に操業を開始したが、最初の10分間は炉を暖めるのに費やした。卸しの作業は11時40分開始。炭山の上部から火花が飛び始め、少しずつジュクジュクという音がするようになれば、羽口のところにまで鉄が降りてきたことを示している。そして炭が沈めば、原料鉄を入れ、炭を被せる作業を繰り返した。一度の原料鉄の挿入は約300gである。1時間経過した

ところで、さらに1kgの原料鉄を加えることにした。作業は13時に終了した。4.5kgを卸すのに1時間20分が必要ということである。この作業から、卸しは途中で必要な卸し鉄の量が変わったとしても、少しずつ追加していけば、小さい炉でも10kgを卸すことも可能であることが分かった。大体、卸しの歩留りは70%を見当にやればよいので、原料鉄の挿入もそれを参考に計算できる。

鞆の送風は温度は測定していないが、黄色い火色が望ましい。強くなくても安定的に送風することが要求される。炭には粉炭は混ぜない。粉炭はよく火が回らず、温度上がりも悪い。卸しに関わらず、炭は新鮮なものを多量に使用するほうがよい。しかも山盛りにして温度を封じ込めるようにする。

ところで、この卸し工程で産成した鉄滓はうまく卸し鉄と分離できず、卸し鉄の下部にくっついた状態を取り出した。通常、卸し鉄が白熱しているうちに取り上げると、鉄滓と分離できるが、このときは炉をゆっくり冷やしてから卸し鉄の取り出しと炉内部の清掃を行ったので、卸し鉄と鉄滓が熔融固着してしまったのかもしれない。生成した卸し鉄は鉄滓を分離していないので、重さが4.12kgもあった(写真4-a.b)。卸し鉄の歩留まり約70%で計算すれば、3.15kg程度の鉄ができるはずで、それを差し引くと0.97kgの鉄滓が残る。卸し鉄塊は鉄滓と固着しており、さらに上面に羽口の下底の一部が固着しているので、ここより前部が卸し鉄と判断できた。長さ15cm・幅16cm・厚さ5cmの大きさである。前回のものと比較すると、全体に椀形で、逆三角形状ではない。くっついた鉄滓は卸し鉄の羽口側の下側に膨らみとなって残っており、大体その大きさを知ることができる。長さ6.5cm・幅10.5cmの部分である。厚さは約3cmである。炉の状態は前述したように、炉の周囲にしっかりした土堤を築いたため、保温が極めて良好で、熱が外部に逃げず、底内面にしっかり回ったようで、炉底全体がよく焼けて灰色になって硬くなっていた。表面が完全に固化していて、叩くとコツコツという音がする程に焼けていた。

#### (4) 卸し鉄を使った鍛錬鍛冶実験

次に鍛錬の実験を行った。これまでに3回の実験を行い、1回目に鎌、有袋斧、2回目に方形板状鋏先、U字形鋏鋤先を製作した。このときはまだ、本格的に鍛錬鍛冶についてどうするかということを考えていない時期で、これらの鉄器製作については詳しい記録をとらず、どうすれば鍛冶作業が可能かということ为前提に、三上刀匠に指導を受けながら試行錯誤の連続で行った。この結果、沸かしを伴う鍛錬について、理論だけでなく、実技によって学ぶことができた。

沸しは1工程約15分前後の時間が必要で、これを何回か行った。沸しは鉄から火花が飛ぶ状態を取りだし、ワラ灰を付けて、粘土汁に浸け、また炉内に入れて沸かした。この作業は慣れると10分ぐらいで可能であった。

この経験を基に、細かな記録を取りながら鉄器を製作することにしたが、できることならば、大型品を製作してその全過程を記録に留めようと考えた。丁度、三次歴史民俗資料館が刀剣復元を計画しており、しかも素環頭大刀を製作するというこ

とで相談を受けた。願ってもないことなので、その計画に相乗りさせていただくこととした。計画では砂鉄還元実験炉で生成した粗鉄を使い、これを精錬した卸し鉄を、7回折り返し鍛錬して作成した素材から、素環頭大刀に仕上げるというものであった。

砂鉄還元実験炉（写真2-a）は、広島県三次市で末国 博氏らが行っている製鉄実験炉を利用した。これはせいぜい一度に、10kgから30kgの砂鉄を製錬できる程度の小型炉で、電気送風機で送風し、燃料には木炭を用いている。うまく操業できて5kg前後の鉄塊が得られる程度で、通常20kgの砂鉄から約4kgの還元鉄塊（写真2-b）を生産している。実験で得た還元鉄塊は、鉄滓や炭をたくさん噛み込んだ個体還元鉄で、操業後に鋤で叩いて分別したが、遺跡から出土する、いわゆる鉄塊系遺物と呼ばれるものに近い鉄が得られた。

さて、製作対象の素環頭大刀であるが、一口に素環頭大刀といっても、素環の作り方一つをとってもさまざまなタイプがある。今回のモデルには5世紀代のものを選んだ。丁度、島根県安来市教育委員会が、安来市にある4世紀代の大成古墳出土素環頭大刀（第29図-1参照）を復元製作したばかりの時期で、製作にあたっての情報が得やすいということもあったし、古墳時代前期の素環頭大刀の作りと、それ以降の新しい時期のものとの作りを比較できるということもあった。モデルは広島市地蔵堂山2号古墳出土品（第29図-2参照）とした。この素環頭大刀は切先の一部を欠失するが、現存長74.6cmで、復元長は75.5cmになる。刀身部が長さ56.9cm・刃幅2.5～3.1cm・棟厚0.5～0.7cmで、柄部は長さ15.1cm・幅1.4～2.1cm・厚さ0.7cmである。全体に細身で、特に柄部は前期古墳出土例に比べて随分細身である。端部に素環を持つが、これは1×0.8cmの角棒を丸めたもので、5.1×4.4cmの縦長楕円形を呈する。素環と柄部の接合は、弥生時代から古墳時代前期にかけて多く見られる一体作りとは異なり、鍛接線の痕跡から、別作りの素環を柄部と鍛接している状況を知ることができる。

さて、この素環頭大刀の鉄素材は、砂鉄還元実験炉で生産した粗鉄を使い、これを三上刀匠が鍛刀炉で卸した。出来上がった卸し鉄は2.38kgで、長さ16cm・幅13cm・厚さ6cmの椀形品であった。ボール炉で製作した卸し鉄については全て、記録用に保存した。

以下に鍛錬の全工程を示す。

14：10

卸し鉄を鍛刀炉に挿入。

14：35 第1回目の沸し。

沸いた鉄を炉から出してすぐに、ワラ灰を付け、鍛打して形を整えた。それから再びワラ灰をまぶして、泥汁に浸けて、再度炉内に挿入。炭を十能に4杯分、炉内に補充。

14：41 第2回目の沸し完了。

鍛打して形を整え、すぐに炉に返した。てこ棒を炉内に挿入して沸した。一度、

ワラ灰を付けて炉内に返した。

14:46

てこ棒に、形を整えた鉄塊を鍛接。てこ棒に泥汁をつけて炉内に返した。炭を十能で4杯分、炉内に補充。炉から吹き上がる火色は黄色みを帯び、炉内から火花が飛び始めた。沸しの完了間近。

14:54 第3回目の沸し完了。第1回目の折り返し鍛錬。

炉から出すとすぐ灰を付け、鍛錬。てこ棒の先端の約25cmは、厚さ約5cmほどの長方形を呈する。この部分が、不定形の卸し鉄塊を鍛打して形を整えたものである。折り返し鍛錬はまず、長方形の板のほぼ中央に、長軸に直交して鑿で割りを入れ、この割れ目に沿って折り返した(写真5-b・写真6-a)。この後の7回目までの沸し、折り返し鍛錬は同様の作業内容である。

14:56

ワラ灰、泥汁をつけて炉内に返した。炭も補充。

15:01

一度、炉から出して少し叩いてすぐ炉内に返した。

15:03 第4回目の沸し完了。第2回目の折り返し鍛錬。

てこ棒の先端の長さ約20cm・厚さ約5cmの部分に、前回と同様に鑿で割りを入れて、折り返した。ここで水を軽くかけた。これは水蒸気爆発を利用して、表面の酸化被膜を剥がす技法である。ワラ灰、泥汁をつけて炉内に返した。炭を補充。

15:09

一度、炉から出して少し叩いてすぐ炉内に返した。戻す際にワラ灰を付けた。この作業は灰を付けることに意味がある。製鉄の際にスラグ浴といって、還元鉄は鉄滓の中で、表面が酸化されずに少しずつ成長してくるが、これと同じ原理で、ワラ灰を付けることで鉄の表面に薄い鉄滓層ができて、内側の鉄を保護する効果がある。

15:10 第5回目の沸し完了。

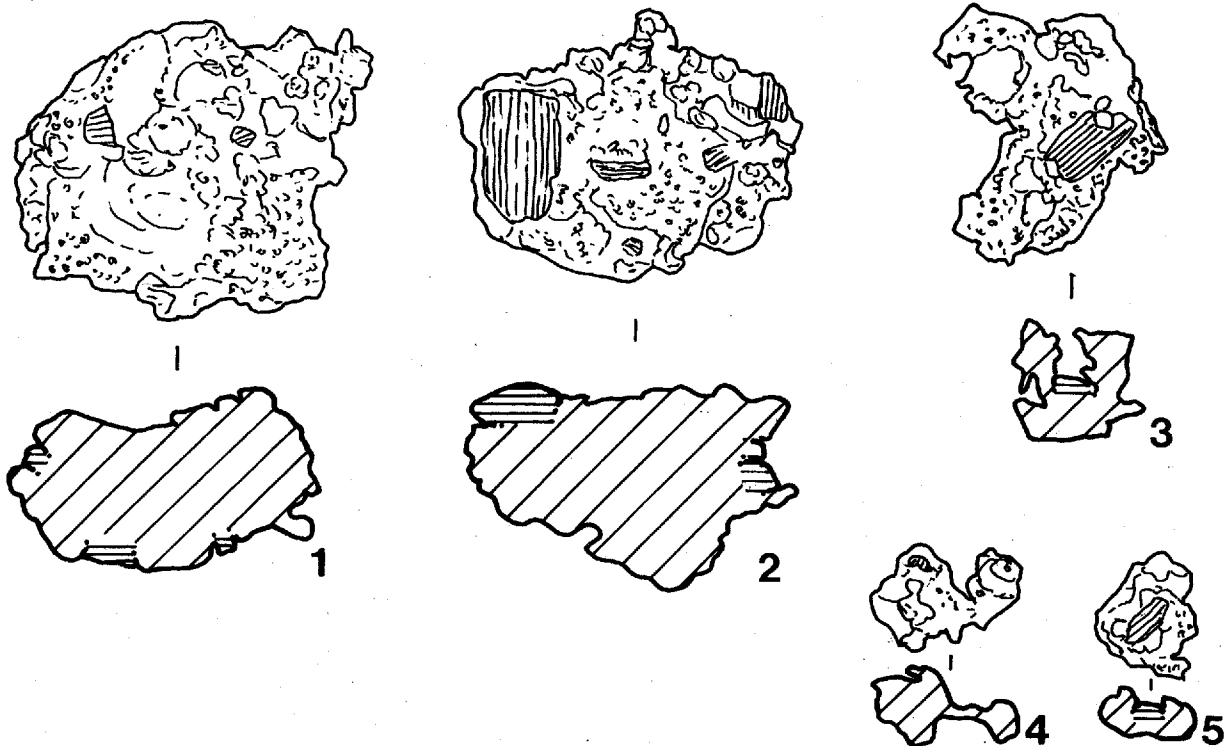
ワラ灰を付けて、第3回目の折り返し鍛錬。

15:14 第1回目の炉内清掃。

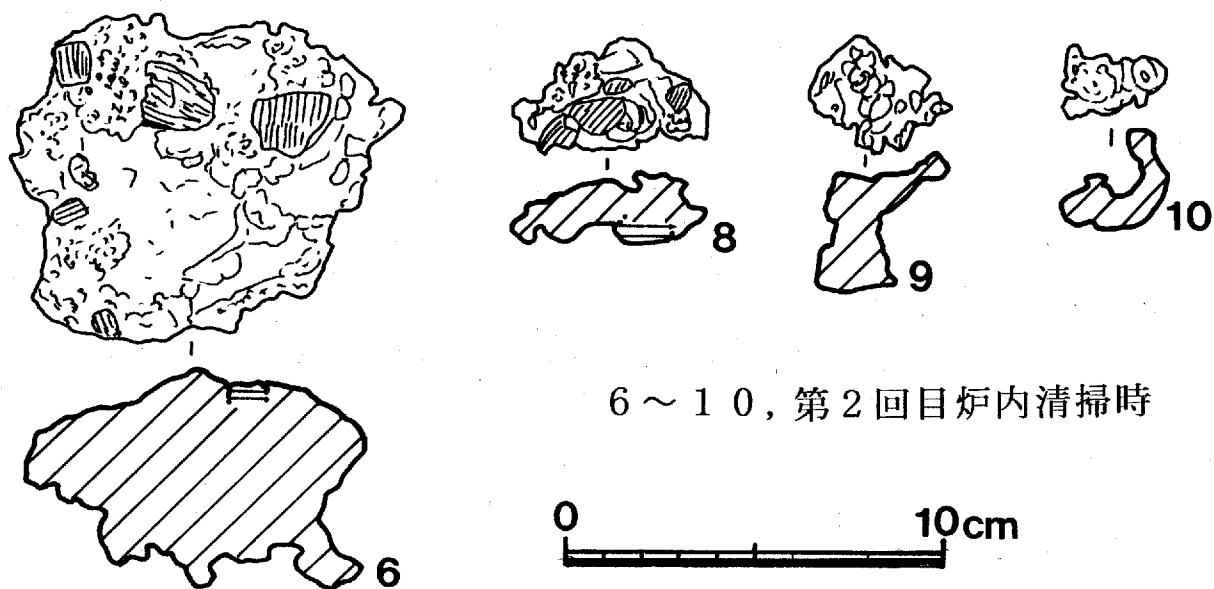
鍛錬滓を取り出した。このとき鉄塊は炉外の灰の中に入れておいた。白熱した状態で掻き出したので、中央で生成された大きい滓を除いて、他の多くは塊状の滓となっていた。椀形滓ではなく、塊状であることに注意しておく必要がある。鍛錬をする炉の構造にもよるが、少し冷やして滓が落ち着いてから取り出すと椀形になってくる。このときは鍛刀炉で鍛錬し、鉄滓も冷やさずに取り出した。鉄滓(第5図-1~5)は全部で13点あった。大きいもので424g・218g・86g、他に14g・8gといった小さい滓が10点あって、全体で52g、総計780gとなった。

1番大きな424gの滓1は、長さ9.4cm・幅7.9cm・厚さ3.7cmあり、円形に近いきれいな椀形を呈しており、上面が径約3cm、深さ約1cmに窪む。



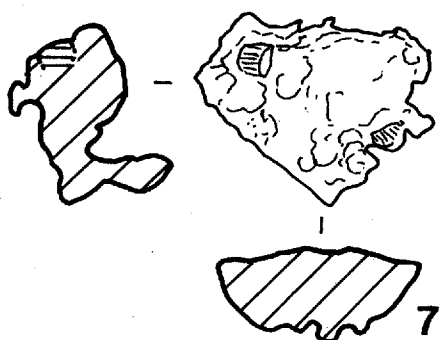


1 ~ 5, 第1回目炉内清掃時



6 ~ 10, 第2回目炉内清掃時

0 10cm



第5図 沸し鍛錬鍛冶鉄滓

上面のほぼ半分には、銀色に輝くギザギザの状態になって、鉄分がたくさん付着する。その反対側の側面から底面にかけては脳表状の凹凸模様になっている。銀色のギザギザ部分には弱い磁着性があるが、他はほとんど磁着性はない。大きさの割りには重量感がある。218gの滓2は長さ9cm・幅7.1cm・厚さ5.4cmある。上面が平坦であるが、底が尖り、全体として長方体の椀形を呈する。平坦な上面のほぼ全面がギザギザの面となる。これは鉄分であろう。その他は滑らかな丸みのある凹凸で、熔融したガラス質を多く含む滓が炭の間に入り込んで、しわの多い脳表状になっている。所々に炭を噛み込んでおり、特に底の部分はカーボンベッドの炭の間に滴り込んだようになっている。上面のギザギザ部分には弱い磁着性が認められるが、他はほとんど磁着性をもたない。86gの滓3は長さ6.8cm・幅6.2cm・厚さ3.2cmある。半月状の形で、全体としては椀形に近い。上面は凹凸が多く、長さが2cmもある炭を噛み込んでいる。上面はギザギザで覆われ、全体に弱い磁着性を持つが、強く反応する部分もある。

14gの小さな鉄滓4は、長さ4cm・幅2.8cm・厚さ2cmある。丸い大小の滓が2個熔着しているような形で、炭の間を熔けて流れて固化したものであろう。全体に磁着性を持つが、小さい円球部は特に強い磁着性がある。8gの鉄滓5は長さ3.4cm・幅2.8cm・厚さ1.2cmある。熔融して滑らかなガラス質の薄皮が全面を覆っている。所々に銀色のギザギザの鉄分が付着している。全体に磁着性が強い。このような小さい滓は強弱はあるが、大抵が磁着性を持っている。

1回目の炉内清掃に伴う鍛錬鍛冶滓は1つの大きな塊ではなく、複数の大小の塊状滓として生成されていた。大きなものはいずれも椀形と呼びうる形態をしており、しかも炭の噛み込みも認められるので、一見して鍛冶滓と判断できるものである。また、滓の底の状態は全て凹凸のある脳表状を呈しており、通常、中世以前の鍛冶遺跡で出土するほとんどの滓が、底部が砂質の固着物で覆われるのと比較すれば、これは大きな特徴であり、大きな違いといえる。この原因は、実験炉がカーボンベッドを敷き詰めた深い鍛刀炉であるので、操業する炉形によるものと考えられた。

ところで、沸しを伴い、鉄の表面が熔融する温度で作業をしており、鉄分が滓に逃げることも多く、滓の表面に銀色の鉄膜となって融着している。この鉄分を後で回収して、また新たな卸しの原料とするのである。小さい滓については球状のものが多く、おそらく、鉄の表面が熔けて、滴となって流れ落ちたものである。このことは、磁着性を持つものが多いことから理解できる。

15:21

鉄塊を取り出し、ワラ灰をまぶしてすぐに炉内に返した。

15:22 第4回目の折り返し鍛錬。

このときの鑿入れは、てこ棒先端の長方体部分の縦方向に割りを入れて、折り返しの方向を変化させた。これは一方向だけに折り返すと、粘りのある性質に仕上げられないからである。炭を補充。

15:29

鉄塊を炉から取り出して、灰をまぶしてすぐ返した。

15:30 第5回目の折り返し鍛錬。

このときは横方向に鑿を入れ、先端を長さ6~7cmに折り返した。ワラ灰を付けて鍛えた。途中で水をかけて表面をきれいにした。最後にワラ灰を付け、泥汁に浸けて炉に返した。炭を補充。

15:36

一度、炉から出してワラ灰をまぶしてすぐ返した。

15:37 第6回目の折り返し鍛錬。

てこ棒の先端は長さ約10cm程度の長方体に仕上げられていて、今度は長軸に直交して鑿を入れた。折り返して、長さ・厚さともに5~6cmにして鍛えた。約2分間の作業で、ワラ灰をまぶして泥汁に浸け、炉内に返した。炭の補充。通常、2kgの鉄塊だと、沸しと折り返し鍛錬などの作業も含めて約15分必要であるが、鉄塊も小さくまとめられてきたので、少し時間は短くなり、10分程度で仕上がるようになった。

15:45

炉から鉄を出し、ワラ灰を付けて向こう鎚で5回ほど鍛えてすぐ返した。3分間炉内で加熱して、今度は先に鍛えたのと反対側を、向こう鎚で鍛えた。第6回目の鍛錬までは機械打ち(ベルトハンマー)で行ったが、本来はこの作業は向こう鎚あるいは通常の鎚で行ったに違いない。そうすると、向こう鎚のような大型鎚が確認できない時代においては、この折り返し鍛錬は大変な作業であったと推測できる。

15:52 第7回目の折り返し鍛錬。

てこ棒の先を長さ15cmほどに叩き延ばして、直交して鑿を入れた。折り返した後は、長さは6~7cm程度の大きさとなった。

15:55 第2回目の炉内清掃。

鍛錬滓の取り出し。生成した鉄滓(第5図-6~10)は第1回目と同様に、大・中・小の3種が認められた。368g・82g・14g・14g・4gのほか、10数点の小鉄滓118g分、計600gが生成された。まず、368gの大型品6は長さ10.3cm・幅8.6cm・厚さ5.8cmで、底部の尖った、椀形というよりは不正円形の独楽形のような形である。上面は多少の凹凸はあるものの平坦に近く、全面に滑らかな薄皮で覆われるが、薄膜の破れた内側はギザギザの面になる。全体に炭を多く噛み込み、下底面は炭の間に流れ込んだつらら状の凹凸が顕著である。つらら状に垂れ下がった部分は光沢ある熔融ガラス質の薄皮で覆われている。深さのある鍛刀炉で生成されたので、下底が丸みを持たずに大きな凹凸が生じたのである。上面は全体が弱い磁着性を持ち、部分的に強いところもある。下底はほとんど磁着性が認められない。

82gの滓7は、長さ6.1cm・幅5cm・厚さ3.2cmで、上面は凹凸があるが、平坦に近く、底部は尖って、独楽形を呈する。上面は滑らかな被膜を被り、所々が破れてギザギザの面が顔をのぞかせる。炭もいくつか噛み込んでいる。上

面の全体に弱い磁着性があり、所々強い部分がある。下底はつらら状の垂れ下がりのある凹凸面で、光沢をもつガラス質である。磁着性は認められない。14gの滓8・9は長さ5.1cm・幅2.9cm・厚さ1.3cmのものと、長さ3.8cm・幅3.1cm・厚さ3.1cmのものがある。いずれも炭を噛み込み、上面がギザギザ状になり、下底は滑らかな面となる。いずれも上面に弱い磁着性を持つ。4gの小さい滓10は長さ2.7cm・幅1.9cm・厚さ1.2cmで、全体にガラス質の滑らかな面を持つものである。弱い磁着性を持つ。大きな滓の下底に見られる、つらら状のガラス質滓によく似ており、炭の間に流れ込んで大きく成長しなかった滓であろう。このような小型滓が他にたくさん生成されている。

第2回目の炉内清掃時に得た、沸しを伴う鍛錬滓は基本的に第1回目と同じで、大型品は遺跡出土品ほど椀形を呈するものではないが、全体として底部が尖るタイプの独楽のような形をしている。これはおそらく鍛冶炉による違いと考えられる。今回の鉄製品製作の原料はこの鉄滓を細かく砕いて鉄分を回収し、その鉄分を卸したものであるから、当然、鉄分をかなり含有するようで、重量があるものが多い。小型品になるほどガラス質となるが、それでも鉄分の含有は多いようである。

16：40まで休憩

## (5) 素延べ鍛冶工程

16：49

沸しまでのような、千数百度という温度に上げず、白熱する程度に熱して叩き延ばす素延べ工程に入った(写真6-b)。炉から取り出して鍛錬。折り返し鍛錬で5cm角位に仕上げている鉄塊を、約1分間、機械打ちで10数回叩いて鍛えた。鉄塊は白熱する程度に熱しているが、鉄塊全体がジュクジュク音を出すまでには加熱していない。沸しとは基本的に、鍛接を必要とする鍛錬に伴う技術であり、したがって、素延べなど、鉄塊を軟らかくして鍛錬するだけの場合、表面が半熔融する必要はない。ワラ灰をまぶして炉内に返した。

16：51

赤らめて、約3分間、機械打ちを行った。叩く作業が次第に長くなっていく。鉄塊は約35cmの長さに延ばされた。表面をスクレーパーで引っ掻き、酸化被膜を取った。表面が冷えてしまうと困難であるが、高温状態では簡単に表面が掻き取れた。ワラ灰をまぶして炉内に返した。

16：57

赤らめて、約2分間、機械打ちを行った。水に浸けて気泡や傷を探した。赤くなった鉄板に気泡や傷があれば、その部分が黒みを帯びて判断できる。鉄塊はすでに鉄板状に延ばされつつあったが、この段階で長さ約40cm・幅2~3cmの長板状になった。鉄板の厚さがかなり薄くなってきたので、赤らめるのにかかる時間も短くてすむようになった。次から次に作業を進めていかねばならず、気が

抜けない状態となった。ワラ灰をまぶして炉内に返した。

17:01

赤らめて、約2分間、機械打ちを行った。長さ約50cm・幅2～3cm・厚さ約1cmに延びた。ワラ灰をまぶして炉内に返した。

17:06

手打ちで赤らめた切先部分を整形して、ワラ灰をまぶしてすぐに炉内に返した。この段階になると、鍛冶の対象物が長くなっていくため、どの部分を鍛錬して整形していくのかを見極めながら作業しなければならなくなった。その部分をうまく、温度が一番高い羽口の前に持ってくる必要があるからである。これは簡単そうで、実に難しい作業である。熟練が必要であると強く感じた。

17:07

さらに機械打ちで切先部分を整形した。水を打って、表面の酸化被膜を取った。ワラ灰をまぶしてすぐ炉内に返した。

17:08

2分30秒間、手打ち及び機械打ちで切先部を整えた。ワラ灰をまぶして炉内に返した。黄色味を帯びる程度に加熱して、頻繁に鍛錬を加えた。

17:13

関部周辺を中心に2分間ほど鍛えた。ここで、てこ棒から切り離し、鉄鉗を使った作業となった。

17:17

茎（なかご）部を中心に加熱した。全体の状態を見て、ワラ灰を付けてすぐに炉内に返した。

17:19

同上の作業を行った。

17:20

赤めて機械打ちを約1分間行った。

17:23

赤めて茎部付近を中心に機械打ち。しばらくワラ灰の中にいれておいた。

17:25～18:20 素環頭作成。

17:25

鉄刀とは別の素材で製作した。三上刀匠が以前、東大寺仁王門修理に使用する鉄釘を受注したときに、作成した棒状の鉄素材を使用した。小さめの鎚で手打ちして、細かく叩いたり、延ばしたりして形を整えた。沸しの時ほどに白熱した状態に熱せず、白身を持たない抜けた赤色（赤ボールペンの色、700度程度）くらいで作業をした。

17:36

径7～8mmの丸棒で、直径5cm前後の円環を作り、棒状の素材から切り離れた。円棒状の鑿（丸ポンチ）を打ち込み、環体部の形を整え、少し径を大きくし

た。そして、円環の端部どうしをうまく合せて、銅製耳環のようなきれいな円環に仕上げた。合わせの部分は、鍛接は非常に困難な作業となった。これには当然、沸し付けの技法が使われるが、円環を作り上げている丸棒は細く、表面が熔け始める温度にまで熱する沸しを行うと、細い丸棒と一緒に熔けて元の形を留めなくなるからである。三上刀匠の教示によると、熔接するか、硼砂を使用しないと、難しいということである。約9分間の作業。

17:45

刀身と環体部を接合する作業の準備を行った。刀身部を灰から出して炉内で赤らめた。茎部の先端を手打ちで延ばし、素環となる円環に潜らせて通して、挟み込むように約3cmを折り返した。ワラ灰を付けて炉内に返した。この後、約10分間休憩。

17:57

白黄色に加熱した円環付きの茎部を取り出し、硼砂を振りかけて手打ちした。前述したようにこの部分は沸し付けができないので、フラックス(鍛接剤)をやむなく使用した。ワラ灰をまぶして炉内に返した。このフラックスは明治時代以降に導入されたので、それ以前の状況はよくわかっていない。しかし、鍛冶作業上どうしてもフラックスなしでは困難と見なさざるを得ない工程が存在する。したがって、近世以前にも何らかのフラックスが利用されたことは確実であるが、この面での研究はほとんどなされていない。

17:58

赤めた茎部を取り出した。フラックスのおかげで、ほぼ完全に鍛接されていた。しっかり手打ちして、ワラ灰をまぶして炉内に返した。

18:05

赤めた茎部を取り出した。円環と茎部を鍛接したときに、円環に巻き付けるように茎の先端を折り曲げたので、円環の内側に折り曲げた部分が突出して残存した。これを鑿で切り取った。この状態で軽く沸してやると、表面の細かな凹凸が滑らかに仕上げられる。この後、再度赤めて環頭部から先の茎部を薄く叩き延ばしていった。円環を取り付けるまで、茎部もあまり細かな造作は行わず、仕上げは行っていなかった。この一連の作業を約15分間かけて行った。18:20に終了。

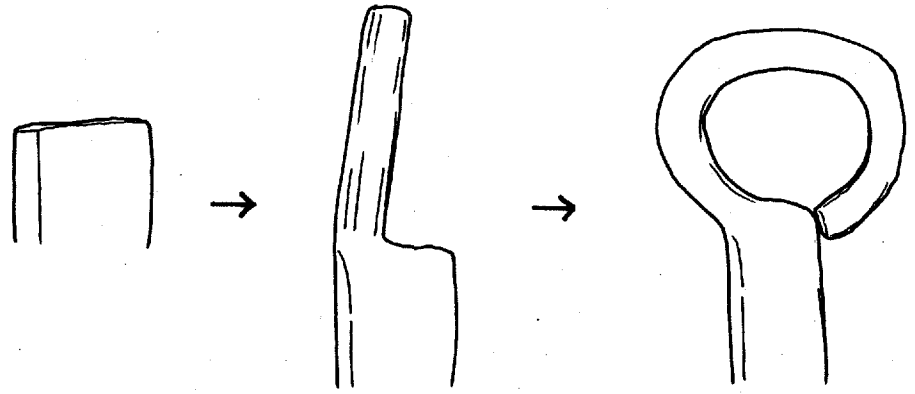
18:20

素延べの全工程が終了。

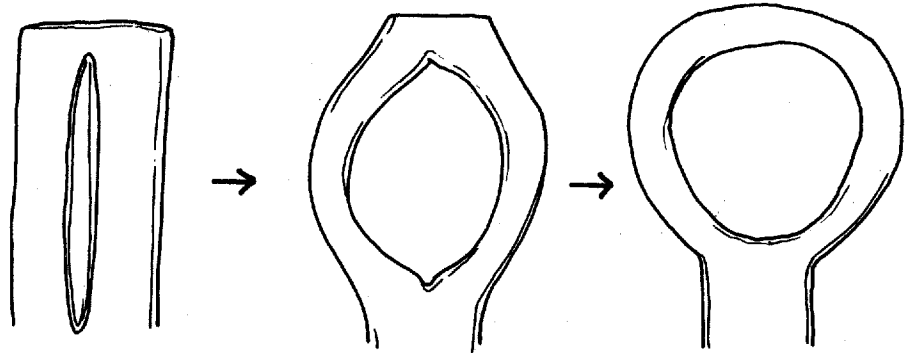
## (6) 素環部の鍛接

次に素環部分となる円環の鍛接(写真7-a.b)について、どのような方法が考えられるかについても実験してみたので、そのことについて少し報告しておく(第6図)。

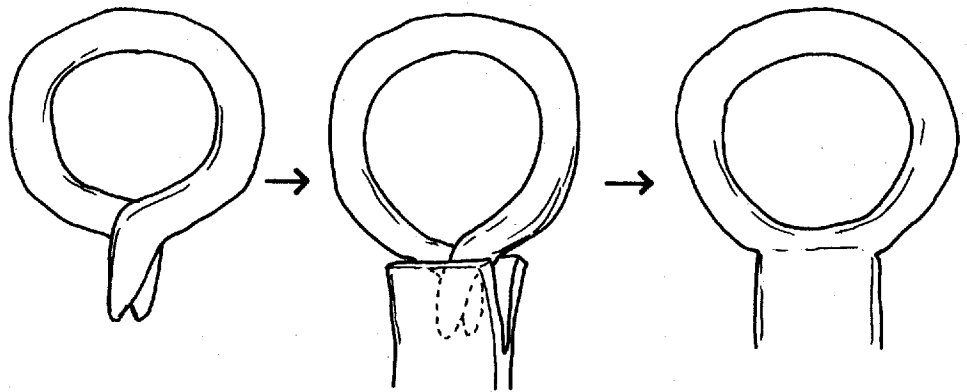
まず、素環部と茎部の接合の方法であるが、2通りの方法が想定できた。第1の



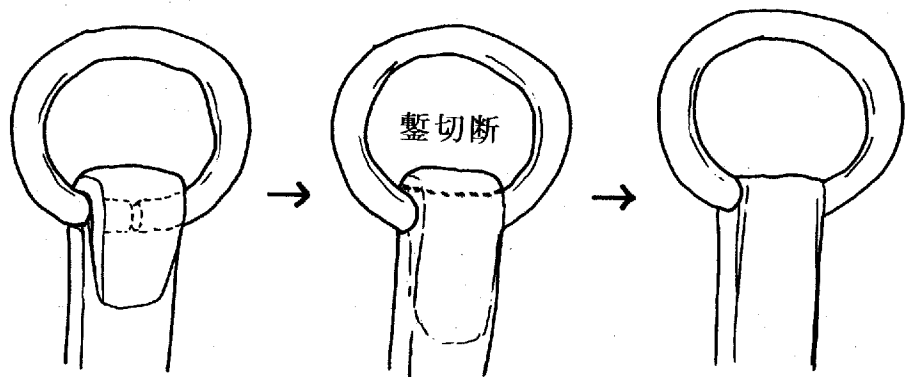
1. 一体作り法



2. 茎部縦割り法



3. 茎部横割り鍛接法



4. 茎部巻き込み鍛接法

第6図 素環頭大刀の素環部製作法

方法であるが、素環部を茎部と一体作りにした。これは茎部の先端を細く延ばして、その端部を円環状に丸めて茎部に接着するようにした（一体作立法）。第2の方法であるが、茎部と円環を別作りにして、それらを鍛接して連結した。この第2の方法ではさらに4通りの鍛接のやり方が想定できた。最も考えやすいのは刀身の端部、つまり茎の端部であるが、そこを少し薄めに仕上げておき、別に用意した円環を茎と合せて鍛接する方法であったが、これは叩くと円環が飛んで逃げる事が多く、実際考えるよりは格段に難しかった（茎部端鍛接法）。沸し付けが可能であれば、これが一番容易な方法であったに違いない。

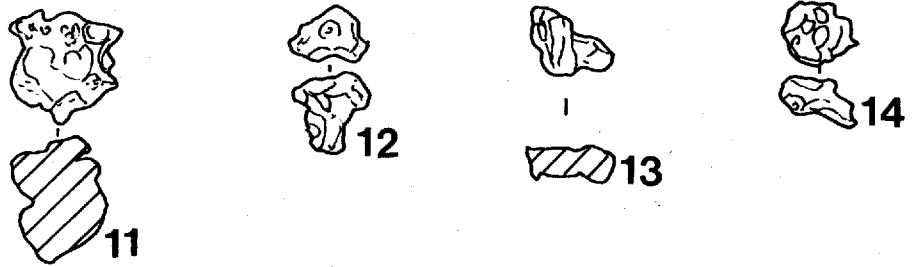
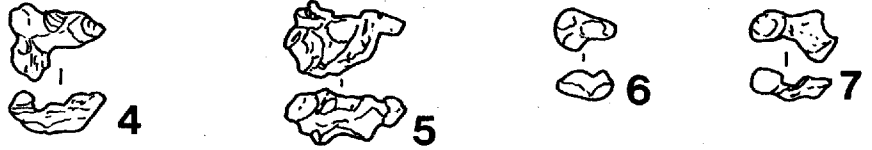
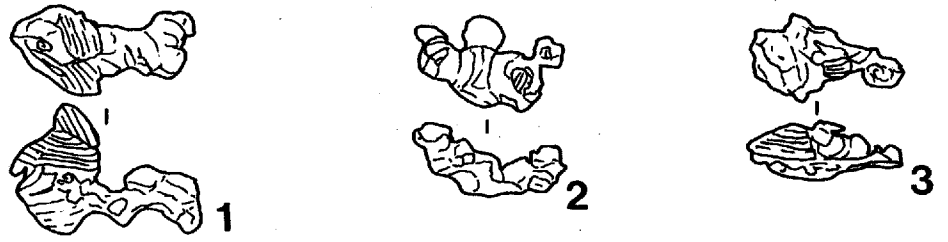
次に、茎部の端部近くの中央に、鑿で長軸方向に、長さ5 cmくらいの割りを入れておき、ここを広げて円環を作りだしていく方法が考えられた（茎部縦割り法）。比較的簡単な方法であるが、遺跡出土の素環頭大刀のほとんどに鑿割りの痕跡が認められていないことや、円環部の環体の断面が角棒状でなく丸棒状になっていることなどに解決すべき問題が残っている。

次の方法は、同じ太さの棒を丸めて円環を作り、端部をきれいに合わせるのではなく、円環端部両方を薄く仕上げしておき、そこを重ね合せて鍛接した。茎の端部の方は、鑿で横に割りを入れておき、ここに薄く作った円環の合わせ部を挟み込むようにした（茎部横割り鍛接法）。そして、ここを赤めて鍛接するというものであった。ただし、この方法も沸し付けができない場合は困難な鍛冶作業となる。

最後の方法が今回、実際の作刀実験で採用した方法であるが、端部を少し薄作りで長めに作り、茎端部を別作りの円環に巻き付けるようにして折り返した（茎部巻き込み鍛接法、写真7-a）。この方法もちろん、沸し付けは困難であるので、何らかの鍛接剤を想定しなければならない。円環内に瘤状に突き出た折り返し部は鑿で切り落とした。これらのいずれの方法も実際に実験で確認したが、鍛接を伴う方法の場合は全て、硼砂を使用せざるを得なかった（写真7-b）。そして、遺跡出土の素環頭大刀について、作り方の面で観察してみると、弥生時代から古墳時代前期にかけての素環頭大刀は一体作りの例が圧倒的に多いことが指摘できる。さらに古墳時代前期の終り頃から中期にかけての素環頭大刀は、一番最後にあげた、刀身の茎端を円環に巻き付ける方法に、特徴的な加工痕を持つものが多いと指摘できる。それは、巻き付けて折り返したため、折り返した部分が痕跡程度ではあるが、筋状に少し盛り上がり残存していることから分かる。古墳時代の素環頭大刀の作りがこのような状況を示していることから、少なくとも古墳時代前期の終わりころから、何らかのフラックス(鍛接剤)が使用されていた可能性が高いと考えざるを得ない。

この素延べ段階に伴う鉄滓(第7図-1~10)は、想像していたわりには多く生成せず、全体で35個、72 gにすぎなかった。重量は12.3 gを筆頭に、8.7 g・5.4 g・4.1 g、あと1~2 g台が多く、軽いものでは0.5 g程度のものもある。大きさは、いずれも棒状品や丸い塊状品がほとんどであるが、大きいもので長さ5 cm程度、1~3 cm台がほとんどである。大きいものから見ていくと、まず、1番大きい鉄滓1は長さ4.9 cm・幅2 cm・厚さ1 cm前後で、炭をいくつも噛み込んでいるが、トロトロと流れた棒状のものである。表面は滑らかであるが、光沢のほと





第7図 素延べ鍛錬鍛冶鉄滓(1~10)・  
火作り鍛冶鉄滓(11~16)

んどなくすんだ濃灰色で細かくざらついている。弱い磁着性を持つが、全体として軽く、ガラス質と言える。8.7 gの2は長さ3.9 cm・幅1～1.5 cm・厚さ1 cm前後で、径1 cmほどの円球3～4個が固着しあっているような形態である。表面は滑らかであるが、細かくざらつき光沢はない。くすんだ濃灰色をしていて、少し重みを感じる。部分的に強い磁着性を持つ。5.4 gの3は長さ4 cm・幅0.5～2 cm・厚さ0.5～1.5 cmの、トロトロと流れた棒状品で、軽い。炭を多く噛み込み、上面は水銀を流したような白銀色の光沢を持つ。底部はくすんだ濃灰色。全体に弱い磁着性を持つ。4.1 gの4は長さ2.4 cm・幅0.8～2.1 cm・厚さ0.6 cm前後で、全体に滑らかであるが、光沢はない。濃灰色で軽い。磁着性は弱から中程度。1～2 gのものとしては、長さ3.7 cm・幅1.1 cm・厚さ0.5～0.8 cmの例5は、重量はわずかに1.3 gしかない。全体に滑面であるが、光沢なく濃灰色。淡緑色の多孔質で、ガラスそのもので軽い。磁着性はない。このほかの例は全体に色調、形状は同じであるが、磁着性を帯びるものには黄色の錆が浮く例もある。6～10はいずれも5に似た、ガラス質のものである。

この素延べの段階は、沸しを伴う鍛錬ほどに多量の鉄滓を生成するわけではないが、小型品ながら鉄分を含有するものが多い。素延べでは鉄を軟らかくして叩き延ばさなければならぬので、炉内全体が千数百度という沸しの温度まで上がってなくても、結構、炉内の温度が高く維持されていて、鉄の表面から滴状に垂れ落ちる鉄分もあったことが分かる。また、ガラス質の滓は、鍛錬の度にワラ灰をまぶして炉内に返していたので、この灰分が溶けて滓の一部になったようである。

## (7) 火作り鍛冶工程

次に火作り鍛冶工程を述べるが、この工程は基本的には素延べ鍛冶工程と同じ工程に属する。しかし素延べ鍛冶工程が若干、高温下での作業を伴うのに対して、火作り鍛冶工程は全て低温下での作業である。このため、ここでは2つの工程に区分している。

火作り鍛冶は鉄製品製作の最終段階で、製品の外形に近い大体の形にまで完成した後、細かな部分の仕上げを中心に行った。それまでの高温を必要とする工程ではなく、鉄を赤らめ、軟らかくして加工しやすくする程度の温度で作業を行った。この作業は三上鍛刀場の都合で、日程を改めて行った。1997(平成9)年12月16日午前中に、作業を開始した。素環頭大刀はほぼ外形は出来上がっており、現在、長方形の板状になっている刀身部を断面三角形に仕上げ、刃部を形作ることが主要な作業であった。

工程は次の通りである。

10:41

炉に火入れをした。

10:42

素環頭大刀を炉内に入れ、鞆で十分に送風して、炉の温度を上げた。

10:45

最初に基部を中心に赤らめ、手打ちで軽く形を整えた。

10 : 46

次に刀身部と基部の境の関の部分赤らめて、手打ちで20数回叩き鍛えた。もうこの段階ではそんなに高温状態で作業するわけでもないのだから、鉄鉗は使用せずに直接、手で刀身を握って作業を行った。しかし、初心者にはかなりきつい作業で、刀身に布を巻いて作業をした。無理をしないで、熱ければ多少水を付けて冷やすことも可能であった。この場合、長物であるので、切先を対象に赤らめるときは基部を、逆の時は切先部を握って作業を行った。要するに、加工対象部を羽口の前に持ってくるようにやればよいのだが、そのことがなかなか難しいということも分かった。

10 : 47 :

関部を中心に加工。赤らめる色は明るい橙色といったところであった。大刀を炉に入れて、10分間作業を中断。

10 : 57

作業を再開した。赤らめた後、関部周辺を加工。

10 : 59

切先部を手元にして炉内に入れ、赤らめる。鉄鉗を使用し始めた。刀身を叩いて刃部を作り始めたので、少し温度を上げ、鉄を軟らかくした。関部の先10~20cmにかけて、断面長方形の刀身を断面長三角形に整形した。一度に長三角形にせず、棟になるところから1~2cmの幅を残して、中央から刃先にかけてを最初に叩いて延ばした。それから少しずつ状況を見ながら、棟に向かって全体の幅を注意して延ばしていった。最初から全体を叩くと、修整が利きにくいということであった。

11 : 05

いよいよ鍛冶作業も最終段階に入った。これから約1時間20分間かけて最後の整形に取りかかった。まず、刀身の中央から切先にかけて加工。赤める色は明るい橙色程度。手打ちで叩くが、鍛造剥片がかなり剥げ落ちるようになった。鉗を水に浸けて水打ちも行った。鍛造剥片は、明るい橙色に赤めた状態ではかなり剥げ落ちたが、鈍い赤色になるとほとんど出なくなった。明るい赤色、つまり赤ボールペンの色が大体730度くらいだから、明るい橙色は大体750~800度くらいにまで温度が上がっている。鈍い赤色は600度少しの温度である。この火作り鍛冶ではあまり温度を上げすぎると、鉄の表面の酸化が早く、叩けば叩くほど鍛造剥片が剥げ落ちて、鉄本体が薄くなってしまふ。できるだけ低い温度で整形した。どうしても温度を上げる必要があるのは、少し厚めの鉄を加工するときである。温度を上げて軟らかくして、加工しやすくしなければいけないからである。

さて、この段階ではほぼ素環頭大刀の形が整った。後は焼き入れの作業が残っているだけになった。

この火作り鍛冶の段階では鉄滓(第7図-11~16)は驚くほど生成されなかつ

た。小さなガラス質の塊が少し回収されただけであった。それだけ加工温度が低かったということになる。全部で16個生成され、その総重量は42.3gであった。1番大きなもので、17.6g、その他は1~3gで、3.4g・3.3g・2.8g・2.5g・1.2gのものがある。17.6gの11は、上面がほぼ径2.5cmの円形で、高さが3.2cmの垂球状のものである。上面は鍛錬滓と同様、灰黒色の鉄分の多く含まれたものと同じに見える。下底は滑らかな凹凸となる。火作り鍛冶滓にしては少しばかり大きい滓で、重量もある。少し温度が上がりすぎて、鉄分まで溶かし込んだのである。ただし、磁着性はほとんど持たない。2.8gの12は、上面が長さ2cm、幅1.4cmの楕円形で、厚さが1.9cmある。底部がつらら状に炭の中に垂れ下がったような形である。全体に光沢あるガラス質で軽い。上面だけに弱い磁着性がある。3.4gの13は長さ2.1cm・幅0.8~1.8cm・厚さ0.8cmで、灰黒色の部分と光沢あるガラス質の部分が付着したように見える。前者の部分では微弱な磁着性があるが、後者では全くない。

3.3gの14はほぼ径1.5cmの円形で、厚さが1cmである。全体に光沢あるガラス質で、弱い磁着性を持つ。一方、2.5gの15は長さ2cm・幅1.5cm・厚さ0.5~1cmの、全体が光沢ある滑面からなり、軽いガラス質のものである。磁着性は全く認められない。1.2gの16は長さ1.2cm・幅0.8cm・厚さ0.9cmの丸い塊状品で、全面が光沢ある、滑面のガラス質の滓である。磁着性は弱から中程度である。

このように鍛冶作業の最後の火作り鍛冶において、少ないながらも鉄滓を得た。沸しを伴う鍛錬滓とは大きく異なるが、鉄分を少し含有するガラス質滓の存在は、炉内温度が結構高く維持されている状況を知ることができた。ワラ灰をまぶすことをほとんどしない工程なので、ガラス質滓も羽口周辺の珪酸質から生成したものと考えられた。今回の実験は条件の良い鍛冶炉で行ったため、自作のボール炉で行った場合とは少し、異なる可能性が高い。それでも、火作り鍛冶滓の一括資料が得られたことは大きい成果であった。

12:25

出来上がった素環頭大刀を熱処理技術の一つ、焼きならしあるいは焼きなましを施した。これは、鉄を長時間にわたって高温状態の中で叩き続けてきたから、鉄の結晶構造に大きなストレスがかかってきている。このまま焼き入れして製品にしても、金属内部で疲労を起こしてひび割れたりしやすくなっているのだから、これを取り去ってやらねばならないわけである。焼きならしあるいは焼きなましは最低730度以上に一度熱してから、ワラ灰の中でゆっくり冷やしてやればよい。こうすることで、鉄のストレスが除去できる。この技術がいつ、わが国に導入されたかが大きな問題点である。

## (8) 焼き入れ

12月16日

午前中に、先日完成した素環頭大刀(写真8-a)の焼き入れを行った。焼き入れ

に先立ち、刀身の刃部に土置きを行った。これは焼き入れの時に、薄い刃部と厚みのある棟では焼きの入り方が異なるため、刃部に強い負担がかかるのを防ぐ役割と、刃文を浮かび上がらせるためであった。土が乾燥した後、いよいよ焼き入れである。

午後になって、窓や戸口を閉めて、薄暗くした後、ゆっくり鞆を吹いて素環頭大刀の刀身部全体を赤らめていった。何度も炉内に出し入れし、刀身の状態を確認して、全体が橙色になる前の、抜けるような赤色になった段階で、一気に焼き入れ槽に差し込み、数秒後に取り出した。これで焼き入れは完了となった。焼き入れ温度は刀身の色から800度前後。実際の焼き入れでは急激に冷却した後、250度あたりでゆっくり冷却する必要がある。これは約250度がMS点といって、オーステナイトがマルテンサイトに変化する温度であるが、ここからゆっくり冷却しなければならぬ。そうしないと焼き割れが生じることが多いので、ほんの数秒間水中に投じた後、すぐに出してゆっくり空冷するのである。この焼き入れの一連の作業は三上刀匠が行った。末永雅雄氏などが行った、実際の古墳時代刀剣の金属学的分析では、刃部にマルテンサイト、棟に近づくにつれて、パーライト、ソルバイトなどの結晶構造に変化していく状況を窺うことができる。刃部には焼きが入っているが、厚みのある棟では焼きが入らず、むしろ焼き戻しの構造を持っている。すでに古墳時代には理想的な焼き入れ技術が使われていたことが分かるのである。

さて、鉄刀の焼き入れに関して、反りの問題がある。素環頭大刀の大きな特徴として、若干の内反りの傾向が強い。これは本来の在り方に反するものである。薄い刃部が伸び、厚い棟部が縮む。この刃部が外湾する、日本刀の反りは本来のあるべき姿と言える。つまり、直刀を作って焼きを入れると、日本刀のような反りが生じる。通常、3～4分の反りが生じるのであるから、その調整は大変である。したがって、素環頭大刀は最初から内反りにすることを想定して、もう少し強い内反りにしていたことが考えられる。ただし、地藏堂山2号古墳出土の素環頭大刀はむしろ、直刀に近い形態となっている。このような場合、最初にほんの少し内反り気味にしておき、これを伏せるといえるが、この状態で焼きを入れると、丁度よい状態に仕上げられる。

さて、焼き入れ後、研師と鞆師のところで、光沢のある鉄刀に仕上げられ、鞆も完成した。研ぎの後、刀身を見ると、日本刀の地文様の1つである、板目と呼ばれるダマスト模様が現れていた（写真8-b）。ダマスト模様とはインドのウーツ鋼を原料にして、シリアのダマスカスで製造された刀剣に現れる地文様で、波打つような濃淡が特徴的である。この素環頭大刀は日本刀のような、地金と皮金の合わせ鍛え作りではなく、丸鍛えという総鋼造りとなっている。このことがダマスト模様の出現に関係したようである。現在、この大刀は三次歴史民俗資料館に展示されている。

## 第2節 鍛冶実験から得られた成果

ここでは、鍛冶実験を通じて得られた成果を紹介する。古代遺跡で確認できる鍛

冶炉、鉄滓などは鍛冶操業の行われた結果として、現在に残されているが、その操業、生成過程についてはほとんど分からない部分が多いといえる。今回、そうした疑問点を解消する目的で鍛冶実験を実施したが、その結果、鍛冶炉、生成鉄滓、鍛冶技術の内容などについて、新たに解明できたことは非常に多い。そのことについて、以下に述べてみる。

### (1) 鍛冶炉をめぐる問題点

鍛冶についてこれまで、かなり専門的で大変なものと想像していたので、炉というものはそう簡単に設営できないと考えていた。しかし、土間に窪みを作るだけで、いとも簡単に築炉できたことは驚異であった。直径40cm前後、深さ15cm程度の窪みがあれば、立派な鍛冶炉として機能する。ただし、この窪みは炉底にあたり、実際の鍛冶作業は上部の炭の中で行っている。したがって、遺跡で検出される鍛冶炉は炉底のごく一部を見ているに過ぎない、ということを確認しておく。つまり、遺跡で、たとえば、住居跡の内部で窪んだ焼土坑が検出された場合、上部の構造が除去、整理された鍛冶炉の可能性を指摘できる。上部構造とは炉周囲に巡らされた土堤、及び炉の熱から鞆を遮蔽し、羽口を差し込む炉壁などがあるが、通常これらが遺構に残されることはほとんどない。鍛冶の遺構を確認するためには、少なくとも鍛錬鍛冶においては、必ず生成される鍛造剥片の存在が確かめられれば、かなりの確度で鍛冶炉の存在を指摘できる。

また、炉底の構造として特に、粘土を貼り付ける程度で除湿用の地下施設も、それほど複雑なものはないことも分かった。あえて指摘すれば、小型の炉であれば、掘りあげた窪みをしばらく加熱するだけで、十分使用可能である。近世の大鍛冶炉の場合は一度に処理する量が多いため、地下施設を設けて除湿、保温をしっかりとっておかないと、うまく温度が上昇せず、精錬できないことになる。したがって、古代においても精錬鍛冶が行われる場合は、保温が重要な要素であり、炉底の入念な除湿、保温設備が必要である。次に、炉底の被熱状況には2通りあることも判明した。まず、炉内面の大半が高熱を受けて一部は熔融し、あるいは還元色に固化している場合である。もう1つは、羽口の下底付近は還元色に焼けているが、羽口から離れた部分はほとんど熱を受けていない場合である。

この状況は遺跡での鍛冶炉でも見受けられる。実はこの違いは炉の保温の良し悪しで決まるようである。つまり、羽口から吹きだした風が外に逃げやすい場合は、炉の中に熱がこもらない。だから、極めて高温になる羽口周辺を除いて、炉底が熱変性を受けない。ところが、炉の上部に炭がしっかり盛り上げられ、その周辺が粉炭でさらに覆われるような状況にあれば、熱は外に逃げにくく、炉底を常に高温にさらしている。このため、炉底の全面が還元色に焼けている。この事実は鍛冶炉の実態を知るのに役立つ。鍛冶炉を設営している竪穴住居の場合、炉の上部まで確認できる例は皆無である。ということは操業時以外はきちんと片付けを行っていた可能性が強い。たとえば、炭をそのままにしていれば、燃えて、ついには灰になってしまう。そこで、鍛冶炉の場合は炉内に残る火のついた炭はすぐに炭壺に入れて、

消し炭にしていた。つまり、炭は消費量が多いだけに取り扱いには逆に丁寧で、貴重品に近い扱いを受けている。この消し炭は次の作業時の火付けに使われる。鍛冶炉はさすがに炉壁までかたづけられるわけにはいかないから、火のついた炭だけでも火災防止も兼ねて、作業ごとに片づけている。

それと、炉内の羽口からの風で最も高温になるのは、羽口先端からせいぜい20 cmまでで、それから先になると、鉄を赤らめ、鍛錬などの作業に必要な温度が維持できない。つまり、直径40 cmもあれば十分ということになる。直径1 mにも及ぶ大きな鍛冶炉はあまり意味がないということである。したがって、遺跡で大型の鍛冶炉が検出された場合、本当に鍛冶炉なのかという疑問が起きるのも当然といえる。炉を築くための土坑を炉と誤認している可能性がある。

次に鉄滓と鍛冶炉の関係についてであるが、鍛冶滓はボール炉であれば、きれいな椀形滓となる。そしてこの椀形滓に関して、ボール炉を築くまで、どうしても分からなかったことが1つある。それは遺跡から出土する椀形滓の底面には必ずといってよいほど、厚さ数mmの炉底の土が熔着していることである。ボール炉を築くまでは鍛冶の実験は深みのある鍛冶炉で行っていた。この鍛冶炉の特徴として、羽口の下20 cm以上に亘ってカーボンベッドとしての炭の層が形成されている。この理由は、鍛冶炉ではしばしば加工対象の鉄塊の、それも相当大きな塊の表面が熔け落ちるほどの高温の維持が必要なので、保温効果をよくするために丁寧な地下構造となっている。このため、羽口の下に滓が沈んでいって椀形になっても、底面には土が固着しないで、炭をたくさん噛み込んだり、滓の滴が炭の間に染み込んで、脳のように凹凸状になっている。ボール炉の場合も一応、炉底に炭を敷くのであるが、羽口からの強い風で飛ばされてしまって、滓と土が固着するのである。

したがって、鍛冶の椀形滓の底面の状況から、鍛冶炉の実態を窺い知ることができる。近世の大鍛冶炉では一度に数十kgという滓が生成されるが、全く炉底土の固着はない。こうした滓の出現がどの時代までさかのぼるのかであるが、13～14世紀に比定される岡山県樋本遺跡出土鉄滓には、こうした土の固着物が見られない。したがって現在のところ、鍛冶滓で炉底土の固着のあるものは少なくとも、中世以前とすることができる。

次に羽口についてであるが、羽口を炉壁のどの部分にどのように設置するかという点に関して、興味ある結果を得ることができた。設置位置についてよく分からないまま、地面に掘り下げた炉穴の上面に羽口を置き、その上部にだけ土を積み上げると、土と羽口下底の間にわずかなすき間が生じて、そこに熱風が逆流して、羽口の下面が熔けて、もう少しで穴が開いてしまうほどに薄くなってしまった。これは羽口を鍛冶炉に最初に導入したときに、不適切な設置がこうした状況を現出したと考えられる。福岡県博多遺跡出土羽口はこの好例であろう。もともと断面がかまぼこ状を呈していたようであるが、羽口の扱いに不慣れなためか、設置が不適切で、下底に穴が開いた例も見られた。作業に慣れてくると、羽口は炉壁の中に包み込まれ、先端だけが炉内に突出するようになる。こうなると、羽口下面が熔けることもなく、通常、遺跡で検出されるタイプのものになる。

## (2) 鍛冶実験の卸しと沸し

ここで卸しと精錬の関係について述べておく。わが国において、現在の刀匠が行う卸しが、古代からの技術の全てではないと考えられるが、この技術は随分と便利なものである。鉄を硬くすることも軟らかくすることも可能であるし、不純物をも分離させることができる。古代の遺跡から出土する還元鉄は通常、鉄塊系遺物として確認されることが多い。鉄塊系遺物と呼称される出土物は滓を多く含み、炭素の含有もばらつきが多い。近世のたたら吹き製鉄の場合でも、ケラ押しと呼ばれる固体還元法で生成される鉄塊を見ても、不純物の極めて少ない、俗に玉鋼といわれる少数部分のほか、他の大部分は不純物を多く含み、含有炭素量も一定しない大鍛冶屋鉄と呼ばれるもので構成される。この部分がまさに鉄塊系遺物とされるものに近い。この不純物を含む鉄塊を、炭素だけを含む鉄に仕上げるのが、近世では「下げ」と呼ばれる加工法である。この技術がいつの段階で成立したのかが大きな問題である。

近世では「下げ」の技法がすなわち精錬である。この「下げ」と呼ばれる技法がまさに卸し技法と重なる部分が多いのである。「下げ」には銑鉄と、鉄塊系遺物に似た大鍛冶屋鉄が対象で、その方法については実験の項で詳しく取り上げたので、ここでは省くが、その作業が精錬なのである。とすれば、精錬とは卸し技法そのものが用いられる工程と考えてよいことになる。

鍛冶炉で行う精錬とは、以上に述べたような、不純物の多い鉄塊を半熔融させることで、含有する造滓成分の方が熔融温度が低いことを利用して、それを先にスラグ、鉄滓として溶かし出す。こうすることで、不純物の少ない清純な鉄が生成されるわけである。これが精錬である。そして、この工程に使う技術が実は、卸し技法にほかならない。

ところで、もう一つ卸し技法が駆使される工程に、鍛冶実験でも取り上げたズク卸しがある。ズク卸しは脱炭が主目的であるので、この工程は鉄の純度を高めるといよりはむしろ、鉄の質を変化させることに大きな意味をもっている。つまり、卸し技法を用いる鍛冶工程には2通りの意味があると理解しておく必要がある。正確に言えば、精錬＝卸し技法ではないことを十分に理解しておかねばならない。精錬とはあくまで、不純物の多い粗鉄を卸し技法で精製する工程であり、したがって、ズクや錬鉄を軟らかくしたり、硬くするのは卸し技法を使っても、この鍛冶内容は精錬とは言わず、むしろ調整鍛冶と表現したほうが適切である。この卸し技法による調整鍛冶とは、高温状態の炉内で脱炭、浸炭を行う技術で、鍛冶工人にとって、鉄を思い通りに扱うためにはどうしても身に付けなければならない技術の一つである。わが国の鍛冶の基本的技術に、卸し技法による調整鍛冶の存在を加えておく必要がある。卸し技法による脱炭は、炉を浅くして作業を行う。実際には炉底と羽口が距離を置かず、卸す鉄塊に常に新鮮な風を送り続ける。そうすることによって、炭素量の多い鉄塊の表面を半熔融にして、酸素を吹きつけることで脱炭するわけである。表面に炭素が少なくなると、内部から炭素が移動して熔融温度が低下し、



また半熔融し、さらに脱炭が進む。逆に後者の浸炭は炉底を深くして、炭素含有の少ない鉄塊を半熔融にして炭の中を潜らせる時間を長くして、表面から浸炭させるのである。

さて、ここで卸しの技法について分かったことを簡述すると、卸しの時、炉内の有効な部分は炉壁から20cmまでで、これは羽口の先端からと言い換えてもよい。原料鉄と炭は斜め下の羽口の前に向かって落ち込んで行き、羽口の下に卸し鉄ができるが、鉄塊の一面が丸みをもつのは落ち込んだ炭のラインを表している。2~2.5kgを4回くらいにわけて少しずつ卸す。500g程度の粒鉄を置き、炭をかぶせて鞆を吹く。炭が沈み、窪むと鉄を入れ、炭を加える。最後に全体が沈むと少し待って取り出す。要するに卸しの工程は、これの繰り返しである。この間約15分間。卸しの時は羽口は多少痛んでも何回か使える。風が出ていれば、極端に方向がおかしくないかぎり、作業は可能である。これに対して、鍛錬は普通、卸しを何回か行って羽口が使用不能になると、もうそれ以上作業が継続できない。炉を冷やして羽口を装着し直して鍛錬に移る。これは鍛錬には、思ったところに正確に風が当たらないからである。

さて、卸しと鉄滓の関係についてであるが、鍛冶炉の状態にもよるが、大体1kgの椀形滓が形成されるのは原料が2~3kgの時である。そして、卸しという工程は、途中でもう少し卸し鉄の量を増やそうと思ったときには、そのまま炉内の清掃を行わず、すなわち滓を取り出さずに、継続して原料をつぎ足すことができる。それはそのまま椀形滓の大型化につながる。また、一度卸しの作業を行った後、炉の清掃をせずにしばらく時間が経過した後、再び卸しを行うことも可能である。その時は椀形滓が2個あるいはそれ以上に重なり合って形成される。大阪府大県遺跡出土例にはこのようなものが多く見られ、相当多忙な鍛冶工房群であったことが分かる。

次に鍛錬の工程についてであるが、鍛錬には基本的に2つの工程がある。つまり、高温を必要とする鍛錬と、比較的低温で可能な鍛錬である。前者は折り返し鍛錬など沸し技法を必要とするものである。古代においては硼砂などの鍛接剤がないため、鍛接には、高温下で半熔融の鉄同士の表面を熔融固着させるしか、方法がなかったからである。この技法はじつに効率的である。ただ鉄どうしを鍛接するときだけでなく、不定形な鉄塊を定形にまとめたり、表面の凹凸を滑らかに仕上げたりするのも最適である。この沸しの工程では作業の区切りごとに、白熱した時とか鍛錬後に、炉内に返す時の鉄塊に必ずワラ灰や泥水(粘土汁)をかける。これは鉄表面の酸化を防ぎ、灰や泥の滓化で酸化被膜を作って内部を保護する。酸化すると脱炭されて軟らかくなるので、これを避けるためである。また、鍛接剤としての役割も指摘されている。

この沸し技法に最低限必要な温度は1200度以上、つまり珪素が熔ける温度が必要である。通常、1300度程度の高温が必要である。越前鍛冶では鍛冶工程ごとの温度が測定されていて、沸しづけでは鍛接温度が1250~1350度とされている。この状態で白熱化して火花が飛ぶとしている。一方、鍛接剤を使用する場合は900度前後に赤らめ、その上に鍛接剤と刃物用鋼を置き、1050~115

0度に加熱して、鍛打している〔齋藤1986〕。

さて、鉄塊の表面が半熔融してくると、炉内の音を聞いていると、ジュクジュクという鉄の沸く音が聞こえ、炉の上面に線香花火のような細かい火花が飛び始める。こうなると、鉄は随分と軟らかいものだと実感できる。本当に軟らかい。鎚で叩くとベチャという音がして、豆腐を叩く感じになる。しかし、この感じも数回までである。後は冷えて来ると、だんだん叩く音が甲高く金属音になってくる。鉄塊が厚いとかかなり長く叩くことが可能であるが、薄いとそうはいかなくなる。薄いとすぐ冷えるからである。この経験から鉄ていの製作は慣れないと相当難しい作業であると理解できる。また、薄い鉄板から厚みのあるものを製作するのもまた大変な作業となる。棒状、厚みのある方形鉄板からの鍛錬が最も効率的である。この工程では当然多量の滓が生成される。通常、鉄分も相当量含み、重量もある。鉄刀作りでは拳大の大きさのものが数個生成されたが、炉形によって、大きさ、重さに違いの生じることが分かった。

ところで、古代においては沸しが非常に重要な鍛冶技術であることが判明したが、実はこれもあまり細いものや太さに差があるものの鍛接には、使いにくい一面があるということも分かった。たとえば、棒状品で円環を作り、それを何かに鍛接するような場合である。厚みのあるものは沸しても、そう影響するほどに目減りしないが、細身のものはたちまちさらに細くなってしまう。したがって、棒状鉄の円環がきれいに鍛接されている場合は、何らかの鍛接剤の存在を想定する必要があることも分かった。これは4～5世紀代の技術革新に伴う可能性がある。また、炭素量に違いのある鉄同士を鍛接するときは、高炭素のものが先に熔け始めるので、これまた大変な作業となる。鉄刀作りにおいて合わせ鍛えという技法があるが、実験ではなかなか困難な技術であることが分かった。これに関して、丸鍛えという総鋼作りでは刀身の地文様にダマスト模様が出現することも分かった。

低温で行う、沸しを必要としない鍛錬は火作り鍛冶と称される。鉄刀作りでは素延べ鍛冶段階から後が相当するが、これは基本的に1200度以上の高温は必要としない。800～900度で軟らかくして、叩き延ばして形を整えていくのが主要な作業内容である。したがって、ほとんど滓は出てこないのである。あってもガラス質の軽いものである。鍛造剥片については今回の実験ではデータをそろえる余裕がなく、ほとんど記録していない。次回にはこれを中心テーマに据えたい。ただ、鍛造剥片は大きくて厚いのは素延べ鍛冶の時、薄くて小さいのは火作り鍛冶の時に生成した。

ここで少し、鍛冶鉄滓について整理しておく。鍛冶鉄滓は鉄器生産の研究を推進するうえで、非常に重要な遺物であることにもう少し留意すべきである。考古学的に鉄器生産を検証していくとき、2つの方法がある。まず、製品としての鉄器を分析するもので、鉄器の型式学的組列を設定し、そこに現れる変化から、生産技術を復元する。もう1つは、生産遺跡に伴う遺構、遺物の分析である。遺構としての鍛冶工房、鍛冶炉が当然その対象となるが、残念ながら現状では比較検討できるほどの資料の蓄積がない。このため、ここで特に取り上げたいのは、鍛冶作業に必ず生

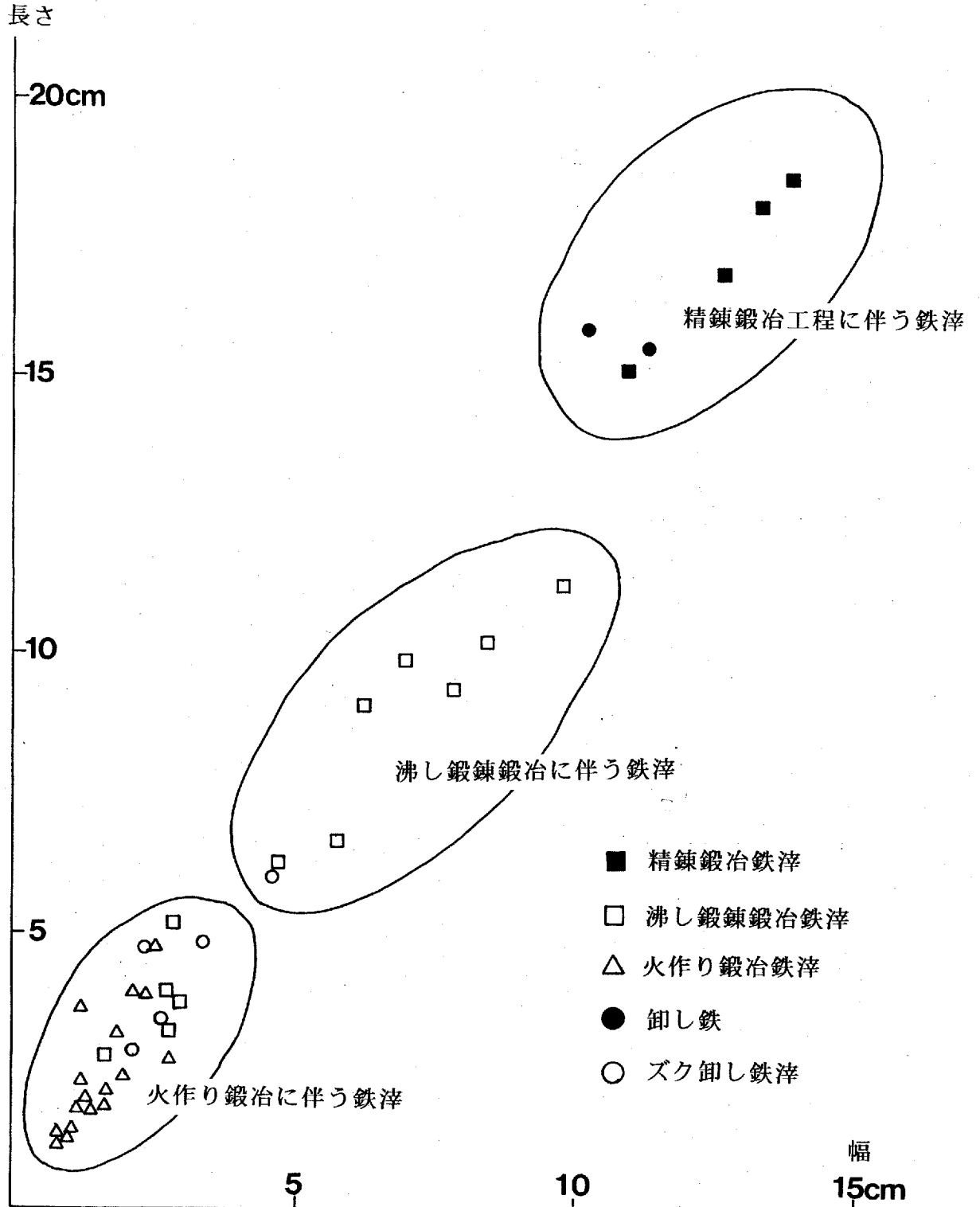
成される鉄滓である。鉄滓については大沢正己氏が精力的に研究を進め、重要な考古資料としての価値を与えた。鍛冶鉄滓は、底部が丸みを持つ椀形あるいは皿形の形態をとることが多く、椀形滓とも呼ばれる。ただし、炉底に鉄滓が生成されてすぐ掻き出すと、椀形にはならず気泡の多いつらら状を呈し、ある程度時間を置いて、冷却して取り出すと椀形滓となるようである。上面は表面にギザギザの小凹凸が著しく見られ、炭を噛み込んでいることが多い。製錬鉄滓のように流動痕のあるものは少ない。化学分析では、ウスタイト( $\text{FeO}$ ) + フェアライト ( $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}$ ) が主体で、高温下で鉄が酸素や珪酸といった造滓成分と結びついていることが分かる。

大沢氏は鍛冶滓を「精錬鍛冶滓」と「鍛錬鍛冶滓」の2者に分類している〔大沢1984〕が、実際の鍛冶工程と対応させるためには、考古学の立場から見ると、さらに細分が望ましい。前者の「精錬鍛冶滓」は大鍛冶滓とも呼ばれ、鉄の精錬工程で生成されるが、精錬は通常、製錬した還元鉄が、不純物を多く含むものであった場合に清浄な鉄にしたり、炭素含有量の多いズク状品であった場合に可鍛鉄に脱炭したりする工程を言う。ただし、この工程は近世に完成したたたら吹き製鉄に伴う精錬、大鍛冶であって、この工程が古代にまで適用されるかどうかは問題がある。つまり、ズクの生産がなければ、精錬とは不純物を取り除く工程だけを想定しておけばよいことになる。したがって、古墳時代に精錬鍛冶滓を問題にする際は、輸入品、国産品に関わらず、製錬された還元鉄が精錬を必要とするほど不純物を含む粗鉄状のものであったときである。鉄素材が鉄ていのような形で輸入されている場合は、精錬の必要はないわけだから、国内で鉄製錬が開始されていない限り、精錬鍛冶滓はまず見られない。ただし、鍛冶実験で使用した鉄素材の原料は、沸し鍛錬鍛冶滓から卸し技法で取りだした鉄塊を使用した。この時に生成した鉄滓は肉眼的には精錬鍛冶滓とほとんど区別できないものであった。したがって、このような鍛冶工程が古代の鍛冶の現場で行われていたとすれば、製錬粗鉄を精錬した、正確な意味での精錬鍛冶滓に加えて、二次的精錬鍛冶滓も存在していたことになる。この扱いについては今後の研究で明確にしていく必要がある。

### (3) 鍛冶実験と鉄滓

今回の実験では、鍛錬鍛冶滓については鍛刀炉のデータしかないが、比較的こまめに炉内の清掃をしたので、大きく成長したものはなく、せいぜい握り拳大の大きさであった。若干椀形を呈するが、ボール炉の炉底の丸さは持っていない。遺跡出土品にもこのような塊状の例が見られるが、鍛刀炉と同様な炉形は想定できないので、さらにボール炉での実験が必要と考えている。また、鍛刀炉の場合、実験炉でなく操業炉であるので、鉄滓をどこまで成長させると羽口からの送風が困難になるのかなどの、炉の一部損傷を前提とした実験が行えないので、今回は見送った。ボール炉の場合、精錬工程の卸しで、羽口から炉底までの間があまりないので、液状の滓が流れて炉底に溜まった椀形滓が成長していくと、そのうち羽口の先端も溶けていつしか全体がくっついてしまう例が見られたが、これは鍛錬鍛冶でも形成される滓の形状である。大阪府交野市職員の真鍋成史氏を中心とするグループが最近、還

第1表 鍛冶実験鉄滓の大きさ分布



元鉄生産を経てボール炉で精錬・鍛錬の鍛冶を行い、製品作りまでを復元実験したが、その際の鍛錬鍛冶滓がまさにこの形状で生成されている〔奥野・真鍋1998〕。

したがって、炉底までの深さが浅いボール形炉では、工程を違えても滓成分が熔け得るような高温で鍛冶を行うと、前述の形態の椀形滓が形成されるということである。これと同じことは、卸しに伴い生成された滓が炉の温度状態によって、同じ椀形を呈していながらも重量と外観において、全く異なるものが生成されたことにも通じる。高温過ぎると多くの鉄分が滓に逃げて、重く鉄の塊のような滓になってしまう。また、送風が強すぎるとズクに近いものになる。鉄が完全に熔けて浸炭するのである。つまり、炭素を吸いすぎるのである。このとき滓に逃げる鉄の量も多くなる。逆に温度調整が良好であると、鉄分の少ない軽い滓が生成される。このように、鍛冶椀形滓は工程が異なっても、同じ形状のものが出来上がるし、また同じ工程であっても炉内温度が異なるときは、成分に大きな違いの生ずることが判明したのは、極めて重要な知見である。

要するに、1つの鍛冶炉で、精錬も鍛錬も行い、しかもそれらのどの工程をとってみても、全く同じ内容を持っていないのである。したがって、鍛冶鉄滓の考古学的観察だけで、さらにいうと理化学的な成分分析にしても、含有成分のパーセンテージだけで、それがどのような工程に伴って生成されたのか、ということ判断することの危うさが強く指摘できるのである。いずれの研究分野からの接近にしても、基礎的なデータを急ぎ取りそろえる必要がある。

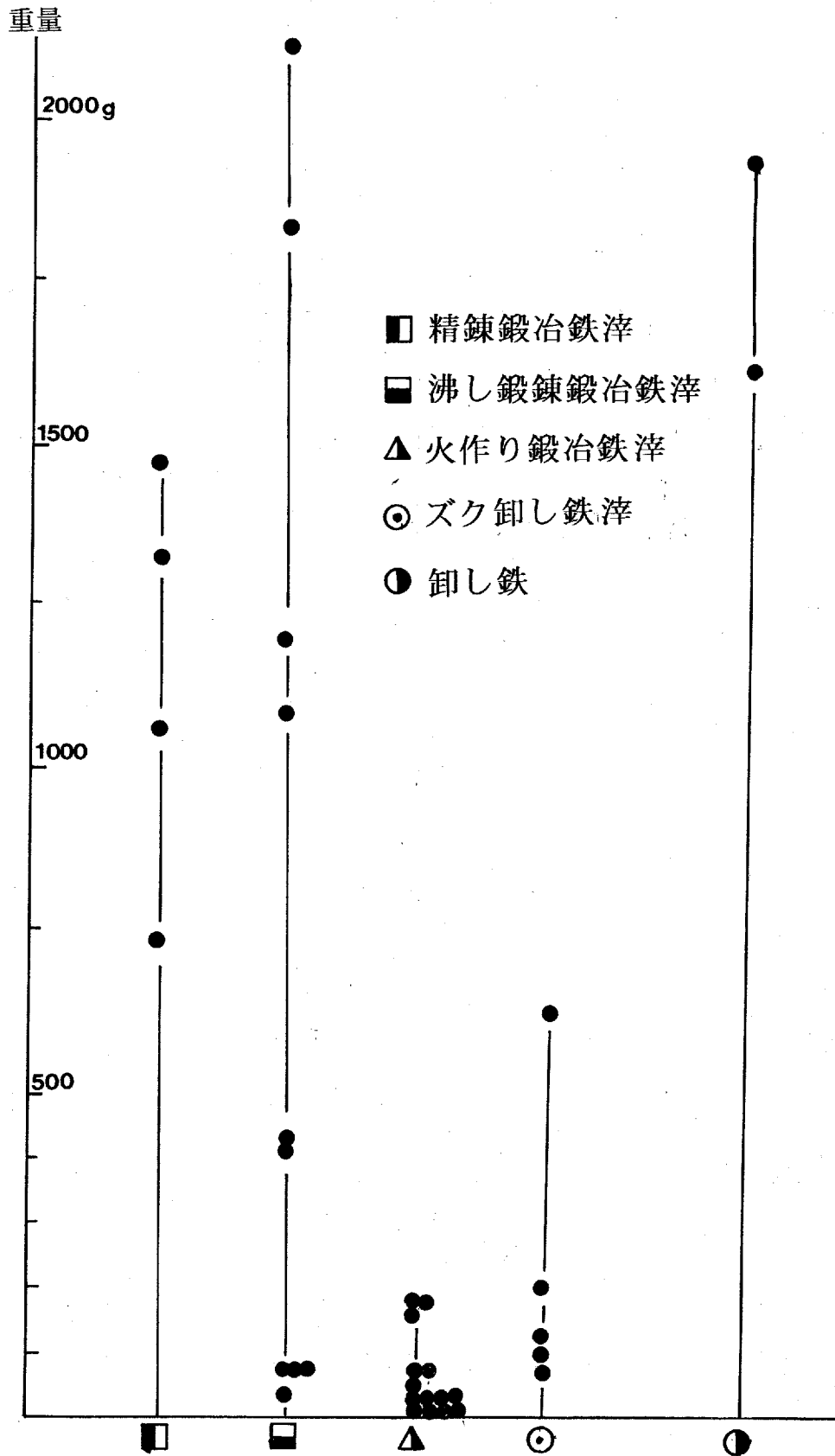
特に今回の実験で、鍛冶滓の生成について判明したことを基本的なところでまとめておくと、まず不純物の含有の少ないズク鉄の卸しでは鉄滓はほとんど生成されないことが、重要なこととして指摘できる。次に、沸しを伴う、つまり1200度を超える高温下の鍛錬鍛冶、特に折り返し鍛錬では鉄分の含有された重量のある椀形滓が生成される。そして、形を整えたり、延ばしたりの作業、火作り鍛冶では滓が生成されてもガラス質の軽い小さいものしか生じない、という、以上の3点を確認しておきたい。今回の実験から得られたことは、今後のわが国の、ひいては東アジア世界における鍛冶の技術的研究に大いに寄与することが期待できると確信している。

#### (4) 鍛冶実験鉄滓の分類

さて、実験鍛冶において生成した鍛冶鉄滓について、形態と重量を要素として分類してみる。第1表は鉄滓の外形の長さを縦軸、幅を横軸に示したものである。鍛冶工程ごとに生成した鉄滓を、精錬鍛冶滓を黒四角、沸し鍛錬鍛冶滓を白四角、火作り鍛冶滓を白三角、ズク卸しを白丸、卸し鉄を黒丸の各記号で表している。なお、火作り鍛冶滓には素延べ工程のものも含んでいる。

この表を見ると、大きく分けて、3つのグループに分類することができる。まず、長さ・幅ともに1cm程度のものから、長さ5cm・幅3～3.5cmの範囲に収まるグループがある。次に長さ6cm・幅約5cmから、長さ11cm・幅10cmの範囲に収まるグループがある。最も大きいのは長さ10～11cm・幅11cm前後から、長

第2表 鍛冶実験鉄滓の重量分布



さ18～19cm・幅14cmの範囲に収まるグループがある。このグループを小さい順に小・中・大のグループとして、以下、論を進めていきたい。

さて、これらの各グループに含まれる、鍛冶工程で分類した鉄滓がどのような組み合わせになっているかを見ると、小グループでは火作り鍛冶工程の全ての滓、ズク卸し工程のほとんどの滓、沸し鍛錬鍛冶工程の滓の一部、となっている。そして、火作り鍛冶滓がグループの中でもさらに小型の範囲に集中し、ほぼ3cm以上の大きめの範囲にズク卸しと沸し鍛錬鍛冶工程の滓が集中する状況を知ることができる。中グループを見ると、沸し鍛錬鍛冶工程の滓とズク卸し工程の滓の一部で構成されている。大グループは卸し鉄工程の滓と精錬鍛冶工程の滓で構成されている。

次に重量で見えてみると、第2表に示しているが、火作り鍛冶工程の滓は1g未満から10gまでに多くが集中し、後は15g前後、35g前後にまとまっている。ズク卸し工程の滓は、火作り鍛冶工程の滓のうち、大きめのまとまりに相当する重量である。1例のみ、120gを超えるものがある。沸し鍛錬鍛冶工程の滓は、火作り鍛冶工程の滓の範囲にまとまるものと、100gを切るが、ズク卸し工程の滓の重いものに匹敵するものあって、さらに、200gを超えるもの、400g前後のもの、600gを超えるものもある。火作り鍛冶工程の滓とそれに類するものが全て50g未満であることを考えると、全く異なる内容を持つ滓ということになる。卸し鉄工程の滓や精錬工程の滓に至っては、そのほとんどが1kgを超え、軽いものでも750g近い重量がある。これらの工程ごとの鉄滓は、うまく小・中・大の3グループに対応する状況にあり、各工程の鍛冶内容を反映したものとなっている。

火作り鍛冶工程の滓は外形の特徴として、表面がツルツルの光沢を持ち、気泡の多いガラス質滓で、磁着性のほとんどないものである。重量も10gまでに集中し、50gを超えることはない。この滓は火作り鍛冶工程だけでなく、形態・重量がほぼ同質のものが、ズク卸しと沸し鍛錬鍛冶工程の滓の一部にも含まれている。この理由としては、羽口の粘土質や鉄塊にまぶしたワラ灰・粘土汁が熔融されて生成されたと考えられる。これら共通する特徴を持つ鉄滓は、形態分類での小グループで一括できるもので、これを火作り鍛冶滓と総称しておく。

次に形態分類での中グループに属する鉄滓は、重量による分類でも明確に火作り鍛冶滓とは分離できる。この鉄滓は火作り鍛冶滓のようなガラス質はあまり観察できず、外表がギザギザの、小さな凹凸の多いもので、底面が外膨らみとなって、全体が椀形を呈することが特徴的である。鍛冶の内容によって、100g前後、200～300g、400g前後、さらに600gを超えるものまで、重量分布はさまざまである。これらを沸し鍛錬鍛冶滓と総称する。

大グループに属する鉄滓は重量でも同じまとまりとなるので、これらを一括しておきたい。これらの外面は、沸し鍛錬鍛冶滓とほぼ共通する、ギザギザの小さな凹凸が目立つ特徴を持つが、大きさに大きな開きが認められる。きれいな椀形を呈することが多く、1～2kgの大重量となるが、精錬する原料の量によっては、これより小型になる場合も当然予想される。これらを精錬鍛冶滓と総称する。

以上に、実験鍛冶で得られた鉄滓を、火作り鍛冶滓・沸し鍛錬鍛冶滓・精錬鍛冶滓の3つに大きく分類した。この成果をもとに次章においては、実際の遺跡出土の鉄滓を観察し、その比較検討から鍛冶の内容の実態に迫ってみることにする。

## 引用参考文献

- 石井昌国・佐々木 稔『古代刀と鉄の科学』有山閣出版 1995
- 大沢正己「弥生時代の鉄器の動向」（塚本敏夫・吉村佐紀恵編『東日本における鉄器文化の受容と展開』発表要旨集 鉄器文化研究会 1997）
- 大沢正己「古墳供献鉄滓からみた製鉄の開始時期」『季刊 考古学』8 1984
- 大沢正己「古墳出土鉄滓からみた古代製鉄」『日本製鉄史論集』たたら研究会 1983
- 大沢正己「日本の初期鉄器時代の鉄器、鉄滓の冶金学的解析」（たたら研究会編『東アジアの古代鉄文化-その起源と伝播-』国際シンポジウム予稿集 1993）
- 大和久重雄『熱処理のおはなし』日本規格協会 1982
- 大和久重雄『鋼のおはなし』日本規格協会 1984
- 奥野和夫・真鍋成史編『古代交野の鉄』I 交野市教育委員会 1998
- 加山延太郎『鋳物のおはなし』日本規格協会 1985
- 川越哲志「金属器の普及と性格」（大塚初重・戸沢充則・佐原 真編『日本考古学を学ぶ』2 有斐閣 1979）
- 川越哲志「鉄器の生産」（佐原 真・金関 恕編『弥生文化の研究』5 雄山閣 1985）
- 北野 重編「大県遺跡-堅下小学校屋内運動場に伴う」1985年度 柏原市教育委員会 1988
- 北野 重編『平尾山古墳群-太平寺山手線建設に伴う その1』1986年度 柏原市教育委員会 1989
- 清永欣吾「奈良県下より出土した鉄刀剣の化学分析」『考古学論攷』第9冊 1983
- 清永欣吾・佐藤豊『鳥上作刀鍛錬場鍛冶滓の調査』日立金属株式会社安来工場・和鋼記念館 1988
- 斎藤嘉造編『槌の響-越前武生の打刃物』槌の響刊行会 1986
- 佐々木 稔「金属学から見た古代の鉄」（たたら研究会編『日本古代の鉄生産』六興出版 1991）
- 佐々木 稔「弥生時代の鉄と鉄器製作技術」『古文化談叢』第30集（下） 1993
- 佐藤次郎『鋏と農鍛冶』産業技術センター 1979
- 潮見 浩・和島誠一「鉄および鉄器生産」（近藤義郎・藤沢長治編『日本の考古学』



- 古墳時代 下 河出書房 1966)
- 白鷹幸伯『鉄 千年のいのち』草思社 1997
- 末永雅雄『日本上代の武器』弘文堂 1931
- 鈴木卓夫『作刀の伝統技法』理工学社 1994
- 竹下 賢監修『大県・大県南遺跡 - 下水道管渠埋設工事に伴う』柏原市教育委員会  
1984
- 俵 国一『古来の砂鉄製錬法』丸善 1933
- 俵 国一「日本刀の科学的研究」日立評論社 1953
- 内藤 匡『古陶磁の科学』二玄社 1962
- 中沢護人『鉄のメルヘン』アグネ 1975
- 日本鑄物協会編『図解 鑄物用語辞典』第2版 日刊工業新聞社 1988
- 野島 永「破碎した鑄造鉄斧」『たたら研究』第32・33号 1992
- 橋口達也「再び初期鉄製品をめぐる二、三の問題」『日本製鉄史論集』たたら研究会  
1983
- 花田勝広「倭政権と鍛冶工房」『考古学研究』第36巻3号 1989
- 花田勝広編『村方鍛冶と専業集団』発表要旨集 鉄器文化研究会 1998
- 古瀬清秀「鉄器の生産」（白石太一郎ほか編『古墳時代の研究』5 雄山閣 19  
91)
- 松井和幸「日本古代の鉄製鋏先・鋤先について」『考古学雑誌』第72巻3号 1  
987
- 村上英之助「弥生時代の鑄鉄品について」『たたら研究』第11号 1964
- 村上恭通「弥生時代における鍛冶遺構の研究」『考古学研究』第41巻第3号 1  
994
- 山口直樹「考古学講座について(2) - 鉄づくり開催と記録保存」『千葉県立房総  
風土記の丘年報』14 千葉県立房総風土記の丘 1991
- 山口直樹「考古学講座について(3) - 鉄づくりの展開と鍛冶実験の記録報告」  
『千葉県立房総風土記の丘年報』15 千葉県立房総風土記の丘 1992



a 復元製作した有袋鉄斧と鉄鎌



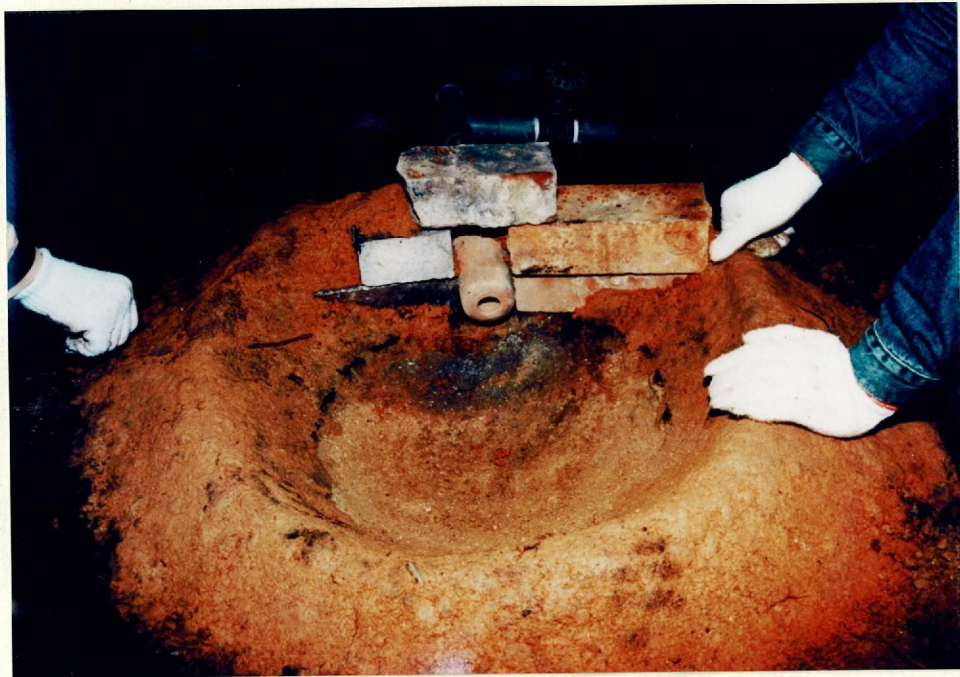
b 復元製作したU字形鍬鋤先と方形板鍬鋤先



a 実験炉による砂鉄精練



b 実験炉で生成した粗鉄



a 鍛冶実験炉の構築



b 卸し技法による鍛冶実験炉の精錬鍛冶操業



a 鍛冶実験炉の操業終了と生成した卸し鉄



b 鍛冶実験炉の炉底の状況と生成した卸し鉄



a 鍛錬鍛冶実験を行った三上鍛刀炉



b 折り返し鍛錬



a 沸し（折り返した素材を沸して鍛錬する）



b 素延べ鍛錬工程

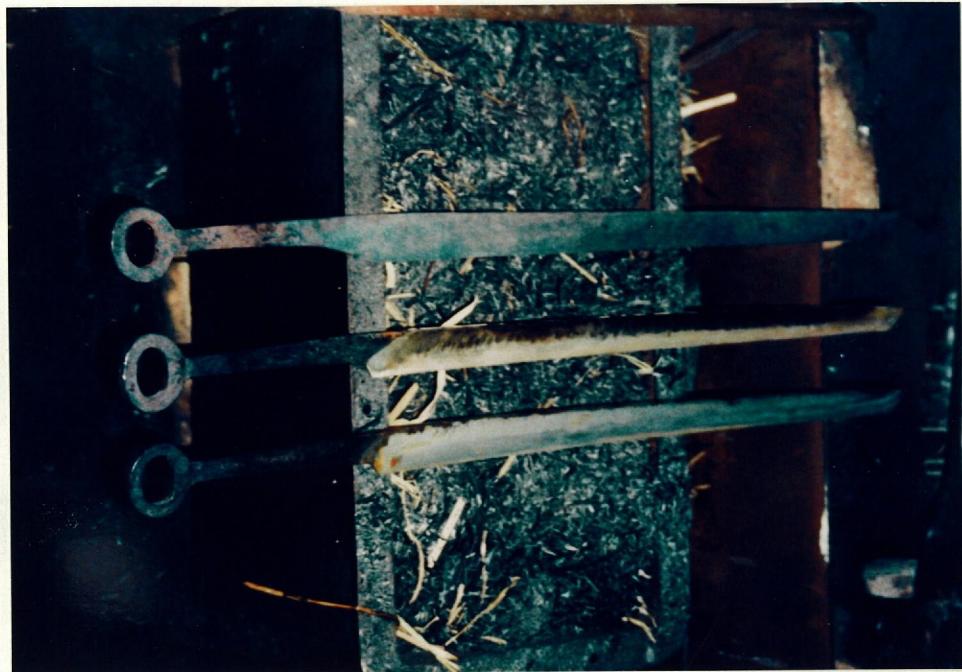


a 素環部の鍛接（茎端巻き込み法）

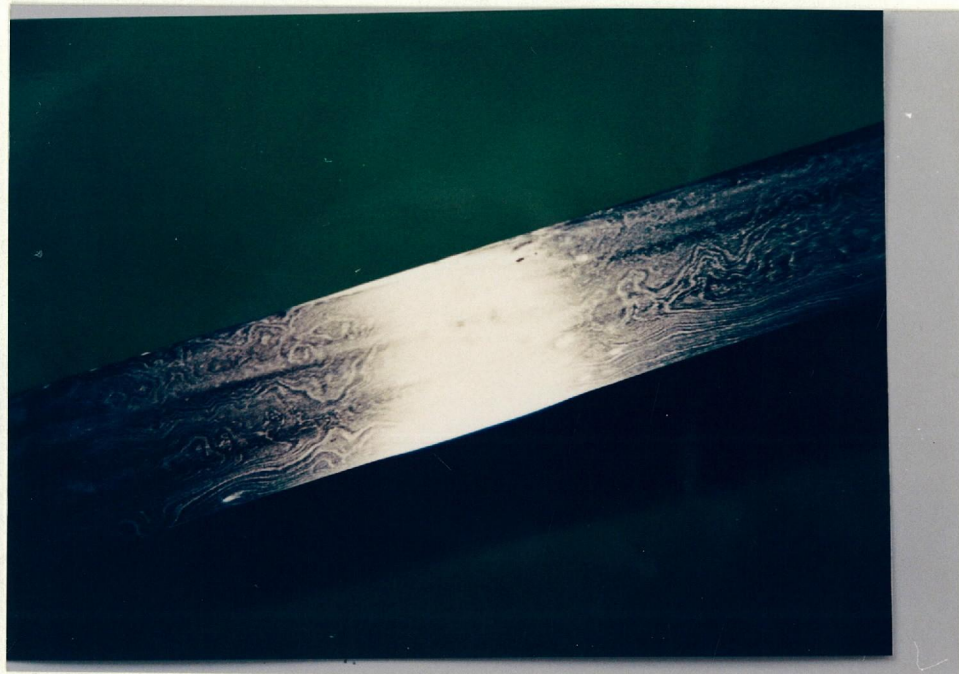


b 素環部の沸し付け（研砂使用の鍛接）





a 完成した素環頭大刀（焼き入れ前）



b 素環頭大刀刀身に現れたダマスト模様

## 第2章 出土鉄滓から見た鍛冶技術

### 第1節 資料の提示

ここでは弥生時代以降の各地の鍛冶遺跡から出土した鉄滓ほかの鍛冶技術に関する考古資料を取り上げて、実際の鍛冶現場でどのような鍛冶が行われていたかについて考えてみる。特に出土鉄滓を中心に細かな考古学的分析を加えてみる。

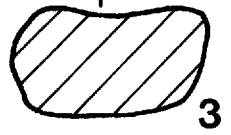
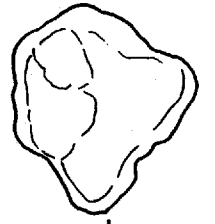
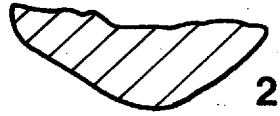
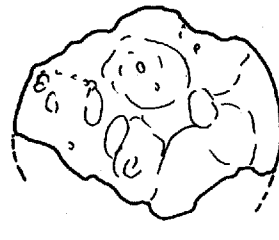
最近、弥生時代の鉄製品を出土する遺跡はそう珍しいことでもなくなり、非常に多く確認されるようになったが、また、そのことに関係して鍛冶に関する遺構も多く知られるようになってきた。特に北部九州地方においては、中期以降、福岡県を中心に福岡市深武安田遺跡、春日市赤井出遺跡などで、炉を含む鍛冶遺構や鍛冶関係遺物が多く検出されている。ただ残念ながら、筆者が特に関心を持つ鉄滓については、これまでにあまり確認されていないのが実情である。このため、弥生時代には鉄滓を生成するほどの、高温下での鍛冶作業を可能とする段階に、まだ至っていなかったとの評価が一般的になりつつある。筆者はこのあたりの見解には大いに疑問を感じているが、まず実際に鉄滓を出土している遺跡の紹介から始める。なお、ここに紹介する鉄滓については、筆者が実際に実見し、観察したものを取り上げている。

#### (1) 弥生時代の出土鉄滓

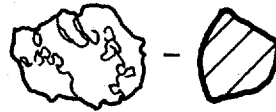
##### 福岡市南区 野多目A遺跡

野多目A遺跡は福岡平野南部の那珂川西岸の河岸丘陵上に位置し、旧石器時代から人々の生活が始まり、弥生時代以降、大きな集落を形成してきた。第4次調査では、SC-13を含む弥生時代末～古墳時代にかけての、掘立て柱建物6棟、竪穴住居7棟などが検出されている〔吉武1997〕。

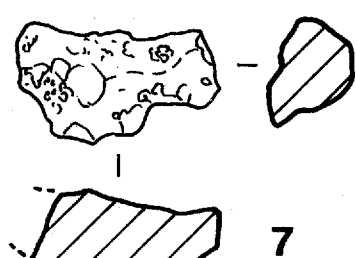
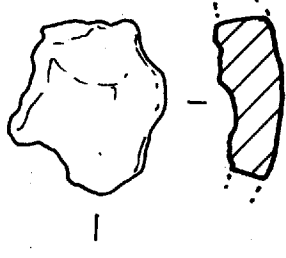
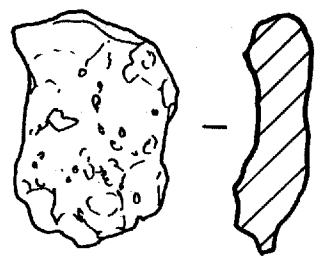
SC-13は2軒の竪穴住居が重複しており、調査時にそのあたりの状況が明確にできないまま、同時に掘り下げたと報告されているが、調査後の検討では長辺5.05m・短辺4.7m・深さ0.4mの大きさの住居に復元している。鍛冶関係遺物は実はこの住居に直接関係ないようで、この住居の廃絶後に住居の窪みに廃棄された状態で出土している。したがって、この住居からはもちろん、鍛冶炉は検出されていない。住居跡を埋める覆土からは弥生時代後期後半の土器・砥石12点・磨石1点・鉄片87点・鉄滓14・椀形滓・鉄塊系遺物などがある。鉄片とされるものには鉄鏃、茎状の棒状品など製品も含まれるが、特に切断鉄片について述べてみると、野多目A遺跡ではほぼ三角形を呈する板状のもの、細棒状のもの、細板状のもの、不整形な板状のもの、やや厚みを持つものなどがある。いずれも長さ2～3cm、幅1～2cm、厚さ1～2mmである。切断鉄片というには多少気になるのが、その厚さ



野多目A遺跡出土鉄滓



高平遺跡出土鉄滓



熊本・二子塚遺跡 (参考資料)



第8図 弥生時代の鍛冶鉄滓

である。鉄製品の形を整えるのに端部を切り落とした残片との理解が主流であるが、厚さ1～2mmという薄い残片からは、非常に限定された鉄製品しか想定できないのである。不思議と切断鉄片には厚みのあるものがほとんど見られない。また、確実な鑿切断の痕跡を残す例も少ない。もちろん、切断鉄片を否定するものではないが、弥生時代中期の段階から、鍛冶遺跡ではかなりの高率で検出されるものだけに、今後その性格を極めていく必要がある。鉄塊系遺物とされるものはおそらく鉄滓であろう。

鉄滓（第8図-1～3）をみると、まず、1は平面形が丁度半円形で、径8.2cm・厚さ2cm前後・重量は98.2gである。上面には大きな凹凸はなく、滑らかである。下面は平坦に近いがやや丸みを持ち、全体として碗形を呈する。全体に磁着性はないか、あっても極めて微弱である。この滓が元来半円形であったのか、円形をなすものであったのかは不明である。もう1つの碗形滓2は前者よりももっと碗形で、径7cm・厚さ2.2cmの下底が突き出た円錐形を呈する。重量は72.8g。上面は凹凸がなく、ほぼ平坦で、現状では底面に熔融固着した土層は見られない。ただ全体が黄褐色の錆質の被膜に覆われているので、清掃すれば、土の固着層が確認できる可能性が高い。この滓の下底の状況からすれば、非常に小さな鍛冶炉が復元できる。滓下底の土の熔融固着が見られない場合は、送風装置が存在したかどうか明確でないが、あまり強い送風でなかったと考えられる。そのため、炉底に敷いた炭層が吹き飛ばされずにカーボンベッドを形成したままであったとしたら、このような固着層のない滓が生じる可能性がある。この他に塊状の滓もある。3は長さ5.5cm・幅4.9cm・厚さ3cmで、重量は81.3gある。破面を見ると、内実質で、小さいながら重さを感じる。磁着性はやや強く、約13gの磁石が付着したまま落ちない。

これらの鉄滓を観察すれば、鉄分も若干ながら滓に移行しており、千数百度の高温状態が保持された鍛冶作業がなされていたことが分かる。このためには鞴による送風が想定でき、当然羽口が使用されていたことも考えなければならない。そこから想定できることは、少なくとも弥生時代後期後半には直径8cm前後、重量100g程度の碗形滓が生成できる、おそらく沸し工程を伴う鍛錬鍛冶が行われていたと考えざるを得ない。

それと、注目すべきことは碗形滓に2種類のタイプが見られることである。最初に挙げた1は浅い皿形の形状を呈しており、底部の炉底に接する面が径6.5cmの平坦に近いものである。もう一つの滓2は尖り底のきれいな碗形である。この両者の碗形滓から復元できる鍛冶炉は底部の平坦に近い小型炉と、底尖りの小型炉の2者が想定できる。野多目A遺跡SC-13住居覆土からは三角形や棒状の鉄片が多く出土している。これらは、板状鉄素材から鑿で端部を切り離して整形した廃棄物と考えられており、弥生時代の鍛冶はその程度の技術しか持っていなかったと考えられているが、鉄滓を見るかぎり、実際はもっと複雑な加工技術を有する段階にあったといえる。

## 広島県三次市 高平遺跡

高平遺跡は、広島県北部の三次市街地一帯を一望できる、南部の丘陵上にある。広島県林業試験場建設に伴い、弥生時代竪穴住居2棟、弥生時代墓2基、後期古墳2基などが発掘調査された〔潮見ほか1975〕。第2号住居は径5.6mの円形で、その中央部に2.15mの間隔で、2本の柱穴が残っていた。柱穴の間は最大幅70cm・深さ16～20cmの長楕円形の窪みとなっており、ここに焼土、木炭が詰まっております、この中に小鉄滓が含まれていた。

鉄滓（第8図-3）は三角錐状の塊状品で、3.6×2.6cm・高さ2cm・重量18.8gである。表面に木炭細片がいくつか付着するが、通常の鍛冶滓のようなゴツゴツとしたものでなく、また、椀形を呈するものでもないもので、何か異質の印象を受ける滓である。磁着性はないか、あっても微弱なものである。鉄滓の出土した窪みが鍛冶炉であるのかどうかはよく分からない。出土した鉄滓はこれ1個だけであり、しかも小さい滓であるので、どのような過程で出現したのか不明である。滓自体を観察すると、高温状態下で生成されたと考えられ、鍛錬鍛冶に伴うものと考えられる。

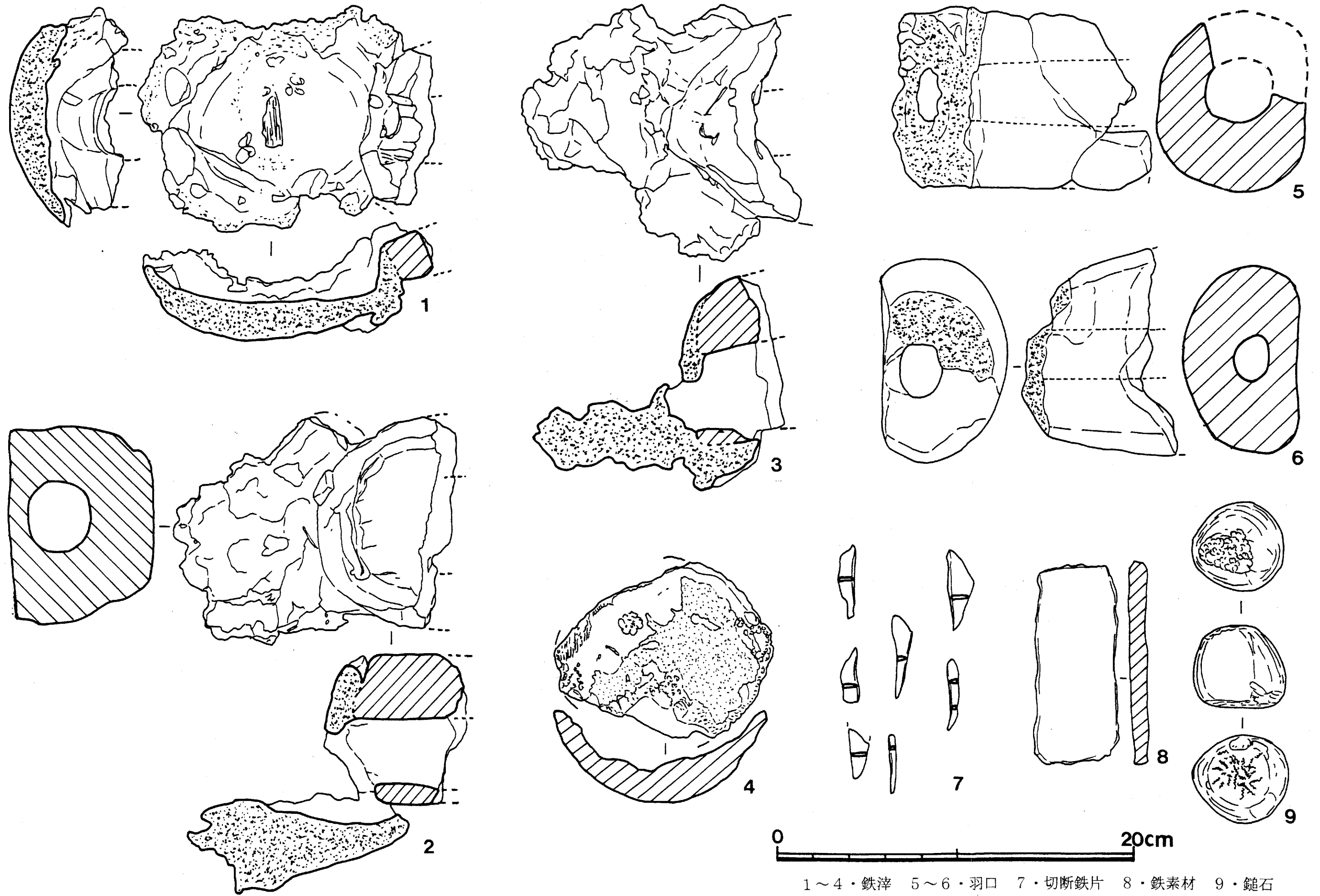
4～8は熊本県二子塚遺跡出土の鉄滓である〔村上1990〕。実見していないが参考資料として提示しておく。重量は不明〔村上恭通氏提供〕。

## （2）古墳時代～奈良時代の出土鉄滓

### 福岡市博多区 博多遺跡

博多遺跡は中世の貿易港、博多の大規模な遺構、遺物が検出され、著名な大遺跡である。この中世遺構の下層、第6面に古墳時代初頭の集落が営まれていた。鍛冶集落が検出されたのは、那珂川と石堂川に挟まれた、博多浜の南端近くの祇園地区である〔山口1993・小畑1993〕。そのH-5区で検出された第706号土坑内から、多量の鉄滓、椀形滓、鍛造剥片、粒状滓、韃の羽口などの鍛冶関係遺物、土師器類が出土した。土坑は長さ2m・幅1.4m・深さ1.1mの楕円形を呈した竪穴である。この土坑は鍛冶関係の廃棄穴として利用されていたようである。遺物が集中して出土したのは底部から0.8～1mのところ、ほぼ40×50cmの範囲にかたまっていた。共伴する土師器は庄内式新段階期に平行するもので、古墳時代前期も初頭に位置付けられる。

また、調査区は異なるが、同じ層序に営まれた住居に伴って、鍛冶関連遺物が出土している。第41号竪穴住居（SC-41）は4.3×3.8mの隅丸方形を呈し、深さ0.5～0.6mである。遺物は住居を埋める覆土の上面に集中して出土した。このことから鍛冶関連遺物は第41号住居に伴うものではないことが分かる。さて、遺物は鉄鏃などの鉄製品、鉄片、鉄滓、椀形滓、鍛造剥片、韃羽口、鎚石などの鍛冶関連品のほか、土師器がある。土師器は第706号土坑とほぼ同時期に属するもので、古墳時代初頭に位置付けられる。第48号住居（SC-48）は第41号住居と約5m離れて営まれている。5.5×4.2mの隅丸方形を呈し、現状で深さ0.3mある。遺物は住居床面から上位に層状に含まれており、その大半が流れ込みと考えられる。したがって、第41号住居と同様、遺物は直接住居に伴うものではない



第9図 博多遺跡出土の鍛冶関係遺物

いが、住居廃棄後、それほどの時期を隔てずに近くで鍛冶を行っていたことが窺える。鍛冶関連遺物としては鉄鏃などの鉄製品、椀形滓、鞆羽口、鉄素材、鈍石があり、このほかに土師器がある。土師器は第4 1号住居とほぼ同時期の古墳時代初頭に位置付けられるものである。

以上のように、博多遺跡では鍛冶遺構自体は確認できなかったが、古墳時代初頭に位置付けられる鍛冶関連遺物が多量に出土した。このうち、鍛冶鉄滓が良好な状態で検出でき、弥生時代に明確にしえなかった鍛冶工程を、かなり復元できうる重要な資料を提供した。

鉄滓（第9図-1～4）であるが、第706号土坑出土例では羽口が熔着したものが多く検出されている。これは鍛冶技術の発達過程において、初期段階を示す例としても重要で、つまり鍛冶炉内での羽口の設置位置に問題が生じた好例である。ここから羽口の改良が進展していくのである。実験の項でも述べたが、風が吹き出ればどの方向でもいい、というのが卸しの送風であったが、沸し鍛錬では対象物に向かって正確に送風しなければならない。このため、博多遺跡のような鍛錬が主の鍛冶では、羽口の設置位置は非常に重要なのである。炉底が浅すぎると、羽口先端付近に滓が溜まり、羽口の先端を塞ぎやすいのである。できる限り、滓と羽口は分離しているほうが適切である。

さて、1は羽口の下底が熔着したままの椀形滓で、長さ13.5cm・幅11cm・厚さ2.1cm・重量699gである。全体が浅い皿状の椀形を呈し、上面は滑らかな面となっている。中央には長さ3.4cm・幅1cm・深さ1～3mmの浅い条線が残されているが、表面が熔けて軟らかいときに何かで突いた痕とみられる。鍛冶対象物を羽口の前に差し込んだときに付いたと考えられる。下底面には一面に土が熔融固着した薄い層が確認できる。滓の周辺は炉底の湾曲に沿って軽く反り上がり、底面の固着層と同じガラス質になっている。熔着した羽口は内径4cm前後のもので、壁の厚さ2.6cmである。2は羽口先端約5cmが熔着したもので、滓の部分は長さ13cm・幅12cm・厚さ3～5cmで、重量は羽口を合せて1.145kgである。上面は滑らかで、下底面には土の熔着層がある。滓の先端は脳表状に凹凸となっており、炭の噛み込みも見られる。おそらく、熔けた滓が炉底に流れて堆積してくるにしたがって、羽口近くは送風によって炉底の炭が飛ばされたが、炉の向こう半分ではまだカーボンベッドが残り、そこに押し付けられるように堆積して溜まったのであろう。弱い磁着性がある。羽口は内径4.5cm、外径は現状で、13.2×8.3cmで、断面は下底の平坦な横長のかまぼこのようである。壁の厚さは上面で3.5cm、側面で4.4cm、下底では実に0.8cmしかない。元の形は、底部はもう少し厚みがあったと見られるが、羽口設置の不適切さから送風が逆流して羽口下底を熔損させたと考えられる。羽口の先端は熔けたガラス質滓が垂れ下がり、孔径が狭くなってしまっている。これではもう破棄せざるを得ない。

3はやはり羽口が熔着している。滓の部分は長さ14cm、ただし前後の2つの塊からなっているので、先端の方は8.5cm、羽口側が5.5cmである。幅も先端側が9.5cm、羽口側が13.5cm、厚さもそれぞれ3cmと4.2cmである。重量は羽口

も合せて1.019kgである。上面は滑らかで、下底は二つとも土の熔着が認められる。2つの塊の間はすき間が生じたのか、脳表状のしわしわとなっている。このような滓の成因はおそらく、2回の鍛錬を連続して行ったからと考えられる。鍛冶実験でも2層状態で生成された椀形滓があったが、炉内清掃を行わずに連続操業すると生じる現象である。通常、炉の内面保護と羽口の状態を良好に保つには操業ごと、あるいは工程ごとの炉内清掃は欠かせない。鍛冶工人の癖が滓に反映されるということができる。羽口は下底部が完全に熔融してしまっていて残存しない。2回目の操業、あるいは工程で羽口先端が塞がり、羽口交換を行ったと考えられる。滓の量から考えて、鋏、斧といった中型製品の折り返し鍛錬の1工程分と想定できる。

4は第41号住居出土で、これこそ椀形滓の典型と言えるものである。長径12.2cm・短径9.8cm・厚さ2.3cmの円形に近い椀形で、全体の高さは約5cmもある。重量は280gで、比較的軽いものである。上面は黒色の光沢を持つガラス質で、須恵器の自然釉のようである。外底面には小砂粒がこびりついたような熔融固着層がある。磁着性はない。全体にガラス質が多く、適切な温度管理で鍛錬された状況が窺える滓である。この滓に類似する例は多く、直径10.5cm・厚さ1.4cmのほぼ円形を呈するものでは、上面は滑らかなガラス質で、重量も114.6gという軽さである。破面で見ると、気泡は見られず、内実質の滓であるが、磁着性は全くない。本来、このような滓が生成されるのが最も効率良い鍛冶がなされたと言えるが、博多遺跡では前述した通り、羽口の熔融着が多い。

ここで注意したいのは、弥生時代の野多目A遺跡の椀形滓の大きさが注目されたが、博多遺跡の滓でも炉底の大きさを示す完全な椀形のものを見るかぎり、炉が非常に小型だということである。第41号住居例では径12.2cmで、これから判断すれば、炉の内径はせいぜい15cmまでという大きさに復元される。弥生時代の野多目A遺跡例でも10～15cm程度に復元できたことから、北部九州の例だけで判断することは控えたいが、弥生時代から古墳時代の初めまでは意外に小型の鍛冶炉が存在していたようである。しかし、これで十分機能的な操業が可能だったことは、多く出土する椀形滓の状況を見れば十分であろう。そして、野多目A遺跡でも指摘したことであるが、椀形滓の底部の形状に2類が存在し、そこから想定できる鍛冶炉の形態にも2類の存在が考えられるのである。つまり、第706号土坑で検出される椀形滓は浅い皿形で、底面は径10cmほどの緩く外湾した平坦面をもつ。一方、第41号住居出土椀形滓は完全な半球状で、したがって、炉底もそれを反映した形状を呈していたはずである。古墳時代前期初頭の博多遺跡における炉形の2タイプの存在は、弥生時代の在り方に共通する事象だけに興味深い。

ところで、博多遺跡ではさまざまな鍛冶関係資料が確認されていて、古墳時代初頭の鍛冶技術の実態を知る、多くの手がかりを提供している。これらのことについて、少し述べておく。

まず最初に、鍛冶工程に伴う鍛冶剥片についてであるが、第706号土坑から検出した鍛冶剥片は1cm前後の板状で厚さが一定しないものと、極めて薄く青みを帯びた、銀色を呈するものの2者がある。これは鍛冶の工程を示すものとして重要な



意味を持つ。鍛冶実験では、沸しを伴う高温下の鍛錬では比較的大きく厚い鍛造剥片が生成したのに比べ、火作り段階の少し低温下の鍛錬時には鈍い光沢を帯びた薄い鍛造剥片が飛び散っていた。このことからすれば、第706号土坑出土の鍛造剥片のうち、前者はおそらく高温下の鍛錬に伴うものと理解でき、後者は低温下の鍛錬に伴うものと分かる。また、ここでは直径1～5mmの粒状滓が検出されている。これは鍛錬時に高温下の鉄の表面が熔けて、叩いた際にそれが飛び散ることがある。液状であるので、表面張力で球形になる。それとやはり高温下での鍛錬時にワラ灰をまぶしたり、泥汁をかけたりして、鉄の表面の酸化や余分な浸炭、脱炭を防いでいる。これらが熔けて液状になったときに叩くと、飛び散り、これも表面張力で球形になる。この両者とも粒状滓と呼ばれるが、鉄を主成分とする粒状滓は重く、磁着性が強い。一方、珪酸質を主成分とするものは軽くガラス質となる。いずれにしても、非常な高温下での鍛冶を行っている証拠となるわけで、鍛冶技術を知るための重要な情報を提供する遺物である。

第41号住居から出土している遺物に鉄片(第9図-7)がある。これは三角形や棒状などの形態が多く、その他にもさまざまな形があり、定型というものはない。三角形のものをみると、長さ4.4cm・最大幅1.4cm・厚さ1mm・重量3gのもの、長さ4.6cm・最大幅1.1cm・厚さ約2mm・重量1.9gのもの、長さ4.1cm・最大幅0.8cm・厚さ1～2mm・重量2.3gのものなどがあり、棒状のものでは長さ4cm・幅3～6mm、厚さは1～2.5mmで、刀身状に片側が厚く、一方が薄い。重量は1g。棒状品で一番多いのは長さ3.3cm・幅2～4mm・厚さ1～2mmで、やはり片側が厚い。重量は0.6g。三角のものも棒状品もまっすぐな辺を持っていることで、これは鑿の切り痕の可能性もある。野多目A遺跡出土例でも述べたが、全てあまりにも薄いという特徴を持つ。すでに鉄を熔かして加工できるだけの技術段階に達していることが、椀形滓の存在からも窺えるだけに、ある程度の量をためておけば、卸し鉄にして別の鉄塊に作り替えることも可能である。これらの鉄片が作り出された加工上の原因、また、なぜ再生されないのかなど、多くの問題をもつ一群の鉄片である。

博多遺跡ではこのほかにも鍛冶技術を知る重要な遺物がある。それは鞆の羽口と石錠である。羽口は鞆と一体のもので、それらは炉内の温度調節にどうしても必要な要素である。特に強制送風によって、炉内温度を高温に維持できる特性を持つ。現在のところ、弥生時代の鍛冶遺跡ではどういうわけか、まだ検出されていない。初めて鞆の存在が確実になるのが、この博多遺跡の段階、つまり古墳時代初頭である。ところで、後の時代の羽口を見ると、そのほとんどは円筒状である。しかし、博多遺跡の羽口は少し変わっていて、かまぼこ状に、円筒の一部が切り取られた形状になっている。つまり、設置したときに安定するように平坦な面を設けている。このような変わった羽口が、まず最初に出現してくるのは、物事の最初という意味ではじつに興味深い。しかも、博多遺跡とほぼ同時期の遺跡である、奈良県桜井市纏向遺跡で最近、このタイプの羽口が確認された。纏向遺跡は初期大和王権の中心集落と考えられている大遺跡であり、そこと同じ内容の鍛冶が併存しているのは、

両遺跡に何らかの関係が想定できそうである。

さて、第41号住居で検出した羽口（第9図-5・6）は、現状の長さ約8cmと6.5cm、孔径それぞれ3.6cm・2.3cmのものである。いずれも平坦面を持つ。鍛冶実験では予想もしなかったことではあるが、羽口の下底面が作業中に熔けて、全く凶らずも博多遺跡の例と全く同じ形態のものを得ることができた。これの成因については実験の項で詳述しているのので、再説はしないが、博多遺跡例も当初は、同じ原因によるものと考えた。また、実見したところでも、その感を強くしたのであるが、纏向遺跡の出土を勘案すれば、むしろ、この形にこそ意味を持たせるべきではないかと考えられる。

次に興味深い資料は石鎚（第9図-9）である。第41・48号住居で検出したもので、前者の9は拳より若干小型で、最大径5.2cm・高さ4.8cmの球形に近い形状である。重量は168g。灰色の、重く硬い感じの石である。上端面には2×2.5cmの範囲に敲打痕がある。下面は径3.5cmの平坦面になっていて、ここが打撃面である。中央の径2cmがわずかに窪んでいるが、ここに鉄粒子の食い込みが観察できる。第48号住居出土例は一見、弥生時代の大型蛤刃石斧を思わせるものであるが、あるいは石斧の再利用品の可能性も考えられる。1つは大きく破断しているが、石斧の刃部の半截したもののようで、現長8cm・幅6.9cm・厚さ1～5cm、他の例は現長5cm・幅5.5cm・厚さ3cmで、いずれも端面に打撃部を持ち、鉄粒子の食い込みが見られる。現在のところ、わが国で鉄製鍛冶道具が各地で普遍的に確認できるのは5世紀に入ってからのものであるが、実際に使用され始めるのがいつの段階からか、まだよく分かっていない。鉄製鍛冶道具のほかにもどのような道具が考えられるのかとなると、石製品が最も妥当性の高いものである。しかし、この石製品もなかなか出土しない。おそらく、硬くて、使い易い形のものとはそう多くないので、かなり大切に扱われたからである。博多遺跡では破損してしまったので、やむなく廃棄してしまったと考えられる。

鉄製鍛冶道具が普及してくるのは、鍛冶の現場、すなわち鍛冶工房からの出土例が増加してくる時期であろうが、おそらく6世紀以降のことである。この時期には地方で馬具、武器生産が一般集落においても始まるようで、かなりの鍛冶加工技術が地方の鍛冶工人にも拡散していく時期であり、鍛冶工人自身が自分で道具を製作できるようになる。弥生時代から古墳時代にかけては、博多遺跡例が示すようにまだまだ石製鍛冶道具が使われていたと考えてよい。三上刀匠の教示によると、鉄製鎚の平坦な面で叩くより、石の自然な面の方がどちらかということ、鍛造面に鉄の良さがでるということであった。赤らめると、鉄は信じられないほど軟らかくなるので、石製鎚と石製鉄床で十分、鍛冶作業は可能のようである。鉄鉗については資料不足で、不明な点が多い。

博多遺跡でもう1つ重要な鍛冶関係の資料がある。第48号住居から出土した鉄板（第9図-8）である。これは長さ11.2cm・幅3.9～4.9cm、厚さは平均して1.1cm、重量は210gある。刃部は認められないので、形態から見て鉄素材であろう。きれいな方形でなく、端部や平坦面に凹凸があり、長側辺の厚みは一方が

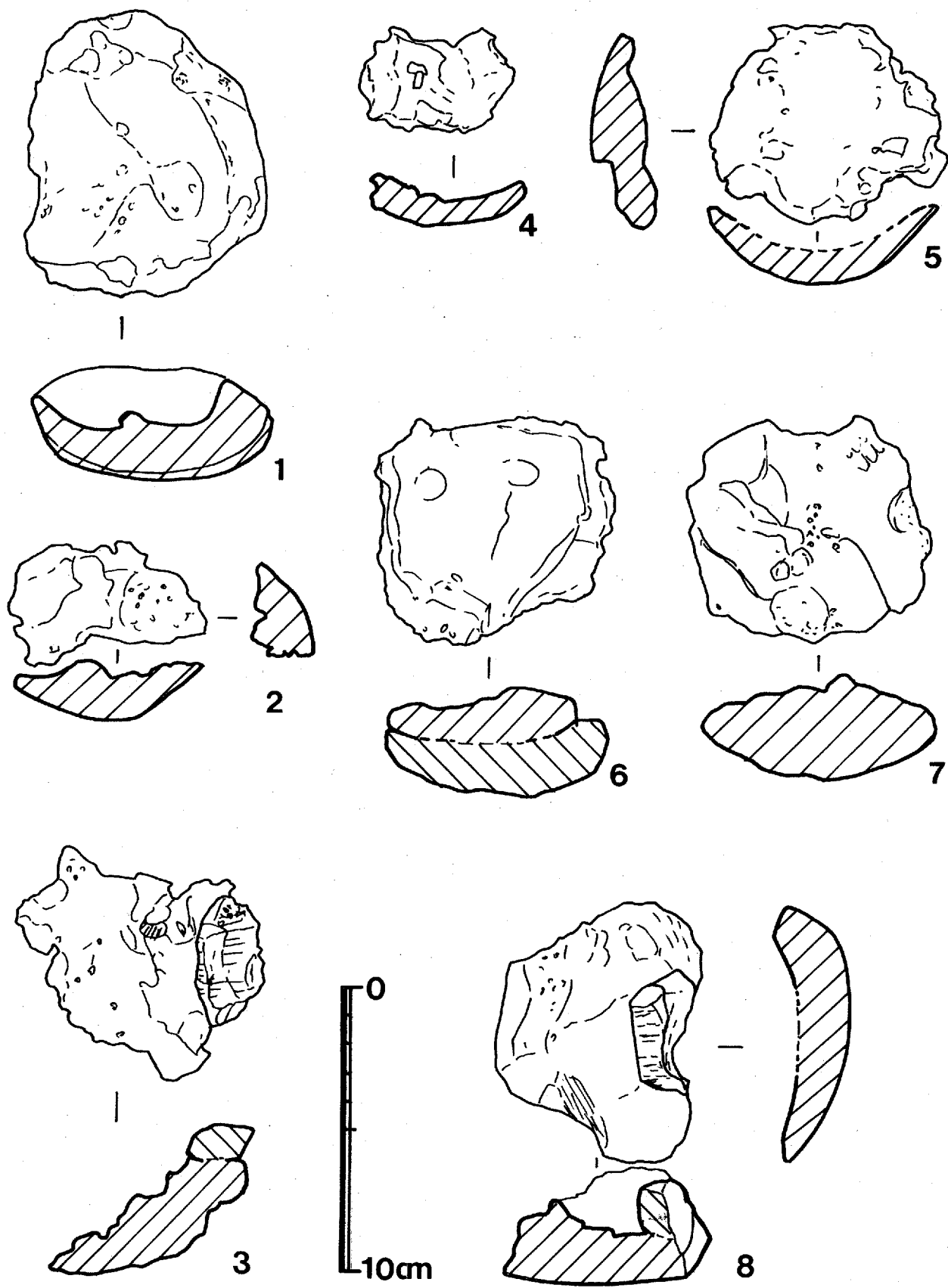
0.6～0.9 cmであるのに、もう一方は1～1.2 cmと厚い。そして厚い側は端部だけが反り返るように厚くなっている。これは端部から叩いて全体の形を長方形に仕上げた状況を示している。こうした方形板状品も素材の一部として流通していたようである。よく似た例は弥生時代中期の比恵遺跡などからも確認されている。朝鮮半島から輸入された鉄素材の一種と考えられる。

### 奈良県御所市 南郷遺跡群

南郷遺跡群は奈良盆地西南域、御所市の金剛山系東麓に広がる緩やかな丘陵地にある。一帯の圃場整備に伴って、約1km四方の範囲でトレンチ調査され、南郷遺跡、井戸遺跡、下茶屋遺跡などが確認され、多くの鉄滓など鉄製品生産関係遺物が検出された〔坂1997〕。特に南郷角田地区では鉄片、多量の鍛造剥片、ガラス滓、銀粒、鹿角製刀装具などの武器などの金属加工を窺わせる遺物が出土している。時期的に見ると、5世紀代前半を中心としており、大勢力を誇った葛城氏の本拠地であるだけに、極めて興味深い生産遺跡群といえる。なお、鉄滓については調査域全体で、16.72kgが確認されている。

ここでは下茶屋地区SB04、SB05、井戸地区第1トレンチ、佐田地区第5トレンチから出土した鉄滓（第10図-1～8）を中心に、考古学的に分析してみる。まず、下茶屋地区の鉄滓から見ていく。1～4はSB04からの一括資料である。まず、1は長さ8.5cm・幅10.3cm・厚さ2cm・重量300gの円形に近い楕円形滓である。上面は2cmの深さに窪み、外表は黒っぽいガラス質の被膜で覆われ、滑らかである。羽口の反対側の端部は上方に反り返るように立ち上がっている。外底面には厚さ2～3mmの、小砂粒を多く含む炉底土の熔融固着層が見られる。底面は緩やかなきれいな楕円で、鍛造剥片が3～4個付着している。破断面の観察では内実質で緻密である。それと、大きさの割りには重く、重量感がある。2は長さ4.3cm・幅7cm・厚さ2.2cm・重量38gである。やや小型の楕円形滓で、半月形に近い。これは割れて小さくなったものでなく、この形で完結している。というのは、最も厚みのある半月形の直線側の端部が、脳表状の凹凸が著しく、液状に流れた滓が炉底の炭に染み込んでいった様子を示しているからである。上面も凹凸が多く、底面は1～2mmの小砂粒を多く含む土の固着層が見られる。鉄分少なく、ガラス質滓といえる。3は羽口の下端が熔着した楕円形滓で、長さ8cm・幅6～7cm・厚さ2.5～3cm・重量138gである。上面は浅く窪み、ガラス質で滑らかな面となっている。下底は緩やかな外湾曲面を持ち、炉底の土が固着する。上面の端部には厚さ1.5cmほどの羽口が熔着している。この遺跡では比較的羽口の熔着する楕円形滓が多く見られる。4は表面が黒っぽいガラス質で覆われた薄い楕円形滓で、長さ5.5cm・幅3.5cm・厚さ1cm前後・重量32gである。上面には7×3mmの白っぽい砂粒状のものが熔着している。下底には炉底土の固着層が認められる。ほとんどガラス質の滓である。

5はSB05から出土したもので、きれいな楕円形滓である。径8.2cm、厚さ2cm、重量104gである。上面は全体にガラス質で覆われ、厚みのあまりない滓で



第10図 南郷遺跡群出土の鍛冶鉄滓

ある。外底面には炉底土の固着層がある。6はSD20出土の平坦に近い浅皿状碗形滓である。2層になっていて、下の滓は径8cm・厚さ2cm、上の滓は径7cm前後・厚さ2cmで、2個合わせた重量は310gである。底面には炉底土の固着層がある。破断面の観察では気泡が若干見えるが、緻密で内実質の滓である。

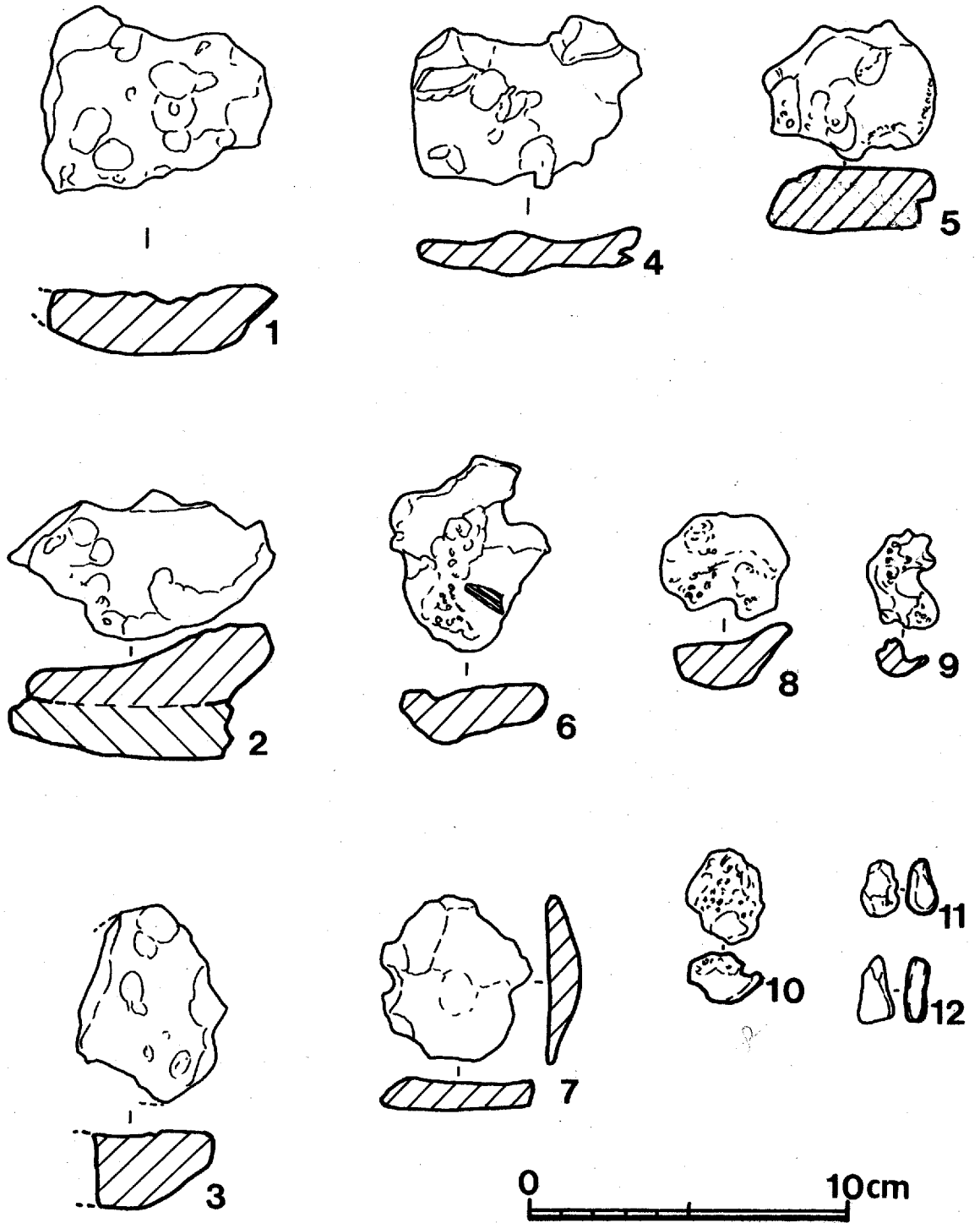
7・8は井戸地区SX02出土で、ともにきれいな碗形滓であるが、8には羽口下端が熔着している。7は径8.2cm・厚さ3cm・重量252gである。上面は少し高く盛り上がり、全体の形が凸レンズ形となっている。底面には炉底土の固着がある。8は長さ7cm・幅9.2cm・厚さ2～3cm・重量188gである。上面は羽口前面から前方に向かって、厚さを増して盛り上がっている。このため、送風が困難となり、この時点で操業を中止して、羽口の取り換えを行わねばならなかったと考えられる。底面は、羽口の延長線上は平坦に近いものの、やや上方への曲面となっているが、羽口に直交するほうはきれいな外湾曲面となっている。外底面には炉底土の熔融固着層が見られる。このような羽口と固着する例は他地区でも頻繁に見られ、たとえば、佐田地区第5トレンチの滓も羽口と熔着したもので、あまり鍛冶の作業が進まないうちに羽口先端が滓で覆われてきたため、廃棄したと考えられるものである。こうした滓は、鍛冶工程を知るための資料として最適のものではないが、羽口の設置位置をめぐる、鍛冶の発達段階を知る重要な資料となるものである。

南郷遺跡群は大半が5世紀前半代に位置付けられるが、当時の大和王権の最有力首長層を形成していた葛城氏の本拠地にあり、物部氏一族の本拠地であった布留遺跡群と同様に、おそらく、氏族内の鉄器生産工房群であったと想定できる。鉄滓のほとんどが径8～9cmの円形で、外底面に炉の形状を写したように、炉底土の熔融固着が鮮明に残されている。また、羽口との熔着鉄滓の存在から、博多遺跡と同様、羽口の設置位置にまだ不適切な状況が窺えるのである。鉄滓から見るかぎり、この遺跡群では円形の炉底を持つ鍛冶炉だけが確認されている。そして、実験で得られた碗形滓と比較検討してみると、千数百度の高温下での鍛冶工程を維持していたことが理解できる。南郷遺跡群では布留遺跡群と同様に、木製の刀装具が出土しており、武器生産を中心にした鍛冶が行われていたと考えられる。また、銀などの他の金属製品生産や、さらにガラス製品生産の痕跡も残している。したがって、この遺跡群では鉄製武器やその他の、首長層のための特別な製品の生産活動を行っていたことが窺えるのである。

#### 北九州市小倉南区 重留遺跡

重留遺跡は北九州市中南域の低丘陵上にある。この遺跡の第4地点は丘陵尾根から丘陵先端部にかかるところにあって、弥生時代中期～後期の竪穴住居10棟、貯蔵穴18基、古墳時代竪穴住居1棟などが検出された〔柴尾・木太久1998〕。この古墳時代住居は4.2×3.8mの鍛冶工房で、内部から鍛冶炉、鉄滓、羽口、砥石などが出土した。鉄滓のほか、約2kgの鍛造剥片、粒状滓が確認されている。时期的には5世紀中葉前後に位置付けられている。

第6号住居からは良好な鍛冶資料が一括して出土している。このうち鉄滓（第1



第 1 1 図 重留遺跡出土の鍛冶鉄滓

1 図- 1 ~ 1 2) には非常に興味深い資料も含まれている。1 は長さ 7.3 cm・幅 5.9 cm・厚さ 1.9 cm・重量 120 g の浅い皿状の椀形滓である。現状は多角形であるが、元来は円形の滓であろう。上面は若干窪み、ガラス質で覆われる。外底面はきれいな外湾曲面をもち、炉底の土の熔融固着層が付着している。2 は 2 個の椀形滓が重なった状態で出土したもので、下側の滓は長さ 6.8 cm・幅 3.5 ~ 5 cm・厚さ 1.6 cm で、破断面を見ると、内実質ではあるが、気泡の抜けた孔が多い、全体的にはガラス質といってよい滓である。下底には炉底土の熔融固着層が見られる。上側のものは基本的に下側のものと同じで、長さ 7.6 cm・幅 3 ~ 4 cm・厚さ 1 ~ 2 cm である。重量は 2 個合せて 108 g である。いずれもいびつな形を呈しているが、下面の状態から本来は、円形の浅い皿状に成長するタイプといえる。3 は径 7 ~ 8 cm の円形椀形滓の破片の可能性が高いものであるが、現状では長さ 6.1 cm・幅 4.6 cm・厚さ 2.3 cm・重量 65 g である。上面は平滑な面で、下底面は外湾する曲面となり、灰白色の炉底土の熔融固着層が付着する。

4 は長さ 7.2 cm・幅 5.2 cm・厚さ 0.8 ~ 1.3 cm・重量 72 g のいびつな方形の板状の滓である。全体に黒っぽく、上面には赤茶色の錆が浮き出ている。椀形を呈するものとは言えない。こうした滓が生成されたのは、炉内で椀形に固まってから取り出すのではなく、固まりきらないうちに取り出すという、工人の癖がそうした原因の 1 つに考えられる。重留遺跡ではこうした板状の滓が結構多く、きれいな円形の椀形滓の出土が少ないという特徴が指摘できる。5 もそうした特徴を持つもので、厚い板状の塊状滓である。長さ 5.5 cm・幅 4.4 cm・厚さ 2.1 cm で、重量が 58 g である。内実質で、本来ならば円形椀形に成長してもおかしくはない。6 は長さ 6.3 cm・幅 5.1 cm・厚さ 1.4 cm・重量 42 g で、外底面の一部に熔融固着土層も確認できるので、最小型の椀形滓といえないこともないが、高温下での鍛錬鍛冶工程でも、この大きさの滓が結構伴われるので、そうした一部の可能性がある。7 も同様なもので、小型ながら直径約 5 cm の円盤形をした板状品である。重量は 33 g である。

次に紹介する 8 ~ 1 2 はおそらく低温下での火作り鍛冶工程で生成されたと考えられるもので、滓があまりに小さいからか、他の遺跡であまり注意されていない資料である。8 は長さ 4 cm・幅 3 cm・厚さ 1.5 cm・重量 14 g という小塊状の滓である。これは骨を焼いたようなスカスカのガラス質というか、軽石のようなものである。9 は長さ 3.1 cm・幅 2.2 cm・厚さ 1 cm 前後の棒状で、重量は 4 g の滓である。全体が黒色の滑らかなガラス質で、気泡が多い。10 も同様なもので、外形 3 × 2.4 cm・厚さ 1.5 cm の小円礫のような滓で、4 g しかない。軽石のようで、気泡多く、黄灰色をしている。さらに小さい滓がある。11・12 がそれで、ともに長さ 1.5 ~ 2 cm・幅 1.3 cm・厚さ 0.7 ~ 1 cm の楕円小塊で、全面が光沢のあるガラス質で、重量はわずかに 1 g 前後である。これは粒状滓と呼ばれるものに含まれるが、鍛冶実験では最後の火作り鍛冶工程で生成したのと同じである。粒状滓は高温下での鍛錬時にワラ灰にまぶした鉄を叩いたときに、熔けて液状になった珪酸質が飛び散り、表面張力で丸くなったと考えられているが、実際の鍛冶実験で

はワラ灰を使用しない最終工程で多く生成された。ここでは、重留遺跡での8～12の軽石状の最小滓についても、火作り鍛冶工程で生成された滓としておく。

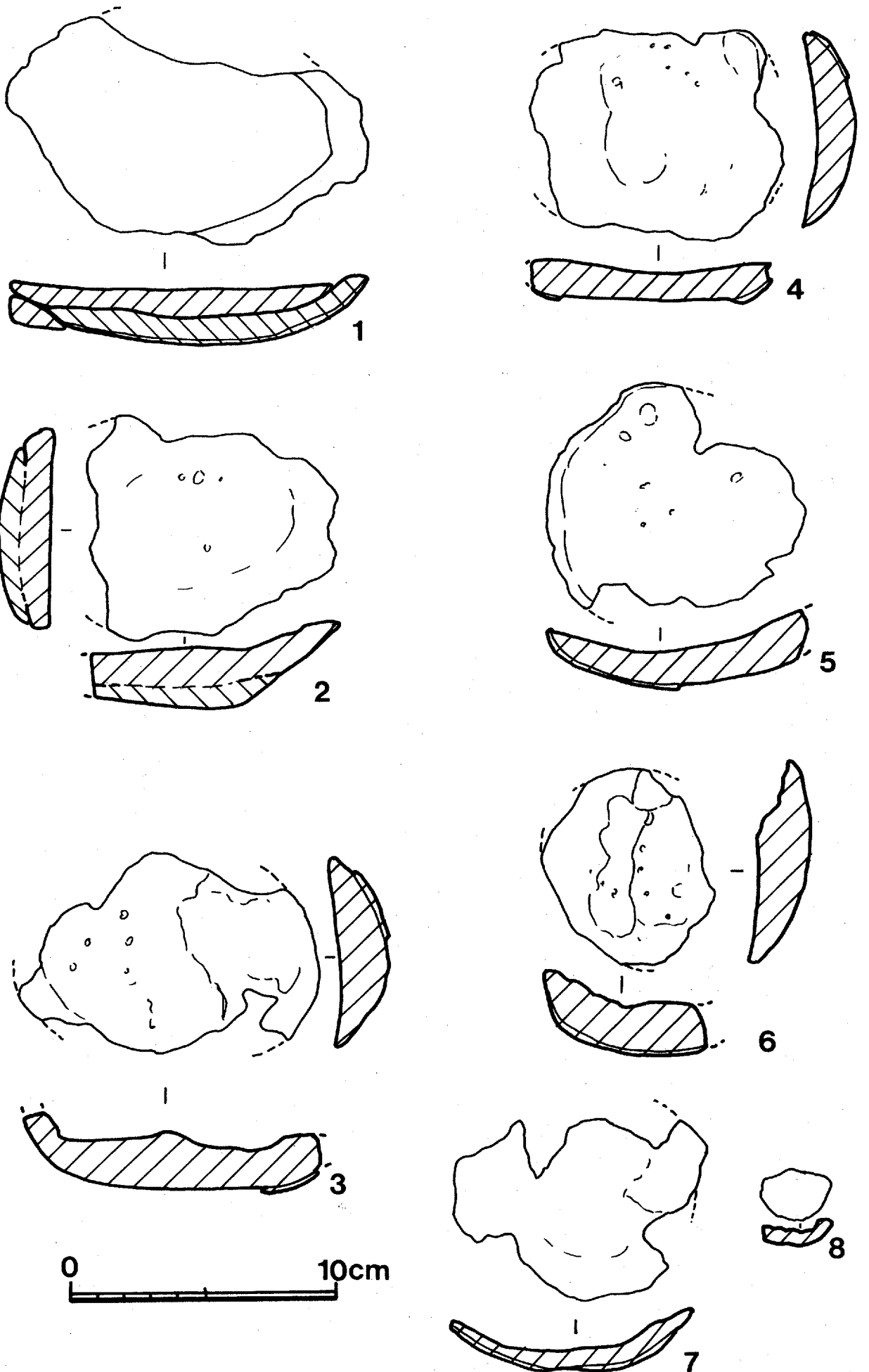
重留遺跡は5世紀中頃の鍛冶遺跡であるが、ここでは径8cm前後のきれいな曲面底部を持つ椀形滓が主体で、これから想定される鍛冶炉は比較的小型の円形ボール炉である。事実、第6号住居で検出された鍛冶炉は、出土した椀形滓の形状によく合致するものである。ここの鍛冶内容は鉄滓の大きさが、大きいものでも120gと、100gを少し超える程度で、あまり大きな鉄製品を対象にした鍛冶ではなかったと考えることができる。しかし、鉄滓の状況から判断して、千数百度の高温下での、沸しを伴う鍛冶がなされていたといえる。そして、鉄滓が羽口と熔着する例が全く見当たらない事実から、5世紀中頃になると、前述の5世紀前半の奈良県南郷遺跡群段階からさらに、鍛冶炉の仕組みが向上したことを物語っている。

### 奈良県天理市 布留遺跡群

布留遺跡は奈良県天理市に位置し、東西2km・南北1.5kmの範囲に広がる。時期的には弥生時代から古墳時代に中心があり、特に古墳時代中期に最盛期を迎える。布留川を挟んで、布留地区、三島地区、柚之内地区などいくつかの地点に分かれるが、これまでにいくつかの地点で鉄滓や羽口が出土しており、三島（里中）地区流路、柚之内地区布留大溝で多量の鉄滓が出土している〔山内1995〕。時期的にも6世紀前半代を中心としており、前者では数kg、後者では30kgという単位の出土量である。いずれも実見したが、鉄滓は、基本的な組成は両者ともに共通している。柚之内地区では6世紀前半の竪穴住居から鉄鉗が出土するなど、鉄製品生産で使われた鍛冶工具も検出されている。今回、資料を提示する三島地区では、木製刀装具類が多量に出土しており、この地区が鉄製品生産、特に武器生産の中核域であった可能性を指摘することができる。

さて、鉄滓（第12図-1～8）はFM20J-3出土例を見ると、1は長さ13.3cm・現状の幅6.5cmで、復元すれば、幅8.5cm程度・厚さ2cm・重量282.9gの、長楕円形を呈する浅い皿状の椀形滓である。これは実は2段に重なっており、2回の操業に伴う滓である。最初に生成されたものは長さ11.7cm・幅（復元）8cm・厚さ1cm・重量は不明。底面には炉底土の熔融固着層が付着する。その上面に長さ12cm・幅約8cm・厚さ1cmのほぼ同等の浅い皿状椀形滓がある。その間には炭を噛み込んでいる。この滓から判断できる炉は、炉底が楕円形を呈する浅い窪みを持つものである。2は現長9cm、復元すれば、長さ約12cm・幅8.5cm・厚さ2.5cm・重量210.8gの、長楕円形を呈する浅い皿状の椀形滓である。上面は滑らかであるが、クレーター状の気泡の抜け孔が多く開いている。底部の中央7cmには炉底土が熔融固着した、黒褐色で0.8cmのガラス質層が付着し、実質の滓の厚さは1.7cmである。3は長さ11.5cm・幅約8cm・厚さ1.9cmで、重量162.9gである。上面はガラス質でツルツルの滑らかな面となっている。底面には炉底土の熔融固着層が見られる。比較的全形が残存しているので、炉底の状況が良好に把握できる資料である。短軸方向の断面観察では、底面はきれいな放物線を





第12図 布留遺跡群出土の鍛冶鉄滓

描く曲面である。長軸方向の断面を見ると、両端は上方に立ち上がっているが、その間の長さ8～9cmの部分は平坦に近い状態を保っている。これから判断できる炉底は、長さ約10cmの水平な底を持つU字形の溝のようである。4もよく似た滓で、長さ9.6cm・幅8cm・厚さ1.3cm・重量165.4gの楕円形の浅い皿状を呈する椀形滓である。上面は暗茶褐色の滑らかなガラス質被膜に覆われ、浅く窪んでいる。外底面には炉底土の薄い熔融固着層がある。滓の底面は長さ約8cmの部分が平坦に近いが、端部では、この熔融固着層は上方に立ち上がっており、3とほぼ同様の炉底の形状を知ることができる。

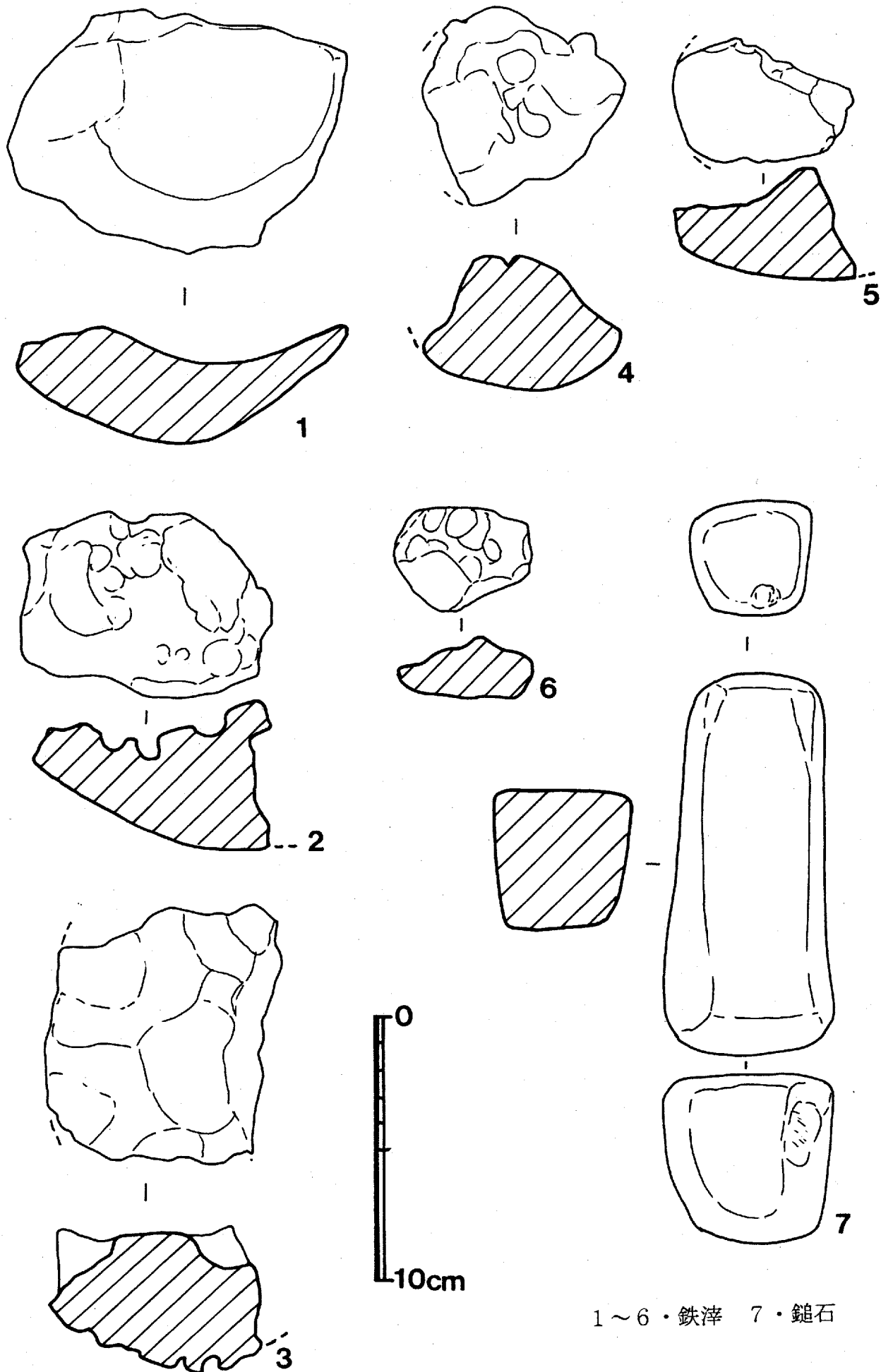
5はこれまでのものと少し異なり、ほぼ円形を呈する。径9.9cm・重量142.3gの、全体に浅い皿状の椀形滓である。外底面には炉底土の薄い熔融固着層がある。底部は緩やかに外湾する曲面で、炉底の形状を映したものである。5に近い例を見ると、6は現状径6.5cmであるが、復元径は約8～9cmで、厚さ1.6cm・重量93.8gの、きれいな椀形滓である。底面に炉底土の薄い熔融固着層がある。5よりは若干底部が丸みを帯びる。7は円形の椀形滓ではあるが、大半がガラス質で、他の滓と少し様相が異なる。径約9cmで、厚さ1cm・重量53.1gである。上面はガラス質の滑らかな滑面で、外底面には炉底土の薄い熔融固着層がある。ガラス質の滓には石英砂を多く噛み込むように含んでいるが、この理由はよくわからない。炉底の土の含有鉱物かもしれない。

8は重要な資料である。長さ2.7cm・幅1.9cm・厚さ0.5cm・重量3.2gの塊状滓である。全体がガラス質で滑らかな表面となっている。表層の薄膜が剥げた部分では、内部は気泡の多いことが分かる。こうした資料は布留遺跡群では結構多くあって、これらは鍛冶実験の際の、火作り鍛冶工程で生成した滓に非常に近似したものである。

ところで、鉄滓全般を通して指摘できることは、羽口と熔着した滓がほとんど確認できないことである。初期の段階、たとえば博多遺跡などの例ではかなりの椀形滓が羽口の下底に熔着している。5世紀前半段階の南郷遺跡群でもまだ、いくつかの例が存在していた。これは羽口の設置方法に問題があったためと見られるが、6世紀段階の布留遺跡群ではすでに解決した問題のようである。依然として滓の底部には、炉底土の熔融固着層が認められる。

#### 岡山県総社市 窪木薬師遺跡

窪木薬師遺跡は総社市の北東部の沖積平野に営まれた、弥生時代から中、近世に至る複合集落で、古墳時代中、後期層に鍛冶関係遺構が含まれる。中期では竪穴住居-11・13から鍛造剥片、鉄滓、鉄ていなどが出土している〔島崎1993〕。いずれも鍛冶炉などの遺構は検出されていないが、出土土器から5世紀前半に位置付けられ、この頃から鍛冶の集落を形成したようである。鍛冶の主体は6～7世紀代で、調査区内の住居跡群のうち、西半が6世紀前半期、東半が6世紀後半期～7世紀前半期に位置付けられる。いずれの住居跡でも鉄滓、羽口、鉄製品などが検出されたが、鍛冶炉などの鍛冶遺構は主に後者から検出された。鉄滓は全域から16



1~6・鉄滓 7・鋸石

第13図 窪木薬師遺跡出土の鍛冶鉄滓

5kgもの量が出土したが、その90%は後者の住居跡群からの出土である。

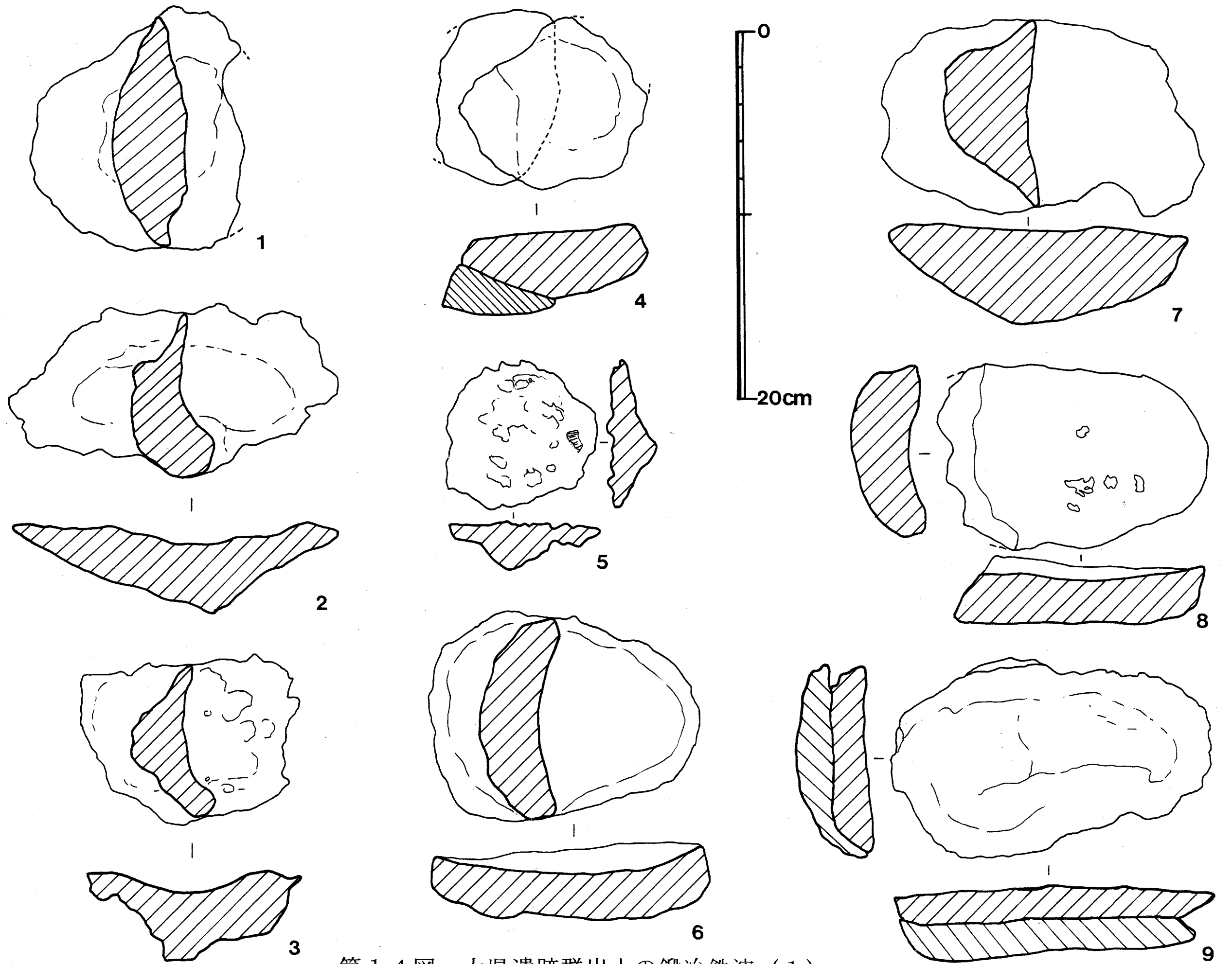
この遺跡では典型的な椀形滓が数多く出土しているが、厚みがあって、重量もかなり重いものが多い。今回紹介する鉄滓（第13図-1～6）は、M区で検出されたものである。1は長さ12.7cm・幅9.3cm・厚さ3.1cm・重量664gの、楕円形を呈する椀形滓である。上面は全体に窪んでいるが、一方が高く盛り上がっている。底面は長軸の長さ一杯のきれいな外湾曲面となっていて、炉底の形状を映しているといつてよい。2は長さ9.5cm・幅7cm・厚さ4.6cmで、重量は454gである。長軸で見ると、きれいな椀形を呈するが、丁度半分あたりで割れている。破断面は非常に緻密である。上面は大きな凹凸があり、ガラス質の膜で覆われていて、表面は滑らかである。底面は1と同様にきれいな外湾曲面となっていて、炉底の形状を映している。底面には炉底土の熔融固着層が付着する。3は現状では方形を呈しているが、もともとはもう少し円形に近い形状を持っていたかもしれない。長さ9.6cm・幅9cm・厚さ中央で5.2cm、周辺は3.5cmである。重量588gの椀形滓で、上面の中央部は瘤状に高く盛り上がっている。下底はこれまでの椀形滓と同じ外湾曲面を持ち、波打つような凹凸がある。炉底土の固着が見られる。4は3によく似るが、円形の椀形滓といえよう。径約8cmに復元できる。厚さは結構あって、中央で5cmもあって、重量286gである。底面はきれいな外湾曲面をもち、炉底土の熔融固着層が見られる。5も破片ではあるが、厚みのある椀形滓である。長さ6.8cm・幅4.8cm・厚さ中央で4.2cm、周辺で2.5cm・重量150gである。6は小型の滓で、長さ5.1cm・幅4cmの楕円形の塊状滓で、厚さは2～2.5cm・重量20gである。全面が滑らかで、ガラス質で軽い。1から5までの椀形滓とは鍛冶の工程が異なる可能性が高い。

窪木薬師遺跡で注目されるものに、長さ14.5cm・上面幅3.7cm・下面幅5cm・厚さ5cmの方柱状の石材（第14図-7）がある。重量は970gである。断面の大きいほうを下位とすると、その下面はほぼ6cm四方の平坦な面となっていて、一部に浅い敲打痕を持つ。この石材は砥石として使用されたのか、それとも錠石として、鍛錬に使われたのか現状では判断できないが、全体の様子では錠石の可能性が高い。

### 大阪府柏原市 大泉遺跡群

大泉遺跡群は、大和川が生駒山地と葛城山地の間を、大阪平野に流れ出てすぐの右岸に位置する〔竹下1984・北野1988、1989〕。生駒山地の西山麓の平野に営まれた、この大規模な鍛冶集落は5世紀代から7世紀代まで継続し、一部は奈良時代に及ぶ。その後は大和川を挟んで南側の田辺遺跡に移る。大泉遺跡群は北から平野遺跡、大泉遺跡、大泉南遺跡、太平寺遺跡、安堂遺跡の5遺跡で構成されていて、約500m四方の範囲にある。鍛冶集落は主に、6世紀代から7、8世紀頃までに集中して操業していて、以下に紹介する鍛冶関係遺物はその時期のものである。

鉄滓（第14・15図-1～15）は大泉南遺跡F区SD-1下層、宮の橋地区、安



第14図 大泉遺跡群出土の鍛冶鉄滓(1)

堂遺跡安堂武道館地区などから多量に出土している。

まず、F区SD-1下層出土鉄滓から紹介する。1は長さ13.8cm・幅12cm・厚さ5cmの円形に近い形状の椀形滓で、一部を欠失する。重量は996.2gで、大きさの割には重量感がある。上面の中央にはガラス質の高まりがあるが、周辺部は平坦に近く、底面は丸くきれいな曲線を描いて、外湾する。外底面には土の熔融固着が見られる。2は長さ18cm・幅10cm・厚さ4cmで、重量は617gである。大きさから見て、少し軽い感じを与える滓である。長めの椀形滓で、上面は全体に薄いガラス質の被膜で覆われ、片側は一段高く盛り上がり、長軸方向に長く窪みがある。破断面で観察すると、気泡は見られず、内実質の滓である。外底面には土の熔融固着がある。滓の底面の状況を見ると、細長い炉である可能性が強い。3は長さ10.8cm・幅9cm・厚さ4cmの椀形滓で、重量は389.7gである。上面は浅く窪み、全体にガラス質滓に覆われる。全体に隅丸方形を呈し、炉の底部の形を転写した椀形滓といえる。気泡の抜けた穴が多く目立つ。滑らかな凹凸が多い。底面は中央が瘤状に1~1.5cmほど飛び出し、その周辺の少し窪んだ部分には炭の噛み込みが多い。飛び出した部分のみに土の熔融固着が見られる。

4は2段重ねの状態になっている椀形滓で、上部に重なる滓は長さ11cm・幅9.5cm・厚さ3.5cm、下側の滓は長さ10cm・幅7cm・厚さ2.5cmで、2つ合わせた重量は685.3gである。両者ともほぼ円形の滓であり、両者ともに椀形となっている。この滓は要するに、下側に底が平坦に近い滓があり、それを除去しないうちに次の鍛冶作業を始めたため、次の滓が上に張り付いた形になっているのである。下側の滓だけでなく、上部の滓の底部の一部にも土の熔融固着が認められるので、下側の滓が炉底に溜まった後、その上を通過して、羽口と反対側の向こう側の炉の斜面まで流れて堆積したようである。工程の1回の作業量が少ないのか、あるいは炉自体が小さいのか判断が難しいが、この区域から出土する滓としては、径が10cm前後の小さい滓が多い。

同じ調査年度の別の調査区では、5のようにさらに小型の椀形滓が検出されている。E区7層では拳大のものが多く、小型であるが、いずれもきれいな椀形滓である。いずれも表面がガラス質に溶けて、滑らかな被膜に覆われ、その下はスカスカの状態である。軽いものが多い。破断面がきめ細かな内実質のものは若干重いが、数量的に少ない。5は長さ8cm・幅7.2cm・厚さ2.5cm・重量178.1gの、ほぼ円形の椀形滓である。上面は滑らかな面となっているが、凹凸がある。ガラス質の部分や黄色く錆のついたところもある。底面は直径3.5cm・高さ1.5cmの部分が円錐形に飛び出ている。この滓は全体の状態、大きさなどから見て、鍛錬でも火作りに近い温度で生成された可能性が強い。

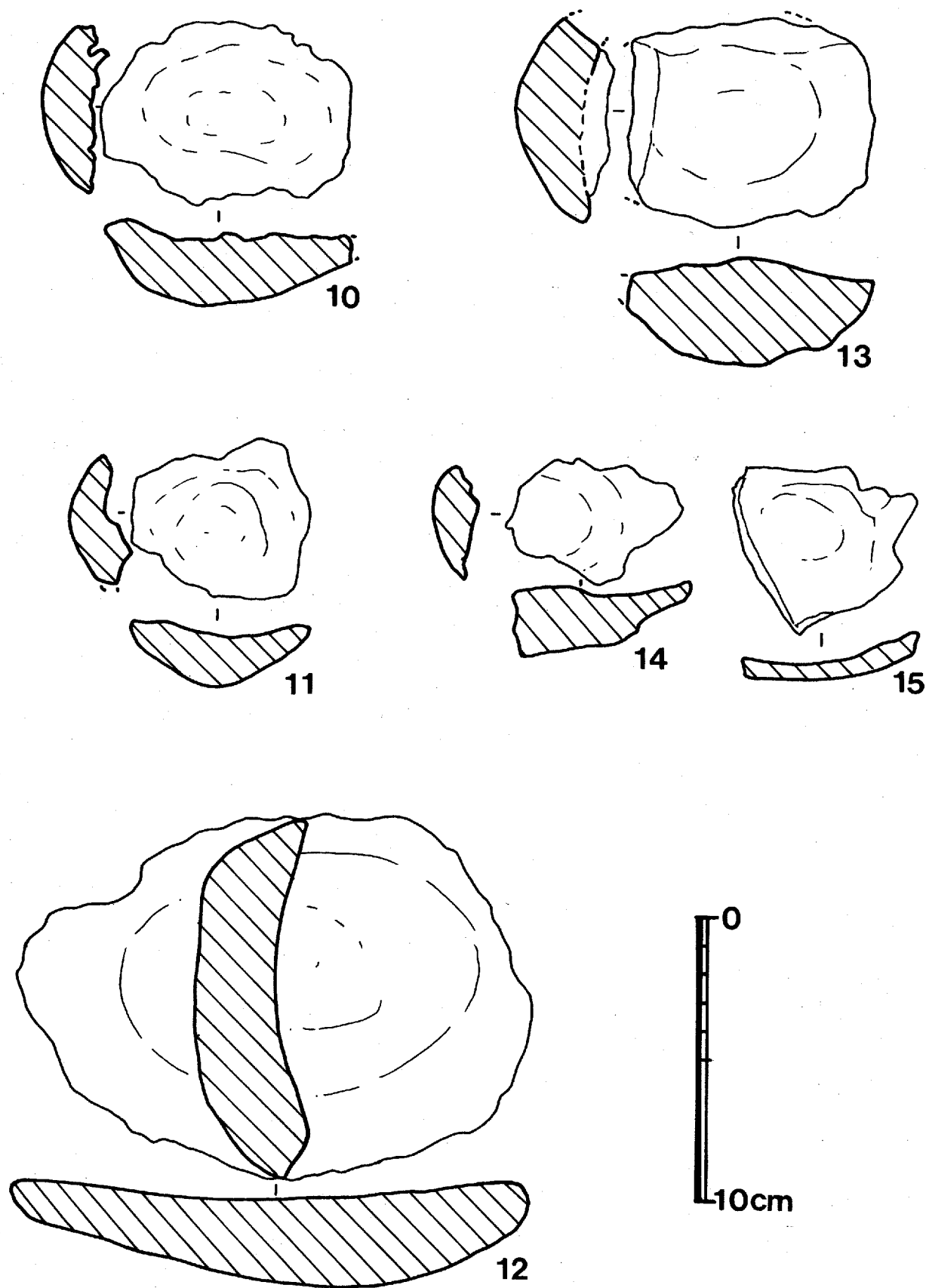
次に宮の橋地区T-3の例を見る。6は長さ14.5cm・幅11.5cm・厚さ3cmで、重量は1.172kgの大型の椀形滓である。厚さは平均していて、全体が厚めの皿のようである。上面は約1cm窪み、底面もそれに一致する形できれいな曲線で外湾している。炉底の状況は円形のボール炉形ではなく、平坦に近い緩やかな曲線の楕円形底を持つ炉と考えられる。7はT-6で検出されたもので、長さ18cm・

幅10.6cm・厚さ7cmの大型で、重量も1.308kgある。上面に炭を少し噛み込むが、ほぼ平坦で、流動滓状に全体が滑らかな面を持っている。特徴的なのが底面で、短軸の断面は船底状の逆台形を呈する。一方、長軸の断面はほぼ真ん中で最も厚みをもつ形態で、これから想定できる炉底の形状はこれまでに見られなかったものである。底面には炉底の土の熔融固着層が見られるので、この底面の状態が炉底を反映するものと考えられる。8はT-7で検出された椀形滓で、これも大型の範疇に入るものである。長さ14.6cm・幅10.6cm・厚さ3cmで、長楕円形を呈し、重量は1.177kgである。長軸の一方の端部が欠失しており、元来はもう少し大きい滓であったようである。T-3出土の椀形滓によく似たもので、上面には約1cmの浅い窪みがあり、底面もそれに対応する形できれいな曲面となっている。ただし、短軸方向が緩い傾斜の曲面であるのに対して、長軸方向ではほぼ平坦に近い状態である。底面には炉底の土の熔融固着層が見られるので、この形が炉底を表しているとは判断してよかろう。そうすれば、この滓を生成した鍛冶炉は円形ボール炉形ではなく、少し楕円形をなすものであったと考えられる。

宮の橋地区で確認された椀形滓の共通した特徴は、大型で重量もあるもので、しかも全体形が長楕円形である。このことから、この地区における鍛冶炉は円形ボール炉ではなく、長楕円の形を持つものが想定復元でき、何らかの特殊な用途の鍛冶がなされていた可能性を指摘することができる。それと、博多遺跡など、弥生時代から古墳時代初頭の椀形滓が比較的平坦に近い底面を持ち、しかも羽口に熔着した例の多いことを、これまでに見てきた。ところが、大県遺跡では、全体に浅い皿形の平坦に近い椀形滓であっても、羽口に熔着する例がほとんど知られていない。このことは鍛冶技術の進展を考えるうえで、実に示唆的である。

宮の橋地区と同様な例を出土する安堂武道館地区を見てみる。ここには興味深い大型滓がある。9は長さ17.6cm・幅10.2cm・厚さ4cm・重量1.154kgである。実はこの滓は2段構造になっている。つまり、2回の工程で生成した滓が重なり合っている。ほぼ同等の滓が重なり合っている状況は、ほとんど同じ内容の鍛冶作業が間を置かず連続してなされていたことを物語っている。最初に生成された滓は短軸方向の断面で観察できるように、幅約9cmに亘る、ほぼ平坦な炉底から急に立ち上がっている。炉底には土の熔融固着が観察できるので、これも炉底の形状を表すものと理解できる。そうすれば、前述した宮の橋地区の楕円形の炉底を持つ炉が、宮の橋地区だけのものでなく、ここでも操業していたことが分かる。したがって大県遺跡群では、他の多くの鍛冶遺跡で操業していた小型のボール炉での鍛冶だけでなく、特殊な鍛冶工程がかなり安定した形で存在していたと考えてもよさそうである。大県遺跡群内の複数地区では、この鍛冶工程における鍛冶炉や椀形滓の在り方から見て、かなり不純物の混在した原料を使った卸し鉄の生産、つまり精錬鍛冶がなされていた可能性を指摘しておきたい。

安堂武道館地区でもG区においては、もう少し異なった鍛冶操業がなされていたようである。10は長さ8.4cm・幅6.5cm・厚さ2.5cm・重量174.5gの、円形に近いきれいな椀形滓である。上面には細かな凹凸があるが、底面は炉の底面



第15図 大県遺跡群出土の鍛冶鉄滓（2）



形を反映した外湾曲面となっている。底面には炉底の土が熔融固着している。11も同様な例で、長さ6.2cm・幅5.3cm・厚さ1~2cmで、90.9gの重さがある。上面は浅く窪み、底面はそれより少し強い角度をもった外湾曲面となっている。底面に炉底土の熔融固着層が付着する。この地区では大型滓は見られず、この小型の軽い滓が多く出土している。宮の前地区などで見られた大型滓とは全く異なる小型滓で、いずれも円形に近い炉底の形状を映し取った、径6~9cmにピークを持つ、直径10cm未満の滓である。もちろんこの小型椀形滓から復元できる炉形は小型のボール形炉である。

この他、大県遺跡群では1984年度調査のB区において、12に示すような長さ18cm・幅13cm・厚さ1.5~3.5cm・重量1.359kgという大型椀形滓が出土している一方、13のような長さ9cm・幅7.5cm・厚さ3cm・重量270gの小型椀形滓も伴出している。これは直径10cm程度の、他の地区でも多く見られるタイプのものである。したがって、このB区では2タイプの炉がほぼ同時に操業されていた蓋然性が高い。この他に1984年度調査では、R-26区では14に示すような、長さ5.6cm・幅5.5cm・厚さ1.5cm・重量39.1gで、破断面をみるとガラス質の、気泡が抜けたスカスカ状態の軽い椀形滓もある。R-11区では15のような長さ6.5cm・幅5.8cm・厚さ7mmで、上面がガラス質滓の、銀灰色にツルツルに光っているものがある。これは、底面に炉底土の熔融固着層があって、鉄滓というよりは羽口や炉底土が熔融して炉内面に流れたもののようである。

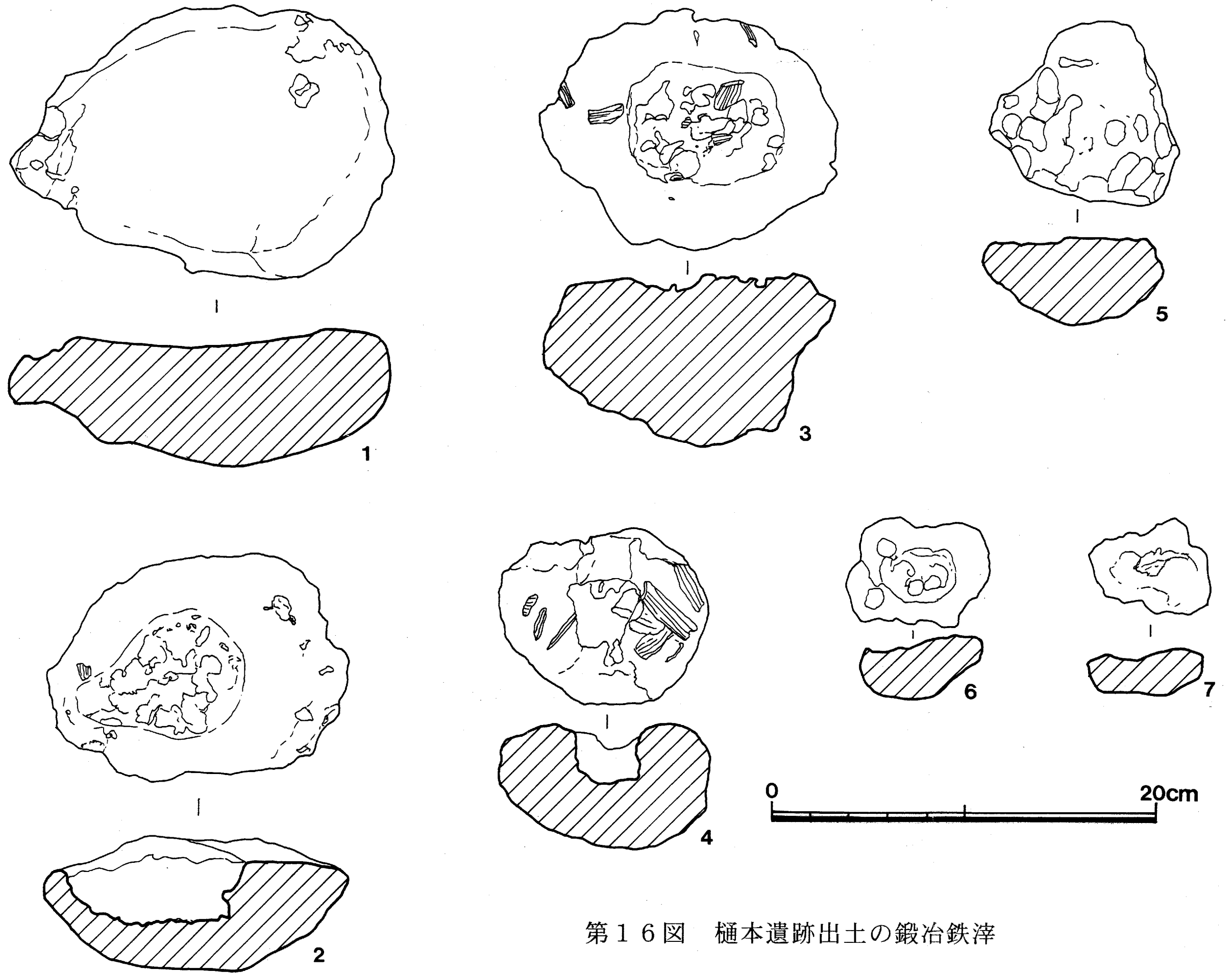
### (3) 中世~近世の出土鉄滓

#### 岡山県総社市 樋本遺跡

樋本遺跡は総社市の南部、高梁川の左岸の沖積平野にあって、弥生時代から中世までの複合集落で、鍛冶関係の遺構は中世層に含まれる〔高畑1987〕。C-区で17基の鍛冶炉や鉄滓、羽口などの遺物が多量に検出された。鉄滓は全体で300kg近い量が検出されている。鍛冶関係遺構は共伴して出土する土器類から13~14世紀頃とされている。

樋本遺跡の鉄滓(第16図-1~7)は、これまでに見てきた古代における鉄滓資料との比較材料として重要である。つまり、鉄滓に見る鍛冶技術が大きく変化を見せ始めるようなのである。そのことは、この時期に中国地方において、製鉄炉の構造的熟成、送風装置の改良で、製鉄産業が大きく進展してきたことと大いに関わっている。生産鉄の大幅な増加は、その精錬処理にこれまでにない鍛冶技術が要求される。鍛冶技術の大きな変化がどのような形でなされたのかを、鉄滓の示す変化で探してみる。

まず、C-2区出土の椀形滓を見ると、1は長さ20cm・幅14cmの楕円形を呈し、厚さは6.3cmで、重量は実に2.563kgもある大型の椀形滓である。上面は浅く窪み、滑らかな面となっている。下面は約17cmの部分が、緩やかな傾斜角の曲面となっていて、炉底の形状を映したものと考えられる。ツルリとした底面で、小さな気泡が多く見える。ここで注意しておきたいことは、滓の外底面に古墳時代



第16図 樋本遺跡出土の鍛冶鉄滓

頃までに特徴的に観察できた、炉底土の熔融固着層が全く見られないことである。むしろ、炭の噛み込みや脳表状の小さなしわとなった凹凸が観察できるのである。これは炉の構造の大きな変化で、送風の衝風で炉底の敷き炭が飛ばされないほどに、炉底が深くなったことを示している。つまりカーボンベッドが厚く作られているのである。滓の長軸の一方が尖り気味に細まっているが、この部分は滓がトロトロに溶けて、下方に垂れ下がったようになっている。この部分が羽口の下位にあたる場所である。とすれば、溶けた滓は横に広がらずに、羽口の前面に長く押し流されていったということになる。比較的流動性の高い滓が形成されたことを示す。C-2区のもう1つの例は2に示すもので、これは長さ16 cm・幅11.3 cmの楕円形で、厚さ5.5 cm・重量1.191 kgである。上面は一方の端部に近く、9×6.5 cmの瓢箪形の深さ3.5 cmほどの窪みがある。所々にワラ状の植物の焼き付き圧痕が、炭の噛み込みと同様に見られる。底面は最下底の6 cmほどが直線的に平坦であるが、16 cm幅一杯に緩やかな傾斜角の曲面となっていて、炉底の形状を示す形となっている。1と同様に炉底土の固着は見られない。

次に67土坑の例を見ると、ほぼ同様なものがあるが、炉底の形状に差が見られる。3は長さ15.5 cm・幅12.5 cmの楕円形で、厚さが8.5 cmもあり、重量は1.782 kgである。上面は中央が少し窪み、ワラ状の植物、炭が付着している。樋本遺跡ではこのような、ワラ状の植物や木の葉が多く付着している状況の滓が多く、この意味についてはよく分からないが、燃料にこのような植物質を混在させていたのかもしれない。底面は尖り底になっていて、かなりの傾斜角の曲面となっている。C-2区の滓とは形状が異なり、地区によって異なった形状の炉による操業が想定できる。4は11×9.3 cmの、ほぼ円形の碗形滓で、重量は646 gある。上面は中央の径3.5 cmばかりが3 cmの深さに窪み、内部に木の葉が原形を保って付着している。上面には幅0.5~1 cmのワラ状物が付着している。底面は直径11 cmほどの半球形を呈して、炉の形がボール形と判断できる。5はきれいな円形に近い碗形滓で、径9.3 cm・厚さ4.6 cm・重量465.6 gである。上面は平坦で、細かな凹凸がある。外底面は半球状の炉底を映した形である。細砂や薄緑色に焼けた土が薄く付着している。

これらの形状の碗形滓は、高温下での沸し鍛錬鍛冶の工程に伴うことが実験結果でも分かっている。大型鍛冶炉で極めて大型の碗形滓を生成しながら精錬鍛冶を行っていた樋本遺跡でも、そうした鍛錬鍛冶も、並行して操業されていたことが分かる。このような半球形の滓を生成する鍛冶炉は円形ボール炉と考えられ、そのことは5のような滓の炉底の形状からも知ることができる。6・7もそうした滓である。6は長さ7.3 cm・幅5.7 cm・厚さ約3 cmの楕円形の碗形滓で、重量は133.8 gである。上面が少し窪み、底面は炉底の形状を映す皿状の曲面を呈する。内実質である。7は6と同様なものであるが、全体にガラス質で、軽い。長さ6.2 cm・幅4.9 cmの楕円形で、厚さ1.5~2 cm・重量56.6 gである。底面には炭の噛み込みが確認できる。これらはいずれも円形ボール炉で生成されたもので、大型の精錬鍛冶炉で生成された滓の可能性は低い。

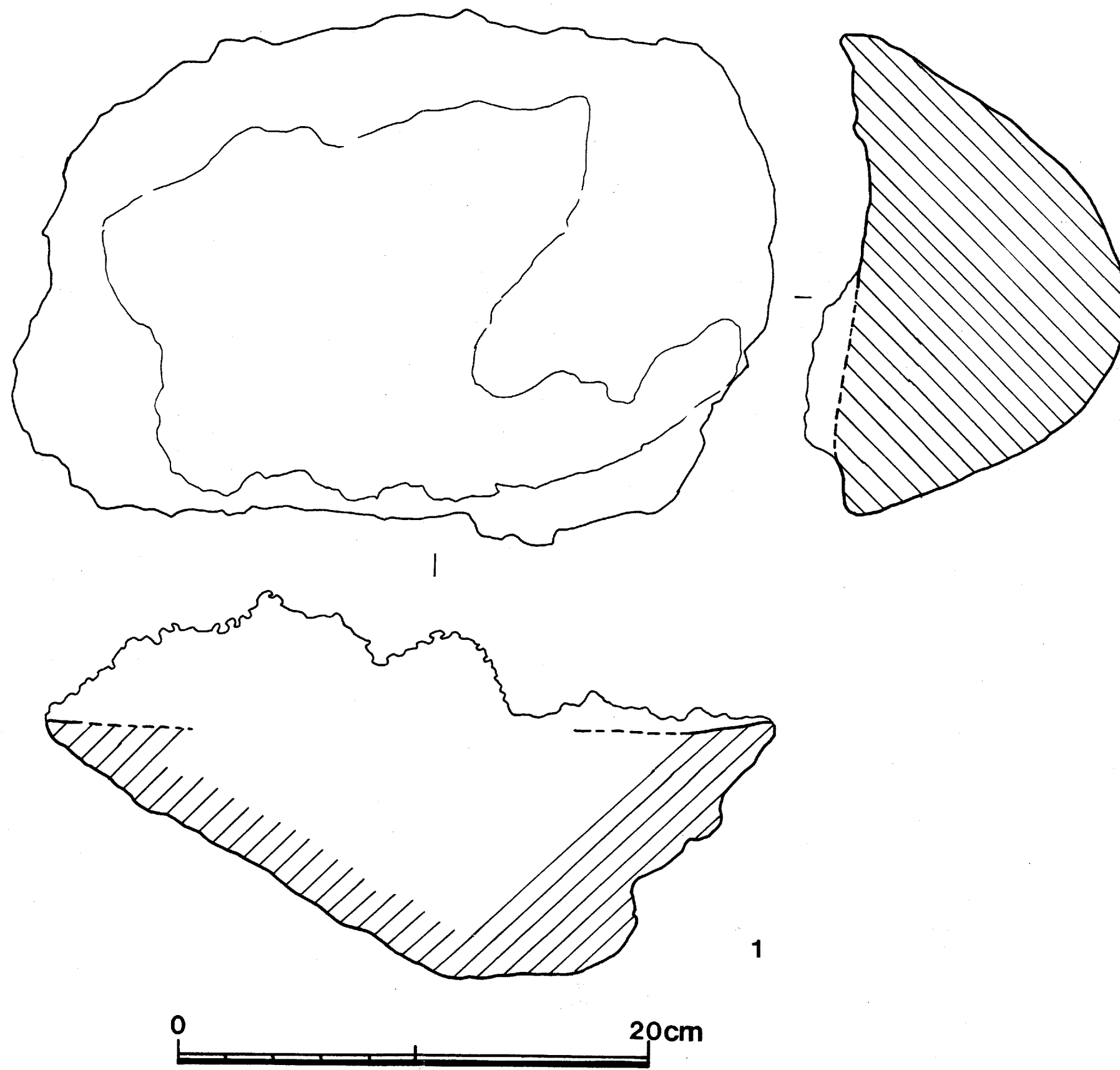
樋本遺跡は鉄滓で見ると、大きな技術的な転機を経験していると考えざるを得ない。それは、古墳時代以前には見ることでできない1kgを超え、数kgの単位の大型椀形滓の存在から知ることができる。精錬鍛冶の実験では、一度に2～3kgの原料鉄から1.475kgの椀形滓が生成されているので、これを参考にすると、2.563kgあるいはそれ以上の椀形滓を出土している樋本遺跡では、5kg前後の原料鉄が精錬されていたことになる。これらの大型滓はC-2区で集中的に検出されており、他地区ではあまり見られず、むしろ円形ボール炉で生成された直径10cmまでの小型椀形滓が多く出土している。このことから、樋本遺跡では精錬鍛冶が行われた地区と、鍛錬鍛冶の行われた地区が分離されていたことを物語っている。

鉄滓から見ると、精錬鍛冶炉は鍛錬鍛冶炉よりかなり大型で、炭の消費量も炉の規模に比例するので、操業の場が分業化していったと考えられる。精錬鍛冶炉が鍛錬鍛冶炉から分離したことは椀形滓の底面の形状に如実に示されている。滓の底面に炉底土の熔融固着層が認められないようになり、それに変わって、脳表状の細かな凹凸が出現してくる。これは鍛冶炉の深さを深くし、厚い炭の層を置き、保温効果を高めたことによる。このことによって、多量の原料粗鉄を一度に半熔融して、錬鉄を生産できるようになったのである。一方鍛錬鍛冶は連綿と続く円形ボール炉で行われ、一部には依然として、炉底の土の固着した滓も見られるのである。

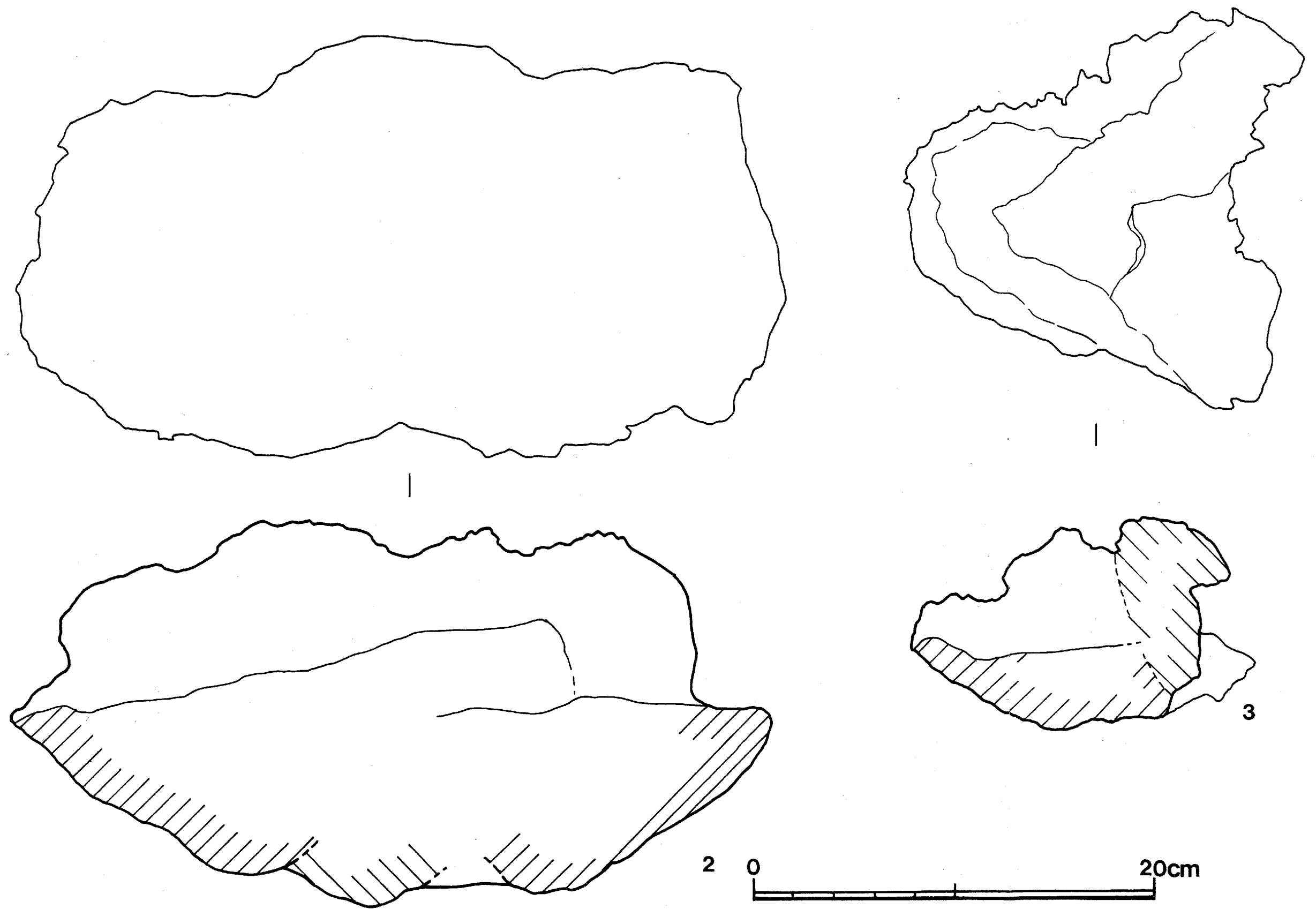
#### 広島県東城町 野田ケ丸大鍛冶屋遺跡

近世以降、たたら吹き製鉄が技術的に完成し、鉄生産が大幅な生産量を誇るようになる。これに対応して、精錬技術も完成の域に達する。大鍛冶と呼ばれる精錬技術である。これは基本的には伝統的な卸し鉄の技法で、要するに高温状態で大量の粗鉄を精錬して錬鉄にすることである。ここでは明治時代から大正時代にかけて、操業していた鍛冶屋遺跡〔安間ほか1993〕の椀形滓（第17・18図-1～3）を紹介する。1は長さ32.5cm・幅21.3cm・厚さ12cm・重量9.14kgという大型滓である。上面は長楕円形を呈し、全体に少し窪むが、中央から一方の端部にかけて、コーンフレイクを何枚も重ねたような薄い膜状の滓が盛り上がっている。短軸方向の断面では左右対称のU字形を呈するが、長軸方向の断面は、中央を境に片側は緩い傾斜角を持ち、もう一方は急角度で立ち上がっている。この在り方から羽口が長軸方向に設置されていたことを想定させる。2は長さ38cm・幅19cm・厚さ18.5cm・重量11.37kgである。これは全体をよく観察すると、2個の大型椀形滓が重なっている様子が窺える。

3は少し小型の精錬滓である。長さ16cm・幅5～19.8cm・厚さ10.6cm・重量2.167kgで、上面形は三角形を呈する。実際の内実質の滓は厚さ3cmで、その上部に6cm以上の高さにコーンフレイク状の薄膜が盛り上がっている。大鍛冶炉の精錬操業では、1・2のような超大型の滓だけでなく、この程度の滓も生成されていることに注意しておく必要がある。1・2のような超大型滓は、原料となる粗鉄をどの程度精錬しているのかということであるが、倭国一氏によれば、1回の工程で、約30kgの粗鉄を精錬していたようで、9～10kgという超大型滓は30



第17図 野田ヶ丸大鍛冶屋遺跡出土の大鍛冶鉄滓(1)



第18図 野田ヶ丸大鍛冶屋遺跡出土の大鍛冶鉄滓(2)

kg前後の粗鉄を1つの目安と考えておきたい〔俵1933〕。

## 第2節 出土鉄滓から見た鍛冶技術の発達

ところで、古代の鉄製品生産において、理想的な技術のサイクルが確立していたと錯覚し、製錬鉄→精錬→鍛錬と順序よく鍛冶工程が流れ作業的に行われ、理化学的分析法でこれは精錬鍛冶滓、これは鍛錬鍛冶滓と分類してみても、そのもとになる技術が理解されていないと訳の分からないことになってしまう。特に精錬の場合、精錬という工程とそこに使われる技法が明確にされていないと、そうした危険をはらみ続けることになる。たとえば、沸しを伴うほどの高温下で鍛錬鍛冶を行ったとき、生成された鉄滓の上面が薄い被膜状の鉄で覆われることがある。これは高温下で一部の鉄が熔け、滓に移行したからである。この鉄を、滓を小割りして取り出し、一定量を集積しておき、必要に応じて卸して不純物を取り除き、一塊の鉄塊に仕上げる。これも精錬なのである。職人世界では無駄を極力避け、再生できるものは徹底的に利用するのが普通である。このような工程の扱いは全く明確に扱われていないのが実情である。そして、精製された後の鉄塊、ズクや錬鉄もまた、脱炭、浸炭のために卸し技法で調整される。これも精錬に含まれる場合がある。筆者はこれは調整鍛冶として、精錬とは分離すべきであると考えるが、現状では精錬の内容についての理解が一貫しておらず、混乱している状況にある。理化学的に分析して、杓子定規に古代の技術を一定の枠に限定してしまうと、それからはみ出す例外はあり得ないこととして排除されかねない。基本となる鍛冶技術をしっかり把握することが重要である。わが国においては精錬工程には基本的に、卸し技法が採用されていたことを共通認識としておく必要がある。そして、その卸し技法は精錬以外の鍛冶作業にも利用されていることを知っておかねばならない。

### (1) 鍛冶工程と鉄滓

さて、鍛冶工程ごとに鉄滓が生成されるわけであるが、どのような工程で生成されるのかを、鍛冶実験で得られたデータと合せて考えてみる。実際の鍛冶工程で想定すると、精錬鍛冶滓、調整鍛冶滓、鍛錬鍛冶滓の生成される可能性のあるのは次の7つの場合が考えられる。

- (1) 粗鉄を卸し鉄技法で精錬するときに生成される。
- (2) 高温下で行った鍛錬鍛冶で生成された滓を、再精錬するときに生成される。
- (3) 精錬された鉄あるいはズクを卸し鉄技法で調整するときに生成される。
- (4) 精錬された鉄を沸し技法で折り返し鍛錬して、鉄素材に仕上げるときに生成される。
- (5) 鉄素材をさらに沸し技法で折り返し鍛錬して、製品に加工するときに生成される。

(6) 鉄製品を修理するときに、鍛接を必要とするような高温下作業時に生成される。

(7) 鉄素材あるいは鉄製品を単に加熱鍛打だけするような作業時に生成される。

(1)~(3)は基本的に卸し鉄技法を使っての鍛冶作業で、鍛錬は伴わない。したがって、鍛造剥片は発生しないわけで、鉄滓の中に鍛造剥片が混在することはない。滓の形態は碗形となる。(1)・(2)が精錬鍛冶滓と呼ばれるもので、一定の時間内に継続して、一時に精錬の作業を行うため、比較的大型の滓が生成され、重量もある。(3)が調整鍛冶滓で、実験でも判明したようにほとんど生成されないことが多い。(4)~(7)は鍛錬と呼ぶ鍛冶工程で、特に(6)までが刀工が現在も保持する「沸し付け」と呼ぶ技術が必要とする。沸すとは文字通り、鉄を加熱してグツグツと沸すことからきており、実際、沸しの作業では炉内で鉄がジュークジュークと音を立てて煮立っていて、沸しを実感できる。

ところで、折り返し鍛錬を行うとき、折り返し面同士が完全に鍛着しないと、製品が出来上がった後、ひび割れが生じたり、ひどい場合には裂け目が入ったりする。このため、現在では硼砂という鍛接剤を使って、比較的低い温度で鍛接を行っている。硼砂は鍛接面の熔融温度を低下させ、酸化面を溶かし、鉄の表面をきれいにして、鉄どうしが鍛着しやすくする働きを持っている。鍛冶の世界で魔法の薬と呼ばれる所以である。ところが、この鍛接剤は近代になってから使われ始めたもので、それ以前は何らかの鍛接剤を使っていたか、全て沸しの技法を使って、鍛接していたと考えられる。古墳時代中期頃には何らかの鍛接剤の存在が考えられるが、ほとんどの場合、沸し技法が使われたようである。この技法は鉄表面を半熔融の状態にして、確実に鍛着させるのであるが、同じ炭素含有量の鉄同士であれば、比較的鍛接しやすい。しかし、炭素含有量の異なる鉄どうしの場合、鉄表面の熔融温度が異なるので、高温状態でないと熔融しない低炭素含有鉄に合わせると、一方の高炭素含有の熔融温度が低い鉄はどんどん表面から溶けて、鉄分が鉄滓に逃げてしまう。この逆もありうる。鉄同士を軽く鍛着させるのは比較的用意であるが、合わせ目が分からないほどに完全に鍛接するとなると、なかなか難しい技である。鍛接剤を用いないで折り返して鉄を完全に鍛着させるためには、鍛着面が半熔融状態の程度まで加熱されていることが必要である。鉄をこの状態まで加熱することを、前述したように「沸す」といい、加熱された鉄が白く輝き、火花を飛ばすようになる。このとき、鉄は1200度以上、1300度程度にまで熱せられる。炉内はさらに高温となっており、鉄の表面を酸化から保護するワラ灰や炉壁などが造滓材となって、鉄分の多い滓が炉底に生成されることになる。このとき、加熱しすぎると、デッドスチールとなってしまうので注意が必要である。通常、1沸し15分といわれている。こうした沸し技法を伴う鍛錬鍛冶滓を生成するのは武器などの硬さと強靱さを必要とする鉄器とか、鍛冶用鉄素材そのものの生産にあたって、鉄の内容を均質なものにするために折り返し鍛錬を必要とする場合である。折り返し鍛錬は、鉄材を加熱して、鑿を打って切目を入れ、そこを境に折り返し、鍛打すると、仮留めができる。これを半熔融状態にまで加熱してやれば、完全に鍛接できる。この作業を5~10回繰り返すと、不純物の混じりの少ない均質な鉄が出来上がる。



ところが、(7)の場合は、十分に鍛錬を施した素材で鉄器を製作するとき、つまり、集落の村方鍛冶の多くが行う、単に折り曲げたり、整形するだけの鍛冶作業である。これは、炉内温度が1000度までで十分であり、鉄に対する加熱温度は800～900度前後である。この温度で鉄に十分な展性を与えることもでき、しかも半熔融状態になることもないから、鉄が目減りすることもない。したがって、鉄滓はほとんど生成されないか、あってもごくわずかで、鉄分の少ない軟質のガラス滓となる。もっとも、(6)のような修理のための鍛冶作業といっても、加熱して形を整えるだけでなく、たとえば、農工具がひび割れたり、刃部が大きく破損した場合、おそらくひび割れや刃部だけを鍛接加工するのでなく、一度白熱するほどに加熱し、鉄器を折り返して叩き、一塊の鉄にする。それを叩き延ばして作り替えるのが適切である。この鍛冶工程の基本的技術は沸し技法である。鉄器の修理と簡単にいっても、赤くなる程度に加熱するぐらいでは作業が進展しないのである。この沸し鍛錬鍛冶は当然、高温下での作業であるから、鉄分を多く含む重量感のある鉄滓が生成されるが、村方鍛冶の場合、炉の大きさ、作業時間から判断してあまり大きく成長することはなかったとみてよい。つまり、何度かの折り返し鍛錬を繰り返すとき、各工程の間には時間的区切りが生じるので、比較的多く炉内の清掃が行われる。これが精錬と鍛錬の大きな違いで、当然生成される鉄滓も形態的に異なってくる。また、鍛錬鍛冶滓の場合、鍛造剥片を混在するものが多いのは精錬鍛冶滓との大きな相違点でもある。

ところで、ワラ灰や泥汁の使用はこれまでも述べてきたように、沸し技法が使われる高温域での鉄材表面の酸化防止が主目的である。(4)～(6)の鉄滓が生成されるような作業工程で、白熱した状態の鉄塊を炉から取り出し、鍛打しようとするとき、また、鍛打して冷めた鉄塊を炉内に返すときなどに、ワラ灰あるいは泥汁をまぶす。このあたりの状況については鍛冶実験でも詳しく示した通りである。実はワラ灰は加熱した鉄塊の酸化防止だけでなく、鍛接剤としての効果も持ちあわせていて、高温下の鉄の表面で、珪酸質主体のワラ灰は鉄より先に液状になり、鉄が酸化するのを防ぐため、鉄の表面がきれいに保たれ、鍛接しやすくなる。ワラ灰や泥汁を使用した場合、一種独特の滓が生成される。鍛冶遺跡の調査を行うと、直径1～5mm程度の球状の滓が検出されることがある。粒状滓と呼ばれるが、ガラス質の軽いものである。ワラ灰や泥汁をまぶして加熱して鉄塊を鍛錬すれば、液状になった珪酸質主体の造滓分は飛び散り、表面張力で球状になる。この滓は主に鉄床石の周辺に分布する。ところで、同じように球状を呈する滓であるが、重量のある粒状滓がある。これは沸しの際に過高温となり、鉄の表面で溶けて液状になった鉄が滴となって炉内に垂れ落ちたものである。同じ粒状滓であるが、出自が異なると同時に、生成場所も異なることに注意が必要である。

## (2) 弥生時代の出土鉄滓から見た鍛冶技術

前節において、各時代ごとに鍛冶関係遺跡から出土した鉄滓についてみてきた。ここでは、鉄滓からどのように鍛冶技術が発達してきたかについて、考古学的に解

明していきたい。鉄滓については、これまでに考古学的に重要な考古資料として取り扱われることはあまりなく、一括してその他の遺物として扱われ、個々の説明がなされることもほとんどない状況であった。むしろ、金属学的分析による鉄滓研究があまりにも先行し過ぎ、そのためもあってか、考古学研究者が、鉄滓を考古学的に分析することに、ためらいすら覚えるような状況にある。しかし、まとまった数量の鉄滓を出土する鍛冶遺跡について、時期ごとに選別して、鉄滓を含む鍛冶関係資料一括の調査を行う。そして、鉄滓についてはその形態、性状、重量について観察、図化して、比較検討することによって、鍛冶技術の諸段階を解明できそうであることに気づいた。ここではこれら遺跡出土の鉄滓について、考古学的に分析して、鉄滓が示す鍛冶技術について迫ってみる。

まず、弥生時代であるが、これまでに指摘されているように実際、弥生時代の鉄滓は少ない。京都府扇谷遺跡出土例、高平遺跡例、野多目A遺跡例、熊本県二子塚遺跡例〔第8図5～8・村上恭通氏提供〕いずれをとってみても小さく、扇谷遺跡例で6×3.7cm、高平遺跡例で、3.6×2.6cm・高さ2cm・重量18.8g、野多目A遺跡例で径が8.2cm・7cm・5.5cmの大きさである。重量も98.2～72.8gで、いずれも100g未満となっている。野多目A遺跡のように椀形を呈するものから二子塚遺跡のように板状のものまでであるが、小さく軽い鍛冶滓ということで共通する。こうした鉄滓は鍛冶実験で得た鉄滓と比較してみると、沸し鍛錬鍛冶段階に含まれるものとよく似ている。鍛冶実験の沸し鍛錬鍛冶段階では比較的大きい滓も生成されているが、径10cm未満、100g未満の椀形滓も生成されている。現在のところ、弥生時代鉄滓はこの大きさが、最大のグループを構成しており、あまり大型の製品は製作できる段階ではなかったようである。しかし、鍛冶実験の鉄滓資料との比較では、弥生時代鉄滓は高温下の鍛冶工程、沸し鍛錬鍛冶で生成されたものの可能性が非常に高い。この沸しの技術は1200度以上の高温を保持する必要があり、当然、鍛接も可能な技術段階にあったと判断してよい。しかし、鉄滓の大きさから判断すると、小型で、簡単な形状の農具類といった鉄製品生産が想定できる程度であって、合わせ鍛えとか、折り返し鍛錬といった鍛冶操業はあまり見えてこない。

ところで、これまでに確認されている弥生時代鉄滓は古墳時代以降に比べて、随分と少ない。実見したのも数例に過ぎず、古い時期の発掘調査で出土している鉄滓は包含層からの検出が多く、鍛冶炉などの遺構からの出土は少ない。遺構に伴わない遺物については、たとえば溝出土とされるものは、溝が弥生時代前期に機能していたとしても、それ以後に埋土となった土層に含まれることも多いので、その时期的識別は非常に困難である。したがって、弥生時代の鉄滓とされるものについては、鍛冶の技術的理解のための資料としては、数量的には極めて限定的といわざるを得ない。しかも弥生時代後期以前のものはおそらく数少ない。ただし、弥生時代の後期以前に鉄滓を伴わないからといって、鍛冶技術が極めて貧弱であったとは言いきれない。すでに弥生時代中期の段階において、北部九州地方では全長50cmにも及ぶ鉄戈を生産する高度な技術を保持していた。鉄滓とは本来遺棄すべき産業

廃棄物であり、職人氣質をもつ工人達は自分の作業場をいい加減に扱うことはなく、清掃が行き届いた場所であったと考えたい。発掘に伴って出土する鉄滓の多くは、産業廃棄物を遺棄した土坑とか廃棄した住居の窪みに捨てられたものである。弥生時代の鉄滓の少なさは単に、鍛冶工房のごみ捨て場が発掘調査の範囲に含まれていなかった結果ということもできるし、また実際そう考えておきたい。

### (3) 古墳時代～奈良時代の出土鉄滓から見た鍛冶技術

#### 古墳時代前期

次に古墳時代の鉄滓について考察してみる。弥生時代後期になって、いくつかの鍛冶遺跡が確認でき、遺構に伴う形で鉄滓の存在が明らかになってきた。しかし、それらは前述したように小型の域を超えるものではなかった。ところが、土師器で編年される庄内式後半期から布留式初期にかけて、まとまった数量の鉄滓、羽口などの鍛冶の実態を示す資料が急増する。博多遺跡では弥生時代例より一回り大型の外形 $13\sim 14\times 10\sim 12\text{ cm}$ ・重量 $500\text{ g}$ 前後の鉄滓が数多く出土する。これらの鉄滓には羽口先端破片が熔着しているので、全重量 $1\text{ kg}$ を超えるが、実質 $500\sim 600\text{ g}$ までとみられる。炉形を知りうる完全な円形碗形滓もあり、これらは径 $12.2\text{ cm}\cdot 10.5\text{ cm}$ のもので、重量はそれぞれ $280\text{ g}\cdot 114.5\text{ g}$ である。千葉県沖塚遺跡の例は博多遺跡例よりやや小型品である。ここでは総数 $502$ 点、総重量 $2.9\text{ kg}$ もの鉄滓が検出されているが、最大のものが外形 $8\times 6\text{ cm}$ ・重量 $142.2\text{ g}$ で、 $100\text{ g}$ を超えるものはわずかにこの1点だけで、他はほとんど数十 $\text{ g}$ 以下である。博多遺跡ではこれまで明瞭でなかった羽口が確実に伴っており、しかもそれは断面かまぼこ状を呈する特異なものであった。この型式の例は最近、奈良県纏向遺跡、滋賀県蜂屋遺跡でも検出されていて、また沖塚遺跡でも羽口自体の出土は確認されていないが、鍛冶炉に羽口設置の痕跡が残されている〔読売新聞1998・大道1997・大鷹1994〕。3世紀後半代から羽口の使用が普遍化してくる状況を見て取ることができ、これらは一連の技術体系に属するものの可能性を指摘できる。

このように、古墳時代前半期には弥生時代と同等の鉄滓と、新たに径 $10\text{ cm}$ を超え、 $10$ 数 $\text{ cm}$ までの、重量も $100\sim 500\text{ g}$ という、これまでにない大きさのものが出現してくる。この程度の大きさの碗形滓は、鉄刀製作実験でも確認できたように、かなり大型の鉄製品を鍛錬するときに生成されるもので、大抵の鍛冶作業がこなせるようになったことを知ることができる。ただし、博多遺跡の羽口に関して指摘したように、鍛冶が安定操業に至る過程にある状況においては、炉内の熱の制御が不安定で、滓に鉄分が多く移行して、結果として重量のある滓が生成された可能性も指摘できるのである。一方で、弥生時代以来の径 $7\sim 8\text{ cm}$ ・重量 $100\text{ g}$ 未満の大きさの滓はせいぜい、小型の農工具類製作段階までの鍛冶を示す内容である。とすれば、鉄滓の観察では鍛冶工房がこのあたりで、大型鉄製品と小型鉄製品生産に分業化され始める可能性を指摘できる。つまり、より専門化した、武器などの大型品鍛冶生産と、集落での小型生産具類の鍛冶生産である。

### 古墳時代中期

古墳時代中期、5世紀代ではどうであろうか。前半代に属する奈良県南郷遺跡群では、地点別で見ると、下茶屋地区では最大級で、 $8.5 \times 10.5$  cmの円形に近い、重量300 gのもの、径8.2 cm・重量252 gのものがある。中位のものとして、径8.2 cm・重量104 g、 $7.5 \times 6.4$  cm・重量70 gがある。小さなもので、 $4.3 \times 7$  cm・重量38 g、 $5.5 \times 3.5$  cm・重量32 g程度である。井戸地区を見れば、大きいもので、 $11.7 \times 6.3$  cm・重量232 g、 $7 \times 9.2$  cm・重量188 g、中位のものには径6.5 cm・重量93.8 g、小さなもので、 $6 \times 4.9$  cm・重量30 gなどがある。これを見ると、前期に出現した径10～10数cm、重量200～300 gのものが基本としてあり、弥生時代以来の径6～8 cm・100 g未満とそれ以下の小さな滓が加わる。ただし、滓の大きさは鍛冶の工程によって、鉄分が多いと重くなり、ガラス質が多いと軽いということがあるので、どうも基本的には大、中、小の3形態に分けられそうである。そして、大と中は大きさの違いだけで、鍛冶の内容にはあまり差がなさそうである。いずれも鉄の表面が半熔融する1200度以上の高温下での操業である。おそらく鍛冶の加工対象の大小によって、生成する鉄滓の大きさが決定されるようである。

中期中頃の重留遺跡では $7.3 \times 5.9$  cm・重量120 gが最大級のもので、この遺跡で多数を占めるのが、径6～7 cm・重量100 g未満の椀形滓である。径6.8 cmと径7.6 cmの椀形滓が2個重なっているが、合計の重量108 g、径6.3 cm・重量42 g、径5.3 cm・重量33 g、 $7.2 \times 5.2$  cm・重量58 gの板状滓、といったものである。このほかにこの遺跡で確認できた鉄滓で、鍛冶内容を知るうえで、大きな意味を有するものがある。 $4.3 \times 3.9$  cm・重量26 g、 $4 \times 3.4$  cm・重量14 g、 $4.3 \times 1.8$  cm・重量6 g、 $2.9 \times 2.4$  cm・重量4 gの椀形や塊状、棒状のもの、 $1.7 \times 1.1$  cm・重量1 g、 $2.2 \times 1.1$  cm・重量1 gの水滴状のものである。これらは共通して、若干鉄分を含むものもあるが、ほとんどがツルツルのガラス質で、小さく軽い、という特徴を持つ。鍛冶工程上、比較的低温で行う工程に火作り鍛冶があるが、鍛冶実験では極めて特徴的な小さなガラス質の滓が、かなりの数量生成されていた。これに相当する滓が鍛冶遺跡ではなかなか確認できなかったのであるが、重留遺跡ではこの滓が多量に生成されている。火作り鍛冶の好資料と言える。

### 古墳時代後期～奈良時代

古墳時代後期になると、6世紀前半段階の布留遺跡群を見ると、大きい滓で、 $9 \times 8.5$  cm・重量210.8 g、 $11.5 \times 8$  cm・重量162.9 g、 $9.6 \times 8$  cm・重量165.4 g、 $9 \times 7.5$  cm・重量124.7 g、径9.9 cm・重量142.3 g、径7.2 cm・重量100 gといった、9～10 cm大の椀形品で、重量100～200 g程度のものが主体を占める。このほか径9.1 cm・重量53.1 gのやや軽いものも含まれるが、このタイプは少ない。また一部、重留遺跡の例に似た $2.6 \times 1.6$

cm・重量3.2gの小さなガラス質の軽い滓が含まれる。この遺跡群の鉄滓は基本的に重留遺跡に似た構成である。これらの布留遺跡群出土の鉄滓を検討してみると、3種類に分類できそうである。まず、その第1は楕円形を呈する長軸10~12cm・短軸8cm前後の浅い皿状碗形滓で、重量も100g台後半から300gまでのものである。外表はガラス質で覆われるが、内実質のものが多い。底面には炉底土の熔融固着層が付着しており、底面の形状は炉底の形状を表すものと理解できる。そうすれば、このタイプの碗形滓は楕円形底を持つ鍛冶炉から生成されたものといえる。

次にこの遺跡で特徴的に見られるのは円形の碗形滓で、直径9cm前後の、重量が100g前後のものがある。滓の内部は大半が内実質のものであるが、気泡の抜けた孔の多いものも含まれる。これも滓の底面の薄い熔融固着土層の存在から、この底面が浅い皿状の炉底の形状を表すものと理解できる。3番目にあげられるのが、小さい塊状の滓である。2~3cm大で、重量も5g未満が多い。ほとんどガラス質の表面がツルツルの滓である。

鍛冶実験の工程ごとに生成した鉄滓と比較してみると、最初の2つの碗形滓は、沸しを伴う折り返し鍛錬で生成された滓に相当すると考えられる。最後の小塊状の滓は素延べから形調整までの、いわゆる火作り鍛冶に伴って生成される滓に共通した性質のものである。布留遺跡群では不純物が混在したような原料鉄を卸した、1kgを超える大型碗形滓は全く検出されていない。したがって、この遺跡では精錬された純度の高い鉄素材が搬入され、それを千数百度という高温状態で鍛錬して、鉄器生産を行った鍛冶工房と指摘できる。鉄刀作りの鍛冶実験の折り返し鍛錬では、100g台から400g台までの碗形滓が生成されているので、それを参考にと、かなり大型の鉄製品の生産が行われていたことが想定できる。布留遺跡群では鉄滓と共伴して、鞘、柄など多種類の木製刀装具が多量に出土しているので、武器を含む鉄器生産がなされていたことは確実である。布留遺跡群の鍛冶炉についてみると、鉄滓で見ると、前者が一回り大型の滓を排出しているようであり、上部の構造が不明ではあるものの、炉そのものも一回り大型であった可能性が高い。このことから、楕円形底を持つ鍛冶炉が、鉄刀など長物の生産に供されていた可能性を考えておきたい。おそらく、燃料の炭の消費量の関係で、大型鉄器と小型鉄器の生産用鍛冶炉は形態を異にしており、それぞれが生産対象に見合った機能的なものであったことを指摘できる。

次に6世紀も中頃以降を見ると、窪木薬師遺跡では状況が少し異なってくる。最大のもので、12.7×9.3cm・重量664gと、かなり鉄分を多く含有するものが出現してくる。他にも9.6×9cm・重量588g、9.5×7cm・重量454gといった重量のあるものが多い。径8cm・重量286g、6.8×4.8cm・重量150g程度の、これまでに見た遺跡の例と同様なクラスもある。また、5.1×4cm・重量20gのガラス質の滓もあり、ここでも一般的に鍛冶の遺跡で見られる鉄滓の

構成はとっているが、1つ異なることは極めて重量のあるものが目立つことである。

窪木薬師遺跡で検出された鉄滓を見ると、厚みと重量のある椀形滓が特徴的である。5世紀代の大規模鍛冶遺跡である奈良県南郷遺跡群では、200～300g程度が椀形滓の大きいもので、6世紀代の奈良県布留遺跡群でも重くても400g台であった。ここでは664g・588gなど、他で見られない重さである。特別に椀形滓が大きいかといえば、そうでもない。ただ、厚さが他の遺跡出土例に比べて、倍以上になるものもある。大半の椀形滓が、2個重なっているわけでもなく、やはり、1回の鍛冶工程で生成されたとしたほうが理解しやすい。鍛冶実験では沸しを伴う高温下での鍛冶工程で、3回程度の折り返し鍛錬で、700g前後の椀形滓を含む鍛錬鍛冶滓が生成した。厚みのある椀形滓は、複数の滓に分離しないよううまく鍛冶操業を行えば、生成できるので、この遺跡の厚さと重さを持つ椀形滓の存在もうなずける。

ところで、実は、窪木薬師遺跡の鉄滓を実見するまでは、この遺跡に近在して鉄鉱石の製錬を行っていた千引カナクロ谷製鉄遺跡で生成した粗鉄を運び、ここで精錬していた、精錬鍛冶の遺跡の可能性を想定していた。しかし、重量500～600gといった椀形滓は鍛冶実験の結果から見るかぎり、折り返し鍛錬鍛冶操業に伴って生成されたと見ても差し支えないことが判明した。とすれば、ここで出土した鉄滓はその形状、重さから、沸しを伴う高温下での鍛錬鍛冶滓の可能性も想定しなければならないことになる。大沢正己氏による窪木薬師遺跡出土の小型鉄滓の分析によれば、精錬滓も含まれるとしているが、この大型滓の金属学的分析はなされていない〔大沢1993〕。状況的には精錬滓の可能性もあり、実験結果からは鍛錬滓とも想定できるので、現状のところ、考古学的にはどちらとも判定が困難である。なお、この遺跡における鍛冶炉は、鉄滓の底部形態から見るかぎり、多種類の形態の炉による操業は行われておらず、円形ボール炉のみによる操業が想定できる。

この遺跡は一部が調査されただけであり、鍛冶遺跡の出土鉄器の構成としては、鉄刀など大型武器類は少なく、尾上元規氏が指摘するように鉄鏃が圧倒的に多く、鉄鏃などの小型武器が生産の主体となっていたようである〔尾上1993〕。一部の調査であるだけに今後において評価が変更される可能性もあるが、鉄鏃などの小型鉄器の生産が中心であったとすれば、あまり大型の鍛冶鉄滓は生成されず、小型鉄滓が主体となる。したがって、大型鉄滓が多く検出される現在の状況からは、精錬鍛冶滓の可能性が高いことになる。

こうした精錬鍛冶の存在が最も顕著に示されるのが、大泉遺跡群である。時期的には窪木薬師遺跡より少し後出であり、6世紀後半から7世紀代一杯にかけての遺跡である。ここで特徴的なのは、これまでに見られなかった、長さ20cm近い大きさで、重量も1kgを超える超大型の椀形滓が出現することである。1kgを超える例を挙げてみると、18×13cm・重量1.359kg、18×10.8cm・重量1.308kg、14.6×10.6cm・重量1.177kg、14.5×11.5cm・重量1.172kg、17.6×10.2cm・重量1.154kgなど多量にあって、特例品が少数混在する状況ではない。このほかに6世紀代までの他の遺跡と同様、10.8×9cm・

重量389.7g、9×7.5cm・重量269.9g、10×9.5cmと9.5×6.5cmが2個重なった、合計685.3g、8.4×8.1cm・重量272.6g、8×7.2cm・重量178.1g、8.4×6.5cm・重量174.5gといった、大きさ9～10cm・重量200～400g程度のグループがある。さらに、7.8×6cm・重量131.8g、7.4×6cm・重量118.3g、6.2×5.3cm・重量90.9g、6×4.2cm・重量70.5gといった大きさのグループがある。ここでは火作り鍛冶滓と想定できるような小型の軽いものはあまり見られない。大県遺跡群では窪木薬師遺跡で見られたものより、倍近い超大型の滓が大きな特徴となっている。

さて、大県遺跡群においては、遺跡の大半は何らかの鍛冶に関係するものと考えられている。そして、実際に膨大な量の鉄関連の遺物が出土している。鉄滓についても数百kgに及ぶ量が資料として保管されている。この大県遺跡群出土の鉄滓類は、わが国の鍛冶技術発展の過程を探るうえで、非常に重要な位置付けができると考えられるので、特にここで、詳しく考古学的に検討しておきたい。基本的には大県遺跡群の鉄滓は大きく2種類に分類できる。破断面の在り方でまず第1に、きめ細かく内実質で重量のあるものがあり、これは大型椀形滓、小型椀形滓の2類に細分できる。そして、第2に気泡が抜けてスカスカで、鉄分の含有少なく軽いものがある。これを3類とし、これらを以下のように①、②、③と表して、論を進める。

① 内実質で大型椀形滓。 長楕円形を呈し、長さ18cm前後・幅10～13cm・重量1～1.3kg。長さ13～15cm・幅11～12cm・重量1kg前後のものもある。この差は操業1回あたりの量的差と考えられる。

② 内実質で小型椀形滓。 直径7～10cm・重量200～300g。大きさ、重さともに、示した数値より若干の前後は当然考えてよい。また、操業の状況によって、ガラス質が多く混在する場合がある。

③ 気泡質で小型椀形滓。 直径7～10cm・重量100g未満。

①は宮の橋地区の一群、1984年度調査B区出土品が該当し、安堂武道館、F区SD-1下層の一部も含まれるかもしれない。②は1984年度B区、R-48、F区SD-1下層出土品が該当する。③は安堂武道館、1984年度調査B区、R-26出土品が該当する。このように大県遺跡群では地区によって鉄滓に差異が認められる。これは鍛冶工程に違いがあったことを物語っており、そこで使用される鍛冶炉自体の規模に大小があり、異なった鍛冶操業を行っていたことが分かる。

さて、①はとにかく大型品で重く、鍛冶炉は楕円形を呈し、古墳時代後期になって初めて出現してくるものである。①は何度も中断しながら生成されたのではなく、一度の操業で形成されており、これは実験でも確認した通り、何らかの原料鉄を卸した椀形滓と見るのが最もありうる考え方である。実験では2.5～3kgの、鉄塊系遺物と同様な原料鉄を卸したときに、1～1.5kg程度の椀形滓が生じているので、宮の橋地区出土例などは丁度、良好な比較材料である。同程度の操業が想定できる。②は基本的に円形ボール炉で生成されるもので、多少の大きさに変化はあるが、弥生時代以来中心的に存在するものである。②は沸しを伴う鍛錬鍛冶、すなわち折り返し鍛錬工程に伴う椀形滓と考えられるのである。実験では全長75.5cmの素環頭

大刀を作成するのに7回の折り返し鍛錬を行い、その間に2回の炉内清掃を行った。それぞれ径10cm前後、重量が200～400gの、比較的大型の内実質の椀形滓が3個生成された。まさに②の椀形滓である。そして、それぞれに、さらに小型の塊状の滓がいくつかずつ伴われており、1回目の清掃時の合計780g、2回目の清掃時の合計600g、総計1.38kgの滓が生成されている。③はこれも基本的には②に近いが、②に比べて全体的にガラス質で軽い。いわゆる火作り鍛冶に伴うものに似るが、鍛冶実験ではこれほどきれいな椀形滓は生成されていない。実験の火作り鍛冶工程では、素延べから形調整までを含むが、球状、棒状、板状の1cm未満から数cm大の大きさの小型不定形滓が総計で114.3g生成されている。③は、②の工程で温度調整が良好で、鉄分がほとんど滓に逃げなかった場合にこのような滓が生成されるが、単なる火作り鍛冶だけではこれほどの大きさの滓には成長しないと考えざるを得ない。したがって、③も②の工程に含めて取り扱ったほうが適切と考えられる。

大県遺跡群では出土が確認されていないが、このほかに椀形滓以外のものとして、他の遺跡出土例や、鍛冶実験の結果から、さらにいくつかのタイプの存在が想定できる。たとえば、小型の塊状滓がある。2～3cm大のもので、多くはガラス質の光沢ある凹凸を持つ多角形滓である。次に、形と大きさ、重さともに不定の塊状滓がある。これには椀形滓の割れたものも含まれる。さらに、いずれにも属さないガラス質の薄い板状の滓がある。

こうしたさまざまな性状を示す鉄滓が揃った段階で、大県遺跡群の鍛冶操業の実態が明確にできるのであるが、現状では大県遺跡群では点的な発掘調査が行われているに過ぎず、限定的な資料で鍛冶を想定せざるを得ない。しかしながら、大県遺跡群では鉄滓から見るかぎり、特に①類の鉄滓の存在は、他の地域における鍛冶遺跡とは比較できない鍛冶内容を示している。6世紀段階は国内ですでに、考古学的に確認できる形で鉄生産が開始しており、大県遺跡群にはそうした生産遺跡から原料が搬入されていた可能性が高い。しかし、畿内地方でそれが可能だったのかといえば、大県遺跡群に近在する鉄生産遺跡の存在は、現状では残念ながら考古学的に証明できない。ここでは、その可能性を指摘しておくに留めたい。ただ、この遺跡群で出土するような大型の椀形滓は他地域のいかなる鍛冶遺跡でも出土していない。中世になって、確実に大鍛冶用途の深さのある鍛冶炉が出現するまで、確認できていない特別の滓といえる。それほどに意義深い遺跡群と言えるのである。大県遺跡群では大鍛冶と呼ばれる精錬鍛冶と、高温、低温下での鍛錬鍛冶が、同じ地区内で流れ作業的になされていたかどうかはよくわかっていない。ただ、地区によって鉄滓の構成が異なっており、遺跡群内の各遺跡ごとに、専門鍛冶集団による分業体制が整備されていた可能性も指摘できる。大県遺跡群は大和王権直轄の、武器生産を主体とする鍛冶工房群と考えられるが、鍛冶炉に伴われる形で出土した、工程を想定できる鉄滓がほとんど確認されていないため、ここでは一応考古学的に想定できる工程を述べるに留めておきたい。

さて、古墳時代後半期では特に6世紀後半以降、急激に鍛冶鉄滓が大型化してく



る状況が明確になったといえる。しかし、それと同時にこれまでに見られた一般的な大きさの滓も伴出しており、そうした伝統的な技術体系とは別個の、超大型滓を生み出す新たな鍛冶技術の進展があったことが指摘できるのである。その原因の主要な要素の一つが、国内における鉄生産の開始であったことは改めて指摘することもない。

#### (4) 中世～近世の出土鉄滓から見た鍛冶技術

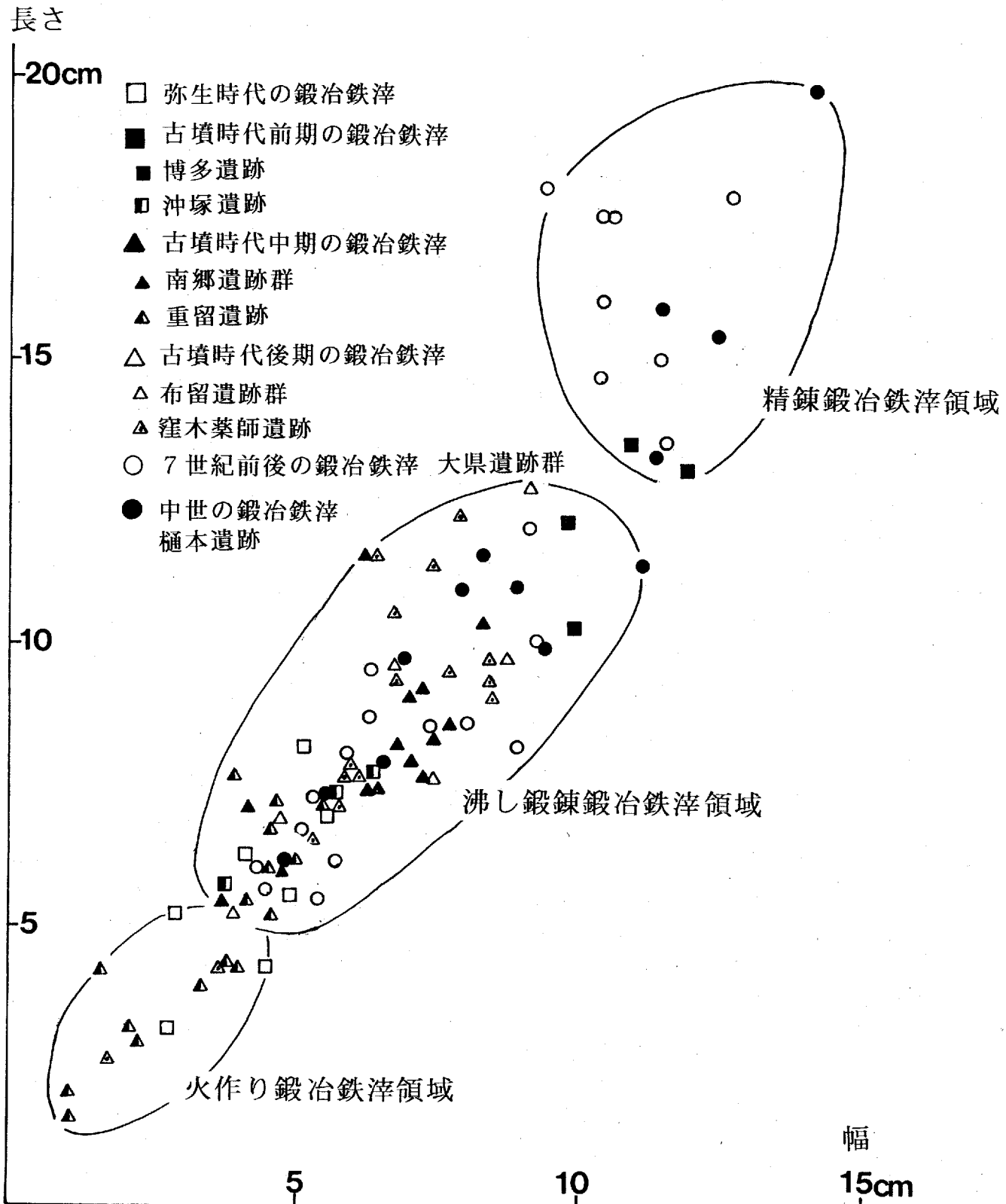
このような鍛冶鉄滓の大型化現象は時代が下ればさらに顕著となり、中世段階の樋本遺跡では、 $20 \times 14$  cm・重量2.563 kg、 $15.5 \times 12.5$  cm・重量1.782 kgなど、前代までに見られなかった大きな鉄滓が多量に生成されている。しかもこのような大きな滓は集中して出土することが多く、樋本遺跡でもC-2区に集中する。第67土坑ではむしろ径11 cm・重量646 g、径9.3 cm・重量465.6 g、 $7.3 \times 5.7$  cm・重量133.8 g、 $6.2 \times 4.9$  cm・重量56.6 gといった小型の鍛冶滓が集中して出土し、一般的な鍛冶も行われていたようである。近世段階になると、鍛冶は大きくその内容によって2分される。つまり、大鍛冶と小鍛冶である。鉄滓もそれぞれの遺跡によって、大きさが全く異なり、野田ケ丸大鍛冶屋遺跡の例を挙げれば、 $32.5 \times 21.3$  cm・重量9.14 kg、小さいものでも $19.7 \times 19.7$  cm・重量2.167 kgといった超大型の鍛冶滓が生成されるのである。これは中世以降の流通経済の飛躍的拡大、送風設備などの技術的革新による鉄生産の量的拡大とが、大きな背景として存在している。

#### (5) 出土鉄滓から見た鍛冶技術の画期

以上に各時代ごとの鉄滓の様相を見てきたが、弥生時代以降の鉄滓の変遷を通して見たとき、鍛冶の技術にいくつかの大きな画期を想定することができそうである。これまでに例示した各時代ごとの鉄滓の平面的な大きさを表示してみる。

さて、各時代ごとの鍛冶遺跡出土の鉄滓を、実験鉄滓の分類と同様に形態を基準に、縦軸に長さ、横軸に幅の値を取り、作表したのが第3表である。遺跡ごとに記号を変えて表している。第3表ではドットがかなり連続して、グループ分けが困難であるが、まず、長さ・幅ともに5 cm以内を一つの集中域として第1のグループに纏められる。次に長さ5～12 cm・幅5～10 cmの範囲を第2のグループとして、さらに大型の滓は第3のグループとして、長さ13～18 cm・幅10～13 cmの範囲でとらえられる。いくつかのドットは少しグループからはみ出すが、近くのグループに属するものとしておく。第1グループには弥生時代のほとんどの滓、重留遺跡のほとんどの滓、さらに布留遺跡群や大県遺跡の一部が含まれる。第2のグループには南郷遺跡群や布留遺跡群のほとんどの滓など、多くの鍛冶遺跡出土鉄滓がこのグループに属する傾向が強く、鍛冶の中心的工程がこのグループの滓を生成することができる。第3のグループには大県遺跡群のほか博多遺跡の一部が含まれている。

第3表 鍛冶遺跡出土鉄滓の大きさ分布



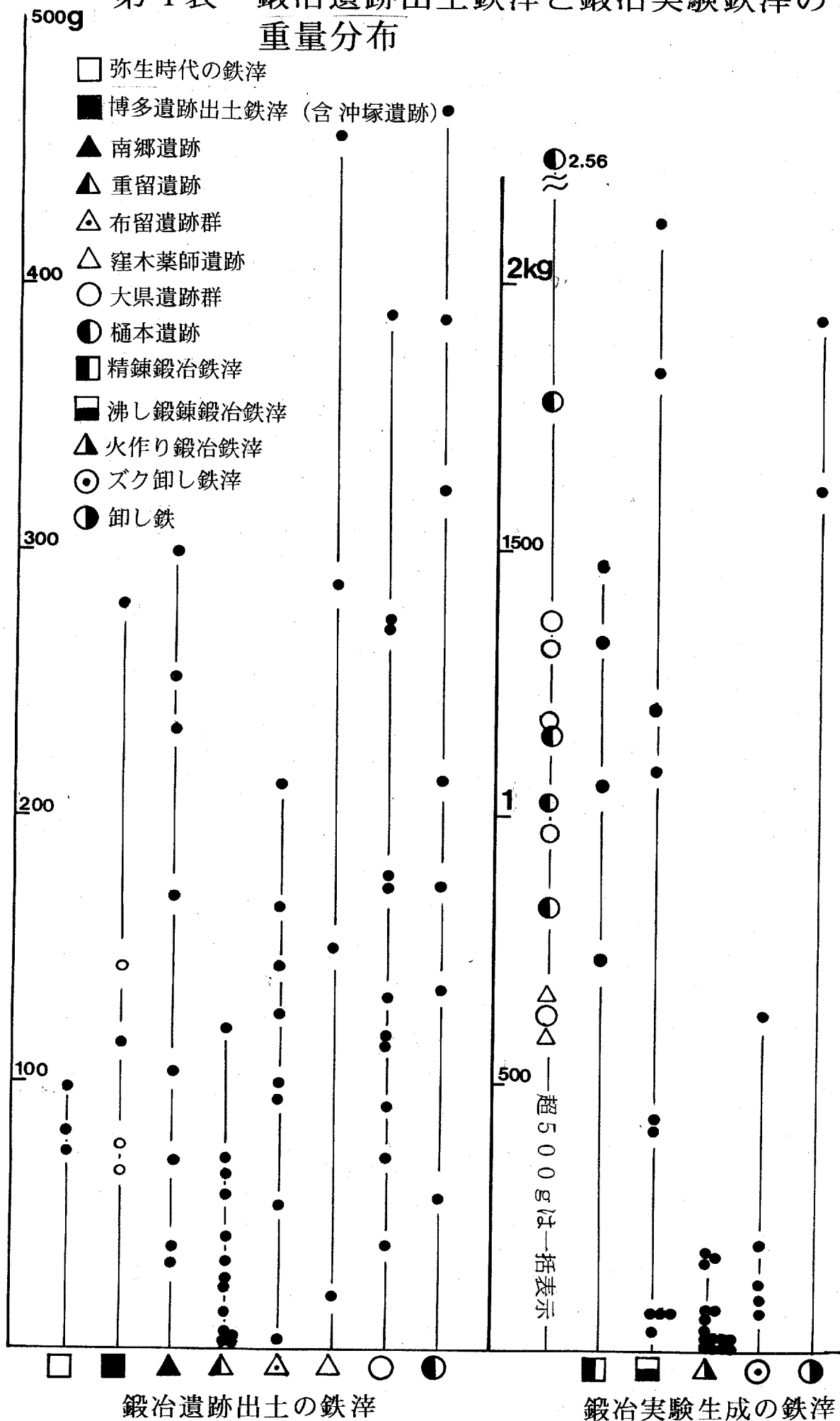
ここで、鍛冶遺跡出土鉄滓の大きさの分類を、鍛冶実験鉄滓の大きさと鍛冶工程の相関を示す第1表に照し合せてみる。そうしてみると、鍛冶実験では鍛冶工程ごとに対応する各グループの鉄滓を明瞭に示すことができたが、実際の鍛冶遺跡出土鉄滓でも、この一連の工程ごとにうまく対応して当てはまりそうである。とすれば、第1グループは火作り鍛冶工程に伴う火作り鍛冶鉄滓群、第2グループは沸しを伴う鍛錬鍛冶で生成される沸し鍛錬鍛冶鉄滓群、第3グループは超大型滓で、精錬工程で生成される精錬鍛冶鉄滓群として、対比させることが可能である。単純にこのグループ分けで、各遺跡の鍛冶の内容を復元すれば、13～14世紀の樋本遺跡は確実として、7世紀を前後する大県遺跡群では大鍛冶、すなわち、精錬鍛冶が操業されていたことになる。それとこのグループの末端に博多遺跡出土の滓が含まれる。この滓を精錬滓として扱くと、3～4世紀段階ですでに粗鉄を扱っていたことになる。しかし、博多遺跡の滓には鍛造剥片が熔着しており、鍛錬時に生成された可能性が非常に高い。鍛冶実験で、卸し鉄の温度調整に失敗したとき、鉄分が多量に滓に逃げて重量のある鉄の塊のような碗形滓が生じたことをすでに紹介しているが、鍛錬鍛冶においてもオーバーヒート気味に操業すれば、鉄分が多く滓に移行することは十分にありうる。さらに博多遺跡での操業が大型の鉄製品の生産を目的とするものであったならば、重量のある少し大型の滓が生成されることも十分に考えられる。したがって、ここでは博多遺跡では沸しを伴う鍛錬鍛冶が目的であったと考えておく。

なお、精錬鍛冶遺跡であるのか、鍛錬鍛冶遺跡であるのかが問題となっている窪木薬師遺跡の出土鉄滓は、鍛冶実験のデータに照しあわす限り、この第1グループには含まれず、次の第2グループに含まれている。精錬鍛冶滓ではなく、沸し鍛錬鍛冶鉄滓という分類に属している。

さて、第2グループには今回取り上げた鍛冶遺跡全てが含まれる。グループのなかでも右上方に位置する部分、すなわち大きめの滓は鍛冶対象の鉄器が大型品であった蓋然性が高く、逆に左下方に位置するのは小型鉄器を対象にしたといえる。ただし、鍛冶実験では炉内清掃時に1個だけ碗形滓が生成されることはなく、400g前後・100～200g・50g未満の3種類が伴出していることを参考にすれば、布留遺跡群を始めとする諸遺跡で右上方と左下方にばらついて分布していることが多く、これは単に鉄製品の大きさの違いによる問題だけでなく、一連の加工時に生成された可能性も考慮しておく必要がある。その時、右上方に含まれる大きい滓があれば、大型の鉄製品が対象であったことは確実である。重留遺跡を見ると、第2グループの左下方と、第3グループの小型の滓だけで構成されており、このような在り方は小型鉄製品が対象であったといえる。したがって、布留遺跡群、大県遺跡群、窪木薬師遺跡では、武器を含むかなり大型の鉄製品が鍛冶の対象と考えられる。南郷遺跡群はやや左下方に分布の中心を持つが、次に検討する滓の重量の点を考慮すると、同様な操業が想定できる。

さて、次に各遺跡ごとの滓の重量分布を示したのが第4表である。鍛冶実験で生成した滓の重量分布も示しており、まず、こちらから検討してみる。粗鉄3kg前後

第4表 鍛冶遺跡出土鉄滓と鍛冶実験鉄滓の重量分布

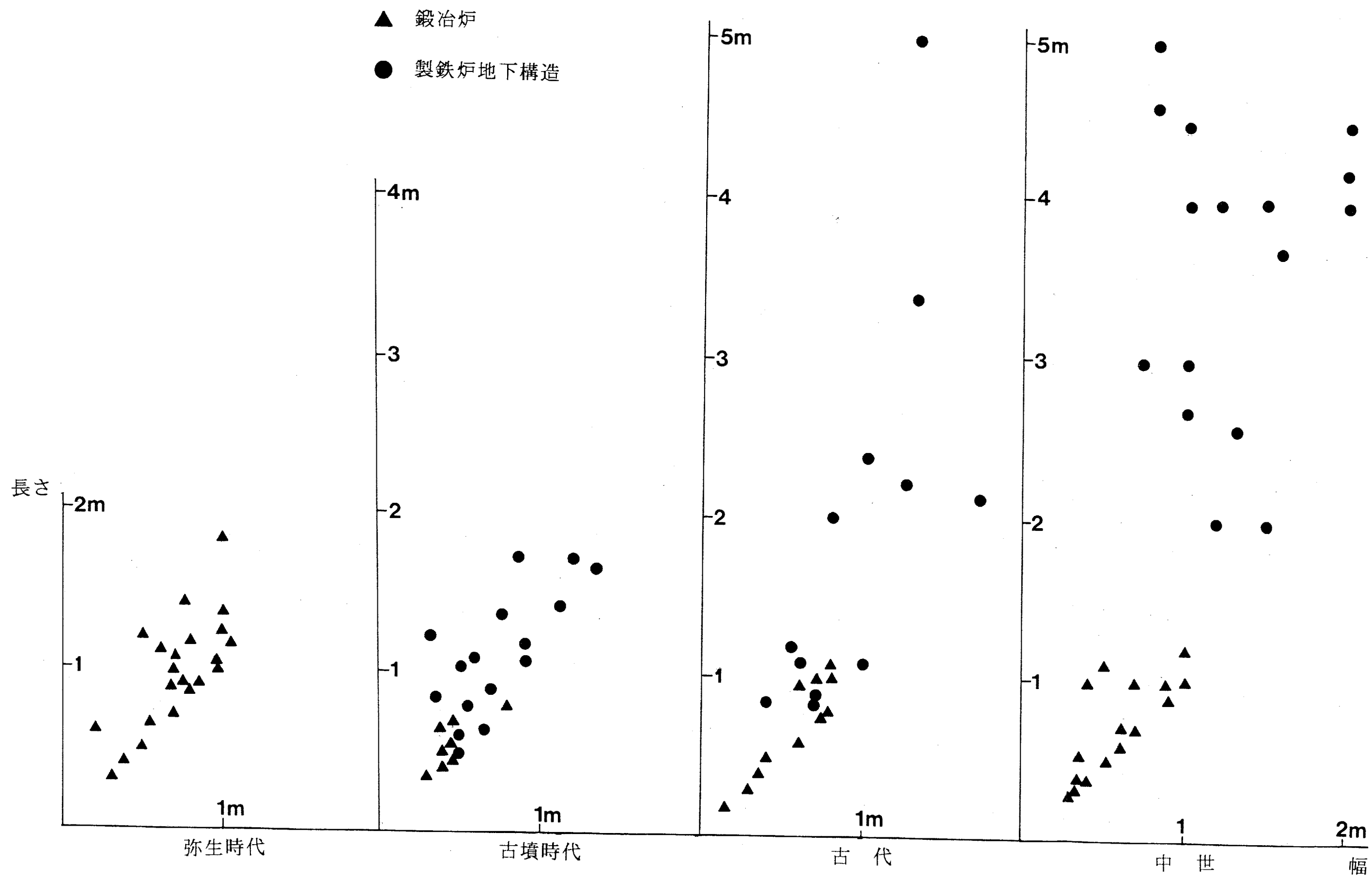


の精錬の場合、やはり、精錬滓は基本的には1 kg以上が当てはまる。次に2.5 kg前後の鉄素材を原料に行う、沸しを伴う鍛錬鍛冶を見ると、400 g前後・200 g前後・80 g前後・10 g前後の4種類の大小の滓が生成された。火作り鍛冶では40 g程度・10 g前後といった小さく軽い滓が生成された。このデータを参考にすれば、弥生時代の滓は100 g未満で、重留遺跡の重量分布と共通しそうである。沸しを伴う鍛錬鍛冶滓であろうが、製作対象鉄器は小型品と考えられる。古墳時代前期の沖塚遺跡も同様である。博多遺跡は羽口融着滓のため、正確には押さえられないが、おそらく500 gを超えるであろう椀形滓が多く見られる。滓の大きさも異例に大きく、前述したように鍛造剥片を混在させるので、鍛錬鍛冶滓であろうが、かなり異質な存在である。5～6世紀にかけて、南郷遺跡群、布留遺跡群は鍛冶実験滓の在り方にほぼ共通しており、模範的な鍛冶が操業されていたと考えられる。

ここで気になるのが、窪木薬師遺跡と大県遺跡群である。窪木薬師遺跡は南郷遺跡群、布留遺跡群など、鍛錬鍛冶を操業していた遺跡と基本的に共通するが、500～700 gという、重量のある滓が存在することである。大沢正己氏による鉄滓の金属学的化学分析では精錬鍛冶滓の存在が指摘されており、今回の資料は分析されていないものの、そうした精錬滓である可能性を有している。丁度、近在する千引カナク口谷製鉄遺跡で鉄製錬が開始される時期と重なっていて、窪木薬師遺跡が大鍛冶場の存在であったことも想定できる。大県遺跡群は圧倒的な重量分布を占める一群の大型滓から精錬鍛冶が行われたことが窺えるが、同時に、その他の鍛冶遺跡に共通した鍛錬鍛冶も行われていた状況を、滓の重量分布から知ることができる。中世の樋本遺跡も基本的には大県遺跡群の在り方に一致している。

こうして、鉄滓の考古学的分析によって、遺跡ごとに精錬鍛冶、沸しを伴う鍛錬鍛冶、火作り鍛冶の存在を想定できることが判明した。ただし、鍛冶実験で想定した調整鍛冶滓については、現状では考古学的には抽出が困難で、その形態、重量ともに明確にできない。そして、弥生時代にも中期以降、数量は少ないながらも鉄滓が存在し、しかも火作り鍛冶滓とは異なるものであることから、沸しを伴う鍛錬鍛冶がすでに行われていたことが明白となった。古墳時代前期には本格的な椀形滓が登場し、かなり大型の鉄製品生産が可能になったようで、特に博多遺跡の様相は朝鮮半島南部の鍛冶遺跡との比較が必要である。5世紀以降、鉄滓の構成から非常に安定した定型的鍛冶が各地で行われるようになり、その内容も南郷遺跡群、布留遺跡群など武器を含む大型鉄器生産を主体とする遺跡、重留遺跡など農具など小型鉄器生産を主体とする遺跡が明瞭に分化する姿を見て取れる。精錬鍛冶滓と考えられる重量のあって、大型の椀形滓の出現から、国内での鉄製錬が開始したことを如実に物語る鉄滓が6世紀中頃以降、古代吉備中枢の岡山平野西北の総社地域や大和王権のお膝元、河内平野の東端域で確認できるようになってくる。その精錬鍛冶技術は卸し技法によるもので、鉄製錬に付随する技術として、一連の技術体系として導入されたと見ることができる。

第5表 弥生時代～中世の鍛冶炉及び製鉄炉地下構造の大きさ分布



### 第3節 出土鉄滓から見た鍛冶炉

ここでは特に鉄滓の在り方から判断できる鍛冶炉について、検討を加えてみる。鍛冶炉についてはこれまでも多くの研究者が、主にその長さ・幅・深さといった形態的な側面とその構造、特に炉底構造に重きを置いて研究を進めてきたが、鍛冶実験炉の検討でも指摘したように、鍛冶炉が遺構として我々の目に触れるのはすでに、上部構造を失っている場合が極めて多い。鍛冶炉が機能するのは羽口前面のごく狭い部分で、少なくとも羽口が完全に炭に埋没した状態でなければならない。遺跡で検出される鍛冶炉というのは羽口の設置部分も不明な状態で、かろうじて炉底部が残存しているだけのことが多い。実験で判明したことであるが、鍛冶というのはあまり大げさに考えなくても土間に浅い皿状の窪みを設けて、周囲に土堤を巡らせたり、炭を高く盛り上げれば、一通りの作業は可能である。

ただし、このとき、鍛冶炉の規模を問題にした場合、遺構として検出される浅い皿状の窪みの計測値では、正確な鍛冶炉の大きさを表すことにはならない。したがって、ここでは遺跡で検出される鍛冶炉が、操業当初の姿を表すものではないという観点から、数値による比較はあえて行わず、参考程度として扱うに留めたい。ここでは主に鉄滓の底面の状況、すなわち鉄滓と炉底が接していた痕跡、炉底土の熔融固着の状況から想定できる炉形を検討してみることにする。

#### (1) 鍛冶炉の形態的変遷

第5表は弥生時代から中世に至る、鍛冶炉とされる遺構の検出時の規模を長さ・幅で表したものである。遺跡から確認されるほとんどの鍛冶炉は上部構造を欠失していて、大体同様な状況で検出されることが多い。完全な鍛冶炉の規模比較ではないが、おおまかな傾向を知ることは可能である。古墳時代以降は製鉄炉の炉底地下構造の規模も合せて示している。さて、表から読み取れることは、弥生時代に初めて、鍛冶炉で鉄を加工し始めた段階では炉の大きさにかかなりのばらつきがあって、定型的な炉が完成される以前の状態を示しているといえる。小さいものでは径30cm程度のものから、大きいものでは径1mに及ぶものもあって、さらに楕円形を呈するものでは1×1.5mという、非常に大きな鍛冶炉の存在が想定されている。弥生時代の鉄滓を見るかぎり、沸しを伴う鍛錬鍛冶が行われていたのは確実とはいえ、あまりに大きすぎる炉がどのような鍛冶工程を担っていたのか疑問である。後期段階の野多目A遺跡では整った形態の椀形滓があり、これから復元できる炉はせいぜい径30cmのボール形炉であって、それ以上のものではない。あまりに規模の大きい炉は、炉自体の大きさを示すものでなく、炉を構築するための土坑が誤認されている場合があったり、炭窯などのまったく別の遺構である可能性も指摘できるのである。

古墳時代になると、興味深い状況が読み取れる。鍛冶炉の大きさがほぼ長さ・幅ともに1m以内に収まってくる。そしてあまり楕円形を呈する例は少なく、円形の

ものが多いということも分かる。博多遺跡の鉄滓の観察によると、鉄滓の下面の状況から明らかに2種類の炉が存在したことが分かる。第41号住居出土の鉄滓は径9.8～12.2cmのほぼ完全な半球状の椀形滓で、これから復元できる炉の形態は、直径20～30cmの小型の円形ボール炉が想定できる。一方、706号土坑に廃棄されていた鉄滓は大きいもので長径13～13.5cm・短径11～12cmの浅い楕円形皿状を呈する椀形滓で、羽口先端部が熔着する例が多い。炉底が41号住居出土の鉄滓に示されるような半球形の窪みではなく、比較的平坦に近く、しかも羽口の設置位置から見ると、浅い炉であったことが分かる。上部の構造まで復元できないが、羽口が炉底と3～4cmしか離れていないので、非常に浅いやや楕円形の炉が想定できる。この土坑出土の鉄滓は重量が500gを超える大型のものが多く、後の精錬鍛冶滓の大きさに匹敵する。これらが精錬鍛冶滓でないとすれば、これほど大きな滓を生成できるのは、少し過高温で沸しを伴う折り返し鍛錬の作業をして、鉄分が滓に多く移行し過ぎたものと言える。おそらく、両者に時期的には大きな差はないので、鉄滓から見るかぎり、鍛冶工程と製作対象鉄器によって、炉形に違いが生じたと考えられる。

沖塚遺跡の鍛冶炉は羽口設置面が痕跡となって残存するが、最終作業の鉄滓が残されたままで、羽口直下から炉の斜面に流れた様子が窺える。この鉄滓の状況から判断すれば、径約34cmで、羽口下約10cmの深さがある。ただし、残存する鉄滓はガラス質で、椀形を呈するものではない。検出された状況と滓の在り方から、沖塚遺跡の鍛冶炉は博多遺跡41号住居出土鉄滓から復元できる炉形を髣髴させるもので、古墳時代前期に定型化しつつある鍛冶炉の代表例と言える。調査報告書では長径52cm・短径40cmの楕円形炉の可能性が指摘されているが、図、写真から判断するかぎり、径30数cm程度に復元できる円形炉と想定できる。恐らく前期を通して、博多遺跡、沖塚遺跡に見られる、楕円形炉と円形ボール炉の2種の鍛冶炉が機能し続けると考えられる。そして、前者が大型鉄製品生産用で、後者が小型鉄製品の生産用と認定できる。

中期になると、南郷遺跡群で見たように、依然として羽口が椀形滓に熔着する例が存在し、炉底の平坦な浅い炉が機能していることが分かる。しかし、このタイプの炉は比較的規模の大きい鍛冶遺跡で確認できることから、武器などの大型鉄製品の生産用の炉形と見て差し支えない。そして、径30cm程度の円形ボール炉が、村方鍛冶用の鍛冶炉として一般集落に普及していくと考えられる。中期の後半段階になると、羽口を熔着するような椀形滓は姿を見せなくなる。以後、炉形に関係なく、羽口が炉底から少し離れた上部に設置されるようになったに違いない。また、半球形の深さのある椀形滓は次第に見られなくなり、炉底が平坦に近い円形もしくは楕円形の浅い炉が主流になってくる。大きく炉形が変容を遂げるのは後期の6～7世紀になってからである。

大県遺跡群では、7世紀代に属する大県遺跡堅下小学校地区第2号鍛冶炉は長径32cm・短径20cm・現状深さ3cmの、浅い皿状の炉底をもつ楕円形鍛冶炉で、底面に鉄滓が遺存している。鉄滓はこの遺跡で多く検出されている大型の椀形滓で、



外形18×15cm・厚さ3cmの楕円形を呈するものである。滓の下面がほぼ平坦で、精錬の1工程分の滓を平坦な炉底に溜めている。このような大きい鍛冶炉は燃料の消費のこともあって、小型の製品加工には普通使われない。したがって、大型滓を伴う楕円形炉は特別の用途に使用されたと判断してよいと考えられる。そして、この時期に鉄製錬が開始される。否応なく、国内で不純物の多い粗鉄を精錬しなければならない。したがって、大県遺跡群で見られた大型の楕円形滓はまさにそうした精錬専用の炉で生成された可能性が高いのである。炉はほとんどが楕円形で、刀剣類など長物生産にも適した形態になっている。この傾向は布留遺跡群の滓からも分かる。この遺跡は武器生産が主体の鍛冶遺跡で、出土の滓はやはり浅い皿状の楕円形炉を想定させるものである。

## (2) 大鍛冶炉と小鍛冶炉の分離

そして、重要なのは弥生時代から古墳時代後期、奈良時代にかけての頃まで、この時期の鉄滓は必ずといってよいほどに外底面に炉底土の熔着が見られることである。13～14世紀の樋本遺跡の滓は全くこのような事例が見られない。鉄滓から見ると、8～9世紀から中世前半のうちに炉の構造が大きく変容することがわかる。これは小鍛冶と大鍛冶の完全な分離を示すものとして非常に重要である。精錬専用の大鍛冶炉は、鉄生産が軌道に乗った中国地方で出現したことは間違いないが、出現時期はよく分かっていない。何度も指摘するように鍛冶炉の検出形態は大変なバラエティを有しているので、ここではあくまで、そこで生成される鉄滓から鍛冶炉の変遷の画期と、それに付随する鍛冶の技術についてを追ってみた。

ここで鍛冶炉が実際にどのような形態の変遷を示しているのか、製鉄炉の地下構造の規模に留意する必要がある。第5表を見ると、古墳時代においては、鍛冶炉はほぼ1m以内に、それも50cm前後の範囲に収まっている。製鉄炉は一辺1m前後の方形のものが多く、大きくても一辺2m未満である。次に、奈良、平安時代をみると、鍛冶炉はやはり、基本的に長さ・幅ともに1mの範囲内に収まっている。細かく見れば、径50cm未満の小型ボール炉と径80cm～1mのやや大型のボール炉に分離しているように見える。ところが、製鉄炉の方に目を移せば、古墳時代と同様な一辺1m前後のものと、やや大型の長さ2m前後・幅1～1.5mの地下構造を持つものが現れてくる。さらに大型の長さが5m前後というものも現れている。これはそれ以前に比べて、上部の炉自体も急激に大型化していることを意味している。ところが、中世になると、鍛冶炉はやはり、奈良、平安時代とほとんど差はないといってよい状態である。ただ、奈良、平安時代に漠然としながらも2極化する傾向にあった在り方が、いっそう鮮明になってきた。つまり、径1m未満の、径50cm程度の円形ボール炉のグループと、径1m前後のグループに2分されているのである。そして、後者のグループは円形というよりはむしろ長方形に近い形態となっていることに注意したい。製鉄炉を見ると、奈良、平安時代の多くが集中していた長さ2～3m・幅1～1.5mの大きさの地下構造と、さらに大型の長さ4～5m・幅1～2mの地下構造という、2つのグループに分かれている状況を知ること

ができる。そして、後者のグループが主体を占め、近世たたら吹き製鉄へと繋がっていくことが読み取れるのである。

この表から判断できることは、まず第一に鍛冶炉は経年的にあまりその形態に大きな変化は認められないということが分かる。せいぜい50cm前後のものと、1m前後のものに分類できる程度である。ところが、一方の製鉄炉は、炉自体の規模が右上がりの上昇線を描く。出現期のものに比較して、中世段階には5倍程度にまで大型化するのである。弥生時代以降の鍛冶炉と製錬炉の変遷を見ると、製錬炉が鉄需要量の急激な増加に比例して大型化の道を辿るのに対して、鍛冶炉というのは長期間に亘ってもあまり形態上の大きな変化は現れないということが分かる。しかし、それでも炉形の定型化以前のばらつきの多い段階から、まとまりある炉形のグループを形成し、古代から中世に至って、2極化することが指摘できる。この鍛冶炉の規模的な差から、精錬鍛冶と鉄製品生産鍛冶（鍛錬鍛冶）という、大鍛冶と小鍛冶といった鍛冶操業の分業化が鮮明になってくる様子が窺えるのである。

## 引用参考文献

- 青木秀雄「埼玉県宮代町山崎山遺跡鍛冶工房跡の調査」『考古学ジャーナル』33  
0 1991
- 天野博之「南山畑遺跡-弥生終末期の鍛冶遺構」（塚本敏夫・吉村佐紀恵編『東日本における鉄器文化の受容と展開』発表要旨集 鉄器文化研究会 1997）
- 安間拓巳「古代の鍛冶炉」『考古学研究』第42巻第2号 1995
- 大沢正己「付章 大県遺跡及び周辺遺跡出土鉄滓・鉄剣の金属学的調査」（竹下 賢  
監修『大県・大県南遺跡』柏原市教育委員会 1984）
- 大沢正己『付編樋本遺跡出土鍛冶関連遺物の金属学的調査』（高畑知功編『樋本遺  
跡』岡山県教育委員会 1987）
- 大沢正己「付章3 窪木薬師遺跡出土鍛冶関連遺物の金属学的調査」（島崎 東編  
『窪木薬師遺跡』岡山県文化財保護協会 1993）
- 大沢正己「沖塚遺跡鍛冶工房跡出土遺物の金属学的調査」（大鷹依子編『八千代市  
沖塚遺跡・上の台遺跡 他』（財）千葉県文化財センター 1994）
- 大沢正己「弥生時代の鉄器の動向」（塚本敏夫・吉村佐紀恵編『東日本における鉄  
器文化の受容と展開』発表要旨集 鉄器文化研究会 1997）
- 大沢正己「古墳供献鉄滓からみた製鉄の開始時期」『季刊 考古学』8 1984
- 大沢正己「古墳出土鉄滓からみた古代製鉄」『日本製鉄史論集』たたら研究会 1  
983
- 大沢正己「日本の初期鉄器時代の鉄器、鉄滓の冶金学的解析」（たたら研究会編  
『東アジアの古代鉄文化-その起源と伝播-』国際シンポジウム予稿集 1993）
- 大鷹依子編『八千代市沖塚遺跡・上の台遺跡 他』（財）千葉県文化財センター 1  
994

- 大道和人「近江の鍛冶と鉄生産」（花田勝広編『村方鍛冶と專業集團』発表要旨集 鉄器文化研究会 1998）
- 大和久重雄『熱処理のおはなし』日本規格協会 1982
- 大和久重雄『鋼のおはなし』日本規格協会 1984
- 尾上元規「古墳時代鉄鍬の地域性 - 長頸式鉄鍬出現以降の西日本を中心として」『考古学研究』第40巻1号 1993
- 尾上元規「古墳時代鉄器の地域性と生産」（花田勝広編『村方鍛冶と專業集團』発表要旨集 鉄器文化研究会 1998）
- 小畑弘己・佐藤一郎編『博多』37 福岡市教育委員会 1993
- 川越哲志「金属器の製作と技術」（佐原真・金関恕編『古代史発掘』4 弥生時代 -1 講談社 1975）
- 川越哲志「鉄器の生産」（佐原真・金関恕編『弥生文化の研究』5 雄山閣 1985）
- 川越哲志『弥生時代の鉄器文化』雄三閣出版 1993
- 河瀬正利『たたら吹製鉄の技術と構造の考古学的研究』溪水社 1995
- 北野重編「大県遺跡 - 堅下小学校屋内運動場に伴う」1985年度 柏原市教育委員会 1988
- 北野重編『平尾山古墳群 - 太平寺山手線建設に伴う その1』1986年度 柏原市教育委員会 1989
- 木下修・水ノ江和同編『椎田バイパス関係埋蔵文化財調査報告』福岡県教育委員会 1991
- 清永欣吾「鉄製品の化学分析」（田中光浩編『扇谷遺跡』峰山町教育委員会 1984）
- 清永欣吾・佐藤豊『鳥上作刀鍛錬場鍛冶滓の調査』日立金属株式会社安来工場・和鋼記念館 1988
- 斎藤嘉造編『槌の響 - 越前武生の打刃物』槌の響刊行会 1986
- 坂靖編『南郷遺跡群』I 奈良県教育委員会 1996
- 佐藤次郎『鍬と農鍛冶』産業技術センター 1979
- 潮見浩・川越哲志・河瀬正利「高平遺跡発掘調査報告」『広島県文化財調査報告』9 広島県教育委員会 1975
- 柴尾俊介・木太久守「5 重留遺跡（第3・4地点）」『埋蔵文化財調査室年報』15（財）北九州市教育文化事業団埋蔵文化財調査室 1998
- 島崎東編『窪木薬師遺跡』岡山県文化財保護協会 1993
- 白鷹幸伯『鉄 千年のいのち』草思社 1997
- 鈴木功「福島県内における鍛冶遺構について」『論集しのぶ考古』1996
- 鈴木卓夫『作刀の伝統技法』理工学社 1994
- 高畑知功編『樋本遺跡』岡山県教育委員会 1987
- 竹下賢監修『大県・大県南遺跡 - 下水道管渠埋設工事に伴う』柏原市教育委員会 1984

- 武田恭彰「備中の鍛冶と鉄生産」（花田勝広編『村方鍛冶と專業集団』発表要旨集 鉄器文化研究会 1998）
- たたら研究会編『日本古代の鉄生産』六興出版 1991
- たたら研究会編『東アジアの古代鉄文化-その起源と伝播-』国際シンポジウム予稿集 1993
- たたら研究会編『平成9年度たたら研究会大会資料集』 1997
- 田中光浩編『扇谷遺跡発掘調査報告書』峰山町教育委員会 1984
- 俵 国一『古来の砂鉄製錬法』丸善 1933
- 塚本敏夫・吉村佐紀恵編『東日本における鉄器文化の受容と展開』発表要旨集 鉄器文化研究会 1997
- 日本鋳物協会編『図解 鋳物用語辞典』第2版 日刊工業新聞社 1988
- 野島 永「弥生・古墳時代の鉄器生産の一様相」『たたら研究』第38号 1997
- 橋口達也「再び初期鉄製品をめぐる二、三の問題」『日本製鉄史論集』たたら研究会 1983
- 花田勝広「倭政権と鍛冶工房」『考古学研究』第36巻3号 1989
- 花田勝広「吉備政権と鍛冶工房」『考古学研究』第43巻1号 1996
- 花田勝広編『村方鍛冶と專業集団』発表要旨集 鉄器文化研究会 1998
- 布留遺跡範囲確認調査委員会編『布留遺跡範囲確認調査報告書』天理市教育委員会 1979
- 古瀬清秀「鉄器の生産」（白石太一郎ほか編『古墳時代の研究』5 雄山閣 1991）
- 古瀬清秀「古墳時代における專業鍛冶と村方鍛冶」（花田勝広編『村方鍛冶と專業集団』発表要旨集 鉄器文化研究会 1998）
- 真鍋成史編『森遺跡』V 交野市教育委員会 1997
- 丸山康晴編『赤井出遺跡』春日市教育委員会 1980
- 村上恭通「二子塚遺跡の鍛冶遺構について」日本考古学協会1990年度大会資料 1990
- 村上恭通「古墳時代の鉄器生産」『月刊 考古学ジャーナル』366 1993
- 村上恭通「弥生時代における鍛冶遺構の研究」『考古学研究』第41巻第3号 1994
- 村上恭通「星ヶ丘遺跡の鍛冶遺構について」『弥生みずほ』第15号 1995
- 山内紀嗣編『布留遺跡三島（里中）地区発掘調査報告書』埋蔵文化財天理教調査団 1995
- 山口譲治編『博多』36 福岡市教育委員会 1993
- 山口直樹「考古学講座について（3）- 鉄づくりの展開と鍛冶実験の記録報告」『千葉県立房総風土記の丘年報』15 千葉県立房総風土記の丘 1992
- 吉武学編『野多目A遺跡』4 福岡市教育委員会 1997
- 読売新聞「纏向遺跡から鉄精錬の遺物」1998年9月22日記事

## 第3章 製鉄遺跡から見た鍛冶技術

### 第1節 製鉄炉の変遷と鍛冶技術

中国山地域及びその周辺に生きた人々は、古墳時代に長方形あるいは楕円形の箱形炉を完成させ、わが国における製鉄活動を軌道に乗せることに成功した。やがて、古代から中世という激動の時代に、いち早くその社会的要請に敏感に反応し、進取的に製鉄の技術改良を重ね、そして、ついには他地域の製鉄を一蹴し、競争力をつけた製鉄産業がこの地域に集約されていった姿を、見て取ることができると思う。この製鉄の発展過程において、どの時点で大きな画期が認められるのかということ、特に製鉄に最も関連深い鍛冶の実態に比較しながら、明らかにしていく。鉄は製鉄場で生産された後、その用途に応じて、鉄の性質を変化させながら人々の間に流通していった。この製鉄場と、消費者の間をつなぐのが鍛冶工人であった。したがって、製鉄の歴史的発展過程には必然的に鍛冶の技術的発展が伴われているはずである。ここでは、そうした製鉄と鍛冶の相関関係を、考古学的な観点から探っていきたい。

わが国において、製鉄の技術的背景は中国古代の銑鉄生産とは全く系譜を別にしている。もっとも中国古代においても、銑鉄生産に至るまでには、低温個体還元法をまず、鉄作りの基本的形態として持っている。わが国では現在までに分かっている範囲で見ると、この低温個体還元法による鉄作りが、製鉄技術のバックボーンとして保持され、おそらく中世に至って送風装置や炉の構造の革新と大型化などによって、炉内の還元雰囲気格段の向上があった。こうした状況下であって初めて、従来の直接製鋼と合せて、ようやく間接製鋼を目的とする銑鉄生産が軌道に乗ったと考えられる。奈良、平安時代以前においては、高炭素あるいは低炭素といった規格品的な鉄の生産段階には至っていなかったと考えられる。炉の状態次第で、炭素含有にかなりばらつきのある鉄を生産したのが、実態を示しているといつてよからう。鉄生産の2形態、すなわち、ケラ、ズクと呼ばれる性質の異なる鉄の意図的作り分けが技術的に完成したのは近世たたら吹き製鉄法といえる。

ここでは中国山地域を中心に展開する古墳時代以降、中世までの製鉄炉を取り上げ、その炉床の地下構造の形態的变化が、同時に時期的な発展過程として捉えられるかどうかについて、特に画期となりうるいくつかの発掘調査例を通じて、形態的、時期的変遷を追ってみることにする。そして、その発展過程において、鍛冶技術がどのように対応しているのか、特に鉄滓の在り方から、両者の関連についてみる。

#### (1) 中国山地域の主要な製鉄遺跡

### 千引カナクロ谷製鉄遺跡と炉床地下構造

岡山県総社市においてゴルフ場建設に伴って、170ヘクタールに及ぶ山塊が開発され、この範囲内から製鉄炉21基、横口付き炭窯26基、炭窯2基、古墳11基などの鉄関係の遺跡が多く検出された〔武田1998〕。遺跡群は総社平野の東端の丘陵にあって、製鉄遺跡は近接しながらも6ヶ所に分散して、時期的に百数十年間に亘って操業され続けた。これは森林資源という燃料の問題で、数十年を1単位に移動せざるを得なかったようである。さて、ここで取り上げるのはカナクロ谷製鉄遺跡で、製鉄炉4基と横口付き炭窯3基、横穴式石室をもつ後期古墳3基があった。遺構群は小さな谷に面してあり、製鉄炉は1号から4号までが重なり合いながら、あるいは近接して南面する山腹に営まれていたが、特に2～4号炉は4号、2号、3号の順に、溝あるいは排水坑といった遺構が重なりあっていて、それらの築炉の変遷過程が正確に把握できた。そして、最も規模の大きく、最初に築造された古墳の石室の裏込めに鉄滓が使われており、このことから判断すれば、周囲に築造された後期古墳はおそらく、製鉄集団の家族墓と考えられた。裏込めに鉄滓を使った古墳は、出土須恵器から6世紀後半の古い段階に位置付けられ、このことから、最初に築炉された4号炉は古墳より古い6世紀中頃に比定された。

4号炉の地下構造は長さ2.1m・幅1.4mの長方形を呈し、深さ約0.5mで、長辺側の壁に拳大から人頭大の石材を積み上げていた。炉の外側には、底面に石を敷き詰めた、放物線形の排水溝が取り巻き、谷側に開いていた。2号炉は排水溝の重なりから、4号炉より新しい構築とわかるが、4号炉と基本的な構造はほとんど一致していた。2号炉の地下構造は一辺約1.1mのほぼ正方形で、底面に平石を敷き詰めていた。やはり炉を取り囲むように排水溝が谷側に開く形で、巡らされていた。6世紀後半代の構築と想定されている。製鉄原料は指先大から拳大に砕かれた鉄鉱石で、砂鉄を使用していないことが注目できた。地下構造の上部にあった製鉄炉については、箱形であるのか円筒形であるのか全く確認できていない。カナクロ谷4・2号炉は、これより先に調査されていて、古墳時代製鉄炉のタイプサイトとして重要な位置付けがなされていた岡山県大蔵池南製鉄遺跡の炉地下構造とはかなり異なるもので、現在のところ、日本国内はもとより、朝鮮半島でも、このタイプの炉地下構造は確認されていなく、その系譜は明確でない。しかし、その後の製鉄炉の基本的要素はほとんど備えており、一連の型式の組列の初現形態といえる。興味深いのは4・2号炉の上面に3号炉が構築されていて、炉構築の時期的変遷が明瞭に把握できることで、この地下構造の形態的特徴は、大蔵池南製鉄遺跡や広島県戸の丸山製鉄遺跡などと共通し、6世紀末から7世紀台にかけて位置付けられるものである。

### 大蔵池南製鉄遺跡と炉床地下構造

岡山県久米町にあった製鉄遺跡で、1980(昭和55)年にゴルフ場建設に伴って調査されたが、製鉄炉の地下構造が7基以上検出され、しかも6世紀末から7世紀にかけての時期に比定される須恵器が出土したことで、古墳時代後期に属する製

鉄炉と認定された〔村上ほか1982〕。この後、古墳時代製鉄炉の基準遺跡として、重要な位置付けがなされた。山腹傾斜面に平坦面を設け、その中央に炉を築き、上手が作業面になり、ここに原料の砂鉄や燃料の炭が置かれていた。作業面から炉に向かって半円形の突出部があり、ここに轆を設置したと考えられた。製鉄原料が千引カナクロ谷製鉄遺跡とは異なり、砂鉄であることは、製鉄が開始された当初と大きな変換点の存在することに注意が必要である。

さて、大蔵池南製鉄遺跡の製鉄炉の地下構造の規模を見ると、1号炉では0.9×0.55mの長方形で、4号炉は1.05×0.5mの長方形、5号炉は1.1×0.6mの長方形、6号炉は1.38×0.65～0.85mの隅丸長方形、7号炉はやや大型で、1.75×0.85mの隅丸長方形である。地下構造の平均の大きさは長辺1.24m・短辺0.655mで、深さはいずれの炉も確定的な値は示されていないが、平均で0.65m前後とされている。製鉄炉の共通した基本的な在り方は、炉を中心に上手に1段高い轆座、その両隣にそれぞれ砂鉄置き場、炭置き場があり、そこから排滓用の溝が「ハ」の字形に谷側に開いている。大蔵池南製鉄遺跡は通常、箱形炉とされているが、炉底滓を見ると、たとえば、縦28.5cm・横37cm・厚さ10～11cmのものがあるが、縦方向では約3分の1が欠如しているので、復元すれば、径37cm前後のほぼ円形をなすものである。もう1つ例を挙げれば、長辺37cm・短辺23cm・厚さ6cmのものがある。これも約3分の1が欠けている。復元すれば、径37cm前後の円形に近いものになる。したがって、大蔵池南製鉄遺跡では小型の箱形炉といいながら、実際は径40cmほどの円筒形の豎形炉を採用していた可能性が高い。このような円形を呈する炉底滓は、岡山県総社久代製鉄遺跡群の板井砂奥製鉄遺跡4号製鉄炉、広島県戸の丸山製鉄遺跡などでも確認されていて、地域を越えて、共通した特徴を持っている。

#### 石生天皇製鉄遺跡と炉床地下構造

石生天皇製鉄遺跡は岡山県和気町にあり、1957(昭和32)年に発掘調査された。小さな谷に面した山腹斜面に平坦面を設け、その中心に炉を築いていた〔近藤1980〕。炉の地下構造は長さ0.85m・幅0.37m・深さ約0.3mの方形で、片方の長辺の内側には、長さ28～35cm・高さ25～30cm・厚さ5～8cmの板石が立てかけられていた。地下構造の底面と板石はかなりの高温を受けていて、特に底面は青灰色の還元色に焼けていた。出土した須恵器から、8世紀末から9世紀にかけての頃に比定されている。炉の設けられた作業空間は、大蔵池南製鉄遺跡など古墳時代のものに共通しており、砂鉄、炭なども検出されている。同時期の例として、岡山県加茂町にキナザコ製鉄遺跡がある。この遺跡では長辺60cm・短辺40cmの範囲が赤橙色に焼けており、ここが炉底の地下構造の底面と想定されている。この遺跡で重要なことは、炉形を想定できうる炉壁の一部が出土していることで、炉は長辺90cm・短辺70cm・高さ65cm程度の箱形に復元できた。しかも約15cm間隔で、3ヶ所に轆羽口の挿入孔が残存しており、送風の実態についても多くの情報が得られた。8～9世紀段階になると、古墳時代と比べて、円筒形から箱形

という、炉形に変化の生じてことがわかるが、これは送風装置の改良が大きな原因と考えられる。

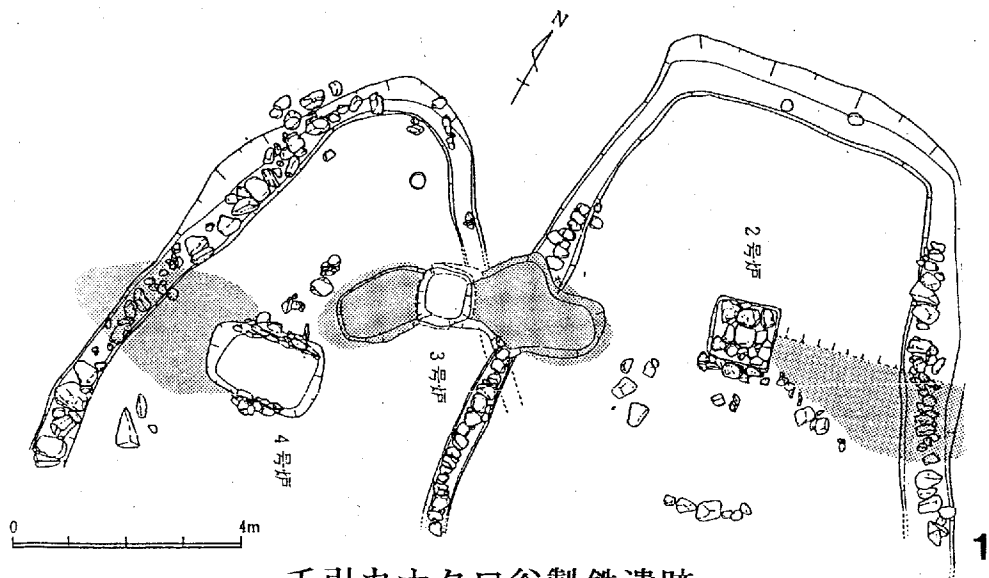
#### 大矢製鉄遺跡と炉床地下構造

1977(昭和52)年、広島市の北約25kmの広島県山県郡豊平町にある大矢製鉄遺跡が発掘調査された。この遺跡では、狭い谷に面した山腹裾近くの斜面をL字状に掘削して、長さ17m・奥行き8mの平坦面を設け、ここに製鉄炉を築き、下方の斜面に鉄滓を廃棄していた〔古瀬1993〕。平坦面の中央には長さ3.4m・幅1.2m・深さ0.5mの、長楕円形をした粘土貼り船底形施設があり、その内面は上開きの曲面で、灰黄緑色の還元色に焼き固められていた。この粘土貼り船底形施設の周囲には、幅0.6m・深さ0.4mのU字形溝が弧状に取り巻き、全体として、長径4m・短径2.5mの長楕円形の赤く熱変した施設となっていた。この施設の両側にはやはり還元色に焼けた、排滓用あるいは湯溜め用の土坑(湯穴)があった。その他の施設としては平坦面の山手側に、粘土貼り船底形施設の長辺中央に接して、長さ1.8m・奥行き1.8m・高さ0.7mの方形台状の高まりがあり、その両側は奥に窪んだ平坦面となっていた。山手側に向かって、方形台の左側平坦面には砂鉄が数kg残されていた。

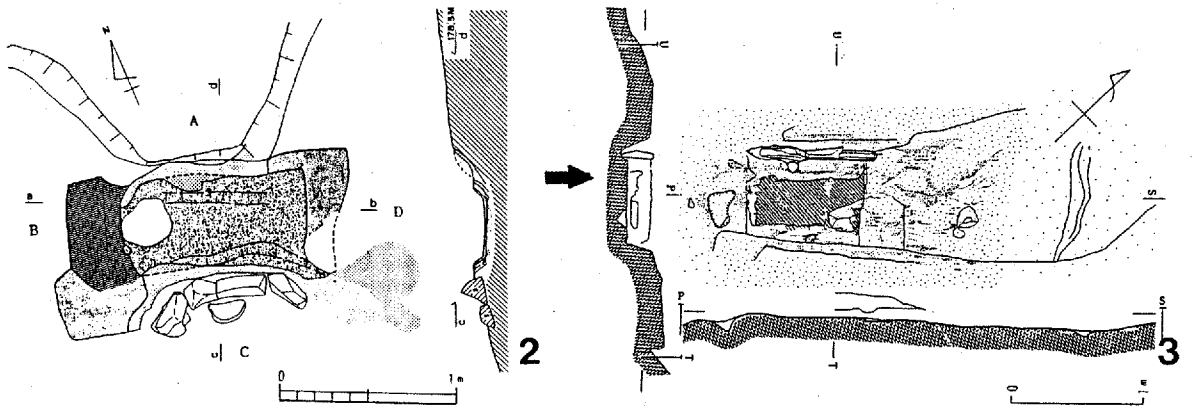
大矢製鉄遺跡の製鉄炉周辺の概要は以上の通りであるが、最初の製鉄遺跡の調査でもあったので、これらの遺構の理解には困難を極めた。この地方の製鉄遺跡といえば、本床、小舟と呼ばれる防湿、保温のための床釣施設を持つ近世以降のたたら吹き製鉄を指し、それ以前のはほとんど分かっていなかったからである。しかし、大矢製鉄遺跡の遺構の配置をじっくり検討してみると、意外にも近世たたら吹き製鉄との類似点が見つかった。近世たたら吹き製鉄には製鉄炉の地下に、床釣と呼ばれる大規模な地下構造をもつ。その上半部は中央に本床、その両側にトンネル状の小舟を設置した本床釣で、それによって徹底した、炉の保温と除湿を行っている。つまり、大矢製鉄遺跡の粘土貼り船底形施設が本床に、その両長辺を取り巻く弧状溝が小舟に相当する。一見、製鉄炉に見紛う船底形の施設は、実は炉本体ではなく、炉の地下構造なのである。操業時は炉の地下に埋没し、目に触れることはない、そして、船底形の窪みには粉炭が厚く充満していたが、これは近世たたら吹き製鉄の灰すらしによる、炉底のカーボンベッドに相当しよう。遺構全体を眺めてみると、船底形施設の山手側横の方形台状高まりは鞆を置く鞆座、あるいは鞆の風を振り分けるつぶり台的なもので、この両側の空間が、砂鉄を置く小鉄町、木炭を置く炭町に比定できる。

こうして、大矢製鉄遺跡は遺構の型式学的変遷の中で、近世たたら吹き製鉄が成立する以前の製鉄場であることが判明したが、生産遺跡にありがちな、生活遺物の欠如で、考古学的には時期決定ができなかった。理化学的な年代測定によると、熱残留磁気測定法でA.D.1100~1200年、C-14測定法で810±30B.P.、熱ルミネッセンス測定法では1040B.P.という値を得た。A.D.10~13世紀頃に比定でき、平安時代後期頃という、近世以前のたたら吹き製鉄の歴史的過程の一点



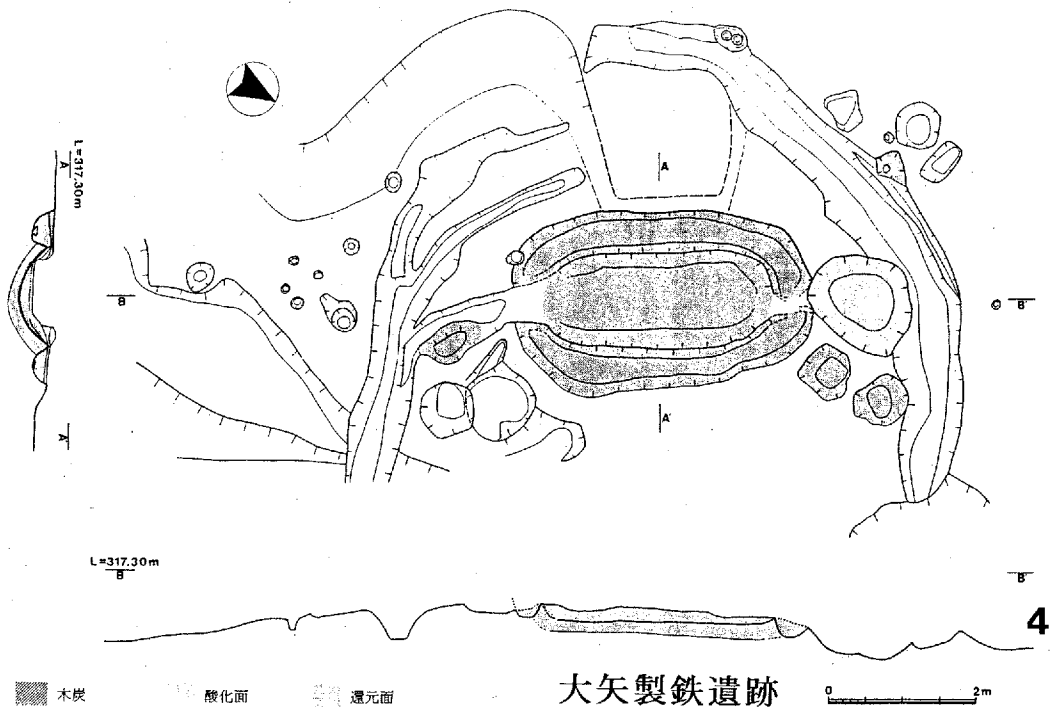


千引カナク口谷製鉄遺跡



大蔵池南製鉄遺跡

石生天皇製鉄遺跡



大矢製鉄遺跡

■ 木炭    □ 酸化面    □ 還元面

第19図 古墳時代～中世における製鉄炉  
地下構造の型式変遷

を定めることができた。

以上の調査例から見て、本格的鉄生産の始まる古墳時代から質的に大きな変革期となる中世までの製鉄場の変化の様相を、炉床地下構造の変遷過程の中に窺うことができた。第19図にその変遷過程を示しているが、①「千引カナクロ谷型」、②「大蔵池南型」、③「石生天皇型」、④「大矢型」の4類型の炉床地下構造に分類設定することができる。

## (2) 炉床地下構造の型式変遷

古墳時代から中世にかけての製鉄の変遷を、主に中国山地に見られる製鉄遺跡の炉床地下構造の型式学的変遷を通してたどってみた。これは明らかに近世たたら吹き製鉄への不可逆的な歩みであり、一連の技術的革新ととらえることができる。中国山地では古墳時代後半期以降、製鉄遺跡が確認されており、古墳時代に属する例として、岡山県総社市製鉄遺跡群、久代製鉄遺跡群、久米町大蔵池南製鉄遺跡、津山市緑山製鉄遺跡、広島県庄原市戸の丸山製鉄遺跡など、遺跡立地、遺構配置の共通した多くの例がある。これらの製鉄炉床の地下構造を、すでに「千引カナクロ谷型」、「大蔵池南型」炉と設定しておいたが、前者の型式が現在のところ、中国山地における近世たたら吹き製鉄へ続く諸型式の初現形態と考えられる。「千引カナクロ谷型」、「大蔵池南型」の炉床地下構造を有する製鉄は、岡山県和気町石生天皇製鉄遺跡など古代前半の一連の製鉄遺跡を経て、古代末頃を中心とする「大矢型」炉床地下構造を持つ製鉄に継続する。なお、古代前半は、古墳時代の円形、楕円形といった不定形の炉が、長方形箱形炉に集約されていく時期ととらえられる。基本的には「大蔵池南型」の範疇に含まれるものと考えられるが、過渡期という時期的重要性を勘案して、「石生天皇型」を設定しておく。

さて、「大矢型」炉床地下構造は、前段階の「大蔵池南型」、「石生天皇型」に比較して、長さで約3.5倍、幅で約2.5倍と大幅な拡大が認められる。これは、その上面に設置される製鉄炉の規模にも反映される。「石生天皇型」に属する古代前期の岡山県加茂町キナザコ製鉄遺跡では炉壁片から炉が復元され、その外形は長辺90cm・短辺70cm・高さ65cmである。「大蔵池南型」も同規模の炉が復元できよう。これに比べて、「大矢型」場合、鞆座の位置と大きさなどを勘案して、仮に長辺約2m・短辺約1.2m・高さ約1mとすれば、炉体の体積は「大蔵池南型」、「石生天皇型」の0.4m<sup>3</sup>前後のものから、2.4m<sup>3</sup>と一挙に6倍もの大きさとなる。あくまで炉の外形の数値であり、実際の炉内容積を示すものではないが、比較の材料とはなろう。この炉の規模拡大は実は、技術的には相当の飛躍があったことを知る必要がある。炉の拡大に伴う、砂鉄の還元作用の促進には送風技術の大幅な革新と、除湿、保温の適正な保持が要求されるからである。

近世以降のたたら吹き製鉄炉は、島根県吉田村菅谷たたら例を見ると、長辺約3.1m・幅約1.4m・高さ約1.1mである。炉体積は約4.8m<sup>3</sup>となる。これは初現期のものに比べて、実に12倍もの大きさである。この数値がそのまま鉄生産量に反映されてくる。

## 第2節 製鉄の発達と鍛冶技術

ここでは、前節に述べた、古墳時代から中世にかけての製鉄産業の発達過程が、鍛冶技術の発達とどのように関連しあっているのかについて、製鉄炉の地下構造の変遷過程と、鍛冶遺跡出土の鉄滓の在り方から見てみる。

### (1) 鍛冶鉄滓の時期的変容

鍛冶技術の発達過程については、鉄滓の生成に反映されることをすでに述べた。弥生時代には後期段階になるまで、確実に鍛冶遺構に伴う形での鉄滓は確認されていない。京都府扇谷遺跡の周溝出土とされる鉄滓は前期末から中期初めに属するとされているが、 $6 \times 3.7$  cmの小さいものである。後期段階になると、福岡県野多目A遺跡や熊本県二子塚遺跡などにおいて、鍛冶遺構に伴って鉄滓が出土するが、大きい滓を抽出してみても、前者で径8.2 cm、7 cm、重量も98.2 g、72.8 gといったところで、後者は $6.3 \times 4.3$  cm、 $5.4 \times 3$  cm程度の大きさである。いずれも大きくても5~8 cm程度であった。少ない遺跡で判断は難しいが、弥生時代の鉄滓は10 cm未満の大きさで、重量も100 g未満であったらしい。不定形のものも含まれるが、きれいな椀形を呈する滓もあって、鍛冶炉での鍛錬に伴って生成されたと考えられるものである。したがって、弥生時代鉄滓と製鉄の関連性はあまり大きな問題とはならない。

鉄滓生成の歴史的変遷過程で、大きな変容が確認できるのは古墳時代になってからである。古墳時代前半期においては、3~4世紀段階の福岡県博多遺跡でまとまった形で椀形滓が検出された。ガラス質を主体とするものがあつたり、鍛造剥片を噛み込むものがあつたりすることから、鍛錬鍛冶滓であることは確実であるが、古墳時代前半期以降、こうした例が増加してくる。鉄滓の大きさは博多遺跡の場合、完全な椀形滓で径10.5 cm・12.2 cm、やや大きいもので13~14 cm程度である。重量も114.2 g・280 g程度で、大きい滓では600 gを超えるものがあるが、羽口先端が融着しており、鉄滓自体は実質数百gと考えられる。千葉県沖塚遺跡でも総数502点もの鉄滓が検出されているが、最大のものが $8 \times 6$  cm・重量142.2 gで、100 gを超えるものはわずかにこの1点だけで、他はほとんど数十g以下である。古墳時代前半期では、鉄滓はせいぜい径10数cm程度、重量も100~200 g前後で、それ以上に成長するものは少ない。おおまかに見れば、この段階は形態上は、弥生時代の鉄滓と大きな変化は認められないと言える。古墳時代中期の5世紀代を見ても、前半期の奈良県南郷遺跡群では、大きい滓で、径8.5 cm・重量300 g。多くは8 cm前後の大きさで、重量が数十gから数百gまでのものである。後半期の北九州市重留遺跡では、大きい滓で $7.3 \times 5.9$  cm・重量120 g程度で、多くは径5~7 cm・重量100 g未満である。5世紀代における他のいくつかの遺跡でもこうした状況にあり、この段階もそれまでとあまり大きな違いは見られない。

この状況が一変するのは古墳時代後期の6世紀代になってからで、それも6世紀中頃から後半にかけての頃である。岡山県窪木薬師遺跡では、分析による鍛冶内容は明確ではないものの、大きい滓で、 $12.7 \times 9.3 \text{ cm}$ ・重量664g、 $9.6 \times 9 \text{ cm}$ ・重量588gといったものがあり、径8~9cm・重量300~500gが多い。一方、ほぼ同じ時期の奈良県布留遺跡群を見ると、 $11.5 \times 8 \text{ cm}$ ・重量162.9gを筆頭に、径10cm前後・重量50~200g程度の椀形滓が多い。この数値はこれまでのものにそう大きな開きを持つものではない。ところが、窪木薬師遺跡ではこれまでの鉄滓と比較して、大きさを一回り大きく、重量では実に、3~4倍ということになる。同じ時期に属しながら排出される鍛冶鉄滓に、これほど大きな差異の生じるのは、鉄滓を排出する鍛冶の内容に大きな変容があったことを物語る。

次いで決定的な差異を示す鉄滓を出土するのが、大阪府大泉遺跡群である。この遺跡群は6世紀後半からむしろ、7・8世紀代にかけて時期的な中心を持つ遺跡で、 $18 \times 13 \text{ cm}$ ・重量1.359kgを筆頭に、 $18 \times 10.8 \text{ cm}$ ・重量1.308kg、 $14.5 \times 11.5$ ・重量1.172kgなどという、これまでに例を見ない大きさと重さの大型鉄滓が数多く出土するのである。もちろん、これまでに多くの遺跡で見られたのと同様な $10.8 \times 9 \text{ cm}$ ・重量389.7g、 $8 \times 7.2 \text{ cm}$ ・重量178.1gといった大きさのものも多く出土している。この遺跡はF区、宮の橋地区、安堂地区といったいくつかの地点があって、地点ごとに鉄滓の大きさ、重さの構成が異なっており、それぞれの地点における鍛冶の内容が、異なっていたことが想定できる。そして、超大型鉄滓は鍛錬鍛冶とは生成される工程が異なると考えている。

鍛冶実験で生成した鉄滓の在り方は、スラグの混在する鉄塊を卸し鉄にした際に生じるそれと、極めて近似するものであった。鍛錬鍛冶の実験では、鍛錬が長時間絶え間なく継続することはなく、工程の途中に何回かの清掃が必要で、鉄滓もそれほど大きく成長することはなかった。7回の折り返しを行う鍛錬鍛冶実験では、途中で2回、炉内清掃を行い、総計1.38kgの鍛錬鍛冶滓が生成されたが、最大クラスの滓でも $9.4 \times 7.9 \text{ cm}$ ・重量424g、 $10.3 \times 8.7 \text{ cm}$ ・重量368gであった。一方、スラグ混じりの粗鉄原料3.5kgを精製する精錬を行う実験では、1.475kgの椀形滓が生成された。これらのことから判断すれば、大泉遺跡群の超大型滓は1工程を一気に行う鍛冶、すなわち、精錬鍛冶に伴う滓の可能性が極めて高いと言えよう。6世紀後半から7世紀にかけて初めて出現する、このような超大型滓は鍛冶工程に新たな1ページを加えるものであった。

さて、この後、鍛冶遺跡から検出される鉄滓は大きな変化も見られないまま経過するが、中世の前半、13~14世紀にかけて、岡山県樋本遺跡ではさらに大型の $20 \times 14 \text{ cm}$ 、重量2.563kgに及ぶ椀形滓が出土し、さらに大きいものでは3kg程度のものもある。これらは大泉遺跡群の大型滓より一回り大きく、重さに至っては2倍となっている。鍛冶鉄滓にみられるこの大型化傾向は近世たたら吹き製鉄の完成する段階に至って、頂点に達する。広島県野田ケ丸大鍛冶屋遺跡で出土する精錬鍛冶滓は $32.5 \times 21.3 \text{ cm}$ 、重量は9.14kgに及ぶ。

## (2) 製鉄の発達と鍛冶鉄滓の関係

以上に見たように、弥生時代以降、近世に至る鍛冶の現場で検出される鍛冶鉄滓を通してみると、いくつかの画期のあることが分かった。それらのうち特に、鉄製錬の開始以降に限ると、6世紀中～後半頃、7～8世紀頃と、そして、13～14世紀までのある時期に大きな画期が存在するということが指摘できる。

そして、製鉄の画期を見てみると、まず第1に、現状で広い範囲で画一的な円筒形豎形炉が出現してくるのが、6世紀中頃のことであり、千引カナクロ谷遺跡においてであった。この系統の製鉄遺跡が中国地方各地において展開することになる。さらに2番目の画期が、炉形が円筒形豎形炉から箱形炉に置き変わる8世紀前後の、キナザコ製鉄遺跡、石生天皇製鉄遺跡の頃である。送風施設の改良で、方形炉による生産が可能となり、1基あたりの生産量が増加したことが想定できる。次の画期が炉底地下構造が一举に大型化する古代末から中世初めにかけての頃であった。

鍛冶遺跡で出土する鉄滓を基準に、製鉄と鍛冶の発展段階における画期を比較してみると、製鉄第1の画期には窪木薬師遺跡の600gを超える大型鉄滓の存在、第2の画期には大県遺跡群の長さ20cm近い大きさで、1kgを超える大型鉄滓の存在、第3の画期には樋本遺跡の長さ20cm、重量3kg近い超大型鉄滓の存在が、それぞれ一致、対応していることを指摘できるのである。つまり、製鉄と鍛冶の技術的発達段階は非常に強い連関関係にあるといえるのである。還元鉄生産量の増加に伴って、その精錬処理も規模を大きくしたのは当然のことと考えられる。したがって、精錬処理の規模の拡大に伴って、生成される精錬滓の大きさと量に変化が生じるのはまた、当然のことといえる。

纏めてみると、製鉄と鍛冶における6世紀における画期とは、わが国における製鉄の本格的開始と精錬鍛冶の開始である。つまり、製鉄で得た粗鉄はスラグ分を混在させ、炭素量もかなりのばらつきがあったことが想定でき、このことは、製鉄実験によっても確認されていた。この粗鉄を鍛冶の鉄素材として利用できる鉄に仕上げるのが精錬鍛冶である。窪木薬師遺跡で検出した、それまでの鍛冶滓に比較して、一回り大型で重量も2倍程度の滓は、近在する製鉄遺跡、千引カナクロ谷製鉄遺跡群で生産された粗鉄を精錬、鍛錬した鍛冶専業遺跡と考えることができる。次いで、共通した2度目の画期は8世紀の奈良時代を中心とする時期で、製鉄炉形の変容が認められ、製鉄量の拡大が想定される。この粗鉄の精錬は当然、大型化した精錬炉でなされたことが考えられる。大県遺跡群では8世紀代の鍛冶炉も確認されていて、出土鉄滓は製鉄量の増加を物語る大きさと量である。こうした鍛冶遺跡は中国地方においても必ず、確認されると考えられる。3番目の古代末から中世初めの画期は、製鉄における炉の大幅な拡大による鉄生産量の飛躍的な増加があって、鍛冶においては多量の粗鉄を精錬処理する必要に迫られたわけである。大矢、矢栗製鉄遺跡などの大型箱形炉で生産された粗鉄はこれまでの生産量に比較して、単純に炉の規模で見れば、容積比6倍であった。これに対応する精錬鍛冶はおそらく鍛錬鍛冶から分離した精錬鍛冶専用の工人層の存在を予測させるものである。樋本遺跡などはそうした専業精錬鍛冶集落であった可能性が高い。近世たたら吹き製鉄が完成するこ

ろには、大鍛冶と小鍛冶の完全な分業体制が成立する。鉄滓から見るかぎり、鍛冶技術は常に製鉄技術に連動して、一体となって発達を続けてきたといえる。このように、製鉄遺跡と鍛冶遺跡は互いに関連しあった関係を保ちながら、相互の技術革新が相乗作用を生み出していったのである。

## 引用参考文献

- 安間拓巳・池淵俊一・新海正博『野田が丸遺跡』（川越哲志編『中国地方製鉄遺跡の研究』広島大学文学部考古学研究室 1993）
- 石塚尊俊編『菅谷たたら』島根県教育委員会 1968
- 大沢正己「古墳供献鉄滓からみた製鉄の開始時期」『季刊 考古学』8 1984
- 大沢正己「古墳出土鉄滓からみた古代製鉄」『日本製鉄史論集』たたら研究会 1983
- 角田徳幸「今佐屋山遺跡」『埋蔵文化財発掘調査報告書』Ⅳ 島根県教育委員会 1992
- 川越哲志「製鉄・製塩とその貢納」（坪井清足・平野邦雄監修『新版 古代の日本』4 中国・四国 角川書店 1992）
- 川越哲志編『中国地方製鉄遺跡の研究』広島大学文学部考古学研究室 1993
- 河瀬正利『たたら吹製鉄の技術と構造の考古学的研究』溪水社 1995
- キナザコ製鉄遺跡調査団「キナザコ製鉄遺跡」『古代吉備』第8集 1980
- 近藤義郎編『石生天皇遺跡』和気町教育委員会 1980
- 潮見 浩・和島誠一「鉄および鉄器生産」（近藤義郎・藤沢長治編「日本の考古学」古墳時代 下 河出書房 1966）
- 潮見 浩『東アジアの初期鉄器文化』吉川弘文館 1982
- 潮見 浩「鉄・鉄器の生産」『日本考古学』3 岩波書店 1986
- 武田恭彰「備中の鍛冶と鉄生産」（花田勝広編『村方鍛冶と專業集団』発表要旨集 鉄器文化研究会 1998）
- たたら研究会編『日本古代の鉄生産』六興出版 1991
- たたら研究会編『東アジアの古代鉄文化-その起源と伝播-』国際シンポジウム予稿集 1993
- たたら研究会編『平成9年度たたら研究会大会資料集』 1997
- 田中光浩編『扇谷遺跡発掘調査報告書』峰山町教育委員会 1984
- 谷山雅彦編『水島機械金属工業団地協同組合西団地内遺跡群』総社市教育委員会 1991
- 俵 国一『古来の砂鉄製錬法』丸善 1933
- 田 長許『中国金属技術史』四川科学技術出版社 1988
- 土佐雅彦「日本古代製鉄遺跡に関する研究序説」『たたら研究』第24号 198

- 土佐雅彦「製鉄炉跡から見た炉の形態と発達」『季刊 考古学』第8号 1984
- 中沢護人『鉄のメルヘン』アグネ 1975
- 中山俊紀編『緑山遺跡』津山市教育委員会 1986
- 野上丈助「古墳時代における鉄および鉄器生産の諸問題」『考古学研究』第15巻  
2号 1968
- 広島県史編纂室「広島県史」古代中世資料編V 1980
- 古瀬清秀「大矢製鉄遺跡」（川越哲志編『中国地方製鉄遺跡の研究』広島大学文学部  
考古学研究室 1993）
- 松井和幸編『戸の丸山製鉄遺跡発掘調査報告書』（財）広島県埋蔵文化財調査セン  
ター 1987
- 松井和幸「鉄生産」（白石太一郎ほか編『古墳時代の研究』5 雄山閣 1991）
- 間野大丞編「父ヶ平遺跡・中ノ原遺跡・タタラ山第1・第2遺跡」島根県教育委員  
会 1993
- 光永真一「まがねふく吉備」『えとのす』25 新日本教育図書 1984
- 山中 章『日本古代都城の研究』柏書房 1997
- 楊 寛『中国古代冶鉄技術発展史』上海人民出版社 1982
- 吉武学編『野多目A遺跡』4 福岡市教育委員会 1997
- 李 京華「秦漢時代の冶金技術と周辺地域との関係」（たたら研究会編『東アジアの  
古代鉄文化-その起源と伝播-』国際シンポジウム予稿集 1993）

## 第4章 古墳時代鉄製品から見た鍛冶技術

### 第1節 短冊形鉄斧の形態と分布

ここでは、古墳時代鉄製品の変遷とその過程における鉄製品生産上の画期について、論じることとする。鉄製農工具類についてはその変遷上、4世紀後葉から5世紀にかけて鋤鋤先に新しい形態が出現し、6世紀後半以降において、各種の工具類の組み合わせの構成が完了するといった大きな画期が認められ、これは古墳時代の諸生産活動に連動した鉄製生産具生産上の画期といえるものである。つまり、新たな農業生産技術、木製品生産技術の導入に関わる新たな鉄製生産具類の整備である。そして、必然的にその生産には新たな技術が必要とされる。それは鍛冶技術の革新的な画期として捉えられる。ここではそうした鉄製品生産上の技術の画期を、特に典型的に示すと考えられる短冊形鉄斧の分析から探ってみる。

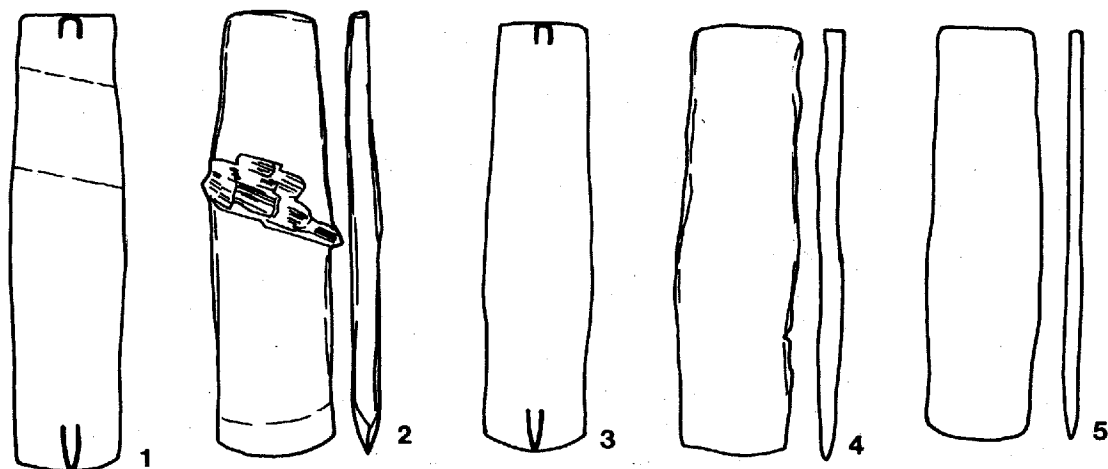
古墳時代には弥生時代におけると同様、2種の鉄斧が存在した。その1つは着柄のための装置があり、この場合は袋部を有するもので、有袋鉄斧と呼ぶ。他の1つは、着柄のための装置をもたない、扁平な鉄板に付刃した長方形を呈するもので、これを短冊形鉄斧と呼称している。

#### (1) 短冊形鉄斧の形態分類

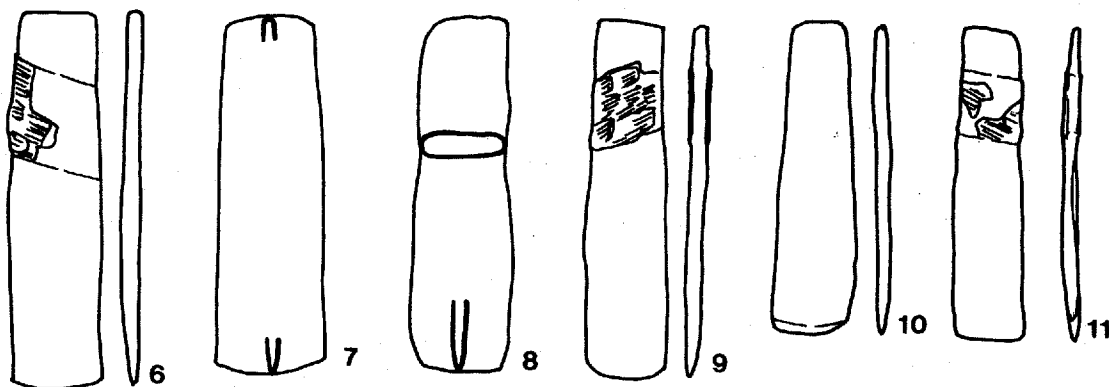
現在のところ、短冊形鉄斧は九州から東北までの地域における、約70基ほどの古墳及び2遺跡から約90例の出土が知られている。これを全長と刃部幅の数値からみると、最小の例は茨城県原第1号墳出土例の全長6.3cm・刃部幅3.6cm・厚さ0.3cmのもので、最大の例として山梨県大丸山古墳出土の全長30.6cm・刃部幅7cm・厚さ1.4cmのものがあげられる。この最小例と最大例を比較してみると、形態上の開きがあまりにも大きい。このため、短冊形鉄斧の全長と刃部幅の数値から形態上の分類を試みると、全体にバラツキは大きい。第20図に示すように、大まかに大型・中型・小型の3つのグループに分類できる。

**大型グループ** 大型グループに属するものは、全長27～31cm・刃部幅7～8cm・厚さは1.5cm前後であるが、2cmに達するものもある。重量は大阪府真名井古墳出土例で1.7kg、山梨県大丸山古墳出土例で1.3kgあり、他の例も1.5kg前後の重量をもつとみてよい。第1図にみられるように、真名井古墳・大丸山古墳出土例には、刃部と平行方向に身の長軸と約70～75度の角度で木柄痕が残存している。形態は刃部で最大幅をもち、身部の中央ないし多少基部寄りの部分がややふくらみ気味で、基部で最小幅をもつのが一般的である。これは木柄を着装する際を考慮しての製作方法によるものと考えられる。真名井古墳出土例では身の中央のふくらんだ部分から基部寄りの狭まった部分にかけて、約5cm幅の木柄痕が残され

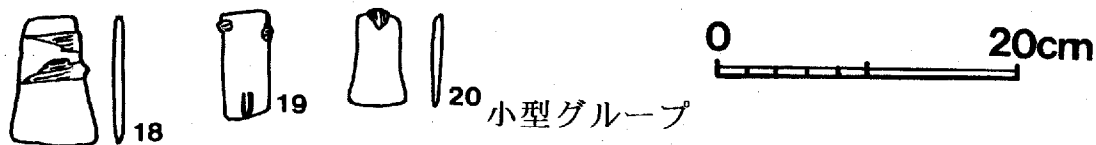
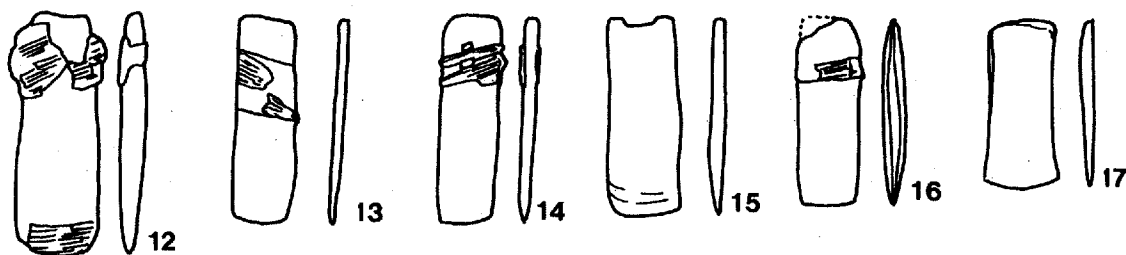




大型グループ



中型グループ



小型グループ

## 第20図 短冊形鉄斧の形態分類

- 1, 3 山梨・大丸山古墳 2 大阪・真名井古墳 4 福島・会津大塚山古墳  
 5 静岡・松林山古墳 6 奈良・池ノ内第6号古墳 7 山梨・銚子塚古墳  
 8 奈良・小泉大塚古墳 9, 14 京都・椿井大塚山古墳 10 岡山・備前  
 車塚古墳 11 岡山・新庄天神山古墳 12 兵庫・天坊山古墳 13, 20  
 茨城・原第1号古墳 15 広島・神宮山古墳 16 香川・岩崎山第4号古  
 墳 17 千葉・大日山古墳 18 岡山・赤裕古墳 19 栃木・那須八幡塚  
 古墳

ており、刃部と木柄装着部の区分が認められる。真名井古墳は埋葬施設が粘土槨であり、短冊形鉄斧は粘土床の小口板外側の粘土壁傾斜面に横に長くもたせかけた状態で出土した。この粘土小口壁の幅は0.9 mであり、木柄の原形を保ったまま副葬されていたとすれば、柄の長さは0.9 m以内であったと考えられる。

中型グループ 中型グループに属するものは、全長18～26 cm・刃部幅5～7 cmの範囲内に分布する。重量は0.8～1 kg前後に集中するようである。第1図にみられるように、京都府椿井大塚山古墳出土2例、奈良県池之内第6号墳、岡山県新庄天神山古墳出土例では木柄痕を残しており、その装着状態は大型グループと同様である。形態も大型グループと同様、身部の中央ないし基部寄りの部分がふくらみ気味で、刃部ないしはふくらみの部分で最大幅をもつ。

小型グループ 小型グループに属するものは、全長6～17 cm・刃部幅3.5～5.5 cmの範囲にあり、重量は0.1～0.5 kgの範囲内にある。形態は大型・中型グループでみられた身の中央付近のふくらみが顕著でなく、基部幅と刃部幅が同じの長方形か、刃部に最大幅をもつ縦長台形を呈している。木柄痕の残存している例から、その装着状態には大型・中型グループと同様なものと、刃部に直交する柄がつけられているものの2通りがあることが知られる。第1図にあるように、茨城県原第1号墳・兵庫県天坊山古墳・香川県岩崎山第4号墳などの出土例に木柄痕が残存している。特殊な例としては、京都府椿井大塚山古墳出土例では木柄を固定させるため、鑿で身の基部寄りの部分に突起を作り出している。また、広島県神宮山古墳では斧身の基部中央に幅2.2 cm・深さ0.6 cmの凹みを作り出しているものが出土している。これも柄の装着に関係する装置と考えられる。

## (2) 短冊形鉄斧の分布

次に、地域別の出土状況を見る。まず、出土古墳数と出土数を挙げ、それを形態グループ別にわけて、その地域的分布のあり方をみたのが第6表である。これを見ると、短冊形鉄斧の分布に2つの特徴がつかめる。その1つは、短冊形鉄斧は関東地方を中心とする東日本地域と、畿内・瀬戸内地方を中心とする西日本地域の、2つの地域に大きく分かれて分布するということである。現在のところ、東日本地域では22古墳、2遺跡から34例、西日本地域では45古墳から59例の出土が認められる。短冊形鉄斧を出土する古墳はほとんどの場合、その地域における古式古墳であり、このような古い時期の古墳は畿内地方であろうと、そこから遠く離れた地方の古墳であろうと、副葬品その他の内容に多少の差はあれ、ほぼ同一の様相を示している。有力な古式古墳の副葬品の大半は大和王権から地方への、政治的配布による鏡・碧玉製石製品・鉄製品などによりかなり限定されているため、その傾向はなおさら大である。このような画一性をもった古墳副葬品の中で、特に短冊形鉄斧をみると、畿内・瀬戸内地域と関東地方を中心とした東日本地域に集中して分布し、現在のところ、九州・中部・北陸・山陰地方には類例が極めて少ないという、かなり偏在したあり方が注目される。そして数量的には畿内・瀬戸内地域に全出土数93例中60例近くが集中しており、弥生時代板状鉄斧と同様、その基本的性格は畿

第6表 府県別短冊形鉄斧出土数表

府県名	グループ別 出土数	総出土数	古墳数	府県名	グループ別 出土数	総出土数	古墳数
福島	■△△	3	1	奈良	△△	3	3
栃木	□□	3	2(1)	大阪	■△	3	3
茨城	△□□	3	2	兵庫	△△□□	6	6
千葉	□□□□	5	4	岡山	△△△□□□	9	8
神奈川	■△	2	2		□□□		
群馬	■△△□	4	3(1)	広島	△□□□□	5	5
山梨	■●△△△□	6	3	山口	□	1	1
新潟	□	1	1	鳥取	△	1	1
石川		1	1	徳島	△	2	2
愛知	△△	2	1	香川	△□□□	5	4
静岡	■△□□	4	2	愛媛	△△	4	2
岐阜	□	1	1	福岡	□	2	2
滋賀	△□□□	4	2				
京都	△△△△△ △△△□□	13	5	25府県		93	67(2)

※■は大型、△は中型、□は小型を表す。( )は住居出土。

内地方を中心に集中分布する鉄製品ということが指摘できる。

もう1つの特徴として、東日本地域では形態グループ別出土数のうち、大型が6となっており、大型グループの分布状態が東日本地域に集中している点があげられる。大型グループは7例あり、そのうち6例までが東日本地域の古墳、遺跡に集中しているのである。これら東日本地域の古墳とその副葬品を列挙してみよう。まず、福島県会津大塚山古墳は全長90mの前方後円墳で、後円部の2つの粘土槨から倭製三角縁二神二獣鏡・玉類・碧玉製紡垂車・銅鏃・素環頭大刀、ならびに豊富な工具類が出土している。神奈川県白山古墳は全長87mの前方後円墳で、後円部の木炭槨より舶載三角縁四神四獣鏡・鉄製武器・工具類が出土している。山梨県大丸山古墳は全長46mの前方後円墳で、後円部の竪穴式石室と組合わせ式石棺を組合わせた特異な埋葬施設から舶載三角縁三神三獣鏡・玉類・鉄把付手斧など多量の鉄製工具類の出土がある。静岡県松林山古墳は全長110mの前方後円墳で、後円部の竪穴式石室から長宜子孫銘内行花文鏡・舶載三角縁二神二獣鏡・玉類・碧玉製石製品・銅鏃・鉄製武器・工具類を出土している。これらの大型グループの短冊形鉄斧を出土する古墳は、東日本地域においては最も古式の古墳と考えられており、墳丘は大型の前方後円墳の形態をとり、副葬品は畿内地域の大型古墳とほぼ共通した、三角縁神獣鏡などの舶載鏡・碧玉製石製品・多量の鉄製武器・工具類が認められる。このように、大型の短冊形鉄斧を出土する古墳は、東日本地域では最初に大和王権と密接な関係を結んだ、極めて畿内色の強い古墳ということが出来る。したがって、当然多量の鉄製武器・工具類もセットで配布された可能性も強く、短冊形鉄斧も大和王権から配布された鉄器類の中に含まれていたことも考えられる。東日本地域に大型の短冊形鉄斧が集中するという事実は、これらの古墳の被葬者は、大和王権の東日本地域への勢力拡大の拠点としての役割を果たしながら、一方では大型の短冊形鉄斧に象徴される、東国の原野の開拓を積極的に推進したとみることが出来る。それが、巨大な短冊形鉄斧を東日本地域に集中させる契機になったといえる。

## 第2節 短冊形鉄斧の機能・用途とその終焉

短冊形鉄斧に関する用途として、鑿・楔・斧などが、その形態的特徴から考えられてきた。たしかにその形態をみると、それらすべての用途をはたしうる機能を十分もちあわせているかに見える。

### (1) 短冊形鉄斧の機能

まず、鑿とする考え方は、出土短冊形鉄斧に木柄痕を残存する例が未発見だったことと、鉄器生産に必要な鑿も未発見だったことで、形態的見地からそうした機能を持つ工具と考えられたのであろう。しかし、京都府椿井大塚山古墳出土例に木柄痕残存が確認されて以来、大型品のみならず、小型品にまで木柄痕を残す例が少な

からず見い出されている。そして、鑿説にとって致命的なことは、短冊形鉄斧の基部に打撃痕を残す例が全くみられないことである。鑿と考えられる鉄器は、弥生時代以降、類例が多く確認できるようになり、弥生時代後期末から古墳時代初頭にかけての福岡県赤井出遺跡、広島県西願寺遺跡などでは、20 cmを超える大型品が出土している。古墳時代では4世紀段階から古墳副葬品として確実に伴われていて、静岡県三池平古墳などにその類例を見ることができる。5世紀段階ではかなりの多数例が出土しており、奈良県五条猫塚古墳では数種の鑿と考えられる鉄器が、鍛冶工具類とともに出土している。このように、鑿と短冊形鉄斧は形態・出現時期などに相違点があり、また弥生時代以降に出現する鑿が、板状鉄斧・短冊形鉄斧と系譜を同じにするとともに考えられない。これらの点を考慮すると、鑿と短冊形鉄斧は全く別系統の工具と考えてよいことになる。

次に楔とする考え方は、神奈川県白山古墳の調査にあたった柴田常恵氏が、白山古墳出土の短冊形鉄斧を「楔形鉄器」と仮称して、その用途を割材のための楔にあてようとしたことによる。これも鑿説同様、短冊形鉄斧に木柄痕を残す例が未発見だったことに立脚している。したがって、その類例が増加した現在、この説は根拠のないものになったといえる。さらに、楔であるためには基部が刃部付近よりかなり厚く、断面が多少なりとも二等辺三角形を呈していなければ、その効果は半減することになる。現在のところ、短冊形鉄斧にそれを顕著に示す例はみあたらない。ただし、弥生時代板状鉄斧には基部に顕著な打撃痕の認められる例があり、これは楔としての用途にも使用されたことがあったため生じたものと考えられる。関野克氏は静岡県山木遺跡出土の板材に鉄製楔を使用した痕跡のあることを指摘している。したがって、短冊形鉄斧をそういった用途に使用する場合は、恐らく原木丸太材上に一直線に何度も打ち込んで割れ目をつくり、そこに断面二等辺三角形の木製楔を何本か打ち込み、割材したことが想定できる。しかし、短冊形鉄斧には木柄痕を残す例が多く、そのほとんどが柄を着装して使用したことを示しているので、楔として使用することが中心的用途であったとは考えられないのである。

さらに、斧とする考え方は、磨製石斧との形態的類似から推測されたものである。ところが斧と一口でいってみても、その機能は様々である。時期は下るが、『倭名類聚鈔』によれば、「工匠具」として鑿・斧・鉞の3種があげられている。それは大木を伐採するもの、伐採した丸太材を必要に応じて切断するもの、さらに荒削りをするものなど、斧の大小・重量によって使い分けられたと推定される。とくに大木を伐採するものは大型で、しかも肉厚で重量がなければならない。その他の用途については小型であっても十分に果たしうる。

短冊形鉄斧が実際に斧としての機能を果たしうるものかどうか、まず斧身に残る木柄痕から検討してみる。大型グループ例をみると、真名井古墳出土例は全長29.6 cmで、斧身の中央からもう少し基部寄りに、斧身の長軸と75°の角度をもつ、幅4.5 cmの木柄痕が残されている。柄の長さは1 m前後と考えられ、全体の重量は2 kg以上になろう。大丸山古墳出土例でもほぼ同様な状態で、木柄痕が残されている。中型グループ例では、岡山県新庄天神山古墳出土例は全長20.6 cmで、斧身

央よりやや基部寄りに幅4.7cmの木柄痕が残されている。この例よりやや大型の椿井大塚山古墳出土例は全長23.5cmで、刃部幅5.8cm・厚さ1.3cmある。この例でも大型グループと同様な状態で、斧身中央やや基部寄りの挟まった部分に幅5cmの木柄痕を残している〔岡山大学蔵〕。小型グループ例では、椿井大塚山古墳出土の全長13.5cm・刃部幅3.7cm・厚さ1.1cmの例では、斧身中央やや基部よりに幅2.6cmの木柄痕が残されている。また小型グループの中でも小ぶりの、岡山県赤峪古墳出土例をみると、全長8.7cm・刃部幅5.9cm・厚さ0.5cmで、基部近くに幅3.2cmの木柄痕が残されている〔岡山大学蔵〕。これらは大型・中型グループと同様な着装状態であるが、木柄の幅が大型・中型グループと異なり、幅3cm前後と狭くなっているのが特徴的である。柄も加えた全体の重量は0.5kg前後と考えられる。ただし、茨城県原第1号墳では全長6.3cm・刃部幅3.6cm・厚さ0.3cmの、斧身長軸と平行に木質の残存している例が出土している。これらは、柄が刃部に直交した手斧として使用されたことを示しているようである。

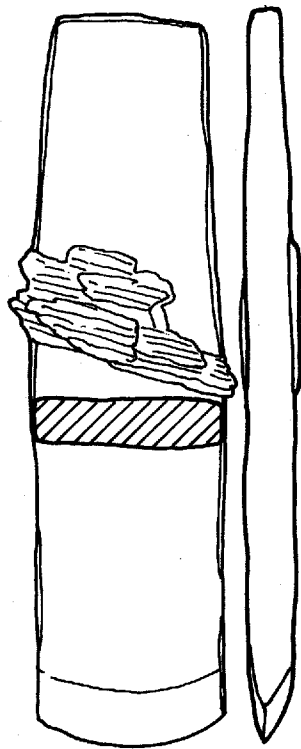
## (2) 短冊形鉄斧の用途

以上のように、短冊形鉄斧の木柄痕残存状態をみると、大型・中型グループは刃と平行方向に、斧身と70°前後の角度をもつ柄がつけられていたようである。小型グループは、大型・中型グループと同様なものと、手斧に近い使用法のあることが注目される。

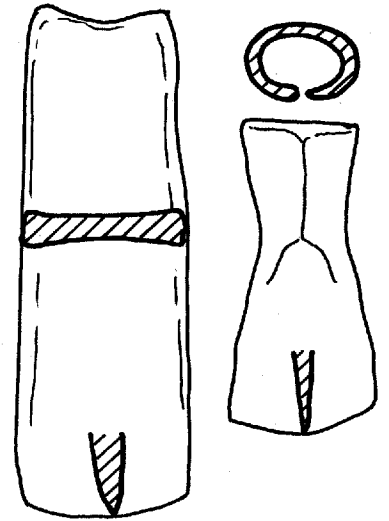
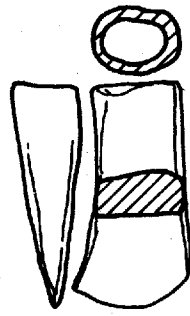
ところで、短冊形鉄斧に伴う鉄斧として、着柄用の袋部を持つ有袋鉄斧がある。有袋鉄斧は弥生時代には、主として九州地域を中心に分布しており、それ以東の地域では板状鉄斧が主流となっていた。したがって、古墳時代における板状鉄斧の系譜をもつ短冊形鉄斧と有袋鉄斧の併存は、九州地域と、その他の地域の鉄斧が併用され始めたことを示している。短冊形鉄斧と有袋鉄斧の関係は第7表に示した通りである。有袋鉄斧の大型品は短冊形鉄斧の大型・中型グループに匹敵しうる、全長15cm以上のものをさし、小型品はそれ以下のものをさす。

大型グループの短冊形鉄斧は、ほとんどが小型有袋鉄斧を含む加工用小型工具を伴っていて、その数がかかなり多量の例もある。東日本地域の古墳には大型の有袋鉄斧を伴う例もみられる。大型の短冊形鉄斧は大きさ・重量から伐採用斧として最も効果的である。特に東日本地域に分布が集中しているのは、原野の開拓に巨大化した鉄斧が必要で、大いにその威力を発揮したことと考えられる。しかし、あまりにも巨大化していることは、実用品として存在したのか、それとも名目的な、象徴的な意味を持つ存在であったかという問題が残る。

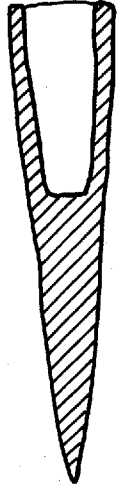
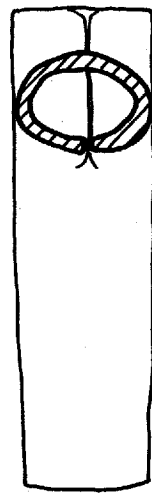
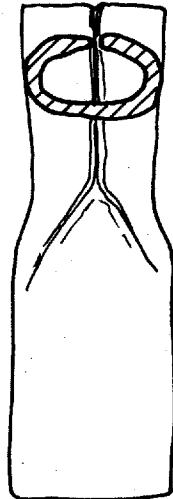
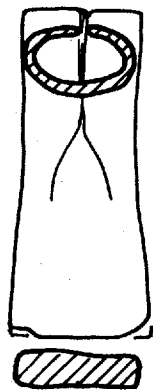
中型グループの短冊形鉄斧にも小型有袋鉄斧が伴っている。中型の短冊形鉄斧は大きさ・重量から、伐採用斧として最適と考えられる。備前車塚古墳・椿井大塚山古墳など畿内・瀬戸内地域でも最古と考えられる古墳から出土しており、伐採斧としてはこのグループが、中心的な存在であったことが知られる。また、ほとんどの例で小型有袋鉄斧と伴出しているのは、伐採用としての短冊形鉄斧と加工用としての有袋鉄斧の組み合わせが認められ、「伐採用鉄斧＝短冊形鉄斧」と「加工用鉄斧＝



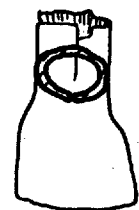
大阪・真名井古墳



福島・会津大塚山古墳



静岡・三池平古墳



大阪・和泉黄金塚古墳



第21図 短冊形鉄斧から大型有袋鉄斧への変換

有袋鉄斧」という関係にあったといえよう。椿井大塚山古墳では中型短冊形鉄斧と小型短冊型鉄斧が伴出しているが、このような大小の組み合わせは、短冊形鉄斧自体にも用途別の分類があったことを示唆している。

小型グループの短冊形鉄斧と加工用小型鉄製工具の組み合わせは、大型・中型グループの例と比較して貧弱である。特に東日本地域では小型有袋鉄斧を伴わない例が多く、短冊形鉄斧自体がその用途をも兼ねていたことが窺える。西日本地域でも小型有袋鉄斧を1例伴う例が多く、同様な傾向にあることが指摘できる。出土古墳をみると、大型・中型例を出土する古墳に比較して、一般に小規模な古墳である場合が多い。小型の短冊形鉄斧はその大きさ・重量から、伐採用としての効果は小さい。残存木柄をみると幅が狭く、また重量も軽く、片手で使用できるので、切削用とか小木伐採用に適しているといえる。

以上のように形態グループ別に検討してみると、大型・中型短冊形鉄斧には必ずといってもいいほど、小型有袋鉄斧など加工用小型工具が伴って出土しており、セット関係を構成している。この用途別の組み合わせはかなり厳格に守られていて、短冊形鉄斧単独で出土する例はほとんど認められない。大型・中型短冊形鉄斧はかなりの大木の伐採でも可能であり、伐採斧としての用途が考えられる。そして、これらと組み合っている小型有袋鉄斧が伐採後の製材・加工用として、小型斧・手斧の役割を果たした。小型短冊形鉄斧は小型有袋鉄斧との組み合わせからみて、一方では小型伐採斧・加工用小型斧としての性格をもちながら、伐採後の製材・加工用として、手斧としても確実に使用されたことが窺える。したがって、小型短冊形鉄斧は短冊形鉄斧としての性格と、小型有袋鉄斧の性格を兼ね備えた工具としての位置を占めたといえる。

### (3) 短冊形鉄斧の終焉と大型有袋鉄斧の出現

西日本地域では、京都府椿井大塚山古墳・兵庫県西求女塚古墳・岡山県備前車塚古墳などが最古形態をもつ古墳とされている。このような初現期の古墳にすでに、短冊形鉄斧の副葬が認められる。西日本地域では、このような初現期の古墳は3世紀末から4世紀初頭頃の築造と考えられており、古墳時代の短冊形鉄斧の初現もこの時期に求められる。

東日本地域の場合は、静岡県松林山古墳・群馬県前橋天神山古墳・山梨県山本銚子塚古墳・神奈川県真土大塚山古墳・白山古墳・福島県会津大塚山古墳などから出土しているが、これらの古墳のほとんどが、東日本地域では大型の前方後円墳で、三角縁神獣鏡・碧玉製石製品など畿内色の強い副葬品を有している。これらの古墳は、大和王権の東日本地域への勢力拡大に伴う、在地首長と大和王権との関係を顕著に示しており、東日本地域では当然、最古形態を有する畿内型古墳と想定されている。このような性格の古墳に短冊形鉄斧が副葬されていることは、鉄製工具の中で、それが重要な位置を占めていたことが窺える。これら東日本地域の最古型式の古墳は、その副葬品の組み合わせなどから、築造時期は4世紀後半の頃と考えられている。したがって、西日本地域より畿内型古墳の出現が若干遅れたことが、短冊形



## 第7表 短冊形鉄斧と有袋鉄斧の關係

古墳名	短冊形鉄斧			有袋鉄斧		その他の工具
	大	中	小	大	小	
会津大塚山古墳	1	2			4	*・刀子 *はヤリカンナを示す
白山古墳	1			1	2	*・のみ
松林山古墳	1	1		4	11	豊富
真名井古墳	1				1	*・刀子
真土大塚山古墳		1			1	
椿井大塚山古墳		2		1	3	豊富
南原古墳		3			9	*・のみ
小泉大塚古墳		1				*・刀子
池ノ内第6号墳		1			2	*・のみ
備前車塚古墳		1			2	*・刀子
節句山第2号墳		1			1	刀子
相の谷古墳		1			1	*・のみ
那須八幡塚古墳			1			鋸・*
能満寺古墳			1			*
大日山古墳			1		1	刀子
北作第1号墳			2			*
原第1号墳			2			*・のみ
赤門上古墳			2		2	刀子
天坊山古墳			1		1	*・のみ
用木第1号墳			1		2	*
用木第3号墳			1		1	*
赤峪古墳			1		1	
快天山古墳			2		1	*・刀子
三池平古墳				1	5	豊富
黄金塚古墳				3	13	豊富
神宮寺山古墳				1	1	豊富
金蔵山古墳					11	豊富

鉄斧の古墳への副葬を遅らせたことにもなる。

このように、短冊形鉄斧が初現期の古墳から出土することは、すでに弥生時代以来、鉄製工具のセットの中で大きな位置を占めていたことが理解できる。短冊形鉄斧は弥生時代の両刃の大型板状鉄斧の系譜につながるものであり、古墳に副葬されることは、その普及・所有のあり方に変化があったということがいえよう。したがって、短冊形鉄斧の出現は、東日本・西日本地域とともに畿内型古墳の出現とほぼ同時期とみてさしつかえあるまい。

短冊形鉄斧の消滅については、地域的にその様相を異にする。西日本地域においては、4世紀後半の段階になると、畿内では京都府妙見山古墳・大阪府真名井古墳・滋賀県織部古墳、瀬戸内地域では岡山県用木第3号墳・香川県快天山古墳など、各地に広く出土しており、地方における盟主的存在の首長墓に伴われるということがいえる。ところが、畿内・瀬戸内地域の4世紀後葉から5世紀初頭にかけての代表的な古墳である、大阪府和泉黄金塚古墳・岡山県金蔵山古墳・神宮寺山古墳などでは短冊形鉄斧の副葬がみられなくなる。そして、これらの古墳では短冊形鉄斧にかわって、今までみられなかった大型で肉厚な有袋鉄斧が副葬されるようになっていく。和泉黄金塚古墳では全長19.2cm・刃部幅5.1cm・厚さ3.2cmの例、金蔵山古墳ではやや小型の全長13.8cm・刃部幅5cm・厚さ1.8cmの例、神宮寺山古墳では全長18cm・刃部幅5.5cm・厚さ2.1cmの例がみられる。これらのことから、4世紀後葉頃に短冊形鉄斧から大型有袋鉄斧への転換の時期があったとみてよい。この地域では同時に小型短冊形鉄斧もみられなくなり、小型の有袋鉄斧にとってかわられたようである(第21図)。

一方、東日本地域では、大・中型短冊形鉄斧と小型短冊形鉄斧とでは、その消滅の様相がやや相異なる。大・中型短冊形鉄斧は4世紀後半に出現し、その分布は畿内勢力の東進経路の重要拠点であった遠江・甲斐・相模・武蔵・上野といった地域にみられる。そして、この地域の盟主的な大型古墳に副葬されただけで姿を消す。第7表に示したように、静岡県松林山古墳・神奈川県白山古墳では、伐採用として大型短冊形鉄斧と大型有袋鉄斧が併存し、それに小型有袋鉄斧が伴っている。ところが、これらの古墳とほぼ同時期である静岡県三池平古墳では、大型有袋鉄斧と小型有袋鉄斧の組み合わせだけで短冊形鉄斧はみられない。この三池平古墳を一応の手がかりとすると、前2者のように大型短冊形鉄斧と大型有袋鉄斧が併存するケースも含みながら、西日本地域と同様に4世紀末には大型有袋鉄斧にとってかわられたといえる。小型短冊形鉄斧は、東関東地域の常陸・上総・下総などの地域にみられる。この地域は、畿内勢力の東進経路の重要拠点から一步はずれた地域であり、畿内文化を受け入れながらも、比較的小規模な千葉県能満寺古墳・北作第一号墳・茨城県原第1号墳など、前方後方墳を中心とする古墳が4世紀後半から5世紀初頭にかけて出現している。さらに千葉県大日山古墳・七廻古墳などは5世紀前半頃の築造と考えられ、さらに茨城県鏡塚古墳では滑石製模造品にも短冊形鉄斧の姿をみることができるので、5世紀前半頃まで短冊形鉄斧が存在したことは確実といえる。

以上のことをまとめると、短冊形鉄斧は出現期の古墳に伴うもので、その使用時

期が4世紀後半までの極めて短期間のものであった。ただし、東日本地域においては、大・中型短冊形鉄斧と小型短冊形鉄斧は分布と時期をやや別にし、特に小型短冊形鉄斧は5世紀前半頃まで存続する。それは伐採斧と手斧の両者の性格をもっており、西日本地域の状況からすれば、停滞的な様相を示している。

### 第3節 短冊形鉄斧から見た鍛冶技術と鉄器生産

以上に、短冊形鉄斧の変遷とその意義についてみてきた。短冊形鉄斧はその変遷過程において、特にその終焉期に大きな変化を見せる。それは着柄部の変化であり、製作技法上の変化でもあった。このような変化は他の鉄製品で見ると、5世紀初頭の鉄製鍬鋤先が、方形板状のものからU字状のものに変換していく姿に似ている。古墳時代前期において、このような劇的な変化を見せる鉄製品はあまり例がなく、ここでは、短冊形鉄斧の消滅と新形式の鉄斧の出現の意味を、鍛冶技術の面から迫ってみる。

さて、短冊形鉄斧消滅後において、それにかわりうる伐採用具については大型有袋鉄斧が出現してくることは先に述べた通りである。4世紀後半における、この短冊形鉄斧から大型有袋鉄斧への交替は何を意味するのであろうか。実はこの頃に、朝鮮半島からいくつかの新たな技術が導入される。これについては小林行雄氏がすでに指摘しており、ガラス製の玉に濃いコバルトブルーが加わることから、ガラス生産に新たな技術が導入されたり、また、鉄製品の古墳への多量副葬現象が見られることから、鉄器生産技術上に大きな画期が訪れたことを論じている（小林1976）。さらに、この時期に甲冑の生産上に大きな画期が現れる。冷間鍛造、焼きなましの熱処理といった、鍛金加工技術の導入による長方板革綴短甲の生産が始まる。まさに短冊形鉄斧から大型有袋鉄斧への変換も、この一連の技術革新の一環として捉えることができる。つまり、大型有袋鉄斧は厚い刃部を持ち、外形も大きく、かなりの重量を持つ。こうした鉄製品の生産には、板状素材一部を切断し、折り曲げて製作する方形板鍬、鋤先のような製法とは比較にならない鍛冶工程を必要とする。恐らく厚さを得るために、沸し鍛錬によっていくつかの鉄素材を鍛接していると考えられる。そして、分厚い鉄板は、赤化加熱程度では加工が困難で、鉄が相当に軟らかくなる程度の高温の維持が必要である。小型の有袋鉄斧の製作については、これまでに十分に経験してきており、また大きな技術上の問題点も生じなかったと考えられる。このことは、小型有袋鉄斧の製作の鍛冶実験においても、特に大きな問題も生じることなく、製作が比較的容易に進行したことから理解できる。ところが、重量が1～2kgという、しかも複雑な形態の大きな鉄製品の生産には、いくつかの技術上の問題点がある。

まず、そのような大型の鉄素材が確認されていないことから、いくつかの素材を鍛接して大きな鉄塊に仕上げた後から、斧の製作に取り掛かる必要がある。複数の素

材を使用するとすれば、炭素含有が異なる硬軟の素材が混じりあうことになる。斧のような工具は実用性が高く、刃部が軟質では用をなさないことになる。このため、素材の均質化のために何回かの折り返し鍛錬が不可欠である。最終的に1～2kgの製品に仕上げるためには、目減り分を想定して、数kg以上の素材が必要である。そのような大塊の折り返し鍛錬とその後の成形鍛冶は、少なくとも鉄鎚、鉄鉗といった、一定の鍛冶道具の存在が求められる。折り返し鍛錬には大きな鉄塊を十分に沸せるだけの鍛冶操業の段階に達していなければならない。また、成形段階での火作り鍛冶においても、大型有袋鉄斧の袋部は、その合わせ目がかかなり丁寧に仕上げられており、熟練した鍛冶工人の存在を想定できる。さらに刃部への焼き入れ処理という、熱処理技術の熟練した習得が欠かせない。大型有袋鉄斧の生産に伴う、これら一連の高度な鍛冶技術の採用はやはり、朝鮮半島からもたらされたと考えざるを得ないのもまた、事実である。以上のように、大型有袋鉄斧への形態上の変化は、鍛冶技術的にも大幅な変革が求められるのである。

こうした鍛冶を行えば当然、素環頭大刀の製作鍛冶実験の際に生成したものと、同様な500g前後の鉄滓が生成されるはずである。4世紀段階ですでに、このような鍛冶が可能であることは、福岡県博多遺跡で多量に出土している大型碗形滓が示す通りである。博多遺跡の性格については、鍛冶実験の鉄滓生成状況やその他の遺跡の在り方から、大型鉄製武器の生産が主体の鍛冶工房である可能性を指摘した。そして、その管理主体は恐らく大和王権であろうことも合わせて指摘した。とすれば、こうした4世紀段階の、同水準の鍛冶の内容を持つ大型有袋鉄斧の生産もまた、大和王権の関わる鍛冶工房でなされた可能性が浮かび上がってくるのである。そして、その背景には外来の鍛冶技術導入が存在していたことを、短冊形鉄斧の変遷過程の分析からも明らかにすることができる。

ただし、短冊形鉄斧が姿を消し、大型有袋鉄斧が鉄製工具の中心的存在になってくるのは第2表に示す通り、4世紀末葉になってからである。鍛冶技術の画期という意味では先の小林氏の指摘した通り、4世紀後葉の外来技術体系の中に置くことができる。小林氏はこの外来技術体系を、短甲の型式の変容に求めて説明したが、鉄製工具においても、短冊形鉄斧の変遷過程に4世紀後半代の、新式の外来鍛冶技術の革新的内容を示すことができた。外来の技術に基づく短冊形鉄斧から大型有袋鉄斧の形態的变化は、高度という表現が適切な技術体系に裏打ちされたものといえる。この技術体系の内容については次章で、短甲の生産技術の背景を中心に指摘することにする。

## 引用参考文献

- 荒木雄次「11号墳出土の鉄器について」(甘粕健・川村浩司・荒木雄次編『保内三王山古墳群』三条市教育委員会 1989)
- 石野 暎「砂丘を利用視たる古墳例—相模国中郡大野村真土大塚山古墳—」『考古学

- 雑誌』第26巻4号 1936
- 茨城県史編さん原始古代史部会『茨城県史料 考古資料編 古墳時代』茨城県 1974
- 市毛 勲・梶山林継・多宇邦雄・沼沢 豊『千葉県香取郡下総町大日山古墳』大日山古墳調査団 1970
- 伊東信雄・伊藤玄三『会津大塚山古墳』会津若松市 1964
- 泉森 俊編『磐余・池ノ内古墳群』奈良県教育委員会 1973
- 上田三平「銚子塚古墳附丸山塚古墳」『文部省史蹟調査報告』第五冊 1930
- 上田萬平監修『新校 群書類従』第一巻神祇部 内外書籍 1931
- 梅原末治「栗太、野洲両郡に於ける二三の古式墳墓の調査報告（二完結）」考古学雑誌第12巻3号 1921
- 梅原末治「大枝村妙見山古墳ノ調査」『京都府史蹟勝地調査会報告』第三冊 1922
- 梅原末治『因伯二国に於ける古墳の調査』鳥取県史蹟勝地調査報告第二冊 1924
- 梅原末治「乙訓村長法寺南原古墳の調査」『京都府史蹟名勝天然紀念物調査報告』第17冊 1937
- 梅原末治『椿井大塚山古墳』京都府教育委員会 1964
- 大塚初重「上総能満寺古墳発掘調査報告」考古学集刊第3冊 1949
- 大場磐雄・佐野大和『常陸鏡塚』国学院大学考古学研究報告第1冊 1956
- 岡村秀典・菱田哲郎・森下章司・岸本直文編『椿井大塚山古墳と三角縁神獸鏡』京都大学文学部 1989
- 奥野正男「鉄の古代史」2 古墳時代 白水社 1994
- 鎌木義昌「岡山市域の古墳時代遺跡」『岡山市史』古代編 1962
- 金子浩昌・中村恵次・市毛 勲「千葉県東葛飾郡沼南村片山古墳群の調査」『古代』33号 1959
- 川村真一「山梨県丸山古墳の遺物概括」『人類学雑誌』第56巻8号 1940
- 神原英朗『用木古墳群発掘調査概報』岡山県赤磐郡山陽町教育委員会 1971
- 川越哲志「弥生時代鉄製工具の研究（I）-板状鉄斧について」『広島大学文学部紀要』第33巻 1971
- 川越哲志『弥生時代の鉄器文化』雄三閣出版 1993
- 後藤守一「栗太、野洲両郡に於ける二三の古式墳墓の調査報告附記」『考古学雑誌』第12巻3号 1921
- 後藤守一『古墳発掘品調査報告』帝室博物館学報第9冊 1937
- 後藤守一・内藤政光・高橋 勇『静岡県磐田郡松林山古墳発掘調査報告』静岡県磐田郡御厨村郷土教育研究会 1939
- 小林行雄「神功・応神紀の時代」（小林行雄『古墳文化論考』平凡社 1976）
- 佐賀県教育庁社会教育課編『東十郎古墳群』佐賀県教育委員会 1966

- 末永雅雄・島田 暁・森 浩一『和泉黄金塚古墳』日本考古学報告第5冊 1954
- 鈴木卓夫『作刀の伝統技法』理工学社 1994
- 関野 克「木材の加工法補遺」『登呂本編』日本考古学協会 1954
- 高橋 健自『古墳発見石製模造器具の研究』帝室博物館学報第一冊 1919
- 武田宗久「千葉県千葉市七廻塚古墳」『日本考古学年報』11 1958
- 東京国立博物館『日本考古展』 1969
- 内藤 晃・大塚初重『三池平古墳』庵原村教育委員会 1961
- 西谷真治 他編『金蔵山古墳』倉敷考古館 1959
- 仁科義男「大丸山・大塚の調査」『山梨県史蹟名勝調査報告』第5冊 1931
- 野上丈助「古墳時代における甲冑の変遷とその技術史」考古学研究14の4 1968
- 西谷真治・鎌木義昌『金蔵山古墳』倉敷考古館研究報告第1冊 1959
- 藤 直幹・井上 薫・北野耕平『河内における古墳の研究』大阪大学文学部国史研究室研究報告第1冊 1964
- 古瀬清秀「古墳時代鉄製工具の研究」『考古学雑誌』第60巻2号 1974
- 古瀬清秀「鉄器の生産」（白石太一郎ほか編『古墳時代の研究』5 雄山閣 1991）
- 正宗敦夫『新訂 倭名類聚鈔』風間書房 1962
- 松本正信・加藤史郎・岸本雅敏『天坊山古墳』加古川市教育委員会 1970
- 丸山康晴編『赤井出遺跡』春日市教育委員会 1980
- 三木文雄・村井岩雄『那須八幡塚』小川町古代文化研究会 1957
- 三田史学会編『日吉加瀬古墳－白山古墳・第六天古墳調査報告』考古学・民族学叢書第2冊 1953
- 村上恭通「古墳時代の鉄器生産」『月刊 考古学ジャーナル』366 1993
- 村上恭通「原三国・三国時代における鉄技術の研究」『青丘学術論集』第11集 1997
- 村上恭通「鉄器普及の諸段階」下條信行編『日本における石器から鉄器への転換形態の研究』 1998
- 村上恭通『倭人と鉄の考古学』青木書店 1998
- 安田 滋編『西求女塚古墳』神戸市教育委員会 1995
- 山口譲治編『博多』36 福岡市教育委員会 1993
- 吉武学編『野多目A遺跡』4 福岡市教育委員会 1997
- 和田正夫・松浦正一『快天山古墳発掘調査報告書』史跡名勝天然記念物調査報告第15 1951

## 第5章 日本古代における鍛冶技術発展の諸階梯

### 第1節 弥生時代における鍛冶技術

わが国では弥生時代の開始とともに金属の本格的な利用が開始された。特に鉄についてはその金属的特性から、利器の原材として重要な位置付けが与えられ、弥生時代以降の経済的、政治的な枠組の形成に大きな役割を担ってきた。ここでは、こうした鉄を、いかに弥生人が自分たちの望む形に仕上げてきたかという点について、その加工技術、つまり鍛冶技術の実態に迫ってみようと思う。これまでに多くの先学がこの問題に挑戦してきたが、その方法論は主として、鉄製品からの帰納的解析手法であった。時期ごとの鉄製品を集成し、その形態的精粗から、外国からの搬入、その模倣、国産化という、鉄製品の一定した発達段階を設定し、そこからわが国での鉄器生産が想定されてきた。

ところが最近では、さまざまな生産活動の場である生産遺跡の意識的な調査も活発化し、生産の実態に迫る研究も活発化してきた。鉄及び鉄器生産関連も例外でないのは当然である。弥生時代においても、鉄そのものの製錬遺跡、さらに鉄器生産の現場である、鍛冶遺跡の解明が急務のことと、研究者の多くが感じ取るようになってきた。また、同時に理化学的アプローチも目立つ存在となってきた。特に鉄冶金学的研究が、高性能な電子顕微鏡とコンピュータの導入によって、考古学研究者以上に、古代の鉄研究に大きな影響力を及ぼしてきた。しかし、鉄器生産の現場、鍛冶遺跡から得られる考古学的資料の研究自体が途上にあるといってもよい状況にあり、まだまだ未解明のことが多い。これは鍛冶の考古資料、つまり鉄滓や鉄片、羽口といった、いわば産業廃棄物が土器、石器と少し状況の異なるものであり、それらの取扱いに考古学研究者が不慣れであったため、それらの意味するものが何であるのか、また、それらを生み出す鍛冶技術の実態がどのようなものであったのかなど、戸惑うことが多いことに原因があると考えられる。ここでは、鍛冶実験や産業廃棄物としての鉄滓の検討から想定された、古代の鍛冶技術を参考にしながら、弥生時代、古墳時代の鍛冶技術の実態がどのような階梯にあったのかについて、鍛冶遺構、鉄製品、産業廃棄物としての鉄滓、さらには東アジア世界の鍛冶技術などの検討を通じて、明らかにしていく。

#### (1) 弥生時代における鍛冶技術の様相

まず、弥生時代の鍛冶技術から見ていく。弥生時代の鍛冶遺構は中期段階から確認される。それらの例として、福岡県吉武深田遺跡、広島県三次市高平遺跡、徳島県矢野遺跡〔村上恭通氏教示〕などを挙げることができ、そこからは鍛冶炉や切断鉄片、鍛造剥片、鉄滓などの、鉄製品生産を裏付ける考古学的資料が、少量ながら

確認され始める。後期の段階になると、一挙に遺跡数と地域が拡大する。九州では中心地の北部九州地域を離れて、大分、熊本地方に拡散し、さらに東方の大阪府星ヶ丘遺跡、愛知県豊田市南山畑遺跡でも鍛冶炉が検出されている。ところが、これらの弥生時代の鍛冶遺跡を通じて、共通することは鍛冶現場に鉄滓、羽口の存在しない例が圧倒的に多いという事実である。また、三角形、棒状の小型鉄片が多量に遺存することが多いことも指摘できる。

弥生時代の鍛冶技術の段階として、考古学の立場から、村上恭通氏は三角形や棒状の鉄片を、鉄製品製作時の残片と理解している。弥生時代の鍛冶遺跡からは、羽口、鉄滓の出土が極めて限定的であることから、鉄素材の表面が熔融するだけの高温が得られない鍛冶操業を想定し、板状の鉄素材の端部を鑿で切断し、おおまかな鉄製品の形にまで仕上げ、最後に必要部分を折り曲げ成形するという考えである。たとえば、方形板鉄鍬先についてみると、こうした形状の鉄製品は日本を除いて、東アジア世界で実用化されていないので、純国産品と考えてよいが、方形板状の素材の、刃部となる部分の両端をまず三角形に、鑿で切り落とす。その後、鍬の木製台部を受ける袋部となる部分を、少し横方向に叩き出して、その部分を折り曲げる。これで出来上がりというわけである。鉄斧についてもほぼ同様な製作工程を想定している。鎌の場合は薄い長方形鉄板の、刃部となる側を叩いて薄くし、端部を、柄に差し込み、固定するために折り曲げるだけというのである。そうした初期段階の稚拙な鍛冶技術に裏付けされた、弥生時代鍛冶の諸段階をまず、前期には舶載鑄造鉄器破片を研ぎ出し加工するリサイクルの段階、中期になると、さまざまな鉄器の鍛造生産が開始され、摘み鎌を除けば古墳時代中期まで継承される鉄器組成を完成する段階とし、この段階で地域格差が鮮明に現れ、北部九州以外は同心円状の地域格差が顕著で、東に移動するにつれて、九州で保持される鉄器の機能や鍛冶に関する各種情報は欠落していくとしている〔村上1994〕。

しかし、村上氏の弥生時代鍛冶の諸階梯には、素材鉄の性質についての論及が欠如している。鉄素材が軟質のものであった場合、また、その逆であった場合、初期技術だけで、利器としての鉄製品が製作可能かどうかといったことが、ほとんど吟味されていないのである。また、斧の場合は刃部がかなり厚さを持っているが、この点についてもあまり論及していない。つまり、厚みをもつ鉄製品をどのように形作るのか、これは鍛冶の技術階梯を設定するうえで、極めて重要な点である。薄い鉄素材を鍛接で貼り合わせるのか、それともともと厚みのある素材を叩き延ばすだけなのか、といった視点が全く見えてこないのである。氏のいうような技術だけで鉄製品は製造可能なのか、筆者には疑問に感じられてならない。これは鍛冶の技術の実態を知ることによって、解決しなければならないことである。

また、冶金学的立場で弥生時代鍛冶の実態に迫ろうとする大沢正己氏は、弥生時代鉄器生産の技術的発展を、(1)前期後半から中期前半においては、中国製鑄造鉄斧破片を研磨加工する段階、(2)中期後半から後期前半までを、鑄鉄脱炭鋼を主体とする中国産鉄素材の折り曲げ加工段階、(3)後期後半以降を鍛錬鍛冶の段階、と捉える。なお、精錬鍛冶の開始は古墳時代前期以降としている。(3)段階以前は鉄滓、羽口を



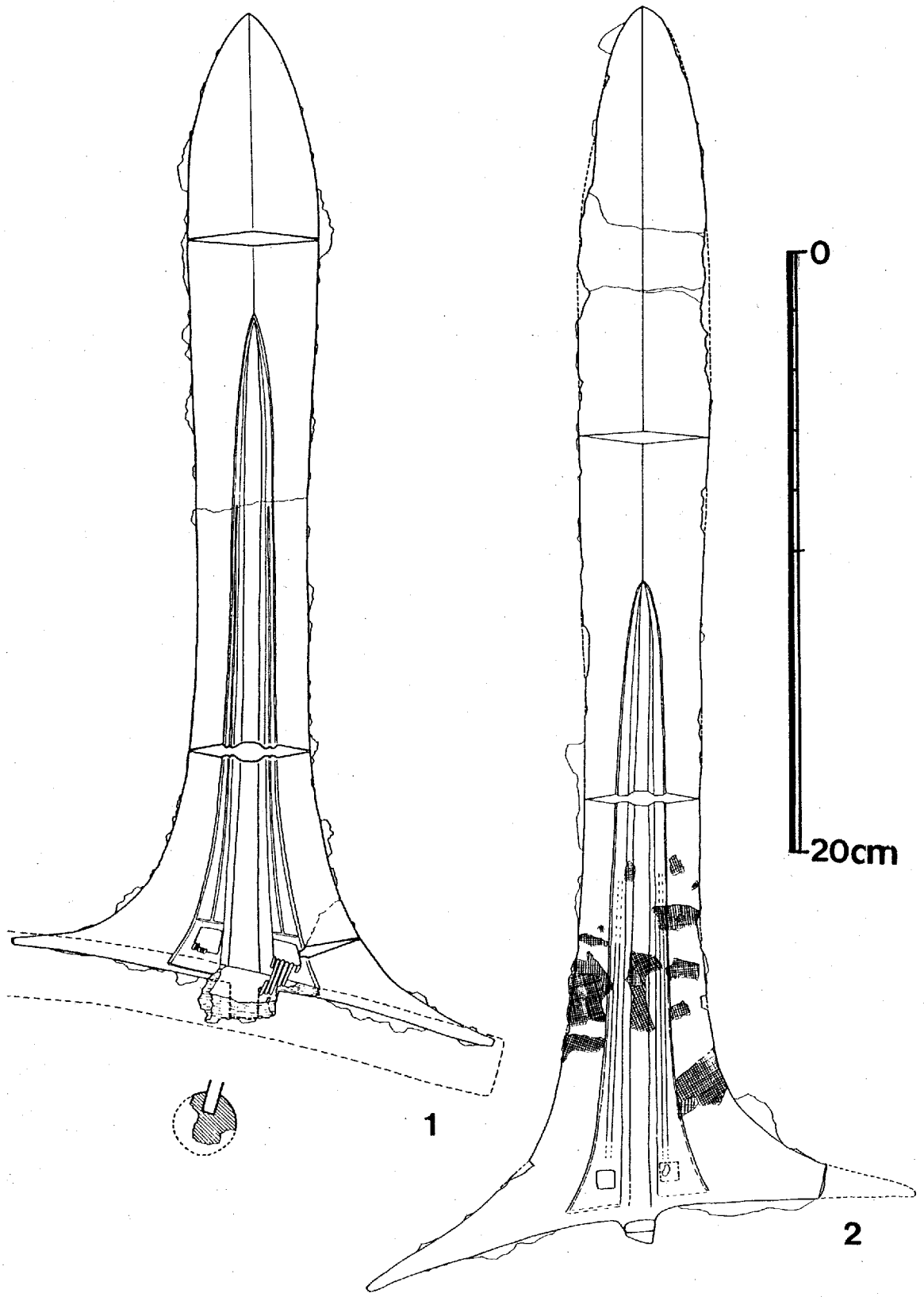
伴出する鍛冶が確認できないことから、沸し、卸しの技法はとても想定できない段階としている〔大沢1997〕。大沢氏の考え方は基本的に、村上氏と同じ立場と言える。大沢氏は、弥生時代鉄器のほとんどが中国製鉄素材に依拠するものとする立場に立つが、少々気になる点は鉄製品の生産の出自を明確に示さず、その素材の生産技術論を展開し、中国製の製鋼技術、鍛冶技術があたかも弥生時代社会に存在していたかの印象を与える。それは大沢氏があくまで、冶金学の立場に立っているからであって、考古学の立場に立っているのではないことに留意しなければならないが、とはいっても古代の鉄および鉄器生産研究に、金属学的分析を基に新たな視点で技術論を提示し、研究深化に大いに貢献していることは誰しも評価するところである。

一方、村上英之助氏は弥生時代における鑄鉄製品の増加現象から、舶載鑄鉄製品あるいは輸入鉄をズク卸し鉄の素材と考えている〔村上1964〕。野島永氏も婉曲的にその可能性を述べている〔野島1992〕。これは弥生時代の鍛冶技術が相当完成されたものであったことを、積極的に評価する立場と理解できる。

## (2) 鉄戈の製作技術

さて、弥生時代の鍛冶技術段階が、以上に紹介した考古学的、冶金学的に説明された通りに理解できるのであろうか。このことに関して、弥生時代鉄器でどうしても解決しておかねばならないことがある。それは鉄戈である。弥生時代中期の北部九州では朝鮮半島南部及び楽浪郡から、朝鮮、中国文物の流入が盛んになされた。鉄戈はその一つであるが、その祖形は中国にあるとはいえ、鉄器化された原形は朝鮮半島南部に求められる。朝鮮半島南部で生産された鉄戈は小型品で、全長20cm前後のずんぐりした形態を呈する。弥生時代中期前半に併行する時期の生産が想定されている。日本製と比較して、大きく異なる特徴として指摘できるのは、まず小型であるということである。それに、関部の着柄用の穿孔が円形であることである。その2つの形態的特徴が、日本製と異なるところである。この例として、福岡県春日市須玖岡本遺跡出土鉄戈などを挙げるができる。

ここで問題となるのは、次に出現してくる中型、大型の日本製とされる製品である。これらは全長40～50cmで、関部の穿孔はいずれも方形である。これらの鉄戈の中で、注目すべき1群の鉄戈がある。それは第22図に示す、銅戈と同じ樋を有する有樋式鉄戈である。福岡県春日市門田遺跡第24号甕棺出土例は甕棺の合わせ目に立て掛けた状態で出土したが、長さ33.9cm・身幅3.7～4.3cm・関幅16.5cm・身中央部の厚さ0.7cmである。身には銅戈と同様な樋を持っていて、この樋は関部から身の4分の3に亘って設けられ、樋の内側には幅1mmほどの細い隆起線を施す。長崎県大村市富の原遺跡4号甕棺出土例は全長41cmである。身のほぼ中位まで樋が彫り込まれ、樋の中央には、これもまた樋の中位まで幅1.5mm前後の細い隆起線が作り出され、樋の先端は左右がきれいに揃えられ、そこから先は切先から身の中央にかけて鑄が見られる。こうした有樋式鉄戈は現在3例が知られているが、いずれも中期後半に位置付けられている。長い間、この有樋式鉄戈の



第 2 2 図 有樋式鉄戈（1，門田遺跡、2，富の原遺跡）

製作法について論議されているが、まだ結論は出されていない。つまり、樋の存在を、その製法上どのように理解するのかということである。通常、鉄器に樋を彫り込むことの困難さから判断して、これらの有樋式鉄戈は鑄造製品の可能性が根強く指摘されている。

この有樋式鉄戈の製作法は弥生時代の鍛冶技術を知るうえで、非常に重要である。というのは鍛造と鑄造の製法上の違いが、わが国におけるこの後の鍛冶技術の展開に大きな影響を与えるからである。門田遺跡24号甕棺出土例について、発掘調査担当者の井上裕弘氏は明快に鍛造品と報告している〔井上1978〕が、大沢正己氏もまた、金属学的分析を行い、含有炭素量を測定したところ、0.28～0.53%の値が得られたことから、鍛造品と判定している。また、27号甕棺から出土した樋を持たない別の鉄戈は、含有炭素量が0.45～0.646%で、有樋式に比べて高炭素という結果を得た。有樋式が低炭素であることを、鑿による加工が容易であるための材質の配慮と考えている〔大沢1991978〕。ところがこの後、東大阪市鬼虎川遺跡出土鉄鑿の分析から、鑄鉄脱炭鋼の存在を指摘し、含有炭素量だけでは鍛造品か鑄造品かの判定は困難であると指摘している〔大沢1982〕。ただしこの指摘の後、大沢氏は、有樋式鉄戈の鑄造品の可能性を想定しているかどうかについては、論及していない。

佐々木稔氏は富の原遺跡出土の鉄戈について金属学的分析を加え、4号甕棺出土の有樋式鉄戈は低炭素鋼で、23号甕棺出土鉄戈は0.5～0.6%の高炭素鋼であるとし、さらに棟部に低炭素鋼を使い、刃部に高炭素鋼を使う、合わせ鍛え造りの可能性を指摘している〔佐々木1991・1993〕。そして、金属冶金学の立場からはいずれも、有樋式鉄戈は鍛造品であることを示唆している。ところで、この炭素量の含有について興味深い指摘を紹介しておく。鉄器の炭素量について、村上英之助氏が同一鉄器であっても金属の状態によって、その数値が異なることを指摘している。氏は、韓国釜山市福泉洞古墳群第22号墳出土の鉄ていの錆と残存メタル部の炭素量を測定し、前者が1.20%、後者では1.48%となることを示し、注意を促している（村上1993）。重要な指摘であると思う。したがって、門田遺跡及び富の原遺跡甕棺の鉄戈の炭素量が正確な値を示しているかどうか、もう少し検討が必要である。

一方、鑄造製品の可能性を指摘する立場に立つのは考古学者に多い。潮見浩氏は鉄製品の中に、沈線を刻み込み、これに象嵌する例は漢代に見られるが、突線を削り出す例はないことをあげ、銅戈に近い形態の踏襲であるので、鑄造品の可能性を考えている〔潮見1982〕。また、藤田等氏は門田遺跡例、富の原遺跡例を詳細に観察して、前者は非常に均整がとれた形態で、樋の状態から鑄造品と考えざるを得ないという結論に達している。後者については、樋の幅の不統一、樋内の隆起線の太さ、長さなどの仕上げの悪さ、戈全体の不均整さなどをあげ、鍛造品と考えることが可能としている〔藤田1987〕。

以上のように、有樋式鉄戈は製作法が明確にされていないので、弥生時代中期における、わが国の鉄器生産鍛冶技術の到達階梯の理解が混乱する状態になっている。

鑄造であるのか、鍛造であるのかは非常に重大なことなのである。ところで、大沢氏が指摘したように、この鉄戈が元来、鑄造製であって、脱炭処理された鑄鉄脱炭鋼製品とすれば、炭素量の少ないことも問題ないのであるが、この点についてはどうであろうか。脱炭されたとすれば、鑄鉄製品であったことになる。ここで、その可能性について考えてみる。そのままでは硬くて、脆い鑄鉄製品を脱炭して、利器ととして利用するには脱炭して軟らかくするしか方法がない。わが国の古代鍛冶技術を理解することにも関連するので、古代東アジア世界における鑄鉄製品の脱炭技術について、以下に少し述べておくことにする。

さて、鑄鉄製品の脱炭には3つの方法があるが、いずれの技術も中国の春秋時代から戦国時代にかけて確立したものである。ヨーロッパにおいて、鑄鉄の脱炭技術が確立されて、鑄鉄が有用な鉄と認められるのは、13～14世紀になってからのことであることを思い起こせば、世界史的に見て、中国が極めて特徴的な鉄文化を誇る所以である。まず、脱炭鑄鉄の技術であるが、これは比較的低温、といっても800度前後の高温状態で、数十時間前後という間、鑄鉄製品を炉内に封じ込めて加熱し続け、ゆっくり冷却すれば、鑄鉄の全体ではないが、表層が脱炭されるのである。熱処理技術の焼きなましに応用されている。通常、鑄鉄はレデブライト組織を持つ白鑄鉄として生成されるが、これは炭素がセメントイトとして含有される。セメントイトは非常に硬いが極めて脆く、鑄鉄の基本的性質はこのセメントイトによるものといってもよい。高温加熱することで、セメントイトとして鉄と結合していた炭素が遊離して、炭酸ガスになって逃げていき、結果として表層が脱炭される。もう1つの脱炭法は可鍛鑄鉄化と呼ばれ、基本的には脱炭鑄鉄と同じ技術に属するが、少し手順が異なる。脱炭鑄鉄より高温の900度前後の温度で、今度は70時間程度の長時間炉内で加熱を続けて、ゆっくりと冷却する。すると、もともと脆い構造のセメントイトは高熱下の衝撃で分解されて、含有された炭素が黒鉛化される。この黒鉛は球状の形で結晶するのが最も理想的であるが、綿花状のふわふわとした形のものになる。したがってこの方法は脱炭するのではなく、組織を変える脱炭焼きなまし法といったほうが適切である。この場合、白鑄鉄の組織であるレデブライトが若干、内部に残存することもあるが、炭素が黒鉛化することで、随分と粘りのある鉄に変化する。最後の方法が脱炭焼きなまし法である。これは基本的に前2者と同じく、反射炉の高熱状態の中で、脱炭するのであるが、脱炭を促進するために鉄鉱石や古鉄などを酸化剤として使用する。このため、完全に脱炭されてしまって、鑄鉄が鋼になるというものである〔韓1993〕。

さて、これらの技術によって、鑄鉄が脱炭、黒鉛化され、硬くて脆い鑄鉄も利器としての利用が可能となるが、実はこの技術は、中国本土及び楽浪郡などの周辺領土内に厳格に保持され、外部に流出することはなかったようである。もちろん製品は輸出され、外部の世界にも出回ることはあった。わが国に直接関連する朝鮮半島南部の状況を見ると、紀元前1世紀の頃から中国製鑄鉄製品を模した、着柄用袋部の断面が梯形を呈する鑄造鉄斧が出現してくる。大沢氏の分析では、朝鮮半島製と考えられるこれらの鑄造梯形鉄斧について、これまでのところ、熱処理を行って脱

炭した形跡は認められず、白鑄鉄のままであるとされている〔大沢氏教示〕。したがって、古代東アジア世界においては、鑄鉄の脱炭技術はあくまで中国の専有する技術と理解して誤りはないと判断してよいことになる。当然、弥生時代のわが国に導入されなかった技術と考えるべき。少しばかり遠回りをしたが、弥生時代鉄戈の生産をめぐる技術的環境が整理できた。したがって、北部九州で散見できる鉄戈は含有炭素0.5%前後で判断するかぎり、中国で生産されたのではないとすれば、脱炭されたものではないと言い切れる。わが国における弥生時代鉄戈は鍛造製品であると断言できるのである。また、青銅製戈との形態的比較及び型式学的組列から判断すれば、朝鮮半島製と考えるより、北部九州で生産された鍛造鉄製品とするほうの蓋然性が高い。これらのことから、有樋式を含む中、大型の鉄戈は日本製鍛造鉄製品とすることができる。ここでようやく、鉄戈の製作技術、すなわち弥生時代中期段階の鍛冶技術の復元を論ずる所まで行き着いたことになる。

弥生時代の鍛冶技術は少なくとも、北部九州においては中期段階から、全長50cm近い大型の武器製品を生産できる水準にまで到達していたのである。川越哲志氏は長さ40cmを超えるものは、かなり熟練した鍛接技術を想定しなければ生産が困難と指摘している〔川越1979〕。ただし、筆者は川越氏のいうように、鉄戈の製作において、鍛接技術が必ずしも不可欠のものであったかどうかについては、疑問を持っている。鍛冶実験の項で示したように、80cm近い素環頭大刀の製作において、素材鉄は長さ十数cm・幅約5cm・厚さ約2cmの厚板鉄板から、素延べによって作り上げていった。鍛刀実験では、この素材を卸し鉄から仕上げるために、沸しを伴う折り返し鍛錬を7回も繰り返したが、弥生時代の素材がそうした仕上げをすでに施したものであったとしたら、弥生時代の鍛冶工人は鍛接技術を用いずに、素延べだけで鉄戈の製作が可能だったはずである。しかし、もし、さまざまな素材鉄を寄せ合わせて、1つの鉄塊に仕上げ、大きな素材鉄を製作していたのであれば、当然何回かの折り返し鍛錬が必要となる。いずれの場合にしても、鍛接技術は十分に使いこなせるものとして持っていたことは確実と考えられる。このことに関して、東潮氏が朝鮮半島における鉄剣を集成し、わが国の弥生時代鉄剣と比較検討した結果、北部九州地域を中心に分布する長さ20~30cmの中型鉄剣及び30~40cmの大型鉄剣については恐らく、朝鮮半島からの輸入品であると指摘し、わが国には朝鮮半島に見られない長さ10cm程度の短剣が存在するので、これを国産品と想定した(東1986)。しかし、一部とは言え、弥生時代に大型鉄製品を生産する技術が存在するのであれば、大型、中型鉄剣の全てが輸入品である可能性は低く、国産品がかなりのウエイトを占めていたことは十分に考えられることである。なお、小型品の多くは後期に属し、むしろ東日本に分布の中心を持つことを勘案すると、これらは北部九州的技術集団とは別の技術集団で生産されたことも考えられる。

ところで、川越氏は別に重要な指摘を行っている。それは、弥生時代の鉄器製作について、「北九州では、……戈などの大型祭器、武器を製作する鍛接技術を裏付ける鍛冶場が、単独に存在していたと思われるふしがある」というものである〔川越1975〕。実は弥生時代の鉄器生産体制は、重層構造であった可能性が非

常に高いと考えられるのである。北部九州地域には、大型の武器生産が可能な技術が首長層の間近に保持され、外部に出ることのない技術が存在したと考えられるのである。一方、後期になって西日本から中部地方にまで拡散していった鍛冶は村上恭通氏や大沢氏が想定するものに近い水準であったと考えてよい。前者を首長層が保持する専門鍛冶集団、後者が村の鍛冶屋的な村方鍛冶とでもいえるものである〔古瀬1991〕。古墳時代になって鮮明化する、鍛冶の重層構造は実は、わが国において鍛冶が導入された段階から存在したと指摘できるのである。

### (3) 朝鮮半島における鉄器生産

ここで、わが国の鍛冶技術を理解するうえで、その基層となった朝鮮半島の鉄器生産技術を少し見ておく。

朝鮮半島の鉄器時代は中国戦国時代の燕との関連で始まる。しかし、紀元前3世紀の頃、朝鮮半島北西部は燕の領域に含まれ、燕の鉄器が流入する程度で、朝鮮半島独自の鉄器生産にはまだ至っていなかった。慈江道龍淵洞遺跡はことに著名で、鉄矛2・鑄造鉄斧2・鉄削1・鑄造鉄鍬1・鑄造鉄鋤1・鑄造鉄鎌1・鑄造石包丁形鉄器1・鉄鏃1といった、多くの鉄製品が出土している。伴出した明刀銭の年代観から戦国時代晩期に比定されている〔梅原・藤田1947〕。さらに西部の平安北道細竹里遺跡では鉄戈・素環頭鉄刀子・鑄造鉄斧・鑄造鉄鍬・鑄造鉄手斧が紹介されているが、時期的には幅がある。戦国時代晩期から前漢初めにかけてに位置付けられる〔潮見1982〕。いくつかの遺跡で鍛冶の痕跡も指摘されているが、朝鮮半島において本格的な鉄器生産が開始され、大きく変容を遂げるのは前漢時代中期、紀元前108年の武帝による楽浪郡設置である。

楽浪郡では主要な鉄製品は本国からもたらされたが、郡域においては鉄官は設置されなかったものの、鉄器生産は行われていたようである。このことは楽浪郡域で発掘調査された官人層の墳墓出土鉄器で知ることができる。郡の官僚層の構成は、高位の職階は本土からの派遣人事でなされ、中級以下は現地人の登用が図られた。彼らの職階は墳墓の構造、副葬品目の組み合わせに如実に反映されており、たとえば、郡の高官、王根の墓である石巖里219号墓では、鉄器に中国式の、スティタスシンボルと考えられる長さ1.2mの刀が含まれている。この他に、車馬具、漆器類などの貴重品も含まれる〔榎本・中村1975〕。一方、夫租ワイ君墓と呼ばれる貞柏洞1号墓は、朝鮮半島中部の日本海に面した地域のわい族の首長墓であるが、簡易墓葬の土壙墓から土器・銀印・小銅鐸・馬具・車馬具、細形銅劍・細形銅鉞など青銅製武器類、鉄劍・鉄刀・鉄短劍・戟などの鉄製武器類といった多量の副葬品が出土している〔李1967〕。この中で注意したいのは青銅製細形短劍と鉄短劍で、これらはいずれも朝鮮半島において生産された武器類である。土壙墓の副葬品の組み合わせは、こうした在地製の青銅器を主体に鉄器が加わることが多く、一方、これらの組み合わせが高級官僚の墓葬から検出されることはあまり多くない。このことから中級以下の現地登用の官僚達は中国式の制式武装具は身に付けず、在地調達の青銅器あるいは青銅器を模作した鉄製短劍を身に帯びていたことを示している。

この鉄製短剣は基部が極端に短く、中国本土の鉄剣にはあまり例を見ない型式である。おそらく細形銅剣を鉄器化した武器と考えられる。青銅器はすでに儀器的扱いを受けていた可能性が強く、ということは楽浪郡周辺域で鉄器生産がかなり普及していたことを示している。

王根墓及び夫租わい君墓は紀元前1世紀後半頃の築造が考えられており、この頃から朝鮮半島における本格的な鉄器生産が行われたと想定できる。こうした技術が楽浪郡域外の朝鮮半島南部に拡散したのはそう遅れることではなく、紀元前1世紀後半から紀元後1世紀前半のことである。慶尚南道茶戸里遺跡では多くの土壙墓が確認されていて、その1号墓では青銅剣・青銅矛・鉄剣・鉄矛・鉄戈・鑄造鉄斧・板状鉄斧・五銖銭・星雲鏡など、鉄製品を中心とした多量の副葬品が検出されている〔李ほか1989〕。星雲鏡は洛陽焼溝漢墓の編年的位置付けでは第1・2期に編年されているが、第1期が前漢武帝～昭帝(紀元前141～74年)治世年中、第2期が宣帝～元帝(紀元前73～33年)治世年中に比定されている。茶戸里遺跡出土星雲鏡は型式的に便化したものであり、紀元前1世紀中葉前後に盛行した鏡式である。また、鉄戈は日本における弥生時代中期後半の須玖岡本遺跡出土鉄戈に近似し、同じく紀元前1世紀後半頃に相当する。これらのことから、茶戸里1号墓は紀元前1世紀後半の築造と考えられるが、副葬鉄製品が楽浪郡域からの搬入品か、それとも朝鮮半島南部での生産品かはにはわかには決することができない。

しかし、ほぼ同時期の茶戸里64号墓では人頭大の鉄鉱石が副葬されており、どうもこの頃、朝鮮半島南部においても鉄生産が開始されたようである〔李ほか1993〕。したがって、この還元鉄を使って、朝鮮半島南部においても楽浪郡域と同じころから、鉄製品生産がなされていた可能性が高い。そして、弥生時代中期の頃に、この技術が北部九州に伝来したと考えられる。朝鮮半島南部の製鉄については、その当初は固体還元鉄の生産が主体を占めていたのであろうが、程なく紀元前後の頃、楽浪郡あたりからズク鉄生産の技術が導入された。しかし、そのズク鉄生産には中国式の熱処理技術は伴われていなかったと考えられ、あくまで白鑄鉄製の鑄造鉄器の生産のみが行われていた。このズク鉄生産技術は朝鮮海峡を越えることはなかったようで、わが国には全くズク鉄の生産は根づいていない。したがって、大阪府八尾市大竹西遺跡で出土した鑄造鉄剣〔西村1997〕についても、朝鮮半島南部において生産されたものと考えられる。

## 第2節 古墳時代前期における鍛冶技術

古墳時代には、弥生時代さらには後の時代も含めてよいが、それらの時代とは比較にならないほど膨大な量と種類の鉄器が見られる。ただ、これらのほとんどが古墳の副葬品として存在するので、単純に他の時代のものと比較することはできないが、それでも、鉄器の個別的研究には大いに貢献し、その研究はかなり深化され、

多くの知見が得られている。しかし、これらの鉄器の生産という問題については、鍛冶の技術的な面も関わるためか、理系に属する研究者の化学分析学的研究ばかりが目立つ。鉄器生産に関する考古学的研究は1960年代に、潮見 浩、和島誠一両氏によって研究に方向づけが提示され、続いて都出比呂志、野上丈助両氏が一連の優れた研究を相次いで発表している。しかしその後は、誰もが重要な研究領域と認識しながらも体系的研究にまでは至らず、核心に迫る研究はまだ少ないというのが現状である。

## (1) 鉄器生産と鍛冶技術

ここでは、古墳時代の鉄器を、前期、中期、後期と時期を追って概観し、そこに現れる量的及び質的な変化が、鉄器生産上の技術的発展の過程とどのように関連を持つのかを探り、そこから、古墳時代の鉄器生産の実態と特質に少しでも迫ってみることにする。

前期には、古墳の副葬品で見ると、その当初から武具・武器(剣・刀・槍・鏃・甲冑など)、農工具(鍬・鋤・鎌・斧・ヤリカンナ・鑿など)、漁具(銚・ヤス・釣針など)といった、馬具を除けば、古墳時代を通じての基本的な鉄器の組み合わせが揃っている。それらのうち、武器から見ると、鉄剣、鉄刀は基本的には短身のものが多いが、刀には当初から1mを越す長身の素環頭大刀がある。奈良県東大寺山古墳では粘土槨の棺外東側に大刀13が埋納されており、そのうち素環頭を持つもの5、国産の銅製環頭を持つもの6で、後者には刀身棟に、後漢の年号である「中平」で始まる金象嵌銘を有するものがある〔金関1997〕。このことから長刀、特に素環頭を有するものは輸入品であった可能性が強い。弥生時代以来の鍛冶技術の伝統、たとえば鉄戈の生産を考慮すれば、国内でも前期初めから長物を製作する技術は有していたと考えられる。ただ、それが実用品として機能させうるものであったかどうかは問題である。しかし、博多遺跡や沖塚遺跡の鉄滓や羽口に見える鍛冶技術段階は、それが杞憂に過ぎないことを証明している。とはいっても、まだまだ鍛冶炉、鞴といった設備、さらに鍛造、熱処理などの技術的処理に問題もあり、形態的には長剣、長刀を製作しえても刃の硬度、外観などの処理にてこずることは当然あったと考えられる。そうした場合でも、いわゆる「なまくら」の域を脱しえなかった可能性もあるが、儀器としては全く問題はない。長剣、長刀が古墳副葬品目の中で顕著な存在となるのは、前期後半～末になってからである。これは輸入品に加えて、国内での広範な生産が開始されたことを示すものとして注目される。このことは、第4章において論じた短冊形鉄斧の生産の項においても論証した通りである。小林行雄氏が指摘するように、この時期にはガラス生産など他の生産活動にも、大きな画期がもたらされており、単に鉄製品生産だけが特異な存在ではない〔小林1976〕。長剣、長刀の生産が可能になった背景には、鍛冶炉の大型化、それに付随して鞴の改良、鍛造、熱処理技術の確立が成し遂げられたことが考えられる。そして、その技術は、この時期に長方板革綴短甲の画一的生産が開始されるという在り方を見ても、朝鮮半島からもたらされたものと考えられる。



次に鏃を見ると、古墳時代の当初から柳葉式、定角式、鑿頭式といった、弥生時代に見られない形式を創出している。鑄造製品と見まがうほどの鑄造り、篋被を持つものもあり、弥生時代の鏃に比較して厚みのある身部、良質の素材の使用など、特別に生産されたことが窺える。この種の鏃は畿内地方を中心に広がっており、古墳時代の開始とともに政治的な意味をもって配付された器物であったと考えられる。そうであれば、畿内に設けられた特定の工房で、組織化された工人によって集中的に生産された可能性が高く、そうした鉄器生産の実態に迫る非常に重要な器物と言える。

鉄器生産の技術的向上及び工人組織の編成を如実に物語るのは甲冑の生産である。特に短甲に焦点を絞れば、前期には豎矧板革綴形式、方形板革綴形式、長方板革綴形式などが見られるが、このうち前期前半には前二者が主流で、国産と考えられる方形板革綴短甲の場合、やや縦長の方形鉄板を3～5段に革綴している。これは鉄板を互いに綴じ合わせただけの最も初現的な短甲であり、鉄板の綴じ合わせ方、胴最上部の押付け板の形態などに企画性がない。ところが、前期後半も終りに近くなると、長方板革綴短甲が出現する。この形式は前胴、後胴に押付け板を持ち、帯金、裾板、引合わせ板で長方形鉄板を固定する強固な作りとなっている。方形板革綴形式では方形鉄板を、縦、横方向に革紐だけで固定したから、多少の歪みはさほど気にする必要もなかったが、横方向に帯金で固定する方式では、歪みはできるだけ小さくしておく必要があった。短甲としては、形態的にも後出する諸形式に共通し、同時に頸甲、肩甲の付属具を揃え、完成度の高いものであった。短甲生産の初期段階においては、古墳時代前期前半にはいくつかの形式が混在し、製作技法にも一貫性がなかったのと比較すると、前期後半になって、形態、技法ともに統一されてくることは、鉄器生産における技術的な面だけでなく、生産体制の整備という面での画期としても重要である。特に帯金として使用された鉄板の製作には鍛接技術の習熟が必要で、さらに全体を、横方向には内湾させ、縦方向には反りを持たせて外反させるなど、複雑な板金処理を施している。また、頸甲も鍛冶技術上、非常に大きな意味を有するもので、これについては5世紀の鍛冶技術の項で詳しく述べる。このような鍛造技術の向上は、管理された特定の工房で、組織化された工人によって熟成されたものと理解できる。こうした技術革新は、外来の新しい技術知識の導入を想定する必要がある。

農工具類はいずれも弥生時代以来の伝統的形態を保っており、基本的には鉄板材を叩き延ばして、折り曲げ加工を施すだけである。たとえば、鍬、鋤先は方形鉄板の側辺を叩き延ばして、折り曲げ、下辺を刃部としている。斧も同様である。したがって、外観上は鍛接による仕上げなどの複雑な工程なしに、素材を加熱して鍛打しただけである。弥生時代鉄器については、橋口達也氏が福岡県赤井出遺跡出土鉄器の分析を通して、その製作過程を想定している〔橋口1983〕。それによると、斧は鉄板材の上半を薄く叩き延ばして折り曲げ、袋部を作り、下端を刃部として整形する。この場合、袋部の合わせ目は密着しないで開放となっている。九州地方に見られる弥生時代鉄斧のうち、袋部の合わせ目が密着し、その断面が方形をなすも

のは輸入品と想定しており、国産の鉄器生産水準を知る手がかりとなっている。ただし、農工具類は実用品であり、切削能力がなくては役に立たない。このため、刃部には一定以上の硬度が要求されるが、こうした要求に答える鍛冶技術は保持していたと見るべきである。大沢正己氏が指摘するのは合わせ鍛えの技法である。赤井出遺跡出土有袋鉄斧の顕微鏡観察から表層に0.01%の超軟鋼、芯金に0.2%の軟鋼を鍛接して合わせ鍛えにしたと指摘する〔大沢1997〕が、この鍛接には焼き入れも施すことのできないほどの軟鋼どうしを使用している。合わせ鍛えを行うほどの鍛冶の技術と知識を保持するのであれば、これはほとんど意味のない鍛接、合わせ鍛えであり、意図的な技法とは考えられない。恐らく何らかの原因で表層が脱炭されたものと考えられる。この時期における利器類の製作は、鍛冶実験の項においても指摘したが、合わせ鍛え技術は保持しておらず、丸鍛えの可能性が高い。しかし、金属学的分析では現在のところ、焼き入れされた鉄製品は確認されていない。

古墳時代前期になっても、農工具としての鉄製品は形態的には弥生時代のものと変化がないので、村方鍛冶の生産技術の水準は同一程度と見て差し支えない。ただし、古墳だけでなく、集落から出土する鉄製農工具類を見ると、刃先が極端に摩耗する例は少ないので、一定の硬度を保っていたことが窺える。これは鋼が使用されていたこと、さらに簡単な熱処理も施されていたことが背景に存在する。鉄の硬軟を自在にできる知識を有していたのである。鉄の硬軟は炭素の含有量によって決定されるが、当然そういう化学的知識は持ち合わせていないであろうから、経験によって鉄の、この特性を十分に把握していったのである。熱処理による硬化は一定量の炭素(0.3%以上)を含有していないと効果が少ない。後期になると少なくとも、刀剣の切断面の観察では、熱処理によって、刃先がマルテンサイトという非常に硬い組織に変性していることが確認されているが、その技術がいつの段階から導入されたのか、そしてさらに、それが農工具類の生産に応用されていたかどうかは、外表の観察だけでは判断できない。

## (2) 鍛冶遺跡から見た鍛冶技術

ところで、博多遺跡の鍛冶遺物の組み合わせから判断するかぎり、当時の鍛冶技術の水準は想像以上に進んでいたと判断できる。単に加熱して折り曲げるだけの加工でなく、素材をもっとも適した性状に調整したうえで、鍛冶作業を行ったと考えられる。前期の段階では、弥生時代に比較して格段の技術的進展が見られたが、それも特に後半になってからの武器、武具の生産において顕著であった。そこには外国からの技術導入や、特定の技術者集団を編成した、組織化された専業生産集団を想定しなければならない。ただし、この鍛冶集団は特別編成で、支配者階層に付随するものであって、その技術内容が広く普及することにはつながらなかった。

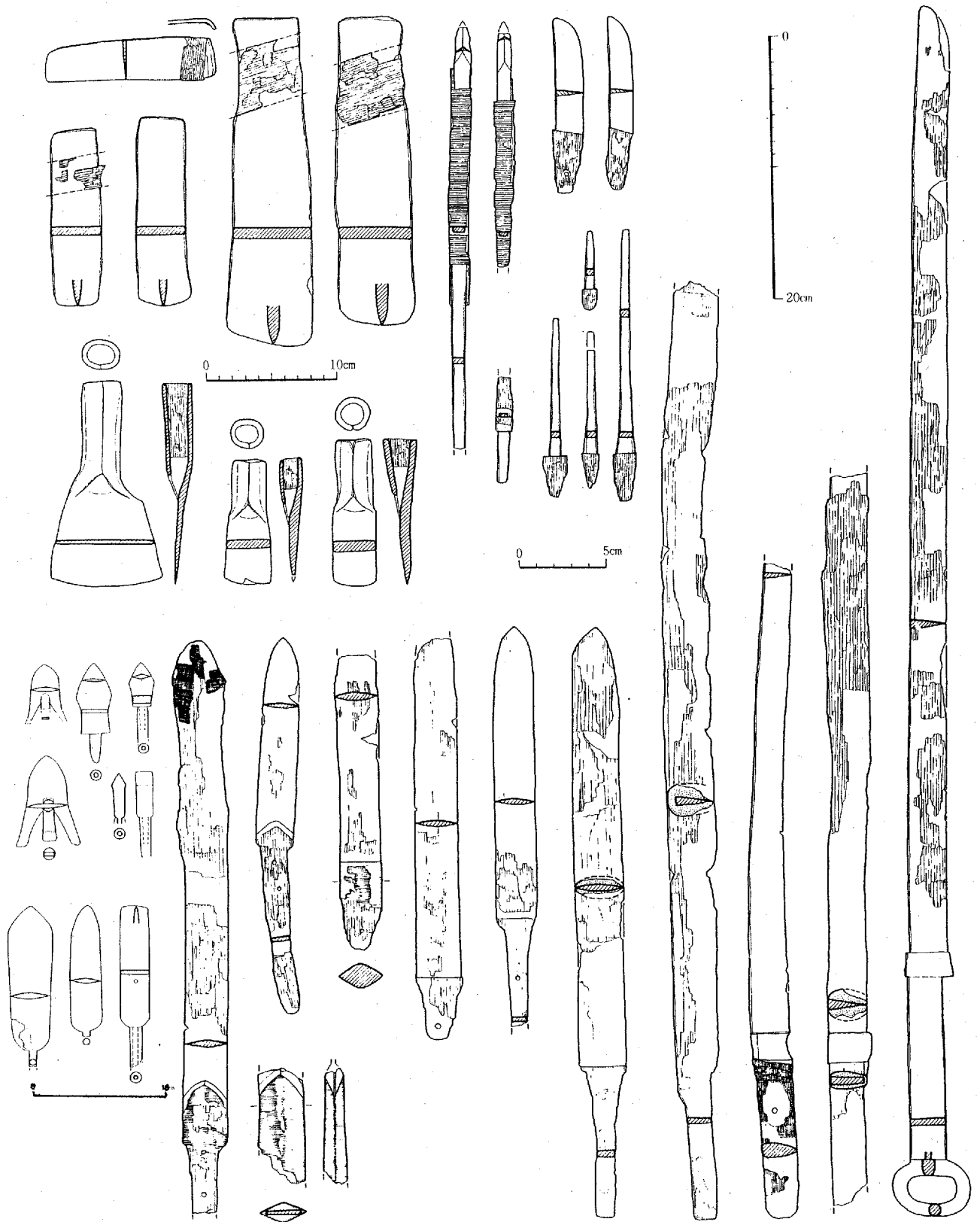
一方、そうした生産体制のほかに、生産用具としての農工具類などの鉄器生産を行う、集落内部に埋没した形の村方鍛冶の存在があったことを忘れてはならない。ここでも長い間の経験によった、鍛冶技術自体はかなりの完成度に達していたと思われるものの、小物の生産、修理にとどまる程度の設備で、操業がなされていた。

前期における鍛冶の実態については、博多遺跡では鍛冶炉の検出はないものの、多量の鉄滓、切断鉄片、羽口などの鍛冶関係の遺物が出土した。そのうち706号土坑出土の椀形滓は、外形13.5×11cm・重量600g前後という大きさで、これは古墳時代後期になって現れる滓に匹敵するもので、その下面の状況から復元される炉形は浅い楕円形皿状で、円形ボール炉とは異なるものであった。なお、出土地点によって異なる形態の鉄滓から、2種の鍛冶炉の存在が想定された。これらの諸点から、博多遺跡では大型武器の生産も可能と判断できる。千葉県沖塚遺跡では鍛冶炉と鉄滓、鍛造剥片などが検出された。鍛冶炉は円形ボール形で、鉄滓は径7～8cm・重量100g前後で、あまり大型の鉄製品の生産用とは考えられないものであった。農工具類の生産が主体と考えられる。いずれの遺跡も前期初頭に位置付けられている。埼玉県山崎山遺跡B区で検出された鍛冶工房跡は、2.5m四方の竪穴住居の内部に2基の鍛冶炉を持ち、4世紀後半頃に比定されている。第1号炉は径約60×50cm・深さ10cmの円形で、断面は皿状となっている。炉の内外から多くの鉄滓が出土している。第2号炉は径約30cm・深さ10cmで、断面は鍋状となる。炉の内外から鍛造剥片と見られる多くの微小鉄片が出土している〔青木1991〕。鍛冶炉が同時に2基併存したのか、作り替えによるのかは不明である。製作対象は不明であるが、炉の大きさやその他の状況から見ると、沖塚遺跡と同様な、農工具類の生産及び修理までの設備と言える。

以上のように、古墳時代前期においてはその当初から、整った内容を持つ鍛冶関係遺跡が登場していることが分かる。そして、鍛冶炉や鉄滓の在り方から判断すれば、武器など大型鉄製品生産と農工具類など小型鉄製品生産の2つの生産型に分化している状況を窺うことができる。それは弥生時代でも述べた、支配階層のための専門鍛冶と、集落内村方鍛冶の2者の、併存的生産体制である。

### (3) 量産体制の確立期

さて、古墳時代前期における鍛冶水準が弥生時代のそれとどのように異なるのかについて、ここで述べる。まず、支配階層のための専門鍛冶であるが、前期における鉄器生産の水準を総括してみると、弥生時代の鉄器生産と最も大きく異なる点は量産体制の確立である。古墳への鉄器副葬が質、量ともに目立つのは前期後半になってからであるが、前期前半段階から弥生時代とは全く異なった状況にあったことが窺える。岡山県楯築墳丘墓、島根県西谷3号墳墓などの代表的な地域首長墓の副葬品目にはせいぜい小型の鉄剣が含まれる程度で、多量の鉄製品の埋納は見られない。多くの鉄製品を副葬する祭式が整っていなかっただけである可能性が高いが、それでも首長の権威、権力を高揚する道具として鉄製武器が位置付けられていなかったようである。ところが、京都府椿井大塚山古墳、奈良県黒塚古墳などでは、前者を見ると、第23図に示すように鉄製兜・鉄剣・鉄刀・短冊形鉄斧・有袋鉄斧など、後者では鉄製甲冑一式・鉄剣・鉄刀など総量数十kg以上の鉄製品が出土しており、弥生時代首長墓と隔絶した内容を示している〔岡村ほか1989〕。この傾向は地方の首長墓についても同様で、たとえば広島県中出勝負峠8号古墳の例を見ると、



第23図 出現期古墳の副葬鉄器類（椿井大塚山古墳）

鉄製品には剣・刀・槍・鏃・ヤリカンナなどがある。このように、前期前半に位置付けられる一連の古墳には多量の鉄製品が埋納される。弥生時代後期の首長墓と定期的に大きな隔たりはないので、ここには鉄をめぐる大きな画期が存在しているといえる。前期後半にもなると、鉄製品の多量埋納傾向はさらに顕著になり、大阪府紫金山古墳では棺の内外から鉄刀21・鉄剣11、石室外から鉄刀16・鉄剣21〔小野山ほか1993〕が、大阪府松岳山古墳では鉄刀破片24.5kg・鉄剣破片22.9kg〔小林1957〕が出土している。また、岡山県金蔵山古墳では副室の4個の合子から多量の農工、漁具類が出土しており〔西谷ほか1959〕、畿内だけでなく地方でも鉄器の多量集積がなされていることは、地方の一部の先進地域でも首長層のための鉄器生産の専門工房が形成されていたことを示している。こうした、鉄器の多量副葬は、古墳へ埋納してもなお、十分に補充しうる鉄器生産の水準を確保していたといえる。しかも長刀、長剣、短甲の生産は、鉄器生産技術の大幅な進展と、大量の鉄素材の恒常的確保が保証されていたことを物語っている。また、鉄製工具の変遷で見ると、この時期に短冊形鉄斧が大型有袋袋斧に変わっていく。これは、成熟した鍛冶技術の存在なくしては到底なしえなかったことを、すでに指摘した。こうした、前期の鉄器生産の在り方を見ると、前述したような大和王権など大きな政治権力によって編成された、新たな組織的な鍛冶集団の出現が想定され、一般の集落における弥生時代以来の村方鍛冶との2極構造が窺える。前者は弥生時代の北部九州地域において初めて出現した生産体制で、古墳時代になって高度に整備されたと指摘でき、政権維持のための特別な品目の生産にあたる鍛冶である。後者は弥生時代以来の伝統の上に乗ったもので、集落での自給自足的鍛冶生産といえる。とは言え、鍛冶内容的には10cm程度の大きさの鉄滓を伴うので、技術的には沸し鍛錬などを有する一定の鍛冶水準に達していたと見てよい。

以上に述べた古墳時代前期の鉄器生産体制の革新は一体、どのような鍛冶技術的背景を有しているのであろうか。すでに見てきたように古墳時代初頭において、福岡市博多遺跡、千葉県沖塚遺跡などではかなり成熟度の高い鍛冶工房が存在し、鍛冶炉や鉄滓の状況、羽口の存在で判断するかぎり、精錬、調整、鍛錬といったあらゆる鍛冶の工程に対処できうる段階に達していたことが分かる。しかも博多遺跡は沖塚遺跡の鍛冶の在り方よりはるかに大規模であったことが、鉄滓の形態と量から窺え、さらに羽口が奈良県纏向遺跡と共通するという非常に重大な事実が確認されたのである。この古墳時代初頭の鉄器生産における急激な変容は国内要因だけでは解決しそうにない。ここで朝鮮半島の状況を見ておく必要がある。

西暦2世紀末になると、国内の統制が困難となって、後漢王朝は次第に国力の衰えが目立ち始める。3世紀初めには黄巾の乱で国土は疲弊し、地方勢力の台頭によって、ついに紀元220年、後漢王朝は滅亡し、魏王朝が興る。三国時代の始まりである。朝鮮半島は依然として楽浪郡を通じて植民地支配がなされているが、実は遼東に絶大な勢力を誇った公孫氏が実質的な支配権を握っていた。そしてまた、楽浪郡は鉄の供給を朝鮮半島南部に求めていたらしいことが、『三国志魏書』の記述で分かる。『魏書』卷三十弁辰伝にある「国出鉄韓わい倭皆従取之諸市買皆用鉄如中

①  
国用鉄又以供給二郡」という、非常に有名な一節である。紀元3世紀前半の朝鮮半島の鉄をめぐる情勢を書き記したものであるが、この頃、朝鮮半島南部から鉄が、楽浪、帯方の2郡に供給されていた様子が窺われる。この鉄がどのような形で移動していたのかは不明であるが、わが国にも輸出されていたことを加味すれば、錬鉄あるいは鋼という鉄素材の形で移動していた可能性が高い。というのはこの頃のわが国の鍛冶遺跡を見ると、福岡県野多目A遺跡、熊本県二子塚遺跡、愛知県南山畑遺跡など、鍛錬鍛冶滓を持つ例が増加していることから、鉄素材の流通が頻繁になってきたことを物語っている。

楽浪郡は遼東の公孫氏の強い影響下にあったが、公孫氏は紀元238年、魏によって滅ぼされる。楽浪郡はこの後80年近く余命を保つものの、朝鮮半島の諸勢力の台頭に悩まされ、ついに313年に郡の解体、滅亡に至る。楽浪郡は3世紀以前の段階から、鉄を朝鮮半島南部に求めていたことが考えられ、したがって、朝鮮半島南部から楽浪、帯方両郡に供給されていた鉄素材は、その主要なる需要先を失うことになる。この余剰鉄素材は急遽、鉄の安定した供給を希求する倭、すなわち日本にもたらされることになった。つまり、紀元4世紀初めにはわが国は、安定した鉄素材の供給が受けられるようになったのである。これが古墳時代の鉄器の急激な増加につながるのである。

ところで、これまで何度も指摘してきた、鍛冶技術上、当時としては画期的な内容を示す福岡市博多遺跡であるが、この遺跡の評価について、朝鮮半島から新たな鍛冶技術が直接、北部九州にもたらされたと、安易に捉えがちである。博多遺跡と全く同じ技術体系に属すると考えられる奈良県纏向遺跡の意義も含めて、少し別の面からこのあたりの状況を探ってみる。

弥生時代のわが国は紀元前1世紀以降、楽浪郡を通じて漢文化に接し、その文物を政治的支配の道具として導入、活用してきた。その重要な文物の1つに鏡がある。一部、秦時代の鏡を含むが、前漢初頭の鏡から輸入され始め、そのほとんどは北部九州の王墓に副葬された。その代表的な遺跡が福岡県三雲南小路遺跡であり、須玖岡本遺跡である。これらの遺跡には草葉文鏡、星雲鏡、連弧文銘帯鏡などの前漢鏡が伴われる。さらに、紀元後の新、後漢時代となっても依然として中国系文物は日本人の好物であり、特に鏡はますます輸入品目の中心を占めていた。しかし、その流通の中核はあくまで北部九州で、福岡県井原鏡溝遺跡、平原遺跡などでは、方格規矩四神鏡、内行花文鏡を主体とする数十枚以上の多量の後漢鏡が副葬された。また、こうした中国系文物には当然、剣、刀といった鉄製品も多く含まれていた。ところが、ある時期を境に、輸入中国系文物の変遷過程で、鏡に大きな変容が生じる。

岡村秀典氏は前漢、後漢鏡を形式分類し、漢鏡を1～7期に編年した〔岡村1993〕。わが国で出土した鏡を期別に統計してみると、3期（前漢後期・紀元前1世紀中葉～後葉）に属する鏡は百枚以上の大きなピークがあり、そのほとんどが北部九州に集中する。次の大きなピークは4～5期（紀元前1世紀後葉～紀元1世紀代）に属する鏡で、やはり北部九州に集中するが、九州以東でも50枚以上という、北部九州と同様な大きなピークを持つようになる。つまり、弥生時代後期になるころ

には、楽浪郡を通じた後漢代の中国系文物が、近畿地方を中心とする地域にも目立つ存在となってくる。しかし、これらは弥生時代遺跡からの出土ではなく古墳出土品がほとんどであり、北部九州の在り方と同列には扱えない。朝鮮半島においても楽浪、帯方郡の官僚達の墓から出土することが増え、わが国と同様なピークを示す。さて、問題は6・7期(紀元2～3世紀前半)、特に7期(紀元2世紀後半～3世紀前半)に属する鏡である。6期の鏡は楽浪、帯方郡を含めて、急激に出土数が減少するが、7期の鏡は急激な増加を示し、しかも出土地域が北部九州から完全に九州以東に移り、近畿地方を中心に集中分布するのである。この現象は楽浪、帯方郡も連動する動きが窺えるのである。ちなみに7期に属する鏡には、斜縁上方作獣帯鏡、斜縁神獣鏡、画文帯神獣鏡などがあり、斜縁神獣鏡を見ると、現在のところ、東アジア全体で52枚が確認されている〔川西宏幸氏教示〕。その内訳は九州地方7枚、中四国地方5枚、近畿地方25枚、近畿地方以東5枚、中国本土5枚、楽浪郡域5枚となり、この出土の在り方からは、これら7期の鏡は中国本土というよりは楽浪郡辺りから、九州地方を介せず直接、近畿地方に流入したことを窺わせるのである。このような紀元2世紀後半から3世紀前半にかけての、中国系文物の流入、流通の、大きな変容を伴った在り方は、わが国内の政治体制の大きな変動をも意味しており、鉄および鉄器生産体制の根本的な再編成問題にも迫りうる、非常に重大な歴史的事実と言える。『魏書』に見える「間漢桓靈倭国大乱」の記載、つまり桓帝(147～167A.D.)、靈帝(168～189A.D.)の治世中に倭国で発生した大きな内乱は、九州勢力と近畿勢力の政治的覇権をめぐる軍事的衝突であり、結果的に近畿勢力の勝利に終わったことは、中国系文物、特に鏡の流通に如実に反映されており、その事実の確実さを鮮明に物語っているのである。

長々と鏡の話が続けたが、以上のことは鉄器生産技術の問題にも大きく関わっているのである。最近、奈良県纏向遺跡で、ごみ捨て場としての土坑から鍛冶関係資料が一括出土したことはすでに指摘した。この中に実に注目すべき資料が含まれていた。羽口である。この羽口は断面かまぼこ状のもので、これは羽口に設置用の平坦面を付加したものと考えられた。博多遺跡でも多量に確認されている型式の羽口である。

この時期、朝鮮半島では諸民族の興隆で楽浪郡の滅亡といった事態に至っており、極めて重大な政治的情勢の変化が生じていた。紀元2世紀後半から3世紀にかけてのわが国にもさまざまな影響を及ぼしたと考えるのはごく当然で、したがって、鉄器生産の現場にも大きな変化が生じていた。北部九州における鉄に関する絶対的優位が、この頃を境に変動し始めることは先に述べた通りである。とすれば、あらゆる中国大陸及び朝鮮半島系の文物と文化はまず、物資、文化の流通を押さえた邪馬台国すなわち大和王権の中枢地に集中し、そこから鉄器、鍛冶技術などを含むあらゆる物資、文化が再配分されたと考えざるをえない。この物資、文化の流通の掌握こそ、前方後円墳体制を生み出す原動力そのものであった。博多遺跡の存在は、朝鮮半島に地理的に近い北部九州にまず、革新的内容を持つ鍛冶技術が根づいたのではなく、逆に同じ内容を示す纏向遺跡の鍛冶技術が、大和王権の橋頭堡的重要地域

に拡散していったと見るべきである。千葉県沖塚遺跡の鍛冶遺跡もそうした技術的拡散の1つの形を示すものとして理解しておきたいが、沖塚遺跡の土器様式が在地主体で構成されているのに対して、博多遺跡における土器様式の在り方は、ほとんどの土器が近畿地方の庄内式新相、布留式古相土器と形態的に酷似したもので構成されていることは、支配階層のための鍛冶生産と集落内部における生業維持のための鍛冶生産の違いという、鍛冶生産の重層性を表すものと指摘できるのである。

纏向遺跡、博多遺跡の存在は古墳時代の創成に大いに関わることが重要である。3世紀段階に鉄資源の一元的流通の中心に位置することができた大和王権は、同時に高度な鍛冶技術も独占することで、武器などの鉄製品生産を組織化された専門工人層によって、特定の工房で行った。これを支えた鍛冶技術の内容が、纏向遺跡、博多遺跡で初めて出現した大型鉄滓であり、かまぼこ断面の羽口の存在である。古墳時代の鍛冶技術における最初の画期と言える。したがって、弥生時代以来の各地の首長達は、こうした鉄製品及び鉄素材の流通システムに否応なく属さざるを得なかったのである。これが前方後円墳に象徴される古墳時代の政治システム、前方後円墳体制の確立である。

この前方後円墳体制の成熟期が前期後半期にあたる。この頃から、積極的に朝鮮半島への軍事的行動を繰り返すが、その大きな目的が安定した鉄資源の供給確保にあったことは疑いない。これはある程度成功したようで、国内における鉄製品の量産化現象に見て取ることができる。当然、当時の最先端の鍛冶技術、すなわち新たな鍛接技術、熱処理技術が導入され、長方板革綴式短甲、大型有袋鉄斧などに代表される新式の鉄製品の生産が開始された。このあたりの鍛冶技術の内容について、次節で詳しく述べてみる。

### 第3節 古墳時代中期における鍛冶技術

中期になると、5世紀前半の第1四半期に古墳時代鉄器の形態に大きな変化が現れる。これは鉄器の生産技術面にも大きな変革が生じたことも意味する。また、前期後半に萌芽のあった鉄製品の多量埋納がより一層鮮明となる。京都府恵解野山古墳では前方部の埋納専用の施設から刀剣約150・鏃約400など〔山本1980〕が、大阪府アリ山古墳では墳頂部の北施設から刀77・剣8・鏃1542・斧134・鑿90・鎌201・鍬49など〔藤ほか1964〕が、大阪府野中古墳では5列に並んだ施設から短甲11以上・刀153以上・剣16以上・鏃約740・斧30・鉄てい36kg以上など〔北野1976〕が出土している。こうした大量の鉄製品の埋納は、その後に十分補充が効くだけの鉄製品生産体制と鉄素材の蓄積が確立していたことを当然示している。また、これらの古墳の多くが大王墓に従属する形で存在するのも、鉄製品生産が政治権力を支える形で組織化されたことを物語っている。



しかしながら、5世紀代において新式の鍛冶技術が導入されたと、盛んに喧伝される割には、ほとんど技術の内容が見えてこない。一体、どのような鍛冶技術が導入され、それによって、鍛冶の内容がこれまでとどう変わったのか、全く不明のことが多い。ここでは5世紀代における鍛冶技術の実態について考察して見る。

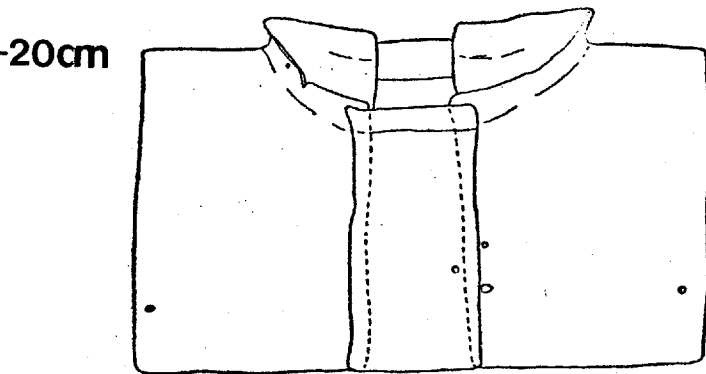
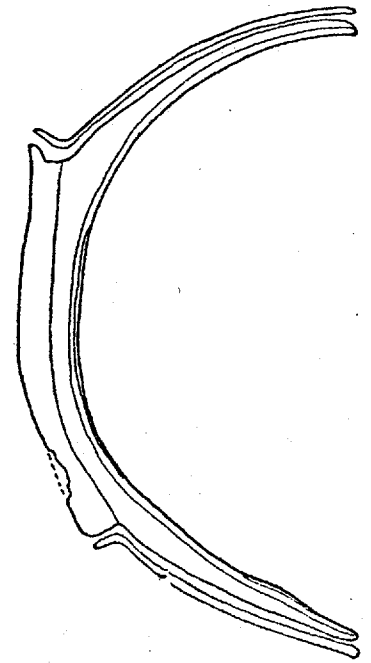
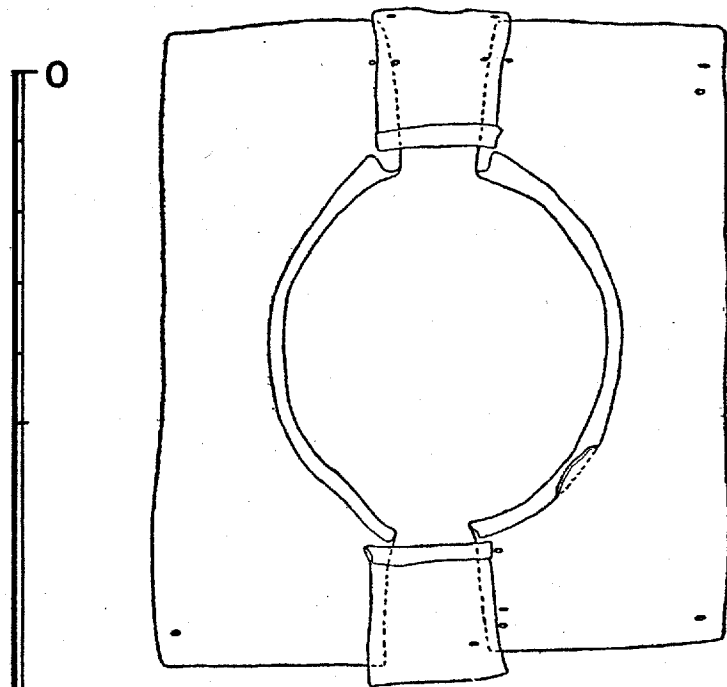
## (1) 短甲生産と熱処理技術

まず、武具生産における新式の技術についてであるが、短甲がもっとも重要である。5世紀代の鉄製武具を見ると、短甲では前期後半に主流となった長方板革綴短甲は中期初めに、豎上2段目と長側1・3段目の鉄板が、長方板から三角板に変わる。これは、1枚の長方形板を複数の三角板で構成するほうが、人間の体の線に合わせやすいという工夫によるものと見られるが、この直後、鉄板同士を固定する方法に、画期的な方法が導入される。革綴じ技法から鋳留め技法に变革されるのであるが、この技法の導入は鉄器生産上の一大画期である。物体と物体をつなぎ止める方法としては、最も強固な仕上がりが得られる。しかし、その反面、2枚の鉄板の鋳孔の穿孔位置には正確な一致が要求されるだけに、精度の高い鍛冶作業を必要とする。

以上のように、短甲の製作技術が問題にされるときは曲面を持つ鉄板の製作、帯板と呼ばれる長い鉄板の製作、鋳留技法などが常に指摘される。しかし、その技術の実態は、これまでに全くといっていいほど明らかにされていないのが実情である。ここでは鋳留技法を除く前2者の技術について述べてみる。鋳留技法は確かに鍛冶の技術の範疇ではあるが、かなり金工技術と重なるところがあるので、ここでは鍛冶技術から一応除いておきたい。さて、曲面を持つ鉄板の製作であるが、これは一見簡単そうであるが、実はかなり困難な作業を伴う。実は鍛冶実験でも悩まされたことは、鉄板を薄くしようとすればするほど、困難な作業となる。経験を積みばどうということはないのかもしれないが、厚さ数mmにまで薄くする必要がある場合、加工できる温度にまで加熱していても薄いためにすぐ冷却されて、それ以上に薄く叩き延ばせないのである。鉄に含まれる炭素量にもよるが、特に硬い鉄の場合はいま叩き延ばせない。甲冑は非常に均質な厚さの鉄板で製作されているので、薄鉄板生産にはかなり熟練した圧延の技量が必要である。比較的軟らかい鉄で加工を加えた後、必要であれば、浸炭させて硬度を増していたと考えられる。

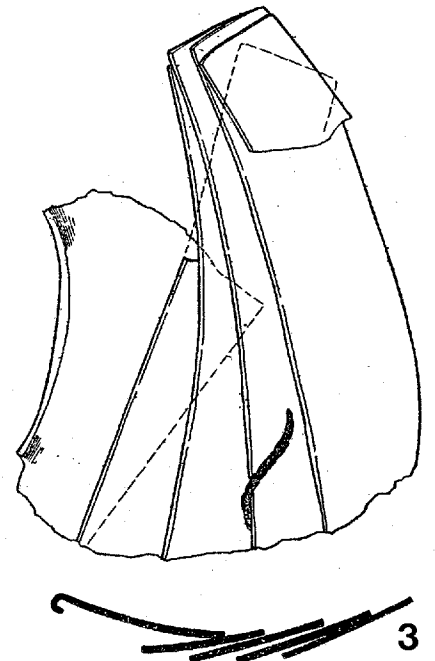
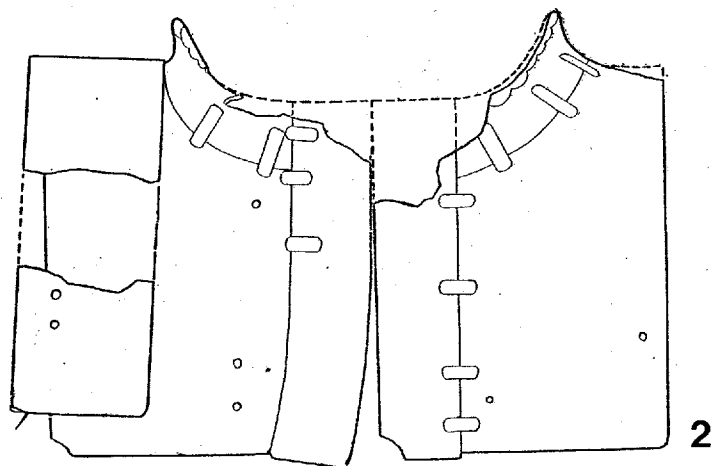
ここでは薄鉄板加工よりも問題にしたいのは、薄鉄板を曲面加工したり、極端な場合、曲面のまま一部を直角に折り曲げるような折り曲げ加工を施していることである。このような加工が必要な甲冑は実は、前期後半の4世紀後半頃に出現する長方板革綴式短甲の段階である。したがって、この技術の初現は前期のうちに含まれるものであるが、この後の短甲生産の主要な技術として引き継がれるので、この中期の項で扱うことをまず、断っておきたい。

さて、この長方板革綴式短甲の生産は、前期前半の豎矧板革綴式や方形板革綴式の短甲には見られない、いくつかの高度な鍛冶技術を必要とするものであった。そ



長良龍門寺古墳

1



和泉黄金塚古墳

2

3

第24図 長方板革綴じ式短甲に伴う頸甲

これは新たに導入、装備された頸甲と、胴回りを一周する帯鉄の存在である〔藤田1984〕。まず、頸甲の持つ鍛冶技術上の意味から見ていく。頸甲は両肩に被せる形で着用し、肩から直角に、上方に数cm折り曲げ、首周りを保護するもので、これを伴わない短甲も見られる。さすがに一体作りは困難であったようで、首の左右で2つに分かれ、全体で2枚の鉄板を組み合わせた構造になっている。まず、肩の胸側と背側の曲面を鉄板に合わせ、その形に作り、さらに首の周りに合せて湾曲させ、首の立ち上がりに合わせて直角に折り曲げるのである。第24図に示す、4世紀末葉の岐阜県龍門寺古墳出土例を見ると、U字状に折り曲げた左右2枚の鉄板を組み合わせたもので、組み合わせた左右の幅19.5cm、高さ10.5cm、前後の幅20.5cmで、首周りには高さ1.2cmに立ち上がる襟がある〔榑崎1962〕。この型式の短甲を副葬する例を他に挙げれば、大阪府和泉黄金塚古墳、京都府八幡石不動古墳など、いずれも4世紀後半から末葉にかけて築造されたものである。頸甲はこの後、短甲の主要な装備として、5世紀代一杯製作される。

次に帯金についてであるが、薄板を鍛接して胴を一周する鉄帯を作り上げる技術はこれまでになかったものである。薄板同士の鍛接は、一見、容易に見えるが、薄板は冷却速度が早く、実際には厚板同士のそれよりはるかに困難な作業である。しかも、頸甲と同様に体の線に合わせて湾曲面を持たせながら形作る必要がある。製作技法的には恐らく、型に合わせて叩き延ばすことで成形すると考えられる。

通常、鍛冶作業といえば真っ赤に焼いた鉄を、鎚で叩いて形を整えていくことを連想する。ところが、この頸甲や帯金はそうした通常の鍛冶工程には見られない技法が使われる。赤くなるほどに加熱して叩いて加工する鍛冶を熱間鍛造というが、わざわざ冷えた鉄を叩いて加工する鍛冶も存在する。これを冷間鍛造という。冷間鍛造はよく知られているものに皿やボールなどの容器類の生産に応用されている。つまり、叩き出して薄く延ばし、薄い肉質の容器を作るのである。この技法は鍛金と呼ばれ、金属の展性、延性を利用して、冷間で加工するのである〔香取ほか1986〕。後の時代の甲冑鍛冶は、主にこの技術を用いて、兜、鎧を製作したが、その原形はすでにこの古墳時代に確立していたのである。実はこの鍛金技術、熱間鍛造も必要なのである。鍛金では冷めた鉄板を、鎚で叩いては延ばしていくのだが、この作業工程を張り出しと呼んでいる。そして、張り出し工程が終了すると、今度はそれに、絞りと呼ばれる加工を施し、形を整えていく。ところが、金属は冷えたまま叩いて延ばしていくと、結晶構造にストレスがたまり、最後には脆くなって、ひび割れてしまうことになる。したがって、この金属疲労を取り去ることができないと、鍛金は成立しないのである。

ここで登場する技術が熱処理である。熱処理は現在においても、金属加工技術における非常に重要な要素の一つであり、特に鉄の場合、硬くするのも、軟らかくするのも、ねばくするのも全て熱処理によっている〔大和久1982〕。鍛金に必要な熱処理技法は、焼きなましあるいは焼きならしである。この技法は一体どのようなものであろうか。熱処理について、少し理解が必要である。ここで少しばかり、解説をしておきたい。

熱処理には基本的に次の4種類がある。焼き入れ、焼き戻し、焼きなまし、焼きならしの4種である。まず、焼き入れから見ていく。熱処理には焼き戻しを除いて、必ず守らねばならないことがある。それは加熱温度である。鉄は約730度を境に性質が大きく変わる。730度以上では結晶構造が $\gamma$ 鉄（オーステナイト）という、硬く粘り強い鉄になるが、それ以下だと、常温と同じ結晶構造の $\alpha$ 鉄（パーライト+フェライト）になる。焼き入れは730度以上に加熱した後、水の中にいれて急冷する。そうすると、オーステナイトはパーライト+フェライトにならず、マルテンサイトという組織構造に変化してしまう。このマルテンサイトは非常に硬い組織構造で、焼き入れされた鉄は硬化してしまう。つまり鉄を非常に硬くするのが焼き入れである。通常、炭素が0.3%以上含有される鋼は焼き入れの効果が著しく、刃物にはこの熱処理が施される。次に焼き戻しであるが、これは、焼き入れすると、あまりに硬くなりすぎて、もろさが顕在化する場合が生じる。このため、焼き入れ後、今度は730度以下の温度に再加熱してやる。通常500~600度程度で十分である。そして、ゆっくり冷やしてやる。これが焼き戻しで、硬さがやわらぎ、粘さが増してくる。通常、焼き入れと焼き戻しは一体の技法として扱われている。

鍛金に関係深い焼きなましは、やはり730度以上に加熱した後、炉内で非常にゆっくりと冷やしてやる。こうすることで、どんなに硬い鉄でも軟らかくなってしまふ。焼きならしも同様な熱処理であるが、730度以上に加熱した後、今度は炉外に出して、ゆっくりと空冷してやる。この熱処理で鉄は粘り強くなると同時に、結晶構造に蓄積していた金属疲労がとれて、ストレスが解消する。鍛金では、冷間鍛造で叩き延ばし続けるから、結晶構造も叩き延ばされて、脆くなってしまふ。焼きなましを施すことによって、この金属疲労、ストレスを取り去ると同時に軟らかくして、再び冷間鍛造ができるようにするわけである。焼きならしも同じ効果があるが、冷却の仕方はほぼ同じで、焼きならしの方が少し短時間で冷却できる。鍛金作業では、冷間鍛造し続けることで鉄に溜まるストレスを熱処理で取り除きながら、また冷間鍛造するという、この繰り返しで成り立つ金属加工法である。この熱処理によって、脆くなってひび割れたりせずに、鉄板を複雑な形状に加工することができるのである。長方板革綴短甲はまさにこの焼きなまし、焼きならしという熱処理技法を駆使して生産が軌道に乗ったのである。その技術的背景を頸甲の製作技法によって説明することができる。

ところで、鍛金は単に熱処理だけで効果的に鉄板を加工できるわけではない。鍛金道具が必要である。その主要なもの1つに各種の鎚がある。考古学的に見ると、5世紀段階から鉄鎚が確認できるが、一般的に鍛冶の道具とされ、その用途については、鍛造用具と指摘される程度ですまされている。新式の規格性を持った最初の短甲、長方板革綴短甲が熱処理技術を導入して生産されたのであれば、必然的に、鍛金道具の存在が不可欠である。この鍛金道具に関しては、次項の鍛冶道具で鎚と一括して扱うことにする。

さて、短甲生産が、朝鮮半島からの高度な技術の導入でなされたと論じられながら、それでは一体、その高度な技術とはどのようなものであったのかというと、こ

れまで誰からも明瞭に論述されることはなかった。それは考古学的に確認できないだけに無理な面もあったが、こうした目に見えぬ技術が実は、熱処理技術であったのである。熱処理技術について、金属学的分析によると、焼き入れが若干認められる例がある。大沢正己氏によると、中国製鉄器については比較的低温で焼き入れを行った例が、弥生時代中期の徳島県名東遺跡で確認されているが、国産鉄器については9世紀前後にならないと、各地で普遍的に確認されないということである〔大沢氏の教示〕。弥生時代、古墳時代の例はあまり分析データが知られていないようである。ただ、末永雅雄氏、倭国一氏の分析では、古墳時代の鉄刀にマルテンサイトが確認できたとされており、いずれも古墳時代後期に属している。前期、中期の鉄器資料ではほとんど、分析データが知られていない。今後、そうした分析データが増加してくることも予想されるが、ここでは焼き入れ技術は、古墳時代後期になって普及していく熱処理技術としておくに留めておきたい。少なくとも前期後半段階以降には、鍛金に伴う焼きなまし技術は確実に使われるが、その他の熱処理技術がいつもたらされたのかはよく分かっていない。なお、焼き入れに付随する熱処理技術である焼き戻しは、焼き戻し温度によってマルテンサイトがソルバイトあるいはトランスタイトに変化するので、その組織構造の存在を確認することで、その技法が施されたかどうか判断できる。現在のところ、その報告に接していないが、刀身の場合、刃部を中心に焼き入れした後、刃部より離れた棟部が厚いので、冷却に時間差が生じて、結果的に焼き戻し効果が現れ、棟部にソルバイト組織が形成されることがある。意図的な焼き戻しとは異なるので、注意が必要である。

## （2）鍛冶工具類に見る鍛冶と鍛金

さて、高熱下の鍛冶作業は専用の工具が必要である。前期段階とされる長野県向畑遺跡の竪穴住居内から鉄鉗が出土している〔塚本ほか1997〕が、現在のところ、その他の地域で前期に属する類例が確認されていないので、評価が難しい。朝鮮半島では紀元前1世紀代に比定される楽浪郡域の貞柏里62号墓で鉄鋌と鉄鉗が出土している〔朝鮮遺蹟遺物図鑑1989〕が、朝鮮半島南部では茶戸里遺跡17号墓の例などを見ると、紀元前後になって、墳墓に副葬され始めるようである。ところで、わが国に朝鮮半島の先進的な鍛冶技術が流入したのはやはり、鉄戈の生産がなされた弥生時代中期後半の時期と考えられる。この頃すでに鉄製鍛冶工具類がもたらされた可能性もあるが、考古学的証拠は現在のところ全く確認されていない。次の革新期である3世紀後半から4世紀初めにかけて、つまり、纏向遺跡、博多遺跡出現の段階であるが、朝鮮半島では普及が図られている時期と考えられるので、わが国における鉄製鍛冶工具類の利用について、状況証拠は整っている段階といえる。前期後半以降の大型有袋鉄斧の生産開始に合わせて導入された可能性が高い。4世紀末葉以降になると、古墳の副葬品目の1つに鍛冶工具が組み込まれ、その概要を知ることができる。鉄鋌・鉄鉗・鉄鑿・鉄床・やすり・砥石が、その代表的なものである。

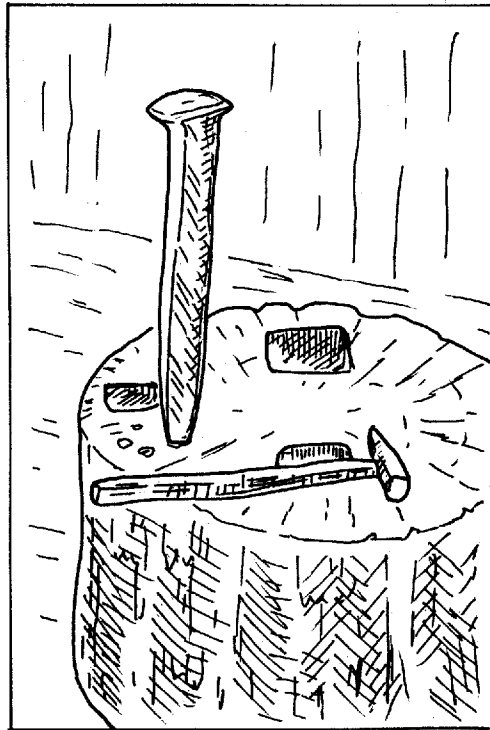
最も古い例として、4世紀後半代の長野県向畑遺跡出土の鉄鉗例があるが、多く

は5世紀代になって確認できるものである。5世紀前半代に比定できる、大阪府大塚山古墳（鉄鉗1）、奈良県五条猫塚古墳（鉄鎚3・鉄鉗2・鉄鑿8以上・鉄床1）、福岡県池の上第6号古墳（鉄鎚1）など多くの出土例があげられる。五条猫塚古墳のように鍛冶具がセットで副葬される例はあまり見られない。鉄鎚、鉄鉗には形態に大、小が認められ、五条猫塚古墳の例では、鉄鎚頭は重い順に見て、長さが12.6cm・11.5cm・14.4cmのものがあ、いずれも角鎚である。重量のあるものは鍛造用、軽量のものゐ打用といった、鍛冶の用途の違いを示すものとされている〔網干1962〕。鉄鉗には長さ31.7cm・26.2cmがあり、他の出土例を見ても長さ30cm前後のものが多い。五条猫塚古墳では方形台状の鉄床石も出土している。これは上面が下面よりやや広く、8.3×7.7cmの平面になっており、高さ10.6cmである。このほか鉄鑿、砥石がある。前者は角棒状のものが6以上あって、長さそれぞれ32.1cm・36.5cm・29.6cm・34.8cmの長いものと、9.5cm・10cmの短いものの2種がある。いずれも頭部には打撃面が残る。刃部は鑿状の両刃のものや刀の切先状のもの、丸く尖るものなどがあり、変化に富む。砥石には大きいもので長さ22cm、小さいもので長さ約15cmで、粒子の大きさから粗砥、中砥、仕上げ砥の各種が揃っているようである。

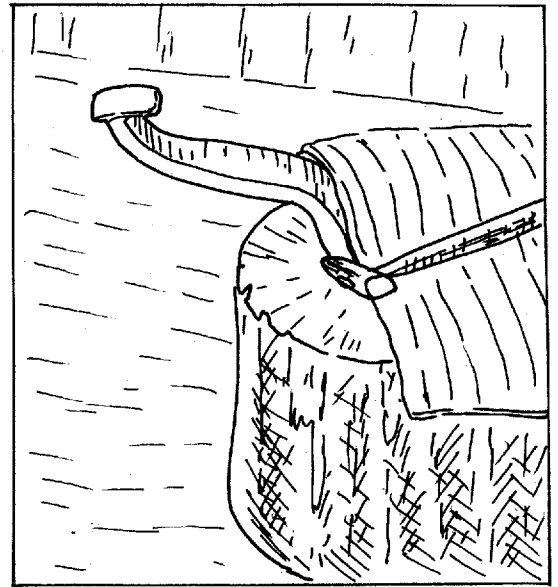
もう1例古墳出土例をあげてみよう。岡山県総社市随庵古墳では鉄鎚、鉄鉗、鉄床、鑿、鑿、砥石が各1点ずつ副葬されていた〔鎌木ほか1965〕。鎚は長さ15cmで、柄穴は中央に開いている。一端は1×2cmほどの方形で、他の一端は斧の刃先状となっている。五条猫塚古墳の打用かとされる軽量の鎚に近い形態である。鉗は長さ30cmで、缺部は約4cmと短い。興味深いのは鉄床である。これは高さ14.5cmで、上部は4cm角の平坦面で、ここから連続して、先細となった、5cmほどの柄状の突起が直角についている。先にあげた五条猫塚古墳出土の鍛冶工具類の組み合わせと比較すると、随庵古墳の鍛冶工具類は鍛造主体のものとは少し異なるようにみえる。これは鎚と鉄床の組み合わせの在り方に大きな違いが認められるからである。

さて、ここで、先述した鍛金のことを思い出して欲しい。第25図に示すように、鍛金用の工具類は熱間鍛造用のものに類似するが、鉄鎚は小型の軽量のもゐ主体である。鉄鉗も熱処理時の加工物を炉内に挿入、取出しの時に使用するだけで、加工物を保持して叩くという、強い打撃に耐える必要もないのである。したがって、鉗も小型軽量のもゐ主体となっている。ここで、現在使用されている鍛金道具の代表的な例、鉄鎚、当て金について紹介してみよう〔香取1986〕。まず、鉄鎚を見ると、

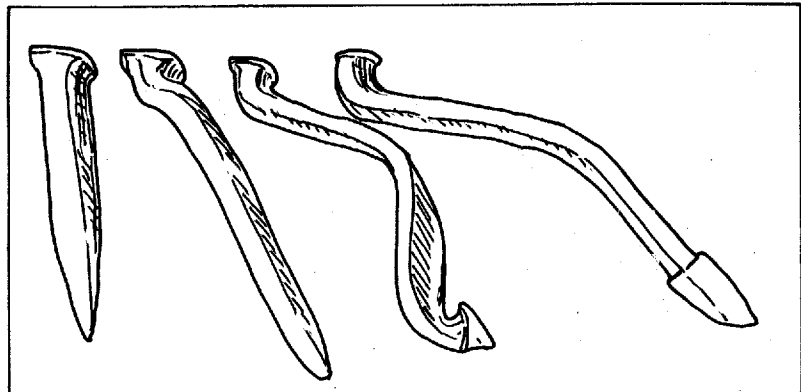
- ①締め鎚 絞りの工程で使うもので、鏡面(打撃面)の径が5~8分(1.5~2.4cm)で、鎚自体の長さは10cm程度のものである。鏡面は加工部の傷を防ぐための面取りを施す。
- ②均し鎚 最後の仕上げ用で、鏡面の径は締め鎚と同じ5~8分(1.5~2.4cm)の大きさで、鎚自体の大きさに大小があるが、大きいもので長さ10cm、小さいもので5cmといった小型品である。鎚が扁平な作りのものもある。締め



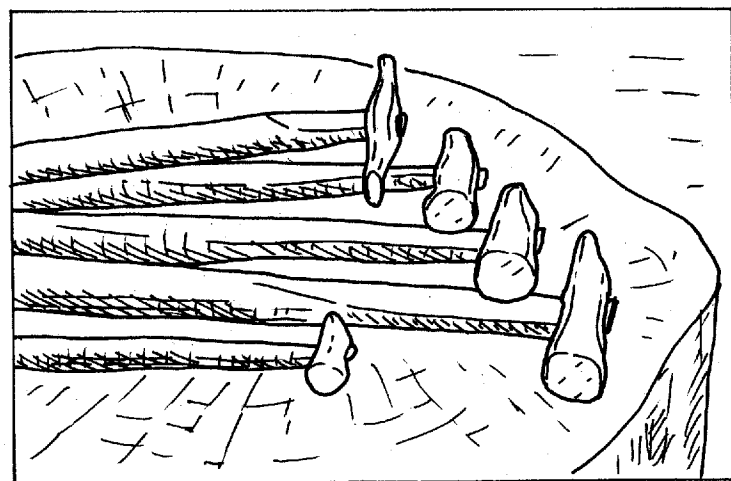
打立て当て金と木台



への字当て金と木台



打立てからへの字への変化



均しに使う鉄鋤のいろいろ

## 第25図 鍛金用工具類

(『金工の伝統技法』写真より図化)

鎚より軽量のものが多い。

③芋鎚 鏡面が球形のものもある。最初のおおよその形作りである張り出し工程では通常、木鎚と木台が使用されるが、鉄のような硬い金属では、延べ鎚と鉄床を使う。

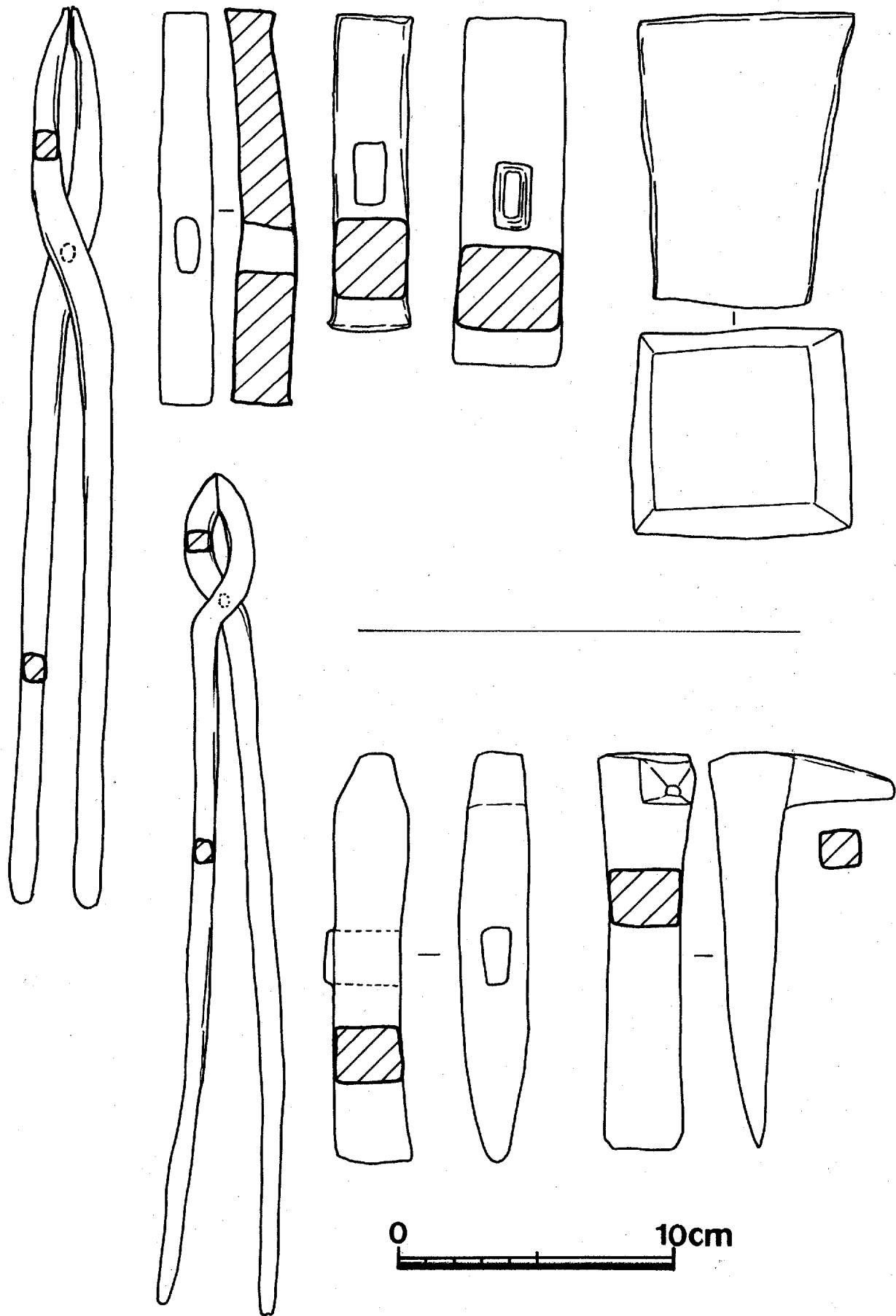
④延べ鎚 締め鎚より少し大型で、鏡面は丸みを持ち、やや重量のあるものである。

次に当て金であるが、これもさまざまな形態のものがあるが、基本的なものは打立て当て金と、への字当て金である。打立て当て金は木台に直接打ち立てて使用する、太い釘状のもので、上面が作業面となる。上面は径3～4cmの球面となっており、ここに加工対象を当てて、鎚で叩いて整形していく。ところが、打立ては、皿状のものについては加工し易いが、口縁を絞って壺状に整形していくようなものが加工対象であると、木台に打ち立てている軸の部分が邪魔になる。このため、軸を曲げて打撃面を前方に延ばす形の当て金を、への字当て金と呼んでいる。このように、鍛金は独特の工具類が伴って成り立つ技術である。

ここでもう一度、古墳の副葬鍛冶工具類の組み合わせを見てみる。第26図に示す五条猫塚古墳と随庵古墳を比較してみると、どうもひと括りに扱われている鍛冶工具類であるが、機能、用途的には大きな違いがありそうである。前者では、重量があって鏡面の広い大型の鉄鎚が主体で、鉄床も大型品である。後者は鏡面の狭い鎚と特異な形態を呈する鉄床である。前者の場合は鍛造用と考えられる組み合わせとすることができる。後者の場合は、鉄床は鍛金用のへの字当て金に類似するもので、鎚も小型鉄製品の鍛造用あるいは別の用途を想定できる形態で、むしろ鍛金を想定した工具類の可能性が高いと言える。したがって、5世紀代に鉄鎚、鉄鉗といった鍛冶工具類が出土する場合、特に鉄鎚の形態、重量に留意する必要がある。鍛冶工具類の組み合わせからは、五条猫塚古墳のものは熱間鍛造鍛冶主体で、随庵古墳のものは鍛金の冷間鍛造鍛冶を主体にする可能性を強く窺わせるのである。こうして、考古学資料の検討からも、4世紀末葉から5世紀代には熱処理技術、少なくとも鍛金に伴う焼きなまし技術が確実に導入されていたと指摘することができる。熱処理技術は鉄製品の外形観察からは判断できない、目に見えない高度な技術だけに見逃されがちであったが、短甲、それも頸甲という特殊な鉄製品と、鉄鎚、鉄床といった鍛冶工具類、さらに伝統的鍛金技術との比較によって、ようやく明らかとなってきた。

基本的に両古墳はその副葬品の組み合わせから、5世紀前半～中葉というほぼ同時期の築造が考えられる。五条猫塚古墳は方墳、随庵古墳は帆立貝形古墳という特殊な墳形も共通している。五条猫塚古墳は奈良盆地南西部から和歌山に抜ける重要なルート上に位置し、葛城氏、紀氏両者との関連が強く窺える。一方、随庵古墳は吉備の中核、総社平野の一角に位置し、造山、作山古墳の被葬者と一時期を共有して活躍した中首長と言える。いずれの古墳からも甲冑、豊富な鉄製武器類及び各種の鉄製工具類が多量に出土しており、副葬品の組み合わせからは、被葬者は軍事組織に属すると同時に、手工業生産を司る地位にいた人物像が見えてくる。一方は大





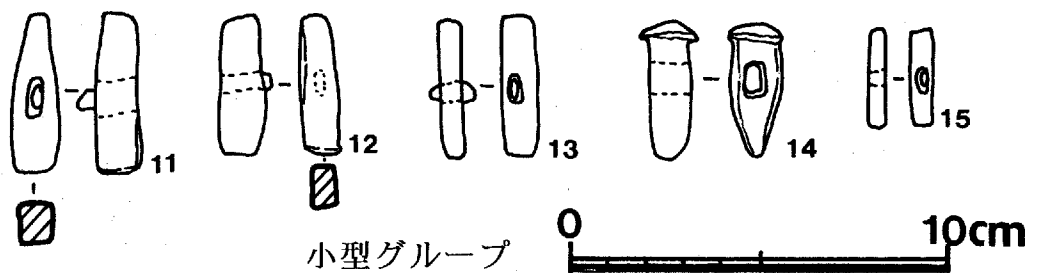
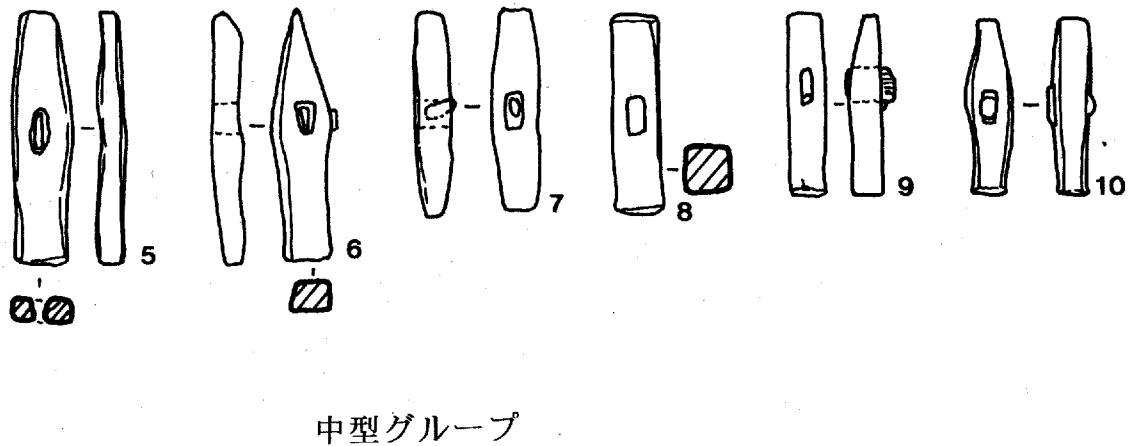
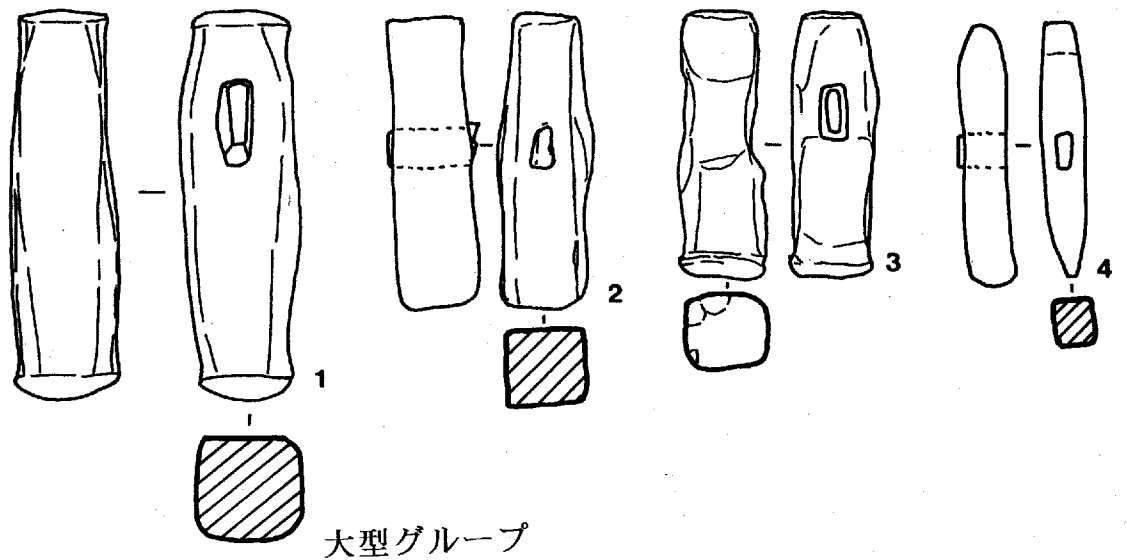
第26図 猫塚古墳（上）と随庵古墳（下）  
出土の鍛冶工具類の比較

和王権の中枢、かたや吉備勢力の中枢に位置し、ともに先進の鍛冶工具類を有する。

ここで、両古墳の存立基盤に付いてみると、紀氏は水軍の総帥で、大和王権の海外交渉の重要な一端を担った。また、葛城氏、吉備勢力はともに鉄器生産遺跡として、南郷遺跡群、窪木薬師遺跡を擁する。これらの遺跡では5世紀前半代の陶質土器が住居に伴って出土しており、渡来系工人の居住が窺われる。両勢力ともに、鉄製品を含む諸生産において独自の海外交渉を展開する進取的な大勢力であったといえる。南郷遺跡群の大型鉄滓の存在からは、沸し鍛錬技法による大型鉄製品の生産が想定されたし、窪木薬師遺跡では5世紀代には鉄ていが出土し、6世紀段階ではあるが、鉄滓の観察から地元での精錬、鍛錬鍛冶が軌道に乗っている状況を把握することができた。それぞれの地方で、武器を含む大型鉄器の生産、さらに熱処理技術の習熟を必要とする、鍛金技法を駆使した鍛冶が行われていた実態を知るのである。こうした地域的環境の中で、両古墳がようやく存在感を持って理解されるのである。

さて、鉄鋤については実は、これまでの研究では重量についての配慮がほとんどなされておらず、重量についてのデータが示されていないことが多い。ただ少なくとも形態的には、松井和幸氏が指摘するように、第27図に示すように大きく分けて、長さ15cm以上、10～15cm前後、10cm以下といった大型・中型・小型の3分類はできそうである〔松井1991〕。重量も形態的分類に見合った形で、相関すると考えられ、大型品が1kg以上、中型品が500g前後～1kg、小型品が200g前後と見られる。6世紀の例であるが、大型品には福岡県山ノ口5号古墳例のように3kgを超えるものがある。福岡県石ケ元12号古墳では長さ18.1cm・重量1.143kgのものがある。ここでは長さ12.3cm・重量255gの中型品もある〔比佐陽一郎氏教示〕。中型品については五条猫塚古墳で長さ12.6cm・11.5cm・14.4cmの中型品3個がまとまって出土しており、推定重量は400g前後～900g前後と見られる。小型品では福岡県クエゾノ古墳のように長さ9.5cm・重量146gのもの、広島県寺山3号古墳古墳の長さ6.9cm・重量118.1gのものなどがある〔高下1997〕。5世紀代には6世紀代に比べて、重量1kgを超えるような超大型品はないが、200～500g程度の中型・小型が主体となっている。

これらの用途としては、大型品については当然、大型鉄器の鍛造用に比定できる。中型品はある程度の大型鉄器の生産も可能であるが、一部は鍛金用に、小型品の場合は小型鉄器の鍛造と、鍛金の用途を考えておきたい。鉄床にも2者があって、鍛造と鍛金に分離が可能であることもわかった。猫塚古墳例や石ノ元12号墳例は鍛造用として最適な形態を持つが、随庵古墳例は鍛金用の可能性が高い。したがって、鍛金がこの5世紀の段階には、かなり普及した鍛冶の技術であったことが分かる。しかしながら、いずれも支配階層に属する鍛冶技術であり、一般集落において普及定着したものではなかった。鍛冶工具類を副葬する古墳は、工人集団を統率する中、小規模のものが多く、大きな政治権力に従属する形で、特別の鉄器生産に、主に武器、武具と考えられるが、携わっていたのである。こうした鍛冶工具類は同時期の



## 第27図 古墳時代の鉄鎧の形態分類

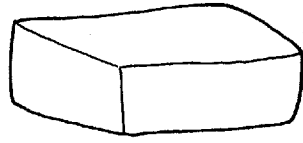
- 1, 10 福岡・朝町山ノ口第5号古墳 2 奈良・ホリノヲ第2号古墳 3 岡山・一本松古墳 4 岡山・随庵古墳 5 京都・郷土塚古墳 6 愛媛・かいなご第1号古墳 7 福岡・門田第2号古墳 8 奈良・猫塚古墳 9 奈良・寺口忍海H-16号古墳 11 福岡・奴山第1号古墳 12 佐賀・東十郎イ号古墳 13 奈良・境谷第4号古墳 14 福岡・池の上第6号古墳 15 兵庫・ハウジ第1号古墳

朝鮮半島でも出土しており、時期的な関連性から少なくとも中期古墳から出土する鍛冶工具類は輸入品と考えられる。岡山県随庵古墳などの例は地方においても、そうした鉄器生産の在り方が確立されていた状況を示している。一方、村方鍛冶では、こうした鉄製鍛冶工具類を使用することは少なく、石製、木製鍛冶工具類を用いていたのであろうが、鍛冶技術のレベルもせいぜい沸し鍛錬による小型製品の生産にとどまっていたと見て差し支えない。ただし、この沸し鍛錬技術を有していれば、その気になれば、武器などの大型製品の生産が可能であり、そういう意味では、村方鍛冶に対しては支配階層から生産上の規制が、かなり加えられていた可能性を指摘できる。

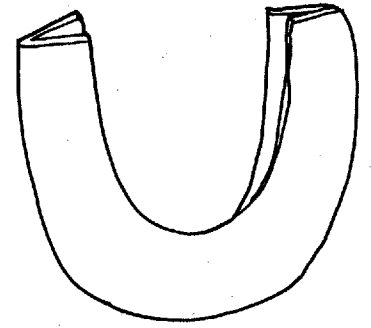
### (3) 農具・武器に見る新たな鍛接技術

さて、5世紀代の鍛冶技術におけるもっとも大きな考古学上の変化は、鉄製品の形態上の変容となって現れる。それを特徴的に示すのは先に指摘した通り、鉄製鍬、鋤先である。形態をめぐる型式学的研究は、これまでに都出比呂志氏ほか多くの先学によってなされており、ここでは鍛冶技術上の問題に焦点を絞って論を進めていきたい。弥生時代中期以降、わが国で生産される鉄製鍬、鋤先は方形鉄板の両側辺を折り曲げ、柄受け部とし、下端部を刃部とするものであった。それが5世紀前半代に大きく変容を遂げる。柄を受ける部分がV字状の溝になっており、全体の形がU字形を呈するU字形鍬、鋤先と呼ばれるものに変化してしまうのである。この形式の農具は朝鮮半島に普及していたもので、5世紀にその製作技法が導入されたと考えられている。ところが、その製作技法については松井和幸氏が、2枚のU字形の鉄板を鍛接した可能性を指摘した〔松井1982〕に過ぎず、5世紀代に高度な技術が導入されたと喧伝される割には、技術面での研究がほとんど進展していない。鍛冶実験を実施した際に、このU字形鉄鍬、鋤先の製作実験も合せて行った。このとき、想定できる製作法を全て復元的に実験した。

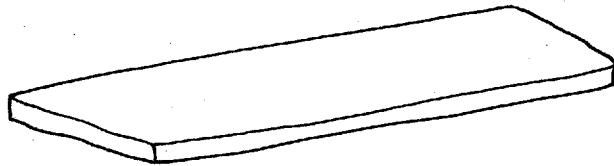
鍛冶実験の報告の項で、すでにその方法を指摘しているが、ここで再度、重複しない程度に繰り返すと、松井氏が想定する方法、つまり2枚のU字形鉄板を鍛接する方法であるが、離れない程度に鍛着させるのは比較的簡単であるが、完全に鍛接するには沸し鍛錬が必要で、薄い鉄板だけに思ったほどうまくいかない。最後に鑿で溝部に割りを入れるとき、完全に鍛接されていて、うまくV字形に開かなかった。要するに鍛冶作業では、薄物は厚物に比べて扱いが困難なようである。次に少し厚めに外形をU字形に仕上げ、最後にU字の内側に鑿で割りを入れていく方法は、比較的うまく成形できる。現在の鍛冶屋さんには必要な素材を簡単に入手できるので、この方法を採用することが多い。しかし最も成形が簡単なのは、筆者も体験した第3の方法である。これは、第28図に示すように、約1cmの厚みのある幅3cmほどの鉄板を素延べに近い形で、長さ約50cm・幅約3cmに叩き延ばし、今度は約25cmの長さに二つ折りする。これを沸し鍛錬するのであるが、後でV字形の溝に仕上げる部分には、粉炭を挟んでおく。そして、炉内に入れて加熱して、沸し鍛錬を施す。その時に全体がU字形になるように徐々に湾曲させていく。溝になる部分も



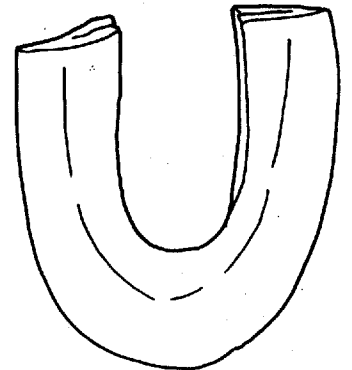
素材



形調整



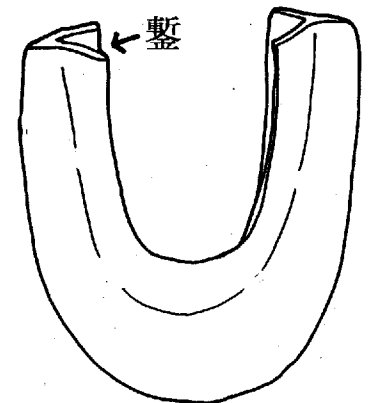
鍛打素延べ



沸し鍛錬



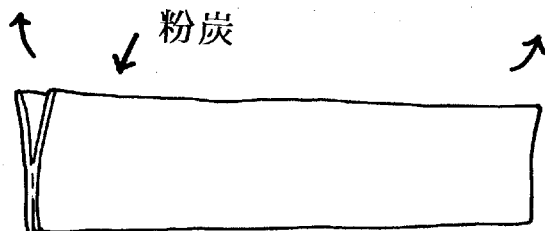
鑿割入れ



完成



折り曲げ



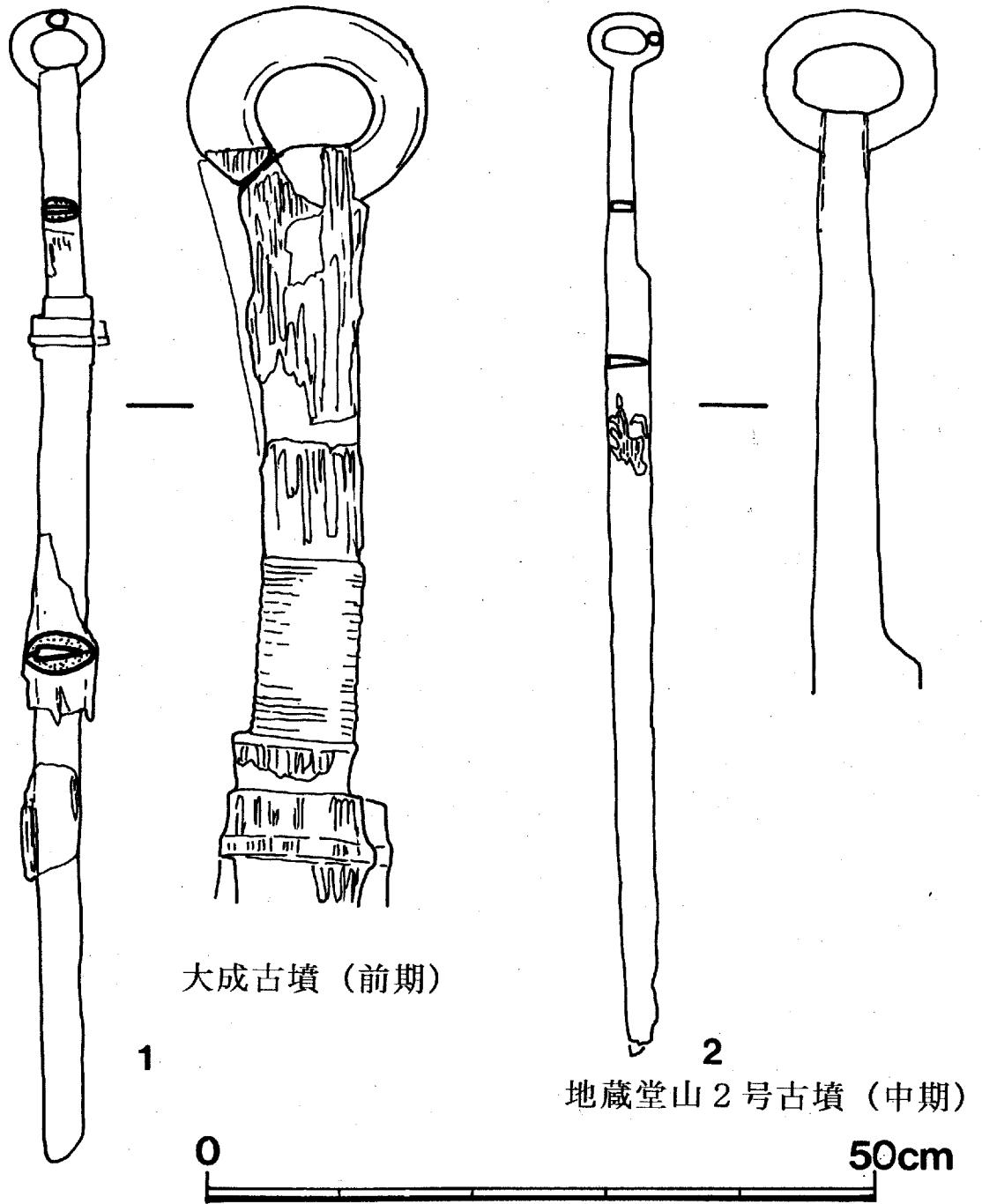
鍛錬成型

第 2 8 図 U字形鋤鋤先の製作法 (試案)

刃部になる部分も合せてしっかり叩くと、刃部は強固に鍛接される。溝部は粉炭を挟んでいるので鍛着しあわない。最後に溝の部分に鑿をあてて、V字形に開いてやれば完成である。この方法によって筆者にも、溝の部分が多少いびつではあるが、何とかU字形鋏鋤先を仕上げる事ができた。しかし、これが完全な方法であるとは考えられないので、わが国の考古資料の細かな観察を行うと同時に、これに加えて、朝鮮半島での製作法が、どのような方法によるものなのかの検討を行うなど、今後の検証が必要である。いずれにしてもU字形製品はこれまでに全く例のない形の製品であり、沸し鍛錬あるいは別の鍛接技法の習熟が不可欠の製作法によるものといえる。

もう1つ、鍛接技術の実態を知る資料がある。それは素環頭大刀である。これも鍛冶実験の折り、素環と大刀の柄を別作りとし、その鍛接実験を繰り返した。その方法は基本的に4通りである。まず第1は素環に柄を通して折り返し、その部分を鍛接する。これはきれいな仕上げにしようとするれば結構、困難な作業となる。沸し鍛錬を施し、折り返しのラインがわからなくなるほどにきれいに仕上げようとするれば、素環が溶けて、目減りが著しく、環体が細くなってしまう。沸し温度に達しない低温で処理すれば、折り返し部分が叩き合わされただけでうまく鍛接できずに、すき間が生じたりする。次に完全な素環に作らず、環体の端部を重ねて、柄の上において鍛接してみた。これも1番目の時と同様に、沸し鍛錬がうまくいかず、きれいな仕上げとならなかった。3番目に柄を縦に2つに割って、その間に素環部を挟んで鍛接してみた。これは前2者よりうまくきれいに仕上げる事ができた。しかし、柄の端部の処理が困難であった。次に柄の先端を横方向に割って、そこを広げて環状にする方法であるが、うまく円環状になるが、きれいな作りには仕上げられなかった。したがって、素環頭大刀の製作は、最後の素環と柄の接合が非常に困難であるということが判明した。

ここで考古資料に目を転じてみる。弥生時代から古墳時代前期にかけて、この形式の大刀が多く見られるが、柄と素環部が明瞭に、一体作りであること分かる例が結構多いことに気づく。このことはすでに指摘されている事実である。かつては別作りとして扱われていた資料も、後に詳細に検討されたときに一体作りに変更された例もある。たとえば、第29図に示す、島根県安来市大成古墳出土素環頭大刀は、出土した当初に発表された実測図では円環と柄がきれいに鍛接された状態で表されていた。ところが最近、古墳の再調査が実施され、素環頭大刀についても再検討が加えられた。この結果、別作りではなく、一体作りであることが判明したのである〔島根大学1997〕。弥生時代から古墳時代前期における素環頭大刀のほとんどは一体作りである可能性が強い。別作りのように見える遺物も、エックス線透視や丁寧な錆落としを施せば、大成古墳例と同様な状況を呈することが考えられるのである。一方、5世紀代にも素環頭大刀がいくつか出土している。5世紀初頭築造の大阪府七観古墳、5世紀中頃築造の広島市地蔵堂山2号古墳、長野県フネ古墳出土の素環頭大刀などが代表例としてあげられる。地蔵堂山2号古墳例はもともと、刀身と素環は別作りとして扱われていたが、再検討によってもその正しさが証明さ



大成古墳 (前期)

地藏堂山2号古墳 (中期)

第29図 素環頭大刀の素環部の作り

れた。環体部から柄に連続する部分に、柄の先端を折り曲げて鍛接した痕跡が残されていた〔金井1979〕。つまり、4世紀末葉から5世紀代にかけて、どうも鍛接技術の画期が存在するらしいことがわかるのである。鍛冶技術上、この鍛接技術が一体いかなるものであり、どのような意味を有することであるのかを以下に論じていきたい。

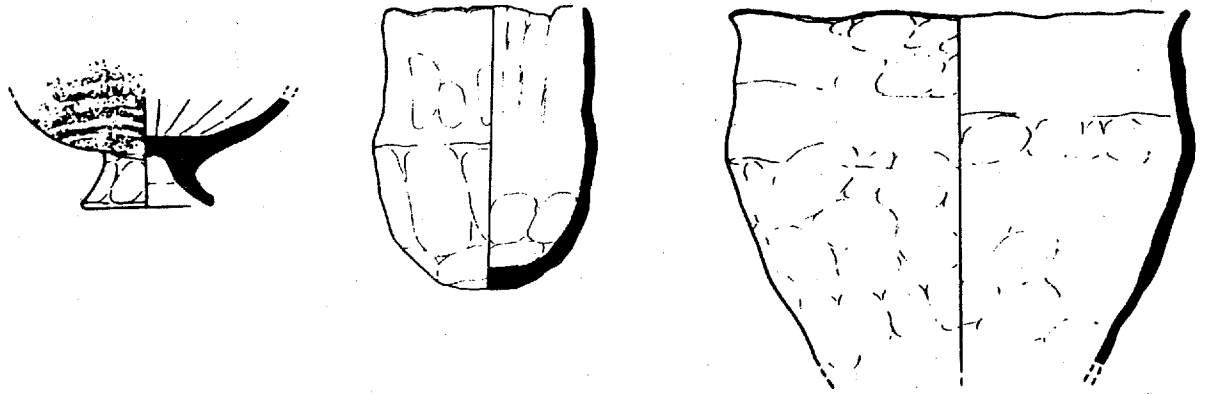
#### (4) 鍛接剤の使用と製塩土器

これまでも述べてきたところであるが、鍛接とは加熱した鉄どうしを叩き合せて接着させることである。ただ、赤熱した鉄を叩き合わせただけでは鉄を鍛接することはできない。現在では硼砂という鍛接剤があって、それを鍛接しようとする所へ振りかけるだけで、白熱する程度の700～800度の低温度でも非常に正確な鍛接が可能となる。鍛接剤は鍛接面の酸化物を溶かし出し、表面をきれいにする効果がある。鍛接剤が使われる前には、鍛接を行うためには炉内の温度を上げ、鍛接面を半熔融させる程度の高温が必要で、それには鉄が千数百度以上に加熱されなければならない、炉内はそれ以上の高温になっていることを意味する。このような作業内容を沸しと呼ぶが、この状態で初めて、羽口や炉壁の粘土の主成分、珪酸質が熔融されて、鉄滓が生じる。鍛冶実験の項でそのあたりの事実関係は詳しく述べたところであるが、沸しは、鍛冶実験では折り返し鍛錬の際に用いたが、鍛着を完全にするために折り返し面を半熔融状態にするための技術である。鍛接においては、この沸しの技法が全てであるといっても過言ではない。半熔融状態にまで温度を上げて作業を行うわけであるから、温度調整に少しでも失敗すれば、鉄はどんどん溶けて、垂れ落ちてしまう。薄いもの同士、小さいもの同士、硬軟の差のはっきりしたもの同士は沸し鍛接が非常に難しい。だから素環頭大刀の素環部は一体作りが主流だったのである。

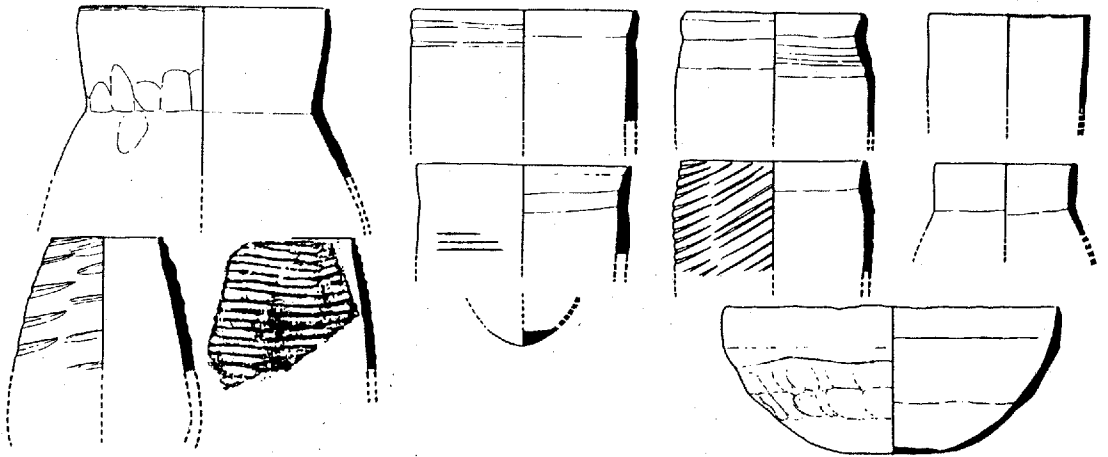
さて、柄と環体部の接点を、沸し技法で鍛接しようとするれば、その周辺は白熱して火花が飛ぶほどに熱せられる。環体部は細い棒状鉄を環状に曲げているので、この部分が高熱によって半熔融してくる。したがって、柄と環体部がきれいに鍛接されているのであれば、少なくとも沸しの温度まで上がっていなかったことが考えられる。それでもなお、うまく鍛接できているのであれば、硼砂のような鍛接剤の存在を想定せざるを得ない。4世紀末から5世紀代における素環頭大刀の素環部の鍛接の在り方はまさにその状態を示している。そうしたことから、その頃の鍛冶技術の大きな画期の1つに鍛接剤の導入が考えられるのである。それでは、その鍛接剤とは一体、どのような物質であったのだろうか。

鍛接剤といえば、硼砂が著名である。硼砂は主として、砂漠地帯の砂質鉱物として存在するが、硼酸塩化合物、四硼酸ナトリウムのことで、878度で溶解し、ガラス状になり、金属酸化物を溶かす性質を持つ。硼酸塩化合物の鉱床はわが国では明治時代になってから発見された〔広島大理学部福原幸一氏教示〕ので、少なくともそれ以前は、輸入品か硼砂に変わる何か別のものを使っていたことになる。ところで、現在使われている鍛接剤は硼砂、硼酸、アンモニウム、酸化鉄がそれぞ

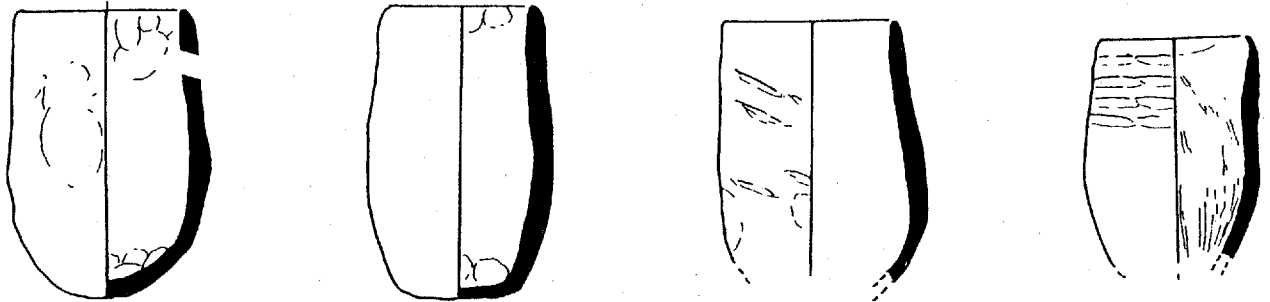




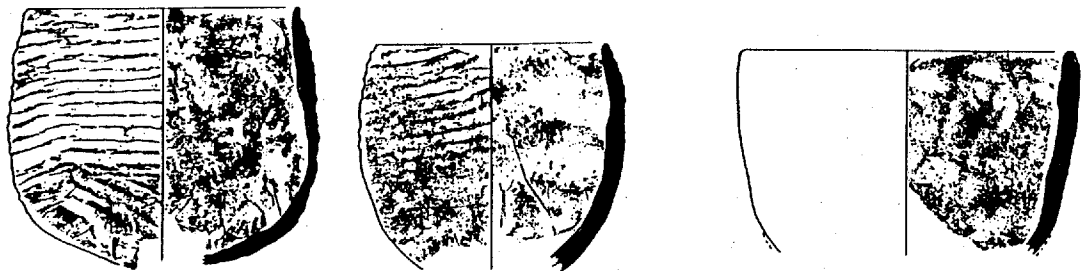
窪木薬師遺跡



布留遺跡群



南郷遺跡群



境ヶ谷遺跡 0 10cm

第30図 鍛冶遺跡出土の製塩土器

れ20%前後の配合のものと、硼砂、シアン化カリ、食塩、松やにを配合したものがあり、後者の場合、硼砂、シアン化カリそれぞれ35.6g、食塩30.1g、松ヤニ7.5gの混合物である〔斎藤1986〕。鍛接とか熔接といった金属の接合は、接合面にある金属酸化物をいかにうまく取り除けるかがポイントといえる。どうもわが国の場合は硼砂の導入以前には、ワラ灰がそうした鍛接剤の一種として扱われていたようである。鉄滓の通時的な変遷からみると、博多遺跡や沖塚遺跡のガラス質の粒状滓の存在から、ワラ灰はすでに古墳時代前期段階には使用されていたようである。鍛接の原理からいえば、低い温度で熔けて表面の酸化物を取り除き、さらには金属の融点も下げてくれる物質であるならば、十分に鍛接剤として通用する可能性がある。そういう物質として硼砂以外には、炭酸ナトリウムや食塩などがあげられている。ワラ灰の主成分は炭酸カリウムであり、これは894度で熔け、金属酸化物を還元して除去するのに十分な効能があることが指摘されている。ここでは、現在の鍛接剤の主成分である食塩に注目したい。この理由は次の通りである。

鍛冶集落遺跡からかなりの頻度で検出される興味深い遺物がある。第30図に示すように、それは製塩土器である。奈良県南郷遺跡群は鍛冶生産の大規模な遺跡であるが、角田地区の竪穴住居SB-01から5世紀後半の須恵器などとともに、口径4cm前後・高さ7cm前後の蛸壺形を呈する製塩土器が出土している。下茶屋カマ田地区でも溝SD-04から、5世紀中頃の須恵器、韓式土器とともに口径4.1cm・高さ約7cmの、口縁直下を絞った形態の蛸壺形の製塩土器が検出されている〔坂1997〕。同県布留遺跡三島里中地区は多量の鉄滓と木製刀装具類の出土から、武器生産を主体とする鍛冶集落の存在が窺われるが、ここでも1000点を超える製塩土器が出土している。南郷遺跡群出土例と同様な蛸壺形を呈するものももっとも多く、5世紀代から6世紀前半にかけて位置付けられる、いくつかの型式に分類されている〔山内1995〕。広島県境ヶ谷遺跡は5世紀末葉から6世紀代の鍛冶関係の集落で、口径・高さともに7cm前後の湯呑み茶碗形を呈する製塩土器が多量に出土している〔松井1983〕。また、同県大成遺跡は5世紀中頃の鍛冶関係の集落であるが、ここでも境ヶ谷遺跡例に似た製塩土器が出土している〔道上1989〕。岡山県窪木薬師遺跡は5世紀前半段階の竪穴住居-11から台脚付き製塩土器が検出されている。この住居は鍛造剥片がわずかではあるが、確認されていて、鍛冶関係の住居と考えられている。このほか5世紀末葉の竪穴住居-15、さらに6世紀代になると、竪穴住居-35・40、溝-6・8などで確認されている〔島崎1993〕。

このように、鍛冶炉や多量の鉄滓が検出されている代表的な鍛冶集落遺跡いくつかを任意に選んでみても、一般集落よりかなりの高率で、製塩土器が検出される傾向が認められる。製塩土器と鍛冶操業の間に、何らかの相関関係が存在している可能性が高い。このことに関して実に興味深い研究がなされている。それは、6~7世紀及び18世紀頃の鍛鉄製品の腐食の原因を調べたもので、「…この塩素の由来について、心金部に残る金属鉄中の介在物に塩素の存在が認められたことは興味深い。近世における鉄の表面硬化処理の一つに液体浸炭法があったといわれている。この方法の一つに、塩化ナトリウムを用いる方法があったとされる。当時、この技

法が使用されたかどうかは不明であるが、製作過程において塩化ナトリウムが使用される可能性があったことがわかる。」という重要な指摘がなされている〔松井ほか1998〕。鉄器を鍛造中に何らかの原因で、塩素が介在物として混入しているのである。ナトリウム元素自体しか検出されなかったものの、塩化ナトリウムの意図的な混入を示唆しているようである。そこで、先述した、現在使われている鍛接剤の主要成分に食塩(塩化ナトリウム)が配合されていることを思いだして欲しい。

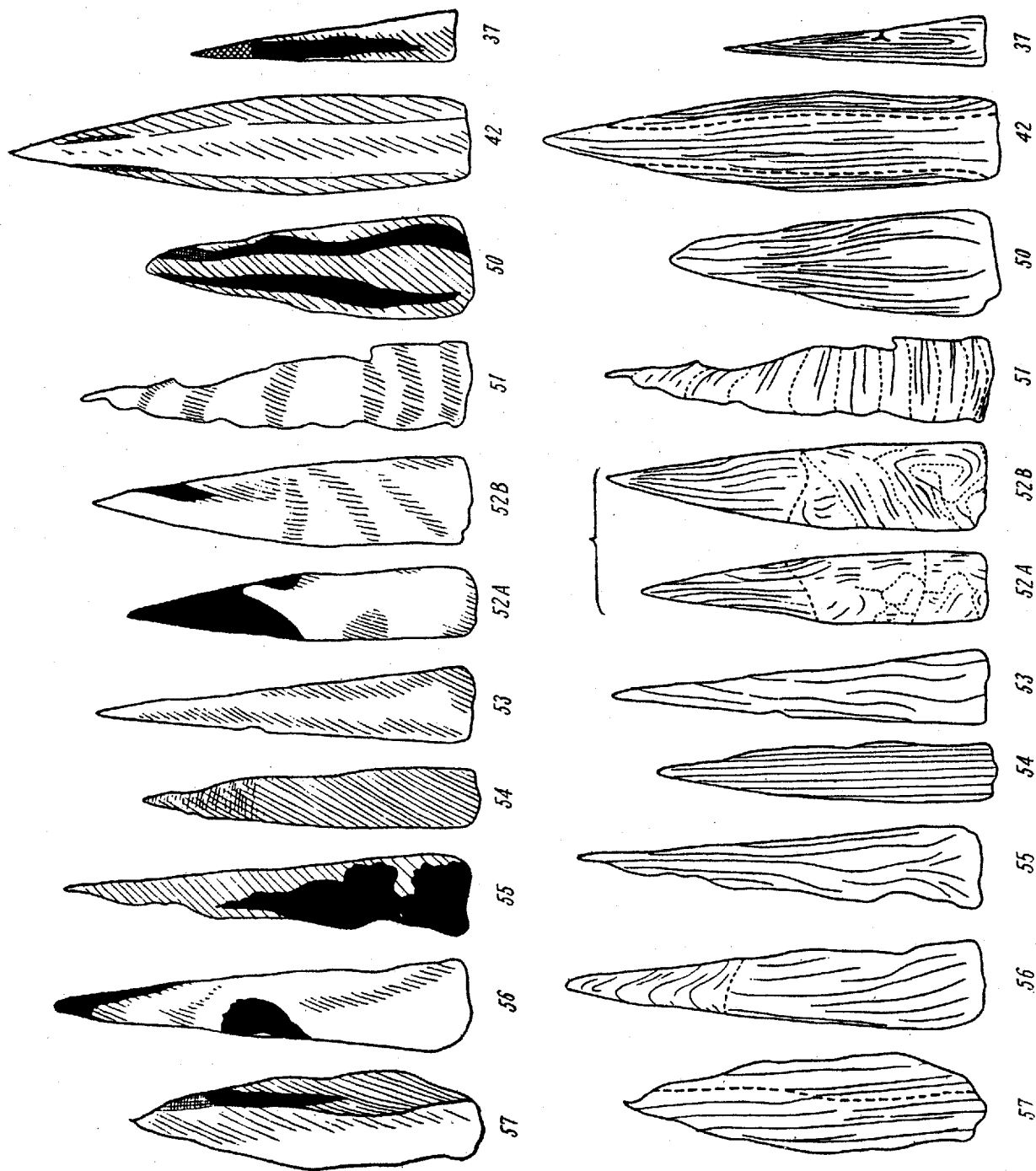
食塩は金属酸化物を熔融除去させる働きを有しているのである。つまり、鍛冶集落から検出される製塩土器は、集落の食料添加物ではなく、鉄製品生産関係の工業塩として、塩を輸送する容器であった可能性が高いのである。山中章氏は鍛冶集落と製塩土器の関係に気づいておられるが、塩の役割として、高温の生産現場における工人達の塩分補給用として使用されたと考えている〔山中氏の教示〕。しかし、それならば、製鉄遺跡や製陶遺跡でも同様な状況が認められるはずであるが、そうした事実は確認されていない。鍛冶集落において特徴的に認められる事実なのである。





現在のところ、鍛冶遺跡から検出される製塩土器は窪木薬師遺跡の竪穴住居-11出土例がもっとも古く、5世紀前半も早い時期に比定できるものである。この遺跡では韓式土器の出土割合が高く、住居-13では韓式土器と共に鉄ていも出土しており、この集落では朝鮮半島からの、渡来系鍛冶工人層が居住した可能性も指摘されている。5世紀前半も早い頃という時期は、素環頭大刀の製作に関してみれば、大きな変革期となっていることをすでに述べた。つまり、この時期になって始めて、沸し付けという鍛接技法が適用できないような部分にまで鍛接が可能となったのである。これはまさに、鍛接剤という画期的な物質の、鍛冶現場への導入を示すことにほかならない。

## (5) 鍛接技術の進展

古墳時代の鉄器製作法について、特に鉄刀を金属学的に分析することで、いくつかの研究がなされている。ここでは先学の研究をもとに、合わせ鍛えといった高度な鍛造法、焼入れといった熱処理技術の導入について論究する。

末永雅雄氏はすでに戦前において、この分野の研究に強い関心を示し、特に古墳出土の刀剣類について、京都帝国大学冶金学教室の協力を得て、切断面の顕微鏡観察、化学分析を実施して、金属学的研究を行っている〔末永1933〕。末永氏によると、熔滓の状況、炭素含有量の分布状態から、鍛造様式として3種があり、「縦列合せ鍛へ」・「横列合せ鍛へ」・「全鍛へ」をあげている。また、焼き入れについては3種に分類し、「完焼」・「部分的焼入」・「不規則焼入」の存在を示している。また、俵国一氏は古墳出土の直刀10口について、刀身を切断し、顕微鏡観察及び化学的分析による金属学的調査を行った〔俵1953〕。それによると、含有炭素量の分布と組織中に遺存する鉄滓の状態から造刀法として、3種が確認でき、その第1は「丸鍛のもの(板目を出す)」、第2に「併せ鍛(縦に鍛接す)」、第3に「併せ鍛(横に鍛接す)」をあげている。そして、それぞれ10刀のうち5刀、



-  焼の強く入れる部分
-  炭素多量(0.5%以上)層
-  炭素少量(0.3%前後)層
-  炭素殆んど無き層

( 臭線は地金つき合せ目  
細き実線は鉄滓の方向

( 俵原図 )

第 3 1 図 古墳出土鉄刀の切断面の顕微鏡的観察

2刀、3刀が該当し、傾向としては九州出土例は併せ鍛、関東近辺出土例は丸鍛としている。加熱及び焼入れ法としては、やはり3種が確認でき、第1種は「三段熱取扱作業を経たる痕跡あるもの」、第2種として「全部を通じて焼き入れせし跡あるもの」、第3種として「焼入の跡なく僅かに暗赤熱温度に処せるもの」があるとしている。

この後、清永欣吾氏は奈良県古墳出土刀剣類106件について、金属学的分析調査を行った〔清永1983〕。この調査は前2者のように刀身を切断して分析したのではなく、鉄片の調査である。この調査の中で合わせ鍛えの情報を得るために、資料を切断して、その断面を走査型電子顕微鏡で観察した。この調査では、鉄片の内外で化学成分の含有の違いが抽出できれば、合わせ鍛えの存在を知る手がかりになることを期待して行ったが、ほとんどの資料が錆化しており、目的を達成することはできなかった。次に同じ目的でX線マイクロアナライザーによって、刀身の芯部、縁部及び錆付着部の元素分布を調べた。その結果、Cu、Ni、Co、Pといった元素の濃度分布が一様でないことがわかり、合わせ鍛えの可能性を指摘している。また、石井昌国氏は古墳時代に属する刀剣類で、鉄質の保存状態の良好なものを研磨し、製作当時の状態での観察を行った〔石井ほか1997〕。地肌には板目肌、柃目肌といった地文様が研ぎ出されており、重ね鍛えの様子が窺え、土置き焼入れの状態も把握できるとしている。

さて、第31図は倭氏が資料を切断し、その断面を化学分析、顕微鏡観察したもので、鉄製品の内部組織や鍛造法を判断している。これを見ると、炭素量から見た鉄の組織はおおよそそのところ、①炭素のほとんどない層、②炭素の少ない層(0.2%前後)、③炭素の多い層(0.5%)に分けられる。これから判断すれば、

- (1) ①あるいは②だけで構成されるもの
- (2) ③だけで構成されるもの
- (3) ③が、①、②の層にサンドウィッチ状に挟まれて構成されるもの
- (4) ①、②、③が互い違いの層となって構成されるもの

の4種が想定できる。(1)は軟らかい鉄を素延べにしたものと考えられるが、(3)・(4)については合わせ鍛えと呼ばれる鍛接技術を駆使していることが分かる。しかも刀身断面の縦、横両方向に合わせ目が見られることから、さまざまな造刀手法のあったことが分かる。こうした事実は、鉄の性質を十分に理解した鍛冶工人が造刀したことを示している。(1)については鍛冶技術の未熟さから生じたのではなく、多分に非実用的な儀礼用として造刀されたと考えられる。(3)・(4)については沸し技法による折り返し鍛錬が十分になされた、実用的なものであったと見られる。また、刃先に硬化処理の施されているものもある。これはマルテンサイト組織の検出から想定されるもので、焼き入れという熱処理技術が実用化されていたことを示し、鋼のA変態点(約730度)を超える800度以上で加熱した後、急冷させることで、鋼がさらに粘りを増すことも習熟していたし、さらに土置きという、刃先だけにうまく熱処理を加える技術も持ちあわせていたのである。

以上の分析調査を総合してみると、古墳時代にはすでに、焼入れ技術が導入され

ていたことが分かるし、また、高度な鍛接技術である合わせ鍛えについても同様といえる。しかし、各氏の研究では古墳時代前半期のデータが欠如しており、したがって、いずれの技術も6世紀代以降に導入された状況を示している。

鍛冶実験で製作した素環頭大刀は、その素材製作にあたって7回の折り返し鍛錬を施し、土置き焼入れを行った。研磨後の状態はダマスト文様が鮮明に出現し、いわゆる板目地肌文様が浮き出ている。石井昌国氏が研磨後の観察で合わせ鍛えとするものと、全く違いが認められないものとなっている。そもそも合わせ鍛えは炭素量の異なる鉄どうしを鍛接する技術で、1枚の鉄板を何度も折り返して鍛接しながら鍛えるのとは全く異なる。炭素量の違いは熔融温度の違いを表していて、たとえば、0.1%の軟鋼と、0.8%の硬鋼を鍛接しようとする、沸しによる鍛接はお互いの表面を半熔融の状態ですり合わせなければならない。鉄-炭素平衡状態図で判断すると、炭素0.1%の鋼は固相から液相に変化し始めるのは少なくとも、1400度以上の温度が必要であるが、炭素0.8%の鋼は1370度程度の温度で、すでに部分的に熔融を始めるのである。通常、武器を含む鉄器はそれほど厚い素材から鍛造することはないから、高温下では余計に熔けやすい。合わせ鍛えはあまり簡単にはなしえない技術なのである。ましてや佐々木稔氏がいうように、弥生時代の鉄戈が合わせ鍛えで製作されているとはとても考えられないことである。李南珪氏が、鉄器の表面が低炭素になっている場合、合わせ鍛えではなく、鍛冶炉内で羽口からの衝風で脱炭された可能性を想定する必要性を述べたのは、重要な指摘であると言える〔李1989〕。奈良県大和6号古墳出土の鉄ていの中には、小型の鉄ていを何枚か鍛接して一枚の大型鉄ていに仕上げている例が含まれる〔東1987〕が、こうした接合程度の鍛接は簡単な技法と言える。これを沸しによって、鍛接線が見えなくなるように完全に鍛接するのが困難な作業なのである。現在においては、合わせ鍛えは鍛接剤を利用するので比較的簡単な技術といえるが、沸しの技術を十分に使いこなせないと、困難な技法といってよい。最近までの農鍛冶が、鋼を地鉄に割り込ませることによって鍛接したり、銑鉄片を地鉄の刃部の上で溶かして、刃部を高炭素にしていたのは、正式の合わせ鍛えが非常に困難な作業であることを十分に理解してのことであった。

このような合わせ鍛えの技術が駆使できない段階では、(2)の作刀法が目に見える。つまり、鋼の丸鍛え、総鋼作りである。鍛冶実験において、丸鍛えによる素環頭大刀を製作したが、その地文様には板目肌のダマスト文様が出現した。石井昌国氏の古墳時代鉄刀の研磨実験の写真〔石井ほか1997〕で判断するかぎり、古墳時代前期から中期の地肌はダマスト文様の現出が多く、日本刀の地肌文様に近似するものは、後期古墳出土例に多く見られることが指摘できる。したがって、古墳時代前半期においては、合わせ鍛えはあまり行わず、丸鍛えが主流であった可能性を強く指摘しておきたい。しかし、5世紀前葉の大和6号古墳出土の鉄ていの炭素含有量の分析によると、0.71%から0.054%までの硬鋼から超軟鋼があって、硬、軟取り混ぜた構成になっていることが判明している〔窪田1973〕。こうした素材を自在に扱う技術は、当然存在しなければならないが、ただし、こうした素

材は一般集落からの出土は少なく、大半が大型古墳の副葬品として検出されている。したがって、それが使用される鍛冶の現場は、かなり特殊な領域に限定されそうである。4世紀末葉から5世紀にかけて、恐らく大和王権あるいは地方の大勢力に付随する、一部の専門的鍛冶生産を行う特定の工房においては、新たに導入された鍛接剤利用の知識も使って、刃部に硬質の刃物鋼を鍛接する、合わせ鍛え技術が習熟されていた可能性も、合せて指摘しておきたい。ただし、末永、俵両氏の鉄刀切断資料での観察では、軟鋼に超軟鋼を鍛接したり、刃部が軟鋼であったりするなど、不適切な合わせ鍛えのあったことも分かる。導入当初においてはかなり試行錯誤的な鍛冶がなされていたのであって、決して全国一律な技術体系が確立していたのではないことを理解しておかねばならない。

この合わせ鍛えの技術が熟成し、村方鍛冶の現場にまで普遍化するのには古墳時代後期以降になってからで、この6世紀の後期段階になって初めて、現在にも伝統的に継承されている鉄器生産技術の大半が、ほぼ完成の域に達していたと指摘できるのである。

## (6) 鉄素材の問題

中期になって初めて、登場するのが鉄素材とされる鉄ていである。鍛冶工具類の古墳への副葬開始とほぼ同じころ、古墳への副葬品目として加えられることから、鍛冶工具類と同様、朝鮮半島からの輸入品と考えられる。鉄ていには大、中、小形品があるが、奈良県大和第6号古墳の例では、小型品を鍛接して中、大型品を製作している。大和第6号古墳出土品の化学分析では、炭素含有量が最多で0.71%、最少で0.054%となっており、硬いものから軟らかいものまでである。この事実は重要で、これらの素材の組み合わせで、自在に刃物用、その他と使い分けていたことが分かる。素材の硬軟は、炉で加熱し、端部を錐で少し叩き延ばし、そこを強く叩いてみると分かる。硬ければ即座に折れるであろうし、軟らかければ曲げるだけで折れない。このようにして、経験を積んだ鍛冶工人であれば、鉄の性質を熟知し、自在に鉄を扱うすべを習得していった。鍛冶工具類が武器・武具の生産に使用されたとすれば、鉄ていも短甲など長鉄板の利用頻度の高い武器・武具品目の素材となった可能性が高い。一方、村方鍛冶では、素材として、鉄ていが広く行き渡っていたと考えるより、不定形の素材や古い鉄器及び他の鉄器を潰しての再生がかなりのウエイトを占めていたと見られる。愛媛県出作遺跡では小型鉄ていのほかに、三角形の鉄鏃状の小鉄片が多く出土している。これは弥生時代以来の鉄器加工時の切断鉄片であるが、こうしたものも素材の一端をなすものと考えられる。

古墳時代の鉄素材として、注目されるのは鑄鉄である。鑄鉄は炭素量が多く、利器として使用するには硬くてもろすぎる。鑄鉄製品は扱いが難しく、中国以外では古代においては鉄器として利用されることもなく、価値のないものとされていた。しかし、中国では春秋時代から戦国時代にかけて、鑄鉄製品に焼きなまし熱処理を施すことで、脱炭したり、鑄鉄の性質を変えて利器としても利用が可能な鉄器に仕上げたのである。ところが、朝鮮半島及び日本ではそうした熱処理技術は全く存在

せず、中国が独占する技術であった。これらの地域では、特に朝鮮半島においては、中国戦国時代の燕の影響を受けて朝鮮式鑄鉄製品の生産が開始され、南部地方でも紀元前後の頃から生産が開始されるが、あくまで白鑄鉄のままで、なんらの熱処理が加えられたものではなかった。したがって、硬すぎてもろいという特質は改善されないまま、使用されていたのである。

ところで、わが国においては鑄鉄製品は、弥生時代前期以来利用されていたことは、九州から関東地方にまで分布する鑄鉄製斧などの存在からも分かる。しかし、それらは形態的特徴から中国製品であり、また、鉄素材とされる鉄塊や、板状鉄斧、鑿といった鑄鉄製品破片の再生品についても、金属学的分析から鑄鉄脱炭鋼、加鍛鑄鉄といった熱処理を加えられた中国製鑄鉄製品であることが明らかにされた。朝鮮半島を通じて輸入された、こうした中国製の鑄鉄製品は弥生時代を通じて確認できるが、わが国で鉄器生産が次第に軌道に乗り始める弥生時代後期から古墳時代初めにかけて、その姿を消していく。むしろ、朝鮮半島製の鑄鉄製品が古墳時代前期末葉以降、4世紀末から5世紀代の古墳から出土する例が増加していく。

朝鮮半島、特に南部地方の鑄鉄製品は農工具などに実用品もあったようであるが、梯形鑄造鉄斧と呼ばれる、断面台形を呈する独特の袋部を持つ鉄斧は、袋部内に鑄造時の内型鑄型が遺存したままのものや、鑄出しっ放しのものが多く見受けられるので、農工具用としての実用品ではない可能性が強い。金官伽耶の地域においては梯形鑄造鉄斧は、鉄ていと同様に棺底に敷き詰めるといふ、副葬の状態が確認されていて、貨幣と類似した交換価値を持つ、鉄素材としての扱いが窺われる。現在、朝鮮半島内における鍛冶の実態がまだよく分かっていない状況にあるが、ズク卸しを含む調整鍛冶が行われ、その素材としての鑄鉄製品の可能性が指摘できるのである。第4章において、古墳出土の鉄器、特に短冊形鉄斧の変遷過程から、4世紀後半頃に大型有袋鉄斧が出現するという、鉄器生産上に大きな画期の存在することを指摘したが、さらにこの頃、鍛冶の技術的内容においても大きな画期を迎えることを、第5章において論じた。それは、朝鮮半島から新たに導入された鍛金及び熱処理の技術によって、長方板革綴短甲の製作が開始されたということであった。この、新しく導入された鍛冶技術の全容についてはまだ解明されていないが、今後いっそう、朝鮮半島南部地域の鍛冶技術の実態把握に努める必要がある。その1つに鑄鉄製品をめぐる問題がある。朝鮮半島の鍛冶技術体系の中には、鑄鉄を素材とする調整鍛冶の存在を想定しておく必要がある。

福岡市クエゾノ古墳は5世紀中葉頃の築造であるが、ここでは鉄鎚、鉄鉗といった鍛冶工具類と一括して、梯形鑄造鉄斧が2個伴出している〔常松1995〕。この状況からみると、梯形鑄造鉄斧は鍛冶に関連するものの可能性が高い。4世紀後半段階の岡山市金蔵山古墳では、単品が鉄器類を収納した盒に納められていたが、鉄斧や鉄素材としての用途よりはむしろ、外国製品としての威信財的な価値あるものとしての位置付けが考えられる。4世紀代には出土例が少なく、わが国においては5世紀代になって急増する遺物の1つである。新たな鍛冶技術がもたらされ、古墳の副葬品に鍛冶工具類が加わるこの時期になって、鉄素材としても扱われるようになって



たとえられる。これは鉄ていにも共通している事実で、岡山県新市谷遺跡25号土壙出土例を見ても、4世紀代後葉から古墳への副葬が開始され始める〔井上1977〕が、初期には例も少なく、5世紀段階から出土量が急増する。このように、鉄ていと梯形鑄造鉄斧はわが国への導入時期、扱われ方は全く同じ様相を呈しており、その属性も同じと見られる。梯形鑄造鉄斧を素材として利用するのは、第1章で詳しく述べたズク卸し技法が適用されるが、素材としてはそのまま使用できる鉄ていの方が扱いが容易であったことから、出土量は圧倒的に鉄ていが多い。

ところで、弥生時代にも素材と考えざるを得ない鑄鉄製品がみられる。愛媛県松山市文京遺跡出土例は長さ10.3cm・幅4.3cm・厚さ1.2cmの鉄板で、時期は中期後半から後期にかけて比定されている〔宮本1991〕。含有炭素量は4.06%の白鑄鉄である。福岡県春日市赤井出遺跡では、5号土坑から出土した全長7.5cm・径1.9cmの、弧を描く棒状品が含有炭素量3.52%の鑄鉄製素材との指摘がある〔大沢1997・丸山1980〕が、鑄鉄品で弧状を呈するのであれば、何らかの鉄製品の可能性をまず、想定すべきである。用途不明の棒状品や板状品は全て素材とする考え方は改めるべきである。それはさておき、弥生時代に鑄鉄製素材を想定する場合、ズク卸し技法を伴うと考えざるを得ない。弥生時代中期の段階では北部九州を除き、鍛冶技術はほとんど鉄滓を生成しない段階で、炉内温度が1000度未満と想定できる。ズク塊を熔融して錬鉄あるいは低炭素鋼に仕上げる工程を考えると、すでに存在する素材を利用するほうが効率的である。この場合、遺構からの出土でない鑄鉄塊を確実に弥生時代中期に比定できるのかという問題があるが、確実にそうであるとすれば、素材として考えるしか利用法が見つからない。

弥生時代中期といえは紀元前1世紀代に比定できるが、この頃の鉄素材について、村上恭通氏は、小型の板状鉄斧は中国製鑄造鉄器の再生品を多く含むこと、また、大沢正己氏は、金属学的分析によって鉄素材の多くが鑄鉄脱炭鋼であることを指摘している。したがって弥生時代中期段階までは、鉄素材、鉄器は楽浪郡を介して中国製品が流通していた可能性が高いことが分かる。前漢時代の中国で流通していた鉄素材は、直接製鋼法による錬鉄、銑鉄を脱炭した鑄鉄脱炭鋼が主体であった。古代中国で鑄鉄製品を鑄造するとき、どのような形態のインゴットが流通していたのかよく分かっていない。つまり、熔解して鑄型に流し込む前に、熔解炉に装入する白鑄鉄の原料インゴットが、どのようなものであるのかが分からないのである。それが文京遺跡出土の鉄板と同等なものであれば問題はない。文京遺跡出土の鑄鉄板が原料インゴットであり、それがもたらされたことになる。さらに後漢時代以降の製鋼法に灌鋼法がある。これは炉内に錬鉄を入れ、その上部に鑄鉄片を置き、加熱する。そうすれば、先に鑄鉄片が熔けて、下の錬鉄を包むように垂れ下って流れ落ちる。そうすれば、錬鉄が浸炭されて、刃物鋼になる。この鑄鉄片もどのようなものかわかっていない。いずれにしても、中国において白鑄鉄そのものが流通していたことはあったようである。しかし、前漢時代の中国では、白鑄鉄自体を素材として小規模なズク卸し法で錬鉄あるいは鋼を生産する場合はほとんどなかったと考えられる。弥生時代中期に属するとされる鑄鉄板が、所属の時期に問題ないとなれ

ば、一体、この鑄鉄板はどこで生産されたものであるのかという次元から議論していかねばならない。中国本土の鉄官での類例を蓄積する必要がある。

さて、弥生時代においてズク卸し以外の利用法はあるのかどうかを考えてみる。近世以降の技術ではあるが、農具の簡易刃金付けの方法に流し刃金法がある〔佐藤1979〕。この方法は地金の上に、1 cm前後の大きさに小割した鑄鉄、この場合鍋鉄破片、鑄鉄銭をのせて加熱する。炉内が1200度ほどになると、地金の上で鑄鉄が熔融し始める。そして、全体が熔けると、炉外に出して、熔けた鑄鉄を木の枝で掃き広げる。こうすることで、軟らかい地金に硬い高炭素鋼を鍛接するのと同じ効果を発揮させるのである。この方法は高価な鋼を入手して困難な沸し付けを施すのより、はるかに簡易ではあるが、同等の効果が得られるのである。弥生時代にこの流し刃金法が存在したのかどうかは今後の検証が必要であるが、鑄鉄が素材として圧倒的な量を遺存する場合は別であるが、少量しか流通していない鑄鉄から、わざわざ卸し鉄法で鍛鉄を作り、鉄器化することを想定するより、流し刃金法を想定するのが現実的である。

現在のところ素材となりうる鑄鉄は、文京遺跡例が突出した存在であり、この例だけで弥生時代の鑄鉄素材説を成立させるのは、越えるべきハードルがいくつも存在するといえる。古墳時代になると、確実に鑄鉄製品が素材として利用されている。その利用法がズク卸し技法による卸し鉄生産か、流し刃金法的な使用がなされたのかは不明である。ただ、ズク卸し法は炭素量の多い硬い鉄を作るには最適であるので、利器の刃部に鍛接する硬鋼の生産を担っていた可能性を指摘することができる。

## (7) 鍛冶工房について

さて、中期から後期にかけての鉄器生産の現場である鍛冶工房についてみると、大きく見て2通りの在り方に気づく。その1つは大量に鉄滓の出土する遺跡であり、大型の鍛冶炉を持つ場合が多い。他の1つは鉄滓のあまり目立たない、小型の鍛冶炉を伴うものである。前者の例として、大阪府大県遺跡群、奈良県布留遺跡群などがある。前者は時期の異なるいくつかの遺跡群からなるが、鍛冶関連遺構として、鍛冶炉10、配石遺構、炭置き場などがあり、遺物として、羽口386、砥石30、鉄滓450kg以上が出土している〔北野1988・1985〕。いずれも5世紀前半から7～8世紀ころまで操業が継続されている遺跡で、鍛冶に関わる専門工人集団の存在が想定されている。最盛期は5～6世紀及び7～8世紀の頃である。5世紀代の鍛冶炉としては、大県遺跡群大県南遺跡第2号炉がある。これは1.15m×0.94mの隅丸方形で、一隅に径0.6mほどの土坑を持つ。炉は厚さ3cmのスサ入り粘土を貼った炉壁を持つが、上部は欠損している。大県遺跡群では鍛冶炉の大きさや鉄滓の出土量から見ると、鉄器生産だけでなく、粗鉄を精錬して、鉄素材の生産を手がけていた可能性も強く指摘できる。布留遺跡群は、旧河道や大溝から5～6世紀代の遺物が多量に出土しているが、その中に羽口や鉄滓約60kgを含み、同時に木製刀剣装具約60点が出土している〔山内1995〕。これと同様な在り方は奈良県南郷遺跡群でも確かめられている。第2章において指摘したように、両

者ともに鍛冶炉は確認されていないが、出土鉄滓の形態から楕円形の大型炉の存在が想定できる。布留遺跡が物部氏、南郷遺跡が葛城氏と結びつくため、武器、武具の生産が最有力古代氏族ごとになされていることを示す点で重要である。

一方、集落内部に単独で存在するものとして、栃木県蟹ヶ入遺跡の例を挙げてみる。5世紀後半代に属する約5m四方の竪穴住居があり、この内部に、径75cm×40～70cm・深さ10cmの不整形の浅い掘り込みの端に設けられた、直径約40cmの円形鍛冶炉がある〔水野1990〕。20cm離れて、鉄床石と見られる、径約30cm・深さ18cmの穴に縦長に埋め込まれた安山岩製砥石を伴う。ここでは、2～5mm角・厚さ0.5mmの大きさの小鉄片が約50g分採集されている。これは鍛造剥片と呼ばれるもので、鍛打作業の時、加熱された鉄の表面から酸化した被膜が薄い鉄板片として飛び散る。この鉄片が炉の周囲で確認できれば、鍛冶炉と認定してよい。ただし、鍛造剥片は長い時間を経ると次第に鉄粉に分解され、やがて鍛冶作業面に厚い鉄錆の固結面を形成する。また、大阪府陵南北遺跡は陵墓造営に伴う遺跡と見られているが、ここで検出された第7号炉は長径60cm×短径30cm・深さ25cmの楕円形炉で内壁に粘土を貼っている〔花田1989〕。蟹ヶ入遺跡、綾南北遺跡の鍛冶炉は、大泉遺跡群のものに比べて小型であり、村方鍛冶に使用されるものと見ることができる。ところで、大泉遺跡群でも小型の炉を伴っている。これは大形の炉とは用途を分けて、村方鍛冶と同様な使用が考えられる。鍛冶炉では燃料の消費の問題もあって大が小を兼ねることは少ないと思われる。

5世紀代には鉄器生産の場に、群をなす大型鍛冶炉を使用し、長時間継続して操業するものと、1～2基の小型炉を用いて、集落の存続期間中あるいは短期間の操業をするものの2者が明確に区分されるようになる。前者は長さ1m近い楕円形大型炉を使用し、排出する鉄滓量は膨大で、整った椀形滓が多い。これは、沸し工程を伴う折り返し鍛錬が中心の鍛冶作業が行われ、刀剣類など武器類の生産が主たる操業目的であった。卸し鉄技法による精錬あるいは素材生産がなされていた可能性もある。後者は直径30cm前後の炉を使用し、農工具等の小型鉄器の生産、修理、あるいは鉄素材を加工するだけの小型鉄器生産を行う、村方鍛冶とみることができる。こうした生産現場における2者は実は、弥生時代以降連綿と存在し続けており、特に5世紀においては、一般集落内に急激に鍛冶工房の存在が増加し、鉄器の生産加工がかなり普遍化する状況が窺える。鍛冶の現場の様相から5世紀代は、1つは大型古墳に特徴的な鉄器の多量埋納に顕著に示されるように、支配者階層に付属する専門鍛冶、もう1つは急激に増加する集落内の村方鍛冶といった、生産体制の分業化が確立する時期といえる。

#### 第4節 古墳時代後期における鉄器生産

後期になると、横穴式石室を持つ古墳が支配階層だけでなく、有力農民層の家族

墓として築造されるようになり、群集墳が形成され、古墳の数が激増する。これらの古墳の副葬品目にも鉄器の占める割合は高く、刀、鏃などの武器、馬具類、農工具類が中心に副葬される。従来の支配階層にとどまらず、鉄器を所有しうる階層の増加は、鉄器生産が量的にも急増してきたことを示している。さらに、実用的な鉄製馬具の作りを見ても、鉄器生産が質的にも完成の域に達していたことが分かる。また、後期になると、地方における鉄器生産が軌道に乗り、武器生産まで自前でできる体制が整うようで、群集墳を形成する後期古墳被葬者層にまで、武器類が行き渡る。この点は重要で、武器生産が地方のかなりの範囲にまで拡大されたことを示し、武器生産に関する技術が村方鍛冶の一部にまで及んだと見ることができる。これだけの鉄器普及は、鍛冶技術の浸透はもちろんであるが、国内産の鉄素材の恒常的確保が最大の要因と考えられる。現在のところ、後期の6世紀中頃になって、国内で確実に鉄生産が開始される。中国山地における鉄鉱石、砂鉄による製鉄はその代表的なものであるが、これによって、自前の鉄素材が流通することになった。

### (1) 鉄生産の開始と鍛冶技術

ところで、第3章においても述べたように、鉄生産開始は鍛冶技術にも大きな影響を与えたと見られる。いかなる性状の鉄が産出されたのかはよく分かっていないが、それは精錬工程を経て初めて、鍛冶に使用可能な鋼となる。古墳時代の精錬工程自体も十分には解明されていないが、近世にはケラ押し製錬法に付随する直接製鋼、ズク押し製錬法に付随する間接製鋼があって、2通りの鋼の生産を行っている。ズク押し製錬法では炭素含有量の多いズクが産出され、このままでは鍛冶加工できないため、脱炭処理を施されねばならない。このため、大鍛冶と呼ばれる精製工程を伴い、左下場、本場という2段階の脱炭精錬処理を経て、包丁鉄という錬鉄ができる。左下場、本場の精錬工程は卸し鉄法という技術を用いるが、まず、左下場で大型の鍛冶炉の羽口上辺にアーチ状にズク鉄を積み、炭で覆って、加熱熔融させる。これで、ズク鉄中の余分な炭素は羽口から供給された酸素と結び付き、炭酸ガスを生成し脱炭される。同時に含有不純物は高温下で壁土などの造滓材と反応し、鉄滓となって炉底に沈降する。このとき、生成される滓が椀形滓となる。そして、本場では取り出した低炭素含有の鉄塊を鍛打して、不純物をさらに叩き出すとともに棒板状の素材として整形する。

一方、ケラはそのまま鋼として利用できるものとそうでないものがあるので、質によって選別する。大鍛冶屋用、銅下といった低品位品やズクは、これもやはり、卸し鉄法によって、均質な鋼に再生する。もちろん卸し鉄法は脱炭だけでなく、浸炭も可能で、軟らかすぎる鉄を鋼として再生させようとするれば、鍛冶炉の内部に溜まっている粉炭を炉底近くまで深く掘り下げ、新しい炭を詰めて卸すと、熔融した低炭素含有の鉄は炭の中をゆっくり下降し、炭素を吸着して、必要な炭素を含んだ硬い鋼となる。脱炭、浸炭は羽口から噴き出す酸素分の多い空気に十分にさらすか、炭の中で十分に炭素を与えるかで決まる。要するに、卸し鉄法には炉底の深淺が重要なポイントとなる。

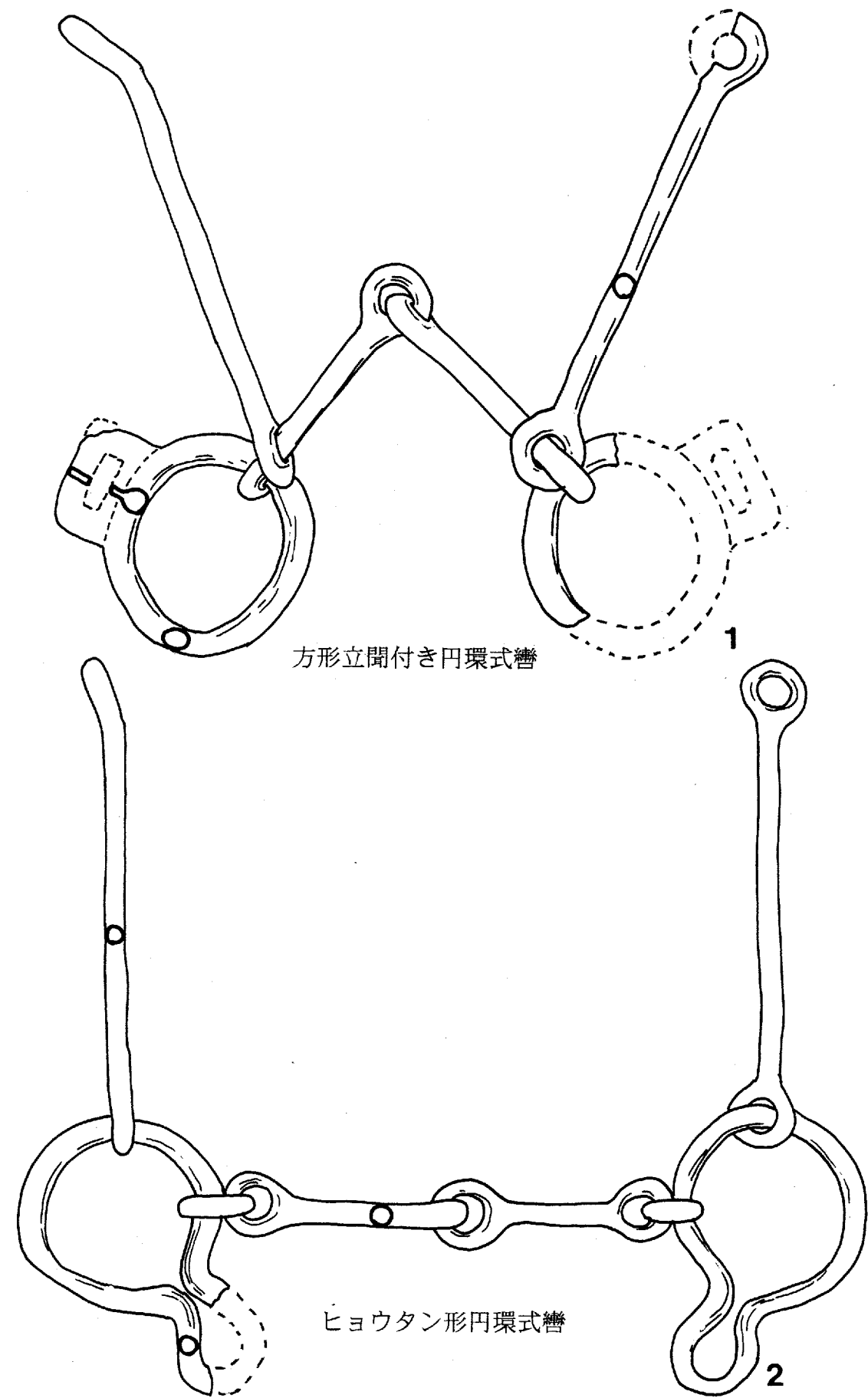
古墳時代後期に国内生産した鉄がケラであったのか、ズクであったのか、それとも両者が混在したようなものであったのかは不明である。しかし、いかなる性状品であっても、ズクから鋼へ、軟鉄から鋼へという、卸し鉄技法を習熟していれば、鍛冶工人は自由自在に思いどおりの鉄に仕上げていると見られる。こうした卸し鉄技法が古墳時代に実際に存在したかがまず、問題であるが、少なくとも鉄生産の開始される6世紀代には精錬工程に絶対に必要な技術であり、この卸し鉄法を鍛冶の技術体系の中に組み込んでいたことは確実である。もちろん、武器、武具の量産化が顕著となる前期後半～末にかけて、鉄の性質を変える調整鍛冶技術として確立された可能性もある。しかし、本格的な導入は6世紀代の鉄製錬の開始によってなされたと考えるのが自然である。いずれにしても、わが国においては鉄製錬の開始とともに、椀形滓を生成する卸し鉄法による、半熔融状態で精錬を行う鍛冶が存在していたことは確実である。

## (2) 馬具から見た鍛接技術の成熟

4世紀末近い前期後半の段階になって、簡素な形態の鉄器から、大型複雑化した鉄器への変換が急激に進むことを、農工具類の分析から知ることができた。鍛接技術の大幅な進展がこの時期になされたのは確実のようである。それは、鉄器生産を含む、新式のガラス製玉生産や熱処理技術を伴った鍛金技術といった、外来技術の導入が大きな意味を持っていたことは、これまで何度か述べてきた。また、5世紀代では新たに鍛接剤の使用が想定され、素環頭大刀の製作において素環と刀身を別作りにすることも可能となったことを指摘した。これは鍛接技術の大いなる進展であった。

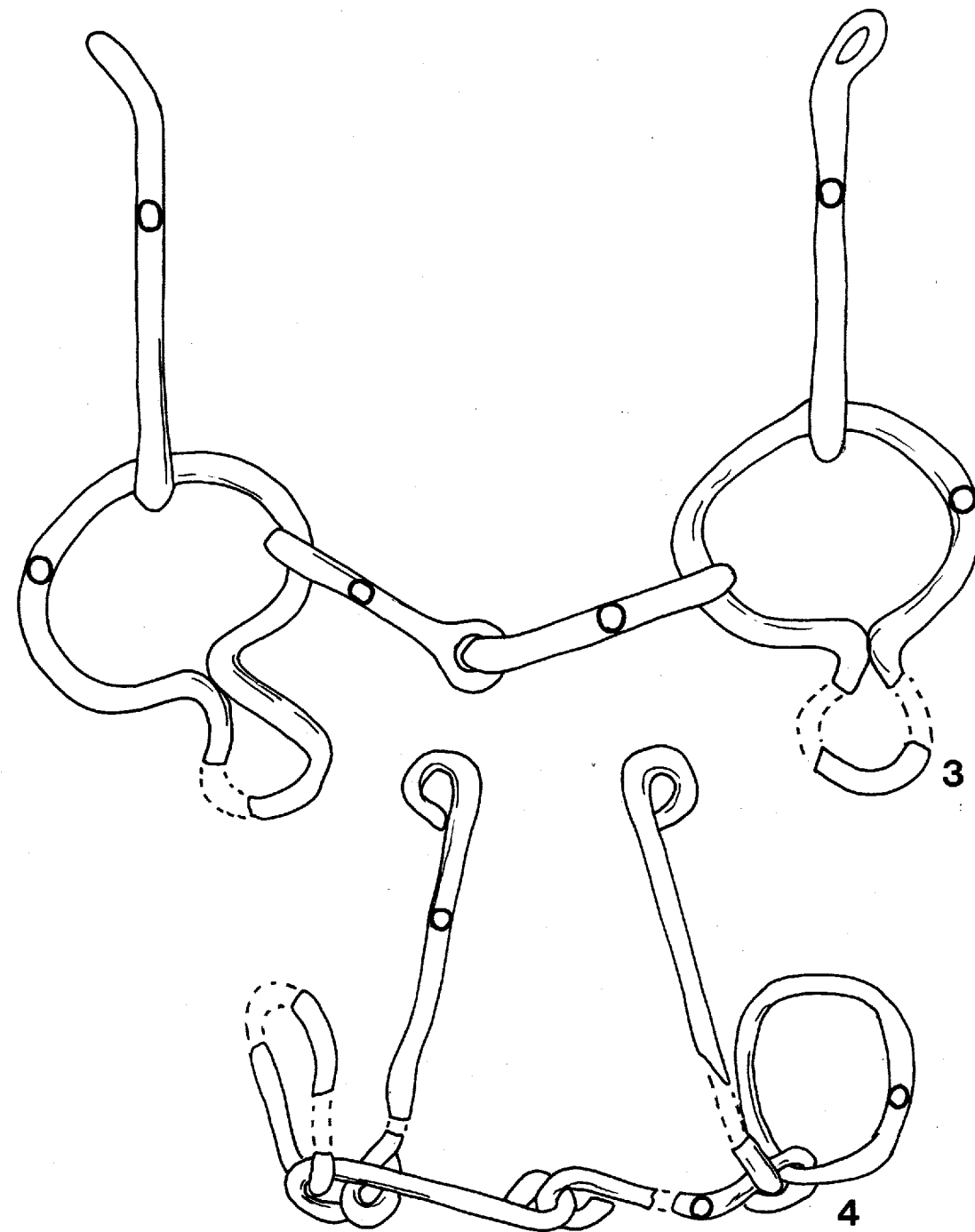
このように、鍛冶技術の蓄積は時折の革新的技術の導入で、格段の進歩を遂げてきたといえる。古墳時代後期、6世紀代においてはどうかであろうか。6世紀代には後期群集墳の形成による古墳の増加は著しく、またその副葬品に占める鉄器類の量的増加にも目を見張るものがある。これらの鉄器類のうち、馬具、特に轡を取り上げ、その鍛冶技術的側面から、後期古墳時代における鍛造技術を眺めてみる(第32図-1~8)。6世紀代にかなり普遍的に流通しているのは円環式の轡である。この円環式轡には2つの系統があって、鏡板にあたる円環に方形立間を有するものと素環のままのものがある。前者については尾上元規氏が引手の形状によって、さらに2種に分類している〔尾上1998〕。そして、この2種が九州から関東地方に広く分布していることから、その製作がかなり一元的なものであったことを想定している。つまり、分布の中心の畿内地方にその製作工房があって、それを取り仕切る大和王権から地方の首長達に配付された可能性を指摘している。

さて、この方形立間付き円環式轡は形態的には非常にシンプルで、すっきりした形態の作りである。ところが、鍛造技術的には実に先進的な作りとなっている。鏡板の円環を繋ぐ銜は、両端に小さい円環を持つ長さ7cm前後の鉄棒を2本繋いだものである。つまり、円環どうしが鎖状につながった状態になっている。さらに引手も両端が小円環に作られ、一端が鏡板円環と鎖状につながり、もう一方の端部は手

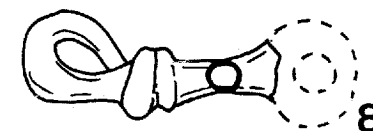
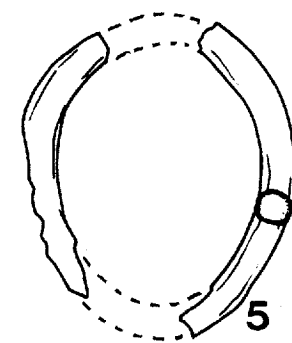


方形立開付き円環式轡

ヒョウタン形円環式轡



円環式轡



第32図 馬具に見る鍛接技術

(1, 岩田14号古墳出土、2, 為弘2号古墳出土、3~8, 為弘1号古墳出土)

綱と連結する。どの部分が先進的な作りかといえ、実は円環部である。方形立聞付き円環式轡は、この円環部の繋ぎ目が判然としないうきれいな作りになっている。つまり、棒状の鉄材の先端を丸めて環を作り、その端部を完全に鍛接しているのである。そして、その円環に棒状鉄材を通して、円環を作って、鎖状に連結する。この円環もきれいに鍛接されているのである。

4世紀後葉～5世紀代に素環頭大刀の製作において、それまで刀身端部を丸棒状に延ばして、環状に丸めて、素環を刀身部と一体造りに形成していたのが、ようやく素環部と刀身部を別造りにして、それを鍛着することが可能になったことを指摘したが、この技術が馬具に生かされているのである。細い丸棒から円環を作り、丸めた端部と棒の接するところを鍛接しているのだが、沸しによる鍛接は非常な困難さを伴うことはすでに述べた通りである。鍛接部分だけでなく、周辺の部分も一緒に熔融して細くなってしまふのである。したがって、想定できることは鍛接剤を使用している可能性が高いことである。6～7世紀代の鍛冶関係遺跡ではかなりの確率で製塩土器が出土していることもすでに指摘した通りである。ただし、こうした鍛冶があらゆる地域でなされていたかということ、そうでもないことが、各地の後期古墳に副葬されている馬具からわかる。

方形立聞付き円環式轡は時期的には6世紀前半に出現してくるが、瞬く間に各地に拡散していく。出現した当初は銜、引手を鏡板円環に直接連結するものと、遊環を1個置いて、これに鏡板円環、銜、引手の全てを連結させるものの2タイプがある。6世紀後半から7世紀代には、銜端部の円環に鏡板円環と引き手の全てを連結するものに変換されてくる。この馬具は畿内王権の工房で生産され、地方に配付された可能性が強い。地方においては岡山県岩田14号古墳（第32図-1）、万燈山古墳など、大型の横穴式石室を持ち、金銅装環頭把頭大刀を副葬するような後期古墳に伴われることが多いことから理解できる。しかし、地方での需要の高さは地方での生産を一気に進めたようである。ただし、その生産にあたっては鏡板円環の方形立聞が簡略化され、大きい円環をくびれさせてヒョウタン形にしたものや、円環だけのものが多く見られるのである。

この形式の轡は、標準形では連結部の円環全てがきれいな環状になっていて、接着部を確認することができない。こうした轡は畿内を中心に各地に見られるが、また、同時に連結部の処理が完全でない例も多く見られる。畿内においても、奈良県石光山4号墳の例は銜の部分の円環による連結ではなく、丸棒の端部を鏡板円環に通して、それを丸棒に振り留めているのである〔白石ほか1976〕。広島市真亀3号古墳例は引手を鏡板円環に連結するのに、丸棒の端部を円環に通して折り曲げているだけのものもある〔金井1979〕。愛媛県松山市東山鶯が森4号古墳例では、いずれの連結部も丸棒の端部を折り曲げただけで、鍛接しようとした痕跡も窺うことができない〔西尾1981〕。このように先進的な高度な鍛接技術が駆使される鍛冶の現場があった一方で、地方だけでなく、畿内地方においてさえも伝統的な内容を持つ鍛冶の存在もあったことが馬具の在り方で分かる。これは常に弥生時代以降、先進の内容を持つ鍛冶技術がわが国に導入されたのは、あくまで支配構

造の中枢部を構成する一角であって、普遍的な分布を示すものではなかったといえる。しかし、6世紀後半以降においては、こうした地方における鍛冶技術の稚拙さも、馬具の轡の連結部の処理にばらつきが次第に少なくなって、鍛接技術の定着が根づいてくるようである。

こうした例を山口県為弘古墳群出土の馬具（第32図-2～8）で見てみる。この古墳群は横穴式石室を持つ3基の円墳で構成されている。出土須恵器の型式から見ると、6世紀後半から7世紀初めにかけて、2号墳、1号墳、3号墳の順序で築造されている。このうち2・1号古墳から馬具が出土している〔山本一朗氏教示〕。さて、2号墳では、轡2は、鏡板の円環をくびらせて大小2個の円環からなるヒョウタン形に仕上げられており、小円環が方形立聞を代用する形になっている。この形態は、立聞を方形に仕上げる面倒な作業の簡略化を図ったものである。この轡を見ると、鏡板の形態が異なるだけで、方形立聞付き円環轡とほとんど同様の作りである。銜は両端に円環をもつ長さ8.5cm・径0.8cmの鉄丸棒を2本つないだもので、小遊環で鏡板に連結する。また、鏡板には直接、これも両端に円環をもつ長さ16.7cm・径0.8cmの鉄丸棒をつないで、引手としている。この轡では円環の全てが、端部の接着がわからないように鍛接されており、丁寧な鍛冶の仕上げがなされている。

1号墳では3個の轡が出土している。まず、轡3は、基本的に2号墳の轡2と同型式のものである。ただ、銜と鏡板円環との連結は遊環を用いず、直接つないでいたり、その連結部の円環の仕上げは端部折り曲げで鍛着が見られないこと、また、鏡板円環がやや大型で、くびれ部の作りがややいびつであるなど、作り全体に稚拙さが窺える。しかし、銜の鉄棒の連結部や引手の円環仕上げは、合わせ目がわからないようにきれいに鍛接している。轡4は基本的には轡2・3と同じ形のものであるが、鏡板は素環で、銜は径0.6cmの鉄丸棒の両端を丸く折り曲げただけのものを2個つないで、直接、鏡板円環に連結している。長さ13cm前後の引手も、径0.6cmの鉄丸棒の両端を丸く折り曲げて、一端を銜端部の円環に連結している。この轡では円環の全てが端部を丸く折り曲げただけで、鍛着したものではない。全体に簡略した作りになっている。轡片5～8は銜、引手、鏡板の部分であるが、銜は、両端に円環を持つ長さ7.5cmの鉄丸棒を2個連結するが、その作りは轡1・2と異なる。長めの丸棒材を用意して、両端の小円環の1つでは余った部分を芯棒に三重に巻き付けている。もう一方の円環も端部は鍛着せずに丸く折り曲げただけである。引手の円環端部の仕上げも丸く折り曲げただけとなっている。

この為弘古墳群では典型的な方形立聞付き円環轡は出土していないが、ヒョウタン形の鏡板円環をもつ簡略形態の轡がある。しかし、これらは1号墳、2号墳出土例とも同型式でありながら、各部分の作りが異なり、不揃いな製品である。特に1号墳例は鏡板円環が大振りであり、作りに稚拙さが窺える。1号墳では同時に、円環部全てを丸く折り曲げただけの簡略型轡も伴出しており、為弘古墳群出土の轡類は在地の鍛冶工房で生産された可能性が強い。これらの轡の製作技法を見ると、ヒョウタン形円環の鏡板をもつ轡は、各構成部を連結する円環は全て、端部の接着部が確



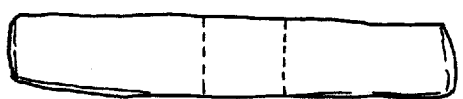
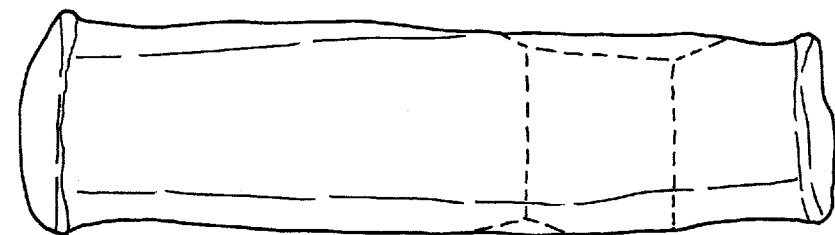
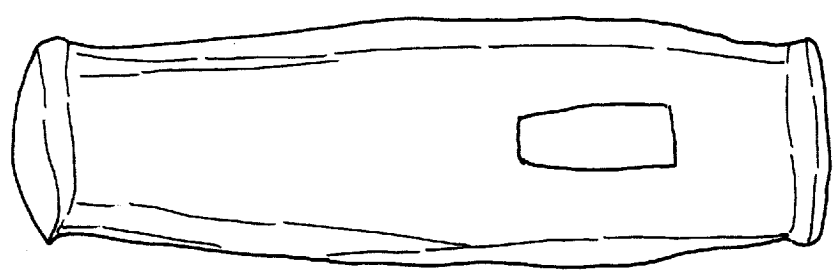
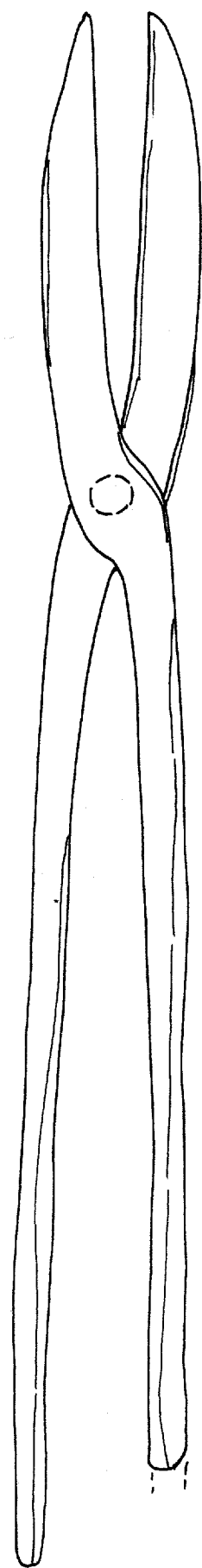
認できない程丁寧に鍛接していることが注目できる。すでに述べてきたように、こうした細い鉄棒の鍛接は非常に困難な作業を伴う。素環頭大刀の素環の鍛接技法に共通する技術で、この鍛接技法は4世紀後半以降にまず、支配者階層のための鍛冶技術として、朝鮮半島から導入された。そして、方形立聞付き円環轡の生産を通じて、その技術は約1世紀少し後には確実に地方の、それも村方鍛冶のレベルにまで拡散していたことが理解できるのである。

### (3) 鍛冶技術の完成と拡散

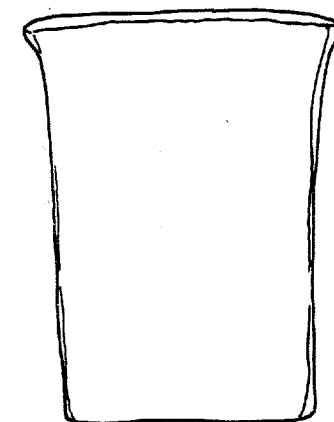
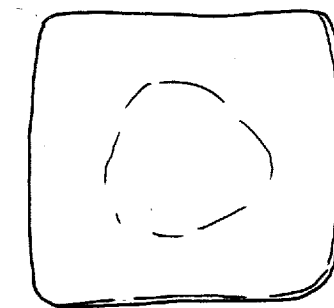
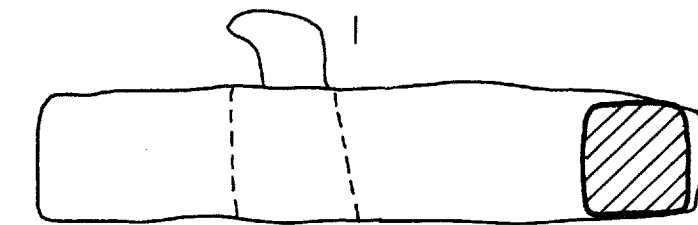
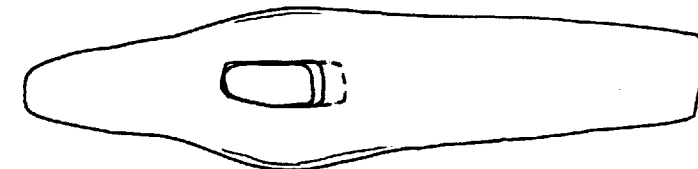
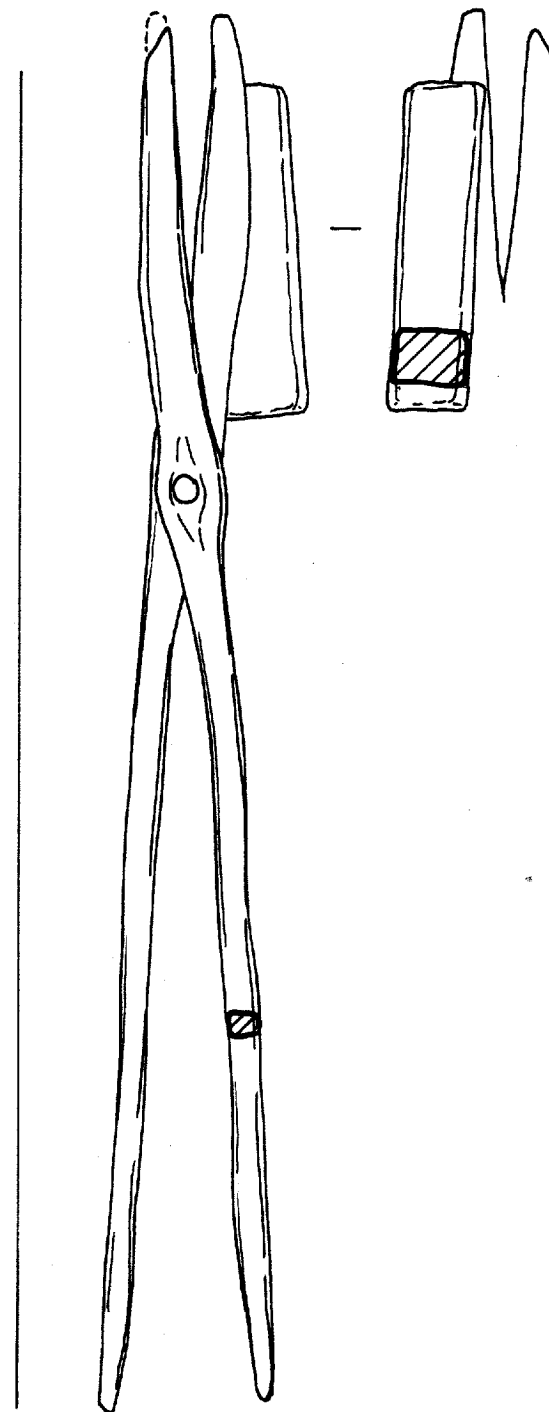
6世紀後半以降に爆発的に盛行する後期群集墳は、当時の社会階層を反映したものと考えられるが、同時に軍事的階層の編成状況も見て取ることができる。群集墳の横穴式石室には上位階層に属する場合、多くの刀剣類、馬具類が伴われる。下位階層に属する場合でも、歩兵に準じる武器、鉄刀、鉄鏃などの鉄製武器類が伴われる。そして、この後期群集墳は、地方の隅々にまで形成されていくのである。後期群集墳の被葬者層は特に政治的な支配階層だけでなく、有力となった農民層が想定されている。したがって、古墳時代後期には鉄製武器類の生産が、集落単位の鍛冶現場で可能となっていた可能性が考えられる。ただ、古墳時代後期の鍛冶技術はかなり広範囲に行き渡るものの、ここで見てきたように方形立聞付き円環式轡の製作技術の在り方は精粗さまざまである。群集墳のなかでも、全長10mを超える横穴式石室を持ち、金銅装飾り大刀、金銅装馬具類などを副葬する古墳は、大群集墳あるいはいくつかの群集墳を統括する立場の小地域首長と想定されている。

福岡市石ケ元12号古墳はそうしたものの1つである。大型の横穴式石室からは多量の武器類、金銅装馬具類などが出土している。ここで検出された鍛冶工具類(第33図-2)は中期までに見られた一括鍛冶工具類とは異なり、現在の鍛冶工具類に匹敵するものである。鉄鎚2・鉄鉗1・鉄床1・鉄素材(?)1がある。鉄鎚を見ると、長さ18cm・幅3cm前後・厚さ3.5cm・重量1.143kgの大型品で、かなり大きい鉄塊を加工対象とするものと考えられる。これは鍛冶実験で使用した三上刀匠の常用の鎚、長さ15cm、重量1.96kgに匹敵するものである。もう1つは長さ12.5cm・幅2.5~3cm・厚さ2.5cm・重量255gの小型品で、小型鉄器、あるいは修正用に使われたと考えられる。鉄鉗は長さ36.3cmの通常のものであるが、結合部から先の挟み部は12.5cmもあって、かなり大きい鉄塊でもつかめる。鉄床は奈良県猫塚古墳で出土した例と似た直方体で、上面8.5×7.5cm・下面6.5cm四方で、高さ10.8cm、重量3.54kgの本格的なものである。鉄素材と考えられるものは長さ8.8cm・幅2.1cm・厚さ1.3cmの板材である。

福岡県宗像市山ノ口5号古墳は直径15mの、群集墳に普通に見られるタイプの後期古墳で、その大きさから判断すれば、石ケ元12号古墳などの小地域首長に統率される立場の階層に属する〔佐田1997〕。被葬者は鍛冶工人の可能性があるが、ここでは鉄鎚3・鉄鉗1が出土している(第33図-1)。鉄鎚は長さ21.4cm・幅6.3cm・厚さ5.3cm、重量実に3.65kgの大型品である。他の2例は長さ11.5cmと10cmの小型品である。鉄鉗は長さ47cm、結合部からの挟み部の



1  
山ノ口5号古墳



2  
石ヶ元12号古墳



第33図 鍛冶技術の成熟と鍛冶工具類の整備

長さ14.6cmの大型品である。鉄鎚はこれまでに検出されたものの中で最大のもので、向こう鎚としての使用が可能な大きさである。刀剣類といった大型武器類の生産に使われた可能性が高い。

これらの鍛冶工具類は単なる小型鉄製品や修理を対象とするものではなく、あらゆる技術に習熟した専門鍛冶のそれである。鍛冶工具類を副葬する後期古墳は、こうした鍛冶工人を支配下に置く小首長あるいは鍛冶工人そのものが被葬者と考えられる。集落内における村方鍛冶の内容も、単なる集落内の日常用品の鍛冶だけでなく、支配者のための鍛冶といってもいいかもしれないが、刀剣類を主体とする武器生産も行う村方鍛冶が存在していたようである。それは一般集落の鍛冶工房から甲冑小札、鉄刀などが出土することからも知ることができる。後期の村方鍛冶は技術的に見て、武器生産も行う鍛冶及び、それ以外の日用品生産のための村方鍛冶という、重層的な在り方を示すといえるかもしれない。6世紀の中頃以降、国内での鉄生産も開始される。これは652年における朝鮮半島南部の大伽耶の滅亡とも関連することであり、この、朝鮮半島南部における橋頭保を失うことになったわが国としては、最大の死活問題が自前の鉄生産であったといえる。この鉄生産の開始は、鍛冶技術に根本的な変革が要請されるものであった。そして、鍛冶鉄滓の在り方、鍛冶工具類の在り方、鉄製品の生産の在り方、どれをとっても、その変革を問題なくクリアーしている状況が窺えるのである。極言すれば、古墳時代後期、6世紀代に到達した鍛冶技術水準は、技術的には中世以降の鍛刀鍛冶になんら劣るものではなく、極めて完成度の高いものであったといえる。

## 引用参考文献

- 青木秀雄「埼玉県宮代町山崎山遺跡鍛冶工房跡の調査」『考古学ジャーナル』330 1991
- 朝岡康二『鉄製農具と鍛冶の研究』法政大学出版局 1986
- 東 潮「鉄剣・鉄刀・鉄戈・鉄矛」（佐原 真・金関 恕編『弥生文化の研究』9 雄山閣 1986）
- 東 潮「鉄ていの基礎的研究」『考古学論攷』第12冊 奈良県立橿原考古学研究所 1987
- 東 潮「弁辰と伽耶の鉄」『東アジアの古代文化』68号 1991
- 東 潮「鉄素材論」（白石太一郎ほか編『古墳時代の研究』5 雄山閣 1991）
- 網干善教『五条猫塚古墳』奈良県教育委員会 1962
- 天野博之「南山畑遺跡－弥生終末期の鍛冶遺構」（塚本敏夫・吉村佐紀恵編『東日本における鉄器文化の受容と展開』発表要旨集 鉄器文化研究会 1997）
- 安間拓巳・池淵俊一・新海正博『野田が丸遺跡』（川越哲志編『中国地方製鉄遺跡の研究』広島大学文学部考古学研究室 1993）
- 安間拓巳「古代の鍛冶炉」『考古学研究』第42巻第2号 1995

- 石井昌国・佐々木 稔『古代刀と鉄の科学』有山閣出版 1995
- 稲富裕和・橋本幸男編『富の原』大村市文化財保護協会 1987
- 井上 弘「新市谷遺跡の調査」『中国縦貫自動車道建設に伴う発掘調査』岡山県教育委員会 1977
- 井上裕弘編『山陽新幹線関係埋蔵文化財調査報告』第9集 福岡県教育委員会 1978
- 梅原末治・藤田亮策編『朝鮮古文化綜鑑』第1巻 養徳社 1947
- 梅原末治・藤田亮策編『朝鮮古文化綜鑑』第2巻 養徳社 1948
- 大沢正己「門田遺跡出土鉄戈の分析調査」(井上裕弘編『山陽新幹線関係埋蔵文化財調査報告』第9集 福岡県教育委員会 1978)
- 大沢正己「鉄鏃とノミ状鉄器の冶金学的調査」(芋本隆裕・松田順一郎編『鬼虎川の金属器関係遺物』東大阪市文化財協会 1982)
- 大沢正己「古墳出土鉄滓からみた古代製鉄」『日本製鉄史論集』たたら研究会 1983
- 大沢正己「古墳供献鉄滓からみた製鉄の開始時期」『季刊 考古学』8 1984
- 大沢正己「韓国の鉄生産」『古代学評論』第3号 1993
- 大沢正己「日本の初期鉄器時代の鉄器、鉄滓の冶金学的解析」(たたら研究会編『東アジアの古代鉄文化-その起源と伝播-』国際シンポジウム予稿集 1993)
- 大沢正己「弥生時代の鉄器の動向」(塚本敏夫・吉村佐紀恵編『東日本における鉄器文化の受容と展開』発表要旨集 鉄器文化研究会 1997)
- 大沢正己「比恵遺跡第57次調査出土鉄製品の金属学的調査」(長家伸編『比恵遺跡群』24 福岡市教育委員会 1997)
- 大鷹依子編『八千代市沖塚遺跡・上の台遺跡 他』日本鉄道建設公団・(財)千葉県文化財センター 1994
- 大野 薫「近畿地方弥生時代の素環頭」『研究紀要』2 大阪府埋蔵文化財協会 1994
- 大道和人「近江の鍛冶と鉄生産」(花田勝広編『村方鍛冶と專業集団』発表要旨集 鉄器文化研究会 1998)
- 大和久重雄『熱処理のおはなし』日本規格協会 1982
- 大和久重雄『鋼のおはなし』日本規格協会 1984
- 岡村秀典・菱田哲郎・森下章司・岸本直文編『椿井大塚山古墳と三角縁神獣鏡』京都大学文学部 1989
- 岡村秀典「後漢鏡の編年」『国立歴史民俗博物館研究報告』第55集 1993
- 岡村秀典「楽浪漢墓出土の鏡」(山上 弘編『弥生人の見た楽浪文化』大阪府立弥生文化博物館 1993)
- 奥野正男「鉄の古代史」2 古墳時代 白水社 1994
- 尾上元規「古墳時代鉄鏃の地域性-長頸式鉄鏃出現以降の西日本を中心として」『考古学研究』第40巻1号 1993
- 尾上元規「古墳時代鉄器の地域性と生産」(花田勝広編『村方鍛冶と專業集団』発

- 表要旨集 鉄器文化研究会 1998)
- 小野山 節ほか編『紫金山古墳と石山古墳』京都大学文学部博物館 1993
- 小畑弘己・佐藤一郎編『博多』37 福岡市教育委員会 1993
- 加藤俊吾「鉄製鍛冶工具の基礎的分析 - 古墳時代を中心として (前編)」『大阪市立博物館研究紀要』第29冊 1997
- 加藤俊吾「鉄製鍛冶工具の基礎的分析 - 古墳時代を中心として (後編)」『大阪市立博物館研究紀要』第30冊 1998
- 香取正彦・井尾敏雄・井伏圭介『金工の伝統技法』理工学社 1986
- 金井亀喜編『高陽新住宅市街地開発事業地内埋蔵文化財発掘調査報告』広島県教育委員会 1977
- 金関 恕「争乱を鎮めた大刀」(森井貞雄編『卑弥呼誕生』大阪府立弥生博物館 1997)
- 金田善敬「古墳時代後期における鍛冶集団の動向 - 大和地方を中心に」『考古学研究』第43巻2号 1997
- 狩野 久「古代国家を支えた工人たち」『考古学研究』第41巻3号 1994
- 鎌木義昌・間壁忠彦・間壁葎子『随庵古墳』総社市教育委員会 1965
- 加山延太郎『鋳物のおはなし』日本規格協会 1985
- 榎本杜人・中村春寿『楽浪漢墓』第2冊 楽浪漢墓刊行会 1975
- 川越哲志「弥生時代鉄製工具の研究 (I) - 板状鉄斧について」『広島大学文学部紀要』第33巻 1971
- 川越哲志「金属器の製作と技術」(佐原真・金関恕編『古代史発掘』4 弥生時代 1 講談社 1975)
- 川越哲志「金属器の普及と性格」(大塚初重・戸沢充則・佐原 真編『日本考古学を学ぶ』2 有斐閣 1979)
- 川越哲志「弥生時代の鋳造鉄斧をめぐって」『考古学雑誌』第65巻4号 1980
- 川越哲志「鉄器の生産」(佐原 真・金関 恕編『弥生文化の研究』5 雄山閣 1985)
- 川越哲志「製鉄・製塩とその貢納」(坪井清足・平野邦雄監修『新版 古代の日本』4 中国・四国 角川書店 1992)
- 川越哲志『弥生時代の鉄器文化』雄三閣出版 1993
- 川越哲志「日本初期鉄器時代の鉄器」(たたら研究会編『東アジアの古代鉄文化-その起源と伝播-』国際シンポジウム予稿集 1993)
- 河瀬正利『たたら吹製鉄の技術と構造の考古学的研究』溪水社 1995
- 韓汝汾「中国古代鉄鋼技術の発展」『シンポジウム 人間と鉄』(財)鉄の歴史村地域振興事業団出版 1991
- 韓 汝汾「中国における早期鉄器の冶金学的特徴」(たたら研究会編『東アジアの古代鉄文化-その起源と伝播-』国際シンポジウム予稿集 1993)
- 北野耕平『河内野中古墳の研究』大阪大学文学部国史研究室研究報告第2冊 19

- 北野 重編「大県遺跡 - 堅下小学校屋内運動場に伴う」1985年度 柏原市教育委員会 1988
- 北野 重編『平尾山古墳群 - 太平寺山手線建設に伴う その1』1986年度 柏原市教育委員会 1989
- 木下 修・水ノ江和同編『椎田バイパス関係埋蔵文化財調査報告』福岡県教育委員会 1991
- 清永欣吾「奈良県下より出土した鉄刀剣の化学分析」『考古学論攷』第9冊 1983
- 清永欣吾・佐藤豊『鳥上作刀鍛錬場鍛冶滓の調査』日立金属株式会社安来工場・和鋼記念館 1988
- 金 廷鶴編『韓国の考古学』河出書房新社 1972
- 金 元龍(西谷 正訳)『韓国考古学概説』六興出版 1984
- 窪田蔵郎『鉄の考古学』雄山閣 1973
- 高下洋一編「寺山遺跡発掘調査報告」(財)広島市歴史科学教育事業団 1997
- 神原英朗編「岩田古墳群」山陽町教育委員会 1976
- 小林行雄『松岳山古墳』大阪府教育委員会 1957
- 小林行雄『銚子塚古墳の研究』日本考古学協会古墳調査特別委員会 1952
- 小林行雄「神功・応神紀の時代」(小林行雄『古墳文化論考』平凡社 1976)
- 斎藤嘉造編『槌の響 - 越前武生の打刃物』槌の響刊行会 1986
- 坂 靖編『南郷遺跡群』I 奈良県教育委員会 1996
- 佐々木 稔「金属学から見た古代の鉄」(たたら研究会編『日本古代の鉄生産』六興出版 1991)
- 佐々木 稔「弥生時代の鉄と鉄器製作技術」『古文化談叢』第30集(下) 1993
- 佐田 茂監修『宗像市史』考古編 宗像市 1997
- 佐藤次郎『鍛と農鍛冶』産業技術センター 1979
- 潮見 浩・和島誠一「鉄および鉄器生産」(近藤義郎・藤沢長治編「日本の考古学」古墳時代 下 河出書房 1966)
- 潮見浩・川越哲志・河瀬正利「高平遺跡発掘調査報告」『広島県文化財調査報告』9 広島県教育委員会 1975
- 潮見 浩『東アジアの初期鉄器文化』吉川弘文館 1982
- 潮見 浩「鉄・鉄器の生産」『日本考古学』3 岩波書店 1986
- 島崎 東編『窪木薬師遺跡』岡山県文化財保護協会 1993
- 下條信行編『日本における石器から鉄器への転換形態の研究』愛媛大学法文学部 1998
- 白鷹幸伯『鉄 千年のいのち』草思社 1997
- 申景煥「南韓地域における初期鉄器の冶金学的特性」(たたら研究会編『東アジアの古代鉄文化-その起源と伝播-』国際シンポジウム予稿集 1993)

- 末永雅雄『日本上代の武器』弘文堂 1931
- 末永雅雄・島田 暁・森 浩一『和泉黄金塚古墳』日本考古学報告第5冊 1954
- 末永雅雄『増補 日本上代の武器』木耳社 1981
- 杉原和雄「わが国の鉄製素環頭大刀について」『史想』第14号 1968
- 鈴木功「福島県内における鍛冶遺構について」『論集しのぶ考古』 1996
- 鈴木卓夫『作刀の伝統技法』理工学社 1994
- 高久健二『楽浪古墳文化研究』学研文化社 1995
- 高倉洋彰『金印国家群の時代』青木書店 1995
- 高橋 工「革綴甲冑の技術」『考古学ジャーナル』366 1993
- 高畑知功編『樋本遺跡』岡山県教育委員会 1987
- 竹下 賢監修『大県・大県南遺跡-下水道管渠埋設工事に伴う』柏原市教育委員会  
1984
- 武田恭彰「備中の鍛冶と鉄生産」（花田勝広編『村方鍛冶と專業集団』発表要旨集  
鉄器文化研究会 1998）
- たたら研究会編『日本古代の鉄生産』六興出版 1991
- たたら研究会編『東アジアの古代鉄文化-その起源と伝播-』国際シンポジウム予稿  
集 1993
- 田中光浩編『扇谷遺跡発掘調査報告書』峰山町教育委員会 1984
- 谷山雅彦編『水島機械金属工業団地協同組合西団地内遺跡群』総社市教育委員会  
1991
- 倭 国一『古来の砂鉄製錬法』丸善 1933
- 倭 国一「日本刀の科学的研究」日立評論社 1953
- 朝鮮遺蹟遺物図鑑編纂委員会編『朝鮮遺蹟遺物図鑑』2 古朝鮮・扶余・辰国篇 1  
989
- 塚本敏夫・吉村佐紀恵編『東日本における鉄器文化の受容と展開』発表要旨集 鉄  
器文化研究会 1997
- 都出比呂志『日本農耕社会の成立過程』岩波書店 1989
- 都出比呂志「農具鉄器化の二つの画期」『考古学研究』第13巻3号 1967
- 常松幹雄編「クエゾノ遺跡」福岡市教育委員会 1995
- 田 長許『中国金属技術史』四川科学技術出版社 1988
- 内藤 匡『古陶磁の科学』二玄社 1962
- 中沢護人『鉄のメルヘン』アグネ 1975
- 長家 伸編『比恵遺跡群』24 福岡市教育委員会 1997
- 榎崎彰一『岐阜市長良龍門寺古墳』岐阜市教育委員会 1962
- 西尾幸則編『東山蔦が森古墳群調査報告書』松山市教育委員会 1981
- 西田 栄「出作遺跡」『愛媛県史』資料編考古 1986
- 西村公助「大竹西遺跡出土の鑄造鉄剣について」（塚本敏夫・吉村佐紀恵編『東日  
本における鉄器文化の受容と展開』発表要旨集 鉄器文化研究会 1997）
- 日本鑄物協会編『図解 鑄物用語辞典』第2版 日刊工業新聞社 1988

- 野上丈助「古墳時代における甲冑の変遷とその技術史的意義」『考古学研究』第14巻4号 1968
- 野上丈助「古墳時代における鉄および鉄器生産の諸問題」『考古学研究』第15巻2号 1968
- 野上丈助編『論集 武具』学生社 1991
- 野島 永「破碎した鑄造鉄斧」『たたら研究』第32・33号 1992
- 野島 永「弥生・古墳時代の鉄器生産の一様相」『たたら研究』第38号 1997
- 橋口達也「再び初期鉄製品をめぐる二、三の問題」『日本製鉄史論集』たたら研究会 1983
- 橋口達也編『新原奴山古墳群』津屋崎町教育委員会 1989
- 花田勝広「倭政権と鍛冶工房」『考古学研究』第36巻3号 1989
- 花田勝広「吉備政権と鍛冶工房」『考古学研究』第43巻1号 1996
- 花田勝広編『村方鍛冶と專業集団』発表要旨集 鉄器文化研究会 1998
- 樋口隆康・岡崎敬・宮川 渉「和泉国七観古墳調査報告」『古代学研究』27 1961
- 藤田和尊「頸甲編年とその意義」『考古学研究紀要』4 関西大学考古学研究室 1984
- 藤田 等「鉄戈」『東アジアの考古と歴史』中 同朋社 1987
- 藤直幹・井上薫・北野耕平『河内における古墳の研究』大阪大学文学部国史研究室研究報告第1冊 1964
- 藤森栄一・宮坂光昭「諏訪上社フネ古墳」『考古学集刊』第3巻1号 1965
- 布留遺跡範囲確認調査委員会編『布留遺跡範囲確認調査報告書』天理市教育委員会 1979
- 古瀬清秀「古墳時代鉄製工具の研究」『考古学雑誌』第60巻2号 1974
- 古瀬清秀「鉄器の生産」（白石太一郎ほか編『古墳時代の研究』5 雄山閣 1991）
- 古瀬清秀「農工具」（川上邦彦ほか編『古墳時代の研究』8 雄山閣 1991）
- 古瀬清秀「大矢製鉄遺跡」（川越哲志編『中国地方製鉄遺跡の研究』広島大学文学部考古学研究室 1993）
- 古瀬清秀「古墳時代における專業鍛冶と村方鍛冶」（花田勝広編『村方鍛冶と專業集団』発表要旨集 鉄器文化研究会 1998）
- 古谷 毅「古墳時代甲冑研究の方法と課題」『考古学雑誌』第81巻第4号 1996
- 松井和幸編『境ヶ谷遺跡群』広島県教育委員会 1983
- 松井和幸編『戸の丸山製鉄遺跡発掘調査報告書』（財）広島県埋蔵文化財調査センター 1987
- 松井和幸「日本古代の鉄製鋏先・鋤先について」『考古学雑誌』第72巻3号 1987
- 松井和幸「鉄生産」（白石太一郎ほか編『古墳時代の研究』5 雄山閣 1991）



- 松井和幸「古代の鍛冶具」『古文化論叢』児島隆人先生喜寿記念論集 1991
- 松井敏也・村上隆・高田潤「出土鍛造鉄製品の腐食に関する塩素及び硫黄の影響」  
『文化財保存修復学会誌』42 1998
- 真鍋成史編『森遺跡』V 交野市教育委員会 1997
- 丸山康晴編『赤井出遺跡』春日市教育委員会 1980
- 光永真一「まがねふく吉備」『えとのす』25 新日本教育図書 1984
- 道上康仁編『大成遺跡』（財）広島県埋蔵文化財調査センター 1989
- 水野順敏 他『蟹が入遺跡』日本窯業研究所 1990
- 宮本一夫編『文京遺跡第10次調査』愛媛大学埋蔵文化財調査室 1991
- 村上英之助「弥生時代の鉄製品について」『たたら研究』第11号 1964
- 村上英之助「韓国福泉洞古墳出土鉄ていの微量成分分析と若干の考察」『古代学評論』第3号 1993
- 村上恭通「古墳時代の鉄器生産」『月刊 考古学ジャーナル』366 1993
- 村上恭通「弥生時代における鍛冶遺構の研究」『考古学研究』第41巻第3号 1994
- 村上恭通「星ヶ丘遺跡の鍛冶遺構について」『弥生みずほ』第15号 1995
- 村上恭通「原三国・三国時代における鉄技術の研究」『青丘学術論集』第11集 1997
- 村上恭通「鉄器普及の諸段階」下條信行編『日本における石器から鉄器への転換形態の研究』 1998
- 村上恭通『倭人と鉄の考古学』青木書店 1998
- 安田 滋編『西求女塚古墳』神戸市教育委員会 1995
- 柳本照男「古墳時代における武装具研究の現状と課題」考古学ジャーナル366 1993
- 山内紀嗣編『布留遺跡三島（里中）地区発掘調査報告書』埋蔵文化財天理教調査団 1995
- 山口譲治編『博多』36 福岡市教育委員会 1993
- 山中 章『日本古代都城の研究』柏書房 1997
- 山中一郎・上原真人 他編『王者の武装』京都大学総合博物館 1997
- 山上 弘編『弥生人の見た楽浪文化』大阪府立弥生文化博物館 1993
- 山口直樹「考古学講座について（2）- 鉄づくり開催と記録保存」『千葉県立房総風土記の丘年報』14 千葉県立房総風土記の丘 1991
- 山口直樹「考古学講座について（3）- 鉄づくりの展開と鍛冶実験の記録報告」  
『千葉県立房総風土記の丘年報』15 千葉県立房総風土記の丘 1992
- 楊 寛『中国古代冶鉄技術発展史』上海人民出版社 1982
- 吉川金次『鍛冶道具考』平凡社 1991
- 吉田広「鉄戈形銅戈考」『愛媛大学法文学部論集』第4号 1998
- 吉武学編『野多目A遺跡』4 福岡市教育委員会 1997
- 李 京華「秦漢時代の冶金技術と周辺地域との関係」（たたら研究会編『東アジアの

- 古代鉄文化-その起源と伝播-』国際シンポジウム予稿集 1993)
- 李 健茂・李 榮勲・尹 光鎮・申 大坤「義昌茶戸里遺蹟発掘進展報告」Ⅰ『考古学誌』第1輯 韓国考古美術研究所 1989
- 李 健茂・尹 光鎮・申 大坤・金 斗拈「昌原茶戸里遺蹟発掘進展報告」Ⅱ『考古学誌』第2輯 韓国考古美術研究所 1991
- 李 淳鎮「夫租わい君墓について」『考古学研究』第14巻4号 1967
- 李 南珪「最近発見された韓国鉄戈の意義」『たたら研究』第30号 1989
- 李 南珪「南韓地域における初期鉄器の冶金学的特性」(たたら研究会編『東アジアの古代鉄文化-その起源と伝播-』国際シンポジウム予稿集 1993)
- 和島誠一「鉄器の成分」『月の輪古墳』月の輪古墳刊行会 1960
- 渡辺昌宏「近畿における鉄器普及の背景」(森井貞雄編『卑弥呼誕生』大阪府立弥生文化博物館 1997)

## 終章 鉄器生産における2つの流れ

### (1) 日本古代における鍛冶技術の変遷過程

5章に亘って、わが国古代の、特に弥生時代、古墳時代を中心とした鍛冶技術の変遷とその内容について論じてきた。ここでそれぞれの章において解明できた事柄について概説し、最後にそれが、歴史上どのような意味を持っていたかを明確に示したい。

まず、第1章においては古代の鍛冶の実態を知るために、鍛冶遺跡出土の鍛冶関係資料、特に鍛冶炉と鉄滓を忠実に復元する形で、鍛冶実験を行った。この結果、後の大量の粗鉄を処理する大鍛冶炉を除いて、小鍛冶炉については気にするほどの除湿の設備は必要でなく、地面に穿った径40cm前後・深さ15cm前後の、浅い土坑で十分に鍛冶操業が可能であることが判明した。そして、むしろ保温のために炉の上部に、盛り炭が十分に盛り上げられるような構造に構築することが重要であった。したがって、住居内のちょっとした焼けた窪みでも注意が必要で、鍛冶炉の可能性が十分にあるということである。これは今回の実験で知りえた重要ポイントである。そうした遺構の遺存する場合には周囲の土の水洗を行い、鍛造剥片の有無を確認して、鍛冶遺構かどうかの検証を行う必要がある。

卸し鉄の製作から素環頭大刀の製作実験までを通じて、鉄滓生成の実態がかなりわかってきたことはもっとも重要な成果であった。遺跡出土資料と実験で生成した鉄滓の突き合わせは、遺跡出土の鉄滓の理解を十分すぎるほどに補うものであった。今回の実験データの提示は、今後の鍛冶技術の研究に大いに役立つものと確信している。

第2章においては、弥生時代以降近世に至るまでの、実際の鍛冶現場で生成された鉄滓資料の考古学的検討を行った。鉄滓の通時的な資料提示を行い、鉄滓から判断できる、鍛冶技術の画期を抽出することを目的とした。この結果、弥生時代後期になって集落内鍛冶に小型鉄滓が伴われるようになることを確認し、鉄滓に見る鍛冶技術上の最初の大きな画期が、朝鮮半島の政治情勢に連動する形で、3世紀後半から4世紀初めに現れることが判明した。しかも、それが近畿地方勢力の主導するものであると分かったことは重大な成果である。その内容は、福岡市博多遺跡で確認された羽口を使用した、500g前後の大型鉄滓が生成される鍛冶の出現であった。ただ、羽口の設置位置に問題を抱えていたように、完成しきった構造のものでなかった。こうした欠陥は、ようやく5世紀になって解決をみる。しかしながら、この、恐らく外来の新式の鍛冶技術の獲得によって、大型武器の生産が軌道に乗ったと理解できるのである。この鉄器生産技術の成熟こそが、前方後円墳体制の成立を導きだす原動力になったことは疑いない。

次の画期が現れるのは、国内で鉄生産の開始される6世紀中葉から7世紀にかけてと、製鉄炉形の変容する奈良時代である。鉄滓から見た画期がどのようなものであったかという点、岡山県窪木葉師遺跡における、正確な意味での精錬鍛冶滓の出

現である。また、大阪府大県遺跡群の鉄滓はこれまでの大型品をはるかに凌駕する大きさで、重量も1.5kgに及ぼうとする超大型品であった。精錬鍛冶工程は一度に処理する粗鉄の量が多いほど効率的であるので、どうしても生成される鉄滓は大型化するのである。ただし、注意しておきたいのは、これらの鍛冶遺跡は共に大和王権、地方の巨大勢力に付随するもので、集落内鍛冶の実態を示すものではない。支配者層に奉仕する、専門鍛冶とあってよいものである。

また、鉄滓の下底に遺存する、炉底土の熔融固着層の存在が注目できる。中世以降の鉄滓には認められないもので、鉄滓の新旧判断に利用できる。さらに、この固着層は鍛冶炉の炉底を反転させたものでもあるため、使用された炉の形態を知る手がかりも提供してくれる。これによると、弥生時代には円形ボール炉が、そして最初の画期である古墳時代初頭に円形ボール炉と楕円形炉の2者が出現する。楕円形炉が大型製品の生産用と想定できた。また、精錬鍛冶が本格化する6～7世紀代の大県遺跡群や中世の大鍛冶遺跡、岡山県樋本遺跡での超大型鉄滓も楕円形炉での生成であったことから、古墳時代末葉以降は楕円形の精錬鍛冶炉と円形ボール形の鍛錬鍛冶炉に、おおまかに分離できそうであることも明らかにした。

第3章においては、6世紀代以降に開始される鉄生産遺跡の変遷過程を明らかにして、それと鍛冶技術の発達段階を比較検討した。製鉄遺跡では製鉄炉が遺存する例はなく、その地下に敷設される除湿、保温用の地下構造施設は、その型式学的研究から編年が明らかにされている。これによると、古墳時代後期の6世紀中頃に最初の製鉄炉が出現するが、古代末から中世にかけて、炉の大きさが一挙に6倍ほどに拡大される。そして、近世になって、最終的には実に12倍もの大きさになる。こうした製鉄炉と鉄生産量の拡大が示す画期と、遺跡出土鍛冶鉄滓を比較検討してみると、最古の製鉄遺跡である岡山県千引カナクロ谷製鉄遺跡を近在して控える、窪木薬師遺跡では通常の鍛錬鍛冶遺跡では400gが最大クラスであった鉄滓が、ここでは一挙に1.5倍の600gを前後するものに変容する。そして7世紀前後の段階になって、岡山県久代製鉄遺跡群のように、製鉄遺跡は数的に急激に拡大して、総量としての鉄生産量が増加する。それに呼応するように、7世紀前後に最大の操業期を迎える大阪府大県遺跡群では、1.5kg近い超大型鉄滓が生成されるようになる。さらに中世には、広島県大矢製鉄遺跡で見られるような製鉄炉の大型化に合わせるように、岡山県樋本遺跡では実に3kgに達する超大型鍛冶鉄滓を生成するのである。このように、製鉄と鍛冶の技術的展開は、見事に関連づけて説明しうることが明らかとなった。

さて、第4章においては、鉄製農工具類の中から特に短冊形鉄斧を抽出して、その鍛冶技術的背景を明らかにした。短冊形鉄斧は弥生時代以降、大型鉄製工具の花形として古墳時代前期一杯まで製作、使用される。ところが、4世紀末葉から5世紀初頭に急に姿が見えなくなる。丁度この頃、短冊形鉄斧に替わって、大型有袋鉄斧が出現してくる。優に1kgを超える、この大型鉄斧は厚みがあって、袋部の折り返しの合わせ目も目立たないように仕上げている。この製作は、いくつかの素材鉄を正確に鍛接する技術の賜物であり、整美な外形の仕上げにしても鉄鎚、鉄鉗等の

鉄製鍛冶工具類の導入がなされた結果と考えられる。実はこの時期、鉄製武具の短甲形式が長方板革綴式という、特殊な鍛冶技術なしでは生産不可能なものに変化する。この外来の新式の鍛冶技術に、新たな鍛接技術が含まれていたことが、短冊形鉄斧から大型有袋鉄斧への変容によって明らかにできたのである。ただし、第2章において検証した鉄滓の在り方は、古墳時代初頭に大きな変革期の訪れることを示していて、鉄製品で見る画期と少し齟齬が生じている。これは古墳時代前期後半期を代表するような鍛冶遺跡が未確認であるからで、いずれ博多遺跡、あるいはそれ以上の内容を示す鍛冶の現場が確認され、近い将来、鉄製品に見られる高度な鍛冶技術が明確にされることは確実と考えられる。

第5章においては、それまでの各章で得られた成果をもとに、弥生時代から古墳時代にかけての鍛冶技術の実態について明らかにした。大沢正己氏、村上恭通氏らは弥生時代の鍛冶技術段階について、低温で加熱した鉄素材を、鑿で不要な部分を切断するだけで整形した段階と説明している。しかし、北部九州地方では中期の頃から一部の首長墓に伴って、全長50cmに及ぶ大型の鉄製武器類が副葬されている。このうち鉄戈と呼ばれる武器を取り上げ、これが国産鉄製品であることを論述した。このような大型鉄製品の生産には、かなり高度な鍛冶技術が必要不可欠である。したがって、弥生時代の鍛冶には、集落内において小型生産具類の製作、修理を担う集落内鍛冶、つまり村方鍛冶が存在し、その一方では、首長層のために特別に組織された専門鍛冶集団がいて、先進の鍛冶技術を駆使した、大型武器類の生産を担うという、重層構造の鍛冶の存在を明らかにした。

続いて、古墳時代の鍛冶技術について論述した。古墳時代の鍛冶は鍛冶鉄滓を見ると、大きな画期をいくつも経ていることが理解できる。まず、前期段階においては博多遺跡で見たように、首長層のための鍛冶の内容が初めて露呈する。朝鮮半島の政治的情勢の変化で、鉄資源が急激に流入する事態が想定できたが、それに対応する形で鍛冶の現場が大幅に整備されていく姿を見て取ることができた。次に訪れる画期が4世紀後半の前期末葉から5世紀初頭の中期初めであったことは、すでに指摘した通りである。通常、5世紀代は鉄製品生産の革新的時代とされているが、実はその始まりは4世紀末葉にあったのである。

ところで、その革新的画期とされる技術内容については、これまでに全く説明が加えられていない。このことについて、この章で検討を加え、大筋で解明できたと考えている。

4世紀末葉の革新的画期は鍛金技法の導入であり、それは冷間鍛造と焼きなまし熱処理技術を背景とすることを明らかにした。この結果、画一的な長方板革綴式短甲の生産が可能となったのである。また、この頃、確実には5世紀初めに鍛接技術において画期的革新が成し遂げられる。沸しを伴う高温下鍛錬鍛冶がそれまでの主要な鍛接技術であったが、この時期に鍛接剤の使用が開始され、実はこの場合、食塩であるが、比較的低温下での鍛接が可能となったことを、素環頭大刀の素環部の接合技法の検討で明らかにすることができた。6世紀代となると、鉄生産の開始と密接に絡み合っ、鍛冶技術も熟成し、重層化された鍛冶技術が拡散する段階と言え

る。古墳時代後期には群集墳が形成され、副葬用の鉄製品の量的需要が急激に増加する。これに合せて、集落内における鍛冶技術も、現在確立している日本刀生産技術と、なんら遜色ない程度にまで成長を遂げる。これは末永氏以来の、後期群集墳から出土する鉄刀の切断面観察によって、合わせ鍛え、焼き入れ処理が施されていることから理解できた。このことは、馬具轡の円環部の鍛接から理解できることも、合せて指摘した通りである。

## (2) 鉄器生産における2つの流れ

ここで特に、古墳時代の鉄器生産について要約すると、出土する鉄器の量で見ると、弥生時代のそれと比較して、著しい発達を遂げたように見える。ただ、この鉄器量の増加現象だけをもって、古墳時代の鉄器生産に急激な進展が見られたとするにはまだ少し問題がある。異常な程多量に出土する鉄器はほとんどが古墳の副葬品である。むしろ、鉄器の一般への普及という観点で見ると、集落から出土する鉄器量は、それ程極端な増加を示しているとはいえないのである。

しかし、古墳時代全体を通してみると、鉄器生産にはそれまでに見られないいくつかの技術革新が行われ、質、量ともに驚異的な進展を見せることも確かである。鉄器生産には前期後半に、武器、武具生産に外来系と考えられる新技法が導入され、長剣、長刀という長物、さらには長方板革綴式短甲が生産できるようになる。同時に古墳への鉄器多量副葬が目立ち、国内での鉄器生産が本格的になったことが窺える、しかも鉄器生産の中樞が畿内だけでなく、一部の地方へも拡大されていたようである。また、中期前半には鉄器生産上の一大画期ともいえる鋳留め技法が伝来し、同時に農工具類にも新式の外来技術が導入される。こうした技術は、主として、畿内や一部の地方の有力首長が組織編成した工人集団によって独占され、その生産が政権の基盤を支えていたといえる。したがって、前、中期には集落における村方鍛冶は、武器、武具生産は行っていないし、また、その技術も完全には習熟していなかったようである。ところが、後期になる頃には武器生産ですら、一部の村方鍛冶で行われた可能性がある。

古墳時代の鉄器生産には2つの流れがある。1つは武器、武具生産を主体とし、畿内王権と一部の地方首長に独占され、その政治権力を支えたもので、他の1つは日常生活に関する農工具類の生産、修理を主体とし、集落内部で行われたものである。これは言い換えれば鉄器生産には政治的色彩の濃いものと、社会的色彩の濃いものの2者があったことを意味する。前者は古墳時代的生産ということができ、常に外来の新式の技術を導入し続けた。生産対象は武器、武具及び鉄素材であり、畿内王権及び一部の地方首長のもとで特別に編成され、保護された工人組織が生産を狙った。大県遺跡群、布留遺跡群、南郷遺跡群などはまさに、この生産体制の典型であり、5世紀前半から7.8世紀まで生産を継続している。ここでは多量の椀形滓と木製刀装具、漆具、鍛冶具などが出土している。これは、沸し及び卸し技法が駆使され、武器、武具生産が行われたことを示している。1つ注意しておきたいことは、鉄素材もここで生産された可能性がある。特に国内で鉄生産の開始される後期

には、ズクあるいはケラが搬入され、ここで精錬鍛冶、脱炭調整鍛冶、鍛錬鍛冶を経る、鉄素材作りから鉄器生産までの一連の工程がなされたことも考えられる。広島県大成遺跡は5世紀後半の集落遺跡であるが、ここで出土した鉄滓は化学分析によって精錬鍛冶滓とされている。地方において、小規模な鉄製錬が5世紀段階から開始されていた可能性を示すもので、自給自足的な小規模な鉄製錬-精錬-小鍛冶が、一連の工程として成立していたことも十分考えられる。とすれば、大県遺跡群などでは5世紀段階から、持ち込まれた還元鉄から国内産の鉄てい作りが大規模になされていた可能性もありうる。しかし、この場合、原料鉄の搬入についての検証も必要であり、ここでは多量の椀形滓を伴う遺跡の解釈の仕方の1つと指摘するにとどめておきたい。

さて、一方、後者は弥生時代的生産体制で、集落内部での操業を行う村方鍛冶による生産である。ここでは鉄素材に簡単な加工を加える、主として農工具類の生産、修理が行われた。中期から後期にかけて、前者から後者への技術移転があり、沸し、押し技法も含めた完成度の高い鍛冶技術を用いた生産が可能となった。古墳時代後期の鉄器生産の水準は、村方鍛冶を見ても、技術的にはすでに完成の域に達していたと判断できる。

### (3) 鍛冶技術革新の歴史的意義

さて、わが国における弥生時代から古墳時代における、鍛冶技術の発展過程とその意義を、鍛冶実験の成果、遺跡出土鉄滓の考古学的検討によって論述してきた。この結果、鍛冶の技術的諸問題について、考古資料を利用した考古学の立場から、ある程度までその実態に迫ることができた。それでは鍛冶の技術の解明から得られた成果は一体、どのような歴史的役割を果たしたのであろうか。ここではこのことについて論じてみたい。

まず、弥生時代中期の北部九州においてなされた、鉄戈の生産技術の獲得は、楽浪郡設置による朝鮮半島の本格的な鉄器時代化と連動している。この技術の導入は北部九州で確立しつつあった、甕棺を媒体とする首長連合の維持に大きな役割を果たした。朝鮮半島からもたらされる中国系文物の流通を掌握した、奴国、怡土国の最高首長層は輸入物資を集積し、そこから再配分したと考えられる。それらは青銅鏡、鉄製武器類を含む首長層を権威づける文物であった。このとき、文物だけでなく、高度な内容を保持する鍛冶の技術も同時にもたらされたのである。この技術は首長連合の組織内部に囲い込まれ、一般集落には開示されないものであった。その鍛冶工房は、現在確認されている青銅器生産遺跡群と同等な、小国家群の首長層に製品を供給する鉄器生産センター的なものが想定できる。この技術内容を示す鍛冶遺跡はまだ発見されていないが、青銅器の生産センターが設置された奴国の工房群の一角に、つまり現在の福岡県春日市の須玖遺跡群内において、今後発見される可能性が高いと考えられる。

この技術内容は、鉄戈の生産が極めて突出した技術を内包したものであったことを思い起こせば理解できる。弥生時代の鍛冶技術には2つの種類が存在したことは

すでに述べた通りであるが、大沢、村上両氏が想定する一般集落内の鍛冶でなく、まさに王権に属する鍛冶は、高倉洋彰氏が提唱する「金印国家群」の成立と王権維持に大いに関与するものであったといえる〔高倉1995〕。弥生時代中期から後期にかけて、北部九州を中心に分布する大型武器類、鉄剣、鉄刀は輸入品と考えられがちであるが、鉄戈と同様、王権のための鉄製品生産センターで、外来の技術を駆使した鍛冶工人によって作り出された威信財と想定することができる。

この外部と隔離された鍛冶技術は3世紀後半までに、近畿地方に移動する。この原因については『魏書』に見える「倭国大乱」に求められそうであるが、楽浪郡の衰退とも大いに関係する。「倭国大乱」によって、政治権力の中枢が近畿地方に移動したと考えれば、外来の物資の流入、流通もまた近畿地方の政治権力、邪馬台国が掌握することになる。これまで楽浪郡に供給していた弁辰国の鉄資源は、潜在的需要の大きい倭国へ振り替えられることとなったはずである。この鉄資源の流通を確保した邪馬台国は同時に、その加工技術も、弥生時代の金印国家群と同様、王権維持のために外部と遮断された専門鍛冶集団として組織した。この鍛冶集団が博多遺跡及び纏向遺跡に羽口、大型椀形滓を残したのである。

したがって、3世紀段階に見られた鍛冶の技術は、ここでも政治的意味合いを強く持ったもので、3世紀後半に西日本、特に近畿地方を中心に形成される前方後円墳体制の生成とその展開に、大きな役割を果たしたといえるのである。鉄の流通ネットワークに参加しないかぎり、生産具類から武器類に至るまで、鉄製品の安定した確保に支障を来す事態に陥ることもあった。この鉄を含む物資の流通ネットワークの形成こそ、前方後円墳に象徴される古墳時代の開始であった。古墳副葬品として出土する大型鉄製武器類、多量の鉄製生産具類の生産は、まさに新しい鍛冶技術の独壇場であったといえることができる。3世紀から4世紀代に整備された鍛冶技術が、古墳時代を産みだす原動力となったといっても過言ではない。

さて、あらゆる生産活動に大きな画期を迎えた5世紀代において、鍛冶技術がどのような内容のものであったのかは、それほど判明していない。その鍛冶技術内容は実は4世紀後半段階から整備されてきたが、それは大型の鉄製品を多量に、しかも効率的に鍛造生産しうるものであった。

そして、こうした、いわば囲い込まれた鍛冶技術が、一般の集落において衆目にさらされるのは古墳時代後期になってからである。有力農民層が古墳作りに加わり、横穴式石室に多くの鉄製品を副葬する。この生産を担ったのが一部の集落内鍛冶であったことは、画一的な馬具生産が地方色豊かなものに変化していくことから知ることができる。この段階で、現代刀鍛冶が保持する鍛冶技術が、集落内鍛冶、村方鍛冶レベルにまで拡散するのである。わが国における鍛冶技術は、古墳時代後期、6世紀から7世紀にかけて、鉄生産の開始とともに成熟、完成するのである。

我々はともすれば、未知の技術について過大評価を与えすぎるきらいがある。工人達にとっては何でもないことを、不必要なまでに高度で困難な技術と思い込み、論を構築しがちである。鍛冶の技術もそうで、工人達は勘と経験で技術体系を体で



知得している。我々はそれを、頭の中で再構築して判断しなければならないが、三上刀匠が発した「先生達は どうして、物事を そう難しい方へ難しい方へ考えようとするのですか」という言葉は、私の脳裏を離れない。都出比呂志氏がいみじくも指摘するように、極めて危険なのは「生産の技術水準の実態を十分捉えないで、ことさら高度な技術と見なして論を進めたり、あるいは、その技術の全てが倭王権に独占されていると見ることである」ということに全て語り尽くされている。この一節を自戒の句として、本論考を閉じたい。

#### 引用参考文献

高倉洋彰『金印国家群の時代』青木書店 1995

平成10年12月22日 冬至の日

## 後書きにかえて

鉄鍛冶について、考古学的方法を用いて行う研究は、鉄器類の分析、鍛冶遺構の分析、民俗学的アプローチなど、いくつも思い浮かぶ。しかし、そこから得られる成果は、鍛冶の実態の解明という視点に立てば、私としては納得のいかないものばかりである。本文中にも触れたが、「5世紀代に導入された新来の高度な鍛冶技術・…」という一節は、多くの文献の中に見いだすことができる。しかし、どこにもその技術的内容が示されていないのである。

子供の頃、一日中飽きずに鍛冶屋さんの仕事場で、まさに文部省唱歌「村の鍛冶屋」の世界の中に浸っていた。そういう体験もあってか、大学に入学してからは恩師潮見 浩先生の影響もあって、鉄に心を奪われて今日に至った。そしていつの日か、鉄関係で纏めてみたいという思いを持ちながらも、平生往生とはよく言ったもので、遺憾なく怠慢ぶりを発揮してしまった。

ところが、ひょんなことから三上孝徳刀匠と知りあい、鍛冶場に出入りするうちに、「何で、そんなものが面白いのか」とからかわれるほど、鉄滓に興味を持つようになった。

この鉄滓を集めているうちに、鍛冶の工程によって出来方が微妙に異なっていることが気になりだしたのである。すでに、大沢正己氏が化学的方法で鉄滓研究に携わっていたが、本当のところ、どうもなじめなかった。ひょっとして、鉄滓を考古学的に研究することで、鍛冶技術がわかるのではないかと真面目に考えるようになった。これがそもそもの発端である。そして、見るだけでなく、自分で鍛冶屋さんの作業をやってみることで、いろいろなことが分かるのではないかと思い、三上刀匠に少しずつ手ほどきを受けるようになった。そうしているうちに、素材作りから製品作りまで経験し、その折々の鉄滓資料も増えていったのである。本研究で利用した鉄滓は、そういう経緯で私の所蔵品になったのである。

今回取り扱った範囲は弥生時代から古墳時代が主となっている。私としては、目に見えない部分の鍛冶技術のいくらかが、日の目を見ることができたと自負している。今後は、中国、朝鮮半島を含めた東アジア世界の、古代から現代に至る鍛冶技術の体系化を目指して頑張っていきたいと、真面目に考えている。

本研究の遂行にあたっては、潮見先生、川越哲志先生、河瀬正利先生のご指導と、特に畏友、花房卓爾、小川英世両氏の励ましがなかったならば、何度も行き詰まって投げ出そうと思っただけに、ここに至ることはなかったかもしれない。記して感謝の意を表します。この他、多くの機関、個人の方々のご協力と励ましをいただいた。記して感謝の意を表したい。

安間拓巳、伊藤 実、入倉徳裕、大沢正己、川上邦彦、木太久 守、北野 重、坂 靖、野島 永、花田勝広、比佐陽一郎、藤田和尊、真鍋成史、三上孝徳、宮原晋一、村上幸雄、村上恭通、山内紀嗣、山口信義、山本一朗、鍛冶実験に参加した広島大学大

学院生、学部生諸君 柏原市教育委員会、北九州市埋蔵文化財調査室、総社市教育委員会、天理教発掘調査団、奈良県立橿原考古学研究所、福岡市埋蔵文化財センター