

大県遺跡群分析調査報告書

2003年3月

柏原市教育委員会

はしがき

柏原市は、河内平野の南東部に位置し、市域のおよそ3分の2が山地や丘陵が占め、その間を縫って石川や大和川の二大河川が流れる府下でも有数の変化に富み自然が多い町です。

柏原市の中心部を流れる二大河川は、古来より途切れることなく富める水流と夥しい土砂を河内平野へ運び広大な平野と耕地を誕生させていきました。このような立地環境が当地域を近畿地方の表玄関として位置付けて水陸交通、多くの先進的な文化を集中させた拠点的な場所と成長させていきました。

古墳時代から奈良時代にかけての時期は、河内国分寺や行宮、古代寺院の建立、渡来技術の鉄器生産などこの地域に幾つもの役割や課題を求め果させた遺跡が多くあります。その中で、大県遺跡の鉄器生産工房跡や関連遺物の検出は、日本の鉄器生産の技術系譜、鉄器の流通、生産体制など今後明らかにしていかなければならぬ課題です。その一環として、当時の鉄器生産工房や古墳に遺された鉄器の分析調査を実施することは、鉄器の生産技術や鉄器生産の素材の流通の解明に役立つものです。

今般、鉄器や鉄滓の分析を株式会社 九州テクノリサーチに依頼し、提出して貰った結果報告を本書にまとめ報告するものであります。その成果は、鉄器及び鉄滓の組成を明らかにして各地の製鉄遺跡との対比から鉄素材の産地の検討も行っており、遺跡の性格や生産体制の系譜を解明する糸口になるものと考えます。

この調査に伴い、報告執筆を頂きました大澤正己先生に感謝致します。また、市民の皆さんにも柏原市の文化財にご理解とご支援をよろしくお願い申し上げます。

平成14年3月

柏原市教育委員会
教育長 舟橋清光

例　　言

1. 本書は、平成14年度柏原市教育委員会が公共事業として実施した大県遺跡群の鉄器及び鉄滓の分析調査の報告書である。
2. 分析調査は、株式会社九州テクノリサーチ、大澤正己氏に結果報告と分析内容の検討を掲載したものである。
3. 調査の実施に際して下記の機関の方々から色々な御教示を頂きました。
たたら研究会会員　穴澤義功氏、武藏工業大学教授　平井昭司氏、交野市教育委員会　真鍋成史氏、滋賀県教育委員会　大道和人氏　記して感謝致します。
4. 調査の実施整理にあたり、下記の諸氏の参加、協力があった。
柳谷好子、山本俊博、桑野一幸、安村俊史、石田成年、寺川　款、唐錦千幸、
阪口文子、横原美智子、新田太加茂、乃一敏恵、有江マスミ、山本允子、橋口紀子
5. 本書の執筆は各担当者が執筆し、編集は北野が行った。

目 次

第1章 調査に至る経過	1
第2章 畿内の鉄器生産 一大阪府下の鍛冶遺跡を中心にして	3
第3章 大県遺跡出土鍛冶関連遺物の金属学的調査（大澤正己先生）	15

挿 図 目 次

図-1 柏原市位置図	1
図-2 調査地位置図	2
図-3 近畿の大型古墳の分布	4
図-4 大和川水系と淀川水系における大型古墳の分布	6
図-5 大県遺跡群の鍛冶炉	13

表 目 次

表-1 大型古墳の規模・時期による比較	7
表-2 大県遺跡の鉄滓の放射化分析組成（平井昭司先生）	12
表-3 大県遺跡鉄滓観察表	14
表-4 供試材の履歴と調査項目	24
表-5 大県遺跡を中心とする滓の化学組成	24
表-6 調査結果のまとめ	25
表-7 岡山県下の鉄鉱石（磁鐵鉱）の化学組成	26
表-8 滋賀県下出土鉄鉱石の化学組成	27

図版目次

- 図版-1 鉄滓（KSH-1）の顕微鏡組織
- 図版-2 鉄滓（KSH-2）の顕微鏡組織
- 図版-3 鉄滓（KSH-3、4）の顕微鏡組織
- 図版-4 鉄滓（KSH-5、6）の顕微鏡組織
- 図版-5 鉄釘（KSH-7）のマクロ組織
- 図版-6 鉄釘（KSH-7(1)）の顕微鏡組織
- 図版-7 鉄釘（KSH-7(2)）の顕微鏡組織
- 図版-8 鉄釘（KSH-7(1)）鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（その1）
- 図版-9 鉄釘（KSH-7）鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（その2）
- 図版-10 鉄釘（KSH-7(1)）鉄中非金属介在物のコンピュータープログラムによる高速定性分析結果（図版-9と対応）
- 図版-11 鉄釘（KSH-7(2)）鉄中非金属介在物のコンピュータープログラムによる高速定性分析結果（図版-10と対応）
- 図版-12 鉄釘（KSH-7(1)）鉄中非金属介在物の組織
- 図版-13 鉄釘（KSH-7(2)）鉄中非金属介在物の組織
- 図版-14 分析資料実測図

第1章 調査に至る経過

奈良盆地から流れ出る大和川と南河内地方から北流している石川があり、柏原市の中心部分でこの二大河川が合流して北進し、古代には河内湖又は河内潟を経由して淀川へ、また、江戸時代(1704年)付け替え以降は東進して大阪湾に注ぎ込んでいる。

大県遺跡は、生駒山地西麓南端部で位置や規模が最も大きな集落遺跡で縄文時代から注目すべき遺物や遺構が検出されている。

古墳時代は、特に中期から後期にかけて大県遺跡を中心とした集落群で多量の鉄器を製作する集団が居住し、鍛冶工房の堅穴、覆屋、金床状遺構に伴って鉄滓、襦羽口、砥石等の古代の産業廃棄物が大量に出土し、各集落単位での鉄器消費をまかなくではなく、河内平野一帯の集落或いは政治的な繋がりを持つ共同体(大豪族)、又は国家的統制を受けた官営工房とも考えられる出土量である。

また一方では、大県遺跡の後背地にある生駒山地内に大阪府下最大規模を誇る古墳時代後期の群集墳がある。今までに1500基以上の古墳が確認されており、この地区周辺部に生活圏と古墳に埋葬される地位、身分を持つ人々が生活していた証である。各古墳群の規模や内容に差異が見られそれぞれの性格や特長が垣間見られ、政治や文化の分野で中心的な地域であったことが考えられる。

しかし、これらの遺跡の鉄製品の流通、製作工房の技術、原材料、その組織が如何なる関連性を呈しているのか考古学的手法による解明は困難な面がある。近年自然科学において、出土した鉄滓の分析を行い、全国的な資料化により技術過程や素材の产地同定等に利用されるようになった。

柏原市教育委員会は、鉄器や鉄滓の分析を実施し、原材料の組成や技術行程の段階の解明や生産地と消費地の有機的な関連を求めるようと(株)九州テクノリサーチに大県遺跡群の出土鉄滓等の分析を行い、その調査結果を本書に報告するものである。また、大県遺跡の鉄滓等を放射化分析による調査結果は、武藏工業大学平井昭司先生から平成9年度に報告している。^(注)

(注)『大県の鉄』柏原市の歴史講座1 柏原市教育委員会

1997.3

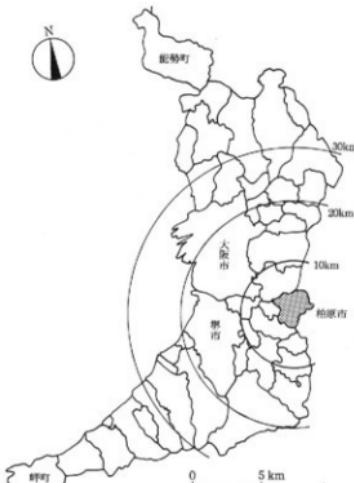


図-1 柏原市位置図



図-2 調査地位置図

第2章 畿内の鉄器生産—大阪府下の鍛冶遺跡を中心に—

柏原市教育委員会 北野 重

1. はじめに

人類が使用した利器は、石器、青銅器、鉄器がある。これらの発見は、生活文化を飛躍的に発展させたことが歴史が物語っている。素材の確保、加工の技術、改良と流通がその後の発展過程に大きな要因を与えていている。

鉄器は、四大文明の各遺跡から出土し、周辺の国々に伝播している。日本の場合は、中国や朝鮮半島から製品と技術が順次取り入れられ、製品の輸入から始まり、製品の修理や再生を行う鍛冶技術、さらに鉱石から素材の抽出を行う製鉄技術が本来あるべき発展の逆転現象を生んでいる。

さて、近畿地方の鉄製品の出土例についてみると、縄文時代末頃に鋳造鉄斧等が伝えられ、大陸から金属器文化が伝播した始まりである。弥生時代には九州地域や山陰地域に鉄器や鍛冶工房の発見例が多くあるが、畿内は非常に少なく、今後、発見事例の増加も見込まれるが、出土傾向に大きな変化はないと考えられる。また、金属器の一つである青銅製品の出土や生産遺跡は、銅鐸を中心とした分布圏と銅劍と銅矛、銅戈を主体とする分布圏に分かれ、前者は畿内、後者は九州を中心に分布圏を形成し、墳墓の埋葬方法や形態も甕棺や支石墓、木棺墓とそれぞれの地域の個性を持ち、祭祀の統一性は認められない。弥生時代製鉄論もあるが、銅の溶融より高温を必要とする製鉄技術は、ガラスや土器等の生産工房の技術水準から導かれるものではなく、その背景としては未成熟である。

古墳時代は、集落の近くの丘陵縁辺部や河川に隣接した丘陵上に古墳が築造される。畿内には、100m以上の規模を持つ前方後円墳が集中し、大和政権及び構成する大豪族の首長層が埋葬されたと考えられ、それぞれの地域の政治や文化の頂点を表象している。これら巨大な古墳を持つ地域にある集落遺跡には鉄器生産に関連を持つ遺跡がある。古墳の副葬品に多数の鉄器が入れられ、中国や韓国からの舶載品だけでなく、日本独自に製作した鉄器も想定されていることから、鉄器の生産した遺跡について考えたい。

2. 大阪の地理的な条件

大阪の地理は、梶山彦太郎・市原 実著の『續大阪平野発達史』を参考にすれば、時期によって大きく変化している。

弥生時代から古墳時代にかけての大坂の地形は、大阪湾に接して上町台地が南北に伸び、北に淀川と南に大和川が河内平野の中央部にある河内湖に注いでいる。

上町台地や河内湖畔、生駒山地西麓部や滋賀や京都の広範囲から注ぐ淀川の縁辺部に多数の集落が営まれ、生活の痕跡を見いだせる。淀川は、集落間を行き来する交通は、陸運を使う場合は河内湖の周囲を回る必要があり、水運が適している。河内湖にはいまも若江、菱江、日下江、盾津などの港（江や津）の名残りである地名が遺されている。大和川は、奈良盆地の全域から幾つかの支流が集まり、香芝市域内で一つの本流となり、生駒山地と金剛山脈の間を潜り縋って河内平野から河

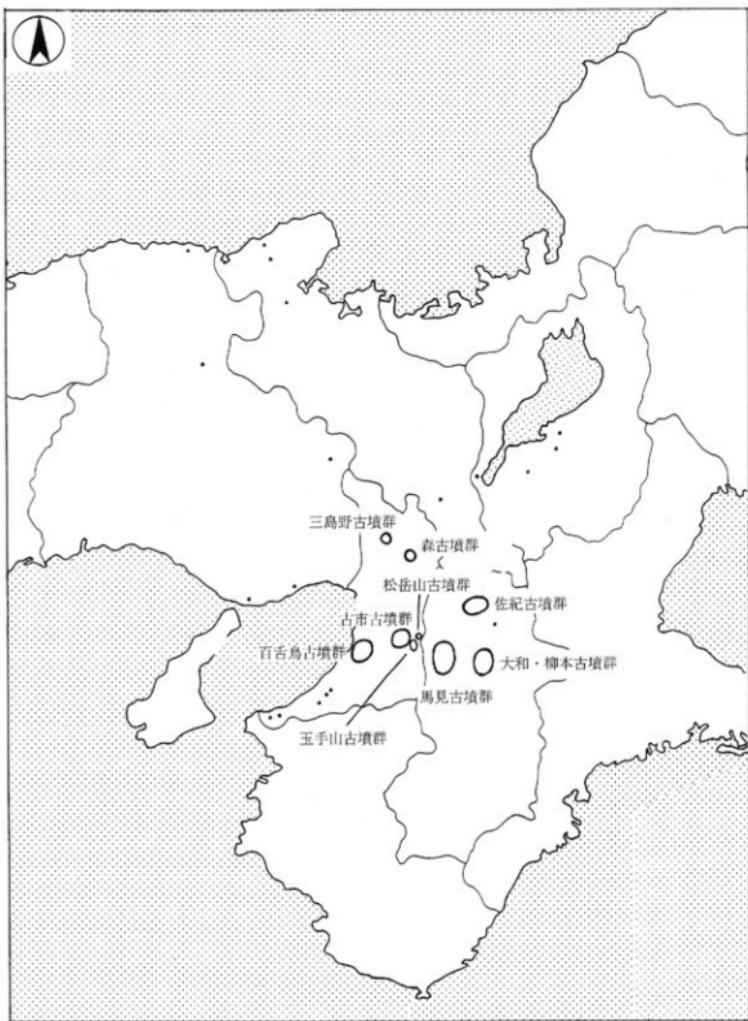


図-3 近畿の大型古墳の分布

内湖へと注いでいた。

古墳時代中頃には、河内湖へ淀川と大和川が土砂を運び埋没していく過程で湖の面積も縮小し、水深が浅くなり、港の役割も次第に果たせなくなった。港が大阪湾の沿岸にその代替えに敷津、住之江、石津等が連なるように開発整備されたのである。

河内湖が港として役割を果していた時代、大和政権は、中国や朝鮮半島の国々との交流を密にし、瀬戸内海から大阪湾、河内湖から大和川への海水運を利用し、使者を遣わし、日本に産する文物と人を送り、その返礼に錦、絹、刀、鏡とかを貢ってくる。正しく政権の表玄関的な役割を果した。大和への交通は、北方は木津川の上流、生駒山地北側の天野川上流、南側は和歌山の有山川から上る街道がある。河川の役割は大きく、且つ交通の要所として人、物、文化が発達し、大和に集められた物の多くは、何れかの地域を中繼点としていただろう。その証として、交通の要所となる場所には、第二又は三ランクの前方後円墳が築造されていることからその性格の重要性も見いだせる。

3. 墓内の巨大古墳と周辺の鍛冶工房を持つ遺跡

ここで、畿内の巨大古墳の分布を前方後円墳集成（近畿編）によって、古墳の墳長別表を作成した。この表で明らかのように大和、河内、和泉地域に巨大古墳が分布し、当時の政治権力がこれらの地域を中心に展開したことについて考える。

古墳時代前期から後期まで脈々と築造された前方後円墳は、成立期より主導的な役割を持った畿内の古墳を中心に発達し、各地域にはそれぞれの文化や祭祀方法も加味されているが、規模という分野では統制をうけている。古墳の規模が当時の大王の権力の証を示しているとすれば、古墳や古墳群、その地域の性格や役割を見い出すことができるかもしれない。これらの巨大な前方後円墳は、強力な支配権力を駆使し、中央集権化の過程を辿りつつその祭祀方法も変化・発展させながら築造されてきた。現在でもこれらを築造することは大規模な土木工事であり、多量の労働力と物資、土地を必要とする巨大なプロジェクトである。

古墳の時期変遷は、埴輪の編年を基準に副葬品や埋葬施設の編年感を加味して作成されたもので、調査が既に行われた古墳から全く資料のない古墳まで様々である。若干の変更は今後あるかも知れないが、大きく異なるものではないと考える。100mに満たない古墳もこの数十倍の数を数え、古墳時代の人々が如何に自己の墓地をより立派に造そうとしたか、創造に難くない。人生の総決算となる墓地を最優先の人生設計に描き、地位や権力に統制を受けて精一杯の墓地を建設したのである。

古墳築造に必要な物資は、土木工事に必要な鉄製の農工具をはじめ、埋葬施設に必要な石材や加工工具、埴輪の製造、副葬品の確保と作業を行う人々の食料も相当量が必要である。どの分野においても物資を確保する方法や運搬を計画的に行わねば事業の遂行は滞ってしまう。

鉄器は、副葬品を製作する工具、土木工事、配下の集団に支給する農具や武器、副葬品としても重要な物資である。それらの鉄製品を入手するため、中国大陸や朝鮮半島に求めるには海を渡る冒険や見返りの物品も用意しなければならない。この時期、先進的な中国や朝鮮半島の国々から物資を搬入するだけでなく、色々な分野の技術を携えた人々の渡米がある。日本独自に開発した技術と

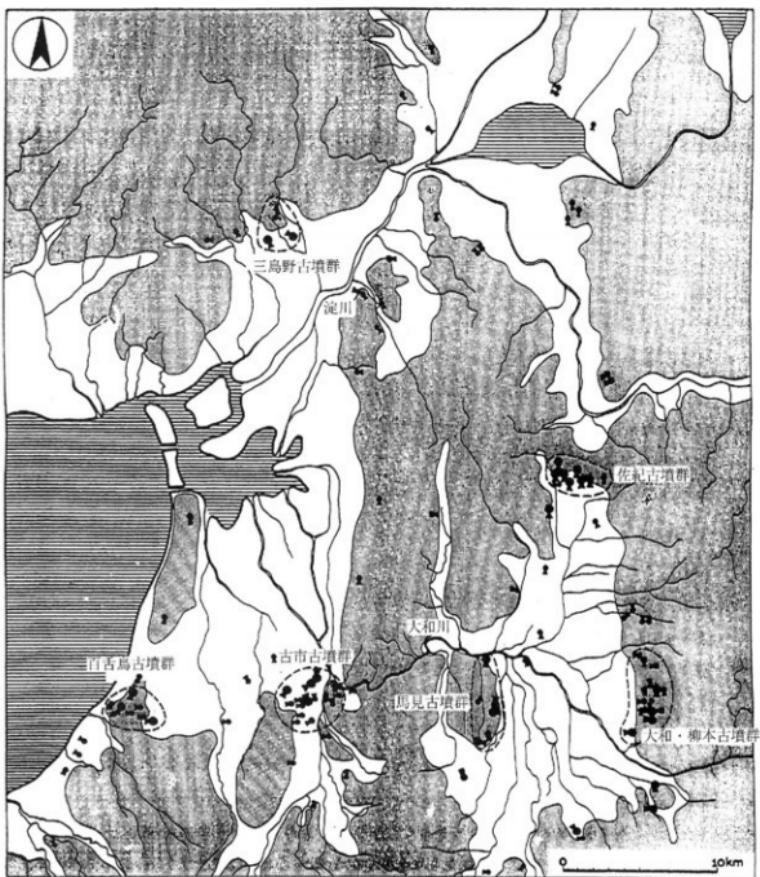


図-4 大和川水系と淀川水系における大型古墳の分布（白石太一郎原図一部改変）

表-1 大型古墳の規模・時期による比較

順位	古 墳 名	所在	規模	時期	順位	古 墳 名	所在	規模	時期
1	大山古墳	和泉	486m	7	1	箸墓古墳	大和	276m	1
2	誉田御廟山古墳	河内	425m	6	2	西殿塚古墳	大和	230m	2
3	百舌鳥陵山古墳	和泉	360m	5	3	桜井茶臼山古墳	大和	207m	2
4	河内大塚古墳	河内	335m	9	4	渋谷向山古墳	大和	300m	3
5	丸山古墳	大和	310m	10	5	五社神古墳	大和	275m	3
6	渋谷向山古墳	大和	300m	3	6	行燈山古墳	大和	242m	3
7	土師ニサンザイ古墳	和泉	290m	7	7	宝来山古墳	大和	230m	3
8	仲津山古墳	河内	290m	5	8	メスリ山古墳	大和	224m	3
9	箸墓古墳	大和	276m	1	9	佐紀陵山古墳	大和	203m	3
10	五社神古墳	大和	275m	3	10	摩湯山古墳	和泉	200m	3
11	ウワナベ古墳	大和	260m	6	11	巣山古墳	大和	210m	4
12	市庭古墳	大和	253m	5	12	津堂城山古墳	河内	208m	4
13	行燈山古墳	大和	242m	3	13	佐紀石塚山古墳	大和	204m	4
14	岡ミサンザイ古墳	河内	242m	8	14	百舌鳥陵山古墳	和泉	360m	5
15	室宮山古墳	大和	238m	5	15	仲津山古墳	河内	290m	5
16	西殿塚古墳	大和	230m	2	16	市庭古墳	大和	253m	5
17	宝来山古墳	大和	230m	3	17	室宮山古墳	大和	238m	5
18	大田茶臼山古墳	摂津	226m	7	18	古市墓山古墳	河内	225m	5
19	古市墓山古墳	河内	225m	5	19	ヒシアケ古墳	大和	220m	5
20	メスリ山古墳	大和	224m	3	20	コナベ古墳	大和	210m	5
21	ヒシアケ古墳	大和	220m	5	21	築山古墳	大和	210m	5
22	巣山古墳	大和	210m	4	22	新木山古墳	大和	200m	5
23	コナベ古墳	大和	210m	5	23	誉田御廟山古墳	河内	425m	6
24	築山古墳	大和	210m	5	24	ウワナベ古墳	大和	260m	6
25	西陵古墳	和泉	210m	6	25	西陵古墳	和泉	210m	6
26	津堂城山古墳	河内	208m	4	26	大山古墳	和泉	486m	7
27	市野山古墳	河内	208m	7	27	土師ニサンザイ古墳	和泉	290m	7
28	桜井茶臼山古墳	大和	207m	2	28	大田茶臼山古墳	摂津	226m	7
29	佐紀石塚山古墳	大和	204m	4	29	市野山古墳	河内	208m	7
30	佐紀陵山古墳	大和	203m	3	30	岡ミサンザイ古墳	河内	242m	8
31	摩湯山古墳	和泉	200m	3	31	河内大塚古墳	河内	335m	9
32	新木山古墳	大和	200m	5	32	丸山古墳	大和	310m	10

※近畿の200m以上の前方後円墳を対象とした

いうのは、金属に関して皆無である。鍛治、精練、製鉄技術は、基本の技術はすべて指導をうけて発達・発展した。青銅器等の製作にも同様のことがいえる。

古墳の築造には、これらの鉄器が大量消費と副葬品として埋葬されるため、継続的な供給が必要となるが、諸外国から安定供給されていたとは決して考えられない。自前の鉄器製造も考えられたのも当然である。

巨大前方後円墳のある地域には、鍛冶工房を持つ集落遺跡が営まれ、鍛冶滓、輪羽口、砥石、鍛造剥片等が出土し、それぞれの地域で鉄器を供給していたことが明確である。

北河内の地域では50~100m級の前方後円墳が穂谷川や天野川流域と山地部の森古墳群が築造される。北接する淀川の水運を管理する首長とも考えられる。森遺跡は、その中に位置し、古墳時代中期から後期にかけて鍛冶工房の構造が広い範囲に検出され、鍛冶滓、輪羽口、砥石等と共に韓式土器の出土があり、当地域の鉄器を供給する拠点の遺跡である。

中河内には、河内湖へ注ぐ大和川の山地より出入口の付近に前期の松岳山古墳群、玉手山古墳群が位置し、中期は古市古墳群が築造される。大和川の水運を管理する重要な場所にあり、大和政権の表玄関的な役割を持つこの地域は、渡来人と物資が行き来する拠点として他地域からの往来も多かった所である。古墳時代には準構造船の出土や高廻り2号墳や玉手山古墳群から船の埴輪が出土し、高井田横穴の線刻壁画の中に船を画材にしたものがあるように、船による交通が頻繁に行われ、中国大陸や朝鮮半島、日本の各地から人と物が集中したと考えられる。大和と難波をつなぐ竜田道沿いに、式内社金山彦、金山姫神社が鎮座し、古代の鉄生産を携わる集団と関係するものと考えられる。

大県遺跡は、生駒山地の西麓部に広がる大和川東岸の集落遺跡で、5C~7Cの鍛冶関連工房跡が密集して発見されている。構造は、鍛冶炉を中心として炭窯、金床となるような構造等、遺物は、土器類と鍛冶関連遺物の鍛冶滓、フイゴ羽口、砥石等が多量に出土している。この鍛冶工房は、渡来系土器も多数出土し、5世紀には先進的な鍛冶技術を持つ渡来人の移住も考えられる。この集落の後背地にある日本最大の後期古墳群から鍛冶滓や金鉢、朱記号を持つ土器等が出土し、共通の関連遺物を持つ大県遺跡の鉄器生産工房に関わる集団の墓域と考えられる。遺跡は、沖積地にあり、鍛冶滓は多量に出土し、当時日本を代表する鉄器生産遺跡である。鍛冶炉は、2種類の形態があり、精練鍛冶炉（図-5）と鍛練鍛冶炉の用途と考えられる。

和泉は、中期の前方後円墳が集中し、この地域の特筆すべき性格に日本最大の大山古墳を含む百舌鳥古墳群を擁し多くの集落が営まれる。この時期、河内湖が港としての役割を終了して大阪湾岸に港の開発が集中して行われ来る。各地に供給されている須恵器という還元焼成の硬質土器が数百基の窯が造られ継続して多量に生産され、鍛冶遺跡は、当古墳群中央部に位置している上師、経南遺跡に5世紀代の鍛冶工房が発見されている。

4. 科学分析からみた鉄器生産

柏原市の大県遺跡群は、古墳時代中期から後期にかけて大規模な鉄器製作の鍛冶工房が操業して

いた。遺跡背景には、古市古墳群や平尾山古墳群の日本最大の古墳群があり、その被葬者集団が開発、戦闘、生活に必要とした鉄製品を供給するため稼動させたことが挙げられる。しかし、生産された鉄製品の種類や生産量、供給地、技術についてその研究も端緒についたばかりである。

柏原市域の鉄器や鉄滓の試料を（株）九州テクノリサーチ、武藏工業大学を中心に分析依頼している。調査結果の主な要点は、下記の通りである。前者は、本誌に掲載しているので割愛したい。後者は、既に報告済であるが、概要を述べる。

【武藏工業大学原子力研究所】分析概要（平井昭司先生）

錆化した鉄釘4の四箇所を分析した。いずれの試料も表面を軽く削ってから分析試料を削り取っている。4-1が先端部で、4-4が頭部である。錆化の指標元素であるClとBrをみると、Cl濃度では4-1と4-3が一番高く、次いで4-4、4-2の順になり、Br濃度では4-1、4-2、4-3、4-4の順になっていた。Fe濃度はこれら元素の濃度順とは異なり、4-3、4-4、4-2、4-1の順に僅かながら濃度が下がっていた。4-1のFe濃度が一番低いことと合わせて、ClとBr濃度が一番高いことは錆化の程度とよい相関があるが、他の箇所では分析の誤差範囲にも含まれ明確な違いがみられなかった。四つの試料で定量された元素濃度の相対誤差（%）をみたとき、この数値が低ければ低いほど1本の釘中でバラツキの少ない分布をしていることが分かる。錆化すると各元素濃度が大きく変化することからすると、本鉄釘は均一に製作されていたことが推測できる。一方、錆化がいちばん進んだ4-1では、平均濃度より明らかに高い元素にNa、Al、Cl、K、Ti、V、Co、Ni、Cu、A8、Br、Sb、La、Smと定量された元素のほぼ全元素がこれに該当した。

一般に錆化すると、ClやBrの濃度は増え、親石元素（Na、Al、Ti、V、La、Sm）も増加し、逆にCo、Ni、Cu、As、Mo、Sb、Wの親鉄元素や親銅元素は減少する。

イ. V/FeとTi/Feとの相関関係とTi/V比

表-2に鉄滓に濃集しやすい元素で产地推定が可能な元素であるTiとVの濃度と併せてFe濃度を示す。また、図（今回不掲載）にVおよびTiの濃度をFe濃度で除した値、すなわちV/FeとTi/Feとの値で各遺物を対数グラフ上にプロットした関係を示す。図中の番号は試料番号で、破線はTi/V比が20の直線（45度の直線）で、一点鎖線はTi/V比が10の直線である。この直線上に位置する試料はいずれもTi/V比が等しいことを意味する。多くの製鉄関連遺物において、同一鉄原料からの鉄滓（製鍊滓や鋳冶滓など）および鉄塊系遺物でのV/FeとTi/Feとの相関関係は、45度の直線上において左下方には鉄塊系遺物と鋳冶滓、右上方には製鍊滓が位置することが知られている。さらに、鉄塊系遺物と鋳冶滓とではこの直線上で原料に近いほうが鋳冶滓で、それより左下方に鉄塊系遺物が位置する。また、鉄塊系遺物の錆化過程においてもVとTiが同一の挙動をし、錆化が進むにつれて45度の直線上を右上方に移動して位置する。ときに、鉄塊系遺物で鉄の純度が高い（Fe濃度が100%近い）場合、VとTiとの挙動が多少異なるのか、還元・酸化過程とは異なった製鍊あるいは精鍊過程がなされて直線上に乗らず、直線より下側に位置することもある。

楕形滓1、2、3のTi/V比は、それぞれ22、30、22とほぼ一致した値である。楕形滓1ではFe

濃度とAs濃度が2に比べ異常に変わっていたが、図（今回不掲載）においてはその違いが特に表れなかった。

1と2に比較して元素濃度の低い3は、直線上の左下方に位置していた。このことは、3試料ともほぼ同一の鉄を精錬したとき出る滓であると推測できる。鉄釘においてもTi/V比が約12と20の2グループに分かれていたが、V濃度およびTi濃度が低いことから、分析値の誤差を考えるとほぼ等しいと考えることができる。Ti/V比を20と想定すると楕形滓のTi/V比とも等しいことになり、楕形滓と鉄釘とは同一の原料からのものと考えることができる。もし、そうであるとすると離れた距離から出土した遺物の原料がほぼ同一で、そこから生産された鉄により、鉄釘が多量に生産・使用されていたことを示すことになる。

口、As/FeとSb/Feとの相関関係とAs/Sb比

表-2に鉄金属部に濃集しやすい元素で金属部の分析結果から产地推定が可能な元素であるAsとSbの濃度と併せてFe濃度とAs/Sb比を示す。

表-2から明らかなように楕形滓と鉄釘のAs/Sb比は、楕形滓1を除き約15の直線上に位置している。第2図（今回不掲載）においても楕形滓と鉄釘とが同一の直線上にあることからを考え合わせれば、本試料の楕形滓と鉄釘が密接な関係にあることは明らかである。すなわち、本遺跡が同一の产地の鉄原料を使用して多量の鉄釘を生産する鍛冶工房であったことが推察される。唯一、楕形滓1が直線からはずれることが気にかかるが、先の述べたようにAs濃度のみが異常に高いことからこのような結果になっている。As濃度だけが高い部分が試料に混入する理由は不明であるが、再度同一試料の切削箇所近傍を分析しなければ詳しいことは分からぬ。

5.まとめ

河内を中心に鉄器製作工房の背景となる政治勢力のあり方を検討し、まさしく5世紀には倭の五王の時代に該当し、鉄器の製作技術や鉄滓や鉄釘の分析から素材となる鉄鉱石の推定や廃鉄器の利用による精練鍛冶滓の分析による可能性を見い出した。大県遺跡は、古墳時代中期以降日本で初めて大規模に行なった鉄コンビナート地帯であった。誰が、どのような技術で、どのような鉄製品を造っていたのか。その謎解きには、各分野で今後の解明が必要である。大和朝廷が鉄器による武力の増強、農業生産の拡大を計る大開発、次第に多様化した鉄文化の旺盛によって、主従関係を保つつづけた鉄製品を供給したと云える。古市古墳群には鉄製農工具や武器、甲冑関係の埋納が多い。主要な古墳は宮内庁の管理により調査は及ばないので明らかにすることが出来ないが、墓山古墳の陪塚となる西墓山古墳から大量の武器や農具等が出土しているように、常にその何十倍もの鉄器の常備があり、大県の鉄が、当時の政治の根幹と云える分野を担って先駆的な官営工房の役割を果たした可能性がある。

しかし、これらの遺跡の鉄製品の流通、製作工房の技術、原材料、その組織が如何なる関連性を呈しているのか考古学的手法による解明は困難な面がある。そのため自然科学の分野から鉄器や鉄

津の分析を実施し、原材料の組成や技術行程の段階の解明や生産地と消費地の有機的な関連を求めるとしている。金、銀、銅の金属より鋳造して消滅する速度が早いことを考えると早急な対応が必要である。

古墳時代は、古墳や遺跡から鉄製の武器や工具、農具が多数出土する。これらの鉄器は、中国や朝鮮半島からもたらされたものも含まれるが、鉄器を出土する遺跡の近辺或いは領有地内、主従や縁戚関係の地域の製鉄や鍛冶工房跡から供給されたものも多いと考える。

参考文献

- 東 鴻「鉄延の基礎的研究」『考古学論叢』第12号、櫻原考古学研究所、1987年
穴澤義功「鐵延遺跡からみた鉄生産の展開」『季刊 考古学』 第8号、雄山閣1984年
安間拓巳「古代の鐵延炉」『考古学研究』第42巻第2号、考古学研究会、1995年
大澤正己「田辺遺跡出土鉄延・銅生産関連遺物の金属学的調査」『山田遺跡―国分中学校プール建設に伴う遺物編～』柏原市教育委員会2002. 3
大澤正己「大県遺跡及び周辺遺跡出土鉄延・鉄劍の金属学的調査」『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. 3
大澤正己「房総風土記の丘実験試料と発掘試料」『千葉県立房総風土記の丘年報15』(平成3年度) 千葉県房総風土記の丘1992
大澤正己「金生山産赤鉄鉱をめぐる古代鉄の探求」『金生山の赤鉄鉱と日本古代史』金生山赤鉄鉱研究会、2001
人澤正己「坂塚製鉄遺跡群出土製鉄関連遺物の金属学的調査」『奥坂遺跡群』総社市教育委員会、1999年
大澤正己「鐵延炉の分析調査」『孤塚遺跡発掘調査報告』(津市埋蔵文化財発掘調査報告第2集) 津市教育委員会、1974
大澤正己「津市内遺跡出土の製鉄関連遺物の金属学的調査」『大畠遺跡』(津市埋蔵文化財発掘調査報告第47集) 津市教育委員会1993. 3
桜山彦太郎・市原 実者の『嶺大阪平野発達史』古文物学会研究会1985年
金山善歌「古墳時代後期における鍛冶集団の動向－大和地方を中心－」『考古学研究』第43巻第2号、考古学研究会、1996年
河瀬正利「中國地方におけるたらら鉄製の展開」『近代日本の技術と社会』2、平凡社、1990年
北野耕平編「河内野中古墳の研究－野中古墳発掘調査報告－」大阪大学文学部国史研究室研究報告第2番、大阪大学、1976年
酒見 浩「鉄・鉄器の生產」『岩波講座 日本書考学第3巻 (生產と流通)』岩波書店、1986年
白石太一郎「前方後円墳出現の意味と歴史的背景」『新視点 日本の歴史2 古代編』新人物往来社、1993年
武田恭彰「奥坂遺跡群」鬼ノ城ゴルフ俱楽部造成に伴う発掘調査 総社市教育委員会、1999年
土佐幸彦「製鉄熔炉からみた炉の形態と発達」『季刊考古学第8号』、雄山閣、1984年
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巻第2号、考古学研究会、1968年
花田勝弘「古墳時代の鉄・鉄器生産工房－大阪を中心とした古代鍛冶－」『柏原市歴史資料館報』3、柏原市歴史資料館、1992年
花谷 浩「奈良県明日香村飛鳥島遺跡の工房」『考古学ジャーナル』372、ニューサイエンス社、1994年
平井昭司「大県遺跡から出土の製鉄関連遺物の中性子放射化分析」『大県の鉄』(柏原市の歴史講座1) 柏原市教育委員会、1997年
増田孝彦「丹後の古代鉄生産」『京都府埋蔵文化財論集』 2、(財) 京都府埋蔵文化財調査研究センター、1991年
松井和幸「鉄生産」石野博信・岩崎卓也ほか編『古墳時代の研究第5巻 生産と流通Ⅱ』雄山閣、1991年
村上行雄・森田友子編「大藏池南製鉄遺跡」「雄山遺跡群Ⅳ」久米開発事業に伴う埋蔵文化財調査報告4、久米開発事業に伴う文化財調査委員会、1982年
森清一・岸田知子「考古学から見た鉄」「鉄」社会思想社、1974年
山田幸弘「奈器大量埋蔵の謎－西墓山古墳が語るもの－」「倭の五王の時代－巨人古墳の謎に迫る－」藤井寺の遺跡ガイドブック7、1996年
伊東龍・大澤正己「隣接洞窟鉄延炉関連遺物の金属学的調査」『慶州障城洞遺跡Ⅱ』(国立慶州博物館学術調査報告第12冊) 国立慶州博物館2000

表-2 大県遺跡の鉄滓の放射化分析組成(半井昭司先生)

元素	1 楕形溝 84-1	2 楕形溝 85-2	3 楕形溝 85-2	4-1 鉄釘 T-76	4-2 鉄釘 T-76	4-3 鉄釘 T-76	4-4 鉄釘 T-76
Na	6500	3300	190	67	23	43	23
Mg	830	600	<4100	<620	<190	<460	<280
Al	36000	31000	7100	890	220	980	130
Si	<240000	<250000	<110000	<31000	<19000	<29000	<14000
S	<85000	<83000	<39000	<25000	<13000	<12000	<12000
Cl	<180	<210	<75	1000	520	1000	860
K	8300	11000	360	41	16	55	14
Ca	15000	22000	1100	1400	<330	<220	<220
Sc	6.2	7.0	1.4	0.38	<0.065	0.23	<0.058
Ti	1200	1600	290	160	50	55	65
V	54	54	13	13	2.3	4.6	3.2
Cr	37	47	23	22	<26	<25	<26
Mn	1200	1900	350	42	13	<38	<35
Fe	300000	500000	730000	550000	590000	620000	600000
Co	26	6.3	21	340	260	310	270
Ni	<29	<35	<43	510	360	240	160
Cu	<210	<210	<92	610	140	100	77
Zn	<37	<28	<24	<31	<26	<24	<23
Ga	<20	8.2	4.5	14	10	11	13
As	98	7.7	9.9	290	140	100	100
Se	<2.4	<2.5	<2.4	<4.2	<3.7	<3.0	<3.2
Br	0.71	<0.28	<0.045	3	2.7	2.2	1.6
Rb	29	58	<9.4	<16	<14	<12	<12
Sr	<150	400	<170	<250	<220	<190	200
Zr	<280	<370	<230	<370	<340	<300	<300
Mo	2.3	1.1	2	12	5.3	8.5	14
Ag	<53	<3.2	<8.5	<160	<130	<89	<79
Cd	<2.7	<2.9	<0.87	<4.1	<2.3	<1.9	<2.2
In	<0.38	<0.45	<0.20	<0.093	<0.058	<0.076	<0.048
Sn	<120	<120	<120	<210	<180	<150	<160
Sb	0.39	0.46	0.54	19	11	7.9	7.4
Te	<3.4	<3.3	<2.5	<7.0	<5.7	<4.6	<4.9
I	<10	<11	<5.2	<1.8	<1.3	<1.6	<1.0
Cs	0.45	<0.66	<0.41	<0.76	<0.70	<0.65	<0.69
Ba	820	610	160	<72	<66	<53	<62
La	7.8	33	12	1.5	0.26	0.35	0.13
Ce	14	36	10	<2.9	<2.5	<2.1	<2.3
Pr	<5.7	<4.2	<0.29	<0.51	<0.52	<0.50	<0.52
Nd	<10	13	4.8	<19	<17	<14	<15
Sm	1.5	3.5	0.97	0.47	0.04	0.069	0.011
Eu	0.59	0.60	<0.18	<0.19	<0.15	<0.13	<0.12
Tb	0.30	0.49	<0.36	<0.47	<0.42	<0.37	<0.38
Dy	<2.3	<2.9	<1.3	<0.14	<0.088	<0.10	<0.062
Yb	0.58	1.2	0.27	0.27	<0.15	<0.12	<0.13
Lu	0.15	0.25	0.1	<0.039	<0.028	<0.024	<0.025
Hf	0.96	1.4	<0.33	<0.64	<0.51	<0.49	<0.48
Ta	<0.38	<0.34	<0.26	<0.46	<0.42	<0.33	<0.32
W	4.2	4.3	0.33	56	39	40	85
Ir	<0.0075	<0.012	<0.0074	<0.013	<0.011	<0.0092	<0.0097
Au	<0.0015	0.0065	0.027	0.013	0.010	0.12	0.045
Hg	<1.2	<1.3	<1.2	<2.2	<1.9	<1.5	<1.6
Th	1.8	3.3	0.58	<0.29	<0.25	<0.20	<0.21
U	0.81	1.0	0.21	<0.093	<0.051	<0.066	<0.070

単位: ppm

< : 定量下限以下の値

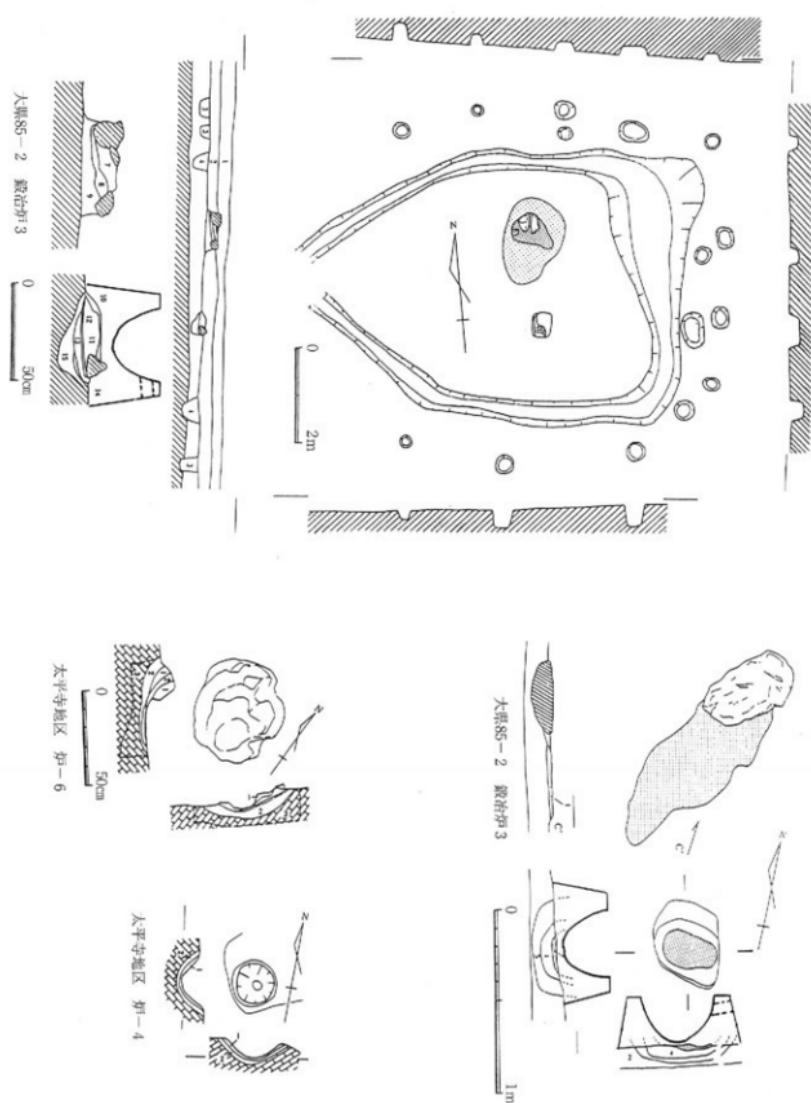
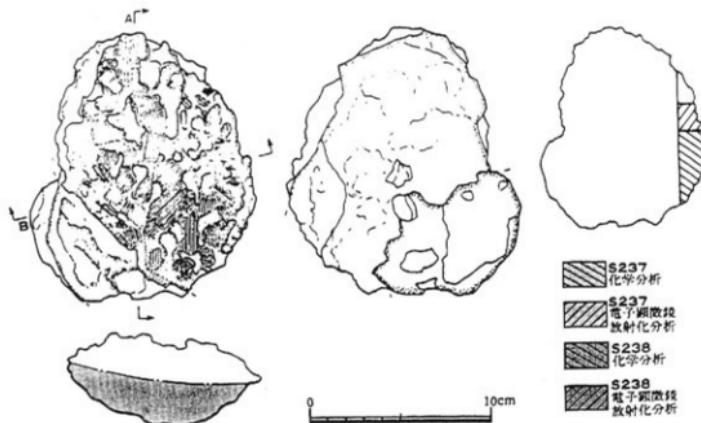


図-5 大県遺跡群の鋳冶炉

遺跡名	大県	調査区	OG82-9	鉄滓番号	R-237鉄滓-1	分析内容	化 学 分析	放射性 同位素分析
調査年次	82年次	担当者	花田勝広	文献		マクロ	X線回折	X線CT
鉄滓型式	楕円形 (20上・15下・10上・5下)					検鏡	螢光X線	
	不定形塊状・その他					硬度	CMA	
鉄滓型式	SD-1	時期	6C中～7C 前半	供判遺物	H·S·			
法 量	長径 (cm) 15.2	破面数	0	遺存度	完存・破片・100%			
	短径 (cm) 12.8	磁着度	1	胎土	密	木炭	表有り 裏不明	
	厚さ (cm) 5.3	メタル度	なし			灰色土	有・無	
	重量 (g) 975	炉底粘土	(有)・無			送風向		
色調	表面	灰褐色	滓内		酸化物			
種類	鍛冶滓 (鍛練滓・精鍛滓)		・製錬滓・鉄塊系遺物					
ガラス滓	生成・途上・不生成			溶融温度	低・中・高			
所見	広葉樹炭が混在する木炭を多量にかんだ、二段気味の大形の楕円形鍛冶滓である。平面計は不整格円形。下段部は炉床に溜った密な鍛冶滓である。上段は鍛冶炉の木炭と滓の位置関係をよく示す粘土質の高い滓が主体である。上段の滓1-3cm大の木炭痕と木炭で占められ特異な外観をもつ。上段と下段の境界には小さな木炭が面的に介在する。下面端部には白色の石を粉末化した形の鍛冶炉床の残存がみられる。また白雲母状の小さな輝きもある。さらに1cm大の白色粒子がまじえている。下面端部に1.5cm大の鍛造剥片が付着している。							



国立歴史民俗博物館研究論集掲載の図

表-3 大県遺跡鉄滓観察表

第3章 大県遺跡出土鍛冶関連遺物の金属学的調査

(株)九州テクノリサーチ・TACセンター
大澤正己

概要

6世紀中頃より7世紀前半代に属する大県遺跡出土の鉄滓6点と、平野・大県古墳群(17-2号墳)出土の鉄釘を調査して、次の点が明らかになった。

〈1〉出土鉄滓は、国内産の可能性をもつ鉄塊の不純物除去と成分調整を目的とした精錬鍛治滓と、沸し鍛接の高温作業で排出された鍛錬鍛治滓に分類される。なお、鍛錬鍛治操業の裏付けは、鉄滓の化学組成(脈石成分の低下)のみではなくて、鉄滓に固着する酸化土砂中に鍛造剥片が付着しており、これからも傍証された。

〈2〉鍛冶に供された鉄素材は、6世紀中頃で高[P:1.0%]、高[Cu:0.055%]系、6世紀後半は中[P:0.67%]高[Cu:0.090%]系と、高[P:0.69~1.08%]低[Cu:0.002%]系、7世紀代は中[P:0.43%]中[Cu:0.025%]系の搬入が想定される。

〈3〉ここで鍛冶原料鉄の産地の問題が浮上する。製鉄遺跡の検出状況から考えて「吉備の鉄」が候補にあがる。しかし、岡山県下の鉱石成分から推定して現時点では高[P]鉱石が散発的で否定されよう。先に田辺遺跡群の鍛冶原料鉄の有力産地に琵琶湖周辺に賦存するスカルン鉱床の磁鉄鉱^(註1)を挙げたが、今回もそれに準ずる結果となった。

〈4〉平野・大県17-2号墳出土の全長19.4cmの大型鉄釘は、極軟鋼(0.007%C)と軟鋼(0.25%C)の合せ鍛えであった。鉄中の非金属介在物は珪酸塩と、この中に析出した微小ファイライド(Fayalite:2FeO·SiO₂)で、これに少量の磷(P)を固溶する。更に注目すべきは鉄素地に砒素(As)を微量固溶していた。原料鉄は廃鉄器再生の可能性も考えられて、釘素材の産地同定は今後に残された研究課題となる。

1. いきさつ

大県遺跡群は、平野遺跡、大県遺跡、大県南遺跡、太平寺遺跡、安堂遺跡の5遺跡から構成される。大規模な官営的鍛冶集落で5世紀代から7世紀代までの操業が主体をなす。過去に5世紀末~6世紀代の大県遺跡、7世紀代の大県南遺跡出土の鉄滓の調査を行っているが^(註2)、今回は大県遺跡出土で6世紀中頃から7世紀前半代の鉄滓の調査となった。当該期の国内鉄器製造の実態把握を目的とする。更に古墳時代後期を中心とした群集墳である平野・大県古墳群の17-2号墳出土の鉄釘を供試材に加えて、大県遺跡の鍛冶製品としての検討を試みた。

2. 調査目的

2-1. 供試材

供試材の履歴と調査項目を表-4に示す。

2-2. 調査項目

(1) 肉眼観察

遺物の肉眼観察所見。これらの所見をもとに分析試料採取位置を決定する。

(2) マクロ組織

顕微鏡埋込み試料の断面全体像を、投影機の5倍で撮影した。低倍率の観察は、組織の分布状態、形状、大きさなど顕微鏡検査（×50、100、400）によるよりも広範囲にわたっての情報が得られる利点がある。

(3) 顕微鏡組織

切り出した試料をベークライト樹脂に埋込み、エメリー研磨紙の#150、#240、#320、#600、#1000と順を追って研磨し、最後は被研磨面をダイヤモンド粒子の 3μ と 1μ で仕上げて光学顕微鏡観察を行った。なお、金属鉄の炭化物は、ピクラル（ピクリン酸飽和アルコール液）で、フェライト結晶粒は5%ナイタル（硝酸アルコール液）で、腐食（Etching）している。

(4) ピッカース断面硬度

鉄滓の鉱物組成と、金属鉄の組織同定を目的として、ピッカース断面硬度計（Vickers Hardness Tester）を用いて硬さの測定を行った。試験は鏡面研磨した試料に136°の頂角をもったダイヤモンドを押し込み、その時に生じた溝みの面積をもって、その荷重を除した商を硬度値としている。試料は顕微鏡用を併用した。

(5) EPMA (Electron Probe Micro Analyzer) 調査

分析の原理は、真空中で試料面（顕微鏡試料併用）に電子線を照射し、発生する特性X線を分光後に画像化し、定性的な結果を得る。更に標準試料とX線強度との対比から元素定量値をコンピューター処理してデータ解析を行う方法である。化学分析を行えない微量試料や鉱物組織の微小域の組織同定が可能である。

(6) 化学組成分析

供試材の分析は次の方法で実施した。

全鉄分（Total Fe）、金属鉄（Metallic Fe）、酸化第一鉄（FeO）：容量法。

炭素（C）、硫黄（S）：燃焼容量法、燃焼赤外吸収法

二酸化硅素（SiO₂）、酸化アルミニウム（Al₂O₃）、酸化カルシウム（CaO）、酸化マグネシウム（MgO）、酸化カリウム（K₂O）、酸化ナトリウム（Na₂O）、酸化マンガン（MnO）、二酸化チタン（TiO₂）、酸化クロム（Cr₂O₃）、五酸化磷（P₂O₅）、バナジウム（V）、銅（Cu）、：ICP（Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer）法：誘導結合プラズマ発光分光分析。

3. 調査結果

(1) K S H - 1 : 梶形鍛治滓（大県84-1、C-1層）

平面が不整梢円形状の小型(90 g)梶形滓の完形品である。表面は滑らか肌に小気泡を露出して、色調は基地が茶褐色で中央部が暗緑色を呈する。裏面は酸化土砂を付着し気泡を散発させる。顕微鏡組織を図版-1の①～⑨に示す。鉱物組成の主体は①～⑤にみられる白色粒状結晶のヴスタイト(Wüstite : FeO)で、ファイヤライト(Fayalite : 2FeO·SiO₂)が高温化操業のために微細化されたものが共伴して素地の暗黒色ガラス質スラグ中に晶出する。⑥～⑨は局部組織でヴスタイトに代ってマグネタイト(Magnetite : Fe₃O₄)の晶出で更に高温現象が確認できた。なお、白色粒状結晶のピッカース断面硬度の測定圧痕を図版-1の①に示す。硬度値は403Hvとヴスタイトの文献硬度値の450～500Hv^(注3)を下回っていた。風化による劣化であってヴスタイト結晶には間違いあるまい。

荒鉄(製錬生成鉄で、表皮スラグや捲込みスラグ、更には炉材粘土などの不純物を含む原料鉄：鉄塊系遺物)の不純物除去で排出された精鍛治滓に分類される。表-5に化学組成分析結果を示す。鍛治滓にしては鉄分若干低めでガラス質成分が多い成分系である。すなわち、全鉄分(Total Fe)は45.05%に対して、金属鉄(Metallic Fe) 0.66%、酸化第1鉄(FeO) 45.56%、酸化第2鉄(Fe₂O₃) 12.83%の割合であった。ガラス質成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O)は27.43%で、このうちに塩基性成分(CaO+MgO)が6.62%と大きい。二酸化チタン(TiO₂)を0.27%、バナジウム(V) 0.01%以下、酸化マンガン(MnO) 0.18%など磁鐵鉄レベルを含み、五酸化磷(P₂O₅) 1.00%は高めで、銅(Cu)も0.055%が多い。脈石成分(Ti、V、Mn)が高価傾向にあり、かつ造滓成分(ガラス質)/Total Fe=0.61は高めであり鉱石系精鍛治滓の成分系に分類される。6世紀中頃からの精鍛治操業の可能性を示す滓であった。

(2) K S H - 2 : 梶形鍛治滓（大県84-1、B-1層）

本来形状は梢円形状を成すところが長軸両側端を欠損した梶形鍛治滓である。色調は茶褐色、表面は荒れ肌で木炭痕と気泡を露出する。裏面は表面に準じた肌に一部赤褐色鉄錆を発する。破面は多孔質であった。顕微鏡組織を図版-2に示す。該品の主体鉱物組成は⑥～⑨にみられる白色粒状結晶のヴスタイトと淡灰色木目状結晶のファイヤライトで構成される。ファイヤライトの大きな成長具合は精鍛治滓の晶癖である。①は梶形滓の底部で、鍛冶炉の炉床と接した位置での鉱物相である。粘土との接触でファイヤライトの勝った組織となる。次に②～⑤は滓の表層酸化土砂に取り込まれた鍛造剥片である。鍛造剥片は、鍛打鍛冶作業において赤熱鉄素材の表面から剥落した剥片である。鉄素材は大気中で加熱すると表面酸化膜が離脱する。特に鍛打の機械的衝撃によって剥離した剥片を鍛造剥片と呼び、俗に鉄肌(金肌)やスケールとも称する。鍛鍛冶を実証する貴重な微細遺物である。この鍛造剥片は鍛冶工程の進行により、表面荒れ肌の厚手から平坦薄手へと変化し、色調は黒褐色から青味を帯びた銀色(光沢質)へと移行する。検出鍛造剥片の詳細な観察は鍛冶工程の段階を押さえる上で貴重な遺物となる。今回提示した梶形滓付着の②～⑤鍛造剥片は、0.03～0.15mmの薄手に属し、被膜構造は、外層が微厚な白色ヘマタイト(Hematite : Fe₂O₃)、淡灰

色中間層のマグнетサイト (Magnetite : Fe_3O_4)、大部分が非晶質となった内層ヴスタイト (Wüstite : FeO) で占められて (⑤鉱物相貼込み参照)、鍛打作業の後半段階での派生品である。当鍛造剥片は埋蔵中に風化を受けて 3 層分離の明瞭差はおちている。しかし、2 次付着の鍛造剥片の存在は楕形滓出土地点近傍で鍛冶作業に鍛錬鍛冶のあったことを確実に証明する。

化学組成分析結果を表-5 に示す。塩基性成分や五酸化構など若干低減するが前述 KSH-1 楕形滓に準じた成分系である。全鉄分は 44.41% に対してガラス質成分 30.14% を含み、このうちに塩基性成分が 3.76% を占める。二酸化チタン 0.21%、バナジウム 0.01% 以下、酸化マンガン 0.18%、五酸化構 0.67% など脈石成分をそこそこに高めで精錬鍛冶滓に分類される。なお、該品の銅 (Cu) は 0.090% と高めであった。

(3) KSH-3 : 楕形鍛冶滓 (大県 85-2、鍛冶炉 3 周溝)

平面は不整五角形を呈し、外周端面の一部が欠損した扁平な楕形鍛冶滓である。表面は中央がやや窪み、気泡を露出させる。色調は暗緑色に局部的に赤銹を発する。裏面は青灰色の細粒土砂を全面に付着する。顕微鏡組織を図版-3 の①~⑤に示す。主要鉱物組成はヴスタイトの大量晶出である。ヴスタイト粒内の局部には③にみられるような微小析出物のヘーシナイト ($\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) が点在する。また、一部に多角形結晶のマグネットサイトが存在する。ヘーシナイトやマグネットサイトの晶出は部分的な炉内温度の上昇を表わす現象であろう。また、⑤は木ずれ状結晶のファイヤライト单独析出であり、楕形滓の炉底粘土接触部の組織である。該品の高温化傾向は精錬鍛冶滓の晶癖とみられよう。

表-5 に化学組成を示す。鉄分少なくガラス分の多い成分系である。全鉄分は 34.11% と低く、ガラス質成分は 50.77% が多い。これに連動して塩基性成分も 5.47% と高めとなる。更に随伴微量元素の二酸化チタン 0.35%、バナジウム 0.01% 以下、酸化マンガン 0.13% など程々に含有され、五酸化構の 1.08% も高いが銅 (Cu) のみは 0.002% と下る。精錬鍛冶滓に分類される成分系である。

(4) KSH-4 : 楕形鍛冶滓 (大県 85-2、鍛冶炉 3 周溝)

平面が不整台形状で厚みをもつ楕形鍛冶滓である。一部を欠き完形品ではないが 395 g の大型品。表面は木炭痕が深く刻み荒れ肌で色調は暗褐色に鉄錆の赤褐色を混じえる。なお、一部に白色付着物を残す。裏面も木炭痕を強く刻む。顕微鏡組織を図版-3 の⑥~⑧に示す。鉱物組成はヴスタイトとファイヤライトで構成される。ヴスタイトの硬度压痕は⑥でみられるように 468 Hv の値でヴスタイトの裏付けがとれた。該品はヘーシナイトやマグネットサイトの晶出がなくて大型品であったが、鉄素材の繰返し折り曲げ鍛接の高温作業で排出された鍛錬鍛冶滓に分類される。

次に化学組成を表-5 に示す。鉄分が多くガラス質成分と脈石成分の低い成分系である。全鉄分が 55.50% と高く、ガラス質成分 20.67%、塩基性成分 2.22% と少ない。更に二酸化チタン 0.17%、酸化マンガン 0.10% なども低下して、かつ五酸化構も 0.69% 留まりである。銅も 0.002% と少ない鍛錬鍛冶滓に分類される。

(5) KSH-5 : 梶形鍛冶津（大県85-2、鍛冶炉3周溝）

平面は不整五角形で扁平小型（24 g）の梶形鍛冶津の完形品である。表面は暗緑色の平坦面をもち、小気泡を露出する。裏面は灰褐色基地に3 mm径前後の気泡を数点発生し、分散された土砂を付着する。図版-4の①～⑤に顕微鏡組織を示す。該品も主要鉱物は大量のヴスタイトであるが、これに加えて灰白色さざくれ状結晶のヘーシナイトが共伴する。ヴスタイトは硬度値が473Hvが得られて文献硬度値の450～500Hvの範囲に収まる。次は化学組成を表-5に示す。鉄分多くてガラス質成分の少ない鍛錬鍛冶津の成分系である。全鉄分58.34%、ガラス質成分19.28%中の塩基性成分が1.86%と少ない。更に二酸化チタン0.22%、パナジウム0.01%以下、酸化マンガン0.10%も大きくはない。五酸化燐は1.04%と高く、銅は0.002%と小さい。なお、造津成分（ガラス質成分）／全鉄分=0.33と低値であって鍛錬鍛冶津に分類される。

(6) KSH-6 : 梶形鍛冶津（大県85-2、鍛冶炉1炉底津）

平面が不整梢円形状をして側面の一部が欠損した中型（278 g）の梶形鍛冶津である。表面は灰褐色基地に赤銹や石英粒を付着し、小気泡を少量発す。また、側面から裏面全体にかけて酸化土砂に覆われる。図版-4の⑥～⑧に顕微鏡組織を示す。鉱物組成は白色粒状結晶のヴスタイトの大量晶出と、その粒間に微細ファイアライトが埋める。鍛錬鍛冶津の晶癖である。なお、当白色粒状結晶は硬度値が441Hvを示し、ヴスタイトの文献硬度値の下限を僅かに下回るがヴスタイトに同定された。表-5に化学組成を示す。鉄分が多くてガラス質成分や脈石成分の低い成分系である。全鉄分63.67%と高くてガラス質成分は13.76%と少ない。塩基性成分は2.65%を含む。二酸化チタン0.09%は少なく、酸化マンガンは0.22%と左程低くはない。五酸化燐は0.43%も少なくなく、銅を0.025%とやや高め傾向にある。鍛錬鍛冶津に分類される。

(7) KSH-7 : 鉄釘（平野大県古墳群17-2号墳玄室）

断面が1.2cm×0.9cmの長方形で長さ19.4cmを測り、頭部を折り曲げた大型の鉄釘である。長軸方向に不連続の亀裂が走る。先端側3 cmを切り取り長軸面を研磨して供試材とした。マクロ組織を図版-5に示す。鍛接線割れであろう。皮金側は鈍化して心金部分に金属鉄を残し、繰返し折り曲げの鍛接線が観察される。鍛接部は部分的に開いていて鍛接沸しあはうまく完了したとはいきれない。鉄素材は炭素含有量の異なる異材の合せ鍛えであって、白色帶状の極軟鋼（0.07%C）と、淡灰色の軟鋼（0.25%C）の充当である。

残存金属鉄のミクロ組織を図版-6、7に示す。最初に鉄中の非金属介在物（鉄鋼中に介在する四角形体の非金属性不純物、つまり鉄やマンガン、珪素および燐などの酸化物、硫化物、珪酸塩などの総称）について述べる。図版-6の①～③にみられる淡茶褐色点列状の異物が非金属介在物である。ただし、当介在物は製造履歴を語る製錬時の派生物なのか、後工程の鍛打作業時に赤熱鉄素材の表面酸化防止に粘土汁を塗布したガラス質の後発のものなのか若干問題を残るものである。③に示した梢円状を帯びた介在物は、淡茶褐色基地の中に白色粒状結晶を晶出している。EPMA調査

結果を図版-10と図版-8に示す。SE(2次電子像)にある介在物は、まず高速定性分析に掛けた。結果を図版-10に示す。A-Rankでの検出元素は鉄(Fe)とガラス質成分(Si+Al+Ca+Mg+K+Na)、燐(P)、硫黄(S)などで、これらは酸化物として存在するので酸素(O)が加わる。更に一部銹化が進み、汚染物質からの塩素(Cl)が検出される。B-Rankにチタン(Ti)があるのは製鉄原料が微量チタン含有の磁鐵鉱由来であろうか。次にSEに3の番号をつけた白色粒状異物は104%FeO組成が得られた。100%Feの金属鉄粒が同定される。この100%Fe粒の周辺には数点以上の鉄粒の抜け出した痕跡と考えられる梢円状窪みが点在し、ここを特性X線像で観察すると白色輝点が硫黄(S)と塩素(Cl)に集中する。前述したように金属鉄粒は既に銹化溶出で消滅し、2次汚染が起きたことが指摘できよう。

次に、図版-8のSEの4の番号は介在物基地の $5\mu\text{m}$ エリアの分析である。検鏡による低倍率組織では、淡茶褐色単体にみえたがE P M A高倍率で観察すると、淡茶褐色地に微細な白点が確認できる。定量分析は、59.1%FeO-31.2%SiO₂-4.3%Al₂O₃-3.6%CaO-1.8%K₂O-1.0%Na₂O-1.0%P₂O₅が得られた。鉱物相は、珪酸塩地にファイアライト(Fayalite:2FeO·SiO₂)の微細結晶が晶出するとみられよう。なお当介在物の基地全体に燐に淡く白色輝点が集中し、燐の固溶があるのは、6点の楕形鍛冶津の高燐傾向(0.43~1.08%P₂O₅)に関連づけられるのであろうか。当鉄釘の産地同定の1つの手掛りとなろう。

図版-11と図版-9はもう一視野、幾分角ばった形態をもつ介在物の調査結果である。図版-11の高速定性分析結果では、A-Rankの検出元素が鉄(Fe)とガラス質成分の珪素(Si)、アルミニウム(Al)、酸素(O)となるが、ここで新たに砒素(As)が出現している。また、B-Rankからはカルシウム(Ca)、カリウム(K)が加わる。ガラス質成分がA-RankとB-Rankに分散されて検出されるのは、当介在物が風化を受けて本来組成が劣化していることを表わすのであろう。定量分析結果を図版-9に示す。SEに1の番号をつけた淡茶褐色介在物の基地は、前述図版-8の結果($5\mu\text{m}$ エリア)に準じたもので、50.8%FeO-36.0%SiO₂-6.3%Al₂O₃-4.5%CaO-2.3%K₂O-1.2%P₂O₅組成であった。これも珪酸塩中に微細なファイアライトの晶出が考えられる。次に2の番号の白色粒状結晶は104%FeOで、これも100%Feで金属鉄粒が同定される。ここで注目しておきたいのは介在物でなく基地鉄側に砒素(As)の存在が判明したことである。Asは親鉄元素であって鉄中に存在するのは当然で不自然ではない。当鉄釘が琵琶湖周辺の磁鐵鉱由来であれば、ここに砒素(As)が現れることはなかろう。^(注5)含砒素鉱石として考えられるものに岐阜県大垣市所在の金牛山赤鉱がある。こちらは銅を共伴する特徴をもつが、平野大垣鉄釘は銅の含有がない。^(注6)朝鮮半島側では慶州近くの達川鉱山賦存の磁鐵鉱が含砒素であって、これら廃鉄器のリサイクル品ともなれば可能性もなくない。如何なものであろうか。

介在物に絡む記述が長くなかった。ナイトル(5%硝酸アルコール液)腐食の金属組織に移ろう。

図版-7①は基部寄りの横断面組織である。上部に0.4mm程度の微細フェライト組織で軟鋼組織(0.25%C前後)が存在し、次に約1.4mmぐらいのフェライト粗大域がある。両組織は鍛接線を介しているので異材の合せ鍛えが想定される。更に内部へ進むと僅かに微細フェライト層があって、大

きく鍛接割れが口を開く。なお、微細フェライトを経て2.2mm進むと再度鍛接割れに遭遇する。該品は介在物の珪酸塩中に焼を固溶し、地鉄に砒素を固溶する性状は、鍛接不良を起す要因となろう。

図版-6④は釘の最先端の組織である。前述した基部偏寄りの組織に近似して軟鋼と極軟鋼で構成される。

次に炭素含有量の異なる位置での硬度測定の圧痕を図版-6の⑤～⑨に示す。⑤は該品での最も炭素量の多い軟鋼域で硬度値は165Hvである。次に⑥は粗大フェライトの極軟鋼域では162Hvと予想に反して硬質である。前述した焼や砒素の外に永い埋蔵期間中の風化の影響も無視できまい。また⑦～⑨は炭素量やフェライト結晶粒の大きさのあまり差がないにもかかわらず硬度値は129Hv～155Hvの変動をもつ。金属鉄は正常そうにみえてもかなりの風化による劣化は看過できぬ問題である。

まとめ

大県遺跡出土の古墳時代後期に属する楕形鍛治滓は、鉱石系荒鉄の不純物除去の精錬鍛冶から、沸し鍛接まで行う鍛練鍛冶を証明する遺物であった。6点の楕形鍛治滓の調査結果のまとめを表-6に示す。精錬鍛冶の存在は、国産原料鉄の充当があったことが想定される。一方、大県遺跡の鍛冶は、国家的統制の官営的な工房の性格が考えられている。^(註8)鍛冶原料鉄の大県遺跡への搬入は全国的な視野で捉えられる。現在のところ国内最古級の製鉄遺跡は、岡山県総社市所在の奥坂製鉄遺跡群のうち千引かなくろ谷遺跡であろう。^(註9)更に岡山県津山市内所在の大間古墳群の6世紀前半に比定される2・3号墳出土の供献鉄滓は、鉱石製鍊滓であった。^(註10)6世紀前半代に鉱石製錬のあったことを傍証する。

岡山県下は鉄生産の先進地帯であり、かつ6世紀後半頃の岡山県下の遺跡群から出土する製塙土器が、大県遺跡内からも韓式系土器と共に多くみられるとの指摘がある。^(註11)そこで大県遺跡搬入の鍛冶原料鉄が岡山側にあるのか否かを検討するために、岡山県下の製鉄遺跡から出土した鉄鉱石の化学組成を集成してみた。表-7に示す。狐塚遺跡に高[P:2.05%]低[Cu:0.005%]鉱石1点あるものの、これを補強する製錬滓、鍛冶滓はなく^(註12)岡山産鍛冶原料鉄の大県遺跡への搬入を積極的に発言するまでの根拠にはなり得ない。今後のデータの集積が必要となろう。

大県遺跡出土鉄滓の化学組成をみると原料鉄はやはり「近江の鉄」が想定できそうである。表-8に示した滋賀県下の鉄鉱石である。琵琶湖周辺には古橋遺跡の6世紀～7世紀初頭を遡る製鉄遺跡は検出されていないので問題は残る。今後6世紀代の製鉄遺跡が近江の国からの発見できるのを期待する次第である。

最後に平野・大県17-2号墳出土の鉄釘である。該品は軟鋼と極軟鋼の合せ鍛え製品であった。鉄中非金属介在物は珪酸塩と微細ファイアライトであったが、これに少量の(P)を含み、素地鉄に砒素(As)を含む特徴を有している。琵琶湖周辺に賦存する磁鉄鉱には砒素が含まれず、产地同定に支障をきたす。畿内近傍で砒素(As)を含む鉱石は岐阜県大垣市所在の金牛山産の赤鉄鉱がある。当鉱石を製錬して鉄製品を製作すると亀裂が生じやすく製品化は困難を極める。今回調査

の鉄釘も長軸方向に亀裂（鍛接割れ）を生じ、砒素の悪影響か焼の常温脆性が原因か欠陥材質の傾向が窺われた。国内で赤鉄鉱を原料とした製鉄遺跡の検出はなく、かつ、金生山赤鉄鉱は高[As]高[Cu]系であり、金生山赤鉄鉱の製鉄原料としての充当は今後に残された課題となろう。ただし気になるのは平井昭司先生調査の楕形鍛冶溝（大県84-1 楕形溝1）においても砒素濃度が他の溝に比べて一桁以上高いものが存在し、その理由は不明とある。^(注16)

大県遺跡内で高砒素含有荒鉄があったのか、廃鉄器高砒素素材の再生を配慮すべきか問題を残す。^(注17)

〈補足〉大県遺跡の5世紀末から6世紀代に比定される楕形鍛冶溝の調査報告を1984年に提出している。(注18)その中で出土楕形溝全部を鍛錬鍛冶溝に分類していたが現時点ではR-831楕形溝（造溝成分：29.52%／全鉄分：52.9% = 0.56）とQ-831楕形溝（造溝成分：29.74%／全鉄分：49.4% = 0.60）から精錬鍛冶溝に訂正しておく。5世紀末～6世紀代にまでも遡って国内鉄生産の可能性を示唆するものである。

注)

- (1) 大澤正己「田辺遺跡出土鉄・銅生産関連遺物の金属学的調査」『田辺遺跡～国分中学校プール建設に伴う遺物図～』
(柏原市文化財概報2001-II) 柏原市教育委員会2002.3
- (2) 大澤正己「大県遺跡及び周辺遺跡出土鉄溝・鉄剣の金属学的調査」『大県・大県南遺跡～下水道管渠埋設工事に伴う～』(柏原市文化財概報1983-III) 柏原市教育委員会1984.3
- (3) U刊工業新聞社『砲結鉄細織写真および識別法』1968. ヴスタイトは450~500Hv、マグネタイトは500~600Hv、フッサイヤライトは600~700Hvの範囲が提示されている。また、ウルボスピニルは硬度値範囲の明記がないが、マグネタイトにチタン(Ti)を固溶するので、600Hv以上であればウルボスピニルと同定している。更に700Hvを超えるとウルボスピニルとヘーシナイトの混合組成の例もありうる。
- (4) 大澤正己「房總風土記の丘実験試料と発掘試料」『千葉県立房総風土記の丘年報15』(平成3年度) 千葉県房総風土記の丘 1992
- (5) 大澤正己 前掲書(1)
- (6) 大澤正己「金生山赤鉄鉱をめぐる古代鉄の探求」『金生山の赤鉄鉱と日本古代史』金生山赤鉄鉱研究会2001
- (7) 尹東錦・大澤正己「隣城洞遺跡製鉄関連遺物の金属学的調査」『慶州隣城洞遺跡II』(国立慶州博物館学術調査報告第12集) 国立慶州博物館2000
- (8) 北野重「大県の鉄の概要」『大県の鉄』(柏原市の歴史講座1) 柏原市教育委員会1997.3
- (9) 総社市教育委員会『夷坂遺跡群』(総社市埋蔵文化財発掘調査報告15) 1999.3
- 大澤正己「夷坂製鉄遺跡群出土製鉄関連遺物の金属学的調査」
- (10) 大澤正己「人間古墳群・人間遺跡出土鉄溝の金属学的調査」『大岡古墳群大岡遺跡』(津山市埋蔵文化財発掘調査報告第51集) 津山市教育委員会1994.3
- (11) 北野重 前掲書(8)
- (12) 大澤正己「鉄岸類の分析調査」『狐坂遺跡発掘調査報告』(津山市埋蔵文化財発掘調査報告第2集) 津山市教育委員会

1974

- (13) 大澤正己「津山市内遺跡出土の製鉄関連遺物の金属学的調査」「大畠遺跡」(津山市埋蔵文化財発掘調査報告第47集)
津山市教育委員会1993.3
- (14) 丸山危平「各地域の製鍊・鍛冶遺構と鉄研究の現状 近畿地方」(たたら研究会編「日本古代の鉄生産」六興出版
1991
- (15) 大澤正己 前掲書 (6)
- (16) 平井昭司「大畠遺跡から出土の製鉄関連遺物の中性子放射化分析」「大畠の鉄」(柏原市の歴史講座1) 柏原市教育委
員会1997.3
- (17) 尹東錫・大澤正己 前掲書 (7)
韓国慶州の近くに達川鉱山があり、この磁鉄鉱は高磁素含有である。当方面の鉄製品の国内流通があり、これの廃鉄
器の再生原料になった可能性も一つ提示しておきたい。
- (18) 大澤正己 前掲書 (1)

— 4 供試材の履歴と調査項目

— 5 大県遺跡を中心とする津の化学組成

1

本居宣長著「太陽消滅論」と清流の金屬學的研究

「十四、十四山地——玉山地帶植物調查研究」第1—6號 (1954—1955) (植物誌之六十二—六十七) (植物誌之六十二—六十七)

天蠍：火蠍兩電路～下

表-6 調査結果のまとめ

符号	遺産名	遺物名称	推定年代	鍛冶工程	化 学 组 成				鉄滓出土量 (g)
					TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Cu	
KSH-1 R-30 C-1層	櫛形鑿治溝 (90g)	鉄物鑿治溝	6C中頃	27.43/45.05=0.61	0.27 高 [P] 高 [Cu] 系	0.18 0.21	1.00 0.67	0.035 0.090	6.62 W+M+腐蝕F
KSH-2 人焼84-1 R-41 B-1層	櫛形鑿治溝 (134g)	鉄物鑿治溝	6C後半	30.14/44.41=0.68	0.25 中 [P] 高 [Cu] 系	0.18 0.13	1.06 1.08	0.032 0.032	154.3Kg (PのT-印跡口共伴) 0~400g : 83個, 401~ : 138個
KSH-3 大焼85-1 鍛冶炉3層構	櫛形鑿治溝 (46g)	鉄物鑿治溝	6C後半	58.77/73.11=1.49	0.25 高 [P] 高 [Cu] 系	0.13 0.17	1.06 0.10	0.032 0.032	154.3Kg (PのT-印跡口共伴) 0~400g : 83個, 401~ : 138個
KSH-4 鍛冶炉3層構	櫛形鑿治溝 (295g)	鉄物鑿治溝	6C後半	26.67/55.50=0.37	0.22 高 [P] 高 [Cu] 系	0.10 1.04	0.032 0.032	1.86 W+F	66.5Kg (PのT-印跡口共伴) 0~400g : 13個, 401~ : 3305個
KSH-5 鍛冶炉3層構	櫛形鑿治溝 (24g)	鉄物鑿治溝	6C後半	19.28/58.34=0.33	0.09 高 [P] 高 [Cu] 系	0.22 0.43	0.025 0.025	2.65 W+F	66.5Kg (PのT-印跡口共伴) 0~400g : 13個, 401~ : 3305個
KSH-6 鍛冶炉1層底溝	櫛形鑿治溝 (278g)	鉄物鑿治溝	7C前半	13.76/63.67=0.22	0.27 合世鑿2	0.18 1.00	0.035 0.035	6.62 W+F	66.5Kg (PのT-印跡口共伴) 0~400g : 13個, 401~ : 3305個
KSL-7 平野・大黒17-2 玄室内	櫛釘 (現存長19.4cm)	6C中~後							櫛穴式石坐彌帶・木箱2 土器・漆器品・銅鏡、鏡

W:Wüstite(FeO)

M:Magnetite(Fe₃O₄)F:Fayalite(2FeO·SiO₂)H:Hercynite(FeO·Al₂O₃)

— 7 — 岡山県下の鉄鉱石（磁鐵鉱）の化学組成

— 8 滋賀県出土鉄鉱石の化学組成

2003-3
国際教養文化系保護基金
材 資料叢書
吉田和也著『江戸十日町の金銀学的要素』

（註）本會之總會長，由總會委員會選舉產生，總會委員會由總會各委員會代表組成，並由總會委員會選舉產生。總會委員會之委員，由各委員會代表組成，並由各委員會代表選舉產生。總會委員會之委員，由各委員會代表組成，並由各委員會代表選舉產生。

(財) 藤原書院出版部
編集委員会
監修
大庭正己
著者
吉田義和

平成8年11月30日
主計局調査委員会資料

図 版

図版一 鉄滓（KSH-1）の顕微鏡組織

KSH-1

楕形鍛冶滓

①×200、硬度圧痕

ヴスタイト：403HV

②④×100、③⑤×400

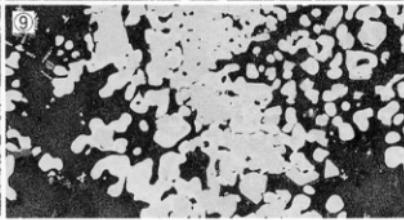
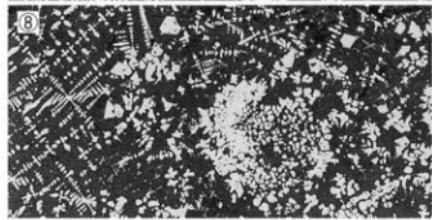
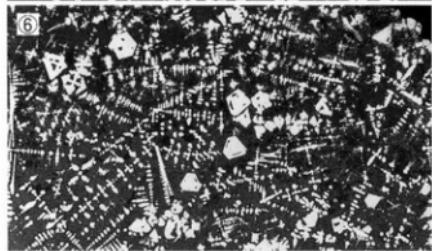
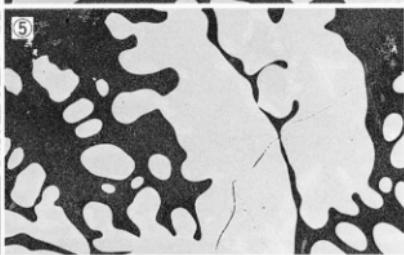
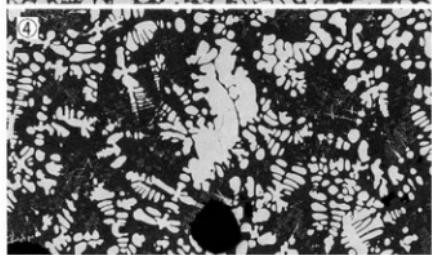
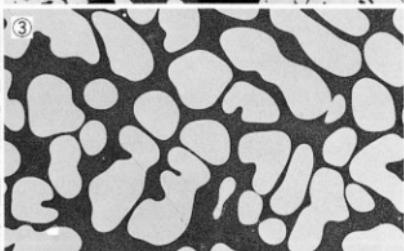
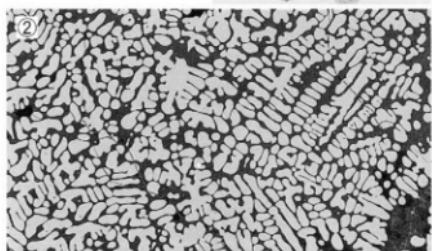
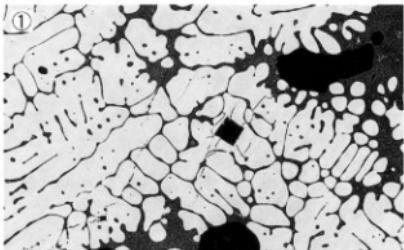
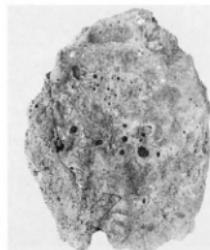
ヴスタイト晶出

⑥⑧×100、⑦⑨×400

マグネタイト晶出

全視野ファイアライト

微細化



図版二 鉄滓（KSH-2）の顕微鏡組織

KSH-2
槌形鍛冶津

①⑥⑧×100

⑦⑨×400

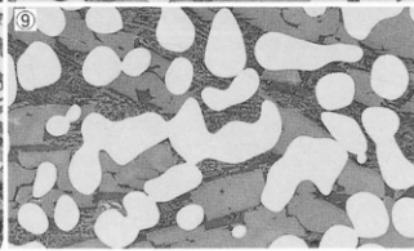
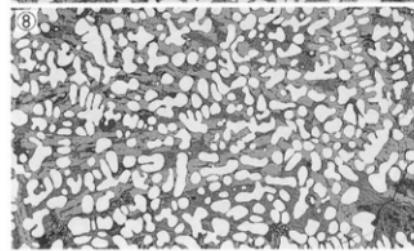
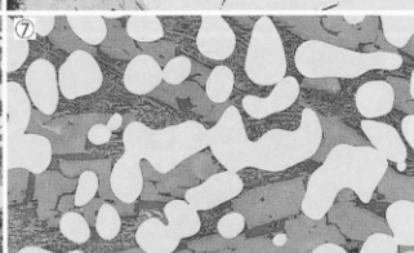
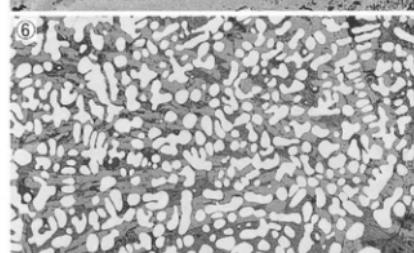
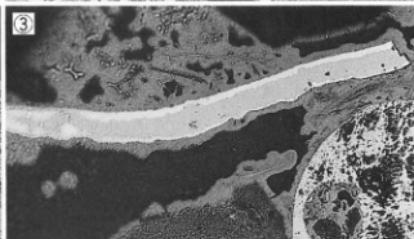
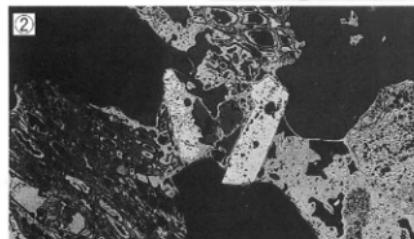
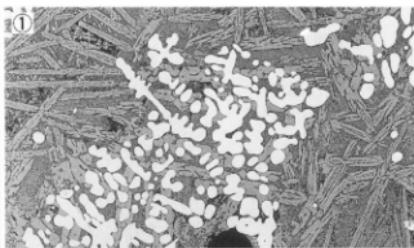
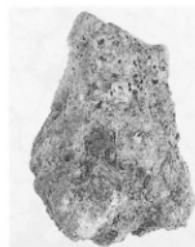
鉄滓鉱物組成

ヴスタイト+ファイアラ

イト

②④×100、③⑤×400

鍛造剥片（3層分離型）



図版三 鉄滓 (KSH-3・4) の顕微鏡組織

KSH-3

楕形鍛治滓

①②×100、③×400

ヴスタイト (粒内ヘー

シナイト) + ファイヤ

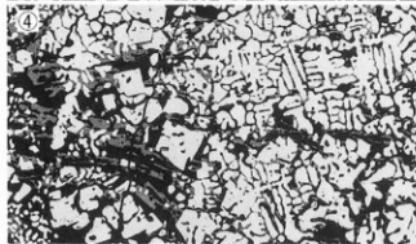
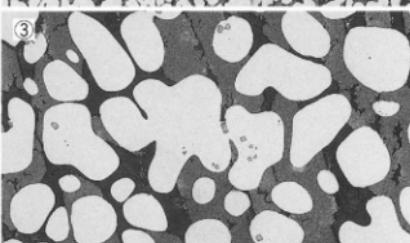
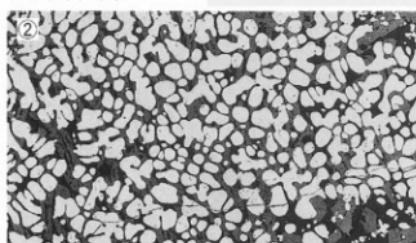
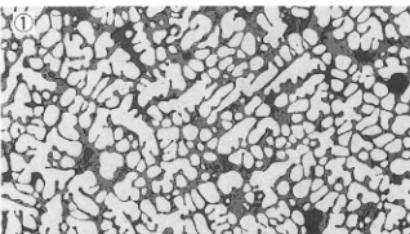
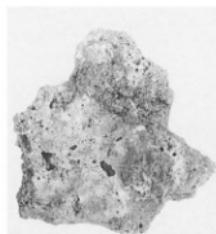
ライト

④×100 局部組成

マグネタイト

⑤×100 楕形底部

ファイヤライト



KSH-4

楕形鍛治滓

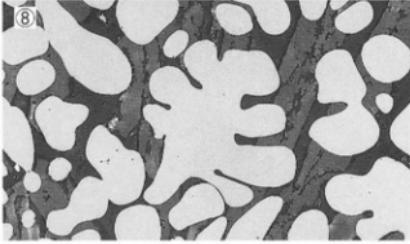
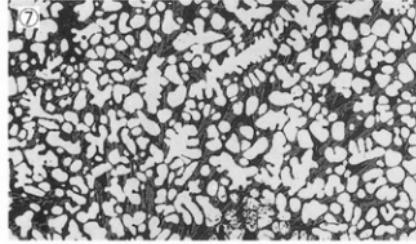
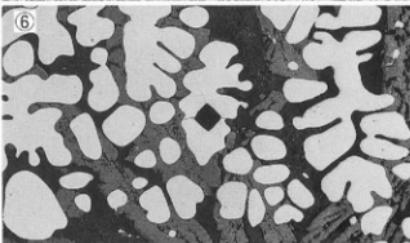
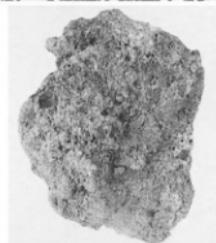
⑥×200 硬度圧痕

ヴスタイト: 468HV

⑦×100 ⑧×400

ヴスタイト + ファイヤ

ライト



図版四

鉄滓

(KSH-5・6) の顕微鏡組織

KSH-5
椀形鍛治滓

①×200 硬度圧痕

ヴスタイト: 473HV

②×100、③×400

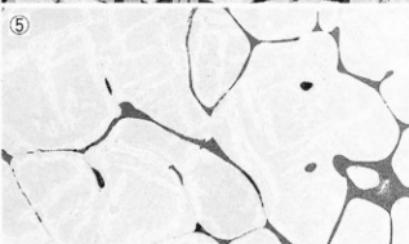
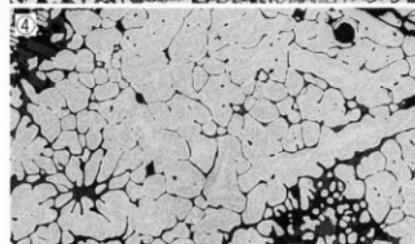
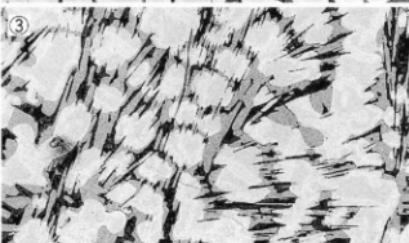
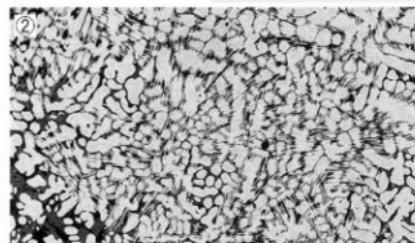
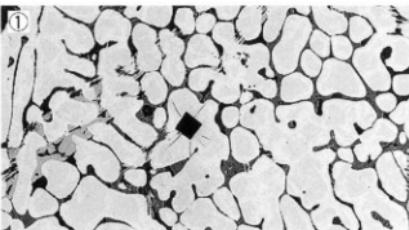
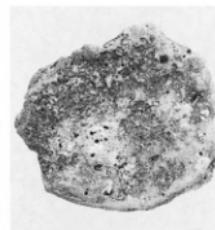
ヴスタイト+ヘーシナイ

ト

④×100 ⑤×400

ヴスタイト+ファイヤラ

イト



KSH-6

椀形鍛治滓

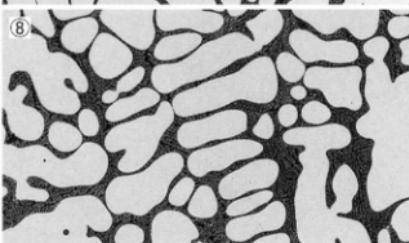
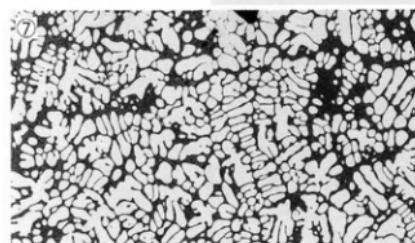
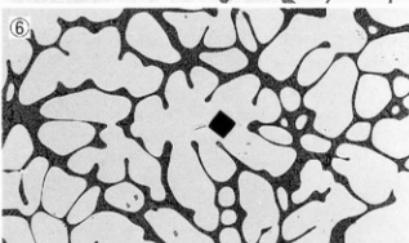
⑥×200 硬度圧痕

ヴスタイト: 441HV

⑦×100 ⑧×400

ヴスタイト+ファイヤラ

イト



1/1.9

図版五 鉄釘 (KSH-7) のマクロ組織



→ 図版七 ① 撮影個所

図版六 鉄釘 (KSH-7(1)) の顕微鏡組織

(7) KSH-7①

鉄釘

①×100、②③×400

非金属介在物

④×50 先端部

⑤～⑨×200、硬度圧痕

⑤165HV ⑥162HV

⑦143HV ⑧155HV

⑨129HV



①

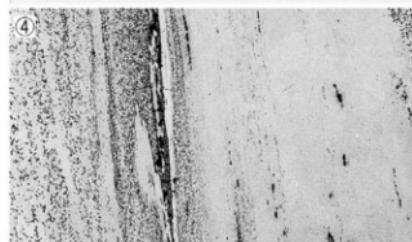
②



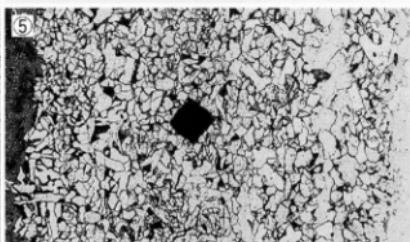
③



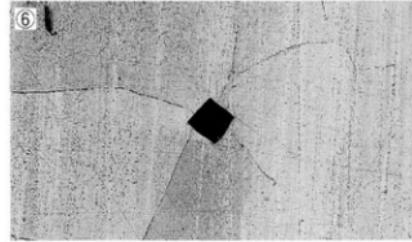
④



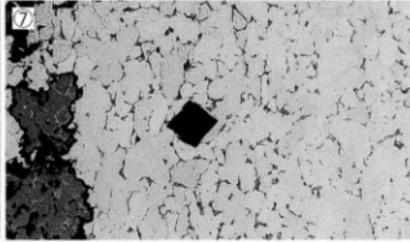
⑤



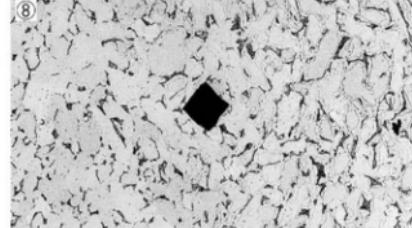
⑥



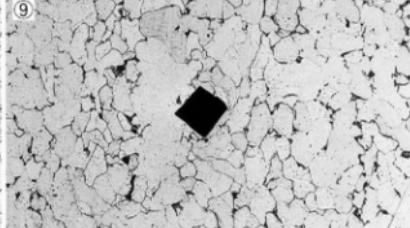
⑦



⑧



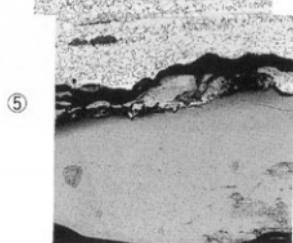
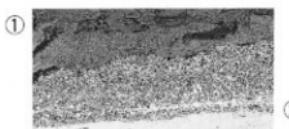
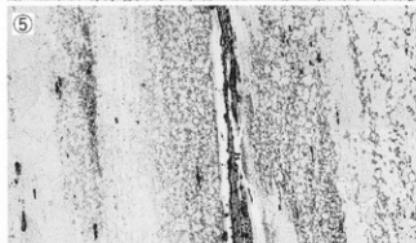
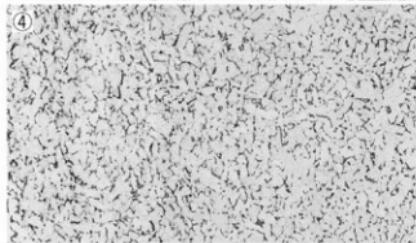
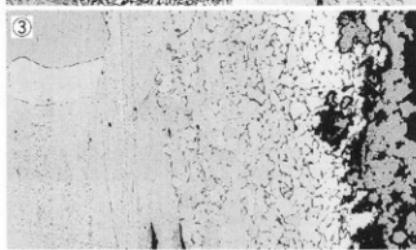
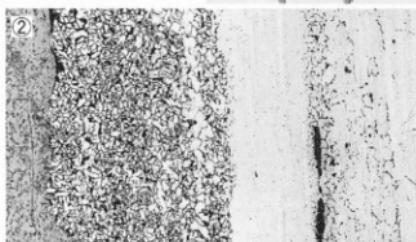
⑨



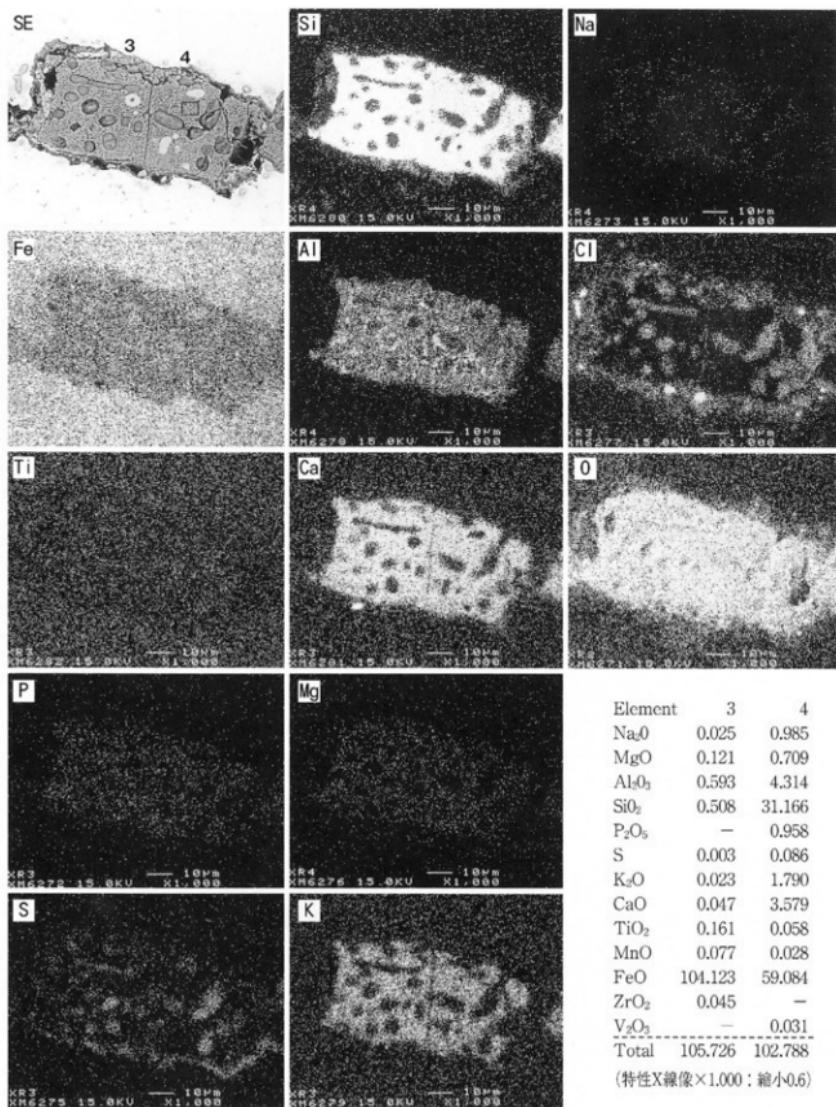
図版七 鉄釘 (KSH-7(2)) の顕微鏡組織

(8) KSH-7②
鉄釘

①×50 ナイタルetch
③～⑤×100



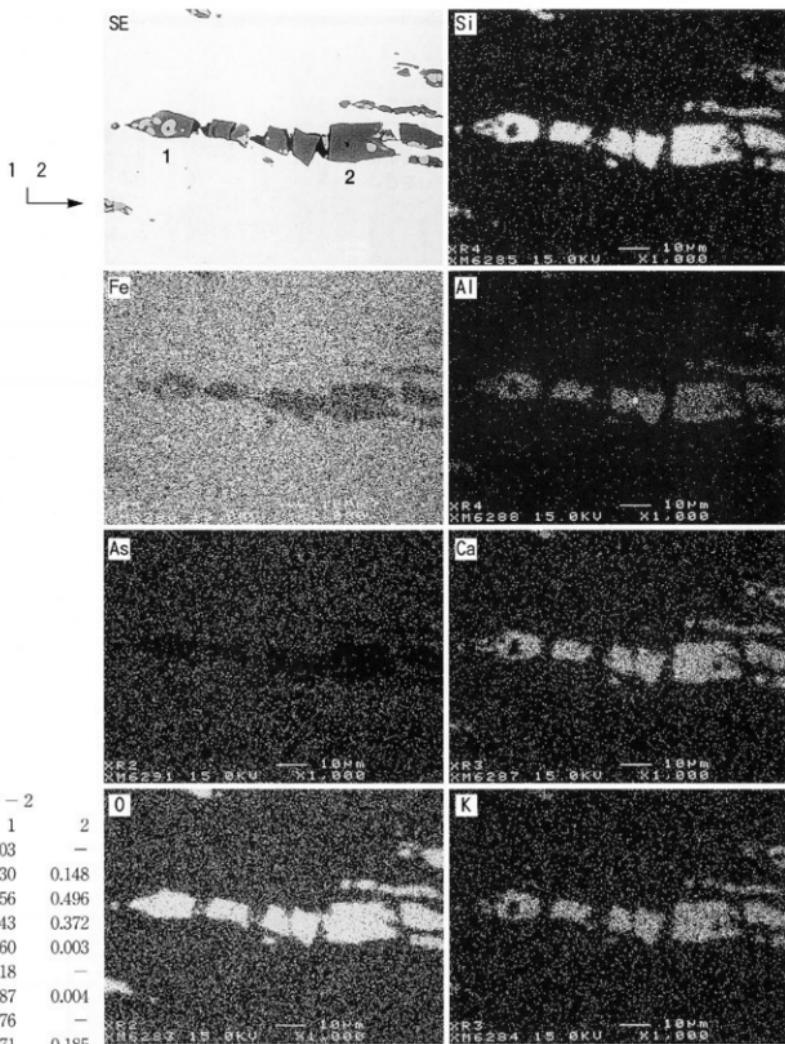
図版八 鉄釘 (KSH-7(1)) 鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値 (その1)



Element	3	4
Na ₂ O	0.025	0.985
MgO	0.121	0.709
Al ₂ O ₃	0.593	4.314
SiO ₂	0.508	31.166
P ₂ O ₅	—	0.958
S	0.003	0.086
K ₂ O	0.023	1.790
CaO	0.047	3.579
TiO ₂	0.161	0.058
MnO	0.077	0.028
FeO	104.123	59.084
ZrO ₂	0.045	—
V ₂ O ₃	—	0.031

(特性X線像×1,000：縮小0.6)

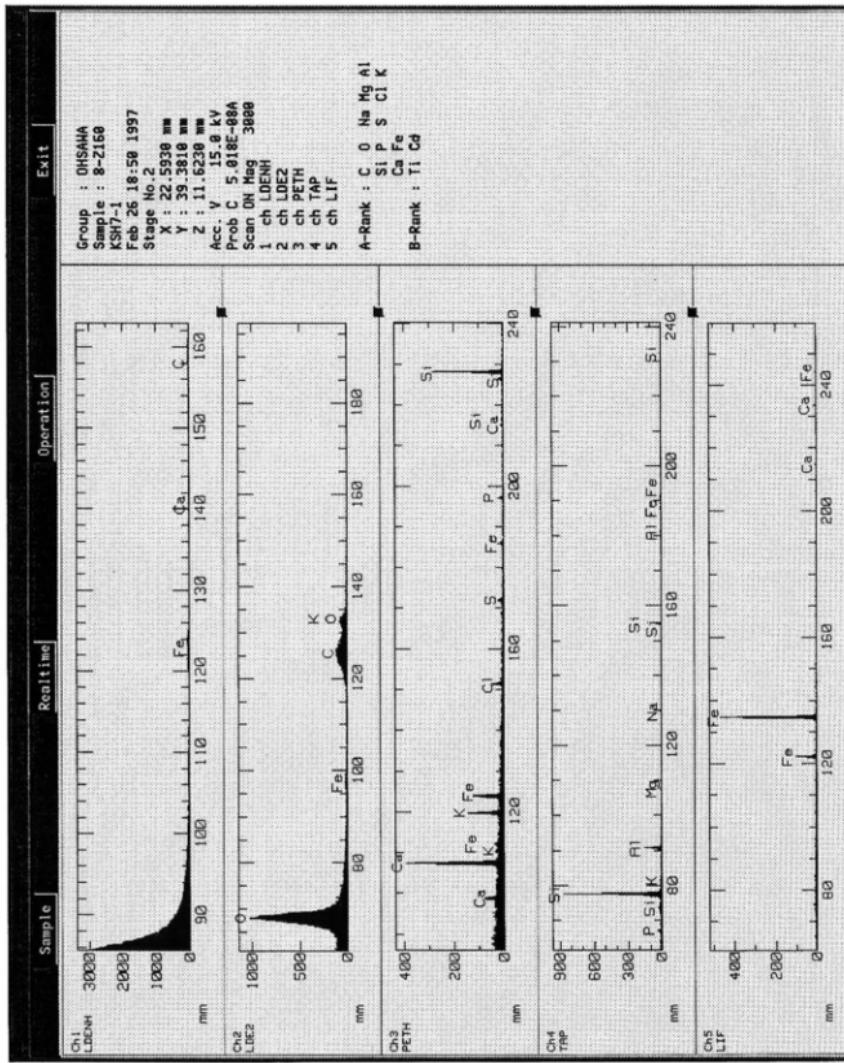
図版九 鉄釘 (KSH-7) 鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値 (その2)



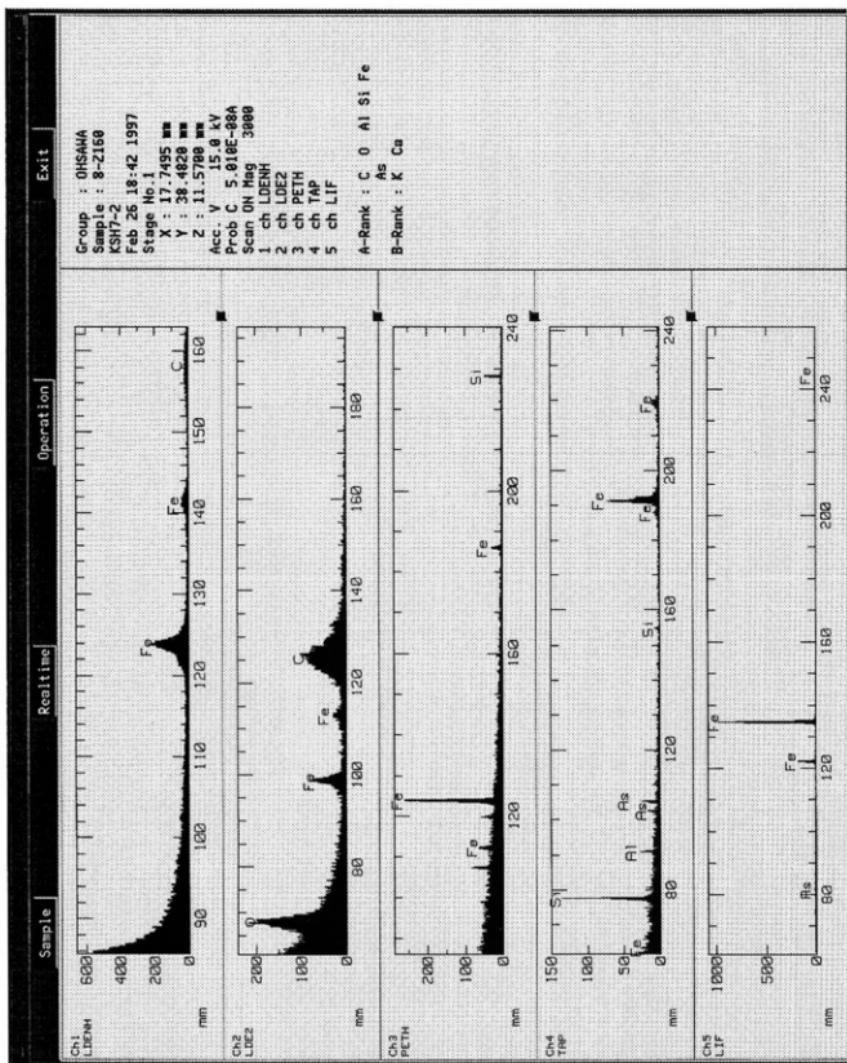
KSH 7 - 2

Element	1	2
Na ₂ O	0.903	-
MgO	0.730	0.148
Al ₂ O ₃	6.256	0.496
SiO ₂	35.943	0.372
P ₂ O ₅	1.160	0.003
S	0.118	-
K ₂ O	2.287	0.004
CaO	4.476	-
TiO ₂	0.071	0.185
MnO	0.149	-
FeO	50.788	104.143
ZrO ₂	0.039	0.027
V ₂ O ₃	-	0.006
Total	102.920	105.384

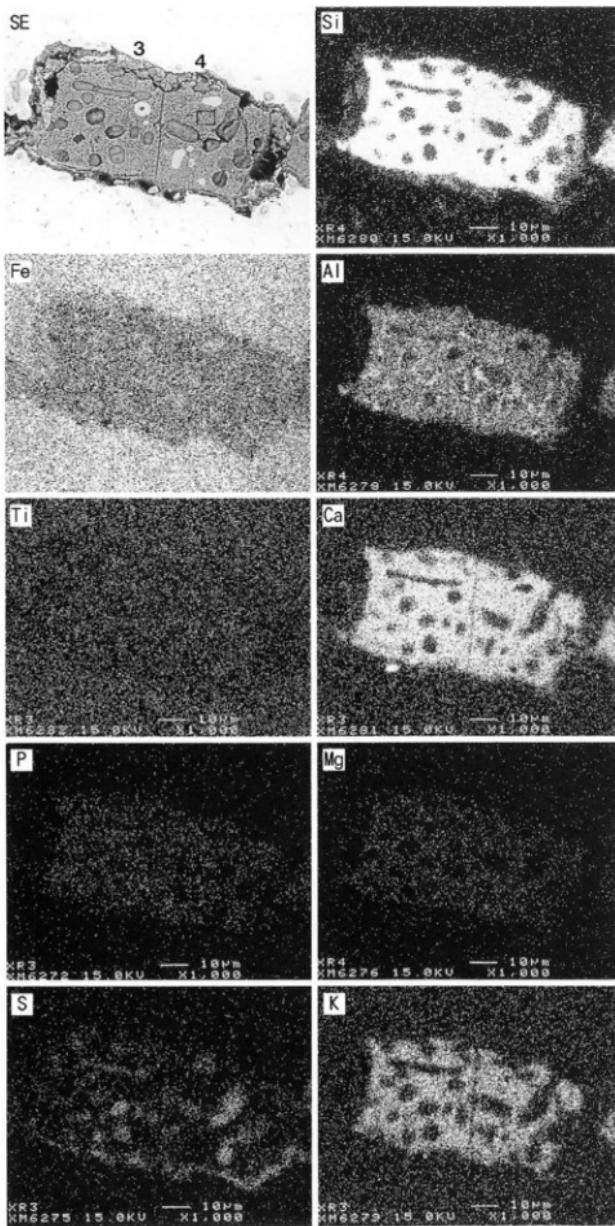
図版一〇 鉄釘 (KSH-7(1)) 鉄中非金属介在物のコンピュータープログラムによる高速定性分析結果 (図版一八と対応)



図版一一 鉄釗 (KSH-7(2)) 鉄中非金属介在物のコンピュータープログラムによる高速定性分析結果 (図版一九と対応)

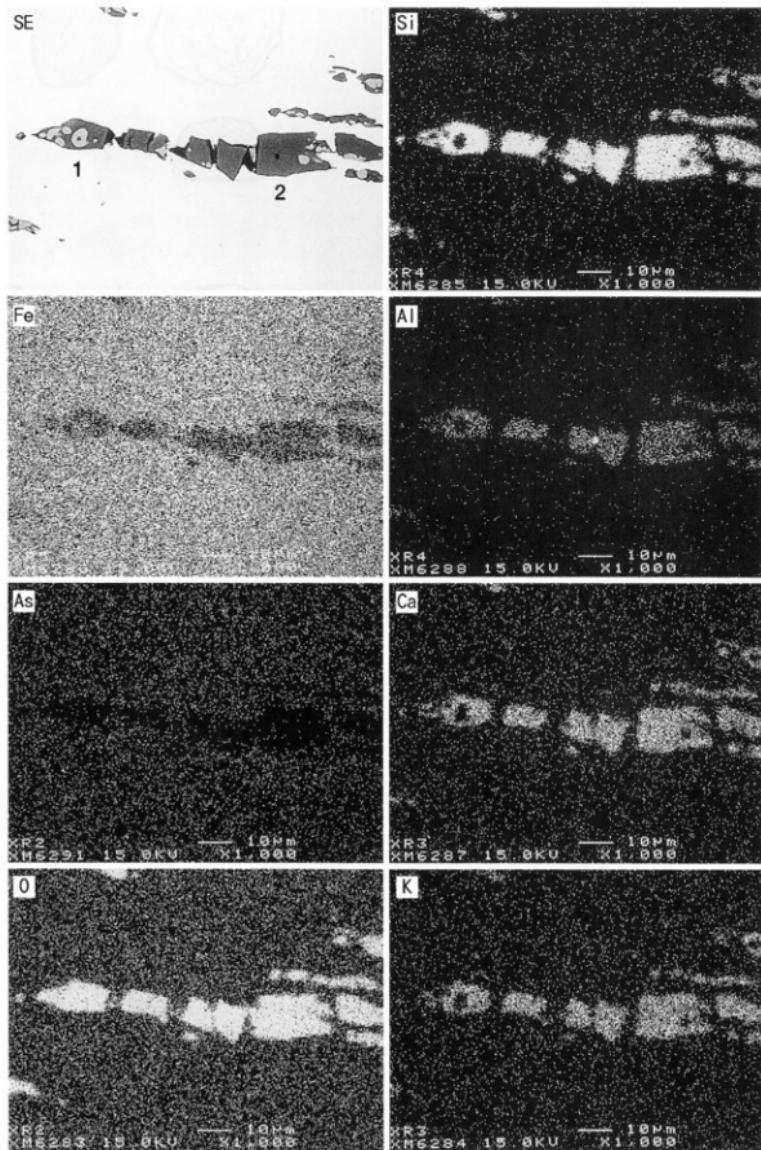


図版一二 鉄釘 (KSH-7(1)) 鉄中非金属介在物の組織

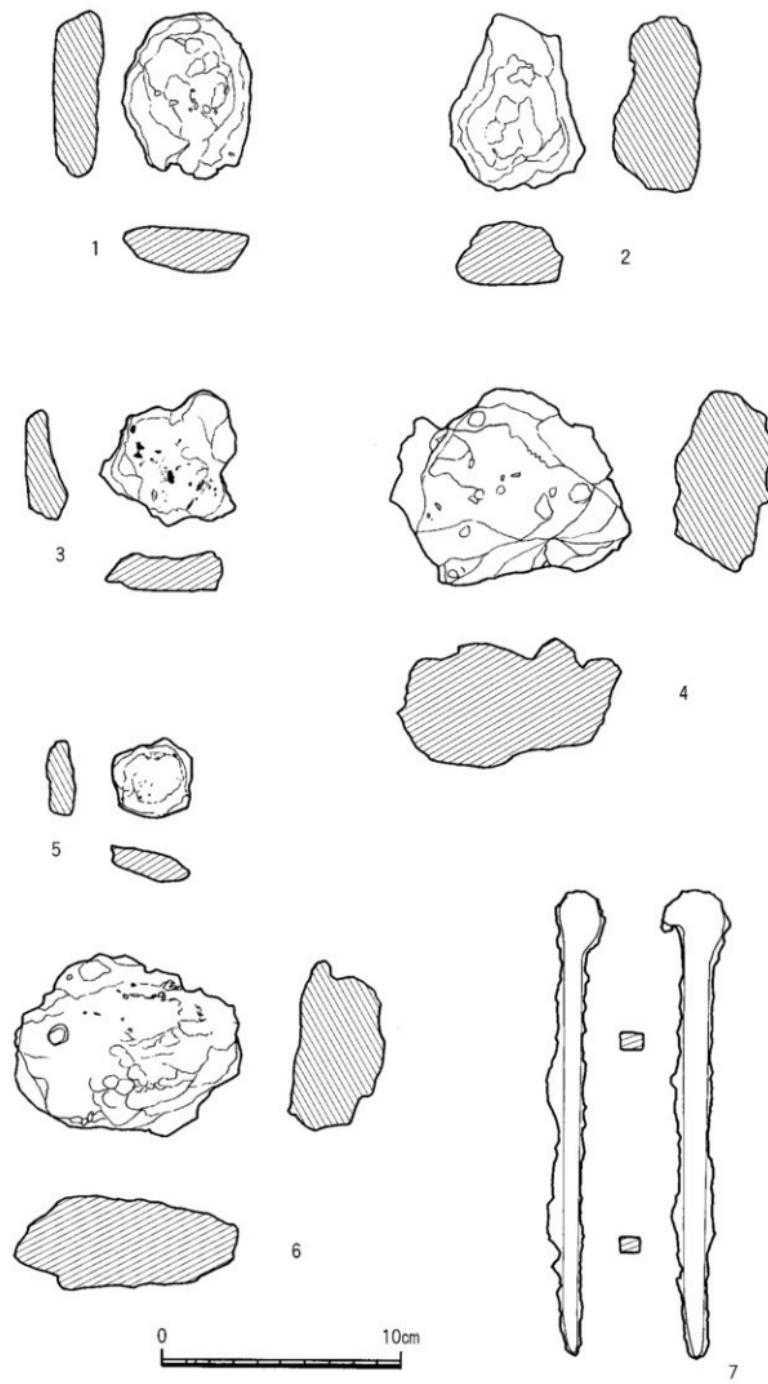


K SH-7(1)

図版一三 鉄釘 (KSH-7(2)) 鉄中非金属介在物の組織



KSH-7(2)



大県遺跡群分析調査報告書

2003年度

編集・発行 柏原市教育委員会
〒582-8555 大阪府柏原市安堂町1番43号
電話(0729)72-1501
発行年月日 2003年3月31日
印 刷 深近畿印刷センター

