柏原市文化財概報　2002－Ⅲ

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ない課題です。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、武蔵工業大学教授　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、槙原美智子、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　－大阪府下の鍛冶遺跡を中心に－……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（磁鉄鉱）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。

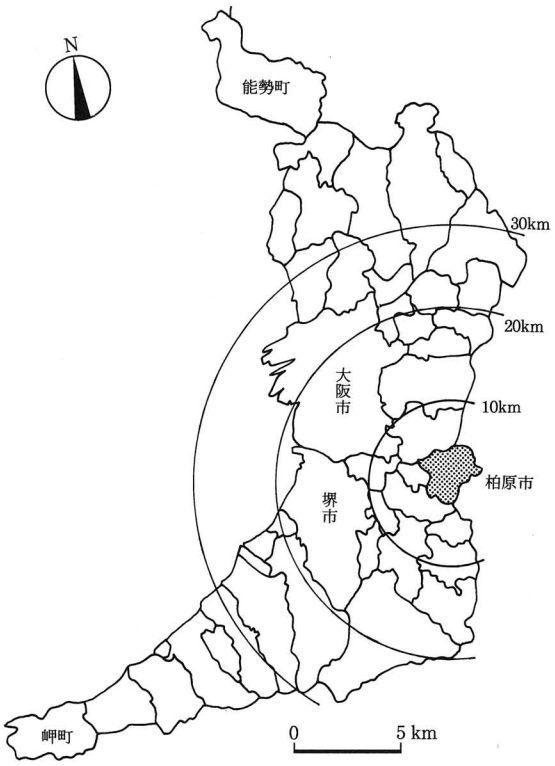
大県遺跡は、生駒山地西麓南端部で位置や規模が最も大きな集落遺跡で縄文時代から注目すべき遺物や遺構が検出されている。

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、鍛冶工房の竪穴、覆屋、金床状遺構に伴って鉄滓、鞴羽口、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う量ではなく、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。現在までに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。

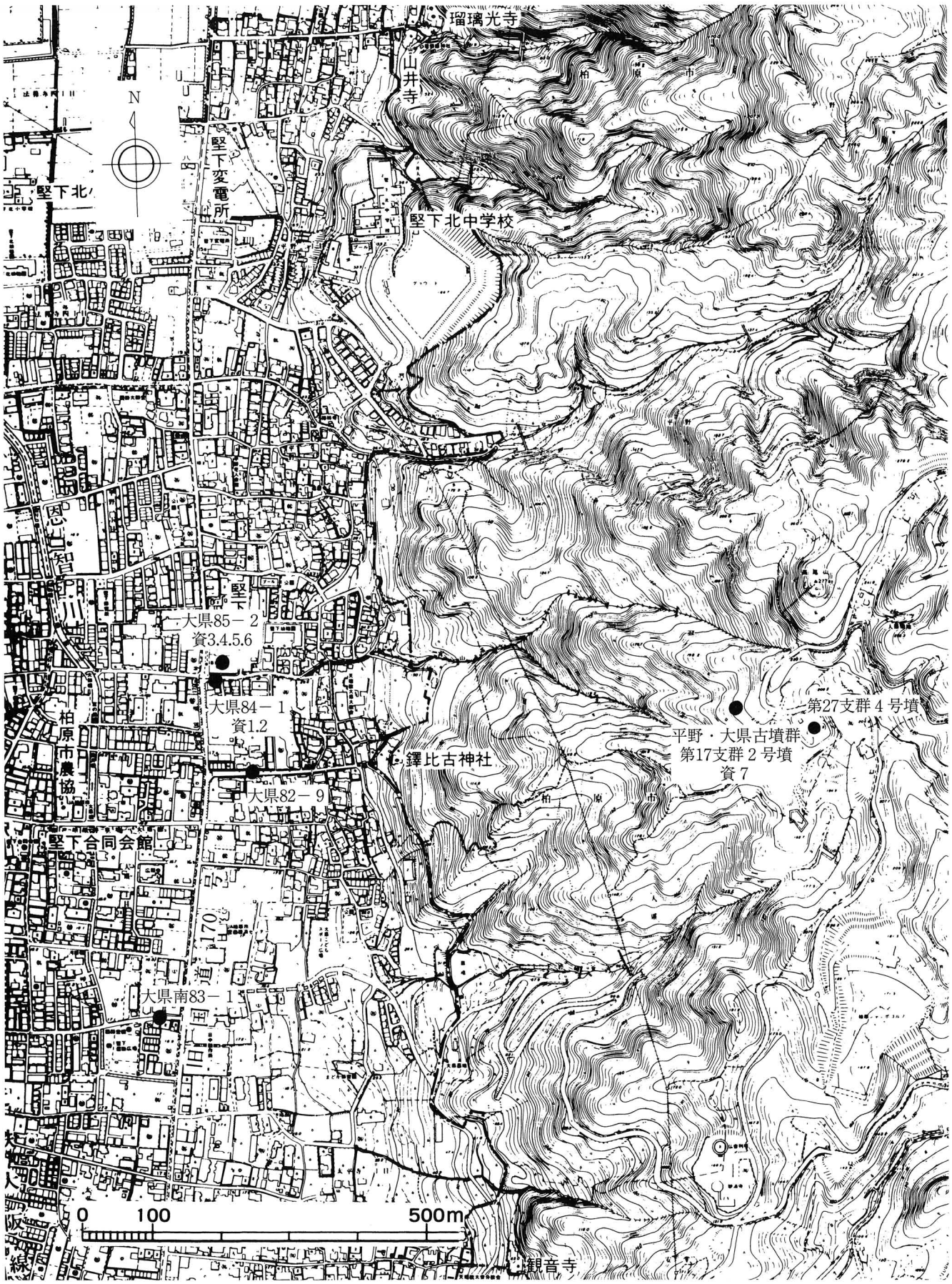
しかし、これらの遺跡の鉄製品の流通、製作工房の技術、原材料、その組織が如何なる関連性を呈しているのか考古学的手法による解明は困難な面がある。近年自然科学において、出土した鉄滓の分析を行い、全国的な資料化により技術過程や素材の産地同定等に利用されるようになった。

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、武蔵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1)



図－１　柏原市位置図

（注）『大県の鉄』柏原市の歴史講座１　柏原市教育委員会　1997.3


瑠璃光寺
山井寺
N
堅下変電所
堅下北中学校
恩智川
大県85－2
資3.4.5.6
大県84－1
資1.2
柏原市農協
鐸比古神社
大県82－9
堅下合同会館
170
大県南83－1
平野・大県古墳群
第17支群2号墳
資7
第27支群4号墳
0
100
500m
観音寺

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、銅鐸を中心した分布圏と銅剣と銅矛、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。

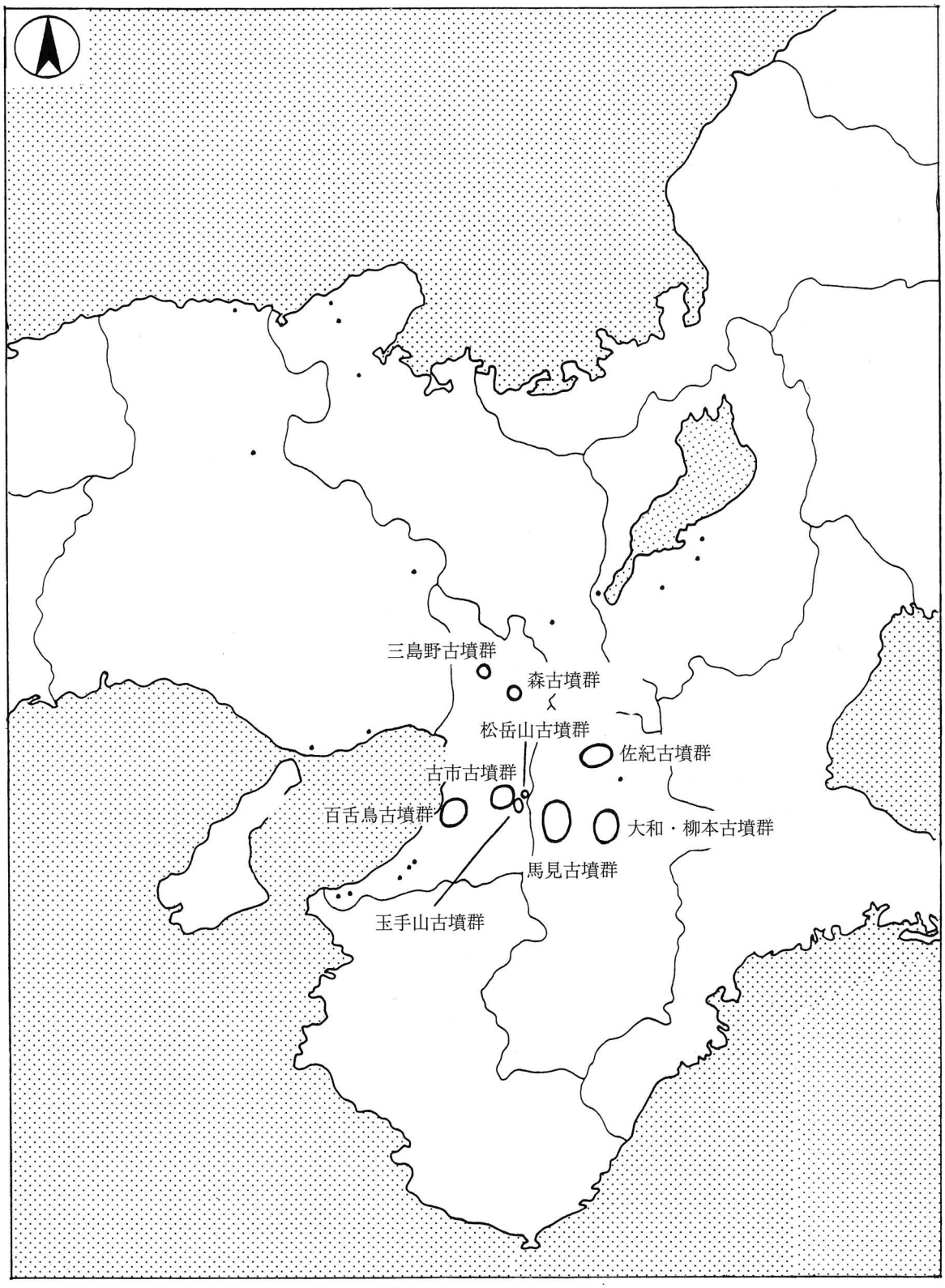
古墳時代は、集落の近くの丘陵縁辺部や河川に隣接した丘陵上に古墳が築造される。畿内には、100m以上の規模を持つ前方後円墳が集中し、大和政権及び構成する大豪族の首長層が埋葬されたと考えられ、それぞれの地域の政治や文化の頂点を表象している。これら巨大な古墳を持つ地域にある集落遺跡には鉄器生産に関連を持つ遺跡がある。古墳の副葬品に多数の鉄器が入れられ、中国や韓国からの舶載品だけでなく、日本独自に製作した鉄器も想定されていることから、鉄器の生産した遺跡について考えたい。

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阪の地形は、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縫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蜜にし、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、鏡とかを貰ってくる。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、南側は和歌山の有田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、何れかの地域を中継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．畿内の巨大古墳と周辺の鍛冶工房を持つ遺跡

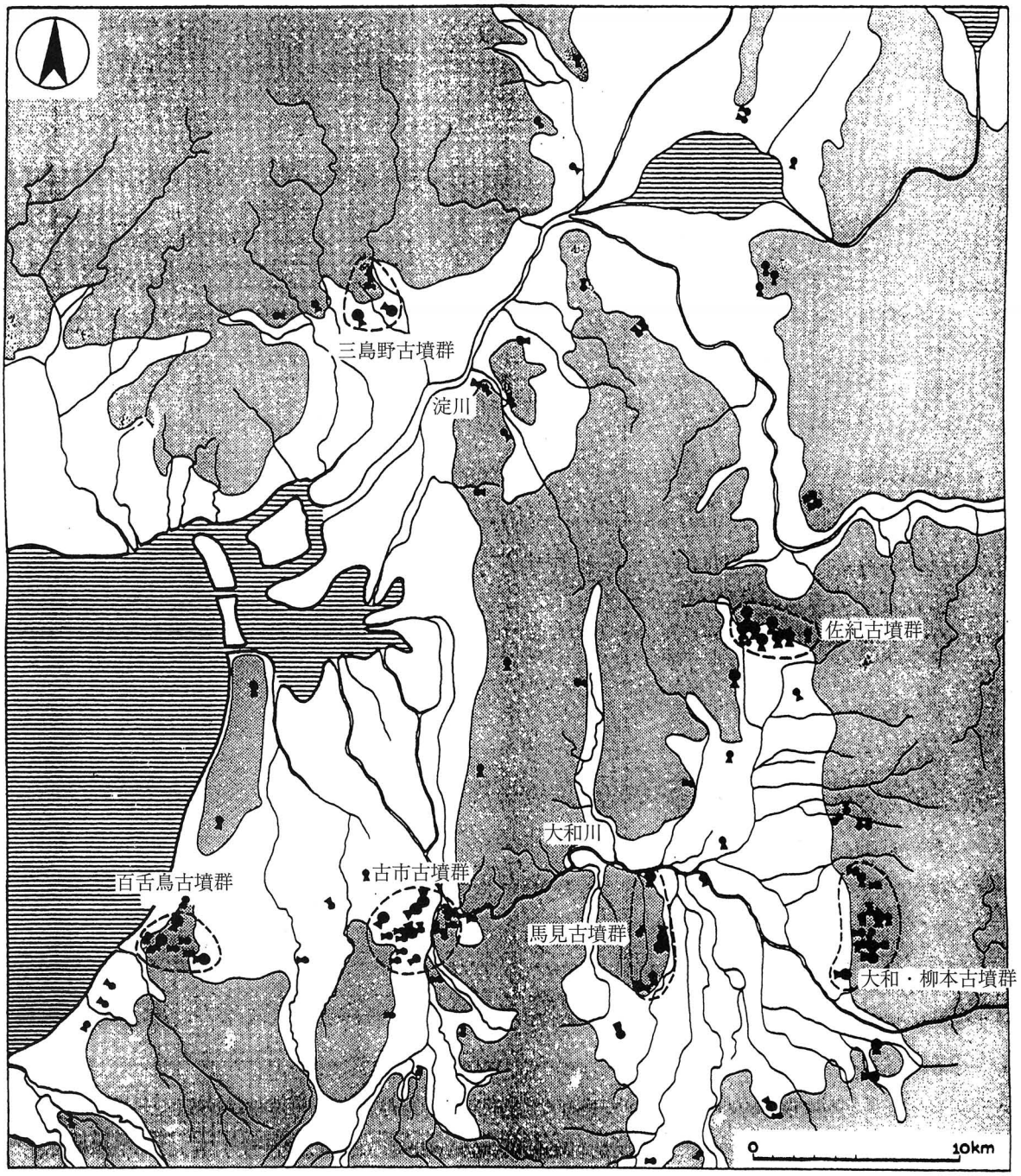
ここで、畿内の巨大古墳の分布を前方後円墳集成（近畿編）によって、古墳の墳長別表を作成した。この表で明らかなように大和、河内、和泉地域に巨大古墳が分布し、当時の政治権力がこれらの地域を中心に展開したことについて考える。

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

順位	古　　墳　　名	所在	規模	時期
1	箸墓古墳	大和	276m	1
2	西殿塚古墳	大和	230m	2
3	桜井茶臼山古墳	大和	207m	2
4	渋谷向山古墳	大和	300m	3
5	五社神古墳	大和	275m	3
6	行燈山古墳	大和	242m	3
7	宝来山古墳	大和	230m	3
8	メスリ山古墳	大和	224m	3
9	佐紀陵山古墳	大和	203m	3
10	摩湯山古墳	和泉	200m	3
11	巣山古墳	大和	210m	4
12	津堂城山古墳	河内	208m	4
13	佐紀石塚山古墳	大和	204m	4
14	百舌鳥陵山古墳	和泉	360m	5
15	仲津山古墳	河内	290m	5
16	市庭古墳	大和	253m	5
17	室宮山古墳	大和	238m	5
18	古市墓山古墳	河内	225m	5
19	ヒシアゲ古墳	大和	220m	5
20	コナベ古墳	大和	210m	5
21	築山古墳	大和	210m	5
22	新木山古墳	大和	200m	5
23	誉田御廟山古墳	河内	425m	6
24	ウワナベ古墳	大和	260m	6
25	西陵古墳	和泉	210m	6
26	大山古墳	和泉	486m	7
27	土師ニサンザイ古墳	和泉	290m	7
28	大田茶臼山古墳	摂津	226m	7
29	市野山古墳	河内	208m	7
30	岡ミサンザイ古墳	河内	242m	8
31	河内大塚古墳	河内	335m	9
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。鍛冶、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、鞴羽口、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、その中心に位置し、古墳時代中期から後期にかけて鍛冶工房の遺構が広い範囲に検出され、鉄滓、鞴羽口、砥石等と共に韓式系土器の出土があり、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。遺構は、鍛冶炉を中心として炭窯、金床となるような遺構等、遺物は、土器類と鍛冶関連遺物の鉄滓、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鉄滓や金鋏、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、鉄滓は多量に出土し、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栄える。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土師、綾南遺跡に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、武蔵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。

【武蔵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。鋳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。鋳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産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（製錬滓や鍛冶滓など）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鍛冶滓、右上方には製錬滓が位置することが知られている。さらに、鉄塊系遺物と鍛冶滓とではこの直線上で原料に近いほうが鍛冶滓で、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錬あるいは精錬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。

椀形滓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。椀形滓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と想定すると椀形滓のTi／V比とも等しいことになり、椀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はぼ同一で、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。

ロ．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産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椀形滓と鉄釘のAs／Sb比は、椀形滓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）においても椀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、本試料の椀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、本遺跡が同一の産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、椀形滓１が直線から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ない。

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、主従関係を保ちつつ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

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ようとするものである。金、銀、銅の金属より銹化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。

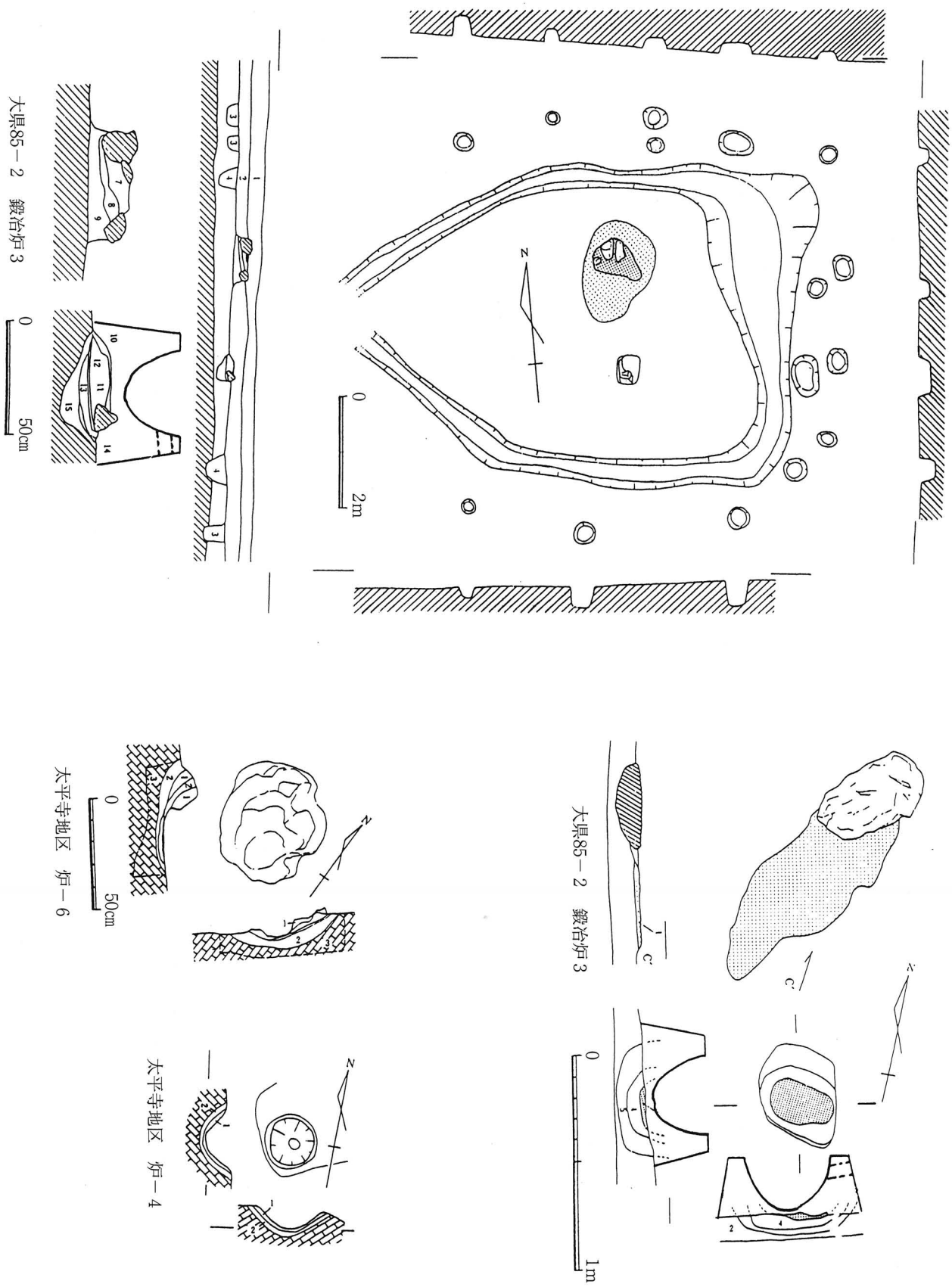
参考文献

東　潮「鉄廷の基礎的研究」『考古学論攷』第12冊、橿原考古学研究所、1987年
穴澤義功「製鉄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「古代の鍛冶炉」『考古学研究』第42巻第２号、考古学研究会、1995年
大澤正己「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年
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滓・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
大澤正己「奥坂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「鉄滓類の分析調査」『狐塚遺跡発掘調査報告』（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
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」『大畑遺跡』（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
梶山彦太郎・市原　実著の『續大阪平野発達史』古文物学研究会1985年
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巻第２号、考古学研究会、1996年
河瀬正利「中国地方におけるたたら製鉄の展開」『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冊、大阪大学、1976年
潮見　浩「鉄・鉄器の生産」『岩波講座　日本考古学３　（生産と流通）』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』鬼ノ城ゴルフ倶楽部造成に伴う発掘調査　総社市教育委員会、1999年
土佐準彦「製鉄炉跡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・鉄器生産工房一大阪を中心とした古代鍛冶－」『柏原市歴史資料館館報」3、相原市歴史資料館、1992年
花谷　浩「奈良県明日香村飛鳥池遺跡の工房」『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「大蔵池南製鉄遺跡」『糠山遺跡群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
森浩一・炭田知子「考古学から見た鉄」『鉄』社会思想社、1974年
山田幸弘「鉄器大量埋納の謎　－西墓山古墳が語るもの－」『倭の五王の時代　－巨大古墳の謎に迫る－』藤井寺の遺跡ガイドブック７、1996年
伊東錫・大澤正己「障城洞遺蹟製鉄関連遺物の金属学的調査」『慶州障城洞遺蹟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（平井昭司先生）

元素	1 椀形滓 84-1	2 椀形滓 85-2	3 椀形滓 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　大県遺跡群の鍛冶炉

遺跡名	大県	調査区	OG82-9	鉱滓番号	R-237鉄滓－1	分析内容	化学	放射化
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
鉱滓型式	椀形滓（20上・15上・10上・5上） 不定形塊状・その他					検鏡	蛍光X線	
						硬度	CMA	

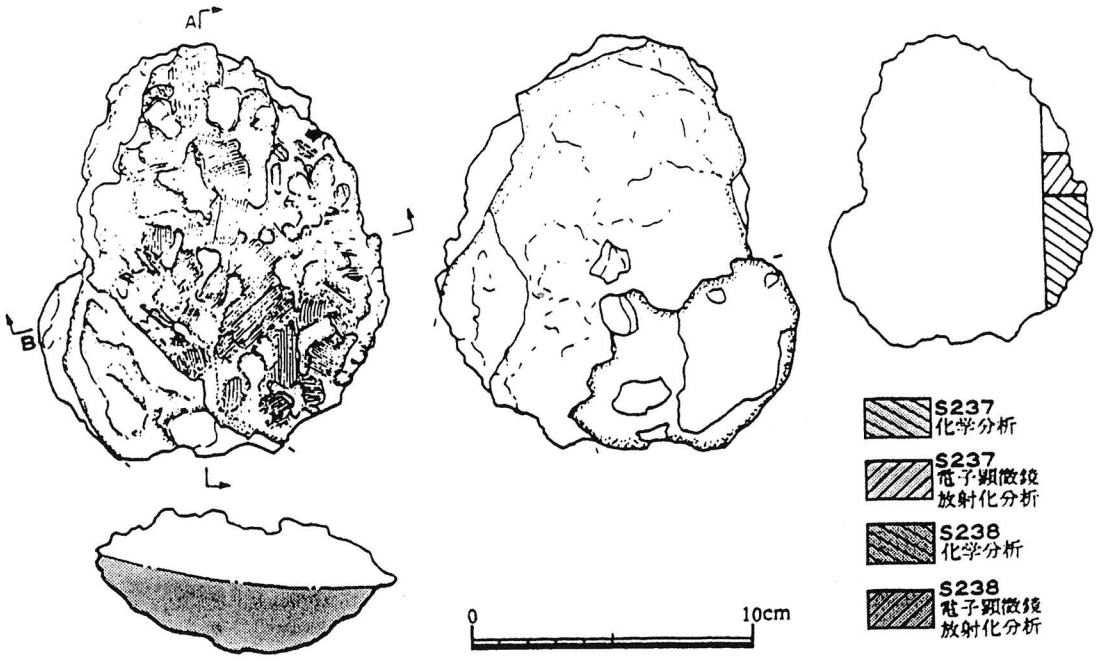
鉱滓型式	SD-1	時期	6C中～7C前半	供判遺物	H・S・

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・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・精錬滓）・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、二段気味の大形の椀形鍛冶滓である。平面計は不整楕円形。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。上段と下段の境界面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冶滓と、沸し鍛接の高温作業で排出された鍛錬鍛冶滓に分類される。なお、鍛錬鍛冶操業の裏付けは、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を挙げたが、(注1)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19.4㎝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ヤライト（Fayalite：$2FeO \cdot SiO_2$）で、これに少量の燐（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、(注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）ビッカース断面硬度

鉄滓の鉱物組成と、金属鉄の組織同定を目的として、ビ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、その時に生じた窪みの面積をもって、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（SiO_2）、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、酸化カルシウム（CaO）、酸化マグネシウム（MgO）、酸化カリウム（K_2O）、酸化ナトリウム（Na_2O）、酸化マンガン（MnO）、二酸化チタン（TiO_2）、酸化クロム（Cr_2O_3）、五酸化燐（P_2O_5）、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）ＫＳＨ－１：椀形鍛冶滓（大県84－１、Ｃ－１層）

平面が不整楕円形状の小型（90ｇ）椀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：$2FeO \cdot SiO_2$）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に中に晶出する。⑥～⑨は局部組織でヴスタイトに代ってマグネタイト（Magnetite：Fe_3O_4）の晶出で更に高温現象が確認できた。なお、白色粒状結晶のビ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錬鍛冶滓に分類される。表－５に化学組成分析結果を示す。鍛冶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（Fe_2O_3）12.83％の割合であった。ガラス質成分（$SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+K_2O+Na_2O$）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（TiO_2）を0.27％、バナジウム（V）0.01％以下、酸化マンガン（MnO）0.18％など磁鉄鉱レベルを含み、五酸化燐（P_2O_5）1.00％は高めで、銅（Cu）も0.055％は多い。脈石成分（Ti、V、Mn）が高値傾向にあり、かつ造滓成分（ガラス質）／Total Fe=0.61は高めであり鉱石系精錬鍛冶滓の成分系に分類される。６世紀中頃からの精錬鍛冶操業の可能性を示す滓であった。

（2）ＫＳＨ－２：椀形鍛冶滓（大県84－１、Ｂ－１層）

本来形状は楕円形状を成すところが長軸両側端を欠損した椀形鍛冶滓である。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銹を発する。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ずれ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錬鍛冶滓の晶癖である。①は椀形滓の底部で、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。鍛錬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。[注4]今回提示した椀形滓付着の②～⑤鍛造剥片は、0.03～0.15㎜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：Fe_2O_3）、淡灰

色中間層のマグネタイト（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椀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燐など若干低減するが前述ＫＳＨ－１椀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％、五酸化燐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：椀形鍛冶滓（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椀形鍛冶滓である。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（Hercynite：FeO・Al_2O_3）が点在する。また、一部に多角形結晶のマグネタイトが存在する。ヘーシナイトやマグネタ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単独析出であり、椀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％と多い。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、五酸化燐の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：椀形鍛冶滓（大県85－２、鍛冶炉３周溝）

平面が不整台形状で厚みをもつ椀形鍛冶滓である。一部を欠き完形品ではないが395ｇ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銹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。ヴスタイトの硬度圧痕は⑥でみられるように468Hv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タ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分類される。

次に化学組成を表－５に示す。鉄分が多くて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、かつ五酸化燐も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：椀形鍛冶滓（大県85－２、鍛冶炉３周溝）

平面は不整五角形で扁平小型（24ｇ）の椀形鍛冶滓の完形品である。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㎜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さ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滓の成分系である。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％、バナジウム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、造滓成分（ガラス質成分）／全鉄分＝0.33と低値であって鍛錬鍛冶滓に分類される。

（6）ＫＳＨ－６：椀形鍛冶滓（大県85－２、鍛冶炉１炉底滓）

平面が不整楕円形状をして側面の一部が欠損した中型（278ｇ）の椀形鍛冶滓である。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ヤライトが埋める。鍛錬鍛冶滓の晶癖である。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％も少なくはなく、銅を0.025％とやや高め傾向にある。鍛錬鍛冶滓に分類される。

（7）ＫＳＨ－７：鉄釘（平野大県古墳群17－２号墳玄室）

断面が1.2㎝×0.9㎝の長方形で長さ19.4㎝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㎝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。皮金側は銹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はうまく完了したとはいいきれない。鉄素材は炭素含有量の異なる異材の合せ鍛えであって、白色帯状の極軟鋼（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（鉄鋼中に介在する固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すものである。③に示した楕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てみた。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鉄鉱由来であろうか。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楕円状窪みが点在し、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5μm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ＥＰＭＡ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％SiO_2－4.3％Al_2O_3－3.6％CaO－1.8％K_2O－1.0％Na_2O－1.0％P_2O_5が得られた。鉱物相は、珪酸塩地にファイヤライト（Fayalite：$2FeO \cdot SiO_2$）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点の椀形鍛冶滓の高燐傾向（0.43～1.08％P_2O_5）に関連ず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（5μmエリア）に準じたもので、50.8％FeO－36.0％SiO_2－6.3％Al_2O_3－4.5％CaO－2.3％K_2O－1.2％P_2O_5組成であった。これも珪酸塩中に微細なファイヤ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て基地鉄側に砒素（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鉄鉱由来であれば、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生山赤鉄鉱がある。こちらは銅を共伴する特徴をもつが、(注6) 平野大県鉄釘は銅の含有がない。朝鮮半島側では慶州近くの達川鉱山賦存の磁鉄鉱が含砒素であって、(注7) これら廃鉄器のリサイクル品ともなれば可能性もなくもない。如何なものであろうか。

介在物に絡む記述が長くなった。ナイタル（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0.4㎜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1.4㎜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2.2㎜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燐を固溶し、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。前述した基部側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。前述した燐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異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椀形鍛冶滓は、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錬鍛冶を証明する遺物であった。６点の椀形鍛冶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。(注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。(注９)更に岡山県津山市内所在の大開古墳群の６世紀前半に比定される２・３号墳出土の供献鉄滓は、鉱石製錬滓であった。(注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塩土器が、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。(注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、(注12)これを補強する製錬滓、鍛冶滓はなくて(注13)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(注14)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ヤライトであったが、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、産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生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。(注15)今回調査

の鉄釘も長軸方向に亀裂（鍛接割れ）を生じ、砒素の悪影響か燐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椀形鍛冶滓（大県84－１椀形滓１）においても砒素濃度が他の滓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椀形鍛冶滓の調査報告を1984年に提出している。(注18)その中で出土椀形滓全部を鍛錬鍛冶滓に分類していたが現時点ではＲ－831椀形滓（造滓成分：29.52％／全鉄分：52.9％＝0.56）とＱ－831椀形滓（造滓成分：29.74％／全鉄分：49.4％＝0.60）から精錬鍛冶滓に訂正しておく。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編～』（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滓・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）日刊工業新聞社『焼結鉱組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、ファイヤライトは600～700Hvの範囲が提示されている。また、ウルボスピネ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以上あればウルボスピネルと同定している。更に700Hvを超えるとウルボスピネ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

（５）大澤正己　前掲書（１）

（６）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

（７）尹東錫・大澤正己「隍城洞遺蹟製鉄関連遺物の金属学的調査」『慶州隍城洞遺蹟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

（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『奥坂遺跡群』（総社市埋蔵文化財発掘調査報告15）1999.3
大澤正己「奥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「大開古墳群・大開遺跡出土鉄滓の金属学的調査」『大開古墳群大開遺跡』（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「鉄滓類の分析調査」『狐塚遺跡発掘調査報告』（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」『大畑遺跡』(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) 丸山竜平「各地域の製錬・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1997.3

(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、この磁鉄鉱は高砒素含有である。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)

表－4　供試材の履歴と調査項目

符号	遺跡名	遺構名	遺物名称	推定年代	計測値		メタル度	調査項目								備考
					大きさ(mm)	重量(g)		マクロ組織	顕微鏡組織	ビッカース断面硬度	X線回折	EPMA	化学分析	耐火度	カロリー	
KSH-1	大県84－1	R-30	椀形滓	6C中頃	69×31×18	90.0			○	○			○			平成8年度調査
KSH-2	大県84－1	R-41 B-1層	椀形滓	6C後半	73×38×28	133.5			○				○			平成8年度調査
KSH-3	大県85－2	鍛冶炉3周溝	椀形滓	6C後半	48×46×14	46.3			○				○			平成8年度調査
KSH-4	大県85－2	鍛冶炉３周溝	椀形滓	6C後半	93×74×37	395.4			○	○			○			平成8年度調査
KSH-5	大県85－2	鍛冶炉3周溝	椀形滓	6C後半	33×32×11	23.6			○				○			平成8年度調査
KSH-6	大県85－2	鍛冶炉1炉底滓	椀形滓	7C前半	92×71×35	278.3			○	○			○			平成8年度調査
KSH-7	平野･大県17－2	玄室内	鉄釘	6C中～後	194×12×9	98.6		○	○	○		○				平成8年度調査

表－5　大県遺跡を中心とする滓の化学組成

符号	遺跡名	遺物名称	推定年代	全鉄分 (Total Fe) ※	金属鉄 (Metalic Fe) ※	酸化第1鉄 (FeO) ※	酸化第2鉄 (Fe_2O_3) ※	二酸化珪素 (SiO_2) ※	酸化アルミニウム (Al_2O_3) ※	酸化カルシウム (CaO) ※	酸化マグネシウム (MgO) ※	酸化カリウム (K_2O) ※	酸化ナトリウム (Na_2O) ※	酸化マンガン (MnO)	二酸化チタン (TiO_2)	酸化クロム (Cr_2O_3)	硫黄 (S)	五酸化燐 (P_2O_5)	炭素 (C)	バナジウム (V)	銅 (Cu)	造滓成分 Σ※	造滓成分/Total Fe	TiO_2/Total Fe	注
KSH-1	大県84－1	椀形滓	6C中頃	45.05	0.66	45.56	12.83	12.31	5.68	5.10	1.52	2.20	0.62	0.18	0.27	0.01	0.01	1.00	0.13	<0.01	0.055	27.43	0.609	0.006	1
KSH-2	大県84－1	椀形滓	6C後半	44.41	0.42	27.65	32.17	20.09	4.74	2.89	0.87	1.14	0.41	0.18	0.21	0.01	0.04	0.67	0.53	<0.01	0.090	30.14	0.679	0.005	
KSH-3	大県85－2	椀形滓	6C後半	34.11	0.34	35.40	8.93	33.97	8.46	4.28	1.19	1.92	0.95	0.13	0.35	0.01	0.01	1.08	0.08	<0.01	0.002	50.77	1.488	0.010	
KSH-4	大県85－2	椀形滓	6C後半	55.50	0.75	50.90	22.36	13.89	3.64	1.59	0.63	0.63	0.29	0.10	0.17	0.01	0.02	0.69	0.43	<0.01	0.002	20.67	0.372	0.003	
KSH-5	大県85－2	椀形滓	6C後半	58.34	0.30	51.49	25.70	12.33	4.34	1.26	0.60	0.42	0.33	0.10	0.22	0.01	0.01	1.04	0.07	<0.01	0.002	19.28	0.330	0.004	
KSH-6	大県85－2	椀形滓	7C前半	63.67	0.35	67.29	15.18	8.58	2.02	2.07	0.58	0.38	0.13	0.22	0.09	0.01	0.01	0.43	0.07	<0.01	0.025	13.76	0.216	0.001	
平野･大県	27-4号墳	椀形滓	6C後半	57.16		44.80	31.78	10.55	2.79	1.78	0.80	0.30	0.08	0.15	0.13	0.07	0.02	0.44	0.15	0.01	0.049	16.30	0.285	0.002	2
2S-831	大県82－9	椀形滓	5C末～6C	65.8		63.7	23.24	5.80	1.98	1.53	0.41			0.48	0.083	0.015	0.075	0.47	1.60	Nil	0.003	9.72	0.148	0.0013	
R-831	大県82－9	椀形滓	5C末～6C	52.9		57.3	11.91	21.68	6.61	0.32	0.91			0.14	0.27	0.018	0.019	0.31	0.28	0.007	0.007	29.52	0.558	0.0051	
2S-834	大県南83－1	椀形滓	7C	65.3		60.5	26.1	6.24	1.85	2.28	1.14			0.087	0.20	0.023	0.020	0.21	0.15	0.011	0.005	11.51	0.176	0.0031	
Q-831	太平寺古墳群	小塊鉄滓	6C後半	49.4		45.1	20.49	20.78	6.93	0.82	1.21			0.39	0.44	0.014	0.029	0.31	0.18	0.016	0.007	29.74	0.602	0.0089	
留所山の北側	資料1	再結合滓	不祥	98.149		－	－	Si 0.45	Al 0.012	Ca 0.011	Mg Nil	－	－	Mn 0.18	Ti 0.007	Cr 0.023	0.11	P 0.013	0.90	0.007	0.096				3
留所山の北側	資料2	再結合滓	不祥	32.51		31.96	10.88	34.37	7.94	4.08	1.79	3.40	0.58	0.48	0.38	0.04	0.03	0.53	0.62	0.01	0.008				
K-892	田辺89－2	椀形滓	7C前半	53.2		54.0	16.04	17.16	3.50	2.86	0.58			0.24	0.15	0.01	0.018	0.32	0.13	0.003	0.75	24.10	0.453	0.003	

注）

1　大澤正己「大県遺跡出土鍛冶関連遺物の金属学的調査」『本稿』

2　大澤正己「大県遺跡及び周辺遺跡出土鉄滓・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　大澤正己「河内・大県遺跡とその周辺の鉄と鉄生産」古代を考える会　発表資料　1989.6.25

表－6　調査結果のまとめ

符号	遺跡名	遺物名称	推定年代	鍛冶工程	化学組成					鉱物組成	鉄滓出土量（g）
					TiO_2	MnO	P_2O_5	Cu	Ca+MgO		
KSH-1	大県84-1 R-30　C-1層	椀形鍛冶滓 (90g)	6C中頃	精練鍛冶滓 27.43/45.05＝0.61	0.27	0.18	1.00	0.055	6.62	W＋M＋微細F	154.3Kg（ハの口･円筒羽口共伴） 0～400g：83個、401～：138個
					高［P］高［Cu］系						
KSH-2	大県84-1 R-41　B-1層	椀形鍛冶滓 (134g)	6C後半	30.14/44.41＝0.68	0.21	0.18	0.67	0.090	3.76	W＋F 鍛造剥片付着	154.3Kg（円筒羽口共伴） 0～400g：83個、401～：138個
					中［P］高［Cu］系						
KSH-3	大県85-1 鍛冶炉3周溝	椀形鍛冶滓 (46g)	6C後半	精練鍛冶滓 50.77/34.11＝1.49	0.35	0.13	1.08	0.002	5.47	W（粒内H析出） ＋M＋F	66.5Kg（円筒羽口共伴） 0～400g：13個、401～：3305個
					高［P］低［Cu］系						
KSH-4	大県85-1 鍛冶炉3周溝	椀形鍛冶滓 (295g)	6C後半	鍛練鍛冶滓 20.67/55.50＝0.37	0.17	0.10	0.69	0.002	2.32	W＋F	66.5Kg（円筒羽口共伴） 0～400g：13個、401～：3305個
					高［P］低［Cu］系						
KSH-5	大県85-1 鍛冶炉3周溝	椀形鍛冶滓 (24g)	6C後半	鍛練鍛冶滓 19.28/58.34＝0.33	0.22	0.10	1.04	0.002	1.86	W＋ささくれ状H	66.5Kg（円筒羽口共伴） 0～400g：13個、401～：3305個
					高［P］低［Cu］系						
KSH-6	大県85-1 鍛冶炉1炉底滓	椀形鍛冶滓 (278g)	7C前半	鍛練鍛冶滓 13.76/63.67＝0.22	0.09	0.22	0.43	0.025	2.65	W＋F	66.5Kg（円筒羽口共伴） 0～400g：13個、401～：3305個
					中［P］中［Cu］系						
KSH-7	平野・大県17-2 玄室内	鉄釘 (現存長19.4cm)	6C中～後	合せ鍛え	0.27	0.18	1.00	0.055	6.62		横穴式石室埋葬：木棺2 土器、装飾品、鉄釘、鎹
					高［P］高［Cu］系						

W：Wüstite（FeO）　M：Magnetite（Fe_3O_4）　F：Fayalite（$2FeO \cdot SiO_2$）　H：Hercynite（$FeO \cdot Al_2O_3$）

表－7　岡山県下の鉄鉱石（磁鉄鉱）の化学組成

県別	遺跡名（採取地）	鉱　石	推定年代	全鉄分 (Total Fe)	金属鉄 (Metalic Fe)	酸化第1鉄 (FeO)	酸化第2鉄 (Fe_2O_3)	二酸化硅素 (SiO_2)	酸化アルミニウム (Al_2O_3)	酸化カルシウム (CaO)	酸化マグネシウム (MgO)	酸化カリウム (K_2O)	酸化ナトリウム (Na_2O)	酸化マンガン (MnO)	二酸化チタン (TiO_2)	酸化クロム (Cr_2O_3)	硫黄 (S)	五酸化燐 (P_2O_5)	炭素 (C)	バナジウム (V)	銅 (Cu)	注
岡山	千引カナクロ谷	鉄鉱石	6C後半～末	63.91	0.09	24.95	63.51	5.16	0.33	3.96	0.26	0.010	0.005	0.55	0.35	0.043	0.008	0.047	0.06	0.006	0.001	1
岡山	林崎	鉄鉱石	7C前半	63.98	0.06	28.72	59.48	5.42	1.04	3.27	0.22	0.006	0.005	0.97	0.20	0.036	0.003	0.33	0.06	0.010	0.001	
岡山	新池奥	鉄鉱石	8C初頭	58.27	0.06	17.98	63.24	9.39	0.76	2.71	0.17	0.008	0.007	0.33	0.22	0.024	0.007	0.12	0.06	0.004	0.011	
岡山	宮原谷	鉄鉱石	6C末～7C	65.32	0.08	24.51	66.04	5.41	0.62	1.77	0.09	0.010	0.010	0.21	0.03	0.086	0.005	0.075	0.02	0.002	0.001	
岡山	板井砂奥	鉄鉱石(粉末)	6C後半～7C	65.0	－	24.50	65.7	5.32	1.19	1.46	0.22	－	－	0.87	0.064	0.026	0.007	0.022	0.04	0.001	0.006	2
岡山	板井砂奥	鉄鉱石(チップ状)	6C後半～7C	63.1	－	23.14	64.5	6.08	0.39	3.90	0.18	－	－	0.95	0.039	0.039	0.009	0.027	0.04	0.001	0.005	
岡山	板井砂奥	鉄鉱石(粉末)	6C後半～7C	61.9	－	21.12	65.0	6.88	1.97	3.10	0.40	－	－	1.19	0.060	0.023	0.016	0.037	0.08	0.002	0.004	
岡山	大ノ奥	鉄鉱石	6C後半～7C	53.9	－	17.82	57.3	13.28	1.31	7.35	0.33	－	－	0.52	0.13	0.01	0.006	0.011	0.03	0.002	0.002	
岡山	大ノ奥	鉄鉱石	6C後半～7C	60.3	－	19.97	63.9	2.32	0.73	0.10	0.14	－	－	0.08	0.013	0.01	0.013	0.14	0.05	Nil	0.005	
岡山	沖田奥	鉄鉱石	6C後半～7C	66.0	－	23.6	68.1	3.60	0.89	1.75	0.12	－	－	0.77	0.086	0.02	0.010	0.007	0.05	0.002	0.003	
岡山	山宝鉱山	鉄鉱石	現在	68.0	－	27.5	66.7	1.02	1.02	1.26	0.51	－	－	0.41	0.03	0.01	0.004	0.007	0.31	Nil	0.027	
岡山	山宝鉱山	鉄鉱石	現在	66.0	－	26	65.5	3.34	1.04	1.32	1.41	－	－	0.57	0.04	0.01	0.007	0.011	0.39	Nil	0.027	
岡山	山宝鉱山	鉄鉱石	現在	37.78	－	－	－	21.82	1.20	－	0.25	－	－	Mn0.79	0.03	－	12.2	P0.05	－	－	－	3
岡山	窪木薬師	鉄鉱石	6C前半	70.18	0.16	25.24	72.06	0.78	0.17	0.09	0.36	0.026	1	0.73	0.01	0.02	0.006	0.07	0.02	0.001	0.001	4
岡山	斎富	鉄鉱石(被熱)	6C後半可能性	65.74	0.01	27.38	63.55	4.20	1.95	1.12	0.53	0.136	0.035	0.26	0.54	0.01	0.02	0.07	0.02	0.01	0.002	5
岡山	斎富	鉄鉱石	6C後半可能性	65.17	0.01	27.95	62.10	4.82	1.87	1.21	0.68	0.118	0.082	0.29	0.48	0.01	0.01	0.05	0.02	0.00	0.002	
岡山	狐塚	鉄鉱石	6C末～'7C初頭	58.9	－	19.1	64.1	5.14	0.28	5.39	0.075	－	－	1.45	0.032	0.015	<0.001	2.05	0.03	Nil	0.005	6
岡山	砂子	鉄鉱石	6C中頃～後半	67.73	0.03	20.26	73.77	3.09	0.16	0.03	0.04	0.02	0.01	0.46	0.01	0.05	0.02	0.03	0.06	<0.01	0.023	7
岡山	みそのお	鉄鉱石	7C前後	69.06	0.05	24.54	71.44	0.55	0.11	0.85	0.35	0.008	0.005	0.42	0.01	0.030	0.001	0.039	0.05	0.002	0.001	8
岡山	池尻	鉄鉱石	不明	37.44	0.34	18.14	32.89	22.6	8.4	8.43	3.3	0.602	0.483	0.38	1.83	－	0.004	0.109	－	0.033	0.013	9
岡山	みそのおA	鉄鉱石	7C代か	38.7	0.36	11.07	42.52	22.77	1.62	19.32	0.75	0.014	0.01	0.76	0.01	－	0.003	0.014	－	<0.001	0.005	
岡山	沖田奥	鉄鉱石	7C	66.36	0.42	25.1	66.39	4.3	0.86	1.16	0.51	0.009	0.035	－	0.09	－	0.01	0.01	－	<0.001	0.004	
岡山	板井砂奥	鉄鉱石	7C	64.21	0.50	24.35	64.03	7.39	0.39	0.69	0.12	0.024	<0.001	－	0.07	－	0.002	0.01	－	<0.001	0.012	
岡山	正木	鉄鉱石	7C前半～13C	65.63	0.84	1.00	91.52	1.02	4.91	0.07	0.07	0.072	－	0.03	0.05	－	0.008	0.108	－	0.008	0.008	
岡山	(山宝鉱山)	鉄鉱石	－	57.87	0.61	26.94	51.93	7.68	0.94	3.24	2.72	0.070	0.021	0.65	0.19	－	1.762	0.002	－	0.003	0.008	

注1　大澤正己「奥坂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』（総社市埋蔵文化財発掘調査報告15）総社教育委員会 1999.3
2　大澤正己「総社久保製鉄遺跡群出土製鉄関連遺物の金属学的調査」『水島機械金属工業団地共同組合　西団地内遺跡群』（総社市埋蔵文化財発掘調査報告9）総社教育委員会 1991.3
3　柏原市教育委員会『古代たたら（製鉄）とカヌチ（鍛冶）～記録集～』市制40周年記念歴史セミナー　柏原市文化財講座4　2000.3
4　大澤正己「窪木薬師遺跡出土鍛冶関連遺物の金属学的調査」『窪木薬師遺跡』（岡山県埋蔵文化財発掘調査報告86）岡山県教育委員会 1993.3
5　大澤正己「斎富遺跡と周辺古墳出土製鉄関連遺物の金属学的調査」『斎富遺跡』（岡山県埋蔵文化財発掘調査報告105）岡山県教育委員会 1996
6　大澤正己「鉄滓類の分析調査」『狐塚遺跡発掘調査報告』（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 1984
7　総社市教育委員会『総社市埋蔵文化財調査年報』11　2001
8　大澤正己「みそのお遺跡出土製鉄関連遺物の金属学的調査」『みそのお遺跡』（岡山県埋蔵文化財発掘調査報告87）岡山県教育委員会 1993.3
9　『国立歴史民俗博物館研究報告第59集　日本・韓国の鉄生産技術〈調査編2〉』国立歴史民俗博物館　1994

表－8　滋賀県下出土鉄鉱石の化学組成

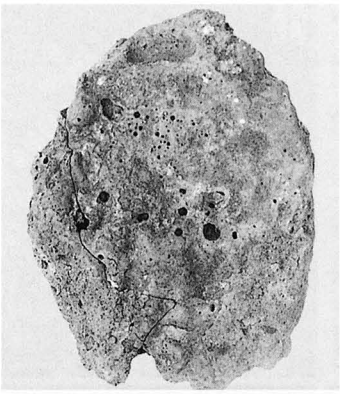
符号	遺跡名	出土位置	遺物名称	推定年代	全鉄分 (Total Fe)	金属鉄 (Metalic Fe)	酸化第1鉄 (FeO)	酸化第2鉄 (Fe_2O_3)	二酸化珪素 (SiO_2) ※	酸化アルミニウム (Al_2O_3) ※	酸化カルシウム (CaO) ※	酸化マグネシウム (MgO) ※	酸化カリウム (K_2O) ※	酸化ナトリウム (Na_2O) ※	酸化マンガン (MnO)	二酸化チタン (TiO_2)	酸化クロム (Cr_2O_3)	硫黄 (S)	五酸化燐 (P_2O_5)	炭素 (C)	バナジウム (V)	銅 (Cu)	砒素 (As)	造滓成分 Σ※	造滓成分 / Total Fe	TiO_2 / Total Fe	注
TDR-1	葛籠尾崎	14DE-600～900	磁鉄鉱	不明	26.76	0.13	6.75	30.57	32.15	4.69	19.49	1.89	0.09	0.05	0.55	0.14	0.12	<0.01	0.13	0.09	<0.01	0.17	0.004	58.36	2.181	0.005	①
TDR-2	葛籠尾崎	58-043	磁鉄鉱	不明	70.14	0.13	28.44	68.49	2.04	0.14	0.04	0.08	0.01	0.02	0.09	0.16	0.12	<0.01	0.02	0.03	<0.01	0.01	<0.001	2.33	0.033	0.002	①
TDR-3	葛籠尾崎	58-043	磁鉄鉱	不明	61.61	0.12	23.19	62.14	7.05	1.43	5.09	0.17	0.02	0.02	0.20	0.19	0.08	<0.01	0.04	0.07	<0.01	0.03	<0.001	13.78	0.224	0.003	①
TDR-4	葛籠尾崎	58-043	磁鉄鉱	不明	59.35	0.03	22.14	60.21	8.34	2.08	5.62	0.18	0.05	0.01	0.24	0.18	0.03	<0.01	0.05	0.04	<0.01	0.01	0.001	16.28	0.274	0.003	①
TDR-5	葛籠尾崎	58-048 13-D-E1000	磁鉄鉱	不明	35.58	0.02	8.48	41.42	25.35	1.68	21.69	0.12	0.03	0.02	0.60	0.04	0.03	<0.01	0.03	0.04	<0.01	0.01	<0.001	48.89	1.374	0.001	①
TDR-6	マキノ鉱道前斜面	表採	磁鉄鉱	－	51.55	0.04	17.78	53.89	15.74	2.40	0.38	1.79	1.46	0.06	1.59	0.25	0.01	0.01	0.07	0.05	<0.01	0.01	0.005	21.83	0.423	0.005	①
Z-91	野路小野山	SD-2	鉱石	8世紀中葉	69.93		26.15	70.60	0.25	1.06	Teace	0.32			0.18	0.68	0.31	0.010	0.048	0.28	0.02	0.03		1.63	0.023	0.010	②
KNO-9	野路小野山	SD-2	鉱石(磁鉄鉱)	8世紀中葉	62.5		26.9	58.6	1.60	1.41	0.15	0.33			0.24	0.26	0.01	0.009	0.015	0.01	0.005	0.005		3.49	0.056	0.004	②
KNO-10	野路小野山	SD-2	鉱石(磁鉄鉱)	8世紀中葉	61.5		27.5	57.3	1.80	1.27	0.14	0.30			0.23	0.25	0.01	0.013	0.019	0.04	0.005	0.003		3.51	0.057	0.004	②
BOK-1	木瓜原	SR-01・2次調査 Aトレ・最下層炭層	鉄鉱石	8世紀前葉	68.16	0.06	29.96	60.07	4.41	0.21	0.13	0.05	0.025	0.055	0.27	0.01	0.01	0.01	0.03	0.41	0.00	0.001		4.88	0.072	0.000	③
BOK-2	木瓜原	SR-01・1次調査 炭層溜まり	鉄鉱石	8世紀前葉	68.51	0.07	24.41	70.73	1.70	1.50	0.14	0.32	0.020	0.030	0.22	0.29	0.01	0.01	0.04	0.07	0.00	0.001		3.71	0.054	0.004	③
BOK-3	木瓜原	SR-01・2次調査 Aトレ・第7層	鉄鉱石	8世紀前葉	34.57	0.04	14.61	33.13	19.98	6.61	12.20	3.63	0.35	0.915	0.17	0.19	0.01	0.00	5.57	0.10	0.00	0.003		43.685	1.264	0.005	③
GNT-1	源内峠	Aトレンチ (5C-3) 木炭層	鉄鉱石	7C後半	62.50	0.08	14.99	72.59	10.58	0.53	0.33	0.06	0.040	0.053	0.07	0.04	0.04	<0.01	0.02	0.08	<0.01	<0.001	0.003	11.593	0.185	0.001	④
GNT-2	源内峠	Aトレンチ (5C-3) 木炭層	鉄鉱石	7C後半	61.28	0.16	23.04	61.78	7.62	0.73	3.83	1.86	0.027	0.048	0.21	0.12	0.02	<0.01	0.23	0.05	<0.01	0.001	0.001	14.115	0.230	0.002	④
GNT-3	源内峠	Aトレンチ (5C-3) 木炭層	鉄鉱石	7C後半	50.94	0.18	19.13	51.32	9.55	3.42	8.12	1.71	0.18	0.47	0.15	0.15	<0.01	0.01	4.28	0.03	0.01	0.002	0.0000	23.45	0.460	0.003	④
GNT-18	源内峠	Aトレンチ (4C-11) 木炭層	鉄鉱石	7C後半	48.56	0.38	15.66	51.48	25.81	0.73	1.22	0.77	0.044	0.051	0.48	0.05	0.03	<0.01	0.11	0.06	<0.01	0.002	0.0000	28.63	0.589	0.001	④
GNT-21	源内峠	Aトレンチ (4C-13) 木炭層	鉄鉱石	7C後半	58.08	0.22	33.55	45.44	9.870	2.81	3.71	0.83	0.29	0.12	0.20	0.17	0.01	<0.01	2.39	0.05	<0.01	0.005	0.003	17.63	0.304	0.003	④
KDR-1	キドラ	斜面地区	磁鉄鉱	奈良時代	52.84	0.29	24.50	47.91	17.340	0.65	0.24	0.62	0.37	0.04	3.93	0.04	0.01	0.08	0.05	0.08	0.003	0.002	－	19.26	0.365	<0.001	⑤
KDR-2	キドラ	斜面地区	磁鉄鉱	奈良時代	55.42	0.19	15.80	61.41	12.740	0.60	1.78	2.17	0.22	0.09	2.54	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04	0.002	0.005	－	17.60	0.318	<0.001	⑤
KDR-3	キドラ	斜面地区	磁鉄鉱	奈良時代	36.21	0.18	6.66	44.11	29.240	0.91	13.00	0.30	0.09	0.52	1.71	0.03	0.02	0.01	0.05	0.04	0.003	0.002	－	44.06	1.217	<0.001	⑤

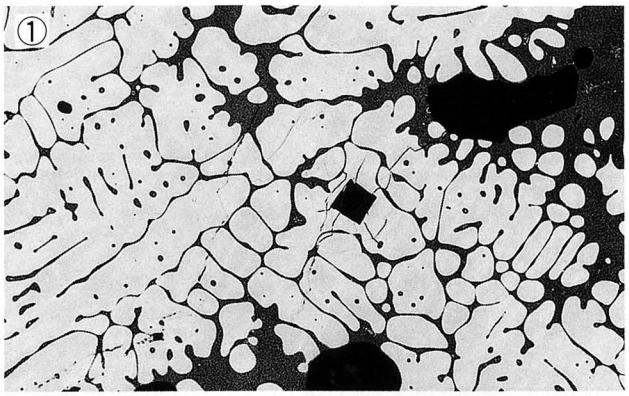
注1　大澤正己「葛籠尾崎遺跡（湖底）出土鉄鉱石の金属学的調査」『湖北遺跡群』（琵琶湖発掘事業関連埋蔵文化財発掘調査報告書7）滋賀県教育委員会、（材）滋賀県埋蔵文化財保護協会　2002.3
2　大澤正己「野路小野山遺跡出土製鉄関連遺物の金属学的調査」『野路小野山遺跡』（国道1号京滋バイパス関連埋蔵文化財発掘調査報告書第4冊）滋賀県教育委員会、草津市教育委員会、（財）滋賀県埋蔵文化財保護協会　1990
3　大澤正己「木瓜原遺跡出土製鉄関連遺物の金属学的調査」『木瓜原遺跡』（立命館大学びわこ・くさつキャンパス造成工事関連埋蔵文化財発掘調査報告書）滋賀県教育委員会、（財）滋賀県埋蔵文化財保護協会　1996
4　大澤正己・鈴木瑞穂「源内峠遺跡出土製鉄関連遺物の金属学的調査」『源内峠遺跡』（びわこ文化公園整備事業に伴う発掘調査報告書7）滋賀県教育委員会、（財）滋賀県埋蔵文化財保護協会　2001.3
5　彦根市教育委員会「キドラ遺跡発掘調査現地説明会資料」平成8年11月30日　左記関連鉄鉱石、大道和人氏経由入手、大澤正己分析

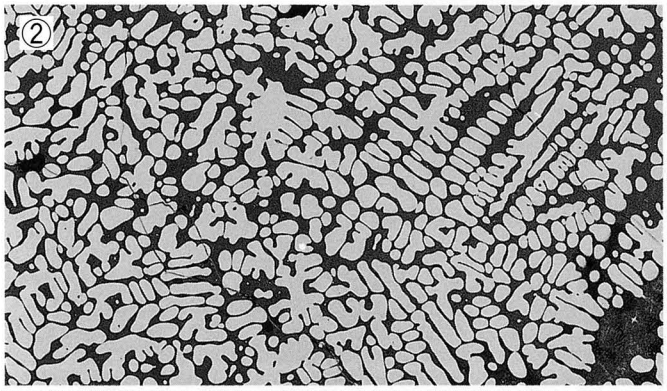
図　　版

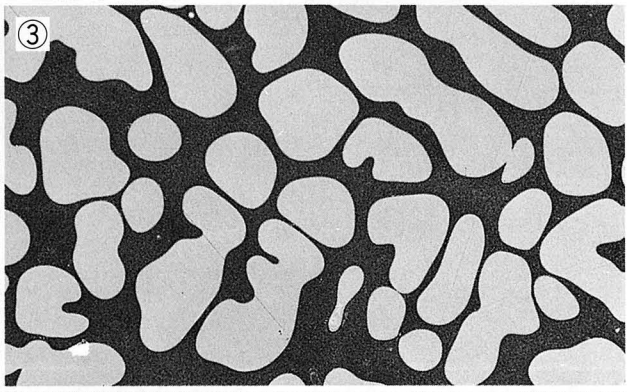
図版一　鉄滓（KSH－1）の顕微鏡組織

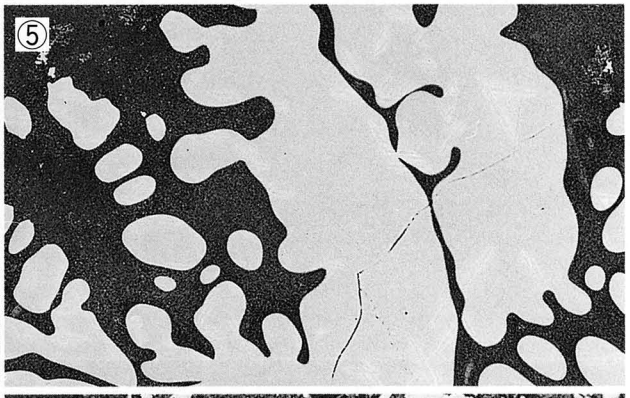
KSH－1
椀形鍛冶滓
①×200、硬度圧痕
ヴスタイト：403HV
②④×100、③⑤×400
ヴスタイト晶出
⑥⑧×100、⑦⑨×400
マグネタイト晶出
全視野ファイヤライト
微細化

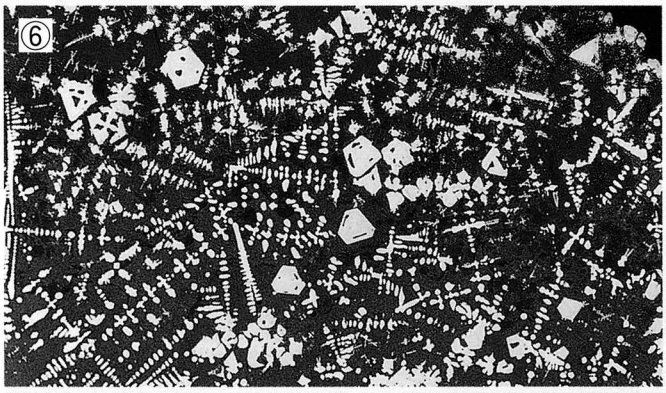


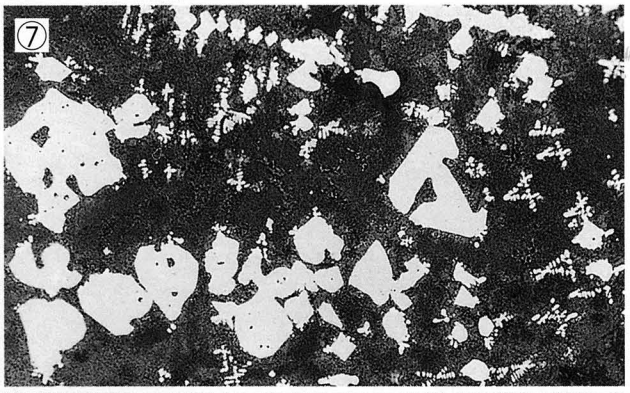


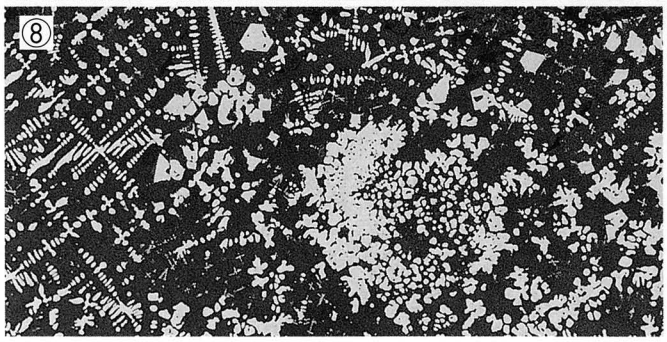


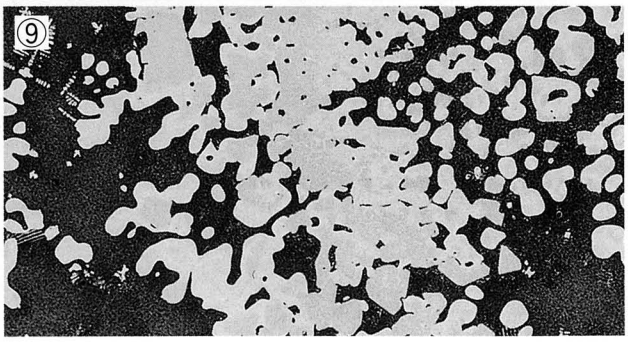






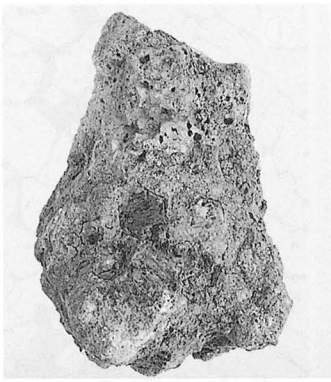


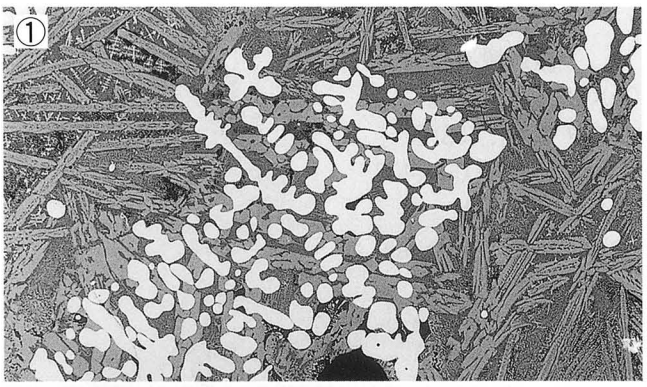


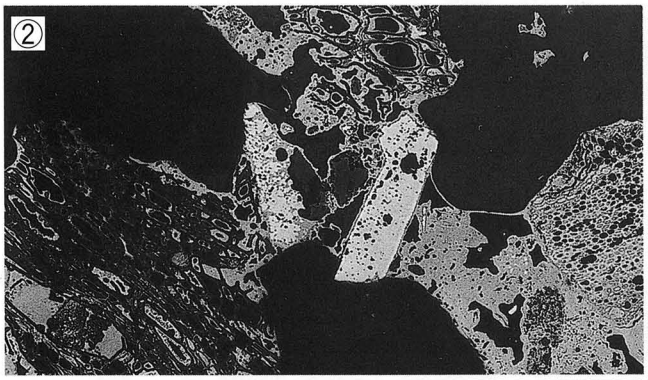


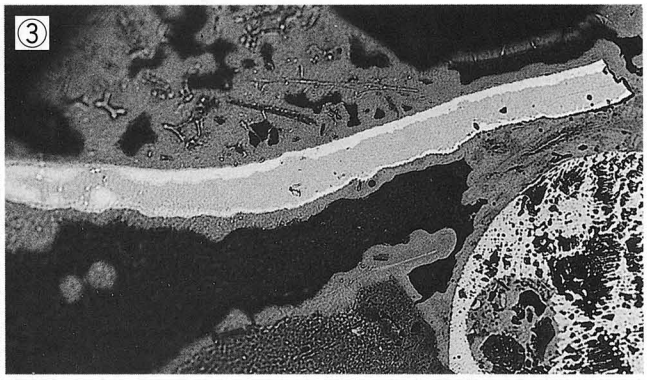
図版二　鉄滓（KSH—2）の顕微鏡組織

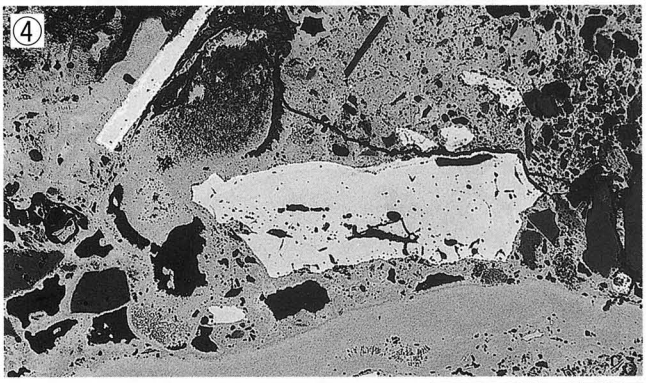
KSH－2
椀形鍛冶滓
①⑥⑧×100
⑦⑨×400
鉄滓鉱物組成
ヴスタイト＋ファイヤライト
②④×100、③⑤×400
鍛造剥片（３層分離型）

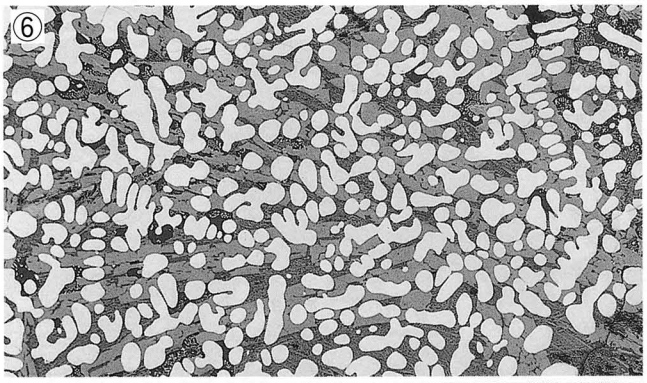


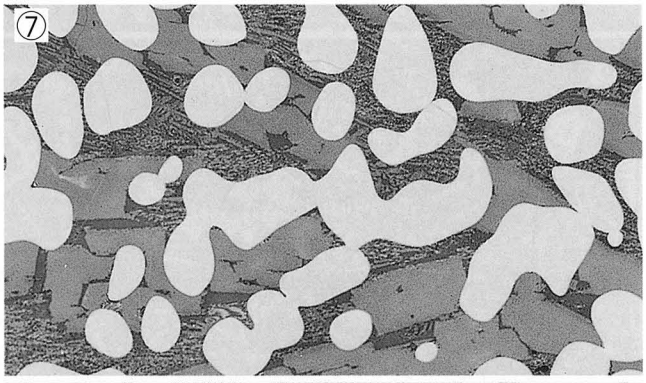


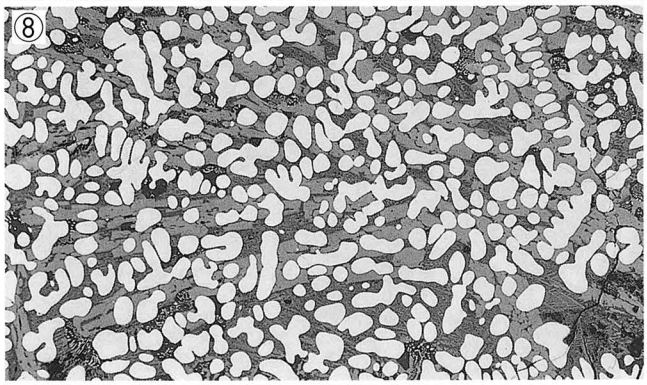


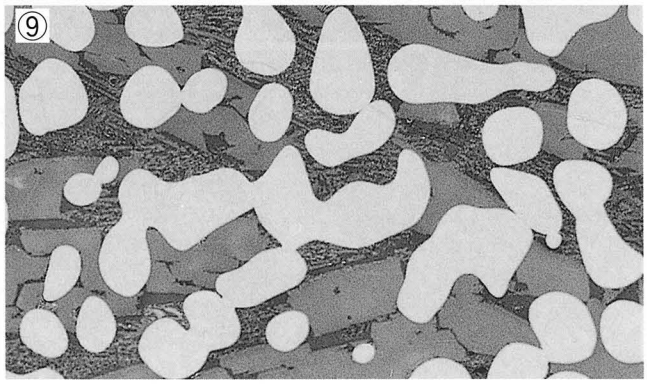






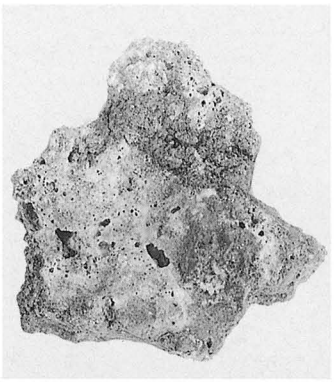


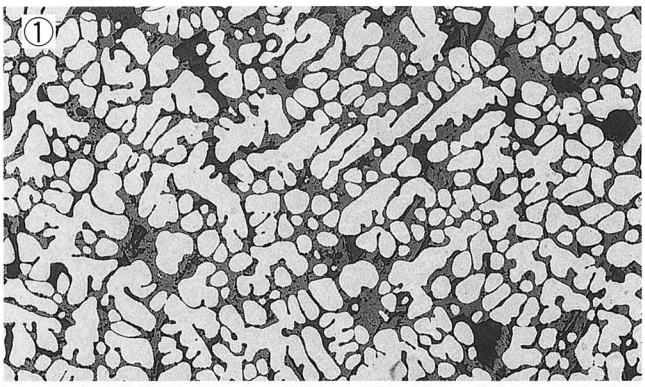


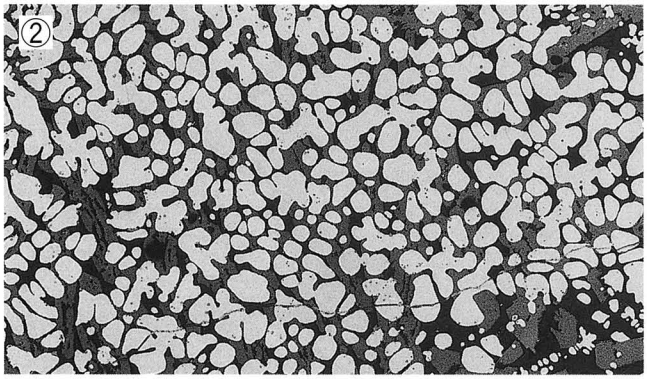


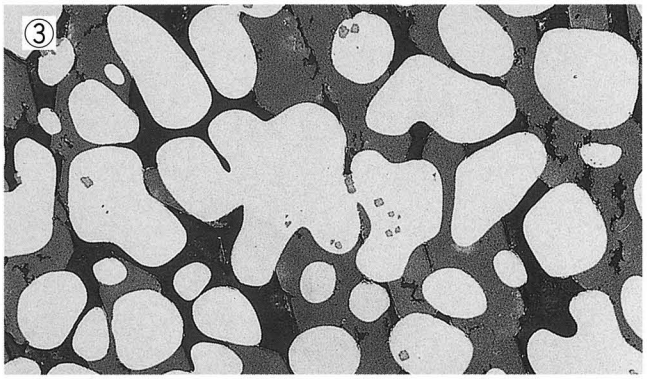
図版三　鉄滓（KSH—3・4）の顕微鏡組織

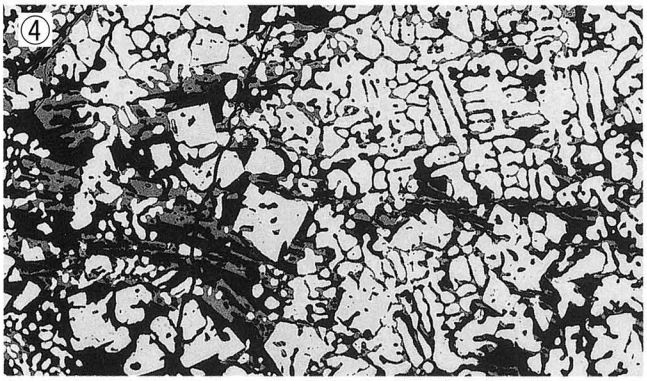
KSH－3
椀形鍛冶滓
①②×100、③×400
ヴスタイト（粒内ヘーシナイト）＋ファイヤライト
④×100　局部組成
マグネタイト
⑤×100　椀形底部
ファイヤライト

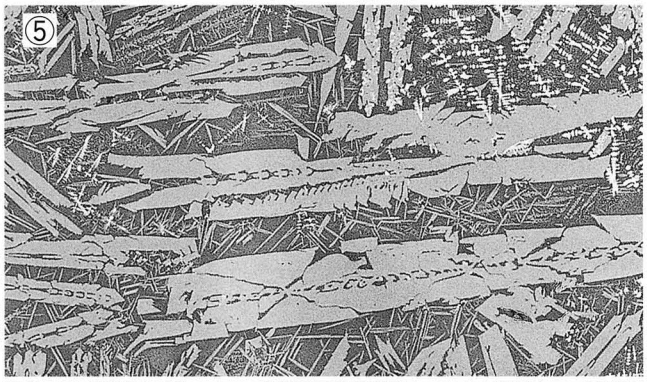




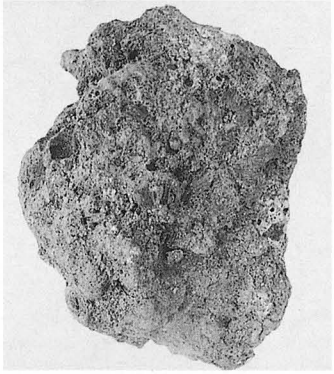


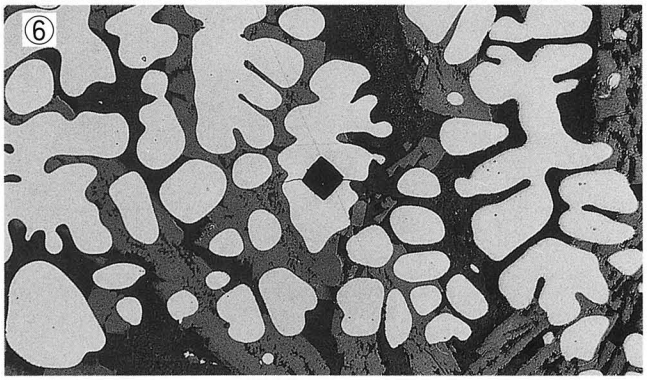


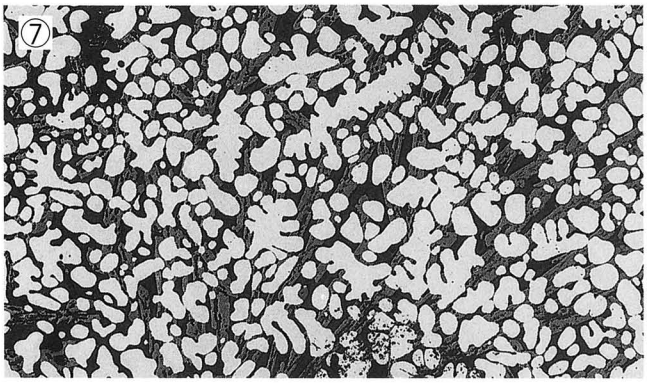


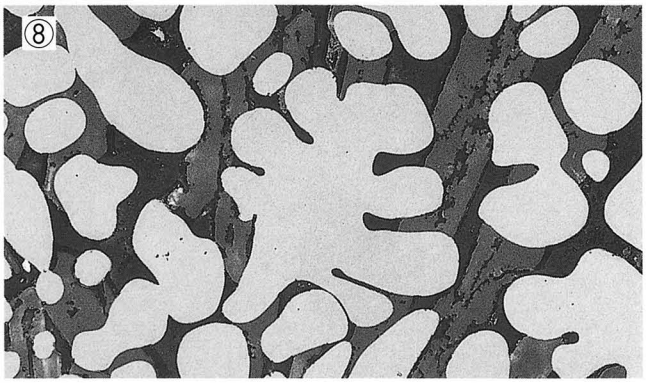


KSH－4
椀形鍛冶滓
⑥×200　硬度圧痕
ヴスタイト：468HV
⑦×100　⑧×400
ヴスタイト＋ファイヤライト



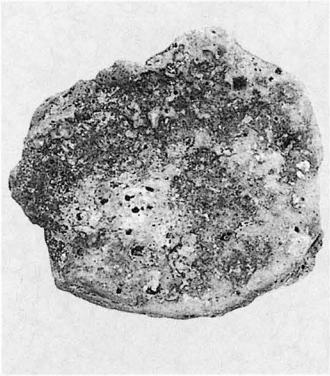


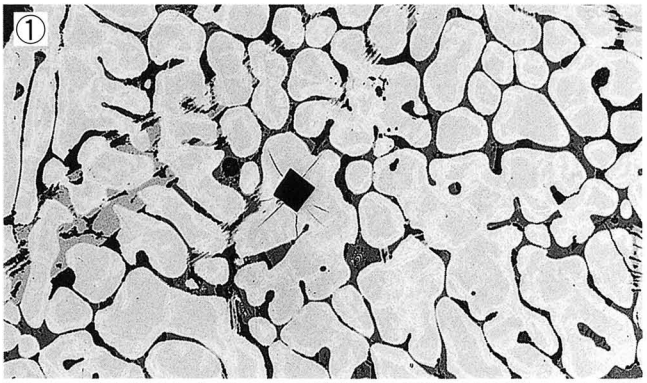


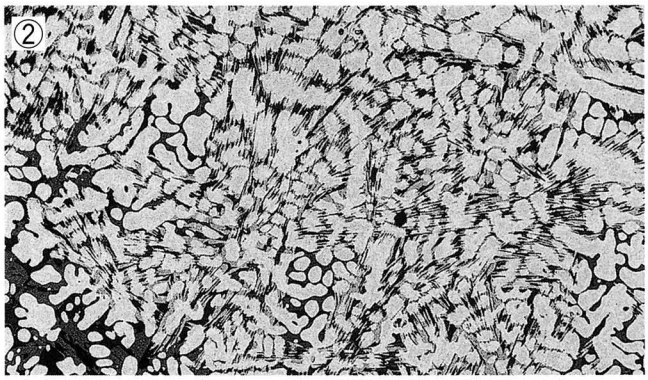


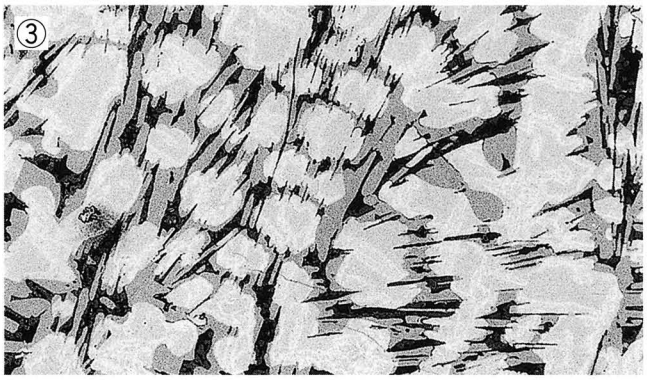
図版四　鉄滓（KSH—5・6）の顕微鏡組織

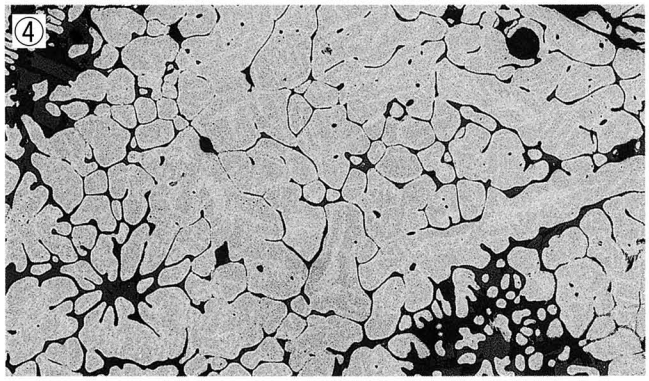
KSH－5
椀形鍛冶滓
①×200　硬度圧痕
ヴスタイト：473HV
②×100、③×400
ヴスタイト＋ヘーシナイト
④×100　⑤×400
ヴスタイト＋ファイヤライト

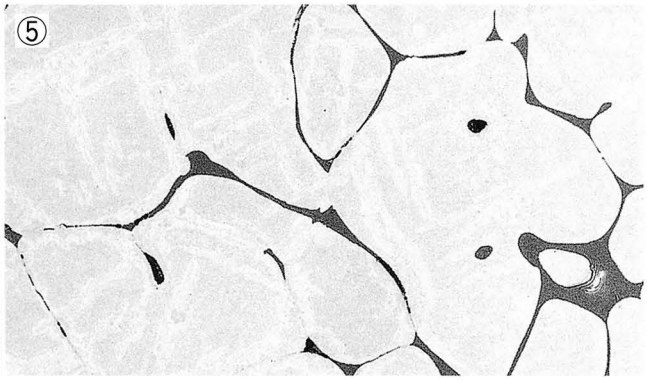






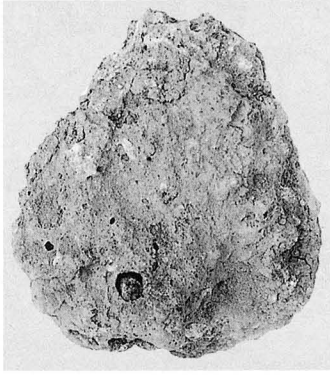


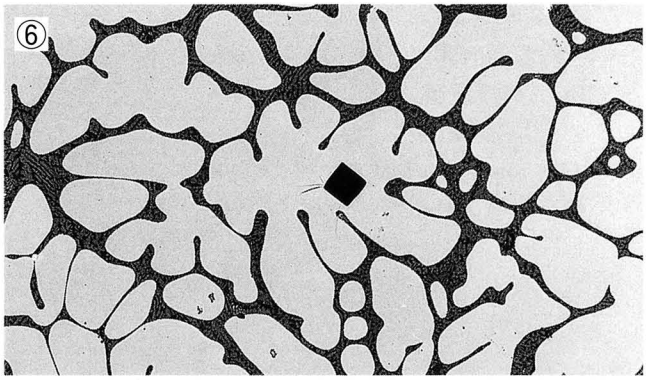


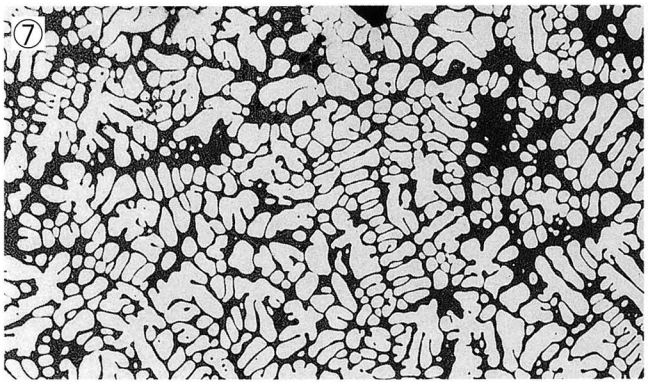


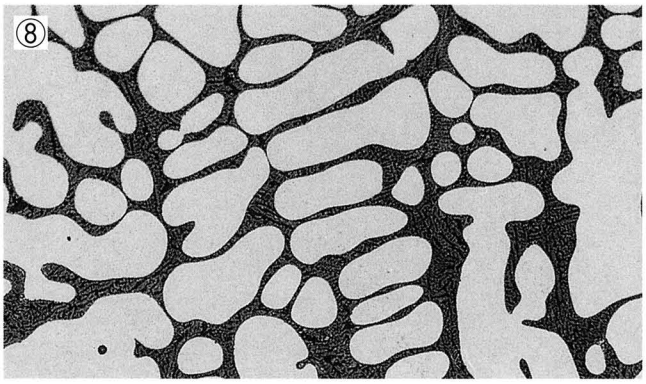
KSH－6
椀形鍛冶滓
⑥×200　硬度圧痕
ヴスタイト：441HV
⑦×100　⑧×400
ヴスタイト＋ファイヤライト

1/1.9







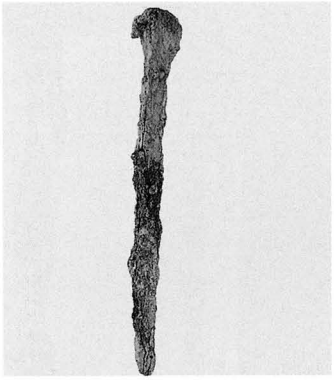


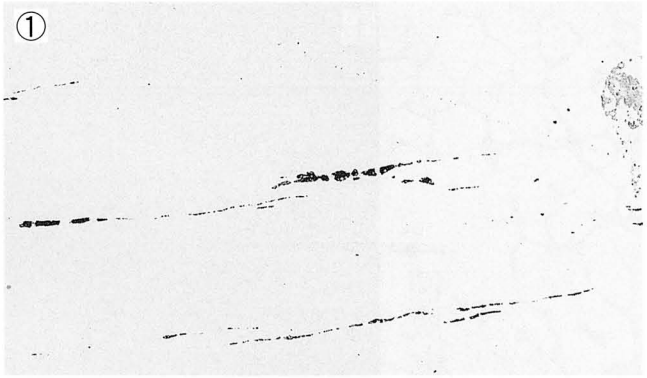
図版五　鉄釘（KSH—7）のマクロ組織

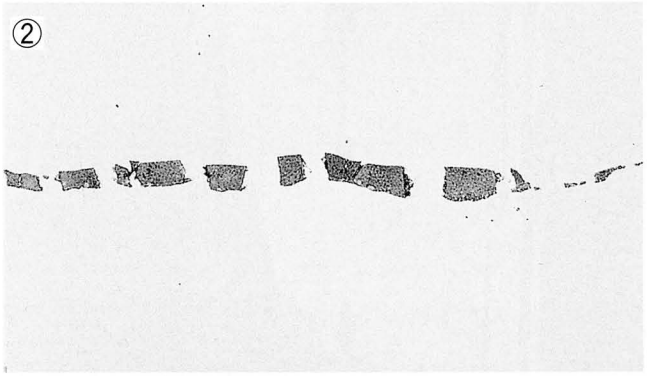
→図版七—①　撮影個所

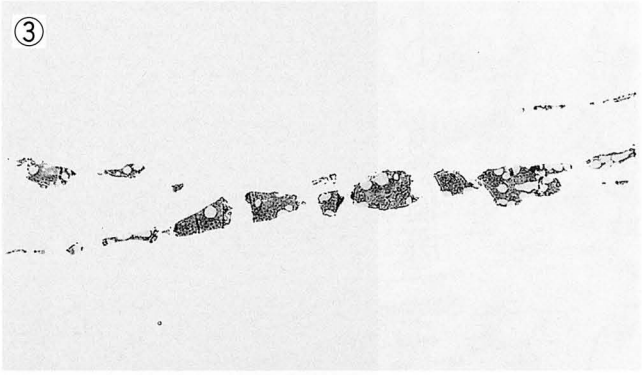
図版六　鉄釘（KSH−7(1)）の顕微鏡組織

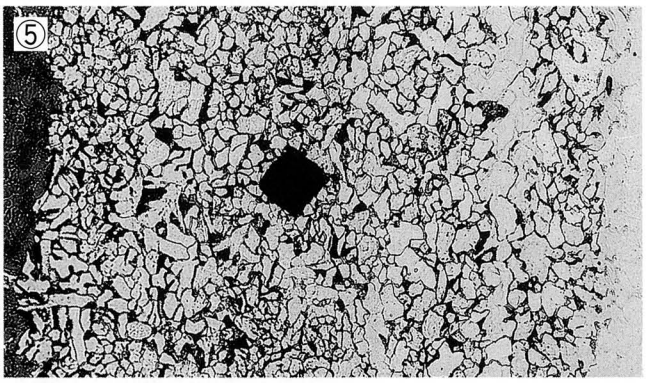
(7)KSH−7①
鉄釘
①×100、②③×400
非金属介在物
④×50　先端部
⑤〜⑨×200、硬度圧痕
⑤165HV　⑥162HV
⑦143HV　⑧155HV
⑨129HV

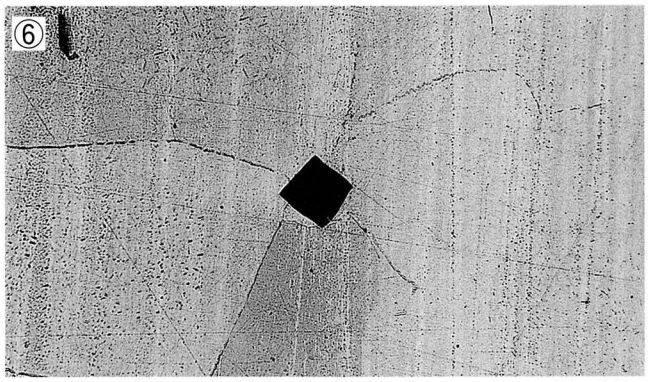


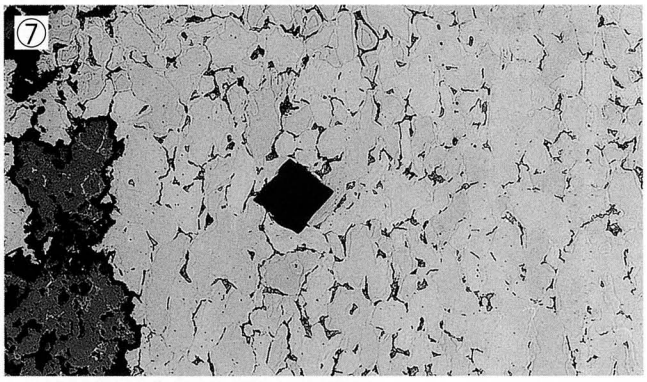


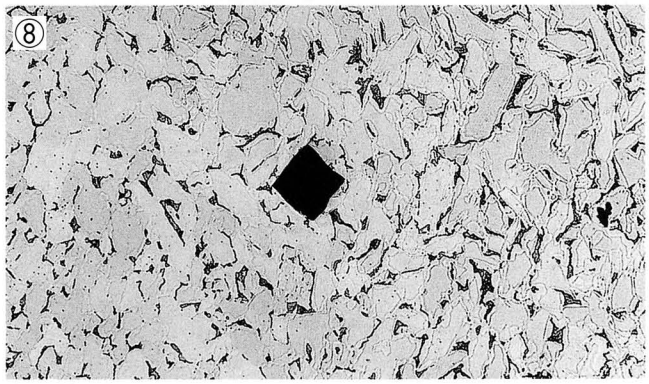


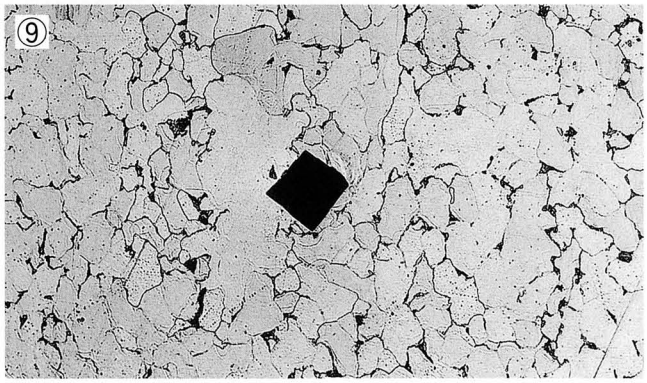






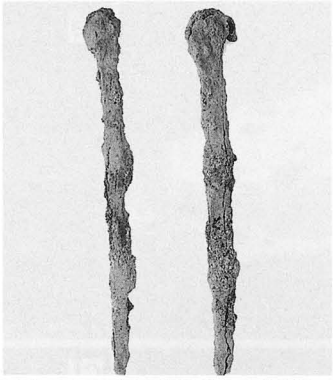


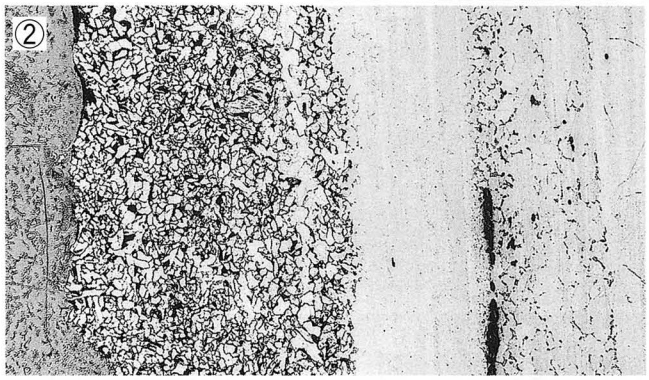


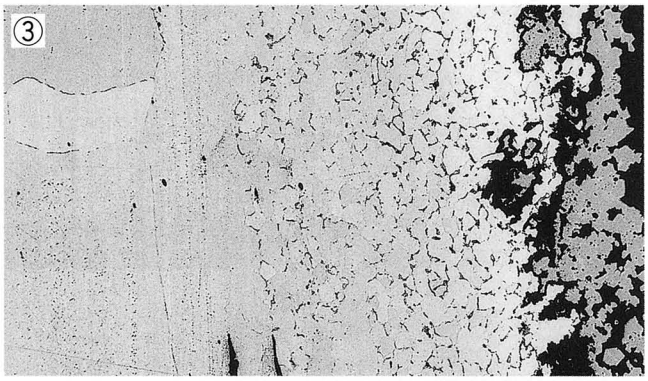


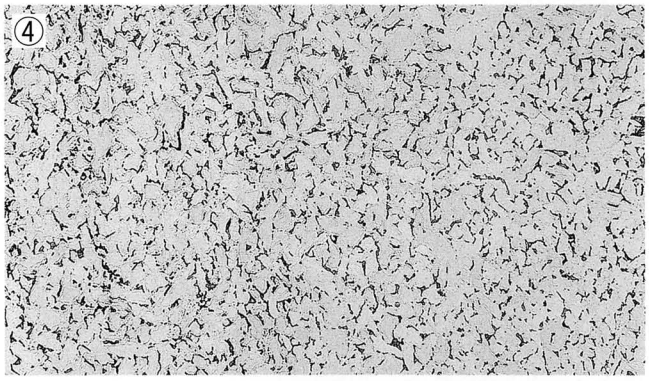
図版七　鉄釘（KSH—7(2)）の顕微鏡組織

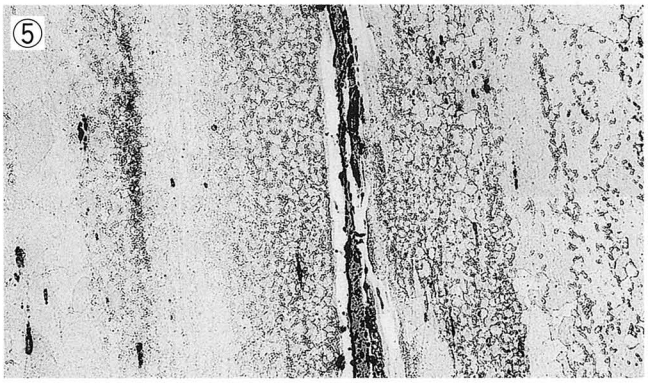
(8)KSH－7②
鉄釘
①×50　ナイタルetch
③～⑤×100

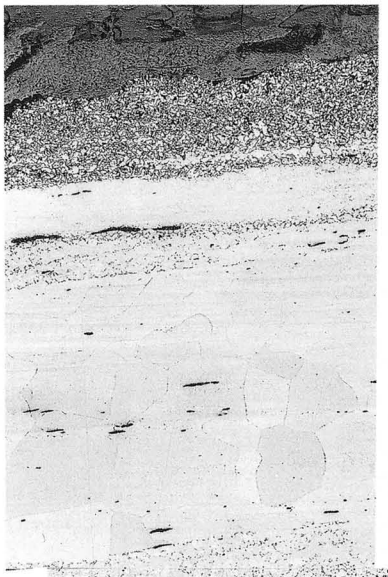


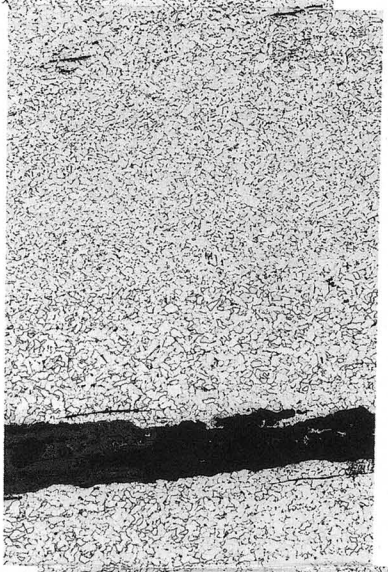


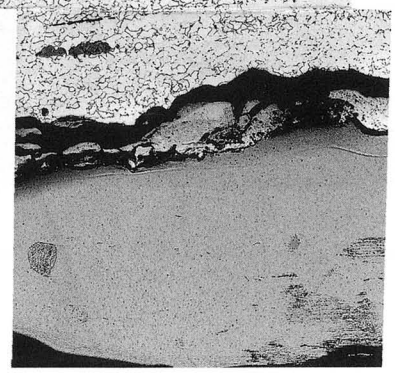




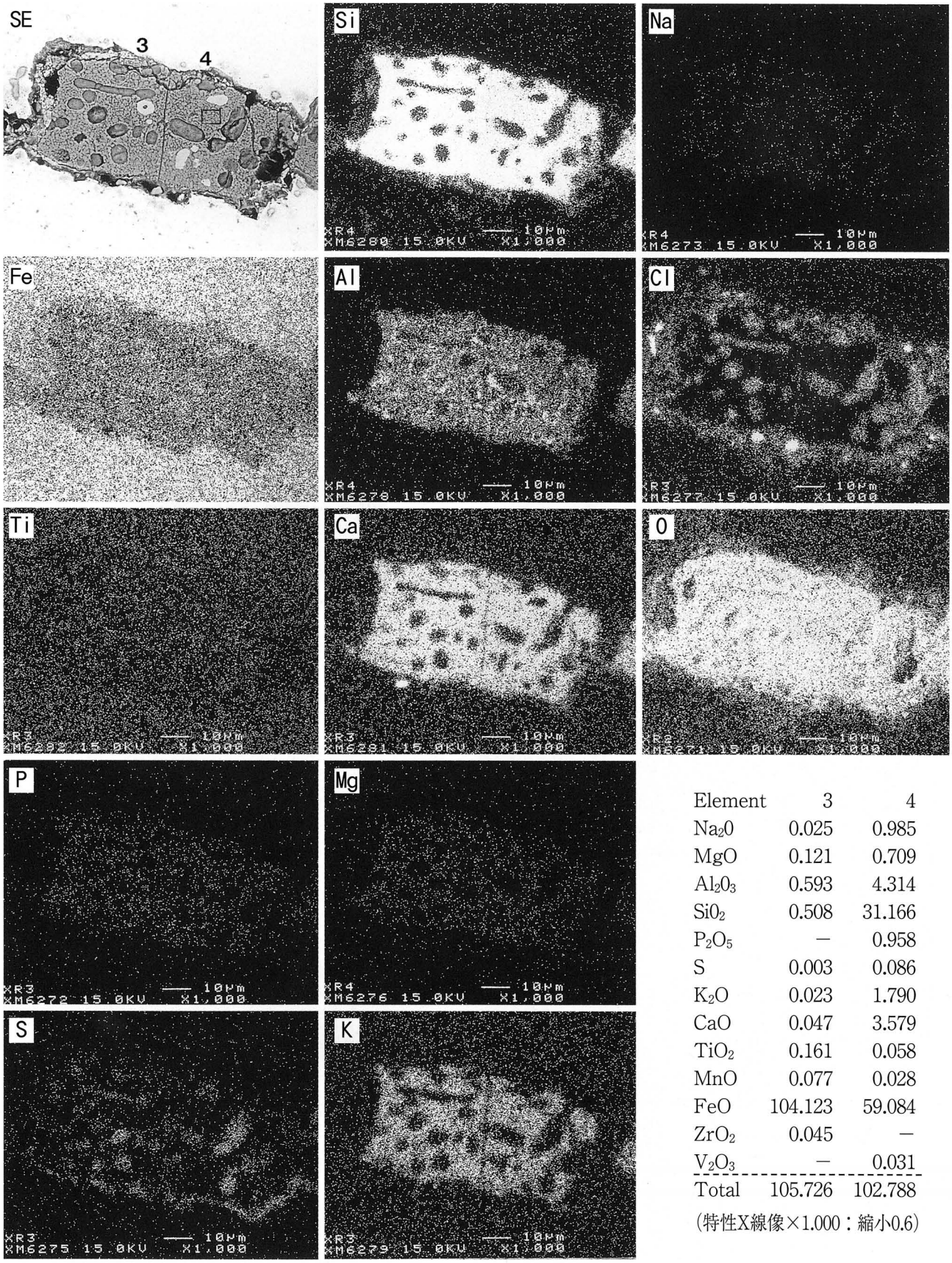








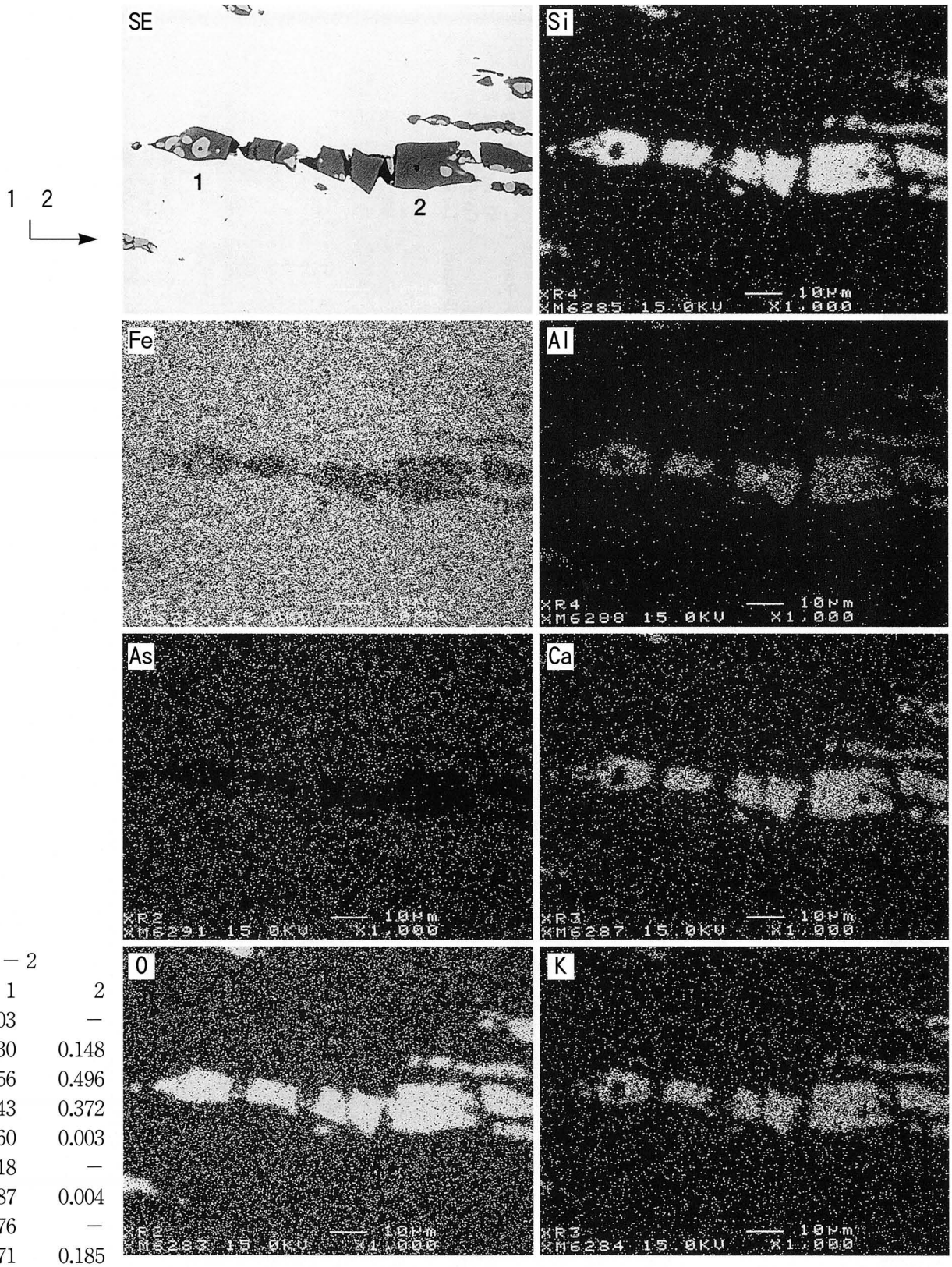
図版八　鉄釘（KSH−7（1））鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（その1）



Element	3	4
Na_2O	0.025	0.985
MgO	0.121	0.709
Al_2O_3	0.593	4.314
SiO_2	0.508	31.166
P_2O_5	−	0.958
S	0.003	0.086
K_2O	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_2O_3	−	0.031
Total	105.726	102.788

（特性X線像×1.000：縮小0.6）

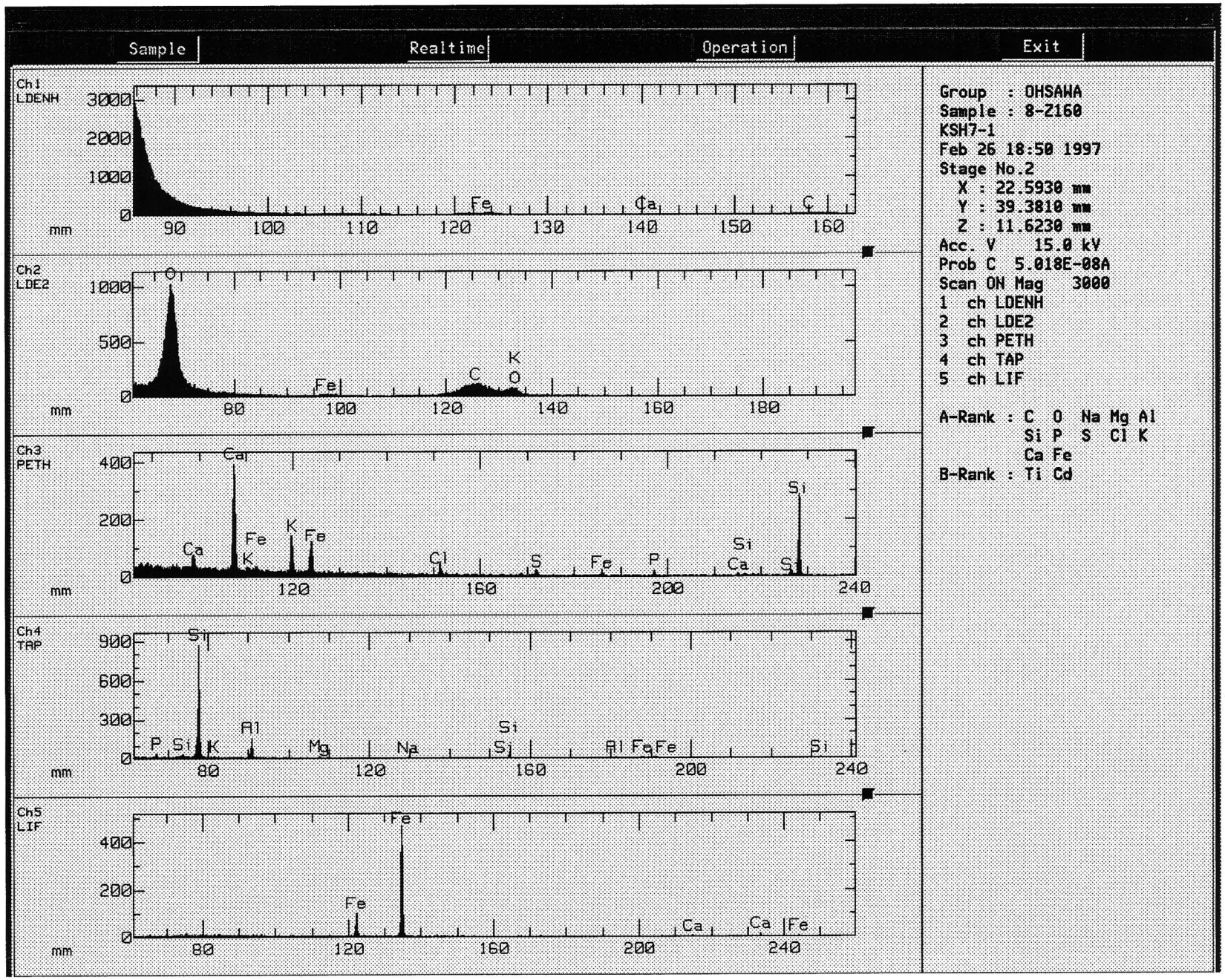
図版九　鉄釘（KSH－7）鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値（その2）

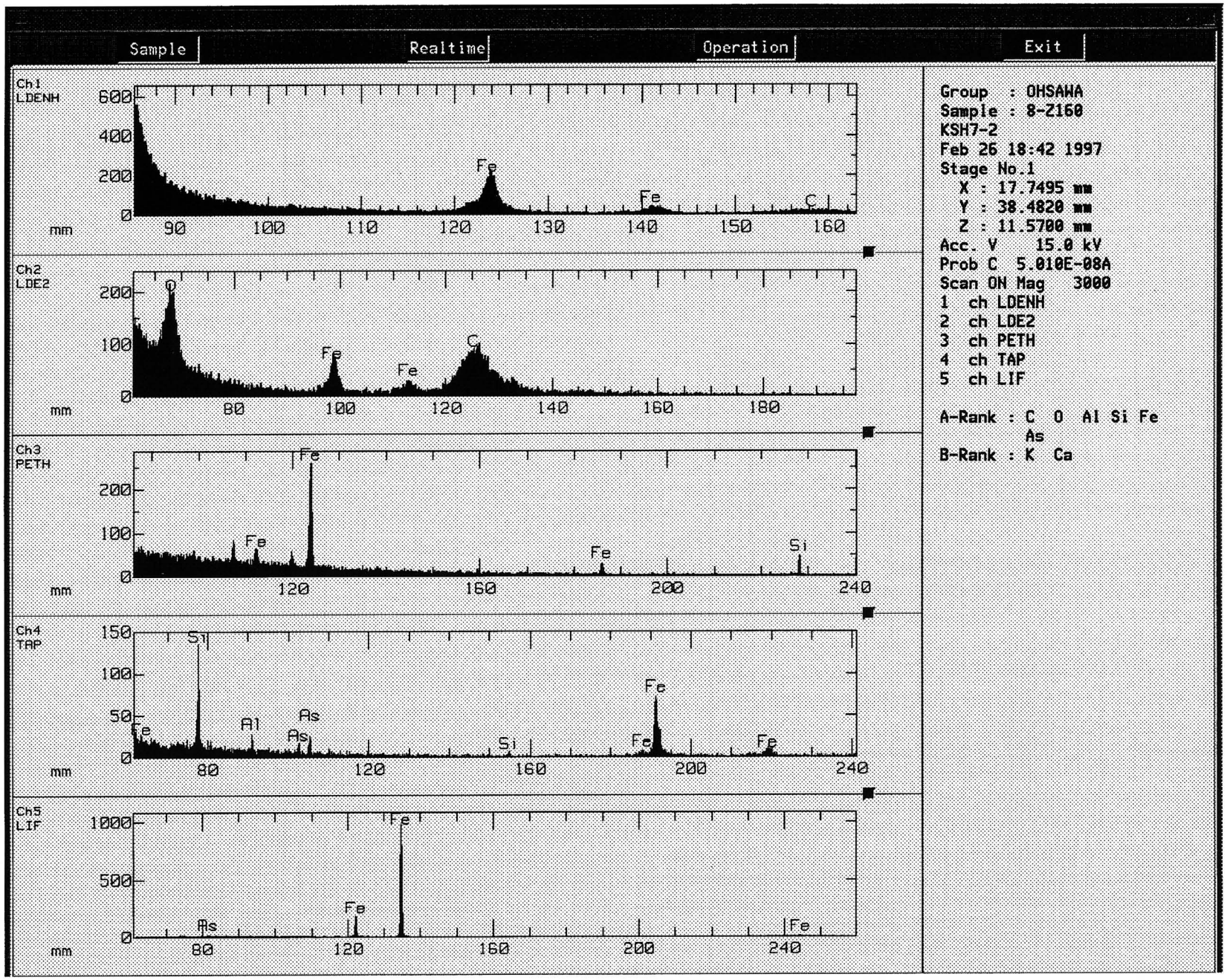


KSH 7 － 2

Element	1	2
Na_2O	0.903	－
MgO	0.730	0.148
Al_2O_3	6.256	0.496
SiO_2	35.943	0.372
P_2O_5	1.160	0.003
S	0.118	－
K_2O	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_2O_3	－	0.006
Total	102.920	105.384

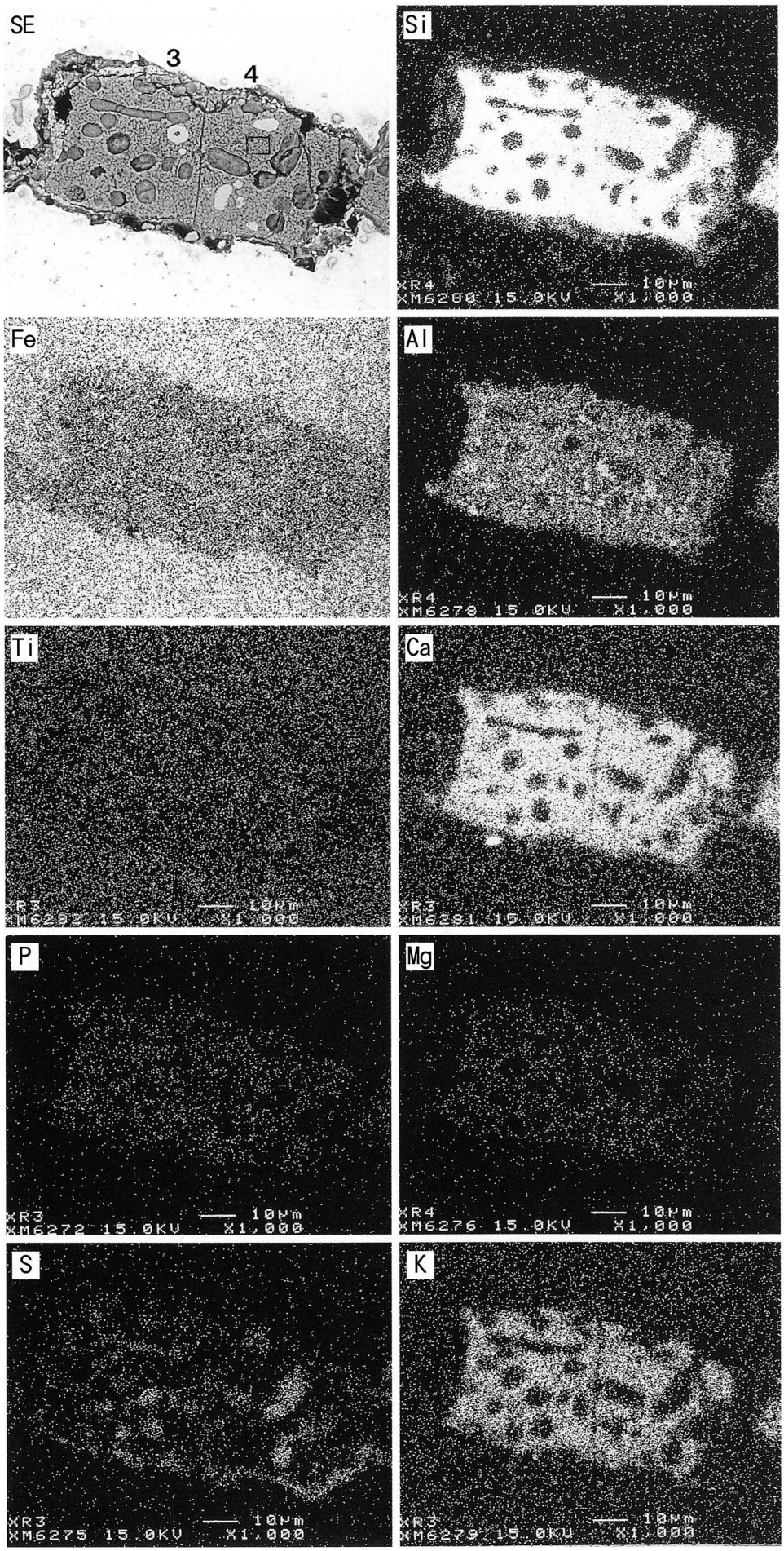
図版一〇　鉄釘（KSH7—1）鉄中非金属介在物のコンピューターグラフによる高速定性分析結果（図版一八と対応）





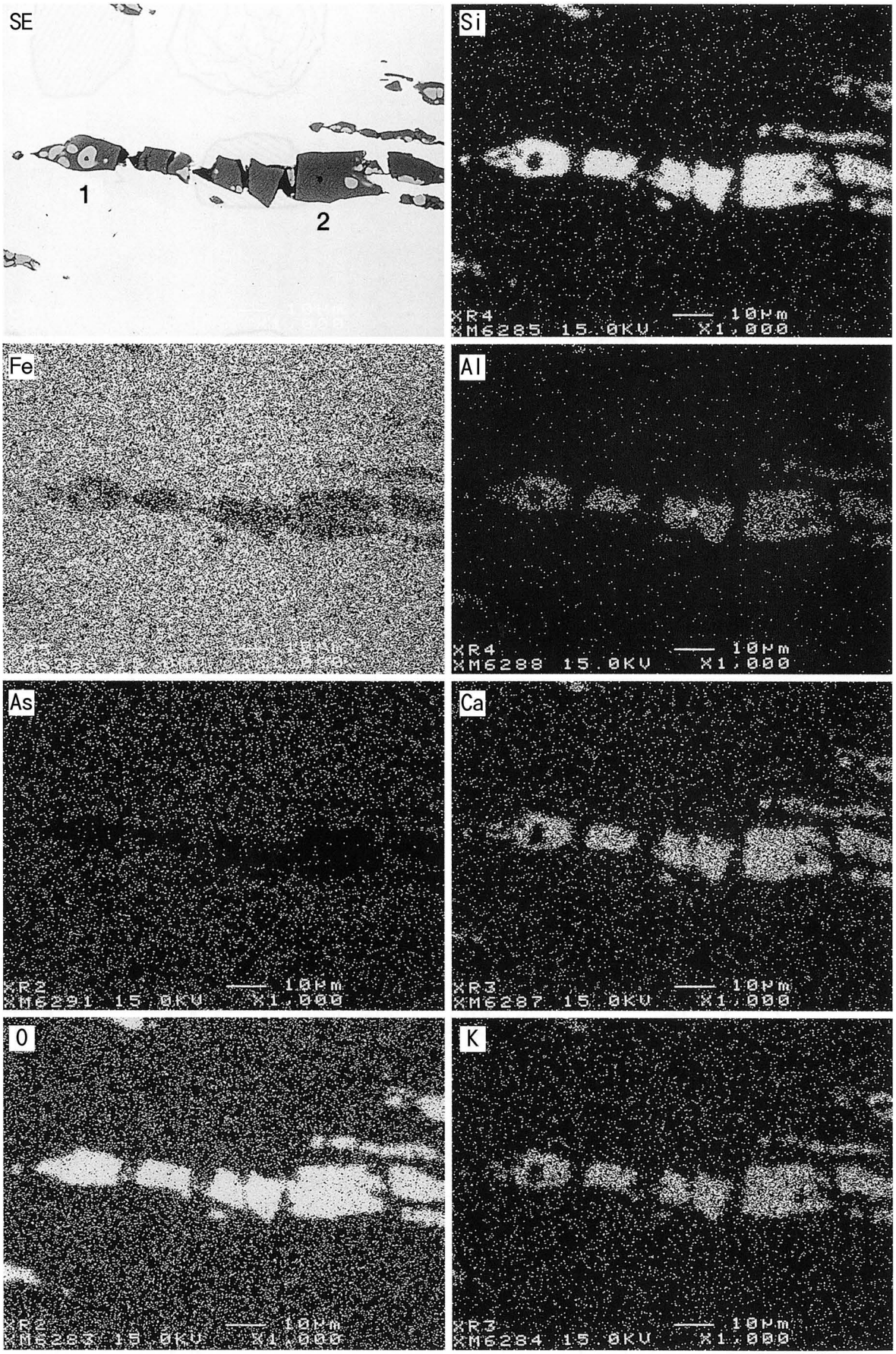
図版一一　鉄釘（KSH一七（2））鉄中非金属介在物のコンピューターブロログラムによる高速定性分析結果（図版一九と対応）

図版一二　鉄釘（KSH—7(1)）鉄中非金属介在物の組織



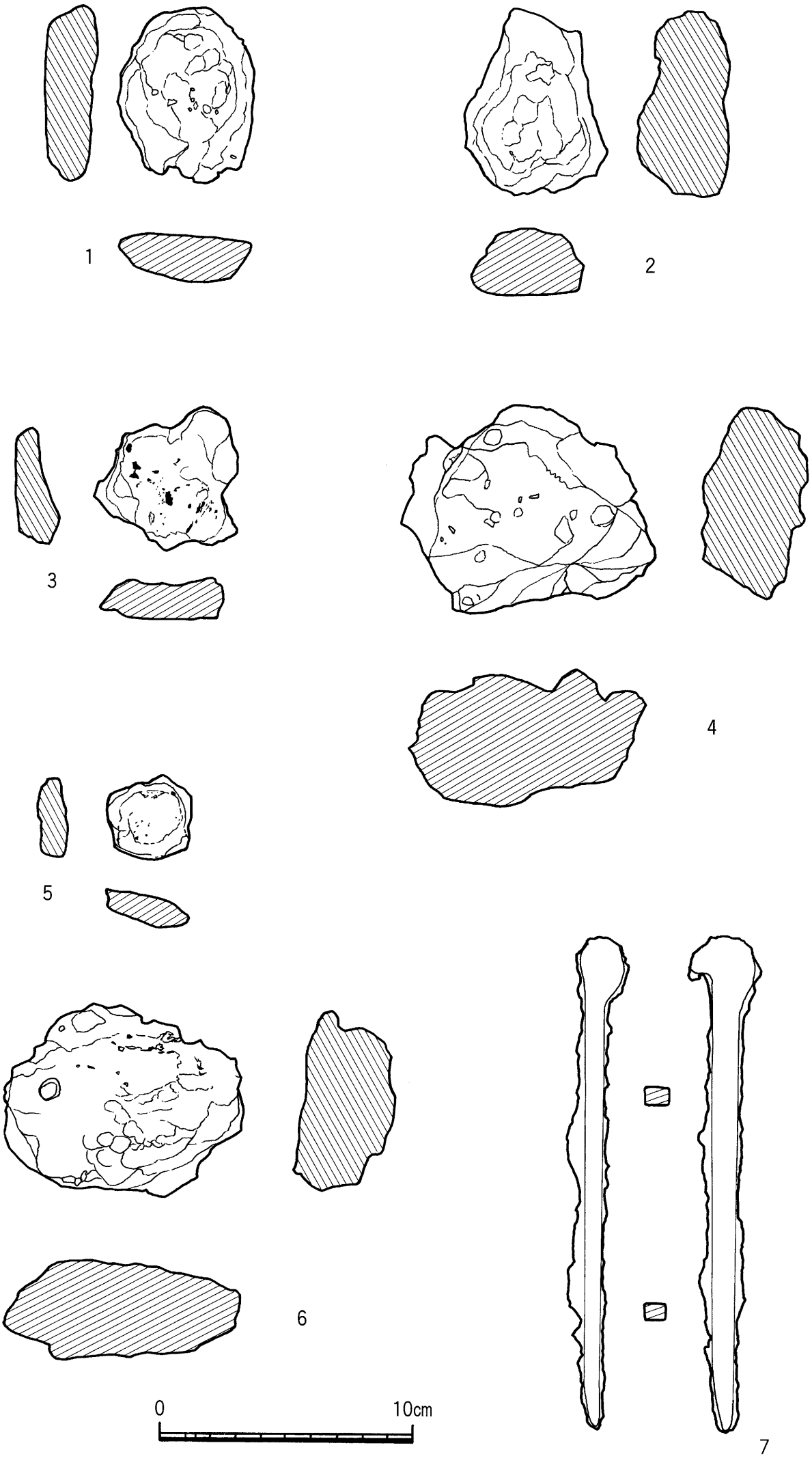
KSH—7(1)

図版一三　鉄釘（ＫＳＨ―７（２））鉄中非金属介在物の組織



ＫＳＨ―７（２）

図版一四　分析資料実測図



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　㈱近畿印刷センター