

放射化分析による古九谷の産地推定

河島達郎・故松野外男

1. はじめに

日本の陶磁史のうちで、古九谷ほど謎の多いやきものはないとされている。古九谷とは江戸初期の明暦の頃から、加賀大聖寺藩の九谷村で焼かれた、豪放にして華麗な本邦有数の色絵磁器である、というのが従来の定説であった。¹⁾ところが、有田における古窯の発掘や、色絵磁器の成立過程の研究の進展などによって、²⁻⁴⁾古九谷は九谷産ではなくて、有田産ではないかとする古九谷有田説が、多くの人によって唱えられるようになった。^{5,6)}大正年間にはじまった初期の研究は、柿右衛門を赤絵の創始者として位置づけ（現在では初期の柿右衛門様式は、有田一円で作られたとされている）、その他の古伊万里様式および鍋島様式以外のやきものは、有田以外のものであり、石川県の九谷村で江戸期に焼かれたもの、すなわち古九谷としてしまったところに、その後の混迷が起ったように思う。文様や絵具などからのみで判断すれば、確かに古九谷は盛期の古伊万里、柿右衛門、鍋島様式とはことなり、あきらかに有田以外のやきものであるとする研究者は多かった。⁷⁻⁹⁾しかし、彼等は古窯からの発掘品と比較対照するという、実証的な研究には力を注がなかった。初期有田の色絵に続く古伊万里、柿右衛門、鍋島の各様式が確立される過程の間に、古九谷様式が入っていると考えるのが、古九谷有田説である。

現在の古九谷問題における原産地としては、(1)九谷である。(2)有田である。(3)素地は有田であるが、大聖寺で上絵付した。¹⁰⁾(4)一部の優品は、化政以降に主として加賀地方で作られた¹¹⁾など、さまざまな説が唱えられている。そしてまた一ヶ所だけで作られたと主張する説はむしろ例外で、二つ以上の地域、たとえば有田でも、九谷でもつくられ、また渡り手素地もあったなどとする説のほうが多かった。その後、注目された九谷古窯の発掘がおこなわれた結果は、むしろ九谷説に否定的であったために、九谷説は大きく後退したが、その分だけ渡り手素地説が強く主張されるようになった。

九谷古窯の発掘によって判明した点を、いくつかの成書^{10,12-14)}によって要約して、伝世している古九谷と対比すると、(1)焼きが甘く（1200℃以下）、半磁胎のものが多く、古九谷はよく焼きしまっており、焼きの甘いのは一部の青手ぐらいである。(2)高台径は鉢の直径の1/3から1/2である。古九谷は初期のものほど高台径が小さく、1/2以下のものもある。しかし多くの古九谷の高台径は、鉢の直径の1/2以上である。(3)染付片はほぼ直径の小さいものに限られ、またその文様の大部分は京焼系である。古九谷は鉢や皿の大小に関係なく染付されたものが多く、しかもその文様は中国風である。とくに最上手とされる九角手作品の裏面には、しばしば染付で牡丹唐草文様などが描かれている。(4)

角福銘などはなく、◎、×、△などの窯印が見られる。古九谷はおよそ半数が、角福その他の銘がみられる。(5)平鉢の高台裏には目跡がまったくないが、古九谷にもまた古伊万里にも原則として、目跡がつきものである。(6)物原の陶片は下部に青磁、中位に半磁胎の白磁、上部に陶器片が多く見られる。このことは、初期の目的が青磁であり、また焼きが甘いために、ついには磁胎を断念して陶器窯になったことを意味している。(7)数点の色絵破片がみつかった。これをもって古九谷と見なすことはできない。分析して青手か吉田屋九谷かを確認する必要がある。以上の比較から導かれる結論は、九谷産の古九谷が存在するとすれば、それは高台径が1/2以下であり、染付文様も目跡もなく、角福銘などのないものに限られ、1～2万点ともあるいは数万点ともされる古九谷伝世品のなかでも、この条件に適合するのはほんの数えるほどの点数を占めるに過ぎないことになる。

ここにおいて古九谷九谷説は急速に後退し、代ってより強調して唱えられるようになったのが、有田素地移入大聖寺上絵付説（渡り手素地説）である。¹⁰⁾この説はまったく巧妙な仮説であり、一見合理的で矛盾がないようであるが、多くの点から受け入れられない。すなわち、確かな証拠とされるものがない。信頼できる古文書も、絵付業者の存在も、上絵窯も、確かなものが一つもない。江戸や京・大阪に次いで工芸にも秀れた伝統を残す、百万石の前田藩を背景としたからこそ、このような素晴らしいやきものがつくられたとする、歴史のロマンからくるフィクションであり、客観的事実にもとづいたものではない。仮りにこの説を認めたとしても、(1)渡り手素地説からは、古九谷に多い染付文様の入ったもの、また角福銘などのものは除外される。(2)有田の白素地移出は、量産体制が確立された以後でなければならず、またそれらの製品もすぐれたものばかりであり、したがって初期の青手素地を含む、品質のよくないもの、焼きの甘いものなどは移出されないから、除外される。したがって渡り手素地説による数も、かなり制限されたものとなる。(3)当時の前田藩は経済的にしばしば危機に見舞われており、九谷1・2号という磁器製作を目的としながらも、ついには陶器製作に転換せざるをえなかった苦難に満ちた窯をかかえて、さらに負担のかかる事業をおこなう余裕はすくない。(4)海路遠く有田から素地を投入しては、相当に経費の高いものとなる。有田とのコスト競争に立ち打ちできたか疑問である。西廻り海運の整備による、流通関係が改善されたのは寛文12年（1672）であり、それまでの瀬戸内海——琵琶湖——敦賀・小浜港経由の流通路から考えると、渡り手素地というのは経済無視もはなはだしいことになる。経済原則というのは重要であり、この西廻り海運の整備が、有田製品との価格競争に敗れて、九谷窯の息の根を止めたとも考えられる。¹⁵⁾(5)百万石の誇り高い前田藩が、自身の経営する藩窯をみすてて、他窯からの素地を投入してまで、上絵付をするというのは、優秀とされた織田・豊臣軍団の大身という誇りからは考え難い行為である。まず自己の藩窯製品の質の向上をはかるのが、誇り高い集団のとるべきすじ道である。以上のように有田素地大聖寺上絵付説は、客観性がなく、たとえこの説を認めたとしても、多くの点で合理性にも欠け、しかもその製品も限られたものとなり、現状では有田でつくられたとするのが、主流にならざるをえない。古窯の発掘結果は客観的な事実であり、かつては有田でも、九谷でも、また渡り手もあったとする人達も、最近

表1 粘土鉱物試料の説明

Table 1. Description of the clay samples

試料番号	名 称	地 域	備 考
ATC—1	泉 山 陶 石	佐賀県・有田町	
2	〃	〃	釉 石
3	〃	〃	良 質
4	〃	〃	〃
AKC—1	天 草 陶 石	熊本県・天草島	皿 山
2	〃	〃	〃
3	〃	〃	伊 国 山
4	〃	〃	皿 山 良 質
KTC—1	杉 の 水 陶 石	石川県・九谷町	
2	〃	〃	
3	〃	〃	
4	真 砂 陶 石	〃	
5	〃	〃	軟 質
6	〃	〃	
7	ヤワラカベ陶石	〃	
8	転 石	〃	
9	朱 石	〃	赤絵顔料用
KGC—1	花 坂 陶 石	石川県・小松市	
2	〃	〃	古 花 坂
3	〃	〃	〃
4	〃	〃	〃
5	〃	〃	〃
6	〃	〃	新 花 坂
7	吸 坂 陶 土	石川県・加賀市	
8	若 杉 粘 土	石川県・小松市	

では九谷も、渡り手もその可能性が次第にうすれ、主力は有田と考える人が多くなった。¹⁶⁾そしてまた、大火で焼失した金沢城や、江戸前田藩邸跡から、中国や朝鮮半島や国内の高級陶磁片の出土することはあっても、まだ古九谷片の出土は聞いていない¹⁷⁾など、前田藩が古九谷の製作にかかわっていた事実を裏付けるものがない。

原産地の不明とされる古陶磁を、元素分析によって解明しようとするときには、原産地とされる各古窯の出土品や、各地域の原料土を分析して比較対照するのが、もっとも一般的な解決法であろう。古九谷の場合には、一部のものに中国や高麗の磁土を使用したとする異説もあるが^{1,18)}常識的には、泉山陶石、天草陶石、九谷地域の陶石、花坂陶石、およびそれらの陶石を使用したやきものを中心に考えればよい。これまでも古九谷問題解決のために、自然科学的手法によって試みられたこともあったが、¹⁹⁻²¹⁾従来の方法ではまだ分析の感度が十分でなかったために、主として主成分元素の分析にとどまった。ところが主成分間の元素濃度は、産地がことなっても大きい

変動がないために、明確な判定を下すことが難しかった。著者らはむしろ微量元素こそが、問題解決の鍵であるとの考えに立って、近來発展してきた熱中性子による放射化分析法を適用し、多元素微量分析法によってこの問題を解決しようとした。そして古九谷の原産地推定の指標元素として、タンタル (Ta)、スカンジウム (Sc)、ハフニウム (Hf)、バリウム (Ba) および希土類元素など、いくつかの元素が有効であることを知った。²²⁾その後さらに詳しく解析し、またいくつかの古九谷伝世品についても分析する機会を得たので、それらの結果について報告する。

2. 試 料

原料土としての泉山陶石、天草陶石、九谷地域の陶石および花坂陶石などを表1に、有田地域の古

表2 陶片試料の説明

Table 2. Description of the pottery shard samples

試料番号	試料	地域	備考
ATP—1	古伊万里	佐賀県・有田町	
2	〃	〃	
3	〃	〃	染付
4	〃	〃	八角鉢
5	〃	〃	皿, きんらん手
6	柿右衛門様式	〃	蓋
7	鍋島	佐賀県・大川内町	ちよこ
8	山小屋窯	佐賀県・有田町	
9	山辺田窯	〃	染付, 唐草文大皿
10	百間窯	〃	染付, 徳利
11	広瀬山窯	〃	辰砂
12	九谷余り手風	〃	ざくろ, 鳥文
13	柿右衛門様式	〃	色絵
14	古伊万里	〃	〃
KTP—1	九谷1号窯	石川県・九谷町	染付
2	〃	〃	青磁皿(粉末試料)
3	〃	〃	青磁鉢 〃
4	〃	〃	灰釉碗 〃
5	〃	〃	鉄釉鉢 〃
6	〃	〃	灰釉鉢 〃
7	九谷2号窯	〃	無釉鉢 〃
8	〃	〃	灰釉碗 〃
9	九谷吉田屋窯	〃	青磁皿 〃
10	〃	〃	青磁鉢 〃
11	九谷窯(窯名不詳)	〃	染付
12	〃	〃	青磁染付
13	〃	〃	
14	〃	〃	
KGP—1	若杉窯	石川県・小松市	赤絵(粉末試料)
2	〃	〃	染付碗(粉末試料)
3	〃	〃	彩絵皿 〃
4	〃	〃	〃 〃
5	大聖寺伊万里	石川県・加賀市	色絵
6	〃	〃	〃
7	〃	〃	〃

伊万里や古窯出土品, 九谷各古窯出土品および花坂陶石を使用したとされる, 若杉古窯出土品ならびに大聖寺伊万里などを表2に, さらに古九谷試料を表3に示した。ただし, 九谷古窯出土品は, ここに使用した九谷地域の陶石を利用した可能性はすくない。また試料中に余り手古九谷風とされるもの一点があるが,²⁰⁾ これは古九谷色絵とは余りにもかけ離れた貧弱なものであり, 有田のやきものに入れた。なお, 九谷陶片などの試料(表2のKTP-2~10およびKGP-1~4, その他表1の若干の陶石など)は名古屋大学橋崎彰一教授および山崎一雄名誉教授から分与されたもので, 石川県の公式報告書の発表がおくれているために, それに先立って報告内容(1977執筆)を引用する了解を得ている。²¹⁾

古九谷は人によって受けとり方が少しずつことなり, また過去において古九谷とされていたものが, 柿右衛門とか古伊万里に呼称替えをされたものがあるように, 研究が進むにしたがって, その区分もことなるものがあるゆえ, なるべく成書に図版で紹介されているものを使用した。また表3に示した古九谷試料の一部には, すでに過去において実験に使用されて, 破壊されたものが若干ある。¹⁹⁾

表3 古九谷試料の説明

Table 3. Description of the Ko-Kutani ware samples

試料番号	名 称	銘 その他	径 (cm)	重量 (g)	掲 載 図 書
KTP-1	捻型花文丸皿	角福銘, 折れ松葉その他			
2	松竹梅文小鉢	不明			
3	宝珠文丸皿	染付銘その他			
4	花鳥文八角皿	無銘	13.4	230	滝川峰晴堂「古九谷, 青手と小皿」(1974) 127図
5	山水家屋文角皿	角福銘その他	12.8×11.2	130	林屋晴三編「古九谷古伊万里」日本の陶磁5 中央公論社 (1972) 限定版 187 図「古九谷, 青手と小皿」82図 磯野風船子「幻想の古九谷」陶芸四季(1980)17図
6	五三桐文角皿	承応二才銘, 折れ松葉その他	13.6×13.6	160	土岡究溪「定本古九谷図説」(1974) 三彩社, 503・504図と同類手
7	山水鳥文丸皿	角福銘その他	13.8	160	「古九谷古伊万里」200図, 「古九谷, 青手と小皿」40図
8	南京手山水文角皿	角福銘, 折れ松葉その他	13.8×11.8	183	山下朔郎「古伊万里と古九谷」(1968) 雄山閣, 148図
9	捻型草花文丸皿	染付銘その他	14.1	104	
10	牡丹に梅文角皿	染付銘その他	13.5×12.4	151	「古九谷青手と小皿」93図と同類手
11	鳳凰に花紙巻文	角福銘その他	13.0×10.3	152	「古九谷, 青手と小皿」127図
12	青手, 草花文丸皿	無銘	19.7	392	陶説107号(1962)口絵5の右図

3. 実 験

(i)原子炉：京都大学原子炉実験所，KUR，圧気輸送管 No. 2 および No. 3（熱中性子束： $2.34 \sim 2.75 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$ ）。

(ii)ガンマ線測定装置：Philips 社製 APY 58 型 63 cc Ge (Li) 井戸型半導体検出器に連結した Canberra 社製8100型，4096チャンネル波高分析器。

(iii)実験の概要：高密度ポリエチレン製小袋に入れた粉末試料 5～20 mg を，標準試料（数種を用いたが，常に同一であったとは限らない。NBS の SRM-1633 (coal fly ash) は常用した）とともに55試料前後を一つのカプセルに入れ（2個作製），2分および30分照射をおこなった。実験の都合上，2分照射した試料は照射6時間前後より，検出器の井戸上で1回，30分照射した試料は，4，5日冷却してから検出器の井戸内に入れて，1年後まで減衰に応じて3—5回測定した。 ^{56}Mn （半減期2.58 h）より長寿命の核種について測定し，同時照射した標準試料をもとにして25元素を定量した。大部分の元素については，Nadkarni の最良値（前記 coal fly ash）を標準にとり，²⁴⁾未知試料の定量に先立って，標準試料相互について定量し，定量値の合わない元素は除いた。放射化分析の詳細は既報²⁵⁾を参照されたい。観察された γ 線スペクトルの最大の特徴は， ^{182}Ta ピークの強度順が，有田>天草>加賀グループとなる点で，次いで ^{46}Sc ピークの強度順は，逆に有田・天草<加賀グル

ープとなる点であった。

4. 結 果

分析結果は文末の表4-6に示すとおりであった。表示以外に Br および Sr なども定量したが検出されない試料が多く、除いた。表中に一で示したものは、測定されなかった元素であり、ND は検出されなかった元素であるが、ND は他元素の量的関係に支配されることが多く、かならずしも存在量が少ないことを意味しない。表には最初の試料のみ誤差を表示し、他はすべて省略した。一般的には、この値より大きい数値は誤差の比率が小さくなり、逆に小さい値は誤差の比率は大きくなる。

表や図の説明における各グループの内容について簡略に説明すると、有田グループとは泉山陶石(ATC-1~4)と、確実に有田のやきものとされるATP-1~14を含むものである。天草グループとは天草陶石(AKC-1~4)のことである。九谷グループとは九谷村産の陶石(KTC-1~8)および九谷古窯出土品(KTP-1~14)である。花坂グループとは花坂陶石(KGC-1~6)のみであり、吸坂陶土や若杉粘土などは含まない。加賀グループとは加賀産の原料とやきもの全部のうち、朱石(KTC-9)を除いたものである。

5. 考 察

それぞれのグループの特徴を知るためには、元素濃度の較差をみればよい。各グループの元素濃度は、いずれもかなりのバラツキを避け難いが、概略を知るためには平均値をみると理解しやすい。表7は各グループの元素濃度の平均値をとったものであり、これから有田グループの特徴は、Ta が多く、Sc, Hf が少ないこと、九谷グループの特徴は、Sc, Co, Ba, Hf が多く、Ta が少ないことである。天草陶石は有田グループに類似するが、Th や希土類元素に特徴がある。花坂陶石は九谷グループに近いが、Cs が特に低濃度である点が目立つ。そして問題とする古九谷試料は、ほとんどの元素が有田グループと近似の値を示している。

この平均値にみられる元素濃度の特徴を考慮して示したのが図1~4である。図1および図2は、有田・天草グループと九谷・花坂グループとを分けた例である。図3にはさらに有田と天草グループの分布図を示した。加賀地域の各グループの分別は難しいが、Cs-Zn により、若杉窯、大聖寺伊万里、九谷1・2号窯、および九谷吉田屋窯のそれぞれを分離したのが図4である。九谷吉田屋窯の原料は、九谷1・2号の原料とことなることが推定できる点が面白い。産地分析ができるための条件は「産地間の元素組成の差が、産地内の元素組成のバラツキよりも大きい」ことであり、²⁶⁾かくして古九谷の産地推定に必要な有田、天草、九谷および花坂の各グループの分別が可能となった。

研究された古九谷試料は平均値で示した表7から、有田グループに属することが推定できるが、図5~7は、これをさらに確認したものであり、九谷でもなく、花坂でもなく、また天草でもなく、有田グループそのものであることを示している。また各グループの平均値の希土類元素濃度のパターン

表7 各グループの元素の平均濃度

Table 7. Average concentration of elements in each group
(concentration in ppm except where noted)

グ ル ー プ	九谷古窯出土品	花坂陶石	天草陶石	有田のやきもの	古 九 谷
ナ ト リ ウ ム Na(%)	0.55	0.12	0.092	0.62	0.81
カ リ ウ ム K (%)	4.0	6.2	3.1	3.7	3.8
ス カ ン ジ ウ ム Sc	8.6	4.6	1.4	2.3	2.4
マ ン ガ ン Mn	191	26	72	135	153
鉄 Fe (%)	1.13	0.15	0.34	0.61	0.64
コ バ ル ト Co	3.30	0.82	0.55	0.89	—
亜 鉛 Zn	52*	12	42	37	42
ル ビ ジ ウ ム Rb	150	160	140	180	190
ア ン チ モ ン Sb	1.1	0.5	6.4	4.0	2.9
セ シ ウ ム Cs	7.2*	0.55	6.4	9.4	9.8
バ リ ウ ム Ba	770	1150	150	310	320
ラ ン タ ン La	49	26	8.6	34	35
セ リ ウ ム Ce	74	59	18	58	57
サ マ リ ウ ム Sm	5.6	3.2	2.8	3.1	4.0
ユ ウ ロ ピ ウ ム Eu	0.93	0.33	0.32	0.29	0.33
テ ル ビ ウ ム Tb	0.7	0.3	0.2	0.8	0.8
イ ッ テ ル ビ ウ ム Yb	2.4	1.8	0.044	2.1	2.1
ル テ チ ウ ム Lu	0.43	0.38	0.021	0.33	0.38
ハ フ ニ ウ ム Hf	6.0	3.9	2.5	3.5	3.8
タ ン タ ル Ta	1.1	0.5	1.8	2.7	2.6
ト リ ウ ム Th	14.6	11.6	6.4	19.6	19.1
ウ ラ ン U	3.3	2.4	4.8	5.1	4.4

* 吉田屋九谷窯からの2試料を除く。

Values of two samples from the Yoshidaya Kiln were excepted.

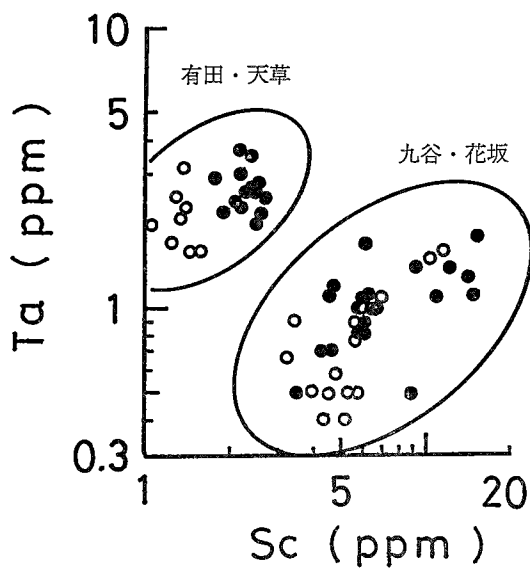


図1 有田・天草グループと九谷・花坂グループの Ta-Sc による分布。

○：粘土 ●：陶片

Fig. 1. Ta-Sc distribution of the Arita - Amakusa group and the Kutani - Hanasaka group.

○：Clay ●：Pottery shard

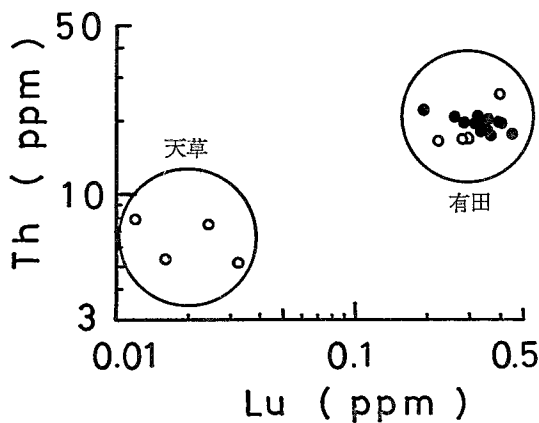


図3 有田と天草グループの Th-Lu による分布 (符号は図1に同じ)

Fig. 3. Th-Lu distribution of the Arita and the Amakusa groups (symbols are the same as those in Fig. 1)

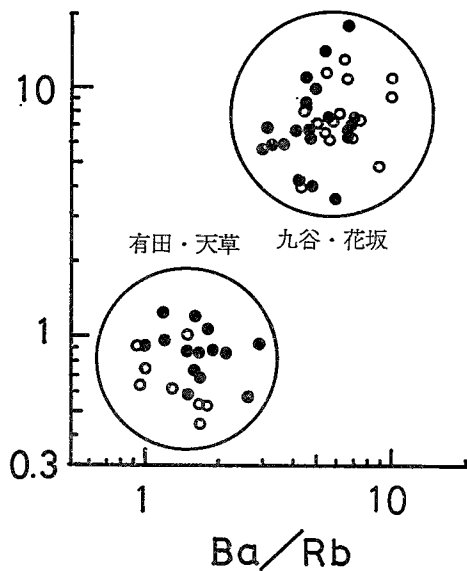


図2 有田・天草グループと九谷・花坂グループの Sc/Ta-Ba/Rb による分布 (符号は図1に同じ)

Fig. 2. Sc/Ta-Ba/Rb distribution of the Arita - Amakusa group and the Kutani - Hanasaka group (Symbols are the same as those in Fig. 1)

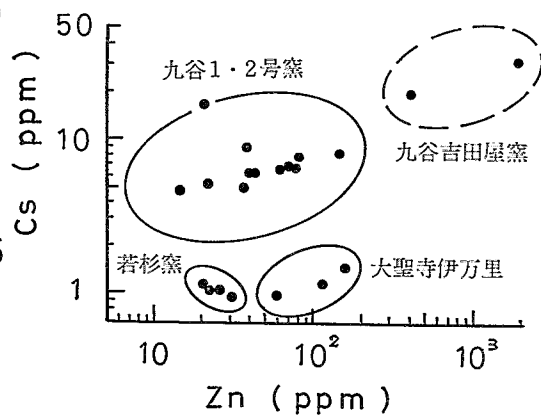


図4 加賀各グループの Cs-Zn による分布

Fig. 4. Cs-Zn distribution of the Kaga group

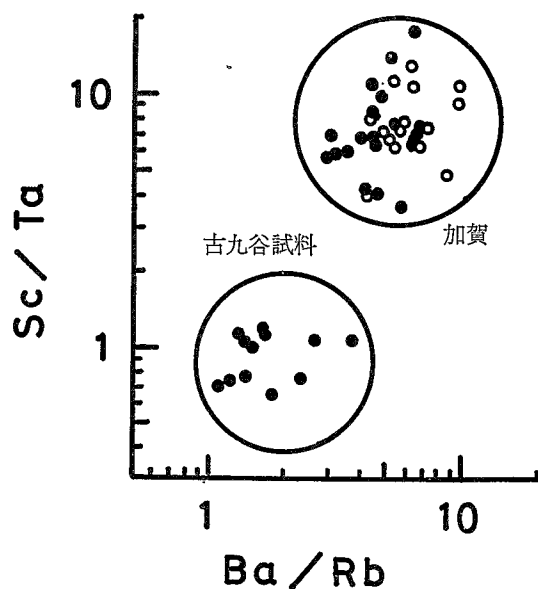


図5 古九谷試料と加賀グループの分別（符号は図1に同じ）

Fig. 5. Classification of the Ko-kutani ware samples and the Kaga group (Symbols are the same as those in Fig. 1)

を図8に示したが、これらについても、古九谷試料は有田のやきものほとんど同一のパターンを示し、天草や九谷や花坂のものとはことなることを示している。以上の結果から、分析された古九谷試料の胎土は、有田の泉山陶石を使用したものとみなすことが、もっとも妥当な結論となる。もとより、あらゆる種類の古九谷を分析したわけではないから、現状ではすべての古九谷を有田産とみなすことはできないが、主力は有田産とみてよい。

なお、古九谷試料は高台をダイヤモンドスリで削り取って試料としたが、このときヤスリによる汚染が問題となる。表8は中国景德鎮および礼陵の陶片と、それをダイヤモンドヤスリで削り取った試料とを、放射化分析して比較したものである。汚染はCoとNiに見られたために、Coの定量はおこなわなかった。これはダイヤモンド粉末をNi浴中で電着させたために、Niが付着し、さらにNiと混在していたCoの微量が汚染したものと考えられる。

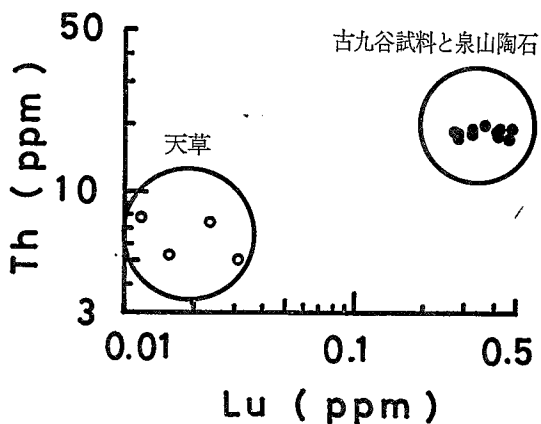


図6 古九谷試料と天草グループの分別（符号は図1に同じ）

Fig. 6. Classification of the Ko-kutani ware samples and the Amakusa group (Symbols are the same as those in Fig. 1)

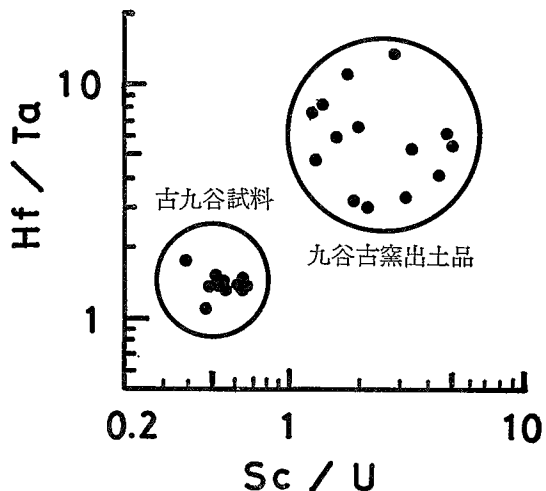


図7 古九谷試料と九谷古窯出土品との分別

Fig. 7. Classification of the Ko-kutani ware samples and the excavated shards from the Kutani old kiln.

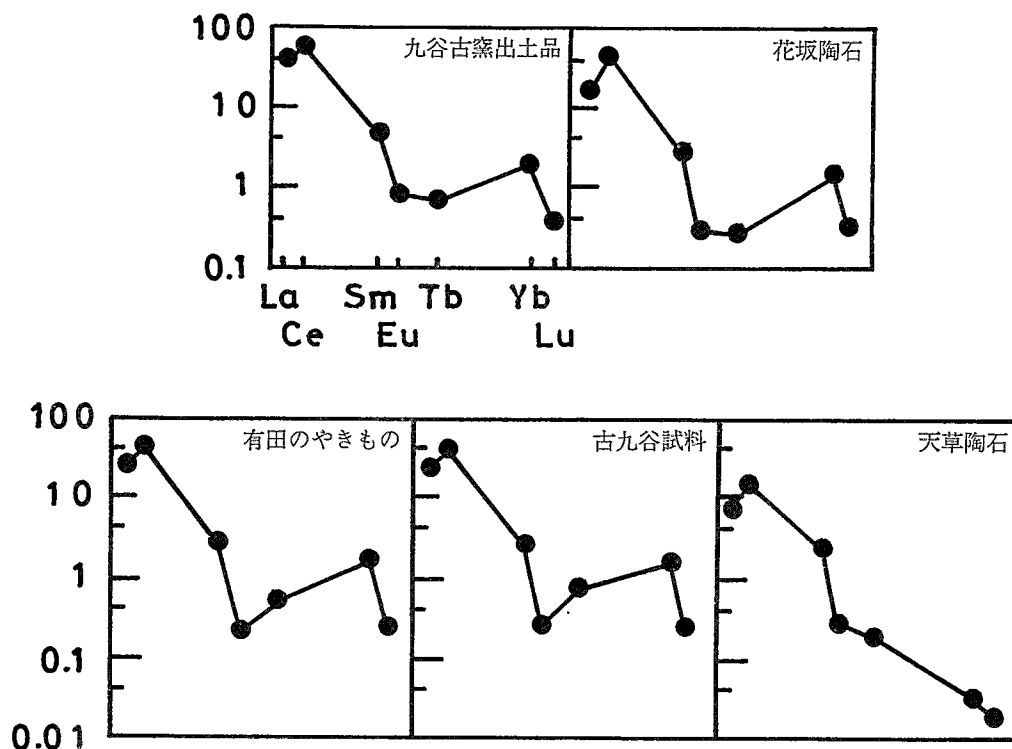


図8 各グループの希土類元素濃度のパターン（平均値）

Fig. 8. Concentration patterns of the rare earth elements of each group (Mean values)

表示したものの以外にも現在いくつかを分析中であり、その一つの塗埋方式の青手古九谷は、Ta, Sc の 2ppm という概算値から、これも有田の土と考えられる。たしかに、青手古九谷は他の色絵ものとは対照的な点が多い。青手は他の色絵とは発想がことなり、ほとんどの作品が塗埋方式であり、しかも緑を主体にして黄色との二色、またはさらに紫色を加えた三色のものが大部分である。文様については一般に表面の精密な描写に対して裏面は色絵ものとことなり、きわめて粗雑な文様である。また胎土も色絵ものとことなって、軟質のことが多い。さらに色絵古九谷とはことなり、ほとんど目跡が認められないなど、対照的な点が多い。したがって、青手は色絵ものとはことなった別の窯で製作されたものということは十分考えられる。そしてその窯が、胎土の焼きの甘い九谷の窯だから、塗埋方式をとったのだという推察は、たしかに納得のできる仮説である。そのうえ、化政の時代になって吉田屋九谷が青手を写したのも、かつてこの地にその素地があったからだと主張する人達がいた^{10,27)}のも、たしかに合理的と考えられる推察である（ただし、渡り手素地説からは、九谷村に開窯する必要はない）。しかし、この青手も有田の土であった。また弘前城跡出土の青手を含む古九谷三点についても、^{28,29)}それらの γ 線パターンからは Ta が多く、Sc が少ない有田の特徴を具えている。その他にも高台径の小さい初期の古九谷と思われる 1 点も、 γ 線パターンからは有田の土を指示

表8 ダイヤモンドヤスリによる素地の汚染試験

Table 8. Contamination tests of bodies with a diamond file (concentration in ppm except where noted)

試料	景徳鎮小鉢 ダイヤモンドヤスリ		礼陵小鉢 ダイヤモンドヤスリ	
	CKP-1	CKP-2	CKP-3	CKP-4
ナトリウム Na(%)	0.41	0.39	0.61	0.59
カリウム K (%)	2.5	2.4	2.6	2.4
スカンジウム Sc	2.0	1.6	5.0	5.3
マンガン Mn	557	544	300	315
鉄 Fe (%)	0.61	0.55	0.40	0.39
コバルト Co	7.8	37.4	3.4	51.9
亜鉛 Zn	1800	1300	18	26
ルビジウム Rb	320	310	350	360
モリブデン Mo	10	13	3	2
アンチモン Sb	18	18	0.5	0.5
セシウム Cs	56	54	32	32
ランタン La	11	10	17	17
セリウム Ce	22	19	28	28
サマリウム Sm	3.3	3.2	3.9	4.1
ユウロピウム Eu	0.23	0.30	0.34	0.37
テルビウム Tb	0.9	0.7	0.8	0.9
イッテルビウム Yb	1.7	1.8	2.3	2.2
ルテチウム Lu	0.20	0.16	0.27	0.32
ハフニウム Hf	2.3	2.4	2.5	2.9
タンタル Ta	5.0	4.9	3.5	4.0
タングステン W	5	7	4	3
トリウム Th	8.0	7.2	18.6	19.0
ウラン U	13.3	13.1	3.7	3.6

している。その他、青手古九谷の緑釉の放射化により、ヒ素 (As)、アンチモン (Sb)、銀 (Ag)、亜鉛 (Zn) などの元素を検出したが、他の様式の有田のやきもの、とくに初期の色絵ものとどのような異同があるかなどの点は、これまでまったく研究されていなかったから、現在では説明できない。以上の点は別の機会に報告したい。

著者らの分析した古九谷試料は、これまですべて有田の土であり、前に記した古窯調査から指向されるものと、まったく同じ結果を示した。現状における客観的事実からは、古九谷が九谷の土で製作されたといえるものは、たとえ存在したとしても、現存する古九谷と、九谷古窯出土品から考察すると、ごく限られた点数しか可能性がないように思われる。九谷村に古窯があったということは厳然た

る事実であるが、これが古九谷を焼いたという立証はされていない。江戸前期に色絵磁器という特殊なやきものを、ほぼ同時に二ヶ所、あるいは三ヶ所で、ほとんど類似の品質、文様のものを焼いたなどということは、ちょっと考え難いことである。すなわち、焼きが甘く、高台径が小さく、目跡がないものが九谷村でつくられた古九谷であり、仮りに渡り手説を認めるとして、素地土が白く、しっかりと焼け、高台径が大きく、角福銘その他の染付文様のない有田素地が渡り手の大聖寺上絵のものであり、それ以外のものは有田でつくられたもの（青手を含めて）ということになり、それほど画然とした分業がされたなどとは考え難い。また小ものは有田で、大ものは大聖寺や九谷などでというのも同様である。著者らの分析結果は、有田や九谷古窯の発掘結果や、有田における磁器製作の進展、上絵技術の過程などから導かれた仮説を、放射化分析という実験によって実証したにすぎない。

かつては九谷産とされていた藍九谷（染付）は、現在ではすべて有田産の国内向けの優良染付製品とされ（九谷古窯からは藍九谷に見合う破片は発掘されなかった）、またかつて古九谷とされていた色絵ものも、古伊万里や柿右衛門に呼称替えされたものが若干ある。このことはまた、初期の古伊万里や柿右衛門、鍋島などが、古九谷と類似の兄弟窯のような色調、様式だったことを示唆している。古九谷が盛期の古伊万里、柿右衛門、鍋島などとはことなり、それぞれ独自の色調、文様などを持っているために、古九谷が有田の製品ではないとされたのは、まだ研究の進んでいない大正や昭和前期では致し方なかったのかもしれない。しかし、初期柿右衛門や初期鍋島とされるものが、盛期の柿右衛門や鍋島よりも、むしろ古九谷様式に類似していることは重要であり、有田の初期の色絵は、赤を押さえた濃彩の緑や黄色の目立つ、古九谷風の調子に近かったものと解せられる。したがって将来研究が進み、色絵の相異を調べることができるようになった時点では、この点を考慮に入れて、盛期のものよりも初期のものを重点的に比較研究することが必要である。

有田の色絵磁器も、いきなり優品ができたのではなく、初期は稚拙なものしかできなかった。磁器はおろか、色絵製作の経験もない大聖寺や九谷村で、いきなり大量の優品が作られるとは、工芸の常識からも考え難い。平戸や長崎は、当時の文化・文明の進んだ外国に対して開かれた港であり、多い時には年間数十万個の中国陶磁の輸入されたところで、やきものに関しては京都や加賀よりも先進圏であり、やきものに関したいろいろな人や物や情報の入ってくるところである。そこに近い有田の陶工達が、唐津焼の経験の上に、さらに試行錯誤を繰り返しながら、色絵磁器を開発していった、というのが常識的にみたすじ道である。そして初期の色絵から、国内向けの優品である古九谷様式、輸出用の古伊万里様式、柿右衛門様式、さらに藩窯の鍋島様式に分かれて発展していったとする考え方のほうが、より合理性がある。^{30,31)}

井戸型半導体検出器を利用する、著者らの方式による放射化分析では、やきものの試料が泉山陶石を使用したものか否かの判定だけなら、1 mg 程度の試料でも十分可能であり、同様に前記の色絵釉薬に関しても、100 μ g 程度で主要不純物の10元素程度の定量が可能であると推定できるが、最近の進んだ分析技術、たとえば陽子励起X線放射（略称、PIXE）を利用する分析では、10 μ g程度の試料

でも ppb オーダーの多元素迅速分析が可能であり,³²PPIXE を利用する分析は日本でも各地の大学や研究機関でおこなわれるようになった。まさに古九谷問題解明の機は熟しており、良い試料にさえ恵まれれば問題の解決は早いであろう。我が国における文化財科学の速やかにして、着実な発展を願う。

6. 謝 辞

本研究は1978年以来続けられてきたものであり、その間多くの人達によって試料の提供を受けた。古九谷試料は、東京応化工業社長向井繁正、東京田辺製薬取締役小橋一朝、古陶磁研究家山下朔郎の諸氏に、古伊万里、柿右衛門、鍋島、大聖寺伊万里、および各地古窯出土品などは、前期向井繁正、小橋一朝、陶芸家北出不二雄、滝川峰晴堂黒川成守、石川県工業試験場窯業科長西田昭二、金沢大学理学部教授阪上正信、名古屋大学文学部教授橋崎彰一、名古屋大学名誉教授山崎一雄の諸氏に、さらに、各地の陶石類は、前記橋崎彰一、山崎一雄、山中町田端権次郎、裕三彩亭九谷吸坂窯裕紘一、日本硬質陶器技師武内義郎、地質調査所名古屋出張所主任研究官下阪康哉、名古屋工業技術試験所第6部長加藤悦三の諸氏（何れも試料提供時の役職）の好意によって提供された。原子炉照射にお世話いただいた京都大学原子炉実験所の関係各位とともに、これらの諸氏に感謝いたします。

（本研究の要旨は、研究の進展に応じて、1978. 10. 日本分析化学会第27年会、1979. 10. 日本化学会第40年秋季年会、1981. 5、窯業協会昭和56年会、1982. 7、第19回理工学における同位元素研究発表会において発表した。）

参 考 文 献

- 1) 大河内正敏(1947) 古九谷, 室雲舎: 1—8, 37—70.
- 2) 永竹 威(1974) 肥前陶磁の系譜, 名著出版: 211—330.
- 3) 永竹 威(1976) 私の古九谷・伊万里観, 陶説第284号, : 25—31.
- 4) 永竹 威(1976) 日本陶磁の世界—近世の染付と色絵の系譜, 太陽やきものシリーズ 伊万里, 九谷: 69—88.
- 5) 山下朔郎(1968) 古伊万里と古九谷, 雄山閣: 266—279.
- 6) 今泉元佑(1974) 初期有田と古九谷, 雄山閣: 417—429.
- 7) 斎藤菊太郎(1971) 古九谷新論, 三彩社: 41—55, 66—90.
- 8) 土岡究溪(1974) 定本古九谷図説, 高岡市美術館: 53—134.
- 9) 浅井啓三(1982) 古九谷試論(1)—(5) 古美術 60号: 108—114, 同61号: 84—95, 同62号: 84—98, 同63号: 108—124, 同64号: 114—126.
- 10) 島崎 丞(1976) 日本陶磁全集26 古九谷, 中央公論社: 45—66.
- 11) 今泉元佑(1974) 初期有田と古九谷, 雄山閣: 432—437.
- 12) 石川県教育委員会編(1971) 九谷古窯第1次調査概報, 石川県教育委員会: 10—33.

- 13) 石川県教育委員会編(1972) 九谷古窯第2次調査概報, 石川県教育委員会: 4—47.
- 14) 三上次男(1983) 九谷古窯の成立とその性格, 世界陶磁全集9江戸編, 小学館: 115—125.
- 15) 浅香年木(1983) 近世初期の日本海文化と窯業, 世界陶磁全集9江戸編, 小学館: 107—114.
- 16) 林屋晴三(1983) 古九谷様式の色絵磁器, 世界陶磁全集9江戸編, 小学館: 126—139.
- 17) 佐々木達夫(1985) 江戸の陶磁器, 陶説, 第389号: 16—19.
- 18) 平木清元(1962) 古九谷焼と仁清, 東京光悦刊行会: 口絵3—6.
- 19) 内藤隆三(1976) 古陶磁をさぐる—科学的方法について—陶説, 第284号: 35—37.
- 20) 梶崎彰一・山崎一雄・飲田忠三・内田哲男(1978) 陶磁器の釉薬および胎土の成分からみた産地同定の研究, 「自然科学の手法による遺跡・古文化財等の研究」 昭和52年次報告書: 273—282.
- 21) 山崎一雄(1977) 提出—未発表—九谷古窯跡の遺物等の化学的研究, 九谷古窯跡発掘調査報告書第7分冊, 石川県教育委員会: 20—34.
- 22) 河島達郎・松野外男(1979) 放射化分析による古九谷の原産地推定のための指標元素の探索, *Radioisotopes*, 28: 236—238.
- 23) 松本佐太郎(1943) 定本九谷, 宝雲舎: 264.
- 24) R. A. Nadkarni (1980) Multielemental analysis of coal and fly ash, *Anal. Chem.* 52: 929—935.
- 25) 河島達郎(1983) 放射化分析とその陶磁器への応用, セラミックス, 18: 398—403.
- 26) 東村武信(1980) 考古学と物理化学, 学生社: 101—102.
- 27) 西村信彦(1982) 古九谷は九谷, 陶, 第22号: 45—51.
- 28) 九州陶磁文化館(1984) 国内出土の肥前陶磁, 九州陶磁文化館: 12 (原色口絵62, 63, 68).
- 29) 大橋康二(1984) 肥前陶磁の変遷と出土分布, 国内出土の肥前陶磁, 九州陶磁文化館: 152—169.
- 30) 矢部良明(1980) 染付と色絵磁器, 名宝日本の美術6 小学館: 103—145.
- 31) 矢部良明(1982) 三好記念館所蔵の東洋陶磁, 三好記念館蔵品目録, 三好記念館: 107—112.
- 32) S. A. E. Johansson, 千葉廉訳(1983) PIXE—元素分析の新しい方法, 自然38巻, 3月号: 26—33.

表 4·5·6

表4 粘土試料の分析結果 (特記したもの以外は ppm)

Table 4. Analytical results for various clay samples (concentration in ppm except where noted)

試料番号	ATC-1	ATC-2	ATC-3	ATC-4	AKC-1	AKC-2	AKC-3	AKC-4
ナトリウム Na(%)	0.031±0.001	0.98	0.036	0.084	0.059	0.094	0.12	0.096
カリウム K (%)	3.2±0.3	3.6	3.2	4.4	3.0	3.2	3.3	2.8
スカンジウム Sc	1.4±0.1	1.3	1.1	1.4	1.2	1.5	1.4	1.6
クロム Cr	0.6±0.4	ND	ND	—	ND	ND	ND	ND
マンガン Mn	112±2	170	91	118	15	28	215	28
鉄 Fe (%)	0.41±0.03	0.60	0.18	0.26	0.24	0.22	0.66	0.23
コバルト Co	0.52±0.04	0.30	0.16	0.34	0.93	0.39	0.53	0.35
亜鉛 Zn	37±3	24	20	35	54	26	60	29
ヒ素 As	34±4	ND	0.5	0.9	0.9	1.8	5.4	ND
ルビジウム Rb	130±10	200	130	200	140	130	140	140
モリブデン Mo	7±1	6	10	16	7	6	8	7
アンチモン Sb	0.9±0.1	16	0.2	ND	6.4	6.6	8.0	7.0
セシウム Cs	4.0±0.4	10.1	2.1	3.1	7.4	5.2	7.5	5.3
バリウム Ba	170±30	360	220	330	140	120	130	210
ランタン La	27±1	26	27	31	6.5	11	5.8	11
セリウム Ce	49±2	48	47	86	14	21	12	23
サマリウム Sm	3.1±0.4	3.2	3.5	4.2	3.2	2.2	2.6	3.0
ユウロビウム Eu	0.18±0.02	0.19	0.18	0.26	0.41	0.33	0.16	0.38
テルビウム Tb	0.5±0.1	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
イットルビウム Yb	0.35±0.04	0.36	0.28	2.6	0.047	0.049	0.038	0.042
ルテチウム Lu	0.28±0.03	0.29	0.22	0.39	0.032	0.024	0.016	0.012
ハフニウム Hf	3.1±0.1	3.2	3.0	4.1	2.7	2.6	2.6	2.2
タンタル Ta	2.3±0.3	2.5	2.0	3.2	1.7	1.6	2.1	1.6
トリウム Th	16.8±0.2	16.9	16.2	25.8	5.1	7.3	5.3	7.9
ウラン U	4.8±0.3	4.5	6.8	11.4	4.8	4.4	5.5	4.6

KTC-1	KTC-2	KTC-3	KTC-4	KTC-5	KTC-6	KTC-7	KTC-8	KTC-9
0.052	0.047	0.044	0.14	0.21	0.14	0.19	2.00	0.047
4.2	5.1	4.9	3.0	7.8	3.7	7.9	5.2	0.34
5.7	7.1	6.1	4.8	11.8	5.4	10.6	3.2	5.1
ND	1.5	ND	ND	—	—	ND	—	—
128	110	136	38	128	54	229	202	2290
0.48	0.52	0.48	0.56	0.79	0.42	6.17	0.28	6.5
0.85	1.32	1.12	0.12	0.74	0.12	0.20	1.00	15.1
50	53	49	6	25	9	140	9	99
1.6	ND	1.5	19	5.2	ND	370	ND	4.1
130	130	120	100	270	120	350	190	ND
2	4	2	6	3	4	35	ND	ND
0.2	0.4	0.4	0.4	ND	0.2	2.4	0.2	0.3
2.1	1.7	2.1	9.6	30	1.0	5.3	2.2	1.2
860	700	670	1760	1510	780	1760	1700	ND
37	32	45	29	74	24	70	90	27
76	73	88	56	90	68	133	111	38
5.9	6.1	7.2	4.3	8.8	4.4	11.0	14.9	5.3
0.70	0.51	0.66	0.55	1.33	0.62	1.36	1.62	0.36
1.2	1.1	1.1	0.5	1.7	0.2	0.9	0.8	ND
3.9	0.73	0.64	0.41	5.3	2.0	0.88	3.9	1.4
0.59	0.58	0.55	0.37	0.97	0.31	0.85	0.58	ND
7.0	8.7	6.7	6.0	10	4.9	12	5.9	ND
0.9	1.1	1.0	0.6	1.6	0.5	1.5	0.7	ND
17.2	17.0	17.1	7.9	19.3	8.0	17.9	18.3	ND
4.0	4.1	4.0	2.2	4.2	2.3	3.4	2.6	ND

表4 つづき

Table 4 continued

試料番号	KGC-1	KGC-2	KGC-3	KGC-4	KGC-5	KGC-6	KGC-7	KGC-8
ナトリウム Na(%)	0.13	0.10	0.13	0.15	0.09	0.12	0.29	0.086
カリウム K (%)	8.9	5.8	7.5	5.1	4.3	5.3	1.9	0.96
スカンジウム Sc	3.5	4.6	4.4	5.2	5.7	3.9	21.0	13.9
クロム Cr	ND	—	—	—	—	—	—	—
マンガン Mn	30	53	15	11	38	8	129	76
鉄 Fe (%)	0.12	0.20	0.15	0.10	0.21	0.10	1.57	1.08
コバルト Co	1.56	0.82	0.28	0.27	1.26	0.62	4.27	2.41
亜鉛 Zn	17	13	6	11	18	8	55	45
ヒ素 As	2.2	ND	ND	0.6	ND	0.6	3.4	1.9
ルビジウム Rb	210	140	200	140	140	150	84	52
モリブデン Mo	3	2	5	ND	3	ND	2	2
アンチモン Sb	0.5	0.4	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.5
セシウム Cs	0.55	0.55	0.60	0.53	0.65	0.44	5.5	4.8
バリウム Ba	910	1410	2020	890	740	930	340	430
ランタン La	30	22	18	21	37	26	35	24
セリウム Ce	55	53	51	49	95	50	39	46
サマリウム Sm	2.4	2.8	3.0	2.6	4.5	3.7	4.9	3.7
ユウロピウム Eu	0.32	0.24	0.31	0.23	0.34	0.51	1.08	1.00
テルビウム Tb	0.5	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.7	0.2
イッテルビウム Yb	0.49	1.9	2.0	1.7	2.5	2.2	2.5	2.7
ルテチウム Lu	0.46	0.34	0.34	0.34	0.42	0.40	0.48	0.49
ハフニウム Hf	8.0	2.9	2.8	2.6	3.7	3.1	7.8	7.2
タンタル Ta	0.9	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	1.4	0.5
トリウム Th	13.3	10.9	10.0	9.8	15.3	10.0	9.5	8.9
ウラン U	3.2	2.6	2.5	1.9	2.0	2.0	2.9	1.6

表5 陶磁器試料の分析結果（特記したもの以外は ppm）

Table 5. Analytical results for various pottery samples (concentration in ppm except where noted)

試料番号	ATP-1	ATP-2	ATP-3	ATP-4	ATP-5	ATP-6
ナトリウム Na(%)	0.55	0.90	0.60	0.23	0.11	0.25
カリウム K (%)	3.4	3.9	3.9	3.5	3.1	3.7
スカンジウム Sc	2.2	2.4	2.2	2.6	2.1	2.3
クロム Cr	ND	—	—	—	—	5.5
マンガン Mn	141	132	127	146	265	161
鉄 Fe(%)	0.44	0.66	0.63	0.65	0.42	0.46
コバルト Co	0.32	0.80	0.71	1.11	1.37	0.58
亜鉛 Zn	38	31	35	57	53	57
ヒ素 As	2.2	1.3	8.8	3.3	2.6	1.9
ルビジウム Rb	160	180	180	170	150	160
モリブデン Mo	4	4	3	6	5	2
アンチモン Sb	2.7	2.3	2.6	2.8	6.3	1.5
セシウム Cs	8.5	7.4	6.4	11.1	10.1	9.2
バリウム Ba	250	300	270	490	280	240
ランタン La	26	36	40	28	23	45
セリウム Ce	50	52	59	76	59	63
サマリウム Sm	3.0	3.3	3.9	4.0	3.2	1.7
ユウロピウム Eu	0.22	0.28	0.30	0.34	0.24	0.29
テルビウム Tb	0.7	0.7	0.8	0.3	0.2	0.8
イットルビウム Yb	2.1	2.0	2.1	2.2	2.0	2.5
ルテチウム Lu	0.36	0.37	0.37	0.35	0.33	0.38
ハフニウム Hf	3.1	3.7	3.8	3.5	3.1	3.6
タンタル Ta	3.0	3.5	3.7	2.8	2.4	2.6
トリウム Th	17.4	19.0	20.1	20.0	18.3	20.0
ウラン U	4.8	5.6	5.0	4.8	5.6	6.3

表5 つづき

Table 5. continued

試料番号	ATP-7	ATP-8	ATP-9	ATP-10	ATP-11	ATP-12
ナトリウム Na(%)	1.01	1.01	0.83	0.45	0.86	0.65
カリウム K (%)	3.8	4.5	3.8	3.8	4.1	3.7
スカンジウム Sc	1.9	2.6	2.5	2.3	2.5	2.5
クロム Cr	2.9	2.6	—	—	—	—
マンガン Mn	99	90	145	84	213	99
鉄 Fe (%)	0.49	0.56	0.75	0.72	0.93	0.52
コバルト Co	1.33	0.81	0.64	1.94	0.65	0.68
亜鉛 Zn	26	43	41	10	27	32
ヒ素 As	ND	ND	ND	ND	ND	3.1
ルビジウム Rb	180	220	200	200	230	170
モリブデン Mo	7	2	5	5	4	11
アンチモン Sb	7.5	4.5	2.9	4.0	7.0	2.0
セシウム Cs	10.2	9.9	9.4	9.2	14.4	7.9
バリウム Ba	300	360	200	360	270	200
ランタン La	27	42	35	37	35	32
セリウム Ce	57	59	58	57	53	51
サマリウム Sm	4.0	2.2	4.1	3.2	3.4	3.3
ユウロピウム Eu	0.23	0.40	0.25	0.19	0.29	0.34
テルビウム Tb	0.7	0.7	0.7	0.5	0.7	0.9
イットルビウム Yb	0.39	2.3	3.0	2.2	2.3	2.2
ルテチウム Lu	0.31	0.32	0.19	0.26	0.28	0.44
ハフニウム Hf	3.9	3.9	3.5	3.3	2.7	3.8
タンタル Ta	2.2	2.2	2.7	2.2	2.0	2.6
トリウム Th	19.3	22.0	22.4	20.6	19.7	17.5
ウラン U	5.0	4.6	5.5	4.6	4.4	5.5

ATP-13	ATP-14	KTP-1	KTP-2	KTP-3	KTP-4	KTP-5	KTP-6
0.45	0.76	1.72	0.48	0.41	0.28	0.46	0.29
3.2	4.0	3.1	4.2	5.3	3.2	5.1	3.6
1.7	2.3	6.1	6.2	4.8	14.6	4.6	15.3
1.2	2.2	3.6	—	—	—	—	—
73	120	174	84	72	157	81	367
0.37	0.87	0.67	0.46	0.65	1.64	0.90	2.92
0.51	1.00	3.49	1.05	0.85	3.85	0.97	7.19
22	41	37	59	35	79	14	141
1.7	3.5	ND	0.7	ND	5.4	ND	ND
160	190	83	140	180	130	170	150
6	2	ND	4	ND	2	3	3
8.2	2.0	ND	2.2	0.2	1.6	0.3	1.2
7.6	9.8	8.8	6.4	4.9	7.6	4.7	8.0
400	390	460	820	860	580	720	670
27	42	56	63	54	56	70	44
63	55	81	76	70	72	84	71
2.6	0.84	3.9	7.6	5.2	7.8	7.3	4.8
0.33	0.29	0.72	1.28	0.63	1.39	0.59	0.75
0.5	0.7	1.0	1.0	0.5	1.0	0.9	0.7
1.9	2.3	2.9	2.7	2.6	2.9	3.0	2.1
0.33	0.29	0.33	0.45	0.43	0.55	0.57	0.53
3.8	3.9	8.9	5.5	5.8	7.2	8.5	7.2
3.0	2.7	0.8	1.7	1.2	1.3	1.1	1.8
19.2	20.5	19.8	14.0	17.4	14.3	21.6	15.0
4.3	5.1	3.4	3.2	3.8	2.9	3.6	3.5

表5 つづき

Table 5. continued

試料番号	KTP-7	KTP-8	KTP-9	KTP-10	KTP-11	KTP-12
ナトリウム Na(%)	0.23	0.34	0.31	0.41	0.48	1.40
カリウム K (%)	3.4	3.8	4.8	5.5	3.1	2.7
スカンジウム Sc	14.9	11.0	12.3	9.4	3.5	9.0
クロム Cr	—	—	—	—	—	—
マンガン Mn	241	130	604	354	50	111
鉄 Fe (%)	2.05	1.06	1.88	1.49	0.47	0.83
コバルト Co	4.88	3.07	6.30	11.2	0.62	1.63
亜鉛 Zn	67	74	1830	390	21	20
ヒ素 As	ND	0.5	ND	ND	ND	2.2
ルビジウム Rb	140	150	200	210	120	100
モリブデン Mo	2	ND	5	2	2	ND
アンチモン Sb	2.5	1.5	1.4	0.7	0.6	0.9
セシウム Cs	6.7	6.5	30	19	5.1	16
バリウム Ba	740	740	890	960	820	660
ランタン La	47	55	59	52	28	37
セリウム Ce	71	73	80	73	65	78
サマリウム Sm	5.6	5.9	7.9	5.1	3.5	6.3
ユウロピウム Eu	0.99	1.23	1.41	0.94	0.67	1.02
テルビウム Tb	0.4	1.0	1.3	0.7	0.2	0.4
イッテルビウム Yb	2.6	2.7	2.2	2.3	1.4	2.5
ルテチウム Lu	0.44	0.48	0.45	0.41	0.28	0.43
ハフニウム Hf	6.8	5.8	4.7	4.2	4.2	6.9
タンタル Ta	1.1	1.1	1.4	1.4	0.5	0.5
トリウム Th	13.8	13.7	12.0	12.2	9.5	16.2
ウラン U	3.1	3.2	3.9	4.2	2.5	3.2

KTP-13	KTP-14	KGP-1	KGP-2	KGP-3	KGP-4	KGP-5	KGP-6	KGP-7
0.29	0.35	0.19	0.17	0.17	0.30	0.12	0.17	0.16
3.8	3.8	6.3	7.7	6.7	5.8	6.4	5.9	3.9
4.5	4.6	6.2	6.3	6.2	5.9	6.5	6.7	6.0
—	—	—	—	—	—	—	—	—
190	52	55	67	68	96	111	126	84
0.42	0.42	0.31	0.33	0.31	0.27	0.65	0.47	0.45
0.55	0.59	1.19	1.92	1.30	0.90	0.99	3.24	3.25
38	41	20	30	25	22	110	56	150
ND	0.7	ND	0.5	0.9	0.5	0.9	3.7	0.6
140	140	230	240	210	180	230	190	120
ND	3	2	3	ND	2	ND	2	6
0.9	0.9	2.1	0.8	2.5	1.0	1.5	0.9	1.0
6.0	6.0	1.2	0.98	1.1	1.1	1.2	1.0	1.5
930	930	680	1120	650	660	770	780	840
29	29	53	66	54	49	49	41	24
72	72	74	84	73	64	79	71	78
3.8	4.2	6.3	8.2	6.3	5.7	5.3	4.8	3.7
0.73	0.63	0.76	1.17	0.83	0.75	0.57	0.65	0.49
0.2	0.2	0.8	1.4	1.0	1.0	0.8	0.8	0.2
1.8	1.7	3.3	3.6	3.0	2.7	3.0	3.0	2.6
0.31	0.35	0.62	0.65	0.52	0.52	0.59	0.59	0.48
4.2	4.6	4.0	3.9	3.5	3.9	4.5	4.2	3.8
0.7	0.7	1.1	1.0	0.9	1.0	1.1	1.0	0.8
12.2	12.9	13.3	13.7	12.7	11.3	14.3	13.8	13.6
2.9	2.3	3.3	3.4	3.4	2.9	3.2	2.5	3.3

表 6 古九谷試料の分析結果（特記した以外は ppm）

Table 6. Analytical results for the Ko-Kutani ware samles (concentration in ppm except where noted)

試料番号	KKTP-1	KKTP-2	KKTP-3	KKTP-4	KKTP-5
ナトリウム Na(%)	0.84	0.81	0.48	0.82	0.70
カリウム K (%)	4.0	4.3	3.2	3.3	3.7
スカンジウム Sc	3.1	2.4	2.3	2.0	2.5
クロム Cr	1.1	—	—	—	—
マンガン Mn	79	112	103	214	111
鉄 Fe (%)	0.65	0.55	0.50	0.54	0.62
コバルト Co	0.99	1.14	0.57	—	—
亜鉛 Zn	40	36	17	35	40
ヒ素 As	ND	4.0	ND	8.7	ND
ルビジウム Rb	200	190	130	180	180
モリブデン Mo	5	3	4	5	3
アンチモン Sb	1.5	2.2	5.2	3.6	3.5
セシウム Cs	8.8	7.4	9.4	6.4	9.4
バリウム Ba	270	350	480	230	300
ランタン La	36	37	27	32	33
セリウム Ce	62	57	65	49	53
サマリウム Sm	4.1	3.8	3.6	3.5	3.5
ユウロピウム Eu	0.25	0.28	0.26	0.28	0.28
テルビウム Tb	0.6	0.7	0.2	0.7	0.6
イッテルビウム Yb	0.40	2.1	2.4	2.3	2.2
ルテチウム Lu	0.38	0.36	0.36	0.28	0.28
ハフニウム Hf	4.1	4.0	3.5	2.5	3.3
タンタル Ta	2.9	3.7	2.2	1.7	2.3
トリウム Th	21.6	20.5	19.1	17.6	18.8
ウラン U	4.6	5.3	4.6	4.1	4.0

ККТП-6	ККТП-7	ККТП-8	ККТП-9	ККТП-10	ККТП-11	ККТП-12
0.51	0.72	0.76	0.98	0.97	0.87	1.30
3.2	3.9	4.0	4.0	3.9	3.8	4.1
2.2	2.2	2.6	2.2	2.3	2.0	2.4
—	—	—	—	—	—	—
116	144	157	140	103	166	386
0.74	0.59	0.61	0.59	0.78	0.79	0.73
—	—	—	—	—	—	—
33	72	32	38	55	61	40
ND	ND	2.5	2.7	3.6	7.5	27
170	180	160	180	190	320	200
4	5	13	7	15	8	11
2.1	3.0	1.6	2.9	2.6	3.8	3.2
9.8	8.5	7.3	10.2	19.6	12.8	8.2
260	460	270	410	270	350	240
34	36	30	37	39	40	35
53	55	52	58	59	62	56
3.5	4.3	3.9	4.8	4.1	4.2	4.6
0.24	0.23	0.44	0.43	0.48	0.45	0.37
0.5	0.6	1.1	1.2	1.0	1.2	1.0
2.4	2.2	2.1	2.1	2.4	2.3	2.6
0.33	0.28	0.48	0.43	0.44	0.44	0.50
3.3	3.0	3.5	4.1	4.3	3.9	5.6
2.2	2.1	2.3	2.9	3.0	2.8	3.2
18.5	18.7	17.2	18.5	19.5	19.4	19.4
3.4	3.5	4.8	4.0	4.2	4.3	6.3

Provenience studies of the Ko-Kutani ware by neutron activation analysis

Tatsuro KAWASHIMA and the late Yosoo MATSUNO

Government Industrial Research Institute,
Nagoya Hirate-cho 1-1, Kita-ku, Nagoya 462

Instrumental neutron activation analysis has been applied for the determination of 25 minor and trace elements in the samples of pottery stone, porcelain and excavated shards from the old kilns in the four groups of Arita, Amakusa, Kutani and Hanasaka.

It was found that Ta, Sc, Hf, Th, Cs, Zn and rare earth elements were useful as the index elements for clasification of each group. The most important index element was Ta, and the concentration of Ta in each group was in the order: Arita >Amakusa >Kutani> Hanasaka.

To search for the provenience of the Ko-kutani wares the bodies of 12 samples of them including the Aote Ko-kutani were analyzed, and the results were compared with reference to the useful index elements. All the Ko-kutani wares analyzed in this study were judged to belong to the Arita group.