

# 統計学的手法による古代・中世土器の産地問題に関する研究（第18報）

## — 珠洲陶器と珠洲系陶器の相互識別 —

三辻 利一<sup>1)</sup>・吉岡 康暢<sup>2)</sup>・乾 友美<sup>3)</sup>

●キーワード：珠洲陶器（Suzu ware）、珠洲系陶器（Suzu-like ware）、  
蛍光X線分析（X-ray fluorescence analysis）、2群間判別分析（discriminant analysis among two-groups）、産地問題（provenience problems）

### 1. はじめに

古代の人々は金属、石材、粘土、木材などの種々の天然素材がもつ特性を知ると、それらの素材をその特性に応じて加工する技術を覚えた。加工された製品はいずれも、古代人にとって便利で貴重なものであったに違いない。そのため、考古遺物として、各地の遺跡から大量に出土している。考古科学の研究ではこれらの製品の産地問題がしばしば取り上げられるが、その際、素材の原産地を産地と考える場合と、素材を加工した場所を産地と考える場合の二通りの考え方がある。日本では弥生時代や古墳時代の遺跡からは銅鐸や青銅鏡などの青銅製品がしばしば出土しているが、鉄素材とともに朝鮮半島から持ち込まれたといわれている。これらの金属製品の加工工場である製銅、製鉄遺跡はそれほど数多くは発見されてはいない。そのため、これらの金属製品の産地は素材の産地を指す場合が多い。古く、石器時代から使用されてきたサヌカイト、黒曜石、その他の石材の露頭も日本各地で見つけられているが、その加工工場である遺跡はごく限られた地域にしか見つけられていない。そのため、石器の産地も石材の原産地である露頭である。これに対

して、土器の素材は何処にでもある粘土である。しかも、地下におけるその分布状況は十分に把握できない。そのため、素材粘土の原産地を探し出すことは困難である。むしろ、土器を焼成した窯跡が残っておれば、土器の加工工場である窯跡を産地として取り扱うほうが好都合である。したがって、土器の産地問題の研究では大量の破片を含んだまま窯跡が残っていた須恵器が絶好の研究対象として取り上げられることになった。土器だけが加工工場が産地となったのである。各地の加工工場を特徴づけるのは窯跡から出土する土器の化学的特性であり、土器を分析することによって求められる。この化学的特性が窯ごとに一定であれば、窯の指紋とすることができ、指紋あわせの考え方で消費地遺跡出土須恵器の産地を推定できる。この指紋は土器の主成分元素をすべて分析する、いわゆる、完全分析によって求められる訳ではない。むしろ、主成分元素、微量元素に関係なく、地域差を有効に示す元素（指紋元素）を実験的に見つけ出して、各地の窯跡出土須恵器の分析データを比較することによって求められる。こうした指紋分析の考え方をもって、全国各地の窯跡出土須恵器の分析化学的研究が開始された。

長年にわたる分析データの集積の結果、K, Ca, Rb,

<sup>1)</sup> 奈良教育大学名誉教授 〒630-8528 奈良県奈良市高畑町

<sup>2)</sup> 国立歴史民俗博物館名誉教授 〒921-8036 石川県金沢市弥生2-13-27

<sup>3)</sup> 奈良教育大学 〒630-8528 奈良県奈良市高畑町

Sr の 4 元素が有力な指紋元素であることが実証され、K-Ca, Rb-Sr の両分布図上で地域差を表示できることがわかった。しかし、両分布図では窯（群）間の領界は定性的にしか表示出来ない。この欠点を克服するために、統計学の多変量解析法が導入されることになった。実際に採用したのは 2 群間判別分析法である。

2 群間判別図では両群がどの程度に相互識別されるかが具体的に表示される。さらに、この図はまた、消費地遺跡出土須恵器の産地推定にも活用できることがわかった。

本シリーズの論文では、三辻が開発した須恵器産地推定法が考古学研究に如何に活用できるかを示すために、この方法を種々の系に適用し、産地推定をした実例を示してきた。本論文では、この方法を中世陶器に適用し、窯跡出土珠洲陶器と珠洲系陶器の相互識別を検討した。さらに、その結果を使って、消費地遺跡出土珠洲陶器の産地推定も試みた。

## 2. 分析方法とその考え方

本研究に使われた陶器小片資料はすべて、各地の教育委員会から提供されたものであり、土器型式の観察は吉岡が中心となって行った。

小片の粉碎は可能であったので、土器表面を研磨してのち、100 メッシュ以下に粉碎した。粉末試料は塩化ビニール製のリングを枠にして電動プレッサーで高圧をかけてプレスし、内径 20mm、厚さ 5 mm の錠剤試料を作成し、奈良教育大学で三辻と乾の両名が蛍光 X 線分析を行った。蛍光 X 線分析は相対分析であるので、比較のための標準試料を含めて、すべての試料は一定形状であることが必要である。これが土器片を一旦粉碎し、再度、固めて錠剤試料を作成する理由である。蛍光 X 線分析には理学電機製、3270 型（波長分散型）の装置が使用された。この装置には 50 個の試料が同時に搭載できる自動試料交換機が連結されている。50 個のうちの 1 個は波高分析器調整用の標準試料であり、他の 1 個は定量分析のための標準試料、JG-1 である。したがって、通常、1 日に分析する実試料は 48 個である。分析元素は Na, K, Ca, Fe, Rb, Sr の 6 元素である。使用した X 線管球は Rh (3.0kW) 管球である。印加電圧、

電流は 50kV, 50mA である。この条件で Rb, Sr の蛍光 X 線強度は十分測定できることが確認されている。

本研究は長年にわたって継続されるので、分析値の恒常性を確かめておくことは重要である。分析値の恒常性は JG-1 の各元素の蛍光 X 線強度の一定性で確かめた。連日測定する JG-1 の各元素の蛍光 X 線強度の年間のばらつきは変動係数にして、数%程度で非常に安定性がよい。これに対して、1 基の窯跡から出土する須恵器や中世陶器の分析データは 10~20%程度ばらつく。さらに、各母集団の分布は数年後に再度測定しても、両分布図における分布位置は変わらないことが確かめられている。実試料の分析値は同日に測定された JG-1 の各元素の蛍光 X 線強度を使って標準化された値で表示された。JG-1 による標準化値と日本の地質調査所から公表されている岩石標準試料の分析値（%, ppm 表示）の間に直線性があることが確認されているので、JG-1 による標準化値は試料中の各元素の含有量を間接的に表示している訳である。JG-1 による標準化値に一定係数を乗ずれば、%や ppm 表示による含有量に変換できるはずである。しかし、各母集団の指紋を求めるには、JG-1 の標準化値で十分である。むしろ、両分布図を作成するにはこの表示法のほうが便利である。また、マハラノビスの汎距離の二乗値などの統計計算をする上にも、JG-1 の標準化値がそのまま使用された。

定量分析の標準試料に JG-1 を使用するのは K と Ca, Rb と Sr の対元素の蛍光 X 線のピークがほぼ同じ高さであるため、これら 4 元素を同時に定量分析する上に最適の標準試料となるためである。JB, JA 系の岩石標準試料はこれら対元素のピークの高さは不均衡であるので、同時定量分析の標準試料としては不適當である。

データ解析にはまず、生データを K-Ca, Rb-Sr の両分布図上にプロットして、地域差を視覚で認識した上で、2 群間判別分析を行った。マハラノビスの汎距離の二乗値の計算には K, Ca, Rb, Sr の分析値が使用された。計算結果は両群の重心からのマハラノビスの汎距離の二乗値、 $D^2(A)$ ,  $D^2(B)$  を両軸にとった両対数方眼紙上にプロットされた。この図を判別図という。このように計算結果も必ず、グラフ上で確認することが土器類のように、産地の多いものの産地推定法を開発する上には不可

欠である。計算データだけで考察を進めると、データがブラックボックス化する恐れがあるからである。

### 3. 結果と考察

各母集団（窯跡群）間の相互識別と消費地遺跡出土の珠洲陶器の検出に分けて説明する。

#### I) 窯跡出土中世陶器の相互識別

##### I-1) 珠洲陶器と珠洲系陶器の相互識別

通常、中世陶器は須恵器と同様、穴窯の中で強還元炎で焼成されるが、白色系の良質の粘土が入手できる場合には、灰釉陶器と同様、より高い温度で焼成された。考古学者は前者を須恵器系中世陶器といい、後者を瓷器系中世陶器とよぶ。能登半島の先端の珠洲市周辺には須恵器系の中世陶器を焼成した窯跡が20基ほど発見されている。珠洲市周辺で製作されたこれらの中世陶器を珠洲陶器と呼ぶ。この他に、須恵器系の中世陶器窯跡は秋田県仙北郡南外村（大畑窯）、同山本郡二ツ井町（エヒバチ長根窯）に発見されており、これらを珠洲系陶器と称する。珠洲陶器と珠洲系陶器は外見上類似しているため、元素分析による相互識別が必要になった。まず、珠洲陶器と珠洲系陶器の相互識別から説明する。

窯跡出土珠洲陶器の K-Ca, Rb-Sr の両分布図を図1に示す。かめわり1号窯、法住寺2号、3号窯、西芳寺1号、2号、3号、馬つなぎ窯、鳥屋尾窯、郷1号窯跡出土の89点の試料が分析された。珠洲群としてまとまっていることがわかる。これらの大部分を包含するようにして適当に長方形で珠洲領域を描いた。この領域は正確に領界を示していないが、他の母集団の領域を比較対照する上には十分役に立つ。

図2には大畑窯出土陶器の両分布図を示す。珠洲領域との比較から両群は十分、相互識別できることが予想される。両群の2群間判別図は図3に示されている。5%危険率をかけたホテリングの  $T^2$  検定に合格する条件として、 $D^2(X) < 10$  という (X) 母集団に帰属するための必要条件がえられた。さらに、この必要条件で規定される領域にある広大な空白の空間は相手群からの  $D^2$  (相手群) 値を使って除去できる。これがこの判別図における母集団に帰属するための十分条件となる。この結果、図

3では珠洲領域は  $D^2(\text{珠洲}) < 10$ 、 $D^2(\text{大畑}) = 20 \sim 250$  であり、大畑領域は  $D^2(\text{大畑}) < 10$ 、 $D^2(\text{珠洲}) = 8 \sim 25$  である。両群の試料の Rb-Sr 分布図では重複する部分があるが、相互識別は十分可能であることが分かった。

つぎに、エヒバチ長根群の試料の両分布図を図4に示す。両分布図で領域の一部分は重複しており、珠洲群と大畑群間の相互識別ほど容易ではないことが予想できる。図5には両群の判別図を示す。珠洲領域は  $D^2(\text{珠洲}) < 10$ 、 $D^2(\text{エヒバチ}) = 10 \sim 150$  であり、エヒバチ長根領域は  $D^2(\text{エヒバチ}) < 10$ 、 $D^2(\text{珠洲}) = 4 \sim 20$  である。エヒバチ長根領域はかなり、珠洲領域に接近していることは十分条件が  $D^2(\text{珠洲}) = 4 \sim 20$  であることからわかる。しかし、両者の相互識別は十分可能であることも図5からわかる。こうして、珠洲陶器とどの窯跡出土珠洲系陶器との相互識別も K, Ca, Rb, Sr の4因子を使った判別分析で十分可能であることが示された。

つぎに、大畑群とエヒバチ長根群間の判別図を図6に示す。両者の相互識別は十分可能であることがわかった。

考古学的な胎土観察から、珠洲陶器と珠洲系陶器の相互識別は困難であるといわれる。また、珠洲系陶器間の相互識別も困難であるといわれるが、こうして、珠洲陶器と、どの珠洲系陶器との相互識別も K, Ca, Rb, Sr の4元素を使った判別分析で十分可能であることが示された。

##### I-2) 珠洲陶器と瓷器系陶器の相互識別

須恵器系陶器と瓷器系陶器は胎土観察によって相互識別が可能であるといわれる。灰釉陶器の釉薬は木灰を1240°Cの高温で溶かしてかけたものである。須恵器以上の高温で焼成するため、より精選された白色系の素材粘土が選択されたといわれる。その発祥は尾張の猿投窯群である。美濃、尾張地域の窯跡出土の須恵器と灰釉陶器の胎土の分析データを比較すると、K, Ca, Rb, Sr の4因子には変動はみられないものの、Fe量は灰釉陶器のほうが少ない傾向があることが確認されている。しかし、北陸から東北地方の日本海側の窯跡出土中世陶器には必ずしも、その傾向が明確に表れている訳ではない。むしろ、須恵器と同様、K, Ca, Rb, Sr の4因子にみられる地域差のほうが重要であると考えた。そのため、

これら4因子を使った2群間判別分析を珠洲陶器と瓷器系陶器にも適用し、その相互識別を検討した。

はじめに、珠洲群と新潟県五泉市の背後にある五頭山周辺の笹神群（堤上窯、権兵衛沢窯、狼沢窯）の相互識別から述べる。笹神群の両分布図を図7に示す。両分布図でも両者は完全に分離し、相互識別は容易であることを示す。判別図は図8に示されている。珠洲領域は $D^2(\text{珠洲}) < 10$ 、 $D^2(\text{笹神}) = 150 \sim 1000$ であり、笹神領域は $D^2(\text{笹神}) < 10$ 、 $D^2(\text{珠洲}) = 20 \sim 50$ である。図7から予想されたように、両群の試料集団は判別図では遠く離れて分布しており、両群は完全に相互識別出来ることがわかる。笹神群から約4kmほど離れたところに最近、5基の中世陶器の窯跡が発見された。北沢窯群と呼ぶ。北沢群の両分布図を図9に示す。珠洲領域からは完全に分離しており、図10の判別図からも両者は完全に相互識別できることが分かる。このように、五頭山周辺の窯跡出土陶器にはK、Rb量が比較的多く、逆に、Ca、Sr量が比較的少ないという特徴があり、そのために、五頭山周辺の窯跡出土中世陶器は日本海側の他の地域の窯跡出土中世陶器とは容易に識別できる。参考のため、笹神群とエヒバチ長根群、笹神群と大畑群の判別図を図11と図12に示しておく。

日本海側の最大の瓷器系陶器の生産地は福井県丹生郡宮崎村小曾原の越前窯群である。西山窯、蛇ヶ谷窯、上平窯跡出土の29点の試料が分析された。図13には、越前群の両分布図を示す。比較対照のため、珠洲領域を描いてあるが、両者の相互識別は十分可能であることが予想できる。判別分析の結果は図14に示されている。珠洲領域は $D^2(\text{珠洲}) < 10$ 、 $D^2(\text{越前}) = 40 \sim 600$ であり、越前領域は $D^2(\text{越前}) < 10$ 、 $D^2(\text{珠洲}) = 10 \sim 40$ である。予想通り、両領域は十分離れており、相互識別は完全である。

つぎに、加賀陶器の生産地は石川県小松市の11基の窯跡と加賀市の2基の窯跡である。今回分析できたのは戸津4号窯、奥宮1号窯、那谷1号窯跡出土の37点の試料である。加賀陶器の両分布図は図15に示されている。珠洲領域とはほとんど重複する領域はなく、両者の相互識別は十分可能であると予想される。判別分析の結果は図16に示されている。珠洲領域は $D^2(\text{珠洲}) < 10$ 、

$D^2(\text{加賀}) = 10 \sim 200$ であり、加賀領域は $D^2(\text{加賀}) < 10$ 、 $D^2(\text{珠洲}) = 4 \sim 30$ である。両群の分布位置はやや接近するものの、両者は完全に相互識別できることがわかる。珠洲群と加賀群の分析データを比較すると、Fe、Naの両因子でも十分地域差が認められた。そこで、因子を入れ替えて、K、Ca、Fe、Naの4主成分元素を使って、判別分析を試みた。その結果は図17に示されている。この判別図では、珠洲領域は $D^2(\text{珠洲}) < 10$ 、 $D^2(\text{加賀}) = 40 \sim 500$ であり、加賀領域は $D^2(\text{加賀}) < 10$ 、 $D^2(\text{珠洲}) = 10 \sim 60$ である。この結果、両集団の距離はさらに遠のき、相互識別が一層容易になることが図17を図16と比較するとわかる。

富山県内の越中八尾町にも京ヶ峰窯という中世陶器の窯跡が発見されている。京ヶ峰窯跡出土の23点の試料が分析された。京ヶ峰群の両分布図は図18に示されている。K-Ca分布図では大部分の試料が珠洲領域をずれるが、Rb-Sr分布図では逆に、大部分の試料が珠洲領域内に分布した。このような場合には、相互識別の可否は判別図に依るしかない。判別分析の結果は図19に示されている。両群の領域はかなり接近するが、相互識別は十分可能であることが分かる。

かくして、珠洲陶器はどの窯跡出土瓷器系陶器との相互識別も可能であることが判明した。珠洲陶器は日本海沿岸の北陸地域から東北地方にかけて発見されているどの生産地の珠洲系陶器とも、また、どの生産地の瓷器系陶器とも相互識別できた訳である。

上に示した判別図は珠洲陶器の伝播、流通の研究には十分役立つことができるはずである。

### I-3) 窯跡出土瓷器系陶器の相互識別

はじめに、越前陶器をとりあげる。これまでの考古学的な観察で、珠洲陶器とともに越前陶器が最も広域に伝播、流通していると推定されているからである。越前陶器と加賀陶器の相互識別の結果は図20に示されている。越前領域は $D^2(\text{越前}) < 10$ 、 $D^2(\text{加賀}) = 15 \sim 80$ であり、加賀領域は $D^2(\text{加賀}) < 10$ 、 $D^2(\text{越前}) = 20 \sim 200$ であり、両者は完全に相互識別できることがわかる。図21には、越前群と八尾群の判別図を示す。図20と比較すると、両者の距離は少しちじまることがわかる。しかし、両者

の相互識別は十分可能であることもわかる。図 22 には越前群と笹神群の判別図を示す。両集団の距離はさらに接近し、一部に重複領域ができることがわかる。しかし、相互識別の可能性は十分ある。図 23 には越前群と須恵器系陶器の大畑群との判別図を示す。両者の距離はまた少し離れ、相互識別は十分できることがわかる。図 24 は越前群と須恵器系陶器のエヒバチ長根群との判別図である。両者の相互識別も完全である。かくして、越前陶器も日本海沿岸地域で製作されたものの中世陶器とも相互識別できることが判明した。

上にあげた判別図は越前陶器の伝播、流通を追跡する上に役立つはずである。

つぎに、加賀陶器についてみてみよう。図 25 には加賀陶器と八尾陶器の判別図である。両者は完全に相互識別できることを示している。図 26 の判別図では加賀群と笹神群の相互識別も完全であることを示している。図 27 には加賀群と大畑群の判別図を示す。かなり大きな重複領域があることがわかる。しかし、相互識別が不可能ではない。加賀陶器は瓷器系の陶器であるのに対して、大畑群は須恵器系陶器である。もし、重複領域に入れば、胎土観察の結果とも照合することが必要になる。図 28 には、加賀群とエヒバチ長根群の相互識別の結果を示す。両者は完全に相互識別できることを示している。以上の結果、加賀陶器も元素分析によって、伝播、流通を追跡できることが判明した。

つぎに、八尾群と笹神群の判別図を図 29 に示す。両集団は遠く離れて分布しており、相互識別は完全であることがわかる。図 30 には八尾群と大畑群の判別図を示す。両者の相互識別も完全であることがわかる。ところが、図 31 に示すように、八尾群とエヒバチ長根群の判別図では小さいながらも、重複領域があることわかる。しかし、相互識別は十分可能である。以上の結果、八尾陶器の伝播、流通も元素分析によって十分可能であることが判明した。

つぎに、五頭山周辺の二つの窯跡群である笹神群と北沢群の相互識別を示す。その判別図を図 32 に示す。両集団は遠く離れて分布しており、その相互識別は完全であることがわかる。両集団の地域差は Fe, Na の両因子にも表れている。そこで、Rb, Sr のかわりに、主成

分元素 Fe と Na を入れ替え、K, Ca, Fe, Na の 4 因子を使って判別分析を行った。その結果を図 33 に示す。図 32 に比べて、両集団はさらに遠く離れて分布することがわかる。この場合は Rb, Sr よりも Fe, Na 因子のほうがより有効な地域差をもっていた訳である。両者の相互識別も完全である。笹神群も北沢群もともに、五頭山 (K, Rb 量が多く、逆に、Ca, Sr 量が少ない花崗岩類からできている) 周辺に在る窯群であり、ともに、他地域の中世陶器に比べて K, Rb 量が多く、Ca, Sr 量が少ないという共通した特徴をもつ。これは後背地 (五頭山) の母岩を構成する花崗岩類の化学的特徴が在地産の粘土にも反映していることを示している。

以上にみてきたように、北陸から東北地方にかけての日本海側にある中世陶器の窯群間の相互識別は K, Ca, Rb, Sr の 4 元素を使った判別分析で相互識別ができることが示された。また、主成分元素 Na と Fe も地域差を有効に表す場合があることも示された。このことは今後、日本海沿岸地域から北海道にかけての地域の消費地遺跡から大量に出土する中世陶器を分析することによって、その伝播、流通の研究を本格的に展開できる道が開かれたことを意味する。

最後に、各母集団 (窯跡群) の化学的特徴 (平均値と標準偏差) を表 1 にまとめておく。

## II) 消費地遺跡出土中世陶器の産地推定

生産地遺跡 (窯群) 間の相互識別が十分可能であることが分かったが、つぎに、どのようにして、消費地遺跡から出土する中世陶器の中から珠洲陶器を検出するかである。言い換えれば、2 群間判別分析法をどのようにして適用するかであるが、今回の分析では考古学の土器型式と胎土の観察から珠洲陶器と推定される土器を選択的に取り出し、分析したので、珠洲陶器であるかどうかを問う 2 群間判別分析が適用されることになった。珠洲群を第 1 群とし、相手群としてはこれまでの考古学的観察から広域に伝播、流通していると推定されている越前群を選択してみた。以下に、いくつかの消費地遺跡出土の中世陶器の産地推定の例を示す。

判別図を使って産地推定する際に注意すべきことを付言しておく。2 群間に重複領域がある場合、もし、消費

表1 母集団の化学的特性 (平均値と標準偏差)

Table. 1 Chemical characteristic of medieval wares from kiln sites in Japan sea coastal area of east- northern Japan (average and standard deviation)

母集団名	試料数	K	Ca	Fe	Rb	Sr	Na
(須恵器系)							
珠洲	89	0.470 (0.053)	0.330 (0.067)	1.97 (0.366)	0.547 (0.082)	0.549 (0.094)	0.371 (0.073)
大畑	46	0.368 (0.043)	0.104 (0.029)	1.99 (0.125)	0.578 (0.049)	0.377 (0.036)	0.164 (0.020)
エヒバチ長根	29	0.531 (0.038)	0.214 (0.038)	1.55 (0.081)	0.574 (0.073)	0.507 (0.040)	0.382 (0.026)
(瓷器系)							
越前	29	0.515 (0.052)	0.072 (0.025)	1.28 (0.218)	0.711 (0.037)	0.327 (0.043)	0.174 (0.034)
加賀	37	0.362 (0.051)	0.113 (0.050)	1.72 (0.383)	0.499 (0.086)	0.337 (0.085)	0.120 (0.038)
八尾	23	0.526 (0.024)	0.197 (0.035)	1.22 (0.133)	0.643 (0.035)	0.566 (0.054)	0.251 (0.038)
笹神	30	0.608 (0.032)	0.056 (0.021)	2.00 (0.333)	0.751 (0.044)	0.253 (0.019)	0.088 (0.017)
北沢	20	0.794 (0.030)	0.253 (0.023)	1.79 (0.144)	0.836 (0.027)	0.555 (0.034)	0.537 (0.078)

( ) 内の数字は標準偏差を示す

地遺跡出土の試料が重複領域に入れば、産地推定を保留する。飽くまで、両領域に入った試料についてのみ、産地を推定することができる。各領域へ帰属するための必要条件是5%の危険率をかけたホテリングの $T^2$ 検定に合格する条件で決められているから、5%の試料は不明領域に入った可能性がある。それでも、多数の試料が各領域に入れば、伝播、流通の流れを把握することはできる。

はじめに、新たに追加された窯跡出土珠洲陶器の胎土がこれまでに出版されている珠洲群と同じ化学的特性をもつかどうかを2群間判別分析を使って確かめた結果を紹介する。これも珠洲陶器の産地推定法の応用の一つと考えられる。対象となった窯跡は富山大学考古学研究室が発掘調査した大島1号窯(宝立支群)と同じ珠洲窯跡群の三崎支群の寺家クロバタケ3号窯である。K-Ca, Rb-Srの両分布図をそれぞれ、図34, 35に示す。参考のため、珠洲領域を入れてあるが、両窯の試料のほとんどは珠洲領域に分布することがわかる。そこで、これらの試料が珠洲陶器であることを立証するために、2群間判別分析を行って珠洲群に帰属することを実証しなければならない。第一群としては当然、珠洲群をとりあげた。相手群として、同じ石川県内の生産地である加賀群をとり

あげた。K, Ca, Rb, Srの4因子を使った判別分析の結果を図36, 37に示す。大島1号窯, 寺家クロバタケ3号窯の試料は明らかに珠洲領域に分布することがわかる。珠洲群と加賀群の地域差の表示には、Rb, SrよりもFe, Na因子のほうが有効である。そこで、Rb, Srの代わりに、Fe, Naを入れて2群間判別分析を行った結果を図38, 39に示す。これらの判別図でも大島1号窯, 寺家クロバタケ3号窯の試料は珠洲領域に対応することがわかる。両窯は珠洲窯跡群の一支群の窯跡であるから当然、珠洲群に帰属するはずであるが、このように、ダミーとして消費地遺跡の製品と仮定して判別分析にかけることによって珠洲群に帰属することが実証できる。どこの窯跡群でも発掘調査が完了しているわけではなく、その後の窯跡の発掘調査で分析試料が追加される場合が多い。このような場合には、上述した方法で調査済みの母集団に帰属することを確認して、母集団に組み込むことができる。このような方法も長年にわたって調査を進める考古学研究では必要なことである。

さて、消費地遺跡から出土した陶器が珠洲陶器であることを実証した例を示す。まず、考古学的にみて珠洲陶器と推定される陶器を選択的に取り出して分析し、判別分析にかけた。富山県西礪波郡福光町の梅原胡麻堂遺跡

から出土した中世陶器の産地推定の例を示す。はじめに、土器型式および胎土観察から珠洲陶器または珠洲陶器の可能性があると推定された試料を分析した。土器観察は富山県文化振興財団の宮田進一氏が行った。その両分布図を図40に示す。予想したように、大部分の試料は珠洲領域に分布し、珠洲陶器である可能性を示唆した。つぎに、これらの試料の分析結果を珠洲群～越前群間の2群間判別分析にかけた。その結果を図41に示す。大部分の試料は珠洲領域に分布し、珠洲陶器であることを実証した。しかし、番号を付した試料は珠洲陶器ではない。もちろん、越前陶器である可能性も少ない。産地不明としておく。その後、この遺跡の周辺で京ヶ峰窯という中世陶器の窯跡が発掘調査された。同時に、土器の観察から、地元、京ヶ峰窯の製品と推定される陶器も出土した。そこで、京ヶ峰窯産またはその可能性があると推定された試料を選択的に集めて分析した。これらの試料の両分布図を図42に示す。この図には定性的な京ヶ峰領域も描いてある。そうすると、予想通り、京ヶ峰領域に分布するものが数点あるが、他の多くの試料は八尾領域もずれることがわかる。そこで、珠洲群～八尾群間の判別分析にかけてみた。その結果を図43に示す。No.8, 15, 16, 17, 18の5点の試料は八尾領域に分布し、地元、八尾群（京ヶ峰窯産）の製品であることを示した。これらの試料は図42の両分布図でも、八尾領域に分布した試料である。珠洲領域に分布した試料は1点もない。これは珠洲陶器ではないと推定された破片を意図的に選択したからであり、この点で考古学の眼と分析データがよく一致していることを示している。しかし、大半の試料は不明領域に分布し、珠洲群、八尾群以外の産地の製品であることを示している。ここでは産地不明としておく。こうして両方の結果を合わせると、梅原胡麻堂遺跡には相当量の珠洲陶器が供給されていたこと、地元、京ヶ峰窯の製品も消費されていたこと、さらに、珠洲陶器以外にも一つ別の生産地の製品もかなりの量供給されていたことなどが判明した。

つぎに、新潟県三島郡出雲崎町の番場遺跡から出土した中世陶器の分析結果を紹介する。坂井秀弥氏（当時新潟県文化庁）から提供された試料である。まず、両分布図を図44に示す。越前陶器の可能性があると推定され

た3点の試料と珠洲陶器と推定された試料の分析結果である。考古学的観察で珠洲陶器と推定されていた殆どの試料は珠洲領域に分布することがわかる。そこで、これらの試料の分析結果を珠洲群～越前群間の2群間判別分析にかけてみた。その結果を図45に示す。越前陶器？と推定された試料も含めて殆どの試料は予想通り、珠洲陶器であることが判明した。ただし、No.2の試料は不明領域に分布し、珠洲陶器でも、越前陶器でもないことを示した。

つぎは、青森県の十三湊遺跡から出土した中世陶器のうち、考古学的に珠洲陶器と予想された試料を選択的に分析した。その判別図を図46に示す。大部分の試料は両分布図から予想された通り、珠洲領域に分布することがわかった。しかし、No.12, 14, 26, 30の4点の試料は不明領域に分布し、珠洲陶器ではないことを示した。産地不明となったこれらの試料は両分布図をみると、Ca量が多く、珠洲領域をずれることがわかる。現時点では産地不明としておく他ない。

北海道の志海苔古銭遺跡出土の珠洲系陶器の判別分析の結果も十三湊遺跡出土珠洲陶器と一緒に図46に示されている。1点は珠洲陶器の可能性はあるものの、No.32は珠洲陶器とは言い難い。ここで問題はこれら2点の試料の分析データが類似していることである。もしかしたら、これら2点の試料は同一産地の製品かもしれないのである。そうすると、図46の判別図からNo.32は産地不明、他の1点は珠洲陶器と簡単に判断できなくなる。よく見ると、他の1点も珠洲領域の端に分布するから、その疑いが一層深くなる。2点の試料はともに珠洲群以外に産地を求めなければならなくなる。このような場合には再度、考古学の観察結果を参考にして、分析し直すことも必要である。自然科学側でも計算データから結果を速断せず、図で計算結果を吟味する必要があるというのは、この点を指す。もちろん、2点しか分析できなかった点が問題で、本来はもっと多くの試料を分析すべきなのである。

以上に見てきたように、日本海沿岸の各地の遺跡から出土した珠洲陶器は土器観察による考古学的な推定と元素分析の結果が一致する場合が多いことがわかった。ただし、100%一致している訳ではないところに問題があ

るが、今後、分析化学の援用をうけて土器観察を一層充実させることができるだろう。

最後に、奥州平泉の柳之御所跡から出土した珠洲、珠洲系陶器の分析結果について述べる。試料は岩手県平泉町教育委員会から提供された。太平洋側の平泉に遠く日本海側の能登半島からはるばる珠洲陶器が供給されたのか、それとも、近くの秋田県産の珠洲系陶器が供給されたのかに視点は集まる。エヒバチ長根群からの供給の有無をみるため、珠洲群～エヒバチ長根群間の2群間判別分析を試みた。その結果は図47に示されている。やはり、多くの試料は珠洲領域に分布しており、これらは珠洲陶器であることを示した。これに対して、エヒバチ長根領域に分布する試料はほとんどなく、エヒバチ長根群からも中世陶器は供給されていない可能性が高いことがわかった。このように、珠洲陶器、珠洲系陶器を選択的に取り出して分析した結果から、多くの珠洲陶器が検出されたが、エヒバチ長根群の珠洲系陶器、さらに、越前陶器も検出されなかった。一方、産地不明となった試料も半数近くある。これらの未特定の生産地については改めて検討したい。今回は珠洲系陶器ではなく、珠洲陶器が相当数検出されたことを報告するに止める。このように、珠洲陶器が広域にわたって伝播、流通したということは日常用品としての珠洲陶器（カメ、壺、挿り鉢）の汎用性の広さに意味があったことが推察される。今後、柳之御所跡から常滑陶器、渥美陶器などの太平洋側の生産地の製品がどの程度検出されるか、中世陶器の用途の問題も含めて、伝播、流通に関する研究は興味深い問題を提起することになる。上述したように、珠洲陶器の産地推定法とは珠洲群を第一母集団として、第二母集団を珠洲系陶器、瓷器系陶器の生産地の中から適当に選択して行う2群間判別分析法である。使用因子は通常はK, Ca, Rb, Srの4元素である。これらは母岩を構成する鉱物中の主成分鉱物である長石類に由来すると推定されている。生産地によってはRb, Sr因子よりも、Fe, Na因子が有効に地域差を示す場合もある。この場合には、K, Ca, Fe, Naの4主成分元素を使用する。使用因子の数を増やすことも考えられるが、あまり多すぎると、各因子ごとに作成する分布図の数が多くなって混乱を来す恐れがある。4因子程度が丁度手ごろである。

#### 4. まとめと今後の課題

産地問題の研究では「産地」を明確に定義しておくことは不可欠である。「産地」を明確に定義することによって、「産地」を特定する因子（指紋）は何を分析すれば求まるかが明確にわかる。本研究では窯跡から出土する陶器に含有されるK, Ca, Rb, Srまたは、Fe, Naの含有量（X線強度に比例する）が「産地」を特定しており、窯跡（生産地）出土陶器片を分析することによって得られる。ただ、窯跡の数が多いので、各地の窯の指紋を知ろうとすれば、大量の窯跡出土陶器の分析が必要である。具体的にいえば、万を越える試料の分析が予想された。そのためには、従来の岩石分析の考え方を捨て、新しい考え方を持ち込まない限り、この分析作業を乗り切ることが出来ないと判断した。この新しい考え方こそ、指紋分析の考え方だったのである。

土器中には多くの元素が含有されている。すべての元素のX線強度を測定する訳にはいかない。測定元素を選択しなければならない。上記の6元素が選択されたのは蛍光X線強度が高く、比較的短時間（1試料につき6元素の蛍光X線強度の測定は5～6分程度）で測定できたからである。生産地の数が多いので、1試料の測定に長時間かかると、多数の試料の分析処理ができなくなり、各生産地の化学的特性（指紋）を求めることができなくなる。ということは産地推定法の開発研究自体ができなくなることを意味する。

本研究で使っている分析装置では1日に50個程度の試料の分析が可能である。したがって、1週間で約200試料、1か月で800試料、年間10000点程度の試料の分析が十分可能である。根気強く10年間分析を継続するとすれば、約10万点程度の試料の分析ができることになる。この程度の分析能力をもつ分析装置を使用しない限り、土器類の産地推定法を開発することは困難である。また、長期間にわたって分析作業を継続できるためには、完全自動式の分析装置が不可欠である。

各地の窯跡出土須恵器の分析データを比較した結果、6元素のうち、K, Ca, Rb, Srの4元素がとくに有効に地域差を表示することが見つけだされた。その結果、K-Ca, Rb-Srの両分布図上に地域差が示されることに

なった。各地の須恵器の地域差を両分布図上に共通して表示できる点が本研究を進める上に大きな利点となった。もし、各地の須恵器の地域差を別々の元素を組み合わせた分布図上に表示することになれば、全国各地の窯跡出土須恵器の地域差は容易に把握できなかつただろう。その結果、須恵器産地推定法はできなかつた可能性が大きい。

他方、考古学側も窯跡出土陶器の土器型式、胎土観察の集積の上に、生産地を特定づける要素を見つけだし、産地を推定する。言い換えれば、特定の属性（指紋に相当）に着目して土器を識別している訳である。産地推定では自然科学側も考古学側もともに、指紋分析の考え方を根底に置いているのである。「産地推定」はもともと、考古学側の問題であり、この問題の解決に自然科学側が参加する場合、考古学側と同じ考え方を根底に置いて研究を進めるのも当然のことである。ただ、考古学側では元素分析のように因子が定量化できていない点が欠点である。この欠点は産地推定法を作り上げる上に重大な障害となる。この欠点を補うために自然科学の方法の援用が必要になったと思われる。逆に、自然科学側の元素分析だけでは年代観が得られないという重大な欠陥がある。この欠点を補うために、分析化学者側は分析試料を受け入れる段階で出土遺跡、年代などの考古学の情報をもった資料を要求する。考古資料でない限り、分析しても意味をもたないからである。したがって、土器の産地問題の研究法は自然科学者と考古学者の共同研究で行う考古学的方法論でなければならない。2群間判別分析法では2群に絞る段階で考古学者による土器編年に基づく年代観が込められており、判別分析の作業段階で自然科学者の方法が使われているのである。

自然科学側の産地推定法の根底には統計学の考え方がある。何故かという、窯跡出土陶器（母集団）をすべて、分析することは不可能であるからである。したがって、母集団の化学的特性を把握しようとする、母集団の中から任意に適当数の試料を取り出し、その分析データから、推計学の考え方で母集団全体の化学的特性を推計することになる。この行為は具体的にどこに影響するかというと、K-Ca、Rb-Srの両分布図を描いたとき、母集団（窯跡）の領域をどのようにとるかが問題となる

段階で出てくる。通常、K-Ca、Rb-Srの両分布図では各窯跡の領域は大部分の試料を包含するようにして定性的に描いてあるに過ぎない。もちろん、正確な領域ではない。ただし、両分布図では他の窯跡の領域と比較、対照するために描いたので、領域は定性的でもかまわない。両分布図では各窯跡の領域を定性的に比較できればよいのである。ただし、このままでは産地推定はできない。産地推定をするためには、各母集団に帰属するための条件を求めておかなければならない。この条件が統計学の考え方からでてくるのである。具体的には5%危険率をかけた検定に合格する条件から母集団に帰属するための必要条件が求められることになる。試料の分布が正規分布であれば、正規分布の検定にかけられるが、本研究ではホテリングの $T^2$ 式を使用する。ホテリングの $T^2$ 式による密度分布はF分布関数なので、F検定にかけることになる。その結果は判別図上に具体的に表現される。0.5%危険率にすると、母集団の領域は大きく広がり過ぎることになり、2群間判別図では両群の重複領域が広がる。50%危険率にすると、母集団の領域は小さくなり、重複領域も縮小するが、逆に、半数近い母集団の試料を捨てることになり、消費地遺跡出土の珠洲陶器の半数近くが漏れることになる。珠洲陶器の伝播を追跡するにはもったいないことになる。かくして、通常は5%危険率をかけた検定にかけられることになる。この方法では常に、5%程度の母集団の試料が切り捨てられていることは忘れてはならない。

このように、自然科学側の産地推定の根底には統計学の考え方があるので、統計処理できる程度の試料が必要になる。母集団の試料数としては50~100点程度は欲しいが、実際にはそれほどの試料数が得られない場合もある。試料数だけではない。窯跡群内のできるだけ多くの窯跡出土の試料を分析したい。とくに、今回分析した母集団の中でも窯跡数が多い越前群については試料数、窯跡数とも十分ではなく、今後、機会があるときに試料を補充したい。後から母集団の試料を追加する場合には、本論文で大畠1号窯跡、寺家クロバタケ3号窯跡出土珠洲陶器の例で提示したような処理をして母集団に組み入れることができる。このように、母集団の試料を数の上でも、質の上でも充実させていくことによって、元素分

析による産地推定の精度を上げていくことができる。

試料数は生産地側だけの問題ではない。消費地遺跡側でも多数の珠洲陶器を検出することが必要である。伝播、流通の研究では各生産地から大量の製品が供給されてくる「流れ」を確実に把握することが必要である。この「流れ」を求めることが土器を歴史研究の材料として生かす上に重要である。これが自然科学側の考えである。古墳時代の陶器産の初期、古式須恵器が全国各地の古墳、住居跡へ供給されていたという判断はこの大きな「流れ」が見つかったから出来たのである。今回、珠洲陶器も北陸から東北地方にかけて広域に伝播していた「流れ」が見つかった。北海道の遺跡については今後の研究の発展が待たれる。これに対して、珠洲系陶器の伝播の「流れ」は現段階では見つかっていない。生産地周辺の遺跡にのみ供給していた可能性もあり、珠洲系陶器の生産地の存在意味も含めて今後の研究課題となった。

このように、自然科学側の産地推定は大量の陶器小片試料の分析データから、伝播、流通の大きな「流れ」を把握できる点に特徴がある。これに対して、考古学側では個々の陶器資料の観察から産地を推定するので、通常、完形品に近い資料が研究対象となる。しかし、完形品に近い陶器試料はそれほど多くは分析できない。この欠点を自然科学の方法は十分補強することができる。もちろん、破片でも形式に明確な特徴が表れておれば、考古学的な産地推定は可能であろう。今回の分析で使用された試料は殆どが破片試料である。それにも関わらず、消費地遺跡出土の中世陶器の中で珠洲陶器と考古学者が推定した資料の多くは元素分析の結果でも珠洲陶器と判定されている。小片試料を使った産地推定でも、両者の推定結果に大きな矛盾はないことがわかったことも今回の研究の成果の一つである。

本論文からもわかるように、自然科学者の考古学への関わり方は着実に変革されつつあるということである。1895年のX線の発見は自然科学がもつ技術と方法を考古学に活用しようとする気運を生んだ。X線のもつ強い透過性は非破壊検査に打ってつけであった。この性質は早速、古代エジプトのミイラの検査に活用された。X線はもう一つの特性をもつ。蛍光X線の発生である。X線を物質に照射すると、その物質を構成する元素に特有

のエネルギーをもつ特性X線（通常、蛍光X線と称する）を発生する。この特性を活用すれば、複数の元素から成る物質にX線を照射すると、同時に発生する複数元素の蛍光X線を検出器でキャッチすることによって、同時多元素分析が可能となる。モーズリーによって発見された蛍光X線分析法は分析化学の歴史上、革期的なことであった。

コンピューター技術が高度に発展した20世紀の後半には、試料の出し入れ、蛍光X線強度の測定、データの打ち出しなどの一連の作業行程を完全に自動化することに成功した。完全自動分析装置とは分析化学者にとっては究極の分析装置である。完全自動分析装置の開発によって、従来の常識を越える大量の土器試料の分析も可能となった。その結果、X線は単なる検査のための道具ではなく、大量の分析データを集積して新しい方法論を開発する研究に活用されるまでに至った。検査から研究へと使用レベルも高度化した訳である。この時点で、「考古科学」という意識が研究者たちに芽生えた。自然科学者といえども、考古学の中に入り込んで、自らのもつ自然科学の技術と方法を活用していかなければならない時期に入ってきた。

考古科学研究とは自然科学の方法を使った考古学研究である。自然科学分野では多くの技術と方法論が確立されているが、とくに、定量的なものの考え方は考古学にとってはきわめて魅力的である。しかし、これらの多くの自然科学の技術や方法論は考古学に直、導入することは出来ない場合が多い。考古学研究に活用しやすいように、技術や方法論を改良することが必要である。三辻が着目した判別分析法は自然科学分野ですでに確立された方法論であるが、D-Dプロットはそのままでは産地推定には使えない。5%の危険率をかけたホテリングの $T^2$ 検定に合格する条件を入れてはじめて、母集団への帰属条件が決まり、判別図は産地推定に活用できるようになったのである。このように、考古学研究に使用しやすいように、自然科学の方法論を改良する役割が自然科学者に期待されているのである。本シリーズの研究論文では改良された2群間判別分析法が種々の土器類の産地問題や胎土研究に使用された例を報告している。この実例は今後、考古学者自身が測定装置を動かし、土器の産

地推定をする上に役立つことが期待される。

これからは、種々の専門分野で自然科学者は考古学者が使用しやすいように、自然科学の技術や方法論を改良していくことが必要である。それこそが「考古科学」という新しい分野における自然科学者に期待される大きな役割である。

他方、考古学は種々の分野の自然科学の改良された技術と方法論を受け入れることによって、より総合的な学問分野として発展を続けることになる。その結果、考古学は 21 世紀には大きな変革を受けることになる。別

の言い方をすれば、21 世紀、考古学は大きな発展をすることが期待されているのである。

#### 謝 辞

多数の土器試料並びに、その考古学的情報を提供してくださった富山大学考古学研究会、富山県文化振興財団、石川県、新潟県、秋田県、青森県の各埋蔵文化財センター、平泉町教育委員会、福井県陶芸館、秋田県立博物館などの関係諸氏に対して深謝の意を表します。

#### 参考文献

- 田中 豊・脇本和昌 1983『多変量統計解析法』現代数学社
- 三辻利一 1983『古代土器の産地推定法』ニューサイエンス社
- 東村武信 1990『考古学と物理化学（改訂版）』学生社
- 三辻利一 1994「蛍光 X 線分析法による古代土器の産地推定法の開発」理学電機ジャーナル 25-2 pp.32-42
- 三辻利一・岡井 剛・野中俊宏・松井敏也 1997「統計学の手法による古代・中世土器の産地問題に関する研究(第 1 報) 5 世紀代の須恵器の産地推定」情報考古学 3-1 pp.1-25
- 三辻利一・伊藤晴明・広岡公夫・杉 直樹・黒瀬雄士・浅井尚輝 2000「K, Ca, Rb, Sr 因子からみた花崗岩類の地域差」X 線分析の進歩 31 pp.109-124
- 三辻利一 2001「古代土器の蛍光 X 線分析によって何が分かるか」考古学ジャーナル 471 pp.2-3
- 三辻利一・松井敏也 2002「K, Ca, Rb, Sr による須恵器窯の分類」X 線分析の進歩 33 pp.73-90
- 三辻利一・鈴木敏則・中村公夫・山川俊一郎 2002「統計学の手法による古代 中世土器の産地問題に関する研究(第 15 報) 東海地域の窯跡出土須恵器・灰釉陶器・山茶碗の蛍光 X 線分析」情報考古学 7-2 pp.25-42
- 三辻利一 2002「胎土分析 30 年を振り返って」日本文化財科学会会報 44 pp.21-40
- 三辻利一 2003「統計学の手法による古代 中世土器の産地問題に関する研究(第 16 報) 古式須恵器の産地推定法」情報考古学 9-1 pp.27-37
- 三辻利一 2003「統計学の手法による古代 中世土器の産地問題に関する研究(第 17 報) 山口県内の須恵器、中世陶器の蛍光 X 線分析」情報考古学 9-2 pp.24-38
- 三辻利一 2004「考古科学への道」『地域と古文化』伊達宗泰監修 pp.501-511

(2004 年 6 月 30 日受付, 2005 年 10 月 10 日受理)

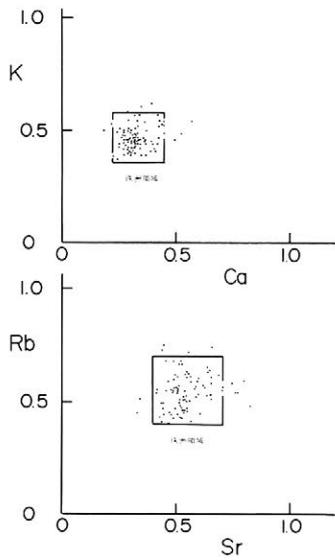


図1 珠洲群の両分布図  
Fig. 1 K-Ca and Rb-Sr plots of Suzu ware

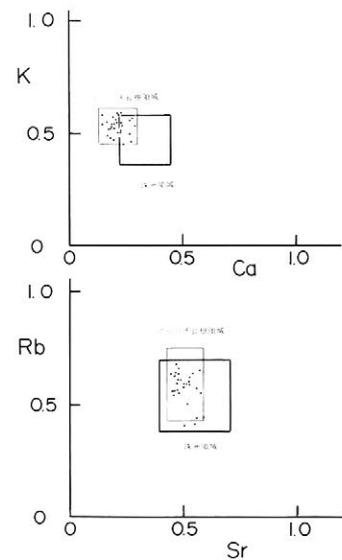


図4 エヒバチ長根群の両分布図  
Fig. 4 K-Ca and Rb-Sr plots of Suzu-like ware from Ehibachi-nagane kiln site

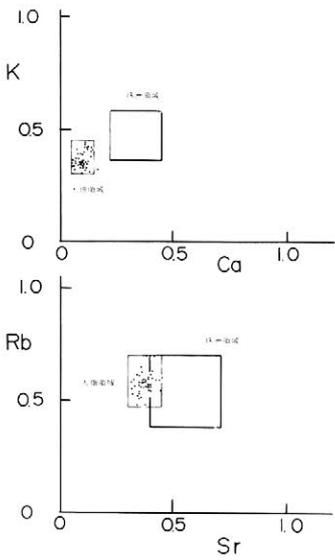


図2 大畑窯跡出土中世陶器の両分布図  
Fig. 2 K-Ca and Rb-Sr plots of Suzu-like ware from Obatake kiln site

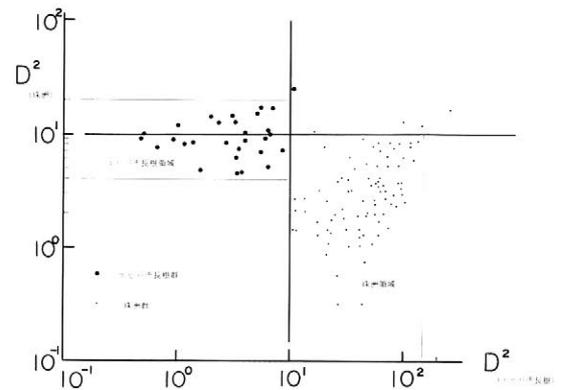


図5 珠洲群とエヒバチ長根群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
Fig. 5 Mutual discrimination between Suzu ware and Suzu-like ware from Ehibachi-nagane kiln site

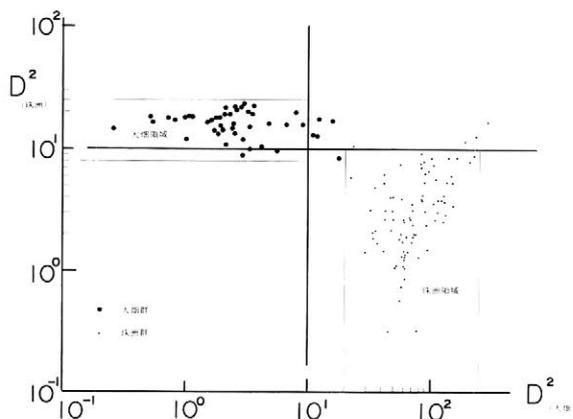


図3 珠洲群と大畑群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
Fig. 3 Mutual discrimination between Suzu ware and Obatake ware

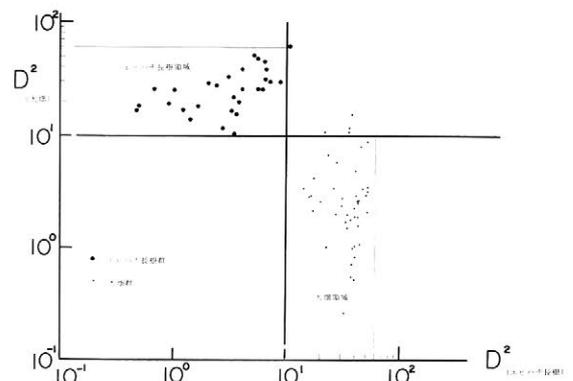


図6 大畑群とエヒバチ長根群の相互識別  
Fig. 6 Mutual discrimination between Obatake ware and Ehibachi-nagane ware

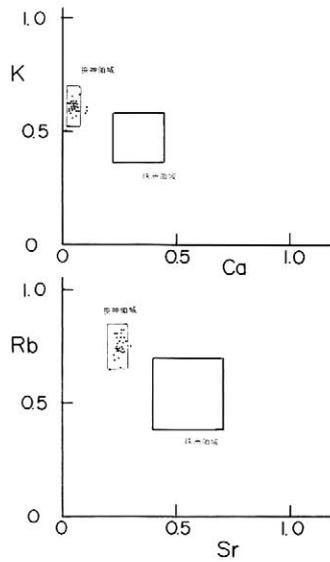


図7 笹神群の両分布図

Fig. 7 K-Ca and Rb-Sr plots of medieval ware from Sasagami kiln sites

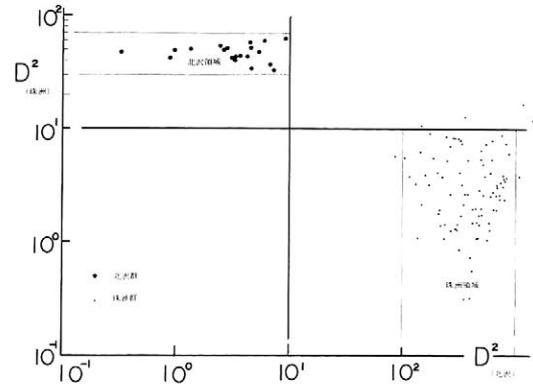


図10 珠洲群と北沢群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)

Fig. 10 Mutual discrimination between Suzu ware and Kitazawa ware

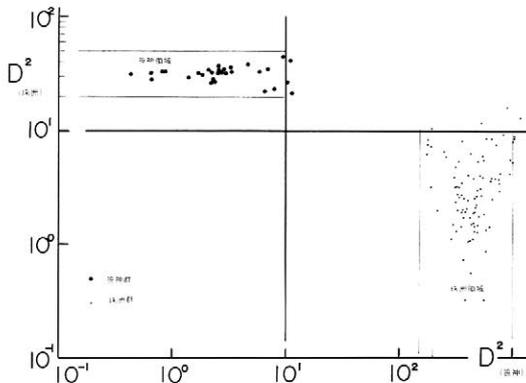


図8 珠洲群と笹神群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)

Fig. 8 Mutual discrimination between Suzu ware and Sasagami ware

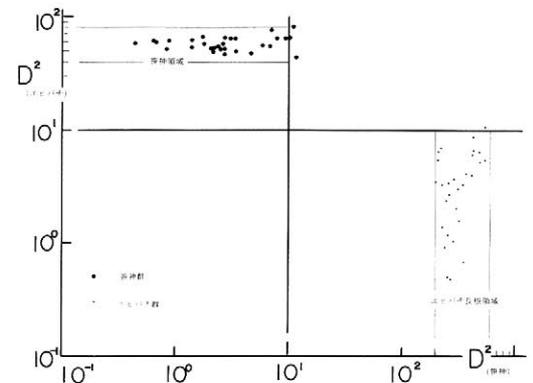


図11 エヒバチ長根群と笹神群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)

Fig. 11 Mutual discrimination between Ehibachi-nagane ware and Sasagami ware

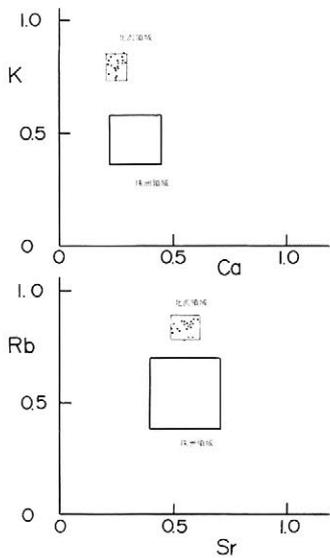


図9 北沢群の両分布図

Fig. 9 K-Ca and Rb-Sr plots of Suzu-like ware from Kitazawa kilns

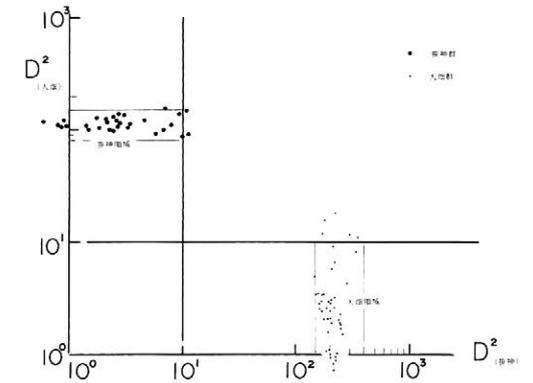


図12 大畑群と笹神群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)

Fig. 12 Mutual discrimination between Obatake ware and Sasagami ware

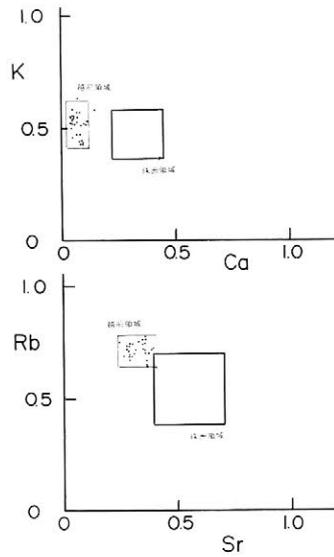


図 13 越前群の両分布図

Fig. 13 K-Ca and Rb-Sr plots of medieval ware from Echizen kiln sites

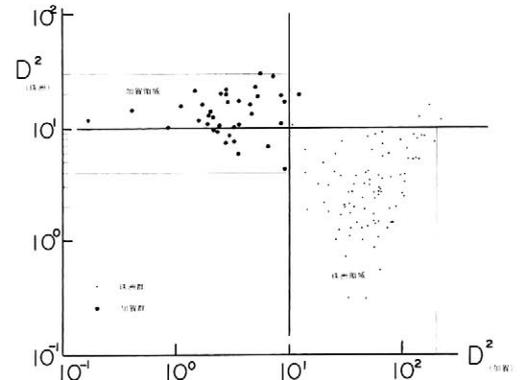


図 16 珠洲群と加賀群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr 因子使用)  
Fig. 16 Mutual discrimination between Suzu ware and Kaga ware (1)

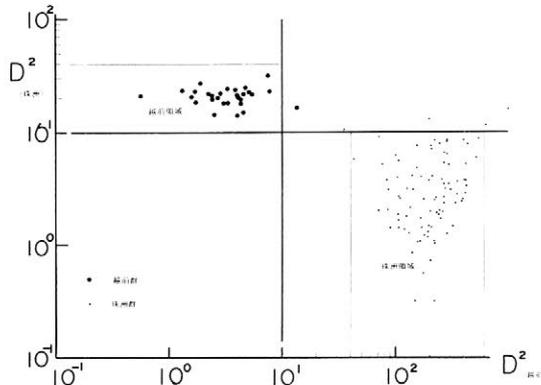


図 14 珠洲群と越前群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)

Fig. 14 Mutual discrimination between Suzu ware and Echizen ware

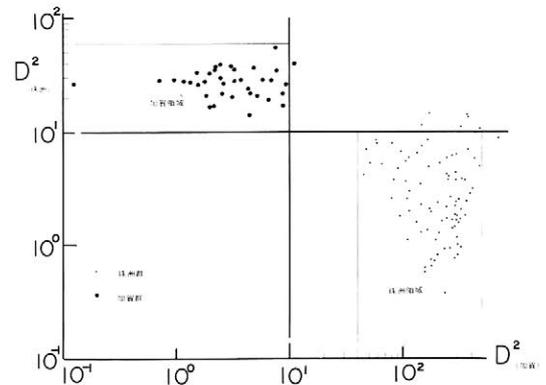


図 17 珠洲群と加賀群の相互識別 (K, Ca, Fe, Na 因子使用)  
Fig. 17 Mutual discrimination between Suzu ware and Kaga ware (2)

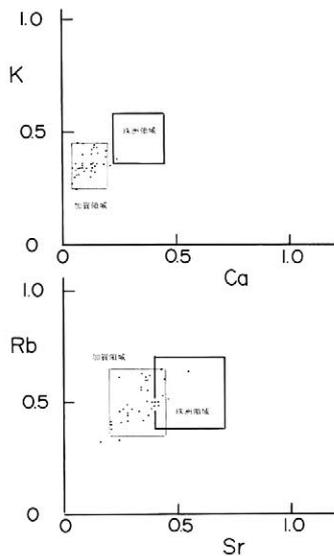


図 15 加賀群の両分布図

Fig. 15 K-Ca and Rb-Sr plots of Kaga ware

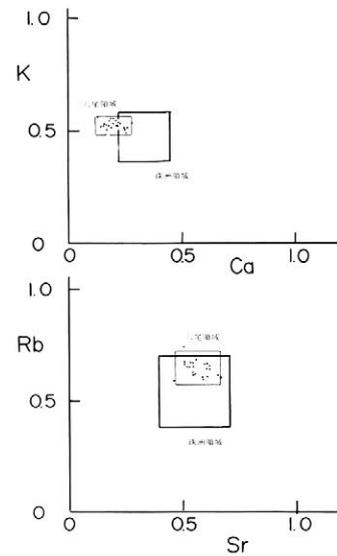


図 18 越中八尾群の両分布図

Fig. 18 K-Ca and Rb-Sr plots of medieval ware from Yatsuo kiln site

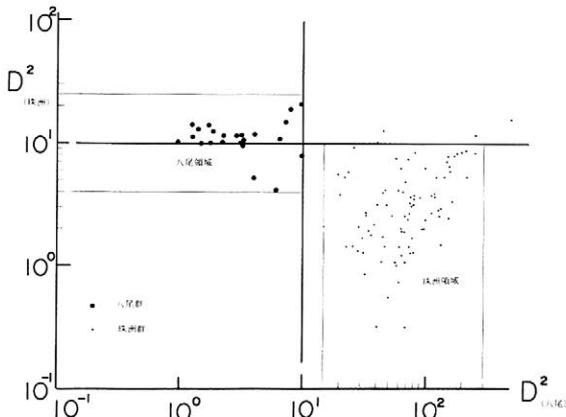


図 19 珠洲群と八尾群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig.19 Mutual discrimination between Suzu ware and Yatsuo ware

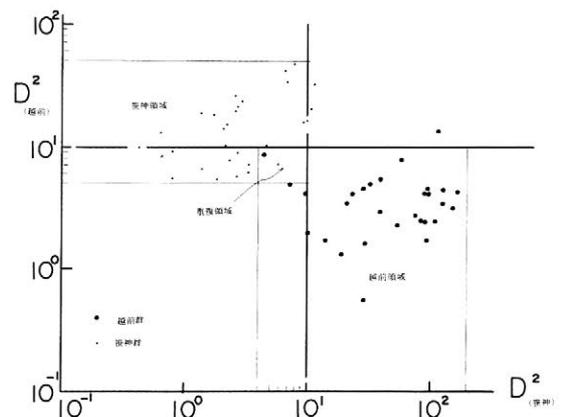


図 22 越前群と笹神群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig.22 Mutual discrimination between Echizen ware and Sasagami ware

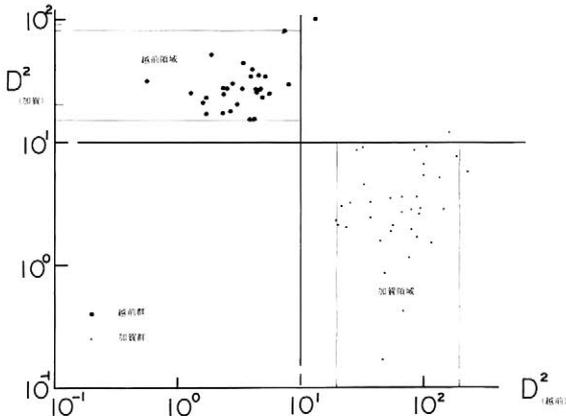


図 20 越前群と加賀群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig.20 Mutual discrimination between Echizen ware and Kaga ware

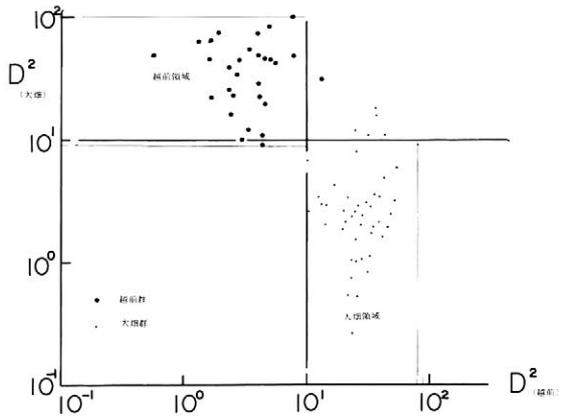


図 23 越前群と大畑群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig.23 Mutual discrimination between Echizen ware and Obatake ware

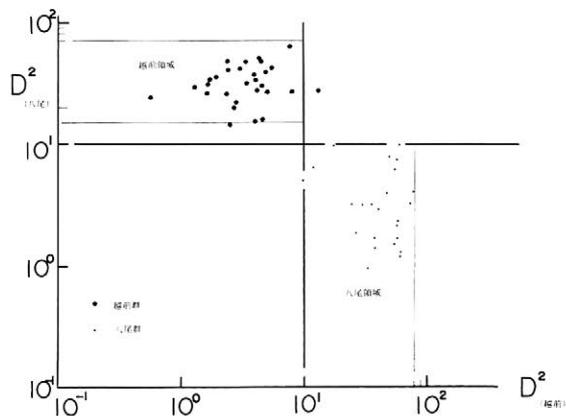


図 21 越前群と八尾群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig.21 Mutual discrimination between Echizen ware and Yatsuo ware

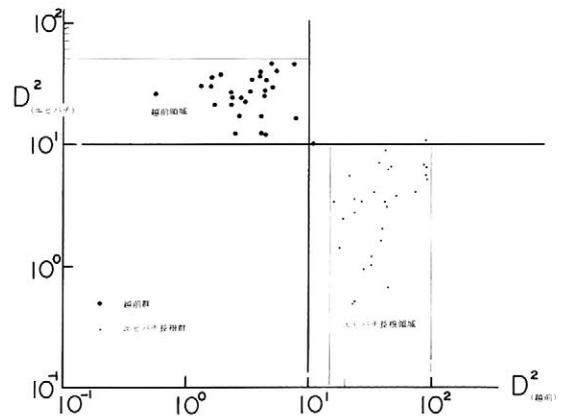


図 24 越前群とエヒバチ長根群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig.24 Mutual discrimination between Echizen ware and Ehibachi-nagane ware

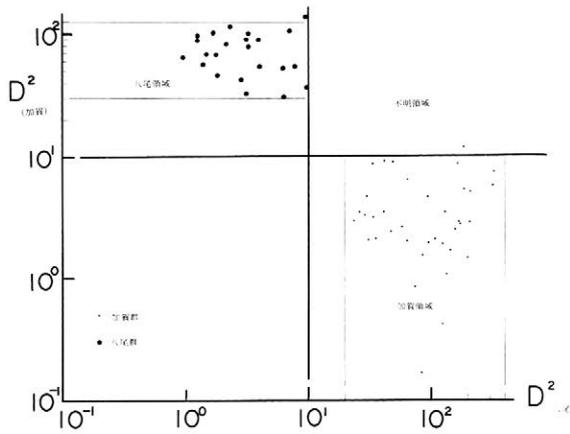


図 25 加賀群と八尾群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig.25 Mutual discrimination between Kaga ware and Yatsuo ware

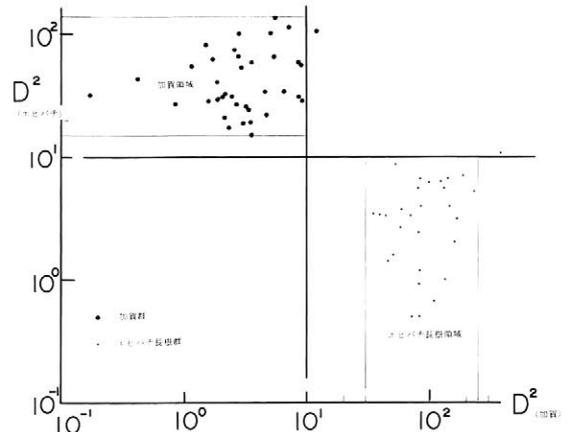


図 28 加賀群とエヒバチ長根群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig.28 Mutual discrimination between Kaga ware and Echibachi-nagane ware

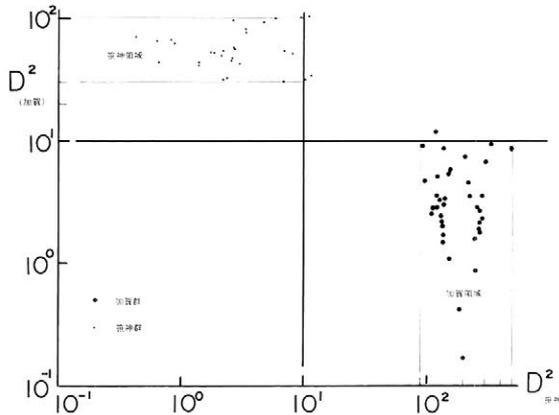


図 26 加賀群と笹神群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig.26 Mutual discrimination between Kaga ware and Sasagami ware

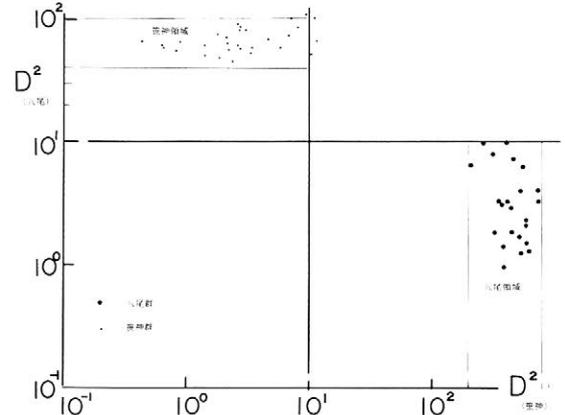


図 29 八尾群と笹神群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig.29 Mutual discrimination between Yatsuo ware and Sasagami ware

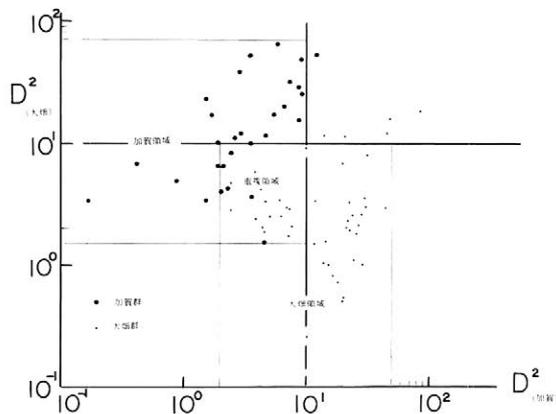


図 27 加賀群と大畑群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig.27 Mutual discrimination between Kaga ware and Obatake ware

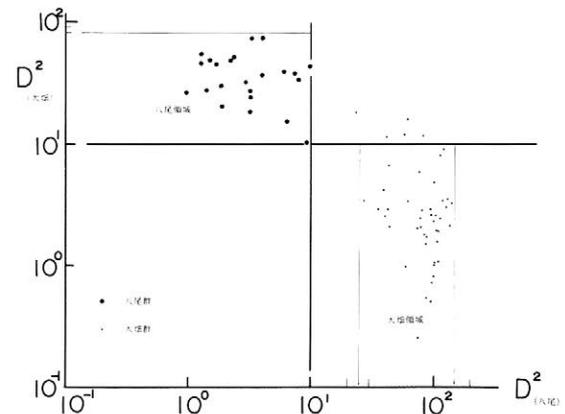


図 30 八尾群と大畑群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig.30 Mutual discrimination between Yatauo ware and Obatake ware

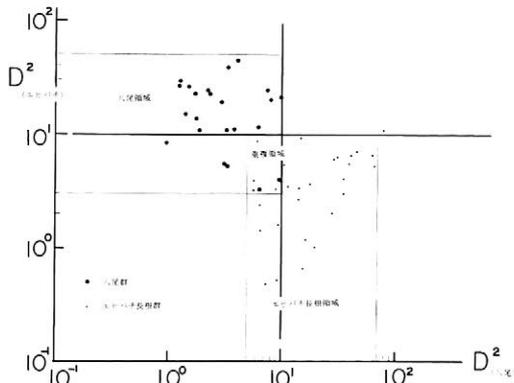


図 31 八尾群とエヒバチ長根群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig. 31 Mutual discrimination between Yatsuo ware and Ehibachi-nagane ware

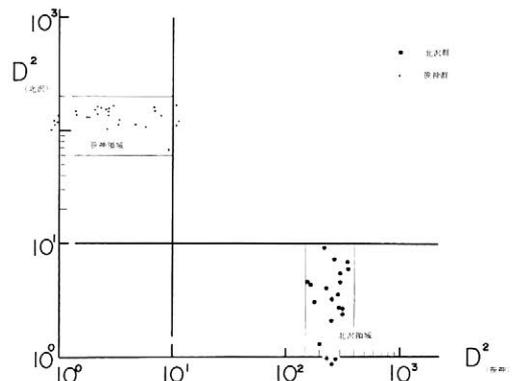


図 32 笹神群と北沢群の相互識別 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig. 32 Mutual discrimination between Sasagami ware and Kitazawa ware (1)

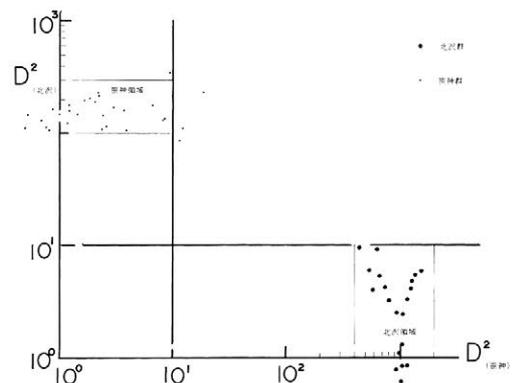


図 33 笹神群と北沢群の相互識別 (K, Ca, Fe, Na)  
 Fig. 33 Mutual discrimination between Sasagami ware and Kitazawa ware (2)

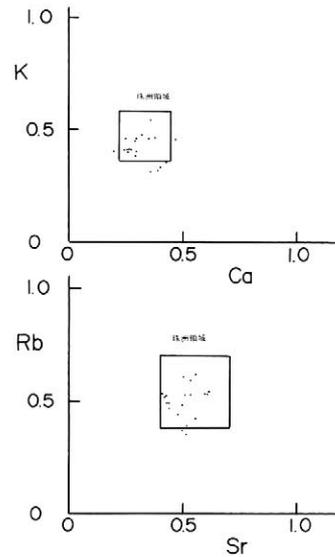


図 34 珠洲大畠 1 号窯跡出土珠洲陶器の両分布図  
 Fig. 34 K-Ca and Rb-Sr plots of Suzu ware from Suzu-oobatake No. 1 kiln site

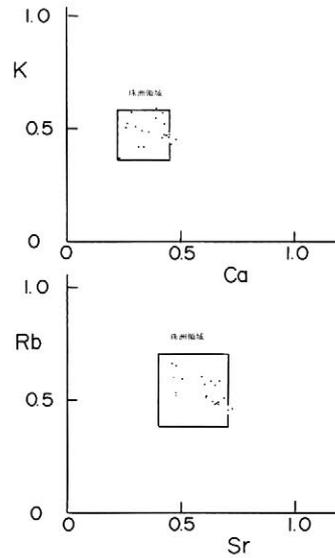


図 35 珠洲寺家クロバタケ 3 号窯跡出土珠洲陶器の両分布図  
 Fig. 35 K-Ca and Rb-Sr plots of Suzu ware from Suzu-jike-kurobatake No. 3 kiln site

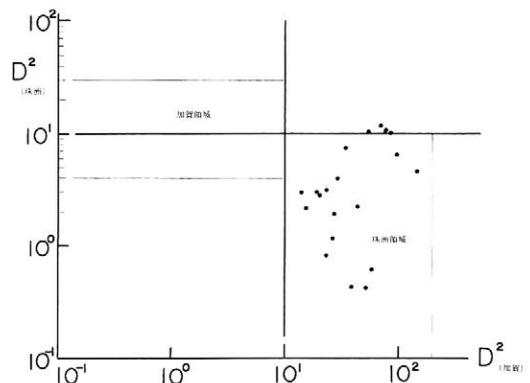


図 36 珠洲大畠 1 号窯出土珠洲陶器の化学特性 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig. 36 Chemical characteristic of Suzu ware from Suzu-oobatake No. 1 kiln site (1)

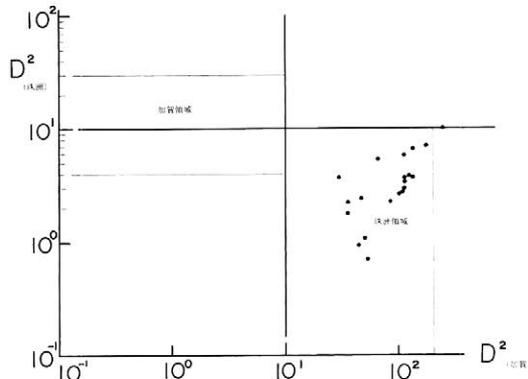


図 37 珠洲寺家クロバタケ 3 号窯出土珠洲陶器の化学特性 (K, Ca, Rb, Sr)

Fig. 37 Chemical characteristic of Suzu ware from Suzu-jike-kurobatake No. 3 kiln site (1)

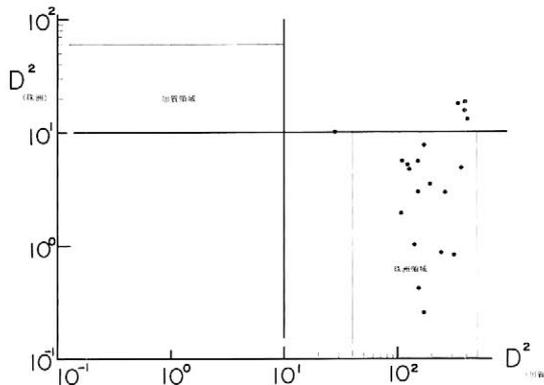


図 38 珠洲大島 1 号窯出土珠洲陶器の化学特性 (K, Ca, Fe, Na)

Fig. 38 Chemical characteristic of Suzu ware from Suzu-obatake No. 1 kiln site (2)

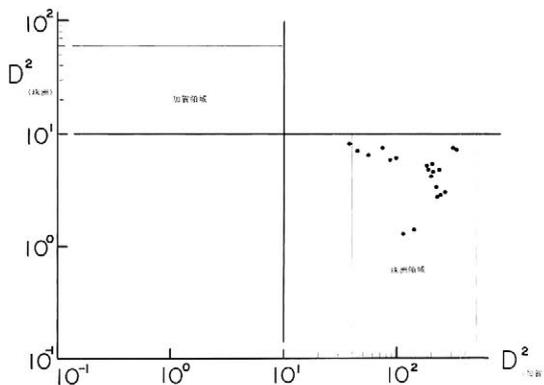


図 39 珠洲寺家クロバタケ 3 号窯出土珠洲陶器の化学特性 (K, Ca, Fe, Na)

Fig. 39 Chemical characteristic of Suzu ware from Suzu-jike-kurobatake No. 3 (2)

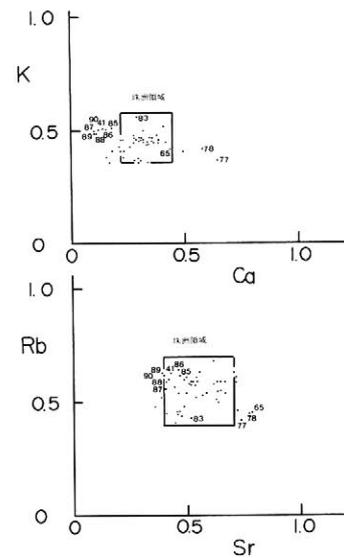


図 40 梅原胡麻堂遺跡出土珠洲陶器の両分布図  
Fig. 40 K-Ca and Rb-Sr plots of medieval ware from Umehara-gomadou site (1) (Toyama prefecture)

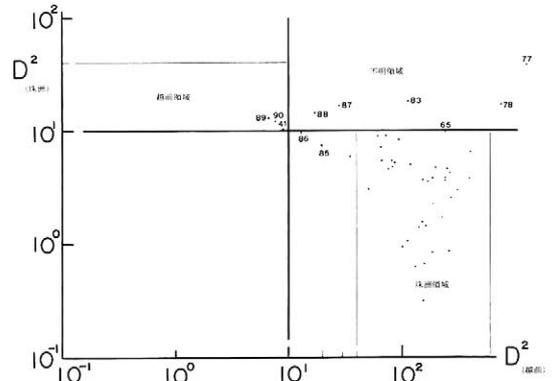


図 41 梅原胡麻堂遺跡出土中世陶器の産地推定  
Fig. 41 Provenance problem of medieval ware from Umehara-gomadou site (1)

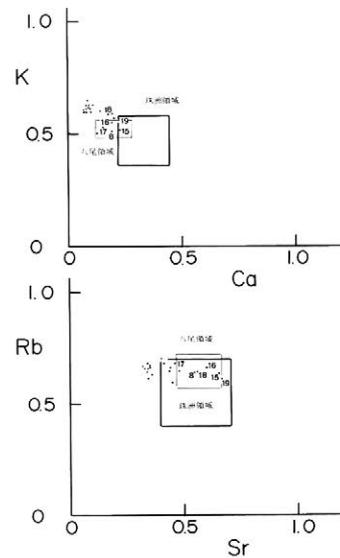


図 42 梅原胡麻堂遺跡出土中世陶器の両分布図 (2)  
Fig. 42 K-Ca and Rb-Sr plots of medieval ware from Umehara-gomadou site (2)

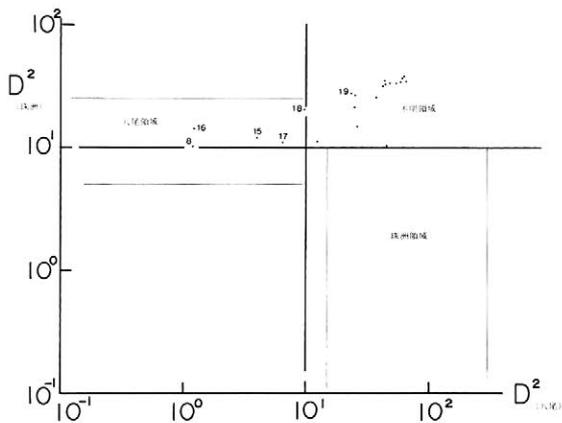


図 43 梅原胡麻堂遺跡出土中世陶器 (2) の産地推定 (2)  
 Fig. 43 Provenance problem of medieval ware from Umeharagomadou site (2)

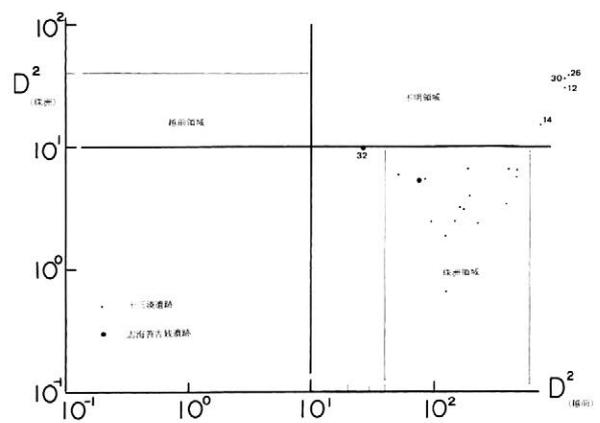


図 46 十三湊遺跡, 志海苔古銭遺跡出土中世陶器の産地推定  
 Fig. 46 Provenance problem of medieval ware from Tosaminato (Aomori prefecture) and Shinori-kosen sites (Hokkaidou)

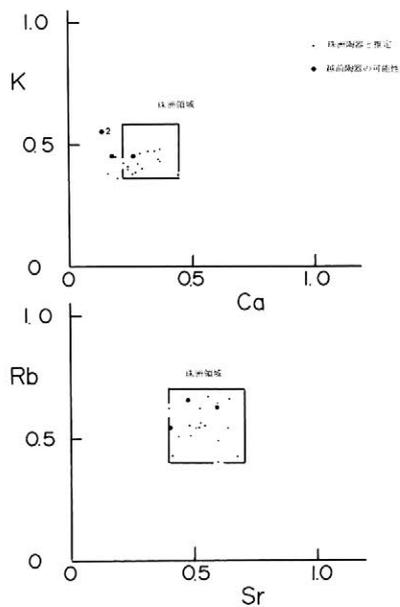


図 44 番場遺跡出土珠洲陶器の両分布図  
 Fig. 44 K-Ca and Rb-Sr plots of medieval ware from Banba site (Niigata prefecture)

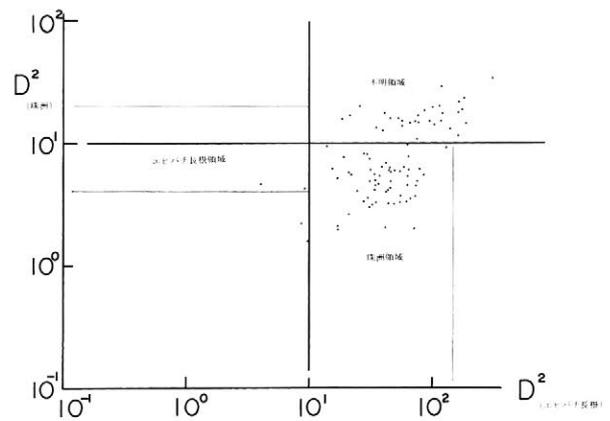


図 47 柳之御所跡出土中世陶器の産地推定 (2)  
 Fig. 47 Provenance problem of medieval ware from Yanaginogoshi site (Hiraizumi cho, Iwate prefecture)

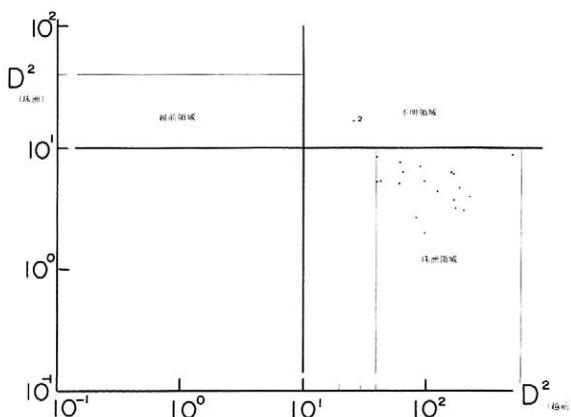


図 45 番場遺跡出土中世陶器の産地推定 (K, Ca, Rb, Sr)  
 Fig. 45 Provenance problem of medieval ware from Banba site

# Studies on Provenance Problems of Ancient and Medieval Ceramics by a Statistical Method (Part 18)

Mutual Discrimination between Suzu Ware and Suzu-like Ware

---

**Toshikazu MITSUJI<sup>1)</sup>, Yasunobu YOSHIOKA<sup>2)</sup> and Tomomi INUI<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> Professor emeritus of Nara University of Education, Takabatake-cho, Nara City, Nara, 630-8528 Japan

<sup>2)</sup> Professor emeritus of National Museum of Japanese History, Yayoi, 2-13-27, Kanazawa City, Ishikawa 921-8036 Japan

<sup>3)</sup> Nara University of Education, Takabatake-cho, Nara City, Nara, 630-8528 Japan

---

There have been discovered more than 20 kiln sites of medieval ceramics around Suzu city at the northern tip of the Noto peninsula, Ishikawa prefecture. These ceramics are called Suzu ware. We have another large production center of the medieval ceramics called Echizen ware, at Miyazaki village, Fukui prefecture. Echizen and Suzu wares are the two most popular medieval ceramics in the Japan-sea coastal area of east-northern Japan including Hokkaido. But, archaeologists can easily discriminate these medieval ceramics by the difference in the technique of their production.

Recently some other kiln sites of medieval ceramics have been discovered in Komatsu city in Ishikawa prefecture, Yatsuo cho in Toyama prefecture, Hutatsui machi in Akita prefecture and at the foot of Mt. Gozu in Niigata prefecture. These medieval ceramics are analogous to Suzu ware in the producing technique of their ceramics, and so they are called as Suzu-like ceramics. It is difficult that archaeologists discriminate mutually Suzu from Suzu-like ceramics.

X-ray fluorescence analysis was made for the mutual discrimination between Suzu and Suzu-like ceramics. A completely automatical machine made the analysis of large quantities of potsherds of the ceramics from kiln sites. The elements of K, Ca, Rb, Sr, Fe and Na were determined and then the mutual discrimination was carried out by the discriminant analysis between two selected groups. As the results, it was found that Suzu ware was discriminated from all the Suzu-like ceramics, and that the mutual-discriminations among the Suzu-like ceramics were possible also.

This new developed method was applied to detect Suzu ware from the several medieval sites in Hokuriku and Tohoku districts including Hokkaido. It was clear that Suzu ware was spread in the wide area from the local sites in Ishikawa prefecture to the distant sites in Tohoku district including Hokkaido. On the contrary, Suzu-like wares were not spread to so distant areas. This method will be available in the historical studies on the spread of both Suzu and Suzu-like ceramics.