

# 土器胎土にみられる地域差 —窯跡出土遺物の化学特性および後背地の花崗岩類の化学特性—

三辻利一・犬木 努

## 1. はじめに

12月31日の深夜、除夜の鐘をきき、年が明けると初詣でをするのは全国共通の、日本的風習であろう。正月には「おせち」を準備し、お雑煮を食べるのも日本的風習であるが、味噌汁に白みそを使う関西系と赤みそを使う関東系では地域差がある。日本的風習にも地域差があることは広く知られていることである。また、屋根瓦をみると、冬季、雪が積もる日本海側の地域では「雪止め」がついているが、雪が積もらない太平洋側の地域では「雪止め」瓦を使わない。家の屋根にのっている瓦にも地域差があるわけである。このような地域差はいろいろのことで認められる。考古学研究でも「地域差」が重要な役割を果たす場合がある。

土器の考古学研究で土器型式や製作技法にも地域差があることが知られているが、土器の素材である粘土自体にも地域差があることが期待される。なぜならば、粘土は岩石が風化して生成したものであり、岩石に鉱物組成からみて地域差があることは岩石学研究でわかっているからである。岩石学分野では、岩石を構成する鉱物種の組成によって岩石は分類される。通常、玄武岩系の岩石（黒色系岩石）と花崗岩系の岩石（白色系岩石）に大きく二分される。鉱物種の組成が異なれば、当然、元素組成も異なるはずである。異なる元素組成を持つ岩石に由来する粘土の元素組成も異なることが予想されるが、自然界に広く分布する粘土の元素組成を比較した研究はない。自然界に広く分布する粘土を全国的に採集することは不可能に近いことがその理由である。

一方、行政発掘によって、須恵器窯跡は全国各地で発掘調査されていた。しかも、そこからは大量の須恵器破片が出土している。窯跡から出土する須恵器破片はそこでつくられたものであると考えられるから、1基の窯跡で作られた

須恵器全体を一つの母集団として把握することができる。そうすると、窯跡出土須恵器に地域差があるかどうかを調べる上では、窯跡出土須恵器は絶好の分析対象であることになる。問題は窯跡出土須恵器が1基の窯跡としてまとまるかどうか、また、他の地域の窯跡出土須恵器との間に地域差があるのかどうかである。地域差を示す元素も見つけ出さなければならない。このことは実際に、分析データで実証するしかない。そこで、筆者は全国各地の窯跡出土須恵器試料を集めて、長期間にわたる分析化学的研究をすることを計画した。当然、大量の須恵器試料の分析作業が必要である。大量の土器試料を分析する装置として、完全自動式の蛍光X線分析装置は不可欠である。窯跡出土須恵器の分析化学的研究の結果、窯跡（群）出土須恵器はK-Ca、Rb-Srの両分布図上で地域差を示すことが見つけられた。さらに、日本列島の地質の基盤を構成する花崗岩類の分析化学的研究の結果、花崗岩類も両分布図上で、地域差を示すことが実証された。その地域差の原因は花崗岩類を構成する主成分鉱物、長石類であることがわかった。そうすると、窯跡出土須恵器の地域差の原因も母岩に含まれていた長石類である可能性がでてきた。この可能性を実証するためには、窯跡出土須恵器の化学特性が後背地の母岩の化学特性に対応することを示さなければならない。

本論文では、近畿地方の花崗岩類の化学特性をK-Ca、Rb-Srの両分布図上で比較するとともに、K-Rb、Ca-Srの両相関図での分布も比較した。さらに、これらの花崗岩類の直上に分布する窯跡出土須恵器、埴輪の化学特性を両分布図と両相関図で比較するとともに、窯跡出土須恵器、埴輪の化学特性が窯跡の後背地を構成する岩石の化学特性に対応するかどうかを検討した。

## 2. 分析法とデータ処理法

岩石や土器試料(粘土)のように多数の元素を含む試料の分析には同時多元素分析法が有効である。同時多元素分析法としては蛍光X線分析法、発光分光分析法、中性子放射化分析法などの分光分析法があるが、とりわけ、試料の処理が簡単であるという点では蛍光X線分析法が便利である。窯跡(群)出土須恵器や各地の露頭で採集された花崗岩類の地球化学的研究には、同時多元素分析法は不可欠である。しかも、地球化学的研究には、従来の常識を超える膨大な量の試料の分析処理が不可欠である。その理由はこれらの試料集団は不均質系試料であるからである。これらの試料の分析処理には、1970年代後半に市販された完全自動式の蛍光X線分析装置が最適である。完全自動の意味はデータの打ち出しや試料の交換を自動的に行うだけでなく、分光結晶や検出器も自動的に交換することである。岩石や土器には軽元素から重元素まで、多数の元素が含まれている。これらの元素を同時多元素分析するには、全元素のスペクトル線を1枚の分光結晶で分光することは困難である。通常、数枚の分光結晶で分光し、複数の検出器でX線強度を測定することになる。これらの分光結晶や検出器をコンピュータの制御で自動的に交換できることは大量の試料を迅速に分析処理するには不可欠である。これが完全自動分析の意味である。

さらに、重要な点は分析データの処理に関する考え方である。本来、分析化学研究では均質系試料を分析する。均質系試料であれば、試料中の元素の含有量は真の値をもつはずである。通常、同一試料を数回分析して、その平均値をとって真の値に代替させることになる。窯跡(群)出土須恵器や花崗岩類の分析にも、試料を粉碎し、均質化して分析するが、各試料中に含まれる元素の分析値の真の値を求めることはあまり意味がない。なぜならば、母集団(窯跡出土須恵器)から任意に選択された試料群は均質系試料ではなく、不均質系試料であるからである。したがって、同一窯跡や同じ露頭から採集された多数の試料の分析値は必ずばらつく。通常、このばらつきは分析装置の揺らぎの大きさよりはるかに大きい。母集団から任意に選択

された試料集団は不均質系試料であることは両分布図上での試料群の分析値がばらついて分布することが観測されていることから明白である。この試料群の分析値の分布は正規分布せず、一般の分散分布をすると考えられている。通常、両分布図上で、ほとんどの試料を包含するようにして、定性的に試料群の分布領域を設定するが、その領域をきちんと決めようとする、数理統計学の考え方にしたがって、「検定」にかけることが必要になる。便宜上、各窯跡(群)間の地域差はK-Ca、Rb-Srの両分布図上で定性的に比較されることになる。この考え方は不均質系の試料集団の分析をする地球化学的研究では不可欠である。土器の地域差に関する研究は地球化学的研究なのである。したがって、通常、分析化学で使われる検量線法は必ずしも適当ではない。三辻は岩石標準試料、JG-1を定量分析の標準試料として使い、観測される未知試料の蛍光X線強度をJG-1の各元素の蛍光X線強度で標準化する方法を採用した。分析値としてJG-1の標準化値を使うと、データをグラフ化する上にも便利である。なお、通常、検量線法ではグラフの縦軸に観測される蛍光X線強度、横軸に各標準試料中に含まれる元素の含有量(通常、主成分元素では酸化物形で%表示、微量元素は元素形でppm表示されている)をとると、蛍光X線強度と含有量との間に直線関係が得られる。これが検量線である。設定された検量線をつかって、未知試料の観測された蛍光X線強度に対応する含有量が読み取られることになる。縦軸に蛍光X線強度をとる代わりに、JG-1による標準化値をとっても、検量線に直線性があることには変わりはないことも確認されている。三辻は終始一貫、土器遺物の産地問題の研究にJG-1による標準化法を使用してきた。そうすると、岩石の風化過程でK、Caなどの水に溶解しやすい元素の分析値は粘土や土器では1以下の値を、逆に、溶解し難いFeのような元素の分析値は1以上の値をもつ。JG-1による標準化法を採用すると、主成分元素でも、微量元素でもその分析値は同次元で取り扱うことができる点でも便利である。

### 3. 分析結果

#### 1) 近畿地方の花崗岩類の分析結果

近畿地方の地質の土台も花崗岩類で構成されており、あちこちに花崗岩類の露頭があるが、ここでは近畿地方北部の敦賀半島、比良山、中部の生駒山、南部の葛城山、金剛山の花崗岩類を選択した。これらの花崗岩類が分布する直上に須恵器窯跡群や埴輪窯跡群があるからである。各地域の数か所の露頭で岩石片試料は採集された。分析データは表1にまとめてある。この結果はまず、K-Ca分布上にプロットされた。図1に示す。

いずれの試料も「花崗岩類のベルト帯」内に分布する。「花崗岩類のベルト帯」は全国各地の花崗岩類の岩石片試料、3000点余りの分析結果をK-Ca分布図にプロットしたところ、KとCaが逆相関状に分布することが見つけられた。ほとんどの試料を包含するようにして描かれた領域が「花崗岩類のベルト帯」である。直線ではなく、広がりをもった帯状の領域に分布するのは、自然界に分布する材料特有の不均質性による「ばらつき」が原因である。なお、この図には「土器領域」も描いてあるが、全国各地の窯跡出土須恵器のほとんどがこの領域内に分布したところから設定された領域である。この領域内で各地の窯跡(群)出土須恵器は地域差を示す。図1をみると、敦賀半島、比良山の花崗岩類はKが比較的多く、逆に、Caが少ない。いわゆる花崗岩である。これとは対照的に南部の葛城山、金剛山の花崗岩類にはKが比較的少なく、逆に、Caは比較的多い。花崗閃緑岩と呼ばれている。そして、中部の生駒山の花崗岩類は北部、南部の花崗岩類の中間の領域に分布することがわかる。中間に分布する花崗岩類には名称は付けられていない。これらを総称して「花崗岩類」と呼ぶ。K-Ca分布図における分布位置から、明らかに、花崗岩類にも地域差があることがわかる。さらに、図2には、微量元素どうしを組み合わせたRb-Sr分布図を示す。この分布図でも、すべての試料は「花崗岩類のベルト帯」内に分布し、K-Ca分布での分布に対応するように、Rb-Sr分布図でも花崗岩類にも地域差があることを明示している。このことは主成分元素K、Caと微量元素Rb、Srはそれぞ

れ、正の相関性があることを示唆している。ここで、KとRb、CaとSrの相関性を地域ごとに比較してみた。

図3には、敦賀半島と比良山の花崗岩類のK-Rb、Ca-Srの両相関図を示してある。図の中央には比較対照の目安として、勾配(1:1)の直線を引いてある。そうすると、K-Rb相関図では敦賀半島、比良山の花崗岩片試料は勾配(1:1)の直線の下側にはば、正の相関性をもって分布していることがわかる。しかし、敦賀半島と比良山の試料群は微妙に分布位置がずれており、両者の化学特性は必ずしも同じではないことを示している。さらに、Ca-Sr相関図をみると、勾配(1:1)の直線沿いに分布するが、CaとSrの間におおまかな正の相関性があることが認められるが、相関度はよくない。Ca、Srが少ないことがその原因の一つかもしれないが、長石類だけではなく、他の雲母、角閃石などの含有鉱物の影響があるのかもしれない。

図4には、生駒山東麓の花崗岩類の両相関図を示してある。K-Rbの相関性に比べて、Ca-Srの相関性はよくないことは敦賀半島、比良山の花崗岩類と同様である。注目すべき点は生駒山の花崗岩類の試料群は敦賀半島、比良山の花崗岩類の試料群に比べて、勾配(1:1)の直線の上側の領域に分布し、K-Rbの相関性に違いがあることを示していることである。このことは花崗岩類に含まれる鉱物種の組成に違いがあることを示唆している。また、Ca-Sr相関図でも、生駒山の試料群は勾配(1:1)の直線沿いに比較的まとまって分布しており、その分布位置も敦賀半島、比良山の試料群の分布位置とは異なる。

図5には、葛城山、金剛山の花崗岩類の両相関図を示す。K-Rbは良好な正の相関性を示し、勾配(1:1)の直線の上側の領域に分布し、敦賀半島、比良山や生駒山の花崗岩類とは異なることがわかる。またCa-Srは、相関性がよくないことは他の地域の花崗岩類と同様であるが、勾配(1:1)の直線沿いに分布するという共通点がある。また、葛城山と金剛山の試料群は類似したところに分布しているが、その分布位置には微妙な違いも認められる。このことは葛

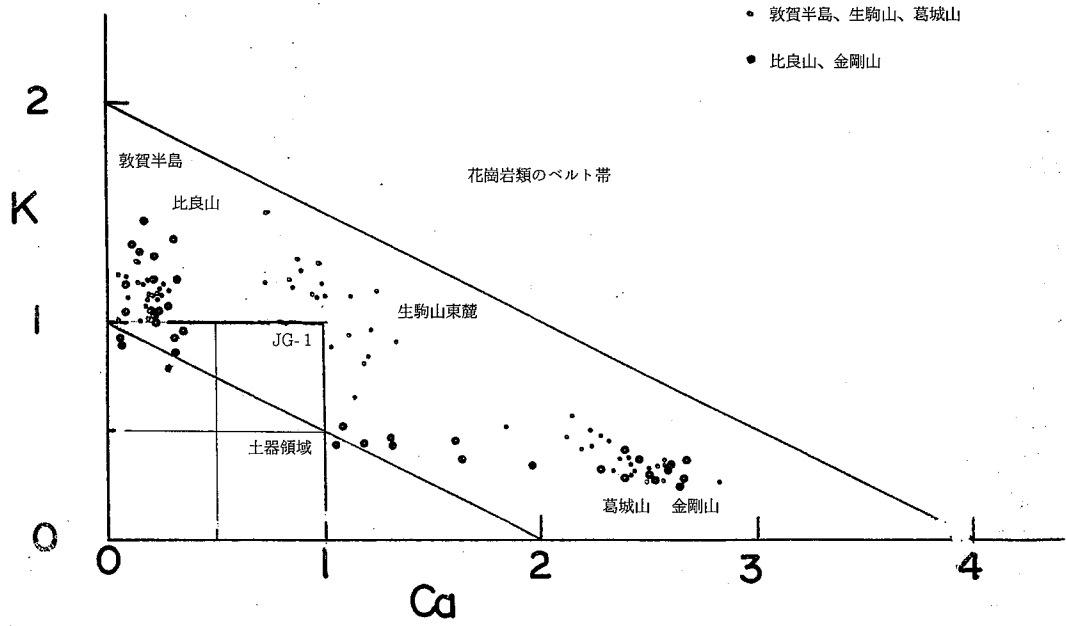


図1 近畿地方の花崗岩類のK-Ca分布図

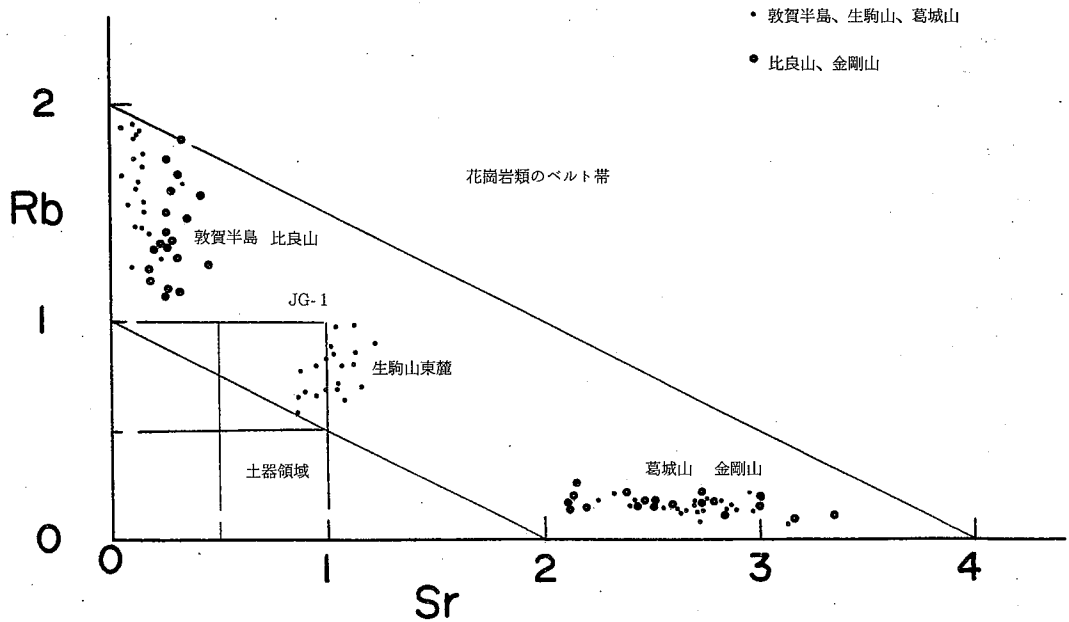


図2 近畿地方の花崗岩類のRb-Sr分布図

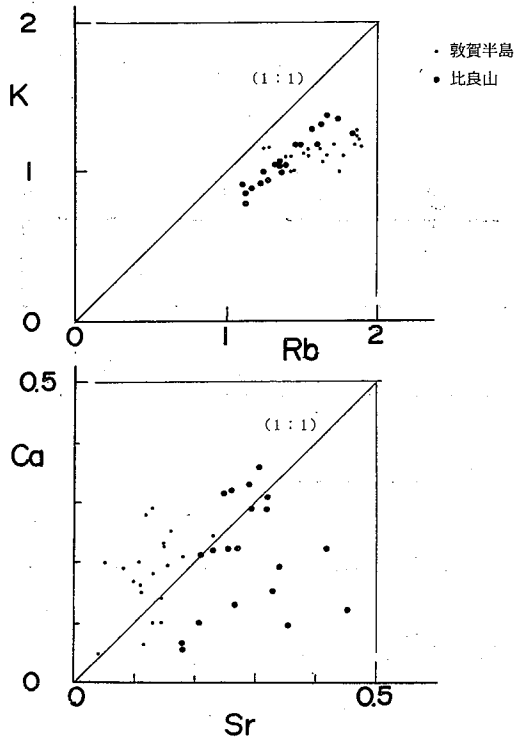


図3 敦賀半島、比良山の花崗岩類の両相関図

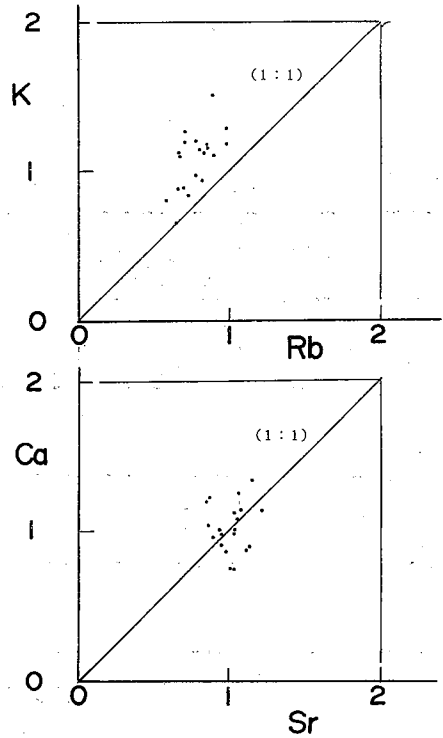


図4 生駒山東麓の花崗岩類の両相関図

城山と金剛山の花崗岩類の鉱物組成は類似するが、必ずしも同一ではないことを示している。

このように、KとRb、CaとSrの間には正の相関性があり、試料集団の分布位置には地域差があることがわかった。この地域差が風化された粘土（土器）にどのように反映されているのかを比較することは不可欠である。この問題に入る前に、Fe、Na因子の地域差も比較してみた。

図6には、近畿地方の花崗岩類のFe因子を比較してある。敦賀半島、比良山の花崗岩類にはFe量は少なく、JG-1による標準化値は1以下であるのに対して、生駒山や葛城山・金剛山の花崗岩類にはFe量は1以上の値をもち、同じ花崗岩類とはいえ、Fe量には明らかな地域差があることを明示している。近畿地方北部から中部へ、さらに、中部から南部へと花崗岩類中のFe量は増加する傾向があることを示している。このことは雲母、角閃石などのFe化合物の含有量に違いがあることを示す。本論文では提示していないが、中部の比叡山を構成する花崗岩類は黒雲母花崗岩、また、南部の葛城山、

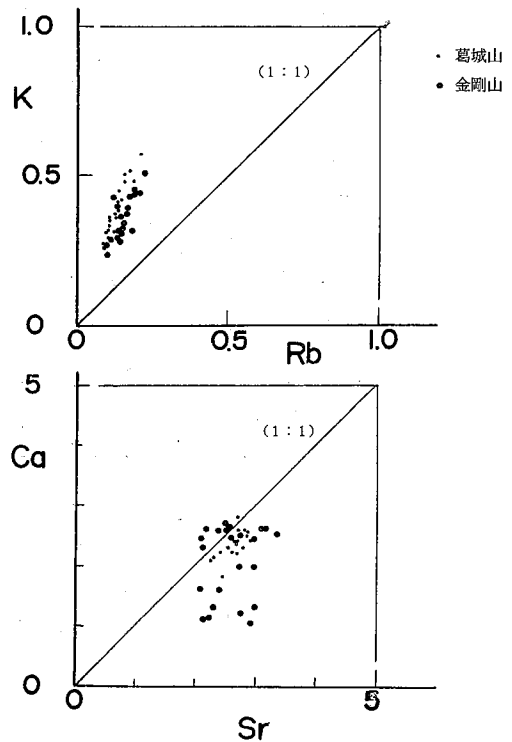


図5 葛城山、金剛山の花崗岩類の両相関図

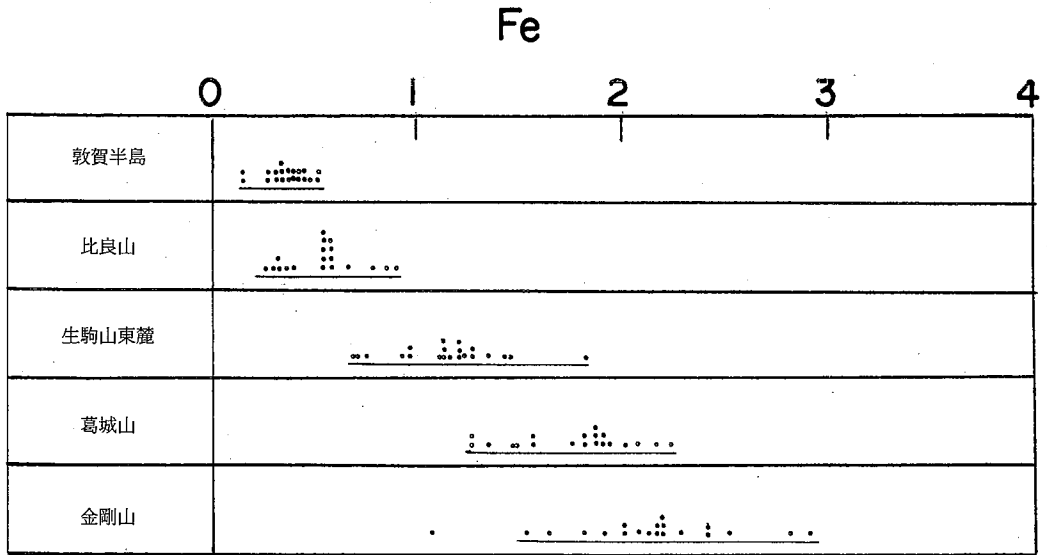


図6 近畿地方の花崗岩類のFe因子の比較

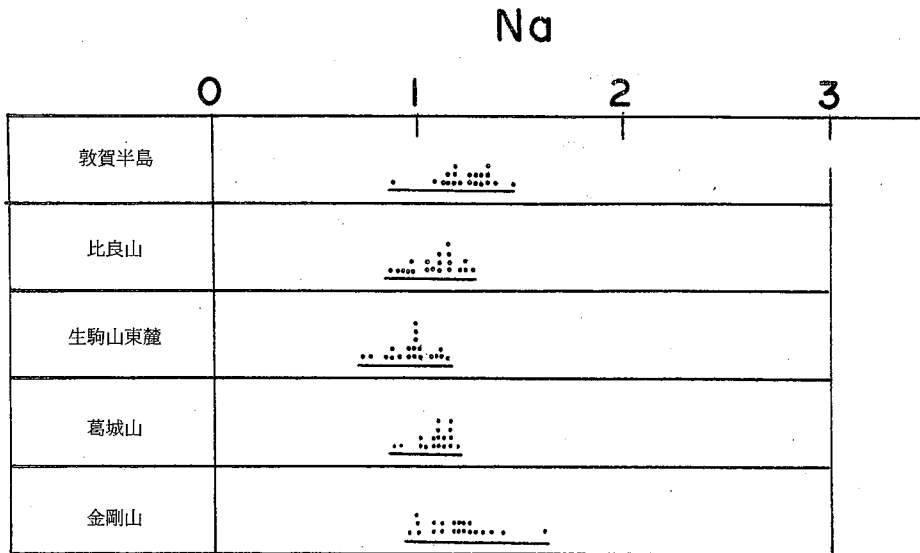


図7 近畿地方の花崗岩類のNa因子の比較

金剛山を構成する花崗岩類は角閃石花崗閃緑岩と通称されているように、黒雲母や角閃石が比較的多く含まれる花崗岩類もあるわけである。

図7には、近畿地方の花崗岩類のNa因子が比較されている。どの地域の花崗岩類もNaの分析値は1周辺に分布しており、Na因子には地域差がほとんどないことが注目される。このことはデイリーによる各種岩型の岩石の分析表をみても、花崗岩類のみならず、玄武岩もNa因子ではほとんど差異がないことから理解できる。

以上の結果、近畿地方の花崗岩類にはK-Ca、Rb-Srの両分布図やK-Rb、Ca-Srの両相関図での分布のみならず、Fe因子でも地域差があることが明らかになった。そうすると、これらの花崗岩類の直上に分布する窯跡出土須恵器や埴輪は在地産の粘土を素材として使用していれば、花崗岩類に対応するような地域差を示すことが予想される。次に、これらの花崗岩類の直上に所在する窯跡出土須恵器、埴輪の化学特性を比較してみた。

## 2) 花崗岩類の直上にある窯跡出土須恵器、埴輪の分析結果

まず、窯跡出土須恵器、埴輪の分析データを表2に示す。この結果も図上で比較した。図8には、敦賀半島の花崗岩類の直上にある福井県美浜町の興道寺窯跡出土須恵器の両分布図を示す。ほとんどの分析試料を包含するようにして興道寺領域を長方形で示してある。長方形で領域を示すのは描きやすいからである。両分布図で「土器領域」の第I象限に分布することがわかる。第I象限とはK、Rbが比較的高く、逆に、Ca、Srが比較的低い領域である。この特徴は後背地の地質を構成する敦賀半島の花崗岩の化学特性に対応する。花崗岩類の中では、敦賀半島の花崗岩にはKが比較的多く、逆に、Caは比較的低いことは図1に示されている。

図9には、福井県小浜市の城谷窯跡出土須恵器の両分布図を示す。城谷窯跡出土須恵器の化学特性を興道寺窯跡出土須恵器の化学特性と比較するため、興道寺領域を両分布図には描いてある。そうすると、城谷窯跡出土須恵器は主成分元素の分布図であるK-Ca分布図では興道寺

領域に分布し、興道寺窯跡出土須恵器の化学特性と類似することを示しているが、微量元素の分布図であるRb-Sr分布図では興道寺領域の端に分布し、興道寺窯跡出土須恵器とは少し異なる化学特性をもつことを示している。このことは素材粘土が生成した堆積環境、すなわち堆積場所が異なることを示していると考えられる。

図10には、福井県敦賀市にある葉原窯跡出土須恵器の両分布図を示す。両分布図で試料群はまとまって分布するものの、興道寺領域をずれて、「土器領域」の第III象限に分布することがわかる。第III象限はK、Caがともに比較的低い領域である。葉原窯跡の所在位置は美浜町の興道寺窯跡からかなり離れた位置にあり、粘土の堆積環境のみならず、母岩も異なることを示している。

図11には、琵琶湖西岸の滋賀県高島市の寺谷窯および小俵山窯跡出土須恵器の両分布図を示す。両窯跡は比良山を構成する花崗岩類が分布する地域に所在しており、その化学特性が敦賀半島の花崗岩類と類似した比良山の花崗岩類を母岩とした粘土を素材として作られた須恵器であることは両分布図で興道寺領域に対応していることから理解できる。ただ、寺谷窯跡出土須恵器の試料集団の分布位置と小俵山窯跡出土須恵器の試料集団の分布位置がずれていることは素材粘土の堆積環境が異なることを示している。

図12には、比叡山の北端、比良山の南端近くに所在する滋賀県大津市の天神山窯跡群の須恵器の両分布図を示す。試料集団は両分布図で「土器領域」の第II象限に分布するが、興道寺領域から少しずれて分布する。堆積環境のみならず、母岩の化学特性も少し異なる可能性がある。

このように、敦賀半島、比良山の花崗岩類を後背地にもつ窯跡出土須恵器は両分布図で「土器領域」の第II象限に分布し、K量が比較的高く、Ca量が比較的低いという化学特性を持つ後背地の花崗岩類の化学特性に対応することがわかった。

図13には、生駒山東麓にある生駒山窯跡群出土須恵器の両分布図を示す。試料集団は「土器領域」の第II象限に分布するが、試料集団にはCa、Srが比較的多く、興道寺領域には対応し

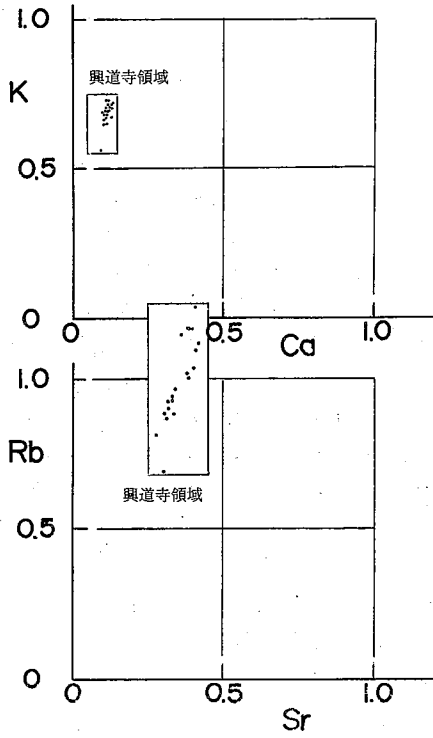


図8 興道寺窯跡出土須恵器の兩分布図

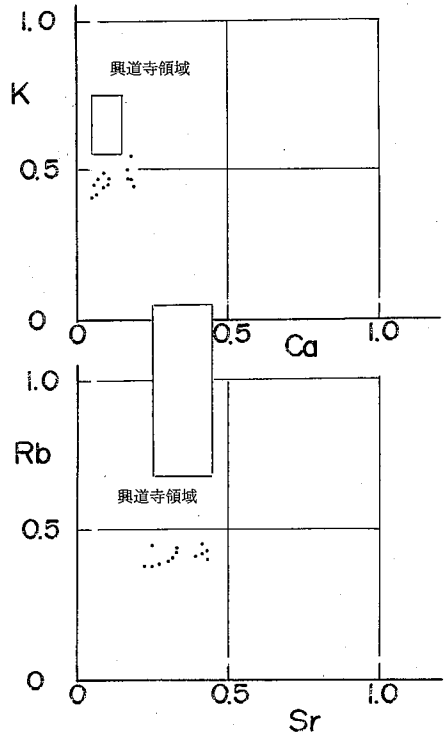


図10 葉原窯跡出土須恵器の兩分布図

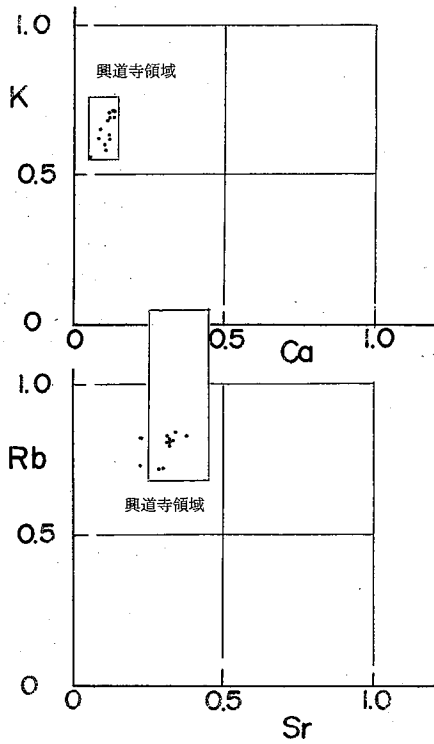


図9 城谷窯跡出土須恵器の兩分布図

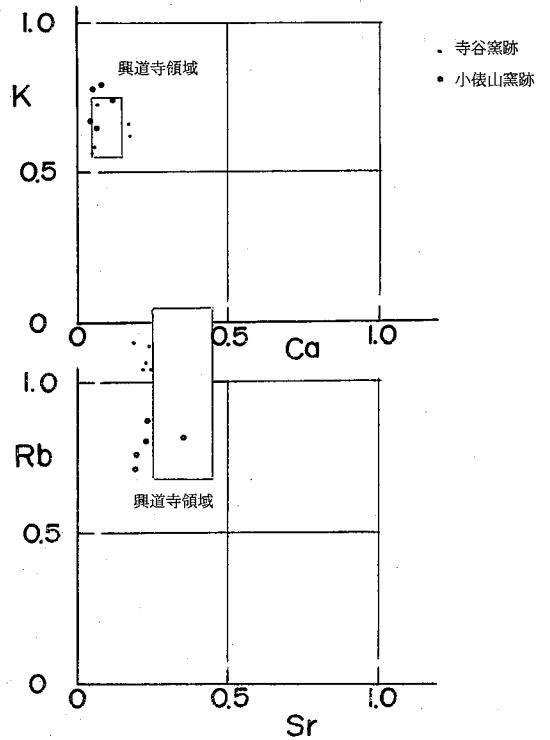


図11 寺谷窯跡、小俵山窯跡出土須恵器の兩分布図



ない。このことは母岩の違いであることを示している。生駒山東麓の花崗岩類が母岩となった粘土から作られた須恵器であると考えられる。

図14には、近畿地方南部の葛城山の麓にある大阪府富田林市の中佐備窯跡出土須恵器の両分布図を示す。試料集団は両分布図で第Ⅲ象限から第Ⅳ象限にかけて分布しており、近畿地方北部の敦賀半島、比良山や近畿地方中部の生駒山を後背地とする窯跡出土須恵器の分布とは全く異なることがわかる。「土器領域」の第Ⅳ象限はKが比較的少なく、逆に、Caが比較的多い領域であり、この化学特性は後背地の葛城山の花崗閃緑岩の化学特性に対応する。葛城山の花崗閃緑岩に由来した粘土が素材となっていると考えられる。

図15・16には、近畿地方南部の葛城山・金剛山の麓にある大阪府羽曳野市の誉田白鳥窯跡、土師の里窯跡出土埴輪の両分布図を示す。両者の分布位置はほとんど同じで、両分布図では、K、Rbが比較的少なく、逆に、Ca、Srが比較的多い第Ⅲ象限から第Ⅳ象限にかけて分布し、葛城山・金剛山の花崗岩類に由来する粘土を素材とした埴輪であることを示している。また、誉田白鳥窯跡出土埴輪と土師の里窯跡出土埴輪の胎土は両分布図では区別できず、堆積環境も同じであった可能性がある。

このように、近畿地方の窯跡出土須恵器や埴輪の化学特性は後背地の地質を構成する花崗岩類の化学特性によく対応することが明らかになった。このことは後背地の岩石を構成した主成分鉱物である長石類が残渣鉱物として粘土中に残っており、それが、窯跡出土須恵器や埴輪の地域差を示していることが考えられる。粘土は粘土鉱物の集合体であり、粘土鉱物の理論化学式が $(\text{SiO}_2 \cdot m\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O})$ で与えられているように、元素からみて粘土鉱物自体が地域差を示しているとは考え難い。ここで、Fe、Na因子も後背地の花崗岩類の化学特性に対応するのかどうかをみてみた。

図17には、窯跡出土須恵器、埴輪のFe因子が比較されている。まず、注目される点は分析値がすべて、1以上の値をもつことである。とくに、Feの分析値が1以下であった敦賀半島と比良山の直上にある興道寺窯跡、城谷窯跡や

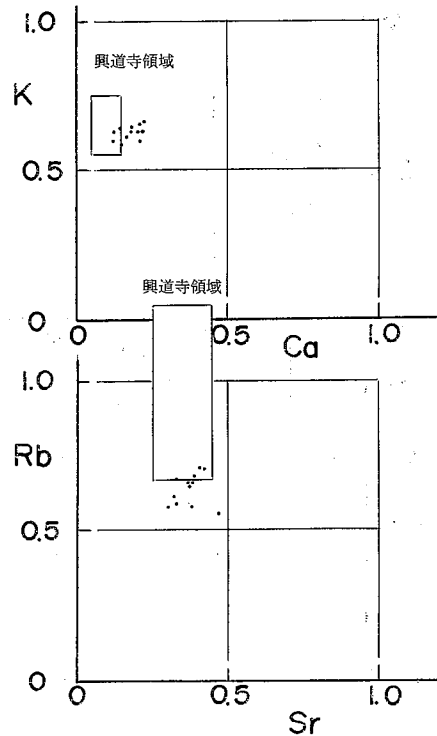


図12 天神山窯跡群出土須恵器の両分布図

寺谷窯跡、小俵山窯跡出土須恵器のFeの分析値が1以上の値をもつことである。このことは岩石が風化される過程でFeは粘土中に残留する元素であることを明示している。また、葛城山や金剛山の花崗岩類のFeは1～3の範囲に分布したが、誉田白鳥窯跡や土師の里窯跡出土埴輪のFeの分析値は3以上であることもFeが風化過程で残留する元素であることを示している。このように、Feが風化過程で残留する元素であれば、母岩のFeの地域差は粘土中にも保存されており、したがって、窯跡出土須恵器や埴輪にも保存されていることが理解できる。ただ、残渣鉱物中の長石系因子ほど明確な地域差は示さない。そのことはK-Ca、Rb-Srの両分布図での分布と比較すればわかる。

図18には、窯跡出土須恵器、埴輪のNa因子を比較してある。この図をみて、一見して、Na因子には大きな地域差があることがわかる。図6に比較した母岩のNa因子では近畿地方北部の花崗岩類と南部の花崗岩類には地域差がなかったはずである。それにもかかわらず、図18をみると、窯跡出土須恵器、埴輪に大きな地域

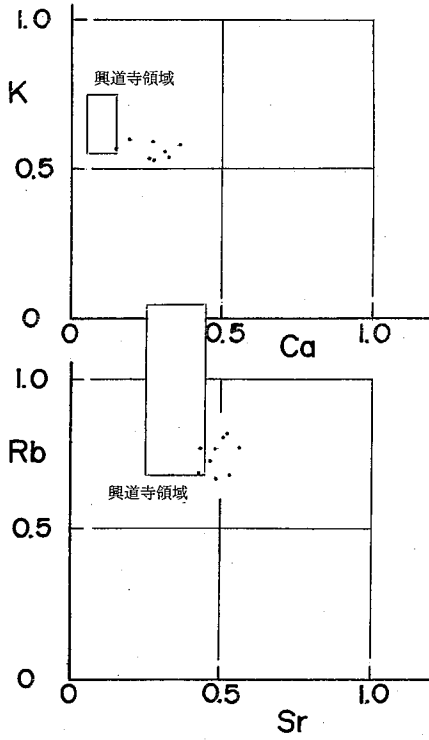


図13 生駒山東麓窯跡群出土須恵器の兩分布図

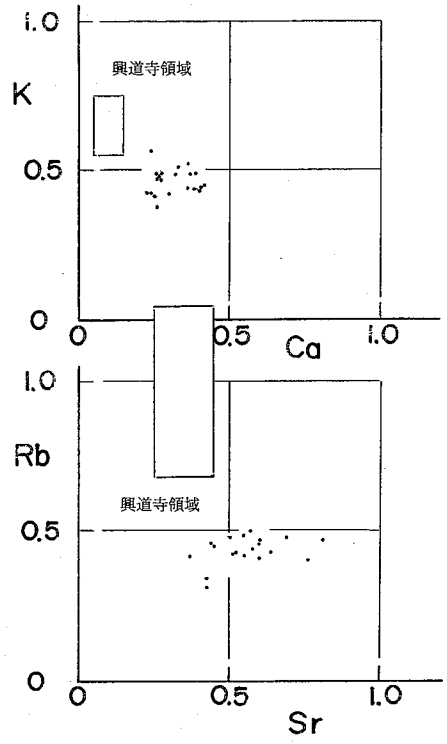


図15 誉田白鳥窯跡出土埴輪の兩分布図

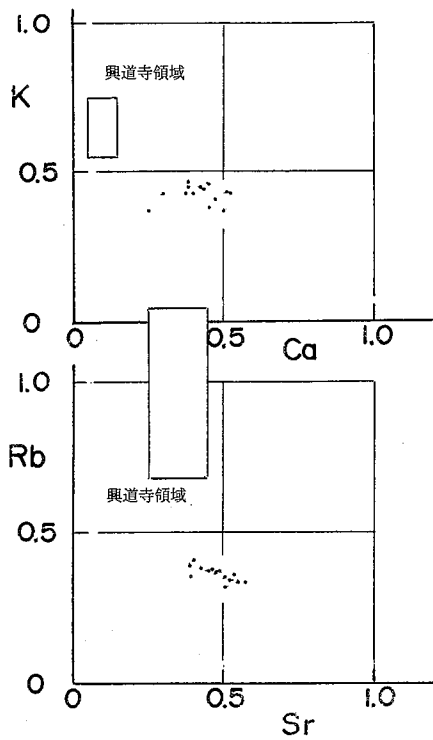


図14 中佐備窯跡出土須恵器の兩分布図

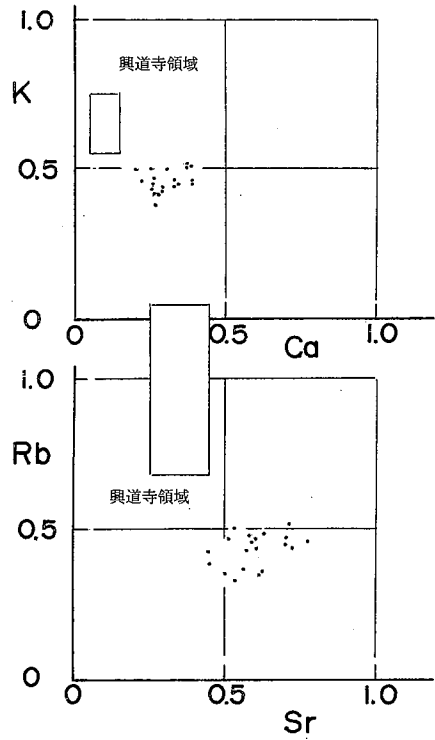


図16 土師の里窯跡出土埴輪の兩分布図

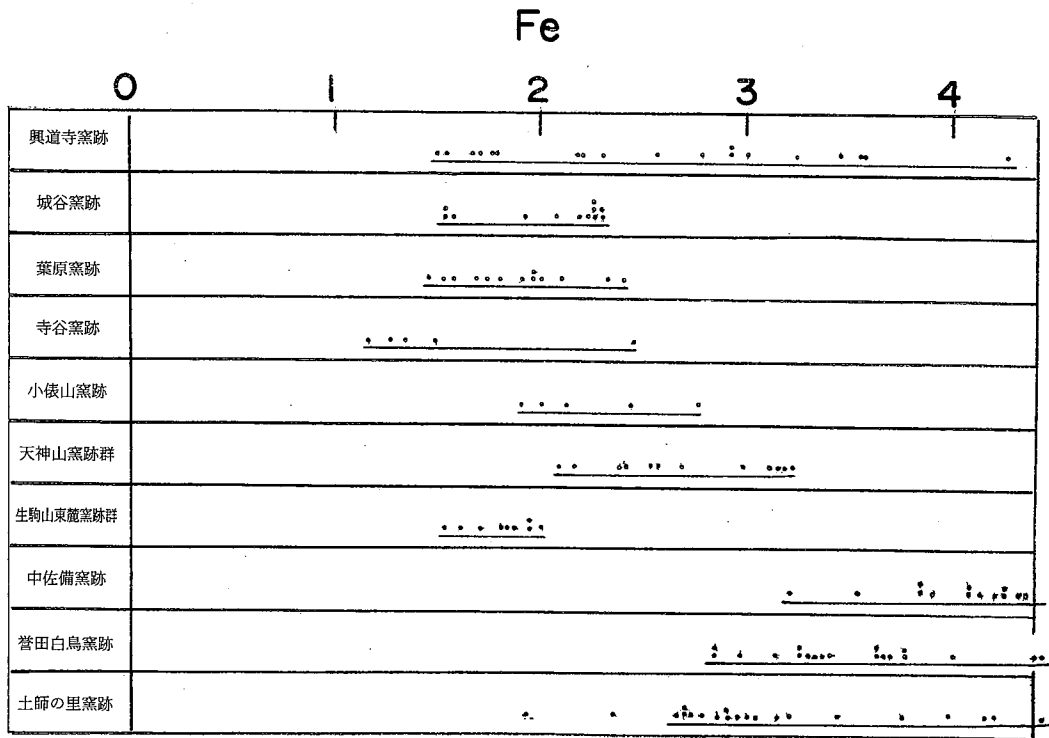


図17 近畿地方の窯跡出土須恵器、埴輪のFe因子の比較

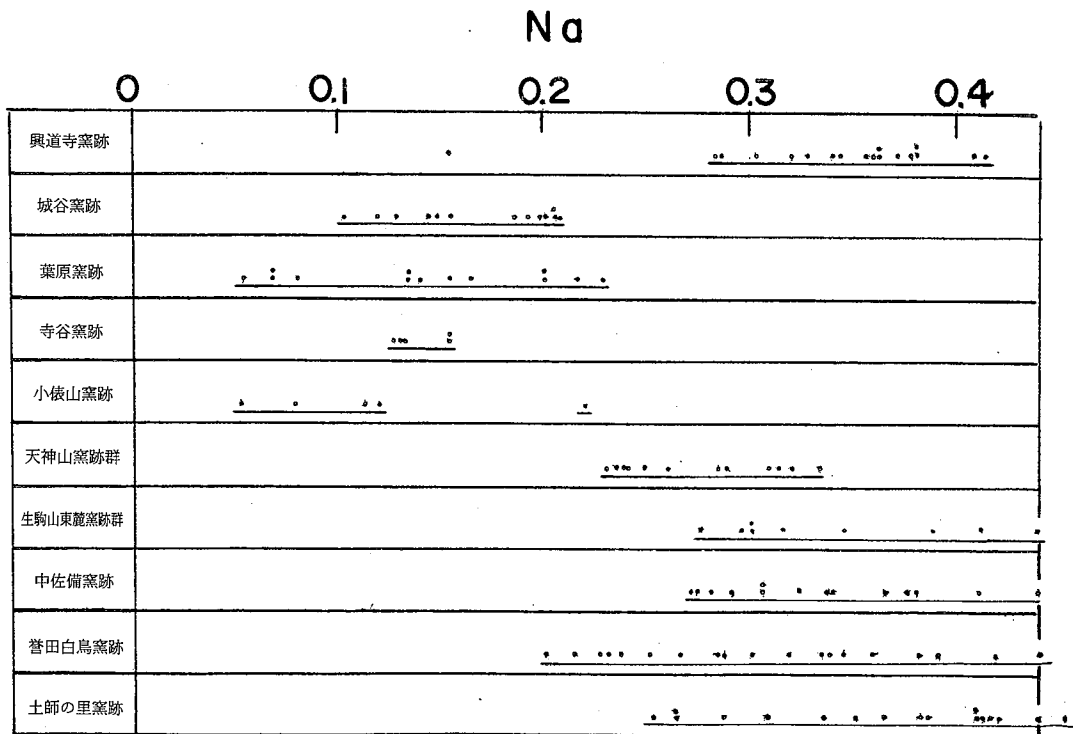


図18 近畿地方の窯跡出土須恵器、埴輪のNa因子の比較

差があることはNa因子が風化過程に大きく影響される因子であることを示すと考えられる。Na因子が風化によって大きな影響を受けたことは、分析値が0.4を越えるものがほとんどないことからわかる。近畿地方北部でも、興道寺窯跡出土須恵器にはNaは多く、分析値は0.3~0.4の値を示している。これに対して、同じ北部地域にある城谷窯跡、寺谷窯跡、小俵山窯跡出土須恵器のNaの分析値は0.05~0.2である。天神山窯跡群の須恵器では0.2~0.35である。一方、中部の生駒山窯跡出土須恵器や南部の中佐備窯跡出土須恵器、誉田白鳥・土師の里窯跡出土埴輪のNaは0.2~0.4の値をもつ。このデータはNaが岩石の風化過程で大きな影響を受ける元素であることを示している。したがって、地域差を示す因子としては、使用上、注意を要する。

次に、窯跡出土須恵器、埴輪にみられるK-Rb、Ca-Sr相関図を比較してみた。

図19には、興道寺窯跡出土須恵器の両相関図を示す。K-Rb相関図では勾配(1:1)の直線の下側の領域に試料集団はほぼ、正の相関性をもって分布しており、分析値は異なるが、分布の仕方は母岩の花崗岩類の分布の仕方が保存されていることが図3と比較すればわかる。他方、Ca-Sr相関図を見ると、勾配(1:3)の直線沿いにまとまって分布し、図3に示した母岩の分布の仕方とは全く異なることは注目される。窯跡出土須恵器が勾配(1:3)の直線沿いに分布するということは主成分元素Kに比べて、粘土中には微量元素Srが濃縮されたことを意味する。この原因は何なのであろうか？他の地域の窯跡出土須恵器についても調べてみる必要がある。

図20には、葉原窯跡出土須恵器の両相関図を示す。K-Rb相関図では試料集団は勾配(1:1)の直線の上側の領域に分布し、興道寺窯跡出土須恵器の分布の仕方とは少し異なることを示している。このことは葉原窯跡出土須恵器の粘土の母岩は興道寺窯跡出土須恵器の粘土の母岩とは異なることを意味する。一方、Ca-Sr相関図では、試料集団は勾配(1:3)の直線沿いに分布し、興道寺窯跡出土須恵器の分布と類似することがわかる。葉原窯跡出土須恵器の粘

土の母岩もCa量が少ない岩石であることが推察される。

図21には、敦賀半島の花崗岩類が分布する直上に所在する福井県小浜市の城谷窯跡出土須恵器の両分布図を示す。K-Rb相関図では試料集団は勾配(1:1)の直線の下側の領域に分布し、興道寺窯跡出土須恵器と類似した分布をすることが図19と比較すればわかる。また、Ca-Sr相関図でも、試料集団は勾配(1:3)の直線沿いに分布し、興道寺窯跡出土須恵器と同じ分布をすることがわかる。母岩が同じであるからであると考えられる。

図22には、比良山の花崗岩類が分布する琵琶湖西岸の滋賀県高島市にある寺谷窯跡出土須恵器の両相関図を示す。K-Rb相関図では試料集団は勾配(1:1)の直線の下側の領域に分布するが、分布の位置は興道寺窯跡や城谷窯跡出土須恵器の分布の位置とは少し異なることは図19、21と比較すればわかる。しかし、Ca-Sr相関図では勾配(1:3)の直線沿いに分布し、Ca量が少ない母岩を後背地に持つ窯跡出土須恵器に共通の特徴を示す。

図23には、小俵山窯跡出土須恵器の両相関図を示す。隣接する寺谷窯跡出土須恵器と同じ分布の仕方を両相関図で示す。母岩が同じ化学特性をもつことが原因であると考えられる。

図24には、隣接する比叡山に近い比良山南端の滋賀県大津市の天神山窯跡群出土須恵器の両相関図を示す。K-Rb相関図では試料集団は勾配(1:1)の直線沿いに分布し、同じ琵琶湖西岸の寺谷窯跡や小俵山窯跡出土須恵器の分布とは異なることが図22・23と比較すればわかる。さらに、Ca-Sr相関図でも試料集団は勾配(1:3)の直線の上側の領域に分布し、琵琶湖西岸北部の窯跡出土須恵器とは異なる分布することがわかる。このことは母岩が比良山の花崗岩類とは少し異なる化学特性をもつ花崗岩類であることを示している。

図25には、奈良県生駒市の生駒山東麓窯跡群の須恵器の両相関図を示してある。K-Rb相関図では試料集団は勾配(1:1)の直線の下側の領域に分布し、敦賀半島や比良山麓にある窯跡出土須恵器に類似した分布をするが、Ca-Sr相関図では試料集団は勾配(1:1)と勾配

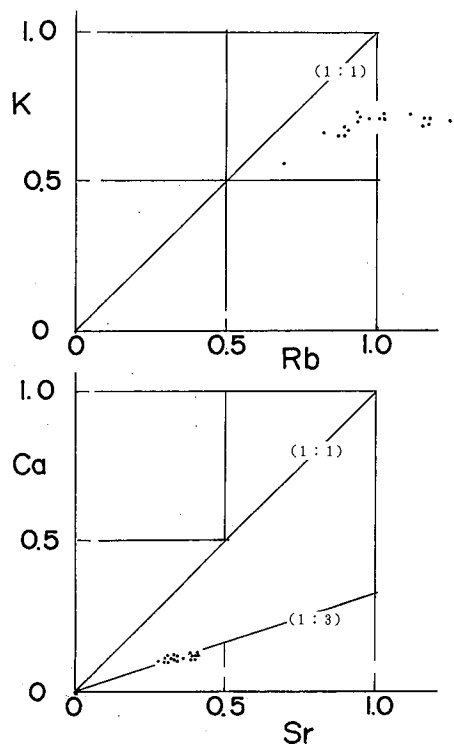


図19 興道寺窯跡出土須恵器の両相関図

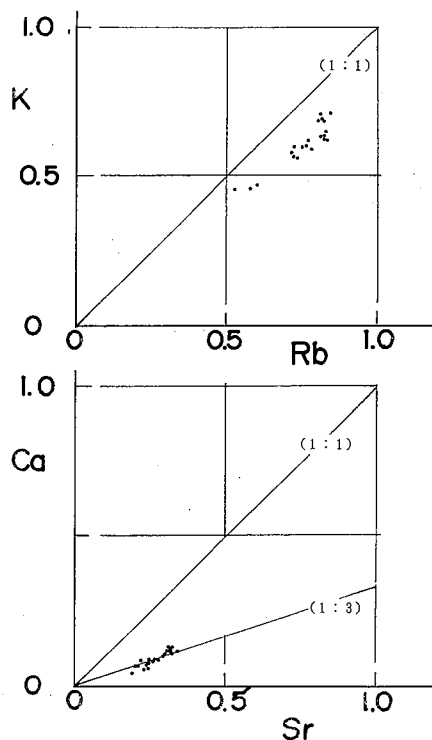


図21 城谷窯跡出土須恵器の両相関図

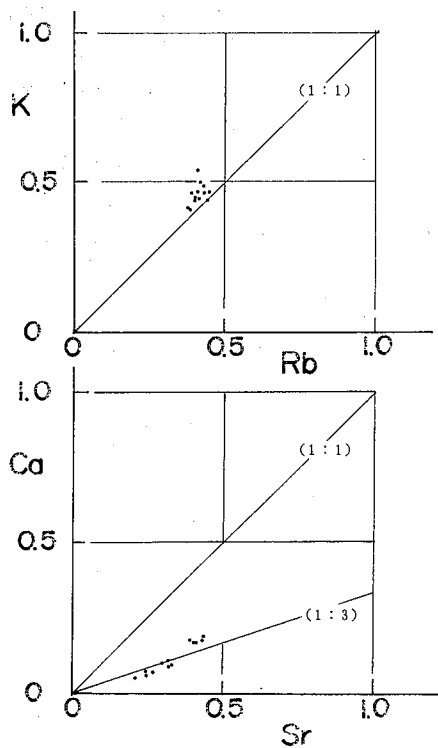


図20 葉原窯跡出土須恵器の両相関図

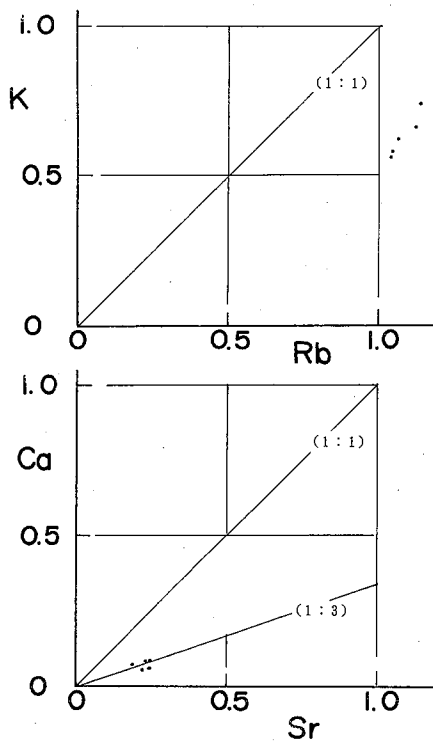


図22 寺谷窯跡出土須恵器の両相関図

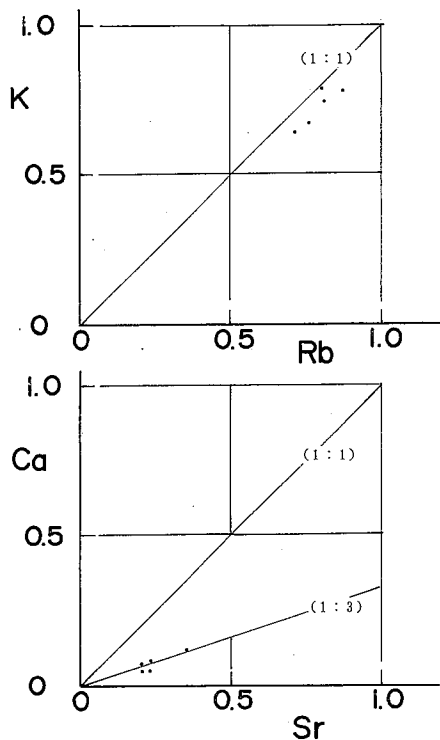


図23 小俵山窯跡出土須恵器の両相関図

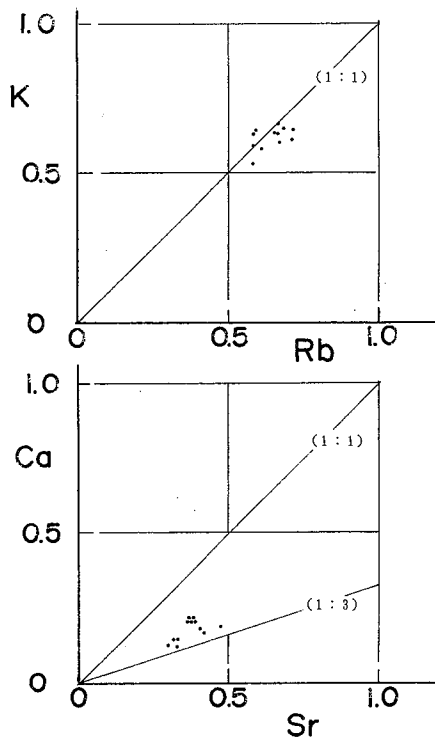


図24 天神山窯跡群出土須恵器の両相関図

(1 : 3) の直線に囲まれた領域に分布し、敦賀半島や比良山麓の窯跡出土須恵器とは異なる分布をすることがわかる。

図26には、葛城山の麓にある大阪府中佐備窯跡出土須恵器の両相関図を示す。K-Rb相関図では試料集団は勾配 (1 : 1) の直線の上側の領域に分布し、また、Ca-Sr相関図でも、試料集団は勾配 (1 : 3) の直線から離れ、勾配 (1 : 1) の直線沿いに分布し、近畿地方北部や中部の窯跡出土須恵器とは異なる分布をすることがわかる。その原因は後背地の花崗岩類の化学特性の違いにあると考えられる。

図27には、葛城山・金剛山の麓にある菅田白鳥窯跡出土埴輪の両相関図を示す。K-Rb相関図では試料集団は勾配 (1 : 1) の直線の上側の領域に分布し、Ca-Sr相関図では勾配 (1 : 1) と (1 : 3) の直線に囲まれた領域に分布する。近畿地方北部の窯跡出土須恵器の相関図における分布とは異なる分布をすることがわかる。

上述したように、近畿地方北部から南部へと、母岩の岩石種が花崗岩から花崗閃緑岩へと変わ

るにつれて、それに対応するように、その直上にある窯跡出土須恵器の化学特性も変わることがわかった。上述した例は母岩が花崗岩類である場合であるが、花崗岩類とは鉱物組成が全く異なる玄武岩系の岩石に由来した粘土を素材とした土器の相関図を紹介する。生駒山西麓には玄武岩系の岩石である斑礫岩が分布する。この岩石は黒色で斜長石に富む岩石である。

まず、生駒山西麓で採集した斑礫岩の両相関図を図28に示す。Kが非常に少なく、逆に、Caが非常に多い岩石であることは両軸の目盛が大きく異なることからわかる。試料集団は両相関図で勾配 (1 : 1) の直線の上側の領域に分布し、花崗岩類とは全く異なる分布をすることがわかる。このことから、この岩石に由来する粘土を素材とした土器も両相関図で花崗岩類を後背地にもつ窯跡出土須恵器や埴輪とは全く異なる分布の仕方をする事が予想される。しかし、生駒山西麓には須恵器窯跡は発見されていない。

斑礫岩が分布する直上にある生駒山西麓遺跡群で作られたと推定される縄文土器や弥生土器

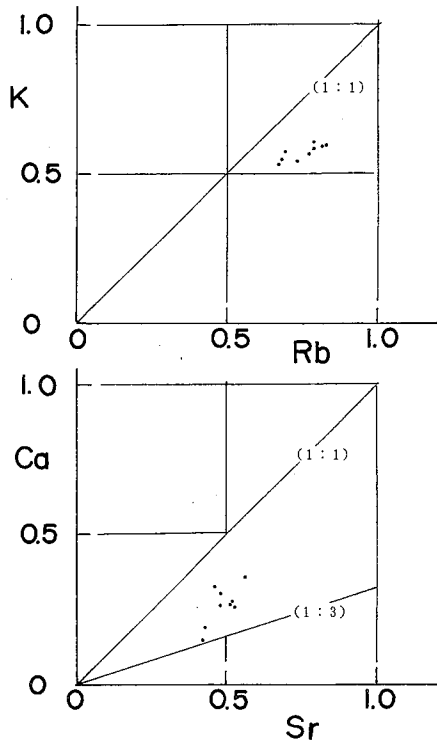


図25 生駒山東麓窯跡群出土須恵器の両相関図

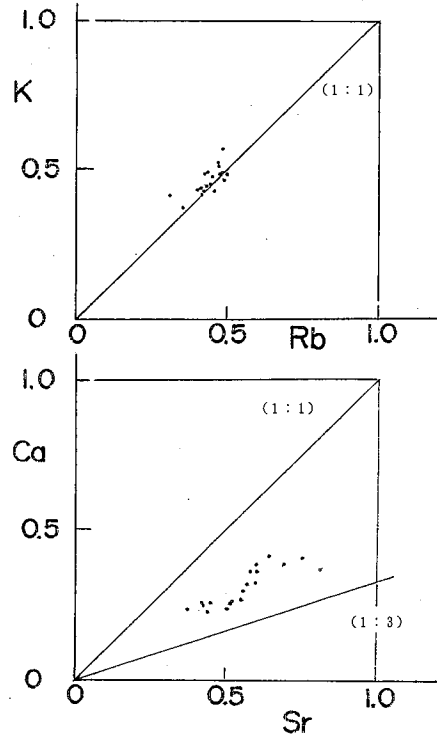


図27 菅田白鳥窯跡出土埴輪の両相関図

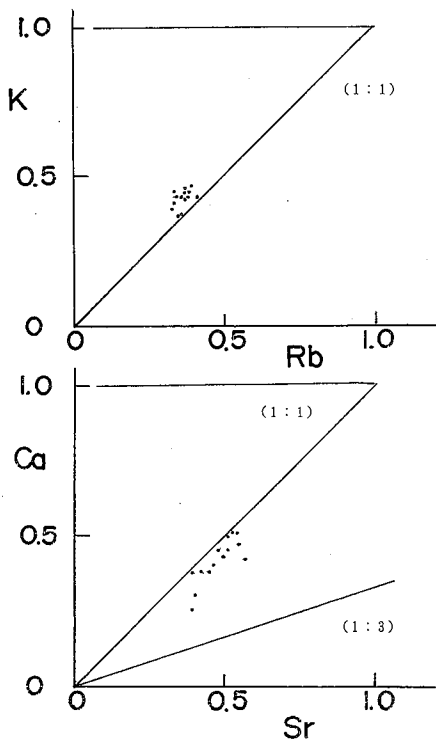


図26 中佐備窯跡出土須恵器の両相関図

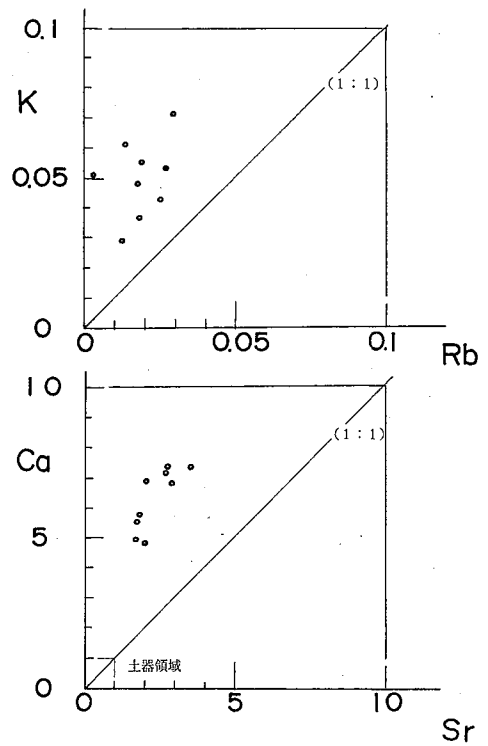


図28 生駒山西麓で採集された角閃石斑礫岩の両相関図

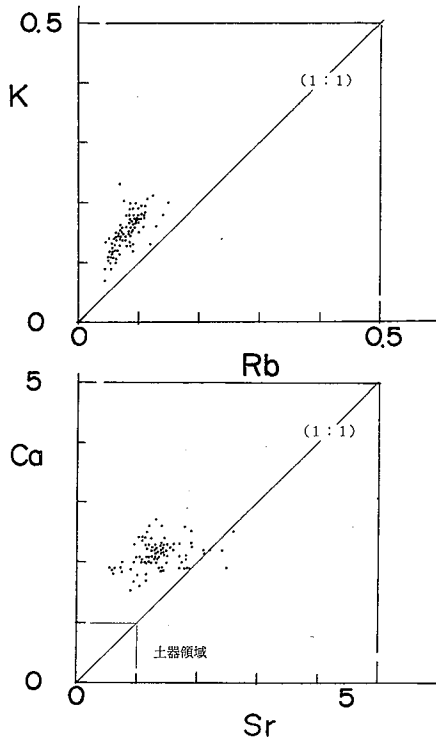


図29 生駒山西麓第Ⅰ群土器の両相関図

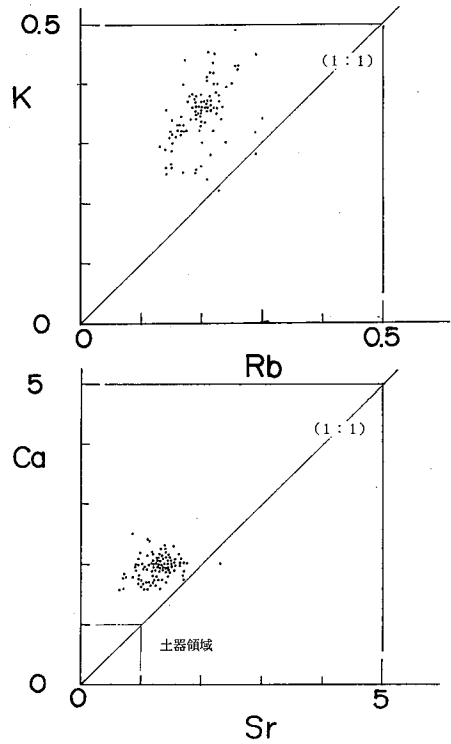


図30 生駒山西麓第Ⅱ群土器の両相関図

は多数ある。通称、生駒山西麓遺跡群土器である。生駒山西麓遺跡群から出土する縄文土器、弥生土器、土師器を多数、分析した結果、長石系因子で3群に分類できることが示されている。

生駒山西麓第Ⅰ群の土器の両相関図を図29に示す。生駒山西麓第Ⅰ群土器は典型的な生駒山西麓土器である。試料集団は両分布図で勾配(1:1)の直線の上側の領域に分布し、母岩の斑糲岩の特性が保存されていることがわかる。

また、生駒山西麓第Ⅱ群土器の両相関図を図30、同第Ⅲ群土器の両相関図を図31に示す。試料集団はいずれの相関図でも勾配(1:1)の直線の上側の領域に分布し、母岩の斑糲岩の分布と類似した分布をすることがわかる。風化した粘土を素材としているとはいえ、母岩の化学特性が粘土中に保存されていることがわかる。このことは母岩を構成した鉱物が残渣鉱物として、風化されて生成した粘土中に残っていることを意味する。したがって、両相関図における窯跡出土須恵器や軟質土器の分布のしかたから、粘土の母岩が推定できるわけわけである。

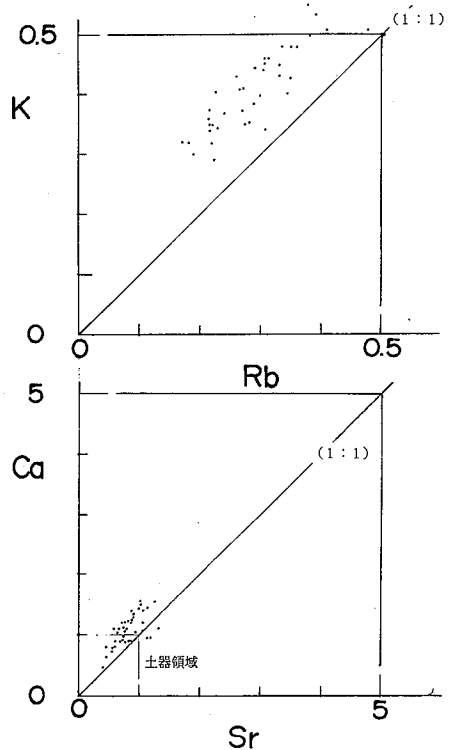


図31 生駒山西麓第Ⅲ群土器の両相関図



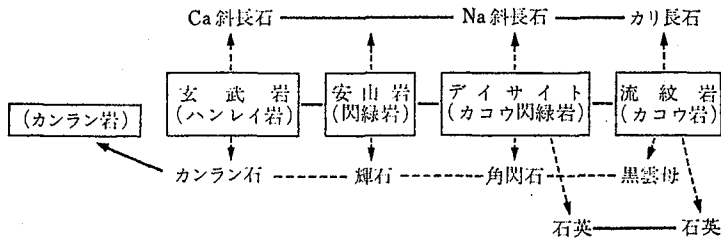


図32 玄武岩質マグマの分化径路と各時期に晶出する鉱物

	a	b	c	d
	玄武岩	安山岩	デイサイト	流紋岩
SiO <sub>2</sub>	48.78	59.59	66.91	72.60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.85	17.31	16.62	13.88
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.37	3.33	2.44	1.43
FeO	6.34	3.13	1.33	0.82
MgO	6.03	2.75	1.22	0.38
CaO	8.91	5.80	3.27	1.32
Na <sub>2</sub> O	3.18	3.58	4.13	3.54
K <sub>2</sub> O	1.63	2.04	2.50	4.03
H <sub>2</sub> O	1.76	1.26	1.13	1.52
TiO <sub>2</sub>	1.39	0.77	0.33	0.30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.47	0.26	0.08	0.06
MnO	0.29	0.18	0.04	0.12
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

図33 デイリーによる各岩型の平均化学組成

#### 4. 考察

岩石は鉱物の集合体である。主要な造岩鉱物は石英、長石類、雲母、角閃石、輝石、かんらん石などである。鉱物種によって、岩石は分類される。通常、地表近くで生成した火山岩は玄武岩、安山岩、デイサイト、流紋岩の4種に分類される。岩石学の教科書によると、玄武岩質マグマの分化過程で析出する鉱物種によって岩石種も異なる。

図32には、玄武岩質マグマの分化径路と各時期に晶出する鉱物と、それに対応する岩石種の間係を示してある。鉱物組成からみると、花崗岩は流紋岩に相当する。地下深所でマグマが徐々に冷却する過程で鉱物の結晶が析出すると大きな結晶に成長する。これらの結晶の集合体が花崗岩である。一方、地表近くでマグマが急速に冷却し、鉱物の結晶が析出すると、結晶は大きく成長しない。これらの鉱物の集合体が流紋岩である。鉱物組成からは花崗岩と流紋岩は同じものである。

また、図33には、デイリーによる各岩型の平

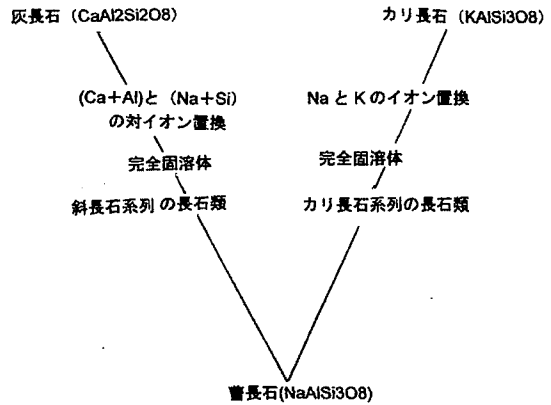


図34 3長石間のイオン置換の関係図

均化学組成を示す。表4から、玄武岩から流紋岩（花崗岩）へと岩型が変わるにつれて、Fe、Caは減少するが、逆に、Kは増加する。AlとNaには大きな変動はみられない。岩型によって、元素組成も異なるわけである。したがって、岩石は玄武岩系の岩石（黒色系の岩石）と花崗岩系の岩石（白色系の岩石）に大きく二分されるわけである。そして、大陸の陸地を構成する岩石が花崗岩類であり、海洋底を構成する岩石が玄武岩である。日本列島の地質の基盤を構成する岩石は花崗岩類である。花崗岩類にK、Caからみて、花崗岩と花崗閃緑岩の2種類の岩石があることになる。なぜ、花崗岩類には2種類の岩石があるのだろうか？

はじめに、K-Ca、Rb-Srの両分布図上における分布について考えよう。

日本列島各地の花崗岩類を分析した結果、花崗岩類の岩片試料はK-Ca分布図で逆相関状のベルト帯を形成することが示された。これを「花崗岩類のベルト帯」と呼ぶことにした。KとCaが逆相関の関係をもつことは灰長石、曹

長石、カリ長石間のイオン置換によって説明できる。岩石を構成する造岩鉱物は石英、長石類と雲母、角閃石などの鉄化合物であるが、長石類は最も重要な鉱物である。岩石学の教科書によると、造岩鉱物中の重要な長石は灰長石 ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ )、曹長石 ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) とカリ長石 ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) の3長石である。これらの長石の間には、図34に示すような、イオン置換の関係がある。このイオン置換の全過程の両端には灰長石とカリ長石があり、その間に種々の組成を持つ完全固溶体が形成される。その結果、花崗岩類はCaとKを両端にした逆相関の連続関係をもつことが予想される。日本列島各地で採集された花崗岩類の分析結果は予想通り、K-Ca分布図上で逆相関の関係をもつことが実証されたのである。「花崗岩類のベルト帯」の左上の領域に分布するのが花崗岩であり、右下の領域に分布するのが花崗閃緑岩である。中間に分布する岩石には名称はつけられてはいない。これらを総称して「花崗岩類」と呼ぶ。そうすると、近畿地方の土台を構成する花崗岩類は北部が花崗岩であり、南部が花崗閃緑岩であり、中部はその中間に分布した花崗岩類ということになる。こうして、花崗岩類の地域差の原因は長石類であることが理解できた。また、実験データから、Rb-Sr分布図でも「花崗岩類のベルト帯」が形成されることが示されている。このことは、微量元素Rb、Srはそれぞれ、主成分元素K、Caと正の相関関係をもつことを意味する。実際、これらの主成分元素と微量元素の間には、相関度の良し悪しはあっても、正の相関性があることがK-Rb、Ca-Srの両相関図で示された。微量元素Rb、Srは長石類の結晶格子のK、Caが配置される位置に、一定の割合で配置されたと考えられる。

他方、これらの花崗岩類が分布する直上にある窯跡出土須恵器は近畿地方北部では「土器領域」の第Ⅱ象限に、また、南部では「土器領域」の第Ⅳ象限に、そして、中部ではその中間の第Ⅲ象限に分布し、花崗岩類の長石系因子にみられる化学特性とよく対応することが示された。水に溶解しやすいK、Caの分析値はJG-1による標準化値が1以下であることは、母岩に含まれていたこれらの元素が半部以上溶出したこと

を示す。それでも、須恵器の素材である粘土中にこれらの元素が残っているということは母岩中に含まれていた長石類が残渣鉱物として残っていたことを示すと考えられる。したがって、窯跡出土須恵器、埴輪にみられる地域差は花崗岩類同様、長石類であることも理解できる。

一方、鉄化合物の風化によって、Feは水酸化鉄になるが、水酸化鉄はpH 4以下の酸性状態にならないと溶解しない。自然界に広く分布している水は中性であるから、水酸化鉄は溶解しない。コロイド状になった水酸化鉄は水に流されて移動し、別の場所で沈着することも考えられる。土器遺物(粘土)のFeの分析値が1以上の値を持つこと、さらに、露頭に重層する地層をみていると、白色の地層や褐色の地層が重層していることが観察されているからである。しかし、粘土中に残留しているFeにも地域差があることは今回分析した近畿地方の窯跡出土須恵器や埴輪が近畿地方北部、中部、南部で地域差があることで示されている。北部の花崗岩にはFe量は少なく、南部の花崗閃緑岩にはFe量多いというデータによく対応している。Fe因子にみられる地域差は長石系因子にみられるほどシャープに地域差を示さないのは、風化過程で残留する元素であることと関係する。

母岩に地域差がほとんど認められなかったNaにおいて、窯跡出土須恵器、埴輪で地域差が認められたことをどのように理解するかである。窯跡出土須恵器、埴輪のNaの分析値は例外なく、JG-1の標準化値が0.4以下で、0.4以上の分析値をもつものはほとんどなかった。このことはK、Ca、Naの中でNaが最も小さい分析値をもつことを示しており、風化過程で最も溶解、流出しやすい元素であることを示している。さらに、窯跡出土須恵器、埴輪においてNaに地域差があることは母岩の岩石が風化し、粘土を生成する環境にNaが大きく影響されたと考えられる。とくに、近畿地方北部と南部でNaの分析値が大きく異なるのは北部の花崗岩の方が南部の花崗閃緑岩よりも破碎されやすいことと関係があるのかもしれない。このことを活用すると、土器遺物の生産地に関する情報を得ることも可能であるかもしれないが、目下のところ、堆積環境の違いが十分わかっていない

ので参考程度にしか活用されていない。

次に、K-Rb、Ca-Srの両相関図での分布について考察する。K-Rb相関図では近畿地方北部の花崗岩は勾配（1：1）の直線の下側の領域に正の相関性をもって分布したのに対して、南部の花崗岩閃緑岩は勾配（1：1）の直線の上側の領域に良好な正の相関性を持って分布した。玄武岩系の岩石である生駒山西麓の斑禰岩も勾配（1：1）の直線の上側の領域に良好な正の相関性をもって分布した。花崗閃緑岩は長石類からみると、花崗岩よりもむしろ、玄武岩に近い岩石であることがわかる。斜長石が多く、カリ長石が少ない岩石である。したがって、北部の花崗岩にみられるK-Rbの相関性は花崗岩に含まれるカリ長石に関係するのに対して、南部の花崗閃緑岩や斑禰岩中にはカリ長石はほとんど含まれていないことから、雲母、角閃石などの鉄化合物中に含まれるK、Rbが関係していると推察される。

一方、Ca-Sr相関図では、Caを含む斜長石が少ない近畿地方北部の花崗岩では勾配（1：1）の直線を挟んで、相関度が悪く、大きくばらついて分布するのに対して、南部の花崗閃緑岩も勾配（1：1）の直線沿いにばらついて分布した。しかし、斑禰岩は勾配（1：1）の直線の上側の領域に正の相関性をもって分布し、花崗閃緑岩とは明確な違いがあることを示した。このことは窯跡が残っていない軟質土器の母岩が玄武岩系か花崗岩系を知る上で役立つ。今後の研究課題である。

一方、窯跡出土須恵器、埴輪のCa-Sr相関図をみてみよう。近畿地方北部のCaが少ない花崗岩が分布する直上にある窯跡出土須恵器は勾配（1：3）の直線沿いに分布するのに対して、南部の中佐備窯跡出土須恵器や菅田白鳥、土師の里窯跡出土埴輪は勾配（1：1）と（1：3）の直線に囲まれた領域に正の相関性をもって分布した。北部と南部でCa-Sr分布図での分布には大きな違いがあることを示した。さらに、生

駒山西麓の斑禰岩に由来する粘土を素材としたと推定される生駒山西麓土器はすべて、勾配（1：1）の直線の上側の領域に正の相関性をもって分布し、花崗閃緑岩由来の粘土とも異なる分布をした。

以上の結果、花崗岩類に由来する粘土と斑禰岩に由来する粘土ではK-Rb、Ca-Srの両相関図での分布が全く異なることがわかった。また、花崗岩と花崗閃緑岩に由来する粘土も両相関図での分布が異なることもわかった。このことは生産地である窯跡が残っていない縄文土器や弥生土器の伝播に関する研究にも活用できることを示している。

#### 参考文献（刊行順）

- 久野 久1976『火山及び火山岩 第2版』岩波書店  
 三辻利一2000「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』第31集、アグネ技術センター  
 三辻利一・松井敏也2002「K、Ca、Rb、Sr因子による須恵器窯跡の分類」『X線分析の進歩』第33集、アグネ技術センター  
 三辻利一2010「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31報）一長石系因子からみた近畿地方の花崗岩類、土壌および窯跡出土須恵器の胎土一」『志学台考古』第10号、大阪大谷大学文化財学科、29～45頁  
 三辻利一2013『新しい土器の考古学』同成社  
 三辻利一2015「玄武岩と花崗岩類にみられるK-Rb、Ca-Srの両相関図」『志学台考古』第15号、大阪大谷大学歴史文化学科、1～17頁  
 三辻利一・犬木 努・近藤麻美2015「土器遺物のK-Rb、Ca-Sr両相関図」『志学台考古』第15号、大阪大谷大学歴史文化学科、18～30頁

#### 挿図出典

- 図1～31：三辻作成  
 図32・33：久野1976より

表1 近畿地方の花崗岩類の蛍光X線分析データ

採取地	試料番号	分析値					
		K	Ca	Fe	Rb	Sr	Na
敦賀半島	56430	0.998	0.163	0.482	1.750	0.109	1.250
敦賀半島	56431	1.170	0.152	0.424	1.900	0.112	1.470
敦賀半島	56432	1.190	0.098	0.425	1.850	0.123	1.340
敦賀半島	56433	1.010	0.056	0.393	1.430	0.120	1.140
敦賀半島	56434	1.270	0.143	0.293	1.870	0.147	1.270
敦賀半島	56435	1.240	0.294	0.450	1.860	0.132	1.320
敦賀半島	56436	1.010	0.200	0.325	1.450	0.107	1.280
敦賀半島	56437	1.180	0.195	0.347	1.710	0.156	1.370
敦賀半島	56443	1.060	0.178	0.414	1.640	0.133	1.220
敦賀半島	56444	1.100	0.232	0.441	1.430	0.153	1.280
敦賀半島	56445	1.170	0.170	0.156	1.250	0.103	1.090
敦賀半島	56446	1.150	0.245	0.336	1.290	0.231	1.090
敦賀半島	56447	1.100	0.194	0.286	1.540	0.079	1.320
敦賀半島	56448	1.110	0.205	0.522	1.400	0.180	1.140
敦賀半島	56449	1.130	0.229	0.380	1.550	0.150	1.180
敦賀半島	56450	1.220	0.051	0.521	1.880	0.039	0.875
敦賀半島	56451	1.120	0.253	0.408	1.510	0.158	1.070
敦賀半島	56452	1.110	0.203	0.349	1.670	0.052	1.140
敦賀半島	56510	1.110	0.101	0.160	1.780	0.145	1.350
敦賀半島	56511	1.160	0.263	0.337	1.620	0.119	1.320
比良山	R-367	1.190	0.221	0.536	1.500	0.255	1.040
比良山	R-370	0.923	0.315	0.325	1.110	0.249	0.872
比良山	R-373	1.310	0.152	0.659	1.630	0.328	1.090
比良山	R-376	1.040	0.099	0.846	1.370	0.212	1.050
比良山	R-379	1.380	0.308	0.295	1.670	0.317	0.924
比良山	R-382	1.040	0.207	0.777	1.340	0.210	0.900
比良山	R-387	1.180	0.334	0.258	1.610	0.290	1.230
比良山	R-397	0.894	0.056	0.361	1.180	0.184	0.938
比良山	R-398	0.911	0.062	0.588	1.230	0.176	0.967
比良山	R-400	1.350	0.127	0.576	1.740	0.268	1.140
比良山	R-438	1.040	0.223	0.593	1.400	0.255	1.140
比良山	R-440	0.851	0.320	0.527	1.140	0.265	1.150
比良山	R-443	0.944	0.356	0.539	1.280	0.309	1.260
比良山	R-446	1.010	0.221	0.541	1.340	0.269	1.060
比良山	R-450	1.060	0.283	0.570	1.360	0.287	1.090
比良山	R-460	1.290	0.223	0.560	1.580	0.422	1.220
比良山	R-462	1.190	0.093	0.408	1.480	0.355	1.090
比良山	R-464	1.000	0.121	0.894	1.250	0.456	1.170
比良山	R-467	1.460	0.188	0.329	1.860	0.339	1.220
比良山	R-473	0.792	0.292	0.539	1.130	0.324	0.962
生駒山東麓	R-1196	1.280	0.881	1.270	0.987	1.130	0.773
生駒山東麓	R-1197	1.110	1.130	1.240	0.901	1.220	0.992
生駒山東麓	R-1198	1.150	0.856	1.150	0.859	1.120	0.868
生駒山東麓	R-1199	1.180	0.736	0.921	0.849	1.030	0.727
生駒山東麓	R-1200	0.650	1.140	1.340	0.646	1.080	0.938
生駒山東麓	R-1201	0.838	1.080	1.200	0.716	1.050	0.973
生駒山東麓	R-1292	0.968	1.220	1.830	0.787	0.870	0.903
生駒山東麓	R-1293	1.120	1.010	1.120	0.828	0.995	0.950
生駒山東麓	R-1294	0.938	1.120	1.110	0.805	1.030	0.955
生駒山東麓	R-1295	0.895	1.340	1.150	0.702	1.150	0.957
生駒山東麓	R-1296	1.140	1.250	1.190	0.798	1.060	0.955
生駒山東麓	R-1353	1.500	0.749	0.735	0.890	1.020	0.884
生駒山東麓	R-1354	1.230	0.898	0.965	0.788	0.950	0.974
生駒山東麓	R-1356	1.110	0.966	0.963	0.668	0.953	1.060
生駒山東麓	R-1357	0.806	1.190	1.420	0.582	0.851	1.080

## 土器胎土にみられる地域差：三辻・犬木

採取地	試料番号	分析値					
		K	Ca	Fe	Rb	Sr	Na
生駒山東麓	R-1358	1.190	0.846	0.707	0.697	0.988	0.984
生駒山東麓	R-1359	1.270	0.981	0.686	0.700	1.040	1.130
生駒山東麓	R-1363	0.887	1.030	1.200	0.660	0.861	1.010
生駒山東麓	R-1364	1.120	0.950	1.440	0.667	0.896	1.010
生駒山東麓	R-1368	1.170	0.993	1.260	0.989	1.040	0.837
葛城山	R-2216	0.379	2.410	1.910	0.144	2.740	1.080
葛城山	R-2217	0.368	2.370	1.920	0.133	2.720	1.130
葛城山	R-2218	0.501	2.240	2.220	0.161	2.700	1.030
葛城山	R-2220	0.319	2.510	1.340	0.104	2.850	1.080
葛城山	R-2222	0.571	2.150	2.150	0.208	2.330	0.912
葛城山	R-2223	0.481	2.280	2.060	0.157	2.550	1.060
葛城山	R-2224	0.262	2.820	1.860	0.084	2.720	1.190
葛城山	R-2225	0.481	2.120	1.910	0.188	2.250	1.030
葛城山	R-2226	0.418	2.240	1.810	0.150	2.390	0.986
葛城山	R-2228	0.326	2.550	1.470	0.106	2.870	1.150
葛城山	R-2229	0.288	2.410	1.450	0.103	2.890	1.150
葛城山	R-2230	0.516	1.840	1.860	0.178	2.410	0.874
葛城山	R-2232	0.313	2.340	1.250	0.098	2.770	1.070
葛城山	R-2233	0.362	2.580	1.850	0.107	2.700	1.160
葛城山	R-2234	0.366	2.410	1.790	0.132	2.660	1.090
葛城山	R-2238	0.453	2.310	2.010	0.141	2.620	1.050
葛城山	R-2240	0.271	2.570	1.240	0.087	3.140	1.140
葛城山	R-2243	0.350	2.580	1.570	0.108	2.820	1.090
葛城山	R-2245	0.310	2.430	1.560	0.126	2.970	1.120
葛城山	R-2249	0.413	2.190	1.740	0.141	2.630	1.020
金剛山	R-2307	0.399	2.400	1.800	0.137	2.600	1.150
金剛山	R-2308	0.433	1.310	2.390	0.187	2.790	1.250
金剛山	R-2309	0.266	2.590	1.050	0.093	3.150	1.390
金剛山	R-2310	0.238	2.640	1.910	0.114	2.520	1.180
金剛山	R-2311	0.440	1.040	2.500	0.214	2.960	1.340
金剛山	R-2312	0.452	1.310	2.180	0.203	3.000	1.200
金剛山	R-2313	0.285	2.670	2.070	0.136	2.200	1.100
金剛山	R-2314	0.427	1.190	2.160	0.216	2.750	1.180
金剛山	R-2315	0.342	1.950	2.010	0.155	2.980	1.240
金剛山	R-2316	0.308	2.510	2.130	0.137	3.360	1.100
金剛山	R-2317	0.506	1.090	2.270	0.257	2.170	1.160
金剛山	R-2318	0.445	1.600	2.180	0.200	2.400	1.250
金剛山	R-2319	0.292	2.410	1.520	0.114	2.940	1.290
金剛山	R-2320	0.393	1.620	2.910	0.172	2.120	0.941
金剛山	R-2338	0.370	2.680	2.790	0.172	2.460	0.098
金剛山	R-2339	0.316	2.310	2.390	0.188	2.130	0.098
金剛山	R-2341	0.360	2.460	2.180	0.155	2.120	0.984
金剛山	R-2343	0.323	2.600	2.030	0.152	2.520	1.200
金剛山	R-2344	0.280	2.500	1.630	0.147	2.740	1.060
金剛山	R-2345	0.321	2.600	2.160	0.148	2.420	1.600

表2 近畿地方の花崗岩類の直上にある窯跡出土須恵器・埴輪の蛍光X線分析データ

窯跡名	所在地	試料番号	分析値					
			K	Ca	Fe	Rb	Sr	Na
興道寺窯	福井県美浜町	15143	0.710	0.117	2.21	1.040	0.400	0.408
興道寺窯	福井県美浜町	15144	0.707	0.108	1.70	1.170	0.397	0.355
興道寺窯	福井県美浜町	15145	0.715	0.124	1.66	1.120	0.417	0.378
興道寺窯	福井県美浜町	15146	0.679	0.114	1.78	1.150	0.363	0.283
興道寺窯	福井県美浜町	15147	0.700	0.110	3.00	0.926	0.330	0.362
興道寺窯	福井県美浜町	15149	0.648	0.104	3.45	0.870	0.306	0.303
興道寺窯	福井県美浜町	15150	0.706	0.118	2.92	0.973	0.341	0.380
興道寺窯	福井県美浜町	15151	0.661	0.105	4.25	0.823	0.276	0.300
興道寺窯	福井県美浜町	15152	0.721	0.130	2.31	1.020	0.382	0.372
興道寺窯	福井県美浜町	15153	0.711	0.121	2.93	0.941	0.331	0.372
興道寺窯	福井県美浜町	15154	0.682	0.106	3.57	0.888	0.300	0.341
興道寺窯	福井県美浜町	15155	0.672	0.107	3.55	0.897	0.316	0.360
興道寺窯	福井県美浜町	15156	0.725	0.115	3.24	0.934	0.313	0.328
興道寺窯	福井県美浜町	15158	0.698	0.123	1.49	1.240	0.405	0.320
興道寺窯	福井県美浜町	15159	0.556	0.096	2.56	0.689	0.301	0.154
興道寺窯	福井県美浜町	15160	0.654	0.113	2.78	0.894	0.335	0.286
興道寺窯	福井県美浜町	15161	0.710	0.120	2.18	1.010	0.386	0.413
興道寺窯	福井県美浜町	15162	0.711	0.117	1.54	1.160	0.407	0.380
興道寺窯	福井県美浜町	15163	0.694	0.111	1.68	1.170	0.392	0.343
城谷窯	福井県小浜市	15001	0.708	0.116	1.92	0.844	0.338	0.202
城谷窯	福井県小浜市	15002	0.676	0.116	2.07	0.821	0.318	0.185
城谷窯	福井県小浜市	15003	0.691	0.130	2.25	0.811	0.311	0.198
城谷窯	福井県小浜市	15004	0.622	0.085	1.53	0.821	0.219	0.148
城谷窯	福井県小浜市	15005	0.579	0.104	2.25	0.719	0.302	0.129
城谷窯	福井県小浜市	15006	0.621	0.119	1.53	0.831	0.306	0.192
城谷窯	福井県小浜市	15007	0.688	0.125	2.24	0.807	0.320	0.205
城谷窯	福井県小浜市	15008	0.649	0.089	1.57	0.833	0.276	0.155
城谷窯	福井県小浜市	15009	0.604	0.101	2.30	0.717	0.296	0.119
城谷窯	福井県小浜市	15010	0.559	0.053	2.30	0.732	0.226	0.103
城谷窯	福井県小浜市	15011	0.707	0.127	2.26	0.808	0.317	0.204
城谷窯	福井県小浜市	15012	0.633	0.119	2.18	0.807	0.317	0.143
葉原窯	福井県敦賀市	15206	0.449	0.193	1.69	0.400	0.430	0.203
葉原窯	福井県敦賀市	15207	0.409	0.047	2.10	0.385	0.217	0.053
葉原窯	福井県敦賀市	15208	0.443	0.089	1.45	0.444	0.327	0.141
葉原窯	福井県敦賀市	15209	0.423	0.067	2.32	0.383	0.245	0.081
葉原窯	福井県敦賀市	15210	0.445	0.103	1.73	0.397	0.302	0.133
葉原窯	福井県敦賀市	15211	0.473	0.183	1.96	0.429	0.431	0.199
葉原窯	福井県敦賀市	15212	0.492	0.092	2.02	0.428	0.325	0.128
葉原窯	福井県敦賀市	15213	0.469	0.109	2.39	0.405	0.317	0.135
葉原窯	福井県敦賀市	15214	0.446	0.058	1.90	0.414	0.246	0.067
葉原窯	福井県敦賀市	15215	0.468	0.074	1.81	0.385	0.267	0.060
葉原窯	福井県敦賀市	15216	0.545	0.182	1.97	0.412	0.393	0.154
葉原窯	福井県敦賀市	15217	0.496	0.173	1.52	0.424	0.414	0.216
葉原窯	福井県敦賀市	15218	0.474	0.168	1.57	0.453	0.407	0.164
寺谷窯	滋賀県高島市	14127	0.615	0.076	1.48	1.060	0.231	0.126
寺谷窯	滋賀県高島市	14128	0.656	0.076	1.33	1.120	0.240	0.132
寺谷窯	滋賀県高島市	14129	0.559	0.050	1.26	1.040	0.221	0.130
寺谷窯	滋賀県高島市	14130	0.737	0.069	2.45	1.130	0.191	0.154
寺谷窯	滋賀県高島市	14131	0.570	0.064	1.15	1.040	0.243	0.154
小俵山窯	滋賀県高島市	14117	0.790	0.079	2.76	0.801	0.231	0.112
小俵山窯	滋賀県高島市	14118	0.743	0.122	2.21	0.808	0.350	0.220
小俵山窯	滋賀県高島市	14119	0.777	0.053	1.90	0.868	0.232	0.119
小俵山窯	滋賀県高島市	14120	0.674	0.046	2.43	0.760	0.198	0.079
小俵山窯	滋賀県高島市	14121	0.637	0.066	2.01	0.712	0.195	0.052

## 土器胎土にみられる地域差：三辻・犬木

窯跡名	所在地	試料番号	分析値					
			K	Ca	Fe	Rb	Sr	Na
天神山窯	滋賀県大津市	14082	0.584	0.153	2.53	0.614	0.323	0.231
天神山窯	滋賀県大津市	14083	0.625	0.216	3.14	0.652	0.366	0.288
天神山窯	滋賀県大津市	14084	0.658	0.218	2.37	0.663	0.383	0.285
天神山窯	滋賀県大津市	14085	0.640	0.181	2.41	0.711	0.405	0.319
天神山窯	滋賀県大津市	14086	0.630	0.210	3.10	0.662	0.374	0.313
天神山窯	滋賀県大津市	14087	0.614	0.169	2.08	0.705	0.424	0.308
天神山窯	滋賀県大津市	14088	0.629	0.125	3.19	0.578	0.303	0.238
天神山窯	滋賀県大津市	14089	0.604	0.121	2.55	0.667	0.334	0.236
天神山窯	滋賀県大津市	14090	0.642	0.146	2.68	0.594	0.333	0.251
天神山窯	滋賀県大津市	14091	0.652	0.208	2.98	0.678	0.392	0.333
天神山窯	滋賀県大津市	14092	0.591	0.212	3.21	0.579	0.380	0.248
天神山窯	滋賀県大津市	14093	0.534	0.187	2.16	0.576	0.478	0.240
生駒山東麓窯	奈良県生駒市	26001	0.540	0.255	1.61	0.677	0.528	0.345
生駒山東麓窯	奈良県生駒市	26002	0.559	0.313	2.00	0.773	0.480	0.302
生駒山東麓窯	奈良県生駒市	26003	0.592	0.276	1.83	0.824	0.523	0.440
生駒山東麓窯	奈良県生駒市	26004	0.596	0.187	1.71	0.776	0.431	0.316
生駒山東麓窯	奈良県生駒市	26005	0.578	0.362	1.79	0.775	0.564	0.388
生駒山東麓窯	奈良県生駒市	26007	0.572	0.149	1.53	0.687	0.418	0.300
生駒山東麓窯	奈良県生駒市	26008	0.534	0.269	1.94	0.666	0.477	0.277
生駒山東麓窯	奈良県生駒市	26009	0.540	0.323	1.86	0.727	0.459	0.297
生駒山東麓窯	奈良県生駒市	26010	0.591	0.273	1.93	0.808	0.506	0.412
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3617	0.446	0.413	3.76	0.432	0.643	0.214
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3618	0.426	0.235	4.63	0.416	0.372	0.226
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3619	0.378	0.262	3.66	0.345	0.418	0.236
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3620	0.477	0.259	3.64	0.449	0.449	0.250
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3621	0.488	0.265	3.36	0.430	0.521	0.286
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3622	0.490	0.261	3.39	0.427	0.516	0.338
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3623	0.513	0.325	3.34	0.474	0.603	0.390
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3624	0.493	0.374	2.84	0.468	0.814	0.418
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3625	0.487	0.318	3.68	0.496	0.567	0.334
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3626	0.522	0.361	3.26	0.473	0.603	0.382
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3627	0.434	0.295	3.27	0.418	0.554	0.298
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3628	0.442	0.382	4.00	0.414	0.596	0.318
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3629	0.417	0.253	4.54	0.306	0.426	0.231
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3630	0.434	0.228	3.63	0.462	0.436	0.200
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3631	0.445	0.360	3.77	0.441	0.578	0.265
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3632	0.438	0.405	2.97	0.401	0.762	0.358
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3633	0.472	0.272	2.83	0.494	0.550	0.284
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3634	0.489	0.385	3.13	0.481	0.686	0.467
誉田白鳥窯	大阪府羽曳野市	5-3635	0.570	0.243	3.31	0.478	0.502	0.346
土師の里窯	大阪府藤井寺市	5-3647	0.422	0.264	2.70	0.460	0.586	0.417
土師の里窯	大阪府藤井寺市	5-3648	0.434	0.256	2.72	0.473	0.511	0.421
土師の里窯	大阪府藤井寺市	5-3649	0.436	0.294	3.44	0.362	0.623	0.350
土師の里窯	大阪府藤井寺市	5-3650	0.378	0.268	3.14	0.327	0.534	0.286
土師の里窯	大阪府藤井寺市	5-3651	0.422	0.277	2.90	0.431	0.571	0.412
土師の里窯	大阪府藤井寺市	5-3652	0.435	0.329	3.00	0.349	0.610	0.410
土師の里窯	大阪府藤井寺市	5-3653	0.499	0.201	3.55	0.426	0.442	0.252
土師の里窯	大阪府藤井寺市	5-3654	0.453	0.341	4.21	0.368	0.560	0.334
土師の里窯	大阪府藤井寺市	5-3655	0.501	0.254	4.15	0.351	0.499	0.263
土師の里窯	大阪府藤井寺市	5-3656	0.462	0.219	3.97	0.381	0.452	0.262
土師の里窯	大阪府藤井寺市	33155	0.505	0.366	3.03	0.494	0.627	0.516
土師の里窯	大阪府藤井寺市	33156	0.471	0.257	2.86	0.505	0.533	0.447
土師の里窯	大阪府藤井寺市	33157	0.447	0.261	2.91	0.449	0.697	0.307
土師の里窯	大阪府藤井寺市	33158	0.429	0.286	2.34	0.484	0.580	0.363
土師の里窯	大阪府藤井寺市	33159	0.464	0.389	2.65	0.440	0.720	0.382
土師の里窯	大阪府藤井寺市	33160	0.500	0.305	2.96	0.470	0.596	0.456
土師の里窯	大阪府藤井寺市	33161	0.465	0.334	3.21	0.435	0.600	0.410

窯跡名	所在地	試料番号	分析値					
			K	Ca	Fe	Rb	Sr	Na
土師の里窯	大阪府藤井寺市	33162	0.510	0.381	2.78	0.522	0.706	0.475
土師の里窯	大阪府藤井寺市	33163	0.462	0.392	1.91	0.459	0.772	0.384
土師の里窯	大阪府藤井寺市	33164	0.522	0.366	2.71	0.470	0.703	0.525
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2836	0.458	0.448	4.21	0.369	0.476	0.364
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2837	0.466	0.382	4.25	0.391	0.393	0.280
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2838	0.425	0.376	3.84	0.370	0.450	0.323
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2839	0.434	0.404	3.84	0.375	0.464	0.340
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2840	0.372	0.253	3.20	0.355	0.389	0.273
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2841	0.445	0.431	4.12	0.367	0.490	0.338
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2842	0.433	0.511	4.07	0.358	0.538	0.380
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2843	0.414	0.471	3.91	0.335	0.547	0.411
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2844	0.448	0.384	4.32	0.379	0.423	0.305
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2845	0.451	0.420	3.53	0.334	0.573	0.446
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2846	0.434	0.303	4.09	0.412	0.404	0.290
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2847	0.433	0.515	4.34	0.343	0.520	0.375
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2848	0.387	0.448	4.25	0.319	0.507	0.303
中佐備窯	大阪府富田林市	13-2849	0.372	0.503	5.07	0.349	0.506	0.272