

土器遺物のK-Rb、Ca-Sr両相関図

三辻利一・犬木 努・近藤麻美

要約

九州各地の窯跡群出土須恵器のK-Rb、Ca-Sr両相関図が示された。花崗岩を後背地にもつ宮崎県の松ヶ迫窯跡、葎田窯跡出土須恵器はK-Rb相関図では花崗岩の相関分布と同じ分布の仕方をし、母岩のK-Rbの相関性が粘土にも保存されていることを示した。しかし、Ca-Sr相関図では勾配(1:3)の直線沿いに分布し、花崗岩の分布とは異なる分布をした。福岡県の小隈窯跡から出土した須恵器は両相関図で花崗閃緑岩と類似した分布をした。母岩の両相関性が粘土にも残っていたことになる。両相関図での分布から、小隈1号墳出土須恵器、埴輪は小隈窯跡出土須恵器と同じ胎土であることがわかった。両相関図が須恵器のみならず、埴輪の産地を知る上にも役立つことを示した。

富山県の後背地の地質は花崗岩系の岩石である。富山県内の窯跡群出土須恵器のK-Rb相関図は花崗岩の相関図と同じであった。宮崎県と同様、富山県でも母岩のK-Rb相関性が粘土に保存されていたことを示した。しかし、Ca-Sr相関図では、試料集団は勾配(1:3)の直線に沿って、正の相関性をもって分布した。母岩のCa-Srの相関性が保存されていなかったことになる。風化過程で生成した粘土に微量元素Srが吸着されたことが考えられた。宮崎県の窯跡出土須恵器にも同じCa-Srの相関性が観測されている。Ca-Sr相関図で勾配(1:3)の直線沿いに分布するのは花崗岩由来の粘土のもつ特有の性質である可能性がある。また、富山県内の縄文遺跡から出土した縄文土器も窯跡群出土須恵器と両相関図で同じ分布をすることを示した。須恵器と同じ素材粘土を使用したと考えられ、在地産の縄文土器であると推定された。

兵庫県池田古墳出土埴輪の大半は在地産の埴輪と推定されたが、一部に異質の胎土をもつ埴輪が検出された。これらの埴輪のK-Rb、Ca-Srの両相関図における分布から、異質の胎土をもつ埴輪は外部地域から搬入された埴輪であると推定された。

このように、K-Rb、Ca-Srの両相関図も土器遺物の産地を探る上に役立つことがわかった。とくに、生産地が残っていない縄文土器、弥生土器、土師器、埴輪などの軟質土器の産地を知る上に役立つことがわかった。

1. はじめに

火山活動の研究は火山噴出物を通して行われる。日本列島では第三紀およびそれ以前の火山岩の多くは地殻変動や浸蝕作用を受け、大部分が失われてしまっているので、古い地質時代の火山活動は復元できないものが多い。第三紀以後の火山については火山分布図が作成されている。図1に示す。この図をみると、火山は地球上に一樣に分布しているのではなく、限られた地域に密集して分布する。とくに、大陸の周縁部と、太平洋や大西洋の太平洋内部に多い。太平洋内部に産する岩石は玄武岩が圧倒的に多い。シリカ(SiO₂)に乏しく、アルカリ元素に富むアルカリ系岩である。他方、太平洋を取り巻く環太平洋火山帯はシリカに富み、アルカリに乏しいカルクアルカリ系岩の岩石からなる。

地球化学者デイリーはカルクアルカリ系岩を四つの岩型に分類した。玄武岩、安山岩、デイサイト、流紋岩(花崗岩)である。各岩型の平均元素組成を表1に示す。玄武岩はFeを多く

含む塩基性岩であり、流紋岩(花崗岩)はFeの含有量が少ない酸性岩である。両者は鉱物組成からみても異なる岩石である。玄武岩には斜長石が多く含まれるが、カリ長石はほとんど含まれていない。逆に、流紋岩(花崗岩)にはカリ長石が多く含まれ、斜長石は少ない。したがって、玄武岩にはCaが多く含まれているが、Kは少ない。逆に、流紋岩(花崗岩)にはCaが少なく、Kを多く含む。当然、K-Ca分布図では玄武岩と花崗岩は全く異なる位置に分布する。ところが、日本列島では花崗岩系の岩石ではあるが、K、Ca因子からみて玄武岩に近い岩石があることが知られている。花崗閃緑岩である。そればかりではない。K-Ca分布図上で、花崗岩と花崗閃緑岩の中間に分布する花崗岩系の岩石もある。これらの花崗岩系の岩石は「花崗岩類」としてまとめられ、K-Ca分布図では「花崗岩類のベルト帯」を形成することが示されている。花崗岩類は日本列島の地質の基盤を構成する岩石である。また、これらの花崗岩類中の

微量元素Rb、Srはそれぞれ主成分元素K、Caと正の相関性をもつことも実証されている。このことから、微量元素Rbは主成分元素Kとともにカリ長石中に含まれており、微量元素Srは主成分元素Caとともに斜長石中に含まれていると考えられている。したがって、花崗岩類はRb-Sr分布図上でも地域差を示し、「花崗岩類のベルト帯」も形成した。さらに、花崗岩と玄武岩ではK-Rb、Ca-Srの相関図での分布位置も異なり、また、相関直線の勾配にも違いがあることが示された。さらに、花崗岩と花崗閃緑岩、その中間に分布する花崗岩類も両相関図での分布位置が異なり、相関直線の勾配も異なることも示された。両相関図での分布と相関直線の勾配は花崗岩から花崗閃緑岩へと次第に変遷していくことも近畿地方の花崗岩類の分析データから示されている。このことは玄武岩と花崗岩類、さらに、花崗岩類の各岩石間の相互識別にK-Ca、Rb-Srの両分布図とともに、K-Rb、Ca-Srの両相関図も役立つことを示している。

一方、須恵器生産は古代最大の窯業生産であった。須恵器を大量に生産した窯跡群は北は青森県から南は鹿児島県に至るまで全国各地に残っている。しかも、大量の須恵器破片を伴っていた。これらの破片試料を大量に分析した結果、窯跡群出土須恵器は窯跡群の所在地によって、K-Ca、Rb-Sr分布図上で地域差を示した。窯跡群出土須恵器の地域差は窯跡群出土須恵器の分析化学的研究によって見つけられたのである。

窯跡群の後背地の地質を構成する岩石は花崗岩類である場合が多い。それは花崗岩類に由来する粘土が1000°Cを超える高温で焼成すると、硬く焼結するからである。窯跡群出土須恵器の長石系因子にみられる化学特性は後背地の地質を構成する岩石の化学特性によく対応することは母岩を構成した長石類の残渣が窯跡群出土須恵器の化学特性を支配していることを示している。さらに、KとRb、CaとSrの間にも正の相関性があることも示されている。そうすると、

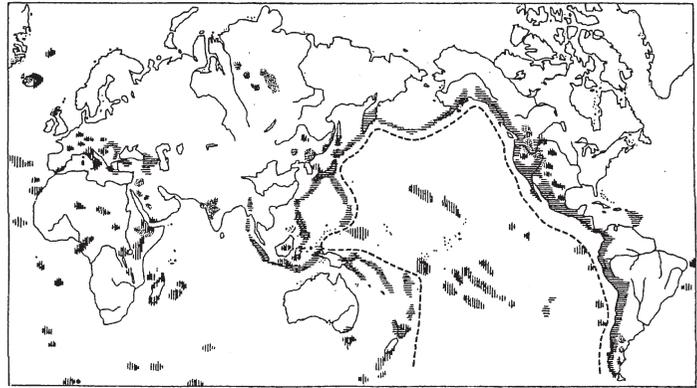


図1 世界における新生代火山の分布と安山岩線 (久野 久『火山及び火山岩』(岩波書店)より)

Table 1 Mean chemical composition of alkaline and calc-alkalinen rocks.

	a	b	c	d
	玄武岩	安山岩	デイサイト	流紋岩
SiO ₂	48.78	59.59	66.91	72.60
Al ₂ O ₃	15.85	17.31	16.62	13.88
Fe ₂ O ₃	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 ₂ O	3.18	3.58	4.13	3.54
K ₂ O	1.63	2.04	2.50	4.03
H ₂ O	1.76	1.26	1.13	1.52
TiO ₂	1.39	0.77	0.33	0.30
P ₂ O ₅	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

表1 デイリーによるカルクアルカリ岩系各岩型の平均化学組成 (久野 久『火山及び火山岩』(岩波書店)より)

K-Rb、Ca-Srの両相関図でも窯跡群の所在地によって両相関図での分布が異なることが予想される。本論文では、大きな地域内での相関性の違いをみるために、九州各地の窯跡群出土須恵器にみられるK-Rb、Ca-Srの相関性を比較した。さらに、小地域内での相関性の違いをみるために、多数の須恵器窯跡が残っている富山県内の窯跡群出土須恵器についてその相関性も比較した。さらに、1基の古墳から出土した埴輪に複数の胎土がある場合に、両相関図での相関性の違いがあるかどうかを検討した。その例として、兵庫県池田古墳出土埴輪の両相関図を比較した。

2. 試料およびデータ解析法

土器遺物は各地の県市町村の当該教育委員会

から提供された。

土器試料の処理法と分析法はこれまでと同じであるので、ここでは説明を割愛する。

データ解析法は岩石標準試料JG-1で標準化された分析値をそのまま、K-Rb、Ca-Srの両相関図上にプロットした。窯跡群出土須恵器の相関性は花崗岩、花崗閃緑岩の相関性と比較された。窯跡群出土須恵器も花崗岩類ともに不均質系試料であるので、両相関図上の試料集団の分布位置を定性的に比較してデータを解釈した。本研究ではこのデータ解析法で十分である。

3. 結果

図2には、宮崎県宮崎市の6世紀代の須恵器窯である松ヶ迫窯跡から出土した須恵器の両相関図を示す。K-Rb相関図では勾配(1:1)の直線の下側に試料集団は分布する。この分布の仕方は花崗岩の分布の仕方に類似している。松ヶ迫窯跡の後背地は花崗岩である。花崗岩に比べて、風化して生成した粘土を素材とした須恵器ではK、Rbの含有量は母岩に比べて少ないが、そのK-Rb相関性には母岩の花崗岩のK-Rbの相関性が保存されていることがわかる。Ca-Sr相関図では、Caの風化が速いため、粘土に残っているCa、Srは母岩に比べてずっと少ない。しかも、花崗岩では勾配(1:1)と勾配(1:3)の直線に挟まれた領域に分布したが、花崗岩由来の粘土では微量元素Sr側に大きく偏り、勾配(1:3)の直線沿いに試料集団は分布する。分布がSr側に大きく偏るのは粘土生成の過程で微量元素Srが一旦溶解したコロイド溶液から何らかの形で(たとえば、粘土に吸着)、粘土中に取り込まれたことが考えられる。両相関図での分布からみて、松ヶ迫窯跡の須恵器の素材粘土は花崗岩由来の粘土であったことを示している。

図3には、宮崎県延岡市の苺田窯跡から出土した須恵器の両相関図を示してある。K-Rb相関図では勾配(1:1)の直線の下側に試料集団は分布する。また、Ca-Sr相関図でも、勾配(1:3)の直線の下側に正の相関性をもって分布し、花崗岩由来の粘土を素材とした須恵器の特徴を示している。苺田窯跡の後背地も花崗岩である。花崗岩由来の粘土が須恵器の素材と

なったとみられる。

図4には、福岡県築上郡上毛町(旧新吉富村)に所在する山田東窯跡出土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)の直線の下側に分布し、花崗岩由来の粘土の分布に類似するが、K、Rbは花崗岩由来の粘土に比べてかなり少ない。また、Ca-Sr相関図でも、勾配(1:1)と勾配(1:3)の直線に囲まれた領域に正の相関性を持って分布し、花崗岩類に由来する粘土の分布とは少し異なる分布をした。両相関図で宮崎県の窯跡出土須恵器の相関性とは異なる相関性を示した。母岩の岩石種は花崗岩とは別の岩石である。

図5には、福岡県北九州市にある天観寺山窯跡群の須恵器の両相関図を示す。両相関図での試料集団の分布の仕方は福岡県の山田東窯跡の須恵器と類似するが、分布位置は全く異なる。したがって、母岩の岩石種も異なると推察される。

図6には、福岡県八女市に所在する八女窯跡群の須恵器の両相関図を示してある。K-Rb相関図では勾配(1:1)の直線の下側にばらついて分布し、また、Ca-Sr相関図でも勾配(1:1)と(1:3)の直線の間にはばらついて分布する。両相関図における分布の仕方は天観寺山窯跡群の須恵器に類似するが、Srの含有量に違いがある。

図7には、佐賀県佐賀市の神籠池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)の直線の上側に分布した。また、Ca、Srの含有量も多くなり、Ca-Srの両相関図では試料集団は勾配(1:1)と(1:3)の直線の間領域に正の相関性をもって分布した。花崗閃緑岩系の岩石に由来する粘土が素材となったとみられる。

図8には、福岡県朝倉郡筑前町(旧夜須町)の小隈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)の直線の上側に分布し、Ca-Sr相関図でも、勾配(1:1)の直線の上側に良好な正の相関性をもって分布する。この分布の仕方は花崗閃緑岩の分布の仕方と同じである。花崗閃緑岩系の岩石に由来する粘土が素材となったと推定される。

図9には、福岡県朝倉郡筑前町(旧夜須町)

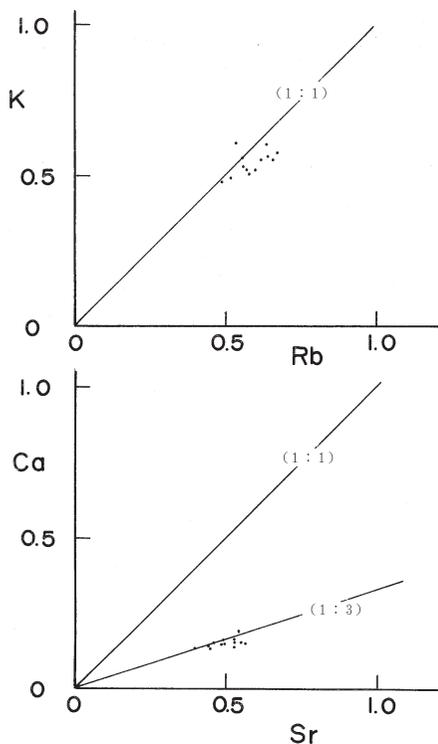


図2 松ヶ迫遺跡（宮崎県宮崎市）出土須恵器の両相関図

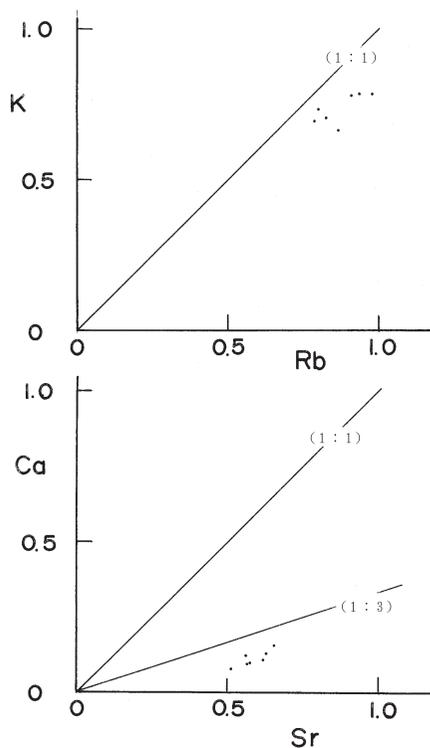


図3 莓田窯（宮崎県延岡市）出土須恵器の両相関図

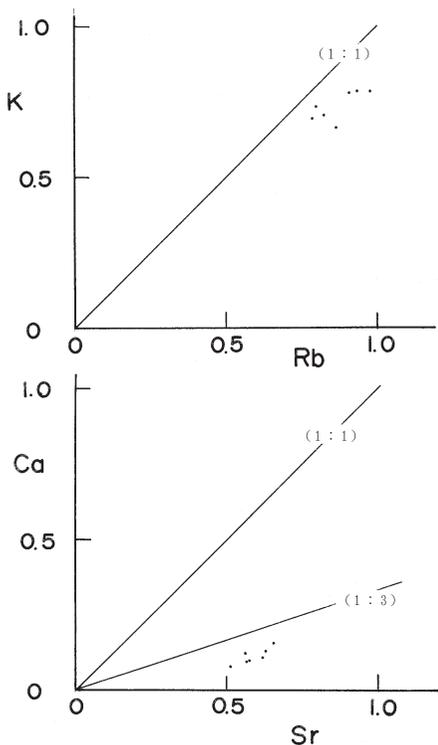


図4 山田東窯跡（福岡県築上郡上毛町）出土須恵器の両相関図

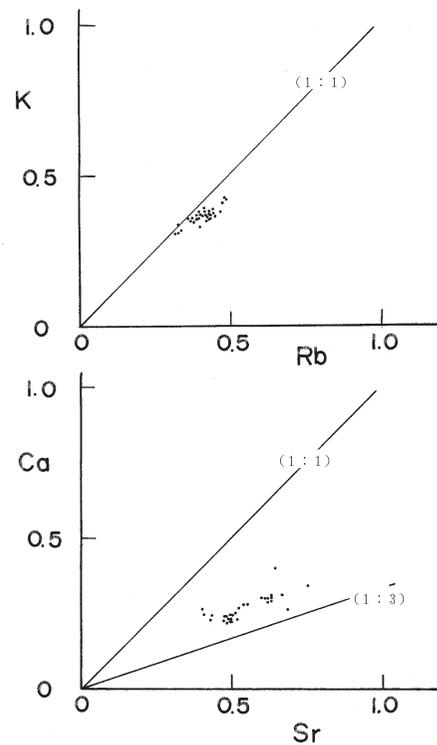


図5 天観寺山窯跡群（福岡県北九州市）出土須恵器の両相関図

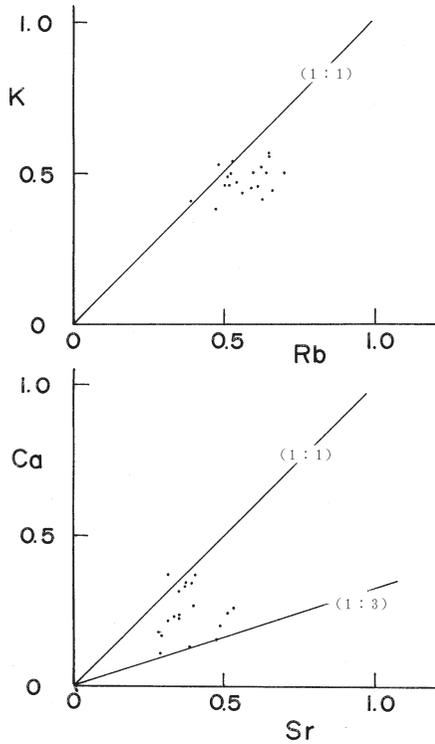


図6 八女窯跡群（福岡県八女市）出土須恵器の両相関図

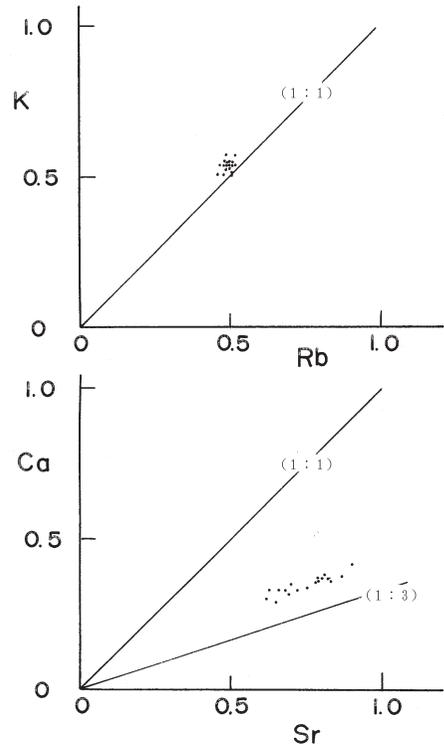


図7 神籠池窯跡（佐賀県佐賀市）出土須恵器の両相関図

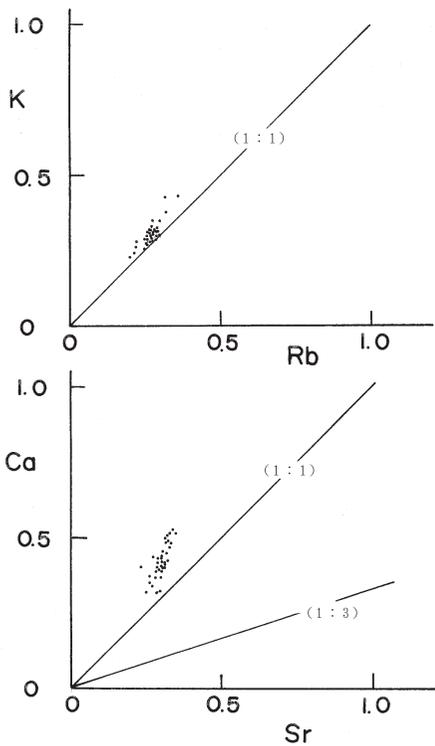


図8 小隈窯跡群（福岡県筑前町）出土須恵器の両相関図

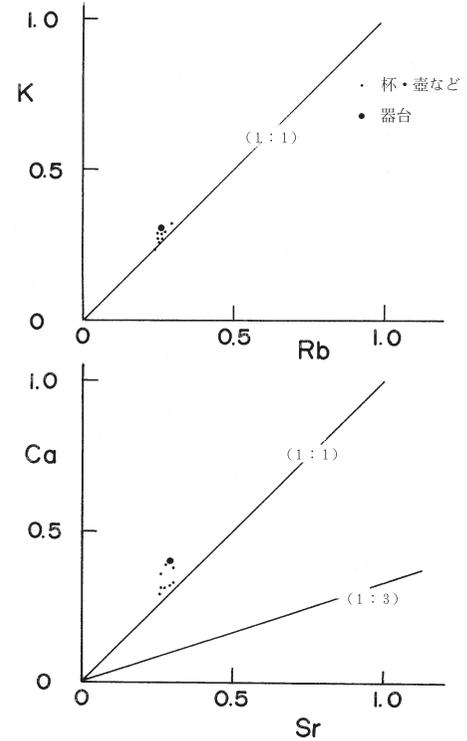


図9 小隈1号墳（福岡県筑前町）出土須恵器の両相関図

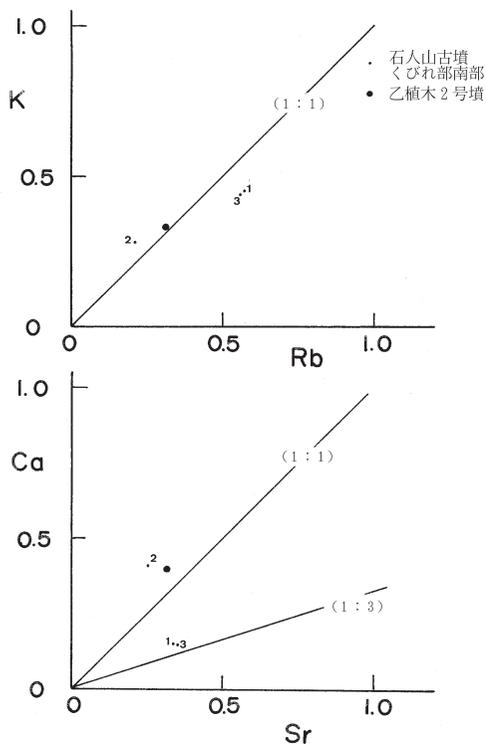


図10 石人山古墳、乙植木2号墳出土須恵器の両相関図

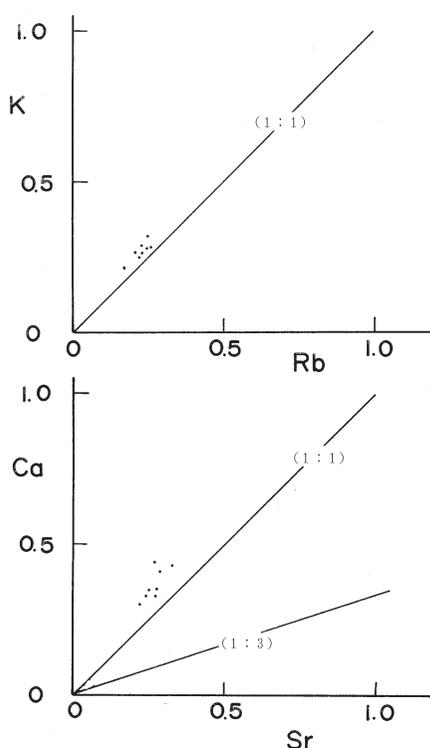


図11 小隈1号墳（福岡県筑前町）出土埴輪の両相関図

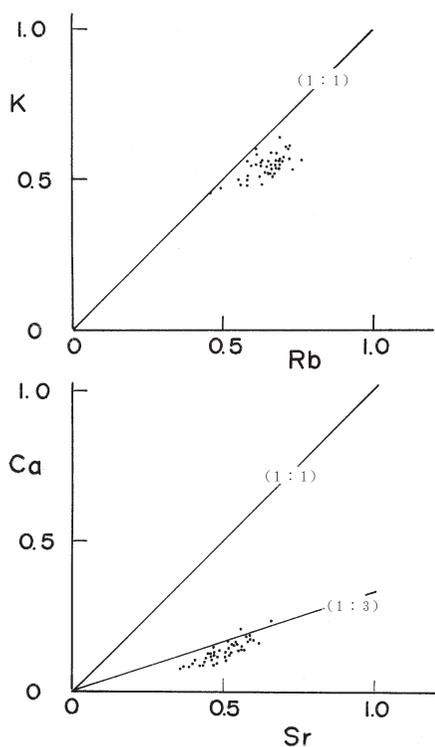


図12 富山市内の窯跡出土須恵器の両相関図

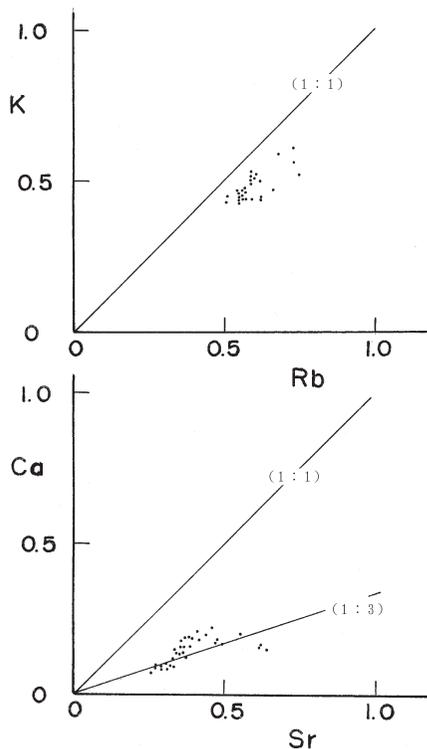


図13 射水・右岸窯跡群（富山県射水市）出土須恵器の両相関図

の小隈1号墳出土須恵器の両相関図を示す。両相関図での分布や分布位置の類似性からみて、小隈窯跡出土須恵器と同じ素材粘土でできた須恵器であると判断される。つまり、小隈窯跡で生産された須恵器であると推定できる。器台も他の器種の須恵器とともに小隈窯跡の製品である。

図10には、熊本県熊本市(旧鹿本郡植木町)の乙植木2号墳から出土した初期須恵器と、福岡県八女郡広川町の石人山古墳くびれ部で出土した初期須恵器の両相関図を示す。K-Rb相関図では乙植木2号墳出土初期須恵器と、石人山古墳から出土したNo.2の須恵器は勾配(1:1)の直線の上側に分布し、Ca-Sr相関図でも、勾配(1:1)の直線の上側に分布した。この分布の仕方と分布位置は小隈窯跡出土須恵器と同じであることを示している。他方、石人山古墳出土のNo.1、No.3の2点の須恵器はK-Rb相関図では勾配(1:1)の直線の下側に分布し、また、Ca-Sr相関図でも、勾配(1:3)の直線沿いに分布しており、花崗岩系の岩石に由来する粘土が素材であることを示している。素材粘土の母岩が異なることから、外部地域から搬入された須恵器であると推定される。実際、K、Ca、Rb、Srの4因子をつかった陶邑群と小隈群間の2群間判別分析でも、乙植木2号墳出土初期須恵器と石人山古墳出土のNo.2の須恵器は小隈窯群産と判断されており、また、石人山古墳出土のNo.1、No.3の2点の須恵器は和泉陶邑からの搬入品であると判断されている。このように、K-Rb、Ca-Srの両相関図でも遺跡出土須恵器の産地は推定できるのである。

図11には、小隈1号墳から出土した埴輪の両相関図を示す。K-Rb相関図では、勾配(1:1)の直線の上側で、小隈窯跡の須恵器の試料集団と同じ位置に埴輪試料集団も分布し、また、Ca-Sr相関図でも、小隈窯跡出土須恵器の分布位置と同じ所に分布した。小隈1号墳出土埴輪も小隈窯跡の須恵器と同じ素材粘土を使った埴輪であることを示している。小隈1号墳の埴輪も小隈窯跡で作られた埴輪であると推察される。

このように、九州各地の窯跡群出土須恵器の両相関図での分布は地域によって異なり、それぞれの地域の母岩の化学特性を反映していると

考えられた。両相関図での分布も地球化学的意味をもつことがわかった。

次に、小地域内の数か所に窯跡群が分布する富山県内の窯跡群出土須恵器の両相関図をみてみよう。富山県内には7世紀代から9世紀代にかけての須恵器窯跡が多数発掘調査されている。富山県は北陸地域最大の須恵器生産地であった。その後背地は花崗岩系の岩石であり、須恵器の素材粘土は豊富に産出している。以下に、富山県内の須恵器窯跡群から出土した須恵器の両相関図を比較した。

図12には、富山市内に所在する射水・東端窯跡群出土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、Ca-Sr相関図では勾配(1:3)の直線沿いに正の相関性をもって分布した。K-Rb相関図における分布の仕方は花崗岩の分布の仕方と同じであるが、Ca-Sr相関図では微量元素Sr側に大きく偏り、しかも、正の相関性をもって分布した。これは花崗岩のCa-Sr相関図における分布の仕方とは少し異なる。しかし、花崗岩地域の窯跡出土須恵器は例外なく、このようなCa-Sr相関分布をする。このことは花崗岩の風化過程で一旦溶解したコロイド溶液中から、微量元素Srが粘土の表面に吸着しことに原因があると考えられている。射水・東端窯跡群の須恵器は花崗岩由来の粘土に特有の分布を示したわけである。

図13には、富山県射水市(旧射水郡小杉町)に所在する射水・右岸窯跡群の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)の下側の領域に分布し、Ca-Sr相関図でも勾配(1:3)の直線沿いに正の相関性をもって分布した。花崗岩類に由来する粘土に特有の相関分布をした。

図14には、富山県射水市(旧射水郡大門町)の射水・左岸窯跡群の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し、Ca-Sr相関図では勾配(1:3)の直線沿いに正の相関性をもって分布した。花崗岩に由来する粘土が素材となったと推定される。

図15には、石川県との境界に近い富山県小矢部市に所在する砺波・平桜窯跡群の須恵器の両

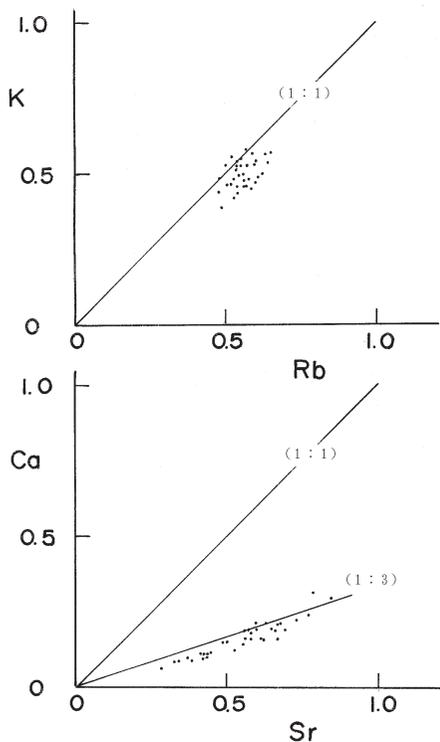


図14 射水・左岸窯跡群（富山県射水市）出土須恵器の両相関図

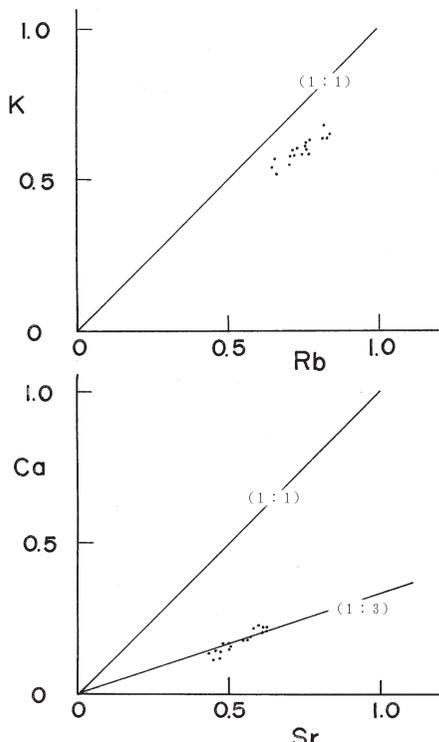


図15 砺波・平桜窯跡群（富山県小矢部市）出土須恵器の両相関図

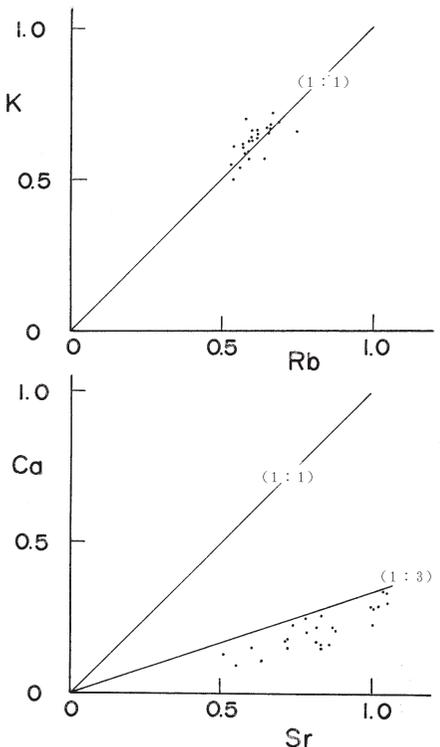


図16 万年谷池窯跡（富山県滑川市）出土須恵器の両相関図

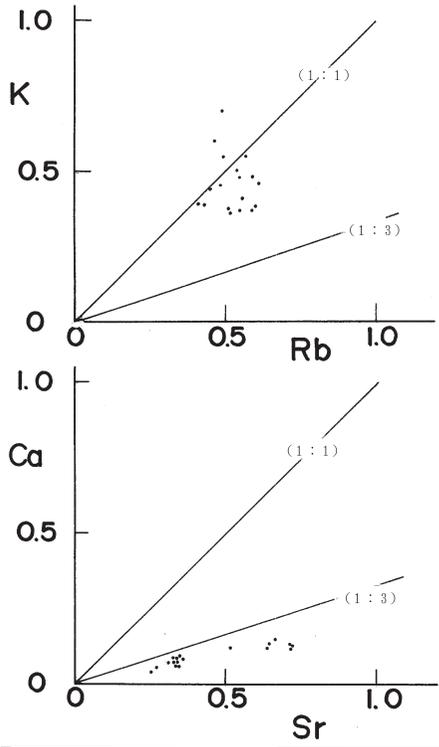


図17 関ヶ丘ヤシキダ遺跡（富山市）土師器焼成抗（SK03）出土土師器の両相関図

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し、Ca-Sr相関図でも、勾配(1:3)の直線沿いに正の相関性をもって分布した。富山県内では西部地域全域の窯跡群の須恵器は両相関図では同じような分布をした。その原因は窯跡群の後背地の地質を構成する岩石が花崗岩であるからである。ただ、窯跡群の所在場所によってK-Ca、Rb-Srの両分布図では分布位置が微妙にずれる。自然界に分布する粘土の不均質性に起因すると考えられる。

このように、富山市から富山県西部の小矢部市に至るまで、窯跡群出土須恵器の両相関図での試料集団の分布は類似しており、その分布位置が多少ずれるだけである。分布の仕方から花崗岩由来の粘土が素材となっていると考えられる。

図16には、富山県東部の滑川市に所在する万年谷池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)の直線上に正の相関性をもって分布し、Ca-Sr相関図でも、勾配(1:3)の直線の下側に正の相関性をもって分布する。富山県西部の窯跡群の須恵器とは少し異なる分布をする。花崗岩系の岩石に由来する粘土であるが、富山県西部の窯跡群の後背地の地質を構成する岩石とは少し異なる化学特性をもつ岩石に由来する粘土が素材となったとみられる。

富山県内の多くの窯跡群出土須恵器の両相関図での分布は類似することがわかった。富山県の後背地を構成する岩石は同じ花崗岩だからである。

このように、母岩が同じ花崗岩系の岩石であれば、その岩石に由来する粘土の化学特性も類似し、両相関図での分布の仕方は類似することがわかる。しかし、自然界の不均質性により、窯跡群の所在場所の違いにより、試料集団の分布の位置は微妙に異なる。したがって、富山県西部地域の遺跡出土須恵器の産地問題の研究には、両分布図や両相関図での定性的な分布の比較だけでは不十分で、生産・供給の同時性の条件を入れて特定の窯跡群を選択した、2群間判別分析法の適用は不可欠となる。逆に、もし、これらの地域内で作られた軟質土器も同じ素材

粘土で作られていれば、両相関図での分布の仕方も窯跡群出土須恵器と同じであるはずである。したがって、生産地である窯跡が残っていても、在地産の軟質土器であることがわかる。また、外部地域から搬入された軟質土器を検出する上にも役立つわけである。

次に、県内全域よりもさらに狭い地域内に分布する生産遺跡や消費地遺跡から出土した窯跡出土須恵器、焼成坑跡出土土師器、それに、集落遺跡から出土した縄文土器のK-Rb、Ca-Srの両相関図を示す。

富山市の市街地から西南十数km離れた射水丘陵東部には開ヶ丘遺跡群がある。この遺跡群には約3km四方程度の地域内に縄文時代から奈良・平安時代にかけての多数の遺跡が集まる。これらの遺跡の中には、集落遺跡もあるが生産遺跡もある。これらの遺跡から出土した須恵器、土師器、縄文土器の両相関図を以下に示す。

図17には、開ヶ丘ヤシキダ遺跡の焼成坑跡から出土した土師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し、Ca-Sr相関図でも、勾配(1:3)の直線沿いに正の相関性をもって分布した。花崗岩由来の粘土に特有の分布をすることがわかる。在地産の粘土が素材となっていると考えられる。図18には、ガメ山遺跡の焼成坑跡から出土した土師器の両相関図を示す。図17に示した開ヶ丘ヤシキダ遺跡の焼成坑跡から出土した土師器と同じ分布をすることがわかる。開ヶ丘遺跡群内で採取された粘土が素材となっていることが考えられる。

図19には、開ヶ丘遺跡群内にある、9世紀代の須恵器窯跡である室住V窯跡から出土した須恵器の両相関図を示す。図17・18と同様、両相関図における分布は同じであり、在地産の粘土が素材となったことを示している。ただ、Ca-Sr相関図での分布はまとまりがよく、この点で土師器とは異なる。素材粘土が精選されたことを意味するのであろうか？

図20には、開ヶ丘中山Ⅲ遺跡出土の縄文土器の両相関図を示す。両相関図における試料集団の分布は同じ遺跡群内の窯跡出土須恵器や焼成坑跡出土土師器と同じである。このことは開ヶ丘Ⅲ遺跡出土縄文土器の素材粘土も開ヶ丘遺跡

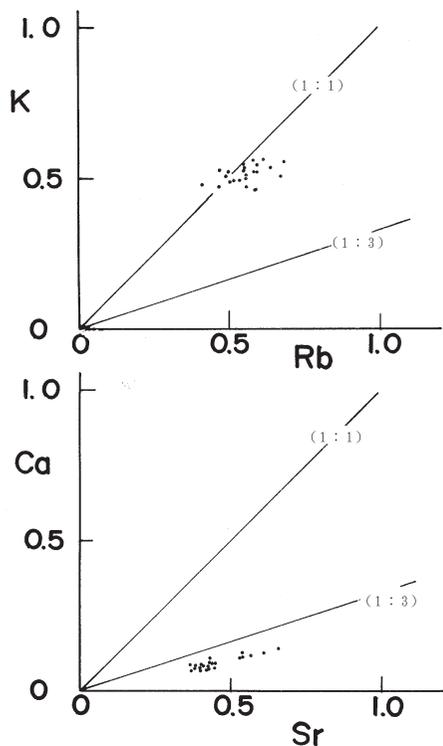


図18 ガメ山遺跡（富山市）土師器焼成坑出土土師器の両相関図

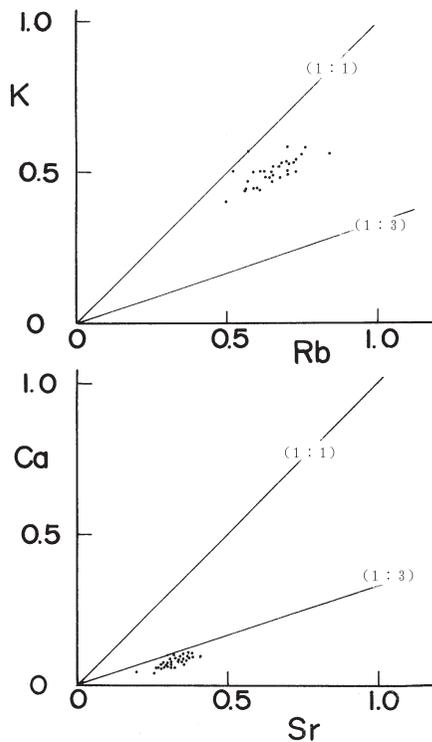


図19 室住V窯跡（富山市）出土須恵器の両相関図

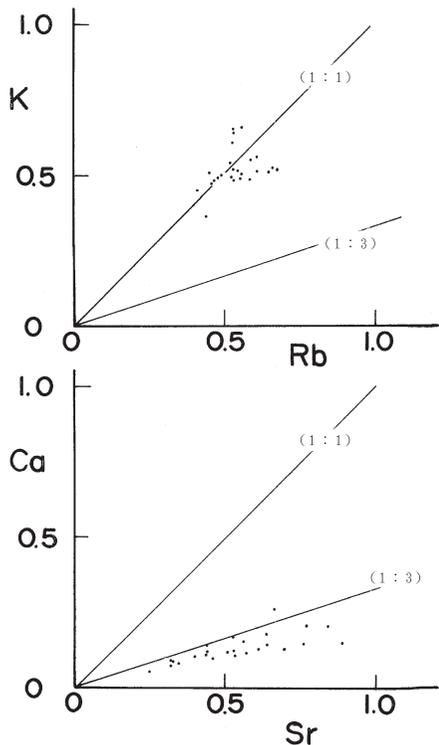


図20 関ヶ丘中山川遺跡（富山市）出土縄文土器（中期前葉）の両相関図

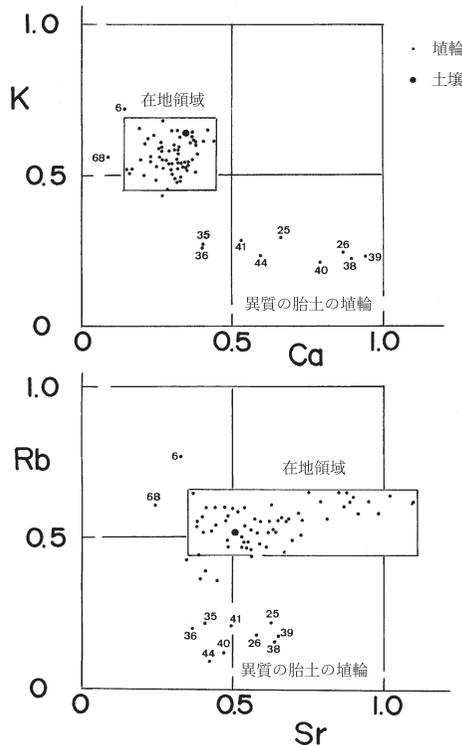


図21 池田古墳（兵庫県朝来市）出土埴輪のK-Ca、Rb-Sr分布図

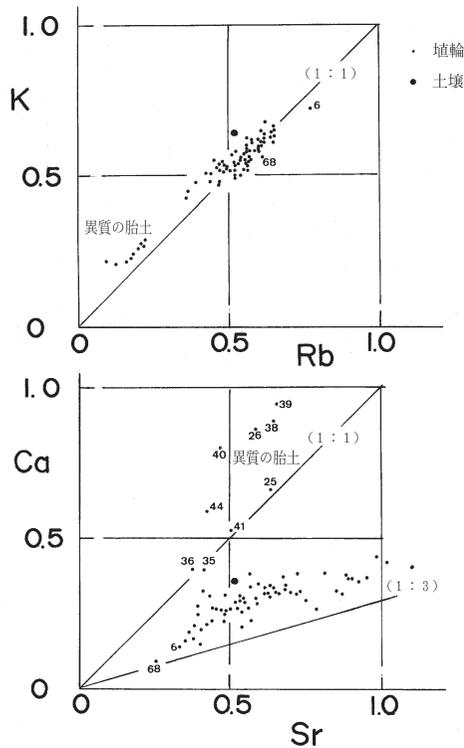


図22 池田古墳（兵庫県朝来市）出土埴輪のK-Rb、Ca-Sr両相関図

群内で採取された粘土であることを物語る。ただ、試料集団のばらつきは窯跡出土須恵器に比べて大きい。これは素材粘土の採取場所が必ずしも同じ地点ではなく、粘土採取場所に任意性があったことによると考えられる。

このように、数km四方の地域内に縄文遺跡から須恵器窯跡までである開ヶ丘遺跡群内では、縄文土器から須恵器にいたるまで、在地産の粘土を土器の素材として使用していたことが示されたわけである。富山県は花崗岩に由来する良質の粘土を産出する地域であるからである。この粘土で須恵器も焼成できれば、土師器、縄文土器も焼成できるのである。

他方、生駒山西麓遺跡群のように、Caが異常に多い粘土を産出する地域では須恵器を焼成することはできず、したがって、須恵器窯跡は発見されていない。生駒山西麓遺跡群の後背地は斑瀧岩という変成岩である。この岩石にはFeが多く、Caも異常に多く含まれている。生駒山西麓遺跡出土の軟質土器にも、Kが少なく、Ca、Feは多い。在地産の粘土を素材として使

用したからである。生駒山西麓遺跡群からは縄文土器、弥生土器、土師器しか出土しない。他方、生駒山東麓には花崗岩類があり、須恵器窯跡も発見されている。

さらに、対象とする場を狭めて、1基の古墳から出土した埴輪の胎土をみてみよう。古墳の周りに並べられた埴輪は多くの場合、同じ胎土をもっており、同じ地域内で作られた埴輪である。しかし、大型古墳になると、100本を超える多くの埴輪を並べている場合がある。埴輪は古墳での祭祀の道具であるから、他の場所で作られた埴輪も並べられている場合がある。その場合、埴輪の生産地がどこであるかを知る上に、胎土分析が適用される。

兵庫県朝来市（旧朝来郡和田山町）の大型古墳である池田古墳から出土した埴輪の例について述べる。

図21には、池田古墳出土埴輪のK-Ca、Rb-Srの両分布図を示す。ほとんどの埴輪試料は在地領域に分布することがわかる。ところが、在地領域を明らかにずれて分布する埴輪がある。No.25、26、35、36、38、39、40、41、44の9点の埴輪である。両分布図での分布位置からみて、これらの埴輪は外部地域からもち込まれた埴輪であることは明らかである。これらの埴輪のK-Rb、Ca-Srの両相関図を図22に示す。K-Rb相関図では、在地産と推定される埴輪は勾配（1：1）の直線沿いに分布するが、異質の胎土をもつ埴輪は勾配（1：1）の直線の上側の領域に、在地産と推定される埴輪の試料集団から離れて分布することがわかる。さらに、Ca-Sr相関図では、在地産と推定される埴輪の試料集団は勾配（1：1）の直線と勾配（1：3）の直線に囲まれた領域に分布するのに対して、異質の胎土をもつ埴輪の試料集団は勾配（1：1）の直線の上側の領域に分布する。明らかに、両相関図における分布の違いがわかる。異質の胎土をもつ埴輪は在地産の埴輪とは異なる母岩に由来する粘土を使用したことがわかる。地質が異なる地域で作られた埴輪、つまり、外部地域から搬入された埴輪であると考えられる。異質の胎土をもつ埴輪は両相関図では勾配（1：1）の直線の上側の領域に分布し、花崗閃緑岩系の岩石の分布の仕方に類

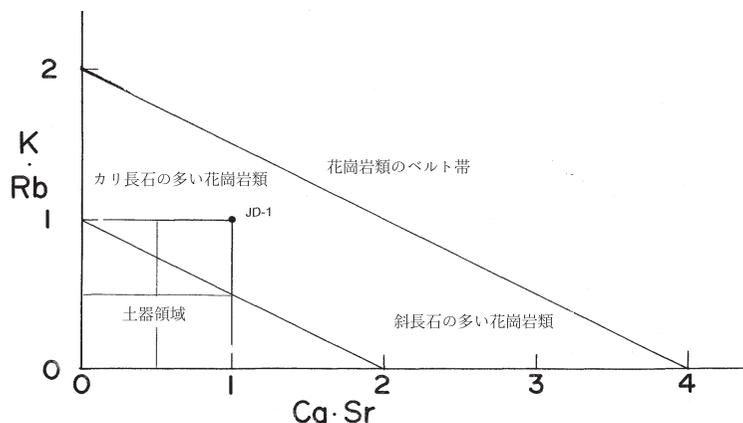


図23 花崗岩類のベルト帯と土器領域

似する。花崗閃緑岩質の岩石に由来する粘土を素材としていることが推察される。異質の胎土をもつ埴輪は外部地域から持ち込まれた埴輪である。また、在地産の埴輪も、外部からもち込まれた埴輪とともに、ばらつきは大きく、それぞれ、1ヶ所で集中的に作られた埴輪ではないことがわかる。この例が示すように、複数の胎土をもつ埴輪が古墳のまわりに並べられていると、その産地を推定する上に、K-Rb、Ca-Srの両相関図が役に立つ。

4. 考察

図23には、「花崗岩類のベルト帯」と「土器領域」を示してある。日本列島の花崗岩類のほとんどが「花崗岩類のベルト帯」に分布し、全国各地の窯跡群出土須恵器のほとんどが「土器領域」に分布した。須恵器窯跡群の後背地の地質を構成する岩石は花崗岩類である場合が多い。しかも、窯跡群出土須恵器の長石系因子にみられる化学特性が後背地の花崗岩類の長石系因子によく対応する。すなわち、カリ長石の多い花崗岩系の岩石を後背地にもつ窯跡群の須恵器にはKが比較的多く、Caは比較的小さい。その結果、「土器領域」の第2象限から第3象限に分布するものが多い。これに対して、花崗閃緑岩系の岩石を後背地にもつ窯跡群の須恵器にはKが比較的小なく、Caは比較的多く、「土器領域」の第4象限から第3象限にかけて分布するものが多い。このことは母岩が風化され、生成した粘土にも、母岩の長石系因子の化学特性が

残されていることを示している。つまり、母岩の長石類が残渣鉱物として粘土中に残されていたことを示している。その結果、全国各地の窯跡群出土須恵器は「土器領域」の中で地域差を示したのである。それが窯跡群出土須恵器の地域差の原因が長石類であると考えられる理由である。

他方、K-Rb、Ca-Srの相関性は岩石が風化されて生成した粘土にも残されて

いるかどうかである。富山県内の窯跡群出土須恵器のK-Rb相関図では、どの窯跡群出土須恵器の試料集団も勾配(1:1)の直線の下側の領域に分布した。この分布は各地の花崗岩のK-Rb相関図における分布と同じである。母岩のK-Rbの相関関係は風化され生成した粘土にも、保存されていたわけである。一方、Ca-Sr相関図では花崗岩の分布は勾配(1:1)の直線と勾配(1:3)の直線に囲まれた領域に大きくばらついて分布した。これに対して、富山県内の、どの窯跡群出土須恵器の試料集団も勾配(1:3)の直線沿いに正の相関性をもって分布した。母岩のCa-Srの相関性は粘土には保存されていなかったわけである。しかし、どの窯跡群出土の試料集団も共通して、良好な正の相関性をもって分布した。このことは花崗岩が風化し、粘土化する過程で、何らかの現象が起こったことを示している。特に注目される点はCaとSrが良好な正の相関性をもって分布したことである。地球化学の教科書によると、カリ長石よりも斜長石の風化が速いと書かれている。斜長石が風化によって分解され、主成分元素Caや微量元素Srが溶解してできたコロイド溶液中にイオンとして存在することになる。一方では、風化によって分解した花崗岩からSiO₂とAl₂O₃を中核として、粘土鉱物が生成する。窯跡群出土須恵器のCa-Sr相関性が微量元素Sr側に大きく偏ることから、粘土鉱物の生成過程で、微量元素Srが粘土側に取り込まれたことを分析データは示している。岩石が風化して溶解し

たコロイド溶液中から、微量元素Srが粘土に吸着され、粘土中に取り込まれたことが考えられる。この過程でCaとSrの相関性が良好になったと考えられる。そうすると、Ca-Sr相関図で勾配(1:3)の直線沿いに試料集団が正の相関性をもって分布するということは花崗岩由来の粘土が示す特有のCa-Sr相関関係であると考えられる。比較対照として、勾配(1:3)の直線を引いてあるのもそのためである。富山県の後背地を構成する岩石は花崗岩である。富山県内には特に県西部にいくつもの須恵器窯跡群が発掘調査されている。これらの窯跡群から出土した須恵器は例外なく、Ca-Sr相関図では勾配(1:3)の直線沿いに、良好な正の相関性をもって分布したことはこれらの窯跡群では花崗岩に由来する粘土を素材として使用したことを物語る。

九州地域でも、宮崎県宮崎市の松ヶ迫窯跡の須恵器は富山県の窯跡群出土須恵器の試料集団と同じ分布を両相関図で示した。宮崎県延岡市の苺田窯の須恵器も同様の分布を示す。これらの窯跡の後背地の岩石は花崗岩である。これに対して、福岡県上毛郡の山田東窯跡、福岡県北九州市の天観寺山窯跡群、八女市の八女窯跡群の須恵器の両相関図での分布は宮崎県の窯跡群出土須恵器の分布とは少し異なる。これらの窯跡群の後背地を構成する岩石は花崗岩ではない。このように、九州各地の須恵器窯跡群の後背地を構成する岩石は必ずしも花崗岩ではない。さらに、福岡県筑前町の小隈窯跡群から出土した須恵器の試料集団は両相関図では上述した窯跡群の須恵器とは全く異なる分布をした。小隈窯跡出土須恵器の試料集団はK-Rb相関図では勾配が(1:1)の直線の上側の領域に分布し、また、Ca-Sr相関図でも勾配(1:1)の直線の上側の領域に正の相関性をもって分布し、この分布の仕方は花崗閃緑岩系の岩石に特有の分布である。花崗閃緑岩系の岩石に由来する粘土を須恵器の素材として使用したことを示す。

このように、K-Rbの相関性は花崗岩が風化して生成した粘土や花崗閃緑岩系の岩石が風化して生成した粘土にも残されている。また、Ca-Sr相関図でも、花崗岩に由来する粘土は勾配(1:3)の直線沿いに正の相関性をもって

分布するし、花崗閃緑岩系の岩石に由来する粘土を素材とした須恵器は勾配(1:1)の直線の上側の領域に正の相関性をもって分布することが本研究で明らかにされた。これらのデータはK-Rb相関図とCa-Sr相関図も須恵器の産地を定性的に探る上に役立つことを示した。

また、富山県富山市の開ヶ丘遺跡群の中山Ⅲ遺跡から出土した縄文土器は同じ地域内の窯跡出土須恵器や焼成坑跡出土土器と同じK-Rb、Ca-Srの相関性をもつことを示した。このことから在地産の粘土を素材として作った縄文土器であると考えられた。両相関図における相関性の類似性から、生産地が残っていない縄文土器の産地を探る上にも役立つわけである。このように、土器胎土のK、Ca、Rb、Srの長石系因子は地球化学的な意味をもつ情報を発信していることがわかる。

土器遺物の産地問題の研究では地球化学的情報を発信する元素を選択することが重要である。土器遺物の分析化学的研究は重要であるが、ただ、土器遺物の分析データを出すだけではなく、分析データを地球化学的に意味付ける研究をしてはじめて、土器遺物の産地問題の研究に役立つことになる。そのためには、長い年月をかけた、基礎データの集積が必要である。土器遺物を分析しただけでは考古学研究にはあまり役立たない。さらに、分析対象が考古遺物である限り、遺物の年代観や土器型式・土器製作技法などの考古学情報を取り入れた考古学的研究が不可欠である。考古学者との共同研究が必要である所以である。

参考文献

- 久野 久1976『火山及び火山岩』(第2版)、岩波書店
 三辻利一2013『新しい土器の考古学』同成社
 三辻利一・中園 聡・平川ひろみ2013「土器遺物の考古学科学研究」『分析化学』第62巻第2号、日本分析化学会、73~87頁
 三辻利一・古川知明・小黒智久・平川ひろみ・太郎良真妃・白井菜実2014「開ヶ丘遺跡群出土土器の蛍光X線分析」『情報考古学』第20巻第1・2号、日本情報考古学会、16~32頁