

日本の古代遺跡における朝鮮半島産陶質土器の検出（第2報）

三 辻 利 一，岡 井 剛
杉 直 樹，山 口 一 裕

1. は じ め に

筆者らは前報¹⁾で和歌山市周辺の5世紀代の古墳・遺跡出土土器の中に朝鮮半島産の陶質土器が検出されたことを報告した。その際、朝鮮半島産だという根拠を Sr-La 分布図による作図法によって求めた。作図法ではどうしても曖昧な所が生じる。本報告ではまず、前報で得た分析データより、1変量による判別分析により有効因子を選出した。その結果、Sr, La が有効識別因子と考えられたので、Sr, La の2変量による判別分析法で和歌山市の鳴神Ⅴ・音浦両遺跡出土陶質土器の産地を推定した。さらに、和歌山市の野田遺跡、楠見遺跡、鳴滝遺跡、井辺前ノ山8号墳、御坊市の富安Ⅰ遺跡出土陶質土器の産地推定のデータも新たに追加した。

2. 分 析 法

和歌山県内の5世紀代の古墳・遺跡出土陶質土器はすべて和歌山県教育委員会、および、御坊市教育委員会から提出された。資料は粉末にして蛍光X線分析で K, Ca, Fe, Rb, Sr を、また、放射化分析で La, Ce, Sm, Sc を定量した。放射化分析は京大原子炉で1時間中性子照射し、1週間冷却したのち、 γ 線スペクトルを測定した。両分析法とも、標準試料に岩石標準試料 JG-1 を使用した。判別分析に伴う計算はすべてパーソナルコンピュータで行なった。

3. 結 果

3-1 有効識別因子の選出

大阪陶邑群と朝鮮群の2群間の判別をするに当り、どの分析元素を有効因子として使うべきかをはじめに検討した。

図1には大阪陶邑産須恵器のばらつきを示してある。右端の数字は各々、 $\pm 1\sigma$, $\pm 2\sigma$ の範囲内に分布した試料の割合を百分率で示してある。そうすると、どの因子についても、 $\pm 2\sigma$ の範囲内にはすべての分析値が分布することが分かる。しかし、分析点数が不十分なためか、平均値のところに最大値があるような、典型的なガウス分布は得られなかった。朝鮮半島産陶質土器についても、同様な分布が得られた。 $\pm \sigma$ の範囲内に60~70%、 $\pm 2\sigma$ の範囲内に100%、全分析値は分布した。この点をもって、一応、大阪陶邑群ともにガウス分布すると仮定した。

次に、1変量による判別分析を行なって、どの因子が有効かを検討した。

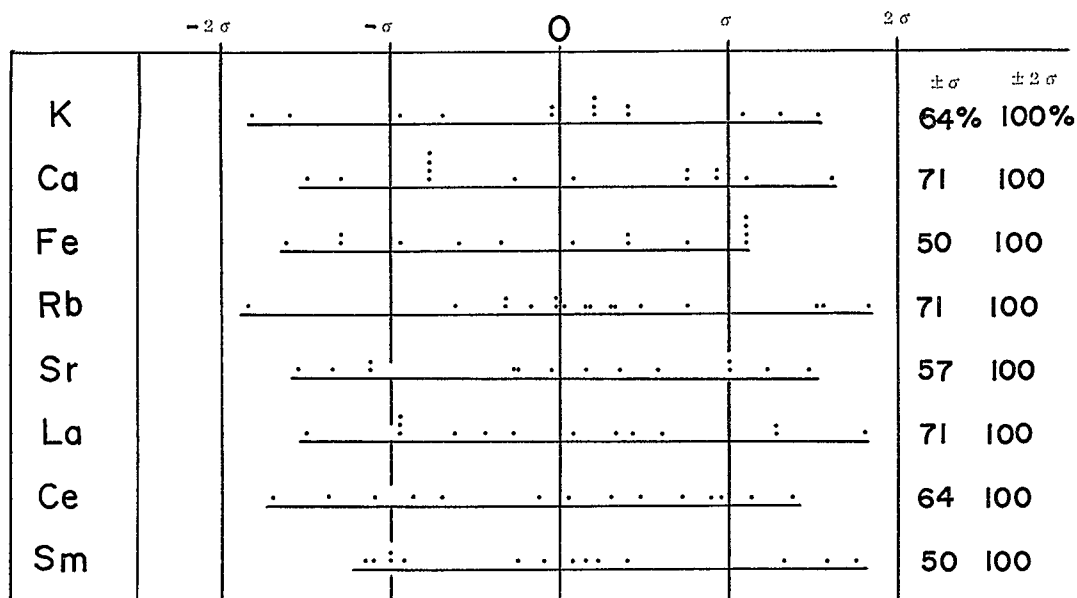


図1 大阪陶器窯出土須恵器のばらつき

Fig. 1. Dispersion of Sue wares produced in Osaka suemura kiln sites

1 変量の判別分析におけるマハラノビスの汎距離, Dは次式で与えられる。

$$D^2 = \frac{(x - \mu)^2}{\sigma^2}$$

ただし, x は未知試料の分析値, σ は母集団サンプルの平均値であり, μ はその標準偏差である。そして, 一次元分布図上における2つの母集団の間の境界線は次のようにして求められる。

i) $\sigma^2_{(1)} = \sigma^2_{(2)}$ の場合

$\sigma^2_{(1)} = \sigma^2_{(2)} = \sigma^2$ とおくと,

$$D^2_{(1)} = \frac{(x - \mu_{(1)})^2}{\sigma^2_{(1)}} \quad D^2_{(2)} = \frac{(x - \mu_{(2)})^2}{\sigma^2_{(2)}}$$

となる。ただし, (1), (2)はそれぞれ母集団1, 母集団2を表わす。

そうすると, $D^2_{(1)} = D^2_{(2)}$ に対応する x の値が両群の境界線となる。

$$D^2_{(2)} - D^2_{(1)} = -\frac{2(\mu_{(2)} - \mu_{(1)})}{\sigma^2} \left(x - \frac{\mu_{(1)} + \mu_{(2)}}{2} \right)$$

故に, $x = \frac{\mu_{(1)} + \mu_{(2)}}{2}$ が境界線となる。

ii) $\sigma^2_{(1)} \neq \sigma^2_{(2)}$ の場合

$D^2_{(1)} = D^2_{(2)}$ を満足する x の値を a とすると

$$\frac{(a - \mu_{(1)})^2}{\sigma^2_{(1)}} = \frac{(\mu_{(2)} - a)^2}{\sigma^2_{(2)}}$$

これを解いて,

$$a = \frac{\mu_{(1)}\sigma_{(2)} + \mu_{(2)}\sigma_{(1)}}{\sigma_{(1)} + \sigma_{(2)}}$$

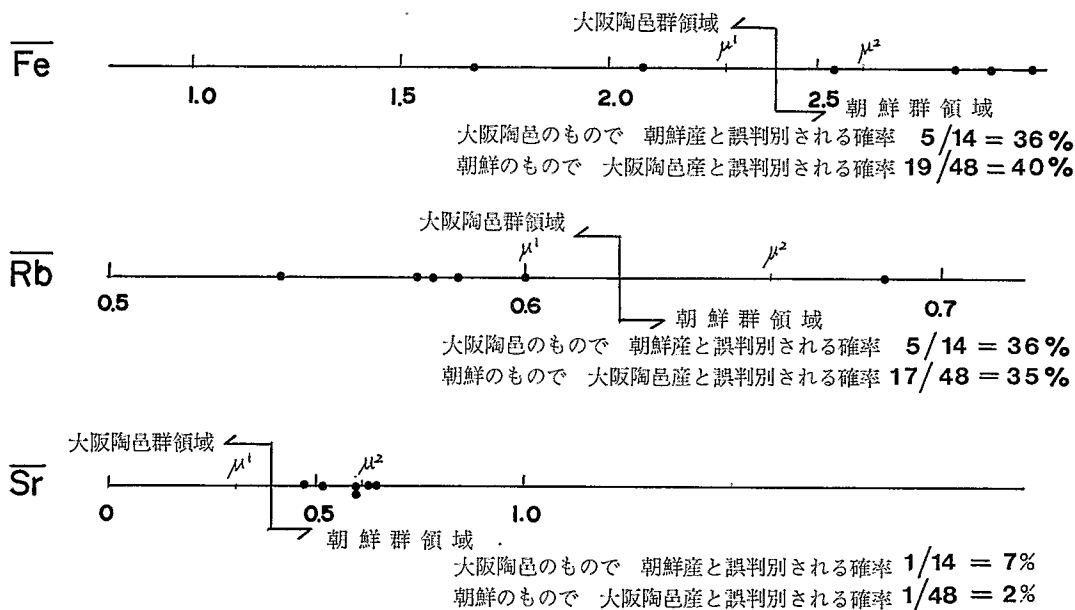


図2 1変量による判別関数法による有効因子の選出(1)

Fig. 2. Selection of available factor by one-dimensional discriminant function (1)

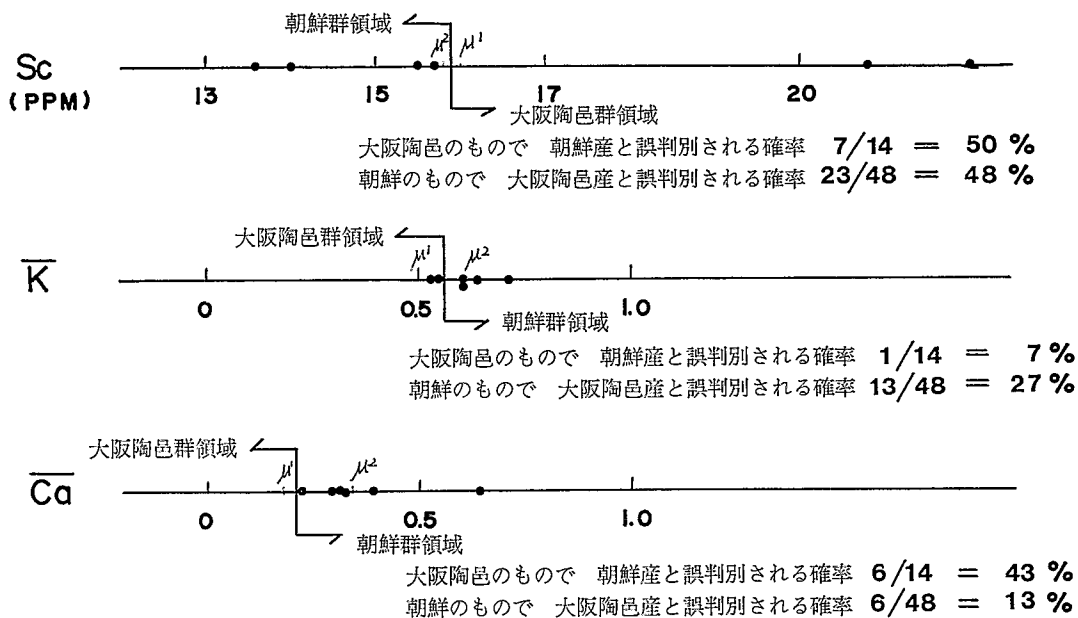


図3 1変量による判別関数法による有効因子の選出(2)

Fig. 3. Selection of available factor by one-dimensional discriminant function (2)

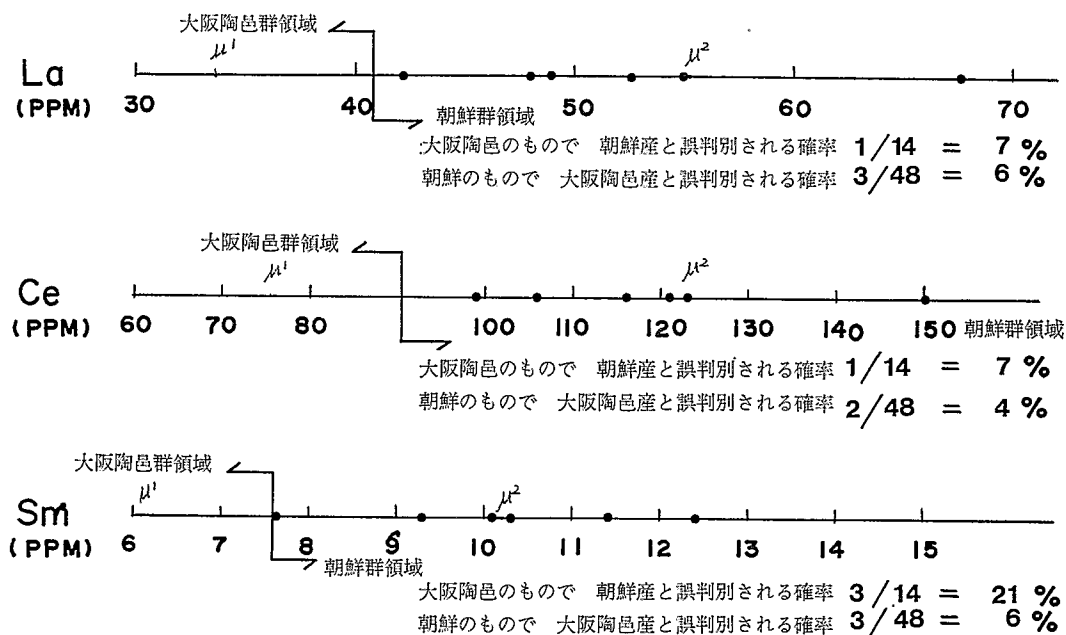


図4 1変量による判別関数法による有効因子の選出(3)

Fig. 4. Selection of available factor by one-dimensional discriminant function (3)

これが境界線となる。

その上で、大阪陶邑産のもので朝鮮半島産と誤判別される確率を P_1 、また、朝鮮半島産のもので大阪陶邑産と誤判別される確率を P_2 とすると、 P_1 、 P_2 は次式で計算される。

$$P_1 = \frac{k_1}{n_1} \quad P_2 = \frac{k_2}{n_2}$$

n_1 、 n_2 は各々、大阪陶邑群、朝鮮群の全サンプル数で $n_1=14$ 、 $n_2=48$ である。 k_1 、 k_2 は各々、大阪陶邑産のもので朝鮮半島産と誤判別される個数、朝鮮半島産のもので大阪陶邑群と誤判別される個数である。

以上のような考え方にしたがって、図2には Fe, Rb, Sr, 図3には Sc, K, Ca, 図4には La, Ce, Sm の一次元分布図を示す。

そうすると、図2より Fe 因子では大阪陶邑産のもので朝鮮群と誤判別される確率は36%、逆に、朝鮮半島産のもので大阪群と誤判別される確率は40%ときわめて高い。図2, 3, 4をみると, Sr, La, Ce のみが P_1 、 P_2 とともに10%以下で誤判別の確率は小さいことが分かる。なお、図2, 3, 4で一次元分布図上に●印で示した点は前報で朝鮮半島産と判定された和歌山市の鳴神V、音浦遺跡の陶質土器である。誤判別の確率の高い因子では前報で朝鮮半島産と判定されたものでも、大阪陶邑群領域に入るものが多いが、誤判別の確率の低い因子ではほとんどすべて朝鮮群領域内に入っている。

誤判別の確率がどの程度以下の因子が有効かという理論的根拠はないが(今後、多数のデータから

経験的に導くことを考えている), 一応, 10%を一つの目安とすると, Sr, La, Ce の3因子が有効因子ということになる。

次に, 図5, 6には各々, La-Ce, La-Sm のランタニド元素間の相関性を示してある。La-Ce については相関係数0.86, La-Sm については0.93と極めて相関性が高いことが分かった。地域によっては相関直線の勾配が異なることがあるが, 大阪陶器群, 朝鮮群の相関直線の勾配はほぼ, 同じであることが図5, 6から分かる。その結果, ランタニド元素は3分析元素がすべて必要だというのではなく, いずれかの1元素が識別因子として使用される。ここではランタニド元素の中で, 放射化分析をする際, もっとも測定し易い La を有効識別因子として選出した。

この結果, 大阪陶器群と朝鮮群を識別する有効因子として Sr, La の2因子が選出された。

3-2 鳴神V, 音浦遺跡出土陶質土器の判別分析

前報で報告した和歌山市の鳴神V, 音浦両遺跡出土陶質土器の産地を Sr, La の2因子による2群間判別分析によって推定した。

大阪陶器群, および, 朝鮮群の重心からのマハラノビスの汎距離を各々, D_1 , D_2 とすると, D_1^2 , D_2^2 は次式で与えられる。²⁾

$$D_1^2 = \frac{1}{1-\rho_{(1)}} \left[\left(\frac{x_1 - \mu_1^{(1)}}{\sigma_{1(1)}} \right)^2 + \left(\frac{x_2 - \mu_2^{(1)}}{\sigma_{2(1)}} \right)^2 - 2\rho_{(1)} \left(\frac{x_1 - \mu_1^{(1)}}{\sigma_{1(1)}} \right) \left(\frac{x_2 - \mu_2^{(1)}}{\sigma_{2(1)}} \right) \right]$$

$$D_2^2 = \frac{1}{1-\rho_{(2)}} \left[\left(\frac{x_1 - \mu_1^{(2)}}{\sigma_{1(2)}} \right)^2 + \left(\frac{x_2 - \mu_2^{(2)}}{\sigma_{2(2)}} \right)^2 - 2\rho_{(2)} \left(\frac{x_1 - \mu_1^{(2)}}{\sigma_{1(2)}} \right) \left(\frac{x_2 - \mu_2^{(2)}}{\sigma_{2(2)}} \right) \right]$$

$\mu_1^{(1)}$: 大阪陶器群の Sr の平均

$\mu_2^{(1)}$: 大阪陶器群の La の平均

$\mu_1^{(2)}$: 朝鮮群の Sr の平均

$\mu_2^{(2)}$: 朝鮮群の La の平均

σ_1, σ_2 : Sr, La の標準偏差

σ^2 : 分散

$\sigma_1\sigma_2$: Sr, La の共分散

ρ : 相関係数

また, (1), (2)は各々, 大阪陶器群, 朝鮮群を示す。

古墳・遺跡から出土した試料についても, 上式によって D_1^2, D_2^2 を計算した。この D_2 は自由度 p の F 確率分布にしたがうので,

$$F = \frac{n-p}{p(n-1)} \cdot T^2$$

$$T^2 = \frac{n}{n+1} D^2$$

したがって, 次式によって F は D^2 の関数になる。

$$F = \frac{n-p}{p(n-1)} \cdot \frac{n}{(n+1)} \cdot D^2$$

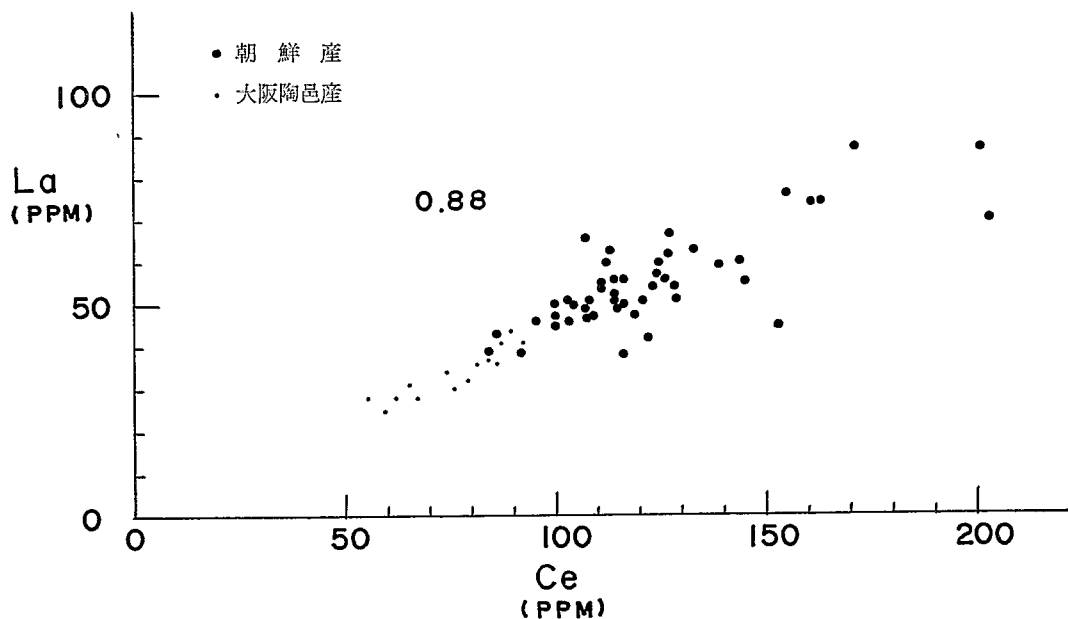


図5 大阪陶邑産須恵器と朝鮮半島産陶質土器の La-Ce 相関

Fig. 5. La-Ce correlation on both the Sue wares produced in Osaka suemura kiln sites and the earthenwares produced in Korean peninsular

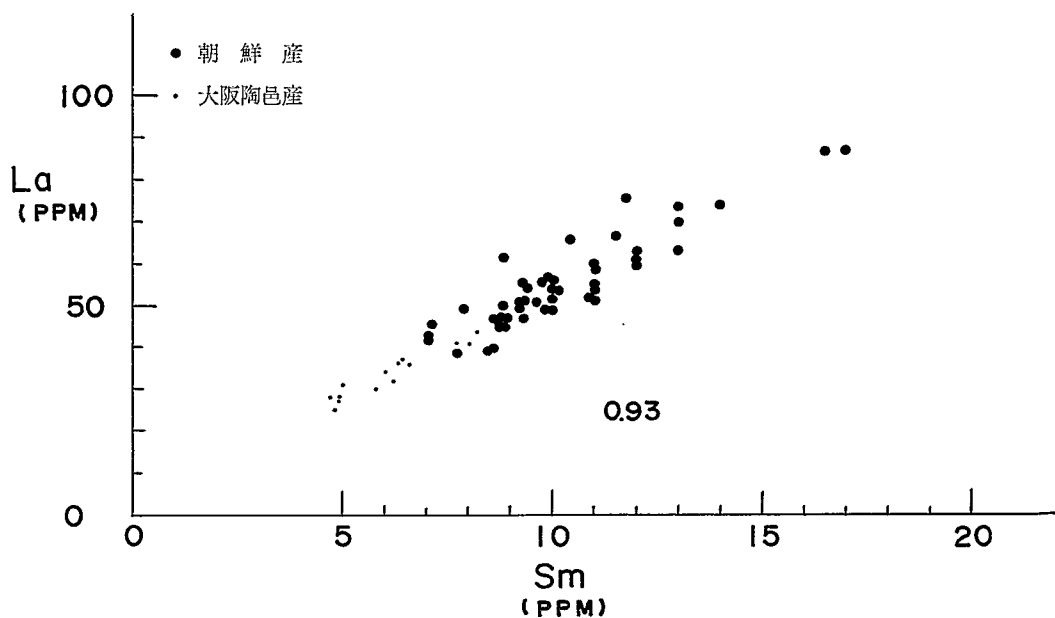


図6 大阪陶邑産須恵器と朝鮮半島産陶質土器の La-Sm 相関

Fig. 6. La-Sm correlation on both the Sue wares produced in Osaka suemura kiln sites and the earthenwares produced in Korean peninsular

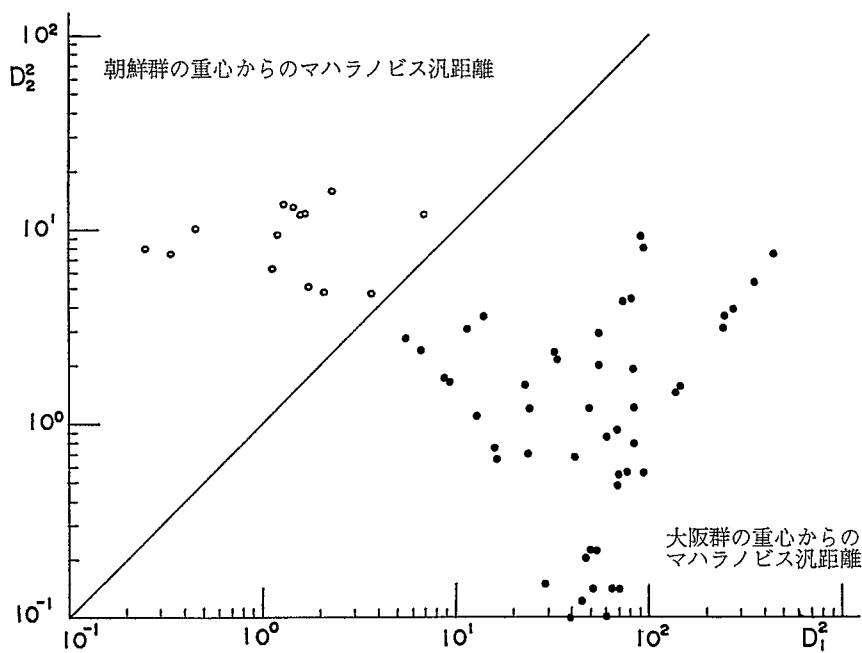


図7 大阪陶邑産須恵器と朝鮮半島産陶質土器の D_1^2 - D_2^2 プロット

Fig. 7. D_1^2 - D_2^2 plot for both the Sue wares produced in Osakas uemura kiln sites and the earthenwares produced in Korean peninsular

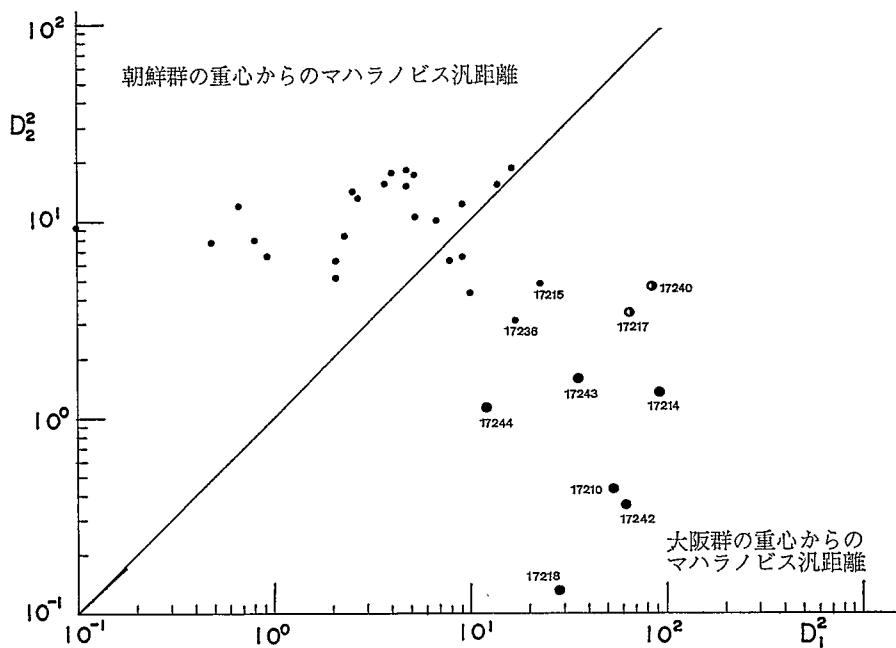


図8 鳴神V, 音浦遺跡出土陶質土器の D_1^2 - D_2^2 プロット

Fig. 8. D_1^2 - D_2^2 plot for the earthenwares excavated from both Narugami V and Otoura sites.

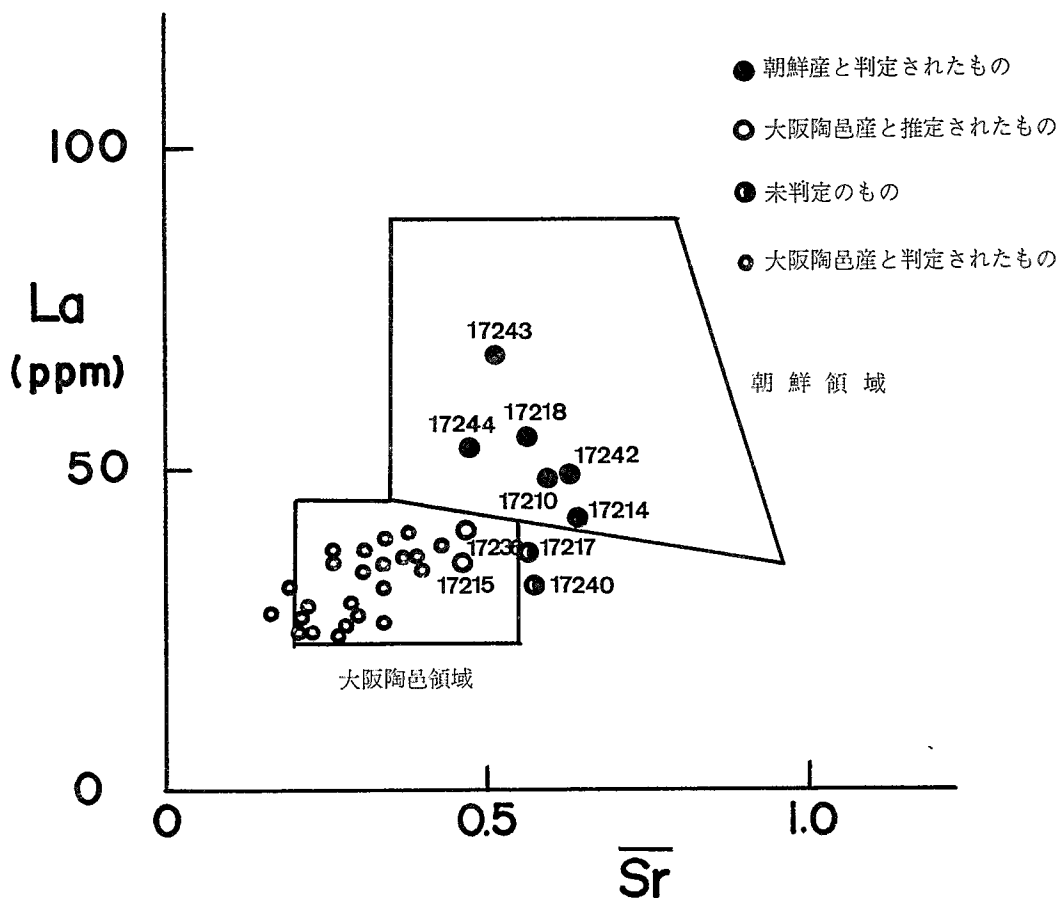


図9 鳴神Ⅴ，音浦遺跡出土陶質土器の La-Sr 分布図

Fig. 9. La-Sr map for the earthenwares excavated from both Narugami V and Otoura sites.

ただし、 P は分析元素の数で、今回は $p=2$ である。 n は母集団の試料数である。

上に求めた F の値が F 確率分布関数表の危険率 5% の値より大きい、小さいかによって、Ⅰ群（大阪陶邑群）に帰属するか、Ⅱ群（朝鮮群）に帰属するかを検定した。これを Hotelling の T^2 検定という。

上式に従って、大阪陶邑産須恵器、および、朝鮮半島産陶質土器の D_1^2, D_2^2 を計算し、 $D_1^2 - D_2^2$ プロットをとった結果を図 7 に示す。大阪陶邑産須恵器は当然、大阪陶邑の重心からの距離 D_1 が小さく、朝鮮群の重心からの距離 D_2 は大きいので図 7 の左上方に分布する。一方、朝鮮半島産の陶質土器は右下に分布する。中央に引かれた斜線は両群の重心から等距離の点の軌跡であり、大阪陶邑群と朝鮮群の境界線を示す。

次に、鳴神Ⅴ，音浦遺跡出土陶質土器の $D_1^2 - D_2^2$ プロットを図 8 に示す。そうすると、前報で朝鮮半産と推定された 17210, 17214, 17218, 17242, 17243, 17244 の 6 点の陶質土器は Hotelling の

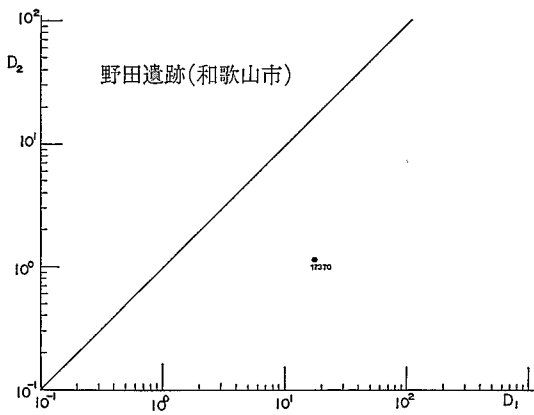


図10 野田遺跡出土陶質土器の $D_1^2-D_2^2$ プロット

Fig. 10. $D_1^2-D_2^2$ plot for the earthenware excavated from the Noda site.

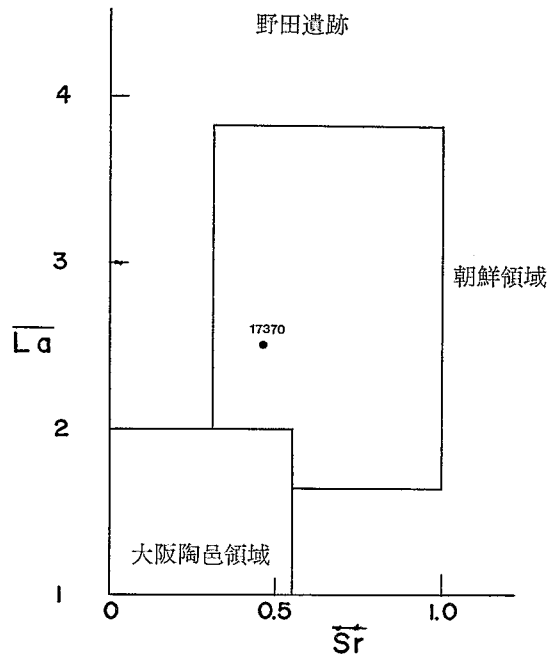


図11 野田遺跡出土陶質土器の La-Sr 分布図

Fig. 11. La-Sr map for the earthenware excavated from the Noda site.

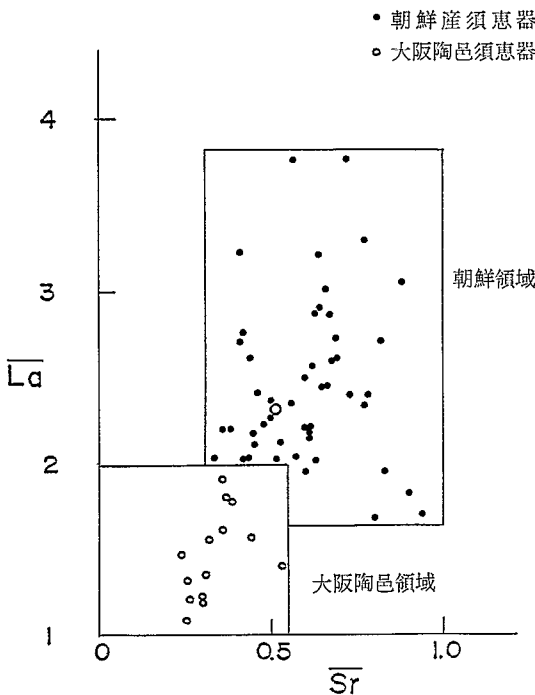


図12 大阪陶邑、朝鮮半島産陶質土器の La-Sr 分布図

Fig. 12. La-Sr map for the earthenwares produced in both Osaka suemura kilns and Korean peninsular.

T^2 検定にかけた結果、危険率5% (言い換えれば信頼度95%) で朝鮮半島産と判定できることが分かった。同時に、17215, 17217, 17236, 17240も境界線を越えて朝鮮群領域に分布し、朝鮮半島産の可能性が出てきた。ここで参考のため、前報で報告した Sr-La 分布図を再度図9、に示しておく。信頼度95% で朝鮮半島産と推定されたものはいずれも朝鮮群領域内に分布しているが、領域外にずれて分布した17215, 17217, 17236, 17240も $D_1^2-D_2^2$ プロットでは朝鮮半島産の可能性が出た訳である。しかし、ここでは Sr-La 分布図の結論を重視して、前報で報告した6点を朝鮮半島産と確認したに止どめる。

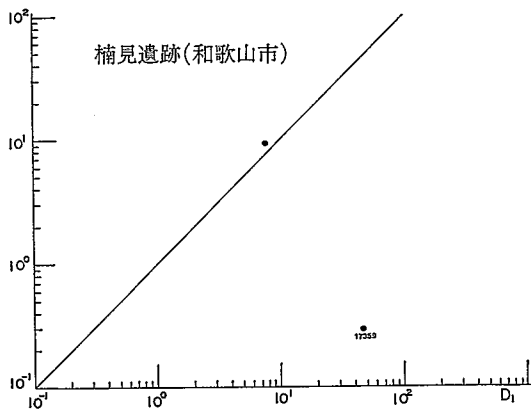


図13 楠見遺跡出土陶質土器の $D_1^2-D_2^2$ プロット
Fig. 13. $D_1^2-D_2^2$ plot for the earthenwares excavated from the Kusumi site.

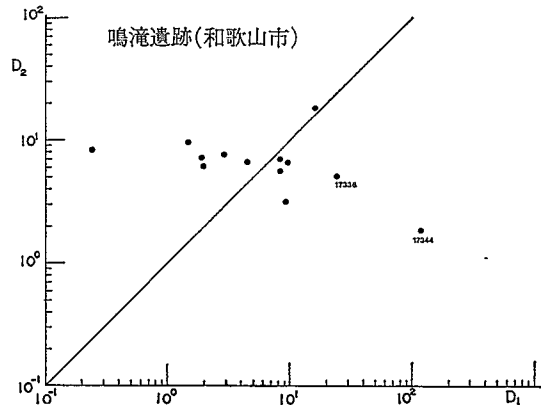


図15 鳴滝遺跡出土陶質土器の $D_1^2-D_2^2$ プロット
Fig. 15. $D_1^2-D_2^2$ plot for the earthenwares excavated from the Narutaki site.

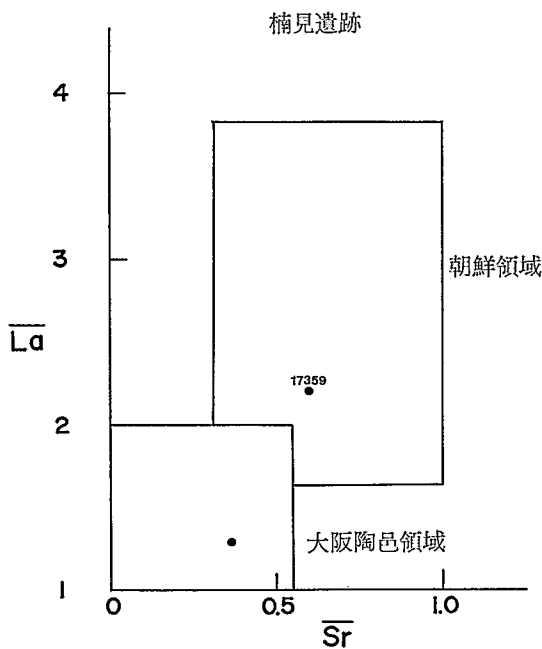


図14 楠見遺跡出土陶質土器の La-Sr 分布図
Fig. 14. La-Sr map for the earthenwares excavated from the Kusumi site.

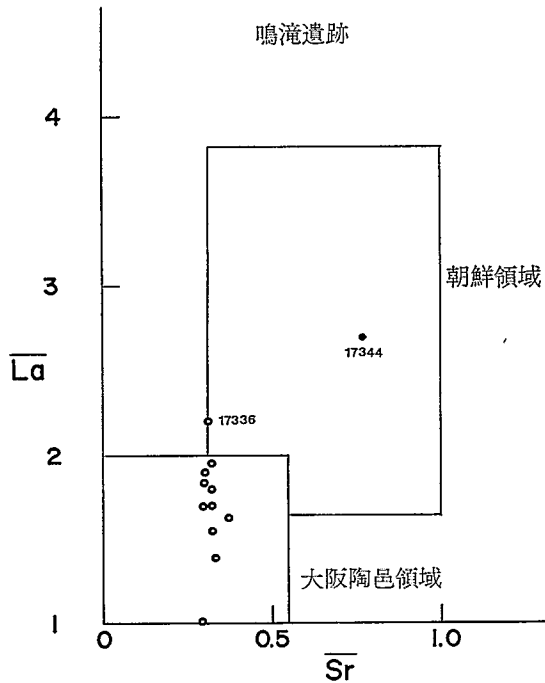


図16 鳴滝遺跡出土陶質土器の La-Sr 分布図
Fig. 16. La-Sr map for the earthenwares excavated from the Narutaki site.

3-3 和歌山市，御坊市の5世紀代の古墳・遺跡出土陶質土器の産地推定

和歌山市野田遺跡出土陶質土器の $D_1^2-D_2^2$ プロットを図10に示す。95%の信頼度で朝鮮半島産と推定された。その $\bar{S}r-\bar{L}a$ プロットを図11に示す。朝鮮群領域内に分布することが分かる。なお、参

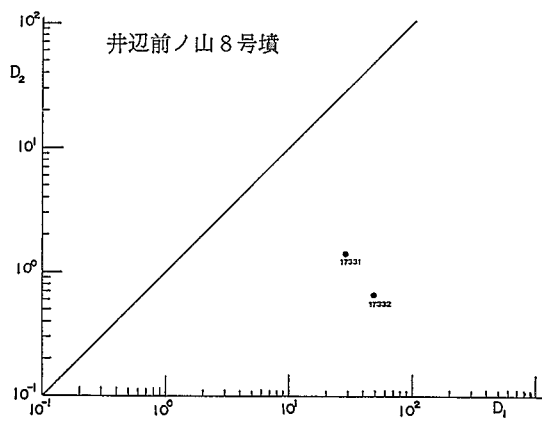


図17 井辺前ノ山 8 号墳出土陶質土器の $D_1^2-D_2^2$ プロット

Fig. 17. $D_1^2-D_2^2$ plot for the earthenwares excavated from the Inbemaenoyama No. 8 tomb site.

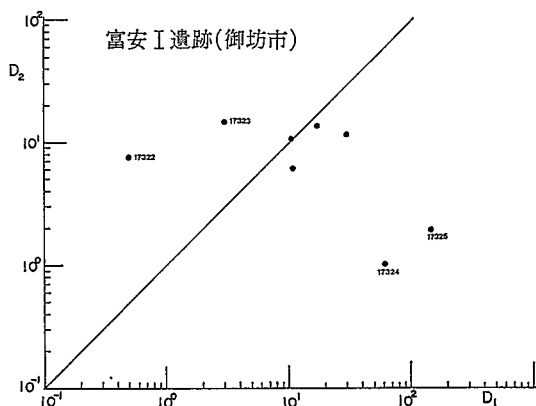


図19 富安 I 遺跡出土陶質土器の $D_1^2-D_2^2$ プロット

Fig. 19. $D_1^2-D_2^2$ plot for the earthenwares excavated from the Tomiyasu I site.

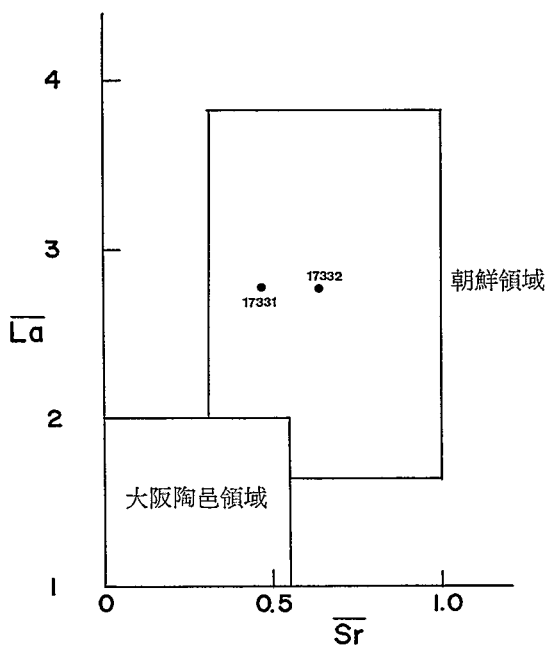


図18 井辺前ノ山 8 号墳出土陶質土器の La-Sr 分布図

Fig. 18. La-Sr map for the earthenwares excavated from the Inbemaenoyama No. 8 tomb site.

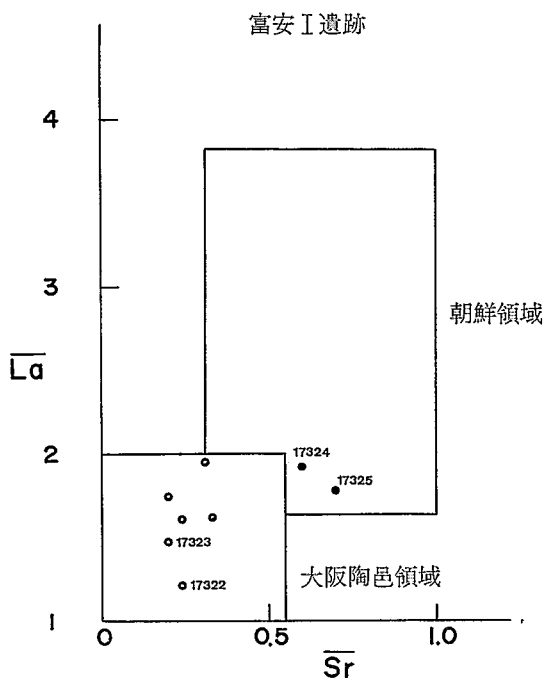


図20 富安 I 遺跡出土陶質土器の La-Sr 分布図

Fig. 20. La-Sr map for the earthenwares excavated from the Tomiyasu I site.

考までに大阪陶邑産須恵器と朝鮮半島産陶質土器の $\overline{\text{Sr}}-\overline{\text{La}}$ プロットを図12に示す。

和歌山市の楠見遺跡の 2 点の陶質土器の $D_1^2-D_2^2$ プロットを図13に示す。試料番号 17359 は信頼

度95%で朝鮮半島産と判定されたが、他の1点は境界線近くに分布する。これら2点の $\bar{\text{Sr}}-\bar{\text{La}}$ プロットを図14に示す。17359は朝鮮群領域内に分布するが、他の1点は大阪陶邑領域内に分布し、朝鮮半島産である可能性は少ない。

和歌山市の鳴滝遺跡出土陶質土器の $\text{D}_1^2-\text{D}_2^2$ プロットを図15に示す。試料番号17344は信頼度95%で朝鮮半島産と推定された。また、17336も朝鮮半島産の可能性の高い陶質土器である。他は朝鮮半島産の可能性は少ない。しかし、境界線を越えて朝鮮群領域内に分布する4点と、境界線に近く分布し、 D_1^2 の値が大きい1点は大阪陶邑産である可能性も少ない。大阪陶邑産の可能性の高いのは D_1^2 の値が5以下である6点だけである。これらの $\bar{\text{Sr}}-\bar{\text{La}}$ プロットを図16に示す。やはり、17344と17336とは朝鮮群領域内に分布することが確認される。

和歌山市の井辺前ノ山8号墳出土陶質土器の $\text{D}_1^2-\text{D}_2^2$ プロットを図17に示す。2点とも、信頼度95%で朝鮮半島産と推定された。図18の $\bar{\text{Sr}}-\bar{\text{La}}$ 分布図でもそのことが確認できる。

御坊市の富安Ⅰ遺跡出土陶質土器の $\text{D}_1^2-\text{D}_2^2$ プロットを図19に示す。試料番号17324と17325の2点は信頼度95%で朝鮮半島産と判定されたが、他は朝鮮半島産である可能性は少ない。しかし、信頼度95%で大阪陶邑産と判定されるのは17322と17323だけで、他の4点は大阪陶邑産の可能性も少ない。これらの $\bar{\text{Sr}}-\bar{\text{La}}$ プロットを図20に示す。17324と17325は朝鮮群領域内に分布することが分かる。

以上の結果、5世紀代の和歌山市周辺の遺跡にはかなり高い信頼度で朝鮮半島産と推定される陶質土器が出土することが明らかになった。

4. 考察

今回は大阪陶邑群と朝鮮群の2群間の判別に多変量解析における判別分析の考え方を応用してみた。2群に限定した根拠については必ずしも完全であるとは云えない。畿内における5世紀代の須恵器生産地は現在のところ、大阪陶邑だけである。他には発見されていない。したがって、畿内の5世紀代の古墳・遺跡出土須恵器の産地として、まず、大阪陶邑を考えるのは当然と云えよう。それに対し、5世紀代の古墳・遺跡から出土する陶質土器の中に、器形からみて須恵器ではないものがあると云われる。それらの多くは朝鮮半島の遺跡から出土する陶質土器に似ていると云われる。これらが朝鮮半島産かどうかを調べるためには、当然、朝鮮半島の陶質土器を1つの母集団として選ばなければならない。こうして、和歌山県下の5世紀代の古墳・遺跡出土陶質土器の可能な産地として、大阪陶邑群と朝鮮半島群を選んだ。しかし、地元の考古学者の中には和歌山県下に5世紀代の須恵器窯跡があったのではないかと疑う人もいる。現在のところ、発見されていないとはいえ、その可能性を完全否定することはできない。そこで、和歌山産の須恵器がどんな化学特性をもっているかを調べるため、6世紀以後の和歌山県下の窯跡出土須恵器の $\text{Rb}-\text{Sr}$ 分布図を描いてみた。図21に示す。分布対象となった窯跡は砂羅谷窯、奥須佐窯、大將軍窯、有ノ木窯、上富安窯、西光寺A窯、風呂の谷1、2号

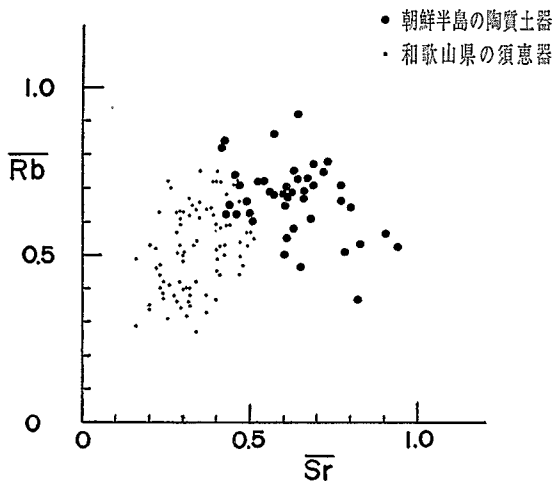


図21 和歌山県産須恵器の Rb-Sr 分布図

Fig. 21. Rb-Sr map for the Sue wares excavated from several kiln sites in Wakayama prefecture.

窯，起請谷窯，西ノ池窯である。これらの須恵器は Sr 量が少ない点では朝鮮半島の陶質土器には類似せず，むしろ，大阪陶邑の須恵器と類似しており，Rb-Sr 分布図では大阪陶邑の須恵器とほぼ重複した位置に分布する。今後，放射化分析により La, Sc などの因子で両者の相互識別の可能性が出てくるかもしれないが，蛍光 X線分析による Rb-Sr 分布図を見る限り，和歌山県の須恵器胎土は大阪陶邑の須恵器と類似していると云えよう。そして，もし，5世紀代に和歌山県下に須恵器窯跡があったとしても，材料には地元の粘土を使うと考えられるから，6世紀以後の和歌山県の須恵器と同じ化学特性をもつ胎土であると考えられる。そうすると，

仮りに，地元で5世紀代の窯跡があったとしても，そこで作られた須恵器は大阪陶邑産と判定されたものの中にあることになる。今回，朝鮮半島産と推定されたものの中にはないはずである。したがって，今回，朝鮮半島産と推定した陶質土器の判定結果は地元窯の存在の可否には影響されないと言えよう。

一方，朝鮮半島の陶質土器についてであるが，分析された陶質土器は慶州周辺の遺跡出土のものが殆んどである。現在のところ，朝鮮半島全域の陶質土器の入手は困難である。朝鮮半島南部のものに限っても，大量に入手することは難しい。筆者らは現在，韓国側の研究者と共同研究を進めることになっているが，現在のところ，慶州中心の分析された陶質土器の化学特性を以って，朝鮮半島の陶質土器の化学特性とする外，仕方ない。

また，土器胎土と器形との関連についてであるが，今回，朝鮮半島産と推定されたものは殆んど器形からみても朝鮮半島産とみられていたものである。しかし，器形からみて朝鮮半島産とみられるものの中に，胎土からは大阪陶邑産と推定されたものが，他県の5世紀代の遺跡から出土しており，³⁾ 器形と胎土との相関性とその意味について考察する必要があるだろう。この点についてはまた別の機会に触れたい。

今回は和歌山県の5世紀代の遺跡出土陶質土器の中に朝鮮半島産のものがあるかどうかということに触れた。今後，このようなデータを集積することによって，古代における朝鮮半島と日本との関係を推察する手掛りが得られるであろう。

最後に，須恵器および陶質土器資料を提供された和歌山県教育委員会，御坊市教育委員会，大阪府

教育委員会，そして，神戸商船大学北野耕平教授に厚くお礼申し上げます。また，放射化分析を進めるに当り，種々，お世話になった京大原子炉実験所小山陸夫助教授，中野幸広技官をはじめホットロボ，計測研の諸氏にも感謝の意を表します。

文 献

- 1) 三辻利一・平賀章三・和布浦兼司・武内孝之・中野幸広・北野耕平・中村 浩・武内雅人・吉田宣夫(1983) 日本の古代遺跡における朝鮮半島産陶質土器の検出(第1報)，考古学と自然科学 16 : 91—103.
- 2) 田中 豊・脇本和昌(1984) 多変量統計解析法，現代数学社。
- 3) 三辻利一(1985) 池の内遺跡出土須恵器の胎土分析，広島市の文化財第32集 池の内遺跡発掘調査報告： 36—37.

Distribution of Korean Earthenwares in Japanese Ancient Sites (Part 2)

Toshikazu MITSUJI, Takeshi OKAI, Naoki SUGI,
and Kazuhiro YAMAGUCHI

Nara University of Education, Takabatake cho, Nara 630

Both X-ray fluorescence and activation analysis were made on the earthenwares excavated from several sites at 5th century around Wakayama city.

Data analysis was made by means of Hotelling T^2 test using Mahalanobis, generalized distance. As the results, the Korean earthenwares were found in several sites such as Narugami V, Otoura, Narutaki, Kusumi, Noda, Imbemaenoyama, No 8 and Tomiyasu I.

