

# 前方後円墳の統計的形態分析

小 沢 一 雅

## 1. ま え が き

考古学におけるコンピュータ応用として、データベース、画像処理、クラスター分析、シミュレーションなどの手法が試みられている。<sup>1-4)</sup> 遺物・遺跡の種類は地域と年代に依存して極めて多様であり、考古学は本来コンピュータ応用の必要性が潜在的に高い分野と考えられる。考古学以外の人文科学領域もほぼ似たような状況にあることが予想でき、昨今における人文科学へのコンピュータ応用の動き<sup>5)</sup> はこれを反映しているものとみられる。

考古学におけるコンピュータ応用に際しては、単に孤立したデータとして考古学的資料をながめるやり方ではおのずから得られる成果に限界があり、真の学際研究を求めて一步考古学に踏み込む態度が不可欠のように思われる。すなわち、1つの資料のもつ意味はその資料とかかわる歴史的背景を通してはじめて完全な理解がなされると考えられるからである。前方後円墳を取扱った従来の筆者の研究<sup>6,7)</sup> もこの点については十分でない面がある。

整然として優美な前方後円墳は、東北地方から九州地方まで全国的な分布が見られるわが国の代表的な墳墓である。すでに破壊され消滅したものも数多いが、筆者の調査ではいまなお3,000基以上現存しているもようである。規模、埋葬施設、外部施設、副葬品、立地および墳丘形態などが有用な情報を提供する前方後円墳はまさに古代人の残したタイムカプセルといえる。とくに、「鍵穴形古墳」(Keyhole Tomb)と別称されるそのユニークな墳丘形態には微妙な差異が認められ、考古学的に重要な研究対象となっている。

筆者は考古学へのコンピュータ応用のケーススタディとしてこれまで墳丘形態に関する研究を行ってきたが、本稿ではその一環として主成分分析と考古学的先験知識を結合した前方後円墳の形態分析の試みを紹介し、考古学的推論への応用について論ずる。

## 2. 考古学と形態分析

前方後円墳は4世紀から6世紀にかけて盛んに築造され古墳時代とよばれる一時期を画するに至った。この時期は、全国の地方的権力が大和の王権の下に次第に集約されてゆく過渡的時期に対応しているため、前方後円墳に関する研究は国家の創生過程の解明に深いかかわりをもっている。

近年、考古学界では、「前方後円」形という特異な形態の発生について関心が高まり、注目すべき見解<sup>8)</sup>も出されつつある。上田<sup>9)</sup>をはじめとする一連の型式学的研究<sup>9-11)</sup>の成果とあいまって墳丘形態に関する研究はますます活発な状況を呈している。墳丘形態は傾向として築造された時期およびその地域に依存して変遷をたどることが知られているが、その定量的な理解は現在のところ十分とはいえない。

現存している前方後円墳の墳丘は千数百年の風雪をくぐり抜けたものであり、築造時の形態とはかなりの隔たりがあるものと考えねばならない。さらに、築造時においてさえ、設計企画（プラン）と実際の墳丘とは土木技術の精度の点からみて幾分相違したと考えねばなるまい。墳丘形態の研究は、設計企画の変遷を現状の形態にもとづいて追求しなければならない意味において、まず2重の障壁に直面する。考古学者の形態研究では、現状の墳丘形態を示す実測図から、発掘経験を含む先験知識にもとづいて築造時の形態を全体あるいは部分的に復元する操作が自然な形で含まれていることが多い。在来の図形処理技術にこのような高等な発見的機能を期待することは本質的にムリがあるから、必要な場合には考古学者の経験や直感を随時取入れる余地を残した形態分析の方法を確立する必要性が認められる。

### 3. 主成分と考古学的先験知識

#### 3.1 特徴量

前方後円墳の墳丘は大ざっぱには前方部と後円部からなっている。半球状の後円部そのものにはとくに顕著なバリエーションが認められるわけではないが、前方部の形状は微妙に変化し、後円部との相対的關係のもとで様々な「型式」が出現する。<sup>6-11)</sup> 考古学者の形態研究は、主として立体的造形である墳丘の平面企画（上から見た形状を規定する）を取扱っている。たしかに、盛土による墳丘の築造において、たとえば前方部を高くしようとする立体企画が土砂の安息角などに規制されて必然的に前方部を広くとるといふ平面企画を生ずることもあり、平面企画の中に立体企画がある程度織り込まれている面もある。しかし、本稿では、墳丘形態をまずできる限り忠実に把握するという方針のもとで、図1に示すような7個所の計測部位を墳丘上に設定した。

墳丘が発掘され完全な復元がなされている場合は別として、多くの場合、現状の墳丘の実測図から適宜人間の経験や直感を生かした復元・修正などの操作を加味しながら計測値を得るものとする。図3に筆者等が行なった実例を示す。また、実測図が与えられていなくとも、航空写真、現地調査などで推定値が得られれば、それをを用いることとする。

さて、7つの計測値は墳丘の絶対的規模に関する情報を含んだままであるから、考古学者の方法論<sup>9)</sup>を参考にして、まずつぎのように後円部を基準とした5つの相対値に集約することによって規模を捨象することとする。

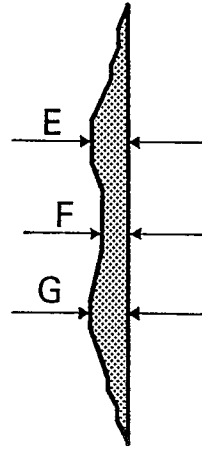
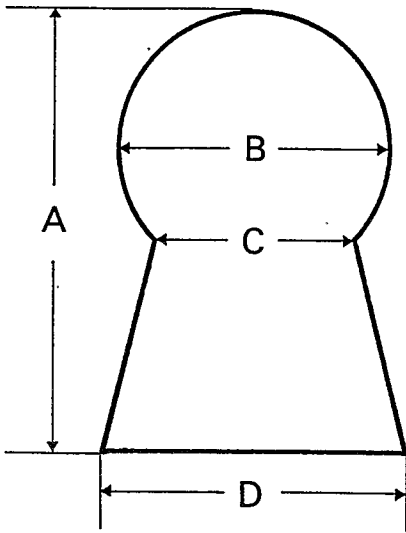


図1 7個所の計測部位

Fig.1 Seven measuring parts of a tomb mound.

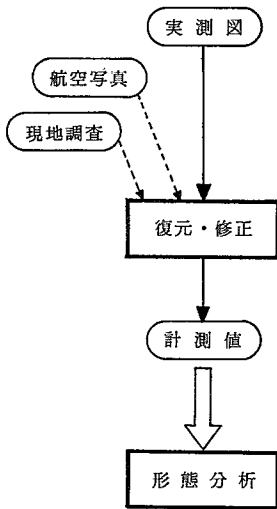


図2 実測図から計測値へ

Fig.2 Flow diagram of shape analysis based on contour maps.

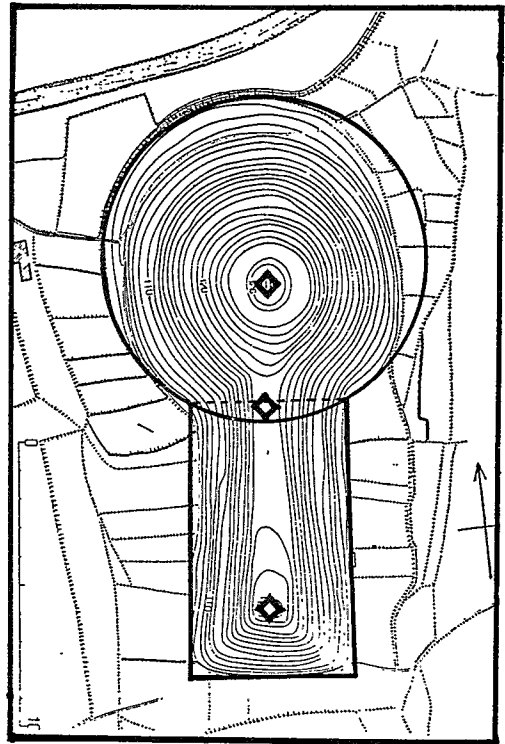


図3 最外郭等高線の復元例(桜井茶白山古墳)  
A~Dは復元等高線にもとづいて、E~Gは  
◇点の実高を用いて計測値を決定した。

Fig.3 An example of restoration of the outermost contour line for measuring the seven parts.

$$\begin{aligned}
 x_1 &= \frac{G}{E} && (\text{相対前方部高}) \\
 x_2 &= \frac{F}{E} && (\text{相対くびれ部高}) \\
 x_3 &= \frac{A}{B} && (\text{相対墳丘長}) \\
 x_4 &= \frac{C}{B} && (\text{相対くびれ部幅}) \\
 x_5 &= \frac{D}{B} && (\text{相対前方部幅})
 \end{aligned}$$

ここで、上記の相対値を要素とするベクトル  $x$  を相対値ベクトルとしてつぎのように定義する。

$$x = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \quad (1)$$

相対値ベクトルの各要素は与えられる古墳の集合に関してそれぞれ平均値および標準偏差が異なるから、比較の対等性をめざしてつぎのように各要素について平均値0、標準偏差1となるよう規格化する。

$$x_k = \frac{x_k - \mu_k}{\sigma_k} \quad (k=1, \dots, 5) \quad (2)$$

ただし、 $\mu_k = E[x_k]$ <sup>\*</sup>

$$\sigma_k = \sqrt{E[(x_k - \mu_k)^2]}$$

規格化された相対値ベクトル

$$\hat{x} = (\hat{x}_1, \hat{x}_2, \hat{x}_3, \hat{x}_4, \hat{x}_5) \quad (3)$$

を特徴ベクトル、各要素を前から順に特徴  $k$  ( $k=1, \dots, 5$ ) とよぶことにする。

各特徴は式(1)～(3)に示される手続きから明らかなように、墳丘形態を反映する量であるが、すでに触れたようにそれぞれ独立な変量ではなく、互いに相関をもっている傾向がある(図4参照)。そこで、つぎの段階としてみかけ上定義された5つの特徴を整理して形態の変化を有効に説明し得る互いに無相関な座標系を見出す問題を考えることにする。よく知られているように、この問題は

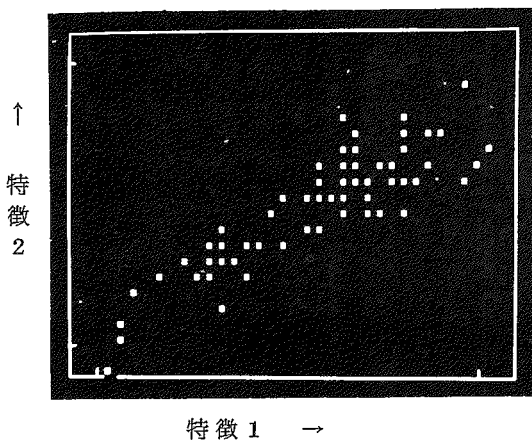


図4 相関関係の一例

Fig. 4 Correlation between feature 1 and 2

\*  $E[\cdot]$  は  $\cdot$  についての集合平均を示す。 $\cdot$  がベクトルあるいは行列の場合はその要素ごとの平均を示すものとする。

主成分分析法<sup>12)</sup>を用いることによって組織的に解くことができる。

### 3.2 主成分分析法の利用

古墳の集合は、特徴空間において原点 $O$ を中心として分布する点の集合として表現される。墳丘形態のバリエーションを、原点 $O$ からの距離の2乗（特徴ベクトル $\boldsymbol{x}$ のノルムの2乗）、すなわち、

$$\|\boldsymbol{x}\|^2 = \boldsymbol{x}\boldsymbol{x}' \quad (4)$$

によって評価することにし（ $'$ は転置）、すべての古墳についての総和に比例する平均値 $\sigma^{\star}$ をつぎのように示すことにする。

$$\sigma^{\star} = E[\|\boldsymbol{x}\|^2] \quad (5)$$

$\sigma^{\star}$ を全変動とよぶ。<sup>\*</sup>

主成分分析法は、 $\boldsymbol{x}$ の射影成分の全変動に対する寄与率がそれぞれ極大になるような正規直交ベクトルの列を組織的に見出す方法であるが、簡単に復習しておくことにする。

まず、特徴ベクトル $\boldsymbol{x}$ によってつぎのように相関行列 $\mathbf{R}$ を定義する。

$$\mathbf{R} = E[\hat{\boldsymbol{x}}\hat{\boldsymbol{x}}'] = [r_{ij}] \quad (6)$$

$\mathbf{R}$ は、 $5 \times 5$ 対称行列となるが、その要素 $r_{ij}$ について、 $-1 \leq r_{ij} \leq 1$ となることは式(2)より明らかである。

いま、特徴空間にある方向の単位ベクトル $\mathbf{u}$ （ $\|\mathbf{u}\|^2 = 1$ ）を定めよう。特徴ベクトル $\boldsymbol{x}$ の $\mathbf{u}$ への射影は両者の内積 $\boldsymbol{x}\mathbf{u}'$ で与えられるが、これの2乗平均値（分散） $Q$ はつぎのように相関行列を用いて表現できる。

$$Q \equiv E[(\hat{\boldsymbol{x}}\mathbf{u}')^2] = \mathbf{u}\mathbf{R}\mathbf{u}' \quad (7)$$

周知のように、 $Q$ を極大にする単位ベクトルの列、 $\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \dots, \mathbf{u}_r$ は $\mathbf{R}$ の0でない固有値 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_r$ に対応する固有ベクトルとして与えられる。<sup>12)</sup>（ $r$ は $\mathbf{R}$ の階数 $\leq 5$ ）

ここで、固有値 $\lambda_1$ に対応する第1固有ベクトルを

$$\mathbf{u}_1 = (u_{11}, u_{12}, \dots, u_{15}) \quad (8)$$

と書くことにする。

---

<sup>\*</sup> 本稿の場合、式(2)によって規格化されているので $\sigma^{\star} = 5$ となる。

相関行列の対角成分  $R_{ii}$  ( $i = 1, \dots, 5$ ) の総和  $\text{tr } R \equiv \sum_i R_{ii}$  について、式(4)～(6)より

$$\text{tr } R = \sigma^{\star}$$

一方,

$$\text{tr } R = \sum_k \lambda_k$$

が成立するから、周知のように固有ベクトル  $u_m$  ( $1 \leq m \leq 5$ ) への射影が占める全変動に対する寄与率  $\xi_m$  はつきのように与えられる。

$$\xi_m = \frac{\lambda_m}{\sigma^{\star}} = \frac{\lambda_m}{\sum_k \lambda_k}$$

このとき、 $u_m$  への射影を第  $m$  主成分とよび、つきのように書くこととする。

$$Z_m = \hat{x} u'_m \quad (9)$$

主成分分析の基礎として本稿で選定した前方後円墳の集合は付録に示すとおり 122 基からなっている。<sup>※</sup> 選定の主な基準に実測図が入手可能であることおよび地域上、近畿地方辺のものを比較的優先したことである。付録の各古墳の実測図にもとづいて図3のような方法で計測値を求めた。ただし、復元・修正などの操作は筆者および工学部学生が全面的に行ない考古学者は参加していない。この結果得られた 122 個の特徴ベクトルは紙面の都合上、割愛する。特徴ベクトル算出の基礎となった相対値ベクトルの各要素の統計量は表1に示す通りである。

表1 相対値ベクトルの統計量

Table 1. Statistics of the five ratios reduced from the seven measures.

相 対 値	平 均 値	標 準 偏 差	最 小 値	最 大 値
1	0.82	0.21	0.32	1.50
2	0.64	0.15	0.22	0.92
3	1.74	0.15	1.33	2.17
4	0.63	0.12	0.37	0.92
5	1.00	0.27	0.45	1.89

※ 古墳コードは 140 までであるが、ところどころコードが欠落しているため全体で 122 基である。

式(6)にしたがって特徴ベクトルから計算された相関行列 R はつぎの通りである。

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0.79 & 0.20 & 0.53 & 0.68 \\ 0.79 & 1 & -0.01 & 0.55 & 0.49 \\ 0.20 & -0.01 & 1 & -0.02 & 0.31 \\ 0.53 & 0.55 & -0.02 & 1 & 0.67 \\ 0.68 & 0.49 & 0.31 & 0.67 & 1 \end{pmatrix} \quad (10)$$

式(10)の相関行列の固有値、寄与率および第1, 第2固有ベクトルは表2のようにになる。表2から第1主成分のみで説明し得る墳丘形態の変化の全変動に対する割合すなわち寄与率は57.1%となっている。第1主成分と第2主成分を併用する場合は80%となることがわかる。本稿では、一応第3主成分以下を無視し、上位2つの主成分を形態分析に用いることとする。

表2 固有値・固有ベクトル

Table 2. Eigen values and eigen vectors

固有値	寄与率 (%)	寄与率の和 (%)
$\lambda_1 = 2.89$	58	58
$\lambda_2 = 1.08$	22	80
$\lambda_3 = 0.61$	12	92
$\lambda_4 = 0.28$	6	98
$\lambda_5 = 0.14$	3	100

第1固有ベクトル	第2固有ベクトル
$u_{11} = 0.53$	$u_{21} = -0.01$
$u_{12} = 0.49$	$u_{22} = 0.26$
$u_{13} = 0.13$	$u_{23} = -0.92$
$u_{14} = 0.47$	$u_{24} = 0.23$
$u_{15} = 0.50$	$u_{25} = -0.20$

122基の古墳にもとづいて得られた固有ベクトルは1つの統計量であるから、計算の基礎となる古墳が変われば当然変化が起こる。そこで、主成分の安定性を調べるため、122基の古墳からランダムに20基を省いた残る102基で第1固有値を計算するテストを10回繰返した。表3にその結果の集計を示している。この表で見ると、もとの計測値に含まれる誤差(評価の方法はないが、お

表3 安定性のテスト結果

Table 3. Deviation of the first eigen value for a set of 102 tombs selected at random from the 122 tombs given by Appendix.

試行(回)	$\lambda_1$	変化率(%)	寄与率(%)
1	2.90	+ 1.6	58.0
2	2.85	- 0.1	57.0
3	2.79	- 2.3	55.7
4	2.95	+ 3.3	59.0
5	2.79	- 2.3	55.7
6	2.85	+ 0.1	57.1
7	2.93	+ 2.6	58.6
8	2.88	+ 0.9	57.6
9	2.95	+ 3.3	59.0
10	2.79	- 2.3	55.7
平均	2.87	± 1.9	57.3

(変化率は基準値 2.86 からの変化を示す。)

そらく 5% 以上見込んでいる)と比較してもかなりの安定性が認められるであろう。

### 3.3 考古学的先験知識の活用

はじめに前方後円墳の形態に関する考古学上の先験知識を要約する。

(I) 墳丘は厳密な設計企画にもとづいて築造されており、いくつかの「型式」が存在する。

(II) 墳丘形態の変化は年代および地域に依存する。

墳丘形態の変化を説明する 2 つの主成分  $Z_1$  および  $Z_2$  と考古学的先験知識の結合をはかろうとする主題を念頭に置いて上記の先験知識を吟味してみる。

(I) は形態分析の研究そのものの意義を保障するとともに、型式を分類する目的で行なうクラスター分析<sup>6)</sup>の妥当性を示唆するものである。ただし、この点については主成分の抽出のみで解決できる問題ではないと思われる。一方、(II) は墳丘形態の変化が、形態を離れた全く次元の異なる 2 つの外的要因に支配されていることを示唆するものであり、主成分との関連を追求することは、形態と外的要因との相互関係を明らかにすることに役立つと考えられる。

本稿では以上の観点から主成分と先験知識(II)の関連に焦点をしぼることとする。

具体的な分析方針として年代と地域という 2 つの要因のうち一方を固定して主成分との比較を行



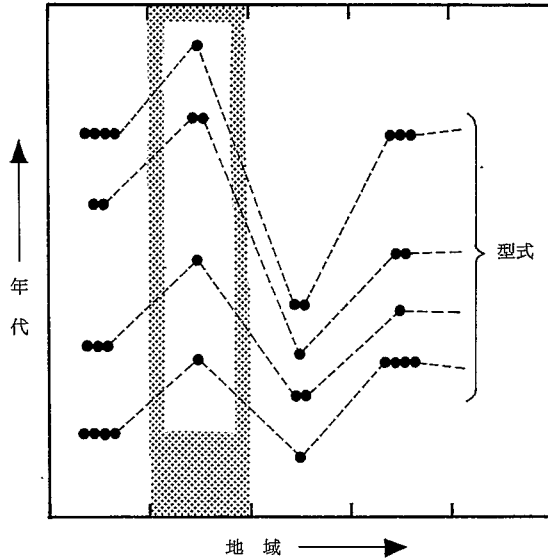


図5 考古学的先験知識の図的表現

特定の地域だけに限定すれば型式変化が年代のみに依存する。●は一定数の古墳の存在を示す。

Fig. 5 Graphical representation of an archaeological knowledge that tomb mounds varied in shape depending on dates and regions.

なう方法が妥当と考えられるが、現在のところ墳丘の築造年代については推定精度が十分とはいえないので、年代を固定する方法は少しむりがある。そこで、地域の方を固定して考えてみることにする。

考古学上、「狭い同一地域」の定義そのものにも議論があると予想されるが、ここでは図6に示される大阪湾岸地域を設定して付録の古墳のうち、(i)この地域に属し、かつ(ii)考古学者によって出土遺物その他考古学的観点から大まかな年代推定がすでに行われていることを条件として92基の古墳を選定した。これらは、古墳コードを付して図中に表示している。考古学的観点からの推定年代は「前期」、「中期」あるいは「後期」というような形式で表現される。付録には筆者の文献調査で得られた推定年代を記入している(文献調査の範囲で判明しなかったものは空欄になっている)。

さて、上記(i)、(ii)の条件で地域を固定した92基の古墳について主成分 $Z_1$ 、 $Z_2$ を算出した結果を図7に示す。図7を視察すれば、主成分 $Z_1$ と年代の良好な対応関係が存在することが認められるであろう。そこで、 $Z_1$ を型式変化指数と名づけることにする。一方、主成分 $Z_2$ については年代との関連はなさそうである。図8は、 $Z_1$ と $Z_2$ に対してもとの5個の特徴量がどのような

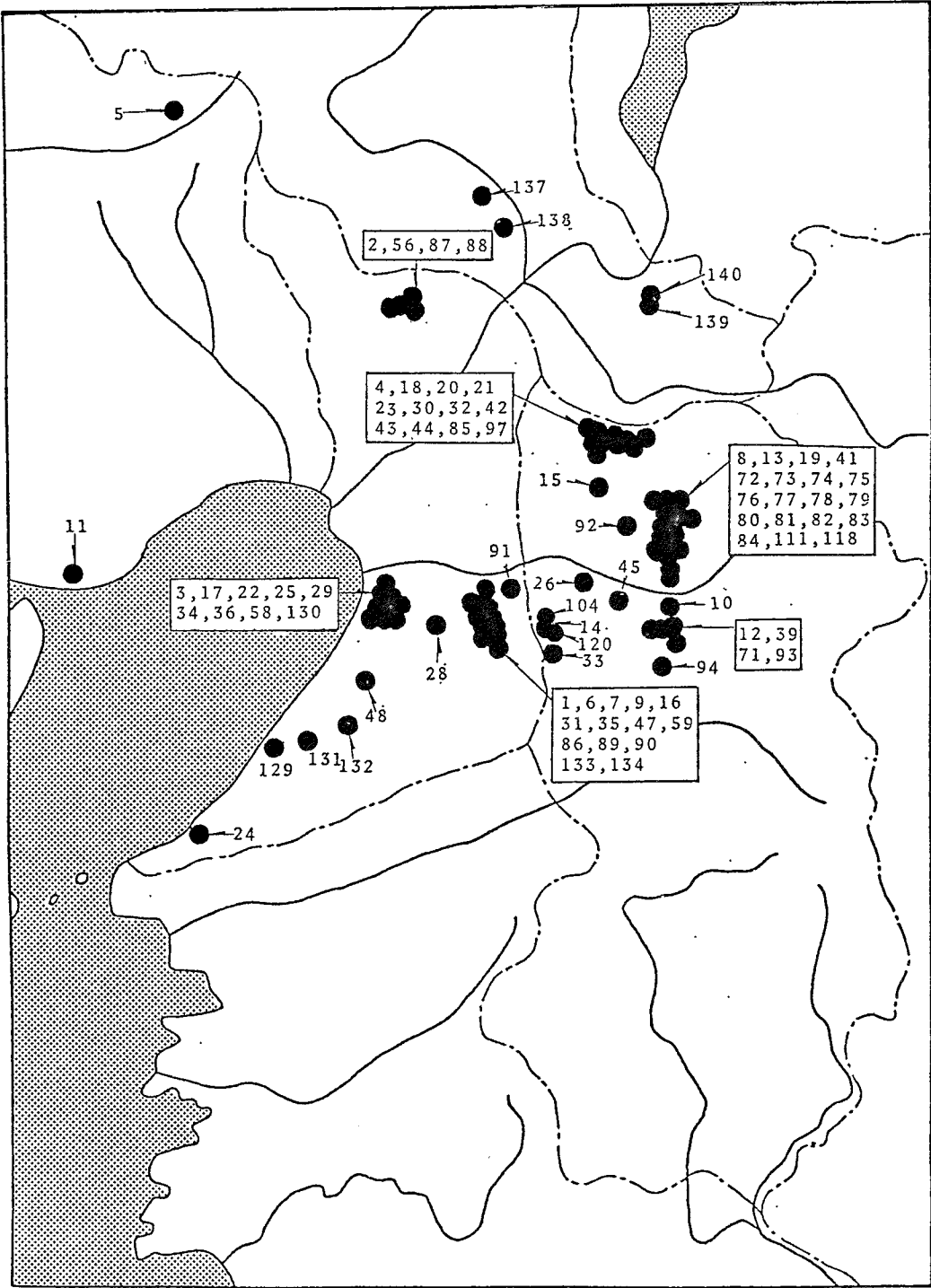


図6 大阪湾岸地域と92古墳

Fig. 6 The region near Osaka Bay and distribution of the 92 tombs.

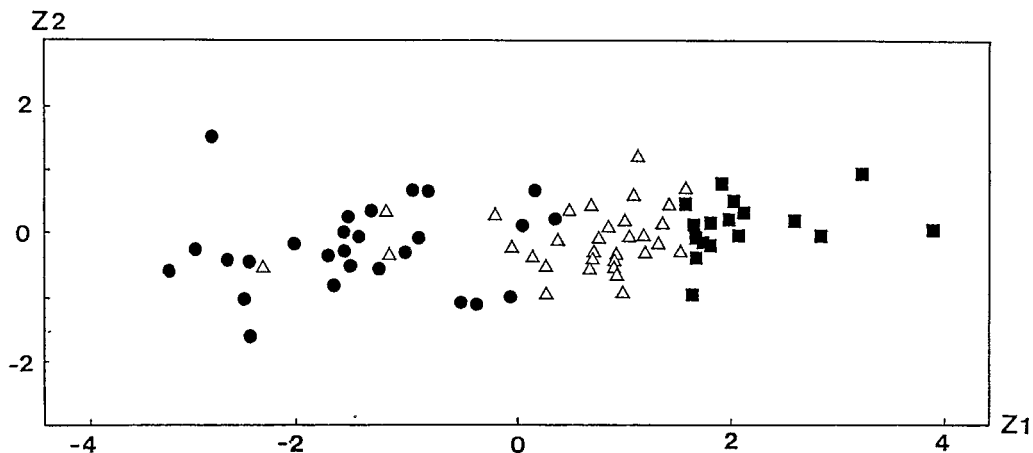


図7 大阪湾岸地域92古墳の主成分の分布図

●前期 △中期 ■後期

Fig. 7 A map of the two principal components of 92 tomb mounds near Osaka Bay.

かわりをもっているかについてそれぞれの相関係数<sup>※</sup>を図的表示したものである。図8から判断すると、 $Z_2$ は特徴量 $x_3$ の寄与が絶大である。

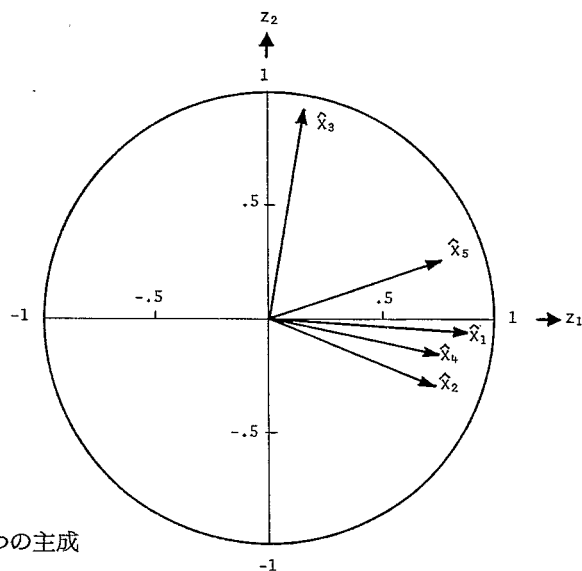


図8 各特徴の2つの主成分に対する相関係数

Fig. 8 Two correlation coefficients between each feature and the two principal components.

注※ 主成分 $Z_1$  ( $1 = 1, 2$ )と特徴量 $x_k$  ( $k = 1, \dots, 5$ )の相関係数は $r(Z_1, x_k) = \lambda_1 u_{1k}$ で与えられる。

$\alpha_3$  は墳丘の「胴」の長さを示すものとみて、 $Z_2$  を胴長指数と名づけることにしよう。

### 3.4 考古学的推論への応用

地域を固定したとき、前方後円墳の推定年代が型式変化指数と良好に対応することおよび胴長指数はこれとの関連がないことなどが明らかとなった。考古学における年代推定は(i)埋葬施設の構造(竪穴式、横穴式、粘土槨、木炭槨など)、(ii)副葬品(土器、埴輪など)、(iii)葺石の状況(iv)立地あるいは(v)周濠の状況などどちらかといえば数量化の困難な属性に依存することが多く、墳丘形態の利用はあくまで副次的であり、また定性的な取扱いの域を出ていない。

しかし、年代を決定づけるこのような非数量的属性群と墳丘の形態が、型式変化指数をインターフェースとして結びついたりと考えれば、2つの世界で欠落している情報が相互に補いあえる可能性があるといえる。たとえば、非数量的属性群から年代は既知であるが、墳丘の一部がすでに崩壊し消滅している古墳があるとすると、型式変化指数を媒介として崩壊部分を復元することが可能となろう。逆に、欠落した非数量的属性を形態に関する情報をもとにして、埋めてゆくことも興味ある問題となるであろう。また、型式変化指数を積極的に利用し、実在しない仮想的墳形を作り出して前方後円墳の発生を論ずるというようなヒューリスティックな試みも十分検討に値すると考えられる。

本稿で検討した型式変化指数をこのような考古学的推論へ応用し、その実を挙げるためには、非数量的属性を各古墳について調査し、墳丘形態とともに一括把握する必要がある。筆者は古墳データベースの構築に向けて資料収集中であるが、収集情報が一定量に達した段階でこの問題に検討を加えたいと考えている。

## 4. む す び

前方後円墳の墳丘形態を5つの特徴によって数量的に把握し、主成分を求めた。さらに、先験知識の活用によって第1主成分が型式変化指数と解釈できる性質をもつことが明らかとなった。統計計算の基礎とした122基の古墳が母集団の性質を良く反映していることを期待しているが、本文中で述べたように計測値は復元・修正などの人為的操作を加えて求められる。したがって、型式変化指数は計測値を決定する人間にも依存して多少の変化が生ずることになる。これは、考古学者の経験や直感を自由に発揮できる余地を残しながら、形態分析を組織的に実行する一手法を提示して

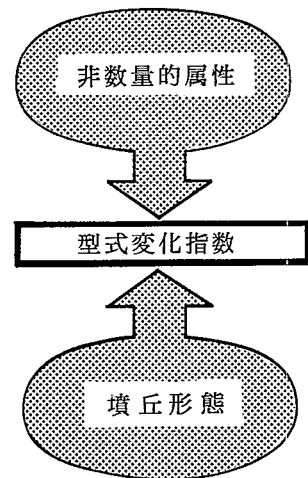


図9 非数量的属性と墳丘形態

Fig. 9

Shape of a tomb mound interfacing non-numerical attributes via the first principal component.

いる点に本稿の1つの特長がある以上、やむを得ない。また、本稿では大阪湾岸地域を選んだが、複数の興味ある地域を選んで同様な検討を加えれば、墳丘形態の地域性に関する知見が得られる可能性もあろう。

最後に本研究の一部は昭和54,55年度試験研究「人文科学へのコンピュータアプリケーション」にもとづいて行われたことを付記する。

## 謝 辞

日頃御支援賜わる帝塚山学院大学上田宏範教授に深謝致します。有益なご討論を頂いた本学富永昌二助教授、熱心に協力して頂いた本学卒研究生有芳幹夫君（津山情報公社）に深謝します。

## あ ら ま し

前方後円墳の形態変化を定量的にとらえるため、墳丘上に7個所の計測部位を設定する。現状の墳丘は自然崩壊、人為的破壊などによって、築造時点と比べてかなり変化しているので一般に復元・修正が必要となる。このため、人間の経験・直感を生かしながら実測図上で墳丘の復元・修正を積極的に行ない、それぞれの計測値を求めてゆく方法を提案している。さらに、統計的手法を用いて7個の計測値を5個の特徴に集約し、主成分分析を行なう。一方、墳丘形態の変化を説明する主成分に対する理解をはかるため、考古学的先験知識を活用する。本稿では、対象とする前方後円墳の地域を固定して主成分と推定年代との比較を行ない、第1主成分が型式変化指数の意味を含んでいることを明らかにする。同時にその考古学的推論への応用について論ずる。

## 参 考 文 献

- (1) Shackey, M.L., MacGregor, A.G. and Duncan, J.M. (1976) Information Retrieval and Graphics at Danebury and York, Computer Applications in Archaeology : 72 - 79 (Jan. 1976)
- (2) Scollar, I. (1978) Computer Image processing for Archaeological Air Photographs, World Archaeology, 10, No. 1 : 71 - 87 (June 1978)
- (3) Doran, J.E. and Hodson, F.R. (1975) Mathematics and Computers in Archaeology, pp 159 - 185, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- (4) Hodder, I. (1978) Simulation Studies in Archaeology, Cambridge University Press, Cambridge.

- (5) 杉田(1981) 民族学研究におけるパターン情報処理 — 国立民族学博物館における事例 — ,  
電子通信学会研究会資料 PRL 80-80 (昭 56-01)
- (6) 小沢(1976) 前方後円墳のパターンマッチング, 情報処理 17, №12 (昭 51-12)
- (7) 小沢 前方後円墳の形態研究とその計数的方法の試み, 考古学研究 25, №2 (昭 53-09)
- (8) 都出(1979) 前方後円墳出現期の社会, 考古学研究 25, №3 (昭 54-12)
- (9) 上田(1969) 前方後円墳, 学生社(昭 44-10)
- (10) 梶(1975) 古墳の設計, 築地書館(昭 50)
- (11) 石部, 田中, 宮川, 堀田(1979) 畿内大形前方後円墳の築造企画について, 古代学研究 89  
号(昭 54-04)
- (12) 伊藤(1969) 多変量解析の理論, 培風館(昭 44-09)
- (13) 竹内(1963) 数理統計学, 東洋経済新報社(昭 38-07)

## Statistical Shape Analysis on Keyhole Tomb Mounds

Kazumasa OZAWA

Osaka Electro-Communication University, Neyagawa-shi, Osaka 572

Thousands of Japanese ancient Keyhole tombs are slightly different in shape from each other. An archaeological knowledge is that variation in shape depends on when and where the tomb mound was built. This paper aims to discuss this archaeological knowledge more precisely, based on the principal components analysis.

The five features describing a tomb mound are first defined, each of which is extracted from a contour map by making good use of empirical human capability. Eigen vectors to provide principal components are computed on the basis of a mutual correlation matrix of the five features. Secondly archaeological datings of 92 tombs located in a small region near Osaka Bay are discussed in comparison with the first principal components of the tombs.

A conclusive understanding is that archaeological dating of a tomb mound is dominated by its first principal component. Finally possible applications of this result are discussed in relation to archaeological inference.

コード	古墳名	所在地	年代
1	允恭天皇陵	大阪府藤井寺市国府	△
2	継体天皇陵	大阪府茨木市太田	△
3	土師古墳	大阪府堺市百舌鳥西之町	■
4	垂仁天皇陵	奈良県奈良市尼辻町	●
5	雲部車塚古墳	兵庫県多紀郡城東町	△
6	白鳥陵	大阪府羽曳野市鞆里	■
7	清寧天皇陵	大阪府羽曳野市西浦	■
8	箸墓古墳	奈良県桜井市菅中	●
9	心神天皇陵	大阪府羽曳野市	△
10	桜井茶臼山古墳	奈良県桜井市外山	●
11	五色塚古墳	神戸市垂水区五色西垂水町	●
12	宣化天皇陵	奈良県橿原市鳥屋字見三才	△
13	崇神天皇陵	奈良県天理市柳本町	●
14	新庄二塚古墳	奈良県北葛城郡新庄町	■
15	郡山新木山古墳	奈良県大和郡山市新木町	■
16	仲津姫命陵	大阪府藤井寺市沢田	△
17	履中天皇陵	大阪府堺市石津ヶ丘	△
18	成務天皇陵	奈良市山陵町	●
19	東乘鞍山古墳	奈良県天理市丹波市町	■
20	小那辺古墳	奈良市法華寺町	△
21	神功皇后陵	奈良市陵町	●
22	御廟山古墳	大阪府堺市百舌鳥高田町	△
23	宇和那辺古墳	奈良法華寺町	△
24	五十瓊敷入彦命墓	大阪府泉南郡岬町淡輪	△
25	仁徳天皇陵	大阪府堺市大仙町	△
26	河合大塚山古墳	奈良県北葛城郡河合町	△
27	大日山一骨墳	和歌山市岩橋	△
28	黒姫山古墳	大阪府南河内郡美原町	△
29	堺大塚山古墳	大阪府堺市上野芝町	△
30	瓢箪山古墳	奈良市佐紀町字衛門戸	●
31	安閑天皇陵	大阪府羽曳野市古市	■

コード	古墳名	所在地	年代
73	アンド山古墳	奈良県天理市柳本町	●
74	南アノ山古墳	奈良県天理市渋谷町	●
75	上ノ山古墳	奈良県天理市柳本町	●
76	黒塚古墳	奈良県天理市石上町字平尾	△
77	石上大塚古墳	奈良県天理市石上町字坪ヶ谷	■
78	ウツナリ古墳	奈良県天理市石上町字北山	■
79	別所大塚古墳	奈良県天理市石上町字西山	△
80	西山塚古墳	奈良県天理市菅生町西山	●
81	中山大塚古墳	奈良県天理市中山町大塚	●
82	ヒエ塚古墳	奈良県天理市菅生町ヒエ塚	●
83	東殿塚古墳	奈良県天理市中山町殿塚	●
84	馬口山古墳	奈良県天理市兵庫町山西羅	△
85	塩塚古墳	奈良県奈良市歌姫町字塩塚	△
86	古壺山古墳	大阪府藤井寺市沢田	△
87	岡本山古墳	大阪府高槻市南平台	●
88	弁天山古墳	大阪府高槻市南平台	●
89	鉢塚古墳	大阪府藤井寺市野中	●
90	宮山古墳	大阪府藤井寺市野中	■
94	市尾墓山古墳	奈良県高市郡高取町	●
97	不退寺裏山古墳	奈良市法蓮町不退寺裏山	■
99	尾張断夫山古墳	愛知県名古屋	●
100	三味塚古墳	茨城県行方郡玉造町	●
101	吉島古墳	兵庫県竜野市新宮町	●
102	信濃川御将塚古墳	長野県篠井市石川湯の入	●
103	加瀬白山古墳	神奈川県川崎市	●
104	平林古墳	奈良県北葛城郡当麻町	■
105	舟塚古墳	茨城県新治郡玉里村	■
106	殿塚古墳	千葉県山武郡横芝町	■
107	院塚古墳	熊本県玉名郡岱明村	△
108	西都原100号墳	宮崎県西都原	●
109	石山古墳	三重県上野市	●



32	日葉酸媛命陵	奈良市山陵町	●	110	井辺八幡山古墳	和歌山県和歌山市	■
33	室大墓	奈良県御所市室	△	111	珠城山3号墳	奈良県桜井市穴師	△
34	反正天皇陵	大阪府堺市三国ヶ丘町	■	112	瓦塚1号墳	奈良県生駒郡斑鳩町	●
35	二ツ塚古墳(応神陪塚)	大阪府堺市誉田	△	113	石人山古墳	福岡県広川町	●
36	永山古墳(仁徳陪塚)	大阪府堺市大仙町	△	114	相の谷2号墳	愛媛県今治市近見	●
37	花山6号墳	和歌山県岩橋花山	△	115	妙見山古墳	愛媛県越智郡大西町	●
38	京都原265号墳	宮崎県西都市	■	116	遠江鉾子塚古墳	静岡県磐田市	●
39	欽明天皇陵	奈良県高市郡明日香村	●	117	石塚山古墳	福岡県京都町田原南原	●
41	奈田陵	奈良県天理市中山町	●	118	天神山古墳	奈良県天理市柳本町	●
42	称徳天皇陵	奈良市山陵町	●	119	姫塚古墳	千葉県山武郡横芝町	●
43	鸕鷀古墳	奈良市若草山頂上	●	120	新庄屋敷山古墳	奈良県北葛城郡新庄町	■
44	磐之媛命陵	奈良市佐紀町字ヒシアケ	△	121	西宮山古墳	兵庫県竜野市竜野町	△
45	馬見新木山古墳	奈良県北葛城郡広陵町	△	122	見手山古墳	兵庫県豊岡市妙楽寺	△
46	女狭瀬塚古墳	宮崎県西都市三宅	△	123	行者塚古墳	兵庫県加古川市	△
47	仲哀天皇陵	大阪府藤井寺市藤井寺	●	124	洞中2号墳	兵庫県多紀郡篠山町	●
48	和泉黄金塚古墳	大阪府和泉市上代町	△	125	小盛山古墳	兵庫県朝来郡和田町	●
49	白石稻荷山古墳	群馬県藤岡市白石稻荷原	●	126	妻塚古墳	兵庫県神戸市灘区	●
50	金藏山古墳	岡山市沢田	△	127	玉丘古墳	兵庫県加西市玉丘	●
51	七興山古墳	群馬県藤岡市上落合	■	128	横坂1号墳	兵庫県佐用郡佐用町	△
52	築後岩戸山古墳	福岡県八女市吉田	●	129	丸山古墳	大阪府貝塚市地蔵堂198	●
53	天神山古墳	福岡府堺市江泊	●	130	文珠塚古墳	大阪府堺市上野芝向ヶ丘町	●
54	松林山古墳	静岡県磐田市新見	■	131	摩湯山古墳	大阪府岸和田市摩湯町	●
56	今城塚古墳	大阪府高槻市	■	132	信太山千塚第43号墳	大阪府和泉市	●
57	天王塚古墳	和歌山市和佐	△	133	丸山古墳	大阪府羽曳野市飛鳥壘井	●
58	いたすけ古墳	大阪府堺市百舌鳥高田町	△	134	御旅山古墳	大阪府羽曳野市飛鳥壘井	●
59	菅田墓山古墳	大阪府羽曳野市白鳥	△	136	那家車塚	大阪府高槻市岡本町	△
60	大谷山22号墳	和歌山県岩橋大谷山	△	137	天皇の杜古墳	京都府京都市右京区	△
61	太田天神山古墳	群馬県太田市内ヶ島	△	138	物集女車塚古墳	京都府向日市物集女	△
71	見瀬丸山古墳	奈良県橿原市見瀬町大壠	■	139	久津川車塚古墳	京都府城陽市平川	△
72	景行天皇陵	奈良県天理市渋谷町	●	140	芭蕉塚古墳	京都府城陽市平川	△

推定年代：●前期    △中期    ■後期

付録 前方後円墳一覽表

一、國語教學法之重要性  
 二、國語教學法之發展  
 三、國語教學法之實施  
 四、國語教學法之成效  
 五、國語教學法之展望

一、國語教學法之重要性  
 二、國語教學法之發展  
 三、國語教學法之實施  
 四、國語教學法之成效  
 五、國語教學法之展望