

前方後円墳の平面形にもとづく型式判定

小沢 一雅

大阪電気通信大学総合情報学部情報工学科

ozawa@ozlab.osakac.ac.jp

前方後円墳の墳形がいくつかの型式に分類されるという予想にもとづいて、すでに多くの型式学的研究（形態研究）が行われている。3次元的な築造物である前方後円墳の型式について考える前提は、現在の墳形を写した実測図から築造時の原形を推測し、墳丘各部の原寸を推定（計測）することである。本稿では、電子化された実測図（ビットマップイメージ）にもとづいて形態研究の基礎となる7部位のうち、平面形に属する4つの部位の計測操作を支援する墳形計測システムについて述べる。これに関連して、4つの計測値にもとづく墳丘の築造年代の推定（編年）を論ずる。さらに、平面形に属する4つの計測値のみによって3次元的な築造物としての前方後円墳の型式判定を実現する可能性とその方法論について論ずる。最後に、試案として分析空間と名づけた型式判定のためのプラットフォームを提示し、その有効性について考える。

Classification of Japanese Ancient Keyhole Tombs Based on Their Plane Figures

Kazumasa Ozawa

Dept of Engineering Informatics,
Osaka Electro-Communication University,
Neyagawa, Osaka 572-8530, Japan.

This paper presents a system to support estimation of four partial dimensions of a Japanese ancient Keyhole-shaped tomb mound using the digitalized contour map of its present mound. The four dimensions belong to the plane figure of the mound. In relation to the system, chronological ordering and classification of the ancient tombs have been discussed. A tentative procedure to classify the ancient tombs based on the four dimensions has been proposed, which could be carried out using a specially designed classification space model.

1. まえがき

一見するとすべて類似した形態に見える前方後円墳をやや詳細に分析すると、いくつかのグループ（型式）に分類できることや築造された年代をも推定できることが明らかになっている[1-5]。すでに考古学における型式学的研究によっていくつかの異なる型式分類観が提案されている[1]。いっぽう、筆者が提案した実数計測法は、墳丘に墳丘長や後円部径などを含む7つの部位を設定し、それらの計測値を主成分分析法によって導かれた2つの指数が形成する指数平面に射影する形式で型式分類や型式判定を行う手法である。

実数計測法を実践する上での問題点は、7つの計測値の中に高さの計測値が含まれていることである。3次元的な築造物である墳丘の形態把握にあたって高さの情報を導入することは一般的にいえばごく自然な発想であるが、およそ1500年以上経過した現状の墳丘から信頼に足る高さ情報を抽出するのは至難である。多くの場合、前方後円墳は土砂の自然流出や堆積、あるいは人為的攪乱などによって変形をきたしており、その結果として築造時の高さ情報を保存している墳丘はかなり少ないというのが実態である。型式分類は墳丘の形状が比較的良好に保全されている幾内大型前方後円墳を選び出して定義した集団を基礎として行うことができたが[1,6]、一般の古墳が対象となる型式判定においては上の問題が実践上の障害になる。

前報[6]では、こうした実践上の障害を解決する方策として前方後円墳の平面形（平面企画）のみの情報によって年代推定を可能にする編年座標図を提案し、それについて型式論的な考察を述べた。本稿では、編年座標図を組み込んだ前方後円墳実測図の計測システムについて紹介するとともに、これにもとづく型式判定の方法について論ずる。

2. 実数計測法

実数計測法では、墳丘に7つの部位を設定してこれらの計測値によって基本形を観測する。すなわち、墳丘長、後円部径、くびれ部幅、前方部幅、後円部高、くびれ部高、前方部高の7つの計測値であって、図1に示すようにa～gの記号をわりあてている。一般論でいえば、観測対象をできるかぎり忠実に測定した物理量として計測値を位置づけるのがふつうであるが、前方後円墳はこうした一般論で斬りすて

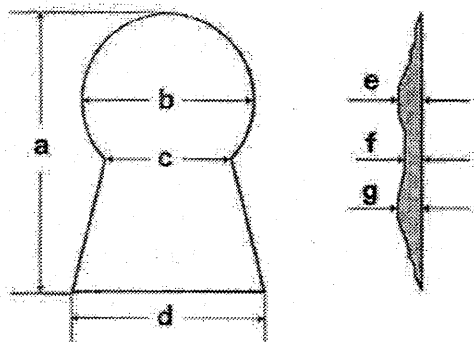


図1 前方後円墳の7部位

ることのできない特殊性をもっている。具体的な観測対象はおおむね墳丘実測図になるが、これは築造後千数百年経過した墳丘の現形を写しとったものであって、部位の「忠実な」計測値がかならずしも有効な情報とはならない。この理由はつぎのように要約できる。前方後円墳の形態の発生や変遷、さらには複数の古墳の親縁関係を解き明かすための基礎と

なるものは築造時の原形（築造企画）であって、経年変化した墳丘の現在形ではない。しかし、あくまで実測図の観測をとおしてしか原形を推測する方法はない。つまり、実測図の観測とはいっても、そこに推測という要素が入りこんでくるのは避けられないわけである。

基本形を規定する7つの部位の計測値は、ばらばらの数値の集まりであってたがいの関連性は表面上なにもみえない。こうした一見無関係にみえる数値の間に潜在する相互関係を検出する手段として、主成分分析法などの統計的手法がある。この場合、当然多数の古墳の基本形を推測し、それぞれの計測値をもとめる必要がある。筆者は、122基の古墳の基本形を推測して計測値をもとめた。さらに主成分分析法によって墳形の変化を説明できる2つの主成分を導出し、それぞれ型式変化指数および胴長指数として定義した。このあたりの詳細は、すでに拙著等[1,6]に述べたとおりであって、ここでは割愛する。

3. 編年座標図による年代推定

古墳の実測図から図1に示す7つの計測値が得られる。編年座標図は、このうち平面企画に属する3つの計測値 b , c , d （後円部径、くびれ部幅、前方部幅）で規定される2つの相対値（比率）：

c/b 〈相対くびれ部幅〉

d/b 〈相対前方部幅〉

を座標とする特別な座標図である（図2参照）。

2つの相対値（相対くびれ部幅と相対前方部幅）の両方を活用することによって古墳の年代軸たる型式変化指数の機能をほぼ代替できることを前報[6]で報告した。型式変化指数を算定するためには、7つの計測値（図1参照）が必要であるが、前述のように実践の場面において7つの計測値全体を確定することはそう容易なことではない。こうした現実を考えると、相対くびれ部幅と相対前方部幅という平面企画に属する2つの相対値だけで墳形の時間的変化を測定できることの利便性はきわめて高い。2つの相対値を算定するために必要な計測値は、後円部径 b 、くびれ部幅 c および前方部幅 d の3つであって、7つの計測値全体をもとめることに比べればはるかに手続きは容易である。古墳の年代軸たる型式変化指数の機能を2つの相対値の併用というかたちで代替させるためには、古墳時代中期初頭（あるいは前期終末）とみられる境界の前後で適切に2つの相対値をつかい分けることが必要になる。

図2の編年座標図はこうした操作を視覚的に実行できるように工夫したものである。下線横軸に相対くびれ部幅の目盛り、右縦軸には相対前方部幅の目盛りをきざんでいるが、主要な3つの境界値からのびる境界線が座標全域を4つのゾーンに分割している。すなわち、相対くびれ部幅における境界値0.63から垂直にのびる境界線が描かれ、相対前方

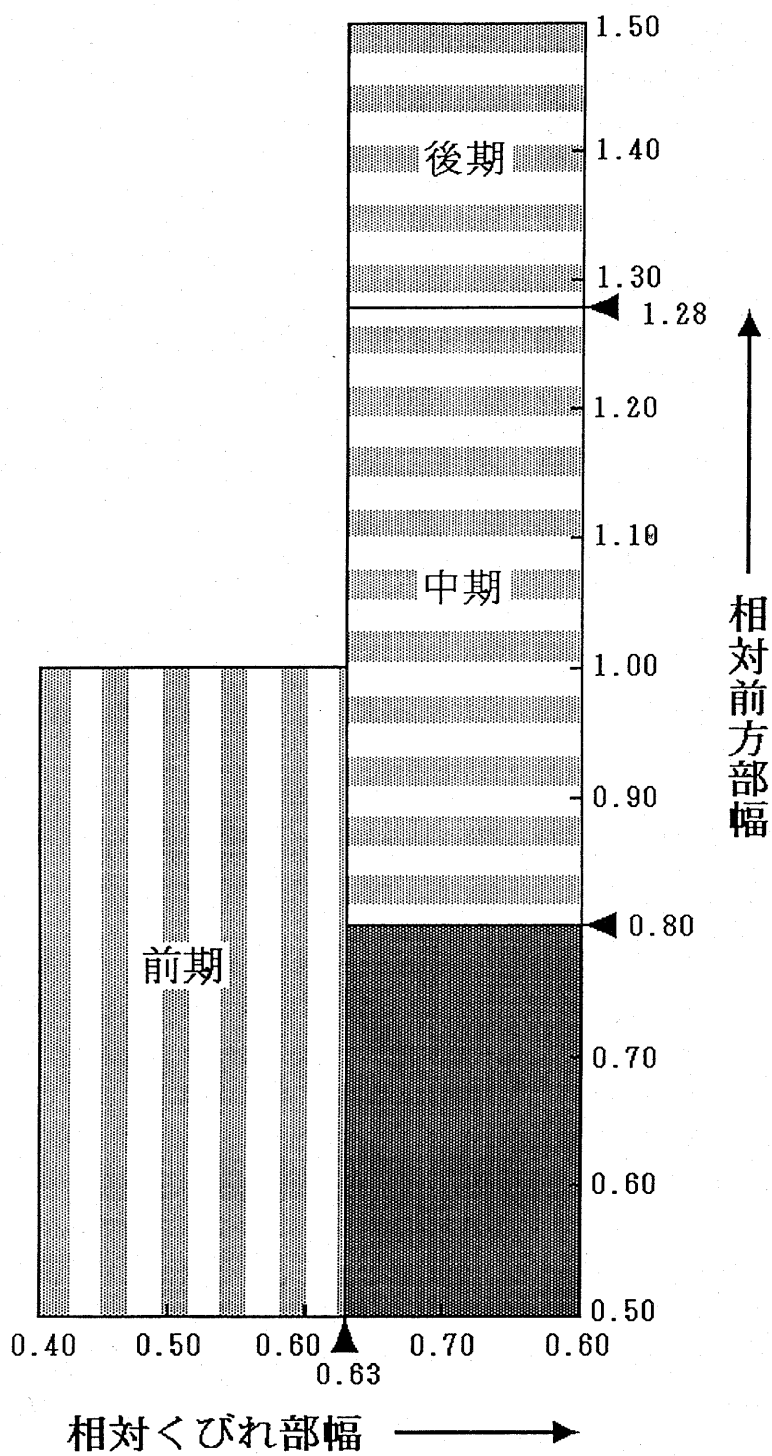


図2 編年座標図

部幅における2つの境界値0.80と1.28からそれぞれ水平にのびる境界線が2本描かれている。0.80は中期古墳の相対前方部幅の下限値として、また1.28は中期と後期を分ける境界値として設定した。なお、3つの境界線以外の直線のうち、前期古墳と後期古墳の相対前方部幅の上限値としてそれぞれに設定した1.00および1.50の2点からのびる水平方向の直線がある。いっぽう、編年座標図の右下部分（網目）は無効ゾーンであって、ここに現れる古墳は現実には存在しないとみなされる範囲である。

4. 墳形計測システム

編年座標図にある古墳に適用し、年代推定を行うためには、その実測図からまず少なくとも3つの計測値b, c, dを抽出する必要がある。この計測は機械的・一過的に行えるものではなく試行錯誤的な過程になるのがふつうである。つまり、現状の墳形を写した実測図から築造時の整然とした前方後円形を推測して蓋然性の高い計測値を抽出しようとするパターン認識的操作にほかならないからである。さらに、場合によっては古墳から検出された別の物証によってすでに年代が確定している事例もあり得る。このような場合には、実測図に現れている墳形と推定年代の双方に矛盾のない計測値を追求することになる。さらに、求める計測値を抽出するにあたって、参考や

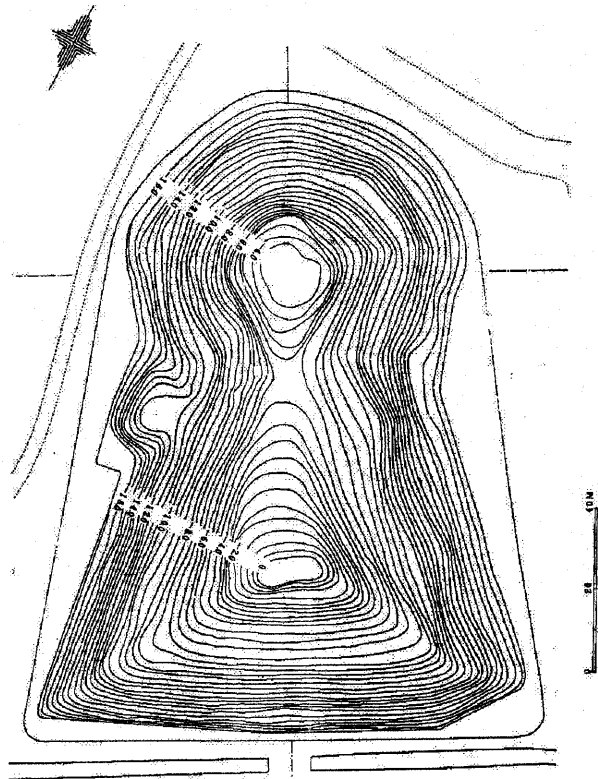


図3 尾張断夫山古墳

比較のため2つの相対値が類似する畿内大型前方後円墳を参照する必要も起こりうる。かくして予期されるさまざまな試行錯誤的操作の過程を支援するシステムが実現できれば、その利便性はきわめて高いものがあると考えられる。

ここで紹介する墳形計測システム（愛称「古墳測りま専科」）では、電子化された前方後円墳の実測図（BMPイメージ）にもとづいて、平面企画に属する各部位の計測を直接支援する機能を実現している。さらに、それに関連する各種の付随機能を具備した実践的なシステムである。以下、本システムの主要な機能等について要約する。

墳丘部位の計測

ビットマップ (BMP) 形式で電子化された前方後円墳の実測図 (図3 参照) を基礎として、墳丘の平面企画に属する4つの部位 (a, b, c, d) を計測し、それらの計測値を実寸 (単位m) で表示する。計測操作を円滑に進めるために、前方後円形で可変な方円定規 (図4 参照) による計測方式が利用できる。できるかぎり正確な計測を行えるように、実測図の部分を拡大して表示する機能もあわせて利用できる。

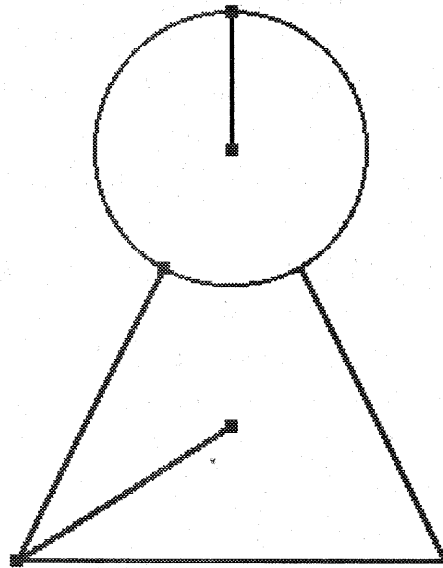


図4 方円定規

年代推定

得られた計測値をシステムに組み込まれた編年座標図にあてはめて、当該古墳の築造年代を推定する。現在のところ、推定年代は古墳時代前期 (4世紀) ・中期 (5世紀) ・後期 (6世紀) という3時期区分であってそれ以上の詳細化は行っていない。そのかわりに、年代が近接するとみられる畿内大型前方後円墳を親縁度の降順に表示させ、参照することができるようになっている。

立体企画の推定

本システムは前方後円墳の平面企画に属する4つの部位の計測を支援する機能が中核になっているが、得られた計測値から墳丘の高さ情報 (立体企画) を推測する機能も具備している。こうした機能を考えることができる根拠は土砂の安息角の存在であって、たとえば後円部径と後円部高の間にはかなり高い相関関係が認められている[1]。本システムには、こうした相関を数量的に記述する直線回帰式が組み込まれている。

システム動作環境

Windows98 以降のOS上で本システムは快適に作動する (30MB以上のHDD容量が必要)。また、前方後円墳の実測図を電子化できるスキャナーなどの周辺装置が利用できる環境も最低限必要である。

4. 前方後円墳の平面形による型式判定

筆者の提案した実数計測法による型式判定は2つの指数 (型式変化指数と胴長指数) を座標としてつくられる指数平面上に当該古墳を1点として投影し、それがあらかじめ定義

されているどの型式ゾーンに入るかを判定する手法であった[1,8]。型式変化指数はさきに述べたように、2つの相対値（ c/b および d/b ）によって代替できることが明らかになり、このことが編年座標図の発案にむすびついたことは前報[8]で詳述した。いっぽう、胴長指数を圧倒的に支配する変量が相対墳丘長（ a/b ）であることはすでに判明している[1,5]。したがって、情報論的視点でいえば、本来2つの指数によって把握しえた前方後円墳の墳形を3つの相対値によってほぼ代替的に把握しようということになる。問題は、3つの相対値による型式判定の手法をどのように具体化するかである。

図5に前方後円墳の平面形にもとづく型式判定のための分析空間の構想を示す。分析空間とは、編年座標図をベースにもうひとつの座標軸（相対墳丘長）を加えた3次元の座標空間である。分析空間による前方後円墳の型式判定の概要はつぎのように要約できる。

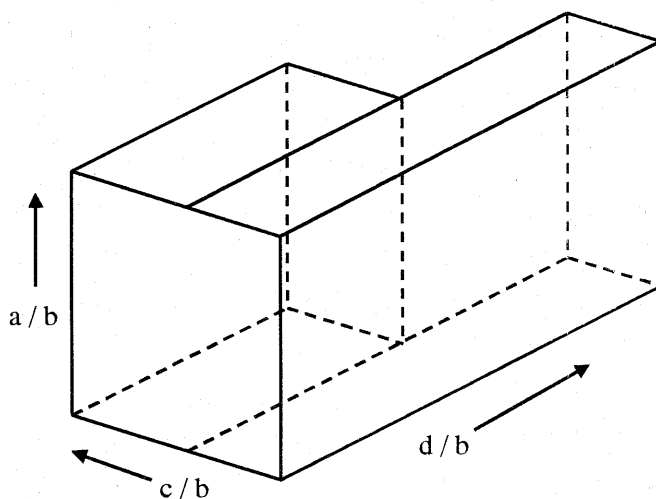


図5 分析空間

- (1) 型式定義の基礎となる畿内大型前方後円墳33基[1,6]を分析空間に配置し、型式ゾーンを設定する。
- (2) 型式判定のために与えられる古墳Xについて4つの部位（ a, b, c, d ）を計測し、3つの相対値を算出する。
- (3) 古墳Xを分析空間内の1点として投影し、それが属する（あるいは最近隣の）型式ゾーンを検出して型式判定を行う。

3次元の空間を紙面に描くことはできないので、分析空間による型式判定はコンピュータに依存したかたちで具体化することになる。ただし、すべての情報処理過程がコンピュータというブラックボックスの中だけで進行し、判定結果だけが出力されるような状況は考古学的研究において望ましいことではない。コンピュータ処理と並行して研究者が情

報処理（型式判定）に介在できる状況も必要であろう。このための方策として、分析空間をいくつかの展開図として2次元化して表現することが必要になると考えている。

4 むすび

本稿では、前方後円墳の平面企画に属する4つの部位の計測を支援する墳形計測システムを中心に、墳形にもとづく築造年代の推定と型式判定について論じた。前方後円墳は築造以来およそ1500年経過しているため現在の墳形は原形からみると多かれ少なかれ経年変化をきたしている。経年変化の要因としては、風雪による土砂の流出や堆積、樹木の繁茂による攪乱、および人為的な改変や破壊などが考えられる。本稿で論じた型式判定や年代推定の基礎になるのは、あくまで原形であって墳形の現状ではない。いっぽう、われわれが手にすることのできる具体的なデータとは、墳形の現状を写した実測図にほかならない。この結果として、必然的に墳形の現状からその原形を推測する問題が発生する。つまり、1500年という時間の壁をくぐりぬけて原形の姿をできるかぎり忠実に推測することが求められるわけである。ここに、前方後円墳の形態研究における最大の課題があるといっても過言ではない。

本稿で述べた墳形計測システムは、こうした課題に立ち向かう実践的な場面を想定し、できるかぎり高い支援効果を発揮することをめざしている。型式判定の対象となる前方後円墳が与えられたとき、その原形が正しく推測されるならば、必ず信頼するに足る判定結果をみちびくことができるであろう。本稿で論じた前方後円墳の型式判定に関する方法論は、こうした究極の課題に対するひとつの方向を提示したものである。

謝辞 墳形計測システム構築に熱心に取り組んでくれた大阪電気通信大学情報工学科・平成12年度卒研究生の加藤耕基君に感謝する。

参考文献

- [1]小沢一雅：『前方後円墳の数理』，雄山閣出版，1988.
- [2]小沢一雅：「前方後円墳のパターンマッチング」，『情報処理学会誌』，17巻，12号，1105-1112，1976.
- [3]小沢一雅：「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巻，2号，29-46，1978.
- [4]K.Ozawa: Classification of the Keyhole Shaped Tombs by Template Matching Method, *IEEE Trans. on Computers*, Vol.C-27, No.5, 462-467, 1978.
- [5]小沢一雅：「古墳の形状復元とシステム化」，『情報処理学会論文誌』，32巻，6号，756-765，1991.
- [6]小沢一雅：「前方後円墳のための編年座標図の試作と検討」，情報処理学会「人文科学とコンピュータ」研究会資料，No. 45-3，17-24，2000.