

前方後円墳の墳形と築造企画

Estimation of the Original Plan of a Japanese Ancient Tomb Mound from Its Present Dimensions

小沢 一雅
Kazumasa Ozawa

大阪電気通信大学情報工学科
〒572-8530 大阪府寝屋川市初町 18-8

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

前方後円墳の墳形と築造企画の関係について一考察を述べる。前方後円墳は3次元の形状をもつものであって、その形態研究には本来3次元的アプローチが求められるはずである。本稿では、墳丘の平面企画に属する後円部径、くびれ部幅、前方部幅および墳丘長という4部位にもとづく形態研究の方法について述べる。とくに、墳丘の高さ情報(立体企画)が平面企画と強い相関をもつことから、平面企画の4部位が独立性の高い変量となっていることを指摘し、平面企画のみにもとづく墳形変化の定量的な分析を試みる。具体的には、4つの部位の計測値から導かれる後円部径を基準とした3つの相対値(比率)と古墳編年との関連を示すとともに、3つの相対値で構成される型式座標図によって新たな型式論を展開する可能性を考える。

The Keyhole-shaped ancient tomb mounds are very important monuments symbolizing a special Japanese ancient period. This paper presents a consideration on estimation of the original plan of the ancient tomb mound based on measurement of its dimensions. Dimensions to be measured in the contour map of the tomb mound include radius of the round-back, length of the mound, width of the neck-like part and width of the square-front. Discussion has been made on dating the tomb mounds by using such four dimensions. This paper presents a tentative draft for a typological chart, by which typological or chronological grouping of a given tomb mound would be carried out. Discussion has also been made on whether or not the typological chart acts well as a quantitative measure in chronological or typological studies.

1. まえがき

前方後円墳の墳形は、3次元的にとらえていくのが本来的なアプローチであって原理・原則と考えられるが[1-3]、実際の墳丘を仔細に見ていくと必ずしもそれが現実的な方法にはなりにくいことが実感される。筆者はこうした原理・原則と現実との遊離を解決する方法の必要性を痛感し、いくつかの試行錯誤を繰り返してきた[4-6]。こうした経緯の結果、墳形の平面企画(墳丘の外郭線の形状)のみによる分析手法がひとつの現実的な方法になりうると判断し、その妥当性を明らかにするための調査研究を行ってきた。さらに、平面企画にもとづく形態研究を具体的に実現する方法として型式座標図を提案し、畿内古墳についての分析を試みつつある[7]。

背景には、墳丘の実測や関連資料の刊行[8-11]がすすみ、形態研究にとりくむにあたっての環境は以前にもまして格段によくなったことも幸いしている。

形態研究の基本は、墳丘の現状ではなく実測図を通して築造時の原プラン、すなわち築造企画を推測し、これにもとづいて墳丘の形態を考えていくことにある。築造企画の推測とは、基本的な墳丘の部位の大きさ（墳丘長や後円部径など）を復元的に計測することであって、人間のパターン認識能力に依拠した試行錯誤的過程をとる。こうした墳形計測は形態研究の出発点となるためきわめて重要な意味をもつ。そこでこれを支援する効率的なシステムの構築にも取り組んでいる[7]。本稿では、平面企画に属する後円部径、くびれ部幅、前方部幅および墳丘長という4つの部位と築造企画の関係に焦点をあてて、平面企画による形態研究の方法について考察する。

2. 前方後円墳の築造企画

2.1 基本形と7部位

前方後円墳の墳丘を詳細にみていくと、これまで同型と考えられている2つの墳丘についても微妙な差異があり、周知のようにかならずしも完全一致するわけではない。同型か同型でないかは、つまるところ2つの墳丘の基本形が相似形になっているか否かにほかならない。すなわち、墳丘の骨格的な形状である基本形を主眼に考えることが形態研究の第一歩であって、詳細な形状要素はまずは二次的なものとしておく。ここでいう詳細な形状要素とは、たとえば段築の有無やその構成、あるいは造形の形状や位置など細やかで装飾的ないしは局所的な形状要素をさす。

基本形にもとづく前方後円墳の形態観測は、動物の分類学が骨格の観測を基盤にして構築されていく方法論によく符合している。動物の分類においては、耳や鼻のかたちなど詳細な形状要素の差異を検知してさらに細かな二次分類が行われる。前方後円墳の場合もまったく同様な分類手順をふむことになる。

筆者は、墳丘に7つの部位を設定してこれらの計測値の全体によって基本形を観測する手法を採用している[4]。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つの部位であって、図1にしめすようにa～gの記号をわりあてている。筆者は、図1にしめす7つの部位が必要最小限の設定であると考えている。ことばを換えると、設定した部位の計測値によって図1に描かれるような墳形が幾何学的に再現可能かどうかを判断の基準になる。

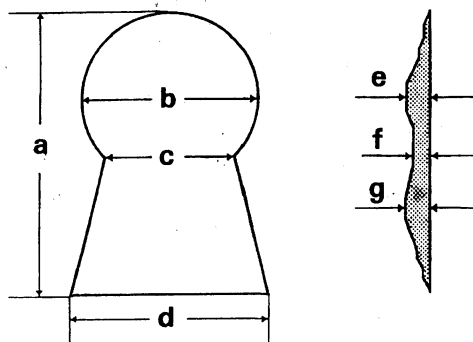


図1 基本形を規定する7部位

2.2 平面企画と立体企画

本来3次元的にとらえなければならない前方後円墳の基本形は、図1にしめすように最小限

7つの部位によって規定されると考えられる。この内、立体企画に属する e, f, g の3つの部位を実測図によって計測しようとするれば、実際のところ墳丘の等高線を下位から上位に向かって数え上げるしか方法がない。これによって得られる計測値にしても、あくまで現形のそれであってわれわれが追求している築造企画を反映したものではない。つまり、後述する仮説による築造企画の推測は、少なくとも平面企画については妥当性が認められるとしても、立体企画の推測にはまったくあてはまらない。土砂を素材とする墳丘は、いかに厳格な土木工法によって精緻に築かれたとはいえ、千数百年の歳月には抗し得ないわけであって、多かれ少なかれ損傷を被っている。人為的な攪乱があれば、立体企画に関係する各部の高さはとくに著しく変動する。極端な場合、墳丘が削平され封土がほとんど失われた前方後円墳もある。実測図とはこうした現形を実測したデータであって、これから墳丘の立体企画を直接推測することはほぼ不可能と考えている。

一方、土砂を素材とする墳丘の形状は、3次元といえども基本的には素材の制約からのがれることはできないという視点がある。つまり、石やコンクリートを素材とする場合とはちがって、実現しようする形状にそんなに大きな自由度はない。とくに、安息角的な経験則から、高さを実現しようとするれば底面を広く確保しなければならないことは直感的にわかる。すなわち、立体企画は、平面企画に従属する形になっているという予想が成り立つ。これを具体的に調査する目的で、墳丘の高さに関して保存状態の良い古墳28基を基礎データとして、後円部、くびれ部、前方部のそれぞれについて平面と立体に関する単回帰分析を行った[12]。この結果、それぞれについてきわめて高い直線的相関があることが判明した。検定の結果、危険率1%以下でつぎの3つの予測式(回帰式)が成立することがわかった[12]。

前方部: $Y = 3.40 + 0.099 X$ (X =前方部幅 Y =前方部高 相関係数=0.92)

後円部: $Y = 1.37 + 0.14 X$ (X =後円部径 Y =後円部高 相関係数=0.91)

くびれ部: $Y = 2.56 + 0.13 X$ (X =くびれ部幅 Y =くびれ部高 相関係数=0.90)

簡潔に言えば、上式は墳丘の基本形に関して立体企画が平面企画に強く依存していること、すなわち、平面企画が決まればほぼ自動的に立体企画が確定してしまうことを意味している。一般論からすれば、3次元物体の形態研究は平面と立体の両面からのアプローチが原則であるが、前方後円墳については一方がほぼ完全な従属変量になっているため、平面企画のみに依拠したアプローチがむしろ簡潔であって冗長性のない方法となることを示唆している。

2. 3 基本形の推測と仮説

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プラン(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、築造企画を直接観測することはできないわけで、図2の例のようにあくまで実測図の観測をとおしてそれを推測する以外に方法はない。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。もし推測が適正に行われたならば、現在形の「忠実な」計測値よりもはるかに有効な計測値が得られることになる。問題の核心は、推

測が適正に行えるかどうかである。推測の典型的なあり方として、たとえば実測図に描かれている墳丘の遺失部分の紙上修復や補正などがある。こうした推測が行われる場面では、つねになんらかの情報や知識が参考にされているはずである。推測に利用される情報や知識は、およそつぎのように類別できる。

- (1) 実測図に描かれている墳丘の現在形と周辺地形
- (2) 発掘調査や実地見分によって得られた墳形に関する物証
- (3) 墳丘の基本形に関する図形幾何学的仮説
- (4) 墳丘の設計や築造企画に関する数値的仮説

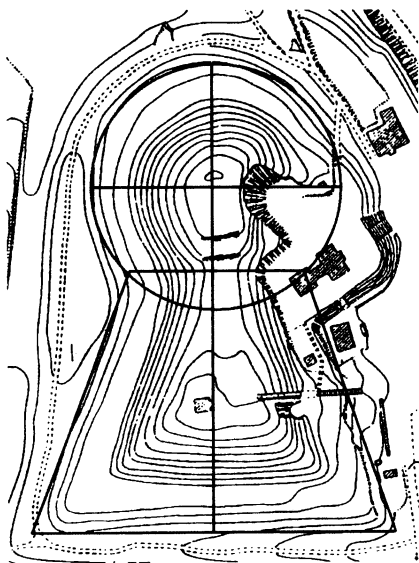


図2 筑後岩戸山古墳計測例

深い仮説は、墳丘の設計や築造企画の詳細へとさらにふみこんでいく。たとえば、墳丘の特定の部位とほかの部位の大きさがきちんとした整数比をなすという「整数比仮説」など[13-15]がその典型的な例である。

整数比仮説などの深い仮説を前提にした場合には、墳丘各部の「計測値」はたがいに仮説に拘束されながら所期の整数比への合致をあくまで追求していくことになる。一方、浅い仮説のみに依拠した場合には、部位間の比例関係や数値的な拘束条件が仮定されないため、各部位の計測はそれぞれ独立に行われることになる。筆者の墳形計測は、上に例示した2つの浅い仮説にもとづいている[7]。

3. 相対値による形態研究

形態研究の主軸は、築造企画における相似性の検出である。墳丘の規模の差異を捨象して相似性を考えるために、4つの部位の計測値（平面企画）から後円部径を基準としたつぎの3つの比率（相対値）を用いている。

上記(1)と(2)は、だれが推測をやるにせよ参考にしなければならない客観的な基礎情報である。しかし、一般にこうした基礎情報だけで築造企画を推測するのは困難であって、なんらかの仮説（主観的な判断基準や経験的知識などを含む）を導入し、それを併用していく必要がある。ただ、仮説といっても一様ではなく、ごく単純な「浅い」仮説から、かなり深くふみこんだ「深い」仮説までである。(3)と(4)はそれぞれ浅い仮説と深い仮説に対応すると考えてよい。ここで、浅い仮説として、つぎの2つの例をあげておく。実際の墳丘には立地や工法に依存して多少の変形が生じたとしても、築造企画において後円部外周は円形であり、箸墓古墳などの特異な古墳タイプを除けば前方部の各外郭線はすべて直線であるとする仮説。もうひとつは、築造企画における左右対称仮説である。

相対墳丘長＝墳丘長／後円部径

相対くびれ部幅＝くびれ部幅／後円部径

相対前方部幅＝前方部幅／後円部径

本稿では、2つの古墳を3つの相対値で比較することによって両者の相似性を定量的に評価していく方法を考える。基礎データとしてまず畿内古墳をとりあげる。築造企画に関する型式論についてはすでに多くの先行研究があるが、その大多数は畿内古墳中心の型式論である。実態としては、型式についても多様な地域性が認められるわけであるが、それを考えるための基準として、本稿でも畿内古墳をとりあげることとする。表1に畿内大型前方後円墳の計測値をしめしている。

表1 畿内大型前方後円墳の計測値（平面企画）および相対値

識別番号	古墳名	墳丘長	後円部径	くびれ部幅	前方部幅	相対墳丘長	相対くびれ部幅	相対前方部幅
1	仁徳陵	486	244	163	300	1.99	0.67	1.23
2	応神陵	416	257	188	290	1.62	0.73	1.13
3	履中陵	362	208	150	237	1.74	0.72	1.14
4	見瀬丸山古墳	308	162	115	211	1.9	0.71	1.3
5	景行陵	289	163	83	153	1.77	0.51	0.94
6	土師ニサンザイ古墳	288	160	110	226	1.8	0.69	1.41
7	仲津姫陵	286	168	113	188	1.7	0.67	1.12
8	箸墓古墳	280	161	64	132	1.74	0.4	0.82
9	崇神陵	268	154	65	122	1.74	0.42	0.79
10	ウワナベ古墳	255	128	88	127	1.99	0.69	0.99
11	仲哀陵	242	145	97	183	1.67	0.67	1.26
12	西殿塚古墳	233	143	67	134	1.63	0.47	0.94
13	メスリ山古墳	231	127	56	77	1.82	0.44	0.61
14	允恭陵	230	137	86	159	1.68	0.63	1.16
15	継体陵	229	137	88	160	1.67	0.64	1.17
16	蒼田墓山古墳	226	129	92	154	1.75	0.71	1.19
17	垂仁陵	225	125	68	118	1.8	0.54	0.94
18	成務陵	215	133	81	113	1.62	0.61	0.85
19	磐之姫陵	215	125	93	149	1.72	0.74	1.19
20	西陵古墳	214	119	77	118	1.8	0.65	0.99
21	築山古墳	208	119	74	107	1.75	0.63	0.9
22	日葉酢姫陵	205	128	69	88	1.6	0.54	0.69
23	桜井茶臼山古墳	204	118	51	63	1.73	0.43	0.53
24	築山古墳	204	115	74	94	1.77	0.64	0.82
25	コナベ古墳	202	123	79	124	1.64	0.64	1.01
26	馬見新木山古墳	201	117	78	122	1.72	0.67	1.04
27	河合大塚山古墳	197	103	65	117	1.91	0.63	1.14
28	室大墓古墳	196	110	72	109	1.78	0.66	0.99
29	五色塚古墳	194	125	66	81	1.55	0.52	0.64
30	今城塚古墳	189	102	68	145	1.85	0.67	1.42
31	御廟山古墳	188	99	69	121	1.9	0.7	1.22
32	白鳥陵	186	103	70	156	1.81	0.68	1.5
33	宇度墓古墳	172	99	64	112	1.74	0.65	1.13

3つの変量を同時に表示するには本来3次元空間（相対値空間）が必要になるが、目視によ

る検討が行いにくいので2次元の座標図へ展開すると図3のようになる。表1に掲げた畿内大型前方後円墳それぞれが(本図では一部の古墳が欠落)、3つの相対値の組み合わせでできる3種類の平面へと射影されている。

すなわち、「相対くびれ部幅⇔相対前方部幅」(左上平面)、「相対くびれ部幅⇔相対墳丘長」(右上平面)および「相対墳丘長⇔相対前方部幅」(左下平面)の3つである。図3を概観して明らかに視認できる傾向として、①左上平面が墳形の年代的变化を顕著に表現していること、②相対くびれ部幅が前期古墳を識別する特徴を示していること(右上平面)、および③相対墳丘長は少なくとも年代とは無関係らしいこと等があげられよう。本図のもつこうした表現力に注目して、図3を型式座標図とよんでいる[7]。

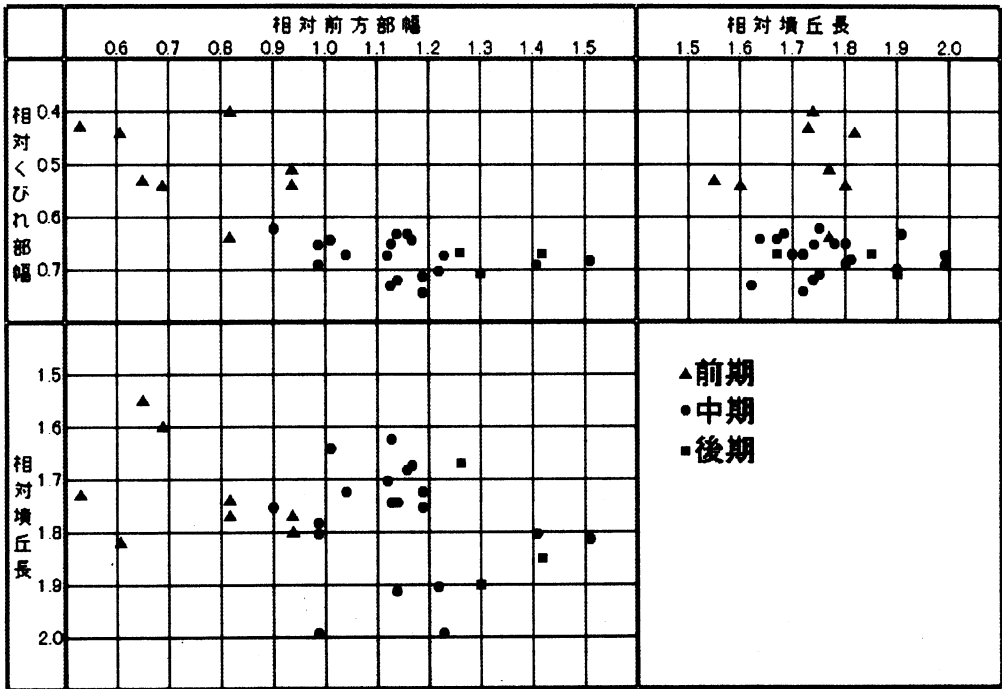


図3 型式座標図

4. 前期古墳の検討

4. 1 相対くびれ部幅

図3の型式座標図における畿内古墳の散布状況からも、前方後円墳の時間的な変化傾向が前方部の相対的な壮大化にあることは明らかである。ここで、図3の左上平面と右上平面に現れる相対くびれ部幅に注目し、これが前期古墳における時間軸としての意味をもつかどうかを考える。くびれ部とは前方部と後円部の接合部であって、前方部側からみると後円部への「入り口」に相当する。くびれ部幅の増大は土砂の安息角の原理によってくびれ部頂の上昇を可能とするのは事実である。くびれ部に立つと見上げるような高みにあった後円部頂が、くびれ部の

高まりによって次第に目線に下降してくるという効果も推測できる。墳頂という特殊な空間における環境の改変を意図してくびれ部幅の増大をひきおこしたとすれば、祭祀のあり方に変化が生じたと想定することもできよう。しかし、こうしたくびれ部幅の増大には限界がある。くびれ部幅が増大しすぎると前方後円形が維持できなくなるからである。実際、中期前半に位置づけられる応神陵古墳などの例をみると、相対くびれ部幅が0.73程度という限界値(最大値)にまで達している(表1参照)。

4. 2 前期古墳の系列

一般論として、各型式が時間軸において重複なくすべて一直線に配列されるのか否かという問題がある。岸本直文氏は、型式の系列概念と複数系列の同時並立という見解を提示している[16]。複数系列の同時並立とは、すべての型式を時間軸で一直線に序列化できないことにはかならず、この問題について重要な示唆をあたえている。ここで、表1に記載されている10基の前期古墳を例にとり、型式座標図との関係を考えてみる。まず、この10基を相対くびれ部幅の小さい順に並べてみると表2が得られる。

表2 相対くびれ部幅の昇順に配列した前期古墳

識別番号	古墳名	墳丘長	相対墳丘長	相対くびれ部幅	相対前方部幅
8	箸墓古墳	280	1.74	0.40	0.82
9	崇神陵古墳	268	1.74	0.42	0.79
23	桜井茶臼山古墳	204	1.73	0.43	0.53
13	メスリ山古墳	231	1.82	0.44	0.61
12	西殿塚古墳	233	1.63	0.47	0.94
5	景行陵古墳	289	1.77	0.51	0.94
29	五色塚古墳	194	1.55	0.52	0.64
17	垂仁陵古墳	225	1.80	0.54	0.94
22	日葉酢媛陵古墳	205	1.60	0.54	0.69
18	成務陵古墳	215	1.62	0.61	0.85

図3の右上平面には前期古墳が▲印でプロットされているが、左右方向(相対墳丘長)で見ると2群に分かれていることが目視できる。一方、表2は、上下方向(相対くびれ部幅)のみでみた場合の序列である。岸本氏の系列概念を型式座標図で解釈すれば、上記の2群を2つの系列としてとらえることにほぼ対応する[17]。この場合、表2に示される序列は全体としてみるのではなく、それぞれの系列内における序列に分解して考えることになる。2つの系列における序列を書き出すとつぎのようになる。

第1系列： 箸墓→崇神陵→桜井茶臼山→メスリ山→景行陵→垂仁陵

第2系列： 西殿塚→五色塚→日葉酢媛陵→成務陵

5. むすび

本稿では、前方後円墳の墳形と築造企画を論じた。とくに3次元形状をなす墳形を平面企画のみによって考えることの妥当性を論じた。その根拠となる点は、立体企画が平面企画に強く

従属する調査結果にある。

平面企画による墳形研究に向けて、3つの相対値を座標軸とする型式座標図について考察した。とくに型式座標図における畿内古墳の散布状況から視認される前期古墳の墳形の特徴的な変化傾向をやや詳細に分析した。今後の研究計画として、中期以降も含めた畿内古墳の型式論を深めるとともに、地方の主要な前方後円墳が示す地域性を解明していきたいと考えている。

【参考文献】

- [1]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，1976.
- [2]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，1978.
- [3]K.Ozawa：Classification of the keyhole Shaped Tombs by Template Matching Method, *IEEE Trans. on Computers*, Vol.C-27, No.5, 462-467, 1978.
- [4]小沢一雅：『前方後円墳の数理』，雄山閣，1988.
- [5]小沢一雅：「前方後円墳の統計的形態分析」『考古学と自然科学』15，1982.
- [6]小沢一雅：「巨大古墳の“設計図”を求めて」『別冊歴史読本』87，新人物往来社，1997.
- [7]上月誉士・小沢一雅：「前方後円墳の墳形計測システム（第2報）」，情報処理学会「人文科学とコンピュータ」研究会資料，No. 64-4，2004.
- [8]末永雅雄：『古墳の航空大観』，学生社，1974.
- [9] (a) 『岡山県史・第18巻考古資料』，岡山県，1986，
(b) 『宮崎県史叢書・宮崎県前方後円墳集成』，宮崎県，1997，
(c) そのほかいくつかの新刊県史・市町村史.
- [10]近藤義郎：『前方後円墳集成』全5巻，山川出版社，1991~1994.
- [11]奈良県立橿原考古学研究所：『大和前方後円墳集成』，学生社，2001.
- [12]今坂敏宏・小沢一雅：「前方後円墳の立体形状（高さ）の統計的推定」，情報処理学会「人文科学とコンピュータ」研究会資料，No. 62-2，2004.
- [13]上田宏範：『前方後円墳』，学生社，1969.
- [14]櫛 国男：『古墳の設計』，築地書館，1975.
- [15]石部正志・田中英夫・堀田啓一・宮川徒：「前方後円墳築造企画の基準と単位」『考古学ジャーナル』150，1978.
- [16]岸本直文：「前方後円墳築造規格の系列」『考古学研究』39巻2号，1992.
- [17]小沢一雅：「前方後円墳の墳形計測と築造企画」，第10回公開シンポジウム「人文科学とデータベース」論文集，2004.