

直角三角形による前方後円墳の設計図Ⅱ

伊野近富

2026年3月

公益財団法人 京都府埋蔵文化財調査研究センター

直角三角形による前方後円墳の設計図Ⅱ

伊野 近 富

1. はじめに

古墳時代に造営された前方後円墳は、その特異な平面形や側面形が当時の人々に強い影響を与えたことは確かである。その結果は、全国各地で造営されたことでもわかるが、筆者はこの規格が直角三角形を使用し、設計・施工されたと提示したことがある。^(注1)

本稿は、発掘調査例をもとに、古墳時代前・中期の古墳2例の直角三角形を使用し、設計されたことを提示するものである。

なお、前方後円墳の復元については多くの研究があるが、これについては前稿に簡単ではあるが触れている。

2. 前方後円墳設計の前提条件

前方後円墳は、円形と方形とを組み合わせた構造物である。これはある程度高度な技術が必要であったことは疑いない。日本では古墳造成に関する文献は残っていないので、推測するしかないのであるが、紀元前後の古代中国には「九章算術」という測量術を書いた書物があった。現物は残っていないが、この解説書が劉徽によって3世紀中葉に書かれており、現代の我々も測量術の内容を知ること

ができる。^(注2) 証明された内容は、たとえば第一章は「方田」といい、田畑の面積計算や分数計算が38題出されている。第四章「少広」には平面図形や立体図形に関する計算が24題出されている。そして、第九章「句股」には直角三角形に関する計算が24題出されている。この中の句股の図は、3(句)：4(股)：5(弦)の各辺の外側に3×3、4×4、5×5の方格を描いた図である(図1)。辺が3：4：5であれば直角三角形ができ

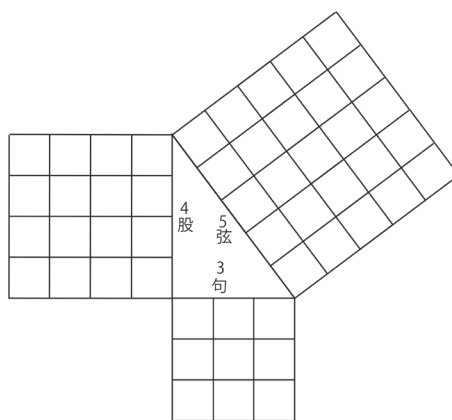


図1 句股の図

ることことを明示している。同様の図は古代ギリシャのいわゆる「ピタゴラスの定理」にもあり、古代の西洋と東洋の双方に知られていた図形であった。^(註3)

「九章算術」については、日本では平安時代初めの文献である『令義解』学令の中で、学生が学習する十書の教科書のひとつに挙げられており、この書に習熟した者が古代には竿師と呼ばれた測量士となったと考えられる。彼らの数百年前、円墳や方墳ではない前方後円墳は、この技術書を知った者が設計・施工したと筆者は推測している。

本稿で使用する直角三角形の大きさは、中国国家計量総局主編『中国古代度量衡図集』^(註4)に掲載された後漢時代(3世紀前半まで)のものさし18例と付表13例とを合わせた31例の平均値1尺が0.234mである。しかし、数値のまとまりを見れば、その内6例が0.237m、1例が0.225m、この他24例が0.234mである。さらに、後漢末～三国時代は5例で1尺0.238m、西晋時代は4例で0.244mである。この5つの数値を古墳の平面図と断面図に当てて、もっとも蓋然性の高い数値を求めた。今回は古墳時代前期の向日市五塚原古墳と、同中期の城陽市芭蕉塚古墳に注目したい。1尺は0.225mと0.237mの2種がそれぞれの古墳に合っている。

3. 向日市五塚原古墳の設計図

五塚原古墳は、向日市向日町芝山に所在する古墳時代前期の前方後円墳である。古くから長岡と呼ばれた丘陵上に位置し、東方は京都盆地が見え、西方は大原野の低地が見える位置にある。立命館大学と向日市教育委員会などにより発掘調査が実施された。

2000年度から発掘調査が開始され、2019年度には4次の調査成果について立命館大学が発掘調査報告書を刊行し、^(註5)2020年度には向日市教育委員会と公益財団法人向日市埋蔵文化財センターとが6次にわたる成果を発掘調査報告書として公表している。^(註6)この結果、墳丘は主軸を南北に向けた前方後円墳で、後円部3段、前方部2段とした。墳丘長は91.2m、後円部径55m(東西)×51m(南北)、後円部高8.0m、くびれ部幅15m、前方部長33m、前方部高2.1m(鞍部)～4.0m(前端)と報告されている。

古墳は前方後円形の中央を貫く主軸をもとにほぼ左右対称に作られていることが基本である。そこで、古墳設計は中軸線の位置をまず決め、後円部は正円を基本形とし、前方部へと続くと想定する。しかし、今回提示する五塚原古墳は正円ではなく、東西と南北は約4mの差が認められており、異例な設計図を復元することとなる。直角三角形は実際に施工時に使用できる大きさを想定し、30:40:50尺で考えたい。1尺0.225mならば6.75m×9m×11.25mである。なお2分1でも15:20:25尺となり、3.375m×4.5m×5.625mなので、このほうが実態に近いのかもしれない。設計図をもとに施工時には、棒や縄を使用し

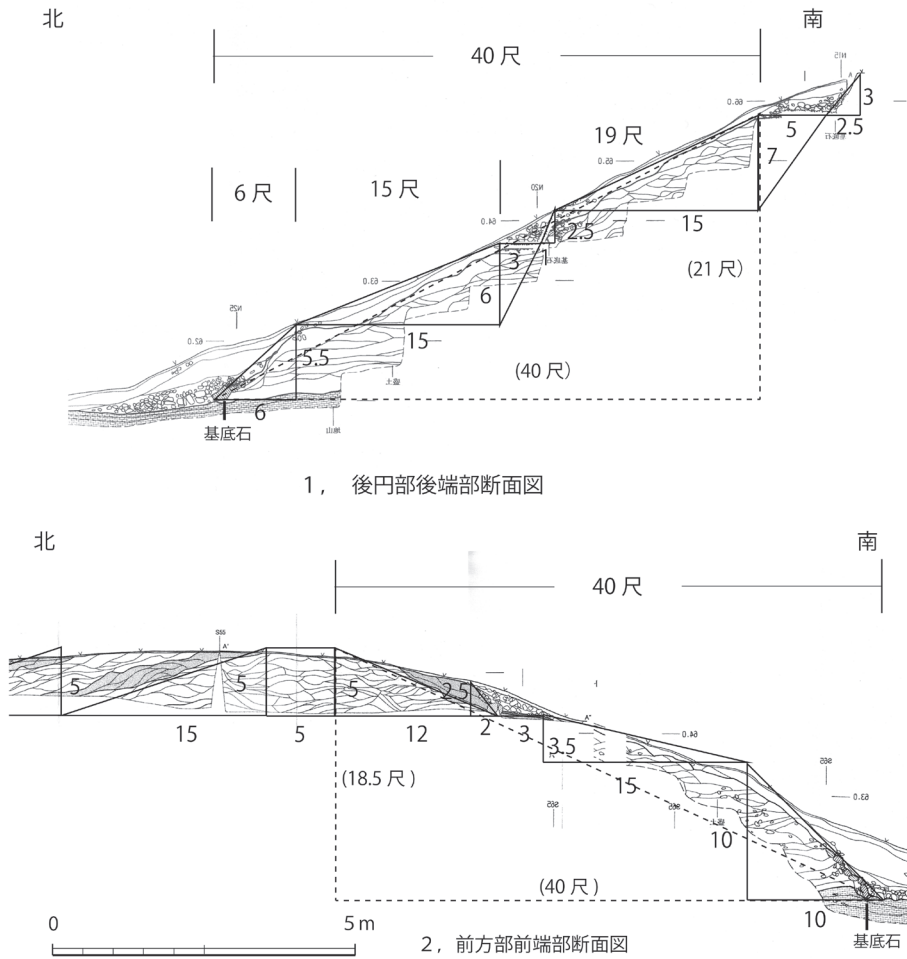


図2 五塚原古墳断面図と直角三角形

て形を決めることは可能である。これをもとに古墳の平面や断面の輪郭を決めたと想定するこの観点からまず、後円部を考えてみよう。

直角三角形による平面図を作成する際、基準としたのは調査で確認された墳丘裾を示す基石の位置や、平坦面の肩部などである。五塚原古墳の場合、墳形を推定する箇所が多く、図3-2のように立命館大学による墳丘復元図が作成されている。この復元図を念頭に直角三角形を当ててみると、図3-1のとおり、後円部裾や前方部裾は直角三角形の鋭角部分と合った。

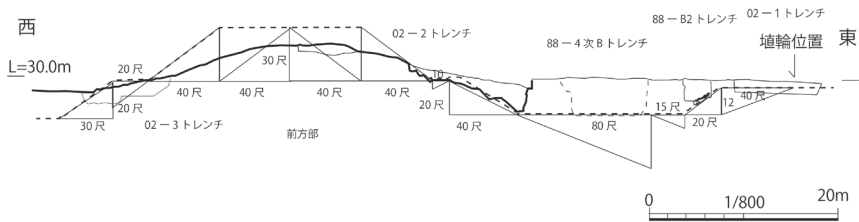
まず、断面図をもとに使用された直角三角形を復元しよう。図2は主軸に沿う断面図である。図2-1は後円部後端部の断面図である。墳丘北端、すなわち後円部後端には基石がある。ここから墳丘第1段目は、まず南へ6尺、上へ5.5尺の急な傾斜面となる。つ

ぎに15尺南へ行き、6尺上へ行くと、第1段目と第2段目との間にある平坦面となる。平坦面の幅は3尺である。南側斜面も含めると4尺である。平坦面南端から上へ2.5尺の地点から南へ15尺の地点で第2段目と第3段目との間にある平坦面となる。以上の結果、墳丘北端から第2段目上段までが40尺(9m)となる。この40尺が基準の単位である。

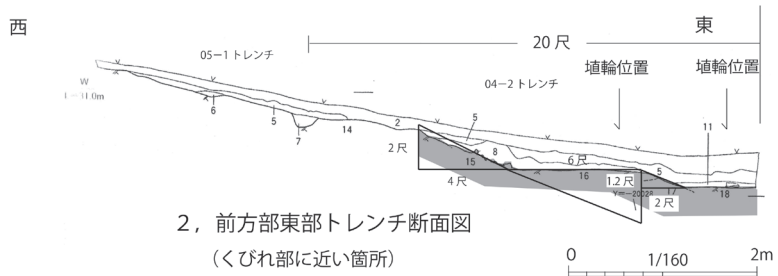
図2下部は前方部前端部の断面図である。墳丘南端、すなわち前方部前端にも基底石がある。ここから墳丘第1段目は、まず北へ10尺、上へ10尺の急な傾斜面となる。つぎに15尺北へ行き、3.5尺上へ行くと、第1段目と第2段目との間にある平坦面となる。この幅は3尺である。北斜面も含めると5尺である。平坦面北端から北へ12尺、上へ5尺の地点で第2段目と第3段目との間にある平坦面となる。以上の結果、墳丘南端から第2段目上段までが40尺となる。この40尺が基準の単位である。なお、半分の20尺単位は平面図で使用されている。

次に平面図をもとに、直角三角形から前方後円墳の外形の設計図を復元しよう。図3-1は平面図と側面図である。平面図には中軸線に沿って縦型(勾股の図の弦と股の辺を上側に置く形：鋭角が上)の直角三角形をならべた。この直角三角形は15:20:25尺なので、中軸線に沿うのは20尺である。これにより後円部は225尺、直角三角形は11.25個となる。前方部の中軸線に沿うのは9個の縦型の直角三角形である。これにより前方部は180尺である。合計すると墳丘長は405尺であり、91.125mとなる。

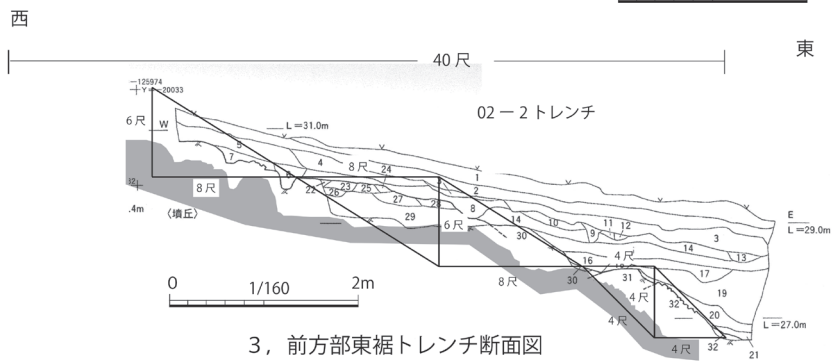
側面図を見ると平面の長さは40尺を基本に設計されていることがわかる。くびれ部のみ25尺(20+5)と短い。図3-2は立命館大学による墳丘復元図である。トレンチ内に描かれた黒色部分は地形変換箇所を示している。今回直角三角形で復元した外形とかなり類似していることがわかる。図3-3は後円部が6角形と12角形とで設計された場合の図である。なぜ多角形を想定するのか。たとえば、前方後円墳と推定される長岡京市今里車塚古墳では、後円部の墳丘裾部に木柱が約4mごとに設置されていた。これらは、円形には並んでいず、直線的なのである。12角形を想定すれば木柱の位置が合うのである。12角形を半分にすると6角形になる。後円部南側で大きく屈曲しているのは6角形の1辺に相当した箇所である。また、くびれ部幅については、今回復元した東西の後円部径を240尺(15尺×16個)とすると54mとなり、12角形の1辺($54 \times 3.14 \div 12 = 14.13\text{m}$)、発掘調査成果から導きされた幅15mに近い。すなわち、五塚原古墳は直角三角形と多角形を使用して設計されたと考えられる。後円部の設定は中心点に棒を置き、6角形を意識し後円部南部の形を決定し、12角形はくびれ部幅を決定したと考えられる。今後、6分1あるいは12分1区画間に棒跡等が発見されれば、上記の推測が肯定されるだろう。



1, 前方部中位と東周濠・外堤断面図



2, 前方部東部トレンチ断面図
(くびれ部に近い箇所)



3, 前方部東裾トレンチ断面図

図4 芭蕉塚古墳断面図と直角三角形

4. 城陽市芭蕉塚古墳の設計図

芭蕉塚古墳は、城陽市久津川に所在する古墳時代中期の前方後円墳である。段丘上にあり、さらに東方には丘陵が迫っている。また西方には木津川が形成した広大な低地が広がっている。近隣には南山城地域最大の久津川車塚古墳があり、これら2つの古墳を中心に久津川古墳群を形成している。

城陽市による発掘調査によれば、墳丘規模は墳丘長114m、周濠及び外堤を含めた全長は141m、後円部直径62.7m、前方部長51.5m、端部の幅は61mである^(注7)。かなり墳丘は削られており、復元することは難しいのではあるが、断片的に確認された墳丘裾や濠端を元に復元されている。

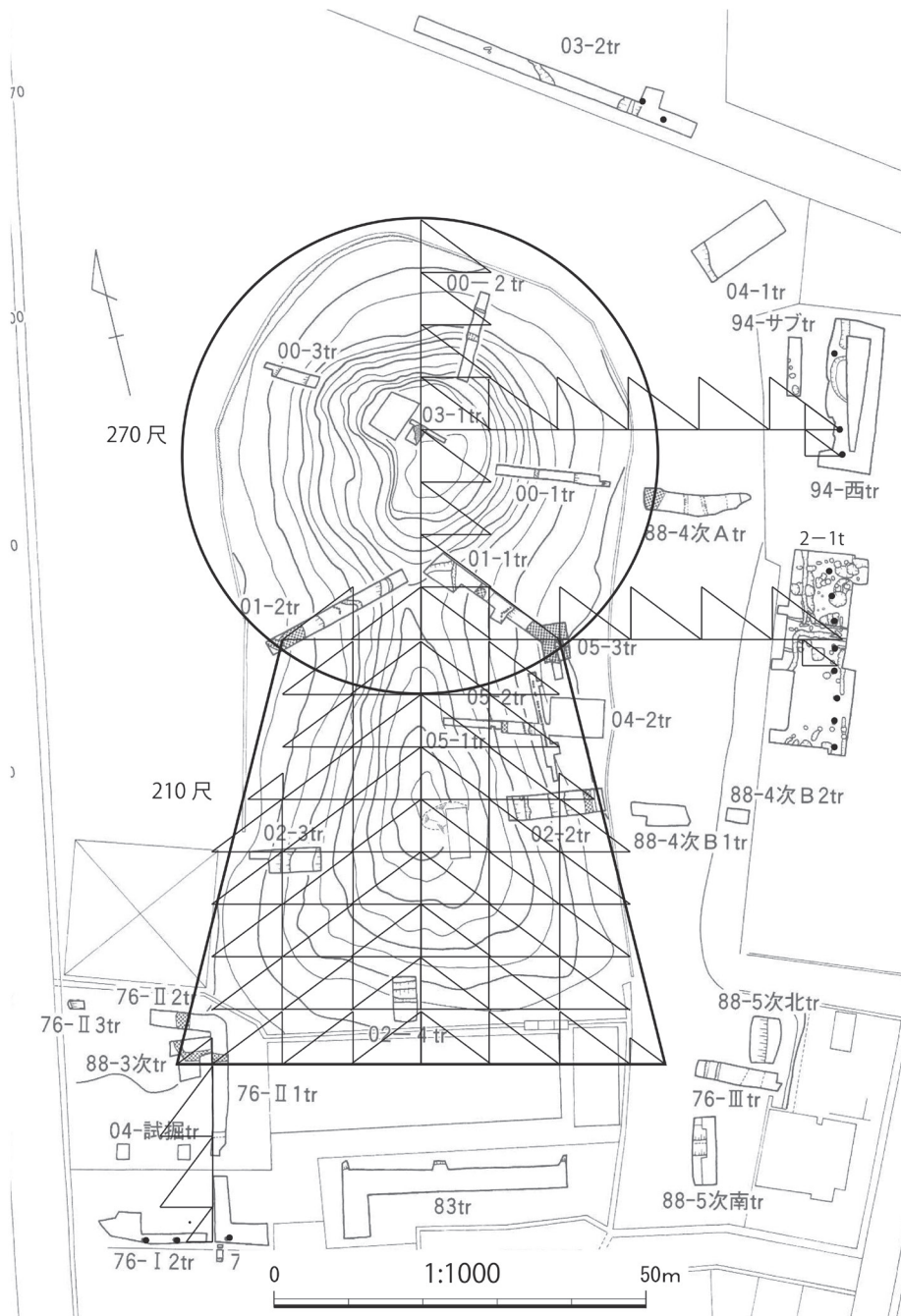


図5 直角三角形による芭蕉塚古墳設計図

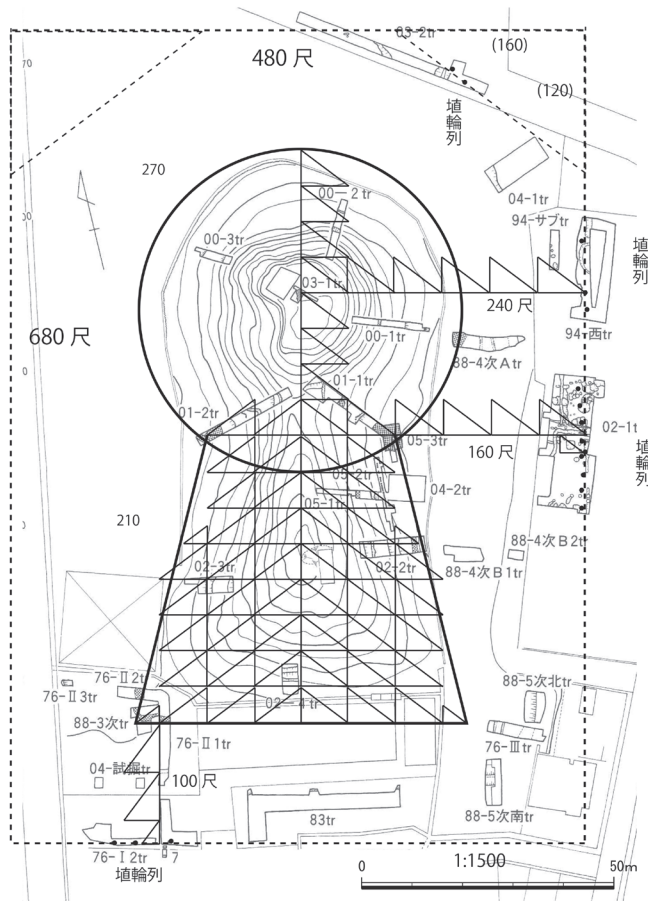


図6 芭蕉塚古墳方形区画図

芭蕉塚古墳の墳丘外形の復元は、調査成果から、後円部東裾(88-4次Aトレンチ)、くびれ部両端(01-2トレンチと05-3トレンチ)の3点を基準に中軸の位置を決めた。すなわち、芭蕉塚古墳は中軸に30尺を合わせたもので、句股の図の句の辺を沿わせた横型直角三角形で設計されている。

では、断面図をもとに使用された直角三角形を復元しよう。図4は前方部東部の墳丘断面図である。図4-1は前方部と東周濠・外堤部の断面図である。東裾は02-2トレンチ、濠については88-4次Bトレンチなどをもとに復元されている。

原図をもとに墳丘復元線は破線とした。墳丘部については40尺を基準とし、4個160尺(0.237m×160尺=37.92m)の墳丘を復元できる。これに平坦面が西濠肩まで20尺、東濠肩まで10尺を想定でき、10尺単位の設計図であったと考えられる。

図4-2はくびれ部近くの前部東部傾斜地断面図である。平坦面には埴輪を置き、約80cm(3.4尺)東で墳丘裾となる。ここから2尺の斜面があり、上へ1.5尺いくと6尺の平坦面がある。ここまで地山をベースに傾斜の変換点を示した。そこから斜面となり、4尺地点まで復元することができる。上へは2尺である。

図4-3は前方部ほぼ中央で東裾の断面図である。まず、東裾から西へ4尺、上へ4尺で平坦面となる。平坦面は幅4尺である。ここから墳丘が始まる。そこから西へ8尺いき、上へ6尺とると第1段と第2段との間の平坦面となる。これらの箇所は地山の上に置いた

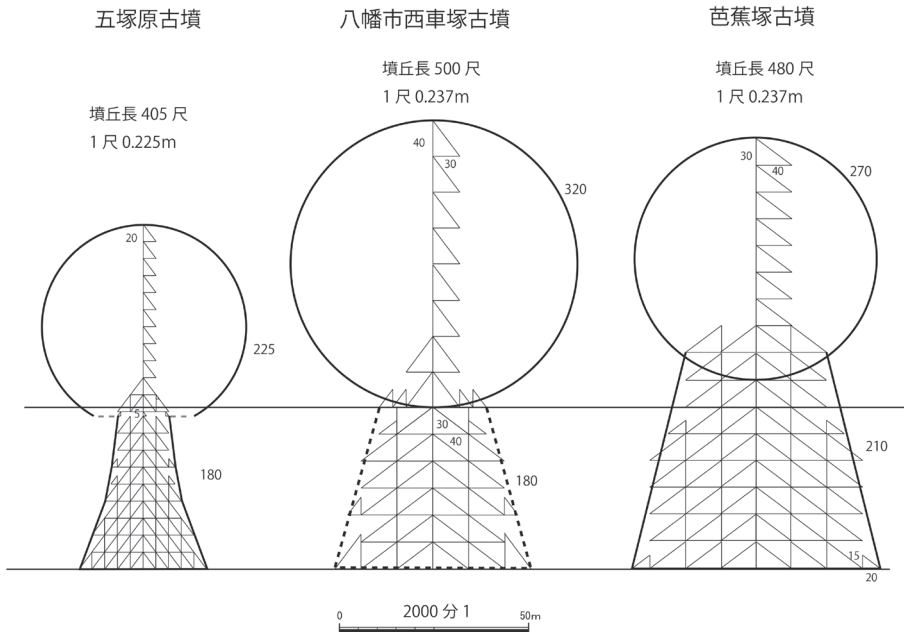


図7 直角三角形による古墳設計図3種

盛土層である。ここからさらに西へ8尺いき、上へ6尺とるところまで復元した。図3-1の詳細図といえるが、大きく見ると40尺単位の一部である。

図5は平面形を直角三角形で設計図を復元したものである。復元の基礎となった箇所は、後円部は東裾(88-4次Aトレンチ)、くびれ部は西側(01-2トレンチ)と東側(05-3トレンチ)、前方部は東裾(02-2トレンチ)と前方部前端西角(88-3次トレンチ)である。この結果、後円部は中軸線に沿って横型直角三角形9個(30×9個:270尺)、前方部長は横型直角三角形9個(30×7個:210尺)となり、墳丘長は横型直角三角形16個(30×16個:480尺)、すなわち113.76mである。

今回注目すべきは、墳丘東方および南方の濠より外側で埴輪が置かれていたことである。図6はその外堤埴輪列を示したのであるが、1重に樹立された埴輪列を復元し、それをもとに長方形の外区を破線で示している。これによれば埴輪の設置位置は、東くびれ部から横型直角三角形4個(160尺:37.92m)の箇所に対応する。墳丘南の濠の外側にも埴輪列を認める事ができる。前方部南端から縦型直角三角形2.5個(40尺×2.5個=100尺:23.7m)の箇所である。このように計画的に墳丘外にも埴輪が設置されたことがわかる。古墳北部に関しては斜めに埴輪が樹立されていた(03-2tr)。これは南北120尺、東西は160尺の句股の図(直角三角形)を想定すれば、弦の辺に埴輪が樹立されたことがわかる。

芭蕉塚古墳の平面形は中軸に沿って横型直角三角形を置くもので、後円部は直角三角形

9個(30尺×9個=270尺)なので64mである。前方部の直角三角形は7個(30尺×7個=210尺)なので49.8m、したがって、墳丘長は480尺(113.76m)である。

5. 前・中期古墳の直角三角形による復元

図7は、今回復元した五塚原古墳と芭蕉塚古墳、そして前稿で考えた八幡市西車塚古墳^(注8)の3例を並べたものである。五塚原古墳が古墳時代前期前半、西車塚古墳が前期後半、芭蕉塚古墳が中期となる。五塚原古墳は中軸に対して直角三角形は縦置である。西車塚古墳は前方部は横型、後円部は縦型である。芭蕉塚古墳は前方部も後円部も横型としている。この変遷により前方後円墳の墳形は上空から見た場合、五塚原古墳の細身型から西車塚古墳の前方部がやや幅広となり、中期古墳である芭蕉塚古墳になると全体的に幅広くなることが認められる。後期古墳については今回検討しなかったが、向日市物集女車塚や高槻市今城塚古墳を見ればさらに前方部が幅広くなっている。

6. まとめ

直角三角形をもとに平面形の墳形を復元した。五塚原古墳は1尺が0.225mであること、後円部の設計には多角形を使用した可能性があることを想定した。また、直角三角形は縦型で、前方部の墳形が細身型になっていると想定した。

芭蕉塚古墳は、1尺が0.237mであること、墳形は直角三角形を横型とし、やや幅広い墳形を造形したことが判明した。さらに、濠の外側の外堤には埴輪列を1重に並べていたが、これも直角三角形を基準とし設計されていることが判明した。

(いの・ちかとも=当調査研究センター元職員)

- 注1 伊野近富2023「直角三角形による前方後円墳の設計図」『文化遺産学研究』龍谷大学文化遺産学研究会 pp.5-14
- 注2 小川 東2021『和算 江戸の数学文化』中公選書114 中央公論社
- 注3 Eマオール 訳伊理由美2008『ピタゴラスの定理 - 4000年の歴史』岩波書店
- 注4 邱隆・丘光明・顧林森・劉東瑞・巫鴻共編1985『中国古代度量衡図集』みすず書房
- 注5 立命館大学文学部2019『立命館大学文学部考古学実習研究報告 第1冊 五塚原古墳発掘調査報告』
- 注6 梅本康弘・中島信親・山木亮・金田明大・西口和彦・石松智子・矢作健二・石岡智武・辻本裕也2020『向日市埋蔵文化財調査報告書』第117集 向日市教育委員会・公益財団法人向日市埋蔵文化財センター p.155
- 注7 小泉祐司・大野壽子・橋本清一2006『城陽市埋蔵文化財調査報告書一芭蕉塚古墳発掘調査報告書一』第51集 京都府城陽市教育委員会注8 注1文献図8 八幡市西車塚古墳設計図を利用