

ピタゴラスの定理と終末期の古墳

伊野 近富

はじめに

京都府北部にある綾部市は、古墳時代中期の大円墳である私市円山古墳と、大規模な方墳である菖蒲塚・聖塚を擁する地であるとともに、由良川が形成した盆地の中に多数の集落遺跡が確認されている地でもある。この地の北端部は、小さな谷がいくつもあり、多くの古墳の存在が知られている地であるが、ここで、今から10年ほど前に山尾古墳と呼称する7世紀の古墳の発掘調査が実施された。方墳であるこの古墳は、墳丘の外側に石列や溝により、幾重にも方形を意識させる作りとなっている。一見して方形区画で設計されたことを窺わせるのであるが、本稿はこの古墳が高麗尺で設計され、施工されたことを実証するものである。

1. 古墳周辺の歴史的環境

綾部市は由良川が形成した盆地を擁しており、現市街地には7世紀の綾中廃寺が所在した。同時期の遺跡としては南稲葉遺跡があるが、それほど多くはない。これをさかのぼる古墳時代中後期の古墳については多数確認されている。由良川が直角に屈折した北側には久田山古墳群があり、北方の谷には菖蒲塚・聖塚という2つの大きな方墳が所在する。綾中廃寺から西へ約5km行くと谷筋が北方に続く箇所となる。この西の丘陵上に中丹最大の円墳である私市円山古墳がある。ここから北へ約10kmのところに山尾古墳は所在する。途中には古代的な地名である「物部(ものべ)」があり、山尾古墳は「志賀郷(しがさと)」の内にある。綾部の盆地から見れば最奥地である。古墳は長さ約2km、幅約1kmの狭小な谷に張り出す丘陵の南斜面に位置している。

2. 山尾古墳の概要

山尾古墳は綾部市坊口町山尾に所在する方墳である。調査以前は森林に覆われ、小さな祠が石室の上部に置かれており、墳形は円墳と^(注1)考えられていた。

発掘調査は^(注2)平成6年に実施された。調査の結果、この古墳は墳丘の外周に都合4段にも



第1図 調査地位置図

なる列石を巡らせる方墳であることが確認された。

古墳築造時期あるいは機能した時期を確定するには、出土遺物はあまりに少ない。わずか1点の須恵器高杯が石室玄門部付近の床面から出土した。型式としては陶邑TK48併行期で、7世紀後葉に属する。また、墳丘東側流土からも同様の高杯片が1点検出された。このことから、この古墳は7世紀代に築造された可能性が高く、いわゆる、終末期古墳の

一例といえよう。

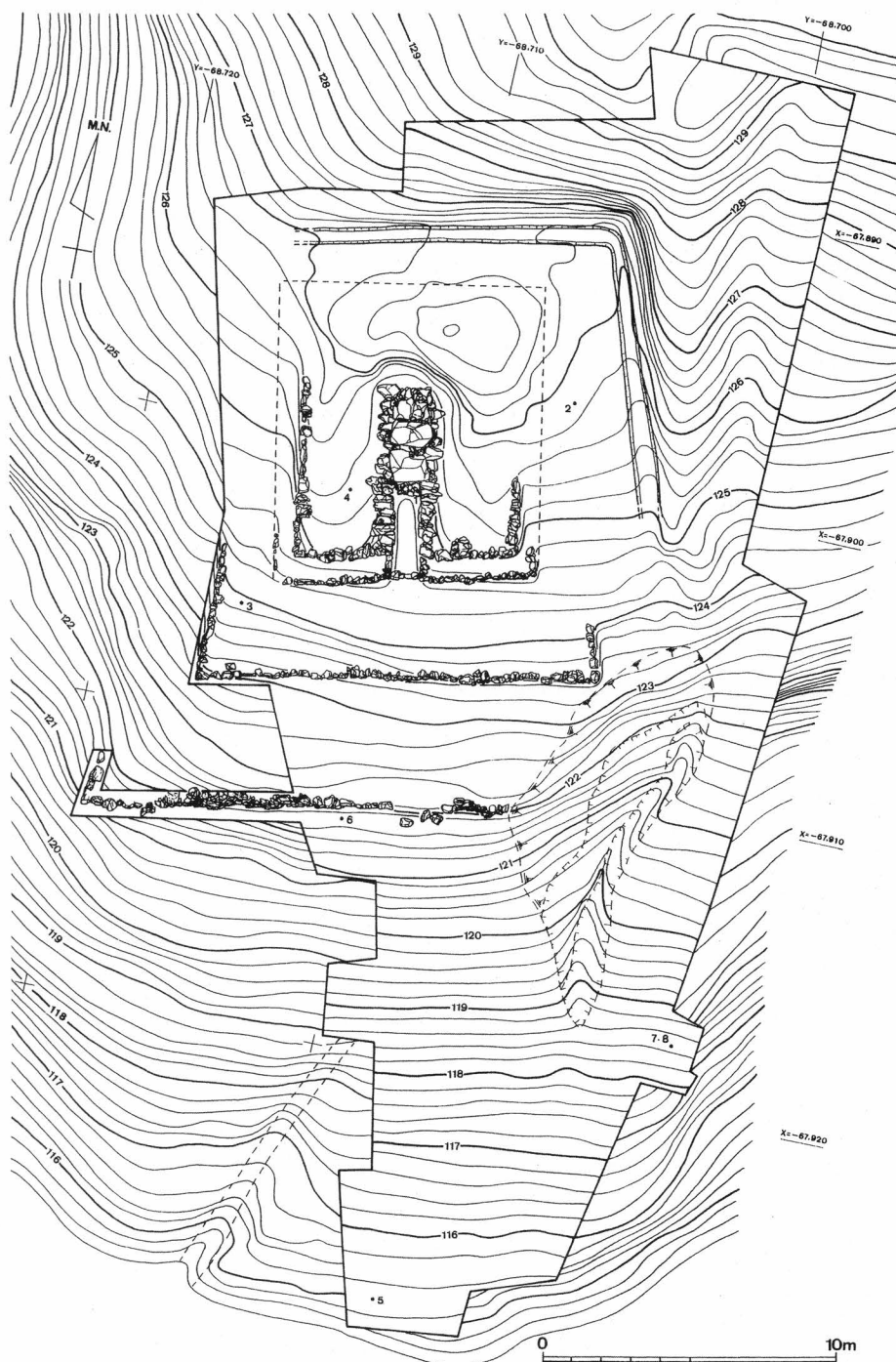
では、山尾古墳の概要に入る。まず、立地については南面する丘陵腹部の中位、標高120～130mの地点に造営されている。谷部との比高差は30mである。丘陵の傾斜角度は $16^{\circ} 15' 36.74''$ 、水平距離24mで、7m下がる地点に造営されている。主体部は標高125mの地点にほぼ水平に設定されている。長さ6.2m、幅0.9mの無袖式石室である。主軸は $N 7^{\circ} W$ (磁北)である。石材は天井石が3石遺存していた。また、側壁は5～7石遺存しており、特に、奥壁部分は完存していた。高さは1.2mである。

古墳の南東部は山道により削られており、西側は調査地外となり、全体が確認されているわけではない。墳丘は2段築成の方墳で、各段には石段状の列石が巡る。規模は下段である一段目が東西約9m(水平距離以下同じ。なお、南西角の石は欠失しているので規模は推定。)、南北9.7～9.9m、上段である2段目が東西約7.6mを測る。

石列は、墳丘の南辺に平行して南方である前面では、合計4列確認された。下方から上方に第1～第4列と仮称する。第1列は東西長14.7m(現存長)、推定復原長約21.4mである。遺存している西端は北東方向に3m以上石段が屈折(内角は 70°)している。第2列は東西長13.8m(完存)である。西端は北東方向に4.7m石段が屈折(内角は 79°)している。東端は北西方向に2m屈折(内角は 82°)している。第3列は前述した墳丘下段と同じである。西端はほぼ直角(内角は 87°)に屈折しているが、西角の石段が遺存していないので、東西長及び北へ延びる石段長とも推定復原である。西端は北へ1.7m屈折している。東端は北西方向に0.9m屈折(内角は $86^{\circ} 30'$)している。第4列は前述した墳丘上段と同じである。東西両端とも北側にほぼ直角に屈折している。西端は北へ約6.3m石段が屈折している。東端は北へ約2.7m屈折している。墳丘の北側には石列はない。調査成果によれば、石列の石材に該当するようなのは認められず、掘形も検出されなかったため、当初から巡っていなかったと考えられる。東辺及び西辺の列石も一部流失しているものの、当初から全面に及ばず、墳丘前方からの視界に入る部分のみ、石材を配していたようである。

石列の構築は、石室に取り付く第4列がまず築かれ、続いて墳丘基底にあたる第3列が築かれている。墳丘の北方あるいは東方は、墳形にあわせて丘陵を大きく「L」字状にカットしており、高さは最大約3mを測る。このカット面の最下部に東西10m、南北9.2mの全長約20m、幅60cm、深さ約10cmの排水溝が設けられている。溝は直角ではなく南に向かって 95° 東へ屈折している。溝の東方には土塁状の高まりがあったようで、等高線の変化が4mの幅で認められる。

調査の報告による古墳の築造順序は、まず、石室を作り、上側の石列から下の石列に向け盛土した後、設置する方法をとる。



第2図 地形測量図

以上のように整然と区画されたこの古墳は、一定の設計原理によって築造されたことは明らかである。概要報告書では高麗尺(大尺)と唐大尺(小尺)の2種で規格を推定したが、

高麗尺15尺(4.5m方格)で想定した場合、第1列と第3・4列の南辺が方格に合致し、第2列の東西両辺がほぼ合致するという成果が得られた。唐大尺10尺(2.97m方格)の場合は、第2・3列の南辺と、第2列の東西辺が石室中軸から15尺に合致するという成果が得られた。しかし、以上の2つの案では南辺は方格に合致する場合が多いが、東西辺については、ほとんど合致するところがなく、また、なぜ北へ折れた石列が直角ではなく、内傾している場合が多いかについても、明確な答えはなかった。

では、どのような方格であれば、多くの辺が合致するのであろう。ここでは、高麗尺で考えてみよう。

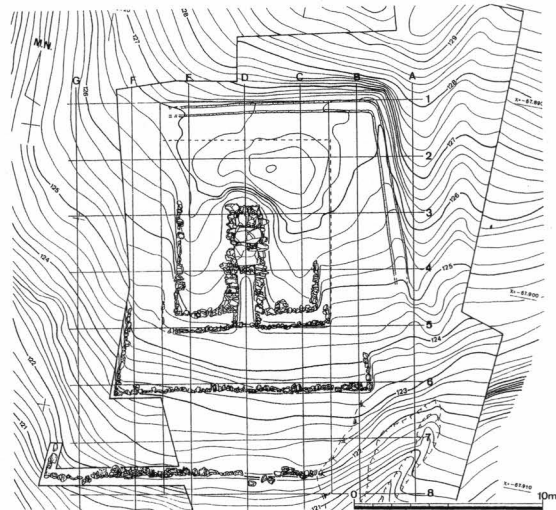
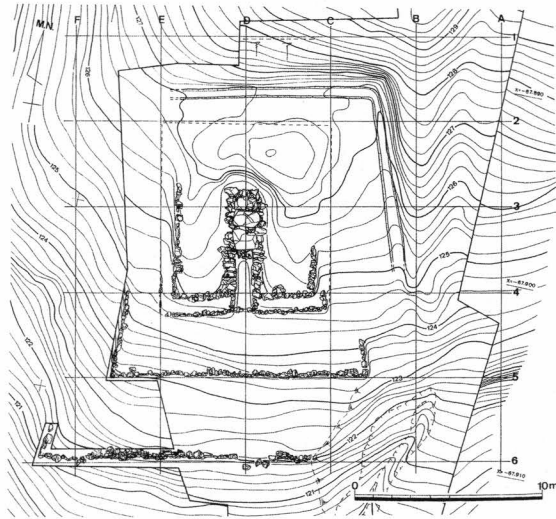
3. 高麗尺の実体

高麗尺はなぞの尺である。この用語は文献には『養老令』の注釈書として書かれた『令集解』に出

ているのみである。そこに書かれた意味を橋本万平氏の^(注3)著書から引用すると、まず、『養老令』の「田令」のところに「田は長さ30歩、広12歩を段と為よ」とあり、さらに「雑令」に、「十寸を尺と為よ。一尺二寸を大尺の一尺と為よ」「地を度らむは・・・大を用いよ。地を度らむ事五尺を歩と為よ。三百歩を里と為よ。」とある。

すなわち、土地を測る時には大尺を用いること、そして、それは普通の尺(今後小尺と呼称)の1.2倍とすると明記されている。

ところが、和銅六年(713年)の格で、「地を度るは六尺を以て歩と為よ」と変更され、また、『養老令』が施行された758年以降、元の条文に戻っている。



第3図 築造規格

(上：高麗尺15尺方眼、下：唐大尺10尺方眼)

この注釈を要約すると「令に五尺を以て歩とするのは高麗法であり、物差しは長大なものを使用した。250歩を段とするのも高麗の術である。高麗の五尺は令の六尺に相当するので、令に五尺を以て歩とするのは令の六尺の歩と実面積は変わらない。この由縁で小尺より1.2倍大きい尺を高麗尺と呼んでいるのである。」以上が引用である。

さて、高麗尺の実長はどれくらいであったのかについては、文献には書かれていない。これについては、井上和人氏の都城での研究がある。すなわち、藤原京(794～810)は高麗尺で造営されたというもので、多数の条坊痕跡から、この基準尺は1尺=36.559cmと計算されている。今回はこの数値を仮に使用することとする。

4. 高麗尺10尺の方格

石室を中軸として、ほぼ左右対称でこの古墳が築造されたことは、図面を見て明らかである。今、石室奥のやや後ろを基準点とし、石室中央に南北の中軸線を合わせて、10大尺方格を設定してみよう。なぜ、10大尺方格なのかというと、前掲した『令集解』によると「地を測るのは5尺を歩とせよ」とあり、5の倍数が設計の原則と考えるからである。そして、今回の考察には10大尺がわかりやすいことは、後述する内容によって明確にしようと思う。さて、第4図は山尾古墳調査時の測量図に、10大尺方眼を当てたものである。話がわかりやすいように南北線に東から西へイからリまでの仮の名前をつける。更に、東西線には北から南へAからLまでの仮の名前をつけることとした。

石室の中軸線にホを合わせた。中軸線に直交する東西線は、石室のほぼ中央に合わせた。すると、第2列はJと、第3列はIと合致した。第1列はKとほぼ合致するが、正確には約60cm、Kの南に位置している。第4列はIとは約80cm相違している。第1列の西端はトに合致し、同東端はハに合致する。第4列の西端はへと合致し、同東端はニとほぼ合致(約40cmニより東)している。

以上の点をまとめると、東西方向の4つのライン(第1～第4石列)の内3つまでが10尺方眼に合致している。また、石列の両端は遺存している7か所(1か所のみ崩壊)の内5か所まで合致していることが判明した。

さて、第1～第4列は両端が北に屈折しているが、第3・4列が直角に屈折しているのに対して、第1・2列が角度を持って屈折している。第1列西端はKとチとの交点にほぼ近いが、ここからAとホとの交点まで線を引くと、石列の方向とほぼ合致する。更に、第2列の西端はJとトとの交点に合致するが、ここから先ほどと同様にAとホとの交点まで線を引くと、石列の方向と合致する。第2列の東端はJとハとの交点に合致するが、ここから同様にAとホとの交点まで線を引くと、石列の方向と合致する。

は、丘陵上の傾斜地による施工誤差とも考えられるが、これについて断定することはできない。

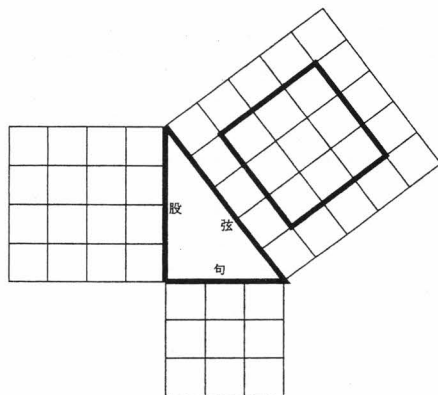
さて、この10尺方眼はどのようにして現地で施工されたのであろうか。7世紀の測量について書かれた文献はなく、やや時代が下がるが奈良～平安時代の状況について調べてみた。

5. 奈良～平安時代における測量について

奈良・平安時代にどのような測量をしていたかについては実体は不明といわざるを得ない。しかし、養老令の注釈書である「令義解」（9世紀）によれば古代中国の計算書である「算経」として9書が挙げられている。この内、「海嶋」は「海島算経」で、測量計算が示されている。また、「周髀」は「周髀算経」で、天文・暦法の計算に関する書物である。そして、「九章」は「九章算術」で九分野にわけており総合的な算術を紹介している。以下は伊達宗行『「数」の日本史』によって、それぞれの書物の内容を紹介しよう。

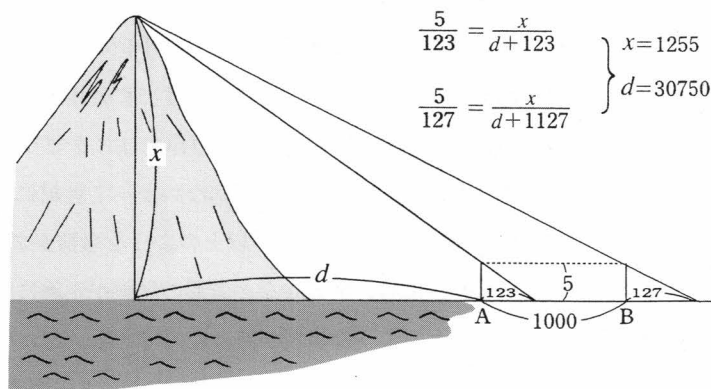
「周髀算経」には天体の測量法について書いてある。冬至の日に南北方向を正く出す方法が紹介されているが、この他に、「北極星を十二時間おいて天測し、その中間を真北とする方法で、たとえば、冬の朝六時と夜六時にこれを行えば可能であり、高い精度が得られる」という。次に「九章算術」の内容について述べよう。これは九章より成り、実用的な問題が246題示されている。第24問句股の章は、まず、五・四・三比の三平方の定理から始まる。これには、図5のような図がついている。証明はないが右上太線の正方形の面積が、句辺の正方形と等しく、そのまわりの面積が股の正方形と等しい、と証明している。次に「海島算経」の代表的な問題を示す。「海中にある島の高さ x と、島までの距離 d を、島に行かずに求める、という問題である。そ

の方法は、A・B二点を島への直線上に取り、長さ5歩の棒を垂直にたてる。そして図のように後ろに下がって地面に顔をつけて棒の先端が島の山頂と重なるように見える点を探し、図6のような測定結果を得たとすれば、 x と d は図上の比例式を満足するから、これを解いて x 、 d を求める」という「これを地面の測量に応用すれば、途中に沼や川があっても測量は可能となるし、前に述べた東西・南北を正確に決める方法や三平方の定理を用



第5図 九章算術、句股の章の図
(注4文献から引用)

いれば、整然たる
 区画整理もできよ
 うというものであ
 る」と評価し、
 「単位は何でもよ
 いから、長さ12単
 位の縄のループを
 作り、これを五・
 四・三の比で三分
 し三角形を作れば



第6図 海島の測量問題(注4文献から引用)

直角が出せる」とした。氏によれば「平城京はピタゴラスの定理で線引きをした」と言え
 ると評価した。

以上のことから、ピタゴラスの定理を利用すれば、古墳の方格はもとより都城でさえも
 正確に線引きできるのである。

では、具体的に山尾古墳の設定の仕方について説明しよう。古墳の設定は南面する丘陵
 の西端の傾斜変換地点を、石列の第1列の西端にあわせる。これから逆算して石室の中軸
 であるホのラインを決定する。これに直交するAラインを決め、10尺方眼を線引きしたと
 考えられる。この際、ホとAとの交点から南へ4ブロックであるEラインが古墳の后背の
 斜面上面とし、更に、4ブロック南であるIラインが古墳の南辺(第3列)とする。続いて
 10尺南のJラインを第2列とし、更に10尺南のKラインを第1列としたと考えられる。以
 上の作業の段階で、南北4ブロック、東西3ブロックというピタゴラスの定理を使用して
 10尺方眼を設定する。石列の両端は主軸から10尺が第4列、20尺が第2列、30尺が第1列
 とする。そして、その両端からホとAとの交点を見通して北へ屈折した石列ラインを設定
 すれば、古墳の外形はほぼでき上がる。なお、なお、后背と東隣の溝は、東西については
 E乃至Fラインと平行し、東隣のラインはAとホとの交点とKとロとの交点を結んだ線に
 平行している。さて、古墳の中軸は真北より西へ11°傾いており、「周髀算経」にあるよ
 うな正確な真北は求めなかったようである。

まとめ

山尾古墳は4重の石列で方形に区画された7世紀の古墳である。この遺存した石列の東
 西方向は4つの内3つが高麗尺10尺方眼に合致することが判明した。また、石列の両端は
 遺存している7か所の内5か所まで合致することが判明した。

すなわち、山尾古墳は高麗尺で、しかも方格で設計され施工されたと推定されるのである。更に、やや後世にはなるが「令義解」によれば中国の「九章算術」が官人の習う必須科目として挙げられている。中国では漢時代にはすでに使用されていたことが知られているので、7世紀の段階に「句股」。すなわち、西洋ではピタゴラスの定理と呼ばれる定理が知られて、施工されたと考えても良いのではないか。7世紀になって突如として整然とした方形墳の終末期古墳が出現するのは、以上のような事情があったのである。その後、藤原京などの古代都城や、国府、国分寺など方形の区画が正確に南北を志向したり、条里区画の整然さもまた、以上のような事情があったのである、というのが結論である。

(いの・ちかとも=当センター調査第2課次席総括調査員)

注1 平良泰久・奥村清一郎・常磐井智行『丹波の古墳Ⅰ』(山城考古学研究会)1983

注2 野々口陽子他「京都縦貫自動車道関係遺跡、(1)山尾古墳」(『京都府遺跡調査概報』第67冊(財)京都府埋蔵文化財調査研究センター)1995

注3 橋本万平『計測の文化史』(朝日新聞社)1982

注4 伊達宗行『「数」の日本史』(日本経済新聞社)2002

参考文献

藪内済『中国の数学』(岩波新書)1974