型」)、70 号→ DC に 2α を加えた半径と後円部の交点になる（「DC ＋ 2α 型」)、50 号→ D から 4 単位の円弧と O から 4 単位の円弧の交点となる（「(CD ＋ α) × (R ＋ α) 型」原文ママ）に分類した（図 12)。さらに、前方部幅 QQ' は、D から半径 4 単位と D を通って主軸と直行する線の交点とする。本来の用語としては、50 号墳は（「DC ＋ α」×「OC ＋ α」型）となるべきで、甘粕の第 3 図と第 4 図に示された 50 号墳の復原にも齟齬や Q と R の混同があるなど若干の混乱はあるものの、BC：CP：PD：くびれ部型の表記で、浅間山古墳（6：1：2.5：7)、57 号墳（6：0.5：3.5：7)、50 号墳（6：0：3：8）の比率を示し、これら 3 古墳を一系列の古墳とした上で、CP が短くなる（＝前方部前面の斜面の水平距離が大きくなり、前方部頂が後側に移動する）方向性を示した点が注目される。すなわち、浅間山古墳→ 57 号墳→ 50 号墳の築造順序を推定したのである。

一方、古墳のデジタル測量とその分析方法については、新納の画期的な研究がある（新納 2011)。新納は造山古墳のデジタル測量の成果を踏まえ、墳丘中軸線より西側の全計測点を側面からプロットした側面観を GIS で作成し、定量分析を行っている。すなわち、後円部・造り出し・前方部の各 20m 幅の点群を抽出し、各段の高さの比率（1)：1：3、及び 6.25m という基本単位を抽出した。基本単位を 27 尺、4.5 歩と推定すると、1 尺長は 0.231m となる。新納によると、後円部半径は 1 単位の 16 倍、テラス幅は 1 単位など計測点に合致するという。

50 号墳のデジタル測量では、計測した座標を用いて新納の方法論を応用してみることにした。まず、点群の CSV データを ArcGIS にインポートして、TIN・DEM・Contour を作成する。このマップを AI に出力して、Illustrator 上で主軸を回転、世界測地系での墳丘の方位角を割り出した。再び、GIS で Shape ファイル化した点群、およびベクターデータに方位角を入力して回転し、主軸を GIS 上の真北に設定した。回転した Shape ファイルの属性フィールドに作成される新しい X、Y 座標をテキストデータで出力、CSV に変換した。再度、座標をインポートし、残存度の高い北側を分析対象とするため、主軸を境界として南側の点群、および周辺地形を画面上で選択して除去、最終的な点群データをエクスポートした。この座標の Y を X フィールドに、Z を Z フィールドにインポートすると、主軸を境界として北側の点群をオルソ化した側面観が出来上がる（図 13 上)。同じ作業をして、O 点を通り主軸と直交する線より北西の計測点および周辺地形を除去した後円部後面観が図 13 上から 2 番目である。

以上の側面観・後面観を用いて、側面観の後円部中心の 2m 幅（A)、及び後面観の後円部中心 2m 幅（B）の点群を抽出し、標高 10cm 毎の分布状況（ヒストグラム）を作成したのが図 14 下である。このヒストグラムを見ると、A と B のピークはほぼ一致しており、29.8m・32.0m・34.6m にピークがある。3 点の比高が第 1 段、第 2 段高を反映しているとすれば、第 1 段が 2.2m、第 2 段が 2.6m になる。しかし、墳頂部からは土が流出し、墳裾には土が堆積しているので、現状の高さを古墳本来の高さと考えることはできない。理想的には、新納が試行しているように三段築成の巨大古墳における 2 段目の分析から高さを算出するべきだが、50 号墳のような比較的小規模な前方後円墳であれば、復原的に高さを考慮する必要がある。今、図 8 の 10cmContour ＋ 20cm メッシュ Slope 合成図で、A・B の当該個所を観察すると、A・B ともに標高 31.9～32.6m が茶色＝傾斜角が緩くなっている点がわかる。つまり、ヒストグラムから導きだした標高 32.0m という数字は、本来のテラス面が想定される 31.9～32.6m の範囲でも、低い位置を示していることになる。もちろん、置土や化粧土によってテラス自体が外側に向けて低くなる傾斜を持っている可能性もあり、その正確な高さの確定は困難であるが、仮に 31.9～32.6m の中間と仮定すると、32.25m ほど。すなわち、ヒストグラムから導き出した 32.0m よりも 0.25m ほど高い位置にテラス面を想定することができる。今、ヒストグラムから導きだした第 1 段（2.2m)、第 2 段（2.6m）に Slope 解析図から想定した 0.25m という数字を土の流出・堆積値として機械的に増減するとどうなるだろうか。第 1 段はテラス面が 0.25m 高くなり、墳裾への堆積を 0.25m と仮定すると、2.7m になる。第 2 段は、テラス面が 0.25m 高くなる数字と墳頂の流出を同じに仮定すれば ± 0 で、2.6m になる。以上の推定から、本来の後円部の上下段は 1：1 に近い比率になる可能性がある。

試みに上述した上下段の高さを 1：1、2.6～2.7m

甘粕　健1964「前方後円墳の性格に関する一考察」『日本考古学の諸問題』河出書房新 P179第３図を改変して作成。

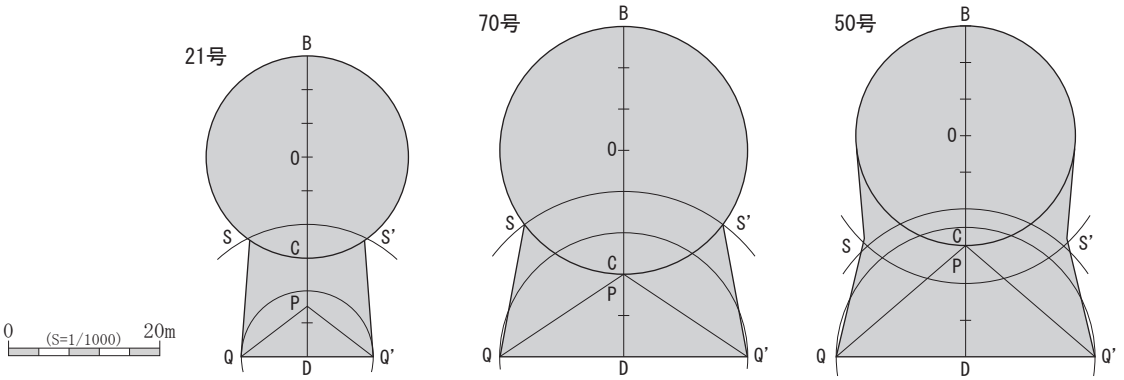

図12　甘粕健による龍角寺古墳群の主要前方後円墳の分析

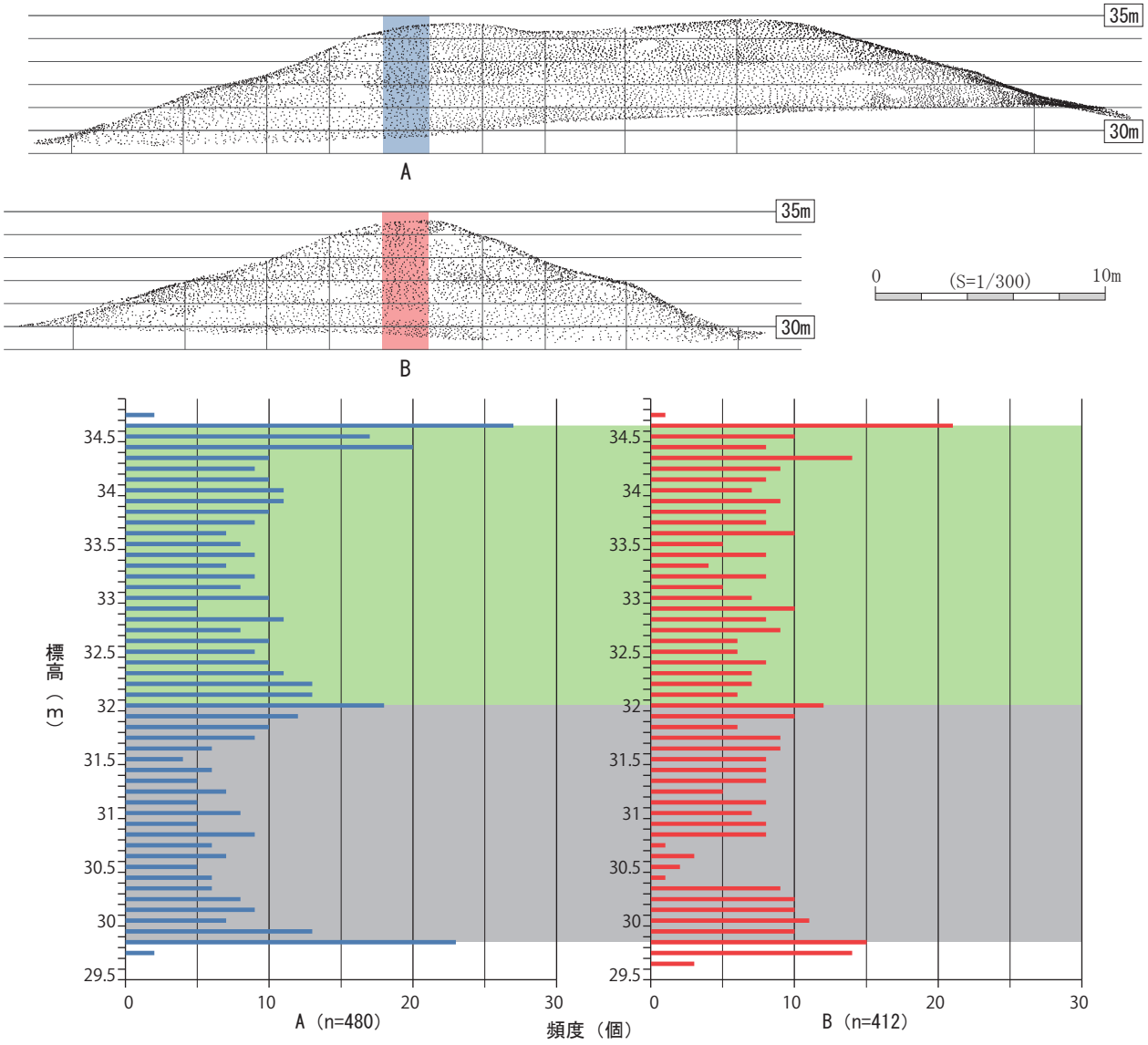

図13　龍角寺50号墳の側面観・後面観（上）と標高ヒストグラム（下）

が1段の高さであると仮定し、甘粕が想定するこの時期の尺度（東魏尺：高麗尺のもととなったとされる尺、1尺＝34.3cm）（甘粕1965）で割ってみると、7.5尺の近似値が得られる。逆に2.6〜2.7mを7.5で割ると、1尺長は34.6〜36cmとなる。『令集解』の高麗尺5尺が今尺6尺に相当するという記述と、和銅6年（713年）以降に6尺1歩の令小尺に統一されたという説から考えると、7.5尺は1.5歩と想定できる（大宝令「雑令」〈凡度十分為寸十寸為尺一尺二寸為大尺一尺十尺為丈〉〈凡度地五尺為歩三百歩為里〉など）。ひとまずこれを基準に考えると1尺34.6〜36cmであれば、1歩は1.73〜1.8mになる。これの平均値は、1.765mである。この数値を基本単位と考えることはできないだろうか。

さて、ここで基本単位の議論を一旦置いて、次にはGIS・GPRのデータを踏まえて、50号墳の復原に基づく正確な計測値を示してみる。図14下には、600分の1スケールで10cmContour +5cmメッシュSlope図を提示し、その上にレーダーのTimeSlice平面図を合成した図を示した。GISのSlope図とGPRに見られる反応の強弱の境界で復原線を描き、側面観・後面観を対応させてみた。そこから計測値を示すと、墳丘長41.9m・後円部径28.9m、前方部幅28.8m・くびれ部幅19.2mとなる。甘粕が示した計測値は、墳丘長43.6m・後円部径28.7m・前方部幅30m・くびれ部幅24.8mである。くびれ部幅以外は近い数字である。くびれ部に関しては、甘粕が後円部円周ではなく前方部側に認識し、さらに古墳南西側の広がりを本来の形状と見ているため、大きな違いが生じている。今回の調査では、墳丘北東側の残存度が高い部分を重視し、主軸を中心に反転して復原しているため、甘粕復原とはくびれ部幅が大きく異なる結果になった。

1964年の甘粕の復原（第4図）を見ると、後円部の円弧に関しては今回の復原と近いものの、主軸をかなり南側に偏った部分に設定していることがわかる。これは、前方部北西隅角〜南くびれ部にかけての墳丘の広がりを最大限に拾うための処置と思われる。実際に、甘粕は前方部幅をかなり広く捉えており、前方部が肥大化した前方後円墳に復原されている。今回の検討でも前方部の復原は非常に難しく、様々な可能性を考慮したが、墳丘北側の残存度が非常に高い点、GPRの反応で前方部北東部隅角と思われる反応が明瞭に確認できた点から、北側を重視した復原を最終的に採用した。主軸と前方部北東隅角、およびPQの隅角ラインは、図14下を見ても分かるように、現状の測量図およびGPR成果と適合的である。もちろん、現状の復原では後円部テラスに比べて、前方部テラスが著しく幅が狭くなる点や、前方部南側の現状と復原が著しく乖離するなどの問題点も残る。しかし、前方部北側と南側では現状の見かけ上の墳裾の傾斜変換点で比較しても、1.5〜2m近い比高があり、南側は本来の墳裾からかなり土が流出している可能性が高いと判断する。あるいは、墳丘の片側が斜面に位置するため前方部南北で外形が非対称な施工がなされている可能性も残る（南側テラスに埋葬施設が存在する点から、テラス幅の南北非対称の可能性もある）。以上の状況から、今回の復原では前方部北側に本来の形状（あるいは設計）が反映されていると考えた復原案を提示しておく。

今、問題となるくびれ部幅を除外して、墳丘長41.9m・後円部径28.9m・前方部幅28.8m・後円部テラス幅3.53mを前述した1.765mで割ると、24歩・16歩・16歩・2歩の近似値が得られる。想定した基本単位の偶数倍になる点は注目でき、24・16を割り切れる後円部8等分値、その倍数である24等分値でも当然、適合的な数値が得られることになる。以上は50号墳の段築を復原的に考えた数字を用いた試論で、尺長や基本単位を結論付けるにはまだ分析事例が不足している。しかし、少なくとも新納が指摘するように、高さと平面形に共通する基本単位（時代・地域で異なり、古墳毎に異なる可能性もある）が存在し、歩を介在させた墳丘の設計が行われている可能性は十分にあると思う。一方で、後円部径が段築の高さから想定した基本単位の16倍となるため、前述した8等分値・24等分値でも適合的な数値が得られるわけだが、これに関しては基本単位の偶数倍で墳丘各部が設計されている点に起因する可能性も残る。

仮に今回想定した35cm前後という1尺長が誤っていたとしても、後円部テラス幅の2分の1、段築高の3分の2が50号墳の設計の基本単位になっている可能性は高い。前方後円墳の設計全てに適用できる後円部等分値の設計原理の追及よりも、時代や地域によって尺度や設計の指向が異なる可能性を模索し、さらに地形の制約や埋葬施設・外表施設の状況などによって現場レベルで設計が柔軟に変更され

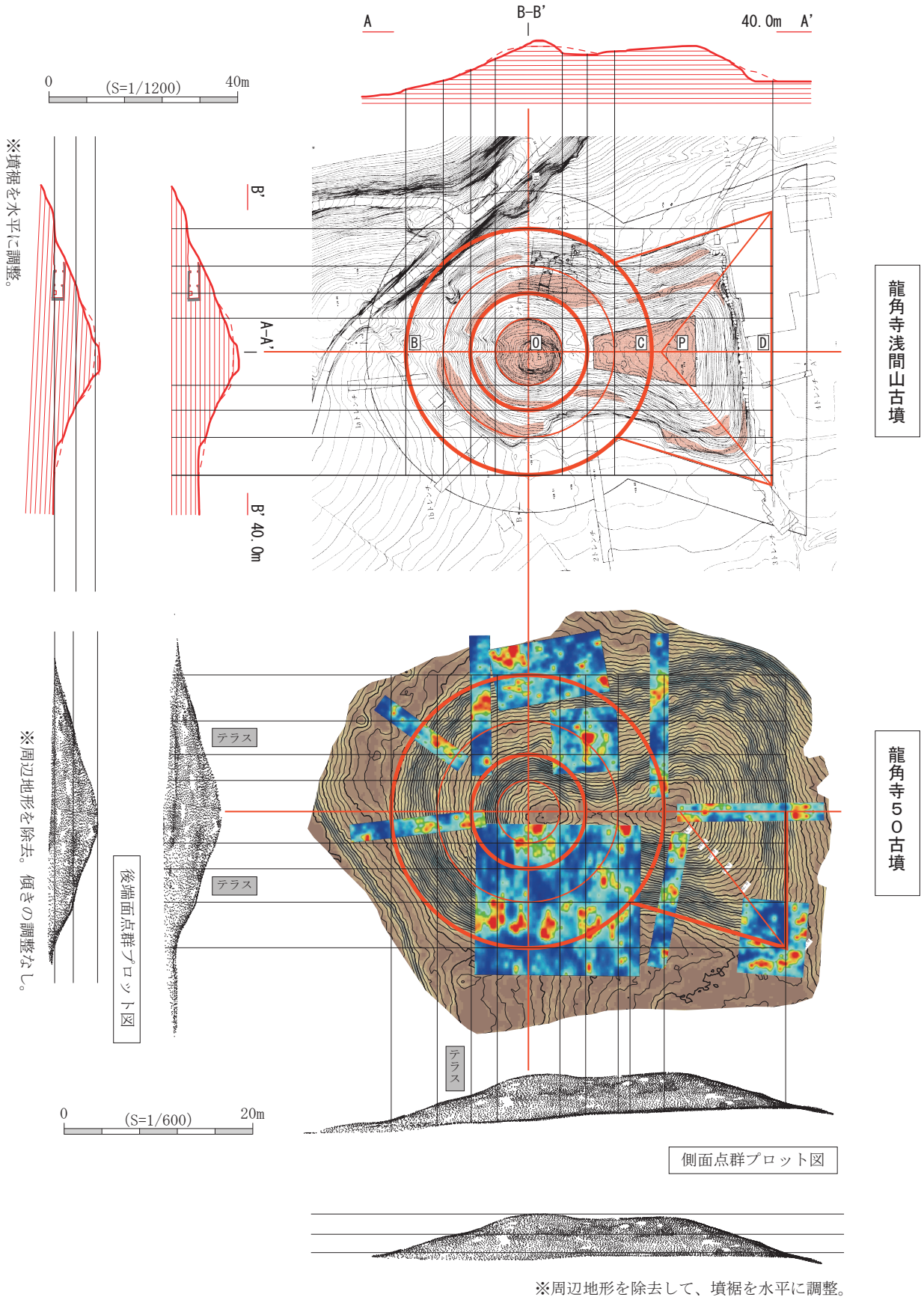

図14　龍角寺50号墳と浅間山古墳の比較

ている可能性も考慮しながら、1 古墳 1 古墳を精度の高い測量や発掘によって精密に分析する姿勢が重要なのではないか、と考える。

最後に、50 号墳と浅間山古墳の比較を行い、本調査の総括とする。まず、浅間山古墳の報告書では、墳丘長 77.6m・後円部径 52m・前方部幅 58m・くびれ部幅 37m・後円部の高さ 6.7m・前方部の高さ 7m の復原値が示されている。三段築成とされるが、1～2 段目のテラスについては、図面に提示されている復原線に基づいて円弧を描くと、後円部の南北で対応関係が矛盾する。また、テラスと横穴式石室の関係も報告書の記載・図面では十分に把握することが難しい。浅間山古墳は後世の改変が著しいため、平坦面を誤認しているかもしれず、2 段築成の可能性も捨てずに再考する必要があると考える。また、2 トレンチは後世の撹乱が激しかったため、主にレーダーの成果から前方後円形の周溝が復原されている。しかし、西側周辺の地形に見られる等高線は、かなり明確な盾形を呈しており、この点も確定は難しい。以上の状況からすると、現状で 50 号墳と精度の高い比較をすることは難しいものの、外形に関しては共通性が高い点が指摘できる。

50 号墳と浅間山古墳については、甘粕が BC：CP：PD：くびれ部型で、浅間山（6：1：2.5：7）、50 号墳（6：0：3：8）の比率を示している。一方、萩原恭一は後円部 12 等分値で墳丘長：後円部径：前方部幅：前方部長を、浅間山（18：12：13.5：6）、50 号墳（17.5：12：12.25：5.5）の比率を示した。これらの数字による限り、両古墳は極めて近い外形を有することになる。図 14 上には、浅間山古墳と 50 号墳を比較するため、前者を 1200 分の 1、後者を 600 分の 1 にした図面を提示した。千葉県横芝光町の殿塚・姫塚古墳の調査では、墳丘長において 3：2 の関係性が認められたため（城倉ほか 2014）、前方後円墳の墳丘長に格差が明示された可能性が高いと考えるが、浅間山古墳と 50 号墳は 2：1 に近い比率が認められる。前述した歩数で言えば、50 号墳は 24 歩、浅間山古墳は 44 歩（＝ 77.66m）が計測値に近い。なお、両古墳には墳丘片側が斜面地となる地形条件や、南側くびれ部の後円部寄りテラス下層（つまり下段）に埋葬施設を構築する点も共通する。CP の比率も現状の復原からは酷似するため、甘粕が想定したように墳丘から前後関係を決定するのは難しい。57 号墳・70 号墳など外形が近く、埴輪を樹立する古墳との比較が必要だが、現状では 50 号墳と浅間山古墳が埴輪樹立終焉後の近い時期に、極めて共通性の高い規格で構築されていると考える。

以上、本調査では、1964 年に発表された甘粕の優れた研究をほぼ追認することになった。今回、GIS・GPR を用いた非破壊調査によって、墳丘の本来の形を推定したわけだが、尺度など推論に推論を重ねた部分もあり、墳丘研究の難しさを改めて感じた。墳丘の設計を論じるには、大型で残りの良い古墳をデジタル測量など定量的に分析しなければならないのはもちろんだが、発掘された中小規模墳を対象として設計と実際の施工の乖離を埋める分析が必要である。それには、地域社会における同系統の古墳に関して、高い精度のデジタル測量や発掘を蓄積し、比較していかなければならない。測量や発掘調査の精度を常に高めつつ、1 基 1 基の古墳の復原を積み重ねていくことこそが、迂遠に見えても、前方後円墳の設計原理を読み解くための最も近道だと考える。

おわりに（城倉）

本稿は、高梨学術奨励基金を受けて実施した龍角寺 50 号墳のデジタル測量・GPR 調査の成果である。早稲田大学文学部考古学コースでは、千葉県の古代印波および武射の地域をフィールドとして、デジタル非破壊調査や発掘、遺物の整理を進めている。今後も基礎作業を進め、古墳時代～古代の地域社会のダイナミックな変容過程を広い視野で歴史的に位置付けていきたいと考えている。

なお、本稿では甘粕健と新納泉の前方後円墳の墳丘に関する優れた研究に大きな影響を受けて、議論を進めてきたが、最後に第 1 節で設定した 4 つの課題の結果を整理してまとめとしたい。

①～③　50 号墳のデジタル測量を行い、GIS を用いた平面形・立面形の精度の高い復原を行うことができた。また、GPR 調査によって、埋葬施設の位置と構造を推定した。なお、50 号墳の墳丘の分析では、歩による設計の基本単位が存在する可能性を考えた。

④　50 号墳と浅間山古墳の比較によって、両者の外形に極めて高い共通性が認められる点を再確認した。

今後は龍角寺 21・57・70 号、および浅間山古

墳の再測量・GPR 調査を行い、龍角寺古墳群の構造について議論を進めたい。その作業によって、龍角寺造営の歴史的背景を探る点が、大きな目標である。

※本報告入稿直前に、（新納泉 2015「誉田御廟山古墳の設計原理」『日本考古学』第 39 号）が刊行された。前方後円墳の設計原理に関する示唆の多い内容であり、今後参考に研究を進めたい。

※本報告は、平成 26 年度公益財団法人髙梨学術奨励基金（若手研究助成）『龍角寺浅間山古墳の系譜に関する基礎的研究―龍角寺 50 号墳の三次元測量・レーダー調査を中心に―』（代表：城倉正祥）の研究成果である。

註

(1) 「龍角寺古墳群」は、もともと「竜角寺古墳群」（昭和 16 年 1 月 27 日国指定）と呼称していたが、平成 21 年 2 月 12 日の追加指定・名称変更で「龍角寺古墳群」に改められた。本稿では、現在の正式な指定名称である「龍角寺古墳群」に統一する。

(2) 50 号墳の測量・GPR 調査に際しては、文化庁、千葉県教育委員会（教文指令第 810 号）、および栄町教育委員会（栄教生第 162 号）より「史跡龍角寺古墳群・岩屋古墳」の現状変更に関する許可を得て作業を実施した。調査終了後には速やかに現状復旧を行い、終了報告書を千葉県と栄町に提出した。

なお、GPR については、早稲田大学と奈良文化財研究所の連携研究『デジタル技術・非破壊的手法を用いた文化財の多角的調査研究』（代表：城倉正祥・金田明大）に基づいて、共同で実施した。なお、デジタル測量の方法や GIS の使用方法、浅間山古墳との比較などについては、今城未知氏（現総合研究大学院大学）に調査前にご教示いただいた。また、ArcGIS の操作については、渡辺玲氏（早稲田大学大学院）の力に拠る部分が大きかった。

(3) 「基壇」とは、建造物の基礎となる土壇を意味する概念である。沼澤豊が指摘するように、古墳の墳丘構築の必然性から設けられたテラスが、埴輪などの外表施設や石室・石棺などの埋葬施設の設置を目的として幅広く設定される事例があることからしても、栃木県の事例は「基壇」というより、第 1 段と呼ぶべき性質の遺構である。「基壇」と呼び、上下段構造を分離させるよりも、「テラス幅に特異性のある墳丘」に関する立体的な構造把握が必要である。

(4) 考古学の測量には、①平板や TS を用いて等高線を追いかけて方眼紙に作図する方法、及び② TS や 3D スキャナーを用いて地表面の座標を不規則に収集し CAD や GIS の計算により等高線を描出する方法、の 2 種類がある。本稿では、（新納 2011）の用語に従い、前者を「等高線測量」、後者を「デジタル測量」と呼び分ける。

図表出典一覧

図 1　栄町作成の都市計画図（1/2500）の 16・17・19・20、（千葉県史料研究財団 2002）の P5・図 2、および栄町教育委員会喜多裕明氏が作成した内部資料をもとに作成。

図 2・3・4・5・6・7・8・13　測量成果、および ArcGIS の解析成果をもとに作成。

図 9・10・11　測量成果、および GPRSlice の解析成果をもとに作成。

図 12　（甘粕 1964）の P179・第 3 図を改変して作成。

図 14　測量・GPR 成果、及び（千葉県史料研究財団 2002）の P9・図 3、P22・図 8 をもとに作成。

表 1　測量成果をもとに作成。

引用文献

甘粕　健 1964「前方後円墳の性格に関する一考察」『日本考古学の諸問題』河出書房新社

甘粕　健 1965「前方後円墳の研究－その形態と尺度について－」『東京大学東洋文化研究所紀要』37

石田広美 1985「主要地方道成田安食線道路改良工事（住宅宅地関連事業）地内埋蔵文化財調査報告書」千葉県文化センター

犬山市教育委員会 2009『史跡東之宮古墳』犬山市埋蔵文化財調査報告書第 6 集

大阪府立近つ飛鳥博物館 2013『歴史発掘おおさか 2012』平成 24 年度冬季特別展図録

川尻秋生 2003「大生直と印波国造」『古代東国史の基礎的研究』塙書房

川尻秋生 2009「古代房総の国造と在地―印波国造と武射国造を中心に―」『房総と古代王権』高志書院

小林清隆 1985『栄町大畑Ⅰ－2 遺跡―県単道路成田安食線埋蔵文化財調査報告書―』千葉県文化財センター

桜井市立埋蔵文化財センター2014『HASHIHAKA』平成 25 年度特別展図録

城倉正祥・久保田慎二・青木　弘・金田明夫 2012「千葉県芝山町高田 2 号墳の測量調査」『早稲田大学大学院文学

研究科紀要』第 57 輯
城倉正祥・ナワビ矢麻・今城未知・鈴木徳彦 2014「千葉県横芝光町殿塚・姫塚古墳の測量・GPR 調査」『古代』第 132 号
城倉正祥 2015「下総龍角寺の測量・GPR（Ⅱ期 1・2 次）調査とその意義」『仏教文明の転回と表現』勉誠出版
白石太一郎・亀井宏行・白井久美子・荻　悦久 1996「印旛郡栄町浅間山古墳測量調査報告」『千葉県史研究』第 4 号
進藤敏雄 2002「「栃木県」の後期古墳の地域性」『前方後円墳の地域色』第 7 回東北関東前方後円墳研究会
杉山晋作 1995「古代印波の分割」『王朝の考古学』雄山閣出版
高木博彦 1978「竜角寺古墳群研究小史」『房総風土記の丘年報 2』千葉県立房総風土記の丘
高木博彦 1996「竜角寺古墳群研究小史―その 2 ―」『房総風土記の丘年報 17』千葉県立房総風土記の丘
千葉県教育委員会 1982『竜角寺古墳群発掘調査報告書―第 1 次（昭和 57 年度）―』
千葉県教育委員会 1984『竜角寺古墳群発掘調査報告書―第 2 次（昭和 58 年度）―』
千葉県教育委員会 1986『栄町埴生郡衙跡確認調査報告書』
千葉県教育委員会 1987『栄町埴生郡衙跡確認調査報告書Ⅱ』
千葉県教育委員会 1988『竜角寺古墳群 101 号古墳発掘調査報告書』
千葉県教育庁文化課 1982『竜角寺古墳群測量調査報告書』千葉県風土記の丘友の会
千葉県史料研究財団 1998『竜角寺古墳群からみた古代の東国―栄町浅間山古墳の調査成果をもとに―』
千葉県史料研究財団 2002『印旛郡栄町浅間山古墳発掘調査報告書』千葉県
寺村裕史 2014『景観考古学の方法と実践』同成社
新納　泉編 2008『岡山市造山古墳測量調査概報』岡山大学大学院社会文化学研究科
新納　泉 2011「前方後円墳の設計原理試論」『考古学研究』第 58 巻第 1 号
沼澤　豊 2004「古墳築造企画の普遍性と地域色」『古代』第 114 号
根本　弘 1988「龍角寺・竜角寺古墳群関係文献目録」『房総風土記の丘年報 11』千葉県立房総風土記の丘
萩原恭一・原田昌幸 1985「最近の踏査成果から見た竜角寺古墳群」『MUSEUM ちば』第 16 号
原田昌幸 1984「千葉県立房総風土記の丘周辺の歴史的環境とその変貌」『房総風土記の丘年報 7』千葉県立房総風土記の丘
深澤克友 1988「竜角寺古墳群研究の変遷と意義」『房総風土記の丘年報 11』千葉県立房総風土記の丘
福間　元 1986『千葉県印旛郡栄町酒直遺跡発掘調査報告書』酒直遺跡発掘調査会
米田幸雄・小牧美知枝 1994『千葉県印旛郡栄町大畑Ⅰ－3 遺跡－栄町ガソリンスタンド建設予定地内埋蔵文化財調査報告書』印旛郡市文化財センター