

千葉県栄町龍角寺 50 号墳の デジタル三次元測量・GPR 調査

城 倉 正 祥 ・ 青 笹 基 史

Digital 3D Measurement Survey and GPR Research at Ryukakuji Tumulus No.50

Masayoshi JOKURA ・ Motofumi AOSASA

Abstract

Ryukakuji Tumulus No. 50 (Sakae-machi, Imba-gun, Chiba-Pref.) is a keyhole-shaped tumulus within the Ryukakuji Tumuli. After Ken Amakasu investigated the Ryukakuji Tumuli in 1964, many research studies have taken place at this site. It is vital to research the Sengenyama tumulus, which is the mound of the chief tumulus. In addition, it is essential to perform a detailed comparison of Ryukakuji Tumuli No. 50 and No. 57, whose shapes are similar to the Sengenyama tumulus, as characterized by Amakasu.

In our research, the shape of Ryukakuji Tumulus No. 50 was analyzed based on accurate terrain information, with the goal performing a detailed comparison to the Sengenyama tumulus. To achieve this, we used a digital 3D survey and a GPR (Ground Penetrating Radar) survey, from which we acquired objective and accurate terrain information. Based on this information, we used GIS (Geographic Information System) to create a highly accurate 2D and 3D diagram of a restoration of Ryukakuji Tumulus No. 50. GPR is a geophysical survey method intended for understanding the position and shape of remains in a non-destructive way. In this survey, we presumed the position and structure of the burial facility.

Based on these results, we reconfirmed the distinguished research conducted by Amakasu who revealed that the shape of Ryukakuji Tumulus No. 50 was quite similar to that of the Sengenyama tumulus. Moreover, we presumed that Ryukakuji Tumulus No. 50 had been planned using basic unit “Bu”. Henceforth, we need to reconfirm previous research results. Furthermore, we will research the structure of the Ryukakuji Tumuli through re-measurements and GPR surveys of Ryukakuji Tumuli No. 21, 57, 70 and the Sengenyama tumulus.

はじめに（城倉）

本稿は、2014 年度の高梨学術奨励基金の採択を受けて 2014 年 12 月 13 日～27 日に実施した千葉県印旛郡栄町龍角寺 50 号墳⁽¹⁾のデジタル三次元測量・GPR（Ground Penetrating Radar：地中レーダー探査）調査の成果報告である。調査に際しては、GIS（Geographic Information System）を用いたデジタル三次元測量と、地中レーダー探査という最新の非破壊的手法を採用した。結果として、従来の測量図の分析では難しかった墳丘の立体構造の把握に

成功し、終末期の大型前方後円墳である浅間山古墳との系譜関係を明らかにした。GIS と GPR を組み合わせた考古学の非破壊的手法は、今後、国内外を問わず普遍化していく重要な調査方法と考える。

なお、本稿の図版は GIS を城倉正祥・渡辺玲、GPR を青笹基史が中心となって作成し、全体の修正・統一を城倉が行った。また、文章は第 6 節と英文アブストラクトを青笹が執筆し、それ以外は城倉が執筆した。

1. 調査の経緯と課題（城倉）

早稲田大学文学部考古学コースでは、下総龍角寺の過去の調査成果を再評価すると同時に、新しい視点での測量・発掘・整理などの調査研究を進めている（城倉 2015 など）。飛鳥山田寺と同型式の三重圈文縁八葉単弁蓮華文軒丸瓦・三重弧文軒平瓦を葺き、白鳳期の薬師如来坐像を本尊とした龍角寺は、東国最古級の寺院として著名である。一方、周辺の遺跡に目を向けると、龍角寺の東方には殯施設とされる尾上遺跡、西南には埴生郡衙跡とされる大畑Ⅰ遺跡や古墳～奈良平安期の集落である向台・酒直遺跡が所在する。さらに、埴生郡衙東南側には、大小 113 基以上で構成される龍角寺古墳群が存在し、龍角寺を造営した氏族の奥津城と考えられている。龍角寺周辺は、古墳時代から古代への地域社会の動態を研究する上で、稀有なフィールドである。

龍角寺出現の歴史的意義を考究するには、地域社会を多角的に分析する必要がある。中でも龍角寺の造営に関わった勢力の遡源を追求する作業が重要になる。川尻秋生は、平城京二条大路木簡の「左兵衛下総国埴生郡大生直野上養布十段」の記載を手がかりとして、埴生郡司を大生直氏と推定した。そして、『国造本紀』にみえる印波国造のもともとの本拠地が律令制下の印旛郡（印旛郡司は丈部直）にあったものから、古墳時代の終わり頃に律令制下の埴生郡にいた国造一族、あるいは新興勢力が拡大して印波国造になったと考えた（川尻 2003・2009）。一方、杉山晋作も印波国造は印旛沼全体から利根川下流域まで勢力を持っていたが、大化の建評の際に、埴生と印旛に分割され、龍角寺の造営後に再び埴生の東の香取が分割された説を提唱している（杉山 1995）。これらの議論の背景には、公津原古墳群と龍角寺古墳群の盛行時期の差異、龍角寺周辺集落遺跡の動向、集落出土の墨書土器や龍角寺の文字瓦の解釈、埴生郡衙関連遺跡の掘立柱建物の存在など、考古学的調査に基づく認識の進展がある。特に、龍角寺を造営した氏族の奥津城とされる龍角寺古墳群の群構造とその動態、年代をどう把握するかにより、龍角寺の歴史的位置付けは大きく変わる。終末期の前方後円墳とされる浅間山古墳、日本最大級の方墳である岩屋古墳、両者の位置付けが最大の課題である。

浅間山古墳は、発掘調査の正式な報告（千葉県史

料研究財団 2002）が刊行されており、岩屋古墳も近年、栄町教育委員会・印旛都市文化財センターによる発掘と整理が行われている。一方で、龍角寺古墳群の中小規模墳は、近年、目立った研究が蓄積されておらず、新たな視点での基礎的な調査研究が必要である。特に、浅間山古墳の墳丘の遡源を追求する作業は、龍角寺古墳群の構造・動態・年代を考える上で必須の作業である。以上の問題点を踏まえ、城倉は龍角寺古墳群中三番目の規模を誇る前方後円墳である 50 号墳のデジタル測量・GPR 調査を計画し、千葉県教育委員会・栄町教育委員会の許可を得た後に、平成 26 度の公益財団法人高梨学術奨励基金（若手研究助成）に申請した。幸い、研究課題が採択され 40 万円の交付を受けることができたため、2014 年 12 月、及び 2015 年 2 月～3 月に調査を実施した⁽²⁾。以上が龍角寺 50 号墳調査の経緯である。

次には、龍角寺古墳群の研究史を概観し、本調査の課題と目的を整理する。龍角寺古墳群の研究史については、「千葉県立房総風土記の丘」の学芸員による整理（高木 1978・1996、根本 1988・深澤 1988 など）や浅間山古墳での整理（千葉県史料研究財団 2002）があるため、ここでは前方後円墳を基礎とした古墳群の動態と墳丘に関する調査・分析成果を中心に論点を整理する。

まず、龍角寺古墳群を初めて体系的に調査・分析したのは甘粕健である。甘粕を中心とした東京大学のグループは、龍角寺古墳群の分布・測量調査を踏まえて、畿内の大型前方後円墳との比較及び古墳群内における墳丘形態の分析を行い、群構成の把握と年代の整理を行った（甘粕 1964）。甘粕の分析精度は極めて高く、その後の研究の方向性を大きく決定付けた。特に、墳丘の分析では龍角寺古墳群内の主要な前方後円墳について、くびれ部の位置を中心とした分類を行い、21 号墳（本文では現在の古墳番号に統一）を B 型【 $DC + \alpha$ 型】、70 号墳を D 型【 $DC + 2\alpha$ 型】、浅間山・50・57 号墳を E 型【 $(CD + \alpha) \times (R + \alpha)$ 型】とした。そして、B 型を前期型式、D・E 型を後期型式とした上で、特に E 型の浅間山古墳と同型の古墳として正円寺二子山・築瀬二子塚古墳、50 号墳と同型の古墳として後二子古墳・天川二子塚古墳を挙げている。さらに、浅間山・57・50 号墳を一系列の古墳とし、CP の数値が小さくなる方向性から前後関係を浅間山→57→50

号と想定した。以上、墳丘の分析を踏まえた上で、甘粕は大型前方後円墳を中心として前方部の方位を同じくするグルーピングを行い、大型前方後円墳の被葬者を「龍角寺古墳群を形成する小集団の連合体の首長であるとともに、それが属している小集団の長としての属性も兼ね備える」と規定した。一方で、浅間山古墳や岩屋古墳、公津原古墳群の船塚古墳・天王塚古墳などを超大型古墳とし、印旛地方全体の統一的首長墓の系列と考えた。そして、浅間山古墳の被葬者は印旛地方の統一的首長であると同時に、57・50 号墳に繋がる系譜から龍角寺における集団の首長の系譜に連なるものと想定した。すなわち、小型前方後円墳：各支群、大型前方後円墳：龍角寺古墳群、超大型前方後円墳：印旛地方、被葬者はそれぞれの集団の首長としての性格を持つという階層構造を考えたのである。

以上、甘粕の研究は墳丘の精度の高い分析により、龍角寺古墳群の階層構造を明らかにしている。その後の測量調査の成果（千葉県教育庁文化課 1982）や、大畑遺跡（石田 1985、千葉県教育委員会 1986・1987、小林 1985、米田・小牧 1994 など）・向台遺跡（石田 1985）・酒直遺跡（福岡 1986）などの集落の動向を踏まえた研究（原田 1984、萩原・原田 1985、深澤 1988）によって古墳の基数や方位などが実情に合わない点が指摘され、支群のグルーピングに対する変更はあったものの、基本的な論理構造自体は今なお有効だと考える。

甘粕の分析後、龍角寺古墳群の前方後円墳の研究が飛躍的に進んだのは、浅間山古墳の測量（白石ほか 1996）と発掘（千葉県史料研究財団 1998・2002）調査の成果が大きい。発掘報告書によると、浅間山古墳は墳丘長 77.6～78.0m、後円部径 52.0m、くびれ部幅 37.0m、前方部幅 58.0m、前方部長 32.5m の前方後円墳で、相似形の周溝がめぐる。第 1・2 段が低く、3 段目が高い 3 段築成とされる。筑波石を用いた複室構造の横穴式石室は、旧表土下に構築され、後円部南側の下段テラスに開口する。報告書では、石室の構築年代を 7 世紀第 1 四半期と想定する。一方、墳丘に関しては、沼澤豊の分析手法を沿用した萩原恭一が、後円部径の 12 等分値を基準とし、主軸長 18・後円部径 12・前方部幅 13.5・前方部長 6 という分析値を出した上で、50・57・70 号墳の外形が一致する点を指摘した。この点は、甘粕の研究成果を踏襲するものだが、そ

の年代観については外表施設としての埴輪の有無から、57・70→50・浅間山の順序を想定した。さらに、浅間山古墳の外形に類似する古墳として、群馬県の二ツ山 1 号墳、及び栃木県の壬生茶臼山古墳・壬生長塚古墳を挙げている。

なお、栃木県の事例は、思川・田川水系に集中する「基壇」を持つ古墳とされている事例である（進藤 2002）⁽³⁾。これら「基壇」古墳を分析した沼澤豊は、テラス幅 3 単位でテラス面が古墳外平坦面より高い 1 型（壬生茶臼山古墳・壬生愛宕塚古墳）、テラス面が古墳外平坦面とほぼ同じ 2 型（第 1 段斜面が高い 2a と低い 2b に細分。2a：吾妻岩屋古墳・国分寺愛宕塚古墳、2b：壬生長塚古墳）に分類し、1→2a→2b と第 1 段の低平化が進む点を明らかにした（沼澤 2004）。さらに、前橋大室古墳群の中二子古墳・前二子古墳が壬生茶臼山古墳（1a）に、後二子古墳が吾妻岩屋古墳（2a）に、小二子古墳が壬生長塚古墳（2b）に共通すると指摘した。

沼澤の研究成果を引用しつつ、浅間山古墳と群馬・栃木県のテラス面が広い前方後円墳との類似性を指摘した萩原の分析は、やはり群馬県の墳丘との類似性を指摘していた甘粕健の成果に通じる。香取海南岸に位置する龍角寺古墳群は、西側に鬼怒川の河口を望み、水上ネットワークを通じて下毛野、あるいは上毛野東部に繋がりうる立地にあり、浅間山古墳の地域での系譜を踏まえた上で、広域的なネットワークを墳丘を通じて分析する必要がある。

以上の研究史を踏まえれば、龍角寺古墳群の研究において、浅間山古墳の墳丘の位置付けが非常に重要な意味を持つことが分かる。甘粕・萩原が浅間山古墳と外形が同じだと指摘する 50・57 号墳との高精度な比較が必要だが、現状では 1982 年段階の測量図（千葉県教育庁文化課 1982）しか存在していないため、まずは緻密なデジタル三次元測量、及び GPR という非破壊の基礎的調査を進める必要がある。そのため、今回は遺存状況に恵まれた 50 号墳を選び、高精度な調査を実施することにした。なお、50 号墳は、萩原・原田のボーリング調査によって、南側くびれ部のテラス上に横穴式石室の可能性が指摘される埋葬施設が確認された（萩原・原田 1985）。1982～86 年に実施された龍角寺古墳群の発掘調査（千葉県教育委員会 1982・1984・1988）の成果では、墳丘長 27m の前方後円墳である 24 号墳の後円部に粘土槨、くびれ部に時期の下がる箱式石

棺が確認され、径 24m の円墳である 101 号墳に 4 つの埋葬施設が確認されるなど、龍角寺古墳群の埋葬施設は強い地域性を示すため注意が必要だが、50 号墳の埋葬施設の位置がすでに推定されている点は調査の際に重要である。また、甘粕による精度の高い測量図と分析成果（甘粕 1964）もあるため、浅間山古墳との比較対象とするには最も適した古墳であると判断した。

以上を踏まえ、今回の 50 号墳の調査では以下の 4 つの課題を設定した。

- ①デジタル三次元測量・GPR という最新の調査方法で、50 号墳の墳丘に関する客観的で正確な情報を取得する。
- ②デジタル三次元測量の成果を踏まえ、GIS を用いて 50 号墳の立体構造を明らかにする。
- ③GPR の成果から墳丘の構造、及び埋葬施設の位置を推定する。
- ④龍角寺浅間山古墳と墳丘構造の比較を行い、浅間山古墳の系譜を考究する。

この 4 つの課題を設定した。本稿ではその調査・分析成果を報告する。なお、今回は 50 号墳の分析と浅間山古墳との比較を中心とし、群中のその他の前方後円墳、及び他地域の前方後円墳との比較についてはデジタル測量・GPR などの基礎作業を進めた上で議論したいと思う。

2. 調査の体制と経過（城倉）

調査体制は、以下の通りである。

【対象】 龍角寺 50 号墳

【所在地】 千葉県印旛郡栄町龍角寺字池下 1601 番外 232 筆

【期間】 2014 年 12 月 13 日～27 日：測量作業

※ GPR 作業は、2015 年 2 月 23 日～3 月 24 日の龍角寺発掘（Ⅱ期 3 次）調査と並行して行った。

【面積】 約 1920m²（タテ 48m、ヨコ 40m）

【主体】 早稲田大学文学部考古学コース

【担当】 城倉正祥（准教授）

【指導】 近藤二郎・高橋龍三郎・長崎潤一・寺崎秀一郎（教授）、田畑幸嗣（准教授）

【学生代表】 青笹基史（早稲田大学履修生）

【参加者】 山田綾乃・福岡佑斗・松永修平・渡辺玲（早稲田大学学生）、小野寺洋介（明治大学学生）、伝田郁夫（大田区教育委員会）

※龍角寺の発掘（Ⅱ期 3 次）調査時に、50 号墳

の GPR 作業に従事した学生は以下である。

中村憲司・福岡佑斗・青笹基史・根本祐・石井友菜・井上早季・木村結香・小林和樹・呉心怡・谷川遼（早稲田大学学生）

【協力者】 荒井信司・喜多裕明（栄町教育委員会）、上守秀明・白井久美子・萩原恭一・渡辺修一（千葉県教育委員会）、折原繁・野口行雄（房総のむら）、ナワビ矢麻・今城未知（早稲田大学）、金田明大（奈良文化財研究所）、董新林（中国社会科学院考古研究所）、後藤健（鎌倉市教育委員会）【敬称略・所属は 2014 年 3 月当時】

調査経過は、以下の通りである。

【2014.12.13】 機材搬入・宿舍整備・墳丘清掃。

【12.14】 墳丘清掃。墳丘周囲の 3 か所に落葉を集積する。野口氏（房総のむら）が現地確認。

【12.15】 世界測地系の測量。水準測量。

【12.16】 区内トラバース測量。

【12.17】 区内・墳丘トラバース測量と水準測量。墳丘の地区設定。

【12.18】 午前に水準測量。午後より測量（TS を用いた測距作業）開始。

【12.19】 測量作業（A 区終了）。

【12.20】 測量作業。

【12.21】 測量作業（B 区終了）。折原氏（房総のむら）が現地確認。宿舍で、ArcGIS を用いた作図作業を開始。

【12.22】 測量作業（D 区終了）。E 区の座標に不具合を確認したため、取り直して修正終了。

【12.23】 測量作業（C 区終了）。

【12.24】 測量作業（E 区終了）。董氏（社会院）が現場を視察。博物館と周辺遺跡も見学。

【12.25】 測量作業。

【12.26】 測量作業（F 区終了）。午後に機材撤収・宿舍清掃を行って、夜大学に帰着。

【12.27】 朝から再度、調査現場へ。A 区の補足測量。芝山基地への機材の撤収。夜大学に帰着。

※ 2014 年 12 月に測量作業は終了したが、GPR 作業が終了せず、2015 年 2～3 月の龍角寺の発掘（Ⅱ期 3 次）調査と並行して補足作業を進めた。

【2015.2.24】 墳丘の清掃作業。GPR 大地区を設定。

【2.25】 大地区の GPR 作業を開始したところで、機械故障のトラブル（スウェーデンの MALA

本社に送って修理。アンテナ上部のヒューズが破損していたことが判明) で中断した。

【2.28】急遽、連携研究を締結している奈文研金田氏より GPR アンテナ上部および PC をお借りし、ナワビ氏 (早大) の協力を得て大地区を GPR 作業。

【3.1】GPR 小地区、10 区分を設定。

【3.2】GPR 地区杭の座標を測量。

【3.12】小地区の GPR 作業。R1～R6 区、R8～R9 区終了。

【3.13】小地区の GPR 作業終了。R7 区、R10 区終了。

【3.18】杭・スズランの回収。現状復帰。

3. トラバース・水準測量 (城倉)

本調査では ArcGIS を用いたデジタル測量⁽⁴⁾が目的であったため、世界測地系に基づく基準点設置を行った。龍角寺古墳群内では、龍角寺岩屋古墳の発掘の際に印旛郡市文化財センター・三葉測量株式会社が設置した基準点が岩屋古墳の南側にあり (図 1)、この基準点を栄町教育委員会の許可を得て利用することにした。平成 25 年 10 月に設置された以下の 3 点である。

PT11 (X:-19810.000m,Y:40065.000m,Z:28.967m)

PT13 (X:-19790.000m,Y:40100.000m,Z:29.995m)

PT16 (X:-19795.000m,Y:40115.000m,Z:29.635m)

この基準点には、TS (トータルステーション) を設置して誤差がない点を確認した上で、本調査での採用を決めた。岩屋古墳から 50 号墳までは、直線距離で約 1km あり、まずは 50 号墳付近の道路に恒久的な基準点を移動した。その後、プラスチック杭を古墳に設置して、測量を行った。最終的には、以下の合計 3 回のトラバース測量を行った。

①世界測地系のトラバース測量：岩屋古墳の基準点から、50 号墳北東側の駐車場前の道路杭 3 点までのトラバース路線。

②調査区内トラバース測量：駐車場前の道路杭 3 点から、50 号墳の後円部・前方部中心の基準点までのトラバース路線。

③墳丘トラバース測量：50 号墳の周囲に設置した調査範囲を明示する基準杭のトラバース路線。

まずは以上 3 つのトラバース測量について詳述する。なお、トラバース測量には LeicaTCR805、およびプリズム GPR1 を使用し、座標は多角測量

座標計算簿を用いて手計算で算出した。

【世界測地系トラバース】既知点 PT11 を始点とし、50 号墳北東の駐車場前に設けた道路杭 (RK4・RK3・RK2) を経由して、既知点 PT16 を終点とする結合トラバース路線 (PT13：後視→PT11→節点 1～7→RK4→RK3→RK2→節点 8～16→PT16→PT13：前視) (図 1) である。夾角の観測誤差は +14 秒で、均等補正を行った。夾角補正後の水平距離の誤差は X 方向 +53mm、Y 方向 +24mm で、観測距離に応じた補正を行った。このトラバースによって、RK2・RK3・RK4 の基準点に世界測地系の座標を設定できた。

【区内トラバース】既知点 RK2 を始点とし、50 号墳の推定主軸上に設定した後円部の RK0 及び前方部の RK1 を経由して、既知点 RK4 を終点とする結合トラバース路線 (RK3：後視→RK2→S1→S2→S3→RK0→RK1→S4→S5→節 1→RK4→RK3：前視) (図 2) である。夾角の観測誤差は -7 秒で、均等補正を行った。夾角補正後の誤差は、X 方向 +2mm、Y 方向 -2mm で、観測距離に応じた補正を行った。このトラバースによって、墳丘測量の最初の基準となる RK0・RK1・S3・S4 の座標を設定できた。

【墳丘トラバース】既知点 S3 を始点とし、墳丘周囲に設置した基準点 A～I を経由して、既知点 S4 を終点とする結合トラバース路線 (RK0：後視→S3→B→C→D→E→F→G→H→I→A→S4→RK1：前視) (図 3) である。夾角の観測誤差は -50 秒で、均等補正を行った。夾角補正後の誤差は、X 方向 +3mm、Y 方向 +3mm で、観測距離に応じた補正を行った。

以上の 3 回の結合トラバースによって、50 号墳の測量の基準となる座標が設定できた。しかし、本調査では TS を用いたデジタル測量を目的とするため、地形や樹木の死角がなくなるように選点し、K1～14 の基準点を開放で設定した。そのため、墳丘測量に使用する基準点としては、RK0・RK1・S3・S4・A～I・K1～14 の都合 27 点の基準点を設置したことになる。なお、以上の 27 点に加えて、デジタル測量に際して大地区の設定に用いた DS1～6、およびレーダー区の座標点を含めると、合計 86 点の基準点になるが、そのデータについては表 1 に示した。従来、早稲田大学が実施してきた等高線測量 (城倉ほか 2012・2014 など) に比べて、TS

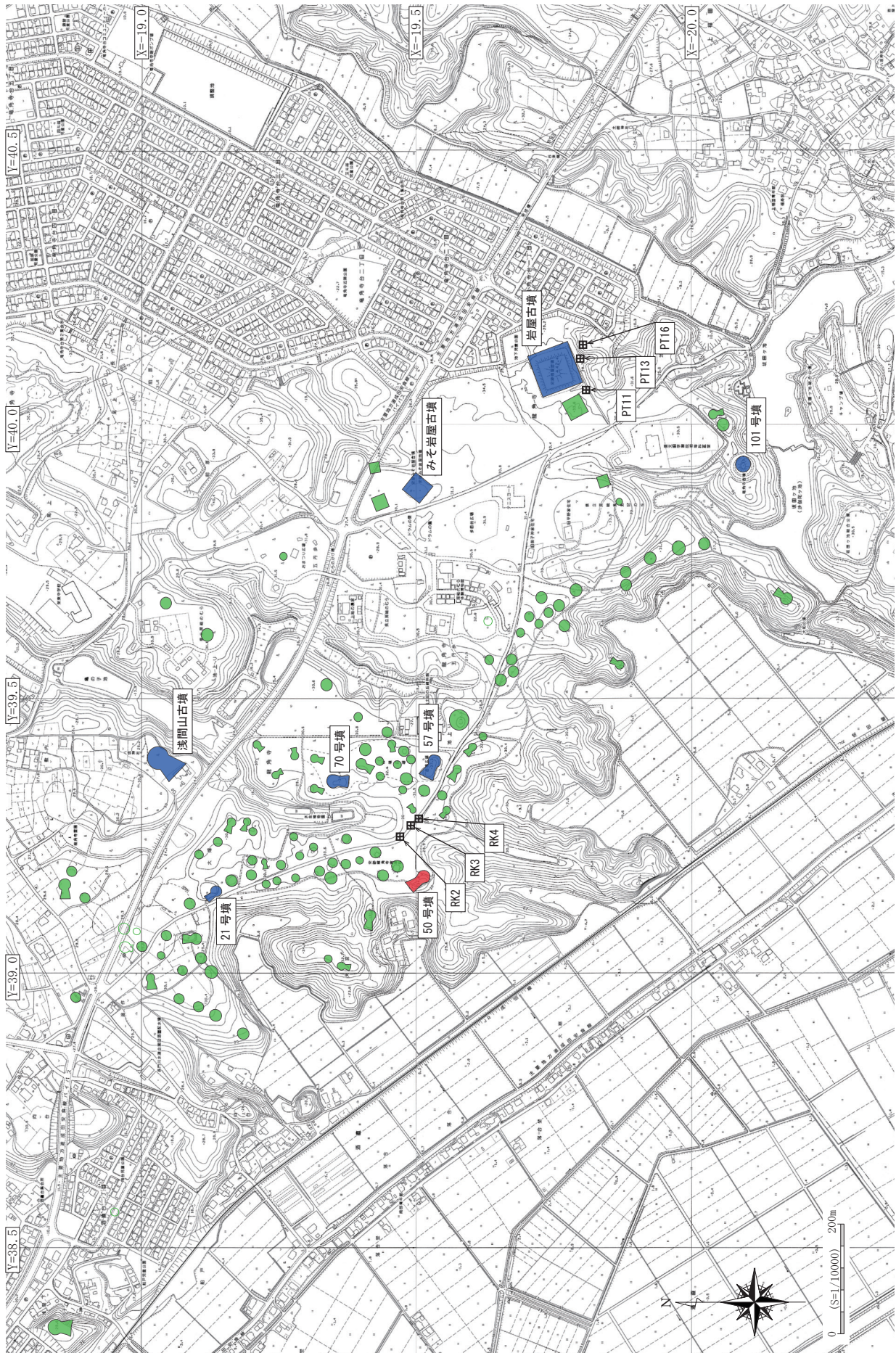


図1 龍角寺古墳群の分布と測量基準点の位置