

弥生遺跡のGIS解析

－京都府南部地域の事例から－

伊藤淳史

山口欧志

京大大学埋蔵文化財研究センター

中央大学大学院

I. はじめに

本稿は、京都府南部地域（旧山城國、以下「山城地域」と呼称）を空間的対象として、縄文晩期から古墳前期という時間幅で、遺跡の動態（時系列を追っての分布・立地・領域の変遷）をGISにより検討する。弥生時代の前後も含めて時間幅を長く設定したのは、農耕社会の形成から発展、初期的な国家の形成という列島社会の長期的な変動を考察するためである。また山城地域は、周囲を丘陵に囲まれた盆地状地形であると同時に、淀川水系を通じて東西両地方とつながる交流の要地でもある（図1）。このような、一定程度完結した空間内の遺跡動態には、広域の社会変化が鋭敏に反映されているものと予想する。

なお本稿は、伊藤の収集した遺跡情報をもとに、山口がGISの解析と表示をおこない、その結果に伊藤が検討を加えた。解析手法にかかわるⅢ節を山口が、それ以外を伊藤が分担して執筆している。

II. 資料の内容

解析には、2002年度末までの時点において把握可能であった210遺跡のデータを用いた。紙幅の都合から典拠は割愛し、既発表の論考を参照されたい（伊藤1995, 2000, 2003）。これらは、広範囲で解明されている遺跡から、遺物散布の確認のみにとどまるものまで、調査の進捗状況に幅がある。とくに山城地域は、後世に都城が置かれた地域を含むことから、その下層の狭小な発掘機会が積み重ねられており、全体像が把握される機会はまず無い。こうした事情を考慮し、遺跡を以下の3つのランクに区分した。

系列1：遺物の確認のみで性格が定かでない

系列2：発掘調査により遺物包含層や遺構が確認された確実な遺跡

系列3：確実な遺跡中でも、多量の遺物や遺構の存在など、拠点的性格の想定される遺跡

ここで問題となるのは、系列3とした拠点的性格の遺跡である。時期ごとに認定の基準も変動するはずで、本来ならそれぞれ明確に定義すべきだが、現状では行い得ていない。便宜的なものとして、物量的な豊富さ、玉類や金属器の製作、特殊品の搬出入などをおもな指標に感覚的に認定している。むしろ、空間分析の結果にもとづいて選定の妥当性を検証すべきものと言えようか。

時期区分は、おおむね弥生土器編年（森岡1990）に依拠した弥生Ⅰ期～Ⅴ期に、先行する縄文晩期（おもに突帯文土器期）、後続する庄内期、布留期（おもに前半）を加え、弥生Ⅴ期を古・中・新の3段階、それ以外の弥生Ⅰ期以降を古・新の2段階、計16段階とする。対応する暦年代は、とくに弥生時代の前半期以前を中心に、現状で議論が分かれる。最大限長く見積もると、おおむね紀元前8世紀～紀元後4世紀となり、縄文晩期と弥生Ⅰ期がそれぞれ250年間、Ⅱ期以降の各期が100年間程度（したがって細分各段階は50年間程度）の時間幅が想定されることになる。現実には、土器型式変化はこんなに均等でなかった可能性が高いので、あくまで参考として用い、今後の年代測定の充実を待つ必要がある。

いまひとつの問題点を確認しておく。次節で述べるように、各遺跡の標高や傾斜は、国土地理院50mメッシュ数値地図のDEMから取得しており、弥生時代前後の地形環境と異なる場合が当然予想される。そこで、発掘調査で確認されている遺構面標高（傾斜地の場合は最高値と最低値を平均）と、DEMで取得された標高とを比較してみた（図2）。結果、ごく一部だが10mを越える大きな誤差が生じていた。実際の遺構面標高よりDEMが低く示されるのは比較的高所にある遺跡、逆に、DEMが高く示されるのは、深く埋積している盆地北縁の扇状地帯の遺跡に多い傾向が看取される。埋積以外の原因としては、50mメッシュでは起伏のある地形に対応しきれていないことが考えられる。さらに、各遺跡の面データに、遺跡地図（京都府教育庁編1985・1989）の示す範囲を採用したことも、実態との乖離に影響している。数多くの発掘調査がなされ、そこで位置や標高情報が取得され報告されているのが現実であるから、極力それを汲み取り活用したいということ、同時に、原資料の確認と検証という考古学側の原点は維持されるべき、という意識からの検証作業であり、この結果からGIS解析の無効さを示す意図はない。

Ⅲ. 分析方法

今回の遺跡立地の分析には、以下の3つの方法を用いた。

- ① 立地地形の属性分析（標高・地形の勾配）
- ② 歩行移動コストモデルを用いた1時間距離圏の生成
- ③ 加重コストボロノイを用いた遺跡領域のシミュレーション

Ⅲ-i 目的

分析のおもな目的は、それぞれ以下のとおりである。

① 遺跡立地の時空間動態を定量的に捉え弥生時代の遺跡がどのような場所に集中して分布するか、またその分布様相がどのような時系列動態にあるかをよりわかりやすく明示する。

② 人類の行動に反映する過去社会の重層的で複雑な空間に、より近似した空間の生成と、遺跡情報の点から面への展開を目的とした。人類の振る舞いとは無縁のユーグリット空間から、彼らが活動する有機的な社会の仕組みを反映している空間

への変換を目指すとともに、遺跡とその周辺の空間（日常生活空間）はどのような場であるのかを捉える。

③遺跡分布に対して、地形を考慮して作成した加重付きボロノイ分割を行うことによって、各遺跡の勢力圏（領域のようなもの）をシミュレートし、その時空間動態を描出し、遺跡の出現・消滅の因子を空間的な人工物の配置、すなわち空間構造の生産という点から検討する。

Ⅲ- ii 分析の手法

①立地地形の属性分析 はじめに遺跡の図形データと属性情報を格納した遺跡GISデータベースを構築する。次にGISを用いてDEMと地形の傾斜度を示すレイヤーを作成し、これらのレイヤーと遺跡のレイヤーを重ね合わせ、遺跡の標高値・傾斜度を取得する。取得した値を遺跡データベースに格納し、統計処理アプリケーションソフトなどで、標準偏差・平均などの統計処理をおこない定量化する。この分析によって、遺跡立地の時系列的な変化や遺跡規模による違いを視覚的に捉える。

②歩行移動コストモデルを用いた1時間距離圏の作成 GISを用いて、10m四方のグリッド毎に地形傾斜の緩急から歩行移動の負荷を算出し、負荷値を与えた地図（歩行移動コストラスタ）を作成する。歩行移動の負荷を算出する手法はいくつかあるが、本稿では詳述しない。それらの問題点や特徴などを提示している比較的入手しやすい本を参照されたい（金田・津村・新納2001, David, W. and Mark, G. 2002）。本研究では、Toblerによるハイキング関数（Hiking Function：2点地点間を徒歩で移動する場合の所要時間と地形傾斜との関係を、数式を用いてモデル化したもの）を用いた（Tobler1993）。

なおハイキング関数は、 $W = 6 \exp(-3.5abs(S/100 + 0.05))$ である。

W:歩行速度 (km/hr) \exp : 指数関数 (e を底とする) abs : 絶対値を得る関数 S:傾斜角 (%)

例えば、傾斜角3%のグリッドのコストを算出する式は、 $W = 6 \exp(-3.5abs(3/100 + 0.05))$ である。

平坦地を1時間歩いたときの累積負荷値を基準とし、歩行移動コストラスタを用いて地形の傾斜を考慮した歩行移動による1時間距離圏の地図を作成する。時間や距離の条件は、酒井龍一氏が日本の弥生時代集落を対象として、セトルメントシステムの研究を行った際に設定した、半径5km・歩行1時間の日常生業活動圏を参考にした（酒井1984）。

③加重コストボロノイを用いた遺跡領域のシミュレーション 遺跡分布の様相を評価する方法として、複数の遺跡間に多角形を創出して対象空間をする、ボロノイ分割を用いた。ボロノイ分割とは、平面上に、いくつかの点が配置されている。このとき、その平面内の点を、どの点に最も近いかにによって分割することをいい、分割された空間を均質な対象間の領域として生成するものである。しかし、この手法は、調査数・内容による遺跡分布の粗密や地形を考慮していないため問題がある。

そこで、先に作成した遺跡からの1時間距離圏をボロノイ分割図に重ね合わせ、重なる領域のみを抽出することにより、より近似した遺跡領域の分割を行った。このボロノイ分割図の形状や面積から、遺跡の密集度や遺跡の配置関係を看取することができよう。

Ⅳ．時期別遺跡動態

前節の方法によって示された各段階の遺跡立地地形の特徴と、遺跡領域のシミュレーションを(図4)に示す。以下時系列に沿って簡単に特徴を説明する。

1：縄文晩期 遺跡密度は、盆地東北部の比叡山西南麓に最も高く、次いで乙訓地域となる。前者は、縄文早期以来の遺跡が連綿と存在する空間であり、この段階での遺跡分布もそれを継承するものである。立地の傾向では、標高は低地に偏ることなく、傾斜も平坦地に集中しないなど、ばらつきが見られることに注意しておきたい。また、この段階の具体的な集落像ははっきりしないが、現状では明らかに拠点集落と呼び得るような質の差を遺跡間に見いだすことは難しい。

2・3：弥生Ⅰ期前半・後半 前半はⅠ期古・中段階、後半は新段階。乙訓地域の遺跡密度が高まる。立地では、標高20m以下、傾斜角1～2度の平坦地への偏りがあらわれ、前半から後半にかけてその傾向は強まる。後半には、それまで希薄であった盆地南部でも密度の高まりが認められ、比叡山西南麓、乙訓地域と合わせて盆地内に3つの高密度空間が生じている。水稻農耕の定着期における集中的で中心的な開発空間に対応するものと推察する。豊富な遺物出土のある乙訓地域の雲宮遺跡を、拠点集落とする。

4・5：弥生Ⅱ期前半・後半 遺跡密度は、比叡山西南麓では希薄化し、濃密な空間は西南方向の現京都市中心部域へと移る。3つの高密度空間の存在という点では変わっていないけれども、盆地全体に面的なひろがりが見られ、とくに桂川水系を中心に領域が共有化されていく様子がうかがえる。前半から後半へとその傾向はより顕著となる。あらたに出現する遺跡の多くは、標高の低い平坦地に立地するといつてよい。乙訓地域を中心に、複数の拠点的な集落を認めておきたい。

6・7：弥生Ⅲ期前半・後半 凹線文手法の出現前までの段階を対象とする。分布の傾向は、地域総体としては前段階と大きな変動はない。細部でみると、前半から後半にかけて、盆地南部の木津川流域での密度の高まりがあり、前段階の桂川水系と同様に、領域を共有するように遺跡が並び立つ様子がうかがえる。また、立地面では、後半期になると、高位の標高、緩傾斜地の遺跡が増加している。開発領域の拡大にともない、遺跡立地が低地に限らず多様化していくことのあらわれといえようか。

8・9：弥生Ⅳ期前半・後半 いわゆる凹線文期。大きな変動はないが、盆地北半では、乙訓地域の遺跡密度がいっそう高まるとともに、東北部の鴨川水系や山科盆地で希薄化している。立地面では、前段階の傾向がほぼ継承されている。

10・11：弥生Ⅴ期前葉・中葉 Ⅴ期前葉には、遺跡数が大きく減少し、中葉以降再び増加に転じるおおきな変動期である。いずれの地域でも等しく状況が生じているとみられる。立地では、前段階までの多様な状況が、標高では低位と中位、傾斜角でも平坦地と緩傾斜地に2分化しはじめる傾向がうかがえる。

12：弥生Ⅴ期後葉 遺跡数は激増する。山城地域ほぼ全体で領域が共有される状況となる。乙訓地域の密度が最も濃いが、それまで希薄であった三川合流地域の南側一帯および盆地南端部でも遺跡が増加している。立地は、前段階の傾向のうち、標高の2分化傾向が強まる。一方傾斜角は平坦地への偏りが増す。この結果は、それまで面的な開発の乏しかった中位の段丘上の遺跡が増加したことの反映とみられる。

13・14：庄内期前半・後半 盆地南辺でやや遺跡が希薄となっていくほかは、大きな変化はみられない。立地では、前段階で増加した標高中位の遺跡は減少傾向にあり、低地の平坦地への偏りが見られるようになり、前半から後半にかけてより顕在化する。前述の盆地南辺部での遺跡減少とともに、三川合流地帯沿岸部、特に旧巨椋池南岸を中心とする低地帯への遺跡形成が反映されたものとみられる。

15・16：布留期前半・後半 ここでは定型的な大型前方後円墳は対象に加えていない。遺跡数が減少していくなかで、分布は、乙訓地域の密度が相対的に高い状況になり、領域を共有する核地域と化している。ほかの地域は、複数の集落で共有される領域が一定程度独立しつつあるようにもみられる。のちの律令制下における山城國の旧郡（北から愛宕・葛野・紀伊・宇治・乙訓・久世・綴喜・相楽の8郡）の領域と、この段階で算出された領域のまとまりとが対応しているかのような様相は、郡制施行の歴史的背景という点で興味深い。立地では、例外を除き低地の平坦地にほぼ収斂する。ここでの例外は、方形区画の存在など、首長層の居宅を含むかと想定される遺跡が相当し、低地の遺跡との質の差も著しい。

V. 画期とその背景

以上、段階ごとに状況を概観したが、通時的に眺めた場合の画期とその意味を考えておきたい。時期別の遺跡数や加重付きボロノイの面積（平均および標準偏差）の推移の資料を参考に付す（図3）。

最初の画期は弥生Ⅰ期後半からⅡ期前半にかけて。ボロノイの面積数は大幅に増大し、これ以後落ち着く。図4の地図上でも明らかなように、この時期以降、領域を共有するような遺跡群の形成が顕在化していくとともに、盆地内の多くの空間が領域に取り込まれている。このことは、新規領域の拡大が積極的に成されたことの反映とみられる。水稻農耕の採用－定着過程があらわれている、といえようか。時期別遺跡数はこの前後とも変動は少ないが、先述の時間幅の仮定に注意するならば、Ⅰ期からⅡ期にかけては漸増とみる余地は十分にあり、領域の拡大も累積的なものであった可能性がある。

次の画期はV期にある。前葉に遺跡数が大幅に減少し、後葉にかけて倍以上に増加する。それは、地域的な格差を有していない、ほぼ地域総体として生じた現象であることは、密度分布のありようからうかがい得た。IV期からV期にかけて、ボロノイ分割の面積平均値がそれほど減少していないのに、標準偏差はおおきく数値を下げている。極端に濃密な分布域や希薄な分布域が減少したことを反映している。以後、遺跡数が大幅に増加しても、分割面積は増加せず標準偏差も大きな変動はみられない。これは、V期段階のような新規領域の面的拡大とは異なる、既存の領域周辺の開発が指向されたことの反映であろうか。

最後の画期は庄内期後半に求める。分割面積の平均値と標準偏差ともにこの段階が底となっている。遺跡数はこの段階以後も減少傾向を継続しているが、ボロノイ分割面積や偏差は布留期以後増大をはじめめる。V期における変動を経たのちの、再度の転換点といえ、以後のありようには、大和南部における王権の成立を背景とした、集団や領域の再編と階層化の進行が反映されているものとみたい。

VI. 課題と展望

執筆者のひとり伊藤は、本稿とは目的も手法も異なるが、山城地域の内部を小地域に区分して、出現期と評価される大型古墳（山城町椿井大塚山古墳・向日市元稲荷古墳）登場に至るまでの遺跡の動態や墓制の階層化のありようを検討した（伊藤2005）。そこでは、出現期古墳の築かれた領域が、必ずしもその時期に最有力であったと評価されないことを述べた。本稿との関連でいえば、庄内期後半の画期以後の変化において、シミュレートされた遺跡領域の様相と出現期古墳の配置（本稿では示していない）とを関連づけることは難しいので、山城地域を越えた空間を支配する王権の関与を示唆したことが挙げられる。ただしこれは全く想像の域を出ない。地域内の人口動態や生産力の試算とそれらの動向、古墳築造に必要な労働力の算出、などといった作業を積み重ねて論証する必要がある、そこにはGISの特性を有効に活用する余地が多分にあるものと考えている。今後のもっとも具体的課題である。

また、GISによる空間解析は、多くの情報を多様な条件下で表示可能であることに利点がある。本稿に関しても、領域表示における条件や負荷設定を変えたものと比較し、相違がどこにあらわれるのか、なぜ相違するのかを検討することから、事象の有した意味を探るのが、本来的なありようと思われる。残念ながら、今回は1条件での表示、それについての後付けの説明、といった手順に終始している。

領域の分析についていえば、考古学での「遺跡」（集落、墓地などさまざまな範疇を含む）の認定にかかわる問題がある。とりわけ近畿地方の弥生時代を中心に、集団構造に関心を払う立場からは、先験的な遺跡の認定ではなく、個別遺構の時期毎の集積状況に応じた、ケース・バイ・ケースの遺跡の設定が説かれている（たとえば、若林2001）。現実の状況に即せばそのとおりなのであろうが、それに忠実に

従うならばこうした解析は不可能ということになる。多様な条件設定により試行表示とモデル構築をおこなうなかで、遺跡認定も含めた妥当性を解析により検証していくという意識が求められよう。本稿は試行的な叩き台のひとつとして提出するものであり、諸賢のご叱正をお願いするものである。

<参考文献>

- 伊藤淳史1995「京都盆地の弥生時代遺跡」『京都大学構内遺跡調査研究年報1992年度』
- 伊藤淳史2000「山城地域における弥生集落の動態」『みずほ』第32号
- 伊藤淳史2003「弥生時代墓制の展開－山城地域を中心として－」『第11回京都府埋蔵文化財研究集会資料集』
- 伊藤淳史2005「国家形成前夜の遺跡動態－京都府南部（山城）地域の事例から－」『国家形成の比較研究』、学生社
- 金田明大・津村宏臣・新納 泉2001『考古学のためのGIS入門』、古今書院
- 京都府教育庁指導部文化財保護課編1985『京都府遺跡地図』第5分冊（第2版）
- 京都府教育庁指導部文化財保護課編1989『京都府遺跡地図』第4分冊（第2版）
- 酒井龍一1984「弥生時代中期・畿内社会の構造とセトルメントシステム」『文化財学報』Vol.3
- 森岡秀人1990「山城地域」『弥生土器の様式と編年』近畿編V、木耳社
- 若林邦彦2001「弥生時代大規模集落の評価－大阪平野の弥生時代中期遺跡群を中心に－」『日本考古学』第12号
- David, W. and Mark, G. 2002 “Site, territories and distance”, *Spatial Technology and Archaeology: The archaeological applications of GIS*, Taylor & Francis.
- Tobler, W. 1993 “Three presentations on geographical analysis and modeling” *Technical Report 93-1*, National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, Santa Barbara.

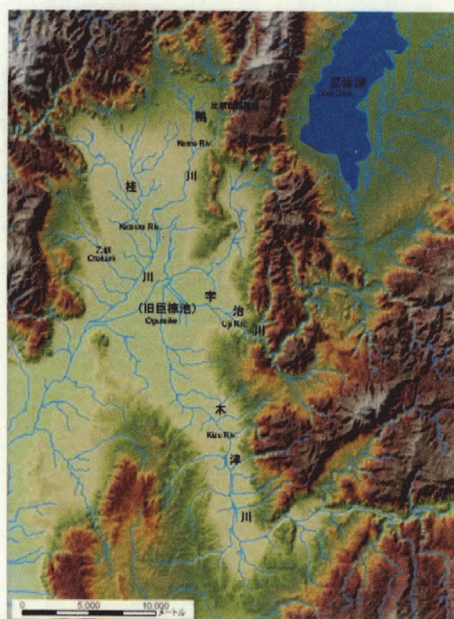


図1 対象地域の地形

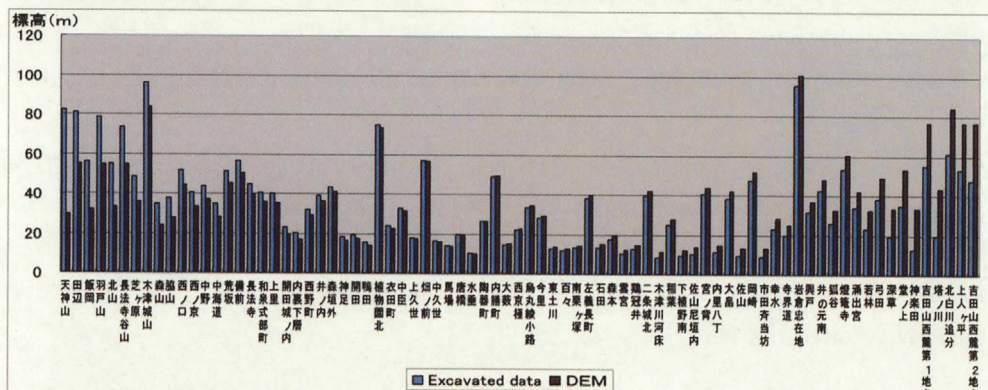
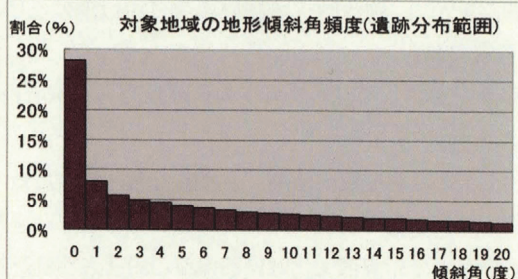
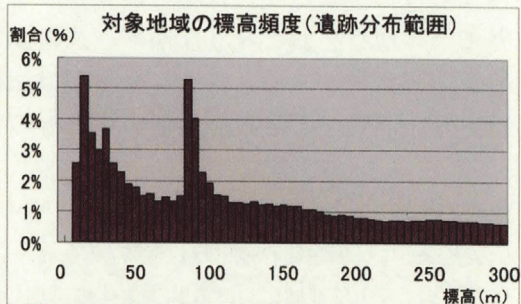


図2 発掘調査成果の遺構面標高と50mメッシュDEMとの比較

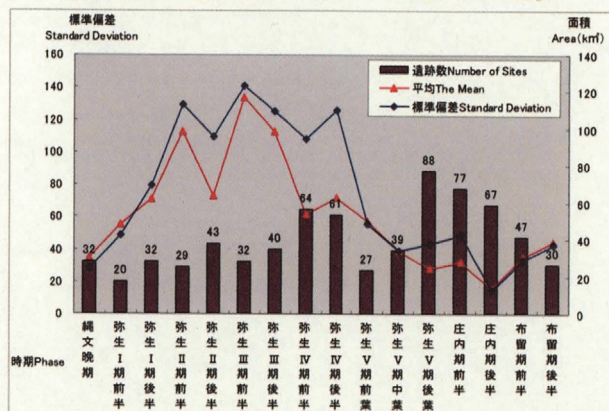


図3
遺跡数・加重コストポロノイ分割による遺跡
領域の面積平均値と標準偏差それぞれにつ
いての時期別推移

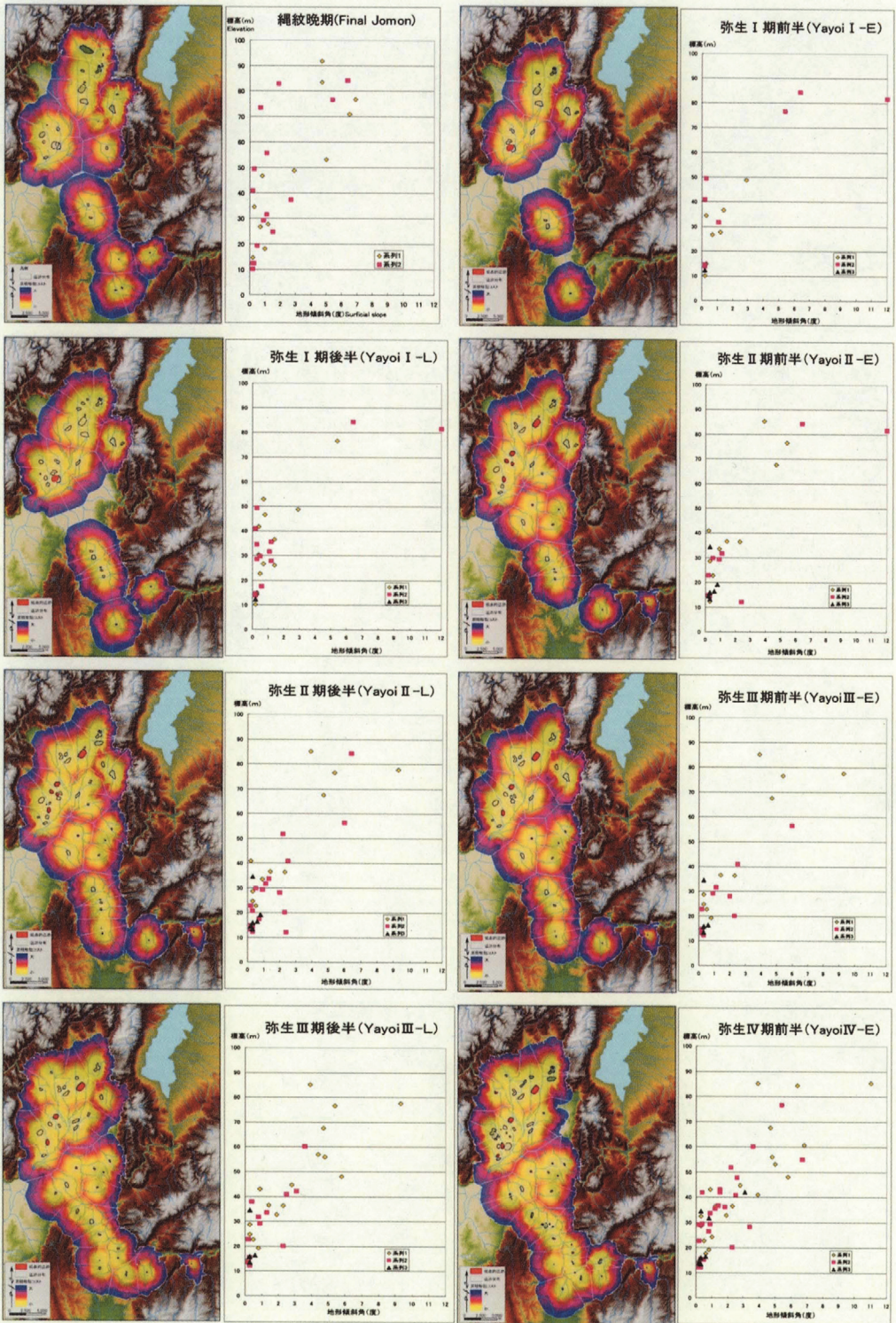


図4 加重コストポリノイ分割とコスト距離による領域表示 (左)、遺跡の立地する標高と傾斜角 (右)

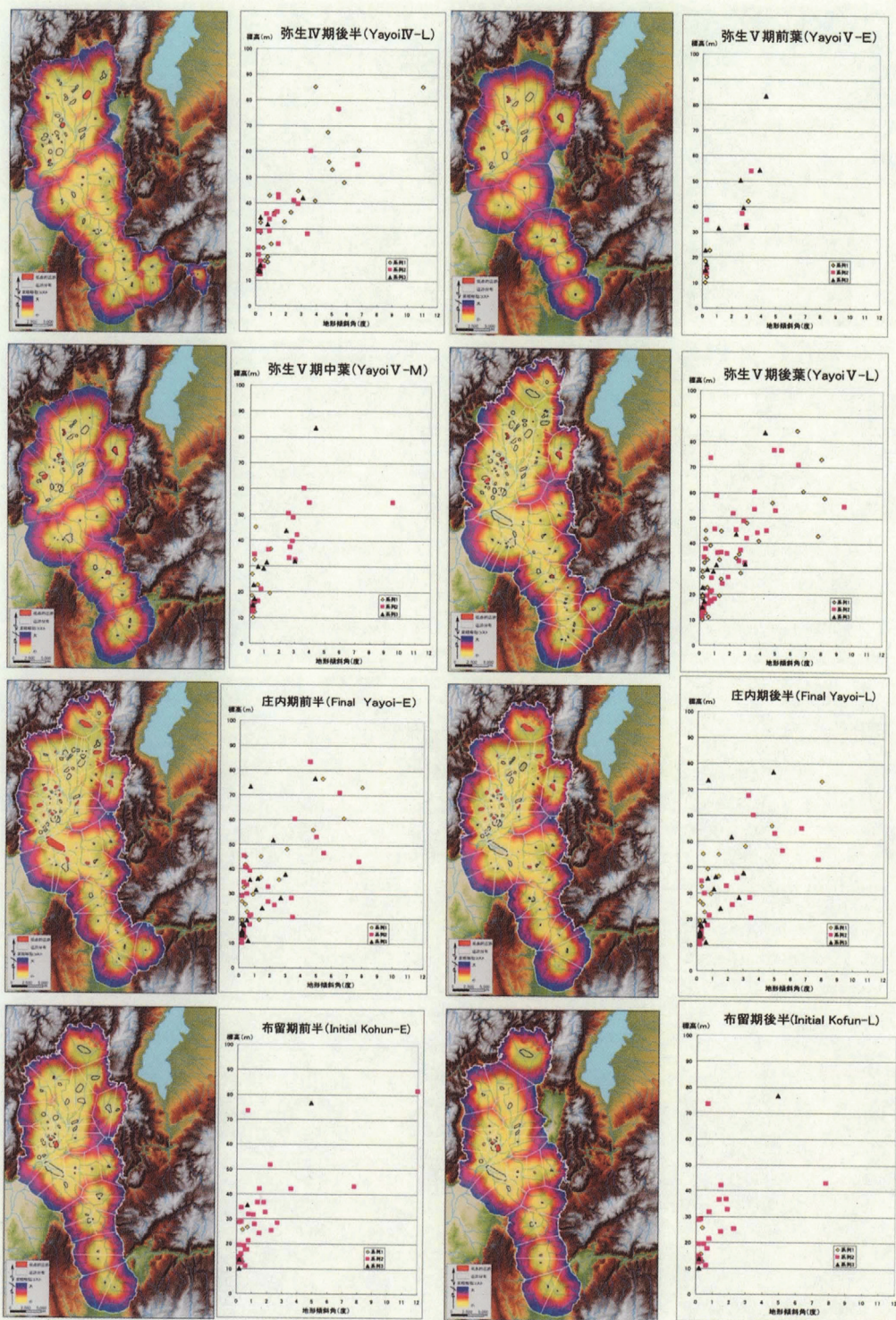


図4 (つづき)

GIS Research on the Settlements of Yayoi Period of Southern Part of Kyoto Prefecture

Ito Atsushi

Yamaguchi Hiroshi

The Center for Archaeological Operations, Kyoto University

Chuo University Graduate School

This project sought to identify some of the key trends in the history of the Yayoi-period settlements in the southern part of Kyoto prefecture by analyzing the GIS data on how the area had changed over the period in terms of the number and distribution of structures, the environment, and the size of the settlement area. The methodology consisted of determining the altitudes and slope characteristics of the sites and simulating the landscape of the area using cost-distance analysis and Voronoi tessellation.

The results seem to indicate that the history of the settlements can be divided into three stages, each of which corresponds to one of the following phases of the Yayoi period: the first half of phase II, the entire duration of phase V, and the second half of the Shonai phase. Stage one is characterized by a slowdown in the expansion of the settlement area. This development is taken to imply that enough rice-paddy land had been cultivated at this point to support the local population. Stage two saw the number of structures drop considerably and the size of the area covered by the settlements decrease slightly. In another feature of this trend, the number of structures changed throughout the area and the size differences among the settlements diminished. This trend toward homogenization persisted even when the number of structures in the area began to rise in the second half of phase V. What these phenomena seem to indicate is a process of social realignment. In stage three, the period of contraction and homogenization came to an end as the area began to expand again while the size differences among the settlements became increasingly pronounced. This development is considered to reflect the growing disparity among the communities that resulted from the establishment of a central royal government.

The next step of this project would be to assess the validity of the parameter values used in the simulation and review the significance and implications of the trends identified by experimenting with different parameter settings and comparing the results.