

遺跡の空間分布にもとづく中心遺跡の推定

加藤 常員・小沢 一雅

大阪電気通信大学短期大学部・大阪電気通信大学工学部

盆地や沖積平野などの一定の地域内に存在する同時期の集落遺跡の配置状況から、その地域の中心地(遺跡)を推定する"中心遺跡推定モデル"を提案する。本モデルでは、情報の伝達の視点から、中心遺跡を情報の送信・受信に優位な位置にある遺跡とみなした。具体的な奈良盆地の137ヶ所の弥生集落遺跡の位置データを用いて中心遺跡の推定実験を行った結果、"唐古・鍵遺跡"が中心遺跡となった。この結果は、考古学的知見に合致したものである。

Detection of a "Center" from a Distribution of Sites

Tunekazu Kato and Kazumasa Ozawa

Junior College, Osaka Electro-Communication University
Neyagawa-shi, Osaka 572, Japan

Faculty of Engineering, Osaka Electro-Communication University
Neyagawa-shi, Osaka 572, Japan

Distribution of sites involves important information for study of ancient social structure. This paper presents a mathematical model to detect a "center" in an ancient society in a closed area, such as an alluvial plain or a basin, from the distribution of sites. The basic data for our modeling are distances between two sites and positions of all sites. The model has detected a "center" from an actual set of sites in the Yayoi Period in Nara Basin. The result is compared with that those obtained by an archaeological method.

1. はじめに

遺跡の空間的位置関係は、古代社会を考えるうえで不可欠な情報である。とくに一つの沖積平野や盆地などの地理的に閉じた地域に見出される集落遺跡は、互に深い位置関係をもって、一つの地域社会を形成していたと考えられる。地域社会の中心地(中心遺跡)を探ることは、重要な考古学の研究テーマである。考古学では、遺跡の発掘で得られた資料を比較・検討し、中心遺跡の推定を行う。中心遺跡は、他の遺跡と較べて遺跡規模が大きいとか、出土遺物の質・量ともに豊富であるといった物質的傍証により論じられてきた。

本稿では、集落遺跡の空間的配置から中心遺跡を推定する“中心遺跡推定モデル”を提案する⁽¹⁾。本モデルは、情報伝達ネットワークにおける情報の発信基地として優位な位置をしめる集落遺跡を探索する手法であって、中心遺跡に物質的傍証とはまったく異なった視座からの数理的傍証を与えるものである。

以下、中心遺跡の推定についての基本的な方針を述べ、つぎに中心遺跡推移モデルの構成を示す。さらに具体的な奈良盆地内の137ヶ所の弥生集落遺跡の位置データを用いて中心遺跡の推定実験を行った結果を示し、考古学的知見との比較・検討を行なう。

2. 中心遺跡の推定

沖積平野や盆地などの閉じた地域内に存在する同時期の集落は、互に関連をもち一つの地域社会(ムラやクニ)を構成していたと思われる。地域社会を構成する集落は、文物(情報)の交流を通じて一つの運命共同体として社会を進展させたと考えられる。社会が進展するとともに各集落の優劣が明確になり、中心集落が出現したと考えられる。集落の優劣の要因は、自然環境を主とした立地条件にあったと推測されるが、古代の立地条件を正確に把握することは、きわめて困難である。

本稿では、情報の交流の観点から、一地域内・同時期の中心集落の遺跡(中心遺跡)の推定に関する諸条件をつぎのように整理する。

- ① 同時期の遺跡とは、その消長には係わらずその期間(時代)に現われたものを対象とする。
- ② 地域内のすべての遺跡は、中心遺跡の候補である。
- ③ 遺跡の規模は考慮しない。
- ④ ある遺跡が他の遺跡におよぼす影響は情報の交流に伴う負担に関係する。
- ⑤ 中心遺跡は情報の発信に優位な位置に存在した集落の遺跡である。

この5つの条件のうち、①②③は遺跡について条件、④は推定に用いる基準(計量)の設定の条件、⑤は中心遺跡の条件である。以上の条件より、中心遺跡推定の方針が定まる。つまり、ある遺跡から発せられた情報が、地域内の他のすべての遺跡に伝達されるに要する負担が最小となる遺跡を中心遺跡とみなすのである。

ここで負担の指標および地域全体の負担が最小となる状況の規定が必要である。

情報伝達の基本は人の移動であり、移動には負担が伴う。これらの人の移動に伴う負担は、空間的距離に依存する^(2,3)。負担の指標として、人文地理学で都市の“力”によ

る影響(勢力圏、空間的相互作用など)の指標を援用する。都市の“力”による影響は、距離の n 乗に反比例して減衰する関係(図1参照)があることが示されている^(4,5)。距離の n 乗は、都市の影響力を減衰させる抵抗力指標である。これをそのまま本推定に用いる負担の指標に採用する。すなわち、負担および距離を c および d としてつぎのように定義する。

$$c = d^n \quad (n \geq 1) \quad (1)$$

(1)式は、 n が大きいとき情報伝達に大きな負担がかかる結果、各遺跡は他の遺跡にあまり影響を与えない独立的な存在となり、逆に n の値が小さい場合には、情報伝達の負担が小さくなり、各遺跡は他の遺跡に大きな影響を与えること示す。

つぎに地域全体の負担が最小となる状況としては、各遺跡間の情報の伝達経路を重畳させたネットワークが、いわゆる“最小木”になる状況を考える。最小木は、通信網の建設やガス管の配管に際し、最小の費用ですむネットワークである⁽⁶⁾。

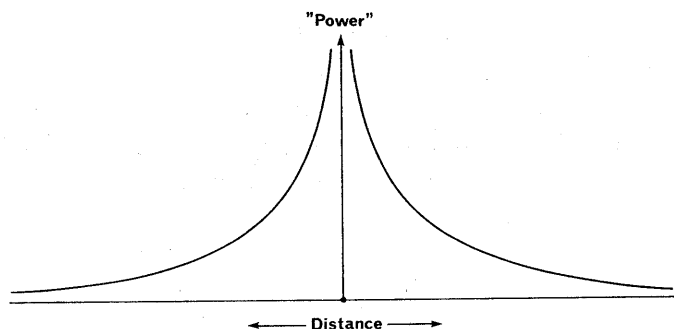


図1 都市の“力”とその影響

遺跡位置が与えられ、情報伝達に要する地域内

の単位距離あたりの負担を均一とすれば、最小木のネットワークは唯一に定まる。

最小木のネットワークを地域における情報伝達のための共通の基盤施設と考えると、中心遺跡の推定にあたり、ある遺跡から地域内の他のすべての遺跡への情報伝達に必要な負担を測定するのに有用である。

3. 中心遺跡推定モデル

前章で述べた条件①から⑤および負担の指標、負担最小の状況の設定にしたがってモデルを構成する。

3.1 基本(入力)データ

遺跡の位置データが与えられるものとする。位置データは、実際の遺跡の規模等の係わらず1点で表わすものとする。また、すべての2遺跡間の直接距離が算出できるものとする。

3.2 2遺跡間の負担

遺跡 S_i から S_j への情報の伝達経路は、無数に考えられる。まず、任意の経路に沿った伝播の負担を定式化する。適当な伝播経路 L を

$$L: S_i \rightarrow S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow \dots \rightarrow S_{m-1} \rightarrow S_j \quad (2)$$

とすると、Lに沿った情報伝達に要する負担 $c_{ij}(L)$ は、隣接する遺跡間の負担の和と定める。すなわち、Lの隣接する遺跡間の直接距離を $d_1, d_2, d_3, \dots, d_m$ とすると式(1)より

$$c_{ij}(L) = \sum_{k=1}^m d_k^n \quad (3)$$

となる。

遺跡 S_i から S_j へのすべての伝達経路のうち、(3)式で与えられる負担が最小となる経路を以下、単に伝達経路と呼ぶ。

3.3 伝達経路の探索と中継効果

伝達経路は、最短経路問題⁽⁷⁾を解くことで求まる。

一般に凸関数により重み(実距離)を変換した場合の最短経路は、変換しない重みでの路より多くの頂点を経由する(図2参照)。この振舞を”中継効果”と名づけた。その諸性質については、すでに報告を行っている⁽⁸⁾。

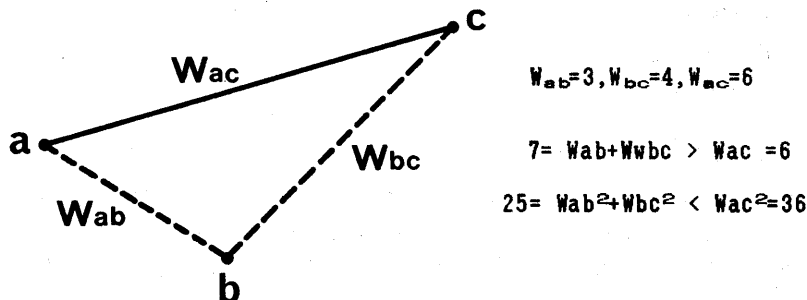


図2 中継効果

実距離を式(1)で変換した値が重みとして与えられとき、ある頂点を始点、他のすべての頂点を終点とする最短経路を重ね合せたネットワークは、どの頂点を始点とするか、および n によって異なる。しかしながら、十分大きい n を採用した場合、始点によらず求まるネットワークは、最小木に一致する(図3参照)。十分に大きい n は、始点から終点までの2つの経路 p_1 と p_2 の選択についての考察から次式で与えられる(この考察については、稿を改め報告を行う)。

$$n > \frac{\log L_{p_2} - \log L_{p_1}}{\log(d_{p_1, \max}) - \log(d_{p_2, \max})} \quad (4)$$

ここで L_{p_2} 、 L_{p_1} は p_1 、 p_2 の路長を、 dp_{1max} 、 dp_{2max} は、 p_1 、 p_2 の経路に含まれる隣接頂点間の最大距離、この距離が等しいときは、次に大きいものを用いる。しかし、現実的には、最小木に一致する n の値は式(4)によらず、計算可能な適当な n により最小木と一致することが多い。

以上の議論で頂点に遺跡、重みに負担を対応させ、ある遺跡を始点とし他のすべての遺跡を終点として求まるネットワークは、伝達経路を重ねあわせたネットワークである。このネットワークを以下、重畳ネットワークと呼ぶ。

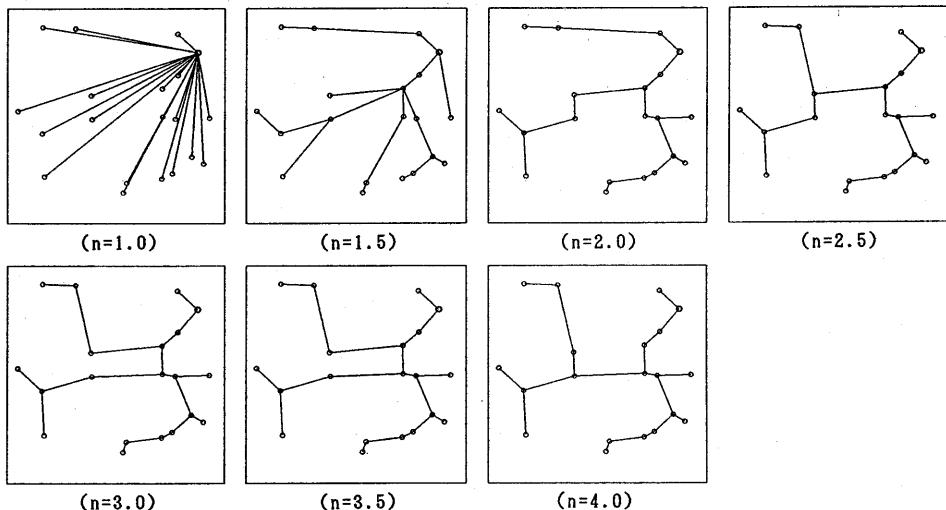


図3 重み d における n の変化に伴う重畳ネットワークの変化
($n = 4.0$ のとき最小木と一致)

3.4 中心遺跡の決定

まず、中心遺跡の推定に直接係わる事項をここで一端整理しておく。

- ① 負担を決定する n の値が小さくなるにしたがって情報伝達の負担は小さくなり、始点の遺跡は他の遺跡に大きな影響を与える。
- ② 重畳ネットワークはどの遺跡を始点とするかおよび n により異なる。
- ③ 重畳ネットワークが最小木と一致するとき負担最小となる。
- ④ 十分に大きな n を採用した際の重畳ネットワークは、始点に係わらず最小木に一致する。

他のどの遺跡よりも大きな影響を与える遺跡として設定される中心遺跡は、この4つの事項から、つぎのようにいえる：「中心遺跡は、重畳ネットワークをできるだけ小さな負担で最小木に一致させることができる遺跡である。」

具体的な推定手順は、まず、どの遺跡を始点としても重畳ネットワークが最小木に一致する n の基準値 n_0 を定める。つぎに各遺跡ごとに、 n_0 から n を減少させながら重

量ネットワークが最小木と一致する範囲内でのnの最小値を求める。最小値が最小となる遺跡を中心遺跡とする。

4. 奈良盆地弥生時代の中心遺跡

中心遺跡推定モデルにしたがって具体的なデータに対する中心遺跡の推定実験を行った。以下にその概要を述べる。

4.1 基本データ

図4に示す奈良盆地の137ヶ所の弥生遺跡の位置データを用いた。このデータは、文献(9)に示されたものである。遺跡そのものについては、検討していない。

どの遺跡を始点としても重量ネットワークが最小木と一致するnの基礎値 n_0 として、実験的に求めた12.5を採用した。つぎに $n=12.5$ から0.5刻みでnを減少させ、各頂点を始点としたとき形成されるネットワークが最小木であるかどうかを判定した。

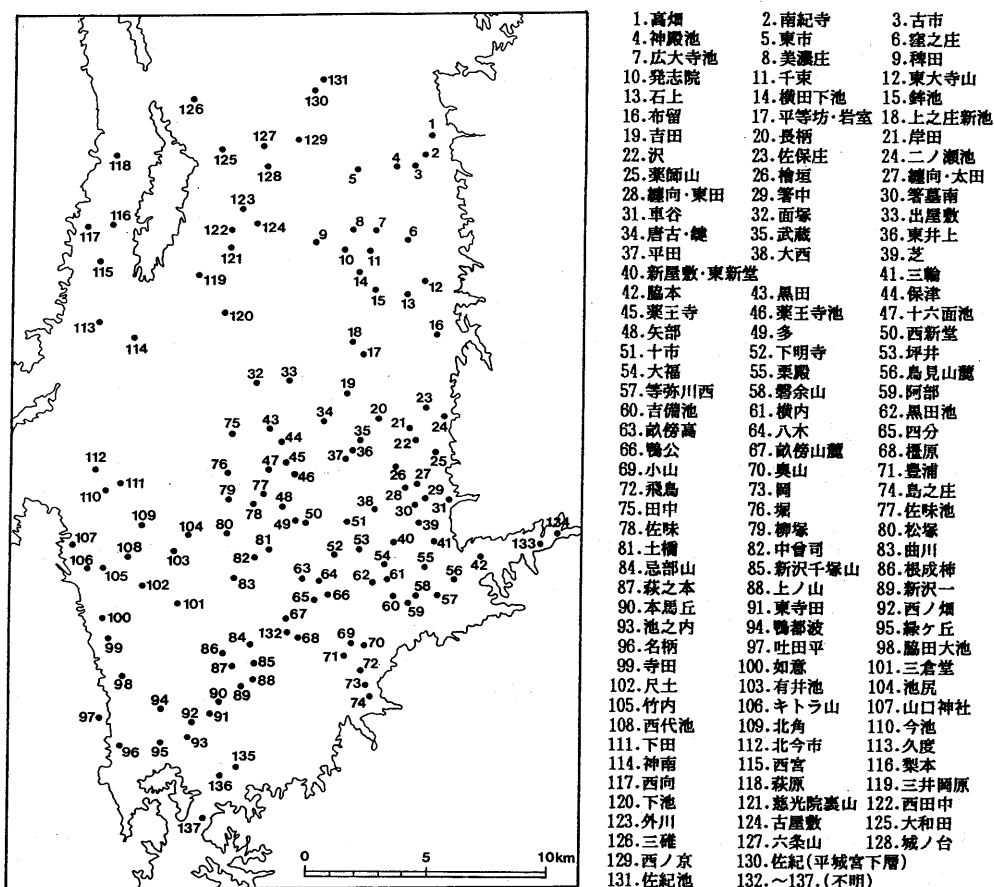


図4 奈良盆地・弥生集落遺跡

4.2 推定結果

図5に最小木の状態の重畳ネットワークを示す。図6は、横軸に遺跡番号、縦軸に n を採り、最小木と一致しているとき"*"を、不一致のときスペースで表わしたグラフである。図6より $n=8.5$ でも重畳ネットワークが最小木に一致する遺跡番号34を中心遺跡として推定した。

大半の遺跡は、 $n=11.0$ で最小木と一致しなくなる。このときの重畳ネットワークは、一本ないしは数本の部分路が変化した状況になっている。さらに、幾つかの遺跡ごとに同じ状況になる。このことは、情報伝達経路に重要な"ネック"となる部分路があることが考察できる。また、同じ状況になる幾つかの遺跡は、他の遺跡の集まりに属する遺跡との関係よりも互いに深い関係にあったのではないかと考えられる。

この考察から、中心遺跡は情報伝達経路に重要な"ネック"となる部分路を小さな負担で保持できる位置に存在すると思われる。また、その部分路は、中心遺跡からそう離れていない部分(他の遺跡を幾つの中継していない部分)にあると考えられる。

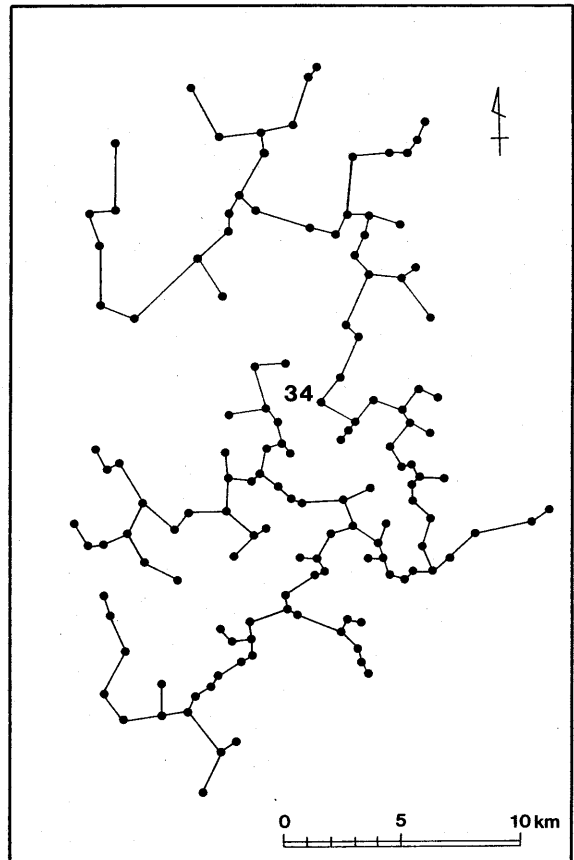


図5 奈良盆地・弥生集落遺跡・最小木

4.3 考古学的知見との比較

中心遺跡として推定した遺跡番号34の遺跡は、唐古・鍵遺跡である。この遺跡は、奈良盆地・弥生時代全期間を通じて存在した巨大遺跡であり、出土品も膨大かつ多様で、

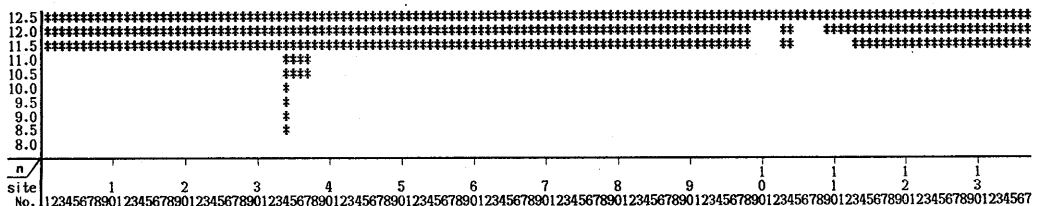


図6 負担 $[c=d^*]$ - 重畳ネットワーク

("*" : 重畳ネットワークが最小木と一致 ; " " : 重畳ネットワークが最小木と不一致)

考古学上極めて重要な遺跡とされ、“中心的な”遺跡であると認識されている^(9,10)。すなわち、本モデルで推定した遺跡が考古学的知見と合致したことになる。

5. おわりに

本稿では、盆地や沖積平野のような閉じた地域内の集落遺跡の空間的配置情報から地域内の中心遺跡を推定する“中心遺跡推定モデル”を提案した。本モデルの試みは、物質的傍証とはまったく異なった視座からの数理的傍証を与えようとするものである。本文中でも述べたように、中心遺跡は、情報伝達と遺跡の影響力の立場から、地域社会の全体に情報を発信するに優位な位置に存在する集落遺跡と考えた。

具体的な奈良盆地内の137ヶ所の弥生集落遺跡の位置データを用いて中心遺跡の推定実験を行い、その結果が考古学的知見と合致していることを述べた。今後、この実験結果が偶然であるかどうかをも含めて十分な検討が必要と考えている。また、推定の精密化のため、地理情報等を取り入れたモデルの展開が今後の課題となるであろう。

参考文献

- (1) 加藤 常員, 小沢 一雅: 遺跡配置にもとづく中心推定モデル, 情報処理学会第41回全国大会, 5C-7, pp. 1_91-1_92 (1990).
- (2) 加藤 常員, 小林 博昭, 小沢 一雅, 今枝 国之助: 伝播負担関数による文化の伝播路の抽出, 情報処理学会論文誌, Vol. 29, No. 4, pp. 418-428 (1988).
- (3) 加藤 常員, 小沢 一雅, 今枝 国之助: 集落遺跡間ネットワークのモデル化, 情報処理学会研究会報告, CH3-4 (1989).
- (4) 杉浦 房夫: 立地と空間的行動, p. 207, 古今書院, 東京 (1989).
- (5) 西村 睦夫: 中心地と勢力圏, p. 195, 大明堂, 東京 (1977).
- (6) 石畑 清: 最小木の問題, アリゴリズムとデータ構造, pp. 276-290, 岩波書店, 東京 (1989).
- (7) Ulrich Derigs: The Shortest Path Problem, Programming in Network and Graphs, Lecture Notes in Economics and Mathematical System, pp. 64-69, Springer-Verlag, Berlin (1988).
- (8) 加藤 常員: 最短路問題における中継効果に関する考察, 情報処理学会第39回全国大会, 3L-5, pp. 73-74 (1989).
- (9) 寺沢 薫: 大和弥生社会の展開とその特性, 橿原考古学研究所論集, 第4, pp. 39-78 (1979).
- (10) 田原本町教育委員会(編): 弥生の巨大遺跡と生活文化, p. 226, 雄山閣, 東京 (1989).