

## 集落遺跡間ネットワークのモデル化

< 弥生時代中期の畿内社会と石材移動 >

加藤 常員\*・小沢 一雅\*\*・今枝 国之助\*

\*岡山理科大学・\*\*大阪電気通信大学

本稿では、集落遺跡のある集まりを想定し、遺跡間のネットワークを提示するモデルを提案する。示される遺跡間のネットワークは、社会構成や文物の移動・伝播などを示すものとする。提案するモデルでは、遺跡間の距離と位置関係に着目し、ネットワークを構成する。ネットワークを構成する辺(路)は、遺跡間の係わりの度合いの強弱により決定される。具体例として、弥生時代中期の畿内の54ヶ所の拠点集落遺跡(位置データ)に本モデルを適用して、社会構成と石器石材の移動経路(網)を求めた結果を示す。また、その結果と考古学的知見との比較・検討を行う。

### A Network Modeling of Relations between Sites of Settlements

< The Social Structure and Distribution of Stones in the Middle Yayoi Period >

Tunekazu KATO\*, Kazumasa OZAWA\*\* and Kuninosuke IMAEDA\*

\*Graduate School of Science, Okayama University of Science,  
Ridai-cho 1-1, Okayama, 700, Japan.

\*\*Faculty of Engineering, Osaka Electro-Communication University,  
Hatu-cho 18-8, Neyagawa-shi, Osaka, 572, Japan.

It is important in archaeology to know relations between sites. We present a mathematical model to define a network between sites of settlements. The proposed network can indicate a social structure or distribution of artefacts. The basic measures for modeling are the distance between two sites and the situations of sites. Using the model, we have introduced a network for the social structure and the distribution of stones in the Middle Yayoi Period in Kinki Districts. The results are compared with those obtained by an archaeological method.

## 1. はじめに

コンピュータの進歩は、諸分野に大きな影響を与えている。従来、数理に無縁と思われてきた人文・社会科学の分野においても、その例外ではない。コンピュータとその応用技術は、単なる作業・労力の軽減に留らず、新たな研究手法の創造につながる可能性を秘めている。

歴史学や考古学で扱われる情報は、現在まで有形・無形のかたちで残されてきた過去の事象の痕跡(資料)である。歴史学者や考古学者は、多種多様の資料を多角的に調査・分析し、歴史や文化の実体に迫る。遺跡は、資料の中で大きな位置を占める存在であり、遺跡間の係わりを明らかにすることは、きわめて重要な意味をもつ。

集落遺跡は、過去の間人集団の生活の単位空間の痕跡である<sup>(1)</sup>。集落遺跡間の係わりを示すことは、往時の人々の交流、社会構成、交易、ひいてはその時代の文化や社会構造全体を考える上で不可欠な事項である。

筆者らは、考古学へのコンピュータ応用の一つの試みとして、古代文化の伝播をモデル化し、計算機シミュレーションを行う研究を進めている<sup>(2)</sup>。本稿では、その一連の研究の一環として、集落遺跡のある一群を想定し、遺跡間の係わり合いをネットワークにより提示する“集落遺跡間ネットワークモデル”を提案する。ここで示されるネットワークは、社会構成や文物の移動・伝播などを抽象的に示すものとする。本稿は、考古学における“シミュレーション(モデル構成)による研究手法”の一つの事例研究といえよう。

以下、本稿では集落遺跡間の係わりのモデル化における着眼点とモデル構成を述べ、弥生時代中期の畿内の54ヶ所の拠点集落(位置データ)に本モデルを適用して社会構成と石器石材の推定移動経路を示す。また、その結果と考古学的知見との比較・検討を行う。

## 2. 集落遺跡間ネットワークモデル

### 2.1 集落遺跡間ネットワークモデルの概要

遺跡間の係わりを厳密に規定するには、膨大な資料の調査・検討をもとに、広範囲に係わりの要因を完全に把握しなければならない。しかしながら、それらの要因を完全に捉えるのは容易なことではない。

ある2つの集落遺跡間になんらかの係わりがあると考えられるとき、直接か間接かはさておき、その根底には、往時の人々の移動・

交流があったと考えられる。本稿では、集落遺跡間の係わりを人々の交流とその交流に伴う負担という観点から巨視的に捉え、集落遺跡間のネットワークとして表わす。

### 2.2 交流の形態

遺跡  $s_i$  と遺跡  $s_j$  の間の人々の交流は、図1に示すように、2つの遺跡間の直接交流

$$s_i \rightarrow s_j \quad (1)$$

によるものと、他の幾つかの遺跡( $s_1, s_2, \dots, s_{n-1}$ )間の交流を介した間接交流

$$s_i \rightarrow s_1 \rightarrow s_2 \dots s_{n-1} \rightarrow s_j \quad (2)$$

によるものとの2つの形態があると考えられる。

遺跡  $s_i$  と遺跡  $s_j$  の間の交流に介在した遺跡の順序列を系列  $l$  として、

$$l : s_i s_1 s_2 \dots s_{n-1} s_j \quad (3)$$

のように示すこととする。

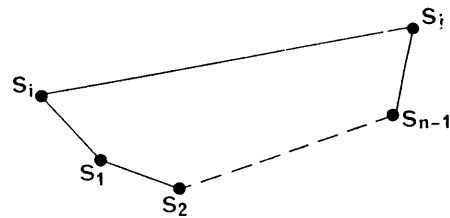


図1 交流の形態

### 2.3 中継効果

2つの遺跡間の交流は、上述のように、理論的には直接と間接の2形態であるが、実際には直接か間接かと言ったような二者択一的性格のものではない。今日、観察できる遺跡間の係わりは、直接交流・間接交流の両者の結果が渾然一体となったものと考えられる。

しかし、遠く離れた遺跡間に係わりが認められる場合などは、直接交流により係わりを持ったものではなく、幾つかの遺跡間の直接交流を仲介した間接交流の結果と考えられる。つまり、遺跡間の交流が他の遺跡を中継することで、条件(遺跡間の距離や配置)によっては、交流に要する負担や労力が小さくてもあることを示唆している。

“2つ遺跡間の交流に要する負担や労力が、

他の遺跡を仲介することで減少する。”ということを中継効果と名づける。中継効果は、以下のようにモデル化できる。なお、中継効果がどのような状況で生じるかについての数学的な議論は、稿を改めて論ずる<sup>(3)</sup>。

まず、交流を数量的に捉えるために2つの量を導入する。一つは、距離などの基本量である。もう一つは、基本量に対し、交流に伴う負担や労力などの量(マクロな費用)である。

遺跡  $s_i$  と遺跡  $s_j$  との間の基本量を  $x_{ij}$ 、費用を  $c_{ij}$  と表わす。  $x_{ij}$  と  $c_{ij}$  の間に

$$c_{ij} = f(x_{ij}) \quad (4)$$

の関係が成立つものと仮定する。ここでは、  $f(\cdot)$  を単に変換としておく。なお、  $f$  の具体的な形は次節で定式化する。

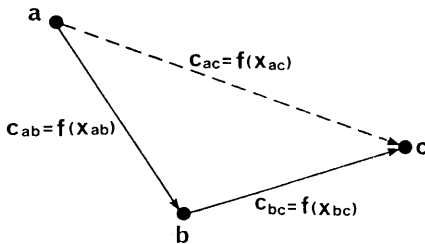


図2 中継効果

つぎに、導入した基本量と費用を用いて、3遺跡間の関係を表わす。

3つの遺跡  $s_a$ 、 $s_b$ 、 $s_c$ が、図2に示すような配置にあるとき、一般的に三角不等式の関係

$$x_{ac} < x_{ab} + x_{bc} \quad (5)$$

$$(x_{ab} < x_{bc} < x_{ac})$$

は、3つの遺跡  $s_a$ 、 $s_b$ 、 $s_c$ が同一直線上にある場合を除き必ず成立する。遺跡  $s_a$  と  $s_c$  の間の費用は、直接交流の場合  $c_{ac}$ 、遺跡  $s_b$  を介した場合  $c_{ab} + c_{bc}$  である。式(4)の  $f$  の規定の仕方により

$$c_{ac} < c_{ab} + c_{bc} \quad (6-a)$$

$$c_{ac} = c_{ab} + c_{bc} \quad (6-b)$$

$$c_{ac} > c_{ab} + c_{bc} \quad (6-c)$$

の3通りの場合がある。

第3の遺跡  $s_b$  を仲介とする交流にあっては、費用が  $f$  の規定の仕方によって増減する。

遺跡  $s_a$  と  $s_c$  の間の交流が直接交流、間接交流のいずれが主であるかは、式(6-a)、(6-b)、(6-c)のいずれが成立するかで判定できる。式(6-a)であれば直接交流、式(6-c)であれば間接交流が主である。式(6-b)の場合は、直接交流と間接交流が同等であることを示していると考えられる。

いくつもの遺跡を介する交流では、式(3)の系列による費用の増減が表われる。費用が最小となる系列を主な交流系列と考える。

## 2.4 負担関数

遺跡間の交流・移動に伴う負担を数量化するには、多くの要因を考慮する必要がある。移動手手段の大半が徒歩に限られる時代において、空間的距離は負担の主要因と考えられる。そこで、以下の条件のもとに負担関数を導入する。

- ① マクロな“負担”を表現するものであること。
- ② 非負の実数値を値域とする、距離についての単調増加関数であること。
- ③ ある地点における負担の増分は、その地点までの負担に比例すること。

以上の条件のもとに負担関数を定式化する。負担関数を  $c$ 、距離を  $x$  とすると条件②および③より、

$$\frac{d c}{d x} = k c \quad (7)$$

ここで、 $k$  は(比例)定数で、微分方程式(7)を解いた一般解は、

$$c = C \exp(k x) \quad (8)$$

となり、 $C$  は定数、 $\exp(\cdot)$  は自然対数の底  $e$  を底とする指数関数である。式(8)の定義域は常に正の実数 ( $x > 0$ ) である。条件②より明らかに、 $C$  および  $k$  は正定数である(図3参照)。定数  $C$  は式(8)の関数値の相対的な関係(全順序や比例関係)にはなんら影響を与えないから、簡単のため  $C = 1$  とする。結局、負担関数として次の関数を用いることとする。

$$c = \exp(k x) \quad (9)$$

負担関数  $c$  の値は、小さいほど伝播しやす

いことを示すが、本節のはじめで述べたように人と人との交流に対する負担をマクロに表す量(費用)として導入した相対的な値と考える(条件①)。つまり、この関数は、時間的、空間的、心理的など、いずれか特定の尺度を規定するものではなく、仮説として導入したマクロな複合的指標に他ならない。

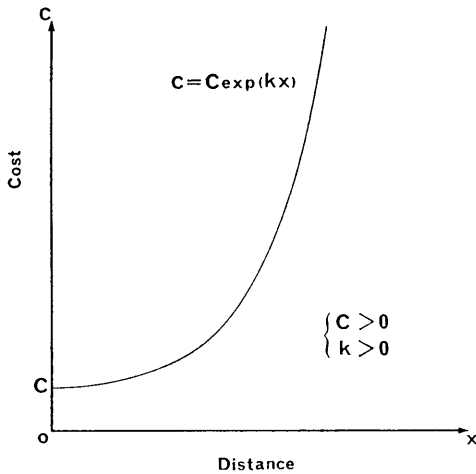


図3 負担関数

### 2.5 負担係数

上述の負担関数の距離に遺跡間の大圏距離を採用し、その関数値として負担係数を定義する。この係数は負担関数を定義した際と同様、対象の各遺跡相互間の交流に伴う負担を示す漠然とした相対的基準と考える。2.2で示した交流の形態に対し負担係数を以下のように定める。

遺跡  $s_i$  と遺跡  $s_j$  の直接交流による伝播の伝播係数  $c_{ij}$  は、遺跡  $s_i$  と  $s_j$  の間の距離を  $x_{ij}$  とすると式(9)より、

$$c_{ij} = \exp(kx_{ij}) \quad (10)$$

と表される。遺跡と遺跡の交流と言う観点から

$$c_{ij} = c_{ji} \quad (11)$$

と規定する。

遺跡  $s_i$  と遺跡  $s_j$  の間に他の遺跡の系列  $l: s_1 s_2 \dots s_{n-1}$  を介して伝播する場合(図1参照)の負担係数  $c_{ij}^l$  は、直接交流の場合の負担係数を用いて、

$$c_{ij}^l = c_{i1} + c_{i2} + \dots + c_{i(n-1)j} \quad (12)$$

$c_{i1}$  を  $c_{01}$ 、 $c_{i(n-1)j}$  を  $c_{(n-1)n}$  と記号を付替えると、式(12)式は、

$$c_{ij}^l = \sum_{k=1}^n c_{k-1k} \quad (13)$$

と表現できる。直接交流の場合と同様に、系列  $l$  の逆系列  $l': s_j s_{n-1} \dots s_2 s_1 s_i$  として、

$$c_{ij}^l = c_{ji}^{l'} \quad (14)$$

と規定する。

以下、直接交流の場合の負担係数  $c_{ij}$  を直接負担係数と呼び、系列を介した場合の負担係数  $c_{ij}^l$  を単に負担係数と呼ぶことにする。直接負担係数は負担係数の特別な場合と考える。

負担係数は、小さければ小さいほど頻繁に交流があったことを示している。また、ここに示した負担係数は、適当な  $k$  を採ることによって、中継効果が生じる<sup>(3)</sup>。

### 2.6 集落遺跡間ネットワークの形成

先に定義した負担関数および負担係数にもとづき、対象とする一群の集落遺跡の分布図の作成、交流の路および交流のネットワークの決定法について述べる。

#### (a) 遺跡分布図の作成

遺跡位置を入力とし、白地図にその位置をプロットするシステムを作成した。将来、地理情報としてのデータベース化を考慮し、緯度・経度によりすべての処理を行うことを原則とした。白地図は緯度・経度の指定による形式と、日本全土および地方(県単位、地方単位、その他)などの地域指定による形式で作成可能なものとした。遺跡位置は、その緯度・経度に数種のマークを選定して示すことができる。また、2点の緯度・経度を与えることで、その間の大圏距離を計算する機能も付加した。

遺跡位置の緯度・経度は、教育委員会等が発行した遺跡調査報告書などより建設省国土地理院発行の20万分の1の地勢図をもとに計測したものをを用いた。白地図の緯度・経度データは、REDATOシステム<sup>(4)</sup>のものを一部改変して使用した。

(b) 路およびネットワークの決定方法

ある遺跡から他のある遺跡への到達の可能性のある遺跡の系列は、直接交流を含め無数に存在する。それらの系列の内、負担係数が最小となる系列を2つの遺跡間の交流路と定める。

交流路の決定の基本的な考え方は、2つの遺跡と他の1つの遺跡において中継効果が成立するか、しないかの判定をすることによって決定できる。この交流路の採択問題は、ダイナミック・プログラミングなどで利用される「最適性の原理」に帰着でき、最短路問題<sup>(5, 6)</sup>として解くことが出来る。

ある特定の遺跡と他の遺跡間の交流路を求め、それらを重畳させることで片方向の交流のネットワークは決る。また、すべての遺跡相互間の交流路を決定し、それらを重畳させることで双方向の交流のネットワークは決る。この2種類の交流のネットワークを合せて集落遺跡間ネットワークと呼ぶこととする。

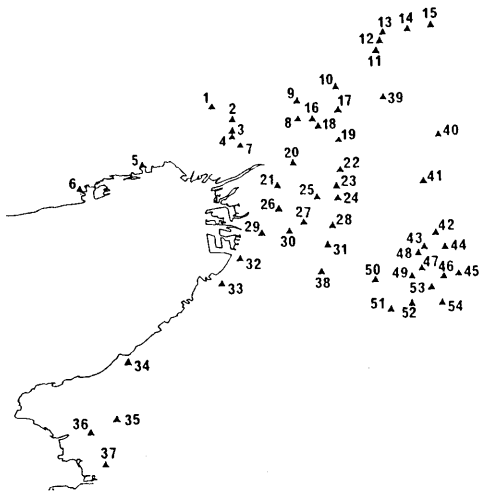


図4 弥生時代中期・畿内・拠点集落分布図

- |            |           |             |
|------------|-----------|-------------|
| 1. 加茂遺跡    | 2. 宮ノ前遺跡  | 3. 勝部遺跡     |
| 4. 田能遺跡    | 5. 本山遺跡   | 6. 楠・荒田町遺跡  |
| 7. 上津島遺跡   | 8. 東奈良遺跡  | 9. 耳原遺跡     |
| 10. 安滴遺跡   | 11. 神足遺跡  | 12. 鶏冠井遺跡   |
| 13. 中久世遺跡  | 14. 深草遺跡  | 15. 中臣遺跡    |
| 16. 目垣遺跡   | 17. 大塚遺跡  | 18. 柱本遺跡    |
| 19. 太奏遺跡   | 20. 森小路遺跡 | 21. 森ノ宮遺跡   |
| 22. 中垣内遺跡  | 23. 鬼虎川遺跡 | 24. 縄手遺跡    |
| 25. 瓜生堂遺跡  | 26. 桑津遺跡  | 27. 亀井遺跡    |
| 28. 恩智遺跡   | 29. 山ノ内遺跡 | 30. 瓜破遺跡    |
| 31. 国府遺跡   | 32. 四ツ池遺跡 | 33. 池上遺跡    |
| 34. 男里遺跡   | 35. 北井田遺跡 | 36. 太田黒田遺跡  |
| 37. 岡村遺跡   | 38. 喜志遺跡  | 39. 狼谷遺跡    |
| 40. 涌出宮遺跡  | 41. 佐紀遺跡  | 42. 平等坊岩室遺跡 |
| 43. 唐古遺跡   | 44. 長柄遺跡  | 45. 三輪遺跡    |
| 46. 坪井大福遺跡 | 47. 多遺跡   | 48. 保津宮古遺跡  |
| 49. 中曾司遺跡  | 50. 竹内遺跡  | 51. 鴨部波遺跡   |
| 52. 新沢一遺跡  | 53. 四分遺跡  | 54. 岡遺跡     |

以上述べた交流の形態、中継効果、負担関数、負担係数および集落遺跡間ネットワークを総称して、集落遺跡間ネットワークモデルと名づける。なお、このモデルは、時間的发展に依存しない時間積分系のモデルである。

3. 弥生時代中期の畿内社会と石材移動

本章では、集落遺跡間ネットワークモデルに具体的な集落遺跡の位置データを用いて、社会構成のネットワークと石器石材移動のネットワークを求めた概要と結果を示す。

3.1 弥生時代中期・畿内の拠点集落遺跡

ネットワークを求めるにあたり対象とした遺跡の集りは、図4に示す54ヶ所である。取り上げた遺跡は、考古学者によって同時期の遺跡から拠点集落遺跡として呈示されているものをそのまま用いた<sup>(7)</sup>。なお、交易路を求めるための産地としては、石器石材(サヌカイト)の産地である二上山とした<sup>(8)</sup>。

弥生時代中期の畿内は、二、三百年にわたり安定した時代で、一つの社会構成体が存在していたと言われている。その社会構成体は、畿内各地に点在する数十の核をなす拠点集落を中心に、生産-消費の相互活動による生産手段の一部共有体として安定した経済的・文化的・イデオロギ的複合体をなしていた<sup>(7, 8)</sup>。

3.2 社会構成のネットワーク

集落遺跡間ネットワークは、遺跡間の主たる交流路によって形成される。一群の集落遺跡に対し集落遺跡間ネットワークモデルを適用し、求めた双方向の交流のネットワークは、一群の集落遺跡間の1種の社会構成を示すものと考えられる。

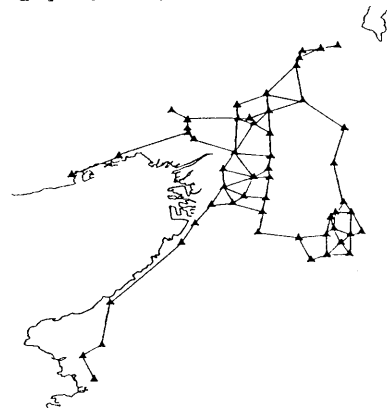


図5 弥生時代中期・畿内・拠点集落遺跡・社会構造のネットワーク (k = 0.450)

図4に示した遺跡の位置データを用いて、双方向の交流のネットワーク(社会構成のネットワーク)を求めた結果を図5に示す。なお、式(10)のパラメータ $k$ の値は、拠点集落間を結ぶ路が交差せず(平面グラフ)、かつ路が最大の本数になる状態に設定した( $k=0.45$ )。

### 3.3 石器石材移動のネットワーク

ある産地(産地遺跡)から他の遺跡への移動路(交易路)は、交流路と同様に遺跡の系列として定める。その系列は、産地から他の遺跡に向う方向性を持つものとする。特定の遺跡を産地として各集落遺跡間についての片方向の交流のネットワークは、石器石材移動(交易)の示すものと考えられる。

図4に示した遺跡に位置データを用いて、二上山(石器石材産地)からの片方向の交流のネットワーク(石器石材移動のネットワーク)を求めた結果を図6に示す。なお、式(10)のパラメータ $k$ の値は、社会構成のネットワークを求めたときと同じ値( $k=0.45$ )を採用した。社会構成のネットワークと同じパラメータ値を採用した理由として、石器石材の移動路は、自然な発想として必ず社会構成のネットワークの部分路であるべきだと考えた。パラメータ $k$ を同じ値としたとき、石器石材移動のネットワークは、必ず社会構成のネットワークの部分路となる。

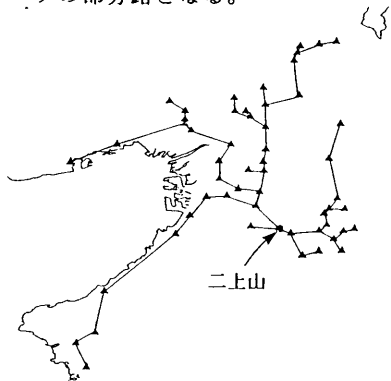


図6 弥生時代中期・畿内・拠点集落間石器石材移動のネットワーク( $k=0.450$ )

## 4. 考古学的手法による結果との比較・検討

まず、セトルメント・アーケオロジー<sup>(9, 10)</sup>と呼ばれる考古学研究の方法論を紹介する。この方法論を用いた弥生時代中期の近畿地方

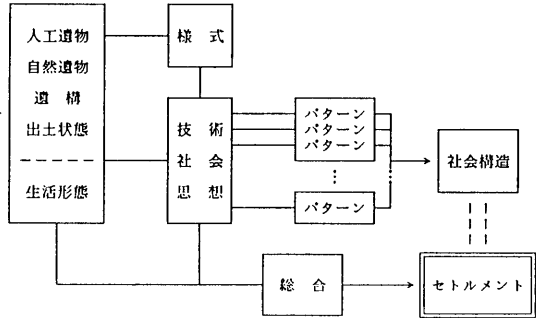


図7 セトルメント・アーケオロジー

中央部の社会構造および石材の移動についての研究が、奈良大学・酒井龍一氏によってなされている。その研究成果<sup>(7, 8)</sup>と集落遺跡間ネットワークモデルによる結果との比較・検討を行う。

### 4.1 セトルメント・アーケオロジー

セトルメント・アーケオロジーは、“セトルメント”と呼ばれる基本的な考古学的対象の単位を定義し、その特性や様相を分析して、抽象化されたパターンとして捕らえ、さらにそのパターンを統合することで往時の社会形態・組織、過去の社会文化の体系を復元・解明しようとする方法である。図7にその概念図を示す。セトルメントとは、種々の定義があるが、単純には「占居形態」や「人間存在の痕跡」と言った意味で、一般的な「遺跡」の概念にほぼ近い。

弥生時代中期の近畿地方中央部の社会構造について酒井氏は、セトルメント・アーケオロジーの手法を用いて集落遺跡および遺物を分析し拠点集落の存在とその相互の関係をおよそ以下のように結論づけ、図8のようなネットワークを呈示している。

- ① 社会の基本構成要素は拠点集落で約50ヶ所程度である。
- ② 拠点集落を中心に半径5km程度の日常生活活動範囲を想定できる。
- ③ 拠点集落は5kmの標準間隔を置き、連続分布して、面的・線的配列を示し、全体として2つの面帯とそれを結ぶ線帯および多くの派生する線帯から構成される。

また、酒井氏は石器石材の移動について、社会構成のネットワークに石材の移動方向を矢印で加筆し、図9に示している<sup>(8)</sup>。なお、図9に示されている遺跡数は、図8よりも3遺跡(5.山本、6.楠・荒田町、39.狼谷)少な

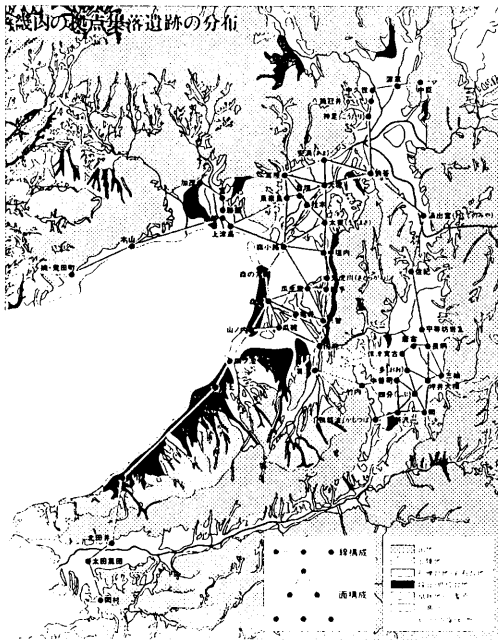


図8 弥生時代中期・畿内の社会構成(酒井モデル)  
(朝日百科『日本の歴史』39より)

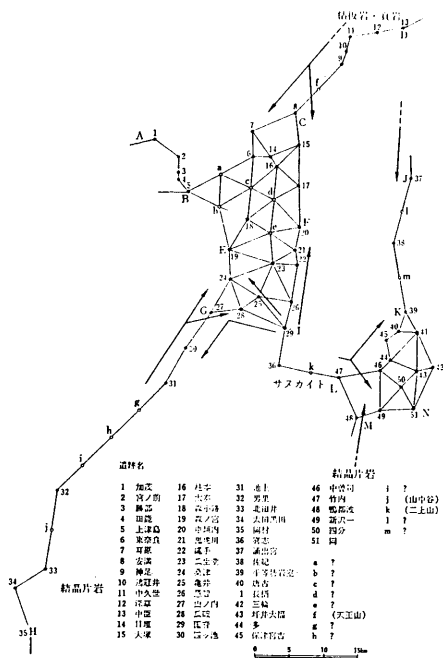


図9 拠点集落の分布と石器用石材の  
推定移動経路(酒井モデル)  
(『弥生文化の研究』7 弥生集落、雄山閣1986より)  
図中の番号は図4の番号とは一致しない。  
アルファベットは仮遺跡である。

い。以下、酒井氏によって示されたモデルを酒井モデルと呼ぶこととする。

#### 4.2 酒井モデルとの比較・検討

前章で示した弥生時代中期の拠点集落の遺跡位置(図4)は、図8の酒井モデルと同じ遺跡の位置データを用いている。

##### (a) 社会構造のネットワーク

についての比較・検討

酒井モデル(図8)を基準とし、本モデル(図5)との差異を調べる。酒井モデルでは、拠点集落間を結ぶ接続線は84本である。本モデルでは、85本である。具体的には図10に示すように、付加されている路が7本、欠落している路が6本である。この差異について以下に吟味する。付加された7本の内、[2.宮ノ前-8.東奈良]と[21.森ノ宮-25.瓜生堂]を除く5本は、比較的密な面的配列の箇所に生じている。欠落した6本の内、[9.耳原-16.目垣]を除く5本は、面的配列間を結ぶ比較的長い路である。酒井モデルでの接続線の決定には、遺跡そのものを分析し、拠点集落決定に用いられた多くの考古学的な知見が基本となっている。例外的に示した付加2本と欠落1本の路は、明らかにこうした知見によるものであり、図8の丘陵地であるとか、水系と言った古地形を参考にすると妥当な接続線の選択と考えられる。その他の付加5本と欠落5本については面的構成内の差異であり、面的構成内の接続線そのものの有無について、酒井モデルはあまり問題にしていない。

##### (b) 石器石材移動のネットワーク

についての比較・検討

酒井モデルは、石器石材産地からの石材の移動と言う観点を社会構成のネットワーク(図8)に矢印を加筆することにより石材の流れ(移動方向)を図9に示している。このことは、本モデルにおいて社会構成のネットワークを求めたパラメータkの値と同じ値により石器石材移動のネットワークを求めることと同等であることを意味する。

酒井氏は、複数の石器石材の移動を同時に図9に示している。しかし、それらの石材間の関係については特に述べていない。本モデルで採り上げたサヌカイトの移動(産地:二上山)については、文献(8)で酒井氏は、「畿内地域中央部に産する打製石器用のサヌカイトは、喜志や国府の拠点集落を経て、河内-和歌山線帯の諸集落を通じて南方へ、河内-摂津東部線帯や摂津-山城線帯を通じて北方

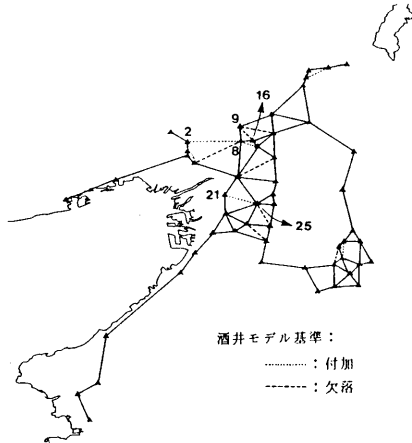


図10 酒井モデルと本モデルとの社会構造のネットワークの差異

2.宮ノ前遺跡 8.東奈良遺跡 9.耳原遺跡  
16.目垣遺跡 21.森ノ宮遺跡 25.瓜生堂遺跡

各地へ、また竹之内集落を経て大和面帯の諸集落に伝えられた。」と述べている。この内容は、本モデルの結果(図6)に示した石器石材移動のネットワークと比較して、38.喜志遺跡の位置づけを除き、ほぼよく合致している(図11参照)。以上より本モデルで得られた結果は、酒井モデルによる結果と大枠で良い一致を示すと言える。

## 5. おわりに

本稿は、考古学へのコンピュータ応用の一つの試みについて述べた。本研究は、シミュレーション(モデル構成)による研究の一つの事例であるが、具体的には遺跡相互間の係わりを示すネットワークモデルを提案し、社会構造のネットワークと石器石材移動のネットワークを示した。さらに、その結果と酒井モデルによる結果との比較・検討を行った。

本稿に示したモデルは、考古学とは全く別の見地から構成した単純なものであるが、考古学的手法による結果と酷似した結果が得られたことは注目値する。また、本研究においても結果の比較・検討を行う過程で、経験や直感に委ねられる部分の多いことが痛感された。

今後の課題としては、時間的な概念を導入した動的モデルの構築、考古学的手法との比較による種々のパラメータの導入とその決定法の研究、複数産地の場合の問題などがある。

謝辞：本研究を進めるに当たり、考古学分野より御示唆を賜わる岡山理科大学・鎌木義昌教授、小林 博昭教授、亀田修一講師、セト

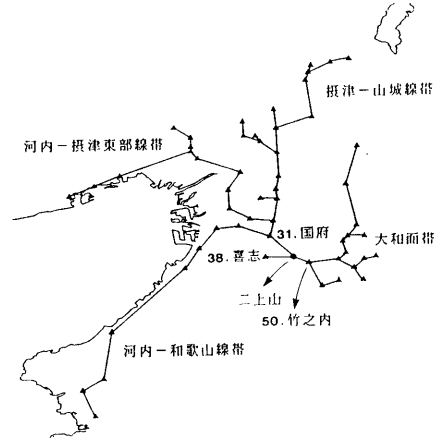


図11 酒井モデルと本モデルとの石器石材移動のネットワークの比較

ルメント・システムについて、コメントを戴いた奈良大学・酒井龍一助教授に深謝いたします。

なお、本研究の一部は、文部省科学研究費補助金(奨励研究(A)No.63790435)によった。

## 参考・引用文献

- (1) 森 浩一：考古学の資料、考古学ゼミナール、pp.66-75、山川出版、東京(1976)。
- (2) 加藤、小林、小沢、今枝：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：凸関数により重みを変換した際の最短路問題に関する一考察、第38回情報処理学会全国大会論文集、pp.75-76(1989)。
- (4) 小沢 一雅：考古学研究支援型データベースシステムの構成、情報処理学会論文誌、Vol.26、No.5、pp.936-945(1986)。
- (5) T.C.Hu：Shortest paths, Combinatorial Algorithms、pp.1-39、Addison-Wesley、Reading(1982)。
- (6) P.M.Spira：A new algorithm for finding all shortest paths in a graph of positive arcs in average time  $O(n^2 \log^2 n)$ 、SIAM J.Computing 2:1、pp.28-32(1973)。
- (7) 酒井 龍一：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、第四集、pp.19-37、奈良大学(1984)。
- (8) 酒井 龍一：石材の動き、弥生文化の研究 7、pp.98-102、雄山閣、東京(1986)。
- (9) C.T.Keally：セトルメント・アーケオロジー、信濃、23-2、pp.56-65(1971)。
- (10) 後藤 和民：縄文集落の概念、縄文文化の研究 8、pp.20-48、雄山閣、東京(1982)。