

海外の伝統的住居の類型化とその集合状態に 関する形態学的研究(2)

東京大学生産技術研究所 原研究室

目 次

はじめに

1. 住居集合の景観的な構造把握
 - 1-1 集落景観の意味性
 - 1-2 典型となる集落像
 - 1-3 景観に基づく概念規定
2. 位相空間モデル
 - 2-1 〈盤〉の基本系統分類と派生系統分類
 - 2-2 空地の細分類とさまざまな位相
3. AC (活動等高線) による住居集合の類型化
 - 3-1 住居配列の領域的構造
 - 3-2 集落平面図の分析
 - 3-3 住居配列モデルとそのポテンシャル化
 - 3-4 集落平面のポテンシャル化
 - 3-5 ポテンシャル曲面の形態分析

おわりに

はじめに

本研究は、住宅建築所報No.7, 7903『海外の伝統的住居の類型化とその集合状態に関する形態学的研究(1)』の第2報(2)である。

(1)が、集落形態のうちで“住居”に焦点をあてた形態分析になっているのに対し、(2)は住居の集合状態、即ち“住居集合”を分析対象としている。集落の構造を建築計画学の立場から理解するためには、その主要な構成要素である住居に関する分析と共に、それらがいかにか秩序づけられて集落を形成しているかという、その集合状態に関する分析が必要である。本研究(1)、(2)はこのふたつの側面から、海外の伝統的な集落(調査の行程については(1)の図-1を、また内容については『住居集合論1~5』, 鹿島出版会を参照)を対象として、主に形態学的な観点からの分析を試みたものである。

空間の分析手法としては既述のように、AC論、グラフ理論、位相空間論、記号論等がある。(1)の住居の形態分析では、主にグラフ理論と位相空間論を適用した。これは、住居空間のもつ“容器性”に着目し、その連結性

から住居の組み立ての原理を分析する手法としてグラフ理論を、また、より包括的に“場所性”をも加えた視点から、住居の構成要素とその配列規則を把握する手法として位相空間論を位置づけたことによる。これに対し、(2)では住居集合の状態というものが、きわめて“場所性”の高い分析対象であることを考慮して、その形態分析の手法としてAC論と位相空間論の適用を試みている。新しい理論の展開は、理論的な研究と、その事例への応用とがフィードバックすることにより進展してゆく。本研究は集落の類型化という作業を通して、この過程のある断面を示すもので、より統合的な集落論へ至るひとつの試論として位置づけられるものである。

1. 住居集合の景観的な構造把握

1-1 集落景観の意味性

住居あるいは集落に対する私たちの調査方法の前提として(1)で述べたように、その機能、使われ方、意味などは当面の対象とせず、もっぱらその幾何学的な形態を視覚的な観点から形態的要素群として把握してゆこうとする立場をとってきた。したがって、研究の方向として形態的なアプローチを前提としていると同時に、集落を景観として位置づけた時に抽出される要因が、集落自体の構造を記述する言語になりうるという仮説の設定がそこにはある。この立場は、集落地理学における景観地理学的アプローチの仕方に類似している。風土、社会制度、地形等の背景的要因の中で、景観として出現する集落の景観構造的図像が、実は逆にそれらの背景の中での必然的な姿として位置づけられ、背景的要因はそこに全て投象されているというのが景観地理学の視点である。私たちの視点もこれに準拠し、“もの”のレベルで観察される事象から、その背景となる要因を語ることを試みている。この調査対象を物象化されたものに限定するという態度は、その過程において捨象される要因の重要性を認めないというのではない。勿論、集落の構造把握へのアプローチには多くの手法があり、社会制度に着目したもののや、家族関係、習慣、支配構造等からのアプローチも可能である。私たちは集落の背景のもつ複雑さをかながみて、それらが全て景観に投象されているとの単純化の

仮定の下に集落の構造を語ろうとしているのである。このような仮定を設けた背景には、ひとつには形態が機能に先立つという命題があり、またひとつには調査の範囲と方法からくる制約がある。私たちの調査の方法と論理の展開に対する展望は以下の通りである。

①調査対象域

5次にわたる海外集落調査の各行程は1万～2万kmに及ぶ、この行程を約2ヵ月間で調査するのであるが、この短期間に長距離を踏査するという態度は、いくつかの地域を相互に比較することにより、狭い地域では浮上してこない景観的な構造の相違を明快にすることができるのと観念に因るものである。

②調査時間

ひとつの集落に対する調査時間は3～5時間である。この短時間に調査を行なうという態度は、明快な景観的な特徴は短時間でも把握することが充分可能であるということ、また外来者の眼という制約の下での限界を考慮してのことである。

③調査内容

集落内の物象化された要素の位置とその配列が調査対象となるが、その主なるものは集落の全体図と住居プランの採取である。外に補助的要因として住居の立面図、機能・材質・構法等の観察・記録、住民に対する聞き取りなどが行われる。“もの”のレベルでの語り口において最も重要視されるのは、景観的な要因の把握、即ち“もの”の配置と配列のされ方である。したがって、厳密な意味での寸法の精度は左程重視せず、要素の抽出とその位置関係・配列則・構築性等の把握に力点が置かれている。

集落の景観はさまざまな意味を私たちに語りかけている。その語りかけの手法は多様で、例えば、道路パターン、標高差、域内のゾーン区分やクラスター化、住居の密着性、建物の大きさや高さ、装飾性、広場や公共施設の配置、建物間のあきの広さ等々、その言語の種類はきわめて多く、また、集落毎に工夫がなされアイデンティティとなっている。私たちはこうした言語を形態論としてみた場合に、それらに共通する文法を発見しようとしているのである。そしてこの文法により、集落の多彩な景観を統合的な手法により類型化できるのではないかと考えているのである。

1-2 典型となる集落像

集落調査はある地域内での景観的な構成の顕著な差異性を明らかにする目的で行われたが、地域の設定に際してはあらかじめその差異性（景観的な差異性のみを考えるのではなく、そこに投影されているであろう社会的・風土的・地形的な条件の相違）を予測して行程が決定されている。5回の調査において当初意図された差異性の

概要は次の通りである。

(a) 第1次調査（環地中海地域）

地中海という空間を媒介として南ヨーロッパと北アフリカを比較する。文化圏としては西欧キリスト教文化圏とイスラム文化圏の対比を考える。この両者の結節点となるのがジブラルタル海峡である。

(b) 第2次調査（中南米地域）

パナマ地峡を社会的・文化的な結節点と考え、南・北アメリカを対比する。文化的には土着的なインディオ文化とスペインのコロニアル・スタイルとを比較する。

(c) 第3次調査（東欧・中東地域）

ボスポラス海峡とダーダネルス海峡を結節点として東欧と中東の対比を考える。文化的には東欧ギリシア正教圏と中東イスラム教圏の差異性を観察する。

(d) 第4次調査（南アジア地域）

インド・ネパールを中心に、周辺のパキスタン、アフガニスタン、イラク等の南アジアを調査する。文化的・宗教的にはヒンドゥー教圏をイスラム教圏、仏教圏等との対比において考える。

(e) 第5次調査（西アフリカ地域）

サハラ砂漠を媒介として北アフリカから西アフリカに至る地域を考える。人種的な差異として北部の白系アフリカと南部の黒アフリカを、また文化的・宗教的差異としてイスラム教圏と土着的な民族文化との対比を目的としている。

各調査の行程は、上記の如く主に地形的に重要な変換点を經由するように設定されているが、こうした変換点を媒介として幾つかの典型的な景観をもつ集落像が観察されている。その主なものの特性と代表的な集落を調査順に記すと、

- ① 西欧キリスト教文化圏の集落で、広場と教会を中心とする求心的な構造をもつもの。(ペトレス；スペイン)
- ② スペインのアンダルシア地方で観察されたクエバスと呼ばれる穴居住宅で、住居集合はクラスターをなしているもの。(ガディクス；スペイン)
- ③ メディナの原型で、ベルベル人のクサルとカスバからなる構築的な集落。(イフリ；モロッコ)
- ④ 北アフリカのイスラム圏の都市でメディナと呼ばれる口字型住居が加算的に集合したもの。(ガルダイヤ；アルジェリア)
- ⑤ グアテマラ高原を典型とするインディオの離散型の集落(アイトア・ピアセ；メキシコ)
- ⑥ 中米の集落で、中心に広場と教会があるが、住居はクラスター状に分布するもの。(サン・ホルヘ；グアテマラ)

- ⑦ グリッドプランを基本とし、広場と教会を中心とするスペインのコロニアルスタイルの集落。(サン・ニコラス；ホンジュラス)
- ⑧ 地形上の特異点である稜線や谷線に沿ってリニアに展開した集落。(プエルト・バルディビア；コロンビア)
- ⑨ 東欧の市場町を起源とする都市的集落で、広場と市庁舎を中心とし、教会が中心からはずれた位置にあるもの。(イエレニア・グーラ；ポーランド)
- ⑩ ハンガリーに顕著であった地割制を配列の基本構造とする集落。(セケシュフェルヴァール；ハンガリー)
- ⑪ アドリア海沿岸の地形の特性を集落構造に巧みにオーバーラップさせた集落。(コルキュラ；ユーゴスラビア)
- ⑫ ルーマニアの山岳部でみられた民族的な装いの濃い、極めて装飾的な構えの集落。(ドゥルエスティ；ルーマニア)
- ⑬ イランの砂漠地帯の集落で、苛酷な自然条件に対する制御機構をシンボリックに装置化した集落。(エムラニ；イラン)
- ⑭ カスピ海沿岸の集落で、非砂漠のイスラム圏域に分布するもの。(メヤンダレ；イラン)
- ⑮ チグリス・ユーフラテス河下流域の集落で、葦による人工島が離散的に分布するもの。(アブ・ソウバット；イラク)
- ⑯ インドの集落で、カーストの差異が、集落内のゾーニングとして示されているもの。(ジュナパニ；インド)
- ⑰ ヒマラヤ山麓の集落で、離散的な配列則を顕著に示したもの。(ラルザディ；ネパール)
- ⑱ ネパール盆地の集落で、装飾の多い構築的な住居が都市的に集合したもの。(サンガ；ネパール)
- ⑲ 遊牧民のテントの集合で、季節的な移動を前提とした集落。(アゼール；ニジェール)
- ⑳ 西アフリカのいわゆるコンパウンドで、大家族制に対応した増殖的なイメージをもつ有機的な構えの集落。(ボルボル；ニジェール)

過去の集落調査をふりかえると、こうした様々な集落のイメージが景観として浮上してくるが、それらを形態論的に類型化して語るために、景観を“場”の言語に変換するためのさまざまな概念規定が試みられている。

1-3 景観に基づく概念規定

過去の5回の集落調査において明らかになった景観的な要因として把握された構造・領域概念の概要は次の通りである。

第1次の集落調査の分析を通じて、私たちは3つの住

居のプロトタイプを規定した。(1)図-13参照)、この3つのプロトタイプは住居部分と公共空間のつながり方(闊)の構造により区分けされたもので、住居の構造と集落の構造との対応関係を示すモデルになっている。この集落構造のモデルに対応して、集落の景観はそれぞれ次の様な特徴的な様相を示している。

- ・ペトレス型——核心的集合。道は秩序があり広場に通じており、広場は最も飾られて外部との交渉の場となる。優位なるものは視覚的に判然としている。
- ・クエバス型——クラスターの集合。クラスターごとに独立して加算的。広場間を道がつなぐ。広場には各戸の生活がはみだし、飾られない。シンボリックな共同の施設なし。
- ・メディナ型——加算的集合。道は路地で迷路的。外部からはモスク等が塔によって存在が示されるが、内部では目立った広場などは用意されていない。集落外との交渉の場は市場的広場。

上記のモデルの問題点として残されたのは、例えば、モロッコのベレチドに端的に示されるように、住居部分と公共空間との間に明快な視覚的境界が存在しない場合の処理の仕方である。(『住居集合論、その1』を参照)

第2次の集落調査で最も印象的であった景観はメキシコからグアテマラ高原にかけてのインディオの集落で、中心的な施設がなく、ただ住居が一定の距離をおいて連続的に分布している集落である。集落としてのまとまりを境界づけるような視覚的に優越な要素はなく、風景の中からどの部分を切り取っても均質な配列構造をもつ住居群がそこにはある。中心概念や境界概念から領域を規定していた私たちにとってこの配列構造は新しい発見であり、これを“離散型”と名づけた。この配列のモデルと矛盾なく説明する新しいモデルとして、〈集落の境界〉、〈住居の境界〉、〈住居の接近性〉、〈集落の中心性〉の4要素を成分とする一種のベクトルモデルが作成され、集落は16タイプに類型化された。(1)図-14参照)。このモデルには、最初のモデルで問題となったベレチドも矛盾なく組み込まれている。(『住居集合論、その2』を参照)

第3次の集落調査では、前回のモデルを補足する新たな項目として〈内部構造〉を説明する10項目のベクトル(〈地形との同調〉、〈自然形態の幾何学的変形〉、〈空間の方向づけ〉、〈ものの記号化と対応づけ〉、〈アンチノミー(あるいはヒエラルキー)の表出〉、〈視界の操作〉、〈時間の空間的配列〉、〈あきの組織活性化〉、〈住居以上(のレベルで)の同等性の表出〉、〈住居のモナド化・結合力の附与〉)が導入され、各項目が物象化されているか否かが問われた。集落内の空間のからくりが上記の項目の幾つにまたがって存在するかにより、ベクトルをグラフに写像することができるが、このグラフの複雑さ“Complexity”がグラフの最大固有値(フロベニウス根)とし

て計量された。(『住宅集合論, その3』を参照)

第4次の集落調査では、インドの集落について語ろうとするときに、凝集性とか境界、中心性といった領域を規定する概念では説明しきれない、より多様な複雑さが景観に視えていることが明らかになった。カースト制とかジョイント・ファミリーといった複雑な社会制度が背景にあり、またイスラムとヒन्दウーという宗教的な相違がひとつの集落内に併存するという事情もあり、集落は幾つかのゾーン(部分)の重なりとして視えている。この状況を“混成系”と呼び、部分を説明するために「閤」に代わる新たな領域概念として“ルーフ”(空間的な閤を用意している領域)が導入され、位相空間論的な集落構造の説明が試みられた。(『住居集合論, その4』を参照)

第5次の集落調査の対象となった西アフリカのサバンナの集落(コンパウンド)の景観は、集落を構成するエレメントの種類とそれらの配列規則のバリエーションを部族単位のアイデンティティとして美事に表現していた。コンパウンドの構成要素は住棟、穀倉、家畜小屋、厨房、ベランダ等であり、その種類は限定されているが、その造形の差異性と、配列規則の多様性により、順列組み合わせのパズル的なバリエーションが観察される。この表現の豊かさは、いわば同一方法から派生する方言に相当するもので、その全体構造の把握には記号論的な分析手法が有効であった。(『住居集合論, その5』を参照)

上記に略述した如く、私たちは景観を語る言語を求めさまざまな概念規定を行ってきた。そして集落を領域論的に、また構造論的に把握しようと努めてきた。領域論的な視点と構造論的な視点とは、互いに相補的であり、いわばひとつの景観に対するネガとポジの関係にある。こうした試みを通じて次第に明らかになってきたのが、ひとつは「中心」とか「境界」といった“場”のもつポテンシャルの大小や連続性に依存した概念の重要性であり、いまひとつが“もの”の配置の距離に依存した、空間の位相論的な把握の有効性である。集落の景観を語るには“もの”の配置と配列の意味を読み取ることが必要である。そのための手法として私たちは“場”を記述する言語としてのAC論と位相空間論を研究してきたが、それらを過去において調査してきた世界の集落に対して適用し、形態分析を行いその類型化を次に試みる。

2. 位相空間モデル

ここでは、同名の研究題目(1)の継続として、集落の住居の配列を示した〈PLAN〉についての位相的な考察を行う。考察にあたっては、多くの説明を附加すべきところであるが、それらは紙面の制約上ここでは省略せざる

を得ない。私たちは、1974年に16項目に分類される集落の形態モデルを提案した(『住居集合論, その2』,あるいは本年報1980年版参照)。このモデルは多分に直観的ではあるが、位相空間モデルに近い内容をもっていた。このモデルの欠点は、(1)集落全体と住居のあいだの住居の部分集合についての記述ができないこと、また諸項目についての混成状態が記述できないこと、(2)住居以外の領域が均質に抽象化されていること、にある。この2点の解消を意図しつつ、位相空間モデルを展開した要点を記す。定義その他は、前回の報告(1)を踏まえてたつものとする。

2-1 〈盤〉の基本系統分類と派生系統分類

〈盤〉のもっとも単純かつ初源的な形態は、次の通りである。〈PLAN〉の点の全集合を X として、

(τ_S) : 〈盤〉は、位相空間 (X, τ_S) である。 τ_S は、 S に与えられる位相一般をさす。

(τ_{SP}) : 〈盤〉は、位相空間 (X, τ_{SP}) である。ただし、 $P \subset X$ は、連結。

(τ_S, R) : 〈盤〉は、位相空間 (Y, τ_S) と R complex からなる。ただし、 R complex の数は1で、 $X = Y \cup W \cup R$ complex = $Y \cup \overline{R}$ complex.

(τ_{SP}, R) : 〈盤〉は、位相空間 (Y, τ_{SP}) と R complex からなる。ただし、 P は連結、 R complex の数は1で、 $X = Y \cup \overline{R}$ complex.

以上を系統図で示せば、

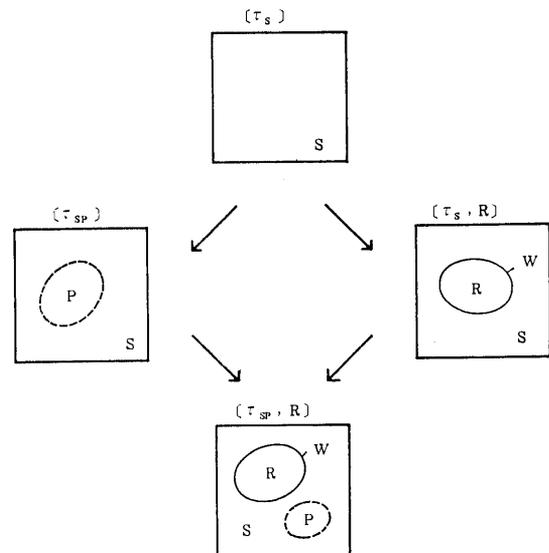


図-1 基本系統図

となる。矢線は〈PLAN〉における S, P, R (と W) のカテゴリの複雑化の過程を示す。これを、〈盤〉の基本系統分類という。

基本系統分類についての上記規定のうち、ただし書きを除けば、すべての〈PLAN〉は、4つの分類項目のいずれかに属することになる。それは、盤の定義と同じ内容である。

さて、概念的な住居の集合 \mathcal{H} と、その〈PLAN〉 X とのあいだには、次のような対応がなされているものとする。

$$f : X \rightarrow \mathfrak{P}(\mathcal{H})$$

すなわち、 X から \mathcal{H} のべき集合の上への写像 f が、あらかじめ定まっている。 f は、〈PLAN〉の図形の集合をその境界をふくめて Γ とすると、次のような写像の合成である。

$$f = \eta \circ \xi$$

$$\xi : X \rightarrow \Gamma \quad \eta : \Gamma \rightarrow \mathfrak{P}(\mathcal{H})$$

さまざまな〈PLAN〉を分析するにあたっては、写像 η が一意に決められている。 η は複雑な〈PLAN〉では、一意に決めることは困難であるが、単純化された〈PLAN〉なら決定できる。^(註1) η をもっとも単純に決めるのは地割り図によることである。

ある特定の〈PLAN〉 X_i は、写像 f によって、特定の \mathcal{H}_i の部分集合の集合をつくる。

$$f : X_i \rightarrow H \subset \mathfrak{P}(\mathcal{H})$$

たとえば、基本系統分類で類別された4つの〈PLAN〉をみれば、 $[\tau_S]$ においては、 $f(X) = \phi$ で $H = \{\phi\}$ 。

$[\tau_{SP}]$ においては $f(X) = \mathcal{H}$ で、 $H = \{\mathcal{H}\}$ 。 $[\tau_S, R]$ においては、 $f(R) = \mathcal{H}$ 、 $f(S) = \phi$ で $H = \{\phi, \mathcal{H}\}$ 。

$[\tau_{SP}, R]$ ではふたつの場合があって、 $\textcircled{1} f(R) = \mathcal{H}$ 、 $f(P) = \mathcal{H}$ なら $f(X) = \mathcal{H}$ で $H = \{\mathcal{H}\}$ 、 $\textcircled{2} f(R) = \mathcal{A}_1$ 、 $f(P) = \mathcal{A}_2$ なら $f(W) = \mathcal{A}_1 \cup \mathcal{A}_2 = \mathcal{H}$ で、 $H = \{\mathcal{A}_1, \mathcal{A}_2, \mathcal{H}\}$ である。 $(\textcircled{1})$ のように、 $f(R) = f(P) = \mathcal{A}$ となるような事例はたいへん多いので、RUP を R・P compound と書くようにする。

一般に、 H の要素は、次のような \mathcal{H} の部分集合と直和分割を基本にしている。

- (註1) η :
1. P, R はそれが対応する $\mathcal{A} (\subset \mathcal{H})$ がアプリアリ (たとえば調査結果によって) に決められている。
 2. S は、それをふくむ最小の境界をもつ領域 (図形の集合) に属する最大の部分集合 \mathcal{A} に対応する。もしそれをふくむ境界をもつ領域がなければ、 \mathcal{H} に対応する。
 3. R の境界となる W は、これに接するふたつの領域が属する $\mathcal{A}_1, \mathcal{A}_2$ の和集合に対応する。(もし W 以外の境界が生じてたとしても、この対応にしたがう) S にふくまれる W は、その S が属する \mathcal{A} に対応する。
 4. \mathcal{H} に無関係な領域、集落境界の外の領域は ϕ 。

1° 全集合 $\mathcal{H} - (\mathcal{H})$

2° 2分、すなわち \mathcal{A} と \mathcal{A}^c 、あるいは n 個の部分集合への直和分割。この場合、ひとつの部分集合 \mathcal{A}_i の濃度を $\bar{\mathcal{A}}_i$ とすれば、 $n < \bar{\mathcal{A}}_i - (\mathcal{H}/\text{zone})$

3° n 個の部分集合への直和分割であるが、 $n > \bar{\mathcal{A}}_i = i$ の場合—(\mathcal{H}/h -cluster)

4° 要素の分割—(\mathcal{H}/h)

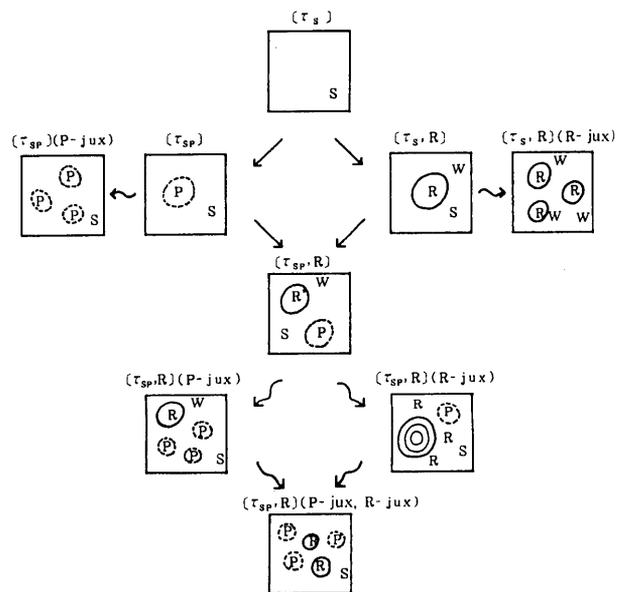
5° ϕ

\mathcal{H}/zone の \mathcal{H} の分割がなされている〈PLAN〉をゾーニングされているといい、 \mathcal{H}/h -cluster の分割がなされている〈PLAN〉を、住居クラスター化されているという。

このようは内容をもつ写像 f を考慮しつつ、〈盤〉の基本系統分類の細分類をおこなう。

いま、 $[\tau_{SP}]$ 、 $[\tau_S, R]$ 、 $[\tau_{SP}, R]$ において但し書きが除かれて、P の連結でないいくつかの集合が併置され、Rcomplex も、複数に併置されているとき、(P-jux)、(R-jux) の注記を添えるとすると、基本系統分類は、次のような派生系統分類となる。

この併置状態 juxtaposition が、どのようなレベルにおいて生じているかを添え書きすれば、派生系統分類図は、住居集合の形態分類の主要な一観点となる。^(註2)



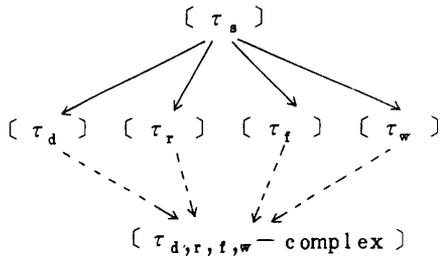
図一 2 派生系統分類図

(註2) 実際には、住居の部分集合がひとつのゾーンをつかって、それが P の領域であるとなるためには、かなりこみいった説明を要する。ここでは、アプリアリにそうしたゾーンが形成されているものとして説明を省く。

2-2 空地(S)の細分類とさまざまな位相

いま〈PLAN〉におけるSは、原則的には、等質であるとみなしている。しかし〈盤〉となるとときには、さまざまな位相、たとえば中心をもつ位相 τ_c 、離散位相などを入れて、空間の類別が可能であるとしてきた。分析に応じて、Sの細分類を要する場合に備えて、いくつかの準距離位相について述べる。〈PLAN〉はおおむね単純な図形からなることを前提とする。また、将来、こうした構想にしたがいより妥当な位相を探しあて、改善をはかるつもりである。

Sの位相を一般時に τ_s であらわせば、



となる。中心をもつ位相は、これら(準)距離空間のそれぞれに重ね合わせることができる。

τ_d : ユーグリッド距離位相。(S, τ_d)は、広場やそれに準ずる空地を示す。

τ_r : 道の位相。(S, τ_r)は道の空間を示す。

いま、この位相が与えられる領域を S_r であらわす。 S_r の境界 S_r^f は明示されているとする。 S_r から S_r の Ridge R^* への写像 $f^* : S_r \rightarrow R^*$ があるとする^(註3)。 f^* は、 $x \in R^*$ にその対応線上の点の集合を対応させる写像。 $x_1, x_2 \in S$ の距離 $d_r(x_1, x_2)$ を次のように定義する。すなわち $d_r(x_1, x_2) = \min\{f^*(x_1)f^*(x_2)\}$ ただし $\widehat{\quad}$ は、 $f^*(x_1)$ から $f^*(x_2)$ までの R^* の長さを示す。(S, τ_r)は準距離空間^(註4)。この空間における近傍

(註3) R^* については、原研究室で行ってきたAC論についての一連の研究論文を参照されたい。「 f^* があるとする」としたのは、極めて複雑な形状をした道はないと想定することを意味する。

(註4) (S, τ_r)は、(S, d_r)と書いてもよい。これが準距離空間であることは、次のようにしてわかる。距離空間の条件を

- D.1 $d(x, y) \geq 0, d(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y,$
- D.2 $d(x, y) = d(y, x)$
- D.3 $d(x, y) + d(y, z) \geq d(x, z)$

として、まずD.1は明らかに成立していないから、仮にD.2, D.3が成立しても準距離空間である。D.2は成立。D.3は、 $d_r(x, y)$ が Jordan 弧の連結集合のうちでの長さに置きかえられているにすぎないから成立している。

系 $\{V(x)\}$ は、 x の ε 開球を $U_\varepsilon(x)$ として、

$$V \in V(x) : \exists \varepsilon (> 0) [U_\varepsilon(x) \subset V]$$

であたえられ、開集合の集合は、

$$O = \{O \mid \forall x (\in O) \exists V (\in V(x)) [V \subset O]\}$$

と書くことができる。 $U_\varepsilon(x)$ の集合は、この位相空間の基底である。

道の空間の意味するところは、道幅という概念がなくなって、道が弧状に解釈されていることであり、これをいいかえれば、道の点の近傍は、道幅一杯にひろがるということである。

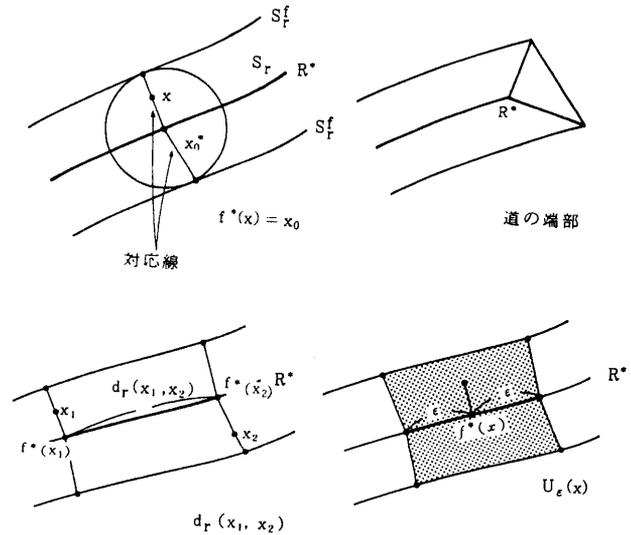


図-3 道の空間についての説明図

τ_f : 農耕地の位相。(S, τ_f)は、農耕地、森などの空間をあらわす。

いま、この位相が与えられる領域を S_f であらわし、 S_f の境界 B_f は明示されているとする。 S_f をユークリッド距離空間とみなした場合に生じている S_f の R^* を除外した領域を S'_f とすれば^(註5)、写像 $\varphi : S'_f \rightarrow B_f$ を次のように定めることができる。すなわち、 $x \in S'_f$ とし、 d をユークリッド計量として、 $d(x, \varphi(x)) = d(x, B_f) = \inf\{x, y\}$ ただし $y \in B_f$ 。ここで、新たな計量 d_f を、2点 $x_1, x_2 \in S'_f$ について定義する。 $d_f(x_1, x_2) = \max\{d(x_1, \varphi(x_1)), d(x_2, \varphi(x_2))\} + \min\{\widehat{\varphi(x_1)\varphi(x_2)}\}$ 、 $\widehat{\quad}$ は、 B_f の弧の長さである。^(註6)(S, τ_f)は準距離空間^(註7)。近傍系、開集合の集合などは τ_r の場合と同様なかたちで示される。農耕地の空間の意味は、最も近い境界にたいして空間が方向性をもっていることである。

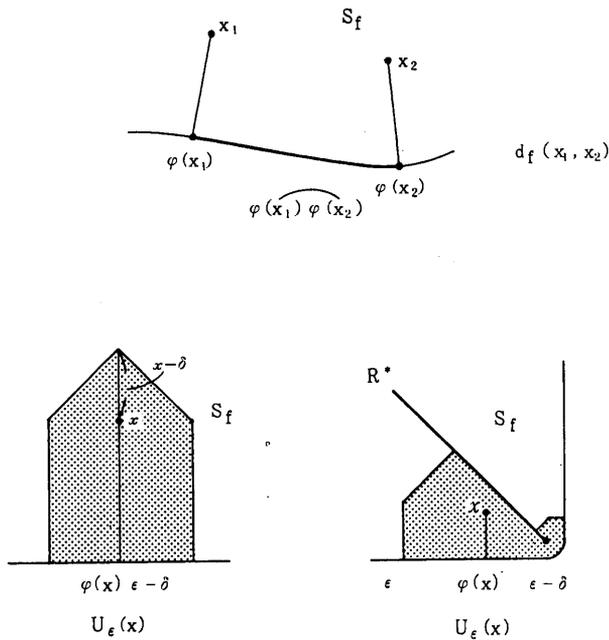


図-4 畑の空間についての説明

τ_ω : 水面の位相。(S, τ_ω) は、島が点在する水面の空間をあらわす。

いま、この位相が与えられる領域を S_ω とし、 S_f を孔あき板とするようなかたちで、島の集合 $\{I_1, \dots, I_n\}$ $I_k \in P$ の境界が明示されているとする。 S_ω をユークリッド距離空間とした場合、島の形状は単純で、ひとつの島の形状自体が S_ω の内部に R^* を生じることとはないとみなす。 τ_f で定めた φ を、 S_ω からひとつの島 I_k の境界 B_{I_k} の上への写像とする。すなわち、 $\varphi : S_\omega \rightarrow B_{I_k}$ 。この写像は、 S_ω からそれぞれの島の境界にたいして考えられるから、島 I_k に関する写像を φ_k と書く。2点 $x_1, x_2 \in S_\omega$ の距離の計量 d_ω を次のように定義する。 $d_\omega(x_1, x_2) = \max \{ |d(x_1, \varphi_i(x_1)) - d(x_2, \varphi_i(x_2))| \mid (i = 1, \dots, n) \}$ (S, τ_ω) は準距離空間^(註8)。点 x の ϵ 近傍 $U_\epsilon(x)$ は、

(註5) $x \in R^* (\subset S_f)$ は、 B_{I_j} の2以上の点に対応する。したがって、以下のような計量を入れたとしても、準距離空間とはならない。 R^* を除外することは、不自然であるが、農地などを抽象的に把握する場合、境界の意味するところが重要であるので、さしあたりは、このような処理をしておく。この矛盾を解消するような空間把握は、将来考察すべき課題である。また、 R^* を除外すると S_f は連結でなくなる場合もあるが、ここでは S_f は連結なものとしておく。

(註6) $\min \{ \varphi(x_1), \varphi(x_2) \}$ の \min の意味は、弧は2つとれるからである。また、この量は、仮に S_f だけを考慮の対象とする場合の定義であって、 S_f にさまざまな空間が隣接すれば、定義もかわってくる。 d_f で、 $\max \{ d(x_1, \varphi(x_1)), d(x_2, \varphi(x_2)) \}$ のかわ

$U_\epsilon(x) = \bigcap_i U_\epsilon(x)_{I_i}$, $U_\epsilon(x)_{I_i} = \{y \mid d_\omega(x, y)_{I_i} < \epsilon\}$ である。この近傍を $U_\epsilon(x) [d_\omega]$ S をユークリッド距離空間とみなしたときの ϵ 近傍を $U_\epsilon(x) (d)$ とすれば、 $U_\epsilon(x) (d) \subset U_\epsilon(x) [d_\omega]$ S_f に島が発生することにより、 $U_\epsilon(x) [d_\omega]$ は、 $U_\epsilon(x) (d)$ に近づき、島を点とみなし、水面が島で埋まってゆけば、 $U_\epsilon(x) [d_\omega] \rightarrow U_\epsilon(x) (d)$ 島の数に対応する ϵ -近傍の集合は、包含関係において順序集合になっているから、フィルターである。この空間の近傍系、開集合は、 τ_f と同様なかたちで示される。

水面の空間の意味は、島の配列状態によって、空間に方向性が生じるということである。

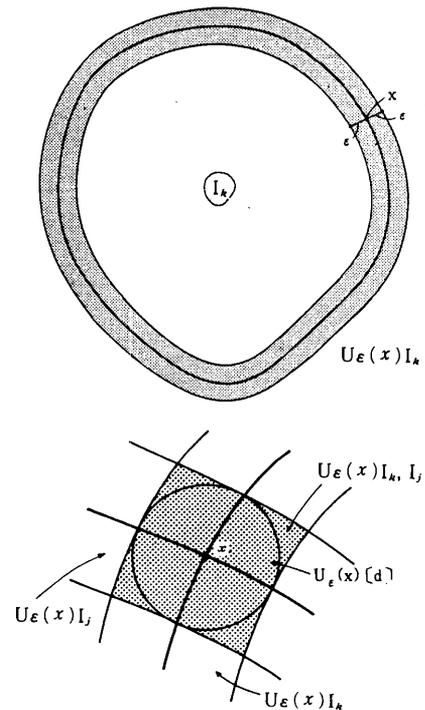


図-5 水面の空間についての説明図

$U_\epsilon(x)_{I_k}$, $U_\epsilon(x)_{I_j}$ は島 I_k または I_j があるときの $U_\epsilon(x)$ の意。

りに、たとえば、 $|d(x_1, \varphi(x_1)) - d(x_2, \varphi(x_2))|$ をもって新たな計量を入れることも考えられる。

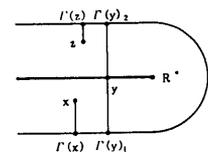


図-6 R^* の点については3角不等式が成り立たないことを説明する図

(註7) $y \in R^* (\subset S_f)$ があると、 φ は定義されないから、 S_f と B_f との対応を Γ と書けば、 $\Gamma(x) \Gamma(y)_1 + \Gamma(x) \Gamma(y)_2 \ll \Gamma(x) \Gamma(z)$ となるような場合が生じて、D.3 が成立しなくなる。

(註8) D.3が成立していることは、次のようにしてわかる。

①ひとつの島 I_k を基準としているときには、明らかに $d_\omega(x, y) + d_\omega(y, z) \geq d_\omega(x, z)$ 。 y, z を平行閉曲線に沿って移動し、 x と $\varphi_k(x)$ をむすぶ直線上にならべてみればよい。②いま数多くの島

$$d_\omega(x, y) = d_\omega(x, y)_{1k} = \delta_{xy}$$

$$d_\omega(x, z) = d_\omega(x, z)_{1l} = \epsilon_{yz}$$

$$d_\omega(x, z) = d_\omega(x, z)_{1m} = \rho_{xz}$$

となっているとする。距離の定義から、

$$d_\omega(x, y)_{1m} = \rho_{xy} < \delta_{xy}$$

$$d_\omega(y, z)_{1m} = \rho_{yz} < \epsilon_{yz}$$

いま、仮に、 $d_\omega(x, y) + d_\omega(y, z) < d_\omega(x, z)$

すなわち $\delta_{xy} + \epsilon_{yz} < \rho_{xz}$ が成立したとする。この仮定によれば、

$$\rho_{xy} + \rho_{yz} \leq \delta_{xy} + \epsilon_{yz} < \rho_{xz}$$

$$\rho_{xy} + \rho_{yz} < \rho_{xz}$$

すなわち、このようなことは、①によってありえない。

い。したがって、仮定が誤りである。

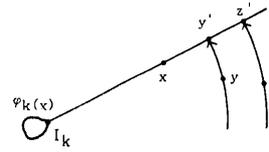
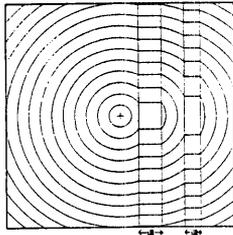
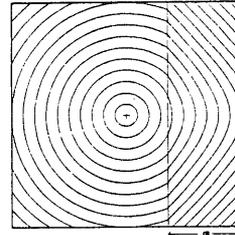


図-7 ひとつの島をとったとき、三角不等式がなりたつことを説明する図

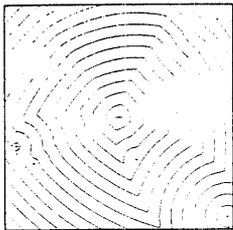
上記のさまざまな位相における空間的な歪みを近傍(開球)によって可視的に表示すれば図8のようになる。もとより、それぞれの空間は、一意に定義された位相のもとに現象するものではない。従って、空間の変容の問題は次なる課題であり、ここでは機能的認識を幾何学的認識へと変換させる手法としてさまざまな位相を提示したにすぎない。(3)では、こうした位相を単純化し、通例にしたがって空間がユークリッド距離空間であるとして、分析を行う。



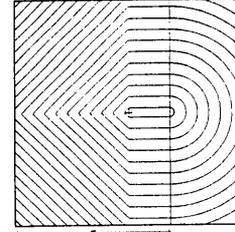
① 広場(r_0)と道(r_1)からなる空間の ϵ 開球



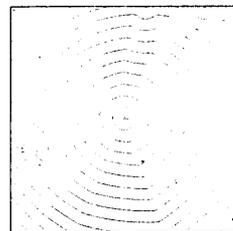
①-1) 広場(r_0)と畑(r_1)の空間の ϵ 開球
点を広場のなかにとった場合



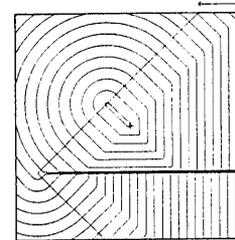
②-1) 水面(r_w)の空間の ϵ 開球
島の数=5の場合、空間の歪みは大きい。



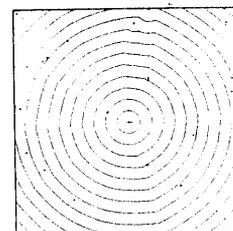
②-1) 広場(r_0)と畑(r_1)の空間の ϵ 開球
点を畑のなかにとった場合



②-1a) 水面(r_w)の空間の ϵ 開球
島の数=10の場合



②-1a) 広場(r_0)と畑(r_1)の空間の ϵ 開球
畑の R^* の存在による空間の歪みの効果を示す。



②-1b) 水面(r_w)の空間の ϵ 開球
島の数=20の場合、歪みは少なく、ユークリッド距離空間に近くなる。

図-8 さまざまな位相における空間的な歪み

3. AC (活動等高線) による住居集合の類型化

3-1 住居配列の領域的構造

伝統的な住居集合(集落)に限らず一般に住居が複数戸集合する場合、そこには集合全体として一定の構造が生じる。住居配列の状態によって生じる集合全体の形態的側面について考察を加えることがこの項の主題であるが、形態的構造といってもそれは必ずしも、線状、格子状、同心円状等の明確な幾何学的形状を示すとは限らず、集落を対象とする場合むしろ明確な幾何学的形状をもたないことが多い。

それにもかかわらず、私たちはある種の秩序、まとまりというものを集落に見出すことができるわけであるが、そのような秩序を十分に記述し、相互の比較を可能とするような方法は整備されていないのが実情であろう。通常、明確な幾何学的特性をもたない住居集合に対してその集合状態自体を記述することは、困難さ故に避けられている。「不規則な並び方」の集落の集合状態を表記することが困難であることの本理由は、住居の配列が本来的にもつ場としての性格、つまり領域的性状を客観的に記述することばが不足していることにある。したがって、住居の配列の状態によって生じる集合全体としての構造を顕らかにしていくためには、住居集合の領域的性状を記述する方法が必要である。

このような観点から私たちは内外の集落調査を行なう一方で、場における現象を領域として記述する方法としてAC(活動等高線)論の理論的整備と計算機プログラムの開発を進めてきた。

ここでは実際に私たちが調査を行なった集落のうちから20数例を取り上げ、その配置図を基本データとしACを用いて、住居の配列によって生じる集合状態の分析を試みる。

3-2 集落平面図の分析

住居の集合状態を分析するにあたって先づ対象を設定しなければならない。私たちはこれまでの調査において200以上の集落を訪れ、その内およそ半数に対して集落全体の平面図を採取してきている。この平面図は訪れた集落のスケッチ、メジャーリング、写真撮影をもとにして作成したものである。したがって、それらに対して三角測量あるいは航空写真を用いて作図する場合のような精度を期待することはできないが、集落内の“もの”の配置・配列の規則性を語りうる程度の精度はあるとみなしている。

この研究の主眼は住居の集合状態を適度に抽象化してとらえる方法の開発とその方法を用いての住居集合の類型化にある。そこで必要とされる住居の集合状態は、私たちが作製した集落平面図に十分に表示されていると考

える。したがってより正確にいうならば、分析の対象となるのは、2次元の平面に距離(ユークリッド距離)の比例を保存したものと仮定して投影された住居集合になっている。

さて、既述の如く住居集合を把握する視点は様々であるが、住居集合を平面に投影してそれを図として分析する場合もまた様々なアプローチがあり得よう。ここで私たちは、次のような仮設をもとに分析を進めていく。

すなわち、集落は集落を構成する住居の配列の状態によって生じる領域的性格をもつ場である、という把え方をする。言い換えれば、空間に作用をほどこして場一ポテンシャルを与える要素として住居を把えるということである。

図9のように1戸の住居が平面上にあるとき、もたらす作用が等方であるとすると、ポテンシャルは平面図において同心円状の等高線図形を描く(2.2におけるさまざまな位相空間の ϵ 開球の図と対比されたい。もし、集落

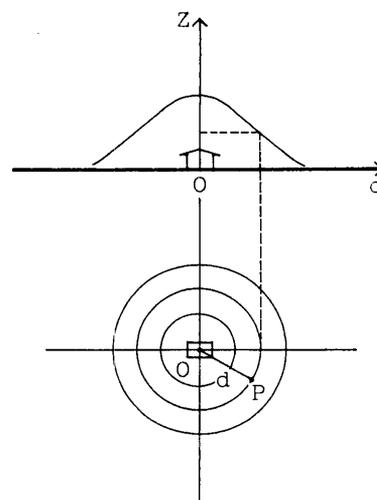


図-9 住居の仮想ポテンシャル

空間をさまざまな位相からなる空間であると仮定すれば、ポテンシャル図は2.2 図8のように歪んでくるはずである)。点Pにおけるポテンシャルを距離 $OP=d$ の関数として表わせば

$$Z=Z(d)$$

となる。

この関数を与えることによって、平面図に表わされている住居の集合状態が領域として、視覚化、計量化される。分析対象である集落の規模が、拡がりとして数百m四方、住居数として数十戸から200戸程度であることを考慮して、ここでは次のような条件を設定して関数を与えている。

- ① 住居に接近した点において高い値を示し離れるにしたがって低い値を示す。(十分遠方にあるとき、

その値はほぼ0を示す。)

- ② 住居の位置する点において最大値を示す。(最大値を1とする。)

具体的には、

$$Z(d) = \exp(-Ad^B) \quad (A, B = \text{const.}) \quad \dots(1)$$

という形の関数を設定した。定数 A, B はさらに次のような条件を設定して決定される。

- ③ 住居から10m離れた地点で値は0.5を示し、50m離れた地点で値は0.01を示す。

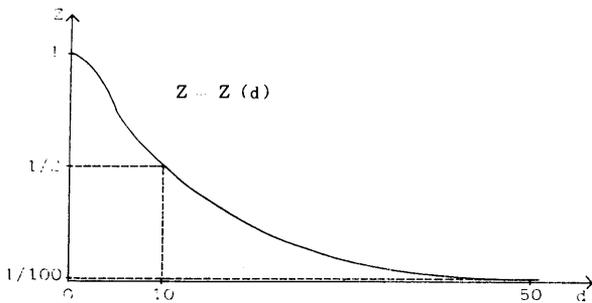


図-10 $Z(d) = \exp(-0.045d^{1.18})$

定数 A, B の設定は空間認知の観点からなど様々な考え方があられるものと思われるが、この研究では、集落平面図に表わされている住居集合の状態を観察した場合の私たちの認識と、後述のようにこの関数を用いて描かれるポテンシャルが一致するという理由で③の条件を採用している。

③の条件、すなわち

$$Z(10) = 0.5, \quad Z(50) = 0.01$$

を解くと

$$A = 0.045, \quad B = 1.18$$

これらを (1) に代入して

$$Z(d) = \exp(-0.045d^{1.18})$$

ポテンシャルを与える距離関数 Z(d) を以上のように設定したわけであるが、さらに住居の配列による集合状態はまた住居自体の属性、例えば大きさ、階数、構造、機能などの関数となっていると考えるのが妥当であろう。式でかけば、次のように多変数関数となる。

$$Z = Z(d_1, d_2, d_3, \dots, d_n)$$

ここでは、簡単のため住居の大きさを考慮し、次のような方法によって住居の集合状態をとらえることにする。

サンプルとする集落平面図の建物を多角形あるいは、円として座標平面に投影し、多角形の場合、各頂点の座標を、円の場合、中心の座標と半径の長さをデータとし、それらのデータセットを集落平面図として扱う。各住居の重心の位置をもって住居の位置とし、各建物の座標平面上への投影面積をもって住居の大きさとする。

すなわち、上記の関数 Z(d) を投影面積 S によって重み

づけをおこない、

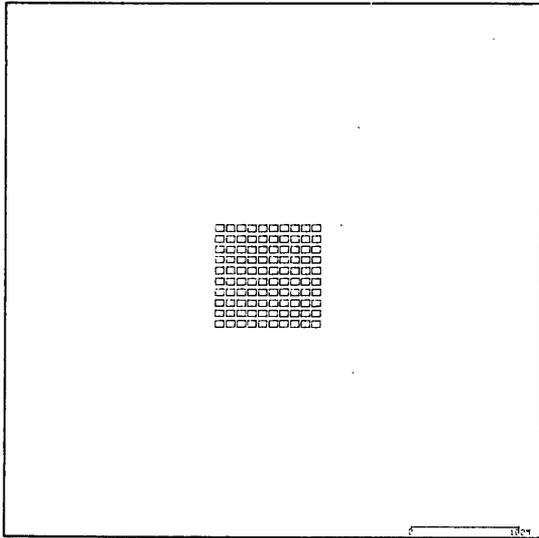
$$Z(d, S) = S \exp(-0.045d^{1.18}) \quad (\text{単位: } S(\text{m}^2), d(\text{m}))$$

という関数 Z(d, S) をポテンシャルを与える関数としたがって、座標平面上の点 P(x, y) におけるポテンシャル f(x, y) は、集落の住居数を n とした場合、次の式で表わされる。

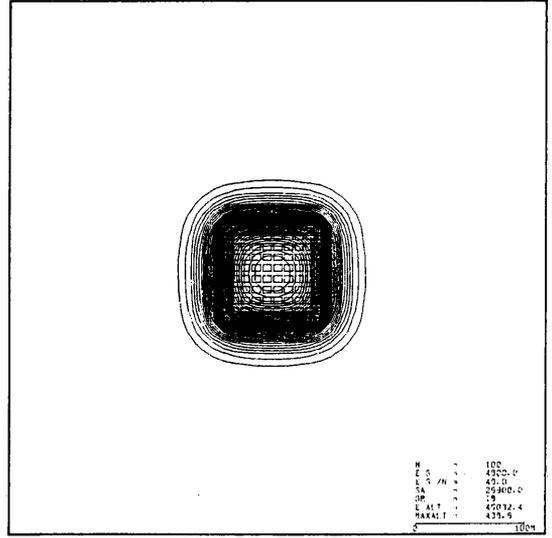
$$f(x, y) = \sum_{i=1}^n Z(d_i, S_i) \\ = \sum_{i=1}^n S_i \exp(-0.045d_i^{1.18}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

S_i : i 番目の住居の建築投影面積 (m²)
 $d_i = d_i(x, y) = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2}$
 : i 番目の住居の重心 (x_i, y_i) から
 点 P(x, y) に至る距離 (m)

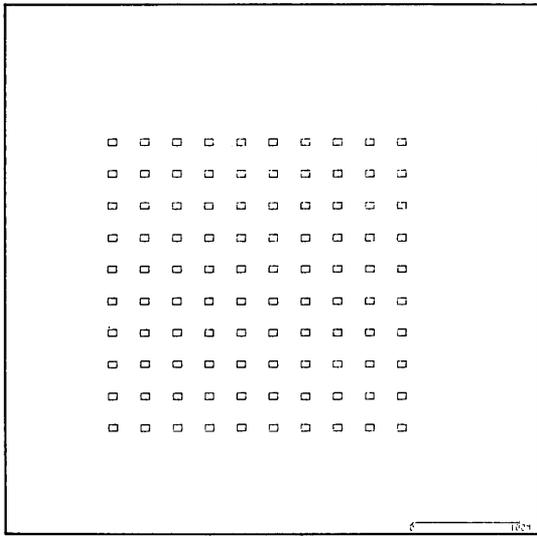
この式を用いて、集落内及び周囲の各点におけるポテンシャルを計算し、住居の配列によって生じる集合の状態を自動的に i) 図化、ii) 計量化することを次に試みる。



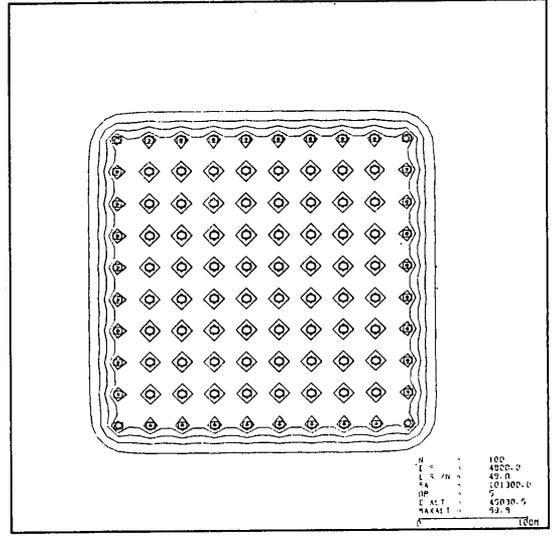
1 - (a)



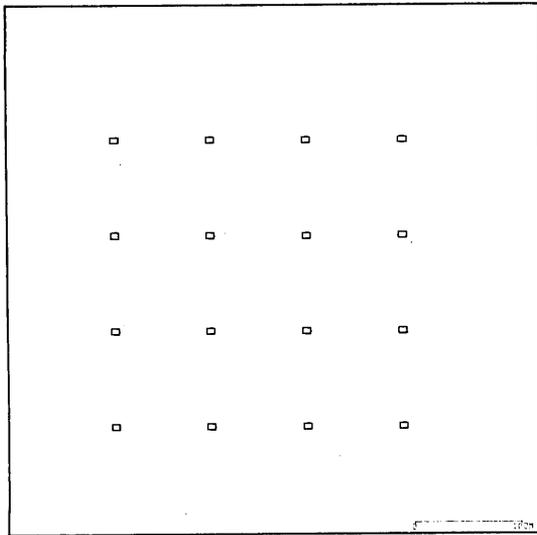
1 - (b)



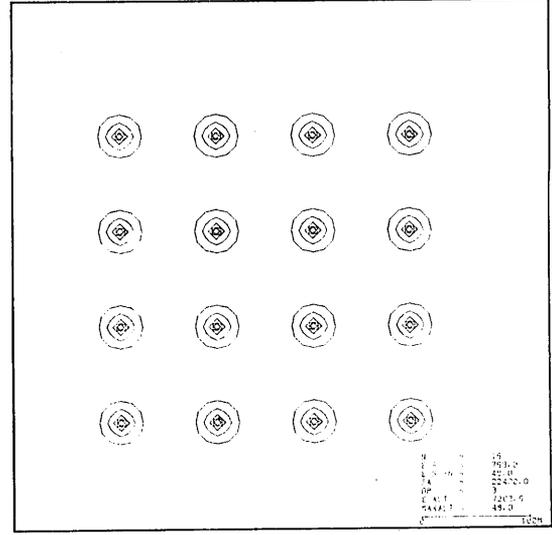
2 - (a)



2 - (b)



3 - (a)



3 - (b)

図-11 モデルプラン

3-3 住居配列モデルとそのポテンシャル化

3-2で設定したポテンシャルの計算式(2)を用いて、様々な集合状態を示す集落群を一定の角度から視覚化して表現することができる。^(註8)例えば、図-11の1-(a)のモデルプラン1は6m×8mの方形平面の住居が100戸凝集して集合した場合を想定したもので、2-(a)はそれが等方、均質に離散した場合のモデルプランである。ここで画面は、500m×500mに設定してある。これらの平面図に対して式(2)を用いて計算したポテンシャルを等高線で描くとそれぞれ1-(b)、2-(b)のようになる。モデルプラン3は各住居の間隔をさらに90mに広げ、より離散した場合で、平面図、ポテンシャル図がそれぞれ3-(a)、3-(b)に示されている。

モデル1の密度は、住居集合内部だけをエリアとしてみれば48%であり、市街地のそれに近い。このような高密度で住居が集合するとき、描かれるポテンシャルは明らかに強い中心性をもつ。ポテンシャルの曲面を地形のごとく立体的にとらえた場合、それはひとつの高い頂上をもつ山として理解されよう(図-12)。

モデル1の頂上の高さ、すなわち $f(x,y)$ の最大値 $\max f$ は、438.6^(註9)である。一方、モデル2の場合は、密度は低いが集合全体としてのまとまりは、外周に描かれたコンタによって表現されている。集合の内部に至って、各戸が同じ高さの比較的低い頂点を示す。それらの高さ、 $\max f$ は、69.9である。

モデル1、モデル2は、同じ大きさの住居が同数集合した場合を想定しており、画面に描かれるポテンシャルの総和は、等しい。^(註10)(画面は十分に大きく設定されており、画面外におけるポテンシャルは、ほぼ0となる。)

したがって、モデル1におけるポテンシャル曲面と $Z=0$ の平面のつくる立体の体積 V_1 、とモデル2におけるポテンシャル曲面と $Z=0$ の平面のつくる立体の体積 V_2 は等しい。 V_1 、 V_2 は建築面積の総和 $\sum S_i$ と比例していることから、このようにして得られる立体の形状は、住居の配列によって生じる離合集散の状態を密度の濃淡すなわち密度の分布によって領域的に表わしているとい

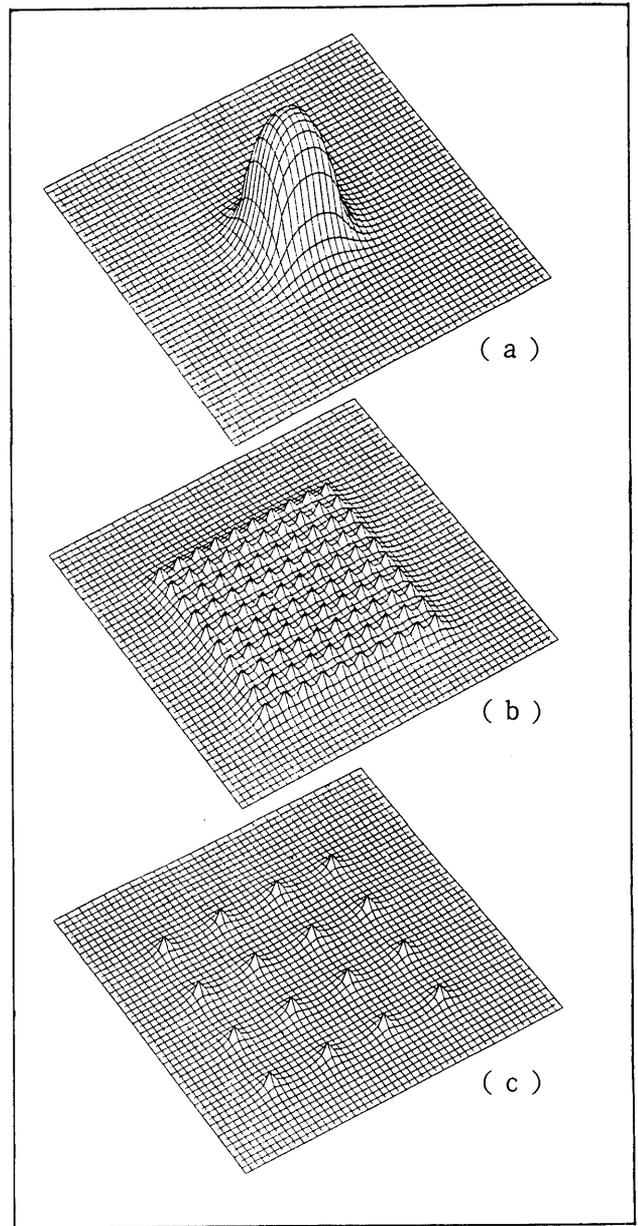


図-12 モデルプラン アイソメトリック図

うことができる。

モデル3のように各住居の距離が十分に離れると、ポテンシャル曲面の頂点は各住居に対して現われる。ここで頂点の高さは49.0という値をとる。画面の都合上、モデル3では住居数を少なくしてあるが、この場合も画面を十分に大きくとり、90m×90mの格子点上に住居を100戸配置すれば、そこにあらわれる立体の体積の総和は、建築面積の総和に比例し、したがってモデル1、モデル2の場合の立体の体積と等しくなる。

以上のように、3-1で設定した計算式(2)を用いると住居の集合状態は、ポテンシャルに変換され

- ①モデル1のように凝集した集合状態に対しては、1中心の高い立体として、
- ②モデル2のように住居が互いにある程度の距離をおいた集合状態に対しては、住居群をひとつのまとま

(註8) ポテンシャルの計算及び図化に際しては東京大学生産技術研究所の計算機システム(FACOM M-160AD)、XY-プロッター装置(FACOM 6202B)を用いた。

(註9) $\max f$ の値は 10m×10m の格子点上に与えられたポテンシャル値のうち最大のものである。集落ごとの、あるいは集落内部の密度の状態(高低)を相対的に比較するため試みとして計算した値である。

(註10) ポテンシャルの計算式(2)により明らかである。数値としては、正確には積分をして求められる。ここでは次式にしたがって概算をしている。

$$\sum \sum S_i \exp(-0.045d_i^{1.18})$$

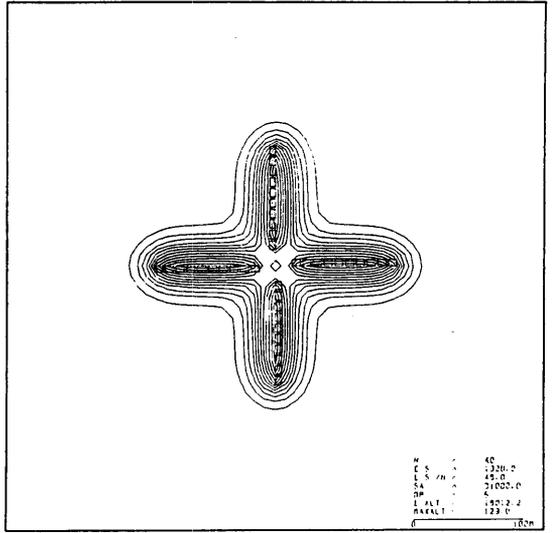
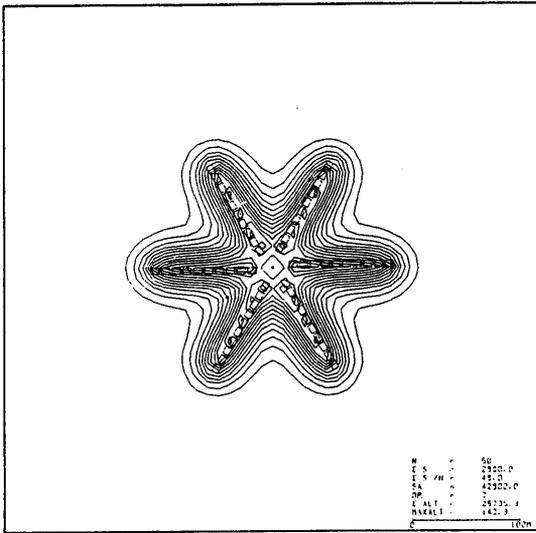
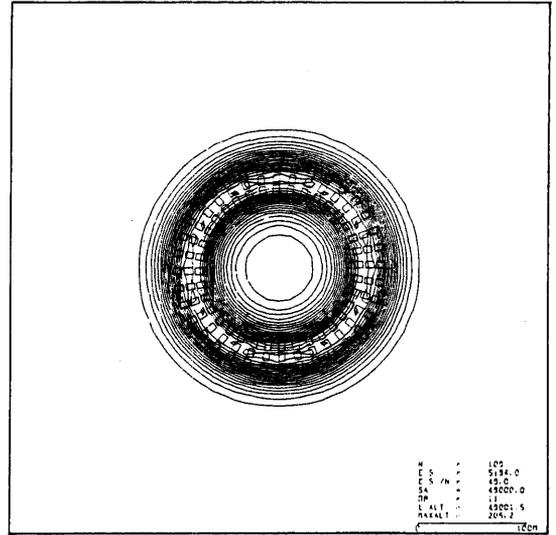
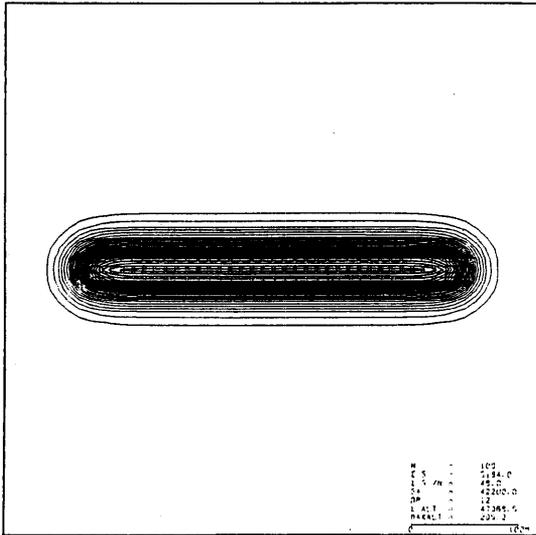


図-13 様々なモデルプランのポテンシャル図

りとして領域化したうえで集合内部の個々の住居に対して中心をもつ、一体、多中心の立体、地形になぞらえるならば台地上に突起のある立体として、

- ③モデル3のように住居が十分に離散した集合に対しては、個々の住居に対して中心をもつ多中心の離散した立体群として、

表現される。逆にいえば、このような表現性能を式(2)で与えられる関数 $f(x,y)$ はそなえているということである。(いくつかのモデルプランに対して同様の手続きを行ない、その結果を示しておく。(図-13))

基本的ないくつかの集落モデルに対し、式(2)によるポテンシャル化の手続きを行なってきた。次に、同様の手続きを私たちが実際に調査を行なって採取した集落平面図に対して行なう。

3-4 集落平面図のポテンシャル化

3-2で示した方法にしたがって集落平面図を座標平面に投影し建物を多角形あるいは円としてデータ化を行ない、得られたデータセットをもとに住居の集合状態をポテンシャル曲面に交換する。以下、ニジェールの集落ボルボルを実例にとり、ポテンシャルの視覚化の手法の説明を行なう。採取された集落平面図は図-14の通りで、その住居配列図は図-15のようになっている。

ポテンシャル曲面 $Z=f(x,y)$ は、(2)式によってひとつのデータセットに対して一意的に与えられる。したがって密度の分布状態を示すこのポテンシャル曲面の性状、構造をとらえることによって集落における住居集合の形態分析が可能となるわけである。ここで、私たちは先づポテンシャル曲面をとらえるためにそれを視覚化、具体的には図化する必要がある。

前項でも用いたように、一般に3次元曲面を図化しそ

の形状をとらえる方法として等高線図をもって表示することが行なわれる(図-16)。この表現の利点は、座標平面上にポテンシャル曲面が投影されるため住居の位置との相関をつかみながら、その集合状態が領域として視覚化できることにある。また、等高線の疎密が曲面の傾きの緩急を表わし、曲面を地形としてとらえた場合の頂点、

屋根、谷などの読みとりを可能にし、その位置を確認することもできる。

ポテンシャル曲面の表面の性状を表現する図法として、流线^(註11)を描く方法がある。ここでは、

(註11) ポテンシャル曲面を地形ととらえた場合のその上に落下した雨滴の流路、即ち最急勾配に沿う経路。



図-14 集落平面図(BOLBOL)

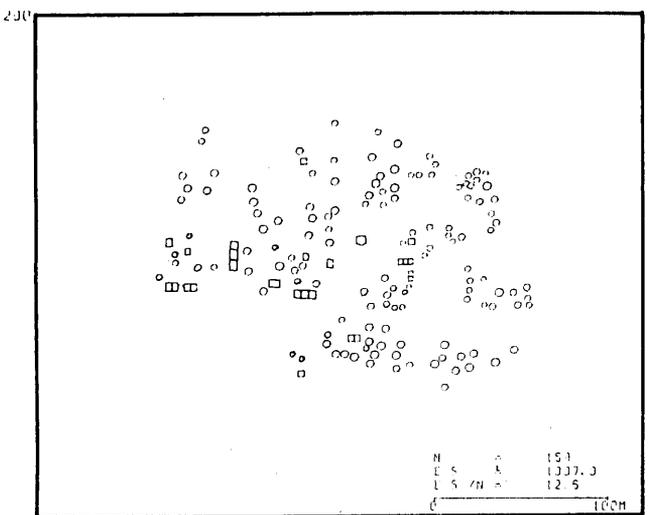


図-15 住居配列図(BOLBOL)

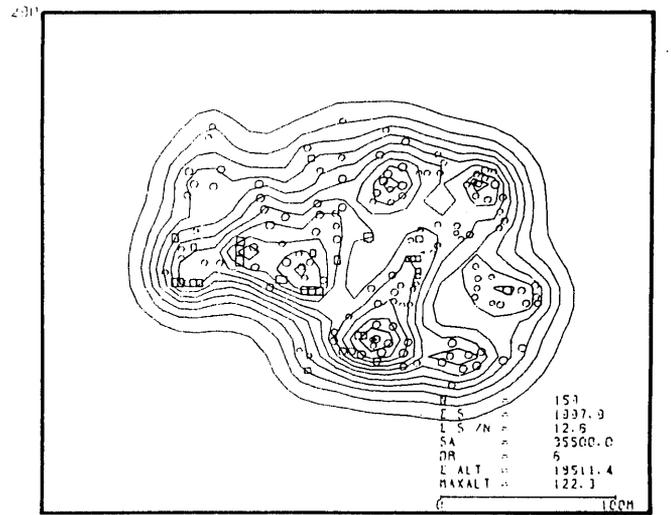
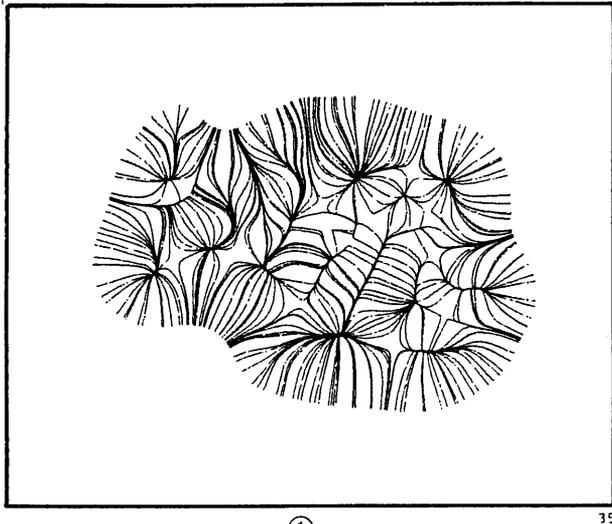
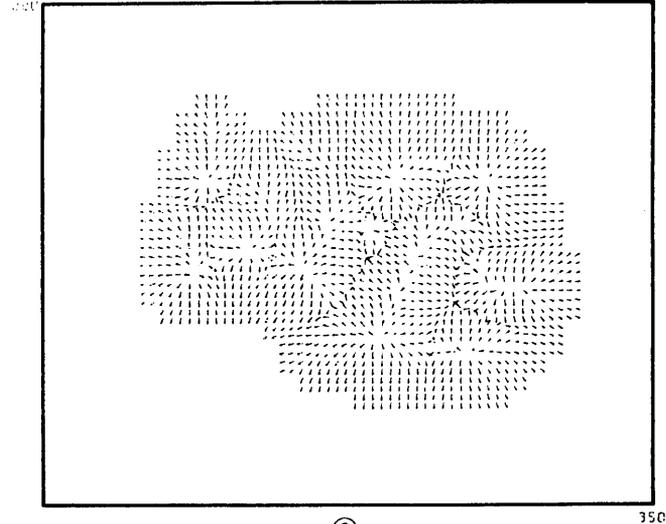


図-16 等高線図(BOLBOL)



①

350



②

350

図-17 流線図(BOLBOL)

- ① 10m×10mの格子点を始点とする上り、下りの流線を描く。
 ② 5m×5mの格子点を始点とする矢線ベクトルで流れの方向を示す。

の、2通りの方法で図化を行なう。(図-17、①、②)。①、②の図法はともにポテンシャル曲面の細かい性状を読み取る時に用いられる。

さらに、ポテンシャル曲面の形状を最もわかりやすく視覚化する図法としてアイソメトリック図を用いる。(図-18) これは、10m×10mの格子点上に与えられたポテンシャルの値を立体的に図化する方法である。部分部分の位置は読み取りにくい、この図は集落全域におけるポテンシャル曲面全体の形状を表現するのに適している。

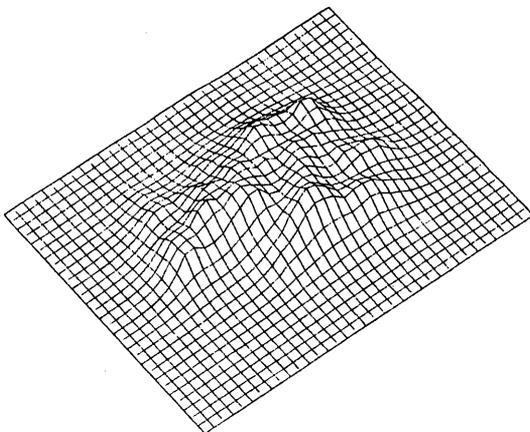


図-18 アイソメトリック図(BOLBOL)

以上、各集落のポテンシャルに対して

- a 等高線図
 b 流線図

- c 矢線ベクトルによる流線図
 d アイソメトリック図

の4種類の図法を用いて、ポテンシャル曲面を視覚化して表現する。

今回、図化を行なった集落は、表1の20例である。これらの集落は、現在私たちの手元にある集落平面図のうち、完備している70余のものの中から各地域の標準的な集落としてとりあげたものである。

I	1. BOLBOL 2. ROUGBIN	IV	14. PTO. VALDIVIA 15. TARAVITAS 16. ALIABAD
II	3. SHIBA 4. SHIVLI 5. GHOTWAL 6. JUNAPANI 7. MEYANDARE	V	17. MALILA 18. LALZANDHI 19. GATAZO CHICO 20. TOPAMI
III	8. SAN JORGE 9. SAMANAZANGARO 10. OXCACO 11. SANEKU 12. KAYIKRAZ 13. MATANWARI		

表-1 集落リスト

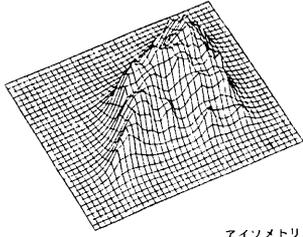
図化されたポテンシャル曲面の全体形状にしたがって集落の類型化を行なうと、典型として次の5つの集落をあげることができる。

- I BOLBOL (NIJER)
 II SHIBA (JAPAN)
 III SAN JORGE (ECADOR)
 IV TARAVITAS (MEXICO)
 V LALZADHI (INDIA)

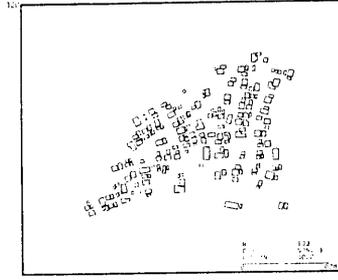


集落平面図

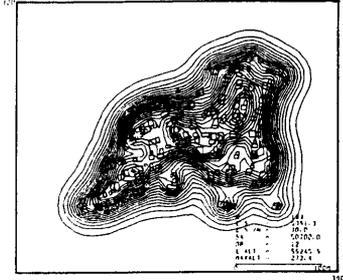
Shiba



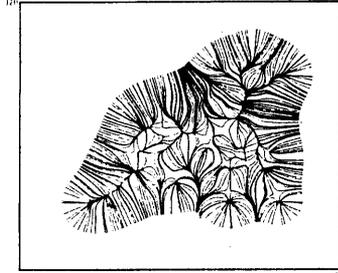
アイソメトリック図



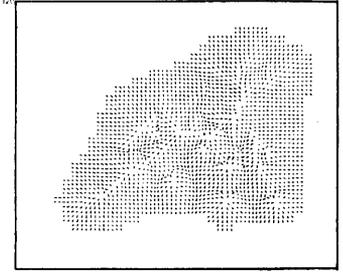
住居配列図



ポテンシャル図



流線図

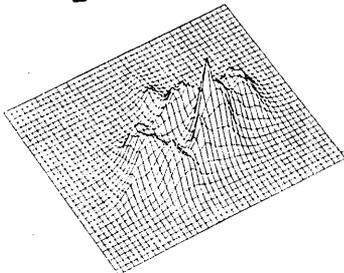


流線図(矢線図)

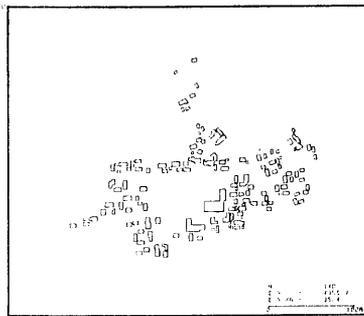


集落平面図

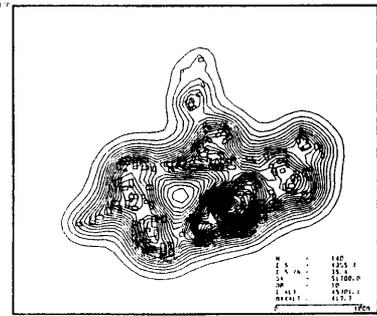
San Jorge



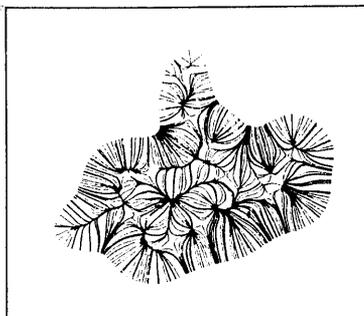
アイソメトリック図



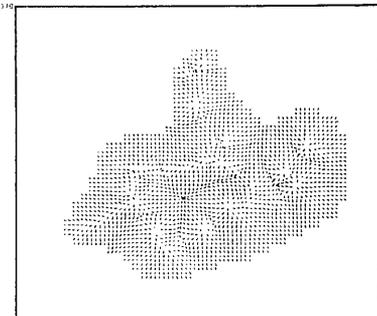
住居配列図



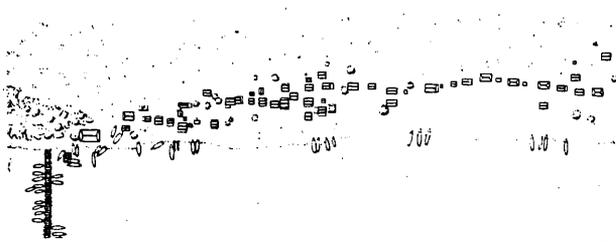
ポテンシャル図



流線図

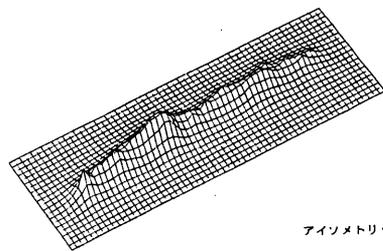


流線図(矢線図)

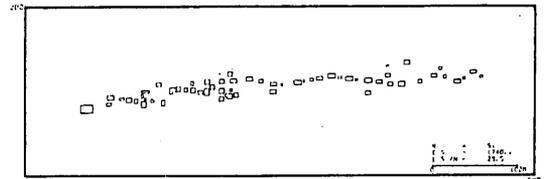


奥平平面図

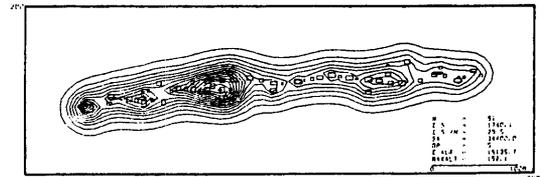
Taravitas



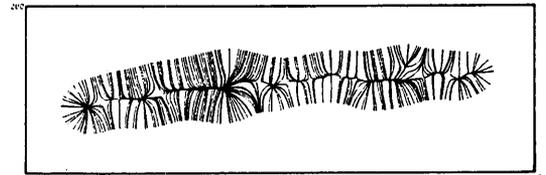
アイソメトリック図



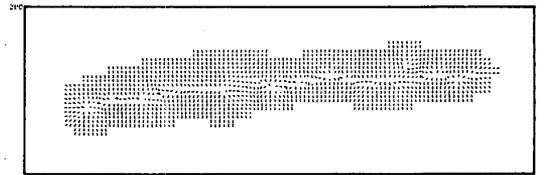
住居配列図



ポテンシャル図



流れ図

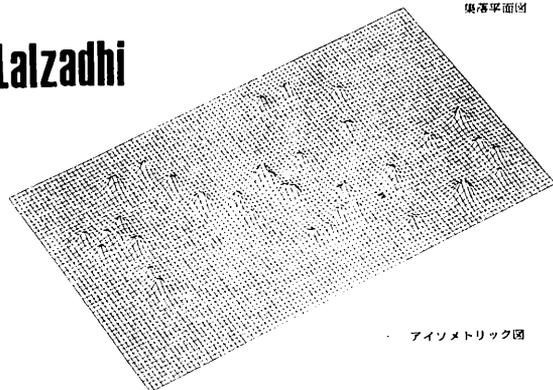


流れ図(矢線図)

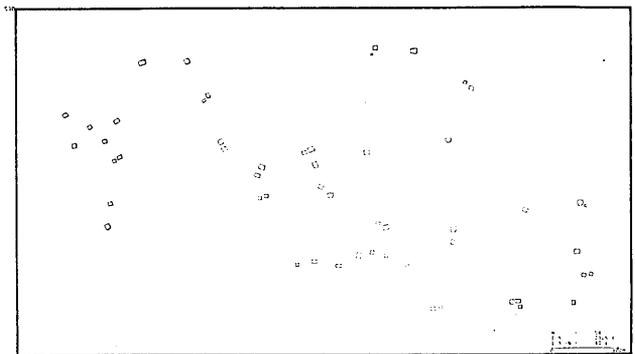


奥平平面図

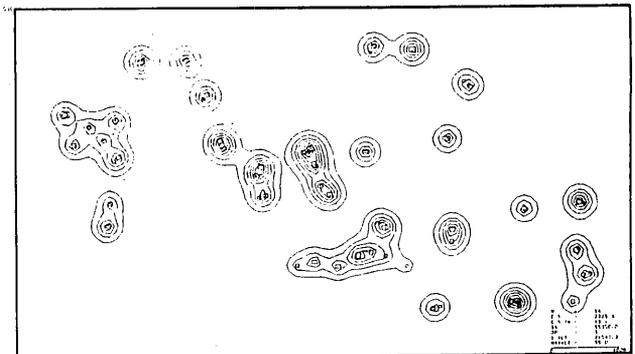
Lalzadhi



アイソメトリック図



住居配列図



ポテンシャル図

基本的に I, II のタイプは集落が一体性を示し, III, IV のタイプは集落内にクラスター, を形成する。V のタイプは個々の住居が離散している。それぞれのタイプに属すると判断される集落は, 表-1 に分類して示してある。視察によるこのような分類は極めて曖昧なものであるが判断の規準となっている条件としては

- ① ポテンシャル曲面の集中離散の程度
- ② ポテンシャル曲面の高さ
- ③ ポテンシャル曲面の凹凸の状態
- ④ ポテンシャル曲面の幾何学的性状

があげられる。すなわち, I のタイプの集落のポテンシャル曲面は, 集中しかつ低く, II のタイプでは集中しかつ高く, III のタイプでは集中しかつ凹凸があり, IV のタイプでは集中しかつ線状を示し, V のタイプのものは離散している。^(註12)

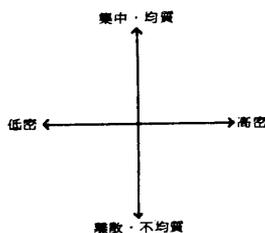


図-19 曲面形態の分析概念

(註12) 分類の判断の規準のうち条件④は①②③とレベルが異なる。ポテンシャル曲面の③離合集散(凹凸の状態を含む), ④高低という2軸で分類することとすればタイプIVに分類された TARAVITAS と ALIABAD はタイプIIに PTO. VALDIVIA はタイプIIIに属すると考える方が妥当であろう。

3-5 ポテンシャル曲面の形態分析

密度分布の状態をとらえるという視点から住居配列をポテンシャル化し, その図化を行なってきた。視察によるポテンシャル曲面の形状分類をより詳細に検討するため, 次にその計量化の方法を幾つか試みる。ポテンシャルの自動図化を行なうとき, 各集落について以下の指標を求めている。

- (1) 住居数 S (戸)
ポテンシャルを与える要素としての住居数, 集落の規模を示す。
- (2) 住居の総建築面積 ΣS (m^2)
住居の投影面積すなわち建築面積の総和。集落の実質的な規模を示す。
- (3) 平均建築面積 $\Sigma S/N$ ($m^2/戸$)
一戸あたりの平均建築面積。その集落を構成する住居の大きさの目安。

- (4) 住居領域面積 S_A (m^2)
等高線図にあらわれたポテンシャル値が10.0以上を示す領域の面積。住居配列の状態によって影響の及ぼされる範囲の大きさを示す値として計算される。
- (5) 総ポテンシャル値 ΣALT
画面にあらわれる格子点上(10m×10m)の各点におけるポテンシャルの値の総和。ポテンシャルを与える関数の定義から, この値は住居の総建築面積 ΣS と比例する。また, この値はポテンシャル曲面と $Z=0$ の平面のつくる立体の体積とも比例関係を示す。
- (6) 最大ポテンシャル値 $\max ALT$
すべての格子点上のポテンシャル値のうち最大を示す値。この値を示す点の位置が集落における最も密度の高い地点となる。
- (7) 平均ポテンシャル値 $\Sigma ALT/S_A$
総ポテンシャル値 ΣALT を住居領域面積で割った値。ポテンシャル曲面によって描かれる立体の高さをならしたときの平均高さに相当する。

以上の指標は, 集落ポテンシャルを量的に把握するものであり, 計算の結果は表2に示すとおりである。これらの指標に加えて, ポテンシャル曲面の形状を表わす指標を導入するために, 次のような方法によってポテンシャル曲面のグラフ化を行なう。

ここで, 最大値の $1/5$ ^(註13) の中でポテンシャル曲面を水平方向に切断し, その時表わされる層としての構造に着目する。

この時, 得られる等高線図は, ラヴェル付の5重閉曲線の集合でありその閉曲線の包含関係は図-20のようにグラフに変換できる。

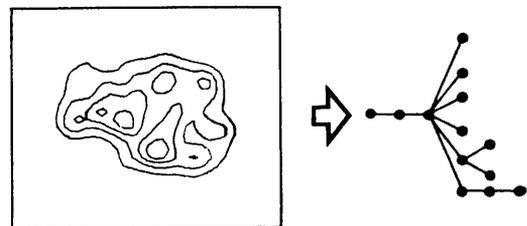


図-20 グラフ化例(BOLBOL)

(註13) 多重閉曲線のグラフ化については, ①ポテンシャルの最高値を n 等分した中で②絶対量としてのある中で, 曲面を水平方向に切断していく2通りの方法が考えられる。ここでは①の方法を用い $n=5$ とした。理由は従にグラフを複雑にすることを避けるためである。 n を変えることによって得られるグラフは異なるものとなるが, 一定の n についてグラフは, あるポテンシャル曲面に対して一意に決定する。それ故, 同じ手続を経て得られるグラフ群相互の比較が可能となる。

すなわち、画面上の閉曲線をグラフの頂点とし、各レベルでの包含関係を頂点どうしを結ぶ辺であらわす。このような手続きによって、すべての集落ポテンシャルは、一意的にグラフへと変換される。すなわち、等ポテンシャル線は、集落空間に量的な領域分割を与えるが、この領域分割は、一意に定まる順序関係をもつ層構造を生成する。この層構造をグラフとして表出するわけである。

ポテンシャル曲面をこのようにグラフに変換する利点は、以下のとおりである。

- ①集落の規模、密度によらず、住居の配列の状態を粗密の度合という点から自立した構造として一率に比較することが可能となる。
- ②グラフ化へ至る手続きが簡単であり、また一意性を有している。
- ③グラフに変換することにより、ポテンシャル曲面の凸凹の形状を数量化することが可能となる。

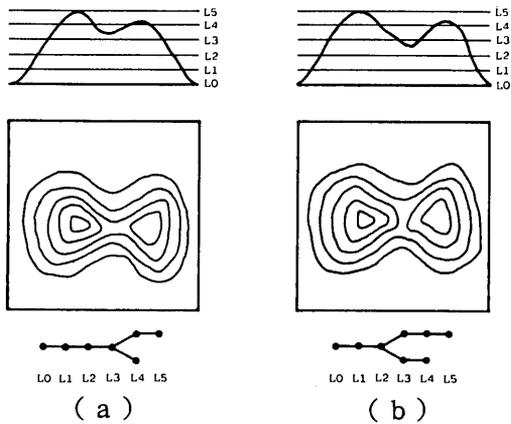


図-21

図-21のふたつの等高線図は一見すると大変に似ている。しかし、グラフに変換したそれを比較するならばa)の場合の方がb)に比べてより集中していることが明確にわかる。平面図における位置を捨象することにより、この場合は5重閉曲線になっている等高線図の包含関係が示す層構造がグラフには保存されて表わされている。

またポテンシャル曲面をポテンシャルの最高値を示す点から等分して水平方向に切断することにより、ひとつの集落における相対的な粗密の度合が示される。図-22

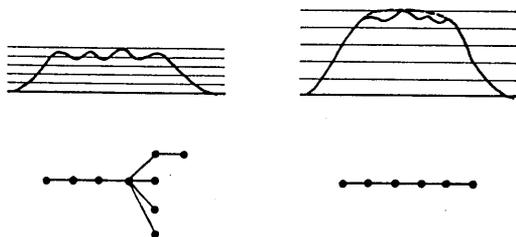


図-22

のポテンシャル曲面両者の凹凸の程度が同じだった場合、a)においては全体のポテンシャルが低いのでその凹凸の状態は集落の構造に十分に影響を与えるであろう。それに対しb)のように全体のポテンシャルが高い集落では多少の凹凸は集落の構造には効いてこないと考えるのが妥当だと思われる。それぞれのポテンシャル曲面は適度に抽象化されて表-2のようなグラフに変換される。

以上のようなグラフ化の手続きを各集落に対して行ない、その形態を表わすのに適していると思われる以下の指標を計算した。

- (8) 辺頂点比 (β -index) E/V
頂点数 E に対する辺数 V の比
 - (9) 平均分散度 (mean dispersion index) mdi
 $mdi = \frac{\sum \sum dij}{V(V-1)}$
 dij : 頂点 P_i から頂 P_j に至る最短パス
 - (10) 最大固有値 λ
グラフに対応する離接行列の固有方程式 $\det(A - XE) = 0$ の最大根。グラフの形態を表わす指標。
 - (11) P_w
レベル i ($i=0, 1, 2, 3, 4, 5$) におけるグラフの頂点の個数 n_i を i 列目の要素とする6次元ベクトル n とベクトル $a = (0, 1, 2, 3, 4, 5)$ の内積。 $P_w = \langle a, n \rangle$
 - (12) P_e
レベル i ($i=0, 1, 2, 3, 4, 5$) におけるグラフの端点^(註14)の個数 m_i を i 列目の要素とする6次元ベクトル n と a の内積。 $P_e = \langle a, n \rangle$
ここで指標(8)(9)(10)については、グラフの形態との相関が認められているという観点から、また指標(11)(12)については対象としている多重閉曲線がポテンシャル曲面を切断した等高線図であるという意味を鑑みて試みに計算したものである。
- 他に、次の2つの指標を計算した。
- (13) ピーク数 N_p
ポテンシャル曲面上にあらわれる頂点の個数。
 - (14) R 示数
住居平面の重心の位置 (X_{G1}, Y_{G1}) の分布状態を示す指標。^(註15)
- (註14) レベルの高い方向の端点、より高いレベルの閉曲線を内包しない閉曲線に対応するグラフの頂点のこと。
- (註15) 最近距離の平均/点がランダムに分布する時の距離の期待値

1. Shivli	2. Rougoubin	3. Ghotwal	4. Junapani	5. Meyandare	6. Shiba	7. Samanazangaro	8. Pto.Valdivia	9. Oxicaco	10. Taravitas
λf	1.93	2.04	2.16	2.19	2.21	2.24	2.24	2.33	2.34
E/V	0.86	0.89	0.88	0.90	0.90	0.93	0.90	0.92	0.90
mdi	2.18	2.38	2.39	2.78	2.80	4.00	2.82	2.97	2.56
Pw	20	18	23	25	26	40	25	28	25
Pe	10	8	13	15	16	19	13	15	19

11. Saneku	12. Aliabad	13. San Jorge	14. Bolbol	15. Kayikraz	16. Matanwari	17. Malila	18. Lalzandhi	19. Gatazo Chico	20. Tonami
λf	2.44	2.59	2.68	2.77	2.95	2.98	4.75	5.03	5.20
E/V	0.91	0.94	0.91	0.92	0.93	0.94	0.99	0.97	0.98
mdi	3.40	3.58	2.55	2.56	2.59	3.63	3.92	2.75	3.44
Pw	11	37	25	38	38	60	145	56	109
Pe	21	26	15	25	21	36	85	35	68

図-23 示標の相関

集 落 名 (国名)	住居数 N(戸)	住居の総 建築面積 ΣSi (m ²)	平均建築面積 $\Sigma Si/N$ (m ² /戸)	領域面積 S_k (m ²)	総ポテン シャル値 ΣALT_{ij}	最大ポテン シャル値 MAXALT	平均ポテンシャル値 $\Sigma \text{ALT}_{ij}/S_k$	ピーク数 Np	R 示数 R	辺頂点比 E/V	平均分散度 $\Sigma \text{d}_{ij}/V(V-1)$	最大 固有値 λ_f	Pw	Pe
1. SHVLI (INDIA)	74	44587	60.8	297000	41351.4	436.4	1.39	10	1.099	0.86	2.48	1.93	20	10
2. ROUGOUBIN (UPPER VOLTA)	61	10799	17.7	219000	10007.7	102.0	0.46	9	1.031	0.86	2.38	1.97	18	8
3. GHOTWAL (INDIA)	118	38062	32.3	327000	35268.9	256.7	0.95	9	0.932	0.89	2.88	2.04	18	11
4. JUNAPANI (INDIA)	81	3301.7	40.8	298000	30572.2	337.5	1.03	5	1.075	0.88	2.39	2.16	23	13
5. MEYANDARE (IRAN)	194	8596.7	44.3	681000	79670.3	326.9	1.17	30	1.033	0.90	2.78	2.19	25	15
6. SHIBA (JAPAN)	199	5961.3	30.3	507000	55245.0	279.4	1.09	16	0.872	0.90	2.80	2.21	26	16
7. SAMANAZANGARO (PERU)	87	4105.9	47.2	529000	38044.6	242.5	0.72	10	0.765	0.93	4.00	2.24	40	19
8. PTO. VALDIVIA (COLOMBIA)	75	4479.9	59.7	505000	41520.9	375.4	0.82	24	0.703	0.90	2.82	2.24	25	13
9. OXCACO (MEXICO)	98	4199.3	42.8	493000	38901.7	239.2	0.79	13	0.894	0.92	2.97	2.33	28	15
10. TARAVITAS (MEXICO)	61	1740.1	28.5	344000	16135.7	152.1	0.47	18	0.950	0.90	2.56	2.34	25	19
11. SANERU (JAPAN)	147	3295.3	22.4	519500	30526.9	179.0	0.59	15	0.494	0.94	3.40	2.44	41	21
12. ALIABAD (IRAN)	83	2898.6	34.9	530000	26863.0	178.6	0.51	23	0.901	0.94	3.58	2.59	37	26
13. SANJORGE (GUATEMALA)	140	4955.7	35.4	517000	45901.1	417.7	0.89	12	0.778	0.91	2.55	2.68	25	15
14. BOLBOL (NIGER)	159	1997.9	12.6	355000	18511.4	122.3	0.52	12	0.959	0.92	2.56	2.77	38	25
15. KAYIKRAZ (TURKEY)	154	6051.3	39.3	641000	56089.1	243.7	0.88	23	0.785	0.93	2.59	2.95	43	31
16. MATANWARI (INDIA)	98	5644.4	57.6	644000	52320.7	371.2	0.81	20	0.676	0.94	2.93	2.98	38	24
17. MALILA (MEXICO)	50	1926.2	38.5	456000	17852.2	121.8	0.39	23	0.420	0.96	3.63	3.20	60	36
18. LALZADHI (NEPAL)	54	2326.4	43.1	689500	21547.9	86.0	0.31	39	0.664	0.99	3.92	4.75	145	85
19. GATAZO CHICO (ECADOR)	69	2603.1	37.7	747000	24128.3	168.2	0.32	42	0.841	0.97	2.75	5.03	56	35
20. TONAMI (JAPAN)	104	7913.8	76.1	149200	73227.5	268.6	0.49	38	0.559	0.98	3.44	5.20	109	68

表-3 分折示標一覽表

RESULTS

COMPOSITE NO.	VARIMAX CRITERION
1	V = 0.144
2	V = 0.136
3	V = 0.073
4	V = 0.032
5	V = 0.013
6	V = 0.003
7	V = 0.004
8	V = 0.003
9	V = 0.000
10	V = 0.000

STRUCTURE VECTOR

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.566	-0.074	0.124	0.811	0.004	-0.004	-0.007	0.003	-0.005	0.001
2	0.931	-0.034	0.071	0.209	-0.055	-0.193	0.030	0.089	0.123	0.141
3	0.939	-0.058	-0.027	0.122	0.074	0.222	-0.133	-0.047	-0.147	-0.035
4	0.943	-0.024	-0.094	-0.170	0.113	0.058	0.026	-0.077	0.221	-0.036
5	0.959	-0.039	-0.067	0.060	0.043	0.152	-0.116	-0.028	-0.166	-0.052
6	-0.879	-0.043	-0.033	-0.103	0.174	0.428	0.015	0.001	0.019	0.007
7	-0.156	0.671	0.278	-0.157	-0.651	-0.010	-0.003	0.004	0.001	0.002
8	0.081	0.994	-0.036	0.006	0.057	-0.006	0.022	0.031	0.001	-0.000
9	0.080	0.994	-0.036	0.006	0.057	-0.007	0.023	0.030	0.001	-0.000
10	-0.607	-0.635	-0.039	-0.062	0.068	0.043	-0.134	-0.446	-0.006	-0.002
11	0.841	0.154	-0.091	-0.097	-0.114	0.033	0.486	0.006	0.005	0.002
12	-0.105	-0.063	0.992	0.012	-0.007	-0.005	-0.003	0.002	0.000	0.002

表-4 相関分析 (バリマックス法)

以上計算された指標のうち次の12指標について相関分析 (バリマックス法) を行い、指標の評価を行なった。

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| ① mdi | ⑦ N |
| ② E/V | ⑧ S _A |
| ③ P _w | ⑨ ΣALT |
| ④ λ _f | ⑩ ΣALT/S _A |
| ⑤ P _e | ⑪ N _p |
| ⑥ 100/P _e | ⑫ R |

結果は表-4のとおりである。バリマックス基準にしたがってこれらの指標を分類すると次のようになる。

- ① 大きく2つのグループに分かれる。
グループ1/E/V, P_w, λ_f, P_e, 100/P_e, N_p
グループ2/S_A, ΣALT (N, ΣALT/S_A)
- ② さらに下位のグループをみると
グループ3/R
グループ4/mdf
が独立の指標となっている。

構造ベクトルにしたがえばグループ1の指標のうち P_e と λ_f が最も有効な指標である。グラフの形態表現性能として λ_f がより安定していることから、主に λ_f をグループ1の指標群を代表する指標として横軸にとり、他の指標をもう縦軸として座標平面を組みプロットしたのが図-23①~⑥である。①~③はグループ1の指標どうしの相関の状態を表わし、④~⑥は λ_f とグループ2の指標との関係を表わしている。その他の組み合わせによるものが⑦、⑧である。(各図とも視察によって分類したポテン

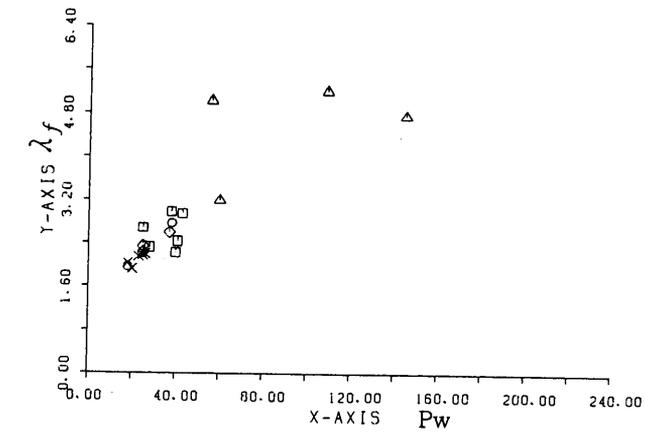
シャル曲面の形状を類別してプロットしてある。

グループ1の指標は、いずれもポテンシャル曲面の凹凸の状態を示す指標であるといえる。グループ1に属する指標 λ_f の値は、大きければポテンシャル曲面は凹凸が多く小さければ平滑である。④⑤にみられるように λ_f とグループ2の指標、住居数 N、住居の総建築面積 ΣS との間に相関は認められない。このことは、λ_f によって示される集落内における密度の分布状態が集落の規模、住居の規模に依らないということを示している。⑥は λ_f と ΣALT/S_A を2軸にとりプロットしたものであるが、ここでは視察によって類別できるポテンシャル曲面の形状がほぼ3つのタイプに類型化されている。すなわち、

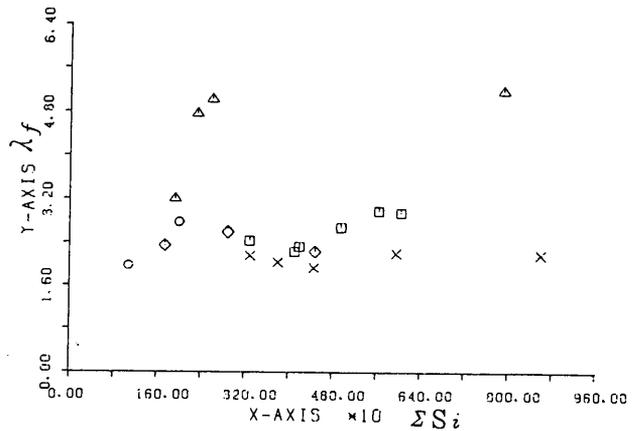
- ① タイプI
- ② タイプII, III, IV
- ③ タイプV

を識別することができる。⑦、⑧図においてもほぼ同様のことがいえる。

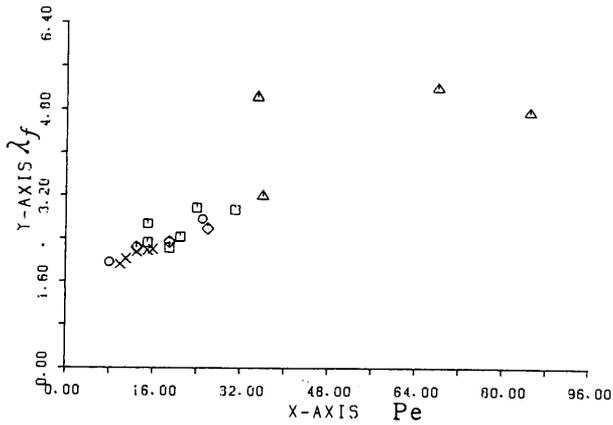
以上をまとめると、ポテンシャル曲面の形状をとらえるために計算された指標群は大別して2つのグループにわかれ、ひとつのグループは λ_f によって代表されるように曲面の凹凸の状態を、もうひとつのグループはポテンシャル曲面の大きさを表わす。グループ2の指標のうち集落、住居の規模を示す指標と λ_f とは直接の相関を認めることはできないが、集落の平均密度を示す指標 ΣALT/S_A と λ_f とは相関を示し、これら2指標を軸として集落をプロットすることにより視察によるポテンシャル曲面の形状分類に近い分類を行なうことができる(図-23⑥)。ただし、ポテンシャル曲面が線状となって



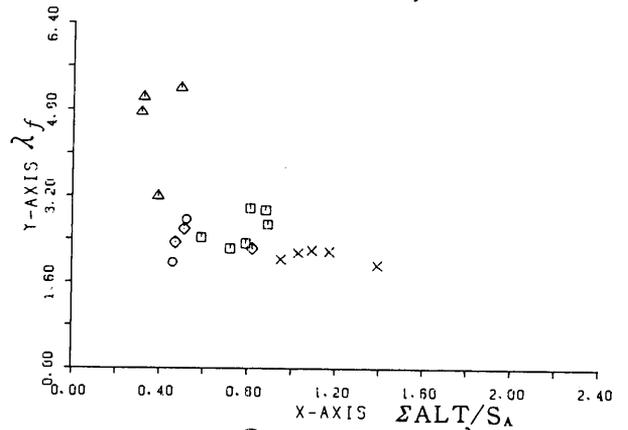
① $Pw \times \lambda_f$



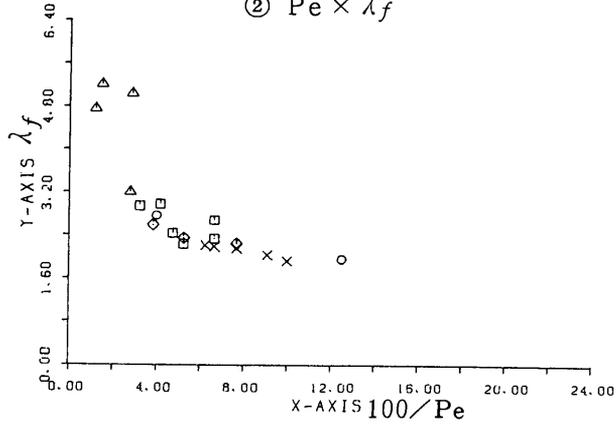
⑤ $\Sigma S_i \times \lambda_f$



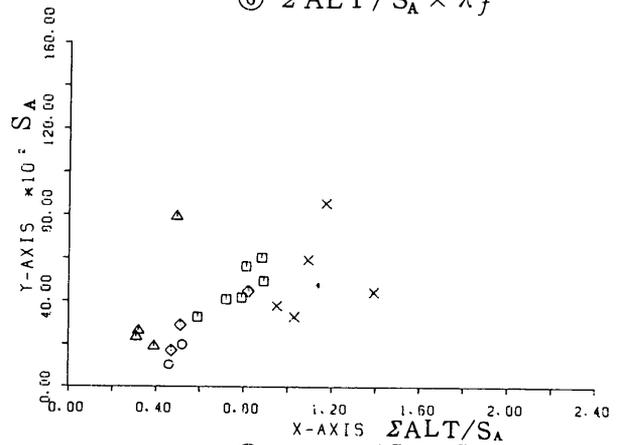
② $Pe \times \lambda_f$



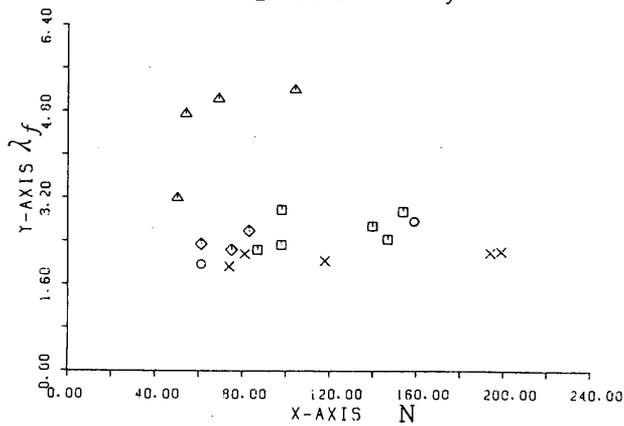
⑥ $\Sigma ALT/S_A \times \lambda_f$



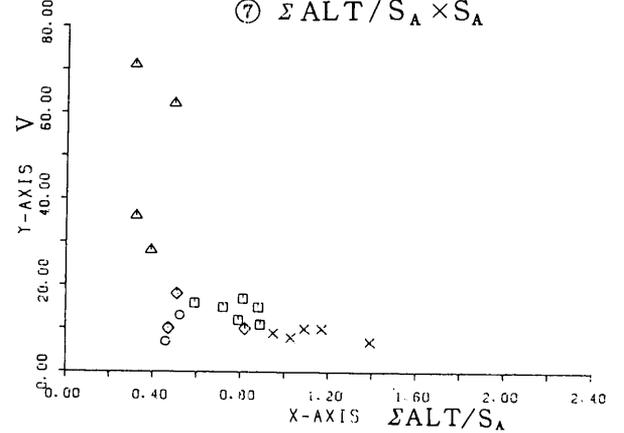
③ $100/Pe \times \lambda_f$



⑦ $\Sigma ALT/S_A \times S_A$



④ $N \times \lambda_f$



⑧ $\Sigma ALT/S_A \times V$

図-23 示標の相関

- - タイプ I
- × - タイプ II
- - タイプ III
- ◇ - タイプ IV
- △ - タイプ V

いるのかどうかというような形態についての特徴を細分類をすることは、計算された指標ではできない。そのような指標を開発することが今後の課題である。集落の標本数をふやし、得られた指標の表現性能についてより検討を加えていくこともまた今後の課題である。

おわりに

本研究(1), (2)により、住居および集落の構造に対する形態論的な観点からの類型化が試みられたが、そこで使用された手法(グラフ理論, AC論, 位相空間論)は必ずしも完備したものでなく、研究開発と事例への適用によるその有効性の検証とが同時進行的に行なわれている段階にあり、当初において予定されたタイポロジーとしての位置づけを充分にはたしたとは思えない。しかし、従来において手法が未開発であったこの分野における先駆けとしての役割りはある程度果たせたのではないかと考えている。今後の課題として、従来の方法論をより洗練された包括的なものへと改良してゆくと共に、例えば記号論的な解釈をそこに導入するといったような新たな有効な手法の開発が必要であると考え、その方向で論の新たな展開を画る覚悟である。

最後に、本論のための調査・資料収集に参加した多くの人々と、論理の展開に加わった人々、特に数学的な部分の展開に協力いただいた東京大学教養学部：伊原信一郎助教授の御好意に深く感謝すると共に、こうした基礎的な研究に2ヶ年にわたり助成くださった財団法人：新住宅普及会一住宅建築研究所に厚く御礼申し上げる次第である。

参考文献 (住宅建築研究所報1980 No.7 所収同題目論文 No.7903 に続く)

- 11 原広司他 建築空間の形態学的研究
 - その1 形態論における位相空間モデルの基礎概念について
 - その2 グラフの隣接行列とその固有値について
 - その3 グラフによる住居形態の分析
 - その4 住居の類型化の試み
 日本建築学会大会学術講演梗概集, 昭和56年
- 12 原広司 アフリカ・サバンナ集落の景観と住居形態

記号学研究1 日本記号学会編 北斗出版1981

〈研究組織〉

原	広司	東京大学生産技術研究所・助教授
藤井	明	”
芦川	智	昭和女子大学
宇野	求	東京大学・大学院生
大島	治雄	”