政治区画の幾何形のモデルと測定 (政治区画の歴史地理)

政治区画の幾何形のモデルと測定

梶川勇作

序言

政治区画とはある特定の政治力の管轄下におかれた地表の範囲を限界づけたものである。この限界づけられた個々の範囲を政治領域（territory）と言うが、現代ではこうした政治領域に所属しない地表はごく少なく、一般にある政治領域は同一レベルの他のいくつかの政治領域と境を接している。この論文では、政治区画についての諸問題のうちで、この政治領域の境界線網、つまり政治区画網の形状（shape）だけを問題にする。しかもこの場合、それをきわめて抽象化、単純化して考察する。換言すれば、ここでは政治区画を平面分割つまり地域区分（division）の一種とみなすものである。

一、モデル

もし考察対象の政治区画が連続的に、つまり間隙をつくらずに、平面をおおっているならば、その区画網をグラフ

理論におけるセルグラフ (cell graph) とみなすことができる。セルグラフは多辺形グラフとも呼ばれ、平面(planar) グラフの一種である。一つ一つの政治領域はセルグラフのセルに相当し、境界線はグラフの辺 (曲線分) に当たる。このことはこれらの政治領域が階層的ではなくて、同一レベルに属するならば、これらが国・州・県・市町村などいずれのレベルの領域であるかを問わない。

しかし、現実の政治区画のうちにはセルグラフの定義に合わない例外事例がみられる。まず、グラフでは辺で囲まれたどのセル (面とも言う) も他から区別された独立の一つのセルである。しかし、政治領域は言わゆる飛地をもつことがある。飛地だけでは一つの政治領域とは言えない。つまり、グラフでは二つ以上のセルに相当するものが、ここでは一つの政治領域を形成しているのである。次に、グラフではどのセルも他のセルのぐるりを取り囲むことはない。換言すれば、一つのセルは二つ以上のセルと辺を接する。しかし、政治区画の場合、まれではあるけれども、一つの領域が他のまわりをすっかり取り囲む事例が実在する。例えば、イタリアにおけるバチカン市国や浜松市に囲まれた可美村などがこれである。

こうした例外を無視して、ここでは政治区画網をセルグラフとみなそう。ところで、ある領域に隣接する領域 (もちろん同一レベルの) の数を接触数 (contact number) と言う。それはグラフに関して言えば、セルの辺数である。政治区画を示した地図を一見すれば明らかなように、領域の接触数は様々である。それは一となることも実際にはあるが、前述のようにグラフの定義に合わせて言えば、それは二以上の様々の整数をとりうる。筆者は戦前の日本における郡 (内陸の二七六郡) の接触数を調べたことがある(1)。それは最小の二から最大の十二にわたっている。またベイカーが調査したフランスの二九四町村 (rural communes) の場合には、それは最小二、最大十九である(2)。こ

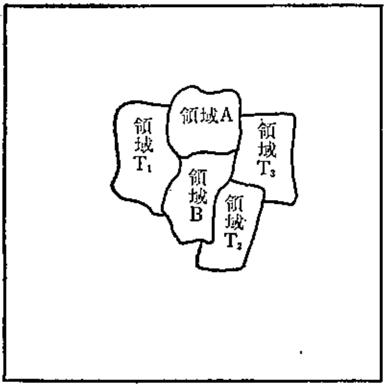
のように個々の領域の接触数は様々の値をとる。しかし、その平均値は六以上になることはありえず、しかも対象とする領域の数の増加につれて、六に近づくことを次に証明しよう。

平面上に互いに隣接する領域AとBとがあるとしよう（第1図）。これに新しい領域T_1を、AまたはBあるいは両方に隣接させて描く。以下同様にして、新しい領域T_2・T_3……T_nを書き加えてゆく。さてT_nまで描いた時には、領域の数は当初のAとB、およびこのでき上ったグラフ全体の外側の領域（グラフ理論では無限面という）とを含めて、(n+3)個である。また一つの領域を書き加えるごとに、辺は三つづつ増加するから、辺の総数は当初のAとBの辺数を含めて、(3n+3)である。ところで、領域の接触数を計算する時には、一つの辺は二回づつ数えられる。つまり、領域の接触数の合計は(6n+6)である。したがって領域の接触数の平均値（C）は

$$C=(6n+6)/(n+3)=6-12/(n+3)$$

である。ゆえにCは六以上にはなりえず、nが十分大きければ、六にきわめて近似する。換言すれば、領域は平均的に言って他の六つの領域に隣接するのである。

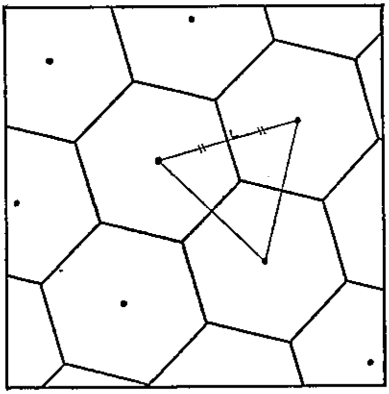
こうした領域接触数をハゲットはブラジルの約二、八〇〇の郡（municipios）から無作為抽出した百の郡について調べ、その平均値が五・七であること、その頻度は六において最も高いことを示した(3)。また筆者も日本の郡およ



第1図　領域の接触数

び市町村（六七市町村を系統抽出）の接触数を調査して、その頻度の最も高いのは六であることを報告した(4)。したがって、領域の接触数の平均のみならず、頻度分布の点からも、六角形が政治領域の形状を代表するモデルであると言えるのである。これにさらに理想平面、つまりあらゆる方向に均質な平面という条件を加えるならば、このモデルは衆知の正六角形モデルになる（第2図）。

正六角形モデルは次のような別の観点からも導き出される。ある一つの中心地の領域は他の中心地を考慮しないならば、理想平面上において円形である。このまわりに同じ大きさの円形の領域が接すると考えると、一つの円は六つの円に囲まれる。しかし、この状態では領域に含まれない空隙部分が残っている。もしこの部分にも各領域が拡大するならば、領域の形は正六角形になる。つまり、円の接点が正六角形の辺に変わるのである。



第2図　正六角形モデル

ハゲットは平面分割としての正六角形モデルを演繹する幾何学原理として次の三つを挙げている(5)。

一、正多角形は不規則な多角形よりも効率的である。この場合に効率的とは同一面積の形状において、中心点から周辺までの直線距離および周囲長が短かいことである。

二、円は正多角形のなかで最も効率的な形である。

三、平面を埋めつくすことのできる正多角形のうちで、正六角形が最も円に近似し、最も効率的である。

このような理想的な正六角形の政治領域、政治区画が成立するため

には、次の二つの前提が満足されねばならない。

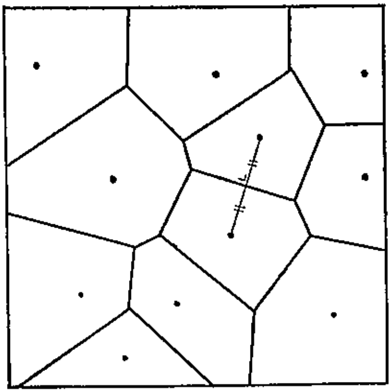
前提A……政治中心地が平面上に規則的に、つまり正三角格子状に分布していること。

前提B……平面上の各部分は直線距離の最も短かい中心地の領域に含まれること。

換言すれば、Aは中心地の分布パターンに関する前提であり、Bは境界の立地に関する前提である。このどちらを欠いても、正六角形の区画は成り立たない。

右の前提Aとは無関係に、ある中心地の分布パターンが与えられている時、前提Bを満足する多角形網が考えられる。この多角形はディーリクレイ(Dirichlet)・リージョンとか、ヴォロノイ(Voronoi)多角形とも言われている[6]が、ここではティーセン多角形と呼ぼう。一九一一年にティーセン(A. H. Thiessen)はいくつかの観測点の雨量データからその区域の平均面積雨量を求めるのにこうした多角形網を利用する方法を考案したのである[7]。作図的に言えば、各中心点から隣り合う点までの線分の中点に直交する直線を描いた時、この直線を辺とする多角形がティーセン多角形である(第3図)。この多角形網を実際に作図するにはコペクの考案した方法を用いれば容易である[8]。政治区画のモデルとしてこのティーセン多角形網を考えるならば、もちろんそれは中心地の特定の分布パターンを前提にしていない、つまり前述の前提Aに無関係であるという点で、正六角形モデルよりも理想化の程度の低い、したがって現実の区画により近似するモデルであると言える。

ある中心地の分布パターンが与えられ、もしさらに中心地の政治力の相対的強度が分っているとすれば、ティーセン・モデルをさらに現実に近づけたモデルに改良できよう。つまり、各中心地から隣り合う中心地までの線分の中点ではなくて、その線分を二つの中心地の政治力の相対的強度に応じて二分する点に直交する直線を描くのである。こ



第3図　ティーセン多角形モデル

うして作図された多角形の大小は中心地の政治力の強度を反映することになる。かような政治力の強度が何によって表現しうるかは国によって異なるであろうし、対象とする政治区画のレベルによってもちがうであろう。ある人は中心地の人口規模を思いつくかも知れない。その場合には、領域の人口規模や面積規模は中心地の人口規模と正相関しておらねばならない。実際に州や県・市町村の面積をながめてみると、広大な面積をもつ領域ほどむしろその中心地の人口規模および領域全体の人口も少ない傾向、つまり領域人口規模の均等化傾向がみられる。したがって、こうした政治区画ではむしろ中心地人口規模の逆数にあたるような指標をとった方が適切と思われる。

さて今まで述べたどのモデルにおいても、セル（領域）のどの辺も直線であり、セルはすべてとつであり、それゆえ、セルの接触数の最小は三である。これらの点をもっと現実の区画に近似させたモデルがある。それは結晶学の分野において考え出されたジョンソン・メイル（Johnson—Mehl）・モデルである。このモデルでは、セルの辺は曲線でもよいし、セルは必ずしもとつでなくてもよいから、セルの接触数の最小は二であり、さらに中心核を欠いたセルをも許容している。このモデルとティーセン・モデルとの特性の比較がブーツによって行なわれている(9)。彼はこれら二つのモデルをイギリスのバスサービスセンターの領域に適用して、ジョンソン・メイル・モデルの長所を明らかにしている。しかし、本論文ではこのモデルを扱わないことにしよう。その一つの理由はこのモデルが動態的であ

るためである。ここでは終始、時間要素を無視した静態モデルを考えているからである。

二、パターンの測定

前述の前提Bのみを満足するティーセン・モデルとそれに前提Aをも満足する正六角形モデルとがある。では現実の政治区画はこれらのモデルからどれくらい偏差しているのか。これを測定する方法が以下の課題である。この問題は二つに分けられる。第一は中心地の分布パターンが正三角格子状かどうか、つまり前提Aにどれくらい従っているか。第二は中心地の分布パターンを与件とした時、政治区画はティーセン多角形網になっているかどうか、つまり前提Bをどの程度満足しているのかである。前者は点分布の測定、後者は線分布の測定の問題である。

地理学では集落などの点分布パターンに対して古くから深い関心が持たれてきたけれども、そうしたパターンを統計的手法や確率論的手法を用いて記述しようとする試みが現われたのは中心地理論の研究が興隆した比較的近年のことである。この種の最近の研究業績についてはキングが詳細に論評している(10)が、それらの出発点は一九五四年にクラークとエヴァンズという生態学者が考案した最近隣単位法（nearest-neighbour analysis）に求められる。そしてこの分析法が一九六〇年代の初めにデイシーやキングによって地理学における中心地（都市）分布の研究に導入されたのである。

従来は多くの場合、点分布を観察して、主観的に判断し、集中的パターンとか、分散的パターンとか表現してきたが、最近隣単位法を使えば、分布パターンを客観的な一つの数値によって記述することができる。それは次の式から求められる。

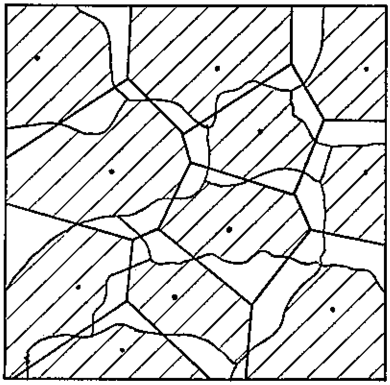
$$R=2\cdot D\cdot A^{-\frac{1}{2}}\cdot N^{\frac{1}{2}}$$

ただし、Rは最近隣統計値であり、Dは与えられた分布における各点から最も近い点までの直線距離の平均値、Aは面積、Nは点の数である。Rの値はゼロから二・一五までの範囲にある。もしすべての点が一ヶ所に凝集しているならば、ゼロになり、逆にすべての点が完全に規則的に、つまり正三角格子状に分布しているならば、二・一五(11)になる。そしてもし点分布が完全にランダムである時には、一になるのである。この手法を使えば、考察対象地域の大きさが異なっていても、点の数がちがっていても、二つの分布パターンをRの値によって客観的に比較することができるのである。

デイシーはこの手法を用いて、ミシシッピ川に沿う都市の分布がブルクハルトの言うような規則的（等間隔的）なものではなく、凝集的であることを明らかにした(12)。またキングは合衆国内の二十区域の都市分布をこの手法によって分析して、合衆国の都市分布パターンは規則的というよりもむしろランダム分布に近似すると結論している(13)。

政治的中心地の分布とその政治区画が与えられた時、我々はこの最近隣単位法を用いて、まずその中心地の分布パターンが正六角形モデルの前提である正三角格子パターンからどれくらい偏っているかを測定することができる。

現実の中心地の分布が正三角格子パターンに一致することはほとんどないだろうが、中心地の分布パターンが既知であるとすれば、次に問題になるのはこうした中心地の分布パターンのもとにおける境界の立地の問題である。この問題に対する一つの解答は現実の区画とティーセン多角形網との比較によって与えられる（第4図）。現実の政治区画網の図上に、中心地の分布にもとずいてティーセン多角形網を作図する。現実の区画とティーセン多角形の共通部

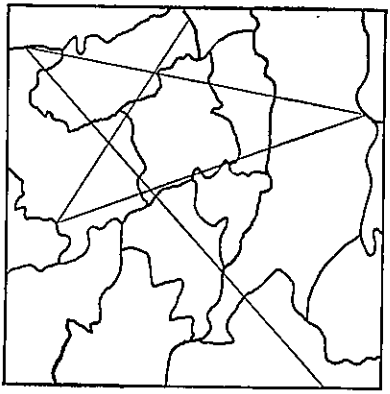


第4図　現実の区画とティーセン多角形網
（斜線部は両者の共通部分）

分の面積をプラニメーターなどを使って計測する。これらの面積の和を考察対象地域の面積で割る。この指数の値が境界立地のモデルと現実との偏りを表現する。値が一に近いほど現実の区画網がティーセン多角形網に近似しているのである。

もし共通部分などの面積が知りえないとすれば、簡便的な方法として、中心地から隣りの中心地までの直線分の長さとその直線が現実の境界を切る点までの長さとを組み合わせた尺度を考えうるであろう。いずれにしても、こうした測定法は中心地のある相対強度が与えられた時のティーセン多角形を作図して、適用することもできる。

もしティーセン多角形と比較するのではなくて、現実の境界立地パターンを記述したいのであれば、再び前述の最近隣単位法が応用できる。この手順についてはデイシーが「線パターンの記述」(14) という論文で紹介している。まず、考察対象とする区域の境界線網の図上にランダムウォーク (random walk) による横断線を引く (第5図)。図の端に達したら、そこから再びランダムウォークの横断線を引けばよい。この連続した一本の屈折した横断線上に境界線との切点を記録する。次にこの線上において一次の反射対 (reflexive pair) になっている切点の数の割合を求める。一次の反射対とは相互に最も近くに位置する二点のことである。さらに互いに二番目に最も近接した位置にある二次の反射対の点の数の割合を求める。以下同様に三次、四次というふうに続ける。さて、一本の線分上にいくつかの点が完全にランダムに分布している時には、n次の反射対の点の数は $(2/3)^n$ の割合になることが知られてい



第5図　ランダムウォークの横断線注

る。右の手順で求めた各次の割合がこれを十分上廻るならば、規則的、逆にこれより小さければ、凝集的パターンであると記述できるのである。

この測定法は政治区画網のようなセルグラフばかりでなく、河川網や鉄道網などを含めたすべての線パターンに適用可能である。政治区画網の場合にも、その中心地分布とは無関係であるという意味でも、一般的な測定法であると言えよう。

さて以上のべたいずれの測定法も点あるいは線のパターンが全体としてモデルからどれくらいずれているかを扱うものであり、個々の政治領域の形状にはまったく言及していないのである。形状の測定法はこれらとは別の次元に属する。

三、形状の測定

地理学でも研究対象の形状というものを重視してきたけれども、岩石学や生物学など他の分野に比べると、形状の測定を問題にするようになったのは近年のことである。従来はたいてい観察した形状を任意的な分類項目にあてはめて、円に近いとか、星形とか、ひょうたん形であるというふうに記述してきた。しかし、こうした分類では二つの形状を厳密に比較することができない。客観的に比較し、記述するためには形状を測定する必要がある。

ある対象の形状はいくつかのパラメーターをもっている。例えば、面積・周囲長・長軸の長さなどがこれである。

これらを組み合わせた指数を用いて、ある形状を正多角形の系列にあてはめるのが最も簡単な形状の測定法であろう。換言すれば、そこでは円をモデルとし、その指数の値によってそのモデルからの偏りを計測するのである。パラメーターの組み合わせによって、何種類もの指数が考えられる。

例えば、ハゲットはブラジルの郡の形状を考察するのに、次のような指数を使っている(15)。

$$F_1=1.27\,A/L^2$$

ただし、F_1は形状指数 (shape index)、Aは郡の面積、Lは最長軸の長さである。定数（一・二七）をかけているのは、円の場合に、指数の値が一になるようにするためである。換言すれば、この指数はその形状の面積とその形状の最長軸の長さを直径とする円の面積（$\pi L^2/4$）との比である。定数をかけているのを除けば、この指数はホートンが流域の形を表現するのに用いた「形の比」(form ratio) と同じである。

ハゲットは測定の結果、ブラジルの郡ではこの指数の値が〇・〇六から〇・九三までの広範囲にわたること、細長い形状の郡が多いこと、しかし、正三角形・正方形・正六角形に近似しようとする傾向が指数値の頻度分布から読みとれることを報告している。ハゲットと同様の測定をベイカーはフランスの町村について行なっている(16)。指数値の範囲は〇・〇三―〇・九三であり、平均は〇・四九であった。

この指数の算出に使っている面積（A）と最長軸の長さ（L）とから次のような指数も考えうる。

$$F_2=1.13\sqrt{A}/L$$

これは観察している形状の最長軸の長さをその形状と同一面積の円の直径と比べたものである。つまり、F_1を開平したものである。

同様の観点から、例えば、対象の形状の面積（A）をその形状の周囲長（P）を周とする円の面積と比較する指数、つまり、

$F_3=12.56\ A/P^2$

が考えられる。これを開平したものは形状の周囲長（P）をその形状と同一面積の円の周と比較する指数、つまり、

$F_4=3.54\sqrt{A}/P$

になる。

また形状に内接する円の半径（R_1）と外接する円の半径（R_2）との比、つまり、

$F_5=R_1/R_2$

も同種類の指数である。

この他にもパラメーターの組み合わせがいくつか考えられるが、例をあげるのはこれくらいにしておこう。右にあげた指数の値はいづれもゼロから一までの範囲にあり、形状が円に近似するほど一に近くなり、逆に細長い形や屈曲の著しい形であるほどゼロに近くなる。それぞれの指数について、一とゼロとの間を、正三角形・正方形・五角形・六角形・円などのゾーンに区分しておけば、与えられた形状の指数値によって、その形状を正多角形の一つにあてはめることが可能である。

こうした形状の測定において、ある一つの形状は確かにその尺度上の一つの位置を与えられる。しかし、二つの別々の形状が同じ値をとることがありうる。換言すれば、指数のある一つの値は一つの形状を表現しているのではない。これらの指数は形状の一部分を測定しているにすぎないのである。

こうした欠陥を克服して、形状そのものを測定する手法を考案したのはブンゲである[17]。彼の手法は二つの定理にもとづいている。第一の定理は、ある任意の一つの形状はその辺の長さは変化するが等辺のある多角形に合わすことができるということである。この場合、「合わす」とはその等辺多角形のすべての頂点が対象の形状の周上にあるようにすることである。第二の定理は、その等辺多角形のすべての頂点間距離を次のようなやり方で合計した値の一組はその多角形と一対一に対応するということである。そのやり方とは一つおきの頂点間（例えば第一と第三、第二と第四の頂点間）の距離の和（S_1）およびそれらの自乗和（S_1^2）を算出する。次に二つおきの頂点間（例えば、第一と第四の頂点間）の距離の和（S_2）およびそれらの自乗和（S_2^2）というように、以下、新しい頂点の組み合わせが出てこなくなるまでこうした和を求める。こうして、和の一組がえられる。例えば、形状に合わせたのが八等辺多角形ならば、六種の和（S_1、S_1^2、S_2、S_2^2、S_3、S_3^2）の組がえられる。この和の一組がその等辺多角形を表現しているのである。

ブンゲはこの手法をメキシコ中部の六十ほどの村の形状に適用し、各々の和の頻度曲線の極小点を用いて、村の形状を十一のタイプに分類している。またこの手法をストダルトは環礁の形状の測定に使っている[18]。

このブンゲの手法は形状の測定として厳密であり、対象の形状に合わせた等辺多角形と和の一組とが一対一に対応する点ですぐれている。しかし、形状を表現するものが複数の値であること、測定が実際上きわめてやっかいであることは欠点である。対象とする形状にできるだけ近い等辺多角形にしようとすれば、その辺数を増加させねばならない。それにともなって、和の算出が煩雑になり、和の種類も増える。

こうした煩雑さはしかし形状そのものを測定するためにはさけられないものである。我々は煩雑さをいとわずに厳

密に形状そのものを測定するか、あるいは厳密さをすてて簡便な手法で形状の一部分を測定するかのどちらかを選ばねばならない。

政治領域の形状をあるモデル的な形状からの偏りによって記述する目的のためにはブンゲの複雑な測定方法を採る必要はないだろう。先にのべた指数による測定よりもいくらか厳密であり、しかもブンゲの手法より簡便な測定法が二つほどある。

ボイスとクラークが提案した放射線法（radial line method）は次の数式で表わされる[19]。

$$R=\Sigma\left|\left(\frac{r_i}{\Sigma r_i}\cdot 100-\frac{100}{n}\right)\right|$$

ただし、ｒは中心点から形状の周までの放射線の長さ、ｎは放射線の本数である。中心点は形状の重心でもよいが、ボイスらがＣＢＤを中心点として都市域を測定しているように、政治領域の場合には政治的中心地から放射線を引けばよい。ボイスらは十六本の放射線を用いているが、八本でも三十二本でもよい。

ボイスらはＣＢＤを中心点として合衆国の標準大都市地区（SMA）の形状を測定し、この指数値が低い（円形に近い）ほど標準大都市地区におけるＣＢＤの商業販売の割合が高いという関係を指摘している。

しかしこの放射線法はリーとサリが例をあげて示したように、二つの別々の形状に対して同一の指数値になることがあるという欠点をもっている[20]。リーとサリは対称差距離法（symmetric difference metric method）を提唱している。ある標準的形状（Ｌ）を測定すべき形状（Ｋ）に最も合うように描く。両者の共通部分（$K\cap L$）の面積を両者の和集合（$K\cup L$）の面積で割り、これを一から差し引く。この値が小さいほどＫはＬに近似する。この方法では

標準的形状（L）を自由に選べるという利点がある。リーらは円形・正方形・正三角形・長方形（辺の比が三対一の）を標準的形状に選び、スーダン北部の二十五の村の形状と比較している。しかし、標準的形状が自由であるということはこの方法には常に恣意性がつきまとうことでもある。Kに最も合うようにLを描くことも実際には共通部分と和集合の面積をプラニメーターで測りながら試行錯誤をくりかえさねばならない。

リーらの方法をあるモデルと現実の形状との比較とすれば、それは前述した境界立地パターンにおける現実の区画とティーセン多角形網との比較と同種のものである。一見、標準的形状としてティーセン多角形を採用すればよいように思われるかも知れないが、それは不可能である。ティーセン多角形は隣り合う中心点の位置いかんで様々に変化しうるのであり、リーらの方法における円形や正三角形などの標準的形状とはまったく異なるモデル形であるからである。

セルグラフをなす政治区画の領域の形状の場合、まず初めは正六角形を標準的形状として、それと比較するのが最も妥当と思われる。

この論文では測定法を述べたのみで、それを現実の区画や領域に適用しなかった。この作業はいづれ他の機会に試みよう。この論文で述べた内容のほとんどは政治区画だけでなく、セルグラフをなすあらゆる現象にもあてはまるであろう。

注

（1）拙稿（一九七三）わが国の行政境域の相互接触数、地理学評論、四六—三、二一一—五頁。

(2) A. R. H. Baker (1971) : Some shape and contact characteristics of French rural communes. in Les Congrès et Colloques de l'Université de Liège, Vol. 58. pp. 13—23.

(3) P. Haggett (1965) : Locational analysis in human geography. Edward Arnold, London, pp. 51—2. 野間三郎監修、梶川勇作訳(一九七五) 大明堂 (印刷中)。

(4) 前掲(1)拙稿。

(5) 前掲(3)四八—九頁。

(6) P. Haggett and R. J. Chorley (1969) : Network analysis in geography. Edward Arnold, London, p. 236.

(7) 川畑幸夫(一九六一) 水文気象学。地人書館、五八—九頁。

(8) R. J. Kopec (1963) : An alternative method for the construction of Thiessen polygons. Prof. Geographer, 15—5, pp. 24—6.

(9) B. N. Boots (1973) : Some models of the random subdivision of space. Geografiska Annaler, 55B, pp. 34—48.

(10) L. J. King (1969) : Statistical analysis in geography. Prentice-Hall, N. J., pp. 87—116, 奥野隆史、西岡久雄共訳(一九七三) 地域の統計的分析。大明堂、一〇〇—一三五頁。

(11) $2^{\frac{3}{2}} \cdot 3^{-\frac{1}{4}} \fallingdotseq 2.15$

(12) M. F. Dacey (1960) : The spacing of river towns. An. As. Amer. Geogr., 50, pp. 59—61.

(13) L. J. King (1962) : A quantitative expression of the pattern of urban settlements in selected areas of the United States. Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie, 52, pp. 1—7. : in P. Ambrose ed. (1969) : Analytical human geography, Longman, London, pp. 89—102.

(14) M. F. Dacey (1967) : Description of line pattern. Studies in Geography (Northwestern Univ.), No. 13, pp. 277—287.

(15) 前掲(3) pp. 50—51.

(16) 前掲(2) pp. 14—15.

(17) W. Bunge (1966) : Theoretical geography. Lund Studies in Geography, Ser. C, No. 1 (2nd ed.) pp. 72—88.
西村嘉助訳（一九七〇）理論地理学。大明堂、八二—九九頁。
(18) D. R. Stoddart (1965) : The shape of atolls. Marine Geology, 3, pp. 369—83.
(19) R. R. Boyce and W. A. V. Clark (1964) : The concept ef shape in geography. Geogr. Review, 54, pp. 561—62.
(20) D. R. Lee and G. T. Sallee (1970) : A method of measuring shape, Geogr. Review, 60, pp. 555—63.

付記

本稿を投稿した後に、D. J. Blair and T. H. Biss (1973) : The measurement of shape in geography; an appraisal of methods and techniques. (Ideas in Geography, No. 11, Dept. of Geogr. Nottingham Univ.) を入手することができたが、これについては、他の機会に紹介することにしたい。