

わが国における計量地理学研究

——人文地理学分野を主として——

奥 野 隆 史

- | | |
|----------------|----------------|
| I まえがき | IV 戦後期(Ⅱ)—発達期— |
| Ⅱ 戦前期 | V あとがき |
| Ⅲ 戦後期(Ⅰ)—前発達期— | |

I ま え が き

法則定立的接近と計量的手法の利用とによる人文地理学的研究は、わが国においては1930年にその発祥をみることができる。それ以後、現在に至るまでの50年間にわたるその種の研究の発展は、戦前期と戦後期に大別することができる。前者の時期における研究は、地域計測論によって特徴づけられるものであって、わが国において独自に発展をみたものである。それに対して、後者の時期における発展は、戦前のそれとは無関係といえるものであり、明らかにアメリカ合衆国の計量革命の影響を受けている。この二つの発展にみられる離散性はわが国の計量地理学の発展動向の上の特徴の一つといえよう。

戦後期の発展については、1968年における日本地理学会の計量地理学研究委員会の発足を境にして、前発達期と本格的な発達期の二つの時期にそれを細別することができる。

Ⅱ 戦 前 期

わが国の地理学界において計量的研究が初めて行なわれたのは、1930年代初期の頃であって、その嚆矢といえるのは、村田・吉村(1930)による集落の人口と集落内の耕作面積との関係を理論的に考察した研究である。彼らは、一つの円形状の純農村を想定し、農民の労働能力に基づく耕作面積と、農民の生活が維持されるに十分な生活可能面積とを理論的に誘導し、両者の間の斉合関係を検討した。そして、その関係が実際の集落においても成立することを確かめることにより、集落の人口数と耕作面積との間には一種の均衡関係が存在することを見出した。

この研究に続いて注目される二つの研究が報告された。その一つは松井(1930)であり、いま一つは寺田(1930)である。松井は、地形図に記載されている地理的情報を数量化する一つの試みとして、地形分類のためのモデル式を提示した。寺田は5万分の1地形図に等面積・等形状のメッシュ方格を掛け、各方格に出現する等高線の本数を数え、その度数分布が地形図幅ごとに異なることに着目した。そして、そのような操作によって地形の地域的差異を計量的に把握することが可能であることを

示唆した。これら2研究は、地理的情報源としての地形図を計量的に処理し、そのことによって各種の地表事象の地理的分布の概略的ではあるが客観的記述と、それらの事象間の一般的関係の発見とを行なうとする意図を含んでいた。このような傾向の研究は“地域形態測定”と呼ばれ(辻村, 1930)、のちになって“地域計測論”と名づけられるに至った(吉村, 1933)。

地形図の地理的情報に基礎を置く地域計測論の方法は、その後地形学や集落地理学の諸問題に対して活発に適用された。その中で注目されるのは、砺波平野の散村分布に関する松井(1931)である。この研究は、砺波平野の散村について地形図をメッシュ方格で被うことによって得られた集落の度数分布のパターンを描出し、そのパターンに基づいて散村の分類を行なった村田(1930)を追跡したものである。松井は、村田の見出した度数分布パターンが、散村の分布確率過程がポアソン過程に他ならないゆえに、ポアソン分布によって記述表現が可能であるとし、砺波平野の散村分布の記述モデルとしてポアソン分布を提示した¹⁾。それまでの地表事象の分布パターンの記述が大体視覚に基づいてなされていたのに対して、この研究では、確率過程に基づいて示された数理モデルからの、現実の分布パターンの乖離に着目しているという意味において、客観的なパターン認識が行なわれたのである。その論文に「所謂散村の一樣なる分布状態の間に見られる関係を幾分数理的に考えて、与えられた問題を多少明白な形に換えてみたに過ぎない」と述べられているとはいえ、現在の計量地理学の一課題である点分布パターンの一つが当時すでに行なわれていたこと、しかも確率過程が地理的分布の考察に導入されていたことは驚くべきことである。しかし、ポアソン分布の現実の分布パターンに対する適合については検定がなされなかったことは惜まれる。

このような地域計測論の接近に対していくつかの批判が寄せられた。今村(1934)によれば、その批判は、「①決定論は誤りである、②社会的現象はそれを数量的形式には導きえない、③人文地理学には法則は存在しない、④仮に法則が存在しても時間的変化が余り甚しいので、そのようなものを求めるのは無意味に近い、⑤したがって歴史的事実の示す所によってその変化を研究すべきである」というものであった。これらのうち①の点についての内容の詳細は明らかでないが、他の4点の批判は1960年代のアメリカ合衆国における計量革命に対する批判²⁾と全く同じ内容のものである。興味深いことには、それに対する地域計測論の側の研究者からの反論もまた、アメリカの革命推進者による反論とほぼ同じなのである。すなわち、⑤の点に関する批判は的を得ているとしながらも、特殊性と一般性とは相対立するものではなく、前者は後者の偏差とみなしうることを、科学的接近法と新しい着眼点とをもつか否かで研究は批判さるべきこと、法則は存在し、時間的変化はそのパラメータとして考えうることなどである。

しかし、このような批判に対する具体的な研究例による積極的な反論が示されないままに、地域計測論の研究は1934年を境にして人文地理学分野ではほとんど消滅した。もっとも、地形学では地形測定論として一連の研究が続けられ、今日の河川次数の問題に受け継がれている。また、他の自然地理学諸分野では自然現象の発生・変化過程のメカニズムや因果関係などの解明に計量的手法が活かされている。この消滅の理由は、相当不確かな地形図をデータ源としたこと、見出された法則性の現実へのフィードバックが不十分であったことなどによって地域計測論が不評を買ったことにも求められよ

う。しかしながら、この種の研究に対する一般の地理学者の認識不足も大きな原因になったと思われる。

III 戦後期(I)―前発達期―

第二次世界大戦後、人文地理学で法則定立的接近と計量的手法による研究が再び行なわれ始めたのは、1960年代の前半のことである。その先鞭は靱山・三寺(1953)と服部ほか(1960)であろう。前者では25の観測地点(変数)における1901~1940年の40年間の月平均気温(観察体)に対して因子分析が施され、わが国は四つの気候地域に区分されるとしている。また、後者の研究では東京地域の大都市化を表わす16の変数に対して因子分析が行なわれ、「一般的都市化」・「住宅化」・「工業化」・「農業化」の4主要因子が抽出されている。そして、それらのうちの3因子によって東京地域が9個の小地域に分割されている。

これらの研究を契機として、地理問題に対する計量的分析とそれをとおしての地理的モデルの構築への努力が人文地理学諸分野でなされるようになった。この分析と努力については三つの大きな傾向を指摘できる。

第1は、クロス・セクションデータに基づく重力モデルを含む経済・社会的モデルを追求しようとする傾向である。稲永(1959)の都市における電話需要モデルの誘導、河辺(1963)の都市間人口移動に対する重力モデルの特定化、奥野(1967)の都市内人口移動に対する重力モデルの適用、鈴木(啓)(1967)の地域間貨物流動モデルに対する論評などがその典型として挙げることができる。

第2の傾向は中心地システムに関するものである。わが国の27主要都市を対象として適用さるべき順位規模法則を追求した石水(1966)、Reilly・Godlund・Tuoninenによる商圏域画定法を比較検討した森川(1967)、主成分分析による主要都市の機能次元の抽出とそれに基づく都市分類を行なったYamaguchi(1967)が注目される。

第3の傾向は経済立地論の分野での研究である。そこでは、Weberの工業立地論が提示した諸モデルの精密化と現実化が主要な課題として取り上げられた。青木(1954)はWeberによる原料指数を修正して“観念原料指数”を考案し、このことによって工業立地の運送指向の測定を一層現実的にならしめている。また、Florence法によって日本の工業集積を明らかにした春日(1959)、経済活動の集積に対する各種の測定法を比較検討した西岡(1963)もこの傾向に属する研究である。

このような靱山・三寺および服部ほかの2研究を契機とする1960年代前半の諸研究からいえる特徴は、①計量的手法のうえからいえば、回帰分析を中心とする古典的な多変量解析法が主であり、②モデリングに関しては、地理的モデルを新しく構築するというよりはむしろ既成のモデルの小幅の修正とその現実世界に対する適合に終始し、③法則定立的接近がなされる対象問題がきわめて限定的であり、計量地理学の発展のうえでは跛行的であるということである。

IV 戦後期(II)―発達期―

伝統的な個別例重視の接近が主流を占めていたわが国の地理学界で法則定立的な接近が市民権を得

るようになったのは、計量地理学研究委員会が上野福男によって1968年に日本地理学会で組織されてから以後のことである³⁾。この委員会の組織化の主な直接的原因は、1960年代から欧米の主要な地理学雑誌で急増してきた法則定立的接近による研究が地理学研究できわめて有効であり、その接近による理論構築が必要であることを学界が見出したことにある。

この委員会はその発足当時二つの目標をもっていた。一つは計量地理学の普及といま一つは計量地理学の研究水準の組織的な向上であった。前者の目標に関しては、Yeates (1968) の高橋による翻訳 (1970) と King (1969) の奥野・西岡による翻訳 (1973) に始まり、石水・奥野編 (1973)、理論・計量地理学研究会ほか監修 (1974)、鈴木(富) (1975)、石水 (1976)、西岡 (1976)、奥野 (1977) の6冊の概説書の刊行が続いた。石水・奥野によって編集された書物はわが国における最初の本格的な計量地理学に関する解説書であり、また、理論・計量地理学研究会によるものは、研究委員会が開いた勉強会での講義録を編した書物である。これら両書は、これまでに欧米で行なわれてきた計量的研究や手法を整理し、解説したものである。従来の伝統的な地理学研究者にとってややもすれば難解であった計量地理学が、これら両書によって理解されるようになったという意味で、両書はわが国の地理学界に刺激を与えたといえる。

計量地理学研究の水準の組織的な向上については、前の時期に比べて量的にも質的にも飛躍的な進展を遂げた。この分野の主要課題は、①分布パターン、②ネットワーク、③空間的共変動、④地域傾向面、⑤因子生態を含む地域構成、⑥空間的相互作用、⑦空間的拡散、⑧空間的行動の分析の八つに大別することができるが⁴⁾、それらすべての課題について研究が行なわれるに至っているのである。ここではこれらの課題それぞれについての代表的な研究成果を述べることにする。

地理的事象の分布パターンの分析は他の課題に関する研究に比べて余り多くはない。この種の研究は、京浜工業地域における工場分布の特徴を捉えるために、20の業種別工場分布に対する方格法の利用によって適合のよい確率分布モデルを見出した Takahashi (1967) が最初である。彼は分析結果として、化学・鉄鋼・冶金・精密機械に関する4種の分布は、負の二項分布が適合されるとしている。この研究以後、方格法または近隣単位法による分布パターンの識別は行なわれなくなり、事象の分布パターン構造の分析と複合的な分布パターンの生成過程の考察に主点が置かれるようになってきた。その場合に対象となる事象は都市の土地利用である。それは恐らく、わが国の地域問題の一つである都市の土地利用問題の解決が社会的に強く要請されているという背景があるためであろう。この点に関する代表的なものとしては阿部 (1976)、高橋ほか (1978)、小出 (1978) が挙げられる。阿部は、札幌地域についてのグリッド体系における各グリッドで特定の土地利用種が存在するか否かの生起データを集め、そのデータにカイ自乗検定を施すことによって都市内でみられる特徴的な土地利用の組合せを抽出している。高橋らは、初めにエントロピー概念によって都市内での土地利用の多様性を明らかにし、次いで現実の土地利用の混合が好ましいものであるか否かを評価するための“相互作用度”なる測度を用いることによって、草加市の土地利用上問題となる地域を指摘している。これら2研究は土地利用構造の把握に力点を置いているのに対して、小出は土地利用の出現過程を、空間的自己相関に関する結合 (joint) 統計量によって見出そうと試みている。

ネットワーク分析についても研究例は余り多くはなく、現在に至るまで三つを数えるにすぎない。土井(重)(1976)は、 $K=7$ の中心地システムにおける建設費最小化の原理のもとでの最適道路ネットワークを導き、それをグラフ理論の諸測度によって評価している。また、宮城(1976)はアメリカ合衆国の1959年と1965年の航空網に対してエントロピー概念を適用し、その結節性の時間的変化を追究している。奥野・高森(1976)をネットワーク分析の問題点を包括的に論じたものであって、今後のこの方面の研究における新しい指針を示している。

空間的共変動の分析は、計量地理学にあつては伝統的な主要課題であり、そのことを反映してわが国においてもきわめて研究例が多い。その中で注目できるのは人口移動を扱った三つの研究である。それは、人口の地域的再配分に関する四つの回帰モデルを設けることによって、人口の地域的変動は賃金水準・労働生産性・就業機会の3要因によって規定されることを見出した Suzuki (1975)、広島市の後背地における人口移動に対して段階式回帰分析を行なうことによって、賃金水準を初めとする6個の説明要因を導いている森川(1975)、1950年代と1970年代の人口移動はその説明要因が異なることおよび地域レベルによつてもそれが異なることを回帰分析によつて明らかにしている石川(1978)である。これら3研究において投入された説明変数がそれぞれ異なるにもかかわらず、主要な説明要因として賃金水準もしくは所得水準が指摘されていることは興味深い。これらと同様の手法による藤目(1977)も注目される。彼は、都市域の交通流を因子分析によつて要約し、その結果に対して回帰分析を適用することによつて都市構成要素との間の関係を考察している。これらの研究のほかに、西脇(1975)は人口増加と土地利用の変化との関係を地域産業連関分析によつて求めており、空間的共変動の回帰分析以外の手法による枠組みを提示している。

地理的事象の分布の3次元的表現を試みる地域傾向面分析については、山本・桜井(1975)、石水ほか(1976)、磯部・武田(1978)を挙げることができる。山本・桜井はわが国全体の農業的土地生産性に対して残差最小化の6次面を適合し、農業地域の2極構造を見出している。石水らは関東地方の人口密度について多数の次元の傾向面を適合させ、統計学的には6次面が最適であるとしながらも、この分析において残差の分布、適合度および傾向面の解釈などに多くの問題が残されていることを指摘している。磯部・武田は、関東山地東部における各種の地形要素に対して傾向面を当てはめて地形情報を空間的に平滑化するとともに、傾向面で表わされる地形要素間の相関関係を求め、地形研究の一つの新しい試みを提示している。

地域構成分析および因子生態分析はわが国の計量地理学では最も活発な分野であり、多くの地域を対象として行なわれている。因子分析とクラスター分析を用いて特定地域の特定時点における構造を明らかにしようという古典的な枠組みをもつ研究としては、名古屋大都市域の総合的な等質地域分類に関する奥野・鈴木(栄)(1972)、広島県の同種の地域分類に関する森川(1976a)、関東地方の農業的等質地域区分に関する桜井(1973)が挙げられる。流動データに対する因子分析による結節地域の画定を行なったものとしては、名古屋大都市域を対象とした林(1974)、中心地の近接性に対する連鎖分析と因子分析との適用の有効性を比較・検討した Miyagi (1973) が代表的なものである。また、Mitsuhashi (1978) は3種の交通手段による商品流動の因子分析から、わが国の商品流出入地域の階

層構造を描出している。市南（1978）は名古屋大都市域における経済・社会的データに対する因子分析とクラスター分析による等質地域と、通勤流動データに対する因子分析による結節地域との間に相互依存関係のあることを、正準相関分析によって指摘している。これと類似した研究としては Kanno（1976）があり、アメリカ合衆国の州別の43の経済・社会的データおよび商品流動データそれぞれに因子分析を施し、八つの経済・社会的因子と六つの着地群および七つの発地群とを抽出し、これらの因子と着・発地群との間の関係を正準相関分析で推定している。因子分析と正準相関分析とを併用することによって結節地域を画定するという Schwind 風の研究⁵⁾も斎野・東（1978）によって行なわれている。彼らは、この枠組みのもとでわが国の都道府県間人口移動のパターンを1960年代の前期と後期について識別し、両時期ともに五つの移動圏が存在することおよびそれらの圏が両時期をとおして安定していることを指摘している。地域の時・空間構造の解明を目指したものとしては、日野（1977）と高阪（1978a）が注目される。日野は1950・1960・1970の3年次についての都市次元を主成分分析でそれぞれ抽出し、その次元に関する得点の時間的変動を考察している。その結果から1950～60年ではわが国の都市システムは安定していたが、次の10年間では変動状態にあるとしている。高阪は、名古屋大都市域における経済地域が1965年から1975年までの間でどのように変化したかを、両年次の経済データに対して因子分析することによって明らかにし、その変化のパターンを理念化している。

因子生態分析は、山口（1976）による札幌についてのもとの森川（1976b）による広島・福岡両市の比較研究とがある。両研究において共通して指摘されたことは、欧米諸都市の場合と同様に“家族状況”と“社会・経済状況”の2大因子が存在し、社会地域の空間的配置はほぼ同心円の構造を呈するということである。

地域構成分析の研究において方法論のうえで注目されるものが二つある。一つは判別解析による土地利用計画地域の画定の可能性を追求した伊藤ほか（1976）と、いま一つは Weaver が考案した組合せ法⁶⁾を改良した新しい方法を提唱した土井（喜）（1970）である。土井は、Weaver による偏差値が、問題とされる要素の個数によって影響を受け、その結果として組合せの中に多くの要素が繰り入れられてしまうという問題を指摘し、これを除去するために要素の個数を考慮に入れない新しい偏差値を提示している。また、実際の作業を容易にするために計算表を作成している。

空間的相互作用の研究については Suzuki（1971）が注目できる。彼は、地域間の流動を表示する地域間連関表に基づいて求められる諸係数について実際的な意味づけを行ない、それらの地域間相互作用の将来予測に際しての妥当性を検討している。

空間的拡散に関する代表的な研究としては三つのものを挙げるのが適当であろう。一つは名古屋地域における1957年のアジア風邪の流行を扱った杉浦（1975）である。彼は、ランダム過程モデルおよび通勤・通学の移動確率圏に基づくモデルの二つのモデルから、アジア風邪の流行パターンをシミュレートし、次いでその結果と現実の流行パターンを対比させている。そして、アジア風邪の拡散過程が距離・都市規模・人口密度の三つの要因によって規定されることを見出している。第2は新潟県の都市システムに関する高阪（1978b）である。彼は、各都市の人口の時間的変化を吸収マルコフ連鎖モデルによってシミュレートし、1995年までの10年ごとの都市システムを推定している。そして、そ

のシステムにおける都市の規模分布をエントロピー概念で分析することによって、都市システムの推移過程には統一化の力が強く作用していることを明らかにした。第3は東京郊外の土地利用変化を問題とした Kubo (1979) である。彼は、土地利用変化過程を明らかにするために、正規エルゴードマルコフ連鎖モデルとそれに土地利用の組合せおよび近隣効果を加味したモデルとに基づいて、東京練馬区の土地利用をシミュレートしている。その結果と実際の変化との対比から後者のモデルの有効性を見出している。

空間行動に関する分析は、わが国ではごく最近になって始められたものであり、組織的な調査研究はまだ十分ではない。しかし、注目されるものはいくつかあり、今後の発展の萌芽をみる事ができる。溝尾ほか (1975) は、わが国の 392 の観光地がいかなる要素によって評価されているのかを問題とし、アンケート調査によるデータに対する因子分析によって五つの評価尺度を抽出し、その尺度の有効性を確かめるために、専門家による 392 観光地の評価ランクのデータを数量化Ⅱ類で分析し、その結果と尺度得点とを比較している。中村 (1978) は、名古屋市域のメンタルマップを抽出するために、市域内の地名に関する未知・既知のデータをアンケート調査によって入手し、それを数量化Ⅲ類で分析している。その結果から、都市のメンタルマップは個人の居住地を中心としたメンタルマップと交通体系や施設の配置などの都市の空間構造に基づくマップの二つから成立されているとしている。富田 (1978) は、消費者が中心地を選好する際にいかなる要因が作用するのかを、消費者の属性と選好される中心地の特性とに関するデータを数量化Ⅱ類で分析することによって明らかにしている。

V あ と が き

以上のようにわが国における多くの計量地理学的研究を通観してきたが、これをとおして第3の時期では多種多様な問題について研究がなされていることが理解される。しかし、これらの研究を通じて指摘することのできる一つの特徴は、現実的な地理的事実に対する計量的分析は活発であるが、分析法やモデルの開発については不熱心であるということである。このことの原因は、わが国の専門的な地理学研究者のほとんどが大学の地理学科の出身者であるとともに、その学科のカリキュラムが古典的な地理科目に中心が置かれすぎていること、および他の計量的分野との交流が不活発であることに求められる。1980年夏に予定されている I G C 東京大会を契機にして、モデル開発に関しても一層の発展が期待されるのである。

なお、ここでは自然地理学における計量的分析については触れていないが、これは人文地理学におけるそれよりも遙かに活発であることを指摘しておきたい。その一端は、1976年の地理学評論の計量地理学特集号や1975年の日本地理学会春季大会でのシンポジウムでうかがい知ることができよう。

本論文を、1980年4月退官される高野史男先生に対して、先生から贈った御教導に深謝するとともに、捧げたい。

注

- 1) この研究はのちになって英論文として発表されている。Matsui, I. (1932).
- 2) この批判と反論は正井(1962)に詳しい。
- 3) 計量地理学研究委員会の活動に関しては、奥野・西岡(1976)に記されている。
- 4) これら8課題への分類は石水(1972)に部分的によっている。
- 5) これについてはSchwind(1975)を見られたい。
- 6) これについてはWeaver(1954)を見られたい。

参 考 文 献

- 青木外志夫(1954): 観念重量計算法による工業立地の運送指向の測定—ウェーバー運送指向論の経済地理学的改造と適用—. 経済地理学年報, 1, 29~47.
- 阿部 隆(1976): 土地利用の混合構造—計測と分析—. 東北地理, 28, 195~206.
- 石川義孝(1978): 戦後における国内人口移動. 地理評, 51, 433~450.
- 石水照雄(1966): 本邦諸都市に関する Rank-Size Rule の検定. 愛媛大紀要(社会科学), 5(1), 1~10.
- 石水照雄(1972): 計量地理学—地理的空間の理論構成—. 人文地理, 24, 59~82.
- 石水照雄(1976): 『計量地理学概説』古今書院, 242 P.
- 石水照雄・奥野隆史編(1973): 『計量地理学』共立出版, 265 P.
- 石水照雄・大友 篤・磯部邦昭(1976): 地域傾向面分析の意義—適用・事例および問題点—. 地理評, 49, 455~469.
- 磯部邦昭・武田通治(1978): 電算機による関東山地東部の地形数値解析. 日本大文学部自然科学研究所紀要, 13, 1~19.
- 市南文一(1978): 社会・経済的地域特性と地区間通勤人口流動とからみた名古屋大都市圏の地域構造. 地理評, 51, 545~563.
- 伊藤達雄・村松久良光・大隅健治(1976): メッシュ法による土地利用型の判別分析. 地理評, 49, 470~479.
- 稲永幸男(1959): 電話通信発生からみた日本の地域区分. 地理評, 32, 145~161.
- 今村学郎(1934): 人文地理学に於ける法則の实在とその時間的变化の法則の二, 三の例, その他. 地理評, 10, 522~524.
- 奥野隆史(1967): 静岡市街地における交通流の地域的差異. 東教大地理学研究報告, XI, 227~240.
- 奥野隆史(1977): 『計量地理学の基礎』大明堂, 357 P.
- 奥野隆史・鈴木栄一(1972): 定量的地域区分法とその適用—等質地域概念にもとづく名古屋地域の区分例—. 青山経済論集, 24(3), 19~43.
- 奥野隆史・高森 寛(1976): 『点と線の世界—ネットワーク分析—』三共出版, 224 P.
- 奥野隆史・西岡久雄訳(1973): 『地域の統計的分析』大明堂, 346 P.
- 奥野隆史・西岡久雄(1976): わが国における計量地理学—計量地理学特集号に寄せて—. 地理評, 49, 421~426.
- 春日茂男(1959): 工業地域の諸類型. 大分大経済論集 11(3/4), 20~42.
- 河辺 宏(1963): 人口移動と距離の関係. 東北地理, 15(2), 47~35.
- 小出 治(1978): 地域現象における空間相互関連性の分析の手法について. 地域学研究, 9, 33~48.
- 高阪宏行(1978a): 名古屋大都市圏内における経済発展・衰退の時空間的パターン. 筑波大人文地理学研究, II, 17~41.
- 高阪宏行(1978b): 都市規模分布の動態的分析. 地理評, 51, 223~234.
- 斎野岳廊・東 賢次(1978): わが国における都道府県間人口移動の構造とその変化. 地理評, 51, 864~875.
- 桜井明久(1973): 因子分析法および数値分類法による関東中央部の農業地域区分. 地理評, 46, 827~849.
- 杉浦芳夫(1975): 名古屋とその隣接地域における“アジアかぜ”の都市間拡散—空間的拡散研究の一事例として—. 地理評, 48, 847~867.
- 鈴木啓祐(1967): 『地域間貨物輸送量の計測と予測』交通日本社, 238 P.
- 鈴木富志郎(1975): 『計量地理学序論』地人書房,

- 143 P.
- 高橋潤二郎訳(1970)『計量地理学序説』好学社, 238 P.
- 高橋潤二郎・村上研二・久保幸夫(1978): 埼玉県草加市における土地利用—その現状と評価—. 地理評, **51**, 528~544.
- 辻村太郎(1930): 文化景観の形態学. 地理評, **6**, 1209~1241.
- 寺田寅彦(1930): 地形図に於ける傾斜勾配分布の統計的研究方法に就て. 地理評, **6**, 653~661.
- 土井喜久一(1970): ウィーバーの組合せ分析法の再検討と修正. 人文地理, **22**, 485~502.
- 土井重彦(1976): 地域的交通網構造の空間的変異. 地理評, **49**, 94~103.
- 富田和暁(1978): 名古屋市近郊佐織町における消費者の中心地選好. 経済地理学年報, **24**(3), 65~79.
- 中村 豊(1978): 名古屋市の地理的空間とメンタルマップ. 地理評, **51**, 1~21.
- 西岡久雄(1963): 工業集積に関する覚書—特に集積測定法について—. 青山経済論集, **14**(4), 51~74.
- 西岡久雄(1976): 『経済地理分析』大明堂, 322 P.
- 西脇保幸(1975): 人口増加による土地利用の変化—蒲安町地域産業連関表を用いて—. 地理評, **48**, 27~42.
- 服部銈二郎・加賀谷一郎・稲永幸男(1960): 東京周辺の地域構造. 地理評, **33**, 495~514.
- 林 上(1974): 地域間自動車交通流からみた名古屋大都市圏の機能地域構造. 地理評, **47**, 287~300.
- 日野正輝(1977): 戦後日本における都市群システムの動向分析—都市次元の時系列比較—. 地理評, **50**, 335~353.
- 藤目節夫(1977): 香川中央都市圏における交通流の諸特性ならびに都市構成との関係に関する研究. 地理評, **50**, 700~721.
- 正井泰夫(1962): アメリカの最近の人文地理学研究法における定量化傾向. 地学雑誌, **71**, 111~118.
- 松井 勇(1930): ゲオモルフォメトリーの一つの問題. 地理評, **6**, 500~509.
- 松井 勇(1931): 砺波平野の一部に於ける散村分布状態に関する統計的考察. 地理評, **7**, 459~476.
- 溝尾良隆・市原洋右・渡辺貴介・毛塚 宏(1975): 多次元解析による観光資源の評価. 地理評, **48**, 694~711.
- 宮城真宏(1976): エントロピーによる地域結節性の分析. 地理評, **49**, 488~496.
- 村田貞藏(1930): 散村の分散度を知る一方法. 地理評, **6**, 1744~1753.
- 村田貞藏・吉村信吉(1930): 聚落の人口とその耕作面積の理論的考察. 地理評, **6**, 381~411.
- 初山政子・三寺光雄(1953): 本邦気温の因子分析について. 地理評, **26**, 586~594.
- 森川 洋(1967): 勢力圏設定に関する考察—岡山県を例として—. 人文地理, **19**, 31~53.
- 森川 洋(1975): 地方都市とその周辺地域の人口移動に関する重回帰分析—広島市を例として—. 地理科学, **22**, 43~55.
- 森川 洋(1976 a): 多数量解析による広島県の市町村類型. 地理評, **49**, 736~754.
- 森川 洋(1976 b): 広島・福岡両市における因子生態(Factorial Ecology)の比較研究. 地理評, **49**, 300~313.
- 山口岳志(1976): 札幌市の社会地域分析—因子生態学的研究—. 東京大教養部人文科学紀要, **62**, 83~106.
- 山本正三・桜井明久(1975): 1970年における日本農業の土地生産性分布パターン—傾向面分析予備報告—. 東教大地理学研究報告, **XIX**, 54~60.
- 吉村信吉(1933): 『地域計測論』岩波講座地理学1〔総論〕, 岩波書店, 52 P.
- 理論・計量地理学研究会・システム開発研究所監修(1974): 『計量地理学への招待』青学出版, 336 P.
- Kanno, M. (1976): Canonical analysis of commodity flows and socio-economic structure in major U. S. metropolitan areas. 地理評, **49**, 197~216.
- King, L. J. (1969): *Statistical Analysis in Geography*. Prentice-Hall, 281 p.
- Kubo, S. (1979): Suburban expansion and its spatial simulation. 東京大地理学研究, **11**, 93~105.
- Matsui, I. (1932): Statistical study of the distribution of scattered villages in two regions of the Tonami plain, Toyama prefecture. *Jour. of Geol. and Geogr.*, **9**, 251~266.
- Mitsuhashi, S. (1978): Japanese commodity flows. Dept. of Geogr., Univ. of Chicago, *Research Paper*, **187**, 172 p.
- Miyagi, M. (1973): Nodal regionalization based on accessibility. 琉球大教育学部紀要, **17**(1), 43~

64.
Schwind, P. J. (1975): A general field theory of migration: United States, 1955-60. *Econ. Geogr.*, **51**, 1~16.
- Suzuki, K. (1971): Observations on the stability of the structure of the interregional flow of goods. *Jour. of Reg. Scie.*, **11**, 187~209.
- Suzuki, K. (1975): Geographical redistribution of population in Japan. *経済地理学年報*, **21**(2), 1~21.
- Takahashi, J. (1967): Identification of locational patterns. *Papers in the Third Far East Conf. of the Reg. Scie. Assoc.*, **3**, 211~229.
- Weaver, J. C. (1954): Crop-combination regions in the Middle West. *Geogr. Rev.*, **44**, 175~200.
- Yamaguchi, T. (1967): Japanese cities: their functions and characteristics. *Papers in the Third Far East Conf. of the Reg. Scie. Assoc.*, **3**, 141~156.
- Yeates, M. H. (1968): *An Introduction to Quantitative Analysis in Economic Geography*. McGraw-Hill, 182 p.

The Progress of Quantitative Geographic Researches in Japan

—Mainly Referring to the Researches in Human Geographical Realms—

Takashi OKUNO

Human geographical studies characterized by the nomothetic approach and quantitative method were initiated in the early 1930's in Japan. The progress of these studies during the last fifty years can be broadly divided into the pre-war and the post-war periods. The progress in the former period is characterized by Chorometry which aims mainly to measure and present some quantitative aspects of regional phenomena. The progress in the latter period is independent of the former one and obviously is influenced by the quantitative revolution in the United States. The discrete tendency between the two progresses is a clear characteristic in the quantitative geography history in Japan. The quantitative studies in the post-war period can be classified into two periods of pre-development and formal development: before and after the establishment of the quantitative geography commission in the Association of Japanese Geographers in 1968.

THE PRE-WAR PERIOD

Quantitative researches in the Japanese geographical world started from 1930, and the first contribution is the theoretical consideration of the relationship between population and the cultivated land area in a rural village by T. Murata and S. Yoshimura (1930). They first, in assuming a circular rural village, derived theoretically the cultivated land area matching the farmers' workability in this village and the habitable land area sufficient to maintain their living, and also investigated the association between the two land areas. Then, by confirming that the association was held in some rural villages, they found the existence of an equilibrium in the relationship between population and the cultivated land area. Following this work, there appeared two notable works by I. Matsui (1930) and T. Terada (1930). Matsui, as an attempt to quantify geographic information in topographic maps, presented a formula for classifying landforms. Terada noted the areal variation of the frequency distribution obtained by a series of treatments of dividing topographic map

space into square grids and of counting the number of contour lines in each grid and, then, suggested a possibility of numerical consideration on areal differentiation of landforms through such simple treatment. Obviously, these two works, by treating in a quantitative manner the topographic map as a geographic information source, attempted implicitly to describe broadly, but objectively, the geographic distribution of various objects on the land surface and found some general relations between the objects. A set of works along this line was named formerly as Choromorphometry and later as Chorometry (see T. Tsujimura (1930) and S. Yoshimura (1933)).

Thereafter, the chorometric approach was applied actively to many researches in geomorphology and settlement geography. Out of them, the most notable is I. Matsui (1931) on the distribution of dispersed villages in the Tonami plain. This is followed by T. Murata's work (1930) in which, on the basis of the data obtained by overlaying a grid system on a topographic map for the Tonami plain, he identified the frequency distribution patterns of the villages and classified them in basing on the results. Matsui noted that, since the generating process of dispersed villages corresponded to the Poisson process, the patterns obtained by Murata could be described by Poisson probability distribution. A matter to be noted in his contribution was that, while the previous researches concerning the distribution patterns of geographic objects were dependent mostly on visual sense, he introduced a new methodology based on a mathematical model to the spatial distribution study. His methodology is surprising in that the point pattern analysis, an important theme of quantitative geography in the present time, already was done in the early 1930's. However, regretfully he did not test the goodness-of-fit between Poisson and actual distributions.

Such chorometric works were subject to criticisms by many traditional geographers. According to G. Imamura (1934), the criticisms were that (i) the deterministic approach was uncorrect, (ii) social phenomena could be attached to quantitative analysis, (iii) no law could exist in human geography, (iv) even if a law existed, since human objects show rapid change through time, the derived law for them becomes meaningless in a moment and, therefore, (v) human objects should be analyzed on the basis of their historical facts. Though the detailed implication of the above first criticism is vague, the latter four criticisms are quite similar to the ones in the quantitative revolution of American geography. It is more interesting that the counteraction of chorometric geographers to the criticisms is the same as the reaction by the revolution drivers. That is, they argued that, (i) though the fifth criticism was appropriate in part, peculiarity in geography should not be set against generality, but regarded as a variation type of the latter, (ii) any geographical research should be evaluated on the basis of whether it was done with scientific methodology and an original view-point or not, and (iii) the geographic law clearly existed and temporal change of human objects could be regarded as the parameter of the law.

Unfortunately, the active reaction against the above criticisms were not done by practical work and, as a result, chorometry disappeared virtually after 1934. However, in geomorphology chorometry has survived, taking a form of morphometry such as the stream order analysis in the present time. The disappearance of chorometry was caused probably by the disrepute for chorometric geographers to use the topographic map insufficiently to do numerical analysis in terms of uncorrectness and to fail to correspond the law obtained through research with the actual phenomena. However, it was in part due to the traditional geographers' gross ignorance of the chorometric framework.

THE POST-WAR PERIOD (I) - THE PRE-DEVELOPMENT PERIOD-

Quantitative geographic researches in Japan rejuvenated in the first half of the 1960's. The initiative of this tendency was taken by M. Moniyama and T. Mitsudera (1953) and K.

Hattori et al. (1960). The former work carried out factor analysis for the monthly average temperature data during forty years to delineate four climatic regions. Hattori and his associates applied factor analysis to sixteen variables representing the metropolitanization aspects of Greater Tokyo to identify four underlying dimensions: general urbanization, residentialization, industrialization, and agriculturalization. Using three conspicuous dimensions, they also divided the metropolitan region into nine sub-regions. These works gave an impetus to the quantitative treatment of geographic problems, and the attempts of modelling some results by such treatment began to appear in various human geographical realms. Through these attempts, we can indicate three trends. The first trend was an orientation to socio-economic modelling on the basis of cross-sectional data, which included a gravity model. Some works worthy to note are Y. Inanaga (1959) deriving a telephone demand model, H. Kawabe (1963) on specification of the gravity model for interurban migration, T. Okuno (1967) applying a gravity model to individual trips in the urban region, and K. Suzuki (1967) reviewing some inter-regional commodity flow models. The second trend was concerned with the central place theory. Among the interesting and controversial works, T. Ishimizu (1966) pursued the rank-size rule to be best fitted in twenty seven major urban centers of Japan, H. Morikawa (1967) examined comparatively the efficiencies of three delimitation methods for the urban hinterland by Reilly, Godlund and Tuominen, and T. Yamaguchi (1967) extracted urban function complexes by applying principal component analysis to major Japanese cities and classified these cities on the basis of the extracted complexes. The third trend was the study group on economic location theory. In this trend, refining and specifying of some models presented by Weber's industrial location theory were emphasized. T. Aoki (1954) proposed the ideal material index, the modified Weber's material index by freight rate differentials between commodities, and also, on the basis of this index, realized the measurement on transport orientation of industrial location. S. Kasuga (1959) clarifying the industrial agglomeration in Japan by Florence's index and H. Nishioka (1963) re-examining thoroughly various methods for measuring the agglomeration phenomena in geographic space were noticeable researches along this trend.

Throughout these works in the first half of the 1960's, there can be selected three characteristics. These are, (i) as to the quantitative technique, classical multi-variate analytical methods such as regression analysis are adopted as the main technique, (ii) in respect to modelling, great emphasis is laid consistently on small modification of existed models and simply applying them to the real world, rather than on building new models, and (iii) the study subjects nomothetically approached is limited or unbalanced in terms of quantitative geographical growth.

THE POST-WAR PERIOD (II) - THE FORMAL DEVELOPMENT PERIOD-

The quantitative works had not obtained a citizenship in the Japanese geographical world until the study commission on quantitative geography, chaired by professor F. Ueno, was founded in 1968. The main reason for this founding is that most Japanese geographers became aware of not only the extreme efficiency of the nomothetic approach in geographic research, which in fact they obtained from the geographical periodicals of West European countries and North America, but also the need to build geographic theory by such approach.

This commission has had two aims since its foundation. One is to spread quantitative research over all geographical fields and the other is to raise systematically its own professional level. An effort for the former aim is realized by publishing the translated works of M. H. Yeates (1968) and L. J. King (1969) respectively by J. Takahashi in 1970 and T. Okuno and H. Nishioka in 1973. It is followed by the publication of six general books: T. Ishimizu

and T. Okuno eds. (1973), Theoretical and Quantitative Study Group (1974), F. Suzuki (1975), T. Ishimizu (1976), H. Nishioka (1976), and T. Okuno (1977). These books act as a stimulus to the Japanese geographical world in terms of facilitating the understanding of some implications of quantitative geography, which seem to be troublesome for traditional geographers.

With regard to the latter aim, quantitative works develop further in quantity and quality than in the previous period. If the topics of quantitative geography are to be arranged in eight themes: (1) point pattern, (2) network, (3) spatial co-variation, (4) trend surface, (5) regionalization including factorial ecology, (6) spatial interaction, (7) spatial diffusion, and (8) spatial behavior, Japanese quantitative geographers have conducted research on all these themes. In this section, some noticeable researches will be introduced for each theme.

Point pattern analysis makes less progress compared with other themes. J. Takahashi (1967), the first work of this sort in Japan, on the basis of the quadrat method, finds some probability distribution models to be best suited for each industrial type in the spatial distribution of plants in the Keihin manufacturing area, and proposes a negative binomial model as the best suited model to four distributions of chemical, iron and steel, metal works, and measuring instrument plants. After this work, research has not done on the identification of the distribution pattern by the simple quadrat or nearest neighbor method, and more stress is placed on analyzing the compound distribution pattern and its generating process. The objects considered in such research are mainly urban land use. This trend reflects probably the increasing need by urban society to solve the land use problem. The works worthy of mention in this respect are T. Abe (1976), J. Takahashi et al. (1978), and O. Koide (1978). Abe collects the incident data as to whether particular land use type occurs or not in each grid of the Sapporo metropolitan area and then, in doing a chi-square test for the data, finds some land use combinations peculiar to the study area. Takahashi and his associates clarify the land use diversity within Soka city on the basis of entropy concepts and, using the degree of interaction for land use to evaluate whether any actual combination is desirable or not in terms of regional economy and society, investigate some suffering areas from land use trouble. While these two works emphasize generally the consideration on urban land use situations, Koide devotes himself to find the generating process of particular land use on the basis of joint statistics, a measure of spatial auto-correlation.

In regard to network analysis, we have only three works to be noted. S. Doi (1976) derives an optimal network in the $K=7$ central place system in the sense of the minimization of construction cost and also evaluates this network by means of graph theoretical measures. M. Miyagi (1976) applies some entropy concepts to the airline network in the United States to consider the urban nodality and its temporal variation from 1959 to 1965. T. Okuno and H. Takamori (1976) discuss general problems of network analysis and present a new orientation of this analysis.

Analysis of spatial co-variation has been one of the main themes since the previous period and, in fact, we have a large number of contributions of this sort. Noticeable works among them are three articles concerning demographic aspects. They are K. Suzuki (1975) in which he finds that, after specifying four regression models for regional redistribution of population, this redistribution is determined by three variables of wage level, labor productivity, and employment opportunity, H. Morikawa (1975) in which he induces six explaining factors such as wage level, by applying step-wise regression to the migration phenomena in the hinterland of Hiroshima city, and Y. Ishikawa (1978) in which he indicates the difference of explaining variables between two migrations of the 1950's and the 1960's and also the same tendency between various sizes of regions. It is interesting that, though the input variables are different in each of these works, the variable of income or wage is found in common as the principal explaining factor for migration. Also, S. Fujime (1977),

applying the same techniques as in the above works, can be noted. He summarizes the intraurban traffic flows by factor analysis and pursues the relationship by regression analysis between the summarized flows and some urban attributes. Another interesting work is by Y. Nishiwaki (1975) in which he uses input-output analysis to derive the relationship between land use change and population growth, and also provides an alternative framework for spatial co-variation analysis.

In regard to trend surface analysis trying to describe geographic phenomena on three dimensional space, Sh. Yamamoto and A. Sakurai (1975), T. Ishimizu et al. (1976), and K. Isobe and M. Takeda (1978) can be mentioned as representative works. Fitting the sixth degree surface with the highest explanation level to the agricultural land productivity data of whole Japan, Yamamoto and Sakurai study the bi-polar structure of the agricultural region. Ishimizu and his associates investigate iteratively the best-fit surface to the population density distribution in the Kanto plain and argue that, while the sixth degree surface can be extracted as the best-fit one in terms of statistical analysis, many problems remain to be solved such as the test of residual distribution and goodness-of-fit and the practical interpretation of trend surface. Isobe and Takeda fit some surfaces to various geomorphological elements in the eastern part of the Kanto mountain and induce some correlations between the smoothed elements by surfaces.

Regionalization and factorial ecological research is one of the most active subfields in our quantitative geography and in fact done for many regions. As the works involving the classical framework to identify regional structure in a particular period by using factor and cluster analyses, we can note T. Okuno and E. Suzuki (1972) on general and homogeneous regionalization of the Nagoya metropolitan area, H. Morikawa (1976a) concerning the similar regionalization of Hiroshima prefecture, and A. Sakurai (1973) on the numerical taxonomy of the agricultural region in the Kanto district. As for the noticeable attempts to delineate the nodal region on the basis of results obtained from factor analysis for inter-regional flow data, N. Hayashi (1974) studies the Nagoya metropolitan area and M. Miyagi (1973) evaluates the efficiencies of elementary linkage and factor analyses in applying them to the nodal regionalization problem. Among noteworthy works in this context, S. Mitsuhashi (1978) finds a hierarchy of import and export regions by three modes of transport in using factor analysis for Japanese commodity flows. F. Ichiminami (1978) induces first both regions of homogeneous and nodal by factor and cluster analyses on socio-economic and commuting data in Nagoya respectively and then identifies the interdependency between both regions by canonical analysis. The research of M. Kanno (1976) is of the same framework as Ichiminami. He extracts eight socio-economic factors, six destination regions, and seven origin regions by factor analysis for forty three socio-economic variables and commodity flow data of the United States and also estimates the relationships between the factors and the two types of regions by canonical analysis. The Schwind-wise research of delimiting the nodal region through combining of factor and canonical analyses (P. J. Schwind, 1975) has been done by T. Saino and K. Higashi (1978). They, in identifying some migration patterns in both periods of the first half and the latter half of 1960's with the above-mentioned framework, suggest the existence of five migration fields and the stability of these fields during the decade. Also we can find some efforts to clarify the spatio-temporal structure of region. M. Hino (1977) induces urban dimensions by principal component analysis in three periods of 1950, 1960, and 1970, respectively, and considers their temporal variation. According to the results, he concludes that, while the Japanese urban system is fairly stable during the first decade, it becomes unstable during the latter decade. H. Kohsaka (1978a) investigates, by factor analysis, the changing process of some economic regions in Nagoya during the decade from 1965 and also idealizes their transition patterns.

Concerning factorial ecology, T. Yamaguchi (1976) on Sapporo city and H. Morikawa

(1976 b) on both cities of Hiroshima and Fukuoka are worthy of mention. The most significant fact found in common by these works is that the two leading factors of family status and socio-economic status, which are extracted in the case of the West European cities, can be derived at least in the three cities and that the spatial configuration of social regions shows a concentric pattern.

In respect to the methodological research in regionalization, we can note two works. One is T. Ito et al. (1976) pursuing the possibility of delineating the land use planning area by discriminant analysis and another is K. Doi (1970) presenting a modified Weaver's combination method. Doi argues that the variance proposed by J. C. Weaver (1954) to classify agricultural regions is influenced by the number of the elements under consideration and this brings a situation in which a lot of elements might fall excessively into the combination resulted from the variance, particularly in the case of most elements having a small percentage, and then he proposes a modified variance in which the number of elements is removed. Also he presents a calculated table for facilitating to identify any combination.

K. Suzuki (1971) can be noted for his spatial interaction analysis. He relates some practical implications of the coefficients conceptualized from the inter-regional input-output table on commodities and evaluates their applicability in forecasting any regional interaction.

As representative works in spatial diffusion research, it is appropriate to introduce three articles. The first is Y. Sugiura (1975) concerning the 1957 epidemic of Asian influenza in Nagoya. He simulates the diffusion patterns of influenza by the Monte Carlo technique on the basis of two models respectively: the random process model and the interurban diffusion model in which the density effect is added to the former model, and then compares the simulated patterns with the actual ones. As a result, he argues that the spatial diffusion process of influenza is determined by three factors of distance, urban size, and population density. The second is H. Kohsaka (1978 b) on the urban system in Niigata prefecture. He simulates the temporal change in population for each city by an absorbing Markov chain model and estimates the urban system for every decade to 1995. Also he indicates that, through evaluating these systems on the basis of some entropy concepts, the force of unification operates strongly on the changing of the systems. The last is S. Kubo (1979) treating the suburban expansion in the northwestern part of Tokyo. In order to clarify the diffusion process of land use, he estimates the land use patterns according to three models: ergodic Markov chain and two models revised respectively by both effects of land use combination and neighborhood, and finds the usefulness of the latter two models in comparing the actual land use pattern with the simulated one.

Research on spatial behavior was started recently and has not attained a fully systematic level. However, a few but noticeable works have started to appear and we can see a symptom of great expansion in them. Y. Mizoo et al. (1975), under the aim to investigate the factors which dominate the tourist resources of Japan, extracts five evaluating dimensions by factor analysis for the data obtained from questionnaires and, in order to confirm the validity of these dimensions, analyzes by Hayashi's quantification theory II, which is a kind of discriminant analysis for nominal data, the rank score data which is obtained from evaluating the resources by some professional researchers. Y. Nakamura (1978) analyzes by Hayashi's theory III the data as to whether some particular place names are known or unknown to the inhabitants in Nagoya city and draws mental maps of this city. K. Tomita (1978) considers factors affecting consumers' spatial preferences and applies Hayashi's theory II to the data for the attributes of consumers and shopping centers preferred by them.

Thus, through the above overviewing the quantitative geographical researches in Japan, it can be understood that to this period we have concerned ourselves actively with various topics. However, a remarkable characteristic can be noted in this overviewing. It is that,

while the quantitative analysis on geographic phenomena of the real world has made progress to a considerable degree, the methodological and modelling aspects have been done just in an inattentive manner. This is caused probably by the fact that the expert groups of geographers consist mostly of graduates from the geographical departments of universities and classical subjects remain supreme in the curriculum of the department of any university, and that we have taken few interest in co-operating with other quantitative fields.

Now, though none of the quantitative research in physical geography is referred to this paper, we can point out that the research has been furthered in this respect than in human geography. "Special Issue on Quantitative Geography" in the *Geographical Review of Japan* in 1976 enables us to get a glimpse of this research trend.