

第7章 交通と地域構造の形成と変化

1. 地理学研究における交通と地域構造

(1) 交通機能とそのとらえ方

交通現象は、われわれが日頃身近に接しているごくありふれた現象のひとつである。ありふれた現象であるということは、現象そのものが普遍性をそなえているということでもある。しかし交通現象を詳しく観察すると、その多様性と複雑性がしだいに明白になり、この現象をどのように把握するか、その糸口が容易に見出せないことに気づくであろう。

交通の本質的機能は、人や財あるいは情報を地表上のある点から別の点へ運搬することにある。これらの運搬に際しては、ほとんどの場合その必要性和目的があり、それぞれ個有の空間的経路を経て運搬が行われる。異なる地点間の位置変化を空間的移動という概念でとらえるなら、交通はこのなかに含まれる。しかし移動という概念には、目的をもたない水や空気の流れ、あるいは水河の流下など自然現象も含まれるため、空間的移動がそのまま交通ということにはならない。また、交通概念を狭く解釈して人と財の運搬のみを交通機能とし、情報については通信機能がこれにあたるという考え方もある。つまり空間的移動を行う人間の活動を交通(transportation)と通信(communication)に分け、両者を総合してフランス語のシルクラシオン(circulation)という用語をあてる考え方である。この場合はシルクラシオン(循環)、つまり、サーキュレーションこそが見定めるべき対象であり、交通や通信はその一部を構成する。

現代社会では通信活動が果たす役割の重要性は、強まる傾向にある。しかし交通に比べれば通信の歴史は比較的新しく、交通の果してきた役割の方がやはり大きい。交通概念を広義あるいは狭義のいずれでとらえるにしても、人や財

の空間的移動それ自体がもつ意味の重要性については、なんらかのところがない。ここでは、主として人や財の運搬を行う機能を交通機能と考え、その空間的特性を中心に考察することにしたい。

ところで、交通現象を研究の対象とする科学は、地理学以外にも数多くある。交通様式の運動特性に関心を寄せる交通工学、またその費用特性を主な考察対象とする交通経済学などはその一例にすぎない。こうした科学と、同じく交通現象に関心を抱く地理学が互いに区別される点は、その関心のもち方、つまり研究視点に求められる。距離の科学あるいは地域の科学といわれる地理学では、空間的なものの見方が行われるため、交通を対象とする場合でも、その空間的特性に焦点があてられる。また交通はそれ自体孤立した存在ではなく、背後にある地域と密接な関連をもちながら機能している。拡がりをもつ地域とそのなかで展開する交通は相互規定的関係にあるため、結局地理学は様々な交通様式を媒介として造り出された地域構造について、その特性と形成過程を中心に研究する科学であるといえる。

(2) 地理学研究における交通の位置づけ

地表上で行われている人間活動は、非常に複雑な様相を呈している。これを空間的視点からとらえる場合、その手懸りを見出すのに誰しも戸惑いをおぼえる。通常は活動の種類ごとに、たとえば経済・社会・文化などの各活動を取り出し、場合によってはこれらをさらに細分化する。経済活動を例にとれば、農業・工業・商業・サービス業の諸活動が区別され、その空間的パターンやパターンの形成過程についてこれまで研究が行われてきた。人間活動をこのように体系的に区分することは、一見したところ理にかなっているようにみえる。しかしその実、こうした区分はかなり人為的なものであるといつてよい。人間活動に関する一般地理学(体系地理学)もこうした区分に従って体系化されているが、その背景にはすべてのことを一度に取り扱うことは不可能であり、また現象を個別化して整理する方が理解がしやすいという考えが働いていると思われる。

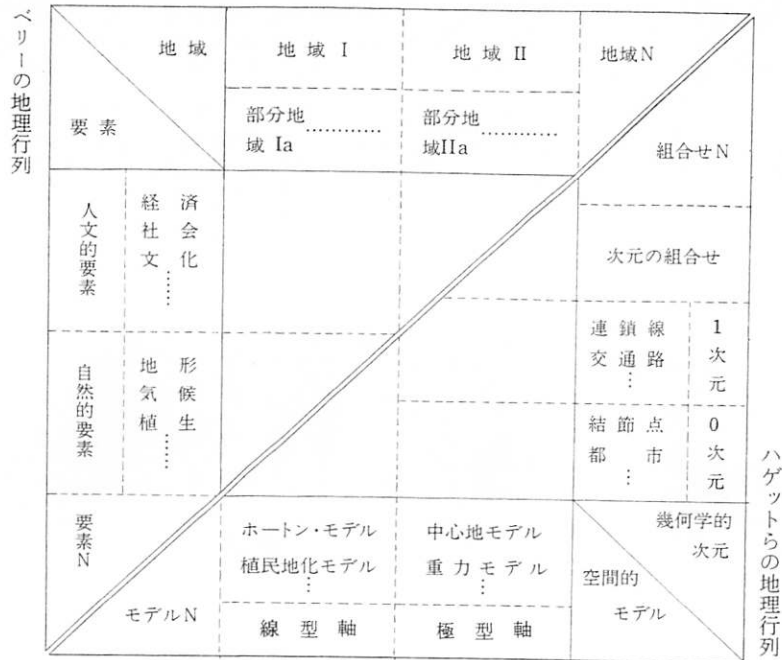


図 7-1 2種類の地理行列

B. J. L. Berry. [1964]. Approaches to regional analysis : a synthesis ; *Annals of the Association of American Geography*, 54, pp. 6-8. および P. Haggett and R. J. Chorley. [1967]. Models, paradigms and the new geography ; In P. Haggett and R. J. Chorley (Ed.) *Socio-Economic Models in Geography* (Methuen, London), pp. 28-30. にもとづいて作成。

ところが、現象の質的類似性を区分の基準とするこうした考え方とは別に、現象の空間的特性とりわけその幾何学的次元に注目して体系化を試みる考え方もある。ベリー (B. J. L. Berry) が提唱した地域と要素の組合せから成る地理行列 (geographical matrix) を空間的モデルと幾何学的次元の組合せから成る地理行列へと変換したハゲット (P. Haggett) らの試みがそれにあたる (図 7-1)。幾何学的次元として具体的に考えられるのは、都市や商業中心地などの「結節点」(node)、鉄道路線や電話ケーブルなどの「連鎖線」(linkage) あるいはそれらが複雑に組み合わさった「ネットワーク」(network) などである。また、結節点は規模をもつためその大小に応じて「階層」(hierarchy) が生じ、

ネットワーク上を行き来する「流動」(flow) も認められる。

では上述した2種類の地理行列と交通との関係は、どのように考えたらよいのであろうか。先に述べた伝統的区分の場合、例えば農業・工業・商業・サービス業のいずれの活動にも交通現象を認めることができる。交通は特定の活動に結びつくのではなく、これらの活動を横断的に貫く現象とみなすことができる。一方、後者の考えに従う場合、結節点は交通の発生・吸収点であり、ネットワークを構成する連鎖線は交通網のルートそのものにほかならない。つまり交通は人間活動の種類を問わない普遍的現象であり、交通を構成する空間的要素として結節点・連鎖線・ネットワーク・流動をそれぞれ抽出することができる。このように考えてくると、交通を対象とする地理学は、農業地理学や工業地理学などとは若干異なる性格をもっていること、そしてまた空間的モデルや幾何学的特性を重視する研究分野として体系化できる可能性をもっていることが理解できるであろう。

(3) 交通と地域構造

先に述べた2つの地理行列は、地理学の研究対象とその成果をどのように整理し体系化するかを示していると考えられる。伝統的区分では、農業・工業・商業・サービス業を便宜的に区分し、各活動がそれぞれ個有の空間的システムを形づくっていると考えている。投入・加工・産出という一連の過程で様々な活動が行われ、その間を人や財、それに情報が流動する。そしてまた、これらのシステムを互いに結び合わせて統合したものとして地域システム (regional system) が考えられている。一方ハゲットらの考えにおいても、地理学の研究対象はこの地域システムであるとされている。ただしそこでは、体系化の構成要素として先に述べた空間的モデルや幾何学的特性が強調されているのである。それゆえ逆の見方をすれば、農業・工業などの個別システム (あるいはサブ・システム) についても、ハゲットらの考え方は成り立つ。例えば商業都市や小売業の立地を説明する中心地モデル (central place model) において、結節点 (中心地) が階層的に立地し、消費者が周辺から中心に向けて連

鎖線上を移動するのはその一例にすぎない。

ところで、地域システムと地域構造は同じような意味で使われることが多い。ここでは地域構造という用語を使い、これと交通との関係について考えてみる。一般に構造という概念は、その内部の構成要素相互間に移動を伴う何らかの繋がりがあり、全体として一定のまとまりをもつ有機体として理解される。したがって地域構造という意味のなかには、空間的移動を示す交通の意味がすでに含まれている。つまりどのような地域構造を想定するにしても、そこでは暗黙のうちに交通の存在が前提とされているのである。このことは、例えばチューネン (von Thünen) の農業立地モデルを考えてみればよくわかる。チューネンのこのモデルでは、異なる農業形態が市場を中心として同心円状に展開するとされるが、そのような空間的パターンが生ずるのは、農産物を農場から市場へ運搬するという行為が基盤にあるからにはほかならない。しかもモデル構築の前提として、交通に支障のない均等な平野が想定されているため、空間的パターンは完全な同心円を示すのである。

このことを逆にいうなら、もし移動がなければ地域構造は成り立たないということになる。農業立地モデルにおいて、仮りにいかなる運搬手段も存在しないとしたら、まったく違った状況が出現するであろう。さらにまた、移動条件の変化に伴って空間的パターンが変化することも、このことから理解できる。距離当たり運賃の変化や、異なる交通様式・交通路の導入が、同心円パターンの形状を変える様子は、チューネン・モデルの第2次の接近のところで示される。交通と地域構造のこうした関係は、経済立地の他の代表的モデルであるウェーバー (A. Weber) の工業立地モデルや、クリスタラー (W. Christaller) の中心地モデルにおいても同じように認められる。

しかしここで注意すべき点は、交通と地域構造の関係は一方通行的関係ではないということである。現実世界では、交通はむしろ地域の具体的条件に規定されながら行われる。自然条件・人文条件が交通様式や交通路、それに交通流動の実際のあり方を規定するのである。それゆえ当然のことながら、こうした条件が変化すれば交通のあり方も変わらざるをえない。都市内部の自動車交通か

ら国際間の貿易にいたるまで、相互規定的なこうした状況を示す事例は多い。

2. 交通の発生機構と交通路の立地

(1) 交通の発生機構

人や財が地域間を移動する現象は、様々な地域的スケールで観察することができる。それは、通勤・通学あるいは買物行動といった比較的狭い地域内での移動から国際貿易や海外移住という広い地域間の移動に至るまで、幅広い範囲にわたっている。幅の広さは単に空間的スケールだけでなく、移動期間といった時間的スケールについてもいえる。一見したところ多様にみえるこうした移動現象を説明する一般的要因は存在するのであろうか。ここでは地域間交通の発生機構について考えてみよう。

地域間交通の発生要因についてこれまで多くの研究が行われてきたが、それらのなかで最も有名なのはウルマンの三副対 (Ullman's triad) であろう。これは地理学者のウルマン (E. L. Ullman) が地域間相互作用の基盤と交通の果す役割を論じた際に明らかにした①補完性、②介在機会、③可動性の3要因である。このうち第1の補完性は、財やサービスに対する需要と供給が空間的に離れて存在し、それらの間に互いに補いあう関係がある状態をさす。たとえば日本で石油の需要があり、ここから1万4000kmも離れた中東地域に供給可能な石油があれば、両地域間で石油が運搬される可能性がある。しかし、たとえば日本で需要があってもそれが木材の需要であれば、石油は運搬されない。需要・供給の中味が異なるからである。

つぎに第2の要因である介在機会、需要・供給の関係が成り立つ2つの地点の間に存在する別の供給地を意味する。需要・供給地点間の潜在的移動に対して、別の供給地点が何らかの影響を及ぼすことは十分考えられる。例えば郊外居住者が新しく完成した郊外の商業センターへ行くようになったため、以前に行っていた都心の商業センターへはあまり行かなくなったという事例がこれ

にあたる。介入機会に相当する郊外の商業センターは、郊外から都心へ向かう潜在的交通を吸収するいわばスポンジの働きをする。

しかし、上述した2つの要因のみで交通発生を説明するにはまだ十分とはいえない。2地点間の交通に伴う費用あるいは犠牲が不当に大きければ、他の条件が満たされていても交通は行われまいであろう。これを可動性の要因という。一般には、2地点間の輸送費用 (C_{ij}) がそれらの地点における生産費 (P_i, P_j) の格差を上回るとき、つまり $|P_i - P_j| < C_{ij}$ のとき、移動は生じないと考えられる。なぜなら、たとえ生産費が安い i 地点から別の j 地点へ輸送されても、 j 地点で生産された製品に、販売価格で立ちうちできないからである。このことはまた、 ij 間の輸送費用が低下すれば、移動が生ずる可能性のあることを意味する。交通の技術革新に伴う輸送費用の低下が、人間の行動範囲を拡張し、また、物資流動の広域化を促進するのにいかに貢献したかは、説明を要しないであろう。

上で述べた3つの要因は、交通の発生機構を説明する主要な要因として長い間支持され、現在に至っている。また3要因を総合化するために、各要因に相当する変数を組み合わせて地域間の交通量を説明するモデルも考案されている。基本的には補完性が交通を促進し、介入機会の存在がそれを抑制すると考えられる。また距離で代替することが多い可動性は、その大きさを通して交通量に関与する。

しかし、ウルマンの三副対にまったく問題がないわけではない。それは、この説明が古典的立地モデルと同様、環境に対してあらゆることを知り尽くしている完全な人間を想定している点である。限られた知識しか有さない人間の行動には、つねに不確定要素がついてまわる。交通についても同じことがあてはまり、需要を満たすあらゆる機会やそこまでの距離について、人間は完全な情報を持ち合わせてはいない。実際に起こりうるのは、考えられるあらゆる可能性のなかから見出された最適な交通ではなく、限られた選択肢のなかから満足のいくものとして選ばれた交通である。その結果、客観的に予測されるものと実際のそれとの間には乖離が生ずる。交通の研究分野でも不確実性を前提とした

ミクロな視点に立つ行動論的研究が行われるようになった。しかしマクロなレベルにおいては、やはり上述したウルマンの3要因が交通発生の説明要因としてかなりの妥当性をもっていると考えられる。

(2) 交通路の立地と選択

地域間交通は、具体的には何らかの交通路を經由して行われる。交通路には、鉄道・道路・パイプライン・電話ケーブルなどのように可視的な物理的実体を有するものと、航空路・海路あるいはラジオ・テレビの電波経路のように、実体を伴わず、ただ経路として概念化されるものがある。ここではこれらをすべて含むいわば空間的移動のためのルートといったものを想定し、その立地と選択について考えてみる。はじめに最適交通路の理論的な決定方法について考察し、つぎにそれらを偏倚させる現実的要因について検討する。

空間的に離れている地点間に最適交通路を設ける場合、決定の基本的規準は「最小努力の法則」(law of minimum effort) に求められる。例えば非常に単純な状況を設定して、交通障害のない平面上のA, B 2点間の交通路を考えた場合、2点間を直線で結ぶルートが最適であることはいうまでもない。なぜならこれが最短ルートであり、建設費用や輸送費用が最小の支出つまり努力で済むからである。

しかし、上と同じ平面上で3つ以上の地点を結ぶ場合は、それほど簡単ではない。他の条件を無視して距離のみが交通路を決定する要因であるとすれば、考え方は2通りある。ひとつは交通路を利用する側に立つ考え方であり、他のひとつは交通路を建設する側に立つ考え方である。前者が地点間をすべて直線で連結するルートを最適とするのに対し、後者はルートの総延長が最小になるようなルートを最適とするであろう。前者の解は容易にえられるが、後者の解はそれほど単純ではない。一般には、一直線上にはない3つの点を頂点とする三角形の内角がいずれも 120° に満たないとき、三角形の内部に設けたスタイナー・ポイント (steiner point) と3頂点をそれぞれ結ぶルートが建設者の最適とする解になることが知られている (図7-2)。ただしここでいうスタイ

ナー・ポイントは、この点と任意の2頂点を結んでできる角度が、いずれも 120° になるような点なのである。この性質を利用すれば、地点の数がさらに増えた場合であっても、総延長が最小になる交通路を決定することができるのである。

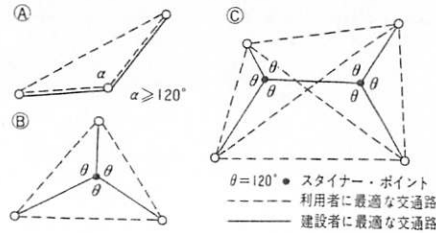


図7-2 最適交通路の立地

ではつぎに状況をより現実近づけ、最適化を決定する要因が距離だけでなく、交通量もこれに関係する場合について考えてみよう。新たに交通路を敷設する場合、そのほとんどは利用者ではなく、建設者あるいは運営者の手によって行われる。交通業を営む側に立てば、輸送便益の提供の代価として手にする収入から交通路の建設・管理に要する費用(支出)を差し引いた額、つまり利益が最大になる交通路が最も望ましい。支出を距離で、また収入を潜在的交通需要で代替すれば、ウェリントン(A. M. Wellington)がメキシコシティとベラクルツ間の鉄道路線を決定する際に用いた方法がそのまま適用できる。この方法の手順は、まずはじめに交通路の起点・終点を含む考えられるあらゆる連結の組合せを調べる。組み合わせ数は、起点・終点の中間に介在する都市の数に規定される。つぎに各組み合わせごとに収入と支出を計算し、最後に両者の差つまり利益が最大になる組み合わせを見出し、それを最適交通路として決定する(図7-3)。

これと似た交通路決定の問題として、セールスマンの巡回交通路の問題(travelling salesman's problem)というのがある。この場合は起点と終点が同一であり、対象都市群を最短距離ですべて連結する文字通りの巡回交通路を決定することが課題とされる。ただし先の例とは異なり、この問題は利用者側に立っているため、実際には既に存在する都市間ルートの中なかから最適なものを選択するかたちをとる。都市数が n 個のとき、一巡する交通経路(パス)の数は $(n-1)!$ である。ベル・テレフォンのシェン・リン(Shen Lin)は、

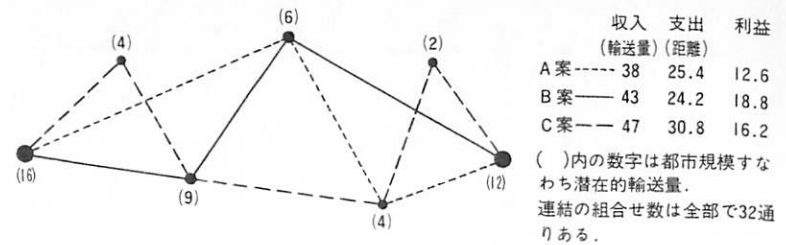


図7-3 都市連結交通路の仮設例

この問題を試行錯誤的に解くコンピュータ・アルゴリズムを開発している。

ところで、これまでの例ではいずれも単一交通様式を前提とし、また交通路の建設費用やそこでの輸送費用は距離に比例すると考えられてき

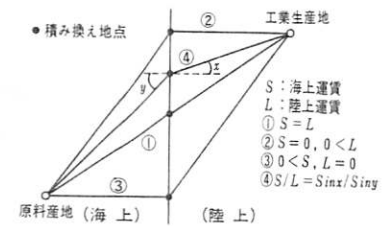


図7-4 複数の交通様式を利用した場合の交通路立地

た。しかし現実世界では、複数の異なる交通様式を利用して交通を行うのがむしろ一般的である。またたとえ交通様式が同じでも、建設費用や輸送費用が地域によって異なる場合がある。つまり均質空間から異質空間へと前提を変え、そこでの最適交通路決定について検討してみよう。

はじめの例は利用者の立場に立ち、海上交通と陸上交通を利用して海外から原料を運搬する場合である。輸送運賃が2つの交通様式ともに同一なら、これまでの場合と同じように起点(原料産地)と終点(工業生産地)を直線で結ぶルートが最短で、しかも輸送費用が最小で済む交通路である。しかし通常は輸送運賃が異なるため、総輸送費用を最小にする交通路は直線にはならず、2つの交通様式の連結地点、つまり原料の積み換え港を挟む屈折した直線となる(図7-4)。経済学者のレッシュ(A. Lösch)は、この問題に解を与え、つぎの式を満足するように積み換え地点を定めれば、総輸送費用が最小になることを明らかにした。

がって減少する。これは、移動に要する交通費や時間など消費者が負担する犠牲が、距離に比例して増加するからである。したがって商業中心地を通る商圈の断面図を描けば、中心地を頂上とする山形の図形がえられるであろう(図7-7)。しかしここで注意すべき点は、この断面図において山形の傾斜線と底辺は互いにはっきりしたかたちで交わることがないということである。現実に行われるデータはいわばサンプルであり、商業中心地から最も離れている消費者が常に最遠部にあるとは

限らないからである。つまりこの種の拡がりには境界線が明確に定められないフィールドであり、境界線が明示されているテリトリーとは異なる。圏域の境界線は、人為的に定められた基準にもとづいて便宜的に画定されたものにほかならない。

圏域構造の第2の特徴は、その階層性である。例えば複数業種の財やサービスを供給する場合、1ヵ所の商業中心地ですべてこれを行うことはほとんどない。各業種

にはそれぞれ経営を維持するために最低限必要な成立閾地域があるため、業種ごとにその地域を求めて競争が行われる。その結果成立閾地域の小さい業種は高密度に、また大きい業種は低密度にそれぞれ分布する。商業中心地の水平的(空間的)分布と影響力断面の2つの側面で、階層性が形成される(図7-8)。

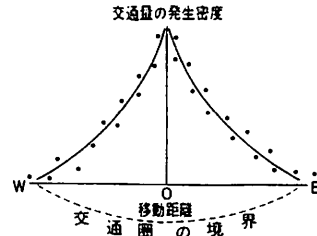


図7-7 移動距離と交通量の発生密度との関係

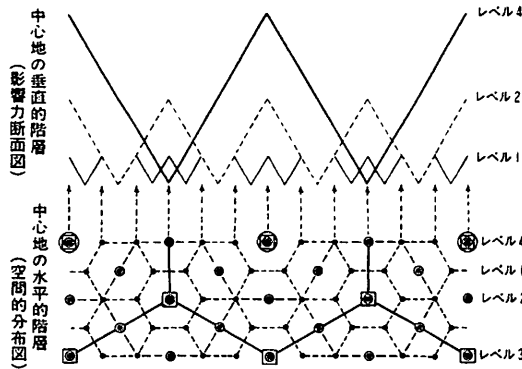


図7-8 商業中心地の水平的・垂直的階層
(一般階層モデル: $K_1 = 3, K_2 = 4, K_3 = 3$)

もちろん消費者の行動もこれに対応しており、高次財購入のための移動距離は低次財のそれより一般に長い。

最後に第3点は、交通圏の可変性である。ウルマンのいう可動性要因は、費用や時間によっ

て計測できる。輸送費用や所要時間は経済発展や技術革新に伴って変化するため、これが交通の発生密度や移動距離に影響を与える。輸送費用の低下や所要時間の短縮が距離の克服をいっそう容易にし、交通発生量を増加させるとともに交通圏の拡大にも貢献する。なお輸送費用については、移動距離に比例する距離比例制よりもむしろ遠距離通減制やグループ制などの方が実際的である(図7-9)。つまり当該地域が属する社会・経済体制の下で採用される具体的な運賃制度によってその構造が決定されるのが一般的なため、制度の変化が交通圏に影響を及ぼすのは必至である。

(2) 交通流動と重力モデル

地域間交通の発生を説明するウルマンの三副対は、重力モデル(gravity model)のかたちで表現され、操作化されることが多い。重力モデルはその名のように、万有引力の法則の考えにもとづいて社会的移動を説明しようとするモデルである。小売引力の法則で知られるライリー(W. Reilly)や彼と似たような立場から各種の社会的移動を説明しようとしたスチュワート(J. Q. Stewart)、ジップフ(G. K. Zipf)は、2地点間の移動量は両地点の規模の積に比例し、地点間距離の2乗または1乗に比例するという演繹のモデルを考えた。一方スウェーデンの地理学者カント(E. Kant)は、移動量が移動距離にともなって低下する距離減少関係を、帰納的に導き出した。減少の割合を示す係数は、小売引力モデルの距離指数に相当しており、これは可動性の強さを反映する。

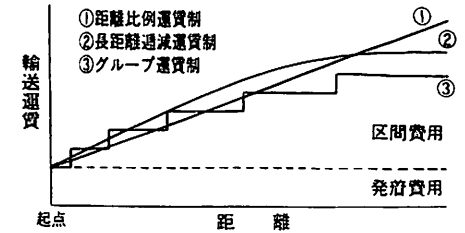


図7-9 各種の輸送運賃制

$$S/L = \sin x / \sin y \dots\dots(1)$$

ただしこの式で、 S 、 L は海上、陸上のそれぞれ輸送運賃率である。また x は積み換え地点から海岸線に垂直に引いた直線と同じくこの点から内陸の終点まで引いた直線が交わってできる角度であり、 y はこれと同様なことを海側について行った場合の角度である。

つぎに2番目の事例は、建設者の立場から交通路を敷設する場合である。いま連結したい2地点（例えば都心と郊外）があり、その間に異なる土地利用が展開しているとする。交通路建設に先立って用地の購入が必要になるが、地価が土地利用ごとに異なるため、2地点を直線で結ぶ交通路が最適になるとは限らない（図7-5）。ここでもまた、考えられる様々な交通路ごとに購入費用と建設費用を計算し、そのなかから最小のものを選ぶという方法がとられる。これと似た状況は、2つの都市の間に山地が横たわっている場合である（図7-6）。都市間を直線で結ぶためには長いトンネルが必要になる。しかし山地を完全に迂回する交通路は距離が長すぎる。このような場合、最適解は両者の中間に見出されるかもしれない。また歴史的にみれば、図の①→②→③の順で交通路が変遷した事例が少なくない。

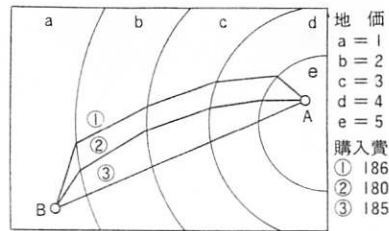


図7-5 地価に地域差がある場合の交通路立地

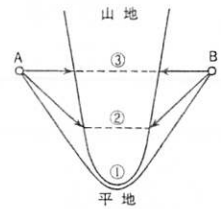


図7-6 2都市間に障害がある場合の交通路立地

これまで述べてきた最適交通路の決定方法は、経済的合理性にもとづく、いわば経済人(economic man)の立場に立つ理論的方法であった。しかし不確実性の多い現実世界では偶然性の支配する余地が多く、また特定集団の利害が交通路決定に影響を与える事例も少なくない。アパラチア山脈におけるカンパー

ランド・ギャップの発見はいわば偶然の産物であり、また中央東線の岡谷から辰野を経て塩尻へ至る大湾曲ルートは、地形条件もさることながら政治的圧力がルートの決定に関与したいわゆる政治路線の一例である。さらに政治的境界が交通路の方向や配置に影響を与えた例として、アメリカ合衆国・カナダ国境沿いの鉄道網や東西ドイツにおける交通路の戦前・戦後の変化などがある。

結局のところ交通路の立地と選択については、理論的側面と現実的側面を区別し、後者が前者を偏倚するかたちで実際の交通路が決定されることを理解する必要がある。

3. 交通流動と交通網

(1) 交通流動と交通圏

地域交通を考える場合、交通路の立地とともに交通路上を移動する交通流動が問題となる。一回の交通には必ず起点と終点があるため、その間を移動する人や財は起点・終点に相当する施設や機能あるいは土地利用と何らかの関係をもっている。経済立地モデルの例でいうなら、起点に相当するのは例えば農場・工業原料産地・住宅地であり、終点は市場・工場・商業中心地である。起点・終点はある場合は需要地であり、また別の場合は供給地である。いずれにしても起点あるいは終点を中心として移動の軌跡を集合すれば、一定の拡がりをもった範囲が画定できる。例えば工業原料産地を中心にこれらを行えば、原料の供給圏が明らかになる。また市場や商業中心地に注目するなら、農産物の集荷圏や商圏の範囲が明白になる。

ではこうした圏域は、どのような特徴をもっているのだろうか。この種の圏域を理解する基本的な鍵は、交通量の発生密度と移動距離にある。観察される一般的特徴として、移動距離と発生密度との間には負の相関関係が認められる。移動距離が長くなるほど交通量が少なくなる、という規則性である。例えば商業中心地へ向かう面積当たりの消費者数は、中心地から遠ざかるにした

重力モデルは、地域レベルや移動の種類に関係なく、一般に移動現象をよく説明するといわれる。説明の良否は、重力モデルを回帰式で表現したときの相関係数によって示される。現在用いられている重力モデルは、当初考えられていた単純なモデルに各種の改良を施した複雑なモデルである。主な改良は次の3点からなる。

第1は規模と距離に関する点である。まず規模については、当初よく用いられた人口のかわりに、移動内容により大きな影響を与える、例えば販売額や出荷額などの指標（変数）の採用が検討された。また移動の地域性を反映させるために、規模の重みづけについても議論が行われた。一方距離については、絶対距離にかわる相対距離の妥当性が強調されるようになり、費用や時間を単位とする距離をはじめとして、知覚距離、社会距離などの採用についても検討が加えられた。

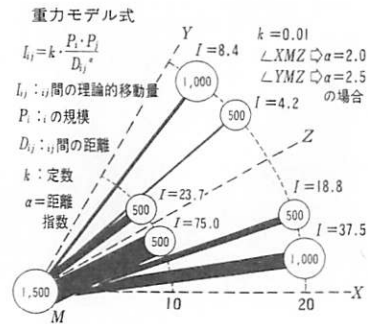


図7-10 重力モデルにもとづく都市間の理論的移動量

第2は、補完性や介在機会を重力モデルに組み込み、説明力の向上をはかる試みである。例えば地域間人口移動を説明するために補完性要因として就業機会の増加率を考えたカリエール (H. G. Kariel) や、都市の魅力と気温を想定するアイサード (W. Isard) のモデルなどがその一例である。補完性、介在機会を組み込む重力モデルの一般式は

$$I_{ij} = k \cdot \beta \cdot \frac{(P_i \cdot P_j)^\gamma}{O_{ij} (D_{ij})^\alpha} \dots \dots \dots (2)$$

である。ただし I_{ij} は i, j 間の移動量、 P は規模、 D_{ij} は i, j 間の距離、 O_{ij} は同じく介在機会、 β は補完性、 k は定数、そして α, γ はパラメーターである。

重力モデルの改良の第3の方向は、このモデルを出発点としてこれから各種モデルを派生させる方向である。例えば消費者行動を決定論的に考えるライ

リー・モデルにかわり、確率論的行動を前提とするハフ (D. Huff) のモデルはその一例である。またCATS (Chicago Area Transportation Study) による介在機会モデルは、介在機会に関するストUFFER (S. A. Stouffer) の概念を実践化したモデルである。さらに、これまで理論的基盤が弱いといわれてきた重力モデルを、エントロピー概念を用いて再構築したウィルソン (A. G. Wilson) のモデルもこれに含めてよいであろう。

(3) 交通網とネットワーク分析

いくつかの結節点を介して連鎖線が連なっているものを、交通網あるいはネットワークという。交通網を研究の対象とする場合、交通網の全体的構造と特定地点（結節点）のおかれている位置の2つが問題となる。前者のネットワーク構造については、グラフ理論を応用した各種の測定式によって、その特徴を明らかにすることができる。グラフ理論では、交通網の実体がなんであれ、これをすべて結節点と連鎖線の集合とみなし、その位相幾何学的特徴を問題とする。したがって連鎖線の長さや形は問われず、構造は抽象的存在として計測される。代表的な測定式は次の通りである。ただし以下の式において、 e と v は結節点以外では連鎖線が交差しないネットワーク（これをプラナーグラフという）における連鎖線と結節点のそれぞれの個数である。

ベータ係数 = e/v 回路数 = $e - v + 1$

測定式 アルファ係数 = $(e - v + 1)/(2v - 5)$

ガンマ係数 = $e/3(v - 2)$

このうち回路数は、任意の点を起点として巡回して元に戻ることができる回路の個数である。またアルファ係数は、潜在的に考えられるあらゆる回路を想定し、この個数で実際の回路数を除した値である。さらにガンマ係数は、潜在的に考えられる連鎖線の個数で実際の個数を除した値である。

一連の測定値を同一地域で時間をおいて、あるいは異なる地域で同一時期に計測すれば、ネットワークの構造変化や地域差を明らかにすることができる。一般には社会・経済の発達とともに各測定値が上昇することが知られており、

それに伴って回路形態も無から四角形そして三角形へと推移する(図7-11)。また人口密度の高い地域は低い地域に比べて交通路密度が高く、ネットワークも三角形状の回路数が多い完全連結に近いものとなる。

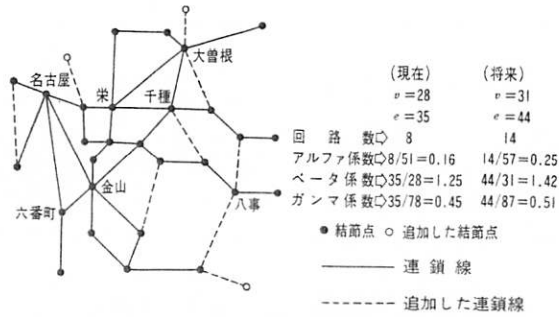


図7-11 都市内交通網の構造把握 (名古屋市内の公共輸送網を一部簡略化)

次にネットワーク内部における個別地点の位置について考えてみよう。距離の科学といわれる地理学では、特定地点が他のすべての地点からみてどれほど近づきやすいか、つまりその接近性がしばしば問題とされる。グラフ理論を採用するネットワーク分析でも、様々な方法で接近性が測定される。測定は結節点と連鎖線から成るグラフを、行列形式に転換することからはじまる。結節点を行と列の各方向に並べ、一本の連鎖線で直接連結している場合は行列の要素に1を与え、そうでない場合は0を与える。こうして出来上がった行列の行和あるいは列和は、当該結節点へ(あるいは当該結節点から)1ステップで到達できる結節点の総数を示す。この値が大きいほど接近性により恵まれているといえる。

出来上がった行列をさらに拡張し、2ステップ以上で移動できる経路(パス)の個数を順次求める計算方法も考案されている(図7-12B)。さらに、各ステップごとのパスの累計を求めて総合的な接近性を計測する方法も知られている。しかしこれらの中でより有効と思われるのは、シンベル(A. Shimbel)が提唱した最短パス行列の概念である(図7-12C)。これは、行列を累計することによって生ずる過剰性、つまり遠回りのパスを除去し、最短パスのみによって接近性を考える方法である。接近性をより現実近づける方法としては、ステップ数のかわりに、実際の距離や時間・費用などを用いる有値行列の考え方もある。

行列にある一定の操作を施した結果として、個別結節点の接近性が明らかに



図7-12 都市間交通網の近接性行列と最短パス近接行列

なる。接近性が高い結節点つまり中心地は、文字通り地域の中心として発展する可能性を秘めており、事実発展してきた歴史をもっている。一方、地域発展に伴って交通路が新たに建設されるか、あるいは技術革新によって交通様式や所要時間が変化した場合、接近性もまた変化する。現代的な事例としては、新幹線鉄道やハイウェイの建設が特定都市の接近性を高め、人口や経済活動の集積に貢献する場合はこれに相当する。また過去に遡ってみれば、河川交通から鉄道あるいは自動車交通への転換が、都市の成長・衰退に強く関与した事例は枚挙にいとまがない。

ところで、交通網の形成と変化について、その空間的パターンを説明するモデルは考えられないだろうか。ここでは発展途上国における内陸交通路の発展過程を説明するターフィ(E. J. Taaffe)らの帰納的モデルと、先進国における演繹的モデルの2つを例示しておこう。最初のモデルは、ヨーロッパ人による植民地化を契機として鉱物資源や農産物の流動が盛んになり、貿易港を中心として、海岸線に垂直あるいは並行な交通路が、徐々に拡大してゆく状況を段階的に図示したモデルである。これはロストウ(W. W. Rostow)の経済発展モデルと同様に段階的發展を想定しているが、むしろ拡散過程を前提とする連続的發展の方がより妥当ではないかという見解もある。

一方先進国におけるモデルとしては、クリスタラーの $K=3$ システムにおいて、交通路を段階的に積み上げてゆくハゲットのモデルがよく知られている。地域の上向的發展に伴って都市間に格差が生じ、より階層の高い都市間同志を

① 低次中心地・交通路の形成 ② 中次中心地・交通路の形成 ③ 高次中心地・交通路の形成

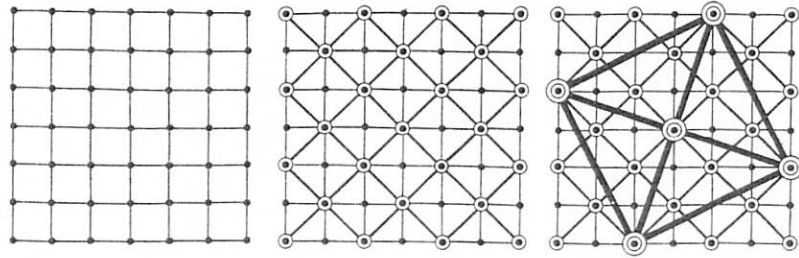


図7-13 四角形中心地システムにもとづく都市内交通網の発展過程（一般階層モデル $K_1=2, K_2=5$ ）

連結する交通路が順次建設されてゆくという、これまた段階的モデルである。しかしこれについては、モデルをさらに拡張して、例えば一般段階モデルを用いて、大都市地域内部により妥当する長方形交通路の発展モデルなどを考えることもできる（図7-13）。

4. 交通の発達と地域構造の変化

(1) 交通の発達と時間・空間の短縮

交通発達の歴史は、時間・空間の短縮の歴史でもある。陸上交通を例にとれば、1830年代に馬車にかわって鉄道があらわれ、100年後の1930年にはハイウェイ交通が登場した。さらに1950年代には高速鉄道が本格化し、時間・空間の短縮に拍車がかかった。半日当たりの移動距離は、馬車時代の200 kmから鉄道の800 km、ハイウェイの1300 km、そして高速道路の2000 kmへと飛躍的に伸長した。同じような進歩は、海上交通や航空機あるいは通信手段についてもいえる。

時間・空間の短縮と並んで重要なのは、費用・空間の短縮である。交通手段の技術革新が進み、経済発展に伴って所得が上昇すると、輸送費用は相対的に低下する。空間は時間とともに費用の面でも短縮されるため、その中で活動す

る人間の行動も様々に変化する。

相対的に地球が縮んでゆくこうした空間の短縮状況を、ジャーネル (D. G. Janelle) は次の式を用いて表わした。

$$\text{時間・空間の短縮率} = (T T_1 - T T_2) / (Y_2 - Y_1) \cdots \cdots (3)$$

ただし $T T_1$ はある年次 (Y_1) における2地点間の所要時間、 $T T_2$ はそれから一定期間を経た別の年次 (Y_2) における同一地点間の所要時間である。彼自身があげた事例を引用すれば、例えばロンドン—エジンバラ間の所要時間は、1776年当時、馬車で4日であった。ところが190年後の1966年には航空機を利用すれば3時間で済むため、これら2都市は1年間に平均30.3分の割合で接近していったことになる。こうした空間の短縮率は、通信手段についても同じように求めることができる。例えば郵便の場合、ニューヨーク—サンフランシスコ間の所要時間は、1858年当時駅馬車で24日間であった。しかし、112年後の1970年には航空便で理論的には12時間になったため、短縮率は5.0時間/年である。

時間・空間の短縮化が最も進んでいるのは、エレクトロニクスを駆使する通信手段であろう。一例として電話を取り上げた場合、交換手が交換台を操作していた時代から自動交換装置の時代を経て、現在は即時通話の時代になっている。国内のどこでも瞬時のうちに接触がもてるばかりでなく、海外とのやりとりにおいてもほとんど時間を要しなくなった。時間距離を尺度とする限り、もはや地表面は一ヵ所に集中した点的存在として意識されているといっても過言ではない。さらにまた全国一律料金の郵便制度にみられるように、一部の通信手段については費用空間でさえも拡がりをもたない存在となっている。

このように時間（あるいは費用）・空間が狭まってくると、空間に対する人間の対応の仕方も異なってくる。人間は客観的で物理的に変化しない絶対距離に従って行動するのではなく、主観的で、しかも時代や社会に応じて変化する相対距離を拠りどころとして行動しているからである。しかし、こうした考え方が一般的になったのはそれほど古いことではなく、1955年にワトソン (J. W. Watson) がハミルトン市の都市空間を費用空間として図示したのが、そのはじまりといわれている。その後、知覚空間、時間空間、社会空間など人間行

動を説明するのにより適していると思われる相対空間を前提とした移動や交通の研究が行われるようになった。

(2) 交通の発達と地域構造の変化

技術革新によって支えられる交通の発達は、新しい交通様式の出現あるいは同一交通様式の高速化、効率化、快適化などによって特徴づけられる。最も新しく登場した航空機を除く陸上・海上の各種交通機関は、長い歴史のなかで互いに競争あるいは補完の関係を保ちながら利用されてきた。現代の代表的交通機関である自動車・鉄道・船舶・航空機は、交通路や運搬装置、それに動力などの交通特性がそれぞれ異なっているため、目的に応じて使い分けられている。このことは、距離の増加に対する輸送費用の増加傾向が交通機関ごとに異なるため、最も得意とする距離範囲がそれぞれ異なる点によく表われている。

新しい交通機関が登場する裏で古い交通機関が消え、交通の新旧交替が進む。新しく受け入れられた交通機関は徐々に発展の基盤を築き、普及の度を増してゆく。斜陽化した鉄道に自動車にとってかわり、また長距離輸送の分野で航空機が重要性を増しているのはその一例である。一方、同一交通様式のなかでも多様化の動きがある。在来鉄道や道路に加えて高速鉄道やハイウェイが新たに登場した。交通機関のこうした多様化は、交通機関相互間の競争を激化させる方向に作用するが、利用者側からみればこれは交通手段の選択の幅が広がったことを意味する。

交通の発達が人間行動の変化を媒介として地域の構造を変えてゆく状況は、様々な局面で認められる。はじめに交通路の立地についてみた場合、交通の技術的進歩はこれまで不可能であった交通路の建設を可能にする。長大トンネルや大規模架橋あるいは立体交差は、地域間の時間距離を大幅に短縮し、相互の結びつきをより緊密なものにする。また、新幹線鉄道やハイウェイあるいは既設道路にかわるバイパス道路の建設が地域に与える影響は、はかりしれないものがある。

新しい、より優れた交通路の完成や既存交通路での高速化が地域に与える影響

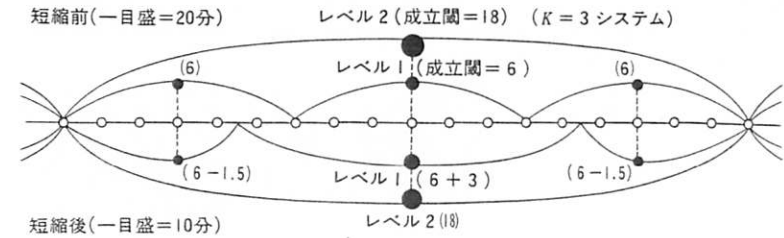


図7-14 1次元中心地システムにおける時間距離短縮の影響

のひとつに、集中化現象がある。たとえば一本の道路に沿って成立閾の異なる商業施設が階層的に立地しており、各施設は道路沿いの消費者をそれぞれ吸引しているとする(図7-14)。道路の改良やより優れた自動車の出現によって時間距離が短縮された場合、消費者は絶対距離は以前より長い時間距離は以前とあまり変わらない、より高いレベルの商業集積地へ出かけるようになる。品揃えや駐車能力に優れた集積地は商圈を拡大し、反対に有利さを欠くものは商圈の縮小を余儀なくされ、やがて衰退の道を進む。商業集積地の階層構造の変化を伴うこうした現象は、都市間・都市内のレベルを問わず一般的にみられる現象である。

交通発達に伴う交通圏の拡大は、上述した商業活動に限らず、農業、工業あるいは観光などについてもいえる。鮮度が重要な農産物も、高速トラック輸送の出現によって遠隔地でも栽培が可能になった。重量当たりの付加価値が高い電子機器の組立ては、ジェット化などの空港整備に伴い、地方都市でも行われるようになった。国内はもとより遠く海外まで出掛ける観光客の数が近年著しく増加している背景には、国民所得の向上とともに大型航空機輸送の発達があることはいうまでもない。

これら一連の現象に共通するのは、広い意味での生産性が他に比べて優れている地域に対して交通発達が有利に作用し、これらの地域における活動や機能の専門化を促進することである。先の例でいえば、農産物の生産費や工業労働費が他に比べて安い地域が、新しい生産地として発展する。地域的専門化つまり分業化は、同一機能や活動が集積・拡大する過程で各種の利益をもたらすた

め、ますます有利性が強まる。その結果機能や活動の集積がさらに進み、これに伴って生産量が増すため、再び交通の改善がはかられるようになる。つまり交通発達と地域的専門化は、互いに循環的關係にあるといえる。

交通圏の拡大は、交通流の量的増加にもつながる。重力モデルに組み込まれた可動性（相対的距離）と距離指数は、交通の発達に伴ってともに低下し、結果的に交通量を増加させる。距離減少関係の傾きが緩やかになるばかりでなく、傾斜線そのものが上方へ移行し、また遠方へ伸長する。近距離交通の密度増加に遠距離交通が加わり、交通の空間的パターンはいっそう複雑なものとなる。

交通発達がネットワーク構造の改変を通して結節点の近接性に影響を与える点については、すでに述べた。近接性の向上は中心性の向上でもあるため、結局この場合も特定中心地における機能集中や専門化が促進される。近接性の変化は、ネットワーク内部における連鎖性の増減あるいは所要時間・輸送費用の増減に伴って生ずる。交通発達は連鎖線の増加や時間・費用の縮小を意味するため、ネットワーク内部の部分改良が他の部分に対して間接的な影響をもたらす。例えばオンタリオ州のハイウェイ・システムについて、新たに付け加えるべき連鎖線を問われた地理学者のバートン (I. Burton) は、候補となった7つの連鎖線ごとに最短パスの総数を計算し、減少率が最も大きくなるルートを見出した。また、ミシガン州南部のハイウェイ・システムにおける道路条件の改善が、都市の立地有利性に与える影響を調べたジャネルは、交通改善が大都市に対してより有利に作用することを明らかにした。

以上で述べてきたように、交通の発達は交通路や交通網あるいは交通流動の変化を介して、その後背地ともいべき地域に影響を与える。本章の初めて述べた交通と地域構造の相互関係のうちの、交通から地域に対する働きかけの強化が、すなわち交通の発達であるといつてよい。特定の結節点を中心とする絶対的空間である交通圏は拡大し、結節点とのかかわりあい(situation)の強さに応じて、その場所の特性(site)が変化する。

一方、相対的空間の縮小に伴う競争激化のために非効率化した活動や成立閾が確保できなくなった機能は衰退し、逆に集積の利益や規模の利益を得たもの

が成長の機会を得る。交通の発達には、地域現象の普遍化と専門化という盾の両面をもっているのである。

(林 上)

【参考文献】

- ① 有末武夫・榎 幸雄・青木栄一共編(1968):『交通地理学』大明堂
- ② 有末武夫(1974):『交通圏の発見』鹿島出版会.
- ③ 山口平四郎編著(1982):『経済地理Ⅲ 交通・商業・都市』大明堂
- ④ 山口平四郎(1973):『交通地理の基礎的研究』大明堂
- ⑤ 山口平四郎先生定年記念事業会編(1975):『地域と交通』大明堂
- ⑥ Abler, R., J. S. Adams and P. R. Gould (1972): *Spatial Organization: the Geographer's View of the World*. Englewood Cliffs, N. J.
- ⑦ Haggett, P., A. D. Cliff and A. Frey (1977): *Locational Analysis in Human Geography*, Second Edition. Halsted Press, New York
- ⑧ Hurst, M. E. E., Editor (1974): *Transportation Geography: Comments and Readings*. Mc Graw Hill, New York
- ⑨ Lowe, J. C. and S. Moryadas (1975): *The Geography of Movement*. Houghton Mifflin Company, Boston
- ⑩ Robinson, H. and C. G. Bamford (1978): *Geography of Transport*. Macdonald and Evans, Plymouth
- ⑪ Taaffe, E. J. and H. L. Gauthier, JR (1973): *Geography of Transportation*. Prentice-Hall, N. J., 奥野隆史訳(1975):『地域交通論—その空間モデル—』大明堂