

距離概念を用いた分布交通量モデルについて

九州大学工学部 〇学生員 河野雅也
九州大学工学部 正員 樗木 武

1. はじめに 都市圏のOD分布交通量を予測する方法には、数多くのモデルが開発されているが、これらに大別すると、現在バージョン法と予測モデル法の2つに分類される。両者とも長所も短所もあり、どちらかといえば、予測モデル法の方が実用的であるといえ、実際に多くの都市圏が予測モデル法を採用している。しかし、予測モデル法には、常に距離の定義が不明確であるという問題が付きまとい、このことは得られたモデルの精度を劣化させるのみならず、モデルの安定性や不偏性も損う原因にもなっている。そこで、本研究は、分布交通量モデルを作成する際の問題点を検討し、従来用いられてきた距離に依らないモデルの提案を行うものである。

2. 従来モデルの問題点 ここまでに開発されてきた分布交通量予測モデルの代表的なものを挙げると、重力モデルと確率モデルの2つである。重力モデルは、物理学でいうところの万有引力のアナロジーであり、モデルの説明変数として、ゾーン間距離が含まれる。一方、確率モデルは陽表的には距離を含まないが、たとえば、同時確率最大手法における先験確率の算定といった場合に、ゾーン間距離が必要になる。以上のように、予測モデル法は、何等かの形で距離を入力することになるが、距離の定義、いかによる、解析結果が異なることも考慮するとき、距離の問題は極めて重要であるといわざるを得ない。しかし、諸都市圏において定義された距離を見れば、地図上の実測距離、所要時間距離あるいは重みづけされた時間距離といったように、必ずしも統一적ではなく、またゾーン中心の設定の仕方によっても異なるなど解析者の判断に頼っているのが実情である。さらに、現在得られている距離が将来どのように変化するかを予測することもなかなか容易ではなく、ゾーン内々距離をいかに定義するかといった問題もある。

距離の設定問題も双壁をなすもう一つの問題点は、周辺ゾーンの存在も考慮していないことである。すなわち、あるゾーンからあるゾーンへの交通移動は、両ゾーンの特性及び両ゾーン間の特性のみで決まるものではなく、両ゾーンの周辺や中間に位置するゾーンの存在状態も少なからず影響を及ぼすと考えられる。したがって、モデルを構築する際には、ゾーンペアのみを考慮するのではなく、その他ゾーンの影響力を何等かの形で組み込むこと、交通現象をより正確に把握するという点から、必要なことであるといえる。

3. 提案するモデル 前述のように、分布交通量は当該の両ゾーン相互間の作用力と周辺ゾーンの影響力で定まるが、交通現象の実態を眺めるとき、これらは距離抵抗の効き方は強くないと思われ。すなわち、都市圏のように、ある程度発達したゾーンが連なる場合には、道路網や交通網の発達は密であり、したがって、距離減衰といった概念よりも、周辺に近接して大きな交通吸引力を有するゾーンが存在する、あるいは遠方に存在するといった交通吸収率の分布状況がゾーン間の分布量に影響すると考えられる。また、2つのゾーン間の途中に中間ゾーンが存在するとき、ゾーンの発生交通量とゾーンに引きつけられる度合は、中間ゾーンが存在しない場合に比較して小さくなると思われる。この概念も模式的に示したのが図1である。ゾーンiに対して等位置のゾーンj、j'が存在するとき、単に距離減衰のみを考慮する場合には、ゾーンiの吸引力はゾーンj、j'ともに同じ作用になり、図中の実線が表わされる。しかし、実際問題として距離減衰よりも中間ゾーンの吸引力によりゾーンiの吸引力が小さく奪われるものと考えられ、この場合には、実線のような形になる。当然ながら、ゾーンj'に比較してゾーンiに対する作用力は一段と小さい値になる。より厳密には、ゾーン間の距離減衰と中間ゾーン

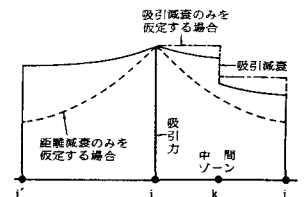


図-1 距離減衰と吸引減衰の概念

による吸引減衰の双方を考慮すべきであるが、都市交通問題では中間ゾーンが連なることから、吸引減衰のみを考えたとしても差し支えないと判断でき、このとき作用力は一点鎖線のように近似できる。本研究では、この近似を採用することとする。

3-1 内々交通量モデル ゾーンiの発生交通量のうち、どこかで自ゾーンの内外交通量と区別する場合は、中間ゾーンの存在による吸引抵抗を考慮してゾーン間の結合度合と自ゾーン周辺の吸引点分布状況によって説明できる。そこで、ここでは上述の内容を表現し得る次の指標を提案する。すなわち、ゾーンiを中心に考え、他ゾーンを交通網からiまでのゾーンに直接隣接するゾーン群（隣接指数1）、その外周に位置するゾーン群（隣接指数2）なども隣接度合に応じて分類する（図-2）。このとき、ある値の隣接指数のゾーンiのゾーンiの結合度は、より小さい、隣接指標のゾーンの吸引力による抵抗減衰の影響を受けるとする次の指標を定義する。

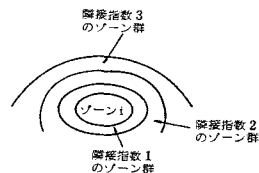


図-2 隣接指数

$$V_i = 1 + \sum_{k=1}^{M_i} \frac{(\text{隣接指数}k \text{ ゾーン}i \text{ 全集中交通量})^\gamma}{\sum_{k=1}^{M_i} (\text{隣接指数}k \text{ ゾーン}i \text{ 全集中交通量})^\gamma} \quad (1)$$

ここで、N: ゾーンiの集合、 $M_i = \max(N_{ij})$, $[N_{ij}]$: 隣接指数行列、 γ : パラメータ(=0.5)

隣接指数は各ゾーン間の隣接行列と距離データとを基に最短ルートと求め、その最短距離と与えられる。これをゾーンiの中心性指数と呼ぶこととすれば、これはゾーンiに近接して吸引力の高いゾーンが多く存在するほど、換言すれば、都市型のゾーンほど小さな値になり、比較的周辺に近接してゾーンiの大きな吸引力ゾーンが存在しない孤立的ゾーンほど大きな値になる。中心性指数の他に、ゾーン面積と内々交通量に比例することから知られているので、両者を用いて、内々交通量予測モデルを以下のように定義する。

$$x_{ii} = k U_i S_i^\alpha V_i^\beta \quad k, \alpha, \beta: \text{パラメータ}, x_{ii}: \text{内々交通量}, U_i: \text{発生交通量} \quad (2)$$

3-2 ゾーン間交通量モデル ゾーンiからゾーンjへの分布交通量は、ゾーンiの発生量のうち他ゾーンへ分布する量の大きさと周辺ゾーンの影響力とで定まることを考慮し、次の指標を定義する。

$$d_{ij} = \left(\frac{x_{ii}}{V_i} \right)^\delta + \sum_{k=1}^N \left(\frac{x_{ik}}{V_i} \right)^\delta e^{-c r_k}, \quad r_k = \frac{N_{ik} + N_{kj}}{N_{ij}} - 1, \quad \begin{cases} \delta: \text{パラメータ}(=0.5) \\ c: \text{パラメータ}(=1.0) \\ V_i: \text{集中交通量} \end{cases} \quad (3)$$

上式の1項は、自ゾーン内に定まる量的大きさを表し、2項は周辺ゾーンの影響力を表すものである。 $e^{-c r_k}$ は中間ゾーンの重みを表現するものであるが、その定義より隣接指数が小さくなるにつれて、影響力が減少する。ゾーンiからゾーンjへの分布交通量を x_{ij} とすれば、1項に影響力の大きな中間ゾーンが多く存在する場合は d_{ij} は大きな値になり、逆の場合は小さな値になり、このことは x_{ij} と d_{ij} が負の相関関係にあることを示すものである。この意味において、 d_{ij} をゾーン間抵抗指数と称する。一方、発生・集中交通量もゾーン間分布量に比例するので、この d_{ij} を用いて、ゾーン間交通量予測モデルは、以下のように定式化される。

$$x_{ij} = \alpha U_i V_i d_{ij} \quad (4)$$

以上は、発生側に視点を置いた議論であるが、集中側から見ても同様に定式化される。しかし、このモデルは、紙面の都合上割愛する。

表-1 内々交通量モデル

ケース	モデル	係数値			適合度			
		k	α	β	R	RMS	χ^2	%E
全目的 Bゾーン	式(2)	23,961	0.082	0.592	0.999	5814.0	6201.1	0.07
	アクセシビリティ・モデル 文献(1)を参照				0.978	—	—	—
全目的 Cゾーン	式(2)	1,958	0.158	1.884	0.948	2947.1	50636.0	6.78
全目的 Cゾーン 自加(10)	式(2)	0.141	0.346	2.718	0.881	516.1	14338.8	10.65
	アクセシビリティ・モデル	0.138	0.869	—	0.556	849.7	57001.9	—

4. 適用例 昭和47年の北部九州PT調査結果をもとに、内々交通量モデルとゾーン間交通量モデルを作成した。各々の結果は、表-1, 2に示しておける。

[参考文献] 1) 北部九州圏ハートランド・ゾーンの調査報告(予測モデル編), 2) 佐々木・博: ゾーン内々交通量の推定モデル, 交通工学, Vol.12, No.6

表-2 ゾーン間交通量モデル

ケース	モデル	係数値		適合度			
		α	β	R	RMS	χ^2	%E
全目的 Bゾーン	式(4)	0.539	-0.868	0.968	622423.9	2897.4	-8.28