

九州大学工学部 学生員 ○河野雅也
九州大学工学部 正員 橋本武

1. はじめに 都市圏の分布交通量のうち、ゾーン内々交通量の占める割合は、ゾーニング、交通目的分類あるいは利用交通手段分類等に応じて異なるが、北部九州圏PT調査(昭和47年)の結果によれば、全目的のゾーンご平均62%、全目的のゾーンご平均39%となっている。この数値は、相対的に大きいもので、したがって分布交通量の予測に際しては、内々交通量を精度良く予測する必要があると言える。しかし、既存の内々交通量予測モデル(以下内々モデルと言う)は精度、理論的根拠の点で必ずしも満足が行くものではなく、また不明確な説明指標の導入もあることから、実務への適用には今一つ問題が残っている。そこで、本研究では内々モデル作成に關連した問題を明確にし、その検討を踏まえ、著者の内々モデルを新たに提案するものである。

2. 既存モデルの問題点 内々モデルとして従来から多くのタイプのモデルが提案されてきているが、実際に活用されている主なものは、内々距離を主とした重力モデル、内々距離の代わりにアセシビリティを用いるアセシビリティモデル及びゾーン諸特性を用いた回帰モデルである。重力モデルとアセシビリティモデルに共通する問題点は、ゾーン間距離を必要とする点である。即ち、重力モデルでは抵抗減衰として内々距離、アセシビリティモデルではアセシビリティの算定にゾーン間距離を必要とするが、内々距離及びゾーン間距離のいずれも時間距離の設定方法に關しては統一した手法がなく、解析者の主観に頼っているのが現状である。これは、分析者が変わるごとく、その結果が変動することを意味し、モデル安定性の面で疑問が残る。さらに、距離は実距離にして時間距離にして、その将来予測が容易でない、という問題点も抱えている。この点に対し、回帰モデルは、ゾーン特性を表現する諸指標を用いてモデル化し、一般に距離概念を含まないことから、上述の問題は少ないと言えるが、説明変数の決定に當っての基準がモデル再現性に重点を置かれること起因し、説明変数としての意味が不明確な変数が導入される危険があるとともに、すべての説明変数を同一レベルで精度良く予測できるとは限らない。また、内々交通量は自ゾーンの活動の中心より決まるものではなく、その周辺ゾーンからも少なからず影響を受けることを考えれば、その点アセシビリティモデルはアセシビリティの算定時に周辺ゾーンの存在を考慮しているが、重力モデルや回帰モデルでは、その配慮が不足している。

3. 提案するモデル 前節の検討を踏まえ、現象を的確に記述する説明変数を用い、周辺ゾーンの影響力を考慮し、しかもゾーン間距離を用いず、内々モデルの作成が必要と言える。この一法として本研究では以下の述べる概念に基づくモデルを提案する。即ち、都市圏のようにある程度社会的・経済的に発達したゾーンと連なる場合には、道路網を中心とした交通網の発達には密であり、よって距離減衰よりは、周辺に近接した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ものの交通吸引力の分布状況が、ゾーン間交通量の大小に關係し、したがって発生・集中交通量からゾーン間交通量を差引き、その内々量に大きく影響するものと考えられる。また、2つのゾーンと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がゾーンに引きつけられる場合は、中間ゾーンが存在しない場合に比べて小さくなることを差支えない。図-1は、この概念を模式的に示したものである。すなわち、ゾーンiに対して等位置にゾーンjとj'が存在するとき、単に距離減衰のみを考慮する場合、iの吸引力はj'よりも同じ作用力になり、図中の実線が表わされる。しかし、実際には距離減衰よりも中間ゾーンの吸引力より、iの吸引力が大きく奪われるものと考えられ、この場合は実線のようなになる。当然ながら、j'に比較してjに対する作用力は一般に小さい値になる。したがって、モデル化に際しては、実線よりも吸引減衰と距離減衰の双方を考慮すべきであるが、都市交通問題では交通網の発達したゾーンを対象とするため、距離減衰の占める割合は距離設定精度を考慮して省略し、仮定でき、よって本研究では吸引減衰のみ(一重鎖線)を用いて、内々モデルの作成を行う。

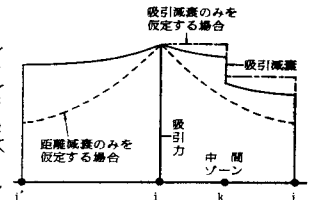


図-1 距離減衰と吸引減衰の概念

以上の概念に従うとき、ゾーンの発生交通量のうち、どこで自ゾーンの内外交通量ともなるのは、中間ゾーンの存在による吸引抵抗を考慮したゾーン間の結合度と自ゾーン周辺の吸引集合印状況により説明できる。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。即ち、ゾーンを中心と考え、他ゾーンを交通網から見てそのゾーン隣接するゾーン群(隣接指数1)、その外周に位置するゾーン群(隣接指数2)など隣接度合いに応じて分類する(図-2)。このとき、ある値の隣接指数のゾーンとゾーンの結合度は、そのより小さい隣接指数のゾーンの吸引力による抵抗減衰の影響を受けるため、中心性指数 γ_i を定義できる。

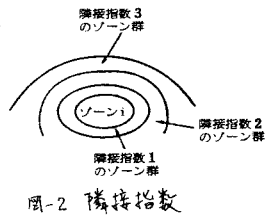


図-2 隣接指数

$$\gamma_i = 1 + \sum_{k=1}^N \frac{(隣接指数kのゾーン全集中交通量)^{\sigma}}{\sum_{k=1}^N (隣接指数kのゾーン全発生交通量)^{\sigma}}, \quad M_i = \max_{j \in N} (N_{ij}), \quad N = \text{ゾーン集合}$$

[N_{ij}] = 隣接指数行列, $\sigma = \rho \times \alpha - \eta = (0.5)$

隣接指数は、各ゾーン間の隣接行列(隣接=1, 非隣接=0, 内々=0)と距離データとを最短ルートと求め、その最短距離で与えられる。 γ_i は、ゾーンに近接し吸引力の大きいゾーンが多く存在するほど、換言すれば、都市型なゾーンほど小さい値になり、比較的周辺に近接したゾーンと大きな吸引力も有するゾーンが存在しない孤立的なゾーンほど、大きな値になる。中心性指数の他、ゾーン面積 S_i と内々量に比例する γ_i が知られており、これを内々モデルは以下のように定式化される。

$$y_i = k U_i S_i^{\gamma_i}, \quad y_i = \text{内々交通量}, U_i = \text{発生交通量} \quad (1)$$

以上の議論は、発生交通量に対する内々交通量という観点に基づくものであるが、同様のことは、集中交通量に関しても言える。この場合の中心性指数は、

$$\xi_i = 1 + \sum_{k=1}^N \frac{(隣接指数kのゾーン全発生交通量)^{\sigma}}{\sum_{k=1}^N (隣接指数kのゾーン全集中交通量)^{\sigma}}$$

であり、内々モデルは以下のように定義できる。

$$y_i = k V_i S_i^{\xi_i}, \quad V_i = \text{集中交通量} \quad (2)$$

本来的には、式(1)と(2)の結果は一致するはずであるが、現実にはモデルという性格上若干異なる値になる。そこで、本研究では、(1)と(2)の相乗平均を実際の内々交通量と考えることにする。

4. 適用例 北部九州圏ハートトリップ調査(昭和47年)の結果をもとに提案モデルの適合度を検討した。

表-1 モデルの係数値及び適合度

目的	モデル	係数値			適合度		
		k	α	B	R	R.M.S	%E
Bゾーン全目的	(1)	0.2346	0.0846	0.5919	0.999	5813.4	0.074
	(2)	0.2398	0.0812	0.5935	0.978		
Bゾーン通勤	(1)	0.3668	0.0001	0.0467	0.996	888.3	434.3
	(2)	0.0335	0.1516	1.9063	0.934		3.467
Bゾーン通学	(1)	0.6057	0.0721	-0.0889	0.997	1046.8	1462.8
	(2)	0.3280	-0.0260	0.8533	0.948		-0.901
Bゾーン業務	(1)	0.0945	0.1217	1.0897	0.988	4430.6	1027.5
	(2)	0.1022	0.1319	1.0191	0.986		7.516
Bゾーン私用	(1)	0.3544	0.0502	0.4204	0.999	2628.2	2934.8
	(2)	0.3604	0.0298	0.5521	0.985		4.458
Bゾーン帰宅	(1)	0.1577	0.0778	1.9065	0.997	3559.3	4203.8
	(2)	0.3918	0.0813	0.1321	0.981		-0.515
Cゾーン全目的	(1)	0.0196	0.1584	1.8838	0.948	2947.1	5066.0
	(2)	0.0193	0.1596	1.8933			6.797
Cゾーン通勤	(1)	0.0014	0.3463	2.7176	0.881	516.1	14338.8
	(2)	0.0014	0.3413	2.7982	0.556	849.7	5700.9

(注) 適合度 上段 --- モデル(1)と(2)の相乗平均の適合度
下段 --- 77セグメントモデルの適合度(Bゾーンは北部九州圏ハートトリップ調査報告書、Cゾーンは文献(3)に依る)

昭和47年)の結果をもとに提案モデルの適合度を検討した。表-1にその計算結果を示した。なお、表中には比較対照のため、77セグメントモデルの適合度も含まれている。表を見ればわかるように、すべてのモデルで77セグメントモデルを上回る良好な結果となっており、しかもBゾーン分割では、最低でも $R=0.988$ (業務)であり、このことから、提案するモデルは極めて精度の良いモデルとも言える。また、Cゾーンの全目的でも $R=0.948$ とBゾーン分割と同様に精度の高い結果が得られており、BゾーンとCゾーンでは平均内々率に差異が見られることを考えれば、全目的、全手段の場合、提案モデルは内々率の大小に関係なく精度良いモデルとなり得ると判断できる。表-2に示したようにBゾーン分割における各目的別の平均内々率、平均トリップ長には差はあるが、モデルはすべて満足が行くものである。Cゾーン全目的、Cゾーン全目的の自転車トリップの順で適合度が低下して行くのは、発生・集中量によるものである。即ち、分析対象を細分化して行くと、内々交通量と発生・集中量の相対的な低下傾向があり、このより提案モデルはある程度以上の内々量の場合に有効と思われる。

(参考文献) 1) 内田・高田・清田: 交通予測モデルの修正と適用に関する考察、九州大学工学集報, Vol.53, No.4

表-2 Bゾーンの内々率とトリップ長

目的	平均内々率(%)	平均トリップ長(m)
全目的	61.8	25
通勤	38.4	31
通学	71.2	27
業務	51.8	26
私用	72.7	20
帰宅	64.2	26