

筑波大学大学院 学生員 藤田 繁人
 筑波大学社会工学系 正会員 黒川 洸
 筑波大学社会工学系 正会員 石田 東生

1. はじめに

市町村規模での都市計画道路網を計画する際、PT調査では精度的制約からゾーンを十分に小さく設定することができず、必ずしも十分なOD表が得られるとはいえない。そこで、従来では発生・集中量を用いた単純な比例配分により、OD表のゾーン細分化が多く行われてきている。この方法は、ゾーン細分化後のゾーン間距離の差異を十分に表現できないこと、あるゾーンを多数個に分割した場合に精度上の問題があることなどの問題を有するといわれている。本研究では、細分化後のゾーン間距離を明示的に組みこんだモデルを複数開発し、従来の方法との精度比較を実証分析を通じて行っている。

2. ゾーン細分化法の概要

各モデルは他のトリップと性格が異なる内々トリップを除いて推計する場合と含めて推計する場合とに分けられている。

a. 従来の方法

細分化された後の各ゾーンの発生・集中量を用いた比例配分により、細分化された後の分布交通量を求めるものであり、次式を用いるものである。

$$X_{ij} = x_{ij} \cdot G_i / g_i \cdot A_j / a_j$$

但し、 x_{ij} , X_{ij} はそれぞれ細分化前と後の分布交通量； G_i , A_j は細分化後の発生・集中量； g_i , a_j は細分化前の発生・集中量

b. モデル1 (Wilsonのエントロピー法を使うモデル)

総交通量 T を各ODペア(i, j)に X_{ij} ずつ割りあてる場合の数 W を次なる制約のもとで最大化する X_{ij} を求める(図1)。

$$W = T! / \prod X_{ij}!$$

$$\text{sub.to } \sum_j X_{ij} = G_i ; \sum_i X_{ij} = A_j ; \sum_{ij} c_{ij} X_{ij} = C$$

但し、 c_{ij} はゾーン(i, j)間の交通費用； C は総交通費用

c. モデル1' (スクリーンライン交通量を制約条件とするモデル)

モデル1にスクリーンラインを通る交通量の制約式を付加する。

$$\sum_j \text{Cut}^k_{ij} X_{ij} = y_k$$

但し、 y_k はスクリーンライン k を通過する交通量で、 Cut^k_{ij} はゾーン(i, j)間にスクリーンラインがあるとき1で、ないときには0をとる。

d. モデル2 (トリップ長分布に従う乱数と利用するモデル)

乱数によりトリップの発生点を決定し、トリップ長分布に従う乱数及び方向を決定する乱数によりトリップの集中点を決定する手順を繰り返し行うことによりOD表を得ようとするものである。

3. 宇都宮都市圏への適用

本研究では宇都宮都市圏のBゾーン・Cゾーンの全目的・自動車利

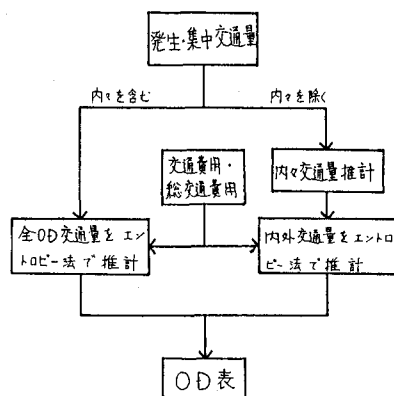


図1 モデル1のフロー

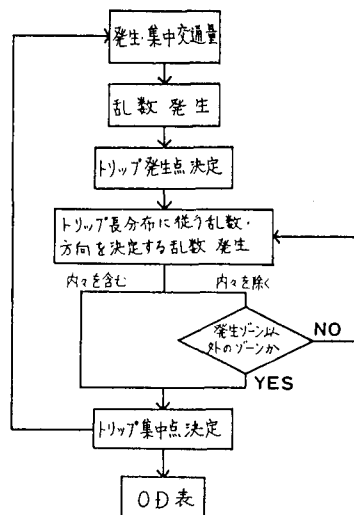


図2 モデル2のフロー

用のデータを利用し各モデルの精度の評価を行った(表2,3)。なお、評価指標としては表1に示すものを使用した。

4. 主な分析結果

平均トリップ長について見ると、エントロピー系モデル1,1'はその性質上実績値に一致しており、モデル2、従来のモデルはそれぞれ0.39, 0.31のずれが生じている。

しかし、トリップ長分布の型はモデル2と従来のモデルが実際の型に近く(図1)、またU値, Rから推計精度もモデル1,1'に比して良いことがわかる(表1)。W-RMS値はゾーンペア数の大部分が属するトリップ数のランクで従来のモデルが一番良い値を示している(図2)。これは、従来の方法では細分化前の交通量 X_{ij} が細分化後の交通量 X'_{ij} の総和に等しいという制約条件($X'_{ij} = \sum_{i,j} X_{ij}$)が十分に満足されているためであろう。

モデル1'はスクリーンラインを2本設定したため、制約式がモデル1より2本多いが、精度への影響は微小である。

各モデルについて含内々と除内々を比較すると殆どどの指標値が除内々の場合に良くなる傾向が見られる(表1)。ゾーン細分化後の内々交通量の推計が精度良くなされれば内々と内外交通量を別々に推計する方が好ましいと考えられる。

5. まとめ

以上の分析は次のようにまとめられる。

- ・従来のモデルは、距離等の情報を加えた他のモデルよりも推計精度が高い。
- ・含内々と除内々を比べた場合、後者の方が精度が高くなる傾向が見られる。しかし、後者では内々交通量を如何に精度良く推計するかが鍵となる。

本研究では平都宮都市圏についてのみ各モデルを比較しており、この結果を一般化するものは危険であろう。他の異なる規模の都市圏で、ゾーンの大きさを変えた比較検討が必要である。

表1 使用した精度指標

平均トリップ長	$MTL = \sum_{ij} X_{ij} / \sum_{ij} X_{ij}$	C_{ij} : ゾーン(i,j)間の交通費用 X_{ij}, X'_{ij} : 分布交通量の推計値, 実績値 Y_{ij} : トリップ長の1番目のランクに属するトリップ数の和 Y'_{ij} : トリップ長の1番目のランクに属する推計トリップ数の和 m : ランクの数; N : ゾーン数 l : トリップ数のランクに属するゾーン数
K 値	$K = \sum_{ij} (Y_{ij} - Y'_{ij})^2 / Y_{ij}$	
χ^2 値	$\chi^2 = \sum_{ij} (X_{ij} - X'_{ij})^2 / X_{ij}$	
RMS 値	$RMS = \sum_{ij} (X_{ij} - X'_{ij})^2 / N$	
WRMS値	$W-RMS = \sqrt{\sum_{ij} (X_{ij} - X'_{ij})^2 / l} \cdot \sum_{ij} X_{ij} / l \cdot 100 \cdot \sum_{ij} X_{ij} / \sum_{ij} X_{ij}$	$D = \sqrt{\sum_{ij} X_{ij}^2 / N} + \sqrt{\sum_{ij} X'_{ij}^2 / N}$ $\bar{X}, \bar{X}': X_{ij}, X'_{ij}$ の平均値 $sx, sx': X_{ij}, X'_{ij}$ の標準偏差
不一致の尺度	$U = \sum_{ij} (X_{ij} - X'_{ij})^2 / N \cdot D$; $U^* = \{(\bar{X} - \bar{X}') / (D \cdot U)\}^2$ $U^* = \{(\sum X - \sum X') / (D \cdot U)\}^2$; $U^* = \{(\sum X - \sum X') / (D \cdot U)\}^2$	
相関係数	$R = \sum_{ij} (X_{ij} - \bar{X})(X'_{ij} - \bar{X}') / \sqrt{\sum_{ij} (X_{ij} - \bar{X})^2 \sum_{ij} (X'_{ij} - \bar{X}')^2}$	

表2 宇都宮都市圏の概要

面積	1,400 (km ²)
総人口	697.1 (千人)
総トリップ数	166 (万トリップ/日)
全目的・自動車の総トリップ数	534,355 (トリップ/日)

表3 ゾーン特性

	Bゾーン	Cゾーン
ゾーン数	28	55
平均人口(人)	24,898	12,675
平均面積(ha)	5,248	2,672
平均自動車交通量(トリップ)	19,084	9,716

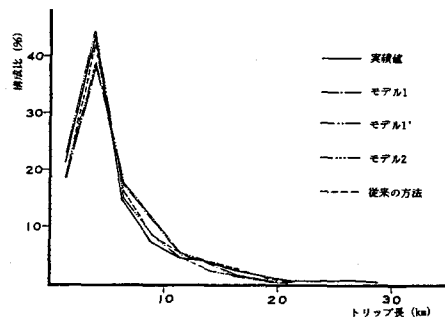


図3 各モデルのトリップ長分布(含内々)

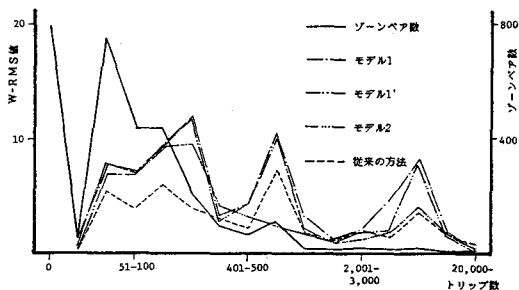


図4 各モデルのトリップ数ランク別W-RMS値とゾーンペア数(含内々)

表4 各モデルの精度指標の結果

		MTL	K-VALUE	χ^2 -VALUE	RMS	U	U^*	U^S	U^C	R
モデル1	全体	5.59	28,103.7	350,436.7	331.9	0.233	0.000	0.195	0.805	0.905
	含内々	-	-	-	184.6	0.276	0.017	0.096	0.887	0.840
	内々	-	-	-	2,054.0	0.222	0.404	0.165	0.431	0.935
	除内々	6.75	3,776.1	138,998.6	126.1	0.231	0.000	0.244	0.754	0.899
モデル1'	全体	5.59	26,917.3	354,570.4	324.0	0.232	0.000	0.203	0.797	0.907
	含内々	-	-	-	183.7	0.274	0.017	0.013	0.880	0.843
	内々	-	-	-	2,041.1	0.221	0.396	0.187	0.417	0.937
	除内々	6.75	3,861.0	134,763.2	126.8	0.232	0.000	0.237	0.761	0.897
モデル2	全体	5.10	10,738.2	295,217.4	218.5	0.142	0.000	0.018	0.982	0.958
	含内々	-	-	-	157.3	0.260	0.001	0.001	0.998	0.839
	内々	-	-	-	1,136.2	0.108	0.065	0.003	0.932	0.965
	除内々	5.75	14,283.8	218,768.1	125.4	0.211	0.000	0.004	0.993	0.895
従来の方法	全体	5.90	6,247.0	128,444.0	191.4	0.126	0.000	0.059	0.941	0.968
	含内々	-	-	-	132.1	0.194	0.006	0.329	0.665	0.942
	内々	-	-	-	1,035.8	0.103	0.282	0.145	0.573	0.981