

IV-9

交通量配分手法の予測精度に関する実証的研究

名古屋工業大学 正員 溝上 章志  
 名古屋工業大学 正員 松井 寛

1. はじめに

本研究では、道路交通量配分手法として従来から用いられている分割配分法、All-or-Nothing法、および近年その有用性が認められつつある均衡配分法による配分交通量の予測精度について比較検討し、各手法の予測特性と予測誤差の発生要因を明らかにすることを目的としている。

2. 需要変動型交通均衡配分手法

本研究で用いている均衡配分手法は、2種のモードに対する手段選択需要が均衡コストの関数となる分担需要変動型交通均衡に基づくものであり、リンク走行コスト関数  $C(U)$  の単調増加性と手段選択関数の逆関数  $W_i(y)$  の単調減少性、および  $C(U)$  のヤコビ行列の対称性を仮定したときの均衡交通量は次の最適化問題 [P1] の解で定義できる。

$$\begin{aligned} \text{Min: } F &= \int_0^v C(x) dx - \sum_i \int_0^{g_i} [W_i(y) - S_i^*] dy \quad (1) \\ \text{s.t. } \sum_i g_i &= g_i \\ \sum_k h_{ik} &= g_i, h_{ik} \geq 0 \quad (2) \\ v_a &= \sum_i \sum_k \delta_{ika} h_{ik} \end{aligned}$$

ここで、 $i, m, k, a$  はそれぞれ、ODペア、モード、経路、リンクを識別する添字であり、 $g_i$  は  $i$  ODペア間  $m$  モード分担交通量、 $g_i$  は  $i$  ODペア間交通量、 $h_{ik}$  は  $i$  ODペア間  $m$  モード  $k$  経路交通量、 $v_a$  はリ

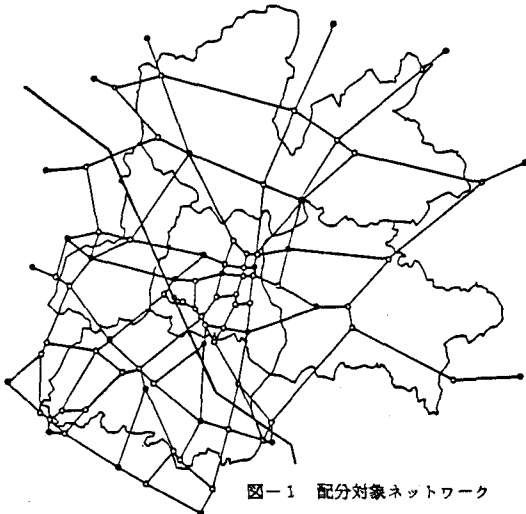


図-1 配分対象ネットワーク

ンク  $a$  上  $m$  モードのフロー、 $\delta_{ika}^m$  は  $i$  ODペア間  $m$  モード  $k$  経路にリンク  $a$  が含まれるとき1をとるダミー変数である。また  $S_i^*$  は  $i$  ODペア間で手段選択のみに影響するコスト(トリップエンド特性値など)の差を示している。さらに、モード2の走行コスト関数をモード1のリンク走行フローの関数で定義できると仮定すると、[P1]の目的関数は、

$$F = \sum_a \int_0^{v_a} C_a(x) dx - \sum_i \int_0^{g_i} [W_i(y) + \tilde{C}_i^2 - S_i^*] dy \quad (3)$$

と変形することができる。 $\tilde{C}_i^2$  は最適化アルゴリズムにおける任意の収束段階におけるモード2の最小経路コストであり、 $v_a$  はリンク  $a$  におけるモード1と2の換算交通量の総和である。

3. 配分手法と配分対象ネットワーク

実証分析の対象とした道路網は、名古屋市近郊のT市とM町の昭和55年の道路網であり、それを55年道路交通センサスにおける調査地点、56年中京都市圏PTのネットワークとゾーン分割を考慮して図-1に示すようなリンク数274、ノード数86(うちセントロイドは各ゾーン中心に1つずつ計28)のネットワークに集約したものである。交通量配分手法としては、A-or-N法、10分割配分法、需要変動型均衡配分法を採用する。需要変動型均衡配分法には、手段選択関数のパラメータを説明要因のPT調査回答値と分担率の集計値とからあらかじめ推定しておいた上で需要変動型均衡配分法を適用するMODEL-Aと、実測分担交通量を事後データとして用いることにより手段選択関数パラメータと均衡交通量を同時推定するMODEL-Cを用いている<sup>1)</sup>。以下では、56年PT調査の集計から得られるゾーン間所要時間と総走行台時、55年道路交通センサスから得られる実測リンク交通量を実績値とみなし、これらに対する各モデルの予測精度の比較検討を行っている。

4. 予測結果と予測誤差に関する考察

(1) ゾーン間トリップ特性 ゾーン間所要時間に関するPT回答値の平均値との予測誤差指標を表-1に示す。実績値との相関係数や単回帰分析における重相関係数は、均衡配分法より分割配分法やA-or-N法の方が高い。しかし、予測所要時間の平均値は実績値よ

り15%程度短く、また回帰直線の切片は有意にゼロではなく負であることから、分割配分法やA-or-N法は全レンジにわたってゾーン間所要時間を短めに予測する特性があることが分かる。一方、均衡配分法では実績に対する分散がやや大きくなるものの、統計的に実績所要時間と予測所要時間は等しくなっている。

道路網全体への交通流の分布状況を示す指標と考えられる総走行台時は、均衡配分法では実績とほぼ等しく、分割配分法では実績より20%も少ない。

これらの結果は、分割配分法におけるリンク走行コスト関数の感度が実際よりも低いこと、均衡配分法で用いられる修正BPR関数はリンク走行コスト関数として有用であることを示している。

表-1 ゾーン間トリップ特性値精度評価指標

	MODEL-A	MODEL-C	分割配分	A-or-N	実績値
平均値	22.60	25.40	21.07	19.18	24.00
分散	83.13	106.57	87.07	64.07	52.59
相関係数	0.811	0.779	0.853	0.833	
回帰	-1.87	-1.22	-5.29	-2.88	
分析	(0.92)	(0.49)	(2.84)	(1.17)	
切片	1.02	1.11	1.10	0.92	
傾き	(12.5)	(11.3)	(14.8)	(13.6)	
a <sub>1</sub> =1.0のt	0.25	1.10	1.43	1.18	
重相関係数	0.658	0.607	0.728	0.694	
総走行台時	58181.5	64788.4	51930.2	63421.0	62287.4

注) a<sub>0</sub>: 単回帰直線の切片 a<sub>1</sub>: 傾き

(2) リンク交通量の予測精度

表-2に示す種々の精度評価指標を用いて、配分手法の相違によるリンク交通量の予測精度の差異について考察する。実績値に対する予測値の単回帰分析の推定パラメータ a<sub>0</sub>, a<sub>1</sub>は、分割配分法とA-or-N法で良い結果を得ているものの、相関係数、重相関係数とも均衡配分法に比べてかなり低い値となっている。またリンク交通量の平均は小さく、分散は実績値や均衡配分法と比較して大きな値を示している。これらは、分割配分法やA-or-N法では、OD間で実際に利用されている経路や均衡配分法で列挙される実行可能経路よりも少ない経路に交通量が配分されるためと考えられる。

実績値と各配分手法による予測値、各配分手法相互の不一致の程度をRMSEとその構成成分に分解して示したものが表-3である。RMSEは、

$$RMSE = \sqrt{\sum (x_a - y_a)^2 / (n - 1)} \quad (4)$$

で定義されるが、次式のようにも展開できる<sup>2)</sup>。

$$RMSE^2 = n / (n - 1) E 1^2 + E 2^2 + E 3^2 \quad (5)$$

E 1は予測値と実績値(または異なる配分手法による予測値相互)の平均の差であり、主に、配分される分

担交通量に依存する。E 2は予測値、実績値各々の標準偏差の差であることから配分される経路数とその配分量に依存する。E 3は予測値と実績値との共分散項であり、バイアスのまわりの誤差分散を示している。従って、これらの誤差成分のシエア分析によって予測特性と予測誤差の発生原因を明らかにすることが可能となる。

均衡配分法による実績値に対するRMSEは他手法に比較して小さい。また、分割配分法とA-or-N法ではE 2のシエアが大きく、逆に均衡配分法はE 3が99%以上を占めていることから、均衡配分法は分割配分法などに比べて経路選択に関する標準的バイアスが小さく、バイアスマわりの誤差分散だけでRMSEが構成されることが分かる。このことは均衡配分法の配分手法としての有用性の高さを示している。配分手法相互では、MODEL-AとMODEL-Cとの間でE 1が、MODEL-Aと分割配分法との間でE 2が、MODEL-Cと分割配分法との間でE 1とE 2のシエアが高いことが特徴的であり、これらの結果は各手法の特性から明確な説明が可能である。

(1)、(2)の結果から修正BPR関数を用いた需要変動型均衡理論に基づく配分法は道路交通量配分手法として有用であるといえよう。

表-2 リンク交通量の予測精度評価指標

	MODEL-A	MODEL-C	分割配分	A-or-N	実績値
平均値	10941.76	11359.43	10690.69	10310.15	11050.15
分散	0.291×10 <sup>8</sup>	0.294×10 <sup>8</sup>	0.366×10 <sup>8</sup>	0.602×10 <sup>8</sup>	0.265×10 <sup>8</sup>
相関係数	0.661	0.665	0.641	0.551	
回帰	3281.2	3625.2	2362.1	1117.8	
分析	(2.56)	(2.83)	(1.61)	(0.55)	
切片	0.69	0.70	0.75	0.83	
傾き	(6.59)	(6.65)	(6.24)	(4.95)	
a <sub>1</sub> =1.0のt	2.32	2.73	2.08	1.00	
重相関係数	0.437	0.442	0.410	0.304	
0リンク数	4	4	5	24	0

注) a<sub>0</sub>: 単回帰直線の切片 a<sub>1</sub>: 傾き

表-3 リンク交通量の予測誤差分析

比較配分手法	RMSE	RMSE%	E1 <sup>2</sup> %	E2 <sup>2</sup> %	E3 <sup>2</sup> %
MODEL-A - 実績	0.438×10 <sup>4</sup>	39.6	0.1	0.3	99.6
MODEL-C - 実績	0.438×10 <sup>4</sup>	39.6	0.5	0.4	99.1
分割配分 - 実績	0.487×10 <sup>4</sup>	44.1	0.5	3.5	95.9
A-or-N - 実績	0.663×10 <sup>4</sup>	60.0	1.2	15.9	82.9
MODEL-C - MODEL-A	0.109×10 <sup>4</sup>	10.0	14.6	0.1	85.1
分割配分 - MODEL-A	0.292×10 <sup>4</sup>	26.7	0.7	5.2	94.1
A-or-N - MODEL-A	0.590×10 <sup>4</sup>	44.8	1.1	16.4	82.4
分割配分 - MODEL-C	0.279×10 <sup>4</sup>	24.6	5.8	5.3	88.9
A-or-N - MODEL-C	0.582×10 <sup>4</sup>	51.2	3.2	16.5	80.2
A-or-N - 分割配分	0.434×10 <sup>4</sup>	40.6	0.8	15.8	83.4

- 河上・溝上: 分担需要変動型交通均衡モデルの実用可能性に関する研究, 土木計画学研究・講演集, No.8, pp.299-306, 1986.
- P.H.L.Bovy & G.R.M.Jansen: Network Aggregation Effects upon Equilibrium Assignment Outcomes; An Empirical Investigation, Trans.Sci., Vol.17, No.3, pp.240-262, 1983