

道路網の集約化が配分交通量の推定精度に与える影響についての実証的研究

名古屋工業大学 正 員 松井 寛
 名古屋工業大学 正 員 溝上 章志
 名古屋工業大学 学生員 ○二ノ宮 明彦

1. はじめに

交通需要分析の終局の目的は交通網の各断面に生ずる交通需要を推計することであり、その際に最も主要となる要因は、①交通量配分手法の推計精度、②交通網のネットワークへのモデル化の妥当性である。本研究の第一の目的は、従来の配分手法に比べて均衡配分法が推計精度上優れていることを明らかにすることである。ネットワークは現実の道路網と一致するのが最適であるが、分析の用途や費用の制約のために実際には適切に簡略化されたネットワークが用いられている。その際には通常は経験的にリンクを削除、統合してネットワークが構成されているが、その構成規準、簡略化の程度と推計精度との関係は全く明らかにされていない。本研究の第2の目的は、ネットワークの集約化の程度と推計精度との関係を明らかにすることである。

2. 推計結果の適合度指標

リンク交通量に対する実績値との適合度指標としては、平均、分散、相関係数、単回帰の偏回帰係数、SEE、RMSE、SEE/RMSE、およびRMSE²を展開して得られるAE²、DSD²、CV²の構成比率を採用する。ここで、SEEは回帰推定値からの残差の変動を表すものであり、この値が小さいほど回帰式が有効であるといえる。RMSEは全変動を表し、この値が小さいほど推計値の実績値からのずれが少ない。RMSE²は次式のようにも展開できる。

$$RMSE^2 = N/(N-1) \cdot AE^2 + DSD^2 + CV^2$$

$$AE = \sqrt{V_1 - V_2}$$

$$DSD = SD_1 - SD_2$$

$$= \sqrt{\sum (V_1 - \bar{V}_1)^2 / (N-1)} - \sqrt{\sum (V_2 - \bar{V}_2)^2 / (N-1)}$$

$$CV^2 = 2(1-R) \cdot SD_1 \cdot SD_2$$

ここで V_1 : 実績値 V_2 : 予測値 N : サンプル数

AEは実績値と推計値との平均の差であり、DSDは実績値と推計値との標準偏差の差である。この2つは推計値の実績値に対するバイアスによる誤差を表すものである。CVは実績値と推計値との共分散関係に依存する成分であり、バイアス回りの誤差分散を表すものと考えることができる。そのため、AEやDSDの割合が大きくCVが小さいほど推計値のバイアスを修正する可能性が大となり、推計手法としては優れたものであるといえる。

3. 各配分手法の適合度比較

従来から用いられているIA法と均衡配分法による推計精度を、56年交通センサスの実測交通量との適合度指標によって比較する。配分対象は名古屋近郊のT市、M町の道路網であり、ネットワークは169のノード（うちセントロイド数64）、524のリンクで構成されている。表-1に各適合度指標を示す。F-W法は相関係数が最も大きく、RMSEは最も小さい。これは実績値との線形性が大きく、誤差の絶対値が小さいことを示している。一方、F-W法はRMSE²のうちAEとDSDの割合が大きく、CVが小さくなっている。また、SEE/RMSEの値は小さい。これは推計値と実績値との間に系統的なバイ

表-1 各配分手法の適合度分析

	実測値	F-W法	A-or-N	10分割	20分割
平均	10210.9	9101.3	9025.8	9064.8	9042.7
分散	0.318×10^8	0.165×10^8	0.203×10^8	0.160×10^8	0.157×10^8
相関係数		0.660	0.534	0.606	0.614
$y = ax + b$	a	0.518	0.636	0.502	0.464
	b	3821.02	2526.90	3935.77	3995.65
F値		58.02	29.93	43.50	45.33
SEE		3366.78	5759.29	3770.43	3634.41
RMSE		0.446×10^4	0.620×10^4	0.483×10^4	0.476×10^4
RMSE(%)		43.7	60.7	47.3	46.6
SEE/RMSE		0.755	0.929	0.781	0.764
AE(%)		6.2	3.7	5.6	6.0
DSD(%)		7.5	3.1	4.0	5.4
CV(%)		86.2	93.2	90.3	88.5
CPU(min)		27.95	1.54	11.04	22.58
目的関数値		0.554×10^7	0.174×10^8	0.575×10^7	0.568×10^7

アスが多く含まれる上に、全変動のうち回帰変動が残差変動より卓越していることを示している。このことは配分手法とは別の前提条件の誤差に原因があり、配分結果として現れる誤差は何らかの統一的な変更、たとえばリンク容量やBPR関数のパラメータの変更で修正可能な誤差が主成分であることを意味する。

このように、均衡配分法は従来から用いられているIA法と比較して、実績値との精度が高い上に推計誤差は残差変動のようにランダムに生ずる誤差でなくその発生原因が明かで、かつその誤差は修正可能であるという性質を持つことから配分手法としてはより有用であると言える。

4. ネットワークの集約化が精度に及ぼす影響

前節では配分手法の推計精度を検討することを目的としたため、実際の道路網に近いネットワークを用いた。しかしPTでは集計ゾーンが24ゾーンであることから、実際の道路網からゾーン間交通量配分には不要と思われるリンクを順次削除して簡略化されたネットワークを用いている。この作業は経験に基づいており、削除順位や削除リンク数などと推計交通量と実績値との適合度の関係は全く明かではない。本節ではネットワークの集約化の精度と推計値の適合度との関係を明らかにする。

ネットワークの簡略化が規則的で定量的に行われるように、本研究では混雑率でリンクをカテゴリー分けし、混雑率の低い順に同一カテゴリーに含まれるリンクを段階的に一括削除する方法を用

いた。本来、混雑率は実測によるべきであるが、すべてのリンクに実績値があるわけでないため、3節で用いたネットワークに均衡配分した結果を実績値として代用している。ネットワークの集約化の程度は、ネットワークのグラフ構造を表すグラフ示数と可能容量や総延長などの幾何学構造を表す幾何学示数（これらをまとめてネットワーク指標とよぶ）の変化率によって数量化した。各ネットワークの簡略化レベルにおける適合度指標群とネットワーク指標群の計算値を表-2に示す。

個々の適合度指標とネットワーク指標相互には、それぞれある程度の規則的な関係が存在するが、決定的な組み合わせは存在しない。また、単一の適合度指標で配分結果の推計精度について言及することは危険である。適合度指標のうち特に重要と考えられるものは前節と同様、相関係数、実績値と推計値との単回帰係数、RMSE、SEE/RMSE、RMSE²の構成割合等であり、一方ネットワーク指標では、リンク数の相対密度を示す μ 示数、ノード間結合度を意味する γ 示数、可能台kmを示すN示数が重要と考えられることから、これらの2群を用いた正準相関分析により、総合的な適合度指標とネットワーク指標を作成した。その結果を表-3に示す。正準相関係数は0.99となり、各正準相関係数も比較的大きな値を示していることから総合指標としては妥当といえよう。実際にネットワークを集約していく場合には、総合的な適合度指標をあらかじめ決定し、その値に対応する総合的なネットワーク指標となるまでもとのネットワークから現況の混雑率の低い順にリンクを削除していけばよく、ネットワークの集約化作業を客観的に実行できる。

表-2 ネットワーク指標と適合度指標

	e	v	μ	γ	N	R	RMSE	S/R
00	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.002	1.007	0.947
01	0.966	0.982	0.958	1.000	0.945	1.013	0.997	0.968
02	0.939	0.964	0.927	1.011	0.913	0.958	1.031	0.941
03	0.912	0.953	0.893	0.984	0.888	0.886	1.056	0.927
04	0.893	0.953	0.865	0.984	0.864	0.902	1.044	0.947
05	0.878	0.941	0.848	0.992	0.852	0.874	1.054	0.929
06	0.863	0.929	0.831	1.003	0.838	0.864	1.059	0.931
07	0.847	0.929	0.808	0.984	0.823	0.827	1.067	0.929
08	0.832	0.923	0.789	0.978	0.811	0.851	1.050	0.952
09	0.812	0.917	0.763	0.967	0.796	0.878	1.038	0.992
PT	0.782	0.911	0.721	1.008	0.815	1.001	0.972	1.056

注) e:リンク数, v:ノード数

表-3 正準相関分析の結果

適合度指標	正準係数	ネットワーク指標	正準係数
相関係数	1.35	$\mu = e - v + 1$	1.26
RMSE	0.53	$\gamma = 2e / v(v-1)$	0.22
SEE/RMSE	-0.79	N (可能台km)	-0.38

P.H.L. BOVY and G.R.M. JANSSEN ; Network Aggregation Effects upon Equilibrium Assignment Outcomes : An Empirical Investigation, Transportation Science, Vol.18, No.3, pp.240-262, 1983.