

ネットワーク表示簡略化手法を用いたリンク観測交通量からのOD推計法

TRAFFIC DEMAND ESTIMATION MODEL FROM OBSERVED LINK FLOWS
BY SIMPLIFYING NETWORK REPRESENTATION OF MESH SUBAREAS

飯田恭敬^{*} ・ 高山純一^{**} ・ 金子信之^{***}

by Yasunori IIDA, Jun-ichi Takayama and Nobuyuki Kaneko

In this paper, we propose the three types of models to estimate OD matrix from observed link flows, which are formulated by minimizing the sum of square errors between observed and estimated link flows.

In order to reduce the computation time and the computer memories, the models are combined with Dial's probabilistic assignment method by simplifying network representation. Mesh model A is the former method. Both mesh model B and C are new methods simplified by dummy links.

This paper shows some applications to Kanazawa urban area as the case study, and compares the properties of the respective mesh models

1. まえがき

リンク観測交通量に基づく交通需要分析モデルを実際の大規模道路網に適用する場合、最も問題となるのが道路区間利用率の取り扱い方法である。道路区間利用率が既存配分理論（たとえば、等時間原則配分法¹⁾、Dial確率配分法²⁾）を用いて先決されており、外生的に与えられる場合には、計算機容量の制約および計算時間を考慮して、計算法そのものの効率化を行えばよい³⁾。しかし、道路区間利用率が先決されておらず、OD分布と同時推定しなければならない場合には、道路区間利用率推定のための

交通量配分法そのものの効率化（簡略化）が必要となる。本研究では、メッシュ分割によりネットワーク表示を簡略化し、配分計算の効率化を計るメッシュ分割配分法⁴⁾を配分計算に導入し、推計計算の効率化を行う方法を提案する。そして、その適用性を金沢都市圏の道路網を対象としてシミュレーションにより検討する。以下に、モデル定式化の考え方とメッシュ境界通過交通量の計算法について記述する。

2. モデル定式化の基本的な考え方

発生交通量を未知変量とした道路区間交通量に関する残差平方和最小化モデルは道路区間利用率が未知である場合でも、比較的容易にOD分布と道路区間利用率の同時推定モデルとして拡張することができる⁵⁾。ここでは、ネットワーク表示の簡略化を行った道路網に対してその手法を適用し、推計計算の効率化を計る。したがって、OD交通量の推計も簡略化されたメッシュゾーン（マクロゾーン）を単位

* 工博 京都大学教授 工学部交通土木工学科
(〒606 京都市左京区吉田本町)
** 工修 金沢大学助手 工学部土木建設工学科
(〒920 金沢市小立野2丁目40-20)
*** 工修 北陸日本電気ソフトウェア部
(〒920-21 石川県石川郡鶴来町安養寺1)

として行うことになる。ゆえに、モデルの定式化は式(1)に示すようにメッシュ境界を通過する交通量の計算値 EX_M と観測値 RX_M^* の残差平方和が最小になるようにして行われる。

$$\sum_M (EX_M - RX_M^*)^2 \rightarrow \text{Min} \quad (1)$$

ここで、メッシュ IJ 間のOD交通量(マクロOD交通量)を T_{IJ} 、またこのマクロOD交通量 T_{IJ} がメッシュ境界 M を通過する確率(メッシュ境界通過率)を P_{IJ}^M とすると、メッシュ境界通過交通量の計算値 EX_M は、式(2)で与えられる。

$$EX_M = \sum_I \sum_J T_{IJ} \cdot P_{IJ}^M \quad (2)$$

ただし、マクロOD交通量は、式(3)に示すような二重制約型の重力モデル構造で表わすことにする。 A_I は簡略化されたメッシュゾーン I の発生交通量(マクロ発生交通量)を表わし、 B_J はメッシュゾーン J の集中交通量(マクロ集中交通量)を表わす。また、 R_{IJ} はメッシュ IJ 間の交通抵抗係数を表わし、 α_I, β_J は、トリップエンド条件式を満足するためのパラメータである。

$$T_{IJ} = \alpha_I \cdot A_I \cdot \beta_J \cdot B_J \cdot R_{IJ} \quad (3)$$

ここで、集中交通量 B_J を式(4)を用いて次のように変形する。また、交通抵抗係数 R_{IJ} を式(5)のように与えれば、式(3)に示すマクロOD交通量は式(6)のようになり、目的関数式(1)は式(7)のように変形される。そうすると、式(7)の未知変量は発生交通量 A_I とメッシュ境界通過交通量 P_{IJ}^M となる。

$$B_J = A_J - \Delta D_J^* \quad (4)$$

$$R_{IJ} = \frac{t_{IJ}^*}{(\sum_J t_{IJ}^*) \cdot (\sum_I t_{IJ}^*)} = \frac{t_{IJ}^*}{\alpha_I^* \cdot b_J^*} \quad (5)$$

ここで、 ΔD_J^* はメッシュゾーン J から流出する交通量 $\sum RX_{JK}^*$ とメッシュゾーン J に流入する交通量 $\sum RX_{KJ}^*$ の差であり、 α_J^* はメッシュゾーン J の既存発生交通量、 b_J^* はメッシュゾーン J の既存集中交通量を表わす。また、 t_{IJ}^* はメッシュ IJ 間の既存OD交通量を表わす。

$$T_{IJ}^{(n)} = \alpha_I A_I^{(n)} \beta_J (A_J^{(n)} - \Delta D_J^*) \frac{t_{IJ}^*}{\alpha_I^* \cdot b_J^*} \quad (6)$$

$$\sum_M \{ \sum_I \sum_J \alpha_I A_I^{(n)} \beta_J (A_J^{(n)} - \Delta D_J^*) \frac{t_{IJ}^*}{\alpha_I^* \cdot b_J^*} \cdot P_{IJ}^{M(n)} - RX_M^* \}^2 \rightarrow \text{Min} \quad (7)$$

ここで、 (n) は繰り返し回数を表わす。

したがって、モデルの定式化は、メッシュ境界 M を通過する計算交通量 EX_M と観測交通量 RX_M^* の残差平方和が最小となるように未知量 (A_I, P_{IJ}^M) を求める問題となる。

この問題は、非線型の最適化問題となるため、その解法は次に示すような発生交通量 A_I の推計(マクロOD交通量が求まる)とメッシュ境界通過率 P_{IJ}^M の計算(ここでは、推計されたOD交通量を直接簡略化ネットワークに配分し、 EX_M の計算を行っている)を交互に繰り返すことにより行う。なお、簡略化ネットワークにおける配分には、Dial確率配分法を用いている。

① 発生交通量 $A_I^{(0)}$ 、Dial確率配分法の配分パラメータ $\theta^{(0)}$ 、簡略リンクの所要時間 $\tau_{IK}^{(0)}$ にそれぞれ初期値を与える。ただし、簡略リンクの所要時間 $\tau_{IK}^{(0)}$ はメッシュ簡略化手法を詳細ネットワーク(初期所要時間)に対して適用することによって求める。

② 式(6)を用いて、マクロOD交通量 $T_{IJ}^{(n)}$ を計算する。

③ マクロOD交通量 $T_{IJ}^{(n)}$ をDial確率配分法を用いて簡略化ネットワークに配分し、メッシュ境界通過交通量 $EX_M^{(n)}$ を計算する。

④ 式(8)を用いて発生交通量 $A_I^{(n+1)}$ の修正を行う。

$$A_I^{(n+1)} = \frac{A_I^{(n)}}{\sum_K RX_{IK}^*} \{ \sum_K RX_{IK}^* - \sum_K EX_{IK}^{(n)} \} + A_I^{(n)} \quad (8)$$

ここで、既存OD調査時点からの時間経過が短く、発生交通量比率の変化が小さいと考えられる場合には、修正計算の効率性を考慮して、次の目的関数を導入する。

$$\sum_I \left(\frac{A_I}{\sum_J A_J} - \frac{\alpha_I^*}{\sum_J \alpha_J^*} \right)^2 \rightarrow \text{Min} \quad (9)$$

ただし、ここでは簡便的に式(10)を用いて、式(9)を解き、 $A_l^{(n+1)}$ の修正を行う。

$$A_l^{(n+1)} = \frac{a_l^*}{\sum_j a_j^*} \cdot \sum_l A_l^{(n)} \quad (10)$$

- ⑤ メッシュ境界通過率 P_{IJ}^M の修正 (配分交通量の計算)を行う。この P_{IJ}^M の修正は、i) 簡略リンクの所要時間を固定し、配分パラメータ θ を修正する方法、あるいは、ii) 配分パラメータを固定し、簡略リンクの所要時間 τ_{IK} を修正する方法により行う。

i) 配分パラメータ θ を修正する方法

(メッシュ法A, メッシュ法B)

目的関数(1)を満足するような配分パラメータ $\theta^{(n)}$ の最適値を直接探索法 (Direct Search Method) により求める⁵⁾。これにより、各経路への交通量配分確率を変更され、配分交通量が修正されることになる。

ii) 簡略リンクの所要時間 τ_{IK} を修正する方法

(メッシュ法C)

推計された発生交通量 $A_i^{(n+1)}$ を式(11)に代入し、詳細なOD交通量 $T_{ij}^{(n+1)}$ を計算する。これをメッシュ分割配分法 (配分比条件法) を用いて詳細ネットワークに配分し、簡略リンクの所要時間 $\tau_{IK}^{(n+1)}$ を修正する⁴⁾。これにより、配分対象となる経路 (効率的経路の集合) が変更され、その結果配分交通量が修正される。ここで、 f_{ij}^* は、目的地選択確率 (t_{ij}^*/a_i^*) を表わす。

$$\begin{aligned} T_{ij}^{(n+1)} &= A_i^{(n+1)} \cdot f_{ij}^* \\ &= \frac{a_i^*}{a_l^*} \cdot A_l^{(n+1)} \cdot f_{ij}^* \end{aligned} \quad (11)$$

- ⑥ 修正された $A_l^{(n+1)}$ 、 $\theta^{(n+1)}$ 、 $\tau_{IK}^{(n+1)}$ を用いて、簡略リンクの配分交通量を求め、メッシュ境界通過交通量 $EX_M^{(n+1)}$ の計算を行う。
- ⑦ 観測値 RX_M^* と計算値 $EX_M^{(n+1)}$ の誤差が小さくなるまで②以下を繰り返す、発生交通量 $A_i^{(n+1)}$ の計算を行う。発生交通量 A_l が求めれば、式(6)よりマクロOD交通量 T_{IJ} を推計することができる。

このメッシュ分割配分法を導入したネットワーク表示の簡略化によるOD推計法をメッシュOD推計法 (あるいはメッシュ法) と呼ぶことにする。なお、

ここではメッシュ簡略化による変数の添字は大文字 (たとえば、 I, J, M etc.) とし、簡略化 (集約化) を行わない場合の詳細なデータ (添字は小文字 i, j, m etc. を用いる) と区別して表示する。

3. メッシュ境界通過交通量の計算方法

③において推計されたマクロOD交通量 T_{IJ} を簡略化ネットワークに配分し、簡略リンクの交通量を計算する。そして、これをメッシュ境界ごとに集計して

しかし、図-1に示すような場合、 EX_I には、ノード n から m を経由して、 l に向かう交通量も含まれるため、式(12)によって、簡便的にメッシュ境界 M の通過交通量 EX_M を計算すると、実際よりも計算値の方が大きくなる。メッシュ境界通過交通量 EX_M の計算を行う。

$$EX_M = \sum_{K=1}^8 EX_K / 2 \quad (12)$$

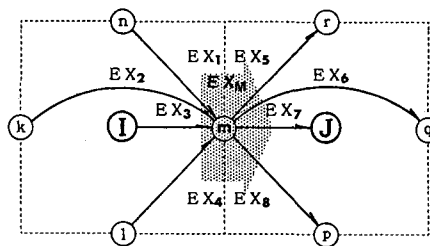


図-1 簡略化ネットワークにおけるメッシュ境界通過交通量の計算略図

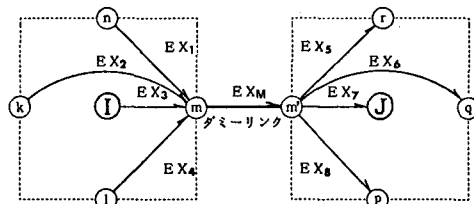


図-2 ダミーリンクを設けた簡略化ネットワーク

一般に、リンク観測交通量を用いるモデルでは、観測誤差が推計精度に大きな影響を及ぼすため、メッシュ境界通過交通量の計算はできるだけ正確に行った方が良い。そこで、メッシュを一つ一つ切り離し、それぞれのメッシュをダミーリンク (所要時間ゼロ、図-2) で結んだ簡略化ネットワークを用い

て配分計算を行うことにする⁷⁾。このようにして、簡略リンクの計算交通量を求めると、ダミーリンクの交通量がメッシュ境界通過交通量に一致することになる。

したがって、メッシュ境界通過交通量の計算方法としては、次の2通りの方法が考えられる。それぞれの方法をメッシュ法A、メッシュ法Bと呼ぶ。

- ①メッシュ法A・・・ダミーリンクを入れない簡略化ネットワーク（旧型）を用いて、式(12)により EX_M の計算を行う方法
- ②メッシュ法B・・・ダミーリンクを入れた簡略化ネットワーク（改良型）を用いて EX_M （ダミーリンクの交通量）の計算を行う方法

ところで、本研究では簡略化ネットワークの配分に Dial 確率配分法を用いているが、その Dial 確率配分法は本来 *flow-independent* な配分法であるため、混雑が予想される地域への適用には問題が残るといえる。*flow-dependent* な配分を行うには、簡略リンクの合成容量関数（合成走行時間関数）を作成する必要がある。合成容量関数に関する研究は、*M. L. Manheim*⁷⁾ によって行われているが、単純なネットワーク（平行なネットワーク、連続なネットワーク）に対してのみであり、現実道路網のような複雑なネットワークに対してはまだ不可能である。

そこで、本研究では配分パラメータ θ を修正する

ことによって配分交通量の計算値と観測値の誤差（残差平方和）が最小になるように推計計算を行う方法（メッシュ法A、メッシュ法B）とメッシュ分割配分法⁴⁾を分析モデルに組み込み、配分計算ごとに簡略リンクの所要時間を修正して推計計算を繰り返す方法（メッシュ法C）を用いることにする。ただし、メッシュ法Cにおける簡略化ネットワークはダミーリンクを入れた改良型のネットワークを用いる。

4. 金沢都市圏におけるケーススタディ

(1) 使用データおよびメッシュ分割による簡略ネットワークの作成

ケーススタディとして金沢都市圏の道路網を取り上げ、シミュレーションによりモデルの適用性を検討する。対象とした金沢都市圏の道路網（基本ネットワーク）は、図-3に示すように主要幹線道路から構成されたものであり、セントロイド数75、通過ノード数89、リンク数534（方向別）から成るネットワークである。このネットワークの特徴は中心部にゾーンセントロイドが集中し、周辺部へ行くほどノード数、リンク数が少なくなる傾向にあることである。したがって、メッシュの大きさやその形状によって、1つのメッシュに含まれる詳細ネットワークのノード（セントロイド）数やメッシュ境界上のリンク数が異なるため、集約化した簡略化ネッ

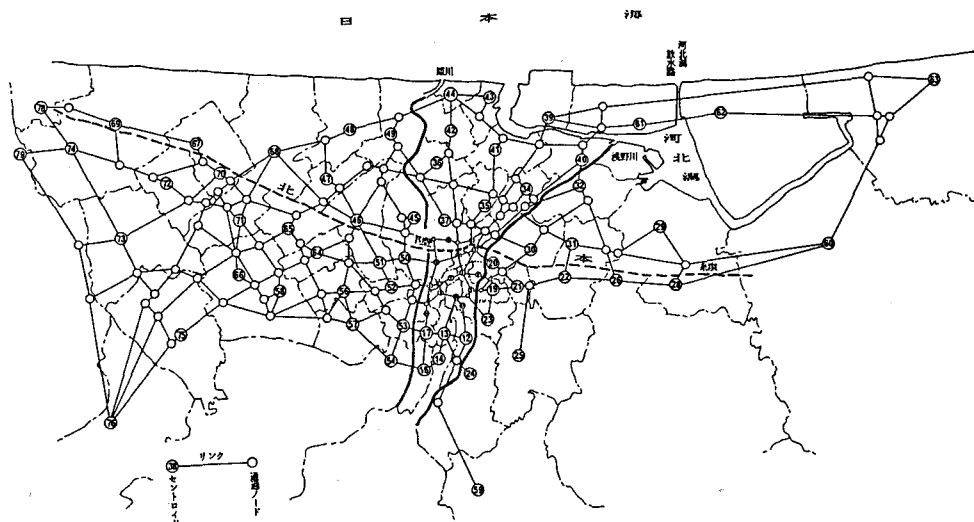


図-3 金沢都市圏を対象とした基本ネットワークとゾーン区分（全体図）

トワークの特性が異なると予想される。そこで、本研究では次に示すような3通りのメッシュ分割により対象道路網を簡略化してシミュレーションを行い、メッシュ分割の違いが推計精度にどのような影響を及ぼすか検討する。

使用したデータは昭和49年度金沢都市圏パーソントリップ調査における全目的自動車OD交通量である。また、基本ネットワークのリンク交通容量、リンク長、リンク初期速度などはパーソントリップ調査報告書⁸⁾を参考に設定した。なお、各簡略化ネットワークに含まれるノード数、リンク数を比較すると表-1に示すようになる。

表-1 推計に用いる3通りの簡略化ネットワークのノード数、リンク数の比較

対象ネットワーク	全ノード数	発着ノード数	通過ノード数	全リンク数
詳細ネットワーク(全体図)	164	75	89	536
簡略化ネットワーク(旧型)	全ノード数	発着ノード数	通過ノード数	全リンク数
2.5km 正方形メッシュ	69	28	41	340
5.0km 正方形メッシュ	33	14	19	148
長方形メッシュ	39	16	23	186
簡略化ネットワーク(改良型)	全ノード数	発着ノード数	通過ノード数	全リンク数
2.5km 正方形メッシュ	110	28	82	422
5.0km 正方形メッシュ	52	14	38	186
長方形メッシュ	62	16	46	232

(2) シミュレーションの方法

現状の調査OD交通量データが得られないので、次に示すような方法により推計時点のODデータを作成し、需要分析モデルの適用性を検討する。

まず、昭和49年度金沢都市圏パーソントリップ調査における全目的自動車OD交通量を既存OD交通量 t_{ij}^* とし、推計時点における現実OD交通量 RT_{ij} を仮想的に作成する。ここでは、既存発生交通量 a_i^* と既存集中交通量 b_j^* に対して、標準正規乱数 Z_i, Z_j を発生させ、推計時点の発生交通量 RA_i (式(13))、集中交通量 RB_j (式(14))を作成し、それをフレーカー法により修正することによって、推計時点のOD交通量(現実OD交通量) RT_{ij} を作成した。

$$RA_i = \kappa \cdot a_i^* \cdot (1.0 - \sigma_A \cdot Z_i) \quad (13)$$

$$RB_j = \kappa \cdot b_j^* \cdot (1.0 - \sigma_B \cdot Z_j) \quad (14)$$

ここで、 σ_A, σ_B はそれぞれ発生交通量、集中交通量の変動の大きさを表わす比率であり、 κ は傾向変動の大きさを表わす係数である。ここでは傾向変動の大きさを $\kappa=1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0$ の5段階に変化させ、5通りの現実OD交通量 RT_{ij} を作成した。

推計時点における道路区間交通量 RX_{ij} は、現実OD交通量 RT_{ij} を均衡確率配分法⁹⁾(修正回数11回)を用いて配分することにより計算した。ただし、容量関数としては修正BPR関数を用いた。また、配分パラメータの値としては $\theta=1.0$ を用いた。これは既存OD交通量 t_{ij}^* を均衡確率配分法(ここでは配分パラメータを $\theta=1.0 \sim 2.0$ の間で変化させて配分を行った)により配分し、得られたスクリーンライン上(犀川、浅野川)での断面交通量(計算値)とパーソントリップ調査時点における観測値の誤差(図-4)を検討することにより求めたものである。図中、計算値Aの誤差は配分計算によって得られる計算値と観測値の重み付き標準比率誤差を示したものである。また、計算値Bの誤差はスクリーンライン上での観測交通量と計算交通量のトータル交通量が大きく異なっているので、それを等しくするように計算交通量を補正した場合の誤差を示したものである。

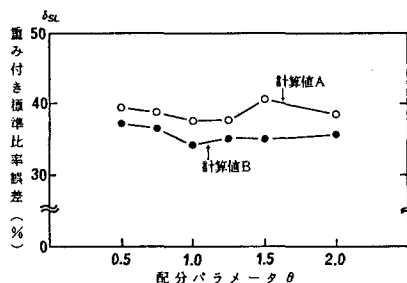


図-4 配分パラメータ θ の違いによる配分誤差(スクリーンライン上の断面交通量の誤差)

1) 誤差分析①(データ作成の相対誤差)

$$\delta_{OD1} = \sqrt{\frac{1}{\sum_i \sum_j t_{ij}^*} \sum_i \sum_j t_{ij}^* \left(\frac{RT_{ij} - t_{ij}^*}{t_{ij}^*} \right)^2} \quad (15)$$

$$\delta_{OD2} = \sqrt{\frac{1}{\sum_i \sum_j \kappa t_{ij}^*} \sum_i \sum_j \kappa t_{ij}^* \left(\frac{RT_{ij} - \kappa t_{ij}^*}{\kappa t_{ij}^*} \right)^2} \quad (16)$$

2) 誤差分析② (メッシュ分割配分法の配分誤差)

$$\delta_{XD} = \sqrt{\frac{1}{\sum_m RX_m} \sum_m RX_m \left(\frac{RX_m - EX_m}{RX_m} \right)^2} \quad (17)$$

3) 誤差分析③ (マクロODの推計誤差)

$$\delta_{TS} = \sqrt{\frac{1}{\sum_{i,j} \sum_{l,j} T_{ij}} \sum_{i,j} \sum_{l,j} T_{ij} \left(\frac{RT_{ij} - ET_{ij}}{RT_{ij}} \right)^2} \quad (18)$$

なお、シミュレーションにおけるデータ作成の相対誤差およびメッシュ分割配分法、メッシュOD推計法の推計精度は、それぞれ重み付き標準比率誤差を用いて示す。

表一2 データ作成の相対誤差とネットワーク表示簡略化手法による配分誤差

シミュレーションにおけるデータ作成の相対誤差(誤差分析①)						
傾向変動の大きさ κ		1.00	1.25	1.50	1.75	2.00
ミクロOD 交通量の相 対誤差	δ_{OD1}	0.0%	32.0%	63.6%	99.8%	140.7%
	δ_{OD2}	0.0%	14.9%	24.5%	35.2%	46.5%
ネットワーク表示簡略化手法を用いた場合の配分誤差(誤差分析②)						
傾向変動の大きさ κ		1.00	1.25	1.50	1.75	2.00
2.5km 正方形メッシュ		67.3%	63.5%	64.4%	66.8%	69.2%
5.0km 正方形メッシュ		65.6%	61.8%	63.3%	65.7%	68.3%
長方形メッシュ		57.4%	55.5%	58.7%	62.4%	65.8%

また、シミュレーションにおけるデータ作成の相対誤差(δ_{OD1} , δ_{OD2})とネットワーク表示簡略化手法(配分比条件法を用いたメッシュ分割配分法)による配分誤差(δ_{XD})を示すと表一2のような結果であった。この表より、傾向変動が大きくなると当然のことながらそれに応じて、OD交通量の相対誤

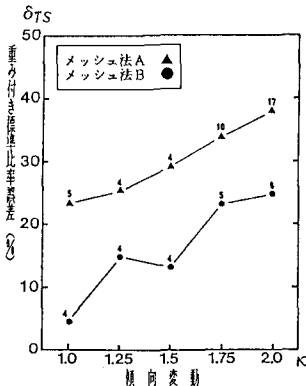
差も大きくなり、今回のシミュレーションでは $\kappa=2.0$ のときで、 $\delta_{OD1}=140.7\%$ 、 $\delta_{OD2}=46.5\%$ であった。また、メッシュ分割配分法による配分誤差 δ_{XD} はメッシュの大きさ、形状により多少異なるが、いずれの場合もほぼ60%前後の配分誤差であった。

(3) シミュレーション結果と考察

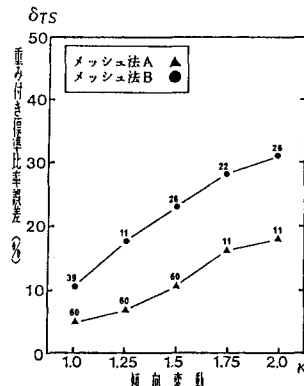
1) 簡略化ネットワークの違いが推計精度に及ぼす影響

ここでは、ダミーリンクを入れない場合(メッシュ法A)とダミーリンクを入れた場合(メッシュ法B)の簡略化ネットワークの違いが、マクロOD交通量の推計精度にどのような影響を及ぼすか検討を行った。推計結果を図一5に示す。なお、図中の数字は繰り返し計算回数(修正回数)を表わす。図一5より、メッシュ分割の大きさ、形状によって推計精度は異なるが、メッシュの大きさが小さい場合(2.5km正方形メッシュ)には、ダミーリンクを入れた改良型の簡略化ネットワークを用いたメッシュ法Bが、ダミーリンクを用いないメッシュ法Aよりも推計精度がよいといえる。しかし、メッシュの大きさが大きい場合(5.0km正方形メッシュ)には、逆にメッシュ法Aの方が推計精度はよいという結果であった。

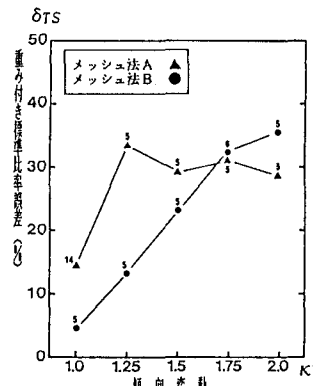
これは、2.5km正方形メッシュの場合、簡略化ネットワークにダミーリンクを入れることによって、メッシュ境界通過交通量を正確に計算することができるためと考えられる。しかし、メッシュの大きい5.0km正方形メッシュでは簡略リンクの所要時間設定の誤差の影響の方が大きいために、メッシュ境界



(a) 2.5km 正方形メッシュ



(b) 5.0km 正方形メッシュ



(c) 長方形メッシュ

図一5 簡略化ネットワークの違いが推計精度に及ぼす影響

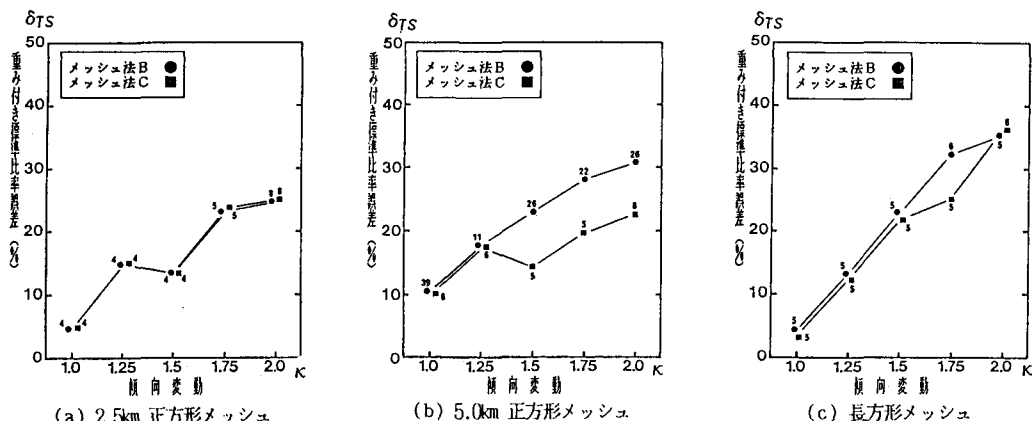


図-6 配分交通量の修正方法の違いが推計精度に及ぼす影響

通過交通量を多少曖昧に計算するメッシュ法 A の方が自由度が大きく、その分だけ配分パラメータによって計算交通量と観測交通量の二乗誤差(残差平方和)が小さくなるように、OD交通量を推計することができるものと考えられる。

2) 配分交通量の修正(メッシュ境界通過率の修正)方法の違いが推計精度に及ぼす影響

配分パラメータを修正するメッシュ法 B と簡略リンクの所要時間を修正するメッシュ法 C を比較する。結果を図-6 に示す。

図-6 より、メッシュの大きさが小さい場合(2.5km 正方形メッシュ)には、どちらの手法を用いてもマクロ OD 交通量の推計精度と修正回数は等しくなっている。しかし、メッシュの大きさが大きい場合(5.0km 正方形メッシュ)には、傾向変動が大きくなると、簡略リンクの所要時間を修正するメッシュ法 C の方が推計精度が良くなっている。これは、前述したようにメッシュの大きさが大きい場合には簡略リンクの所要時間設定の誤差が大きいために、傾向変動が大きくなると特にその影響が大きくなるためと考えられる。

したがって、メッシュの大きさが大きい場合や傾向変動が大きい場合には、簡略リンクの所要時間を修正するメッシュ法 C を用いた方が良いと考えられる。

ここで、推計計算に必要な C. P. U. 時間 (FACOM-M360AP) と計算機容量を比較すると、表-3 のような結果であった。ただし、表中の計算時間は用いるデータによって多少の違いがあるので、修正を

30 回で打ち切った場合の平均的な計算時間を示したものである。

この表より、メッシュ分割の大きさが大きいほど、どのメッシュ法においても計算時間が短いことがわかる。これは、メッシュが大きければ簡略化ネットワークのノード数、リンク数が少なくなり、配分計算に必要な計算時間が短くなるためである。

表-3 推計に必要な C. P. U. 時間と計算機容量

メッシュ分割 メッシュ法	2.5km正方形メッシュ	5.0km正方形メッシュ	長方形メッシュ
メッシュ法 A	5分 43秒	0分 30秒	1分 01秒
メッシュ法 B	6分 15秒	1分 03秒	2分 52秒
メッシュ法 C	3分 17秒	1分 14秒	1分 31秒
計算機容量	1836KB	1684KB	1432KB

メッシュ法 A とメッシュ法 B を比較すると、いずれのメッシュ分割においても後者の計算時間の方が長い。これは、後者の場合簡略化ネットワークにダミーリンクを入れているために、その分だけノード数、リンク数が多くなっているからである。また、メッシュ法 B とメッシュ法 C を比較すると、メッシュ分割の大きさによって多少異なるが、メッシュが小さい場合には後者の計算時間の方が短い傾向にある。これは、配分パラメータ θ の最適値を得るために、メッシュ法 B では発生交通量の修正 1 回につき何度も Dial 確率配分法の計算を行う必要があるが、メッシュ法 C では発生交通量の修正ごとに 1 回のメッシュ分割配分法を行えばよいためである。

なお、計算機容量を比較すると、長方形メッシュ

が最も少ない計算機容量であった。これは、メッシュ分割の大きさが大きければ簡略化ネットワークのノード数、リンク数は少なくなるが、1つのメッシュに含まれる詳細ネットワークのノード数、リンク数は逆に多くなり、全体としては必ずしもメッシュ分割の大きい場合が最も計算機容量が小さくなるとは限らないからである。

5. まとめ

一般に、大規模道路網を対象としてOD分布と道路区間利用率の同時推定を行う場合、かなりの計算時間と計算機容量が必要となる。本研究では、発生交通量を未知変量とした残差平方和最小化モデルに、ネットワーク表示を簡略化して配分計算を行うメッシュ分割配分法を導入することによって、大規模道路網に対してもOD分布と道路区間利用率の同時推定が可能となるように、推計計算の効率化を行った。金沢都市圏の道路網を対象として行った計算結果をまとめると、次のことがいえる。

- ① 対象地域の大きさによっても異なると考えられるが、メッシュ分割の大きさが小さい場合には、ダミーリンクを取り入れた改良型の簡略化ネットワークを用いた方（メッシュ法B）が、ダミーリンクを用いない方法（メッシュ法A）よりも推計精度が良いといえる。しかし、推計計算に必要な計算時間および計算機容量はダミーリンクを用いる分だけメッシュ法Bの方が大きくなるので、実際の適用に当ってはその点を考慮してメッシュ分割の大きさを決定する必要がある。
- ② メッシュ分割の大きさが大きい場合や傾向変動が大きい場合には、簡略リンクの所要時間を修正するメッシュ法Cを用いた方が良いと考えられる。このように、メッシュ分割配分法を取り入れれば、計算時間および計算機容量の節約が可能となり、推計誤差もそれほど大きなものとはならないことが示された。しかし、現状ではまだ①メッシュ分割の大きさをどれほどにすれば最適となるのか明らかではない。また②簡略化ネットワークにおいて均衡確率配分法を適用するためには、簡略化ネットワークの合成容量関数を作成する必要がある。さらに、③今回は既存OD交通量の比率（目的地選択確率）を用いて、マクロOD交通量からミクロOD交通量への

OD交通量のブレイクダウンを行ったが、ODパターンが大きく変化している場合には問題が残るといえる。今後はこれらの残された研究課題を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 井上博司；等時間原則交通量配分における経路交通量の推定，交通工学，Vol.13，No.1，pp.3～9，1978年
- 2) Robert B.Dial；A Probabilistic Multi-path Traffic Assignment Model Which Obviates Path Enumeration，Transpn. Res.，Vol.5，pp.83～111，1970.
- 3) 飯田恭敬，高山純一，井戸昭典；実測路上交通量を用いた道路網交通需要推計法のネットワーク分割計算法について，都市計画別冊，第17号，pp.325～330，1982年11月
- 4) 飯田恭敬，高山純一，横山日出男；メッシュ分割によるネットワーク表示の簡略化手法を用いた交通量配分計算法，土木計画学研究・論文集，No.2，pp.149～156，1985年1月
- 5) 飯田恭敬，高山純一，金井一二，水口令二；Dial 確率配分法を導入したリンク交通量による道路網交通需要推計法，都市計画別冊，第19号，pp.13～18，1984年11月
- 6) 飯田恭敬，高山純一，金子信之；ODマトリックス推計のためのネットワーク表示簡略化手法の改良について，土木学会中部支部研究発表会講演概要集，pp.376～377，1986年3月
- 7) M.L.Manheim；Fundamentals of Transportation System Analysis，Vol.1；Basic Concept，The M.I.T. Press，pp.472～484.
- 8) 昭和49年度，昭和50年度，昭和51年度金沢都市圏総合交通体系調査報告書，建設省北陸地方建設局・石川県・金沢市，
- 9) 宮城俊彦，小川俊幸，小嶋幸則；均衡確率配分法に関する事例研究，第40回土木学会年次学術講演会講演概要集，第4部，pp.503～504，1985年9月