

金沢大学工学部 学生員 ○金子信之
 京都大学工学部 正会員 飯田恭敬
 金沢大学工学部 正会員 高山純一

1. はじめに

井上博司¹⁾、²⁾および著者等^{3), 4)}は、日々変動するOD交通量の変動特性を考慮して、道路区間上の実測交通量から、道路網内の交通需要量を推計する3つのタイプの推計モデルを提案している。³⁾本研究では、パーソントリップ調査から相当年月が経過して、OD分布パターンが変化している場合(傾向変動が大きい場合; ケース3)に適用するモデルタイプ3の推計法について検討を行う。

具体的には、(1)道路区間交通量が部分的にしか観測されていない場合や、(2)観測誤差が大きく、道路区間交通量相互の相関性が低い場合に適用する方法を提案し、モデル改良の有効性について検討を行う。

2. モデルの基本的な考え方⁴⁾

OD交通量 $T_{ij}(\tau)$ を1つの確率変数と考えると定式化すると、次のようになる。

$$T_{ij}(\tau_1) = \mu_{ij}(\tau_0) + \psi_{ij}(\tau_0, \tau_1) + \sum_k \xi_{ij}(\tau_1) + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

$$= \mu_{ij}(\tau_1) + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

ここで、 $\mu_{ij}(\tau_0)$ 、 $\mu_{ij}(\tau_1)$ は、それぞれ既存OD調査時(τ_0)、推計時(τ_1)におけるOD交通量の母平均を表わし、 $\psi_{ij}(\tau_0, \tau_1)$ は、 τ_0 、 τ_1 間の傾向変動成分、 $\sum_k \xi_{ij}(\tau_1)$ は、 τ_1 における周期変動成分を表わす。

$\mu_{ij}(\tau)$ は、時間 τ が決まれば、一意的に定まる確定値と考えられるので、式(3)に示すように重力モデル構造で表わすことができる。

$$\begin{aligned} \mu_{ij}(\tau) &= u_i(\tau) \cdot v_j(\tau) \cdot R_{ij}^* \\ &= u_i(\tau) \cdot \{u_j(\tau) - d_j^*(\tau)\} \cdot R_{ij}^* \end{aligned} \quad (3)$$

ここで、 u_i 、 v_j は発生ゾーンおよび集中ゾーンのパラメータを表わし、 d_j^* はゾーン j (あるいはノード j) への流入交通量と流出交通量の差(既知量*)を表わす。 R_{ij}^* はゾーン i j 間の交通抵抗パラメータである。

モデルタイプ3では、まず推計時の観測道路区間交通量 x_k^* を情報として、最尤法(道路区間交通量に関する同時生起確率最大の考え方)により母平均 μ_{ij} の推計を行う。次に、推計した母数 μ_{ij} を用いてOD交通量 t_{ij} (実現値)の推計を行う。詳しくは、文献4)を参照されたい。

3. モデルの改良

交通量観測の簡素化や計算機容量、計算時間の節約を考えると、推計に用いる道路区間数はできるだけ少ない方が有利である。しかし、そのためには、 d_j^* (あるいは v_j) を何らかの形で推定する必要がある。

(1)方法1・・・道路区間交通量がすべて観測されていて、計算機容量、計算時間の節約だけを目的とする場合には、単純に、一部の観測値を用いてOD交通量の推計を行えばよい。

部分的にしか道路区間交通量が観測されていない場合は、次のようにして行う。

(2)方法2・・・既存OD調査時(τ_0)の道路区間交通量を用いて未知道路区間交通量を推定し、 d_j^* の計算を行う。OD推計には、観測値のみを用いる。

(3)方法3・・・既存OD調査時(τ_0)の発生交通量と集中交通量の比 w_j^* を用いて、推計時(τ_1)の集中パラメータ v_j を推定する($v_j = w_j^* \cdot u_j$)。OD推計には、観測値のみを用いる。

一般に、道路区間交通量は互いに相関を持つと考えられるが、観測誤差 σ_ε が大きい場合には、独立(相関ゼロ)として定式化を行った方がよい。相関を持つ場合には、道路区間交通量の同時確率は多次元正規分布で与えられるが、独立の場合には、単純に正規分布となる。

(4)方法4・・・道路区間交通量の変動が、互いに独立であるとして定式化を行う。

なお、定式化は非線形最適化問題となるため、解法はニュートン法、あるいはブレント法を用いて行った。

4. シュミレーションの方法と推計手順

本研究では、図-1に示すようなシュミレーションを用いて、推計精度の検討を行った。まず、時間 τ による傾向変動を考慮するために、式(4)に示すように推計時の真実母数 μr_{ij} を作成する。

$$\mu r_{ij}(\tau_1) = \kappa_{ij} \times \mu_{ij}(\tau_0) \quad (4)$$

ここで、 κ_{ij} は傾向変動を表わす係数であり、ODペアによって異なる値である。今回は、 $N(2, 0.4)$ に従う正規乱数を発生させて設定した。

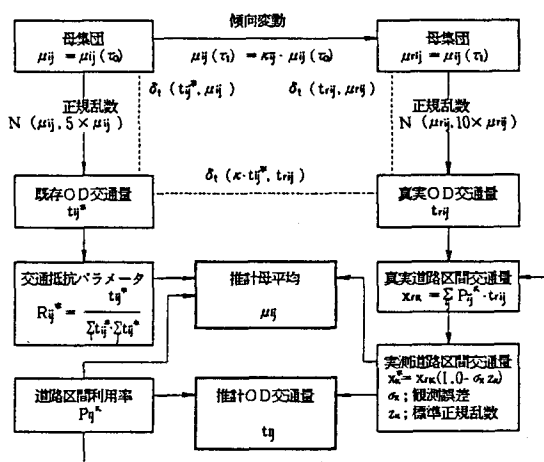


図-1 シミュレーションの推計手順を示すフローチャート

また、既存OD調査時の母数 $\mu_{ij}(\tau_0)$ と推計時の母数 $\mu_{ij}(\tau_1)$ を用いて、2組の正規乱数 $N(\mu_{ij}, 5 \times \mu_{ij})$ 、 $N(\mu_{ij}, 10 \times \mu_{ij})$ を発生させ、既存OD交通量 t_{ij}^* と推計時の真実OD交通量 $t_{r,ij}$ を作成した。推計時の真実道路区間交通量 x_{rk} は推計時の真実OD交通量 $t_{r,ij}$ に道路区間利用率 p_{ij}^* をかけて作成した。ただし、一般には、観測誤差 σ_x %が含まれるため、観測値は式(5)を用いて作成した。

$$x_k^* = x_{rk} (1.0 - \sigma_x \cdot z_k) \quad (5)$$

ここで、 z_k は標準正規乱数を示す。

対象道路網としては、図-2に示すような田の字型道路網を用いた。ODパターンの違いによる推計精度の特性をみるために、近距離OD交通量が多い重力モデル型ODパターンと距離に影響されないランダムODパターンの2通りの母集団を設定した。

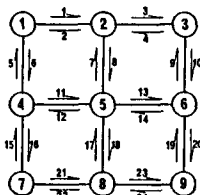


図-2 対象道路網

5. 計算結果と考察

(1) 各推計法の推計精度の比較

道路区間交通量の観測値をすべて用いた場合の各推計法の推計精度を図-3（母集団として重力モデル型のOD交通量を用いた場合）に示す。図には、比較のために、単純に重力

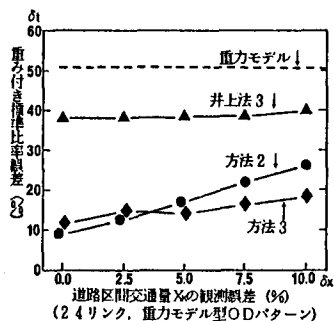


図-3 各推計法の推計精度の比較

モデル式を用いた場合の適合度とOD交通量の変動特性を考慮してリンク交通量からOD交通量を推計する井上の推計法3（重力モデル値を基本分布パターンとする推計法）²⁾の推計精度をいっしょに示した。この図より、単純に重力モデル式を用いて推計を行うよりも、道路区間交通量を情報としてOD推計を行った方が、推計精度はよいといえる。また、モデルタイプ3（方法2、方法3）の方が、井上の推計法3に比べ、道路区間交通量の観測誤差 σ_k の影響を受けやすい傾向にある。

(2) 選択リンク数が推計精度に及ぼす影響

選択するリンクの位置にも関係するが、全体的傾向としては、選択リンク数が少なくなると、推計精度が悪くなる傾向にある（図-4）。特に、モデルタイプ3の場合は、選択リンク数が全体の半分以下になると、解が求まらないケースが存在する。

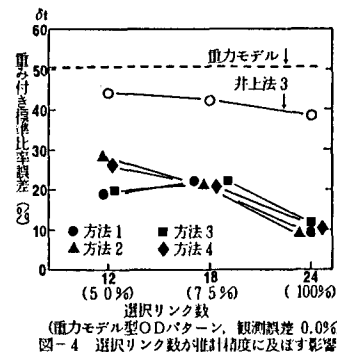


図-4 選択リンク数が推計精度に及ぼす影響

(3) 方法2と方法4の推計精度の比較

方法2（道路区間交通量の相関関係を考慮した定式化）と方法4（独立として定式化）の推計精度を比較すると、観測誤差 σ_k が小さい場合には、方法2の推計精度の方がよいが、 σ_k が大きくなると独立として定式化した方がよいといえる。

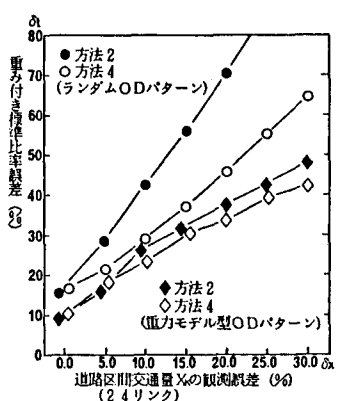


図-5 方法2と方法4の推計精度の比較

なお、詳しい結果については、講演時にまとめて発表する。

参考文献 1) 井上博司；スクリーンライン調査によるOD調査の精度の検定およびOD表の修正法，交通工学，Vol.12，No.6，p.p.11～19，1977年。2) 井上博司；交通調査資料を用いたOD交通の統計的推計法，土木学会論文報告集，第332号，p.p.85～94，1983年。3) 高山純一，飯田恭敬；周期変動を考慮した実測交通量による交通需要推計法，土木計画学研究・論文集，Vol.1，p.p.43～50，1984年。4) 高山純一，飯田恭敬，他1；傾向変動を考慮した確率論的手法による道路網交通需要推計法，第5回土木計画学研究発表会講演集，p.p.386～392，1983年。