

スクリーンライン交通量を用いたIMA法によるOD表修正の可能性について

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
金沢大学工学部 学生員 小林光二

1. はじめに

一般に、中小都市においてはパーソントリップ調査(P.T.調査)が実施されていない場合が多い。たとえ、実施されていたとしても、P.T.調査では精度的制約からゾーンを小さく設定することができず、必ずしも十分な精度のOD表が得られているとはいえない。¹⁾しかし、交通網の計画、特に道路網の計画を策定する場合には、ある程度小さいゾーンングにおける精度の高いOD表が必要となる。

このようなことより、屋井・森地²⁾は小数データの抽出をもとに非集計目的地選択モデルを構築し、粗分割ゾーン間(所要ゾーン区分よりも粗いゾーン区分、たとえば市町村区分)のOD交通量を総量制約として、所要ゾーン区分の分布交通量を推計する新しいモデルを提案している。この場合、総量制約の交通量データとして、①生成交通量、②発生交通量、③集中交通量、④粗分割OD表、を考えているが、国勢調査では通勤、通学OD表のみであり、自動車OD調査、あるいはP.T.調査の調査OD交通量(拡大したOD交通量)では、調査精度に問題が残る。³⁾したがって、非集計モデルを適用する場合においても、信頼性の高い上記交通量が必要といえる。

そこで本研究では、現在、あるいは過去にP.T.調査(あるいは自動車OD調査)が実施されている場合(ただし、推定されたOD交通量の信頼性が低い)に、スクリーンライン実測路上交通量を用いて、OD交通量を推計する新しい方法を提案する。具体的には、何本かのスクリーンラインを設定し、H.J.Van.Zulenが提案した情報量最小化(Infomasion Minimising Approach)によるモデル(IMA、道路区間法)を改良したIMA法(スクリーン法)を用いる。今回は、モデル計算を用いて、(1)サンプリング誤差によるODパターンのずれの影響と(2)調査洩れによる誤差の影響を検討し、スクリーンライン交通量によるOD表修正の可能性を検討する。

2. IMA法(スクリーン法)の定式化方法

スクリーンライン l (上下方向別)上で観測される実測交通量 SX_l は、式(1)のように表される。

$$SX_l = \sum_i \sum_j Y_{ij}^l = \sum_i \sum_j T_{ij} \delta_{ij}^l \quad (1)$$

ただし、 Y_{ij}^l はOD交通量 T_{ij} のうちスクリーンライン l を通過する交通量を表す。また、 δ_{ij}^l は1あるいは0(ODペア ij がスクリーンライン l を通過すれば1、そうでなければ0)の値をとる。

ここで、スクリーンライン l 上でのODペア ij の構成を確率的にとらえ、最も起こりやすい状態で各OD交通量($Y_{ij}^l = \sum_i \sum_j T_{ij} \delta_{ij}^l$)が生起すると考え、その同時確率は式(2)のように表される。

$$SI_l = -\log \frac{SX_l!}{\prod_{i,j} (T_{ij} \delta_{ij}^l)!} \prod_{i,j} \left\{ \frac{t_{ij} \delta_{ij}^l}{\sum_i \sum_j t_{ij} \delta_{ij}^l} \right\}^{T_{ij} \delta_{ij}^l} \Rightarrow \text{Min} \quad (2)$$

ここで、 t_{ij} は既存のOD交通量、あるいは、パーソントリップ調査から推定されるOD交通量である。式(2)をスターリングの公式を用いて変形し、スクリーンライン l について加え合わせると式(3)が得られる。

$$SI = \sum_l SI_l = \sum_l \sum_i \sum_j T_{ij} \delta_{ij}^l \log \left\{ \frac{T_{ij} \sum_i \sum_j t_{ij} \delta_{ij}^l}{SX_l t_{ij}} \right\} \Rightarrow \text{Min} \quad (3)$$

よって、モデルの定式化は式(1)を制約条件とした式(3)の最小化問題となり、ラグランジェの未定乗数法を用いて解くと式(4)、式(5)が得られる。ただし、 λ_l はラグランジェの未定乗数である。

$$T_{ij} = t_{ij} \prod_l \left\{ \left(\frac{SX_l}{\sum_i \sum_j t_{ij} \delta_{ij}^l} \right) e^{-(1+\lambda_l)} \right\}^{\frac{\delta_{ij}^l}{\sum_i \sum_j \delta_{ij}^l}} \quad (4)$$

$$\sum_i \sum_j \delta_{ij}^l t_{ij} \prod_l \left\{ \left(\frac{SX_l}{\sum_i \sum_j t_{ij} \delta_{ij}^l} \right) e^{-(1+\lambda_l)} \right\}^{\frac{\delta_{ij}^l}{\sum_i \sum_j \delta_{ij}^l}} - SX_l = 0 \quad (5)$$

($l=1, 2, \dots, s$)

したがって、この非線形連立方程式を λ_i について解けば、式(4)に代入することによってOD交通量 T_{ij} を推計(修正)することができる。

3.数値計算を用いたOD表修正の検討

図-1に示す、ノード数25の格子状道路網を用いて適用性の検討を行う。ただし、スクリーンラインは～～線で示してある。

モデル計算では、真実OD交通量 RT_{ij} を任意に作成し、既存OD交通量(あるいは、P.T.調査により推定されたOD交通量) t_{ij} とのODパターンのずれ(σ_T)および調査洩れの影響($\beta = \sum_i \sum_j t_{ij} / \sum_i \sum_j RT_{ij}$)を検討する。ただし、誤差の表示は、重みつき標準比率誤差 δ_T と相関係数 ρ を用いて行う。なお、推計精度の評価は、 25×25 の詳細OD交通量とスクリーンラインで集約した 9×9 の簡略OD交通量の2通りの精度比較で行う。

3.1 調査洩れがない場合($\beta=1.0$)

調査洩れがない場合のODパターンのずれは、正規乱数 Z_i を用いて作成した。シミュレーション結果の一例を表-1に示す。

表-1 調査洩れがない場合の推計精度($\beta=1.0$)

σ_T		0%	10%	20%	30%
δ_T, ρ	δ_T	0.0	9.86	20.90	39.27
	ρ	1.000	0.984	0.939	0.876
9×9	δ_T	0.0	4.07	8.17	12.34
	ρ	1.000	0.998	0.992	0.982

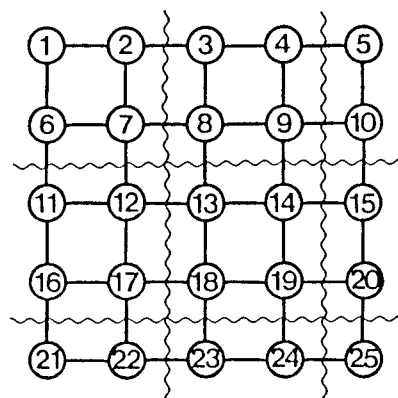


図-1 対象道路網とスクリーンライン

表-1より、当然のことながらODパターンのずれが大きくなるにしたがって、推計精度が悪化することがわかる。しかし、スクリーンラインで区切られた簡略OD交通量と比較すると、その悪化の傾向は小さいといえる。

3.2 調査洩れがある場合($\beta=0.77$)

調査洩れの割合を任意に設定し、シミュレーションを行った。結果の一例を表-2に示す。

表-2 調査洩れがある場合の推計精度($\beta=0.77$)

σ_T		0%	10%	20%	30%
δ_T, ρ	δ_T	11.26	15.28	24.18	41.00
	ρ	0.978	0.960	0.915	0.851
9×9	δ_T	7.45	8.32	10.78	14.11
	ρ	0.991	0.989	0.983	0.974

調査洩れの比率を $\beta=0.77$ とすると、サンプル誤差がなくてもP.T.調査推定OD交通量には、少なくとも23%の調査誤差が含まれる。したがって、その誤差を修正する目的で、スクリーン法が適用される。

ODパターンのずれ(σ_T)が小さい場合には、調査洩れがない場合に比べ、推計精度は悪いが、 σ_T が大きくなると、その差は小さくなる傾向にある。また、簡略OD表での誤差が小さいので、スクリーンラインの設定方法に工夫を加えれば、粗分割OD表の推計に利用可能である。なお、詳しい結果については、講演時にまとめる。

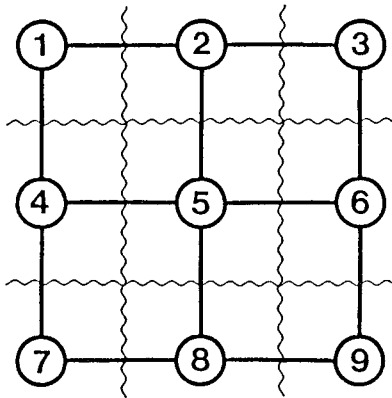


図-2 スクリーンラインで区切られた粗分割ゾーン

4.参考文献

- 1) 藤田・黒川・石田; 自動車分布交通量の粗分法に関する基礎的研究, 第39回土木学会年講, pp.279~280
- 2) 屋井・森地; 交通量データを用いた非集計モデルの改良方法, 第40回土木学会年講, pp.397~398
- 3) 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表の修正方法, 交通工学, 1977, No.6, pp.11~19
- 4) 飯田・高山・小林; 道路区間交通量をj用いた情報量最小化による道路網交通需要推計法, 第16回日本道路会議一般論文集, pp.11~12