

東京工業大学 学生員 鹿島 茂
東京工業大学 学生員 亀井 敏郎

1. 研究目的

現在、交通量予測に関するモデル式が数多く提出され、それらが容易に適用されているが精度に関して十分信頼し得る実績をあげているものは少なく、実際にモデル式を用いて予測を行なうには多くの不安がある。それにもかかわらずモデル式の適用性に対する再検討、すなわちモデル式を用いて推定した値と実績値との差は与えた構造変数の真値との差によって生じたものであるのかあるいは定式化自体によって生じたものであるのか(図-1)を検討した例は少ない。本研究では交通計画体系の中で比較的定式化の進んでいる分布交通量推定モデル式に注目し、いくつかの試算を通じてそれらのモデル式の性質および特徴を明らかにし、予測対象特性に応じたモデル式を提示することが目的である。なお本研究で検証を行なったモデルは次の通りである。

- ・現在パターン法
- ・重力モデル法
- ・BPR重力モデル法
- ・エントロピー法(重力タイプ)
- ・介在機会モデル法

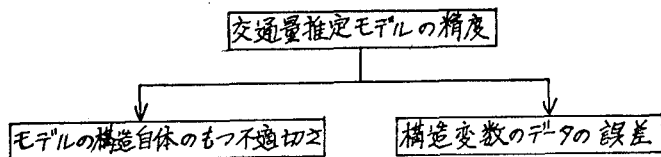


図-1

2. 適合度評価

各モデル式を用いて推定したゾーン間交通量がどの程度実績値に一致しているかを示す指標として本研究では

$$\chi^2 \text{値} = \sum_i \sum_j (x_{ij}/x_{ij} - 1)^2 x_{ij}$$

x_{ij} …… 実績値

$\hat{x}_{ij}$ …… 予測値

$$T \text{値} = \sqrt{\sum_i \sum_j (x_{ij} - \hat{x}_{ij})^2 / r_{ij}^2}$$

r_{ij} …… 時間距離

の二つを用いた。

試算 1) 関東、九州地区に関する検証

本研究では運輸省調査局の「旅客流動調査」のデータをもとに関東地区七都県、九州地区七県を対象地域として選定し自動車交通に対する昭和37年度～45年度の各ゾーン間交通量を各モデル式を用いて予測し、実績値と比較して先に述べた各指標を用いて適合度の評価を行なった。

その結果の一部を表-1に示す。これらの結果からわかるように(他年度、他地区についても適合度に関しては同様の結果になった)現在パターン法の適合度が最も良く、重力モデル法がそれに次いで良かった。しかし現在パターン法は現在の各ゾーン間交通量を将来発生集中交通量に収束させる方法であり、各ゾーン間の時間距離の変化等の構造変化を全く考慮にいていないので予測能力に限界があると考えられる。

モデル名	係 数	重相関係数	適合性の 精度順位
現在パターン法	—	—	1
重力モデル法	$\alpha=\beta=0.34, \gamma=2.26$	0.75	2
BPR 重力モデル法	$F_{ij}=(初期値), K_{ij}=1$	—	3
エントロピー法	$\gamma=1.29$	—	5
介在機会モデル法	$L=7.32 \times 10^9$	—	4

表-1 関東地区における検証 (昭和45年度)
7ゾーン

試算 ii) 名神地区に関する検証

先の考えに基づき、ここでは昭和40年に開通した名神高速道路をとりあげ、名神地区の九ゾーンを対象地域に設定し開通前の昭和39年度時点において開通後の昭和43年度の交通量予測を行ない、適合度を評価した。表-2がその結果である。

この結果よりみると名神高速道路が開通した結果ゾーン間の時間距離等に大きな変化があるため、こういう周辺条件の変化を考慮に入れない現在パターン法ではもはや信頼すべき推定ができないことを示している。

モデル名	係数	重相関係数	適合性の順位
現在パターン法	——	——	2
重力モデル法	$\alpha=\beta=0.82, \gamma=1.05$	0.74	1
エントロピー法	$\gamma=0.21$	——	3

表-2 名神地区における検証

9ゾーン

3 誤差伝播

予測値と実績値との差がいかなる要因によって主に影響を受けているのかを誤差の伝播式を用いて分析を行なった。すなわちパラメータを含む各入力データ x_i ($i=1 \dots n$) の分散値 $\sigma_{x_i}^2$ に対し被説明変数 $F (= f(x_1, \dots, x_n))$ の分散値 σ_F^2 は以下に示す式を用いて求められる。

$$\sigma_F^2 = \left(\frac{\partial F}{\partial x_1} \right)^2 \sigma_{x_1}^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial x_n} \right)^2 \sigma_{x_n}^2 + 2 \left\{ \left(\frac{\partial F}{\partial x_1} \right) \left(\frac{\partial F}{\partial x_2} \right) \sigma_{x_1 x_2} + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial x_{n-1}} \right) \left(\frac{\partial F}{\partial x_n} \right) \sigma_{x_{n-1} x_n} \right\}$$

この誤差伝播の公式を重力モデルについて東京都 群馬県の昭和45年度交通量に対して適用すると

$$X_{ij} = k \frac{U_i^\alpha V_j^\beta}{r_{ij}^\gamma}$$

$U_i \dots i$ ゾーン発生交通量
 $V_j \dots j$ ゾーン集中交通量
 $r_{ij} \dots i-j$ ゾーン間時間距離

$$\sigma_{X_{ij}}^2 = \left(\alpha k \frac{U_i^{\alpha-1} V_j^\beta}{r_{ij}^\gamma} \right)_{U_i=\bar{U}_i} \sigma_{U_i}^2 + \left(\beta k \frac{U_i^\alpha V_j^{\beta-1}}{r_{ij}^\gamma} \right)_{V_j=\bar{V}_j} \sigma_{V_j}^2 + \left(\gamma k \frac{U_i^\alpha V_j^\beta}{r_{ij}^{\gamma+1}} \right)_{r_{ij}=\bar{r}_{ij}} \sigma_{r_{ij}}^2$$

$$= 3.46 \times 10^{-6} \sigma_{U_i}^2 + 4.36 \times 10^{-2} \sigma_{V_j}^2 + 1.19 \times 10^3 \sigma_{r_{ij}}^2 \quad \text{となる。}$$

4 予測対象特性とそれに応じたモデルの選択

各試算を通じて得られたことを要約すると 1) 現在パターン法は大ゾーンで予測期間が短い時には非常に適合度が高い。2) 重力モデル法は周辺条件の変化にある程度対応できる。3) BPR重力モデル法はリンクを細分した場合 現在パターン法に性質が類似し逆に大まかに分けた場合は周辺条件の変化に対応できる。4) エントロピー法はマルコフ性の仮定が前提であるがこの仮定はかなり非現実的なため適合度は低い。5) 介入機会モデル法は普通トリップ長の短い交通量が相対的に大きいのでパラメータ決定が困難であり予測期間が長い場合にはそのパラメータが変化する可能性がある。(表-3参照)

ゾーン特性	ゾーン「大」		ゾーン「小」	
	長	短	長	短
現在パターン法		◎	XX	○
重力モデル法	○		◎	
B.P.R.	A	○	X	
重力モデル法	B	X	○	
エントロピー法	XX	X		
オポチュニティー法	X		X	

B.P.R. {A; トリップ長リンクを細分した場合
重力モデル法 {B; トリップ長リンクを大まかに分けた場合

表-3 予測対象特性とそれに応じたモデルの選択

5 まとめと今後の課題

本研究における試算はきわめて部分的なものであり他の諸特性との関連分析についてはなお多くの実績データによる検討が必要である。分布交通における問題に限らず交通計画における予測はその評価に決定的な影響を与えるものであり、そのためこの種の予測モデルの適用性に関する再検討は今後も大いに必要であると考える。