

幹線交通需要予測の簡便化の試み — 高速道路を例にとって —

岐阜大学工学部 正会員 森杉 詩芳

岐阜大学大学院 学生員 松浦 郁雄

岐阜大学工学部 学生員 ○洞口 佳久

1. はじめに

現在、高速道路、新幹線、航空機等の幹線の需要予測手法として、一般に四段階推定法あるいは三段階推定法が用いられている。三段階推定法とは、四段階推定法のうち機関分担を省略した手法である。しかし、この推定法は、その手法が複雑であるとともに、データの入手や取りまとめが困難である等の問題点を含んでいる。

本研究は、これらの問題を解決するような幹線交通需要予測モデルを構築し、そのモデルの実用性と精度の検討を行うものである。本稿では高速道路の需要予測を例にとり、現推定法に代わる簡便な推定法として、一段階推定法(高速同時決定モデル)の適用可能性を検討する。

2. 一段階推定法(高速同時決定モデル)の提案

ここでは、発ゾーン→入I.C.→出I.C.→着ゾーン交通を一度に説明するようなモデルを構築する。

2-1 モデル構造と説明変数

発ゾーン→入I.C.→出I.C.→着ゾーン交通量を次のような構造式により表現する。

$$Q_{ij}^{kl} = f(X) / g(Z) \quad (1)$$

但し、 Q_{ij}^{kl} : iゾーン発→kI.C.入→lI.C.出
→jゾーン着交通量

X: i(j)ゾーンの地域特性

Z: ゾーン間、I.C.間、ゾーン-I.C.間の交通抵抗特性

ここで、地域特性としては、夜間人口、年齢別人口(14才以下、15~64才、65才以上)、産業別従業人口(第1次産業、第2次産業、第3次産業)、人口密度等が考えられる。特に夜間人口は、将来予測が比較的容易であり、第3次産業従業人口は地域の都市化、成熟化の規模を説明することができるという利点を持つ。これらの指標を地域特性として用いることにより、誘発交通量を考慮することができると考えられる。しかし、これらの指標の間に強い相関があるものも考えられるので、一つのゾーンにおいて多数の指標を同時に導入することはできるだけ避け、重共線性の発生を防ぐ必要がある。

次に、交通抵抗特性としては、一般道路利用費用及び所要時間、高速道路利用費用及び所要時間、アクセス距

離及び時間等の指標が考えられる。前者2つは、一般道路と高速道路との競合が考慮できると考えられ、後者は、各I.C.までの抵抗を考慮することができると考えられる。また、これらの指標を何らかの形で組み合わせることにより、各経路間の競合も考慮することができると考えられる。

2-2 構造式の特定化とパラメータ推定

パラメータ推定は、昭和55年の東名高速道路乗用車データ(データ数:9,968)を用いて、以下に述べるようなさまざまな構造式や説明変数の組み合わせ(タイプA~D)について行った。各タイプの構造式を(2)~(6)式に、推定結果を表-1に示した。また、パラメータ推定にあたっては、すべての構造式において両辺対数をとり線型回帰を行なった。

(タイプA(基礎モデル))、(タイプD)

$$Q_{ij}^{kl} = k_0 \frac{(X_i)^a (X_j)^b}{(C_{ij}^{kl})^{k_1} (C_{ij}^{kl})^{k_2} (t_a)^{k_3}} \quad (2)$$

(タイプB(結合モデル))

$$Q_{ij}^{kl} = k_0 \frac{(X_i)^a}{(t_{ik})^{k_1}} \frac{1}{\exp(k_2 C_{kl})} \frac{(X_j)^b}{(t_{lj})^{k_1}} \quad (3)$$

(タイプC(費用差モデル))

$$Q_{ij}^{kl} = k_0 \frac{(X_i)^a (X_j)^b}{(C_{ij}^{kl})^{k_1}} \frac{\exp(k_2 \frac{C_{ij} - C_{ij}^{kl}}{C_{ij}^{kl}})}{C_{ij}^{kl}} \quad (4)$$

(タイプE)

$$Q_{ij}^{kl} = k_0 \frac{(X_i)^{a+a'\delta_1} (X_j)^{b+b'\delta_1}}{(C_{ij}^{kl})^{k_1+k_1'\delta_2} (C_{ij}^{kl})^{k_2+k_2'\delta_3}} \quad (5)$$

(タイプF)

$$Q_{ij}^{kl} = k_0 \frac{(X_i)^{a+a'\delta_1} (X_j)^{b+b'\delta_1}}{(C_{ij}^{kl})^{k_1+k_1'\delta_2} (C_{ij}^{kl})^{k_2+k_2'\delta_3}} \quad (6)$$

但し、

Q_{ij}^{kl} : iゾーン発→kI.C.入→lI.C.出→jゾーン着交通量

$X_{i(j)}$: i(j)ゾーンの第3次産業従業人口(人)

C_{ij} : 一般道路利用の場合の一般化交通費用(円)

C_{ij}^{kl} : 高速道路利用の場合の一般化交通費用(円)

C_{kl} : I.C.(k,l)間の一般化交通費用(円)

t_a : アクセス時間(分)

t_{ik} : iゾーン-kI.C.間所要時間(分)

t_{lj} : lI.C.-jゾーン間所要時間(分)

$C_{ij}^{kl} = w_{ij} \cdot C_{ij}^{kl} = r_{kl} + w_{ij} \cdot C_{kl}$
 t_{ij} : 一般道路利用の場合の所要時間(分)
 t_{ij}^{kl} : 高速道路利用の場合の所要時間(分)
 t_{kl} : I. C. (k, l)間の所要時間(分)
 r_{kl} : I. C. (k, l)間利用料金(円)
 w : 時間価値係数(=平均賃金率×平均乗車人数)(円/分)

$a, a', b, b', k_0 \sim k_2, k'_1 \sim k'_2$: パラメータ

【ダミー変数】

- ・ δ_1 : 実績交通量ダミー
交通量 ≥ 10 (台/日) $\delta_1 = 1$, 交通量 < 10 (台/日) $\delta_1 = 0$
- ・ δ_2 : 一般道路利用距離ダミー
利用距離 ≥ 300 km $\delta_2 = 1$, 利用距離 < 300 km $\delta_2 = 0$
- ・ δ_3 : 高速道路利用距離ダミー
利用距離 ≥ 300 km $\delta_3 = 1$, 利用距離 < 300 km $\delta_3 = 0$
- ・ δ_4 : ODペアダミー
東京都～神奈川県間, 神奈川県内々, 静岡県内々, 愛知県内々のODペア $\delta_4 = 1$, 上記以外のODペア $\delta_4 = 0$

2-3 結果の考察

まず、構造式の比較はタイプA～Cについて行なうが、表-1に示すようにどの構造式も相関係数はとても満足のいく値を得ていない。これは実績交通量のデータに問題があるのではないと思われる。すなわち、実績交通量が小さいデータが多すぎるために(50台未満のデータ全体の98%占有)、交通量の大きなデータ(最高859台)が無視されてしまい、その結果相関係数を低くしていると考えられる。

そこで、タイプDではタイプA～Cの中で最も相関の良かったタイプAの基礎モデルを用いて、交通量による重み付き回帰分析($\sum_i (交通量)_i \cdot e_i^2$ の最小化、 e_i : 誤差)を行なった。その結果、相関係数は0.738まで上昇した。なお、アクセス時間のパラメータの符号が、タイプAとタイプBで異なっているため、符号に関して信頼できないものと思われる。そこで、タイプD以降では、アクセス時間を説明変数から取り除いている。

次に、タイプEでは、実績交通量がある基準交通量以上

上になったり、一般道路利用距離、高速道路利用距離がある基準距離以上になると、交通特性が変わるのではないかと考え、それぞれ(5)式に示すようなダミー変数 $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ を導入した。表-1で示されている結果は、 δ_1 の基準交通量が10(台/日)、 δ_2, δ_3 の基準距離がそれぞれ300km場合であるが、ダミー変数の組み合わせはこのような基準の場合に最も高い相関係数を示し、その値は0.851にまで上昇している。

次にタイプFでは、タイプEの結果をふまえ、実績交通量10(台/日)に代わる新しい特性を導入するために実績交通量10(台/日)以上のODペアを分析したところ、その約90%が東京都～神奈川県間、神奈川県内々、静岡県内々、愛知県内々のODであった。そこで、これらのODペアに対し(6)式に示すようなODダミー変数 δ_4 を導入したが、相関係数はタイプAの場合と比べて若干上昇しただけであり、パラメータの符号についても、当初タイプEと同様の結果を期待していたにもかかわらず、ダミー変数 δ_4 (発ゾーン側)のパラメータが期待通りの符号にならなかった等、まだまだ満足 of いく結果ではなかった。

最後に、パラメータの信頼性の検討であるが、すべてのタイプのすべてのパラメータのt値が絶対値2.0以上を満足しており、すべて信頼のおけるものであるといえることができる。

3. おわりに

以上のように、本稿で提案した一段階推定法は、まだまだ実証性に欠ける状況にある。そこで、今後残された課題として下記のようなものを挙げるができる。

- ① 実績交通量10(台/日)に代わる特性を分析し説明する。
- ② 機関分担保が考慮できるようなモデル構造にする。
- ③ ODが与えられた場合の経路間の競合を明示的に導入したモデル構造にする。
- ④ I. C. 間分布交通量及び、I. C. 出入交通量の推定法の提案。

表-1 パラメータ推定結果

タイプ	発ゾーン I 第3次産業 従業人口 X_i	実績 交通量 ダミー $\delta_1 \ln X_i$	ODペア ダミー $\delta_2 \ln X_i$	若ゾーン 第3次産業 従業人口 X_j	実績 交通量 ダミー $\delta_3 \ln X_j$	ODペア ダミー $\delta_4 \ln X_j$	一般道路 利用費用 C_{ij}	一般道路 利用距離 ダミー $\delta_5 \ln C_{ij}$	高速道路 利用費用 C_{ij}^{kl}	高速道路 利用距離 ダミー $\delta_6 \ln C_{ij}^{kl}$	アクセス 時間 t_a	アクセス 時間 $t_{ik} \cdot t_{lj}$	I. C. 間 交通費用 C_{kl}	分割比 $\frac{C_{ij}^{kl} - C_{ij}}{C_{ij}}$	定数項	重相関 係数
A	0.122 (20.476)			0.155 (25.567)			0.177 (8.733)		0.988 (35.851)		0.109 (8.901)				5.588 (44.837)	0.618
B	0.083 (15.024)			0.121 (21.710)								-0.138 (-28.611)	-0.0001 (-52.19)		1.070 (11.499)	0.552
C	0.123 (20.677)			0.156 (25.626)					-0.736 (-71.810)					0.160 (5.606)	5.359 (44.223)	0.614
D	0.293 (37.566)			0.245 (43.456)			0.271 (7.400)		1.481 (30.822)						6.972 (36.166)	0.738
E	0.053 (12.061)	0.053 (8.653)		0.072 (16.115)	0.061 (9.910)		0.102 (7.185)	-0.015 (-3.454)	-0.623 (-30.676)	0.013 (3.196)					4.563 (47.259)	0.851
F	0.152 (19.413)		-0.027 (-3.283)	0.138 (17.390)		0.038 (4.577)	0.287 (13.342)	-0.043 (-6.856)	-1.140 (-39.345)	0.068 (11.745)					6.379 (40.920)	0.644

(データ数: 9,968)