トリップ長分布の分布交通量への適用に関する考察

都市システム研究所　正　員　　岡本利章
福山コンサルタント　正　員　○工藤宗雄

1. はじめに

パーソントリップ法における交通需要量推定の一段階であるOD分布は，OD間トリップ長の構造式としてとらえることができる。このときOD分布とトリップ長分布とは密接な関係があるはずである。本研究ではこの点に着目して，トリップ長分布からOD交通量を求めるモデルについての考察を行なったものである。

2. トリップ長分布とOD交通量を結びつけるモデル

このモデルとして考えられるものには，トリップ長分布にみかけのトリップ長分布を近づける方法と，トリップ長分布からOD交通量を求める方法との2つが考えられる。前者はOD交通量推定モデルのパラメーターをトリップ長分布を主体として決めようとするものである。すなわちOD交通量推定モデルから得られるみかけのトリップ長分布を $F_p'(t)$ トリップ長分布を $F_p(t)$ とすると，式(1)からモデルのパラメーターを求めるものである。

$$Z = \sum_p \{ F_p(t) - F_p'(t) \}^2 \longrightarrow \text{Min.} \qquad P：ランク \tag{1}$$

後者はトリップ長分布が統計的分布形で表わせるならば，その分布からOD交通量発生確率を求め，それをもとにしてOD交通量を求めようとするものである。すなわち，いまトリップ長分布の確率密度関数を $f(t)$ とすると，ある時間帯 (r) における発生確率は $\int_r f(t)dt$ で表わせるはずである。したがってOD間トリップ長がわかっていれば，OD交通量発生確率（こう呼ぶことにする）P_{ij} は式(2)として考えることができる。

$$P_{ij} = \frac{1}{k}\int_r f(t)\,dt \tag{2}$$

ここに　k：OD間トリップ長が r に含まれるODペアの個数

本研究では後者についての考察を行なっている。

3. トリップ長分布へのガンマー分布の適用

トリップ長分布を示す変数（距離，所要時分）の発生頻度の確率分布曲線は，右肩部分で変曲点をもちそれから後は長い尾状にのびた形となっている。このような特性を数種のパラメーターを使って表わし得る関数に，いわゆるガンマー分布がある。この密度関数の一般形は式(3)のように書ける。

$$f(t) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)}(t-m)^{\alpha-1} e^{-\beta(t-m)} \qquad (t \geq 0) \tag{3}$$

ここに　$f(t)$：長さ t のトリップの発生密度関数，$\int_0^\infty f(t)\,dt = 1$

α：形状パラメーター，　β：大きさのパラメーター

m：原点パラメーター，　$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty e^{-s} s^{\alpha-1}\,ds$

このガンマー分布曲線へのあてはめには，α，β，および m の3つのパラメーターの値を決める方法が用いられるが，それには最尤推定法とモーメント法がある。簡単化のため

に原点パラメーター $m=0$ とおくと，最尤推定法では，

$$N \ln \frac{1}{\beta} = \sum_{i=1}^{r} x_i \ln t_i - N \frac{d}{d\alpha} \ln \Gamma(\alpha) \quad , \quad N \frac{\alpha}{\beta} = \sum_{i=1}^{r} x_i t_i \tag{4}$$

ここに，r：ランク数，x_i：i番目の観測値，t_i：i番目のトリップ長，$N=\sum_{i=1}^{r} x_i$

なる連立方程式を解くことになるが，この連立方程式を解くのはかなり困難になるので，式(4)の第２式を第１式に代入し，代数平均(μ)，幾何平均(G)を用いると，

$$\ln \alpha - \frac{d}{d\alpha} \ln \Gamma(\alpha) = \ln \mu - \ln G \tag{5}$$

が得られる。計算を便利にするため式(5)の関係を表にしておき，それを用いてαを求め，さらに式(4)の第２式よりβを求めることができる。モーメント法ではトリップ長の分散と平均値とから，パラメーターの値が式(6)によって求められる。

$$\mu = \alpha / \beta \quad , \quad \sigma^2 = \alpha / \beta^2 \tag{6}$$

4. 適用例

本研究における方法論を 昭和45年京阪神都市圏パーソントリップ調査における京都市三桁ゾーン（14ゾーン）に対して適用してみた。交通目的は出勤，交通機関には市電・バス，乗用車を採用し，データーは交通機関を単位としたトリップごとの集計を行なったものを用いた。パラメーターの計算値は表１に示すとおりである。ＯＤ交通量の計算は最尤推定法によるパラメーターを用いて，式(2)より得られたＯＤ交通量発生確率P_{ij}に総交通量（交通機関別）を乗じてＯＤ交通量を求め，それをフレーター法で修正する方法と，P_{ij}を先験確率とみなしてエントロピー法によりＯＤ交通量を求める方法との２つの場合についての計算を行なった。その計算結果と実績値との最小自乗誤差(R.M.S)とχ^2誤差の計算値を表２に示す。

表１ パラメーター計算値

交通機関＼パラメーター＼方法	最尤推定法		モーメント法	
	α	β	α	β
市電・バス	2.845	0.1581	2.657	0.0365
乗用車	2.219	0.0888	1.189	0.0759

表２ 最小自乗誤差とχ^2誤差

計算方法＼内々交通＼誤差＼交通機関		市電・バス		乗用車	
		R.M.S	χ^2	R.M.S	χ^2
フレーター法	含む	555	334	316	234
	除く	395	255	214	180
エントロピー法	含む	553	330	316	234
	除く	391	222	215	181

5. おわりに

この方法論は計算結果からみて一応の成果があるものと思われるが，問題点として，1) ＯＤ間の交通量はトリップ長のみによって決定されるものでないこと。2) ゾーニングによってパラメーターα，βがどのように変わるか。3) ＯＤ交通量の需要予測モデルとして用いる場合，将来のトリップ長分布の変化をどのようにとらえていくか。4) 交通機関ごとのトリップ長分布の特性を知ること。などが残されている。今後機会をみてこれらの点についての考察をすすめる所存である。

参考文献 1) 岡本利章 井上博司 工藤宗雄「トリップ長分布からみた分布交通量に関する考察」関西支部講演概要集 1972

2) 佐佐木綱 他訳「トリップ長の要因と傾向」都市交通研究所 1969