

ゾーン生成トリップ数分布モデルについて

九州大学工学部 正員 河野 雅也

九州大学工学部 正員 橋本 武

1. はじめに

標準的交通需要予測手法である4段階推定法の第1段階は、発生交通量に関する分析推定であるが、それは大きく2つの考え方がある。すなわち、生成交通量を検討し、それとの関連を考慮しつつ発生交通量を推定するトリップ生成法と、初めから発生交通量を直接的に予測するトリップ発生法である。

交通現象をより本質的に把握しようという点でトリップ生成法がすぐれており、多くの都市圏の交通需要分析において採用されている。しかし、既存手法は生成交通量を単に発生交通量と量的に整合させるにとどまり、両者間のより詳細な関係性の把握に欠ける難点がある。このため、生成交通量と発生交通量との有機的結合が不十分であり、生成交通量を前後で議論する必然性を小さいものにしてしている。そこで、着目する両者間の関係をP-G表を通して検討しているところであるが、その過程で全域生成交通量と発生交通量の間に新たにゾーン生成交通量を介在させることが合理的であるという知見を得た。本報告は、そのゾーン生成交通量のモデル化について報告するものである。

2. ゾーン生成トリップ数分布モデル

生成交通量に関するモデルの多くは、生成原単位にもとづくカテゴリーアナリシスモデルであるが、生成原単位自体の検討が不十分であるため、予測値の信頼性、安定性の点で疑問を残している。これらの問題に応じるためには、生成原単位が有する背景について再考する必要がある。既に著者らはその結果を発表したところである²⁾。それによれば、生成原単位が導出される元の分布すなわち生成トリップ数の頻度分布にもとづくことがより本質的であり、交通目的と生成トリップ数の同時確率を扱うモデルが望ましいことが明らかである。また、生成交通量が個人の交通行動にもとづくものであるという定性的観点およびPT調査データによる要因分析を踏まえれば、生成トリップ数の同時確率モデルの説明基準として、性別、年令および職

業の3要素が選択できる。

ところで、先の研究では、圏域全体にわたる生成交通量(以下全域生成交通量という)を対象にした。すなわち全域生成交通量モデルは、生成トリップ数 i ($i=0,1,\dots,1$; 1は最大生成トリップ数)と交通目的 j ($j=1,\dots,J$; J は交通目的総数)の同時確率 P_{ij} を説明するモデルである。一方、本研究はゾーン生成交通量を対象とする。すなわち生成ゾーン m ($m=1,\dots,M$; M は生成ゾーン総数)ごとに、生成トリップ数 i と交通目的 j の同時確率を定義するものであり、 $\delta_{ij}^{(m)}$ と記号表示する。全域生成との関連から、 $\delta_{ij}^{(m)}$ と P_{ij} との関係は以下の2つが考えられ、それぞれに $\delta_{ij}^{(m)}$ の意味が異なることになる。

$$\sum_m \delta_{ij}^{(m)} = P_{ij} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_m \delta_{ij}^{(m)} w_m &= P_{ij} \\ \sum_j P_{ij} &= 1, \sum_m w_m = 1 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式(1)は、生成ゾーン m の活性度に応じた生成交通量の多寡を初めから直接的に $\delta_{ij}^{(m)}$ に反映させるものである。これに対し、式(2)は、生成ゾーン m をあたかも1つの圏域のように扱って $\delta_{ij}^{(m)}$ を算定し、その後に生成ゾーン m の活性度を表す重み係数 w_m を乗ずるものである。前者は、全域との関連が直接的に反映されるが、それだけにモデル化は容易ではない。後者は、重み係数 w_m も考えなければならぬので、労力の点で劣るものの、 $\delta_{ij}^{(m)}$ の意味が P_{ij} と同じであるから、比較的モデル化し易いといえる。そこで、本研究では式(2)を採用することにし、式(2)における $\delta_{ij}^{(m)}$ をゾーン生成トリップ数分布モデルと呼ぶことにする。

$\delta_{ij}^{(m)}$ そのものについては紙面の都合上割愛するが、表-1にゾーン生成トリップ数分布から計算される交通目的別の生成原単位を示した。なお、ここでの対象は、福岡都市圏の21ゾーンである。表から、Bゾーン

表-1 交通目的別生成原単位 (トリップ/人・日)

No	通 勤	通 学	業務1	業務2	私用1	私用2	帰宅1	帰宅2	全目的
1	0.3069	0.2297	0.2942	0.0008	0.4726	0.2611	0.4628	0.5967	2.6248
2	0.3142	0.2230	0.3419	0.0099	0.3971	0.2185	0.4859	0.5636	2.3540
3	0.3386	0.2545	0.3131	0.0038	0.4153	0.2320	0.5202	0.5274	2.6049
4	0.3326	0.2746	0.2485	0.0132	0.3999	0.2293	0.5201	0.5005	2.5187
5	0.3061	0.2583	0.3182	0.0447	0.3870	0.2273	0.4951	0.5525	2.5892
6	0.3955	0.2109	0.2378	0.0776	0.2062	0.1444	0.5159	0.3775	2.1658
7	0.3761	0.2305	0.3048	0.0603	0.3741	0.2389	0.5121	0.5451	2.6419
8	0.3632	0.2403	0.4423	0.0455	0.4477	0.2427	0.5217	0.5658	2.8692
9	0.4053	0.2457	0.4818	0.0185	0.4263	0.2208	0.5609	0.5597	2.9190
10	0.4040	0.2159	0.3792	0.0231	0.3679	0.2023	0.5393	0.5150	2.6467
11	0.3908	0.2330	0.3639	0.0225	0.4133	0.2082	0.5603	0.5218	2.7138
12	0.3426	0.2439	0.3742	0.0855	0.4209	0.2376	0.5352	0.6195	2.8594
13	0.3259	0.2610	0.3953	0.0904	0.4931	0.2623	0.5364	0.6922	3.0566
14	0.3476	0.2593	0.3945	0.0079	0.4272	0.2098	0.5374	0.5061	2.6898
15	0.3514	0.2361	0.4677	0.0173	0.3747	0.2404	0.5280	0.5377	2.7493
16	0.3068	0.2681	0.3448	0.0442	0.3157	0.2359	0.4963	0.5071	2.5189
17	0.3361	0.2577	0.3553	0.0307	0.3224	0.2245	0.5098	0.4612	2.4977
18	0.3181	0.2358	0.2099	0.1125	0.2117	0.1201	0.5044	0.3947	2.1072
19	0.2249	0.2555	0.2097	0.3920	0.3794	0.2387	0.4383	0.9601	3.0986
20	0.2414	0.2694	0.3447	0.1598	0.3252	0.1822	0.4659	0.6404	2.6290
21	0.2562	0.2675	0.2571	0.1944	0.3966	0.1698	0.4922	0.6392	2.6730

表-2 モデルの適合度とパラメータ

ゾ ン	第 1 法		第 2 法			
	R	R.M.S.	α	β	γ	R.M.S.
1	0.9944	$\times 10^{-2}$	0.3192	0.3254	0.3553	0.9944
2	0.9957	0.2807	0.3187	0.3388	0.3475	0.9957
3	0.9983	0.2216	0.3399	0.3366	0.3265	0.9983
4	0.9979	0.2354	0.3340	0.3367	0.3293	0.9978
5	0.9985	0.1546	0.3270	0.3362	0.3368	0.9985
6	0.9984	0.1770	0.3347	0.3303	0.3350	0.9984
7	0.9963	0.2282	0.3349	0.3364	0.3287	0.9963
8	0.9900	0.4387	0.3360	0.3331	0.3309	0.9900
9	0.9932	0.3160	0.3478	0.3323	0.3199	0.9932
10	0.9937	0.3456	0.3293	0.3321	0.3386	0.9938
11	0.9951	0.2766	0.3219	0.3409	0.3372	0.9950
12	0.9937	0.3195	0.3226	0.3330	0.3344	0.9937
13	0.9887	0.4307	0.3276	0.3290	0.3434	0.9886
14	0.9964	0.2305	0.3360	0.3250	0.3389	0.9963
15	0.9970	0.2367	0.3308	0.3331	0.3362	0.9970
16	0.9950	0.2648	0.3314	0.3351	0.3336	0.9951
17	0.9942	0.2883	0.3563	0.3433	0.3004	0.9942
18	0.9709	0.6707	0.3815	0.3435	0.2750	0.9707
19	0.9671	0.7115	0.3231	0.3057	0.3711	0.9669
20	0.9875	0.4366	0.3117	0.3190	0.3693	0.9877
21	0.9813	0.5077	0.3170	0.3262	0.3568	0.9814

(注) R=重相関係数, R.M.S.=RMS誤差

ごとに交通目的原単位が変動することがわかり、したがって生成ゾーンごとに $\delta_{ij}^{(m)}$ をモデル化する必要があるといえる。また、若干の検討の結果、 $\delta_{ij}^{(m)}$ を変動させるのは全域生成 P_{ij} と同様に年令、性別、職業などの個人属性の人口構成比分布の相異によるものと判断された。よって $\delta_{ij}^{(m)}$ は P_{ij} と同様の概念でモデル化が可能であると考えられ、以下のように定式化する。

$$\delta_{ij}^{(m)} = \left(\sum_{k=1}^K x_{ijk} \lambda_k^{(m)} \right)^\alpha \cdot \left(\sum_{l=1}^L y_{ijl} \mu_l^{(m)} \right)^\beta \cdot \left(\sum_{h=1}^H z_{ijh} \nu_h^{(m)} \right)^\gamma \quad (3)$$

ここに、 x_{ijk} : 性別カテゴリ k ($k=1, \dots, K$; K は性別カテゴリ数) の (i, j) 同時確率、 y_{ijl} : 年令 l カテゴリ ($l=1, \dots, L$; L は年令のカテゴリ数) の (i, j) 同時確率、 z_{ijh} : 職業カテゴリ ($h=1, \dots, H$; H は職業カテゴリ数) の (i, j) 同時確率、 $\lambda_k^{(m)}, \mu_l^{(m)}, \nu_h^{(m)}$: 生成ゾーン m における性別 k カテゴリ、年令 l カテゴリ、職業 h カテゴリの各人口構成比。また α, β, γ はモデルパラメータであり、

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i,j} x_{ijk} &= \sum_{i,j} y_{ijl} = \sum_{i,j} z_{ijh} = 1. \\ \sum_k \lambda_k^{(m)} &= \sum_l \mu_l^{(m)} = \sum_h \nu_h^{(m)} = 1. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 1 \quad (5)$$

3. 適用例

提案モデルを S47 福岡都市圏 PT 調査の B ゾーンデータに適用し、表-2 の結果を得た。表中の第1法は、

外生的にパラメータを与える方法であり、要因分析に用いた分散分析における分散比を採用し、 $\alpha=0.392$ 、 $\beta=0.253$ 、 $\gamma=0.355$ 、で全ゾーン共通である。重相関係数を見れば、最も適合度の悪いゾーン19でも $R=0.9671$ であり、全体的にモデル化に伴う精度低下は小さいといえる。一方、第2法は式(3)を回帰式とみし、制約条件(5)の下でパラメータを最小自乗法により推定したものである。推定されたパラメータの値は概ね $\alpha=\beta=\gamma=1/3$ であるが、生成ゾーンの特性を反映し微妙に異なっている。適合度は、第1法と同様である。したがって、両法いずれによってもモデル化に伴う精度の劣下は小さいといえ、ここに全域生成トリップ数分布モデルをゾーン生成トリップ数分布モデルにそのまま流用することの可能性を見い出すことができる。

4. あとがき

本研究は、ゾーン生成トリップ数分布モデルについて論じ一応の成果を得た。今後はさらに詳細を検討を加え、より合理的なモデルの確立に努めるものである。

参考文献

- 1) 河野・樫木：ゾーン生成交通とゾーン発生トリップ数分布モデルに関する研究、第7回土木計画学研究発表会 1985年1月
- 2) 樫木・河野・平田：パーソントリップにおける生成トリップ数の分布モデルに関する研究、土木学会論文集 投稿中