

PG表に基づく発生交通の分布モデル

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

著者は、先に全域生成交通とゾーン発生交通とをより有機的に結合するため、ゾーン生成交通なる新たな概念を提案した¹⁾。ゾーン生成交通とゾーン発生交通とは、トリップメイカーの生成ゾーン(居住ゾーン)と発生ゾーンとの関係も要約整理した表(PG表)で把握できる。また、ゾーン生成交通は、全域生成交通と整合をはかりながらゾーン生成トリップ数分布モデル²⁾として既に定式化しており、これを甲いするとすれば、ゾーン生成交通量はPG表における所与の値として処理され、PGモデルの入力条件になる。本研究は、この考えに基づいてゾーン生成交通とゾーン発生交通との関係を表現するゾーン生成-発生モデル(PGモデル)について検討するものである。

2. PG表

研究の基本となるPG表(Production-Generation Table)を図-1に示すが、これはトリップメイカー

発生 生成	1 ... n ... N	ゾーン 生成 交通量
1 : m : M	t_{mn}	P_m
ゾーン 発生 交通量	G_n	全域 生成 交通量

の生成ゾーンと発生ゾーンとの関係をOD表に相当する形で把握するものである。図中の t_{mn} は、ゾーンmに居住し、ゾーンnのある交通目的で発生するトリップ数を表わしている。また、行和 P_m はゾーンmのゾーン生成交通量であり、列和 G_n はゾーンnのゾーン発生交通量を表わす。

図-1 PG表

3. PGモデル

PGモデルは、PG表の分布パターンを数理的に表現するモデルであり、2つの異なるゾーン間上の分布を求める内容である。この点で、PGモデルはODモデルと同様の考えに基づくといえるが、ODモデルは対象とするトリップがトリップアイトンを分解した個々のトリップであるから、発生ゾーンと集中ゾーンの

関係は対等とみられる。これに対し、PGモデルは生成という概念を含むことから、生成ゾーンと発生ゾーンとが対等ではなく、発生ゾーンは生成ゾーンに從属するとも考えられる。よって、PGモデルを構築する際には、生成ゾーンを固定し、そのゾーン生成交通量を発生ゾーンに振り回けるという観点に基づくことになる。

ところで、先の検討²⁾によれば、PG表の分布パターンの変動に影響を及ぼすものとして、生成トリップ数、交通目的、個人属性が挙げられ、これらに当然ながら社会経済特性も考えられる。したがって、これら諸要因によりPGモデルを構築すべきであるが、今回は版面の都合上、交通目的と社会経済特性のみを考慮したモデルについて考え、交通目的は外生的に処理する。

さて、発生ゾーンが生成ゾーンに從属するという考えに基づけば、PGモデルは、

$$t_{mn}^j = P_m^j p_{mn}^j \quad (1)$$

と表現される。ここで、 P_m^j は交通目的jがあり、生成ゾーンmを固定したときの発生ゾーンnにおける発生確率分布を表わしており、

$$\sum_{n=1}^N p_{mn}^j = 1 \quad (2)$$

が満足しなければならぬ。 P_m^j は、ゾーン生成トリップ数分布モデルより求まるゾーン生成交通量で、既知量であるから、結局、 p_{mn}^j をモデル化すればよいことになる。

4. 自ゾーン発生率モデルと他ゾーン発生率モデル

p_{mn}^j は、自ゾーン発生率モデルとあるゾーンに居住し、そのゾーンから発生する比率を表わしており、OD表における内々率に相当するものであるが、自ゾーン発生率は内々率と同様に大きな値を示す。ホームバイス交通目的では、自ゾーン発生率が90%を超えるものもある。このような数値状況下において、自ゾーン発生率と他ゾーン発生率(p_{mn}^j ; $m \neq n$)を同一の

場を処理することは、他ゾーン発生率に大きな誤差を生ずるモデルになる危険性を考えらる。したがって、この危険性を避け、より正確な交通現象を把握するモデルを作成するには、 $\hat{p}_{mn}^i$ を自ゾーン発生率と他ゾーン発生率とに分けて検討すべきである。この観点から、本研究では自ゾーン発生率モデルと他ゾーン発生率モデルを別個に作成し、最終的に両モデルを結合して、PGモデルを得るという手順を踏むことにする。

両モデルの結合は、自ゾーン発生率の数値的優位性を考慮し、自ゾーン発生率と他ゾーン発生率に依存する法を採用し、以下のように行う。

$$\hat{p}_{mn}^i = \begin{cases} \hat{p}_{mn}^i & (m=m) \\ (1 - \hat{p}_{mn}^i) \tilde{p}_{mn}^i & (m \neq m) \end{cases} \quad (3)$$

ここで、 $\hat{p}_{mn}^i$ は自ゾーン発生率モデル、 $\tilde{p}_{mn}^i$ は他ゾーン発生率モデルを表わしており、 $\hat{p}_{mn}^i$ は、

$$\sum_{m=1}^n \hat{p}_{mn}^i = 1 \quad (4)$$

を満足しなくてはならない。

5. 福岡都市圏への適用

PGモデルを福岡都市圏21ゾーン(市町村単位)に適用した結果について述べる。

(1) 自ゾーン発生率モデル

$\hat{p}_{mn}^i$ は $[0, 1]$ の値をとらねばならないが、これを陽表的に表現するために、ここで以下関数形を考える。

$$\hat{p}_{mn}^i = \frac{1}{1 + e^{\beta^i X_{mn}^i}} \quad (5)$$

ここで、 $X_{mn}^i = [1 \ x_{mn}^1 \ \dots \ x_{mn}^K]^T$ は変数ベクトル、 $\beta^i = [\beta_0^i \ \beta_1^i \ \dots \ \beta_K^i]^T$ は未知パラメータベクトル、 K は説明変数の数である。

自ゾーン発生率は、生成ゾーン、発生ゾーンおよび周辺ゾーンの各特性の相互作用で定まると考えらるから、ここでは、生成ゾーン特性として就業人口、発生ゾーン特性として従業員人口および周辺ゾーン特性として従業員人口による中心性指数²⁾を考え、与えられる変数によるモデル化を図る。すなわち、 $\beta^i = [\beta_0^i$ (定数) β_1^i (就業人口) β_2^i (従業員人口) β_3^i (中心性指数)]なる未知パラメータを推定することになるが、結果は表-1に示すところである。表から明らかになるように、交通目的のパラメータが異なるが、ホームバイスの通

表-1 自ゾーン発生率モデルのパラメータおよび重相関係数

交通目的	β_0	β_1	β_2	β_3	R
通勤	3.824	-10.229	-8.228	2.452	0.782
通学	3.222	-9.334	-8.437	2.084	0.744
業務1	4.582	-8.552	-12.529	1.028	0.705
業務2	2.022	-15.272	-6.227	1.112	0.810
私用1	3.219	-9.429	-9.581	3.002	0.772
私用2	2.747	-8.224	-8.294	4.192	0.799
帰宅1	2.821	-10.237	-9.255	2.124	0.801
帰宅2	4.882	-9.549	-10.021	2.458	0.752
全目的	3.289	-10.592	-9.297	2.024	0.778

表-2 他ゾーン発生率モデルのパラメータおよび重相関係数

交通目的	β_0	β_1	β_2	β_3	R
通勤	1.223	6.224	8.477	-1.223	0.642
通学	1.589	5.922	7.987	-1.029	0.600
業務1	2.828	3.889	2.881	-0.238	0.622
業務2	0.128	7.221	3.215	-2.452	0.726
私用1	3.229	6.493	5.927	-1.231	0.712
私用2	3.247	7.002	5.023	-1.459	0.699
帰宅1	1.828	4.984	5.112	-1.237	0.724
帰宅2	1.717	4.922	5.822	-1.338	0.754
全目的	2.245	5.527	6.022	-1.290	0.710

勤と通学あるいは私用1と私用2の傾向が概ね等しいといえる。重相関係数は、最大で $R=0.810$ と多少は高いとはいえず、全体的に低い精度を有していると考えらる。

(2) 他ゾーン発生率モデル

$\tilde{p}_{mn}^i$ は $\hat{p}_{mn}^i$ と同じく $[0, 1]$ の値をとらねばならないが、ここでは、

$$\tilde{p}_{mn}^i = \frac{e^{U_{mn}^i}}{\sum_{n \in (m \neq m)} e^{U_{mn}^i}} \quad (6)$$

α形のモデルを考える。ここで、 U_{mn}^i は生成ゾーン m であるとき、発生ゾーン n になる効用を表わしており、 $U_{mn}^i = \beta^i X_{mn}^i$ なる線型結合型の効用を考える。ここで、 $X_{mn}^i = [1 \ x_{mn}^1 \ \dots \ x_{mn}^K]^T$ は変数ベクトル、 $\beta^i = [\beta_0^i \ \beta_1^i \ \dots \ \beta_K^i]^T$ は未知パラメータである。

説明変数は、生成ゾーン特性として就業人口、発生ゾーン特性として従業員人口および生成ゾーン発生ゾーン間特性として隣接指数³⁾を選んだ。よって、 $\beta^i = [\beta_0^i$ (定数) β_1^i (就業人口) β_2^i (従業員人口) β_3^i (隣接指数)]と推定することになるが、表-2にその結果を示す。自ゾーン発生率モデルと同様に交通目的のパラメータが異なる。また、重相関係数は多少は大きくはないが、比較的良い値と考えらる。

参考文献 1) 河野・橋本: ゾーン生成交通とゾーン生成人口数分布モデルの開発研究, 都市交通研究講義No.2 2) 河野・橋本: 生成交通と発生交通の関係を考察した発生交通分布モデルについて, 同上No.8 3) 河野・橋本: ゾーン内交通量予測モデルの開発, ISCE 58年講。