

IV-24

PG表に基づく発生交通の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 著者は、先に従来の全域生成交通とゾーン発生交通との結合法に関する問題点を指摘した上で、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⁾。これは、ゾーン生成交通とゾーン発生交通は、トリップメイカ-の生成ゾーン(居住ゾーン)と発生ゾーンとの関係を要約整理する表すなわちPG表により把握できる。また、ゾーン生成交通は、全域生成交通を整合を図りながら、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、これをそのまま用いるとすれば、ゾーン生成交通はPG表における所与の値として処理されることになる。本研究は、この考えに基づき、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すなわち生成ゾーンと発生ゾーン間上の分布パターンを求める内容である。この点で、PGモデルは交通分布ODモデルと同様の考え方を基とくといえるが、ODモデルは対象とするトリップがバトリップチェインを命解した個々のトリップであるから、発生ゾーンに集中ゾーンとの関係は対等とみさせる。これに対し、PGモデルは生成という概念から生成ゾーンと発生ゾーンとの関係が対等ではなく、発生ゾーンは生成ゾーンに從属すると考えることが必要であろう。したがって、PGモデルを構築する際には、これらの從属関係を考慮し、ある生成ゾーンに対する個々の発生ゾーンの間接り方を記述することが望ましいといえる。すなわち、生成ゾーンを固定し、そのゾーン生成交通量を、生成ゾーンとその周辺の発生ゾーンとの関係に基づき発生ゾーンに振り分けることになる。これを数式で示せば、次式のとおりである。

$$t_{mn} = P_m Y_{mn} \quad (1)$$

ここで、 m = 生成ゾーン、 n = 発生ゾーン、 t_{mn} =

生成ゾーンを m 、発生ゾーンを n とするトリップ数、 P_m = 生成ゾーン m のゾーン生成交通量、 Y_{mn} = 生成ゾーン m にあるとき、ゾーン n から発生する確率である。先に触れたように、 P_m は既知であるから、PGモデルは Y_{mn} を対象とするモデルである。換言すれば、生成ゾーン m を固定したとき、発生ゾーン n における発生確率分布を記述するモデルがPGモデルである。また、定義より Y_{mn} は次式を満たさなければならない。

$$\sum_{n=1}^N Y_{mn} = 1, Y_{mn} \in [0, 1] \quad (2)$$

3. 自ゾーン発生率と他ゾーン発生率 Y_{mn} は、あるゾーン m における生成交通量のうちを占めるそのゾーンからの発生割合(自ゾーン発生率と称する)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ことがわかっていて、ホームベイスの交通目的では、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($Y_{mn}; m \neq n$)を同一の場で検討するならば、他ゾーン発生率が小さく、誤差を含むモデルを作成する危険性が生じる。この危険性を避け、より交通現象に即したモデルを得るためには、 Y_{mn} と自ゾーン発生率と他ゾーン発生率とを分けて議論すべきであるといえる。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々に構築し、最終的に両モデルを結合することにより、PGモデルを得るという手順を踏むことになる。両モデルの結合は、いくつかの方法が考えられるが、ここで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とに從属する方法を採用して、以下のように行う。

$$Y_{mn} = \begin{cases} \hat{Y}_{mn} & \text{for } n=m \\ (1 - \hat{Y}_{mm}) \tilde{Y}_{mn} & \text{for } n \neq m \end{cases} \quad (3)$$

ここで、 $\hat{Y}_{mn}$ は自ゾーン発生率であり、 $\tilde{Y}_{mn}$ は各生成ゾーン j と自ゾーンを除く他ゾーン全体に占める各

ゾーンの発生率（改めて他ゾーン発生率と呼ぶ）を表わしており、

$$\left. \begin{aligned} \hat{\gamma}_{mm} &\in [0, 1] \\ \hat{\gamma}_{mn} &\in [0, 1] \text{ and } \sum_{n(n \neq m)} \hat{\gamma}_{mn} = 1 \end{aligned} \right\} (4)$$

を満足せねばならない。

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少なからず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、この他に当然ながら各ゾーンの社会経済特性も考えられる。したがって、これから諸要因によりPGモデルを構築することになるが、生成トリップ数および交通目的に関してはその複雑性を考慮して外生的に処理し、個人属性および社会経済特性を内生的な説明変数とする。

4. 福岡都市圏に対するPGモデルの構築 PGモデルを福岡都市圏21ゾーン（市町村単位）へ適用した結果について述べる。

(1) 自ゾーン発生率：自ゾーン発生率は、個人属性の影響をそれほど大きく受けないから、ここでは個人属性を考慮しないモデルを示す。式(4)の条件を陽表的に表わすために、

$$\hat{\gamma}_{mm}^i = f_{ij}(X_m) = \frac{1}{1 + e^{\beta_0^i X_m}} \quad (5)$$

を考える。ここで、 i = 生成トリップ数、 j = 交通目的、 X_m = 社会経済特性 = $[1 \ x_{m1} \ \dots \ x_{mk}]^T$ 、 β^i = 未知パラメータ = $[\beta_0^i \ \beta_1^i \ \dots \ \beta_k^i]$ 。

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れるから、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人口および周辺ゾーン特性として従業人口による中心性指数³⁾を考えた。よって、 $\beta^i = [\beta_0^i(\text{人数}) \ \beta_1^i(\text{就業人口}) \ \beta_2^i(\text{従業人口}) \ \beta_3^i(\text{中心性指数})]$ である。表-1に全トリップ数におけるモデルパラメータの値と適合度として重相関係数を示す。

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
掃宅1	2.821	-10.237	-9.255	2.124	0.801
掃宅2	4.882	-9.549	-10.021	2.458	0.752
全目的	3.289	-10.592	-9.297	2.024	0.778

(2) 他ゾーン発生率モデル：他ゾーン発生率に影響を及ぼす個人属性として職業と産業が考えられるが²⁾、両者は内容的に重複する部分が多いため、職業のみについて考慮する。職業はカテゴリ-別類したものであるから、これをダミー変数化してモデルへ導入することも可能であるが、ここでは式(4)の条件を陽表的に考慮すること、および職業をその人口構成比として直接的にモデルに反映とせよという点から、以下の式を検討する。

$$\hat{\gamma}_{mn}^i = \sum_{l=1}^k w_m^l g_{ij}^l(X_{mn}) = \sum_{l=1}^k w_m^l \frac{e^{\beta_{ij}^l X_{mn}}}{\sum_{n(n \neq m)} e^{\beta_{ij}^l X_{mn}}} \quad (6)$$

ここで、 l = 職業の第 l 番目カテゴリ、 w_m^l = 生成ゾーン m におけるカテゴリ- l の人の構成比、 β_{ij}^l = カテゴリ- l 、生成トリップ数 i 、交通目的 j に対する効果関数である。 w_m^l は当然ながら

$$\sum_l w_m^l = 1 \quad (7)$$

を満足しなければならぬ。 w_m^l は社会経済状況に応じて変動するもので、これらに基づくモデル化が望ましいと考えられるが、ここではモデル化は行わず、実績値を与えるものとする。また、効果関数は、 $\beta_{ij}^l = \beta_{ij}^l X_{mn}$ なる線型結合型とした。

他ゾーン発生率に関連する社会経済特性 k は、生成ゾーン特性、発生ゾーン特性および生成ゾーン-発生ゾーン間の特性が考えられる。本研究では、各々の説明変数として就業人口、従業人口および隣接指数³⁾を用いている。よって、 $\beta^i = [\beta_0^i(\text{人数}) \ \beta_1^i(\text{就業人口}) \ \beta_2^i(\text{従業人口}) \ \beta_3^i(\text{隣接指数})]$ である。表-2に全生成トリップ数、全交通目的におけるパラメータを示す。このケースの重相関係数は $R = 0.792$ であった。

表-2 他ゾーン発生率モデルのパラメータ

職業	β_0	β_1	β_2	β_3
専門・事務・技術	1.223	6.224	-8.477	1.223
管理職	1.589	5.922	-7.987	1.029
販売業	2.828	3.889	-2.881	0.238
農林・漁業	0.128	7.221	-3.215	2.452
運輸・通信	3.229	6.493	-5.927	1.231
生産工程	2.122	2.001	-3.012	1.552
サービス業	1.008	5.661	-2.337	2.581
学生	3.247	7.002	-5.023	1.459
生徒・児童	1.828	4.984	-5.112	1.237
主婦	1.717	4.922	-5.822	1.338
その他	2.245	5.527	-6.022	1.290

参考文献 1)河野・橋本、土木計画学研究・講演集No.7、2)河野・橋本、土木計画学研究・講演集No.8、3)河野・橋本、JSCE S58年講。