

生成交通と発生交通との関係も考慮した発生交通の分布モデルについて

A Model of Distribution of Trip Generation based on the
Relationship between Trip Production and Trip Generation

榎木 武*・河野雅也**

By Takeshi CHISHAKI and Masaya KAWANO

The trip production at zones is discussed in order to find the structure of the trip production over a region and the trip generation. The production-generation tables, which represent the relationship between the trip production at zones and the trip generation, are fully investigated by use of the data of the person trips. The frame work is also done on the model of the production-generation.

1. はじめに

対象圏域全体での総発生交通量や総生成交通量を考え、これをコントロール・テーブルとして発生交通量を推計する方法があるが、先に前者らが指摘したように、本手法では生成交通量と発生交通量との関係性把握が不十分である。すなわち、生成交通量が交通行動の主体者である人を対象として、いわゆる属人ベースとらえられるのに対し、発生交通はトリップ・ポイントと区画を分解した個々のトリップを有する発地・目的地・ゾーンとの集計では、ゾーンベースとらえられるという現象把握上の差異があるにもかかわらず、従来手法は、両者の関係を単に量的に整合させることのみを考慮しているにすぎない。より厳密には生成交通量と発生交通量との量的な関係

と同時に、両者の質的關係をも考慮する必要がある。しかし、従来のままでは、把握ベースの違いから、生成交通量と発生交通量の量的、質的關係性の把握は無理であり、両交通の把握のベースを同じにする必要があるといえる。この意味で、いずれの一方を他の把握ベースに合せねばならないが、ここでは属人的に把握される生成交通量をゾーンで分解し、ゾーン生成交通量という新たな概念を導入するものである。すなわち、通常、生成交通量は圏域全体とらえ、属人的立場で交通現象を把握するものがあるが、これを交通行動の主体である人びとに居住する点といった観点で居住ゾーンに区別し、各居住ゾーン居住者の生成交通量を求め、これをゾーン生成交通量と呼ぶことにする。これを、全域生成交通量、ゾーン生成交通量、発生交通量という3つの概念が形成され、ゾーン生成交通量が居住者という内容を通じて属人、ゾーンの双方に属することになる。よって、ゾーン生成交通量は、全域生成交

* 正会員 工博 九州大学教授 工学部土木学科
** 正会員 工学 九州大学助手 工学部土木学科
(〒812 福岡市東区箱崎6-10-1)

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

図-1 P表

交通量との間で居人ベースによる量的整合を図ること
 ができ、一方、発生交通量との間でゾーンベース
 による量的整合を図ることが可能になり、しかも、 Z
 ゾーン生成交通量、全域生成交通量と発生交通量と
 の間の橋渡しの役割を担わせることができる。

ここで、上述に関連する諸内容のうち、ゾーン
 生成交通量の特性分析をそのモデル化について、
 既に報告したところである。しかも、残した
 問題は、ゾーン生成交通量と発生交通量との関係
 性の分析、およびその成果を踏まえ発生交通量を
 ゾーン生成交通量からいかに把握し、モデル化する
 という点であり、本報告の目的はこれらについて論
 ずることである。なお、この問題に対処するため、
 交通行動モデルを生成ゾーン（居住ゾーン）とトリ
 ップの発生ゾーンとの関係に立って整理、把握する
 必要があり、その方法として図-1を提案するもの
 である。すなわち、交通主体者がゾーン m に居住し、
 その交通行動としての生成トリップ n が、 Z のゾ
 ンを発生するものという観点で集計した生成-発生
 ゾーン交通量表の作成であり、これを以下P表（
 Production-Generation Table）と略称すること
 する。表中、 t_{mn} は生成ゾーンを m 、発生ゾーンを
 n とするトリップ数を表わしている。当然ながら、
 この行および列に関する総和は、ゾーン生成交通量
 P_m およびゾーン発生交通量 G_n に等しい。

2. P表の特性に関する分析

P表がいかなる特性を示すかを明らかにするため、
 北部九州圏パーソナリティ調査データ²⁾を用
 いて実証的に検討するが、P表の概略的な特徴
 については既に報告していること^{1),3)}、ここ
 ではP表の分布パターン、変動が何によるものか
 を中心と考察することとする。すなわち、P表は、

社会経済状況あるいはトリップ特性に応じて変動
 するものであるから、その分布パターンは一定でなく、
 多様な内容が存在するとも考えられる。このことを
 より詳細に分析するには、多くの分類軸をとりあげ、
 また、これらのカテゴリ数を増やして考えればよ
 いが、データの制約、モデル構築の労力および精度と
 いふ点から、自ずと限界がある。そこで、本研究
 では、文献¹⁾で報告したP表の入力となるゾ
 ン生成トリップ数分布モデルの最終的な出力形式を
 考慮して、生成トリップ数と交通目的とを、また、
 ゾン生成トリップ数分布モデルの把握ベースが個
 人属性であることから、個人属性を分類軸に採用す
 る。

実際の検討は、P表をその統計的分布とみ
 たり、分布型に関する均斉性の検定を行い、有意差
 の判断を下すという方法をとる。均斉性の検定
 は、 K 検定を用いるが、数値のパーセント的な差異
 をみるため、単相関係数 r についても計算し、比較対
 照の基準としている。P表は対称表と異なり、対
 角線要素が非対角線要素に比べて相対的に大きい値
 があることから、詳細な分析のためには両者を分け
 て検討する必要もある。そこで、ここでは対角線要素を
 自ゾーン発生、非対角線要素を他ゾーン発生と称し、
 この個別の検討とP表全体での検討の3視点に
 より分析するものである。

対象地域は、福岡都市圏の25ゾーンであり、ゾ
 ン n の大きさは市区町村単位である。また、数
 値的に偏りがないデータを得るため、発生ゾーン
 は対象圏内25ゾーン、圏外5ゾーンを合わせた
 30ゾーンである（ $M=25$ 、 $N=30$ ）。

(1) 生成トリップ数に関する分析

生成トリップ数は、北部九州圏パーソナリティ
 調査²⁾によれば、最大で36トリップである。しか
 し、生成トリップ数が大きい場合には、データが
 少ないことから、ここでは10トリップまでの対
 象とするが、このまでの累積構成比は99%である。

表-1は、生成トリップ数ごとのP表を計算し、
 それをその分布パターンとみれば、各分布パ
 ターンを対比較で検討した結果である。表中の全体は、
 1～36トリップまでのすべて層の場合を示してい
 る。右三角要素は、ある2つの生成トリップ数にあ
 けるP表分布パターン間の単相関係数、左三角要

素は、KS検定値も表わしている。まず、(a)のP氏表全体についてみると、単相関係数は、0.76以上であり、数値パターンからみたP氏表は、大まかに生成トリップ数間でのみよさる。詳しくみれば部分的に相違が見え出せる。すなわち、2～6、7トリップと4トリップ類似しており、1と7トリップを形成していると考えられる。したがって、1～10トリップは、1、2～6、7、8、9、10の6グループに分類される。このよう。個々の生成トリップ数の分布パターンと全体との比較を比較すれば、構成比が高い2～4トリップの場合と高い相関性を有するが、大きな生成トリップ数になるほど相関性が低下している。このことから、生成トリップ数に関する概略的な傾向を把握するだけとすれば、4トリップ以下の小さな生成トリップ数も対象に考えればよいことになる。

次に、(b)の自ゾーン発生についてみれば、P氏表全体の場合と同様であるといえ、特に2～4トリップの類似性が高い。生成トリップ数間の類似性は、P氏表全体の場合と比較してさらに大きく出ている。先に述べたように、自ゾーン発生は他ゾーン発生とでは、量的に前者の方が大きく、このため、自ゾーン発生状況がP氏表全体の状況を概ね支配しているものと思われる。

(c)の他ゾーン発生では、1トリップが他ゾーンに比べて特異的な分布パターンを示している。これは1トリップの大部分が自ゾーン発生であり、他ゾーン発生が極めて少ないことによるものである。1トリップを除くと、4トリップ以下は大きくはなっていないが、7トリップ以上で個別に差異が認められ、また、7と4トリップ間の類似性が高いといえる。

以上より、生成トリップ数とのP氏表は、この分布パターンの類似性という点では、大まかに考えれば、互いに類似しているといえ、また、各生成トリップ数のP氏表分布パターンと全体との比較を同一の仮定して取り扱うことも認めることが可能である。しかし、厳密に考えれば、1～10トリップのうち、2と4トリップの場合が極めてよく類似しているといえ、次いで2～6トリップのグループ形成が考えられ、他のトリップはそれぞれ分布パターンが異なるものとみられ、この分類で生成トリップ数を考慮するものと考えられる。

表-1 生成トリップ数に関する分析 (右三角: 単相関係数、左三角: KS検定値)

(a) P氏表全体 (KS検定の棄却値: 1%=0.0987, 5%=0.0738)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	全体
1											
2	0.1143		0.9509	0.9343	0.9444	0.9103	0.9189	0.8579	0.8692	0.7903	0.7617
3	0.1036	0.0364		0.9791	0.9945	0.9633	0.9726	0.8984	0.9065	0.8868	0.8349
4	0.0639	0.0513	0.0653		0.9811	0.9886	0.9832	0.9489	0.9394	0.9030	0.8865
5	0.0925	0.0327	0.0306	0.0521		0.9727	0.9863	0.9188	0.9344	0.9094	0.8658
6	0.0700	0.0681	0.0629	0.0221	0.0498		0.9846	0.9639	0.9540	0.9253	0.9167
7	0.0903	0.0489	0.0521	0.0676	0.0349	0.0553		0.9562	0.9639	0.9293	0.9157
8	0.0493	0.1005	0.0994	0.0506	0.0786	0.0507	0.0728		0.9626	0.9185	0.9408
9	0.0889	0.0681	0.0758	0.0608	0.0566	0.0526	0.0500	0.0733		0.9256	0.9304
10	0.1382	0.1677	0.1575	0.1178	0.1453	0.0996	0.1216	0.0901	0.1400		0.9007
全体	0.0842	0.0309	0.0407	0.0274	0.0347	0.0377	0.0402	0.0696	0.0480	0.1367	0.8793

(b) 自ゾーン発生 (KS検定の棄却値: 1%=0.5030, 5%=0.3765)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	全体
1											
2	0.0900		0.9438	0.9480	0.9291	0.9468	0.9109	0.9070	0.8744	0.7918	0.8269
3	0.0950	0.0338		0.9888	0.9951	0.9967	0.9831	0.9355	0.9197	0.9220	0.9192
4	0.0458	0.0577	0.0659		0.9812	0.9929	0.9785	0.9553	0.9221	0.9007	0.9278
5	0.0814	0.0130	0.0213	0.0530		0.9936	0.9908	0.9423	0.9393	0.9441	0.9381
6	0.0498	0.0726	0.0805	0.0181	0.0641		0.9868	0.9530	0.9334	0.9243	0.9304
7	0.1044	0.0976	0.0740	0.1048	0.0846	0.0908		0.9581	0.9539	0.9450	0.9654
8	0.0829	0.1084	0.1176	0.0564	0.1006	0.0637	0.1039		0.9221	0.9496	0.9392
9	0.0970	0.0622	0.0850	0.0681	0.0668	0.0799	0.0900	0.1441		0.9496	0.9392
10	0.0673	0.0830	0.0930	0.0540	0.0805	0.0399	0.0910	0.0465	0.0936		0.9384
全体	0.0663	0.0238	0.0353	0.0339	0.0200	0.0488	0.0892	0.0851	0.0525	0.0630	0.9388

(c) 他ゾーン発生 (KS検定の棄却値: 1%=0.1006, 5%=0.0753)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	全体
1											
2	0.1948		0.4627	0.4707	0.4638	0.4736	0.4845	0.4648	0.4629	0.4968	0.3545
3	0.1788	0.0165		0.9802	0.9904	0.9744	0.9670	0.9440	0.9342	0.8385	0.8522
4	0.1686	0.0292	0.0268		0.9844	0.9733	0.9590	0.9327	0.9252	0.8285	0.8261
5	0.1766	0.0459	0.0393	0.0275		0.9854	0.9780	0.9586	0.9518	0.8551	0.8701
6	0.1675	0.0574	0.0541	0.0304	0.0287		0.9730	0.9591	0.9403	0.8438	0.8790
7	0.1532	0.1010	0.0939	0.0728	0.0579	0.0454		0.9699	0.9558	0.8629	0.8770
8	0.1402	0.0878	0.0931	0.0662	0.0676	0.0389	0.0420		0.9293	0.8366	0.8813
9	0.1702	0.0786	0.0839	0.0571	0.0721	0.0500	0.0812	0.0657		0.8869	0.8727
10	0.1808	0.1983	0.2305	0.1767	0.1781	0.1534	0.1471	0.1336	0.1663		0.7928
全体	0.1639	0.0394	0.0415	0.0147	0.0233	0.0222	0.0629	0.0515	0.0514	0.1620	0.8832

極めて特異的な分布パターンを示している。これは1トリップの大部分が自ゾーン発生であり、他ゾーン発生が極めて少ないことによるものである。1トリップを除くと、4トリップ以下は大きくはなっていないが、7トリップ以上で個別に差異が認められ、また、7と4トリップ間の類似性が高いといえる。

以上より、生成トリップ数とのP氏表は、この分布パターンの類似性という点では、大まかに考えれば、互いに類似しているといえ、また、各生成トリップ数のP氏表分布パターンと全体との比較を同一の仮定して取り扱うことも認めることが可能である。しかし、厳密に考えれば、1～10トリップのうち、2と4トリップの場合が極めてよく類似しているといえ、次いで2～6トリップのグループ形成が考えられ、他のトリップはそれぞれ分布パターンが異なるものとみられ、この分類で生成トリップ数を考慮するものと考えられる。

(2) 交通目的に関する分析

分析に用いた交通目的は、表-2に示す8目的である。表-3は、交通目的別PG表を作成し、交通目的別PG表の分布パターン類似性について検討した結果である。表中の全体は、全交通目的を意味している。なお、本分析では、生成トリップの全体を対象に交通目的別PG表を作成し、用いている。

表-2 交通目的とその内容

交通目的	トリップの内容
1. 通勤	通勤先への通勤トリップ
2. 通学	通学先への通学トリップ
3. 業務	販売・配達・作業・修理・打合せ・会議など
4. 業務	販経・商業作業のためのトリップ
5. 私用	買物・社交・娯楽・食事・レクリエーションなど
6. 私用	私事・用務などのトリップ
7. 帰宅	通勤・通学先からの帰宅トリップ
8. 帰宅	帰宅1を除くすべての帰宅トリップ

まず、(a)のPG表全体についてみよう。単相関係数、KS検定値はいずれにおいても、業務2が最も異なるパターンを示すことがわかる。他方、類似性という点では、(通勤、通学)、(私用1、私用2、帰宅2)の間で最もよく認められる。また、強いてあげれば、帰宅1と私用1、2の類似のパターンを

示すことができる。

(b)の自ゾーン発生では、業務2のみが相違しており、その他の交通目的は互いに類似しているといえるが、さらに厳密には、業務1と他目的との類似性が若干ある。

(c)の他ゾーン発生では、やはり業務2の特殊性がいえるが、この他に、他の交通目的についても自ゾーン発生よりも類似性があるといえる。こうした中で、私用1と私用2の類似性が高いといえる。

以上をまとめれば、交通目的別のPG表の分布パターンは、私用1と私用2が類似しているといえるほかは、それぞれで異なることを示すことができ、したがって、PGモデルを作成する際には、私用1と私用2を利用をとり、7目的を検討することも提案できる。

(3) 個人属性に関する分析

本研究で検討する個人属性は6項目で、その内容は、表-4に示されておりである。表-5は、各個人属性のカテゴリー別に全交通目的PG表を算出し、カテゴリー間に関する分布パターンの検討も行なった結果があるが、紙面の都合上、PG表全体のものを示す。以下に各個人属性の結果を要約し、示す。

(a)の性別では、単相関係数、KS検定値はいずれにおいても、2つのカテゴリー

表-4 個人属性とそのカテゴリー

属性	カテゴリー	属性	カテゴリー
性別	1. 男 2. 女	職	1. 専門・事務・技術職 2. 管理・理職 3. 販売・営業従事者 4. 農林漁業従事者 5. 運輸・通信従事者 6. 生産・工程労働者 7. サービス業従事者 8. 学生(高校生以上) 9. 学生(中学生) 10. その他
年齢	1. 10歳以下 2. 11~19歳 3. 20~29歳 4. 30~39歳 5. 40~49歳 6. 50~59歳 7. 60~69歳 8. 70~79歳 9. 80歳以上	業	1. 農林漁業 2. 鉱業・建設業 3. 製造業 4. 卸売・小売業 5. 金融・保険・不動産業 6. 運輸・通信業 7. 電気・ガス・水道業 8. サービス業務 9. その他
免許	1. 保 2. 非保	有	1. 有 2. 非有
車	1. 世帯保有 2. 世帯非保有		

表-3 交通目的に関する分析 (右三角：単相関係数、左三角：KS検定値)

(a) PG表全体 (KS検定の棄却値：1% = 0.0987, 5% = 0.0730)

	1	2	3	4	5	6	7	8	全体
1		0.9970	0.8049	0.6819	0.9826	0.9820	0.9083	0.9650	0.9742
2	0.0179		0.7968	0.7178	0.9783	0.9793	0.9077	0.9561	0.9729
3	0.0646	0.0779		0.5627	0.8864	0.8894	0.9599	0.9104	0.9117
4	0.3895	0.3821	0.4467		0.6594	0.6762	0.6466	0.7209	0.6958
5	0.0651	0.0735	0.0815	0.4481		0.9985	0.9572	0.9901	0.9951
6	0.0589	0.0673	0.0726	0.4420	0.0172		0.9609	0.9924	0.9967
7	0.0843	0.0927	0.0536	0.4674	0.0483	0.0416		0.9739	0.9757
8	0.0581	0.0714	0.0556	0.4284	0.0311	0.0229	0.0390		0.9971
全体	0.0443	0.0543	0.0487	0.4273	0.0377	0.0240	0.0400	0.0204	

(b) 自ゾーン発生 (KS検定の棄却値：1% = 0.5030, 5% = 0.3765)

	1	2	3	4	5	6	7	8	全体
1		0.9955	0.9338	0.4965	0.9902	0.9918	0.9903	0.9823	0.9925
2	0.0171		0.9201	0.5601	0.9831	0.9878	0.9899	0.9845	0.9909
3	0.1017	0.1147		0.4896	0.9589	0.9552	0.9600	0.9644	0.9626
4	0.3910	0.3843	0.4113		0.4809	0.5056	0.5422	0.5926	0.5463
5	0.0454	0.0583	0.0563	0.4275		0.9984	0.9894	0.9924	0.9953
6	0.0320	0.0449	0.0697	0.4072	0.0204		0.9906	0.9920	0.9968
7	0.0239	0.0369	0.0778	0.4013	0.0366	0.0243		0.9928	0.9972
8	0.0368	0.0416	0.0730	0.3855	0.0421	0.0293	0.0229		0.9971
全体	0.0250	0.0379	0.0768	0.3934	0.0341	0.0146	0.0117	0.0175	

(c) 他ゾーン発生 (KS検定の棄却値：1% = 0.1006, 5% = 0.0753)

	1	2	3	4	5	6	7	8	全体
1		0.8004	0.8501	0.5205	0.8977	0.9011	0.8918	0.8892	0.8944
2	0.1535		0.7515	0.4338	0.8155	0.8052	0.7935	0.8109	0.8012
3	0.0805	0.0974		0.6497	0.9585	0.9621	0.9628	0.9223	0.9794
4	0.3056	0.2163	0.2502		0.5876	0.6288	0.5864	0.5401	0.6071
5	0.0774	0.1729	0.1091	0.3188		0.9866	0.9828	0.9711	0.9901
6	0.0792	0.1976	0.1180	0.3327	0.0348		0.9833	0.9716	0.9908
7	0.0788	0.1613	0.0936	0.3206	0.0198	0.0444		0.9701	0.9938
8	0.1095	0.1620	0.1097	0.3403	0.0501	0.0482	0.0538		0.9767
全体	0.0656	0.1388	0.0679	0.3804	0.0417	0.0596	0.0257	0.0588	

リーを合わせ、男性と女性との間でP表の分布パターンに有意差があるといえる。また、男性と女性の分布パターンは全体とほぼ等しいとみさせる。

(b)の免許保有では、性別はどのみち、同様のことをいえる。免許の保有と非保有とでP表の分布パターンに有意差は認められない。

これに対し、(c)の車保有では、KS検定において、車の保有と非保有とでP表の分布パターンに有意差があるという結果が得られる。しかし、車の保有、非保有と全体とを比較した場合、ほぼ有意差は認められない。

(d)の職業では、農林漁業作業者のP表の分布パターンが他の職業と比べ異なり、ている。他の職業も個々に固有のパターンを示しているといえる。すなわち、管理職、販売業従事者、運輸・通信従事者、生産工程労働者、サービス業従事者や学生は、この度合は大きくは異なるが、互いに異なる。他方、生徒・児童と主婦のP表の分布パターンは、類似しているといえる。

(e)の産業も職業と同様に、各カテゴリ間で差異がみられる。この中で、特に農林漁業が際立って異なるパターンを示している。先、職業においても農林漁業の大きな差異が指摘されたが、これは農林漁業作業者の自ラ・ン生が他の職業に比し大きいことの起因するものと推察される。詳細な結果は割愛したが、他ラ・ン生に関する分析から、農林漁業の他に運輸・通信業やその他を合わせると異なることがわかった。職業と産業とを比較する場合、両者とも各カテゴリ間でP表の分布パターンが異な

ることでは、又違えば、この度合は職業のぶ大いといえる。

最後に(5)の年齢について。単相関係数をみれば、すべて0.9以上であり、カテゴリ間においてP表の数値パターンは概ね類似しており、このことは分布パターンを検討したKS検定値からもいえる。しかし、詳細にみれば、各カテゴリ間で若干な差異も見出すことができ、年齢カテゴリの(1,2)、(5,6,7,8,9,10)、(12,13)をそれぞれ類似グループを形成し、他は異なるものとみすることもできる。また、他ラ・ン生に関する検討から、5~9歳および10~14歳という年少層と、60歳以上の高齢層が異なるパターンを示すことが明らかである。

以上の結果を要約すれば、個人属性の中でこのカテゴリ間でP表の分布パターンに有意差がある、すなわちP表の分類軸となりうるものは、年齢、職業、産業および車保有であると考えられる。この

表-5 個人属性に関する分析 (右三角：単相関係数、左三角：KS検定値)
(KS検定の棄却値：1%=0.0987、5%=0.0738)

(a) 性別				(b) 免許保有				(c) 車保有			
	1	2	全体		1	2	全体		1	2	全体
1				1				1			
2	0.0327	0.9798	0.9948	2	0.0408	0.9656	0.9832	2	0.1211	0.9796	0.9945
全体	0.0145	0.0182	0.9950	全体	0.0257	0.0151	0.9968	全体	0.0581	0.0630	0.9952

(d) 職業												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	全体
1		0.9606	0.9749	0.6119	0.9649	0.9297	0.9601	0.9350	0.9080	0.9356	0.9575	0.9778
2	0.1036		0.9477	0.4862	0.9102	0.8323	0.9197	0.8327	0.7826	0.8365	0.8719	0.8968
3	0.0575	0.0778		0.5892	0.9615	0.9288	0.9793	0.8806	0.8848	0.9163	0.9444	0.9606
4	0.4384	0.5420	0.4646		0.5978	0.6515	0.5487	0.6592	0.7226	0.6556	0.6300	0.6853
5	0.0588	0.1482	0.1049	0.4031		0.9522	0.9332	0.9063	0.8873	0.9010	0.9220	0.9514
6	0.1297	0.2258	0.1534	0.3309	0.0902		0.9222	0.8861	0.9213	0.9117	0.9421	0.9490
7	0.1045	0.0726	0.0610	0.4904	0.1584	0.1779		0.8822	0.8884	0.9267	0.9685	0.9568
8	0.0803	0.0928	0.0855	0.4624	0.1317	0.2079	0.1267		0.9446	0.9527	0.9368	0.9611
9	0.0938	0.1974	0.1212	0.3504	0.0622	0.1373	0.1624	0.1177		0.9884	0.9545	0.9731
10	0.0938	0.1103	0.0731	0.4341	0.1468	0.2217	0.0979	0.0879	0.0871		0.9732	0.9844
11	0.0664	0.1186	0.0433	0.4252	0.1139	0.1385	0.0670	0.0738	0.0988	0.0834		0.9829
全体	0.0255	0.1291	0.0631	0.4130	0.0674	0.1406	0.1043	0.0683	0.0683	0.0811	0.0543	

(e) 産業											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	全体
1		0.6560	0.5956	0.5783	0.5634	0.5903	0.6590	0.6027	0.6644	0.6954	0.6995
2	0.4045		0.9550	0.9641	0.9533	0.9643	0.9691	0.9746	0.9772	0.9427	0.9758
3	0.3823	0.0583		0.9622	0.8919	0.9758	0.8897	0.9684	0.9338	0.9115	0.9506
4	0.4466	0.0683	0.0881		0.9496	0.9612	0.9248	0.9842	0.9312	0.9073	0.9525
5	0.4719	0.0763	0.1259	0.0394		0.9059	0.9620	0.9537	0.9392	0.8720	0.9196
6	0.3838	0.0541	0.0471	0.1090	0.1151		0.9166	0.9575	0.9467	0.9057	0.9470
7	0.4350	0.0583	0.1073	0.0913	0.0740	0.0971		0.9346	0.9638	0.9066	0.9413
8	0.4266	0.0592	0.0682	0.0388	0.0609	0.0995	0.0755		0.9561	0.9368	0.9722
9	0.3886	0.0418	0.0488	0.1036	0.0983	0.0384	0.0613	0.0866		0.9556	0.9764
10	0.3986	0.0822	0.1312	0.0796	0.0744	0.1210	0.0541	0.0632	0.0827		0.9897
全体	0.3924	0.0310	0.0800	0.0685	0.0810	0.0698	0.0426	0.0515	0.0521	0.0512	

年齢

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	全体
1		0.9974	0.9720	0.9242	0.9512	0.9612	0.9599	0.9603	0.9411	0.9533	0.9398	0.9479	0.9480	0.9284	0.9230	0.9707
2	0.0222		0.9772	0.9289	0.9529	0.9614	0.9631	0.9655	0.9495	0.9603	0.9487	0.9572	0.9528	0.9401	0.9303	0.9744
3	0.0348	0.0482		0.9748	0.9847	0.9870	0.9905	0.9916	0.9834	0.9847	0.9692	0.9702	0.9672	0.9534	0.9310	0.9938
4	0.1345	0.1500	0.1017		0.9875	0.9783	0.9834	0.9860	0.9893	0.9852	0.9745	0.9685	0.9753	0.9604	0.9373	0.9853
5	0.0835	0.0989	0.0517	0.0563		0.9957	0.9965	0.9949	0.9903	0.9901	0.9778	0.9688	0.9734	0.9494	0.9355	0.9948
6	0.0784	0.0938	0.0468	0.0659	0.0247		0.9972	0.9934	0.9837	0.9865	0.9689	0.9614	0.9673	0.9380	0.9271	0.9941
7	0.0576	0.0730	0.0271	0.0789	0.0269	0.0239		0.9967	0.9912	0.9923	0.9770	0.9711	0.9735	0.9530	0.9358	0.9970
8	0.0596	0.0750	0.0316	0.0753	0.0264	0.0245	0.0103		0.9944	0.9937	0.9829	0.9784	0.9781	0.9605	0.9434	0.9979
9	0.0883	0.0921	0.0535	0.0585	0.0320	0.0424	0.0375	0.0318		0.9954	0.9862	0.9823	0.9799	0.9725	0.9517	0.9928
10	0.0787	0.0813	0.0439	0.0687	0.0293	0.0346	0.0303	0.0269	0.0139		0.9861	0.9847	0.9838	0.9741	0.9569	0.9949
11	0.0806	0.0748	0.0458	0.1027	0.0627	0.0657	0.0493	0.0487	0.0583	0.0471		0.9893	0.9888	0.9699	0.9637	0.9838
12	0.0686	0.0628	0.0414	0.1076	0.0713	0.0740	0.0520	0.0557	0.0672	0.0549	0.0215		0.9903	0.9789	0.9733	0.9815
13	0.0840	0.0803	0.0533	0.0751	0.0448	0.0523	0.0460	0.0389	0.0389	0.0275	0.0431	0.0411		0.9704	0.9757	0.9828
14	0.0973	0.0915	0.0765	0.0837	0.0674	0.0776	0.0727	0.0648	0.0469	0.0480	0.0572	0.0516	0.0494		0.9504	0.9650
15	0.0976	0.0918	0.0756	0.1145	0.0824	0.0850	0.0699	0.0660	0.0783	0.0656	0.0399	0.0407	0.0417	0.0607		0.9507
全体	0.0627	0.0781	0.0325	0.0718	0.0230	0.0236	0.0199	0.0143	0.0257	0.0174	0.0501	0.0599	0.0307	0.0608	0.0699	

表-6 K S検定値のカテゴリ平均

	PG表全体	自ゾーン発生	他ゾーン発生
性別	0.0164	0.0055	0.0274
年齢	0.0427	0.0441	0.0697
職業	0.1105**	0.1053	0.1182**
産業	0.0920*	0.0931	0.0795*
免許保有	0.0204	0.0082	0.0359
車保有	0.0696	0.0605	0.0632

(注) * = 5%有意, ** = 1%有意

事実をより明確にするために、個人属性ごとのKS検定値のカテゴリ平均値を求めたところ、表-6の結果が得られた。表-6はPG表全体に加え、本節では詳しく触れなかった自ゾーン発生および他ゾーン発生に関する結果も併せて示している。本表は、個人属性の平均的カテゴリのKS検定値を示すものと解釈できる。まず、PG表全体についてみれば、有意水準5%の場合、職業と産業が有意となり、1%の場合、職業のみが有意となる。これは、他ゾーン発生についてもいえることである。一方、自ゾーン発生では、すべての個人属性において無意味という結果になっている。これは、統計的な判断のみによるならば、PGモデルを検討する際に考慮すべき個人属性は、職業および産業であるといえよう。

3. PGモデルの概念

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るが、以下でその構築概念について述べる。

前章の検討において、大まかな観点による場合には、生成トリップ数は統計的な判断からPG表の分類軸として考える必要はないが、より詳細に変動を把

握するためには、生成トリップ数別に分析する必要があらわれることがわかった。この成果を踏まえ、生成トリップ数を考慮した場合と考慮しない場合の両方についてPGモデルの構築方法を検討すれば、以下のとおりである。

(1) 生成トリップ数を考慮しない場合

先に触れたが、PGモデルはゾーン生成トリップ数分布モデルの出力を入力とする。ゾーン生成トリップ数分布モデルは、全生成トリップ数分布モデルのモデル構造を継承しているから、最終的に生成ゾーン m における生成トリップ数 i と交通目的 j の同時確率 y_{ij}^m (総和 $y_{ij}^m = 1$) を与える。これをPGモデルへの入力とするためには、生成原単位を求め、その上でゾーン生成交通量 P_{ij}^m を算出しておく必要があり、これは、

$$P_{ij}^m = \left(\sum_{n=1}^M i \cdot y_{ij}^n \right) T^m \quad (1)$$

ここで、 T^m は生成ゾーン m の総人口である。これによって、生成トリップ数を考慮しないPGモデルは、 P_{ij}^m を入力とし、 t_{ij}^m を記述するモデル、あるいはゾーン生成交通量に関する制約条件を有する生成一発生交通量間の分布モデルを解釈できる。 t_{ij}^m がわかれば、その行和をとることで、ゾーン発生交通量 P_i^m が求まる(図-3)。

PGモデルは、ODモデルと同様に2つの異なるゾーン間の分布パターンを求めるものであるが、ODモデルは、対象とするトリップペアトリップタイプを分解した個々のトリップペアであるから、発生ゾーンと集約ゾーンの関係は対称にみちめる。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られる。したがって、PQモデルを構築する際には、生成ゾーンを1つ固定し、他のゾーン生成交通量を発生ゾーンに振り分けるという観点に基づいてことになる。このとき、生成ゾーンに1つの概念を統一する意味で、発生ゾーンの分布パターンもある発生ゾーンでの発生確率として把握することと望まれ、この考えから従うとき、PQモデルは、

$$t_{mn}^j = p_m^j p_{mn}^j \quad (2)$$

と表現される。ここで、 p_m^j は交通目的別であるときの生成ゾーン m を固定した発生ゾーンにおける発生確率を表わしており、

$$\sum_{m=1}^N p_m^j = 1 \quad (3)$$

を満足しなくてはならない。

結局、生成トリップ数を考慮しない場合のPQモデルは、式(3)の制約条件下で発生確率 p_m^j を表現するモデルである。

(2) 生成トリップ数を考慮する場合

この場合、 Y_{ij}^m を1つについて扱うこととし、PQモデルへの入力とすればよいが、 Y_{ij}^m のままではゾーン生成交通量を求めることができない。そこで、PQ表の周辺分布はゾーン生成交通量、ゾーン発生交通量ではなく、この確率分布であると考え、 Y_{ij}^m をこのままゾーン生成交通量の確率分布とする。このとき、PQモデルは、先と同様に t_{mn}^j (生成トリップ数 j 、交通目的別 j 、 α と α と t_{mn})という量ではなく、 q_{mn}^j 、すなわち、生成トリップ数 j 、交通目的別 j であるときの生成ゾーン m を固定した発生ゾーンにおける発生確率を表現するモデルとなる。当然ながら、 q_{mn}^j は

$$\sum_{m=1}^N q_{mn}^j = Y_{ij}^m \quad (4)$$

を満足しなくてはならない。また、 t_{mn}^j は

$$t_{mn}^j = \left(\sum_{\alpha=1}^M \alpha \cdot q_{mn}^j \right) T^m \quad (5)$$

で求まり、この行和をとるとこれにより、発生交通量 Q_m^j が求まる。

(3) 自ゾーン発生率モデルと他ゾーン発生率モデル
生成トリップ数を考慮する場合とし、場合と、PQモデルの考え方は基本的に同じであり、生成ゾ

ーン m を1つ固定したときの発生ゾーン n のトリップ発生確率分布を表現することを目的としたモデルである。したがって、このモデルの方向も同様と考えられ、一般に

$$p_{mn}^j = f(u_m^j, v_n^j, w_{mn}^j) \quad (6)$$

$$q_{mn}^j = f'(u_m^j, v_n^j, w_{mn}^j) \quad (7)$$

と表わされる。ここで、 u_m^j 、 v_n^j および w_{mn}^j は交通目的別であるときの生成ゾーン m に関する特性、発生ゾーン n に関する特性および生成ゾーン m と発生ゾーン n との結合性に関する特性、 u_m^j 、 v_n^j および w_{mn}^j は生成トリップ数 j 、交通目的別 j であるときの生成ゾーン m に関する特性、発生ゾーン n に関する特性および生成ゾーン m と発生ゾーン n との結合性に関する特性である。

ここで、 p_{mn}^j 、 q_{mn}^j は自ゾーン発生率を表わしているが、この値は先にも触れたように他ゾーン発生率に比し大きいものもある。交通目的、生成トリップ数によっては、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を同一の場で処理することは、他ゾーン発生率に大きな誤差を含むモデルになる危険性が考えられる。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、 p_{mn}^j 、 q_{mn}^j 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。この観点に立ち、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作成し、最終的に両モデルを結合して、 p_{mn}^j 、 q_{mn}^j を表現するモデルを得ることにする。両モデルの結合方法には、いくつかの案が考えられるが、自ゾーン発生率の数値的優位性を考慮し、まず自ゾーン発生率モデルを作成し、次いで全体から自ゾーン発生率を差し引いたものを他ゾーン発生率モデルで配分するという方法を考える。以下にこのステップを示す。

(1) 自ゾーン発生率モデル

$$p_{mn}^j = F(u_m^j, \Delta_m^j) \quad (8)$$

$$q_{mn}^j = F'(u_m^j, S_m^j) \quad (9)$$

ここで、 Δ_m^j および S_m^j は、交通目的別 j 、および生成トリップ数 j 、交通目的別 j であるときの生成ゾーン m の周辺ゾーンの総合的な特性を表わす指

標である。すなわち、自ゾーン発生率は、そのゾーンの特性のみではなく、周辺ゾーンの特性によっても説明せしめらるゝと解釈するものである。

(ii) 他ゾーン発生率モデル

$$\tilde{p}_{mn}^{ij} = G(U_{mn}^{ij}, V_{mn}^{ij}, W_{mn}^{ij}) \quad (10)$$

$$\left(\sum_{n=1}^N \tilde{p}_{mn}^{ij} = 1 \right)$$

$$\tilde{q}_{mn}^{ij} = G(U_{mn}^{ij}, V_{mn}^{ij}, W_{mn}^{ij}) \quad (11)$$

$$\left(\sum_{n=1}^N \tilde{q}_{mn}^{ij} = 1 \right)$$

式(10)、(11)によれば、1つの生成ゾーン m を固定し、対象となる発生ゾーンは $n=1, \dots, N$ ($m \neq n$)となり、すべての発生ゾーンを考慮することになる。しかし、先の研究⁴⁾によれば、発生ゾーンの分布状況は全発生ゾーンに及ぶものではなく、隣接指数 d 、例えば、2、3といった比較的狭い範囲に限られている。よって、他ゾーン発生率モデルを検討する際には、生成ゾーン m に固有な発生ゾーンの集合 A_m を考え、この集合の要素を対象に議論すべきであるといえる。

(iii) PGモデル

自ゾーン発生率が先決とし、全体からこれを差し引いた残りを他ゾーン発生率に振り分けるという形で、自ゾーン発生率モデルと他ゾーン発生率モデルを結合する。

$$p_{mn}^{ij} = \begin{cases} \tilde{p}_{mn}^{ij} & (m=n) \\ (1 - \tilde{p}_{mm}^{ij}) \tilde{p}_{mn}^{ij} & (m \neq n) \end{cases} \quad (12)$$

$$q_{mn}^{ij} = \begin{cases} \tilde{q}_{mn}^{ij} & (m=n) \\ (1 - \tilde{q}_{mm}^{ij}) \tilde{q}_{mn}^{ij} & (m \neq n) \end{cases} \quad (13)$$

4. おわりに

生成交通量と発生交通量とをより有機的に結合させるため、ゾーン生成交通量という新たな概念を提案し、ゾーン生成交通量と発生交通量との関係をPG表を通じて検討した。すなわち、PG表を変動させる要因として、生成トリップ数、交通目的および種類の個人属性をとりあげ、種々検討したところ、交通目的と個人属性に関してはPG表の変動に大きく関係していることが確認されたが、生成トリップ

数については前者ほどの統計的な関連性はみられなかった。しかし、より詳しく分析したところ、生成トリップ数も部分的にPG表の変動に影響していることが判明した。

この成果を踏まえ、PG表の分布パターンを表現するPGモデルのあり方を、生成トリップ数を考慮した場合と考慮しない場合とに分けて検討した。その結果、生成トリップ数の考慮の有無によらず、PGモデルは量と質の両方ではなく、生成ゾーンを1つ固定したときの発生ゾーンにおけるトリップの発生確率分布を記述するモデルとして構築されることを望ましいといえる。また、PGモデルは、推計精度のよから、自ゾーン発生率モデルと他ゾーン発生率モデルとに分けて検討することを望ましいといえる。

今後は、具体的なPGモデルを構築し、そのモデルの構造把握あるいは操作を通して、さらに詳細にゾーン生成交通量と発生交通量との関係性を把握するよう計画している。

参考文献

- 1) 河野・橋本：ゾーン生成交通量とゾーン生成トリップ数分布モデルに関する研究，土木計画学研究・講演集，No.7，1985。
- 2) 北部九州圏パーソントリップ調査報告書，1974。
- 3) 河野・橋本：PG表によるゾーン生成交通量と発生交通量との関係性に関する研究，第40回土木学会年次学術講演会講演概要集，1985。
- 4) 橋本・河野・平田：パーソントリップの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，第359号/IV-3，1985。