

## 歩行者交通の住区内における分布解析

THE DISTRIBUTION ANALYSIS OF PEDESTRIAN  
TRIPS IN RESIDENTS

竹 内 伝 史\*

By Denshi Takeuchi

## 1. はじめに

歩行者交通は常に交通計画の脇役であった。交通計画に歩行者が取り扱われることはあっても、それは他の交通のための計画の負効果評価の指数として用いられることが多く、歩行者に関する交通計画が考えられた例はほとんどなかったといつてよいであろう。むしろ、住区計画の中で歩行者交通が議論されることのほうが多かった。

このような事情は、歴史的に街路が歩行者のみが交通主体であった時代に整備されており、交通計画は遅れて出発した鉄道や自動車などの交通のための通行権を、既存の街路空間の中でいかに創出していくかの計画であったことによるものであろう。それゆえ、歩行者に関しては、いかに安全に新しい交通と共存させるかという観点からしか検討されなかったのである。ここにはまた、歩行者交通が非常に柔軟性に富んだ交通であるという特徴も寄与していることであろう。しかし、最近の都市交通問題における歩行者や生活空間に関連する問題のウェイトの高まりは、この長期にわたる一方的な歩行者空間の蚕食現象が限界にきていることを示すものであろう。

この時期に当って、歩行者空間確保、生活空間擁護の緊急施策は次々に打出されつつある。さまざまな歩行者優先条項を含んだ道路交通法の改正、スクールゾーンの設定や歩行者専用道の創設などである。しかし、このような施策はあくまで緊急施策であって行政担当者や警察関係者の経験に基づくものが多い。いずれも実験的措置としても有効なものが多いのであるが、このような施策の根拠となる情報分析や理論化も急がねばならないであろう。同じ交通計画の分野においても歩行者に関する限り、その研究例はきわめて少ないからである。

本研究はこのような観点から、自動車交通などについて確立された交通計画の技法を歩行者交通に適用し、歩行者交通計画の技法を整備することを目的としている。

この研究のために実施されたパーソントリップ調査および歩行者交通の生成に関する分析については先に報告している<sup>1)</sup>。本論文では歩行者交通の分布についてその特性について分析し、発生量モデルおよび分布モデルを用意した。いずれのモデルも従来研究されてきた自動車交通の場合の最も一般的なモデルを応用している。前者は原単位モデルであり後者は重力モデルである。これらに歩行者交通の特性を考慮した局所的な改良を施し、具体的にモデルを設定してみたのが本論文の結論である。

歩行者交通に関するこのようなモデルに関する研究は、上述のようにその例はほとんどみられない。しかし、ここではパーソントリップ全体について研究した多くの先例を参考にしている。発生量原単位を地区特性によって説明することについては、わが国では黒川による研究<sup>2)</sup>がある。また原単位法ではないが、Minnesota 州の The Twin Cities Area で行われた調査研究<sup>3)</sup>ではトリップ種別ごとに詳細なモデルが検討されている。さらに原単位の分析技法については A.A. Douglas<sup>4)</sup> が回帰分析法と層化分析法を比較検討している。

分布モデルに関する研究は非常にその例が多く、多くのモデルの比較については河上<sup>5)</sup>や N.D. Finney<sup>6)</sup>の論文に詳しい。しかし、ここでは特に重力モデルの改良についての研究を多く参考にしている。道路局モデルや河上<sup>7)</sup>の地域間結合度モデルは重力モデルに乗数型の地理的補正係数を用いているが、本論文では抵抗係数そのものの補正について考えている。これらの修正法の誤差論的議論については J.B. Grant<sup>8)</sup>の論文が大変参考になった。

なお、本論文で歩行者交通として扱うのは住区内におけるものであって、次の二つからなる。その一つは対象区域居住者によって徒歩（他の交通手段を用いない）の

\* 正会員 工修 中部工業大学講師 土木工学科

外出として形成されるトリップであり、本論ではこれを徒歩トリップと称している。今一つは大量輸送機関を利用するトリップの自宅と停留所の間に生ずる徒歩部分であって、これを徒歩端末とよんでいる。

このほかに、住区内には他地域居住者によって形成される歩行者交通が考えられるが、本研究では調査されていないので除いてある。この量は住区内ではさほど大きくないと思われるし、往々にして集中施設が明らかになっているので、集中施設側より把握することを考えるべきであろう。

したがって、本論で歩行者交通の2要素というのは徒歩トリップと徒歩端末のことである。両者の量は標本量で6861と1951、計8812トリップであった。なお、研究対象区域は名古屋市市の既成住宅地(1部商工混合)675ha、標本人口は3828人であった。

なお、トリップをゾーンにしたがってまとめるに当たっては、2つの方法が用いられる。1つは、そのゾーンに居住する人が形成するトリップをそのゾーンについてまとめるものであり、いま1つは、そのゾーンをトリップの起点(または目的地)とするトリップを、そのゾーンについてまとめるものである。本論では、前者をそのゾーンの生成量、後者を発生量(または集中量)とよんで区別することにする。さらに本論は歩行者交通について述べるので、以下特に断りのないかぎり、「生成量」、「発生量」などの用語は、歩行者交通のそれを表わしている。

## 2. 歩行者交通の分布と特色

### (1) 生成量とトリップスケール

歩行者交通のうち、徒歩トリップの長さ(時間長)の分布を示すと図-1のようになっている。アンケート調査であるので5分、10分などが高い回答比率を示しているが、15分以上はきわめて少ないことが読みとれる。トリップ目的と年齢によってかなりの分散はあるものの、平均値は9.3分となっている。一般に歩行速度の低い階

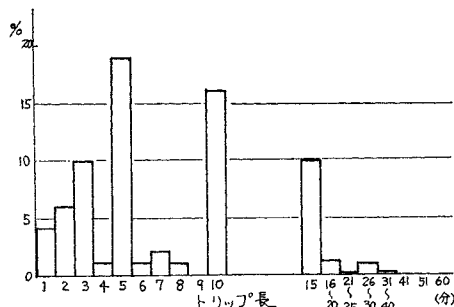


図-1 徒歩トリップのトリップ長分布

層ほどトリップ時間長が長くなっているの、空間長はより分散の少ないものと考えられ、平均値は約800mぐらいであると推定される(歩行者速度については別に行った観測による)。

このように歩行者交通は一般に大変小規模なものであり、きわめて小さくとした今回のゾーン(20~30ha)においても、発生ゾーン内でトリップの完結するものが平均して60%もある。また、今回の研究対象区域(675ha)内で完結するものは80%を超える。さらに自宅と結びついたトリップが大変多い。いま、自宅を起終点の少なくとも一方に持つトリップ(自宅ベーストリップ)は全生成量の95%にもなっており、いわゆるピストン型のトリップの占める比率の高さを示している。

生成交通量のゾーン内完結率、域内完結率、自宅ベース率などを全27ゾーンについて調べた平均および変動係数は表-1のとおりである。これより、自宅ベース率のゾーン間変動が大変少ないことがわかる。

### (2) OD表の構成

上記のような事情であるから、対象地域を27ゾーンに分けて作成したトリップ分布OD表も大変単純なものである。全歩行者交通生成量210千トリップのOD表構成は表-2に示す。ここで、地下鉄駅とあるのは、徒歩端末の場合に地下鉄駅を起終点とするものが大変多いことと、地下鉄駅の所属するゾーンを決定しがたいため、これを独立のゾーンとして扱ったためである。この地下鉄駅はゾーン境界にあるものが多いうえ、ゾーンの特性

表-1 歩行者交通の規模に関する諸元

	平均値(変動係数)		単位%
	歩行者交通	徒歩トリップ	徒歩端末
ゾーン内完結率	50.4(22)	60.2(14)	15.6(112)
域内完結率	75.1(10)	81.6(9)	52.0(30)
自宅ベース率	94.6(3)	95.0(-)	93.2(-)

表-2 歩行者交通OD表の構成

上段: 徒歩トリップ, 中段: 徒歩端末, 下段: 歩行者交通量

O \ D	対象地域	地下鉄駅	域外	合計
対象地域	132(80) 13(29) 145(69)	0(-) 10(22) 10(5)	15(9) 8(18) 23(11)	147(89) 31(69) 178(85)
地下鉄駅	0(-) 7(16) 7(3)	0(-) 0.05(-) 0.05(-)	0(-) 0.18(-) 0.18(-)	0(-) 7(16) 7(3)
域外	14(8) 6(13) 20(10)	0(-) 0.09(-) 0.09(-)	3.42(2) 0.81(2) 4.23(2)	17(10) 7(16) 24(11)
合計	146(88) 26(58) 172(82)	0(-) 10(22) 10(5)	18(11) 9(20) 27(13)	165(100) 45(100) 210(100)

単位 千トリップ, ( ) 内は構成比(%)

表-3 ゾーン別歩行者交通諸量

ゾーン	生成量	発生量	集中量	内々量	隣接量	人口
01	4 592	4 120	3 917	2 353	783	2 536
02	6 318	5 102	4 989	2 567	1 395	3 197
03	8 098	7 574	7 294	5 182	1 875	3 633
04	5 436	4 289	4 054	2 617	948	2 645
05	5 895	4 799	4 279	2 478	1 379	2 863
06	4 232	4 996	5 140	2 105	2 155	1 977
07	8 025	6 679	6 343	3 660	1 577	3 440
08	6 703	6 447	6 151	3 244	2 391	2 711
09	7 796	5 139	4 952	2 403	1 376	2 984
10	8 866	9 095	9 028	4 543	2 934	3 790
11	7 178	7 331	6 691	4 004	1 987	3 456
12	8 133	6 568	6 594	3 952	1 375	3 393
13	9 059	6 408	5 746	2 968	2 273	4 219
14	7 365	6 324	6 249	3 153	1 870	3 473
15	5 846	5 565	5 492	4 211	931	2 536
16	6 160	5 032	4 812	2 992	1 363	2 507
17	7 448	5 387	5 195	3 097	1 299	3 170
18	5 425	4 718	4 604	2 834	829	2 829
19	13 608	10 873	10 532	6 998	2 886	5 734
20	9 955	8 990	8 688	5 637	2 685	4 204
21	8 150	6 460	6 222	4 002	1 966	3 495
22	8 276	6 584	6 184	3 932	1 571	3 493
23	8 679	8 302	8 082	4 614	2 815	3 501
24	9 534	8 579	8 206	6 195	1 681	3 946
25	9 119	7 710	7 417	4 953	2 020	3 508
26	7 200	5 816	5 556	3 740	1 256	2 782
27	10 010	9 230	9 067	6 636	2 022	3 810
計	207 106	178 117	171 484	105 070	47 642	89 832
			発生量の58%		27%	

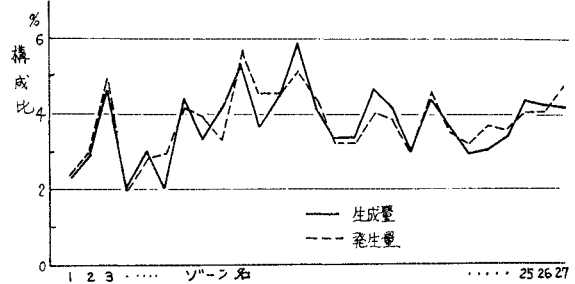


図-2 生成量と発生量のゾーン分布図

て、この  $\chi^2$  値を計算し、その総発生量 ( $\sum f_i$ ) に対する比率を計算すると、歩行者交通の0.4%に対して全手段では1.8%となる。このように歩行者交通は全手段の場合に比べて、生成量と発生量の分布が近似していることが知られる。一般に全手段の場合のこのような値は、徒歩トリップの比重がより少ない一般のパーソントリップの分布では、もっと大きくなるのが普通である。たとえば、京阪神パーソントリップ調査データ<sup>9)</sup>による守口市内(24ゾーン区分)の場合には3.4%であるし、中京都市群パーソントリップ調査における<sup>10)</sup>名古屋市(16ゾーン区分)の場合には12.7%であった。

ところで、このような特色を歩行者交通が有する理由は、最初にも述べたように全交通量の中で自宅を起終点の少なくともいづれかとする自宅ベーストリップの比重の高いことによるものと考えられる。しかも、この自宅ベーストリップは生成量に対してきわめて安定した比率を示している。このため、発生量のかかなりの部分が生成量に対する一定比率で求められることになり、これが上記の特色をもたらしているのである。このことは、発生量の推計モデルに生成量を用いることの有効性を示唆している。

なお、発生量と集中量については一日の交通行動を自宅で完結しない、いわゆる吸収トリップが存在しない限り両者は一致するものである。この点、歩行者交通はきわめて吸収トリップがまれであり、表-3に示すように両者はほぼ完全に一致している。したがって、今後の分析では発生量と集中量は等しいものとして議論を進めることができる。

b) 内々率と隣接ゾーン率

OD分布表において、斜傾項に当る内々交通量が他の項の一般ODペア量と性格が異なることは常に指摘されることである。ところで、歩行者交通分布の第2の特色として、発生量に対するこの内々交通量の占める率(内々率)の高いことがあげられる。さらに隣接しているゾーン間に分布する量の比率(隣接率)も高率になっており、それぞれ58%と27%である。もちろん、この

とは別の独立した機能を有しているものと考えられるので、OD分布とは別に地下鉄駅集中量を考えることが妥当であろう。

この分布構成図には表わされていないトリップ分布パターンの特徴に、OD表の斜傾項(内々量)の多さがある。また、隣接したゾーン間分布量の比率もトリップ分布の特色を表わすものとなる。ここでは、表-3に各ゾーンの歩行者交通生成量、発生量、集中量、夜間人口にあわせてこの内々量および隣接量を表示しておく。

(3) 歩行者交通の特色

a) 発生量と生成量

歩行者交通を全般的な交通、特に交通機関を用いる交通と比較すると多くの特色がある。いま、交通分布に関するこれらの特色を整理してみる。その第1は、発生量と生成量の分布パターンの近似性である。図-2に示すように両者の分布は大変似ている。いま、 $i$ ゾーンにおける生成量を  $F_i$ 、発生量を  $f_i$  とするとき、両者の分布適合度を表わす  $\chi^2$  値は

$$\chi^2 = \sum_i \frac{(F_i \times (\sum_i f_i / \sum_i F_i) - f_i)^2}{F_i \times (\sum_i f_i / \sum_i F_i)}$$

で表わされる。そこで、今回の歩行者交通の場合と同様のゾーンにおける全手段を含むトリップの場合につい

表-4 内々率，隣接率のトリップによる差  
(単位 %)

	内々率		隣接率	
	平均	変動係数	平均	変動係数
歩行者交通	58.2	14	26.5	23
徒歩トリップ	66.7	12	26.9	23
徒歩端末	13.0	100	16.1	79
交通機関を利用したトリップ	3.9	105	5.1	78

表-5 内々率の重相関分析のための説明変数

番号	内容
1	ゾーン内のバス停の数(個所)
2	バスの平均運行回数(×10本)
3	地下鉄駅の有無(1or 0)
4	電停の有無(1or 0)
5	学校の分布量構成比(%)表-9 参照

表-6 内々量とゾーン内完結量の比較

ゾーン	内々量	自ゾーン内量	誤差(%)
01	2 353	2 305	- 2
03	5 182	5 361	3
04	2 617	2 060	-21
05	2 478	2 422	- 2
06	2 105	2 370	13
07	3 660	3 635	- 1
10	4 543	4 504	- 1
11	4 004	4 005	0
13	2 968	2 971	0
15	4 211	3 829	- 9
16	2 992	2 994	0

率はゾーン分割の大きさにもよるものであるが、今回のゾーンのように15 ha から44 ha までのレンジでは特にゾーン面積によるこの率の有意な差はみられなかった。同一ゾーン分割による交通機関利用トリップとの内々率，隣接率の比較は表-4 のとおりである。

いずれにしても両率あわせて85% という高率は、全体の分布パターンに影響を与えずにはおかないはずであり、これらの部分の推計に特に留意した分布モデルを考える必要が指摘される。

ところで、内々率のゾーン間変動は変動係数14% と決して小さくない値を示しており、この率を推計するモデルを求めることが考えられる。いま、ゾーンの大きさ、形状、商品販売額などの地区特性指標は内々率の地区変動を説明できないことが単相関分析より得られたので、説明可能に思われる5指標(表-5 参照)を用いて重回帰分析を行ってみた。結果は表-5 の指標番号2, 3, 4, 5 の4変数を用いた場合に重相関係数0.68 という値を得たが、回帰係数は必ずしも合理的な符号を示さない。3変数の場合でも同様である。

そこで今一つの内々交通量推計方法を考える。表-6 は東地区の11のゾーン(次節参照)をとって内々量とゾーン内完結量(2.(1)参照)の差を検討したものであ

る。ここで、ゾーン内完結量は、該当ゾーン居住者のトリップでそのゾーン内で完結するものを表わしている。それゆえ、トリップ形成者の居住ゾーンを考慮しない内々量とは定義が異なるのであるが、この表によるとゾーン内完結量は内々量の大変良い近似値であることがわかる。ところで、このゾーン内完結量の生成量に対する率を、表-5 の指標を説明変数として重回帰分析すると次の回帰方程式を得る。

$$y = 0.384 + 0.0219x_1 + 0.0778x_3 + 0.1967x_4 + 0.3144x_5 \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 $y$  はゾーン内完結率を表わし、独立変数  $x$  の添字は表-5 の指標番号である。この式の重相関係数は  $r=0.74$  であった。

もちろん、式(1)は歩行者交通全体のゾーン内完結率について分析したものであるが、指標の種類からいって  $x_1, x_3, x_4$  は徒歩端末に、 $x_5$  は徒歩トリップに対応するものであると考えられる。実際この歩行者交通の2要素のおのおのについての上記指標との回帰分析は次のような結果を得ている。

徒歩トリップ： $(r=0.45)$

$$y_p = 0.579 + 0.2998x_5 \dots\dots\dots(2)$$

徒歩端末： $(r=0.80)$

$$y_{TEP} = -0.042 + 0.0422x_2 + 0.339x_4 + 0.249x_5 \dots\dots\dots(3)$$

このゾーン内完結率  $y(x)$  が推計されれば内々量  $I$  は次式により近似される。ここで  $G$  は生成量である。

$$I = y(x) \times G \dots\dots\dots(4)$$

c) トリップの目的構成

歩行者交通をトリップ目的と目的施設を用いて6種の目的に分類した。この分類は単なるトリップ目的にとどまらず交通性格ができるだけ均質になることを考慮して行ったものであり、その定義は表-7 に示すとおりである。同表には各交通の分布構成をも示した。

この分類によれば、歩行者交通の約20% が通勤・通学交通であり50% 近くが消費交通であることがわかる(帰宅交通の中は同じ比率とする。表-7 参照)。しかもこれらの構成比は居住ゾーンによる差異が少なく一定している。いま、これを交通機関を利用したトリップの場合と比べると顕著な差がみられる。歩行者交通は業務がきわめて少なく、通勤・通学がやや少なくなる。これに対して消費交通がきわめて多いという特色がある。したがって、この比率からみると、歩行者交通においては特に消費、通勤・通学、社会の各交通について分析を進めることが肝要である。

表-8 は歩行者交通の目的施設の構成比を、トリップの発生ゾーンと集中ゾーンによって計算し、そのゾーン間変動係数を求めたものである。集中ゾーンでまとめた

表-7 トリップの目的分類と構成比

分類	定義	歩行者交通				交通機関利用トリップ	
		量	構成比(%) (変動係数)	徒歩トリップ(%)	徒歩端末(%)	量	構成比(%)
遊歩交通	散歩など交通することを目的とするもの	175	2.4 (108)	2.0	0.4	34	0.7
通勤・通学交通		1526	10.5 (21)	17.2	41.5	1259	26.2
社会交通	社交、寄合い、立話し、役所手続など	724	8.6 (29)	8.2	7.0	379	7.9
消費交通	買物など消費活動を伴うもの	1617	22.5 (18)	18.3	4.0	332	7.0
業務交通	配達、商談など営業行為によるもの	276	3.1 (77)	3.1	3.1	907	19.2
帰宅交通	帰宅のためのトリップ	4012	47.2 (4)	45.3	40.1	1485	31.4
その他	目的不明を含む	482	5.9 (291)	5.4	4.1	344	7.3
計		8812	100	100	100	4736	100

表-8 目的施設構成比の地区間変動

(単位 %)

主な施設区分	出発地ゾーンによるもの		目的地ゾーンによるもの	
	平均	変動係数	平均	変動係数
住宅施設	44.5	23	53.5	24
教育施設	11.1	41	6.4	101
医療施設	3.5	46	3.2	72
商店施設	19.1	29	17.7	33
散歩道	3.3	70	3.1	61
その他	8.3	—	7.5	—
不明	10.2	—	8.6	—

場合の変動係数の大きいことは、施設配置がトリップの集中に大きな影響を持っていることを示している。

(4) 域内完結率と分析対象ゾーン

さて発生量および分布のモデルについての分析を始めに当って使用するデータについていまだ少し吟味しておく必要がある。それは先にも述べたように、ここで用いるトリップデータは対象区域内在住者の生成するものに限られており、他地域在住者がこの地域で形成するトリップは含まれていないことである。この他地域在住者によるトリップの比率は対象地域の外縁部に位置するゾーンにおいては無視し得ない量になるものと思われるので、モデルの分析にこのようなゾーンを使用することは適切ではない。

このような外部者のトリップの影響の強いゾーンを抽出することは大変難題である。しかし、先に述べた域内完結率の低いゾーンは、域外からのトリップ流入も多いと考えることは妥当であろう。このことは、域内完結率の低いゾーンがいずれも対象地域の外縁に位置することからも確認される。

いま、27のゾーンについての域内完結率を数直線上にプロットすると図-3のようになり、平均値前後で2つのグループに分かれているのがみられる。これより、この域内完結率の大きい15のゾーンが比較的域外からの交通流入の少ない安定したゾーンであろうと判断される。したがって、以下のモデル分析に当っては、これらのゾーンのデータを用いて議論を進めることにする。なお、分布モデ

ルの分析に当っては、この15のゾーンのうち連担して一群をなしている11ゾーンを分析の対象とする。

3. 二次発生量と発生量推計モデル

(1) 二次発生量

あるゾーンの交通発生量はそのゾーン内の住民が自宅より発生するものとそのゾーンを目的地として集中した他ゾーンの人が帰宅または第2の目的のためにこのゾーンを出発するものの2つに大別できる。自ゾーンの住民が自ゾーン内で第1の目的を達成し、第2の目的のために出発する場合もあるが、これは後者と同一視できる。このように分類すると、後者は必ずそのトリップ発生の前に同ゾーンへ集中するトリップを伴っていることがわかる。これに対し前者は一日単位でみれば必ず帰宅トリップに対応している。これらの関係は一日単位では自宅に帰りつかないトリップ(吸収トリップ)が存在する場合には成立しない。しかし2.(3)に述べたように歩行者交通においては吸収トリップはきわめて少なく上述の関係はほぼ完全に成立すると考えてよい。徒歩端末については本来、この議論は成立しない。また、自宅を出発するときに停留所まで歩いた人が、帰宅に際しても同一の交通手段によるとは限らない。しかし、一般には、自宅を出発する時と帰宅時の交通手段は一致することが大部分であり、結果的には終日の自宅から停留所までのトリップと逆の帰宅トリップは対応しているとみることができる。しかも、これが徒歩端末の大部分(93%)を占めているので上述の仮定には影響を与えない。

そこで、前者を自宅発生量  $B_i$ 、後者を二次発生量  $C_i$  とよぶことにすると、発生量  $P_i$  は次のように表わされる。

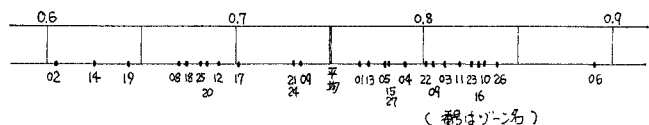


図-3 域内完結率の分布

$$P_i \doteq B_i + C_i \dots\dots\dots (5)$$

ところで、いま自宅を起終点の少なくとも一方とするトリップ（自宅ベース量）を  $H_i$  とすると

$$H_i = \sum_k t_{*k}^i + \sum_j t_{jk}^i + t_{**}^i \dots\dots\dots (6)$$

で表わされる。ここで  $t_{jk}^i$  は  $i$  ゾーン居住者の  $j$  から  $k$  へのトリップを表わしており、\*印は自宅を起終点とすることを示す。

さて、歩行者交通においては、目的地のないトリップ  $t_{**}^i$  は調査結果からはほとんどみられない。これは、目的地に「ひろば」、「道ばた」などの選択枝を取り入れたため、散歩などもすべて目的地が回答されたことによるものと考えられる。さらに、吸収トリップがほとんどないことから次の式が成立する。

$$t_{**}^i \doteq 0 \dots\dots\dots (7)$$

$$\sum_k t_{*k}^i \doteq \sum_j t_{jk}^i \dots\dots\dots (8)$$

式(7)、(8)を式(6)に代入し、また  $B_i$  の定義より

$$H_i \doteq 2 \sum_k t_{*k}^i = 2 B_i \dots\dots\dots (9)$$

ところで、 $H_i$  の生成量に対する率  $\phi_i$ （自宅ベース率）は 2.(1)にも述べたようにきわめて安定しているので、この平均値を  $\phi_m$  とすれば、

$$B_i = 1/2 \cdot \phi_m G_i \dots\dots\dots (10)$$

となる。ここで、 $G_i$  は生成量である。また、 $\phi_m$  は表-1より、今回のデータからは  $\phi_m = 0.946$  が得られる。

ところで、以上のような仮定に基づいて得られた式(10)は、実際のデータからも検証できる。いま、15のゾーンについて得られた生成量  $G_i$  と自宅発生量  $B_i$  を図上にプロットすると図-4のようになり、大変良い相関を示している。回帰式は次のようになり、相関係数は  $r = 0.996$  である。

$$B_i = 0.4724 G_i + 14.5 \dots\dots\dots (10')$$

この回帰分析における残差分散 (MSD) と回帰分散 (MSR) の分散比  $F$  を計算すると次のようになる ( $n = 15$ )。

$$F = \frac{MSR}{MSD} = \frac{SSR/1}{SSD/(n-2)} = \frac{9\,436\,889}{5\,774} = 1\,634 \dots\dots\dots (10'')$$

これは有意水準 0.5% に対する  $F$  値（自由度 1,13）が 11.4 であるのに比べ大変大きくなっており、式(10')が  $G_i$  と  $B_i$  の関係をきわめて良く説明した回帰式であることを示している。

一方、式(10)の関係を有する  $G_i$  と  $B_i$  の母集団から得られた標本量の関係式として式(10')は式(10)に大変良く一致することは図-4からも明らかであろう（実際、式(10)と式(10')を図上で明瞭に分離して示すことはできない）。

このように、自宅発生量  $B_i$  は生成量  $G_i$  から、式(10)

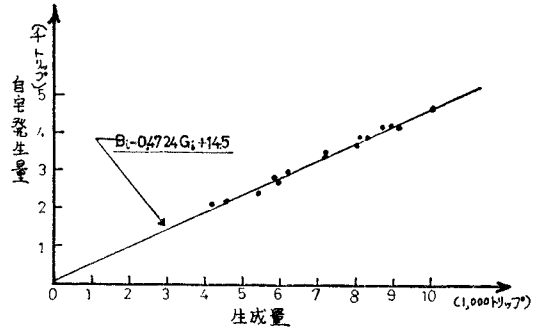


図-4 生成量と自宅発生量の関係

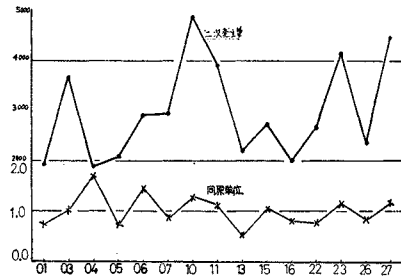


図-5 二次発生量のゾーン間変動

表-9 地区特性指標の定義

指標番号	名称	定義
1	人口構成比	対象全域人口に対する比 (%)
2	面積構成比	同面積 " (%)
3	学校構成比	小中学校の学童生徒在籍数の構成比 (%)
4	幼稚園構成比	幼稚園、保育所の児童 " (%)
5	小売販売構成比	小売店（自転車、家具を除く）の年商販売額の構成比 (%)
6	小売店構成比	小売店（自転車、家具を除く）の店舗数の構成比 (%)
7	世帯数構成比	対象全域世帯数に対する比 (%)
8	生成原単位強度	全域における生成原単位 (2.30 トリップ/人日) を1.00とする
9	人口密度強度	全域における人口密度 (145人/ha) を1.00とする
10	停留所密度強度	全域におけるバス停留所密度 (0.13 か所/ha) を1.00とする
11	公園散歩道構成比	この両指標は施設分布状況についてのデータが得られなかったので、着ゾーン別トリップ目的施設分布表における構成比を用いた (%)
12	医療施設構成比	
13	地下鉄駅の有無	地下鉄駅に接しているゾーンは1, 他は0
14	電停の有無	電停 "

を用いて容易に推計することができる。

## (2) 二次発生量の地区変動

自宅発生量がゾーンの人口と住民構成によってほとんど決定されるのに対して二次発生量は各種施設の分布状況や土地利用などのゾーン特性によって変わってくる。いま、15のゾーンについて二次発生量の状況を示すと図-5のようになる。同図には二次発生量の人口当り原単位も併記してあるが、その変動は大変大きくなっている。

このような二次発生量の多寡に関する地区特性を説明

表一10 純集中量モデル式係数表

モデル番号 と目的変数	重相関 係 数	回帰係数 (番号は表一9の指標番号)				
		定数項	2	3	4	7
総 量						
(1) 実績値	0.96	1783	—	69.1	80.3	551.5
(2) 計算値	0.97	1727	—	70.7	89.8	523.2
原 単 位						
(3) 実績値	0.96	0.819	-0.059	0.017	0.066	—
(4) 計算値	0.96	0.819	-0.065	0.018	0.071	—

するために主に施設分布に関する情報を基にした特性値を表一9に示す14個について調整した。これらの特性値は対象地域全体に対する各ゾーンの構成比の形で表わしたものと、全城平均値を1.00とする相対指標で表わしたのから成っており、地下鉄駅、電停については有無を1または0で表わしている。

これら14の特性値を用いて二次発生量およびその原単位の相関分析を行った。データ数は15と少ないので危険率1%で有意な回帰係数を得るためには単相関では相関係数rは0.61以上なくてはならない。結果は、総量では学校構成比、原単位では小売店構成比のみが有意な回帰係数を得ている。さらに、説明変数の数を増して重回帰分析を行い、自由度調整済の決定係数を指標に、最適な重回帰式を求めると、3個の説明変数のとき最適な方程式が得られる。このときの回帰係数は表一10に示すとおりであり、重相関係数は0.96~0.97が得られた。用いられる特性値は学校構成比と小売店構成比のほか面積構成比または地下鉄駅の有無であり、このうち面積構成比のみが負要因となっている。

結論として、歩行者交通量の二次発生量は小中学校と小売店の分布の多いところほど多くなることがわかる。さらに地下鉄駅については、原単位のモデルでは有効な説明変数となっていないことから、地下鉄駅に接するゾーンは人口の多いことによって絶対量が多くなるものと考えられる。原単位が面積構成比に逆相関しているのは、人口当りの原単位に対しては面積は規模の大きさを表わさず、いわば諸機能の密度低下を代表していることになっているためであろう。

なお、歩行者交通の2要素、徒歩トリップと徒歩端末については前者が上述の特性値に対して良い相関を示しているのに対し、後者はたかだか0.67の重相関係数を示しているにすぎない。これはバス停が比較的均一に分布していることと、地下鉄駅は独立ゾーンとして扱っていることによって、吸引施設を代表する特性値が存在しないためである。実際、最も相関係数の高い特性値は電停の有無である。したがって、徒歩端末の分布状態をより正確に把握するためには地下鉄駅ごとに分析して見る必要がある。ここでは、徒歩端末の量が徒歩トリップに比べてはるかに少ないこともあって、歩行者交通のパタ

表一11 発生量推計モデル適合度比較表 (χ² 値)

二次発生量 自宅発生量	総量推計のモデル		原単位推計モデル
	実績値	推計値	
実績値	155(1)		143(3)
推計値	153(2)		137(4)
発生原単位式	135(式11)		

( )内はモデル番号 表一10 参照

ーンは徒歩トリップとほとんど等しくなっている。

(3) 発生量の推計

a) 推計モデル

歩行者交通発生量の推計方法は、人口当りの発生原単位の推計モデルを作成し、これによって推計するのが一般的な方法であろう。いま、表一9に示したような特性値を説明変数とし、人口当り発生原単位を目的変数とする重回帰分析を行ってみた。その結果は次に示すように大変相関係数の良い方程式を得た。

人口当り原単位  $y_p$ : ( $r=0.98$ )

$$y_p = 0.978 - 0.0634x_2 + 0.0174x_3 + 0.0700x_4 + 0.930x_5, \dots \dots \dots (11)$$

そこで、前節に述べた二次発生量推計モデルによる発生量推計法の有効性を検証するため、式(11)のモデルと推計適合度の比較検討を行った。計算の方法は特性値を用いて現況発生量を推計し、実績値とのχ²値をとっている。

比較に用いたモデルは表一10に示した二次発生量総量と人口当り原単位に関する重回帰式を用い、それぞれ自宅発生量については実績値をそのまま用いる場合と式(10)による推計値とを組合せた。なお、自宅発生量に推計値を用いる場合は二次発生量推計モデルにも計算値を基にして導いた重回帰式を用いている。

b) 適合度の比較検討

χ²値の計算結果は表一11に示すとおりである。この結果より、二次発生量は総量を推計するのではなく、人口当りの原単位を推計し人口と乗ずることによって計算したほうがよいことがわかった。また、自宅発生量の式(10)による推計についても結果は良好であって、むしろ実績値を用いた場合よりもχ²値は小さくなっている。これは先にも述べたように二次発生量推計モデルが計算した(すなわち、自宅発生量に推計値を用いて算出した)値を用いて導いたものであるため、二次発生量と自宅発生量の推計誤差が互いに相殺していることによるものと考えられる。

このようにして、二次発生量と自宅発生量を分離して推計する方法は発生量を直接推計する方法とほぼ同程度の推計精度が得られることがわかった。なお、面積あたりの発生量原単位についても検討したが、その有効性は人口当りのものよりも劣っている。

c) 二次発生量モデルの意義

ところで、二次発生量と自宅発生量とを分離して扱う方法は、発生量を直接扱う方法に比して、ずいぶん面倒な手続きが必要である。しかも、その推計精度には差がみられない。したがって、実際の発生量を求めるためには人口原単位によって直接求めたほうが合理的であろう。ただ、将来の施設配置などと関連させて分布交通量を求めるような場合には、二次発生量をあわせ求めたほうが、その分布機構がより説明的に得られるものと考えられる。なぜならば、既成市街地の将来計画においては住宅あるいは居住人口が変化することは少なく、交通吸引施設のみが計画されることが多いので、もっぱら居住人口に依存する自宅発生量部分には変動が少ないものと考えられるからである。ここに、二次発生量部分のみをより詳細に分析できるこの二次発生量モデルの利点が存在するといえるのである。

いずれにしても、この両種のモデルとも究極的な構造は同一であると考えられることができる。二次発生量モデルでは自宅発生量が生成量、ひいては居住人口のみに比例する型となっており、二次発生量が都市機能と関連する。これに対し、発生量モデルでは、発生量全体が各種指標と関連しており、その中には当然、人口などの規模指標も含まれている。

要するに、両モデルの違いは、地区の交通発生量を規模指標と機能指標に従属する部分に分離して推計するか否かという点にあるにすぎない。したがって、推計の用途に応じて、両者を適宜使いわけていくことが適当であろうと考えられる。

4. OD 分布の分析

(1) 隣接補正による改良重力モデル

交通量の OD 分布を表わす標準的な分布モデルは、

$$t_{ij} = k \frac{P_i^\alpha \cdot A_j^\beta}{R_{ij}^\gamma} \dots\dots\dots (12)$$

のように表わされる。ここで  $t_{ij}$  はゾーン  $i-j$  間の分布量であり、 $P_i, A_j$  は  $i$  ゾーンの発生量および集中量を示す。また、 $R_{ij}$  は  $i-j$  間の分布抵抗である。 $k, \alpha, \beta, \gamma$  は係数であって通常回帰分析により求められる。

しかし、ここで今回のデータについて

$$S_{ij} = t_{ij} / P_i \cdot A_j \dots\dots\dots (13)$$

なる量を算出し、ゾーン中心間直線距離による  $R_{ij}$  との相関図を描くと、その関係は必ずしも円滑で一律的なものとはなっていない(図-6)。そこでは、いわゆる内

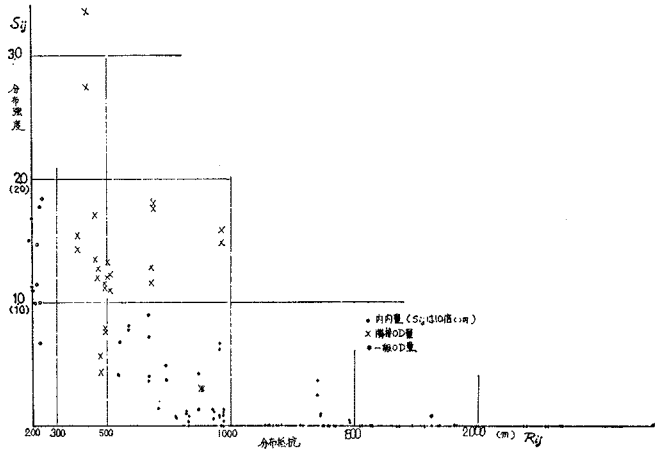


図-6  $S_{ij}-R_{ij}$  相関図

内量、隣接ゾーン間分布量とその他の分布量という3種のグループがそれぞれの  $R_{ij}$  との関連を示しているように見える。

内々量が他の OD 分布量と同一の分布モデルに従い難いことについては従来からよく指摘されてきたところであって、分布抵抗の物理的計測法に問題がある。実際、トリップ長分布の実績値より  $R_{ij}$  を求めた場合には良好なモデル適合が得られることが報告されている。したがって、問題は  $R_{ij}$  をいかなる地理的特性により求めるかである。しかし、この点が解決されぬ以上、内内量は他の分布量とは全く別の分布モデルを用意することも考えられる。

隣接ゾーン間分布については、 $R_{ij}$  の測定値に比べ、実際のトリップ長が短いことがこの現象をもたらしているものと考えられる。実際、隣接ゾーン間では自宅周辺での交通も、ゾーン界を横切ればゾーン間 OD として計上される。それゆえ、自宅周辺のトリップの多い歩行者交通量ではこの隣接ゾーン間の OD 量が大変多くなるのである。したがって、隣接ゾーン間では  $R_{ij}$  を計測値よりも減歩してやる必要があるであろう。もっとも、この減歩効果はゾーンの大きさによって異なるはずであり、減歩量の決定は個々のゾーニングに応じて回帰分析で求めることが妥当であろう。

このように考えると、式(12)の  $R_{ij}^\gamma$  を  $\{R_{ij}(1-a\delta)\}^\gamma$  とすることが考えられる。しかし、この型は線型回帰分析を受けつけない型になっているので、本研究では、次式のような改良モデル式を考えた。

$$\left\{ \begin{array}{l} y(x) \cdot G_i \quad (i=j) \dots\dots\dots (14.1) \\ t_{ij} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{P_i^\alpha \cdot A_j^\beta}{k \cdot R_{ij}^\gamma (1-a\delta)} \quad (i \neq j) \dots\dots\dots (14.2) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

ここで、 $y(x)$  は式(1)(2.(3) b) 参照)で求められたゾーン内完結率、 $G_i$  は  $i$  ゾーンの生成量である。また、



表-12 分布モデル式係数表

モデル番号	モデル名	重相関係数	回帰係数				
			exp( $k$ )	$\alpha$	$\beta$	$\tau$	$a$
101	標準型重力モデル	0.87	3.32	1.69	1.65	4.37	—
102	同 ( $C_j$ 使用)	0.87	8.27	1.69	1.15	4.35	—
103	同 ( $\alpha=\beta$ )	0.87	3.33	1.67	1.67	4.37	—
201	内々量別推計型	0.85	5.93	1.81	1.79	5.06	—
202	同 ( $C_j$ 使用)	0.85	12.27	1.77	1.17	5.03	—
203	同 ( $\alpha=\beta$ )	0.85	5.94	1.80	1.80	5.06	—
301	隣接補正改良モデル	0.86	1.87	1.79	1.74	4.43	0.696
302	同 ( $C_j$ 使用)	0.85	8.61	1.74	1.09	4.41	0.688
303	同 ( $\alpha=\beta$ )	0.86	1.89	1.76	1.76	4.43	0.696

$\delta$  は  $i, j$  が隣接している場合に 1, 他は 0 という変数,  $\alpha$  は減歩率であって回帰係数である。

(2) 回帰係数の決定

11 のゾーンよりなる実績 OD 表 (2. (4) 参照) を用いて, 式 (14) の回帰分析を行った結果は表-12 に示す。ここでは比較のために式 (12) の標準型の重力モデルおよび内々量を除いたその他の OD 分布についてのみ式 (12) を適用した場合の両者についても回帰分析を行っている。この場合  $R_{ij}$  は平均半径とした。また, おのおののモデルについて,  $P_i$  と  $A_j$  の係数が等しいとした場合 ( $\alpha=\beta$ ) と  $A_j$  のかわりに前章に述べた二次発生量  $C_j$  を用いた場合についても回帰分析をしている。 $C_j$  については集中ポテンシャルをより機能面を重視した指標で代表させてみるためである。

表-12 によれば, 相関係数はいずれも 0.85~0.87 を示しかなり高くなっているが, 標準型重力モデルがなかでも良くなっているのが注目される。さらに,  $\alpha=\beta$  の拘束を加えても相関係数の変化はない。また,  $C_j$  を用いたモデルはやや相関係数が低目である。

回帰係数についてみると, いずれも不合理な符号を持つものではなく, モデル間に大きな差はない。しかし, 内内量を除いて標準型モデルを適用した場合には分布抵抗

の係数が大きくなるのが注目される。また,  $\alpha=\beta$  の拘束は  $k$  の値を大変大きなものにしてている。なお, 分布抵抗としてはゾーン間距離を  $m$  単位で表わしたため,  $k$  の値が一般に大きくなっている。

(3) 分布モデルの改良効果

a) 比較モデルと適合度

各モデル間の適合度の検討を行うため, 現況 OD 表を推計計算し, 実績値との  $\chi^2$  値を比較した。比較したモデルは表-12 に示した 9 つのモデルであるが, このうち隣接補正改良モデルについては内々量に実績値を用いた場合と, 式 (14) により推計した場合について演算を行った。なお, 内々量を除いた標準型の場合, 内々量は実績値を用いている。

収束計算はフレーター法を用いて行った。いま, 収束計算の限界を発生量および集中量の推計誤差で定義し, 各段階での  $\chi^2$  値および収束計算回数を比較したものが表-13 である。

ところで, モデル 201~303 については内々量には実績値を用いているので, 内々量にまで収束演算を行うことはかえって不合理である。そこで, 収束演算を内々量を除いた部分についてのみ施した場合の収束状況を, 表-13 の ( ) 内に示してある。

b) 考察

この表より第 1 に注目されるのは, 内々量を切離したことによる第 1 次推計値の改良効果である。標準型重力モデルの場合に比べ  $\chi^2$  値は数十分の一に激減している。このように内々量を他の分布量と同一のモデルで扱うことの不合理性は証明される。しかし, 隣接補正を加えたことによる改良効果は, この第 1 次推計値の段階ではみられない。すなわち, 補正を施さない重力モデルのほうが  $\chi^2$  値はかなり小さくなっている。これは, 今回のデータにおいてはゾーンが 20~30 ha と比較的狭くと

表-13 分布モデル適合度 ( $\chi^2$  値) 収束回数比較表

モデル番号	備 考	$\chi^2$ 値 ( $\times 10^3$ )				収 束 回 数		
		第 1 次推計	収 束 限 界			収 束 限 界		
			0.10	0.05	0.01	0.10	0.05	0.005
101	表-12 参照	921	12	12	—	2	6	—
102	〃	799	12	12	—	2	4	—
103	〃	942	12	12	—	2	6	—
201	〃 内々量は実績値	29	11(6.1)	10(6.3)	—(6.1)	5(5)	10(8)	—(20)
202	〃	20	10(6.1)	9(6.3)	—(6.1)	5(5)	8(8)	—(20)
203	〃	30	11(6.1)	10(6.3)	—(6.1)	5(5)	10(8)	—(20)
301	〃	59	16(6.3)	16(5.7)	—(5.4)	5(4)	10(8)	—(19)
302	〃	41	16(6.0)	15(5.7)	—(5.5)	4(5)	8(8)	—(19)
303	〃	51	15(6.3)	14(5.7)	—(5.4)	5(4)	10(8)	—(19)
401	301 と同式 内々量推計	60	16	16	—	5	10	—
402	302 〃	40	16	15	14	4	8	28
403	303 〃	51	15	14	—	5	10	—

なお, トリップ総量は 50 000 である。

られており、しかも大きさが一定しているため、式(14)において $k$ の値を大きくすれば、隣接ゾーン間の分布量の多いことも、他の分布量と同一のモデルで説明できることを示している。しかし、隣接ゾーン間分布量は、ゾーンが大きくなり隣接ゾーン間距離が大きな値をとるような場合でも、他のゾーン間分布量よりかなり多くなるはずであり、このような場合には、隣接補正モデルが効果を表わすものと考えられる。実際、図-5において×印の分布は、隣接ゾーン間距離が大きくなっても、分布強度の低下はあまりないという傾向を示している。しかし、今回の場合はこのような傾向を示す部分は十分に例外として扱われるほど少数であったのである。

内々量の推計については第1次推計値に関する限り大変良好な推計結果を得ており、実績値を用いた場合と $\chi^2$ 値においてみるべき差は存在しない。

さらに、集中ポテンシャルとして $C_j$ を用いたモデルは他の2者に比して、誤差量が数十%少なくなっている。 $\alpha=\beta$ の拘束を加えることについてはモデルにより一概に効果を断定できない。しかし、いずれも、隣接補正または内々量分離というモデル改良の効果と比べれば微々たるものである。

ところで、収束演算の結果は表-13にみられるように、標準重力モデルがきわめて急速な収束効果を示しており、通常プレーター収束法の収束結果では、隣接補正モデルよりも小さい $\chi^2$ 値を示すに至っている。しかし、内々量を分離した重力モデルによるものが最も良い適合度を示していることに変わりはない。いずれにしても、この収束法では、収束限界(発生量、集中量の推計誤差)を1%にすることはかなり困難である。

そこで、先述の内々量以外の部分について収束計算を施す方法によると、収束限界1%は20回程の収束演算で達成することができた。これとともに、この収束法では、隣接補正モデルの収束効果が大きく、最終的には $\chi^2$ 値を、総トリップ量の11%程度にすることができた。しかし、この内々量を除いて収束演算を行う方法は内々量に推計誤差が存在する場合には、この誤差が収束過程

において他の部分に作用し収束を不可能にしてしまう。このように内々量の推計精度は収束過程にも大きな影響をおよぼすのである。

e) 結論

標準重力モデルにおける収束演算による急激な適合度向上は収束演算によって第1次推計値のパターンが大幅に変更されることを示している。このようなことは、あえて力学的構造モデルを造ることの意義を疑わせることになろう。モデルとしては最初のパターンが収束過程の後もできるだけ維持されることが望ましいのである。

以上を要するに、ここに呈示した改良モデルは分布パターンを大変良く反映しているということができよう。そして、内々量の推計についての改良が今後のモデル全体の改良に大きな意味を持つということがわかる。また、今回はなしえなかったが、収束方式にも今少し考慮を払う必要がある。

さらに、集中ポテンシャルに二次発生量 $C_j$ を用いることの可否については、いまだ明確には判定し得ないが可能性のある方法であるといえよう。

5. トリップ目的の特色

以上に論じてきた発生量モデル、分布モデルのいずれも全目的のトリップについて分析したものである。しかし、歩行者交通は2.(3)にも述べたようにほとんどが通勤・通学、消費、社会の3種の目的よりなっている。ここでのおおのトリップについてのモデル上の特色を確かめておくことにする。

表-14は、各目的について求められたモデルに表われる諸因子、すなわち、平均自宅ベース率 $\phi_m$ 、二次発生量モデルの重相関係数 $r_c$ および説明変数として有効な特性値、分布モデル( $C_j$ を用いた隣接補正型モデル)の重相関係数 $r_d$ と隣接減歩率 $a$ 、さらに、おおよその目安として平均内々率 $y_m$ を一覧表にしたものである。

詳細な目的別の議論については今後さらに検討を続けねばならないが、この表よりおおよそ次の点が読みとれ

表-14 トリップ目的別モデル比較

	通勤・通学	消費	社会	全目的
構成比(帰宅が45%)	17%	18%	8%	55%
発生量モデル関係(二次発生量モデルは原単位計算値使用のもの)				
平均自宅ベース率 $\phi_m$	0.964	0.914	0.923	0.946
重相関係数 $r_c$	0.96	0.82	0.88	0.96
使用した説明変数	人口密度 学校構成比 電停の有無 など7個	生成原単位 人口密度 小売店構成比 など4個	生成原単位 幼稚園構成比 公園構成比 など6個	学校構成比 小売店構成比 面積構成比
分布モデル関係(二次発生量 $C_j$ を用いた隣接補正改良モデル)				
重相関係数 $r_d$	0.621	0.712	0.458	0.854
隣接減歩率 $a$	0.71	0.87	0.83	0.69
平均内々率 $y_m$	0.16	0.70	0.60	0.52

る。

1) 両モデルとも各目的の相関係数は全目的より低くなっている。特に、分布モデルにおける社会交通はモデルの有意性に疑問が残る。

2) 自宅ベース率は目的による差はない。

3) 二次発生量モデルにおける説明変数には、それぞれ目的の特色が表われているが、特性値の説明性は必ずしも高くない。

4) 通勤・通学交通では内々率が低いので、内々量分離の意味は少ないであろう。逆に消費と社会交通では内々率が大変高い。

5) 隣接減歩率は消費交通で最も高い。しかし、全体として 0.70 以上の高い値を示している。

以上を総じて、本論文で試みたような考察は特に消費交通に適しているように思われる。社会交通は消費交通と大差ない傾向を示すのに対し、通勤・通学交通はかなり異なった傾向を示している。これは徒歩端末が通勤・通学交通では多いことによるものと考えられる。

## 6. 結 語

歩行者交通は大変トリップ長が短く、自宅に関連したトリップの比重が高いという特色を持っている。本論文では、このような特色を考慮した発生量モデルおよび分布モデルについて分析を進めた。

発生量モデルでは発生量を自宅発生量と二次発生量に分けて扱った。前者は生成量に対して定率で求められ、その率は地区や目的によらないことがわかった。後者は人口当りの原単位として学校や小売店の分布状況により説明できる。結局、前者が地区の人口規模に比例する部分であり、後者は機能集積の分布に比例する部分であると考えることができる。

分布モデルについては内々量とその他の分布量について別個のモデルを立てることを考えた。前者は生成量に対する率として、学校や停留所の分布を用いた関数モデルで説明される。後者は普通の重力モデルの分布抵抗を隣接ゾーン間について減歩する方法がとられた。このモデルについては、収束方式がまだまだ十分なものとはいえず、内々量の推計精度とともに、今後の追求テーマとして残された。

ここで研究された両モデルとも、従来の自動車交通を

中心とするトリップの分析に用いられたモデルに比して格段の改良がみられたわけではない。従来の手法によっても、ほぼ同程度の適合性が得られることが本論中にも示されている。しかし、ここに述べたモデルが両方とも、歩行者交通の特徴を良く表現した説明力の高い構造模型となっていることに注目したい。このようなモデルは、おそらく将来推計時に効果を発揮するものと期待されるし、今後の改良もより容易であろうからである。

各モデルの改良効果等に関する評価・考察は各章の末尾に述べてある。今後はこれらの改良可能性をさらに追究していきたいと思う。

本研究の遂行に当っては名古屋市企画課の協力で実施した調査が必要不可欠であった。多くのご協力を頂いた同課 杉野尚夫氏に感謝したい。また、論稿に目を通してご助言下さった名古屋大学 河上省吾助教授に感謝する。なお、データの処理・分析に当っては名大大型計算センターのシステム I を利用した。

## 参 考 文 献

- 1) 竹内伝史：住区内の歩行者交通発生量の推計方法について、土木学会論文報告集，第 214 号，pp. 47~56，1973-6。
- 2) 黒川 洸：人の発生交通を中心とした諸都市活動の相互関連に関する研究，都市計画，No. 67，pp. 34~67，1971-10。
- 3) Alan M. Voorhees & Associates Inc. : TECHNICAL REPORT NUMBER TWO TRAVEL FORECASTING, TCAMTC-TD-68-11, pp. 21~35, 1968-11.
- 4) A.A. Douglas : HOME-BASED TRIP END MODELS—A COMPARISON BETWEEN CATEGORY ANALYSIS AND REGRESSION ANALYSIS PROCEDURES, Transportation, No. 2, pp. 53~70, 1973.
- 5) 河上省吾：通勤・通学交通量分布の予測方法に関する研究，京大大学学位論文，pp. 65~90，1969-3。
- 6) Nigel D. Finney : TRIP DISTRIBUTION MODELS, New Perspectives in Urban Transportation Research (Lexington Books), pp. 63~146, 1972.
- 7) 5) に同じ，pp. 101~102。
- 8) James B. Grant : COMPONENTS OF GRAVITY MODEL FRICTION FACTORS, 6) と同じ，pp. 209~241。
- 9) 本多義明・竹内伝史他：守口市 河原地区 市街地開発事業基本計画設計および同 (その 2)，守口市，1971.3 および 1972.3
- 10) 中京都市群パーソントリップ協議会：中京都市群パーソントリップ調査報告書，pp. 21 および 36，1972。
- 11) 松本嘉司：土木解析法 (1)，技報堂，1971-11。
- 12) 奥野忠一・久米 均・芳賀敏郎・吉沢 正：多変量解析法，日科技連，1971-10。

(1973.7.19・受付)