

## 住区内の歩行者交通発生量の推計方法について

### THE METHOD OF ESTIMATING PEDESTRIAN TRAFFIC GENERATION IN RESIDENTS

竹 内 伝 史\*

By Densi Takeuchi

#### 1. はじめに

パーソントリップ調査の普及に伴い、パーソントリップ発生原単位を求め、各種指標でこれを説明しようとする研究は、数多くの成果をあげるに至っている。わが国における、パーソントリップの発生に着目した研究は、東大阪において、昭和 41 年に実施された交通機関利用実態調査<sup>1)</sup>のころより、さまざまな方法を駆使してなされてきており、昭和 42 年、広島都市圏において行なわれたパーソントリップ調査<sup>2)</sup>は、わが国最初の本格的パーソントリップ調査であるといつてよいであろう。この調査データを基礎に、パーソントリップの発生原単位を、各種の都市経済指標で説明づける研究は、昭和 46 年、「都市計画」に報告されている<sup>3)</sup>。また、最近あいついで実施された、首都圏<sup>4)</sup>、京阪神都市圏<sup>5)</sup>、中京圏<sup>6)</sup>のパーソントリップ調査も、逐次その成果が報告されている。いっぽう、アメリカにおける同種の調査研究は、わが国よりも、よほどその歴史は古く、本格的なものは 1953 年、デトロイトに始まる。その後、各地域で行なわれた研究は、さまざまな比較研究などに発展し、たとえば昭和 45 年、わが国にも邦訳紹介された。ジョン・F・ケインの論文<sup>7)</sup>のように、交通の発生を都市生活パターンの各方面から説明したものも発表されている。

ところで、最近の都市交通問題においては、自動車の増加に伴い、幹線街路を回避した車が細街路に侵入したり、裏道が駐車場に用いられたりして、住民の歩行者空間を侵食することが大きな問題となってきている。また、歩行者安全のために施設された歩道や横断歩道橋に対する市民の拒否反応も、最近の特徴的な問題であるといえよう。これらは、いずれも過去の交通空間の主人公であった歩行者が、既得の交通権を徐々に自動車に奪われていくことへの抵抗の試みであると考えられる。このよう

な問題に対処するためには、歩行者交通空間の、それ独自として完結した計画、設計を行ない、自動車交通などそのほかの交通施設計画との調整を計っていくことが重要であろう。従来の横断歩道橋や狭小な歩道のように、歩行者の通行領域を応急的かつ局部的に設定し、その部分だけを自動車から分離、保護して安全を確保する方法は、早晚ゆきづまるものと考えなくてはならない。

都市交通における歩行者交通の比率は、非常に大きいのであって、さきに大阪府守口市について調べた<sup>8)</sup>ところによれば、同市民によって発生されるトリップのうち、52%は徒歩トリップであった。また、これを交通している時間でみると、市民の総交通時間の 32% が徒歩によるものである。このほかに、歩行者交通としては、大量輸送機関などを利用するトリップにおける、自宅・停留所間などの歩行部分を加えねばならず、これを考慮すると、歩行者交通の比重は、よりいっそう高まることになる。とくに、トリップ端末における歩行部分は、大量輸送機関の輸送計画とも関連して、総合交通計画の重要な対象交通である。このように考えるとき、歩行者のための交通計画が、都市の総合交通計画の中の一部門として取りあげられてこなかったのは、ひとえに、従来の街路空間が、そのもとは、歩行者のために設備されているという認識によるものであったのではなからうか。したがって、これらの空間が、自動車によって侵食されることが問題となってきた今日、この歩行者交通計画は、当然、総合交通計画の中で重要な位置を占めねばならないであろう。

そこで、歩行者交通空間の計画、設計は、歩行者交通の発生量、分布特性、交通挙動など、一貫した情報に基づいて築かれた、総合的な歩行者交通計画にしたがって進められる必要があるのである。ところが、自動車の交通計画におけるような各種のデータは、歩行者交通の面においては、ほとんど整理されていないのが現状である。とくに歩行者交通の発生機構については、その把握がこ

\* 正会員 工修 名古屋大学助手 工学部土木工学科

これらの計画の初歩的課題であるにもかかわらず、また、これを把握するための情報は、各種のパーソントリップ調査にも内包されているにもかかわらず、その分析がなされていないのである。前述のパーソントリップの発生量に関するさまざまな研究においても、いずれもパーソントリップ全体を扱っており、徒歩トリップについては、一部でその構成比率に言及しているほかはほとんど着目していない。調査自体が、徒歩のような小規模トリップの定義がむずかしいことにもよるのであろうが、なかには、徒歩トリップをパーソントリップの定義から除外しているものすら存在する。

このような事情を考え、本研究は、特に徒歩トリップの調査もれのないように配慮したパーソントリップ調査を行ない、得られたデータから、歩行者交通量の生成原単位を算出し、地区による原単位の差異を別に設けた地区特性指標で説明することによって、歩行者交通量の発生量推計の方法を考えたものである。

## 2. 名古屋市既成住宅地におけるパーソントリップ調査\*

### (1) 住区内交通とパーソントリップ調査

歩行者が、交通の主役である場所は、都心部の歩道または地下道と住区内の細街路である。ここでは、おもに後者の歩行者交通空間を研究の対象とすることにした。この領域における交通行動の実態を把握するためには、パーソントリップ調査が最も合理的な方法であると判断し、この調査を行なうことにした。

本来、パーソントリップ調査は、日常交通圏として完結するような広い都市圏を調査範囲とするものである。しかし、今回は、調査の主対象が徒歩トリップであり、住宅地域であるので、他地域住民によって対象地域内に発生する交通量は、さほど多くないものと考えられる。また、特に研究の中心をトリップの発生にとるとき、調査は対象地域のみに行なえばよいこと、などを考え、調査対象地域は、名古屋市東部住宅地域と西部住商混合地域の8小学校区のみを実施することにした。

### (2) アンケート調査の設計

調査用紙の設計は、概略は京阪神都市圏の調査のものを踏襲したが、前述のように徒歩トリップの捕捉率を向上させるために、次のように改造した。

- 1) トリップ記入欄を、徒歩または自転車のみ外出によるものと、そのほかの外出に分け、後者の記入

様式は京阪神調査のものと同様とした。

- 2) 前者のトリップについては、交通手段は、自転車を利用した場合のみ○印を記入することにした。
- 3) 時刻に関しては、家を出た時刻のみを記入(時間のみ)することにした。
- 4) 目的地には、「自宅」・「家の前」・「隣近所」・「同じ町内」などを選択枝に入れ、町名記入の場合を減らした。
- 5) 目的の選択枝に「立話し」、目的施設の選択枝には「ひろば」・「道ばた」を加えた。

この改造に当たって、1日の外出回数を尋ね、その代表交通手段を尋ねて、その回答から、両トリップ記入欄に視線誘導を行なっている。しかし、結果的にかなり記入上の混乱を招いたようで、調査員が苦労している。ただし、徒歩トリップの記入量はかなり多く、1人1日当たり徒歩トリップ回数は1.87となっている。これを、同年秋に実施された中京圏パーソントリップ調査の名古屋市における値1.09と比較するとき、この調査票の設計は、被アンケート者に、明らかに、徒歩トリップの定義を異なって認識させているようである。その意味でこの方式の効果はそれなりにあがったものとみている。なお、3)の点については、かなり長時間にわたる外出があった、各トリップの時刻が不明確となり失敗であった。

このほか、住区内での交通環境や交通事故の経験、交通騒音被害の有無などについても、あわせてアンケートを行なっている。また、自家用車の所有状況については、世帯ごとにこれを尋ね、各個人には、自分の自由になる車があるかどうかを尋ねている。

### (3) 調査の実施と対象地域

調査は、昭和46年7月6日(火曜日、晴、夕立ちあり)を調査日とし、前後12日間を費して家庭訪問を行なった。調査員は研究室関係者、市役所職員および大学生アルバイトで計25名である。この時期は、各学校が夏休みに入らず、しかも調査員確保のしやすい時期として選んだのであるが、大変暑い典型的な夏の1日であった。

調査対象地域は、図-1に示すように、名古屋市千種区および昭和区に含まれる田代学区、自由ヶ丘学区、東山学区、川原学区(いずれも一部を除く)の56町493haと、同市中村区中村学区、本陣学区、豊臣学区、則武学区に含まれる20町182haである。本研究では、前者を東地区と称しており、18の地区に、後者は西地区と称して、9の地区に、町境に基づいて分割している。

これらの地区内の居住人口は、昭和45年の国勢調査で97680人、31255世帯であり、住民登録台帳より、5%のランダム抽出を行なって、1556世帯の標本を用意した。

\* 本調査については、昭和46年度土木学会中部支部研究発表会で報告している。



をあわせて示してある。

(3) 地区別交通量の安定性

この歩行者交通量原単位を、対象地域 27 地区について計算し、図示したものが図-2 である。また、各値の地区間の分散を計算し、変動係数を求めると、表-2 のようになる。

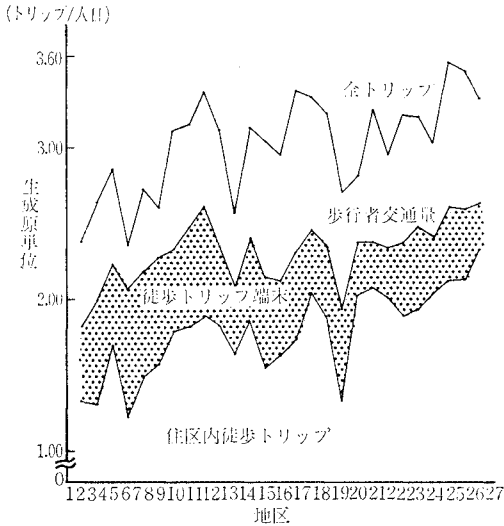


図-2 歩行者交通生成量の地区変動

表-2 原単位の地区間変動係数

	平均 (トリップ/人・日)	標準偏差	変動係数 (%)
住区内徒歩トリップ	1.79	0.30	17.1
徒歩トリップ端末	0.51	0.36	62.1
歩行者交通量	2.30	0.42	19.0
全トリップ	3.01	0.35	11.6
徒歩トリップ	1.84	0.35	19.0
非徒歩トリップ	0.54	0.10	19.0
歩行者交通量構成比	0.76	0.04	5.6

このように、一般に住区内徒歩トリップと徒歩トリップ端末の地区による多寡の変動は、逆の傾向を示しているようである。また、徒歩トリップの原単位の安定性が全トリップの場合よりも悪いのに対し、住区内徒歩トリップでは、やや、徒歩トリップより安定性が向上し、歩行者交通量においては、逆に全トリップの場合よりも安定していることが見られる。これは、交通量推計における生成原単位使用の可能性の大きいことを示しており、大変有利な性格であるといえよう。

しかし、この歩行者交通量においても、図-2 にみるように 18 以前の地区と 19 以後の地区との間（すなわち、東西両地域の間）には、明らかに原単位の差がみられる。ちなみに、この両地区別に変動係数の計算をしてみると、東は 15%、西は 6% となり、いずれも先の場合

より小さい変動係数を示している。このように、歩行者交通量においても、なお、地区の特性により、その原単位の変動を分析してみる必要があることがわかるのである。以下においてこの分析の方法と結果について述べることとしたい。

なお、歩行者交通量の全トリップ量に対する構成比を各地区について求めたものは、原単位の場合よりもかなり安定しており（表-2）、いま、全トリップ生成量の信頼性の高い推計値が得られておれば、この比率によって歩行者交通量を推計することも考えられる。

4. 歩行者交通量推計モデルの作成

(1) 住民の層化と生成原単位

a) 層別平均トリップ回数の分析

歩行者交通量の 1 日 1 人当たり生成量は、住民の年齢や職業など、さまざまな階層によって異なっている。いま、標本人数を、1) 年齢・性別、2) 職業・学校、3) 世帯収入、4) 世帯の自家用車保有状況によって層化し、おのおのについて、歩行者交通量の 1 人当たり平均トリップ回数を計算した結果は図-3 に示すようになった。

年齢・性別による層別では、14 才以下と 22 才以上の女子において、歩行者交通量は多く生成されており、この場合、概して徒歩トリップ端末の占める割合は低くなっている。この逆に、成人男子は、歩行者交通量は低いが、徒歩トリップ端末の比率が高くなっている。なお、性別による生成量の多寡が 22 才を境に逆転していることが注目される。この年齢・性別層における特性は、職業・学校による層別において、より顕著に現われている。すなわち、小中学生、幼稚園児、および、主婦が主体であろうと考えられる無職無就学者において、生成量が多く、そのうちに徒歩トリップ端末の占める割合は低くなっている。

なお、この職業・学校による層化においては、あらかじめ調べた平均トリップ回数によって、職業を、生成量の多いもの(A)と少ないもの(B)に 2 分類してある。ここで、職業(A)には、運輸、販売、営業、事務、専門的技術、技能工、生産工程従事者が含まれ、職業(B)には、警備、サービス小売、農林鉱業、自由業、そのほかが含まれている。世帯収入および車の所有状況による層化では、上記のような顕著な差はみられないが、世帯収入が増加すると歩行者交通量が減るという傾向がみられる。ただし、最大は、150~200 万円の層に現われており、このレベルに児童の多いことを示している。また、自家用車を所有している世帯の人は、所有していない場合よりも、歩行者交通生成量が低い。この場合、会社名

平均トリップ回数 (トリップ/人・日)			年齢・性別による層別
歩行者 交通量	住区内 徒歩トリップ	徒歩トリップ 端末	
3.28	3.28	0.0	5 才
3.61	3.55	0.05	6~11 才
2.65	2.52	0.14	12~14 才
2.16	1.37	0.80	15~17 才
1.63	0.95	0.68	18~21 才 女
1.78	1.14	0.63	〃 男
2.82	2.55	0.27	22~40 才 女
1.01	0.65	0.37	〃 男
2.59	2.39	0.21	41~60 才 女
1.05	0.62	0.43	〃 男
1.65	1.41	0.24	60 才以上
			職業・学校による層別
1.23	0.76	0.47	有職者 (A)
1.83	1.55	0.27	同 (B)
1.92	1.20	0.72	大学高校生など
3.28	3.20	0.08	小中学校生徒
3.23	3.21	0.02	幼稚園児など
2.58	2.33	0.25	無職無就学
			世帯収入による層別
2.50	2.17	0.34	50 万円未満
2.12	1.90	0.23	50~100 万円
2.13	1.89	0.24	100~150 万円
2.39	2.04	0.35	150~200 万円
1.97	1.59	0.37	200~250 万円
1.85	1.45	0.40	250 万円以上
			車の保有による層別
1.93	1.68	0.24	自家用車あり
2.29	2.03	0.26	会社などの車あり
2.31	1.86	0.45	なし

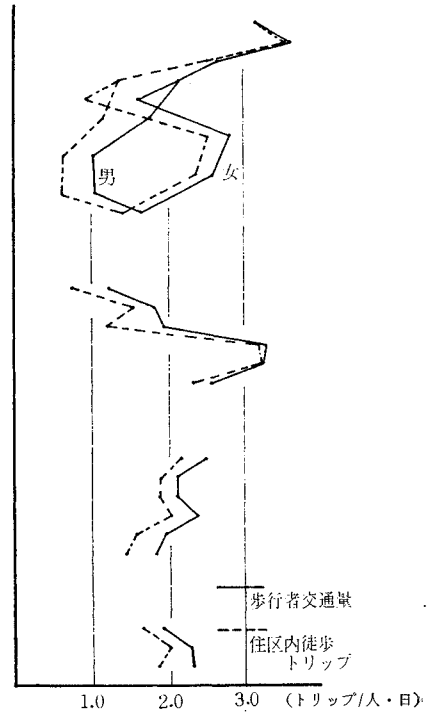


図-3 層別平均トリップ回数

義などの車を持っている人は、徒歩トリップ端末の生成量では、自家用車保有者と似た値を示しているが、歩行者交通量では、非保有者と似てくるのが注目される。

b) トリップ回数の分散と分散分析

ところで、トリップ回数の分散のようすは、世帯収入および車の所有状況による層では、どの層においても、だいたい一定しており、変動係数も大差がない。これに対し年齢・性別および職業・学校別の層では、分散に大きな差があり、概して、前述の歩行者交通生成量の多い層においては、全体の分散 5.0 に対して、層内分散 6.2 というような大きな値を示している。しかし、これらの分散の大きい層は、平均値も大きいため変動係数は逆に小さくなっており、100%を下回っている。このように、小中学生以下の子供や主婦においては、平均トリップ回数は高く、しかも個人による差が大きいことがわかる。

したがって、ほかの層別においてはともかく、この年齢・性別あるいは職業・学校による層別においては、分散分析の前提である層内分散の同等性は満たされていないといいたいがたい。しかし、あえて分散分析を行なった結果は、表-3 に示すように、いずれも、危険率 5% で有意な層間差がみられる。しかも、その分散比の大きさは、職業・学校による層別において圧倒的に高い。この分散比  $F$  は層内の残差変動量に対する層間の変動量の比を表わしているのので、このように分散比が大きい場合

表-3 住民の層別によるトリップ回数の分散分析

	自由度		$\alpha=0.05$ の $F$ 値	計算された $F$ 値		歩行者 交通量
	$\phi_1$	$\phi_2$		住区内徒歩 トリップ	徒歩トリップ 端末	
年齢・性別による層別	10	3803	1.83	90.0	23.4	68.6
職業・学校による層別	5	3822	2.21	138.1	35.6	95.9
世帯収入による層別	5	3610	2.21	7.8	5.8	6.1
車の保有状況による層別	2	3306	3.00	4.3	26.8	12.4

には、さきの層内分散に差のあることは、上述の結論に対して、さほど意味を持ちえない。結局、職業・学校ないしは、年齢・性別によって(この両者は、実際は、同じことを示している)歩行者交通生成量に大きな差があり、これと比較するならば、世帯収入や車の保有状況による差は少ないといえることができる。

このようにして得られた層別の歩行者交通量生成原単位は、図-3 にあわせて示してある。

c) 層別生成原単位と地区の特性

層別の生成原単位に、地区による変動があるかどうかを検討するために、前述の 27 の地区を 10 にまとめ、不明を加えて 11 の層を編成して、職業・学校層別との間で 2 元配置の分散分析を行なってみた。分散分析表は表-4 に示す。危険率 0.05 における  $F(\phi_1, \infty)$  ( $\phi_1 = 5, 10, 50$ ) は、それぞれ 3.35, 2.52, 1.60 であるから

表-4 トリップ回数に関する2元配置分散分析表

	歩行者交通量				住区内徒歩トリップ	徒歩トリップ端末
	平方和	自由度	平均平方	分散比 (F)	分散比 (F)	分散比 (F)
第1要因 (職業・年齢)	2091	5	403.76	96.18	138.47	39.00
第2要因 (地区)	383	10	38.26	9.11	7.46	27.00
交互作用	385	50	7.70	1.83	1.69	3.66
残差	15792	3762	4.20	—	—	—
合計	18579	3827	—	—	—	—

第1要因(職業・学校層)はもとより、第2要因(地区)の影響、さらには両要因の交互作用も否定できない。ただし、第1要因に比べれば、第2要因の影響はかなり小さいし、交互作用については、危険率をさらに厳しくとれば、否定されることになる。

同表には、住区内徒歩トリップと徒歩トリップ端末の場合についても分散比を計算してあるが、これによれば、徒歩トリップ端末では地区による影響が非常に大きくており、第1要因の影響に匹敵するほどである。

このように、歩行者交通量の生成原単位については、地区による差異も決して無視できるものではないことがわかる。

## (2) 地区特性による発生原単位の説明

### a) 地区特性指標

前章にも述べたように、歩行者交通量の発生原単位の地区間変動は、全トリップや徒歩トリップの場合より、かなり小さいものとなるのであるが、その変動係数は必ずしも十分に小さくはない。そこで、この地区間の変動を地区の特性で説明することを考える。いま、地区の特性としては、住民の構成、交通サービスの状況、土地利用性向、地区の位置、形状などを考え、表-5に定義を掲げたような17個の説明変数を設定した。

これらの説明変数に対し、住区内徒歩トリップ、徒歩トリップ端末および歩行者交通量の発生原単位を従属変数として、相関分析を行なった。各説明変数に対する単相関分析の結果、相関係数は、表-5に併記したとおりである。また、これら17の変数を用いて、重相関分析を行なった。この方法は、説明変数を1個から17個まで順次増していく方法を取り、この際、採り入れる変数は、相関係数が最も高くなるものを加えることにした。こうして進めていくと、相関係数は、どこまでも大きくなっていくのであるが、ここでは、自由度によって調整した決定係数( $r^{*2}$ )すなわち重相関係数を $r$ とすれば

表-5 地区特性と相関分析の結果

説明変数	備考	単相関における相関係数			重相関モデルに現われる順序		
		徒歩トリップ	徒歩端末	歩行者交通量	徒歩トリップ	徒歩端末	歩行者交通量
1. 地区面積	地区の面積 (ha)	-0.39	0.27	-0.36		5 (-)	
2. 平均半径	地区周長と円型仮定より求めた半径 (m)	-0.37	0.28	-0.32			
3. 地域界面接率	地区周長のうち、対象地域界の占める率 (%)	0.15	-0.12	0.12			4 (+)
4. 経済活動量	商品販売額と製造品出荷額の合計 (100万円)	0.37	-0.41	0.25			
5. バス停密度	(箇所/ha)	0.52	-0.43	0.44			
6. 地下鉄駅からの距離	(km)	-0.26	0.04	-0.31	4 (-)	8 (+)	2 (-)
7. バス運行回数	地区を通過するバス路線の総運転回数 (本/日)	-0.33	0.11	-0.37			3 (-)
8. 壮年男子構成比	住民中 22~60 才男子の人口比率 (%)	0.39	-0.54	0.20	7 (+)		
9. 交通安全度	アンケート調査による得点の平均	0.33	-0.38	0.21	8 (-)		
10. 持家率	アンケート調査による持家に住む世帯の比率 (%)	0.06	-0.05	0.05	6 (+)	6 (-)	5 (+)
11. 専用住宅率	アンケート調査による専用住宅に住む世帯の比率 (%)	-0.51	0.59	-0.33			
12. 都心到達時間	アンケート調査による名古屋都心(米)までの所要時分の平均 (分)	-0.19	0.09	-0.20	5 (+)	7 (-)	7 (+)
13. 最寄停留所までの所要時分	アンケート調査による最寄停留所(駅)までの所要時分の平均 (分)	0.07	-0.15	-0.00	3 (-)	3 (-)	
14. 相対所得	アンケート調査による世帯年収(6段階)の得点平均	-0.52	0.49	-0.39	2 (-)	4 (+)	6 (-)
15. 車占有者率	アンケート調査による車を自由に使用できる人の率 (%)	0.21	-0.47	-0.00		2 (-)	
16. 徒歩母数率	住民中小中学生以下および無職の人の率 (%)	-0.22	0.24	-0.15			
17. 人口密度	住民登録による (人/ha)	0.61	-0.59	0.45	1 (+)	1 (-)	1 (+)

$$r^{*2} = 1 - (1 - r^2)(k - 1) / (k - P - 1)$$

ここに  $k$  ; データの数,  $P$  ; 説明変数の数を求め、この値の増加がほとんどみられなくなるところの変数組合せを最適の重相関方程式であると考えた。この  $r^{*2}$  の増加の様子は 図-4 に示したが、どの場合も

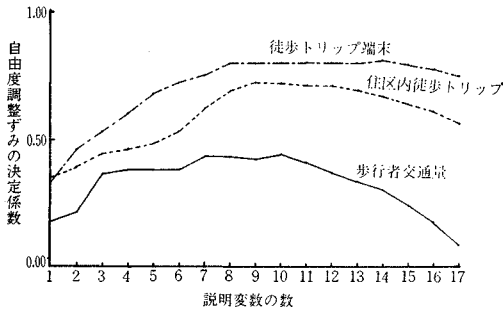


図-4 説明変数の増加と決定係数

7~8 個の変数で、 $r^{*2}$  の増加が止まっている。なお、歩行者交通量においては、3 変数以後、 $r^{*2}$  の向上がしばらく鈍る傾向がみられる。このようにして、採用される説明変数の順序は、表-5 にあわせ示してある。同表の ( ) 内の負号は、各指標が目的変数に対して、正要因か負要因かを示している。

このほか、前述の層別生成原単位の有意性が、年齢・性別層において高かったことより、これら各層の住民構成比を説明変数として相関分析を試みた。しかし、この重相関モデルでは、重相関係数が大変小さく、回帰係数の有意性が確認できなかった。

**b) 相関分析の結果**

表-5 より、歩行者交通量の相関係数は、住区内徒歩トリップや徒歩トリップ端末と比べて低くなっている場合が多い。母相関係数  $\rho=0$  なる仮説を危険率 5% で棄却しうる相関係数の絶対値は、この場合 0.381 以上であるから、有意な相関性を示しているものは、前者では 2 つのみである。これに対し、後 2 者では数多くみられ、専用住宅率や人口密度などで、危険率 1% でもなお有意な相関性を示している。これは、徒歩トリップと徒歩トリップ端末は、それぞれ地区特性に有意な相関を有し、地区間の差を持っているが、これらが相互に地区特性を逆に反映しているために、両者の合計である歩行者交通量の地区特性に対する反応を、非常に微弱なものにしているためであろうと考えられる。住区内徒歩トリップと徒歩トリップ端末の相関係数の符号がすべて逆であることが、これを示している。

結局、最も相関性のよい指標は人口密度であって、今歩行者交通量を  $y$  とすると、人口密度  $\rho$  の増加は、次の回帰式に示すように、 $y$  の増加をもたらすことになる。

$$y = 2.030 + 0.0017 \rho \dots \dots \dots (1)$$

このとき、相関係数  $r=0.45$  で、この指標によって歩行者交通量の地区変動は、20% 説明できたことになる。

**c) 重相関分析**

さらに、地区特性指標による説明度を高めるため、多変数の回帰モデルを作成する試みでは、先にも述べたように、説明変数 3 個の場合の回帰式が最も適当であると考えられ、このときの説明変数は、人口密度 ( $\rho$ ) のほかに、地下鉄からの距離 ( $d_M$ ) とバスの運行回数 ( $f_B$ ) が加わる。この  $d_M, f_B$  両者とも、負要因として働いている。バスの運行回数は、バスの利用率を向上させ、したがって徒歩トリップ端末量を増加させるのであるが、その効果以上に、住区内徒歩トリップを減少させる働きが強く、結果として、負要因となっている。回帰方程式は、次に示すようになり、重相関係数は  $r=0.66$ 、これにより地区変動は 44% 説明されている。

$$y = 2.508 - 0.0296 d_M - 0.0005 f_B + 0.0008 \rho \dots \dots \dots (2)$$

次に、住区内徒歩トリップと徒歩トリップ端末のおおのについての重相関モデルは、いずれも 8 変数のとき最適であり、このときの決定係数は、それぞれ 0.79 と 0.86 である。また、7 変数により、歩行者交通量を説明するモデルにおいては、決定係数を 0.58 まで高めることができた。なお、これらの方程式における回帰係数は、 $F$  検定の結果、いずれも有意であるが、その程度は、歩行者交通量の 7 変数モデルの場合が最も落ちる。すなわち、危険率を 1% 以下にとると、この場合には回帰係数がすべて 0 であるという仮説を棄却できない。

**(3) 歩行者交通量の推計モデル**

住区内の歩行者交通生成量を地区別に推計するモデルとしては、地区の住民の層別構成比に基づいて、層別生成原単位を用いて推計する方法と、地区特性指標との相関関係を用いて地区全体の生成量を推計する方法が考えられる。いま、これを式で表わせば、前者は、

$$y_i = \sum_{j=1}^n \alpha_j \times P_{ij} \dots \dots \dots (3)$$

ここで  $y_i$  :  $i$  地区の歩行者交通生成量  
 $\alpha_j$  :  $j$  層の生成原単位 (トリップ/人・日)  
 $P_{ij}$  :  $i$  地区の  $j$  層人口  
 $n$  : 層の数

となり、後者は、

$$y_i = a_0 + \sum_{k=1}^m a_k V_{ki} \dots \dots \dots (4)$$

ここで  $a_k$  : 回帰係数 ( $k=0 \sim m$ )  
 $V_{ki}$  :  $k$  番目の地区特性指標の  $i$  地区の値  
 $m$  : 採用する説明変数の数

である。この場合には、歩行者交通量  $y_i$  を別個に推計

した住区内徒歩トリップ量  $w_i$  と、 徒歩トリップ 端末量  $t_i$  の合計として求めることも考えられ、

$$y_i = w_i + t_i = b_0 + \sum_{k=1}^l b_k V_{ki} + \sum_{k'=1}^{l'} b_{k'} V_{k'i} \dots \dots \dots (5)$$

ここで  $b_k, b_{k'}$  : 回帰係数  
 $l, l'$  : 説明変数の数

とも表わされる。

いま、上述の分析に基づき、式(3)の型としては、 $\alpha_j$  として、職業・学校による層別生成原単位と車の保有状況による層別生成原単位を用いてみた。前者では  $n=6$ 、後者では  $n=4$  (不明を含む) となり、それぞれの  $\alpha$  値は図-3 に示したものをを用いる。なお、不明層の原単位は、全体の平均原単位 2.30 を用いる。

次に、式(4)の型をしたものとしては、前節に掲げた式(1)および(2)が妥当である。ここではさらに次の7変数による歩行者交通量推計モデルをもこれに加えた。

$$y = 2.090 + 0.0024 x_3 - 0.0556 x_6 - 0.0003 x_7 + 0.0054 x_{10} + 0.0305 x_{12} - 0.1519 x_{14} + 0.0007 x_{17} \dots \dots \dots (6)$$

ここで、 $x_i$  は、表-5 に示す地区特性指標の値を表わす ( $i$  は、同表左端の番号)。また、式(5)の型としては、単相関モデルの重ね合せた型で

$$y = 1.478 + 0.2994 S_B + 0.0054 r_s \dots \dots \dots (7)$$

ここで  $S_B$  : バス停密度  
 $r_s$  : 専用住宅率

および、8変数の重相関モデルを重ね合せた型で

$$y = 2.557 - 0.0107 x_1 - 0.0702 x_6 + 0.0439 x_8 - 0.0069 x_9 + 0.0510 x_{12} - 0.0627 x_{13} - 0.3249 x_{14} - 0.0147 x_{15} - 0.0005 x_{17} \dots \dots \dots (8)$$

ここで  $x_i$  は、式(6)と同様  
が用いられる。

(4) 推計モデルの比較

以上にあげた推計モデルの比較を行なうために、得られている現況データを用いて、モデル式による推計値と実現値との  $\chi^2$  値を計算し、適合度の比較評価を試みた。ここで求めた推計値は、いずれも、ここでいう実現値を用いて誘導されたモデル式によっている。したがって、将来推計においても、ここに求めたような適合度を期待することはできない。また、ここで比較する適合度の相対的良否が将来推計においてそのまま維持される保証もない。しかし、この適合度の良否によって現況を説明するモデルとしてよく適合しているか否かの判断は可能であろう。

なお、比較のために、上述のモデルのほか、一律の原

単位による推計モデル

$$y_i = 2.30 P_i \dots \dots \dots (9)$$

ここで  $P_i$  :  $i$  地区の人口

および、27 地区を東西両地域に分けて得られた平均原単位を用いた両地域一律原単位モデル

$$y_i = \begin{cases} 2.22 P_i & (i \leq 18) \\ 2.47 P_i & (19 \leq i \leq 27) \end{cases} \dots \dots \dots (10)$$

さらに、全トリップ生成量の実現値  $C_i$  を用い、これに一律の歩行者交通量構成比を乗じて地区の歩行者交通量を求めるモデル

$$y_i = 0.76 C_i \dots \dots \dots (11)$$

の3モデルをもあわせて、比較している。

$\chi^2$  値計算の結果は、表-6 に示した。この結果を次章に考察する。

5. 推計モデルの適合度と残差

(1) 適合度の検討

ここで、比較検討されるモデルは、表-6 にその内容を示した 10 のモデルである。 $\chi^2$  値の計算の結果は、

表-6 推計モデル  $\chi^2$  値一覧表

モデル	モデル名	内 容	$\chi^2$ 値
1	職業・学校層化モデル	層別生成原単位を用いたモデル (職業・学校による層化)	169
2	車保有層化モデル	層別生成原単位を用いたモデル (車保有状況による層化)	85
3	単相関モデル	人口密度との単相関関係を用いたモデル (式(1))	60
4	単相関重合モデル	二つの単相関モデルを重ね合せたもの (式(7))	70
5	3変数モデル	説明変数3個の重相関モデル (式(2))	45
6	7変数モデル	説明変数7個の重相関モデル (式(6))	34
7	8変数重合モデル	二つの8変数重相関モデルを重ね合せたもの (式(8))	38
8	一律原単位モデル	全地区に一律生成原単位を適用したもの (式(9))	76
9	両地域原単位モデル	東・西両地域のそれぞれに一律生成原単位を適用したもの (式(10))	53
10	構成比モデル	全トリップ生成量実現値に一定比を乗じたもの (式(11))	23

同表に示すようになる。推計モデル作成の目的は、一律の原単位を用いる場合よりも、地区の特性を表現できるような方法を求めることであるから、適当な推計モデルの  $\chi^2$  値は一律原単位モデルのそれを下回ることが必要である。この点からすると、層別生成原単位の両モデルは、いずれもこれを満たしていない。特に、職業・学校層化モデルは、非常に大きな  $\chi^2$  値を有している。

これに対し、相関モデルは、いずれも一律原単位モデルよりかなりよい適合度を示している。その中では、住区内徒歩トリップと徒歩トリップ端末を別個に推計して、これを合計した型のモデルが相対的に  $\chi^2$  値が高く



なっている。また、東、西両地域の交通生成量の差は、先にも述べたように、顕著なものがあり、地区特性による相関モデルは、この差を表現できるものであることが望ましいが、3変数および7変数は、両地域原単位モデルより適合度がよく、この点をも満足している。

相関モデルに関しては、当然のことながら変数の多いモデルほど適合度がよくなっている。特に、単相関モデルでは、両地域原単位モデルよりも  $\chi^2$  値が高く、十分な推計モデルとはいいがたいようである。しかし、3変数と7変数の場合では、 $\chi^2$  値にさほどの差がみられず、説明変数調整の手数を考えるとき、どちらのモデルを適当とするかは問題のあるところであろう。

なお、構成比モデルは、きわだってよい適合度を示している。これは、各地区の歩行者交通量構成比に変動の少ないところから推測はついたことである。しかし、ここでは全トリップ量として実現値を用いており、一般には、全トリップの実現値がわかっているときは、歩行者交通量についてもわかっており、推計の必要はない。したがって、ほかのモデルとの比較は、全トリップ量の推計における適合度とここに示す適合度を重ね合わせて議論しなければならない。このように、直接的な比較は避けねばならないが、しかし、もし、非常に良好な全トリップ量推計の方法が得られたような場合には、この構成比によって歩行者交通量を推計することが妥当であろう。

(2) 推計残差の考察

ところで、層別生成原単位モデルは、どのような地区において  $\chi^2$  値を大きくしているのであろうか。このような点を検討するために、一律原単位モデル、職業・学校層化モデル、単相関モデルおよび7変数モデルの4モデルについて、推計誤差を分析してみた。いま、 $i$  モデルによる  $j$  地区の推計値  $E_j^i$ 、実現値  $R_j$  に対して、

$$F_j = E_j^i / R_j \times 100 \dots\dots\dots (12)$$

を計算し、これを図示すると、図-5 のようになる。

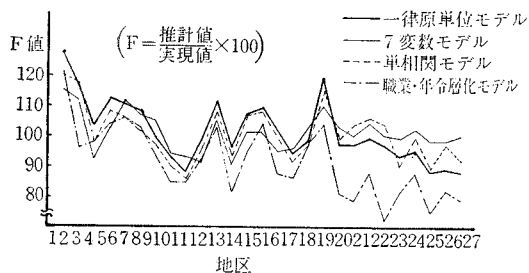


図-5 推計残差の分布

これからわかるように、職業・学校層化モデルは、一律原単位モデルの偏差をより強調した型になっている。特に、西地域 (19~27 地区) の生成量増加の傾向をまったく説明できておらず、この地区における  $F$  値がすべて

80 前後を示している。これは、この西地域の交通量増加が、住民の構成が異なるという事情以外の特殊な要因であることを示している。

このような地域偏差を含めて、全体的にこの層化モデルの推計値は、実現値を下回って推計されており、全地区合計では 90% にしかならない。そこで、いま、各地区推計値を 1.10 倍して補正したうえで、再び  $\chi^2$  値をとると 116 になる。いずれにしても、 $\chi^2$  値は相関モデルよりかなり大きい。このような推計値合計の誤差は、ほかのモデルにはみられない特色であった。

一方、単相関モデルは、一部を除いて、だいたい、 $F$  値が 90 から 110 の間に納まっている。しかし、やはり、西地域各地区での  $F$  値の低下は認めない。これに対し、7変数モデルでは、西地域ではほぼ適格に実現値を表わしており、この差異が  $\chi^2$  値の差を生んでいるものとみることができる。

(3) 地区の特性について

東、西両地域の差異については、前節に述べたように7変数モデルなどで、ほぼ説明ができる。いずれのモデルでも説明ができない大きな残差がみられるのは、むしろ東地域の中の一部地区である。いま、図-5 によって、これらの地区を抽出してみると、01 と 18 の両地区において大きく過大推計しており、05 地区がこれに次いでいる。過少推計のほうは、さほど大きな偏りはないが、09、さらに 08、10 の地区が実際より少なめになっている。これらの地区を図上に示すと、図-6 のようになるが、

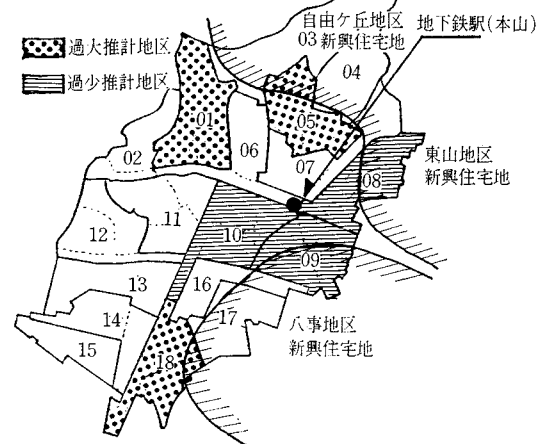


図-6 推計誤差にみる特異地区

01, 18, さらに 05 地区は、いずれも旧市街地と昭和 30 年代以後開発された新興住宅地との中間地帯に含まれており、比較的最近まで農地などの残っていた区域である。最近はこの区域にマンションなどの建設が急であるが、依然として人口密度もさほど高くなく、01, 05 両地区

は、今回の対象地域の中でもバスの便の悪い地区になっている。このような総体的都市活動力の低さというようなもの、これら地区の歩行者交通量を異常に低くしているのではなからうか。なお、01 地区には旧利が広大な敷地を占めている。08, 09, 10 の地区は整然とした閑静な高級住宅地であるが、数多くのバス路線が連絡する地下鉄本山駅をとりまいて位置していることが特色である。どちらかという、徒歩トリップ端末の量が他地区より大きく出しており、このような交通の便によって外出が多い地区と考えることもできる。

以上、本節の議論は憶測の域を出ず、地区の特性の中には、未だ説明しつくされぬものも多くあることが察せられる。このように地区の歩行者交通量は十分に説明されたとはいえないが、この先の分析はより広域かつ多数のデータを必要とするものと考えられる。

## 6. 結 語

本論で分析、考察を進めてきた結果は、住区内歩行者交通量の推計方法について、次のように要約できる。

(1) 歩行者交通量の生成原単位は、ほかのトリップと比べて、地区による変動が少ない。

(2) 歩行者交通量は、住区内徒歩トリップと徒歩トリップ端末とからなるが、両要素の地区特性との相関はまったく逆であり、この結果、歩行者交通量は平均化されている。

(3) 住民の階層による歩行者交通生成量の差はかなり顕著なものがあり、特に、職業・学校による層別において著しい。

(4) 自家用車を保有する世帯の歩行者交通量は、そうでない世帯より少ない。

(5) しかし、層別の生成原単位で地区ごとに歩行者交通量を推計する方法は、あまり精度がよくない。

(6) 歩行者交通量の多寡に最も大きな影響を与える地区特性は、人口密度（正要因）であるが、このほか、住区内徒歩トリップには、世帯所得、バス停密度などが、徒歩トリップ端末には、専用住宅率、壮年男子構成比などが影響する。

(7) 地区の歩行者交通量推計モデルとしては、地下鉄駅からの距離、バスの運行回数、人口密度を説明変数とした重相関モデルが適当であろうと思われる。

住区内の歩行者交通量を推計する方法を求めるために進めてきた研究であるが、この過程で歩行者交通量が住区内徒歩トリップと徒歩トリップ端末という、あらゆる面でその発生特性が相反する二つの要素から成り立っていることがわかったことを改めて強調しておきたい。

もちろん、以上の結論は、いずれも名古屋市の一部に

おいて得られたデータについて分析を進めているものであるから、即座に、これを一般化することは妥当ではない。しかし、いずれの地域においても、ここに分析したような方法論は成り立つであろうし、そこで得られる結論の傾向に大きな差はないものと思われる。

本来、生成原単位というものは、交通発生の分布推計に当たってはコントロール・トータルとして用いられるものであり、その意味で、本論のように小地区における生成原単位の変動を分析することはあまりためされない。しかし、歩行者交通量においては、一般にそのトリップ長が短く、自宅をベースとするトリップの比率が極度に高い。さらに、分布においては、いわゆる内内トリップが非常に多くなる傾向がある。それゆえ、各地区の生成量が、そのまま交通分布のパターンに与える影響が大きいといえよう。今後は、この生成量を基礎において、交通量の分布を分析していく方法を考えていきたい。

なお、前節にも触れたように、未だ説明しえない地区の特性もあり、さらに、施設配置等との関連を含めて考察を深めたいと思っている。

本研究に当たっては、データ収集に関して、名古屋市総務局企画課の協力によるところが大きい。特に、同課杉野尚夫氏の協力に感謝したい。また、研究の各段階において、名古屋大学工学部 河上省吾助教授を初めとする市民交通計画研究会メンバーの適切な助言があったことを記して感謝する次第である。なお、データの処理および統計解析に当たっては、名古屋大学および京都大学の両大型計算センターのシステムを利用した。

## 参 考 文 献

- 1) 大阪市立大学工学部交通工学研究室：交通機関利用実態調査報告書，1966-3。
- 2) 広島都市交通問題懇談会：広島都市圏における総合交通計画に関する報告書，1971-6。
- 3) 黒川 洗：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。
- 4) 東京都市群：東京都市群パーソントリップ調査報告書から，1970。
- 5) 京阪神都市圏パーソントリップ調査委員会：パーソントリップ調査報告書，1971-3。
- 6) 中京都市群パーソントリップ調査協議会：中京都市群パーソントリップ調査報告書，1972-3。
- 7) レオ・F・シノア，H・フェーギン編：都市調査と政策計画，鹿島出版会，pp. 79~101，1970-8。
- 8) 竹内伝史・谷 憲幸：徒歩交通の発生に関する基礎的考察，土木学会第26回年次学術講演会講演集第4部，pp. 125~126，1971-10。
- 9) 竹内伝史・山際喜義・杉野尚夫：名古屋市における交通実態調査について，土木学会中部支部研究発表会講演概要集，pp. 91~94，1971-11。
- 10) 奥野忠一・久米 均・芳賀敏郎・吉澤 正：多変量解析法，日科技連，pp. 44~47，1971-10。
- 11) 松本嘉司：土木解析法(1)，技報堂，1971-11。

(1972.7.20・受付)