

鉄道駅へ集中する通勤アクセス交通の 輸送分担特性と発生圏域の区画法

MODAL CHOICE IN ACCESS TRIP TO THE STATION AND DETERMINING THE TRIP-GENERATION AREAS

毛利正光*・渡辺千賀恵**

By Masamitsu MOHRI and Chikae WATANABE

1. はじめに

モータリゼーションの進行している現在、最も優先されるべき交通計画の理念の1つは、従来から指摘されているとおり、街路の運用によって面的な歩車分離を図ることにある。高密度市街地ではこれは計画原則であるといってもよいであろう。そして実際に行政面においてはすでに「生活環境道路」¹⁾ づくりとして具体化が進められつつあり、それに伴って自転車交通や徒歩交通などを対象とする局地的交通計画論が当面する研究課題となっている。

特に、衛生都市など、鉄道駅に輻湊する一点集中型の通勤アクセス交通（以下、単にアクセス交通）が主要なODパターンとなっているような都市では、こうした歩車分離の問題とともに、歩行者と自転車の錯綜問題も表面化している。アクセス交通は時間的、場所的に集中して発生し、しかも街路網は細く込み入っているために、駅近傍における局所的な混合現象が現れ、多くの鉄道駅に共通した問題になっている。自転車道路網や自転車置場を整備することは、自転車の利便と安全確保という個別目標はもちろん、歩車分離理念の実践という観点からしても重要な意味をもっている。

ところで現行の道路構造令をみると、個々の道路に関しては車線主義を原則とする立場から必要に応じて自転車道や歩道を車道と分離して安全性を確保することが規定されている（道路構造令，第10条，第11条，第39条）²⁾。また、たとえばラドバーン方式に典型的にみられる完全歩車分離を道路構造面から規定するものとして歩行者専用道路が示されている（同上，第40条）。しかし、これらの規定は新設または改築される個別道路の構造を明示するものであるために、既存細街路の運用に依

存することの多い自転車道の面的配置などについてはその守備領域外におかれており、現在、その技術的基準の設定が1つの研究課題となっている³⁾。

アクセス自転車交通に関する計画論の内容は、主として、① 置場の位置と規模、② 道路網の配置という2つである。前者のうち位置については置場選択特性の観点から置場の分担圏域区画法を検討しすでに報告したが⁴⁾、置場の規模ならびに後者については、自転車交通の発生圏に関する研究が先行される必要のあることを指摘するにとどまった。そこで本報告ではこの発生圏を考えることにする。

アクセス自転車交通の発生圏についてはこれまで2、3の報告をみることができる。高岸⁵⁾は、徒歩・自転車およびバスの3者間の競合関係から発生圏が求まると考え、所要時間と費用を合計した「総費用」概念を採用し、その総費用が等しくなるような点 (x, y) の軌跡をもって境界とみなす立場にたって、各発生圏の境界式を解析的に考察している。松井ほか⁶⁾は、都心までの所要時間が最短となる鉄道駅に通勤者はアクセスすると仮定し、やはり徒歩、自転車、バスの3種類を対象として高岸と同様の方法で境界線を検討している。一方、山川⁷⁾は、自転車の利用率は競合手段（バス）との所要時間の比によって規定されると考え、千葉県柏市での調査データから利用率と時間比の関係を求め、かなり明確な相関を得ているが、しかし徒歩については、駅から距離約1.2 km 以内で自転車と徒歩とが競合することを示唆するにとどまり、3手段間の相互関係にまでは触れていない。高岸や松井の解析的方法が通勤者のアクセス手段選択特性をアприオリに仮定する演繹法をとっているのに対し、山川はまずその選択特性自体を調査データの分析を介してみいだそうとする帰納法をとっており対照的である。

アクセス交通は、その発生メカニズムの観点からみると、通勤者の交通手段選択挙動の1つの形態であるか

* 正会員 工博 大阪大学教授 工学部土木工学科

** 正会員 工修 岐阜工業高等専門学校助教授 土木工学科

ら、直接の目的が自転車交通の発生圏域を区画することにあるとはいえ、単に自転車だけを単独に扱うだけでは十分な成果はあげにくいであろう。どの圏域からどのくらいの自転車が発生するかは、アクセス手段の相互関係を把握せずしては推定できない性質のものであろう。

本報告はこのような認識から、鉄道駅に集中する通勤アクセス交通を研究対象とし、① 徒歩と自転車とバスの輸送分担における相互関連を明らかにするとともに、② 特に自転車交通計画への適用を配慮して各アクセス手段の発生圏域の区画法を吟味したものである。いいかえれば、自転車交通を中核としてアクセス手段の輸送分担機構とその応用について考察したものである。

ところで、いま研究対象とするのは鉄道駅へ集中するアクセス交通だけであるから、その発生圏域とはいいかえれば駅勢圏のことである。普通、慣用的に「駅勢圏」という場合、アクセス手段を特に限定しないが、厳密に言えば本来

- ① 徒歩駅勢圏
- ② 自転車駅勢圏
- ③ バス駅勢圏

といったように、アクセス手段ごとに別個の駅勢圏が存在する。ここでは以下、それぞれを「徒歩圏」、「自転車圏」、「バス圏」と略称する。

なおアクセス交通の研究といっても、郊外鉄道駅では自動車が発関してくるが、これについては、いわゆるパーク・アンド・ライドの研究という形で別に報告しているので⁸⁾、本報告では衛星都市など市街化の進んでいる地域でのアクセス交通に視野を限定する。

2. 調査の概要

調査の対象地域としては、昭和48年から鉄道駅の周辺に自転車用の無料置場がいくつか設置され、通勤自転車交通が著しく増加している大阪府高槻市を選定した(文献4)を参照)。高槻市は大阪市の衛星都市としてかなり大量の通勤者が鉄道駅へ集中している点、調査に適した条件をもっている。

調査方式は、図-1に示した阪急高槻市駅の南側一帯を対象とする無作為抽出の世帯調査とした。具体的には、この地域の世帯名簿を用いて、集計結果の信頼性と集計作業能力とを勘案して1000世帯を無作為に選びだした。

調査票の配布と回収はいずれも郵送方式とし、世帯名簿に記載されていた住所へ1974年11月16日に調査票を送付したが、実際には転居によって該当者不明があったため、実配布数は987部となった。回収数は732部、回収率は約74%であった。

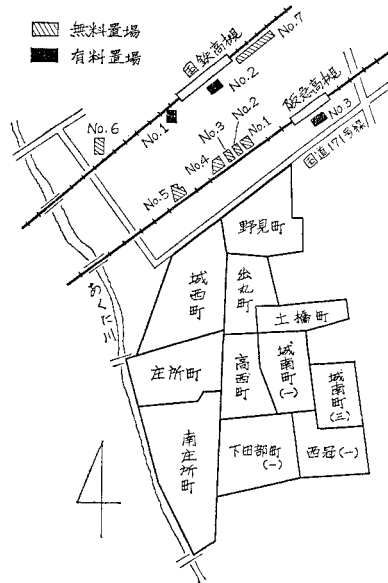


図-1 調査対象地域

3. 2段階の二者択一型選択

衛星都市のように市街化の進んだ地域で通勤者のアクセス手段選択挙動を分析する場合、その対象として考慮しなければならないのは、徒歩・自転車・バスの3種類である。郊外鉄道駅の場合にはさらに車が関与してくるため、いわゆる Park-and-Ride 問題という形で定式化することになるが、いまここでは車を対象外におくことができる。つまり、1つの三者択一型の選択問題として扱えるわけである。

しかし、分析の便宜からいえば、三者択一型のままでは処理しにくいので、二者択一型に変形できれば都合がよい。そこでまず、定量的な作業に入る前に簡単な集計を行い、各アクセス手段の発生状態を定性的に観察しておくことにする。

図-2は、アクセス手段別に地理的発生分布を描いたものであるが、これによると、発生圏域は各手段ごとに明確には分離しておらず、かなり重複している。しかし、おおまかには、鉄道駅に近い圏域で徒歩の発生頻度

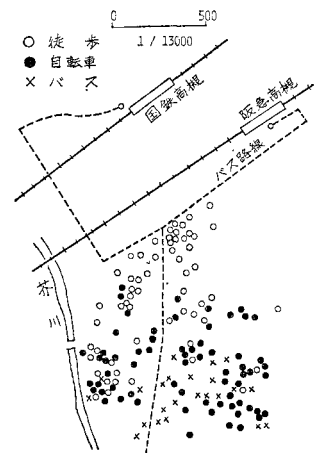


図-2 発生地点分布

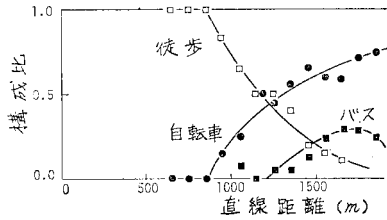


図-3 構成比の距離変化

が高く、遠い圏域で自転車の頻度が高いこと、およびバス路線の近傍でバス頻度の高いことがわかる。

この傾向をもう少し計量化してみやすくするために、鉄道駅を中心に 100 m 間隔の同心円を描き、各距離帯ごとに構成比を求めてみたのが図-3である。この図は上の平面分布をよく補足している。すなわち、徒歩構成比が距離につれて減衰するのに伴い、自転車・バスはそれとは対照的に漸増する関係にあることがわかる。徒歩の減少分が自転車の増加にまわるかバスにまわるかは、バス路線の有無によって決まるようである。

この観察の結果、徒歩との競合を問題にする場合には自転車とバスとをひとまとめにして徒歩に対置してよいように思われる。本論では、以下、自転車とバスを一括して扱うことにし、それを徒歩に対して「非徒歩」とよぶことにする。ただし非徒歩は、徒歩との競合関係を分析する都合で仮に設定されたにすぎず、非徒歩内部での競合関係までもを無視するものではない。自転車とバスとはやはり競合しているとみななければならない。つまり、ここでは、三者択一問題を、① 徒歩と非徒歩の競合、② 非徒歩内での自転車とバスの競合という 2 段階の二者択一問題に変形して扱うわけである(図-4)。

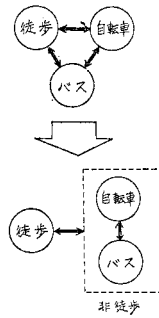


図-4 2 段階の二者択一問題

ところで、通勤者の交通手段選択挙動に関与するおもな要因としては、一般的には、周知のように時間要因と費用要因とをあげ得るが、いま研究対象としているアクセス手段の場合、徒歩・自転車にはほとんど費用要因の影響はないと思われるし、またバスにしても通勤費の勤務先支給制度があるため、費用要因の介在は時間要因に比べて弱いものと考えられる。そこで本論では卓越要因を時間要因 1 つに絞り、鉄道駅への到達時間の大小が通勤者のアクセス手段選択とどのように関係するかを、選択率と時間要因の回帰分析という形で検討してみることにした。

4. 鉄道駅への到達時間の算定

選択率と時間要因の量的関係を求めるにあたっては、まず時間要因の表現を決めなければならない。ここでは従来から用いられている時間差と時間比を併用する。これらの計量には鉄道駅への到達時間があるため、まずその算定について述べておこう。

(1) 徒歩による到達時間

鉄道駅へ徒歩でアクセスしている通勤者の調査データを用いて、徒歩による到達時間 t_w (分) と徒歩距離 L_w (m, 実距離) との関係のみたところ、図-5 に示した回帰直線、

$$t_w = 0.010 L_w + 2.1 \dots\dots\dots (1)$$

(相関係数 0.98)

が得られた。今回の高槻調査では、調査対象地域を駅から約 800 m 以遠にとったため近距離圏域のデータがない。そこで、名古屋市地下鉄藤ヶ丘駅で実施した別の調査データ⁹⁾を挿入してみたところ、この回帰式によくのっていることから、式 (1) は 800 m 以内にも適用できることがわかる。

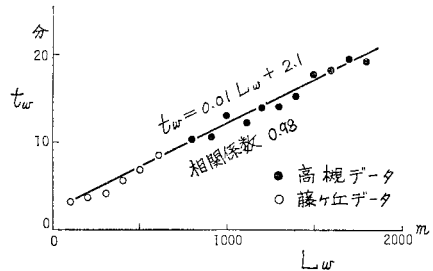


図-5 徒歩到達時間 t_w と徒歩距離 L_w の回帰式

ところで、この式から到達時間 t_w を算定するには、あらかじめ L_w を求めておかねばならないが、住区内の細街路は複雑な街路網形状をしているために、徒歩経路を各通勤者について一義的に推定することは難しい。しかし、前報⁴⁾でも述べたように、通勤者の経路選定の基準が、主として最短経路にあり、実距離 L_w は直線距離 L^* と明確な直線相関を呈するので、この関係から間接的に L_w を得ることができる。 L^* は通勤者の発生地点(自宅)と鉄道駅との直線距離であるから、調査票の地図によって容易に測定できる。

高槻の場合、 L_w と L^* の回帰式は次のとおりである。

$$L_w = 1.185 L^* - 16 \dots\dots\dots (2)$$

なお、回帰式を用いるうえでの問題として、 $L^* < 86$ m において $L_w < L^*$ となる不都合があるので、式 (2) の適用範囲を $L^* \geq 90$ m としてそれ以下では $L_w = L^*$ と

おいた。

(2) 自転車による到達時間

自転車による到達時間 t_z は、① 自宅一置場間の所要時間 t_{z1} と、② 置場一駅間の所要時間 t_{z2} との合計として求まる。

$t_z = t_{z1} + t_{z2} \dots \dots \dots (3)$

所要時間 t_{z1} は、徒歩の場合と同様にして、自転車の走行距離 L_z (実距離) との回帰式から求めた。

$t_{z1} = 0.0047 L_z + 2.3 \dots \dots \dots (4)$

(相関係数 0.98)

L_z は、無料置場の場合については調査から得られた L_z と L^* の直線回帰式⁴⁾を用いて算定した。一方、有料置場については同様の調査を実施していないため、有料置場独自の回帰式を求めることができない。しかし、 $L_z \sim L^*$ 関係は当該地域の街路網状態を総括的に表すものであり、置場によって、あるいは無料か有料かによって著しく変動するわけではないので、ここでは7つの無料置場すべてのデータ(データ数 546)を一括して直線回帰し、その結果得られた次式を有料置場へ援用することとした。

$L_z = 1.267 L^* - 4.317 \dots \dots \dots (5)$

また、所要時間 t_{z2} については、置場一駅間の徒歩ルートがほとんど限定されている点を考えて、調査データを各置場ごとに平均して得た数値をそのまま用いた。

ところで自転車の場合、こうした手順で到達時間を求めるには、通勤者がいずれの置場を選択するか推定せねばならないが、高槻では、駅に隣接した有料置場とともに、駅から少し離れた地点にいくつかの無料置場があるために、どの置場をとるかによって計算結果が変動してしまう。今回の分析では、通勤者が有料置場と無料置場のいずれを選択するかを判定し得る指標をみいだせなかったため、ここでは、① 通勤者すべてが無料置場を利用するとした場合と、② すべてが有料置場を利用するとした場合との両極端を併行作業することにした。

(3) バスによる到達時間

バスによる到達時間 t_b は、① 自宅一バス停間の徒歩時間 t_{b1} と、② バス乗車時間 t_{b2} 、および③ 降車後の徒歩時間 t_{b3} の合計で求まる。

$t_b = t_{b1} + t_{b2} + t_{b3} \dots \dots \dots (6)$

バス乗車時間 t_{b2} は、各バス停の利用者について調査データを平均して直接に得た。徒歩時間 t_{b1} と t_{b3} は上述した徒歩の場合と同じ手順で求めた。

高槻市の場合、鉄道駅周辺のバス停を除き、バスはかなり正確に定刻運行されており、バス利用者は定刻直前にバス停へ到着するので、バス待ち時間を無視した。た

だし、バス運行の遅れが t_{b1} , t_{b2} , t_{b3} に比較して無視できない地域では、待ち時間も t_b の中に加えておく必要がある。

5. 徒歩と非徒歩の選択特性

三者択一問題を2段階の二者択一型として簡略化することはすでに上で述べたが、ここではそのうち徒歩と非徒歩との競合関係について分析する。非徒歩内部での自転車とバスとの競合に関しては次章で述べる。

(1) 時間差および時間比

非徒歩という分類は、三者択一型の選択問題を二者択一型に変形するために導入された仮想の概念であるから、実務作業の段階で非徒歩の到達時間を計量しようとする場合には t_z か t_b で代表させざるを得ない。ここでは、バス選択者数が自転車に比して少なかったことと、 t_z と t_b との差は t_w との差に比べて小さくいずれを採用してもよいと考えられたため、 t_z をもって非徒歩の到達時間とした。

時間差 d および時間比 r は次式で定義した。

$d = t_z - t_w \dots \dots \dots (7)$

$r = t_z / t_w \dots \dots \dots (8)$

ところですでに指摘したように、 t_z を求める際、通勤者が有料置場と無料置場のいずれを選択するかを判定できないという問題がある。もし無料置場の場合であれば、選択に関与する要因は時間要因のみであるが、一方、有料置場であればこのほかに料金すなわち費用要因も絡んでくるため、これらは本来区別して扱わねばならない性質のものである。しかし当面のところ、通勤者集団を有料群と無料群

に分離できなかったため、① すべてが無料置場を経由するとした場合と、② すべてが有料置場を経由するとした場合とを想定して2つの回帰直線を求めることにした。実際回帰直線はこれらにはさまれた領域に入ることになる。

(2) 選択率

選択率の算定は次のとおりである。ま

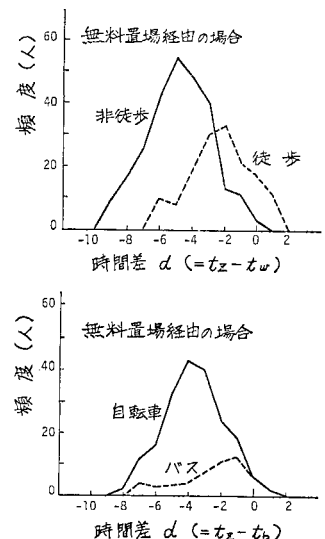


図-6 時間差 d の頻度分布

ず個々の通勤者すべてについて t_w と t_z を求め、それを用いて時間差 d と時間比 r を計算する。ついで、時間差では1分間隔、時間比では0.1間隔で級分類したのち、各級の通勤者集団を徒歩選択者 N_w (人) と非徒歩選択者 N_n (人) とに分け、図-6 に例示したような頻度分布図を描く。

選択率は次式で定義した。

$$P_w = N_w / (N_w + N_n) \dots\dots\dots (9)$$

$$P_n = N_n / (N_w + N_n) = 1 - P_w \dots\dots\dots (10)$$

ここに、 P_w : 徒歩選択率, P_n : 非徒歩選択率である。

(3) 選択特性曲線

こうした一連の作業によって選択率と時間要因の量的関係——選択特性曲線——を得ることができる。図-7 に P_n-d 関係を、図-8 に P_n-r 関係を示した。○印は無料置場経由とした場合、●印は有料置場経由の場合である。また、時間差別、時間別別に各手段の選択者数を表-1 に一覧した。これらの図によれば、時間差 d あるいは時間比 r が大きくなるにつれて非徒歩の選択率 P_n

は小さくなり、到達時間が等しい場合 ($d=0.0$, $r=1.0$) にはほとんどの通勤者が徒歩を選択するという特性が現れている。この点が後述する自転車・バスの場合と大きく異なるところである。当初、分析の便宜から導入した徒歩・非徒歩の分類は、結果的には、徒歩と自転車・バスとの質的差を反映したものであるといえよう。徒歩を交通計画の基本的要素として重視しようとする最近の計画理念に対し、ここで述べた徒歩優位の特性は、その1つの合理的根拠となっている。

なお従来、徒歩圏と自転車圏の境界——徒歩選択率と自転車選択率が50% ずつとなるような境界——を考えると、到達時間が等しくなるような点 (x, y) の軌跡をもって境界線とすることもあるが、今回のデータによると、このやり方では徒歩圏を過少評価することになる。

選択特性曲線の形については、前報⁴⁾でも触れたように、 P_n-d 曲線ではロジスティック関数になり、 P_n-r 曲線ではベキ関数になるといわれているので、これらの関数を参考のため上図にあてはめてみたところ次のとおりとなった。

a) P_n-d 関係

(a) 無料置場経由の場合

$$P_n = \frac{1.29}{1 + 5.71 e^{0.402d}} \dots\dots\dots (11)$$

(b) 有料置場経由の場合

$$P_n = \frac{1.03}{1 + 128.30 e^{0.736d}} \dots\dots\dots (12)$$

b) P_n-r 関係

(a) 無料置場経由の場合

$$P_n = 1.49 \times 0.014^r \dots\dots\dots (13)$$

(b) 有料置場経由の場合

$$P_n = 10.5 \times 0.006^r \dots\dots\dots (14)$$

ただし、これらの関数形はいずれも経験的に用いられているものであり、その理論的背景は必ずしも明確ではないから、実用性の観点からいえば最も単純な直線回帰

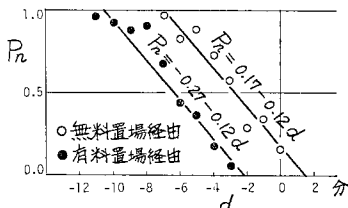


図-7 選択率 P_n と時間差 d の関係

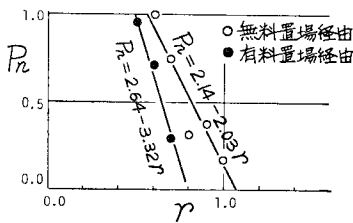


図-8 選択率 P_n と時間比 r の関係

表-1 各アクセス手段の選択者数

(a) P_n-d (無料置場経由)

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| $d \backslash N$ | -9 | -8 | -7 | -6 | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 |
| N_w | (0) | (0) | 1 | 10 | 8 | 19 | 30 | 33 | 21 | 17 | (11) |
| N_n | (9) | (17) | 26 | 42 | 54 | 48 | 40 | 13 | 11 | 3 | (1) |
| $N_w + N_n$ | (9) | (17) | 27 | 52 | 62 | 67 | 70 | 46 | 33 | 20 | (12) |

(b) P_n-d (有料置場経由)

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| $d \backslash N$ | -12 | -11 | -10 | -9 | -8 | -7 | -6 | -5 | -4 | -3 | -2 |
| N_w | (0) | 1 | 3 | 7 | 8 | 23 | 31 | 26 | 24 | 21 | (7) |
| N_n | (5) | 22 | 34 | 45 | 66 | 46 | 24 | 14 | 5 | 1 | (2) |
| $N_w + N_n$ | (5) | 23 | 37 | 52 | 74 | 69 | 55 | 40 | 29 | 22 | (9) |

(c) P_n-r (無料置場経由)

| | | | | | | |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $r \backslash N$ | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 |
| N_w | 0 | 22 | 55 | 37 | 20 | (9) |
| N_n | 23 | 62 | 122 | 22 | 4 | (0) |
| $N_w + N_n$ | 23 | 84 | 177 | 59 | 24 | (9) |

(d) P_n-r (有料置場経由)

| | | | | | | |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $r \backslash N$ | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
| N_w | (0) | 2 | 65 | 45 | (6) | (1) |
| N_n | (2) | 38 | 159 | 18 | (1) | (0) |
| $N_w + N_n$ | (2) | 40 | 224 | 63 | (7) | (1) |

(注) () 印は、 $(N_w + N_n) < 20$ でデータ数が少ないため回帰には使用していない。

表-2 無相関の検定と回帰式

| | 置場 | s | n | t | t ₅ | t ₁₀ | 棄却 | 回帰式 |
|------------------|------|--------|---|-------|----------------|-----------------|----|------------------------------|
| P _{n-d} | 無料置場 | -0.965 | 8 | 9.01 | 2.45 | 1.94 | ◎ | P _n =0.17-0.12 d |
| | 有料置場 | -0.967 | 9 | 10.04 | 2.36 | 1.89 | ◎ | P _n =-0.27-0.12 d |
| P _{n-r} | 無料置場 | -0.939 | 5 | 4.73 | 3.18 | 2.35 | ◎ | P _n =2.14-2.03 r |
| | 有料置場 | -0.987 | 3 | 6.14 | 12.7 | 6.31 | △ | P _n =2.64-3.32 r |

(備考) ◎:危険率 5% で棄却できる。△:危険率 10% で棄却できない。

で十分であると思われる。ただし、データ数が少ないので、式(15)で定義される t が自由度 (n-2) の t 分布をすることをを用いて、無相関の検定をしておく。

$$t = \frac{s}{\sqrt{1-s^2}} \sqrt{n-2} \dots\dots\dots(15)$$

s: 標本相関係数

n: 標本の大きさ (プロット数)

標本相関係数 s および t 値の計算結果、ならびに危険率 5% の場合の棄却領域 t₅ と危険率 10% の場合の t₁₀ とを表-2 に示した。これによると、時間要因の表現として時間差 d を用いて集計した場合にはプロット数 n が増えるため、危険率 5% で帰無仮説「母相関係数=0」は棄却でき、したがって相関は存在するとみなすことができる。しかし一方、時間比 r を用いると n が少なくなるため、有料置場経由の場合では危険率 10% でも棄却できない。この点でいえば、時間比 r よりも時間差 d の方が統計的には信頼できる表現方法であると考えられよう。

直線回帰式を表-2 に併記するとともに、図-7, 8 に図示した。これらの回帰式はいずれも経験的なものであり、どれか 1 つが特に合理的であるというわけでもない。ここでは以下、P_n-d 関係式に基づいて議論を進める。

6. 自転車とバスの選択特性

上では徒歩と非徒歩の競合をみたので、次に非徒歩内部で自転車とバスがどのような関係をもっているかを分析しておこう。

時間差 d, 時間比 r の定義は次のとおりである。

$$d = t_z - t_b \dots\dots\dots(16)$$

$$r = t_z/t_b \dots\dots\dots(17)$$

また選択率は次式で定義した。

$$P_z = N_z / (N_z + N_b) \dots\dots\dots(18)$$

$$P_b = N_b / (N_z + N_b) \dots\dots\dots(19)$$

ここに、P_z は自転車選択率、P_b はバス選択率、N_z は自転車選択者数、N_b はバス選択者数である (表-3)。

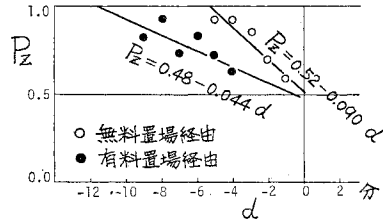


図-9 選択率 P_z と時間差 d の関係

前章と同様の作業を行った結果、図-9, 10 に示すような選択特性曲線を得た。今回の調査では調査対象地域が狭く限定された関係で、t_z >

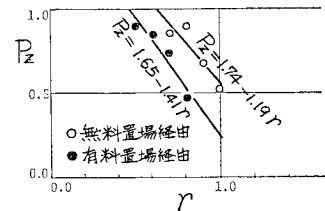


図-10 選択率 P_z と時間比 r の関係

t_b となる圏域でのデータが採取されていないために、d > 0.0, r > 1.0 の範囲にプロットできなかったが、それでもおおよその形状は知ることができる。この図で無料置場経由の場合をみると、前章の結果と異なり、到達時間が等しければ半数ずつ自転車とバスに分かれていた。

前章と同様に無相関の検定結果と回帰式とを表-4 に示した。いずれも危険率 10% では帰無仮説「無相関」を棄却できる。回帰式の適用範囲は、d < 0.0, r < 1.0 である。以下、P_z-d 関係式に基づいて議論を進める。

表-3 各アクセス手段の選択者数

| (a) P _z -d (無料置場経由) | | | | | | | | | | | (c) P _z -r (無料置場経由) | | | | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|------|------|----|----|----|----|----|------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| d | -9 | -8 | -7 | -6 | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | r | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 |
| N _z | (4) | (2) | (12) | (16) | 33 | 43 | 40 | 24 | 18 | (6) | (2) | N _z | (9) | 45 | 90 | 45 | 11 | (1) |
| N _b | (1) | (0) | (4) | (3) | 3 | 4 | 7 | 11 | 13 | (6) | (2) | N _b | (2) | 8 | 12 | 22 | 10 | (0) |
| N _z +N _b | (5) | (2) | (16) | (19) | 36 | 47 | 47 | 35 | 31 | (12) | (4) | N _z +N _b | (11) | 53 | 102 | 67 | 21 | (1) |

| (b) P _z -d (有料置場経由) | | | | | | | | | | | (d) P _z -r (有料置場経由) | | | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|------|----|----|----|----|----|----|------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| d | -12 | -11 | -10 | -9 | -8 | -7 | -6 | -5 | -4 | -3 | -2 | r | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
| N _z | (2) | (6) | (13) | 23 | 43 | 33 | 30 | 22 | 16 | (7) | (0) | N _z | 33 | 114 | 41 | 11 | (1) |
| N _b | (1) | (2) | (0) | 5 | 4 | 12 | 6 | 9 | 10 | (6) | (1) | N _b | 4 | 22 | 15 | 13 | (1) |
| N _z +N _b | (3) | (8) | (13) | 28 | 47 | 45 | 36 | 31 | 26 | (13) | (1) | N _z +N _b | 37 | 136 | 56 | 24 | (2) |

(注) () 印は、(N_z+N_b) < 20 でデータ数が少ないため回帰には使用していない。

表—4 無相関の検定と回帰式

| | 置 場 | s | n | t | t _s | t ₁₀ | 棄却 | 回 帰 式 |
|-------------------|------|--------|---|------|----------------|-----------------|----|------------------------------|
| P _z -d | 無料置場 | -0.950 | 5 | 5.27 | 3.18 | 2.35 | ◎ | P _z =0.52-0.090 d |
| | 有料置場 | -0.776 | 6 | 2.46 | 2.78 | 2.13 | ○ | P _z =0.48-0.044 d |
| P _z -r | 無料置場 | -0.919 | 4 | 3.30 | 4.30 | 2.92 | ○ | P _z =1.74-1.19 r |
| | 有料置場 | -0.941 | 4 | 3.93 | 4.30 | 2.92 | ○ | P _z =1.65-1.41 r |

(備考) ◎:危険率 5% で棄却できる。○:危険率 10% で棄却できる。

この式の中で、 a_1, b_1, m, n, α は定数であるから、上式は、選択率 P_n と置場の位置 $(l, 0)$ をパラメーターとする x - y 関係式である。つまり、計画値 l を決めれば、任意の P_n について $Q(x, y)$ の軌跡を描くことができる。ただし、実用的には、

- ① 非徒歩の圏域限界線 ($P_n=0.0, P_w=1.0$)
- ② 圏域境界線 ($P_n=P_w=0.5$)
- ③ 徒歩の圏域限界線 ($P_n=1.0, P_w=0.0$)

の3つが問題となるから、以下、これらについて考えていくことにする。

ここで上式の各定数の具体的な数値を代入しておく。距離換算係数としては式 (2) および式 (5) において定数項を無視し、

$$\alpha_w = 1.19$$

$$\alpha_z = 1.27$$

とする。 m, n については今回の調査結果をそのまま用いる。

$$m_w = 0.010 \quad m_z = 0.0047$$

$$n_w = 2.1 \quad n_z = 2.3$$

これらの数値を式 (28), (29) へ代入すると次式となる。

$$\sqrt{x^2 + y^2} - 0.50 \sqrt{(x-l)^2 + y^2} = D \dots\dots\dots (30)$$

$$D = 84.0 \left(\frac{P_n - b_1}{a_1} + 2.3 \right) + l \dots\dots\dots (31)$$

(2) 徒歩率曲線との照合

ところで上で用いた数値は高槻という個別地域から採取したものであるから、式 (30), (31) が他の地域に対しても一般的に適用できるかどうかを吟味しておかねばならない。

回帰式の一般性をみるためには、多くの地域で同様の調査を実施し、それらのデータがともに同じ回帰式にのることを確認するのが最も直接的で明確であるが、しかし、このやり方は多大の労力を要するため実際的とはいえない。そこで、間接的な方法として、上式を P_w - L^* 関係式——いわゆる徒歩率曲線——に変形して、既報の諸データと照合させることにした。

既報の調査報告例^{(15)~(18)}では有料置場があるのかどうか記載されておらず、また置場の位置も明記されていない事例が多いため、 l 値を正確には設定しにくい、普通は駅前隣接していると考えられるので、ここでは $l=0$ とおいた。なお、これらの調査データの一部には、徒歩率の算出時に通勤以外のトリップを含めたものがあるが、ここではおおよその一般性を吟味する点を目的にしている、特に問題とはならない。

7. 徒歩と非徒歩の発生圏域区画

(1) 圏域境界線と圏域限界線

上の回帰分析の結果によれば、 P_n と d との間に直線相関が存在すると考えてよいであろう。つまり、

$$P_n = b_1 - a_1 d \dots\dots\dots (20)$$

とかける。ここに、 a_1 と b_1 は係数である。

ところで非徒歩のなかには自転車とバスが含まれているが、既述したように、バスの発生地点はバス停周辺に限られていること、絶対数からいって自転車が著しく卓越していること、さらに t_z と t_b との差は t_w との差に比して小さいことを考慮すれば、非徒歩の到達時間は自転車到達時間 t_z で代表することができる。したがって、

$$P_n = b_1 - a_1 (t_z - t_w) \dots\dots\dots (21)$$

いま実距離を直線距離 L^* と距離換算係数 α を用いて、

$$L_w = \alpha_w L_w^* \dots\dots\dots (22)$$

$$L_z = \alpha_z L_z^* \dots\dots\dots (23)$$

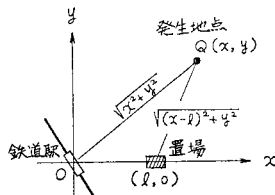
と表せば、到達時間 t_z および t_w は、次式で求められる。

$$t_w = m_w \alpha_w L_w^* + n_w \dots\dots\dots (24)$$

$$t_z = (m_z \alpha_z L_z^* + n_z) + \tau \dots\dots\dots (25)$$

ここに、 m, n は回帰係数であり、 τ は置場—駅間の徒歩時間である。

いま図—11のように、鉄道駅を座標軸の原点とし、鉄道駅 $(0, 0)$ と置場 $(l, 0)$ とを結ぶ線を x 軸とすれば、



図—11 徒歩・非徒歩の場合の座標軸

$$L_w^* = \sqrt{x^2 + y^2} \dots\dots\dots (26)$$

$$L_z^* = \sqrt{(x-l)^2 + y^2} \dots\dots\dots (27)$$

であるから、式 (21) は次のようにかける。

$$\sqrt{x^2 + y^2} - \left(\frac{m_z}{m_w} \right) \left(\frac{\alpha_z}{\alpha_w} \right) \sqrt{(x-l)^2 + y^2} = D \dots\dots\dots (28)$$

$$D = \frac{1}{m_w \alpha_w} \left(\frac{P_n - b_1}{a_1} + n_z \right) + l \dots\dots\dots (29)$$

まず無料置場経由の場合を考えると、式 (30)、(31) で $l=0$ とおき、 $a_1=0.12$ 、 $b_1=0.17$ を代入して変形すると、徒歩率曲線は、

$$P_w=1-P_n=1.106-0.00072 L^* \dots\dots\dots(32)$$

となる。

有料置場経由の場合も同様にして、 $a_1=0.14$ 、 $b_1=0.34$ を代入すれば、

$$P_w=1.662-0.0084 L^* \dots\dots\dots(33)$$

となる。

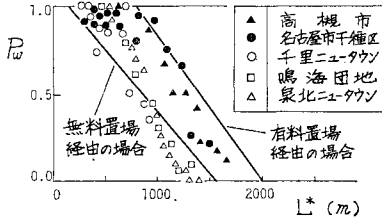


図-12 徒歩率曲線と既報データとの照合

こうして得た2本の徒歩率曲線を5地域での既報調査データと照合してみたのが図-12である。この図によれば、住宅団地のデータの一部分が少しはずれているものの、全体としては両極端の場合を表す2本の徒歩率曲線には含まれた領域に入っている。ここで用いた既報データの場合、実際には地域によって $l=0$ とおくのが妥当でなかったり、あるいは直線距離 L^* が同じでも P_w に地域差の生じている理由が明らかになっていないなど、単純に一般性の検証データとするには弱点が残っているけれども、実態データの多くが2本の徒歩率曲線には含まれた範囲に入ることから、式(30)、(31)が特殊なものではなく、かなりの一般性をもつ可能性が示唆されているといえよう。もちろん、一般性の確認は、これらの式を他都市へ適用してみてその妥当性を判断する中でも進めていく必要がある。

(3) 圏域区分に用いる P_n-d 直線

ところで定数 a_1 、 b_1 であるが、これまでは分析の都合上、2つの極端な場合を想定してそれぞれの数値を求めたが、計画への適用という観点からすると、こうした2通りを常に並行して考慮するのは煩わしいため、あらかじめ a_1 値、 b_1 値を1つに限定しておきたい。そこで以下においては、自転車置場計画で問題となるのは、主として公営無料置場であるとの考えから、既述の図-7の無料置場経由の場合を用いることにし、実務作業の簡

略化をも考慮して、図-13に示されているような、点(0.0, 0.0)と(-8.0, 1.0)を通る次式をもって P_n-d 近似式とした。

$$P_n = -\frac{1}{8}d \dots\dots\dots(34)$$

つまり、ここでは、通勤者集団がある比率で徒歩と非徒歩に分かれる範囲(選択域)を $[-8 \leq d \leq 0]$ とみなし、 $[d > 0]$ ではすべての通勤者が徒歩を選択し、 $[d < -8]$ ではすべてが非徒歩(自転車かバス)を選択するものと考えられることになる。先に述べたように圏域境界線はこの図の点AとCに対応し、圏域境界線はこの図の点Bに対応する。

なお、 a_1 、 b_1 のとり方によって発生圏の広さは変化する。すなわち、 a_1 を大きくすると発生圏は小さくなり、 b_1 を大きくすると発生圏は大きくなる。したがって、これらの数値の決定は圏域区画に影響をもつが、いずれにしても式(34)の近似がどの程度に妥当なものであるかは、あとで実態分布とうまく一致するかどうかで評価される。

(4) 実用式

P_n-d 直線をこのように設定することによって、

$$a_1=1/8, b_1=0$$

となるから、これらの数値を式(30)、(31)へ代入すると次のような式が得られる。

$$\sqrt{x^2+y^2}-0.5\sqrt{(x-l)^2+y^2} = 672 P_n + l + 193 \dots\dots\dots(35)$$

自転車置場の位置を表す l 値が与えられれば、この式によって任意の P_n 値について $Q(x, y)$ の軌跡つまり区分線を求めることができる。

式(35)は $l=0$ のとき、

$$x^2+y^2=(1344 P_n+386)^2 \dots\dots\dots(36)$$

となり、半径 $(1344 P_n+386)$ の円を示す。この半径は P_n のみによって規定されるので、 $l=0$ とみなせる地域すなわち置場が駅に隣接して配置されている地域については、地域属性を考慮することなく、すべて次のような区分線で区画できることになる。

自転車の圏域境界線：半径 390m の円

圏域境界線：半径 1060m の円

徒歩の圏域境界線：半径 1700m の円

このことは、多くの地域での徒歩率曲線が地域属性や街路形態などの相違があるにもかかわらず、ほぼ同一形状をなす実態とよく整合している。

ところで $l \neq 0$ のとき、式(35)は $l=0$ の場合のように簡単な形にならないため数値計算が繁雑である。しかし、この式で事例的に $P_n=1.0$ 、 $l=400$ として計算してみると、図-14に●印で示したようにほとんど円と

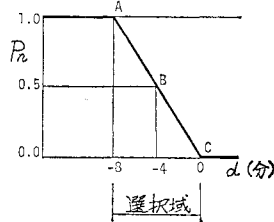
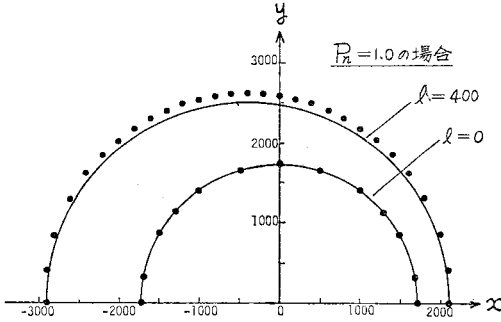


図-13 圏域区分に用いる P_n-d 直線



図一14 数値計算の事例

みなし得る。そこでこの観察に基づき、式(35)から得られる2つのx切片の中点を中心とするような円をもって実用区画式とする。

式(35)において $y=0$ とすれば、2つのx切片 x_1 および x_2 は次のとおりとなる。

$$x_1 = 2D - l \dots\dots\dots (37)$$

$$x_2 = -2D - l \dots\dots\dots (38)$$

円の中心 x_0 は、

$$x_0 = -l \dots\dots\dots (39)$$

となり、また円の半径 R_1 は、

$$R_1 = 2D \dots\dots\dots (40)$$

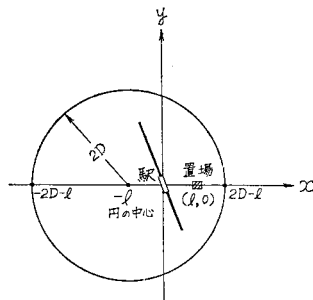
となる。したがって実用式は次式の円で表せる。

$$(x+l)^2 + y^2 = 4D^2 \dots\dots\dots (41)$$

ここに、 D は、

$$D = 672P_n + l + 193 \dots\dots\dots (42)$$

である(図一15)。上式(41)において $l=0$ を代入すると式(36)になるから、結果的には、この式は $l=0$ の場合も含んだ実用式となっている。比較のために、この式で計算した結果を既述の図一14に実線で挿入し



図一15 実用式の図解

ておいたが両者はほとんど一致している。式(41)は、鉄道駅一置場間の距離 l だけ中心点をx軸の負の方向に移動させ、その点を中心に半径 $2D$ の円を描けばよいことを意味しており、きわめて簡便であるといえよう。

なお上の計算結果から、徒歩率曲線という概念は、 $l=0$ の場合にのみ成立する性質のものであることがわかる。つまり、 $l=0$ のときには発生圏は駅を中心とする円形となり圏域の等方性が確保されるので、単に鉄道駅からの距離 x だけに着目して P_w-x 関係を2次元表示し

ても、それは発生分布の状態を反映するものとなっている。しかし一方、 l が大きくなると、発生圏の広がりにはx軸方向とy軸方向とでかなり明瞭な差が現れてくるため、圏域の異方性を無視できなくなり、したがって駅を距離の原点とする徒歩率曲線では実態を十分には把握できないことになる。

ところで、式(35)によって区画線が描けるためには次の2条件が満たされなければならない。

$$0.5\sqrt{(x-l)^2 + y^2} + 672P_n + l + 193 \geq 0 \dots (43)$$

$$\sqrt{x^2 + y^2} \geq 672P_n + l + 193 \dots\dots\dots (44)$$

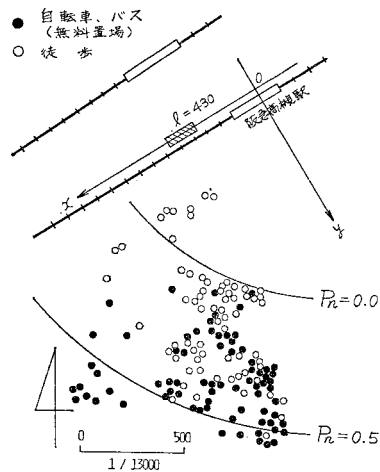
このうち前者は、 $P_n \geq 0, l \geq 0$ であるから常に成立する。後者は、 $Q(x, y)$ が半径 $(672P_n + l + 193)$ の円の外側に存在すべきことを意味しているが、式(35)に $y=0$ を代入して得られるx切片は常にこの半径より大きいので、これも実際には考慮する必要はない。

(5) 高槻での再現例

高槻市の調査対象地域に対してこの区画法を適用し、実際の発生地点分布をどの程度再現し得るものか検討してみた。

図一16は阪急高槻駅に集中する通勤者を徒歩と非徒歩に分けてそれぞれの発生地点分布を描き、区画線を挿入してみたものである。また図一17は国鉄高槻駅の場合であるが、この場合には2つの置場が関連してくるので、まず前報で述べた方法で各置場の分担圏域を区画し、そのあとでそれぞれの分担圏域ごとに発生地点分布と照合した。なお、ここではバスを直接には問題にしていないので、これらの図においてはバス路線を省略しており、また自転車とバスはともに●印で示した。

これらの図をみると、非徒歩の圏域限界線($P_n=0.0$)



図一16 阪急高槻駅を中心とする徒歩・自転車の発生分布

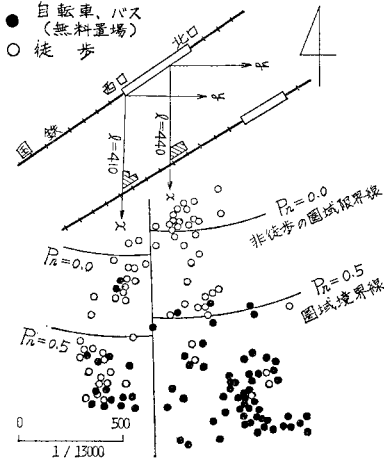


図-17 国鉄高槻駅を中心とする徒歩・自転車の発生分布

以内では自転車の発生がみられず、また一方、圏域境界線が徒歩と自転車の混合地帯をほぼうまく分割していることから、この区画法は妥当性をもつものであると考えてよいであろう。

8. 自転車とバスの発生圏域区分

(1) 発生圏域の区分式

上では徒歩に對する都合で自転車とバスを一括したが、ここでは非徒歩内部に視点を移して、自転車とバスの発生圏域を区分する方法を考えることにする。バスの発生圏域とは、いいかえれば各バス停の勢力圏のことであり、その勢力圏の分布状態は、バス路線に沿って点的に配置されるバス停の位置によって決まる性格のものである。そこで以下、ある1つのバス停に着目して、そのバス停の勢力圏を考える。

非徒歩内部における自転車の選択率 P_z は、

$$P_z = b_2 - a_2(t_2 - t_b) \dots\dots\dots(45)$$

で表される。いま図-18のように、当該バス停を原点とし、このバス停(0, 0)と自転車置場(-k, 0)を結ぶ線をx軸とするように座標軸を決めれば、 t_2 は式(25)において、

$$L_z^* = \sqrt{(x+k)^2 + y^2} \dots\dots\dots(46)$$

とおくことにより、

$$t_2 = (m_z \alpha_z \sqrt{(x+k)^2 + y^2} + n_z) + \tau \dots\dots\dots(47)$$

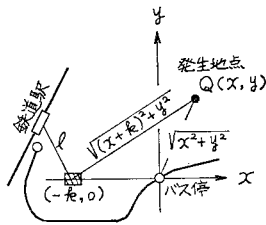


図-18 自転車・バスの場合の座標軸

となる。 τ はやはり置場—駅間の徒歩時間である。また t_b は、バス乗車時間と降車後の徒歩時間との合計を S (分) とおけば、式(24)を用いて、

$$t_b = (m_w \alpha_w \sqrt{x^2 + y^2} + n_w) + S \dots\dots\dots(48)$$

となる。

したがって、置場と鉄道駅との直線距離を $l(m)$ とおけば、式(45)~(48)から次式を得る。

$$\sqrt{x^2 + y^2} - \left(\frac{m_z}{m_w}\right) \left(\frac{\alpha_z}{\alpha_w}\right) \sqrt{(x+k)^2 + y^2} = E \dots\dots\dots(49)$$

$$E = \frac{1}{m_w \alpha_w} \left(\frac{P_z - b_2}{a_2} + n_z - S \right) + l \dots\dots\dots(50)$$

さてここで、先の場合と同様に、無料置場経由と有料置場経由の2通りを考える煩わしさを解消するために、区画に際しては点(0, 0.5)と点(-8, 1.0)を通る図-19のような直線を用いる。すると、

$$a_2 = 0.0625$$

$$b_2 = 0.5$$

となるから、これらの数値および既述の諸定数 m, α, n を式(49), (50)へ代入すれば、

$$\sqrt{x^2 + y^2} - 0.50 \sqrt{(x+k)^2 + y^2} = E \dots\dots\dots(51)$$

$$E = 1344 P_z - 84 S + l - 479 \dots\dots\dots(52)$$

となる。

k 値、 l 値は置場の位置が与えられれば決まり、また S 値もバス路線が与えられれば決まるので、上式により任意の P_z 値について $Q(x, y)$ の軌跡を描くことができる。なお、 S 値の推定にあたっては、バス路線の途中に渋滞地点がない地域について今回の実測結果(図-20)が参考となる。

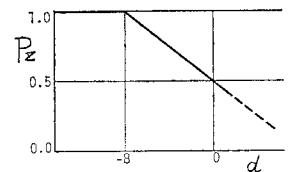


図-19 圏域区分に用いる P_z - d 直線

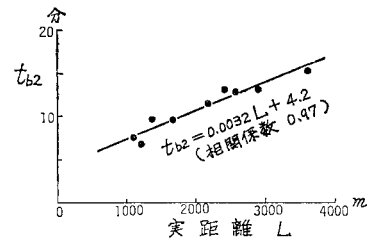


図-20 バス乗車時間 t_{b2} と実距離 L の関係

(2) 実用式

ところで、上式は計算が煩わしいので、実用上はもっと簡略化しておくことが望ましい。式(51), (52)をそのまま用いた計算結果の事例を図-21に実線で示した

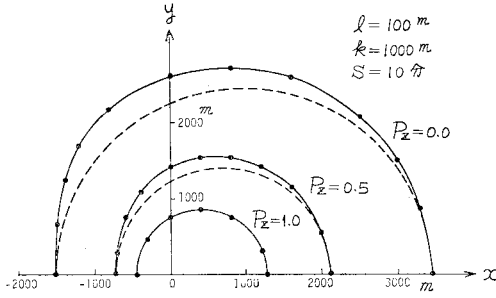


図-21 数値計算の事例

が、これによると $Q(x, y)$ はほとんど円に近い形状をなしている。そこで前章と同様にして、式 (51), (52) から得られる2つの x 切片の中点を中心とするような円をもって実用式とする。

2つの x 切片 x_1, x_2 および円の中心 x_0 は、

$$x_1 = k + 2E \dots\dots\dots (53)$$

$$x_2 = -(k + 2E)/3 \dots\dots\dots (54)$$

$$x_0 = (k + 2E)/3 \dots\dots\dots (55)$$

となり、また円の半径 R_2 は、

$$R_2 = (2k + 4E)/3 \dots\dots\dots (56)$$

となる。

したがって実用式は次式となる。

$$(x - x_0)^2 + y^2 = R_2^2 \dots\dots\dots (57)$$

この式に含まれる2つのパラメーター x_0 と R_2 は、 P_z, k, c, l という4つの数値が与えられれば式 (55), (56) からすぐに算定される。この式で計算した結果を既述の図-21に破線で挿入しておいた。式 (57) の物理的意味を考えると、バス停の勢力圏はバス停を中心として分布するのではなく、バス停より x 軸方向に x_0 だけずれることを示しており、これまでの経験と一致する内容になっている。

今回は単独のバス停を扱ったが、実際には複数のバス停が相互に干渉しあうと考えられる。この点に関しては今後の課題として残っている。

(3) 高槻での再現例

図-22は、置場 No. 5 を経由して国鉄高槻駅に集中する通勤者について、「東庄所」バス停を対象にし、 P_z 値をいく通りかに変えて、自転車とバスの発生地点分布図を描き、区画線を入れてみたものである。計算条件は $k=1090\text{ m}, S=12.2\text{ 分}, l=410\text{ m}$ である。バス停のすぐ近傍からでも自転車は発生するので、非徒歩内部の競争をみる場合、自転車の圏域限界線 ($P_z=0.0$) は無意味である。この図をみると、バス限界線を描くとき、 $P_z=1.0$ とおくと圏域を過大に見積もり、実際にはバスの発生していない地域までも含める傾向がある。阪急高槻駅の場合を示した図-23をみても同様の傾向が現れて

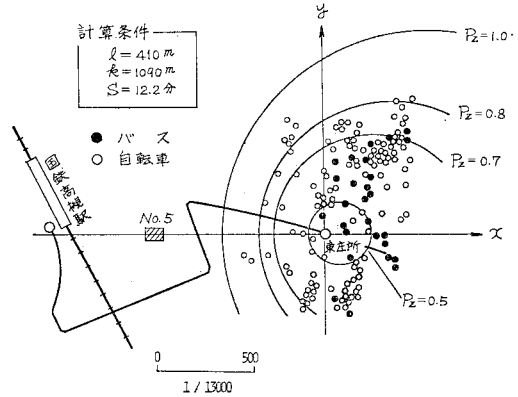


図-22 国鉄高槻駅の場合

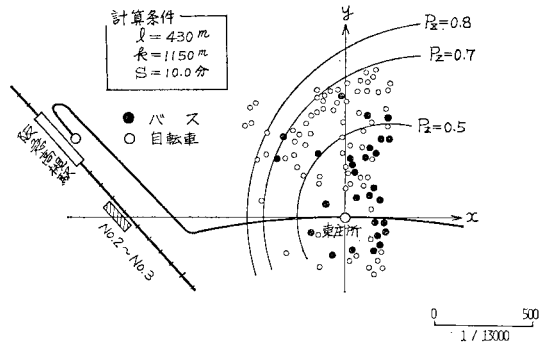


図-23 阪急高槻駅の場合

いるので、この点については今後さらに検討する必要がある。

9. 自転車置場の分担圏域

(1) 放射状区線と環状区線

上記の方法により、徒歩圏と非徒歩圏の区画および自転車圏とバス圏の区画が可能となる。この方法はアクセス交通を対象とする計画分野にさまざまな形で応用できるものであるが、ここでは自転車交通計画に資する意味で特に自転車発生圏について検討しておこう。

アクセス自転車交通の計画をたてる場合、主として問題になるのは、既述したように、① 置場の位置と規模(容量)および、② 道路網の配置である。置場の規模を決めるには自転車の集中量がわからなければならないがそのためには発生圏域と発生原単位とが必要である。また、道路網形態を決めるに際しても、どこからどれだけ発生するかを把握しておかねばならない。つまり、いずれの場合も、自転車発生圏の確定が計画の初期における必須作業となるわけである。

ところで自転車交通は徒歩と異なり、鉄道駅へ直接に

集中するわけではなく、いったん置場を経由しなければならない性質をもつために、その発生圏は各置場に対応したいくつかの分担圏域に分割される。大きくみれば鉄道駅を中心にドーナツ状に分布している自転車発生圏は、その内部構造に視点をあてることにより、図-24に図解したように、置場分担圏域の集合体であることがわかる。分担圏域は置場ごとに形成されるため、置場の位置を変えれば分担圏域もまた変化する特質があり、この点、鉄道駅の位置だけに規定される徒歩圏と異なっている。

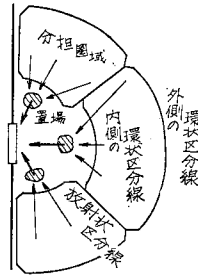


図-24 自転車発生圏の構造

置場規模や道路網配置は、実際には、この分担圏域に基づいて決定されるから、単に発生圏を区画するだけでは実用に十分とはいえず、さらに置場分担圏域への再分割が必要である。分担圏域の区分とは、具体的にいえば、上図に示した ①放射状区分線と、②環状区分線とを描くことである。このうち前者については置場選択特性による区画法をすでに報告した⁹⁾。また、後者のうち「内側の環状区分線」については本研究の中で輸送分担特性による区画法を述べてきたので、ここではこれまで言及してこなかった「外側の環状区分線」に触れておく。

置場規模や道路網配置は、実際には、この分担圏域に基づいて決定されるから、単に発生圏を区画するだけでは実用に十分とはいえず、さらに置場分担圏域への再分割が必要である。分担圏域の区分とは、具体的にいえば、上図に示した ①放射状区分線と、②環状区分線とを描くことである。このうち前者については置場選択特性による区画法をすでに報告した⁹⁾。また、後者のうち「内側の環状区分線」については本研究の中で輸送分担特性による区画法を述べてきたので、ここではこれまで言及してこなかった「外側の環状区分線」に触れておく。

高岸¹⁰⁾は、自転車圏には体力的限界が存在するはずであると指摘し、内側の区分線は徒歩との競合関係で決まり、外側の区分線は体力的限界かあるいは隣接鉄道駅の駅勢圏との境界として定まるとする趣旨を述べている。また、松本・片田¹¹⁾はこの体力的限界には性別差、年齢差といった個人差があると述べている。たしかに体力的限界は、外側区分線の位置に影響を及ぼす卓越要因として妥当な考え方であると思われるが、しかし、この概念は必ずしも明解なものではなく、その限界距離を数値として具体的に基準化するにはいまのところ無理がある。

ところで外側区分線の計画上の重要性であるが、この区分線が問題となる自転車圏の周辺部では発生量(人)も発生密度(人/面積)もともに小さく、区分線の位置が多少移動しても道路網形状や総発生量に及ぼす影響は少ないという事情もあるため、外側区分線については必ずしも精密な数値的基準が不可欠というわけではない。そこで参考のため、

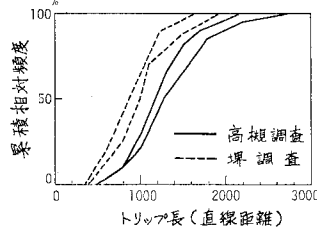


図-25 トリップ長(直線距離)の累積相対頻度分布

めに、図-25に示したトリップ長(直線距離)の累積相対頻度分布から経験的な基準値を求めておこう。この図によれば、分布形状にかなり地域差が現れており、発生圏の広さに大小がみられるが、これは市街化の進行程度の差が反映しているためである。市街化が進んでいけば、少なくとも高規程度までは発生圏が広がるものと考えられる。ここでは、計画論的にみて安全側の措置として、自転車圏を広めに設定する立場から、高規の95パーセンタイル値すなわち2200mを採用する。この数値は限られた事例から得た経験値ではあるが、当面のところ1つの参考数値とはなるう。

(2) 分担圏域の区画例

これまで述べてきた方法に従い、高規の場合を事例として置場分担圏域を区画してみることにする。対象置場は7地点に分かれているが、No. 1~4は置場間距離が小さくて実質上1つとみなせるのでこれらを一括して扱う。

まず放射状区分線であるが、これは前報で示したように漸近線、

$$y = \pm(\sqrt{k^2 - c^2}/c)x \dots\dots\dots (58)$$

で近似できる。ここに、

$$c = 66.7(d + 0.0149W) \dots\dots\dots (59)$$

であり、 k は置場間距離の1/2、 W は $W = l_B^* - l_A^*$ である(図-26)。また時間差 d の数値としては、いま圏域境界線のみを考えることにすれば $d=0$ でよい。たとえば、置場No. 7とNo. 1~4との境界線は、地図上から $k=269m$ 、 $D=193m$ と測定すれば、漸近線は、 $y = \pm 0.98x \dots\dots\dots (60)$ となる。置場No. 5とNo. 6の場合、 $D=0$ であるから、計算するまでもなく y 軸がそのまま境界線になる。

ついで内側の環状区分線であるが、これについては自転車の圏域境界線($P_n=0.0$)および圏域境界線($P_n=0.5$)の2つを描くことにし、地図上で測定して得た l 値(表-5)に対応する区分線を既述の式(41)を用い

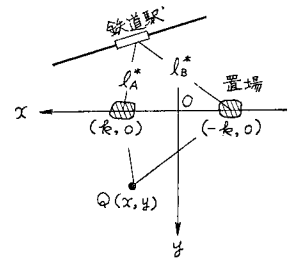


図-26 放射状区分線の座標軸

表-5 各置場の l 値

| 置 場 | l | 改 札 口 |
|-------------|-------|-------|
| No. 1~No. 4 | 440 m | 北 口 |
| No. 5 | 410 | 西 口 |
| No. 6 | 380 | 西 口 |
| No. 7 | 130 | 北 口 |

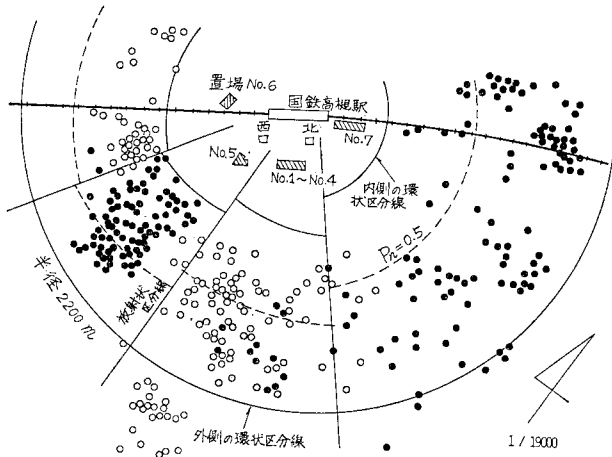


図-27 置場分担圏域の区画例

て描く。外側の環状区分線は鉄道駅を中心とする半径2200mの円で描く。

このようにして分担圏域を区画した結果を図-27に示した。この例ではバス圏を描き入れていないが、交通計画に、バス圏をも詳しく把握する必要があるときは、さらに式(57)を用いればよい。

10. 結 語

以上、鉄道駅に集中する通勤アクセス交通を対象として、その輸送分担特性を選択率と時間要因との回帰分析という形で考察するとともに、そこで得られた経験式(回帰式)に基づいて、徒歩圏、自転車圏、バス圏の区画法を検討した。

本研究で得られたおもな結果は以下のとおりである。

(1) アクセス交通における輸送分担の研究は、徒歩、自転車、バスが密接に関連するため三者択一型の選択問題となり分析しにくい、自転車とバスを一括して「非徒歩」としそれを徒歩と対置することで、① 徒歩と非徒歩の競合、② 自転車とバスの競合という2段階の二者択一型に変形すれば、選択挙動の内部メカニズムに影響を及ぼすことなく、取り扱いを容易にすることができる。

(2) 徒歩と非徒歩との競合関係においては、時間差 d あるいは時間比 r が大きくなるにつれて非徒歩選択率 P_n は小さくなり予想どおりであるが、到達時間が等しい場合 ($d=0.0$ あるいは $r=1.0$) には、ほとんどの通勤者が徒歩を選択する特性が現れており、必ずしも従来いわれているように $P_n = P_w = 0.5$ とはならないようである。

(3) 一方、非徒歩内部での自転車とバスの競合関係においては、従来の指摘どおり、到達時間が等しければ

通勤者の半数ずつがそれぞれ自転車とバスに分かれる特性がある。つまり徒歩は他の2つの交通手段に比してより基本的であるという属性をもち、その点で自転車・バスとは質的に異なる。

(4) 直線回帰により得た経験式(30)、(31)の一般性を評価するために、この式をいわゆる徒歩率曲線 (P_w-x 関係)の形に変形して既報のデータと照合したところ、ほぼよく一致している。したがって式(30)、(31)はかなり一般性のある経験式であるとみなせよう。

(5) 上の経験式を発生圏域の区画に適用するに際し、実務能率を考へて、選択特性曲線を $P_n = -(1/8)d$ と簡略化することにより、徒歩・非徒歩の圏域境界線や圏域限界線は式(35)あるいは式(41)で求めることができる。特に $l=0$ の場合には式(36)で示される円で区画することができ実用性が高い。

(6) また自転車とバスについても、同様にして、式(49)と(50)でそれぞれの発生圏域を区画し得るわけであるが、実際にはこの式を円で近似して得られた実用式(57)を用いることができる。

(7) 自転車発生圏はその内部構造に視点をあてると置場分担圏域の集合体であり、置場規模や道路網はこの分担圏域を基礎として決定される。本研究の中で述べてきた輸送分担特性による区画法を、既報の置場選択特性による方法とあわせ用いれば分担圏域を区画することができる。

本研究では高槻市という典型的ではあるが、しかし個別的な地域を対象としてデータを採取している点に限界があるので、今後、本研究で得られた結果の一般性を高めていく作業が必要となる。そのやり方としては、多くの典型地域で同様の調査を実施してプロット数 n を増やし、 P_n-d 関係式の信頼性を高める帰納的方法と、区画実用式を適用してそれが高槻以外の多地域にも妥当性をもつことを確認する演繹的方法がある。前者では、「世帯調査」が不可欠であるのに対し、後者では鉄道駅などの「窓口調査」ですむため、費用・労力の面からみて後者が実際的であるといえよう。

本研究は自転車交通の発生量推計法の開発を目的としつつ、その基礎となる輸送分担機構と発生圏区画法について考察したものであるが、体系だった自転車計画論を構築するにあたっては、諸原単位に関する分析と現実の計画への応用などが課題として残っている。これらについては今後の研究作業のなかで触れていきたい。

終りに、本研究を実施するに際し、資料採取の面でご援助くださった高槻市交通安全課の各位、特に山口重雄

氏，データ分析のすべてにわたりご協力いただいた大阪大学大学院学生 本井敏雄氏（現在・神戸市都計画課），同学部学生 渡部教夫氏（現在・住友建設），ならびに図表の作製にご助力いただいた岐阜高専学生 樋口寿男君に感謝いたします。なお本研究は文部省科学研究費（昭和50年度奨励研究A）の補助を得て実施したものであることを付記し謝意を表する。

参考文献

- 1) 建設省道路局：第七次道路整備五ヶ年計画（案）の概要，道路，pp. 2～17，1972年10月。
- 2) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，丸善，1970年。
- 3) 日本道路協会：自転車道等の設計基準解説，丸善，1974年10月。
- 4) 毛利正光・渡辺千賀恵・本井敏雄：鉄道駅に集中する通勤自転車交通の置場選択特性，土木学会論文報告集，第271号，pp. 97～105，1978年3月。
- 5) 高岸節夫：鉄道駅集中型自転車交通の発生圏に関する空間的分布，土木学会論文報告集，第260号，pp. 119～127，1977年4月。
- 6) 伊豆原浩二・松井 寛・荒木準一：サイクルアンドライドの誘致圏モデルに関する一考察，土木学会第32回年次学術講演会講演概要集，IV-23，pp. 43～44，1977年。
- 7) 山川 仁：鉄道駅への自転車利用の発生要因に関する分析，土木学会第32回年次学術講演会講演概要集，IV-22，pp. 41～42，1977年。
- 8) 毛利正光・渡辺千賀恵：アクセス型パーク・アンド・ライドの発生機構に関する研究，土木学会論文報告集，第290号，1979年10月。
- 9) 渡辺千賀恵・所 浩司：都市高速度鉄道の延長に伴う郊外住宅地の形成と通勤交通の発生，都市計画，第75号，pp. 17～30，1973年5月。
- 10) 高岸節夫：サイクルアンドライド型通勤自転車交通の発生圏モデル，土木学会第30回年次学術講演会講演概要集，IV-101，pp. 196～197，1975年。
- 11) 松本 滋・片田安彦：自転車の通勤利用に関する調査・研究—その1. 高槻市におけるサイクルアンドライド—，日本建築学会近畿支部研究報告集，pp. 377～380，1976年6月。
- 12) 大阪市土木局：都市の自転車交通 一大阪市における実態意識調査一，1974年。
- 13) 自転車道路協会：都市内の自転車道および自転車駐車場の整備方法に関する調査報告書，1975年3月。
- 14) 毛利正光・渡辺千賀恵：自転車交通の交通特性に関する調査報告，交通科学，Vol. 5, No. 2, pp. 103～112，1975年。
- 15) 名古屋市：市民交通計画の確立に関する基礎的研究，p. 116，図 V-6 および図 V-7，1973年10月。
- 16) 大阪市立大学家政学部住生活研究室：千里ニュータウン居住者層の消費行動と生活施設利用に関する調査（資料編）』，表—20，発行年は無記載。
- 17) 日本住宅公団中部支社：鉄道駅に近接する住宅団地における交通実態調査報告書，p. 24，図 10—②，1972年10月。
- 18) 泉北ニュータウン研究委員会：交通モデル都市整備調査，委員会資料，1976年12月。

(1978.11.6・受付)