
投稿論文

Paper

都心周辺部における通勤目的の内内交通量の推計方法 に関する考察

AN ESTIMATION METHOD OF THE INTRAZONAL WORK TRIPS IN AN URBAN AREA
(EXCEPTING THE CENTRAL ZONES)

松浦義満*・沼田道代**

By Yoshimitsu MATSUURA and Michiyo NUMADA

In this study, an estimation model of the intrazonal work trips is developed on the premise that all employed persons decide their work places first and then they choose their residential locations. As a consequence, the model comes to be based on the density of employed persons at work zone. The estimation model is distinguished by the following properties ; (A) the ratio of the intrazonal work trips and the number of employed persons at a work zone falls as the density of employed persons at the same zone, (B) the ratio rises as the zone area increases in size and it comes up to 1 when the zone area becomes infinite, (C) the ratio falls as the density of the transportation network in an urban area rises and the travel speed increases. The intrazonal work trips estimated by the model fairly fall in a line with the actual ones.

Keywords : intrazonal trips, work trips, employed persons and zone area.

1. 緒 言

通勤交通のみならず業務交通、買物交通を対象とした分布交通量に関する研究は過去において非常に多く行われてきた。しかし、それらの大部分はゾーン間の交通量、すなわち内外あるいは外内交通量を対象にしたものである。その内外あるいは外内交通量の発生交通量あるいは集中交通量に対する割合は、トリップ目的、ゾーン面積等によって異なるけれども、必ずしも大きくない。発生側からみた内外交通量の発生交通量に占める割合は、ゾーンを市区町村単位に分割した場合、およそ20~40%であり、残りの60~80%は発ゾーンと着ゾーンを同じくする内内交通量である。したがって、この内内交通量を分析し、その推計方法を検討することは都市計画および都市交通計画における重要課題の1つであると考えられる。

過去において、都市交通計画を立案するに際し、いくつかの内内交通量推計モデルが採用されてきた。それらは重力モデルに依存したモデル、あるいは内内交通量はゾーン間交通量とは性質の異なるものであるという観点

からアクセシビリティおよびその他の指標を取り上げて作成されたモデル等である。

内内交通量の推計方法に関する研究成果は数編発表されているのみで非常に少ない。佐々木と傳は内内率を“発生側内内率と集中側内内率の相乗平均”と定義して、その内内率を用いて内内交通量を推計することを試みている¹⁾。竹田と東原は発生交通量と集中交通量を加算した指標を主体にした内内交通量の推計式を提案している²⁾。広瀬と島田は発生側からみた内内率はゾーン面積、夜間人口密度、住宅地化係数、従業地就業者密度、従業地就業者数に対する第二次産業就業者数の割合の5つの指標により決定すると仮定して重回帰モデルを提案している³⁾。また、河野と櫻木は“都市においてはあるゾーンの内内交通量を決定する主要な因子はそのゾーンの周辺に交通吸引力の大きいゾーンが存在するか否かである”という観点に立って中心性指数を誘導し、さらにゾーン面積が内内交通量に影響を及ぼすという点を考慮して、中心性指数とゾーン面積を用いた内内交通量の予測モデルを作成している⁴⁾。

以上の4編の論文においては、それぞれのモデルを用いた内内交通量の推計値は実績値によく適合したと報告されている。しかし、これらのモデルを通勤交通に当てはめようとするとき大きな疑問点が2つ見出される。1

* 正会員 工博 金沢大学助教授 工学部土木建設工学科
(〒920 金沢市小立野2-40-20)

** 金沢大学助手 工学部土木建設工学科 (同上)

つは、あるゾーンの内外交通量を推計する際、これらのモデルではそのゾーンの発生交通量と集中交通量の両方を利用している点である。それらは、従業地と居住地の選択において、前者を先に決定する就業者と居住地を先に決定する就業者の2者の存在を肯定した場合の方法である。しかし、交通路は都市の人口分布の形態を誘導するという観点に立って通勤交通を眺めると、その発生交通量と集中交通量のいずれか一方が原因であり、他方は結果であると考えられる。この観点にたつとき、通勤交通における内外交通量は発生交通量か、あるいは集中交通量のいずれか一方に基づいて推計するのが順当であると考えられる。いま1つの疑問は従来のモデルにおけるゾーン面積の取り扱い方にある。いずれの目的トリップにおいても、空間的に分布している分布交通量は、ゾーン面積が大きくなるにつれてしだいに内内化し、ゾーン面積が都市圏全体を包含するようになったとき全発生交通量あるいは全集中交通量が内外交通量にほぼ一致するようになる。このため、ゾーン面積は内外交通量の大きさを支配する主要な因子であると考えられる。

上述のごとく、広瀬と島田によるモデルにはゾーン面積が考慮されている。しかし、そのモデルでは発生側からみた内内率はゾーン面積を含めた5つの影響因子の和で説明できるとし、ゾーン面積が大きくなるにつれ内内率は減少する場合もあるとしているため、このモデルには実情にそぐわない部分があると考えられる。また、河野と樋木によるモデルにもゾーン面積が組み込まれているけれども、そのモデルでは、内外交通量は3つの因子、すなわち発生交通量あるいは集中交通量、中心性指数およびゾーン面積で説明できるとしている。このモデルにおいては、それらの因子が掛け合わされている。したがって、このモデルによる推計値は、ゾーン面積が大きくなつたとき、発生交通量あるいは集中交通量を超える場合があることになる。これは、このモデルの不備な点であると考えられる。

この研究では、上述の問題意識のもとに、都心周辺ゾーンの通勤目的の内外交通量（自宅勤務者を含む）の推計方法を検討する。なお、この研究においては、通勤は主に第一次、第三次産業に従業する就業者が行うものであるという観点に立って、第一次産業就業者を考察の対象から除くことにする。

2. 通勤OD交通量の基本方程式

最初にゾーン間の通勤OD交通量を表わす基本方程式を示す。居住ゾーン*i*から従業ゾーン*j*へ通勤する通勤者数、すなわち通勤OD交通量 X_{ij} は次式のごとく表わすことができる⁵⁾。

$$X_{ij} = K_j \lambda_{iR} S_i \tau_0 \exp(-\xi t_{ij}) \quad (i \neq j) \dots (1)$$

ここに、 K_j ：従業ゾーン j の従業地就業者数、ゾーン面積等によって決定する指標

λ_i ：居住ゾーン i の住宅供給費用（これは建物にかかる費用であり、地代あるいは土地価格等土地にかかる費用を除く）を反映する指標

$R S_i$ ：居住ゾーン i の居住可能地面積（次節参照）

τ_0 ：居住ゾーン i から従業ゾーン j へ通勤する際の交通摩擦費用と通勤所要時間の関係からみたアクセスとエグレスの難しさを表わす指標

t_{ij} ：居住ゾーン i から従業ゾーン j への通勤所要時間

ξ ：定数

である。

ここで、後の理論展開に備えて、通勤OD交通量発生密度 $x_{ij} (= X_{ij} / R S_i)$ とゾーン間距離 r_{ij} の関係を求めておく。いま通勤所要時間 t_{ij} は距離 r_{ij} が大きくなるにつれて直線的に増大すると仮定して、次式のように設定する。

$$t_{ij} = t_0 + r_{ij} / V \dots (2)$$

ここに、 t_0 ： $t_{ij} \sim r_{ij}$ 関係を図上に落としたときに得られる t_{ij} 軸上の切片

V ：代表交通手段の交通速度

である。式(2)を式(1)に代入して通勤OD交通量発生密度 x_{ij} を求めると

$$x_{ij} = K_j \lambda_i \tau_0 \tau'_0 \exp(-\eta r_{ij}) \dots (3)$$

となる。ここに

$$\tau'_0 = \exp(-\xi t_0) \dots (4)$$

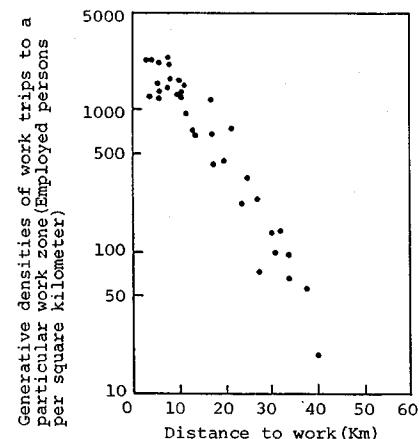


Fig. 1 The distribution of generative densities of work trips to a particular work zone (Chiyoda-ku). (The number of employed persons at this work zone is 673, 477).

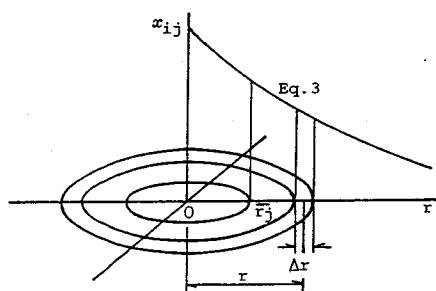


Fig. 3 An illustration of the generative densities of work trips to a particular work zone j .

似た性質をもっている。異なる点は、 τ_0' は時間距離からみた両端末の不便さを表わすのに対して、 τ_0 は交通摩擦費用からみた両端末の不便さを表わすところにある。この τ_0 は a''_{ij} に含めるべき指標であるが、ここでえて K'_j に含めた理由は通勤OD交通量発生密度 x_{ij} と通勤所要時間 t_{ij} の関係から得られる x_{ij} 軸上の切片が式(12)で表わされる K'_j に相当するからであり、この K'_j の値は測定可能であるからである。 τ_0 をこのように扱うことの是非は6.で検討する。

式(10)で表わされる D_j は式(7)の右辺の第2項に相当する。したがって、 j ゾーンの従業地就業者数 D_j は

$$D_j = X_{jj} + a''_{ij} \tau_0 K'_j \left(\frac{\bar{r}_j}{\eta} + \frac{1}{\eta^2} \right) \exp(-\eta \bar{r}_j) \quad \dots \dots \dots (13)$$

と表わされる。

5. K'_j と内内交通量およびゾーン面積の関係

2.において、式(1)で表わされる通勤OD交通量 X_{ij} は居住ゾーン i と従業ゾーン j が異なる場合に成立するものであり、従業ゾーンと居住ゾーンが同一の場合の内内交通量には適用できないと述べた。しかし、通勤OD交通量が式(1)で表わし得るということは、都市の諸現象には空間的連続性があるということである。このことから推し量ると、式(1)における $K_j \lambda_i \tau_0 (= K'_j)$ 、これは λ_i と τ_0 が一定であると仮定した場合の $t_{ij}=0$ における通勤OD交通量発生密度 $x_{ij}=X_{ij}/rS_i$ を表わす。すなわち、 K'_j は x_{ij} 軸上の切片を表わす)は j ゾーンの内内交通量をそのゾーンの居住可能面積で除した値 X_{jj}/rS_j と何らかの関係があると考えられる。

いま、昭和45年度の国勢調査結果を用いて、東京都市圏の62の従業ゾーン(市区町村単位)を対象にして x_{ij} と t_{ij} の関係を描き、最小二乗法により K'_j を求め、ゾーン面積がほぼ等しいゾーンを抽出して K'_j と X_{jj}/rS_j の関係を求める、Fig.4のようになる。この図から、ゾーン面積がほぼ等しいとき K'_j は X_{jj}/rS_j が大きくなるにつれて増大していることが認められる。図

上においてドットに散らばりが生じた主な原因是、 K'_j の算出過程における時間距離 t_{ij} の不正確さにあると考えられる。なぜならば、時間距離のわずかな誤差に対して K'_j は敏感に変動するからである。たとえば、時間距離が一様に5分だけ多く推計されたとき、 K'_j はおよそ1.5倍以上昇する。その他の原因として、各ゾーンの居住可能面積 rS_j の推計の不正確さを挙げることができる。現実には就業者一人当たりの最小必要業務用地面積 bL_i は各ゾーンの産業構造により異なるものであると考えられるけれども、ここでは都市圏全体を通じて bL_i は一定であるとして rS_j を算出している。さらにゾーン面積 S_j が15~20km²の範囲にわたっていることもドットの散らばる原因となっていると考えられる。

X_{jj}/rS_j が大きくなるにつれて K'_j が増大するという現象は、逆にみなければならない。 K'_j が増大するから X_{jj}/rS_j が大きくなるのである。すなわち、従業地就業者数 D_j が増大するにつれて K'_j が大きくなり、居住可能面積 rS_j は減少するけれども(式(6)参照)、この K'_j の上昇が単位居住可能面積当たりの内内量 X_{jj}/rS_j を増大させていると考えるのが順当であろう。

次に、 X_{jj}/rS_j をある範囲に限定した場合の K'_j とゾーン面積 S_j の関係を調べる。上と同じデータを用いて、

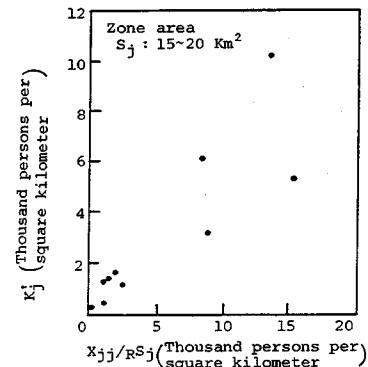


Fig. 4 A relationship between K'_j and X_{jj}/rS_j when S_j is limited in a narrow range.

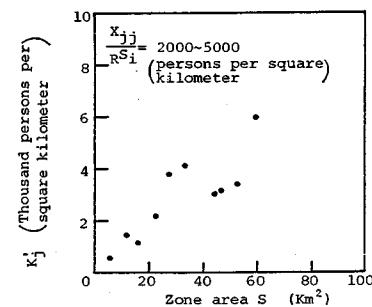


Fig. 5 A relationship between K'_j and S_j when X_{jj}/rS_j is limited in a narrow range.

$X_{jj}/_R S_j$ が 2 000~5 000 人/km² の範囲にあるゾーンを抽出して K'_j と S_j の関係を求めるに Fig. 5 のごとくになり、ゾーン面積 S_j が大きくなるにつれて K'_j は増大している。しかし、明確ではないが、その増大勾配は S_j が大きくなるにつれてしだいに減少していることが認められる。

以上の観測結果に基づき、内内交通量 X_{jj} 、ゾーン面積 S_j 、居住可能地面積 $_R S_j$ および K'_j の関係を次式のように設定する。

$$K'_j = b'(X_{jj}/_R S_j)S_j^\delta, \quad 0 < \delta < 1 \quad (14)$$

ここに、 δ は定数であるとする。また、式(12)で設定したごとく、 K'_j は τ_0 (交通摩擦費用からみた両端末の不便さを表わす指標) と λ_i (従業ゾーンの周辺の居住ゾーン i の住宅供給費用を反映する指標) の関数でもある。したがって、ここでは b' を次のように設定する。

$$b' = b\lambda_i \tau_0 \quad (15)$$

ここに b は定数である。

ここで、 $X_{jj}/_R S_j$ を固定したとき、 K'_j はゾーン面積 S_j が大きくなるにつれて遞増するという Fig. 5 にみられる現象について検討を加えておく。いま、従業ゾーン j をいくつかの小ゾーンに区分したとき、各小ゾーンへの通勤 OD 交通量発生密度が式(3)で表わされるとする。議論を簡単にするために、1つの直線上に並んだ

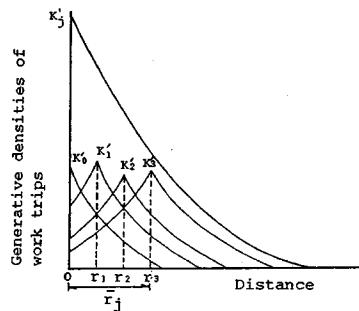


Fig. 6 A superposition of generative densities of work trips.

$$D_j = X_{jj} \left[1 + a'' \tau'_0 b' \frac{S_j^\delta}{_R S_j} \left(\frac{\sqrt{S_j/\pi}}{\eta} + \frac{1}{\eta^2} \right) \exp(-\eta \sqrt{S_j/\pi}) \right] \quad (20)$$

を得る。式(20)から内内率 σ_{jj} を求めると

$$\sigma_{jj} = \frac{_R S_j}{_R S_j + a'' \tau'_0 b' S_j^\delta (\sqrt{S_j/\pi}/\eta + 1/\eta^2) \exp(-\eta \sqrt{S_j/\pi})} \quad (21)$$

となる。式(21)に式(6)を代入すると

$$\sigma_{jj} = \frac{\left(\frac{D_j}{S_j} \right)_{cri} - \frac{D_j}{S_j}}{\left(\frac{D_j}{S_j} \right)_{cri} - \frac{D_j}{S_j} + \frac{a'' b''}{b l_i S_j^{1-\delta}} \left(\frac{\sqrt{S_j/\pi}}{\eta} + \frac{1}{\eta^2} \right) \exp(-\eta \sqrt{S_j/\pi})} \quad (22)$$

を得る。ここに、 $(D_j/S_j)_{cri}$ と b'' はそれぞれ

$$(D_j/S_j)_{cri} = (1 - \phi_b - \eta \phi_j) / b l_j \quad (23)$$

ゾーンのみを取り上げ、 j ゾーンの中心部に位置する小ゾーンを基準小ゾーンとする。Fig. 6 に示すごとく中央小ゾーンの中心から各小ゾーンの中心までの距離をそれぞれ r_1, r_2, r_3, \dots で表わし、各小ゾーンの K' を $K'_0, K'_1, K'_2, K'_3, \dots$ で表わし、 τ'_0 は一定であるとする。このとき各小ゾーンへの通勤 OD 交通量発生密度 x_0, x_1, x_2, \dots は式(3)と式(12)から

$$\begin{aligned} x_0 &= K'_0 \tau'_0 \exp(-\eta r) \\ x_1 &= K'_1 \tau'_0 \exp\{-\eta(r - r_1)\} \\ x_2 &= K'_2 \tau'_0 \exp\{-\eta(r - r_2)\} \end{aligned} \quad | \quad (16)$$

と表わされる。従業ゾーン j の半径 r_j が r_3 に一致するときの j ゾーンへの通勤 OD 交通量発生密度 x_{jj} は

$$x_{jj} = x_0 + x_1 + x_2 + x_3 \quad (17)$$

と表わされる。したがって、 K'_j は

$$\begin{aligned} K'_j &= \tau'_0 \{ K'_0 + K'_1 \exp(\eta r_1) + K'_2 \exp(\eta r_2) \\ &\quad + K'_3 \exp(\eta r_3) \} \end{aligned} \quad (18)$$

と表わされる。式(18)は j ゾーンの半径 r_j が r_1, r_2, r_3 と大きくなるにつれて K'_j が大きくなることを示している。 r_j の増大はゾーン面積 S_j を増大させる。したがって、ゾーン面積 S_j が増大するにつれて、 K'_j が大きくなるといえる。

6. 通勤交通における内内率

緒言において、通勤交通における内内率は発生交通量か、あるいは集中交通量のいずれか一方に基づいて推計されるべきものであると述べた。その趣旨に従って、この研究においては“就業者の従業地と居住地の立地点決定は、まず従業地が決定し、かかる後に、その従業地への通勤距離を考慮して居住地が決定される”という前提に立って、従業地就業者数 D_j をベースにした内内率を誘導する。このとき内内率 σ_{jj} は次式で定義される。

$$\sigma_{jj} = X_{jj}/D_j \quad (19)$$

ここでは、すべてのゾーンの住宅供給費用指標 λ_i は一定であると仮定して内内率を導く。式(13)に式(8)と式(14)を代入して r_j と K'_j を消去すると

$$D_j = X_{jj} \left[1 + a'' \tau'_0 b' \frac{S_j^\delta}{_R S_j} \left(\frac{\sqrt{S_j/\pi}}{\eta} + \frac{1}{\eta^2} \right) \exp(-\eta \sqrt{S_j/\pi}) \right] \quad (20)$$

$$\sigma_{jj} = \frac{_R S_j}{_R S_j + a'' \tau'_0 b' S_j^\delta (\sqrt{S_j/\pi}/\eta + 1/\eta^2) \exp(-\eta \sqrt{S_j/\pi})} \quad (21)$$

$$b'' = \tau'_0 b' \quad (24)$$

である。式(23)は従業地就業者密度 D_j/S_j が増大して常住人口が零になったときの D_j/S_j を表わす⁷⁾。

式(24)における τ'_0 は両端末の交通時間を反映する指標であり(式(4)参照)，両端末の交通時間が増大すると τ'_0 は小さくなる。また、前節で述べたごとく， b' は交通摩擦費用からみた両端末の不便さと住宅供給費用指標を反映する指標である。住宅供給費用係数 α が都市圏全域を通じて一定であると仮定した場合には b' は τ_0 のみの関数とみなされ，両端末の交通摩擦費用が大きくなるにつれて減少する指標であることになる⁵⁾。このとき，式(24)の b'' は交通時間と交通摩擦費用の両面からみた両端末の交通の不便さを表わす指標となる。4.において，便宜上， τ_0 と τ'_0 を分離して考察を進めてきたけれども，この段階に至って1つにまとめることができた。したがって， τ_0 と τ'_0 を分離した理論展開には誤りはなかったものと考えられる。

式(22)で与えられる内内率 σ_{jj} の主な特徴は，(A) 従業地就業者密度 D_j/S_j が増大するにつれて σ_{jj} が低下する，(B) $0 < \delta < 1$ のとき，ゾーン面積 S_j が大きくなるにつれて σ_{jj} が大きくなり， S_j が都市圏全域を包含するようになったとき σ_{jj} は1に近づく，(C) 交通速度 V が上昇して η が小さくなると， σ_{jj} は低下する，(D) j ゾーンへ通じる幹線交通路の両端末の交通が不便になると τ_0 および τ'_0 が減少し，それに伴って b'' が低下するため， σ_{jj} は上昇する，(E) j ゾーンの周辺ゾーンにおける居住可能地面積率 a' が大きくなると， σ_{jj} は低下する，等である。これらの特徴は実際の現象をよく反映していると考えられる。

7. 内内交通量の推計値と実績値の比較

式(22)に含まれる指標および係数のうち $(D_j/S_j)_{cri}$ および $b' l_j$ は各従業ゾーンの産業構造により異なる

り，また a'' および b'' は各従業ゾーンへの交通の便利度により異なるものと考えられる。これらの指標および係数は従業地就業者密度が高く，かつ大規模なターミナルを擁している都心部ではゾーンごとに大きく異なっているものと考えられる。しかし，従業地就業者密度が低く，産業構造に大きな特徴がなく，かつ幹線交通網密度の低い周辺部の従業ゾーンでは，これら指標および係数は大幅に異なるものではないと考えられる。そこで，この節では，周辺部ゾーンにおける各指標および各係数は全周辺部ゾーンを通じて一様であると仮定して，これらの指標および係数を推計し，内内交通量の実績値と式(22)による推計値の比較を行う。このとき，通勤交通の内内交通量 X_{jj} は従業地就業者数 D_j とゾーン面積 S_j により決定することになる。

ここでは，東京都市圏の都心周辺部の従業ゾーンへの通勤交通を研究対象とする。このとき，周辺部ゾーンはその圏域における市区町村単位のゾーンから都心部ゾーン(東京都千代田区，中央区，港区，台東区，新宿区，渋谷区，横浜市中区，西区)を除いたゾーンを指すものとする。

(1) 指標および係数の推計

上述のごとく式(22)における $(D_j/S_j)_{cri}$ は各従業ゾーンの産業構造により異なる指標である。この $(D_j/S_j)_{cri}$ はFig. 7 にみられるごとく，従業地就業者密度が上昇するにつれて常住人口密度が低下している都心部ゾーンでは，その趨勢を引き延ばすことにより推計することができるけれども⁷⁾，その他のゾーンにはこの方法は適用できない。しかし，都心部以外のゾーンの道路率 $\mu\phi_j$ および従業地就業者一人当たりの最小必要業務用地面積 $b' l_j$ はほぼ等しいと仮定したとき，これらのゾーンに共通する $(D_j/S_j)_{cri}$ を求めることができる。

いま，周辺部ゾーンの a'' ， b'' ， $b' l_j$ および η は一定で

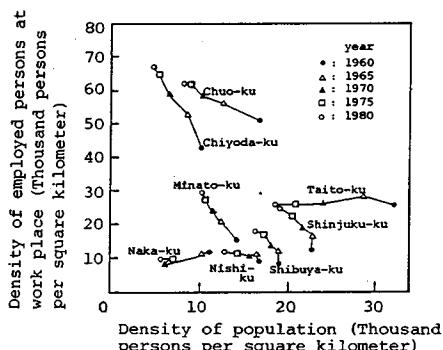


Fig. 7 The changes of density of employed persons at work place and density of population.

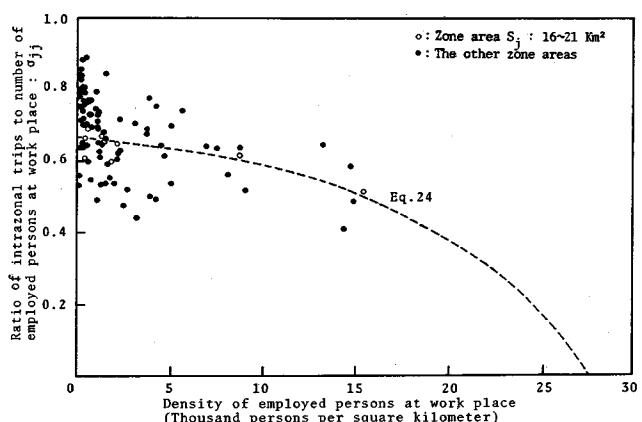


Fig. 8 The ratio of intrazonal trips to number of employed persons at work place when the zone area is fixed.

あると仮定し、かつそれらのゾーンの中からゾーン面積 S_j がほぼ等しいゾーンのみを取り出したとき、それらのゾーンの内内率 σ_{jj} は、式 (22) から

$$\sigma_{jj} = \frac{(D_j/S_j)_{cri} - (D_j/S_j)}{(D_j/S_j)_{cri} - (D_j/S_j) + E} \cdots \cdots \cdots \cdots (25)$$

とおくことができる。ここに

$$E = \frac{a'' b''}{b' l_j} \left(\sqrt{\frac{S_j}{\pi}} \frac{1}{\eta} + \frac{1}{\eta^2} \right) \exp \left(-\eta \sqrt{\frac{S_j}{\pi}} \right) \cdots \cdots \cdots \cdots (26)$$

である。 S_j がほぼ一定であるとき、この E もほぼ一定であるとみなしえる。これにより σ_{jj} と $(D_j/S_j)_{cri}$ および (D_j/S_j) の関係が明瞭になる。

昭和 45 年度の国勢調査結果を用いて、任意に選んだ 111 の周辺部ゾーンの σ_{jj} と (D_j/S_j) の関係を求めると Fig. 8 のようになり、分散しているけれども、1 つの傾向として、 (D_j/S_j) の上昇が σ_{jj} を低下させている様相を認めることができる。この現象を式 (25) および式 (26) で説明しようとするとき、図上におけるドットの散らばりの原因は主にゾーン面積 S_j の相違にあることになる。 S_j を 5 km^2 の範囲に区分して、各区分の σ_{jj} と (D_j/S_j) の関係を調べたところ、最も散らばりが少ない S_j の範囲は Fig. 8 に白丸印で示す $S_j : 16 \sim 21 \text{ km}^2$ のものであった。したがって、この研究では、 $S_j : 16 \sim 21 \text{ km}^2$ の範囲のデータを式 (25) に当てはめて $(D_j/S_j)_{cri}$ を推計することにする。最小二乗法により $(D_j/S_j)_{cri}$ と E を求めたところ

$$(D_j/S_j)_{cri} = 27892 \text{ (人/km}^2)$$

$$E = 14567 \text{ (人/km}^2)$$

を得た。ここに推計された $(D_j/S_j)_{cri}$ は、都心部ゾーン以外のゾーンにおいて、常住人口が零になるまで従業地就業者密度が上昇したときの (D_j/S_j) の極値である。この極値は式 (23) で定義されるごとく $\phi_0, \mu\phi_0$ および

$$X_{jj} = \sigma_{jj} D_j = \frac{\left(27892 - \frac{D_j}{S_j} \right) D_j}{27892 - \frac{D_j}{S_j} + \frac{348.64}{S_j^{1-0.83377}} \left(\sqrt{\frac{S_j}{\pi}} \frac{1}{0.12034} + \frac{1}{(0.12034)^2} \right) \exp \left(-0.12034 \sqrt{\frac{S_j}{\pi}} \right)} \cdots \cdots \cdots \cdots (27)$$

昭和 45 年度の国勢調査結果による第一次産業就業者を除いた内内交通量（自宅勤務者を含む）と式 (27) による内内交通量の推計値を比較すると Fig. 9 のごとくなつた。この図にみられるごとく、実績値と推計値はかなりよく一致しており、それらの間における相関係数は $R=0.99236$ である。

8. 検討

式 (1) に含まれている K_j は従業ゾーン j の従業地就業者数 D_j 、ゾーン面積 S_j 等によって決定する指標で

$b' l_j$ によって決定する指標であり、ゾーン面積の大小に関係なく定まる値である。したがって、他の範囲のゾーン面積のデータを用いた場合にも、推計にたえるだけのデータ数がある場合には、ほぼ同じ極値が得られるものと考えられる。上記の $(D_j/S_j)_{cri}$ の推計値の妥当性は、その値を用いて算出した内内交通量を実績値と比較することによって実証することができる。また、上記の E はゾーン面積 S_j が $16 \sim 21 \text{ km}^2$ の範囲にあるときの値であり、この E は S_j の大きさにより異なる値をとる。

次に、上記の $(D_j/S_j)_{cri}$ と 2. で求めた η を式 (22) に代入して、周辺部ゾーンの中から無作為に抽出した 111 ゾーンを対象にして δ と $a'' b'' / b' l_j$ の値を最小二乗法により推計したところ次のようないきを得た。

$$\delta = 0.83377$$

$$a'' b'' / b' l_j = 348.64 \text{ (人/km}^{3.83377})$$

上記の $(D_j/S_j)_{cri}$, $a'' b'' / b' l_j$, δ および η を式 (22) に代入し、各ゾーンの従業地就業者数 D_j および面積 S_j を与えるならば、それぞれの内内交通量 $\sigma_{jj} D_j$ を推計することができる。

式 (22) における a'' および b'' を個別に推計するには、それらの指標を構成する基礎的な指標および係数（式 (11) における m, θ, a' 、式 (15) における $b, \lambda_\epsilon, \tau_0$ 、式 (24) における τ'_0, b' 等）を推計しなければならない。これらの基礎的な指標および係数の大部分は推計が比較的容易である。しかし、これらの指標および係数の中には、一本の幹線交通路の影響領域の狭角 θ のごとく、より詳細な分析を行わなければならないものもある。したがって、基礎的な指標および係数の推計は機会を改めて行うこととする。

(2) 推計値と実績値の比較

前項で算出した $(D_j/S_j)_{cri}$, $a'' b'' / b' l_j$, δ および η を式 (22) に適用するならば、周辺部ゾーン j の内内交通量 X_{jj} の推計式が次のとく得られる。

$$K_j = \frac{b D_j}{\frac{r S_j}{S_j^2} + a'' \tau'_0 b' \left(\frac{\sqrt{S_j \pi}}{\eta} + \frac{1}{\eta^2} \right) \exp \left(-\eta \sqrt{\frac{S_j}{\pi}} \right)} \cdots \cdots \cdots \cdots (29)$$

あると定義した。まず、この点について検討する。式 (12), (13) および (14) から、 K_j は

$$K_j = b (X_{jj} / \kappa S_j) S_j^\theta \cdots \cdots \cdots \cdots (28)$$

のごとく表わされる。この式の X_{jj} に式 (20) の X_{jj} を代入すると、 K_j は、

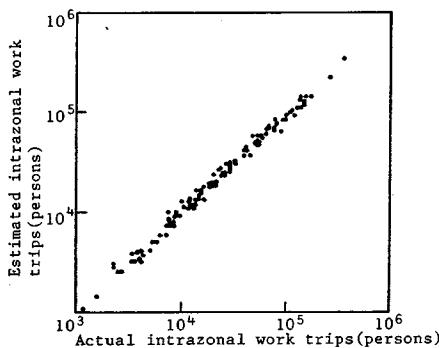


Fig. 9 A comparison between the actual and estimated intrazonal work trips (excepting several zones in the central areas of the Tokyo and Yokohama).

のごとく得られる。この式にみられるごとく K_j は従業地就業者数 D_j , ゾーン面積 S_j およびその他の指標によって決定することになり、上記の定義の妥当性が納得できる。

次に周辺部ゾーンの内内交通量を推計するに際して、一定であると仮定した指標および指標 $(D_j/S_j)_{cri}$, $a''_j b''_j$ について検討する。

$(D_j/S_j)_{cri}$ は j ゾーンの従業地就業者数の増大が業務用地を拡大させ、それに応じて居住可能地面積を減少させ、最終的に居住可能地面積が全くなくなったときの従業地就業者密度を表わす。この $(D_j/S_j)_{cri}$ の定義式は式(23)のように与えられており、この指標は j ゾーンの道路率 $\mu\phi_j$ および従業地就業者一人当たりの最小必要業務用地面積 $b_l j$ によって決定するとされている。周辺部ゾーンの $\mu\phi_j$ は都心から隔たるにつれて低下するけれども、その勾配はきわめて緩やかである。山林、原野が少ないゾーンの $\mu\phi_j$ の大きさはおよそ 10%~15% の範囲にある。このため、この研究においては $\mu\phi_j$ はほぼ一定であるとみなした⁷⁾。

また、 $b_l j$ は従業ゾーン j の産業構造により異なる指標である。この指標は CBD ゾーンあるいは工業特化ゾーンのごとく産業構造に特徴のあるゾーン間では大きく異なるであろう。しかし、周辺ゾーンのごとく従業者密度が低く、かつ高い土地生産性が要求されないゾーンでは、この $b_l j$ は大幅に異なるものではないであろう。したがって、この研究においては周辺ゾーンの $(D_j/S_j)_{cri}$ を一定と仮定した。前節においてこの仮定のもとに推計した内内交通量を実績値と比較したところ、かなりよい一致をみた。このため、周辺部ゾーンの $(D_j/S_j)_{cri}$ をほぼ一定と仮定したことには大きな無理がなかったと判断される。

a''_j は、式(11)に示すごとく、従業ゾーン j へ通ずる幹線交通路の本数 m が多くなるにつれて上昇する指

数である。また、式(24)で与えられる b''_j も幹線交通網の密度が高くなり、両端末の交通の便がよくなると上昇する指標である。したがって、これらを掛け合わせた $a''_j b''_j$ は j ゾーンへの交通の利便度を表わす指標であることになる。この指標は鉄道網密度が極度に高い都心部ゾーンでは高く、都心から離れるにつれて低下する指標である。しかし、7.において周辺ゾーンの $a''_j b''_j$ を一定と仮定して内内交通量の推計値と実績値を比較してよい成果が得られた。この事実は、周辺部ゾーンの内内交通量は、従業地就業者密度が低いため交通の利便性の影響を受ける度合がきわめて少ないことを物語っているものと考えられる。

上述の $(D_j/S_j)_{cri}$ は、都心部ゾーンにおいては、各ゾーンの産業構成によりゾーンごとに大きく異なるものと考えられる。また、都心部ゾーンでは、従業地就業者密度が高いため、 $a''_j b''_j$ は通勤目的の内内交通量に大きな影響を及ぼすものと考えられる。都心部ゾーンの内内交通量については機会を改めて分析することにする。

9. 結 論

この研究においては「就業者の従業地と居住地の決定は、まず従業地の決定が行われ、かかる後にその従業地への通勤距離を考慮して居住地が選定される」という前提に立って、従業地就業者数をベースにした通勤交通の内内モデルが誘導されている。

ここに展開されている内内モデルの主な特徴は次の 5つである。(A) 通勤交通における内内率は、従業地就業者密度が上昇するにつれて低下する。(B) ゾーン面積が大きくなるにつれて内内率は上昇し、ゾーン面積が都市圏全域を包含するようになったとき内内率は 1 に近づく。(C) 鉄道のごとき幹線交通路の交通速度が上昇すると内内率は低下する。(D) 従業ゾーンへ通ずる幹線交通路の端末の交通が不便になると、その従業ゾーンにおける内内率は上昇する。(E) 従業ゾーンの周辺ゾーンにおける居住可能地面積率が上昇すると、その従業ゾーンの内内率は低下する、等である。

この研究において誘導した内内モデルの適合度を都心部ゾーンを除いた周辺部ゾーンを対象にして調べたところ、モデルによる推計値と実績値はかなりよく一致し、両者の間の相関係数は 0.99236 であった。

謝 辞：第 8 回土木計画学研究発表会において福岡大学井上信昭氏がこの研究に対して与えられた批評は有益であった。記して感謝の意を表わしたい。

参 考 文 献

- 佐々木綱・傳 義雄：ゾーン内内交通量の推定モデル、

- 交通工学, Vol. 12, No. 6, 1977.
- 2) 竹田敏昭・東原絢道:大都市近郊地域の分布交通量予測手法に関する研究, 第38回土木学会年講概要集第4部, 1983.
- 3) 広瀬盛夫・島田義之:都心地区における内内率予測モデル式の検討について, 第38回土木学会年講概要集第4部, 1983.
- 4) 河野雅也・橋木 武:ゾーン内内交通量予測モデルに関する考察, 第38回土木学会年講概要集第4部, 1983.
- 5) Matsuura, Y. : A Basic Analysis of Distribution Pattern of Work Trips, Proc. of The 1986 World Conference on Transport Research.
- 6) 総理府統計局:国勢調査報告, 昭和45年度.
- 7) 松浦義満・沼田道代:居住可能地面積の推計方法に関する考察, 土木計画研究論文集, No. 2, 1985.

(1986.2.18・受付)