

京都大学工学部 正員 青山 吉隆
 京都大学大学院 学生員 ○瀧入 隆

1. まえがき

将来都市高速鉄道計画の策定にあたり、将来の通勤・通学交通需要を推定する必要がある。これには、道路交通量の推定と同じように、一般に4段階推定法をもちいることが多い。すなわち、現在OD表の作成、発生・吸収交通量の推定、分布交通量の推定および配分交通量の推定という4つの作業を行なうわけである。そして、これにより求めた交通量から断面交通量を算定して、これを所定鉄道路線の所定区間での交通需要とする。本研究では、4段階推定法の立場から、従来確定した方法のない発生・吸収交通量の推定法について詳述し、あわせて配分交通量の推定法についてもふれ、これらに従来の分布交通量推定法を結びつけて、通勤・通学交通需要推計のための1手法を説明し、またそれらを用いた都市について適用した結果についても簡単に述べることにする。

OD	1	...	j	...	m	計
1	T_{11}	...	T_{1j}	...	T_{1m}	A_1
$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$
i	T_{i1}	...	T_{ij}	...	T_{im}	A_i
$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$
m	T_{m1}	...	T_{mj}	...	T_{mm}	A_m
計	B_1	...	B_j	...	B_m	T

表-1

2. 発生・吸収交通量の推定

交通量推定の内、発生・吸収交通量の推定がもっとも重要である。この推定の精度が低いと、次の分布交通量・配分交通量の推定精度も低くなるからである。この発生・吸収交通量の推定には、1次式などの関数モデルが利用されているが、この際、これらを、ある経済指標をもちいて、別々に推定しているのが通例で、他地域との関連や、発生・吸収交通量相互の関係が考慮されていない。それによってそのような欠陥を改良した発生・吸収交通量推定モデルを先の関西支部年次講演会において提案したが、その内、発生交通量の推定式が、ドーナツ化現象の著しい都市については高い精度を保てないという問題点が見出され、そこで新たに以下のような推定方法を考察した。

いま、ゾーンiの夜間人口を N_i 、通勤発生人口を A_i とすると、通勤発生率は A_i/N_i で表わされる。この通勤発生率は、どのゾーンも特に大きな差はなく、一般に $0.4 < A_i/N_i < 0.6$ であり、都心に近いゾーンほど大きく、周辺のゾーンほど低いといえる。これは次のような理由によるものと考えられる。すなわち、図-1のように、発生ゾーンi、吸収ゾーンjを考えると、周辺に就業地としての性格を有するゾーンjが、なるべく近くに、しかもその就業地としての性格を大きく有すれば有するほど、ゾーンiからは通勤交通が発生しやすい。この発生しやすいさを数量的に表わすためにアクセシビリティの概念をもちい、ゾーンi~j間の隔たりとしてi~j間の時間距離 t_{ij} を、ゾーンjの都市活動の大きさとしてゾーンjの通勤・吸収交通量 B_j をあてはめ、これを発生ポテンシャル μ_{ij} と呼び、次式のように定義する。

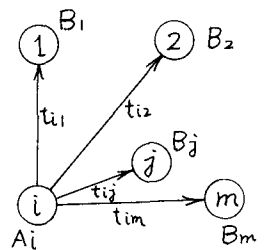


図-1

$$\alpha_i = \frac{\sum_j B_j t_{ij}^{-1}}{\sum_j \sum_j B_j t_{ij}^{-1}} \quad (1)$$

この発生ポテンシャルと通勤発生率は正の相関を有するが、都心に近いゾーンほど、この発生ポテンシャルの値が大きく、したがって通勤発生率も大きくなるわけである。そこで、通勤発生率と発生ポテンシャルとの間に次式のような関係があるものと仮定する。

$$\frac{A_i}{N_i} = k_0 \alpha_i^{k_\alpha} \quad (2)$$

これを昭和40年の京都市と神戸市に適用し、その結果得られた各係数と相関係数の値を表-2に示す。両市とも相関がきわめて高い。将来の通勤発生交通量を推定するには、(2)式により将来の通勤発生率を求め、これに将来の夜間人口を乗じればよい。

	京都市9区	神戸市8区
k_0	0.83591	0.66870
k_α	0.24064	0.16506
R	0.99976	0.99963

表-2

発生ポテンシャルは、(1)式のように $i \sim j$ 間の時間距離 t_{ij} に關係するから、将来、任意の $i \sim j$ ゾーン間において交通施設整備が行なわれた場合、それを t_{ij} の値の変化として評価することにより、モデルの中に交通施設整備を組み入れることができる。

次に、通勤吸収交通量について考えてみる。一般に、都心地域ほど就業地としての性格が大きく、したがって吸収交通量は大きい。これは、商業地域、業務地域などが都心に集中しているためであり、また、都心地域は周囲から発生交通量を吸収するのが容易であるからである。これまで、吸収交通量の推定には、商店数、工業出荷高などの経済指標や、土地利用面積をもちいることが通例であるが、これらの内、もっとも決定的なものは土地利用であり、ことに人間を構成要素とする交通量は土地利用が一番関係していると思われる。その意味で、推定にあたっては土地利用面積をもちいる。この場合、用途別敷地面積よりも用途別床面積を選ぶ方が、最近の空間的な都市拡大の趨勢にあては、より適合度が高いと思われる。そこで、ゾーン j の各用途別床面積を X_{lj} ($l=1, \dots, n$) とし、吸収交通量については、吸収交通量構成率 $B_j / \sum_j B_j$ 、土地利用については、各用途別床面積構成率 $X_{lj} / \sum_l X_{lj}$ ($j=1, \dots, n$) なる指標をもちいる。また、吸収ゾーン j の周囲に、住宅地としての性格を有するゾーン i が、なるべく近くに、しかもその住宅地としての性格を大きく有すれば有するほど、ゾーン j へ通勤交通を吸収しやすい。この吸収しやすさを数量的に表わすために、さきほどの発生交通量の場合と同様に、吸収ポテンシャル β_j を定義する。

$$\beta_j = \frac{\sum_i A_i t_{ij}^{-1}}{\sum_i \sum_j A_i t_{ij}^{-1}} \quad (3)$$

そして、吸収交通量構成率を、各用途別床面積構成率と吸収ポテンシャルをもちいて、次式のように表わせるものとする。

$$\frac{B_j}{\sum_j B_j} = k_0 + k_1 \frac{1 \cdot X_j}{\sum_l X_j} + \dots + k_n \frac{n \cdot X_j}{\sum_l X_j} + k_\beta \beta_j \quad (4)$$

これを、昭和40年の京都市と神戸市に適用した時、吸収交通量構成率と各用途別床面積、吸収ポテ

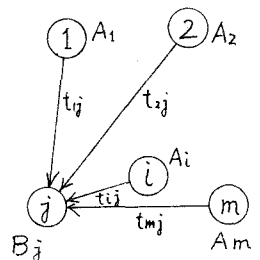


図-2

ンシャルとの間の相関は表-3のようになった。また、得られた各係数および重相関係数の値を、たとえば京都市について、表-4に示す。吸収交通量についても相関がきつめてよい。将来の通勤吸収交通量を推定するには、将来の土地利用計画および交通パターンを知り、吸収交通量構成率を求めて、これに将来の総吸収交通量を乗じればよい。

	京都市9区	神戸市8区
住宅	-0.38735	-0.33214
併用住宅	0.75083	
商業	0.87506	0.95098
工業	0.14102	0.68585
β_j	0.87749	0.75026

表-3

k_0	-0.07021
$k_{住宅}$	0.19562
$k_{併用住宅}$	0.58287
$k_{商業}$	0.26590
$k_{工業}$	0.18609
k_{β}	0.92604
M.R.	0.99531

表-4

さて、将来の発生・吸収交通量の推定は、得られた各係数の値、将来の t_{ij} 、各用途別床面積をもちいて行なうが、式(1)~(4)で明らかのように、発生交通量と吸収交通量はあたがいに関係しているため、収束計算によってこれを求める。収束計算の手順は、図-3のフローチャートに示したとおりである。図においては、吸収交通量構成率を b_j 、通勤発生率を a_i 、各用途別床面積構成率を p_j 、総発生(吸収)交通量を T で表わしてある。この際、求めるべき未知数は A_i 、 B_j とともに m 個、合計 $2m$ 個、与えられる条件式も式(2)、(4)とともに m 個、合計 $2m$ 個であり、解は一義的に求まることになり、したがって、収束計算にあたっては初期値 $b_j(0)$ に、 $0 \leq b_j(0) \leq 1$ 、 $\sum_j b_j(0) = 1$ なる関係を満足する限り、いかなる数値を与えてもよい。また、将来の各ゾーンの夜間人口は、各ゾーンの計画人口なり、夜間人口推定モデルなりによって与える。

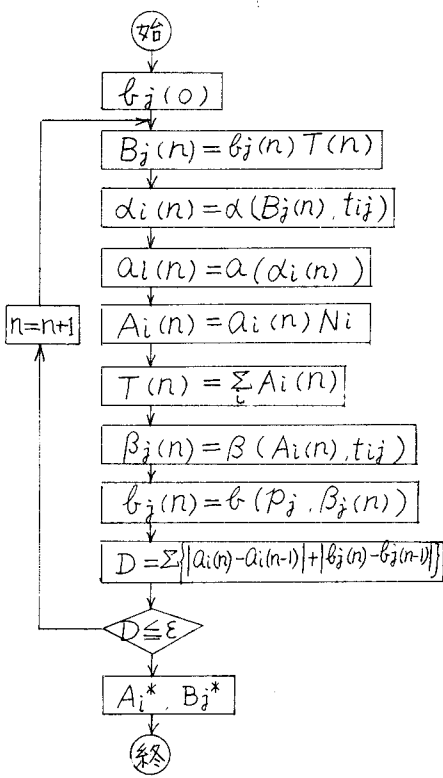


図-3

一方、通学に関する発生・吸収交通量については、通勤者に比して法則性が薄く、したがって将来予測も困難である。ただ、通勤交通量と通学交通量の比は、おおむね対1ないしは7対1であり、その量からみて、通勤者の場合ほど厳密な方法をとらなくても、全体としての誤差からはあまり影響がない。そこで、通学発生交通量については、それがそのゾーンの夜間人口に占める比が一定である、あるいは、任意のゾーンにおいてそれと通勤発生交通量の比は一定である、などの仮定から求められる。通学吸収交通量については、それに関係する大学や短期大学など各種学校の数を調べ、先の式(4)と同じような考え方をして各係数の値を重回帰分析により求め、将来の学校数を都市計画から知ることにより、求めることができる。

3 分布交通量の推定

発生交通量 A_i 、吸収交通量 B_j が求めれば、次にゾーン $i \sim j$ 間の分布交通量 T_{ij} を求める必要がある。通勤・通学交通に関する分布交通量については、従来、平均成長率法、デトロイト法、フレター法などの現在パターン法や重力モデル法、あるいは両者の組合せによる方法などがよく用いられる。その際、これらの方法にはそれぞれ欠点があるが、発生・吸収交通量の推定の段階で2.の方法をもちいる限り、この欠点は克服できる。ただ、重力モデルにおいて、尤値が0に近づくにつれて T_{ij} が無限に大きくなる、という欠点が残る。そのため、自地域内交通量は T_{ij} の取り方によって大きく変動し、他の交通量に少なからず影響を与えることになる。

	京都市9区	神戸市8区
S_0	-0.00392	0.07576
$S_{住}$	0.14172	0.05753
$S_{商}$	0.52568	
$S_{工}$	0.62241	0.54107
S_E	0.39833	0.20474
MR	0.97699	0.98270

表-5

そこで自地域内交通については、これらの方法とは別に求めることにする。

自地域内交通量を T_{ii} とすると、 T_{ii} の夜間人口 N_i に対する割合は、一般に商業地域・工業地域は高く、住宅地域は低い。これは、自地域が商業・工業地域であれば、それだけ自地域への就業機会が多いことから考えて、明らかである。そこで

$$L_i = {}_1X_i + {}_2X_i + \dots + {}_nX_i \quad (5)$$

なるゾーン i の宅地面積を考え、次の関係が成立すると仮定する。

$$\frac{T_{ii}}{N_i} = S_0 + S_1 \frac{{}_1X_i}{L_i} + S_2 \frac{{}_2X_i}{L_i} + \dots + S_n \frac{{}_nX_i}{L_i} \quad (6)$$

昭和40年の京都市、神戸市について、重回帰分析により、各係数の値を計算し、その結果を表-5に示す。

結局 分布交通量の推定は、まず将来の土地利用計画および夜間人口から(6)式により自地域内交通 T_{ii} を求め、次にそれ以外のゾーン間交通量を、重力モデルにより初期値を与えて、現在パターン法による収束計算から求めるという2段階の作業を行なう。

4. 配分交通量の推定

各分布交通量 T_{ij} が求めれば、次に各 T_{ij} を $i \sim j$ 間のいくつかの経路に配分する必要がある。これについても、従来いくつかの方法がもちいられているが、一次式の形が一番容易であり、かつ安定しているようである。経路への配分は、各経路のもつ交通特性、すなわち、徒歩時間・バス時間・鉄道時間・乗換え回数・混雑度・運賃などに応じてなされるものと考え、これらの特性を X_{ij}^k ($k=1, \dots, l$) とし、配分率を P_{ij} 、当該ODの対象経路数を l とする時、関数モデルは次のようになる。

$$P_{ij}^d = \frac{1}{l} + C_1 (X_{ij}^1 - \bar{X}_{ij}^1) + C_2 (X_{ij}^2 - \bar{X}_{ij}^2) + \dots + C_l (X_{ij}^l - \bar{X}_{ij}^l) \quad (7)$$

ただし、 $\sum P_{ij}^d = 1$ である。これより配分交通量は $T_{ij}^d = P_{ij}^d \cdot T_{ij}$ として求まる。実績値への適用は、 X_{ij}^k の選び方によりいろいろの場合について行なったものを、講演時に表に詳述することにする。(なお、1・2・3・4、いずれも講演時に、方法・適用結果など補足する。)