Ⅳ-36　ＯＤ交通量の特性と交通量予測について

名古屋大学工学部　正員　河上省吾

1、はじめに　本研究では、ＯＤ交通量の特性を地域間結合度によって表現する方法を検討し、これを京都、名古屋、大阪の各都市の通勤、通学ＯＤ交通量の分析に適用してみる。つぎに、先に提案したＯＤ交通量の予測モデルの一つである地域間結合度モデルの改良案を示す。

2、ＯＤ交通量の特性　ここで用いる記号を表－１にＯＤ表の形式で示しておく。このとき、ゾーンi, j間の地域間結合度R_{ij}は次式(1)

$$R_{ij} = t_{ij} / T_i U_j / T \qquad (1)$$

で定義される。R_{ij}はi, j間の交通量t_{ij}と交通量の分布が一様分布であるときの交通量$T_i U_j / T$との比で、ゾーンi, j間の距離および所要時間などの交通抵抗や地区間の結びつきの強弱によって変化する。すなわち、

表－１

O＼D	1	2	…	j	…	n	計
1	t_{11}	t_{12}	…	t_{1j}	…	t_{1n}	T_1
2	t_{21}	t_{22}	…	t_{2j}	…	t_{2n}	T_2
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮	⋮
i	t_{i1}	t_{i2}	…	t_{ij}	…	t_{in}	T_i
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮	⋮
n	t_{n1}	t_{n2}	…	t_{nj}	…	t_{nn}	T_n
計	U_1	U_2	…	U_j	…	U_n	T

$R_{ij} \gg 1$ ならば、i, j間の結びつきは強い（近距離で交通上の便利がよい場合が多い）
$R_{ij} \doteqdot 1$ ならば、i, j間の結びつきは普通
$R_{ij} \ll 1$ ならば、i, j間の結びつきは弱い（遠距離で交通上の便利が悪い場合が多い）

ところで、あるゾーン間のR_{ij}が１より大きいということは他のR_{ij}が１より小さいということに等しいから、それぞれのゾーン間の結びつきの強弱を示す指標として、（$R_{ij}-1$）が考えられる。基本的には、ＯＤ表のR_{ij}の分布状況がゾーン間の結びつきを示しているが、ＯＤ表全体のゾーン間の結びつきから見た特性を示す指標としては、各ゾーン間の平均的な結びつき強度を示す$\sum_{ij} |R_{ij}-1| / n^2$または$\sum_{ij} (R_{ij}-1)^2 / n^2$などが考えられる。また、ゾーン間の結びつきの強さを示す指標である配分係数C（連関）を用いてＯＤ表の特性を示すことも考えられる。$C = \sqrt{\chi^2 / (T + \chi^2)}$　ここに、$\chi^2 = \sum_{ij} (t_{ij} - T_i U_j / T)^2 / T_i U_j / T$

これらの各指標は、その値が大きいほどゾーン間の結びつきが強いと考えられる。

3、各都市のＯＤ表の分析　京都、名古屋、大阪の三都市の通勤、通学ＯＤ表の特性を検討するために、それぞれの昭和35年と40年のR_{ij}を計算して上記の各指標の値を求めると表－２のようになった。各都市について検討すれば、次のようである。

表－２

	$\sum_{ij} \lvert R_{ij}-1 \rvert / n^2$	$\sum_{ij} (R_{ij}-1)^2 / n^2$	配分係数C	$\sum_{ij} \lvert R_{ij}^{35} - R_{ij}^{40} \rvert / n$
京都市	0.8755 0.8565	2.182 1.972	0.7894 0.7891	0.0778
名古屋市	1.0917 1.0214	8.901 5.443	0.8449 0.8503	0.1791
大阪市	1.3679 1.3984	12.416	0.9480 0.9491	0.0914

(注) 上段 35年，下段 40年

(i) 京都市／　京都市の通勤ＯＤ表から昭和35年と40年のR_{ij}を求めてみると、両年とも同一ゾーン間の結合度は2.0～7.0と大きいが、その他の地区間の結合度は0.1～1.0に分布している。そして、35年と40年を比較すると、R_{ij}の分布全体が35年と40年の間に少し1.00に近づいている。これは表－２の値からもうかがえる。また、両年のR_{ij}の差の絶対値の平均は0.0778で、小さいことがわかる。

(ii) 名古屋市／　名古屋市の通勤、通学交通からみた地域間結合度R_{ij}は、35年と40年の分布が非常によく似ている。また同一ゾーン間のR_{ij}は2.0～20.0になっているのに対して、ゾーン相互間のR_{ij}は0.1～1.4の間に分布している。なお、名古屋市の場合は、35年と40年のR_{ij}の差の絶対値の平均が大き

いが、これは2, 3のゾーン間で特に大きな差があるためで、全般的には差は小さい。

(iii)大阪市/　大阪市の通勤、通学交通から求めたR_{ij}は、35年と40年の分布がよく似ている。また、同一ゾーン間のR_{ij}は2.0〜36.0であるのに、ゾーン相互間のR_{ij}は0〜1.5の間に分布している。大阪では、表−2の値が35年と40年でほとんど変わっていない。また、各R_{ij}の35年と40年の差は小さい。

4. 地域間結合度モデル　　このモデルでは、まず何らかの方法で将来の地域間結合度$\bar{R}_{ij}$を推定し、つぎに将来の発生、集中量の条件を満足し、かつ$\sum_{ij}(X_iY_j/X)(R_{ij}-\bar{R}_{ij})^2$を最小にする$R_{ij}$を求める。そしてこの$R_{ij}$を用いて将来のOD交通量を推定する。ただし、$X_i$, Y_jは将来時点の発生、集中量で、$\sum_i X_i=\sum_j Y_j=X$である。このモデルの計算過程を式で示せば次のようになる。λ_i, μ_j：ラグランジェ定数

$$F=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\frac{X_iY_j}{X}(R_{ij}-\bar{R}_{ij})^2-2\sum_{i=1}^{n}\lambda_i\left(\sum_{j=1}^{n}R_{ij}Y_j-X\right)-2\sum_{j=1}^{n-1}\mu_j\left(\sum_{i=1}^{n}R_{ij}X_i-X\right) \tag{2}$$

$$\frac{\partial F}{\partial R_{ij}}=2\cdot\frac{X_iY_j}{X}(R_{ij}-\bar{R}_{ij})-2\lambda_iY_j-2\mu_jX_i=0$$

$$\therefore R_{ij}=\bar{R}_{ij}+\lambda_i\frac{X}{X_i}+\mu_j\frac{X}{Y_j}\quad,\quad \mu_n=0\ ,\ (i,j=1,2,\cdots,n) \tag{3}$$

$$\frac{\partial F}{\partial \lambda_i}=\sum_{j=1}^{n}R_{ij}Y_j-X=0\quad,\quad (i=1,2,\cdots,n) \tag{4}$$

$$\frac{\partial F}{\partial \mu_j}=\sum_{i=1}^{n}R_{ij}X_i-X=0\quad,\quad (j=1,2,\cdots,n-1) \tag{5}$$

式(3)を式(4),(5)に代入すると、次式(6)を得る。

$$\left.\begin{aligned}&\frac{\lambda_iX}{X_i}\sum_{j=1}^{n}Y_j+X\sum_{j=1}^{n-1}\mu_j=X-\sum_{j=1}^{n}\bar{R}_{ij}Y_j && (i=1,2,\cdots,n)\\ &X\sum_{i=1}^{n}\lambda_i+\frac{\mu_jX}{Y_j}\sum_{i=1}^{n}X_i=X-\sum_{i=1}^{n}\bar{R}_{ij}X_i && (j=1,2,\cdots,n-1)\end{aligned}\right\} \tag{6}$$

式(6)はλ_i, μ_jに関する連立一次方程式であるから、これを解いてλ_i, μ_jを式(3)に代入すれば、将来の地域間結合度R_{ij}を求めることができる。したがって、将来のOD交通量x_{ij}は次式(7)によって求めることができる。

$$x_{ij}=R_{ij}\cdot X_iY_j/X \tag{7}$$

このモデルの欠点は、R_{ij}が負になる場合があり、$x_{ij}\geqq 0$を必ずしも満足しない点であるが、R_{ij}が負になった場合は、修正法[1]を用いることにする。

$\bar{R}_{ij}$の推定法/　つぎに、将来の地域間結合度$\bar{R}_{ij}$の推定法について述べる。3で述べたように、通勤、通学交通などでは、5年ぐらいの期間ではR_{ij}の変化が小さく、また発生、集中量の変化も比較的小さいので、t_{ij}, T_i, U_j, Tの各変量が独立であると考え、R_{ij}の全微分を計算し、各変量が微小な変化をした場合のR_{ij}の変量ΔR_{ij}を求め、これを用いて将来の$\bar{R}_{ij}=R_{ij}+\Delta R_{ij}$を推定する方法が考えられる。すなわち、

$$\Delta R_{ij}=\left(\frac{\Delta t_{ij}}{t_{ij}}-\frac{\Delta T_i}{T_i}-\frac{\Delta U_j}{U_j}+\frac{\Delta T}{T}\right)R_{ij} \tag{8}$$

しかし、式(8)において、$\Delta T_i/T_i$, $\Delta U_j/U_j$, $\Delta T/T$は与えられるが、$\Delta t_{ij}/t_{ij}$は未知であり、またt_{ij}とT_i, U_jは独立でなく、両者間には関数関係があると考えられるので、将来予測に際しては、次式(9)を仮定して、過去の資料から$f(\Delta T_i/T_i, \Delta U_j/U_j)$の関数形を決め、　$\Delta R_{ij}=f(\Delta T_i/T, \Delta U_j/U_j)\cdot R_{ij}$　(9)　ΔR_{ij}を推定するのがよいであろう。T_i, U_jの変化量が大きい場合は、予測期間をいくつかに細分し、式(9)をくり返し適用する。また、R_{ij}をi, j間の所要時間r_{ij}と年度tなどの関数と仮定して、将来予測をすることも考えられる。すなわち、$R_{ij}=f(r_{ij}, t)$　(10)

注1) 河上：地区間交通量予測のための一モデル，第9回日本道路会議論文集，昭和44年10月。