

1. はじめに 道路計画を立案するに当っては、将来の交通量を適確に推定することが必須条件となる。ここでは、交通量の1つである起終点(OD)交通量の推定方法について検討してみよう。OD交通量は、対象地域の人口、所得、登録自動車台数、商品販売額などの関数であると考えられる。すなわち、これらの各要因が交通を発生させると見なすことができる。OD交通量調査により観測されるOD交通量は、それぞれの要因により発生する交通量の総和であると考えられる。また、OD交通量においては地域相互間の距離の影響を無視することはできない。では、これらの交通発生要因とOD交通量の関係はいかなるものであろうか。本研究では、交通発生要因とOD交通量との関係について考察する。

2. 交通発生モデル いま、 i, j 2地域を考える。両地域の交通発生要因の1つを X_n ($n=1, 2, \dots$) とし、 i, j 両地域のそれとそれぞれ X_{in}, X_{jn} と表わす。地域 i, j 間の距離を R_{ij} とし、要因 X_n による i, j 間のOD交通量を V_{ijn} とすると、 V_{ijn} は X_{in}, X_{jn} と R_{ij} の関数として表わされる。

$$V_{ijn} = f(X_{in}, X_{jn}, R_{ij}) \quad (1)$$

式(1)において (X_{in}, X_{jn}, R_{ij}) は他の1つの文字 Y_n で置きかえることができる。すなわち、

$$V_{ijn} = f(Y_n) \quad (2), \quad Y_n = g(X_{in}, X_{jn}, R_{ij}) \quad (3)$$

なお、式(2)をテイラー展開すると次のように表わされることが知られている。

$$V_{ijn} = P_0 + P_1 Y_n + P_2 Y_n^2 + \dots + P_m Y_n^m + \dots \quad (P_0: \text{常数}) \quad (4)$$

式(1)かOD交通量を与える式であれば、 i, j 2地域を細分して式(1)により交通量を求めても、細分しないで求めた交通量 V_{ijn} に等しくなるはずである¹⁾。つまり、この条件を用いて式(1)の関数形の決定を試みる。 i 地域を $i1, i2$ の2地域に分割し、各地域の交通発生要因 X_n を X_{in}, X_{i2n} とする。また j 地域も $j1, j2$ の2地域に分割し、各地域の X_n の値を X_{jin}, X_{j2n} とする。このとき次式が成立する。

$$X_{in} = X_{i1n} + X_{i2n}, \quad X_{jn} = X_{j1n} + X_{j2n} \quad (5)$$

さらに、地域 $i1, j1, i1, j2, i2, j1, i2, j2$ 間の距離は、地域 i, j 間の距離 R_{ij} に等しいものとする。細分した各地域間のOD交通量は式(1)で表わすことができる。次のようになる。

$$i1, j1 \text{ 間のOD交通量} = f(X_{i1n}, X_{j1n}, R_{ij}) \quad i1, j2 \text{ 間のOD交通量} = f(X_{i1n}, X_{j2n}, R_{ij})$$

$$i2, j1 \text{ 間のOD交通量} = f(X_{i2n}, X_{j1n}, R_{ij}) \quad i2, j2 \text{ 間のOD交通量} = f(X_{i2n}, X_{j2n}, R_{ij})$$

したがって、次式(6)が成立するはずである。(上述1)の条件による)

$$V_{ijn} = f(X_{in}, X_{jn}, R_{ij}) = f(X_{i1n}, X_{j1n}, R_{ij}) + f(X_{i1n}, X_{j2n}, R_{ij}) + f(X_{i2n}, X_{j1n}, R_{ij}) + f(X_{i2n}, X_{j2n}, R_{ij}) \quad (6)$$

このとき、 X_{in} と X_{jn} が V_{ijn} に関して対等であることを考慮して、 Y_n の関数形を適当に仮定し(たとえば、 $(X_{in}^a + X_{jn}^a) R_{ij}^b$, $X_{in} X_{jn} R_{ij}^b$ など)、これを式(6)をテイラー展開したものに代入してみると、 $f(Y_n)$ が次式(7)で与えられる場合に式(6)が成立することがわかる。ゆえに、式(7)が X_n によるOD交通量を与える式であると考えられる。

$$V_{ijn} = k_n X_{in} X_{jn} / R_{ij}^c \quad (7)$$

また、 i, j 2地域間のOD交通量 V_{ij} は、各交通発生要因による発生交通量の和であるから、次式(8)で表わされる。

$$V_{ij} = \sum_{n=1}^m k_n X_{in} X_{jn} / R_{ij}^c, \quad (m \text{ は交通発生要因の数}) \quad (8)$$

OD交通量は式(8)で与えられるが、実際にはすべての交通発生要因を調べることができないのと、予測誤差などを考え、将来交通量の推定においては、OD交通量の大きな部分を占める要因による交通を予測できれば十分であることから、式(7)の形で表わさない発生要因による交通量を一括して k_0 で表わすことにする。したがって、ここでは次式(9)によってOD交通量を表わすことにする。このとき、 k_0 の値が小さいほど式(9)は交通の発生機構

$$V_{ij} = k_0 + \sum_{n=1}^m k_n X_{in} X_{jn} / R_{ij}^r, \quad k_0, k_n \geq 0, (k_0, k_n, r: \text{常数}) \quad (9)$$

を詳しく説明していることになり、将来交通量の予測能力も大きいと言える。

3. 京都市における交通発生モデルの決定 京都市における実際のOD交通量調査データと交通発生要因データを利用して、式(9)の k_0, k_n, r の値を回帰分析の方法により決定した。このときの地域区分は行政区分をそのまま採用し、市内を9区域に分割した。また、交通の発生要因として何が考えられるかということが問題になるが、乗用車、貨物車、バスなどの車種の違いにより用途が異なるので、その交通発生要因も異なるはずである。そこで車種ごとに交通発生モデルを決定することにした。そして起終奥が同一区域の場合には、 $X_{in} = X_{jn}$ とし、地区間距離 R_{ij} としては地区内の自動車の平均走行距離を用いることにした。以下に計算結果を示し、それに対して考察を加える。

i) 乗用車 交通発生要因としては、乗用車登録台数、分配所得、人口、商品販売額、高次産業就業者数などとりあげ、回帰分析を行なった。このとき、 k_n の値と重相関係数により V_{ij} を表わす式を決定した。ここに k_0, k_n, r の値と X_n の内容を記すと次のようになる。 $k_0 = 906, k_1 = 0.54141, k_2 = 0.00006, r = 1, X_1 = \text{乗用車登録台数}, X_2 = \text{人口}$ このとき、重相関係数は0.735で相関度は割合よいが、乗用車OD交通量の平均が1782台で、 $k_0 = 906$ であることを考えると、ここでとりあげなかった要因による発生交通量がOD交通量の約 $1/2$ を占めていることがわかる。したがって、将来の交通発生機構が現在と変わらなると仮定しても、この交通発生モデルで将来交通量を推定することは危険である。

ii) 貨物車 考えられる交通発生要因としては、貨物車登録台数、製造品出荷額、分配所得、商品販売額、人口などとりあげた。回帰分析の結果を示すと次のようになる。 $k_0 = 476, k_1 = 0.06050, k_2 = 0.00611, r = 1, X_1 = \text{貨物車登録台数}, X_2 = \text{分配所得}$ 重相関係数は0.933で相関度は相当よい。また、貨物車OD交通量の平均が2582台で、 $k_0 = 476$ であることを考えると、ここで採用した貨物車登録台数と分配所得によって貨物車OD交通量の82%が説明されていることがわかる。

iii) バス バス登録台数、分配所得、人口、商品販売額、高次産業就業者数などを交通発生要因と考えて、回帰分析を行なった。その結果を示すと次のようになる。 $k_0 = 120, k_1 = 0.008, r = 2, X_1 = \text{バス登録台数}$ 相関係数は0.128で相関度はきわめて悪い。また、バスのOD交通量の平均値が109台であるのに、 $k_0 = 120$ であることから考えても、バス登録台数はバスOD交通量とはほとんど関係がないことがわかる。したがって、バスのOD交通量はここにとりあげたもの以外の要因で説明する必要がある。

これまでの段階では、貨物車OD交通量の発生モデル以外は見るべきものが得られなかったため、乗用車交通量およびバス交通量についてはさらに検討を加える予定である。