

自動車の分布交通量に関する基本的考察

金沢大学工学部 正員 松浦 義満
 金沢大学工学部 学生員 〇 染谷 明

1. はじめに

自動車の往トリップのOD交通量を発生密度 X_{ij} で表わすと次のような(1)式になることはすでに示したが、今回はこの式の成立理由について考察する。

$$X_{ij} = \frac{X_{ij}}{A_i} = K_j \lambda_i e^{-\beta d_{ij}} \quad \text{--- (1)}$$

上式で X_{ij} はiゾーンからjゾーンへの自動車往トリップ数、 A_i はiゾーンの可住地面積(km^2)、 K_j はjゾーンの経済活動レベル、 λ_i はiゾーンの産業立地適地度、 d_{ij} はiゾーンとjゾーンの直線距離(km)、 β, γ は定数である。

2. 自動車によるゾーン間時間距離

図1は東京都市郡パーソントリップ調査(543)よりバスを除く自動車の中ゾーンペア別トリップ長を描いたもので、このようなゾーンペアのトリップ長分布は着ゾーン面積の広がりや走行速度の二原因によるものと考えられる。

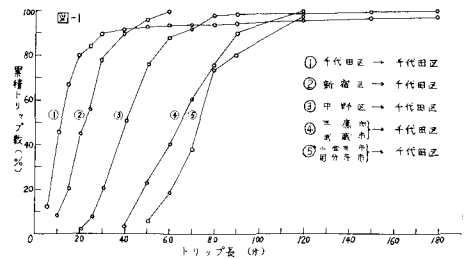
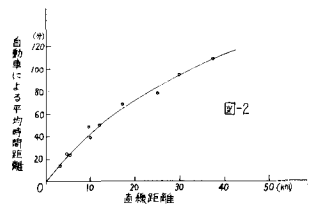


図2は各ゾーンペアのゾーン中心間の直線距離と平均トリップ長の関係である。

$$t = \alpha d^\gamma \quad \text{--- (2)}$$

図2より直線距離 d と時間距離 t の間に(2)式が成立すると推測されるため表1の γ を用い図2の曲線上の一点を与え α を求め、その結果より d と t の関係を計算すると図2の実線のように実測値とよく一致する。



この時 $\alpha = 0.9840$ $\gamma = 0.6645$ (t :分 d : km) という値をとる。

次に区間平均速度の低下は停車回数、停止時間の影響を受けていると推測され、また運行時間から停止時間を差引いた純走行時間に対する速度を純走行速度と名づけるとこの純走行速度と停車回数密度の関係は、図3のようになり停車回数密度が大きくなるにつれて純走行速度は逡減して、これはドライビング・サイクルにおける加速減速の影響によるものと考えられる。

表-1

着ゾーン	k_j	β	γ
台東区	15,500	0.2610	0.6733
中野区	3,000	0.2796	0.6627
府中市	700	0.2847	0.6576
平均値			0.6645

以上の過程をモデル化して考察すると、走行距離: D_{km} 総所要時間: $T_{\text{分}}$ 総停止時間: T_s 総定速走行時間: T_r 停車回数: n 停車率: $\phi = \frac{T_s}{T}$ 定速走行速度: v_0 t_a, t_r, t_d は各々1サイクル当り平均の加速、定速、減速時間分 区間平均速度 $V = \frac{D}{T}$ 純走行速度: V'

$$T = T_s + T_r + n(t_a + t_d) \quad \text{--- (3)}$$

$$V' = \frac{D}{T_r + n(t_a + t_d)} = \frac{V}{1 - \phi} \quad \text{--- (4)}$$

$$D = \frac{1}{2} v_0 n(t_a + t_d) + v_0 T_r \quad \text{--- (5)}$$

$$(4)(5) \text{式より } V' = \frac{D v_0}{D - \frac{1}{2} v_0 n(t_a + t_d)} \quad \text{--- (6)}$$

(6)式は n が大きくなると V' は逡減することを示し、これは図3の現象と一致する。

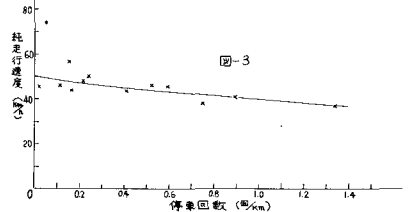


図3より $\frac{d}{v}=0$ の時 $v \approx 50\%$, $\frac{d}{v}=1$ の時 $v \approx 40\%$ であるので $v_0 = 50\%$ とし、この数値を(6)式に代入すると $t_a + t_d \approx 36 \text{ sec}$ となる。

一般街路における走行試験では $v_0 = 50\%$ の時 $t_a = 35.5 \sim 11.4 \text{ sec}$ で平均値 19.9 sec , また $t_d = 25.9 \sim 4.1 \text{ sec}$ で平均値 11.6 sec となり $t_a + t_d = 31.5 \text{ sec}$ となる。算出した値との差は 4.5 sec でよく一致していると思われる。

これより図3の純走行速度の低下は、ほぼ停車回数によるものと判断される。

従ってもし、対象区間に交差道路がなく停車回数がゼロであるなら図3の曲線は、交通量の大小に関係なく $v = 50\%$ となり、横軸に平行な直線となる。

3. 自動車OD交通量発生密度の誘導

(1)式は経験式であるため、単純化したモデルにより理論的な検討を加えておく。

土地面積を限定した場合、限界生産費 f は生産量 Q が大きくなるにつれ次式にそって逓増する。

$$f = C_i + \alpha \log(Q+1) \quad \text{--- (7)} \quad C_i: \text{生産ゾーン } i \text{ における生産1単位当りの固定費用,}$$

α : 生産財1単位だけ生産するための変動費用, また 総生産費: F と平均生産費: \hat{f} は(7)式より

$$F = C_i Q + \alpha(Q+1) \log(Q+1) \quad \text{--- (8)} \quad \hat{f} = C_i + \frac{Q+1}{Q} \alpha \log(Q+1) \quad \text{--- (9)}$$

Q が十分大きいと $Q+1 \approx Q$ より(9)式は

$$\hat{f} = C_i + \alpha \log Q \quad \text{--- (10)}$$

今、 i ゾーンから j ゾーンへの単位生産量当りの交通費用を T_{ij} で表わすと市場における平均費用は、

$$\hat{f} = C_i + \alpha \log q_{ij} + T_{ij} \quad \text{--- (11)}$$

i ゾーンに立地する生産者の受け取る単位土地面積当りの利潤: R_{ij} は 市場 j における価格 P_j と市場における平均費用の差に取引量を乗じたものであるから 次式のように表わせる。

$$R_{ij} = (P_j - \hat{f}) q_{ij} = (P_j - C_i - \alpha \log q_{ij} - T_{ij}) q_{ij} \quad \text{--- (12)}$$

生産者が最大利潤を目的として生産を行なうものとすればその際 i ゾーン単位土地面積から j ゾーンへの出荷量 q_{ij} で微分し、それを0とおく。

$$q_{ij} = \exp \left\{ P_j - C_i - \alpha - T_{ij} \right\} \quad \text{--- (13)}$$

また $h_j = \exp \left(\frac{P_j}{\alpha} \right) \quad \text{--- (14)} \quad \lambda_i = \exp(-C_i/\alpha - 1) \quad \text{--- (15)} \quad \Sigma = \frac{h_j + v_j + \omega}{\alpha} \quad \text{--- (16)}$

とおくならば(13)式は $q_{ij} = \frac{Q_{ij}}{S_i} = h_j \lambda_i e^{-\Sigma T_{ij}} \quad \text{--- (17)}$

ここに生産地 i から市場 j への総出荷量を Q_{ij} , 生産地 i ゾーン内の可住地面積を S_i , f_a を疲労度, v を時間費用, ω を運賃とする。また α は生産費にかかわる係数である。

市場 j の勢力圏内におけるゾーン数を N とすれば、 j ゾーンへの生産物の総集申量 D_j は(17)式を用いると

$$D_j = \sum_{i=1}^N Q_{ij} = K_j \sum_{i=1}^N \lambda_i S_i e^{-\Sigma T_{ij}} \quad \text{--- (18)}$$

よって $\lambda_j = \sum_{i=1}^N \lambda_i S_i e^{-\Sigma T_{ij}} \quad \text{--- (19)}$ とおいて K_j を求めると $K_j = \frac{D_j}{\lambda_j} \quad \text{--- (20)}$

(19)(18)式より K_j を消去して $P_j = \alpha \log \left(D_j / \sum \lambda_i S_i e^{-\Sigma T_{ij}} \right) \quad \text{--- (21)}$ となり P_j は他の条件が不変ならば D_j の対数に比例して上昇することになる。

(17)式は生産物のゾーン間の輸送量を表わす式であり、(18)式の Σ の中は道路網を与えれば決定する。

今、自動車1台当りの積載量を ρ とすると、 i ゾーン内の単位土地面積より j ゾーンへ向う自動車の往トリップ数 X_{ij} は $X_{ij} = \frac{q_{ij}}{\rho} = \frac{1}{\rho} h_j \lambda_i e^{-\Sigma T_{ij}} \quad \text{--- (22)}$

以上より(1)式と類似な関係が導かれた。

<1>: 参考文献 松浦・加藤「自動車の分布交通量に関する考察」 548 土木学会年次講演要集