

IV-218 交通流の物理的特性値と渋滞意識による渋滞判定モデル

熊本大学 正会員 溝上 章志

熊本市 正会員 九山 竜夫

1. はじめに

本研究は、従来の渋滞判定手法のもつ各種の問題点を解決する非集計ベースの渋滞判定モデルを定式化し、独自に実施した交通流のビデオ収録調査と渋滞意識調査のデータを用いて、個人の渋滞知覚と物理的交通特性値とを対応させた渋滞判定モデルの推定を行うことを目的としている。

2. 渋滞判定に関する従来の研究と松井・藤田モデル¹⁾

1980年代までの交通渋滞に関する研究が工学的により詳細に交通現象を分析することにより速度などの物理指標だけで交通渋滞を定義することを指向していたのに対して、松井・藤田らは人の知覚に基づく渋滞の定義とその判定方法を提案した。そこでは、人の渋滞の知覚は渋滞速度だけでなくその継続時間にも依存するという仮説の下で、心理学の知覚研究において著名なプロッホの法則を渋滞判定モデルに適用している。さらに渋滞評価アンケート調査データにより特定化を行っている。最終的には以下のモデルを得ている。

$$(60 - V_c) \times T_c = 240, \quad (1)$$

V_c は渋滞速度 (km/h), T_c は継続時間 (分) である。

しかし、モデルの定式化やその推定方法に幾つかの課題と改善の余地がある。まず、(a)渋滞速度や渋滞継続時間などの値は、名神高速道路利用者を被験者として実施した「渋滞評価アンケート調査」における完全な仮想質問に対する回答値であり、これを用いてモデルの推定を行っている。また、(b)速度差ごとに渋滞継続時間を集計したデータを用いてモデルの推定を行っている。(a)では、実際にアンケート調査で設定された交通状況に総合した場合に、果たして回答した渋滞意識や評価を知覚するかどうかは不明である。また、(b)からは、サンプルごとの個人属性やトリップ特性によって異なると考えられる個人ごとの渋滞評価のばらつきが考慮できないなどのモデル構築上の課題がある。本研究では、交通混雑に対する個人の渋滞知覚と物理的特性値とをデータとした非集計ベースの渋滞判定モ

デルにより、これらの課題の解決を図る。

3. 渋滞意識と物理的特性指標による渋滞判定モデル²⁾

(1) 渋滞判定モデルの定式化

人の渋滞の知覚は、松井・藤田と同様にある閾値に対して刺激強度と持続時間に反比例すると仮定するが、ここでは、個人 n の渋滞不効用 S_n と閾値 H_n は各々、確率変数と仮定し、個人 n が渋滞と知覚する確率を以下で定義する。

$$P_n = \Pr[S_n \geq H_n] \quad (2)$$

ただし $S_n = R_n + \varepsilon_{Sn} = (V_{fn} - V_{cn})^{\alpha_1} \cdot T_{cn}^{\alpha_2} + \varepsilon_{Sn}$,

$$H_n = K_n + \varepsilon_{Hn} = \beta_0 + \sum_k \beta_k x_{nk} + \varepsilon_{Hn}$$

ここで、 V_{fn} は渋滞とは言えない最低速度、 V_{cn} は渋滞速度、 T_{cn} は渋滞速度の継続時間、 x_{nk} は個人属性や当該トリップのトリップ特性に関する k 番目変数であり、これらはすべて個人 n ごとの値をとる。また、 ε_{Sn} と ε_{Hn} はそれぞれ誤差項であり、これらの誤差項に Gumbel 分布を導入するとき、次の Logit 型の渋滞知覚確率が得られる。

$$P_n = \frac{\exp[-\xi(V_{fn} - V_{cn})^{\alpha_1} \cdot T_{cn}^{\alpha_2}]}{\exp[-\xi(V_{fn} - V_{cn})^{\alpha_1} \cdot T_{cn}^{\alpha_2}] + \exp[-\xi K_n]} \quad (3)$$

このモデルは、プロッホの法則をそのままの形でモデルに導入するのではなく、刺激強度と継続時間にべき乗のパラメータを導入して人の知覚評価構造そのものを特定化する点、および、渋滞知覚の閾値は個人の社会経済特性や当該トリップのトリップ特性に依存すると仮定している点、非集計型モデルにより渋滞知覚に関するサンプルのばらつきを考慮する点に特徴がある。

本モデルの未知パラメータは、 α_1 と α_2 , および β_0, β_k ($k=1, \dots, K$) であり、これらは以下の尤度関数を最大にする値として求められる。

$$L = \prod_n P_n^{\delta_n} \cdot (1 - P_n)^{1 - \delta_n} \quad (4)$$

ここで、 δ_n は個人 n が自ら経験したトリップの任意部

分の状態を渋滞と知覚した場合に1の値を取るダミー変数であり、後述の渋滞意識調査から得られる。

（2）交通流のビデオ収録調査と渋滞意識調査

交通混雑に対する個人の渋滞知覚と物理的特性値による非集計型の渋滞判定モデルを推定するために、交通流のビデオ収録調査と渋滞意識調査とを同一地点・同一時刻に実施した。前者の調査は、1993年の11月と12月に国道57号線東バイパスの上り、下りの両方向で6:30～9:30の3時間帯にわたって実施された。この調査は、区間の始断面Aと終断面Bとで同時に交通流のビデオ収録を行うものであり、その再生画面から、両断面を通過する全ての車両の通過時刻と、両断面を通過する同一車両の通過時刻を記録することができる。このうち、前者からは(a)任意の時間単位の交通流率を、後者からは(b)任意の時間帯に当該区間を走行したサンプル車両の区間速度データを得ることができる。

一方、後者の調査票は交通流の観測区間の中間交差点で信号待ちの車の運転者に配布され、郵送回収された。調査内容は、(1)通過時刻、(2)個人属性、(3)渋滞に対する一般的意識、(4)トリップ特性、(5)調査票受け取り時前後の交通状況に対する渋滞意識と評価などである。回収率は、上りが22.9%（回収数212/配布数927）、下りが22.8%（同143/496）であった。

4. モデルの推定結果とその考察

渋滞速度 V_{cn} には、交通流のビデオ収録調査データの(b)からサンプルnの通過時刻前後の5分間平均値を与える。渋滞継続時間 T_{cn} と個人属性やトリップ特性値 x_{nk} には意識調査の回答値を用いた。個人nの渋滞知覚は、調査票受け取り時前後の交通状況に対する渋滞意識質問に対する「非常に渋滞していた」から「全く渋滞していなかった」までの5段階評価のうちの「少し渋滞していた」までを $\delta_n = 1$ （渋滞知覚者）としている。 V_{fn} には、一般街路でのモデルの実用性を高めるために当該道路区間制限速度（ここでは50km/h）を用いる。

推定結果を表-1に示す。個人属性については日常的に渋滞に遭遇している人の方が、トリップ特性については交通目的は通勤以外、当該トリップの経験は長期であるほど、渋滞がないときの所要時間は長いほど、始業開始までの余裕時間と当該トリップの実所要時間は短いほど閾値は低くなり、交通渋滞を知覚しやすくなるという結果が得られた。これらは、経験的にも妥

当な符号条件になっている。ほぼすべての変数で比較的高いt値が得られており、閾値に導入した説明変数の統計的信頼性は高い。一方、速度差と渋滞継続時間のべき乗部の値は0.3835, 0.2729であり、通常のプロットの法則に用いられる値1.0よりもかなり小さいこと、速度差のウェイトの方が大きいこと、両者の統計的有意性はともに非常に高いことなどが明らかである。尤度比、的中率などの適合度指標も共に高いことから、本モデルの渋滞判定モデルとしての有用性は高いといえよう。

表-1 渋滞判定モデルの推定結果

説明変数	パラメータ	t値
速度差のべき乗部 α_1	0.3835E+00	8.02
継続時間のべき乗部 α_2	0.2729E+00	7.12
定数項	0.3569E+01	2.98
トリップ目的（通勤=1）	0.1189E+01	2.46
交通開始時期（1年未満） （1～3年）	0.6409E+00 -0.4557E+00	1.81 -1.46
渋滞経験（よく遭遇） （時々遭遇）	-0.1039E+01 -0.7874E+00	-1.26 -0.97
非渋滞時の所要時間	-0.2344E-01	-1.77
到着余裕時間	0.1930E-01	1.89
総所要時間	0.2449E-01	2.06
サンプル数	268	
尤度比	0.483	
的中率（渋滞/非渋滞）	82.8 (84.7/79.1)	

5. おわりに

本研究では、(1)渋滞判定の閾値を個人属性やトリップ特性の関数で定義し、(2)刺激強度とその継続時間による渋滞評価の構造を一般化することにより、人の渋滞評価のばらつきを考慮した非集計型渋滞判定モデルを提案した。また、(3)交通渋滞に対する意識上の評価を交通流の物理的特性値と対応させてモデルの推定を行った。その結果、適合度・論理性が高く、かつ実用に供する渋滞判定モデルが得られた。

<参考文献> 1)松井・藤田・阿江:人間の知覚に基づく高速道路渋滞の情報提供とその評価に関する研究, JSCE, No.494, pp.127-135, 1994. 2)溝上・丸山:一般街路における渋滞意識の構成に関する研究, 西部支部研究発表会研究概要集, pp.778-779, 1996.