

日交通量分布に対する新たな統計分布族の適用可能性の検討

金沢大学大学院
金沢大学
金沢大学

自然科学研究科
環境デザイン学系
環境デザイン学系

学生員
正会員
フェロー

○ 稲田 裕介
中山晶一郎
高山 純一

1. はじめに

新たな道路計画の策定や高速道路の料金改正など、交通流に変化が生じることが予測されるような問題を検討する場合、本来、現在の交通流の状態を正確に把握することが求められる。しかし、実務では、道路状況の代表値として、平均値や最大値を用いるのが現状となっている。

一方、これまで多数の交通量配分モデルが提案されているものの、実際の交通量の変動特性、確率的特性の分析をテーマにした研究では、不明な部分が未だ多い状況にある。飯田ら³⁾の研究や井料ら³⁾の研究で議論されている通り、交通量データの変動特性や確率的特性を知ることは、変動を考慮した信頼性評価や道路の運用・管理・計画に役立てられ、それを考慮した交通需要推計モデルの構築等にも役立てることができ、ネットワークの計画や管理を行う際には必要不可欠となる。著者ら³⁾の研究では、配分モデルでよく仮定される正規分布や対数正規分布への実測交通量分布の適合割合が8割前後と高いことが示されている。この適合割合は高いものであると解釈できるが、“これらの理論分布が実測交通量分布に最も適合しやすいのか”という疑問の答えになっているとは言い切れない。

本稿では、阪神高速道路に設置している簡易トラカンが観測した断面交通量データを用い、正規分布・対数正規分布より適合割合の高い分布形状の特定を図った。具体的には、自由度の大きい分布形状に着目し、適合度検定をもって新たな分布族の適用可能性や有用性を判断し、今後の道路ネットワーク評価の基礎資料としての交通量分布の特性について把握している。

2. 分析対象データ

今回研究に用いたデータは、阪神高速の本線およびランプ部分における交通量データである。データの内容は、2003年3月1日から2007年5月31日(1553

日間)において阪神高速全線の車両感知器において観測した5分間交通量データを足し合わせた日交通量データである。

なお、不要なデータやエラーカウントについては、次のように除去した後、分析を行うこととしている。

- I. 感知器が正常に働いていない時間の交通量
- II. 感知器数が車線数を満たさない地点のデータ
- III. Smirnov-Grabs Test による外れ値の検定

不要な観測地点を取り除いた残りの観測地点は合計 867 箇所となった。内訳は本線上 485 箇所、ランプ上 361 箇所、料金所 14 箇所、パーキングエリア入口部分 7 箇所である。

3. ジョンソン分布 S_B システム

本研究では正規分布・対数正規分布に加え、新たな統計分布族としてジョンソン分布 S_B システム(以下: ジョンソン SB 分布)を検定に用いた。このジョンソン SB 分布は、非対称な形状の分布として、ベータ分布などと同様に、パラメータの設定により、平均、標準偏差、歪度、尖度を自由に設定できるため、多くの分布データにフィットでき、林学の分野で利用されている。このジョンソン SB 分布の確率密度関数を 1 式に、累積分布関数を 2 式に示す。式中 a, b, γ, δ は、パラメータであり、分布の範囲は $a < x < b$ である。また、確率密度関数の例を図 1, 2 に示す。

$$f(x) = \frac{(b-a)}{(x-a)(b-x)\sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\gamma + \delta \log \left(\frac{x-a}{b-x} \right) \right]^2 \right\} \quad (1)$$

$$F(x) = \phi \left[\gamma + \delta \log \left(\frac{x-a}{b-x} \right) \right] \quad (2)$$

※ $\phi[\cdot]$ は、標準正規変数の cdf

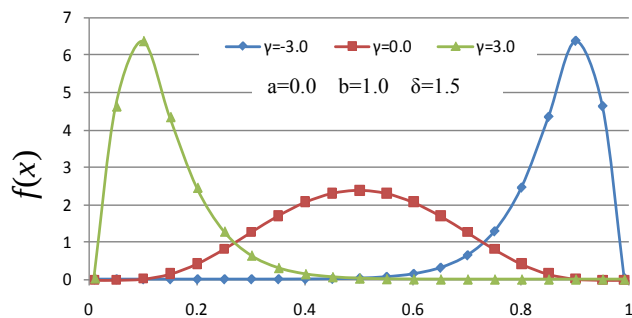
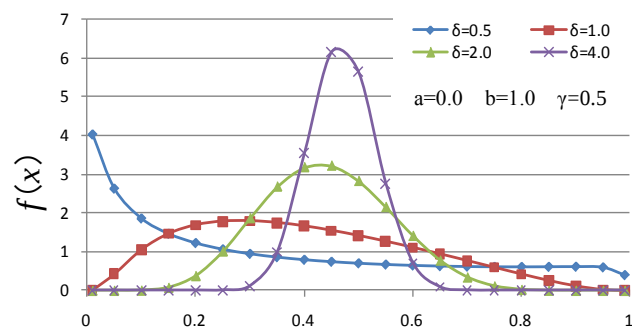
図1 ジョンソンSB分布(γ を変化させた場合)図2 ジョンソンSB分布(δ を変化させた場合)

表4 パラメータの変化

a	最小値から負方向にレンジの1%刻みで, 30%まで
b	最小値から正方向にレンジの1%刻みで, 30%まで
γ	範囲:-2.0~+2.0, 0.1刻み
δ	範囲:-2.0~+2.0, 0.1刻み

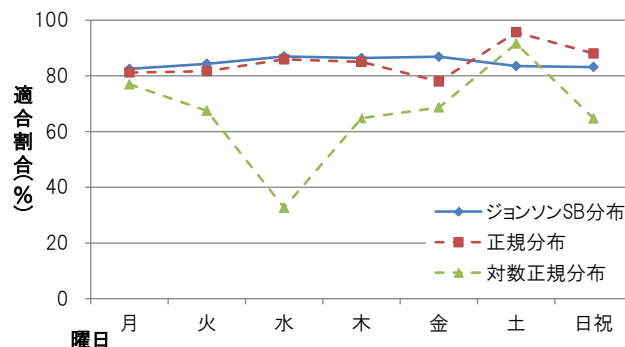


図3 ジョンソンSB分布への適合割合

図3を見ると, ジョンソンSB分布に対する適合度結果は, 正規分布と同程度となることが理解できる. なお, これはパラメータの設定方法について詳細な検討が必要である.

4. Kolmogorov-Smirnov Test を用いた適合度検定

4.1 検定手法概要

本研究では, 実際の交通量分布が理論分布に従うのかどうかの判定を適合度検定としてをKolmogorov-Smirnov Test(以下 K-S 検定)による手法を用いて行った. この K-S 検定は, 実際の分布を式(1)のように累積確率密度として置き換え, 理論分布の分布関数との差の最大値 $D_{\max}$ と, 検定統計量 D_n^α の大小によって, 実際の分布が理論分布に従うのかを判断するものである.

$$S_N(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \begin{cases} 1 & (x \geq x_i) \\ 0 & (x < x_i) \end{cases} \quad (1)$$

※ x_k は n 個のデータ x を昇順に並べたとき, k 番目のデータ

4.2 検定結果

検定を行うに当たって, ジョンソン分布のパラメータを表4のように, 変化させていき, それぞれの条件における理論分布のCDFを算出する. これと, 実測分布を3式にて変換したものとの差の最大値を, 全地点・全曜日算出し, その中で, 各曜日の最小値と検定統計量の大小を持って, 判定を行った. この適合度検定結果を図3に示す. 図3の縦軸は, 全地点における適合割合を示している.

5. おわりに

本研究では, 簡易トラカン観測による日交通量に対して, その分布形状を用い, ジョンソン分布 S_B システムに対して検定を行うことで, 日交通量分布への新たな統計分布族の適用可能性を把握した. 適用結果として, 正規分布や対数正規分布を超える適合割合を得ることは現在できていないが, 本稿で示したもの以外への適用も行っている. その結果に関しては, 講演時に示したいと思う.

謝辞

研究遂行にあたり, データ提供頂いた(株)都市交通計画研究所の方々にこの場を借り, 改めて感謝の意を示します.

参考文献

- 1) 飯田恭敬, 高山純一: 高速道路における交通量変動特性の統計分析, 高速道路と自動車, Vol. 24, No. 1 2, pp. 22-32, 1981
- 2) 井料隆雅, 岩谷愛理, 朝倉康夫: 都市高速道路における時間帯別流入交通量の週変動分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol. 27, pp. 173-176, 2007
- 3) 稲田裕介, 中山晶一郎, 高山純一: 「断面時間交通量の分布形の確率特性に関する基礎的研究」, 第42回土木計画学研究発表会講演集 (on CD-ROM, #P26), 2010