

パーソントリップにおけるトリップ長分布に関する一考察

九州大学工学部 学生員○中島 洋 正員 樗木 武 正員 吉武 哲信
西日本工業大学 正 員 河野 雅也 九州大学工学部 牧野 浩志

1. はじめに 交通需要の分析・予測を行なう際の説明変量の一つにトリップ長(時間単位)がある。トリップ長は通常、ゾーンペアごとに与えられるが、発着ゾーン自身が空間的広がりをもつため、多様なトリップ長が存在すると考えられる。そのため、トリップ長を一意に定めるには無理があり、分布として捉えることが肝要である。このトリップ長は、本来的に交通行動を起こす個人やトリップの手段、目的によって異なると考えられる。そこで、トリップ長を、ゾーンペアごとに、交通目的、手段別の分布として捉えることが妥当である。

ところで、手段選択においては、手段間の競合が問題である。この競合関係は、手段間のトリップ長の対応関係で表しうる。しかし、この点、従来のPT調査データ分析法では、選択結果のトリップ長のみが明らかであり、手段間のトリップ長の関係は明らかでない。

以上の認識を踏まえ、本研究はゾーンペアのトリップ長分布および手段間のトリップ長の関係について検討するものである。すなわち、トリップ長に関する統計的分析を通してトリップ長の理論分布を導き、そのパラメータについて比較・考察を行なうものである。なお、本研究に使用したデータは、第1回北部九州圏PT調査のものである。また、分析対象手段は鉄道、バス、自動車、徒歩・二輪の4分類とし、分析対象地域は福岡都市圏21市区町村とする。

2. 手段間のトリップ長の関係

ゾーンペアのトリップ長分布について分布特性、分布を規定する要因について検討し、それに基づき手段間のトリップ長の関係を明らかにする。

まず、PT調査データより、ゾーンペアごとにトリップ長分布を求める。ここで、本来的にはトリップ時間は連続量で表されるべきものであるが、PT調査データを用いる都合上、5分単位の離散量となる。しかし、5分間隔は人間が認識し得る時間間隔としては短すぎると考え、10分単位のトリップ長とする。また、異常値データを分析に使用することを防ぐた

め、トリップ長の最大値は120分とした。120分未満のトリップは全トリップの99.5%を占めており、トリップ長は、120分までで十分であると判断できる。

さて、ゾーンペアのトリップ長分布は、交通目的ごと、個人属性ごとにトリップ長を算出することも考えられる。しかし、これらすべての組合せにつき、トリップ時間分布を算出し、適合度検定(KS検定)を行なったところ、有意の差がみられなかった。したがって、以降の分析を全目的、全属性で行なうものとする。

次に、手段間のトリップ長の関係を求める。ただし、PT調査データを用いているため、手段間のトリップ長の関係が明らかでない。そこで、ゾーンペアに基づいて、ある手段 $k=1$ のトリップ時間 $T_{k=1}$ に相当する他の手段 $k=2$ のトリップ時間 $T_{k=2}$ の分布を求める。具体的には、手段1のあるトリップ時間 t_a のトリップが存在するすべてのゾーンペアを拾い出し、それらのゾーンペアの手段2のトリップ時間 T_2 の分布をすべてのゾーンペアを用いて平均し、相当する手段2のトリップ時間 T_2 の分布を求める。しかし、単純に平均するだけでは、平均的な値から極端に離れた小さなあるいは大きなトリップ時間が少数含まれていれば、結果がそのデータに引かれる可能性がある。このような事態を防ぐために、トリップ数の大小に基づく重みを用いて、重みづけ平均によりトリップ時間分布を求めることが考えられる。すなわち、重みとしては、手段1についてまず、トリップ時間 t_a のトリップ数とそのゾーンペア (i, j) の全トリップ数のうち占める割合を重みとして、 $P_1(i, j)$ を用いる。

$$P_1(i, j) = \frac{X_1(i, j, t_a)}{X_1(i, j, t_a)}$$

次に、ゾーンペア間でみたとき、ゾーンペア (i, j) のトリップ数が、全ゾーンペアのトリップ数のうち占める割合を重みとして、手段1のものを $P_2(i, j)$ 、手段2のものを $P_3(i, j)$ で表わす。

$$P_2(i,j) = \frac{X_1(i,j,t_d)}{X_1(\cdot,\cdot,t_d)}$$

$$P_3(i,j) = \frac{X_2(i,j,\cdot)}{X_2(\cdot,\cdot,\cdot)}$$

以上から、手段1のトリップ時間 t_d に相当する手段2のトリップ時間 T_2 の分布 $Y_{1,2}(T_2;t_d)$ は、これらの重み $P_1(i,j) \sim P_3(i,j)$ を用いて次式で表わせる。

$$Y_{1,2}(i,j,t_2) = \frac{1}{\sum_{i,j} P_1(i,j) \cdot P_2(i,j) \cdot P_3(i,j)} \times \sum_{i,j} P_1(i,j) \cdot P_2(i,j) \cdot P_3(i,j) \cdot X_2(i,j,t_2)$$

ここに、

$X_k(i,j,T_k)$: ゾーンペア (i,j) における手段 k のトリップ時間 T_k のトリップ数

$x_k(i,j,T_k)$: ゾーンペア (i,j) における手段 k のトリップ時間 T_k のシェア

i : 発ゾーン, j : 着ゾーン

これを個々の $t_d(d=1 \sim n)$ について求めることにより、 n 個の分布が求まる。

ところで、これら n 個の分布が同じ関数型で近似でき、それらのパラメータを T_1 の回帰式で表せるならば、上式は操作性の高いものとなる。すると、最終的には、手段1のトリップ時間 T_1 に相当する手段2のトリップ時間 T_2 の分布が求まることになる。

3. 分析結果 ここでは、紙面の都合上、手段間のトリップ長の関係について、特に自動車のトリップ長分布から鉄道のトリップ長分布を推定した例を取りあげる。自動車のトリップ時間 T_c に相当する鉄道のトリップ時間 T_r の分布を推定した結果を図-1に示す。ここでは、 $T_c=2,4,6$ の例を示す。

この図より、自動車のトリップ時間 T_c が大きくなるにしたがい、鉄道のトリップ時間 T_r の分布が右にシフトしている。つまり、自動車のトリップ時間 T_c が長くなれば、鉄道のトリップ時間 T_r も長くなるという妥当な傾向を示している。

次にこれらの分布の関数近似であるが、検討の結果、良好な近似が得られたのは対数正規分布である。そのパラメータ μ_L 、 σ_L の自動車のトリップ時間 T_c についての変化を図-2,3に・印で示す。 μ_L は、 T_c が大きくなるにしたがい増大している。一方、 σ_L

は T_c が大きくなるにしたがい減少しているが、これは $\sigma_L < 1$ のためで、実際のデータの σ は増大している。

次に、多項式近似を用いて μ_L 、 σ_L の回帰式を求めた。その結果を表-1に示す。 μ_L は3次式が最良で、そのときの重相関係数は0.974、 σ_L は2次式が最良で、そのときの重相関係数は0.854である。この回帰式をグラフで表わしたものが、図-2,3中の実線である。

μ_L および σ_L の T_c による回帰が良好であることが確認でき、手段1から手段2のトリップ時間が確率分布として求められることが可能となった。

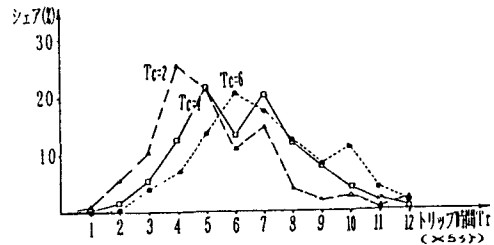


図-1 自動車のトリップ時間 T_c に相当する鉄道のトリップ時間 T_r の分布

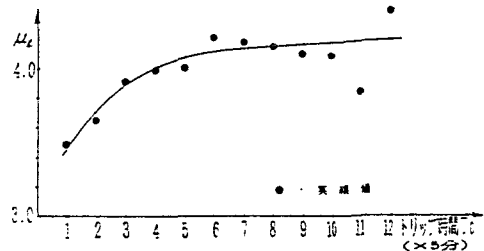


図-2 自動車のトリップ時間 T_c による μ_L の変化

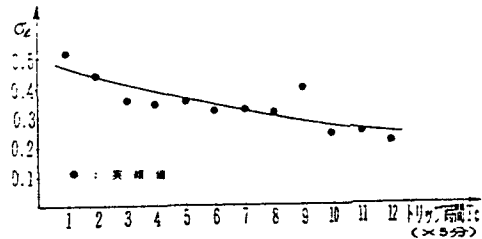


図-3 自動車のトリップ時間 T_c による σ_L の変化

表-1 近似多項式の係数

項	3次項 ($\times 10^{-6}$)	2次項 ($\times 10^{-5}$)	1次項 ($\times 10^{-2}$)	定数項
μ_L	2.472	-51.80	3.632	3.276
σ_L	—	0.7603	-0.2913	0.5660