研究速報

UDC 656.13.052.7

高速道路のサービスエリヤにおける駐車実態調査とその解析（その2）
—駐車時間分布—

The Study on Actual State of Parking in Service Area of Expressway (Part II)
—Distribution of Parking Durations—

川　浦　潔
Kiyoshi KAWAURA

1. はじめに

さきに[1]，高速道路のサービスエリヤにおける駐車特性を明らかにするため，駐車希望率・到着台数分布・発車台数分布・流出入量比について検討したが，さらに引続いて，駐車時間分布について解析を行なった結果をここに報告する．

高速道路のサービスエリヤにおける駐車時間分布は，駐車目的が都市内路外駐車に比べてかなり相違していると思われるので，その分布型にも相違があると考えられる．実測に基づいて，駐車時間分布の密度関数を求めた結果，その分布型が単なる指数分布型でないことを確かめることができたので，駐車時間分布型の決定に新しい試みを行なった．

本研究の結果を用いれば，単に駐車時間の度数分布を知るだけで，その分布型に対するパラメータを推定することができ，さらにその密度関数が指数分布から一様分布にいたる幅広い分布を表現することができるので，はなはだ便利である．

2. 駐車時間分布の分布型

駐車時間を確率変数 T とし，その分布関数を $F(t)$ とする．したがって，$F(t)$ はランダムに選ばれた T が t 以下の値をとる確率となり

$$P_r(T\leqq t)=F(t) \tag{1}$$

である．さらに式（1）を次のように書き換える．

$$F(t)=1-e^{-\varphi(t)} \tag{2}$$

よって

$$1-F(t)=e^{-\varphi(t)}$$

のように書き直せば，これは T が t より大きい値をとる確率を与える．

さて，ここで n 台の駐車がある場合を考え，その中の1台が t 時間後に駐車を終わる確率を P とする．そうした時，n 台の駐車に変化が起こるのは，n 台の自動車のうちどの1台が出発してもよく，n 台の駐車に変化が起こる確率を P_n とすれば，変化の起こらない確率は次の式で示される．

$$(1-P_n)=(1-P)^n$$

もし，単一駐車区画の分布関数が式（2）の形をしているとすれば，t 以下の時間で変化が起こる確率として次式が得られる．

$$P_n=1-(1-P_n)=1-\{1-F(t)\}^n$$
$$=1-e^{-n\varphi(t)} \tag{3}$$

上式において，サンプルサイズ n が簡単な形で式の中に入っていることが好都合である．

さて，式（2）において，$F(t)$ は単調に増加する性質を持っており，かつ駐車時間 t は一般に必ず正のある値以上の値をとるので，その下限を α とすれば

$$\begin{cases}\varphi(t)\geqq 0 & (t\geqq\alpha)\\ \varphi(t)=0 & (0<t<\alpha)\end{cases}$$

である．このような条件を満足する関数で最も簡単な形は，次のように示される．

$$(t-\alpha)^m/t_0 \quad (m>0,\ t_0>0)$$

上式より，分布型を決定するのに，m，t_0 および α の三つのパラメータが必要なことがわかる．ここで α の代わりに γ とおいて単に分布型を実測値に近付けるパラメータと考えて，次のような分布関数が得られる．

$$F(t)=1-e^{-(t-\gamma)^m/t_0} \tag{4}$$

したがって，確率密度関数は

$$f(t)=m(t-\gamma)^{m-1}/t_0\ \exp-(t-\gamma)^m/t_0 \tag{5}$$

となり，この分布型はワイブル分布[2]と呼ばれているものと一致する．$f(t)$ と $1-F(t)$ の比は，ある瞬間を考えた場合の，その瞬間に駐車を終了して発車する車両とその瞬間に駐車している車両との比率を表わし，これを瞬間発車率 $\lambda(t)$ とすれば，$\lambda(t)$ は時間 t に関係し

$$\lambda(t)=f(t)/\{1-F(t)\}=(m/t_0)(t-\gamma)^{m-1} \tag{6}$$

となり，式（4），（5），（6）に含まれるパラメータはそれぞれ

m：形のパラメータ（Shape parameter）
t_0：尺度のパラメータ（Scale parameter）
γ：低置のパラメータ（Location parameter）

である．

式（5）は，$m=1$ で指数分布となり，$m=3,4$ で正規性を帯びる．すなわち，指数分布から一様分布までの広い範囲の分布を含んでいる．

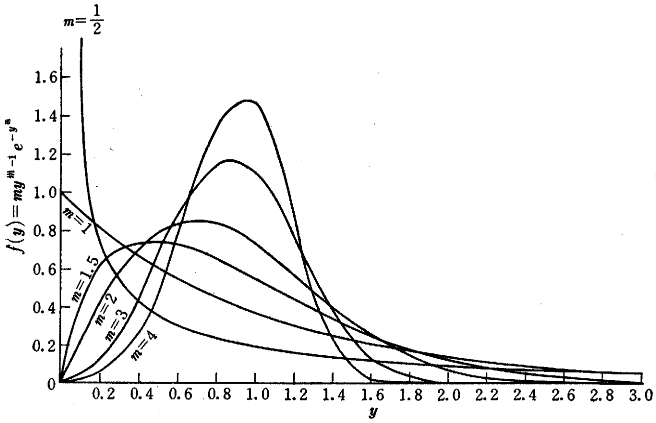
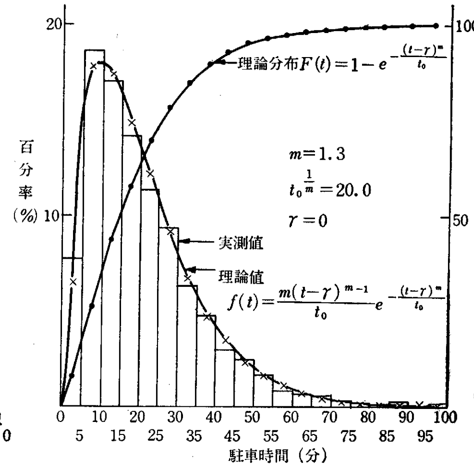
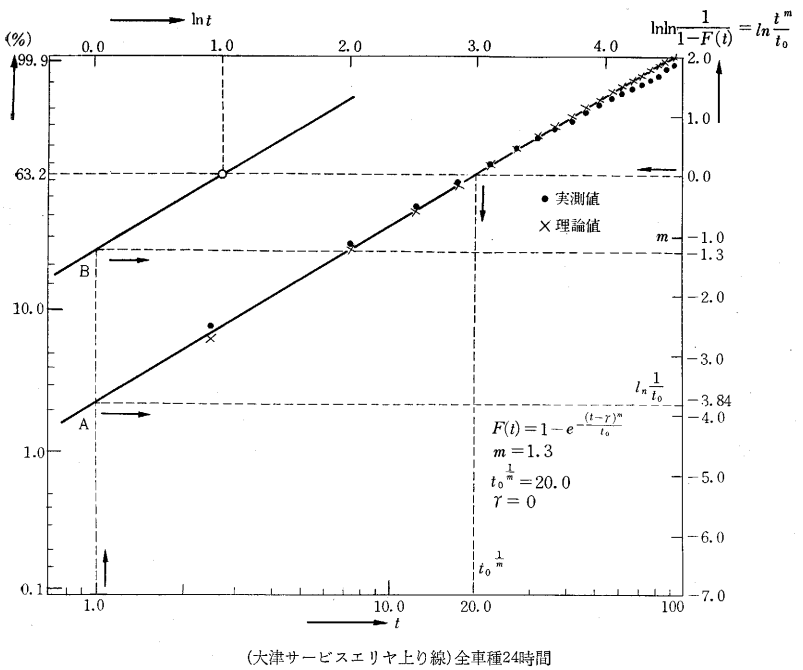


図 1　型のパラメータを変化させた時のワイブル分布



(大津サービスエリヤ上り線)全車種24時間

図 2　駐車時間分布



(大津サービスエリヤ上り線)全車種24時間

図 3　ワイブル確率紙によるパラメータの決定

$$y=(t-\gamma)/t_0^{1/m}$$

とおいて，y の密度関数

$$f(y)=my^{m-1}e^{-y^m}$$

を図示したものが図 1 である．

$\gamma\neq 0$ の場合には，t の代わりに $(t-\gamma)$ を変数として用いれば駐車時間 t の分布が得られるので，$\gamma=0$ として話を進めても少しも一般性を失わない．よって，以下では $\gamma=0$ とすることにして，式（5）の平均値 μ と分散 σ^2 を求めれば次のとおりである．

$$\text{平均値}\quad \mu=t_0^{\frac{1}{m}}\Gamma\left(1+\frac{1}{m}\right)$$

$$\text{分散}\quad \sigma^2=t_0^{\frac{2}{m}}\left\{\Gamma\left(1+\frac{2}{m}\right)-\Gamma^2\left(1+\frac{1}{m}\right)\right\}$$

すなわち，m, t_0 はともにパラメータなので，$\eta=t_0^{1/m}$ のごとくパラメータを決めておけば，η は駐車特性を測る指標として使える基本単位である．式（4）において，$\gamma=0, t=t_0^{1/m}$ とおいて計算すれば

$$F(t)=1-e^{-1}=0.632$$

となるので，約 63% の車両がそれ以下の時間で駐車を終了する駐車時間を $t_0^{1/m}$ が示している．また $\Gamma\left(1+\frac{1}{m}\right)$，$\Gamma\left(1+\frac{2}{m}\right)$ はガンマ関数であって，μ および σ^2 は $t_0^{1/m}$ と m によって決定されることを示している．実測値より計算によってパラメータを決定するのは，かなりめんどうであるので，次節に示す簡易決定法が考えられる．実測結果の 1 例を図 2 に示す．図によると実測値と理論値がきわめてよく適合している．

3.　パラメータの簡易決定方法

$\gamma=0$ として考えると，式（4）から

$$1-F(t)=e^{-t^m/t_0}$$

となり，この式の両辺の対数を 2 度とすれば

$$l_nl_n[1/\{1-F(t)\}]=ml_nt-l_nt_0=l_n(t^m/t_0)$$

したがって，縦軸に $l_nl_n[1/\{1-F(t)\}]$，横軸に l_nt を

研究速報

目盛ると，グラフは m をこう配とした直線となり，t_0 は $t=1$ に対応する縦軸から，$t_0^{1/m}$ は $l_n l_n[1/\{1-F(t)\}]=0$ に対応する横軸から求められる．以上の手法を操作するために，ワイブル確率紙[3] が用意されている．

図2に示されている数値を用いて，ワイブル確率紙の取扱い方を説明する．まず，観測度数の累加百分率をワイブル確率紙上にプロットして，それを直線 A で回帰させたものを図3とする．さらに，$l_n t=1$，$l_n(t^m/t_0)=0$ の点を通り直線 A に平行な直線 B を引く．

直線 A からは，t_0 が $t=1$ に対応する右側縦軸目盛の読みを対数値とする真数の逆数として，また $t_0^{1/m}$ が右側縦軸目盛の0に対応する下側横軸目盛の直読値として求められる．また，直線 B からは，m の値が下側横軸目盛の $t=1$ に対応する右側縦軸目盛の $l_n l_n[1/\{1-F(t)\}]$ の値の符号をかえて読むことにより求められる．

以上のごとく，ワイブル確率紙を用いれば，きわめて単純な操作により各パラメータを求め得るのではなはだ便利である．

4. おわりに

本研究において，駐車時間分布がきわめてよくワイブル分布に適合することを確かめ，またワイブル確率紙を用いれば，はなはだ簡単な手順を施すことによってきわめて容易に各パラメータを決定しうることを示した．また，このワイブル分布はパラメータを適当に選ぶことによって，指数分布から一様分布に至る広範な分布を示す分布型であるので，広く一般的に諸種の駐車時間分布によく適合できるものと思われる．(1968年3月26日受理)

参考文献

1) 川浦潔：高速道路のサービスエリヤにおける駐車実態調査とその解析(その1)，生産研究 Vol. 20. No. 6
2) W. Weibull: A Statistical Distribution Function of Wide Applicability, Journal of Applied Mechanics, Vol. 18(1951)
3) ワイブル確率紙：日本科学技術連盟

次号予告 (8月号)

(p. 49 よりつづく)

参考文献

「一戸建プレハブ住宅の工法に関する研究，I. 部品について，II. 接合部について」本多，日本建築学会関東支部論文梗概集 (1965).
「プレハブ住宅のディテール，1. わが国におけるプレハブ工法の成立とその現段階，2. プレハブ住宅の現状」内田祥哉，本多，日本建築学会論文 (1965).
「プレハブ住宅の構法（歴史と現状）」本多，architecture+aluminium (1965.8).
「市販プレハブ住宅の流行的性格」，本多，造 (1966.9).
「プレファブ」内田祥哉 (1968.1).
「開口部論」剣持昤(1966).
「設備のプレファブ化にとって何が必要か」本多，Glass & Architecture (1968.1).
「平凡世界大百科事典・プレファブ建築」内田・本多(1967).