

福岡大学工学部 正員 吉田信夫
 〇学生員 諸藤計四郎
 学生員 松本信太郎

1. まえがき

駐車場計画に当って、駐車場現象の確率過程を解析することにより効率的なスペースを算定する必要がある。一般に個々の交通流のかなり自由な動きによる現象はランダム現象であって、道路交差点における車の待ち合せ、駐車場へ出入する車の流れ、店頭や窓口における客の行列などのような交通流は一般的にポアソン分布に適合することが実験的に確かめられている。ここではポアソン分布という確率モデルが鹿児島空港という特殊性のある駐車場において実証されるかを検定し、さらには負の二項分布という確率モデルを駐車現象に適用した結果をここで報告する。

2. 解析について

本論では、駐車場へ入車してくる現象をポアソン分布と負の二項分布で解析を行なう。ポアソン分布は出現率がきわめて小さい事象が多数の試みのうちで起る現象の確率モデルである。1つの区割に起る事象の平均個数を m とすると、それと同一の大きさの区割内に x 個の事象が起る確率 $P(x)$ は (1) 式で示される。

$$P(x) = e^{-m} \cdot \frac{m^x}{x!} \dots\dots\dots (1)$$

次に負の二項分布なる確率モデルは事象間にある伝播性を仮定するものであり、(2) 式で示される。

$$P(x) = h(h+d)(h+2d)\dots\dots\{h+(x-1)d\} \frac{(1+d)^{-\frac{h}{d}-x}}{x!} \dots\dots\dots (2)$$

[h : 母平均 d : 伝播パラメータ]

二項分布では x_i が x_{i+1} に影響を与えないが、負の二項分布では x_i が x_{i+1} の影響を与える。例えば、赤痢・チフス等の急性伝染病は防疫対策がしっかりしていればおたに発生しないが、一度発生するとつぎつぎと出やすい交通流の現象においても、信号などによるランダム現象のかく乱、交通流を左右する強制力(航空機の離発着、フェリーの出入港)などでは、交通流に伝播性を認めることができよう。

尚、両確率モデルの検定は式(3)に示される χ^2 検定を行なう。

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_i - F_i)^2}{F_i} \dots\dots\dots (3)$$

[f_i : 実測値 F_i : 理論値]

3. 観測方法について

資料として入車日時と出車日時が印用された料金カードを利用する。調査期間は昭和49年4月1日から昭和49年4月30日までと、昭和50年4月1日から昭和50年4月30日までとである。観測時間(7:00~21:00)に入車したものを対象とする。調査間隔を1分間とすると1日の

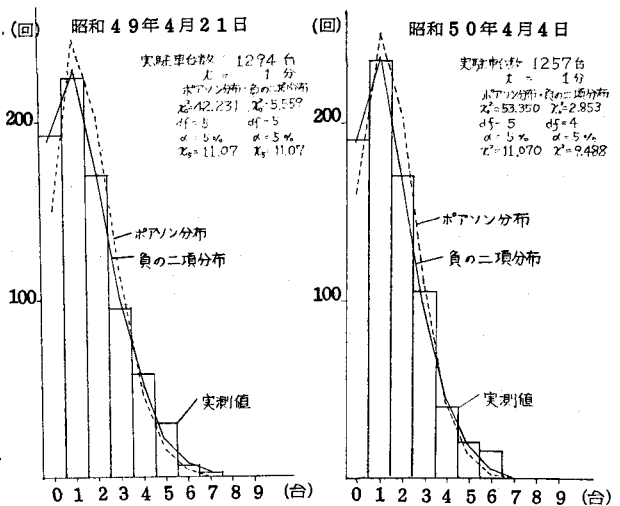


図-1 実測値と理論値

図-2 実測値と理論値

観測回数は781回となる。尚、鹿兒島空港駐車場の許容台数は386台である。

4. 観測結果について

図-1は、昭和49年4月21日の1分間当りの入車台数を表わしたものである。図から判断すれば、ポアソン分布、負の二項分布ともに実測値とあまり着しい差は見られないが、式(3)に従った χ^2 検定を行った場合、ポアソン分布の χ^2 値は42.231、負の二項分布の χ^2 値は5.559と検定値から判断すれば負の二項分布によく適合することが認められる。図-2も同じく、昭和50年4月4日、ポアソン分布の χ^2 値は53.350と負の二項分布の χ^2 値2.853と負の二項分布によく適合することが認められる。

図-3は、昭和49年4月11日、ポアソン分布、負の二項分布ともによく適合した日である。ただし、この日は航空ストが実施されて、空港駐車場としての特徴を表わさなかった日である。 χ^2 検定においてもポアソン分布の χ^2 値は0.076、負の二項分布の χ^2 値0.150と両確率モデルの理論値と実測値がほとんど一致していることがわかる。他に昭和50年4月17日と昭和50年4月24日の航空ストが実施された日も同じような結果を得た。平常通り運航された日は、ポアソン分布にあまり適合しなかったが、負の二項分布に比較的よい適合性が認められる。従って、負の二項分布が航空機の離発着といった駐車現象に時間的変動を与える要因がある場合によく適合することが考えられる。

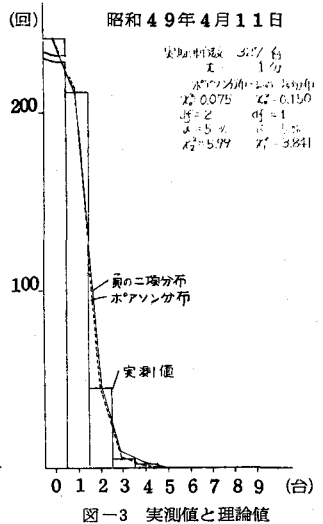


図-3 実測値と理論値

表-1は、昭和49年度と昭和50年度にまとめたものである。表-1は、ポアソン分布、負の二項分布の適合日数(4月1日～4月30日まで)を昭和49年度と昭和50年度にまとめたものである。

表-1 両確率モデルの適合状態

	昭和49年	昭和50年
ポアソン分布に適合(日数)	2	2
負の二項分布に適合(日数)	28	18
両分布に適合(日数)	2	2
両分布に不適合(日数)	2	12
有為水準	5(%)	

5. 母平均 μ と伝播パラメーター d について

入車台数分布に負の二項分布の確率モデルがポアソン分布で示される確率モデルよりもよく適合することが明らかになった。ところで、 μ は駐車台数から計算できるが、 d は直接求めることができない。このため30日間の μ 、 d とを図-4にプロットする。この中で◎印は負の二項分布がよく適合した場合である。これから d と μ の一次回帰直線(4)式が得られる。

$$d = -0.044 + 0.212 \mu \dots\dots\dots (4)$$

これを求めると、空港における計画駐車台数が与えられれば、 μ から d が推定できて入車台数のモデルが設定可能となる。

6. まとめ

本論では、ランダム性が乱れた場合に入車状態を表わす確率モデルとしてポアソン分布よりも負の二項分布が適合性にすぐれていることを実証した。また、負の二項分布を駐車場計画に利用する際の伝播パラメーター d の推定を提案した。今後さらに負の二項分布が適合できる事象について検討したい。最後に負の二項分布の式の誘導、その他多くの御指導を下された本学理学部大西和栄講師、並びに大塚君、伊藤君に深く謝意を表する。

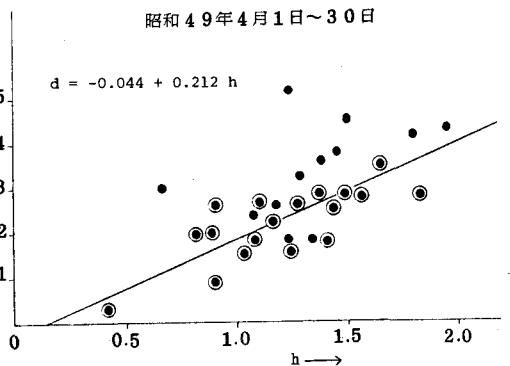


図-4 母平均と伝播パラメーター

参考文献 1) 毛利正光 : 駐車現象の統計解析, 土木学会論文集 66号 S35
2) 増山元三郎: 少数例のまとめ方 竹内書店