

北海道大学工学部 正員 清水浩志郎

学生員 菊池慎也

研究目的および特徴

従来交通流に関する解析方法として W.F. Adams に始まる確率論的考察、L. A. Pipes による動力学的考察、R. I. Richards による流体力学的考察等が行なわれてきた。交通流に関する理論とその応用の進歩は著しく、新理論の発展も大いに見られる。

近年交通施設設計画にオペレーションズ・リサーチの手法を用いることが各方面で盛んに行なわれるようになってきた。そこで本研究は交通流の確率論的考察に着目し、その仮定の信ぴょう性について現在の四大交通施設である、道路、鉄道、港湾、空港それぞれについて輸送単位の到着の状態を調べるものである。従来これらの交通流の単位到着の確率分布はポアソン分布をなすと仮定されてきた。しかし将来ますます増大する交通需要に対してより正確で現象に適合した確率分布の解析および新理論の開発が必要となるであろう。

本研究はこのための一過程として四交通機関の道路、鉄道、港湾、空港への到着単位の確率分布を求め、ポアソン分布への適合の検討および交通の単位到着を従来の個々に取り扱う手法と群単位の到着とする方法についての解析をするのが目的である。

本研究は交通機関の到着分布を北海道において道路について国道 36 号線、札幌市街道、港湾については小樽港、空港については千歳空港の調査例をもとにして実証的にポアソン過程交通流方程式について種々の角度から吟味し当方程式の妥当性の検討を行うのが特徴である。

問題点の所在と解析方法

交通流方程式としてポアソン過程を導入する際ポアソン分布の適用さるべき前提条件を明確にする必要がある。ポアソン過程導入時には通常次の 3 点の制約を受けなければならない。

独立性の条件 互いに共通点を持たない区間内の確率事象は互いに独立している。ある事象はその後に起る事象に対して無関係である。

斎時性の条件 時間の原点をどこに移しても現象の生起を支配する確率法則に変わりはない。どの時点においても特別多く事象が起ることも特別少なく起ることもない。

稀現象の条件 十分小さい時間間隔内においては現象の起らない方が起る回数に比べて非常に大きい。すなわち $\lim_{dt \rightarrow 0} P_0(t, t+dt) = 1$ である。また非常に短い時間間隔内では事象が同時に 2 度起ることは 1 度起ることに比して無視できる。すなわち $\lim_{dt \rightarrow 0} P(t, t+dt)/1 - P_0(t, t+dt) = 1$ である。

ポアソン過程を導入する際これらの 3 条件の制約を受けるのであるが、実際の現象に対してこれらの条件がどの程度満足されているかを判定することは非常に困難である。従来これらの制約条件に関して厳密な吟味がなされずに適用されてきたように考えられる。そこで本研究ではポアソン過程導入に関して種々の単位時間、時間区間に対して単位到着の確率分布を検討した。

解析結果

道路交通について 単位時間を10秒、20秒、30秒とし単位時間内の到着頻度を求めた。観測方法は(1)車両到着時に音声テープレコーダーに録音する方法(2)レーダースピードメーターのデータシートである。その結果は市街地、地方部ともに確率分布の特徴は0台の確率が理論値より相当大であり、多数台到着が理論値より大になる。(図-1) これは車両がある種のかたまりをなして流れているように考察される。特に地方部では時間区間内交通

量変動の小さいものはよく適合したが、交通量変動の大きいものでは適合しない。これは苛時性の条件が満足されないためであると考えられる。また市街地において信号交叉点より50mの地点における分布と地方部自由走行地の分布が10秒間隔ではほぼ同じ形を示すが、20秒間隔では全く異なる。これらは実際の交通現象を

確率過程では完全には表わせないことを示している。従って現象により近似した一手法として群単位の到着を考慮し一例として車頭時間間隔が4秒以内のものは一車群と考え先頭車の通過より後尾車の通過までの時間間隔の分布と交通量の関係について求めた。(図-2) これによると車群長の時間間隔は交通量の増大とともに平均値の大きい指数分布をなす。

鉄道について 列車の到着について単位時間を10分、20分、30分とし到着列車頻度を求めるとポアソン分布に適合した。

港湾について 単位時間を1日、4時間、8時間とし入港隻数頻度は4時間、8時間において適合した。(図-3)

空港について 単位時間を10分とするとポアソン分布に適合した。

結 び

四交通機関について道路以外は一般にポアソン分布によく適合したが苛時性の条件が十分に満足されていない場合が多い。従って持ち合せモデル等に適用する場合に十分留意しなければならない。道路については別手法として群としての到着を考慮する必要がある。

なおこの研究は文部省の科学研究費(総合研究)によるものの一部として行ったものである。

参考文献: 北川与次男:ポアソン分布表、毛利正光:交通流の分布に関する統計学的考察、M.F.Adams: Road Traffic Considered as a Random Series

