

メトロマニラの交通結節点におけるジープニーの滞留行動に関する研究*

Study on Jeepneys' Parking Behavior at Transfer Points in Metro Manila*

細見 昭**, 石田 東生***, 黒川 洸****

By Akira HOSOMI**, Haruo ISHIDA*** and Takeshi KUROKAWA****

1. はじめに

メトロマニラにおいて、パトランジット¹であるジープニーの交通機関分担率は約30%²と、他の発展途上国の大都市におけるパトランジットに比べ³、高い値を示している。ジープニーは、定員約18名、定路線、時刻表なし、乗り降り自由の公共交通で、メトロマニラ内だけで約500路線が確認されている²。庶民の足として活躍しているジープニーだが、運行特性などに対する研究⁴はあるものの、交通結節点の立地特性やそこでのジープニーの挙動に関しては必ずしも明らかになっていない。

そういったなか、メトロマニラの大規模ターミナル地区では1日約30-40万人の乗降客があり、道路空間だけでこれだけの利用客が扱われているために激しい道路混雑が見られるが、若干の施設整備により著しく混雑を改善できる可能性があるという調査報告⁵もあり、戦略的結節点整備、施設整備に対する検討が求められている。

交通結節点整備に際しては、運行頻度などから整備規模を計算する方法⁶があるが、ジープニーの場合、運行頻度が一定でなく、また結節点において滞留する車両が多く見られるため、これまでとは違う要素を検討する必要があると考えられる。しかし、現在までのところ、整備の目安となるようなジープニーの結節点での挙動に関する基礎的情報が欠如していることも事実である。

*キーワード：ターミナル計画

** 学生員、修士(都市・地域計画)、東京工業大学大学院 人間環境システム専攻
(横浜市緑区長津田町 4259, TEL 045-924-5651, FAX 045-924-5651)

*** 正会員、工博、筑波大学 社会学系
(茨城県つくば市天王台 1-1-1, TEL 0298-53-5073, FAX 0298-55-3849)

**** 正会員、工博、東京工業大学大学院 人間環境システム専攻
(横浜市緑区長津田町 4259, TEL 045-924-5606, FAX 045-924-5574)

そこで、本研究では、交通結節点でのジープニーの滞留行動について、実態調査を行い、滞留行動を決定している構造を明示することを目的として、以下のように分析を進めた。

- a) ジープニーの路線起終点での滞留時間、乗客の到着分布を計測する。
- b) 乗客の到着分布を与えることにより、ジープニーの敷地滞留時間、滞留台数などを表現できるようなシミュレーションを構築する。
- c) サービス路線の往復所要時間、乗客到着分布等の変化に対して、ジープニーの滞留行動にどのような変化があるか予測する。

2. 研究対象について

(1) 路線起終点の形態とその特長

ジープニー路線の起終点の形態は、大きく分けて以下の3通りある。

- ① 路上型：路線の起終点において、道路を「ターミナル」として用いている場合。
- ② 敷地型：路線の起終点において、特定の敷地を「ターミナル」として用いている場合。
- ③ 通り抜け型：路線の起終点において、明確な「ターミナル」がない場合。

「ターミナル」は、路線の起終点において乗客に広く認知されている乗降地点であり、乗客が主に乗降活動をしている場所を示す。ターミナルにおいて、ジープニーは、一度乗客を全員降車させ、乗客の乗車待ちをし、乗車完了後、出発する。

③と比較して、①・②の場合、乗客としては、乗車場所認知の容易性、起終点での乗車可能性の向上などが利点として考えられ、運営側としては、確実にある一定以上の客を乗せることができるので、運行効率の向上、また、起終点において一度乗客を全員降ろすので、運転手の休息場所の確保などが利点として考えられる。

本研究では、これらのうち滞留行動を把握しやすい敷地型ターミナルを調査の対象とした。

(2) 調査対象地区

調査の結果、特定の敷地を用いているのは、全体の起終点の 9.7%であることがわかった⁷⁾。メトロマニラ内に 45 地点存在するそれらの敷地型ターミナルの中から、敷地規模が平均的なサイズに近く(467m²)、商業施設と近接して立地している標準的なタイプである Philcoa ジープニーターミナルを調査対象とした(写真-1)。このターミナルは約 30 台の車両が往復平均 17 分の所要時間で運行している路線の 1 起終点である(起終点の反対側は通り抜け型)。調査は 1997 年 9 月 2 日(火)、6:00-21:00 の間で行われた。観測項目は、プレートナンバー確認による車両の敷地出発・到着時刻、乗客の単位時間あたりの到着人数である。

3. 調査結果

観測日には 28 台のジープニーが運行しており、調査開始前の段階で 13 台のジープニーが既に入所していた。これは運行時間外に駐車場として敷地を使っていたものと思われる。敷地型ターミナルからの出発台数と乗客の到着人数の分布を図-1 に示す。まず気がつくのが、ジープニーの出発台数と乗客の到着人数の分布が酷似していることである。これは、ジープニーが基本的に満員になるまで停車しているためであると言える。

また、ピーク時(8:00-9:00)とオフピーク時(14:00-16:00)で、発着頻度に約 2.7 倍の開きがあることも、満員になるまで停車していることに起因すると考えられる。



写真-1 調査対象とした敷地型ターミナル

図-2 にジープニーの敷地滞留時間・敷地滞留台数の時間帯別(30 分ごと)の平均値を示す。

滞留時間に関してみると、ピーク時には、敷地の利用は平均 7 分 53 秒、73.0%が 10 分以内の利用であるのに対して、オフピーク時には、平均 33 分 48 秒、83.3%が 30 分以上の利用となった。ジープニーは乗客の需要に対応した形で運行されていること、その利用調整の結果として、オフピーク時において敷地内に滞留する時間が長くなる、という構図が伺える。

また、敷地滞留台数についても、ピーク時とオフピーク時における敷地利用の違いが顕在化している。この敷地では、利用調整のために、オフピーク時において、滞留時間で平均約 28 分、滞留台数で平均約 8 台、ピーク時よりも多く(長く)敷地を利用していることが分かる。

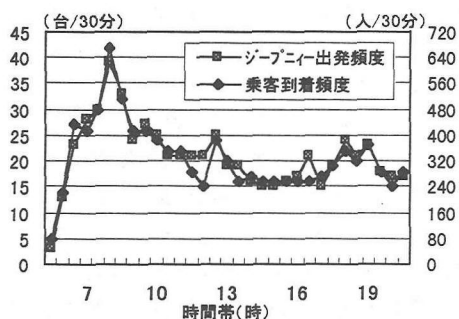


図-1 時間帯別の敷地出発台数と到着乗客人数

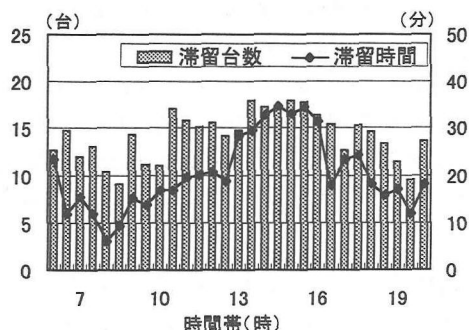


図-2 時間帯別の敷地滞留時間と敷地滞留台数

4. シミュレーションによるジープニーの滞留行動の検討

(1) シミュレーションの方法

実態調査の結果を受けて、滞留行動を決定する構造をシミュレーションで再現する。

敷地型ターミナルを調査対象としたが、滞留行動構造をシミュレーション化することによって、乗客の到着頻度と運行台数で滞留行動を示すことができるため、現存する路上型ターミナルの場合の滞留機能に対する必要規模なども計算できる。

調査より、時間帯によってジープニーの挙動が異なることがわかった。時間帯によって異なるのは、乗客の到着頻度であり、それによって滞留時間・滞留台数も異なってくる。そこで、時間帯での乗客到着頻度、つまり需要変動を考慮に入れて、シミュレーションの構築を目指した。構築に当たって、以下の仮定をおいた。

- ① 単位時間当たりの到着乗客数分布はポアソン分布に、往復所要時間分布は正規分布に従う。
- ② すべてのジープニーは乗客が定員（18 名）に達してから出発する。

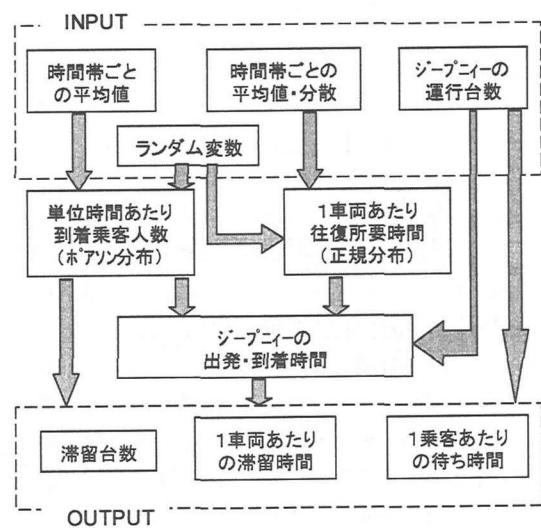


図-3 シミュレーションモデルの概念図

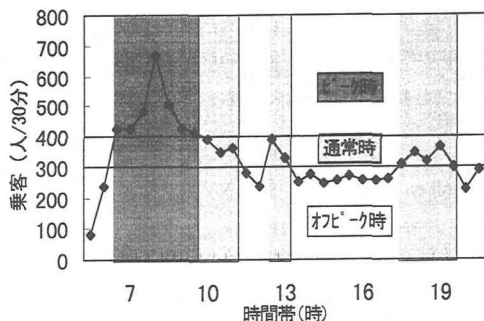


図-4 時間帯別の乗客到着分布と時間帯の区分

- ③ すべてのジープニーは、敷地に到着したのと同じ順番で乗客行動を行う。

- ④ 乗車行動には1車両あたり最低30秒を要する。

図-3 にシミュレーションの概念図を示す。具体的には、以下の手順で行った。

I.乗客の到着頻度の平均値と、往復所要時間の平均値と分散から、それぞれポアソン分布、正規分布を求め、それにランダム変数を与えることより、単位時間あたり乗客到着人数と、1車両あたりの往復所要時間を計算する。

II.ジープニーは仮説②に従って行動するため、Iの数値より、出発・到着時間が求められる。

III.運行台数が与えられていることより、I・IIの数値より滞留台数、滞留時間、乗客待ち時間が計算される。

時間帯の区分については、図-4 に示すように、その乗客到着頻度によって「ピーク時」「通常時」「オフピーク時」の3時間帯に分け、それぞれの時間帯での時間単位（30 秒）ごとの乗客到着人数の平均値と分散をその時間帯の代表値とした。

(2)シミュレーションの結果

シミュレーションは、それぞれの時間帯の単位時間あたり到着人数の平均値や往復所要時間の平均値・分散を用いて、それぞれ約 1,000 台分のジープニーの滞留行動についての計算が行われた。それぞれの時間帯における予測値と実測値の平均値を、表-1、表-2 に示す。

表-1 シミュレーションの結果：平均滞留時間（分）

	予測値	実測値
ピーク時	12.64	11.58
通常時	17.97	20.01
オフピーク時	31.51	27.07

表-2 シミュレーションの結果：平均滞留台数（台）*

	予測値	実測値
ピーク時	9.52	11.60
通常時	14.50	14.37
オフピーク時	17.49	16.03

*5 分ごとの平均値

それぞれの指標において、予測値と実測値が大きく異なる値を示していないことがわかる。平均値の議論では、本研究で用いたシミュレーション

の妥当性は高いと考える。

(3) 感度分析

最後に、構築したシミュレーションを用いて、感度分析を行ってみた。想定したケースは以下の通りである。

- ① 往復所要時間が 1.5 倍になった場合 (17.2 分 → 25.2 分)
- ② ピーク時における乗客到着人数が 1.5 倍になった場合 (7.9 人/30 秒 → 11.6 人/30 秒)
- ③ ①と②が同時に起こった場合

ここでは、往復所要時間や乗客到着人数が変化したときに、ピーク時の乗客の待ち時間を一定に保つためには、運行台数をどれほど増やさなくてはならず、そのことによって、オフピーク時においてジープニーの滞留台数・滞留時間がどの程度変化するかを検証する。

具体的には、まずそれぞれのケースにおいて、

- a) ピーク時での乗客の平均待ち時間 (秒)
- b) オフピーク時での平均滞留台数 (台/5 分)
- c) オフピーク時での平均滞留時間 (分)

の値の変化を見る。

次に、a)の値を元の値以下に戻すように、所与である

d) 運行台数

を最低限変化させる。その時の b)c)の値の変化を見る。

それぞれのケースにおいて、約 1,000 台分のジープニーの滞留行動についての計算を行った結果が、表-3 である。

まず、①の場合であるが、ピーク時における乗客の待ち時間の値は大きく変化するが、それを解消するためには、運行台数の 2 台の補充で間に合い、その補充によってオフピーク時における滞留時間や滞留台数の値はさほど変化しない。

しかし、②のケースであると、乗客待ち時間は①ほど大幅に変化しないにもかかわらず、それを解消するためには、運行台数 4 台の補充を必要とし、それに伴いオフピーク時における滞留時間や滞留台数の値も大きく変化する。

表-3 感度分析の結果

	運行台数 : d)	ピーク時	オフピーク時	
		乗客待ち時間 : a)	滞留台数 : b)	滞留時間 : c)
現状	28	33.2	17.5	31.5
ケース①	28	118.2	15.2	23.1
運行台数変化後	30	32.1	18.8	29.5
ケース②	28	86.4	17.5	31.5
運行台数変化後	32	28.4	22.6	37.4
ケース③	28	発散	—	—
運行台数変化後	37	27.9	22.4	34.4

また、③のケースでは、現在のままの運行台数であると、乗客を処理しきれないという結果になり、乗客の待ち時間を現在のレベルにするためには、9 台の運行台数の補充が求められている。

5. おわりに

本研究では、メトロマニラにおけるジープニーのターミナル滞留行動の特性を見ることを目的として調査を行い、乗客の到着頻度、路線の所要時間を与えてやることにより、滞留行動を予測できるようなシミュレーションの構築を行った。その結果、ピーク時とオフピーク時における敷地利用形態の差違を実証的に明らかにし、ジープニーの滞留行動に関する汎用性のあるシミュレーションを構築することができた。今後の課題としては、他の路線、地区への適応、特に、路線が集中する地区における滞留行動予測モデルの適応可能性の検討などが考えられる。

参考文献

1. 定義は様々であるが、例えば、V. Vuchic, *Urban Public Transportation*, Prentice-Hall, 1981
2. DOTC & JICA, *MMUTIS Progress Report*, 1997
3. The World Bank, *Urban Transport Data Book*, Washington D. C., 1987
4. 例えば、T. Kurokawa and S. Iwata, *Characteristics of Jeepney Operation and Demand in Metro Manila, Philippines*, Proceeding of JSCE, No. 347/-1, pp. 175 - 184, 1984
5. DOTC & JICA, *JUMSUT Final Report*, 1983
6. T. R. B., *Highway Capacity Manual*, Washington D. C., 1985
7. A. Hosomi and H. Ishida, *Characteristics of Paratransit Terminal Facilities in Metro Manila*, 25th WCTR, 1998 (投稿中)