プローブカーデータを活用した都市内一般道路の Q-V 特性について*

Q-V configuration for urban street using probing car data

田宮佳代子**，瀬尾卓也***

By Kayoko TAMIYA and Takuya SEO

1. はじめに

道路の交通容量は、道路の計画・設計及び管理における最も基本的な要素のひとつである。交通容量の推定方法に関する研究はその歴史が古く、わが国においてモータリゼーションが進展した昭和 40 年代から、交通量と速度（Q-V）あるいは交通密度と速度（K-V）の相関関係に着目した交通容量の推定方法に関する研究が開始されている。現在においても、道路の Q-V 特性については、自動車専用道路を対象に様々な調査研究が継続的に行われている。しかし、いわゆる「中断のある交通流」である一般道路の Q-V 特性に関しては、データの制約や影響要因の多様性により、既往の研究成果が非常に少ない [1)-2)]。交通量の連続観測は地点を限定すれば比較的容易であるが、区間速度に関しては連続的に観測することが容易でないため、時間的に変動する区間速度を交通量との関係で適切にとらえることが困難であることがその一因と考えられる。

一般道路、特に都市内道路の交通特性は、道路の横断面構成、信号交差点、路上駐車等の多様な沿道状況に大きく影響される。同じような車線数や交通量を持つ道路であっても、信号交差点密度や信号現示、道路の幅員等の相違によって、実現する速度にばらつきが生じ、異なった Q-V 特性を持つ可能性がある。つまり、一般道路の Q-V 特性を把握するためには、多様な条件下での交通量及び速度データを収集し、影響要因の分析を行う必要がある。

Keywords：交通流，交通量計測，プローブカー

** 正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部 道路研究室研究官
〒305-0804 つくば市旭 1 番地 TEL: 0298-64-2211（代）

*** 正会員 （財）国土技術研究センター調査第二部長
（前 国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部 道路研究室長）
〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2-8-10 TEL:03-3503-0395

国土交通省では、車両の走行位置情報を記録できるカーナビゲーションシステム（以下、カーナビと称する）を営業用車両に搭載し、これらの車両をプローブカーとした走行データの収集実験を平成 12 年度から実施している。プローブカーの走行履歴データを活用することによって、渋滞状況の把握や道路管理・交通計画への活用、交通政策の評価等が可能になる。特に、これまで収集が困難だった路線別の区間速度に関する情報も、プローブカーの走行履歴データから算出することができる。

本稿は、プローブカーの走行履歴データと交通量常時観測調査データを用いて、都市内一般道路の Q-V 特性の把握を試みた分析結果を報告するものである。

2. プローブカーによる走行データの収集とデータの処理方法

(1) データの収集方法

東京都品川区に拠点を有するタクシー 20 台と、東京都足立区のターミナルを拠点とするトラック 20 台に、市販のカーナビを改良しカーナビが取得したデータを外部に出力できるようにしたシステムを装着し、カーナビ本体にセットしたメモリーカードに時刻、車両の位置情報（緯度・経度）、地点速度の情報を 1 秒間隔で記録、蓄積した。走行履歴が記録されたメモリーカードは、タクシーは 1 週間間隔で、トラックは 1 ヶ月間隔で回収した。プローブカーとして営業用車両を選定した理由は、

1) 特にタクシーは車両の稼働率が高く長時間連

表-1 プローブカーによる走行データ収集実験

	東京地区
プローブカー（調査対象車両）	トラック 20台（足立区を中心に走行） タクシー 20台（品川周辺を中心に走行）
実験期間	平成12年5月～平成15年3月（予定） ※トラックは、平成13年8月で終了
収集データ項目 データ収集・記録方法	日付・時刻（秒単位まで），走行位置（緯度・経度） 走行速度（地点速度・単位km/h），進行方向（16方位） ※1秒ごとにデータをメモリーカードに記録
データ回収方法 データ回収頻度	メモリーカードを定期的に回収。 ※タクシー：1週間間隔，トラック：1ヶ月間隔

続してデータが取得できること
2) 車両の走行ルートが固定していないこと
3) 事業所の協力を得ることによりプライバシーの問題がとりあえず回避できること

である。表-1 にデータ収集実験の概要を示している。

本稿の分析において用いたデータは、それらのうち、平成 12 年 5 月から 12 月の間にタクシーから収集されたものである。

(2) データの処理方法

(a) 走行履歴データへの経路情報の付加

プローブカーの走行位置は緯度・経度で出力されるため、プローブカーの走行経路を容易に特定できるように道路属性情報を走行履歴データに付加して各種の交通解析を実施することが効率的である。

本研究では、東京都特別区のうち千代田区を中心とする 20km 四方を通過したプローブカーの走行データを対象に、(財) デジタル道路地図協会の DRM (Digital Road Map) を利用して、緯度・経度で出力された走行履歴データ (以下、オリジナルデータと称する) に経路属性に関する情報を付加したデータ (以下、マスターデータと称する) を作成した[3)]。

なお、東京都特別区のうち東京国際空港周辺の地域はマスターデータ作成対象のメッシュからはずれたため、当該地域に含まれない検討対象地点での分析には、オリジナルデータを用いている。

(b) 業務行動に伴う走行履歴データの除外

本研究では、プローブカーとして営業用車両を利用しているため、回収されるメモリーカードには、客乗降などといった業務に伴う交通行動も記録されている。交通状況をより正確に把握するためには、これらのデータを信号・渋滞等による停止等の一般的な交通行動と区別し、除外する必要がある。

このため、トラックの運行記録簿の内容からプローブカーの停止要因を推定するとともに、平成 12 年 6 月の 1 ヶ月間に記録されたトラックの走行履歴データを用いて地点速度が 0km/h となっているデータと推定された停止要因を比較分析した。

その結果、

1) 走行履歴データより、信号による停止のほとんどが 2 分以内となっていたこと
2) 都内の主要交差点において信号の赤時間の最長が約 2 分以内に収まっていること
3) 渋滞状況においては停止と低速走行が短い周期で断続的に繰り返されるデータが出力されたこと

等がわかったことから、本研究では停止時間が 2 分以上継続するデータを除外して分析を進めることとした。

3. Q-V 特性の評価地点及び解析区間の選定

交通量については、交通量変動が把握できる地点として国土交通省道路局が実施している交通量常時観測調査 (以下、常観と称する) の 5 分間交通量データを用いることとし、常観地点を含む区間を解析の対象とした。また、速度についてはプローブカーデータより算出した。

(1) 検討対象地点の選定

検討対象地点は、東京都及び横浜市周辺の常観地点 33 ヶ所のうち、図-1 に示すように、平成 12 年 5 月の 1 ヶ月間にプローブカーの通過回数が多かった下記の常観観測地点 5 ヶ所を選定した。

1) 西馬込 (一般国道 1 号)
2) 東蒲田 (一般国道 15 号)
3) 池尻 (一般国道 246 号)
4) 新町 (一般国道 246 号)
5) 大井埠頭 (一般国道 357 号)

なお、車両感知器の故障等により精緻な交通量データが得られていない可能性があるため、観測された 5 分間交通量を時間交通量に換算した値の発生頻

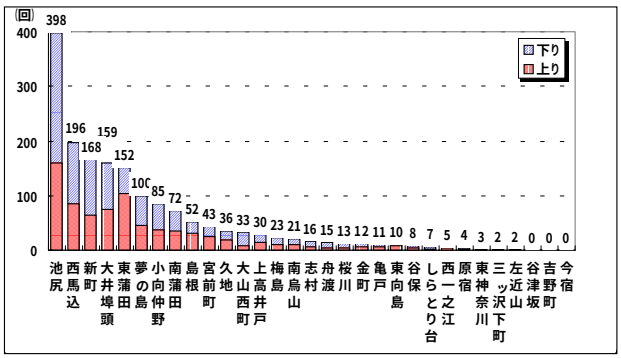

図-1 プローブカーの常観地点通過回数

表-2 検討対象地点における道路交通状況

	西馬込(R1)	東蒲田(R15)	池尻(R246)	新町(R246)	大井埠頭(R357)
交通特性 (H11年度道路交通センサスデータ)					
日交通量 (台/日)	54,407	41,502	77,050	50,461	39,458
大型車混入率 (%)	13.2	22.7	12.8	19.9	46.6
路上駐車密度 (台/0.1km)	0.6	0.2	5.4	1.5	—
( ) 内は休日データ	(0.2)	(1.4)	(3.2)	(2.1)	—
旅行速度 (km/h)	27.6	19.9	16.4	16.8	47.0
( ) 内は休日データ	(25.6)	(15.1)	(12.3)	(20.9)	(43.2)
幾何構造					
片側車線数及び車線幅員	3車線／3.25m	2車線／3.50m	3車線／3.27m	3車線／3.33m	3車線／4.0m
沿道状況	DID	DID	DID	DID	平地部
規制速度 (km/h)	60	50	60	60	60
その他	昼間は路上駐車が多い (実質片側2車線の運用)	常観地点付近では路上駐車が多い	路上駐車が非常に多い バス専用レーン有 高架道路と平行	路上駐車が多い バス優先レーン有 高架道路と平行	路上駐車なし 路線バスなし 沿道出入交通なし

度と最大観測交通量を上下線別に比較した。その結果、西馬込については上り方向のみ検討の対象とした。

あわせて、平成 11 年度道路交通センサスデータを用いて道路交通状況を把握するとともに、路上駐車状況等を現地で確認した。検討対象地点における道路交通状況を表-2 に示す。

(2) 走行路線の判定

池尻及び新町の 2 地点については、DRM にマッチングされたマスターデータを利用して分析を行っているが、その他の 3 地点はマスターデータ作成の対象としたメッシュの外にあり、マスターデータを利用することができない。このため、西馬込、東蒲田、大井埠頭の 3 地点の Q-V 特性はオリジナルデータを用いて分析した。その際、プローブカーの走行路線の判定は、以下の考え方に基づき行った。

1)常観地点や交差点等を中心に、GPS の誤差範囲をカバーする約 50m のエリアを設定する。

2)プローブカーの緯度・経度が設定エリアに含まれた場合、当該地点を通過したものと考える。

3)例えば、プローブカーがエリア A、エリア B 及びエリア C を通過した場合、当該路線の区間 A~B~C を走行したものと判定する。

なお、当該地点と最も直線距離が短いプローブカーデータを、当該地点を通過したデータと判定した。また、常観地点は地先住所またはキロ程で管理されているため、キロ程をもとにして DRM から常観地点の緯度・経度を算出した。

(3) 交通量の算出

交通量は、プローブカーが常観地点を通過したときの時間交通量として算出した。通過時刻は、常観地点及びプローブカーの緯度・経度から判断した。1 時間交通量は、通過時刻を含む 5 分間とその前後 5 分の計 15 分間交通量を 4 倍して求めた。

(4) 解析区間の設定

一般道路、特に都市内道路においては、道路の横断面構成が一定であっても交差点や沿道からの出入り交通あるいは路上駐車の影響等により、速度は大きく変動する。また、道路計画や交通運用への適用を想定した場合には、道路交通状況がある程度一定に保たれている区間を対象にして Q-V 特性を把握することが実用的に意味があると考えられる。

本研究では、Q-V 特性の解析区間として次の 4 種類を設定した。表-3 に検討対象地点の解析区間長を、図-2 及び図-3 に解析区間の設定例を示す。

1) 常観地点通過時のプローブカー走行速度を用いた「地点 Q-V」
2) 常観地点に隣接する信号交差点間を対象とした「近接交差点間 Q-V」
3) 常観地点を含む補助幹線道路を対象とした「補助幹線道路間 Q-V」
4) 常観地点を含む道路交通センサス区間を対象とした「センサス区間 Q-V」

表-3 解析区間の区間長

単位：km	近接 交差点間	補助幹線 道路間	センサス 調査区間
西馬込	0.25	1.6	3.7
東蒲田	0.23	1.5	2.5
池尻	0.27	1.1	2.2
新町	0.45	1.9	3.3
大井埠頭	上り 0.84 下り 1.20	該当区間 なし	3.3

図-2 解析区間【東蒲田】 図-3 解析区間【池尻】

(5) 速度の算出

地点速度は、プローブカーの常観地点通過時刻における走行履歴データの速度を用いた。また、区間の旅行速度 v は、当該区間の DRM リンク長の総和 l と、区間を通して走行したプローブカーの各車両について、区間に含まれる各リンクの所要時間を合計した区間所要時間 t から、$v = l/t$ とした。

4. Q-V 特性の解析結果と考察

図-4 及び図-5 は、Q-V 相関を解析区間別に示したものである。紙面の都合上、本稿では東蒲田（上り）と池尻（上り）の 2 地点の結果のみを示している。なお、図で示した「サンプル数」とは、センサ

ス区間の起終点間を走行した車両の台数と一致する。

(1) 解析区間でみた評価

異なる 4 つの解析区間について Q-V データの分布状況を見ると、センサス区間 Q-V における相関が他に比べて最も高くなる傾向にあり、比較的安定した Q-V データが得られている。これは、区間延長が長いため、地点ごとの個別の要因による速度のばらつきが平均化されるためと考えられる。

一方、解析区間が短くなると速度のばらつきは大きくなっており、常観地点の信号交差点からの距離、右左折車両の存在、路上駐車状況などの影響と考えられる。

検討対象地点にもよるが、自由速度（回帰直線の切片）は約 40～50km/h 程度であり、地点速度と比較して約 10～20km/h 低い値を示している。分析を行った 5 地点に共通して、交通量が増加すると速度が低下するというある一定の傾向が見られている。

一般道路のような中断流のある交通流では、道路状況が変化する区間を単位とした評価は意味をなさない。このことからも、道路状況の著しい変化がない区間として設定されているセンサス区間を単位として Q-V 特性を評価することが妥当と考えられる。

(2) 道路交通状況との関連性把握

対象地点やデータ数が限られているため、道路交通状況との関係を統計的に把握したり因果関係を特定することはできないが、定性的な考察として、Q-V 特性に影響を与えると想定される要因には、路上駐車車両や路線バスの有無、信号交差点などがあげられる。沿道出入り交通の影響を受けず、路上駐車車両のない大井埠頭では、区間 Q-V は地点 Q-V に類似して速度が幅広く分布し、高い値を示していた。このことからも、沿道状況や路上駐車車両の存在は、Q-V 特性に影響を与える要因であることがうかがえる。

池尻では、常観地点と下流側交差点との距離が短く、路上駐車密度も大きいため、同じ交通量であっても速度のばらつきが大きくなっている。このことに加え、同じ交通量に対して一般道路では想定しにくいような高い速度のデータが含まれている。池尻と、新町の一部の区間は、一般国道 246 号と首都高速道路 3 号渋谷線との上下複断面構造であるため、マスターデータ作成時に DRM への正確なマッチングがなされていない可能性がある。

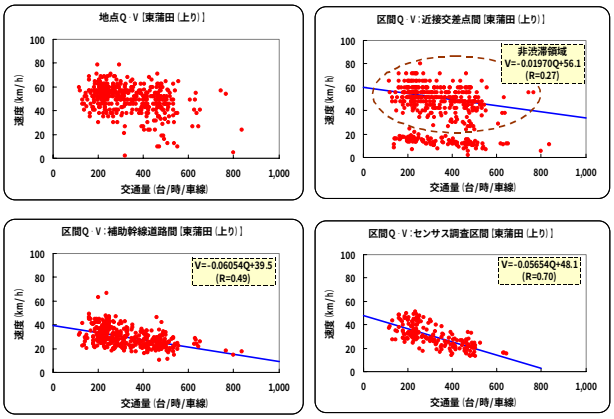

図-4 Q-V 特性【東蒲田】（上り，サンプル数 184）

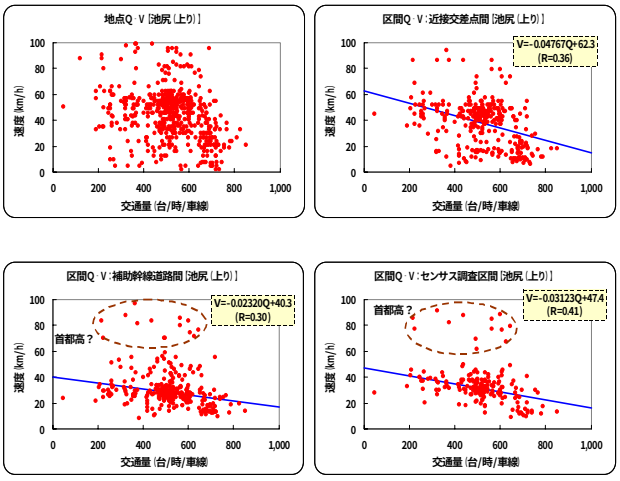

図-5 Q-V 特性【池尻】（上り，サンプル数 187）

5. まとめと課題

本研究では、プローブカーの走行履歴データと常観データを用いて、都市内一般道路の Q-V 特性の把握を試みた。その結果、中断のある交通流の Q-V 特性が区間単位で把握可能であり、道路交通センサス調査区間程度の延長で比較的安定した Q-V 相関が得られることが明らかになった。今後、データの蓄積を図り、Q-V 相関に与える種々の影響要因を分析し、道路計画・評価や道路管理、交通運用への適用可能性を検討する必要がある。

本研究を進めるにあたり、データ収集には飛鳥交通（株）及び日本通運（株）に多大な協力を頂いた。また、データ処理については、国土交通省道路局が設置した IT 交通データ委員会プローブカー WG（座長：石田東生筑波大学教授）の議論が参考になった。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

1) 越正毅，武田宏夫：道路交通容量資料の分析（わが国の既存資料に基づく総合的分析），交通工学 vol.4 No.5，pp.18-27，1969.
2) 大蔵泉，北川久，森田綽之：一般道路における区間速度の特性，高速道路と自動車 第 24 巻第 2 号，pp.20-28，1981.
3) 田宮佳代子，瀬尾卓也，吉田秀範：カーナビゲーションシステムを利用した旅行速度調査の高度化に関する取り組み，土木技術資料 vol.43 No.6，pp.36-41，2001.