

◆ 特集：道路の機能向上に資する技術開発 ◆

交通量とプローブカー走行速度に着目した 都市内一般道路の交通特性分析

田宮佳代子* 長谷川金二** 瀬尾卓也***

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調査・研究は、わが国においてモータリゼーションが進展した昭和40年代から開始されている。特に、交通量と速度(Q-V)あるいは密度と速度(K-V)の相関関係に着目した研究は、自動車専用道路を対象に様々な調査研究が現在でも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」である一般道路の交通特性に関しては、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)}。

一般道路では、地点を限定すれば交通量や地点速度の連続観測は比較的容易であるが、区間単位で速度を連続的に観測することは容易でない。特に都市内一般道路の交通特性は、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。一方、限られた道路空間に最大の交通パフォーマンスを持たせるための道路交通管理や、街路網を対象とした実務的マクロシミュレーション実施のためには、交通流の基本的要素である交通量や速度等のデータを多様な条件下で収集し、これらの条件が交通特性に及ぼす影響を把握することが不可欠である。

本稿では、プローブカーの走行履歴から得られる速度データと、道路に設置された車両感知器から得られる交通量データを用いて、一定の延長を有する街路における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。

なお、本研究ではプローブカーを「自動車を移動体の交通観測装置ととらえ、計測機器を搭載して道路を走行し、位置情報や走行速度など交通流にかかる情報を収集する車両」と定義している。

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

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)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で、これまで収集が困難だった区間に関する速度も算出できることが、プローブカー調査の大きな特徴である。

2.1 データの収集方法

プローブカーの走行データを計測・収集するために、メモリーカード等の外部記録装置に一定期間の出力データを記録・蓄積できるように市販のカーナビに改良を加えた機器を車内に設置し、データ収集を実施した(表-1)。プローブカーの各時刻における走行速度(地点速度)、位置情報(緯度・経度)などが1秒ごとにメモリーカードに記録されている。このメモリーカードを定期的に回収し、プローブカーの走行情報の収集を行った。

プローブカーとして選定した車両は、東京都品川区を拠点とするタクシー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台である。プローブカーとして営業用車両を選定した

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

Study on Q-V Configuration for Urban Street Using Probing Car Data

理由は、

- 1) 特にタクシーは車両の稼働率が高く長時間連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。

なお、本研究で用いたプローブカーデータは、それらのうち、平成12年5月から平成13年12月の間にタクシーから収集されたものである。

2.2 データの処理方法³⁾

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データについては、デジタル道路地図(DRM)を利用して、プローブカーの走行履歴データ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)を作成した。

それ以外の地域(東京都特別区のうち東京国際空港周辺を含む)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、経路属性情報を付加する前の走行履歴データ(以下オリジナルデータ)を用いて分析を行った。

3. 交通流の特性とその指標

交通流の状態を表現する基本的な要素には、交通量、速度、密度がある。これらの指標には、計測の単位や集計方法によってそれぞれ統計的な特性がみられる。また、交通量(Q)、速度(V_s)、密度(K)の間には以下の式が成り立つ⁴⁾。

$$Q = K \cdot V_s \quad (1)$$

ここで、平均速度には標本の採り方によって時間平均速度と空間平均速度とがある。時間平均速度とは、一定時間内に計測された地点速度の平均値をいうが、空間平均速度とは、道路の延長方向の一定区間内にある瞬間に存在する車両の地点速度の平均値をいう。

式(1)は、 V_s が空間平均速度を表している場合にのみ厳密に成立する。自動車専用道路では交通

流が一様な状態として車両感知器による地点速度を空間平均速度とみなしているが、一般道路では交差点等による交通流の中断が生じるとともに、空間平均速度データの収集は容易でない。このことから、本研究では該当する区間のプローブカー走行速度で V_s を代用することとした。

また、交通量と速度の関係は、厳密には非線形曲線の関係となるが、実務上は簡略化した形で表現することが効率的である。このため、本研究では回帰直線を用いて交通量と速度の間に成立する一定の傾向を把握することとした。

4. Q-V特性の評価地点・分析区間の設定

本研究では、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(常観)地点を選定し、これを含む区間をQ-V特性の分析対象とした。

4.1 検討対象地点の選定

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13年1月~10月の10ヶ月間にプローブカーの通過回数が多かった常観地点10ヶ所を仮選定した。

さらに、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、欠測の多かった路線(方向)は検討対象から除外した。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。

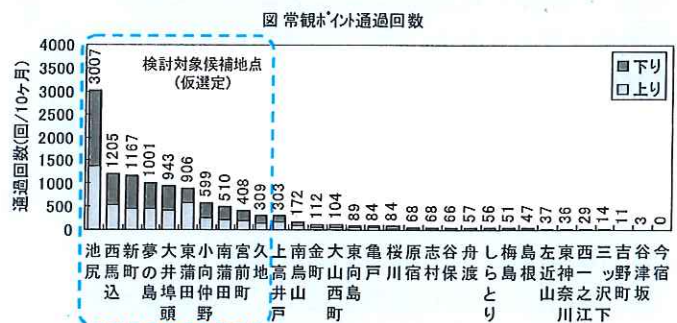


図-1 プローブカーの通過回数

4.2 走行路線の判定

池尻及び新町の2地点は、経路属性情報が付加されたマスターデータを用いてQ-V特性の分析を行った。その他の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るため、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次のように行った。

- 1) 常観地点や交差点を中心に、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。常観地点は緯度・経度情報ではなく、地先住所や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。

4.3 交通量の算出

時間交通量は、プローブカーが常観地点を通過した時刻を含む5分間及びその前後5分間の15分間に観測された交通量を、4倍して上下方向別に求めた。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。

4.4 解析区間の設定

一般道路では、横断面構成が一定であっても、交差点・沿道からの出入り交通や路上駐車の影響によって交通流に乱れが発生し、走行速度が変動する。また、道路計画や交通運用への適用を想定した場合、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。そこで、Q-V特性の解析区間は次の4種類を設定し、4.3節の方法で算出した常観地点の交通量を各検討区間の代表交通量とした。

- 1) 常観地点に隣接する信号交差点間
- 2) 常観地点を含む補助幹線道路間
- 3) 常観地点を含む道路交通センサ調査区間
- 4) 3)以上の延長を持ち、かつ道路状況が一定となる区間

4.5 速度の算出

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。

5. Q-V特性の分析結果と考察

5.1 解析区間でみた評価

図-2は、一般国道15号の東蒲田を例として、自由流域を対象として分析したQ-V相関を分析区間別に示したものである。比較分析の参考として、常観地点通過時のプローブカー速度を用いた地点Q-V相関(図-2-①)もあわせて示している。分析区間が短いと速度のばらつきが大きいのが、対照的に分析区間が長くなると、速度変動が平均化されてQ-Vデータのばらつきが小さくなっている。しかし、区間延長がセンサ区間よりも長くなる場合(図-2-④)、相関係数は高くなるもののデータ数が少なくなり、断面交通量データの区間の代表性が失われていく。

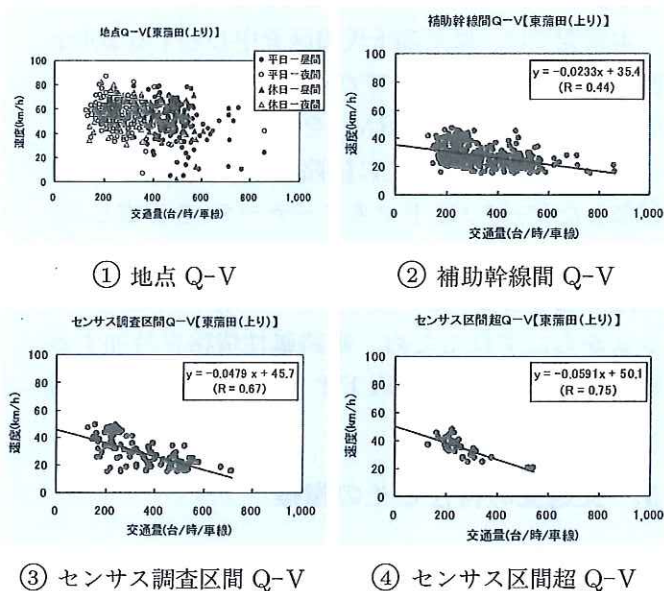


図-2 Q-V特性の分析例(一般国道15号:東蒲田)

紙面の都合上、分析対象とした10ヶ所についてのQ-V相関を示すことはできないが、すべての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た。また、道路交通センサ調査区間程度の延長で比較的安定したQ-V相関が得られた。

一般道路は自動車専用道路とは異なり、交差点・沿道からの出入り交通や路上駐車の影響によって交通流に乱れが発生する。このため、ある一断面で観測された地点速度を空間平均速度とみなしてQ-V特性を評価するよりも、旅行速度で評価する方が適切と考えられる。さらに、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

とを考慮すると、一般道路においては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調査区間を単位として Q-V 特性を評価することが妥当と考えられる。

5.2 道路交通状況との関連性

Q-V 特性に影響を与えると想定される要因には、幅員、沿道状況、青時間比、路上駐車車両や路線バスの有無、信号交差点の存在等が考えられる。このことは、Q-V 特性の分析結果からも定性的に把握することができる。一例として、路上駐車と比較的多い常観地点(東蒲田)と路上駐車がほとんどない常観地点(大井埠頭)の Q-V 相関を図-3 に示している。大井埠頭では、沿道出入り交通の影響を受けず路上駐車が存在しないため、速度データが大きな値で分布しており、高い交通パフォーマンスを示していることがわかる。しかし、対象地点数やデータの制約により、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ていない。

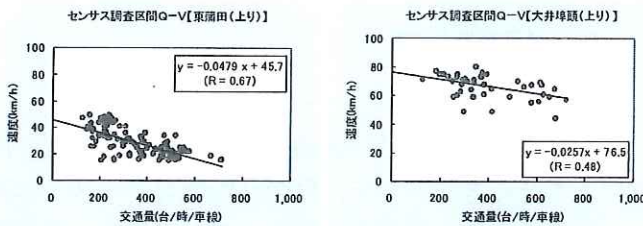


図-3 路上駐車の有無と Q-V 特性の差異の一例

6. おわりに

本研究では、交通流を表す基本的な要素として交通量と速度に着目し、プローブカーの走行履歴による速度データと常観による交通量データを用いて、都市内一般道路の Q-V 特性の把握を試みた。その結果、中断のある交通流である一般道路

の Q-V 特性は、プローブカーの旅行速度を用いて区間単位で把握することが可能であり、道路交通センサ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。また、Q-V 相関図は、常に変化する交通状況の変動(ばらつき)を交通現象から評価できる可能性を示している。道路交通の信頼性を高めるための対策の事前・事後評価の指標として、道路の交通機能の適切な把握に資すると考えられる。

今後は、データの蓄積を図るとともに、Q-V 相関に与える種々の影響要因の分析を行い、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。

なお、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。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, 昭和 44 年 9 月
- 2) 大蔵泉、北川久、森田緯之：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 2 号, pp.20-28, 昭和 56 年 2 月
- 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, 平成 13 年 6 月
- 4) 佐佐木綱、飯田恭敬：交通工学, 国民科学社, pp.121-126, 平成 4 年 4 月

田宮佳代子*



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
Kayoko TAMIYA

長谷川金二**



同 道路研究部道路研究室長
Kinji HASEGAWA

瀬尾卓也***



(財) 国土技術研究センター調査第二部長
(前 道路研究室長)
Takuya SEO