

# 交通量配分における日交通容量とQ-V式の 合理的設定方法に関する研究

RATIONAL ESTIMATE OF THE LINK CAPACITY AND THE SPEED-FLOW CURVE  
USED IN TRAFFIC ASSIGNMENT ANALYSES

松井 寛\*・藤田 素弘\*\*

By Hiroshi MATSUI and Motohiro FUJITA

The capacity and the speed-flow curve associated with the links representing a road network are the primary components to take into account the effect of congestion in traffic assignment analyses. These components are commonly regarded as an important factor affecting the accuracy of the resulting estimates. Meanwhile, most of the conventional traffic assignment analyses aim at allocating a set of OD demands of an entire day to a road network. But the rational estimate of the link capacity and the speed-flow curve based on a entire day are scarcely known. In this paper we propose a new method to estimate the link capacity and the speed-flow curve based on a entire day considering hourly variations of linke volumes of the day.

## 1. はじめに

現在広く用いられている交通量配分手法の多くは、そのOD需要推計が1日単位で扱うことが適していることから、1日単位で扱われているのが一般的である。しかし、1日単位の交通量配分には配分規範や容量制約条件が必ずしも合理的に当てはめることができないこと<sup>1)2)</sup>、ネットワークおよびセントロイドの表現方法の配分精度に及ぼす影響度が明らかでないこと<sup>3)</sup>など、今なお多くの問題点を抱えているといえる。

そこで本研究では、これらの問題点のうちの容量制約条件について、とくに我が国で主に用いられている交通量配分手法である分割配分法に導入されて

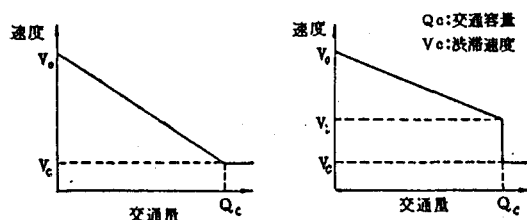


図-1 交通量配分に用いられるQ-V式

いる交通量-速度関数(Q-V式)に焦点を当て、検討を行うものである。Q-V式は一般に図-1のような形状をしており、その設定には、初速度と傾き、日可能交通容量 $Q_c$ 、渋滞速度 $V_c$ などを与えることが必要である。著者らはすでに文献(1)でその初速度と傾きについては実測データから理論的に導出する方法を提案したが、他の日可能交通容量と渋滞速度の設定については今後の課題としていた。そこで、本研究ではそれら残された問題について検討を加え、とくに日可能交通容量の合理的な設定方法について新しい提案を行い、よって交通量配分の精

\*正会員 工博 名古屋工業大学教授 工学部社会開発工学科 (〒466 名古屋市昭和区御器所町)

\*\*学生会員 工修 名古屋工業大学院生 工学部社会開発工学科(〒466 名古屋市昭和区御器所町)

度向上をめざすものである。

なお簡単のため、以下では日可能交通容量、時間可能交通容量を日容量、時間容量と呼ぶことにする。

## 2. 従来の研究と本研究の概要

本研究では、まず日容量の設定方法について考察する。日容量は一般に次式のように定義される。

$$Qc = qc / P \times 100 \quad (1)$$

$Qc$ : 日容量 (pcu/日)

$qc$ : 時間容量 (pcu/時)       $P$ : ピーク率 (%)

上式の時間容量は道路構造、交通運用（規制速度、信号密度など）、沿道条件のみによって設定でき、将来的にも信頼度の高い値を予測可能であるが、ピーク率は対象道路区間のネットワーク内での地域的結合関係またはOD交通量の空間的な分布状況等、多くの交通需要側の影響を受けているため、その重要性にもかかわらず、その将来変化を見通した推定は非常に困難なものとなっており、現在では各道路種別ごとにその実績平均値を求める程度にとどまっている。また、このような理由のため、ピーク率の将来変化を単純に時系列をとって推定したとしても、上述の多くの要因の将来変化を同時に加味できなければ、信頼性の乏しいものとならざるを得ないと思われる。

そこで本研究ではピーク率推定を次の2点に留意して行うこととした。

(1) 図-2のように、まず先に示した需要側の要因の変化の影響は、結局は直接または間接的に日交通量の変化となって現れると考え、それがピーク率の変化となるものとして、ピーク率を日交通量との関係から捉えることによって、その将来変化を見通した推定モデルの作成を試みる。

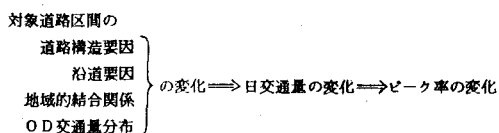


図-2 ピーク率の将来変化の構造

(2) またその精度向上を図るため、道路交通センサスによって使用するピーク率データを、次のような日容量の設定に適するものに限定する。まず、日

容量の定義を「日容量とはピーク時交通量が時間容量に一致するとき（すなわち、ピーク時混雑度が1となるとき）の日交通量である。」という意味から捉えなおすと、式(1)も次式のように変形する必要があることがわかる。

$$Qc = qc / Pc \times 100 \quad (2)$$

ここに、 $Pc$  は飽和ピーク率であり、これはピーク時混雑度が1となるときのピーク率をいう。すなわち、これはピーク時間帯の交通状況が飽和状態にあるときのピーク率という意味でこのように呼ぶことにした。よってこの意味から、ピーク時混雑度が1に近いデータ（本研究ではこのデータをピーク時混雑度0.9以上1.1未満とした）に限定してピーク率推定を行う。

本研究では以上のような視点からピーク率を推定することを目的に、渋滞速度の与え方についても同時に分析し、その結果得られた新しいQ-V式を用いて実際のネットワークで配分し、その結果から実績再現性を検討するものである。

## 3. ピーク率の将来予測と日容量の設定

ここでは2章で述べたピーク率変化の構造図（図-2）から、ピーク率と日交通量の関係を分析した上で、ピーク率推定モデルを作成し、実際に日容量を設定する方法について考察する。使用データは昭和55年度および60年度の道路交通センサス<sup>4)</sup>である。すなわち、55年度は時間交通量データのマスターテープがなかったため、原票より収集した中部三県（愛知、三重、岐阜）のみについて分析し、60年度は時間交通量データのマスターテープが得られたことから、中部5県（愛知、三重、岐阜、静岡、長野）について分析する。以下の分析で使用した指標を表-1にまとめた。表中の単路部時間容量については、2車線道路は両方向でしか定義できないが、便宜上両方向の容量の1/2を、1車線当たりの容量として用いた。しかし、以下の分析で主に用いる時間容量 $qc$ は、単路部容量と信号部容量の小さい方で支配されるが、そのうち分析でとくに重要なピーク時混雑度0.9以上1.1未満の2車線データのほとんどで信号部容量の方が小さい値をとるため、上記の2車線道路の単路部容量の処理は以下の分析で大きく影響

表-1 分析に用いた説明指標と主な指標に対する記号

|        | 説明指標                                        | 記号                    | 単位      |
|--------|---------------------------------------------|-----------------------|---------|
| 沿道要因   | DID率 (DID区間/全区間)                            |                       | [%]     |
|        | 市街地比率 (市街地区間/全区間)                           | S                     | [%]     |
|        | 平地比率 (平地地区間/全区間)                            | H                     | [%]     |
|        | 山地比率 (山地地区間/全区間)                            |                       | [%]     |
|        | 住居比率 (住居系区間/全区間)                            |                       | [%]     |
|        | 商業比率 (商業系区間/全区間)                            |                       | [%]     |
| 道路構造要因 | 車線幅員                                        |                       | [m]     |
|        | 規制速度                                        |                       | [km/時]  |
|        | 信号密度 (信号交差点数/全区間)                           |                       | [箇所/km] |
|        | 単路部時間容量 (片側全車線) <sup>1)</sup> <sup>2)</sup> | q c1                  | [pcu/時] |
|        | 信号部時間容量 (片側全車線) <sup>1)</sup>               | q c2                  | [pcu/時] |
|        | 時間容量 (片側全車線) <sup>1)</sup>                  | q c = min(q c1, q c2) | [pcu/時] |
| 交通要因   | 時間交通量 (片側全車線)                               | q                     | [pcu/時] |
|        | 混雑度                                         | q / q c               |         |
|        | 日交通量 (片側全車線)                                | Q                     | [pcu/日] |

1) 各時間(可能交通)容量は「道路の交通容量」<sup>2)</sup>に基づいて求めた。

2) 表中の交通量、交通容量に関する指標は片側全車線で定義しているが、例外として表-3の分析では単路部時間容量を1車線当たりで用いている。

しないと思われる。また、以下の分析で対象とするピーク率、飽和ピーク率は時間交通量(片側全車線, pcu/時)より求めた。

### 3. 1 日交通量とピーク率の相関

図-3は上記両年度の全データ(904個)についてのピーク率と日交通量との散布図である。図より日交通量によってピーク率の変化を見た場合、日交通量10000台程度まで大きく右下がりの傾向を示し、それ以降ゆるやかに減少していることが読みとれる。本研究ではこの関係に経年および地域特性が存在するかを確かめるために、データを各年度、県別に分けて図-3と同様な図を描いて分析したが、それらに特に差異は認められなかった。ところで、文献(5)、(6)では経年的な分析によってK値とAADTとの間に次のような関係があることを指摘している。

(1) K値は一般的に年平均日交通量が増加するにつ

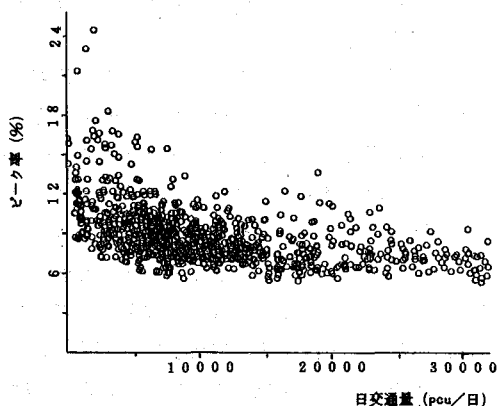


図-3 日交通量(片側全車線)とピーク率の散布図

れて減少する。

(2) その減少の程度はK値が大きいほど大きい。

これらの点に、今回の分析より得られたピーク率と日交通量との関係はほぼ一致しており、このことから、この関係が普遍性をもつものであると推論できる。なお、日交通量を片側全車線で用いた理由は、片側1車線よりも片側全車線の日交通量の方が、その道路の重要度の大きさをよりよく表していると考えられ、また以下の重回帰分析等の結果から、この方が良好であったためである。

### 3. 2 ピーク率推定モデルの作成と日容量の設定

前節で得られたピーク率-日交通量相関を利用し、ピーク率推定モデルを作成する。まず、2章で述べたように日容量を設定するためのピーク率データとしてピーク時混雑度が1付近のもの(ピーク時混雑度0.9以上1.1未満)にデータを限定する。図-4はこのデータによるピーク率と日交通量の散布図であるが、全データを用いた場合の図-3と比べて、ピーク率のバラツキがかなり減少したことがわかる。このデータについて表-1に示す沿道、道路構造要因(交通要因を含む)、および日交通量を説明変数として重回帰分析を行い、幾つかモデルを作成し検討した結果、最も精度の高いピーク率推定モデルとして式(3)を得、その適合度等は表-2にまとめた。また、図-4に示す曲線は式(3)の各パラメータに図中の値を代入したときの曲線である。

表-2 ピーク率の重回帰分析結果

|           | 定数項   | 1<br>Q+5000      | S<br>Q+5000      | H<br>Q+5000      | F値     | 重相関係数 | データ数 |
|-----------|-------|------------------|------------------|------------------|--------|-------|------|
| ピーク率推定モデル | 5.292 | 86827.<br>(7.41) | -371.9<br>(3.13) | -289.0<br>(2.45) | 53.56* | 0.732 | 143  |

注) 上段は偏回帰係数、( )内はt値を示す。\*: 有意水準5.0%で有意  
Q: 日交通量(片側全車線, pcu/日), S: 市街地比率(%), H: 平地比率(%)

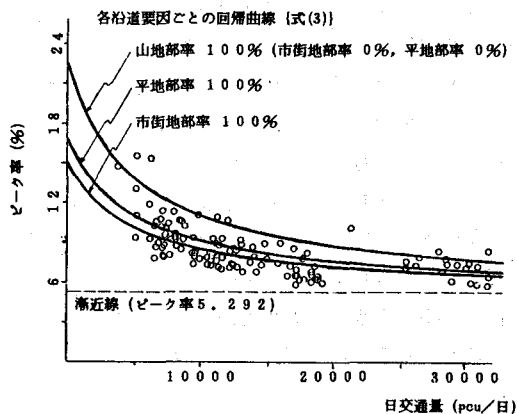


図-4 データを限定したときの日交通量(片側全車線)とピーク率の散布図

$$Pc = 5.292 + \frac{86827 - 371.9 \times S - 289.0 \times H}{Q + 5000} \quad (3)$$

Pc: 飽和ピーク率(%)    S: 市街地比率(%)  
H: 平地比率(%)    Q: 日交通量(片側全車線)

上式ではピーク率一日交通量関係に双曲線関数を当てはめているが、これは以下で日容量を求める際に最も変形しやすく、実用性の点で優れているためであり、分母の5000は値を色々に変えて分析した結果、適合度が最も良好であったため採用したものである。表-2の適合度をみると、重相関係数 0.732と比較的良好な値を示している。本研究では比較のために、データを限定しない全データについて、表-1に示す沿道要因、道路構造要因のみを用いて、日交通量との関係は全く考慮せずに、重回帰分析によるピーク率推定を行った。そこでも指標を換えて幾つかモデルを作成したが、その最も良好であったモデルにおいても重相関係数 0.423程度であった。このことから式(3)の精度がかなり向上していることがわかり、本研究で提案したピーク率推定方法の妥当性が確められた。

さて、式(3)を式(2)に代入することによって日容量が求められるが、このとき日容量は日交通量の関数として表されることになる。すなわち、日交通量が増加すると日容量もそれとともに増加する。このように日容量が日交通量に依存するということは、従来にない考え方であり、多少違和感を感じるが、現実の交通量の24時間変動パターンをよく観測してみれば、むしろ妥当と思われる。すなわち、対象道路区間の重要度が増して日交通量が増加すると、一般に時間変動パターンのピークが抑えられ、一日全体で満遍なく交通量が流れるようになり、結果的にピーク率が減少し日容量が大きくなるという、実際の傾向<sup>5)6)</sup>に合致すると思われるからである。

しかし、本研究では実用性を重視して、以下のように考えれば、式(3)を日交通量ではなく時間容量の関数として表わせることを示し、それを用いれば日容量を時間容量ごとに一定値として設定できることを示す。まず式(2)を次のように変形し、

$$Pc = qc / Qc \times 100 \quad (4)$$

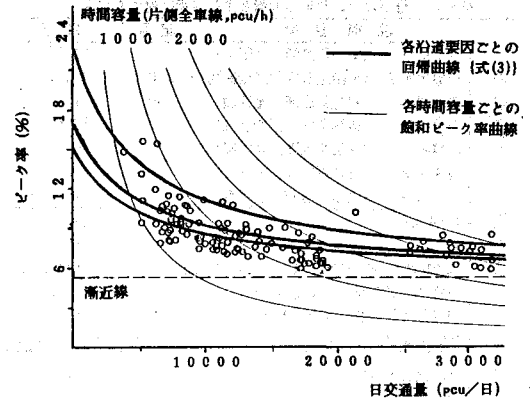


図-5 各沿道要因ごとの回帰曲線(式(3))と飽和ピーク率曲線

この各時間容量ごとの曲線(以下では、この曲線を飽和ピーク率曲線とよぶ)を、図-4に加えたのが図-5である。この飽和ピーク率曲線は、時間容量(qc)のときの飽和ピーク率(Pc)と日容量(Qc)の関係を表す理論曲線といえるが、実際のピーク率は式(3)の曲線に沿って存在するため、結局これらの曲線の交点が、時間容量qcのときの飽和ピーク率および日容量を表すことがわかる。このように求められる日容量は、前述した式(3)を直接使って配分途中で随時求める日容量のうちの最大値を表すものと考えられる。さて、この交点においては式(3)のQをQcと考えることができるため、式(3)と式(4)を連立させて解くと次式を得る。

$$Pc = D + \sqrt{D^2 + 0.106 qc} \quad (5)$$

$$(D = 11,329 - 0.0372 \times S - 0.0289 \times H - qc/100)$$

よって、上式で求められるPcを式(2)に代入すれば時間容量(および各沿道条件)ごとの日容量を求めることができ、以下ではこの日容量を用いて分析することにする。

図-6は式(5)で推定した日容量と従来の日容量との散布図である。ここで、推定および従来の日容量は、5章の配分に使用したネットワークのものである(リンク数 278個)。また、日容量推定に必要な道路状況データは道路交通量センサスから得られるが、それはネットワークのすべての道路区間について観測されているわけではない。観測されていない道路区間については、それに最も近い観測されている道路区間のデータを用いて推計した。図から推定ピーク率が9.0以上のデータについては、ほぼ45

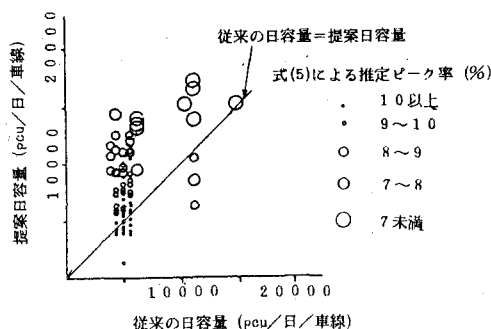


図-6 従来の日容量と提案日容量との比較

度の直線近くに分布しているのに対し、9.0未満のデータはかなり提案日容量の方が大きくなっている。これは、従来の日容量を設定するためのピーク率は、道路構造令<sup>7)</sup>で表示しているピーク率を用いているが、これには9.0以上のものしか使われていないためと考えられる。しかし、従来のものと提案したものとどちらが良いかについては、結局実際の配分を行って評価する必要がある。

#### 4. Q-V式の理論的導出と設定

3章ではQ-V式の日容量のとらえ方について、将来予測を踏まえた設定方法について述べた。ここでは、Q-V式の初速度と傾きの部分について考察する。ところで、著者ら<sup>1)</sup>は日単位の配分に用いるQ-V式(初速度と傾き)が以下のように理論的に導出できることを示した。

まず、日単位の配分で用いるQ-V式を日Q-V式と呼び、1時間単位のを時間q-v式と呼び、前提条件として次の2つの仮定をおく。仮定Ⅰ：各道路区間の時間q-v式は各時間帯に共通である。仮定Ⅱ：各道路区間の交通量の24時間変動パターンは、配分される日交通量とは無関係に一定である。さて、時間q-v式が実測データから  $v_i = a - b q_i$  ( $v_i, q_i$ : 各時間帯iの平均旅行速度および時間交通量,  $a, b$ : 回帰係数)なる線形式として与えられるとし、日交通量(片側全車線)をQ、日平均旅行速度をV、1日24時間の時間変動 $\eta_i$  ( $= q_i / Q$ )の分散を $\sigma_q^2$ とすると、

$$V = a - \frac{b}{24} (24^2 \sigma_q^2 + 1) Q \quad (6)$$

のような日Q-V式が導出できる。

ところで、上述の仮定Ⅱは3章の分析より時間変動パターンと日交通量とが無関係でないことが予想でき、仮定が成り立たない可能性が強いが、それは式(6)の $24^2 \sigma_q^2$ が日交通量の関数となることを意味し、式(6)自体は何等変更する必要はないといえる。この点については、4.2でさらに詳しく検討する。

さて、以上より日Q-V式(初速度と傾き)は時間q-v式と交通量の時間変動パターンの分散 $24^2 \sigma_q^2$ が推定できれば合理的に設定可能である。以下、それらの推定方法について述べる。

##### 4.1 時間q-v式の作成

著者らは文献(1)で時間q-v式を高速道路および一般道路について作成している。しかしここでは、高速道路については比較的良好なモデルが得られたが、一般道路については重相関係数0.45~0.49程度とあまり良いとはいえず、精度面で問題が残った。よって、本研究では一般道路について再びモデルを作成した。データは前回用いた道路交通センサスの愛知県分に、岐阜、三重県分を加え、また変数には表-1に示すように、過去のどの研究においても扱われなかった新たな変数として、時間容量、混雑度等を加えて分析を行った。分析では過去の研究例を考慮し、15Km/時以下のデータは渋滞領域にあるものとみなして除外し、また混雑度が1.1以上のデータは信頼性が欠けるとして除外した。適当な説明要因を組合わせてモデルを数種類作成し、比較検討した結果、最終的に表-3のような重回帰式を得、相関係数0.7以上と比較的良好な結果を得られた。

##### 4.2 $24^2 \sigma_q^2$ の推定

ここでは式(6)の要素である $24^2 \sigma_q^2$ の推定方法について検討する。 $24^2 \sigma_q^2$ の推定は文献(1)でも少し検討しているが、その合理的な設定方法の提案までには至っていない。本研究では、 $24^2 \sigma_q^2$ の実用的な推定モデルを作成するため、日容量を設定する際に式(5)より求める飽和ピーク率を用いて、 $24^2 \sigma_q^2$ を

表-3 一般道路における時間q-v式の重回帰分析結果

|     | 定数項<br>[km/時] | 信号密度<br>[箇所/km]    | 規制速度<br>[km/時]   | 単路毎時間容量<br>(1車線当たり)<br>[pcu/時/車線] | 混雑度                | F値     | 重相関係数 | データ数 |
|-----|---------------|--------------------|------------------|-----------------------------------|--------------------|--------|-------|------|
| 2車線 | -3.817        | -2.521<br>(8.761)  | 0.366<br>(6.980) | $3.208 \times 10^{-2}$<br>(9.040) | -7.796<br>(6.245)  | 146.5* | 0.702 | 609  |
| 多車線 | -0.020        | -3.737<br>(11.610) | 0.493<br>(5.261) | $1.690 \times 10^{-2}$<br>(7.240) | -15.154<br>(6.734) | 148.9* | 0.817 | 302  |

注) 上段は偏回帰係数、( )内はt値を示す。\*有意水準5.0%で有意

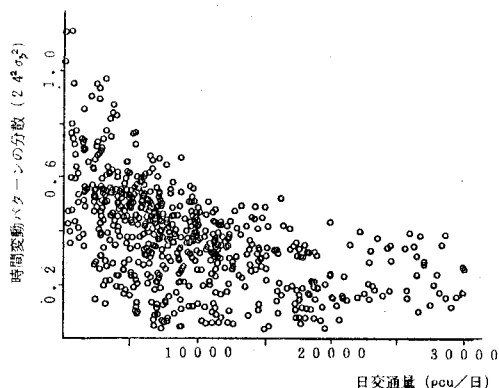


図-7 日交通量（片側全車線）と時間変動パターンの分散  $24^2 \sigma_p^2$  の散布図

推定する方法について考察する。まず、図-7は3.1で分析に用いた両年度的全データについての  $24^2 \sigma_p^2$  と日交通量（片側全車線）との関係を示しているが、 $24^2 \sigma_p^2$  でみてもピーク率の場合とまったく同様な傾向を示しており、このことから式(6) 以下の文章で述べたように、 $24^2 \sigma_p^2$  は日交通量  $\{Q=0$ （すなわち、ピーク時混雑度=0）から  $Q=Q_c$ （ピーク時混雑度=1.0）まで} の関数で与える必要があることがわかり、その推定に用いるデータを、飽和ピーク率と対応するピーク時混雑度1付近のものに、単純には限定できないことがわかる。しかし、以下の分析からわかるように、 $24^2 \sigma_p^2$  は一般にピーク率と相関が高く、またその回帰直線は全データを用いても、ピーク時混雑度1付近のものに限定しても大きく変わらなかった。よって、データをピーク時混雑度 0.9 以上 1.1未満に限定して、 $24^2 \sigma_p^2$  を飽和ピーク率との関係から推定しても、精度を大きく損なうことはないと考えられるため、そのデータを用いて単回帰分析を行った結果、次式を得た。

$$24^2 \sigma_p^2 = -0.235 + 0.0672 P_c \quad (7)$$

（データ数：143個，相関係数：0.846）

結局、 $24^2 \sigma_p^2$  は3.2 の日容量を設定する際に、式(5)より求める飽和ピーク率を上式に代入して求めればよいことになる。

#### 4. 3 日Q-V式の設定

以上の結果より、日Q-V式の設定の手順をまとめると、次のようになる。ただし渋滞速度については5章で分析するため、ここでは扱っていない。

手順1 日容量の設定

式(5)の各変数に対象道路区間の値を代入し、飽和ピーク率を求め、それを式(2)に代入して日容量を設定する。

手順2 日Q-V式の初速度と傾きの設定

式(6)中の各パラメータを、以下に示す推定方法によって求め、それらを式(6)に代入して設定する。

a: 表-3の混雑度以外の変数に値を代入して、それらを加算し、定数項を加えて求める。

b:  $b'/q_c$  より求める。(b': 表-3の混雑度に対する偏回帰係数の値,  $q_c$ : 時間容量(表-1))  
 $24^2 \sigma_p^2$ : 手順1で求めた飽和ピーク率を、式(7)に代入することによって求める。

図-8は実際の道路区間のデータを用いて計算した日Q-V式を示したものである。なお比較のため、パーソントリップ調査で用いられた従来の日Q-V式を破線で示した（ただし図中の渋滞速度は従来の日Q-V式の算定方法に従った）。

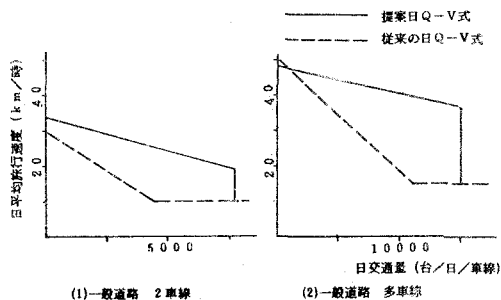


図-8 従来の日Q-V式と提案日Q-V式との比較

ところで、上記の設定の手順からわかるように、日容量を求めるための式(2)、式(5)および、初速度と傾きを決定する時間q-v式(表-3)等には、共通に時間容量が重要な変数として加えられている。よって、提案日容量とQ-V式の精度を上げるためには、この時間容量をできるかぎり正確に求めることが不可欠といえる。

#### 5. 配分結果と考察

本研究で提案した日Q-V式を実際の道路網に適用し、その実績再現性を検討する。配分は豊田市の道路網で行い、28セントロイド、88ノード、278リンクの中規模のネットワークを用いる。配分に用いたOD交通量データは、昭和56年度パーソントリップ調査より集計し、従来の日容量および日Q-V式

もまた同調査で使われたものを用いる。配分手法は10分割の分割配分法を採用する。以下ではQ-V式の形状のそれぞれの部分が、どの程度配分結果に影響しているかを明らかにするために、初速度と傾き、日容量、および渋滞速度を順次変化させて、従来のQ-V式を用いた場合と比較する。分析に用いる実績日交通量は、昭和55年度道路交通センサスの報告書<sup>4)</sup>から日交通量として直接得られたもの(6個)、報告書の昼間12時間データに豊田市の昼夜率の平均値(1.356)を乗じて日交通量の実績値としたもの(44個)の計50個で、いずれも1車線当りに換算した交通量である。

### 5. 1 初速度と傾き、および日容量を

#### 順次変化させた場合の適合度比較

ここでは、提案日Q-V式の初速度と傾きのみを4.3の手順2にしたがって変化させ、日容量は従来のものを用いた場合、初速度と傾きおよび日容量を手順1, 2に従って変化させた場合、及び従来の日Q-V式を用いた場合について配分し、その実績再現性を検討し、その分析結果を表-4に示す。ただし、

表-4 従来の日Q-V式と提案日Q-V式との日交通量(pcu/日/車線)の適合度比較

|     |       | 提案日Q-V式        |                |                |
|-----|-------|----------------|----------------|----------------|
|     |       | 従来の日Q-V式       | 初速度と傾きのみ変化     | 初速度と傾き、日容量を変化  |
| 回帰式 | RMS誤差 | 2059           | 1924           | 1875           |
|     | 相関係数  | 0.612          | 0.644          | 0.764          |
|     | 切片    | 1645<br>(2.64) | 1714<br>(2.94) | 69<br>(0.10)   |
|     | 傾き    | 0.58<br>(3.82) | 0.60<br>(3.96) | 0.96<br>(0.35) |

注) ( ) 内はt値。\*, \*\*は有意水準5%による検定結果  
\* 回帰直線の切片が0である、という仮説が棄却されない。  
\*\* 回帰直線の傾きが1である、という仮説が棄却されない。

ここでは提案日Q-V式の渋滞速度は従来のもの(表-5 下の注参照)をそのまま用いている。検討の結果、以下の点が明らかになった。

①提案日Q-V式の初速度と傾きのみを変化したものと従来のものとを比較すると、RMS誤差、相関係数とも提案Q-V式によるものの方が良い値を示している。しかし、回帰式の傾きは両者とも0.58~0.60と低く、これは過去の研究例<sup>2) 8)</sup>でも指摘している、実績交通量の低いところでは過大に、高いところでは過小に推計するというような、交通量分布が道路網全体にわたって平均化されるというバイアスがあることを示しており、提案日Q-V式の初速度と傾きのみを変化させただけでは、そのバイアス

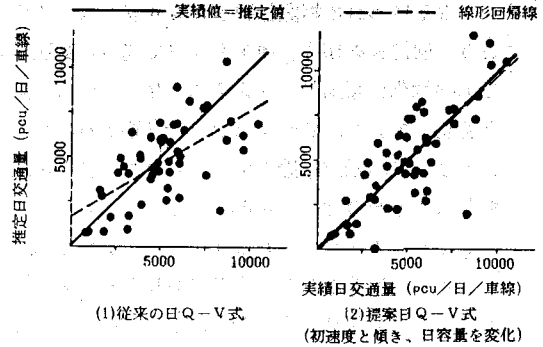


図-9 配分日交通量(pcu/日/車線)による従来の日Q-V式と提案日Q-V式の適合度比較

を消去できないことを示している。

②提案日Q-V式の初速度と傾きとともに、日容量も同時に変化させた場合には、RMS誤差、相関係数ともかなり改善されている。その上、回帰式も図-9に示すようにはほぼ45度の直線に一致しており、先に述べた交通量分布の平均化のバイアスがほとんど消えていることがわかる。

以上の結果と3.2の図-6の分析から、日単位の配分のバイアスが日容量の過小に推定されていたために生じていたことがわかり、また3.2で求めたピーク率推定モデルは、配分に用いる場合にも十分実用的であることがわかった。

### 5. 2 渋滞速度を変化させた場合の

#### 各Q-V式の実績再現性

提案日Q-V式(初速度と傾き、日容量を変化させたもの)と従来の日Q-V式の渋滞速度を、それぞれ一律に10km/h, 5km/h, 3km/h, 1km/hと変化させたときの、適合度比較を表-5に示す(従来の渋滞速度の概要は表下の注に示した)。それによると、提案日Q-V式の方は、RMS誤差、相関係数とも渋滞速度の変化にかかわらずあまり変化しておらず、また回帰式の切片、傾きについてもそれぞれ45度の直線に近い値を示しており、渋滞速度1km/hにおいても他の場合と同様に大きな変化は認められない。しかし、従来の日Q-V式については、渋滞速度が

表-5 従来の日Q-V式と提案日Q-V式(初速度と傾き、日容量を変化)の渋滞速度を変化させたときの日交通量(pcu/日/車線)の適合度比較

| 渋滞速度    | 従来の日Q-V式 |       |      |      | 提案日Q-V式 |       |     |      |
|---------|----------|-------|------|------|---------|-------|-----|------|
|         | RMS      | 相関係数  | 切片   | 傾き   | RMS     | 相関係数  | 切片  | 傾き   |
| 従来のもの   | 2059     | 0.612 | 1645 | 0.58 | 1875    | 0.764 | 69  | 0.96 |
| 10 km/h | 1951     | 0.638 | 1691 | 0.58 | 1866    | 0.764 | 144 | 0.96 |
| 5 km/h  | 2007     | 0.574 | 2395 | 0.46 | 1695    | 0.786 | 399 | 0.93 |
| 3 km/h  | 2154     | 0.487 | 2924 | 0.38 | 1781    | 0.786 | 204 | 0.98 |
| 1 km/h  | 2330     | 0.441 | 3461 | 0.39 | 1989    | 0.766 | 432 | 1.00 |

注) 従来の渋滞速度の値とリンク数: 10km/h:74個, 15km/h:200個, 25km/h:14個

小さくなるにつれて相関係数がかなり悪くなってきており、回帰式の切片、傾きも 5.1 で述べた交通量分布の平均化の傾向がますます強くなっている方向へと変化している。これは 5.1 での考察とあわせて考えると、日容量が正確に推定できれば、渋滞速度の変化による適合度への影響は、それほど大きくないことを示しており、これはすなわち、日単位の配分における渋滞速度がその本来の意味を持たず、単に容量以上の交通量を流さないようにするという意味しか持っていないということを示すものであると考えられる。よって、この点からも提案日Q-V式の妥当性が確められた。このように提案日Q-V式を用いた場合には、渋滞速度はさほど大きな意味を持たないが、今回の結果からは 3~5km/h 程度に設定するのが望ましいと考えられる。

## 6. 結論と今後の検討課題

本研究では、我が国で広く使われている分割配分法に用いる日Q-V式、および日容量の合理的な設定方法を提案し、その実績再現性を検討した。本研究で得られた結論は以下の通りである。

- 1) ピーク率の将来変化を捉えるものとして、まず日交通量との関係を分析したが、それによるとピーク率は日交通量 10000台程度まで大きく減少し、それ以後緩やかに減少するという傾向が、経年的、地域的にはほぼ一様にあることが認められた。
- 2) 日容量を求める際のデータとして適当と考えられる、ピーク時混雑度 1.0 付近のものに限定し、日交通量との関係も考慮してピーク率推定モデルを作成した結果、比較的良好な精度のモデルを得られた。そのピーク率を用いて日容量を設定して従来のものと比較した結果、ここで提案した日容量が妥当で、従来の日容量がむしろ過小に評価されていたことを明らかにした。
- 3) 日Q-V式を理論的に導出し、その各パラメータを推定するための、合理的で簡便な方法をさらに改良することができた。また、その設定手順から日容量を含めた日Q-V式の精度向上には、まず第一に時間容量を正確に求めることが必要であることがわかった。
- 4) 本研究で提案した日Q-V式と従来の日Q-V式との実績再現性を比較した結果、従来のものの推

定値は実績値の低いところでは過大に、高いところでは過小に推定されるバイアスが見られたのに対し、提案日Q-V式による推定値はそのようなバイアスが見られず、適合度も良好であった。またこのバイアスは、従来の日容量が全体的に小さいために生じていることも明らかとなった。

- 5) 渋滞速度を適当に変化させて実績再現性を比較した結果、本研究で提案したように日容量を正確に求めることができれば、渋滞速度の変化による影響はそれほど大きくないことがわかり、本研究の結果からはほぼ3~5km/h程度が望ましいことがわかった。

以上の結論は豊田市の道路網への適用結果から得られたものであるが、さらに信頼性を高めるには、他のネットワークへの適用が必要である。また、日Q-V式の設定で重要な変数となる時間容量についても、実際の配分に用いるネットワークの省略等の影響を加味して設定する必要がある、また時間容量は一般に断面交通量として与えられるが、道路区間の交通容量をどのように与えるかなど、さらに検討していく必要があると考えられる。最後に本研究の適用計算にあたって、九州東海大学溝上章志講師からはネットワークデータの提供を受けた。また、中部都市圏総合都市交通計画協議会からパーソントリップ調査のマスタータープの提供を受け、建設省中部地方建設局道路計画第二課から実測データの提供を受けた。ここに感謝を申し上げます。

## 参考文献

- 1) 松井・藤田：交通量配分におけるQ-V式の設定方法に関する研究，土木計画学研究・論文集，No.3, 1986
- 2) 藤田・松井・溝上：時間帯別交通量配分モデルの開発と実用化に関する研究，土木学会論文集・IV, No.389, 1988
- 3) 土木学会土木計画学研究委員会編：交通ネットワークの分析と計画：最新の理論と応用，土木計画学講習会テキスト，No.18, 1987
- 4) 建設省：昭和55年度および60年度道路交通センサ報告書
- 5) 日本道路協会：道路の交通容量，1984
- 6) Transportation Research Board: Highway Capacity Manual, 1985
- 7) 日本道路協会：道路構造令の運用と解説，1984
- 8) 佐佐木・朝倉：OD需要の変動を内生化した最適道路網計画モデル，土木学会論文集・IV, No.383, 1987