

環境負荷推計の観点からみた道路交通データおよび需要推計手法に関する基礎的考察

Examination of Road Traffic Data and Demand Estimation Methods
with the view to estimating the Amount of Environmental Loads

加藤 博和*

By Hirokazu KATO

1 はじめに

交通活動に伴う環境影響の軽減は、交通政策上の長年にわたる大きな課題の1つである。それゆえに、その状況把握や対策効果予測の基礎データとなる環境負荷発生量（汚染物質や音・振動エネルギーの発生量）の値は重要であるが、これを直接観測したり計測したりすることはできない。そこで、環境負荷発生量の推計手法について多くの研究が行われてきた。従来着目されてきた窒素酸化物（NO_x）に代表される大気汚染や騒音・振動に加え、特に近年では、地球温暖化問題への認識の高まりにより、エネルギー消費や二酸化炭素（CO₂）に関する推計事例が数多く発表されるようになってきている。

しかし、それらの推計事例で用いられている手法の大多数は、もともと他の目的で調査されてきた道路交通データや、開発が進められてきた交通需要推計手法を援用し、その推計結果に環境負荷発生量原単位を乗じるというものであり、極端に言えば交通調査や需要推計の1応用例として位置づけることもできる。逆に、既往の交通調査や交通需要推計手法は、必ずしも環境負荷推計を念頭に置いて開発されているわけではない。環境負荷が交通政策の評価にとって重要な指標となりつつある現在、むしろ環境負荷推計の立場から交通調査や需要推計手法を見直すという「逆転の発想」も必要になってきていると考えられる。

このような認識に立つて、本稿では、交通活動起源環境負荷のうちでも圧倒的な割合を占める道路交通に着目し、その環境負荷推計を行う立場から既往の交通調査や需要推計手法にいかなる課題が存在するかについて整理することを目的とする。特に 1)ある地域を対象とした環境負荷総量把握における問題、2)走行状況の指標として平均旅行速度を用いることによる問題、3)ミクロ交通流シミュレーションを用いる場合の問題、の3点を中心に議論を進める。

2 地域を対象とした環境負荷発生総量推計手法

keywords: 地球環境問題, 環境計画, 交通計画評価

* 正会員 博(工) 名古屋大学大学院助教授

環境学研究科都市環境学専攻

(〒464-8603 名古屋市千種区不老町 TEL: 052-789-5104,
FAX: 052-789-3837, E-Mail: kato@genv.nagoya-u.ac.jp)

表1 地域を対象とした環境負荷発生量推計における「地域」の定義と使用データ

	使用データ	長所/短所
負荷発生地ベース	・一般交通量調査(b) ・ネットワーク配分モデルによる推計(b)	・空間単位が任意に設定可能 ・属地的分析が可能 ・速度が考慮可能(問題点は3章で詳述) ・過小推計のおそれ
交通発着地ベース	・PT調査/自動車起終点調査(c)	・交通行動モデルと整合 ・走行距離や旅行速度が不明
居住地ベース	・家計調査年報(a) ・自動車輸送統計年報(a) ・PT調査等(b)	・家計や車種の違いが分析可能 ・毎年のデータが入手可能 ・抽出アンケートのため総量の信頼性が劣る
燃料販売地ベース	・エネルギー生産・需給統計年報(a)	・燃料・CO ₂ 排出の総量把握には最適 ・毎年のデータ(全国の場合毎月)が入手可能 ・最小単位が都道府県

※使用データの後ろの記号は、2章における推計手法分類と対応

(1) 推計における「地域」の定義

ある地域を対象として交通起源環境負荷の発生総量を推計するにあたってまず問題となるのは、対象地域の定義が複数存在し、それぞれに推計手法や使用データが異なる点である。それらは表1のように分類できる。全国を対象とする場合にはいずれの定義もほぼ同じ環境負荷発生量をとるはずであるが、市町村といった小さな地域を対象とする場合には異なった量になる。

(2) 推計手法の分類と「環境負荷発生量の基本式」

環境負荷発生総量の推計に関する既往手法アプローチは、a)マクロ、b)ネットワーク、c)(トリップベースの)ミクロ、に分けることができる。表1に挙げたそれぞれの具体的な手法のうち、a)マクロ推計にあたる「エネルギー生産・需給統計年報」や「家計調査年報」の燃料消費量・販売量データに基づく手法(トップダウン手法<IPCC¹⁾による定義>)以外は、すべて交通データを元に何らかの計算を行って環境負荷を推計する手法(ボトムアップ手法<同>)である。ボトムアップ手法では、推計の考え方はいずれのアプローチも、式(1)で表される「環境負荷発生量の基本式」に集約することができる。²⁾

$$E = \sum_m e^m \cdot L^m \quad (1)$$

E : 環境負荷発生量[(g-C など)/day]
 e : 環境負荷発生原単位 (以下「原単位」と略す)
[(g-C など)/台(車両)km]
 L : 走行距離[台(車両)km/day]
 m : 交通手段

この基本式を用いて、単に環境負荷発生量を推計するだけでなく、変数 e および L の変化を検討することによって各種施策に伴う環境負荷変化の把握も可能となる。以下、特に道路(自動車)交通を対象として、各推計手法について具体的に説明する。

a) マクロアプローチ: 対象地域におけるマクロデータを用いて推計を行う方法である。前述のように、燃料消費量・販売量データに基づくトップダウン手法と、マクロ交通・都市構造データに基づくボトムアップ手法とに分かれる。単に総量把握のみならず、都市の構造や公共交通整備水準による環境負荷発生量の違いを分析するために用いられた事例も多く、その場合にはボトムアップ手法が用いられるか、トップダウン手法で求められた環境負荷発生総量をマクロ交通・都市構造データで説明するモデルが利用される。

b) ネットワークアプローチ: ネットワーク交通需要推計モデルや断面交通量調査結果をベースとする。大気汚染・騒音の予測に始まり、従来からしばしば用いられてきた方法である。交通計画・交通工学分野での膨大なモデル開発の蓄積がそのまま活用できるとともに、道路ネットワークを明示的に扱うため、局地的な環境問題を扱う場合にも有効である。また、影響が広い地域に及ぶと考えられる幹線道路の新規整備や主要区間の改良といった施策に関する空間的な影響予測を行うことができる。

c) ミクロアプローチ: PT 調査や自動車起終点調査などによって得られるトリップデータを積み上げる方法である。交通行動のモデル化によって L の変化を説明することが可能であり、交通行動に変化を及ぼす各種施策の分析に適している。ただし、PT 調査をベースとする場合には、トリップ時間のデータは利用できるものの、トリップ長 (L) の値を得ることはできない。その推計にあたって旅行速度に関する仮定を置く場合には環境負荷発生量の絶対値の信頼性は低くなるという問題がある。

以下、本章では、ボトムアップ手法 (b), c) および a) の一部) によって環境負荷発生総量をどの程度捕捉できるかについて検討し、さらに 3 章では、ボトムアップ手法において e および L のいずれにも影響を与える旅行速度に関する検討を行う。

(3) 環境負荷発生総量の把握における留意点

表 1 にもまとめているように、各手法には、対象とする時点や範囲によるデータの存在可能性や、値の信

頼性の観点から、それぞれ一長一短がある。地球温暖化(主に CO₂ 起源)のような広域的な環境問題を議論する際には、地域の総排出量そのものを推計する必要があり、その場合には、「エネルギー生産・需給統計年報」による燃料販売量が最も信頼性の高い値である。ただし、データの最小地域単位は都道府県であるため、それより小さい空間レベルでの値を出すためには、何らかの按分を行う必要が出てくる。一般に用いられている簡便な按分方法は自動車保有台数を用いるものである。また、販売された都道府県と消費された(環境負荷が発生した)都道府県は必ずしも一致しないが、それによる誤差は総量に比べて無視できる水準であると考えられる。

一方、同様に広域環境問題である酸性化(NO_x等を起源)においても総排出量の推計が重要であるが、CO₂ では排出量と燃料消費量とがほぼ比例関係になるのに対し、NO_x 排出量と燃料消費量との関係は、発生メカニズムの違いにより、走行状況・車両構成等の影響を受けるため、それらを考慮した変換係数を設定する必要がある。あるいは、ネットワークアプローチを用いてボトムアップ的に推計する方法もあるが、次節でも述べるように総量としての信頼性は必ずしも保証されない。

また、局地的な環境レベルが問題になる大気汚染や騒音・振動を評価する場合には、地域の総排出量は必ずしも重要ではない(ただし、大気汚染対策のために立法された自動車 NO_x 法では評価指標として使用されている)。むしろ、ネットワークアプローチによる負荷発生地ベースの分析によって各道路区間からの環境負荷発生量を推計し、汚染物質拡散モデルや騒音伝搬モデルを用いて空間分布を求める方法が有効である。

(4) ネットワークアプローチにおける環境負荷捕捉率

総排出量が指標として用いられる広域環境問題を扱う場合、b) ネットワークアプローチは必ずしも有効でない可能性がある。その理由として、都市地域のように複雑で膨大な道路網においては、ネットワークとして主要道路区間のみを扱う場合、扱われていない道路区間を走行する車両分を取りこぼしてしまうためである。さらに、主要道路を通らない自動車交通は旅行速度やトリップ長が相対的に小さく、燃費や原単位が大きくなる傾向にあるため、主要道路ネットワークから推計される環境負荷は走行台キロよりさらに過小推計になると考えられる。そのようなトリップの多くはゾーンの内々交通であり、この取り扱いが重要な留意点となる。以上の点は、交通量の多い(すなわち大気汚染濃度や騒音・振動強度の高い)特定の道路区間・交差点等の推計が重視され、細街路は無視しても差し支えない局地環境問題との大きな違いである。

そこで、ネットワーク分析における環境負荷発生量

の捕捉率を検討する。基本式(1)の中の総走行台キロ L を地域レベルで把握できるデータは「自動車輸送統計年報」と「道路交通センサス一般交通量調査」である。このうち前者は、毎年のデータが存在するものの、把握可能な地域単位が全国や6大都市圏等に限定されるとともに、アンケート調査のため総量としての信頼性が必ずしも高いとはいえない。

一方、後者については、主要道路（高速道路、一般国道・主要地方道・都道府県道など）を対象とした断面交通量調査結果に道路区間長を乗じて推計されることから、「主要道路でない区間」の取りこぼしが存在すると考えられる。その程度を検証するため、例として、平成9年度の愛知県における乗用車（軽自動車を含む）を対象に考える。乗用車へのガソリン販売量推計値（車種別の販売量は得られないため、車種・燃料別自動車保有台数比で按分して推計）は7,223[kl/day]であるのに対し、平成9年度一般交通量調査による24時間総走行台キロは45,941[千台 km/day]となり、平均燃費は6.36[台 km/l]と計算される。一方、旧運輸省資料によれば、平成9年における日本で使用中のガソリン乗用車（軽自動車を含む）全体の10-15モード平均燃費は約12.4[台 km/l]であり、上記推計値の約2倍となっている。実走行時の燃費が交通渋滞や道路勾配の影響、エアコン等付属装置稼働、エンジンの劣化などの要因によって、10-15モード燃費に比べてかなり低い値になることはよく知られているところであるため、この約2倍の差の解釈は慎重に行う必要がある。しかし、上記要因とともに、一般交通量調査から推計される総走行台キロが過小である可能性も考えられる。（なお、3・4章での検討に使用している燃料消費量原単位曲線³⁾では、平均旅行速度を実際よりかなり低めと思われる15[km/h]としても燃費は約9.4[台 km/l]となり、両者のおよそ中間値をとっている。）

さらに、平成9年度の自動車輸送統計年報のデータでは、愛知県の小型自動車（乗用車・貨物車・軽自動車を含み、燃料種別は問わない）総走行台キロは27,393[千台 km/day]と、一般交通量調査に比べさらに過小な値となっている。

このように、交通調査データに基づく自動車総走行台キロに過小推計の疑いがあることは、同じく主要道路区間（リンク）のみを扱うネットワーク配分モデルでも共通する問題であり、地域の環境負荷総量の推計において注意すべき点である。対策として、燃料販売量データによるコントロールトータルの確認を行った上で、特に主要リンクに載らない内々交通量に関して、トリップ長や原単位の設定が妥当であるかどうかを検討する必要がある。

3 平均旅行速度を環境負荷発生原単位の説明変数とすることによる問題点と解決策

本章では、環境負荷発生原単位の説明変数として平均旅行速度を使用することに関して検討を行う。なお、環境負荷のうち主に燃料消費およびCO₂排出を例に挙げているが、(1)～(4)節については、大気汚染物質や騒音・振動の量・強度推計に関しても同様の議論が成立する。

(1) 走行状況の代理指標としての平均旅行速度

原単位 e は、車両のエンジン性能はもとより、走行状況（車両挙動）によっても大きく変化する。特に渋滞時には、低速での加減速・停止が頻繁に発生し、燃費の悪化と原単位の上昇が生じる。したがって、原単位の説明要因として走行状況を織り込む必要がある。実際に、環境負荷削減施策の多くは、モーダルシフトや経路短縮とともに渋滞解消を通じて効果をもたらすことが想定されるため、この観点は施策分析上も重要であり、特に新規道路整備やITSを環境面から評価する場合は必須であると言える。

走行状況を原単位の説明要因とする方法のほとんどは「(停止時間を含む)平均旅行速度」 v を説明変数とするものである⁴⁾。これは、燃料消費量、NO_x等の局地環境負荷発生量のいずれにも共通している。この原単位関数に関して、走行モードを仮定した走行実験や実際道路上での走行試験による特定結果が幾つか公表されている。平均旅行速度のみで原単位を完全に説明することはむしろ不可能であるが、燃料消費量原単位の説明変数としての妥当性は、統計的な有意性のみならず、大口⁵⁾による、実測燃費の分析結果と自動車エンジン・車両の理論モデルとの比較からも明らかにされている。

しかしながら、平均旅行速度を用いた原単位関数を使用することによる別の問題として、原単位測定時における諸条件（使用車種、実験・実走距離や道路交通状況・走行モード設定など）と、交通調査や需要予測モデル推定における諸条件とが必ずしも整合しない点が指摘できる。公表されている原単位の多くは車両1台あたりの数kmの走行距離における平均排出量として求められたものであり、この値を長距離のトリップや、交差点や流出入区間のようなごく短い区間にそのまま適用することの妥当性は必ずしも保証されない。また、1日あたり走行距離が小さい場合や気温が低い場合、エンジンの「コールドスタート」増加によって原単位が大きくなるという傾向も無視できない要素である。

以上のような、交通状況を含めた走行環境全体と推計における状況との整合性に関しては、検討の余地が大いにある。また、各種走行環境における原単位の特定制も必要である。さらに、平均旅行速度によらないで交通状況をより忠実に反映した環境負荷推計手法とし

て、4章で検討するマイクロ交通流シミュレーションの適用も考えられる。

(2) マクロアプローチにおける走行速度の導入

既往のボトムアップ型マクロアプローチの多くは、走行状況にかかわらず原単位を一定値に設定している。具体的には、「運輸関係エネルギー要覧」等で公表されている全国平均値や、都道府県等の範囲で統計データから平均的な原単位を推計して用いることが多い。一定値を用いる最大の理由として、対象地域全体の平均旅行速度に関するデータが入手不可能であることが考えられる。

「道路交通センサス」で得られる平均旅行速度は交通量ピーク時の値であって日平均値ではない。また、その計測も主要道路のみで行われているため、計測値を各計測断面の交通量で重み付けし平均値をとったとしても、地域全体の道路における日平均旅行速度と一致する保証は全くない（ただし、主要道路を対象とすることは速度の過大推計に作用し、ピーク時であることは過小推計に作用することから、これらのキャンセルアウトは考えられる）。さらに、現状値の推計は可能であっても、得られるデータサンプルが極めて少ないことから、将来推計において必要となる集計化 Q-V 式（地域全体の総走行台キロと走行速度との関係を定式化したもの）の推定には困難が伴う。そもそも、前章でも明らかにしたように、交通調査から得られる総走行台キロのデータも信頼性が高いとは言えない。

このように、マクロアプローチへの走行速度の取り込みはデータ面から非常に困難であり、感度にも問題があると考えられるが、著者らによる分析例^⑥では、交通施設整備による走行状況変化を扱うために、あえて集計化 Q-V 式を推定し利用している。この推定では、一般交通量調査で得られる総走行台キロとピーク時平均走行速度のデータをそのまま用い、燃料消費量や環境負荷発生量推計で生じる過小推計を後で補正する形をとっている。

(3) ネットワークアプローチにおける Q-V 式適用

ネットワーク交通需要推計モデルでは、経路配分において Wardrop 第 1 原則を満たす交通量配分結果を得るために、各道路区間に交通量－速度関係式（Q-V 式）やリンクパフォーマンス関数が設定される。ゆえに、推計結果として各道路区間の交通量とともに走行速度や所要時間が得られる。この走行速度は区間の全車両の平均値であり、一車両の全走行区間に着目する旅行速度とは厳密には定義が異なるが、この値を原単位関数の説明変数に用いれば、道路走行状況変化を考慮した環境負荷の推計が一応は可能となる。そのため、この手法は多くの既往研究で適用されている。

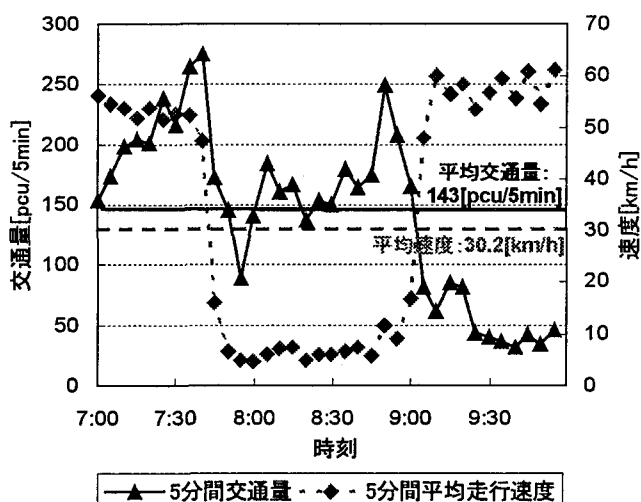


図1 交通量と速度の時間変動の例（一般道路<6車線、区間長 0.3km>のシミュレーション推計値）

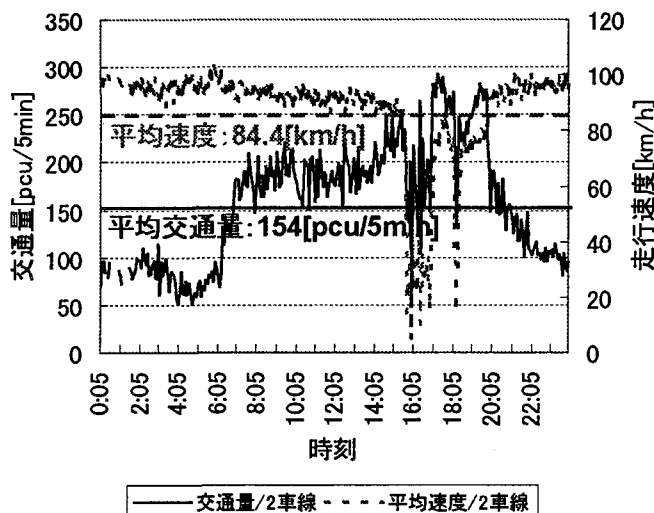


図2 交通量と速度の時間変動の例（高速道路単路部<4車線>の実測値）

ところが、ネットワーク配分モデルの第一義的な出力結果が各道路区間の断面交通量であり、モデルの現況再現性の確認も交通量に関してのみ行われるとすれば、各道路区間における交通量の現況再現性を高めるために Q-V 式そのものを調整することも考えられる。その結果、旅行速度は走行状況を便宜的に表すパラメータとしての意味しか持ち得ず、その値を説明変数として用いる原単位の値の精度も低くなってしまふ。

ネットワーク配分モデルにおける Q-V 式設定および速度の現況再現性の問題は、環境負荷推計のみならず、時間価値の計測が重要な要素となる費用便益分析でも共通の問題であり、ネットワーク配分モデルによって解決されるべき大きな課題であると言える。

(4) 交通量・旅行速度の時間帯別変動

ネットワークアプローチにおいて、日平均の交通量や旅行速度を用いて環境負荷推計を行う場合を考える

と、交通量や速度の時間変動が扱われないため、ピーク率が大きくピーク時の渋滞による顕著な原単位増加があっても、1日で速度を平均化することで無視されてしまい、結果的に環境負荷推計値に違いが生じるおそれがある。

そこで、この違いを定量的に検証するために、中村ら⁷⁾がマイクロ交通流シミュレーションを用いて推計した、名古屋市のある主要道路（リンク数14）の午前7～10時における都心方向への交通量と走行速度を用いて、5分間データを用いた推計を合計した場合と、3時間データ（速度に関しては5分間データの交通量による加重平均）によって環境負荷を推計した場合との比較を行う。ここでは原単位関数として、建設省道路局・三菱総合研究所⁸⁾による燃料消費量原単位を使用している。対象リンクはいずれも、この時間帯に最大値と最小値との差が2倍以上の交通量変動があり、特に、図1に示した交通量・速度変動が推計された、都心への入口にあたる渋滞の激しいリンク（区間長0.3km）では、5分間データによる環境負荷推計結果（218[kg-C]）が3時間平均値による推計結果（107[kg-C]）の2倍以上となった。これは交通量変化が特に激しい3時間に限った推計結果であるため、1日全体を考えた場合には、この乖離は緩和されると考えられる。しかし、1日全体でも、図2に示す高速道路路路部の実測例のように、交通量・速度変動が極端に激しい場合では、1日交通量・速度から推計した場合は4,153 [kg-C/区間 km]となったのに対し、5分間交通量・速度から推計すると4,520 [kg-C/区間 km]と8.8%増加となった。都市部のようにピーク時の渋滞が激しく、速度が極端に低くなる場合にはこの傾向はさらに顕著となるものと考えられる。

なお、いずれの推計でも、時間帯を細かくした方が推計結果が大きくなる傾向が見られる。これは、一般的な原単位関数（燃料消費量、CO₂、NO_x等を問わず）では、平均旅行速度がおおむね60[km/h]の付近で最小値をとる「下に凸」の形状であり、特に低速域での原単位上昇が著しいという特性によるものである。

以上の問題を解決するための根本的な方法は、時間帯別交通量・速度データを利用することであり、その例として時間帯別配分モデルを用いた環境負荷推計を試みた研究⁹⁾も出てきている。しかしながら、動的配分モデルはいまだ研究途上にあり、時間帯別交通量・速度の調査・分析は負担が大きい。そこで実用上は、各原単位について、1日平均走行速度とピーク率による補正係数をあらかじめ用意しておくことも考えられる。この補正係数を得るためには、本節で実施したような1日データと1時間データによる推計結果をあらかじめ多数求めておき、その差の傾向を明らかにしておく必要がある。

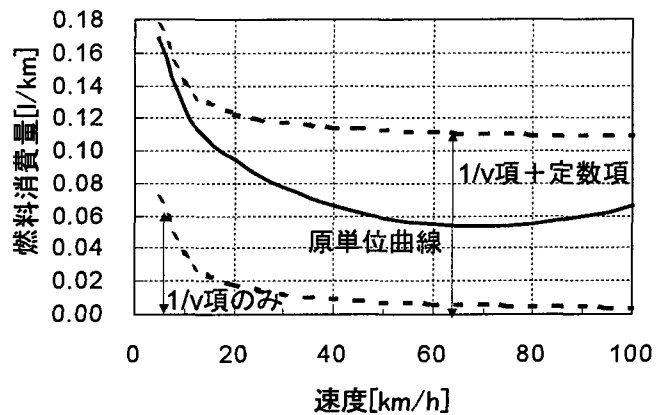


図3 原単位関数における各項の影響
—参考文献3)の関数<ガソリン乗用車>の例—

(5) ミクロアプローチにおける所要時間使用による旅行速度使用の回避可能性

2章(2)でも述べたように、ミクロアプローチでPT調査をベースとする場合、旅行速度に関する仮定を行ってトリップ時間データからトリップ長 L を推計する必要があるという問題がある。より厳密には、旅行速度やトリップ長を推計するためにはOD間の距離設定やネットワーク配分といった処理が必要となる。その場合、本章の(3),(4)で示したような問題が新たに発生する。

そこで、ミクロアプローチをベースとしつつ、 Q - V 式や、旅行速度を説明変数に用いた原単位の利用による問題点を回避する方法として、走行台キロ L の代わりに旅行時間 T を用いる方法が考えられる。基本式(1)に、 $L=vT$ を代入すると、

$$E = eL = \{a/v + o(v)\} \cdot vT = aT + o(v) \cdot vT \quad (2)$$

a : 定数、 $o(v)$: v のゼロ次以上の項

となり、右辺第2項（ v を含む項）が無視できれば、 $E=aT$ となって、環境負荷発生量は旅行時間との単純比例関係で表される。

しかし、既往研究で用いられている原単位関数のうち、 $1/v$ の項を持つものについて確認したところ、低速域では定数項が無視できず、高速域では v の高次項が卓越する場合が多い。その一例として、先の推計に利用した原単位⁸⁾における $1/v$ および定数項の値をプロットしたのが図3である。この図からも分かるように、既往の原単位における $1/v$ の項のパラメータ a をそのまま用いて $E=aT$ を適用することは不可能である。しかし、低速域に限定すれば原単位曲線の形状が双曲線に似ていることから、 $1/v$ のみを説明変数とする原単位関数を近似的に推定することは可能である。

この方法の適用が有効となる条件として、a)旅行速度が低い（すなわち渋滞の激しい）都市部での適用、

b)旅行時間データは存在するものの走行台キロ（旅行距離）データが存在しないPT調査を利用とした推計、が考えられる。この方法によって、都市部でのPT調査ベースで問題となる走行台キロ推計時の旅行速度設定の問題も回避される。今後、この方法の都市部におけるCO₂・NO_x排出量推計への適用を行う予定である。

4 ミクロ交通流シミュレーション適用における問題点と解決策

ネットワークアプローチの一種として、ネットワーク上で車両ベースでの交通流シミュレーションを行い、それを積み上げて環境負荷を推計する方法がある。このうち特に、車両間の追従挙動モデルに基づいたミクロ交通流シミュレーションでは、各車両の細かい走行挙動、特に他車との関係を再現することで、道路交通状況や交通容量を推定することができる。

このような特徴は、環境負荷の推計にとって非常に有利である。なぜならば、走行挙動、特に加減速や停止（アイドリング）といった走行モードが明示的に再現され、かつ走行モードの割合が環境負荷発生量の規定要因であるためである。したがって、もし各走行モードに対応する原単位があらかじめ得られれば、平均旅行速度を説明変数とする原単位では説明しきれない要因が再現でき、より原理的に環境負荷を推計することが可能である。同時に、走行試験におけるモード設定の妥当性や、走行実験に伴う原単位のバラツキといった問題も解消される。都市圏レベルのような大規模な適用は現状では困難であるが、信号交差点やボトルネックの改良といった、特定の区間での交通流改善施策による環境負荷変化の推計には有利である。さらに、交通流の整流化を目的としたITS施策の環境効果を評価する場合においても有用な手法になるものと考えられる。

しかし、ミクロ交通流シミュレーションを用いた環境負荷推計例がほとんどないため、現状のシミュレーションのレベルが、環境負荷推計の立場から十分といえる程度に車両走行挙動を表現できているかどうかは検証できていない。その最大の理由は、走行モードに対応した原単位の未整備にある。その結果、改善の策として、シミュレーション結果から平均旅行速度（走行速度）やアイドリング時間を集計して環境負荷推計を行っている研究例も存在する。⁹⁾しかし原理的には、加減速・停止モードとアクセルの踏み込み量、エンジン出力・回転数、そしてそれと燃料消費量や環境負荷発生量との関係に立ち戻って定式化することが必要になるであろう。既にそのような試みは行われ始めている。¹⁰⁾

また、シミュレーションの側でも、走行モードの再現性を高めることが必要であると予想される。具体的

には、加速度・加々速度の再現性が環境負荷推計に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

5 まとめ

本稿では、直接計測することができない道路交通起源環境負荷発生量を推計するという観点から、道路交通データや需要推計手法に何が求められるかについて論じてきた。その要点は以下にまとめられる。

- 1) 環境負荷発生総量の推計に関する既往手法アプローチは、a)マクロ、b)ネットワーク、c)ミクロ、の3種類に分けることができる。地域の環境負荷発生総量を推計する場合には、マクロアプローチの中の「エネルギー生産・需給統計年報」による燃料販売量からの推計が最も高い信頼性を有するが、データの最小地域単位が都道府県であるという制約がある。一方、局地的な環境レベルが問題になる場合にはネットワークアプローチが有効である。
- 2) ネットワークアプローチを用いて地域の環境負荷発生総量をボトムアップ的に推計する場合、過小推計となるおそれがある。その対策として、燃料販売量データによるコントロールトータルの確認と、主要リンクに載らない内々交通量に関する設定条件の妥当性の検討が必要である。
- 3) 平均旅行速度を説明変数とする環境負荷発生原単位は、走行状況を反映させる簡便な方法として多く用いられているが、原単位測定時における走行環境等の条件と交通調査・需要予測モデル推定における諸条件との不整合、ネットワーク配分モデルで推計される旅行速度の精度、旅行速度の時間変動を考慮しないことによる誤差といった問題が無視できない。これらを解決するため、各種走行環境における原単位の特定や、時間帯別旅行速度・交通量に関する実測データの整備によるQ-V式の現況再現性向上が必要である。
- 4) ミクロアプローチでPT調査をベースとする場合、交通行動モデリングとの整合がとれる利点があるが、旅行速度や走行台キロの値が直接計測されていないという問題がある。ただし、渋滞が激しい都市部では、旅行時間を用いた推計手法の開発によって上記の問題が回避できる可能性がある。
- 5) 追従モデルをベースとしたミクロ交通流シミュレーションは、環境負荷推計においては原理的に優れた手法であるが、この手法に対応した走行モード別原単位の整備が遅れている。原単位の整備を足がかりに適用例を蓄積し、環境負荷推計の立場からシミュレーションがどの程度交通状況を再現できているかについて評価することが必要である。

以上のうち多くに共通した問題として、環境負荷発

生量には従来の交通調査や需要推計手法で重視されてきた交通量に加えて走行状況が大きく影響することが認識されているにもかかわらず、その調査検討が不十分であることが挙げられる。環境負荷推計以外でも、道路走行に伴う発生便益の計測や、運転者にとってのサービスレベルの計量を行う場合に、走行速度や挙動に関する分析は重要であり、そのために、実測データの収集に基づく Q-V 式やリンクパフォーマンス関数の検討、走行モードの分析、原単位データの蓄積が求められる。

なお、本稿では扱わなかったが、交通調査や需要推計において扱われる車種別車両構成と、環境負荷推計において必要となる車種・燃料別車両構成との齟齬も推計時には大きな問題となる。これについては、調査・推計時の区分を見直すといった検討が必要である。

参考文献

- 1) IPCC：温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書、2000.
- 2) 加藤博和、林良嗣：都市旅客交通に伴う CO₂ 排出メカニズムの定式化と実際都市への適用に関する基礎的研究、土木計画学研究・論文集 No.16、pp.449-454、1999.10.
- 3) 建設省道路局・三菱総合研究所：道路整備による効

果の推計に関する調査報告書、1992.3.

- 4) 石田東生、小島宗隆、岩倉成志、七元広宣：旅客交通の大気汚染排出原単位に関する比較考察、土木計画学研究・講演集 No.19(2)、pp.105-108、1996.11.
- 5) 大口敬：道路交通における燃料消費量推定方法に関する考察、土木計画学研究・講演集 No.22(2)、pp.575-578、1999.10.
- 6) 加藤博和、林良嗣、丸田浩史：モータリゼーション進展過程を考慮した都市旅客交通起源 CO₂ の長期的分析手法、土木計画学研究・講演集 No.22(2)、pp.563-566、1999.10.
- 7) 中村英樹、平松達仁、内海泰輔：マイクロ交通流シミュレーションと手段選択モデルを用いたダイナミック・パーク・アンド・ライドの評価、土木計画学研究・講演集 No.23(1)、pp.587-590、2000.11.
- 8) 小出太朗、武山泰：排出ガス濃度の予測手法に関する研究、土木学会第 53 回年次学術講演会講演概要集第IV部、pp.260-261、1998.10.
- 9) 国分恒彰、栄徳洋平：自動車の走行特性を反映した戦略的な NO_x 排出量モデルの研究、土木計画学研究・講演集 No.23(1)、pp.243-246、2000.11.
- 10) 森野伸崇、寺町賢一、角知憲：交差点付近の窒素酸化物の濃度分布予測、環境システム研究 Vol.27、pp.643-648、1999.10.

環境負荷推計の観点からみた道路交通データおよび需要推計手法に関する基礎的考察

加藤博和

既往の交通起源環境負荷推計手法の大多数は、もともと開発されていた交通需要推計手法の援用であると言える。そこで本稿では逆に、環境負荷推計を行う立場から道路交通データや需要推計手法にいかなる課題が存在するかについて整理することを目的とする。まず、道路交通に起因する環境負荷の推計に関する既往の手法を整理し、その特徴と適用範囲を論じている。さらに、各手法における問題点と今後の対応について、特に 1)環境負荷総量把握における問題、2)走行状況の指標として平均旅行速度を用いることによる問題、3)交通流シミュレーションを用いる場合の問題、の3点を中心に、試算を交えながら検討を加えている。

Examination of Road Traffic Data and Demand Estimation Methods with the view to estimating the Amount of Environmental Loads

by Hirokazu KATO

Most of the estimation methods of transport related environmental loads are the applications of those existing transport demand estimation methods. Conversely, this paper is aimed to examine the problems with road traffic data and the demand estimation methods with the view to estimating environmental loads. The existing methods are classified, while their characteristics and ranges of applications are also showed. A test calculation included, the main problems that are related to 1) grasping the amount of environmental loads, 2) using average travel speed as an index of traffic conditions, and 3) using traffic flow simulation are examined.
