 論 説

排気ガス汚染評価のための 自動車走行パターンについて

西 田 耕之助*

1. はじめに

現在、都市域や高速道路の周辺では、通行する多量の自動車から放出される排気ガスに起因する大気汚染が慢性化、かつ深刻化しており、これに対する唯一の効果的対策として実施されている自動車の排出ガス規制は技術的および経済的に限界に近い状態まで強化されてきたといわれる¹⁾が、都市域でのNO_x汚染の実態では一向に改善の傾向がみられない²⁾³⁾。自動車から排出される汚染物質の種類と量は、その運転条件すなわち走行パターンによって大きく影響される⁴⁾⁵⁾。すなわち、実際の都市域などでの自動車の走行は、現在の排出ガス規制に採用されているような10モードや11モードなどとは全く異なった走行パターンであり⁶⁾、このようなパターンにもとづく排出原単位⁷⁾を用いて行われている街路や道路における自動車からの汚染物発生量および周辺環境における汚染物濃度の予測や評価が実態と大きな隔りをもたらしている最大の原因となっている。このような指摘に対して近年、自治体などでそれぞれの地方特有の走行パターンを求めるために種々の調査研究が行なわれ、地域を代表する走行パターンを決定するようになった。しかしながら、それらの代表的走行パターンの誘導方法には確立されたものがなく、その手法自体ならびに示されている代表的走行パターンにはかなり重大な問題点をもつものが少なくない。

1. モードサイクルによる走行パターン

自動車の走行は、一つのモードの繰り返しと考え、その基本モードを実走行データから決定し、走行パターン化したものが走行モードサイクルである。

米国においては、1956年、AMA(Automobile

Manufactures Association)⁸⁾が、ロサンゼルスを代表する道路において、運転条件の時間比を調査し、走行パターンを決定した。すなわち、この調査においては、エンジンの吸気圧とスロットルの位置の記録装置、車速の変化を速度計から読み取る装置、および連続的に車速の変化を記録させる装置を実用車に取り付け、自動車の走行状態を停止、加速、定速および減速に分類し、実際の走行実験からそれぞれの時間比を調査した。その結果、ロサンゼルス域を代表する運転条件の時間比として、もっとも出現頻度の多いものから11の速度条件(モード)、およびそれらの時間比を選出し、代表的走行パターンの構成条件とした。このパターンは、カリフォルニアでの排気ガス規制での基準に採用されたが、各モード間には関連性がなく、11個のモードの連続した一つの走行サイクルを形成できないという問題点があった。

そこで、1961年、MVPCB(Motor Vehicle Pollution Control Board)⁹⁾が、11の基準条件の間に適当な転換モードを挿入して、基準の時間比に最も近い時間分布となるようにした。これが11モードで、さらに簡単にするために、4個のモードを削除した組合せのなかから、基準の時間比に近いものを選んで、7モードサイクルとした。これは、3個の転換モードと7個の基準モードからなる。また、排気ガスの処理装置やエンジンの温度の低い場合、すなわち、走行のはじめが定常状態での排出と大きく異なることから、コールドサイクル(ウォームアップサイクル)とホットサイクルに分けた。その走行パターンは図-1の通りで、これが全米の排ガス規制にも採用された。

一方、ヨーロッパでは、1966年、GRPA(The Group of Rapporteurs on Air Pollution)¹⁰⁾が、ヨーロッパ統一サイクル(ECEサイクル)として、コールドスタートの15モードサイクルを決定した。その走行パターンを図-2に示す。ここでは比較的低速度

* 京都大学工学部附属環境微量汚染制御実験施設助教授
Kohonosuke NISHIDA

図-1 アメリカ7モード

図-3 4モード

図-2 ヨーロッパ統一サイクル

の走行が重要視され、平均車速が18.7(km/h)で、加速度も小さいものである。これに対して、フランスのUTAC(Union Technique de L'Automobile de Motorcycle et du Cycle)と西独のクラウスタール研究所が行なった調査結果では、サイクルの形は異なるが、非常に近い走行時間比となったことから欧州共通モードとなった。しかしながら、西独とフランスは自動車走行時の運転条件に対する調査方法が異なり、その走行時間比も、とくに定速においては非常に大きな相違が見られる。さらに、統一案決定における根拠については全く明らかにされていない。

また、我国では、昭和39年、船舶技術研究所交通技術部(現、交通安全公害研究所)¹¹⁾が、東京近郊主要路線を走行調査し、各サイクルごとに、停止、加速、定速および減速の走行時間比を求め、図-3に示す4モードサイクルがわが国における都市走行での代表的走行パターンであるとした。このパターンは、4つのモードを単純に組合せたもので、走行時間比における定速の割合が45(%)もあり、実際の都市における自動車の走行状況と著るしく大きく掛け離れている。その上、このパターンを導いた過程については全く明らかにされていない。

昭和42年、西田ら¹²⁾は、航空写真を利用した都市域での自動車排気ガスの路上放出量を算定するために、京都市および大阪市域を実験走行し、タコグラフに記録した走行パターンから、4つのモード(停止、加速、定速、減速)間の遷移確率を求め、単純マルコフ連鎖の理論を用いて、アイドルから次のアイドルまでの理論平均値を算定した¹³⁾。ついで、この実測において現れた速度条件を出現頻度を考慮して挿入し、6モードおよび7モードからなるパターンを導いた¹⁴⁾。

昭和48年、環境庁は実際の都市街路での走行実験を行ない、走行車の車速、エンジンの回転数、吸気負圧および加速度についての分析結果をもとに、出現頻度の高いモードをいくつか組合せてモデル化し、単純な走行モードを作製した¹⁵⁾。これが、図-4および表1に示す乗用車の10モード、大型車の6モードである¹⁶⁾。ついで、昭和50年には、10モードを図-5に示す11モードに変更された¹⁷⁾が、これらの走行モードの誘導過程ならびに変更の理由についてはほとんどが明確にされておらず、かつ、実走行にたいする代表性については、実際の都市走行で非常に多く現れる低速走行条件が含まれていないことなど、その現実性がきわめて疑問視されている。

以上、モードサイクルについて述べてきたが、い

図-4 環境庁10モード

表 1 6 モード試験方法

	運 転 条 件	重み係数
1	原動機を無負荷運転している状態	0.125
2	原動機を 2,000 回転の回転数で運転している状態（この場合における吸気マニホールドのブースト圧は 125 水 ミリメートルとする。）	0.114
3	原動機を 3,000 回転の回転数で運転している状態（この場合における吸気マニホールドのブースト圧は、 125 水 ミリメートルとする。）	0.277
4	原動機を 3,000 回転の回転数で運転している状態（この場合における吸気マニホールドのブースト圧は、 200 水 ミリメートルとする。）	0.254
5	原動機を 2,000 回転の回転数で運転している状態（この場合における吸気マニホールドのブースト圧は、 420 水 ミリメートルとする。）	0.139
6	原動機を 2,000 回転の回転数で運転している状態（この場合における吸気マニホールドのブースト圧は、 420 水 ミリメートルとする。）から気化器の絞り弁を全開にして 1,000 回転の回転数に運転している状態（この場合において、原動機の回転数を 2,000 回転から 1,000 回転に するに要する時間は 10 秒間とする。）	0.091

図-5 環境庁11モード

れも、それらの決定方法がきわめて曖昧で、かつ、実際の都市走行とはかけ離れたものとなっている。さらには、都市の違いによる走行特性の相違については全く考慮されていない。しかしながら、これらのパター

ンを基礎とした排出原単位を用いて行われている自動車排出ガスによる環境への影響評価では、その結果が、個々のケースについて大気汚染物質の濃度の実測値と きわめてよく適合しており、発生源強度が実態と著しく異なるにもかかわらず、計算値が実測値と合致するという非常に奇妙な現象となっている。

2. 実走行モードによる走行パターン

都市域における自動車の走行は、前述のモードサイクルのような単純なパターンの繰り返しではなく、実際にはきわめて不規則なものであり、路線あるいは時間帯によって走行特性が大きく異なる。そこで、実際に都市街路などでの走行実験を行ない、その結果から走行パターン、すなわち実走行モードを求める研究が行なわれた。

米国では、1972年、連邦政府によって、排気ガス規制のための試験運転条件が、それまでの7モードから

図-6 LA-4 モード

図-6に示す実走行モードと思われる走行パターンに変更された¹⁸⁾。これが、LA-4モードで、ラッシュアワー時の運転条件の再現を目的とし、平均車速も36 (Km/h)と以前のモードに比べてかなり低速となり、かつ、アイドル時間もやや大きくなっている。しかし、この走行パターンについてもその誘導過程は全く明らかでない。

一方、我国では、昭和48年、東京都が、都内の主要幹線と補助路線について走行試験を行ない、時間帯別および車種別の実走行モードを求めた¹⁹⁾。その概要は、代表走行ルートのうち、平均車速、4モード(加速、定速、減速、アイドル)の時間比率、吸気負圧の時間比率、平均エンジン回転数、平均加速度・減速度、平均吸気負圧および平均停止間走行時間の平均値にできる限り近い20分の試験モード区間を考え、速度、エンジン回転数、および吸気負圧の時間分布を求め、これをもとに実走行モードを決定した。そのパターンは図-7に示す。しかしながら、その決定方法には理論的な根拠がなく、代表性にも疑問が残されている。

昭和49年、日本機械学会は²⁰⁾は、自動車の走行記録の調和解析を行なった。すなわち、自動車の走行のランダム過程の場合においても定常過程とみなし、コレログラム、およびパワースペクトルを求め、ヒルベルト空間の関数解析の手法により、走行モードの作成を試みた。計算方法として適用の見込みはあるもののデータの選定、近似の考え方などの問題点があり、走

行モードの完成には至っていない。

昭和52年、東京都²¹⁾は、都内の走行記録をもとに、車速を主要パラメーターとした実走行モードについて検討した。その概要は、交通量データから実走行データを約20分間の小旅行区間に分け、平均車速に従って分類することで、都市の平均車速の頻度分布を求め、これらの累積頻度分布より10区分に分割する。その平均車速区分における代表的な小旅行区間を、視覚により各区分から一つずつ摘出して、それをその区分の実走行モードとした。そのパターンを図-8、および図-9に示す。この決定方法にも理論的根拠がなく、代表性についても疑問が残っている。

昭和55年、七大都市(東京都、川崎市、横浜市、名古屋市、京都市、大阪市、神戸市)自動車技術評価委員会²²⁾は、各都市における実走行モードを求めた。その決定方法の概要は表2に示す通りで、これらの決定方法には、いずれも、理論的手法が見られない。

同年、埼玉県²³⁾では、走行記録をクラスター分析して実走行モードを算定した。その概要は、非階層的クラスター分析のうちの再配置法を用いて、表3に示す個体の属性で分析し、走行車速をフーリエ変換したスペクトル分布を4つのパターンに分類し、各クラスター別にスペクトル分布を求めた。ついで、代表走行モードを次の2つの方法で設定した。

- 1) 各クラスターの平均トリップ長および平均車速に近い走行データ

図-7 東京都時間帯別車種別実走行モード

図-8 東京都実走行モード(1)

図-9 東京都実走行モード(2)

表 2 七大都市における実走行モード決定方法

項目 都市名	走行調査期間										走行調査使用車種	走行モード決定方法
	平日	夜間	オフピーク	幹線	非幹線	高速道路	軽乗用車	小型乗用車	貨客車	小型貨物車		
東京都	○	○	○	○	○	○			○			実走行データを路線ごとに、20分単位に移動させる区間データに分割した。この区間データごとの平均車速の累積度数分布を10区分し、それぞれの区分から、代表性を有する区間を4モード構成比、ショートトリップ長を考慮して選定し、平均車速別に10の走行モードを決定した。
川崎市	○	○	○	○	○			○				実走行データを道路性格、地域別に20分以内に収まるよう区間分割し、それぞれについて平均車速の総平均と個々の区間の平均車速の総平均に対する標準偏差σを算出し、そのσの範囲を3区分し、それぞれの区分から、代表性を有する区間を4モード構成比、ショートトリップ長を考慮して選定し、平均車速別に3つの走行モードを決定した。
横浜市	○	○	○	○	○	○		○				実走行データを路線ごとに、20分単位に移動させる区間データに分割した。この区間データごとの平均車速を求め、走行時間帯別に、理しこれを基とした、出現頻度の高い平均車速を5区分とし、それぞれの区分から代表性を有する区間を4モード構成比、ショートトリップ長さを考慮して選定し、平均車速別に5つの走行モードを決定した。
名古屋市	○	○		○			○	○		○	○	車種別に実走行したデータから総路線の平均dモード構成比をおのおの求めた。この構成比に近似した区間を20分を基準としてショートトリップ長を考慮して車種別に4つの走行モードを決定した。

道路の種類と区間、交通量、車種、平均車速別にもっとも実際に即した平均的な排出原単位が容易に得られることになる。

そこで、著者らは、走行中の自動車から排気ガス量を直接に採取するプロポーショナルサンプリング法について、実験的に検討を行っており、その結果については近く発表する。

参 考 文 献

- 1) 環境庁大気保全局；今後の自動車排ガス低減策のあり方について，産業公害，21(12),1985
- 2) 齊藤孟，五味努；自動車と環境，1～3,山海堂1980
- 3) 環境庁編；環境白書，59，60，61年版
- 4) 嶋村晴夫，山口隆章，清水固；自動車排ガス公害，88～124，化学工業社，1971
- 5) 常見正明；今日の自動車燃料，183～224，ナツメ社,1972
- 6) 吉住邦雄，中村健；都市における自動車の走行状態，産業公害，20(9),19～28,1984
- 7) 建設省道路局；環境影響予測に用いる自動車排出ガスの排出係数（案），1978
- 8) Teaque D.M.；Los Angels Traffic Pattern Survey, SAE, National West Coast Meeting Paper, 171,17～38, 1957
- 9) Hass G.C., Brubacher M.L.；A Test Procedure for Moter Vechicle Exhaust Emission, J. Air Poll. Cont. Assoc., 505～509, 12(11), 1961
- 10) 景山久；大気汚染と自動車排気ガス，181～184，技術書院，1970
- 11) 喜多孝彰；自動車排ガス試験用走行サイクルと走行状態調査について(Ⅲ)，運輸省船舶技研特別講演概要集，80～

- 81, 12, 1969
- 12) 西田耕之助；航空写真による自動車交通等の調査，149～159，京都市衛生局，1970
- 13) 西田耕之助；都市における自動車の走行パターンⅠ，公害と対策，6(9),23～33,1970
- 14) 西田耕之助他；都市における自動車の走行パターンⅡ，公害と対策，6(10), 781～791, 1970
- 15) 官報；環境庁告示第115号，昭和47年12月7日
- 16) 環境庁大気保全局自動車公害課；自動車排出ガス低減の軌跡，274，ぎょうせい，1976
- 17) 官報；環境庁告示第1号，昭和49年1月21日
- 18) 柳原茂；自動車公害とその対策技術，125，ナツメ社，1975
- 19) 東京都公害局規制部；大気汚染物質排出係数算出調査（移動発生源），昭和48年8月
- 20) 日本機械学会；自動車排気ガス試験方法の標準化に関する調査研究，87～147,1974
- 21) 東京都公害研究所；自動車排出ガスに関する調査研究，113，昭和52年3月
- 22) 七大都市自動車技術評価委員会，七大都市自動車総量規制研究会；各都市における自動車排出ガス量の算出及び将来予測の方法，昭和55年
- 23) 埼玉県環境部；自動車排出ガス量実測調査報告書，昭和55年3月
- 24) 環境庁，岡山県；航空機撮影による自動車交通量及び自動車排出ガス量調査結果結果報告書，457，昭和50年7月
- 25) 西田耕之助，村上嘉孝，山川正信；都市域における自動車の走行様式に関する研究(Ⅰ)～(Ⅴ)，公害と対策，20(6), 33～43, 20(10), 33～42, 1984, 21(7), 15～21, 1985, 22(3) 29～39, 22(5), 45～50, 1986

＜ 図 書 案 内 ＞

トイレの研究

B 5 版 349 頁 定価 4,000 円

本書は，専門的研究分野から総合的にトイレの問題を論じている。ただ，専門的といっても，難しい学術的記述を避けて，図表や写真，事例を豊富にして，それぞれの専門外の人や一般の人にも容易に理解できるように配慮してある。

又，トイレの設計者，駅や公園の管理者，し尿の処理技術者，住宅の設計者，地方行政の担当者等，実際にトイレの実務に携わっている人達が，現場ですぐに役立つように多くの事例も紹介。現場担当者の必携書。
〔問い合わせ先〕地域交流センター ☎ 03 (432) 5155

昭和62年版全国食品衛生行政担当者名簿

A 5 版 320 頁 定価 2,000 円

〔内容〕全国の食品衛生行政機関（厚生省，検疫所，都道府県主管部課，衛生研究所，保健所，食肉衛生検査所）の住所，電話番号，担当者名および厚生大臣指定検査機関，社団法人日本食品衛生協会，都道府県市食品衛生協会の住所，電話番号等。（昭和62年6月1日現在）

〔問い合わせ先〕社団法人日本食品衛生協会

☎ 03 (403) 2114