

東京大学
○ 運輸省

正会員 越 正 毅
正会員 茨 木 康 男

1. はじめに 自動車排出ガスによる大気汚染の深刻化が叫ばれてすでに久しいが、従来の対策は、エンジンや排気制御装置に関連するものがほとんどで、交通面からの取組みは非常に少ない。本研究の立場は、この状況をふまえ、交通工学的アプローチの基礎を形成しようというものである。交通工学的な汚染対策としては、交通規制、信号制御など交通運用上の手法改善や、交通需要の削減が考えられるが、いずれの場合も、まず実道路での交通状態、すなわち実走行モードと排出ガス量との関係を解明する必要がある。走行モードとは、自動車の走行状態を表わすもので、通常Fig.1のように、速度の時間的変化を示すチャートに表示している。

この実走行モードと排出量との関係を把握しなければならないのであるが、従来の研究は、定常運転状態やパターン化されたモードを扱ったものがほとんどで、これを実走行モードにあてはめて解析しても、実際の排出ガス状況はほとんど説明できないことが明らかになっている。そこで本研究では、実走行モードそのものと排出ガス量の関係を定量的に確立することを第1の目的とした。

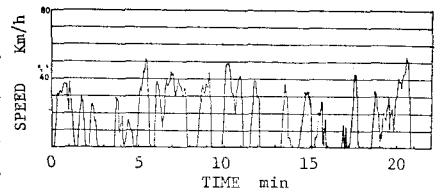


Fig. 1 An Example of Time-Velocity Diagrams

また本研究第2の目的は、この定量的関係を応用し、東京都23区内における自動車からの汚染物質総排出量を推定することである。これは、環境容量という視点から総量規制を進めていく上で、是非必要な課題である。

2. 解析手法の確定 まず解析手法を定めるために、小型乗用車を用いて予備実験を行なった。予備実験では、23区内の幹線道路で計36個の実走行モードの測定、および各モードについて排出ガス測定(CO, HC, NO_x)を実施した。実験データを様々な手法で解析したが、ここでは、旅行時間を説明要因とした直線回帰分析と、最終的に解析方法として採用した重回帰分析の結果を示す。

Fig.2~Fig.3は、CO, NO_x各々1kmあたりの排出量を、1kmあたりの旅行時間に対してプロットしたものである。図中に、相関係数と回帰式を示した。COに関しては、相関係数が0.90であり、プロットされた点の状態からも、排出ガス状況は、旅行時間のみでほとんど説明できることがわかる。HCは、紙面の関係で図示できないが、相関係数が0.87でやはりCOと同じことが言える。NO_xの場合は相関係数0.50で、旅行時間との相関性は、他に比して低い。

そこで、問題となるNO_xについても高相関が得られるよう、種々の説明要因を考えて解析を重ねた結果、以下に示すような4個のパラメーターによる重回帰分析で、排出ガス状況が最もよく説明できることが判明した。

x_1 : 1kmあたりの旅行時間(sec/km) x_2 : 1kmあたりの停止回数(回/km)

x_3 : 1kmあたりの速度変化の累積値。ある1回の(加減)速開始時の速度を v_i (km/h)、終了時の速度を v_{i+1} (km/h)、モード測定距離を L (km)として、下式のように表わされる。

x_4 : 距離的平均速度の逆数。モード測定始点から x (km)の地点での速度を v (km/h)として下式で表わされる。

$$x_3 = \frac{\sum |v_{i+1} - v_i|}{L} \quad (\text{km/h/km}) \quad x_4 = \frac{L}{\int_0^L v(x) dx} \quad (\text{h/km})$$

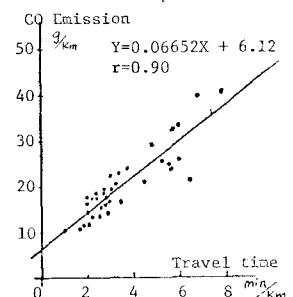


Fig. 2 Relationship between Travel Time and CO Emission

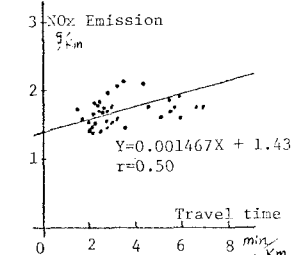


Fig. 3 Relationship between Travel Time and NO_x Emission

この重回帰分析で得られた相関係数は、Table1の通りであって、同表中の直線回帰分析の結果と比較すると、

NO_xについても非常に高い相関が得られるようになったことがわかる。以上の検討の結果、この解析手法を用いて本実験を行なうことにした。

3. 各種自動車における走行モードと排出ガスの関係

本実験に使用した車両は、Table 2の通りである。各車種について、都内の幹線道路で17個の実走行モードを測定し、その中からパラメーターに適切な分布を持たせた9個の代表モードを選んで排出ガスの測定を行なった。重回帰分析の結果得られた相関係数はTable 2の通りで、いずれも高度の相関を示している。またここで得られた重回帰式を利用することにより、排出ガス測定を行わないモードについても、その推定が可能になったわけで、これは、第4項で述べる総排出量の算定ほか、交通運用上の指標、交通需要削減による効果の評価など、多方面にわたり非常に有用性の高いものである。

4. 東京都23区内総排出量の推定

総排出量の推定プロセスを、幹線街路分について示すとFig. 4の通りである。この他裏通りと高速道路についてもほぼ同様に推定した。推定は、区別、車種別、時間帯別(7時~13時、13時~19時)に、走行台キロと排出係数(走行1kmあたりの排出量)を掛け合わせて行なった。

幹線街路の走行台キロは、地点交通量観測値に基づいて

各路線区間交通量を推定し、これと道路延長を用いて算出した。裏通りについては、交通量調査が行なわれていないので、OD調査より得られたトリップエンド数と、道路配置モデルを考案して求めた1トリップエンド当たりの裏通り走行距離に基づいて算出した。高速道路の場合は、ランプ間交通量および道路延長を基礎に計算した。排出係数は、実走行モードに基づく排出ガスの実測値、もしくは重回帰式による推定値を用いた。

以上の方法で得られた総排出量を車種別に、排出強度(1kmあたり排出量)を区別に示すと、Fig. 5、6のようになる。Fig. 5には総走行台キロをやはり車種別に示している。なおFig. 5は、CO、HC、NO_x 3成分について表示したが、Fig. 6は、3成分とも傾向がほとんど同じであるので、COのみ表示した。

Fig. 5では、全成分にわたり、小型乗用車、小型貨物車の総排出量が大きくなっている。これは、これら2車種の総走行台キロが他車種より多いことによるものである。注目されるのは、普通貨物車のNO_x、軽自動車のHCのように走行台キロの比率より高排出のものである。これらは、個々の車のレベルでは車種特性として知られているが、総排出量というマクロなレベルでも重要な問題であることが確認された。

次にFig. 6では、都心地域が他地域の2~5倍の排出強度を持っている。特に都心3区が著しく高く、最高の千代田区は、最低の練馬区の実に7倍である。これは、発生源対策を講じる上での1つの重要な事柄と考えられる。

〈参考文献〉1 警視庁交通部 交通量統計表 2. 東京都、建設省昭和46年度全国道路情勢調査 3. 首都高速道路起終点調査 他

Table 1 Correlation Factor in Regression Analysis

解析法	有定成分	CO	HC	NO _x
旅行時間による直線回帰		0.90	0.87	0.50
重回帰分析		0.90	0.88	0.85

Table 2 Test Vehicles and Multiple Correlation Factor in Regression Analysis

車種	銘柄	CO	HC	NO _x
小型乗用車	セドリック	0.99	0.98	0.94
	クラウン(LPG)	0.98	0.87	0.97
	カリーナ	0.97	0.99	0.82
	シビック	0.98	0.96	0.90
小型貨物車	トヨエース	0.95	0.90	0.71
軽自動車	フロンテ	0.99	0.93	0.92
普通貨物車(ディーゼル)		0.68	0.89	0.64

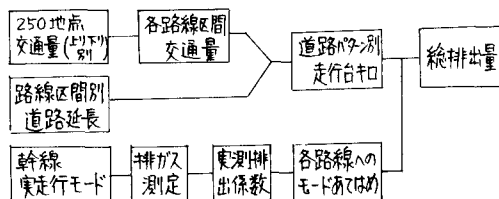


Fig. 4 Process of Estimating Gross Emission (Main road)

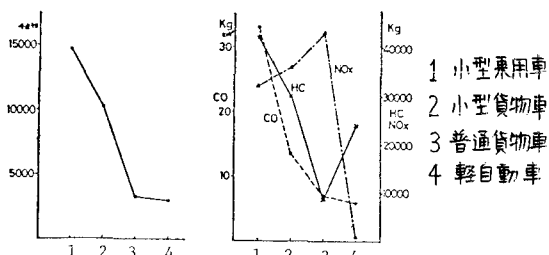


Fig. 5 Gross Vehicle Kilometerage and Gross Emission by Vehicle Types

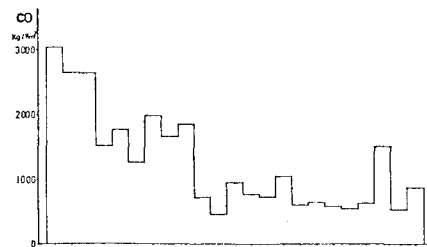


Fig. 6 Gross Emission Contribution with Respect to Wards of Tokyo