

関西大学大学院工学研究科 学生員 ○藤村 洋介
 関西大学工学部 フェロー 河上 省吾
 関西大学工学部 正生員 井ノ口弘昭

1. 研究の背景と目的

わが国の、幹線道路の大気質に関する沿道状況は、大都市を中心としてその環境基準の達成率が非常に厳しい状況にある。様々な環境改善に対する交通政策の適用・実施に対し、定期的な観察の下に評価ができる環境モニタリングの必要性も重要視されてきており、環境省および国立環境研究所がホームページで 2000 年より開始した大気汚染物質広域監視システム（通称：そらまめ君）は、各地方自治体が大気汚染常時監視測定局において測定した NO₂、SPM 等の結果（1 時間ごとの速報値）をオンラインシステムにより収集し、地図上にその濃度の表示を行っている。このような情報は、政策を実行する意思決定者あるいは地域住民に対しては有益な情報である。しかし、大気汚染物質広域監視システムにおいては、特定の地点でのみの測定に限られることや、一定区間における測定ができないということがあり、自動車からの排出ガスについては、直接計測することができない。

最近では、道路上を走行する自動車の排出ガスを直接計測する方法が開発されてきており、道路沿道や交差点で時々刻々変化する自動車排出ガスを精度よく計測することができる。そこで本研究では、NOx 測定装置を用いて自動車からの排出ガス中に含まれる NOx を直接計測し、自動車の実走行状態と NOx の排出特性の関係について分析を行っていく。

2. 走行調査内容

走行ルートは、上新庄、武庫川、杭全、今里、梅田新道の測定局を通過するように設定した。そして、走行特性の比較ができるように、阪神高速道路（守口～武庫川）、名神高速道路（西宮～吹田）も通過するように設定した。走行距離は約 160km となる。

本研究で用いる車は、トヨタハイエース、いすゞ 2 トン車、三菱 2 トン車、トヨタ 3.5 トン車で、4 台と

もにディーゼル車を用いる。そして、それぞれの車種において、積載をしない場合・最大積載量の半分・最大積載量で走行した。

3. NOx 排出量推計式の作成

NOx 排出量推計モデルは、走行データから速度、加速度を用いて表す。NOx 排出量推計モデルは以下のような式を考える。

$$Y(t) = a \alpha(t-1) + b v(t-1) + c \cdots (1)$$

Y(t): NOx 排出量 (g/s)、 $\alpha(t-1)$: 加速度 (km/h/s)、 $v(t-1)$: 速度 (km/h)、t: 発進からの時間(s)、a, b: 係数、c: 定数

式の推計を行う際は、0.5 秒おきに測定した NOx 排出量 (g/s)、加速度 (km/h/s)、速度 (km/h)、のデータから回帰分析を行うことにより a、b、c、を決定する。加速度は測定できないが、速度の差をとることにより算出した。

NOx 排出量と速度・加速度の関係を分析したところ、加速が始まった 1 秒後に NOx が遅れて測定されていることがわかった。よって、式の右辺は 1 秒前の加速度・速度を考える。次に、(2)式を用い NOx 排出量推計モデルから排出係数の算出を行う。

$$\text{NOx 排出係数(g/km)} = \text{NOx 排出量 (g/s)} \times \text{走行時間 (s)} / \text{走行距離(km)} \cdots (2)$$

また、実走行モード(10・15 モード)に基づくシャーシダイナモ試験の結果及び平成 10 年度に示された自動車排出ガス量の許容限度に関する中央環境審議会の第三次答申による新長期目標に基づいて排出係数が設定されている。この排出係数は以下の式を用いている。

$$Y(t) = a \cdot 1/V(t-1) + b \cdot V(t-1) + c \cdot V^2(t-1) + d \cdots (3)$$

Y(t): 排出係数 (g/km・台)、(V): 走行速度 (km/h)、t: 発進からの時間(s)、a, b, c: 排出係数、d: 定数

これらの式に、実測データより得た NOx 排出量・加速度・速度を代入し、回帰分析によって定数・係

数を決定することにより推計式を算出する。

1) 速度別のデータから算出した排出係数の結果

走行データのとりかたを 0～30km/h、0～40km/h、・・・0～80km/h の範囲として、それぞれの走行データを NOx 排出量と加速度、速度の算出式 (1) で推計し、それぞれの速度において、(2)を用いて排出係数を算出した。その結果を表 1 に示す。表の大型・小型車種は中央環境審議会の設定した排出係数である。

表 1 排出係数の結果 (速度別のデータから算出)

平均速度 (km/h)	小型車種 (g/km)	大型車種 (g/km)		ハイエース (g/km)	いすゞ2トン車 (g/km)	トヨタ3.5トン車 (g/km)	三菱2トン車 (g/km)
30	0.097	1.67	空	4.83	1.25	4.13	2.71
			半載	6.11	1.35	4.86	3.49
			全載	6.66	1.46	5.26	3.62
40	0.077	1.35	空	3.38	1.12	3.67	2.49
			半載	4.31	1.2	4.04	2.94
			全載	6.65	1.33	4.14	3.45
50	0.064	1.15	空	2.68	0.91	2.46	1.49
			半載	3.34	1.14	2.86	2.3
			全載	4.15	1.27	2.88	2.51
60	0.057	1.09	空	2.19	0.56	2.34	1.1
			半載	2.79	0.73	2.5	1.79
			全載	3.47	0.98	2.55	2.07
70	0.059	1.16	空	2.36	1.1	2.55	1.65
			半載	2.84	1.17	2.61	1.87
			全載	3.57	1.22	2.76	2.21
80	0.068	1.39	空	2.56	1.16	2.89	1.81
			半載	3.13	1.24	3.01	2.01
			全載	3.72	1.07	3.21	2.37

表 1 を分析すると、積載が増えると、排出係数も大きくなっている。また、速度別に見た場合、平均速度 60km/h の場合に最も小さな値をとっている。

2) 推計式を 1 つにして算出した排出係数の結果

積載別に式を 1 つに決めることにより、それぞれの速度で排出係数を算出することにする。式を 1 つに決める方法として、1)の速度別の推計式においてそれぞれ t 値と相関係数を比較分析し、最も良好な値をとっている式に決定する。そして、それぞれの速度において、排出係数を算出した。その結果を表 2 に示す。

表 2 排出係数の結果 (1 つの推計式から算出)

平均速度 (km/h)	小型車種 (g/km)	大型車種 (g/km)		ハイエース (g/km)	いすゞ2トン車 (g/km)	トヨタ3.5トン車 (g/km)	三菱2トン車 (g/km)
30	0.097	1.67	空	3.25	2.31	4.22	2.5
			半載	4.34	2.37	4.61	1.93
			全載	5.15	2.73	5	3.49
40	0.077	1.35	空	2.86	1.78	3.49	2.12
			半載	3.71	1.84	3.92	1.86
			全載	4.52	2.07	4.28	3.04
50	0.064	1.15	空	2.62	1.46	3.05	1.9
			半載	3.34	1.53	3.59	1.82
			全載	4.15	1.67	3.85	2.77
60	0.057	1.09	空	2.47	1.25	2.76	1.75
			半載	3.1	1.32	3.33	1.79
			全載	3.91	1.4	3.57	2.59
70	0.059	1.16	空	2.36	1.1	2.55	1.65
			半載	2.92	1.17	3.15	1.77
			全載	3.73	1.22	3.36	2.46
80	0.068	1.39	空	2.27	0.95	2.39	1.57
			半載	2.78	1.06	3.01	1.76
			全載	3.6	1.07	3.21	2.37

表 2 を分析すると、一部の例外を除き、積載が増えると、排出係数も大きくなっている。また、平均

速度が大きくなると、排出係数の値が小さくなっていることがわかる。

3) シャーシダイナモ試験と等しい条件で算出した排出係数の結果

シャーシダイナモ試験における 10・15 モードにしたがって、実測データから速度および NOx 排出量のデータを抜き出し、(3)式を用いて排出係数を算出した。その結果を表 3 に示す。

表 3 排出係数の結果 (シャーシダイナモ試験と等しい条件で算出)

平均速度 (km/h)	小型車種 (g/km)	大型車種 (g/km)		ハイエース (g/km)	いすゞ2トン車 (g/km)	トヨタ3.5トン車 (g/km)	三菱2トン車 (g/km)
30	0.097	1.67	空	2.38	0.63	2.16	1.12
			半載	2.98	0.59	2.54	1.97
			全載	3.61	0.75	3.14	1.8
40	0.077	1.35	空	2.01	0.57	1.75	1.7
			半載	2.68	0.53	2.1	1.64
			全載	3.14	0.7	2.62	1.33
50	0.064	1.15	空	1.64	0.54	1.47	2.92
			半載	2.26	0.54	1.98	1.4
			全載	2.51	0.65	2.32	1.36
60	0.057	1.09	空	1.2	0.53	1.25	4.72
			半載	1.68	0.6	2.05	1.19
			全載	1.66	0.58	2.1	1.74
70	0.059	1.16	空	0.64	0.53	1.05	7.07
			半載	0.89	0.69	2.27	0.98
			全載	0.55	0.47	1.91	2.39
80	0.068	1.39	空	0	0.53	0.86	9.96
			半載	0	0.8	2.61	0.76
			全載	0	0.33	1.71	3.29

表 3 の分析より、積載が増えると、排出係数の値が大きくなるという場合はあまり見られない。また、最も小さな値をとる平均速度も決定できない。

公害研究対策センターが設定した NOx の排出基準値は、トヨタハイエースが 0.55g/km、いすゞ 2 トン車が 3.38g/km、三菱 2 トン車およびトヨタ 3.5 トン車は 7.80g/km である。1)～3)までの結果を分析すると、ほとんどの値は排出基準および中央環境審議会の設定した排出係数に近い値であるが、一部は大きく離れた値をとっている。

4. まとめ

本研究では、4 車種・積載条件別に推計式を作成し、排出係数を算出した。シャーシダイナモ試験に比べ加速する割合が多いことから、排出係数が過大に算出されるといった結果が出る場合もあるが、平均速度が 60km/h の場合に最も小さい値をとることや積載が増えると排出係数も大きくなることから、1)における推計式が有効であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 財団法人 道路環境研究所:「道路環境影響評価の技術手法」, 第 2 巻, pp.39-42.
- 2) 公害研究対策センター:「窒素酸化物総量規制マニュアル (新版)」, pp.14-15.