

ETC 導入による大気汚染改善効果に関する分析

H99010 伊藤 徳子
指導教員 岩倉 成志

1. 研究の背景と目的

自動車交通は利便性や快適性をもたらしている反面、都市部での慢性的な交通渋滞が原因となり、大気汚染等の環境問題を発生させている。自動車の排気ガスには SPM(浮遊粒子状汚染物質)、NO_x(窒素酸化物)などの有害物質が含まれているため人体や周辺環境への影響が非常に問題となっている。国土交通省は高速道路に ETC 導入を促進しており、渋滞緩和のみならず、大気汚染の改善にも期待している。

本研究では 1)大型車実走行データを基に(速度・加速度別)走行特性と SPM 排出量の関連性を把握し、回帰モデルを利用し SPM 排出係数を作成する。2) 1)の結果を基に交通マイクロシミュレーション Paramics を用いて ETC 導入による SPM の削減効果を分析することを目的とする。

2. 調査内容

2.1 調査概要

調査場所： 東名高速道路 横浜青葉 IC

調査日時： 平成 14 年 9 月 30 日～10 月 4 日

調査項目

・RSD(リモートセンシング)による排ガス計測

使用データ：車両別速度，加速度，車両ナンバー

・車載型計測装置による実走行計測

使用データ：速度，加速度，SPM 濃度(g/min)

車載重量(4 t)車にスモークメータを搭載し、東名高速道路横浜青葉 IC 周辺ルート走行時の大気汚染や速度，加速度を 0.1 秒毎にデータロガーに記録した。

3. SPM 排出量速度モデルの推定

3.1 速度と SPM 排出量の関連分析

環境庁(1997)浮遊粒子状汚染物質汚染予測マニュアルにおいて排出原単位の算定式を速度関数として SPM 濃度 $E_{SPM}(g/min)$ と速度 (km/h) の関係を示すための回帰モデル式(1)がある。

表 1 速度と SPM 排出量推定結果(加速度>5km/h/s)

	パラメータ	標準誤差	t	有意確率
C0	4.88E-02	8.03E-02	6.07E-01	5.44E-01
C1	9.23E-02	2.20E-02	4.20E+00	3.23E-05
C2	-3.71E-03	1.64E-03	-2.27E+00	2.39E-02
C3	9.57E-05	3.45E-05	2.77E+00	5.78E-03

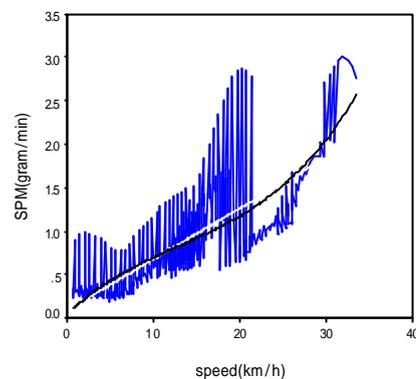


図 1 速度/SPM 濃度回帰式曲線

$$E_{SPM} = c_3 v^3 + c_2 v^2 + c_1 v + c_0 \quad (1)$$

(パラメータ： c_0, c_1, c_2, c_3)

そこで、今回の実験データ 10 月 4 日 7:56～8:57 の横浜青葉 IC 付近～横浜町田 IC 間(走行距離 16km) 走行における 36,643 サンプルに適用し、加速度別にパラメータ推定した結果を表 1 に示す。RSD データを基に加速度 5(km/h/s)以上のサンプル抽出し、速度と SPM 排出係数(g/min)の回帰モデル式の推定の結果を図 1 に示す。図 1 の回帰モデル式の速度と SPM の相関係数は 0.778 と高い。また、定数項(C_0)の t 値は 0.6 と非常に低くまた、停止時やアイドリング時には 0.048(g/min)という結果から SPM 排出量の推計値が過少評価されている。以上から、今回の研究における ETC 効果検証するためにモデル式の改善が必要である。

3.2 速度/加速度と SPM 排出量の関連分析

Lee&Miller の回帰モデル式の適用

自動車の停車時における SPM 排出量を正確に示した回帰モデル式(2) Lee&Miller(2000)は速度 v , 加速度 a を考慮し、ダミー変数(D_d, D_i)を付加している。特

にアイドリング、停止時の SPM 排出量(g/min)を推定するのに有効な排出係数の算定式である。このモデル式を適用しより一層の精度の向上を図る。

$$E_{SPM} = c_0 + c_1 v + c_2 a + c_3 va + c_4 D_d + c_5 Di \quad (2)$$

D_d : $a < 0$ のとき 1, $a > 0$ のとき 0

Di : $a = 0$ or $v = 0$ のとき 1, $a \neq 0$ or $v \neq 0$ のとき 0

横浜青葉 IC ~ 町田 IC 間(16km)の 4 回走行 110,990 サンプルより Lee&Miller 式(2)を用いてパラメータ推定を行った結果を表 2 に示す。決定係数は 0.5 となった。

速度、加速度、停止モードを考慮した Lee&Miller 式ではアイドリング時の SPM 排出量は 0.119(g/min)と推定され、速度関数式(1)の過小評価を改善できたといえるであろう。

3.3 横浜青葉 IC 料金所におけるモデル式適用

式(2)で求められた結果を用いて、車載重量(4 t)車通過することを仮定する。停止 ~ 加速走行モードでの現況再現と ETC 導入後の SPM 濃度を算出した。設定条件として料金所リンク長を 18.47m、停止時間 2 秒と設定した。ETC 導入前では 0.034(g), ETC 導入後では 0.012(g)の値から ETC 導入により SPM 濃度排出量が約 1/3 に低減することが確認された。

4. Paramics による現況再現と ETC 導入効果

4.1 横浜青葉 IC の現況再現項目

横浜青葉 IC での現地調査のデータに基づき 10 月 4 日 12:00 ~ 14:00, 東名高速道路入口 横浜青葉 IC レーン 2~4 を対象にシミュレーションを行った。出力画面を図 2 に示す。また、Paramics の入力内容(表 3)は、ETC 導入前後の交通量は変化させず、発券所前・後の速度と ETC 導入前の停止時間は 2 秒, ETC 導入後の停止時間は 0 秒と設定した。

4.2 SPM 排出量推定

自動車走行シミュレーション Paramics より 10 分間隔で SPM 排出量を出力させる。その際、プログラムに組み入れる SPM 回帰モデル式は大型車には実走行データから算出した排出係数(表 1)を利用し、普通車には東京都環境保全局より発表されている排出係数を適用する。

4.3 シミュレーションによる ETC 効果

大型車に着目し、ETC 導入前後の SPM 量を算出した結果、レーン 4 では 45%, レーン 2 では 38%の SPM 量が削減されることが図 3 の結果より明らかになっ

表 2 Lee&Miller によるパラメータ推定結果

	パラメータ	標準誤差	t	有意確率
C0	4.86E-02	2.35E-03	2.07E+01	1.56E-23
C1	1.07E-02	3.96E-05	2.70E+02	1.56E-23
C2	1.89E-02	9.43E-04	2.00E+01	1.56E-23
C3	2.45E-03	3.37E-05	7.28E+01	1.56E-23
C4	1.64E-02	2.70E-03	6.08E+00	1.19E-09
C5	7.06E-02	3.06E-03	2.31E+01	1.56E-23

表 3-a 現状(車線 No.3 のみ ETC)

車線	停止時間(秒)	交通量(台)			進入速度(km/h)
		軽自動車	普通自動車	大型車	
No.2	2	243	476	134	30
No.3	0	0	80	8	40
No.4	2	32	479	158	30

表 3-b 全車線に ETC 導入

車線	停止時間(秒)	交通量(台)			進入速度(km/h)
		軽自動車	普通自動車	大型車	
No.2	0	25	344	100	40
No.3	0	25	344	100	40
No.4	0	25	344	100	40

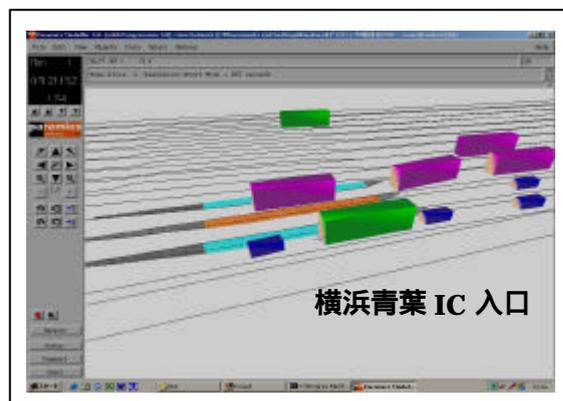


図 2 Paramics によるシミュレーション画面

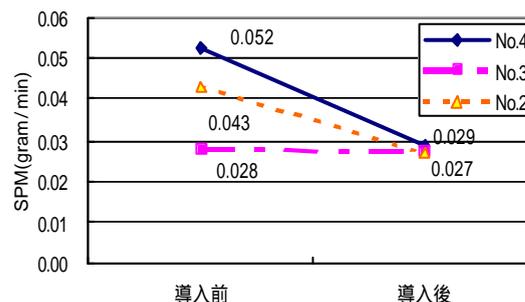


図 3 ETC 導入前後の SPM 排出量

た。結果を図 3 に示す。

5. まとめ

実走行データの解析から速度による回帰式を用いて、SPM 量の減少を明らかにすることができた。しかし、シミュレーションに用いた排出係数は停止時の SPM 排出量を過少に評価していることが確認され、今後は加速度や停止を考慮してシミュレーションに組み入れることが必要である。