

沿道 SPM 濃度からの車種別排出原単位の推定 - メトロマニラを対象に -



H97076 長谷川 康之
指導教員 岩倉 成志

1. はじめに

フィリピン共和国のメトロマニラでは現在、都市化などの進展に伴い、大気汚染などの公害問題が深刻化している。この原因として、人口増、交通需要増に比べて軌道系交通網の整備が進んでおらず、道路渋滞が慢性化していること、メンテナンスが十分でないバスやジブニーから大量の SPM (Suspended Particulate Matter, 浮遊粒子状物質) が排出されていることが挙げられる。

本研究の目的は、メトロマニラにおける沿道 SPM 濃度の実態把握と道路交通量調査を実施し、これらのデータを基に、拡散方程式を用いて車種別 SPM 排出原単位 (g/km) の推定を行うことである。

2. 調査概要

- (1) 日程・時間 2000年12月3日(日)~12月9日(土) A.M.5:30~P.M.5:00
- (2) 観測場所 排出原単位推定目的: Makati Medical Center 前(オープンスペース), Sky Plaza(rooftop)
その他の SPM 濃度調査: The Land Mark 前, Ayala MRT station, Sky Plaza(1F,3F)
- (3) 調査項目 道路沿道における水平距離別 SPM 濃度, 風向, 風速, 地表面温度, 日射量, (以上はデータロガーを用いて一秒値を計測), 鉛直距離別 SPM 濃度(バックグラウンド濃度として), 気温, 湿度, 粒径分布, 交通量(ビデオでの撮影)

3. 車種別 SPM 排出原単位の推定

(1) 車種別 SPM 排出原単位の推定方法

今回の調査は風速が強かったこと(平均約 2.9m/s), また煙源が道路交通を対象としていることから, 両方の条件を考慮できる下記の線源ブルーム式を使用する。

排出原単位を求める手順を図 - 1 に示す。

$$C(x, y, z) = \sum_{i=1}^n \frac{q \times BUL}{2\pi\sigma_{yy}\sigma_{zz}U} \exp\left[-\frac{yy^2}{2\sigma_{yy}^2}\right] \left[\exp\left[-\frac{(H-z)^2}{2\sigma_{zz}^2}\right] + \exp\left[-\frac{(H+z)^2}{2\sigma_{zz}^2}\right] \right]$$

$$\sigma_{yy} = \frac{W}{2} + 0.46 \left(xx - \frac{W}{2} \right)^{0.81} \quad \square \text{ただし } xx - \frac{W}{2} < 0 \text{ の場合 } \sigma_{yy} = \frac{W}{2}$$

$$\sigma_{zz} = 1.5 + 0.31 \left(xx - \frac{W}{2} \right)^{0.82} \quad \square \text{ただし } xx - \frac{W}{2} < 0 \text{ の場合 } \sigma_{zz} = 1.5$$

$$yy = y \times \sin \theta - x \times \cos \theta, \quad xx = x \times \sin \theta + y \times \cos \theta$$

C(x, y, z): 点(x, y, z)における SPM 濃度

x: 排出源からの x 座標軸上の距離(m)

y: x 軸に対して垂直な水平距離(m)

z: 地表面からの鉛直距離(m) xx: x の変換座標

yy: y の変換座標 q: 拡散物質の排出源強度(cc/s/m)

H: 排出源高さ(m) U: 風速(m/s) k: 分割数

BUL: 分割した長さ(m) W: 車道幅員

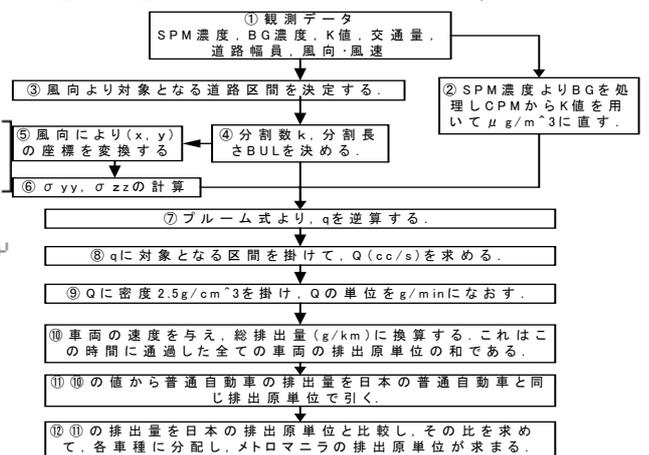


図 - 1 車種別 SPM 排出原単位の推定方法

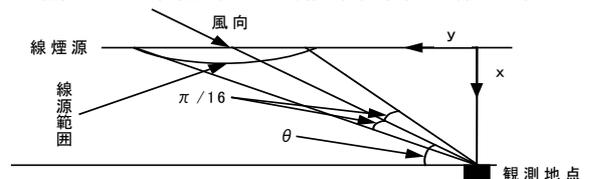


図 - 2 線源範囲の設定方法

なお図中の日本における排出原単位は、東京都環境保全局が平成8年に発行した「都内自動車走行量及び自転車排出ガス量算出調査 報告書」における車種別排出係数推定式を数推定式の回帰係数を用いた。

(2)本方法の実用性

沿道濃度から排出原単位を推定する方法の実用性を確認する為、東京都大田区大森南国道 131 号線産業道路において 2001 年 1 月 9 日に実験を行った。東京都の台上試験による排出原単位と本方法との比較を図 - 3 に示す。本方法で推定した原単位の 76%が台上試験による原単位の ±50%内に納まっており、本方法の実用性は高いと判断した。

(3)メトロマニラにおける排出係数の推定

メトロマニラでは Makati Medical Center 前の Ayala St. で得た観測データを使用して排出原単位の推定を試みる。図 - 4 が 1 秒毎の SPM 相対濃度の変化を示したグラフである。バスやジブニーが計測地点のすぐ傍を通過した際濃度が急激に上がっていることがわかる。排出原単位の推定について一つの値を決定するのではなく、いくつかの条件のもとに複数求めてみた。結果を表 - 1 に示す。バックグラウンド濃度(以下、BG 濃度)とは自動車の排気以外の SPM、つまり工場から噴出される煙、海からの塩粒、土ぼこりなどのことをいう。BG 濃度は Makati Sky Plaza の屋上(87.5m)で計測したが、正確な値を計測することは難しいため、観測した BG 濃度を考慮した場合(No.1)、考慮しない場合(No.2)の原単位を求めた。また、No.1、No.2 はどの車線を走行した車両も同じ線源として考えたので、No.3 では計測側の車線と反対側車線で重みをつけて算出した。No.4 では反対側車線の車両は濃度上昇に寄与していないという仮定のもとで、計測側車線の車両のみを考慮し、排出原単位を算出した。なお、普通自動車に関しては日本と同程度の車両がほとんどであったため、日本の排出原単位と同じ値に設定した。表 - 1 の下の表はそれぞれのサンプルの排出原単位が平均した排出原単位のどの程度の範囲に分布しているかを示した表である。

4. 算出した SPM 排出原単位の考察

表 - 1 と図 - 3 のパーセンテージを見てわかるように、日本に比べてメトロマニラの方が明らかに排出原単位の値が、広く分布していることがわかる。この理由は、日本での計測は片側 2 車線の道路で、中央分離帯が無く、センターラインだけだったのに対して、メトロマニラでは片側 4 車線道路で、中央分離帯に植生がある場所で行ったこと、日本では風向がある程度一定であったのに対して、メトロマニラでは風向・風速共に激しく変動していたために、SPM が計測地点に届くまでに複雑な拡散をしたためと考えられる。また、さらにメトロマニラでは日本と違い、整備不良の車両が多く、同じ車種でも排出原単位の幅が広いことが想定される。しかし今回は風速が強いという悪条件の中、ある程度の当てはまりの良い排出原単位が推定できたと思われる。

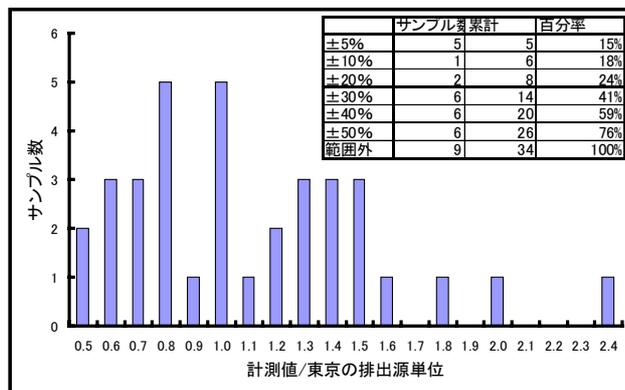
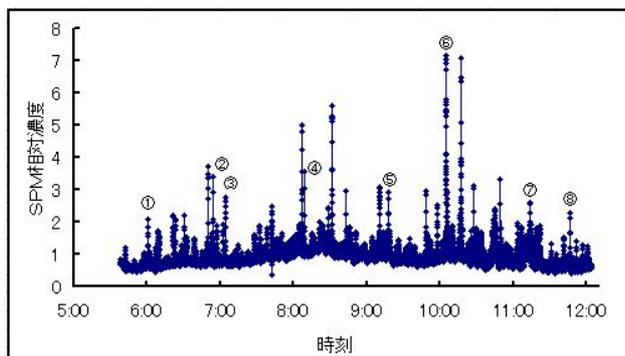


図 - 3 計測値と東京都の排出係数の比較



No	車種	計測点からの距離	No	車種	計測点からの距離
①	ジブニー	9.6m	⑤	ジブニー	2.8m
②	バス	6.2m	⑥	バス	4.5m
③	バス	7.9m	⑦	バス	4.5m
④	ジブニー	4.5m	⑧	バス	6.2m

図 - 4 12月7日の1秒値 SPM 相対濃度

表 - 1 メトロマニラにおける排出原単位(g/km)

	No.1	No.2	No.3	No.4
BG	あり	なし	あり	あり
交通量	両側	両側	重み	片側
car	0.0222	0.0222	0.0222	0.0222
track	0.387	0.709	0.171	1.19
jeepny	0.773	1.42	0.343	1.19
bus	1.37	2.52	1.21	4.22
平均した原単位との誤差				
±5%	2.7%	1.9%	6.45%	5.13%
±10%	8.1%	5.8%	12.90%	10.3%
±20%	24.3%	17.3%	22.58%	12.8%
±30%	35.1%	36.5%	29.03%	28.2%
±50%	51.4%	50.0%	48.39%	53.8%
±100%	67.6%	82.7%	83.87%	76.9%
サンプル数	37	52	31	39