

# メトロマニラにおける車種別 SPM 排出係数の推定

H96023 白木 智教

担当教員 岩倉 成志

## 1. 研究の背景と目的

フィリピン共和国の首都圏であるメトロマニラでは、急激な都市化に伴う大気環境の悪化が問題となっている。なかでも自動車排出ガスが大気汚染物質中に占める割合は非常に高く、特に SPM(浮遊粒子状物質)は深刻である。この SPM は、主に以前日本で使用されていたバスの中古車や、約 19 年前に製造された日本製のエンジンを搭載したジブニーといった公共交通機関のディーゼルエンジンから排出されている。また発進停止が頻繁に繰り返されるジブニーの走行特性により、さらに悪影響を及ぼしている状況である。

道路交通の大気汚染対策シミュレーションは、交通需要予測モデルから算定された交通量を排出ガス量に変換する方法が一般的である。この変換には車種別の排出係数(g/km)が必要となるが、メトロマニラにおいては最近の計測事例がない。そこで本研究では現地観測を実施し、沿道 SPM 濃度の拡散状況を把握するとともに、拡散方程式を用いて車種別 SPM 排出係数の推定を行うことを目的とする。

## 2. 観測概要

- 日時 1999 年 11 月 27 日 ~ 12 月 05 日 AM9:00 ~ PM4:00
- 観測地点 MAKATI CITY Ayara Avenue (オープンスペース部・キャニオン部)
- 調査項目 沿道からの水平距離 SPM 濃度(高さ 1m)・鉛直距離別 SPM 濃度・交通量・粒径分布・風速風向・温度・湿度
- 調査主体 東京工業大学屋井研究室・芝浦工業大学岩倉研究室・フィリピン大学 NCTS

## 3. 沿道の SPM 拡散状況

観測で用いたデジタル粉塵計は、光散乱法により SPM の相対濃度(CPM)が計測される。したがってこれを質量濃度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )に変換する係数(K 値)が必要となる。ローボリューム・エアサンプラーを用いて粉塵の質量を計測し、粉塵計の数値と比較することにより  $K = 1.51$  を得た。以後の数値は質量濃度に変換後のものである。

表 1: K 値の算出結果

測定時間	345 分
捕集粉塵量	0.0010g
粉塵計値	95.8CPM
K 値	1.51
SPM 濃度	144.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### 道路端からの水平距離と SPM 濃度の関係

11 月 29・30 日、Ayara Avenue オープンスペース部、道路端から 2m,7m,20m,35m において計測した。図 1 から見て取れるように、距離が増加するにつれて濃度は低下することがわかる。

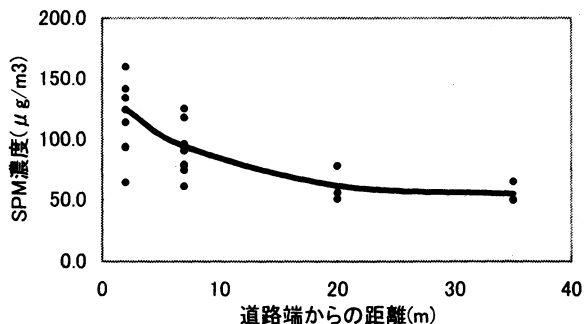


図 1: 水平距離と SPM 濃度の関係

### 地上からの鉛直距離と SPM 濃度の関係

12 月 01 日、Ayara Avenue キャニオン部、地上から 0m,11.5m,19.1m,38.1m,57.1m,87.5m において計測した。図 2 より交通量に応じて同じ高さにおける濃度の違いはあるものの、基本的に高さが上昇するにつれて濃度は低下していることがわかる。さらに 57.1m 地点と 87.5m 地点の数値を比較すると、急激な濃度の低下がうかがえる。このことにより自動車交通が鉛直方向に及ぼす範囲は、60m ~ 80m 程度であることが推定される。

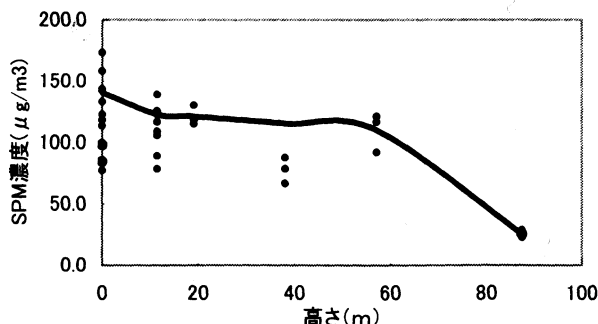


図 2: 鉛直距離と SPM 濃度の関係

### 風向・風速が SPM 濃度に与える影響

測定地点から道路に対して直角となるように軸を取り、測定地点において風がこの軸となす角度を  $\theta$  とする。負の角度は測定地点から道路方向への風、正の角度は道路から測定地点方向への風である。図 3 より  $\theta$  が負と正では約 1.5 倍ほどの違いが生じ、図 4 より風が強くなるにつれて濃度は低下していることがわかる。SPM は非常に軽い物質であるため、わずかな風でも流動する。したがって風向・風速は、SPM 濃度を決定する際の重要なパラメータである。

### 4. 車種別 SPM 排出係数の推定

風速を考慮できるという側面から、正規型ブルームモデルを推定式として使用した。

SPM は道路の中心の 1 点から排出され、風は道路の中心から測定地点方向に直角に吹いていると仮定した。

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi \sigma_y \sigma_z U} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[ \exp\left\{-\frac{(H-z)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(H+z)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right] \dots\dots(1)$$

$c(x,y,z)$ : 点(x,y,z)における拡散物質の濃度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  $H$ : 排出源高さ(m)  $U$ : 風速(m)  $\sigma_x$ : 水平方向拡散幅(m)  $\sigma_y$ : 鉛直方向拡散幅(m)

$Q$ : 拡散物質の排出源強度(cc/s)  $x$ : 排出源からの x 座標軸上の距離(m)  $y$ : x 軸に対して直角な水平距離(m)  $z$ : 地表面からの鉛直距離(m)

$$E = \frac{1000Q}{KVL} d \dots\dots (2) \quad E: \text{SPM 排出係数}(\text{g}/\text{km}) \quad K: \text{交通密度}(\text{台}/\text{m}) \quad V: \text{平均車両速度}(\text{m}/\text{s}) \quad L: \text{道路区間}(\text{m}) \quad d: \text{SPM 粒子の比重}(\text{g}/\text{cc})$$

式(1)において  $Q$  を算出し、式(2)に代入して  $E$  を求める。この  $E$  を乗用車・バス・トラック・ジブニーの混入率・車両速度を用いて車種別の排出係数に分割する。排出係数は、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動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の回帰係数を用い、この数値と  $E$  が一致するように  $\alpha$  を推定した。ただし乗用車に関しては、交通量の支配率は高いものの SPM 排出量の支配率は低いと考え別に  $\alpha_{\text{car}}$  を設定し、1992 年 Ayara 財閥報告による数値から導いた  $\alpha_{\text{car}} = 4.5$  と、当時よりガソリン車の占める割合が増え、さらに整備もよくなっているという推測のもとに  $\alpha_{\text{car}} = 1.5$  を使用した。

ブルーム式は風速により  $Q$  が大きく変化し、必然的に排出係数も大きく変化するため、0.5m 以上と 0.5m 以下で  $\alpha$  を別に算出した。表 2 より 0.5m 以上と以下では約 2.5 倍の違いが生じていることがわかる。

次に、この  $\alpha$  を用いて排出係数と車種別台数から SPM 濃度を算出し、測定値との比較を試みた。図 5 より推定値は測定値に比べ過大に推計される傾向が見られる。

今回様々な仮定のもとに沿道濃度から排出係数を推定した。自動車排出源は線源であり風向も時間ごとに変化する。これらを考慮することで再現性は、より高まると思われる。

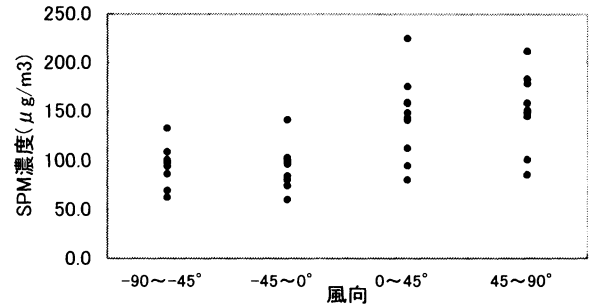


図 3 : 風向と SPM 濃度の関係

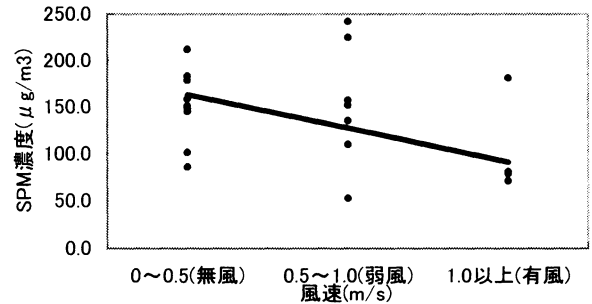


図 4 : 風速と SPM 濃度の関係

表 2 :  $\alpha$  値と排出係数(g/km)

$\alpha_{\text{car}}$	1.5	4.5
$\alpha_{\text{風速}0.5\text{m未滿}}$	5.2	3.7
$\alpha_{\text{風速}0.5\text{m以上}}$	12.3	10.8
乗用車	0.0333	0.100
バス	3.04	2.17
トラック	0.860	0.612
ジブニー	0.860	0.612
相関係数	0.575	0.592

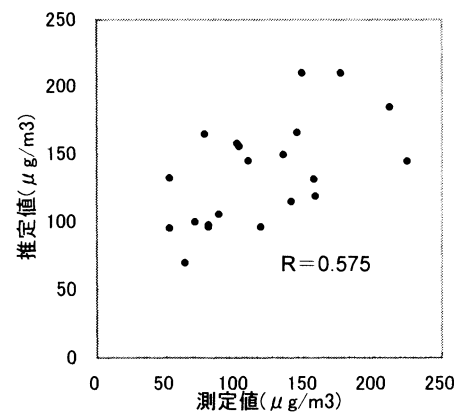


図 5 : 測定値と推定値の相関