

自動車の排ガスによる沿道大気汚染の動態調査研究

機械工学専攻 小栗 彰

1) 本研究の背景と意義

近年、大気汚染物質による道路沿道の汚染が問題になっている。大気汚染物質のうち、二酸化窒素 (NO_2) の濃度は、ここ数年ほぼ横ばいながらもゆるやかな改善傾向を示しているが、大都市部では依然として基準を満足していない地区も散見される。汚染状況は、全国各地の国道沿いに配置された自動車排出ガス測定局などでの測定データによって大気環境基準に対する達成度で判断されているが、これらは単独の観測地点における時間平均値であり、沿道の大気は種々の要因を受けて時々刻々変化すると考えられるため汚染状況および汚染物質の拡散状態把握に関しては十分ではない。本研究の意義は、沿道における大気状態を瞬時値の時間変化で捉えようとするところにある。

2) 本研究の目的

局所的に環境基準を満足していない交通量の多い国道沿道を対象に、大気中の NO_x 濃度・風向・風速瞬時値の時間変化を複数地点で同時計測し、あわせて交通量も観測する。これらの計測結果をもとに、交通量・気流が NO_x 濃度に及ぼす影響の解析、 NO_x 濃度の拡散状態の解析を行い、汚染状況をより正確に捉えようとする。

3) 結果と考察

交通量の多い愛知県名古屋市南区国道 23 号線沿道及び細街路を対象に NO_x 濃度、 O_3 濃度瞬時値の変化と風向、風速、交通量を同時計測し解析した。また、名古屋に比較して交通量は少ないが、福井で自動車排出ガス測定局が設置されている数少ない地区、国道 8 号線沿道を対象にした測定も実施した。

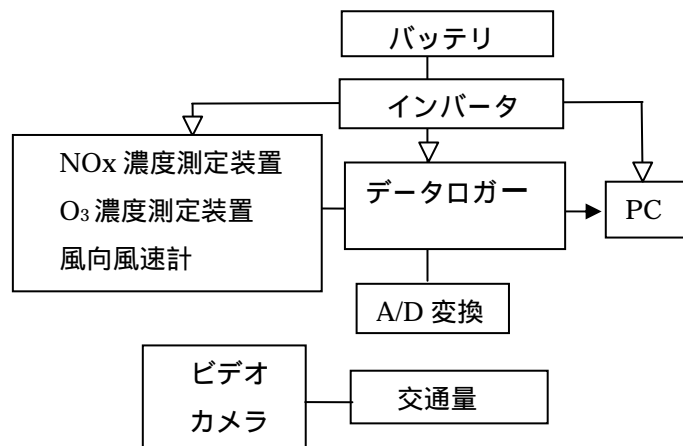


図 1. 測定データ，解析の流れ

3) - 1. 測定装置および方法

測定原理に化学発光法を採用した NO_x 濃度測定装置を中核とするデータ処理システム (図 1) を構築したうえで、バッテリーの直流電圧をインバータによって交流電圧に変換する電源ユニットを備えることにより 100V 電源が不要となり、測定点選定の自由度を高めた状態で計測を実施した。図 2 に示すように台車上に計測器一式及び電源としてのバッテリー、インバータを



図 2. 測定装置 (台車搭載)

搭載している。

3) - 2. NO_x 濃度の距離減衰

窒素酸化物の拡散状態を調査するため、同時測定する位置として地点 ~ を選び、車道から離れるのに伴う NO_x 濃度の距離減衰に関する測定を進めた。測定点の配置を図 3 に示す。

図 4 に測定結果を各地点における NO_x 濃度の頻度分布として示す。また、各地点における減少率を平均値、ピーク値について表 1

にまとめた。70m で 76% 減と、車道からの間で大きな距離減衰が見られる。また、歩道幅 2m で 20% 減衰している（ピーク値）。車道からの距離が増大するに伴い、濃度が減衰するとともに頻度分布の幅が減少、濃度変動が減少し拡散の進んでいることがわかる。

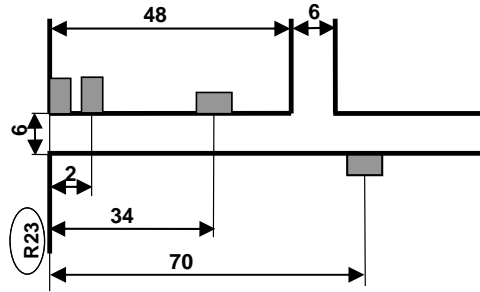


図 3. 測定点の配置

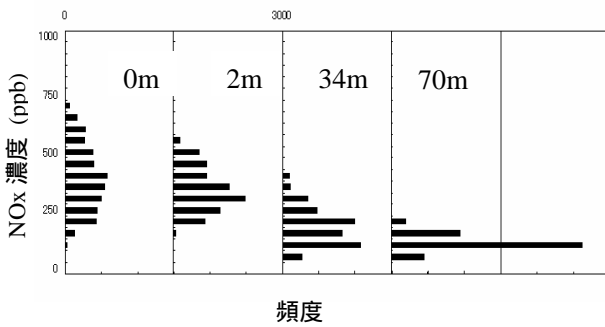


図 4. NO_x 濃度の距離減衰

表 1. NO_x 濃度の距離減衰

	0 m	2 m	34 m	70m
平均値(ppb)	361	314	154	86
減衰率(%)(0m 比)	0	13	57	76
最大値(ppb)	686	547	403	164
減衰率(%)(0m 比)	0	20	41	76

図 5、図 6 はそれぞれ NO_x 濃度および NO₂ 濃度の時間経過を示す。いずれも歩道端（図 3 の地点）までは車道の影響を強く受けるのに対し、40m 程度離れば排気ガスの拡散が進むことによりバックグラウンドの状態に落ち着いている。また、図中に矢印で示すように各地点における濃度のピークがタイムラグを持って移動している様子が明確に現れている。図 6 の NO₂ 濃度を見ると、車道からの距離が 34m、70m と離れた後背地では環境基準（60ppb 以下）を満足するレベルで推移していることがわかる。

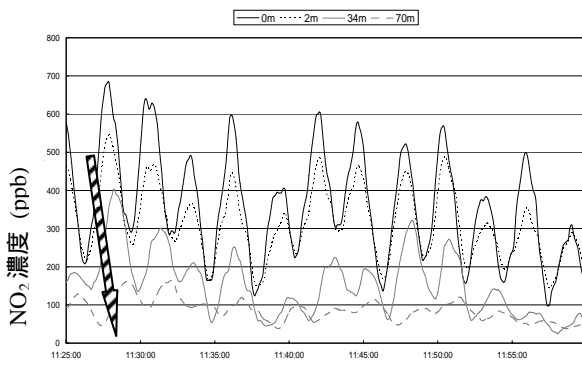


図 5. NO_x 濃度の距離減衰

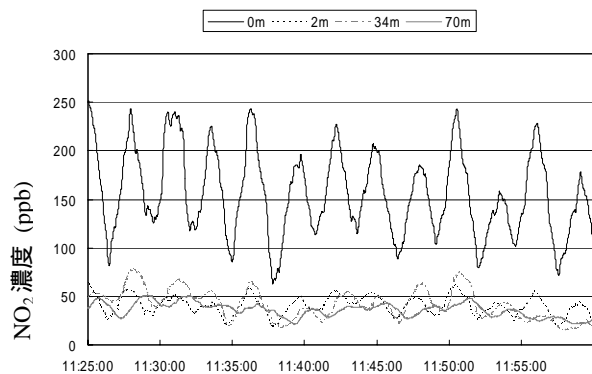


図 6. NO₂ 濃度の距離減衰

3) - 3. 自動車から直接排出される NO₂

トヨタ自動車が開案した算出方法⁽¹⁾を以下に示す。沿道の NO₂は、付近に NO_x の大規模発生源がなければ、周辺から流入する大気中の NO₂、自動車から直接排出される NO₂、自動車から排出される NO と O₃ との酸化反応により発生する NO₂ で構成される。この考え方に対し、実測値に基づいた検証データの採取を目的とする測定を実施した。

$$NO_2 \text{ 一次} = NO_2 \text{ 沿道} - NO_2 \text{ 周辺大気} - NO_2 \text{ オゾン酸化} \quad \dots (1)$$

$$NO_2 \text{ オゾン酸化} = O_3 \text{ 周辺大気} - O_3 \text{ 沿道} \quad \dots (2)$$

$$NO_x = NO_x \text{ 沿道} - NO_x \text{ 周辺大気} \quad \dots (3)$$

$$\text{比率} = NO_2 \text{ 一次} / NO_x \quad \dots (4)$$

3) - 3 - 1. 乗用車主体の時間帯

信号の切り替り毎の車両通過台数と車種割合を図 7 に示す。この時間帯は 7 時台の通勤ラッシュのため多くの車両で渋滞しており、乗用車の比率が高い。図 8 には車両から排出される NO_x に対する NO₂ 濃度の比率 NO₂/NO_x を示している。NO₂ 濃度は乗用車主体ということから低め、NO₂/NO_x 比率は 8% を示している。

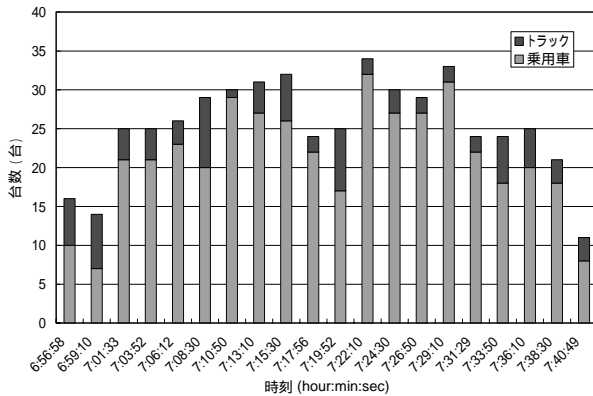


図 7. 通過台数と車種割合

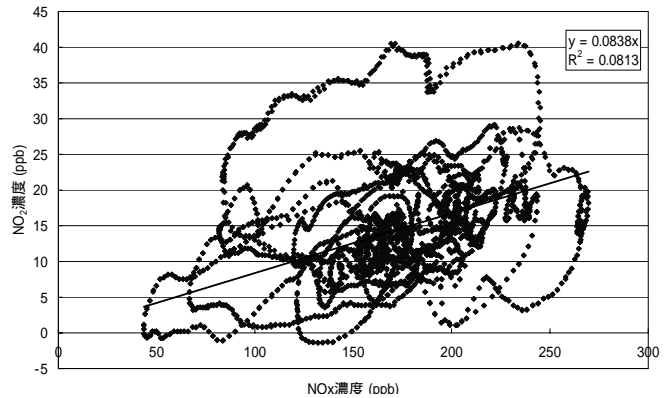


図 8. NO₂/NO_x 比率

3) - 3 - 2. トラック主体の時間帯

信号の切り替り毎の車両通過台数と車種割合を図 9 に示す。早朝のこの時間帯は通過台数が少なく、交通の流れも良好である。また、トラックの比率が高い。図 10 には車両から排出される NO_x に対する NO₂ 濃度の比率 NO₂/NO_x を示す。トラック主体のこの時間帯は通過台数が少ないにもかかわらず NO₂ 濃度は高めで推移し、NO₂/NO_x 比率は 21% を示している。

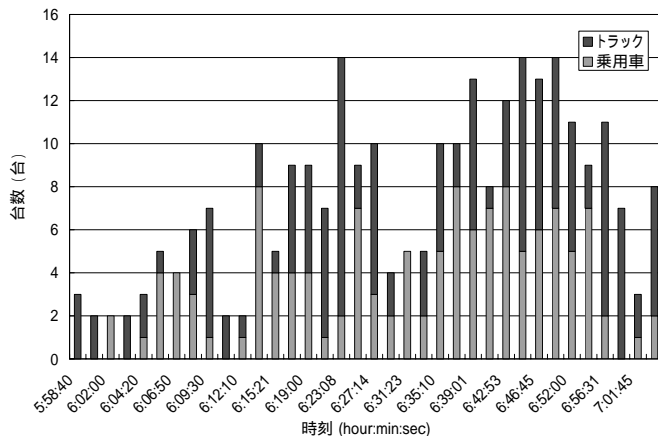


図 9 . 通過台数と車種割合

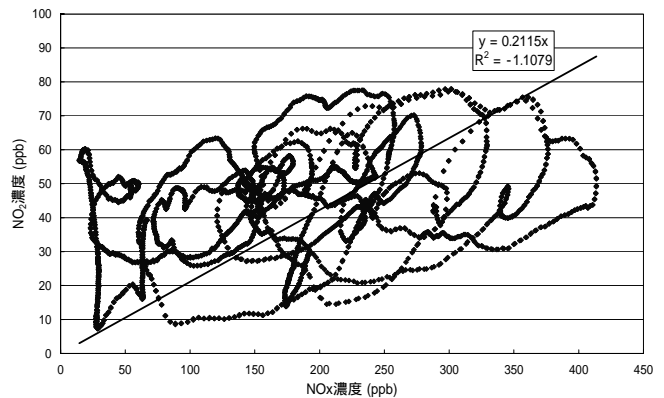


図 10 . NO_2/NO_x 比率

沿道測定値から求めた NO_2/NO_x 比率の絶対値はトヨタ自動車の試算結果とほぼ同等のレベルとなり、今回の測定結果の妥当性を表しているとともに、今後データを蓄積することにより上記計算手法の検証が可能であることを示唆している（林 大介、井澤博之、阪田一郎、小栗 彰、自動車技術会 2007 年秋季大会（2007.10））。

国道上の車の流れとの関連から各時間帯での結果について考察を加えたところ、車種、通過台数、流れが要因となり複雑に絡みあうという知見を得た。また、上述のように、通過車種が乗用車主体の時間帯とトラック主体の時間帯では NO_2/NO_x 比率に差が見られ、交通の流れを推定するひとつの指標としても使える可能性がある。

4) 国内外の研究のなかで本研究の占める位置づけ

大気汚染状態把握を目的として、これまで数々の研究が実施されてきているが、その多くは、汚染源である自動車から排出される物質の走行状態の変化に対する濃度変動に注目したものである。また、大気状態観測に取り組んだ例も見られるが、平均値を用いた解析に留まっている。本研究では、排出された物質の大気中での挙動、その結果として現れる沿道の汚染状態に及ぼす影響を、3 次元的な空間あるいは時間に対する分解能を向上させた手法で明確化しようとしている。

5) 新規性、独創的な点

汚染状態の非定常な動的変動を捉えて定量化した点。