

市街地での非定常ガス拡散・濃度変動に関する風洞実験 (その2)

濃度応答特性

正会員	樋山恭助	1*	同	加藤信介	2*
同	高橋岳生	3*	同	卜震	4*
同	中尾圭佑	4*			

市街地汚染物質拡散 度数分布 非定常応答
パワースペクトル 尖度(kurtosis)

1.はじめに：前報に続いて、本論では非定常トレーサガス放出に対する濃度応答特性について報告する。
 2.濃度の表示方法： $C^*=CuL^2/Q$ および $t^*=tu/L$ 。C は濃度、L[cm]は代表高さ（測定点を挟む高層建築の模型高さ 12.5cm）で、Q[cm³/s]はトレーサガス放出流量（1 cm³/s） u[m/s]は代表高さの模型なしで測定した風速である（1.14m/s）
 3.測定方法：実験方法を図4に示す。実験は前報と同じく風洞高さ1mの風速が2m/sの条件。長さが40cmのディテクタを用い、FIDの応答周波数は50Hz。FIDを発生点と測定点に設置し一分間の濃度測定をM1~M4（図1）について行った。地理を図2に示す。トレーサガスは純エチレン。サンプリング条件は100Hz。マスフローコントローラに接続したスキャニャーバルブのスイッチを切り替えることでトレーサガスのステップアップおよびステップダウンを行った。得られたデータから発生点におけるステップアップに対する測定点の時系列濃度応答を抽出して、それを32回にわたり平均化した。発生開始時間は発生点における濃度が、発生する以前のFIDの出力の0.1秒間平均の差分が6を始めて超えた時間とした。その時間を $t^*=0$ として、測定点の平均化した。ステップダウンに関しては変動の大きさから正しい終了時刻を算出できていないと判断し、本論ではステップアップに関してのみ報告する。
 4.結果

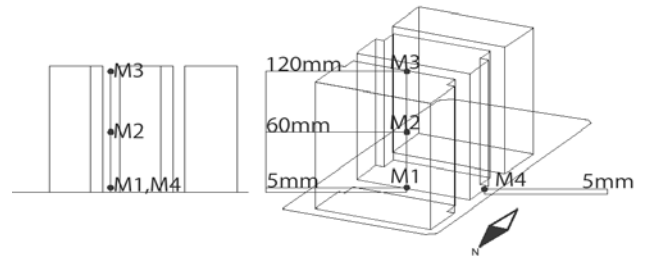


図1 測定点詳細



図2 測定点と発生点の地理

4.1. 風向による考察

図3はS5の測定結果。32回の平均処理を行っている。高速道路上のガス発生点で、発生口を高さ2.5cmに設置。最も高い濃度が測定されたのはN風向だった。立ち上がりの特性を比較すると風向NNWのケースが最も早い立ち上がりを示している。これは風の主流方向と高速道路の配置が、発生点から測定点までの距離を遮らない方向であるからと考えられる。一方、測定濃度が低いのは、主流風向に対して測定点が垂直方向にあったためである。またM4に関しては、測定した2つの風向N,NNEについて、M1,M2と比較して濃度変動が少なく観測された。発生点から見て建物の背後にある測定点M4は、流れ場がヴォイド空間よりも乱れていないと考えられる。3つの風向について、NとNNEでは各測定点の濃度応答に大きな差がみられるが、NNWでは、M1、M2の濃度応答は類似している。

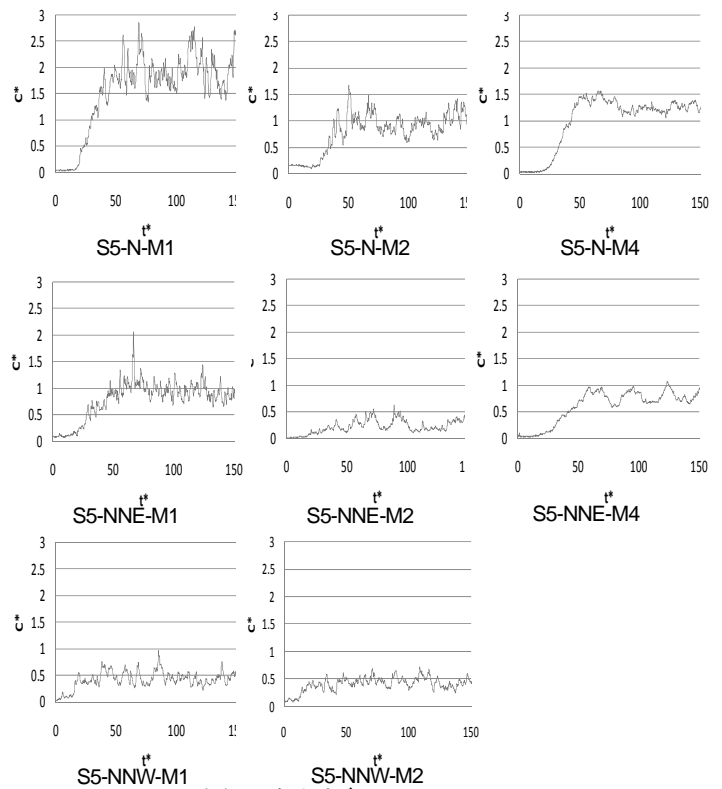


図3 風向毎の時系列データ

4.2. 発生点からの距離による考察：続いて発生点からの距離と濃度応答の関係を図5に示す。風向はそれぞれの発生点に関して、測定濃度が最大値をとった風向を選んだ。これらの発生点の特性を記す。S3は高層建築が林立する地域、S4は最も測定点に近い地域、S6は一つ通りを隔てた幹線道路にあり、測定点の間には低中層建築が建っている。測定点に近いと（S3、S4）、高さ12cmの測定点M3の濃度は、

M1,M2 と比較して小さくなった。距離が離れば拡散がすすみ、各点における濃度差が減り到達時間もほぼ同一となる。また、S3-N-M1 と 4.1.の S5-N-M1 を比較すると、S3 が測定点が近いが S5 のほうが濃度は高かった。S3 は高層建築群の地域で乱れが強く、測定点に到達するまでに希釈されたと考えられる。図 7 に kurtosis を示す。既往の研究^{*)}から風速変動より濃度変動のほうが大きい値をとりうると考えられる。S3,S5 は大きい値をとり S4 が続き、S6 が最も小さい値をとった。平均濃度の大きさは S4,S3,S5,S6 の順である。Kurtosis は平均濃度と、ピーク濃度やその発生特性の相関を示していると考えられる。一番測定点に近い S4 は平均濃度とピーク濃度ともに大きく、差が小さいため kurtosis は小さい。S3,S5 では測定点と距離があり平均濃度に比してピーク濃度が大きい。特に S3 の周辺環境は強い乱れを形成しており、スパイクの発生率が大きいいため kurtosis も大きな値をとった。S6 は測定点から遠く離れており、低中層建築に阻まれ、平均濃度もピーク濃度も低い値をとった。

5.まとめ：1)測定点の濃度の立ち上がりの時系列濃度特性を風向、発生点と測定点の距離、測定点の位置特性に関して考察した。

2)濃度変動を示す確率密度分布の特性と地理条件の関係を考察した。

参考文献 1) B.Leitl, F.Pascheke, M.Schatzmann, "Atmospheric Dispersion Study, Oklahoma City, July 2003" Final Report Phase 08-2003 Generation of Wind Tunnel Data Sets in Support of the Joint Urban 2003 2) 渋谷他

高応答性濃度計による

建物周辺の濃度変動に関する風洞実験(その1)立方体周辺における濃度変動の分散、スペクトルの性状 日本建築学会大会学術講演梗概集 1991年9月

本研究は、文部科学省の安全・安心科学技術プロジェクト「有害危険物質の拡散被害予測減災対策研究」(研究代表 加藤信介)の一環として実施した。関係各位に対し、ここに記して謝意を表します。

case	Kurtosis
S3 -NW-M1	11.37
S3-NW-M2	7.22
S3-NW-M3	4.82
S3-NW-M4	24.6
S4-NW-M1	2.93
S4-NW-M2	3.24
S4-NW-M3	4.39
S4-NW-M4	2.81
S5-N-M1	7.20
S5-N-M2	19.9
S5-N-M3	-
S5-N-M4	1.98
S6-S-M1	0.96
S6-S-M2	3.51
S6-S-M3	2.58
S6-S-M4	3.31

図 7 kurtosis

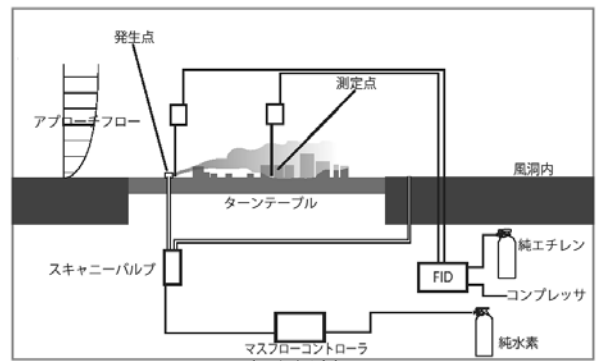


図 4 実験方法概要

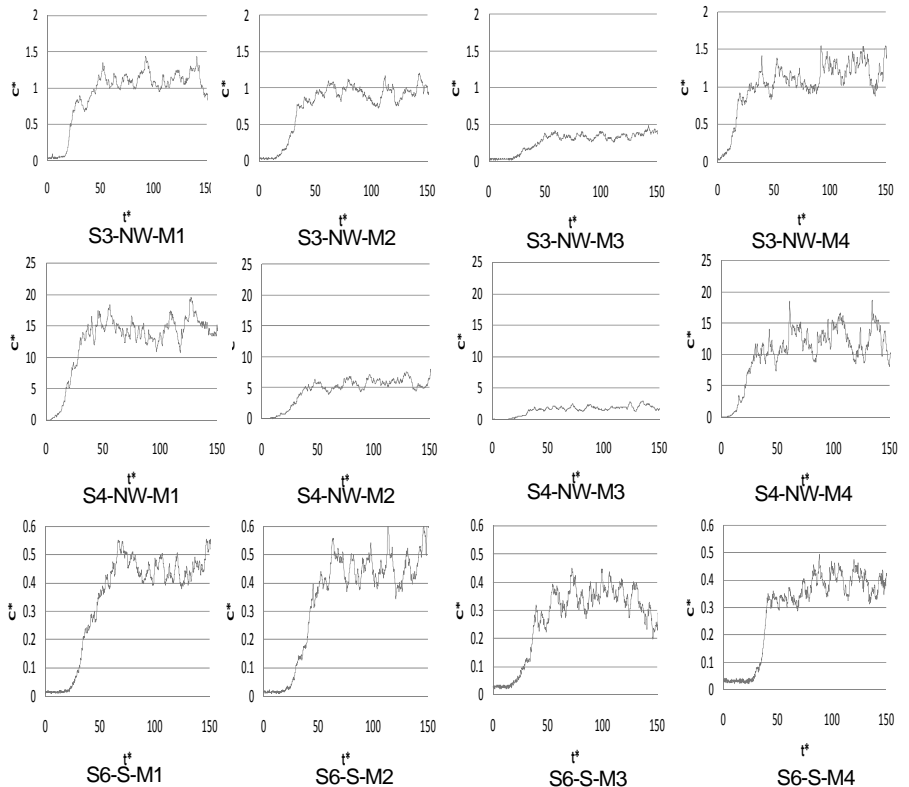


図 5 発生点毎の時系列濃度応答

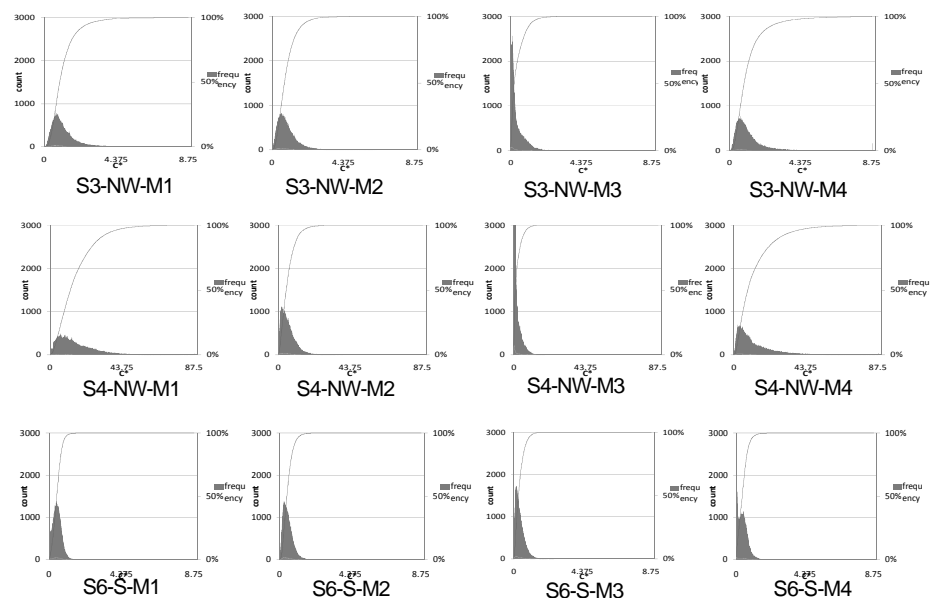


図 6 発生点毎の確率密度分布

*1 東京大学生産技術研究所 助教 博(工)

*2 東京大学生産技術研究所 教授 工博

*3 東京大学生産技術研究所 技官

*4 東京大学大学院工学系研究科

*1 The University of Tokyo, IIS, Research Associate

*2 The University of Tokyo, IIS, Prof.

*3 The University of Tokyo, IIS, Senior Technical Support Specialist

*4 The University of Tokyo, IIS, Graduate School