

大阪大学工学部 学生員 ○日比俊輔
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 玉井昌宏

1、研究目的

大気環境リスク評価を行うためには、汚染物質の有害性と曝露特性を総合的に評価する必要がある。曝露量を求める手法として、解析モデルを用いるものと3次元数値計算を用いるものがある。代表的な解析モデルは、(独)産業技術総合研究所開発の ADMER (Atmospheric Dispersion Model for Exposure and Risk Assessment)¹⁾である。低コストで操作が手軽であるが、アメダスデータの利用を基本としているために、広大な平野部を除けば、その適用性には問題があると言わざるを得ない。²⁾ また、このモデルでは定常で一様な気象条件を仮定して解析を行うために、数時間以上に及ぶ長距離輸送や時間変動特性が適切に再現されない。3次元数値計算の手法は現時点である程度確立されている。しかしながら、リスク評価期間を対象とした計算を行うには、多大な計算負荷が生じる。そこで、このことを避けるために、様々な曝露イベントを集約した少数のシナリオを作成し、計算負荷を軽減しようという考え方があ。シナリオは、発生源シナリオと気象シナリオに大別できる。気象シナリオとは、リスク評価期間内に生じる様々な気象状況を集約したものを指す。気象シナリオの作成例として、吉門ら³⁾の研究等があるが、気象シナリオそのものの有効性は検証されていない。そこで、本研究では、神戸市域におけるリスク評価を実施するための気象シナリオ作成方法について提案する。

2、手法の概要

ここでは降水現象を考慮しない。曝露現象は気流場の移流拡散によって支配されると考える。対象領域内の気象状況をいくつかの典型的な一日単位の変動パターンに分類する。アメダス神戸の風向の時系列データを用いて、昼夜の平均風向を組み合わせることでパターン分類を行う。表-1は本研究で用いている5

つのパターンを示している。表中、数字は16風向を示し、また「—」はいかなる風向でも良いことを示している。各パターンに分類された日の中で、最も代表的な日(以下では、代表シナリオ日と呼ぶ)を選定するために、パターンを目的変数、地衡風風速ベクトルと日積算日射量を説明変数として判別分析を行う。地衡風風速ベクトルは高層気象観測の各日9時と21時のデータを用いて算出した。判別分析にはマハラノビス汎距離を用いた非線形判別分析を用いる。各パターンの説明変数の平均値(重心)との距離が最も短い日を代表シナリオ日に選定する。表-2は評価ケースを示す。風向、風速、気温と各種汚染物質について、代表シナリオ日の実測データを用いて算出した平均値と相対頻度分布(以下では、シナリオ平均値、シナリオ相対頻度分布と呼ぶ)と、リスク評価期間全体のデータを用いて算出した平均値と相対頻度分布(以下では、実測平均値、実測相対頻度分布と呼ぶ)を比較することで、シナリオの有効性を検証する。

表-1 パターン

パターン	地上風向		現象
	DAY(10~16時)	NIGHT(23~5時)	
W(west)	11~13	—	昼間 西風卓越
N(north)	1,14~16	—	昼間 北風卓越
A(alternate)	5~10	1~4,14~16	海陸風の交替
L(land)	2~4	—	全体の陸風
S(sea)	5~10	5~13	昼海風・夜陸風以外

表-2 評価ケース

CASE	対象期間	概要
M	1カ月	月別の代表シナリオ日を選出する(M1-M12)
S	季節(3カ月)	季節別の代表シナリオ日を選出する(SSpring, SSummer, SAutumn, SWinter)
Y-M	1年	M1-M12の代表シナリオ日を使用する
Y-S	1年	SSp, SSu, SA, SWの代表シナリオ日を使用する

3、結果と考察

図 - 1 はアメダス神戸の風向、風速、気温の CASE SSp における実測相対頻度分布とシナリオ相対頻度分布の比較である。風向と風速に関しては、シナリオ相対頻度分布と実測相対頻度分布が良好に一致している。気温に関しては、再現性が低い。これは、パターン作成において、気温の要素が含まれていないことによると考えられる。

次に、神戸市大気汚染調査報告のデータを用いて NO_x、SO₂、SPM、O_x（オキシダント）の4種類の物質についてシナリオ平均値と実測平均値を比較する。図 - 2 は NO_x のケース SSp における実測平均値 (NO_{xA}) とシナリオ平均値 (NO_{xS}) との比較である。図中のシンボルは各測定地点値を、直線は回帰直線を示している。表 - 3 は各ケースの汚染物質の回帰直線の傾き、切片、決定係数を示している。同表を見ると、CASE M-3 の O_x の切片、CASE SSp の SPM の切片が多少外れているものの、概してシナリオ平均値と実測平均値は良好に一致していることがわかる。図 - 3 は北神自動車監視局における NO_x のシナリオと実測相対頻度分布の比較である。CASE Y-M、Y-S とともに高い再現性を示していることがわかる。CASE Y-M の方が、再現性が高いが、これは、代表シナリオ日選定の際の説明変数のばらつきがより小さいからである。

参考文献

- 1) 東野晴行ら：曝露・リスク評価大気拡散モデル (ADMER) の開発, 大気環境学会誌, 35(2), 2003.
- 2) 玉井昌宏ら：海陸風を含む模擬気象場におけるパフ・プルームモデルを用いた大気環境リスク評価モデルの検証, 海洋開発論文集, Vol.20, 2004.
- 3) 吉門ら：メソスケール気象モデルを用いた長期間平均値濃度評価手法の検討 (I) 気象パターン分類と関東平野の NO_x 評価, 大気環境学会誌, 第 41 巻, 第 I 号, 2006.

表-3 回帰直線の傾き、切片、決定係数

CASE	NO _x			SO ₂			SPM			O _x		
	傾き	切片	決定係数	傾き	切片	決定係数	傾き	切片	決定係数	傾き	切片	決定係数
M-3	1.12	3.9	0.99	0.96	0.12	0.95	0.98	2.15	0.93	1.02	-6.44	0.82
SSp	0.92	2.62	0.99	1.15	0.19	0.91	1.05	5.88	0.93	1.06	-0.59	0.85
Y-M	0.93	-0.37	0.99	1.05	-0.29	0.98	0.93	0.39	0.99	1.07	-1.62	0.98
Y-S	0.99	-1.26	0.99	1.11	-3.43	0.94	1.01	1.21	0.99	1.16	-3.68	0.96

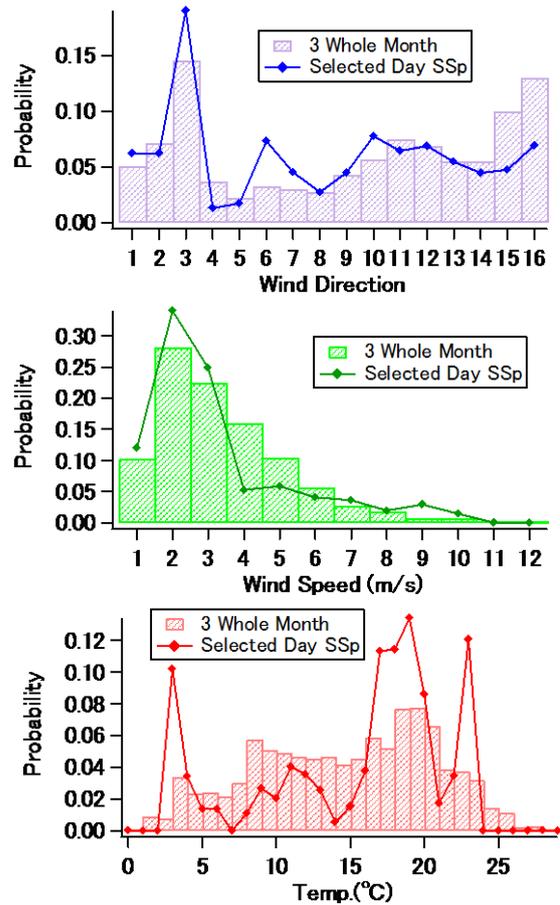


図-1 アメダス神戸の風向、風速、気温頻度分布

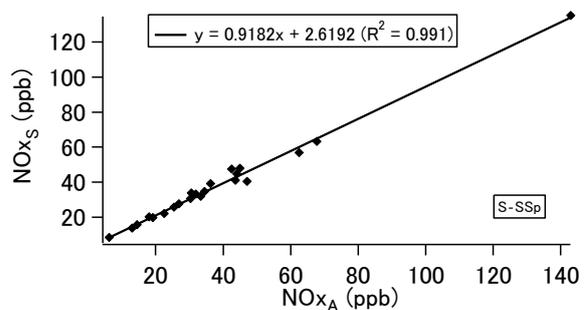


図-2 NO_x 平均値相関図

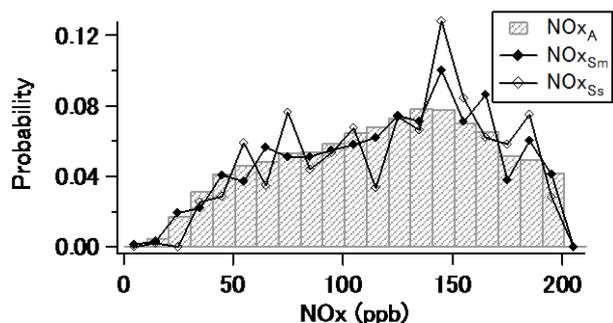


図-3 北神自動車監視局 NO_x 相対頻度分布