

気象シナリオ日を用いた大気環境リスク評価

大阪大学大学院工学研究科 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¹⁾を用いるものと3次元数値計算を用いるものがある。数時間以上に及ぶ長距離輸送や気象状況の時間変動を考慮しなければならない場合には、3次元数値計算が必要である。²⁾しかしながら、リスク評価期間にわたる計算を行うには、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

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のみによって支配されると考える。海岸線の方向、近隣の山地や大阪湾全体の海陸風の風向などを考慮して、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により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。

3、結果と考察

アメダス神戸の気象データを用いて、風向、風速、気温の実測相対頻度分布とシナリオ相対頻度分布の比較を行い、気象シナリオの有効性を検証した。結果については、参考文献4に掲載されているが、良好な有効性を示した。

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})

表-1 パターン

パターン	地上風向		現象
	DAY (10時～16時)	NIGHT (23時～5時)	
W(west)	11～13	—	昼間 西風卓越
N(north)	14～16,1	—	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

キーワード リスク、環境、気象シナリオ

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 TEL06-6878-5884

とシナリオ平均値 (NOx_s) 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 Ox 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 NOx 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。

本手法で求めた代表シナリオ日の適用範囲を検証するために、三田、洲本、豊岡などの地点で、アメダス神戸のデータから求めた代表シナリオ日を用いて実測相対頻度分布とシナリオ相対頻度分布との比較を行った。紙面の都合上、ここでは図-4に豊岡における SO_2 の実測相対頻度分布とシナリオ相対頻度分布の比較のみを示す。シナリオ相対頻度分布は、高い再現性を示していることがわかる。よって、作成したシナリオが広範囲に適用可能であることがわかる。

次に、パターンごとの頻度分布を作成し、どのパターンが濃度分布に大きな影響を与えるかを検証した。図-5は兵庫南部における NOx のパターンごとのシナリオ相対頻度分布である。環境基準値が40~60ppbと定められているので、図より、基準値より高濃度になっているのは、主にパターンA、Lであることがわかる。パターンAは海陸風の交替日であり、Lは全体の陸風（北東風）が吹く日であることから、同地点では海岸線沿いに海陸風が交替する場合と、海岸線沿いに北寄りの風が吹く場合に高濃度になることがわかる。

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濃度評価手法の検討(I)気象パターン分類と関東平野の NOx 評価, 大気環境学会誌, 第41巻, 第I号, 2006.
- 4) 玉井昌宏ら：神戸市域の大気環境リスク評価のための気象シナリオ日の選定方法, 平成23年度土木学会関西支部年講, 講演概要集

表-3 回帰直線の傾き、切片、決定係数

CASE	NOx			SO_2			SPM			Ox		
	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

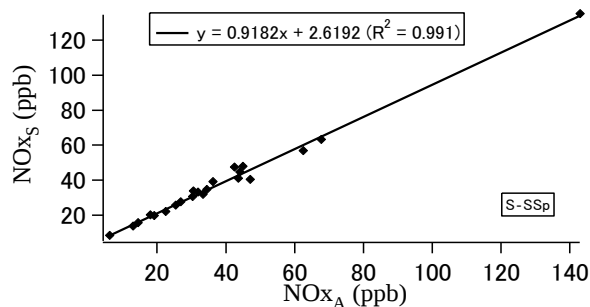


図-2 NOx 平均値相関図

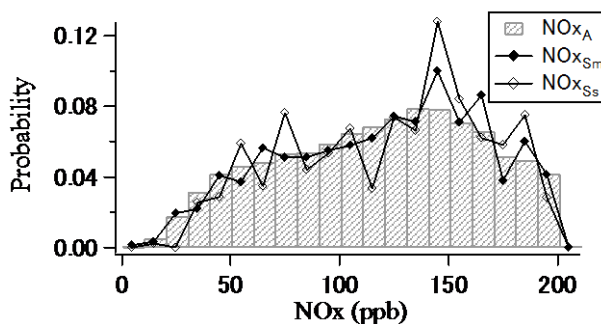


図-3 北神自動車監視局 NOx 相対頻度分布

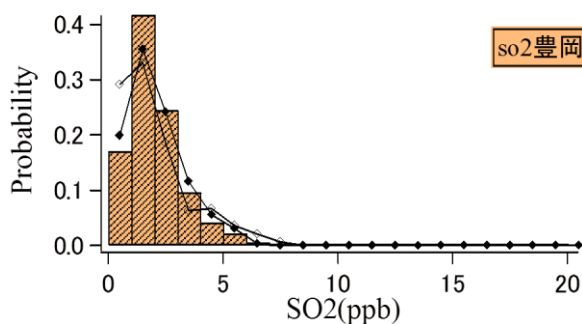


図-4 豊岡 SO_2 相対頻度分布

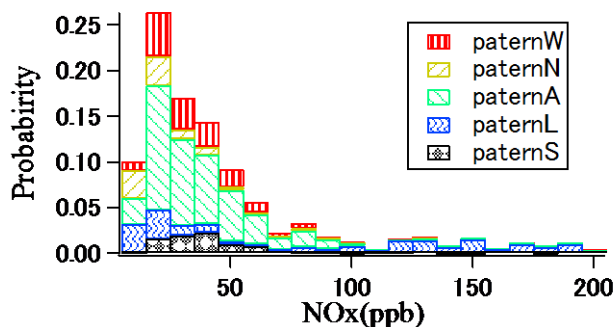


図-5 兵庫南部 NOx パターン比較

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。数時間以上に及ぶ長距離輸送や気象状況の時間変動を考慮しなければならない場合には、3次元数値計算が必要であるが、リスク評価期間にわたる計算を行うには、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る。気象シナリオの作成例はあるが、その有効性は十分検証されていない。そこで、本研究では、気象シナリオを用いたリスク評価法を提案する。