

瞬間的に排出された汚染物質の気象シナリオ日を用いた長期曝露評価

大阪大学 学生員 ○澤井健志
 大阪大学 学生員 日比俊輔
 大阪大学 正会員 玉井昌宏

1. 目的

大気汚染物質についてリスク評価を行う場合、リスク評価期間内に発生が予想される様々な曝露イベントを少数のシナリオに集約することで、曝露濃度の計算量を削減することができる。筆者¹⁾らは、シナリオは気象シナリオと発生源シナリオに分離できると考えて、一日単位の気象シナリオとして気象シナリオ日を提案している。前報²⁾ではその有効性を示したが、汚染源の発生形態について考慮しなかったことを踏まえ、ここでは特定の発生条件下で気象シナリオ日を用いた長期平均濃度予測の有効性について検討する。東京電力福島第一原子力発電所の地点から瞬間的に放出された物質のリスク評価期間の平均濃度を計算する。

表-1 パターン分類

| パターン | | 春 | 夏・秋 | 冬 |
|------------|---|---------|----------|-------|
| A 海陸風交替 | 昼 | 2~6 | 2~7 | 1~7 |
| | 夜 | 10~16,1 | 10~16, 1 | 10~16 |
| N 北風連吹 | 昼 | 16, 1 | 16, 1 | 15~16 |
| | 夜 | — | — | — |
| E 東風連吹 | 昼 | 2~6 | 2~7 | 1~7 |
| | 夜 | 2~9 | 2~9 | 1~9 |
| S 南風連吹 | 昼 | 7~9 | 8~9 | 8~9 |
| | 夜 | — | — | — |
| W 西風連吹 | 昼 | 10~15 | 10~15 | 10~14 |
| | 夜 | — | — | — |

注：表中の数字は16風向で表した風向

2. 方法

平均濃度算出は、気象シナリオ日の選出、各気象シナリオ日の汚染物質の移流拡散計算、重み付平均の三つのステップにより行う。ここで、瞬間的に放出された物質は気流の移流拡散によってのみ移動するものとし、沈降や沈着などは考慮しない。

気象シナリオ日の決定方法は、参考文献1と同様である。ここでは、季節別の気象シナリオ日を選出する。2009年アメダス浪江の風向、風速データを用いて、表-1に示したパターンを作成した。地上風況は地衡風と日積算全天日射量により決定されると考えて、同表のパターンを目的変数、地衡風と日積算全天日射量を説明変数とする判別分析を行った。各パターンの説明変数の重心に最も近い日を気象シナリオ日とした。風向、風速について、リスク評価期間全体の相対頻度分布と気象シナリオ日の相対頻度分布と比較することにより、気象シナリオ日の有効性を検討した。

物質の移流拡散計算には、各気象シナリオ日の気象庁数値予報GPV-MSMデータと次式に示すパフモデルを用いた。

$$C(x, y, z, t) = \frac{Q}{(2\pi)^{3/2} \sigma_x \sigma_y \sigma_z} \exp \left[-\frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{x-xp}{\sigma_x} \right)^2 + \left(\frac{y-yp}{\sigma_y} \right)^2 + \left(\frac{z-zp}{\sigma_z} \right)^2 \right\} \right]$$

ここに、 $C(x, y, z, t)$ ：時刻 t における地点 (x, y, z) の濃度、 Q ：排出強度(ここでは1とする)、 xp, yp, zp ：パフの中心位置、 $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ ：パフの拡散幅である。 xp, yp, zp は、パフ中心のGPVデータの風速値を時間積分することにより求める。パフの拡散幅は、パスキル・ギフォートの大気安定度分類から求めた係数から算出した。ただし、日射量はアメダス福島データのデータを用いた。各気象シナリオ日の様々な時間から物質が放出されることを想定して、3時間ずつ気流場の位相をずらして物質を発生させた。パフ位置の計算時間間隔は1/12時間とした。物質発生源を中心とした400km四方を評価対象地域とした。その中で2km×2kmの格子点の地上1mの濃度を算出した。各気象シナリオ日の格子点上の濃度を発生確率で重み付平均することにより、各季節の平均濃度を求めた。

キーワード 大気環境, リスク評価, 曝露濃度計算

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 TEL06-6877-5111

3. 結果と考察

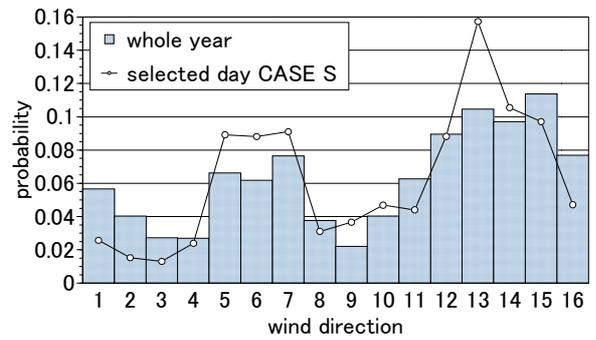
図-1 に、リスク評価期間を1年とした場合の、春季(3~5月)、夏季(6~8月)、秋季(9~11月)、冬季(12, 1, 2月)の気象シナリオ日を用いて作成した風向、風速の相対頻度分布を示す。実測された分布と気象シナリオ日により作成した分布は良好に一致しており、気象シナリオ日の有効性が確認できる。

図-2 は、リスク評価期間を季節とした場合の各季節平均濃度分布図である。春季における仙台湾以北の高濃度領域は、パターンS、パターンAとパターンNによるものである。パターンSは、アメダスデータとGPV-MSMデータ一致しているが、パターンNは前者が北寄りであるのに対して、後者が南寄りになっている。パターンAについても、前者は昼に東寄り、夜に西寄りであるのに対して、後者は北寄りになっている。発生源から北西に伸びる高濃度領域と関東地方北部の高濃度領域は、パターンEと、パターンWによるものである。パターンWの西風によって海上に出た物質が東寄りの風によって再び陸に戻ってくることで、このような分布になった。夏季における発生源から北西に伸びる高濃度領域はパターンA、東に伸びる高濃度領域はパターンEによるものである。秋季における仙台湾以北の高濃度領域はパターンA、発生源から北東に伸びる高濃度領域はパターンS、東に伸びる高濃度領域はパターンE、南に伸びる高濃度領域はパターンNによるものである。冬季では、全てのパターンで物質は東へ移流するため、内陸部の高濃度域領域はごく僅かであった。

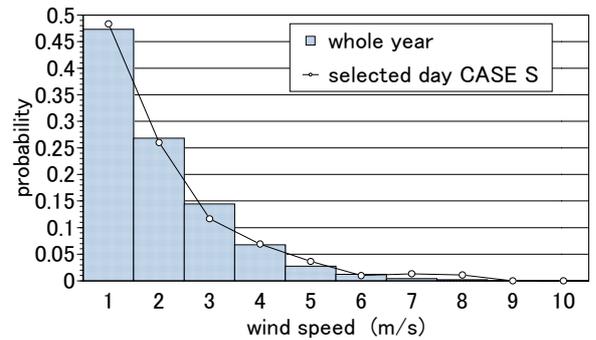
春季のパターンAとパターンN、夏季のパターンAとパターンW、秋季のパターンSとパターンA、冬季のパターンAとパターンNでは、気流場に用いたGPV-MSMデータが地上風況と一致しなかったため、平均濃度の再現性は高くないと予想される。

参考文献

- 1) 玉井昌宏, 川原大典, 有光剛(2008): 大気環境リスク評価のための気象シナリオ日の選択方法, 環境工学研究論文集, 第47巻.
- 2) 玉井昌宏, 日比俊輔(2011): 大気環境リスク評価のための気象シナリオ日の適用性とターゲットシナリオとしての利用法, 土木学会論文集, 第67巻.
- 3) 中西準子, 蒲生昌志, 岸本充生, 宮本健一: 環リスクマネジメントハンドブック(2003), 朝倉書店.
- 4) 文部科学省ホームページ
http://radioactivity.mext.go.jp/ja/monitoring_by_Fukushima_air_dose/

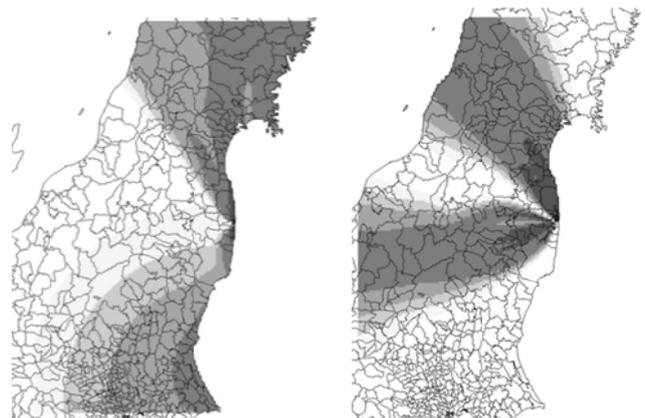


(a) 風向相対頻度分布



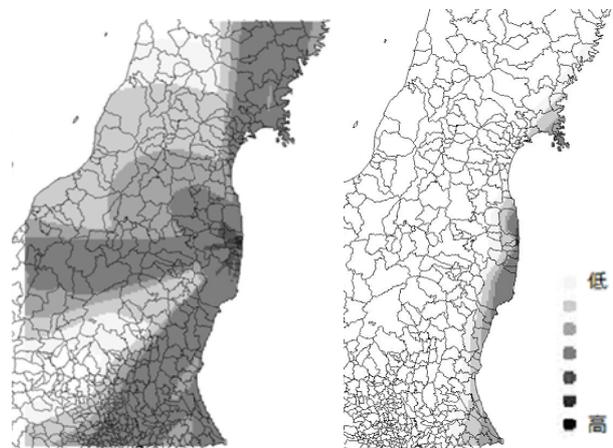
(b) 風速相対頻度分布

図-1 風向、風速相対頻度分布



1) 春

2) 夏



3) 秋

4) 冬

図-2 平均濃度分布予測