

原発事故時の放射線拡散を考慮した地域危険度の検討

松江工業高等専門学校 学生会員 ○児玉慶太
松江工業高等専門学校 正会員 浅田純作
松江工業高等専門学校 正会員 広瀬 望

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に、三陸沖を震源とするマグニチュード 9.0 の東日本大震災が発生した。この震災により発生した福島第一原子力発電所の事故により、その周辺に住む人々は避難を強いられた。この原発事故後、多くの団体が放出された放射性物質の拡散シミュレーションを試みている¹⁾。それぞれのシミュレーションでは、拡散の考え方や条件の違いから異なる結果を示している。しかし、福島第一原発事故により実際に放出された放射性物質の全体量が把握できていないことから、それぞれのシミュレーションの精度の検証は難しい。

福島第一原発と同規模の事故を想定して地域危険度を検討するためには、事故が発生した場合の周辺地域の放射線量の予測が必要となる。そこで本研究では、東日本大震災後に実際に計測された放射線量と観測地域の地理的条件や気象条件との関係構造を分析し、重回帰式を用いた予測モデルを作成する。これにより、福島第一原発事故で実際に放出された放射性物質の全体量が把握できていない状況においても、周辺地域の線量に影響を与えている要因について検討することができ、また、他地域の原発において福島第一原発と同規模の事故が発生した場合の地域危険度の検討が可能となる。

2. 放射線量と観測地域の地理的条件や気象条件との関係構造分析

本研究では、福島第一原発周辺で測定され公表されている放射線量と、線量の変化に影響を与えると思われる地理的条件や気象条件を調べ、前者を目的変数、後者を説明変数として重回帰分析を行い、福島第一原発と同規模の事故が発生した場合の周辺地域の放射線量の予測モデルを構築する。

2.1 重回帰式に用いる変数

本研究で、放射線量の変化に影響を与えると思われる地理的条件や気象条件として経過時間（日）、障害物高（m）、高低差（m）、距離（km）、観測地点の累積風量（m/s）、原発地点の累積風量（m/s）を説明変数として重回帰分析に用いた。観測点は福島原発から半径 45km 圏内のもので、放射線量は原発事故が発生した平成 23 年 3 月 11 日から 10 日以内に福島県が測定²⁾したもの 35 箇所である。観測点に条件を設けた理由としては、本研究で地域危険度を検討した後の目的が原発事故を想定したハザードマップや避難計画を作成することであるから、避難が必要となる範囲や避難に要する時間を考慮したためである。

説明変数について、経過時間は東日本大震災が発生した平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分から測定した日時までの時間を日単位で求めた。障害物高は、原発から測定地点を直線で結び、その直線上の最も高い標高を障害物高とした。高低差と距離は、原発と観測点間の高低差と距離である。距離に関しては比例関係ではなく、距離の 2 乗に比例すると考え、求めた距離を 2 乗して重回帰分析を行った。また、放射性物質の拡散には風による運搬が要因として考えられる。そこで、本研究では風を重回帰分析の説明変数として用いやすいように累積風量という考え方を用いた。まず図-1 に示すように、原発から観測点への方向を順方向として風向風速のデータを順方向成分と逆方向成分に区分した。

このうち、順方向成分が放射線量の変化に影響を与えていると考えられるので、経過時間の間に発生した順方向成分をそれぞれの地点ですべて足し合わせたものを累積風量とした。風向風速は気象庁気象研究所³⁾の拡散シミュレーションでも用いられている WRF を用いて求めたもので、地上 10m の風の一時間ごとの平均を求めて用いた。

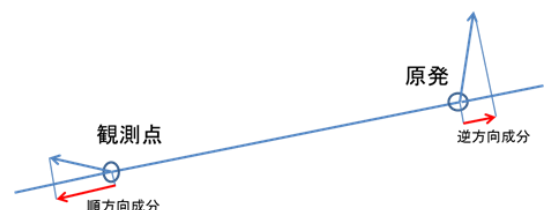


図-1 風量のとらえ方

2.2 重回歸分析結果

最初に、すべての説明変数を用いて重回帰分析を行った。その結果求められた式を式(1)に示す。

$$Y = 2.458 + 0.0477T + 0.004325H - 0.0130D - 0.000629L - 0.0277V_1 + 0.00110V_2 \quad \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

Y : 線量 D : 高低差 V2 : 原発の累積風量

T : 經過時間 L : 距離

X : 障害物高 V1 : 観測点の累積風量

また、重回帰分析によって求めた修正決定係数、 t 値、 P -値を表-1 に示す。

表-1 重回歸分析結果

回帰統計		説明変数	係数	t	P-値
重相関係数 R	0.665	切片	2.458	1.374	0.180
重決定係数 R ²	0.442	経過時間(日)	0.0477	0.159	0.875
修正決定係数 R ²	0.323	障害物高(m)	0.004325	2.020	0.053
観測数	35	高低差(m)	-0.0130	-3.305	0.003
		距離(km ²)	-0.000629	-0.015	0.988
		観測地点の累積風量(m/s)	-0.0277	-1.192	0.243
		原釜地点の累積風量(m/s)	0.00110	0.096	0.924

修正決定係数を見ると、この重回帰式は放射線量の変化を良く表したものであるとは言えない。そこで、t 値、P-値をもとに放射線量に変化に影響力が少ないものから順に一つずつ取り除いていき、一般的に有意とされる t 値 ≥ 2 、P-値 ≤ 0.05 となるまで重回帰分析を行った。その結果を式 (2)、表-2 に示す。

$$Y = 2.588 + 0.00452H - 0.0131D - 0.0245V_1 \quad \cdot \cdot \cdot \quad (2)$$

表-2 説明変数を取り除いた重回帰分析結果

回帰統計		説明変数	係数	t	P-値
重相関係数 R	0.664	切片	2.588	2.260	0.0310
重決定係数 R ²	0.441	障害物高(m)	0.00452	2.894	0.00690
修正決定係数 R ²	0.387	高低差(m)	-0.0131	-4.14	0.00025
観測数	35	観測地点の累積風量(m/s)	-0.0245	-3.36	0.00209

以上の結果から、本研究で考えた説明変数の中で、周辺地域の放射線量に影響を与える要因は、障害物高、原発と観測点の高低差、観測地点の累積した風量であった。

3. 島根原発事故時の放射線量予測

島根県松江市は日本で唯一、県庁所在地に原発を持つ都市であり島根原発事故時の被害は甚大である可能性が高い。そこで、式(2)用いて島根原発が福島第一原発と同規模の放射性物質を放出する事故を起こした場合の7日後の放射線量の予測を行った。例として放射線量の予測をした場所は松江市気象台のある地点で、市街地付近である。風のデータは気象台で観測されたデータを用いた。重回帰式に用いた説明変数と式(2)を用いて求めた放射線量を表-3に示す。

障害物高(m)	150
高低差(m)	-2
観測地点の累積雨量(mm)	12.2

その結果から、大きな放射線量が観測されると予測された。

表-3 島根気象台地点における放射線量予測値

障害物高(m)	150
高低差(m)	-2
観測地点の累積風量(m/s)	43.2
放射線量(μ Sv/時)	2.236

4. まとめ

本研究で求めた重回帰分析の結果から、半径 45km 圏内、事故後 10 日以内の条件の場合、今回用いた説明変数の中では障害物高、高低差、観測地点の累積風量が放射線量の変化に影響を与えていると考えられることが分かった。

参考文献

- 1) 例：気象庁気象研究所（茨城県つくば市）『東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の移流拡散について』平成 25 年 1 月 http://www.mri-jma.go.jp/Topics/H23_tohoku-taiheiyo-oki-eq/1107fukushima.html
- 2) 『福島県放射能測定マップ』より 平成 25 年 1 月 <http://fukushima-radioactivity.jp/>