

放射性物質の拡散シミュレーションの試算結果について

平成24年10月
原子力規制庁

【目的】

拡散シミュレーションは、道府県が、地域防災計画を策定するにあたり、防災対策を重点的に充実すべき地域の決定の参考とすべき情報を得るため※に、原子力発電所の事故により放出される放射性物質の量、放出継続時間などを仮定し、周辺地域における放射性物質の拡散の仕方を推定するもの。

しかしながら、シミュレーション上の限界があるので、あくまでも目安として参考にすべきデータであることに留意が必要である。

※今般の福島事故を踏まえ、原子力安全委員会報告(平成24年3月)では、防災対策を重点的に充実すべき地域の目安(原子力施設から8~10km)を見直し、概ね30kmとすることとしている。

【拡散シミュレーションの限界について】

拡散シミュレーションは、以下のように精度や信頼性に限界があることを踏まえて、参考とすべき。

- 地形情報を考慮しておらず、気象条件についても放出地点におけるある一方向に継続的に拡散すると仮定していること。
- シミュレーションの結果は個別具体的な放射性物質の拡散予測を表しているのではなく、年間を通じた気象条件などを踏まえた総体としての拡散の傾向を表したものであること。
- 初期条件の設定(放射性物質の放出シナリオ、気象条件、シミュレーションの前提条件等)や評価手法により解析結果は大きく異なること。
- 各サイトで実測した1年分の気象データ8760時間(365日×24時間)を用いているため、すべての気象条件をカバーできるものではなく、また今後の事故発生時の予測をしたものでもない。

東京電力福島第一原子力発電所の事故と同程度のシビアアクシデントをベースとしてより厳しい条件を想定

(初期条件)

- 放出量及び時点：1～3号機の3基分の総放出量^{※1}（もしくは発電所の出力比に応じた放射性物質質量）が一度に放出したと仮定
 - ※1：日本国政府がIAEAへ報告した放出量（ヨウ素131とセシウム137の合計をヨウ素換算して77万テラベクレルとなる多様な核種の放出を想定）
- 放出継続時間：放出量が最も多かった2号機の放出継続時間（10時間）と仮定
- 放出高さ：地表面近傍の濃度が大きくなる0m（地上放出）と仮定
- 被ばく推定値は、外部被ばく及び内部被ばくの両方を考慮

(評価手法)

- 米国NRCにおいても、放射線被ばくや拡散を評価する際に使用するMACCS2を利用^{※2}
 - ※2：年間の気象パターンや風向きなどのデータから、放射性物質の拡散の傾向を計算するもの。SPEEDIを用いた解析では地形情報・風向分布等の様々なパラメータを用いるため、年間を通じた全サイトの解析を行うには膨大な時間が必要。

【試算値】

原子力発電所について試算を行い、各サイトにおける年間の気象データ(8760時間分の大気安定度、風向、風速、降雨量)から、放射性物質が拡散する方位、距離を計算。

そのなかで、拡散距離が最も遠隔となる方位(16方位区分)において、実効線量が線量基準※¹に達する確率が気象指針(原子力安全委員会決定(昭和57年1月))に示された97%に達する距離※²を試算する。

※1:外部・内部の被ばく経路の合計で実効線量が7日間で100mSv(IAEAにおいて避難が必要とすべき線量基準に準拠)

※2:最も遠隔となる方位以外の方位における線量基準に達する拡散距離は、当然小さくなるものであり、この方位の97%値は陸側方向の全方位について基準線量に達する範囲をカバーしている。

※また、計算上は、線量基準を超える平均的な距離としての期待値や発生確率の極めて低い極端な気象条件によるすそ値なども得られる。

- 気象指針(原子力安全委員会決定(昭和57年1月))において示された97%を使用。
- この指針は、発電用原子炉施設の平常運転時及び想定事故(重大事故及び仮想事故)時における線量評価に際し、大気中における放射性物質の拡散状態を推定するために必要な気象観測方法、観測値の統計処理方法及び大気拡散の解析方法を定めたもの。
- この指針において、累積出現頻度が97%となる値を相対濃度として、試算に活用。

【抜粋】 発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針(原子力安全委員会決定、昭和57年1月28日)

VI. 想定事故時の大気拡散の解析方法

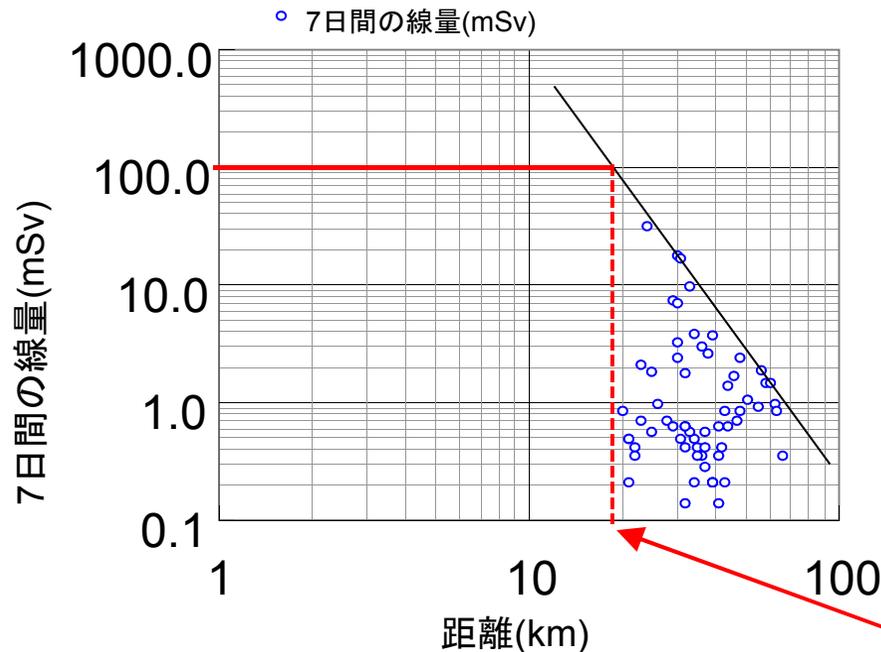
想定事故時の線量計算に用いる放射性物質の地表空气中濃度は、単位放出率当たりの風下濃度(相対濃度と定義する)に事故期間中の放射性物質の放出率を乗じて算出する。

1. 線量計算に用いる相対濃度

- (1) 相対濃度は、毎時刻の気象資料と実効的な放出継続時間(放射性物質の放出率の時間的変化を考慮して定めるもので、以下実効放出継続時間という)をもとに方位別の着目地点について求める。
- (2) 着目地点の相対濃度は、毎時刻の相対濃度を年間について小さい方から累積した場合、その累積出現頻度が97%に当たる相対濃度とする。
- (3) 線量計算に用いる相対濃度は、上記2で求めた相対濃度のうち最大の値を使用する。

- 拡散シミュレーションで試算した結果に関して、その妥当性を検証するため、(独)原子力安全基盤機構(JNES)が事故後の積算線量の実測値から推計した7日間の線量と、比較を実施。
- JNESの推計では、原子力安全委員会が行った推計方法を用いて、7日間で100mSvに達する拡散距離を求めるため、以下の実測値データから7日間の線量を計算。
 - (データ)原子力安全委員会、文部科学省、原子力安全・保安院にて取りまとめた3月12日6時から4月21日24時までの線量データ(40日間の積算値)を使用
 - (原子力安全委員会の推計方法(平成23年3月)):

$$\text{7日間の実効線量} = 40\text{日間データ} \times (7\text{日} / 40\text{日}) \times (24\text{時間} / (8\text{時間} + 16\text{時間} \times 0.6)) \times (100 / 34(\%))$$
 - [前提]屋外滞在(8時間)、屋内滞在(16時間)における木造家屋の低減効果(0.4)、グランドシャインによる外部被ばくの全体に対する割合(34%)を考慮し推定。
- この推計値(20km以下)と東京電力福島第一原子力発電所1～3号基をシミュレーションの対象として得られた計算結果(18.7km)は、ほぼ同程度であり、今回の試算方法が概ね妥当であると評価できる一つの材料と考えられる。



1F事故ベースで、10時間の放出継続時間の場合の実効線量(平均値)の内訳

- 100mSvを超過する付近の距離の内訳
- クラウドシャインによる外部被ばく 7%
- グランドシャインによる外部被ばく 34%
- プルームの吸入による内部被ばく 57%
- 再浮遊物質の吸入による内部被ばく 2%

(注)文部科学省HP、「東京電力株式会社福島第1及び第2原子力発電所周辺の放射線量等分布マップ[平成23年4月24日時点]」、
<http://radioactivity.mext.go.jp/ja/contents/5000/4759/view.html> における実測値に基づく各連続観測地点の積算線量の推定値をもとに、40日分を7日分に換算した概算値。