

大気放出された放射性核種の濃度分布と放出量を γ 線画像から推定する手法開発 (5) 観測データを用いた簡易大気拡散計算

Development of an estimation method of concentration distribution and release amount of radionuclide discharged to the atmosphere using gamma-ray imaging: (5) A simple atmospheric dispersion calculation using meteorological observation data

*中山 浩成¹, 佐藤 大樹¹, 永井 晴康¹

¹原子力機構

大気拡散計算と放射線計測を融合して大気放出された放射性核種の濃度分布と放出量を推定する手法の開発を進めている。この研究の気象観測データを用いた大気中核種濃度分布の簡易拡散計算方法について述べる。

キーワード：大気拡散計算, 放射線計測, 放射性核種濃度分布, 放出量推定, γ 線画像, 気象観測

1. 緒言

原子力機構では、放射性物質の大気拡散予測の信頼性を向上するための研究開発として、大気拡散計算と放射線計測を融合して大気放出された放射性核種の濃度分布と放出量を推定する手法の開発を進めている。この手法により得られる放射性物質の放出量と放出地点近傍の濃度分布データを大気拡散計算に取り入れることで、より現実に近い大気拡散状況の予測が可能となる。本研究では、気象観測データを用いた簡易大気拡散計算の有効性を評価するために、原子力機構原子力科学研究所構内においてドップラーライダーを用いた気象観測及び簡易的な拡散実験を実施し、簡易拡散計算によるブルームの再現性を確認した。この観測データを用いた簡易大気拡散計算手法について報告する。

2. 観測データを用いた簡易大気拡散計算の概要

まず、原子力機構内にある建物を原子炉建屋と見なして、原子力機構が開発した局所域高分解能大気拡散予測コード LOHDIM-LES[1]により、個々の建物を解像し 10 度間隔の平均風向毎に詳細乱流計算を実施し、平均・乱流風速のデータベースを作成した。この LOHDIM-LES コードは、非定常乱流現象の再現に優れた Large-Eddy Simulation (LES)と呼ばれる乱流モデルを基本とし、数値標高・数値表面データを用いて地表面被覆形状を精緻に解像することにより、建物・局所地形の影響を受けた気流・拡散場の非定常・複雑分布を表現することが可能である。計算領域は水平方向に 1.2km、鉛直方向に 200m、計算格子サイズは水平方向に 1m、鉛直方向に 1m-10m とした。次に、原子力機構内において、気流の集中観測とミスト放出による簡易的な拡散実験を実施した。気流の集中観測としては、対象建物よりやや離れた所に気象観測装置ドップラーライダー（レーザー光を上空に向けて発射し大気中に浮遊するエアロゾル粒子からの散乱光を受信することで上空の風向・風速を測定するリモートセンシング機器）を設置して、上空の風速を 3 次元的に測定・取得した。また、建物屋根面に超音波風速計を設置して、建屋の影響で生じる非定常性の強い複雑な乱流の情報として、高周波変動風速も測定・取得した。簡易的な拡散実験としては、放射性物質の放出をミスト散布により模擬し、ミストの拡散の様子をビデオカメラで撮影した。

簡易大気拡散計算として粒子拡散モデルを用い、3 次元風速場気象観測値の内挿と LOHDIM-LES 事前計算データベースの乱流風速データとを融合させて入力し、拡散シミュレーションを行った。ビデオカメラで撮影したミスト拡散と比較したところ、ミストブルームの拡散方向などを良好に再現することができた。

参考文献

[1] H. Nakayama, et al., J. Nucl. Sci. Technol. <https://doi.org/10.1080/00223131.2021.1894256> (2021).

*Hiromasa Nakayama¹, Daiki Satoh¹ and Haruyasu Nagai¹

¹Japan Atomic Energy Agency.