

廃止措置終了確認のための被ばく線量評価方法の開発

(1) 放射能分布評価における妥当性確認方法の検討

Development of dose evaluation method for confirmation of completion of decommissioning

(1) Study on validation method for evaluated radioactivity distribution

* 島田 太郎¹, 三輪 一爾¹, 佐々木 利久², 武田 聖司¹

¹原子力機構 安全研究センター, ²V.I.C.

これまでに開発を進めてきた事前サーベイと代表点測定による測定結果を用いた外生ドリフトクリギングによる敷地内放射能分布評価について、評価結果の妥当性を確認する方法を検討した。

キーワード：廃止措置終了確認, 表層土壌汚染, 外生ドリフトクリギング, 放射能濃度, 妥当性確認

1. 緒言：原子力施設の廃止措置終了確認時に、敷地内の放射能分布を把握し、解放後の跡地利用等による公衆の被ばく線量が基準線量以下であることを確認する一連の方法論の開発を進めている。前報^[1]では、事前サーベイでの計数率分布と代表点測定での放射能濃度を組み合わせ、それぞれの測定誤差を考慮できる外生ドリフトクリギング (EDK) による方法により仮想的な放射能分布を再現可能であることが解析的に確認されたが、実際の適用では代表点測定が十分であるかを判断した上で、評価した放射能分布の妥当性を確認する方法について課題が残された。そこで、評価結果の交差検証において、代表点の測定値と各点の評価値との平均絶対誤差 (MAE) を用いて、評価された放射能分布が妥当であると判断する方法について検討した。

2. 外生ドリフトクリギングを用いた放射能分布評価の妥当性確認方法：評価された放射能分布が妥当であると判断する場合、あらかじめ基準となるベースライン (めやす) を決定しておく必要がある。評価指標がこのめやすを下回ることにより、妥当と判断される。本検討では、leave-one-out 交差検証において、代表点の測定値と各点の評価値との交差検証 MAE に対するめやすとして、ベースライン手法のひとつである代表点測定結果の平均値を評価値とみなす方法^[2]を採用した。平均値と各点の測定値との MAE をめやすとして、このめやす MAE より交差検証で得られた MAE が小さければ妥当と判断するものである。ただし、EDK による放射能分布評価では事前サーベイで得られた計数率分布をもとに、代表点は推定精度を向上させるため高値を優先的に選定することから、ランダムを前提とする代表点測定平均値の補正が必要である。そこで代表点測定の放射能濃度と外生変数である計数率との相関をもとに推定した対象領域全体の放射能濃度平均値を評価値とみなして、各点の測定値との MAE 値を求め、判断のめやす MAE として設定した。

3. 妥当性確認の適用例：図 1 に示すように仮想的な 1km 四方の敷地に複数の汚染が存在する ¹³⁷Cs 放射能分布 (最大濃度 100Bq/kg, 平均濃度 3.33Bq/kg, 頻度分布：対数正規) を真の分布として仮定した。このような汚染の状況に対し、敷地全体の 1m グリッドの 100 万点の地表からの高さ 10cm での計数率分布から、現実的な代表点測定として極大地点を優先的に 5 点選定し、合計 50 点の代表点測定を選定した (図 1 に○で示した点)。その測定した結果から、各代表点の放射能濃度と計数率の相関を回帰分析したところ、頻度分布が対数正規分布であり、対数変換後図 2 に示すように良好な相関関係が得られた。この相関に基づき、対数変換を行って EDK により放射能分布を評価した結果を図 3 に示す。代表点測定と計数率分布の結果から補正した対数変換後の評価対象領域の放射能濃度平均値は 0.80 となった。これと 50 点の各測定値との MAE であるめやす MAE は 1.03 となった。一方、代表点 50 点の評価値と測定値との交差検証 MAE は 0.23 となり、めやす MAE よりも小さくなり妥当であると判断される。これらの結果から、評価結果の交差検証においてめやすを導入することにより、交差検証 MAE との比較によって代表点の充足性及び放射能分布の妥当性を判断できる見通しが得られた。

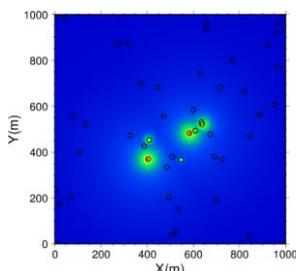


図 1 仮想的に与えた真の放射能分布

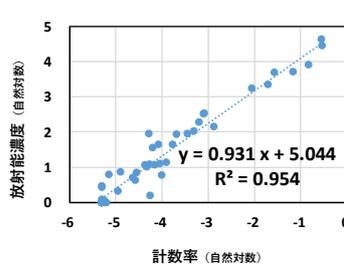


図 2 散布図 (50 点) と回帰直線

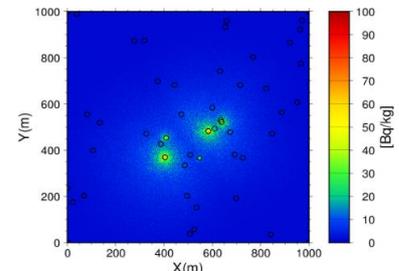


図 3 放射能分布評価結果

[1]島田他、2020年秋の大会 3D08, [2] 那須川他、言語処理学会 2016

*Taro Shimada¹, Kazuji Miwa¹, Toshihisa Sasaki² and Seiji Takeda¹

¹JAEA Nuclear Safety Research Center, ²V.I.C.

本研究は原子力規制委員会原子力規制庁「令和2年度廃止措置・クリアランスに関する検討」として実施したものである。