

農地土壌の除染と空間線量率低減の関係 ～GISを用いた除染効果の簡易推定～

東京大学 大学院農学生命科学研究科
生物・環境工学専攻 農地環境工学研究室
吉田修一郎

農地における放射性セシウムの除染では、作物による放射性セシウムの吸収を抑制する効果と、周囲の空間線量を低減する効果の二つが期待される。前者は、作物が養水分を盛んに吸収する作土層中の放射性セシウムを低減させることによる除染の直接的効果である。一方、後者の効果の大小は、観測点直下の作土層中の放射性セシウムの平均濃度（Bq/kg 作土）のみならず、深さごとの鉛直分布（表層に集中しているか平均的に存在しているか）や周囲の既除染地、未除染地の面的な分布により影響を受ける。本講演では GIS（空間地理情報システム）と γ 線の簡易計算法を組み合わせた除染前後の農地およびその周辺部での空間線量率（実効線量率）の推定方法を紹介する。

観測点の周囲にある放射性物質から射出される光子は、媒質の原子と衝突をすることで散乱・減弱しながら、一部が観測点に到達する。観測点で検出される γ 線の線量率は、発生源から発せられる光子の数とエネルギー（放射性核種の種類と濃度による）、観測点までの距離、さらにその間の媒質の種類（土、水、空気など）により決まる。事故により汚染された土壌中の放射性セシウムは、場所や深さに応じて不均一に分布しているが、観測点周囲の汚染土壌を多数の有限領域に分割すれば、近似的にこれらを点線源とみなすことができる。各部分（線源）から観測点に到達する単位時間当たりの実効線量を、中間の媒質や通過距離を考慮して「簡易計算法（点減衰核法）」により計算し、各部分からの寄与を全て足し合わせれば、観測点における実効線量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）を推定することができる。

除染前後の土層中の放射性セシウム濃度の鉛直分布に関する情報が面的に得られている場合、GIS の活用は、視覚的かつ簡便なデータ入力と計算の効率化に有効である。まず GIS の汎用ソフトウェア上に、水田の区画、道路、河川等がポリゴンとして登録された地図を作成する。各ポリゴン内では放射性セシウムの鉛直分布（土層ごとの濃度）が一様であるとして、各深さの濃度をポリゴンの属性として付与する。観測点の周辺部の土地を観測点からの距離範囲に応じてドーナツ状に分割した上で、それぞれの土層を水平方向に薄くスライスすると、空気中および土中を γ 線が通過する時の直線距離が等しい領域（缶詰のパインのようなもの）が得られる。 γ 線の減衰率は、空気中および土中の通過距離で決まるので、各領域内の放射性セシウムの総量を求めれば、観測点における空間線量率に対する各領域の寄与を効率的に計算できる。

この手法を適用すると、例えば、現況で土壌のセシウム濃度が 7,600Bq/kg（15cm までの平均；表層 3cm に 87%が分布）の隣接する 6 枚の水田（各 30a）について、①地表から 10cm までを耕耘し、表層に集中している放射性セシウムを深部に分散させると、水田中央の高さ 1m での実効線量率は、 $4.5\mu\text{Sv/h}$ から $2.4\mu\text{Sv/h}$ に低下し、また、②表層 5cm を剥ぎ取り、清浄な土を客土すれば、実効線量率は $0.2\mu\text{Sv/h}$ まで低下する、といった推定が可能となる。