

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 吉田修一郎

農地の除染の2つの目的

- 土壌から作物への放射性セシウムの移行を低下させる

土壌のセシウム
濃度 (Bq/kg)



移行係数



農産物のセシウム
濃度 (Bq/kg)

現行新基準：100[Bq/kg]

土壌のセシウム濃度[Bq/kg] × 移行係数が100を超える場合、
除染が必要

- 生活や作業の場としての農地およびその周辺部の空間線量を低減させ、安全な環境に戻す

避難解除の要件は20mSv/年(3.8μSv/h)、
生活環境の追加放射線量率は最終的に1mSv/年(0.23μSv/h)以下が目標



農地の除染は、どの程度まで行なう必要があるか？

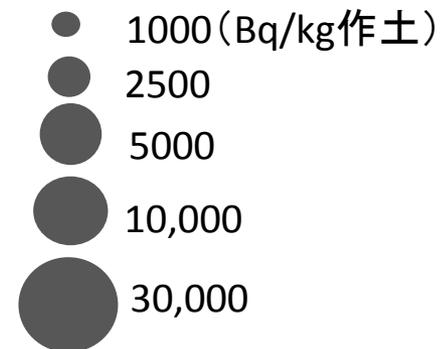
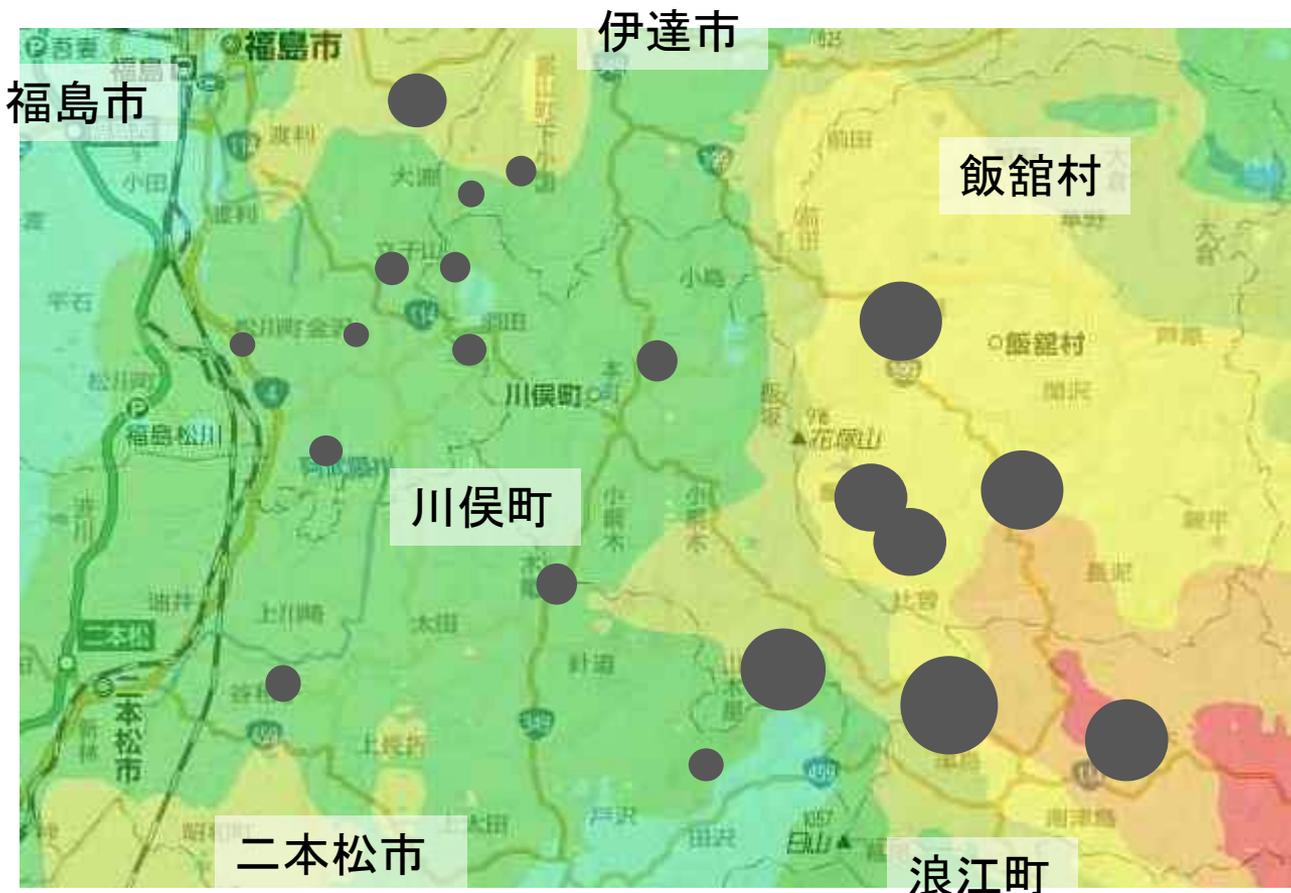
土壌の放射能と空間の実効線量

Bq/kg と $\mu\text{Sv/h}$

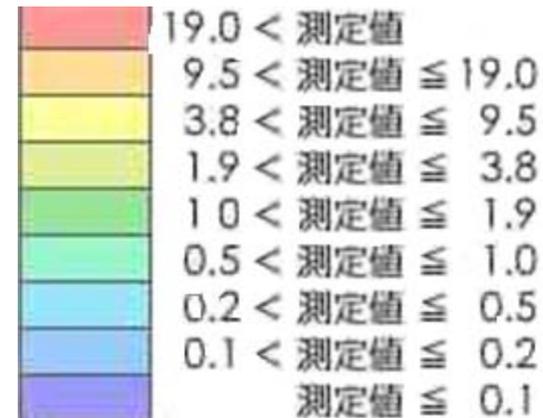
放射性セシウムの土中濃度と放出される γ 線の実効線量率(人体影響)との関係

航空機モニタリング(文科省)と土壌サンプリング(福島県)の結果

土壌の放射性セシウム濃度



空間線量率($\mu\text{Sv/h}$)



水田での空間線量率測定例

高さ1m NaIシンチレーションサーベイメータ



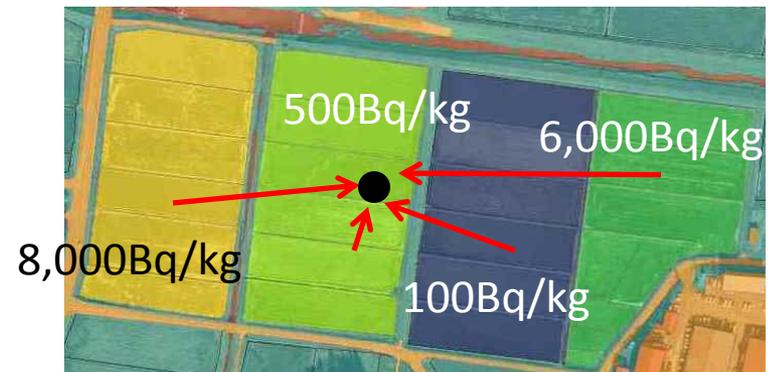
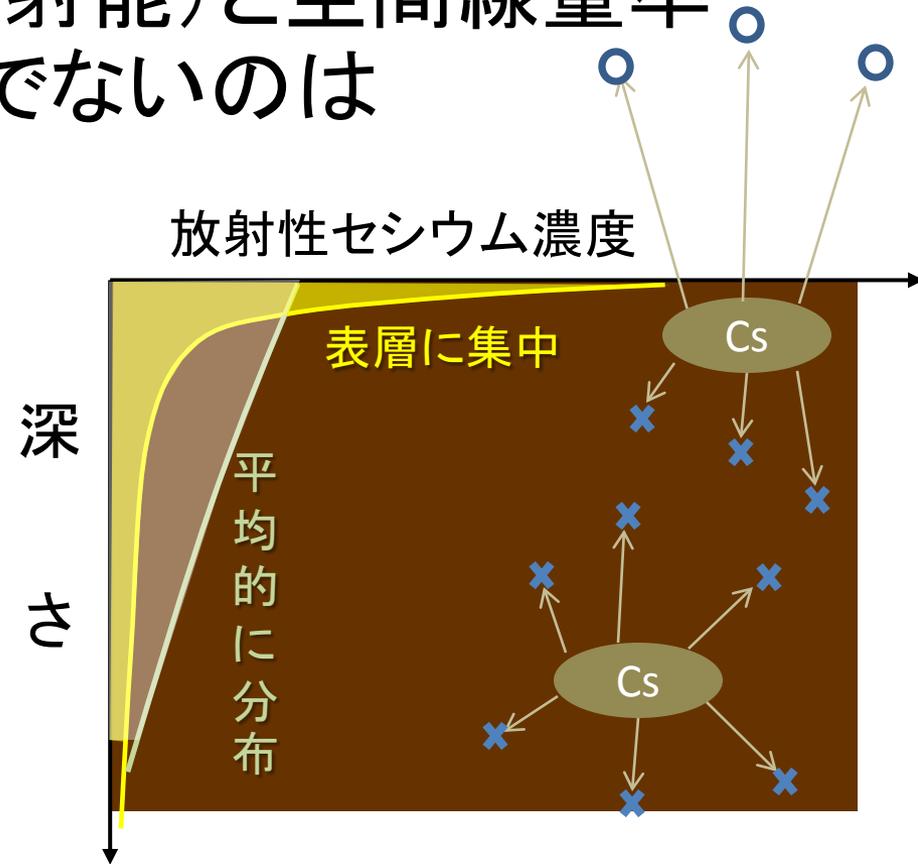
- 2.0～2.5 $\mu\text{Sv/h}$
- 2.5～3.0
- 3.0～3.5
- 3.5～4.0
- 4.0～4.5

数100mの範囲でも倍の差が見られる。

土壌のセシウム濃度(放射能)と空間線量率 の関係が単純でないのは

- セシウム降下量は同じでも、
表層に集中しているか、深い
層まで分布しているかで空
間線量は大きく異なる。
　　<土自身の遮へい効果>

- 線量率計測点直下の土壌だ
けではなく、周囲の土壌、森
林、建築物の放射能が影響
　　<マップ情報>



GIS(地理情報システム)を用いた 除染効果の簡易推定

1. マップへの汚染状況の入力

現況の推定： それぞれの場所の現況濃度分布をGISに入力

除染効果の推定： 除染対象区域については除染後に予想される濃度分布に置き換える

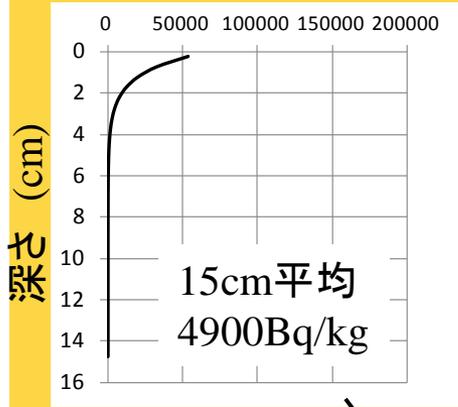


2. 点減衰核法(簡易計算法) を用いた空間線量率の計算

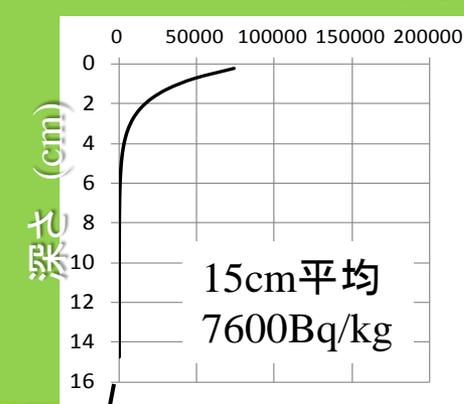
周囲の汚染土壌を有限個の「点線源」と見なして、各点からの寄与を足しあわせて計算

汚染状況をGIS（地理情報システム）に取り込む

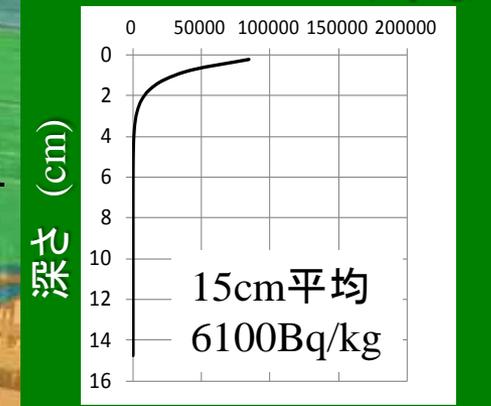
放射性セシウム濃度 (Bq/kg)



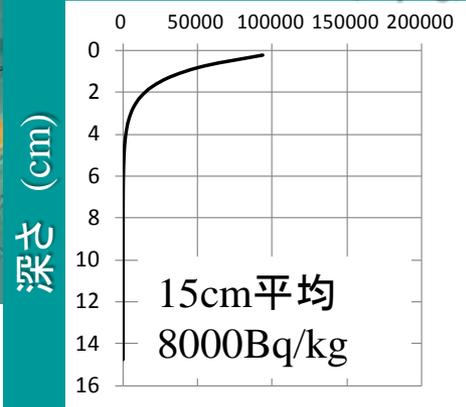
放射性セシウム濃度 (Bq/kg)



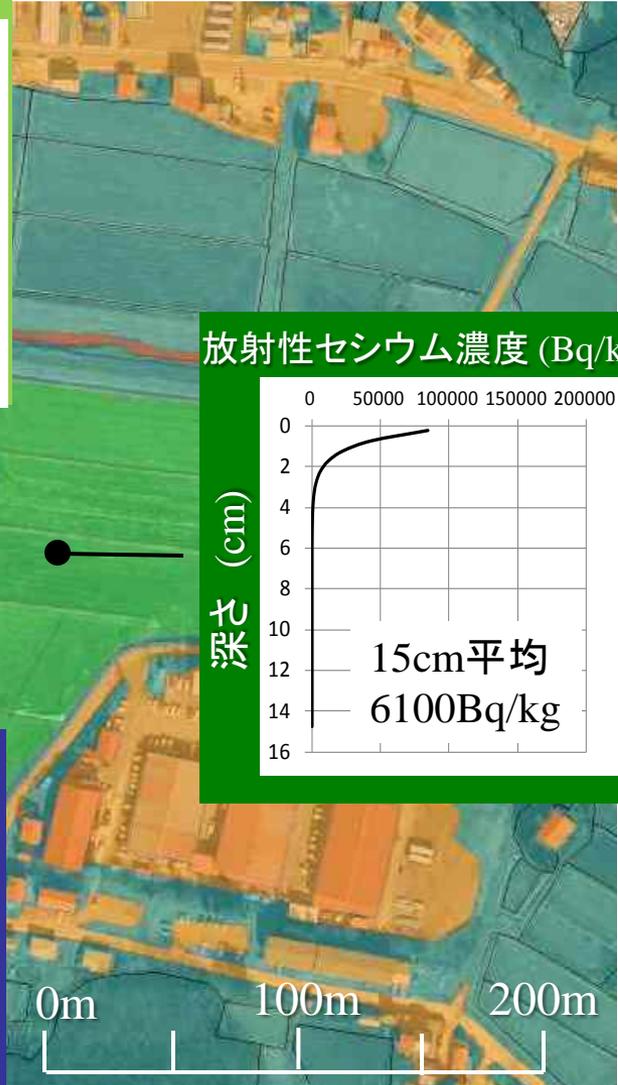
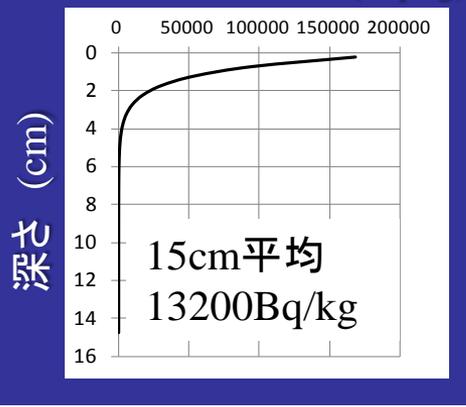
放射性セシウム濃度 (Bq/kg)



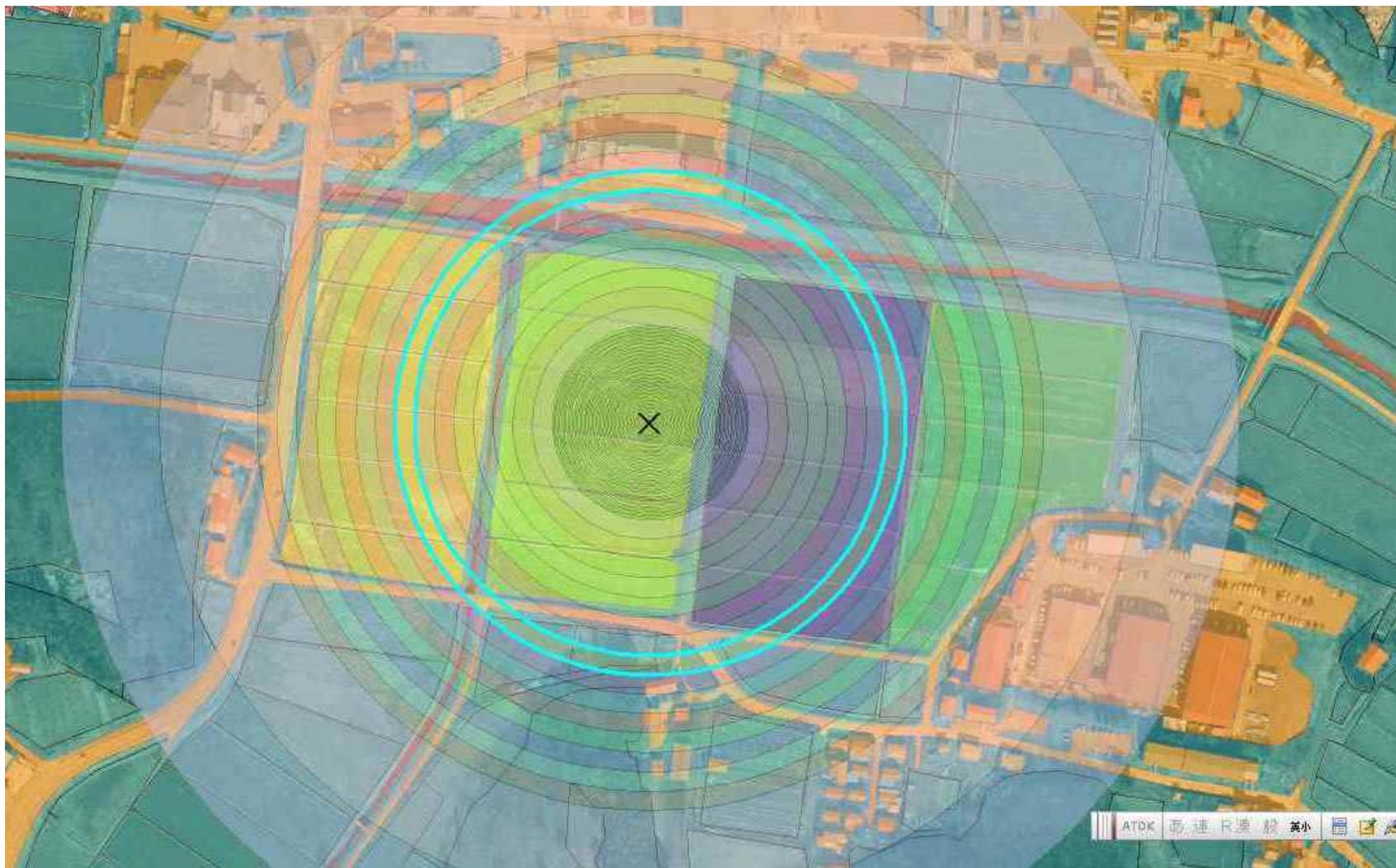
放射性セシウム濃度 (Bq/kg)



放射性セシウム濃度 (Bq/kg)



空間線量率計測点から等距離のリング状領域に区分し、
各リング・各深さの土層の「平均濃度」を計算する



各リングからの γ 線を計算し、全てのリングについて足しあわせる

単純な距離効果

媒質通過による減衰効果

濃度

$$D = \sum_E \sum_{i \vee j} \frac{1}{4\pi r^2} R_E B_E S_E \exp(-\mu_{soil} E d_{soil} - \mu_{air} E d_{air} - \mu_{cover} E d_{cover}) \overline{C}_{ij} \gamma_d \Delta V_{ij}$$

i番目のリングのj番目の土層

R_E : 実効線量換算係数 [$\mu\text{Sv m}^2$]

B_E : ビルドアップ係数 (散乱線の影響を考慮)

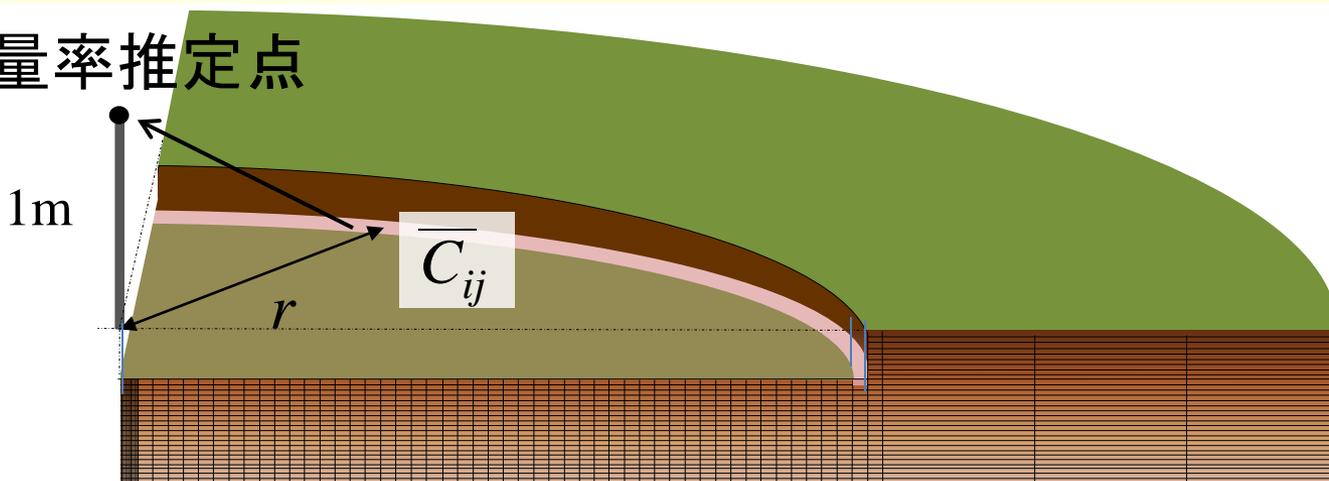
S_E : 放出率 \times その核種の存在率 [s^{-1}]

μ_{soil} 、 μ_{air} 、 μ_{cover} : 土壌、空気、地表被覆物 (雪や湛水) の線減衰係数 [m^{-1}]

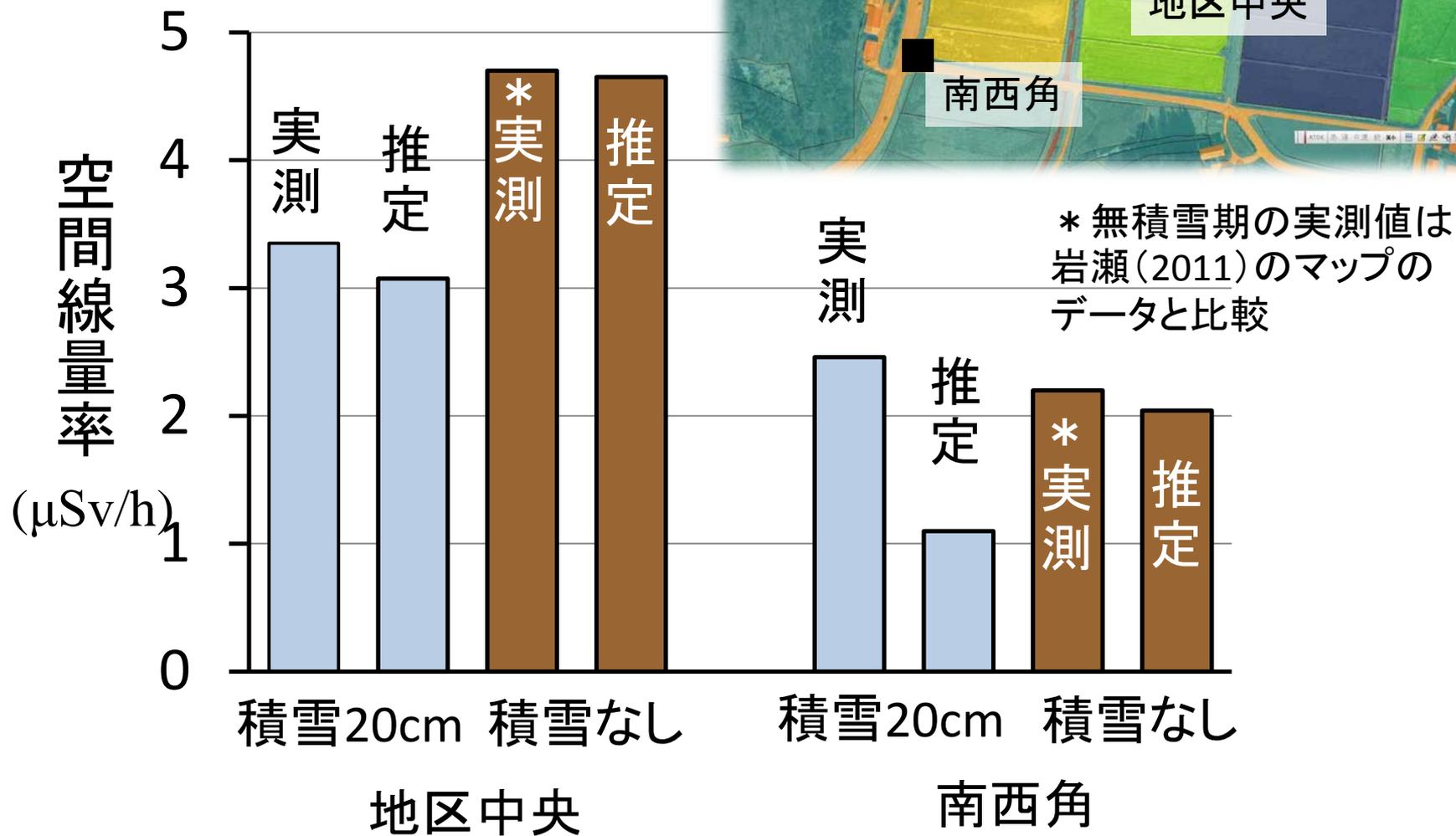
d_{soil} 、 d_{air} 、 d_{cover} : " 中の通過距離 [m]

$\gamma_d \Delta V_i$: 体積要素内の土の乾燥質量 [kg]

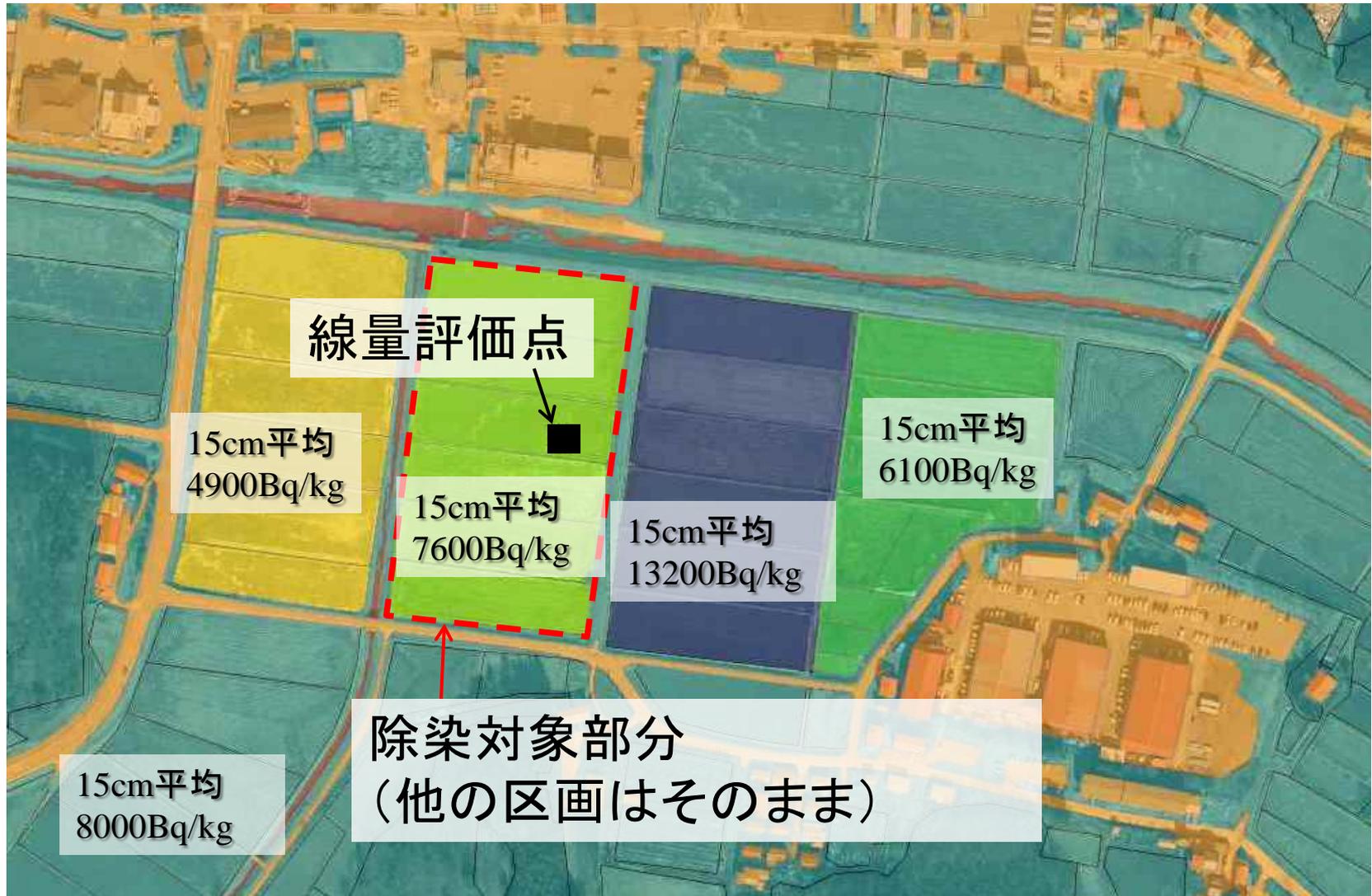
線量率推定点



現況の推定結果



除染による線量率低減効果の推定



想定1：耕うん

深さ10cmまでを耕耘 表層に集中している放射性セシウムを0～10cm層に分散させる



想定2：剥ぎ取り + 客土

深さ5cmまでの汚染土を剥ぎ取り、清浄な土を客土する



除染効果の推定結果

