

福島第一原子力発電所構内の土壌等の汚染

- 発電所の内と外でストロンチウムやプルトニウムの汚染はどのように違うのか -

駒 義和：廃炉国際共同研究センター

概要

放射性セシウム (^{137}Cs) は生活空間の線量率に影響するので、その分布がよく調べられています。放射性ストロンチウム (^{90}Sr) やプルトニウム (Pu) は、体内に取り込まれた時の被ばくについて重要ですが、その汚染はセシウムと比べてどのように違うのでしょうか。また、発電所の内と外では、汚染に違いがあるのでしょうか。分析によって求められたデータを用いて比較、考察しました。

発電所内の汚染

発電所内で採取した土壌、原子炉建屋の中などで採取した瓦礫の分析データをもとに、ストロンチウムやプルトニウムなどの放射性核種が核燃料から土壌や瓦礫への移動した割合を放射性セシウム ^{137}Cs と比べました。

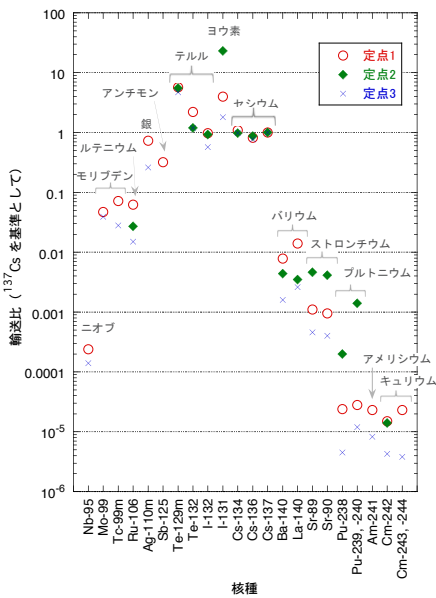


図1 構内土壌(1-2号機から約500mの3地点)への種々の核種の輸送比

東京電力株式会社「福島第一原子力発電所構内における土壌中の放射性物質の検出状況について(プレスリリース, 平成23年3月28日(2011))」,並びにこの数値の分析値を用いて計算した。JAEA-Data-Code-2014-015

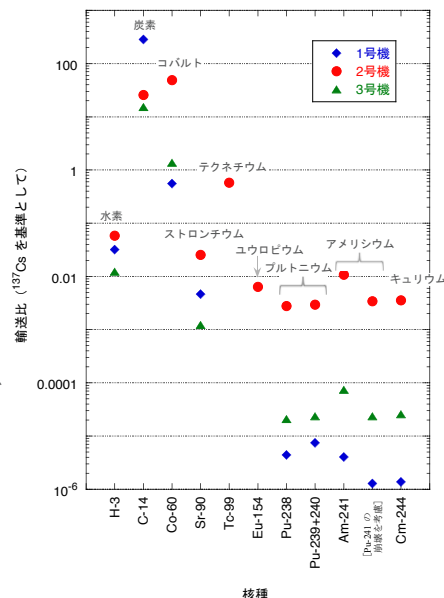


図2 原子炉建屋内にて採取した瓦礫(1と3号機の1階)、床塗膜(2号機の5階)への種々の核種の輸送比

「福島第一発電所構内で採取した建屋内瓦礫、立木、廃棄物及び土壌の放射能分析(廃炉・第16回汚染水対策チーム会合/事務局会議, 平成27年3月26日)」の分析値を用いて計算した。

ストロンチウムやプルトニウムは、セシウムに比べて汚染の濃度が低いのですが、燃料からの移動は小さく、放出されにくかったことがわかりました。土壌と瓦礫への移動しやすさは一部を除き同程度でした。

輸送比

セシウムを基準として(輸送比 = 1)燃料からの移動のしやすさを表す。1より大きいとセシウムに比べて移動しやすい(揮発性が高く、汚染しやすい)ことを表す。

$$T_X = \frac{N_{X, \text{sample}} / N_{X, \text{fuel}}}{N_{\text{std, sample}} / N_{\text{std, fuel}}} = \frac{C_{X, \text{sample}} / A_{X, \text{fuel}}}{C_{\text{std, sample}} / A_{\text{std, fuel}}}$$

・ 元素Xが核燃料 (fuel) から試料 (sample) へと移行した割合を、基準とする核種に対する比として求める。
・ Nは原子数、cは濃度 (Bq/kg など)、Aは放射能 (Bq)、Xは対象とする核種、stdは基準とする核種 (^{137}Cs)とした。

発電所から外の汚染

福島県を中心とした近郊の土壌へのストロンチウムの移動しやすさは、距離が離れてもセシウムに対しておよそ1,000分の1程度でした。チェルノブイリ発電所の例では、1,000 kmを超える距離までセシウムとストロンチウムの移動しやすさに変わりはありませんでした。

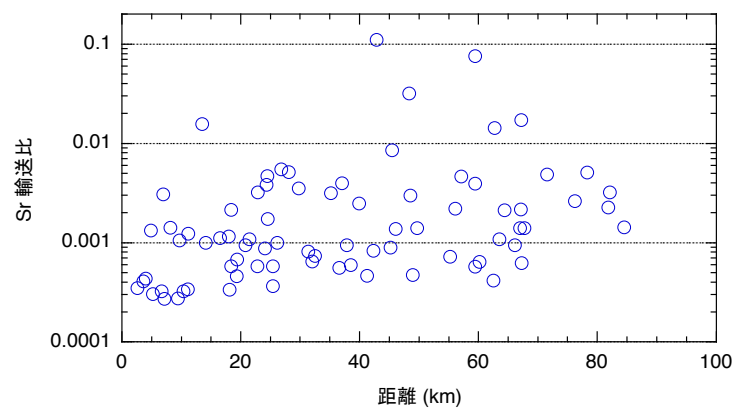


図3 発電所から近郊土壌へのストロンチウムの輸送比

文部科学省 原子力災害対策本部「放射線量等分布マップの作成等に係る検討会」のデータを用いて計算した。

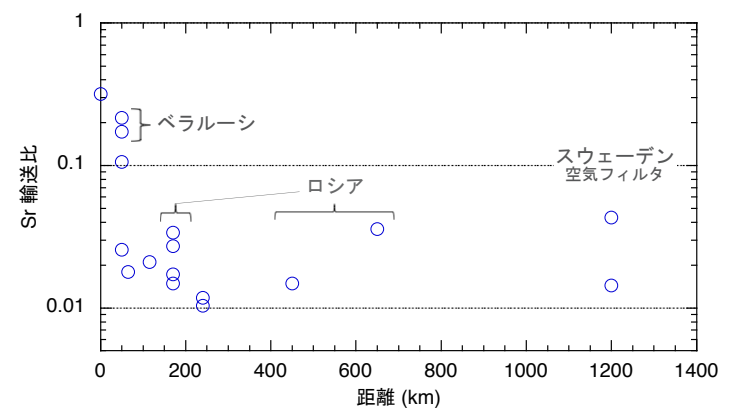


図4 チェルノブイリ事故における近隣国の土壌へのストロンチウムの輸送比

次の文献のデータを用いて計算した。Hoshi, Health Physics, 37(2), 187 (1994). B. Salbu et al., Health Physics, 67(5), 518 (1994). L. Devel, NEA/CSNI-145, vol. 1, Table 3 (1988).

放射性セシウム ^{137}Cs の濃度は発電所から遠ざかるとともに低くなり、ストロンチウムやプルトニウムの濃度もセシウムに比例して低くなっていくことがわかりました。土壌のプルトニウム濃度は、核実験からの降下物(フォールアウト)と同じ程度なので、発電所の近傍を除いてごく低いものと考えられます。

まとめ

発電所内の汚染物と近郊の土壌、チェルノブイリの例を比べ、ストロンチウムやプルトニウムの移動しやすさは、セシウムに比べておよそ一定の割合なので、セシウムの濃度が下がれば同様に低くなっていく可能性がわかりました。

発電所近傍や原子炉建屋の中のデータを蓄積し、このことを検証していきます。