

除去土壌の埋立処分に係る被ばく評価のための線量換算係数の算出

平成 31 年 2 月 8 日
日本原子力研究開発機構
安全研究センター
環境影響評価研究グループ

福島県外において保管されている除去土壌の埋立処分の検討に資することを目的に、除去土壌を埋立処分する場合に一般公衆が受ける追加被ばく線量を評価するため、市町村ごとの除去土壌の保管量に相当する量を埋め立てる場合や福島県外の除去土壌の全量に相当する量を埋め立てる場合等、いくつかのケースを設定し、外部被ばく線量換算係数を算出した。

(1) 評価方法

線量換算係数の算出には、MCNP5 コードを用いた。以下に計算条件を示す。

評価対象核種：

^{134}Cs と ^{137}Cs

除去土壌の形状：

- ・ $2\text{ m} \times 2\text{ m} \times 1\text{ m}$
- ・ $10\text{ m} \times 10\text{ m} \times 1\text{ m}$
- ・ $20\text{ m} \times 20\text{ m} \times 2\text{ m}$
- ・ $50\text{ m} \times 50\text{ m} \times 10\text{ m}$
- ・ $200\text{ m} \times 200\text{ m} \times 10\text{ m}$

除去土壌の密度：

1.7 g/cm^3

覆土厚さ：

0 cm、30 cm、50 cm

覆土及び周辺土壌の密度：

1.5 g/cm^3

評価位置

- ・ 埋立場所の中心直上、地上高さ 1 m の地点
- ・ 埋立場所の 1 辺の midpoint から 1、2、4、6、8、10、20、30、40、50、60、70、80、90、100 m、地上高さ 1 m の各地点

例として、 $2\text{ m} \times 2\text{ m} \times 1\text{ m}$ の形状の除去土壌に対し、50 cm の覆土をした場合の線源体系と評価地点を図 1 に示す。

- 評価点
- 除去土壌
- 覆土
- 周辺土壌

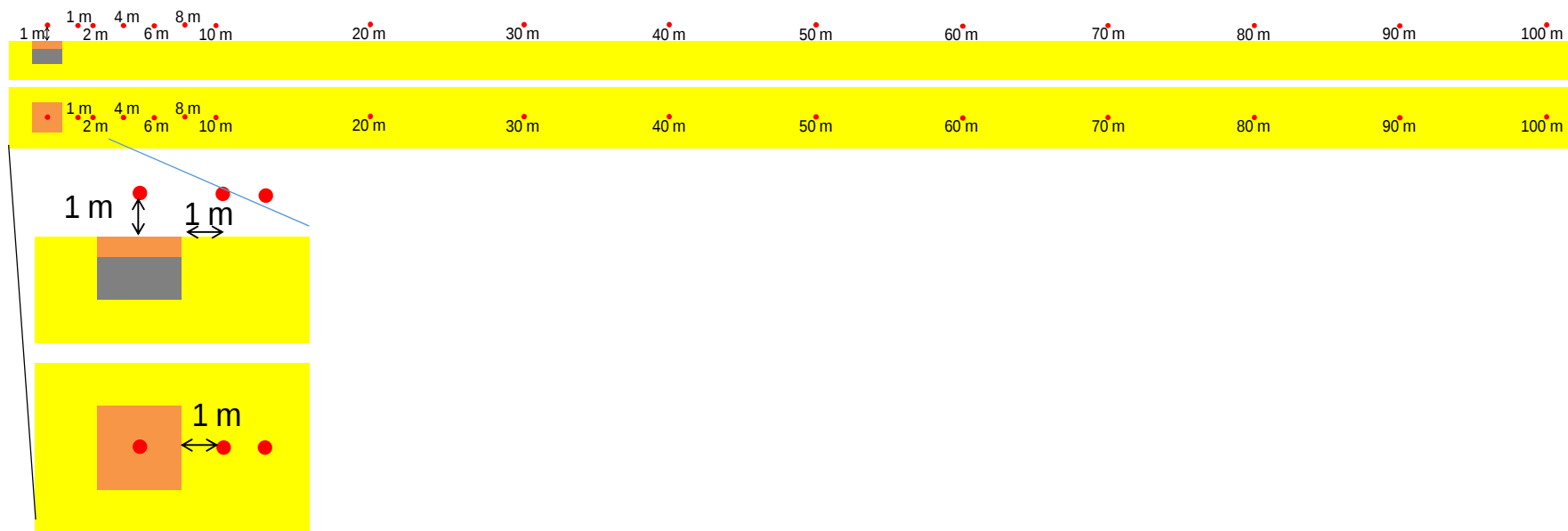


図1 線源体系と評価地点の一例 (除去土壌の形状：2 m × 2 m × 1 m、覆土厚さ：50 cm)

(2) 評価結果

各形状の除去土壌に対して、0、30、50 cmの覆土を施した場合の ^{134}Cs と ^{137}Cs による各評価地点での外部被ばく線量換算係数を表 1 5 に示す。いずれの形状においても、埋立場所からの距離が離れるにつれ、また覆土の厚さが厚くなるにつれ外部被ばく線量換算係数が小さくなる傾向がみられた。また、除去土壌の形状で比較を行うと、形状が大きくなるにつれ外部被ばく線量換算係数が大きくなった。

表 1 2 m×2 m×1 m の除去土壌からの外部被ばく線量換算係数($\mu\text{Sv/h per Bq/g}$)

覆土厚さ	0cm		30cm		50cm	
距離/m	^{134}Cs	^{137}Cs	^{134}Cs	^{137}Cs	^{134}Cs	^{137}Cs
1	2.60E-02	9.32E-03	8.51E-04	2.74E-04	1.08E-04	3.14E-05
2	8.60E-03	3.07E-03	1.83E-04	6.00E-05	2.31E-05	6.86E-06
4	1.84E-03	6.58E-04	3.11E-05	1.05E-05	3.98E-06	1.23E-06
6	6.80E-04	2.44E-04	1.20E-05	4.11E-06	1.55E-06	4.86E-07
8	3.33E-04	1.20E-04	6.53E-06	2.26E-06	8.46E-07	2.70E-07
10	1.94E-04	7.03E-05	4.27E-06	1.48E-06	5.54E-07	1.77E-07
20	4.27E-05	1.57E-05	1.38E-06	4.90E-07	1.82E-07	5.89E-08
30	2.01E-05	7.52E-06	7.67E-07	2.70E-07	1.01E-07	3.30E-08
40	1.24E-05	4.64E-06	5.09E-07	1.76E-07	6.61E-08	2.13E-08
50	8.48E-06	3.17E-06	3.57E-07	1.24E-07	4.70E-08	1.51E-08
60	6.26E-06	2.34E-06	2.66E-07	9.33E-08	3.47E-08	1.12E-08
70	4.79E-06	1.77E-06	2.03E-07	7.12E-08	2.66E-08	8.52E-09
80	3.75E-06	1.39E-06	1.62E-07	5.54E-08	2.09E-08	6.61E-09
90	3.00E-06	1.12E-06	1.28E-07	4.35E-08	1.65E-08	5.30E-09
100	2.44E-06	9.13E-07	1.03E-07	3.60E-08	1.33E-08	4.19E-09
中心	1.18E-01	4.26E-02	6.22E-03	2.03E-03	8.10E-04	2.38E-04

表 2 10 m × 10 m × 1 m の除去土壌からの外部被ばく線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/g)

覆土厚さ	0cm		30cm		50cm	
距離 / m	134Cs	137Cs	134Cs	137Cs	134Cs	137Cs
1	7.03E-02	2.53E-02	1.75E-03	5.75E-04	2.22E-04	6.61E-05
2	3.38E-02	1.22E-02	6.42E-04	2.16E-04	8.18E-05	2.52E-05
4	1.23E-02	4.41E-03	2.25E-04	7.76E-05	2.91E-05	9.20E-06
6	6.16E-03	2.23E-03	1.26E-04	4.38E-05	1.64E-05	5.24E-06
8	3.70E-03	1.35E-03	8.52E-05	2.98E-05	1.11E-05	3.58E-06
10	2.49E-03	9.09E-04	6.37E-05	2.23E-05	8.32E-06	2.69E-06
20	7.75E-04	2.85E-04	2.68E-05	9.44E-06	3.52E-06	1.15E-06
30	4.08E-04	1.53E-04	1.61E-05	5.65E-06	2.11E-06	6.87E-07
40	2.64E-04	9.80E-05	1.09E-05	3.84E-06	1.43E-06	4.65E-07
50	1.86E-04	6.95E-05	7.88E-06	2.77E-06	1.03E-06	3.35E-07
60	1.41E-04	5.26E-05	5.93E-06	2.08E-06	7.78E-07	2.51E-07
70	1.06E-04	4.03E-05	4.59E-06	1.60E-06	6.00E-07	1.94E-07
80	8.52E-05	3.17E-05	3.62E-06	1.26E-06	4.74E-07	1.52E-07
90	6.82E-05	2.56E-05	2.91E-06	1.01E-06	3.80E-07	1.22E-07
100	5.63E-05	2.10E-05	2.36E-06	8.18E-07	3.07E-07	9.79E-08
中心	3.02E-01	1.09E-01	1.12E-02	3.67E-03	1.45E-03	4.27E-04

表 3 20 m × 20 m × 2 m の除去土壌からの外部被ばく線量換算係数(μSv/h per Bq/g)

覆土厚さ	0cm		30cm		50cm	
距離 /m	134Cs	137Cs	134Cs	137Cs	134Cs	137Cs
1	8.22E-02	2.95E-02	2.01E-03	6.64E-04	2.56E-04	7.68E-05
2	4.40E-02	1.58E-02	8.75E-04	2.96E-04	1.12E-04	3.48E-05
4	1.96E-02	7.10E-03	4.09E-04	1.41E-04	5.30E-05	1.69E-05
6	1.17E-02	4.23E-03	2.74E-04	9.53E-05	3.57E-05	1.15E-05
8	7.93E-03	2.89E-03	2.08E-04	7.26E-05	2.72E-05	8.76E-06
10	5.86E-03	2.14E-03	1.68E-04	5.87E-05	2.20E-05	7.10E-06
20	2.28E-03	8.45E-04	8.37E-05	2.94E-05	1.10E-05	3.56E-06
30	1.32E-03	4.92E-04	5.32E-05	1.87E-05	6.99E-06	2.26E-06
40	8.89E-04	3.31E-04	3.73E-05	1.31E-05	4.88E-06	1.58E-06
50	6.47E-04	2.40E-04	2.75E-05	9.61E-06	3.60E-06	1.16E-06
60	4.91E-04	1.83E-04	2.09E-05	7.31E-06	2.75E-06	8.85E-07
70	3.83E-04	1.43E-04	1.64E-05	5.70E-06	2.14E-06	6.87E-07
80	3.06E-04	1.15E-04	1.30E-05	4.52E-06	1.70E-06	5.44E-07
90	2.52E-04	9.35E-05	1.05E-05	3.64E-06	1.37E-06	4.37E-07
100	2.05E-04	7.63E-05	8.52E-06	2.95E-06	1.11E-06	3.54E-07
中心	3.34E-01	1.20E-01	1.18E-02	3.86E-03	1.52E-03	4.50E-04

表 4 50 m × 50 m × 10 m の除去土壌からの外部被ばく線量換算係数(μSv/h per Bq/g)

覆土厚さ	0cm		30cm		50cm	
距離 /m	134Cs	137Cs	134Cs	137Cs	134Cs	137Cs
1	9.56E-02	3.44E-02	2.48E-03	8.26E-04	3.14E-04	9.56E-05
2	5.67E-02	2.05E-02	1.31E-03	4.49E-04	1.69E-04	5.31E-05
4	3.10E-02	1.13E-02	8.09E-04	2.82E-04	1.06E-04	3.38E-05
6	2.19E-02	8.02E-03	6.42E-04	2.24E-04	8.41E-05	2.71E-05
8	1.72E-02	6.30E-03	5.47E-04	1.92E-04	7.17E-05	2.32E-05
10	1.42E-02	5.20E-03	4.81E-04	1.68E-04	6.31E-05	2.04E-05
20	7.65E-03	2.85E-03	3.00E-04	1.05E-04	3.94E-05	1.27E-05
30	5.11E-03	1.89E-03	2.11E-04	7.40E-05	2.77E-05	8.97E-06
40	3.72E-03	1.40E-03	1.56E-04	5.48E-05	2.05E-05	6.61E-06
50	2.83E-03	1.05E-03	1.20E-04	4.20E-05	1.57E-05	5.05E-06
60	2.20E-03	8.31E-04	9.41E-05	3.27E-05	1.23E-05	3.95E-06
70	1.77E-03	6.53E-04	7.51E-05	2.61E-05	9.80E-06	3.14E-06
80	1.44E-03	5.41E-04	6.06E-05	2.10E-05	7.92E-06	2.52E-06
90	1.18E-03	4.42E-04	4.95E-05	1.71E-05	6.45E-06	2.07E-06
100	9.77E-04	3.76E-04	4.07E-05	1.40E-05	5.30E-06	1.68E-06
中心	3.63E-01	1.30E-01	1.26E-02	4.15E-03	1.63E-03	4.85E-04

表 5 200 m × 200 m × 10 m の除去土壌からの
外部被ばく線量換算係数(μ Sv/h per Bq/g)

覆土厚さ	0cm		30cm		50cm	
距離 /m	134Cs	137Cs	134Cs	137Cs	134Cs	137Cs
1	1.20E-01	4.34E-02	3.47E-03	1.16E-03	4.50E-04	1.36E-04
2	8.08E-02	2.93E-02	2.30E-03	7.87E-04	3.00E-04	9.43E-05
4	5.43E-02	2.00E-02	1.77E-03	6.14E-04	2.31E-04	7.42E-05
6	4.44E-02	1.65E-02	1.57E-03	5.47E-04	2.05E-04	6.60E-05
8	3.88E-02	1.43E-02	1.44E-03	5.03E-04	1.89E-04	6.07E-05
10	3.51E-02	1.29E-02	1.35E-03	4.72E-04	1.77E-04	5.67E-05
20	2.57E-02	9.44E-03	1.03E-03	3.60E-04	1.36E-04	4.33E-05
30	2.00E-02	7.42E-03	8.27E-04	2.86E-04	1.08E-04	3.45E-05
40	1.62E-02	6.05E-03	6.72E-04	2.33E-04	8.79E-05	2.80E-05
50	1.35E-02	5.03E-03	5.50E-04	1.93E-04	7.26E-05	2.31E-05
60	1.13E-02	4.20E-03	4.61E-04	1.60E-04	6.00E-05	1.91E-05
70	9.61E-03	3.52E-03	3.84E-04	1.33E-04	5.14E-05	1.60E-05
80	7.99E-03	3.01E-03	3.27E-04	1.12E-04	4.21E-05	1.33E-05
90	6.94E-03	2.52E-03	2.74E-04	9.36E-05	3.56E-05	1.12E-05
100	5.85E-03	2.18E-03	2.33E-04	7.96E-05	3.01E-05	9.42E-06
中心	4.11E-01	1.48E-01	1.46E-02	4.90E-03	1.97E-03	5.70E-04