

表 1 地表に沈着した放射性セシウムから放出される線による線量当量率の計算条件
(下線部は新たに追加した項目である)

計算モデル	円形汚染
汚染の広がり (ラジアル方向)	一様分布 半径： <u>5</u> ， <u>10</u> ，15，25， <u>50</u> ，100 cm 及び 200 m
汚染の深さ (鉛直方向)	指数関数分布 *1 緩衝深度 (β)： <u>1.2</u> ， <u>1.6</u> 及び <u>2.0</u> g/cm ²
地表面の放射能濃度	50 万 Bq/kg (500 Bq/g) *2

*1 深さ d (g/cm²) における放射能濃度が $\exp(-d/\beta)$ に比例する分布。ここで、緩衝深度βは、放射能濃度が地表面の 1/e (= 1/2.72) 倍になる深さを指す。

*2 単位面積当たりの沈着密度 (Bq/cm²) = 緩衝深度 (g/cm²) × 表層の放射能濃度 (Bq/g)。なお、50 万 Bq/kg は高濃度汚染土壌に相当する。

表 2 試験に使用した作業服・手袋の仕様

	A	B	C	D	E	F
種別	作業服	作業服	雨合羽	軍手	軍手	ゴム手袋
寸法	10cm × 10cm	10cm × 10cm	10cm × 10cm	原寸大	原寸大	原寸大
材質	ポリエステル	ポリエステル綿	ナイロン	ポリエステル 塩化ビニール (滑り止め)	ポリエステル	ゴム

表 3 付着試験に使用した土の特性*1

名称	黒土		赤土		川砂	
工学的分類	細粒分 まじり砂	細粒分 質砂	砂		礫まじり砂	
粒径分布						
2 mm 以上 (礫)	3.5%	3.6%	0.4%	0.7%	7.3%	8.7%
0.85 ~ 2 mm (粗砂)	13.2%	7.2%	8.1%	6.7%	18.7%	18.1%
0.25 ~ 0.85 mm (中砂)	44.3%	30.3%	67.2%	72.0%	59.4%	59.7%
0.075 ~ 0.25 mm (細砂)	28.3%	36.8%	19.8%	16.9%	13.9%	13.0%
0.075mm 以下 (シルト + 粘土)	10.7%	22.1%	4.5%	3.7%	0.7%	0.5%
50%粒径 (mm)	0.36	0.20	0.34	0.38	0.51	0.54
自然含水比 (含水率) *2	63.1 (39%)	43.5 (30%)	24.0 (19%)	22.6 (18%)	11.6 (10%)	11.5 (10%)

*1 それぞれの土壌試料からサンプルを二つ採取し分析した。

*2 水と固体の質量をそれぞれ W, S とするとき、含水比は $W/S \times 100$ 、含水率は $W/(W+S) \times 100(\%)$ で表現される。

表 4 ピリング試験による土の付着密度（試験布 A，標本数：各 3 枚）

土の種類	黒土	黒土（湿土）	赤土	川砂
含水率 ^{*1}	40%	50%	20%	10%
付着密度(mg/cm ²)	0.76 ± 0.06	11 ± 1.4	0.99 ± 0.07	0.93 ± 0.07

^{*1} ハロゲン水分計で測定

表 5 動的荷重試験による土の付着密度（カッコ内は標本数）

土の種類	含水率 ^{*1}	付着密度 (mg/cm ²)		
		試験布 A	試験布 B	試験布 C
黒土（乾土）	<10%	2.3 ± 0.1 (3)	2.2 ± 0.2 (3)	0.57 ± 0.12 (3)
黒土（生土）	約 36%	7.0 ± 2.4 (9)	6.4 ± 0.4 (9)	1.4 ± 0.3 (6)
黒土（湿土） ^{*2}	約 47%	9.9 ± 2.2 (12)	12 ± 3.5 (12)	19 ± 2.0 (12)

^{*1} 乾土については自然乾燥させたときの質量変化から、湿土については生土の含水率をもとに追加した水の質量分を補正して算出した。

^{*2} 参考：同じ試験条件（湿土）で、綿布では 12 ± 2.3 (6)、不織布（タイベック）では 13 ± 7.7 (6) であった。

表 6 手袋への土の付着密度（カッコ内は標本数）

土の種類	含水率 ^{*1}	付着密度 (mg/cm ²)		
		手袋 D	手袋 E	手袋 F
黒土（乾土）	<10%	8.4 ± 0.7 (3)	12 ± 2.9 (3)	0.80 ± 0.23 (3)
黒土（生土）	約 36%	11 ± 2.5 (6) ^{*2}	12 ± 1.4 (6)	0.46 ± 0.02 (6)
黒土（湿土）	約 47%	29 ± 6.6 (12)	30 ± 1.4 (9)	31 ± 9.2 (9)

^{*1} 乾土については自然乾燥させたときの質量変化から、湿土については生土の含水率をもとに追加した水の質量分を補正して算出した。

^{*2} 参考：黒土（生土）をふるいで粒径 0.85 mm 未満と 0.85 mm 以上に分け、手袋 D について同じ試験を行ったところ、付着密度はそれぞれ 8.6 ± 1.8 (3)、5.8 ± 1.0 (3) mg/cm² であった。小さな粒径で付着密度がやや大きくなる傾向が見られた。ただし、本試験は、表中に示したものは異なる時期に実施したものであり、含水率等の条件は同一ではない。

表 7 歩行試験による長靴への土の付着密度

(a) 歩数：5,000 歩

場所	条件	長靴	付着密度 (mg/cm ²)				
運動場	晴天時 ^{*1}	G	41 ± 1.5	22 ± 11	—	—	—
		H	8.6 ± 0.4	7.3 ± 0.9	—	—	—
		I	60 ± 12	42 ± 12	—	—	—
運動場	降雨後 ^{*2}	G	310 ± 20	130 ± 15 ^{*11}	—	—	—
		H	340 ± 17	98 ± 17 ^{*11}	—	—	—
		I	350 ± 7.7	190 ± 17 ^{*11}	—	—	—
公園	晴天時 ^{*3}	G	250 ± 13	180 ± 3.9	86 ± 3.8	—	—
		I	220 ± 24	150 ± 12	85 ± 16	—	—
公園	晴天時 ^{*4}	G	28 ± 5.1	20 ± 3.1	—	—	—
		I	25 ± 3.5	18 ± 4.2	—	—	—
公園	降雨後 ^{*5}	H	340 ± 28	120 ± 0.7	—	—	—
		I	710 ± 63	280 ± 64	—	—	—
公園	降雨後 ^{*6}	H	650 ± 42	470 ± 62	310 ± 83	76 ± 13	15 ± 8.3
		I	360 ± 41	210 ± 49	140 ± 37	39 ± 16	18 ± 11
公園	降雨後 ^{*7}	G	380 ± 0.5	200 ± 15	120 ± 13	—	35 ± 5.1 ^{*12}
		I	500 ± 44	250 ± 21	160 ± 18	—	59 ± 1.0 ^{*12}
荒地 (砂)	降雨後 ^{*5}	H	5.9 ± 0.1	3.5 ± 0.6	—	—	—
		I	59 ± 1.0	13 ± 4.4	—	—	—
畑	晴天時 ^{*8}	G	210 ± 4.2	21 ± 0.8	—	—	—
		G	200 ± 8.9	10 ± 1.3	—	—	—
		I	140 ± 6.1	5.0 ± 4.0	—	—	—
		I	200 ± 0.6	8.3 ± 0.1	—	—	—
畑	降雨後 ^{*9}	G	2300 ± 140	970 ± 55	540 ± 15	150 ± 31	17 ± 4.5
		G	2400 ± 32	670 ± 57	370 ± 42	220 ± 11	56 ± 18
		I	3100 ± 180	500 ± 30	300 ± 22	32 ± 4.0	7.0 ± 0.1
		I	2700 ± 200	1100 ± 150	500 ± 4.5	200 ± 90	33 ± 12
畑	降雨後 ^{*10}	H	120 ± 26	100 ± 32	—	—	—
		I	190 ± 31	81 ± 23	—	—	—

^{*1} 曇時々晴：試験の 5～6 日前に降雨（二日間の合計降水量 15.5 mm），それ以降の降雨なし。

^{*2} 曇時々雨（歩行中は曇）：試験当日及び前日に降雨（降水量はそれぞれ 80.0 mm，41.5 mm）。

^{*3} 快晴：試験の 7 日前に降雨（降水量 12.5 mm），それ以降の降雨なし。

^{*4} 曇：試験の 9 日前に降雨（降水量 12.5 mm），それ以降の降雨なし。

^{*5} 晴時々曇：試験の前日に降雨（降水量 43.5 mm）。

^{*6} 晴：試験の前日に降雨（降水量 12.5 mm）。

^{*7} 晴：試験の前日に降雨（降水量 13.5 mm）。

^{*8} 晴：試験の 5 日前に降雨（降水量 12.5 mm），それ以降の降雨なし。

^{*9} 快晴：試験の前日に降雨（降水量 12.5 mm）。

^{*10} 晴：試験の 2～3 日前に降雨（二日間の合計降水量 35.5 mm），それ以降の降雨なし。

^{*11} 同じ長靴で晴天時（7 日後）に同じ場所を歩行したところ，付着密度は，長靴 G，H，及び I についてそれぞれ 9.2 ± 2.3，13 ± 4.4，27 ± 15 mg/cm² に下がった。

^{*12} 同じ長靴で，7 日後に， の動作を再実施したところ，付着密度は，長靴 G 及び I についてそれぞれ 9.2 ± 1.1，16 ± 2.0 mg/cm² に下がった。

表 7 (続き)

(b) 歩数 : 500 歩

場所	条件	長靴	付着密度 (mg/cm ²)				
運動場	晴天時 ^{*1}	H	8.3 ± 7.3	3.7 ± 1.9	—	—	—
		I	23 ± 5.1	15 ± 3.8	—	—	—
運動場	降雨後 ^{*2}	H	280 ± 27	100 ± 13 ^{*5}	—	—	—
		I	230 ± 40	78 ± 37 ^{*5}	—	—	—
畑	晴天時 ^{*3}	G	150 ± 56	10 ± 2.7	—	—	—
		G	93 ± 13	3.8 ± 0.2	—	—	—
		I	110 ± 15	4.9 ± 1.6	—	—	—
		I	140 ± 1.8	4.2 ± 1.2	—	—	—
畑	降雨後 ^{*4}	G	2800 ± 410	580 ± 110	280 ± 63	150 ± 42	37 ± 17
		G	3500 ± 19	640 ± 210	320 ± 98	190 ± 87	50 ± 45
		I	3900 ± 90	450 ± 110	310 ± 72	44 ± 9.0	4.7 ± 4.1
		I	2000 ± 89	790 ± 120	260 ± 20	150 ± 25	58 ± 17

^{*1} 曇時々晴 : 試験の 5 ~ 6 日前に降雨 (二日間の合計降水量 15.5 mm), それ以降の降雨なし。

^{*2} 曇時々雨 (歩行中は曇) : 試験当日及び前日に降雨 (降水量はそれぞれ 80.0 mm , 41.5 mm)。

^{*3} 晴 : 試験の 5 日前に降雨 (降水量 12.5 mm), それ以降の降雨なし。

^{*4} 快晴 : 試験の前日に降雨 (降水量 12.5 mm)。

^{*5} 同じ長靴で晴天時 (7 日後) に同じ場所を歩行したところ , 付着密度は , 長靴 H 及び I についてそれぞれ 6.6 ± 1.6 , 10 ± 4.9 mg/cm² に下がった。

表 8 除染作業（１日間）に従事した者が着用した作業服，手袋，及び長靴から観測された放射能，表面密度，及び土壌中放射能濃度

	主たる 作業	放射能(Bq)			表面密度(Bq/cm ²)			土壌中濃 度(Bq/g)
		作業服 ^{*1}	手袋 ^{*2}	長靴	作業服 ^{*3}	手袋	長靴	
1	農地除染	7.2 ± 0.9	1.6 ± 0.4	170 ± 3	0.072	0.005	0.41	14 (平均)
2		14 ± 1	5.9 ± 0.6	540 ± 19	0.14	0.019	1.3	
3		3.0 ± 0.6	3.6 ± 0.5	2050 ± 37	0.030	0.011	5.1	
4		51 ± 2	5.6 ± 0.6	1100 ± 26	0.51	0.018	2.8	
5		19 ± 1	7.4 ± 0.6	1500 ± 29	0.19	0.023	3.8	
6	宅地除染	22 ± 2	2.6 ± 0.5	25 ± 2	0.22	0.008	0.063	9.2 (平均)
7		41 ± 2	9.4 ± 1.0	420 ± 15	0.41	0.029	1.1	
8		31 ± 2	3.0 ± 0.5	260 ± 12	0.31	0.009	0.65	
9		190 ± 8	24 ± 1.0	88 ± 6	1.9	0.076	0.22	
10		33 ± 2	5.1 ± 0.6	360 ± 15	0.33	0.016	0.91	
11	仮仮置場 建設	12 ± 1	1.5 ± 0.4	100 ± 8	0.12	0.005	0.26	5.0 (平均)
12		15 ± 1	3.1 ± 0.5	57 ± 4	0.15	0.010	0.14	
13		15 ± 1	1.1 ± 0.3	23 ± 1	0.15	0.003	0.057	
14		11 ± 1	2.1 ± 0.4	250 ± 12	0.11	0.006	0.61	
15		12 ± 1	2.0 ± 0.5	120 ± 7	0.12	0.006	0.30	

*1 作業者一人当たり，指定されたサイズの作業服（上下）を天候不良等に備えた替えを含め二着用意した。表中の放射能は実際に使用された作業服について合計した値である。

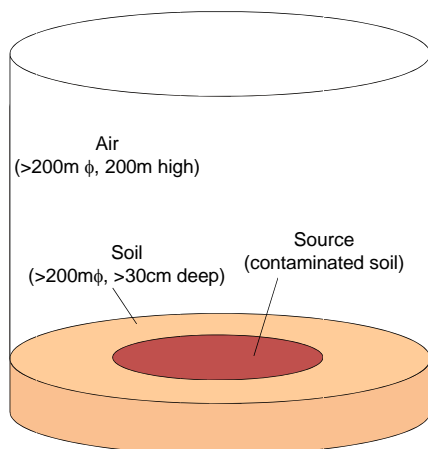
*2 作業者一人当たり，綿手袋とゴム手袋それぞれ 2 ～ 3 双が使用された。表中の放射能はそれらの合計放射能である。なお，綿手袋とゴム手袋の放射能の比は 1：4 であった。

*3 接触面積 100 cm²（＝ 10 cm × 10 cm）を仮定。

表 9 靴底の土壌付着密度と放射能濃度を仮定したときに予想される表面密度
(下線は 40 Bq/cm² 超え)

作業	作業者	付着密度 (mg/cm ²)	表面密度(Bq/cm ²)	
			500 Bq/g 仮定	100 Bq/g 仮定
除染	1	280	<u>140</u>	28
	2	98	<u>49</u>	10
	3	500	<u>250</u>	<u>50</u>
	4	120	<u>62</u>	12
	5	170	<u>86</u>	17
	6	7	4	1
	7	100	<u>51</u>	10
	8	40	20	4
	9	27	13	3
	10	360	<u>180</u>	36
	11	87	<u>43</u>	9
	12	120	<u>62</u>	12
	13	6	3	1
	14	110	<u>56</u>	11
	15	50	23	5
道路 工事 ^{*1}	1	11	5	1
	2	9	4	1
	3	18	9	2
	4	5	3	1
	5	8	4	1

^{*1} 帰還困難区域の道路工事現場で大型排水管の片づけ作業に従事(平成 25 年度報告書)



計算コード：モンテカルロ粒子輸送計算コード
MCNP-4C3

計算体系：直径 200 m 以上×厚さ 30 cm 以上の土
(密度 1.6 g/cm³) 及び高さ 200 m の空気 (密度
1.2 mg/cm³)

線源核種：¹³⁴Cs , ¹³⁷Cs

検出器：汚染部分の中央, 地表から高さ 5 cm と 100
cm に点検出器 (F5 タリー)

換算係数：ICRP Publ. 74 光子フルエンス 周辺線
量当量換算係数 (表 A.21)

図 1 地表に沈着した放射性セシウムから放出される 線による線量当量率の計算のための基本体系

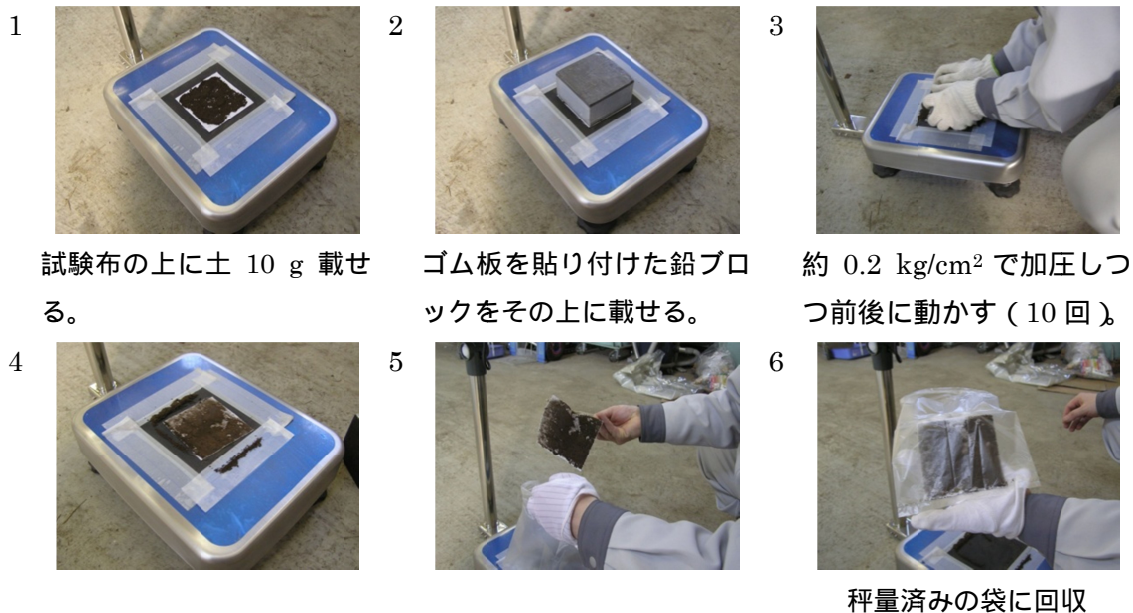


図 2 動的荷重試験の手順



図 3 手袋への土壌付着試験の手順

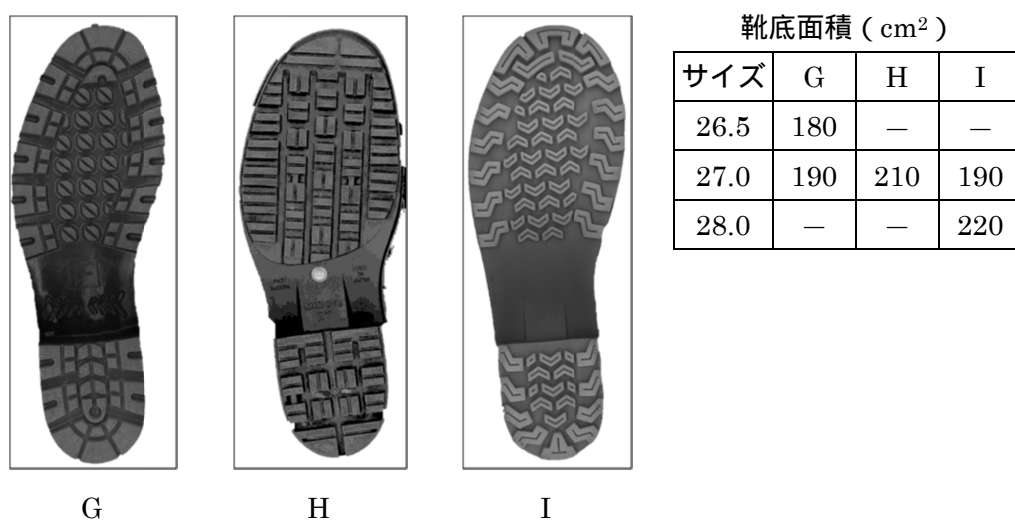


図 4 歩行試験で使用した長靴の靴底パターンとその面積



図 5 降雨後の畑での歩行試験の様子（左）と靴底への土の付着の程度の一例（右）



図 6 歩行試験後の長靴の泥落としの様子

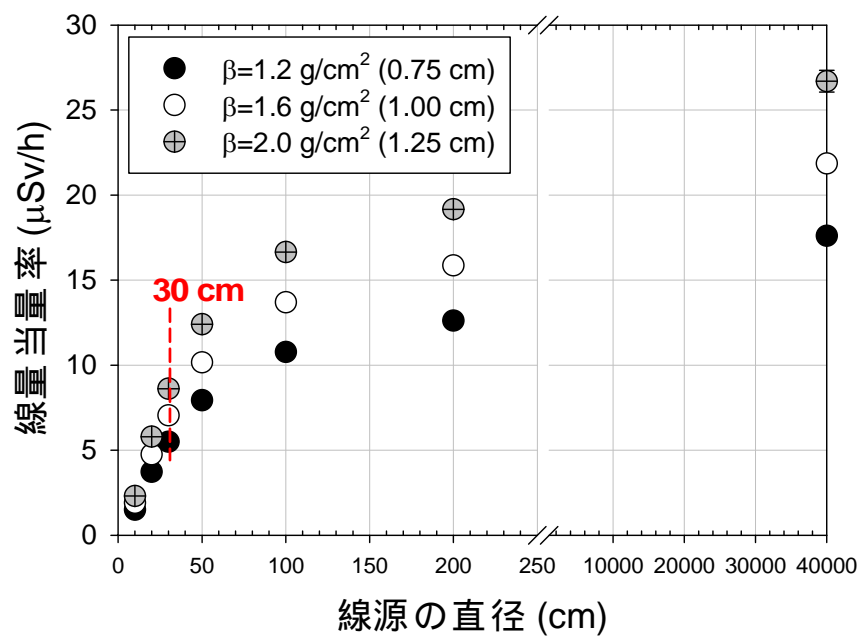


図 7 指数関数的な土壤中深さ分布を有する放射性セシウムの円形汚染土壤の
中央部、高さ 5 cm における線量当量率
地表面の放射能濃度は 500 Bq/g であり、 ^{134}Cs と ^{137}Cs の内訳は平成 26 年 4 月の比 (0.38)
に基づく。緩衝深度 (β) は、1.2、1.6、及び 2.0 g/cm² とした。

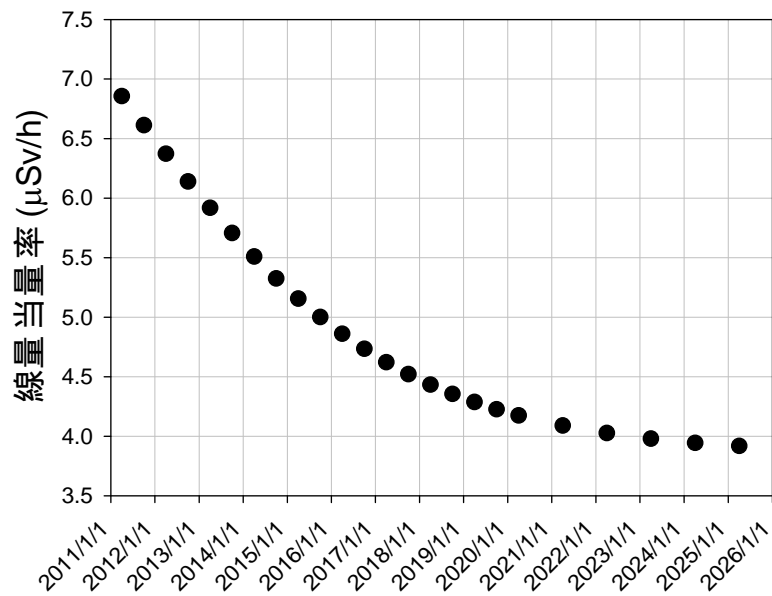


図 8 放射性セシウム濃度 500 Bq/g (地表面) を有する直径 30 cm の円形汚染土壌の中央高さ 5 cm における線量当量率の経時変化
深さ分布は指数関数分布とし, 緩衝深度は 1.2 g/cm²(最小の線量当量率を与える)とした。



図 9 除染作業現場の様子



図 10 最大放射能が観測された長靴への土の付着の様子 (農地での除染作業に使用された)

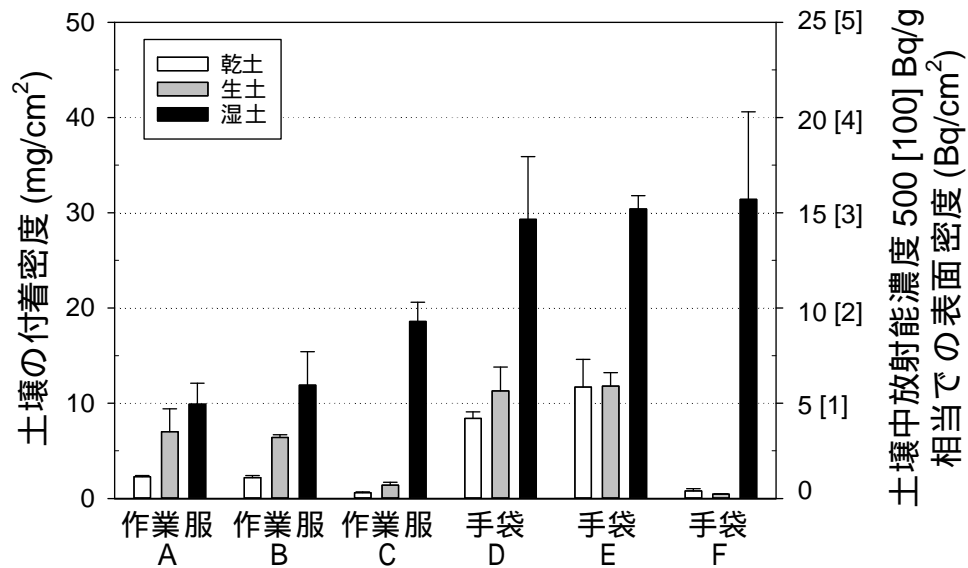


図 11 作業服及び手袋の土壌付着密度

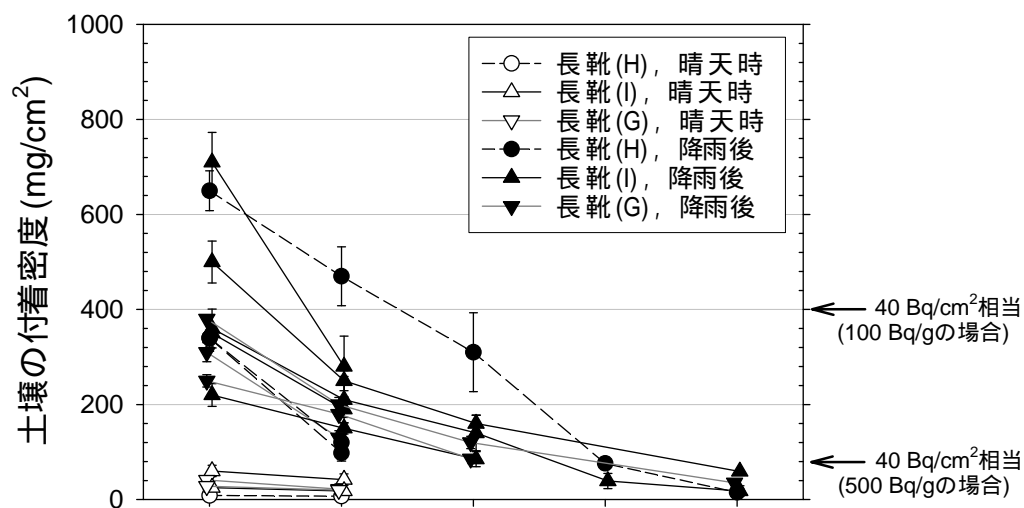


図 12 長靴の土壌付着密度（場所：運動場及び公園，歩数：500～5000 歩）

は，歩行試験直後， ～ は，靴底の土を落とす動作を実施した後を表す。それぞれの動作の詳細は本文を参照すること。なお， は，常識的な衛生習慣に基づいて靴の土汚れを落とした場合に相当するものである。

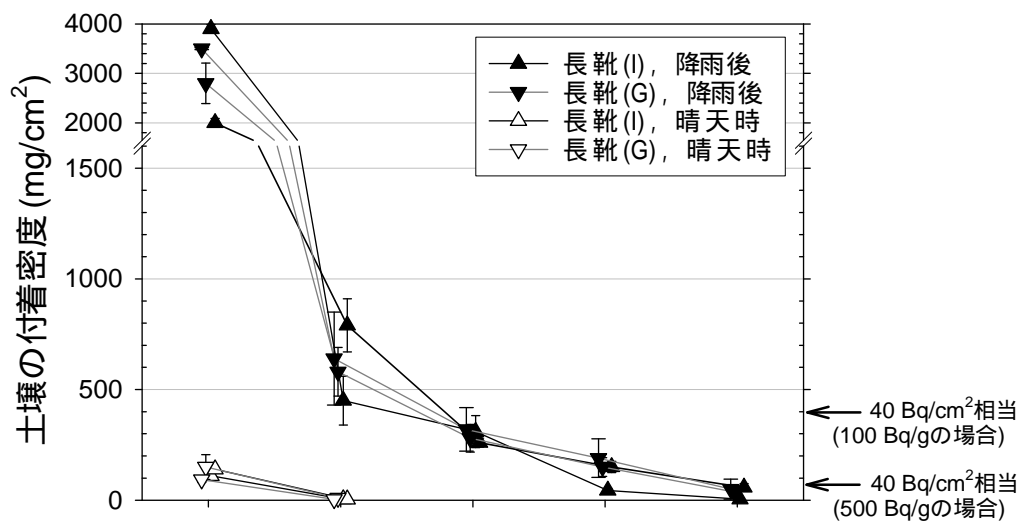
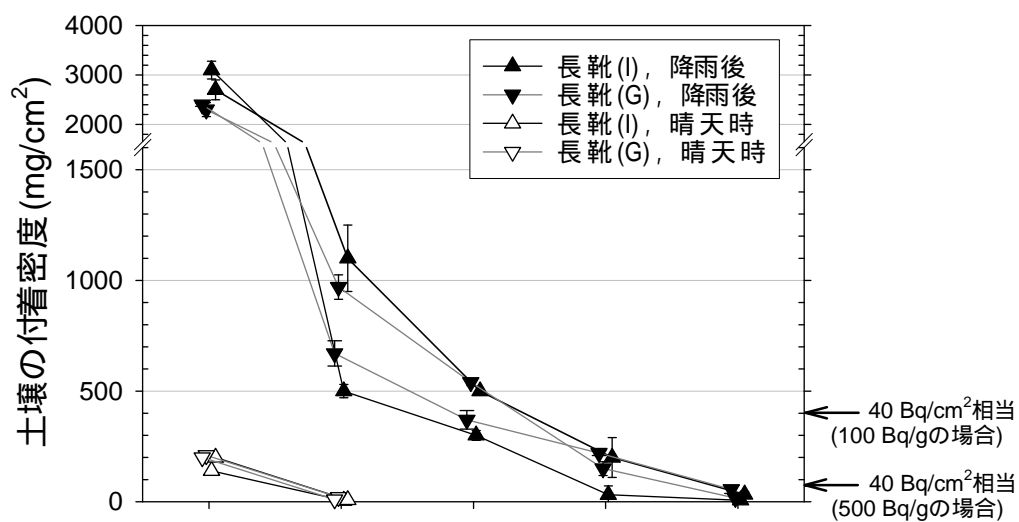


図 13 長靴の土壌付着密度（場所：畑，歩数：上 5000 歩，下 500 歩）

は，歩行試験直後， ～ は，靴底の土を落とす動作を実施した後を表す。それぞれの動作の詳細は本文を参照すること。なお， は，常識的な衛生習慣に基づいて靴の土汚れを落とした場合に相当するものである。

(空白のページ)