

資料 作業服等への土壌の付着試験

1. 概要

作業服，手袋，及び長靴（底）に土壌を接触させたときに付着する土の量（g）を質量測定によって求め，接触面積（cm²）で除して付着密度（g/cm²）に換算する。

2. 方法

質量測定に使用した機材は，OHASU Corporation 製 EX324G（最小表示 0.1 mg）及び同社製 EX6202G（最小表示 0.01 g）である。試験に使用した試験布（作業服）・手袋の仕様を表 II.1，土の特性を表 II.2 に示す。

表 II.1 試験に使用した試験布（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 II.2 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）*2	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）*3	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 付着試験にあたり，礫分はふるいで取り除かれた。

*3 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。

土壌を付着させる方法

- (1) ピリング試験：JIS L1919 防汚性試験に基づき，試験布と粉体汚染物質（ここでは表 II.2 の土 10 g）を封じたプラスチック容器を ICI 形ピリング試験機の回転箱に入れて毎分約 60 回転の速度で 20 分間攪拌する。
- (2) 静的荷重試験：土の上に試験布を置き，その上に鉛ブロック（約 0.2 kg/cm^2 ，体重 70 kg の者の足裏にかかる荷重を参考にした）を載せる。
- (3) 動的荷重試験：図 II.1 のとおり。

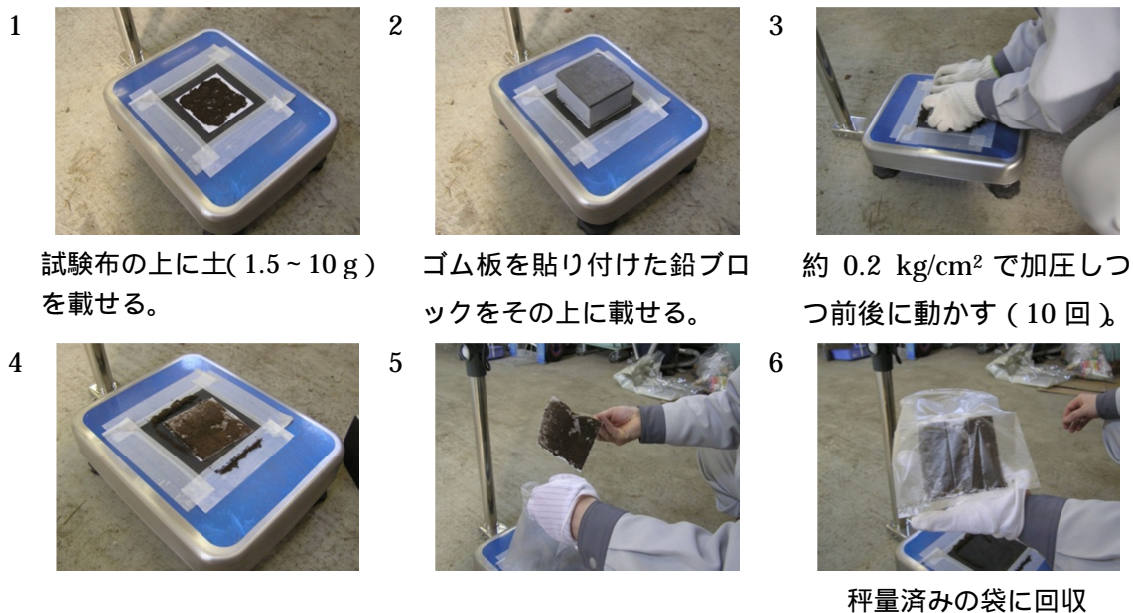


図 II.1 動的荷重試験の手順

- (4) 手袋付着試験：図 II.2 のとおり。



図 II.2 手袋への土壌付着試験の手順

(5) 長靴付着試験

屋外の土が露出した場所を，長靴を履いて歩行し，靴底に土を付着させる。図 II.3 に使用した長靴（底），図 II.4 に試験と長靴への土の付着の様子，図 II.5 に歩行試験後に行った長靴の泥落としの様子を示す。

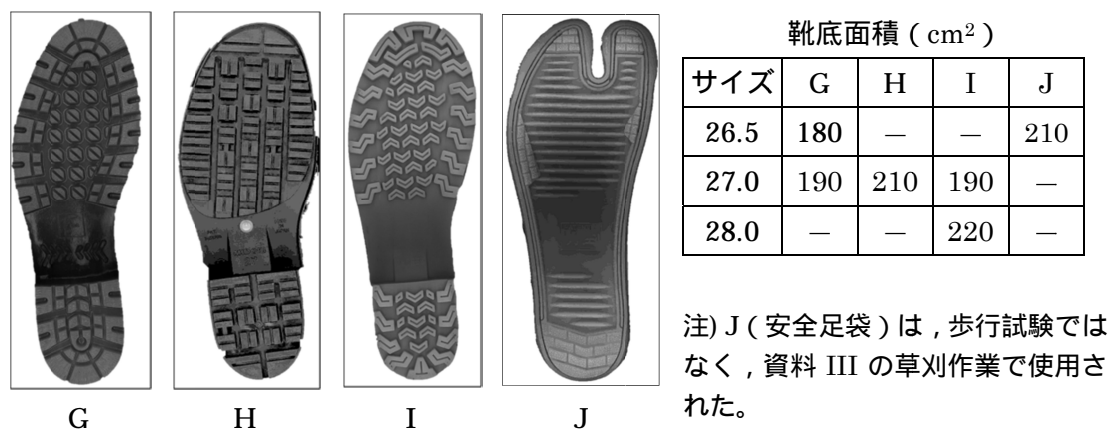


図 II.3 長靴等の靴底パターンとその面積



図 II.4 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）



歩行試験直後



靴底を地面に打ちつける



泥落としマット



全体をブラシで擦る



水中でブラシで擦る

図 II.5 歩行試験後の長靴の泥落としの様子

3. 結果

表 II.3 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 II.4 静的荷重試験による黒土（生土）の付着密度（カッコ内は標本数）

荷重時間（分）	含水率	付着密度（mg/cm ² ）		
		試験布 A	試験布 B	試験布 C
5	約 36%	0.4 ± 0.2 (3)	1.6 ± 0.3 (3)	0.2 ± 0.1 (3)
60		1.2 ± 0.2 (3)	3.2 ± 0.3 (3)	0.2 ± 0.1 (3)
120		1.6 ± 0.3(3)	2.8 ± 0.4 (3)	0.1 ± 0.1 (3)

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

^{*1} 荷重をかける前に試験布上に載せた土の量（約 5 g 以上で付着量は飽和した）

^{*2} 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。

^{*3} 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 II.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、表中に示したものと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 II.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 II.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。

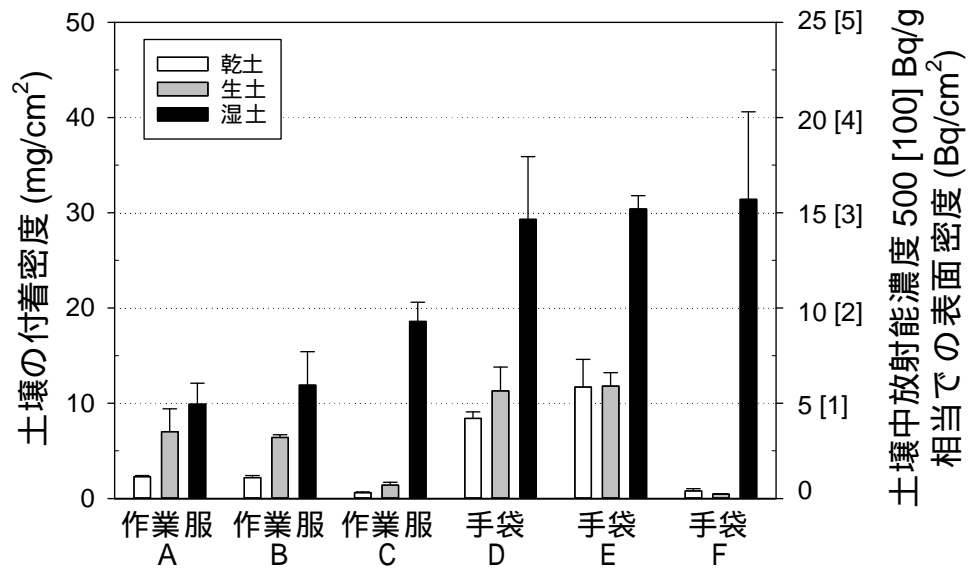


図 II.6 作業服及び手袋の土壌付着密度

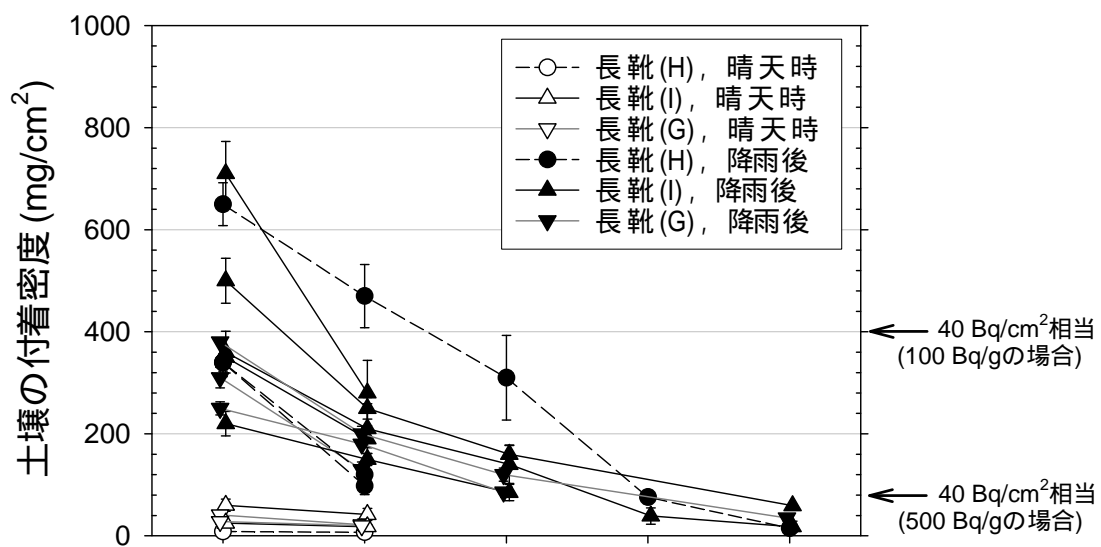


図 II.7 長靴の土壌付着密度（場所：運動場及び公園，歩数：500～5000 歩）

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。

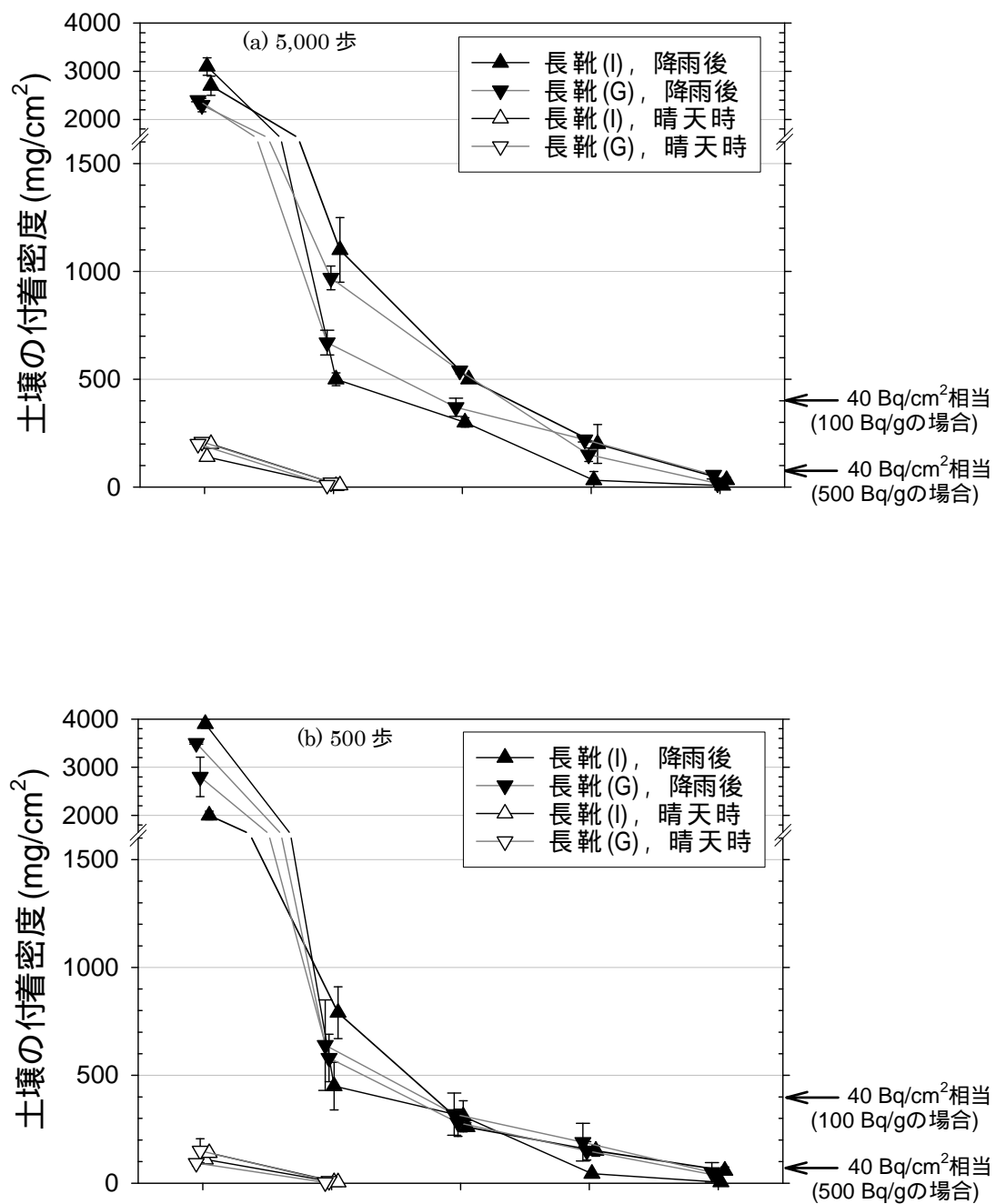


図 II.8 長靴の土壌付着密度 (場所: 畑, 歩数: 上 5000 歩, 下 500 歩)

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。