

## 建築物内への持込み土砂量の調査とカーペット汚れに関する研究

Investigation on the amount of earth and sand entering into buildings and evaluation on stains on the carpet floor

正田浩三\*, 垣鏑 直\*\*

Kozo Masada Naoshi Kakitsuba

Keywords: earth and sand, stains, carpet, weather

土砂, 汚れ, カーペット, 天候

### 1. はじめに

汚れが目立ちにくく、防汚性に優れているので、近年、床面にカーペットを敷くオフィスビルが増えてきており<sup>1)</sup>、公共施設やオフィス、ホテルなど様々な場所で使用されている。カーペットは美観も高く、高級感があるので、利用者等の好感度が高いことも理由と考えられる。しかし、清掃を管理する上では、外部から運び込まれる土砂がカーペットのパイルの中に入り込むため、表面の汚れ方だけで清掃のタイミングを判断することの難しさが指摘されている<sup>2)</sup>。また、カーペット繊維は水分を含んだ汚れを吸収するので変色する可能性が高く、美観度を管理する上でも持ち込み水分量の影響も看過できない。

カーペットの汚れに対する清掃方法はビルクリーニング技能士の教科書等<sup>2) 3)</sup>に示されており、一般的な清掃方法は、1回/日の掃除機作業と1回/年の洗浄作業が標準的である。しかし、カーペット床の汚れ方は天候などの外部要因の影響が大きく、外部からの土砂の持込み量や通行量の集中化により、部分的に表面の摩耗に隔たりが発生する。外部から持ち込まれる堆積粉塵のうち60~80%は外から持ち込まれる土砂であることが知られている<sup>4)</sup>。従って、持ち込み土砂量によっては清掃頻度が異なるはずである。

この点に注目した既存の研究は幾つか挙げられる。小林が玄関マットの土砂の除去について、6歩の歩行で、70%の土砂が取れることを報告している<sup>5)</sup>。清澤らは、家庭用真空掃除機を使い、カーペットに2gの試験ダストを散布し10回までの吸塵を行い、ダスト残留量の関係式を示している<sup>6)</sup>。また、正田らは、郵便局における回収ゴミの調査を行っている<sup>7)</sup>。しかし、効率的な清掃管理に役立つ科学的データは不足している。そこで、本研究では、建物内への持込み土砂量の調査や建物周辺地域、風向き及び季節の違い、玄関マットの効果等の総合的調査とカーペットの汚れの状態を評価することを目的とした。

### 2. 調査及び実験概要

#### 2.1 地域ごとの建築物持ち込み土砂量の調査

平成25年2月~5月に、北海道、東北、関東、中部、近畿、九州の6地域の13ビルを対象に建物内に持ち込まれる土砂を回収した。対象となった建物の清掃管理者へアンケート調査し、建物概要及び清掃実態を把握した。調査建物の概要を表1に示す。

1週間分の土砂をアップライト型掃除機(SV14, リンレイ製)により回収した。条件を統一するために毎回測定の前に回転ブラシを新品に交換した。回収した後に、粉塵(1mm以上)と土砂(74 $\mu$ m以上1mm未満, 74 $\mu$ m未満)に分類し、精密天秤により重量測定を行った。分類作業では、家庭用掃除機(VC-D4P, TOSHIBA製)に写真1に示すダストサンプラー及びダストフィルター(シントーファイン製)を装着し、回収した土砂を吸引し、フィルターの重量を測定した。土砂の一例を写真2に示す。

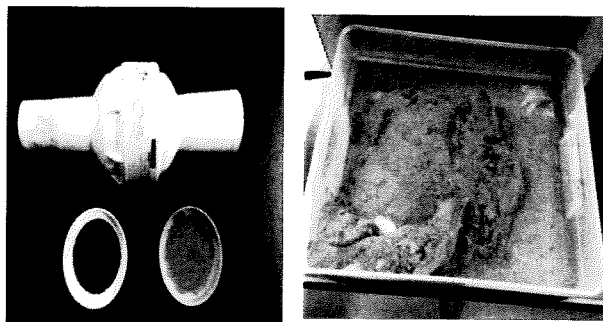


写真1 ダストサンプラー(上) 写真2 回収した土砂の例とフィルター(下)

#### 2.2 持込み土砂量の玄関からの距離減衰に関する調査

地域ごとの建築物持ち込み土砂量の調査の対象となったビルの殆どでリンレイ社製の掃除機が使用されていたことから、真空掃除機スーパーダートバック(リンレイ社製; 写真4左, 最も回収率が高い掃除機)、アップライト型真空掃除機(SW14, リンレイ社製; 写真4中央, 真空掃除機スーパーダートバックの次に回収率が高い掃除機)、ポット型真空掃除機(RD-370, リンレイ社製; 写真4右, 3種類の中で最も回収率が低い掃除機)を用い、表1に示したFビ

表1 建物概要と調査内容

ビル名称	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
所在地	北海道札幌市	北海道札幌市	北海道札幌市	宮城県仙台市	愛知県名古屋市	東京都新宿区	東京都千代田区	東京都千代田区	東京都千代田区	東京都千代田区	東京都千代田区	東京都千代田区	東京都千代田区
用途	複合施設	オフィスビル	事務所	事務所	ホテル	事務所	事務所	事務所	事務所	事務所	事務所	事務所	事務所
規模	地上23階 地下3階	地上13階 地下1階	地上9階 地下1階	地上14階 地下1階	地上11階 地下1階	地上27階 地下2階	地上9階 地下1階 地下2階	地上5階	地上9階	地上11階 地下2階	地上39階 地下3階 地下4階	地上14階 地下4階	地上9階
延床面積	35728.98㎡	13,976.167㎡	11,286.78㎡	15,955㎡	14,260㎡	71,306.30㎡	12,859.06㎡	4,377.73㎡	3,998.455㎡	11,848㎡	144,405㎡	97,403㎡	7,353㎡
竣工年月日	1973年5月	1979年5月	1987年5月	1998年10月	1996年5月	1999年5月	2012年6月	2003年4月	1982年2月	1996年1月	1996年1月	1995年3月	1993年4月
調査した階数	地上4,5,6,7,8階	地上3階	地上2階	地上5,6,7,8階	地上3階	地下1-2階	9階	地上4階	地上3階	地上11階	地上1階	地上6階	地上5,6,7階
調査場所	廊下	廊下	廊下	廊下	廊下	廊下・室内 会議室 宴会場	廊下	廊下	廊下	廊下	廊下	廊下	廊下
調査面積	830㎡	240.6㎡	100㎡	350㎡	1085.7㎡	2890㎡	86.4㎡	37.0㎡	33.4㎡	94.0㎡	262.8㎡	210㎡	210㎡
調査日数	4日間	7日間	7日間	5日間	8日間	6日間	6日間	5日間	5日間	5日間	5日間	10日間	5日間
調査日時	4月1日 ～4月4日	3月6日 ～3月12日	3月21日 ～3月27日	4月8日 ～4月12日	4月15日 ～4月22日	3月18日～	4月	2月25日 ～3月1日	3月11日 ～3月15日	3月4日 ～3月8日	5月20日 ～5月24日	3月2日 ～3月11日	4月1日 ～4月5日
調査時間	3時間	-	30分	1時間	2時間	1時間	20分	10分	10分	15分	30分	30分	30分
天候	晴れ	曇	曇	晴れ	晴れ・曇 雨・曇	晴れ	晴れ	晴れ・曇	晴れ・曇	晴れ・曇	晴れ	晴れ	晴れ
黄砂	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	あり	なし
外部道路状況	乾いている	雪	雪	乾いている	乾燥・雨	乾いている	乾いている	乾いている	乾いている	乾いている	乾いている	乾いている	乾いている
通行人数	200人	80-90人	10人	280人	300人	700人	100人	60人	30人	50人	100人	60人	50人
日常作業回数	1回/日	1回/日	1回/日	1回/日	1回/日	1回/日	1回/日	1回/日	1回/日	1回/日	1回/日	1回/日	1回/日
定期作業	1回/年	2回/年	1～2回/年	6回/年	2回/年	2回/年	年	2回/年	3回/年	1回/年	1回/年	2回/年	2回/年
バキューム機種	不明 ポット型	日立 CV-98H リンレイ RD-370 サニテール SC4570 アップライト型・ポット型	建三産業 COMMER CIAL14 アップライト型	不明 アップライト型	リンレイ スイングバッグ アップライト型	ジョンソン・ジ イスマート ポット 型	リンレイ ポット型	リンレイ RD-ECO II ポット型	リンレイ RD-ECO II ポット型	リンレイ RD-ECO II ポット型	デイナーシー Jセンサー12 ポット型	リンレイ スイングバッグ アップライト型	リンレイ スイングバッグ アップライト型
玄関方位	南	北	西	西	南東	北と南	北	西	東	北	西	北と南	北東
玄関からEV距離	15m	17m	15m	10m	30m	30m	20m	5m	8m	15m	30m	20m	22m
EVからの距離	0～34m	0～18m	0～18m	0～23m	フロア全域	0～50m	0～20m	0～50m	0～28m	0～20m	0～57m	0～30m	0～17m
周辺環境	北100m札幌駅、 400mに林、南 200mに公園、南 西300mに植物園	西側200mに公園、 コンクリート、道路、 ビル街	コンクリート 道路、ビル街	北東150mに公 園、コンクリ ート、道路、ビル 街	東側に川が隣 接、南100mに 盛岡駅、道路、 ビル街	南400mに大 きな公園、北 東200mにグ ラウンド点 在、ビル周囲 に植林、ビル 街	東800mに皇 居、コンク リート、道路、 ビル街	南西側150m に公園とグラ ウンド、南側 400mに競馬 公園、ビル街	コンクリート 道路、ビル街	北側200mに 公園とグラウ ンド、南側 400mに競馬 公園、ビル街	東側に川が隣 接、東側と 南側100mほ どに中学・高 校のグラウン ド	東側に川が隣 接、東側に公 園隣接、建物 自体に植林	コンクリート 道路、ビル街

ルを対象に持込み土砂量の玄関からの距離減衰を調査した。

調査場所及び水平距離を表2に示す。表2に示した5か所で、調査前日の8:00PMに真空掃除機スーパーダートバックで回収し、カーペットの土砂量を限りなく少なくし、翌朝の出勤ピークが終了した9:30AM～11:00AMにポット型真空掃除機、アップライト型真空掃除機、スーパーダートバックの順に吸塵を行い、土砂量を回収した。また、玄関から室内までの通行量の調査を行った。

表2 吸塵場所と玄関からの水平距離

場所	吸塵面積 (㎡)	玄関からの距離 (m)
1階玄関	5.62	0
9階EV前	1	52
9階廊下扉前	1	66
9階廊下トイレ前	1	68
9階事務所内	1	76

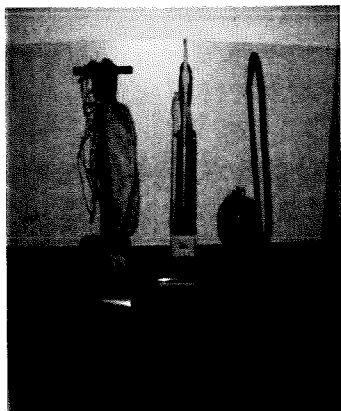


写真4 吸塵に用いた3種類の真空掃除機



写真5 Fビルの玄関マット



写真6 Fビルの玄関雨用マット

### 2.3 歩行によるカーペットの汚れを評価する実験

新品のタイルカーペット (GA-100 125, 東リ社製) を写真7に示すように名城大学新研究棟 3階実験室内の床面に敷き、2種類の土砂(乾燥と湿潤)を付着させた2種類の靴(靴底が凸凹とフラット)で歩行させた時のカーペットの汚れとカーペットに付着した土砂量を50cmごとに精密天秤で測定した。

6地域で回収した土砂と JIS 試験ダストの混合を試験土砂とした。土砂の乾燥度を水分計(M70-D, RIXEN 製)で測定した結果、乾燥の場合は10%前後、湿潤の場合75%前後であった。土砂の上で3回踏み足動作をし、靴底に土

砂を付着させた状態で平均 2.5 歩/mの歩幅での歩行を 100 回繰り返した後に、カーペット表面の汚れを色彩色差計(CR-400, コニカミノルタ製)で、1 mごとに測定した。

実験条件は、条件 1: 靴底 (凸凹) + 土砂 (乾燥), 条件 2: 靴底 (凸凹) + 土砂 (湿潤), 条件 3: 靴底 (フラット) + 土砂 (乾燥), 条件 4: 靴底 (フラット) + 土砂 (湿潤) に示す 4 条件とした。



写真7 歩行によるカーペットの汚れを評価する実験の様子

#### 2.4 玄関マットによる除去土砂効果の調査

表1に示したビルでは、玄関マットを敷いたビルと敷いていないビルが混在していたことを鑑み、玄関マットの除去効果を検証するために追加調査した。広島市にあるRビル(2階建)の2階事務室内に敷かれたカーペットへの持ち込み土砂量を測定した。2階の平面図を図1に示す。

1階玄関前に除塵マットなし(条件1)、除塵マットあり(条件2)、除塵マットあり+2階事務室前に室内マットあり(条件3)の3条件で実施した。1階 玄関前に敷いたマットは(エンハンス500, 3M社製; 900mm×1200mm), 2F事務室前に敷いたマットは(エキストラチデューター, 3M社製; 900mm×1800mm)を用いた。

2Fの事務所従業員(11名)による持ち込み土砂量を統一するために、出入りの際には、必ず、カーペット上で歩行(1~2歩)するように依頼した。各条件で1ヶ月経過した後に、アップライト型真空掃除機を用いて2階事務所内のカーペット(63㎡)の土砂を回収した。

#### 2.5 天候の違いによる影響

地域ごとの建築物持ち込み土砂量の調査では晴天日が多かったため、降雨による水分量の持ち込み量を検証するために、表1に示したFビル(東京)を対象に、平成25年9月5日(台風の影響で連日の大雨の日)に追加調査した。当日の降水率は30mm以上であった。ビル内の玄関風除室、1階EV前、9F室内の玄関マット、雨用マット、室内カー

ペット]で測定した。玄関からの最長距離は71mであった。

同様に、降雪日が少なかったため、降雪による水分の持ち込み量を検証するために、表1に示した札幌にあるA,B,Cの3ビルを対象に追加調査した。平成27年3月12日と14日にアップライト型真空掃除機を用いて室内のカーペットへの持ち込み土砂を回収した。12日の天候は曇りのち雪、14日は曇りであった。水分を含んだ土砂(回収直後)と乾燥した土砂(1ヶ月放置後)を精密天秤で測定し、持ち込み水分量を推定した。

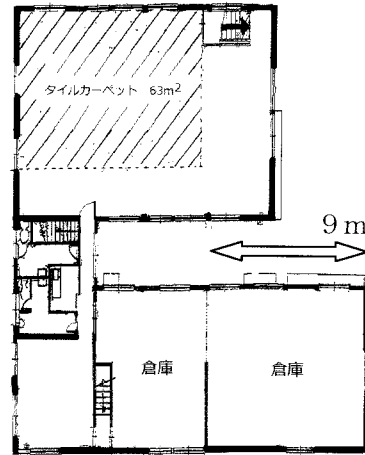


図1 玄関マットの除去土砂効果を調査したビル内平面図

### 3. 調査結果及び考察

#### 3.1 地域ごとの建築物持ち込み土砂量の調査

6地域13ビルにて回収した土砂を粒径別に埃成分(1mm以上)と土砂成分(1mm未満および74μm未満)に分類し、各ビルにおける粒径分布および1日あたりの土砂量を求めた。結果を図2と表3に示す。各地域のビルにより粒径分布にばらつきがあることが確認できた。また、1日あたりの土砂量についても各地域のビルで特にC、Gビルの回収量が多く、繊維質が多いことを目視により確かめた。繊維質が多いことは、カーペットのパイルが短繊維であり吸塵により抜けたことが理由と考える。

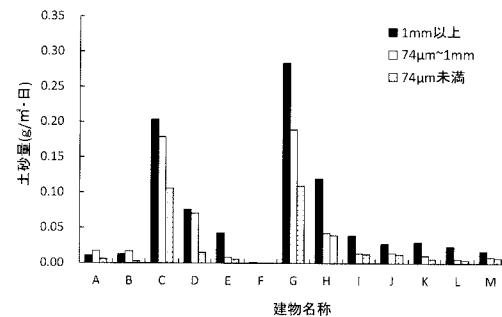


図2 各ビルの回収土砂の1日あたりの土砂量

各地域により粒径分布に違いがあったので、ビルの諸元値、天候および周辺環境が土砂量、土砂の粒径分布に及ぼす影響に関して多変量解析（数量化Ⅰ類）を行った結果を表4～表5に示す。表4は、粒径1mm以上の土砂の割合を目的変数とした解析結果、表5は土砂量（g）を目的変数とした解析結果である。目的変数は表6に示す方法で説明変数をカテゴリー化した。結果から、土砂量においては「降雪の有無」、「公園の有無」、「玄関と風向の一致」と相関が高いことがわかる。また、表5に示すように、粒径1mm以上の土砂の割合では「降雪の有無」、「川の隣接」、「通行人」との相関が高いことがわかる。このことから、持ち込み土砂量は、天候とビル周辺の環境の影響が大きいことが判明した。

表3 各ビルの回収土砂量の粒度分析結果

ビル名	重量(g)、(重量百分率)			合計
	1mm以上	74μm～1mm未満	74μm以上	
A	34.94(31.2)	57.98(51.8)	19.11(17.1)	112.03(100)
B	20.92(38.9)	28.34(52.7)	4.51(8.4)	53.77(100)
C	142.54(41.7)	125.25(36.6)	74.06(21.7)	341.86(100)
D	132.40(47.0)	122.93(43.7)	26.15(9.3)	281.5(100)
E	370.26(75.2)	72.77(14.8)	49.30(10.0)	492.34(100)
F	24.33(57.2)	9.68(22.8)	8.49(20.0)	42.51(100)
G	136.90(48.8)	91.23(32.5)	52.53(18.7)	280.67(100)
H	22.16(59.5)	7.85(21.1)	7.26(19.5)	37.27(100)
I	6.55(59.9)	2.29(21.0)	2.09(19.1)	10.93(100)
J	12.8(50.6)	6.73(26.6)	5.79(22.9)	25.32(100)
K	39.03(64.5)	13.81(22.8)	7.66(12.7)	60.5(100)
L	50.44(71.2)	12.34(17.4)	8.07(11.4)	70.87(100)
M	17.71(52.1)	9.07(26.7)	7.19(21.2)	33.98(100)

表4 粒径1mm以上の土砂の割合に関する分析結果

アイテム	レンジ	単相関	偏相関
晴れ	7.436	-0.074	0.235
晴れ/曇	15.244	0.204	0.465
雪	1.023	0.483	0.034
川の隣接	31.082	0.493	0.911
公園有無	6.719	0.246	0.605
グラウンド有無	6.250	0.296	0.314
玄関と風向の一致	24.938	-0.246	0.628
通行人	35.827	0.449	0.789
重相関係数			0.963

### 3.2 持ち込み土砂量の玄関からの距離減衰に関する調査

3種類のバキュームの吸塵力を比較した結果、予想通り、スーパーダートバック掃除機の吸塵力が最大であった。それを100%とした場合、アップライト型の回収率は63%、ポット型掃除機は52%となった。この違いは、スーパーダートバック・アップライト型が土砂と繊維質を回収していたのに対し、ポット型は大部分土砂のみであった点が挙げられる。このことから、要求される清掃の質によって使用する掃除機を選択することが実務上での工夫と考える。

1Fの玄関風除室、9FのEV前、廊下扉前、トイレ前および室内において回収した土砂量とそれぞれの場所まで

の水平距離の関係を図3に示す。図から、玄関からの水平距離80.3mまでは土砂が持ち込まれることを確認した。さらに、玄関からの通行人員と水平距離の関係を図4に、通行量と土砂量の関係を図5に示す。通行量と水平距離の関係では土砂量と同様の傾向を示し、ビル利用者の通行により土砂が持込まれ、持ち込み土砂量は1回当たり平均0.018g/人であることを確かめた。

表5 土砂量に関する分析結果

アイテム	レンジ	単相関	偏相関
晴れ	0.014	-0.111	0.952
晴れ/曇	0.015	-0.027	0.927
雪	0.033	0.281	0.982
川の隣接	0.003	0.254	0.643
公園有無	0.020	0.365	0.986
グラウンド有無	0.025	-0.192	0.971
玄関と風向の一致	0.022	0.292	0.954
通行人	0.023	0.077	0.978
重相関係数			0.990

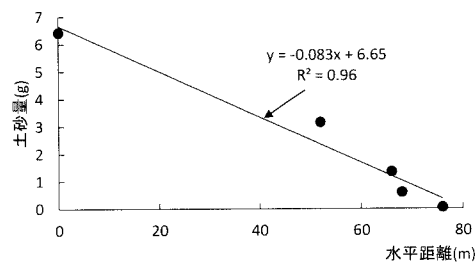


図3. 玄関からの土砂量と玄関からの距離の関係

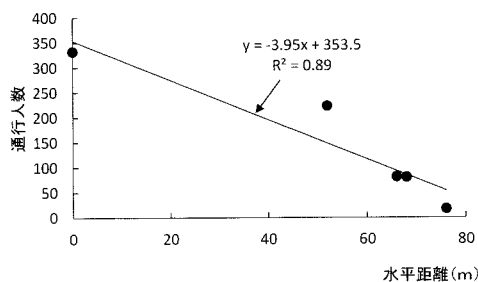


図4. 通行量と水平距離の関係

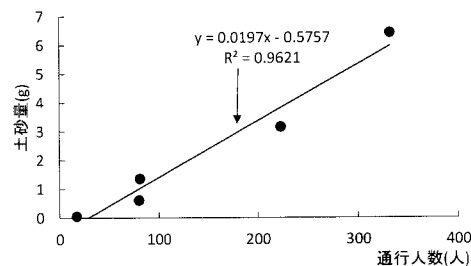


図5. 通行人数と土砂量の関係

表6 説明変数のカテゴリー化

カテゴリー	天候			外部道路状況	玄関方位	平均風速	公園有無	川の隣接	グラウンド有無	玄関と風向の一致	用途	周囲に植林	玄関-EV-回収場所	通行人/㎡
	晴れ	晴れ/曇	雪											
0	○	○	○	乾いている	一致している(0°)	風力2(1.6-3.3)	風上にあり	あり	風上にあり	一致している(0°)	事務所	あり	短い(30-40m)	0-3.3
1	×	×	×	乾いている時々湿り	ほぼ一致している(45°)	風力3(3.4-5.4)	風下にあり	なし	風下にあり	ほぼ一致している(45°)	複合施設	なし	普通(41-50m)	3.3-3.8
2				湿り時々乾いている	直角方向(90°)		直角方向にあり		直角方向にあり	直角方向(90°)	ホテル		少し長い(51-60m)	3.8-4.3
3				雪で濡れている	逆方向(180°)		公園なし		グラウンドなし	逆方向(180°)			長い(61m以上)	4.3-

(注) 天候は、それぞれ「晴れ」～「雪」の日は○(=0)、それ以外の日は「×」(=1)とした。

### 3.3 歩行によるカーペットの汚れを評価する実験

歩行実験により歩行距離と土砂量および汚カーペットのよごれ度の関係を求めた。結果を図6～図8に示す。図6から、歩行距離と土砂量の相関が確認できた。また、回帰式より、持ち込み土砂量がゼロになる距離を求めると( $Y = -AX + B$ の場合、 $B/A$ がその値)。条件3における乾燥土砂では水平距離が56.8m、条件4における湿潤土砂では水平距離が42.0mまで土砂が持ち込まれることがわかった。

図7に示したように、歩行距離と色差( $\Delta E$ )の相関が確認でき、乾燥土砂では水平距離が32.1m、湿潤土砂では水平距離が18.7m前後で汚れが目立たなくなる可能性が示唆された。また、図8に示したように、乾燥土砂は湿潤土砂に比べ、また、凸凹な靴底はフラットな靴底に比べ、カーペットに付着した土砂量が多い結果を得た。

以上より、雨天日に比べ、晴天の日の方が持ち込み土砂量は多く、広範囲に持ち込まれることが示唆された。つまり、晴天日はカーペットが汚れやすいことを意味する。

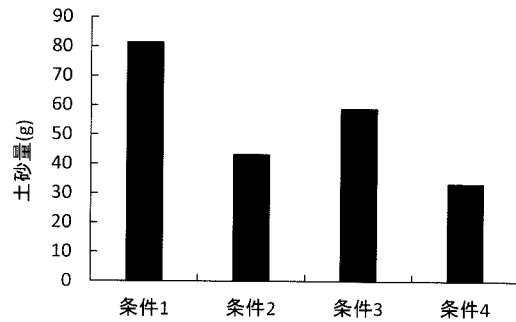


図8. 条件における土砂量の比較

### 3.4 玄関マットによる除去土砂効果の調査

何も敷かない条件1では土砂回収量は $0.67\text{g}/\text{m}^2$ であった。玄関マットを敷いた条件2では $0.33\text{g}/\text{m}^2$ であり、玄関マット+室内マットを敷いた条件3では $0.32\text{g}/\text{m}^2$ であった。従って、条件2の除去率は51%、条件3は52%であることから、除塵マットの除去土砂効果は約50%であることが推定できる。

### 3.5 天候の違いによる影響

表1に示した雨の影響を調査したビルの玄関の外側には2mの除塵マット、風除室に5mの除塵マット、室内に9mと10mの2枚の雨用マット、EV前に8mの雨用マットが敷かれていた。それぞれのマットの水分率を求めた結果、玄関前の外マットの水分率は77%で、EV前の8mの雨用マットまでの水分率は高かったが、9階では7~8%と低い値を示した。従って、雨の影響は1階のみで、9階まで水分の持ち込みはないことが判明した。玄関からの距離に換算すると18mまでは水分率が高い結果となる。以上の結果から、玄関除塵マット等を敷くことにより、建物内への水分の持ち込みを防ぐ効果が大きいことが示唆された。

雪の影響を調査した結果から、回収土砂の水分量が非常に少ないことを確かめた。対象となった3ビルの回収直後の重量と乾燥土砂の重量の差は $0.01\sim 0.03\text{g}/\text{m}^2$ であった。このことから、晴天日と比較して、降雪日にカーペットの汚れが著しくなる可能性は少ないことが示唆された。

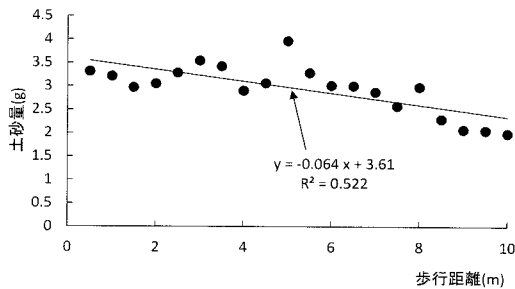


図6. 条件3における土砂量と歩行距離の関係

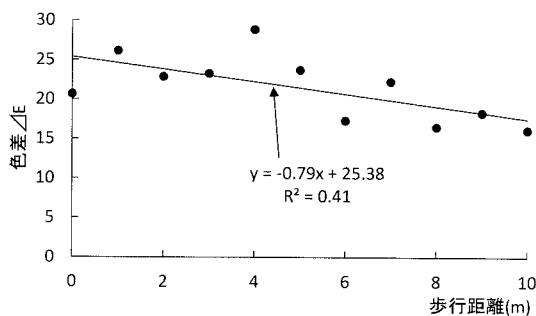


図7. 汚れ度と歩行距離の関係 (フラット靴・乾燥土砂)

#### 4. 結論

本調査結果から、土砂の持ち込みには天候、通行人数などが影響因子であることを確認できた。また、歩行によるカーペットの汚れを検証した実験では、湿潤土砂より乾燥土砂の方持ち込み土砂量が多くなる可能性を確かめた。土砂が持ち込まれる距離に関しては、歩行による実験より、調査したビルの玄関からの距離の方が23~38m程長かった。原因としては、調査ビルでは入口が複数箇所あり、人の移動経路が複雑だったことが挙げられる。また、ビルの場合、土砂以外の汚れも一因と考えられる。

一連の実験及び調査の結果から、天候、通行人数などの影響を考慮した清掃管理が必要であることを確認できた。但し、玄関マットや雨用マットを敷くことで、効果的に除去土砂(除去率50%前後)及び除去水分(除水分率77%)できることが示唆されたので、持ち込み土砂の防止にはマットの利用は不可欠であることを再認識した。

本研究は実際の清掃管理の向上を目的として実施した研究である。本研究の結果を参考に、入口からの通行量、室内の汚染源の特定等によりカーペットの汚れの状況を予測し、適切な清掃回数と清掃方法の提案が可能になったと考える。特に、土砂の持ち込み距離よりも汚れの目立つ距離が短く、入り口から19m~32mであることを考慮して、重汚染度ゾーンと軽汚染度ゾーンに分け、効率の良い清掃プランを組み立てることの妥当性が証明できたと考える。また、土砂の持ち込み量と汚れの知覚の違いから、今後、カーペットの性能評価に清掃の効率性を考慮することの必要性が示唆されたと言える。

#### 謝辞

本研究は、(社)全国ビルメンテナンス協会の平成24年度研究助成を受けたことを明記する。全調査に協力してくれた卒業研究生の江川徳宏君と「玄関マットによる除去土砂効果の調査」に協力してくれたリンレイ社の山本浩一氏に深謝の意を表す。

#### 引用文献

- 1) 新・カーペットはすばらしい 第2編カーペットの魅力解説, 日本カーペット工業組合, pp. 16-41, 2011
- 2) 一級技能士コースビルクリーニング科教科書, pp. 179-183, 一般財団法人 建築物管理訓練センター, 2016.
- 3) 建物のよごれ, 日本建築学会設計計画パンフレット19, pp. 40-55, 日本建築学会, 1960. 6
- 4) ビル管理ハンドブック, pp. 685, (株)オーム社, 1982
- 5) 小林清周, 菅英夫, 入口におけるダストコントロールの研究, 日本建築学会論文報告集 号外, pp. 420, 昭和40.

9

6) 清澤裕美, 小磯勇太, 正田浩三, 吉澤晋, カーペットの汚染評価に関する研究, 日本建築学会大会学術梗概集, pp. 941-942, 2001.9

7) 正田浩三, 吉澤晋, 上村善春, 入江建久, 池田耕一, 菅原文子, 小竿真一郎, 飯塚弘明, 小峰祐巳, 江田賢二, 劉榆, 郵便局内空気環境調査(その4床面堆積塵), 空気調和・衛生工学会学術論文集, pp. 129-132, 1994年

---

(原稿受理日 2016年8月18日)

(原稿採用決定日 2017年4月18日)