

床清掃における 効果測定と評価法

— その 1 —

ダニアレルゲン（アレルギー）の 指標性について

村松 學

清掃業務はビルメンテナンス業の主要な作業である。その内容はユーザーの使用形態によってさまざまなマニュアルがあり、それをもとに行われている。清掃業務は床清掃など定期・日常に分けて行われる。

ビルメンテナンス業は、建築物衛生法（略称、1970.4）の制定以降「ビル清掃」または「ビルクリーニング」など建築物清掃技術基準が法的にも定着している¹⁾。また、病院清掃等の医療関連サービスについては医療法によって定められている。建築物の清掃評価、いわゆるインスペクションは品質管理上重要な事項である。清掃業務は清潔度が重要で、一般的には洗剤の使用で対応している。しかし、ビルや病院などでは細菌類の汚染があり、その状況によっては表面の消毒が必要な場合がある。清掃時には公衆衛生学的に確立した薬事法で定める「消毒」、「殺菌」を行うが、除菌、抗菌、静菌などは定義がやや不明確な点がある。

「清潔度検査」は、近年、床表面は非浸透性の塩化ビニール製のタイル（塩ビタイル）床からカーペットタイル（CT）など高級感のあるフロアが普及している。しかし、その割には清潔度の評価が十分ではない例がある。塩ビタイルのように滑らかなフローリングは、汚染は表面のみで清掃で汚れを落とし易く、清浄度は光沢度法やスワ

ップ法、まれにスタンプ（固定培地）法や残留タンパク質検出法などで評価できる。一方カーペット類（CT）は表面汚染と内部汚染があり、その判断は困難で、清掃で汚れを落とし難く、目視が主流であるため清掃前後の清潔度効果判定が曖昧である。

ビルの清掃作業では、一般には普通の洗剤での清掃で十分で、床表面に人の皮膚や粘膜が接触することが無ければ常時殺菌剤が必要ではない。しかし、感染症の発生が憂慮される場合には接触面の消毒、殺菌が必要で、今後重要性は増しているといえる。

これに関して、日本の（公社）全国ビルメンテナンス協会ははじめ各国のビルサービス事業者団体からなる世界ビルサービス連盟（WFBS・本部英国）は、「健康のための清掃」（2011.2、著者J.H.シモンズ）²⁾を、今後の主要な優先事項にすることを決定した。そこでは健康のための清掃プロジェクトは、清掃業界が公衆衛生を促進するうえでの役割を明確にしている。また、ビルメンテナンス業界が示す清掃方法の基準のほか、「小学校清掃指導マニュアル」³⁾や、学校保健安全法に基づく「学校環境衛生基準」や食品衛生関係では「調理場における（洗浄・消毒マニュアル）」⁴⁾「大量調理施設衛生管理マニュアル」⁵⁾などに床清掃の規定がある。

そこで今回、これらの考え方を踏まえてさらに生物学的汚染の評価の実用的手法を検証するため、ダニ類を中心としたフロア表面の清掃作業の前後の清潔度の評価法

について検討した。これにより複雑化する清掃方法や化学的な洗剤の利用について、生物学的な環境評価結果をユーザーに有効に提供できよう。

1 ダニの生育と環境

ダニは地球上に3万種以上が生息していると考えられ、ダニの生育には温度、湿度、栄養源が必要である。温度は25℃～28℃程度、湿度は60%以上で生育する。栄養源として食べかすやカビ、フケ、ダニの死骸などで高温多湿のわが国はその環境に適していて、空調による人間の快適さの中に共存しているといえる。

生活環境と相対湿度との関係を図1に示す。微生物の生育環境は湿熱条件が作用し、活動力の大きさ(黒斜線)のように変化する。生活する人にとって快適度は相対湿度40%～60%の範囲が望ましく、ダニの対策としては特に湿度の管理と清掃が最も重要なこととなっている。

室内環境で一生涯を過ごすダニは、床・ジュウタン、カーペット床、畳、寝具類、衣類、繊維質おもちゃ、布製椅子、ソファのほか、食品中などに生息し、特に隠れ場所の環境が必要とされる。

室内塵中に生息するダニは、コナダニ科、チリダニ科、ツメダニ科、ホコリダニ科、イエササラダニ科などがあり、構成比の高いチリダニ科にはヤケヒョウヒダニとコナヒョウヒダニの2種類である(図2)。

このヤケヒョウヒダニ(*Dermatophagoides pteronyssinus*)とコナヒョウヒダニ(*D. farinae*)は最も重要な室内環境アレルゲンとなっている。学名の*Dermato*は皮膚、*phagoides*は食べる、つまり皮膚を食べる種族のことで人間のはがれ落ちた皮膚(フケ)を食べて生活しているダニの種類である。わが国の室内環境では、コナダニ科、ツメダニ科のダニのほか昆虫類によるアレルギーが問題になることはあまりない。

2 ダニアレルゲンの指標値

都市化や生活環境の変化により最近アレルギー疾患は増加傾向にあり、室内に生息する生物としてダニ・カビ類が注目されている。ダニは今まで人が刺される被害

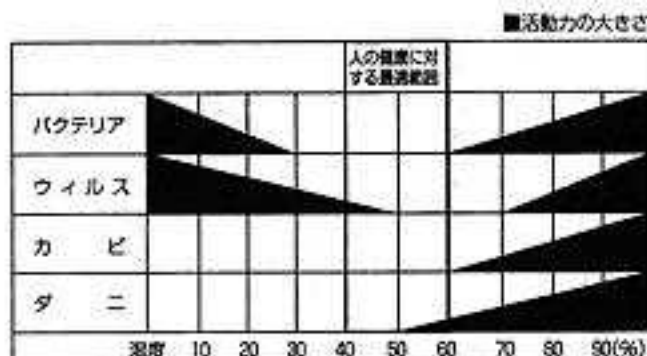


図1 微生物の生育環境¹⁾


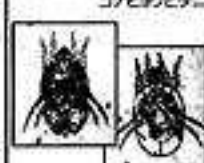

種類	コナダニ科	チリダニ科	ツメダニ科
体長	0.3～0.4mm	0.2～0.4mm	0.5～1.0mm ♀0.3mm(ミノミツメダニ)
生息場所	畳床、種々の貯蔵食品	寝具、じゅうたん、畳	畳床、カーペット
食物	畳ワラの栄養分、カビ貯蔵食品	ふけ、あか、貯蔵品	コナダニ科、ヒョウヒダニ科、チッタテムシ(床液を吸う)
成虫	ヤケヒョウヒダニ 	ヤケヒョウヒダニ コナヒョウヒダニ 	クワダツメダニ 

図2 屋内塵性ダニの種類

(刺咬性)が問題であったが、ダニの糞や死骸が乾燥した細かい塵になって空中に舞う室内塵(ハウスダスト)が、それを吸い込んだ人にアレルギー症状を引き起こすものである。そこでこのダニアレルゲン量を生物汚染の室内指標としてメンテナンスの良否の判定に利用した⁶⁾。

ビル等の室内のダニについての既往調査では、例えば、東京都内の10ビル10ポイントで採取した室内塵(12.39g)中、ダニ類と昆虫類の比は95.3:4.7であったという報告がある(図3)⁷⁾。

また、塩ビタイル・CT床材別に採取した塵重量、ダニ数、昆虫数の比較を図4に示す。ここに示したように床別のダニ数と昆虫の比は2.5倍程度の差が見られた。また、同じ報告でダニ類の内訳はチリダニ90%、コナダニ

6) 上原弘三、村松 學、鹿田 茂:「ダニ簡易検査スティックと酵素免疫測定法による公共施設(オフィス、病院、養護施設)におけるダニ汚染レベル調査研究」環境の管理、第24号1993年3月
7) ビルディング内の塵埃量とダニ・昆虫の調査報告書、東京ビルメンテナンス協会 88.12

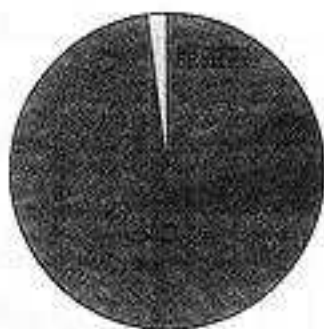


図3 ダニ数

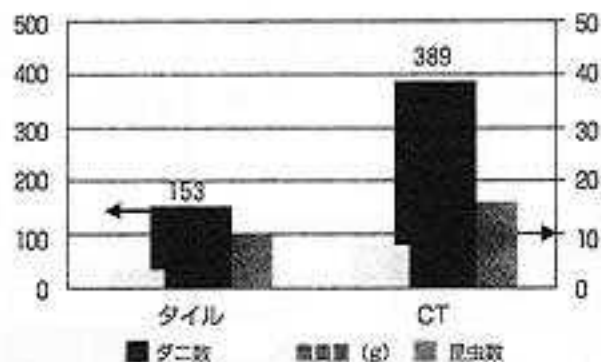


図4 床別ダニ数 昆虫数 (匹数)

ヤマヨイダニ等7科は10%であった。このことからもビル等室内アレルゲンはチリダニ科に注目すればよいことになる。

3 ダニの検査法

ダニ類の検査法としては表1のような3方法があり、その測定法の長所と短所を取りあげる。

1) 匹数計測法：採取した室内塵中を飽和食塩水や溶剤を用いて重量差でダニを分離し、チリダニ数を顕微鏡（鏡検法）により計測するが、これには専門的知識と手法が必要である。

2) 酵素免疫法：酵素免疫測定法（ELISA法 Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay）はアレルゲンを抽出し、酵素免疫測定法により測定する方法で精密な機器を必要とする。

3) 簡易測定法（MC法、マイティチェッカー法）はELISA法の簡易法による検査法である。

簡易測定法のMC法の原理⁹⁾は、ヒョウヒダニ個体中のDer 2（分子量14,000の熱に安定なアレルゲンタンパク

表1 ダニ類の検査法

測定法	長所	短所
匹数計測法（鏡検法）	数値で評価できる	長時間かかる 熟練した技術がいる
酵素免疫法	正確である 数値で評価できる	高価である 設備がないとできない 熟練した技術がいる
簡易測定法	現場で評価ができる 安価である	範囲としての値である



図5 (1) 床清掃における効果測定と手順 その1

*ふき取り法には、床を100cm²（10×10cm）程度の面積を拭く簡易な方式のものもあるが、サンプリング方法が異なるので規定の方法との相関性などを求めておくことが必要である。

質）で、虫体成分であり、コナヒョウヒダニ由来のDerf 2とヤケヒョウヒダニ由来のDerp 2があり、抗原を検出する検査キットを用いる方法である。

この方法は、ダニ由来のアレルゲンに反応することが重要で、昆虫類等に反応するグアニン呈色検出法もあるが、MC法とは異なる点があるので注意しなければならない。

(1) 基本原理

マイティチェッカー（MC）法の基本原理は、スティックを検体の抽出液に浸けると、Der 2 特異モノクローナル抗体を感作した金コロイド粒子と、目的抗原が混合されることによって生じる抗原抗体反応を利用したものである。この方法はクロマト展開を応用した検査キットでその場で評価ができることや安価であるなどの長所があるが、この測定結果からは明確な数値で表すことができない半定量的な方法といえる。

(2) 検査評価の手順

床・器具から検体の採取の手順は図5 (1)、掃除機によ



図5 (2)



表2 マイティチェッカーの判定とダニアレルゲン量の対応

マイティチェッカーの判定	ダニアレルゲン量*
++	35 μ g以上
+	10 μ g
±	5 μ g
-	1 μ g未満

*1m²当たりのコナヒョウヒダニ相抗原

図6 [マイティチェッカー判定用色見本]



り、専用の屋内塵捕集袋を取り付けて1m²の範囲を1分間吸引し、室内塵を捕集し抽出操作を行った後、抽出液に検査用スティックを浸漬する。その後スティックを取り出して水平面に放置し、発色したラインの濃さを色見本と照合してダニアレルゲンレベルを判定する。その評価手順を図5(2)に示す。なお、検査の全過程は20分以内で完了し、発色が認められる陽性反応であればダニアレルゲン量が5 μ g程度、赤紫色のラインがはっきりと現れれば10 μ g以上で表2、図6のようになる。

4 次またはダニアレルゲンの基準

教室等では学校保健安全法により「学校環境衛生基準」として2004年4月に、次頁のように基準を定めている。その理由として近年、児童生徒等を取り巻く生活環境の変化や疾病構造の変化等にとともに、児童生徒等におけるアレルギー疾患の増加が指摘されていて教室環境を良好に維持することから設けられた。

表3 ダニアレルゲンの衛生的基準値(素材表面)

機関	委員会	基準値	日付	備考(出典)			
厚生省	快適で健康的な住宅に関する検討会議	ダニ・アレルゲンの衛生的基準値(素材表面)		平成10年8月	快適で健康的な住宅に関する検討会議報告書		
		場所	ダニ数(匹)/m ²			臭ng/m ²	備考
		畳	100以下			100以下	ワラ床畳の場合
		ジュウタン	300以下			1000以下	
		床板	10以下			5以下	溝のない床板
布窓	100以下	1000以下	羽毛、羊毛以外の素材				
厚生省	厚生科学審議会 -免疫・アレルギー研究事業-	チリダニ数	100匹以下/m ²	平成11年	免疫・アレルギー対策パンフレット		
WHO	International Workshop	喘息発作防止 アレルギー感作防止	Derp1 10 μ g以下/g-dust Derp1 2 μ g以下/g-dust	1988年	Dust mites allergens and asthma: a worldwide problem International Workshop Report		
東京都	東京都学校保健審議会	畳及び布団: 100匹/m ² 以下 じゅうたん: 1000匹/m ² 以下 床板: 50匹/m ² 以下		平成3年7月	健康・安全で明るく活のある学校生活の具体化を目指す学校環境のあり方と充実のための方策について(沿革)		
健康住宅普及協会	健康住宅認定審査会	ヤケヒョウヒダニ・コナヒョウヒダニ	100匹/m ² 以下	1999年度版	健康住宅認定制度設定基準分類2ダニ対応の1		

「学校環境衛生基準」ダニまたはダニアレルゲン

保健室の寝具、カーペット敷きの教室等、ダニの発生しやすい場所において、次の方法によって行う。1㎡を電気掃除機で1分間吸引し、ダニを捕集する。捕集したダニ数は顕微鏡で計数するか、アレルゲンを抽出し、酵素免疫法にてアレルゲン量を測定する。なお、酵素免疫法は簡易測定法を用いてもよい。

検体の採取及び検査方法：電気掃除機のノズル内部に細塵捕集用フィルターを装着し上記のような方法で行い、基準値は1㎡当たり100匹以下、またはこれと同等のアレルゲン量（ダニ由来タンパク質10μgに相当）以下となっている。また、年1回は定期的な確認が義務づけられている。

なお、この他はダニアレルゲン量などの衛生的な各種基準は、表3のようなものが提案されている。

5 カーペット・タイル類の汚染実態

1) ビル内のダニアレルゲン量を知るため東京都心にある比較的整備された大型ビル2ビル（Tビル、Hビル）の床各8箇所を選んだ。Tビルの床はCTであり同じくHビルは、塩ビ系とCTが含まれる。サンプリング場所は事務所やコピー機前などのほかトイレ床などである。TビルとHビルの床（塩ビ系とCT）から平常時の床、掃除機による簡易な掃除（サンプリング①）、床深部に及ぶサンプリング②の3つの方法によった。その結果を表4(1,2)に示す。

このサンプリング前後検査の結果、± (>5 μg) 以上を陽性として、再度のサンプリング①でも±の箇所があり、サンプリング②では全て(-)となったのを、図7にまとめた。

ここでは(>10 μg)以上の陽性の結果の箇所はなかったが、図7にまとめたように平常時の陽性率はTビルでは検体数の28.6%、Hビルでは62.5%であった。サンプリングの結果をみると1回目は、それぞれ12.5%、50%を示し、2回目の掃除機によるサンプリングでアレルゲン量は(-)となりCTの内部汚染箇所が示唆された。

2) 一般生菌数と真菌数

MC法と同時に生物汚染として一般生菌数と真菌数の

表4(1) MC Tビル
++/+/+/-/-

	平常時	サンプリング①	サンプリング②
メイン① (CT)	-	-	-
メイン② (CT) 複合機前	+-	-	-
サイド① (CT)	-	-	-
サイド② (CT) 役員室前	-	-	-
メイン③ (CT) エントランス中央	-	-	-
メイン④女子更衣室	+-	+-	-
メイン⑤ (CT) 役員室前②	-	-	-
サイド④ (CT) エントランス側	-	-	-

表4(2) MC Hビル
++/+/+/-/-

	平常時	サンプリング①	サンプリング②
事務室メイン (CT)	++	-	-
サイド (CT)	-	-	-
メイン (CT)	+-	-	-
サイド (CT)	-	-	-
事務室メイン (CT)	+-	+-	-
サイド (CT)	-	-	-
メイン (CT)	+-	-	-
サイド (CT)	+-	+-	-

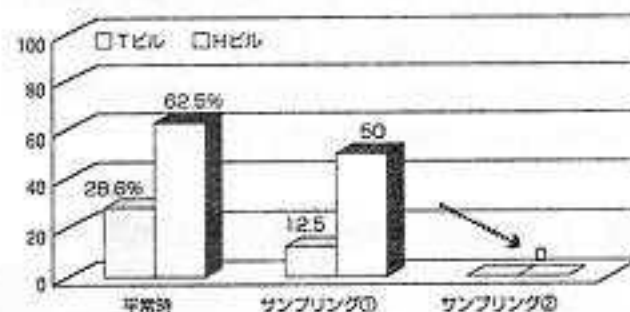


図7 サンプルング前後のアレルゲン量の陽性率>±

スタンプ法固定培地によるTビルおよびHビルふき取り法によった。

1: 一般生菌数

その結果は図8のように、通路部（メイン）と通路部サイド（サイド）の一般生菌数（CFU）(colony forming unit: コロニー形成単位/100cm²)を示す。この数値は1㎡であれば概算は $\times 10$ となる。なお、サンプリング①（清掃後相当）では生菌数は減少し、MCと同じような結果となった。

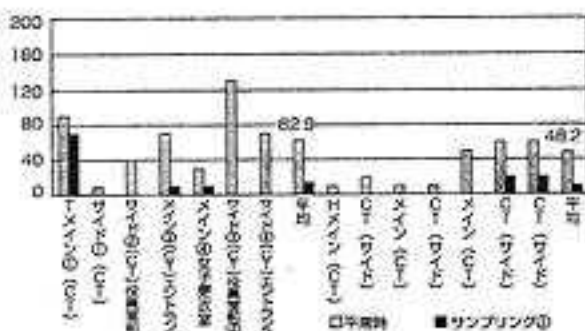


図8 一般生菌数CFU (100cm²) TビルHビル

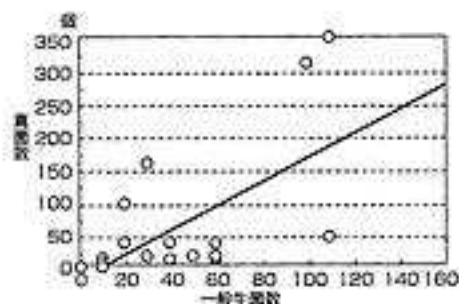


図9 一般生菌数と真菌数の関係

2：真菌数

真菌と一般細菌との関係は、MC法によるダニアレルゲン量の検査時に一般生菌と同時に真菌のサンプリングを行い、定法により培養した。両ビルの総計は図9のように相互には弱い相関が認められた。

6 フロアの管理基準値

ここで汚染の程度を、表5のように表2、図6を参考に指標性の区域を4段階に分けた。それを「清浄」高度清浄区域、「普通」清浄区域、「やや汚い」一般区域、「汚い」の要注意と対応させアレルゲン量を示す。これらからビルのフロアには普通（清潔区域）以上に管理することが望まれる。

7 まとめ

生物学的な汚染としてダニアレルゲンとビルの床、特にCT床の清潔度について検討した。ビルは住宅環境と違って夜間には人が生活しないので生物にとって必ずしも好ましい条件ではない。しかし、アレルゲン量は低濃度ではあるが陽性の反応があり、ダニ類の生息状況が確認さ

表5 ダニアレルゲン量基準

床表面 (平滑100cm ²) 清潔度レベル		
清潔度Level	指標性	アレルゲン量
とても清浄	高度清潔区域 ¹⁾	<1 μ g (10匹/m ² 相当)
普通	清潔区域 ²⁾	5 μ g (50匹/m ² 相当)
やや汚い	一般区域 ³⁾	10 μ g (100匹/m ² 相当)
汚い	要注意 ⁴⁾	>35 μ g (350匹/m ² 相当)

- 1) 機器表面や無菌(空)、食品調理器具など対象
- 2) 床面等(超極細繊維タオル清掃など)
- 3) 普通床面(典型的なキップ清掃など)
- 4) 感染症の原因となる細菌汚染のリスク大

れた。これを掃除機により再度の簡単な清掃後のサンプリングで陰性となった。また、一般生菌や真菌類は対象ビルでは高濃度ではなく、直ちに病原性菌の存在はうすいものと推測された。

今回の調査で比較的整備が行き届いている2ビルで、アレルゲン量が10 μ g (100匹/m²相当)を超えることはなかったが、清掃前のCT床は塩ビ床より濃度が高く、平均5 μ g程度は検出され、まだ改善の余地はあるものと考えられる。この箇所では適正な清掃によって(-)となった。このことから清掃前後の床ゴミを採取し、簡便なMC法で清掃の良否の判断が可能で、床清掃のメンテナンス評価法として表5に示した4段階の区別の指標性では普通(清潔区域)以上は維持し、視覚的評価のみでなく数値による判断でユーザーへの報告とすることができる。

なお、この調査にあたっては底田 茂氏、リオンテック株式会社とニッタ株式会社の協力を得た。

(むらまつ さとる/室内環境学会名誉会員、医学博士、技術士(衛生工学部門))

【参考】

- 1) 村松 學編「室内環境を測る」2005.5月オーム社版
- 2) WFBS 2011/2012「健康のための清掃」報告書 月刊ビルメンテナンス誌 2012.6～8月号
- 3) 全国ビルメンテナンス協会刊「小学校清掃指導マニュアル」(2010.9.27) 4 清掃の手順 pp50～60
- 4) 調理場における「洗浄・消毒マニュアル」(2009.3) 第2章pp13～19 文部科学省
- 5) 「大量調理施設衛生管理マニュアル」(2008.6.18) 厚生労働省 II重要管理事項