

この報告は、リオンテック株式会社が協力して調査を行いました。

居室環境検査への ATP 手法等の実用化（その 2）

Keywords: Indoor environmental evaluation method, ATP inspection, ELISA method, PRO-CLEAN method Anti-allergen agent
 室内環境評価法 ATP 発光法 ELISA 法 PRO-CLEAN 法 抗アレルギー剤

1. はじめに

前報¹⁾では、特に検証評価の少ないタイルカーペット(以下、CT)の清浄度に焦点をあて、ATP 法と細菌培地を用いて調査を行った。評価法については、視覚的、化学的、微生物学的方法などがあるが、客観的な現場法として ATP 手法を取り上げた。この方法は、誰でも行えて簡易なものであり、かつ微生物学的方法への対比が可能であることも考慮した。

また、同時に清掃前後の表面汚染だけでなく、CT 内部の汚染も含め調査した。この方法は現場で短時間に汚染レベルを数値化できる ATP 手法が、メンテナンス効果を判断する実用的なツールであるからである。この結果から調査対象として、清浄度が要求されるビルの居室環境で ATP (Hygiene) の指標づくりと、今後のビルメンテナンス業務に寄与を目的とした。

なお ATP 法は、各社から発売されていてその報告例もあるが、その数値が異常に高く汚染評価に疑問点も残るものもある。その原因の 1 つとして、BG (バックグラウンド値) 高いことが指摘されている。また、測定した数値を国際的評価の段階では問題点も残されている。

CT の評価法として、判定基準の報告²⁾があり、ここでは ATP 法を中心に CT の表面と内部汚染を ELISA 法 (MC マイターチェッカー、ダニスキャン) により評価した。そこで、今回は、前報に引き続いて床清掃における残留タンパクとダニアレルギー対策として抗アレルギー剤を使用して、効果測定と対策について追試し、ATP 「清浄度基準」についての検討も行ったので併せて報告する。

2. 調査概要

都心の C ビルのオフィスフロア (CT) の調査を ATP 法、ELISA 法に加え、PRO-CLEAN 法 (残留タンパク質)、抗アレルギー剤等を用い 2013 年 3 月に行った。この調査では、平常時、清掃後の汚染度のばらつきを考慮した上で、歩行量の多いポイントと少ないポイントを同数選定し比較を行った。

3. 調査対象

- ・ C 事務所ビル (場所：東京日本橋) 4F 部分
 地上 10 階 / 地下 2 階 RC 構造

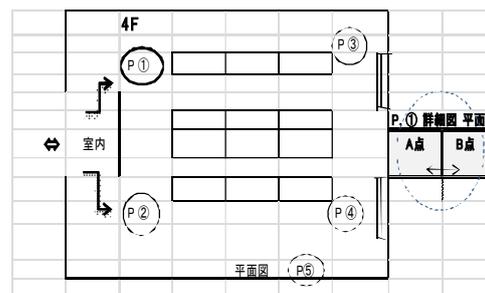


図-1 調査対象の測定位置

1 測定 5 点 (P1~P5) を概ね図 1 のよう選び、それぞれのカ所で図のように CT で A, B 点を比較のため隣接して次の検査を行った。

① ATP 検査 (アデノシン三リン酸)

使用機器： System SURE PLUS (Hygiene 製)

(1) ATP 表面汚染検査

CT の 10cm×10cm(100cm²) 表面を、一体型試薬の綿棒でふき取り、ATP 検査キットでその汚染度 RLU 発光量 (Relative Light Unit) を計測した。

(2) ATP 内部検査

CT 4 枚分(約 1m×1m)の範囲を吸引時に、検査用フィルタをつけた掃除機で 60 秒間吸引後、フィルタを外して浸出液(10ml)が入ったチャック付ポリエチレン袋に入れ、汚染物を揉み出す。試薬綿棒を、その液に 5 秒程度浸した後、検査キットでその汚染度を計測した。

(3) ダニ検査キット(ELISA 法)

① 捕集した CT のゴミをフィルタごと抽出液(10ml)に浸して 1 分間揉み、汚染物を液に十分抽出させる。その中に、ダニ検査キット(ELISA 法、酵素免疫法(マイティチェッカー法 MC))を 3 秒程度つけ、10 分後の変化を比色法で確認した。

② ダニスキャンでは、CT 表面をなぞる方法で検体を採取し酵素免疫法により判定し MC と同じように比色法で示した。

(4) PRO-CLEAN

CT を綿棒ステックによりふき取り残留タンパク質を検出するもので呈色はビュレット反応を応用し、Cu の錯化合物でライムグリーン→紫色に変化する簡易検出法である。

(5) 抗アレルギー剤

CT に直接塗布する抗アレルギー剤でダニアレルゲン(Derf 1)、スギアレルゲン(Cryj 1)のナノサイズの粒子を不活化するもので商品名「アレルギープラス」を、1 m²あたり 10 回の塗布(3g 換算)を目安に行った。

4. 調査結果

Cビル

(1) CT の ATP 検査結果

事務所内で A 点の ATP 手法を用いたカーペットタイル(CT)の検査結果を P.1~P.5 の平均値(AV, SD)を表 1、図 2 に示した。表面のふき取り法と掃除機による浸出法とではかなりの数値の差が認められた。この差はふき取り面積の違いもあるが、全体的に表面よりも内部での数値が高い傾向を示した。この CT の表面と内部の ATP 汚染には差異は、汚染の浸透性が考えられ、また清掃後に汚染物が表面に出て数値が上昇する傾向が見られ、特に人通りの多い通路での清掃では問題点が示唆される。

これによれば、RLU 値はふき取り法 494.6→浸出

液法 394 で清掃前と清掃後の浸出液による ATP 値の比較では、清掃後の数値が低くなる現象があり、その効果が確認された。

なお、前回の調査でも ATP のふき取り値(X)と浸出液(Y)との相関をみると、

$$Y = 2.72X + 191.5 \quad (R = 0.772) \text{ となった。}$$

表-1 A点 CTのATP数値 (RLU)

	ふき取り	浸出液		ふき取り	浸出液
平常時	47	759	掃除後	109	701
平常時	56	611	掃除後	87	547
平常時	48	613	掃除後	41	376
平常時	51	294	掃除後	19	254
平常時	68	196	掃除後	48	95
AV	54	494.6	AV	60.8	394.6
SD	8.6	238.2	SD	36.4	238.2

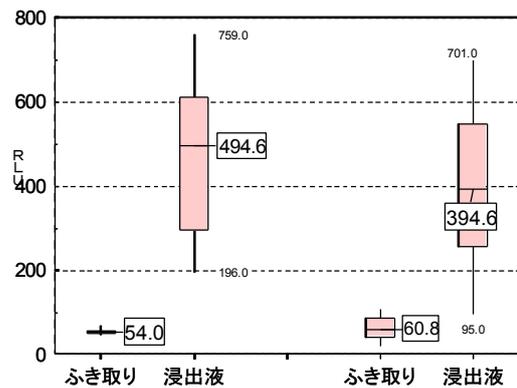


図2 A点 平常時 vs 掃除後ATP数値比較 (Av)

(2) ATP 値と抗アレルギー剤使用

A 点に隣接して B 点では抗アレルギー剤を塗布して ATP 数値を比較した。結果は図 3 のようになり ATP 浸出液の平均では RLU394.6→288 となったが、ふき取り法 B 点では数値の増加がみられた

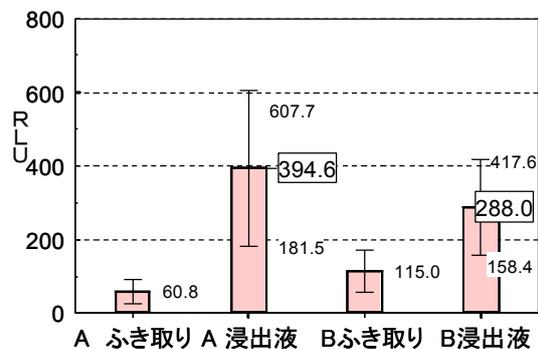


図3 A点(掃除後) B点(抗アレルギー剤塗布) ATP数値(Av)

なお、抗アレルギー剤はアレルギーを不活化する作用があり、抗アレルギー活性 Lab 試験ではダニアレルゲン(Derf1) 5ng/mL、スギアレルゲン(Cryj1)2.2ng/mL に対して塗布後は ND (検出限界) 以下であり、経口毒性試験でも雌マウス 5,000~2,000mg/Kg で(-)、LD₅₀ は>5,000mg/Kg と判断され、その安全性は確認されている。

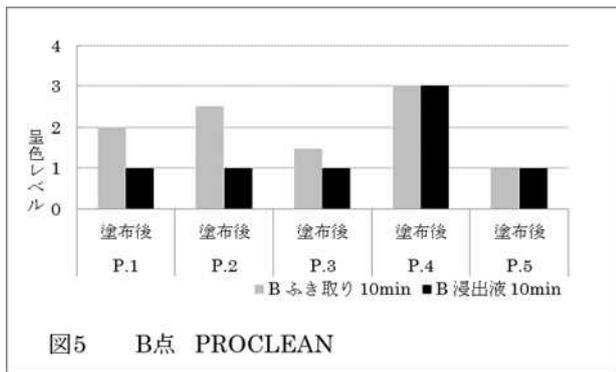
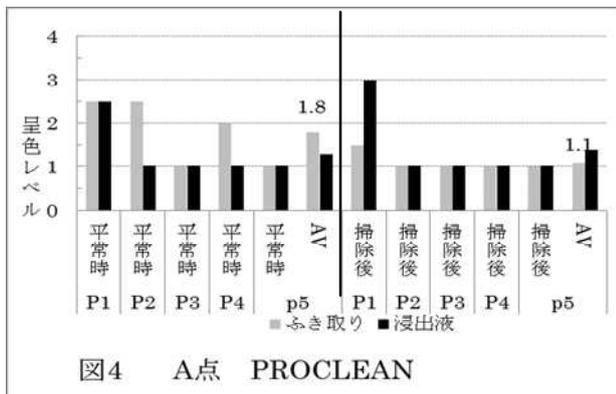
(依頼試験 資料 (財)日本食品分析センター)。

(3) ELISA 法のダニ検査

ダニアレルゲンの検査については、MC 法では全て(-)であったが、ダニスキャン法では A 点では 1/5 が、B 点では 3/5 で陽性反応を示した。B 点での抗アレルギー剤塗布後では 1/5 が陽性となった。この結果から床のダニアレルゲン量は低濃度と推定された。

(4) PRO-CLEAN テスト

PROCLEAN 綿棒ステックにより残留タンパク質ふき取り検査を A 点、B 点で比較した。測定点は、図 1 に表示した A 点、B 点の比較を P.1~P.5 で行い図 4、図 5 に示したようになった。その結果 PROCLEAN では浸出液法が安定した数値であったが、P.4 が特異的な呈色を示したがその原因を今後追試したい。



5. 考察

今回の調査結果から、5 測定点の平均値 A 点における ATP の値は、清掃前と清掃後の数値は減少がみられるものの、ほぼ同程度であった。CT の内部の ATP 汚染に対しては、全て減少しているが清掃方法も関連して問題点が示唆された。また、図 3 の A 点と B 点 (抗アレルギー剤使用) とで ATP 値は同様に減衰しているが、表面のふき取りでは数値がやや上回っているカ所もあった。

CT の表面の ATP の数値は判断基準値の前後であるが、浸出液では CT の汚染の内部浸透が懸念される。また、アレルGは塗布後、平常時のデータで、塗布エリアと塗布しないエリアでの差異はあまり認められないため、効果を判定するキットとして PRO-CLEAN は適当ではなかった。この理由として居室環境の汚れは生物由来成分(ATP 数値)の方が多く、タンパクを汚染指標とした衛生検査の有効性は引き続き調査が必要と考えられる。

CT は室内の美観を高め、ホコリの飛散を低減するためダストポケットにごみを溜め込む構造となっているため、簡単な掃除がけでは堆積した汚れを十分に吸引除去することは難しい。また、歩行量の多いポイントでは CT のパイルが潰れていて、更に除去を困難にしている。

表 2 の ATP 数値(240 RLU)と ELISA 法 (±) の両方のチェックし、表 3 の数値を参考に CT の交換メンテナンス計画と、その数値からの判断が重要と考える。

表-2フロアカーペットのATP数値 (RLU)

ATP	カーペット内部汚染度 (1 m ²)	ダニ(MC)
I	清 浄 ≤90	—
II	普通(注意) ≤240	±
III	やや汚い (清掃の目安) ≤600	+
IV	汚 い >600	++

表-3 表面の違いによるATP数値 (RLU)

ATP 床表面汚染度 (100 cm ²)		
I	清 浄	≤30
II	普 通	≤80
III	やや汚い	≤200
IV	汚 い	>200
(参考)	手 指	≤60

また、「はじめに」に述べたように Hygiena と K 社製との関連は次の図 6 のようになり重相関係数 $R^2=0.9894$ となり極めて高い相関が認められた。

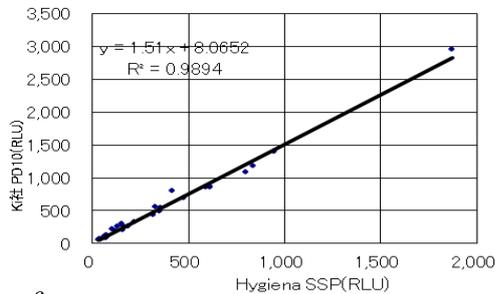


図 6 SSP vs PD10 with Ultrasnap

食品を対象とした場合、ATP と ATP+AMP では約 10 倍～100,000 倍のデータの差があるとしているが、一般環境 (Non Food) では約 5～15 倍とその差は小さく、比較的安定したデータ範囲に治まっている。

このことから、一般環境で使用する場合には AMP まで測定することの優位性はないと考えられる。また、「調理場における洗浄・消毒マニュアル」(文部科学省版) Part II では給食領域での基準値が提案されており、機器が異なればこの数値は参考にならないとしている。なお、「SnapShot」と PD-20 を使用する場合、PD-20+ルシパックの選択の数値であれば約 20 倍をベースに運用すると良い。なお、病院関係の ATP 数値については表 4 のような提案があるので参考にしたい。

表-4 病院関係の推奨値(RLU) ③

対象器具	一般的な推奨値	
	合格	不合格
病院一般エリア	<100	>200
手術用器材(鋼製小物)	<10	>20
ウォッシャー消毒器	<5	>10
内視鏡	<5	>10
食品調理器具と配膳食器	<10	>30

6. まとめ

今回の C ビルの調査結果から、ダニ数は、1 m²あたり 100 匹以下と推測された。この数値は、「正常」のレベルであり、このビルでは、ある程度の湿度管理 (RH 40% 23℃程度) が維持されていることと、ダニの繁殖の少ない時期でもあったことが考えられる。

また、ATP の数値が高いのはダニ以外運び込まれ

る土、繊維からでるほこりや、髪の毛などの堆積もある。これも、定期的なメンテナンスに活用すれば減少傾向へと維持することができる。

さらに床面清浄度は、メンテナンス上の重要な手法であり、その良否は室内空気汚染にも関与する。この清潔度に重点をおいた、CT における内部汚染の堆積に対しても考慮すれば、交換時期に ATP 数値によるメンテナンス計画の判断にも応用できるであろう。

また、全国ビルメンテナンス協会が加盟する世界ビルサービス連盟⁴⁾ は、J.H.シモンズの 2011 年/2012 年報告書で「健康のための清掃」を今後の主要な優先事項にすることを決定し、公衆衛生の脅威となる感染症の拡大予防対策として、環境清掃の役割の重要性を指摘しており、その清掃の価値を ATP 検査などによる科学的基準によって判断することを求めている。

CT は安全性、防音性、快適性、デザイン性の面から公共施設やオフィス、ホテル等様々な場所で広く普及している。今回は、検証評価の少ない CT の清浄性に焦点をあてたこと、ATP 法と抗アレルギー剤を用いて現場で数値を決めることを目指した。この方法はメンテナンスの担当から所有者などビルの責任者に数値化できたレベルを、瞬時に報告することが可能である。

ATP 法や MC 法等は、メンテナンス効果を判断する「清浄度基準」を評価するためには有効な手法と考えられる。また、抗アレルギー剤は、ATP 法では初期効果があることからなお追試したい。

このようにいくつかの手法を総合的に活用していくことが床メンテナンスとしても、有効な方法になると考えている。

なお、本調査には、村松 學氏 (室内環境学会名誉会員) の助言を受けたのでここにお礼を申し述べる。

(参考資料)

- 1) 庭田 茂ら「居室環境検査への ATP 手法の実用化」
(その 1) 日本環境管理学会大会報告 2011.5
- 2) 村松 學 「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 (アレルゲン量) の指標性について ビルメンテナンス誌 Vol.47 12.11.月号
- 3) 村松 學 「床清掃における効果測定と評価法」
(その 2) ATP の指標性について
ビルメンテナンス誌 Vol.47 12.12.月号
- 4) 「健康のための清掃」報告書 WFBSC 2011/2012
ビルメンテナンス誌 Vol.47 12.6～8 月号