

持管理者向けのチェックシートの事例を表 4-16(1)～(2)に示す。表中の判定欄は、新設時や更新時のみ確認する項目と、定期的に確認する項目を分けて示した。

同表(1)において、①最初確認の項目がある。これは、前述の設計・施工者向けチェックシートを活用することにより、適正にシステムが設置されていることを予め確認するためのものである。

表 4-16(1) 維持管理者向けチェックシート例

No	項目	判定		
		新設時 更新時	定期 点検	
I 全 般 的 な ポ イ ン ト	1 ①最初確認	設計・施工者向けチェックシート(前表)の項目を確認し、システムが正常に設置されているか		/
	2	システムの運転計画は作成されているか		/
	3 ②資料整備	設備図面を整備し、システムフロー等の内容を確認したか (原水・補給水・利用設備の位置、配管ルート)		/
	4	機器装置の図面と取扱説明書を整備し、内容を確認したか		/
	5 ③維持管理計画	点検・清掃の内容と頻度を、計画し定期的に見直したか		
	6	計画通りに維持管理を実施しているか		/
	7	定期的な水質検査を実施しているか (建築物衛生法施行規則に規定する項目)		/
	8 ④水質管理	適正な水質が保持されているか (建築物衛生法施行規則に規定する水質)		/
	9	塩素消毒を行い、残留塩素が適性に保持されているか		/
	10 ⑤水量管理	定期的に補給水量と雑用水量を把握しているか		/
	11 ⑥緊急時対応	各種手動弁の位置を確認したか (原水の遮断、補給水の手動開放など)		
	12	システム設置場所に関係者以外の者が出入りできないように管理しているか		
	13 ⑦維持管理者の安全衛生管理	定期点検の危険作業を想定し、対策を講じたか (高所からの転落、エアロゾル吸引など)		
	14	定期清掃の危険作業を想定し、対策を講じたか (マンホール転落、水槽内換気など)		

<判定欄の記入方法> ○…完備、良好 レ…不備、不良 注…要注意 /…該当せず

表 4-16(2) 維持管理者向けチェックシート例

No	項目	判定		
		新設時 更新時	定期 点検	
Ⅱ システム 構成 部位	1	雑用水管と飲用水管の識別がなされているか		
	2	配管外部について、定期的な目視点検を実施しているか (回 /)		
	3	配管内部について、定期的な調査点検を実施しているか (回 /)	/	
	4	弁類について、定期的な動作点検を実施しているか (回 /)		
	5	②制御機器 外観や動作について、定期的な点検を実施しているか (回 /)		
	6	③水槽類 処理水槽・高置水槽の日常点検を実施しているか		
	7		処理水槽・高置水槽の定期的な点検を実施しているか (回 /)	
	8		処理水槽・高置水槽の定期的な清掃を実施しているか (回 /)	/
	9	④ポンプ類 電流や異音の確認等、日常点検を実施しているか		
	10		定期的な点検を実施しているか (回 /)	
	11	⑤集水設備 (雨水利用システム) 落ち葉の除去等、定期的な点検を実施しているか (回 /)		
	12	⑥処理設備 維持管理者が定期的な点検を実施しているか (回 /)		
	13		専門委託者に定期的な点検を実施させ、結果を確認したか (回 /)	
	14		消毒設備の定期的な点検を実施しているか (回 /)	
	15		換気設備の定期的な点検を実施しているか (回 /)	
	16		汚泥を適正に処理しているか	/
	17	⑦利用設備 給水栓等は誤飲防止のための「非飲用」の表示があるか		
	18	⑧水景施設 消毒設備・ろ過設備の定期的な点検を実施しているか (回 /)		

<判定欄の記入方法> ○…完備、良好 レ…不備、不良 注…要注意 /…該当せず

参考文献

- 1) (社) 公共建築協会：排水再利用・雨水利用システム計画基準・同解説、2005.3
- 2) (財) ビル管理教育センター：建築物の環境衛生管理、下巻、第2版、2005.3
- 3) 長野、大塚、他：学校実験施設に導入した雨水利用システムの特性と水質調査、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)、2008.9
- 4) 建築物環境衛生維持管理要領等検討委員会：建築物における維持管理マニュアル、2008.1
- 5) (財) ビル管理教育センター：雑用水設備の維持管理の検討部会報告書、2003.3
- 6) 東京都健康安全研究センター：ビル衛生管理講習会資料、平成19年度
- 7) 小畑：建築物の衛生的環境の維持管理に関する研究報告書、2008.3
- 8) (財) ビル管理教育センター：特定建築物における建築確認時審査のためのガイドライン、2005.3
- 9) (財) ビル管理教育センター：雑用水道等の維持管理に関する研究報告書、1998.3
- 10) 空気調和・衛生工学便覧、第13版、2001.11
- 11) 坂下一則：雑用水の水質基準と維持管理、建築設備&昇降機、No.61、2006.5

5. 建築物の雑用水・給湯設備の維持管理マニュアル策定への提言と課題

本WGの活動は、建物内に設置される雑用水設備と給湯設備の適正な維持管理手法を提案することを目的としたものである。昨年度は、雑用水・給湯設備に関する国内外の技術基準の現状調査を行い、国内の建築物とその管理者を対象に維持管理の実態についても調査した。さらに雑用水設備に関しては、維持管理上、必要となる項目を検討するとともにビル管理技術者への設備知識の修得と設備技術者の視点にたった維持管理マニュアルを策定することの必要性を提言した。平成20年度に策定された建築物衛生維持管理要領と同維持管理マニュアルなどの内容も鑑みるに、衛生管理に関する基本的な考え方は記載されている。しかし、ビル管理技術者にとって、維持管理業務を実施するためには設備システムの構成と構成各部におけるチェック項目・方法が十分に記載されていないため、維持管理者の目線に立ち実用に供する技術マニュアルを策定する必要がある。それが日常の維持管理業務と技術者のレベルアップにも繋がるものである。

よって、本年度は先に述べたとおり、雑用水設備と給湯設備のそれぞれに関して、維持管理要領と同マニュアルの内容をさらに具体化させ、実践的な維持管理手法を策定することを狙いとした。主な作業内容は、(1) 雑用水設備維持管理マニュアル、(2) 給湯設備維持管理マニュアルの各々の策定への提言と課題点を抽出し整理すること、新たにその衛生管理の状況が把握されていない(3) 局所式給湯設備の維持管理に関する実態調査を実施し、(2)の作業への検討資料の提供を行ったことである。以下に、(1)、(2)への提言と課題点について要点を述べる。

(1) 雑用水設備の維持管理の提言および課題とマニュアル策定

1) 雑用水設備の設計・施工・維持管理の留意点

単に維持管理者の業務のみを記載するのではなく、雑用水設備システムの計画・設計及び施工に関する留意点までも網羅した。計画・設計に関しては、代表的なシステム構成フロー、設備部材となる配管材料、配管配列、用途制限、検水栓の設置方法、補給水と逆流防止の方法、消毒設備の設置方法などに関して解説を加えた。また、施工に関しては、通水試験法、水槽類での波よけ防止法などに関して留意すべき点を記載した。維持管理に関しては、水質管理項目とその方法はもちろん、維持管理に関して必要な資料(図書・解説書など)の保管と整備、維持管理体制の明確化、緊急時対応の方法、維持管理者の安全衛生管理などの項目も加え内容を拡充させた。

2) 維持管理対象とするシステムの構成と構成部位・項目の明確化

平成20年度に策定された建築物衛生維持管理要領と同維持管理マニュアルなどの内容では、維持管理すべき設備システムの構成や構成部位、さらには各部位における維持管理上の留意点が明記されていない。そこで、代表的な雑用水設備のシステム構成と構成部位での維持管理上の留意点を記載した。対象とした構成部位は、配管類・弁類、水槽類、制御機器、ポンプ類、集水設備、処理設備、利用設備(便器、散水栓、水景施設など)であり、それぞれの維持管理上の留意点を示した。

3) 雑用水設備に適した設計・維持管理手法の提案

雑用水設備は上水給水設備との関連性もあるので、両者を給水設備として扱う場合も

多い。そのため、上水給水設備では衛生管理が原則となるので、その設計法や基準を雑用水設備にそのまま転用すると過剰装備となる場合もある。雑用水設備として完結している系統では、雑用水に適した専用の基準を策定すべである。

具体的には、雑用水専用の給水系統で同水槽類（雑用水槽用高置水槽等）へ雑用水を供給する場合には、吐水口空間の確保は必須ではないこと、雑用水専用の躯体を利用したコンクリート受水槽では底部に水抜き管の設置ができないことなどある。これらの点を配慮し、衛生管理と設備機能の低下防止に十分に留意した上で、雑用水設備に限った適切な措置を講ずる必要がある。

4) 簡易なチェック項目シートの提案と維持管理業務の実践

設計・施工者と維持管理者が業務に共有して使用できるチェックシートを作成して提案する。設計・施工者は、まず竣工時にシステム全体に係るチェック項目とシステム構成部位でのチェック項目に分けて検討し、結果を記録に残しておくことが大切である。また、維持管理者は、新設時や更新時のみに確認する項目、定期的に確認する項目に分けたチェックシートを作成し、日々の業務で活用することを提案した。また、判定に関しては、完備・良好、不備・不良、要注意などで簡単に確認検査ができる内容のものとしておく必要がある。

(2) 給湯設備の維持管理の提言および課題とマニュアル策定

1) 設計的観点に立った中央式給湯設備の維持管理

中央式給湯設備に関しては、(財)ビル管理教育センターよりレジオネラ防止対策指針が策定されており、維持管理の基本はそれによれば問題はない。建築物維持管理マニュアルでは、給湯温度の適切な管理、給湯設備内における給湯水の滞留防止、給湯設備全体の清掃の3点をポイントとしている。しかし、設備システムの構造を理解し、その運転を行いながら維持管理を行う際には、以下の点に留意する必要がある。

- ① 貯湯槽等での温度設定は 60℃以上に管理する必要がある。省エネルギー法での定期報告項目での温度設定においても維持保全基準として約 60℃となっていることを確認することが規定されている。よって経年劣化等により設定温度が低下しないように維持管理を徹底する。
- ② 滞留水の防止のために可能な限り給湯系統の湯を循環させる必要がある。返湯管の系統ごとに定流量弁を設置し、各定流量弁の流量の合計が循環ポンプの流量に等しくなるように設定し管理を行う。
- ③ 貯湯槽底部は低温になりやすく、スケールなどの汚れが堆積しやすいので定期的に底部の滞留水を排水する。
- ④ 給湯系統から孤立した分岐給湯配管には湯が滞留しやすいので局所式給湯方式とする。
- ⑤ 末端の給湯栓やシャワーヘッドなどはエアロゾルの発生の少ないもの、同時に火傷防止に配慮した温度調節のできるものを選定する。

2) 局所式給湯設備の設計・維持管理の提案

第 35 回建築物環境衛生管理全国大会でも局所式給湯設備の維持管理調査の結果が報告されており、本年度は主に 61 件（95 検体）の建物で密閉型貯湯式湯沸し器の採水調査を実施し、その安全性について調べた。その結果、当初、心配されたレジオネラ汚染に関しては、検出率 1.1%であったことから、レジオネラ汚染も若干は懸念される。また、設定温度が 30℃以下と低温に設定されている事例も多く見られたこと、鉛や pH 値が水質基準不適となる結果も見られたことが衛生管理の観点から注意すべき点でもある。特に、密閉型貯湯式湯沸し器の設置と維持管理に関する留意点として、以下のことを指摘する。

- ① 洗面台等の下に設置されることが多く、他の配管などと輻輳して湯沸かし器の周囲に点検スペースが確保されていない場合がある。よって、点検スペースを周辺に設けて設置する。
- ② 逃がし弁からの排水は間接排水とすること、また間接排水ができない場合は、洗面器などの器具排水管に接続できる膨張水排出装置を設けることを徹底する。
- ③ 機器本体に水抜き弁があるが、その排水を受ける設備が装備されていないこと、水抜き弁の位置が低いため間接排水が行えないことが多いので、水抜き時にトレイを設置できるスペースを確保しておく。
- ④ 長期間使用しない場合には、再使用開始前に滞留水を排出し、新鮮な水を加熱してから使用する。
- ⑤ 湯沸し器の構造（主にサーモスタット、ミキシングバルブの作動方法など）をメーカーカタログ等で把握しておく必要がある。

(3) 建築物の雑用水・給湯設備の維持管理実施マニュアルの作成と刊行

昨年度および本年度の研究成果は更なる審議検討を経て、実務者が実作業で活用できる「建築物の雑用水・給湯設備の維持管理実施マニュアル」として策定し刊行すること、関連の講習会等でも本報告書の成果を引用し、維持管理者の技術レベルの向上に役立たせることなども必要である。

(4) 維持管理技術者への設計・設備教育プログラムの検討

維持管理技術者の中には、水質等の検査実施と結果の判断業務に対しては精通しているが、実際の建築設備システムの図面や雑用水、給湯水の流れ等を図面から読み取り、不具合の原因を指摘できる教育を十分に受けていない者も多い。よって、建築物環境衛生管理技術者講習会や空調給排水監督者講習会等でも雑用水設備や給湯設備の図面を理解するための教育指導を実施すること、建築設備の系統図等を理解させる教育講習を実践することなど新しいビル管理技術者の教育プログラムの創設に向けた検討も必要である。

6. 個別空調設備の維持管理に関する調査研究

6.1 研究目的

平成15年4月1日に行われた建築物衛生法政省令の改正により、個別空調方式も法対象となった。建築物衛生法制定の当時は、空調は中央方式が殆どであったが、近年、規模の大きいビルでは、空調の細分化が進み、中央方式は主流でなくなっている。

昨年度の調査結果では、中央方式空調が1982年に7,000m²未満が52.4%、7,000m²以上が66.9%であったが、2000年にそれぞれ15.8%と34.5%に減少した。これに対して、個別方式空調がそれぞれ27.7%→90.4%、10.8%→41.4%に上昇した。即ち、現状では、建築物の規模を問わず、個別方式空調が主流となっている。

上記の背景を踏まえて、昨年度では個別空調設備の設置された建築物の空気環境の実態調査などを行った。調査対象のうちBビルの居住者から「かび臭い」との苦情を訴えられ、また、真菌については、加湿器、全熱交換器から好湿性の酵母が多く分離されたこと、それらが室内空気中から主に分離された真菌（酵母）と同じ種類であったことから、空調機内の微生物が室内の汚染源になっていることが分かった。

そこで、本年度では、Bビルにおける冷房期の微生物汚染の実態をより詳細に把握するほか、現場で行った加湿器の対策（エレメントの撤去と新品の設置）の結果を把握するために、冷暖房期における実態調査とアンケート調査を行った。

6.2 調査方法

6.2.1 調査対象ビルの概要

昨年度（2007年度）調査対象のうち、居住者から「かび臭い」との苦情を訴えられ、空調機の加湿器と全熱交換器から酵母の *Rhodotorula* spp. が多く分離されたオフィスビルBにおいて、冷暖房期空調機内の付着細菌と真菌、空調の起動に伴う浮遊微生物の飛散などを中心とした調査を行った。昨年度の調査結果及びその後の空調設備の管理状況、室内の「かび臭い」に対する苦情に関する経過の概要を以下に示す。

① 2007年の状況と調査の結果

- ・2Fの居住者から「かび臭い」との苦情を訴えられていた。
- ・室内環境の調査の結果、2Fの室内浮遊細菌と真菌濃度が高くなかったが、同様な苦情が訴えられていた10Fの室内の浮遊真菌濃度が高かったのみならず、給気中と同様な *Rhodotorula* spp. が多く分離された。
- ・2Fと10Fがともに空調機（室内ユニット）内から多くの微生物が検出されたが、10Fでは *Rhodotorula* spp. が多く生息し、室内の汚染源となっていることが分かった。

② その後

- ・2007年の調査結果を受けて、現場の管理担当者が2008年の5月に全ての加湿器（気化式）のエレメントを外した。それによって「かび臭い」との苦情がなくなった。
- ・11月末に暖房期が開始するため、全ての居室に新しい加湿器のエレメントを導入した。
- ・1月末に、10Fの居住者から「かび臭い」との苦情を訴えられはじめた。加湿器水を止めると苦情がなくなり、再び加湿水を入れると「かび臭い」を訴えられた。なお、対象ビルの建築と空調の概要は以下の通りである。

所在地：新宿区，
 竣工年：1990年
 規模：延床面積 7,000m²，
 測定日：冷房期－2008年10月25日
 暖房期－2009年2月6～7日
 空調方式：図 6-1 の通り

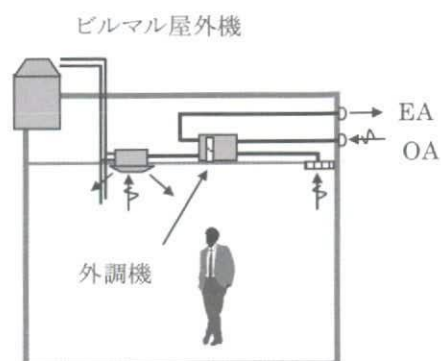


図 6-1 測定対象の空調・換気方式

6.2.2 調査方法

(1) 2008年冷房期の調査

① 空調機起動時の浮遊細菌と真菌の再飛散について

測定は土曜日であったため、調査者らが空調機を運転開始前の室内浮遊細菌と浮遊真菌のバックグラウンド濃度（室内機吹出し近傍）の1回測定と、運転開始直後の3回の連続測定計4回の測定を行った。

② 空調機内の付着細菌・真菌

室内機のフィルタ表面と外調機のフィン表面の付着細菌と真菌を昨年と同様なスタンプ法を用いて測定を行った。また、外調機のドレン水を採取し、そのうちの50μLをスパイラルプレダにてSCDとPDA培地に塗布した。SCD培地を32℃の2日間、PDA培地を25℃の5日間以上の培養を行った後、計数と同定（真菌）を行った。

さらに、細菌については、より詳細な検査を行うために、フィルタ表面やコイル表面、ドレンパン表面の付着粒子状物質を適当な面積を拭き取り、滅菌水に溶解して検水を作製したほか、外調機のドレン水を採取した。これらの検水を耐塩性細菌用の卵黄加マンニット食塩寒天培地(以下、MSEYとする)(日水製薬)、緑膿菌用のNAC寒天培地(以下、NACとする)(日水製薬)に0.1ml塗抹し、37℃でマンニット食塩培地は48時間、NAC寒天培地は24時間培養し、コロニーの発育状況を確認した。発育したコロニーをグラム染色とOF試験(OF基礎培地、栄研化学)を実施するとともに、Api Staph(シスメックス・バイオメリュー)を用いて生化学的性状試験から菌種の同定を行った。

ATP量測定については検水をルミテスターC-100とルシフェノール250プラス(ともにキッコーマン)を用いて行った。

(2) 2009年の暖房期の調査

「6.2.1」項で述べた通り、2009年1月末から10Fの居住者から「かび臭い」との苦情を訴えられたため、以下に示す調査を行った。

① 就業時の室内環境とアンケート調査

2Fと10Fにおける室内CO濃度、CO₂濃度、浮遊粉じん濃度の連続測定、2Fと10Fの他、比較をするために苦情の出ていない4Fの執務室とB1Fの会議室を対象に、午前と午後の各1回の建築物衛生法の6項目の測定を行った(B1は空室の会議室であったため、

測定 1 回のみで実施した。)。また、上記の 4 フロアについて各 1 回の室内 VOCs と HCHO の測定を加えた。

アンケート調査については、アメリカ国立労働安全衛生研究所の「室内空気質調査質問票」を応用した。(表 6-1)

<p>NIOSH (米国立労働安全衛生研究所) 室内空気質調査質問票</p>	
<p>1. 患所 あり _____ なし _____ (もし、あればチェックして下さい)</p> <p>_____ 気温がとても暑い時 _____ 気温がとても暑い時 _____ 空気循環がない時 (息づまるような感じ) _____ 臭い臭気 _____ 空気中の埃 _____ うるさい騒音</p>	<p>症状 5 _____ 症状 6 _____</p> <p>上記の症状のすべては、職場から退去後 1 時間以内で良くなりますか? はい _____ いいえ _____</p> <p>もし、良くならない場合、どんな症状 (複数も含む) が 1 週間を通じて持続しますか? (家においてか、通勤中かを記す) 次の症状の番号にマルをつけて示して下さい。</p> <p>症状: 1 2 3 4 5 6</p> <p>上記の症状によると考えられる健康問題あるいはアレルギーがありますか? はい _____ いいえ _____</p> <p>もし、ある場合には、次に記入して下さい。 _____ _____</p>
<p>2. これらの問題は、何時起こりますか?</p> <p>_____ 午前中 _____ 毎日 _____ 午後 _____ 週の特定の日 _____ 一日中 特定の日は: _____ _____ 特別な傾向なし _____</p>	<p>4. 次の項目に該当しますか?</p> <p>_____ コンタクトレンズ装着 _____ 通勤日において、10% 以上の時間のビデオディスプレイ 端末操作。 _____ 通勤日において、10% 以上の時間のコピー機操作。 _____ その他、特殊な事務用機器の使用あるいは操作。 (特に) _____</p>
<p>3. 健康についての問題あるいは症状</p> <p>あなたが、1 週間 5 日以上経験する症状あるいは健康への悪影響を、3 箇以内で記入して下さい。</p> <p>例: 鼻汁流出 症状 1 _____ 症状 2 _____ 症状 3 _____ 症状 4 _____</p>	<p>5. 喫煙しますか? はい _____ いいえ _____</p> <p>6. あなたの勤務場所の近くに喫煙者がいますか? はい _____ いいえ _____</p>

表 6-1 アンケート調査票

(出典: 小林剛訳: シックビルディング診断と対策, オーム社, 1998)

② 空調機内付着微生物量の測定

真菌については、冷房期と同様な方法で測定を行ったほか、加湿器エレメントの表面とドレン水中の真菌の測定を行った。

細菌については、夏季調査と同様にフィルタ表面やコイル表面、ドレンパン表面をふきふきチェックで適当な面積を拭き取り、滅菌水に溶解して検水を作製した。また、HEX ドレンパンからドレン水を採取し、同じ培地を用いて培養し、コロニーの発育を確認するとともに、ATP 量測定を実施した。

今回、新たに LAMP 法 (Loop-mediated Isothermal Amplification) と呼ばれる遺伝子検査法を用いてレジオネラ属菌調査を実施した。LAMP 法は対象生物が持つ遺伝子の一部分を増幅し、検出する方法であり、死滅菌や増殖できない損傷菌にも反応する方法である。試験方法は Loopamp DNA 増幅試薬キット (栄研化学) の方法に準じて実施し、Loopamp リアルタイム濁度測定装置 RT-160C (モリテックス) にて分析を行った。

③ 空調機起動時の細菌と真菌の再飛散について

「かび臭い」との苦情を訴えられている 10F の室内機 (中央) を対象に冷房期と同様な方法で測定を行った。

④ 交換された加湿エレメントの付着真菌

写真 6-1 に交換された加湿器エレメントの一部を示す。5 cm×5 cm に切断したフィルタをストマッカー袋に入れ、滅菌水 30 ml を加えよく混和した。混合液 50 μ L をスパイラルプレーダで培地に塗抹した。使用培地と培養温度は前記の通りである。

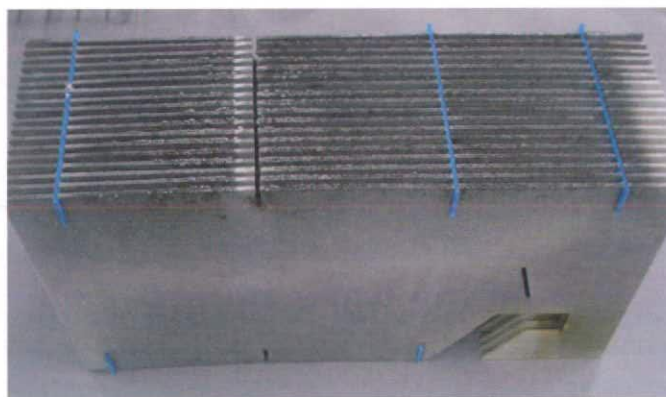


写真 6-1 加湿器エレメント

⑤ 交換された加湿器エレメントからの VOCs の測定

空調機の加湿器からの臭気の問題については、ドレン水とエレメントで増殖したカビなどによるものと言われている。そこで、この建物で使用されていた加湿器エレメントからの VOC 発生量の測定を行った。

実際に使用していたエレメントを提供して頂き、これに純水を噴霧し湿らせ、恒温恒湿装置内に温度 25 $^{\circ}$ C、相対湿度 98% で保管することで、当時の状況を再現した。そしてこの試験体をステンレス製の小形チャンバー(20 L)により、表 6-2 に示す条件で発生する VOC の測定を行った。Tenax 捕集剤による VOC の捕集には 60 分間で 10 L、DNPH カートリッジによるカルボニル化合物の捕集では 90 分で 15 L を捕集し、GC/MS 及び HPLC を用いて定性・定量を行った。

表 6-2 小形チャンバーの測定条件の概要

チャンバー容積	20 L
温度条件	25 $^{\circ}$ C
湿度条件	70~90%Rh
清浄空気流量	0.167 L/min
測定期間	14 日間
捕集流量	Tenax:10 L DNPH:15 L
捕集時間	Tenax:60 min DNPH:90 min

6.3 結果

6.3.1 2008 年冷房期の調査

① 室内機からの細菌と真菌の再飛散について

図 6-2 に空調機運転前（図中の OFF）と運転直後 3 回連続（図中の ON1～ON3）の給気中の浮遊細菌と真菌の測定結果を示す。

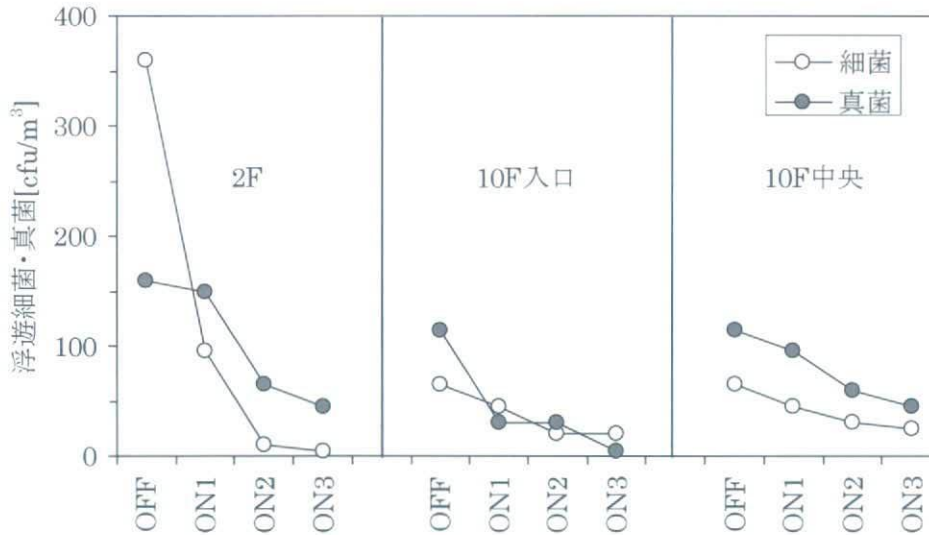


図 6-2 空調運転直後の給気中の浮遊細菌と真菌

浮遊細菌については、空調運転後明確な減衰が見られた。一方、浮遊真菌については、10F の入口の空調機 ON の直後の給気濃度が室内濃度より顕著に低くなっており、その後低い濃度のままで推移していた。これは空調機室内機のフィルタによる浮遊真菌胞子のろ過効果であると考えられる。一方、2F と 10F の中央においては、空調運転直後の 1 回目の測定結果では、給気中の濃度の明確な減衰が見られなかった。さらに、真菌の種類について見ると、前者はペニシリウムの増加（8→12cfu/100L）、後者はフザリウムの増加（0→12cfu/100L）によるものであることが明らかになった。

② 空調機フィルタの付着微生物

室内機のフィルタに付着している細菌と真菌の測定結果と前年度の暖房期で行った測定結果を併せて図 6-3 に示す。前年度暖房期の同様な測定結果に比べ、2F の付着細菌数と真菌数は同程度であったが、10F の入口と中央の付着真菌数が顕著に増えたことが分かった。写真 6-2 にフィルタ表面付着真菌培養後のコロニーを示す。2F の室内真菌の優先種がペニシリウム、アスペルギルスであることが分かる。

また、2F と 10F の外調機のコイルのドレン水 1mL に含まれている細菌がそれぞれ 1.5×10^4 cfu と 2.5×10^4 cfu であった。一方、真菌は検出されなかった。

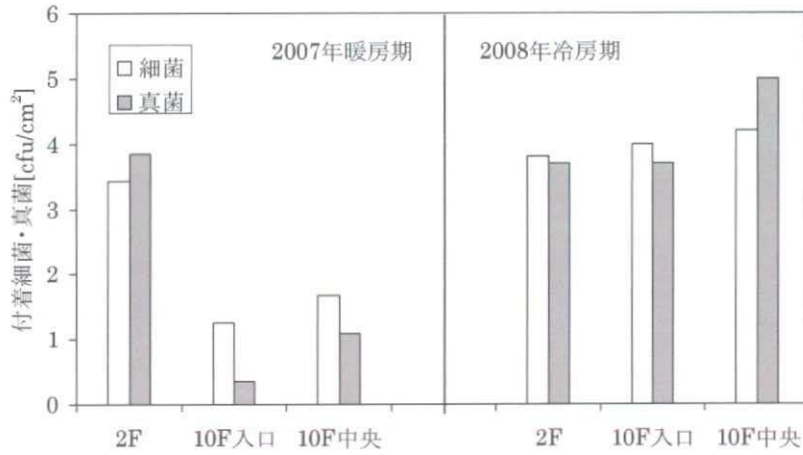
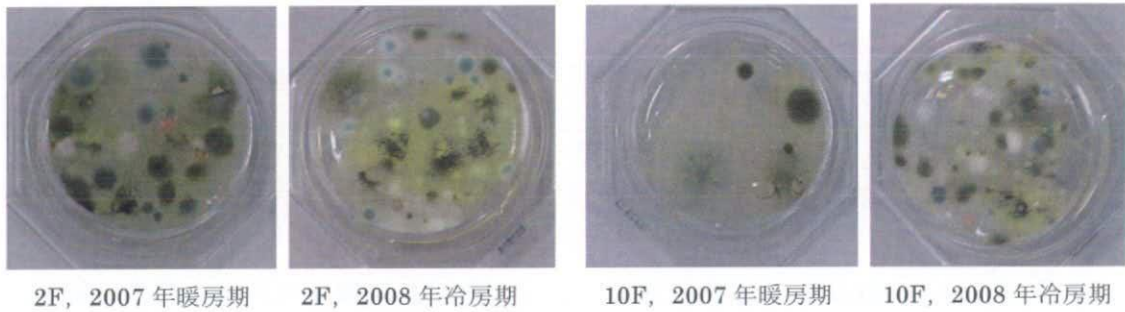


図 6-3 付着微生物の測定結果



2F, 2007年暖房期 2F, 2008年冷房期 10F, 2007年暖房期 10F, 2008年冷房期

写真 6-2 フィルタ表面付着菌の比較

③ 細菌の生息状況等調査

それぞれの培地の発育結果を表 6-3 に示す。フィルタ表面やドレンパン表面を拭き取った検水からのものは MSEY にコロニーの発育が確認された (写真 6-3)。

表 6-3 各培地の発育結果

	拭き取り箇所	培地名	
		MSEY	NAC
2F	PAC No.4系統 フィルタ表面	○	×
	HEX No.4系統 コイル表面	×	×
	PAC No.3系統 フィルタ表面	○	×
10F	中央 PAC No.3系統 フィルタ表面	○	×
	入口 PAC No.3系統 フィルタ表面	○	×
	入口 HEX No.3系統 ドレンパン表面	○	×
	入口側天井 HEX No.3系統 ドレン水	×	×

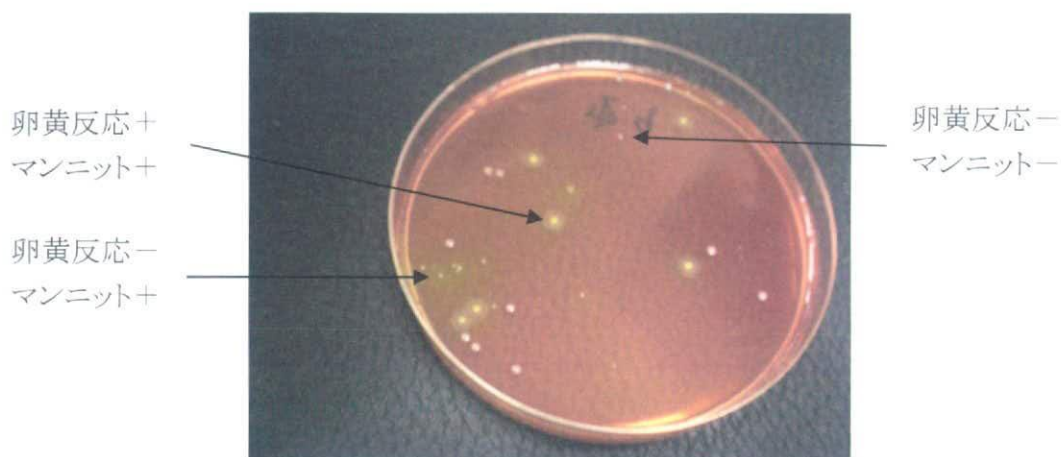


写真6-3 MSEYに発育したコロニーと選択した3コロニー (10F 中央天井 PAC (No.3 系統))

しかし、NAC には発育しなかった。MSEY に発育したコロニーを純培養してからグラム染色し、検鏡した結果、グラム陽性球菌とグラム陽性桿菌が観察された。これらからグラム陽性球菌に注目し、コロニーについてマンニット分解能や卵黄反応能等を確認するとともに、OF 試験を行った結果を表 6-4 に示す。マンニット分解能とは、本来 MSEY は赤色の培地であるが、発育したコロニーによりマンニット分解が行われ、pH が酸性側に傾き、フェノールレッドが黄色を示す特徴がある。卵黄反応とは、添加した卵黄により、ある特定の細菌ではコロニーの周囲が乳白色に混濁する特徴をいう。OF 試験とは、添加したブドウ糖の分解形式（酸化または発酵）の違いを培養後の培地の色から判定することができる。

表 6-4 空調機から採取された細菌の OF 試験結果およびマンニット分解能・卵黄反応結果

		細菌No	OF試験	卵黄反応	マンニット分解能	
2F	PAC No.4系統 フィルタ表面	1	グラム陰性桿菌のため未実施			
	PAC No.3系統 フィルタ表面	2	発酵	陰性	陽性	
		3	発酵	陰性	陰性	
10F	中央		4-1	酸化	陽性	
			4-2	発酵	陰性	陽性
		PAC No.3系統 フィルタ表面	4-3	発酵	陰性	陰性
			5-1	発酵	陰性	陰性
		5-2	発酵	陰性	陽性	
		6	発酵	陰性	陰性	
	入口	PAC No.3系統 フィルタ表面	7-1	発酵	陰性	陰性
			7-2	発酵	陰性	陰性
入口	HEX No.3系統 ドレンパン表面	8	発酵	陰性	陽性	

グラム染色の結果、2F 事務所入口側天井 PACNo.4 系統フィルタ表面はすべてグラム陰性桿菌であった。それ以外の拭き取り箇所ではグラム陽性球菌も検出された。グラム陽性菌を 11 菌株選択して観察した結果、マンニト分解能陽性は 5 株、卵黄反応陽性は 1 株であった。OF 試験を行った結果、酸化菌は 1 株、発酵菌は 10 株であった。

次に Api Staph を用いて菌種の同定を行った。なお、2 つ以上の菌名が得られた場合は、コアグラゼテストやオキシダーゼテスト、コロニーの大きさ等も併せて評価した。その結果を表 6-5 に示す。10F 事務所中央天井 PAC フィルタ表面を拭き取ったものが *Staphylococcus aureus* と同定された。*S. aureus* は黄色ブドウ球菌と呼ばれ、食中毒の原因菌として知られている。それ以外には、表皮ブドウ球菌に分類される *S. epidermidis* や *S. capitis*, *S. haemolyticus*, *S. sciuri*, 腐生ブドウ球菌に分類される *S. xylosum* が同定された。かつては黄色種が主役を占めていたブドウ球菌感染症も、近年いわゆる日和見感染の増加とともに、表皮ブドウ球菌や腐生ブドウ球菌らコアグラゼ陰性ブドウ球菌による感染症が増加している。

表 6-5 グラム陽性球菌同定キットより判明した菌種

細菌No.	菌種の同定結果	細菌No.	菌種の同定結果
2	<i>S. capitis</i>	5-1	<i>S. epidermidis</i>
3	<i>S. xylosum</i>	5-2	<i>S. haemolyticus</i>
4-1	<i>S. aureus</i>	6	<i>S. epidermidis</i>
4-2	<i>S. haemolyticus</i>	7-1	<i>S. epidermidis</i>
4-3	<i>S. epidermidis</i>	7-2	<i>S. sciuri</i>
		8	<i>S. capitis</i>

④ ATP 量測定結果

検水中の ATP 量を測定した結果を表 6-6 に示す。コイル表面やドレンパン表面は低値であったが、フィルタ表面や溜まっていたドレン水は非常に高値であった。同フロアにあっても、系統や設置場所の違いにより数値もさまざまな結果であった。培地上のコロニー数と ATP 量の関係を検討したところ、有意な差が見られなかった。

まとめ

- ・ 今回の調査結果より、空調設備にはブドウ球菌 (*Staphylococcus* 属) の付着が多く見られた。
- ・ 本結果は平成 12 年度厚生科学研究費補助金 (生活安全総合研究事業) 「室内空気中の微生物汚染に関する調査研究」で実施した中央式空調設備のダクト内の細菌調査と非常に似た結果であった。
- ・ ATP 量を測定した結果、フィルタ表面は非常に高値であり、在室者への日和見感染等を防止する上でもフィルタ清掃は重要であると考えられる。

表 6-6 空調機内を拭き取り採取した検体の ATP 量

拭き取り箇所		ATP (RLU)
2F	PAC No.4系統 フィルタ表面	1,614
	HEX No.4系統 コイル表面	17
	PAC No.3系統 フィルタ表面	3,196
10F	中央 PAC No.3系統 フィルタ表面	481
	入口 PAC No.3系統 フィルタ表面	4,227
	入口 HEX No.3系統 ドレンパン表面	18
	入口 HEX No.3系統 ドレン水	2,914

6.3.2 2009 年暖房期の測定結果

① 就業時の室内空気環境とアンケート結果

図 6-4 に 2F と 10F の室内温度、相対湿度、CO₂濃度の測定結果を示す。階によって温度が異なるものの、22～26℃の範囲にあった。相対湿度については 40%未満で推移していた。この結果はこれまで報告された他のオフィスビルの測定結果と同様で、冬期の加湿不足の問題が窺えた。CO₂濃度については、終日 1000ppm 以下であった。また、CO、室内気流についても良好であった。即ち、建築物衛生法の環境衛生管理項目からみれば、対象ビルの 2F と 10F は何れも良好であった。また、浮遊細菌と真菌の測定結果は何れも 100cfu/m³以下であり、昨年度の調査に比べ高くなかった。

一方、アンケート調査の結果、2F（昨年度苦情の出ていたフロア）と 4F からは、「著しい臭気」との苦情がなかったのに対して、10F の居住者 14 名のうち 10 名が、「著しい臭気」を感じると答えている。また、臭気を感じるタイミングについては、「週明けの月曜日の朝」、「空調作動時」との答えがあった。

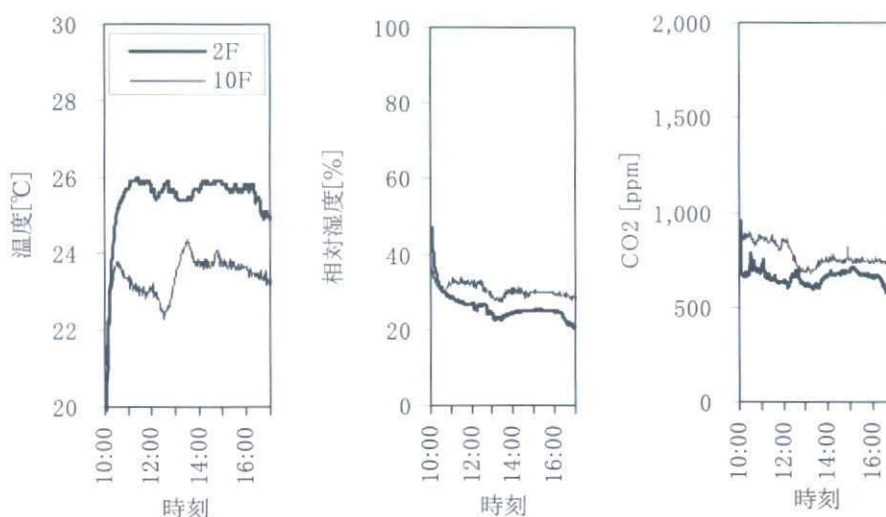


図 6-4 室内空気質の測定結果

② 空調機内付着

表 6-7 に空調機内の付着微生物と加湿器ドレン水中の微生物の測定結果を示す。「かび臭い」との苦情を訴えられている 10F の空調機内の微生物量が他の階と同等かそれ以下であった。

表 6-7 空調機内の付着微生物と加湿器ドレン水中の微生物

		付着 (cfu/cm ²)		ドレン (cfu/mL)
		フィルタ	ドレンパン	加湿器
細菌	2F	1.6	*	180000
	4F	*	*	71200
	10F入口	1	*	74800
	10F中央	0	*	244000
真菌	2F	0.1	2.5	3100
	4F	*	-	860
	10F入口	0.3	12.2	190
	10F中央	0	0.7	990

* 多過ぎるため、数えられなかった。

一方、細菌の生息状況等調査における各種の培地の発育結果を表 6-8 に示す。MSEY では夏季調査に比べて発育が少なく 1 箇所が発育が確認された。そのため、検水を遠心濃縮し、再度 MSEY に塗布したところ、5 箇所から発育が確認された。NAC は夏季調査と同様に発育しなかった。

ATP 量については、ドレン水では非常に高値であったが、拭き取った他の部位は夏季調査結果と比べて低かった。レジオネラ属菌については 1 箇所 (2F 事務所入口側天井 HEX ドレン水) で陽性結果であった。

表 6-8 各種試験の結果

拭き取り箇所	ATP (RLU)	培地名 [※]		レジオネラ
		MSEY	NAC	LAMP法
事務所入口側天井 PACフィルタ表面	78	○	×	(-)
2F 事務所入口側天井 HEXドレン水	38,460	◎	×	(+)
事務所入口側天井 HEXエレメント	30	×	×	(-)
事務所中央天井 PACフィルタ表面	16	○	×	(-)
事務所中央天井 HEXドレン水	16,340	×	×	(-)
10F 事務所中央天井 HEXエレメント	12	×	×	(-)
事務所入口側天井 HEXドレン水	21,350	×	×	(-)
事務所入口側天井 HEXエレメント	32	×	×	(-)
事務所入口側天井 HEXドレン水	9,550	○	×	(-)
4F 事務所入口側天井 HEXエレメント	25	○	×	(-)
事務所中央天井 PACフィルタ表面	81	○	×	(-)

※◎は検水を塗布して発育したもの、○は遠心濃縮した検水を塗布して発育したもの

MSEY に発育したコロニーをグラム染色した結果、グラム陽性球菌とグラム陰性桿菌が観察された。これらからグラム陽性球菌に注目し、コロニーについてマンニット分解能や卵黄反応能等を確認するとともに、OF 試験を行った結果を表 2 に示す。

表 6-9 空調機から採取された細菌の OF 試験結果およびマンニット分解能、卵黄反応結果

			細菌No.	OF試験	卵黄反応	マンニット分解能
2F	事務所入口側天井	PACフィルタ表面	1-1	酸化	陰性	陰性
			1-2	酸化	陰性	陰性
	事務所入口側天井	HEXドレン水	2	グラム陰性桿菌のため未実施		
10F	事務所中央天井	PACフィルタ表面	6-1	発酵	陰性	陽性
			6-2	発酵	陽性	陽性
4F	事務所入口側天井	HEXドレン水	9	発酵	陰性	陰性
		HEXエレメント	10	発酵	陰性	陽性
	事務所入口側天井	フィルタ表面	11-1	発酵	陰性	陰性
			11-2	発酵	陰性	陰性

次に Api Staph を用いて菌種の同定を行った。なお、2 つ以上の菌名が得られた場合は、コアグラゼテストやオキシダーゼテスト、コロニーの大きさ等も併せて評価した。

その結果を表 6-10 に示す。10F 事務所中央天井 PAC フィルタ表面は夏季調査結果と同様に *Staphylococcus aureus* と同定された。それ以外には、*Staphylococcus epidermidis* や *Staphylococcus capitis*, *Staphylococcus capraeuri* などのブドウ球菌の他、*Micrococcus* 属や *Kocria* 属の菌であった。

表 6-10 グラム陽性球菌同定キットより判明した菌種

細菌No.	菌種の同定結果	細菌No.	菌種の同定結果
1-1	<i>Staphylococcus caprae</i>	9	<i>Staphylococcus</i> 属
1-2	<i>Staphylococcus aureus</i>	10	<i>Staphylococcus capitis</i>
6-1	<i>Kocria</i> 属	11-1	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
6-2	<i>Micrococcus</i> 属	11-2	<i>Staphylococcus</i> 属

③ 空調機起動時の細菌と真菌の飛散

図 6-5 に 10F における空調起動時の浮遊細菌濃度と浮遊真菌濃度の変化を示す。空調機内から浮遊真菌が放出されることが明らかになった。なお、浮遊真菌の殆ど全てが *Mycelia* であった。

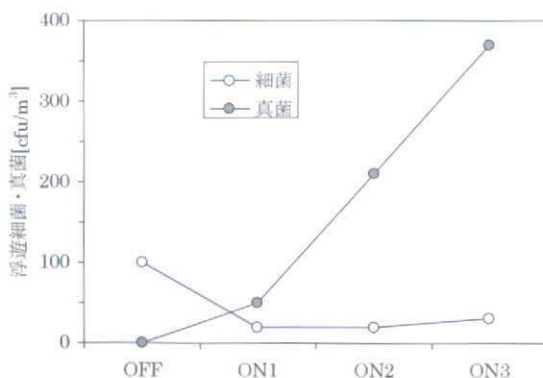


図 6-5 空調起動時の微生物濃度の変化

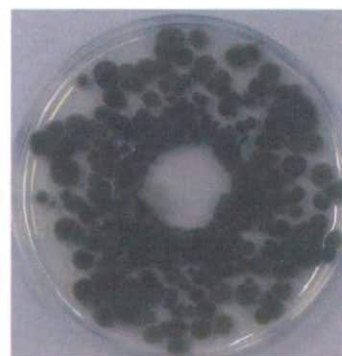


写真 6-4 加湿器エレメントから分離された *Cladosporium* spp.

④ 交換された加湿エレメントの付着真菌

エレメントの保存状態などの影響で、昨年度の調査で検出された *Rhodotorula* spp. が分離されなかったが、少数の *Penicillium* spp. を除けば、殆どすべて検出されたのが *Cladosporium* spp. であった (2.6×10^5 cfu/25cm²)。写真 6-4 に培養後のコロニーを示す。

⑤ 交換された加湿器エレメントからの VOC

昨年度の調査によれば、対象とした加湿器エレメント表面から *Rhodotorula* spp. が検出されている。なお、本年度提供して頂いた加湿エレメントの表面から、PDA 培地により付着菌を培養したところ、*Cladosporium* spp. が多く検出され、*Rhodotorula* spp. を検出することはできなかった。建物空調機の加湿器から取り出してから時間が経過していること、加湿器内での条件と実験室における条件が異なることによるものと考えられるが、フィルタエレメントには両者のカビが繁殖していたものと考えられる。

表 6-11 に加湿器エレメントからの VOCs 発生量について示す。トルエンなど芳香族炭化水素の他に、シール材などで使用されている低分子シロキサン類が検出された。主にフィルタを構成する材料によるものと考えられる。

表 6-11 加湿器エレメントから発生した VOCs

Compounds	Emission rate [µg/h·unit]
Disulfide, dimethyl	0.17
Toluene	0.19
Cyclotrisiloxanes	0.22
Ethylbenzene	0.03
Xylene	0.05
Cyclotrisiloxanes	0.05
Cyclotetrasiloxanes	0.07
Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0.03
Benzene, 1,4-dichloro-	0.02
1-Hexanol, 2-ethyl-	0.03
Cyclopentasiloxanes	0.03
Cyclohexasiloxanes	0.03
Hexasiloxanes	0.11

② 加湿器から検出された真菌の MVOC の発生量

加湿器のエレメントから検出された *Rhodotorula* spp., *Cladosporium* spp. 及び加湿器のドレン水より検出された *Penicillium* spp., *Mycelia* について MVOC 発生量の測定を行った。既往の研究と同様に PDA 培地のシャーレ 6 枚分に生育させ、上記と同様にチャンパー内に設置し、一定期間後の MVOC 発生量の測定を行った。チャンパー内は、湿度を 70~90% に保ち、温度を 25℃ に設定した。表 6-12 に各真菌からの MVOC 発生量及び加湿器からの MVOC に関係する VOCs 発生量について示す。なお、*Rhodotorula* spp. 及び加湿器のドレン水より検出された *Penicillium* spp., *Mycelia* について培地培養後 1 週間、*Cladosporium* spp. については、培地培養後 3 日後の値である。

今回対象とした試料全てから Acetaldehyde 及び Acetone が検出され、その他の物質として *Rhodotorula* spp. からは、3-methyl-1-butanol が発生していた。*Cladosporium* spp. については、dimethyl disulfide (二硫化ジメチル)、3-methyl-3-Buten-1-ol などが、*Penicillium* spp. については、2-methyl-1-Propanol, 1-methoxy-3-Methyl-butane,

2-methyl-1-Butanol が大量に検出された。また、不明のカビ種については、Ethyl alcohol, 1-methoxy-2-Propanol が検出された。一方、加湿器エレメントからも、構成材料によっても考えられるが、Acetone が多量に発生し、その他にも dimethyl disulfide の発生が確認された。しかし、*Rhodotorula* spp. 及び *Cladosporium* spp. で確実に発生が確認できた 2-methyl 1-propanol, 3-methyl-3-buten-1-ol などの発生は、加湿器エレメントから確認することができなかった。

表 6-13 に測定対象建物において検出された MVOC と関連のある物質である 1-methoxy-2-Propanol 及び 2,6-dimethyl-7-Octen-2-ol の濃度を示す。

1-methoxy-2-Propanol については、地下 1 階及び 4 階において検出され、*Mycelia* から比較的多く検出されており、これからの発生による影響が示唆される。

加湿器も含めた空調機からの臭気の問題は、空調機作動後すぐに発生することが多く、時間が経つに連れて発生量の減少と換気の効果により、臭気物質自体の濃度が低下するものと考えられる。今回の調査においても、空調作動後十分時間が経った時点で測定を行っており、多くの MVOC を検出することはできなかった。測定の感度を上げるとともに、測定時期を例えば空調作動後すぐの空気の捕集とすることにより、確実に空調機由来の発生物質を検出し、臭気物質の特定を行うことが必要である。更に、加湿器から発生する成分についても、加湿器に使用されていた状態で速やかに発生試験を行うこと、加湿器に使用されている条件を正確に再現するような養生条件を組み上げることで、付着菌、カビ単体の MVOC、加湿器からの発生物質を比較検討することにより、加湿器由来の臭気、MVOC と室内空気環境への影響について証明することが可能になるものと考えられる。

表 6-12 各真菌から発生した MVOC と加湿器からの VOCs 発生量 ($\mu\text{g/h}\cdot\text{unit}$)

	<i>Rhodotorula</i> (1 week)	<i>Cladosporium</i> (3 days)	<i>Penicillium</i> from drain water (1 week)	anonymous (1 week)	Humidifier
Acetaldehyde	0.22	0.03	0.51	0.46	0.02
Acetone	0.84	0.26	1.03	0.31	1.00
Ethyl alcohol	n.d.	n.d.	n.d.	0.59	n.d.
2-Propanol, 1-methoxy- Disulfide, dimethyl	n.d.	n.d.	n.d.	0.34	n.d.
1-Propanol, 2-methyl-	0.03	n.d.	1.64	n.d.	n.d.
Butane, 1-methoxy-3-methyl-	n.d.	n.d.	1.42	n.d.	n.d.
1-Butanol, 2-methyl-	n.d.	n.d.	0.59	n.d.	n.d.
3-Buten-1-ol, 3-methyl-	n.d.	0.01	n.d.	n.d.	n.d.
1-Butanol, 3-methyl-	1.93	0.04	n.d.	n.d.	n.d.

表 6-13 対象ビルの MVOC 濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	OA	B1F	2F	4F	10F
2-Propanol, 1-methoxy-	n.d.	3.2	n.d.	2.4	n.d.
7-Octen-2-ol, 2,6-dimethyl-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.3

6.4 考察

前記した測定の結果から、冷房期では、2F と 10F の中央にある室内機からのかび孢子の再飛散が確認された。菌種についてみると、2F はペニシリウム、10F はフザリウムが顕著に多かったことから、室内機内で増殖したそれぞれの真菌の孢子が空調機運転開始時の気流によって室内に飛散したものであると考えられる。

かび孢子が再飛散するか否かは、孢子と付着する表面の付着力と、気流による分離力のバランスによって決まる。両者間に孢子の大きさに左右され、大きければ大きいほど気流による分離力が優勢となるため、再飛散が起りうる。本研究の結果では、空調運転開始時にのみ再飛散が認められたのが、付着している真菌孢子のうち大きいものだけが飛散したものであると推察される。なお、微生物が生き物であるゆえに、時間が経つと、空調機内の真菌がまた増殖し飛散するため、空調機運転開始時の真菌孢子の再飛散が繰り返し起きる現象であると考えられる。このような現象から、定常時の測定は上記の「かび臭い」問題の原因追及に限界があることが考えられる。

冬期では、「かび臭い」との苦情を訴えた 10F の吹出し口から *Mycelia* のみが出ていること、加湿器水を止めると苦情がなくなり、再び加湿水を入れると「かび臭い」を訴えること、アンケートの調査の結果などを総合して勘案すれば、加湿器で増殖した微生物が居住者の「かび臭い」の原因になっていることが推察される。

また、室内機の室内に面しているフィルタ表面の付着真菌が多くなると、MVOC の発生量が多くなり、かび臭い結果の一因になることがあると思われる。

一方、細菌の同定の結果、ブドウ球菌 (*Staphylococcus sp.*) の付着が多く見られ、既往の中央式空調設備のダクト内の細菌調査の結果と同様であったことは、空調機内の温湿度環境がブドウ球菌の生育・増殖に適していることが考えられる。温湿度が空調の仕組みであることを前提にすれば、個別空調方式においては、定期的な清掃を含めた維持管理が重要となる。

6.5 まとめ

- ① 加湿器を外したことにより、苦情がなくなったこと、アンケート調査の結果などから、加湿器が「かび臭い」の原因であったと推察される。
- ② 空調運転開始時に空調機内からのかび孢子の飛散が確認された。また、その後の濃度が定常になるため、定常時の測定は空調機内の微生物汚染問題を正確に把握できない可能性がある。
- ③ 加湿器のエレメントから分離されたかびから揮発性有機化合物 (MVOC) の放出が確認された。
- ④ かび濃度の季節の消長を反映して、フィルタに付着している細菌と真菌数が冬期より夏期の方が多く、季節間の差が見られた。
- ⑤ 既往の中央式空調設備のダクト内の細菌調査の結果と同様に、空調機内に付着しているブドウ球菌 (*Staphylococcus sp.*) の量が顕著に多かった。

7. 総括

「建築物の雑用水・給湯設備、個別空調設備における維持管理に関する調査研究」としては、「1. 研究の目的」に記載されている、以下の今年度の目標達成に向け、雑用水・給湯設備を扱うWG、個別空調設備を扱うWGの2WGを設置し、調査研究を実施した。

“平成19年度研究では、地方自治体における立入検査の方法や指導・助言等に格差がみられ、特に雑用水利用設備では維持管理状況から更なる指導の徹底が必要と考えられた。

そこで今年度は、雑用水設備については、設計・施工・維持管理上の留意点等を整理する。また、給湯設備においては、最近増加傾向にある局所式給湯設備は管理が義務付けられておらず、水質実態や維持管理状況等が未解明であることから、実態調査および問題点の提言を行い、中央式給湯設備と併せて設計・施工・維持管理上の留意点等を整理する。さらに、今後、これら取りまとめた知見をもとにマニュアル策定のための提言を行う。

個別空調設備については、夏季における維持管理実態を調査し、昨年度研究成果と併せて適正な維持管理方法の提言を行う”

具体的な調査研究内容と成果の概要を示すと、以下のようになる。

雑用水・給湯設備を扱うWGでは、維持管理マニュアルのあり方について議論し、分かりやすく、かつ、実効性のあるマニュアル策定の資料を提供することを基本方針とし、以下のような作業を行った。

給湯設備に関しては、水質や維持管理状況の調査事例が極端に少ない局所式給湯設備を中心に、夏期に省エネの面からボイラの運転を停止していた中央式給湯設備も含め、調査を実施した。調査した件数は、局所式が8棟、102検体、中央式が16棟、26検体である。その結果、水質の面で問題がある局所式は少なかったものの、点検がほとんど行われていないこと、貯湯槽清掃のための水抜きができないような設置が行われている例が極めて多いことなどの問題点が明らかとなった。これら局所式の調査結果と、昨年度までの中央式給湯設備に関する文献調査を含む検討結果を基に、中央式・局所式に分け、維持管理を行う者にとって理解しやすい形でその設備概要と維持管理のあり方をまとめ、最後に、両方式の「維持管理のためのチェックシート」を示した。今回提案したチェックシートの特徴は、維持管理を適切に行えるようにするには、設計・施工段階での配慮が不可欠なことから、「設計者・施工者向け」と「維持管理者向け」の2つが提示されていることである。

雑用水設備に関する本報告書の記載に関しては、昨年度の調査研究で“維持管理状況から更なる指導の徹底が必要”との結論に達したことから、「4.1.1 本章の目的と構成」に“雑用水設備の維持管理に資するための基礎資料とすることを目的とする。本稿の構成は、先ず概要として、維持管理の基本的な考え方、システムの一般的構成を提示する。次に、維持管理のポイントとして、設計者・施工者・維持管理者がそれぞれ考慮すべき項目を整理する。システム構成部位の詳細では、さらに細かい項目についても検討する。これらを踏まえて、フロー図を用いた説明により確認するとともに、チェックシートを提示する”と記載されているように、図表なども多用し、維持管理に資する基礎資料として活用していただけるよう配慮した。雑用水設備の維持管理では、処理設備の維持管理が極めて重要で