

空調機内の細菌および真菌汚染度調査、 空調機フィルターの抗菌・抗かび効果に関する研究

Estimation of Bacteria and Fungi from Air conditioner and Antibacterial and Antifungal Activity of Air-conditioner filter

0040405 今井恵子 IMAI Keiko

1. はじめに

空調機内では細菌・真菌などの微生物汚染が起こりやすい。空調機内で最も外気に触れ塵埃、微生物に汚染されやすいと考えられるフィルターの抗菌・抗かび効果を確認することを目的とした。本研究では、空調機で使用されている2種類のフィルター、抗菌加工した不織繊維製フィルターと抗菌剤が練りこまれているプラスチック製フィルターを試験対象とした。前者は高い清浄度が求められる医療現場の空調機に取り付けられることが多く、後者はオフィスや家庭などの空調機に取り付けられることから、使用場面を考慮した上でフィルターの抗菌・抗かび性を確認した。本研究で使用したフィルターすべてにおいて記載がない限り、抗菌加工を施してあるものとする。

2. 方法

2-1 空調機内の微生物汚染度調査

2-1-1 測定概要

Table2-1 測定条件

	付着菌	空中浮遊菌
場所	お茶の水女子大学生活科学部 居住環境学第二研究室、居住環境学実験室	
試料	プラスチック製フィルター	
測定法	拭き取り法 10×10cm部を綿棒で拭き取り滅菌水で懸濁、その試験液を培地に塗布 25°C、7日間培養	MASサンブロー法 M40Y、PDA培地に室内空気を320L吹き付ける 3回測定を行った 25°C、7日間培養

2-2 試験方法

2-2-1 供試菌

2-2-a フィルターのカビ発育試験

Cladosporium cladosporioides (クロカビの一種)

Penicillium citrinum (アオカビの一種)

Aspergillus niger (クロコウジカビ)

2-2-b1 細菌に対するフィルターの抗菌力試験

2-2-b2 抗菌剤濃度差のあるフィルターの抗菌力試験

Staphylococcus aureus (黄色ブドウ球菌)

Klebsiella pneumoniae (肺炎桿菌)

Pseudomonas aeruginosa (緑膿菌)

2-2-2 試料

Table2-2 本研究で使用した試料

使用した試験	試料
2-2-a	・市販の抗菌加工済みプラスチック製フィルター ・抗菌加工済み不織繊維製フィルター
2-2-b1	・抗菌加工済み不織繊維製フィルター
2-2-b2	・抗菌剤を薄・中・濃の3段階に薄め、無加工の不織繊維製フィルターに含浸乾熱滅菌したもの
2-2-c	・市販の抗菌加工済みプラスチック製フィルター

2-2-a フィルターのカビ発育試験

i 菌液調整 PDA 斜面培地にて1週間培養を行い、胞子を産生させた。前培養した斜面培地上に0.05% Tween80 溶液を加え、ピペッティングを行い胞子懸濁液を調整し(0.5~4.0×10⁶/ml)、試験菌液とした。

ii 試験方法 試料を無機塩、PDA 培地に置き、試験菌液を接種。経日を追って1週間まで目視によ

る観察、実体顕微鏡による観察を行った。

2-2-b1 細菌に対するフィルターの抗菌力試験

2-2-b2

抗菌剤濃度差のあるフィルターの抗菌力試験

i 菌液調整 供試菌を前培養した後、ニュートリエントブロス(NB)に接種し35°C、120rpmで1~5×10⁶CFU/mlになるように振とう恒温槽で培養をした。その菌液をNB、希釈したニュートリエントブロス(b1は1/10に希釈したNB、b2は1/20に希釈したNB)、にそれぞれ接種時最終菌液濃度が1~3×10⁶CFU/mlとなるように接種した。

ii 試験方法 各試料をバイアル瓶に入れ高圧蒸気滅菌した。バイアル瓶に入った試料に0.2mlずつ最終菌液を接種し35°C、18時間培養した。培養後バイアル瓶に20ml滅菌水を入れフラッシュミキサーで試料に付着している菌を洗い出した。その試験菌液を希釈し10倍希釈系列を作製した。各希釈系列から0.1mlを培地に塗抹し35°C、24時間培養した。培地のコロニー数を計数し、コロニー数と希釈倍率から生菌数を算出した。

2-2-c 運転直後のフィルターの抗菌力試験

1週間、2-1で運転した空調機で試料のフィルターを装着させ、運転しつづけた。その後、試料を5×5cmに切り取り、無機塩培地に置いた。25°C、1週間後目視による観察、実体顕微鏡による観察を行った。

3. 結果

3-1 空調機内の微生物汚染度調査

Table3-1 プラスチック製フィルターから分離された真菌

空調機	分離されたカビ	生菌数 (CFU/cm ²)
研究室	<i>Aspergillus niger</i>	8.0×10 ²
	<i>Penicillium sp.</i>	5.0×10 ²
	<i>Aspergillus versicolor</i>	9.0×10 ²
	Yeasts	6.0×10 ²
実験室	<i>Aspergillus niger</i>	4.6×10 ³
	<i>Aspergillus ochraceus</i>	1.6×10 ³

Table3-2 居住環境学第二研究室の空中から分離された真菌

PDA培地		M40Y培地	
菌名	CFU/m ³	菌名	CFU/m ³
<i>Cladosporium</i>	50.0	<i>Cladosporium</i>	78.1
<i>Penicillium</i>	9.8	<i>Aspergillus niger</i>	12.5
<i>Rhizopus</i>	6.3	<i>Penicillium</i>	6.3
		<i>Rhizopus</i>	6.3

Table3-3 居住環境学実験室の空中から分離された真菌

PDA培地		M40Y培地	
菌名	CFU/m ³	菌名	CFU/m ³
<i>Cladosporium</i>	56.3	<i>Cladosporium</i>	87.5
<i>Aspergillus niger</i>	12.5	<i>Penicillium</i>	9.4
<i>Mucor sp.</i>	6.3	<i>A. versicolor</i>	9.4
<i>Penicillium</i>	6.2	<i>A. ochraceus</i>	3.1
		<i>Eurotium</i>	3.1
		<i>Rhizopus</i>	3.1

※真菌はカビ(糸状菌)以外酵母等も含む

実際に運転したフィルターに付着している菌種の確認および空中浮遊菌の菌種の確認を目的とし、1年間運転したプラスチック製フィルターの微生物調査、特に真菌調査を行った。プラスチック

ク製フィルターから分離された真菌を Table3-1 に測定箇所 MAS サンプラーを用いて測定した真菌の結果を Table3-2 に示す。Table3-1 から、フィルターから分離された真菌は *Aspergillus* 属、続いて *Penicillium* 属が多く分離されたことが分かる。一方、Table3-2 から、空中浮遊菌は *Cladosporium* 属が圧倒的に多く、フィルターから分離された菌以外の種も検出された。フィルターに付着する菌種の分布と浮遊菌の菌種の分布との違いが確認された。

3-2-a フィルターのカビ発育試験

プラスチック製フィルターまたは不織繊維製フィルターの抗カビ性を確認することを目的とし、住居内でよく分離されるカビ3種を供試菌に用いて、培地上(PDA、無機塩培地)に置いて、経日を追って観察を行った。栄養源のあるPDA培地を使用した場合、プラスチック製フィルターに添加したカビの胞子は培養1日目にフィルター上で生育が確認された(Fig. 3-1, 3-2)。また、不織繊維製フィルターにおいても培養1日目にフィルター上でカビの胞子は生育した。一方栄養源のない無機塩培地を使用した場合、プラスチック製フィルターでは培養7日目に、不織繊維製フィルターは培養21日目にカビの生育が確認された。

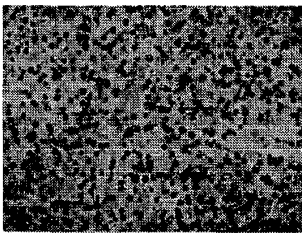


Fig. 3-1 フィルター上で生育する *A. niger*

Fig. 3-2 フィルター上で生育する *P. citrinum*

3-2-b1 細菌に対するフィルターの抗菌力試験

不織繊維製フィルターの抗菌性を確認することを目的とし、抗菌力試験を行った。使用した液体培地の2種は菌の活性化を促す役割を担っているが、本研究においては汚れと考え、液体培地の濃度が高いほど汚染された環境として想定した。Table3-4から、初発菌数から18時間後の生菌数が下回ったのは1/10NBを使用した試験と、*P. aeruginosa*を供試菌としてNBを使用した試験のみであった。

Table3-4 細菌に対する不織繊維製フィルターの抗菌力試験結果

供試菌	使用培地	初発菌数 (CFU/ml)	35°C 18時間培養後の生菌数 (CFU/ml)	
			無加工フィルター (繊維製)	加工フィルター (繊維製)
<i>S. aureus</i>	NB	8.3×10^5	1.9×10^8	2.0×10^8
	1/10NB	1.8×10^5	2.0×10^8	3.7×10^8
<i>K. pneumoniae</i>	NB	1.7×10^5	9.8×10^9	4.2×10^8
	1/10NB	1.7×10^5	3.6×10^8	1.0×10^4
<i>P. aeruginosa</i>	NB	1.3×10^9	5.2×10^9	2.4×10^5
	1/10NB	5.0×10^4	1.9×10^{10}	6.0×10^7

3-2-b2

抗菌剤濃度差のあるフィルターの抗菌力試験

液体培地の濃度を変えることにより、抗菌加工されたフィルターの抗菌効果に違いがあるのか確認することを目的として、抗菌剤の濃度差のある

フィルターを使用し抗菌力試験を行った。その結果を Table3-5 に示す。初発菌数からの菌数の増減を確認すると液体培地の濃度により、抗菌効果の表れた抗菌剤濃度は異なった。

Table3-5 抗菌剤濃度差のあるフィルターの抗菌力試験結果

供試菌	使用培地	初発菌数 (CFU/ml)	35°C 18時間培養後の生菌数 (CFU/ml)			
			無加工フィルター	加工フィルター (抗菌剤濃度)		
				薄	中	濃
<i>S. aureus</i>	NB	9.9×10^5	1.3×10^8	6.7×10^7	1.4×10^8	$< 10^1$
	1/20NB	6.5×10^5	1.5×10^8	1.1×10^8	2.0×10^7	$< 10^1$
<i>K. pneumoniae</i>	NB	2.8×10^5	1.1×10^{10}	1.1×10^8	6.8×10^8	$< 10^1$
	1/20NB	2.1×10^5	2.7×10^7	3.9×10^8	1.5×10^8	$< 10^1$
<i>P. aeruginosa</i>	NB	6.1×10^5	8.4×10^9	4.2×10^7	5.5×10^5	$< 10^1$
	1/20NB	3.9×10^5	2.6×10^9	2.9×10^7	2.9×10^7	$< 10^1$

3-2-c 運転直後のフィルターの抗菌力試験

空調機運転中のプラスチック製フィルターの抗菌力を確認することを目的とし、フィルターの抗菌剤による菌の生育の抑制を確認した。比較的塵埃の少ない1週間をめぐりに運転した後、栄養のない無機塩培地上で培養後、経日を追って観察した。7日後、フィルター上に菌の生育が確認された。

4. まとめ

本研究において以下の結論を得た。

空調機で運転をしたプラスチック製フィルターに付着していた菌種の分布は、空中浮遊菌の菌種の分布と異なっていた。菌種によって基質に付着しやすいものがあるのか、抗菌剤の影響であるのか検討が必要である。

プラスチック製フィルター、不織繊維製フィルターともに、抗カビ性はあるとはいえないが、付着したカビの胞子の栄養源となるものがない場合に限り、カビは生育しにくいことがわかった。

不織繊維製フィルター、抗菌剤の濃度差のあるフィルターに対し細菌3種を供試菌として抗菌力試験を行ったが、試料の評価は、液体培地の濃度に結果が左右された。抗菌力の効果は細菌にとっての栄養の量により異なり、栄養を多く与えなければ、抗菌力の効果は十分に発揮されることが認められた。

以上のことから、空調機を使用する時には、抗菌剤が含有されたフィルターを使用した方がより細菌・真菌を防ぐことができ、更に細菌やカビの繁殖を防ぐには、細菌・カビの栄養源になる塵埃等がフィルターに付着しないようにして抗菌剤の効力を最大限に活用すべきである。

【謝辞】 本研究を実施するにあたり衛生微生物研究センター 李憲俊博士のご指導、ご助言を得た。記して謝意を表す。
【発表状況】

- 1) 今井、田中「空中浮遊菌の測定法」生活工学研究 Vol. 3 No. 1, P124-125, 2001
- 2) 今井、土肥、田中ら「居住環境における空調機内の微生物の発育に関する調査研究」空-19、空気調和・冷凍連合講演会講演論文集、P73-76、東京、2001.4.
- 3) 今井、土肥、田中「空調機フィルターの抗菌性に関する研究」1Ja-4、日本家政学会講演論文集、P239、倉敷、2001.5.
- 4) 今井、李、田中ら「抗菌試験における液体培地の影響に関する研究」B-13、日本防菌防黴学会大会論文集、P49、千里、2001.5.
- 5) 今井、土肥、田中「空調された空間にみる微生物の発育に関する基礎的研究」A-65、空気調和・衛生工学会大会論文集Ⅲ集、P1257、京都、2001.9. (指導教官 田中辰明)