

での集団感染事例は多く報告されている。これらに共通する因子としては、その集団性に加えて診断の遅れによる感染源との接触の長期化がある場合が多い。平成17年4月1日より結核予防法が改正され、特定の感染危険集団に対する定期・定期外健診が強化されるが、環境中からの感染源の除去という観点から早期診断・早期治療がなされるべきである。

このためには、職員を含む居住者の年1回の胸部X線写真を含む定期健診実施と有症状受診の推進、ツベルクリン反応二段階法検査の実施、施設の個室化、空調・換気への配慮に加え、施設内結核感染予防マニュアルの作成と職員の結核に関する知識の普及・教育が重要である。

2. 特殊環境の一つである監獄における結核蔓延状況とRFLPによる解析

ザンビア共和国では首都ルサカを中心に南北に伸びる幹線道路、鉄道に沿って刑務所が分布しており、調査時収監数は全体でおよそ13,000人であった。不適当な検体を除いた結果、最終的な対象数は1050人となった。抗酸菌は総計259株分離された。

RFLPによる解析では、最終的に解析可能であった101株について、18のクラスターが形成され、サイズは2名から22名までであり、クラスター形成総数は62名であった(資料・図1)。またRFLPバンド数は2~15までで、最頻値は9本であった。

刑務所別のクラスター構成では、Central、KamwalaおよびMwembeshiの各刑務所が首都近郊に位置しており、収監数も多いため株数が多くなっていた。クラスター形成率はおおよそ60~70%で、クラスター1に属する株が多く見られ、この株がザンビアでの流行株であることが考えられた。Livingstoneも交通の要衝であり、首都との間に人や物の交通が多くあるが、ここでもクラスター1の株が2株見られた。他の小規模な町では同一クラスターに複数の患者

がみられることはなかった(資料・表1)。

各刑務所の内部における監房別の解析を行った。Central Prisonでは35人分の検体の解析を行っており、13号監房にはクラスター1が4人みられたが、塗抹検査はすべて陰性であり流行株でもあることから外部からの持ち込みであろうと考えられた。一方12号監房のクラスター2については、収監期間の長い方の患者で喀痰塗抹陽性であり、クラスター1に続く流行株であったが、監房内での感染も可能性があるものと思われた。同様にKabwe Prisonでは比較的稀なクラスターである6が2名の患者から分離されており、収監期間も長いことから監房内感染の可能性が高いと考えられた。

これらの刑務所での収監状況と換気状況についてみると、一つの監房に30~40人がまとまって収容されており、換気に関しては通常窓を開放するのみで、機械換気等は行われていなかった。窓は24時間開放されていた。

D. 考察

1. 結核感染成立環境に関する文献調査

結核の主要感染経路は飛沫(核)による空気を介した呼吸器感染である。従って感染源によって汚染された空気を共有しないことが感染防止の第一である。またこれに付随して感染源を早期に除去すること、発病に至りやすい個人・集団では感染源の侵入を阻止することが環境因子として重要である。

汚染した空気を除去する唯一の方法は換気である。アメリカHospital Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC)では感染源を隔離する際の換気基準として、部屋を陰圧として外部と2.5Paの差をあたえ、施設を新設する際には12ACH以上(1ACHでは1時間にその部屋の容積と等量の空気が流入する)、既存の施設でも6ACH以上の換気効率を要求している。また、空気を還流する場合はHEPAフィルターあるいは紫

外線灯による病原体の除去を必要とする。

感染源の早期の除去のためには、早期発見、早期診断が必要となる。このためには特に集団生活を営んでおり、二次感染が起りやすいと思われる集団に対して定期的なチェックを実施する事が重要となる。例えば高齢者施設では入所時の胸部X線検査、ツベルクリン二段階法の施行、病歴の聴取等を詳しく行い、少なくとも年一回の定期健診を実施する。ツベルクリン反応だけではBCG接種の影響を受けるため、正確な診断のために QuantiFERON-TB 2G 等の応用も考慮するべきである。また呼吸器症状のアセスメントを日常のヘルスチェックに加えることも効果的と思われる。

2. 特殊環境の一つである監獄における結核蔓延状況と RFLP による解析

ザンビアにおける結核の発生率は100,000対512(ザンビア保健省2000年報告)であり、日本の40年程前の状況に匹敵する。特にHIVの蔓延に伴ってこの10年間に増加の一途を辿っており、再生産年齢が特に感染率が高いことを背景にして平均余命が40歳を下回るに至っている。それに伴って経済状況も悪化しており、社会福祉は教育・医療を初めとして縮小している。言うまでもなく犯罪も増加しており、犯罪者の増加とともに刑務所の環境も悪化しており、十分な医療体制もないことから同施設が結核その他の疾病の温床(リザーバー)になっている可能性がある。

今回の研究期間中に結核と診断された250人の患者はおよそ13,000人の収監者から発生しており、100,000対では1,923となっており、一般人口のおよそ4倍であった。薬剤感受性についてINH, RFP, EB, SMのそれぞれに対する耐性の頻度は10株(6.0%)、18株(10.8%)、7株(4.2%)、2株(1.2%)であり、何らかの薬剤に耐性を示す株は総計27株(16.1%)で、多剤耐性は5株(3.0%)に認められた。これは同時期に行われた一般結核患

者における耐性率とほぼ同等であったが、他剤耐性結核が高率であるとする報告もあり、ザンビアにおいても劣悪な環境下で耐性株が蔓延する可能性もある。

患者の発生は収監期間よりも有症状期間に相関しており、RFLPによる解析ではザンビア国内にいくつかの流行株があることが明確となり、刑務所によりややパターンに差異があるように思われた。殆どの場合刑務所内の感染は外部からの持ち込みによると思われたが、監房内での相互感染が疑われる場合も見られた。

一般に途上国の刑務所では環境が劣悪で、健康状態のチェックはもとより、換気や栄養も不十分である事が多く、結核が蔓延しやすい状況にあると思われる。収監時あるいは定期的感染チェック、さらには効果的な換気等蔓延を防止する措置を講じる必要があると思われた。また、医療スタッフの人的不足や教育不足についても対策が必要である。

E. 結論

文献調査および刑務所での感染の拡がりに関する分子疫学的解析により、感染を生じる環境にはいくつかの特徴が存在することが明らかである。それらは①感染源の存在、②感染源との長期あるいは濃厚接触、③抗酸菌感染症に対する知識および認識不足である。それらは早期診断隔離治療、知識の普及・啓蒙、発病予防措置等によってしか解決されず、現在の技術や人的資源では限界がある。

環境因子として感染予防上現実的に対処可能なのは「換気」であり、二次的な感染の拡大が懸念される高齢者施設、病院、刑務所、学校、社会福祉施設等では換気システムに配慮が必要と思われる。具体的にはこれらの施設ではHICPACに示されるように12ACHを上回る換気効率を実現すること、あるいは換気システムを複数系列設置し、一ヶ所で発生した感染が拡大しないよ

うにすることが望ましい。

また、様々な疫学調査から結核高蔓延地域に関する情報も国内外で得られている。結核ほどその蔓延に関する情報が詳細かつ系統的に得られている感染症は他にない。それらの情報を活用して感染源への接触を極力避けることも実践的な方法である。

F. 健康危惧情報

本研究においては、結核感染が疑われる対象者からの喀痰検体採取、鏡検、分離培養、同定、薬剤感受性試験、および RFLP 用の結核菌を準備するそれぞれの段階において、特に耐性菌を含む感染の危険がある。全ての結核菌の取り扱いにはバイオハザード指針に従って P3 レベルの実験室で行った。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Ito A, Kishi F, Saito N, Kazumi Y and Mitarai S. Pulmonary *Mycobacterium intermedium* disease in an elderly man with healed pulmonary tuberculosis. J. Clin. Microbiol. (in press)
- 2) 鹿住祐子、大友幸二、高橋光良、御手洗聡、菅原 勇、和泉純子、安藤昭子、長谷川秀浩：皮膚から分離された *Mycobacterium shinshuense* の細菌学的解析。結核。79: 437-441 (2004)
- 3) 御手洗聡：結核の現状と薬物療法：分子疫学 医薬ジャーナル 40：740-744 (2004)

2. 学会発表

- 1) Habeenzu C, Mitarai S, Lubasi D, Mwansa J, Mudenda V, and Kantenga T: The impact of tuberculosis and the levels of initial and acquired anti-tuberculosis drug resistance in Zambian prisons. XXXIIth conference of International Union Against Tuberculosis and Lung Disease. Paris. 2001
- 2) 御手洗聡、高橋光良、鹿住祐子、大泉耕太郎：ザンビア国刑務所における結核感

染の分子疫学的検討 (抄録)。第 78 回日本結核病学会総会 倉敷 2003 年 4 月 25 日

H. 知的財産権の出願・登録状況
特になし。

<研究協力者>

高橋光良

結核予防会結核研究所抗酸菌レファレンスセンター結核菌情報科

鹿住祐子

結核予防会結核研究所抗酸菌レファレンスセンター結核菌情報科

大友幸二

結核予防会結核研究所抗酸菌レファレンスセンター細菌検査科

平野和重

結核予防会結核研究所抗酸菌レファレンスセンター細菌検査科

【文献 (抜粋)】

1. Beck-Sague, C., S. W. Dooley, et al. (1992). Hospital outbreak of multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* infections. Factors in transmission to staff and HIV-infected patients. *Jama* 268 (10): 1280-6.
2. Curtis, A. B., R. Ridzon, et al. (2000). Analysis of *Mycobacterium tuberculosis* transmission patterns in a homeless shelter outbreak. *Int J Tuberc Lung Dis* 4(4): 308-13.
3. Dahle, U. R., S. Nordtvedt, et al. (2005). Tuberculosis in contacts need not indicate disease transmission. *Thorax* 60(2): 136-7.
4. Edwards, D. A., J. C. Man, et al. (2004). Inhaling to mitigate exhaled bioaerosols. *Proc Natl Acad Sci U S A* 101 (50): 17383-8.
5. Griffith, D. E., J. L. Hardeman, et al.

- (1995). Tuberculosis outbreak among healthcare workers in a community hospital. *Am J Respir Crit Care Med* 152 (2): 808-11.
6. Jereb, J. A., D. R. Burwen, et al. (1993). Nosocomial outbreak of tuberculosis in a renal transplant unit: application of a new technique for restriction fragment length polymorphism analysis of *Mycobacterium tuberculosis* isolates. *J Infect Dis* 168 (5): 1219-24.
 7. Jones, T. F., A. S. Craig, et al. (1999). Transmission of tuberculosis in a jail. *Ann Intern Med* 131 (8): 557-63.
 8. Kenyon, T. A., S. E. Valway, et al. (1996). Transmission of multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* during a long airplane flight. *N Engl J Med* 334 (15): 933-8.
 9. Kline, S. E., L. L. Hedemark, et al. (1995). Outbreak of tuberculosis among regular patrons of a neighborhood bar. *N Engl J Med* 333(4): 222-7.
 10. Lemaitre, N., W. Sougakoff, et al. (1996). Nosocomial transmission of tuberculosis among mentally handicapped patients in a long term care facility. *Tuber Lung Dis* 77 (6): 531-6.
 11. Lockwood, W. W., C. Friedman, et al. (1989). An outbreak of *Mycobacterium terrae* in clinical specimens associated with a hospital potable water supply. *Am Rev Respir Dis* 140 (6): 1614-7.
 12. Menzies, R., K. Schwartzman, et al. (1995). Measuring ventilation of patient care areas in hospitals. Description of a new protocol. *Am J Respir Crit Care Med* 152 (6 Pt 1): 1992-9.
 13. Mori T, Sakatani M, Yamagishi F, Takashima T, Kawabe Y, Nagao K, Shigeto E, Harada N, Mitarai S, Okada M, Suzuki K, Inoue Y, Tsuyuguchi K, Sasaki Y, Mazurek GH, Tsuyuguchi I. Specific Detection of Tuberculosis Infection with an Interferon-gamma Based Assay Using New Antigens. *Am J Respir Crit Care Med*. 170: 59-64 (2004)
 14. Nardell, E. A. (1998). The role of ventilation in preventing nosocomial transmission of tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis* 2(9 Suppl 1): S110-7.
 15. Nardell, E. A. (2004). Catching droplet nuclei: toward a better understanding of tuberculosis transmission. *Am J Respir Crit Care Med* 169(5): 553-4.
 16. Olivier, K. N., D. J. Weber, et al. (2003). Nontuberculous mycobacteria. I: multicenter prevalence study in cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med* 167 (6): 828-34.
 17. Schulster, L. and R. Y. Chinn (2003). Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *MMWR Recomm Rep* 52 (RR-10): 1-42.
 18. Singh, N. and V. L. Yu (1994). Potable water and *Mycobacterium avium* complex in HIV patients: is prevention possible? *Lancet* 343 (8906): 1110-1.
 19. Tanaka, E., T. Kimoto, et al. (2000). Familial pulmonary *Mycobacterium avium* complex disease. *Am J Respir Crit Care Med* 161 (5): 1643-7.
 20. Wenger, P. N., J. Otten, et al. (1995). Control of nosocomial transmission of multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* among healthcare workers and HIV-infected patients. *Lancet* 345 (8944): 235-40.

図1. ザンビア刑務所内で発生した結核菌のIS6110を用いたクラスト分析

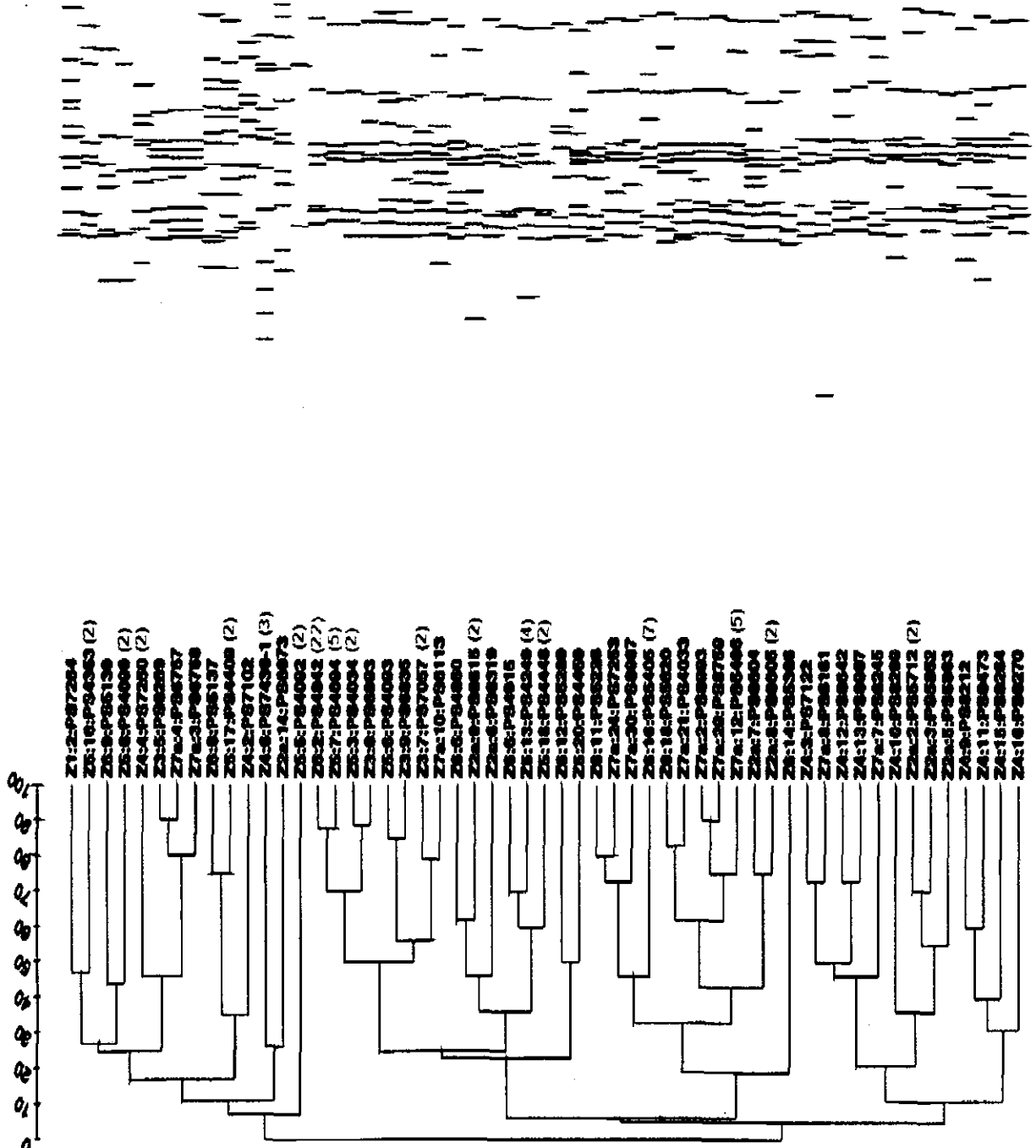


表1. 刑務所別クラスター構成

Name of prison	Cluster	Strains	Rate	Name of prison	Cluster	Strains	Rate
Central Prison 35	Uniques	12	34.3%	Kansenshi Prison	Uniques	2	50.0%
	1	9	25.7%	4	1	1	25.0%
	2	3	8.6%	18	1	1	25.0%
	4	1	2.9%	Livingstone Central Prison	Uniques	5	50.0%
	5	2	5.7%	10	1	2	20.0%
	6	1	2.9%	3	1	1	10.0%
	10	1	2.9%	15	1	1	10.0%
	11	1	2.9%	16	1	1	10.0%
	13	2	5.7%	Uniques	2	2	50.0%
	14	1	2.9%	6	2	2	50.0%
	16	1	2.9%	Uniques	1	1	50.0%
	17	1	2.9%	12	1	1	50.0%
	Kalomo Prison 3	Uniques	1	33.3%	Mukobeko Medium Prison Kabwe	Uniques	3
3		1	33.3%	5	1	1	20.0%
18		1	33.3%	3	1	1	20.0%
Uniques		3	75.0%	5	4	4	23.5%
3		1	25.0%	Mwembeshi Prison	Uniques	6	35.3%
Kamfinsa Prison 4	Uniques	6	35.3%	17	1	1	5.9%
	1	3	17.6%	4	2	2	11.8%
	2	2	11.8%	5	1	1	5.9%
	3	2	11.8%	10	1	1	5.9%
	4	1	5.9%	12	1	1	5.9%
	11	1	5.9%	15	1	1	5.9%
	14	1	5.9%	15	1	1	5.9%
Kamwala Prison 17	17	1	5.9%				

厚生労働科学研究費補助金（がん予防等健康科学総合研究事業）
分担研究報告書

ダニアレルギー患者の居住環境等の背景因子に関する検討

分担研究者 秋山一男（独立行政法人国立病院機構相模原病院臨床研究センター センター長）

研究要旨

一般家庭の室内においてダニの増殖に関わる、あるいは増殖の抑制に関わる主要な要因を明らかにすることを目的として、ボランティアの6家屋を対象に、ダニアレルゲンによる汚染のレベル、室内温湿度の1年間にわたる経時的な測定と、住宅構造、生活様式に関するアンケート調査を実施した。わが国の一般家庭においては、室内の相対湿度をダニの増殖が停止するといわれている50%以下のレベルに1年を通して維持することは不可能であった。このような温湿度管理だけではダニの増殖を制御することのできないわが国の室内環境においては、一般的な室内環境整備策を効率よく組み合わせてそれを励行することにより汚染の低減化を図ることが重要である。

研究協力者

安枝浩、齋藤明美、響田和子、西岡謙二（（独）国立病院機構相模原病院臨床研究センター）

A. 研究目的

わが国をはじめとする温暖、湿潤な気候の地域においては、室内塵中に生息するチリダニ科ヒョウヒダニ属の2種類のダニ、ヤケヒョウヒダニ (*Dermatophagoides pteronyssinus*) とコナヒョウヒダニ (*D. farinae*) が最重要の室内環境アレルゲンであり、わが国は世界の中でも有数のヒョウヒダニ（以下ダニ）汚染地域である。このダニによる室内環境汚染の低減化を図るためには、室内におけるダニの増殖に関わる、あるいは増殖の抑制に関わる主要な要因を明らかにする必要がある。どのような要因がダニの増殖に最も大きく影響を及ぼすのかを解明することを目的として、ボランティアの家屋の寝室を対象にして、住宅構造、生活様式に関するアンケート調査とダニアレルゲンによる汚染のレベル、室内温湿度の1年間にわたる経時的な測定を実施した。

B. 研究方法

対象家屋として、これまでのさまざまな室内環境調査においてダニによる室内環境汚染のレベルが比較的良かった家屋3軒、わが国の平均、あるいはそれ以上であった家屋2軒、それに加えて、1年を通じて家屋全体を空調機で温度管理してい

る新築一戸建ての家屋の合計6家屋を選んだ。調査は平成16年1月から12月までの1年間、各家屋の夫婦の寝室で実施した。

大きさ6x7cmの医療用テープ（テガダームトランスペアレントドレッシング 1625WJ, 3M）を2組の敷フトン（ベッドの場合はベッドパッド）の上面に各3枚、2名の左右の肘窩にそれぞれ1枚を貼付して試料を採取した。テープによる試料の採取後、2組の敷フトン、寝室の床のそれぞれ1平方メートルの範囲から2分間かけてハンドクリナー（ナショナル HC-V11, 松下電器）で専用の小型紙パック（PHC-PA2）にダストを採取した。テープ、掃除機によるダストの採取は奇数月の中旬に合計6回実施した。

寝具表面、皮膚表面から試料を採取したテープは、2mlのELISA用緩衝液にて室温、4時間抽出し、抽出液中のヤケヒョウヒダニ由来のDer p 1とコナヒョウヒダニ由来のDer f 1をそれぞれ高感度蛍光ELISAで測定した。Der p 1とDer f 1の合計量をDer 1量として、テープ法の場合には1平方メートルあたりのDer 1量 (ng/m²) で表した。ハンドクリナーで採取した寝具由来、寝室の床由来の塵は秤量後、ELISA用緩衝液にて1:100 (W/V) の濃度で室温、4時間抽出して、抽出液中のDer p 1とDer f 1を比色法ELISAで測定した。Der p 1とDer f 1の合計量をDer 1量として、室内塵1グラムあたりのDer 1量 (μg/g dust) で表した。2組の敷フトン、2名の肘窩か

ら得られた試料の場合は、算術平均したものをその家屋の汚染量とした。

寝室内の温湿度は床から約1メートルの高さの場所に測定機 (SK-L200TH, 佐藤計量器製作所) を設置して、30分間隔で測定、記録した。

アンケートは家屋 (構造, 築年数, 階), 居間, 寝室 (広さ, 床材の種類, カーペット, ソファ, カーテン, 空気清浄機の有無, 掃除頻度), フトン (素材, 使用年数, 掃除頻度, シーツ洗濯, 丸洗いの履歴, 防ダニ加工, 防ダニカバーの有無) ペット (種類, 飼育場所, 飼育歴) などの調査項目について実施した。

(倫理面への配慮)

ボランティアに対して室内環境中アレルゲンを測定することの意義を十分に説明し, 自由意思による同意を得た上で, 各種サンプリング, および

温湿度記録計設置の依頼を行い, その測定結果の解析に際しては, 個人を特定できないように十分に配慮した。

C. 研究結果

1. 調査開始時点での汚染のレベル

以前の調査において汚染のレベルが比較的低かった家屋3軒 (L1, L2, L3), 高かった家屋2軒 (H1, H2), 家屋全体を温度管理している家屋 (C1), 合計6家屋の調査開始時 (2004年1月) における掃除機法による寝具, 床の汚染のレベルと, 代表的な調査項目の結果を表1に示した。ダスト中の Der 1 量は寝具, 床ともに, 3軒の低汚染家屋ではいずれも $10 \mu\text{g/g dust}$ 以下, 2軒の高汚染家屋では $10 \mu\text{g/g dust}$ 以上であった。また, 空調家屋も高汚染家屋と同等のレベルであった。

表1 調査開始時点での各家屋の汚染のレベル, および主な住環境調査の内容

	家屋					
	L1	L2	L3	H1	H2	C1
Der 1 量 ($\mu\text{g/g dust}$)						
寝具	3.08	0.50	4.98	46.3	96.7	34.3
寝室床	3.32	0.47	8.90	16.8	14.9	41.2
建築様式	集合住宅	一戸建	一戸建	一戸建	集合住宅	一戸建
建築年数	5年以上	5年以上	5年以上	5年以上	5年以上	1年未満
寝室の床	タタミ	フローリング	フローリング	タタミ	全面カーペット	部分カーペット
寝具	フトン	フトン	ベッド	フトン	ベッド	ベッド
掃除機掛け/週	1回以下	2回以上	1回以下	1回以下	2回以上	1回以下
開放型暖房器具の使用	無し	有り	無し	有り	無し	無し

2. 室内の平均気温、相対湿度の月別推移

各家屋の月平均気温、相対湿度の12ヶ月間の推移を室外の温湿度（神奈川県農林水産情報センターのデータ）とともに図1に示した。平均気温の変動は空調管理している家屋（C1）が最も少なく、最高月（7月の26.7℃）と最低月（1月の19.4℃）の差が7.3℃しかなかった。それ以外の家屋では、最高月の気温には大きな違いは見られなかった（28.6～29.3℃）が、最低月は家屋ごとの差が大きく（10.6～15.8℃）、C1家屋の19.4℃よりもはるかに低値であった。また、最高月と最

低月の差は最大の家屋（L2）では18.2℃、最小の家屋（H2）でも13.6℃あった。

月平均の相対湿度は、6月から9月の間は全家屋ともに50%を上回っており、家屋間での差も最大で5%程度しかなかった。一方、10月から3月にかけては、開放型暖房器具を使用している2家屋（H1, L2）では相対湿度は夏季よりも上昇しており、使用していない4家屋では明らかに低下していた。特に、冬期の平均気温が高い2家屋（C1, L1）では低下が顕著であった。

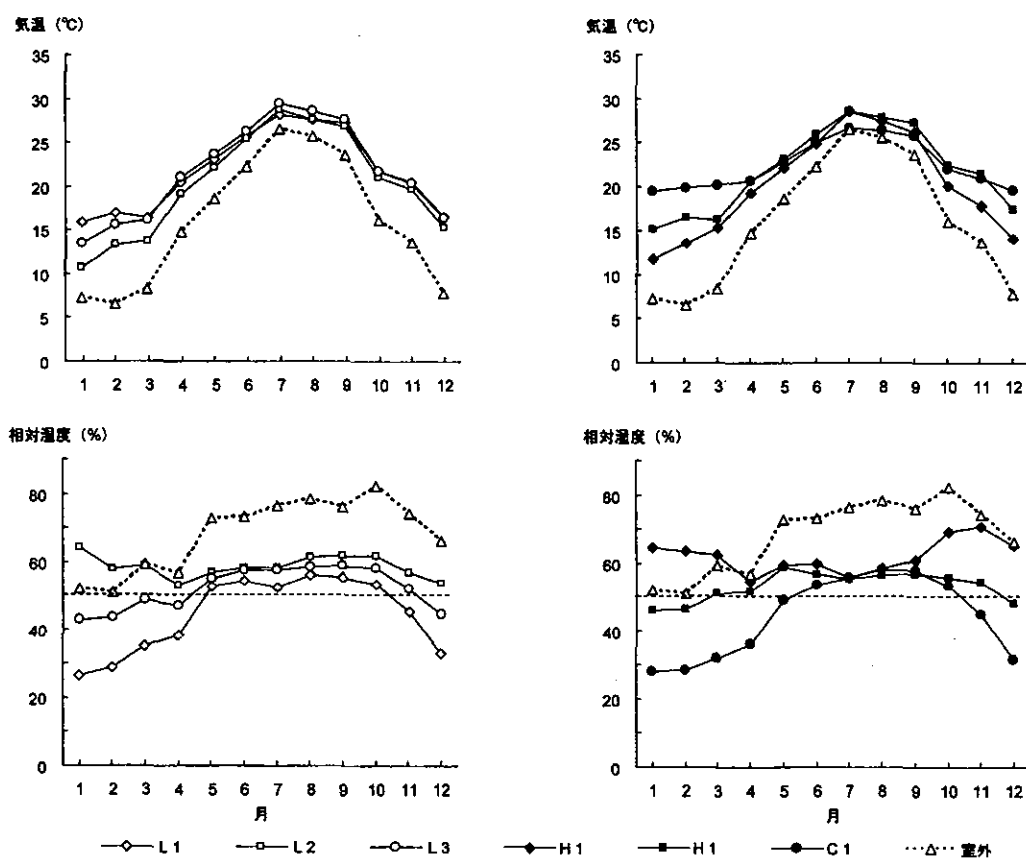


図1 各家屋における月平均気温、平均相対湿度の12ヶ月間の推移

3. 汚染レベルの1年間の推移

2ヶ月に1回奇数月にサンプリングした試料中のDer 1量を図2、図3に示した。図2は敷フトン、寝室の床から掃除機法でサンプリングしたダスト中Der 1量、図3は敷フトン表面、就寝者の肘窩からテープ法でサンプリングした表面Der 1量である。この4種類のDer 1量の中で、L群とH群の間で最も顕著な差が見られたのは、寝具由来のダスト中Der 1量であった。通年的に空調機

で家屋全体の温度を管理しているC1の汚染レベルはH群の2家屋とほぼ同レベルであった。寝具、床のダスト中Der 1量の季節推移には明確な傾向は認められず、夏から秋にかけて高く、冬から春にかけて低くなるという典型的なパターンを示したのは、L1とL3の寝具ぐらゐであった。L2の床のDer 1量が3月の0.72から5月の38.7μg/g dustへと約50倍もの大幅な上昇が見られたが、この間に寝室をフローリングの部屋からカー

ペット敷の部屋へ移動していた。それにともなって、寝具の Der 1 量も 0.37 から 3.15 $\mu\text{g/g dust}$ へと 10 倍近く増加していた (図 2)。テープ法で肘窩からサンプリングした皮膚表面 Der 1 量は全

例が 7 月に最大値を示し、9 月がそれに次いだ。これはこの時期に全例が半袖の寝間着を着用し、肘窩が露出していたことによるものと考えられた

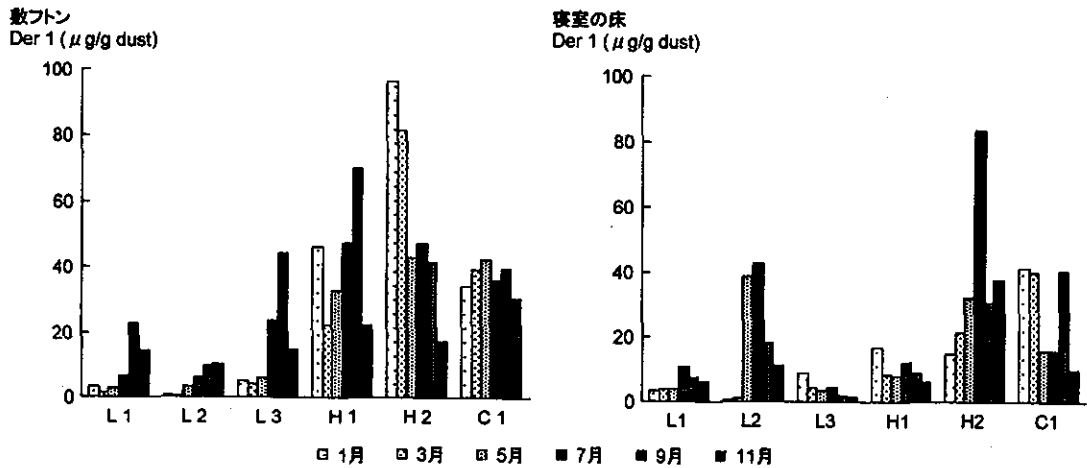


図2 数フン(左), 寝室の床(右)由来のダスト中ダニアレルギー(Der 1)量の1年間の推移

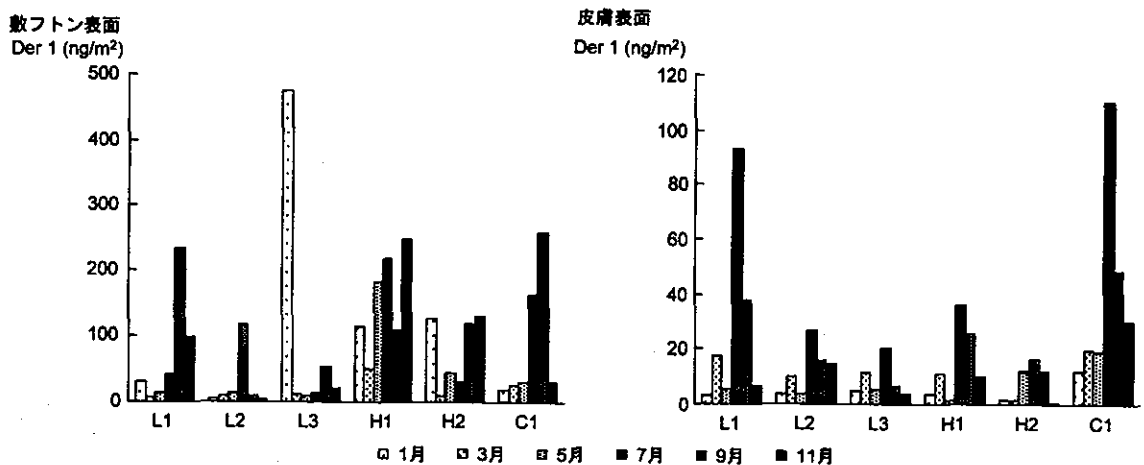


図3 数フン表面(左), 皮膚表面(右)のダニアレルギー(Der 1)量の1年間の推移

D. 考察

わが国は世界でも有数のダニ汚染地域であるが、その最大の要因は温暖湿潤な気候であると考えられている。ヒョウヒダニを純培養した場合、増殖に最も影響を及ぼすのは温湿度、特に湿度である。気温 25 $^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 75%で最もよく増殖し、相対湿度 50%以下では増殖は完全に停止するといわれている。実際、1年を通して換気だけで室内の相対湿度を 50%以下に維持することができる北欧やアルプス高地などでは、一般家庭室内のダニ汚染のレベルはきわめて低値である。また、わが国のような温暖、湿潤な気候の地域においても、

家屋全体の湿度を制御できる強力な除湿機を設置して通年的に湿度を 50%以下にさえ維持すれば、ダニの増殖は停止して汚染のレベルも徐々に低下することが米国における調査で示されている。

昨年度の予備調査において、ごく一般的な家庭の室内の温湿度を通年的に測定したところ、月平均の相対湿度が 50%を下回る月はほとんどなく、特に開放型暖房器具を使っていれば、通年的に 50%以上で推移することが明らかになった。すなわち、わが国の一般家庭では室内の相対湿度を通年的に 50%以下に維持することはまず不可能であると考えられる。しかしながら、相模原周辺に

おいてもきわめて稀ではあるが、汚染のレベルが著しく低い家庭が見いだされている。これらの汚染のレベルが低い家屋と平均的、あるいはそれ以上の家屋との種々のパラメーターを対比することにより、ダニの増殖抑制に関わる要因を浮かび上がらせることを試みた。このような調査は長期にわたりサンプリングの回数も多く協力者への負担は大きいため、依頼することのできる対象が限られ、必ずしも低汚染家屋として最適の対象を選ぶことはできなかった。それでも、調査開始時における、低汚染家屋3軒と高汚染家屋2軒の特に寝具の汚染のレベルには大きな差が認められていた(表1)。

1年間の調査から結論的にいえることは、ダニの増殖抑制に関わる主要な要因を明確にすることはできなかった、ということである。1年間の温湿度の推移にはさまざまなパターンが見られたが、汚染のレベル、あるいはその推移とは全く関連が見られなかった。家屋全体を通年的に空調機で温度管理している家屋C1は、結果的に1年を通じて最も低湿度であったが、汚染のレベルは平均以上であった。C1は調査開始直前に新築された家屋で、その時点でのダニアレルゲンは旧家屋からの持ち込みであると考えられる。温度管理によりダニが増殖しないのであれば、1年を通じて汚染のレベルは徐々に低下するはずであるが、全く低下傾向が見えないということは、家屋全体の温度管理を目的とした空調に伴う二次的な湿度の低下だけではダニの増殖を防ぐことはできないということを示している。ダニの増殖を防ぐためには、米国での報告のように、温度管理だけでなく強力な除湿機による湿度の制御も必要であり、一般家庭における対策としては非現実的である。

わが国の一般家庭における現実的なダニ汚染の低減化対策という面から示唆に富むのは、家屋L2における汚染の推移である。L2は、冬期に居間で開放型暖房器具を使用していることもあり、1年を通じて相対湿度は60%前後で推移している(図1)。湿度は決して低くはないにもかかわらず、調査開始時点では汚染のレベルは非常に低く、ダスト中のDer 1量は感作の閾値とされる $2 \mu\text{g/g dust}$ よりはるかに低値である。このような低レベルはわが国の一般家庭ではきわめて稀である。これには、フローリングの床、頻回の掃除等が寄与しているものと推察される(表1)。しかし、寝室

をフローリングの部屋からカーペットのある部屋(それ以前の使用状況は不明)に変更したとたんに床の汚染は急上昇して、それにとまって寝具の汚染も徐々に上昇している。このことは、温湿度の制御でダニの増殖を阻止することがまず不可能なわが国のような地域においては、可能な限り除湿を心がけることとともに、あるいはそれ以上に、カーペットや布製家具の除去、こまめな掃除、洗濯といったごく一般的な室内環境整備策が、ダニによる室内環境汚染の低減化に重要であるということを示している。

E. 結論

わが国の一般家庭においては、室内の相対湿度を通年的にダニが増殖しない50%以下に維持することは不可能であり、ダニによる室内環境汚染の低減化には、カーペットの除去、頻回の掃除、洗濯といった一般的な室内環境整備策の励行が必須である。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

- ・秋山一男：気管支喘息の原因としての吸入アレルゲンと空気中ダニアレルゲン濃度測定の意義. 臨床環境医学 13: 11-16, 2004.
- ・秋山一男：生活環境病としてのアレルギー疾患. アレルギー・免疫 12: 9-11, 2005.

2. 学会発表

- ・釣木澤尚美, 安枝浩, 齋藤明美, 秋山一男, 他：気管支喘息患者宅の屋内(室内塵, 寝具塵)アレルゲン量全国調査. 第16回日本アレルギー学会春季臨床大会 2004.5.13. 前橋.
- ・川口博史, 小島実緒, 竹内瑞恵, 齋藤明美, 安枝浩, 秋山一男, 高鳥浩介：アトピー性皮膚炎(AD)患者の住環境における真菌. 第16回日本アレルギー学会春季臨床大会 2004.5.13. 前橋.
- ・西岡謙二, 齋藤明美, 轡田和子, 秋山一男, 安枝浩：アトピー性皮膚炎乳幼児の皮膚表面ダニアレルゲン量. 第54回日本アレルギー学会総会 2004.11.5. 横浜.

H. 知的財産権の出願・登録状況

特になし

分担研究者報告書

黒色真菌 *Stachybotrys chartarum* の病原性に関する研究

分担研究者 亀井克彦 千葉大学真菌医学研究センター教授

研究要旨

要約

Stachybotrys chartarum はヒト居住環境内に常在する真菌であり、我国の生活環境からも検出されている。本菌とヒト疾病との関係には不明な点が多いが、欧米の一部の研究者から、本菌吸入と乳児特発性肺胞出血 (acute idiopathic pulmonary hemorrhage/hemosiderosis in infants: AIPH) との関係が示唆されている。しかし、まだその因果関係は決着を見ておらず、またヒトが本菌の吸入を繰り返すことによって惹起される影響についてはほとんど検討されていない。そこで、マウスに本菌胞子を経気道的に投与し、諸臓器における病理組織学的変化及びを検討した。

その結果、マウスに本菌を経気道的に投与すると、肺胞出血像は軽微にとどまったが、肺胞内を中心に好中球を主体とする炎症を生じ、反復投与では好酸球による著明な血管周囲間質の炎症と共に、血管壁の肥厚による肺動脈内腔の著しい狭窄を生じた。本菌は肺で発芽することなく排除されていった。

以上より、本菌がヒトに吸入された場合、感染は成立しないものの、肺の間質を中心とした炎症性病変や肺動脈壁の肥厚など様々な病変を形成する可能性が示唆され、居住環境内における本菌研究の重要性が示された。

A. 研究目的

Stachybotrys chartarum は環境内常在真菌であり、特にセルロースを豊富に含んだ基質によく生育する。土壌や腐敗した植物の他、住居などヒトの生活環境中からも検出される身近な真菌である。本菌の産生するマイコトキシンの経口摂取による中毒症以外、本菌の病原性は問題とされてこなかったが、1990年代に米国オハイオ州において乳児特発性肺胞出血症例 (AIPH) が多数報告され、患者の住居から *S. chartarum* が大量に検出されたことから、本菌と AIPH との関係に注目が集まるようになった。現在ではその因果関係についての研究が多く報告されるようになってきているが、結論は得られていない。

一方、*S. chartarum* は、DNA、RNA やタンパク質の合成阻害作用を有する macrocyclic trichothecene や、溶血作用を持つ stachylysin など多様な二次代謝産物を産生することが明らかにされており、

本菌を吸入することにより何らかの疾患が惹起される可能性が推測される。

これまで、われわれは 1) 本菌培養上清中などにさまざまな生物活性が見られること、2) 本菌胞子がヒト末梢血好中球、マウスマクロファージの貪食能、殺菌能に抵抗を示すこと、3) 本菌胞子のマウス肺内からの排除は緩慢であること、さらに、4) 本菌の気道内単回投与により著しい肺炎が出現することなどを明らかにした。

実際に本菌の生息する居住環境においては、本菌に日常的に繰り返し暴露することが考えられる。そこで、今回は、本菌を気道内に反復して投与することによるマウスの変化を病理組織学的に検討した。

B. 研究方法

A. マウスにおける組織傷害性

本菌の胞子および洗浄液をマウスに単回投与し、本菌の吸入が組織に与える影響を検討した。また、環境中で本菌に繰り返し

曝露されることを考慮し、本菌の孢子および洗浄液をマウスに反復投与した場合の組織への影響等について検討した。

1. 使用菌株

本実験で用いた *S. chartarum* は、invitro で白血球に対する強い細胞傷害性を示した IFM 53637 を用いた。尚、短期間反復投与群では、*S. chartarum* と比較するために、わが国の居住環境で頻繁に検出される *Penicillium decumbens* (IFM 46582) の投与群をおいた。

2. マウス

ddY マウス (6週齢、オス) を用いた。

3. 菌の洗浄液の作製および孢子の採取

30×200 mm の試験管に PDA 培地を入れてスラントを作製し、孢子を接種して、25℃ のインキュベーター内で3週間培養した。その後、RPMI1640を加え、菌を洗浄した液を回収した。これをガラスフィルター (20-30 mcm) に通した後、遠心 (1190 × g、15分) し、上清を菌の洗浄液として用いた。また、遠心によって沈殿した孢子を回収して用いた。

4. 実験方法

ケタミン+キシラジンの混合液をマウスに注射し、麻酔が導入されたことを確認した後、気管内に挿管して菌の洗浄液および孢子を注入した。孢子および菌の洗浄液を注入したマウスはホワイトフレックを敷いたケージ内に戻して安静にさせ、覚醒を確認後、アイソレーター内にて水と餌を適宜与えて飼育した。

マウスに1回あたり投与した孢子数および注入の回数は、 1×10^4 個を1回のみ ($n = 9$ 、単回投与群)、 1×10^5 個を週2回ずつ3週間 ($n = 8$ 、短期間反復投与群)、 1×10^2 、 1×10^3 、 1×10^4 個をそれぞれ2週間に3回ずつ8週間 (各 $n = 6$ 、長期間反復投与群) とした。1回に投与した菌液量はそれぞれ 25 mcl/mouse とした。また、対照として、各投与群における菌の投与方法と同様に RPMI1640 のみを投与した群をおいた。

単回投与群は投与後1、3、7日目に、短期間反復投与群は最後の投与から4日後に、

長期間反復投与群では最後の投与から1、7日後に各個体から肺、肝、腎、脾を摘出してホルマリン固定し、パラフィンに包埋後、薄片を作製した。染色は原則として hemotoxylin Eosin 染色法を用いた。これらの標本について、投与による組織への影響を病理組織学的に検索した。

C. 研究結果

A. マウスにおける組織傷害性

肺における病理所見は以下の通りとなった。

1) 単回投与群 (Fig. 1)

本菌投与後1日目に、肺胞内に好中球を主体とした炎症細胞浸潤が認められた。3日目にはこれらの炎症は消退するとともに、肺胞内の炎症細胞の主体はマクロファージに変化した。菌の投与後7日目にこれらの炎症像は認められなくなった。

また、肺内で孢子の存在は確認されたものの、投与後の日数の経過とともに数が減少し、7日目には見られなくなった。全経過を通じ孢子の発芽は確認されなかった。

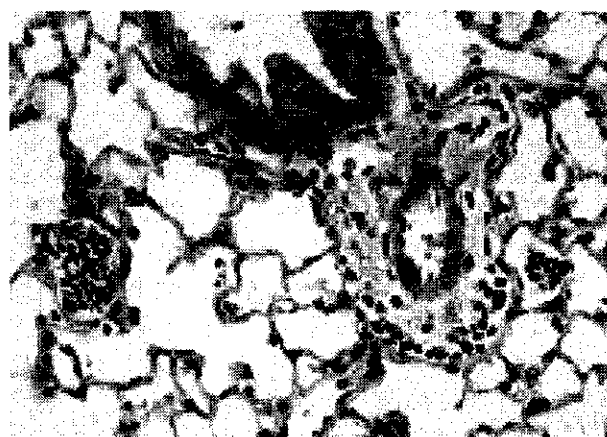


Fig. 1 (HE染色。400x)

2) 短期間反復投与群 (Fig. 2)

菌の最終投与終了後4日目に、肺胞内および血管周囲に多数の好酸球、好中球およびマクロファージによる細胞浸潤が認められた。一部には多核巨細胞が見られた。

また、対照として *P. decumbens* を投与したマウスでは炎症細胞の浸潤を含め、有意な所見は認められなかった。

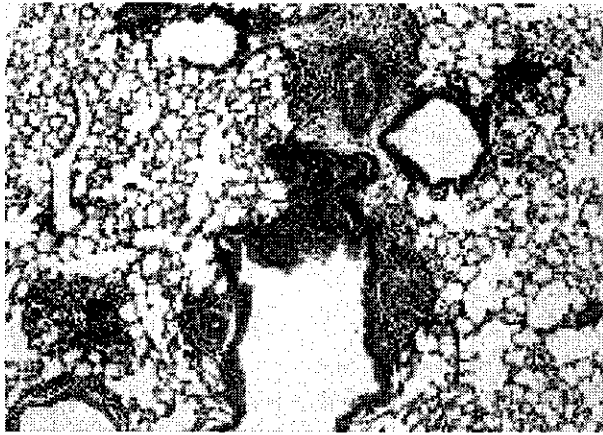


Fig. 2 (HE染色。100x)

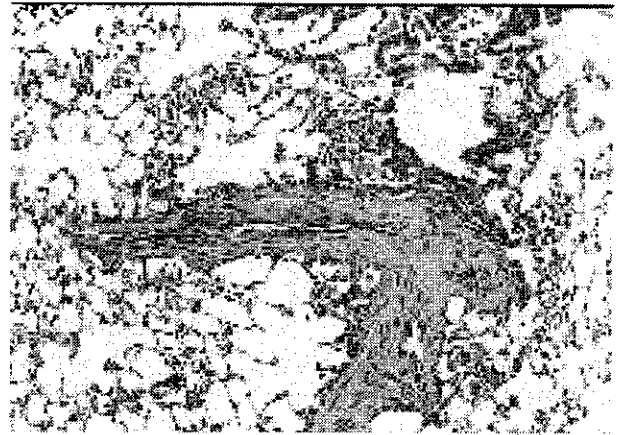


Fig. 3b (HE染色。200x)

3) 長期間反復投与群 (Fig. 3)

1×10^4 個/mouseの胞子を投与したマウスにおいて、菌の最終投与後終了1日目に肺動脈の周囲に多数の好酸球を含む炎症細胞浸潤が認められた(Fig. 3a)。一部のマウスでは、血管壁の肥厚による動脈内腔の狭窄および閉塞が見られた(Fig. 3b)。

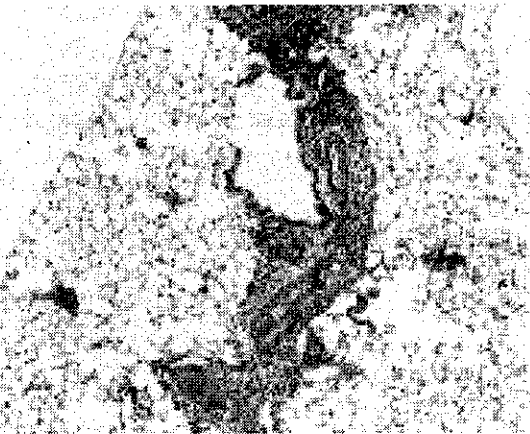


Fig. 3a (HE染色。100x)

一方、 1×10^3 個/mouseの胞子を反復投与したマウスでは最終投与終了後1日目に肺胞内にリンパ球やマクロファージを主体とする炎症細胞浸潤が見られた。その程度は 1×10^4 個/mouseを反復投与した場合と比べて弱かった。また、 1×10^2 個/mouseでの炎症細胞浸潤は更に弱かった。

なお、いずれの投与群においても、肝、腎、脾に有意な所見は認められなかった。また、本菌胞子は発芽することなく経時的に減少し消失していた。

B. 細胞傷害性が異なる菌株によるマウスへの組織傷害性の相違

In vitroでの実験で細胞傷害性が強かった菌株(IFM 53637)を投与したマウスでは、投与後1日目に、肺胞に好中球およびマクロファージを主体とした炎症細胞浸潤が認められた。一方、細胞傷害性が弱かった菌株(IFM 53635)を投与したマウスの肺においても同様の炎症細胞浸潤が見られたが、IFM 53637に比べてその程度は明らかに軽微であった。

D. 考察

*S. chartarum*は、一般にヒト疾患と無関係の真菌と考えられてきた。今回、一部で議論されているAIPHに相当するような著明な出血性病変は認められなかったものの、激しい肺胞性肺炎、好酸球をまじえた血管周囲の間質性肺炎、さらに肺動脈壁肥厚といった、これまでに報告のない病変の形成が確認された。いずれの病変においても本菌の定着は確認なかったことより、これらは本菌による感染ではなく、本菌に含まれている活性物質により惹起された病態と考えられた。

本菌の長期間反復投与では、一部のマウスで肺動脈内腔の狭窄や閉塞が確認されたことから、本菌に曝露され続けることにより、肺高血圧症を生じる可能性が推測された。これまでに本菌の投与によってマウス肺組織中に肉芽腫を形成した例などはあるものの、ここで見られたような動脈内腔の狭窄や閉塞が惹起されたという報告はなく、貴重な知見であると考えられる。このような血管壁の変化がもたらされる機序として

は血管内皮の障害などが考えられるが、詳細は明らかとなっていない。

一方、肺高血圧症の原因としては種々のものが知られている。しかし一部には原発性肺高血圧症（primary pulmonary hypertension: PPH）のように全く原因が知られていないものがあり、これらは予防や治療法が明らかにされていないため大きな問題となっている。我々の研究により、本菌の吸入によって肺高血圧症が発生する可能性が示されたことは、ヒトにおける本疾患の研究に関して大きな意義をもつ可能性が考えられる。

本実験でこれまでにない幾つかの知見が得られた。その理由として、1) 本研究で用いた菌株は、日本および中国で分離されたもので、これまで欧米の研究で用いられてきた「欧米株」とは性質が異なっている、2) 実験に用いられた動物種が異なる、3) これまでに行われていない確実な気道内注入法（挿管）により反復投与が行われた、などの点が考えられる。

本研究で認められた現象が、わが国における居住環境内で成立するか否かについては、ヒトとマウスとの種の相違、環境内における本菌胞子の飛散の現状および飛散が容易になる環境要因などを含め、慎重に検討する必要がある。しかし、本研究により、*S. chartarum* の吸入によって種々の肺病変が形成されることが明らかとなった。その機序には不明の点が多いが、本菌が我々の居住環境内に常在していることを考えると、日常生活において本菌がヒトに吸入され、広義の Sick Building Syndrome として様々な疾患を引き起こしている可能性は否定できない。今後は更に多方面から本菌について検討されることが必要であると考えられる。

E. 結論

Stachybotrys chartarum の気道内投与により、マウスには明らかな肺胞出血は得られなかった。しかし、好酸球による血管周囲間質の炎症に加え、一部のマウスで肺動脈狭窄が認められ、肺胞出血とは異なった形の重大な疾患と関連している可能性が示唆された。今回用いた日本、中国株と、欧米の研究で用いられている株との相違を含

め、本菌による疾患の発生について、更なる検討が必要と考える。

F. 健康危険情報

現時点では特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

・ Eri Ochiai, Katsuhiko Kamei, Kenzo Hiroshima, Akira Watanabe, Yoshie Hashimoto, Ayaka Sato, Akikazu Ando: The pathogenicity of *Stachybotrys chartarum*. Japanese Journal of Medical Mycology (印刷中)

2. 学会発表

・ 落合恵里、亀井克彦、佐藤綾香、渡邊哲、橋本佳江、日暮浩実：*Stachybotrys chartarum* による肺病変に関する研究、第48回日本医真菌学会総会、2004.9.25-26.

・ 落合恵理、亀井克彦、佐藤綾香、渡邊哲、橋本佳江、日暮浩実：*Stachybotrys chartarum* の気道内投与による肺組織の傷害について、真菌症フォーラム第6回学術集会、東京、2005.1.29.

H. 知的財産権の出願・登録状況

特になし

居住環境中の真菌による疾患についての実態調査・研究

分担研究者 高鳥浩介 国立医薬品食品衛生研究所 衛生微生物部長

研究要旨

生活環境にみる真菌の具体的除去対策を、タタミ、ジュータン・カーペット、フローリングおよび空中環境を対象にして行った。今までの研究結果から、生活環境での主要真菌は、*Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Wallemia* であり、これら真菌の除去対策を具体的な手法で行った。

除塵ならびに除真菌法として、掃除機、粘着クリーナー、拭き・掃き掃除、空気清浄機で比較したところ、いずれもその効果を認めた。特に除真菌効果の高い掃除方法は、掃除機ならびに空気清浄機であった。粘着クリーナー、拭き・掃き掃除法では、除真菌効果はあるものの、その有効性には一定の限界があり、その使用法をよく理解する必要がある。生活環境の素材と真菌の関係をみたところタタミ、ジュータン・カーペットに比べフローリングが除真菌効果が高かった。

A. 研究目的

生活環境には数多くの真菌が生息している。その真菌の一部はアレルゲンおよび日和見感染の起因菌として重視される。本研究は、初年度に生活環境にみる有害真菌について今まで報告されてきた情報を整理し、特にアレルゲンとしての真菌が過去 20 年間で急速に論文として報告されてきていることをまとめた。二年次は、生活環境にみる真菌の生態を多面的に解析し、環境性真菌としての分布と生物活性をまとめた。その結果から環境性真菌の生活環境での至適場所および活性不活性を把握できた。

本年度は最終年度であり、本研究課題のまとめとして生活環境にみる有害真菌の制御を具体的に実施した場合、どの程度可能か検討することとした。すなわち、生活環境には *Cladosporium*, *Penicillium* を主要とした真菌が生息しており、こうした真菌について 5 通りの清掃をすることにより、いかに減少させることが可能か検討し、その有効性についてまとめることを目的として研究を行った。

B. 研究方法

1. 生活環境での具体的清掃機器

生活環境で具体的な清掃として以下の 5 種があり、対象 14 家庭で実施可能な方法で清掃した。

- 1) 電気掃除機：5 機種
- 2) 粘着クリーナー：1 種
- 3) 拭き掃除：(1) 濡れ雑巾 (2) 乾拭き

- 4) 掃き掃除
- 5) 空気清浄機：6 機種

2. 対象家庭及び対象場所

対象家庭は関東地方の 14 家庭とした。対象場所は居間、台所、寝室、和室であり、それぞれの床材は次の通りであった。

- 1) タタミ
- 2) ジュータン・カーペット
- 3) フローリング

3. 真菌除去確認試験

真菌除去の確認を以下の 2 通りで実施した。すなわち、清掃による除真菌効果確認試験と、それに空気清浄機による除真菌効果確認試験を行った。

1) 清掃による除真菌試験法

- (1) 一定面積 (1 m²) を清掃した。
- (2) 一定面積 (10×10 cm²) を濡れガーゼを用いて清掃した。
- (3) 10ⁿ 希釈し、ポテト・デキストロース (PD) 寒天培地, M40Y 寒天培地にその希釈液をまき, 27°C, 1 ~ 2 週間培養した。
- (4) 生真菌数測定および菌種同定を行った。

以上の方法により、真菌除去確認し、その効果を判定した。

2) 空気清浄機による除真菌試験法

(1) 空気清浄機使用前に PD 寒天培地平板 5 枚を用いて 10 分開放した。(ただし調査環境の容積は 17.5 ~ 31.1 m³)

(2) 空気清浄機を作動して 0.5 ~ 1 時間後に同環境で同様に PD 寒天培地平板 5 枚を置き 10 分開放した。

(3) 27℃, 1 週間培養した。

(4) 生真菌数および同定を行った。

以上の方法により、環境中の空中浮遊真菌に対する空気清浄機の除真菌効果を測定した。

C. 研究結果

生活環境中にみる真菌の除去を目的として家庭で可能な具体的方法により行った成績は、以下の通りであった。

1. 電気掃除機による除真菌効果

電気掃除機を用いてタタミ、ジュータン・カーペット、フローリング環境の清掃を 5 家庭で行った。掃除前および掃除後のふきとり試験による結果から真菌数を図 1 にまとめた。

この結果から、掃除前に比べ掃除後の方が明らかに真菌数が減少していることがわかった。その対象場所による差をみると、タタミ、ジュータン・カーペット、フローリングとも同様の減少傾向を認め、真菌数が 10² ~ 10³ / 100 cm² 減少した。この減少傾向は、いずれの対象環境でも同様であった。

対象場所での差をみると、フローリングが最も除真菌効果が高かった。一方、タタミ、ジュータン・カーペットでも掃除により除塵および除真菌効果は得られるがそれぞれの表面は不均一で、しかもその基質面には塵埃や真菌が入るとなかなか吸引されず、そのため十分な効果が得られない。しかし掃除機を用いることにより、対象場所はどのようなものであれ、除真菌効果のあることから、掃除をすることの重要性が指摘されかつ具体的な除真菌効果があった。

2. 粘着クリーナーによる除真菌効果

粘着クリーナーを用いて 1 m² を除塵および除真菌試験を 5 家庭で行ったところ、掃除機に比べて弱いものの、この方法でもその効果は有効であった(図 2)。これは、粘着クリーナーによる粘着テープが、狭面積より広域になるほど除塵効果が悪くなることと関係しており、今回の場合最大粘着テープ面積を 1 m² とし

た理由はこの面積が限界であるからであった。実際面積が広がった場合、その除塵率は著しく低下し、それに平衡して除真菌率も低下した。

粘着テープでの除真菌効果は、タタミ、ジュータン・カーペット、フローリング間に大きな差を認めず、いずれでも効果あるものの、使用前後での除真菌は数十程度/100 cm² と少なかった。本法による除真菌を目的とする場合には狭面積でのみ有効といえた。

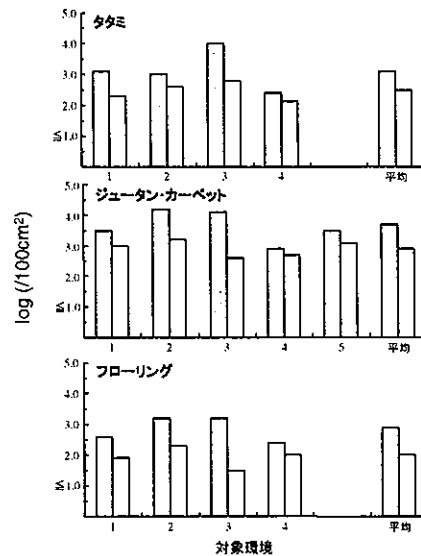


図 1 掃除機による真菌除去効果
■: 使用前, □: 使用后

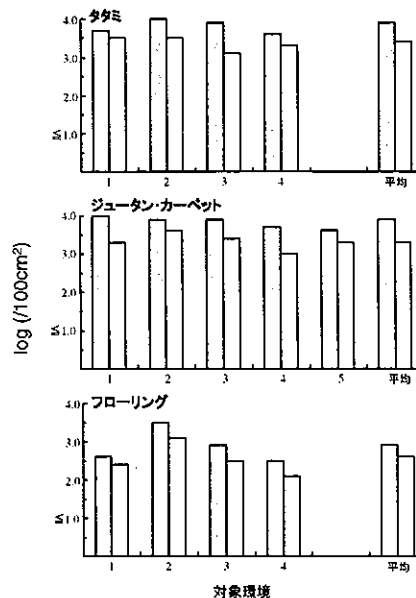


図 2 粘着クリーナーによる真菌除去効果
■: 使用前, □: 使用后

3. 拭き掃除による除真菌効果

濡れ雑巾と乾拭きによる拭き掃除を 3 家庭で行った成績は、図 3、4 の通りであった。

両方法でも掃除前・後で除真菌効果を認めることはできたが、その差は、数十程度/100 cm² であり、粘着クリーナーと同程度と思われた。

拭き掃除の場合、濡れ、乾拭きともに、雑巾には真菌が残っており、それで掃除をすることにより除塵されるものの、多量の真菌を取り除くことは困難であった。

一般に濡れ雑巾で掃除可能とする場所はフローリングに限られ、濡れ雑巾による除塵は、有効ではあるが、掃除機ほどの除去が望めない。また乾雑巾の場合家庭内で利用できるが、結果をみる限り、濡れ雑巾より効果が低かった。

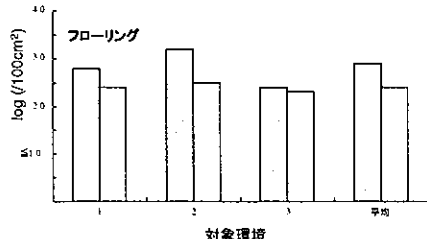


図3 濡れ雑巾による真菌除去効果
■:使用前, □:使用后

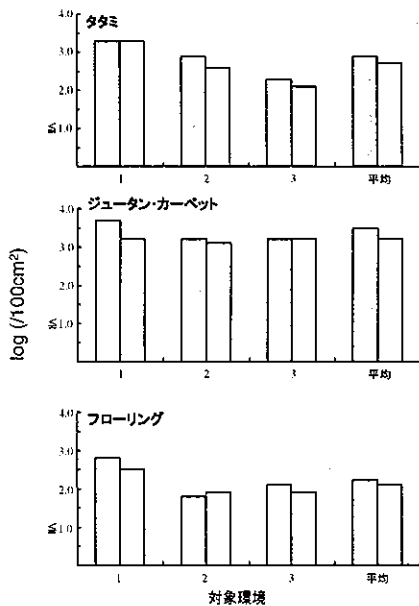


図4 乾拭きによる真菌除去効果
■:使用前, □:使用后

4. 拭き掃除による除真菌効果

箒による掃き掃除前・後を 4 家庭で実施したところいずれの対象場所で除真菌効果を認めた(図5)。すなわち、掃き掃除前と後で 10¹ ~ 10² 程度/100 cm² 減少させることができた。箒による清掃法は、清掃部分の除真菌に有効であるが、拭く動作により空中環境に塵埃とともに真菌も飛散させる。

拭き掃除は、接触面の塵埃除去を物理的動作で行うため掃除周辺に多量の塵埃が浮遊し、数時間後には床に落下する。そのため一時的な除去法として有効な方法である。

5. タタミ、ジュータン・カーペット、フローリングにおける清掃前・後での真菌分布比較

除塵前後での清掃により、真菌分布はどのように変化するか対象場所別にまとめた(表1)。タタミ、ジュータン・カーペットおよびフローリングとも *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* (特に *A. restrictus*), *Wallemia* が除真菌処理にかかわらず共通して多かった。掃除機、拭き掃除など一定の除塵により、真菌数を減少させることは可能であるが、特定の真菌種変化をみることはなかった。特に汚染性の強い *Cladosporium*, *Penicillium* は生活環境のダストに主要であり、また空中飛散性も強いことがわかった。

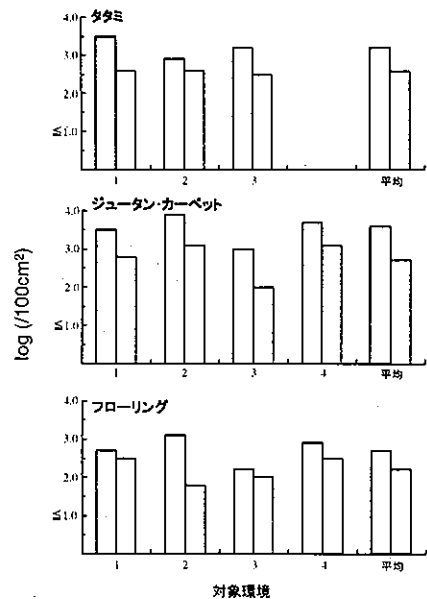


図5 拭き掃除による真菌除去効果
■:使用前, □:使用后

表1 タタミ、ジュータン・カーペット、フローリングの主要真菌

	清掃前	清掃後
タタミ	○ <i>Cladosporium</i>	○ <i>Cladosporium</i>
	○ <i>Penicillium</i>	○ <i>Penicillium</i>
	<i>Trichoderma</i>	<i>Trichoderma</i>
	<i>Fusarium</i>	<i>Paecilomyces</i>
	○ <i>Wallemia</i>	○ <i>Wallemia</i>
ジュータン・カーペット	○ <i>Cladosporium</i>	○ <i>Cladosporium</i>
	○ <i>Penicillium</i>	○ <i>Penicillium</i>
	<i>Asp. niger</i>	<i>Asp. niger</i>
	<i>Asp. versicolor</i>	<i>Asp. versicolor</i>
	<i>Asp. ochraceus</i>	<i>Asp. ochraceus</i>
	<i>Alternaria</i>	
	<i>Arthrinium</i>	
	<i>Chetomium</i>	
	○ <i>Asp. restrictus</i>	○ <i>Asp. restrictus</i>
	○ <i>Wallemia</i>	○ <i>Wallemia</i>
フローリング	○ <i>Cladosporium</i>	○ <i>Cladosporium</i>
	○ <i>Penicillium</i>	○ <i>Penicillium</i>
	<i>Aureobasidium</i>	
	Yeasts	

Asp.: *Aspergillus*

○: 特によく見られる真菌

6. 空気清浄機による除真菌効果

(1) 生活環境での空気清浄機による除真菌効果

生活環境 14 家庭について空気清浄機の除真菌効果を検討した。清浄機使用前に比べ使用後での空中真菌数は明らかに減少することがわかった(図6)。空気清浄機使用前での空中真菌数は 10 分開放 5 枚培地で家庭による差がみられ、4 ~ 124 であった。それぞれ清浄機使用後での真菌数は、減少傾向にあるが一部では、同数かやや多くなった家庭も確認された。ここでは作動することを条件とし、普段通りの生活スタイルで測定した結果であり、このようなバラツキがみられた。また、その空中真菌分布は、ほぼハウスダストと相関し、*Cladosporium*、*Penicillium* などが主要であった。空気清浄機の使用による真菌数減少には、家庭差はあるものの環境に浮遊する真菌除去に有効な対策といえた。

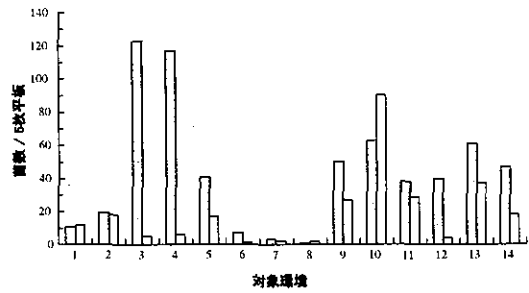


図6 空気清浄機使用による真菌除去効果
■: 使用前, □: 使用后

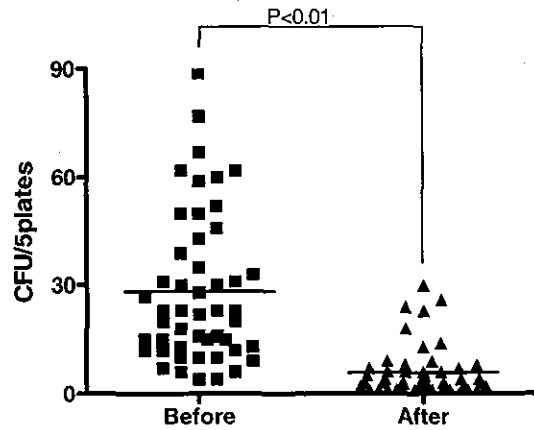


図7 空気清浄機作動前後の真菌数比較

(2) 同一環境条件下での除真菌効果

上記(1)の検討は、実際に空気清浄機使用 14 家庭での除真菌効果をみたものであるが、同一環境で清浄機作動条件を決め一定期間測定することで空気清浄機の除菌効果を評価した。方法は(1)と同様であるが作動時間は、20 ~ 23 時頃の 1 時間とした。

調査全期間における清浄機作動前後の真菌数を比較したところ、作動後に有意な減少がみられた(図7)。

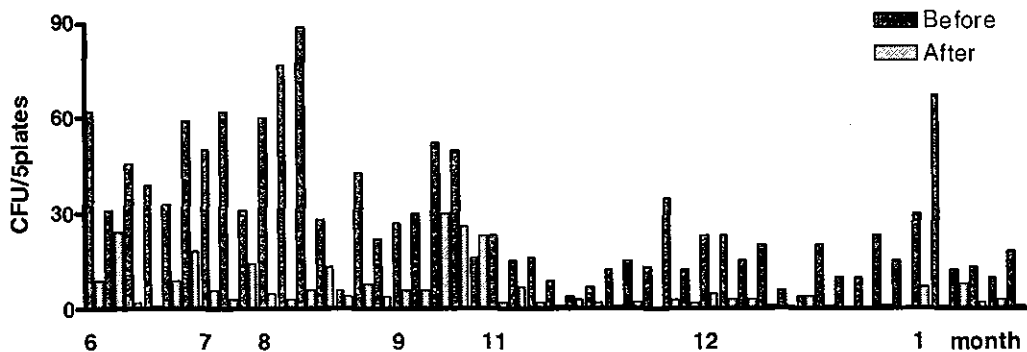


図8 各月における空気清浄機作動前後の真菌数

