

カビ汚染に関わる室内環境と呼吸器への健康影響について

中井 里史*

Key words : 疫学, dampness, カビ, 室内環境

I はじめに

オイルショック以降, ヨーロッパを中心とした先進各国では省エネ政策が進められ, 一般家屋の気密化および新建材の開発が進んだ。その結果, 家庭内の熱効率は上昇したが, その反面気密化に伴う室内空気汚染の問題が見受けられるようになってきた。厨房器具や暖房器具から発生する燃焼生成物や建材から発生する化学物質による汚染と, ダニ・カビ等に代表されるバイオエアロゾルによる生物的汚染である。

化学物質による室内汚染, およびその健康影響に関する研究はこれまでも数多く行われてきている。一方生物的汚染に関しては, ダニによるぜん息への影響に関する研究は多いが, その他の汚染物質に関する研究, 特に健康影響を取り上げた疫学的研究は多くはない¹⁾。

室外のカビについては, 第二次世界大戦の後にぜん息や枯草熱との間に因果関係がみいだされ, 1950年代にはその関係は一般的に受け入れられるようになってきた²⁾。占部ら³⁾によれば, 真菌により種々のアレルギー現象が起こると想定されており, 最も重要なのは空気中に存在する真菌である。そして分生子(菌体外部に生じる真菌類の胞子)は大気中に飛散し, その数は大気中の花粉数をしのぐという。一方, 一般家庭内で認められる生物的汚染のうちカビについては, 食物由来のカビ毒, あるいは実験室内での動物を対象とした毒性に関しては多くの研究があるが, 室内の空気由来するカビの人への健康影響に関する研究は近

年までほとんどない。しかし人々が一日の大半を過ごす室内環境の重要性が問われて以降, 一般家庭内で発生するカビによる健康影響調査が, 欧米を中心に徐々に行われるようになってきている。

本論文では, 室内のカビによる主として呼吸器への健康影響に関する疫学調査, およびカビ発生の原因となりうる dampness (一般に外部に付着した不愉快であったり, 望ましくないような湿気のことを指すが, 「湿気のある, 湿っぽい」という訳では, moisture [自然にまたは適度にいくらか湿っている], humidity [空気中の不愉快な湿気]ら, 他に湿気を表す語とのニュアンスの違いがでないと考え, 本論文では dampness のままとする) と呼吸器症状等との関連に関する疫学調査に焦点をあて, これまでの研究を概観する。そして一般に欧米よりも湿度が高いわが国で, このような研究を行う際の問題点等を検討する。

なお, 一般的な意味での dampness, つまり湿気が多いということ自体は, 健康に影響を及ぼすものとは考えにくい。しかし, 健康に影響を及ぼすと考えられるカビ等の生物的汚染物質の生育しやすい状況を示す指標として公衆衛生対策上重要であると考えられること, また種々の文献でカビ等を伴わない dampness についてもカビと同様に健康との関連が重要視されている点を考慮し, 本論文ではカビだけではなく, 室内の dampness と健康影響との関連についても取り上げることにする。

II Dampness の定義

各研究における dampness の定義の仕方については, さまざままで一定したものではない。質問紙を用いて dampness を調べる場合が多いが, 調査対象者の判断ではなく, 調査員が各家庭を訪問して, 調査員の判断で dampness を定義したもの

* 東京大学医学部健康科学・看護学科疫学・生物統計学教室

連絡先: 〒113 東京都文京区本郷 7-3-1

東京大学医学部健康科学・看護学科疫学・生物統計学教室 中井 里史

ある⁴⁾。後に取り上げるカビあるいは dampness による健康影響調査に関する論文の中で、使用された質問紙の dampness, カビ関連の質問が掲載されているものを表1にまとめた^{5~13)}。

Dampness によって家が何らかの被害を受けているかどうかといった(あいまいな)質問⁵⁾や、家庭内に数多くカビ粒子(viable fungal particles)

が目に見えることを“dampness”と定義したものの^{8,14,15)}、何らかの湿気に関する問題がある(例えば、水の被害(water damage)、地下室での漏水(water in basement)、カビの存在(mold/mildew growth))場合に、“dampness”と定義した研究¹³⁾、“シミ”が見えることを指す研究¹⁶⁾などもある。また dampness の被害が起きた時期を限

表1 カビ, dampness に関する質問文(論文中に記載のあるもの)

著者	論文中での変数名	質問文
Strachan ら ⁵⁾ (1964)	Damp	Is your home affected by damp?
	Mould	Is your home affected by mould or fungus?
Andrae ら ⁶⁾ (1988)	Damage due to dampness	Does your dwelling have any damage caused by dampness?
Brunekreef ら ⁷⁾ (1989)	Basement water	Does water ever collect on the basement floor?
	Water damage	Has there ever been water damage to the building?
	Molds	Has there ever been mold or mildew on any surface inside the home?
	Dampness	If any questions are positive.
Waegemaekers ら ⁸⁾ (1989)	DC (Dampness Characteristics)	If two or more of the following characteristics are positive;
		(1) Did you ever have damp spots in your home in the past 2 years?
		(2) Did you ever have mould growth in your home in the past 2 years?
		(3) Do you have silver-fish or sow-bugs in your home?
		(4) Does your home have a stale or stuffy odour?
	(5) Is the floor of the crawl space wet?	
RP (Responders' perception)	Do you generally consider your home to be dry or damp?	
Dales ら ^{9,10)} (1991)	Moisture	Within the past year...have you ever had wet or damp spots on surfaces inside your present home other than in the basement (for example, on the walls, wallpaper, ceiling or carpets)?
	Mold	Have you ever had mold or mildew growing on any surface inside your present home? (for example, on the walls, wallpaper, ceiling, carpets, shower curtain, etc.)...in the basement?...in the shower area(s)?...in other areas of your house?
	Flooding	Have you ever had a leak, flooding, or water damage in your basement...[within]the past year?
	Dampness and mold	The presence of moisture, mold, or flooding as defined earlier.
Jaakkola ら ¹¹⁾ (1993)	Mold odor	Have you perceived mold odor in your dwelling the past 12 months?
	Visible mold	Have you ever had visible mold in your dwelling?
	Moisture	Have you ever had wet spots in the ceilings, floors or walls of the occupied rooms in your dwelling?
	Water damage	Have you ever had a water damage in your dwelling?
Packer ら ¹²⁾ (1994)	Damp housing	How often do you suffer from these problems in your home: heavy condensation, damp, and mould?
Spengler ら ¹³⁾ (1994)	Water damage	Has there ever been water damage to the building or its contents, for example from broken pipes, leaks, or flood?
	Water in basement	Does water ever collect on the basement floor?
	Mold or mildew	Has there ever been mold or mildew on any surfaces (other than food) inside the home?
	Dampness	If any questions are positive.

定しているもの⁸⁾、過去いつか被害を受けたことがあるという形で質問をしているもの⁷⁾もある。

Ⅲ 室外のカビと室内のカビ

大気中に存在するカビは、窓からあるいは人に付着して室内に侵入する。カビ胞子はどの室内にも存在し、カビの生育シーズン中のエアコンなしの部屋では室内と室外のカビ濃度の相関は高くなる¹⁾。しかし必ずしも室内のカビ濃度は単純に室外のカビ濃度を反映したものではないといわれており¹⁴⁾、また室内からもカビは発生し、室外とは異なるアプローチも必要となってくる。室内のカビは、台所、風呂場等の水気の多い場所の他にも、窓の結露、水漏れ等の水の被害、また必要以上に湿度が上昇し換気が少ない場合に発生する。また建材や畳、絨毯などからも発生しうる。家庭内でのカビの生育に必要とされる条件を考慮すると、温度、湿度が最も重要であろう。したがって住居環境を維持あるいは改善することにより、つまり住民の努力といった人的な努力によってカビの生育等がある程度は防ぐことができると考えられる。

一般家庭内でみいだされるカビのうち、食物でみいだされるカビについては周知のものが多く、*Rhizopus* や *Mucor* のような接合菌綱のいくつかは、空気中よりもむしろ湿気の高い地下室に認められ、*Aspergillus sp* は家庭内のインテリアに多く認められると報告されている¹⁷⁾。なお室内に存在する（人に被害を及ぼす）真菌のほとんどは、不完全菌類に分類されている。

欧米のどの程度の家庭が dampness あるいはカビの汚染を受けているかについては、van de Wiel ら¹⁸⁾がオランダの家の約15%が damp であるが、将来は若干減少する傾向にあると報告している。イギリスでは少なくとも200万世帯がカビの被害を受けており¹⁹⁾、また1/4から1/3の家庭が被害の程度はさまざまではあるが、dampness に関する何らかの被害を受けているとの報告がなされている^{20,21)}。ただし一概に被害といっても、どの程度のものを被害と呼ぶかについては、後述するようにさらに議論が必要と考えられる。

Ⅳ カビ曝露量（汚染状況）の調査方法

一般環境の中でカビの濃度を調べる定量的な方

法としては、空気中のカビを採取する方法（粉じん採取と同様に空気を強制吸引する、あるいはシャーレのふたを開けておき落下するカビを測定する）と、培地を直接壁面等に押し当ててカビを捕まえる方法が代表的である^{17,22)}。しかし培地を用いた調査では、用いた培地の種類によって採取できるカビが異なってくることを注意すべきである。その他の捕集方法としては、掃除機によりダストを採取し、ダスト中のカビを同定するという方法も取られている^{23,24)}。カビを含むバイオエアロゾルの捕集に一般的に用いられる方法は Burge¹⁾によってまとめられている。また上記の方法は、カビによる汚染が生じてから調べる方法であるが、近年ではカビそのものではなく、カビの生育しやすさを調べ、どの程度のカビが生育、存在しうるかということ調べるカビセンサーも開発されている^{25,26)}。しかしどの方法をとってみても、一回の測定あるいは一カ所の測定では信頼できる曝露量を求めることはできないと指摘されている²⁷⁾。

一方、疫学調査の中で行われているカビ曝露量把握は、質問紙により家庭内に「カビが存在するか（見えるか）」を把握する定性的なものがほとんどである。これらの研究の中には、調査対象者のみの訴えによるものと、研究者が実際に対象家庭に出かけ、確認を行うものがあるが、後者は一般的ではない。

客観的な方法により、dampness 情報の妥当性を確認していないので、呼吸器症状との関連は疑わしいという指摘もされているが^{2,28)}、van Wageningen ら²⁹⁾は、調査対象者の報告と孢子濃度との間に相関が認められたと報告している。さまざま考えられるバイアスを除くために、疫学研究において、客観的に dampness を把握することのできる手法の開発が望まれるといった指摘がなされている³⁰⁾。

以上のように、研究によって dampness やカビ汚染の定義が異なる、あるいは曝露量（汚染状況）把握方法に標準化された方法があるわけではない。これらの違いによってどの程度結果が影響されているかは不明である。また、疫学研究とは別のカビ防止の立場からすると、簡便な方法で、家庭内のカビ汚染を予測することができれば望ましいが、ハウスダストの中のカビは、家の特徴

(house characteristics) から信頼できる予測はできないといわれている³¹⁾。

V 家庭内のカビや dampness による健康影響について

これまでに行われてきた室内に存在するカビによる健康影響(主として呼吸器への)に関する疫学調査をまとめたものを表2に示す^{2,5~13,16,24,28,30~43)}。ここでは一般住民を対象とし、主にカビの吸入あるいは家の dampness による呼吸器への影響を取り上げた。室内のカビによる健康影響に関しては、まずヨーロッパで研究が行われ、アメリカが後追いつる形になっている。なお、カビを吸入することによる職業性の疾患については、Giddings⁴⁴⁾によってまとめられている。

多くの疫学調査は、児童の健康影響に焦点を当てている。成人についても sick building syndrome と関連して、damp building syndrome の問題が提起され⁴⁵⁾、その影響として表3に示す各種症状が挙げられているが、成人を対象とした研究の数はさほど多くない。

健康影響の指標としてとらえているものは、質問紙による呼吸器症状および呼吸器疾患が多い。質問紙の調査法であるが、自記式であれば、小児の症状については親あるいは保護者が記入するようになっている。症状としては、ぜん息あるいはぜん息を取り上げたものが多いが、ぜん息に関しては、医師の診断によるものをぜん息と定義している。またその他の指標として、肺機能測定を行ったもの、IgE 検査をしたもの、あるいは呼吸器症状だけでなく、めまい、倦怠感などの一般的な自覚症状まで取り上げたものもある。

Melia ら³³⁾は、イギリスで5~6歳の学童を対象とし(191人)、種々の室内環境と呼吸器症状との関連を調べており、家庭内の相対湿度と質問紙による呼吸器症状(せき、ぜん息、他)との関連を検討している。寝室の相対湿度に基づき、各世帯を湿度55%未満、55~74.9%、75%以上の3カテゴリに分類し、呼吸器症状の有症率を比較すると、男女ともに、相対湿度75%以上の家庭で何らかの呼吸器症状を訴える児の割合が75%未満の家庭より高く、有意差が認められたと報告している。なお、この調査の第一の目的は室内NO₂濃度と呼吸器症状との関連を探ることであったが、

両者の間には関連が認められていない。

Spengler ら¹³⁾は、大気汚染の程度の違いに基づいて選ばれたアメリカおよびカナダの24都市で行われた、学童を対象とした呼吸器症状調査のデータを用い(12,842人)、家庭内の水の被害、地下室への漏水、カビの存在との関連を探っている。この調査では、各呼吸器症状をぜん息関連症状、気管支炎関連症状、下部呼吸器関連症状の3つに分けて検討を行っている。カビの存在を訴えた家庭は都市別にみると22~57%程度存在し、湿気・カビ関連要因との間に、オッズ比で1.37~1.78の関連が認められ、空気清浄器や加湿器の存在との間にも正の関連が認められると報告している。

Verhoeff ら¹⁶⁾は、家庭内のカビと呼吸器症状との関連を探るために、オランダで学童を対象としたケース・コントロール研究を行っている(ケース259人、コントロール257人)。曝露状況は質問紙によるシミの存在およびカビ測定により把握し、さらに調査員が各家庭を訪問して確認を行った。質問紙による曝露評価に基づく、ぜん息様症状ではオッズ比が1.16~2.95となると報告している。しかしダニやカビへの感受性によって対象者を層別し検討したところ、カビと呼吸器症状との間には関連は認められなかった。カビアレルギーへの感受性が家庭内の湿気と呼吸器症状との関係に重要な役割を果たしている可能性があるとして述べている。

一般的にみて、室内のカビあるいは dampness は呼吸器症状への影響があると報告しており、その程度もオッズ比等で4程度に達するものもみうけられる。IgE の比較結果も明瞭に関連ありを示しており、またぜん息、ぜん息以外の症状に対してもオッズ比等の値の多くは1を超えている。しかしカビや dampness と肺機能との関連が認められているものは少ない。

上記以外にも以下のような結果が報告されている。

Solomon⁴⁶⁾は加湿器の運転開始とあわせてぜん息発作が増加したと報告している。また、Martin ら³⁴⁾がイギリスで世帯単位で行った調査では、dampness の被害を受けている家に住む小児の方が呼吸器症状を訴えやすいこと、そして damp である家の特徴としては、1930~36年に建てられた家に多く、乾燥した家よりも人口密度が高い、そ

表2 カビあるいは dampness の呼吸器に対する健康影響に関する疫学研究

著者	調査方法等	曝露評価法	健康指標	結果	その他
Sherman ら ³²⁾ (1964)	アメリカで39人のアレルギー患者を対象とした測定 (12~56歳)	寝室と居間にペトリ皿 (サロー寒天培地) を15分間放置		38世帯で1つ以上のカビが認められた	38人は <i>Alternaria</i> 感受性, 残り <i>Hormondendrum</i> 感受性
Melia ら ³³⁾ (1982)	イギリスで5, 6歳の学童を対象とした断面検査 (191人)	家庭内の相対湿度測定 (1週間平均)	呼吸器症状	相対湿度 (<55, 55-74.9, 75-) が高い家庭で (75%) 何らかの呼吸器症状を訴える児の割合が高い (下の2カテゴリーでは差はなし) 男子 (56.3, 59.6, 85.0%), 女子 (52.9, 46.7, 63.6%)	本来は室内 NO ₂ 濃度と呼吸器症状との関連性を調べる研究だが, NO ₂ との関連性は認められず
Strachan ら ³⁾ (1986)	スコットランドで165人の児童 (7~8歳) を対象として行った調査 (内容の異なる質問紙を同一対象者に送付)	質問紙により, dampness とカビを調査	呼吸器症状および診療記録	ぜん喘の履歴 (症状) に対する OR: dampness 2.7, カビ: 3.9, GP の記録によるぜん喘に対する OR は, dampness: 1.7~2.1, カビ: 1.5~2.2	dampness: 30%, カビ: 21% ぜん喘の履歴有: 20%
Martin ら ³⁴⁾ (1987)	イギリスで世帯単位で実施した面接調査 (358世帯)	質問紙により dampness を調査 (dampness, 結露, カビのいずれかが認められた家は damp house)	小児の呼吸器症状, 他の症状 (2カ月以内)	計103人の小児について, dampness (33) no dampness (68) の比較: dampness の方が高い有症率 (何らかの呼吸器症状: 85% vs. 60%)	dampness: 24%, カビ: 17% カビの有 (24) 無 (77) の比較でも, 有の家の方が高い有症率
Andrae ら ⁶⁾ (1988)	スウェーデンで6カ月から16歳までの小児を対象とした断面調査 (4990人)	質問紙により, dampness による被害を調査	呼吸器症状 (過剰反応性とアレルギー)	気管支過剰反応性 (BH) に対する RR 1.9, ぜん息: RR 1.9 両方ともあまりの比較では, BH に対する RR 2.8, ぜん息には2.5	dampness による被害: 8.1% BH 発生割合9.7% ぜん息の発生割合5.2%
Burr ら ³⁵⁾ (1988)	イギリスで15~60歳のぜん息患者 (病院で繰り返し処方を受けた) をケッチンタケした72人を対照としたケチンタケ・コンタクト研究 (各72人)	質問紙により, 家庭内のシミと, カビの生育を調査	皮膚試験, 血清 IgE, 特異 IgE-RAST	皮膚試験の結果, ケースでは計9人が陽性, コントロールでは1人のみか陽性, RAST ではケースで38人, コントロールで7人が IgE 抗体が発見 (主な4つのカビに対して)	シミの存在には差なし (28 vs. 27), カビはケース群の方が大 (29 vs. 9) ケース群の IgE レベルは234.9 kU/l, コントロールでは34.9 kU/l (幾何平均) 特に <i>Penicillium</i> への曝露がぜん息に寄与している可能性
Strachan ²⁸⁾ (1988)	イギリスで7歳の学童を対象とした断面調査 (873人)	質問紙により結露, シミ, カビの存在を調べる	呼吸器症状, 肺機能検査 (6分間のランニングの5分前および, 10分後)	ぜん喘に関して, dampness: OR 2.45, カビ: OR 3.70	カビ: 9.3% ぜん喘 (全体): 12.7% 肺機能の低下が認められた児の方が, 低下なしの児よりもぜん喘の有症率大

著者	調査方法等	曝露評価法	健康指標	結果	その他
Brunekreef ら ⁷⁾ (1989)	アメリカの6都市で8~12歳の学童を対象とした調査(4,625人)(もともとは追跡調査)	質問紙 (follow-up用) によるカビ, 水の被害, 地下室への漏水の調査	呼吸器症状および他の症状(初回の調査), 肺機能	OR: 0.90~3.72(5症状)について都市別々に算出) 肺機能との間には, FEF ₂₅₋₇₅ とにわずかに関連が認められた。ぜん息の学童における dampness 関連の PR は, 他の学童よりも小さい。	dampness 関連のいずれか一つの影響: 45.7~58.2%, dampness なしでの家でのぜん息: 9.0%, ぜん息: 4%
Platt ら ⁴⁾ (1989)	イギリスで597世帯を対象とした断面調査(小児1,169人, 成人?)	調査者の評価, エアサンプラーによる採取	呼吸器症状を含む自覚症状	世帯単位の集計で, 呼吸器症状に關して, 成人 PR: 1.18~1.67 (dampness), 1.32~1.81 (カビ), 小児 PR: 1.15~1.21 (dampness), 1.38~1.66 (カビ)	dampnessは30.8%, カビは45.9% dampness なしの家でのぜん息: 10.3% 呼吸器症状を含む自覚症状の訴えの数は, dampness やカビの程度がひどくなるほど増える傾向
Strachan ら ³⁶⁾ (1989)	イギリスで小学校3年生を対象とした断面調査(1,000人)	質問紙による dampness/カビの把握 一部の家庭で湿度等の測定	呼吸器症状 肺機能測定(6分間のランニングの前後で)	主観的曝露評価とぜん息の間に関連性が認められる。湿度とは呼吸器症状, 肺機能とも有意な関連はみとめられない。	dampness なしの家でのぜん息: 3.9%, 湿度に關する尺度は壁材のプロットクック, および湿度計を用いた測定結果を使用
Waagemackers ら ³⁾ (1989)	オランダ北部の町の185世帯を対象とした断面調査 (pilot study) (成人328人, 小児190人)	質問紙により2通りの把握(DC*, PR*), damp homeの一部でエアサンプラーを用いたカビ胞子の採取	呼吸器症状および小児に對してはその他の症状	DC に基づくと, 成人 PR 男: 0.74~4.45, 女: 2.23~5.94, 小児呼吸器症状: 1.02~3.20, その他の症状: 1.31~2.40	DC に基づくと, damp home は77世帯, RP に基づくと47世帯, dry home でのぜん息: 10.2%, 成人女: 8.2%
Dijkstra ら ³⁷⁾ (1990)	オランダで6~12歳の学童(非喫煙者)を対象とした2回の調査	質問紙により dampness/カビを調査(なし, dampness またはカビ, 両方有)	質問紙による呼吸器症状(持続性せき, ぜん息, ぜん息様症状), および肺機能(FVC, FEV ₁ , PEF, MMEF)	dampness またはカビ: OR 0.57~1.16 両方有: OR 1.54~3.62 dampness と肺機能との間には明確な関連なし	dampness の訴え: 15%, カビの訴え: 9.1% ぜん息(全体): 7.1%。症状の解析は1回目の測定は2回の測定の間平均値を使用, dampness と持続性せきの生起の間に有意な関連
Hyndman ³⁸⁾ (1990)	イギリスのある自治都市で Bengalis を対象とした調査(60世帯345人)	通訳を介して質問紙により dampness, カビを調査。エアサンプラーによりカビ胞子を採取	上記と同様の方法で呼吸器および他の症状, ビークアップロー測定	damp rooms: 63% for CH*, 100% for NCH*, OR: 1.2~6.0 カビのある家: 50% forch, 100% for NCH, OR: 1.6~2.5 ビークアップローの減少は有意ではなかった	dry home でのぜん息: 18.0%, この自治都市は, 死亡率や, 結核等の有病割合からする結果, 良好な健康状態ではなかったと考えられる。客観的な曝露: 健康評価では差が認められなかった

著者	調査方法等	曝露評価法	健康指標	結果	その他
Rossら ³⁹⁾ (1990)	イギリスの11医院での24~59カ月の患者を対象とした(297人)調査	質問紙により家屋構造等の把握、および1週間の居間と子供部屋の温度・相対湿度測定	質問紙(2週間以内)および診療記録による上気道感染	症状の有無、あるいは記録の有無で相対湿度に差は認められなかった	上気道感染: 風邪, 鼻かぜ, せき, 咽喉炎, 扁桃炎, 咽喉炎, 急性中耳炎, 気管炎
Strachanら ²⁾ (1990)	Strachan ³⁸⁾ の対象者のうち、88世帯を対象とした調査	エアサンプローブによる採取(居間, 子供部屋, その他)にカビが観察された部屋または台所)	呼吸器症状(持続性せき, ぜん息, 呼吸困難を伴うぜん息, ぜん息様症状, URS*), 非呼吸器症状, 目の刺激	ぜん息(見える)カビの有無により4群に分けて空気由来のカビ数を比較, しかしカビやぜん息とは関連が認められなかった	カビは0~41000 CFU/m ³ , しかし一般的には5~1500 CFU/m ³
Dalesら ⁹⁾ (1991)	カナダで幼稚園から小学校3年生までを対象とした断面調査(13,495人)	質問紙によりdampness(moistureと漏水)とカビを調査	呼吸器症状(持続性せき, ぜん息, 呼吸困難を伴うぜん息, ぜん息様症状, URS*), 非呼吸器症状, 目の刺激	dampness/カビ OR: 1.32~1.89, moisture OR: 1.45~1.91, 漏水 OR: 1.14~1.50	カビの訴え: 32.4%, moistureの訴え: 14.1%, 漏水の訴え: 24.1%, dampnessやカビ無しの家でのぜん息: 10.9%, カビの集落数と量反応関係の可能性あり
Dalesら ¹⁰⁾ (1991)	Dales ⁹⁾ が調査した子供質問紙の記入者(21歳以上)に対する断面調査(14,799人)	同上	呼吸器症状他(LRS*, ぜん息様症状, CRS*, URS*)の刺激, 他の症状	OR: 1.58~1.77, dampnessと呼吸器症状との関連はアレルギ-やぜん息で層別した後でも認められた	dampness/カビの訴え: 38%, 訴えなし, かつ非喫煙者で LRS: 10.7%
Dekkerら ⁴⁰⁾ (1991)	カナダで幼稚園児から小学生2年生までを対象とした断面調査(13,495人)	質問紙により, dampness(カビの存在, 壁面のシミ等, 地下室での漏水)を調べ	呼吸器症状(ぜん息, ぜん息(現在))	ぜん息に対するOR: 1.66, ぜん息に対するOR: 1.61, カスレンジ, ETS, 加湿器もぜん息に, 後者の2つはぜん息に関連	dampnessの訴え: 35~47%, ぜん息(全体): 7.2%, ぜん息(全体): 4.7%, 因果関係については議論が必要
Brunekreef ³⁰⁾ (1992)	オランダで6~12歳の学童を対象として1987年(1,051人)と1989年(3,344人)に異なる地域で実施した断面調査	質問紙により, 過去2年間のdampness, カビの生育を調べる	呼吸器症状(持続性せき, ぜん息, ぜん息様症状(ぜん息を伴う息切れの発作))。1987年調査時は, 肺機能検査も実施	dampnessに対しては, RR: 1.20~2.34(3症状, 2回の調査を通じて), カビに対しては, RR: 1.34~3.13, 肺機能については, カビとMMEFを除き関係なし	dampness: 15%(1987), 24%(1989), カビ: 9%(1987), 15%(1989), ぜん息(全体): 4.6%(1987), 5.8%(1989), ぜん息(全体): 7.1%(1987), 10.1%(1989)
Brunekreef ³¹⁾ (1992)	Brunekreef ³⁰⁾ が1989年に調査した学童の両親に対する断面調査(6,436人)	同上	呼吸器症状およびダニアレルギ-に対する	男では, dampnessに関するPR: 1.07~2.37, カビに関するPR: 1.40~2.58, 同様に女では, それぞれPR: 1.20~1.52, PR: 1.14~1.44, 持続性せきやたんのPR方がアレルギ-に関するPRよりも大(種々の要因の調整後も同様)	男: ぜん息(全体) 6.4%, ぜん息(全体) 14.1%, 女: ぜん息(全体) 9.9%, ぜん息(全体) 19.0%

著者	調査方法等	曝露評価法	健康指標	結果	その他の
Wickman ら ²⁴⁾ (1992)	スウェーデンで3~17歳の外来患者の家ダニに感受性のある児他のアレルギーのある児(57人)非アレルギーのコントロール(57人)	居間のダストを掃除機で採取	気管支ぜん息, アレルギー性鼻炎, アトピー性湿疹(これらは医師の診断による)	家ダニに感受性のある児において、カビとアレルギー症状との間に弱い関連性あり (OR: 0.3~4.8)	質問紙により室内環境を調査31種類のカビ族が同定
Jaakkola ら ¹¹⁾ (1993)	フィンランドで1~6歳の小児を対象とした断面調査 (2,568人)	質問紙により、カビのにおい、カビ、湿度、水の被害を調べる	呼吸器症状(持続性せき、持続性たん、ぜん息、ぜん息様症状、他)	何らかの曝露指標に対して、OR: 1.42~2.55, またぜん息は1.08, 昨年のカビのにおいの関連が最も高い、またカビのにおいの程度とに量反応関係	カビのにおい: 3.2%, カビ: 4.2%, 湿度: 14.4%, 水の被害: 5.6%, いずれか: 19.9%
Fagbule ら ⁴²⁾ (1994)	ナイジェリアで小児を対象としたケース・コントロール研究(平均年齢66カ月)(ケースは、コントロールとも140人)	調査員が各家庭を訪問し、調査票に室内環境の状況を記入	ぜん息(過去6カ月以内に1度以上ぜん息発作があり、現在ひどい息切れを訴えて医者にかかっているもの)	damp, mouldy bedrooms に対しては OR=11.2, その他の場所でのカビに対しては OR=0.5	ケースは家族歴のないぜん息の小児で、コントロールとは年齢、性、社会経済的因子で近所の子からマッチング
Günneser ら ⁴³⁾ (1994)	トルコで612人の呼吸器系アレルギー患者を対象とした調査(3~50歳)	カビに感受性のある患者の中からランダムに選んだ22人の家でプレート上(サブロー寒天培地)に捕集	個々のカビに対する抗体保有を調べるために皮膚試験を行う	<i>Aspergillus fumigatus</i> (26%), 続いて <i>Trichophyton rubrum</i> , <i>Mucor</i> , <i>Penicillium notatum</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Alternaria tenuis</i> が次に重要	
Packer ら ¹²⁾ (1994)	イギリスで16~24歳を対象とする郵送による断面研究 (2,553人)	質問紙により、ひどい結露、dampness、カビを調べる	長期にわたる疾患等(19カテゴリー)	全体で、9%の家庭が dampness を訴える、damp house に住む人の有病割合は48.9%で、dry house では36.8% (差は12.1%, 95% CI: 4.4~19.8%)	量-反応関係あり
Spengler ら ¹³⁾ (1994)	アメリカおよびカナダの24都市からの、9~11歳の児童を対象とする断面研究 (12,842人)	質問紙により、水の被害、地下室での漏水、カビの存在を調べる(上記3つのいずれかの存在を dampness)	呼吸器症状(ぜん息関連症状、気管支炎関連症状、LRS)	dampness に関する OR: 1.31~1.78 空気清浄器 OR: 1.45~1.54 加湿器 OR: 1.43~1.58	dampness の訴え: 33~64%, カビの訴え: 22~57%, ぜん息関連症状(全体) 11.4%, 気管支炎関連症状(全体) 11.6%, LRS (全体) 16.9%
Verhoeff ら ³¹⁾ (1994)	オランダで6~12歳の学童を対象とするケース・コントロール研究の一部分(ケース31世帯、コントロール29世帯)	寝室の床とマットレスから掃除機を用いて dust 採取、さらに中のカビ測定	呼吸器症状	dust 中のカビと呼吸器症状との間には関連はみとめられない	

著者 調査方法等 曝露評価法 健康指標 結 果 その他

オランダで 6~12 歳の学童を対象とするケース・コントロール研究 (ケース 259 人, コントロール 257 人)

呼吸器症状, それ以外にも肺機能, IgE

dampness の訴え 66~76%, カビの訴え: 45~58%, 質問紙の曝露評価からは, OR: 1.32~2.17 (ぜん息: 1.16~2.95, 持続性せき: 1.70~3.53)

カビアレルギーへの感受性が家庭内の dampness と呼吸器症状との関係に重要な役割を果たしている可能性あり

対象者数は有効対象者数

オッズ比等の値はすべて調整していない数値

DC: (客観的にみた) dampness の特徴 (dampness characteristics)

RP: 対象者による (dampness) の認識 (responders' perception)

CH: セントラルヒーティング家庭 (centrally heated block)

NCH: 非セントラルヒーティング家庭 (non-centrally heated block)

CFU: colony forming unit

URS: 上部呼吸器関連症状 (upper respiratory symptoms)

LRS: 下部呼吸器関連症状 (lower respiratory symptoms)

CRS: 慢性呼吸器症状 (chronic respiratory symptoms)

OR: オッズ比 (odds ratio)

PR: 割合の比 (proportion ratio)

RR: 相対危険 (relative risk)

表 3 湿気の多い部屋でよくみとめられる訴え

粘膜炎症状	一般的症状
目のかゆみ	頭痛
コンタクトレンズ使用の困難	極度の疲労感
鼻詰まり	集中力の欠乏
咽頭炎	記憶力欠乏
かれ声	倦怠感
皮膚の焼けるような感じ	眠気
再発性の副鼻腔炎	めまい

Gravesenら⁴⁵⁾から

して住民の年齢層も低く, 子供がいる傾向にあると報告している。

アレルギーの原因であるカビについて, カビの存在の有無だけでなく, どのようなカビが影響を及ぼしているかに関するものとしては以下のような報告がされている。

Güneser ら⁴³⁾は, 612 人の呼吸器系アレルギー患者に対して皮膚試験を行ったところ, 陽性結果をもたらすには *Aspergillus fumigatus* が最も重要なカビであったと報告している。Sherman ら³²⁾がアメリカで行った調査では, アレルギー患者の家 (39 人中 38 人) で見つかったカビは, *Penicillium* (59%), *Aspergillus* (49%), *Yeast* (33%), *Alternaria* (26%), *Rhizopus* (23%), *Monilia* (8%), 他, の順であった。一方何のカビにも感受性のないコントロール 24 人の家からは, 9 軒のみからカビが認められただけであった。また, イギリスで行った調査では, ぜん息患者の家で見つかったカビの種類は, 多い順に *Penicillium* (13 軒), *Cladosporium* (12 軒), *Stemphyllium* (5 軒), *Cephalosporium* (4 軒), *Aspergillus* (2 軒), 他, であったと Burr ら³⁵⁾は報告している。このうち, *Aspergillus* の影響が最も重篤であろうが, ほとんどまれにしか発見されていないため, ぜん息に対して *Penicillium* が最も重要である可能性があるとも述べている。

なお表中の, オッズ比等の影響の大きさを示す尺度は単純集計の結果である (表 2)。多くの論文で, 単純集計の後にロジスティックモデルを用いて種々の要因 (家庭内喫煙, 性, 年齢等) を調整しているが, そのほとんどにおいて, 調整前のオッズ比と調整後のオッズ比に値の変化はほとんど認められていない。

Ⅵ 問題点

以下に健康影響調査の中で指摘されてきた調査上の問題点をまとめる。結果としては dampness およびカビ汚染が健康に関わっているという結果が得られてはいるが、これらの汚染はダニによる汚染と関連が高く、必ずしもカビによる(特異的な)健康影響であると断言することはできないと指摘されている^{16,47)}。ぜん息を主とするカビによるアレルギーは、他の影響によるアレルギーと比較してその頻度は高いとはいえない⁴⁵⁾。成人でアレルギーの約8%, 小児で20~25%がカビに対するアレルギーと考えられているが⁴⁵⁾、いくつかのアレルゲンに感受性のある場合もあり、他のアレルギーと必ずしも明確に分離できるわけではない。真菌によるアレルギーは、その多くがI型であると考えられているが、職業曝露に係る真菌アレルギーはIII型あるいはIV型が関与しているとされている^{3,45)}。毒性影響は、マイコトキシン、揮発性化学物質などによるものと考えられているが⁴⁸⁾、そのメカニズムはまだ完全には解明されていない。湿気はカビやダニの原因となり、カビやダニはI型反応を通してぜん息やぜん息様症状を引き起こす^{35,49)}。他の呼吸器症状に対してもI型の現れである可能性、さらには他のメカニズム、例えば粒子が直接刺激を与えている可能性がある¹¹⁾と議論されている。

Dampnessの被害を受けている家に住むの方が呼吸器症状を報告しやすく、また呼吸器症状を持つ人の方が、自分の家はdampだと訴えやすい、という情報バイアスの可能性が指摘されているが、同じ研究者によって、肺機能と呼吸器症状との間に関連が認められることから、回答者のバイアスはほぼ考えずともよい、否定されるのではないかと指摘されている²⁸⁾。しかし、前述のように、多くの調査ではカビやdampnessと肺機能との間に関連の認められているものは少ない。回答者のバイアスに関しては、さらなる検討が必要であろう。なお、このような回答者のバイアスについては、他の研究者も指摘している^{9,11)}。Brunekreefら⁷⁾の結果では、ぜん息児の方が、ぜん息なしの子供よりもカビあるいはdampnessの影響が小さい。これらの親は積極的に転居したり、家の中を補修したりする傾向があるのではと

議論している。同様に dampness やカビの頻度が、「しばしば(often)」よりも「いつも(always)」の家中的有症率が低い結果が得られたのは、家の選び方に、あるいは積極的に補修を行っている可能性がある^{と Brunekreef³⁰⁾は指摘している。しかし Strachan²⁸⁾は、ぜん息とカビとの間に認められた関連は、疫学的因果関係についてのクライテリア⁵⁰⁾の多くに合致しているという指摘をしている。}

カビによりアレルギー等の影響が認められること自体は間違いない。しかし疫学的に証明されたかということ、必ずしもそうとはいえない。調査で得られたデータの質に関する議論はすでに記した通りであるが、それ以上に Brunekreef³⁰⁾が指摘しているような曝露と健康影響の時間的関連が問題である。つまり、カビあるいは dampness が家庭内に発生したのが先であるのか、健康に何らかの問題が生じたのが先であるのかが明確となっていない。気管支ぜん息の児のいる家庭で、加湿器等の器具を購入し、その結果家庭内の湿度が上昇し、カビが生育したという可能性も否定できない。

Ⅶ わが国での健康調査実施に関して

これまで日本の家屋というのは、欧米の家屋に比べ風通しがよく、床下等にはカビに関する被害が認められたとしても、通常の生活に用いる家屋内への影響はさほど大きくなかったと思われる。しかし、年々鉄筋コンクリートのマンションに代表される、気密性の高い家屋が増えてきている。dampnessの定義にもよるが、わが国で dampness による被害を受けていない家はほとんど存在しないと考えることも可能であろう。しかし今日、わが国で dampness であるとみなされる家の頻度に関する情報はほとんどないと考えられる。

カビへの曝露の仕方を考えてみると、欧米では、地下室に湯沸かし器やセントラルヒーティング用のタンクなどが設置されていることが多い。そして、ダクトを通して、風呂や台所をはじめとして各部屋に温水や温風が供給される。そのため、地下室でカビが発生すると、ダクトを通して室内にばらまかれ、カビを含んだ空気を吸入する可能性が高いと考えられる。一方わが国では床下でカビあるいは dampness による被害があったと

しても、家屋構造上地下室はほとんど存在せず、また欧米のような集中暖房システムではないことが多いため、床下あるいは地下室のカビが居住室内にばらまかれることはほとんどない。日本では主としてどこで空気由来のカビが発生し、曝露、吸入するようになるであろうか。風呂場あるいは台所のように水を多く使う部屋や、結露のできる窓の他、壁等からも発生し、空气中に舞い上がると考えられる。また近年エアコンを装備している家庭が増えていよう。開放型暖房器具から発生する一酸化炭素や二酸化窒素のような化学汚染物質の発生を考えるとエアコンは優れているが、その一方エアコンをこまめに掃除しない場合、あるいは加湿器のタンクの水を取り替えないで使う場合、空气中にばらまかれたカビやその他の生物的汚染物質吸入の可能性が高くなるであろう。

健康影響についてみると、これまで臨床的な立場から室内のカビに関する研究はいくつか行われてきている^{51,52)}。Yoshidaら²³⁾は、過敏性肺炎患者の家庭から、掃除をすることによって *Trichosporon cutaneum* を除去することで、再発を防ぐことができたと報告している。しかし公衆衛生的あるいは疫学的立場から研究が行われてきていることはまれである。前述のようにダクトを持つ強制送風によるエアコンのみならず、一般家庭で用いられているようなエアコンからカビをも含むバイオエアロゾルが分散される。発生源対策および器具のメンテナンスを十分に行えば、避けられうる問題とも考えられるが、今後おもに乳幼児や老人に対する健康影響が懸念され、欧米と同様にカビや dampness の健康影響に関する疫学研究が増えていく可能性があらう。

それでは今後どのような疫学調査を計画すべきであろうか。現状を把握する程度であれば簡単な質問紙を用いた調査を行えばある程度のことは把握できるであろう。しかし単なる関連から因果関係へと議論を進めるためには、曝露把握の標準的な方法を開発するのがまず第一であるが、実施可能性の面から考えると、事象の前後関係が明確になるような質問をつけ加えた質問紙を用いたケース・コントロール研究が最も適切であると考えられる。新築家屋に居住を始めた人を対象としたコホート研究も考えられよう。

Ⅷ ま と め

欧米では、家庭内での省エネ対策と換気のバランスをとることの中から、さまざまな室内環境要因による健康影響の問題が生じてきた。本論文では近年多く研究が行われてきている家庭内で発生するカビ汚染等に基づく室内環境と、主として呼吸器との関連についての疫学研究のレビューを行った。

1. 曝露評価方法は、質問紙を用いてカビの存在、水の被害（漏水等）等を調べるものが多かった。疫学調査で用いることのできる、客観的評価方法の開発の必要性が望まれている。

2. 健康影響は、質問紙による呼吸器症状や、呼吸器疾患を調べることが多く、カビ汚染の有無や dampness との間に関連が認められている。オッズ比で4程度にまで達するものもある。肺機能については、関連の認められていないものが多い。

3. 疫学調査の問題点としては、カビ等の特異的な健康影響と断言することは難しいこと、回答者の回答に対するバイアスの存在の可能性、原因（カビ汚染等）と結果（健康影響）の時間的順序などの点が考えられる。

4. 今日では、わが国でも家屋の気密化が進み、室内の生物的汚染が問題になりつつある。特に老人や乳幼児を対象として、欧米と同様に疫学調査を行う必要があると考えられる。しかし、さまざまな問題点があるため、方法論上の検討を十分した上での実施が望まれる。

本研究の一部は平成6年度文部省科学研究費奨励研究(A)(課題番号06770256)の助成を受けた。本論文の草稿に目を通して、貴重なコメントをいただいた日本国土開発株式会社環境微生物研究所の阿部恵子先生に感謝いたします。

(受付 '95. 6.30)
(採用 '96. 1.19)

文 献

- 1) Burge H. Bioaerosols: Prevalence and health effects in the indoor environment. *J Allergy Clin Immunol* 1990; 86: 687-701.
- 2) Strachan DP, et al. Quantification of airborne moulds in the homes of children with and without

- wheeze. *Thorax* 1990; 45: 382-387.
- 3) 占部治邦, 松本忠彦, 本房昭三, 医真菌学. 金原出版. 1993.
 - 4) Platt SD, et al. Damp housing, mould growth, and symptomatic health state. *BMJ* 1989; 298: 1673-1678.
 - 5) Strachan DP, Elton RA. Relationship between respiratory morbidity in children and the home environment. *Family Practice* 1986; 3: 137-142.
 - 6) Andrae S, et al. Symptoms of bronchial hyperreactivity and asthma in relation to environmental factors. *Arch Dis Child* 1988; 63: 473-478.
 - 7) Brunekreef B, et al. Home dampness and respiratory morbidity in children. *Am Rev Respir Dis* 1989; 140: 1363-1367.
 - 8) Waegemaekers M, et al. Respiratory symptoms in damp homes. *Allergy* 1989; 44: 192-198.
 - 9) Dales RE, et al. Respiratory health effects of home dampness and molds among Canadian children. *Am J Epidemiol* 1991; 134: 196-203.
 - 10) Dales RE, Burnett R, Zwanenburg H. Adverse health effects among adults exposed to home dampness and molds. *Am Rev Respir Dis* 1991; 143: 505-509.
 - 11) Jaakkola JJK, Jaakkola N, Ruotsalainen R. Home dampness and molds as determinants of respiratory symptoms and asthma in pre-school children. *J Exposure Anal Environ Epidemiol* 1993; 3(suppl 1): 129-142.
 - 12) Packer CN, Stewart-Brown S, Frowle SE. Damp housing and adult health: Results from a lifestyle study in Worcester, England. *J Epidemiol Comm Hlth* 1994; 48: 555-559.
 - 13) Spengler JD, et al. Respiratory symptoms and housing characteristics. *Indoor Air* 1994; 4: 72-82.
 - 14) Verhoeff AP, et al. Presence of viable mould propagules in indoor air in relation to house damp and outdoor air. *Allergy* 1992; 47: 83-91.
 - 15) Hunter CA, et al. Moulds in buildings: The air spore of domestic dwellings. *Int Biodeterior* 1988; 24: 81-101.
 - 16) Verhoeff AP, et al. Damp housing and childhood respiratory symptoms: The role of sensitization to dust and molds. *Am J Epidemiol* 1995; 141: 103-110.
 - 17) Salvaggio J, Aukrust L. Mold-induced asthma. *J Allergy Clin Immunol* 1981; 68: 327-346.
 - 18) van de Wiel HJ, et al. Assessing future trends in indoor air quality. *Toxicology & Industrial Health* 1990; 6: 103-115.
 - 19) Sanders CH, Cornish JP. *Dampness: one week's complaints in five local authorities in England and Wales*. London: Her Majesty's Stationery Office. 1982.
 - 20) Scottish Development Department Building Directorate. *Condensation in housing. A report on local authority returns, survey results and remedial measures*. Edinburgh: Scottish Office. 1984.
 - 21) Building Research Establishment. *The English house condition survey*. London: HMSO. 1985.
 - 22) Gravesen S. Fungi as a cause of allergic disease. *Allergy* 1979; 34: 135-154.
 - 23) Yoshida K, et al. Prevention of summer-type hypersensitivity pneumonitis: Effect of elimination of trichosporon cutaneum from the patients' homes. *Arch Environ Hlth* 1989; 44: 317-322.
 - 24) Wickman M, et al. Indoor viable dust-bound microfungi in relation to residential characteristics, living habits, and symptoms in atopic and control children. *J Allergy Clin Immunol* 1992; 89: 752-759.
 - 25) 阿部恵子. 好乾性カビをバイオセンサーとする室内環境測定法. 防菌防黴誌 1993; 21: 557-565.
 - 26) Abe K. A method for numerical characterization of indoor climates by a biosensor using a xerophilic fungus. *Indoor Air* 1993; 3: 344-348.
 - 27) Verhoeff AP, et al. Fungal propagules in house dust. I. Comparison of analytic methods and their value as estimators of potential exposure. *Allergy* 1994; 49: 533-539.
 - 28) Strachan DP. Damp housing and childhood asthma: Validation of reporting of symptoms. *BMJ* 1988; 297: 1223-1226.
 - 29) van Wageningen N, et al. Health complaints and indoor mould in relation to moist problems in homes. *The proceedings of the 4th Int Conf on Indoor Air Quality and Climate* 1987; vol 1: 637-644.
 - 30) Brunekreef B. Associations between questionnaire reports of home dampness and childhood respiratory symptoms. *Sci Total Environ* 1992; 127: 79-89.
 - 31) Verhoeff AP, et al. Fungal propagules in house dust. II. Relation with residential characteristics and respiratory symptoms. *Allergy* 1994; 49: 540-547.
 - 32) Sherman H, Merksamer D. Skin test reactions in mold sensitive patients in relation to presence of molds in their homes. *N Y J Med* 1964; 64: 2533-2535.
 - 33) Melia RJW, et al. Childhood respiratory illness and the home environment. II. Association between illness and nitrogen dioxide, temperature and relative humidity. *Int J Epidemiol* 1982; 11: 164-169.
 - 34) Martin CJ, Platt SD, Hunt SM. Housing conditions and ill health. *BMJ* 1987; 294: 1125-1127.
 - 35) Burr ML, et al. Indoor moulds and asthma. *J Royal Soc Hlth* 1988; 3: 99-101.
 - 36) Strachan DP, Sanders CH. Damp housing and childhood asthma; Respiratory effects of indoor air temperature and relative humidity. *J Epidemiol Comm Hlth* 1989; 43: 7-14.
 - 37) Dijkstra L, et al. Respiratory health effects of the in-

- door environment in a population of Dutch children. *Am Rev Respir Dis* 1990; 142: 1172-1178.
- 38) Hyndman SJ. Housing dampness and health amongst British Bengalis in east London. *Soc Sci Med* 1990; 30: 131-141.
- 39) Ross A, Collins M, Sanders C. Upper respiratory tract infection in children, domestic temperatures, and humidity. *J Epidemiol Comm Hlth* 1990; 44: 142-146.
- 40) Dekker C, et al. Childhood asthma and the indoor environment. *Chest* 1991; 100: 922-926.
- 41) Brunekreef B. Damp housing and adult respiratory symptoms. *Allergy* 1992; 47: 498-502.
- 42) Fagbule D, Ekanem EE. Some environmental risk factors for childhood asthma: A case-control study. *Annals of Tropical Paediatrics* 1994; 14:15-19.
- 43) Güneser S, et al. Mold allergy in Adana, Turkey. *Allergologia et Immunopathologia* 1994; 22: 52-54.
- 44) Giddings MJ. Occupational health problems due to air exposure to fungal contamination. *Working paper provided to the Health and Welfare Canada Working Group on Fungi and Indoor Air*. Environmental Health Directorate, Health and Welfare Canada, Ottawa, Ontario, KIA 0L2. 1986.
- 45) Gravesen S, Frisvard JC, Samson RA. *Microfungi*. Munksgaard, Copenhagen. 1994.
- 46) Solomon WR. Fungus aerosols arising from cold-mist vaporizers. *J Allergy Clin Immunol*. 1974; 54: 222-228.
- 47) Flannigan B, McCabe EM, McGary F. Allergic and toxigenic micro-organisms in houses. *J Appl Bacteriol* 1991; 70: 61s-73s.
- 48) Tobin RS, et al. Significance of fungi in indoor air: Report of a working group. *Can J Public Health* 1987; 78: s1-s14.
- 49) Korsgaard J. House dust mites and indoor humidity. *Allergy* 1983; 38: 85-92.
- 50) Hill AB. The environment and disease: association or causation? *J R Soc Med* 1965; 58: 295-300.
- 51) 坂本龍雄, 他. *Wallemia sebi* のアレルゲンとしての意義に関する検討. アレルギー. 1989; 38: 352-359.
- 52) 坂本龍雄, 他. *Aspergillus restrictus* のアレルゲンとしての意義に関する検討. アレルギー. 1990; 39: 1492-1498.

A REVIEW OF EPIDEMIOLOGIC STUDIES ON THE HEALTH EFFECTS OF INDOOR ENVIRONMENTS

Satoshi NAKAI*

Key words: Epidemiology, Dampness, Mold, Indoor environment

Indoor bioaerosols (viruses, bacteria, dust mites, molds, etc.) have become the subject of discussion on indoor environments. A number of epidemiologic studies on the health effects of molds and home dampness, the latter being an important determinant of mold growth, have been conducted mainly in Europe and the United States. In this paper, a review of these epidemiologic studies is described.

Questionnaires are used as the method of exposure assessment in most of the studies. The necessity for developing objective methods of dampness/mold exposure assessment has been expressed by some researchers. Respiratory symptoms, especially asthma attacks and wheezing for children, have been utilized in many investigations as a health effect index. Positive relationship between home dampness/mold and respiratory symptoms have been shown in numerous studies. Dampness and/or molds in dwellings may effect respiratory symptoms, but several problems for determining causal inference still remain: exposure assessment, temporal relationship, etc. While the differences in house structure and life style between Japan and Europe/U.S.A. should be considered, the health effects of home dampness and molds need to also be examined in Japan which is a country with high humidity levels.

* Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Health Sciences and Nursing, University of Tokyo