

さらに調査を実施した6月から1月にかけて清浄機での真菌数除去効果を検討したところ、真菌数の多くなる6月～9月での真菌数は明瞭に作動後で真菌数が減少し、さらに真菌数の少ない11月～1月までの期間清浄機を同一条件で作動した結果をみても作動前に真菌数は6～9月に比べ少ないが、それでも真菌数は明らかに減少していることがわかった(図8)。

一方、調査時での清浄機作動前後の真菌数および真菌種をみると、表2に示したとおり主要真菌である *Cladosporium*, *Penicillium* をはじめ多くの真菌が減少し空気清浄機による除真菌効果が確認され、真菌除去に有効な方法といえた。

#### D. 考察

本研究課題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、こうした真菌について5通りの清掃をすることにより、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。

電気掃除機を用いてタタミ、ジュタン・カーペット、フローリング環境の清掃を5家庭で行い、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。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。これは、床材の表面が均一であり空隙が少ないため、塵埃が掃除により除塵されやすいためと思われた。一方タタミ、ジュタン・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吸引されず、十分な効果が得られないものと推察される。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は明らかとなり、掃除をすることの重要性が指摘されかつ具体的除真菌に有効といえた。

粘着クリーナーを用いて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、その効果は有効と思われた。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、今回の場合最大粘着テープ面積を1㎡とした理由はこの面積が限界と思われたからである。

濡れ雑巾と乾拭きによる拭き掃除を行った成績で除真菌効果を認めることはできたが、その差は少なく、

粘着クリーナーと同程度と思われた。また、拭き掃除の場合、濡れ、乾拭きともに、本来雑巾には真菌が残っており、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と思われた。

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ものと思われた。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いものと思われた。

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こととなる。そのため一時的な除去法として有効な方法といえる。このような空中飛散した真菌をどのように制御したらよいか検討する必要がある、その一例として空気清浄機の応用が考えられる。

除塵前後での清掃により、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。したがってこの2種真菌は掃除前後でともに多いことからどのように制御したらよいか今後の課題といえる。

空気清浄機の除真菌効果から、使用後の真菌数は、減少傾向にある。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考えられた。さらに、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ところ、空気清浄機の作動により真菌数が減少し、必然的に主要真菌である *Cladosporium*, *Penicillium* も減少した。

2シーズンにわたり空気清浄機による除真菌効果を検討したところ明らかに除真菌が確認され、このことは空中の塵埃も減少させているものと思われ具体的真菌除去に有効な方法といえた。また清浄機作動時間については詳しく検討していないことからより効率のよい作動時間と空間について今後検証する必要がある。

#### E. 結論

生活環境にみる真菌の具体的除去対策を、タタミ、ジュタン・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みて、生活環境での主要真菌は、*Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Wallemia* であり、これら真菌の除去効果が高いほど有効な対策になるものといえ、以下の結論を得た。

1. 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、空気清浄器と比較したとこ

- ろ、いずれもその効果を認めた。
2. 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の使用であった。
  3. 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。
  4. 生活環境の素材と真菌の関係をみたところタタミ、ジュタン・カーペットに比べフローリングの方が、除真菌効果が高かった。
  5. 生活環境真菌の完全な具体的除去法はない。健康であるための真菌の存在も意識する必要がある。

#### F. 健康危険情報

平成 16 年度は、居住環境にみる真菌の具体的防除を検討したところ、掃除の手法により効果に差がみられた。ヒトの健康被害について真菌は居住環境で主にアレルゲンとしての観点から捉えられるが、具体的手法による差が真菌除去にどの程度影響を及ぼすか明確になっていない部分も多々あるが、少なくとも健康被害の重要な要因となっており、こうした情報を詳細に検討するとともに、居住環境における真菌制御に関する研究を進める必要がある。

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

1. Jong Chul Park, Bong Joo Park, Dong Wook Han, Dong Hee Lee, In-Seop Lee, Soon O. Hyun, Moon Sung Chun, Kie Hyung Chung, Maki Aihara and Kosuke Takatori Fungal sterilization using microwave-induced argon plasma at atmospheric pressure  
J. Microbiol. Biotechnol. 14(1) 188-192. (2004)
2. Tatsuaki Tanaka, Kosuke Takatori und Tomoe Doi Untersuchung des Einflusses von Licht auf die Entwicklung von Schimmelpilzen  
Gesund-Ingenieur-Haustechnik Bauphysik-Umwelttechnik 125:142-145 (2004)
3. 高鳥浩介, 相原真紀, 李憲俊 室内環境とカビ  
静電気学会誌 28(3):167-170 (2004)
4. Ara Katsutosi, M. Aihara, M Ojima, Y. Toshima, C.Yabune, H. Tokuda, S. Kawai, N. Ueda, T.Tanaka, K. Akiyama and K. Takatori: Survey of fungal contamination in ordinary houses in Japan. Allergology Intnatl.,53: 369-377 (2004)
5. B. J. Park, S. C. Kim, D. H. Lee, H. J. Son, K. C. Nam, K. Takatori, M. Aihara and J.-C. Park : Computer-Assisted Image Processing Techniques for Quantitative Analysis of Cell Migrations on Collagen-Coated Grass., Key Engineering Materials Vols., 288-289 : pp. 503-506 (2005)
6. D. H. Lee, D.-W. Han, B. J. Park, H. S. Baek, K. Takatori, M. Aihara, K. Tsubaki and J.-C. Park : The Influences of  $\beta$ -Glucan Associated with BMP-7 on MC3T3-E1 Proliferation and Osteogenic Differentiation., Key Engineering Materials Vols., 228-289 : pp. 241-244(2005)

##### 2. 学会発表

なし

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得      なし
2. 実用新案登録   なし
3. その他          なし

## 厚生労働科学研究費補助金

### 分担研究「室内空気環境における微生物挙動のシミュレーション」報告書

分担研究者 藤井 修二 東京工業大学教授

研究グループ： 諏訪好英（東京工業大学客員助教授）

西岡利晃（大阪市立大学教授）

#### 研究要旨

数値シミュレーション技術を適用し、咳による微生物粒子の放出・拡散・輸送過程の把握、変動風吹き出しによる室内換気性能の向上と微生物排除性能向上の検討を試みた。また微生物育成条件に大きく関連する建材表面での水分挙動について実験的検討を行った。その結果、微生物の拡散・輸送段階においては室内気流や換気状況が大きく関与し、また建材表面での微生物育成環境に関しては建材選定方法や水分環境の制御が重要であることがわかった。

#### A. 研究目的

SARS、インフルエンザをはじめとするウイルス、結核菌などによる室内での微生物汚染の問題が顕在化している。微生物の感染経路には様々なものが考えられるが、その屋内空間における挙動は十分に把握されていない。微生物の多くは咳やくしゃみによってミストとして保菌者の体内から放出されたり、人間の生活活動により巻き上げられたりして、屋内に空気中浮遊微粒子として存在するものと考えられる。このため、室内における微生物粒子の拡散挙動には、室内の気流条件が大きく関与するものと考えられる。

一方、内壁や床に沈着した微生物の生育条件としては、建材表面の水分が重要な役割を果たすものと考えられる。近年、建築物が高断熱・高气密化してきたことに伴って、屋内表面の水分挙動の把握も重要となってきた。本研究では屋内空気による微生物の拡散挙動および微生物育成条件としての建材表面の水分挙動把握を目的とし、これらをシミュレーションするための基礎的な検討を実施した。

#### B. 研究方法

##### B-1 数値シミュレーション

本研究で拡散挙動解析の対象とした微生物粒子を表1に示す。これらの微生物粒子は、サブミクロンから数ミクロンの粒径範囲にあり、屋内で観測される非生物由来の空気中浮遊微粒子に対し同等な大きさである。これらの微生物粒子は、空気中浮遊微粒子に付着して浮遊するのではなく、むしろ単体に近い状態で存在していると考えられる。図1は、粒径 $0.01\sim 100\mu\text{m}$ の粒子についての沈降速度( $V_t$ )、緩和時間( $T_t$ )および分子拡散による1秒間の平均二乗平方変位( $X_{bn}$ )を示したものである。微生物粒子の粒径範囲にある粒子は沈降速度が極めて小さく空気中に浮遊しやすいこと、緩和時間が短いため、周囲の気流に乗って輸送されやすいことなどが理解できる。また図には分子拡散による平均二乗平方変位と乱流による平均二乗平方変位( $10^{-2}\sim 1\text{cm/s}$ :粒径によらない)とを比較して示したが、 $0.01\mu\text{m}$ 以上のいずれの粒径範囲においても乱流拡散が分子拡散よりも卓越していることがわかる。以上のことから、室内空間レベルでは微粒子は気流によく追従すること、特に乱流によ

表1. 本研究で拡散挙動解析の対象とした微生物粒子

種類	主な微生物	症状	大きさ(μm)
真菌	<i>Malassezia furfur</i>	アトピー性皮膚炎	4
細菌	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	結核	1~4
	<i>Mycoplasma</i>	肺炎	0.4
Virus	<i>Measles Virus</i>	麻疹	0.25
	SARS-CoV	SARS(重症急性呼吸器症候群)	0.08~0.16
	<i>Influenza Virus</i>	風邪	0.08~0.16

る輸送・拡散現象が支配的であることがわかる。本研究では、咳による保菌者からの微生物放出挙動および屋内における微生物拡散挙動を検討するため、Smagorinsky モデルによる LES (Large Eddy Simulation) を用いた。本手法は、高レイノルズ数の乱流中の非定常なふるまいを高精度に再現できるシミュレーション手法のひとつである。

#### B-2 建材表面の水分挙動に関する実験的検討

建材表面の水分挙動に関しては、図2に示すような装置による実験を行った。本装置は、乾燥空気と加湿空気との混合によりチャンバ内に任意の湿度制御を行うもので、4種類、計29個の試験体(表面以外をフィルムで覆い遮断したもの)をチャンバ内に設置した状態で、吸湿、放湿過程における建材表面の水分挙動を再現した。試験体の含水量は精密天秤による重量測定の結果から、また試験体表面の水分量は FT-IR(フーリエ変換赤外分光法)により評価した。水分子中の O-H 結合部に対応する波数領域  $3440\text{cm}^{-1}$  付近の吸光度(absorbance)は、試験体表面の水分量とある程度相関することが既往の研究によりわかっている。ただし表面水分量と FT-IR の O-H 結合部に対する吸光度との関係が明確にされているわけではないため、本研究では表面水分量を表す指標として FT-IR による測定値そのものを用いることとした。

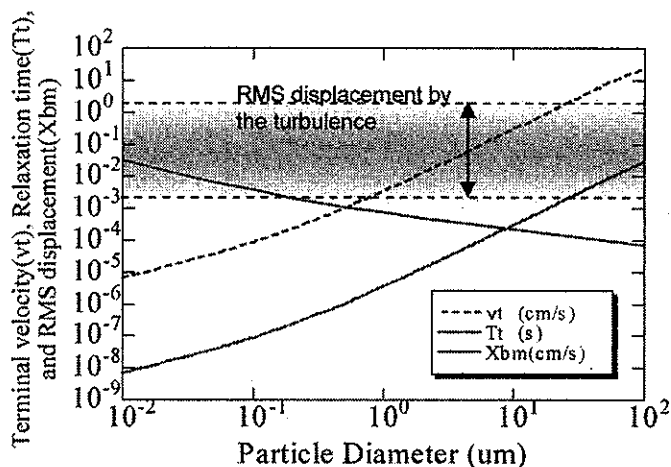


図1. 微粒子の沈降速度( $V_t$ )、緩和時間( $T_t$ )および分子拡散による1秒間の平均二乗平方変位( $X_{bm}$ )

#### C. 研究結果

##### C-1 咳による微生物の放出状況

咳などによって保菌者から空気中に放出された微生物は、空気中浮遊微粒子として室内に拡散し、空気感染を引き起こすものと考えられる。咳により放出された微生物は、唾液によるミストの形態をとるものと考えられる。このうち粒径数十μm以上の大きな粒子は比較的遠くまで飛散するが、指向性も強く、限られた範囲の物体表面や床に衝突沈着する。一方、粒径数μm以下の小さな粒子は咳により放出された後、空気中に拡散し、浮遊微粒子として室内の広い範囲に輸送される可能性がある。

咳により静止空気中に放出された粒径  $10\mu\text{m}$  微粒子の挙動について数値シミュレーションを実施した。シミュレーションでは、咳により口から放

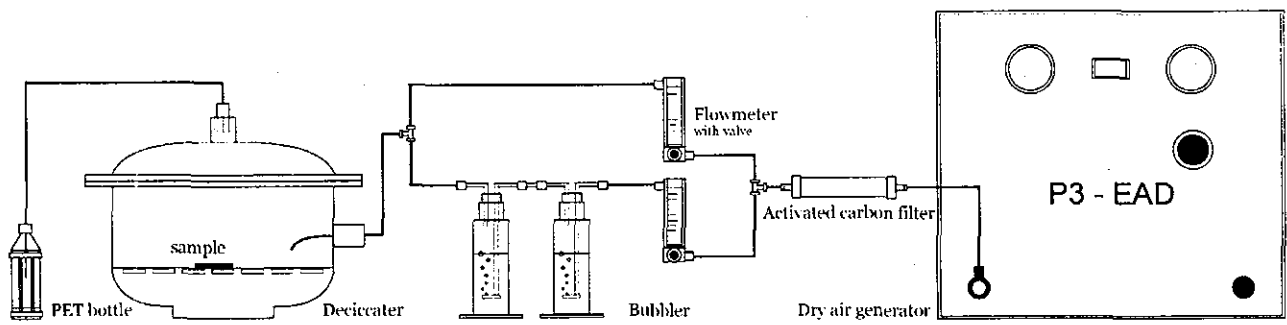


図2. 建材表面における水分挙動の実験に使用した装置

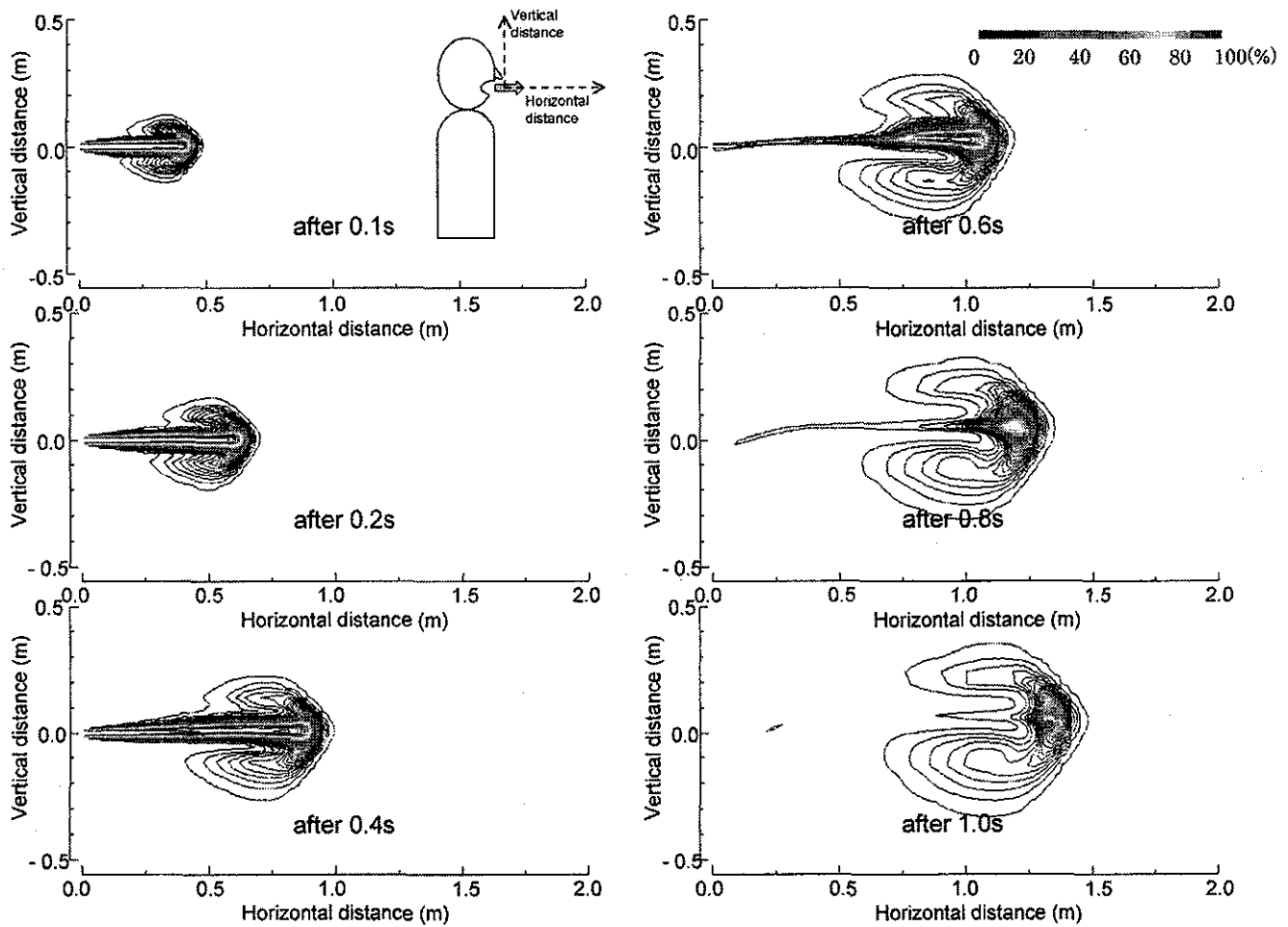


図3. 咳により静止空气中に放出された粒径  $10\mu\text{m}$  微粒子の挙動に関する数値シミュレーション

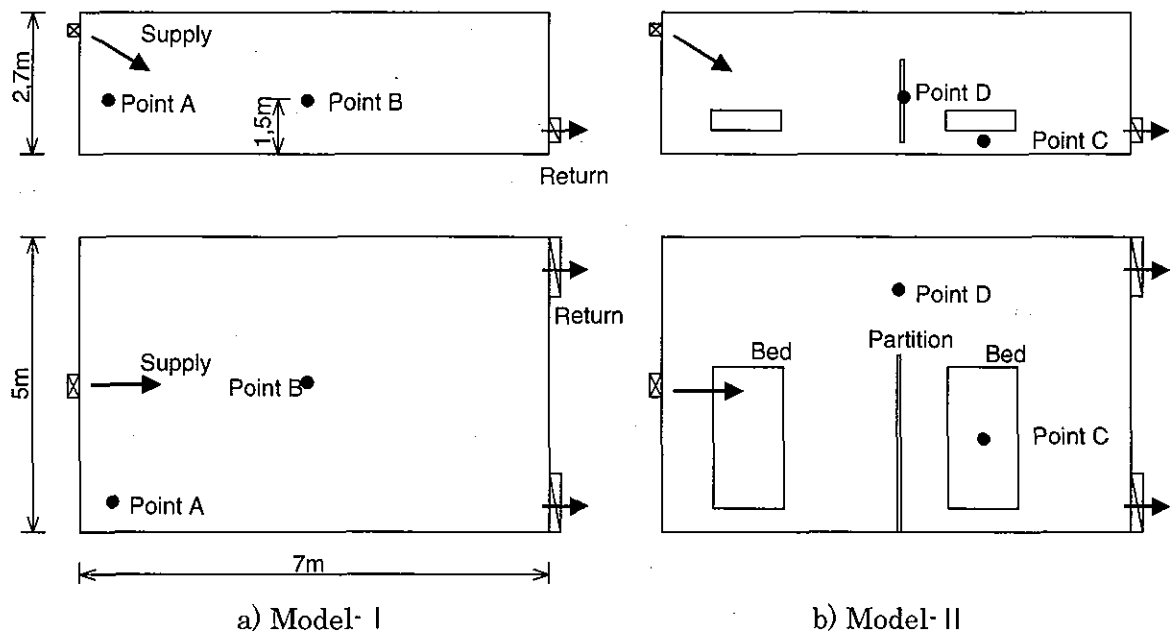


図4. 変動風による屋内換気解析の対象と微粒子濃度の評価点位置

出される空気を中心軸上の速度を 22m/s (咽部において円管内乱流の速度分布を想定)、放出持続時間を 0.5m/s と仮定し、放出された微粒子濃度分布の時間変化を追跡した。結果を図3に示す。咳により放出されたミストを含む空気は、静止空気との衝突により先端部に渦流を形成しながら進行し、やがて速度を失いながら渦流部分のみが空間的に広がっていく。シミュレーションの結果、咳を開始してから1秒後には、渦流先端位置の軸方向距離 1.5m に対し渦流による拡散幅は約 80cm であった。咳により放出された微生物は、渦流の形成、輸送に伴って慣性力を失いながら拡散し、さらに室内気流によって広い範囲に輸送されるものと考えられる。

### C-2 変動風による屋内換気

室内に拡散した微生物粒子を速やかに除去するためには、効果的な換気を行う必要がある。強制換気を行う室内空間でも、部屋の隅などによどみを形成しやすく、供給した新鮮空気がショートサーキットして効果的な換気を実現できない場合が多い。吹き出し口の首振りや間欠吹き出しなどの

表2. 想定した吹き出し条件

	モデル	設定条件
Case 0	Type-I	定常吹き出し, 吹き出し角度: 下向き 30°
Case 1	Type-I	吹き出し口鉛直方向首振り 吹き出し角度: 下向き 15-45°, 変動周期 10s
Case 2	Type-I	吹き出し口水平方向首振り 吹き出し角度: 下向き 30°, 水平方向 ±30°, 変動周期 20s
Case 3	Type-I	間欠吹き出し, 強風 5s, 弱風 5s の繰り返し, 変動周期 10s
Case 4	Type-II	Case 0 と同様
Case 5	Type-II	Case 1 と同様

変動風を採用すると、定常吹き出しの場合に比べ室内空気の攪拌効果が期待でき、換気性能の改善がはかれるものと考えられる。数値シミュレーションにより変動風による換気性能改善の可能性を検討した。対象とした室内モデルおよび微粒子濃度の評価点位置を図4に、想定した吹き出し条件を表2にそれぞれ示す。なお初期条件として室内に一様に粒径 1μm の微粒子が存在する状態を想定し、吹き出し口から濃度0の新鮮空気が供給された場合について非定常解析を行った。また換気

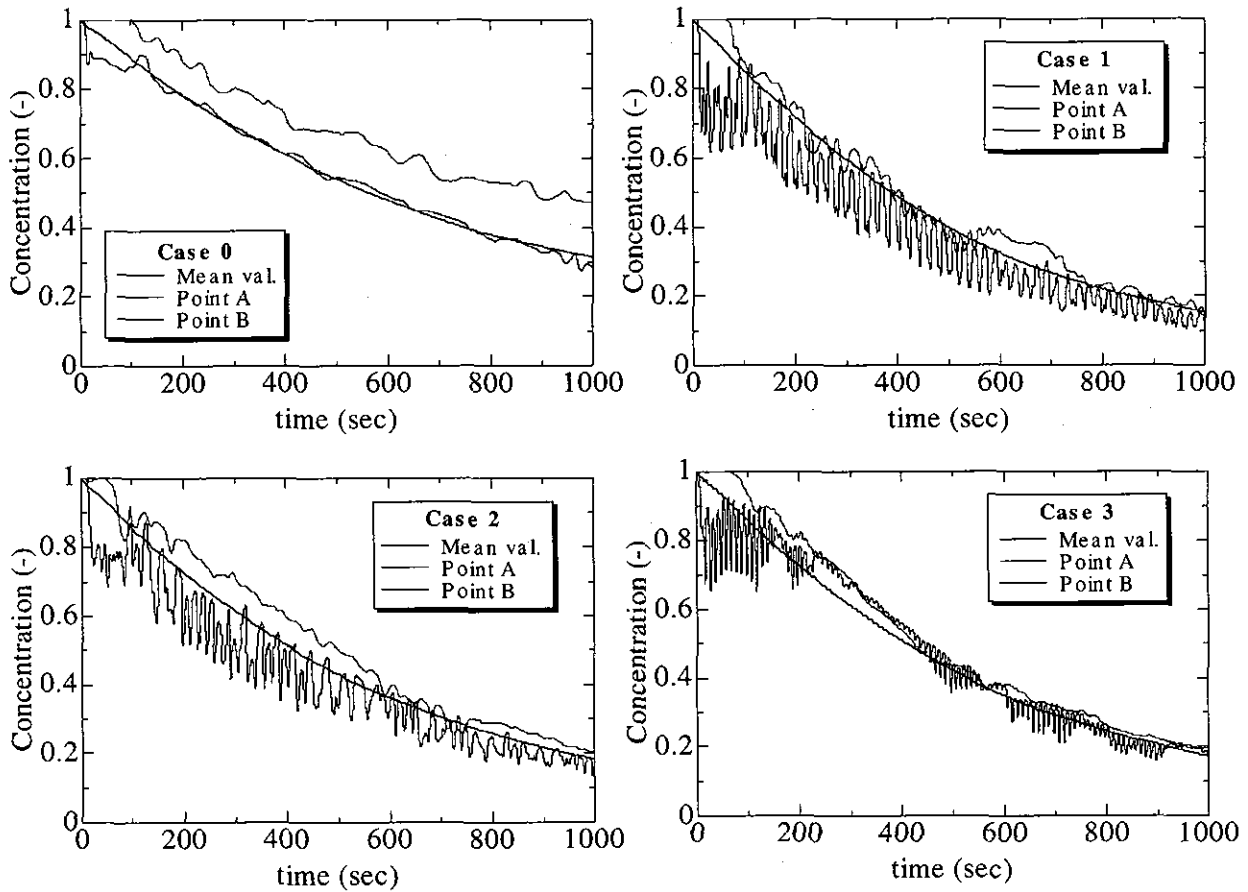


図5. 室内平均濃度および評価点A、Bにおける微粒子濃度の時間変化

量は換気回数5回/hに相当するものとし、すべての条件について平均的な換気量を一致させた。

運転開始後1,000秒経過するまでの、各ケースにおける室内平均濃度および評価点A、Bにおける微粒子濃度の時間変化を図5に示す（濃度はすべて初期値で正規化して示した）。

定常吹き出しを想定したCase0の場合、吹き出し口直下のA点における濃度減衰が遅く、1,000秒経過後の室内平均濃度も0.3を超えていた。これに対し、変動風を適用したCase1～3では室内各部の濃度減衰速度に大きなばらつきがなく、1,000秒経過後の室内平均濃度は0.2以下となることがわかった。

室内換気による濃度減衰カーブを、縦軸を対数濃度とする片対数グラフにプロットすると、その関係はほぼ直線で表され、その傾きはその空間についての正味の換気性能（換気回数に相当する）

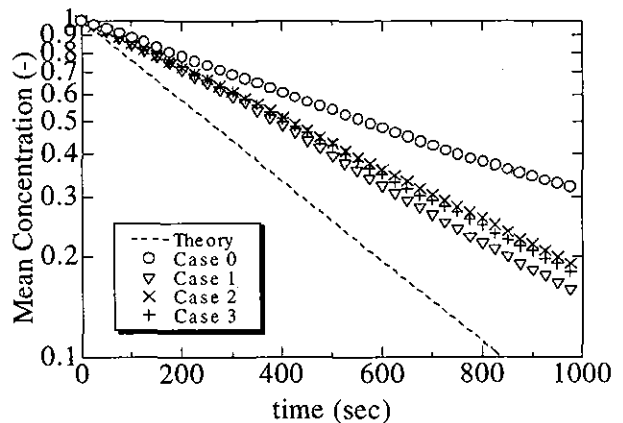


図6. Case0～Case3の換気性能の比較

を示すこととなる。図6にCase0～Case3の換気性能について比較した結果を示す。図には瞬時一様拡散を仮定した理論値を併記したが、変動風を適用したCase1～3では、定常吹き出しのCase0よりも濃度減衰カーブが理論値に近づいており、変動風による攪拌効果が瞬時一様拡散に近い効果

をもたらすものと考えられる。比較した吹き出し方式では、鉛直方向の首振りによる効果が最も高く、次いで間欠吹き出し、水平方向の首振りの順に高い換気性能を得た。

図7は、図3の Model-II について同様のシミュレーションを実施した結果である。ここでは病室を想定して室内をパーティションで2分割して2台のベッドを設置し、レターン側ベッドの下における換気性能を比較した。図7の結果は、複雑に入り組んだ室内においても、変動風吹き出しの採用により換気効果の大幅な向上がはかれることを示した。特に、ここで比較したような部屋の隅やベッドの下など、日射が入らずよどみやすい領域では、微生物が育成しやすい環境と考えられ、変動風吹き出しによる換気性能向上が室内汚染環境の改善にもつながるものと期待できる。

### C-3 建材表面における水分挙動

微生物の育成には水分が大きく影響している。表3は黴菌類の育成に必要な水分量を示したものである。表中の単位 AW (水分活性) は、後述する ERH (平衡相対湿度) の 100 倍に相当し、値が大きいほど湿潤な環境であることを示している。

表4および図8に示す4種類の建材を対象として、環境中の相対湿度を変化させたときの建材内部および表面における水分変化を評価した。ここに石膏ボード芯材は表面の被覆をはがしたサンプルを示し、また木材の春目、秋目とは、年輪のうち色の薄い部分(春～夏に成長した部分)と濃い部分(秋～冬に成長した部分)を示している。

実験には図2の装置を用い、吸湿過程(2日間に10%の変化率で相対湿度(RH)60%から99%に加湿した場合)、放湿過程(同様の变化率で相対湿度99%から60%に減湿した場合)を再現し、6時間ごとに建材サンプルを取り出して水分量測定を実施した。

サンプル内部の水分量評価には、先述した含水量(MC)、F-IRのO-H結合部に対する吸光度

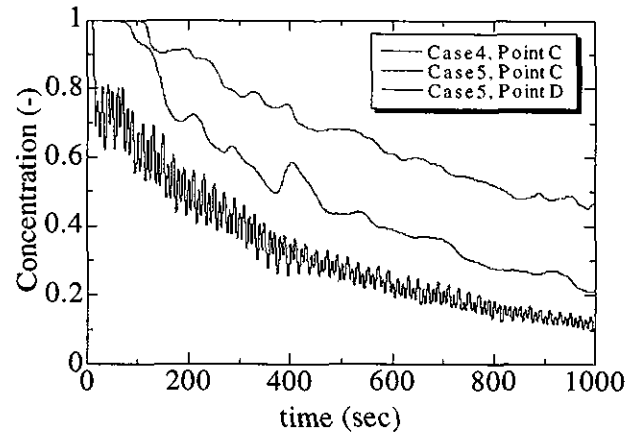


図7. Model-II についての室内平均濃度および微粒子濃度の時間変化

表3. 黴菌類の育成に必要な水分量

Microorganism	AW
<i>Mucor</i>	0.93-0.92
<i>Asp. nigar</i>	0.89-0.88
<i>Penicillium</i>	0.83-0.80
<i>Asp. flavus</i>	0.80
<i>Asp. candidus</i>	0.75
<i>Asp. Chevalieri</i> <i>Asp. Repens</i> <i>Asp. Ruber</i> <i>Asp. Amsielodami</i> <i>Monascus bisporus</i>	0.65 (好乾性カビ)

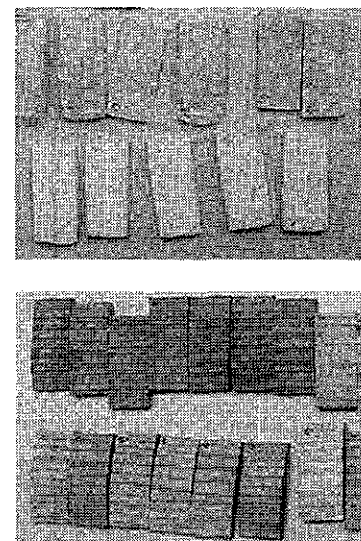


図8. 実験に用いた建材サンプル  
上: 石膏ボード(被覆付き、芯材)  
下: 木材



(absorbance)に加え、平衡相対湿度 (ERH) を用いた。平衡相対湿度とは、気相中とこれに接する固相との水分量が平衡に達したときの気相の湿度を示すものであるが、ここでは、測定によって得られた各サンプルの含水量に対応する平衡状態の湿度を示ものとし、図9の近似曲線からこれを求めた。

各サンプルについて評価した相対湿度と含水量、表面水分量、平衡相対湿度との関係を図10にまとめて示す。

石膏ボードの場合、被覆付きのサンプルと芯材はほぼ同様の特性を示した。吸湿過程における含水量の増加は、相対湿度 95%以下では穏やかであるが、相対湿度 95%以上において急激に増加することがわかった。これに対し、表面水分量の増加率はそれほど大きく変化しなかった。これは、相対湿度の増加に伴い飽和蒸気圧を超えた気相中水分が、サンプル表面で結露を生じて液体化し、サンプル内部に浸透するためと考えられる。このため、吸湿過程、放湿過程における平衡相対湿度の経路は大きく異なっており、吸湿過程の相対湿度 95%以上においてサンプル内部に取り込まれた水分は、放湿過程において表面水分量が減少した後もサンプル内部に保持され、放出されるまでに長い時間を要することが予測された。

木材の場合、含水量、表面水分量、平衡相対湿度の相対湿度に対する変化率はほぼ一定であり、吸湿過程、放湿過程における勾配の違いから、吸湿よりも放出に倍程度の時間を要することがわかった。春目と秋目とでは、秋目の方が表面水分量が大きな値を示しており、表層に沈着した水分が春目よりも内部に浸透しにくい性質を持つものと考えられる。

実験の結果から、いずれの建材も吸湿よりも放出に要する時間が長いため、いったん吸湿すると建材内部に水分が保持されやすいことがわかった。また、木材では湿度によって特性は大きく変化しないが、石膏ボードの場合に結露を生じると急速

表4. 建材サンプルの概要

測定箇所	木材		石膏ボード	
	春目	秋目	被覆付き	芯材
曝露面積	9cm <sup>2</sup> (2×4.5cm)			
厚さ	2~3mm			
個数	19 個		20 個	7 個
実験前処理	側面及び底面を PARAFILM で覆う			
	恒温槽にて 150°C、4 時間で乾燥			

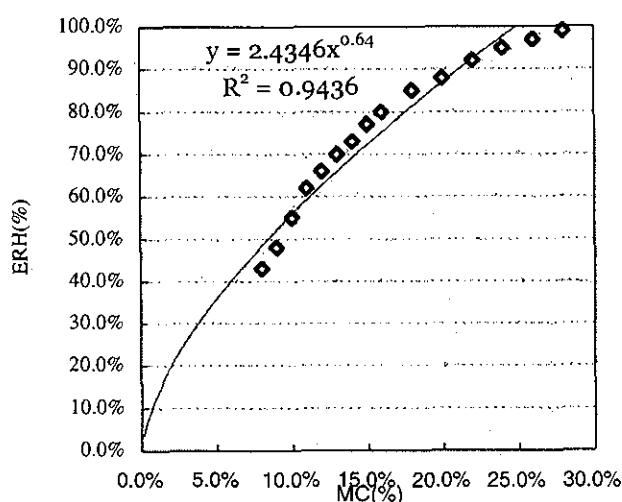


図9. 平衡相対湿度算出に用いた近似曲線

に水分が内部に浸透し、長時間にわたりこれが保持され、微生物の育成に有利な状況を生じることがわかった。建材を選択する場合、結露を生じるような場所には石膏ボードの使用は望ましくないと判断できる。

#### D. 考察

検討の結果、微生物の拡散・輸送段階においては室内気流や換気状況が大きく関与し、また建材表面での微生物育成環境に関しては建材選定方法や水分環境の制御が重要であることがわかった。従来から、屋内環境の問題は省エネルギー化や快適性を中心に扱われてきたが、病院などの医療施設では、微生物汚染を制御する観点から設計が行われるべきであろう。建築の立場から微生物汚染の制御を目的として実施できる内容は、材料選定、

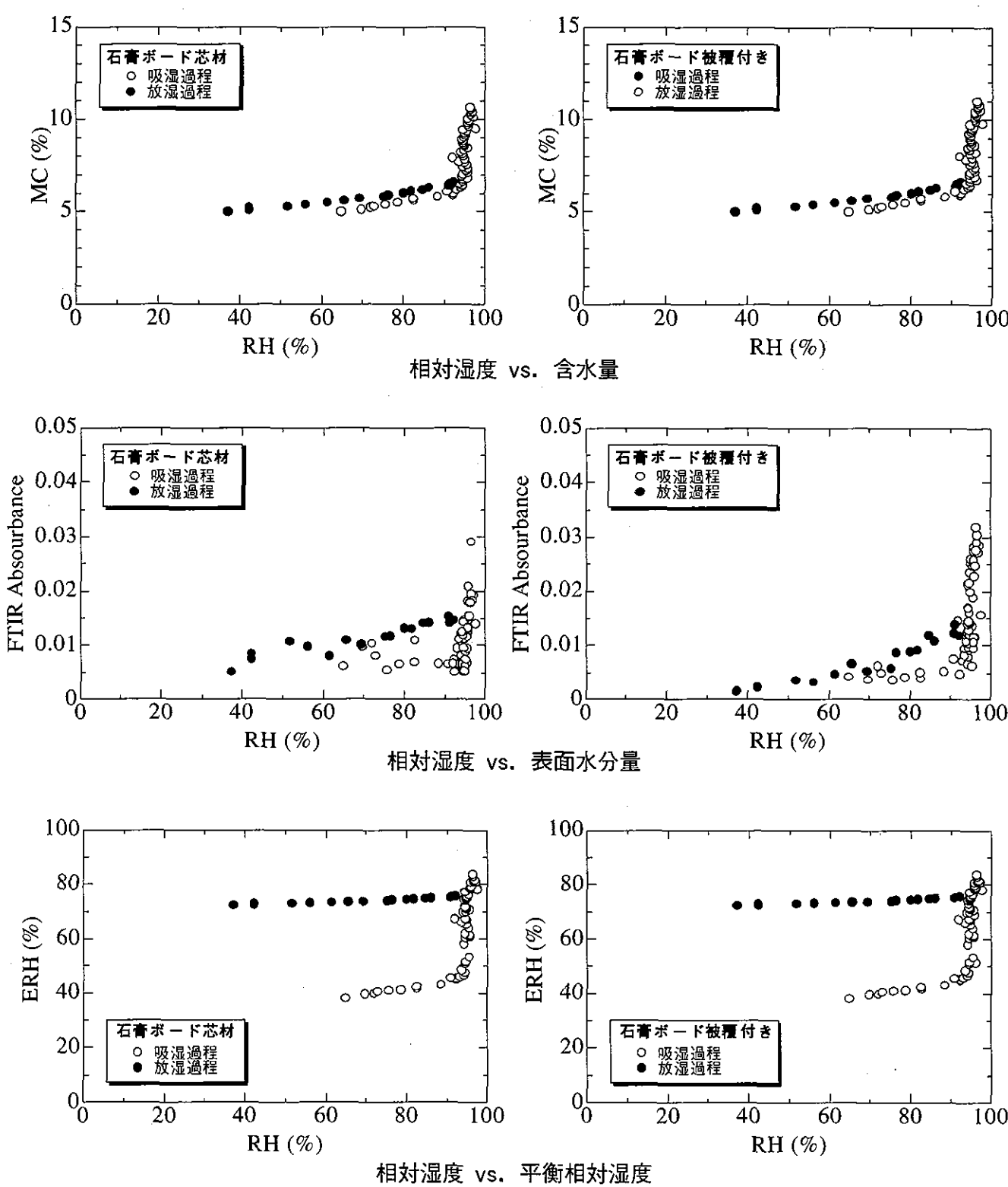


図 10-1. 相対湿度と含水量、表面水分量、平衡相対湿度との関係  
石膏ボード芯材(左)、被覆付き(右)

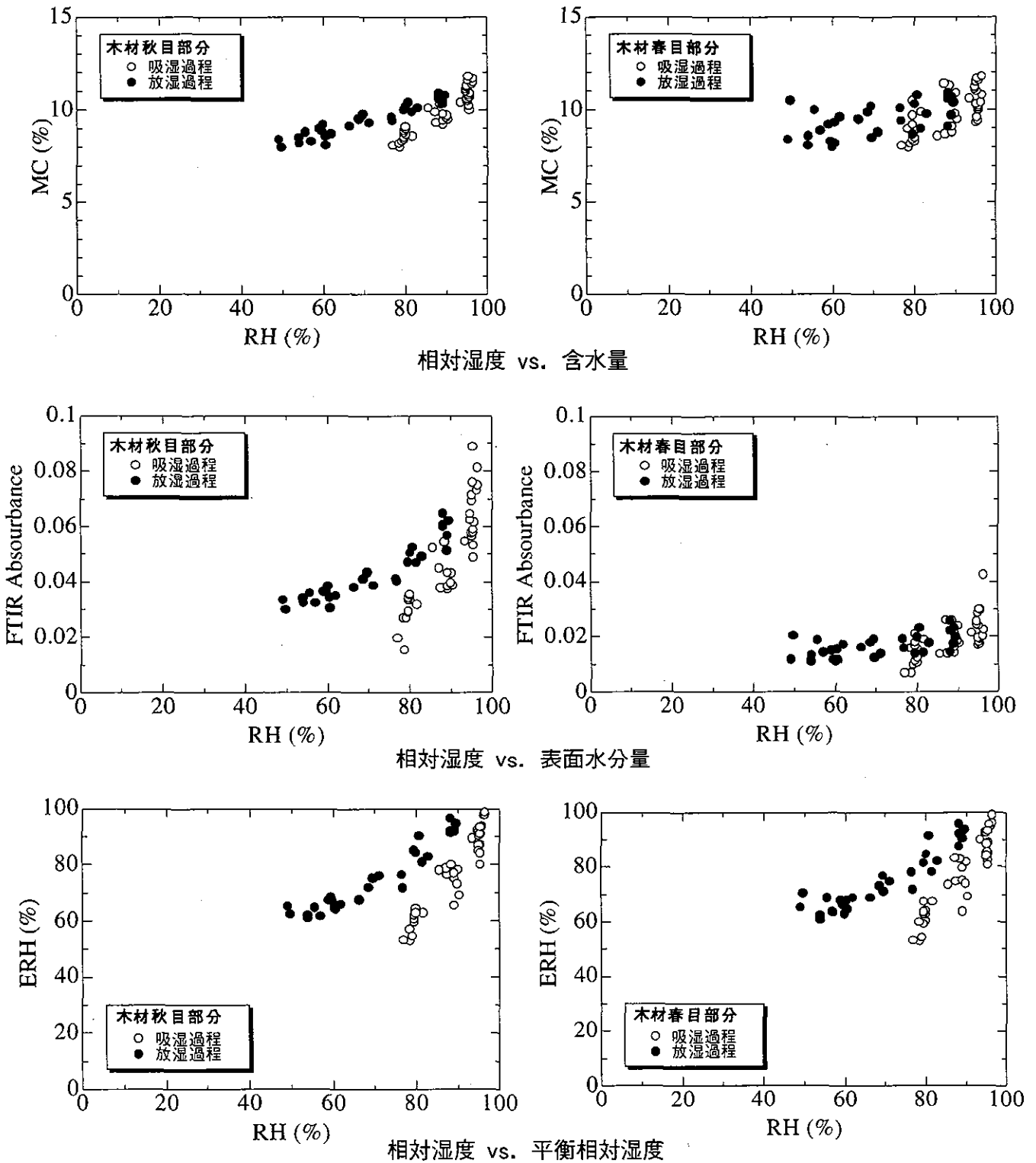


図 10-2. 相対湿度と含水量、表面水分量、平衡相対湿度との関係  
木材 秋目(左)、春目(右)

レイアウト設計を含む空調換気設計など多岐にわたる。本研究により得られた研究成果は、今後の室内における微生物汚染制御を考える上で有効に活用できるものと確信している。

#### E. 結論

本研究により、以下の知見を得た。

- ・咳により静止空気中に放出された粒径  $10\mu\text{m}$  微粒子の挙動について数値シミュレーションを実施し、咳を開始してから1秒後には高濃度の微生物粒子を含む渦流が軸方向距離 1.5m、拡散幅 80cm に達することがわかった。咳により放出された微生物は、渦流の形成、輸送に伴って慣性を失いながら拡散し、さらに室内気流によって広い範囲に輸送されるものと考えられる。
- ・吹き出し口の首振り、間欠吹き出しなどの変動風吹き出しによる換気性能向上の可能性を数値シミュレーションにより検討した。その結果、変動風吹き出しを適用した室内では、各部の濃度減衰速度に大きなばらつきがなく、換気性能を大幅に向上できることがわかった。部屋の隅やベッドの下など、日射が入らずよどみやすい領域では、微生物が育成しやすい環境と考えられ、変動風吹き出しによる換気性能向上が室内汚染質環境の改善にもつながるものと期待できる。
- ・石膏ボードや木材などの建材を対象として、環境中の相対湿度と含水量、表面水分量、平衡相対湿度との関係について実験的評価を行った。

その結果、いずれの建材も吸湿よりも放出に要する時間が長く、いったん吸湿すると建材内部に水分が保持されやすいこと、石膏ボードの場合に結露を生じると急速に水分が内部に浸透し、長時間にわたりこれが保持されて微生物育成に有利な状況を生じることなどがわかった。結露を生じるような場所に石膏ボードを使用することは望ましくないと判断できる。

#### F. 健康危険情報

特になし。

#### G. 研究発表

- [1] 諏訪：空調シミュレーション最前線：気流シミュレーションの現状，空気調和衛生工学，Vol.77, No.11, pp.29-34, 2003.
- [2] 諏訪：気流設計と汚染制御への数値シミュレーションの応用，産業機械，No.6, pp.27-30, 2004.
- [3] エアロゾル用語集，日本エアロゾル学会，2004（分担）。

その他 2005 年度建築学会大会および空気清浄協会大会発表予定

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

特になし。