

## 寝具からの発塵による空中浮遊菌および ダニアレルゲンに関する考察

栗山恵都子, 今井恵子, 田中辰明\*

(お茶の水女子大学大学院人間文化研究科, \*お茶の水女子大学生生活科学部)

原稿受付平成 15 年 10 月 17 日; 原稿受理平成 16 年 9 月 3 日

### Bedclothes-Generated Airborne Bacteria and Mite Allergen Studies

Etsuko KURIYAMA, Keiko IMAI and Tatsuaki TANAKA\*

*Graduate School of Humanities and Sciences, Ochanomizu University,*

*Bunkyo-ku, Tokyo 112-8610*

\* *Faculty of Human and Environmental Science, Ochanomizu University, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8610*

The purpose of this study is to find novel correlations between the airborne dust, mite allergens and airborne bacteria that sleepers are exposed to. In order to identify any correlations, we first performed a quantitative analysis of the mite allergens (Der I, Der II), fungus and bacteria in the dust that is suspected to disseminate from the bedclothes. Based on the results of the analysis, we then performed an experiment to generate bedclothes dust. We measured the quantity of mite allergen contained in the dust that had been accumulated in a filter of the air sampler. The dust was spread for one minute per 1,000 liters of air. In the same manner, airborne bacteria were sampled, counted and identified after incubation. The results of the experiments indicate that the generation of the dust from the bedclothes while one is sleeping was recorded the highest at bedding time. At that time the highest value was recorded for all grain sizes. The value then decreased gradually. From the results, it can be concluded that there existed a correlation between the weight concentration of the airborne dust (0.3-1.0  $\mu\text{m}$ ) and the quantity of bacteria due to the correlation coefficient (0.77). Furthermore, there was no correlation between the weight concentration of the airborne dust (2.0-4.0  $\mu\text{m}$ ) and fungus (*Penicillium*) due to the correlation coefficient (0.11). There was also a very high correlation between the weight concentration of the airborne dust (5.0-7.0  $\mu\text{m}$ ) and the fungus (*Cladosporium*) due to the correlation coefficient (0.99). The mite allergen in the airborne dust disseminated from the bedclothes was minimum, and it was approximately 0.1369  $\mu\text{g}$  in the actual environment according to the calculated result.

(Received October 17, 2003; Accepted in revised form September 3, 2004)

**Keywords:** bedding 寝具, airborne dust 浮遊粉塵, weight concentration 重量濃度, mite allergen ダニアレルゲン, airborne fungi 空中浮遊菌.

### 1. 緒 言

2000 年度, 東京都が小学校児童を対象に行った血液中の特異的 IgE 抗体調査<sup>\*1</sup>によると, 全体の約 60

%の児童がダニ, カビ, 花粉のいずれかのアレルゲンに感作されていた。厚生労働省が 1992 年より 4 年間実施した「アレルギー患者の免疫に関する研究」<sup>\*2</sup>によれば, 乳幼児 8.3%, 小中学生 32.6%, 成人 30.6% が何らかのアレルギー症状を発症していると推定された。

<sup>\*1</sup> 東京都は, 1998 年 8 月に「東京都アレルギー性疾患対策検討委員会」を設置し, アレルギーに関する様々な分野にわたる総合的対策を検討をしている。都のアレルギー疾患対策の現状や今後の対策のあり方について, 1999 年度に「中間のまとめ」として報告し, さらに 2001 年 6 月には「都におけるアレルギー性疾患対策の在り方最終報告—総合的なアレルギー性疾患対策の確立を目指して—」を報告した。

<sup>\*2</sup> 厚生労働省 (旧厚生省) は, 1992 年より長期慢性疾患総合研究事業として「アレルギー総合研究」研究報告書を作成し, その中で疫学研究班により「アレルギー疾患の疫学に関する研究」が行われた。

このようにアレルギー発症者の増加の原因の一つには、近年の住宅構造の変化が考えられる。生活スタイルの洋式化によるカーベットの使用や、大掃除や畳の虫干しの慣習の衰退も、アレルギーを引き起こす原因となっており、1965年当時と比べ現在の室内細塵1gあたりのチリダニ数は3倍を超えるという実態が明らかになった。

特に、布団などの寝具には、ダニが多く生息していることは広く知られている。乳幼児は寝具に接触する時間が長く、ダニアレルゲンを呼吸器から吸入する機会が多い。同様に、成人においても睡眠行動時に舞い上がる粉塵を吸入する可能性は当然のように考えられ、日常生活行動でアレルギー活性が高いダニアレルゲンに感作される危険性がある。

本研究の目的は、以上のことを踏まえ、寝具からの発塵量とダニアレルゲン Der I および Der II の関係、空中浮遊真菌、細菌との関係について考察することである。

## 2. 既往の研究

居住環境におけるダニアレルゲンに関する研究の多くは、測定を中心に行われている。入江らは小児喘息患者宅での空気清浄器の運転有無による浮遊粒子と真菌・細菌、ダニアレルゲン濃度との関係について<sup>1)</sup>、同じく入江らは寒冷地の一般住居内の生ダニ、ダニアレルゲン、ネコアレルゲンについて4年間にわたる実測調査<sup>2)~4)</sup>、菅原は集合住宅を調査対象とし、床塵埃中のダニアレルゲン量とカビの関係について<sup>5)</sup>さらに菅原は寝具中のダニの挙動について<sup>6)</sup>報告を行っている。住宅以外の測定では、庭田らが総合病院におけるダニアレルゲン量の測定<sup>7)</sup>、上原らがオフィスビル女子更衣室内のダニアレルゲンの測定結果<sup>8)</sup>を報告している。また、Tanakaら<sup>9)</sup>は総合病院の手術中における浮遊粉塵と空中浮遊菌の測定を報告、秋山ら<sup>10)</sup>は室内環境のアレルゲンを測定し、建築環境との関連性を医学、建築、工学などの多角的見地から検討し、その中で特にダニアレルゲンについて言及している。

真菌・細菌類については、木村ら<sup>11)</sup>が一般住宅における真菌の動態調査を実施し、その環境要因との関連について、相原ら<sup>12)</sup>は集合住宅を対象とした微生物汚染の調査を実施している。

## 3. 測定の方法と結果

### (1) 就寝中の浮遊粉塵の測定

実測室は、東京都内3階建RC造集合住宅2階部分畳敷きの一室で、南方向に面し、3,260mm×2,540mm、CH 2,400mm、容積は約20.0m<sup>3</sup>である。

浮遊粉塵重量濃度は、浮遊粉塵粒子物質測定装置「グリムダストモニター (model 1.108, version number 8.60)\*<sup>3)</sup>」により測定した。重量濃度への換算方法は、メーカーの示したものをを用いた。換算には粒径帯域毎の粒子の大きさ、体積の算定値、測定値、密度を基本値としている。

測定粒径は0.3~5.0μm, 5.0~10.0μm, 10.0~15.0μm, 15.0~20.0μm, 20.0μm以上の5種類とした。ダニの糞の粒径はおよそ10.0μm程度であるが、乾燥による粉砕や塵埃に付着して浮遊するケースを考慮し、本測定では数種類の粒径を設定している。

測定は2002年1月12日に実施、大人一人(被験者)、睡眠時間は8時間、粉塵計の測定位置は、布団にあお向けで寝た場合の呼吸域を想定して、床面より200mmの頭部付近とした。使用した寝具は、ダニアレルゲン濃度が高い素材<sup>13)~14)</sup>である綿素材の敷布団、掛布団、そばがら枕を用いた。

測定中は、被験者を除いて人の出入りはなく、睡眠動作以外の粉塵発生となる行動(喫煙等)は一切行っ

\*<sup>3)</sup> 浮遊粉塵粒子物質測定装置「グリムダストモニター ver. 8.06」(GL社製)について、0.75~1.0μm, 1.0~2.0μm, 2.0~3.5μm, 3.5~5.0μm, 5.0~7.5μm, 7.5~10.0μmの粒径ごとに粒子サイズ設定をし、浮遊粒子状物質がレーザー光に通過した際の光の拡散と散乱によって定量化し、光電管のレンズ口に収集・増幅した後にパルス光検出機により分類し、光電管検出機により信号化し、計数することが可能である。

\*<sup>4)</sup> 2001年に実施した寝具のダニアレルゲンの調査結果を下表に示す。それによると、綿素材は羽毛に比べ、ダニアレルゲン数値が高い結果であった。そばがら枕からは、Der IIが高濃度で検出されている。本実験はこの結果を踏まえ、ダニアレルゲン数値が高い素材を選び、使用した。

Mite allergen measurement of bedding

	Material	Der I	Der II	
			Adjudication	Allergen revel
Bottom mattress (A)	Cotton	C	+	15 μg/m <sup>2</sup>
Bottom mattress (B)	Cotton	C	+	15 μg/m <sup>2</sup>
	Cotton	C	++	>35 μg/m <sup>2</sup>
	Feather	D	-	<1 μg/m <sup>2</sup>
		D	+-	5 μg/m <sup>2</sup>
	Buckwheat chaff	D	++	>35 μg/m <sup>2</sup>

寝具からの発塵による空中浮遊菌およびダニアレルゲンに関する考察

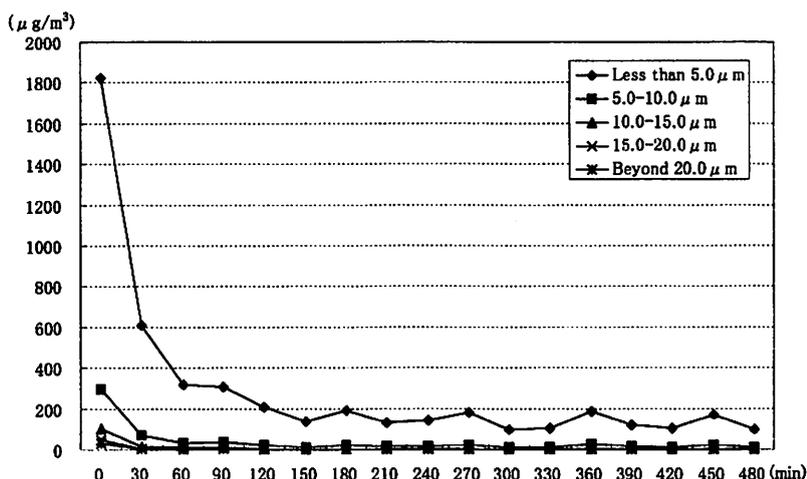


Fig. 1. The time course of airborne dust weight concentration while sleeping for 8 h

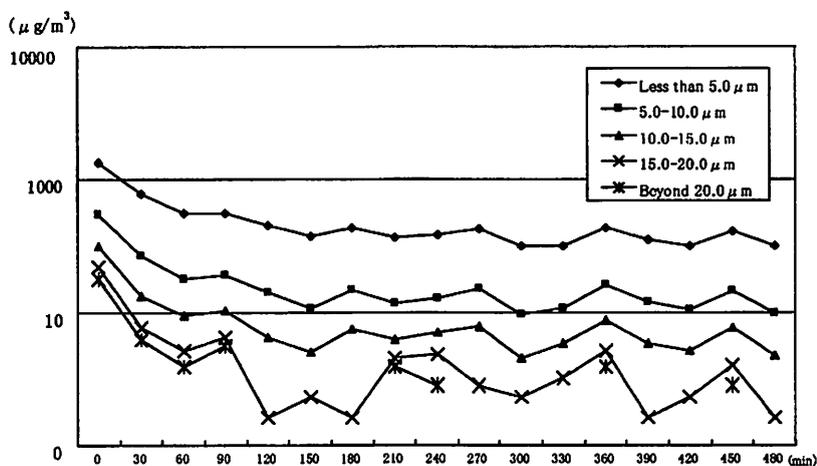


Fig. 2. The behavior of the particles by the grain size

ていない。南側に面したアルミサッシは密閉された状態を保った。

測定の結果を Fig. 1 に示す。日常生活での睡眠行動によって起こる浮遊粉塵の重量濃度は、前報<sup>10)</sup>の測定結果と同様に、布団に入った後 30 分後にすべての粒径で急激な減少がみられた。60 分後の時点で、5.0 μm 以下は 27%、5.0~10.0 μm は 17%、10.0~15.0 μm は 11%、15.0~20.0 μm は 1% にまで急速に減少しているが、5.0 μm 以下の粒子は 60 分経過後においても、重量濃度は 300 μg/m<sup>3</sup> 以上みられた。その後も 5.0 μm 以下の粒子は、100 μg/m<sup>3</sup> 未満に減少するこ

とはなかった。また、各粒子の様子を Fig. 2 に示す。それぞれの粒径の粒子は、比較的似た挙動を示しているが、粒径が大きくなるに従い動きが大きい傾向がみられた。小粒子と比較して誤差が大きいことも関与していると思われる。

(2) 寝具による発塵実験

測定日は 2002 年 1 月 26, 27 日、測定場所は、3-(1) 測定と同様に東京都内 3 階建 RC 造集合住宅 2 階部分畳敷きの南面に接した一室、使用した布団は 3-(1) 測定で実際に被験者が使用した敷布団の表面を使った。1 分間あたり約 60 回寝具を叩いて発塵させ、MAS 式

Table 1. Mite allergen criterion

Level		Criterion	
Der I *	Der II **		
A	+++	Der I Der II	Very high >35 $\mu\text{g}$
B	++	Der I Der II	High About 15 $\mu\text{g}$
	+	Der I Der II	High About 10 $\mu\text{g}$
C	+ -	Der I Der II	Low About 5 $\mu\text{g}$
D	-	Der I Der II	None <1 $\mu\text{g}$

\* Der I, based on ALLERGOPHARMA COMPANY Criterion. \*\* Der II, based on SHINTO FINE COMPANY, LIMITED Criterion.

エアサンプラーで空気 1,000 l 吸引し、採取した空気中の Der I, Der II レベルおよび真菌数、細菌数を測定するとともに浮遊粉塵の重量濃度を計測した。なお、室内には測定者 1 名が在室しているが、他の測定者の出入りは行わず、ドア、窓の開閉は一切行っていない。また、空気採取位置は室中央、床面より 200 mm とした。

浮遊粉塵中のダニアレルゲン量は極めて微量であり、1,000 l の空気中のアレルゲンの判定は不可能と推測されるため、9 サイクル実施し全 9,000 l の空気を吸引、浮遊粉塵をフィルタに採取した。真菌・細菌の測定は、真菌・細菌の定量用に RCS プラス式エアサンプラー（以下 RCS 式と略）および真菌の同定用に MAS 式エアサンプラー（以下 MAS 式と略）で行い、2 種類のエアサンプラーの使用により、信頼性の高いデータを得ることを目的とした。

真菌の同定を目的とした MAS 式の測定は、発塵前、発塵直後、30 分後、60 分後の計 4 回、定量用を目的とした RCS 式はさらに 120 分後の計 5 回実施した。RCS 式、MAS 式ともにそれぞれの測定時の吸引空気量は 320 l である。

使用培地は、MAS 式は PDA（一般真菌用測定培地）、M 40 Y（好稠性真菌用測定培地）を使用した。1 回の測定につき、各 1 枚の培地で採取し、その後、PDA 培地、M 40 Y 培地は 25℃ の恒温器で 7 日間培養した。RCS 式はアガーストリップ YM（一般真菌用測定培地）、TC（酵母、細菌用測定培地）を使用し

た。1 回の測定につき、アガーストリップは YM（真菌、酵母用）、TC（一般細菌用）の 2 種類を各 1 枚使用し、YM 培地は 25℃ の恒温器で 5 日間培養、TC 培地は 35℃ で 5 日間培養し、生菌数を計測した。

ダニアレルゲン Der I 測定はアカレックステスト（アレルゴファルマ社）、Der II はマイティチェッカー（シントーファイン社）を使用した。Der I, Der II の判定手順はそれぞれの試験方法<sup>5,6</sup>に準じて実施した。アカレックステストおよびマイティチェッカーの判定基準を Table 1 に示す。判定基準の 10  $\mu\text{g}$ （+判定）は、一般住宅でのほぼ平均的レベルである。マイティチェッカー判定結果は、ELISA 法と相関性が高く<sup>15</sup>、マイティチェッカーとアカレックステストはあ

<sup>5</sup> アレルゴファルマ社アカレックステスト使用説明書により、検査手順を参考とした。1 m<sup>2</sup> を家庭用掃除機で 2 分間集塵し、アレルゲンを抽出した検査液にテストテープを浸透し判定を行う。グアニンに反応するため、ダニの糞アレルゲンである Derf I, Derp I 量の判定に有効である。

<sup>6</sup> マイティチェッカーは、シントーファイン社発行「Mitey Checker for Diagnosis of House Dust Mites TECHNICAL BULLETIN」により、検査手順を参考とした。対象となるダニ抗原は、Derf II, Derp II で、分子量約 15,000 のダニ虫体アレルゲンに反応する。微細塵のみを捕集する二重構造の集塵フィルタを用いて集塵し、リン酸緩衝液 (PBS) (pH 6.8~7.4) によりサンプリングからアレルゲンを抽出し、検査棒を抽出液に浸漬し、その発色によってダニ汚染レベルを判定するものである。

Table 2. The time course of fungi, bacteria count

	Fungi (cfu/m <sup>3</sup> )		Bacteria (cfu/m <sup>3</sup> )
	MAS (M40Y)	RCS	
Before	9	11	298
Right after the airborne dust occurrence	56	5	565
After 30 min	128	0	240
After 60 min	119	0	49
After 120 min	—	0	34

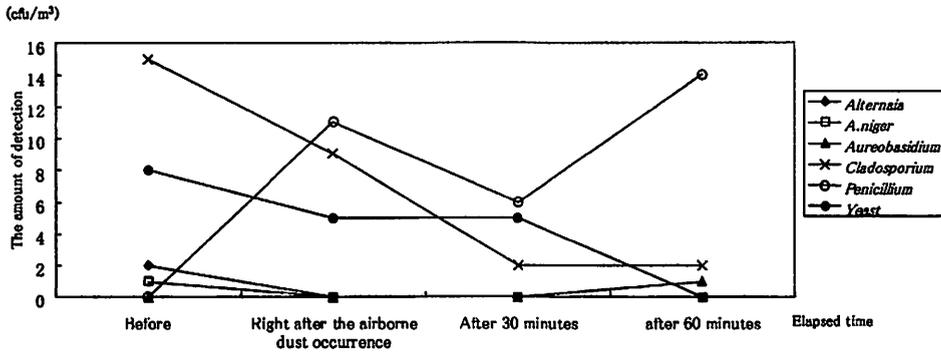


Fig. 3. The time course of the kind of fungi

る程度の相関性がある<sup>16)</sup>。

本実験の結果、寝具からの発塵に含まれる真菌および細菌数を Table 2 に、真菌の経時的真菌種の推移を Fig. 3 に示す。

真菌数、細菌数ともに、発塵直後が最も多く徐々に減少していくと予想していたが、真菌に関しては、M40Y では 30 分後が最も多く、発塵直後の真菌数は少なかった。細菌数は、発塵直後が最も高い数値となり、時間の経過とともに減少した。また、真菌の菌種別傾向を見ると、Cladosporium は時間の経過とともに減少する傾向がみられた。Penicillium は、Before では検出しなかったのに対し、発塵直後にもっとも多く検出された。30 分後は減少しているが、60 分後には再び多く検出される結果となった。Fig. 4-1, Fig. 4-2, Fig. 4-3, Fig. 5 は本測定で確認された真菌種 *Aspergillus niger*, *Cladosporioides*, *Penicillium citrinum* と RCS 式にて採取したアガーストリップである。

寝具の発塵の中に含まれたダニアレルゲンのレベルは、Der I が C (多少検出された)、Der II が +- (約 5 μg) という結果であった。

粉塵の粒径別の重量濃度を Fig. 6 に示す。他の粒径と比較すると 5.0 μm 以下の粒径の重量濃度は、

5~6 倍高い結果であった。15.0 μm 以上の粒子は、5 分程度ではほぼ 0 μg/m<sup>3</sup> となった。就寝中の重量濃度推移と同様に、5.0 μm 以下、5.0~10.0 μm の粒子は、落下しにくい傾向が顕著にみられた。

#### 4. 考 察

##### (1) 浮遊粉塵と真菌・細菌の関係

粒径 0.3~1.0 μm, 2.0~4.0 μm, 5.0~7.0 μm の粒子数を Fig. 7, またその挙動を Fig. 8 に示す。粒径 0.3~1.0 μm は細菌を、2.0~4.0 μm, 5.0~7.0 μm はそれぞれ Penicillium, Cladosporium の胞子を想定して考察した<sup>17)</sup>。

0.3~1.0 μm の粒子数が 2 分後にもっとも高い値を示しているのは、気流によって舞い上がった粉塵粒子が長い時間空中に滞留していることを示している。その後、次第に下降したと考えられる。また、発塵直後、30 分後、60 分後、120 分後の細菌数推移と測定時における 0.3~1.0 μm の粉塵重量濃度の相関係数は 0.77 を示し、相関がみられた。このことから、発塵直後から時間経過ともなう細菌数の急激な減少と、粉塵粒径 0.3~1.0 μm の粒子の減少は同様の傾向を示すことが明らかになった。

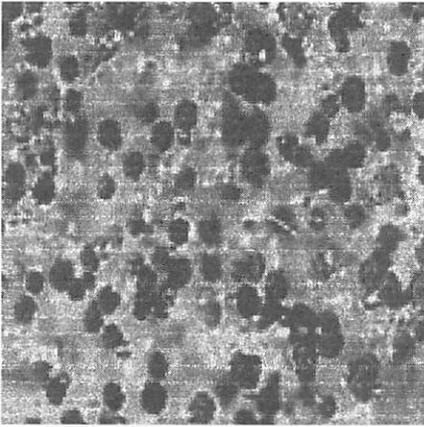


Fig. 4-1. *Aspergillus niger*

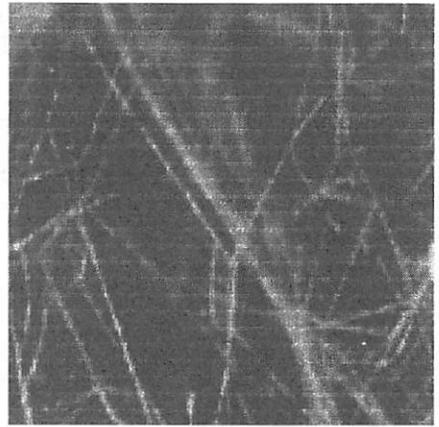


Fig. 4-3. *Penicillium*

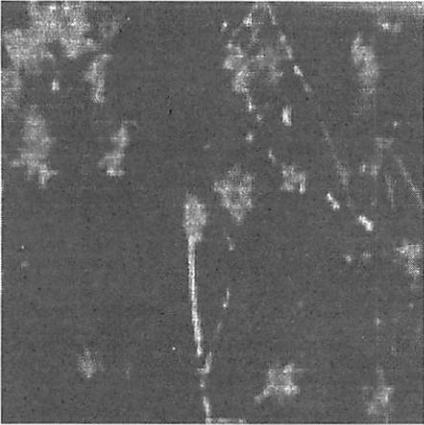


Fig. 4-2. *Cladosporium*

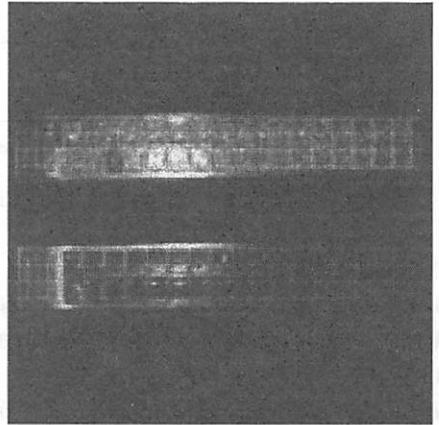


Fig. 5. Agar strip

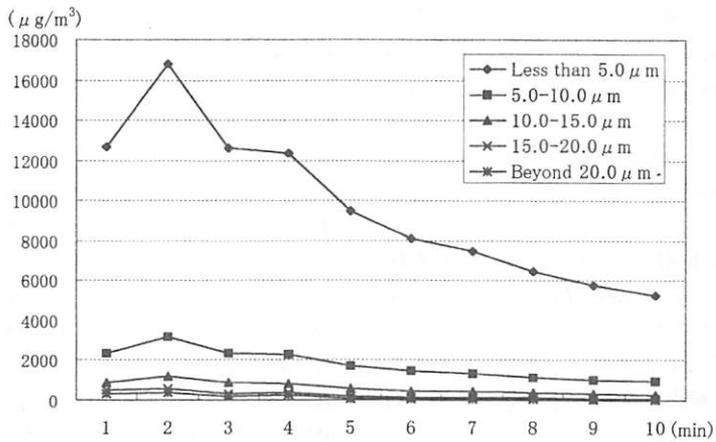


Fig. 6. Experimental result of airborne dust weight concentration by particulate grain size

寝具からの発塵による空中浮遊菌およびダニアレルギーに関する考察

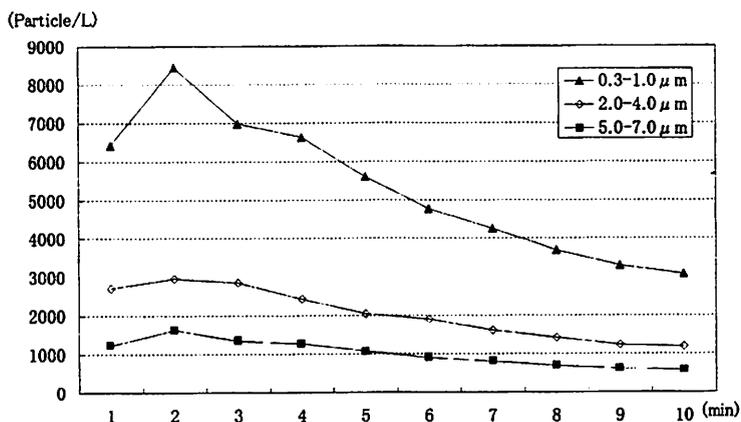


Fig. 7. Experimental result of particle count by grain size (0.3-0.1 μm, 2.0-4.0 μm, 5.0-7.0 μm)

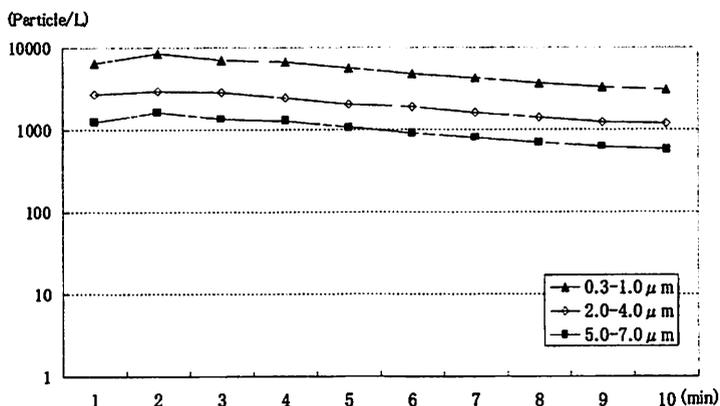


Fig. 8. The behavior of the particles by the grain size (0.3-0.1 μm, 2.0-4.0 μm, 5.0-7.0 μm)

発塵直後の2.0~4.0 μmの粒子数は2,707.7個/lであったが、その後は徐々に減少する傾向がみられた。

また、発塵後の真菌の経時変化によると、*Penicillium*は発塵前には検出されず、発塵直後から検出された。これは寝具から発塵された粉塵に*Penicillium*の孢子が多く含まれていたと予想される。また、発塵直後、30分後、60分後、120分後の真菌測定における*Penicillium*と2.0~4.0 μmの粉塵重量濃度の相関係数は0.11で、相関はみられなかった。

粒径5.0~7.0 μmの粉塵粒子数の推移も2.0~4.0 μmと同様に、緩やかに減少する傾向がみられた。発塵後の真菌の経時変化によると、*Cladosporium*は発塵前にすでに検出されており、一般に室内には非常に多い菌である上に繁殖力が強く、住宅の居室内部には

孢子が多く存在していると考えられる。発塵直後、30分後、60分後、120分後の真菌測定における*Cladosporium*と5.0~7.0 μmの粉塵重量濃度の相関係数は0.99で、非常に強い相関がみられた。

(2) 浮遊粉塵とダニアレルギー量の関係

ダニアレルギーDer Iは、ダニの糞が主要因である。Der IIは、ダニの虫体由来のもので、大きさは約300 μmであるが、糞・虫体(死骸)とも乾燥により粉砕すると考えられている。このことから、ダニアレルギーDer I、Der IIは、寝具から発生する浮遊粉塵と混ざって、空中を浮遊している可能性は高い。

ダニの糞などが粉砕した粒径10 μm以下の粉塵粒子、特に微小粒子は自然落下速度が遅く長時間空中を浮遊しているため、睡眠時に呼吸器付近の微小浮遊粉

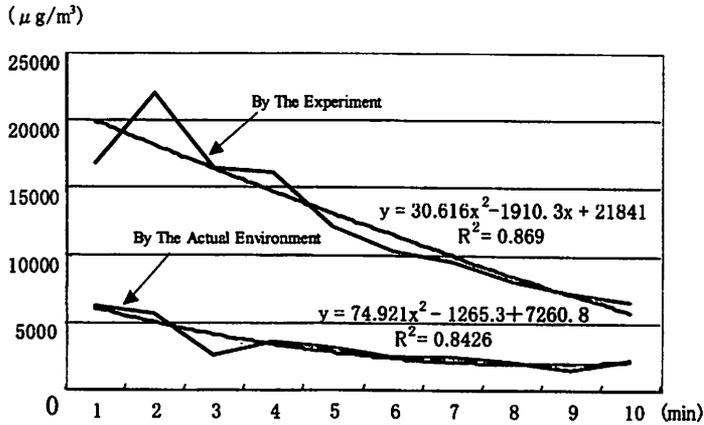


Fig. 9. Difference in weight concentration in experiment and actual environment

塵を吸入している可能性がある。微小粒子は鼻腔に留まらずに気管支まで到達するため、微細浮遊粉塵中のアレルゲンが体内へ入り込む危険性が示唆される。

浮遊粉塵の重量濃度について、実環境と実験の差異を Fig. 9 に示す。実環境の値は就寝時 8 時間全体の重量濃度測定データのうち、就寝時から最初の 10 分間を表している。この結果、発塵実験による粉塵濃度と実際とは大きな差異があることを示した。濃度測定の値から近似式を求め、10 分間の重量濃度を求めると (1)、(2) 式となり、これより浮遊粉塵中のダニアレルゲン量を算出した。

実験：

$$C = \int_1^{10} (30.616x^2 - 1910.3x + 21841) dx \quad (1)$$

実環境：

$$C = \int_1^{10} (74.921x^2 - 1265.3x + 7260.8) dx \quad (2)$$

結果、本実験での重量濃度は  $112,204.278 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、実環境では  $27,663.543 \mu\text{g}/\text{m}^3$  であり、実際は実験の 24.65% の粉塵濃度となった。9,000 l の空気を吸引した際のダニアレルゲン量 (Der II) の判定結果は + レベルの  $5.0 \mu\text{g}$  であったことから、発塵実験の粉塵中の Der II 量は  $0.556 \mu\text{g}$ 、実環境では  $0.1369 \mu\text{g}$  程度と考えられる。

### 5. まとめ

(1) 日常行われる睡眠行動時における寝具の発塵は、布団に入った直後にすべての粒径でもっとも高い値を示し、特に  $5.0 \mu\text{m}$  以下の粒子は  $1,800 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を超え

る。その後徐々に減少していくが、 $5.0 \mu\text{m}$  以下の小粒子の重量濃度は  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  以下になることはなく、常に微細な粉塵粒子が空中を浮遊していることが明らかになった。

(2) 各粒子の挙動は似た傾向がみられたが、 $15.0 \mu\text{m}$  以上の粒子は特に動きが激しいことが明らかになった。

(3) 寝具からの発塵直後、30 分後、60 分後、120 分後における粒径  $0.3 \sim 1.0 \mu\text{m}$  の粉塵濃度と空中浮遊細菌数の推移は相関がみられた (相関係数 0.77)。

(4) 同様に寝具からの発塵直後、30 分後、60 分後、120 分後における粒径  $2.0 \sim 4.0 \mu\text{m}$  の粉塵濃度と空中浮遊真菌数 (*Penicillium*) の推移は、相関係数 0.11 と低く、相関がみられなかった。

(5) 同様に寝具からの発塵直後、30 分後、60 分後、120 分後における粒径  $5.0 \sim 7.0 \mu\text{m}$  の粉塵濃度と空中浮遊真菌数 (*Cladosporium*) の推移は、相関係数 0.99 と高く、非常に強い相関がみられた。

(6) もっとも発塵量が多い就寝開始から 10 分間の発塵実験結果とダニアレルゲン測定値をもとに、実際の睡眠時に浮遊しているダニアレルゲン量を計算式から算出した結果、 $0.1369 \mu\text{g}$  という値が得られ、寝具から発する粉塵がもっとも多い睡眠開始時においても、空中を浮遊しているダニアレルゲン量は非常に微量であるという結果が得られた。

本研究の真菌の同定にあたり、衛生微生物研究センター 李憲俊博士のご協力を得た。記して謝意を表します。

引用文献

- 1) 入江建久, 塩津弥佳, 吉澤 晋, 池田耕一: 居住環境における粉塵・微生物・ダニアレルゲンの相関, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, 965-968 (1996)
- 2) 入江建久, 大村道雄, 鄧 旭文: 居住環境におけるアレルゲンの挙動に関する研究 (その 14) 長野県における生ダニおよびダニ, ネコアレルゲンの実測調査, 第 15 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集, 403-406 (1997)
- 3) 鄧 旭文, 入江建久, 大村道雄, 安枝 浩: 居住環境におけるアレルゲンの挙動に関する研究 (その 15) 長野県における生ダニおよびダニ, ネコアレルゲンの実測調査 (続), 第 16 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集, 347-352 (1998)
- 4) 鄧 旭文, 入江建久, 大村道雄, 安枝 浩: 居住環境におけるアレルゲンの挙動に関する研究 (その 16) 長野県における生ダニおよびダニ, ネコアレルゲンの 4 年実測調査, 第 17 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集, 347-352 (1999)
- 5) 菅原文子: 床塵埃中のカビとダニアレルゲン量 第 1 報 集合住宅の場合, 日本建築学会計画系論文報告集, 第 448 号, 9-14 (1993)
- 6) 菅原文子: 住居内におけるアレルゲンとしての寝具中のダニの挙動, 郡山女子大学紀要, 第 26 集, 127-135 (1990)
- 7) 庭田 茂, 前川甲陽, 松村 学, 田中毅弘, 木村 宏, 玉置 進, 中村 等: 病院におけるダニアレルゲンの挙動 環境管理のための室内環境評価方法に関する総合研究 (その 8), 環境の管理, 第 23 号, 75-78 (1998)
- 8) 上原弘三, 村松 学, 庭田 茂, 寺崎真理子: オフィスビル内女子更衣室におけるアレルゲン不活化剤を用いたカーペットのダニアレルゲンコントロールの試み I, 環境の管理, 第 28 号, 37-42 (2000)
- 9) Tanaka, T., and Kuriyama E.: *Messung der Luftqualität im K-Krankenhaus*. Springer VDI Verlag HLH, Heft5, Nr. 54, 33-36 (2003)
- 10) 秋山一男, 田中辰明, 高鳥浩介, 阪口雅弘, 三根博史, 安枝 博, 山下義仁, 長谷川真紀, 前田裕二, 遠藤繁, 工藤 誠: 住宅内環境中のアレルゲン量と気管支喘息発作出現, 重症化との関係の研究—喘息症状改善のための屋内環境整備をめざして—, 住宅総合研究財団研究年報, No. 24, 257-266 (1997)
- 11) 木村千暁, 田中辰明, 相原真紀, 水ト慶子, 李 憲俊: 住宅における真菌の動態調査とその環境要因, 第 17 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集, 93-95 (1999)
- 12) 相原真紀, 田中辰明, 中西礼子, 高鳥浩介, 李 憲俊, 庄司麻子: 集合住宅における微生物室内空気汚染に関する研究, 第 15 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集, 391-394 (1997)
- 13) 栗山恵都子, 田中辰明: 寝具による発塵とダニアレルゲンの関連性, 日本家政学会第 54 回大会研究発表要旨集, 245 (2002)
- 14) 栗山恵都子, 斎藤美奈, 田中辰明: 一般居住環境における浮遊粉じんの挙動と空気清浄機の除去能力について, 空気調和・衛生工学会論文集, No. 85, 41-47 (2002)
- 15) 田中彩美, 石川哲也, 広田 進, 森脇裕美子, 上原弘三: ダニアレルゲン簡易検査キットマイティチェッカーの有用性の検討, 第 48 回日本学校保健学会講演集, 422-423 (2001)
- 16) 吉川 翠, 阿部恵子, 小峯裕己, 村松年郎: 『住まいの Q & A 室内汚染とアレルギー』, 井上書院, 24-25 (1999)
- 17) 太田利子: カビの生態講座 8 6. 住環境におけるカビの生態 3 ハウスダスト, 防菌防黴, 26 (9), 41-45 (1998)