

空中ダニ主要アレルゲン (Der I, Der II) の粒子径分布と空気中からの減衰

東京理科大学工学部建築学科

吉澤 晋

郡山女子大学

菅原文子

国立相模原病院臨床研究部

安枝 浩 信太隆夫

国立公衆衛生院建築衛生学部

入江建久

国立公衆衛生院衛生微生物学部

阪口雅弘 井上 栄

ダニアレルギー患者のアレルゲン暴露量を効果的に減らす方策を考えるために、空中浮遊ダニアレルゲンの挙動を調べた。布団をたたいてダニアレルゲンをアンダーセンサンプラーで粒子径別に、またスリットサンプラーで経時的に捕集した。両サンプラーの寒天板上に集められた2種類のダニ主要アレルゲン (Der I, Der II) は、免疫化学的に測定した。その結果は、Der I, IIともその抗原活性の80%は空気力学的粒子径が $5.5\mu\text{m}$ 以上に分布した。浮遊両アレルゲンとも30分間で10%に減衰した。これらの結果は、布団から飛散するダニ主要アレルゲンは空中に長く浮遊せずにすぐ落下することを示している。

Key words: airborne particles — allergen — asthma bronchiale — Der I, Der II — mite

緒言

近年、喘息、アトピー性皮膚炎などのアレルギー疾患が増加の傾向にある。原因となるアレルゲンには種々あるが、特に家庭内に棲息するチリダニ科のヒョウヒダニ属 (*Dermatophagoides farinea*, *D. pteronyssinus*) はその重要性が指摘されている^{1)~3)}。その主要アレルゲンとして、Der f IおよびDer p I (以下Der I) とDer f IIおよびDer f II (Der II) との2種類の蛋白が同定されている^{4)~7)}。さらに最近第3のアレルゲンとしてDer p IIIが分離されたとの報告がある⁸⁾。室内の空気中アレルゲンの粒子径やその空中からの減衰を調べることは、ダニをアレルゲンとする喘息、アレルギー性鼻炎の対策を考えるうえで、きわめて重要

である。アレルゲンの空気中での挙動を知ることによって、アレルゲン暴露量を減らすための有効な対策を立てることが可能になるからである。

これまでカスケードインパクトやアンダーセンサンプラーを用いてDer Iの粒子径分布が調べられており、それは $6\mu\text{m}$ 以上の径の粒子に大部分のアレルゲン活性が含まれていることが明らかになっている^{9)~10)}。しかしDer IIアレルゲンに関しては、まだ報告がない。また、空気中に飛散したこれらのアレルゲンがどのように空気中から減衰していくのかという報告もない。

今回我々は、布団たたきによって発生した空中ダニ主要アレルゲン (Der I, II) の粒子径分布の解析とその空中から減衰に関して検討したので報告する。

材料と方法

エアースンプラー：粒子径の測定には、微生物用6

Received: October 3, 1990

Accepted: February 20, 1991

Abbreviations: BSA bovine serum albumin;

Der f *Dermatophagoides farinae*; Der p *Dermatophagoides pteronyssinus*

段型アンダーサンプラー (Andersen Inc. 製) を用いて、空気中の粒子を粒子径別に採取した。空中濃度の経時的变化の解析には、長時間用スリットサンプラー (M/G 200J) を用いた。いずれも空気中のアレルゲン粒子を寒天板上に採取した。スリットサンプラーでは、寒天板が回転するので、5分毎のサンプリングに相当する扇形に寒天板を分割した。

実験室および条件：実験は国立公衆衛生院内の空気汚染機構実験室（床面積7.3m²、容積16.9m³、HEPA フィルタおよび活性炭による濾過空気を、換気回数0～50回/hの範囲で任意に供給可能）において行った。実験直前に室内空気を浄化し、実験中は無換気とし、首振り扇風機を弱の状態に運転した。実験は、1988年7月1日に行った。当日は曇り、気温26～28℃、相対湿度55%程度であった。

空中ダニアレルゲン：布団（国立公衆衛生院の守衛室で約10年間、月に8回、同一人物によって使用されていたもの）を1秒間に1回ずつ布団たたきで5分間たたいた後、部屋は無換気でアンダーセンサンプラーを30分間、スリットサンプラーを50分間動かした。

寒天からのアレルゲンの抽出：寒天上に捕集されたアレルゲンは0.01%ウシ血清アルブミン (BSA) を含む10倍量の炭酸アンモニウム液 (0.125M) を用いて、室温2時間さらに4℃一夜抽出した。低速遠心機の上清を凍結乾燥し、それを0.5% Tween 20と1% BSAを含む2mlのリン酸緩衝食塩水に溶解した。この液を空中アレルゲンの試料とした。

ダニアレルゲンの測定：ダニ主要アレルゲン (*Der p* I, *Der f* I, *Der* II) は安枝ら¹¹⁾の放射免疫測定法で定量した。簡単に説明すると、各アレルゲンに対するウサギ IgG 抗体の F(ab')₂ をガラスロッドに結合させたものに試料を加え、室温1夜静置した。ガラスロッドを洗った後、各アレルゲンに対する抗体を加え、3

時間温静置した。洗浄後、¹²⁵I 標識プロテイン A を加え室温3時間静置した。ガラスロッドを洗浄した後、放射能がガンマカウンターで測定した。濃度既知の標準アレルゲンと比較することによって、試料中の各アレルゲンの絶対量を求めた。*Der f* I 量と *Der p* I 量とを加えたものを *Der* I 量とした。*Der f* II と *Der p* II とは抗原的に同一なので⁶⁾、*Der f* II 量を *Der* II 量とした。

結 果

空中ダニアレルゲンの粒子径分布

布団たたきによって飛散した空中アレルゲンの粒子径分布をアンダーセンサンプラーを用いて分析した (Table 1)。*Der* I, II とも、7.65μm 以上の粒子径にその抗原活性の50%前後が分布していた。5.5μm 以上の粒子径には、その80%近くが分布していた。*Der* I, II とも、粒子径の分布に大差はないことがわかった。

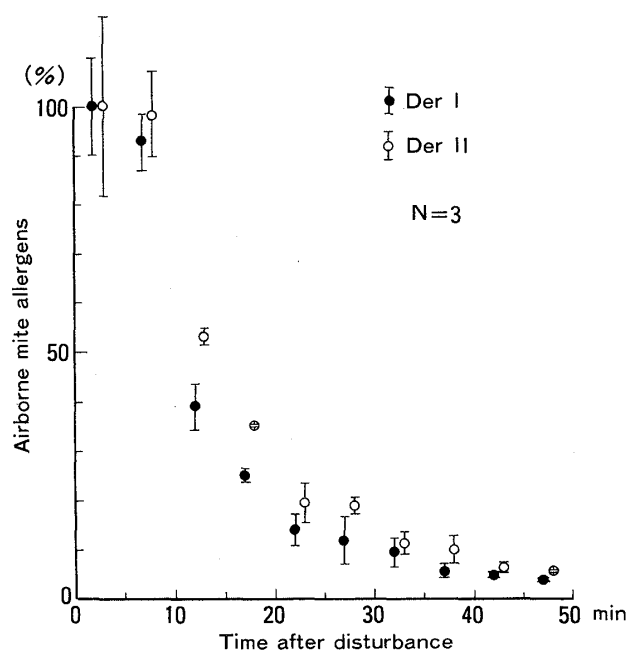


Fig. 1. Kinetics of the falling of airborne mite allergens. After disturbance in a closed room, airborne mite allergens were collected on a rotating agar plate in a slit air sampler. The allergens were extracted from the agar pieces corresponding to five minutes' collection, and then two kinds of major allergens (*Der* I and *Der* II) were immunochemically quantitated.

Table 1 Particle size of two major mite allergens in a disturbed condition

Impactor stage	Range of particle diameter (μm)	Mite allergens collected	
		<i>Der</i> I* (%)	<i>Der</i> II (%)
I	15~7.65	55.5	49.3
II	7.65~5.5	22.9	30.7
III	5.5~3.5	11.6	20.0
IV	3.5~2.25	7.7	<12.4
V	2.25~1.4	2.6	<12.4
VI	1.4~0.75	<2.2	<12.4

**Der* I: *Der f* I + *Der p* I

ダニアレルゲンの空中からの減衰

布団たたきによって飛散した空中アレルゲンの空中からの減衰を、スリットサンプラーを用いて調べた。布団たたき後0～5分間の空中アレルゲン量を100%とした時の経時的な空中アレルゲン量の推移をFig. 1に示した。Der I, IIとも減衰率に大差はなかった。

考 察

Tovey らは、寝室におけるベッドメイキング時の空中 *Der p* I の粒子径分布は6 μ m以上の粒子が88.8%であった、と報告している⁹⁾。今回の研究におけるDer I 分布とほぼ一致している。また、今回初めて調べたDer II の粒子径分布は、Der I の粒子径分布とほぼ一致していた。このことより、Der I, II の空気中での挙動はほぼ同じと考えて良いと思われる。

次に、これら空中アレルゲンがどの程度の速さで空气中から減衰していくかを調べてみた。これまでPlatts-Mills らは、粒子径分布から考えてほとんどのダニアレルゲンが5分以内で空气中から減衰してしまう、と推測していた⁷⁾。今回の我々の実際の測定によって、空中アレルゲン量が10%になるのに30分程度かかることがわかった。アンダーセンサンプラーにより求められる空気力学的粒子径は、粒子の比重を1と仮定してのものである。しかし実際のアレルゲン粒子の比重は1より小さく、ある程度ゆっくり落下すること、落下速度の小さい小粒子径粒子の影響が現れたためであろう。

このように、30分以上かかるにしても、ダニアレルゲンの落下速度は比較的大きい。Sakaguchi ら¹²⁾は、居間における空中ダニアレルゲン量はわずかであるが、布団の上げ下ろし時にはその量は1000倍にもなることを報告している。これも、布団、床面からの発塵(Disturbance, 乱し)があった時のみ大量のダニアレルゲンが空中に飛散するが、それはすぐに落下してしまうことを示している。

このようなダニアレルゲン粒子の性質から、アレルゲン暴露量を効果的に減らすためには次のようなことが考えられる。

1) ダニアレルゲンの除去に空気清浄器の効果は小さいが、真空掃除機による床の掃除は有効である。ただし、布団から直接アレルゲン量の減少をはかることも重要である¹³⁾。

2) 室内で発塵行為(布団の上げ下ろし、掃除など)があった時には、窓を開け換気を図り、喘息患者がその部屋に入るのは30分程度後にするのが望ましい。

この実験は、限られた期間で行われている。サンプルとした布団は長期間使用されていて、アレルゲンの量的変動は平均化されているが、環境条件の変化によるアレルゲンの質的・量的変化については、今後の研究が必要である。

また、ヒョウヒダニ属アレルゲンとしては、Der I, II 蛋白のみでなく、さらに他の蛋白も加わりつつある⁸⁾¹⁴⁾¹⁵⁾。今後はこれらの蛋白の空気中の挙動を調べる必要がある。

文 献

- 1) Voohrost, R., Spieksman, M.I.T. and Seiksmas, F.T.M.: Is a mite (*Dermatophagoides* sp.) the producer of the house dust allergen? *Allergie Asthma* 10, 329-334, 1964.
- 2) Miyamoto, T., Oshima, S., Ishizaki, T. and Sato, S.: Allergic identity between the common flow mite (*Dermatophagoides farinae* Hughes, 1961) and house dust as a causative antigen in bronchial asthma. *J. Allergy* 42, 14-28, 1967.
- 3) Maunsell, K., Wraith, D.G. and Cunningham, A. M.: Mites and house dust allergy in bronchia. *Lancet* 1, 1267-1270, 1968.
- 4) Chapman, M.D. and Platts-Mills, T.A.E.: Purification and characterization of the major allergen from *Dermatophagoides pteronyssinus*: antigen P1. *J. Immunol.* 125, 587-592, 1980.
- 5) Dadeu, J.P., Lamao, J., Lux, M., Rabillon, J. and David, B.: Antigen and allergens in *Dermatophagoides farinae*. *Immunology* 46, 679-687, 1982.
- 6) Yasueda, H., Mita, H., Yui, Y. and Shida, T.: Isolation and characterization of two allergens from *Dermatophagoides farinae*. *Int. Arch. Allergy Appl. Immunol.* 81, 214-223, 1986.
- 7) Platts-Mills, T.A.E. and Chapman, M.D.: Dust mites: Immunology, allergic disease, and environmental control. *J. Allergy Clin. Immunol.* 80, 755-775, 1987.
- 8) Heyman, P.W., Chapman, M.D., Aalberse, R.C., Fox, J.W. and Platts-Mills, T.A.E.: Antigenic and structural analysis of group II allergens (*Der f* II and *Der p* II) from house dust mite

- (*Dermatophagoides spp.*). *J. Allergy Clin. Immunol.* 83, 1055-1067, 1989.
- 9) Tovey, E.R., Chapman, M.D., Wells, C.W. and Platts-Mills, T.A.E.: The distribution of dust mite allergen in the house of patients with asthma. *Am. Rev. Respir. Dis.* 124, 630-635, 1981.
 - 10) Platts-Mills, T.A.E., Heymann, P.W., Longbottom, J.L. and Wilkins, S.R.: Airborne allergens associated with asthma: particle size carrying dust mite and rat allergens measured with a cascade impactor. *J. Allergy Clin. Immunol.* 77, 850-857, 1986.
 - 11) Yasueda, H., Mita, H., Yui, Y. and Shida, T.: Measurement of allergens associated with dust mite allergy I. Development of sensitive radioimmunoassays for the two groups of *Dermatophagoides* mite allergens, Der I and Der II. *Int. Arch. Allergy Appl. Immunol.* 90, 182-189, 1989.
 - 12) Sakaguchi, M., Inoue, S., Yasueda, H., Irie, T., Yoshizawa, S. and Shida, T.: Measurement of allergens associated with dust mite allergy II. Concentrations of airborne mite allergens (Der I and Der II) in the house. *Int. Arch. Allergy Appl. Immunol.* 90, 182-189, 1989.
 - 13) 館野幸司: 環境アレルゲンとその対策—ダニを焦点として—. *感染症免疫* 19, 111-127, 1989.
 - 14) Tovey, E.R. and Baldo, B.A.: Comparison by electroblotting of IgE-binding components in extracts of house dust mite bodies and spent mite culture. *J. Allergy Clin. Immunol.* 79, 93-102, 1989.
 - 15) Tovey, E.R., Johnson, M.C., Roche, A.L., Cobon, G.S. and Baldo, B.A.: Cloning and sequencing of a cDNA expressing a recombinant house dust mite protein that binds human IgE and corresponds to an important low molecular weight allergen. *J. Exp. Med.* 170, 1457-1462, 1989.

KINETICS OF THE FALLING OF AIRBORNE MITE ALLERGENS (DER I AND DER II)

Susumu Yoshizawa

Science University of Tokyo

Fumiko Sugawara

Koriyama Women's University

Hiroshi Yasueda and Takao Shida

National Sagamihara Hospital

Takehisa Irie, Masahiro Sakaguchi and Sakae Inouye

The Institute of Public Health

A futon (Japanese quilt) was beaten to disperse mite allergens into the air in a closed room, and the airborne allergens were collected both by Andersen air sampler for particle size analysis and by slit air sampler for kinetic analysis of the clearing of the allergens from the air. After extraction of the allergens from the agar plates in the samplers, two kinds of major mite allergens (Der I and Der II) were immunochemically quantitated.

We found that the aerodynamic diameters of both allergens were mainly above 5.5 μm , and that airborne allergen levels decreased to about 10% of the starting level in 30 minutes, indicating the rapidity of the falling of both allergens.