

屋内環境におけるゴキブリアレルギー汚染の実態調査 Survey of cockroach allergen infestation in the indoor environment in Japan

橋本知幸*, 佐々木健**, 元木 貢**
Tomoyuki HASHIMOTO*, Takeshi SASAKI** and Mitsugu MOTOKI**

【要約】 飲食店 2 店舗, 一般住宅 5 戸, 学校 7 校を含む屋内環境中のゴキブリ由来のアレルゲン Bla g1 を, チャバネゴキブリやクロゴキブリの飼育容器内から採取した糞を陽性対照として比較測定した. その結果, 飲食店のうち 1 店舗では, 厨房床や店舗入口部において, 20U/g を超える Bla g1 が検出された. このアレルゲン濃度は, 飼育容器内の糞に匹敵することが認められた. この他一般住宅 3 戸, 学校環境 5 校でもゴキブリアレルゲンが検出されたが, その濃度は比較的低値であった. クロゴキブリの糞が Bla g1 抗体に反応することが認められたことと, 今回の調査対象の一般住宅や学校環境では, チャバネゴキブリの生息は考えにくいことから, 一般住宅や学校では, 屋内環境中のゴキブリ属 *Periplaneta* の糞の分布を反映して反応したことが示唆された.

キーワード: チャバネゴキブリ, クロゴキブリ, アレルゲン, 屋内環境, Bla g1, ELISA

1. はじめに

人の住環境ではヒョウヒダニ類が喘息やアトピー性皮膚炎等の重要なアレルゲンであることが知られ, わが国でもダニ類やそのアレルゲン汚染の実態調査が数多く実施されてきた (田中ら, 2006).

これらのダニ類に加えて, 住環境には様々なアレルゲンが存在する. その一つとして, ゴキブリ由来のアレルゲンが, 喘息の増悪に影響を与えることが知られている. 米国ではゴキブリアレルギーの発症率が 17~41% に上り, 住環境のゴキブリ対策が, ゴキブリアレルゲンへの感作や発症に強く影響することが示唆されている (Gelber et al., 1993; Rosenstreich et al., 1997). アジアでも, 中国南部の熱帯地方で 11~98% の家屋でゴキブリアレルゲンが検出され (Zheng et al., 2015), 台湾では喘息患者の 58% がワモンゴキブリ由来のアレルゲン Per a1 に感作されていたという報告が示されている (Lee et al., 2012).

わが国でも, 喘息やアトピー性皮膚炎の小児に対して 35 種アレルゲンに対する IgE 抗体保有状況の調査が行われ, 吸入性アレルゲンとして, ヒョウヒダニ, イヌ上皮に次いで, ゴキブリに対する抗体保有率が高いことが示されて

いる (西間ら, 2006).

日本の一般住宅では, 沖縄から北海道まで, ゴキブリ属 *Periplaneta* の種類が低密度ながらも普遍的に見られる. しかし, 同じ建物内で飲食店と一般住宅が入居するような集合住宅を除けば, チャバネゴキブリ属 *Blattella* に属するチャバネゴキブリ *Blattella germanica* が一般住宅で見つかることは稀である. その一方で, 飲食店では, 真冬の夜間でも一定の室温が維持されることにより, チャバネゴキブリの越冬が可能な店舗が多く, 北海道でも雑居ビルや地下街など, 厳冬期でも比較的保温性の高い屋内環境では, チャバネゴキブリが生息する. こうした飲食店は, 屋内環境の中でも最も高濃度のゴキブリアレルゲンが存在するリスクの高い場所と考えられる. しかしながら, これまで日本の飲食店におけるゴキブリアレルゲン汚染の実態は不明であった.

今般, 飲食店, 一般住宅, 及び学校を含む屋内塵中のチャバネゴキブリの糞由来アレルゲン Bla g1 を測定する機会を得たので, 一つの調査事例として報告する.

2. 方法

2.1 調査対象

2004~2011 年の間に, 東京都及び静岡県内の居酒屋各 1 店舗, 神奈川県内の一般住宅 5 戸 (戸建 3 戸, マンション 2 戸), 東京都内の小学校 7 校から, 掃除機で採取した屋内塵をアレルゲン測定の対象とした. 居酒屋においては, ホールや厨房内床面, 店舗入口のマット, カウンター, 座敷, 冷

* 一般財団法人日本環境衛生センター
東日本支局環境生物・住環境部
Environmental Biology and Living
Environment Dept., East Branch, JESC

** アペックス産業株式会社
APEX Pest Control Co. Ltd.

蔵庫など、採取日当日に掃除などで濡れていない部分から採取した。一般住宅では、各家屋で使用されている掃除機の集塵袋のゴミを用いた。学校においては、教室や用務員室等から掃除機を使って採取した屋内塵 25 検体を用いた。このうち、神奈川県内の 1 戸の一般住宅は、1 階部分がそば屋の店舗となっており、その 2 階の住居部分より、屋内塵を採取した。この一般住宅と居酒屋 2 店舗の計 5 戸以外は、チャバネゴキブリの生息は確認されていなかった。採取した屋内塵は、検査まで -20°C で保管した。

また、当部で飼育しているチャバネゴキブリの糞及び虫体、さらにクロゴキブリの糞を陽性対照として測定とした。

2.2 Bla g1 抽出と測定

採取した屋内塵は 9-200 メッシュの組合せで篩分し、200 メッシュ上に残った細塵を測定に供した。細塵は重量精秤後、0.05% Tween20 含有のリン酸緩衝液 (PBS-T) と 1mg:10 μL の割合で混和し、 4°C 16 時間で振とうした。振とう後の懸濁液は、900 \times g で 10 分間遠沈し、その上清部を測定まで -20°C に保存した。

Bla g1 の測定はサンドイッチ ELISA により行っ

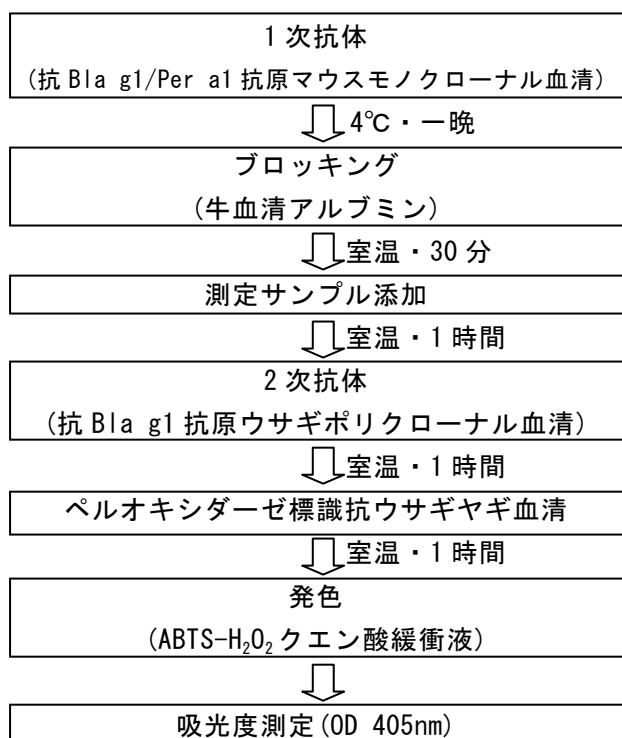


図 1 Bla g1 測定のための ELISA 手順

た。測定は INDOOR biotechnologies 製 EL-BG1 を用い、測定手順は図 1 に示した。なお、Bla g1 の検出限界は約 0.0020U/mL (0.020U/g dust 相当) で、解析は ELISA 解析ソフト (Bio-Rad Microplate Manager ver. 5.2.1) により行った。

3. 結果

各屋内塵中の Bla g1 検出結果を表 1 に示した。

陽性対照のチャバネゴキブリの糞や虫体からは、1g 当たり 30U 以上の濃度で Bla g1 が検出された。クロゴキブリ糞についても、11U とやや低値ではあるが反応があり、今回用いた抗体がゴキブリ属の糞にも反応していることが確認された。

屋内塵については、都内の居酒屋 A において、陽性対照のチャバネゴキブリ糞よりも高濃度の Bla g1 が、厨房床面から検出された。この店舗では、店舗入口においても 21U/g を示し、今回調査を行った中では、突出して高いレベルで Bla g1 に汚染されていた。一方、居酒屋 B では屋内塵の採取箇所が居酒屋 A とは異なったが、Bla g1 濃度は比較的 low 値であった。しかしながら、カウンター上や客室テーブル上からもアレルゲンが検出され、これらの居酒屋 2 店舗では、全ての箇所アレルゲンが検出された。

一般住宅 5 戸については、戸建住宅 3 戸のみアレルゲンが検出されたが、いずれも low 値であった。

小学校 7 校では 5 校から検出されたが、一般住宅と同様に、その値は低かった。

4. 考察

4.1 飲食店におけるアレルゲン汚染状況

今回の調査結果で、まず注目すべきことは、チャバネゴキブリが生息する飲食店では、ゴキブリアレルゲンが多量に存在する可能性が示唆されたことである。店舗内の屋内塵 1g 当たりの濃度は、ゴキブリ飼育容器内の環境に匹敵するものであった。Bla g1 による健康影響の指標として、2U/g がゴキブリアレルギーへの感作 (sensitization)、8U/g が喘息への罹患レベル (morbidity) として、提起されている (Rosenstreich et al., 1997)。これに照合す

表 1 屋内塵中の Bla g1 濃度

採集場所		Bla g1 (U/g dust)	
飼育容器内	チャバネゴキブリ	糞	35
		虫体(死骸・脱皮殻)	31
	クロゴキブリ	糞	11
飲食店	居酒屋A(東京)	冷蔵庫上	9.0
		客室床	8.0
		厨房床	62
		店舗入口	21
		居酒屋B(静岡)	棚
		カウンター上	0.36
		椅子クッション上	0.08
		客室テーブル上	1.1
		座敷床	0.67
		酒サーバー上	1.1
	一般住宅	戸建A(神奈川)	床面
戸建B(神奈川)		床面	0.066
戸建C(神奈川)		2階床面(1階そば店)	0.23
マンションD(神奈川)		床面	-
マンションE(神奈川)		床面	-
小学校	A(東京)	教室	0.050
	B(東京)	教室	0.10
	C(東京)	教室	0.15
	D(東京)	教室	-
	E(東京)	教室	0.70
	F(東京)	プレイルーム	0.27
	G(東京)	用務員室	-

-:検出限界(0.020U/g dust)未満

ると、居酒屋 A の屋内塵はこれらの閾値を超えていた。今回調査した飲食店のうち、居酒屋 A は、ゴキブリの生息状況を示すゴキブリ指数(1日・1トラップに捕獲されるゴキブリの数)が 10 以上の比較的高密度の生息状況を示す店舗であったが、居酒屋 B は指数 2 以下のごく普通の店舗であった。屋内塵の採取条件が異なるため、単純な比較はできないが、ゴキブリの生息状況を反映してゴキブリアレルゲンの蓄積状況が異なっていた可能性はある。しかし今回測定した Bla g1 は、室温レベルでは変性しにくい(Urban et al., 2010)、ゴキブリの生息数が減っても、残った糞が物理的に除去されない限り、環境中に蓄積し続けるものと考えられる。したがって、チャバネゴキブリの瞬間的な生息状況とは一致しないことも考えられる。いずれにしても、このような飲食店におけるゴキブリアレルゲンの実態調査はこれまでに知られておらず、こうした飲食店ではゴキブリアレルゲンの曝露リスクが高いことが示唆され

た。

4.2 チャバネゴキブリ非生息環境におけるアレルゲン汚染状況と交差抗原性

一口にゴキブリアレルゲンと言っても、ゴキブリ種によって抗原性の異なる可能性がある。今回の調査対象家屋のうち、実際にチャバネゴキブリの生息が確認されていたのは居酒屋 2 軒と住居兼店舗となっている一般住宅 C のみであった。この他の家屋に関しては、冬季夜間の温度状況を考えれば、ゴキブリ属の生息可能性はあり得るものの、チャバネゴキブリの生息は考えにくい。また、今回、陽性対照としたクロゴキブリの糞でも、Bla g1 抗体に反応していることから、一般住宅 A, B と学校 A, B, C, E, F では、クロゴキブリ等のゴキブリ属由来のアレルゲンに反応したものと考えられる。川上ら(1989)、村上・松野(1994)は、チャバネゴキブリ抗原と他のゴキブリ属の抗原に交差性があることを示している。近年、Bla g1 の構造が明らかになってくる過程で、Bla g1

がワモンゴキブリ *Periplaneta americana* の糞由来アレルゲン Per a1 と、類似の構造や、抗体と結合するリガンドを有するものと推測されている (Mueller et al., 2013). 一般的には、ワモンゴキブリと同属のクロゴキブリでも、糞由来の抗原 Per f1 については、その構造や抗原の相同性が強く予測される。このため、チャバネゴキブリの生息していないとみられる屋内環境で Bla g1 が検出されたことには、日本で広く分布するクロゴキブリに由来する抗原が反応していたことが示唆され、そのクロゴキブリによってもゴキブリアレルギーが惹起される可能性が示唆された。

4.3 ゴキブリアレルゲンの調査範囲

家屋内での調査例として、Sakaguchi et al. (1994) は、喘息患者宅の屋内塵中のゴキブリアレルゲンを調査し、ワモンゴキブリアレルゲン Per a1 が、10 家屋中 8 家屋で検出され、チャバネゴキブリの虫体由来の Bla g2 が 3 家屋で検出されたことを報告している。これらの調査対象家屋におけるゴキブリの生息状況は不明であるが、床面や寝具表面より採取された屋内塵を測定していた。また安枝 (2005) は、気管支喘息患者 65 例の寝具中のアレルゲン量を調査し、Bla g2 は全く検出されなかったことを示している。

Bla g1 と Bla g2 では虫体内での機能や IgE エピトープ (抗原決定基) が異なるが、ゴキブリに由来するアレルゲンとして発生源は類似していると考えられる。寝具は子供の接触時間が長いこと、一般的には重要な調査対象ではある。しかし、ゴキブリ類はヒョウヒダニ類とは異なり、寝具に潜む可能性は低いこと、寝具ではゴキブリアレルゲン量は少ないものと考えられる。言い換えれば、寝具表面のゴキブリアレルゲンが陰性でも、家屋全体としてみれば、ゴキブリアレルゲンへの曝露リスクが低いとは限らない。ゴキブリアレルゲンを対象とする際には、ゴキブリの潜み場所となりうる箇所からのサンプリングが必要であると考えられる。

なお、チャバネゴキブリアレルゲン Bla g1 は分子量 46kDa で、非特異的に脂質の運搬に関連するタンパクである (Do et al., 2016)。これまで Bla g1 の測定単位は、任意の単位「U (ユニット)」で示されてきたが、今回調査に

用いた INDOOR biotechnologies 製の Bla g1 の 1U は、104ng に相当することが示されている (Mueller et al., 2013)。

謝 辞

本研究は日本環境衛生センター平成 22 年度研究奨励金制度による助成を受けて実施された。また、屋内塵採取に当たり、環境生物・住環境部職員にご協力頂いたので、厚くお礼申し上げる。

引用文献

- Do, D.C., Y. Zhao and P. Gao (2016) Cockroach allergen exposure and risk of asthma. *Allergy*.71, pp463-474.
- Gelber, L.E., L.H. Seltzer, J.K. Bouzoukis, S.M. Pollart, M.D. Chapman and T.A. Platts-Mills (1993) Sensitization and exposure to indoor allergens as risk factors for asthma among patients presenting to hospital. *Am. Rev. Respir. Dis.*147, pp573-578.
- 川上敏興・須藤千春・熊田信夫 (1989) ゴキブリアレルギーに関する研究. 2. チャバネゴキブリ抗原の性状とヒトおよび実験動物に対するアレルゲン性. *衛生動物* 40(2), pp109-116.
- Lee, M.F., P.P. Song, G.Y. Hwang, S.J. Lin, Y.H. Chen (2012) Sensitization to Per a 2 of the American cockroach correlates with more clinical severity among airway allergic patients in Taiwan. *Ann. Allergy Asthma Immunol.*108, pp243-248.
- Mueller, G.A., L.C. Pedersen, F.B. Lih, J. Glesner, A.F. Moon, M.D. Chapman, K.B. Tomer, R.E. London and A. Pomes (2013) The novel structure of the cockroach allergen Bla g 1 has implications for allergenicity and exposure assessment. *J. Allergy Clin. Immunol.*132, pp1420-1426.
- 村上巧啓・松野正知 (1993) 各種昆虫アレルゲンによる小児気管支喘息の臨床的検討. 家庭環境の整備に関する調査報告書. 日本環境衛生センター, pp163-175.
- 西間三馨・崎山幸雄・森川みき・角田和彦・吉原重美・森川昭廣・河野陽一・西牟田敏之・十字文子・相原雄幸・縣裕篤・伊藤浩明・宇理須厚

雄・近藤直実・眞弓光文・平家俊男・伊藤節子・末廣豊・有田昌彦・古川新・濱崎雄平 (2006) 小児アレルギー疾患におけるアレルギー感作の全国調査. 日本小児アレルギー学会誌 20(1), pp109-118.

Rosenstreich, D.L., P. Eggleston, M. Kattan, D. Baker, R.G. Slavin, P. Gergen, H. Mitchel, K. McNiff-Mortimer, H. Lynn, D. Ownby and F. Malveaux (1997) The role of cockroach allergy and exposure to cockroach allergen in causing morbidity among inner-city children with asthma. N. Engl. J. Med. 336, pp1356-1363.

Sakaguchi, M., S. Inouye, H. Miyazawa, T. Okabe, H. Yasueda, A. Muto and I. Tanaka (1994) Sensitization to cockroach allergens of asthma patients in Japan. Jpn. J. Allergol. 43, pp1309-1315.

田中生男・橋本知幸・武藤敦彦・皆川恵子 (2006) 屋内塵中のダニ類調査法の検討ーダニ分離法と ELISA 法による調査結果の比較ー. 建築物におけるねずみ・害虫等の対策に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金健康科学総合研究事業. 平成 17 年度総括・分担研究報告書, pp39-46.

安枝浩 (2005) 室内環境アレルギーとアレルギー疾患の発症. 感染・炎症・免疫 35(3), pp200-209.

Zheng, Y.W., X.X. Lai, Y. de Zhao, C.Q. Zhang, J.J. Chen, L. Zhang, Q.Y. Wei, S. Chen, E.M.

Liu, D. Norback, B. Gjesing, N.S. Zhong and D.M. Spangfort (2015) Indoor allergen levels and household distributions in nine cities across China. Biomed. Environ. Sci. 28, pp709-717.

Summary

Cockroach allergen levels in house dusts, which were collected from 2 izakayas (Japanese pub), 5 residences and 7 elementary schools, were evaluated. Bla g1 derived from German cockroach, *Blattella germanica*, was measured by sandwich ELISA with the feces collected from breeding containers of the German cockroach and smoky brown cockroach, *Periplaneta fuliginosa*, as positive control. The Bla g1 of more than 20 U/g, comparable to the cockroach container level, was detected from one of the izakaya. The allergen levels in residences and schools were, however, less than 1 U/g. The German cockroach is not ubiquitous in Japanese home environments, whereas nationwide distribution of the smoky brown cockroach. Since the extract from the smoky brown cockroach feces was also react to the Bla g1 antibodies, it was considered that the cockroach allergen derived from *Periplaneta* were detected as Bla g1.