

20. 大阪府におけるトコジラミの生息実態および

殺虫剤抵抗性保有状況の調査

○佐々木麻綾 （地方独立行政法人大阪健康安全基盤研究所）

【研究目的】

トコジラミおよびネッタイトコジラミはヒトに吸血被害を及ぼす衛生害虫である。2000年代以降、トコジラミ類によるヒト刺咬被害が世界的に増加しており、その要因の一つとして殺虫剤抵抗性の普及が指摘されている。本邦では 2023 年度に全国でのトコジラミ被害相談件数が過去最大を記録し、今後さらなる被害拡大が懸念されている。本研究では、国内でも被害相談件数の多い大阪府においてトコジラミ類の生息実態と殺虫剤抵抗性保有状況を明らかにし、効果的な防除法の策定に資する基礎的知見を獲得することを目的とする。

【研究の必要性】

トコジラミ *Cimex lectularius* およびネッタイトコジラミ *Cimex hemipterus* は、ヒトを吸血しアレルギー反応による痒みを引き起こす衛生害虫である。これらのトコジラミ類は第二次世界大戦までは世界中の都市部に広く分布していたが、戦後の殺虫剤の普及により 1970 年代頃には生息数が減少した[1]。しかし、2000 年代以降に世界各地でその被害が再び拡大し、今日では国際的に共通する公衆衛生問題として認識されている。トコジラミは世界中の温帯域に、ネッタイトコジラミは熱帯域に分布しているが、近年ではネッタイトコジラミが温帯域にも分布を拡大していることが報告されている[2, 3]。

本邦においては、トコジラミは全国、ネッタイトコジラミは亜熱帯域の沖縄県に分布しているが、温帯域に属する東京都、千葉県、大阪府および福岡県にてネッタイトコジラミが発見されている[4, 5]。本邦でも 2000 年代よりトコジラミ類による被害数が増加し続けており、2023 年度には日本ペストコントロール協会への被害相談件数が過去最大となった[6]。本種は訪日外客の衣服や荷物に付着することで国内に持ち込まれていると考えられており[7]、近年のインバウンドの急増からさらなる被害の拡大が懸念されている。本邦のなかでも大阪府はトコジラミ被害が多く、都道府県別のトコジラミ被害相談件数において常に上位を占めている[8]。大阪府では近年のインバウンドの急増により諸外国との人や物資の流出入が活発化しており、トコジラミ被害の拡大がより一層懸念されている。

近年、殺虫剤抵抗性を持ついわゆる「スーパートコジラミ」が問題になっており、この抵抗性には殺虫剤の作用点のアミノ酸置換が関与している[9]。過去に行われた全国調査では、日本国内で採取されたトコジラミの 84% から、市販の殺虫剤の多くに含まれている成分であるピレスロイドの作用点にアミノ酸置換変異が検出された[10]。また、本邦でトコジラミ類の防除に主として用いられている有機リン剤やカーバメート系殺虫剤に対して、

作用点にアミノ酸置換変異を持つことで抵抗性を示すトコジラミ類が国内で確認されている[11]。現在蔓延している個体のほとんどがこれらの殺虫剤に対して抵抗性を持つと考えられているが、本邦のトコジラミの殺虫剤抵抗性の現況は十分に解明されていない。

以上の背景から、効果的な防除法の選択や府民への啓発に必要な知見を得るために、大阪府におけるトコジラミの生息実態と殺虫剤抵抗性保有状況の調査が不可欠である。

【研究計画】

(一社)大阪府ペストコントロール協会の協力のもと、大阪府内でトコジラミ被害が見られた28地点から虫体を採取し、形態学的特徴[12]に基づき種同定を行った。採取された虫体から抽出したDNAを用いて、ピレスロイドの作用点であるナトリウムイオンチャネル(voltage-gated sodium channel, VGSC)、有機リン剤およびカーバメート系殺虫剤の作用点であるアセチルコリンエステラーゼ(acetylcholine esterase, AChE)をコードする領域をPCRにより増幅した。PCR産物の塩基配列をサンガーシーケンシングにより取得し、ピレスロイド抵抗性に関与するVGSCの3つ既知アミノ酸置換(V419L, L925I, I936F)[9]と、有機リン剤およびカーバメート系殺虫剤の抵抗性に関与するAChEのF348Y変異[11]の有無を確認した。

【実施内容・結果】

表1に結果を示した。28の採取地点の種別としては、一般住宅が25地点と大多数を占めていた。採取した虫体は全てトコジラミであり、ネッタイトコジラミは確認されなかった。採取した虫体のピレスロイド抵抗性に関連するアミノ酸置換の保有率については、本研究で解析した全集団にVGSCのL925I変異が検出された。しかし、V419LとI936F変異、およびこれら2つの変異とL925I変異の二重変異は検出されなかった。有機リン剤およびカーバメート系殺虫剤への抵抗性をもたらすAChEのF348Y変異は、いずれの集団でも検出されなかった。野生型と変異型のヘテロ接合体は確認されなかった。

【考察と今後の課題】

本研究で採取した虫体にネッタイトコジラミは確認されなかった。大阪府では2018年にトコジラミ被害が見られた宿泊施設から本種が発見されているが[5]、本邦で過去5年以内に行われた調査では大阪府から本種は発見されていない[4, 13]。したがって、現在も大阪府内にネッタイトコジラミが定着している可能性は低いと考えられる。本種の有機リン剤抵抗性が国内外で報告されているため[11, 14]、トコジラミ防除に有機リン剤を主として用いている本邦では有機リン剤抵抗性をもつ本種の侵入や定着が懸念される。温帯域に位置する韓国において本種が優占種となっている事例[15]を踏まえると、本邦の温帯域における本種の侵入・定着状況を継続的にモニタリングする必要がある。

ピレスロイドの作用点であるVGSCに関して、本研究で解析した全個体からL925I変異が検出され、大阪府においてはトコジラミ防除にピレスロイドが無効である可能性が示唆された。一方で、諸外国で高頻度に検出されているV419L変異やI936F変異は検出されなかった。このことから、近年のトコジラミ被害再興の際に他のピレスロイド抵抗性ハプロタイプが国外から持ち込まれた可能性は低いと考えられる。しかし、本研究ではサンプル

採取地点の大半が一般住宅であったため、今後は府外からの外客利用が多い宿泊施設を対象とした調査を強化し、外来ハプロタイプの侵入状況をより詳細に解明する。

一方で、有機リン剤やカーバメート系殺虫剤への抵抗性に関与する AChE の F348Y 変異は検出されなかったため、大阪府では有機リン剤やカーバメート系殺虫剤がトコジラミ防除に有効である可能性が示唆された。2011 年に山口県防府市において、AChE の F348Y 変異を保有するトコジラミの個体群が発見されている[11]が、本研究の結果では F348Y 変異を持つトコジラミがその後大阪府に持ち込まれ定着したとは考えにくい。VGSC の変異の分布状況については世界的によく研究されているが、AChE の変異の分布に関する研究は非常に限られている[3, 10]。そのため、有機リン剤およびカーバメート系殺虫剤抵抗性を持つ集団の拡散を防ぐには、国内のみならず世界的な調査が必要になる。

結論として、本研究で大阪府より採取されたトコジラミの全集団がピレスロイド抵抗性に関与する VGSC の L925I 変異のみを保有し、有機リン剤およびカーバメート系殺虫剤抵抗性変異である AChE の F348Y 変異は検出されなかった。これらの結果から、大阪府ではピレスロイドによるトコジラミ防除が困難である一方、有機リン剤およびカーバメート系殺虫剤が有効である可能性が示唆された。今日では多様な成分の殺虫剤が市販されており、適切な殺虫剤を選択することにより個人でトコジラミ被害に対処することも可能になりつつある。本研究で得られた知見が効果的な殺虫剤選択の一助になるよう、市民への啓発を行っていく。今後も大阪府内のみならず、本邦におけるトコジラミ被害拡大要因の解明を目指した研究活動を継続し、防除や対策に必要な知見の蓄積を進めていく。

【謝辞】

検体収集にご協力いただきました、一般社団法人大阪府ペストコントロール協会の皆様に厚くお礼申し上げます。

【論文発表】

本研究の成果論文を発表しており、本報告書の内容は下記論文の一部と重複します。

Sasaki, M. (2025). Current status of bed bug *Cimex lectularius* (Hemiptera: Cimicidae) infestation and prevalence of insecticide-resistant amino acid substitutions in Osaka Prefecture, Japan. *Med Entomol Zool.* 76(2):45-51

【経費使途明細】

使 途	金 額
DNA 抽出用試薬	16, 797 円
PCR 用試薬・カスタムプライマー	134, 095 円
DNA シーケンシング用試薬	160, 842 円
役務費（協力機関から当所への検体送付にかかる送料）	3, 180 円
振込手数料	1, 870 円
合 計	316, 784 円
大同生命厚生事業団助成金	300, 000 円

【図表】

表 1 検体の採取地点と殺虫剤抵抗性遺伝子変異の検出結果

集団 No.	個体数	種	地点種別	VGSC			AChE
				V419L	L925I	I936F	F348Y
1	3	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
2	9	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
3	6	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
4	10	<i>C. lectularius</i>	宿泊施設	-	○	-	-
5	32	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
6	1	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
7	2	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
8	2	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
9	10	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
10	2	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
11	1	<i>C. lectularius</i>	不明	-	○	-	-
12	1	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
13	9	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
14	3	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
15	3	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
16	2	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
17	4	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
18	1	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
19	2	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
20	1	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
21	3	<i>C. lectularius</i>	商業施設	-	○	-	-
22	1	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
23	10	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
24	3	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
25	1	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
26	24	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
27	10	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
28	9	<i>C. lectularius</i>	一般住宅	-	○	-	-
変異検出数				0	28	0	0
変異保有率(%)				0.0	100.0	0.0	0.0

VGSC: Voltage-gated sodium channel, AChE: Acetylcholine esterase.

【引用文献】

1. 平尾素一. (2010). トコジラミの再興と防除の現況. *衛生動物*, 61(3), 211-221.
2. Chebbah, D., et al., (2021). Bed Bugs (Hemiptera: Cimicidae) Population Diversity and First Record of *Cimex hemipterus* in Paris. *Insects*, 12(7).
3. Cho, S., et al., (2023). The first recent case of *Cimex hemipterus* (Hemiptera: Cimicidae) with super-kdr mutations in the Republic of Korea. *J Med Entomol*, 60(4), 822-827.
4. 小松 謙之, 中村 春美. (2023). 2019～2021 年の国内におけるネッタイトコジラミおよびトコジラミの生息調査. *衛生動物*. 74 (4): p. 157-160

5. 成 隆光ら. (2018). 大阪市内の民間宿泊施設で見つかったネッタイトコジラミと殺虫剤抵抗性. 第34回日本ペストロロジー学会鹿児島大会プログラム・抄録集, 72.
6. 公益社団法人日本ペストコントロール協会事務局. 令和5年度害虫等相談件数集計報告. ペストコントロール. 2023, 28;p. 22-25.
7. 矢口 昇. (2013). わが国でのトコジラミ被害. トコジラミ読本. pp. 40-63. 日本環境衛生センター, 神奈川.
8. 谷川力ら. (2020). (公社)日本ペストコントロール協会に寄せられた害虫獣の相談件数 ―特に相談件数の多い種類と急増している種類について―. ペストロロジー, 35(2): p. 81-87.
9. Dang, K., et al., (2017). Insecticide resistance and resistance mechanisms in bed bugs, *Cimex* spp. (Hemiptera: Cimicidae). *Parasit Vectors*, 10(1): p. 318.
10. 富田隆史ら. (2015). トコジラミの殺虫剤抵抗性に関する全国調査. 厚生労働科学研究費補助金 (新型インフルエンザ等新興・再興感染症研究) 分担研究総括報告書 (No.201420016B). p. 106-114.
11. Komagata, O., et al., (2021). Common substitution mutation F348Y of acetylcholinesterase gene contributes to organophosphate and carbamate resistance in *Cimex lectularius* and *C. hemipterus*. *Insect Biochem Mol Biol*, 138, 103637.
12. Usinger, R. L. (1966). *Monograph of Cimicidae (Hemiptera-Heteroptera)* (Vol. 7). Entomological Society of America.
13. 木村 悟朗, 吉崎 直輝. (2024). ベクトロン®FL を用いたトコジラミ駆除事例, 衛生動物, 75 (2): p. 73-75
14. Tawatsin, A., et al., (2011). Insecticide resistance in bedbugs in Thailand and laboratory evaluation of insecticides for the control of *Cimex hemipterus* and *Cimex lectularius* (Hemiptera: Cimicidae). *J Med Entomol*, 48(5): p. 1023-30.
15. Cho, S., et al., (2024). Species identification and pyrethroid resistance genotyping of recently resurgent *Cimex lectularius* and *Cimex hemipterus* in Korea. *Parasites Hosts Dis*, 62(2): p. 251-256.