

トコジラミの基本的な性質

こま がた おさむ
駒形 修

国立感染症研究所 昆虫医科学部

本誌に掲載されたトコジラミに関する特集から約10年が経過した。2000年代後半には欧米をはじめとする世界各地で被害の報告が急増した。日本でも2010年頃から被害が顕著になり始めた。日本のトコジラミの流行は8年から10年遅れて起こっていると言われることもある。

トコジラミの問題に対処するため、2010年にはトコジラミ研究会が開催され、関係者が集まり、対策等を協議した。その成果は『トコジラミ読本』として出版されている¹⁾。同時期に日本ペストコントロール協会から『トコジラミ技術資料集』も出版された²⁾。これらは、トコジラミについて要点が簡潔に解説されており、現在でも十分参考になる。

一方で、最近、世界各地の深刻な被害が報じられ、トコジラミに関心を持った方も多いのではないかとと思われる。そこで、トコジラミの基本的な性質と、防除が難しく被害が深刻化する理由について整理したいと思う。

トコジラミは、害虫としてゴキブリと比較されることがある。ゴキブリの防除が困難であることは広く認識されているが、トコジラミの防除はさらに難易度が高い。ト

コジラミは吸血行動を行い、人間に直接被害を与える（写真1・写真2）。吸血によって生じる痒みは強く、被害は深刻である。しかし、トコジラミのやっかいな性質はそればかりではない。さらに複合的に作用する。概ね以下のご認識いただけると良いと思う。



写真1 吸血したトコジラミと血糞



写真2 吸血前(右)と吸血後(左)のトコジラミ

1. 血液のみを餌とする：血液のみを餌とし、水分も吸血した血液からのみ摂取する。
2. 絶食に強い成虫：成虫は数ヵ月から環境によっては1年以上絶食しても生存する。
3. 成長が早く寿命が長い：卵から成虫になるまで約40日、成虫は100日から1年以上生存する。
4. 繁殖力が高い：1頭の雌は1日に2～5個、約100日間で200～500個の卵を産む。
5. 近親交配に強い：雌雄1組から多数の子孫が繁殖する。子孫同士でも繁殖する。
6. 人の生活圏の屋内に生息：自然環境の影響を受けにくい。
7. 明るい場所を避ける：トコジラミの成虫は体長が5～8mmだが扁平で薄い体で、わずかな隙間から隙間に隠れる。壁の裏やベッドの部品の間、壁の裏、服の裏地の隙間など、わずかな隙間に入ることができる。
8. 迅速な移動：飛翔はできないが、吸血時には壁や天井、柱を登り、迅速に移動することができる。
9. 一度侵入すると居続ける：侵入した場所に長期間留まり、分散しない。吸血機会がない場合は待つ。
10. 殺虫剤抵抗性：殺虫剤に対する強力な抵抗性個体が世界中にまん延している。

複合的というのは、たとえば以下のようなことである。「血液のみを餌とする」+「殺虫剤抵抗性」を考える。血液のみを餌とするということは、家庭用のゴキブリ用で普及している毒餌タイプの殺虫剤は意味がない。なぜならば吸血以外の方法で餌も水分も摂取しないからである。すると使用できる殺虫剤は、スプレーや燻蒸タイプなどの接触毒性を持つものに限られる。殺虫剤の

選択肢が減るわけであるから、同じ殺虫剤を繰り返し使用する羽目になり、抵抗性が選抜されて発達する可能性は高くなる。

このように単独でも多くのやっかいな性質を持っているが、いろいろな性質を併せ持つことでさらに防除が困難となっている。

トコジラミの分類

トコジラミ (*Cimex lectularius*) は、カメムシ目 (半翅目) トコジラミ科に属する昆虫である。かつては南京虫 (ナンキンムシ) と呼ばれていたこともある。カメムシ目には、特徴的な臭い、人が悪臭と感じる臭いを発する種も多い。トコジラミもまた特徴的な臭いを発する。この臭いが生物学的にどのような意味を持つのかは解明されていない。この臭いに反応するように、特別に訓練された探知犬が、トコジラミの発生現場で隠れているトコジラミを発見するために用いられている。

日本では、トコジラミの他、ネッタイトコジラミ *C. hemipterus*、コウモリトコジラミ *C. japonicas*、及びツバメトコジラミ *Oeciacus hirundinis*、の計4種が報告されている。日本での被害は、ほとんどがトコジラミであると推察される。そのため、本稿は基本的にトコジラミについて記載する。

ネッタイトコジラミは名前のとおり、熱帯地域に生息すると思われてきたが、2016年に東京都で採集された³⁾。トコジラミとネッタイトコジラミはよく似ているが、前胸背板側縁の形態が異なるため区別することができる。ネッタイトコジラミはより高温に生息することを除けば、基本的な性質はトコジラミとあまり変わらないようである。

ツバメトコジラミやコウモリトコジラミは名前のとおり、ツバメやコウモリを好ん

で吸血する。ツバメトコジラミが人家に営巢した結果、巢から移動して人を加害した例が報告されている⁴⁾。また、病院に営巢した結果、吸血被害が生じた例も報告されている⁵⁾。

トコジラミの吸血嗜好と絶食耐性

トコジラミの餌及び水分の摂取は、動物を吸血することによって得られる血液のみである。孵化後、1 齢から5 齢幼虫を経て、成虫となる。幼虫の間は1 回吸血するごとにステージが1 つ進むため、成虫になるまでに最低5 回吸血する必要がある。気温(低温のほうが成長が遅い)や吸血回数にもよるが、卵が孵化するまでに5 日、成虫になるまでに40 日程度必要であると言われる。トコジラミは不完全変態で、孵化後、体長は大きくなっていくが、形態が大きく変わることはなく、蛹の期間もない。トコジラミの交尾は外傷性受精と呼ばれる独特なものである⁶⁾。

餌とする血液であるが、人血でなくとも良い。犬、猫、ネズミ、鳥などを吸血することが知られている。したがって、吸血対象は厳密に限られるわけではないようである。成虫であれば、数ヵ月は絶食・絶水状態でも生きると言われている。この性質は、防除の際に問題となる。とりあえず防除に成功しても、時間がたってから隠れていた別の個体が時間差で出現することがある。これは新たな個体が侵入した可能性もあるが、奥のほうに隠れていた個体が吸血のために表に出てきた可能性が高い。したがって、防除後も数週間以上経過してから再確認を行うことが必要となっている。

トコジラミの移動

トコジラミの長距離移動は、ほとんどの人の行動に依存している。最近、認知されつ

つあるが、旅行先で宿泊していたホテルの部屋に潜んでいたトコジラミが、持参している服の布地の間、あるいは直接スーツケース等に入って移動することが多い。実際、日本では、上述したように2000年代の後半からトコジラミが問題となったが、当初、被害が目立ったのは宿泊施設であった。

ここでも絶食・絶水に強いという性質が、トコジラミにとって有利に働く。連続して飛行機に乗る時間が限られていることを考えると、絶食・絶水で死ぬことは期待できない。航空機において、預け荷物等を入れる貨物室は、一般的に客室より低温となるが、少なくとも水が凍らない程度には保たれているそうなので、トコジラミが死ぬことはまずないであろう。そのため、人が移動する限り、国境を越えて容易に移動する。

宿泊施設の衛生状態が良いことが、トコジラミの被害が発生しないことにはならないことに注意が必要である。どのような部屋でも、隙間は存在する。宿泊料の高い、いわゆる高級な宿泊施設でも被害は起きている。

部屋から部屋への移動は、たとえばホテルであれば、清掃作業に伴って被害が広がることがある。ホテルでは、シーツなどのリネン類の交換作業のため行き来している間に広がってしまうのだと思われる。

殺虫剤抵抗性

2010年頃のトコジラミ被害の再興が起こったときに、被害拡大の原因となった理由の一つと考えられているのが殺虫剤抵抗性、特にピレスロイド系殺虫剤に対する抵抗性である⁷⁾。ピレスロイド系殺虫剤はハエ、蚊、ゴキブリ用の業務用だけでなく、家庭で個人が使用する蚊取り線香やエアロゾル製剤(いわゆるスプレー式の殺虫剤)の有効成分として、世界中で広く使用されている。

当時、米国から強力なピレスロイド抵抗性がRomeroらにより報告された。このとき使用されたる紙接触法では、デルタメトリンが 0.13 mg/cm^2 濃度となるようにされていた。デルタメトリンは、日本では販売されていないが、世界的には広く使用されている。殺虫力は高く、イエバエのLD₅₀と比較して一般的なピレスロイドの10倍近い殺虫力がある。したがって、Romeroらの設定したデルタメトリンの濃度は極めて高い。Romeroらは、殺虫剤感受性系統が100%死ぬことが確認された濃度を、さらに30倍高くして判定濃度と設定した。この判定濃度を生き残る強力な抵抗性トコジラミについて、ピレスロイド系殺虫剤の作用点電位依存性ナトリウムチャンネル上にKnockdown Resistance (kdr) と呼ばれる抵抗性の要因となる変異を報告している。このkdr変異は複数あるのだが、特に925番目に位置するアミノ酸LeucineがIsoleucineに変異する (L925I) が、ピレスロイド系殺虫剤への低親和性、つまり殺虫剤抵抗性をもたらしているものと示唆された。

筆者らはRomeroらの提唱したろ紙接触法と同じ方法で国内の採集したトコジラミを試験した。その結果、24時間後も生存する個体が多数見られた。そこで、防除を行っていたPCO等の関係者の協力を得て、23都道府県から80のコロニーを入手した。入手したトコジラミは、生きている場合も死体の場合もあった。生きている場合は上記のろ紙接触法を行い、生物検定でデルタメスリンに対する抵抗性を確認した。そして、すべての個体の遺伝子検査を行った。その結果、感受性遺伝子型として検出されたコロニーは11%に過ぎず、ピレスロイド系殺虫剤のトコジラミ駆除への有効性が日本の大多数のコロニーにおいて失われていることを明らかにした。変異ハプロタイプとしては、L925I単一変異型が優勢であった。

ピレスロイド抵抗性のまん延は日本を含めた世界中で周知の事実である。日本では、トコジラミに殺虫剤を使用する場合はカーバメート剤や有機リン剤の使用がまず検討される。これらの薬剤は、神経のアセチルコリンエステラーゼを標的としておりピレスロイド剤とは異なる。しかし、限られた集団ではあるが、アセチルコリンエステラーゼが変異し、カーバメートや有機リン剤への感受性が低下していることが確認された。筆者らが調べた範囲では、ピレスロイド抵抗性と、カーバメート、有機リン剤抵抗性の両方の変異型遺伝子を持っている個体は確認されなかった。

最近、Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) の作用機構分類にグループ 30、GABA 作動性塩化物イオン (塩素イオン) チャンネルアロステリックモジュレーターが追加され、ブルフラニリドが上市された。こちらは新規の作用機構を有し、効果が期待される薬剤となっている。

トコジラミの殺虫剤抵抗性は強力ではあるが、すべての種類の殺虫剤に抵抗性という個体は確認されておらず、適切な殺虫剤を選択することで防除することができるはずである。ただし、防除には、物陰や隙間、それも殺虫剤が届きにくい細かい隙間に隠れているトコジラミに十分量の殺虫剤を処理する必要がある。場合によっては、ベッドなど家具の解体や壁を壊して裏側に薬剤を処理する等が必要となることから、PCO等の専門家が対処することが推奨される。

トコジラミにおける制度上の問題

現在のところ、実験室での報告を除き、トコジラミが感染症を媒介する事例は知られていない。吸血による症状は深刻な問題だが、感染症を媒介しないため、蚊などとは明確に対応が区別されることがある。過去に筆者がアメリカの研究者から聞いた話

では、蚊以外の疾病媒介生物への研究費は限られており、多様な医学研究に多額の研究費を配することで知られる国立衛生研究所（NIH）からでも、トコジラミの研究費を獲得することは難しいとのことであった。日本では、このような区別はないが、感染症の媒介節足動物の対策を優先している国は珍しくないように思う。

トコジラミに固有の問題ではないが、殺虫剤の承認制度にも違いがある。殺虫剤の承認に関しては、アメリカでは基本的にEPAが一括して管理している。日本では、医薬品（部外品含む）、動物用医薬品、農薬、その他の殺虫剤と制度が分かれており、担当官庁も異なる。そのため、それぞれの分野で、新しい有効成分を上市するためには個別に承認を得たり、登録を行ったりする必要がある。一方で、医薬品として、部外品、第1種、第2種などの区分はあるものの、基本的に一般用医薬品（医師の処方が必要とせず薬局等で購入できる医薬品、OTC）である（一部の殺虫剤は業務用として、販売者により自主的にPCO等の防除業者にのみ販売されているが、承認としては一般用医薬品である）。海外で用いられているような、ライセンスを持つ防除専門家のみが使用できるような使用時の毒性が高い薬剤、医薬品でいうと医師の処方薬のような薬剤は使用できない。このため、弱い薬を長期間使用しなくてはならないような場合もあると思われる。トコジラミ、あるいはネズミなどは非常に防除が難しいため、さまざまな手段を使用できることが望ましい。安全性を確保しつつ、より良い防除のために検討が必要な問題である。

トコジラミ被害は、かつて宿泊施設が多かったが、徐々に一般家庭や公共施設、交通機関などへ被害拡大が拡大すると言われてきた⁸⁾。すでに、日本でも一般家屋や図

書館、病院などからの報告が目立つようになってきた。海外では、映画館や交通機関の椅子を介した拡散事例も報告されている。トコジラミの問題は、公衆衛生、社会福祉だけでなくインバウンドに伴う旅客の移動や、貨物の国際的な移動も関係しており、また、殺虫剤の承認制度も関係しており、防除には連携が欠かせない状況となっている。

日本では、殺虫剤に加えて、スチームなど高温による物理的な殺虫方法や進入路や隠れ場所をなくするような環境整備、荷物による持込みに注意を払う等の予防策の強化など、総合的な防除が進められている。一方で、一般社会においては、トコジラミの防除は簡単ではない、という認識はまだ十分に理解されていないように思う。トコジラミはなぜ防除が難しいのか、基本的な性質を理解したうえで、これからも対策を進めていくことが必要である。

引用文献

- 1) トコジラミ研究会（監修）、トコジラミ読本、149頁、日本環境衛生センター、2013
- 2) (社)日本ベストコントロール協会（編）、トコジラミ技術資料集、75頁、(社)日本ベストコントロール協会、2010
- 3) 小松謙之、白川篤、中村春美、藤井啓一、東京都で生息が確認されたネッタイトコジラミ、p. 95-98、衛生動物、69 (2)、2018
- 4) 小松謙之、仲村昇、山内健生、ツバメトコジラミによるヒト刺咬例、p. 223-225、衛生動物、67 (4)、2016
- 5) 金井信一郎、トコジラミの院内での対応、p.353-357、モダンメディア、64 (12)、2018
- 6) 山田量崇、トコジラミ類で見られるふしぎな交尾：外傷性授精、p.368-374、遺伝：生物の科学、73 (4)、2019
- 7) 富田隆史、トコジラミの殺虫剤抵抗性、p. 223-229、衛生動物、61 (3)、2010
- 8) 日本衛生動物学会（編）、トコジラミ特集、p.211-260、衛生動物、61 (3)、2010