

# 有機リン剤抵抗性トコジラミ類に対する新規殺虫成分の探索

Search for effective agents from agricultural pesticides against  
organophosphate-resistant bed bugs

數間亨

Tohru KAZUMA<sup>1</sup>

【要約】 現在市販されている農薬のうち作用機序が異なる 19 グループ (23 製剤) を用いて、有機リン剤抵抗性および感受性トコジラミ類に対する殺虫効果を残渣接触試験 [有効成分: 500mg/m<sup>2</sup> (22 製剤) または 50mg/m<sup>2</sup> (1 製剤)、2~3 反復] により評価した。既存の衛生害虫用殺虫製剤では致死効果が低いトコジラミ類に対して、残渣接触試験の 24 時間接触区で効果の高かった農薬の有効成分は、フィプロニル [(144 時間後致死率 83% (瀕死含))] およびトルフェンピラド [(144 時間後致死率 100% (瀕死含))] であった。

キーワード: 有機リン剤抵抗性トコジラミ、農薬、フィプロニル、トルフェンピラド

## 1. はじめに

て試験を実施した。

現在、トコジラミやネッタイトコジラミに対して使用可能な殺虫剤の有効成分は、速効性のあるピレスロイド系殺虫成分と致死効果の高い有機リン系殺虫成分やカーバメート系殺虫成分と新規殺虫成分であるメタジアミド系殺虫成分の4種類のみである。国内で発生するトコジラミの約9割はピレスロイド剤に対して抵抗性を示すとされており、実際の駆除現場では、主に有機リン剤を使用している。海外では、これまでにアメリカ、タイ、スリランカにおいて、有機リン剤やカーバメート剤に抵抗性を示すトコジラミやネッタイトコジラミが報告されている<sup>1), 2), 3)</sup>。国内においても、有機リン剤の効果が低いトコジラミやネッタイトコジラミが国内で報告されており、今後、有機リン剤を継続的に使用することや海外からの有機リン剤抵抗性トコジラミの侵入等により、国内で衛生害虫用の殺虫製剤の効果がなくなる可能性も考えられる。そのため、本研究では、医薬品または医薬部外品として承認されている衛生害虫用殺虫製剤よりも、作用機序のバリエーションが豊富な農薬から殺虫剤抵抗性トコジラミおよびネッタイトコジラミに対して効果のある殺虫成分を探索し、新たな有効成分を含んだ衛生害虫用殺虫製剤の今後の承認開発の一助となることを目的とし、各種製剤を用い

## 2. 材料および方法

### 2.1 供試トコジラミ (*Cimex lectularius*) およびネッタイトコジラミ (*Cimex hemipterus*) の系統

- 1) 帝京大コロニー: 1972年頃から当センターで飼育維持されているトコジラミ、薬剤感受性系統
- 2) 防府コロニー: 防府市の宿泊施設において足立雅也氏が採集したトコジラミを累代飼育した有機リン剤抵抗性系統
- 3) 那覇コロニー: 那覇市の宿泊施設において小松謙之氏が採集したネッタイトコジラミを累代飼育した有機リン剤低感受性系統  
すべて吸血後7日以内の成虫を用いた。試験区1区につき、10匹供試した。

### 2.2 供試薬剤 (全て市販製剤を用いた)

衛生害虫用の製剤として、有機リン系はフェニトロチオン10%乳剤とプロペタンホス20%マイクロカプセル剤、ピレスロイド系は5%水性乳剤の計3種を用いた。農薬として登録されている製剤からは、フェニルピラゾール系からフィプロニル5%フロアブル剤とエチプロール10%フロアブル剤、ネ

<sup>1</sup> (一財) 日本環境衛生センター東日本支局

オニコチノイド系からジノテフラン20%水溶性細粒、スルホキシイミン系からフルホサキフロル9.5%水和剤、スピノシン系からスピネトラム11.7%粘稠懸濁液体、アベルメクチン系からエマメクチン安息香酸塩1%乳剤、ピリジンアゾメチン誘導体からピリフルキナゾン20%水和性細粒、ピロール系からクロルフェナピル10%フロアブル剤、ネライストキシシン類縁体からカルタップ塩酸塩75%水溶剤、METI剤からピリダベン20%フロアブル剤、テブフェンピラド10%フロアブル剤、トルフェンピラド15%乳剤、オキサジアジン系からインドキサカルブ5%水和剤、セミカルバゾン系からメタフルミゾン25%フロアブル剤、テトロン酸およびテトラミン酸誘導体からスピロテトラマト22%フロアブル剤、ジアミド系からクロラントラニプロール5%フロアブル剤、フロニカミドからフロニカミド10%顆粒水溶剤、イソオキサゾリン系からフルキサメタミド10%乳剤、ピリダリルからピリダリル10%フロアブル剤、フロメトキンからフロメトキン10%フロアブル剤の作用機序の合計19種類、23製剤を使用した。

農薬の選定は、可能な限り接触毒として作用するものを選んだ。

## 2.3 試験方法

### 1) 供試薬剤の処理薬量

衛生害虫用供試薬剤はトコジラミの用量に合わせて薬量を調整した。フェニトロチオン乳剤は500mg/m<sup>2</sup>、プロペタンホスMC剤およびペルメトリン水性乳剤は250mg/m<sup>2</sup>の有効成分量となるように処理した。農薬はフェニトロチオン乳剤の薬量に合わせるため、1製剤を除いて、全て1%に希釈して処理し、500mg/m<sup>2</sup>の薬量とした。なお、既に1%の製剤（アベルメクチン系農薬）は10倍に希釈して、50mg/m<sup>2</sup>の薬量とした。

### 2) 継続接触試験

10cm×10cmのベニヤ板に各種薬剤を所定濃度に希釈した溶液を0.5mlずつ均一になるように滴下（50ml/m<sup>2</sup>相当）し、一昼夜風乾した。処理したベニヤ板に登攀防止用に壁面に炭酸カルシウムを塗

布したガラスリング（径8.4cm×高さ3.6cm）を置き、その中に供試虫一群10匹（成虫雌雄混合）を放し、強制的に処理した面に継続的に接触させた。1日毎に供試虫の致死状況をノックダウン（脚をばたつかせ、蘇生の可能性がある個体）、瀕死（脚をわずかに動かすのみで蘇生の見込みがない個体）および致死個体に分けて最長6日間まで観察した。供試虫の系統および供試薬剤によっては、2～3回の繰返しを行った。

### 3) 24時間接触試験

供試虫一群を処理面に接触させるまでは、継続接触試験と同様の方法であるが、接触時間を24時間と限定し、その後は、蛇腹状に折りたたんだろ紙を入れた清潔なプラスチック容器に回収し、致死状況を同様に観察した。観察は最長6日間まで行った。

## 3. 結果および考察

表1 継続接触試験

サブグループ名	有効成分名	処理薬量 (mg/m <sup>2</sup> )	6日後の致死率**		
			帝京大*	防府	那覇
有機リン系	フェニトロチオン	500	100	20	30
	プロペタンホス	250	100	0	100
フェニルピラゾール系	フィプロニル	500	100	100	97
ピレスロイド系	ペルメトリン	250	100	10	3
ネオニコチノイド系	ジノテフラン		0	10	-
スルホキシイミン系	フルホサキフロル	500	10	5	-
スピノシン系	スピネトラム		70	93	83
アベルメクチン系	エマメクチン安息香酸塩	50	0	10	-
ピリジンアゾメチン誘導体	ピリフルキナゾン		0	-	-
ピロール系	クロルフェナピル		0	20	-
ネライストキシシン類縁体	カルタップ		0	0	-
METI剤	トルフェンピラド		100	100	90
	ピリダベン		20	-	-
	テブフェンピラド		100	-	-
セミカルバゾン系	メタフルミゾン	500	0	-	-
テトロン酸およびテトラミン酸誘導体	スピロテトラマト		0	-	-
ジアミド系	クロラントラニプロール		0	-	-
フロニカミド	フロニカミド		5	-	-
イソオキサゾリン系	フルキサメタミド		100	10	-
フロメトキン	フロメトキン		0	0	-
ピリダリル	ピリダリル		0	0	-

\*: 帝京大学の衛生害虫用殺虫剤と18種類の農薬を用いて継続的に残渣接触させたところ、接触5日後の致死率が100%であった供試薬剤は、フェニトロチオン、プロペタンホス、フィプロニル、ペルメトリン、トルフェンピラド、テブフェンピラドお

\*\*：瀕死含む

よびフルキサメタミドであった。有機リン剤抵抗性トコジラミである防府系統に対しては、フィプロニル、スピネトラムおよびトルフェンピラドの有効成分が、継続接触6日後に9割以上の致死率であった。ネッタイトコジラミである那覇系統に対しては、プロペタンホス、フィプロニル、スピネトラムおよびトルフェンピラドの4成分が、継続接触6日後に8割以上の致死率となった。感受性系統で効果がなかった有効成分については、有機リン剤抵抗性系統に対しても同様に効果はなかった。なお、イソオキサゾリン系であるフルキサメタミドについては、感受性系統で致死効果が100%であったが、有機リン剤抵抗性系統に対しては、作用機序が異なるものの致死率は10%と低かった。

防府系統については、衛生害虫用殺虫剤3種類に対して、接触6日後の致死率が最も高く20%であったことから、防府系統の有機リン剤抵抗性およびピレスロイド剤抵抗性が再確認できた。那覇系統については、継続接触6日後の致死率は、フェニトロチオンで30%、ペルメトリンで3%であったものの、化学構造が対称型であるフェニトロチオンとは異なる非対称型のプロペタンホスに対しては100%の致死率であった。なお、継続接触試験の結果、全系統の供試虫に対して9割以上の致死率であったフィプロニルおよびトルフェンピラドの有効成分について、フィプロニルは、致死率とノックダウンおよび瀕死を含んだ致死率がほぼ同じ数値になるのに対して、トルフェンピラドでは、3日後のノックダウンおよび瀕死を含んだ致死率は100%であるものの、致死率のみは17%であり、6日後の致死率も63%に留まり、まったく動かなくなる致死の状態になるまでに時間がかかる傾向にあった。これは、トルフェンピラドを処理したコナガ幼虫が短時間で食害行動を含む活動を停止するものの、致死には時間を要するとの報告と一致する<sup>4)</sup>。トルフェンピラドはMETI剤（ミトコンドリア電子伝達系複合体I阻害剤）のグループに属し、細胞のエネルギー利用を妨害する薬剤である。

表2 24時間接触試験結果

サブグループ名	有効成分名	処理薬量	6日後の致死率*
		(mg/m <sup>2</sup> )	防府
有機リン系	フェニトロチオン	500	6
	プロペタンホス	250	3
フェニルピラゾール系	フィプロニル	500	83
	エチプロール		70
ピレスロイド系	ペルメトリン	250	0
スピノシン系	スピネトラム		13
METI剤	トルフェンピラド	500	100
	ピリダベン		3
	テブフェンピラド		23
オキサジアジン系	インドキサカルブ		0

\*: 瀕死含む

継続接触試験において、比較的致死効果が高かった農薬3種（フィプロニル、スピネトラムおよびトルフェンピラド）、フィプロニルとトルフェンピラドそれぞれと同じサブグループである有効成分およびオキサジアジン系の有効成分である農薬4種と衛生害虫用殺虫剤3種の計10種の成分を用いて、24時間接触試験を有機リン剤抵抗性トコジラミに対して行った。

継続接触試験と比較すると、6日後の致死率は全体的に低下するものの、フィプロニルおよびトルフェンピラドについては、瀕死を含んだ致死率がそれぞれ83%および100%と高かった。なお、フィプロニルと同じサブグループであるエチプロールについては、6日後の致死率が70%と比較的高かったものの、トルフェンピラドと同じサブグループであるピリダベンとテブフェンピラドは6日後の致死率がピリダベンで3%、テブフェンピラドで23%と低かった。感受性系統に対する継続接触試験では、テブフェンピラドは5日後の接触で100%、ピリダベンは20%となっている。そのため、フロアブル製剤であるテブフェンピラドと乳剤であるトルフェンピラドでは、限られた時間内での有効成分の取り込み量の差が考えられた。また、ピリダベンについては、農薬の濃度が他の2製剤（トルフェンピラド:15%乳剤、テブフェンピラド:10%EW剤）よりも20%と高いため、有効成分自体の致死効果の差の可能性が示唆された。なお、継続接触試験では防府系統に対して、6日後の致死率が

93%と効果の高かったスピネトラムについては、13%と低下したため。取り込み量（時間）が少ないと効果が低下することが示唆された。

今回の試験は、衛生害虫であるトコジラミやネッタイトコジラミに対して農薬を用いたものであるため、トコジラミと農業害虫との違いや殺虫剤の有効成分以外の溶剤等が農薬と衛生害虫用では異なることから、各種農薬の有効成分がトコジラミに対して純粋に効果を示したかは不明である。本研究で効果の低かった各有効成分でも、原体の微量滴下試験や残渣接触試験を行えば、トコジラミの抵抗性系統に対しても効果がある可能性が考えられる。そのため、今後は本研究で効果のあったフィプロニルやトルフェンピラドの原体を用いて、感受性系統と抵抗性系統のトコジラミに対して微量滴下試験を行うこと、効果のなかった他の農薬でも薬量を増やして残渣接触を行うことや直接噴霧試験等を行い、他の有効成分のトコジラミに対する効果を確認する必要があると思われた。

#### 4. 謝辞

本研究は、当センター研究奨励金制度（2020年度、2021年度）の助成を受けて実施された。また、研究の実施にあたっては同センター環境生物・住環境部の皆様にご協力頂いたことを深く感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) Steelman et al., (2008) : J Agr Urban Entomol. 25, pp41-51
- 2) Tawatsin et al., (2011) : J Med Entomol. 48, pp1023-1030
- 3) Karunaratne et al., (2007) : Pestic Biochem Physiol. 88, pp102-107
- 4) 野中信行, 高城圭子, 村井啓三郎 (2003) : 植物防疫) . 57号(5), pp229-232

#### Summary

Residual contact test was conducted using 19 groups (23 formulations) with different action

mechanisms from pesticides for insecticidal effect on organophosphate-resistant bed bugs [Active ingredient: 500 mg/m<sup>2</sup> (22 formulations) or 50 mg/m<sup>2</sup> (one formulation), 2–3 repetitions]. The active ingredients of the pesticide, which were highly effective in the 24-h contact against bed bugs and had a low lethal effect with the existing insecticides for sanitary pests, were fipronil [mortality rate 83% after 144 h (including moribund)] and tolfenpyrad [mortality rate 100% after 144 h (including moribund)].