リンゴコカクモンハマキの雄成虫を用いた薬剤 感受性簡易検定法の検討

舟 山 健

秋田県果樹試験場鹿角分場

Simple Bioassay for Monitoring Insecticide Resistance using Male Adults of Summer Fruit Tortrix, *Adoxophyes orana fasciata* WALSINGHAM (Lepidoptera: Tortricidae). Ken FUNAYAMA (Kazuno Branch, Akita Fruit-Tree Experiment Station, Hanawa, Kazuno, Akita 018-52, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* **41**: 240-242 (1997)

Abstract: Comparative chlorpyrifos susceptibilities were examined in male adults and 5th-instar larvae between resistant and susceptible populations of the Summer Fruit Tortrix, *Adoxophyes orana fasciata*. The susceptibilities were similar and parallel in both stages in each population. Monitoring of chlorpyrifos resistance is possible by treating male adults captured in sex-pheromone traps using a body-dipping method.

Key words: chlorpyrifos resistance, monitoring, male adult, Summer Fruit Tortrix

秋田県南部のリンゴ園ではリンゴコカクモンハマキ *Adoxophyes orana fasciata* WALSINGHAM の chlorpyrifos に対する抵抗性発達が確認されているが、本種の chlorpyrifos 抵抗性の分布は本県北部には及んでいない(舟山・高橋, 1995)。薬剤抵抗性の発達を事前に予測することは難しい(浜, 1992)が、的確な防除を行うためには個々の農家が本種の薬剤感受性の実態を把握しておくことが重要である。数種の鱗翅目害虫では性フェロモントラップで捕獲した雄成虫を用いた薬剤感受性のモニタリングが行われている(SUCKLING et al., 1985; CAMPANHOLA and PLAPP, 1989; 広瀬・浜, 1996)。

そこで、リンゴコカクモンハマキの薬剤感受性簡易検定法を確立するための基礎資料を得る目的で、chlorpyrifos 抵抗性個体群と感受性個体群を用い、幼虫と成虫の薬剤感受性の比較と性フェロモントラップで捕獲した雄成虫の chlorpyrifos に対する感受性簡易検定の検討を行ったので報告する。

本文に入るに先立ち、本稿のご校閲をいただいた農林水産省果樹試験場リンゴ支場虫害研究室坂神泰輔室長ならびに秋田県果樹試験場高橋佑治場長に厚く御礼申し上げる。また、有益なご意見と文献をいただいた日本植物防疫協会研究所和田 豊氏、chlorpyrifos 抵抗性リンゴコカクモンハマキを提供していただいた秋田県果樹試験場大隅専一氏ならびに試験にご協力いただいた鹿角分場阿部恭子氏に謝意を表する。

材 料 と 方 法

1. 5 齢幼虫の薬剤感受性検定

Chlorpyrifos 抵抗性個体群 (5 齢幼虫の LC_{50} は $500 < \text{ppm}$)

は 1994 年に秋田県平鹿町明沢のリンゴ園から、感受性個体群 ($LC_{50} = 43.7 \text{ ppm}$) は 1995 年に秋田県鹿角市寺坂のリンゴ園から、越冬世代幼虫を採集して恒温室 ($24 \pm 1^\circ\text{C}$, 16L-8D) で人工飼料インセクタ LF (日本農産工業㈱) を餌として飼育し、1 世代経過させた 5 齢幼虫を供試した。供試薬剤は Table 1 に示した市販の殺虫剤 20 剤を常用濃度に、さらに chlorpyrifos 25% 水和剤は抵抗性個体群には $63 \sim 1,000 \text{ ppm}$ 、感受性個体群には $16 \sim 250 \text{ ppm}$ の 5 段階濃度に水 (展着剤アイヤー® を 10,000 倍で加用) で希釈し供試した。

薬剤感受性検定は葉片浸漬法により 1 区 10 頭 3 反復で行った。供試薬液にリンゴ葉 (品種: 'ふじ', 葉面積 $20 \sim 25 \text{ cm}^2$) を 10 秒間浸漬した後に室内で風乾後、プラスチックカップ (径 $8 \times 4.5 \text{ cm}$) に 5~7 葉入れて供試虫を放し、上蓋 (無孔) を閉めて上記の恒温室内に置いた。調査は処理 48 時間後に生存虫、死亡虫および苦悶虫を計数した。死虫率は共食いによる死亡虫を除き苦悶虫を含めて算出し、無処理区の死虫率で補正した。

2. 成虫の薬剤感受性検定

Chlorpyrifos 抵抗性個体群 (5 齢幼虫の LC_{50} は $500 < \text{ppm}$) は 1995 年に秋田県平鹿町醍醐の秋田県果樹試験場内圃場から第 1 世代幼虫を、感受性個体群 (5 齢幼虫の $LC_{50} = 43.7 \text{ ppm}$) は 1995 年に秋田県鹿角市寺坂のリンゴ園から越冬世代幼虫を採集して、前項と同じ条件で飼育し 3 世代経過させた日齢 1 日の成虫を供試した。供試薬剤および chlorpyrifos に対する感受性検定の希釈濃度は前項と同様である。

薬剤感受性検定は虫体浸漬法により 1 区 5~10 頭 3 反復で行った。武田式粘着板 (武田薬品工業㈱) を $6 \times 15 \text{ cm}$ に切断し、供試虫を粘着面に背面を上につ着させ、供試薬液に成虫の付着した粘着板を 10 秒間浸漬した後に室内で風乾後、前項の恒温室内に置いた。調査は処理 24 時間後に生存虫、死亡虫および苦悶虫を計数し、死虫率は苦悶虫を含めて算出した。なお、無処理区での死虫率はいずれも 0% であった。

3. 野外個体群の 5 齢幼虫と性フェロモントラップで捕獲した雄成虫の chlorpyrifos に対する感受性検定

1996 年に秋田県鹿角市のリンゴ園 2 園地 (鹿角市関上, 鹿角市寺坂) から越冬世代幼虫を採集して、前項と同じ条件で飼育し 1 世代経過させた 5 齢幼虫と、1996 年 6 月 17 日に武田式粘着トラップ (武田薬品工業㈱) を 1 園地に 6 枚置き翌朝 10~11 時に回収して、捕獲した越冬世代の雄成虫を 1 区トラップ 1 枚 ($78 \sim 166$ 頭) ずつ供試した。供試薬剤は chlorpyrifos 25% 水和剤を $16 \sim 250 \text{ ppm}$ の 5 段階濃度に水 (展着剤アイヤー® を 10,000 倍で加用) で希釈し供試した。

薬剤感受性検定および調査は、5 齢幼虫は葉片浸漬法で、性フェロモントラップで捕獲した雄成虫はポリバケツ (径 $30 \times 30 \text{ cm}$) に供試薬液を入れ雄成虫の付着した粘着板を 10 秒間浸漬

Table 1. Insecticide susceptibility of chlorpyrifos-resistant (R) and -susceptible (S) populations of Summer Fruit Tortrix, *Adoxophyes orana fasciata*

Insecticide (formulation ^a ,%)	Concentration (dilution)	% Mortality					
		5th-instar larvae		Adults			
		R ^{b,e}	S ^{c,f}	R ♀ ^{c,g}	R ♂ ^{c,g}	S ♀ ^{c,f}	S ♂ ^{c,f}
Chlorpyrifos (W, 25)	×1000	29.4	100	13.3	20.0	80	100
Thiodicarb (W, 75)	×1000	100	100	10	0	0	14.3
Prothiophos (W, 32)	×800	100	90	16.7	20	— ^d	12.5
Fenpropathrin (W, 10)	×1000	95	100	80	90	83.3	100
Permethrin (W, 20)	×2000	94.7	90	20	43.3	0	42.9
Bifenthrin (W, 2)	×1000	89.5	80	50	70	14.3	85.7
Phenthoate (W, 40)	×800	85	73.3	66.7	100	60	100
Cypermethrin (W, 6)	×1000	75	80	10	40	14.3	14.3
Fenitrothion (W, 40)	×800	63.6	60.6	56.7	56.7	—	25
Salithion (W, 25)	×1000	60	100	60	100	85.7	71.4
Alanycarb (W, 40)	×1000	50	43.3	36.7	70	42.9	71.4
Fenvalerate (W, 10)	×1000	50	44.8	40	60	16.7	42.9
Fenitrothion (W, 30)							
Cyhalothrin (W, 5)	×2000	40	40	10	20	0	14.3
Diazinon (W, 34)	×1000	25	17.2	100	100	100	100
Carbaryl (W, 50)	×800	15.8	30	30	50	40	40
Fluvalinate (W, 20)	×2000	6.6	0	20	20	0	0
Dichlorvos (E, 50)	×1500	5.6	0	86.7	90	100	100
Methidathion (W, 36)	×1500	5.3	6.6	10	30	—	37.5
Cyfluthrin (E, 5)	×2000	6.9	30	100	90	—	71.4
Tralomethrin (F, 1.4)	×2000	0	10	23.3	70	50	71.4

^a W: Wettable powder; E: Emulsifiable concentrate; F: Flowable.^b 1994. ^c 1995. ^d Not examined.^e Resistant Akesawa population.^f Susceptible Terazaka population.^g Resistant Daigo population. Fig. 1. Chlorpyrifos susceptibility of male adults and 5th-instar larvae of Summer Fruit Tortrix (*Adoxophyes orana fasciata*) in 1995. ○: Male adults of resistant Daigo population, ●: 5th-instar larvae of resistant Akesawa population, □: Male adults of susceptible Terazaka population, ■: 5th-instar larvae of susceptible Terazaka population.

した後、前項と同様に行った。なお、無処理区の死虫率は関上個体群が 8.8%、寺坂個体群が 6.0% であった。

結果および考察

リングコカクモンハマキの chlorpyrifos 抵抗性個体群と感受性個体群の 5 齢幼虫と成虫の薬剤感受性検定結果を Table 1 に示した。5 齢幼虫の抵抗性個体群と感受性個体群の薬剤感受性の

Fig. 2. Chlorpyrifos susceptibility in two field populations of male adults captured in sex-pheromone traps and 5th-instar larvae of Summer Fruit Tortrix (*Adoxophyes orana fasciata*) in 1996. ○: Male adults captured in sex-pheromone traps, ●: 5th-instar larvae.

比較では、大部分の供試薬剤に対する死虫率はほぼ同等であったが、chlorpyrifos 水和剤以外に salithion 水和剤に対する死虫率は抵抗性個体群の方が感受性個体群より低かった。秋田県南部

産の chlorpyrifos 抵抗性個体群は salithion に対しても感受性低下が認められている (舟山, 1992) が, 抵抗性個体群と感受性個体群の交雑個体群の感受性検定結果から, 本種の chlorpyrifos と salithion に対する交差抵抗性の可能性は低いと考えられている (舟山・高橋, 1995)。

Chlorpyrifos 抵抗性個体群と感受性個体群における成虫の薬剤感受性の比較では, 大部分の供試薬剤に対する死虫率はほぼ同等であったが, chlorpyrifos 水和剤に対する死虫率は抵抗性個体群の方が感受性個体群よりかなり低かった。また, 雌成虫と雄成虫の薬剤感受性の比較では, 全般に雌成虫の方が雄成虫より死虫率がやや低かった。

鱗翅目害虫の薬剤感受性を幼虫と成虫で直接比較した報告は少ない。コナガの幼虫と成虫の各種有機リン剤に対する感受性の比較では, 大部分の有機リン剤で抵抗性比がほぼ同等であったが, cyanofenphos など 3 薬剤に対する抵抗性比は幼虫の方が成虫より大きかった (浜, 1988)。また, ハスモンヨトウの薬剤感受性系統と抵抗性系統の幼虫と雄成虫の methomyl に対する感受性の比較では, 雄成虫における抵抗性比は幼虫における抵抗性比に比べかなり小さかった (広瀬・浜, 1996)。

本種の幼虫の感受性を成虫の感受性から推定するための 5 齢幼虫と成虫の薬剤感受性の比較では, 半数以上の供試薬剤に対する死虫率はほぼ同等であったが, thiodicarb 水和剤, prothiophos 水和剤, permethrin 水和剤および cypermethrin 水和剤に対する死虫率は幼虫の方が成虫よりかなり高く, 逆に diazinon 水和剤, dichlorvos 乳剤, cyfluthrin フロアブル剤, tralomethrin フロアブル剤に対する死虫率は成虫の方が幼虫よりかなり高かった。今回の感受性検定は 5 齢幼虫は葉片浸漬法で, 成虫は虫体浸漬法で行ったことから, 食毒性が高い thiodicarb での死虫率は, 成虫では低くとも幼虫では高い値が得られたのは当然である。

リンゴコカモンハマキの chlorpyrifos 水和剤に対する死虫率は, 雄成虫と 5 齢幼虫はほぼ同等で, chlorpyrifos 抵抗性個体群と感受性個体群の雄成虫の死虫率は明らかに異なった。Chlorpyrifos 抵抗性個体群と感受性個体群の雄成虫と 5 齢幼虫の chlorpyrifos 水和剤に対する濃度-死虫率線を Fig. 1 に示した。抵抗性個体群と感受性個体群の雄成虫の LC_{50} 値の比は 19.5 (LC_{50} : 抵抗性個体群 = 860.0 ppm ($y = 1.70x + 0.01$, $p = 0.05$ で適

合していないが, 個体群間の感受性を比較するために使用した), 感受性個体群 = 44.0 ppm ($y = 2.41x + 1.04$, $p = 0.05$ で適合)), 抵抗性個体群と感受性個体群の 5 齢幼虫の LC_{50} 値の比は 17.9 (LC_{50} : 抵抗性個体群 = 584.8 ppm ($y = 1.33x + 1.32$, $p = 0.05$ で適合していないが, 個体群間の感受性を比較するために使用した), 感受性個体群 = 32.7 ppm ($y = 2.2x + 1.67$, $p = 0.05$ で適合)) で, 雄成虫と 5 齢幼虫の chlorpyrifos 感受性に大きな差は認められなかった。野外 2 個体群の性フェロモントラップで捕獲した雄成虫と 5 齢幼虫の chlorpyrifos 水和剤に対する濃度-死虫率線を Fig. 2 に示した。両個体群の雄成虫の LC_{50} 値の比は 0.75 (LC_{50} : 関上個体群 = 40.0 ppm ($y = 2.58x + 0.87$, $p = 0.05$ で適合)), 寺坂個体群 = 53.2 ppm ($y = 2.34x + 0.96$, $p = 0.05$ で適合)), 両個体群の 5 齢幼虫の LC_{50} 値の比は 0.60 (LC_{50} : 関上個体群 = 41.9 ppm ($y = 4.03x - 1.54$, $p = 0.05$ で適合), 寺坂個体群 = 69.5 ppm ($y = 3.3x - 1.08$, $p = 0.05$ で適合)) で, 性フェロモントラップで捕獲した雄成虫と 5 齢幼虫の chlorpyrifos 感受性に大きな差は認められなかった。

以上の結果から, リンゴコカモンハマキの chlorpyrifos 感受性は, 性フェロモントラップで捕獲した雄成虫を用いてもモニタリングが可能と考えられる。しかし, 性フェロモントラップで捕獲したハスモンヨトウ雄成虫では, 薬剤処理方法によっては, 日齢や採取時期で薬剤感受性が異なる (広瀬・浜, 1996) ことから, 本種でもさらに詳しい調査を行い, 再検討する必要がある。

引用文献

- CAMPANHOLA, C. and F.W. PLAPP, JR. (1989) *J. Econ. Entomol.* **82**: 22-28.
- 舟山 健 (1992) 今月の農業 **36** (11): 36-40.
- 舟山 健・高橋佑治 (1995) 応動昆 **39**: 81-83.
- 浜 弘司 (1988) 応動昆中国支会報 **30**: 51-55.
- 浜 弘司 (1992) 害虫はなぜ農業に強くなるのか, 東京: 農山漁村文化協会, pp. 148-149.
- 広瀬拓也・浜 弘司 (1996) 応動昆 **40**: 61-69.
- SUCKLING, D.M., D.R. PENMAN, R.B. CHAPMAN and C.H. WEARING (1985) *J. Econ. Entomol.* **78**: 204-207.