

セジロウンカの有機リン剤に対する感受性低下

細田 昭 男

広島県立農業試験場

Incidence of Insecticide Resistance in the White-Backed Planthopper, *Sogatella furcifera* HORVÁTH (Homoptera: Delphacidae) to Organophosphates. Akio Hosoda (Hiroshima Prefectural Agricultural Experiment Station, Higashihiroshima, Hiroshima 739-01, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* **33**: 193-197 (1989)

A high level of resistance to organophosphates has evolved in the white-backed planthopper (WBPH), *Sogatella furcifera* HORVÁTH, as topical LD₅₀ values were monitored from 1985 to 1987 and compared with a reference laboratory strain. The seven field strains collected in Hiroshima Pref. from 1985 to 1987 showed high levels of resistance (9- to 37-fold) to organophosphates (fenitrothion, malathion, fenthion and phenthoate) and low levels of resistance (2- to 3-fold) to carbamates (carbaryl and BPMC). The two strains collected on the East China Sea during 1986 also showed similar levels of resistance, suggesting resistance development in migration origin of WBPH. Field trials were conducted during 1986 to evaluate the effects of three conventional insecticides used against WBPH in relation to insecticide resistance. Malathion dust and fenitrothion dust applied at rates of 0.9 kg a.i./ha and 0.6 kg a.i./ha, respectively, were not effective reflecting resistance development against organophosphates. BPMC dust, however, applied at 0.6 kg a.i./ha provided perfect control.

緒 言

最近、セジロウンカはトビイロウンカとともに西日本で毎年のように多発し、各地で被害をもたらしている。トビイロウンカの薬剤感受性については、BHC (永田・守谷, 1969; 木村ら, 1973), 有機リン剤 (NAGATA et al., 1979; 尾崎・葛西, 1982; 細田, 1983) およびカーバメート剤 (KILIN et al., 1981; 尾崎・葛西, 1982; 細田, 1983) に対する感受性低下の報告が多数ある。フィリピンや台湾などでも、トビイロウンカの有機リン剤やカーバメート剤に対する感受性低下が報告されている (IRRI, 1970; LIN et al., 1979)。一方、トビイロウンカと同じように梅雨期に海外より日本に飛来するセジロウンカ (岸本, 1975; 岸本ら, 1982) の薬剤感受性低下の報告は最近まで見当らなかった。しかし最近、1987年に大分と長崎で採集したセジロウンカの有機リン剤に対する感受性低下が報告された (ENDO et al., 1988)。著者は、1985～1987年にセジロウンカの薬剤感受性を調べ、1985年にはすでに malathion, fenitrothion などの有機リン剤に対する感受性が顕著に低下していることを見いだしたので報告する。

本文に入るに先立ち本稿の校閲と多くの助言を賜った農業環境技術研究所浜 弘司博士に厚くお礼申し上げる。東シナ海でのセジロウンカの採集には、気象庁啓風丸に便乗させていただいた。記して謝意を表す。また、終始ご指導をいただいた當場元病害虫部中沢啓一部長に深謝する。供試虫の飼育などにご協力下さった當場元業務課松本蘭子主任技術員に深謝する。

材料および方法

供試したセジロウンカは Table 1 に示した 10 系統である。各系統はイネ幼苗を用いて恒温飼育室 (27±1°C, 16 時間照明) で、1～3 世代飼育増殖して実験に用いた。ただし、S 系統は室内飼育歴 55 世代 (etofenprox の検定には 66 世代) の虫を供試した。実験には羽化後 2～5 日の長翅型雌成虫を用いた。

薬剤感受性の検定は、各薬剤とも純度 90% 以上の原体を用い局所施用法で行った。各薬剤のアセトン希釈液を、炭酸ガスで麻酔した長翅型雌成虫背面に 1 頭当たり 0.26 μl ずつ施用したのち、処理した成虫はイネ幼苗 5 本をいれた試験管 (3×15 cm) に 10 頭ずつ収容して恒温飼育室に置き、24 時間後に生・死虫数を調べた。各薬剤

Table 1. Tested strains of the white-backed planthopper

Strain	Location of collection	Date of collection	No. of hoppers collected
S	Hachihonmatsu, Hiroshima	Early Sept., 1980	200-300
Hc '85	Hachihonmatsu, Hiroshima	Mid- July, 1985	500-600
ECI '86	East China Sea (31° N, 125-126° E)	June 29-30, 1986	83
EC II '86	East China Sea (29-30° N, 125-126° E)	June 30-July 1, 1986	93
Tk '86	Takehara, Hiroshima	Late July, 1986	200-600
Ys '86	Yasuura, Hiroshima	Late July, 1986	200-300
Hc '86	Hachihonmatsu, Hiroshima	Mid- July, 1986	200-300
Kw '87	Kawajiri, Hiroshima	Early July, 1987	100-200
Hc '87	Hachihonmatsu, Hiroshima	Early July, 1987	100-200
Tj '87	Toujou, Hiroshima	Early July, 1987	100-200

につき4~5段階の濃度を取り、各濃度10頭の3反復とした。各薬剤のLD₅₀値は、BLISSのプロビット法(BLISS, 1935)によって計算した。有機リン剤とカーバメート剤の混合液に対する感受性の検定には、成分比1:1の混合液を用いた。

セジロウンカに対する防除効果試験は1986年8月6日に当農試水田(広島県東広島市八本松町)で実施した。散布時の虫齢は2~3齢幼虫が主体であった。試験区は1区0.5aの3区制とし、8月6日にマラソン粉剤(3%)、フェントロチオン粉剤(2%)とBPMC粉剤(2%)をそれぞれ3kg/10aの割合で前掛式手動散粉機を用いて散布した。生息密度調査は散布直前、散布1日後と5日後に各区中央部の20株について行った。成虫は見取りで、幼虫は水面に払い落として見取りで調査した。防除効果の判定は、次式で求めた補正密度指数によった。

$$\text{補正密度指数} = \frac{\left(\frac{\text{処理区の散布後虫数}}{\text{処理区の散布前虫数}}\right) \times \left(\frac{\text{無処理区の散布前虫数}}{\text{無処理区の散布後虫数}}\right)}{\left(\frac{\text{処理区の散布前虫数}}{\text{無処理区の散布前虫数}}\right) \times \left(\frac{\text{無処理区の散布後虫数}}{\text{無処理区の散布後虫数}}\right)} \times 100$$

結 果

1985年7月に広島県で採集したセジロウンカのHc '85系統に対する各種殺虫剤のLD₅₀値をTable 2に示した。この系統に対するfenitrothion, malathionなどの有機リン剤のLD₅₀値は、S系統のLD₅₀値に比べ14~37倍であった。しかし、同じ有機リン剤のdiazinonとpropaphosのLD₅₀値はS系統のLD₅₀値の4~5倍で、感受性低下が小さかった。一方、carbaryl, BPMCなどのカーバメート剤のLD₅₀値はS系統の2~3倍程度であった。Propaphos・carbarylなどの有機リン剤とカーバメート剤の混合液のLD₅₀値は、S系統の2~4倍であった。

Table 2. Insecticide susceptibility of macropterous females of the standard strain (S strain) and the Hc '85 strain of the white-backed planthopper

Insecticide	LD ₅₀ µg/g		
	S ^{a)}	Hc '85 ^{b)}	Fukuoka ^{c)}
Fenitrothion	1.4	51.2 (36.6)	0.7
Malathion	4.1	57.8 (14.1)	1.9
Fenthion	2.1	40.9 (19.5)	0.8
Phenthoate	2.4	70.9 (29.5)	1.8
Diazinon	3.8	18.2 (4.8)	2.1
Propaphos	1.6	5.6 (3.5)	—
Carbaryl	1.7	3.5 (2.1)	0.6
BPMC	2.9	7.9 (2.7)	—
MTMC	2.9	6.5 (2.2)	1.4
MIPC	2.4	5.8 (2.4)	0.9
Propoxur	0.8	2.3 (2.9)	0.3
Propaphos・Carbaryl (1:1)	2.2	4.2 (1.9)	—
Fenthion・BPMC (1:1)	2.4	9.7 (4.0)	—
Phenthoate・Propoxur (1:1)	1.3	2.3 (1.8)	—

^{a)} S strain was collected at Hachihonmatsu, Hiroshima Pref. in 1980 and reared without any insecticide treatment over 55 generations.

^{b)} Values in parentheses are resistance ratios (LD₅₀ of Hc '85 strain/LD₅₀ of S strain).

^{c)} Data of the Fukuoka strain are quoted from FUKUDA and NAGATA (1969).

1986年に東シナ海で採集した2系統と広島県で採集した3系統に対する各種殺虫剤のLD₅₀値をTable 3に示した。東シナ海で採集したECI '86とECII '86系統間のLD₅₀値の間差異は2倍以内であった。この2系統に対するfenitrothionとmalathionのLD₅₀値はS系統の4~20倍であったが、BPMC, propoxurなどのカーバメート剤のLD₅₀値はS系統の2~3倍、合成ピレスロイド剤のetofenproxのLD₅₀値はS系統に比べ1~2倍であった。広島県で採集したTk '86, Ys '86とHc '86

Table 3. Insecticide susceptibility of macropterous females of the white-backed planthopper collected in 1986, Hiroshima Pref. and the East China Sea

Insecticide	LD ₅₀ (μg/g) ^{a)}					
	S ^{b)}	EC I '86	EC II '86	Tk '86	Ys '86	HC '86
Fenitrothion	1.4	27.4 (19.6)	16.6 (11.9)	40.0 (28.6)	39.5 (28.2)	38.5 (27.5)
Malathion	4.1	27.5 (6.7)	17.3 (4.2)	56.1 (13.7)	63.6 (15.5)	35.7 (8.7)
Fenthion	2.1	—	—	39.6 (18.8)	22.8 (10.9)	26.6 (12.7)
Phenthoate	2.4	—	—	48.3 (20.1)	50.3 (21.0)	39.8 (16.6)
Diazinon	3.8	18.5 (4.9)	10.6 (2.8)	16.0 (4.2)	17.6 (4.6)	13.6 (3.6)
Propaphos	1.6	5.2 (3.3)	3.6 (2.3)	4.5 (2.8)	5.5 (3.4)	4.0 (2.5)
Carbaryl	1.7	2.5 (1.5)	3.7 (2.2)	2.3 (1.4)	2.5 (1.5)	1.5 (0.9)
BPMC	2.9	6.4 (2.2)	6.8 (2.3)	5.5 (1.9)	6.1 (2.1)	6.2 (2.1)
MTMC	2.9	6.1 (2.1)	5.4 (1.9)	5.5 (1.9)	5.4 (1.9)	3.8 (1.3)
Propoxur	0.8	1.8 (2.3)	2.2 (2.8)	1.6 (2.0)	1.5 (1.9)	1.4 (1.8)
Etofenprox	0.8	1.5 (1.9)	0.9 (1.1)	1.9 (2.3)	1.7 (2.1)	1.4 (1.8)

a) Figures in parentheses indicate resistance ratios (LD₅₀ of each strain/LD₅₀ of the S strain).

b) See footnote a) in Table 2.

Table 4. Insecticide susceptibility of macropterous females of the white-backed planthopper collected in 1987, Hiroshima Pref.

Insecticide	LD ₅₀ (μg/g) ^{a)}			
	S ^{b)}	Kw '87	Hc '87	Tj '87
Fenitrothion	1.4	26.5 (18.9)	37.9 (27.1)	32.6 (23.3)
Malathion	4.1	36.0 (8.8)	65.8 (16.0)	35.1 (8.6)
Phenthoate	2.4	50.8 (21.2)	35.0 (14.6)	55.0 (22.9)
Diazinon	3.8	16.2 (4.3)	11.3 (3.0)	16.3 (4.3)
Carbaryl	1.7	2.3 (1.4)	3.1 (1.8)	2.3 (1.4)
BPMC	2.9	7.7 (2.7)	5.4 (1.9)	5.6 (1.9)
Propoxur	0.8	1.5 (1.9)	0.9 (1.1)	1.5 (1.9)

a) Figures in parentheses indicate resistance ratios (LD₅₀ of each strain/LD₅₀ of the S strain).

b) See footnote a) in Table 2.

Table 5. Evaluation of insecticides against the white-backed planthopper in Higashihiroshima, 1986

Insecticide ^{a)}	Formulation	No. of hoppers/20 hills						Corrected relative infestation ^{c)}	
		Before treatment		1 DAT ^{b)}		5 DAT		1 DAT	5 DAT
		Nymph	Adult	Nymph	Adult	Nymph	Adult		
Malathion	3% dust	344.3	9.3	46.0	4.0	148.7	6.3	12.4	43.9
Fenitrothion	2% dust	420.7	6.7	17.0	6.7	27.3	2.0	4.8	6.9
BPMC	2% dust	358.0	11.3	0.0	0.0	54.7	0.0	0.0	14.8
Untreated	—	328.0	4.3	373.7	6.7	329.3	2.7	100.0	100.0

a) Applied on August 6.

b) DAT=Days after treatment.

c) Corrected relative infestation = $\frac{T_a \times C_b}{T_b \times C_a} \times 100$.

T_b: No. of hoppers before treatment, T_a: No. of hoppers after treatment, C_b: No. of hoppers in untreated check before treatment, C_a: No. of hoppers in untreated check after treatment.

の3系統間の薬剤感受性の違いは小さかった。しかし、fenitrothion, malathion, fenthion, phenthoate の LD₅₀ 値はいずれも S 系統に比べ 9~29 倍であり, diazinon と propaphos の LD₅₀ は S 系統の 3~5 倍であった。一方, BPMC, propoxur などのカーバメート剤の LD₅₀ 値は S

系統の 1~2 倍, 合成ピレスロイド剤 etofenprox の LD₅₀ 値は S 系統の約 2 倍であった。東シナ海で採集した 2 系統の fenitrothion と malathion の LD₅₀ 値は広島県で採集した 3 系統に比べ若干小さかったほかは, これら 5 系統間に大きな薬剤感受性の差異は認められなかった。

1987年7月上旬に広島県で採集した、飛来世代と考えられるセジロウンカ3系統に対する各種殺虫剤のLD₅₀値をTable 4に示した。Kw'87, Hc'87とTj'87の3系統間の薬剤感受性の違いは小さく、fenitrothion, malathionとphenthoateのLD₅₀値は、1985年と1986年に採集した各系統と同様、S系統の9~27倍であったが、diazinonのLD₅₀値はS系統の3~4倍であった。また、carbaryl, BPMCとpropoxurのLD₅₀値はS系統の1~3倍であった。

1986年8月に実施したセジロウンカの防除試験の結果をTable 5に示した。散布1日後の補正密度指数はマラソン粉剤散布区で12.4、フェニトロチオン粉剤散布区で4.8であった。一方、BPMC粉剤散布区では散布1日後に生存虫は認められなかったが、5日後にはふ化幼虫が出始めたので、補正密度指数は14.8となった。

考 察

NAGATA et al. (1979)によれば、1976年に九州地域で採集したセジロウンカのfenitrothion, malathion, diazinonなどの有機リン剤やcarbaryl, MTMC, MIPCなどのカーバメート剤に対する感受性は、1967年に採集した個体群とほとんど変化しておらず、また、1980年に東シナ海洋上で採集したセジロウンカでも感受性レベルの変化を認めていない(永田ら, 1982; 永田, 1983)。本研究では1980年に広島県で採集したS系統を標準系統として用いたが、この系統のfenitrothion, malathionなどに対するLD₅₀値は1967年採集の福岡系統のLD₅₀値(福田・永田, 1969)に比べて若干高く、NAGATA et al. (1979)が1976年に検定した鹿児島および長崎系統の値とほぼ同レベルであった。これに対し、1985~1987年に広島県で採集した7系統のfenitrothion, malathion, fenthion, phenthoateの有機リン剤のLD₅₀値はS系統の9~37倍と著しく増加していた。ENDO et al. (1988)は1987年に採集したセジロウンカで感受性低下を報告しているが、これよりも早い時期にすでに感受性低下が始まっていることが明らかとなった。したがって、セジロウンカのこれら有機リン剤に対する感受性は1981年から1985年の間に著しく低下したものと考えられる。一方、これら7系統のcarbaryl, BPMCなどのカーバメート剤に対するLD₅₀値はS系統の1~3倍の範囲にあり、カーバメート剤に対する若干の感受性低下も生じているものと思われる。

1987年7月上旬に広島県で採集した3系統は、採集時期からみて飛来世代とみなされるが、それらの薬剤感

受性もS系統に比べ低かったことから、ここでみられたセジロウンカの薬剤感受性低下は、飛来後に水田内で受ける薬剤散布などの影響によるものではなく、飛来源において生じたことを示すものと考えられる。このことは、1986年に東シナ海で採集した2系統においても、広島県で採集した7系統と同様な薬剤感受性低下がみられたことから裏づけられる。

1936年8月に東広島で実施したセジロウンカに対する防除試験では、有機リン剤による防除効果がカーバメート剤よりも劣っていた。すなわち、散布1日後で比較すると、BPMC粉剤散布区に比べマラソンとフェニトロチオン粉剤散布区では成虫と老齢幼虫の生存虫が目立った。この試験では散布時期が若齢幼虫主体であったので、老齢幼虫主体の時期における防除効果はさらに低いものと思われる。一方、BPMC粉剤散布区では散布1日後には生存虫はみられず、高い防除効果が認められた。このようにLD₅₀値ではカーバメート剤に対する感受性は若干低下していたが、野外ではカーバメート剤による防除に支障をきたすレベルには至っていない。

以上のように、セジロウンカの薬剤感受性低下は、トビロウンカの薬剤感受性低下より遅れたけれども、1980年代初めごろより始まったものと考えられる。したがって、トビロウンカと同様にセジロウンカの薬剤感受性の動向にも今後は十分注意していく必要がある。

摘 要

広島県と東シナ海洋上で採集したセジロウンカの有機リン剤とカーバメート剤に対する感受性を局所施用法によって検定し、同時に水田における薬剤の防除効果を検討した。

1) 広島県で1985~1987年に採集した7系統のfenitrothion, malathion, fenthionとphenthoateの有機リン剤に対するLD₅₀値は、S系統に比べ9~37倍と著しく増加していた。また、diazinonやpropaphosのLD₅₀値もS系統の3~5倍であった。

2) 広島県で1985~1987年に採集した7系統のcarbaryl, BPMCなどのカーバメート剤に対するLD₅₀値は、大部分がS系統の2~3倍であった。

3) 1986年に東シナ海洋上で採集した2系統の有機リン剤やカーバメート剤に対する感受性は、広島県で1985~1987年に採集した系統と同程度であった。このことは、飛来源においてセジロウンカの殺虫剤感受性が低下したことを示唆している。

4) 1986年8月に実施したセジロウンカに対する防除試験では、マラソン粉剤やフェニトロチオン粉剤の効果が低く、成虫と老齢幼虫の生存が目立ったが、BPMC粉剤の効果は高かった。

引用文献

- BLISS, C.I. (1935) The calculation of the dosage-mortality curve. *Ann. appl. Biol.* **22**: 134—169.
- ENDO, S., T. NAGATA, S. KAWABE and H. KAZANO (1988) Changes of insecticide susceptibility of the white backed planthopper *Sogatella furcifera* HORVÁTH (Homoptera: Delphacidae) and the brown planthopper *Nilaparvata lugens* STÅL (Homoptera: Delphacidae). *Appl. Ent. Zool.* **23**: 417—421.
- 福田秀夫・永田 徹 (1969) ウンカ類の種間における殺虫剤の選択毒性. *応動昆* **13**: 142—149.
- 細田昭男 (1983) トビロウンカの有機リン剤およびカーバメート剤に対する感受性低下. *応動昆* **27**: 56—62.
- IRRI (1970) Annual Report for 1969. IRRI Philippines, 242 p.
- KILIN, D., T. NAGATA and T. MASUDA (1981) Development of carbamate resistance in the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL (Homoptera: Delphacidae) *Appl. Ent. Zool.* **16**: 1—6.
- 木村義典・中沢啓一・細田昭男 (1973) トビロウンカの BHC 抵抗性. *中国農研* **47**: 150—151.
- 岸本良一 (1975) ウンカ海を渡る. 東京: 中央公論社, 233 p.
- 岸本良一・平尾重太郎・平原洋司・田中 章 (1982) 沖縄, 奄美, 九州および東シナ海におけるトビロウンカ, セジロウンカの飛来の同時性. *応動昆* **26**: 112—118.
- LIN, Y.H., C.N. SUN and H.T. FENG (1979) Resistance of *Nilaparvata lugens* to MIPC and MTMC in Taiwan. *J. Econ. Entomol.* **72**: 901—903.
- 永田 徹・守谷茂雄 (1969) トビロウンカの HBC に対する耐性. *九病虫研会報* **15**: 113—115.
- NAGATA, T., T. MASUDA and S. MORIYA (1979) Development of insecticide resistance in the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL. *Appl. Ent. Zool.* **14**: 264—269.
- 永田 徹・升田武夫・大平喜男・岸本良一 (1982) 東シナ海採集ウンカ類の殺虫剤感受性. *九病虫研会報* **28**: 219 [講要].
- 永田 徹 (1983) 殺虫剤抵抗性の歴史, 現況および対策・農作害虫. 薬剤抵抗性 (深見順一・上杉康彦・石塚 造 編), 東京: ソフトサイエンス社, pp. 9—31.
- 尾崎幸三郎・葛西辰雄 (1982) トビロウンカの野外個体群における薬剤抵抗性の発達と抵抗性型. *応動昆* **26**: 249—255.