第2図 A. シラホシカメムシによる玄米の加害。上段：吸湿玄米，下段：乾燥玄米。
B. 斑点米の切断面。

得られた斑点米をその褐変化の程度で分類した結果を第1図に示した。チドリ、日本晴とも放飼時期が早いほど着色が強く、粒全体が黒褐色になったものや、吸汁部全体が褐色になったものが多かった。放飼する時期が遅くなると着色程度が軽くなる傾向がみられ、吸汁部が白濁しただけの粒も増えた。玄米の形状にも若干特徴がみられ、早い熟期の放飼では吸汁部が登熟せず、粒の半分だけふくらんだものがみられたり、成熟期放飼では登熟後の吸汁のため、吸汁部だけが消滅している粒もみられた。熟期と着色程度との関係については、イネゾウムシの加害による穿孔米やコクゾウの食害痕でも報告されており、加害時期が早いと痕が全体的に変色して黒っぽいものが、加害時期が遅れると変色のほとんどみられないものが多い(石崎・松浦, 1975 a, b)。

斑点米がカメムシ吸汁により出現することは明らかであるが、加害時期の違いにより褐変程度が異なることは、褐変被害の出現機構と深くかかわっていると考えられる。そこで、次に収穫後の玄米をカメムシに加害させたところ、褐変化は種子の登熟過程と同様に、発芽過程でも認められた。すなわち、乾燥玄米では吸汁部が白濁するだけで褐変化は認めなかったが、吸水玄米では吸汁部の周縁が褐色になったものを得た(第2図A)。こ

の発芽過程での褐変化は、種皮・果皮に傷をつけただけでも認められ、かならずしもカメムシの加害が必要でなかった。また、斑点米の褐変は種子の表面近くにみられる(第2図B)ことや、白米では吸水後カメムシに加害させても褐色を呈しなかったことから、種皮や果皮が褐変化に関与している可能性が高い。

斑点米の褐変化の発現には、細菌が関与して引き起こすという考え方(富永, 1973)もあるが、機械的傷害を受けた植物でみられるように、虫の加害に対する種子の反応の結果であるとも考えられる。種子の登熟過程と発芽過程での褐変化からみて、褐変化がおこるには、種子内含水率が高く保たれるか、または種子内代謝活性が高い必要があるかもしれない。

引用文献

- 石崎久次・松浦博一(1975 a) 北陸病虫研報 23: 58—61.
石崎久次・松浦博一(1975 b) 北陸病虫研報 23: 61—66.
奈須田和彦(1976) 北陸病虫研報 24: 40—45.
奈須田和彦(1980) 今月の農業 24(4): 139—145.
富永時任(1973) 植物防疫 27: 379—383.
山口富夫(1982) 植物防疫 36: 99—104.

イネミズゾウムシに対する合成ピレスロイド とカルボスルファンの殺虫力

柴田昭雄・斎藤哲夫・宮田 正
名古屋大学農学部

Toxicity of Some Synthetic Pyrethroids and Carbosulfan

to the Rice Water Weevil. Akio SHIBATA, Tetsuo SAITO and Tadashi MIYATA (Laboratory of Applied Entomology and Nematology, Faculty of Agriculture, Nagoya University, Chikusa, Nagoya, Aichi 464, Japan). *Jap. J. appl. Ent. Zool.* 27: 233—236 (1983)

Abstract: The susceptibility of the adult of rice water weevil to some synthetic pyrethroids and carbosulfan was tested. Among the insecticides tested, cyphenothrin, permethrin, cypermethrin, fenvalerate and carbosulfan were more

effective than NK-8116, S-5436, phenothrin and fenprothrin. The replacement of chlorines and cyano groups in the molecules of phenoxy benzyl esters boosted their toxicities to the rice water weevil.

イネミズゾウムシ (*Lissorhoptrus oryzophilus* KUSCHEL) は、1976年5月愛知県下の水田において初めて発生が確認された侵入害虫であり(都築・五十川, 1976), 以来発生地域は年々広がっている。

イネミズゾウムシは、アメリカ合衆国ではもっとも一般的で主要なイネの害虫であり (GIFFORD and TRAHAN, 1969), BOWLING (1957) により開始された aldrin の種子粉衣が、幼虫の防除に数年間使用されてきた。しかしながら aldrin に対して抵抗性の発達がみられるようになってきた (GRAVES et al., 1967; BOWLING, 1968)。

aldrin 抵抗性個体群の防除に carbofuran 粒剤が有効であることが示されて以来 (GIFFORD et al., 1970), 灌水1週間後に、本剤の空中散布がなされている。現在, carbofuran と bufencarb がアメリカ合衆国で幼虫防除に登録されている (RAHIM et al., 1981)。

わが国では、成虫に対して fenthion 粉剤、幼虫に対して育苗箱施薬として cartap や propaphos の各粒剤、水面施用として PHC 粒剤などが使用されている。しかし、これらは単独では効果は十分でなく、組合せ使用が必要とされている (岸本, 1980)。

そこで本研究では、合成ピレスロイド8種と carbofuran の誘導体である carbosulfan について、有効な薬剤を探すために、イネミズゾウムシ越冬明け成虫に対する殺虫力を調べた。

材料および方法

イネ苗(日本晴, 4葉)2本を所定濃度の薬液に浸漬(約1秒)(余分な薬液を除き, 直径1.8cm×高さ18cmの試験管に入れ, 愛知県下の水田より採集した越冬明け成虫10頭を入れ, 温度 $25 \pm 0.7^{\circ}\text{C}$ の恒温室内に入れ, 24, 48, 72時間後に死亡虫を観察した。まったく動かないものを死亡とした。実験は3反復行い(ただし fenitrothion は2反復), 無処理区は水を使用した。実験結果は, FINNEY (1971) の方法に従って probit 分析した。実験に用いた薬剤は phenothrin 25% EC, *cis/trans* 20/80; cyphenothrin 10% EC, *cis/trans* 35/65; permethrin 20% EC, *cis/trans* 40/60; cypermethrin 10% EC, *cis/trans* 48/52; S-5439 25% EC, 3-phenoxybenzyl-2-(4-chlorophenyl) isovalerate; fenvalerate 20% EC; fenprothrin 10% EC; fenitrothion 50% EC (住友化学工業株式会社より入手), NK-8116 20% EC, alpha-cyano-3-phenoxybenzyl 1-(4-ethoxyphenyl)-2, 2-dichlorocyclopropane carboxylate (日本化薬株式会社より入手)である。carbosulfan (99.8%) は日産化学工業株式会社より入手したもので、ベンゼン30%, アセトン30%, Newcal 863 30%, 有効成分10%で乳剤を作成した。

結果および考察

イネミズゾウムシ接種24, 48, 72時間後の各種薬剤の薬量—死亡率回帰直線, LC_{50} , LC_{95} , 95%信頼限界, Pr 値を Table 1, 2, 3 にそれぞれ示した。24時間後の LC_{50} 値で, 95%信頼限界を考慮して殺虫力の強い順に記すと, cypenothrin, permethrin, cypermethrin, fenvalerate, carbosulfan > S-5439, NK-8116 > phenothrin, fenprothrin > fenitrothion である。この

Table 1. Dosage probit mortality regression equation, LC_{50} , LC_{95} , 95% confidence limits and probability value of insecticides 24hr after application to the rice water weevil

Insecticide	Regression equation	LC_{50} (ppm) (with 95% confidence limits)	LC_{95} (ppm) (with 95% confidence limits)	Pr .
Phenothrin	$Y=5+1.688(X-1.390)$	24.6 (17.4-32.8)	231.6 (141.5- 523.7)	0.50
Cyphenothrin	$Y=5+2.405(X-0.754)$	5.7 (4.1- 7.2)	27.4 (19.0- 51.5)	0.28
Permethrin	$Y=5+2.384(X-0.734)$	5.4 (3.9- 6.9)	26.6 (18.6- 48.7)	0.33
Cypermethrin	$Y=5+3.131(X-0.675)$	4.7 (3.8- 5.7)	15.9 (11.8- 26.6)	0.32
S-5439	$Y=5+3.101(X-1.206)$	16.1 (—)	54.6 (—)	0.02
Fenvalerate	$Y=5+2.065(X-0.879)$	7.6 (2.3-22.5)	47.4 (8.3-1087.7)	0.03
Fenprothrin	$Y=5+2.300(X-1.440)$	27.5 (—)	142.9 (—)	0.01
NK-8116	$Y=5+3.773(X-1.154)$	14.3 (11.6-17.2)	38.9 (29.9- 63.6)	0.19
Carbosulfan	$Y=5+1.664(X-0.825)$	6.7 (4.9- 8.9)	65.1 (40.2- 135.5)	0.80
Fenitrothion	$Y=5+3.782(X-1.774)$	59.4 (42.4-83.1)	161.8 (108.0- 411.8)	0.37

—: data impossible to calculate.

Table 2. Dosage probit mortality regression equation, LC_{50} , LC_{95} , 95% confidence limits and probability value of insecticides 48 hr after application to the rice water weevil

Insecticide	Regression equation	LC_{50} (ppm) (with 95% confidence limits)	LC_{95} (ppm) (with 95% confidence limits)	Pr.
Phenothrin	$Y=5+2.095 (X-1.482)$	30.4 (22.7-39.2)	185.2 (124.1- 362.9)	0.10
Cyphenothrin	$Y=5+2.083 (X-0.724)$	5.3 (3.6- 7.0)	32.7 (21.6- 68.7)	0.40
Permethrin	$Y=5+2.166 (X-0.570)$	3.7 (2.2- 5.0)	21.3 (14.6- 43.2)	0.13
Cypermethrin	$Y=5+2.963 (X-0.661)$	4.6 (3.6- 5.6)	16.5 (12.1- 29.2)	0.20
S-5439	$Y=5+2.927 (X-1.162)$	14.5 (10.4-18.4)	53.0 (38.3- 99.6)	0.13
Fenvalerate	$Y=5+1.837 (X-0.796)$	6.3 (0.6-43.0)	49.1 (1.5-3,516.8)	>0.01
Fenpropathrin	$Y=5+2.333 (X-1.321)$	21.0 (—)	106.3 (—)	0.02
NK-8116	$Y=5+4.328 (X-1.163)$	14.6 (11.7-17.5)	34.9 (27.4- 57.0)	0.15
Carbosulfan	$Y=5+1.693 (X-0.755)$	5.7 (4.2- 7.5)	53.3 (33.3- 109.4)	0.43
Fenitrothion	$Y=5+3.262 (X-1.687)$	48.6 (33.3-69.3)	155.2 (99.2- 436.5)	0.59

— : data impossible to calculate.

Table 3. Dosage probit mortality regression equation, LC_{50} , LC_{95} , 95% confidence limits and probability value of insecticides 72 hr after application to the rice water weevil

Insecticide	Regression equation	LC_{50} (ppm) (with 95% confidence limits)	LC_{95} (ppm) (with 95% confidence limits)	Pr.
Phenothrin	$Y=5+2.445 (X-1.437)$	27.3 (20.5-34.8)	128.7 (90.9-237.5)	0.17
Cypermethrin	$Y=5+2.459 (X-0.701)$	5.0 (3.6- 6.4)	23.4 (16.4- 44.1)	0.07
Permethrin	$Y=5+3.130 (X-0.564)$	3.7 (2.4- 4.7)	12.3 (9.0- 24.1)	0.36
Cypermethrin	$Y=5+2.896 (X-0.614)$	4.1 (—)	15.2 (—)	0.03
S-5439	$Y=5+3.180 (X-1.154)$	14.3 (10.5-17.9)	47.0 (34.6- 85.9)	0.33
Fenvalerate	$Y=5+1.849 (X-0.615)$	4.1 (—)	31.9 (—)	0.04
Fenpropathrin	$Y=5+2.324 (X-1.290)$	19.5 (—)	99.4 (—)	0.02
NK-8116	$Y=5+3.833 (X-1.192)$	15.5 (12.1-19.0)	41.8 (32.0- 73.5)	0.09
Carbosulfan	$Y=5+1.970 (X-0.712)$	5.2 (3.8- 6.8)	35.2 (22.8- 76.0)	0.12
Fenitrothion	$Y=5+3.055 (X-1.703)$	50.4 (34.1-72.9)	174.3 (108.8-517.9)	0.73

— : data impossible to calculate.

順番は、48 時間後、72 時間後の LC_{50} 値についても同様である。

RAHIM et al. (1981) は、イネミズゾウムシ成虫を用い、局所施用法により有機リン剤、カーバメート剤、合成ピレスロイド剤について試験した結果、carbofuran がもっとも殺虫力が強く (72 時間後 LD_{50} 値、7 ng/1 頭)、また 72 時間後の LD_{50} 値で fenvalerate 9 ng/1 頭、permethrin 8 ng/1 頭であり、これらも効果が高かったことを報告している。これらの値と本研究

で得た値 (Table 3) をくらべると、carbosulfan は carbofuran と同程度の殺虫力があるといえる。また carbosulfan は carbofuran よりもマウスとラットに対する毒性が低い (UMETSU and FUKUTO, 1982)。

NK-8116 は fenvalerate, permethrin, carbosulfan などにくらべ殺虫力は劣ったが、イネミズゾウムシに対する圃場での防除効果は高く、また他のピレスロイド剤にくらべて魚毒は低い (WAKITA et al., 1982)。

cyphenothrin と類縁構造をもつ phenothrin とをくらべると、24 時間後の LC_{50} 値で約 4.3 倍殺虫力が強かった。また fenvalerate と類縁構造をもつ S-5439 とでは、24 時間後の LC_{50} 値で約 2.1 倍殺虫力が強かった。BRESE (1977) は、alpha-cyano 成分はこの置換のないものよりもマダニの一種 (*Boophilus microplus* (CAN.)) に対して殺虫力が強いことを報告している。cyphenothrin と phenothrin, fenvalerate と S-5439 についてここで得られた結果は、BRESE (1977) の結果と一致している。しかしながら permethrin からシアン置換された cypermethrin では、24 時間後の LC_{50} 値は同程度であった。

permethrin と類縁構造をもつ phenothrin とをくらべると、permethrin のほうが 24 時間後の LC_{50} 値で約 4.6 倍殺虫力が強かった。ELLIOT et al. (1973) は、cyclopropane ring の C_3 の位置での dichlorovinyl group の置換は、殺虫力を強めたと報告している。ここで得られた結果は、permethrin と phenothrin については、上記の結果と一致している。しかしながら、cyphenothrin から塩素置換された cypermethrin では、24 時間後の LC_{50} 値は同程度であった。しかし cypermethrin は、phenothrin とくらべると 24 時間後の LC_{50} 値で約 5.2 倍殺虫力が強かった。

BREMPONG-YEBOAH et al. (1982) は、本研究に用いたものと同じ合成ピレスロイド 7 種について、アワヨトウを用いて局所施用法により試験した結果、S-5439 がもっとも殺虫力が強く、fenpropathrin がもっとも弱かったことを報告している。その差は 24 時間後の LD_{50} 値 ($\mu\text{g/g}$) で 1,277 倍であったが、本研究ではそれほどの差は認められなかった。

また BREMPONG-YEBOAH et al. (1982) は、塩素置換またはシアン置換による殺虫力の変化に一定の傾向はなかったと報告しているが、イネミズゾウムシ越冬明け成虫に対しては、類縁構造であればシアン置換または塩素置換されているほうが殺虫力が強くなった。

本実験を行うにあたり、愛知県農業総合試験場作物研究所防疫研究室長 都築 仁氏には大変お世話になった。ここに記し感謝する。

引用文献

- BOWLING, C.C. (1957) J. Econ. Entomol. **50** : 450—452.
 BOWLING, C.C. (1968) J. Econ. Entomol. **61** : 1027—1030.
 BRESE, M.H. (1977) Pestic. Sci. **8** : 264—269.
 BREMPONG-YEBOAH, C.Y., T. SAITO, T. MIYATA and Y. TSUBAKI (1982) J. Pestic. Sci. **7** : 47—51.
 ELLIOT, M., A.W. FARNHAM, N.F. JANES, P.H. NEEDHAM and D.A. PULLMAN (1973) Nature **244** : 456—457.
 FINNEY D.J. (1971) Probit analysis. 3rd ed. London : Cambridge Univ. Press, 333 p.
 GIFFORD, J.R. and G.B. TRAHAN (1969) J. Econ. Entomol. **62** : 752—754.
 GIFFORD, J.R., B.F. OLIVER, C.D. STEELMAN and G.B. TRAHAN (1970) Rice J. **73**(4) : 5—10.
 GRAVES, J.B., T.R. EVERETT and R.D. HENDRICK (1967) J. Econ. Entomol. **60** : 1155—1157.
 岸本良一 (1980) イネミズゾウムシ。応用昆虫学総説 (野村健一 編著), 東京 : 養賢堂, pp. 101—110.
 RAHIM, M.A.A., J.F. ROBINSON and C.M. SMITH (1981) J. Econ. Entomol. **74** : 75—78.
 都築 仁・五十三是治 (1976) 植物防疫 **30** : 341.
 UMETSU, N. and T.R. FUKUTO (1982) J. Agric. Food Chem. **30** : 555—557.
 WAKITA, S., T. KUROKAWA, I. TEJIMA, S. KATO, K. HIROSE and G. HOLAN (1982) The Fifth International Congress of Pesticide Chemistry (Kyoto, Japan) (abstracts) : IIa-19.