

トビイロウンカの増殖に対するイソプロチオランの作用

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者	守谷, 茂雄 前田, 洋一 米久保, 智得 浅川, 浩一
巻/号	21巻4号
掲載ページ	p. 220-226
発行年月	1977年12月

トビイロウンカの増殖に対するイソプロチオランの作用¹

守谷茂雄^{*2}・故前田洋一^{*}・米久保智得^{**}・浅川浩一^{***}

* 農林省九州農業試験場

** 日本農薬株式会社生物研究所

*** 日本農薬株式会社九州営業所

(1977 年 7 月 30 日 受領)

Effects of Isoprothiolane on the Reproduction of the Brown Planthopper *Nilaparvata lugens* STÅL. Shigeo MORIYA, late Yoichi MAEDA (Kyushu National Agricultural Experiment Station, Chikugo, Fukuoka 833), Tomoe YONEKUBO (Nihon Nohyaku Co. Ltd., Biological Research Center, Kawachi-Nagano, Osaka 586) and Koichi ASAKAWA (Nihon Nohyaku Co. Ltd., Kyushu Office, Fukuoka 830) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **21**: 220~226 (1977)

The effects of isoprothiolane fungicide, diisopropyl-1,3-dithiolan-2-ylidenmalonate, on the longevity and fecundity of brown planthoppers were examined under laboratory conditions. The adults and nymphs of planthopper were fed rice seedlings treated with an aqueous solution of isoprothiolane (IPT) by the root dipping method. The adults fed with 40 ppm treated seedlings throughout the stage had shorter lives, especially males, and less oviposition but a normal preoviposition period compared with untreated adults. The eggs laid by treated females showed lower hatchability than the eggs of untreated females. However, the eggs laid by females treated for a shorter period (7 days) hatched normally and the nymphs showed normal growth and development to adult emergence when reared with untreated seedlings. The nymphs reared with treated seedlings from the first instar stage slowly died in the third to the fifth instar stages; death frequently occurred at moulting. The adults emerged from nymphs fed with 5 ppm treated seedlings throughout the nymphal stage showed decreased longevity in comparison to untreated adults and the number of eggs laid decreased considerably. Little effect on egg hatching was observed when rice seedlings oviposited by untreated planthoppers were treated with IPT; hatched nymphs showed normal growth and development to emergence.

緒 言

いもち病防除剤として我が国で開発されたイソプロチオラン (Diisopropyl-1, 3-dithiolan-2-ylidenmalonate) は浸透移行性、残効性にすぐれており、近年主として粒剤形態でいもち病防除に使用されるようになったが、1973年に行われたこの薬剤の圃場試験の際に、粒剤施用区でセジロウンカやトビイロウンカの密度がきわめて低いことが三宅・松原 (1975) によって観察された。しかし、開発当初の試験でこの薬剤は直接殺虫力を示さないことが分っていたので、三宅・松原はその原因を調べるため、粒剤を施用したポット栽培のイネの葉身でセジロウンカ *Sogatella furcifera* とトビイロウンカ *Nilaparvata lugens* の幼虫を飼育したところ、羽化までに 90% 以上

が死亡するという興味ある現象を明らかにした。筆者らも 1974 年と 1975 年に室内試験やポット試験などを実施し、イソプロチオランのトビイロウンカに対する作用を調べて防除への適用性を検討したが、ここでは室内試験の結果を報告する。

材料と方法

1. 薬剤処理

1974 年度はイソプロチオラン (IPT と略す) 原体 (96%) のアセトン溶液を蒸留水で所定濃度に希釈して用いたが、1975 年度は原体の飽和水溶液から調製された 40 ppm 水溶液 [日本農薬 (株) による] を適宜希釈して薬液とした。供試虫として野外で採集したトビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカとツマグロヨコバイを

1 本報告の 1 部は昭和 50 年度応動昆虫学会大会 (東京) で発表した。

2 現在 農林省農業技術研究所農薬科。

25°C, 16 時間照明下でイネの幼苗を与えて飼育増殖させ、それぞれの成虫又は幼虫を用いた。成虫は特に示さない限り長翅型を供試した。

室内で育てたイネの幼苗(2~3葉)を試験管に入れ、所定濃度の薬液 0.5 又は 1 ml を試験管の底部に滴下して浸根処理し、成虫又は幼虫を所定期間放飼して軽く綿栓した。薬液と幼苗は原則として2~3日ごとに更新した。卵処理の場合には、あらかじめ雌雄成虫を放飼して2~3日間産卵させた幼苗を薬液を入れた別の試験管中で浸根処理した。試験の目的により中型試験管(1.5×18 cm)又は大型試験管(3×20 cm)を用い、幼苗数も2~30本と適宜変えて入れた。

2. 調査法

成、幼虫は1~2日ごとに観察して生死を記録し、必要に応じて取り除いた。

成虫の産卵数と卵のふ化率を調べるため、幼苗を1~3日ごとに更新し、それぞれの苗について調査した。取り除いた幼苗を別の試験管に入れ、水を補給して25°C恒温室に保存し、卵のふ化が始まってから1~3日ごとにふ化幼虫数を調べ、ふ化幼虫を取り除いた。無処理区の卵のふ化がほぼ終わった時点で、幼苗を解剖顕微鏡下で分解調査し、未ふ化卵を眼点期、黄斑期、不発育卵(無精卵など)とに分けて数えた。

産卵数は、原則として、1~3日間に幼苗に産下されたふ化卵と未ふ化卵の合計数を、その幼苗の更新時に生存していた雌1頭1日当りに換算した数値の全調査期間の平均を求め、生存1雌1日当りの平均産卵数として示した。ただし、ふ化率は不発育卵を除いた卵の総数に対するふ化幼虫数の割合で示した。

結 果

1. 成虫処理の影響

(1) 成虫の生存と産卵

IPT 40 ppm 液に浸根した幼苗に、羽化後 24 時間以内のトビイロウンカ成虫の雌雄 5 対ずつを放飼した。40 対について観察した生存曲線を第 1 図(雌)と第 2 図(雄)に示す。この生存率から算出したそれぞれの平均寿命は

第 1 表のとおりである。処理苗を与えた成虫は、雌雄共に生存率が低くなり、特に雄において顕著な影響が認められた。

これらのうちの 15 組については、原則として毎日幼苗を取り換え、産卵数を調査した。処理区における産卵は組み合わせ 16 日後にほとんど終わったので、無処理区の産卵数も 16 日後までの平均を示した。成虫の死亡が多いため、処理区の総産卵数はきわめて少なかったが、生存 1 雌 1 日当りに換算した平均産卵数も無処理区より明らかに少なかった。しかし、産下卵中に占める受精卵の割合は処理区でわずかに低いだけであった。

(2) 産下卵の発育

羽化後 24 時間以内の成虫を、雌雄別に IPT 40 ppm 液に浸根した幼苗で 10 日間飼育し、前処理した。10 日

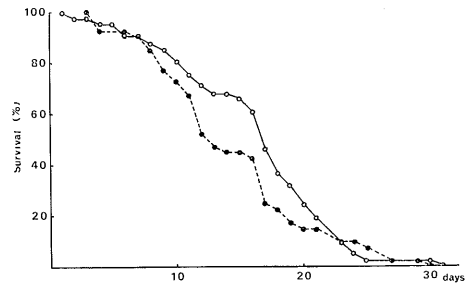


Fig. 1. Survival of females of *N. lugens* fed rice seedlings treated with IPT throughout the stage. ○: untreated, ●: 40 ppm.

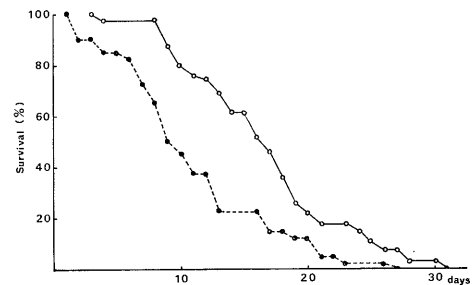


Fig. 2. Survival of males of *N. lugens* fed rice seedlings treated with IPT throughout the stage. ○: untreated, ●: 40 ppm.

Table 1. Longevity and oviposition of adults of *N. lugens* fed rice seedlings treated with IPT throughout the period

IPT concn. (ppm)	Longevity (m. ± s. d. days)		Total no. eggs laid	No. eggs (m. ± s. d.) laid/female/day	Fertility (%)
	Female	Male			
40	13.5±6.3	10.1±6.1	547	8.1±5.5	84.3
—	15.3±6.2	15.8±6.2	1230	10.4±5.3	88.1

Table 2. Oviposition of adults of *N. lugens* fed with treated rice seedlings for different periods

IPT concn. (ppm)		Mortality(%) during oviposition period		Mean no. eggs laid/female/day	Hatchability (%)
10 days before cross	6 days after cross	Female	Male		
40	40	25	100	2.9	53.2
40	—	25	75	5.5	70.0
—	40	25	50	5.5	75.6
—	—	40	20	4.4	86.7

$$\text{Hatchability} = \frac{\text{No. of hatched nymphs}}{\text{No. of eggs examined} - \text{No. of undeveloped eggs}} \times 100$$

Table 3. Hatchability and growth of nymphs from eggs laid by adults fed with treated rice seedlings for 7 days before oviposition

IPT concn. (ppm)	No. pairs examined	Total no. eggs laid for 4 days	Hatchability (%)	Emergence from hatched nymphs (%)
40	20	649	85.9	94
—	20	576	80.3	93

Table 4. Growth of nymphs of plant-and leafhoppers fed rice seedlings treated with IPT throughout the stage

IPT concn.	<i>N. lugens</i>			<i>L. striatellus</i>			<i>N. cincticeps</i>		
	No.	M	E	No.	M	E	No.	M	E
40	47	97.9	2.1	80	81.3	16.3	45	42.2	55.6
20	38	86.8	10.5	79	32.9	67.1	—	—	—
10	38	44.7	52.6	—	—	—	—	—	—
5	36	55.6	41.6	—	—	—	—	—	—
—	33	27.3	69.7	78	29.5	70.5	43	11.6	86.0

No. : No. of nymphs examined, M : Cumulative mortality(%) of nymphs after 17—20 days of feeding, E : Adult emergence(%).

後の生存率は無処理区の 90% に対し、処理区では雌が 80%、雄が 70% であった。生存虫を雌雄 1 対ずつ組み合わせ、40 ppm 処理苗又は無処理苗で 6 日間産卵させ、卵のふ化率を調べた。前処理を受けた成虫のうち、雄は早く死亡する個体が多く、合計 16 日間処理苗で飼育した雄は最終的に全個体が死亡した。第 2 表にその結果を示したが、生存 1 雌 1 日当りの産卵数は 16 日間処理区で明らかに少なく、卵のふ化率も低かった。その他の処理区ではふ化率はやや低かったが、産卵数は無処理区との間に差を認めなかった。

(3) 次世代への影響

成虫を雌雄別に 40 ppm 液浸根処理苗で 7 日間飼育した後生存成虫を雌雄 2 対ずつ組み合わせ、無処理苗に 4 日間産卵させて卵のふ化率を調べた。この 4 日間に、雄は 1 頭死亡したが雌はすべて生存していたので、第 3 表の結果は 20 頭の雌が 4 日間に産下した総卵数で示した。この条件では、産卵数、ふ化率ともに処理による影響は認められなかった。ふ化した幼虫を集団飼育し、4～5

令期に 5 頭ずつ試験管に移し、計 100 頭を無処理苗で飼育して羽化状況を調べた。幼虫の生育状況は集団飼育のため観察しなかったが、羽化は正常に行われ、性比と長短翅型の割合も無処理区との間に差を認めなかった。

2. 幼虫処理の影響

(1) 幼虫の生育

トビロウカ、ヒメトビロウカ *Laodelphax striatellus* とツマグロヨコバイ *Nephotettix cincticeps* の全幼虫期間を IPT 処理苗で飼育し、死亡率と羽化率を調べた。飼育 17～20 日後の結果を第 4 表に示したが、IPT 処理は供試した幼虫の生育に大きく影響し、とくにトビロウカでは著しかった。三宅・松原 (1975) の報告では、セジロウカとトビロウカの幼虫は 3 令後から徐々に死亡し始め、最終的には高い死亡率を示しているが、筆者らの 1974 年度の試験では、高濃度の場合、比較的早くから死亡する個体が見られた。しかし、次年度の試験では、第 3 図のように、三宅・松原 (1975) の結果と類似した立ち上りのおそい死亡曲線を示した。兩年

度における結果の違いは、薬液の調製方法や供試虫の状態などが原因したと推測されるが、反覆試験の結果から、IPTによるウンカ類の幼虫の死亡は徐々に起こり、次第に死亡率が高まる形をとるものと考えられる。なお、死亡虫の中には脱皮途中で死亡している個体もかなり認められたが、生存虫は、トビイロウンカを例にとると、15日前後で羽化しており、その他の種の幼虫期間も無処理区と差がなく、羽化にも異常が認められなかった。

(2) 処理時期と幼虫の生育

トビイロウンカふ化幼虫 100 頭を IPT 20 ppm 処理苗で所定時間飼育した後、無処理苗に移して生育状況を調査した。無処理区の羽化率は 71% であったが、処理苗で 2 日間、4 日間、6 日間、8 日間および 18 日間飼育した場合の羽化率はそれぞれ 53%, 54%, 52%, 44% と 35% であり、IPT は若令期に処理すると、幼虫の生

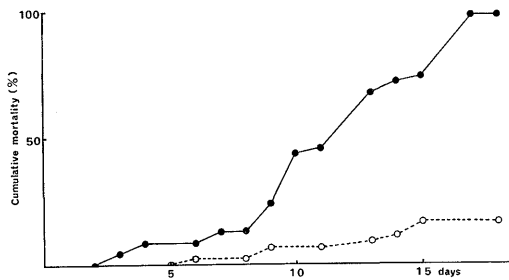


Fig. 3. Mortality of nymphs of *N. lugens* fed rice seedlings treated with IPT throughout the stage. ○: untreated, ●: 40 ppm.

育に影響を与えることが分かった。なお、影響の程度は長時間の処理でさらに強まる傾向が認められた。

一方、トビイロウンカとセジロウンカの 4~5 令幼虫を IPT 40 ppm 処理苗で羽化まで飼育すると、トビイロウンカでは羽化率 88% を示し、無処理区の 96% と大差なく、IPT 処理の影響は若令幼虫に対するより小さかった。しかし、セジロウンカでは羽化率 15% であり、無処理区の 85% より著しく低く、IPT 処理の影響が大きく現れたが、これは IPT に対する感受性がトビイロウンカとセジロウンカで異なることを示すものと思われる。

(3) 処理幼虫から羽化した成虫の生育と増殖

トビイロウンカのふ化幼虫を IPT の 5 ppm と 2.5 ppm 処理苗で飼育すると、羽化までの累積死亡率はそれぞれ 37.5% と 34.2% であり、低濃度では濃度間差異がみられなかった。これらの幼虫の羽化率と成虫の寿命を調べたが、5 ppm 処理苗で飼育した結果を第 5 表に示した。処理区の幼虫の羽化率は無処理区のそれと比べやや低かったが、翅型の割合は、雌雄いずれも差が認められなかった。深田・三宅 (1976) は、20 ppm 処理葉身で飼育したトビイロウンカの羽化雌は、全個体が短翅型になったと報告しているが、この実験で異なった結果が得られたのは、処理濃度や飼育密度などの実験条件の差によるものと推測される。なお、羽化成虫を 24 時間以内に雌雄 1~2 対ずつ組み合わせて飼育したところ、処理区の成虫の寿命は雌雄ともに無処理区のそれよりかなり短かった。第 5 表には長翅型成虫の平均寿命を示したが、短

Table 5. Growth of adults of *N. lugens* emerged from nymphs fed rice seedlings treated with IPT throughout the nymphal stage.

IPT concn. (ppm)	No. nymphs examined	Mortality in nymphal stage (%)	No. adults emerged				Emergence (%)	Longevity (m. ± s.d. days)		
			♀M	♀B	♂M	♂B		M. female	M. male	
5	88	37.5	14	12	19	10	55	62.5	8.8±7.7	9.2±7.4
—	81	24.7	14	14	22	11	61	75.3	19.9±3.9	21.0±4.8

M: macropterous, B: brachypterous

Table 6. Oviposition by adults of *N. lugens* emerged from nymphs fed rice seedlings treated with 5 ppm solution of IPT throughout the nymphal stage

Cross	No. eggs (m. ± s.d.) laid/female/day	Fertility (%)	Hatchability (%)
♂ × ♀	5.6±2.5	85.1	60.8
♂ × ♀	6.2±2.6	91.7	61.6
♂ × ♀	6.2±3.6	91.4	55.7
♂ × ♀	7.1±2.8	97.3	62.8

♂, ♀: Adults from nymphs fed with treated rice seedlings.

♂, ♀: Adults from nymphs fed with untreated rice seedlings.

Table 7. Hatching of eggs of plant- and leafhoppers treated with IPT

Species	IPT concn. (ppm)	No. eggs examined	No. hatched nymphs	Hatchability (%)
<i>N. cincticeps</i>	40	61	53	98.1
	—	46	44	95.7
<i>S. furcifera</i>	40	107	70	77.8
	—	121	109	90.1
<i>N. lugens</i>	40	165	101	69.2
	—	218	147	67.4

Table 8. Reproduction of *N. lugens* developed from eggs treated with IPT

IPT concn. (ppm)	No. nymphs examined	Emergence (%)	Longevity of adults (m. \pm s.d. days)		Mean no. eggs laid/female/day	Fertility (%)
			Female	Male		
40	80	50.6	17.4 \pm 10.1	15.5 \pm 10.1	4.3	93.3
—	80	51.3	14.0 \pm 8.5	13.3 \pm 6.3	4.9	98.4

Hatched nymphs from treated eggs were used.

翅型成虫でも同様の傾向が認められた。

長翅型成虫を1対ずつ処理雄×処理雌、処理雄×無処理雌、無処理雄×処理雌の組み合わせを作り、無処理苗に産卵させ、15日間の産卵数と卵のふ化率を比較した。第6表に示すように、処理成虫を含む組み合わせでは、無処理虫のみの組み合わせと比べて平均産卵数が減少するとともに、受精率が低下する傾向が認められた。しかし受精卵のふ化は無処理虫のみの組み合わせと大差なかった。

3. 卵処理の影響

(1) 処理卵のふ化

トビロウカ、セジロウカ又はツマグロヨコバイに産卵させた幼苗を10日間IPT 40 ppm液に浸根処理した後、それぞれのふ化状況を調べた結果を第7表に示す。3日間産卵させた苗を供試したので、処理開始時には産下直後から3日令までの卵が混在している状態であり、それぞれの卵はふ化開始までに最低6～7日間以上IPTに接する機会があったことになるが、トビロウカとツマグロヨコバイでは卵の発育とふ化に対する影響は全く認められなかった。セジロウカでは無処理区と比べてふ化率が低かったが、未ふ化卵では眼点期で発育停止している卵が、無処理区のそれよりやや多かった。

(2) 次世代への影響

ほ場で採集したトビロウカの短翅型成虫を放飼して3日間産卵させた幼苗をIPT 40 ppm液に浸根処理した。ふ化開始日当日の幼虫をガラスポットに移し、集団飼育した。集団飼育虫は4～5令期に4頭ずつ大型試験管に移し、羽化率と寿命を調べ、さらに羽化成虫は24

時間以内に雌雄2対ずつを組み合わせて無処理苗に産卵させ、産卵数と受精率を調べた。なお、この実験では、雌成虫が、ほぼ全部死亡するまでの間の産卵数を調査した。結果は第8表に示したが、羽化率、羽化成虫の寿命には卵期に処理したIPTの影響が全く現れず、成、幼虫期に処理した場合は逆に、無処理区の成虫より寿命の長い成虫がやや多くなった。しかし、産卵数はやや少なく、受精率も多少低くなる傾向が認められた。

考 察

トビロウカは増殖能が高く、防除が不適確であると大きな被害をもたらすことが多い。防除時期の選定は特に重要であり、不適当な時期の薬剤施用は、成、幼虫のほかに卵が混在しているため、密度回復が速かである(永田ら, 1973)。このような害虫には卵の発育を阻止する薬剤を併用するとか、増殖を抑制する手段を考えるべきであるが、不妊化法を検討した結果では、既存の化学不妊剤に適用できるものがない(永田・守谷, 1976)、また、殺卵効果の期待できる薬剤もほとんどないのが現状である。

本試験に用いたイソプロチオランもウンカ類の卵に対する作用はほとんどないと考えられる。薬剤が卵にとりこまれたかどうかは調べていないが、同様な方法で卵の生育を阻止する殺虫剤があることが認められている(前田ら, 1972)。しかし、それらの殺虫剤の殺卵作用は実際の防除効果に寄与することが少ないことから考えると、産下された卵に対するIPTの作用は直接的にも間接的にもほとんどないといえよう。

しかしながら、IPT はウンカ類の成、幼虫に対して従来の殺虫剤と異なる特異的な作用を示すことが認められた。幼虫に対する作用は特に大きい、その作用は速効的でなく、徐々に死亡率を高めるものである。死亡虫の中には脱皮途中で死亡する個体があり、羽化できた個体も寿命が短くなり、産卵数が減少する。このような現象は、多種類の昆虫について試験されている、いわゆる *insect growth regulator* の作用に類似している。しかし、幼虫に対する低濃度処理では発育遅延は認められないし、幼虫の老令期の処理では、セジロウカで死亡が多かったが、トビロウカでは羽化率が無処理と大差なく、羽化に対する影響は認められない。また、成虫に処理した場合にも、寿命短縮のほかに産卵数の減少が認められるが、産卵前期間には影響が認められない。このように、ウンカ類に対する IPT の作用は、成長調節物質といわれるものの示す作用と類似した点もあるが、脱皮阻害作用ではないと考えられる。

産卵数の減少は交尾能の低下に基づく場合も考えられるが、調査した範囲では IPT 処理による受精卵率の低下は比較的小さく、交尾能の問題ではないように思われる。ただし、この試験では成虫の解剖を行なっていないので、交尾の有無を直接明らかにすることはできなかった。GROSCH (1975) は寄生蜂 *Bracon hebetor* に対する薬物の影響を調べた一連の研究の中で、カルバリルの投与が蜂の産卵数を減少させ、寿命を短縮させるなどの現象を認め、また、この処理が成虫の脂肪細胞を減少させることを指摘し、脂肪細胞の減少に基づく蛋白質代謝の低下が卵黄形成を減少させているのであろうと述べている。IPT の処理もウンカ類の吸汁能を低下させ (米久保・深田, 1976)、脂質含量を低下させる (深田・三宅, 1976) などの影響が認められているので、今後トビロウカの卵巣の発育に及ぼす影響を解剖学的、組織学的に調べる必要がある。

殺菌剤として開発されたイソプロチオランが昆虫に対し特異的な作用を示すことは興味深い、浸透性殺菌剤の一つであるベノミルも捕食性ダニの成虫の寿命短縮や産卵抑制などの作用があると報告されている (NAKASHIMA & CROFT, 1976)。ベノミルの例のように、天敵に対し悪影響のある場合には、それを殺菌剤として使用する上で制限要因となるが、IPT の場合には、いもち病とウンカ類と同時に作用すれば、イネの病害虫防除を効率的に行なえる利点がある。イソプロチオラン粒剤は施用後、有効成分がイネに吸収され、いもち病に有効な濃度を 30 日間以上保つといわれる (村田・黒野, 1974)。もし

ウンカ類に対しても同程度の残効が現れるとすると、トビロウカの 1 世代は約 30 日であり、卵は 10 日後にはふ化するので、定着しているウンカの大部分が薬剤の影響を受けることになる。また、薬液を吸汁した虫は次の世代にもその影響を残すので、増殖抑制効果はさらに大きく現れることが期待される。IPT がほ場でこのような作用を示すならば、トビロウカの防除はこれまでよりかなり効率化されるといえる。しかし、実際に適用するに当たっては、薬剤の施用時期と施用後の有効成分の消長、水田およびウンカ類の状態などとの関係を十分検討することが必要と考える。

摘 要

いもち病防除剤であるイソプロチオランの水溶液にイネの幼苗を浸根処理し、処理苗にトビロウカを放飼してウンカの生育、産卵などに及ぼす影響を調べた。

40 ppm 処理苗で連続飼育した成虫は寿命が短くなり、特に雄において影響が著しかった。生存 1 雌 1 日当りの産卵数は減少し、卵のふ化率も低下した。しかし、処理苗で短期間飼育した成虫の産下卵は正常にふ化し、ふ化幼虫を無処理苗で飼育した場合には正常に生育した。

ふ化直後から処理苗を与えた幼虫は徐々に死亡し、40 ppm 処理では羽化までにほとんどが死亡したが、死亡虫の中には脱皮途中で死亡する個体もみられた。5 ppm 処理苗を全幼虫期間与えたトビロウカは羽化後死亡する個体が多く、羽化成虫は寿命が明らかに短くなり、産卵数も少なくなる傾向を示した。

イソプロチオランはイネに産下されたウンカ類の卵にほとんど影響せず、処理卵からふ化した幼虫の生育、羽化、羽化成虫の産卵にも大きな影響は認められなかった。

引用文献

- 深田 稔・三宅利雄 (1976) イソプロチオランのウンカのし型発現への影響。農業学会講演 (東京)。
 GROSCH, D. S. (1975) Reproductive performance of *Bracon hebetor* after sublethal doses of carbaryl. J. econ. Ent. 68: 659~662.
 前田洋一・永田 徹・守谷茂雄 (1972) ウンカ・ヨコバイ類の毒物学的研究 III トビロウカ卵に対する薬剤の作用。応動昆講演 (静岡)。
 三宅利雄・松原秀夫 (1975) イソプロチオランのウンカに対する興味ある作用。応動昆講演 (東京)。
 村田菊蔵・黒野 等 (1974) イソプロチオランに関する研究 いもち病防除剤としての特性。日植病報 40: 221。

- 永田 徹・前田洋一・守谷茂雄・岸本良一 (1973) トビイロウンカの防除時期について. 応動昆 17: 71~76.
- 永田 徹・守谷茂雄 (1976) トビイロウンカに対する化学不妊剤の効果. 九州農試報告 18: 247~270.
- NAKASHIMA M. J. and B. A. CROFT (1974) Toxicity of benomyl to the life stage of *Amblyseius fallacis*. J. econ. Ent. 67: 675~677.
- 米久保智得・深田 稔 (1976) イソプロチオランのウンカ吸汁能に及ぼす影響. 農業学会講演 (東京).

Applied Entomology and Zoology, Vol. 12, No. 4 の目次

石橋信義・近藤栄造: マツノザイセンチュウにおける分散型の出現——とくに種の生存に関する考察……………	293
伊藤嘉昭 (浜田竜一 の Appendix): ウリミバエ根絶のための不妊虫放飼のモデル……………	303
古田公人: マイマイガ, マツカレハの死亡要因としてのササグモ, クリチカササグモの評価……………	313
松香光夫・高橋茂雄: 捕食性昆虫ナミテントウ <i>Harmunia axyridis</i> の栄養学的研究(II) 幼虫の生育に対するミネラルの重要性について……………	325
佐藤芳夫: アオムシコマユバチの寄生に関する研究 II. スジグロチョウ幼虫で育ったアオムシコマバチの寄生……………	330
中尾舜一・野原啓吾・永富 昭: 自生カンキツ“クロシマミカン”の害虫とその捕食性天敵についての研究……………	334
平井一男: アフヨトウ・ヨトウガの配偶行動とヘアブラシの役割……………	347
勝野貞哉: 家蚕の有核および無核精子に関する研究 IV……………	352
村越重雄・中田 忠・大塚晏央・田原 昭・田村三郎: カイコの繭糸生産に対するアビエチン酸誘導体の作用……………	360
佐藤 威・於保信彦・成田 弘: モモシンクイガの顆粒病ウイルスについて……………	365
短 報	
勝野貞哉: 家蚕の有核および無核精子に関する研究 V……………	370
小山光男・若村定男: (Z, E)-9, 12-Tetradecadienyl Acetate の蒸散によるハスモンヨトウの交尾阻害範囲……………	372