

## 第6章 ヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の防除法

北海道におけるヒメトビウンカとイネ縞葉枯病との関係は関東以西の様相とは異なるが、防除にあたっては媒介昆虫ヒメトビウンカを直接防除することが重要であることに変わりはない。薬剤による防除法として育苗箱施用法、水面施用法および茎葉散布法などが実用化されている。しかし薬剤抵抗性の問題が生じているため、ヒメトビウンカ個体群の薬剤感受性を検定した上で、ヒメトビウンカの生態的特性を利用した畦畔防除の効果を検討するとともに、本田における各種防除法の効果を評価して体系的防除の検討を行った。

### 第1節 ヒメトビウンカの薬剤感受性

関東以西の地域では有機リン剤およびカーバメート系剤に対するヒメトビウンカの抵抗性が明らかにされている(木村, 1965; 尾崎, 1970) こと

から、ヒメトビウンカの防除薬剤に対するヒメトビウンカの感受性を検定し、各世代における感受性の違いと年次変動について比較検討した。

#### 第1項 ヒメトビウンカ夏世代幼虫の薬剤感受性

薬剤感受性の検定はイネ苗浸漬法で実施した。イネ苗(2~3葉期)を所定の薬液に5秒間浸漬後風乾した。この処理苗3本~4本を試験管(径3cm, 深さ20cm, 水道水を少量入れた)に入れ、供試個体を1試験管あたり10頭~15頭放飼し、20℃, 24時間照明で管理した。処理後24時間および48時間に供試個体の生死を調査した。各処理とも2~4反復した。対照区は水道水を使用した。夏世代(不休眠)の検定は5月上旬に水田畦畔雑草から採集し、2~4世代集団飼育した個体群を供試した。

第31表 ヒメトビウンカ夏世代4齢幼虫の薬剤に対する感受性

濃 度 (ppm)	処理48時間後の死亡率 (%)				
	1977年			1978年	
	MEP乳剤 (50%)	PAP乳剤 (50%)	PHC乳剤 (25%)	MEP乳剤 (50%)	PHC乳剤 (25%)
1000	100 (60)	100 (60)	—	100 (30)	—
500	100 (60)	100 (60)	100 (60)	100 (35)	100 (38)
250	100 (60)	100 (60)	100 (60)	100 (35)	100 (35)
125	100 (60)	100 (60)	100 (60)	100 (35)	100 (32)
62.5	100 (60)	65.0(60)	98.3(60)	100 (34)	94.1(34)
31.3	96.7(60)	48.3(60)	93.3(60)	94.7(38)	55.3(38)
15.6	88.3(60)	8.3(60)	11.7(60)	60.0(40)	48.6(35)
7.8	38.3(60)	1.7(60)	10.0(60)	—	27.0(37)
3.9	—	—	3.3(60)	—	—
対 照	0 (60)	0 (60)	0 (60)	0 (40)	0 (47)
LC <sub>50</sub>	8.9ppm	37.9ppm	19.3ppm	13.7ppm	17.5ppm
LC <sub>95</sub>	23.9ppm	115.6ppm	49.8ppm	32.0ppm	97.2ppm

( ) : 供試個体数, 供試個体群 : 東神楽産個体群,

薬剤処理月日 : 1977年11月10日, 1978年8月5日。

MEP(fenitrothion) : O,O-dimethyl O-(3-methyl-4-nitrophenyl) thiophosphate

PAP(phenthoate) : dimethyl-dithiophosphoryl phenylacetate

PHC(propuxur) : 2-isopropoxyphenyl-N-methylcarbamate

ヒメトビウンカ夏世代（不休眠）の4齢幼虫の各処理濃度における死亡率および対数濃度-プロビット死亡率回帰式から処理後48時間の $LC_{50}$ および $LC_{95}$ 値を算出した(第31表)。供試薬剤の実用濃度はMEP乳剤(50%)およびPAP乳剤(50%)が500ppm, PHC乳剤(25%)が250ppmで、この濃度で生存する個体は認められず、供試個体群は有機リン剤およびカーバメート系剤に対して感受性であると判断された。 $LC_{50}$ 値でみると1977年のPAP乳剤が最も高い値を示したが、実用濃度の1/10以下であった。感受性に薬剤間で差が認められ、MEP乳剤に対して高かった。

### 第2項 ヒメトビウンカ成虫の薬剤感受性

MEP乳剤に対する成虫の感受性(第32表)は、雄成虫の方が雌成虫よりやや高かった。実用濃度(500ppm)での生存個体は認められず、東神楽産の $LC_{50}$ 値は夏世代4齢幼虫と同程度の値であった。産地間でみると、当麻産雌成虫の $LC_{95}$ 値がやや高かった。

### 第3項 ヒメトビウンカ越冬世代幼虫の薬剤感受性

東川町、東神楽町、当麻町の水田畔から5月上旬に採集した越冬後の4齢幼虫のMEP乳剤(50%)に対する感受性を検討した(第33表)。実用

第33表 越冬あけ4令幼虫のMEP乳剤50%に対する感受性

濃度 (ppm)	処理48時間後の死亡率(%)					
	東川産		東神楽産		当麻産	
1000	100	(20)	100	(25)	100	(40)
500	100	(20)	100	(25)	100	(41)
250	100	(20)	100	(25)	100	(41)
125	100	(20)	100	(24)	100	(40)
62.5	90.0	(20)	96.0	(25)	94.9	(39)
31.3	80.0	(20)	80.8	(26)	72.5	(40)
15.6	55.0	(20)	56.0	(25)	56.4	(39)
対照	5.6	(18)	8.0	(25)	9.8	(41)
$LC_{50}$	14.1ppm		14.3ppm		15.1ppm	
$LC_{95}$	71.4ppm		56.9ppm		68.7ppm	

( ) : 供試個体数、薬剤処理月日: 1980年5月9日。

濃度(500ppm)で生存個体がみられず、 $LC_{50}$ 値も地点間でほとんど差がなかった。 $LC_{95}$ 値は56.9ppm~71.4ppmで夏世代4齢幼虫に比較するとやや高かった。

1977年10月上旬に東神楽町の水田から採集した越冬前の4齢幼虫の薬剤に対する感受性(第34表)は実用濃度で生存個体が認められ、夏世代幼虫と比較すると感受性が低かった。 $LC_{50}$ 値はMEP乳剤では夏世代幼虫と同程度であったが、PHC乳剤およびPAP乳剤は夏世代と比較すると高く、 $LC_{95}$ 値は夏世代幼虫の約3倍の値を示した。

第32表 ヒメトビウンカ成虫のMEP乳剤50%に対する感受性

濃度 (ppm)	処理48時間後の死亡率(%)											
	雌成虫			雄成虫								
	東川産	東神楽産	当麻産	東川産	東神楽産	当麻産						
500	100	(40)	100	(39)	100	(38)	100	(39)	100	(20)	100	(20)
250	100	(44)	100	(42)	100	(44)	100	(42)	100	(21)	100	(20)
125	100	(38)	100	(38)	100	(39)	100	(38)	100	(17)	100	(21)
62.5	100	(39)	100	(38)	100	(33)	100	(25)	100	(24)	95.2	(21)
31.3	94.7	(38)	97.2	(36)	82.1	(39)	100	(27)	100	(22)	100	(20)
15.6	47.4	(38)	72.2	(36)	62.5	(40)	69.2	(26)	85.0	(20)	83.3	(18)
7.8	25.0	(44)	31.8	(44)	37.8	(37)	62.5	(32)	38.9	(18)	41.2	(17)
対照	0	(45)	0	(36)	5.1	(39)	7.9	(28)	0	(18)	5.0	(20)
$LC_{50}$	13.4ppm		10.6ppm		14.1ppm		6.6ppm		9.1ppm		8.1ppm	
$LC_{95}$	38.4ppm		28.2ppm		61.4ppm		33.3ppm		20.2ppm		33.7ppm	

( ) : 供試個体数、薬剤処理月日: 1978年8月28日。

第34表 越冬前4齢幼虫の各種薬剤に対する感受性

濃度 (ppm)	処理48時間後の死亡率(%)			
	MEP乳剤 (50%)	PAP乳剤 (50%)	PHC乳剤 (50%)	MPP乳剤 (50%)
1000	100	100	—	100
500	100	98.3	100	100
250	100	93.3	100	98.3
125	100	75.0	100	95.0
62.5	96.7	56.7	60.0	71.7
31.3	93.3	38.3	33.3	30.0
15.6	86.7	33.3	5.0	10.0
7.8	51.7	1.7	0	6.7
対照	0	0	0	0
LC <sub>50</sub>	6.6ppm	44.8ppm	44.3ppm	40.4ppm
LC <sub>95</sub>	38.2ppm	45.4ppm	121.6ppm	157.6ppm

供試個体群：東神楽産個体群、供試個体数：60頭、  
薬剤処理月日：1977年11月10日。

MPP(fenthion)：O,O-dimethyl O-3-methyl-4-  
(methylthio)phenylthiophosphate

第35表 越冬前4齢幼虫のMEP乳剤50%に対する感受性

濃度 (ppm)	処理48時間後の死亡率(%)			
	東神楽産	東川産	当麻産	比布産
1000	98.0(51)	100 (53)	100 (50)	100 (46)
500	98.0(50)	100 (50)	100 (53)	100 (50)
250	81.6(49)	96.0(50)	100 (53)	100 (46)
125	83.7(49)	57.4(54)	94.2(52)	97.9(48)
62.5	44.0(50)	54.9(51)	54.7(53)	40.8(49)
31.3	30.6(49)	14.6(48)	30.0(50)	30.0(50)
15.6	17.6(51)	2.0(50)	4.1(49)	23.5(51)
対照	3.9(51)	3.6(56)	0 (48)	5.9(51)
LC <sub>50</sub>	58.7ppm	75.6ppm	49.6ppm	45.1ppm
LC <sub>95</sub>	480.1ppm	298.2ppm	148.2ppm	207.2ppm

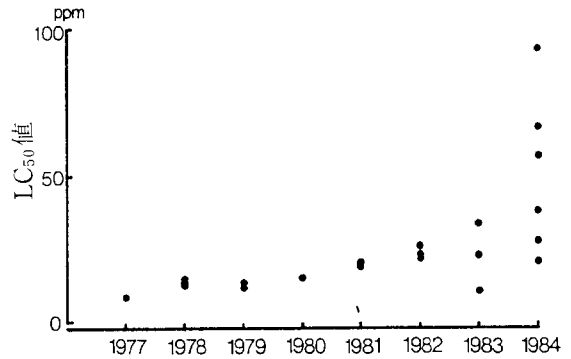
( )：供試個体数、薬剤処理月日：1979年11月12日。

第36表 MEP乳剤50%に対するヒメトビウンカの世代・虫態別の感受性

年次	夏世代			越冬世代幼虫	
	幼虫	雌成虫	雄成虫	越冬前	越冬後
1977	8.9	—	—	6.6	—
1978	13.7-14.8	10.6-14.1	6.6-9.1	—	—
1979	12.1-12.9	10.2-14.7	—	45.1-75.6	—
1980	16.0	—	—	—	14.1-15.1

数字：処理後48時間のLC<sub>50</sub>値で、ppmを示した、幼虫：4齢幼虫、  
越冬前：秋季越冬前の4齢幼虫、越冬後：春季越冬後の4齢幼虫。

1979年9月下旬～10月上旬に東神楽町、東川町、  
当麻町、比布町の水田から採集した越冬前の4齢  
幼虫のMEP乳剤に対する感受性は、産地間で差  
がみられなかった(第35表)。しかし東神楽産個  
体群の感受性は1977年より低下した。特にLC<sub>95</sub>の



第25図 ヒメトビウンカ夏世代4齢幼虫のMEP  
乳剤に対する感受性の年次変動

上川中央部(旭川市、東神楽町、東川町、  
当麻町)の個体群の検定結果を示した。

LC<sub>50</sub>値：処理後48時間の値。

値は夏世代に比較すると各地点とも5倍～12倍と  
高い値を示した。

#### 第4項 ヒメトビウンカの薬剤感受性の変動

上川中央部(旭川市、東神楽町、東川町、当麻  
町)の夏世代4齢幼虫のMEP乳剤に対する感受  
性の変動を処理後48時間のLC<sub>50</sub>値で示した(第25  
図)。1977年の東神楽産個体群のLC<sub>50</sub>値は8.9ppm  
で最も低く、1984年の旭川市永山産の92.6ppmが  
最も高い値であった。抵抗性の発達程度には一般  
に検定個体群のLD値あるいはLC値の対感受性

系統比（抵抗性比）が用いられている。そこで1977年の東神楽産個体群を感受性系統としてその比を求めると、1984年の旭川市永山産個体群で10.3、東川産個体群で7.4と高い値を示したが、それ以外の個体群では5以下の値であった。感受性は年々低下傾向を示し、特に1981年からその傾向が強かった。また1983年から産地間で $LC_{50}$ 値に変動がみられ、1984年の $LC_{50}$ 値は20.9ppm～92.6ppmと変動幅が大きかった。

ヒメトビウカカの防除対象となる世代や虫態の薬剤に対する感受性を第36表にまとめた。夏世代の幼虫、成虫および越冬後幼虫では地点間で若干差異が見られたが、総体的にはほぼ同程度の感受性と判断された。雌雄による感受性は雄の方が高かった。一方越冬前幼虫の感受性は低く、1979年の $LC_{50}$ 値は45.1ppm～75.6ppmと夏世代幼虫の3倍～5倍の値を示した。

## 第2節 ヒメトビウカ越冬世代幼虫の防除

北海道の稲作地帯ではヒメトビウカは年間を通して水田周辺で生息している。特に水田内に侵入する越冬世代成虫の発生源が水田畔の越冬世代幼虫であることから、その密度の低下は水田におけるヒメトビウカおよびイネ縞葉枯病の発生を減少させることが可能である。そこで北海道においては検討されていなかった畦畔雑草の焼却および薬剤による畦畔防除の効果を検討した。

### 第1項 春季の畦畔雑草焼却の効果

1979年に上川郡東神楽町東聖の農家圃場で実施した。5月14日に農家慣行法によって畦畔雑草の焼却処理を行い、処理前（5月12日）と処理後（5月17日）に電気掃除機を改良した吸虫機（電気捕虫機）を用い0.25㎡あたり2分間吸引して越冬幼虫数を調査した。畦畔雑草の焼却によって越冬幼虫密度は減少したが、20%～60%程度の生存個体が認められた（第37表）。雑草の状態により焼却の程度に差異がみられ、十分株元まで焼却された場所では減少率は高かったが、火が上部を走り下部が十分焼却されなかった場所では低かった。

### 第2項 薬剤による春季畦畔防除の効果

1977年から1979年に東神楽町、東川町および旭川市の水田畔で越冬後幼虫（4月下旬～5月中旬）と越冬前幼虫（9月下旬～10月下旬）を対象に実施した。市販のMEP粉剤（2%）および同乳剤（50%）を供試し、背負式動力散布機で所定量を散布した。幼虫密度は電気捕虫機または動力捕虫機を使用し、前者は0.25㎡あたり、後者は1㎡あたり2分間吸引あるいは捕虫網（径36cm）によるすくい取り法（25往復、50回振り）で調査した。

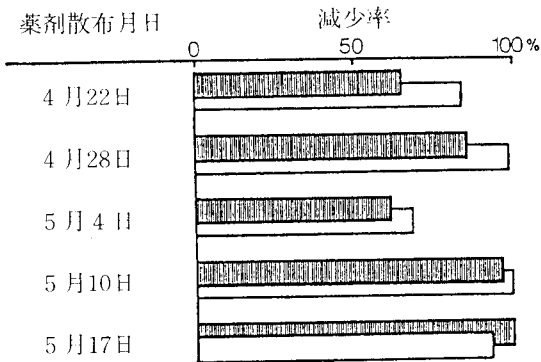
ヒメトビウカ越冬世代幼虫に対する春季畦畔防除の時期と効果を検討した（第26図）。融雪直後の4月22日散布は減少率は60%～85%と低かった。4月28日以降の散布は幼虫密度を著しく低下させ、減少率は61%～100%で顕著な防除効果が認

第37表 水田畔雑草の焼却による越冬幼虫の防除効果

処 理 区	越冬幼虫数/0.25㎡ 補正密度		指 数	焼却の状況
	焼 却 前	焼 却 後		
A	23	11	66.6	ほとんど焼却されている
B	52	9	24.1	下部までよく焼却されている
C	72	40	77.4	下部が焼却されていない
D	25	7	39.0	ほとんど焼却されている
無処理	39	28	—	—

試験場所：東神楽町東聖、焼却月日：1979年5月14日、調査方法：電気捕虫機を使用して0.25㎡あたり2分間吸引、焼却前：5月12日、焼却後：5月17日、補正密度指数：次の式で求めた。

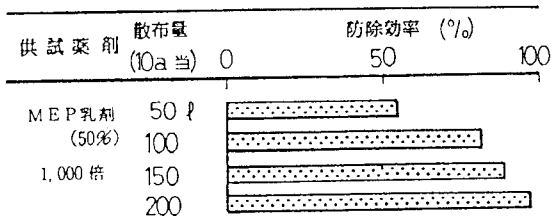
$$\text{補正密度指数} = \frac{(\text{処理区処理後密度} \times \text{無処理処理前密度})}{(\text{処理区処理前密度} \times \text{無処理処理後密度})} \times 100$$



第26図 春季畦防除の時期と防除効果

■：4 kg/10 a 散布，▨：6 kg/10 a 散布  
 試験場所：東神楽町，供試薬剤：MEP粉剤2%  
 調査：散布前と散布後7日に動力捕虫機を用いて1 m<sup>2</sup>あたり2分間吸引，試験年次：1978年，減少率：つぎの式で求めた。

$$\text{減少率} = 1 - \frac{\text{散布後の幼虫密度}}{\text{散布前の幼虫密度}} \times 100$$



第27図 春季畦防除における液剤の散布量と防除効果

試験場所：東神楽町，供試薬剤：MEP乳剤50%  
 散布月日：1980年5月8日，調査：散布前（5月8日）と散布後10日（5月18日）に捕虫網を用いて20回すくい取りによる幼虫数を調査。

められた。この結果，畦防除の適期は5月上旬から越冬世代成虫の羽化が始まる5月中旬頃と考えられた。

畦防除における粉剤の効果は散布量が多いほど高かったが，散布量は10 aあたり4 kgが適量と考えられた。また乳剤の散布量は粉剤の4 kg/10 a散布と同程度の効果を得るためには，少なくとも10 aあたり150 t以上の散布量が必要であった（第27図）。

高密度畦畔における防除効果を旭川市東鷹栖町の農家圃場で1978年に検討した（第38表）。各試

第38表 高密度畦畔における畦畔防除の効果

処理区番号	越冬幼虫数/m <sup>2</sup> 当り		減少率
	散布前	散布後	
I	386	30	92.2%
II	535	11	97.9
III	751	8	98.9
IV	234	2	99.1
V	1,117	268	76.0
平均	640.6	63.8	89.4

試験場所：旭川市東鷹栖町，供試薬剤：MEP粉剤2%，10 aあたり6 kg散布，

散布月日：1978年5月18日，

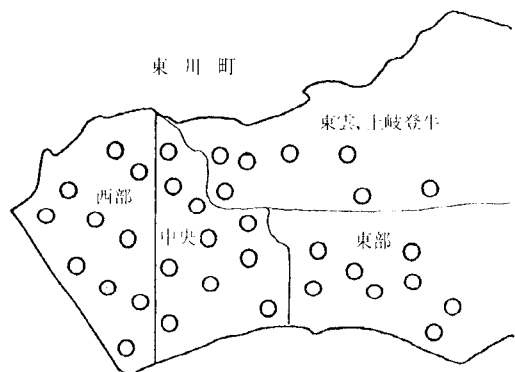
調査方法：動力捕虫機を使用して1 m<sup>2</sup>あたり2分間吸引，散布前：5月17日，散布後：5月25日，

減少率：次の式で求めた。

$$\text{減少率} = 1 - \frac{\text{散布後の幼虫密度}}{\text{散布前の幼虫密度}} \times 100$$

験区とも散布後の幼虫密度は著しく低下したが，1 m<sup>2</sup>あたり1,000頭を越えるような高密度になると減少率はやや低かったが，平均すると幼虫密度を1/10程度に減少させる効果が認められた。

イネ縞葉枯病の常発地でヒメトビウンカの生息密度も比較的高い東川町において，1978年5月12～14日の3日間にわたり全町一斉に畦畔防除が実施された。そこで広域に防除が行われた場合の効果について検討した。調査地点の概略図を第28図に，調査結果を第39表に示した。薬剤散布後の幼虫密度の減少程度は調査地点によって異なったが，全体の散布前に対する平均減少率は92.3%と高かった。地域毎にみると中央地区の減少率が83.2%と



第28図 広域一斉防除における調査地点の概略図

第39表 広域一斉畦畔防除における防除効果

調査地区	調査地点数	幼虫数(m <sup>2</sup> 当り)		減少率 (%)
		散布前	散布後	
西部地区	10	85.6	1.6	98.1
中央地区	10	82.3	13.8	83.2
東部地区	8	71.9	3.1	95.7
東雲地区	7	16.3	0.3	98.2

供試薬剤：MEP粉剤2%，3～6kg/10a。

散布時期：5月12～14日。

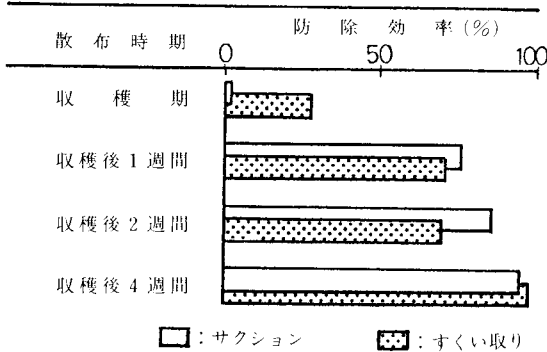
散布前調査：5月2日。

散布後調査：5月16日。動力捕虫機で調査。

他地区に比較すると低かったが、散布量が各農家によって必ずしも一定でなく、また散布前の幼虫密度にも変動が見られたことなどを考え合わせると、畦畔防除を農家段階に普及しても十分防除効果をあげることが認められた。

第3項 秋季畦畔防除の効果

収穫後の水田畦畔における秋季畦畔防除の散布時期と効果を検討した(第29図)。収穫直後の葉



第29図 秋期畦畔防除の時期と防除効果

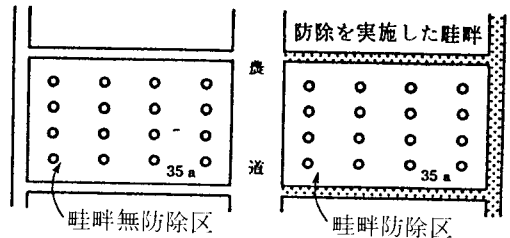
試験場所：東神楽町，供試薬剤：MEP粉剤2%  
散布量：4kg/10a，収穫：1978年9月22日，  
調査：散布前と散布後7日に捕虫網(20回振り)および電気捕虫機(0.25m<sup>2</sup>あたり2分間吸引)を用いて調査。

剤散布は散布後に幼虫密度が増加し、防除効果は認められなかったが、収穫後7日および14日の散布では散布後の幼虫密度は低下し、さらに収穫後28日の散布では顕著な防除効果が認められた。この結果から、秋季の畦畔防除の時期は収穫後14日以降

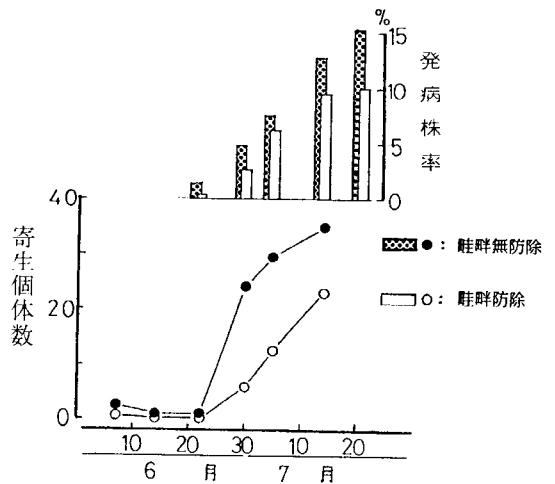
と想定されたが、散布時期は遅いほど防除効果は高いと考えられた。

第4項 畦畔防除が本田のヒメトビウンカとイネ縞葉枯病の発生に及ぼす効果

畦畔防除が本田におけるヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の発生に及ぼす影響について、東神楽町の農家水田で1978年に検討した。農道(幅約4m)を中心とした2枚の水田(3.5ha)を使用し、畦畔防除区と無防除区を設けた(第30図)。本田



第30図 畦畔防除の本田期への効果確認試験圃場の概略図



第31図 本田におけるヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病に対する畦畔防除の効果

○□：畦畔防除区，●■：畦畔無防除区  
試験場所：東神楽町，品種：「イシカリ」5月26機械移植(マツト苗)区制：1×36ha，1区制，  
畦畔防除：5月12日にMEP粉剤2%を4kg/10a散布，寄生個体数：100株あたり成虫と幼虫の合計寄生個体数の16か所平均値，試験年次：1978年。

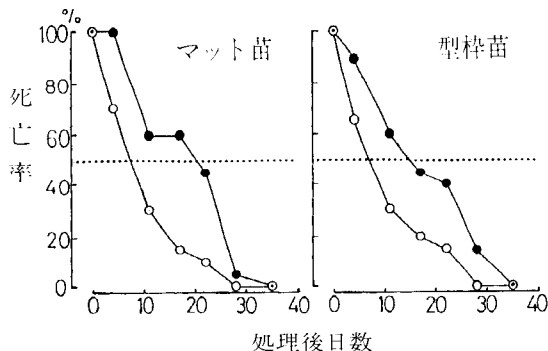
は無防除とした。各区において16か所を選定し、ヒメトビウンカの寄生虫数およびイネ縞葉枯病は発病株数を調査した(第31図)。越冬世代成虫の寄生虫数は両区とも100株あたり0.5頭以下で判然としなかった。第1世代幼虫の寄生虫数は畦畔防除区で少なく、無防除区との間に明らかな差が認められた。イネ縞葉枯病の発病株率は無防除区の15.2%に対して畦畔防除区は9.8%で、発病抑制効果が認められた。

### 第3節 ヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病に対する本田における各種防除法の効果

ヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の本田における防除法として、府県では育苗箱施用法、水面施用法および茎葉散布法が指導されている。北海道においても府県の試験結果に基づいて防除効果が検討されたが、ヒメトビウンカに対する効果が明らかでなかった。そこで各種防除法の効果をヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の両面から検討し、各防除法の有効性を評価した。

#### 第1項 薬剤の育苗箱施用による防除効果

(1) 薬剤の育苗箱施用による防除効果の持続  
マット苗(箱:60cm×30cm)および型枠苗(箱:

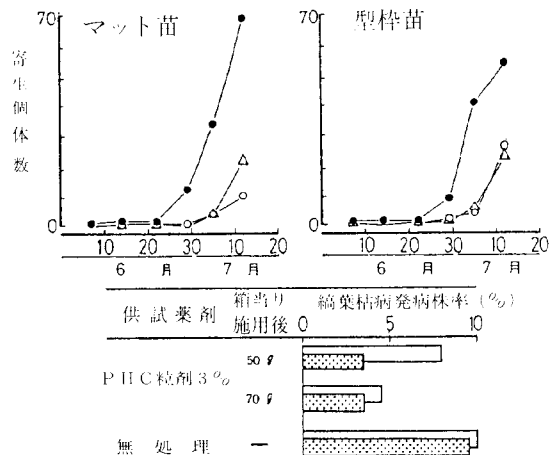


第32図 育苗箱施用におけるPHC粒剤3%の残効性

○: 50g施用, ●: 100g施用, 品種: 「イシカリ」, 1977年5月31日に薬剤処理後手植えて移植, 供施個体群: 旭川産個体群, 供施個体数: 各処理とも比害成虫20頭, 死亡率: 接種後24時間の死亡率

60cm×30cm)の2種の育苗様式で実験した。1977年5月31日に育苗箱あたりPHC粒剤(3%)50gおよび100gを均一に散布後水田に移植した。移植後、一定期間ごとにイネを抜取り、根部を水洗してこれを試験管(径3cm, 高さ20cm)に3本~5本入れ、雌成虫を1試験管あたり20頭放飼し、恒温室(20℃, 24時間照明)内で管理した。24時間後、48時間後および72時間後に生死を調査し、ヒメトビウンカに対する残効性を検討した(第32図)。移植当日における24時間後の死亡率は各処理区において100%で、施用後数時間で十分な薬量がイネ体内に移行することが示された。死亡率は施用後の経過日数とともに低下したが、その程度は施用量および育苗型によって異なった。48時間後の死亡率をProbit変換して処理後日数との回帰式を求め、死亡率が50%の処理後日数を算出すると、マット苗、型枠苗の50g処理区でそれぞれ7.7日、7.0日、100g処理区では16.6日、16.7日で、処理量が多くなるほど残効期間は長かった。

(2) 薬剤の育苗箱施用による本田における防除効果



第33図 薬剤の育苗箱施用によるヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病に対する防除効果と育苗様式との関係

●: 無施用, ○: 50g施用, △: 70g施用, □: マット苗, ▨: 型枠苗, 試験場所: 東神楽町, 供試薬剤: PHC粒剤3%, 品種: 「イシカリ」, 5月24日に機械移植, 区制: 1区44.4㎡, 2区制, 寄生個体数: 100株あたり成虫と幼虫の合計寄生個体数 試験年次: 1978年。

PHC粒剤(3%)をマツト苗と型枠苗の育苗箱に1箱あたり50gおよび70gを施用して本田に移植し、ヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病に対する防除効果を検討した(第33図)。越冬世代成虫の寄生数は少なかったため判然としなかったが、マツト苗および型枠苗は無施用区と比較して少なかった。第1世代幼虫に対しては、各施用区とも無施用区より明らかに少なく、防除効果が認められた。その結果イネ縞葉枯病の発生も型枠苗の50g施用区で多かった以外は、各区とも無施用区と比較して発病株率で1/2以下に抑え有効であった。育苗様式でみると型枠苗では発病抑制効果がやや劣った。

薬剤の種類別にみると、各薬剤ともヒメトビウンカの寄生密度を無施用区の1/3以下に抑え有

効であった(第40表)。イネ縞葉枯病の発生も1978年のエチルチオメトン・PHC粒剤50g施用区でやや高かった以外は、発病抑止効果が認められ有効と判断された。

育苗箱施用の効果の年次変動を第41表に示した。年次によってヒメトビウンカの発生量は異なるが、ヒメトビウンカに対する防除効果は発生量の少ない年ほど顕著であり、少発生年では無施用区の1/5以下に、多発生年においても1/2以下に密度を抑えた。またイネ縞葉枯病に対してもほぼ同様の傾向であった。

#### 第2項 薬剤の水面施用による防除

PHC粒剤(3%)を移植当日、移植後14日および28日に10aあたり3kgを手撒きによって施用

第40表 各種薬剤の育苗箱施用によるヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の防除効果

供試薬剤	施用量	1978年		1979年		1980年	
		寄生数	病株率	寄生数	病株率	寄生数	病株率
プロパホス 粒剤 5%	60g	23.0	7.0%	4.0	5.5%	—	—%
	80g	27.0	4.0	5.0	2.5	—	—
エチルチオメトン ・PHC粒剤 5%	50g	43.0	16.5	—	—	15.5	2.8
	70g	20.0	12.0	—	—	14.5	1.8
カルボスルファン 粒剤 5%	50g	—	—	4.5	7.5	2.0	1.5
	70g	—	—	2.0	5.5	1.0	1.8
PHC 粒剤 3%	50g	60.0	10.5	4.5	6.5	12.5	4.3
	70g	53.1	6.5	8.0	5.5	9.0	2.3
無施用	—	207.0	26.0	81.5	17.5	69.0	8.0

試験場所：東川町、品種：「イシカリ」、育苗様式：マツト苗、  
寄生数：7月中旬の100株あたりヒメトビウンカ成・幼虫合計の寄生個体数、  
病株率：7月下旬～8月上旬のイネ縞葉枯病発病株率。

第41表 PHC粒剤の育苗箱施用によるヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病に対する防除効果の年次変動

項目	処理区	東神楽町		東川町					
		1977	1978	1977	1978	1979	1980	1981	1982
ヒメトビウンカ 寄生虫数	施用区	65.0	11.0	148.3	60.0	4.5	12.5	8.0	2.5
	無施用区	212.2	69.0	308.3	207.0	81.5	69.0	56.5	24.0
イネ縞葉枯病 発病株率	施用区	8.5	3.5	7.5	10.5	6.5	4.3	1.8	0.5
	無施用区	17.2	9.5	12.7	26.0	17.5	8.0	6.8	4.5

供試薬剤はPHC粒剤3%で、マツト苗箱当り50gを移植直前に施用した。  
ヒメトビウンカ寄生虫数は7月中旬の100株当り寄生虫数。  
イネ縞葉枯病の発病株率は7月末～8月初の発病株率。



第42表 粒剤の水面施用によるヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の防除効果

施用時期			ヒメトビウンカ寄生個体数						発病株率	
5.25	6. 8	6.22	6. 8	6.15	6.22	6.29	7. 6	7.13	7. 6	7.29
○	—	—	12.0	20.5	16.5	11.0	204.0	283.3	6.5%	17.5
—	○	—	13.5	15.5	13.0	9.5	144.0	251.7	7.0	18.3
○	○	—	14.0	10.5	10.5	5.0	131.0	168.8	11.0	17.0
○	—	○	7.0	19.0	8.5	6.0	57.0	78.3	5.5	14.8
—	○	○	12.5	16.5	8.5	3.5	46.0	53.8	9.3	12.8
○	○	○	12.5	12.5	12.5	2.5	118.5	58.8	12.8	14.8
—	—	—	8.5	20.5	9.5	11.0	301.0	212.2	8.5	17.2
育苗箱施用			1.5	8.5	4.5	1.5	93.5	65.0	7.7	8.5

試験場所：東神楽町，品種：「イシカリ」1977年5月25日機械移植（マット苗）

区制：1区52㎡，2区制，供試薬剤：PHC粒剤3%，3kg/10a施用，○：施用した時期，

育苗箱施用：移植当日に50g/箱施用，寄生個体数：100株あたり成・幼虫合計の寄生個体数（2区平均値）。

第43表 茎葉散布によるヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の防除効果

茎葉散布時期						ヒメトビウンカ寄生個体数						発病株率	
6.3	6.9	6.16	6.23	6.30	7.1	6. 9	6.16	6.23	6.30	7. 6	7.14	7.12	7.31
○	○					1.0	2.5	3.0	44.0	102.0	141.0	8.5%	23.0%
○	○	○				1.5	2.0	3.0	29.5	47.0	66.0	10.5	18.9
○	○	○	○	—	—	1.0	2.0	3.0	11.0	15.0	54.0	7.0	10.0
○	○	○	○	○	—	2.0	2.0	1.0	16.0	4.0	17.0	12.0	11.5
○	○	○	○	○	○	0	0.5	1.5	7.0	2.0	0	4.5	4.0
—	—	—	—	—	—	0	0.5	1.5	58.5	108.0	207.0	18.0	26.0
育苗箱施用						1.0	2.0	2.0	6.0	17.0	60.0	9.5	10.5

試験場所：東川町，品種：「イシカリ」1978年5月26日機械移植（マット苗），区制：1区62.9㎡，2区制，

供試薬剤：MEP乳剤50%，1,000倍液を70…/10a散布，○：散布した時期，育苗箱施用：移植当日に50g/箱施用，

寄生個体数：100株あたり成・幼虫合計の寄生個体数（2区平均値）。

し，ヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病に対する防除効果を検討した（第42表）。ヒメトビウンカは多発条件下であったが，移植直後の施用区でも越冬世代成虫に対する防除効果は劣った。7月上旬～中旬の第1世代幼虫の寄生数は3回施用区で育苗箱施用と同等の防除効果であった。また移植後28日施用区で幼虫の寄生数を抑える効果が認められた。しかし各施用区とも越冬世代成虫に対して防除効果が劣ったため，育苗箱施用と比較するとイネ縞葉枯病の発病株率は高く，効果は劣った。

第3項 薬剤の茎葉散布による防除  
MEP乳剤（50%）またはPHC乳剤（50%）

を供試し，それぞれ1000倍希釈液を移植後7日から所定の時期に10aあたり70ℓを肩掛式噴霧器または背負式動力散布機で散布し，ヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病に対する防除効果を検討した（第43表）。ヒメトビウンカの発生が少なかったために，越冬世代成虫に対する防除効果は判然としなかったが，第1世代幼虫に対しては処理間で明らかな差が認められ，散布回数が多くなるほど高かった。イネ縞葉枯病に対する効果は第1世代幼虫の寄生数が多い区ほど発病株率が高く，散布回数が多いほど発病株率は低かった。PHC粒剤の育苗箱施用と同程度の防除効果を得るためには，少なくとも4回以上が必要であった。

第44表 育苗箱施用と本田防除の組合せによるヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の防除効果

育苗箱 施用	茎葉散布			ヒメトビウンカ寄生個体数						発病株率	
	6. 8	6.15	6.22	6. 8	6.15	6.22	6.29	7. 6	7.13	7. 6	7.29
○	—	—	—	1.5	8.5	4.5	1.5	93.5	65.0	7.7%	8.5%
○	○	—	—	6.5	9.0	2.5	0.5	29.5	33.5	7.8	10.7
○	—	○	—	6.5	12.5	3.5	1.0	27.0	16.0	4.3	9.3
○	—	—	○	6.0	17.5	8.5	0	55.5	10.0	3.0	7.0
○	○	○	—	2.0	8.5	2.5	1.5	15.5	3.5	2.8	7.5
○	○	—	○	4.5	11.5	11.5	0	20.0	10.0	6.5	8.2
○	○	○	○	3.0	8.0	4.5	0	15.0	0	4.8	5.5
—	—	—	—	8.5	20.5	9.5	4.5	301.0	212.2	8.5	17.2

試験場所：東神楽町、品種：「イシカリ」1977年5月25日機械移植（マット苗）、区制：1区52㎡、2区制、  
 供試薬剤：育苗箱施用はPHC粒剤3%を移植当日に50g/箱施用、茎葉散布はPHC乳剤50%の1,000液を70…/10a散布、  
 ○：育苗箱施用の有無および茎葉散布の時期、寄生個体数:100株あたり成・幼虫合計の寄生個体数（2区平均値）。

第45表 畦畔防除・育苗箱施用・本田防除の組合せによるヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の防除効果

畦 畔 防 除	育苗箱 施 用	茎葉散布			ヒメトビウンカ寄生個体数					発病株率	
		6.20	6.27	7. 4	6.20	6.27	7. 4	7.11	7.18	7.11	8. 1
○	—	—	—	—	1.0	0	3.0	8.0	15.0	3.0%	7.5%
—	○	—	—	—	0	2.0	1.0	11.0	15.0	2.5	8.0
—	—	○	○	○	1.0	3.0	3.0	5.0	7.0	5.5	7.0
○	○	—	—	—	0	1.0	2.0	0	3.0	1.5	3.5
○	—	○	○	○	1.0	1.0	0	0	0	0.5	1.5
—	○	○	○	○	3.0	7.0	1.0	9.0	12.0	3.0	7.0
○	○	○	○	○	0	0	2.0	0	5.0	1.5	3.0
—	—	—	—	—	7.0	4.0	11.0	21.0	41.0	7.5	16.0

試験場所：東川町、品種：「イシカリ」1979年5月30日機械移植（マット苗）、  
 区制：1区220㎡、1区制、畦畔防除：5月17日にMEP粉剤2%を4kg/10a散布、  
 育苗箱施用：移植当日にPHC粒剤3%を50g/箱施用、茎葉散布：MEP乳剤50を70…/10a散布、  
 ○：各防除の有無と茎葉散布時期を示す、寄生個体数：100株あたり成・幼虫合計の寄生個体数。

第4節 防除法の組合せによる防除の体系化

各防除法を単独に使用した場合の防除効果を明らかにしたが、ヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の発生を十分に抑制するためには各防除法を併用する必要がある。そこで各防除法をそれぞれ組合せた場合の防除効果について検討した。

第1項 育苗箱施用・本田防除の組合せによる防除効果

育苗箱施用と本田における茎葉散布を組合せて実施し、ヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病に対

する防除効果を検討した（第44表）。ヒメトビウンカは多発条件下であったが、各組合せとも越冬世代成虫に対しては十分な防除効果は得られなかった。第1世代幼虫に対しては育苗箱施用のみでも幼虫密度は低下し、さらに本田での茎葉散布を組合せることによって幼虫密度は著しく低下した。特に本田2回～3回散布区において顕著な防除効果が認められた。越冬世代成虫に対する防除効果が不十分であったため、各組合せともイネ縞葉枯病の発病抑制効果は低かったが、育苗箱施用と本田茎葉散布3回の効果が高かった。

## 第2項 畦畔・育苗箱・本田防除の組合せによる防除効果

畦畔防除，育苗箱施用および本田防除を組合せて実施し，その効果を検討した（第45表）。ヒメトビウンカは少発生であったが，畦畔防除，育苗箱施用および本田防除をそれぞれ単独で実施した場合の効果は不十分であった。各防除法の併用はヒメトビウンカ越冬世代成虫の寄生頭数を低く抑えた。特に畦畔防除を行った試験区で顕著であった。第1世代幼虫の寄生密度も同様に低く，本田防除を併用した試験区で低下割合が大きかった。その結果，イネ縞葉枯病の発病抑制効果も高く，畦畔防除＋本田防除区および畦畔防除＋育苗箱施用＋本田防除区で防除効果が高かった。

## 第5節 考 察

害虫防除に広く使用されている有機合成殺虫剤の殺虫効果は施用法や時期，世代および虫態で変動することが知られている。北海道におけるヒメトビウンカの世代や虫態の薬剤に対する感受性を検討した結果，夏世代の幼虫，成虫および越冬後幼虫では地点間で若干差異が見られたが，ほぼ同程度の感受性と判断された。雌雄による感受性の違いは木村（1965），滝田（1979）の報告と同様で雄の方が感受性は高かった。一方越冬前幼虫の感受性は低く，1979年の $LC_{50}$ 値は45.1ppm～75.6ppmと実用濃度以下ではあるが，夏世代幼虫の3倍～5倍の値を示した。さらに薬剤によって感受性に変動がみられたことなどから，越冬前幼虫に対する薬剤の殺虫効果はやや不安定であると考えられた。

MEP剤感受性個体群および抵抗性個体群のうち雌成虫のMEP剤に対する感受性は処理後24時間の $LC_{50}$ 値でそれぞれ85ppm，340ppm（Miyata et al, 1975）とされていることから，1978年当時の旭川地方のヒメトビウンカ個体群はMEP剤感受性個体群であると推定される。しかし北海道においてもMEP剤に対するヒメトビウンカの感受性は年々低下傾向がみられ，1984年には産地間で処理後48時間の $LC_{50}$ 値に変動がみられ，一部の地

域ではMEP剤抵抗性が発達しつつあることを示唆している（第25図）。ヒメトビウンカの薬剤抵抗性は，広島県で1964年にマラソン剤抵抗性が確認され（木村，1965），その後香川県（葛西・尾崎，1966）や愛媛県（清野・吉岡，1970）でもマラソン剤およびMEP剤抵抗性が報告されるなど，有機リン剤抵抗性ヒメトビウンカは西日本をはじめ関東地方でも認められている（浜，1984；滝田，1979）。MEP剤抵抗性系統は有機リン系の多くの薬剤に交差抵抗性を示す（木村・中沢，1968；尾崎，1968）が，カーバメート系薬剤には交差抵抗性を示さない（Ozaki and Kasai, 1971）ことから，カーバメート系薬剤およびこれらの混合剤が広く使用されている。しかし西日本を中心にヒメトビウンカのカーバメート系薬剤抵抗性が報告されており（浜，1984；尾崎ら：1973），殺虫剤抵抗性がさらに拡大する恐れがある。このため防除にあたっては生態系の制御力を重要視し，薬剤による防除は要防除水準を考慮して必要最小限にとどめることのほか，異なる薬剤系統のローテーションを取入れるなど，抵抗性が発達しないような方策を考える必要がある。

ヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病に対する各種薬剤の茎葉散布による防除試験が全国各地で行われているが，防除効果の差が大きい。本田における越冬世代成虫期から第1世代幼虫期を通して茎葉散布試験を実施した結果，散布回数の増加にともなって防除効果は高くなったが，茎葉散布の効果は越冬世代成虫に対するよりも第1世代幼虫に対して高い傾向がみられた。しかしイネ縞葉枯病の発生抑制効果としては6回の薬剤散布でも不十分であった。この原因は茎葉散布は殺虫作用が一時的に働き，残効性が乏しいために散布後に侵入する成虫に対する効果が劣ることによるものと考えられる。したがって茎葉散布は第1世代幼虫によるウイルスの圃場内伝搬の防止を目的に使用すべきであると考えられる。

各種粒剤の育苗箱施用や水面施用はヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の防除に多くの府県で実用化されている。粒剤の育苗箱施用による殺虫効果は施用後経時的に低下し，残効期間は必ず

しも長くはないが、ヒメトビウンカ越冬世代成虫および次世代の寄生密度を低く抑え、同時にイネ縞葉枯病の発病株率を無施用区の1/2以下に抑制する効果が認められた。育苗箱施用は水稲機械移植栽培に即した省力的な防除法で、イネの重要な他の初期害虫に対しても有効である（春木・井上：1978）ので、本田初期害虫の同時防除法として利用価値が高いと考えられる。しかし粒剤の水面用法は他府県の結果とは異なり、ヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病に対する防除効果は低かった。

北海道において本病の発生が確認された当初は、府県の試験結果を基にヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の防除法として育苗箱施用と本田の茎葉散布が併用されてきた。これらの防除法を組み合わせ実施した場合でも、ヒメトビウンカの多発条件下ではイネ縞葉枯病の発生抑制効果は不十分であった。そこで本田へ飛来する越冬世代成虫の発生源である畦畔における防除について研究した。越冬世代幼虫の駆除法として資料は明らかでないが、天野（1933）は秋冬期の畦焼きを奨めた。足立・山田（1968）は畦畔雑草の焼却は有効な手段ではあるが、完全には防除出来ないと述べている。本研究においても同様の結果で、雑草の草種や生育状況によって焼却程度が異なるため防除効果は不安定であった。畦畔における薬剤防除については、関東地方で秋季または春季に畦畔雑草地や麦畑などを対象にした航空散布が実施されており（高

橋，1974），発生密度を低下させる手段として成果をあげている。本研究においては、越冬前幼虫の薬剤に対する感受性が不安定であること、また収穫後の幼虫の畦畔雑草地への移動が一斉に行われるとは考えられないことから、越冬世代成虫が発生する前の5月上旬～中旬に水田畦畔を対象に薬剤を散布した場合、幼虫密度は約1/10以下に低下し、本田におけるヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の発生を抑制する効果が認められた。北海道では越冬世代幼虫の越冬場所が水田畦畔にある程度限定されているので、畦畔防除は本種の生態に合致した極めて効率的な防除法であり、広域に実施するほどその効果が高い。また薬剤の使用量は本田防除に比較して少ないなどの利点を有する。

畦畔防除、育苗箱施用および本田防除のそれぞれの単独の防除効果は十分ではなく、特にイネ縞葉枯病の発生抑制効果は不十分であった。しかしその3種の防除法を組み合わせた場合はヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病に対する防除効果は高く、ヒメトビウンカの多発生年においてもイネ縞葉枯病の発生を被害許容水準以下に抑制することが可能である。イネ縞葉枯病の常発地帯においては保毒虫率の変動とヒメトビウンカの発生状況に注意し、畦畔防除を基幹防除に位置付け、発生に応じて育苗箱施用および茎葉散布を併用する方法が最も効率的な防除体系であると考えられる。

## 第7章 総合考察

### ヒメトビウカの生活環

北海道においてはヒメトビウカは第2世代でごく少数が、第3世代では全個体が休眠する。年3世代で関東地方の4世代～5世代と比較して少ない。自然界での休眠は光周期によって調節され、旭川市周辺個体群の臨界日長は13時間30分前後と推定される。光周期は1齢～3齢期に感受され、4齢期で休眠するのが本種の一般的な休眠現象で、休眠幼虫は8月下旬から出現し始める。臨界日長と第2世代成虫の発生盛期が合致し、臨界日長以降の気温の低下が著しい北海道では越冬前の幼虫齢期は1齢～5齢と大きな変異がみられるが、1齢および5齢幼虫の越冬は確認されず、越冬齢期は2齢～4齢でその主体は4齢であった。休眠の覚醒は10℃以下の温度で促進されるため、野外においては10月中旬頃から冬季にかけて休眠は徐々に覚醒され、12月上旬頃から休眠覚醒個体が発生し始めるが、大部分の個体が覚醒するのは1月下旬以降であった。

北海道において越冬前幼虫はイネの収穫とともに水田畦畔に移動し、収穫後2週間～3週間には水田畦畔における幼虫密度はほぼ一定のレベルに達する。西日本で指摘されている刈株越冬の可能性は低い。防除対策上しばしば問題にされる水田転作の秋播小麦、牧草地、さらに堤防用地などの雑草地における越冬幼虫密度は水田畦畔に比較すると明らかに低く、北海道の稲作地帯における主要な越冬場所は水田に隣接した畦畔や農道の雑草地である。第2世代成虫発生期と臨界日長が合致すること、この時期はイネの糊熟期で、他に好適な寄主植物も少ないため成虫は飛翔しないでイネに産卵すること、第3世代幼虫はイネの収穫後畦畔雑草に移動するが、気温が低いと遠くには移動しないことなどから水田畦畔や農道の雑草中で越冬率が高いと考えられる。

冬季間の越冬幼虫の生存率は10%～20%で関東地方と比較すると著しく低い。積雪寒冷地帯において越冬幼虫の生存率が低下する時期は根雪期前

後と融雪期で、積雪下の生存率は高いことが本研究によって明らかとなった。融雪期に生存率の低下が最も大きいのは積雪地帯における特徴の一つである。これは生息部位の水分過多による不良環境に起因し、その程度は融雪現象からみて年次変動が少ないことから、根雪期前後の気象要因が越冬幼虫密度の変動に影響を及ぼしていると考えられた。寄生性天敵であるカマバチ類は、府県では越冬世代幼虫密度の変動に参与する要因として重要視されているが、北海道においては越冬世代に対する寄生率は1%～6%と低く、越冬世代幼虫密度の変動要因とは考えられなかった。

越冬世代成虫は関東以西では短翅型率が高いのが特徴とされているが、北海道では道南地方から太平洋沿岸地帯で短翅型が、道央から道北の内陸地帯で長翅型の割合が高かった。本種の翅型は休眠の経過（岸本，1956）、幼虫期の寄主植物条件（岸本，1959；岡本ら，1967）、密度条件（杉野ら，1975；渡辺，1967）などの環境要因に支配されるが、本実験で認められた越冬世代成虫の翅型の地域間差がこれらによるとは考え難く、越冬世代成虫に長翅型が多い現象は道央から道北地域の個体群が持つ生態的特徴の一つと考えられる。

北海道においては越冬世代成虫は移植後の水田に直接侵入し、その後の水田内における発生源となる。この現象はムギ類などで一世代増殖した第1世代成虫以降が侵入世代である関東以西の地域との大きな相違点である。越冬世代成虫の発生期は有効積算温度によってある程度予測ができるが、越冬齢期の変動要因および越冬齢期別の発育有効積算温度を明らかにし、アメダスデータを活用によって地域性を加味した予測が可能である。水田に侵入する越冬世代成虫の発生量は年間を通して最も低いのが、産卵量は他世代成虫と比較して多く、生存期間も長い（上川農試，1973）、第1世代幼虫の発生量は急速に増大する。特に小麦圃場での繁殖は大きく、安定していて、水田内より明らかに高密度である。小麦の収穫期にはイネ以外

に好適な寄主植物が少ないことから、第1世代成虫の多くは水田に飛来する。このため8月以降の水田内の密度は急速に上昇する。

以上のように、北海道の稲作地帯ではヒメトビウカはイネに強く依存しながら水田周辺で周年経過しており、春季と秋季に大きな移動がみられる関東以西の地域との大きな相違点である。北海道においてヒメトビウカはイネに依存しながら春季から秋季の短期間に密度を増大させるが、越冬期間の自然淘汰圧により春季には再び低密度から増殖を開始する。発生量の変動は前世代の発生量に依存し、これに気象要因が影響を及ぼしている。したがって前世代の発生量から次世代を予測することによって、適切な防除対策を講ずることが可能である。

#### ヒメトビウカとイネ縞葉枯病の関係

イネ縞葉枯ウイルスは保毒ヒメトビウカ幼虫体内で越冬する。北海道では越冬後幼虫の苗代への移動によるウイルス感染の事例はない。イネ縞葉枯病の発病経過からウイルス感染はヒメトビウカ越冬世代成虫の水田への飛来によって始まり、出穂前まで続くと考えられるので、関東以西における第1世代成虫の水田への飛来からが主であることと大きく異なる。止め葉や穂にだけ病徴を示す後期発病株は北海道では通常は少ない。府県に比較するとイネの熟期が早いため、高感受性期間が比較的短いことから、重要な感染時期は移植後から7月中旬頃までと推定される。この時期はヒメトビウカ越冬世代成虫期と第1世代幼虫期にあたる。発病株が最も増加する時期は7月中旬であり、これは第1世代幼虫によって感染されたと判断されることから、第1世代幼虫による圃場内感染は防除対策上重要である。しかし越冬世代成虫のウイルス伝染環に果たす役割は大きく、特に越冬世代成虫の発生期が本田初期と合致するため、本田初期のイネ縞葉枯ウイルス伝染環が成立しやすい条件にあることが、北海道においてイネ縞葉枯病が定着した大きな要因である。

越冬世代成虫が飛翔能力を有する長翅型の出現率が高い上川地方では、1969年に発病が確認され

て以来、発生地域は急速に拡大し、1978年の発生面積は作付面積の約40%にも達した。しかし歩行および跳躍以外に移動が出来ない短翅型の出現率が高い日高地方や松山地方では、発生は散発的で、発生地域の拡大もほとんどみられていない。また1978年に発生が初確認された渡島地方でも、発生地域の拡大は緩慢であった。このような地域間でのイネ縞葉枯病の発生様相の違いを越冬世代成虫の翅型のみで論じることは出来ないが、越冬世代成虫の翅型は水田への飛来量やウイルスの面的な広がりなど応用上重要な問題と関係が深く、イネ縞葉枯病の流行機構を解析するうえで重要な要因である。

北海道におけるイネ縞葉枯病の発生の特徴は、比較的限られた地域で発生し、その中には高い保毒虫率を維持していること、さらに高い保毒虫率を示しながらイネ縞葉枯病の発病程度は関東や西日本の地方に比較して明らかに低いことである。保毒虫率の変動は経卵伝染と吸汁獲得の2要因に支配される。北海道の稲作地帯ではヒメトビウカはイネに依存し、水田周辺で周年経過しているため、発病程度が高くなるとウイルスの吸汁獲得は容易になり、保毒虫率は急速に上昇した。しかし年間の発生世代数が少ないため経卵伝染による保毒虫率の自然低下率は低く、薬剤防除によって発病程度が低く抑えられても保毒虫率の低下は緩慢であった。このことがイネ縞葉枯病の流行を長引かせる要因になっていると考えられる。

越冬世代成虫のウイルス媒介能力は他の世代より劣ることが知られている(新海, 1962)。またヒメトビウカによるウイルス媒介の最適温度は20℃~25℃で、最低温度は10℃付近にある(石井・内藤, 1964)とされており、ウイルスの初期の媒介が越冬世代成虫によって行われる北海道では、初期感染はかなり抑制されるものと考えられる。さらに越冬率が低く、越冬世代成虫の発生量が年間を通して最も低いことも、イネ縞葉枯病の発生が関東地方などに比較してはるかに低く抑えられている要因になっている。

#### 防除対策

植物ウイルス病の防除には抵抗性品種の利用が

最も効果的であり、イネ縞葉枯病にも抵抗性品種が育成、導入され、関東以西の地域では効果をあげてきた。北海道においても抵抗性品種の育種研究が推進されているが、品種の育成には至っていない。また関東以西ではイネの作期の移動による被害回避も指摘されているが、栽培期間が短い北海道では作期の移動は不可能であることから、イネ縞葉枯病の防除は薬剤による防除に依存せざるを得ない状況にある。

薬剤による防除法として、北海道では水田侵入前の越冬世代幼虫を対象にする場合と、ウイルス媒介に関与する世代を対象にする場合とが考えられる。水田侵入前の世代を防除対象にする方法として北関東地方では第1世代が繁殖している小麦圃場を対象に、広域に航空散布を実施している。他地域に比較すると越冬場所が水田畦畔雑草にある程度限定される北海道の畦畔防除は、本種の生態からみて効率的で、かつ低コストな防除法である。しかし畦畔防除だけで本病の発生を防止することは困難であり、ヒメトビウンカの発生状況に対応して感染時期を対象にした防除との併用が必要である。

感染時期を対象とする防除には薬剤の育苗箱施用と本田での茎葉散布とがある。イネの移植期と成虫の発生期が合致する地域では、成虫によるウイルス感染を茎葉散布のみで制御することは困難であるとされている。そこで関東以西の地域では殺虫剤の残効性をねらった各種薬剤の育苗箱施用法や水面施用法が実用化されている。育苗箱施用法の殺虫効果は施用後経時的に低下し、持続効果は必ずしも長くはないが、次世代の発生量に影響を与え、結果的に発病を抑制する効果が認められた。本方法は薬剤の施用法が簡便で施用量が少ないうえに、水田初期の各種害虫に対する同時防除も可能で、現行の機械移植栽培に即応した省力的かつ有効な防除法である。薬剤の水面施用法については他府県の結果とは異なり、ヒメトビウンカやイネ縞葉枯病に対する効果は認められなかった。

北海道でイネ縞葉枯病の発生が増大する時期は7月中旬頃で、これは6月下旬から発生する第1

世代幼虫によって媒介される。この第1世代幼虫による感染防止には本田における薬剤の茎葉散布が最も有効であった。経卵的に保毒した幼虫はふ化直後からイネにイネ縞葉枯ウイルスを媒介するため、幼虫の発生初期にあたる6月下旬から7月中旬に2回～3回の薬剤散布で十分な効果をあげ得た。茎葉散布の利点は発生予察に基づいて防除要否を判断できることにある。

北海道におけるイネ縞葉枯病の防除は、本研究成果から畦畔防除を基幹として位置付け、育苗箱施用と茎葉散布を併用する防除体系によって被害を防止することが可能となった。イネ縞葉枯病の被害許容水準は発病株率で10%と推定され、これに対応する被害許容保毒虫密度は6月下旬で株あたり0.02頭、7月中旬で0.115頭である。この被害許容保毒虫密度をヒメトビウンカ発生量の予測回帰式から逆算すると、5月1半旬の水田畦畔における越冬世代幼虫（すくい取り調査：50回振り）の要防除保毒虫密度は1.7頭となり、これ以上の密度の場合にはイネ縞葉枯病の発病株率が10%を超え、減収が予想されるため畦畔防除を実施してヒメトビウンカの越冬幼虫密度を低下させる必要がある。また越冬幼虫密度が高い年には、5月中旬に再度すくい取り調査（50回振り）を行い保毒虫密度が1.6頭以上の場合には育苗箱施用を実施して越冬世代成虫によるウイルス感染を抑制する。さらに本田においては寄生状況を調査し、越冬世代成虫の発生盛期または第1世代幼虫発生初期の寄生保毒虫密度が株あたりそれぞれ0.007頭、0.015頭以上の場合には減収となる。この場合は茎葉散布を実施して第1世代幼虫による圃場内伝搬を防止する。以上のように本方法は越冬世代幼虫の保毒虫率とヒメトビウンカの発生密度からイネ縞葉枯病の発生程度を予測して、それに対応した防除対策を導入する最も効率的な防除体系である。保毒虫率はイネ縞葉枯病の流行程度を示す指標として重要であるが、同時に防除対策を導入する上での基本的事項であり、イネ縞葉枯病の常発地帯では継続的な保毒虫検定を実施し、ヒメトビウンカの発生密度を定期的に把握することによって総合的な防除体系を構築することが可能である。

## 第8章 摘 要

1. イネ縞葉枯病は北海道の水稲に発生する唯一のウィルス病である。1968年に北海道における発生が初めて確認されてから、道内における発生地域は急速に拡大し、水稲の重要病害となった。本病の防除対策を確立するためには媒介昆虫であるヒメトビウンカの発生経過、生理、生態、保毒状況、さらにイネのイネ縞葉枯病の感染時期および発病経過など諸問題の解明を必要とした。

2. 北海道におけるイネ縞葉枯病の発生は、本研究による防除対策の確立とその普及に伴って低く抑えられている。しかし保毒虫率は依然として高く維持されており、ヒメトビウンカが多発生すれば容易に流行する状態にある。

3. ヒメトビウンカは長日型の光周反応を示し、休眠は光周期で誘起される。旭川産個体群の臨界日長は13時間30分前後と推定された。光周期を感受する時期は1齢～3齢幼虫期で、休眠齢期は4齢幼虫が主体であるが、3齢および5齢期に发育遅延個体が見られた。野外では8月下旬のふ化幼虫から休眠個体が出現し、9月以降のふ化幼虫は全て休眠に入った。

4. 休眠幼虫を低温( $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ )に60日～80日間遭遇させると休眠覚醒は促進され、野外では12月上旬から覚醒個体が見られたが、大部分の個体が休眠から覚醒するのは1月下旬以降であった。

5. ヒメトビウンカ越冬前幼虫は水稲の収穫とともに畦畔に移動し、収穫後2週間以降に水田畦畔における幼虫密度はほぼ一定のレベルに達した。主要な越冬場所は水田隣接の畦畔および農道の雑草地であった。越冬齢期の主体は4齢幼虫であったが、2齢および3齢幼虫の割合が高い年次や地帯が見られた。

6. 冬季間の野外ケージ内におけるヒメトビウンカ越冬世代幼虫の生存率は15%～30%であった。生存率が低下する時期は根雪期前後と融雪期で、積雪下の生存率は高かった。自然条件下の越冬率は年次変動が大きかったが、10%～20%であった。

7. 融雪期の生存率の低下は生息部位の水分過

多による不良環境に起因し、その程度は融雪現象からみて年次変動は少ないことから、根雪期前後の環境要因が生存率の高低に影響していると推論した。

8. 越冬幼虫は融雪後気温の上昇にともなって发育を開始する。旭川産および平取産の4齢越冬個体の发育零点と有効積算温度は、それぞれ $9.9^{\circ}\text{C}$ 、 $149.0$ 日度、 $9.2^{\circ}\text{C}$ 、 $145.3$ 日度であった。

9. 野外から採集した越冬幼虫の羽化までの死亡要因としてクロハラカマバチおよび糸状菌の寄生、脱皮直後の溺死などが認められた。クロハラカマバチや寄生菌による死亡率は1%～6%と低かった。

10. 越冬世代成虫の翅型は年次間で変動がみられたが、産地間でも明らかに異なり、道南から太平洋沿岸地域産個体群に比較して内陸部産個体群では長翅型の出現率が高かった。翅型の地域間における違いはイネ縞葉枯病の流行に影響を及ぼしていると考えられた。

11. 水田畦畔における越冬世代成虫の初発期と4月21日～5月10日までの有効積算温度、発生盛期と5月上旬または5月上旬～中旬の気温との間にそれぞれ有意な関係が得られたが、予測式としての精度は低かった。

12. 水田に飛来する越冬世代成虫の発生量は年間を通して最も低く、世代を繰り返すごとに発生量は増大した。特に転換小麦圃場での増殖は顕著で、水田における第2世代以降の発生量に影響を及ぼしていると推察された。

13. 水田内におけるヒメトビウンカの発生量は年次によって変動する。その変動は侵入世代の密度に依存し、これに気象要因が影響していることから、イネ縞葉枯ウィルス感染に関与する世代の発生量の予測式を呈示した。

14. 北海道においてヒメトビウンカは年3世代を経過し、各世代の成虫の発生盛期はすくい取り、黄色水盤および予察灯の調査から、越冬世代成虫は6月上旬～中旬、第1世代成虫は8月上旬、第



2世代成虫は8月下旬～9月上旬と推定された。

15. イネ縞葉枯病は道東地方を除く主要な稲作栽培地帯のほぼ全域で発生し、保毒虫も広範囲に分布していた。

16. イネ縞葉枯病の発生は6月中旬～下旬頃からみられ、最も多くなる時期は7月中旬で、8月中旬頃まで漸増するが、後期発病株は少なかった。発病経過から主要感染時期は移植後から7月中旬頃までと推定され、これに関与するヒメトビウンカは越冬世代成虫と第1世代幼虫であると推定された。

17. イネ体内におけるイネ縞葉枯ウイルスの増殖は品種間で異なった。同様の差異は圃場内発病でも認められた。秋播小麦にイネ縞葉枯ウイルスを秋季に接種すると小麦は感染し、翌春季に小麦体内で増殖することが認められたが、病徴は不明瞭であった。

18. 旭川市周辺のヒメトビウンカ保毒虫の経卵伝染率は80%～100%で、これまでの報告とほぼ一致したが、保毒雌成虫の子孫のすべてが無毒虫となる場合も認められ、経卵伝染率の低い系統が混在する可能性もある。

19. 道内各地点から採集した越冬世代幼虫の保毒虫率は地点や年次で変動がみられたが、地域全体としてみると保毒虫率の変動は緩慢であり、イネ縞葉枯病の流行経過とよく一致した。

20. 同一圃場における保毒虫率の変動はイネの発病程度の影響を受け、発病株の増加は保毒虫率の急速な上昇を引き起こした。逆に発病株の減少はその下降につながりはしたが、下降の程度は緩慢であった。

21. イネの発病との関係は保毒虫密度が重要で、越冬世代の保毒幼虫密度と発病株率との間に有意な相関関係が認められた。

22. 被害許容水準はこれまでの報告から発病株率で10%、発病茎率で5%あたりにあると推定した。被害許容水準の発病株率10%になる保毒虫密度は6月下旬で株あたり0.02頭、7月中旬で0.115頭と推定された。

23. 薬剤に対するヒメトビウンカの感受性に世代や虫態間で差がみられ、特に越冬前幼虫の感受

性は他世代と比較して低かった。また雌雄間では雄の方が感受性は高かった。MEP乳剤に対する4齢幼虫の感受性は1983年以降低下傾向を示し、産地間での変動幅が大きく、抵抗性の発達が示唆された。

24. 春季の畦畔雑草の焼却により越冬幼虫密度は低下するが、雑草の種類、生育状態によって焼却の程度に差がみられ、20%～60%の生存幼虫が認められた。

25. 薬剤による春季畦畔防除は越冬幼虫密度を散布前の1/10以下に低下させ、本田におけるヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の発生を抑制する効果が認められた。春季畦畔防除の散布時期は5月上旬～中旬で、散布量は10aあたりに換算して4kg～6kgで散布総量としては少なく、高密度の場合にも安定した効果が得られ、効率的な防除法であった。

26. 秋季の畦畔防除は収穫後2週間～3週間経過した10月中旬～下旬ころの薬剤散布で効果が認められたが、越冬前幼虫の薬剤に対する感受性は不安定で、越冬期間中の死亡率が高いことから、秋季畦畔防除は春季畦畔防除に比較すると実用性は低いと判断された。

27. 薬剤の育苗箱施用による殺虫効果は、施用当日から顕著に認められ、速効的であった。持続期間は箱あたり50g施用で10日内外であった。その圃場におけるヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病に対する効果は少発生年ほど顕著であったが、多発生年でも無施用の1/2以下に抑制する効果が認められた。本法は水田へ飛び込む越冬世代成虫の防除に有効であった。

28. 本田における薬剤の水面施用は本試験の範囲では防除効果が認められなかった。

29. 本田における薬剤の茎葉散布は、散布回数が多くなるほど防除効果は高く、移植後7日から6回散布するとイネ縞葉枯病の発病を無散布の1/5以下に低下させる効果が認められた。茎葉散布の効果は第1世代幼虫によるウイルスの圃場内伝播の防止にあると考えられた。

30. 畦畔防除、育苗箱施用および茎葉散布を組み合わせた防除法が最も安定した効果を示し、ヒ

メトビウンカの多発年においても被害許容水準以下にイネ縞葉枯病の発生を制御することが可能であった。

31. 本病の常発地帯においては畦畔防除を基幹防除として位置付け、ヒメトビウンカの発生密度および保毒虫率から予測されるイネ縞葉枯病の発病程度に基づいて防除法の組合せ方を決定するのが最も効率的な防除体系であると考えられた。

## 謝 辞

本研究をとりまとめるにあたり、北海道大学農学部教授高木貞夫博士、名誉教授森 樊須博士、同教授木村郁夫博士並びに農林水産省北海道農業試験場生産環境部長（現農業環境技術研究所環境生物部長）岡田齊夫博士には終始ご懇篤なご指導とご校閲の労を賜った。また恩師である西島 浩博士には日頃から暖かい励ましをいただき、かつご校閲を賜った。ここに深甚なる感謝の意を表する。

本研究は昭和53年から昭和58年にわたり、上川農業試験場において実施した研究成果をとりまとめたものである。この間、元北海道立上川農業試験場長森 哲郎氏、長内俊一博士、元北海道立中央農業試験場病虫部長高桑 亮博士、同故富岡 暢氏には本研究課題を与えられ、終始懇切なご指導を賜った。元農林水産省農事試験場環境部虫害第1研究室室長（現三重大学農学部教授）岸本良一博士には抗血清の作成分譲および検定方法などについて直接ご指導をいただき、北海道立中央農業試験場玉田哲男博士並びに萩田孝志博士には血清の作成にご援助をいただいた。共同研究者である北海道病害虫防除所奥山七郎氏、八谷和彦氏に

は研究遂行上有益なご教示をいただいた。深甚なる感謝の意を表する。

本研究を遂行するにあたり、北見農業試験場研究部長児玉不二雄博士、十勝農業試験場田中文夫氏、中央農業試験場稲作部秋山安義氏、同元春木 保氏、上川農業試験場谷川晃一氏、元道南農業試験場佐藤 謙氏、元北海道専門技術員黒沢 強氏、同故岩田 勉氏には多大なご鞭撻と暖かい励ましをいただいた。また上川支庁管内各地区農業改良普及所の諸氏並びに南田文子氏、川辺美智子氏、中沢清子氏、細田妙子氏には各種の実験および調査にあたって種々の便宜やご協力をいただいた。さらに前農林水産省北海道農業試験場長木村 宏氏、元北海道立中央農業試験場長馬場徹代博士、同元病虫部長赤井 純博士、同前齊藤 泉博士、同現土屋貞夫博士、同害虫科柿崎昌志氏、橋本庸三氏、同土壌微生物科佐藤龍夫氏、同企画情報室水島俊一氏、北海道病害虫防除所次長山田英一博士、上川農業試験場長佐々木多喜雄博士、同病虫科青田盾彦氏、中尾弘志博士には取りまとめにあたりご協力と暖かい励ましをいただいた。ここに心から感謝の意を表する次第である。

## 引用文献

- 1) 足立 操・山田貝人 (1968) 稲縞葉枯病の発  
生生態と防除に関する研究. 島根農試報告 9 :  
1-98.
- 2) 天野悦平 (1933) 稲縞葉枯病に就いて. 病虫  
害雑誌 20(8) : 634-638.
- 3) 天野悦平 (1937) 稲縞葉枯病と 2, 3 の禾本  
科植物との関係に就いて. 病虫害雑誌, 24(10) :  
774-780.
- 4) 浅賀宏一・小野小三郎 (1965) イネ縞葉枯病ヒ  
メトビウンカの媒介力の弱い系統について.  
日植病報 32(2) : 90.
- 5) 馬場徹代 (1970) 昭和44年年度の発生にかん  
がみ注意すべき病害虫と防除対策. 北農 37(2):  
29-38.
- 6) Danilevskii, A. S. (1961) Fotopiriodizm i  
sezonnnoe rezvitie nasekomykh. [昆虫の光  
周性. 日高敏隆・正木進三訳 293pp. 東大出  
版社. 東京.] .
- 7) 藤原昭雄 (1965) ヒメトビウンカ越冬幼虫の  
令期と春季の羽化時期との関係. 応動昆中国  
支部会報 7 : 5-9.
- 8) 深沢永光・新村逸郎・高橋浅夫 (1959) 稲縞  
葉枯病の感染時期と防除 第II報 ヒメトビウ  
ンカの实態並びにその棲息密度と稲縞葉枯病  
との関係. 関西病虫研報 2 : 12-16.
- 9) 深谷昌次 (1967) 昆虫の発育と休眠. 昆虫 35  
(3) : 221-230.
- 10) 八谷和彦・秋山安義・田中文夫 (1987) 昭和  
60年のヒメトビウンカ異常発生とその吸汁害  
—上川農試圃場における調査から— 北農 54  
(4) : 29-42.
- 11) 浜 弘司 (1984) ヒメトビウンカの殺虫剤抵抗  
性に関する 2, 3 の知見. 応動昆 28 : 176-179.
- 12) 春木 保・井上 寿 (1978) 農薬の苗床施用  
による水田初期害虫の防除効果. 北日本病虫  
研特別報告 9 : 21-29.
- 13) 平野伊一 (1942) 稲作害虫浮塵子要録(3). 病  
虫害雑誌 29 : 157-163.
- 14) 平尾重太郎 (1969) イネ縞葉枯病媒介虫とし  
てのヒメトビウンカに関する研究 (第3報)  
早植栽培におけるヒメトビウンカの発生なら  
びに縞葉枯病の被害査定. 中国農試報告 E 4 :  
111-135.
- 15) 法橋信彦 (1972) ツマグロヨコバイの生活史  
と個体群動態に関する研究. 九州農試報告 16  
(2) : 283-382.
- 16) 本蔵良三・藤崎祐一郎・永野敏光 (1987) 宮  
城県におけるイネ縞葉枯病の発生生態. 宮城  
農七研究報告 55 : 35-45.
- 17) 稻生 稔・高井 昭 (1970) ヒメトビウンカ越冬  
幼虫の生息推移について. 関東病虫研報 17 : 73.
- 18) 石井正義・内藤 篤 (1964) ヒメトビウンカ  
の摂食活動およびウイルス媒介におよぼす温  
度の影響. 関東病虫研報. 11 : 18.
- 19) 石井卓爾 (1981) ムギ北地モザイク病を媒介  
するウンカ類の生態学的研究. 北農試研究報  
告 131 : 1-70.
- 20) 市川久雄・堀 親郎 (1965) イネ縞葉枯病の発  
病率と収量との関係. 関東病虫研報 12 : 11.
- 21) 伊藤清光・岡田齊夫 (1985) ヒメトビウンカ  
の生態 —イネ縞葉枯病に関連して— 植物防  
疫 39(11) : 525-530.
- 22) 岩田 勉 (1968) 北海道で発生が確認された  
稲縞葉枯病. 改良普及資料 2(2) : 58-61.
- 23) 釜野静也 (1983) 害虫の防除 : 植物防疫講座  
—害虫編—, 岩田俊一ら他編. 日本植物防疫協  
会, 東京. 1-250.
- 24) 上川農試 (1973) 昭和47年度イネ縞葉枯病媒  
介昆虫の生態と防除に関する試験成績. 1-19.
- 25) 上川農試 (1977) 昭和52年度病害虫に関する  
試験成績. 1-36.
- 26) 葛西辰雄・尾崎幸三郎 (1966) 有機合成殺虫  
剤のヒメトビウンカに対する殺虫効力. 四国  
植物防疫研究 1 : 15-18.
- 27) 梶野洋一 (1982) ヒメトビウンカの生態に関す  
る研究 I. 冬期間の生存率. 道立農試集報 48 :

- 40-45.
- 28) 梶野洋一・秋山安義 (1986) 北海道におけるヒメトビウンカ (イネ縞葉枯病) の発生状況と防除. 農薬 33(2):15-20.
- 29) 梶野洋一・八谷和彦 (1983) ヒメトビウンカの生態に関する研究 II. 越冬あけ幼虫の発育と第1回成虫の翅型の地域間差異. 道立農試集報 50:76-82.
- 30) 梶野洋一・奥山七郎 (1980) イネ縞葉枯病を媒介するヒメトビウンカの防除に関する研究 II. ヒメトビウンカおよびイネ縞葉枯病の発生状況. 北農 47(8):15-25.
- 31) Kim, J. B., J. S. Hyun, K. B. Uhm, D. J. Cho, W. K. Shin & Y. S. Lee (1987) Development of small brown planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallén, population in the fields at southern Korea. Research reports Rural Development Administration, Korea Republic, Plant Environment, Mycology & Farm Products Utilization, 29(1):282-289.
- 32) 木村義典 (1965) ヒメトビウンカのマラソンに対する抵抗性. 応動昆 9(4):251-258.
- 33) 木村義典・中沢啓一 (1968) マラソン抵抗性ヒメトビウンカに関する研究 (V) マラソン抵抗性ヒメトビウンカにおける交差抵抗性. 広島農試研報 26:105-115.
- 34) 岸本良一 (1956) ウンカ類の翅型に関する研究 第2報 ヒメトビウンカにおける翅型決定要因 特に幼虫期の休眠経過について. 応用昆虫 12(4):202-210.
- 35) Kisimoto, R. (1958) Studies on the diapause in the planthoppers. Effect of photoperiod on the induction and the completion of diapause in the fourth larval stage the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallén. Jap. Appl. Ent. Zool. 2:128-134.
- 36) 岸本良一 (1959) ウンカの長翅型と短翅型. 植物防疫 13(7):298-302.
- 37) 岸本良一 (1966) ヒメトビウンカの生態と防除. 植物防疫 20(3):126-130.
- 38) 岸本良一 (1972) 稲しまはがれ病の生態. 遺伝 26(12):34-40.
- 39) 岸本良一 (1976) ヒメトビウンカの休眠性の地理的変異. 第20回応動大会 講要:98
- 40) 岸本良一 (1979) ヒメトビウンカとイネ縞葉枯病をめぐる最近の動向. 植物防疫 33(5):209-213.
- 41) 岸本良一 (1980) 最近10年間におけるウンカ類の発生動向と対策 [植物防疫30年のあゆみ] 日本植物防疫協会編, 東京. 370-375.
- 42) 岸本良一・山田佳廣・岡田齊夫・松井正春・伊藤清光 (1985) イネ縞葉枯病の流行機構. 植物防疫 39(11):531-537.
- 43) Kisimoto, R. (1989) Flexible diapause response to photoperiod of a laboratory selected line in the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallén. Appl. Ent. Zool., 24(1):157-159.
- 44) 小林尚志・後藤忠則・石井正義・岩田勉 (1968) イネ縞葉枯病の北海道における発生について. 日植病報 34:367.
- 45) 河野達郎 (1966) 媒介昆虫個体群におけるウイルス保毒虫の変動. 植物防疫 20(3):27-32.
- 46) 小山健二・高山隆夫・三橋淳・岸野賢一 (1987) ヒメトビウンカに対するカマバチの年次別季節別寄生率. 関東病虫研報 34:129.
- 47) 熊沢隆義・杉本克・谷中清八・高久恒夫・尾田啓一 (1958) 稲縞葉枯病に関する研究 第3報 ヒメトビウンカの春季移動について. 関東病虫研報 5:27-28.
- 48) 久野英二 (1968) 水田における稲ウンカ・ヨコバイ類個体群の動態に関する研究. 九州農試彙報 14(2):131-246.
- 49) 栗林数衛 (1931 a) 稲縞葉枯病に関する研究. 長野農試報告 2:45-69.
- 50) 栗林数衛 (1931 b) 稲縞葉枯病の伝染とヒメトビウンカとの関係に就きて. 病虫害雑誌 18(10):565-571.

- 51) 黒沢 強 (1977) 北海道におけるヒメトビウンカとイネ縞葉枯病の現状. 今月の農薬 22(1): 32-39.
- 52) 桑山 覚 (1940) 北海道における稲浮塵子. 病虫害雑誌 27(1): 18-21.
- 53) 桑山 覚 (1954) 北海道における稲作害虫とその防除. 北農試報告 46: 1-106.
- 54) 松尾綾男・高津覚 (1964) 稲縞葉枯病の後期感染について. 兵庫農試研究報告 12: 16-19.
- 55) 三宅利雄 (1932) 昆虫の休眠に関する研究. 昆虫 6(1): 20-36.
- 56) 三宅利雄 (1966) ウンカ類の生態と休眠. 広島農試研報 26: 1-53.
- 57) Miyata, T., H. Honda, T. Saito, K. Ozaki & Y. Sasaki (1976) In vitro degradation of methyl malathion by organophosphate susceptible and resistant small brown planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallén. Botyu-Kagaku, 41: 10-15.
- 58) 森 喜作 (1977) イネ縞葉枯病の発生予察と防除. 関東病虫研報 24: 1-10.
- 59) 村井智子・藤田正男・阿部信夫・荒谷悦務・木村利幸・藤村建彦 (1984) 青森県におけるヒメトビウンカの周年経過. 北日本病虫研報 35: 79-81.
- 60) 村松義司 (1979) システムダイナミックス・モデルによるイネ縞葉枯病流行機作解析. 静岡農試研報 24: 1-13
- 61) 奈須壯兆 (1963) 稲ウイルス病を媒介するウンカ・ヨコバイ類に関する研究. 九州農試彙報 8(2): 153-349.
- 62) 西岡稔彦 (1980) クロハラカマバチの生態について. げんせい 38, 39: 9-19.
- 63) 野田博明 (1986) ヒメトビウンカの休眠ステージと休眠からの離脱. 昭和61年応動昆・昆虫学会共催大会 講要: 33
- 64) 野田博明 (1988) 種分化のめばえーヒメトビウンカの細胞質不和合性. 中筋房夫編「進化と生活史戦略」冬樹社, 東京. 19-68.
- 65) 尾田啓一 (1980) イネ縞葉枯病の発病と水稲の減収推定. 関東病虫研報 27: 22-23.
- 66) 岡本大二郎・平尾重太郎・寺口睦雄・岡田齊夫 (1967) イネ縞葉枯病媒介虫としてのヒメトビウンカに関する研究 (第1報) ヒメトビウンカの発生動態. 中国農試報告E 1: 89-113.
- 67) 奥山七郎・梶野洋一 (1980) イネ縞葉枯病を媒介するヒメトビウンカの防除に関する研究 I. 本病の発生とウイルス保毒虫率の実態. 北農 47(7): 10-22.
- 68) 奥山善雄・下田 嵩 (1965) ヒメトビウンカの稲株越冬について. 応動昆中国支部会報 7: 2-5.
- 69) 大熊 衛・尾崎幸三郎 (1969) ヒメトビウンカにおけるマラソンおよびスミチオン抵抗性の発達. 四国植物防疫研究 4: 45-49.
- 70) 尾崎幸三郎 (1968) ウンカ・ヨコバイ類の有機リン剤に対する抵抗性. 農薬グラフ 27: 2-6.
- 71) Ozaki, K. & T. Kasai (1971) Cross resistance to insecticides in malathion- and fenitrothion-resistant strains of the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallén. Botyu-Kagaku 36: 111-116.
- 72) 尾崎幸三郎・佐々木善隆・上田 実 (1973) ヒメトビウンカにおけるカーバメイト剤抵抗性の発達. 防虫科学 38: 216-221.
- 73) Raga, N., K. Itou, M. Matui and M. Okada (1988) Effects of temperature on adult longevity, fertility, and rate of transovarial passage of rice stripe virus in the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallén. Appl. Ent. Zool. 23: 65-75.
- 74) 坂神泰輔・是永龍二 (1981) 有効積算温度の簡易な新算法「三角法」について. 応動昆 25: 52-54.
- 75) 桜井義郎・江塚昭典・抽木利文・岡本 弘 (1963) イネ縞葉枯病ウイルス保毒ヒメトビウンカの無毒化について. 日植病報 28(5): 294.
- 76) 三田久男 (1966) ウイルス病媒介生態からみたヒメトビウンカの移動. 農業技術, 20(9): 417-421.
- 77) 三田久男・南部敏明 (1963) ヒメトビウンカ

- 越冬幼虫の特性とその地域性.昭和38年度応動昆虫大会 講要：16.
- 78) Saunders, D. S. (1976) Insect clocks. [昆虫時計. 正木進三訳. 387pp. サイエンス社, 東京]
- 79) 清家安長・吉岡幸治郎 (1970) 愛媛県各地におけるヒメトビウンカ個体群の有機りん剤抵抗性. 四国植物防疫研究 5 : 17-21.
- 80) 重永知明・古山 覚 (1961) 早期栽培水稻のイネ縞葉枯病の後期発生の被害と減収について. 日植病報 26(5) : 221.
- 81) 新海 昭 (1962) 稲ウイルス病の虫媒伝染に関する研究. 農技研報告 C-14 : 1-112.
- 82) 新海 昭 (1985) イネ縞葉枯病をめぐる諸情勢と問題点. 植物防疫 39(11) : 503-507.
- 83) 杉野多万司・沢木忠雄・村松義司・高橋浅夫・戸崎正弘 (1975) イネ縞葉枯病の発生予察法の確立に関する特殊調査. 病虫害発生予察特別報告 26 : 3-36.
- 84) 高橋 巖・山口東洋・高山隆夫 (1983) イネ縞葉枯病に対する防除回数の検討. 関東病虫研報 30 : 114-115.
- 85) 高橋三郎 (1974) ヒメトビウンカの早春季駆除によるイネ縞葉枯病防除. 農業技術 29(4) : 178-183.
- 86) 高橋三郎・尾田啓一 (1967) 空中散布によるイネウイルス病防除に関する研究(1)空中散布による縞葉枯病防除の考え方. 関東病虫研報 14 : 17.
- 87) 高山隆夫 (1985) ヒメトビウンカの発生予察. 植物防疫 39(11) : 538-541.
- 88) 滝田泰章 (1977) 稲縞葉枯病の北関東における現状と対策. 今月の農薬 22(1) : 88-91.
- 89) 滝田泰章 (1979) 栃木県におけるヒメトビウンカの薬剤感受性. 関東病虫研報 26 : 91.
- 90) 栃木農試 (1933) 稲縞葉枯病とヒメトビウンカとの関係試験. 病虫害雑誌 20(4) : 232, 320, 320-321, 321-323, 20(6) : 484-488, 488-489, 489-493, 20(9) : 737-739.
- 91) 栃木農試 (1937) ヒメトビウンカ吸取時間と稲縞葉枯病との関係. 病虫害雑誌 24 : 282-283.
- 92) 上原 等・都崎芳久 (1975) イネ縞葉枯病の伝搬に関する研究 - とくにイネ栽培法との関係 -. 香川農試研報 26 : 29-71.
- 93) 渡辺 直 (1967) トビイロウンカとヒメトビウンカのはね型決定に及ぼす密度効果. 応動昆虫 11(2) : 57-61.
- 94) 山田貞人・足立 操 (1971) 降雨がヒメトビウンカ幼虫の死亡に及ぼす影響. 島根病害虫研究会会報 4 : 3-4.
- 95) 山田 済・山本秀夫 (1955 a) 稲縞葉枯病に関する研究 第1報 ヒメトビウンカによる伝染と発病との関係. 岡山農試臨時報告 52 : 93-112.
- 96) 山田 済・山本秀夫 (1955 b) 稲縞葉枯病に関する研究 第2報 本病の発生並に防除法について. 岡山農試臨時報告 52 : 113-124.
- 97) 山田 済・山本秀夫 (1956) 稲縞葉枯病に関する研究 第3報 寄主植物, 潜伏期間, 伝染力保持期間及びバイラスの越冬について. 岡山農試臨時報告 55 : 35-56.
- 98) 山梨光訓 (1980) 融雪期における積雪の状況. 昭和55年度日本農業気象学会道支部大会講要 22-25.
- 99) 柳 武・市川 (1963) 長野県におけるヒメトビウンカ, ツマグロヨコバイ越冬幼虫の棲息場所について. 昭和38年度応動昆虫大会 講要 16.
- 100) 柳田騏策・石井正義 (1963) イネ縞葉枯病保毒ヒメトビウンカから無毒虫の出現. 日植病報 28(5) : 294.
- 101) 安尾 俊・石井正義・山口富夫 (1965) 稲縞葉枯病に関する研究 I. 関東東山地域における稲縞葉枯病の発生機構に関する研究. 農事試報告 8 : 17-108.
- 102) 安尾 俊・柳田騏策 (1963) イネ縞葉枯病ウイルス保毒虫の血清による判定. 植物防疫 17 : 5-8.
- 103) 横山光夫・尾崎幸三郎 (1968) 香川県における有機りん剤抵抗性ヒメトビウンカの分布について. 四国植物防疫研究 3 : 35-38.

## Ecology of Small Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus* (Fallén), and control of Rice Stripe Disease in Hokkaido.

Yoichi KAZINO

Hokkaido Prefectural Kamikawa Agricultural Experiment Station,  
Asahikawa, Hokkaido, 079, Japan.

### SUMMARY

The rice stripe disease transmitted by the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus* (Fallén), is one and only the virus disease of rice plant in Hokkaido, northmost island of Japan. Since first occurrence at 1968, this disease has widely distributed and became one of the most important disease of rice plants in Hokkaido. In order to have ecological and control information on the vector pest and disease in the colder regions of Japan, the life history of the small brown planthopper, seasonal fluctuation of the rice stripe disease, infection period, percentage of viruliferous insects and control methods of disease and so on, were carried out from 1978 to 1983 in Kamikawa Agricultural Experiment Station, Asahikawa, Hokkaido. The results are summarized as follow:

1. Eight series of different day length were made, namely 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16 and 24 hours of illumination per day at 20 °C. 100 % diapause was induced in a short day photoperiod ranging from 8 to 12 hours. The incidence of diapause fell from a photoperiod of 13 hours, and no diapause was found in long day length over 15 hours. The photoperiodic response curve for diapause induction showed the typical long-days response within the range of photophase which occurs naturally at Asahikawa city. The critical photophase time for diapause induction was about 13.5, in Asahikawa population. This pattern was similar to the examples studied by previous worker (Kisimoto, 1958; Miyake, 1932; Noda, 1988). The photoperiodic sensitive stage was from the 1st instar to the 3rd instar. The diapause stage was mainly the 4th instar, although some individuals elongated the developmental period were found at the 3rd and the 5th instar. Under field conditions, on the other hand, the some hatching larvae diapaused late August, and all of the hatching one which were appeared after early September diapaused.

2. The diapause termination was activated by rearing under low temperature ( $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) from 60th days to 80th days. In fields, the diapause terminated larvae were found from early December, but most of diapause larvae terminated at late January.

3. The hibernating sites and stages of the small brown planthopper were investigated in the fields. The density of hibernating larvae on the grass border was higher than that on the wheat, the grassland or the bank covered with the gramineous weeds, and the tendency of the density was unvariable from year to year. Therefore, it was considered that the major hibernating site was the grass border of the paddy fields. The hibernating larvae density in the grass border became a constant level at two weeks after harvest of the rice plants, because many hibernating



larvae gradually migrated there from the rice fields, following harvest. The hibernating stages of the larvae were from the 2nd instar to 4th instar, and the variations were found among years and localities, but the main stage was the 4th instar.

4. Fifteen to 30% of the hibernating larvae survived in the field cage during the overwintering period of 1980–1981. The poorest period for survival was during snow melting from March till April when a 40–60 % mortality was noted. The mortality before snow coverage in November and December was 13–19 %. Chances for survival were best during snow coverage of January and February when the mortality was 0–13 %. The density of hibernating larvae in the grass border of the paddy fields decreased sharply during the overwintering period. However, the annual and local variations in larvae density before and after hibernation were large, as well, and the average survival rate of larvae in fields was 10–20 %.

5. Judging from the fact that the mortality of snow melting period was caused by environmental factors such as excessive moisture on the hibernating sites, it was considered that the decreased survival rate during this period would be unvariable from year to year. Therefore, it was inferred that environmental factors such as mean temperature, number of days of rainfall and snowfall before snow coverage influence the overall survival rate during the overwintering period.

6. The developmental period from reactivated diapausing larvae to adult emergence became shorter when the temperature was increased from 13°C to 30°C. The developmental zero and the effective accumulative temperature of hibernating larvae in 4th instar was 9.9 °C, 149.0 day-degrees, respectively, in Asahikawa population. The developmental period of these larvae differed from that of the local population in Hokkaido, and also with respect to the stage of hibernating larvae. Such local difference was also found in adult emergence of hibernating generation in the outdoor nethouse.

7. In order to observe the larval mortality factors after hibernation, hibernating larvae obtained from the fields after snow melting were reared in laboratory. The mortality factors affecting these larvae were parasite by dryinid-wasp, *Haplogonatopus atratus* (Esaki et Hashimoto), disease by fungus and drowning just after moulting. However, the mortality caused by parasite and disease was low, 1–6 %.

8. Different populations collected from several localities in Hokkaido were compared with respect to wing-form patterns in the hibernating generation adult at 1981–1983. It was found that wing-forms in the hibernating generation adult varied from year to year and with in the local population. That is, the percentage of the brachypterous form in Ohno and Biratori population was similar to the general trend found by various workers, but that in Iwamizawa and Asahikawa population was lower, about 10 to 20%. It was considered that these local difference of wing-form in the hibernating generation adult must be important to resolve the epidemic mechanism of the rice stripe disease in Hokkaido.

9. The small brown planthopper produced three generations during a year in Hokkaido. From survey results with light trap, sweeping and yellow-water-pan in the paddy fields, it was estimated that occurrence peaks of the each generation adults were following; the hibernating generation appeared early to mid Jun, the 1st generation appeared early August and the 2nd

generation appeared late August to early September. The paddy field population was established by the adult immigrants of the hibernating generation in late May which was the time soon after rice-planting, and was maintained throughout the whole season of rice-growing by their progenies in the following generation. Although population density was variable from year to year, the adult population of the hibernating generation immigrating in the paddy fields was the lowest during a year. However, this adults was considered to have an important role in the seasonal cycle of the rice stripe virus transmissions. From the viewpoint of forecasting, the correlation analysis indicated that the density of initial immigrant population and the weather factors after immigrant were of major importance to influence on the occurrence of the rice stripe disease.

10. The occurrence of the rice stripe disease and the viruliferous insects were distributed on the major rice cultivating regions in Hokkaido. Seasonal disease occurrence was as follows. The disease was not recognized in nursery. After transplanting of rice to the paddy fields, the disease appeared first at mid to late Jun, and the maximum occurrence came at mid July. Disease occurrence gradually increased till mid August, but the disease hills of later stages were a few. From the disease occurrence in fields, it was considered that the major infectious period was from after transplanting to mid July, and the hibernating generation adults and the 1st generation larvae played the important role to the prevalence of the disease.

11. The multiplication of the rice stripe virus among rice plants varied according to the varieties, and also the same difference was recognized in the occurrence in the fields. Infection was proved by inoculation on wheat plants until late September. The virus multiplied among wheat plants at next spring, but the infected plants did not show clearly symptoms.

12. The rate of transovarian infection of viruliferous insect was from 80 to 100% in Asahikawa population, and this rate was similar to previous reports. However, there were some cases where all of progenies produced by viruliferous female were non-viruliferous insects. From this facts, it was suggested that the lower strain of transovarian infectious rate existed among the Hokkaido population.

13. Although the viruliferous rate of hibernating generation larvae varied from year to year and with in each field population, in a local sense, the variation was rather slight and agreed well with epidemic process of the rice stripe disease. The viruliferous rate tended to become higher with the rise of diseased plants. On the other hand, the viruliferous rate decreased under low diseased plants, but the decreasing degree was rather slight.

14. The viruliferous insect density was more important factor from viewpoint of disease occurrence than the viruliferous rate. The correlation was observed between the viruliferous insect density of hibernating generation and the percentage of disease hills.

15. Based on the results of previous reports, the tolerable injury level was estimated to be about 10% of diseased hill and about 5% of diseased panicle. The number of viruliferous insect which corresponded to the 10% of diseased hill was estimated to be 0.02 per hill at late Jun and 0.115 per hill at mid July.

16. Insecticide susceptibility of the small brown planthopper has been surveyed by the rice seedling-dipping method. Susceptibility of the planthopper to fenitrothion was different with

generations and stages. Especially, susceptibility of larvae before hibernation was lower than that of other generations. The  $LC_{50}$  values of the 4th instar larvae for fenitrothion trended to decrease since 1983, and then the variation of  $LC_{50}$  of different populations had been larger. This facts indicated the possibility of development of insecticide resistance.

17. The larvae density of hibernating generation decreased with incineration of the grass border in early spring, but survival larvae from 20 to 60% was found, because such a degree of the incineration was variable with weeds species or growing condition of weeds.

18. The method applicating insecticide on the grass border namely border control, was carried out in paddy fields. From the results in spring, it was shown that larvae density of hibernating generation in the grass border decreased about  $1/10$  by border control, and inhibited on occurrence of the small brown planthopper and the rice stripe disease in paddy fields. Applicating period of border control in spring was from early to mid May, and applicating amount was 4–6Kg calculated in terms of 10a. This control was more effective method, because the amount of application was smaller than general control in paddy fields and stable effect was obtained in a case of higher larvae density. On the other hand, border control in autumn was also successful for decrease of larvae density before hibernation, but it was considered that the practical effective border control is more in spring than in autumn, because insecticide susceptibility of hibernating larvae before overwinter was unstable.

19. The effect of insecticide of the seedling box application in the nursery beds was found clearly in short time after application, and the effective period was during about 10 days with 50g per box. When density of the small brown planthopper was lower, the effect of this control was higher and inhibited on disease occurrence below about  $1/2$  to  $1/3$  of the untreated fields. This method was effective in adults of the hibernating generation immigrating from the grass borders.

20. The more were the spraying time, the more effective was the foliage application of insecticide in the paddy fields. The disease occurrence was inhibited low about  $1/5$  of the untreated fields with spraying in six times from 7 days after transplantation. It was considered that foliage application was more effective in the 1st generation larvae which related with field transmission of rice stripe virus.

21. The stable effects were established by using the combination with three control methods shown above. This systematic control inhibited occurrence of the rice stripe disease below tolerable injury level, even if population density of the small brown planthopper was higher.

22. From the results above shown, it was considered that, the first, control of the rice stripe disease should be based on border control in epidemic regions, and, the next, one or two of the following methods should be used, coping with the severity of the rice stripe disease forecasting with population density of the small brown planthopper and percentage of the viruliferous insects.