ニカメイガの性フェロモントラップ誘殺数による要防除水準

小嶋昭雄・山代千加子・有坂通展

新潟県農業試験場

Regional Control Threshold of Rice Stem Borer, *Chilo suppressalis* WALKER (Lepidoptera: Pyralidae), Indicated by Adult Catch with Sex-Pheromone Trap. AKIO KOJIMA, CHIKAKO YAMASHIRO and MICHINOBU ARISAKA (Niigata Prefectural Agricultural Experiment Station, Nagakura, Nagaoka 940, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* **40**: 279-286 (1996)

The number of overwintering *Chilo suppressalis* WALKER moths caught by a sex-pheromone trap and the proportions of rice plants injured by first-generation larvae were investigated in three regions (300, 600, 1,500 hectares) with different topographies in Niigata Prefecture. A significant linear relationship was found between the number of moths caught by the sex-pheromone traps and the number of injured plants. The total number of caught moths could be estimated by the number of moths caught up to 10 June, 1 to 2 weeks before the best time for insecticide application. The control threshold level for the first generation caught by a sex-pheromone trap was 800 moths per trap up to 10 June based on established control threshold levels indicated by withered leaf sheaths in Niigata Prefecture. About 10 traps per region were needed to estimate the mean catches per trap with 10-20% error.

Key words: *Chilo suppressalis*, pheromone trap, control threshold

緒 言

農薬の適正な使用技術が最近特に強調されてきた。これまでも病害虫の発生実態に即応して、最小限の農薬使用で必要な防除効果を得るために、要防除水準を設定して生産場面で貢献している事例もあるが、要防除水準はその重要性が指摘される割には研究課題としての取組みは少ない。また、害虫とその加害による被害の発生程度との関係は地域によって異なると考えられることから、要防除水準の設定努力は地域ごとに求められる問題でもあり、今後の研究拡大が期待されるところである。

一方、要防除水準に基づく適切な防除技術が生産現場に定着するためには、要防除水準が明確であるだけでなく、発生実態の調査法が具体的に示されていることが必要である。防除要否の判定は、誤れば直接農家の減収を招くので一定の調査精度が必要であり、これを満たす規模(たとえば調査株数や調査ほ場数など)の調査が実施されなければならない。さらに、できるだけ簡易な方法で防除の要否が判定できることが望ましい。

ニカメイガ(*Chilo suppressalis* WALKER)の要防除水準に関する報告は高木ら(1958)、小林ら(1971)、杉野(1975)、

小山(1975)などがある。これらはいずれもニカメイガの個体数(高木ら, 1958; 杉野, 1975)または被害茎発生程度(小林ら, 1971; 杉野, 1975; 小山, 1975)を防除要否の判断材料としている。新潟県ではこれらの研究成果を参考に、県内での被害調査などを踏まえて暫定的な防除要否判断の基準を定めて指導してきたが、必要な精度で発生程度を調査するためには多くの調査労力と一定水準の調査技術を要し、これが技術の普及を妨げている場面もみられた。

調査が比較的簡易な害虫密度の調査法として性フェロモントラップの利用が拡大しており、これに基づいて防除要否を判定する試みがなされ、NAKASUJI and KIRITANI (1978)はサトイモ畑のハスモンヨトウについての検討結果を報告している。ニカメイガの性フェロモンについては3成分の混合物として処女雌をも凌ぐ高い誘引力を示す物質が報告されて(MOCHIDA et al., 1984)、農林水産省は1987年から5か年にわたって「ニカメイチュウの発生予察方法の改善に関する特殊調査」を実施して性フェロモントラップの発生予察への利用を検討するなど、ニカメイガ性フェロモンの発生予察への利用の可能性が急速に高まっている。このような中で、KONDO and

第1図 試験地略図。////: 山林や集落など, ●: フェロモントラップ, ●: 被害茎調査ほ場。

TANAKA (1995) はニカメイガについて、越冬世代成虫の誘殺数による次世代幼虫の要防除水準を比較的狭いほ場単位での検討結果として報告している。

ここでは、面的な広がりをもつ「地域」を単位としたニカメイガの防除要否判定技術として、性フェロモントラップの利用について検討した結果、性フェロモントラップでの誘殺数による要防除水準の設定が可能と考えられた。また、性フェロモントラップを用いた防除要否の判定は、その誘殺特徴からほ場単位より広い地域単位の判定に適する技術であろうと思われたのでその概要を報告する。研究を進めるにあたってご指導いただいた農業研究センター病害虫防除部水田害虫研究室平井一男室長、東京大学農学部田付貞洋教授および現地での調査を担当された新潟県内の西川、柏崎、小千谷の各市町の関係各位に深謝する。

材料および方法

この試験は性フェロモントラップの広域的な発生予測上の特性を知る調査であることから、試験地として地形が著しく異なる西川、柏崎、小千谷の3地域を選定し、試験期間は1987年から1991年までとした。西川は平坦な新潟平野の中心部に位置し、集落が点在する水田面積約1,500 haの水田地帯、柏崎は地形が複雑な中山間

地帯が中心で水田面積約600 ha、小千谷は平坦な丘陵台地で遮蔽物もなく、風通しのきわめてよい約300 haの水田地帯である。それぞれの地域にフェロモントラップを15, 10, 10個、被害茎調査ほ場として67, 36, 40ほ場を抽出して第1図のように配置した。トラップ間の距離は最も近い小千谷でも約500 mである。用いたフェロモン剤は、Z-11-Hexadecenal : Z-13-Octadecenal : Z-9-Hexadecenal = 48 : 6 : 5 (重量比) の混合物0.6 mgをゴムセプタムに含浸させたもので信越化学(株)によって調製されたものである。フェロモン源は1か月ごとに交換した。トラップは第2図に示すような市販のプラスチック製の箱を改良した水盤式で、ふた裏中央にフェロモンをセットし、内部に水を張って逆性石鹼液を適量滴下した。トラップは水田内の畦畔際にフェロモン源の水田面からの高さが越冬世代成虫調査では50 cm、第1世代成虫調査では100 cmになるように設置し、トラップ内の水面とフェロモン源との間隔は常に10 cm以内に保つよう注意した。

フェロモントラップによる誘殺数の調査は越冬世代成虫発生初期の5月上旬から第1世代成虫の発生がほぼ終了する8月31日まで、半旬ごとの誘殺個体数を数えた。被害茎の発生程度は高木ら(1962)を参考に平面型任意系統抽出法に基づいて抽出したほ場から、高木・西野

(1957) に準じて平面型任意系統抽出法によって 1 ほ場 25 株を抽出し、第 1 世代幼虫の被害は葉鞘変色茎 (6 月下旬) と心枯茎 (7 月下旬) の有無を、第 2 世代幼虫の被害は刈取り後 (10 月) の刈り株で食害茎の有無をそれぞれ株ごとに調査した。柏崎 (1988~1991) と小千谷 (1988, 1989) ではトラップ周辺ほ場の被害茎発生程度も調査した。調査は葉鞘変色茎発生盛期に各トラップの周辺 (ほぼ 200 m 以内) の 10~20 ほ場について、1 ほ場 100 株を系統抽出して株ごとに葉鞘変色茎発生の有無を調査した。

試験地域のニカメイガに対する薬剤散布は、第 1 世代では西川、小千谷は原則として無散布、柏崎は無散布ほ場が大部分であるが、一部の区域やほ場では殺虫剤が散布された。しかし、第 2 世代では斑点米カメムシなどの

第 2 図 試験に用いた水盤式トラップ。35 cm×25 cm×25 cm、窓の大きさは 28 cm×6 cm と 18 cm×6 cm がそれぞれ 2 個。上面の半分が開閉できる。ふた裏中央にフェロモン源をセットし、底に水を張って逆性石鹼液を滴下した。

防除を目的に 3 地域とも殺虫剤が散布された。一部のほ場における第 1 世代幼虫に対する殺虫剤の散布時期は葉鞘変色茎の調査後であった。

以上の結果をもとに、1987 年から 1991 年までの 5 年の試験によって得られた越冬世代成虫誘殺数から第 1 世代幼虫による被害茎の発生程度を推定する予測式をつくり、その適合性について、1992 年から 1995 年に県内 6 地域 (豊栄, 湯東, 中之島, 広神, 板倉, 金井) で同様の調査法によってえられた延べ 12 個のデータを用いて検証した。

結 果

第 1 表に試験地ごとの年次別、世代別成虫誘殺数をその地域内のトラップの平均値で示した。誘殺数は世代間では越冬世代成虫が第 1 世代成虫より多い傾向であり、試験地別では一部の例外を除き、越冬世代成虫は小千谷で最も多く柏崎が最も少なかったが、第 1 世代成虫は西川でもっとも多く、柏崎と小千谷では年によって異なった。年次別では試験期間の前半が多く、後半は少なかった。誘殺数のトラップ間変動は柏崎で大きく、西川、小千谷で小さい傾向であったが、世代による一定の傾向は認められなかった。

第 2 表に調査時期ごとの被害茎の発生株率を示した。試験期間の被害茎の発生は試験の後半になるほど少ない傾向がみられた。第 3 図に越冬世代成虫誘殺数と第 1 世代幼虫加害前期の葉鞘変色茎の平均発生株率との関係を示した。試験地ごとの誘殺数と平均葉鞘変色茎発生株率の間には相関関係が認められ、誘殺数からその地域における被害茎発生程度を予測することが可能であると思われる。しかし、両者の量的な関係は試験地間で異なっ

第 1 表 性フェロモントラップによる試験地別、年次別成虫誘殺数^a (頭)

調 査 年 次		西 川		柏 崎		小千谷	
		越冬世代	第 1 世代	越冬世代	第 1 世代	越冬世代	第 1 世代
1987	平均誘殺数	676	449	220	145	754	234
	C.V. (%)	30	33	55	54	19	36
1988	平均誘殺数	436	138	225	78	838	123
	C.V. (%)	63	61	72	88	18	45
1989	平均誘殺数	268	165	125	91	661	374
	C.V. (%)	84	58	86	51	33	26
1990	平均誘殺数	347	246	84	71	658	39
	C.V. (%)	30	80	94	66	49	127
1991	平均誘殺数	396	357	97	128	215	52
	C.V. (%)	27	36	77	82	65	116

^a 西川 67, 柏崎 36, 小千谷 40 ほ場調査の平均値。

第 2 表 試験地別、年次別被害茎発生程度

試験地	調査時期	調査は場数	被害茎の種類	平均被害茎発生株率(%)				
				1987	1988	1989	1990	1991
西 川	6 月下旬	67	葉鞘変色茎	12.7	8.5	2.8	3.8	6.3
	7 月下旬		心枯茎	4.6	0.5	1.3	2.2	6.6
	10 月中旬		刈株の被害茎	36.2	2.6	2.8	6.4	8.6
柏 崎	6 月下旬	36	葉鞘変色茎	7.0	3.4	3.5	1.6	1.6
	7 月下旬		心枯茎	0.6	1.3	1.0	0.4	1.6
	10 月中旬		刈株の被害茎	7.8	— ^a	0.4	1.6	0.5
小千谷	6 月下旬	40	葉鞘変色茎	6.1	7.3	3.3	4.2	1.6
	7 月下旬	40	心枯茎	7.4	3.1	5.8	5.5	1.9
	10 月中旬	20	刈株の被害茎	56.4	25.2	26.4	28.6	21.4

^a 欠測.

第 3 図 越冬世代成虫誘殺数と第 1 世代幼虫による葉鞘変色茎発生株率との関係。●：西川，○：柏崎，▲：小千谷。破線は試験地ごとの回帰直線，実線は西川と柏崎をまとめて求めた回帰直線とその回帰式，a は計算から除外した。

おり一定ではなかった。これは地形の違いやそれに伴う風通しの違いなどによって誘殺効率，特に誘殺範囲が違っているためと考えられた。したがって，試験地ごとのすべてのデータをまとめて成虫誘殺数から被害茎発生株率の予測式を導くのは無理で，地域的な特徴を考慮する必要があると思われた。なお，越冬世代成虫誘殺数と第 1 世代幼虫の加害末期にあたる 7 月下旬の心枯茎の発生株率との間にも相関関係が認められたが，前述の葉鞘変色茎発生株率ほど顕著な関係ではなかった。これには，部分的な殺虫剤の散布が関与しているものと考えられた。

個々のトラップの誘殺数とそれぞれの周辺は場における被害茎の発生株率との関係は第 4 図のようであった。柏崎では両者に一定の相関関係が認められるものの，小

第 4 図 柏崎と小千谷におけるフェロモントラップによる越冬世代成虫誘殺数と周辺は場における第 1 世代幼虫による葉鞘変色茎発生株率との関係。○：1988，●：1989，△：1990，×：1991。

千谷ではまったく認められなかった。第 3 図に見られるように小千谷でも試験地全体の平均値では年次別の成虫誘殺数と葉鞘変色茎発生株率とは密接に関連していることから，中山間地の柏崎ではトラップの誘殺範囲が限られるため誘殺数がそのまま周辺は場の被害茎の発生程度に反映されるのに対して，風通しのきわめてよい小千谷では誘殺範囲が広いことで，近隣のは場における被害茎

第5図 第1世代成虫誘殺数と第2世代幼虫による被害茎発生株率との関係。●：西川，○：柏崎，▲：小千谷。

第6図 越冬世代成虫の6月10日までの誘殺数と総誘殺数との関係。●：西川，○：柏崎，▲：小千谷。

の発生程度とは直接結び付かなかったためと思われる。

第1世代成虫誘殺数と第2世代幼虫による被害茎発生株率との関係は第5図に示した。全地域をまとめてみても、地域ごとにみても誘殺数と被害茎の発生株率との間には一定の顕著な相関関係は認めにくかった。これは

第2世代幼虫の加害期間には斑点米を発生させるカメムシ類やウンカ類の防除を目的に殺虫剤が散布されるほ場が多いことや、被害茎は刈取り後の刈株で調査したものであることなどがこのような結果をもたらしたためと思われる。

考 察

ニカメイガの越冬世代成虫誘殺数と第1世代幼虫防除適期のほぼ1週間前の葉鞘変色茎発生株率との間に地域別にみると密接な相関関係が認められる(第3図)ことから、もし葉鞘変色茎の被害許容水準が明らかにできれば、フェロモントラップでの誘殺数による要防除水準の設定が地域別に可能になると思われる。この場合、ニカメイガの防除適期は成虫誘殺期間の途中になるため、ある世代の総誘殺数では防除要否判定基準としては使えない。したがって誘殺期間の途中でその世代の総誘殺数を推定することが必要になる。

KONDO and TANAKA (1995) は誘殺ピークまでの誘殺数と総誘殺数との相関が高いことを明らかにし、誘殺ピークまでの誘殺数で防除要否を判定することにしており、これによれば発消長の年次的なずれにも対応できる。一方で、誘殺ピークを知るには少なくともピーク時と推定される前後の一定期間は毎日調査する必要がある、省力的でない。筆者らは一定の時期までの誘殺数で防除要否を判定することとし、その時期を平年の発消長や薬剤散布の準備期間などを考慮して6月10日頃と考えた。3地域5か年にわたるデータから、この時期までの誘殺数と世代当たりの総誘殺数との関係を求めると第6図のようで、両者の間には高い相関関係が認められた。この時期は新潟県での一般的な発消長では誘殺ピークの数日後に当たりその後の誘殺数は減少するので、成虫発消長の年次的な変化に対してもある程度は対応できると思われる。また、6月10日は防除適期の1~2週間前に当たり、防除計画の変更のための時間も確保できる。誘殺数の調査も半旬または1週間ごとに行うことができ、省力的である。

誘殺数と被害茎発生の量的関係は厳密にみれば地域ごとに異なっているが、西川と柏崎は類似しており、小千谷が異なっていると考えられた。地形の特徴としても西川や柏崎の地形が県内に一般的であり、小千谷のように集落や林などの遮蔽物がなく、風通しのきわめてよい広大な丘陵台地は少ない。そこで、西川と柏崎をまとめて越冬世代成虫誘殺数と葉鞘変色茎発生株率の関係を求めると第3図のように高い相関関係を示し、回帰式 $\hat{Y} =$

第7図 越冬世代成虫の6月10日までの誘殺数と葉鞘変色茎発生株率との関係。

第8図 被害茎発生予測式(第7図)の適合性。直線は予測式、●印は4年間6地域の調査で得られた12データを示す。

$0.186 + 0.017X$ ($r = 0.893***$) がえられた。この関係をもとに誘殺数を6月10日までの誘殺数に置き換えると第7図のようになり、回帰式 $\hat{Y} = 0.636 + 0.022X$ がえられ、相関係数 $r = 0.874***$ であった。この予測式に、新潟県がニカメイガ第1世代の被害許容水準としている地域単位での葉鞘変色茎発生株率20%(未発表)をあては

めると、性フェロモントラップでの誘殺数による要防除水準は、6月10日までの越冬世代成虫誘殺数で800頭とすることができる。

この予測式について、異なる地域・年次での適合性を知るため、1992年から1995年までの4年間に新潟県内6地域で行われた延べ12の調査事例の適合状況をみると第8図のようになる。ここに取り上げた事例はどれも地域ごとにフェロモントラップが8~10個、被害茎調査が30~40地点で行われたもので、調査精度は高いと思われる事例である。図のようにほとんどの地域で成虫誘殺数に対する葉鞘変色茎の発生株率が予測値より低い結果であり、予測値より被害茎の発生が多かった事例は1例だけであった。KONDO et al. (1993), 中村(1980), 田付(1993)らが指摘するように、フェロモントラップは調査地の状況やニカメイガの密度などによって誘殺効率がある程度変動しやすい調査法であることを考慮すれば、第7図の関係式を用いるとその地域の誘殺効率によっては被害茎の発生程度を実際より高めに予想してしまう可能性はあるが、予想外の多被害を招く恐れは少ない。誘殺数800頭まで防除不要になることによって、新潟県ではこれまで防除が行われてきた地域で防除が不要と判断される地域も少なくない。また、KONDO and TANAKA (1995) と比べて調査も簡便である。さらに、調査を毎年継続することによって、誘殺数と被害茎発生程度との量的な関係について、地域的な特徴をとらえてこれを加味することができれば、予測精度はさらに高まることが期待できる。

一方、地域的な予測をする場合は、被害茎の発生調査ではほ場ごとの発生特徴が強調されるが、フェロモントラップは誘殺範囲が広い(KONDO and TANAKA, 1994) ために、より広い範囲の情報を収集することができるので、調査地点数も少なくてもよい。このことは少数の多発生は場の存在を見失うことにもなりかねないので、フェロモントラップの誘殺数による防除要否の判定はほ場単位の調査には適さないことを示すとも考えられる。

新潟県では地域的にまとまった共同防除が多いこともあって、防除要否を地域単位で判定しようとする事例が多く(小嶋, 1995), 判定の規模は集落単位から市町村単位、面積では数十haから数千haにおよぶ。したがって、要防除水準もこれを活用するための調査法もこれに応じたものが求められる。ニカメイガの地域的な被害茎発生程度を調査する場合に必要な調査点数について、小嶋・江村(1977)は調査値の母平均からの許容誤差をもとにした方法と、抽出実験を繰り返し行った結果から考察

第 3 表 地域的な発生量を推定するために必要なトラップ数^aの試算

試験地	項 目	試 験 年 次					平均誘殺数が要防除水準に近い ^b 場合	
		1987	1988	1989	1990	1991	必要トラップ数	期待精度 ^c
西 川	平均誘殺数 (頭)	676	436	268	347	407		
	必要トラップ数 (個)	10	46	81	10	7	6	(15%)
柏 崎	平均誘殺数 (頭)	220	225	125	84	97		
	必要トラップ数 (個)	39	66	94	110	80	10	(19%)
小千谷	平均誘殺数 (頭)	753	838	661	658	215		
	必要トラップ数 (個)	5	4	14	30	55	2	(8%)

必要トラップ数 $\geq \frac{2.01^2 \times s^2}{d^2}$

s: 標準偏差, d: 平均誘殺数の許容誤差, 2.01: t 分布表の t 値.

^a 地域ごとの平均誘殺数の推定誤差を 20% 許容した場合に必要なトラップ数.
^b 第 3 図で地域ごとに葉鞘変色茎発生株率が新潟県の被害許容水準としている 20% 程度に達すると思われる誘殺数.
^c 1 地域 10 個のトラップを配置して調査した場合に予想される平均値の誤差範囲.

しており、高木ら (1962) はニカメイガを含む数種の害虫について、地域推定のための抽出点数と抽出株数を知るため、模式地域における抽出実験を行って検討している。ここで筆者らは、地域単位での平均誘殺数を調査する場合に必要なトラップ数を推定するため、第 3 表に示すように、試験期間に得られた実測値を用いて誘殺数のトラップ間変動と母平均からの許容誤差をもとに検討した。この方法の適用には一定の条件設定が必要であり、厳密には問題点も残るが、概要を知ることが可能と考えた。検討の結果、求める調査精度が同じでも必要なトラップ数は調査地ごとに大きく異なり、丘陵台地の小千谷では少なくてもよいが、中山間地を抱える柏崎ではより多くのトラップが必要であった。今、発生程度が新潟県の要防除水準に近い場合を想定し、平均誘殺数の 20% の調査誤差を許容すると、必要なトラップ数は西川では 6、柏崎では 10、小千谷では 2 と推定される (第 3 表)。これをもとに新潟県では市町村単位程度の 1 地域に 10 個のトラップを用いることとした。これによって要防除水準に近い発生程度の場合、地域ごとの平均誘殺数が 10~20% の調査誤差で推定できると期待される。1 地域 10 個のトラップ調査は最低一人で調査可能であり、調査回数も 5 月中は 10 日間隔で 3 回、6 月は半月ごとで 2 回程度で予測に必要なデータが得られる。

豪雪地や豪雪年で消雪が極端に遅れる場合はさらに第 3 半月までの誘殺数を調査すればよく、このような地域は防除適期も遅れるので防除対策上の問題はない。

摘 要

ニカメイガの性フェロモントラップによる誘殺数と被

害茎発生株率との関係を調査し、越冬世代成虫誘殺数による第 1 世代幼虫の要防除水準を設定した。

- 1) 地形が異なり、風通しなどの条件が異なると思われる 3 地域における越冬世代成虫誘殺数と第 1 世代幼虫による葉鞘変色茎発生株率とは密接に関連していたが、両者の量的関係は試験地域によって異なった。
- 2) 一方、トラップごとの誘殺数とその周辺は場の葉鞘変色茎発生株率との間には相関関係は認めにくかった。誘殺数による葉鞘変色茎発生株率の予測はは場単位より地域単位の予測に適すると思われた。
- 3) 第 1 世代成虫誘殺数と第 2 世代幼虫による被害茎発生株率との間には相関関係は認めにくかった。
- 4) 越冬世代成虫の総誘殺数と 6 月 10 日までの誘殺数との間には高い相関関係が認められた。
- 5) 6 月 10 日までの成虫誘殺数から葉鞘変色茎発生株率を予測する式を作ることができ、すでに利用されている葉鞘変色茎発生株率の被害許容水準 (未発表) をもとに、第 1 世代防除の要防除水準を 6 月 10 日までの誘殺数で 800 頭と設定した。
- 6) 誘殺数の調査には 1 地域 10 個程度のトラップを設置することが必要で、これによってその地域の平均誘殺数を 10~20% の誤差で推定することができる。

引 用 文 献

小林 尚・野口義弘・錦野正臣・須藤真平・池本五郎・長江十一 (1971) 稲作害虫に対する殺虫剤散布必要度合の予想方法に関する研究 (第 3 報) ニカメイチュウ防除の殺虫剤散布必要度合の予想. 応動昆 15: 121-131.
小嶋昭雄 (1995) 防除に直結する地域的な発生予察. 植物防疫

- 49: 314-317.
- 小嶋昭雄・江村一雄 (1977) ニカメイチュウ被害の広域調査法の一考察. 北陸病虫研報 **25**: 28-30.
- KONDO, A. and F. TANAKA (1994) Action range of the sex pheromone of the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* (WALKER) (Lepidoptera: Pyralidae). *Appl. Entomol. Zool.* **29**: 55-62.
- KONDO, A. and F. TANAKA (1995) An estimation of the control threshold of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (WALKER) (Lepidoptera: Pyralidae) based on the pheromone trap catches. *Appl. Entomol. Zool.* **30**: 103-110.
- KONDO, A., F. TANAKA, H. SUGIE and N. HOKYO (1993) Analysis of some biological factors affecting differential pheromone trap efficiency between generations in the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* (WALKER) (Lepidoptera: Pyralidae). *Appl. Entomol. Zool.* **28**: 503-511.
- 小山重郎 (1975) ニカメイチュウに対する殺虫剤散布軽減に関する研究 II. ニカメイチュウの要防除水準とその予測. 応動昆 **19**: 63-69.
- MOCHIDA, O., G.S. ARIDA, S. TATSUKI and J. FUKAMI (1984) A field test on a third component of the female sex pheromone of the rice striped stem borer, *Chilo suppressalis*, in the Philippines. *Entomol. Exp. Appl.* **36**: 295-296.
- 中村和雄 (1980) 性フェロモン・トラップによる害虫の発生予察. 植物防疫 **34**: 223-228.
- NAKASUJI, F. and K. KIRITANI (1978) Estimating the control threshold density of the tobacco cutworm *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) on a corm crop, taro, by means of pheromone traps. *Protect. Ecol.* **1**: 23-32.
- 杉野多万司 (1975) 稲作害虫による経済的被害水準. 植物防疫 **29**: 263-267.
- 高木信一・西野 操 (1957) ニカメイチュウ被害調査株の選定. 静岡農試研報 **2**: 137-148.
- 高木信一・杉野多万司・西野 操 (1958) ニカメイチュウ 2 化期被害の再検討. 静岡農試研報 **3**: 23-36.
- 高木信一・杉野多万司・西野 操 (1962) 病虫害発生予察事業における実態調査法の研究. 病虫害発生予察特別報告第 9 号: 1-74 (農林省振興局植物防疫課)
- 田付貞洋 (1993) 性フェロモン研究の現状と応用. 植物防疫 **47**: 476-479.
-