

熱研資料 No. 35

インド・スリランカ・タイにおける 水稲害虫研究の現状

昭和51年10月

農林省熱帯農業研究センター

は し が き

熱帯アジアにおける稲の重要害虫はウンカ・ヨコバイ類，タマバエ・メイガ類などである。これらの害虫が各国で著しい被害を与えているため，防除方法の確立が早急に要望されている。当センターは，この重要性に着目し，熱帯アジア諸国の農業省との共同研究を着手して以来今日に至っている。

この報告書は，当センター研究第一部日高輝展技官が昭和50年8月から10月にかけて，インド・スリランカ・タイにおける重要害虫の発生と被害の実態，およびその生態学的研究や防除法・発生予察などの現状について調査した報告である。

本報告書が害虫専門家をはじめ，熱帯農業にたずさわる人達の資料として有効に活用いただければ幸いである。

なおこの機会に，本調査を行うに当たってお世話になった多くの方々に対して，厚く御礼を申し上げます。

昭和51年10月

熱帯農業研究センター所長

村 上 寛 一

目 次

I	は じ め に	1
II	調査日程および訪問先.....	1
III	水稻害虫に関する研究情報と調査.....	5
1	トビイロウンカの発生と防除.....	5
2	イネノシントメタマバエの発生実態	6
3	イネノシントメタマバエの寄生植物	9
4	主要害虫の天敵.....	10
5	害虫の大量飼育.....	12
6	抵抗性品種検定のための国際研究協力.....	15
7	抵抗性品種の検定と育種.....	17
8	抵抗性品種に関連したバイオタイプ.....	23
9	抵抗性要因の解析.....	24
10	抵抗性品種の遺伝.....	24
11	その他の水稻害虫.....	25
12	害虫の総合的防除.....	27
13	巡回調査による害虫の発生予察.....	28
VI	考 察.....	29
V	要 約.....	34
IV	英 文 摘 要.....	38
VII	引 用 文 献.....	50
VIII	写 真.....	54

インド・スリランカ・タイにおける水稻害虫関係の現状

日 高 輝 展 *

I は じ め に

最近、熱帯アジアではトビイロウンカ・イネノシントメタマバエ・コブノメイガなどの大発生が相次いで起こり問題になっている。これら害虫の防除対策と防除に関連した生態学的研究がどのように行われているかを調査する目的で、昭和50年8月から10月までインド・スリランカ・タイの3か国で調査を行った(図2・3)。

本報告では、これらの主要害虫の被害・発生生態・防除法・発生予察・大量飼育・天敵・抵抗性などに関連した研究の現状についてまとめた。熱帯アジアの水稻害虫研究情報について論述した資料は我が国では非常に少ないので、参考になれば幸いである。

本調査に当たり、有益な助言と協力を惜しまれなかった下記の方々に厚く御礼申し上げる。

(インド) 日本大使館西脇重義書記官, 中央農業研究所昆虫部長 Dr. C. N. Pant, 農業食糧省農業局植物防疫課顧問 Dr. S. N. Banerjee, 中央稲研究所所長 Dr. S. Y. Padmanabhan, 同昆虫部長 Dr. S. M. Chatterje, オリッサ州立チャクリ農場スタッフ一同, 全インド稲改良プロジェクト Dr. D. V. Seshu, Dr. V. T. John, Dr. T. Gouro。

(スリランカ) 中央農業研究所所長兼昆虫部長 Dr. H. E. Fernando, 中央稲育種場 Mr. C. Kudagamage, プセラワ稲研究所主任 Mr. D. M. N. Gkanuratatsu, マハイルパルマ農業研究所昆虫科 Mr. S. Dharmalingam, アンパーレ地区農業普及所 Mr. S. Wirasinghe, スリランカ大学農業生物学科 Dr. B. A. Baptist, 熱帯農研スリランカ駐在在外研究員一同。

(タイ) 農業省農業局長 Dr. P. Kanjanasoon, 農業局昆虫動物部長 Dr. T. Wongsiri, パーン稲作試験場長 Mr. C. Pulsawasdi, プレー稲作試験場長 Mr. U. Tanapayo, 熱帯農研タイ駐在在外研究員一同。

II 調査日程および訪問先

昭和50年8月26日(火) 東京発11:00~ニューデリー着19:00 (JAL 463)。

27日(水) 日本大使館, インド中央農業研究所 (IARI) 昆虫部長 Dr. C. N. Pant ほか

* ひだか てるのぶ: 農林省熱帯農業研究センター

と討議。

28日(木) インド植物防疫課顧問 Dr. S. N. Banerjee と食糧農業省で討議。

29日(金) ニューデリー発6:25～カルカッタ着8:25 (IC 401), インド動物調査博物館(IMZS) 訪問。

30日(土) カルカッタ発12:05～プバネスワール着13:30 (IC 261), プバネスワール発14:00～カタック着15:00 (車)。

31日(日)～9月7日(日) 中央稲研究所(CRRI) 昆虫部にて調査・研究。

8日(月) カルカッタ発10:00～サンバルプール着23:00 (車)。

9日(火)～10日(水) マドラス州立チャクリ農場とサンバルプール農業研究所訪問。

11日(木) サンバルプール発13:00～カタック着20:00 (車)。途中、農家水田調査。

12日(金)～15日(月) 中央稲研究所(CRRI) にて調査・研究。

16日(火) カタック発12:00～プバネスワール着13:00 (車), プバネスワール発13:50～ハイデラバット着17:20 (IC 261)。

17日(水)～18日(木) 全インド稲改良プロジェクト(AICRIP) および国際半乾燥熱帯作物研究所(ICRISAT) 訪問。

19日(金) ハイデラバット発9:05～マドラス着10:05 (IC 573)。

20日(土) マドラス発13:50～コロombo着15:00 (IC 537), コロombo発16:00～キャンディ着19:00 (車)。

21日(日)～22日(月) 中央農業研究所(CARI) 訪問, 資料整理, 熱帯農研在外研究員藤村俊彦, 堅田 彰, 岡本利高技官と討議。

23日(火) ヘネボラ, ポツヘラ, イバガムワ地域における水稻害虫発生調査。

24日(水) 中央農業研究所, スリランカ大学農業生物学科訪問。

25日(木) アンパーレ地区水稻害虫発生状況調査。

26日(金) 中央農業研究所昆虫部にて調査・研究。

27日(土)～28日(日) ツリンコマリー地区水稻害虫被害状況調査。

29日(月)～30日(火) プセラワ稲研究所, シタエリア農業研究所訪問。

10月1日(水) バタラゴダ中央稲育種場(CRBS), マハイルパルマ農業研究所訪問。

2日(木) キャンデー～コロombo間の水稻害虫発生調査。

3日(金) 中央農業研究所(CARI) 昆虫部にて調査・研究。熱帯農研在外研究員藤村俊彦, 堅田 彰, 岡本利高技官と討議。

4日(土) キャンデー～ネゴンボ間水田調査。コロombo発14:00～シンガポール着20:00 (AE 372)。

5日(日) 資料整理。

6日(月) シンガポール発13:30～バンコク着15:30 (SQ 642)。

7日(火) 農業局昆虫動物部訪問。

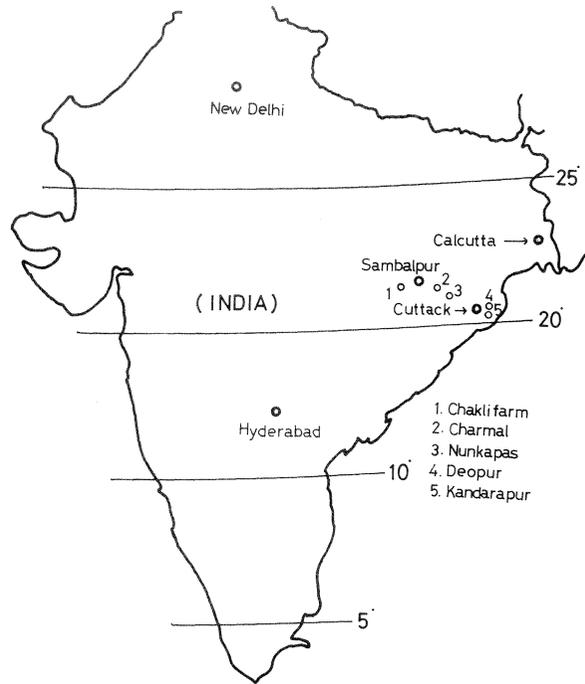


図1 インドにおける水稲害虫調査地

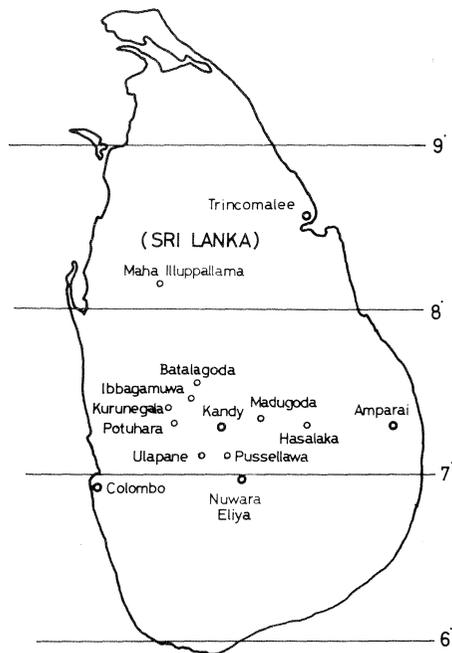


図2 スリランカにおける水稲害虫調査地

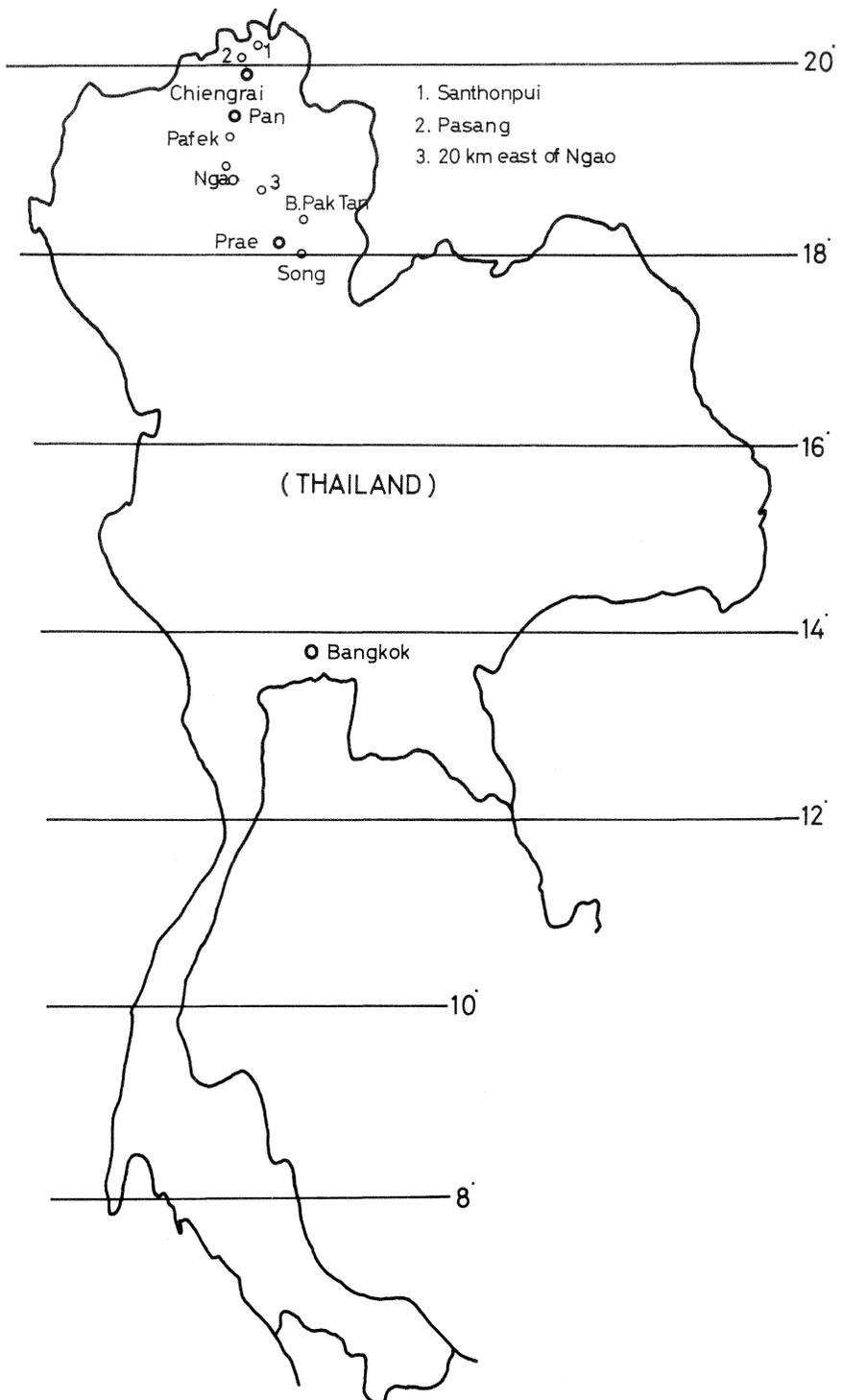


図3 タイにおける水稲害虫調査地

- 8日(水) バンコク発9:00～チェンライ着12:10 (TH 144A), チェンライ発14:00～パーン着14:30(車)。熱帯農研在外研究員小林正弘技官と討議。
- 9日(木) パーン稲作試験場訪問。
- 10日(金) パーン～メーサイ間水田調査。
- 11日(土) パーン稲作試験場にて調査・研究。
- 12日(日) 資料整理。
- 13日(月)～14日(火) プレー稲作試験場訪問, パーン～プレー間水田調査。
- 15日(水) プレー発10:00～パーン着17:00(車)。パーン稲作試験場訪問。
- 16日(木) チェンライ発12:50～バンコク着15:50 (TH 156A)。
- 17日(金) 農業局昆虫動物部訪問, 熱帯農研在外研究員諸氏と討議。
- 18日(土)～19日(日) 資料整理。
- 20日(月)～21日(火) 農業局昆虫動物部訪問, 「日本における最近の水稲害虫に関する研究」と題して講演。
- 23日(木) バンコク発11:45～東京着22:00 (JAL 718)。

Ⅲ 水稲害虫に関する研究情報と調査

1. トビイロウンカの発生と防除

1) インド

トビイロウンカ大発生の原因としては次のことが考えられる。

- ① 感受性品種 Jaya, IR 8 が大面積に栽培されているため, 著しい被害をうけた。② 栽植密度 (15×15 cm) が高く, 多肥栽培 (N80～100 Kg/ha) である。③ トビイロウンカの早期発見が困難である。④ 殺虫剤の連用により天敵に悪影響を与えたためトビイロウンカは急激に増加したことなどであろう。²⁵⁾

防除対策として考えられることは, ① 幼虫の脱皮がらの存在に注意する。② 感受性品種の大面積栽培を中止する。Ratna, Shakti, Trivant などの抵抗性品種を栽培する。③ 株当たり5～6個体のトビイロウンカが発生したら殺虫剤を散布する。④ Kharif (夏作) イネが完全に刈り取られるまで, 次の苗代を作らない。⑤ 乾期中, ひこばえ・雑草を水田にすき込む。⑥ 殺虫剤防除では, 苗代は Carbaryl 粒剤施用する。本田では Carbaryl 4% + Lindane 4% 粒剤, Carbofuran 10% 粒剤を施用する。開花期には, Carbaryl 50% 水和剤を, 成熟期には BHC 10% 粉剤をそれぞれ散布することなどである。²⁶⁾

2) スリランカ

アンパーレ地区では, 1973年7月～9月にかけてトビイロウンカの大発生があった。1974年雨期には, 栽培面積26,000haのうち, 14,000haが被害をうけた。また,

乾期には3,100 ha が完全な被害をうけた。部分被害は4,000 ha であった。

スリランカにおけるトビロウンカの防除対策は次のとおりであった。① イネの幼穂形成期間中に1回だけ浸水させ、成・幼虫を駆除する。② 抵抗性品種を栽培し、感受性品種BG 11-11を中止する。③ 栽培密度を低くする。④ 雨期の3月、乾期の8~9月には個体数が増加するので注意する。⑤ 農家に毎週カード調査を依頼し、被害発生報告をさせる(図1)。⑥ 株当たり5~6個体のトビロウンカがいたら殺虫剤を散布する。第2回目は第1回散布後の10~12日目が有効である。殺虫剤は、Furadan 75%水和剤または3%粒剤、Surcide 25%乳剤、Meobal 30%乳剤の順で効果が認められた。¹¹⁾

කුඹුරුවල කිඹුරුවන්ගේ ව්‍යාප්ති වර්ගීකරණය 75% ලෙ.

1. ආද. ව්‍යා. 625. 2011 - වස. 37 ව. විරුද්ධතාව
2. කිඹුරුවන්ගේ ව්‍යාප්ති ස්ථානවල: ගවුරුගොඩ, හලවෙහෙල.
3. කිඹුරුවන්ගේ ව්‍යාප්ති වර්ගීකරණය - 37 ව. 11 1/2
4. කුඹුරුවල ව්‍යාප්ත වූ ප්‍රධාන වර්ග:
5. වර්ග 37 ව. විවිධ:
 1. B4. 11. 11
 2. B4. 34/8
 3. L.D. 66, 11. 8
 4. 67 ව. 22 ව. 37 ව. 11
6. වර්ග 37 ව. විවිධ - ව්‍යා. 2 - 37 ව. 11
7. වර්ග 37 ව. විවිධ - 75. 07. 20 සිට 07. 26 දක්වා.

ව්‍යා. 75. 07. 26.

92592
කි. ව. 5. 02. 2011

1	3	2	2	3 1/2
33/20	33/54	33/20/1	33/20/3	32/107

図4 スリランカ、アンパーレ地区におけるトビロウンカ発生調査用カード。

1. 氏名, 2. 水田の場所, 3. 被害・発生面積, 4. 水田総面積, 5. 品種, 6. 水稻の発育ステージ, 7. 観察日

2. イネノシントメタマバエの発生実態

1) インド

インドにおけるイネノシントメタマバエの調査地と被害は表1のとおりである。

表1 インド・スリランカ・タイにおけるイネノシントメタマバエの被害調査

国名	調査地	被害莖率 (%)	その他
インド	カタック	65.2	中央稲研究所, Jaya
	サンバルプール	86.3	チャクリ農場, Jaya
	チャーマン	0	森林の中の水田
	カンダラプール	3.5	農家ほ場, Jaya
スリランカ	ヘネポラ	4.7	農家ほ場
	ポッヘラ	0	"
	イバガムワ	1.0<	"
	バタラゴダ	1.0<	中央稲育種場
	ママイルパルマ	小発生	農業研究所 (聞きとり調査)
	プセラワ	小発生	稲試験場 (聞きとり調査)
	ユラバネ	2.0<	農家ほ場
	アンパーレ	小発生	" (聞きとり調査)
キャンディ〜コロンボ	2.0<	"	
タイ	サントンプーイ	42.7	農家ほ場, Niawsanpathong
	パサーン	71.7	" , MN-62M
	パフェク	7.2	" , Niawsanpathong
	ンガオ	14.5	" , Dodoput
	プレー	99.7	稲試験場, RD1
	プレー稲試の近く	65.7	農家ほ場, Niawsanpathong
	プレー市の北7 Km	47.6	" "
	ソング	42.2	" "

中央稲研究所では, Jaya ないし交配選抜中の多収穫系統群は65%以上の被害莖率であった。チャクリ農場では, Jaya を7月下旬〜8月上旬に移植したイネで, 45%以上の被害莖率であった。また, 農家ほ場では, 調査6カ所のうち, 2カ所は発生がなかった。他の4カ所は小発生であった。

試験ほ場での被害が農家ほ場より高いのは, ① 栽植密度が高い, ② 感受性品種が広く栽培されている。③ 一年中イネがあるのでタマバエは常に発生している, などの理由によるもので

あろう。¹⁵⁾

2) スリランカ

調査地のうちヘネボラは15%の被害莖率であった。被害が認められなかった場所は、ポツヘラ・ハサラク・ブセラワ・イバガムワであった。小発生はバタラゴダ・マハイルパルマ・アンパレ・キャンデー〜コロombo間であった。スリランカはタマバエの被害が少ないのが特徴的であった。

スリランカの wet zone はイネの大面积栽培ではなく、水田はココヤシ・ゴム林の間にわずかに開けている。そこでは、生育期の異なるイネが年中栽培されているためイネノシントメタマバエの天敵が常に生存し、寄生活動が年中できる状態にある。ヘネボラでイネノシントメタマバエの発生初期に50%が寄生されているのは重要な発見であった。次に、スリランカでは雄の数が著しく減少しているため、受精卵が得られない。スリランカでイネノシントメタマバエが小発生である原因は、天敵昆虫の高い寄生活動性と雄の減少によるものであろう。¹⁵⁾

3) タイ

チェンライ県下のイネノシントメタマバエの被害は表1のとおりである。パーン稲作試験場では被害莖率5%以下であった。しかし、パサーンでは71%と高く、サントンプーイでは46%でこれに次いだ。

ブレー県下における被害は次のとおりであった。ブレー稲作試験場はRD1など感受性品種は99%の被害莖率で、著しく高かった。一般農家水田では、山中の水田を除いて、42~65%の被害であった。株当たり5.5本の穂数が確保されていたが、山中の水田では株当たり9.9本の有効莖数が認められた。

タイでは、イネノシントメタマバエ常発地では天敵昆虫の活動が低いことがわかった。¹⁵⁾

4) インドとタイにおける殺虫剤による防除

インドの結果では25~30日苗を移植前に殺虫剤液に12時間浸すと、イネノシントメタマバエに対して効果的であった。Dusburn, Phorate, Parathion, Cytrolane など有効な殺虫剤である。液浸後14~20日間は殺虫剤施用は不要である。例外的に、Chlorfenvinphos は40日間有効であった。ほ場での散布試験では Dusburn, Ekalux 粒剤は1.5 Kg (A.I.)/ha で非常に有効であった。このほか、Cytrolane 0.5 Kg/ha と Carbofuran 1.0 Kg/ha は Diazinon 1.5 Kg/ha と同程度に有効であった。これら殺虫剤は粒剤で移植後30日目に施用した。次に、カプセル型殺虫剤を移植後1~4日目に根の近くに2.5 cmの深さに施用する方法のうち、2.5 Kg (A.I.)/ha の割合で施用した結果を表2に示した。イネノシントメタマバエに対しては Mephosfolan, Carbofuran, Diazinon カプセル剤は非常に効果的であった。また、これら6つの殺虫剤はメイチュウ類の心枯茎防除に有効であった。³⁷⁾ 参考までに、インドでは Diazinon 5% 粒剤1 Kgは15ルピーで、2.5 Kg/ha 施用では375ルピーを要する。Cytrolane は30ルピーで、2.0 Kg/ha 施用では600ルピーの経費を要する。

表2 カプセル殺虫剤によるイネノシントメタマバエの防除効果 (Prakasa Rao, 1974)

殺 虫 剤	カ タ ッ ク		ワ ラ ン ガ ル	
	被害茎率(%)	収量(Kg/ha)	被害茎率(%)	収量(Kg/ha)
BPMC	25.5	1428	12.1	5509
Carbofuran	6.5	3129	5.0	3764
Cartap	47.1	759	19.8	5497
Chlorphenamidine	49.0	771	13.8	5625
Mephosfolan	0.3	3571	0	5932
Diazinon	11.7	3058	9.3	4304
Local check	38.4	845	22.2	4266
無 処 理	46.6	539	15.2	3809

注) 各殺虫剤とも 2.5 Kg (A.I.) / ha 施用

タイではイネノシントメタマバエに対する殺虫効果試験では、粒剤の Dyfonate 5%, Imidan 5%, Hostathion 5%, Curratur 3% を供試している。施用時期は移植後 14 日目と 28 日目の 2 回で、有効成分で 2 Kg / ha である。無処理区で 58% の被害茎率のとき、Curratur 区は 9.7%, Imidan 区は 11.6% で防除効果が認められた。他の 2 種の殺虫剤は効果がなかった。1 Kg / ha では殺虫効果が不足していることがわかった。

3. イネノシントメタマバエの寄生植物

乾期にイネが栽培されない地域では、イネノシントメタマバエはイネ以外の寄主植物に食入する。これについて、インドでは Israel et al. (1970)²¹⁾, タイでは Leuamsang et al. (1970)²⁷⁾, と Hidaka et al. (1974)¹²⁾ 等の報告がある。スリランカからは報告がない。インドでは 16 種, タイ 5 種, インドネシア 1 種, 中国 4 種, カメルーン 1 種の寄主植物が明らかにされ、いずれもイネ科植物に属する。

1) 野生稲

インドでは、カタックのカンダラプール, サンバルプールなど農家ほ場の周辺, ハイデラバットから ICRI SAT (国際半乾燥熱帯作物研究所) へ行く途中の水田周辺のみぞなどに野生稲の群落が各所に発見された。イネノシントメタマバエの発生の多い場所では、野生稲の大群落が自生しているので、両者は密接な関係にあることがわかった。スリランカでは野生稲は認められなかった。タイのチェンライ県とプレー県では各所に野生稲の群落があり、イネノシントメタマバエの発生源としての重要性が認められた。また野生稲は他のイネの害虫の寄主植物としても重要

である。

2) 他の寄主植物

インドの重要寄主植物は *Mnesethia leavia* である。これから羽化した成虫を調査したが、形態上イネから羽化したそれと異ならなかった。ゴール（中空で被害筒状茎の虫えい）は2~8cmの長さで、寄主植物6本につきゴール1本の割合で発生していた。イネノシントメタマバエは6月上旬から羽化しはじめ、8月上旬に終息する。ピークは7月上旬である。^{2,1)}これは6月苗代、7月移植の慣行稲作とタマバエ成虫の発生が一致している。

タイでは、野生稻以外ではキシユウスズメノヒエ・カモノハシ・アシカキの一種が主であり、イネノシントメタマバエ大発生地のプレー稲作試験場ではこれらの植物が水田周辺に自生していた。¹⁵⁾プレー稲作試験場はイネノシントメタマバエの被害が大きいのに、イネは一年一期作だけであるので、乾期のイネノシントメタマバエの寄主植物における調査は重要であり、最適の場所である。

3) 二期作地帯では寄主植物はそれほど重要ではない。雨期作と乾期作の間はひこばえなどのイネにイネノシントメタマバエが移動するので、雨期作イネ〜ひこばえ〜乾期作イネ〜ひこばえ〜雨期作イネとイネノシントメタマバエはイネからイネへ移動することになる。^{2,4)}

4. 主要害虫の天敵

1) インド

中央稲作研究所ではPL408によるアメリカの援助（1972年発足）のもとに、メイチュウ類の天敵昆虫に関する調査・研究が行われている。^{2,0)}主任研究者は元昆虫部長のP. Israelと中央稲研究所長 S.Y. Padmanabhan である。その下に5人の若手研究員がいる。生物防除技官のV. Nageswara Rao とY.R.V.J. Rao はメイチュウ類の天敵昆虫について継続研究である。C.P. Yadava はイネノシントメタマバエの天敵昆虫を調査している。P. Nayak は昆虫病理、P.K. Das は他の害虫の天敵昆虫を担当している。

メイチュウ類の天敵昆虫の種類は表3のとおりである。これら天敵昆虫類の中で、重要研究課題としているのは卵寄生蜂群である。*Trichogramma japonicum* と *T. australicum* の代用寄主による大量飼育と放飼を目的とした試験である。試験結果では、寄生卵は5°Cで低温保存され49日間は正常であり、この期間中に羽化した成虫雌の産卵能力に差異はなかった。また、放飼試験のため、両種の寿命・産卵能力・産卵選択について基礎的研究を進めている。実験室は15m²の床面積で、ウインドウ型の空調装置により、室温は27°Cに保たれている。

放飼試験は次の方法で行っている。ほ場の中にやや小さい目の金網を張りめぐらした網室の中に、1×1×1.5m（高さ）の飼育箱12個が設置されている。飼育箱に15×15cmの栽植密度でイネを移植する。活着後、メイチュウ類の成虫雌を放飼産卵させ、試験目的に応じて卵寄生蜂を放飼する。そして、寄生蜂（ばち）の産卵効果がどのような形で現れるかを調査している。

次に野外における寄生率、寄生蜂の種類を知るため、室内で稲葉上に産卵させたものを水田に

表3 インドにおけるメイチュウ類の天敵昆虫 (P. Israel 提供)

害虫名	卵	寄生蜂	幼虫	寄生蜂	蛹	寄生蜂
サンカメイチュウ	<i>Trichogramma japonicum</i>	<i>Stenobracon nicevilliei</i>	<i>Tetrastichus ayyari</i>			
	<i>Telenomus dignoides</i>	<i>Amouromorpha acceta var schoenobii.</i>				
	<i>Tetrastichus schoenobii</i>	<i>Isitoma javensis</i>				
	<i>Trichogramma</i>	<i>Temelucha</i> sp.				
		<i>Mermithid nematode</i>				
		<i>Beauvaria bassiana</i>				
<hr/>						
	<i>Chilo auricilius</i>					
	<i>Trichogramma aponicum</i>	<i>Apanteles flavipes</i>	<i>Tetrastichus ayyari</i>			
	<i>Trichogramma australicum</i>	<i>Temelucha</i> sp.				
	<i>Telenomus</i> sp.	<i>Mermithid nematode</i>				
		<i>Beauvaria bassiana</i>				
<hr/>						
イネヨトウ	<i>Platytehlenomus</i> sp.	<i>Apanteles flavipes</i>	<i>Tetrastichus ayyari</i>			
	<i>Trichogramma</i> sp.	<i>Bracon chinensis</i>				

3 日間放置後回収し、羽化する寄生蜂を調べる。メイチュウ類の卵期間と寄生効果との関係、産卵適期を知るための試験などを行っている。この他、メイチュウ類幼虫の寄生菌・ウイルス・DD-165 (線虫の一種) など調査中である。そのため、微生物専門家1名が参加している。DD-165はrice cut worm発生時に散布すると防除効果があると言われて²⁰⁾いる。

イネノシントメタマバエの寄生蜂は、*Platygaster oryzae*, *Platygaster* sp., *Neanastatus gracillius*, *Tetrastichus* sp., *Telenomus israeli* など判明している (表4)。インドではタイと同様、*P. oryzae*が優占種であり、稲作後半に高い寄生率を³³⁾あげる。これらの寄生蜂の生態調査はこれからである。

2) スリランカ

トビロウンカの大発生に伴い、本虫の増殖機構を究明するうえで天敵昆虫の役割を明らかにするための研究が行われている。トビロウンカ天敵には、卵寄生蜂と幼虫・成虫寄生性昆虫がある。前者は熱帯農研の藤村俊彦技官と Sonasundaram, P. H. により、後者は大竹昭郎技官と Abeykoon, M. B. によりそれぞれ研究されている。²⁸⁾

卵寄生蜂は *Anagrus* sp. (Mymaridae) とタマゴヤドリコバチの一種がいて、前者の生息密度が高い。トビロウンカ・セジロウンカ・その他ウンカ類の卵に広く寄生しており、これらウンカ類の寄生率に差はなかった。(藤村俊彦未発表)。この調査は、室内で幼苗をポットに植え、それにトビロウンカを3~4日放飼産卵後、水田に3~4日放置して、自然状態で卵寄生蜂に産卵させたのち回収し、卵寄生蜂の羽化をまて寄生状況をみている。幼虫・成虫の天敵は、エダヒゲネジレバネ・カマバチ・アタマアブ・線虫等であった。しかしこれらの寄生活動はウンカ類の抑圧要因にはならなかった。

3) タイ

北部のチェンライ県にあるバーン稲作試験場に駐在し、タマバエの天敵昆虫に関する生態学的研究が熱帯農研の小林正弘技官とカウンターパートの Sawang Kadkao により行われている。寄生蜂としては、インドと同様 *Platygaster oryzae* が優占種で、稲作後半から80%以上の寄生率をあげている。しかし、移植後から幼穂形成期までは寄生率は低い。捕食性²³⁾ダニの一種がイネノシントメタマバエの卵を攻撃することが明らかになり、有力な天敵であることがわかった。イネノシントメタマバエ卵の密度と捕食性ダニの増殖との間には密接な関係があることもわかった。雨期・乾期を通して *Platygaster oryzae* の寄生能力と捕食性ダニの捕食能力を経時的に調べ、イネノシントメタマバエの生息密度に及ぼす影響を調査中である。寄主植物であるアシカキの一種と野生稻における天敵昆虫の寄生活動も同時に調査している。

5. 害虫の大量飼育

害虫を大量に飼育することは、耐虫性品種の検定、殺虫剤検定、生理生態的研究に広く応用できる。害虫の寄主植物であるイネで大量増殖する場合と人工食物による場合とがある。熱帯アジアでは、イネによる増殖が主に行われている。表5は各国における大量増殖中の害虫と研究機関を示す。

表4 イネノシントメタマバエの天敵昆虫類 (FAO, バンコク 1973)

天敵昆虫		インド	タイ	インドネシア	スリランカ	中国	カメルーン
A) 寄生蜂							
Scelionidae							
<i>Telenomus israeli</i>	L	×					
Platygasteridae							
<i>Platygaster oryzae</i>	E-L	×	×	×	×	×	
<i>Platygaster diplosiae</i>	L						×
<i>Platygaster</i> sp.	L		×				
Serphidae							
<i>Proleptacis oryzae</i>	L	×					
Eulophidae							
<i>Tetrastichus pachydiplosis</i>	P						×
Eupelmidae							
<i>Neanastatus gracillius</i>	L	×	×				
Pteromalidae							
<i>Anisopteromalus camerunus</i>	L						×
Family unidentified							
<i>Dicopulus</i> sp.	L	×					
<i>Caffitula</i> sp.	L	×					
B) 捕食虫							
Nabidae							
<i>Nabis capsiformis</i>	P.A.						×
Carabidae							
<i>Ophionia indica</i>	P.A.						
<i>Casonoides interstitialis</i>	P.A.						×
Agrionidae							
<i>Isohnura senegalensis</i>	A		×				
Asilidae							
<i>Asilid</i> sp.	A		×				
Empididae							
<i>Empidid</i> sp.	A		×				
Spiders							
<i>Tetragnatha</i> sp.	A						

注) L = 幼虫寄生蜂; E-L = 卵-幼虫寄生蜂; P = 蛹寄生蜂; A = 成虫; ×印は分布を示す。

表5 害虫の大量増殖と研究機関

害虫名	インド	スリランカ	タイ
トビイロウンカ	C R R I	C A R I	D A
	A I C R I P	C R B S	
セジロウンカ	C R R I	C A R I	D A
タイワンツマグロヨコバイ	A I C R I P		D A
イネノシントメタマバエ	A I C R I P	C A R I	D A
コブノメイガ		C A R I *	
供試稲品種	J a y a	B G 34-6 I R 8	R D 1

注) C R R I 中央稲研究所
 A I C R I P 全インド稲改良プロジェクト
 C A R I 中央農業研究所
 C R B S 中央稲育種場
 D A 農業局昆虫動物部
 * 大量飼育には至っていない。

インドの中央稲研究所、全インド稲改良プロジェクト、スリランカの中央稲育種場では、大量飼育用の箱は60×60×100cm(高さ)ないしそれに準じた大きさの箱で、側面四方を目の細かいサランネットで囲んでいる。箱の中に小さい素焼きの鉢を並べ、それにイネを移植する。イネが30~40cmに生長したころ、ウンカ・ヨコバイ類を放飼し大量増殖する方法である。成虫・幼虫がイネの葉鞘に沢山群がっており、この方法でかなりの個体数が得られる。供試イネ品種はいずれも害虫に感受性である。

タイの農業局昆虫動物部とスリランカの中央農業研究所昆虫部では、ウンカ・ヨコバイ類の飼育用に5~6cmに伸びた幼苗を使っている。飼育箱(30×30×70cm)の床の大きさのトタン製の容器に土を入れ播種する。ウンカ・ヨコバイ類は発芽後14~15日目の苗で飼育される。供試苗は10~14日間使用できる。新しい供試苗ととりかえる時は古い苗の中に新しい苗を入れると、虫は新しい苗に移行するので古い苗を除去できる。

イネノシントメタマバエは3か国とも同様の方法で飼育されている。飼育箱の大きさ、形は各国で異なる。スリランカの中央農業研究所、インド中央稲研究所、全インド稲改良プロジェクトではガラス室内で、タイの農業局昆虫動物部では網室で、それぞれ大型飼育箱(90×160×80cm程度)の中でイネノシントメタマバエを飼っている。この飼育箱はタイでは屋根を布地でおおい、直射日光を防ぐ方法をとっている。発芽後14~20日目の密播(ばん)した幼苗にイネノシント

メタマバエ成虫雌を放飼産卵させる。産卵された幼苗は加湿室に移す。1日5～6回加湿し常に高湿に保ち、ふ化率を良くさせる。5～6日間、加湿室に放置する。ふ化食入後から成虫羽化まで別室に保管する。²⁷⁾

スリランカでは、卵-幼虫寄生蜂の *Platygaster oryzae* が大量飼育中のイネノシントメタマバエを攻撃し、飼育困難となった。¹⁰⁾そこで、産卵室と成虫羽化室を分けることにより寄生蜂の攻撃を避けることができた。全インド稲改良プロジェクトではガラス室全体が温・湿度共調節でき、害虫の大量飼育は容易である。1部屋の大きさは幅3.5 m、奥行7 m程度である。しかし、この2倍程度の広さの部屋もあり、目的によって使い分けている。³¹⁾イネノシントメタマバエは効率の良いときで、1日400～500個体の成虫が羽化するが、現在の規模ではそれ以上の増殖はできない。そこで幼苗に効率良く産卵でき、できる限り多くの成虫を得るための方法を考案しなければならない。スリランカのように、成虫の雄が減少したため正常な卵を得ることが難しくなった例もあるので、野外個体群を導入する必要がある。

一方、コブノメイガの大量飼育についても研究が行われている。シャーレに切断したイネの葉を数枚入れ、数個体の幼虫を放飼する。このイネの葉は2～3日おきにとりかえる。完全に蛹になったら、飼育箱(30×30×45 cm)に移し成虫の羽化を待つ。交尾後、成虫は別の箱に移す。その箱の中央部に大型のびんがあり、その中にイネの葉を沢山入してそれに産卵させる方法である。これはまだ大量飼育までには至っていない。本虫は最近熱帯アジア地域で増加の一途をたどっている。

6. 抵抗性品種検定のための国際研究協力

これは国際稲研究所(IRRI)が中心となり、全インド稲改良プロジェクトとIRRIの耐虫性系統の種子を配布する。イネノシントメタマバエとトビロウンカの幼苗とほ場検定、バイオタイプの有無について行うもので、1975年から発足した。参加国はフィリピン・インド・タイ・インドネシア・マレーシア・スリランカである。イネノシントメタマバエは International Rice Gall Midge Nursery^{16) 17) 19)}(IRGMN)であり、トビロウンカは International Rice Brown Planthopper Nursery¹⁸⁾(IRPHN)と呼ばれる。試験方法・検定方法・査定方法は統一されているので、各国はそれに従って行っている。

1) IRGMN

これに参加している国と研究機関は表6のとおりである。9か国13研究機関¹⁹⁾である。ほ場ではイネノシントメタマバエの被害を最大にするように、1か月おきに2回同じ品種・系統のものを移植する。標準感受性品種はできるだけ沢山試験区においたほうが良いが、20列おきに植える。栽植密度は15×15 cm、株当たり3本植えとし、窒素肥料は豊富に施用する。被害調査は移植後30日と50日目とする。健全茎数、ゴール数、ゴールはないが異常分げつで短い茎数、10株当たり健全茎とゴールの総数、収穫前に株当たり穂数を記録する。幼苗検定では幼虫食入後20～30日目に被害を調査する。抵抗性と感受性の標準品種は幼苗検定用箱に他の検定品種

表6 IRGMNの参加研究機関 (IRRI, 1975)

参加国	研究機関	試験地
インド	Central Rice Research Institute	2
	All Indian Coordinated Rice Improvement Project	2
	Warangal Agricultural Research Station	1
	Sambalpur Agricultural Research Station	1
	Raipur Agricultural Research Station	1
スリランカ	Central Agricultural Research Institute	3
バングラデシュ	Bangladesh Rice Research Institute	1
タイ	Department of Agriculture	2
インドネシア	Central Research Institute for Agriculture	2
フィリピン	International Rice Research Institute	0
ネパール	Biratnagar Agricultural Experiment Station	1
ナイジェリア	International Institute of Tropical Agriculture	2
セネガル	Department of Agriculture	1

と共に植える。列間は5~6cmで、各列ごと1品種とし密植する。発芽後14~20日目の苗に1箱当たり雌5個体の割合で放飼・産卵させる。

イネノシントメタマバエの被害が大きいところでは、幼苗検定は不要である。また、インドとタイでは、被害を大きくするため夜間照明し、成虫を誘引する方法をとっている。インドでは移植してから2か月は日没から午前4時まで、タイでは日没から20時30分までそれぞれ照明している。タイのプレー稲作試験場では、試験用に配布された種子の発芽が悪いため検定できない系統が多かった。発芽力のある種子の配布が肝要である。

2) IRBPHN

これに加わっている国と研究機関は表7のとおりである。¹⁸⁾これはイネノシントメタマバエと同様に室内とほ場において、配布された耐虫性の系統を検定する方法である。幼苗検定では、3葉齢程度に伸長した幼苗に1本5個体の割合で放飼する。幼苗は列間隔4cm、各列は1.5~2cmおきに植え、検定用感受性標準品種台中在来1号(TN1)を各系統のブロックごとに植える。各幼苗の耐虫性程度は次のように0~9の段階に分ける。0-被害なし、1-部分的に黄色、3-第1・2葉が黄色、5-明らかな黄色または一部わい小、7-枯れ上がるかわい小がはなはだしい、9-完全死。5ないしそれ以下に判定された系統は最初のほ場検定から選択さるべきであり、4~5回くりかえして検定することが望ましい。

耐虫性系統は抵抗性機構とバイオタイプに関する研究も含めた上で検定しなければならない。

表7 IRBPHNの参加研究機関 (IRRI, 1975)

参加国	研究機関	試験地
インド	Central Rice Research Institute	1
	All Indian Coordinated Rice Improvement Project	1
	Pantnagar Agricultural Research Station	1
	Uttar Pradesh Agricultural University	1
スリランカ	Central Agricultural Research Institute	3
バングラデシュ	Bangladesh Rice Research Institute	1
タイ	Department of Agriculture	2
インドネシア	Central Research Institute for Agriculture	3
フィリピン	International Rice Research Institute	1
ソロモン諸島	Agriculture Department	1
ナイジェリア	International Institute of Tropical Agriculture	1
セネガル	Department of Agriculture	1
台湾	嘉義農業試験所	2
韓国	ソウル国立大学農学部	1
日本	農事試験場	1

ほ場では、栽植密度は $10 \times 10 \text{ cm}$ 、トビロウカの生息密度を高めるため窒素肥料を多めに施す。ブロック境界用に標準品種のTN1は検定系統より1か月早く植える。TN1は30～40日目のとき、トビロウカを放飼する。坪枯れ症状が表れたときイネを刈りとればトビロウカは検定系統に移動する。被害が一番激しいとき、5株当たりの虫数を数える。

以上のように、主要害虫でしかも各国共通の害虫について同時に国際間で研究を行うのは非常に意義があると思われる。

7. 抵抗性品種の検定と育種

現在の熱帯アジア諸国における主要害虫はトビロウカとイネノシントメタマバエなどであり、これらの害虫の抵抗性品種の検定が各研究機関の主要課題になっている。

1) インド

中央稲研究所では、抵抗性検定研究のためのチームを編成している。それぞれのチームと人員は次のとおりである。

第1チーム。 Dr.M.S.Chatterji (害虫) , Mr.K.Prasad (害虫) , Dr. B.C.Misra (害虫) , Dr.A.Anjaneyubu (ウイルス) , Dr.K.R.Reddy

(病理)。

第2チーム。 Mr. V. K. Muralidhara (栽培) , Dr. P. S. Prakasa Rao (害虫) , Dr. S. Deva Dathu (病理) , Mr. C. S. Rao (病理)。

第3チーム。 Dr. W. K. Chakrabarti (病理) , Dr. J. K. Roy (育種) , Mr. J. P. Kulshreshtha (害虫) , Dr. A. Anjaneyubu (病理)。

第1チームは、イネノシントメタマバエのIRGMN, トビイロウンカのIRBPHN, IRON (International Rice Observational Nursery) などの国際研究協力の分担を主にしている。第2チームはインドと外国産抵抗性系統のイネについて、主要病害虫(イネノシントメタマバエ, ウンカ・ヨコバイ類, メイチュウ類, tungro病, 白葉枯病, いもち病) に対する耐病虫性の野外ほ場検定を行っている。第3チームは病害虫の総合的防除の中で耐虫性系統のイネを農家ほ場に植え検定を行うものである。

以上のように各専門家を含めたるチームを作り上げ耐病虫性のイネの育種と利用の研究に力を注いでいることがうかがわれた。

表8 インドにおける数次抵抗性系統 (CRRI, Rice Research News, (1), 1975)

系 統	交 配	病 害 害 虫							
		A	B	C	D	E	F	G	H
CR. 139-1047	(TKM. 6×IR. 8) ×TKM. 6	MR	R	MS	MR	MS	R	MR	S
CR. 138-928	Jaya×TKM. 6	S	MR	MR	R	MR	R	MR	S
CR. 157-380-10	Vijaya×PTB. 10	R	MS	S	R	MS	R	MR	R
CR. 94-MR. 1550	(P. T. B. 21×PTB. 18) ×IR. 8	S	MR	R	R	R	R	MR	R
CR. 57-MR. 1523	PTB. 21×T (N) 1	MS	S	R	R	R	MR	MR	R
CR. 139-1001-S. 66	(TKM. 6×IR. 8) ×TKM. 6	MR	MR	R	R	MR	R	MR	S
CR. 160-171-121	CR. 94-MR. 1550×Jayanthi (T. 90×IR. 8)	S	MR	R	R	MR	R	MR	R

注) S…感受性, MS…感受性(中), MR…抵抗性(中), R…抵抗性(強), A…いもち病, B…白葉枯病, C…tungro病, D…ツマグロヨコバイ類, E…トビイロウンカ, F…メイチュウ類(心枯れ), G…メイチュウ類(白穂), H…イネノシントメタマバエ。

インドでは、数次抵抗性(multiple resistance) 系統に有望なものが見出されている(表8)。CR. 94-MR. 1550は有望で、イネノシントメタマバエ、メイチュウ類、トビイロウンカ、タイワンツマグロヨコバイ、tungro病に抵抗性があり、非感光性である。生育期間は130日(Kharif作)、135日(Rabi作) 分けつは良好である。もみ収量は

Kharif 作で3.5~4.0 t/ha, Rabi に5.5 t/ha である。多収穫品種のJayaよりはるかに収量が高い。米は赤味がかっている。これはAruna という品種名で1974年の奨励品種検討委員会にかけられ奨励品種となった。この品種はデンカナル, パラソル, サンバルプール, カタック, プリなどのイネノシントメタマバエ常発地に栽培される予定である。インドで作られた最新の数次抵抗性品種である。²⁹⁾

次に, W. 13400はイネノシントメタマバエ耐虫性品種として登録され, アンドラブラデシュ州のイネノシントメタマバエ常発地に栽培される。⁸⁾ また, イネノシントメタマバエ耐虫性でしかも多収穫品種として, 1973年に登録されたSkakti (= power の意) がある。これは (Ptb18×Ptb21) × IR8交雑による系統から選抜されたもので, タマバエのほかツマグロヨコバイ類に抵抗性があり, トビロウカとtungro病(人工接種試験で)に中程度の抵抗性がある。この品種はオリッサ州とマディヤブラデシュ州のイネノシントメタマバエ常発地の無防除区で2~3年にわたり試験した結果 (Minikit programme), Shaktiは4~5 t/haの収量があるのに反し, JayaとIR8の感受性品種では1 t/ha以下の収量であった。また, ShaktiはN20~40 Kg/haの施肥量で十分である。本品種はイネノシントメタマバエ常発地であるオリッサ州・アンドラブラデシュ州・マディヤブラデシュ州マハシュトラの各州とカルナタクの沿岸地帯で栽培されている。

このほか, イネノシントメタマバエ抵抗性系統として選抜された系統はCR57-49-5, CR57-29-3 (IR8×Ptb21), CR58-51 (Ptb21×T(N)₁) があり, 品種登録も間近い。³⁴⁾ なお, CR57-49-5はツマグロヨコバイ類に耐虫性強でいもち病に抵抗性がある。

一方, 全インド稲改良プロジェクトでも病害虫に対する抵抗性品種の育成に主力をおいている。イネノシントメタマバエ抵抗性品種としては, Kakatiya (W. 13801) を1973年に登録した⁴²⁾ (表9)。生育期間が115日, 収量は5 t/ha である。このほかのイネノシントメタマバエ抵抗性系統としては, RP9-4 (IR8×W1251), RPW6-13, RPW6-15, RPW6-17 (IR8×Siam29) があり, これらも登録は間近い。⁴¹⁾ 数次抵抗性品種の育成, メイチュウ類, tungro病, 白葉枯病, いもち病に対する抵抗性品種の育成にそれぞれ力を入れている。このようにして選抜された系統をNational Screening Nursery (NSN) と称し, インド全国125の稲試験場で1223系統について, 収量・耐病虫性・地域適応性など一せいに調査している。NSNはAICRIPが主体で行っている事業である。¹⁾

2) タ イ

耐病虫性品種の育成は1967年から開始された。害虫では, サンカメイチュウ, イネノシントメタマバエ, トビロウカ, ツマグロヨコバイ類などの耐虫性品種の育成を旨ざしている。イネノシントメタマバエでは1973年4月に初めてRD4を耐虫性品種として登録し, 常発地である北タイ, 東北タイに広めようと計画した。¹²⁾ RD4はモチ米で非感光性, 3~4 t/haの収量がある。葉しょうは紫色を帯びている。1975年現在の普及状況は思わしくない。これは

表9 有望なイネノシントメタマバエ抵抗性品種と系統 (FAOバンコク会議, 1973)

品 種	系 統	交 配	主 産 国	抵抗性を認めた国
RD4	BKN6805-2-13	(LT×IR8 17-1×W1252)	Thailand	Thailand India
		F ₁ ×RD2		
KaKatiya	13801	(IR8×W1263)	India	India
CR57-49		(IR8×PTB21)	"	"
CR93-4-2		(GEB24×PTB21)×IR8	"	India Sri Lanka
CR94-MR-1550		(CR55-36×IR8)	"	India
RPW6-12		(IR8×Siam29)	"	Indonesia, Sri Lanka
RPW6-13		"	"	"
RPW6-15		"	"	"
RPW6-17		"	"	Indonesia
W13362		"	"	"
W13400		"	"	Indonesia, Sri Lanka
RP9-4		(IR8×W1251)	"	
Mukti				Bangladesh
Biplob				"
IR20				"
	Sel. 1-4	(Warangal×LD66/3)	Sri Lanka	
	7-10	(Warangal×IR8/3)	"	
	16-20	(Warangal×BG11-11/4)	"	
	21, 26, 28			
	30, 32	(Warangal×BG35-5/3)	"	
	52, 55	(Warangal×BG35-3/3)	"	
	BKN6806-18-13	(LT-IR8 17-1×W1259)	Thailand	
		F ₁ ×RD2		
	-55	"	"	
	-56	"	"	
	BKN6806-46-10	"	"	
	-18	"	"	
	-54	"	"	
	-60	"	"	
	BKN6809-74-4	(LY34/2-T(N)1 CNT3176 ×W1256) F ₁ ×RD2	"	
	-40	"	"	
	BKN6805-22-11	(LT-IR8 17-1×W1252)	"	
		F ₁ ×RD2		

米質が固いので農民が好まないのが理由である。

このほか、BKN6809-74-40はイネノシントメタマバエとトビロウカに耐虫性がある。白葉枯病には感受性である。早生で多収穫品種である。1975年はBR1030-2-1から100-2までの35系統、BR1031-2-1-2から40-1-2までの24系統の合計59系統についてイネノシントメタマバエ耐虫性試験を行っている。標準品種としては、RD1, RD4, MN-62Mを供試している。BR1030はBKN6625-109-1×BKN6809-74-40であり、BR1031はBKN6517-63-4-3×BKN6809-74-40をそれぞれ交配した系統である。

トビロウカ耐虫性系統はインドのWarangal系のW1252とW1256である。841×(Mudgo×IR8)のF₈で35系統が耐虫性を示した。1974年には610の品種系統群中から87の耐虫性系統を選抜した。IR2031とIR2039を含む交配系統に多かった。陸稲の3系統、BKN6517-63-4-3×BKN6809-74-40の交配のうち24系統は耐虫性であった。

サンカメイチュウに対する検定では、TKM6×IR20では65%の系統、IRRIのIIRN(International Insect Resistance Nursery)から19系統がそれぞれ耐虫性を示した。チャイナート稲作試験場ではTKM6(抵抗性強)は16.9%の被害基率であったがSapan Kwai(感受性)は74.0%であった。

3) スリランカ

IRGMNとIBPHNの検定をベラデニアの中央農業研究所、バタラゴダの中央稲育種場で行っている。IRGMNでは43系統、IBPHNは76系統についてそれぞれ室内で幼苗検定法をとっている。イネノシントメタマバエでは、1箱に7系統の種子をまき、各系統は21本(3列×7本)の幼苗とする。幼苗が4~5葉齢のとき1箱当たり10個体の雌を放つ。標準感受性品種はIR8である。放飼後30日目に被害調査をする。トビロウカでは、1箱当たり7系統と標準抵抗性品種ptb36、感受性品種TN1の合計9品種を植える。³³⁾ 幼苗1本につき6個体の幼虫を放飼し、2反復試験である。

スリランカではBG11-11など多収穫品種で、感受性のものを奨励したため、トビロウカが大発生したと考えられている。育種専門家もこの点を留意し、抵抗性品種の育成に力を入れている。しかし、検定の段階では結果が必ずしも一致しない。特にトビロウカではIR8がIR26より強く、H501が他の品種より強いこともあるのでこの原因について調査中である。¹¹⁾ 検定方法はIRRIに従っている。

4) インドのMinikit programme

これは全インド稲改良プロジェクトが中心になり、配布された品種と系統については場で実態調査を行い、また農民と研究者の交流もなされている。調査対象は収量・草型・米質・耐病虫性である。イネノシントメタマバエ常発地では抵抗性品種の種子を農民に配布する。2~3品種で、地方の品種、他の多収穫品種と生育を比較調査する。¹⁾

表10 インド農家ほ場における tungro 病とイネノシントメタマバエ
抵抗性品種試験 (Kharif 作, 1972)

病虫害	州	地域	試験地	
Tungro 病	Uttar Pradesh	Faizabad	300	
		Banaras	300	
	Bihar	Shahabad	300	
		Purnea	300	
		Darbhanga	300	
	West Bengal	Burdwan	300	
		24-Paraganas	300	
		Midnapore	300	
	Orissa		Sumbalpur	300
	Madhya Pradesh		Raipur	300
イネノシント メタマバエ	Maharashtra	Bhandara	300	
		Chandrapur	300	
		Ratnagiri	100	
	Mysore	South Canara	300	
		North Canara	300	
	Kerala		Palghat	300
	Tamil Nadu(Thaladi)		Thanjavur	100
	Andhra Pradesh	West Godavari		300
			Warangal	500
		Nizamabad		300
			Mahboobabad	300
	Orissa	Cuttack	300	
		Sambalpur	500	
		puri	300	
	Madhya Pradesh	Bilaspur		300
			Raipur	300
		Dung	300	
		Surguja	300	
		Raigarh	300	
		Balaghat	300	
Uttar Pradesh		Basti	500	
Bihar		Hazaribhag	300	

移植後50日目に各調査事項についてカードに記入し, AICRIPへ送付する。イネノシントメタマバエでは抵抗性系統はGMR-1から29までとKakatiya(W13801)で

ある。Tungro 病抵抗性系統は RTVR1～8 までである。1972 年のこのプログラムが実施された場所と数は表 10 のとおりである。このようにプログラムは現在も進行中である。

8. 抵抗性品種に関連したバイオタイプ

1) イネノシントメタマバエ

イネノシントメタマバエのバイオタイプが発見されてからすでに 4 年を経過したが、まだ解決されていない。

(1) インド

抵抗性品種をインド各地で栽培するとイネノシントメタマバエの被害程度に著しい差があることがわかった。これはすべての抵抗性品種にみられるものではなくある品種に限って起こる現象である。抵抗性品種がある場所では感受性品種と同様の被害を受けるので、これはイネノシントメタマバエの生態的な差異によるものであり、バイオタイプがあると考えられるように^{7) 43)} なった。例えば、W1263 およびその近縁系統はワランガル農業試験場では抵抗性であるが、サンバルプールとカタックでは感受性となる。カタックの中央稲研究所で育成した CR56-12 は抵抗性だがワランガルでは感受性と同様の被害であった。³⁵⁾

カタックで抵抗性を示したアツサムのイネ 59 系統をサンバルプールで栽培すると 23 系統が抵抗性で、36 系統が感受性である。最高の被害率は ARC5465 で 87%、標準感受性品種の Jaya は 80～95% であった。この被害差異はサンバルプールはイネノシントメタマバエの生息密度が他のどの場所よりはるかに高いことが原因であろう。カタックとサンバルプールにおけるタマバエの各発育ステージの形態には差異がなかった。現在、イネノシントメタマバエ抵抗性に影響のある生息密度の差異、抵抗性・感受性品種におけるイネノシントメタマバエの発育生態についてそれぞれ研究中である。

サンバルプールのチャクリ農場では、中央稲研究所のスタッフが 1 か月に 2～3 回訪れ、バイオタイプについて研究を進めている。MR 系統の抵抗性イネ 5 品種を飼育箱 (40 × 40 cm) の中に移植、活着移植後サンバルプールのイネノシントメタマバエを株当たり 1, 15, 30 個体の割合で放飼する。箱当たりイネの株数は 20 本である。ほ場でも 22 系統についてバイオタイプを調査中であつた。2 反復試験で、各品種ごと 19 株 × 3 列 (57 株) である。8 月下旬に移植した 22 系統のうち、13 系統は活着せず試験不可能であつた。

バイオタイプの比較には次の方法もある。チャクリ農場で光に集まった成虫雌を大型の試験管に入れ、水を含んだガーゼでせんをする。翌朝管内のガラス壁やせんに沢山の卵が産みつけられている。これらの卵をカタックに持ち帰り、同一抵抗性系統のイネに接種する。サンバルプールとカタックのイネノシントメタマバエが同時に比較検討できる。

全インド稲改良プロジェクトでは、インド国内 35 カ所に 5～6 品種を栽培し、場所による被害差があるかどうか調査中である。同時に室内でも各地から集めたイネノシントメタマバエの放飼密度をかえた場合と抵抗性品種の被害差異について解析する計画がある。

(2) タイとスリランカ

イネノシントメタマバエではインドのような計画的な研究は行われていない。タイでは Muey Nawng 62 M 品種は北タイと東北タイで被害差異が認められている。

2) トビイロウンカ

スリランカのアンパレーで大発生したトビイロウンカは、フィリピンで発見されたバイオタイプと明らかに異なるという説もある。詳しいデータはまだない。参考までにフィリピンにおけるバイオタイプの例を表 11 に示した。¹⁶⁾ 飼育に供試した品種が異なると抵抗性に差異が見られることは興味がある。

表 11 フィリピンのトビイロウンカのバイオタイプ，
抵抗性遺伝子，抵抗性品種 (IRRI, 1975)

品 種	バイオタイプ		1	2	3	4
	抵抗性遺伝子	飼育品種	TN1	Mudgo	ASD 7	Rathu Heenati
Mudgo	Bph 1		R	S	R	S
ASD7	bph 2		R	R	S	S
Babawee	Bph 3		R	R	R	R
Rathu Heenati	bph 4		R	R	R	S

9. 抵抗性要因の解析

抵抗性品種のイネでは、イネノシントメタマバエ幼虫が発育できないことはすでに報告されている。その原因として、抵抗性品種にはタマバエ幼虫の発育抑制物質の存在が推察されている。

インドの中央稲研究所では、この抑制物質を解析するため、害虫と植物生理の専門家による協同研究が行われようとしている。⁸⁾ 方針としては、特定の物質、アミノ酸などについて分析し、特定のものがあるかどうか調べる。さらに、毒素や生長ホルモンの存在についても検定する。幼虫が摂食中に出す物質はゴール形式に関連があり、抵抗性品種ではゴールができないので、幼虫の出す物質と抵抗性物質の解析が同時に行われよう。イネノシントメタマバエが人工食物で飼育できれば幼虫の出す物質が検出されよう。しかし現在、人工食物はできていない。

一方、ほ場では抵抗性が亜鉛とホウ素に関係しているので、試験中である。

スリランカでは、抵抗性品種の稲体内のフェノール系物質の抽出を実施中である。この中から、抵抗性物質を検出しようとしている。

10. 抵抗性品種の遺伝

1) インド

タマバエの抵抗性遺伝子解析は中央稲研究所と全インド稲改良プロジェクトが共同で行った。Vijaya × W 1 2 6 3 , I R 2 0 × W 1 2 6 3 の場合、感受性は優勢な遺伝子で、3 遺伝子により支配されており、6 3 (感受性) : 1 (抵抗性) の割合で出現する。抵抗性は劣勢遺伝子で1 ~ 4 対の遺伝子からなる。抵抗性遺伝子ともみがらの決定遺伝子とはリンケージの関係にあり、抵抗性品種育種上実用的に使用できる。また、わい小を支配する遺伝子ともみがら色 (褐色) を支配する遺伝子の一つとリンケージの関係にある。感受性と抵抗性母体の遺伝子モデルは次のように提案された。^{40) 42)}

I R 2 0	G M 1	G M 2	G M 3
Vijaya	G M 1	G M 2	G M 3
W - 1 2 6 3	g m 1	g m 2	g m 3

2) タ イ

F₂ における抵抗性 : 感受性の分離比率は R D 1 × W 1 2 6 3 では 1 : 3 , R D 1 × M N - 6 2 M は 1 : 8 であった。抵抗性遺伝割合は R D 1 × W 1 2 6 3 では 5 7 % , R D 1 × M N - 6 2 M は 4 3 % である。これは若干の抵抗性遺伝子が関与しており、環境条件によって強く影響をうける。W 1 2 6 3 の親は M N - 6 2 M より高率で抵抗性を遺伝することがわかった。²²⁾

11. その他水稲害虫

1) メイチュウ類の加害と米粒のたんぱく質含量の増加 (インド)

これは 5 0 年 9 月 3 日、中央稲研究所のセミナーで発表されたものである。メイチュウ類が出穂期に 2 0 ~ 4 0 % の範囲で加害すると米粒のたんぱく含量が増加する傾向にある。しかし、メイチュウ類の被害が分けつ期と出穂期で 1 5 % 以下のときはたんぱく質は増加しない。これは Jaya , Padma , I R 8 でみられた。例えば、Padma では (Rabi 作, 1 9 7 4) , 被害茎率 1 % 程度のときたんぱく含量は 5. 4 0 % で、2 5. 5 % の被害では 6. 6 5 % であった。同様に、Jaya は 0. 8 % の被害で 5. 3 3 % で、1 7. 5 % の被害で 6. 1 9 % であった。1 9 7 4 年 Kharif 作において、Padma は 1 1. 8 % の被害で 6. 1 0 % で、3 4. 6 % の被害では 7. 2 5 % に増加した。

このセミナーでは、この報告に対して否定的な意見が圧倒的であった。サンプリングの方法に問題があり、広い面積で実施した場合について検討する必要があるとして結論は保留された。

2) 抵抗性・感受性品種間におけるサンカメイチュウの生育反応 (インド)

供試品種は Jaya , Padma , T K M 6 , W 1 2 6 3 , G M W である。サンカメイチュウの産卵選択では、抵抗性と感受性品種間に差はなかった。抵抗性品種で育てた幼虫は体重が小さく感受性品種では大きかった。糖分含量は抵抗性品種で少なく感受性品種で多かった。フェノールは抵抗性品種で多く感受性品種で少ない。また、窒素、炭水化物、リンは抵抗性品種で少なく、感受性品種で多かった。この研究の中心は生化学的なベースで行われている。

3) サンカメイチュウの人工食物に関する研究 (インド)

サンカメイチュウは主要稲作害虫の 1 種である。イネだけを摂食し、雑草は食べない。イネの

幼苗飼育では幼虫は成育できない。しかし移植後イネでは幼虫は完全に飼育できる。ところが、ニカメイチュウは人工食物では育つが、サンカメイチュウの研究は少なく成功していない。サンカメイチュウの栄養生理を解明するため、人工食物を作ることにより大量増殖を可能にしようとしている。この研究担当者は2)の項で述べた研究協力者である。

4) サンカメイチュウの性フェロモン (インド)

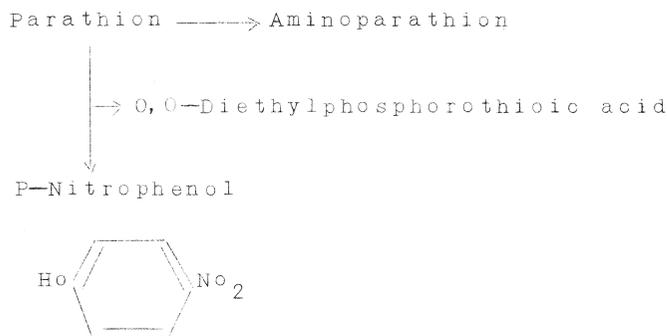
ニカメイチュウでは性フェロモンの化学物質が決定され合成されようとしている。しかし、サンカメイチュウではまだその域に達していない。中央稲研究所では、サンカメイチュウの性誘引物質の抽出を次の方法で行う計画である。サンカメイチュウ雌の蛹を29°C定温器に入れる。羽化後1日目の成虫をとり出し、小さい紙を入れたシャーレに移し、暗室に置く。そしてシャーレを超低温そうに入れ、成虫の活動を抑える。小さい管びんに1/10程度メチレンクロライドを満す。サンカメイチュウ雌の腹部の先端(第8腹節から先端まで)を切る。切断された腹部先端をメチレンクロライド溶液につけ、約15分間振動させる。そうするとフェロモンがメチレンクロライド溶液に溶ける。この溶液からフェロモンは減圧下で抽出できる。IRRIと同様、フェロモントラップを草丈30cm以内に設置し、フェロモンの効果を検定しようと計画している。

5) 殺虫剤抵抗性昆虫の研究 (インド)

インドでは、広く殺虫剤が使用されている。殺虫剤が連用されると数年のうちに害虫に耐性ができることは過去の例で明らかである。インドでは薬剤耐性の例はまだないが、耐性ができるメカニズムや耐性昆虫の栄養生理・生化学的研究を行う計画がある。

6) 殺虫・殺菌剤の分解の研究

インドでは Parathion が広く使用され、これから Hinosan が使われようとしている。この両者のメタボリズムと持続性について研究している。それによると Parathion は水田ではいろいろな有機質の作用により nitro グループが減少し、そして生物学的な加水分解を抑制する。Hinosan は畑よりも水田土壌中で急速に減少する。水田土壌中または純水培養で Hinosan は微生物による消滅がみられる。その分解過程を Parathion で示すと次のようになる。



7) 貯穀害虫

インドでは貯穀害虫の問題は大きい。研究テーマとしては、① カタック地域の貯穀害虫の種類、② 立毛イネと貯穀米の被害、③ 貯蔵方法と貯蔵能力、④ 貯蔵米の生化学的性質の変化、⑤ 貯蔵害虫の防除などあげている。研究成果はこれからである。

36)
8) イネの移植日を異にした場合の害虫の発生と収量との関係 (インド)

中央稲研究所では7月～10月にかけて月1回合計4回移植し、主要害虫の発生変動と収量の調査が行われている。害虫の発生は50回すくい取り法による。7月移植のイネは9月6日現在出穂期であった。この調査は10年以上継続しており、研究の母体になっている。施肥は80 Kg/haで、いずれも無防除である。この水田はイネノシントメタマバエ、メイチュウ類、ウンカ・ヨコバイ類の年間・月間の発生変動を知るうえで重要である。

12. 害虫の総合的防除

インドでは、抵抗性品種を主体に殺虫剤併用の方向で研究を進めている。⁶⁾カタックの中央稲研究所では、この総合的防除試験を開始してから5年目を迎えている。1974年には、抵抗性品種は Shakti, CR-94-MR1550, CR57-49-5, CR57-29-3, 感受性品種としては Jaya を供試した。8月の第1週に移植、品種当たり供試面積は27 m², 栽植密度15×20 cmで、48区で行った。移植後25日目と45日目に Diazinon 粒剤を1.25 Kg (A.I.) /ha の割合で2回散布すると殺虫効果が認められた。もみ収量は4.484 Kg/haであった。

いずれの品種も移植前の苗は殺虫剤 Carbofuran に浸液とした。1973年には同じ品種を供試し、イネノシントメタマバエの被害茎率は Jaya では6.45%であったが、Shakti は3.2%, CR57-29-3 2.2%, CR94-MR1550 1.4%, CR57-49-5 0.92%であった。供試殺虫剤と処理方法は、① Dusban この浸液1回処理のみ、② Cyrotolane 1 Kg (A.I.) /ha を移植後30日目に1回処理、③ 移植後20日と40日目の2回散布。それぞれの施用法による被害茎率は①5.73%, ②3.41%, ③1.28%であった。収量は1.049～2.256 Kg/ha の範囲であった。

中央稲研究所の試験を基に農家と協力し総合的防除計画を進めている。Operational Research Project Area (協力研究計画地域) は合計800 ha に及んでいる。その地域は9か所で、カンダラプール・デオプール・シデグワスプール・カマプール・アルハンガ・バンプリス・ケシュプール・ラクシュミナーガンプール・ファクラパドゥである。供試品種は地域によって少し異なるがカンダラプールでは Klinga, Pusa-21, Annapurna, Tainan-3 mutant である。後者の2品種では4～6 t/ha の収量がある。

デオプールでは、Jaya, Shakti, Jagannath, CR1014, Tainan-3 mutant, MR1550 である。殺虫剤防除は行わない。施肥量を0, 20, 40, 80 Kg/ha とし、収量との関係をみている。筆者の調査では、コブノメイガ、イネクキミギワバエの被害、ミズノメイガの成虫が若干発生していた。また、イネノシントメタマバエの被害は数%で少なかった。

インドでは農民への普及を目的とし、多収穫でしかも主要害虫に抵抗性のある品種を栽培しほ場

で展示している。例えば、Shakti はオリッサ州では400 haで栽培され、その面積も年ごとに拡大されている。³⁾

このほか、その年の降雨開始時期とイネノシントメタマバエ生息密度の増加時期は決まっているので移植時期を早くしたり遅くしたりしてイネノシントメタマバエの被害を回避する方法がとられている。^{3B)} また、10月～11月にかけては寄生蜂 *Platygaster oryzae* がかなり活動し、90%近くまで寄生率が上がる。つまり、抵抗性品種～移植時期～天敵の活動との組み合わせにより、害虫の抑圧はある程度可能になるであろう。

13. 巡回調査による害虫の発生予察

本調査は、イネの病害虫の大発生を未然に防ぐ目的で開始された。組織は中央政府食糧農業省農業局とインド農業研究会議事務局（インド農業研究所、全インド稲改良プロジェクト、中央稲研究所）の協力のもとに、各州政府機関の農業局が巡回調査に必要な人員と資材を提供する。調査員は数名からなり作物、病理、害虫の各専門家または各専門分野について高度な訓練を受けた者である。

本事業は1970年に開始された。調査対象地域は最初はビハール州・ウッタープラデシュ州・オリッサ州・マディアプラデシュ州・西ベンガル州の5州であったが、最近ではアンドラプラデシュ州・カルナタカ州・タミルナドゥ州・ケララ州も追加され合計9州に及んでいる。調査員は1組2～3名からなり、Kharif 作の7月～12月には10日おきに所定のコースに従って調査する。各調査結果は、各州政府農業局でとりまとめ、ハリアナ州のフアリダバットにある植物防疫課に送られる。植防疫課では全国の毎週の結果をタイプ印刷し、Rice Survey Report として関係機関に配布する。1976年はすでに第6巻が発行されている。

本事業が開始された動機は、1969年のKharif 作に、ビハール・ウッタープラデシュ・西ベンガルの3州にツマグロヨコバイが大発生し著しい被害を与えた。その結果、tungro 病の被害がまん延した。このような被害を事前に防ぐための処置としてこの巡回調査が開始された。

調査した害虫の種類は、タイワンツマグロヨコバイ・オオヨコバイ・イナズマヨコバイ・トビイロウンカ・セジロウンカ・サンカメイチュウ・イネノシントメタマバエ・クモヘリカメムシ・イネノトゲトゲ・コブノメイガ・バッタ類・tungro 病などである。イネノシントメタマバエは全域に発生しており、特に西ベンガル・オリッサ・マディアプラデシュの各州では被害が大きい。

1974年以来トビイロウンカがケララと西ベンガル州で大発生し著しい被害を与えた。

最近のアンドラプラデシュとカルナタカ州における害虫の発生状況は次のとおりである。Kharif 作の1975年10月1～9日の調査では、カルナタカ州の14か所では品種Jaya にイネノシントメタマバエが発生し、うち2か所では大発生があった。トビイロウンカはハレアンガディと南カルナラ地域でMTU20に大発生し、他の5か所では通常発生であった。⁵⁾

コブノメイガの被害は広く各所にみられたが、4か所では品種KB356, GMR2, Jaya, MTU20, Gamasale に大きな被害を与えた。トウヨウクキミギワバエの一種は13か所で少

ないし中程度の発生であった。南アルコット地域ではコブノメイガが6か所にわたって大発生し重要害虫になっている。調査団は州政府農業局の普及部に防除対策をとるよう指示した。大発生地の普及員は殺虫剤の大面积散布を行うよう体制をとった。

タミルナデウ州では1975年9月10日～27日にかけて調査した結果は次のとおりであった。タンジョル地区では、トウヨウクキミギワバエが8か所で大発生した。調査した数多くの地点では、トビロウカは殺虫剤によって防除されたので少発生であった。BHC10%粉剤散布を行い、防除地域では坪枯れは発生しなかった。²⁾

アンドラプラデシュ州ナルゴンダ地区では、コブノメイガがベンガタドリバラムとツンマラグデン部落で大発生した。トウヨウクキミギワバエは多くの地域で発生した。しかし、メイチュウ類とイネノシントメタマバエは局部的に発生し、ラルバハドルナガールではイネノシントメタマバエはJayaで25～30%、テラハムサは10～15%の被害程度であった。メイチュウ類はMahsuriで10%、HR35では普通発生であった。⁵⁾

アンドラプラデシュ州ワランガル地区ではトウヨウクキミギワバエは5～15%であったが、ペンバーティでは40～50%で被害が高かった。イネノシントメタマバエはサリバグほか4か所で5～15%であった。コブノメイガはチャンプールとアシヨクナガールで被害が著しかった。メイチュウ類の被害は10%前後で、HR35とMahsuriなどで高かった。クルノール地区はワランガルとほぼ同様の害虫と発生状況であった。

アンドラプラデシュ州東ゴダバリ地区では、メイチュウ類は普通の発生であった。しかしイネノシントメタマバエは晩植に多発し、ほとんどのイネに発生が見られたので、栽培条件を改めるべき点があることを感じた。⁴⁾ RPW6-17はイネノシントメタマバエ抵抗性であり、農家も良い印象をもっているため海岸一帯の水田に早く普及する必要がある。

以上のように、害虫の発生状況に関する情報が続々と発表され、対応処置がとられている。この調査は病害虫のみならず、イネの生育状況・品種・耕作面積・栽培条件などに関する報告も同時に行われている。

IV 考 察

IR8など多収穫品種を熱帯アジア諸国に普及しはじめてから数年目に大きな障害が発生した。それは病害虫による著しい被害である。防除対策のない熱帯アジアにおいて、病害虫に感受性の品種を奨励するのは危険であることは明らかである。一方、病害虫に抵抗性のある品種の育成が重要視され、IRRI, AICRIP, CRRIなど耐虫性品種に関する研究が1960年代の半ばから開始された。

熱帯アジアでは、水田の基盤整備が不充分であるうえ、農家の経済的な事情により、殺虫剤がいつでも使用される段階ではない。そのうえ、病害虫の発生生態は研究途上にあるため不明の点が多く有

効な殺虫剤の施用技術は進んでいない。

このような背景のため、抵抗性品種の育成と普及が重要である。これは農家にとっては経費の負担が少なく、殺虫剤のような残留毒性の問題がない。種子を大量生産し、農家へ配布する事業である。しかし、抵抗性品種はある特定の重要害虫に対して抑制作用があるため、他の一般害虫との勢力関係が崩れ、一般害虫が重要害虫になる可能性が十分にある。従って、抵抗性品種の利用では大面積栽培を避け、害虫発生頻度の高い地域にだけ栽培することが望ましい。¹³⁾

抵抗性品種利用上問題となるのは抵抗性地域差があり、被害を受けやすい場所がある。害虫が生態的に異なるため、抵抗性品種に加害するのか、土壌その他の条件によりイネが生理的に異なるのか論議のあるところである。研究上バイオタイプと呼んでいる。これはコムギのHessian fly、イネノシントメタマバエ、トビイロウンカなどでこの現象が発見されている。コムギの場合、そのバイオタイプに強い品種を育成することにより被害を避けている。トビイロウンカでは飼育に供試した品種によって他の品種に対する抵抗性程度が異なり、感受性になる場合もある。

イネノシントメタマバエでは、インドのカタックでは抵抗性を示すが、サンバルプールでは感受性となる品種がある。イネとコムギでは被害程度の差はタマバエ類の個体群密度の圧力の差異によって生ずる場合もある。また、抵抗性系統の種子100%が完全に抵抗性であるとは限らないので、種子の段階で検定できる方法を確立すべきであろう。

特定の害虫に抵抗性の品種では他の害虫が大発生する恐れが十分にあるので、数種の害虫（病害を含む）に抵抗性を持った数次抵抗性品種の育種が行われている。数次抵抗性がどの程度安定し有効であるか今後の研究に待たれる。1品種に数次抵抗性は可能かどうか疑問の点がある。

抵抗性品種は強・中・弱と3段階に分かれる。実際にほ場に栽培するときは、抵抗性は中程度の品種が良いと考えられる。それは害虫の被害を経済的水準以下に抑えることにより、害虫の個体群の生存をある程度許し、他の害虫との勢力のバランスは保たせることが望ましい。害虫の必要以上の増殖は天敵等により抑圧させれば良いわけである。害虫を全滅させることは不可能であるから、いかにして害虫の密度を下げるか技術的開発が望まれる。

熱帯アジア諸国の研究機関では、抵抗性品種の選抜と育種に関する研究が主力になっている。これは時流に乗った研究で、IRRIを中心とする稲改良事業の一環である。しかし、害虫の発生生態は十分に解明されていないので、今後の研究に力を注ぐ必要がある。

発生生態では、基礎的には害虫の種類のは握が重要である（表12）。各重要害虫の発生型と発生量は誘殺灯、フェロモン、すくいとり、株間調査などにより毎年丹念に調べデータを蓄積する必要がある。害虫の発生と気象との関係、天敵の生息密度との関係、イネの品種、栽培様式、水田の環境が及ぼす害虫発生への影響など総合的な調査研究が組織的に行われるべきである。今まで、断片的な研究データが多いので、発生生態を体系化することは困難である。この調査は、総合的防除法の確立のために必要である。

熱帯では、一般に雨期と乾期に分かれる。乾期から雨期、雨期から乾期にかけて害虫の発生と寄主植物との関係は重要である。乾期中の害虫の生存率と雨期稲作における害虫の発生とは密接な関係に

表12 インド・スリランカ・タイにおける主な水稻害虫の分布

種名 (和名)	インド	スリランカ	タイ	その他の 東南アジ ア諸国
Orthoptera				
<i>Oxya japonica</i> Thunberg ハネナガイナゴ	○	○	○	○
<i>Hieroglyphus annulicornis</i> Shiraki ヒゲマダライナゴ	○	○	○	○
<i>Patanga succincta</i> Linne セスジツチイナゴ	○	○	○	○
<i>Gryllotalpa africana</i> Palisot de Beauvois ケラ	○	○	○	○
Hemiptera				
<i>Scotinophara obscura</i> Dallas ミナミクロカメムシ	○	○	○	○
<i>Nezara viridula</i> Linne ミナミアオカメムシ	○	○	○	○
<i>Leptocorica oratorius</i> Fabricius ミナミクモヘリカメムシ	○	○	○	○
<i>Sogatella furcifera</i> Horvath セジロウンカ	○	○	○	○
<i>Nilaparvata lugens</i> Stal トビイロウンカ	○	○	○	○
<i>Laodelphax striatellus</i> Fallen ヒメトビウンカ	○	○	○	○
<i>Nephotettix virescens</i> Distant タイワンツマグロヨコバイ	○	○	○	○
<i>Recilia dorsalis</i> Motschulsky イナズマヨコバイ	○	○	○	○
<i>Pseudococcus</i> sp. イネコナカイガラムシ	○		○	○
Thysanoptera				
<i>Baliothrips biformis</i> Bagnall イネノアザミウマ	○	○	○	○

Coleoptera

Dicladispa armigera Olivier ○ ○ ○ ○
 イネトゲトゲ

Lepidoptera

Chilo suppressalis Walker ○ ○ ○ ○
 ニカメイガ

Chilo polychrysus Meyrick ○ ○ ○
 ネットイメイガ

Tryporyza incertulas Walker ○ ○ ○ ○
 サンカメイガ

Cnaphalocrosis medinalis Guenee ○ ○ ○ ○
 コブノメイガ

Mymphula depunctalis Guenee ○ ○ ○ ○
 イネミズメイガ

Sesamia inferens Walker ○ ○ ○ ○
 イネヨトウ

Spodoptera mauritia Boisduval ○ ○ ○ ○
 シロナヨトウ

Spodoptera litura Fabricius ○ ○ ○ ○
 ハスモンヨトウ

Pseudaletia separata Walker ○ ○ ○ ○
 アワヨトウ

Parnara guttata Bremer et Grey ○ ○ ○ ○
 イチモンジセセリ

Diptera

Hydrellia philippina Ferino ○ ○ ○ ○
 トウヨウイネクキミギワバエ

Orseolia oryzae Wood-Mason ○ ○ ○ ○^{b)}
 イネノシントメタマバエ

Atherigona exigua Stein ○ ○ ○ ○
 イネクキハナバエ

注 a) ○印は分布を示す。 b) マレーシア・フィリピンには分布していない。

ある。乾期中の害虫の死亡要因に関する研究は少ないので、この分野の研究は必要である。

乾期の害虫の生存量が正確には握できるとすれば、次期稲作初期の害虫の発生量を予察できる可能性がある。害虫の発生予察は害虫防除上重要な意義をもっている。日本では、ニカメイチュウの越冬幼虫を温度処理し成虫の発生初期、発生ピークを推定することが可能になり、防除対策を前もって立てることができるようになった。しかし、熱帯では一部を除き、気温は一年中高く経過する。その上、害虫の1世代の期間が短く20～25日であり、年間10世代以上もくりかえす。害虫の発生生態は日本の場合とは完全に異なる。

このような熱帯条件下で、害虫の発生予察は果たして可能であろうか。発生初期、発生ピーク、世代数の経過、発生量、発生終息などの推定である。北半球の熱帯では、一般に12月～4月までは乾期でイネがなく害虫はイネ以外の寄主植物で過ごす。この乾期中に害虫は乾燥（降雨がないため）、低温（12月～2月）、高温（4月以降）のため休眠したり死亡したりするので、二期作イネ以外では害虫の生息密度は下がる。休眠の深さがどの程度であるか実験結果がないので言えないが、休眠までいなくても、発育の遅延は乾燥、高・低温によって生じている。乾燥（水分または湿度）と休眠との関係、光・温度と休眠との関係を明らかにする必要がある。

インドの巡回調査の意義はまことに大きい。日本の組織とは完全に異なるが、研究機関をはじめ農民組織まで巡回調査結果の情報を流す点では日本と変わらない。インドでは、一部の農民を除き、他は病害虫についての知識が十分ではないので、巡回調査員はその指導・普及を行っている。この調査はすでに6年目を迎えかなりの成果をおさめている。

誘殺灯による病害虫の発生状況はタイの各稲作試験場で調査されている。開始して10年以上経過し、資料もかなり蓄積されている。60W電球に飛来し誘殺された昆虫はコンケーンとサンバトーン稲作試験場では、すぐ同定できるスタッフを備え、害虫の種類と個体数を毎日記録している。しかし、他の稲作試験場では同定できないので、毎月1～2回に分けてバンコクの昆虫動物部に送付し、そこで同定を行っている。タイでは組織上は農業省に農業普及局がある。地方に病害虫防除所をおき、スタッフが数名いて、農民への普及指導、病害虫の防除を行っている。インドのような巡回調査ではない。農民から病害虫の問題で要請があれば、現地にスタッフが出かけ調査後殺虫剤による防除対策をとっている。防除所は3～4県にまたがり、タイ全国で16か所に設立され、各防除所に4～5名のスタッフが在る。

最近インドでは、新品種など導入しても収量が思うように上らない点を考慮している。病害虫による被害量の増大がその原因の一つとされている。そこで、インドのガンジー首相はインド農業研究会議会長に総合的防除計画を立てるよう要請した。1975年9月20日、ニューデリーで害虫防除に関する会議が持たれている。その結果については筆者は知らない。当面、新しい防除体制が採用されないと、作物への被害と環境汚染の問題は重大な局面を迎える。殺虫剤にかわる新しい防除体制をつくるためにあらゆる努力をすべきである。そして、高度に訓練された専門家と防除員を養成し増員しなければならない。これが会議のねらいでもあった。

以上のように、熱帯条件下で害虫の発生生態を把握することにより、総合的な防除体制をとる方向

に研究を進める必要がある。一面だけの研究に全勢力を費やすのは危険である。

最後に、熱帯アジア諸国では害虫研究上共通した問題が多いので、国際研究協力体制を作ることも重要であろう。例えば、イネノシントメタマバエの研究協力計画は1973年バンコクFAOの会議で討議されたが、研究費援助の点で実現していない。IRGMNとIBPHNはIRRIを中心に抵抗性系統の検定が熱帯アジア諸国間で行われている。今後の研究体制を作るとすれば、イネノシントメタマバエ、ウンカ・ヨコバイ類の発生生態を基にした研究から発生予察の確立を目指した内容のものが良いと思われる。

V 要 約

本調査は1975年8月24日から10月23日にかけて、インド・スリランカ・タイにおいて、イネの害虫に関する研究現状について調査した結果を報告したものである。

1. 熱帯アジアでは、ムギなどの冬作物は害虫の問題はない。雨期（インドではKharif作）の作物、例えばイネ・トウモロコシ・ソルガム・ワタの害虫問題は大きい。イネではトビロウンカ・イネノシントメタマバエ・コブノメイガ等が大発生している。³¹⁾
2. トビロウンカはインドでは1975年西ベンガル州で2,400 haの水田が著しい被害をうけた。スリランカでは、1974～1975年にかけて、アンパーレで大発生があり、雨期に14,000 ha、乾期に3,100 haの水田が被害をうけた。タイワツマグロヨコバイはインドの西ベンガル州で大発生し、800 haに及んだ。
3. トビロウンカは多収穫で感受性品種の大面積栽培、モンスーン期の洪水のため肥沃度が増加したところに多肥施用、殺虫剤防除によるウンカ・ヨコバイ類の天敵の減少、殺虫剤抵抗性系統の出現、栽培密度が高い、トビロウンカの早期発見が困難などの理由により大発生したと考えられる。しかし、熱帯アジア全域に大発生がみられることから、本虫は大発生のサイクル期間にあるのか、本虫の生態そのものが変わってきたのか検討を要する。
4. 防除対策としては、感受性品種の栽培を中止し、Patna, Shakti, Jyoti, Trivantなど耐虫性品種を栽培する。JayaとIR8を植えるときは、栽培密度を広く、並木植えとし、透光と風通しを良くする。多肥を避け、N50Kg/ha以下の割合で施用する。最高分げつ期に手でイネをたたくとトビロウンカが水面に落ちるので、それを目印にし、株当たり5～6個体いたら殺虫剤を散布する。トビロウンカが大発生した場所では、Kharif作イネが刈り取られるまで、次の苗代を用意しないこと。苗代では粒剤を散布し十分に防除する。乾期中は、ひこばえ、雑草を水田にすき込む。殺虫剤防除では、栄養生長期のイネではCarbaryl 4%+Lindane 4%粒剤、Carbofuran 10%粒剤を施用する。開花期にはCarbaryl 50%水和剤を散布、成熟期にはBHC 10%粉剤を散布する。スリランカのアンパーレでは、農家から毎週はがきによる被害発生状況報告をさせ、トビロウンカの発生経過を把握し、防除に備えている。

5. イネノシントメタマバエはインドの中央稲研究所で65%の被害茎率、チャクリ農場では85%の被害であった。一般農家水田では小発生であった。タイでは北タイのチェンライとプレー県で45-99%の被害茎率であった。スリランカは小発生であった。

インドでは、試験ほ場でイネノシントメタマバエの被害が大きいのは、栽植密度が高く、感受性イネが広く栽培され、一年中イネがあることが多発生の要因と考えられた。また、スリランカでは、天敵の寄生活動と雄個体群の減少により、イネノシントメタマバエは小発生していると推察された。

6. イネノシントメタマバエの寄主植物はインド16種、タイでは5種が知られ、スリランカからは報告がない。インドの *Mnesethla leavia* と野生稲、タイの5種のイネ科雑草はイネノシントメタマバエの生活史を調査し、寄主植物であることが証明された。*M. leavia* では、タマバエは6月上旬に羽化開始し、7月上旬がピーク、8月上旬に終息する。野生稲はイネノシントメタマバエの主要発生源で、インドとタイの多発地で大きい群落が自生している。スリランカでは野生稲は発見できなかった。

Orseolia 属のタマバエ類は19種あり、イネ科雑草を寄主植物としている。これらのタマバエ類の寄主植物の選択範囲と種類の研究は重要である。タイのプレー稲作試験場は一年一期作でイネノシントメタマバエの被害が例年大きいので、乾期の寄主植物におけるイネノシントメタマバエの生存率と稲作初期の発生量との関係について研究する必要がある。プレー稲作試験場は最適の場所である。

7. 害虫の天敵昆虫に関する研究は次のようであった。

インドではサンカメイチュウの天敵は10種、*Chilo auricilius* では8種、イネヨトウでは5種が判明している。卵寄生蜂利用の面から、大量飼育、産卵能力と選択、寿命に関する研究、野外放飼試験、野外での発生消長など調査している。この外、寄生菌・ウイルス・DD-165 (線虫の一種) などの効果についても研究している。イネノシントメタマバエの天敵は6種が判明し、*Platygaster oryzae* は優占種で稲作後半に高い寄生率をあげる。

スリランカではトビイロウンカの増殖機構を解明するため、卵寄生蜂の果たす役割について調査中である。トビイロウンカの天敵は6種が明らかになった。

タイではイネノシントメタマバエの天敵昆虫の生態について研究中である。天敵は5種がわかり、中でもダニの一種の捕食効果が高い。寄生・捕食能力の調査と発生消長など調査中である。このほか、トビイロウンカとメイチュウ類の卵寄生蜂についての研究も行われている。

8. 害虫の大量飼育はJaya, TN1, BG34-6, IR8, RD1などの感受性品種を供試している。トビイロウンカ・セジロウンカ・タイワנטツマグロヨコバイ・イネノシントメタマバエの4種は大量増殖に成功した。スリランカではコブノメイガの大量飼育の基礎的研究を継続中である。ウンカ・ヨコバイ類の飼育では種類を混ぜないように注意が肝要である。イネノシントメタマバエの飼育は3か国とも同様であった。卵期間は高湿度に保つこと、単位飼育箱当たりの個体数をできるだけ多く確保するための飼育技術、卵-幼虫寄生蜂を避けるため産卵室と羽化室を分けること、野外個体群を飼育個体群に混ぜて飼育することなど重要な事項である。

9. 1975年から、耐虫性系統のイネを各国に配布し検定する研究協力が発足した。イネノシントメタマバエ (IRGMN) とトビロウンカ (IRBPHN) が対象害虫である。IRRIが中心になっている。

イネノシントメタマバエでは検定参加国は7か国である。この検定方法では①1系統当たりの面積がせまいのでできる限り大きくし、データのふれを小さくすること、②健全な種子を選び発芽能力に差がないようにすること、③夜間照明は日没後から数時間以内が良い、④被害調査では対象調査株を決め、⑤移植後20おきにゴール数を数える。同一株に出たゴールを追跡することにより、真の被害を査定できる。

トビロウンカでは8か国が参加している。幼苗検定では、まず種類を混同しないようトビロウンカだけを放飼しなければならない。検定は少なくとも10回はくり返す必要がある。また、トビロウンカは飼育した品種によって感受性が異なるので、その原因が何によって生じているか明らかにすべきである。ほ場検定のためトビロウンカを放飼し、被害を出ず検定方法も確立しなければならない。検定はトビロウンカが高密度の条件で行うべきである。

10. 抵抗性品種の検定とともに、育種は研究の中核をなしている。インドの中央稲研究所では検定のため害虫・病理・育種の各専門家からなる3チームを作り、国際検定協力、国内産系統のほ場検定、耐虫性系統の実際の利用などに従事している。

数次抵抗性、例えばインドのCR94-MR1550はイネノシントメタマバエ・メイチュウ類・トビロウンカ・タイワンツマグロヨコバイ・tungro病に抵抗性がある。Shaktiはメイチュウ類を除いた4種の病害虫に強い。このほかCR57-49-5なども有望品種である。イネノシントメタマバエ耐虫性のKakatiya-RP9-4・RPW6-17などもある。全インド稲改良プロジェクトで育成された系統はNational Screening Nursery (NSN)でインド全国125地点で検定されている。

タイでは1967年から耐虫性検定が開始された。RD1はyellow orange leaf virus耐病性、RD4はイネノシントメタマバエ耐虫性である。RD4は米質の問題で普及は思わしくない。BKN6809-74-40はイネノシントメタマバエとトビロウンカに強い。このほか多数の品種・系統の耐虫性を検定し、育成中である。

スリランカでは、トビロウンカの幼苗検定でIR8がIR26よりも強く、H501が他の品種よりも強いなど、他国と異なった結果がでているので原因を解析中である。トビロウンカの大発生により、耐虫性品種の育成に力を入れている。

全インド稲改良プロジェクトでは、数年前から育成された系統、品種を農民に配布し耐虫性などについて調査している。Minikit programmeがある。イネノシントメタマバエ耐虫性品種は9州22か所、tungro病は5州10か所にそれぞれ配布された。

11. 抵抗性品種に関連したバイオタイプがイネノシントメタマバエとトビロウンカで発見された。イネノシントメタマバエでは、バイオタイプは虫自体の生態的差異によるものか、イネの生理的差異によるものか、虫の生息密度の差異によるものかまだ不明の点が多いので各国で研究中である。

トビロウンカは飼育に使った品種により他の品種に対する感受性が異なる。これでは数多くのバイオタイプが存在することになるので検討を要する。スリランカのトビロウンカはフィリピンのそれとは明らかに異なると言われている。イネノシントメタマバエに対する抵抗性要因の解析、抵抗性遺伝の解析についても研究が開始されたが、今後の研究に期待するところ大である。

12. 以上のほか、イネの害虫に関する研究は次のとおりである。① メイチュウ類の加害と米粒たんばく質含量との関係。② 抵抗性・感受性品種間におけるサンカメイチュウの生化学的生育反応。③ サンカメイチュウの人工食物。④ 殺虫剤抵抗性害虫。⑤ サンカメイチュウの性フェロモン。⑥ 殺虫剤の分解。⑦ 殺虫剤のスクリーニングと害虫の防除。⑧ 貯穀害虫。⑨ イネの移植日と害虫の発生。⑩ 経済的被害水準。⑪ 個体群変動機構など。
13. 害虫の総合的防除法確立のため、抵抗性品種を主体に農家水田で実施されている。例えばオリッサ州では、800haに及ぶ9か所の地点で行っている。品種はShaktiですでに400haに栽培され年毎に面積が増加している。このほか、Tainan-3 mutantとAnnapurnaも供試し、殺虫剤を使わず、施肥レベルと収量との関係など調査している。イネの病害虫は少発生で問題にならなかった。感受性品種のJayaでは殺虫剤の浸根法、移植後2回散布でかなり高い防除効果をあげているがまだ試験程度である。しかし、水田では、抵抗性品種、移植時期、天敵の活動、害虫の発生型のは握などの組み合わせにより害虫の発生をある程度抑えることができる。
14. インドでは病害虫の発生状況を知るため、1970年以来巡回調査を実施している。これは、大発生を予察し防除体制をとることを目的としている。また農民の協力と病害虫の理解にも役立っている。これは、インド8州におよび7月～12月のKharif作にかけて、10日おきに調査が行われる。調査員は各州3～4名の病害虫・育種などの専門家からなり、問題が生じたときは、中央稲研究所、全インド稲改良プロジェクトのスタッフが解決のため参加する。調査結果は各州政府の農業局からハリアナ州の植物防疫課に送られ、稲調査報告書として関係機関をはじめ農民に配布される。これにより、インドのイネの害虫の発生状況が全国的には握されるようになった。

タイでは、各稲作試験場に誘殺灯をおき、イネ害虫の発生状況をまとめている。これは10年以上経過しており、毎年の害虫の発生変動が全国的にわかるようになっている。また、全国的に病害虫防除所があり実際の防除指導と普及を行っている。

VI Recent Studies on Rice Entomology in India, Sri Lanka and Thailand

Terunobu Hidaka *

Summary

The present paper summarizes the results obtained from ecological studies on the rice insect pests in India, Sri Lanka and Thailand. Recommendations are also given. The author visited these countries from August to October 1975 as a visiting scientist dispatched by the Tropical Agriculture Research Center, Japan.

1. India has no pest problem of wheat which mainly grows in the winter season. Crops such as rice plant, corn, sorghum and cotton grown during the rainy season, however, are affected by the insect pests. At present, the major insect pests in rice plants are the brown planthopper, rice gall midge, rice stem borer and rice leaf roller.

2. In India, a total 24,000 hectares of paddy fields were severely infested by the brown planthopper in West Bengal. In Sri Lanka, the total areas of damaged fields amounted 150,000 hectares in Kharif in 1974 and 15,200 hectares in Rabi in 1975 at Amparai District. The green rice leafhopper caused also heavy damage to rice plants in West Bengal. Damaged field areas aggregated 8,000 hectares.

3. It is considered that the brown planthopper might have severely occurred in rice fields due to the following reasons:
a) High yielding varieties, Jaya and IR 8, highly susceptible

* Tropical Agriculture Research Center,

Kitanakazuma, Yatabe, Ibaraki 300-21, Japan

to the hoppers are transplanted on a wide scale under monoculture. b) Application to high concentration of nitrogen fertilizer at the rate of 100kg per hectare to fields where soil fertility is also very high caused by flooding in the monsoon season. c) Reduction of natural enemies of the leaf and planthoppers by insecticidal control. d) Occurrence of insect resistance to insecticides. e) Closer planting space of 15X15cm. f) Difficulty in detecting the insect in rice plants at an early stage. On the other hand, it is also believed that the present outbreak of the brown planthopper is under a cyclic fluctuation. Ecological characteristic of the insect might be changed by the effect of cultural practices.

At present, it is recommended in India that the brown planthopper should be controlled by the following method: Resistant varieties, i.e., Ratna, Shakti, Jyoti and Trivant, against the insect have to be utilized in the endemic area where susceptible varieties are prohibited from transplanting to evade severe damage. When farmers cultivate the susceptible varieties owing to unavoidable circumstances, rice plants are transplanted in a wider planting space of 30X30cm and fertilizer application should be less than 50kg per hectare.

Insecticides for control of the brown planthopper are applied to fields when five to six adults and nymphs per hill are found. Usually the brown planthopper fall to the water surface from rice tillers which are beaten by hand at the maximum tillering stage, then farmers are able to ascertain presence of the brown planthopper in fields. In a severely infested area, the rice nursery in Rabi has to be prepared after rice plants in Kharif are completely harvested. Granular insecticides are applied to the rice nursery to control the

insect. During the dry season, wild grasses and rice ratoon in fields are plowed into the soil. It is also recommended that the granular insecticides, Carbaryl 4% + Lindan 4% and Carbofuran 10% should be used in the tillering stage of rice plants, as well as Carbaryl 50% w.p. in the flowering stage and BHC 10% powder in the maturing stage. In order to comprehend the insect occurrence and damage, farmers must inspect the paddy fields once a week during the planting season and send a report card to the Agricultural Extension Office at Amparai District, Sri Lanka.

4. The percentage of damaged tillers caused by the rice gall midge was 65% at CRRI and 85% at Chakli farm, Orissa State in India. Both places are endemic areas of the rice gall midges. The insect damage in the farmers' fields between Cuttack and Sambalpur was observed to be less infesting. It is quite clear that the rice gall midge incidence was distinctly higher at CRRI and Chakli farm than the farmers fields. High incidence seems to be related to closer planting space and wide range cultivation of susceptible varieties throughout the year.

The gall midge endemic areas in Thailand are at Prae and Chiengrai Provinces in the northern region. The damaged tillers in RD 1 was 99% at Prae and 65% at Chiengrai. In Sri Lanka, outbreak of the gall midge was not recorded; insect infestation on rice plants has always been lower in fields. This suggests that the Hymenopterous parasites can depress an increase of the insect population at an early stage of the rice plants. It is also believed that the natural enemies of the insect are always ensured by keeping different growing stage of rice plants throughout the year and natural balance between the host insect and parasites is maintained in field condition. It is found that absolute reduction of the rice

gall midge is closely linked to decreasing the insect male. No studies have yet been proved on mechanism of male reduction.

5. Eleven kinds of the wild host plants of the gall midge were recorded in India and five in Thailand. No wild host plant was recorded in Sri Lanka. It was confirmed that *Mnethesia laevis* and wild rice in India are real wild host plants of the insect. The gall midge on *M. laevis* emerges from early June to early August with the peak of emergence noted in early July.

Wild rice is a major plant for the gall midge occurrence. Big flora of the wild rice are found at endemic areas in India and Thailand. Nineteen species of the *Cecidomyid* fly belonging to the genus *Orsolia* have been recorded. They are attacking plant of the Family *Graminaceae*. It is important to find out the host range of the rice gall midge.

Rice plants are cultivated only one time during the wet season at the Prae Rice Experiment Station in Thailand. Urgent studies are needed to clarify the relationship between the insect survival rate in the wild host plants during the dry season and population density in the early stage of rice plants after transplanting.

6. Studies on natural enemies of rice insect pests were conducted. In India, ten species of the Hymenopterous parasites attacking the yellow stem borers were discovered together with eight species of the parasites from *Chilo auricillius* and five species of the parasites from the pink stem borers.

From the viewpoint of utilization of egg parasites of the stem borers in paddy fields, extensive studies were carried out on the following research program such as mass rearing with the alternate host insect, potentiality and host selection for egg laying, adult longevity, stock technique at low temper-

ature, release test in breeding room for evaluating parasitization and seasonal fluctuation of parasitism in fields. Insect pathological studies on virus, bacterial disease and parasitic nematodes DD-165 have just been started at CRRI.

In Sri Lanka, outbreak of the brown planthopper was recorded from 1972 to 1974. In order to investigate mechanism of the insect outbreak, studies on egg and larval parasites of the brown planthoppers were conducted at the Central Agricultural Research Institute. An egg parasite, *Anagrus* sp. is a dominant although there are two egg parasites. Larval parasites consist of four species and show twenty percent of parasitism in fields. Further studies will be continued on the effectiveness of parasites on population depression of the brown planthopper.

Extensive research work on natural enemies of the rice gall midge was conducted at the Pan Rice Experiment Station, northern Thailand. The natural enemies so far recorded in Thailand are *Platygaster oryzae*, and *Platygaster* sp. of the Hymenopterous parasites, the *Carabid* sp. (*Coleoptera*) and a mite as predators. A mite attacks the gall midge eggs and can successfully control the insect. It is revealed that increase of the mite population is closely connected to the number of eggs of the gall midge. Furthermore, studies on *Platygaster oryzae* as a promising egg-larval parasite were conducted on parasitic activity and seasonal fluctuation of the parasite occurrence. Studies on alternate host insect of egg parasites of the stem borers and Hymenopterous parasites of the brown planthoppers have been carried out at the Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Thailand.

7. Susceptible varieties are examined in mass rearing of the insect pests. Fragmental work on artificial diet of the

stem borers was undertaken but was not successful. For example, the brown planthoppers are reared on susceptible varieties TN 1 in India, BG 34-6 in Sri Lanka and RD 1 in Thailand, as well as the rice gall midge on Jaya in India, IR 8 in Sri Lanka and RD 1 in Thailand. Mass rearing of the four insect pests; namely brown planthopper, white back planthopper, green rice leafhopper and the rice gall midge was successfully conducted in India, Sri Lanka and Thailand. It is interesting to note that basic studies on mass rearing of the rice leaf roller have just been started at the Central Agricultural Research Institute in Sri Lanka.

In mass culture of the plant and leafhoppers, the tillering stage of rice plants (sixty days old) was examined in India. On the other hand, the insects are reared on rice seedlings in Thailand.

The rice gall midge lays eggs on twenty-five day old seedlings in mass rearing. Rice seedlings with eggs are kept in a high humid room for a week until newly hatched larvae penetrate the growing points. At present, four to five hundred adults are collected daily; however, it must be considered that an efficient method to get more abundant adults should be introduced for improvement under the present rearing condition.

It is also vital that a sound method should be devised to avoid parasitic attack on the insect for mass rearing. In mass rearing, fecundity and sex ratio are conspicuously reduced when the insects are successfully raised in room condition for a long time. Then field population of the insect must be introduced to indoor population to maintain stable productivity of normal eggs and sex ratio.

8. In 1975, the international cooperative program for

screening resistant lines against the gall midge and the brown planthopper was started. Seven Southeast Asian countries participated in the International Rice Gall Midge Nursery (IRGMN) and eight countries in the International Rice Brown Planthopper Nursery (IRBPHN). The International Rice Research Institute organized both IRGMN and IRBPHN. The screening method, i.e., planting design, assessment of damage and insect release for test plants etc., is standardized. It is still questionable whether the international nursery is significant or insignificant.

The test varieties or lines of rice plants are transplanted two times at one-month interval to bring about the maximum infestation in paddy fields. In Thailand and India, electric light was installed at a height of 3 m in the test nursery to attract the pests. Lighting hours are from sunset to 4:00 a.m. in India and from sunset to 8:00 p.m. in Thailand. Nitrogen fertilizer is fully applied. Planting space is 15X15cm.

The author would like to comment that plot size per test line or variety is so small that data obtained from the experiment may fluctuate insignificantly. A plot size should be made wider than the present nursery. Healthy seeds must be selected before sending them to the participated countries; the seeds should be examined with high percentage of germination. Lighting hours are adequate at least from sunset to 8:00 p.m. to avoid influence of lighting on growth of rice plants.

It is important to note that adult emerged galls and parasitized galls should be pulled out after checking infestation on rice plants. Young galls which are not emerged remain in the rice hills. The hills for surveying damage are selected at random and the same hills must be used for counting galls

and tillers. Damage observation should be continued from transplanting to the booting stage. The true picture of the gall midge damage is expressed by counting the galls occurred in the same hills, because young galls are not seen from outside of rice plants and are unidentified as normal tillers.

9. In the three countries, the main research work on rice entomology was performed on screening and rice breeding of resistant variety. At CRRI in India, three working teams consisting of an entomologist, a plant pathologist and a rice breeder were organized. The first team cooperates in the International Rice Gall Midge Nursery and the Brown Planthopper Nurseries programs, the second team for field screening test of resistant variety bred in India, the third team for utilization of resistant varieties in farmers' fields, respectively.

Several promising lines are found in the multiple resistant variety. For example, CR 94-MR 1550 is resistant to the gall midge, stem borers, brown planthopper, green rice leafhopper and tungro. The variety is nonsensitive to photoperiodism, growing period is for 130 days, paddy yield ranged from 3.5 to 4.0 tons per hectare in Kharif and 5.5 tons in Rabi. This variety is planted in the endemic area of the rice gall midge. Both W 13400 and Shakti are also resistant to the gall midge, green rice leafhopper and tungro. Shakti is mainly cultivated in Orissa, Madhya Pradesh, Andhra Pradesh, Maharashtra and Karnatak States. The following lines bred at CRRI, CR 57-49-5, CR 57-29-3 and CR 58-51 are found to be promising as resistant varieties.

A resistant variety, Kakathiya, bred at AICRIP in India is recommended for use in the endemic area of the gall midge. The growing period is 115 days and the paddy rice yielded 5

tons per hectare. The other lines, i.e. RP 9-4, RPW 6-17, RPW 6-13 and PRW 6-12, are also resistant to rice insect and diseases; these lines will be registered as new variety in the near future. The hybrid lines, including resistant ones at AICRIP, have been tested at 125 stations in India by the National Screening Nursery (NSN) for checking rice yield and resistance to insect pests. The test entries totaled 1,223 in 1973.

Studies on varietal resistance in Thailand commenced in 1967. The new varieties from RD 1 to RD 7 were established up to the present time, RD 1 is resistant to yellow orange leaf virus disease and RD 4 is resistant to the gall midge.

Recently it was found that RD 1 began to be prominently infested by the yellow orange leaf virus disease which was transmitted by the green rice leafhoppers in 1974. RD 4 is cultivated sporadically in the endemic area of the gall midge. A hybrid line, BkN 6809-74-40, is resistant to the gall midge and the brown planthopper.

It was reported in Sri Lanka that frequently IR 8 would appear to be superior to IR 26, and H 501 is also stronger than the other varieties. There is need to find out the cause of these inconsistencies. A high yielding variety, BG 11-11, is greatly infested by the brown planthopper in Amparai District. A rice breeder has conducted a research program to set up resistant varieties against the rice pest and diseases.

In India, the minikit program to survey yield, plant type, rice quality and pest resistance of the new variety or new line grown at the farmer's fields started in 1972. The program aims at extension of new variety to the farmers and contact between scientists and farmers.

Field observation of the examined variety is made by the

farmers. The observation results are frequently reported to the AICRIP office on a card on which survey items are filled out by the farmers. The present program is conducted at 22 locations in nine states in the gall midge test and ten sites in five states in the tungro test.

10. Biotype in relation to resistant variety is found in the gall midge and the brown planthopper. In order to clarify cause of the biotype of the gall midge, several research undertakings were started at CRRRI and AICRIP in India. The biotype studies at CRRRI are executed to investigate the effect of different population density on resistant varieties between CRRRI and Chakli farm.

AICRIP consists of program concerning biotype studies to clarify damage difference among five to six resistant varieties grown at 35 locations in India. It is interesting to note that brown planthopper biotypes are derived from the effect of variety examined in insect rearing in the room condition. Further studies are needed to find out whether or not these biotypes have stability as biological phenomenon. It is believed that many biotypes will be created in the IRRRI method. It is also said that the brown planthoppers in Sri Lanka are clearly different in characters from the Philippines.

It is a well known fact that the gall midge larvae penetrated to resistant variety cannot normally grow because of antibiosis for larval growth. CRRRI research programs were begun to study the antibiosis in cooperation with entomologists and plant pathologists.

On the other hand, CRRRI field test was also held to clarify the effect of zinc and boron on resistance to the gall midge. In Sri Lanka, an entomologist has been conducting studies on

phenol analysis of resistant variety to clarify resistant mechanism.

11. Gene analysis in relation to resistant variety of the gall midge has been carried out in India and Thailand. It has been found that in India, susceptibility is controlled by dominant genes consisting of three genes. Resistance is regulated by recessive genes made up of one to four pairs.

One of the genes for the gall midge resistance was linked with one of the genes governing brown furrow color in hull. The linkage is practically utilized for rice breeding of the resistant variety. In Thailand, segregation rates between resistant and susceptible varieties in F_2 were 1:3 to 1:8. Percentage of resistant inheritance of rice was 43 and 57 percent. It is concluded a few genes are related to varietal resistance but resistance is greatly affected by environmental condition.

12. Currently the following studies on rice entomology were also made: a) Relationship between stem borer infestation to rice plants and protein contents in rice grain. b) Biochemical analysis for growth of the yellow stem borer reared on susceptible and resistant varieties. c) Artificial diet of the yellow stem borers. d) Insect resistance to insecticides. e) Sex pheromone of the yellow stem borers. f) Residual effect of insecticides. g) Screening test of insecticides and control of insect pests. h) Insect occurrence and rice yield at different planting dates of rice. i) Economic injurious level and insect damage. j) Population fluctuation. k) Stored insect. l) Nematodes.

13. Studies on the integrated control of rice pests were held in tropic Asia. In India, the operation program of the integrated pest control covered a total of 8,000 hectares in

nine locations in Orissa State. The varieties examined are Tainan-3 mutant and Annapurna, paddy yield is expected to be 4 to 6 tons per hectare. Insecticides are not used in the operation program. The insect pest problem in fields so far observed by the author is of little significance. The gall midge resistant variety, Shakti, is cultivated in an area encompassing 4,000 hectares in Orissa State and the planting area is extended year by year. It is considered that insect population will be depressed to some extent if cultural practices, resistant variety, transplanting time and activity of natural enemies are combined to control the insect pests in fields.

14. In India, surveillance of the rice insect pests and diseases occurrence commenced in 1970 covering eight states in rice cultivation areas. This surveillance aims at forecasting insect outbreak for control of the pests and extension work on rice pests to the farmers. The surveillance is carried out every 10 days from July to December in Kharif. The surveillance team consists of an entomologist, a plant pathologist and a rice breeder. Their results are disclosed by the Plant Protection Bureau as "Rice Survey Report" which is distributed to interested parties. It is a fact that information on rice pest occurrence in India is easily obtained by the present surveillance team.

In Thailand, seasonal fluctuation of the rice insect occurrence has been under study since 1960, light trap is set up at all Rice Experiment Stations to collect rice insects. There are also the Pest Control Unit, Department of Extension, for control of rice pests and extension work to the farmers. A unit covers three to four provinces. It is urgently required to organize an international forecasting system of rice insect and diseases in tropical Asia.

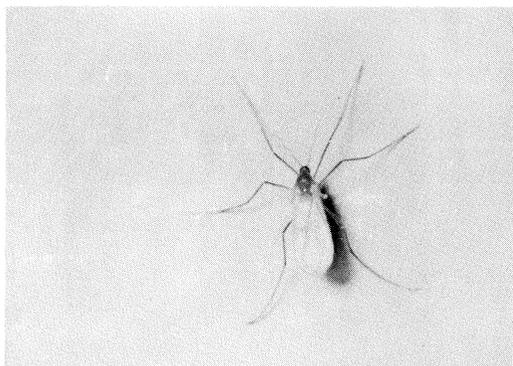
VII 引 用 文 献

1. AICRIP (1972) Minikit programme with gall midge resistant and tungro virus resistant rice varieties, Kharif 1972. AICRIP leaflet:1-4.
2. ————(1975) A summary report of the survey of rice crop for insect pest and diseases (first season Duruvani) in Tanjor District, Tamil Nadu. AICRIP 1-2 (mimeo.).
3. ————(1975) Indian rice revolution. A beginning. The role of the AICRIP 1-72.
4. ————(1975) Summary report of AICRIP survey team in east Godavari District, AP. AICRIP 1-2 (mimeo.).
5. ————(1975) Summary report on rice production oriented survey in Nalgonda, Warangal and Kurnool District of Andhura Pradesh. AICRIP 1-4 (mimeo.).
6. Chakrabarti, N.K., Kulshreshtha, P.J. and Rao, Y.S.(1971) Pests and diseases of new varieties and remedial measures. Indian Farming 1971:1-8.
7. Chatterji, S.M. and Prakasa Rao, P.S.(1974) Future strategy for the control of major rice pests in India. Int. Rice Res. Conference, IRRI:1-3(mimeo.).
8. Chatterji, S.M., Rajamani, S., Misra, B.C. and Prasad, K. (1975) Variability in reaction to gall midge, *Orseolia oryzae*(Wood-Mason). Division of Entomology, CRRI.1-2(mimeo.).
9. CRRI (1975) Rice Research News. 1:1-4.
10. Fernando, H.E. (1972) Ecological studies on the rice gall midge in Ceylon. Trop. Agr. Res. Ser. (5):291-308.
11. ————(1975) The brown planthopper problem in Sri Lanka. The Rice Ent. Newsletter (2):34-36.
12. Hidaka, T., Vungsilabutr, P. and Kadkao, S.(1974) Ecology

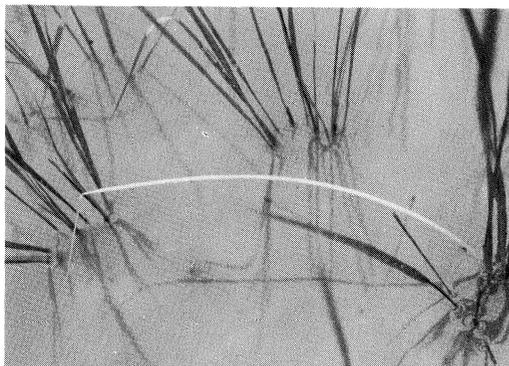
- and control of the rice gall midge, *Orseolia oryzae* (Wood-Mason) in Thailand. Technical Bull. TARC (6):1-113.
13. Hidaka, T. (1974) Recent studies on the rice gall midge, *Orseolia oryzae* (Wood-Mason), (Cecidomyiidae, Diptera). Rev. Plant Protec. Res. 7:99-143.
 14. 日高輝展 (1974) 東南アジアにおけるイネノシントメタマバエの研究現状および研究協力設立に関する調査報告書. 熱研資料 (27): 1-26.
 15. 日高輝展, Precha A., Chatterji, M. S. (1976) インド・スリランカ・タイにおけるイネノシントメタマバエの被害について. 日本応動昆第20回大会要旨 117.
 16. IRRI (1975) International testing IRBPHN and IRGMN. The Rice Ent. Newsletter (3):17-18.
 17. ——— (1975) The international rice testing program:1-23.
 18. ——— (1975) The international rice brown planthopper nursery (IRBPHN):1-7.
 19. ——— (1975) The international rice gall midge nursery (IRGMN):1-6.
 20. Israel, P. (1969) Integrated pest control for paddy *Oryza* 6:45-53.
 21. Israel, P., Rao, Y.S., Roy, J.K., Panwar, M.S. and Santaram, G. (1970) New weed hosts for the rice gall midge. IRC Newsletter 19:14-19.
 22. Khamboonruang, V. (1973) Inheritance of gall midge resistance in rice. Kasetsart Univ., Thailand 1973:1-28.
 23. Kobayashi, M. and Kadkao, S. (1976) *Amblyseius* sp. (Phytoseiidae), a predaceous mite of the rice gall midge in Thailand. JARQ 10:107-108.
 24. Kulshreshtha, J.P., Rajamani, S. and Chatterjy, S.M. (1974) Influence of cultural practices on the off season biology of rice gall midge, *Pachydiplosis oryzae* W.M. in rice. CRRI 1974:1-4 (mimeo.).
 25. Kulshreshtha, J.P., Anjaneyulu, A. and Padmanabhan, S.Y.

- (1974) The disastrous brown planthopper attack in Kerala. Indian Farming 1974:1-4.
26. Kulshreshtha, J.P., Chatterji, S.M. and Rajamani, S. (1975) Watch for the brown planthopper, the deadly enemy of high yielding rice varieties in India. CRRI 1975:1-4 (mimeo.).
27. Leuamsang, P., Bhandhualk, A. and Wongsiri, T. (1968) Mass rearing technique of rice gall midge and notes its biology. IRC Newsletter 17(1):34-42.
28. 大竹昭郎・Somasundaram, P.H. Abeykoon M.B.(1976) スリランカ(セイロン)の水田でのウンカ類の発生活長と寄生性天敵の動き. 日本応動昆第20回大会要旨 100.
29. Orissa State Variety Release Committee(1975) Aruna-new variety:CRRI. 1-8(mimeo.).
30. Pant, N.C. (1974) Important entomological problems in humid tropical Asia. Natural Resources Research(12):307-329.
31. Perera, N. and Fernando, H.E. (1969) Laboratory culture of the rice gall midge, *Pachydiplosis oryzae* (Wood-Mason). Bull. Ent. Res. 58:439-454
32. Peries, I.D.R. and Fernando, H.E. (1975) Population decline in Laboratory population of the rice gall midge in Sri Lanka. The Rice Ent. Newsletter(3):10.
33. Prakasa Rao, P.S. (1972) Ecology and control of *Trypolyza incertulas* Walker and *Pachydiplosis oryzae* Wood-Mason in rice. Utkal Univ. India: 1-282(mimeo.).
34. —————(1974) Effects of season, climate and crop management practices on the incidence of rice pests. 1. Gall midge. Summar Institute "Intensive Rice Production" .1-2 (mimeo.).
35. —————(1974) Interlinking of meteorological

- data with insect occurrence in rice. CRRI:1-2(mimeo.).
36. _____ (1974) Recent ecological studies in rice insect-stem borers, gall midge and rice hispa. Session III-4, Entomology. IRRI Conference 1-20.
 37. Prakasa Rao, P.S., Sastry, M.V.S., Roy, J.K. and Israel, P. (1974) Breeding for insect resistance in rice. Indian J. Genetics and Plant Breeding 34A:430-439.
 38. Prakasa Rao, P.S. (1975) Some methods of increasing field infestation of rice gall midge. Ad-hoc Planning Session on Rice Testing Program. IRRI 1-5(mimeo.).
 39. Roy, J.K., Israel, P. and Panwar, M.S.(1971) Breeding for resistance to insect pests. Oryza 8:129-134.
 40. Sastry, M.V.S. and Prakasa Rao, P.S.(1973) Inheritance of resistance to rice gall midge, *Pachydiplosis oryzae* Wood-Mason. Curur. Sci. 42:652-653.
 41. Seshu, D.V. (1975) Organizational and research highlights of AICRIP (1966-1975).AICRIP: 1-12(mimeo.).
 42. Shastry, S.V.S., Freeman, W.H., Seshu, D.V., Israel, P. and Rey, J.K. (1972) Host plant resistance to rice gall midge. IRRI. Sym. on Rice Breeding. 353-365.
 43. Venkataswang, T. (1974) Breeding for gall midge resistance in rice. Indian J. Genetics and Plant Breeding 34A:419-423.



1. イネノシントメタマバエ成虫雌 (タイ)



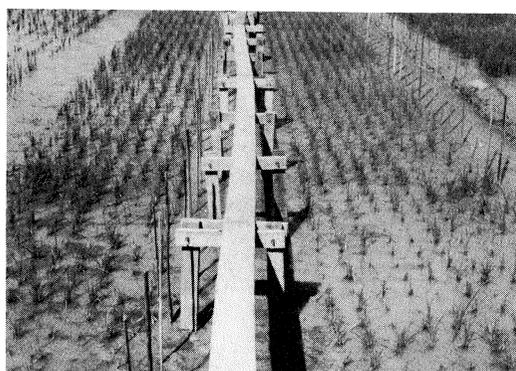
2. イネノシントメタマバエの被害により生じたゴール (スリランカ)



3. イネノシントメタマバエの被害株 (インド)



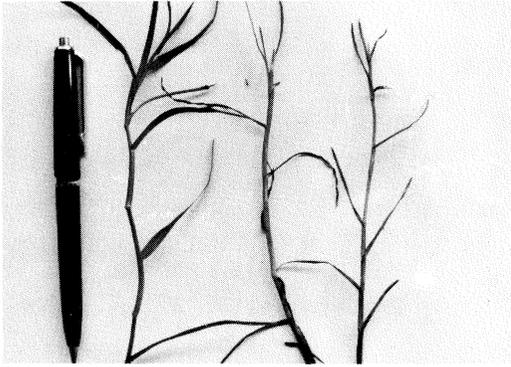
4. イネノシントメタマバエ抵抗性品種検定ほ場 (インド)



5. 国際イネノシントメタマバエ幼苗検定 (IRGMN, タイ)



6. 病害虫抵抗性品種検定ほ場 (インド)



7. イネノシントメタマバエの寄主植物
Mnesethia laevis (インド)



8. 野生稲に発生したゴール (タイ)



9. イネノシントメタマバエの大量飼育室
(スリランカ)



10. イネノシントメタマバエの幼苗による大量
飼育 (スリランカ)



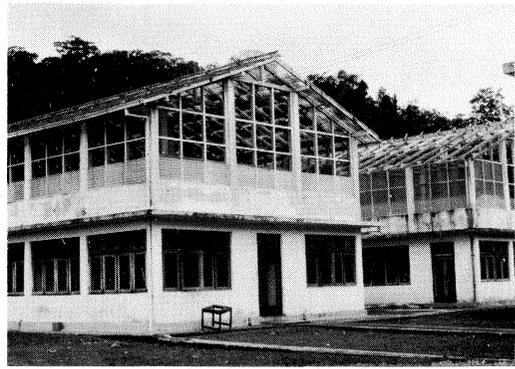
11. イネノシントメタマバエの室内接種
(インド)



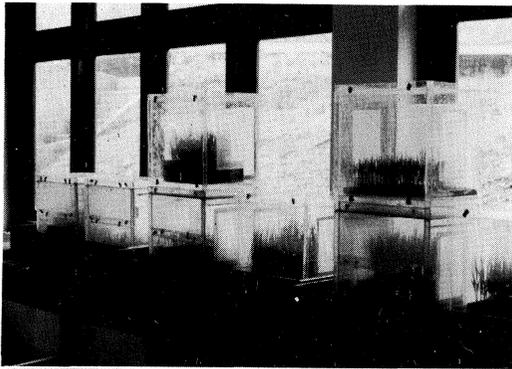
12. イネノシントメタマバエ抵抗性品種の
幼苗検定 (インド)



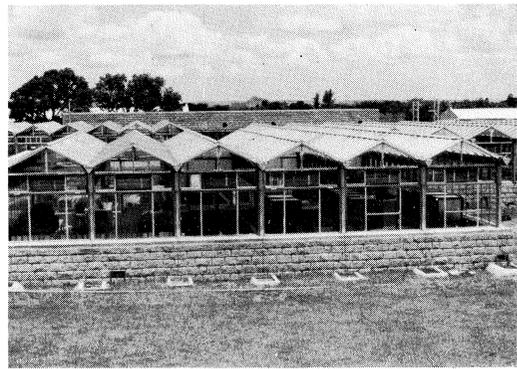
13. イネノシントメタマバエ大量飼育用加湿室 (インド)



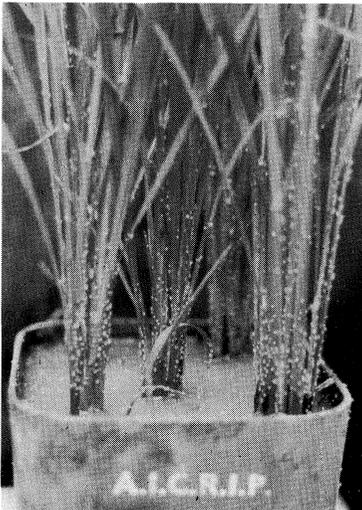
14. 中央農業研究所の害虫飼育室 (スリランカ)



15. セジロウンカの大量飼育 (スリランカ)



16. 全インド稲改良プロジェクトの温室 (インド)



17. トビイロウンカの大量飼育 (インド)



18. トビイロウンカ抵抗性品種の幼苗検定 (インド)



19. イネミズノメイガの被害葉 (インド)



20. ササキリの一種の被害葉 (スリランカ)



21. イネノトゲトゲの被害葉 (インド)



22. コブノメイガの被害株 (インド)



23. トウヨウイネクキミギワバエの被害株 (インド)



24. イネシンガレセンチュウによる被害葉 (インド)

熱 研 資 料

- No. 1 タイ国の米穀経済
2. インドにおける農業関係試験研究事情調査報告書
 3. フィリピン, インドネシアにおける農業関係試験研究事情調査報告書
 4. 東南アジアにおける農業関係試験研究事情調査報告書
 5. ヨーロッパ, アフリカにおける農業関係試験研究事情調査報告書
 6. 沖縄における農業関係試験研究事情調査報告書
 7. 東南アジア等における森林資源およびその開発と利用
 8. マレーシア, サバ州における農業関係試験研究事情調査報告書
 9. 戦前戦時における台湾農業技術の発達
 - 1 0. 西アフリカ熱帯造林技術の展望
 - 1 1. 北, 中南米における農業関係試験研究事情調査報告書
 - 1 2. インドネシア, フィリピンおよび台湾における畑作病害
 - 1 3. パキスタンにおける農業および試験研究事情調査報告書
 - 1 4. 中華民国(台湾)における農業関係試験研究事情調査報告書
 - 1 5. タイおよびフィリピンにおける農業機械の利用研究事情調査報告書
 - 1 6. 熱帯農産物の利用加工に関する研究事情調査
 - 1 7. マレーシアにおける農業研究推進のための調査報告書
 - 1 8. 東南アジアの畜産に関する調査報告書
 - 1 9. フィリピン, インドネシアにおける畑作関係試験研究事情調査報告書
 - 2 0. インドとの農業技術研究協力に関する予備調査報告書
 - 2 1. フィリピンに発生しているココヤシのカダンカダン病に関する調査報告
 - 2 2. 西部ジャワ水田地帯の農業経営実態調査報告
 - 2 3. 水稻高収量品種の導入と農業経営
 - 2 4. 沖縄の桑に関する調査報告書
 - 2 5. インドネシアの豆類に関する生産および研究事情調査報告書
 - 2 6. タイおよびインドネシアのトウモロコシべと病に関する調査報告書
 - 2 7. 東南アジアにおけるイネノシントメタマバエの研究協力設立に関する調査報告書
 - 2 8. フィリピンのマンゴー栽培地におけるミバエ類調査報告書
 - 2 9. 沖縄におけるさとうきびを中心とする作付方式に関する研究叢書
 - 3 0. 東南アジアにおける香辛料の栽培加工に関する調査報告書
 - 3 1. 熱帯畑作の開発に関する調査報告書(ブラジル)
 - 3 2. " (インドネシア)
 - 3 3. Rice plant- and leafhopper incidence in Malaysia and
Indonesia
 - 3 4. 東南アジアの畜産