インドにおけるイネ病害虫
発生予察巡回指導
報　告　書

昭和45年11月

海外技術協力事業団

国際協力事業団
受入日 '84. 4.-5
登録No. 02675
107
84.1
EX

はしがき

我が国がインドに対する農業協力の一環として，昭和43年締結されました，協定に基づき，インド農業普及センターが，農業技術　　とくに稲作技術の　　一般農家への普及を主たる目的として設立されて以来，着実に業績をあげてまいりました。

しかしその目的達成を阻んでいるひとつの問題に，病虫害があげられています。

4カ所の農業普及センターでは，前身である模範農場時代より，ほとんど毎年のように，各種のイネ病害虫の発生により被害をうけており，とりわけ，44年度の雨期作において，ウィルス病，および白葉枯病により，ビハール州，シャハバード農業普及センターは甚大な被害を蒙むりました。

このような事情から，各センターにおきまして病虫害防除対策の必要性が強く提案され，その結果

昨年10月より約1カ月にわたり，ビハール州，シャハバード農業普及センター付近で発生した稲白葉枯病まん延防止対策を主たる目的として農林省，農業技術研究所の脇本哲博士を派遣，効果を挙げることが出来ました。

今回の病害虫防除指導調査団は，8月中旬より約1カ月間にわたり，各普及センターをはじめ，インド国内の関係研究諸機関との打合せならびに調査を行ない，貴重な成果をあげて来られました。

以下は，その調査結果を取纒めたものであります。

本報告書が，インドの関係研究機関ならびに各普及センターにおいて病虫害防除対策が飛躍的な発展に寄与するとともに，日印間の農業協力にとっても一つの成果をもたらすものと期待されます。

ここに調査および指導にあたられた吉村団長ならびに団員各位のご苦労に厚く御礼申し上げますと共に，数々の便宜を賜わりました，インド政府関係各位，ならびに在インド日本国大使館各位のご厚情に対し衷心より感謝の意を表するものであります。

昭和45年11月

海外技術協力事業団

理事長　田付景一

JICA LIBRARY
1014137[2]

目　　次

まえがき …… 1
Ⅰ　経　緯 …… 4
Ⅱ　派遣専門家 …… 4
Ⅲ　経路図 …… 5
Ⅳ　行動日程 …… 5
Ⅴ　行動内容 …… 6
Ⅵ　病害虫の発生概況 …… 18
Ⅶ　おもな病害虫，生理病に対する技術上の問題点とその対策 …… 19
1　病　害 …… 19
(1)　白葉枯病 …… 20
(2)　いもち病 …… 24
(3)　雲形病 …… 24
(4)　穂枯れ …… 25
(5)　稲こおじ病 …… 28
(6)　その他の病害 …… 28
(7)　病害防除上の諸問題と発生予察 …… 28
2　虫　害 …… 30
(1)　サンカメイガ …… 30
(2)　コブノメイガとヨトウムシ …… 38
(3)　ツマグロヨコバイとウイルス・マイコプラズマ病 …… 40
a.　Tungro …… 45
b.　黄萎病 …… 45
(4)　害虫防除上の諸問題と発生予察 …… 46
3　生理病 …… 47
(1)　生理病に対する今後の技術上の問題点とその対策 …… 48
a．技術上の問題点 …… 48
b．今後の対策 …… 49
c．各種生理病とその対策 …… 49

Ⅷ　農業普及センターにおける病害虫防除の技術的対応と体制 …… 52
Ⅸ　英文報告書（インド中央政府提出） …… 55
Ⅹ　要　望　事　項 …… 68

ま　え　が　き

インド農業に対する技術協力の第２弾として発足した日印農業普及センターは，前の模範農場時代における展示方式から，周辺農村，農家の実質的生産向上に結びつく技術の浸透をはかる，いわゆる普及方式に切りかえられ，昭和４３年から精力的に事業を拡大し推進している。

各センターにおける普及技術の中心は，日本式農機具利用による耕　，脱穀作業等の機械化，新品種の導入，栽植密度の増加，施肥の水準向上と合理化におき，各専門家各位の献身的努力により着々とその成果をあげつつある。

しかしながら，農機具問題は別として，新品種の導入をはじめ，他の推進項目は，方針としては正しいが，場合によつては裏をかえすと，感受性品種，密植，過繁茂，多窒素罹病化といつた病害虫多発化の方向と一致する場合がでてくる。各センターの事業推進において毎年何がしかの病害虫の被害が問題となる原因も実はこのへんにあるといつても差支えない。

７月末であつたか，農業技術研究所の岩田病理昆虫部長を通じ，ＯＴＣＡ から，これら日印農業普及センターにおける業務活動とくに病害虫防除に関する問題について，農業技術研究所の奈須壮兆氏，吉野実氏，熱帯農業研究センターの松本省平氏らとともに渡印指導するよう要請をうけたときも，すぐこのことが関連しての派遣要請だと理解できたのである。

昨年は農業技術研究所の脇本哲氏が，シャハバードに大発生したウイルス病の問題を中心に，収穫期に各地のセンターを巡回調査されたが，今回は時期を若干早めて，あらかじめ予察をして防除の対策がたてられる稲作中期に巡回指導するよう指示された。丁度そのころ日本では夏作試験の最盛中で，あわてて準備にとりかゝつたものの結局十分な用意ができないまゝ８月１９日に同行の方々とともに出発の途についてしまつた。巡回時期は，雨季も終りに近づいたころであつたが，何しろ暑い国であり，巡回後半は疲労も加わつて，センターの方々の期待にこたえる十分な指導ができたのであろうかと反省し，大へん心苦しく思つている次第である。

本報告は，病害，虫害および生理病の指導担当者が，今回現地で十分意のはたせなかつたことの補足をふくめ，経過報告に加えて，それぞれの立場から問題点の指摘を行ない，関係者の参考となるようとりまとめを行なつた。この報告がセンターの方々の今後の事業活動推進に少しでも役立つところがあればまことに幸いである。

終りに，派遣に当り種々御高配をいただいた農林省国際協力課，農林水産技術会議，農

業技術研究所，海外技術協力事業団の関係各位，また巡回中公私ともに絶大な御協力と御支援をいたゞいた各センター理事長，各専門家の方々，インド中央・州政府関係官，在印公館，OTCA ニューデリー 事務所の各位に対し，こゝに改めて衷心より御礼申し上げる次第である。

昭和４５年１１月

農林省農事試験場　環境部

調査団長　吉　村　彰　治

I 経　緯

インドに設置されている4ケ所の農業普及センターでは，前身である模範農場時代からほとんど毎年のように各種のイネ病害虫の激発による被害をうけており，とくに44年度の雨季作においては，ビハール州シャハバード農場において，ウイルス病および白葉枯病の激甚な被害を蒙つた。

このような実情から，各センターの理事長会議において，病害虫防除に対する効果的な対策の必要性が討議され，これがセンター要望のうちの最重点事項の一つとしてとりあげられるに至つた。

また，これに呼応して，在インド大使からは，現在の農業普及センターには，病害虫関係の専門家を欠き，ことに昨年シャハバード農業普及センターに発生した病害対策の一環として派遣された農業技術研究所脇本哲博士の調査の成果と対策指導が，単に日本人専門家やインド側カウンターパートに限らず，インド本国の研究者および専門家からも大いに注目され評価が高まつていること，各センターにおいては多収穫性品種が集中的に栽培されており，近傍の在来種に比べて病害虫の発生と被害の可能性が高いこと，また前記シャハバード以外の3センターについてもこのような病害虫被害の確率が高いことなどから，今後の病害虫防除のための専門家派遣について正式申請があつた。

以上のような事情および要請にこたえるため，本年は下記4名の者がとくに発生予察も可能な作期途中において現地へ赴き，各種病害虫の発生実態と今後の動向，診断と防除の指導を行ない，わが国の技術協力事情の面目を保ち，相手国政府の信頼と評価を高める努力を行なつた。

II 派遣専門家および調査期間

団　長	吉村彰治（病　理）	農林省農事試験場環境部 病害第1研究室長（農博）
団　員	奈須壮兆（昆　虫）	農林省農業技術研究所病理 昆虫部昆虫科発生予察研究室長（農博）
団　員	吉野　実（生理病）	農林省農業技術研究所化学部 作物栄養科作物栄養第2研究室長（農博）
団　員	松本省平（病理兼渉外）	農林省熱帯農業研究センター研究員

調査期間　昭和45年8月19日～同年9月24日（35日間）

Ⅲ 経 路 図

(別 紙 参 照)

Ⅳ 行動日程

8月19日（水）	東京発　バンコック着，バンコック駐在日本人専門家と会合（1）
20日（木）	バンケン米穀局研究所訪問（2），バンコック発　ニューデリー着
21日（金）	日本大使館訪問（3）インド中央政府関係者と会談（4）
22日（土）	インド農業研究所（5）
23日（日）	休　日
24日（月）	ニューデリー発　パトナ着，ビハール州農事試験場および州防除事務所（6）スケジュール打合せ（7）
25日（火）	シヤハバード普及センターにて講習会（8）ビクラムガンジ試験地（9）
26日（水）	ブルネア　イースト試験地（10）ブルネアにて記者会見（11）
27日（木）	ジヤベイ，バワンブール試験地（12）
28日（金）	ビハール州農事試験場にて講習会（13）ビハール州政府関係者と会談（14）日本人専門家と最終討議（15）
29日（土）	パトナ発　カルカツタ着
30日（日）	休日（カルカツタ総領事館）（16）
31日（月）	カルカツタ市内情勢不おんにつき，領事館の指示により予定の行動中止
9月　1日（火）	カルカツタ発　ブバネシユワル着，中央稲研究所（17）
2日（水）	カタツク中央稲研究所
3日（木）	(悪天候のため予定の飛行機とばず，出発1日延期），中央稲研究所およびブバネシユワル大学スタツフと会合（18）
4日（金）	ブバネシユワル発　ハイデラバード着
5日（土）	AICRIP（19），ハイデラバード飛行場にてインド中央政府より派遣のDr,B,Gangulyと合流，ハイデラバード発バンガロール着スケジュール打合せ（20）。
6日（日）	マンデイア普及センター，マイソール州関係者と会合（21），マンデイア普及センター圃場調査。
7日（月）	クールグ地方調査（22），団長はクールグよりマンガロールへ
8日（火）	マンガロール地方調査，同地方関係者と会合（23） マンデイア普及センターにて講義（24）
9日（水）	マイソール州政府，バンガロール大学関係者と会談（25），バンガロール発　ボンベイ着
10日（木）	ボンベイ総領事館（26），コポリ普及センター，マハラシユトラ州関係者と会談（27），スケジュール打合せ（28）
11日（金）	ルナブラ試験地（29），カルジヤットの州農事試験場（30），ジヤンビユイリ地区調査
12日（土）	ジヤンビユイリ地区調査，カルジヤット試験場

9月13日（日）　コポリ普及センターにて報告会（31），コポリ発ボンベイ着

14日（月）　中間報告書作製（32）

15日（火）　ボンベイ発　ブルサール着，ヴイアラ普及センター（33）

16日（水）　マウナ，ナヴサリ地区調査（34）

17日（木）　チクリ，ブルサール地区調査（35）

18日（金）　バルドリ地区調査，ブルサール発　ボンベイ着

19日（土）　報告書作製，ボンベイ発　ニューデリー着

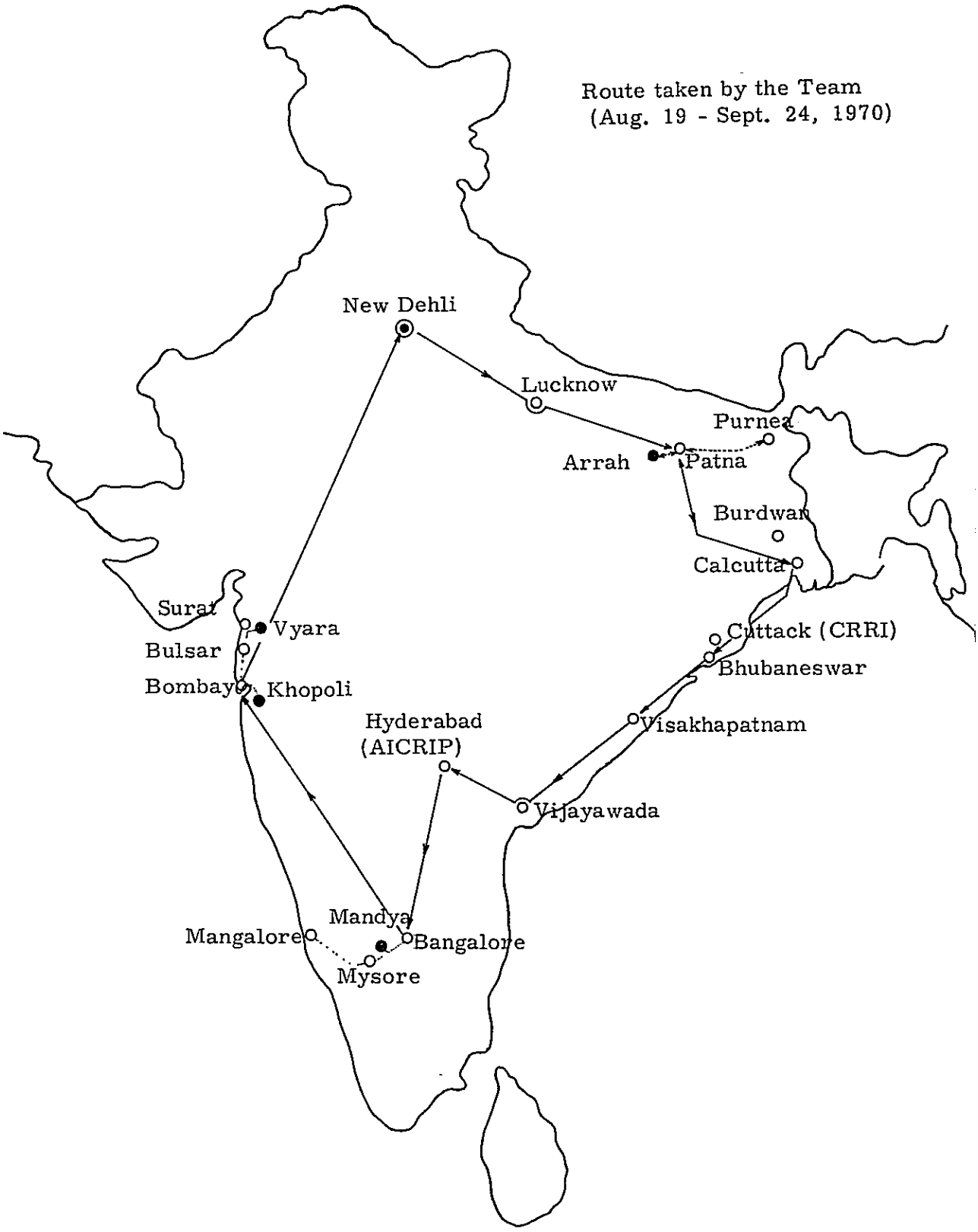
20日（日）　インド政府へ提出する報告書作製（37）

21日（月）　インド中央政府関係者と会談（38），昼食会（39），インド農業研究所にて講義（40），宇山大使と会談（41）

22日（火）　インド農業研究所（42），大使館

23日（水）　ニューデリー発

24日（木）　東京着


Route taken by the Team
(Aug. 19 - Sept. 24, 1970)
New Dehli
Lucknow
Purnea
Arrah
Patna
Burdwan
Calcutta
Surat
Vyara
Bulsar
Bombay
Khopoli
Cuttack (CRRI)
Bhubaneswar
Visakhapatnam
Hyderabad
(AICRIP)
Vijayawada
Mandya
Mangalore
Bangalore
Mysore

V 行動内容

(1) 高橋治助，松尾英俊，林健一（以上FAO専門家），藤井溥，吉目木三男，長田明夫（以上コロンボプラン），斉藤康夫，日野稔彦，井上斉，本村悟，松口竜彦，渡辺光昭（以上熱研），石沢修一（農技研）の各氏と研究情報の交換および熱帯におけるイネ病虫害の問題について討議した。

(2) バンケン研究所駐在の日本人専門家および Drs. Pracob Kanjanasoon, Piya Giatgong, Luansark Wathanakul, Tanongchit Wongsiri らと会談し，主として Orang leaf virus, yellow Orange leaf virusおよび白葉枯病に関する研究の現状について説明をうけ，討論した。

(3) 宇山厚大使，神原富比古公使，藤本芳男参事官，小坂浩蔵書記官，稲垣昇二ニューデリー事務所長に挨拶後，日程打合せ。

(4) インド食糧農業省にて，Dr. K.D. Paharia (Plant Protection Adviser, Department of Agriculture), Dr. N.C. Joshi (Assistant Systemic Mycologist, Dep. of Agr.), Dr. B. Ganguly (Plant Protection Specialist, Dep. of Agr.), Dr. H.P. Srivastava (Joint Commissioner, Dep. of Agr.), Dr. D.N. Srivastava (Assistant Director General, Indian Council of Agriculture Research), Dr. Y.P. Rao (Plant Bacteriologist, Indian Agricultural Research Institute), Dr. R.A. Mishra (Virus Pathologist, I.A.R.I.), Mr. S.I.H. Naqvi (Deputy Director - Cordination, Directorate of Extension) の各氏から，昨年大発生したLeaf yellowingの概況と本年実施中のヨコバイおよび Leaf yellowing についての大規模な定期観察調査計画の説明を聞き，あわせてわが巡回指導調査団にも，Leaf yellowingについての調査協力が要請された。小坂書記官，稲垣所長同席。

(5) インド農業研究所にて， Dr. V.V. Chenulu (Prof. I.A.R.I.), Dr. Y.P. Rao, Dr. R.A. Mishra, Dr. D.N. Srivastavaらの案内で所内を見学し，現在の研究状況を聞く。

(6) ビハール州防除事務所にて Dr. R.B.S. Birat (Plant Protection Officer, Bihar State), Mr. V.A. Kulkarni (Rice Specialist, Bihar State), Mr. S.B. Triar (Asst. Entomologist-Rice, Bihar State), Mr. Kishore Kumar (Jr. Plant Protection Officer, Patna), Mr. U.S. Sharma (Plant Protection Inspector, Patna), シヤハバード普及センター宮坂忠次理事長，千田徳夫，小笠原国雄，増田道雄各専門家とともに，ビハール州の病害虫発生状況，とくに昨年の Leaf yellowing について説明を聞く。

(7) 引き続き，Dr. Birat 宮坂所長らとビハール州における調査日程打合せ。

(8) シヤハバード普及センターにて，同地区病害虫防除関係者および普及センター職員に主要稲病害虫の判別法その他について講演。

(9) ビクラムガンジ Dhangain Dist. Farm 調査，Mr. J.N. Verma (Project Executive Officer, Bikramganj), Mr. D.P. Singh (Jr. Asst. Agronomist, Dhangain Dist. Farm), Mr. R.N. Singh (Asst. Res. Officer), Mr. A.K. Duer (Agricultural Inspector), Mr. J.P. Sharma (J.R.A., Bot. Sub. St., Dhangain, Bikramganj).

(10) Purnea にて下記の人々と調査ならびに討議した。
Mr. Jamuna Pandy (Project Executive Officer, Purnea East Block), Mr. Bhup Narain (Asst. Res. Officer-Oil seeds, Dist. Farm), Mr. Ayudhya Jha (Block Agr. Officer, Purnea East Block), Mr. J.P. Sahu (Jr. Plant Protection Officer, Purnea), Mr. A.N. Sharma (Secretary to Koshi area, Development Commisioner, Purnea), Mr. Kishore Kumar らから Purnea 地区における今季の Leaf yellowing の発生状況を聞く。

(11) Purnea Project Executive Officer らと共に Purnea Guest Houseにて Mr. A.K. Dey (Press Correspondent, Purnea) と記者会見，Dr. Birat 同席。

(12) Mr. S.D. Mishra (Project Executive Officer) の案内で Jabey Bhawanipur 地区調査。

(13) 前記(10)の出席者および農事試，病害虫防除所の職員に対し，病害虫の判別方法その他について講演。

(14) Bihar 州関係者， Mr. S.K. Chakraberti (Agr. Production Commisioner, Bihar State), Mr. R. Nath (Secretary, Agr. Production Commisioner, Bihar State), Mr. R.S. Roy (Deputy Director of Agriculture, Bihar State), Dr. R.N. Ram (Deputy Director of Headquater, Min. of Agriculture, Bihar State) と Bihar 州における病害虫発生状況と対策について会談し，中間報告書を提出した。
以上，Bihar 州における行程には， Dr. R.B.S. Birat 宮坂所長はじめ日本人専門家も同行した。

(15) Dr. Birat, 日本人専門家，青年協力隊木内志郎氏と調査結果その他につき討議した。

(16) 小林春尚総領事，山口隆二副領事，伊藤孝義理事官に挨拶，その際カルカツタ市および周辺地域の情勢不穏につき， Burdwan 行きを中止するようすすめられる。カルカツタ領事館にて青年協力隊員の与那嶺宏一，藤巻洋，大神伸男各隊員とこん談した。

(17) Central Rice Research Institute にて下記の方々に面接し，最近におけるイネ病害虫の研究，問題点とくに白葉枯病および Leaf yellowing のことについて討議した。

Dr. S. Y. Padmanabhan (Director), Dr. N.K. Chakrabarti (Mycologist), Mr. S. Devadath (Jr. Plant Pathologist), Mr. K.V.S.R.K. Row (Jr. Plant Pathologist), Mr. S.S. Jain (Research Officer), Mr. J.P. Kulasrestha (Entomologist), Dr. K.S. Murty (Plant Physiologist), Dr. S.C. Mathur (Genetist), Dr. M.J.B.K. Rao (Botanist), Dr. A.P. Misra (Prof. Jirhut College of Agr., Bihar)

(18) 天候不良のため予定された飛行機がカルカツタから飛来しなかつたので，(17)の出席者数名の訪問をうけ，再度 Leaf yellowing について討論した。

(19) All India Coordinated Rice Improvement Project（ハイデラバード）にて，Dr. S.V.S. Shastry (Project Coordinator), Dr. W.H. Freeman (Joint Coordinator), Dr. H.E. Kauffman, Dr. V.T. John, Dr. H. Sakai らとインドにおける水稲病害虫全般について討議，とくに生理障害と Leaf yellowing との関係，Tungro および白葉枯病対策について意見を交換した。

(20) Bangaloreにてマンデイア普及センターの末次勲所長，野崎倫夫，吉野昭雄，金満和昭の各専門家とマイソール州における調査および指導日程について打合せ。

(21) インド中央政府より当調査団とマイソール州調査に同行の Dr. B. Ganguly (Plant Protection Specialist, Dep. of Agr.) Mr. K.R. Bhagwad (Agronomist, Dep. of Agr., Mysore State), Mr. H.N. Kamath (Deputy Director of Agr. Mandya Dist.), Mr. H.B. Ananda (Agionomist-cum-Farm Management Specialist), Mr. M.R. Naidu (Agr. Engineer), Mr. C.C. Gowda (Farm Manager) および隣接 Bangalore University of Agriculture Sciences の Regional Research Station のメンバーと会合。

(22) Mr. H. C. Nanjaiah (Joint Director of Agr., Mysore Div.), Mr. P. U. Belliappa (Deputy Director of Agr. Mysore Dist.), Mr. N. Balakrishna (Deputy Director of Agr. Coorg Dist.) Mr. R. A. Hoskote (Asst. Plant Protection Officer, Mercara Coorg Dist.), および水稲大面積耕作者 Mr. M. N. Chittiappa (Thithimathi, South Coorg) と会合，クールグ地域の水田調査を行なう。この日団長は末次所長らとともにマンガロールへ向う。

(23) Mr. K. G. Biddappa (Deputy Director of Agr., Mangalore Dist.), Mr. N. Gangappa (Asst. Plant Protection Officer, Mangalor Dist.), Mr. U. Sooryanarana Maiya (Techinical Asst., Mangalore Dist.) らと共に Kullur 村の水稲病害虫調査を行ない，その後，カンカナデイの農事試験場を訪問，同農試の圃場を調査し，多発していた雲形病について下記の人々と討議した。

Mr. B. Tagannath, Mr. P. Bhadrayya (Research Officer, Agr. Res. Station, Kankanady, Mangalore)
また，この日 Coondapur から白葉枯病と褐色菌核病および穂枯れの標本を持参した Mr. K. Shamprakash (Asst. Agr. Officer, Coondapur, South Kanara Dist.) と会う。
以上マンガロールへは末次所長および Mr. Bhagwad が同行した。

(24) この日，奈須，吉野，松本団員はマンデイア普及センターにて，研修生に対し，虫害，生理障害，病害の判別，予察，防除法について講議した。

(25) Bangalore 大学にて，巡回調査指導についての最終報告をマイソール州関係者，Mr. C. H. Levanna (Deputy Director of Agriculture, Bangalore, Mysore State), Dr. S. R. Chandra Sekhariah (Crop Botanist, Dep. of Agr., Mysore State), Dr. Y. Chandra Skekhar (Plant Protection Officer, Dep. of Agr., Mysore State), Mr. Shri Kanthiah (Plant Pathology-Extension, Dep. of Agr., Mysore State), 大学関係者，Dr. G. Rangaswamy (Dean), Dr. H. C. Govindu (Prof. & Head of the

Div. of Plant Pathology), Dr. R.K. Hegde (Assoc. Prof., Div. of Plant Pathology), Dr. T.R. Everett (Project Specialist Plant Protection, Ford Foundation) らに説明した。このとき，州農務局長よりヘリコプター散布の現時点における効用性について質問された。

(26) ボンベイ総領事館にて，人見鉄三郎総領事，野崎光明領事，高橋勇副事に挨拶した。

(27) コポリ普及センターにてマハラシュトラ州政府関係者と病害虫問題を協議した。Mr. B.G. Bhalerao (Extension Agronomist), Mr. Khokale (Divisional Soil Cons. Officer, Kolaba Alibag.), Mr. V.M. Khaire (Rice Entomologist, Agr. Res. Sta., Karjat), Mr. V.R. Garde (Entomologist, Agr. Res. Sta., Karjat), Dr. D.G. Bhapkar (Rice Specialist, Dep. of Agr., Maharashtra), Mr. S.M. Dahat (Superintending Agr. Officer, Konkan Div., Bombay), Mr. Chachoria (Chief Plant Protection Officer, Poona), Mr. Khatdare (Deputy Director of Agr. Kolaba), Mr. Gupte (Deputy Director of Agr., Bombay), Mr. V.B. Banoor (Deputy Director of Agr., Irrigation), Mr. Purandare (Agr. Development Officer, Kolaba), Mr. M.V. Thombre (Plant Pathologist, Rice Res. Station, Lonavla), Mr. D.P. Talekar (Jr. Agronomist, Form Manager, Agr. Ext. Centre, Khopoli), Mr. Dawakar (Asst. Plant Pathologist), Mr. Handekar (Agr. Officer), Mr. M.H. Jadhav (Foreman Supervisor), Mr. M.T. Nasare (Agr. Supervisor), Mr. A.S. Kopikar (Plant Protection Officer, Dep. of Agr., Poona) らおよび佐藤静夫所長，梅野主一，原田辰政，加藤照雄各専門家から同州における病害虫防除の問題点について説明をうけ，ついで当方よりスライドおよび図表等を使用して病害虫の判別，防除，発生予察法と日本における組織体制の説明を行なつた。

(28) Mr. D.P. Talekar と日本人専門家ならびに宮本和美氏（農林省農地局），安藤弘和氏（農地開発機械公団），青年協力隊員・高橋新一郎，山本実の両氏を加えて，マハラシユトラ州の農業事情，コポリ普及センターの活動状況の説明をうけ，行動日程の打合せを行なつた。

(29) Mr. M.V. Thombre より同試験地の説明をうけ，いもち病，白葉枯病の伝染経路，薬剤防除等につき討論した。

(30) Rice Specialist, Dr. D.G. Bhapkar よりカルジヤット試験場の説明をうけ，その後，ジヤンビユイリ開発地区の白葉枯病，生理障害，ウイルス類似症の調査を行なつた。また，ウイルス類似症について，幼苗および芽出し種籾利用によるウイルス検出法を指導し，採集標本の検定試験を依頼した。

(31) コポリ普及センター日本人専門家，Farm Manager, Mr. D.P. Talekar に対し，調査結果の報告とスライドを使用した病害判別法の説明を行なつた。

(32) インド中央政府に提出する仮英文報告書の作製にとりかかる。以上，コポリ，カルジヤット，ジヤンビユイリ，ボンベイなどマハラシユトラ州の全行程に佐藤所長，梅野専門家が同行された。

(33) ヴイアラ普及センターにて Dr. B.K. Mehta (Plant Pathologist, Gujarat State, & Prof. College of Agr., Jamnagar), Mr. N.K. Vanjaria (Asst. Plant Breeder, Agr. Res. Sta., Vyara), Mr. T.B. Patel (Administrative Officer, Vyara Ext. Centre), Mr. F.N. Patel (Dist. Agr. Officer, Surat), Mr. M.H. Patel (Seed Development Officer, Surat), Mr. R.N. Patel (Plant Protection Officer, Surat), 森田潔所長，千葉守男専門家とセンター内圃場調査ならびに行動日程打合せ。

(34) マウナ，ナヴサリ郡で　Mr. B.T. Vashi (Plant Protection Officer, Navsari), Mr. C.V. Patel (Agr. Ext. Coordination Officer, Navsari), Dr. B.K. Mehta, 森田所長，千葉専門家とともに Demonst. Plot の病害虫調査と防除指導を行なう。

(35) チクリ，ブルサール郡で　Mr. S.V. Chandorikar (Dist. Development Officer, Bulsar), Mr. Majmudar (Dist. Agr Officer, Bulsar), Mr. K.M. Patel (Seed Development Officer, Bulsar), Mr. S.V. Naik (Plant Protection Officer, Bulsar), Dr. B.K. Mehta, 森田所長および千葉専門家が同行し，郡下各 Demonstration Plot における病害虫発生調査および防除指導を行なつた。

(36) 前記(33)のメンバーとともにバルドリ郡下 Demonstration Plot の調査を行なつた。

(37) 小坂書記官，稲垣事務所長らとインド中央政府提出の中間報告書を作製した。

(38) インド食糧農業省にて今回の巡回指導調査について，下記の方々に報告し，中間報告書を提出，引き続き討論を行なつた。
なお，この会合には小坂書記官および稲垣事務所長が同席された。

インド中央政府側出席者
Dr. S.N. Banerjee (Plant Protection Adviser, Dep. of Agr.),
Dr. N.C. Joshi, Dr. B. Ganguly, Dr. D.N. Srivastava, Dr. Y.P. Rao, Dr. R.A. Mishra, Mr. S.I.H. Naqvi

Table 1. Relative Severity and Abundance of Major Rice Diseases and Insects

Name of Diseases and Pests	Bihar 24-29/Aug. 1	Mysore 5-9/Sept. 2	Maharashtra 10-14/Sept. 3	Gujarat 15-18/Sept. 4
Parasitic Diseases				
Bacterial Diseases	Kresek phase			
Bacterial Leaf Blight *(X. oryzae)*	++ (Vikramganj, Shahabad)	+	++++ (Jambrivri, Karjat)	+ (Bardoli, Surat)
Bacterial Leaf Streak *(X. translucens var. oryzae)*	+			
Fungal Diseases				
Blast *(Pyricularia oryzae)*	+	+++ (Coorg)		
False Blast *(Alternaria oryzae, Epicoccum neglectum, Cladosporium herbarum etc.)*		+		+
Rhynchosporium Blight (Leaf Scald) *(Fusarium nivale)*		+++ (Mangalore & Coorg)	+	+
Helminthosporium Liaf Spot *(Cochliobolus miyabeanus)*	+	+	+	+
Cercospora Leaf Spot *(Sphaerulina oryzina)*		±	±	+
Leaf Smut *(Entyloma oryzae)*			+	
Sooty Mold *(Neocapnodium tanakae, etc)*			+	
Sheath Blight *(Pellicularia sasakii)*	+	+	+	+
Sheath Rot *(Acrocylindrium oryzae)*	+	Summer paddy ++ (Mandya)	+	+
Sheath Net Blotch *(Cylindrocladium scoparium)*			+	
Stem Rot *(Helminthosporium sigmoideum)*		+	+	+
Brown Sclerotium Disease *(Sclerotium oryzae-sativae)*	±	±	±	+
False Smut *(Ustilaginoidea virens)*		+	+	+
Panicle Browning* (including Glume Blight)	+	++	++	++

Name of Diseases and Pests	Bihar 24-29/Aug.	Mysore 5-9/Sept.	Maharashtra 10-14/Sept.	Gujarat 15-18/Sept.
Parasitic Diseases				
Virus Disease				
Leaf Yellowing			+?	
Mycoplasma Disease				
Yellow Dwarf		+ (Ratoon)		
Nematode				
White Tip *(Aphelenchoides besseyi)*		+		+
Insect Pests				
Gally Fly *(Pachydiplosis oryzae)*	+	+		
Stem Borers				
(Tryporyza incertulas)	+	+	+	+
(Chilo partellus)			+	
Small Caseworm *(Nymphula vitaris)*				+
Paddy Skipper *(Parnara guttata)*				+
Leaf Roller *(Cnaphalocrosis medinalis)*		+	+	+
Leaf Hoppers				
(Nephotettix apicalis)	+	+	+	+
(N. impicticeps)	+	+	+	+
(Inazuma dorsalis)	±	±	+	
(Tetigella spectra)	+	+	+	
Plant Hoppers				
(Sogatella furcifera)			+++	+
(Nilaparvata lugens)			+	
Thrips *(Chloethrips oryzae)*	+	+		
Blue Leaf Beetle *(Leptispa pygmoea)*				++

Name of Diseases and Pests	Bihar 24-29/Aug.	Mysore 5-9/Sept.	Maharashtra 10-14/Sept.	Gujarat 15-18/Sept.
Physiological Diseases				
Nitrogen-Deficiency	+++	++	++	++
Phosphorus-Deficiency	++ (Purnea)		+	
Iron-Deficiency	++	++	++	++
Zinc-Deficiency	++ (Patna & Vikramganj)	+++ (Mandya)		+ (Upland rice)
Magnesium-Deficiency			++ (Jambrivri)	
Salt-Injury (Na^+ toxicity)		+++ (Mandya)		
H_2S-Toxicity		+ (Mandya)		

Remarks: ± ; Slight, + ; Scarce, ++ ; Moderate, +++ ; Severe, ++++ ; Very Severe
* ; More than 20 species are recorded as causal organisms.

(39) アショカホテルにて大使館との共催昼食会，神原公使が出席されご挨拶された。出席者３８）に同じ。

(40) Dr. D. N. Srivastava, Dr. Y. P. Rao, Dr. R. A. Mishra, Dr. H. E. Kauffman ら出席のものに，インド農業研究所関係者にイネ白葉枯病，ウイルス病とくに Leaf Yellowing について講演し意見を述べた。

(41) 宇山大使に今回の調査結果を報告し，今後の病害虫防除対策，問題について意見を述べた。

(42) Dr. S. Pradhan (Entomologist, in charge of Entomology Div., I. A. R. I.), Dr. S. K. Bhatia, Dr. J. C. Pant らと虫害の問題について意見を交換した。

Ⅵ 病害虫の発生概況

４カ所の農業普及センターとその周辺地域におけるイネ病害虫および生理障害の発生状況は下記の第１表のとおりである。たゞし，この表は，われわれ調査団が訪れた場所，その時期における当該病害虫等の発生程度を示したものであり，これがそのまゝ今季 Kharif 作またはその地域全般の発生程度を示すものではない。なお，調査時のイネの生育相は場所・品種等によつて若干異なるが，おおむね幼穂形成期～出穂直後の時期にあつた。

第１表　　（別　紙）

〔発生の概要〕

表でわかるように，各センターおよびその周辺地域における今季 Kharif 作での病害虫等の発生は一般に非常に少なく，イネの生育もきわめて順調のように観察された。たゞ，マハラシュトラ州コラバ地区ジャンビュイリ村では，白葉枯病，セジロウンカ，マグネシウム欠乏症が，またマイソール州クールグおよびマンガロール地区ではいもち病，雲形病が，ビハール州ブルネア地区では燐酸欠乏症，マイソール州マンデイア地区では燐酸欠乏症のほかに塩害がそれぞれ発生し，局部的にはかなり深刻な被害が与えていた。なお各地とも新品種「Padma」に多発していたが，"穂枯れ"も相当な被害を与えているように観察されたほか，窒素欠乏症のイネも多く認められた。

以上が今回巡回調査した各地での病害虫および生理障害の発生概況であるが，本調査団が巡回前にインド中央政府からとくに注意して調査するよう要望された Leaf

Yellowing については，わずかにマハラシュトラ州の一部で，あるいはこれではないかと思われる水田１枚に遭遇したが，その後こゝの標本について検定した結果ではウイルス病ではないらしいので，遂に巡回調査中は発見することができなかつた。

Leaf Yellowing は Tungro（ウイルス病の１種）と同一のものとする報告があるが，インドでは，実際には，Tungro のほかに亜鉛欠乏症，燐酸欠乏症，マグネシウム欠乏症，タイワンツマグロヨコバイ *Nephotettix impcticeps*），クロスジツマグロヨコバイ（*N. apicalis*），セジロウンカ（*Sogatella furcifera*）による吸汁害，そしてときには窒素欠乏症や燐酸欠乏症，白葉枯病，雲形病の被害までも包含されている形跡があり，こゝはまず Leaf Yellowing の症状を分類し，症状別にその原因を明らかにする必要があると思われた。

Ⅱ おもな病害虫，生理病に対する技術上の問題点とその対策

1 病　害

インドにおける稲作病害の発生相は，以前は，ごま葉枯病（*Cochliobolus miyabeanus*），すじ葉枯病（*Sphaerulina oryzina*），いもち病（*Pyricularia oryzae* などが在氷来種に発生し，これらが実害のあるものとして重要視されてた。しかし，集約農業地区計画（ＩADP，1960～'68）の実施以後，とくに多収性の改良品種が導入され，施肥水準が高まつてからは，病害の発生相が大きく変動した。すなわち，従来どちらかといえば，やせたイネに発生していたごま葉枯病やすじ葉枯病にかわつて，肥料のきいた出来のよいイネに発生しやすい白葉枯病（*Xanthomonas oryzae*），いもち病，ウイルス病類，紋枯病（*Pellioularia sasakii*），穂枯れの被害が目立つようになつた。とくに白葉枯病は１９６３年ごろからインド各地で大発生し，その後感受性の高い短稈多けつ，耐肥性の強い多収品種 Taichung Native I が導入され，また全印共同稲作改良計画（ＡＩＣＲＩＰ）でＩＲ－８（１９６５年導入）が普及奨励されるに及んで被害の激化に拍車をかけたようである。そして最近ではカタックの中央稲研究所（ＣＲＲＩ）で育成した Padma を奨励に移しているが，米質はよいものの白葉枯病，雲形病のほか紋枯病（*Phoma glumarum*）をはじめ，いわゆる"穂枯れ"に特異的に弱く，また昨年大発生した Tungroには，同じ新品種 Jaya よりも弱い。したがつてインド稲作のこゝ当分は品種的にみて病害感受性が高く，作付拡大には適切な防除処置が必要である。

以下，今回巡回調査中に発生を認めた病害のうち,今後問題となると思われる病害をとりあげ，その対策等を述べると次のとおりである。

(1) 白葉枯病（*Xanthomonas oryzae*）

普及センターの技術情況報告書で白葉枯病問題が記載されない年はないといつてよいほど，毎年大なり小なりの発生被害をうけている病害である。今季の Kharif 作では，マハラシュトラ州コラバ地区カルジャット付近で多発田を目撃したが，近くのコボリ普及センターおよび例年発生の多いビハール州シャハバードおよびグジャラート州ヴィアラの各普及センターとその周辺の発病は，われわれの調査した範囲では非常に少なかつた。少発の原因の解明も重要と考え，ビハール州提出の気象表を検討したが，資料が十分でなく関連をもとめることができなかつたので，データの完全なコボリ普及センターの気象図によつて，平年値との比較検討を行なつたところ，少発の原因はおそらく，例年発生しはじめる8月の気温と日照がとくに低くかつ少ないこと，有効感染期と目される6月末（苗代後期）および稲体上での増殖期と思われる7月中・下旬（分けつ期）の雨量が少なかつたことが，今年や，少発の原因であろうと推察された。（この推察の当否および気象経果が異なつたであろうビハール州シャハバード，グジャラート州ヴィアラ地区における解析は，手許にデータがないので，将来の参考に資するため，現地で検討していたゞければ幸いである）。

なお，白葉枯病の発生は作付品種との関係が密接で，インドでは過去BR－34にはじまり，その後 Taichung native 1，IR－8そして Padma といずれも普及奨励の中心的品種が白葉枯病に対して感受性が高い。しかも今後の計画として，AICRIPではIR－20，IR－22の導入を，CRRI では Bala, Vijaya, Ratna などの品質・粒型，食味良好な新品種の奨励を計画しているようであるが，いずれも白葉枯病に対し感受性である点において，こゝ当分の間白葉枯病の多発生はやむべくもなく続きそうである。目下，白葉枯病には特効的とも思われる防除剤，TF－130（Celdion－S，タケダ薬工製品）が開発され，その現地適用性がわが国のみならず，インド各普及センターのほかIARI，CRRI およびAICR1P でも検討されている。今回巡回指導中も各センターで試験中であつたが全般的に前述のとおり白葉枯病が少発のため試験が思うにまかせず，御苦労が多いようであつた。できれば，次期作において再度検討していたゞくよう切望したい。

たゞ，このような薬剤が開発されたとしても，非常に気になるのはインドの農村の現状からいつて，たとえＴＦ－１３０の効果が抜群であるにせよ，実際の適用散布は州からの補助金支出がない限り，本田期の散布は実現性に乏しく，種籾処理か苗代での散布（Kresek　症発生防止のための処置）が限度ではないかと思われたことである。色々な角度から考えてもやはりインドにおける白葉枯病の防除対策の中心は抵抗性品種の利用におくべきで，多発地であるシヤハバード，コボリおよびヴイアラ普及センターでは，普及展示圃，センター内の品種特性検定試験も，このことにかなりの Weight をおいて実施したがよいと思われる。しかし，品種の抵抗性に関しては，現状は jaya がやゝ抵抗的である（コボリ普及センター）ことが指摘されているにとゞまり，このほかに実用に供しうる抵抗性品種が少ないのも非常に問題である。CRRI，AICRIPおよびフイリピンの IRRI なども抵抗性品種の育種には力を入れているが，なかなか良い品種がでてこない。これは，インドの白葉枯病々原細菌の系統が，その病原力において世界最強であること，したがつて交配母本の検索が困難であることに原因があるが，折角努力中であり今後早急に多数の優良抵抗性品種が育成されるのを期待したい。

そこで，現在打つべき対策は何かということになるが，従来からもいわれていたことであるが，水銀剤で種籾消毒を行ない，苗代の設置場所を排水良好なところに選び，播種後１０日おきに３～４回，ストレプトサイクリン剤の５００倍液かＴＦ－１３０（Celdion－S）剤の1,０００倍液を，落水して苗床面を露出させた状態で徹底的に散布することである。何しろ自然条件の激しいインドのことであるから，本田期で色々とやれといつても実施困難であるし，第一，効果も労力の割にあげにくいと考えられる。現状では苗代感染に起因する KreseK症の発生防止に専念し，あとは本田での追肥抑制，早期落水防止で調整する以外方法はない。

以下，問題点の指摘，対策などでぬけたところがあるので，問答型式で補足することにする。

〔問－１〕　１毛作地帯における病原細菌の伝染源は何か。すなわち，野生稲も根こそぎ枯死し，土壌がコンクリートのように固まるほどの乾季を経過して，つぎの雨期に作られる１毛作のイネに白葉枯病の病原細菌がどこからどうしてつくのか。(コボリ)

〔答〕　白葉枯病の病原細菌の残存形態には，増殖または静止型残存と乾燥型生存とがある。乾燥形態では菌は長期間生存することが知られ，乾燥には強い。またサヤタカグ

サや野生稲では，その根圏において増殖ならびに静止状態で生存し，最近の研究では寄主植物以外の雑草の根でも相当期間静止的に生存していることが判明している。これらのことを考慮して判断すれば，1毛作のイネへの伝染は，乾燥した罹病葉は次の雨期まで乾燥形態で生存し，雨期に入って野生稲や雑草が発芽して根を伸長すれば菌は直ちにそれらの根圏に接しよくして共生関係を結び，その後播種されるイネへうつるといつた経路をたどることになる。

〔問－2〕 種籾の温湯消毒の効果について疑問をもつ向きが多いが，どうであろうか。（コボリ）

〔答〕白葉枯病の病原細菌の温湯による死滅温度は52℃10分である。前作の罹病イネからの伝染の Weight が非常に大きいインドでは，種籾に付着し侵入している病原細菌の第1次伝染源的価値は正直いつて低い。しかし，全体としての伝染源菌量抑圧の部分効果はあるものとみてよい。なお，温湯消毒の場合は，種籾に付着しあるいは籾の内外頴組織内の病原細菌を死滅させるだけであるが，水銀剤による種籾消毒はその効果のほかに，有機水銀の吸収によつて播種後数日は外部からの病原細菌をよせつけない効果もあると推定できるので温湯消毒よりは有利であろう。

〔問－3〕 Kresek 症というのがあるのを初めて知つた。どんな伝染機構で発生するのか。その対策は如何。（シヤハバード）田植え2～3週間後の若いイネにおいて，

〔答〕田植え2～3週間後の若いイネにおいて，展開葉が急に巻葉して脱水症状を起し，分けつが枯れこの萎凋症が発生する。これがいわゆるKresek症である。メイ虫の心枯れ茎，根腐れによる生育不良に非常に類似し，発生の時期も同じで見間違えることが多い。巻葉した葉の表面には病原であるバクテリアの粘塊が葉縁に滲泌していることがあり，これが診断上の標徴となる。原因は苗代で感染をうけた苗が，潜伏状態のまゝ本田に植えつけられ，その後病原細菌が増殖して若い分けつの導管を閉塞するために，このような萎凋症状を呈する。人為的には苗の先端を剪除して噴霧接種したり，苗を浸漬接種（菌液に苗をつける，24～48時間）して植えつけると，約3週間後に同様の症状を再現させることができる。防止対策としては，畑苗代で育苗するか，苗代期間中数回薬剤散布する（前述）よりほか方法がない。

〔問－4〕 簡単に病原細菌を準備し接種することはできないか。（コボリ）

発病田から新鮮な罹病葉を採集し，病斑部分を切りとるか，あるいはそのまゝ長さ約5ミリに細切し，水道水中で手でもみ出せば結構噴霧接種や針接種に使用でき

る菌液が得られる。噴霧接種の場合は，もみ出し液を二重ガーゼで濾過して用いるとよい。

〔問－5〕 例年抵抗性"弱"の Taichung native 1とＩＲ－8が，今季 Kharif 作において抵抗性"やや強"と判定されるような結果を得た。これはどう説明すればよいのか。（コボリ）

〔答〕発病株率，茎率，葉率ともに同じ傾向で，熟期のちがいによる回避が関係したのでもないようである。例年弱品種と判定されるＴＫ－２５やＥＫ－７０が今季 Kharif 作でも同じく弱いのに前記２品種だけがやゝ強の反応をました理由はちょっと判断に苦しむ。抵抗性の逆転が起きたのだとすれば，病原性（病原力でない）の変つた系統の病原細菌が発病に関与したことになるが，いままでにこのような研究調査例はない。今季の発生が少なかつたこと，葉位による抵抗性のちがい，８月の低温などの影響も考えられ，今しばらく経過をみてからでないと判断できない。（タイでＩＲ－8が強い反応を呈するという接種試験例はあるが，その場合も Taichung native 1は弱の反応を呈している）。

〔問－6〕 Dipping による簡易診断法がうまくいかない。（スウラト）

〔答〕検査しようとする葉を１枚切つたのでは，病原細菌が溢泌してくる確率が低いので，１０～１５枚位採集して束ねてひもで結び，カミソリの刃で切断した切口を，水を入れた試験管の中に突込めば多量に病原細菌が溢出してくるのでかなり明瞭にかつ精度を高めて診断することができる。

〔問－7〕 ファージ法による白葉枯病の発生予察を州側では実際に検討してみたい意向のようであるがどうか。（コボリ）

〔答〕諸般の事情（施設・器具および病虫専門家の不在）から，今これをインドで行なうには無理があると考えるので，しばらく様子をみてからにしたい。

〔問－8〕 インドには白葉枯病病原細菌の寄主雑草があるか。（シヤハバード）

〔答〕よくわからないが，日本で知られているサヤタカグサ（ *Lessrsia oryzoides* ）に似た *Leersia* 属の雑草がインドの水田地帯の溝に自生している。多分，*Leersia hexandra* だと思うがわからない。今回の調査でも各所でみかけたので発病の有無を調べたが，発病葉をみつけることができなかつた。野生稲の方がかなり自然発病しているので，むしろこの方が厄介な伝染源だと思われる。

(2) いもち病（ *Pyricularia oryzae* ）

いもち病は，今回の巡回調査では，マイソール州マンデイヤ普及センター農場の一部と同州クールグ地区で葉いもちの激発田を数カ所観察した。この地方は標高約1,000米で天水を利用しているため，稲作は6月の降雨期をまつて始め，気温のさがる10月末に収穫している。丁度雨期に当り，標高も高いので，気温，日照の点からも、いもち病の発病には好適な気象条件下にある。またこの付近はコーヒー園が多く，傾斜地に作られた段状水田には，コーヒー園からの肥料の流入があつて発病を助長し，朝露のきれ上りがおそいなどいもち病の発生環境を具備している。同地方には比較的大規模経営の農家もあり薬剤散布も積極的に行なつているが，苗代期の防除を欠くなど，必ずしも適期に散布されているとはいえず，期待された効果をあげていない。また作付品種も抵抗性についての吟味が不十分で，被害を一層大きくしているのではないかと思われた。マハラシュトラ，マイソール，ケララ州のアラビヤ海に面する西ゴーツ山地は，気象的に高湿温暖で，谷間の水田も多く，いもち病の多発地帯であると考えられる。こんごこれらの地帯を対象に薬剤防除適期決定試験，レース分布調査，抵抗性品種の育種を行なう必要があると思われた。

(3) 雲形病（褐色葉枯病と改名， *Fusarium nivale* ）

マイソール州クールグ，マンガロールおよび南カナラ地区では，Padma, manila, Hamsa，IR－8といつた多収性の新品種に雲形病が多発しているのが目立つた。雲形病が多発すると，葉身だけでなく葉鞘にも病斑があらわれ、下葉の枯れ上りを助長していちゞるしく稔実をさまたげる。甚しいときは，稲株全体が白く枯れ上るので，白葉枯病と間違えることがある。雲形病の病原菌の学名は，これまで *Rhynchosporium oryzae* Hashioka et yokogi とされていたが，最近日本で病原菌についての研究が進み，農技研富永氏は，本病の病原菌は *Fusarium nivale* と同一のものと判定した。*Fusarium nivale* の完全時代は古くから *Calonectora nivale* とされたが，同氏は *Phragmosperma* 属や *Calonectora* 属よりもMicronectriella 属を採用したがよいと提唱している。したがつて，雲形病（Leaf Scald of Rice）という名称も病原菌が *Rhynchosporium* であるとしたことからきているので，病徴はその名のとおりではあるが，こんご場合によつては名称が変更されるかもしれない。（1970年11月21日，褐色葉枯病と改名された）たゞし，この病害は日本では Minor Disease

であり，防除その他についての実用的資料がまつたくない。本病の対策については，インドにおいて独自の研究が進められることを望みたい。

(4) 穂枯れ（Panicle Browning, Panicle Blight）

"穂枯れ"という呼称は，いもち病菌（*Pyricularia oryzae*）やごま葉枯病菌（*Cochliobolus miyabeanus*）が穂の各部分を侵した場合をはじめ，籾枯病菌（*Phoma glumarum*）すじ葉枯病菌（*Sphaerulina oryzae*）雲形病菌（*Fusarium nivale*）など，後掲した第2表に示す多数の菌が寄生あるいは腐生的に穂を侵した場合の総称である。

したがつて，本来いもち病として明らかに区別すべきものまでも含めている。日本では，地方により，環境条件によつて関与しているおもな菌が異なることが報告されている。今回われわれが調査した範囲では，Summer 作の刈りのこしイネの穂がいわゆる"穂枯れ"になつているのを散見した。しかし，これとは別にわれわれの注意をひいたのは，新品種 Padma における籾の褐変であつた。これはマンディヤ普及センターの Advise Rept.No. 1 に報告されている変色籾に相当する。四国農試大畑氏によれば，これら変色籾から主として雲形病菌（Ropt Nigrospora sp. では *Rhynchosporium oryzae* としているが，前項参照），*Nigrospora sp.* および Phoma glumarum を分離している。この Padma の変色籾はマイソール州クールグ，南カナラ，マンガロール地区，マハランユトラ州コラバ地区，グジャラート州ヴイアラ，スウラト，バルサール地区などかなり多くの場所で認められ，品種的な特性ではないかと思われたが，昨年はＩＲ－８にも多発したとのことで，判然としない。

Table 2 Causal organisms isolated from various part of rice panicle. (1969, Tominaga)

Causal organisms	Spikelet	Axis, branch, base of panicle (including uppermost internode)
Alternalia sp.	+++	++++++++++
A. oryzae	++	++
Ascochyta sp	+	+
Aspergillus sp.	++	+
Brachysporium sp.=Curvularia sp.	++	+
B. oryzae=Curvularia lunata	++	++
Cercospora oryzae	++	+++
Cephalosporium sp.	+	
Choanephora cucurbitarum	+	
Cladosporium sp.	+	++++
C. cladosporioides	+	+
C. harbarum	+	
Curvularia sp.		++
C. lunata	+	+
Epicoccum sp.		+++
E. hyalopes=Nigrospora sphaerica	++	+
E. neglectum	+	
Helicoma echinesporium	+	
Helminthosporium sp.	+	+
H. oryzae	++++	+++++++++++
H. sigmoideum		+++
Hendersonia sp.	+	
Hormodendrum sp.=Cladosporium sp.		++++
Fusarium sp.	++++	++++++++
F. graminearum	++	+
F. moniliforme	+++	
F. nivale (Rhyncho. Blight Fungus)	++	++
Leptosphaeria sp.	+	
Macrosporium sp.=Alternalia sp.	+	
Nigrospora sp.	+	++
N. oryzae	+	+
Penicillium sp.	+	++
Pestalotia sp.		+
P. oryzae	+	
Phoma sp	++	+
P. grumarum	+	
Phylosticta sp.=Phoma sp.	++	
Pyrenochaeta sp.	++	
Pyricularia oryzae	++	++
Rhizopus sp.		+
Rhynchosporium oryzae=Fusarium nivale	++	++

Causal organisms	Spiklet	Axis, branch, base of panicle (including uppermost internode)
Sphaerulina sp.	+	
Trichosporium sp.	+	
Bacteria	+	++

Remark: Number of plus are shown the frequency of isolations.

ただ前記Advise Reptの変色枡4型のうち，Dark brown 型のものには葉鞘腐敗病菌（*Acrocylindrium oryzae*）が関連していることを指摘しておきたい。この病害も対策がなく，今後の研究課題である。

(5) 稻こおじ病（*Ustilaginoidea virens*）

稻こおじ病は別名豊年病と呼ばれ，豊作型の年に比較的多発するといわれている。しかし，実際は出穂直前～直後にかけて雨がふり続いたときに発生する。小野ら（1956）の調査によれば，病粒が1穂に1コ発生すれば，その穂の不稔歩合は3.5～5%増加することを報告しているので，マハラシュトラ州やマイソール州のアラビヤ海に面する多雨地方ではなんらかの対策が必要かもしれない。この病気には銅剤の出穂前散布が有効で，出穂後に散布したのではまったく効果がないことが知られている。要は，出穂後多発するかどうかを穂ばらみ期までに予察することにあるが，今のところ提供できる発生予察技術はない。

(6) その他の病害

以上のほか，紋枯病（*Pelliularia sasakii*），小粒菌核病（*Helminthosporium sigmoideum*），葉鞘網斑病（*Cylindrocladium scoparium*），褐色菌核病（*Sclerotium oryzae-sativa*）の発生を認めたが，今回の調査では大した被害を認めなかつた。なお，今回各地で葉鞘褐斑病（*Pyrenochaeta sp*）と思われるものを認めたことを付記する。

(7) 病害防除上の諸問題と発生予察

インドにおける各農業普及センターでは，かつての模範農場時代の日本式稻作技術の展示方式から，その技術の現地適応性を検討し改良しながら，直接周辺の農家に対してそれを浸透させる普及方式に切り換え，昭和43年から，それぞれの特色をもちながらインド農業の発展のために献身的な努力を続けている。たゞ，これら各センターの掲げる新技術の内容は，見方に相違はあろうが，①日本式農機具利用による耕耘，刈入，脱穀調整作業の機械化②新品種の導入③栽植密度の増加④施肥基準の向上と合理化の4つが大きな柱となつているようである。ところが，これを病害発生の面からみると，農機具の件を除けば，他の3項目は，導入の方向如何では，病害多発の方向とまつたく一致する。

これまでも述べたように，目下普及奨励中の新品種は，多収と品質に重点がおか

れ，これらの品種はインドの主要な水稲病害である白葉枯病，いもち病，ウイルス病に対しほとんど感受性である。また，栽植本数や栽植密度の増加，施肥水準の向上も，下手をすれば窒素過多，過繁茂を招き，病害発生の誘因となりかねない。

これまで毎年，大なり小なり病害虫が発生してセンターの技術普及を阻害した遠因はまさにこゝにあるのである。

さりとて，施肥の水準，栽植密度を下げることはできないから，病害対策の今後の大きな方向は，当然，抵抗性品種の利用，病害発生の早期発見，発生予察を根拠とする適期にして徹底的な効率的かつ省力的な薬剤防除ということになる。薬剤防除のもつ副次的影響については，日本においてとくに問題となつているが，インドとて将来のことを見通して，そのあり方を十分注意すべきであろう。

このような観点から，おもな病害に対して問題点を指摘すると次のようになる。

第3表　インド稲作病害の技術的問題点

病害名	菌の系統等	抵抗性品種の育種	薬剤防除	発生予察法
白葉枯病	調査不十分	なし	TF-130試験中	未着手
いもち病	同上	圃場抵抗性について検討なし	多数の有効防除剤あり	未着手
ウイルス病	ウイルスの種類調査不十分	なし	媒介昆虫に対する駆除剤あり	未着手

第3表に示したように，インドでは技術的未解決または未着手の問題が多く，今後センターでの普及活動とともに，これら問題点の中から地域的にみてやらねばならぬ問題点を選抜し，センター内圃場で併行的に試験を行なう努力も必要である。こうして得られた成果は，たゞちに普及活動にはねかえり，事態を円滑化するであろう。

たゞし，今のセンターの人容では，手不足であり，専門も異なるので，こゝは病害虫の専門家を配置してこれに協力従事させることが緊急の要件である。

2. 虫　害

(1) サンカメイガ（ *Tryporyza incertulas* ）

本種はインドの稲作害虫として発生が多く，これまでインド各地の試験研究機関から数多くの報告がなされている。一方，日印農業普及センターで，旧模範農場の時代を含めて，このサンメイガの発生になやまされたのは，アンデラプラディッシュ州バパトラとマハラシュトラ州コポリの農場であった。バパトラ農場では１９６６年から３年間，このサンカメイガの発生消長を予察灯によって調べ，Kharif 作と Rabi 作における本種の生態の一部も調査して，防除対策の端緒を開いた。

その経過の詳細は第７次巡回指導班報告書に掲載してあるが，残念ながら有効な防除対策を樹立するに至らず閉鎖された。一方，コポリの農場（当時）では，１９６８年，マハラシュトラ州Kolaba 地区とThana 地区の一部に発生したサンカメイガの防除に，州農業局（ Poona ）と農事試験場（ Karjat ）とが協力して対策に乗り出し，同時に農場にもこの年から予察灯を設置して発生消長の調査を開始した。これが現センターに引きつがれて今日に至っている。この間，コポリ周辺の各地区では，サンカメイガの発生が続いたこともあって，センターで連続的に調査していた予察灯の成績が，この害虫の予察基礎資料として，州当局の注目するところとなったようである。

Fig. 1 Seasonal prevalence of the appearance of rice yellow stem borer moth on Kharif paddy in Khopoli District, Maharashtra (1968-'70).

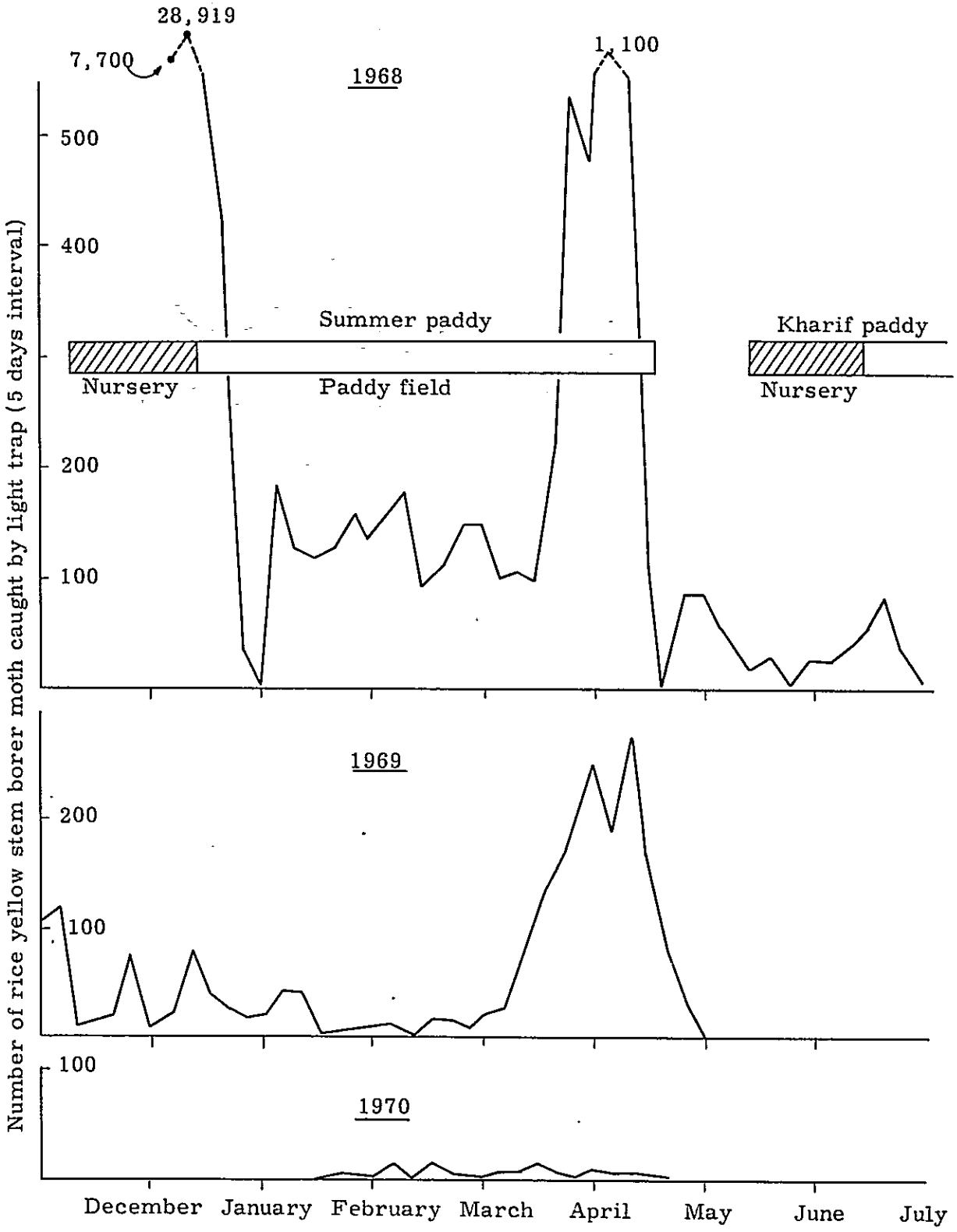
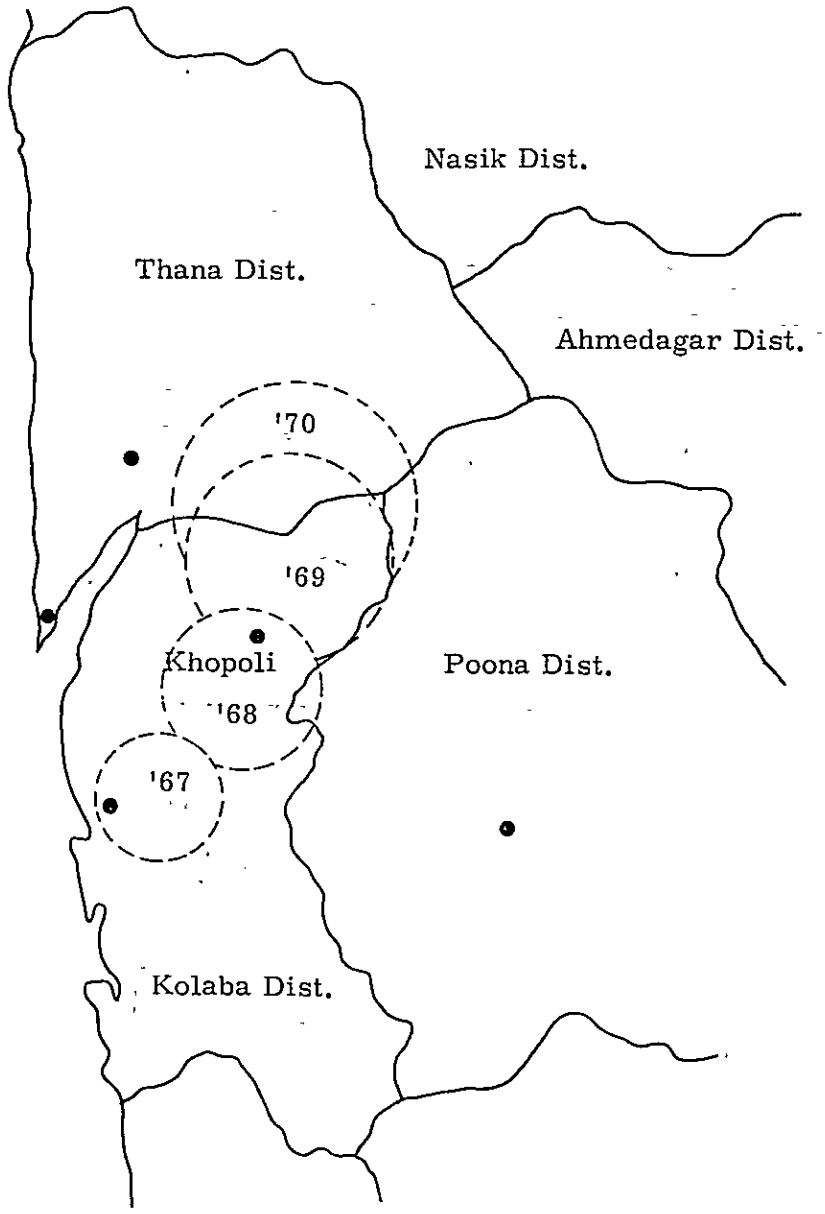


Fig. 2 Yearly migration of occurrence area damaged by rice yellow stem borer on Kharif paddy in Kolaba Dist., Maharashtra (presumed map).



------ : Area of severely occured

○ コボリ普及センターおよびその周辺におけるサンカメイガの発生消長

第　1　図

第　2　図

第1図に示すように，コボリ普及センターにおけるサンカメイガの発生は，１９６８年を頂点に激しく，本年（１９７０年）は急激に少なくなっている。この年次的変動を，コボリ地区だけに限ってみると，第２図のようである。すなわち，マハラシュトラ州の水田地帯全体からみると，１９６８年にコボリ地区だけに突発したのではなく，前年（1967年）あるいは前々年に大発生の徴候が他の地区ですでにあった模様である。州当局はこのような大発生とその地区を事前に予察する必要を感じ，またセンターにおいてもこの発生予察の問題が論議されはじめたのは当然の成り行きであろう。このような発生予察に関する諸問題については，第７次巡回指導班報告書（１９６８）に記述した。

さて，このマハラシュトラ州のサンカメイガ発生の地域的変動について，聞き取りで正確度は低いが，おおよその経過をまとめてみると次のとおりである。

１９６７年，Kolaba 地区，Mahngaon地区では８～９月に3,０００エーカーに大発生し，被害莖率７０～８０％に達したという。またこの年の発生面積は１３万エーカーに達し，その地帯は５０％の減収となった。翌年（１９６８年）の１月にはコボリとカルジャットを中心に大量の蛾が発生し，１夜の誘殺数が最高１2,８４２頭に達する日もあった。このため，苗代１m平方に１００個に達する卵塊が産みつけられる激発状態となった。しかし，前年の１９６７年に発生した上記の Mahngaon 地区では，この年（１９６８年）はそれほど発生が多くなく，夏作とモンスーン作に少し発生した程度であったという。このことはサンカメイガ大発生の中心地が移動していることを示すものと考えられる。

次の年１９６９年はモンスーン作での発生は，センターでの誘殺数からみるとそれほど多いとは思えないが，しかし，この年（1969年）にセンターが改良稲作技術普及のために指導している村落での収量調査結果をみると，サンカメイガの被害が大きくでている。

１９６９年カリフ作　（６月～１０月）

村　落（サンカメイガ発生程度）		改良法	慣行法
シドウリー チンチョウリ村（多）	籾収量	2,420 K.	972 K.
	粗利益	924 Rs.	419 Rs.

村　落（サンカメイガ発生程度）		改　良　法	慣　行　法
ジャンビュイリ村	籾　収　量	1,152 K.	432 K.
（少）	粗　利　益	60 Rs.	37 Rs.

（エーカー当り収量・収益）

上記の表に示されるように，サンカメイガの多発したジャンビュイリ村は，被害のほとんどなかったシドウリーチンチョウリ村の収量の約半分，粗利益は 1/10 程度となり，激しい減収を来している。この年は，このように小地区に多発したが，全体としては，小発生の年であったようである。

次に，本年（１９７０年）は，発生が Kolaba 地区から Thana 地区へ拡大し，全体としては極端な発生地はなく，州全域の水田地帯へ発生が拡大したという。

一つの地区（District）が日本の一県ほどの広さをもつインドでは，マハラシュトラ州一州だけでもサンカメイガの発生を正確に把握することがむつかしい。しかし，この３年間の Kolaba，Thana 両地区のサンカメイガの発生について追跡してみると，明らかに大発生地域が移動している。これは日本のニカメイガにも例のあることである。

マハラシュトラ州では，このサンカメイガの発生量と発生地域を予察するために，現在コポリのセンターで続けられている予察灯による調査をさらに多くの地点で実施する意向があるようである。しかし，発生予察のための必要な調査は，予察灯だけではなくて，まだこのほかにも数多くあり，コポリのセンターではこれらの中から実施可能な次の事項を取り上げて，調査に着手すべきであろう。

○ 発生予察のための調査（於マハラシュトラ州コポリセンター）

サンカメイガ発生予察のための調査は，次のように大別できる。

(i) コポリ地区の水田（Khalif作と夏作）におけるサンカメイガの発生消長調査

(ii) マハラシュトラ州の水田地帯における広域巡回調査

(i)の発生消長調査では，水田におけるサンカメイガの季節的発生消長を明らかにし，これによって予察のための調査のポイントを見つけ出し，これを(ii)の広域巡回調査に移すことができれば，発生予察調査はほゞその目的を達することができる。しかし，広域巡回調査には，そのための州の組織と機動力とが必要である。

そこで巡回調査は将来の計画として，まず今，例えばコポリ普及センターが実施すべき発生予察のための調査は，コポリ地区あるいはKolaba地区の水田における季節的発生消長の調査であろう。これは予察灯だけでなく，実際の水田におけるサンカメイガ幼虫の生息密度の調査等である。

この調査の具体的な要点は，コポリ普及センターにおけるわれわれ調査班との会合の前後に，州側からの質問としてでてきたので，その質問を中心に答の形で述べることにする。この質問はインドの農村で実際にサンカメイガの防除に当っている人のもので，切実な問題であるように受取れた。これらの質問の要点は，これからセンターにおいて調査すべき問題点でもある。

問：Kolaba地区には３０万エーカーの水田がある。そのうちの２９万エーカーがmonsoon期の稲作であり，残り一万エーカーが夏作とモンスーン作の２期作地帯である。それにもかゝわらずこのような条件下で夏作の苗代に飛来する大量のサンカメイガはどこから来るのであろうか。

〔答〕Kolaba地区のサンカメイガは，１９６８年１２月中旬の不時の降雨後大量に発生した。したがって，この蛾の発生源はモンスーン作収穫後の水田であるはずである。しかし，これまで熱帯で乾季にこの虫がどこでどのような状態で過しているか，まったくその調査結果がない。ほとんど同じ条件下にあったアンデラプラディシュ州バパトラの模範農場でもこの点を重点的に調査したが，Kharif作植付前の水田から採取した刈株1,０００株から，一頭のサンカメイガをもみつけることができなかった。しかしこれは高温乾燥のはげしい夏季の調査であり，上記の夏作へ飛来するのはインドでは非常に気候のよい１１～１２月

の秋冬季である。この時期はインドの文献に記載してあるように，幼虫あるいは蛹が刈株中に生存していることも考えられる。ともあれ，収穫後の１１～１２月，年１作地帯では１１月から翌年５月までの間のサンカメイガの生態にはなお不明の点があるので，発生予察のための調査ではこの点をまず明らかにする必要がある。

問：水田へ飛来したサンカメイガは何世代を繰り返し，かつどの世代の被害が大きく，その被害はどの程度であるのか。

〔答〕水田では４～５世代を繰り返すことがすでにインドで調べられている。しかし，各世代のくわしい生態については不明な点が多い。被害は出穂後に穂首から食入する世代による場合がもっとも激しく，これによって白穂を生じる。減収率(Y)＝白穂率(w)×１.５で求められ，w＝０.０２５×白穂群数(x)で求められる。

しかし，これらの結果がすぐ各センターで適用できるかどうかは速断できない。要は水田における世代ごとの生態，それに被害の実態を現地でもう一度くわしく調べることが先決である。

問：最近調査を行なった地区では，サンカメイガではなく，ニカメイガ近似種の幼虫の被害が多いのに，予察灯にはサンカメイガだけが誘殺されているのはどういうわけか。

〔答〕現地ではニカメイガ近似種（ *Chilo partellus* ）はどの時期でも誘蛾灯には飛来しないといっている。しかし，メイガ類の専門家は，それがはたして正しいかどうかについて疑問をもっている。

とにかく現地の水田にはサンカメイガとニカメイガ近似種が混在して発生していることは間違いない事実らしいので，発生予察の立場から，それぞれの種の生態を明らかにしなければならない。インドの水田には３～４種の Stem borers が混発していることはすでに明らかで，その生息比率も州によってかなり異なっているが，それらの発生消長の詳細は残念ながらなお不明である。

問：予察灯を発生予察のために使うとすれば，１灯でどの程度の地域がカバーでき，かつどの程度の誘殺数のとき防除を行ない，その防除の方法はどうするのか。

〔答〕1予察灯の直接的な誘殺範囲はそれほど広くなく，２５～５０ｈａ程度である。その上予察灯にはその設置場所によって誘殺数に違いが生じてくる。したがって，予察灯を発生予察に用いるのは，その年の発生状態の大体の傾向を知るためのものである。予察灯を利用する上でもっとも重要なことは，実際の水田におけるそれぞれの世代の生息密度と誘殺数との関連である。この生息密度の調査結果と，予察灯による誘殺数との比較検討によって，インド独自の予察灯の利用法を作り上げることが，この方面の調査の第１歩となるであろう。その結果をもって上記の質問に答える時期が早く来ることを望んでやまない。

問：日本の平均的農家は，農薬を毎年予防的に散布するのか。
あるいは発生予察の情報に基づいて散布するのか。

〔答〕日本では，長期および短期の発生予察情報に基づいて防除が行なわれている。日本の病害虫防除の最近における特徴は，発生予察の長期予報に基づいて，イネの作付け以前にヘリコプターを使って広域防除していることである。これはウイルス病防除などで効果をあげているが，しかし長期の予報を出すための技術的問題には，なお未解決な点が多く，毎年これを検討改良している。

○　サンカメイガの防除対策

サンカメイガの発生予察上の問題点はすでに述べたが，直接防除に当っての具体的な問題点もなお難問が残されている。

現在奨励されている防除法としては，次のようなことがあげられる。

(i)　稲株，被害わらの除去

(ii)　卵塊の除去

(iii)　心枯莖の除去

(v)　薬剤防除

これらのうち，稲株，被害わらの処理は，大発生地では必らず実行する必要があるが，そのほかの具体的方法は，発生地の実態を調べたのちに決るべきであろう。なお産みつけられた卵塊は，苗代での除去は比較的楽であり，また田植えのとき，葉先を切りつめて，そこに産みつけられた卵塊を除くようにすればよい。また初期の被害は心枯れであるので，この心枯莖の抜きとりは有効である。蛾の発生が本田初期にかゝったときには，本田における卵塊の除去とともに，移植後２～３週間めにホリドール０.０３％，エンドリン０.０２

%乳剤，ダイメクロン0.03%，デイブテレックス0.2%を散布すれば効果がある。またこのほかBHC粉剤，スミチオン乳剤なども有効である。

これらの薬剤は，飛来した蛾を駆除して産卵を少なくする目的の場合と，すでに産みつけられた卵塊から孵化してくる幼虫の食入防止を目的としたものとに分けられる。これはそれぞれ散布の時期を異にし，蛾の発生世代とイネの生育ステージによって防除の効果が異なる。BHC粉剤は発蛾盛期とその1週間後に散布すれば，飛来した蛾の駆除に効果があるが，穂ばらみ期以後はイネに薬害を出しやすいので，これ以後の散布にはBHC粉剤は適さない。一方，スミチオンは幼虫の食入防止に効果があり，エンドリンと同等の効果がある。

粉剤・液剤による防除は，まず降雨による薬剤流亡の問題がある。防除後どの程度雨が降らねば有効かという質問もあったが，正確な調査はないが粉剤でも散布後2時間ぐらい経過したのちの降雨ならば効果はさほど落ちないものと思われる。

薬剤散布には，器具の問題，その他実施上多くの障害がある。しかし，インド各地で配布されている害虫防除の印刷物には，防除法として必らず薬剤名とそのエーカー当りの使用量が記載してある。それで，普及センターにおいては，今後これらの薬剤を適期に効果的に使用する方法について，これまでに述べてきた発生予察に関する調査の結果を検討しながら，薬剤による適切な防除法を指導することが，農業普及センターのこれからの業務の一つとなるであろう。

(2) コブノメイガ（*Cnaphalocrosis medinalis*）とヨトウムシ（*Spodoptera mauritia*）

コブノメイガはLeaf rollerとして，今回調査した各地に発生していた。その被害は防除を要する程度のものがあり，さらにもう一世代を作期中に経ることを考えれば，早期に駆除したがよいと判断されるものもあった。この害虫は水田では4世代を経過するが，葉を縦に巻いて葉肉を食害し，そのため葉は白く枯れる。コブノメイガの葉の綴り方は粗雑であるので，下端に糞が溜っていない。卵は葉に点々と産みつけられる。雨量の多い年ほど多発の傾向にあることが知られている。

防除法は蛾のもっとも多いときにBHC粉剤を散布することが奨励されている。たゞし，BHC粉剤は，イネの出穂期以後に散布すると薬害があらわれることがあり，できれば事前に発生予察してイネの穂ばらみ期以前に駆除することが望ましい。

ヨトウムシはCutting catarpillar としてアマン作イネの大きな害虫である。今回の調査ではこの害虫をみることができなかったが，毎年どこかで被害を出している模様である。加害の状況は，幼令幼虫は葉をカスリ状に食害するが，老令幼虫は葉を全部食害し，出穂後の穂をかみ切るので大きな被害となる。すなわち，老令幼虫は出穂すると穂へ移動し，籾の中に侵入して雄ずいを食べ，次第に穂全体を加害する。この害虫は夜間活動する性質があるが，繁茂したイネでは株間で食害していることもあり，曇天の日中も加害することがある。

大発生の原因は明らかでない。この虫もサンカメイガと同様に，乾季の生態に不明の点があり，この害虫の大発生を予察する上に支障をきたしている。将来乾季を経たこの害虫がどうしてアマン作のイネに移動して増殖するかについて調べておく必要がある。

殺虫剤は老令幼虫には効きにくいので，若令期に駆除する必要があるが，このためにはアマン作イネにおける本害虫の生態を調査し，被害がでる前の若令期に防除することができるようにしなければならない。

(3) ツマグロヨコバイとウイルス・マイコプラズマ病

インドにおけるツマグロヨコバイ類には，*Nephotettix impicticeps*, *N. apicalis*, *N. parvus* および *N. malayanus* の4種があることがしられている。このうち，水田に発生するのは *N. impicticeps* と *N. apicalis* の2種で，この2種はともに黄萎病（Yellow dwarf）を媒介する。しかし，Tungro virusを媒介するのは *N. impicticeps* だけである。

a. Tungro とツマグロヨコバイ

昨年（1969年）インド北東部4州（Uttar Pradesh, Bihar, West Bengal, Orissa）の水田地帯に大発生したLeaf yellowing のかなりの部分が，ツマグロヨコバイが媒介するウイルス病であったことは，ほぼ間違いないものと考えられる。しかし，これにはインド国内で多くの異論があるが，それらのいずれの意見も決定的な証明を欠き，今回見聞した範囲では現地の標本を用いて transmission test を行ない，Leaf Yellowing は *N. impicticeps* が媒介する Tungro であるとしたDr. V. T. John（AICRIP）の報告が唯一の実験的証明であった。

しかし，今回（1970年）われわれが調査したビハール，マイソール，マハラシュトラおよびグジャラートの各州で見せられたいわゆるLeaf yellowing なるイネは，いずれも *N. impicticeps* が媒介するTungro とは考えられない症状のもので，その大半は生理障害と判定されるようなものであった。以下今回の調査で，とくにTungro ではないかと現地側で考えていたビハール州ブルネア地区のイネおよびわれわれがあるいはこれではないかと疑いをもったマハラシュトラ州コラバ地区のイネについて，それらの模様を記述すると次のとおりである。

ビハール州ブルネア地区のLeaf yellowing：ブルネア地区のJabey Bhawanipur の水田にみられたLeaf yellowing は，移植後約2週間のヤセたイネで，株全体が黄化し，一見して窒素欠乏か燐酸欠乏のイネのようであった。単なる肥料欠乏かどうかは速断できないので，この水田における *N. impicticeps* の生息密度を調査したところ，16株調査した中に2令幼虫2頭，3令幼虫5頭計7頭の幼虫が生息していただけで，密度はきわめて低かった。このことは，ほゞ同じ時期にインド政府の調査団が行なった巡回調査の結果でも，ビハール州はツマグロヨコバイ類が株当り1頭以下となっていて，やはり生息密度は低い。しかし，ブルネア・イースト試験地では *N. apicalis* の生息密度が非常に高く，局部的にはツマグロヨコバイもかなり発生していた。

マハラシュトラ州コラバ地区のLeaf yellowing：コラバ地区ジャンビュイリ村の水田（IR－8）にはセジロウンカが多発し，このための被害もでており，またツマグロヨコバイもかなり発生していた。ツマグロヨコバイは，その大部分が *N. apicalis* で，*N. impicticeps* は約10％の比率で生息していた。これらの水田中に，Tungroの疑いがもたれる株があったので，州のRice Research station（Karlat）でこれのtransmission test を行なうよう助言した。その方法はVirus病の疑いがある株に1日間 *N. impicticeps* を放飼し，これを芽出し籾種に移し，1日間放飼して接種を行ない，この接種された種籾を別の容器に定植して，Tungro特有の病徴がでるかどうかを調べる方法である。この方法は簡単な道具でかなり精度の高い結果が得られ，もし採取した標本がTungroであれば，接種後10～15日で新葉の脈間が黄緑色となり，葉が少しねじれる。

検定法にはこのほかに幼苗検定法もあるが，芽出し種籾を用いる方が簡便でかつ隔離飼育が容易にできる利点がある。

ところで，このKarjatの試験場で行なったtransmission test の結果は，その後の連絡によるとTungro特有の病徴を発現させることができなかったとのことである。この結果から，ジャンビュイリ村のLeaf yellowingにはTungro virus が含まれていないことがかなり確かとなった。この検定結果は，上記の試験場でさらに繰り返して確かめて報告されることになっている。

インドにおけるLeaf yellowingにどの程度Tungroが関係しているかという問題については，中央政府，州政府あるいはIARIおよびCRRIの関係者とTungro virusのidentificationその他をめぐって繰り返し議論した。しかし，この問題を論議する以前に，Leaf yellowingと総称される症状の分類を明確にし，そのそれぞれの症状のイネについて，前記の芽出し種籾法による検定を行ない，正確なidentificationの結果を集積しなければ，それは単なる議論倒れに終るおそれがある。

昨年大発生したLeaf yellowingと *N. impicticeps* の大発生消長：

1969年ビハール州シャハバード農業普及センターのPadmaおよびIR－8に発生したLeaf yellowingがTungroであるとは断定できないが，諸般の情況からそれがおもな原因であったことはほぼ間違いないと考えられる。

昨年シャハバードのセンターで大発生したTungroとツマグロヨコバイ発生消長との関

Fig. 3 Seasonal prevalence of the appearance of rice leaf hoppers (Nephotettix impicticeps, N. apicalis, and Sogatella furcifera) on paddy in Dacca, West Pakistan (Pakistan-Japan Agr. Training Center, 1961).

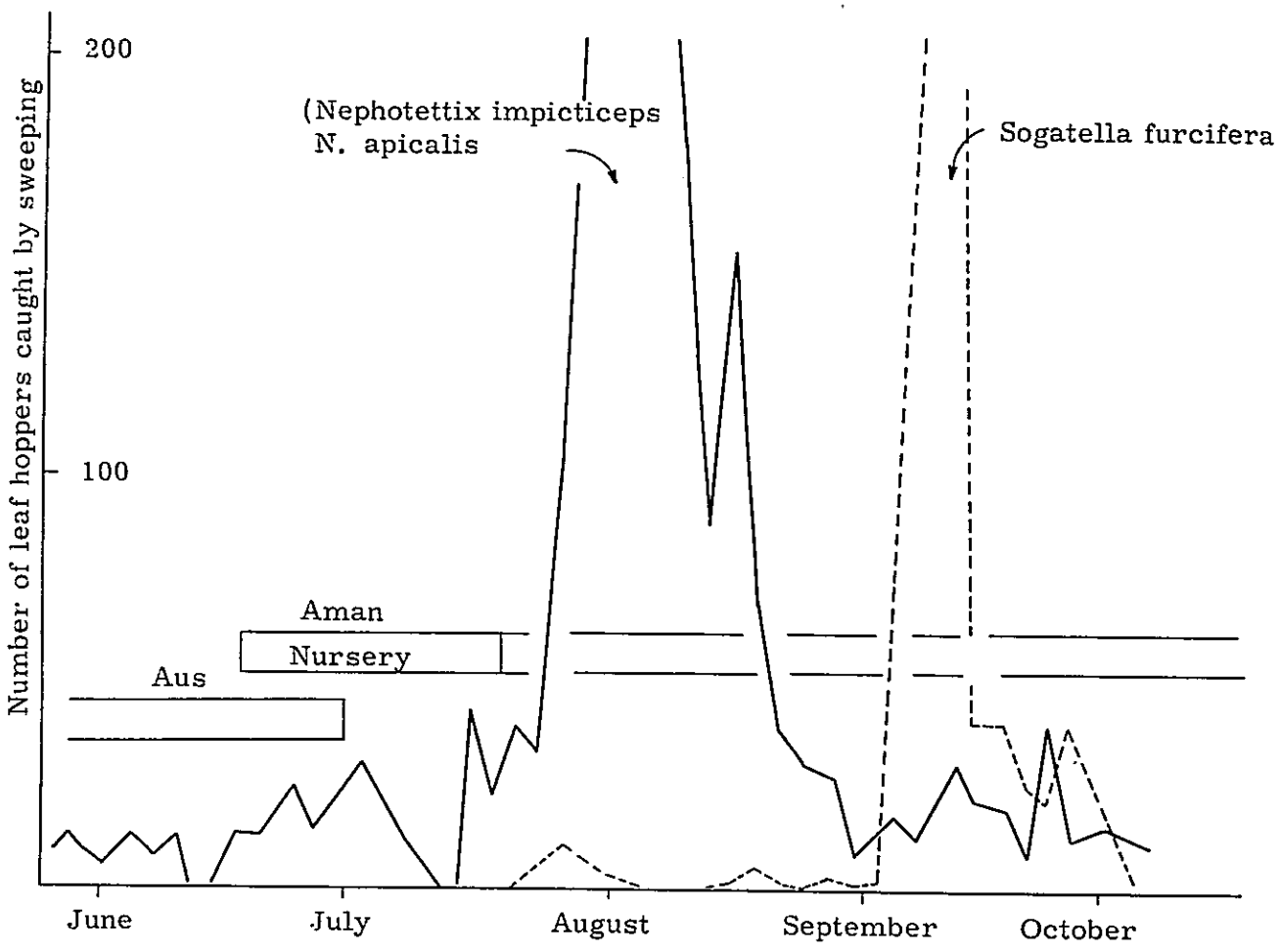
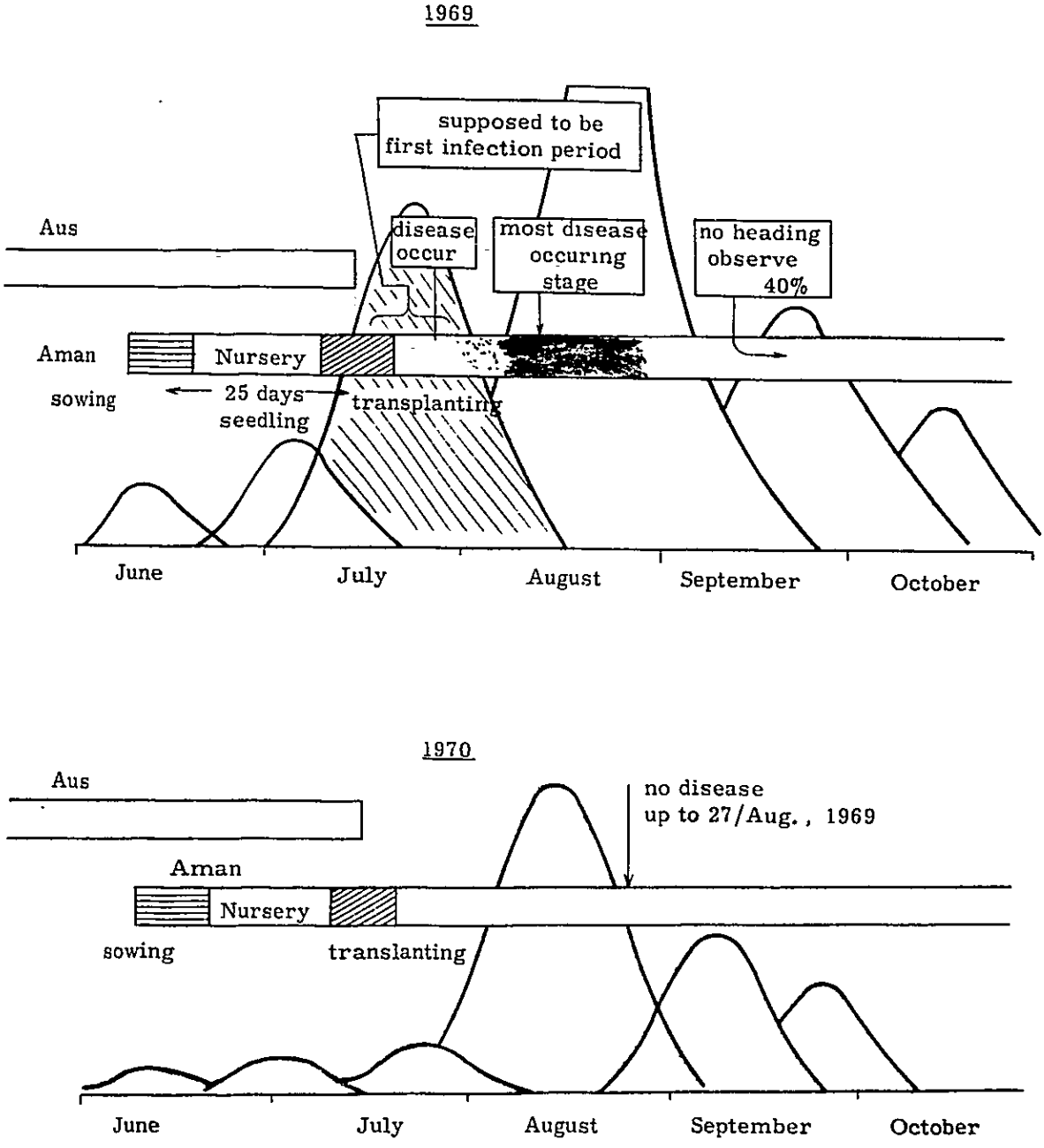


Fig. 4 - Presumed pattern of the occurrence of Tungro and seasonal prevalence of appearance of rice leaf hopper (N. impicticeps) on Kharif paddy in Arrah Dist., Bihar.



係について検討しようとしたが，何分シャハバードでのツマグロヨコバイの資料がない。そこで少し無理と思われたが，１９６１年から１９６２年にかけて西パキスタンのダッカで行なったツマグロヨコバイの発生消長調査（第３図）があったので，これをベンガル地方の代表的なものとして利用し，これとシャハバードでの発病消長とを組み合せて，第４図のようなツマグロヨコバイとTungro発病との関係を示す推定図を作製した。

第　３　図

第　４　図

シャハバード普及センターの小笠原専門家によると，１９６９年はPadma を６月１０日に播種，Ｔ－１４１ を１０日おくれて６月２０日に播種し，Padma の場合７月６日に田植をし，７月１０～１１日に活着した。これに異常を認めたのは７月２７日ごろで，さらに症状が明らかになったのは８月１０日ごろであった。異状はほゞ全株にみられ，のちに出穂不能の株が３０～４０％に達した。同氏の記憶によれば苗代時代に成虫が多く，田植後は少なかったというが確かでない。たゞ，今年（１９７０年）よりはこの水田におけるツマグロヨコバイの発生は多かったという。また１０日おくれて田植したＴ－１４１ は Padma より被害は軽かったようである。

以上のことから，シャハバードにおける感染期を推定すると，田植後の７月中旬から発病が始まるまでの７月下旬の約２０日が，第１次感染期であったものと推察される。この第１次感染期はアマン作の苗代後期から本田初期に当る。１９６９年はおそらくこの時期に N. impicticeps の発生が多かったか，あるいはツマグロヨコバイの移動を促進するなんらかの要因があったものと考えられる。１９６９年のツマグロヨコバイの発生は，今年（１９７０年）より早かったというのが多くの人の印象であるので，１９６９年は第４図のように７月の世代が異常に多発生したか，あるいは普通ならば８月に多発生する世代が，早くから発生したかのいずれかであろう。Tungro virus の媒介をする *N. impicticeps* の世代は，アマン作のイネの活着期前後に発生する個体群で，６月および８月の世代は，このvirusの伝染には直接関係しないようである。

ところで，１９６９年のような大発生に関連する気象要因について，シャハバード普及センターでの観測結果に基づいて，気温，雨量などを１９７０年のそれと比較したが，特記すべき異常は見出せなかった。ツマグロヨコバイ *N. impicticeps* の生育に好適な

温度は２７～３０℃で，２７℃以下では生育がおくれ，２０℃では正常の倍以上の生育期間となる。また３０℃以上では，生育がおくれ，産卵数が低下する。ビハール州シャハバードの７月の気温は最高３３.１℃，最低２６.６℃，平均２９.１℃で，この７月から８月にかけての気温が *N. impicticeps* の生育にとって最適の条件となる。また７月はアウス作イネの収穫期でもある。このアウス作でのツマグロヨコバイの発生と，これ以外の雑草における *N. impicticeps* の増殖が明らかになれば，７月のアマン作のイネの活着期に飛来する *N. impicticeps* の発生源が解明されるであろう。そしてTungroの発生予察の見地から，７月に飛来する *N. impicticeps* の成虫が生育した植物と，そこでの増殖の状態を明らかにすることが，もっとも重要な調査となるであろう。

以上Tungroとツマグロヨコバイ発生との関係について述べたが，今後発生予察と防除対策をたてるには，このほかに *N. impicticeps* がウイルスをどこから獲得してきたか，また水田内における２次・３次感染の問題など，未だ調査しなければならないことは多い。例えば，Tungro virus は，*N. impicticeps* がそれを獲得した場合，３～６日しか保持できず，それ以後は消滅して虫は virus を媒介しなくなる。それである水田のイネが高率にこのvirusに感染するには，かなり高い保毒虫率の *N. impicticeps* の個体群が発生しなければならない。そうするとそのvirus源は７月初旬に幼虫が生育していた場所の植物がその virus に感染していた疑いが濃い。それがアウス作のイネかあるいはそれ以外の雑草かは，現在のところまったくわからない。

Tungroの発生予察とその防除のための調査は，以上のことを重点的に調べ，その実態を明らかにすることが大事である。ウイルス病の防除は発病がはじまってからでは手おくれになることはいうまでもない。発病以前の感染期において媒介昆虫を駆除するには，どうしても発生予察の技術が不可欠である。そして，この予察に基づいて，ヘリコプターなどによる広域一斉防除を実施しなければ効果は期待できない。これらの方法は，わが国では黄萎病，萎縮病および縞葉枯病などに実施し，すでに効果をあげている。インドにおけるTungroにもこの技術は応用できる可能性がある。

b．黄　萎　病

ツマグロヨコバイが媒介する黄萎病は南インドの各州でその発生がみられるが，その被害程度は軽い。ケララ州チエンガマナド模範農場で発病株率３０％程度の圃場があったが（第７次調査団報告書），ケララにおいては前作と次の作期との間が約１カ月あることから，この間に黄萎病保毒虫が死に絶えることにより，本病の流行が抑えられているように

考えられた。今回の調査においては，マンディア普及センターに隣接した大学の圃場の周年栽培圃にだけ約３０％の発病株率（刈株）がみられた。これも一年中イネが絶えることがないために，次々と黄萎病に感染したのであろう。このケースはきわめて特殊なものであり，一般の農家水田では起らない現象とみてよい。たゞこれが在来種のイネであったことから，将来感染条件さえとゝのえば多発することはありうる。

(4) 害虫防除上の諸問題と発生予察

インドの主要水田害虫であるサンカメイガおよびTungro virus を媒介するツマグロヨコバイなどを防除する上に，根本的に問題となるのは，抵抗性品種の育成による対策と，薬剤散布による防除対策である。

多収性品種にメイチュウ抵抗性，あるいはウイルス抵抗性を付与する育種の努力は続けられ，日本でも縞葉枯病抵抗性品種が育成された。

しかしわが国においては他のウイルス病抵抗性との関係でこの品種の普及がおくれている。

インドにおいては，将来害虫あるいはウイルス抵抗性の品種が育成されて，これが普及することが害虫防除の理想的な姿だと考える。しかし，これが容易な事業でないことは，これまでの日本の経過で示されたとおりである。したがって，こゝ当分は害虫防除の形も，一方では抵抗性品種の育成に努力しながら，実際には農薬による防除技術の開発の道を進まざるを得ないであろう。

インドではすでにヘリコプターや小型飛行機を使って害虫防除のため空中散布が実施され，農薬で防除をしようという意慾は予想以上に強いものがある。新しい多収性の品種が普及するにつれて，永年，在来種で慣行の栽培法が定着していた水田に，それまでは問題とならなかった害虫が発生したりすることは当然のことであり，しかも害虫とともに増殖していた天敵にも影響を及ぼすことは多くの人が指摘しているところである。新たな害虫とその天敵がある均衡を保つまでにはそこにかなりの年月を必要としよう。したがって，性急に殺虫剤を散布して天敵もろとも害虫を駆除することは，これからの新技術普及の方向として適当かどうかは問題がある。

このように，インドにおける害虫防除対策は，根本的に多くの矛盾と危険をはらんだまゝ発足せざるを得ない現状にある。そのためにも，これからの害虫防除に当って，直ちに薬剤の種類の選択を行ない，しかも薬剤試験が害虫防除対策の大部分を占めるようなこと

になってほしくない。勿論，卓効のある薬剤が開発検定されることは大切ではあるが，この薬剤をより効果的に使う技術の確立こそが重要である。具体的には，新しい栽培法に伴って変化する害虫の発生相を詳しく調査し，それらの発生を事前に予測する発生予察の技術を確立して，それに基づく農薬使用を考えるべきである。

害虫の発生やウイルス病のまん延は，時として突発的である。発生予察は，この時ならぬ大発生を集積された各種の資料を基礎に，早期に予測し，もっとも有効な時期に薬剤散布を行ない，天敵への影響を最少限に止め，出来る限り農薬のもつ悪い影響を避けながら防除の成果をあげるようにすべきである。

3. 生 理 病

生理病の発生に関する本報告は，きわめて限られた特定の季節，特定の土壌条件における発生状況の記述にすぎない。しかし，前項において記述した病害虫の被害に比べれば，年次差が少なく，発生地域も比較的固定されているので，下表に掲げた生理病の発生状況はかなり普遍的に考えることが可能である。

一度前に掲げたが，今回調査した場所での生理病とその発生程度を再掲すると下表のとおりである。

第4表　おもな生理病とその発生程度

生理病名	ビハール州	マイソール州	マハラシュトラ州	グジャラート州
窒素欠乏	+++	++	++	++
鉄欠乏	++	++	++	++
燐酸欠乏	++ (ブルネア)		+ (ジャンビュイリ)	
亜鉛欠乏	++ (ビクラムガンジ)	+++ (マンディア)		+
苦土欠乏			++ (ジャンビュイリ)	
塩害		+++ (マンディア)		
硫化水素害		+ (マンディア)		

第4表に示す各種の生理病は，それらの徴候，発生状態などの観察結果から診断したものであって，分析結果に基づいたものではない。また前述したとおり，限られた地点における発生状況であって，各州の発生状況を示すものでもない。そして各生理病はそれぞれ単一の要素欠乏症としてよりも，むしろ複数の要素または他の病害虫による障害との合併症として認められた。例えていうと，窒素欠乏症と鉄欠乏症の合併症がそれである。

マンディア普及センター圃場における塩害は，いわゆるブロンジング症状を呈し，いちじるしい亜鉛欠乏症，鉄欠乏症を併発し，枯死株も認められた。この塩害の主因はナトリウム・イオンの過剰吸収によるものと考えられる。

グジャラート州における亜鉛欠乏症は，陸稲（タチミノリ）にだけ認められたものである。

ケイラ病（Khaira disease，ウタ・プラディシュ州にみられる亜鉛欠乏症）や，ブロンジング（土壌の還元に基づく鉄またはマンガンの過剰症，硫化水素障害）などの通俗的な名称はなるべくさけて，明確な生理病名を用いることが望ましく，表はこの通俗的な呼称をさけることとした。

(1) 生理病に対する今後の技術上の問題点とその対策

a. 技術上の問題点

社会経済的実情から肥料の入手が困難なこと，病害虫被害をおそれて窒素施用量が少ないこと，熱帯的気象条件のため，施肥窒素の損失が大きく，そのためイネの窒素利用率が低いことなどの理由により，窒素欠乏症がきわめて広範にわたって発生している。

水稲栽培における窒素施用法に関する研究は，日本においてももっとも重要な研究課題であって，窒素欠乏対策はインドにおけるきわめて重要な研究課題である。

次にインドにおける水稲生理病の発生の特徴は，広く分布しているアルカリ土壌に基因しているといっても過言ではない。例えば土壌のpHについてみると，ビハール州シャハード普及センターでは6.5～7.0，マイソール州マンディア普及センターでは7.5付近（場所によっては9.0～9.5の強アルカリ性を示した），ハイデラバードAICRIP圃場では7.0～8.0を示した（この付近の土壌は花崗岩質のチャルカ* に属する。）

このように，各地域とも概してアルカリまたは強アルカリ土壌が多く，鉄，亜鉛などの

* Granitic chalka

欠乏症が広く発生している。これらの生理病はいずれもアルカリ土壌に基因するものであって，アルカリ土壌に対する抜本的対策の確立が必要である。

なお，今回の調査において，各種要素欠乏症の発現様式，発生程度に顕著な品種間差異が認められなかったが，品種間差異の問題は，水稲栽培上きわめて重要な研究課題であるので，今後さらに調査をつづける必要がある。

b．今後の対策

おもな生理病対策を示すと次のとおりである。

① 水管理：灌排水の実施は，水を経済的かつ効率的に利用できる。土壌の還元を防止するとともに，土壌の酸化をいちじるしく促進する。また，肥料の施用効果を高め，鉄，亜鉛などの各種無機要素の欠乏症の発現を防止する。

② 土壌改良資材の投入：堆肥，生わら，緑肥などの有機物を施用する。熔燐，過燐酸石灰などの土壌改良資材を多量に施用する。客土も有効な手段である。

③ 酸性肥料の利用：当面のアルカリ障害を防ぐ上に有効な手段である。

④ 欠乏要素の施用：各種の要素欠乏症に対しては当該欠乏要素を土壌または地上部に施用する（次項参照）。

灌排水を完全に実施するためにはダム建設が望ましいが，当面の応急措置として井戸を堀ること，暗きょまたは明きょを設置することが考えられる。また，土壌改良資材の投入，欠乏症に対する化学薬品の施用は，いずれも機械化の方向で考えることが必要である。

c．各種生理病とその対策

① 窒素欠乏症：きわめて広く分布する。窒素欠乏症対策は即水稲栽培技術全般に関する事項であって，広く実態を精査し慎重に対処する必要がある。

② 鉄欠乏症：アルカリ土壌に基づく鉄の吸収障害によるものと考えられる。水稲の生育初期に発生するが，通常移植後1ヵ月ほどで回復する。これは湛水後の時間の経過に伴うpHの低下，および稲体自身のアルカリ抵抗性の増大によるものと考えられる。

鉄欠症状は，まず，　　葉脈間にクロローシスが起り，症状が進むと葉脈まで黄色となり，葉全体がクロローシスになる。とくに上位葉，下位葉の区別はない。鉄欠乏の症状は窒素欠乏症と似ているが，両者の相違は鉄欠乏は概して生育初期に現われるが，のち回復すること，根の生育が悪く，表面に赤褐色の酸化鉄の被膜がほとんどみられないことな

どである。根本的対策は，水管理による土壌の酸化促進であるが，応急策として硫酸の根圏内注入，可溶性鉄塩（硫化第２鉄，酸化鉄，硫酸鉄，硫化第１鉄アンモンのいずれも有効であるが，とくに硫酸第２鉄はもっとも効果的で，その施用量はエーカー当り　１２５～２５０ポンドが適量である）の葉面散布，酸性肥料の施用などが考えられる。

③　燐酸欠乏症：分けつが比較的少ない。草丈はいちじるしく低く，葉色は暗緑色を呈し，下葉の先端からごま葉枯病の病斑に似た褐色の斑点を生じ，葉先から枯れ上る。出穂はおくれ，穂は弱小で，穂揃いがきわめて悪い。燐酸肥料を基肥として十分に施用する。

④　亜鉛欠乏症：排水が悪く，塩類の集積が顕著なアルカリ土壌ではとくにはげしく発生する。徴候は分けつ初期から幼穂形成期にかけてあらわれる。一般に下葉に褐色～黒褐色の条斑が多発し，次第に葉身全体が褐色に枯れ上る。この場合，中肋は緑色～緑黄色を保っている場合が多い。一般に草丈は低く，葉幅は狭い。生育はいちじるしくおくれ，収量は低下する。一般に水稲体の亜鉛含有率が１０～１５ppmのときは亜鉛欠乏症の可能性が高い。対策として次の事項があげられる。

ⅰ）硫酸亜鉛の苗代施用（１００Kg／ha）。

ⅱ）田植直前に苗の根を１％酸化亜鉛溶液に浸漬する。

ⅲ）欠乏症発現時に硫酸亜鉛を１００Kg／ha土壌に施用するかまたは葉面散布する。

ⅳ）亜鉛の施用形態としては硫酸亜鉛，酸化亜鉛，塩化亜鉛のいずれも有効である（以上ＩＲＲＩ　吉田氏による）。

なお，このほか次のことも有効な対策である。

ⅰ）苗代に　$ZnSO_4$－Zn　5g／m^2 施用。

ⅱ）田植時に　ZnO　１％溶液で根を洗い，直ちに田植えする。

ⅲ）ペーパーポットによる育苗，移植（土壌中の　$ZnSO_4$含量は２５０ppm），（以上千葉農試　白鳥氏による）。

⑤　苦土欠乏症：脈間が黄褐色に褪色し，縞状模様を生ずる。

やがて葉の先端部から枯れはじめ，下葉全体が枯れ上る。水持ちの悪い砂質老朽化水田にみられる。今回の調査で観察されたマハラシュトラ州コラバ地区ジャンビュイリの苦土欠乏症は，セジロウンカの吸汁害またはウイルス病との合併症として発生したものかもしれない。すなわち，土壌中の可給態苦土の不足によるものか，あるいはウイルス感染に随併して生じた苦土欠乏症類似の症状であるのかは明らかでないが，同一の標本について現地（Karjat）の農事試験場で検定されたウイルス伝染試験は(－)であったとのことである。

なお，苦土欠乏症に対しては，硫酸苦土の本田施用，または発現時における葉面散布が有効である。

⑥　塩　害：水稲の塩害は土壌中の塩水含有の程度によって軽重がある。また生育の初期に抵抗性が弱い。土壌中に食塩換算で 0.08％の量に達すると塩害がおこる。塩害に対する抵抗性には品種間差異があり，一般にJohna 349，Pokkali，IR－8 などは比較的抵抗性が強いといわれている。対策としては，水のかけ流しによる塩類の除去，山土や砂質土壌の客土などが有効である。

⑦　硫化水素過剰害：塩害株では硫化水素やメタンガスのため，根部が黒色に腐り，地表面にわずかに白根が認められた。対策は塩害の場合と同様に水のかけ流し，客土などが有効である。

VIII. 農業普及センターにおける病害虫防除の技術的対応と体制

日印農業普及センターは，初期の模範農場時代を通じ，病害虫の発生によってかなりの被害を出している。例えばオリッサ州サンバルプールでは，１９６２年農場開設初年めに，白葉枯病，イネシントメタマバエの発生に見舞われ，後者はその付近一帯３６万エーカーにも大発生した。またビハール州シャハバード農場では，１９６３年開設と同時に白葉枯病が大発生し，カメ虫類の被害もみられ，ウエストベンガル州ナディヤ農場では白葉枯病とヨトウ類が発生し，このいわば思いもかけない病害虫の被害に日本から派遣された稲作専門家はそれぞれの対策に苦慮した。このことは，数年おくれて発足した新設４農場においても同様で，アンデラプラディシュ州のバパトラ農場では毎年サンカメイガと白葉枯病，マハラシュトラ州のコポリ農場では白葉枯病，ヨトウ類とサンカメイガの大発生，そしてケララ州のチエンガマナド農場ではイネシントメタマバエの発生と，それぞれ被害の程度に差はあったが，熱帯特有の病害虫発生にいささかとまどった時期があった。

また，昨年（１９６９年）は，シャハバード普及センターでツマグロヨコバイが媒介するウイルス病が大発生し，今次の巡回指導班派遣の直接の動機となった。

模範農場時代の病害虫防除は，主として農場内のイネを保護することを目的とし，農薬と機材をフルに使っての徹底した防除であった。すなわち，現地の農家，農村へ普及する病害虫防除の技術ではなかった。その後，模範農場における展示としての稲作も，普及センターに衣がえして発足するとともに，センターが直接技術指導に当る水田地帯が拡大し，病害虫防除の技術が，単に農薬を散布するといったことだけではどうにも処理できない段階に達したといえるのである。このことは，センターが技術指導に当る地域一帯の病害虫の発生消長を常に把握して，その地域における主要病害虫の発生を早期に予察し，有効な防除対策を事前に樹立する体制整備の必要が生じてきたことを意味する。

とくに多収性品種の導入や，新しい栽培技術の指導に当って，病害虫対策は当然必要とする技術となり，その方法も従来のように，発生したあとに農薬で駆除するということではなく，発生を事前に予察して処理する予察技術の指導がセンターにおいてなされなければならない時期に進んできたものと考えられる。

この目的のためには，まず必要なデータの集積に早急に着手すべきで，かりに今すぐ着手したとしても少なくとも５年間のデータの集積を必要とする。インド政府は昨年のウィルス病の大発生に懲りて，今年からとくにインド北部４州を対象に，Ford Foundation とＡＩＣＲＩＰのメンバーの協力を得て，病害虫に関する大規模な巡回調査を展開している。

これは今後数年にわたってデータを集積して，北部水田地帯の病害虫発生に関する実態を把握し，それらを解析してそれぞれの病害虫の発生予察と防除対策を樹立しようという意図であることはいうまでもない。

一方，わが国における病害虫発生予察事業は，昭和１６年のウンカの大発生を契機に発足し，以来３０年にわたる数多くの調査研究の結果と技術者の経験，それに植物防疫行政とが有機的に組合って動く，総合的な技術として発展してきた。また，その基礎となっている発生予察要綱は，ほぼ５年ごとに，その間に発生予察に関する特殊調査などで積み重ねられた試験研究の結果を取り入れ，改訂を重ねながら今日に至っている。

日印農業普及センターで，病害虫防除対策として，この日本の発生予察技術の導入をとりあげようとしたことは，インド側の動向と相まってまことに時宜を得た適切な判断であった。

しかし，日印農業普及センターで実際に発生予察の問題をとりあげる場合，現状ではその進め方におのずと制限がある。いろいろな仕事を担当している現センターの方々には専門分野も異なり，片手間で行なうには荷が重すぎるので，こゝはまず病害虫防除の実務的専門家，例えば現在日本の各県で実施されている発生予察事業の経験豊かな技術職員が，これらの調査のために必要な期間（３～６ヵ月，この位の期間ならば現在の制度でも，派遣が容易と考える）センターに滞在し，精力的にデータを集積することがもっとも現実的な方法だと思われる。

そこで，現在の各センターがそのまゝ協定を延長して存続するという前提に立って，各場所における調査対象病害虫と項目をあげてみた。

（シヤハバード）　ウイルス病（Tungro）とその媒介昆虫ツマグロヨコバイ，白葉枯病

（マンディア）　いもち病，雲形病（褐色葉枯病），穂枯れ

（コボリ）　サンカメイガ，白葉枯病

（ヴィアラ）　白葉枯病，コブノメイガ，ヨトウ類

害虫調査については，予察灯による周年誘殺消長調査，世代数調査，とくにツマグロヨコバイについては，水田地帯イネ科雑草地の生息状況調査，各世代成虫の保毒率調査，サンカメイガ，コブノメイガ，ヨトウ類については乾季の生息場所調査等が考えられる。

病害調査については，発病消長（各作季のイネにおける初発期，発病最盛期，終そく期）調査，多数の菌株分離によるレース，菌系調査，胞子飛散調査，灌漑水中におけるファー

ジ量調査等が考えられる。

このほか全体的な調査，試験項目として，上記病害虫に対する抵抗性品種検定，薬剤効力検定，周年半旬別気象調査および白葉枯病，ウイルス病，サンカメイガの完全防除展示圃場の設置等があげられる。

そして将来できれば，これらの得られたデータを解析し，各センターにおける調査試験の方法・実施について適切な指導と助言をあたえうる高度の研究者をニューデリーに長期駐在させることができればより効果的である。

このようにして得られた各種の調査試験の成果は，それぞれのセンターが所属する州政府の病害虫対策に影響を及ぼすことは必至で，またその任務につかれる人々もやり甲斐のある仕事として十分期待にこたえられるものと信ずる。

〔付〕個々の病害虫防除法については，今年各センターに配本された「原色　作物病害・虫害防除」家の光協会出版を参考にしていたゞきたい。

X. INTERIM REPORT SUBMITTED TO THE CENTRAL GOVERNMENT OF INDIA

A REPORT ON RICE DISEASES AND INSECT PESTS CONTROL FOR INDO-JAPANESE AGRICULTURAL EXTENSION CENTRE

(1970)

Conducted by JAPANESE PLANT PROTECTION ADVISORY TEAM

Members of the Team:

Dr. S. Yoshimura, Plant Pathologist
Dr. S. Nasu, Entomologist
Dr. M. Yoshino, Plant Physiologist
Mr. S. Matsumoto, Plant Pathologist

Report:

We have visited the Indo-Japanese Agricultural Extension Centres at four places, Arrah in Bihar State, Mandya in Mysore State, Khopoli in Maharashtra State and Vyala in Gujarat State, for about one month, from 24th August to September 19th, 1970, on our study tour for finding Rice Diseases and Insect Pests and advise on control measures. We would like to express our heart-felt appreciation to the concerned both of the Central and the State Governments for their kind assistance and cooperation extended towards us. We may be allowed to take this opportunity to point out some of the aspects on our findings in respect of Rice Diseases and Insect Pests. We shall be much pleased if this report could be of some use to the Department of the Government of India.

The Indo-Japanese Agricultural Extension Centres have sometimes experienced severe damage on paddy caused by Diseases and Insect Pests as that of last year particularly in Bihar. Unfortunately, Plant Pathologist and Entomologist are not stationed at the Centres. As such, countermeasures against Diseases and Insects seemed to be lacking.

Since the present activities of the Centres are at their initial stages and concentrated on the introduction of new varieties and methods of cultivation, so thereafter, we should pay much more attention to Diseases and Insect Pests Control including Minor Elementary Deficiency.

Following are our report of observation,

I. Disease and Insect Occurrence at Indo-Japanese Agricultural Extension Centres and Their Neighbourhood.

Rice disease, Insect and Physiological Disease occurrence at Agricultural Extension Centres and their neighbouring areas are as shown below;

Table 1. Relative Severity and Abundance of Major Rice Diseases, Insect Pests and Physiological Diseases.

Name of Diseases and Insect Pests	Bihar 24-29/Aug. 1	Mysore 5-9/Sept. 2	Maharashtra 10-14/Sept. 3	Gujarat 15-18/Sept. 4
Parasitic Diseases				
Bacterial Diseases	Kresek phase			
Bacterial Leaf Bligh (*X. oryzae*)	++ (Vikramganj, Shahabad)	+	++++ (Jambrivri, Karjat)	+ (Bardoli, Surat)
Bacterial Leaf Streak (*X. translucens var. oryzae*)	+			
Fungal Diseases				
Blast (*Pyricularia oryzae*)	+	+++ (Coorg)		
Galse Blast (*Alternaria oryzae, Epicoccum neglectum Cladosporium herbarum* etc.)		+		+
Rhynchosporium Blight (Leaf Scald) (*Fusarium nivale*)		+++ (Mangalore, Coorg)	+	+
Helminthosporium Leaf Spot	+	+	+	+
Cercospora Leaf Spot (*Sphaerulina oryzina*)		±	±	+
Leaf Smut (*Entyloma oryzae*)			+	
Sooty Mold (*Neocapnodium tanakae*, etc.)			+	
Sheath Blight (*Pellicularia sasakii*)	+	+	+	+
		Summer paddy		
Sheath Rot (*Acrocylindrium oryzae*)	+	++ (Mandya)	+	+
Sheath Net Blotch (*Cylindrocladium scoparium*)			+	
Stem Rot (*Helminthosporium sigmoideum*)		+	+	+
Brown Sclerotium Dis. (*Sclerotium oryzae-sativae*)	±	±	±	+
False Smut (*Ustilaginoidea virens*)		+	+	+
Panicle Browning* (Including Glume Blight)	+	++	++	++

Name of Diseases and Insect Pests	Bihar 24-29/Aug. 1	Mysore 5-9/Sept. 2	Maharashtra 10-14/Sept. 3	Gujarat 15-18/Sept. 4
Virus Disease				
Leaf Yellowing			+?	
Mycoplasma Disease				
Yellow Dwarf		+ (Ratoon)		
Nematode				
White Tip *(Aphelenchoides besseyi)*		+		+
Insect Pests				
Gall Fly *(Pachydiplosis oryzae)*	+	+		
Stem Borers				
(Tryporyza incertulas)	+	+	+	+
(Chilo partellus)			+	
Small Caseworm *(Nymphula vitaris)*				+
Paddy Skipper *(Parnara guttata)*				+
Leaf Roller *(Cnaphalocrosis medinalis)*		+	+	+
Leaf Hoppers				
(Nephotettix apicalis)	+	+	+	+
(N. impicticeps)	+	+	+	+
(Inezuma dorsalis)	+	+	+	
(Tetigella spectra)	+	+	+	
Plant Hoppers				
(Sogatella furcifera)			+++	+
(Nilaparvata lugens)			+	
Thrips *(Chloethrips oryzae)*	+	+		
Blue Leaf Beetle *(Leptispa pygmoea)*				++
Physilogical Diseases				
Nitrogen-Deficiency	+++	++	++	++
Phosphorus-Deficiency	++ (Purnea)		+	
Iron-Deficiency	++	+++	++	++
Zinc-Deficiency	++ (Patna, Vikramganj)	+++ (Mandya)		+ (Upland Rice)
Magnesium-Deficiency			++ (Jambrivri)	
Salt-Injuly (Na+ toxicity)		+++ (Mandya)		
H_2S-Toxicity		+ (Mandya)		

Remarks: ± ; Slight, + ; Scarce, ++ ; Moderate, +++ ; Severe,
++++ ; Very Severe
* ; More than 20 species are recorded as causal organism.

As shown in Table 1, there are severe occurrence of Rice Diseases and Insect Pests mainly on new varieties introduced recently although they may be said rather scarce this Kharif season, except Blast in Coorg District, Mysore, and Bacterial Leaf Blight in Karjat, Maharashtra. Most notable among them are Bacterial Leaf Blight, Rhynchosporium Blight, Panicle Browning and Plant-Hoppers (*Sogatella furcifera*). The occurrence of Bacterial Leaf Blight could be seen in the area under the development Programme, except in the Southern hilly region of Mysore State. However, we could not find the incidence of Leaf Yellowing in any places observed where this happened last year. We felt that Cultivators are confused in identifying the yellowing of paddy which might be caused by various factors including virus and nutrient deficiencies. However, yellowing of paddy which was observed this time may be seemed to have been caused by nutrient deficiencies such as Nitrogen, Iron, Zinc, Phosphate and Magnesium. The severe incidence of Leaf Yellowing on High Yielding Varieties had been reported in Kharif season in 1969, and therefore, it is necessary to pay considerable attention as to how identify and protect it, and also the same thing, can be said to Rhynchosporium Blight and Panicle Browning.

Regarding the Insect Paests, as shown in the Table above, the occurrence of *Sogatella furcifera* has been observed on highl yielding varieties such as IR-8 in Kolaba District (Jambrivri Village), Maharashtra, and also its insect damage there. At the same time, occurrence of *Nephotettix apicalis* and *N. impicticeps* have been noticed in the field where *Sogatella furcifera* . was observed, and the growth of the paddy was stunted and Leaf Yellowing-like symptom has been noticed. In this connection, we have advised to the staff of Rice Research Station, Karjat, to conduct transmission test by *N. impicticeps* on rice plant. By the report conducted at that Station, regarding the transmission test which we have received recently, the recovery of Tungro symptom was not successful. Therefore, it seemed like that it may be caused by some other damage due to *Sogatella furcifera* or Magnesium Deficiency which was observed there. In general, the incidence of other insect pests to which plant protection is required are not much noticed. But, the occurrence of Leaf Roller and Blue Leaf Beetle

(especially on local vaieties in Surat, Gujarat State) is severely observed during our tour.

Regarding Physiological Diseases, the deficiencies of Iron and Zinc are seen widely on alkaline soil. At the same time, Nitrogen Deficiency is widely observed in many places because of high temperature and rainfall in Torrid Zone. During our tour, it is noticed that the intensity and locality of the physiological diseases varied to a wider extent with the latitude soil conditions varieties and cultivation practices. Symptoms caused by physiological deficiencies, we recognized are complexed deficiencies of plural elements such as nitrogen plus iron etc., rather than a typical symptom caused by a single element.

II. Countermeasures against Main Incidences.

1. Bacterial Leaf Blight

Countermeasures against Bacterial Leaf Blight are to breed and cultivate resistant varieties, treat mercuric disinfectant seed, use upland nursery, if possible, save top dressing, keep irrigation water up to maturing period, apply newly developed bacteriocides which are proposed by Dr. Wakimoto last year. The first thing to be considered in India is the cultivation of resistant varieties, It is unfortunate that we do not have the good varieties to be used practically which are highly resistant to the disease. Therefore, for this purpose, the improvement of resistant varieties is urgently needed. Furthermore, we should make out a definite measure in an attempt to realize a control method using economical chemicals from the standpoint of virulence of causal bacterial strain probably to obtain a wide attention in near future, and countermeasures against Kresek phase should be considered urgently. In 1969, attractive bacteriocides named TF-128 and TF-130 were newly developed in Japan. These chemicals are now undergoing experiment not only at IARI (New Delhi), CRRI (Cuttack) and AICRIP (Hyderabad), but also at the Indo-Japanese Agricultural Extension Centres. We really hope it would prove to be effective.

2. Rhynchosporium Blight and Panicle Browning

Both of these incidence are commonly observed on high yielding varieties such as Padma in many demonstration fields. As Rhynchosporium disease is very minor in Japan and as such no countermeasure formula is available, it is recommendable that this subject be considered as a future problem in India. In Japan, by the recent research, the causal fungus of this disease was confirmed as *Fusarium nivale* by Tominaga(1970). The scientific name of *Fusarium nivale* at the Perfect Stage was called as *Calonectoria nivale* since old time, however, according to the various research. Tominaga proposed that the adoption of Genus *Micronectriella* as scientific name was more adaptable.

Panicle Browning is concerned with many fungi, for example, *Helminthosporium*, *Epicoccum*, *Phoma*, *Fusarium* etc., as shown Table 2. It is, therefore, recommendable that this disease may be eradicated by spraying the organo mercuric compound chemicals (i. e., Dithane) at the beginning stage of heading of rice. (Table 2 is attached to the next page)

3. Blast

Especially infestations to neck and ear of rice will be predicted in monsoon season with the expansion of improved high yielding varieties which are always accompanied by a lot of doses of fertilizer application. Therefore, we would like to advise to promote the following measures by its own originality.

1) Breeding of resistant variaties against infections to neck and ear of rice taking into consideration the experience and occurrence of pathogenic races.

2) Ecological study of source for those infections considering to contribute to the forecasting of the disease.

3) Foundamental studies on mechanisms of resistant reaction and disease establishment of those infections.

4. Yellow Incidence

Paddy Yellow Incidence is supposed to be another important problem of the high yielding varieties as in case of last year. There are many case of Yellowing Incidences including Leaf Yellowing (Tungro), and various

deficiencies such as Nitrogen, Iron, Potassium, Zinc and Magnesium deficiencies. However, we could not identify the cause of yellowing by so-called Tungro within our one month's field inspection. So far as virus is concerned, establishment of the identification and transmission tests is urgently needed among yellowing incidences as described later.

On the contrary, Nitrogen, Iron, Zinc deficiencies were widely observed during our tour and typical Potassium, Phosphate and Magnesium deficiencies also observed at certain places. Deficiency of minor elements such as Zinc, Iron, Magnesium is never seen in Japan as it has acidic soil. It is no doubt that the above mentioned minor element deficiency are in existence is India because of alkaline soil. Research of physiological diseases on paddy such as progress and distribution of alkaline soil, biochemistrical works of various deficiencies of paddy under the conditions of alkaline soil are highly recommended.

Table 2. Related Causal Organisms of Rice Panicle Browning. (Tominaga, 1969)

Cusal Organisms	Spikelet	Other Parts*
Alternalia sp.	+++ ***	+++++++++++ ***
A. oryzae	++	++
Ascochyta sp.	+	+
Aspergillus sp.	++	+
Brachysporium sp. = *Curvularia* sp.	++	+
B. oryzae=Curvularia lunata	++	++
Cercospora oryzae	++	+++
Cephalosporium sp.	+	
Choanephora cucurbitarum	+	
Cladosporium sp.	+	++++
C. cladosporioides	+	+
C. harbarum	+	
Curvularia sp.		++
C. lunata	+	+
Epicoccum sp.		+++
E. hyalopes=Nigrospora sphaerica	++	+
E. neglectum	+	
Helicoma echinesporium	+	
Helminthosporium sp.	+	+
H. oryzae	++++	+++++++++++
H. sigmoideum		+++
Hendersonia sp.	+	
Hormodendrum sp.=*Cladosporium* sp.		++++
Fusarium sp.	++++	++++++++
F. graminearum	++	+
F. moniliforme	+++	
F. nivale **	+	+
Leptosphaeria sp.	+	
Macrosporium sp. =*Alternalia* sp.	+	
Nigrospora sp.	+	++
N. oryzae	+	+
Penicillium sp.	+	++
Pestalotia sp.		+
P. oryzas	+	
Phoma sp.	++	+
P. grumarum	+	
Phylosticta sp. =*Phoma* sp.	++	
Pyrenochaeta sp.	++	
Pyricularia oryzae	++	++
Rhizopus sp.		+
Rhynchosporium oryzae=Fusarium nivale	++	++
Sphaerulina sp.	+	
Trichosporium sp.	+	

Cusal Organisms	Spiklet	Other Parts*
Bacteria	+	+++

Remarks: *Axis, Panicle branch, Base of Panicle (including upermost internode),
**Rhynchosporium Blight Fungus,
***Number of plus are shown the frequency of isolations.

III. Suggestion

(A) Technical Advice of the Rice Diseases and Insect Pests Control

1. Simple diagnosing method of the Bacterial Leaf Blight

Introduction of the simple and quick method of diagnosis against Bacterial Leaf Blight in the field is as follows, especially first one being very simple anductual method using only one test tube. Procedures are,

1) Collect the dubious leaves in the paddy field, and cut off the discoloured part by scissors. Then put this leave into a test tube filled up with clean water. When infested by Bacterial Leaf Blight it can be observed bacterial oozing down by naked eyes. The safety and clearness of this method are obtainable by bundling several leaves (Yoshimura, 1963).

2) Out of the irrigation water is taken and mixed with 2 ml of *X. oryzae* bacterial suspension in a test tube. About 5 ml of melting potato-semi-synthetic medium (adjusted at about 50 degree centigrade) is added to the mixture and poured into a petri dish. Plaques may be counted after 15 hrs. at 26 degree centigrade. Thus the number of phage per 1 ml of irrigation water can be obtained. When detected more than 1,000/ml plaques in the irrigation water, the above water is to be affected by Bacterial Leaf Blight in high possibility in near future.

2. Identification of Tungro Virus Disease

The Tungro virus is not mechanically transmissible but is carried by Green Rice Leaf Hopper, *Nephotettix impicticeps* in a non-persistent way. There are three methods to identify Tungro virus disease virologically,

1) Bioassay by the vector *N. impicticeps*

2) Confirmation of virion by electronmicroscopy

3) Detection of viral proteins by serological methods. Among them, most easiest method is Bioassay by the vector *N. impicticeps*. Accordingly, the transmission test using rice seedlings (Nasu, 1957 and 1963) is recommended. Detail is as follows,

Transmission test using rice seedlings: This is a general method in which a rice grain soon after germination is put together into a test tube with a rice leafhoppers after acquisition feeding from diseased rice plant

to be tested, and then the test tube rice seedling to detect whether the leafhopper is viruliferous or not. Rice seedling is put into a test tube (1.5 x 10 cm) with a drop of water and kept at room temperature. Soon after germination, the seedling is exposed to a leafhopper, *N. impicticeps* for a certain period, and transplanted into a flat with soil to be examined for disease symptoms on third to fourth leaves. At higher temperature above 25 degree centigrade, symptom develop in several days after inoculation feeding.

(B) Rice Diseases and Insect Pests Researches and its Control Guidance at Indo-Japanese Agricultural Extension Centres

We are proposed the following items to the Government of Japan.

1. At least one Plant Protection Specialist and one Soil Nutrition Chemist shall stay (-2 years taking turn) in suitable institutions in India and carry out disease and insect and physiological disease researches and its control consultation necessary for respective Indo-Japanese Agricultural Extension Centres. And also, they shall proceed necessary experiment on the spot.

2. We have suggested that the experienced Local Forecasting Officer who is engaged in the Rice Diseases and Insect Pests Forecasting Works in Japan is to be sent urgently to respective Centres. Those Officers will mainly work on the survey of the Disease and Insect Forecasting and Technical Guidance of Plant Protection concerned at the area of each Centres and its vicinity. And, they will cooperate for the execution of the experiment on the spot and promote the research of the above mentioned Plant Protection Specialist and Plant Physiologist.

3. Above Experts and Officers staying in India shall always keep a close contact with the Indian Government and Institutions in order to have effective research activities and to exchange technical information.

4. Several spots selected among the Extension Areas shall be designated as Perfect Disease and Insect Control Demonstration Plots. (Approximately two or three spots with Bacterial Leaf Blight as an objective at this moment).

5. Accumulation of survey of the severity of various incidences, occurrence area and environmental datas related to those of diseases and insect

pests are quite necessary at the present moment. In order to obtain this purpose, the Plant Diseases and Insect Pests Forecasting Works should be urgently organized for avoiding the serious outbreak of Diseases and Pests.

6. It is highly recommendable to supply to the Indo-Japanese Agricultural Extension Centres, State Plant Protection Officers and other officers concerned, the colour slides and hand-books illustrating in colour of the symptoms of various diseases, major insect pests and physiological diseases, of rice.

Lastly, we supposed that the staff of the Indo-Japanese Agricultural Extension Centres are lack of experience in Disease and Insect Pests Diagonosing Technique including physiological incidence. Whenever new varieties or a new cultivation method are introduced to some area, the occurrence of disease and insect charge seriously, and the unknown disease and insect occur on such cases. For example, Leaf Yellowing which occured on new developing varieties last year is a typical example of this case, as we mentioned. So, we suppose that the practical training of Experts of Centres are needed in a Plant Pathological, Entomological and Plant Nutritional Diagnosing technique to make a accurate diagnosis at any time himself, as a important future problem. Because, accurate diagnosis is a first step of plant protection.

X・要　望　事　項

1. 訪問途次国にある研究所への立寄りについて

今回わが調査団が要望したフィリピン国マニラの IRRI 研究所，およびタイ国バンケン研究所への立寄りは，往路，後者について1日だけの立寄りが認められた。これらいずれの研究所も日本人研究者が多数在勤している熱帯農業研究の中心地である。こゝで最近の研究成果や，研究状況を直接見聞し，これら研究者と討論，意見を交換して援助国へ赴くことは，指導調査等の成果を高め，目的達成に貢献すること多大なものがある。

今後技術指導で派遣される調査団には，上記2研究所の立寄りができるよう格別の配慮がなされることを希望する。

2. 雨季の巡回指導について

やむを得ず雨期に巡回指導に赴く場合，派遣日程に多少の余ゆうをみるべきである。今回も大雨，悪天候による交通機関の途絶に遭い，指導日程に無理を生じた。雨季は2割程度日程に余ゆうをもたせるべきだと考える。

3. センターにおけるイネ病害虫防除診断用カラースライドまたはカラー版ガイドブックの作製について

日印農業普及センターにおける病害虫防除指導を容易ならしめるため，イネ病害虫の病徴，被害についてのカラースライドおよびカラー版ガイドブックを作製配布することは　普及推進上きわめて効果的と判断される。この製作のためには本報告者らが積極的に協力する用意がある。なお，この場合，センター所在の州政府 Plant Protection Officer とその配属職員にも配布できればより有効で，早急にその実現化を希望したい。

センター	2組×4カ所	8組
州	22組×4カ所	88組
OTCA研修用		4組
計		100組　（1組50コマ）

1組2,500円×100組＝25万円