

インドネシア農業研究協力計画 総合報告書

—日本・インドネシア食用作物共同研究計画—

昭和55年11月

国際協力事業団
農業開発協力部

JICA LIBRARY



1055836[9]

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3.16	108
登録No. 00592	80.7
	ADT

あ い さ つ

日本・インドネシア農業研究計画は、昭和45(1970)年10月に両国政府間で締結された協定に基づき、3ケ年の延長を含む8ケ年の協力期間をもって昭和53(1978)年10月に終了しました。

本計画は、研究協力プロジェクトとして本格的に実施されたわが国最初のプロジェクトであり、岩田吉人団長以下派遣専門家の絶大な御尽力とインドネシア側のこれに劣らぬ熱意と努力により多大の成果をあげ得たことは、まことに喜ばしい限りであります。

ここに、その成果が総合報告書としてとりまとめられたことは、単に本プロジェクトの記録としてだけでなく、現在協力中の他のプロジェクトに対する指針ともなり大変有意義なことであると考えられます。

最後に、本プロジェクトが内外の高い評価を得て無事終了したことに対し、岩田吉人団長はじめ、派遣専門家、外務省・農林水産省関係者、在インドネシア日本大使館等在インドネシア関係機関並びにインドネシア政府関係者に対し深甚なる謝意を表するとともに、今後のインドネシア国における農業研究活動が一層発展することを願ってやみません。

昭和55年10月

国際協力事業団

理事 松山良三

ま え が き

1970年（昭和45年）10月23日、日本、インドネシア両国政府間で調印された“日本インドネシア食用作物共同研究計画”は5年の協力期間を経た段階でインドネシア側の強い要請によって3年間延長され、1978年（昭和53年）10月22日、8年にわたる農業研究協力の幕を閉じた。

インドネシアは1969年4月から第一次経済開発五年計画を開始したが、本プロジェクトの発足した当時は社会全般にわたって経済事情は悪く、協力相手であるボゴールの中央農業研究所の研究設備はほとんどなく、研究者の数は少なく研究水準も低い状態にあった。

このような状態のもとで本プロジェクトを軌道に乗せ、推進するということは極めて困難なことであったが、8年間にわたり多くの専門家の派遣による研究指導および機材供与による研究設備の改善、さらに多数のカウンターパートの国内研修によって、中央農研の研究設備は格段と改善され、研究者の研究能力は著しく向上した。

インドネシアはこれまでの国家開発計画において常に農業開発に第一のプライオリティをおいてきたが、この国の農業発展を長期的にみるとき農業発展を支える研究者を育成することは極めて重要で意義あることである。その意味において8年間の研究協力はある程度の成果を挙げたものと信じている。

プロジェクトが始った頃はインドネシアでは日本の農業研究の水準についての理解、評価は十分でなかったように思われる。しかし、本プロジェクト8年間の協力によって日本の農業研究の真価が評価され、また両国研究者の相互理解、交流が大きく前進したと考えられる。政治経済的、文化的に深い関係にあるインドネシアと日本が農業研究において今後も長く協力関係を維持、発展させるよう願ってやまない。

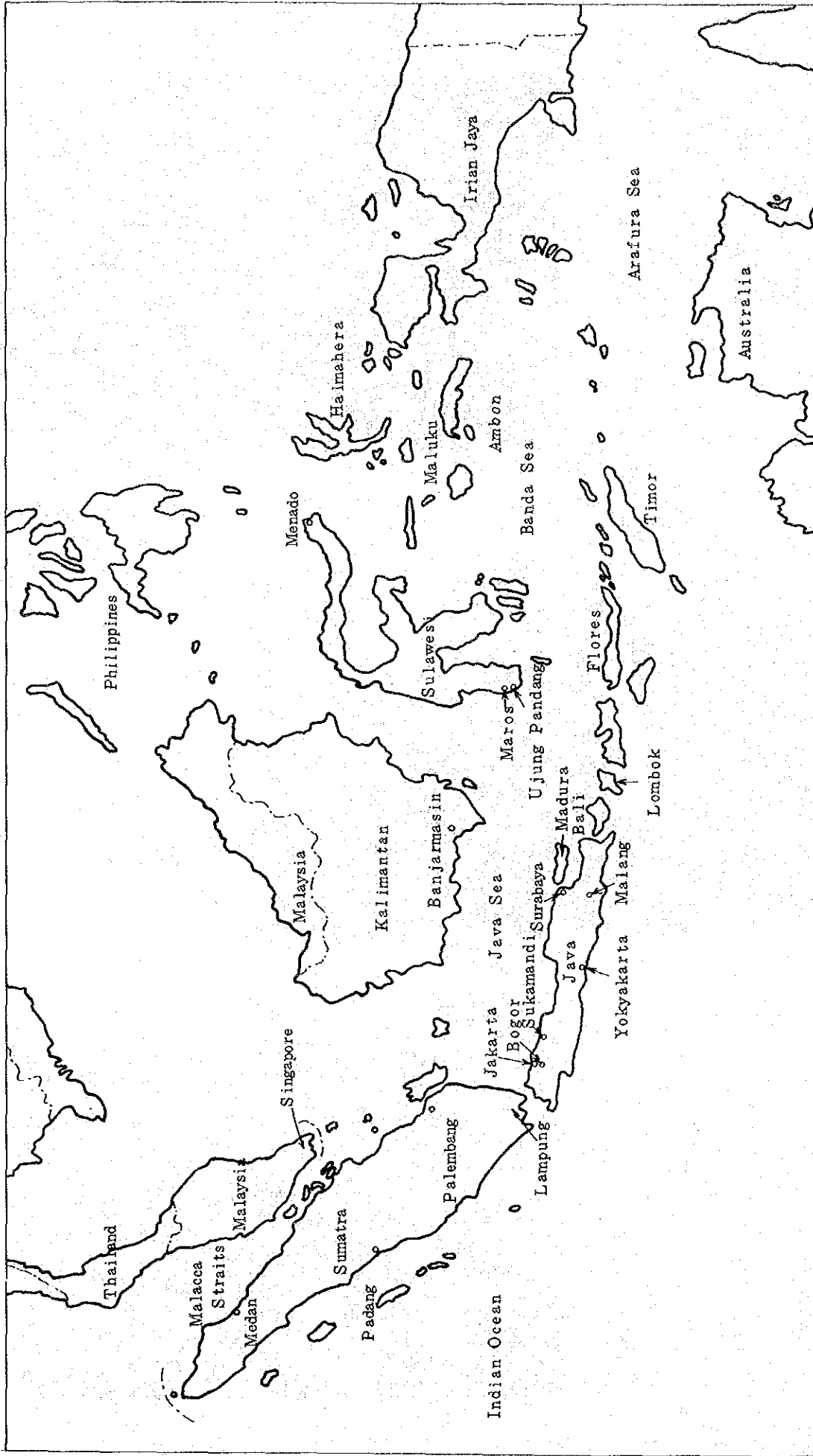
プロジェクト8年の間に労苦と共にした多くの専門家諸氏、絶えず支援と激励をいただいたJICA、外務省、農林省などの関係の方々にお礼を申し上げたい。また、インドネシアの農業研究開発庁長官、中央農業研究所所長その他の研究者のご協力に対しても衷心感謝の意を表する。

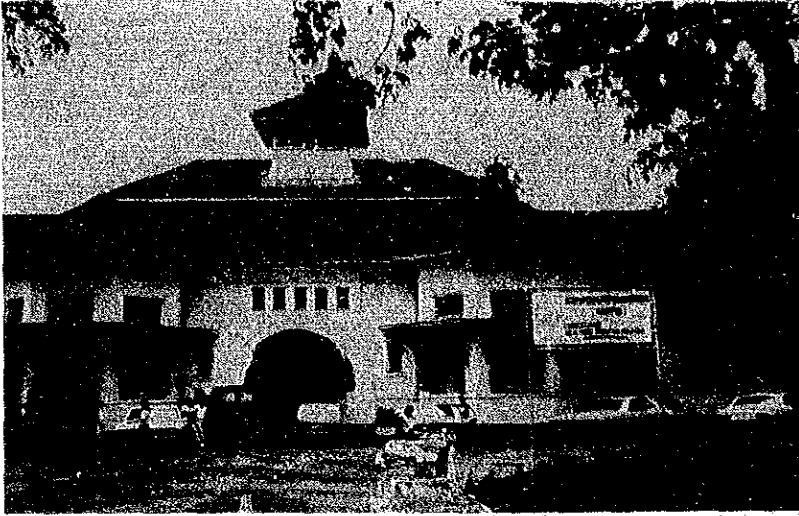
岩 田 吉 人

目 次

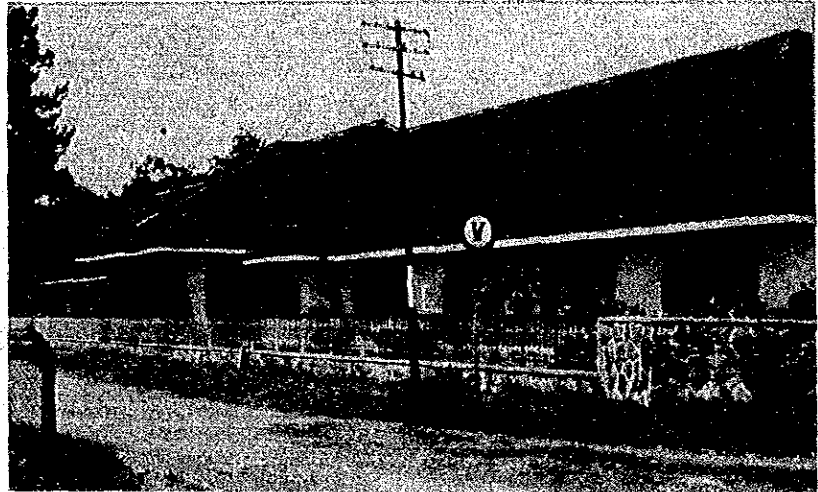
1. プロジェクトの成立および経過	1
2. 中央農業研究所の組織と研究	4
3. プロジェクトの協力活動	7
4. 研究の成果	17
A. 作物病害の研究	19
B. 昆虫の研究	46
C. 野鼠の研究	51
D. 作物の生理学的研究	53
E. 水稻の作物学的研究	73
5. 各国の農業研究協力とその相異	77
6. プロジェクトを終えて	81
7. 研究報告リスト	91
8. 参 考 文 献	107

インドネシアの地図





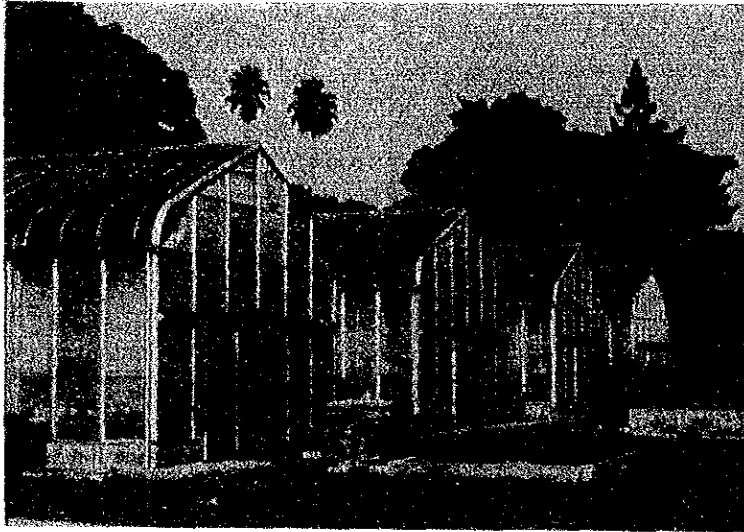
中 央 農 研 本 部



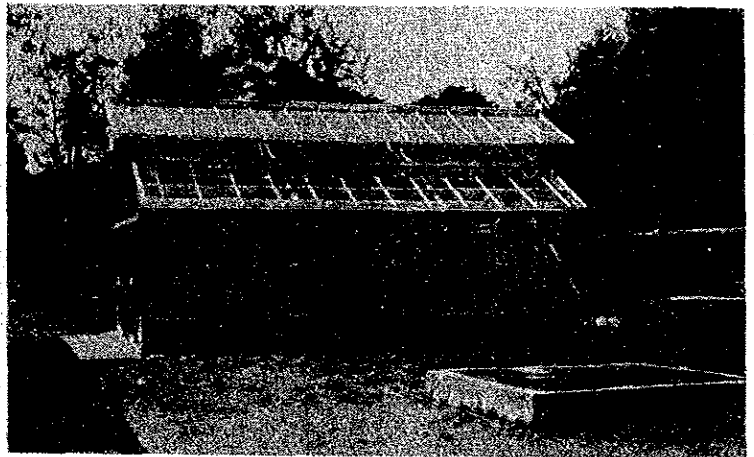
植 物 病 理 研 究 棟



Muara 試 驗 地



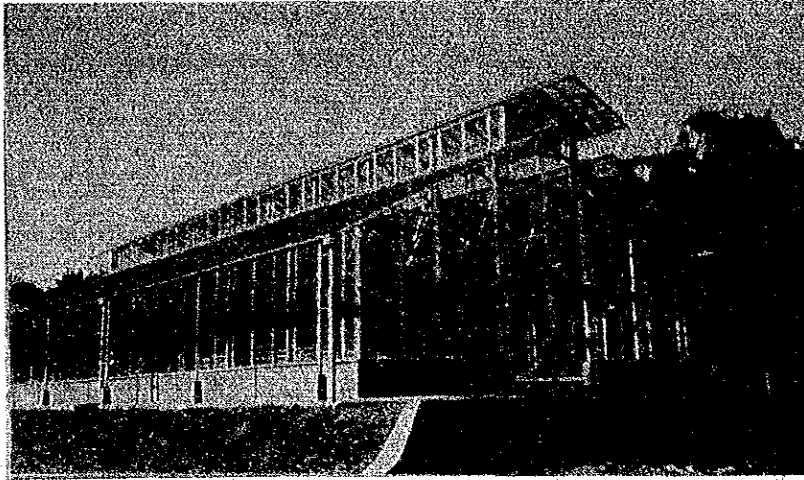
植物病理研究用網室 (1972)



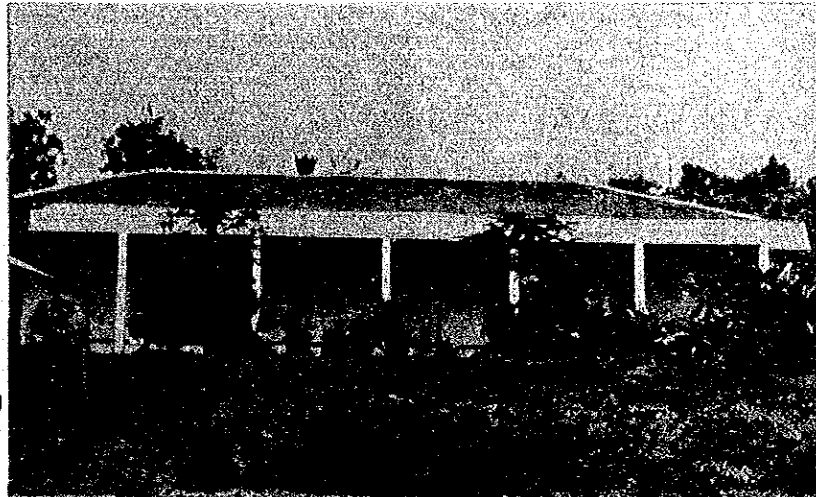
植物病理研究用網室 (1974)



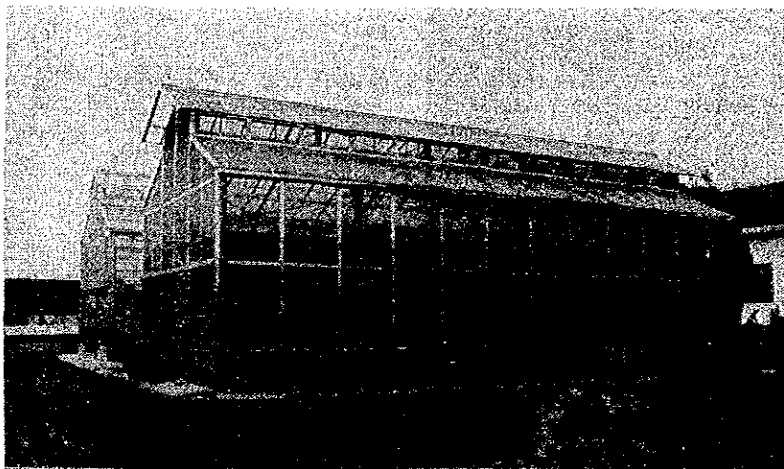
電子顯微鏡實驗室 (1976)



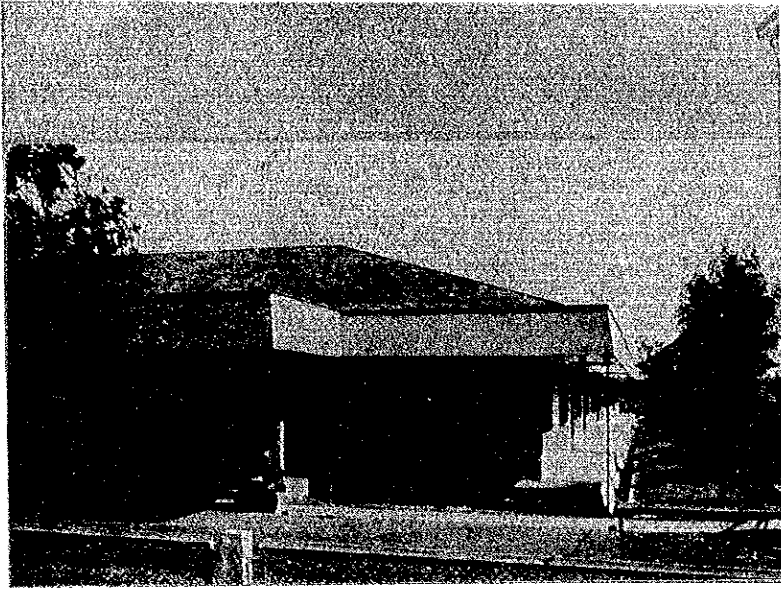
作物栄養研究用網室
(1974)



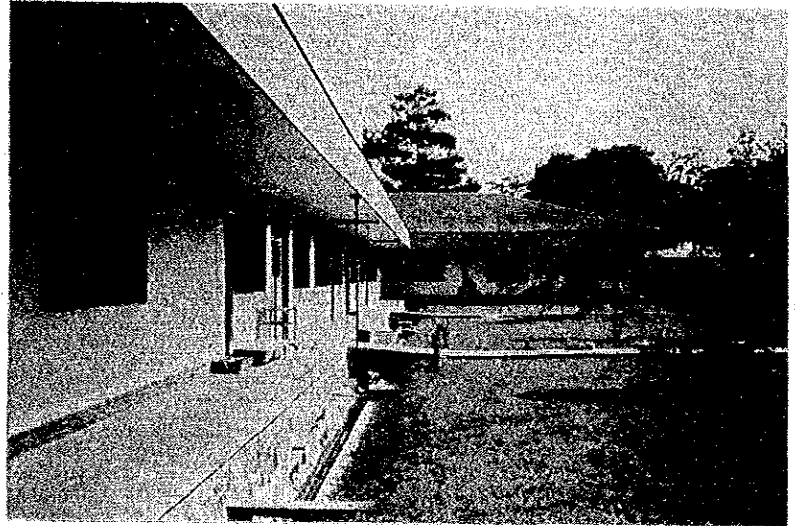
作物栄養研究の一研究棟
(1973)



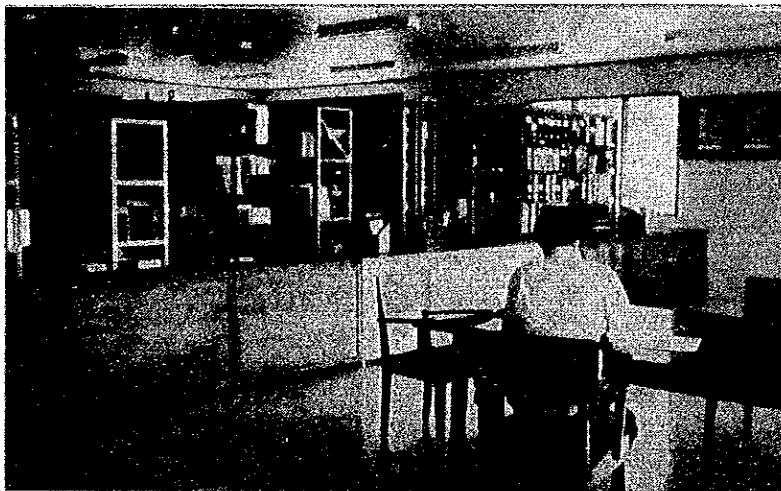
昆虫研究用網室
(1979)



作物保護研究棟（1977）正面



同上側面



病虫部図書室
（作物保護研究棟内）

1. プロジェクトの成立および経過

a. 協定成立まで

インドネシアは1945年8月17日確かに独立を宣言したが、正式に独立をもちとるまでには4年間にわたる激しい独立戦争を戦わねばならなかった。

その後も国内では1950-'51年にモルッカの反乱、1956-'59年にはスマトラとスラウェシにおける、いわゆるインドネシア革命共和国の反乱と戦わねばならなかった。また、オランダの支配下にあった西イリアン併合を完了したのは1969年8月であった。

その間に1965年にはインドネシア共産党(PKI)のクーデター未遂事件、いわゆる9月30日事件が起り、スカルノ大統領は失脚し政局は混乱に陥った。スカルノの政治優先主義は経済破綻を招き、極度のインフレはインドネシアを経済的危機に追い込んだのである。

しかし、1968年スハルト将軍が正式に大統領に就任してから政治の安定と経済復興を目指して1969年4月から第一次経済開発五か年計画を推進した。それにも拘らず、スカルノ時代からの経済破綻は社会の各方面にわたってその傷痕を残していたのである。

このような状況のなかで、1969年9月に海外技術協力事業団(OTCA)から農業研究協力予備調査団がインドネシアに派遣され、農業省およびボゴールの中央農業研究所と農業研究協力について協議を行った。そのとき、インドネシア側からは中央農研のなかで最も弱体である植物病理の分野においての協力を要請された。

その要請を受けて日本側としては植物病理、昆虫、植物生理(障害)の分野を含む食用作物の保護に関する協力案を作成し、翌1970年2月に私を団長とする実施調査団が派遣されインドネシア側と具体的協議を行った。そのとき、中央農研から昆虫部門には1968年からオランダの専門家が派遣され協力をを行っているので、昆虫部門は除外するようにとの強い申出があった。

調査団としては作物保護に関する研究協力において昆虫分野を除くことは極めて重大であるので、昆虫の研究も含めるよう強く要望したが遂に容れられず、代案として植物病害(植物ウィルス病)の研究に必要な媒介昆虫の研究を入れるよう提案し、ようやくその点で妥協が成立し帰国前日の3月24日合意議事録(Record of Discussion)に署名することができたのである。

幸にも“インドネシアとの食用作物共同研究計画の実施協定(略称)”(Japan-Indonesia Joint Food Crop Research Program)についての両国間協定はその年(1970年)の10月23日ジャカルタで調印され本プロジェクトは発足したのである。

その内容は(1)食用作物の主要病害の生態と防除に関する研究、(2)主要病害の発生予察とウィルス媒介虫に関する研究、(3)食用作物の生理的障害および主要病害についての生理学的研究な

ど作物保護分野において、団長のほか植物病理、ウィルス媒介虫、植物生理の分野において各1名、合計4名の専門家がボゴールの中央農業研究所と5か年の研究協力を行なうというものである。

b. プロジェクト発足後の経過

協定成立の翌年(1971年)3月に団長のほか専門家2名、さらに5月に専門家1名がボゴールに着任し、プロジェクトは実質的スタートをきったのである。

その後、後記のように1975年10月協定終了まで3回にわたり調査団が派遣されたが、プレエバルエーション調査団(1974年11月)が派遣されたとき、プロジェクトの延長拡大についての要望 "A Proposal for Extention of Indonesia-Japan Joint Food Crop Research Program (1975-1980)" (文献6)が中央農研より提出された。さらに翌年(1975年)6月に派遣されたエバルエーション調査団に対しても協定の延長、拡大の強い要望が中央農研より出された。

この要請を受けて日本側で検討が行われた結果、3年間の延長、また植物生理およびウィルス媒介虫の研究に関連する分野として、作物(稲)栽培および害虫防除に関する専門家各1名の増加派遣が決り、1975年10月21日 "インドネシアとの食用作物共同研究計画の実施協定(略称)の有効期間の延長" に関する交換公文がジャカルタにおいて署名取り交された。従って延長後は団長を含め総員6名のチームをもってプロジェクト推進に当ることになった。

協定延長後約1年を経過した1976年12月、巡回指導調査団が派遣されたが、中央農研との協議において本協定終了後引き続き新しい農業研究協力プロジェクト設定への強い要望が出され、1977年4月 "A Proposal of Indonesia-Japan Joint Food Crop Research Program (1978-1983)" (文献14)が中央農研より非公式に提出された。さらに、同年11月に派遣された巡回指導調査団の調査および協議の結果、1978年1月農業研究開発庁長官より新プロジェクト設定への要請が出された。

1978年7月にはエバルエーション調査団が派遣され、本プロジェクトに対する最終的、総括的エバルエーションが行われるとともに中央農研と新プロジェクトに関する協議が行われた。

その結果にもとずき日本側は新研究協力プロジェクトに関するR/D原案を作成して1978年10月R/D署名チームが派遣され、インドネシア関係機関との協議を行った結果、作物(とくに豆類)栽培、育種を中軸とし植物病理、昆虫、植物生理などの関連分野が協力する内容の新プロジェクト "Strengthening of Legumes in relation to Cropping System Research Project" (ATA 218)のR/Dに10月12日署名された。この署名の日より10日後に本プロジェクトは8年にわたる研究協力の幕を閉じたのである。

プロジェクトの成立、経過の概要を若干のインドネシアの背景をまじえて年譜的に記せば次

次のとおりである。

年次	内 容
1945 (昭20)	インドネシア共和国独立宣言 (8月17日)
1963 (昭38)	DEMAS (改良稲作展示運動) 開始
1965 (昭40)	BIMAS、INMAS (食料増産計画) 開始
"	9月30日事件 (スカルノ大統領失脚)
1966 (昭41)	中央農業研究所設立 (食用作物研究関係研究所の統合)
1967 (昭42)	スハルト臨時大統領就任
1968 (昭43)	スハルト大統領正式就任
"	オランダ農業研究協力プロジェクト開始
1969 (昭44)	第1次経済開発5か年計画開始 (4月)
"	農業研究協力予備調査団 (星出団長ほか3名) 派遣 (OTCA)、9-10月
1970 (昭45)	農業研究協力実施調査団 (岩田団長ほか5名) 派遣 (OTCA)、2-3月、R/D 署名 (3月24日)
"	「日本・インドネシア食用作物共同研究計画」協定調印 (10月23日)
1971 (昭46)	最初の専門家派遣 (2月28日)
"	第2回総選挙 (7月)
"	オランダ研究協力プロジェクト3年延長
"	IRRI 研究協力プロジェクト開始
1973 (昭48)	巡回指導調査団 (明日山団長ほか4名) 派遣 (OTCA)、1-2月
1974 (昭49)	第2次経済開発5か年計画開始 (4月)
"	オランダ研究協力プロジェクト3年延長
"	農業省に農業研究開発庁新設
"	プレエバルエーション調査団 (桜井団長ほか3名) 派遣 (11月)
1975 (昭50)	エバルエーション調査団 (平野団長ほか6名) 派遣 (6月)
"	協定延長に関する交換公文に署名 (10月21日)
1976 (昭51)	農業無償調査団 (大脇団長ほか4名) 派遣 (9-10月)
"	巡回指導調査団 (升尾団長ほか3名) 派遣 (12月)
"	IRRI プロジェクト終了
1977 (昭52)	巡回指導調査団 (松実団長ほか5名) 派遣 (11-12月)
"	オランダ研究協力プロジェクト終了
1978 (昭53)	第3回総選挙
"	エバルエーション調査団 (松実団長ほか5名) 派遣 (7月)

- 1978 (昭53) インドネシア農業研究協力 R/D 署名チーム (北野団長ほか2名) 派遣、
 新研究協力プロジェクト "Strengthening legumes in relation to
 cropping system research project" の R/D 署名 (10月12日)
 「日本・インドネシア食用作物共同研究計画」終了 (10月22日)
 " 新研究協力プロジェクト開始 (10月23日)
- 1979 (昭54) 第3次経済開発5か年計画開始 (4月)

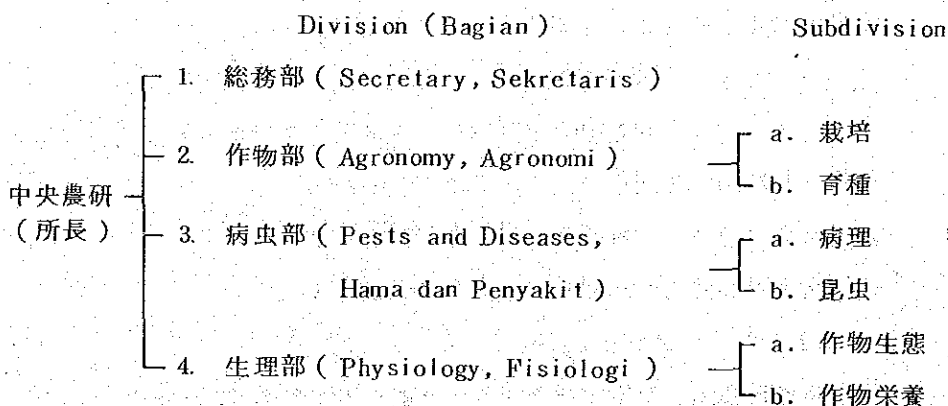
2. 中央農業研究所の組織と研究

a. 本場 (Bogor)

ボゴールにある中央農業研究所、Central Research Institute for Agriculture (CRIA) = Lembaga Pusat Penelitian Pertanian (LPPP = LP3) は1966年、食用作物 (稲、トウモロコシ、ソルガム、豆類、キャッサバ、サツマイモなど) に関する6試験研究機関が統合されてできた研究所である。

本プロジェクトの発足した当時の中央農研は農業省の農業総局 (総局長: Ir. Sadikin Sumintawikarta) に所属していたが、1974年大統領令により農業省の機構改革が行われ、農業研究開発庁 (Agency for Agricultural Research and Development = AARD, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian = Litbang, 長官: Ir. Sadikin Sumintawikarta) が農業省に新設されるに及び、従来農業省の各総局に所属していた試験研究機関は中央農研も含め、すべてこのAARDに移管された。

中央農業研究所の組織は次のとおりである。



中央農研の要覧には上記3研究部のほか Economics と Technology の2部が記載されているが実質的研究活動はなく、研究部としては作物部、病虫部、生理部の3部である。

(注: 1979年育種分野は独立して育種部となった)

研究各部には部長があり、病虫部、生理部ではその下に科長に相当する人が実質的に研究管理に当たっていたが、職制としての科長はない。

わが国が本プロジェクトを開始した当時は前述のように病理および作物栄養の2分野において協力を行ったが、1975年10月プロジェクト延長後は作物部の栽培および病虫部の昆虫の分野にもそれぞれ1名の専門家を派遣して協力に当たった。

すなわち、中央農研の育種、作物生態を除く分野で研究協力を行ったが、専門家の派遣時期の関係からみると実質的な協力は病理、作物栄養分野は1971年3月から、稲栽培および昆虫分野はそれぞれ1976年3月、1977年1月からであった。

b. 支場、地域出張所および試験地

中央農研に所属する支場 (Branch, Cabang)、地域出張所 (Regional representative, Perwakilan)、試験地 (Experimental farm = Substation, Kebun Percobaan) は次のとおりである。

- 1) 支 場 Maros (南スラウェシ)
 Sukamandi (西部ジャワ)
- 2) 地域出張所 Padang (西スマトラ)
 Yokyakarta (中部ジャワ)
 Malang (東部ジャワ)
 Banjarmasin (南カリマンタン)
- 3) 試 験 地 西部ジャワ 7、中部ジャワ 2、東部ジャワ 6、南スラウェシ 3、
 南カリマンタン 5、ランポン 1、西スマトラ 3 (計 27 か所)

本プロジェクトの発足当時には南スラウェシの Ujung Pandang (旧名 Makassal) に Makassal 支場があり、そのほか上記のように各地に地域出張所および試験地があった。

1970年、インドネシア政府は IRR I に要請して Dr. Shastri (Project coordinator, All Indian Coordinated Rice Improvement Project, Consultant to IRR I) を団長とする調査団が派遣されたが、その勧告の一つとして農業研究の地域化が挙げられた。

その勧告に従い、南スラウェシの Makassal 支場を Maros (Ujung Pandang の北方約 30 km) に移し、Maros 支場の建設が IRR I を通したオランダの資金ではじまり、1973年8月30日に Toib 農林大臣出席のもとに開所式が行われた。

また、本プロジェクト発足当時から西部ジャワの Sukamandi (Jakarta 東方約 120 km) に支場建設の計画があったが、その後世銀の借款により建物建設、圃場整備が進められた。支場設立は1972年4月となっているが、実際にはその整備は逐次進められて来た。

また、これまでは水田が主体であったが、今後は二次作物 (Secondary crops, Palawija) の研究のための施設、圃場整備が計画されており、将来は稲、二次作物それぞれの独立した研

研究所とする構想である。

中部ジャワ、東部ジャワ、西スマトラ、南カリマンタンなど支場のない地域では上述のように現在は地域出張所がおかれ、その長がその地域の試験研究、試験地の管理運営に当たっている。しかし、将来は西スマトラ、東部ジャワ、南カリマンタンなどに順次支場建設の構想があり、Padang（西スマトラ）では世銀、USAID、インドネシア予算により建設がはじめられている。

試験地は上述のように全国で僅か27か所に過ぎず、多くは設備が不十分で、また地域分布も適当とは思われない。今後スマトラに7か所の試験地が設立される計画がある。

このほか、中央農業研究所と園芸試験所とを合体して新しく食用作物研究所を設立するという構想もあった。

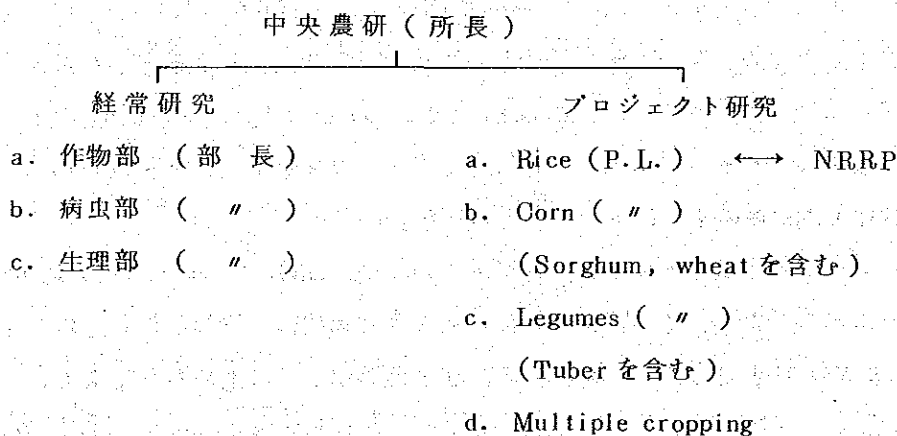
（注： 1980年4月に Sukamandi 支場の独立研究所（Sukamandi 食用作物研究所）、Bogor 中央農研と園芸試験場合体の構想は実現の運びとなった。）

c. 研究体制

中央農業研究所（Bogor）の研究は前記各研究部においてそれぞれの分野の研究が行われていたが、前記Dr. Shastri 調査団の勧告に沿って1971年からNational Rice Research Program（NRRP）が組織された。

これはインドネシアで最も重要な稲の研究について農業省の研究、行政関係だけでなく大学も含め、研究、教育、普及の分野にわたる全インドネシアの稲研究計画であり、数回にわたり会議が開かれたが、予算的裏付がないため活動は次第に衰退し、有名無実の存在となって終わった。

1974年からインドネシアが第二次五か年計画に入るに当たり、中央農研では下記のように各研究部による経常研究のほかに稲および二次作物（Secondary crops, Palawija）についてのプロジェクト研究を打ち出し、その推進をはかることになった。



すなわち、各プロジェクトにはProject Leader (P.L.)がおかれ、Rice projectについてはMuara 試験地内にプロジェクト本部の建物が建設された。

Rice projectはIRRIのGEU (Genetic Evaluation and Utilization)にならい、稲育種を中心として各研究部の関連分野から研究者がプロジェクトに参加する形で進められ、近年はGEU Meetingがほぼ毎月開かれ、その内容の要旨はプリント印刷されている。

なお、NRRPとの関係はProject Leaderが当ることになっていたが、前記のようにNRRPは実質的に活動していないため形式的なものになっている。

Palawija projectについては研究者の不足、人事の異動もあってプロジェクトとしての目立った活動は行われていない。

なお、1976年1月、中央農研において農業省および大学関係者を交えて、食用作物に関する今後の研究戦略についての会議が開かれ討議が行われたが、その成果は“Strategi dan Pengembangan Penelitian Tanaman Pangan” (食用作物研究の戦略と発展)としてまとめられ印刷発表された(文献10, 20)。

3. プロジェクトの協力活動

a. プロジェクト発足当時の実情

前述のようにスハルト大統領は1969年4月より第一次経済開発五か年計画を推進したが、本プロジェクトの発足した当時は経済荒廃の姿がいたるところに見られたのである。

今日のジャカルタを見る人には到底想像できないであろうが、ジャカルタの目抜き通りのタムリン通り(Jalan Thamrin)に聳えるヌサンタラ・ビル(Nusantara Bld.)は工事途中で錆びた鉄骨のまま放置され、現在のような外装が施されたのはプロジェクト開始後2年近くの1972年12月であった。

中央農研にもその経済荒廃の影響はまざまざと見られた。具体的に記せば吾々が協力を要請された病理部門においては研究棟こそあったが、研究室の片隅の戸棚にオランダ時代のものと思われる小さい、古い顕微鏡その他2、3の研究機材があっただけである。

研究者としては当時病理科長に相当する人は米国留学中であり、本プロジェクトが発足するというので採用された大学を出て間もない4名の研究者がいるのみであった。しかも、これらの人も大学で植物病理学を修めた者ばかりではなく、また採用といっても正規の公務員ではなかった。

協力の他の部門である作物栄養部門についても研究者1名、化学分析技術者1名で、科長に相当する人はオランダ留学中であった。

研究室は空家同様で、動かせば音だけ大きい、古い乾燥機その他2、3の機材があるだけであった。珍しいことに網室が1棟あったが、それは Colombo Plan で英国から供与されたもので、スカルノ時代に諸外国が援助を打切ったためその後の援助が続かず、この網室だけが遺跡のように残っていたのである。

一国の食用作用研究の任務をもつ中央農業研究所がこのような状態にあったことは当時を知る者でなければ想像できないであろう。本プロジェクトはそのような状況のなかで発足したのである。

なお、当時の生活環境も日本では想像できないような状態であって、専門家が生活条件を整えるには多くの時間と努力を必要とした。そのような事情の一面は文献11、24に紹介したので参照されたい。

b. 専門家の派遣と活動

前記のように最初の専門家は1971年3月に着任したが、団長を除く他の専門家は任期終了とともに交代が行われた。プロジェクト終了までの各協力分野での長期、短期専門家の数および氏名は第1、2表のとおりである。

第1表 派遣専門家の協力分野、期間別人数

協 力 分 野	長 期	短 期	計
団 長	1		1
植物病理	3 + (2)	3	6 + (2)
ウィルス媒介虫	3	1	4
" (害虫防除)	1	5	6
植物生理	3 + (1)	3	6 + (1)
" (作物栽培)	1		1
計	12 + (3)	12	24 + (3)

注、括弧内数字は熱研センターより直接派遣され、本プロジェクトに参加した数。

すなわち、長期専門家15名、短期専門家12名、合計延べ27名の専門家がプロジェクトに参加した。害虫防除の分野には昆虫の同定分類、発生予察、殺虫剤、農業分析、野鼠防除などが含まれている。

なお、このほかに短期専門家として網室(延べ10名)、走査電顕(1名)、超遠心機(1名)、C-Nコーダー(1名)、グロースキャビネット(1名)、ガスクロマトグラフ(1名)、原子吸光光度計(1名)、アミノ酸分析機(1名)など機材の据付調整、操作指導のための技術者延べ17名が派遣された。



第2表 派遣専門家の氏名、任期、分野

氏名	任期	専門分野
1. 岩田吉人	46. 2. 28 - 54. 2. 28 (L)	団長
2. 西沢正洋	46. 2. 28 - 48. 3. 30 (L)	植物病理
3. 矢沢文雄	46. 2. 28 - 48. 3. 30 (L)	植物生理
4. 里見緯生	46. 5. 12 - 48. 5. 11 (L)	ウイルス媒介虫
5. 御子柴晴雄※	46. 10 - 48. 6 (L)	植物病理
6. 山元剛※	47. 4 - 50. 4 (L)	同上
7. 樋口太重※	47. 4 - 49. 5 (L)	植物生理
8. 梶原敏宏	48. 3. 20 - 50. 3. 19 (L)	植物病理
9. 岩木満朗	48. 4. 26 - 50. 10. 22 (L)	ウイルス媒介虫
10. 三宅正紀	48. 5. 18 - 50. 10. 22 (L)	植物生理
11. 富永時任	49. 2. 20 - 49. 5. 19 (S)	植物病理
12. 速水和彦	49. 2. 20 - 49. 4. 29 (S)	植物生理
13. 小林尚志	50. 4. 10 - 53. 3. 31 (L)	植物病理
14. 小菅伸郎	50. 11. 5 - 53. 2. 28 (L)	植物生理
15. 日比野啓行	50. 11. 5 - 53. 3. 15 (L)	ウイルス媒介虫
16. 堀野修	51. 3. 25 - 51. 6. 24 (S)	植物病理
17. 加藤忠司	51. 3. 25 - 51. 5. 17 (S)	植物生理
18. 須崎陸夫	51. 3. 25 - 53. 10. 22 (L)	作物栽培
19. 織田真吾	52. 1. 25 - 54. 1. 24 (L)	害虫防除
20. 服部伊楚子	52. 3. 1 - 52. 5. 31 (S)	同上
21. 同上	53. 3. 24 - 53. 5. 23 (S)	同上
22. 大津正英	53. 3. 24 - 53. 5. 23 (S)	同上
23. 江塚昭典	53. 6. 5 - 53. 8. 20 (S)	植物病理
24. 岩木満朗	53. 6. 5 - 53. 9. 4 (S)	ウイルス媒介虫
25. 西尾道德	53. 6. 16 - 53. 8. 15 (S)	植物生理
26. 奈須壮兆	53. 7. 6 - 53. 9. 19 (S)	害虫防除
27. 金沢純	53. 7. 20 - 53. 9. 30 (S)	同上

注、 ※ 熱研センターより直接派遣

(L)は長期、 (S)は短期専門家

前記のようにプロジェクト開始当時は研究設備、研究機材は皆無に等しく、また研究者の数は少なく研究水準も低い状態にあったので、プロジェクトとしては長期的、教育的視点に立って研究協力の推進に当った。

すなわち、専門家が自己中心的に研究業績を挙げるという考えでなく、研究施設の整備、また現地調査、実験室、圃場を含む試験研究の実践指導を通して、研究環境条件の改善と研究者の能力向上に努力した。

このようなプロジェクトの協力活動は中央農研に対するインパクトとして研究者の研究意欲の著しい高揚をもたらすとともに研究者の増員、研究棟の建設などを促す上に大きな影響を与えた。

本プロジェクトは研究協力であって、研究成果の普及は常に念頭におきながらも普及には直接関与せず、立ち遅れている研究水準向上に全力をあげることにした。

換言すれば本プロジェクトは将来永くこの国の農業発展に寄与できる有能な研究者をできるだけ多く育成することに主眼をおいた。従って、本プロジェクトは研究協力であるとともに教育協力的性格の協力であったといえよう。

c. 研究資機材の供与と研究施設の整備

前述のように本プロジェクト発足当時は研究室に実験機材は全くなかったため研究室の整備充実には多大の時間と労力を費した。とくにプロジェクト初期に派遣された専門家がそのために体験した労苦は並大抵のものではなかった。

まず、供与機材のリスト作成に当って研究用機材は各種各様のものがあるため、その仕様、価格の不明のものが多く、また日本との連絡の困難さもあって、その作業は日本国内におけるように容易ではない。プロジェクトより送付された機材リストを受けて JICA での機材の調達も大変な仕事であろう。

機材が船積され、ジャカルタの港に着いてからも機材引取りまでは心配の多いことである。通関、引取りには 1.5～2 か月を要するのが普通である。港の倉庫に保管中またはボゴールにトラックで運搬中に盗難にあつたり、倉庫が水害にあつて機材が使用不能になったこともあつた。

ボゴールに着いても最初のうちはトラックからの荷却しはすべて人力によるため能率がわるく深夜までかかることが度々であつた。開梱点検も大変な仕事であるが、開梱した機材が梱包不備のため破損しているときは何ともいいがたい気持であつた。

酸やアルカリなどの薬品は一般に船積を拒否されるが、たまたま引受けてくれたインドネシアの船が途中時化に遭い、10 梱包中半分を海に捨てたという事故もあつた。その船はスラバヤ寄港でスラバヤに荷却しされたため、ボゴールまで 800 km をジープで運ばざるを得なかつた。その上、いよいよ開梱してみると梱包不備のため薬瓶の半数が破損しているということもあつた。

機材は供与しても活用しなければ意味がない。そのためには電気、水道など実験室の条件の整備が必要であるが、それは決して容易なことではない。機材供与前に予め相手側にその整備を行えといっても、それは到底できることではない。中央農研としても供与機材をもとにして農業省に研究室整備の予算要求ができるというのが実態であった。そのような状態でプロジェクト初期の苦労は大きかった。

しかし、とにかく最も弱体であった当初の協力分野である植物病理、ウィルス媒介虫および作物栄養部門における研究施設は協定延長時(1975, 10)には中央農研の他の分野にくらべ格段と改善されたことは誰の目にも明らかとなった。中央農研が他の分野にも協力拡大の要請をしたのもそのためである。

供与機材の詳細については省略するが、1970/71(昭和45年度) - 1974/75(昭和49年度)の5年間に供与された主な機材については文献8を参照されたい。1970/71 - 1978/79(昭和54年度)の間に供与された機材総金額は後記のように303,386千円に達し、通常の研究用資機材のほか、網室(8棟)、走査電顕、超遠心機、凍結乾燥機、原子吸光光度計、CNコーダー、アミノ酸分析機、ガスクロマトグラフ、グローブキャビネットなど相当高度の機械類が含まれている。

一方、インドネシア側も日本からの機材供与に呼応して研究室の整備に努力して来た。すなわち、研究室の改修、研究棟の新設また研究室の電気容量の増大、水道の整備その他研究室整備を行った。例えば病理部門の研究棟の電気容量は最初僅かに9.5kVAだったのが95kVAにまで増強され、作物栄養部門では24kVAが75kVAになった。このようにして、プロジェクト8年間の努力によって協力部門の研究設備は著しく改善され、中央農研が真の試験研究機関として発展する基礎をつくることが出来た。

当プロジェクトに関連して、日本およびインドネシア予算で建設された網室、研究室などは次のとおりである。

(1) 作物保護部門

(a) 作物保護研究棟(1977) $868 m^2$ (日) 102,600千円

(b) 植物病理部門

(i) 倉庫(1971) $180 m^2$ (イ)

(ii) 網室4棟(1972) $240 m^2$ ($60 m^2 \times 4$) (日) 11,145千円

(iii) 網室1棟(1974) $41 m^2$ (日) 2,030千円

(iv) 電子顕微鏡実験室(1976) $135 m^2$ (イ) 20,000千ルピア

(c) 昆虫部門

(i) 研究棟(研究者居室、実験室)(1975) $481 m^2$ (イ) 24,000千ルピア

(ii) 網室2棟(1979, '80) $136 m^2$ ($68 m^2 \times 2$) (日) 10,645千円

(2) 作物栄養部門

- (i) 研究棟（実験室）2棟（1973） $300m^2$ （ $150m^2 \times 2$ ）（イ）12,875千ルピア
- (ii) 研究棟（研究者居室）（1974） $300m^2$ （イ）15,500千ルピア
- (iii) 網室1棟（1974） $203m^2$ （日）6,200千円
- (iv) 薬品貯蔵庫（1975） $100m^2$ （イ）4,000千ルピア

(3) 作物部門

研究棟（研究者居室、実験室）（1978） $460m^2$ （イ）23,000千ルピア

上記のうち、作物保護研究棟はいわゆる“農業無償供与”によるもの、また（日）（イ）はそれぞれ日本およびインドネシア予算によるものである。このなかで特筆すべきは電子顕微鏡実験室と作物保護研究棟の建設であろう。

前農林大臣 Toib 博士（元ボゴール農科大学長）は電子顕微鏡に深い関心を示し、農業省、文部省関係を含めた農業研究者のため、農業省予算で電子顕微鏡を購入設置したいとの意向を表明してその調査を命じた（1975年11月）。これを受けて関係者が本プロジェクトに相談を持ち込んで来たので、プロジェクトとして種々の助言を行った。

その結果、大学および農業省研究機関の共同利用研究施設として中央農研病虫部に電子顕微鏡実験室を建設し、日立電顕 HS-9（中型）を購入することとなった。実験室の建設は1976年7月に完了し電顕の据付が行われ、また電顕研究専従の大学卒2名、電気関係技術者（工業高校卒）1名が新たに採用された。電顕による研究はその後開始され成果を挙げている。

また、日本政府より農業無償供与として研究棟を建設供与することになったが、中央農研は作物保護研究棟の建設を決め、1977年8月から病虫部構内に建設がはじめられ、同年末に完成した。プロジェクトとして供与した建造物は網室を除きこれが唯一のものである。

d. カウンター・パートの日本国内研修

前記のように当初協力分野における研究者の数は極めて少なかったが、中央農研はプロジェクトの進展に対応して研究者の獲得に努力し、研究者（大学卒）、研究助手（農業高校卒）の数は次第に増加した。例えば植物病理部門ではプロジェクト発足前の研究者は1名に過ぎなかったのが12名に、作物栄養部門では3名が14名にまで増加した。

協力分野の研究者は派遣専門家の指導を受けるほかに日本の試験研究機関に招かれ研修を受けた。本プロジェクトに関連して日本の農業試験研究機関での研修、試験研究および研究行政機関の視察、農業事情視察、国際会議参加など、日本に招かれた中央農研研究者は第3表に示すとおりで延べ32名に達する。

研修を受けた農林省関係の試験研究機関は農業技術研究所、農事試験場、地域農業試験場（北陸農試、中国農試、四国農試、九州農試）、植物ウィルス研究所などで研修を受けた研究者は21名、また上級研究者で日本で開催の国際会議への参加または日本国内視察など短期間

第3表 カウンターパートの日本国内研修

氏名	研修期間	研修場所	専門分野	備考
1. Lukman Nol Hakim B. Sc	47. 1. 16—47. 7. 15 (1)		化学分析	
2. Ir. Paransih Isbagijo	47. 9. 16—47. 10. 14		植物生理	研究視察
3. Drs. Muhammad Machmud	47. 9. 18—48. 3. 17 (1)		植物病理	
4. Ir. M. Ismunadji	47. 9. 30—47. 12. 31 (1)		植物生理	
5. Iskandar Zulkarnaini M. Sc	48. 2. 1—48. 7. 31 (1, 2)		同上	
6. Ir. M. Roechan	48. 7. 23—49. 1. 22 (3, 4)		ウイルス媒介虫	
7. Dra. Sismiyati R.	48. 7. 23—49. 1. 22 (1)		植物生理	
8. Ir. M. Ismunadji	48. 11. 17—48. 12. 21		同上	研究視察
9. Drs. M. Sudjadi	49. 3. 20—49. 9. 19 (1, 4)		植物病理	
10. Drs. M. Fathurochim	49. 3. 20—49. 9. 19 (1, 4)		植物生理	
11. Dr. D. M. Tantera	49. 8. 30—49. 9. 16		植物病理	国際会議出席
12. Ir. Hartini Ramlan Hifni	49. 9. 16—50. 3. 15 (1, 5)		同上	
13. Dra. Nunung Hindum Achmud	49. 9. 16—50. 3. 15 (1, 5)		同上	
14. Achmud Hidayat B. Sc	50. 3. 15—50. 9. 14 (1)		化学分析	
15. Ir. Mukelar A.	50. 3. 20—50. 9. 19 (1)		植物病理	
16. Dandi Sukarna	50. 10. 1—50. 10. 31		ウイルス媒介虫	研究視察
17. Drs. Kosim Kardin	51. 3. 15—51. 9. 14 (1)		植物病理	
18. Bambang Surono B. Sc	51. 3. 15—51. 9. 14 (1, 6)		化学分析	
19. Dr. I. N. Oka	51. 10. 4—51. 10. 17		植物病理	国際会議出席
20. Lalu Sukarno B. Sc	52. 3. 30—52. 9. 29 (1, 6)		化学分析	
21. Ir. A. Karim Makarim	52. 5. 10—52. 11. 9 (1, 7)		植物生理	
22. Otjim Sumantri	52. 4. 18—52. 12. 19 (1, 4)		植物病理	
23. Ir. M. Ismunadji	52. 10. 8—52. 10. 28		植物生理	国際会議出席
24. Ir. Nasir Saleh	52. 11. 5—52. 11. 19		ウイルス媒介虫	同上
25. Dr. Suryatna Effendi	53. 5. 10—53. 5. 20		作物栽培	研究視察
26. Ir. Paransih Isbagijo	54. 5. 20—54. 6. 10		植物生理	同上
27. Ja'aman	54. 5. 20—54. 6. 10			同上
28. Ir. Jatnika Kilin	54. 5. 1—54. 10. 31 (5)		昆虫	
29. Ir. Herman	54. 5. 1—54. 10. 31 (2)		植物病理	
30. Wiji Soekirno	54. 5. 1—54. 12. 30 (1, 7)		植物生理	
31. Ir. Sundaru	54. 6. 28—54. 9. 27 (2, 8)		作物栽培	
32. Ir. Mukelar, A.	54. 6. 10—54. 9. 7 (8)		植物病理	

注、(1)農技研、(2)農事試、(3)植物ウイルス研、(4)中国農試、(5)九州農試、(6)四国農試、(7)北陸農試、(8)東京農大

の研修（2週間～1か月）の機会を与えられた者は総数9名であった。

しかし、カウンターパートの研究機関での研修は6～8か月の短期間であって、開発途上国の研究者にとって極めて重要な学位取得につながる研修がなかった点で本プロジェクトは画龍点睛を欠くものがあった。このことについては、幸にその後関係機関のご理解と多大のご尽力によって研究協力の枠内で学位取得の途が開かれるようになり、現在2名の候補者の研修が東京農大で行われている。

以上のカウンターパートの研修は中央農研研究者の能力向上に大きく貢献し、また日本の農業の実情および農業研究に対する理解を深め、さらに研究者の相互理解、交流を促す上に益するところが大きかった。

e. イ国の大学学生等の研究指導

インドネシアの大学から学生の卒業論文作成のための研究指導を中央農研が依頼されることがある。これは本プロジェクトの進展にともない中央農研の研究設備が充実してきたため、これを利用しての研究指導を要請されるものである。

これら学生の指導は本プロジェクトの本来の任務ではないが、学生等が研究の意義を理解し、研究の苦しみ喜びを知ることができれば、そのなかには将来研究を志す者も出てくることであろう。そのような考えのもとに中央農研が引受ける学生の指導についても協力を行った。

ボゴール農科大学、ガジャマダ（Gaja Mada）大学農学部（Yogyakarta）、バンドン（Bandung）工科大学生物学部その他の大学農学部学生、ボゴール化学分析アカデミーの学生など協力分野のなかで指導した学生は30名を超えた。

このほか、工業作物研究所（Research Institute for Industrial Crops）の研究者1名は専門家のもとでマメ類ウイルス病の研究指導を受け、ボゴール農科大学において修士号（B.Sc.）を取得した。

f. 研究成果の発表

研究協力の成果は中央農研の staff meeting、セミナー、インドネシア植物病理学会（PEI）その他の会議および国際シンポジウムなどで発表された。

また中央農研の研究報告である CRISA Contribution には植物病理、ウイルス媒介虫関係15篇、植物生理関係8篇が印刷発表された。そのほか日本植物病理学会報、日本応用動物昆虫学会誌、Review of Plant Protection Research, JARQ（Japan Agriculture Research Quarterly）、Phytopathology（米国の植物病理学会誌）などに多数の研究報告が印刷発表された。その詳細は後記“研究報告リスト”を参照されたい。

研究結果を整理し報告にまとめることは研究者にとって極めて重要なことであるので、専門家はその指導を行った。そして上記研究成果の発表は中央農研の若い研究者の研究意欲を高揚する上に大きく役立ったと考えられる。

g. 経費

本プロジェクトにかかわる経費を年度別、費目別に示すと第4表のとおりである。前記の“農業無償供与”による作物保護研究棟の建設費はこのなかに含まれていない。

この表から分るように昭和45年度(1970/71)から昭和53年度(1978/79)までの総経費は681,801千円であって、そのうち供与機材の総額は303,386千円で総経費の約44.5%に当る。このことはインドネシアに対する他国の研究協力プロジェクトと比較して大きな特色と考えられる。

本プロジェクトに対するインドネシア側のカウンターピアの支出額は中央農研の経常経費とのからみから正確には分らないが、供与機材の引取りに要する通関料、運搬費など、いわゆる handling cost は次のとおりであるという。

1971/72	4.500	千ルピア	1975/76	9.000	千ルピア
1972/73	5.000	"	1976/77	10.000	"
1973/74	7.500	"	1977/78	10.000	"
1974/75	7.000	"	1978/79	11.500	"

なお、前記のように中央農研による研究棟などの建設が行われており、そのほか実験室の改修、電気、水道などの改善の費用が支出されている。

第4表 年度別、費目別プロジェクト経費

(単位：千円)

年度 費目	昭44 69/70	昭45 70/71	昭46 71/72	昭47 72/73	昭48 73/74	昭49 74/75	昭50 75/76	昭51 76/77	昭52 77/78	昭53 78/79	合計
調査団	5,268	224	—	2,940	—	2,732	3,685	※ 3,342	4,620	6,985	29,796
専門家	—	3,430	20,647	16,659	22,680	22,406	30,938	48,337	50,324	46,139	261,560
実施計画	—	357	76	365	379	114	301	184	218	272	2,266
現地業務	—	54	655	843	1,663	1,488	3,212	3,929	2,815	3,196	17,855
現地研究	—	216	2,405	2,218	2,218	2,400	4,800	6,300	8,195	4,000	32,752
供与機材	—	33,192	30,948	29,242	—	60,512	2,294	51,452	49,696	46,050	303,386
国内研修	—	—	1,108	2,332	30,311	3,788	40,521	7,980	5,195	6,700	34,186
合計	5,268	37,473	55,839	54,599	29,971	93,440	49,282	121,524	121,063	113,342	681,801

注、※：韓国分（研究協力分野別巡回指導調査団）を含む

4. 研究の成果

目 次

A. 作物病害の研究	19
1. 病害の発生調査	19
2. 稲の病害	19
a. 紋枯病および小粒菌核病	19
b. いもち病	21
c. Udbatta病	21
d. 白葉枯病	22
e. 条斑細菌病	27
f. Penyakit habang	28
g. Grassy stunt	29
h. Ragged stunt	30
i. 黄萎病	31
j. 縞葉枯病	31
3. トウモロコシの病害	32
a. ベーと病	32
b. ウィルス病	36
4. 豆類の病害	36
a. 緑豆のそうか病	36
b. 豆類のてんぐ巣病	37
c. 大豆のウィルス病	38
d. 緑豆のウィルス病	40
e. 落花生のウィルス病	41
f. ササゲのウィルス病	42
g. ウィルス/MLO病の総括	43
h. 落花生ウィルス病の薬剤防除	45
5. キャツサバの病害	45
B. 昆虫の研究	46
1. ウンカ・ヨコバイ類の発生調査	46
2. 稲メイチュウ類の発生調査および同定分類	46

3. 水稻害虫の発生予察	48
4. トピロウソウの殺虫剤抵抗性	48
5. 殺虫剤の稲体内および土壌中における残留	50
C. 野鼠の研究	51
D. 作物の生理学的研究	53
1. 水稻の生理障害の調査と研究	53
a. 水稻の生理障害の発生と分布調査	53
b. 各地土壌における水稻の要素欠乏調査	53
c. 水稻のカリ欠乏	55
d. 水稻のいおう欠乏	57
2. 水稻に対するリン酸の効果	58
a. 土壌型を異にする2地区におけるリン酸肥効の比較	58
b. 各種土壌におけるリン酸の肥効	59
3. 水稻のチッ素栄養	62
a. ジャワ主要土壌における水稻の収量とチッ素栄養	62
b. 水稻の生育、チッ素栄養およびこま葉枯病発生に及ぼす施肥の影響	63
c. 団子肥料および客土の効果	64
d. 重チッ素(^{15}N)利用による水稻のチッ素吸収率	64
4. 稲わらの水田鋤込の効果	65
a. 水稻の生育および収量に及ぼす効果	65
b. 水稻の栄養および土壌の性質に及ぼす影響	66
c. 水田土壌中の細菌数の変化	69
5. 各種の生理学的研究	70
a. 水稻品種の根の活性	70
b. 水稻の冷水温抵抗性	70
c. 尿素肥料中のビューレットの害作用	71
d. 大豆の肥効	71
e. 陸稲の根に随伴する菌類	72
f. 水田土壌の粘土鉱物の同定	72
E. 水稻の作物学的研究	73
1. 水田の要水量	73
2. 水稻における旱害	74
3. 水田における水管理	75
4. チッ素の施用法	76

A. 作物病害の研究

1. 病害の発生調査

インドネシアにおける食用作物（稲、トウモロコシ、ソルガム、小麦、大豆、落花生、緑豆、サツマイモ、キャッサバなど）の病害の種類、発生の実態についての調査は十分でなかったため、ジャワ、バリ、マドゥラ、南スラウェシ、南カリマンタン、西スマトラ、ランボンなどの各地において病害の発生実態を調査するとともに、一部の病害についてはその病原の解明を行った。

その結果、食用作物病害の発生および被害の概要を明らかにすることができたが、そのなかにはインドネシアで未報告の病害もある。また発生被害が大きく、未記録の新病害を発見してその病原を明らかにした。稲の ragged stunt virus 病、緑豆のそうか病、豆類の各種ウィルス病などがその例である。

2. 稲の病害

a. 紋枯病および小粒菌核病

a-1. 紋枯病に対する稲品種の抵抗性検定

紋枯病はインドネシアにおける稲の重要病害の一つであるが、従来その被害は過少視されてきたきらいがある。インドネシアの大部分の稲作地帯の環境は高温多湿で本病の発生に好適であり、また今後短稈多けつの品種が普及し、さらに施肥の増加に伴ない本病の多発が予想される。

本病の防除対策のうち抵抗性品種の利用が最も効果的経済的であるので、まず本病に対する品種抵抗性検定を行った。

1971/72年雨季に Muara 試験地、1973年乾季および1973/74年雨季に Muara、Pusakanegara 両試験地および Sukamandi 支場でインドネシアの在来種、改良品種、導入品種および日本の品種を用いてその抵抗性の検定を行った。接種源としては“ふすま”と籾を混ぜ、1%のペプトンを加えた材料に病原菌を繁殖させ、これを籾で増量して圃場に散布接種した。

その結果、短稈多けつの品種は発病が大きく、長稈少けつの在来種の多くは発病が少ない傾向がみられた。

次に抵抗性検定を効率的に行なうために幼苗接種による検定法について検討を行なうとともに品種の抵抗性検定を行った。その結果、品種間に差はみられたが、遺伝的抵抗性によるものとは認められなかった。

以上の結果から、日本で既に認められているように本病に対して遺伝的抵抗因子をもつと考

えられる品種を見出すことは出来ず、短稈多けつで栽培の微気象的環境が本病に適するような品種に被害の大きいことが明らかとなった。

a-2. 雑草の紋枯病菌による感染

紋枯病菌は稲のほか多種の植物を侵すことがすでに知られているが、インドネシアではまだその実験データがない。このことを明らかにすることは本病の発生生態、防除に関して重要であるので実験を行った。

まず、被害稲から分離した *Rhizoctonia solani* を14科40種の植物に温室内で接種したが、そのいずれも感染を認めた。

また、8地区から紋枯病菌に侵されていると思われる13科37種の植物を採集し、病原菌を分離してその培養的性質を調べるとともに稲に接種して病原性を確かめた。

その結果、40分離菌のうち1分離菌を除きすべて稲に病原性を示し、そのなかには稲よりの分離菌より強い病原性を示すものがあつた。

以上の結果はこれら病植物が圃場で稲への感染源として働く可能性を示し、今後耕種の防除、とくに雑草の防除が本病防除の上で重要であることが明らかとなった。

a-3. 紋枯病の薬剤防除

インドネシアでは殺菌剤の使用は主として経済的理由から一般には行われていない。しかし、今後たとえ種子生産圃場などでは種子生産確保のため殺菌剤使用の必要性が生ずることも予想されるので、このような場合に備えて殺菌剤の効果を判定しておくのも無意義ではない。また、温帯で有効な薬剤が熱帯条件下でも有効かどうかを確認しておく必要がある。

このような見地から、日本で有効性が認められている薬剤について、1971/72年雨季、1972年乾季、1973/74年雨季に温室内および Muara 試験地圃場で効果判定試験を行った。その結果、バリダシン、ネオアソジン、ポリオキシン、キタジンPなどはインドネシアにおいても防除効果が認められた。

さらに、1974年乾季、1974/75年雨季にバリダシン (Muara 試験地) およびネオアソジン (Sukamandi 支場) について、散布時期、回数を変えて防除試験を行った結果、ネオアソジンについては判定が困難であつたが、バリダシンについては穂孕期1回散布でも効果が認められた。1975年乾季には Muara でバリダシンによる防除試験を行ったが、前試験と同様の結果が得られた。

a-4. 小粒菌核病の薬剤防除

1971/72年雨季に Muara 試験地および Cihea (西部ジャワ) において小粒菌核病 (*Leptosphaeria salvinii*) による大きい被害を観察した。インドネシアでは本病発生の記録はあるが、一般にはその被害は看過されているようである。

従つて、1972年乾季に Muara の自然発生田においてキタジンP (G) による薬剤防除試験

(60 kg/ha、2回施用) を実施した。その結果、極めて高い防除効果を認めることができた。

b. いもち病

いもち病はインドネシアでは1914年に発生が報告されているが、近年まで重要病害としてとりあげられていなかった。しかし、最近山間地の在来品種群を主体とする陸稲栽培地におけるいもち病の被害が注目され、陸稲品種育成上の問題となっている。

一方、水稲におけるいもち病の発生被害は一般には認められていないが、局地的には大きな被害を蒙った事例もある。現在の主要品種は概していもち病抵抗性を多少とも備えているようであるが、なかにはC4-63のような弱い品種もあり、今後肥料の増施、密植など多収技術の普及につれ発生被害の増大も予想される。

インドネシアにおけるいもち病の研究は従来 IRRI との共同による、育成品種、系統に対する抵抗性圃場検定試験であって、品種抵抗性と菌型 (race) との関連についての研究はほとんど行われていなかった。従って、西部ジャワおよびランボンから採集したいもち病菌を在来品種、改良品種、導入品種に幼苗接種して病斑型を調査し、病原性の検討による race の究明と race による品種群の類別を試みた。

収集した116品種、68分離菌株のうち、31品種、16菌株について検定を行ない得たが、これらの品種のうち、すべての菌株に感受性反応 (S および M) を示したものは8品種、抵抗性反応 (R) を示した品種はなかった。また、すべての供試品種に病原性を示した菌株は5菌株であった。

菌株と品種の反応の間には一定の傾向、規則性を見出すことは困難であり、在来種における抵抗性発現因子は複雑であると想像された。在来品種間の血縁関係が明らかでないため race の存在を推定することも現在では困難である。また、供試品種中 Peta を共通の交配親とする Pelita I/1、Pelita I/2、C4-63、IR24、PB5、PB8、Syntha のうち前4者は同一反応を示すが、PB5、PB8、Syntha は異なる反応を示した。

国際分型品種、日本分型品種、インドネシア品種に対する接種試験も行なったが、明確な race 検定はできなかった。インドネシア品種のなかにも判別品種となり得るものは見出せなかった。なお、Kencana は常に高い罹病性を示し、罹病性のチェックに適した品種と考えられる。

c. Udbatta 病

1975年10月に西部ジャワ Cibunburang (ボゴール市西方30 km) の水田に特徴ある異形穂が多数発生した。品種は Pelita I/1 で発生株率30~60%と推定された。

病徴および病原菌を調べた結果、この病害は Ephelis oryzae 菌による Udbatta 病と推定された。ただ、Sydow の記載による E. oryzae Syd. の分生胞子は $20-35 \times 1 \mu$ であるのに対し、本菌は約 $10 \times 1 \mu$ で短かく、この点については更に検討を要する。

Udbatta 病はインド以外ではまだ報告されていない。1976年には Muara 試験地の Pelita I/1、PB5 などの品種に発生がみられ、本病は定着しているように思われる。

d. 白葉枯病

インドネシアでは1948/49年雨季に本病が大発生し、1953年 Schure により Xanthomonas kresek によるクレセック病と名付けられたが、1964年後藤正夫氏により X. oryzae による白葉枯病と同じ病気であることが明らかにされた。

本病に対する抵抗性は品種間で差があり、熱帯諸国においては現在本病の防除に抵抗性品種の利用が最も効果的、経済的であるので、本病に対する品種抵抗性について実験を行った。

d-1. 白葉枯病に対する品種抵抗性

d-1-1. 自然感染下での品種抵抗性検定

1971/72年雨季および1972年乾季に Muara 試験地において、自然感染状況下で多数の品種、系統について発病状態を調査し、抵抗性に品種間差異のあることを認めた。

d-1-2. 各種接種法による稲苗抵抗性検定

抵抗性検定のための簡単で効率的な接種法を見出すため1971年4月～1973年1月、圃場および温室内で多数の稲品種、系統の幼苗に噴霧接種、浸水接種、針接種、浸漬接種などを試みた。その結果、接種法の間における優劣を知ることは出来なかったが、品種系統のなかの抵抗性の差のあることが分かった。

d-1-3. 針接種による成稲の品種抵抗性検定

温室内(1971-1973)および圃場(1972)で260余の在来品種、改良品種、導入品種の成稲に対して針接種を行ない、抵抗性の検定を行った。

その結果、本病に高度の抵抗性を示す品種、系統はなかったが、Pelita I/1、Pelita I/2、IR20、IR22、Syntha、C4-63、Dewi Ratih、ナゴマサリはある程度の抵抗性を示した。しかし、供試菌は1菌株であり、さらに多くの地域、多くの品種からの分離菌を用いての試験が必要である。

d-1-4. 剪葉接種法(clipping method)による抵抗性検定

1973年乾季、1973/74年雨季に Muara、Pusakaegara 両試験地において、また1974年乾季にはこのほか Sukamandi 支場において、病原性の強い菌株を用いて分けつ最盛期および穂ばらみ期近くに2回剪葉接種を行ない、品種抵抗性検定を行った。

その結果、IBBN test の67品種、系統、26の在来品種、15の tungro 抵抗性品種、101の育種系統が抵抗性を示し、育種材料として利用できると考えられた。

d-2. 白葉枯病菌の病原性の変異

日本では1957年、九州地方で抵抗性品種、朝風に本病が激発するという事態が起り、これについて研究が行われた結果、この品種を侵す新しい病原菌系統の発生増殖によるものであ

ることが明らかにされた。このようなことは他の地域や品種にも起る可能性があるので、抵抗性品種育成と関連して病原菌の系統を明らかにすることは極めて重要なことである。

日本においては品種と病原菌との関係から病原菌を3菌群(I、II、III)、品種を4品種群(金南風、黄玉、Rantai Emas、早生愛国)に分類する方式が提案されているので、本実験でもそれ従って1971-72年にまず予備実験を行ない、さらに1973-75年に研究を進め、各地から採集分離した74の分離菌につき、それぞれ4品種群に属する品種を判別品種として、針接種による病斑面積からその病原性を調べた。

その結果、日本にあるI、II、III群のうちI、IIはインドネシアには見出されず、一方I~III群とは異なる病原性を示すIV、V群が存在することが明らかになった。IV群菌は4品種群にSの反応を示し、V群菌は他群と異なり、金南風群と早生愛国群にS、黄玉群とRantai Emas群にRの反応を示す菌群である。

南スラウェシ、南カリマンタン、西部ジャワ、中部ジャワ、東部ジャワ、バリから採集した総数71の分離菌についてその頻度をみると、IIIが6.48%、IVが3.38%であるのに対しVは1例(1.4%)でバリから分離された。

さらに、1975年に約30の分離菌を得て1975~1976年に病原性の変異を調べたところ、従来の菌群と異なり金南風群およびRantai Emas群にS反応、黄玉群および早生愛国群にR反応を示す4分離菌のあることが判明した。これらはすべて西部ジャワからのもので、新しい菌群に属すると考えられ、VI群菌と名付けられた。

V群菌は前述のようにバリからの分離菌の1例のみであったが、この実験によって西部ジャワからの4分離菌もV群菌に属することが明らかとなった。なお、その後菌群IVとVは九州(1976)、韓国(1977)にも認められている。

d-3. 菌群に対する反応によるインドネシア稲品種の分類

インドネシアにおける在来品種、改良品種、導入品種86品種およびバリに栽培されている20品種を用い、菌群はI、II、III、IV、V群菌を供試し、針接種により各品種の菌群に対する反応を調査し、稲品種を金南風群、黄玉群、Rantai Emas群、早生愛国群の4品種群に類別した。

前述の菌群の分布調査において、バリの菌の大部分はIV菌群に属し、またV群菌はバリだけから分離された事実から、バリの品種を他の地域の品種と比較してみたが、バリ以外の地域の品種の50%以上は金南風群に属するのに対し、バリの品種の半数は早生愛国群に属することが分った。バリと他地域との間のこの相異は菌群の分布の相異と関係があるように思われるが、1975-1976年の実験でV群菌が西部ジャワでも分離された事実から今後の検討が必要である。

次に早生愛国群に属する品種のうち、V群菌に対し異なる反応を示す品種(Remaja, Sigadis)

があったので、これらを異なる品種群に分けてJawa 群と名付けた。

以上の結果を総括して、稲品種群と病原菌群との関係を示すと第5表のとおりである。

第5表 稲品種群と病原菌群との関係

品 種 群	代表的品種	病 原 菌 群					
		I	II	III	IV	V	VI
金 南 風 群	金南風, Kencana	S	S	S	S	S	S
黄 玉 群	全勝26, IR5	R	S	S	S	R	R
Rantai Emas 群	Tetep, Panjang Tiga Bulan	R	R	S	S	R	S
早 生 愛 国 群	早生愛国3, Kuntulan	R	R	R	S	S	R
Jawa 群	Jawa 14, Amareriyo, Himekei 16, Zenith-G713, Jamaica, Remaja Jelita, Sigadis	R	R	R	S	R	?

注： R：抵抗性、 S：罹病性
?：未調査

d-4. 稲品種の量的抵抗性

前述の実験は病斑面積が $5\sqrt{mm^2}$ より大きいか、小さいかによって品種の反応をSまたはRと判定したのであるが、Sと判定されたもののなかにも量的にはいろいろの程度のものがある。従って1973-75年、さらに細菌群に対する品種の量的抵抗性を知るための比較実験を行った。すなわち、5品種群に属する54品種および各菌群の代表的菌株を用いて葉に針接種し、病斑面積を測定してその反応を調査した。

その結果、品種の量的抵抗性において異なる菌株間に高い相関関係が認められたが、これは品種の本病に対する量的抵抗性は菌群に対し特異的でないことを示している。このことは実際防除の面から重要なことで、ある菌群に質的抵抗性をもっている品種は新しい菌群の出現によって被害を受ける可能性があり、品種育成にあたって質的抵抗性だけでなく量的抵抗性が考慮されるべきであることを示している。

さらに、1976年にはインドネシアで広く栽培されている20品種を用い、これらに病原性をもつIV群菌に対する量的抵抗性を病斑進展度およびB. E. 法により検討した。

その結果、IR29、Jelita、Dara、Remaja、IR22、IR20の量的抵抗性は高く、PB5、Zenith G713、Taichung native 1、C4-63は低く、Pelita I/1、Pelita I/2はかなり高く、圃場で知られている量的抵抗性と一致するように思われた。また、B. E. 法が病斑進展度よりも抵抗性の品種間差異をより明瞭に検定できることが分った。

次に黄玉群に属するPelita I/1の生育時期と5菌群に対する抵抗性との関係を調べたところ、量的抵抗性は生育の進行にもなって高くなり、11~12葉期にはほとんど完全になることが分った。

d-5. 白葉枯病抵抗性の遺伝

白葉枯病に対する抵抗性を異にする若干のインドネシア産品種ならびに導入品種を交配した8組合せのF₂植物を供試して、病原性の異なる病原細菌各群の代表菌系に対する抵抗性を個体別に検定し、抵抗性の分離状況を調査してその結果から供試品種の白葉枯病抵抗性の遺伝様式を解析した。

Kencana (金南風群) × Pelita I/1 (黄玉群) F₂の第I群および第V群菌系に対する反応は、いずれも抵抗性:感受性が9:7に分離した。このことから、Pelita I/1の両群菌系に対する抵抗性は2個の互に独立の優性補足遺伝子に支配されているものと推定された。第I群に対する抵抗性遺伝子と第V群に対するそれとは共通であると考えられた。

Kencana × Dara (黄玉群) F₂では調査時に感受性を示した個体数が著しく少なく、データの解析ができなかった。これはおそらくDaraの量的抵抗性が著しく強いためと思われた。

Kencana × Padi Putih (Rantai Emas群) F₂は両親の既知の反応から予想される反応とは著しく異なる反応を示し、データの解析ができなかった。

Kencana × Malaman (早生愛国群) F₂の第I、II、III群菌系に対する反応は、いずれもMalamanの抵抗性が1-2個の劣性の遺伝子に支配されていると考えられる分離を示した。

Padi Burung (IV群にS) × IR36 (全群にR) F₂の第IV群菌系に対する反応はIR36の抵抗性が1-2個の優性の遺伝子に支配されていると考えられる分離を示した。第I群および第V群菌系に対しては両親とも抵抗性を示したが、F₂では明らかに感受性個体が分離したので、両品種の抵抗性は異なる遺伝子によるものと推定された。

Gemar (IV群にR) × IR36 F₂は第I、III、IV、V群菌系に対してほとんどすべての個体が抵抗性反応を示した。従ってIR36のこれら菌系に対する抵抗性遺伝子はGemarと同じか、または極めて近い座位にあると考えられた。

C4-63gb (黄玉群?) × Mudgo (IV群にS) F₂は第I群菌系に対しては抵抗性:感受性が3:1に分離した。このことから、Mudgoの第I群菌系に対する抵抗性は1個の優性遺伝子

に支配されていることがわかった。片親の C4-63 gb は第 I 群菌系に対して既知の反応とは異なる感受性反応を示した。

C4-63 gb × Pulut Nangka (金南風群) F₂ は第 I 群菌系に対して大部分の個体が感受性を示し、両親とも同菌系に対する抵抗性遺伝子をもたないものと推定された。

d-6. インドネシアの判別体系と IRR I の判別体系との比較

白葉枯病菌に対するインドネシアの判別品種 5 品種と IRR I の判別品種 5 品種とを供試して、インドネシアの判別体系による第 I ~ VI 群を代表する 6 菌に対する抵抗性を検定し、両判別体系の比較を試みた。

その結果、IRR I の判別品種のうち IR 8、IR 20、Cempo Selak はそれぞれ金南風、Jawa No 14、中国 45 号に多少とも似た反応を示したが、IR 1545-339-2-2 と DV 85 はインドネシアの判別品種とは全く異なる反応を示した。このことから、IRR I の判別品種の白葉枯病抵抗性遺伝子型はインドネシアの判別品種のそれとはかなり異なるのではないかと推察された。

d-7. 病原性および産地を異にする菌株の細菌学的性質の比較

産地 (日本、インドネシア) および病原性を異にする菌株 (I、II、III、IV、V 群菌) 30 株を用いて、細菌学的性質および産地と病原性との間の関係を明らかにするため実験を行った。細菌学的性質としてはグラム染色性、生理的性質、培養的性質などを比較し、また電子顕微鏡による形態的比較も行った。

その結果、白葉枯病菌の病原性 (質的病原性) は産地、生理的性質、培養的性質とは関係がなく、また形態的にも相異のないことが明らかとなった。

d-8. バクテリオファージ (Bacteriophage)

白葉枯病菌のバクテリオファージ (ファージ) は 1953 年に日本で発見され、このファージの利用により病原細菌の生態の究明が進み、さらに発生予察にも実際に利用されつつある。

このファージについて、1971 年乾季より 1972/73 年雨季にわたり Muara 試験地で調査を行った。すなわち、灌漑水、苗代および本田田面水を採集して常法によりファージの検出を試みたが、そのいずれにもファージを検出することができ、また phage population は環境条件により変動するように思われた。

1974 年雨季には本病の発生予察にファージ利用の可能性を調べるため、Muara 試験地で予備的実験を行った。

その結果、1) 水田水中の phage population の 1 日中の変化は温度が低く日照の弱い朝の 10 時までは高く、午後 2 時まで温度が高くなるにつれて低くなり、その後水温が低くなるにつれてまた高くなる傾向を示した。

2) 抵抗性、罹病性、中度抵抗性の品種を植えた水田区画について、灌漑水入口、出口および

田面水中のファージを調査した結果、灌漑水中の phage population は低い水田を通る間に高くなり、水の出口では最も高くなり、とくに罹病性品種の場合に高かった。抵抗性品種の水田ではファージ数の増加はみられない。

3) phage population は一般的に罹病性品種の水田では抵抗性品種の水田より高い傾向を示し、また分けつ最盛期から最高分けつ期および穂孕期から成熟期はその他の時期より高い。

4) 気象要素との関係については、phage population は温度が高いとき、また日照度が高いとき、とくに 400 Cal/cm^2 以上のときは低くなる。雨量との間には関係はみられなかった。

なお、病原細菌のファージ感受性について Muara の菌とファージを日本およびアジア諸国のものと比較したところ異なっていることがわかった。

d-9. 薬剤防除試験

紋枯病防除薬剤の場合と同様の認識の下にすでに日本で効果の認められている薬剤を用いて 1971/72 年雨季に試験を行った。供試薬剤は TF130、シラハゲン、フェナジン、サンケル、セルジオン（以上水和剤）、サンケル 6 および同 8（粉剤）、NK15558（粒剤）で温室内および Muara 試験地の苗代において接種した苗および Muara 試験地で自然感染下の稲に対して行った。

その結果、温室内および苗代の試験では、粉剤はおそらく散粉器の欠陥によると思われるが、効果ははっきりしなかった。しかし、水和剤、粒剤では防除効果を示し、水和剤ではとくに TF130、シラハゲンが効果が高く、これに次いでサンケル、フェナジンが効果を示した。粒剤の NK15558 も効果があった。

自然感染下で行った薬剤試験では薬剤使用区の発病度がやや低い傾向を示し顕著な効果は認められなかった。薬害はいずれの薬剤にも認められなかった。

さらに 1974 年乾季に日本で新しく開発された白葉枯病防除薬剤（SF-370）について、温室内と Muara 試験地においてフェナジン、セルジオン、TF-130 とともに防除効果比較試験を行った。温室内では発病をはかるため針接種を行ない、薬剤処理は接種前または接種後 3 日目に行ったが、防除効果は他の薬剤より低い傾向を示した。

圃場試験では培養病原細菌を圃場に散布接種（5月25日）し、薬剤処理は早期（6月20日と6月27日）または後期（6月29日と7月6日）に行ったが、本剤は他の薬剤と同等の防除効果を示した。

e. 条斑細菌病

インドネシアに発生する稲細菌病には白葉枯病と条斑細菌病があり、前者については既に病原学的研究が行われたが、後者についてはいまだ行われていない。そこで 1971 年および 1972 年に採集分離し、継代培養して保存していた 7 菌株について、1974-75 年に病原性、病徴、細菌学的性質、細菌の形態などについて実験を行った。

接種試験により供試菌は稲に病原性を示し、自然発病と同様の病徴を示したが、菌株により

病原性の強弱があり、3段階に分けることができた。また、電顕観察により病原細菌は短桿状 ($1.4 \times 0.5 \mu\text{m}$) で単極毛を有することが明らかになった。

細菌学的性質についての実験では、ある種の性質については菌株間に変異が認められ、Fang et al (1957)、後藤 (1964) 等の研究結果と一致しないものもあったが、全体的にみて Xanthomonas translucens f. sp. oryzicola と一致し、インドネシアにおける本病原細菌が実験的に同定された。なお、病原性の強弱と細菌学的性質の変異との間には関係が認められなかった。

f. Penyakit habang

インドネシアには古くからメンテク (Mentek) と呼ばれる稲の生育障害が認められていたが、1968年に西部ジャワ、カリマンタンのメンテク稲について Rivera 等によりツングロ (Tungro) と同定され、ツングロがおそらくメンテクの原因だろうと考えられた。

1969-70年に南スラウェンとランボンでプニャキット・ハバン (Penyakit habang) と称する病害が大発生し、また1970-72年には南カリマンタンにも大発生したが、これらは西部ジャワのツングロ様病害と同様の病徴を示していた。

さらに1972-74年、南スラウェンでBIMAS計画(国の食糧増産計画)による米の増産が進められるなかで大発生した。現地ではチェラ・パンチェ (Cella pance) と呼ばれていたが、この病害は急速に拡がり、1974年には被害面積50,000 haに達した。

BIMAS計画では品種としてPB5 (IR5)、Pelita が採用されたが、これらは従来栽培されていた品種より罹病性であるため、その広面積栽培により大発生を招いたと考えられる。その後、品種をIR20、C4-63、また地域により Bengawan などの抵抗性品種に変えて栽培したため被害はかなり減少した。

本病がタイワンツマグロヨコバイ (Nephotettix virescens) により伝播することは1968年 Rivera 等により確められている。本病の性質はフィリピンのTungro、タイのYellow orange leaf、マレーシアのPenyakit merah に似ており、また最近日本に発生したわい化病は病徴は少し異なるが、このTungro groupのウィルス病と似ている。

Tungroの病原ウィルスは直径30 nmの球形粒子 (Isometric particle) であることが Galvets (1968) および斉藤等 (1970) によって報告されたが、その後インドネシアのPenyakit habang について植物ウィルス研究所と共同して研究を進めた。

1973年、南スラウェンで採集した病植物およびそれから N. virescens により健全稲にウィルスを伝播させた病植物を用いて超薄切片をつくり電顕観察を行った。また、南スラウェンの圃場から採集した病葉を用い、ウィルスの部分純化を行って電顕観察した。

その結果、超薄切片においては圃場採集の病植物も接種による病植物もいずれにも、篩管細胞に直径30 nmのIsometric (I) 粒子とともに $30 \times 150 - 350 \text{ nm}$ のBacilliform (B)

粒子が見出された。一方、部分純化の試料からはI粒子は見出されたが、B粒子は観察されず、おそらく純化の過程で破壊されたものと思われた。I粒子はタイのYellow orange leafの粒子と同じである。以上の結果から、インドネシアのPenyakit habangは2種類のウィルスにより重複感染していると考えられた。

さらに、病徴発現と両粒子との関係を知るため病植物の電顕観察を行ったが、病徴のはげしい病植物には両型粒子を認め、病徴のmildな病植物にはB粒子だけがみられた。また、病徴の不鮮明な植物のうち1株がI粒子だけをもっていた。

次にI粒子だけ、または両粒子に感染した植物から媒介虫により稲8品種にウィルスを伝播させその反応を調べた結果、いわゆるTungroの病徴はB粒子によって起り、I粒子はB粒子の感染により起る病徴を強化するものと考えられた。

両粒子と媒介虫との相互関係について、さらに実験を行った結果、I、B両粒子とも感染に要する獲得吸汁期間は30分、接種吸汁期間は10分で、獲得吸汁、接種吸汁の期間が長くなるほど感染率が高くなる。また、媒介虫は3日間ウィルスを保持し、すなわち半永続的伝播をするが、虫体内潜伏期間は明らかでない。

両粒子に重複感染した植物からB粒子は媒介虫の70%により、I粒子は25%により伝播された。I粒子だけに感染した植物からは媒介虫の60%がI粒子を伝播した。B粒子だけに感染した植物からはB粒子は伝播されず、I粒子が媒介虫により前もって、または同時に獲得された時にだけ伝播された。B、I粒子の重複感染による発病率は媒介虫数の増加につれて大きくなった。

クロスジツマグロヨコバイ (*N. nigropictus*) もI粒子だけに感染した植物からI粒子を伝播し、また両粒子の重複感染植物から時にI粒子を伝播したが、B粒子は伝播しなかった。イナズマヨコバイ (*Recilia dorsalis*) によるI粒子伝播は認められなかった。

g. Grassy stunt

本病は1969—1971年に中部ジャワの北海岸沿い地帯に発生し、東部ジャワでも1969年頃から発生していたが、その後発生地域が広がり現在はジャワ、スマトラ、バリ、ロンボック、南カリマンタン、南スラウェシで発生が報告されている。

しかし、インドネシアの本病については実験的にまだ同定が行われていなかった。そこで、1971年Tegal (中部ジャワ) で採集した在来品種およびMuara試験地で採集のPelita I/1の罹病植物を用い、トビイロウンカ (*Nilaparvata lugens*) による伝播試験を行った。

その結果、供試虫の30.8%が本病を伝播した。媒介虫は獲得吸汁後13日までにその50%、15日までに90%が本病を伝播した。また、1植物当たり媒介虫数の増加にともない感染率は高くなる。媒介虫は獲得吸汁から7日後にはじめて媒介能力を得るが、死ぬまで(本実験では20日間)媒介能力を保持し、永続的伝播を行った。以上の結果から本病はGrassy stuntと同定された。

本病発生の確認のため、さらに Sukamandi (西部ジャワ)、Lebaksiu、Slawi (中部ジャワ)、Banjarmasin (南カリマントン) などから採集した罹病植物についてトビイロウンカによる伝播試験を行ったところ、Grassy stunt であることを確認した。

次に罹病植物の葉を固定処理して超薄切片をつくり電顕観察を行なったが、ウイルスまたはマイコプラズマ様微生物は検出できなかった。

h. Ragged stunt

稲の新しいウイルス病が 1976/77 年雨季にジャワ、北スマトラ、南スマトラなどに大発生した。これはトビイロウンカにより伝播され、不稔を生じて被害が大きく、インドネシアではクルディル・ハンパ (Kerdil hampa) と名付けられた。kerdil は萎縮、hampa は空(から)の意である。

また、同じ年にフィリピンで発生し、IRRI により Ragged stunt と命名されたものは本病と同じウイルス病であることがわかった。本病は 1978 年には熱帯アジア各地で発生が認められたが、インドネシアでは現在ジャワ、スマトラ、バリ、ロンボック、南スラウェシなどに広く分布している。

本プロジェクトでは 1976 年、Grassy stunt の研究を行っている間に西部ジャワ Pandeglang で採集した病植物からトビイロウンカにより伝播するが Grassy stunt とは病徴の異なる新しいウイルス病が分離された。

このウイルス病に侵されると稲は萎縮し、葉は短かく先端が巻き、葉縁が切れ込み、稈の節から分枝を生ずる。葉鞘部の外側、葉身の下側の葉脈に沿って細長く隆起 (gall) を生じ、出穂は不揃いで、出穂しても不稔となる。病株は全体として緑色が強く、出穂後も緑色が残る。一般的に稲の生育初期には病徴は明瞭であるが、稲が生育するにつれて病徴は目立たなくなり、出穂期になると再び明瞭となるのが特徴である。

トビイロウンカの獲得吸汁期間は 8 時間、接種吸汁期間は 1 時間で、1 稲苗当り媒介虫数が多いほど感染率が高くなる。媒介虫個体を使つての伝播試験では 200 個体中 23 個体が保毒伝播した。虫体内潜伏期間は 5~18 日 (平均 8 日) で保毒虫は長い期間伝播するが、あるものは死ぬまで 1~2 回しか伝播しなかった。

以上のように、トビイロウンカは本ウイルスを永続的に伝播し、その伝播法は Grassy stunt とほとんど同じである。このウイルスは稲種子および媒介虫の卵を通しては伝播されない。Grassy stunt との間には交叉免疫反応 (Cross Protection) は認められなかった。なお、大麦、ライムギ、トウモロコシはこのウイルスに感染する。

罹病稲葉および gall 組織の dip 法観察により直径 55-60 nm の reovirus 様粒子が見られたが、同様の粒子は保毒虫の磨砕液中にも認められた。glutaraldehyde で固定した組織から dip 法によって得た粒子は spikes をもち、1-6 本のひも状構造物が粒子から伸びている。

gall は篩部組織の異常増生により生じ、gall 細胞内には封入体が認められる。

超薄切片観察ではウイルス粒子は篩部および gall 組織の細胞にのみ認められ、直径約 65 nm で直径約 45 nm の core と電子密度の低い外被からなり、viroplasm 様封入体内および細胞質内に散在している。

罹病株上で飼育したトビイロウンカの 30-90% はウイルス粒子をもち、これら保毒虫の 1/2 が病気を伝播した。病気を伝播した媒介虫を超薄切片で観察するとウイルス粒子は唾腺、神経組織、筋肉、脂肪体および前腸細胞内の viroplasm 様封入体内に認められた。粒子は唾腺および脂肪体細胞に多く、結晶配列をしている。また、一列に並んだウイルス様粒子の入った、さや状構造物が脂肪体細胞で認められた。

品種抵抗性については、Grassy stunt およびトビイロウンカに抵抗性の品種を含む 12 品種について本病抵抗性を調べた結果、いずれの品種も本病に対し罹病性であった。本病に対して高度の抵抗性を示す品種はまだ認められていない。従って今後抵抗性品種のスクリーニングを推進する必要があるので、実験室および温室において、稲苗を用いて多量に効率的にスクリーニングを行なう検定技術を考案した。

i. 黄萎病

インドネシアでは本病の発生はすでに報告されているが、実験的には同定されていなかった。南スラウェシで採集した罹病植物を用いて媒介昆虫による伝播試験および電顕による病原確認を行った。

伝播試験にはクロスジツマグロヨコバイ (*Nephotettix nigropictus*) を用いたが、媒介虫率の高いこと、媒介虫体内および植物体内の潜伏期間および媒介虫の保毒期間の長いことなど黄萎病の特徴を示した。また、罹病植物の電顕観察により 200-700 nm、多型のマイコプラズマ様微生物 (MLO) を確認した。なお、*N. nigropictus* と *N. virescens* について保毒虫率と虫体内潜伏期間を比較したところ、潜伏期間は両者の間に差はないが、保毒虫率は前者が遙かに高いことを認めた。

以上の実験結果から、インドネシアにおける黄萎病の発生が実験的に同定確認された。なお、西ジャワ、南カリマンタンからの罹病植物についても黄萎病を実験的に確認した。インドネシアのその他の各地にも発生がみられるが、本病による被害はほとんど問題にならない。

j. 縞葉枯病

縞葉枯病 (Stripe) は日本では稲の重要ウイルス病の一つで被害が大きく、ヒメトビウンカ (*Laodelphax striatellus*) によって媒介される。本病の防除には日本では薬剤防除が行われているが、媒介虫の移動性のため必ずしも有効でなく、抵抗性品種の利用が防除の有力手段である。

本病はまだインドネシアには発生していないが、発生の場合に備えてインドネシアの品種の抵抗性を調べておくことは有意義と考え、カウンターパートの中国農試研修中 (1973) に実

験を行った。すなわち、インドネシアの 27 品種、日本の 11 品種、その他の国の 17 品種を供試し、幼苗検定法によって抵抗性の検定を行った。

その結果、インドネシアの 27 品種のうち 25 品種は抵抗性 (R)、2 品種は中程度抵抗性 (M) を示した。なお、日本の品種のうち 7 品種は R、4 品種は罹病性 (S)、その他の外国品種のうち 12 品種は R、3 品種は M、2 品種は S であった。縞葉枯病と他のウィルス病に対する品種抵抗性の間には相関がなく、東南アジアからのインディカ種の品種はほとんどすべて本病に抵抗性であった。

3. トウモロコシの病害

a. べと病

トウモロコシはインドネシアでは稲に次ぐ重要な食用作物で、その生産の 80 - 90% は食用に利用されているが、その生産性は極めて低い。生産阻害要因のうち重要なものの一つはべと病で、インドネシアにおける良質多収性品種はすべて本病に対する抵抗性が低い。従って本病に対する防除には抵抗性品種の育成、栽培法の改善とともに本病の病理学的研究を進める必要がある。

a-1. 自然感染に関する圃場観察

1972年1月より1973年1月までCikeumeuh試験地において、罹病性品種 Bogor Composite-2 (BC-2) と中度罹病性品種 Pemadi (BS-2) を半月間隔で播種し、播種後 2、4 および 8 週後に感染程度を調査し、また草丈、茎の太さ、葉の大きさ、実の数を測定し、降雨量も記録した。

その結果、罹病性の BC-2 は Pemadi に比較し常に高い罹病度を示した。降雨量は感染程度に大きい影響を与えないように思われたが、これは本病の感染には早朝新葉にある露滴が重要であって、乾季でも早朝の露滴があれば感染には十分であることを示している。

BC-2 では本病の感染により葉の大きさ、草丈、茎の太さなど健全植物にくらべ著しく減少し、実を生じたものは感染植物の 10% 以下であった。

a-2. 自然状態における分生胞子の伝播

自然状態で分生胞子がどの程度の距離まで飛散し本病を伝播するかは重要な問題であるので、Cibadak と Cikeumeuh の両試験地において 1972/73 年の雨季に試験を行った。

Cibadak 試験地では BC-2 の感染植物を伝染源として畑の中央に移植し、2 週間後に同一品種をその周囲に播種した。発病した植物数を毎日記録し、伝染源と発病植物との距離を測定した。また植物の感染がみられると、それが新しい伝染源にならないように直ちに引き抜いた。

Cikeumeuh 試験地ではすでに感染している植物の畝から 3 - 1.6 m の距離において感染植物より 1 か月おそく播種し、毎日観察を行って新感染植物と伝染源との距離を測定した。新感染

植物は直ちに除去した。

試験の結果、Oibadakでは感染植物の大部分は伝染源から4.5～6.5 mの距離にあり、稀に10～11 mの距離に感染がみられた。Oikeumeih試験地では伝染源からの距離が大きくなるにつれて感染植物率は減少したが、その減少程度は0～8 mの距離で著しく、16 mの距離では10%以下の感染率となった。

本菌分生胞子は2 kmも飛散して感染を起すとされているが、本実験の結果からは自然状態で遠くに飛散し感染を起すことはないと考えられる。

a-3. ジャワ島における発生の観察

Sukabumi (西部ジャワ)地域の7か所における1971年9月の圃場観察では在来種は改良種と同じ圃場に栽培されていても感染が低いことを認め、また海拔500 mのBojonglopangでは改良種が僅か5%の感染率でトウモロコシが栽培されてから日の浅いことを示していた。

なお、この地域にGelagah (Saccharum spontaneum)が粟のしらが病に似た病徴を示しているものを多数観察した。この病植物の組織中には多数の卵胞子(82×72 μ)を認めたと、葉の乾燥のためか分生胞子は発見されなかった。病原菌の同定、病原性については今後の研究を要する。

中部、東部ジャワでは1972年10月から1973年1月までの間、トウモロコシが通常栽培されている8つの代表的地域を選び一定期間ごとに感染程度を記録し伝播状況を調査した。

その結果、5地域で高い感染がみられたが、5地域とも同じ傾向を示し、早播き地区が10～20%のとき晩播き地区は80～90%の感染率を示した。これは早播き地区の病植物が伝染源となり、胞子が風によって晩播き地区へ飛散伝播したものである。感染率は伝染源植物から遠くなるほど低くなり、本病の伝播範囲は伝染源から50 m以内と推定された。

a-4. べと病菌の感染機作

a-4-1. 気孔侵入

本病菌が気孔侵入を行なうことはすでに知られているが、走査電子顕微鏡(MINI-SEM)を用いて侵入経過を観察した。分生胞子浮遊液をトウモロコシ苗の第2葉に接種すると接種後20分で分生胞子は発芽し、40～60分で付着器を形成し、90分後には発芽管が気孔より侵入していることが認められた。すなわち、本菌の気孔侵入はごく短時間内に行われることがわかった。

a-4-2. 病葉の前処理による胞子形成促進

朝または曇雨天の日に採取した病葉には極く僅かの分生胞子しか形成されない。分生胞子の接種には同時期に形成された分生胞子を多量に必要とするため、病葉上の胞子形成の促進をはかる実験を試みた。

病葉の基部を4、2、1、0.5% glucose液に浸漬し室温で14時間湿室に保っておくと、

4-1% glucose 液では葉上の胞子形成が著しく促進されることが明らかになった。

a-4-3. 全身感染と接種方法、胞子濃度、植物生育度との関係

トウモロコシが生育初期に侵され全身感染を起したときに被害が最も大きい。従って全身感染を起すに適した条件を知る目的で実験を行った。

その結果、全身感染率を高くするための接種方法としては胞子浮遊液の散布が最も適しており、胞子濃度は顕微鏡1視野(Nikon 10 × 10)中に80(1ml中約 4×10^4)以上の濃度が望しいことがわかった。

植物の生育度との関係については、罹病性品種 Harapan を用い2回実験を行ったが、接種時に生育の進んだ苗ほど全身感染発現までの期間が長くなり、6葉期(播種後20日)に接種したものは全身感染を起さなかった。このように、罹病性品種でも苗が6葉期を過ぎるとべと病による全身感染の被害をまぬかれることがわかった。

a-4-4. 全身感染植物の病態解剖

前述のようにべと病菌は気孔より侵入して全身感染を起すが、これは菌糸がいわゆる生長点に侵入するために起ると一般に考えられていた。しかし、この全身感染の機作はインドネシアに発生するべと病菌(*Sclerospora maydis*)ではまだ明らかにされていない。従って、茎頂(shoot tip)のどの部分に病原菌が侵入しているかを究明するため病態解剖的研究を行った。

罹病性品種 Harapan の4葉期の苗に分生胞子浮遊液を噴霧接種し、接種20日後全身感染を起した9葉期苗をshoot tipを中心にパラフィン切片をつくり光学顕微鏡下に観察した。

その結果、菌糸は接種20日後には中央分裂組織(central meristem)を含む茎頂部に達していた。菌糸は葉原基(leaf primordia)を含むほとんどすべての部分に見出されたが、根および狭義の頂端分裂組織(apical meristem)、すなわち最も若い葉原基から上の部分には発見できなかった。

寄主植物内の菌糸には2型、すなわち糸状菌糸(slender hypha)とじゅず玉状菌糸(crooked hypha)がみられ、前者はすべての罹病組織にみられるが、後者は全身病徴を示す展開葉にだけみられた。展開葉の細胞間隙にはじゅず玉状菌糸が充満しており、胞子の形成と密接な関係があると推察された。

以上の結果から、菌糸は最初に感染した幼葉、幼葉鞘の組織を通じ進展して中央分裂組織を含む茎頂部に達し、その後速かに生長組織のなかに進み、未展開葉や葉鞘に包まれた未熟葉中の糸状菌糸は葉の展開中に速かにじゅず玉状菌糸になるものと考えられる。

a-5. 薬剤防除試験

本病防除に有効な薬剤は今日まで見出されていない。前述のようにトウモロコシは生育初期に侵されると全身感染となるので、non-systemicの殺菌剤では有効な防除は期待できない。そこで、systemic actionをもつ殺菌剤について土壌施用による効果を試験した。

a-5-1. 温室内試験

供試薬剤は Benlate (Benomyl) 50 WP, Kitazin 17 PG, Sanipa (Milneb) 70 WP, Topsin M 70 WP, Daconil 7.5 WP, Validacin, 4703G, DF-125 (Panactine) 40 ES, EL-291 7.5 WP, Pansoil 40 ES など、罹病性品種 Harapan をポット (10 × 10 × 9 cm) に播種時に施用したが、Kitazin 17 PG, 4703G 以外は溶液として灌注した。その後、苗が 2~3 葉期に達したとき分生孢子浮遊液を接種した。

その結果、Kitazin 17 PG と 4703G は全身感染を遅延させ、または一部阻止する効果があったが十分でなかった。Pansoil 40 ES (Echlomezol, 5-methoxy-3-trichlormethyl-1, 2, 4-thiadiazole 40%) は防除効果が極めて高かった。これに反し、他の薬剤は全く効果が認められなかった。

次に Pansoil について乳剤 (ポット当分量 20、13.3、10、6.7 mg) および粉剤 (同前) の効果を調べたところ、乳剤は 20 mg でほとんど完全に本病を防除した。施用量が減少するに従い効果が減少したが、6.7 mg でもかなりの効果を示した。粉剤の場合では 20 mg で高い効果を示したが、粉剤は乳剤に比べ効果が低かった。これは乳剤のように速かに植物体に吸収されないためであろうと考えられる。

a-5-2. 圃場試験

Cikeumeuh 試験地で品種 Harapan を用いて圃場での Pansoil の効果試験を行った。播種 2 週間前に試験区の周囲にトウモロコシを 2 条播き自然発病させて伝染源とし、播種 3 週間後および 4 週間後に全身感染の罹病植物率を調査した。

第 1 試験では乳剤は播種直後 1 cm の深さに覆土してその上に散布し、粉剤は播種直前に播き溝に沿って土に散粉した。その結果、乳剤 2.4 g/m² および 1.2 g/m², 粉剤 2.4 g/m² では 3 週間目には効果がみられたが、乳剤 1.2 g/m² は 4 週間目には効果が認められなくなった。

第 2 試験では乳剤、粉剤とも薬量を二分して播種後 5 日 (出芽時) および 13 日の 2 回に半量ずつ使用した。その結果、粉剤の場合にはほとんど効果がなかったが、乳剤の場合には 2.4 g/m², 1.2 g/m² とも 4 週間後でも高い効果を示した。

Pansoil はべと病を完全に防ぐには薬量を多く必要とする欠点があるが、従来本病の有効薬剤が全くなかったことを考えると、この事実は興味あり意義あることである。

a-5-3. Pansoil の殺菌機作

Radioactive echlomezol (3-¹⁴C, 140 μCi/g, 米国 New England Nuclear Corp. 製) を用い、その 140 μCi を温室内ポット (直径 18 cm, 深さ 15 cm) 土壌に播種直前 (実験 I) または播種 17 日後 (実験 II) に加えた。

処理後 12 日 (実験 I) または 1、3、5、7 日 (実験 II) に植物葉を切り、autoradiograph をつくったところ、両実験ともに radioactivity は葉にほとんど一様に分布している

ことが明らかになった。

この結果から、 ^{14}C -echlomezol は根から吸収され、すでに発育した葉のみならず、発育中の葉にも移動して、これが葉中のべと病菌に作用して全身感染を防ぐ効果をあらわしたものと考えられる。

b. ウィルス病

各地の圃場調査によりトウモロコシにウィルス病の発生を認めたので、1973年ランボンで採集した罹病植物からウィルスを分離し同定を行った。

接種によるトウモロコシの病徴は初め上葉に小さい黄色斑点を生じ、その後 vein clearing さらにモザイク症状をあらわす。4科9種の植物に汁液接種した結果はトウモロコシだけ感染しモザイク病斑を示した。

蚜虫 (*Rhopalosiphum maydis*) により媒介され、汁液中のウィルスの耐熱性は $50-55^{\circ}\text{C}$ (10分)、耐稀釈性は $10^{-2}-10^{-3}$ 、耐保存性1-3日(室温)、ウィルス粒子は長さ700-750nm で弯曲している。

トウモロコシには多くの種類のウィルス病が報告されているが、汁液接種で伝染するものは Maize (sweet corn) mosaic virus、Maize dwarf mosaic virus、Cucumber mosaic virus で、粒子の形態その他の性質から本ウィルスは Maize dwarf mosaic virus と考えられる。インドネシアではこのウィルス病以外に報告されたものはない。

4. 豆類の病害

大豆、落花生、緑豆(マングビーン)などの豆類はインドネシアに広く栽培され、国民の植物蛋白源食料として重要な畑作物であって、その増産の推進が計られている。ところが、圃場調査の結果では多くの病害が発生し被害の大きいことを認めたので、その研究推進の必要性が痛感された。

a. 緑豆のそうか病

a-1. 病原菌の同定

1973年、Muara および Cikeumeuh 試験地において緑豆 (*Phaseolus aureus*) の各品種、系統が一種の病害に激しく侵されているのを観察したが、莖、葉、莢などにおける病徴から *Elsinoe* か *Sphaceloma* による病害と推定された。

病斑上には孢子堆をつくり、分生孢子を形成する。また完全時代として stroma をつくり、そのなかに子のを形成し、子のをのなかに8個の子のを孢子を形成する。PDA 培地上での菌糸の生育は極めておそく、室温で1cmに達するのに約2か月かかり、通常は孢子を形成しない。

Corn meal agar 上で形成された培養菌孢子浮遊液を緑豆、小豆、kidney bean、lima

bean、hyacinth bean、大豆、ササゲ、asparagus bean、sword bean、エンドウ、ソラマメに噴霧接種した結果、緑豆(Siwalik, ORIA No. 129)には接種7-9日後に典型的病斑をつくり激しく侵された。また、小豆とhyacinth beanには僅かに病原性を示したが、他の豆類には病原性を示さなかった。この結果を従来報告されている研究結果と比較すると lima bean に発生する E. phaseoli とは異なり、また sword bean の E. canavaliae と異なる。

本病菌はその形態的、培養的性質から Elsinoe に所属すると考えられ、形態的には従来報告されている sword bean の E. canavaliae、hyacinth bean の E. dolichi とほとんど一致しているが、E. phaseoli とは子のう殻と分生胞子の大きさが若干異っている。

以上の病原性および病原菌の形態から総合して、本病菌は E. phaseoli、E. canavaliae、E. dolichi とは異なり、Elsinoe iwatae Kajiwara et Mukelara n. sp. と命名された。

a-2. 薬剤防除試験

防除薬剤のスクリーニング試験を1974/75年雨季に Cikeumeuh 試験地で行った。供試薬剤は Daconil 75 WP、Topsin M 70 WP、Captan 80 WP、Maneb 75 WP、Sicarol 50 WP、Bavistin 50 WP、Benlate 50 WP の7種を用い、播種後21、30、40、51日の4回散布、散布量は第1回、第2回はそれぞれ750 lit/ha、第3回、第4回はそれぞれ1500 lit/ha で展着剤に Dain を用いた。第3回散布直後および収穫直前に発病程度を5段階にわけて調査し罹病度を計算した。

その結果、Topsin M (1000倍)、Bavistin (2000倍)、Benlate (600倍) は防除効果が高く、収量調査でも標準の約2.5倍の収量を得た。Bavistin と Benlate が同様の効果を示したのはこれらが同様の化学構造を有していることから理解される。Topsin は化学構造において異なるが同様の作用を示したのは使用後植物体内で化学構造が変るためと考えられる。上記3種の殺菌剤の使用濃度、散布回数、間隔などについては更に試験を行なう必要がある。

b. 豆類のてんぐす病

各地における圃場調査により、大豆、落花生、緑豆などの豆類にウィルス/MLO(マイコプラズマ様微生物)病の発生を認め、なかには被害の甚しいものがあることがわかった。しかし、現在までインドネシアでは豆類のウィルス/MLO病について知られているところは少なく、ごく少数の病害が同定されているに過ぎない。このような状況を考慮して、まず病気の同定を行なうとともに小規模ながら温室内で品種抵抗性の検定を行った。

各地の調査の結果、各種の豆類にてんぐす病が発生し被害の大きいことが観察された。そこで昆虫による伝播試験を行ったところ、一種のヨコバイ、Orosius argentatus が媒介することを確めた。

媒介虫の保毒に要する獲得吸汁期間は約1日、接種吸汁期間は約1時間、虫体内潜伏期間は

約 20 ~ 26 日で、ほとんどすべての昆虫は死ぬまで病気を伝播する。媒介虫を病植物上で 6 日間吸汁させると 80 - 90 % の虫が保毒する。

次に大豆、落花生、緑豆、ササゲ、Crotalaria juncea の病徴は類似しているので相互関係を調べた。媒介虫を用いて落花生のてんぐす病を大豆、緑豆、ササゲ、C. juncea に、また大豆のてんぐす病を落花生、緑豆、ササゲ、C. juncea に伝播試験を行ったところ、いずれも典型的なてんぐす病徴を現した。従って豆類のてんぐす病を起す病原は同一のものと思われる。

大豆、落花生、C. juncea の罹病植物について電顕観察を行った結果、節部組織内にマイコプラズマ様微生物 (100 - 1200 nm) を認めた。

c. 大豆のウィルス病

大豆のウィルス病は各国で報告され、ウィルスの種類も多数知られている。インドネシアの各地で行った圃場観察で罹病大豆に種々の病徴を示すものがあり、ウィルスの種類も数種あると推測されたので、まずウィルスの分離および同定を行った。その結果、soybean stunt virus, bean yellow mosaic virus, Indonesian soybean dwarf virus, soybean yellow mosaic virus などが分離同定された。

c - 1. Soybean stunt virus (SSV)

本ウィルスは 1963 年日本で初めて報告されたが現在まで他の国では報告されていない。大豆では初め全身的な mild mosaic の病徴を示すが後には消失する。病植物には少数の小さい莢を生じ、種子も小さく、品種オクハラ早生では豆の表面に褐紋 (brown mottle) を生ずる。

このウィルスの汁液接種により 10 科 29 種の植物のうち 7 科 11 種の植物が侵された。また、汁液のほか蚜虫 (Aphis craccivora および A. glycines) によっても伝播する。大豆の 3 品種 (オクハラ早生、農林 4 号、キンヤマ枝豆) の病植物から種子を採り温室内ポットに播種したところ、オクハラ早生の種子から生じた苗にだけ病徴をあらわし、他の品種には病徴がみられなかった。brown mottle のある種子では 12 個のうち 10 個から病植物を生じ、オクハラ早生では種子伝染し、とくに brown mottle を示す種子からの伝染率が高いことがわかった。

病植物汁液中のウィルスの耐熱性は 65 °C (10 分)、耐稀釈性 10^{-4} 、耐保存性 1 日 (室温 26 - 30 °C)。ササゲおよびタバコの罹病葉汁液を抗原とし、cucumber mosaic virus Y strain 抗血清との反応を agar gel diffusion test により調べたところ正の反応を示し、cucumber mosaic virus の 1 系統と考えられた。電顕観察の結果では本ウィルスは直径約 28 nm の球形粒子であることが明らかになった。これらの実験結果から本ウィルスは soybean stunt virus (SSV) と同定された。

大豆の 46 品種、系統の本病に対する抵抗性を汁液接種で検定したところ、Taichung、Bonus および Na 1592 は病徴を示さず、これらは免疫性と考えられた。

本病の日本以外での発生は本例が最初であるが、インドネシアではおそらく広く発生してい

るものと思われる。

c-2. Indonesian soybean dwarf virus (ISDV)

このウイルスに侵されると大豆はわい化し、葉色は濃くなり、上葉は小さくなって巻き上り、下葉は葉脈間に白色のえそを生じて粗剛となる。病植物の多くは莢を生じない。本病はインドネシアに広く発生し、30%以上の植物が被害を受けている圃場もみられた。

本ウイルスを12種の植物に汁液接種を行ったが、大豆以外の植物は感染しなかった。蚜虫の Aphis craccivora はウイルスを伝播しないが、Aphis glycines は永続的伝播を行ない、20種の植物に対する伝播試験では大豆以外には伝播しなかった。獲得吸汁期間は6時間、接種吸汁期間は1時間。病植物上で2日間飼育した蚜虫を1匹ずつ毎日新しい健全植物に移したところ、約半数の蚜虫が伝播を行ない、ある蚜虫は14回の伝播試験のなかで4回伝播した。

病葉の超薄切片についての電顕観察では22-24nmの球状粒子が篩管伴細胞中に認められ、また純化ウイルスについての観察では約25nmの球状粒子が認められた。

このウイルスはその抗血清とは反応したが、soybean dwarf virus 抗血清とは反応せず、またこのウイルスの抗血清は soybean dwarf virus とは反応しなかった。従って、この両ウイルスは血清学的には異なっている。

インドネシアの大豆の10品種、系統について接種試験により抵抗性検定を行った結果、Shakti は何の反応も示さず、免疫性と考えられた。

このウイルスは日本で1969年報告された soybean dwarf virus とは病徴、蚜虫伝播様式、ウイルス粒子の形態などにおいて似ているが、寄主範囲が異なり、また血清学的に全く異なるので Indonesian soybean dwarf virus と命名された。本病はインドネシアでは広く分布していると推測され、今後の大豆生産上重要な問題である。

c-3. Bean yellow mosaic virus (BYMV)

このウイルスに侵されると初め全身的に vein clearing をあらわすが、後に明瞭なモザイク状となり更に後期には葉の変形をおこす。病植物の種子表面には放射状の褐色斑を生ずる。

このウイルスを11科34種の植物に汁液接種した結果、5科18種の植物が感染した。蚜虫 (Aphis craccivora と A. glycines) により容易に伝播するが種子伝染はしない。

汁液中ウイルスの耐熱性は55-60℃(10分)、耐稀釈性 $10^3 - 10^4$ 、耐保存性7-14日(室温22-30℃)。Dip method および direct negative staining method による試料について電顕観察の結果、ウイルスは700-820nm(平均760nm)、細長い彎曲した粒子であることが明らかにされた。

罹病葉の表皮の giemsa 染色により inclusion body を認め、また罹病葉の超薄切片で2種の inclusion body、すなわち pinwheel inclusion と dense body inclusion を認めた。Micro-precipitin method により血清反応を調べたところ、本ウイルスは bean yellow mosaic

virus の抗血清と反応した。インドネシアの大豆の 48 品種、系統について本ウイルスに対する抵抗力を調べた結果、Adelphia と Harder が比較的抵抗力が強かった。

Bean yellow mosaic virus には多くの strain のあることが知られているが、このウイルスはササゲに明かなモザイク症状を示すことから cowpea strain に密接な関係があると考えられる。

本病が大豆に与える被害は前述の 2 ウイルスほど大きくないが、寄主範囲の広いことと広く分布していることから今後の注意が必要である。

c - 4. Soybean yellow mosaic virus (SYMV)

圃場調査において鮮明な黄色モザイク症状を呈する大豆病害を認めため、Muara 試験地で採集した罹病植物を用いウイルスの伝播方法その他諸性質について実験を行った。

昆虫による伝播試験では white fly (Bemisia sp.)、蚜虫の Aphis craccivora は伝播しなかったが、A. glycines では容易に伝播した。その伝播様式は永続型で、1 植物当り昆虫数が多いほど伝播率は高くなる。獲得吸汁期間は 3 時間、接種吸汁期間は 30 分で、ともに時間が長くなるほど伝播率は高くなる。2 科 6 種の植物に対する昆虫伝播試験では大豆、落花生だけが感染した。

汁液接種を 5 科 15 種の植物に対して行ったが、大豆および落花生に感染を起した。しかし、汁液で感染した大豆や落花生から A. glycines によってウイルスを健全大豆や落花生に伝播することは出来なかった。汁液接種による伝播が低率であったのは、蚜虫伝播では helper virus が関与しており、汁液接種ではそれが欠けるためではないかと推測された。

蚜虫 (Aphis glycines) により永続的に伝播される大豆のウイルス病は soybean dwarf virus だけであるが、本ウイルス病は病徴において全く異なり新ウイルス病と考えられるので soybean yellow mosaic virus と命名した。

本病は Bogor、Sukamandi (西部ジャワ)、ランポンなどで発生が観察されたが現在では発生程度は大きくないように思われる。

d. 緑豆のウイルス病

緑豆 (マングビーン) にもウイルス病の被害が大きいことが圃場調査において観察された。圃場で採集した罹病植物からウイルスの分離を行ない 2 種のウイルスを同定した。

d - 1. Mungbean mosaic virus (MMV)

このウイルスに侵された緑豆はモザイク症状を呈し、また葉の変形 (thread leaf, fan leaf, leaf curl など) をおこす。

11 科 37 種の植物に対する汁液接種で 4 科 13 種の植物が感染し比較的狭い寄主範囲を示した。汁液で容易に伝播するほか蚜虫 (Aphis craccivora, Aphis glycines) により伝播する。接種により発病した緑豆、小豆、ササゲから採った種子からの苗に緑豆で 0.6%、小豆で 4%

にモザイク症状をあらわし、僅かながら種子伝染を確認した。

汁液中のウィルスの耐熱性は $55 - 60^{\circ}\text{C}$ (10分)、耐稀釈性 $10^5 - 10^6$ 、耐保存性 3 - 7日、また電顕調査により本ウィルスは $700 - 750\text{nm}$ 、ひも状粒子であった。

ササゲの罹病葉汁液を用い、bean yellow mosaic virus (BYMV) 抗血清との反応を slide agglutination method により調べたところ負の反応を示した。また本ウィルスと大豆から分離の BYMV との関係を交叉免疫反応試験で調べた結果、BYMV とは関係のないことがわかった。

上記の寄主範囲、病徴、伝播方法、諸性質、粒子形態などから本ウィルスは Kaizer 等 (1968.) がイランで報告した Mungbean mosaic virus と同定された。本病のイラン以外の国での発生報告はこれが最初である。

d - 2. Bean yellow mosaic virus (BYMV)

緑豆は全身的にモザイク症状をあらわし、時に僅かに葉が変形する。汁液接種により 11科 37種の植物のうち 6科 21種が感染し、また蚜虫 (Aphis craccivora, A. glycines) により伝播される。接種発病した大豆、緑豆、ササゲから採取した種子につき、緑豆で低率 (0.7%) の種子伝染がみられた。

汁液中ウィルスの耐熱性は $55 - 60^{\circ}\text{C}$ (10分)、耐稀釈性 $10^5 - 10^6$ 、耐保存性 4 - 7日、ウィルス粒子はひも状、長さ $700 - 750\text{nm}$ であった。本ウィルスは slide agglutination method により BYMV 抗血清と正の反応を示し、また交叉免疫反応試験により大豆より分離の BYMV と僅かに関係のあることがわかった。以上の結果から本ウィルスは Bean yellow mosaic virus と同定された。

緑豆の 8品種、系統について上記両ウィルスに対する反応を調べた結果、Siwalik と Na 160 は Mungbean mosaic virus に抵抗性を示したが、Bean yellow mosaic virus にはすべての品種、系統が罹病性であった。

品種 Bhakti を用い MMV および BYMV 感染による収量への影響を温室内実験で調べたところ、乾燥種子重で健全植物からの種子に比べそれぞれ 23% および 26% に過ぎなかった。

e. 落花生のウィルス病

e - 1. Peanut mottle mosaic (PnMV)

1973年、ランポンの Tamanbogo 試験地で落花生のウィルス病が激発した。罹病植物は葉にモットル症状を示すが、その汁液接種によって 11科 32種の植物のうち 5科 13種が感染した。汁液のほか、蚜虫 (Aphis craccivora, A. glycines) によっても容易に伝播する。接種により発病した落花生罹病植物からの種子で約 3% の種子伝染を認めた。

汁液中ウィルスの耐熱性は $55 - 60^{\circ}\text{C}$ (10分)、耐稀釈性は $10^3 - 10^4$ 、耐保存性は 1 - 3日 (室温 $22 - 30^{\circ}\text{C}$)。Giemsa 染色により病葉表皮細胞内に inclusion body を認め、ま

た病葉の超薄切片の電顕観察により pinwheel inclusions の存在を認めた。さらに dip method および direct negative staining method による試料についての電顕観察で 675 - 850 nm (平均 725 nm) のひも状粒子を認めた。

次に落花生病葉からウィルスの純化を行ない、これを兎に注射して抗血清を作ったが、この抗血清と米国および日本から送付を受けた peanut mottle virus 抗血清を用い、本ウィルスとの反応を ring precipitin test で調べたところ正の反応を示した。以上の結果から寄主範囲において少し異なる点はあるが、本ウィルスは Kühn の報告した peanut mottle virus と同定された。

落花生の 71 系統について本病抵抗性を接種試験で調べたところ、すべての系統が罹病性であった。また、接種により収量への影響を調べた結果 43% の減収をおこすことがわかった。

e - 2. Peanut mosaic virus (PMV)

このウィルス病はインドネシアですでに報告され、Orosius argentatus により永続的伝播をすることが明らかにされているが、Cikeumeuh 試験地で採集した罹病植物について実験を行ない、同昆虫による永続的伝播を確認した。虫体内潜伏期間は 8 - 10 日であった。

病徴は初め view clearing をあらわし、後にモザイク症状を呈し落葉する。上葉は vein banding をあらわし、しばしば white necrosis をおこし時に巻縮する。

e - 3. Peanut crinkle leaf virus (PCLV)

本病は 1953 年にすでに報告されているが、圃場調査により西部ジャワ、東部ジャワで発生が確認された。本病は接木により容易に伝播するが、flea beetle、white fly、蚜虫によっては伝播せず、種子伝染もしなかった。

病植物は濃緑を呈し、葉は厚くなって彎曲し、葉の裏面の葉脈に enation をおこし、種子表面に条状の隆起を生ずる。

f. ササゲのウィルス病

f - 1. Cowpea aphid-borne mosaic virus (CAMV)

インドネシアではササゲにウィルス病の発生は認められ研究されていたが、これまでウィルス名は報告されていなかった。圃場調査において中部ジャワ、南スラウェシなどでササゲに顕著なモザイク症状を呈するウィルス病を観察したので研究を行った。

病葉汁液接種により 8 科 25 種の植物のうち 5 科 14 種がこのウィルスに感染した。また、蚜虫 (Aphis craccivora) により伝播するが、ササゲ、Asparagus bean (Vigna sesquipedalis) についての試験では種子伝染は認められなかった。

汁液中ウィルスの耐熱性は 60°C (10 分)、耐稀釈性 10^{-5} 、耐保存性 4 日 (室温、26 - 30°C)、ウィルス粒子は 730 nm のひも状粒子である。

ササゲのウィルス病は多くの国から発生が報告されておりウィルスの種類は多いが、既報の

ウイルスと比較検討した結果、このウイルスは Cowpea aphid-borne mosaic virus と同定された。

f-2. Cowpea stunt virus (GSV)

Oikeumeuh 試験地のササゲに葉が小さく、節間がつまり、側芽が多数出るが伸長せず、bush 状をなす病害の発生を認めた。この病気は蚜虫の Aphis craccivora で永続的に伝播し、ササゲのほかインゲン、Asparagus bean にも伝播した。

落花生や大豆のてんぐす病をササゲに接種すると花器は葉化をおこすが、この病気では葉化を起さないで、マイコプラズマ様微生物によるものではなく、ウイルスによるものと考えられ、Cowpea stunt virus と命名した。

g. ウイルス/MLO病の総括

上記の諸実験結果を総括すると第6表のとおりである。

表中の病害のうち、インドネシアで新たに同定されたもの、既報のものを確認したものについて寄主別にみると次のとおりである。

(a) 新たに同定されたウイルス；

大豆： 1) Soybean stunt virus 2) Bean yellow mosaic virus 3) Indonesian soybean dwarf virus 4) Soybean yellow mosaic virus

緑豆： 1) Mungbean mosaic virus 2) Bean yellow mosaic virus

ササゲ： Cowpea aphid-borne mosaic virus

(b) 確認した既報のウイルス/MLO；

豆類： てんぐす (witches' broom)

落花生： 1) Peanut mosaic virus 2) Peanut mottle virus
3) Peanut crinkle leaf virus

ササゲ： Cowpea stunt virus (インドネシアで従来ササゲのてんぐす病とされていたものと同じと考えられる)

次に調査および実験結果から重要度を判断すると次のとおりである。

(a) 分布が最も広く、被害も最も甚しい；

てんぐす病

(b) 分布広く、被害も甚しい；

1) Soybean stunt virus 2) Indonesian soybean dwarf virus
3) Cowpea stunt virus

(c) 現在の分布は狭くないが、将来発生被害の大きくなる可能性がある；

1) Soybean yellow mosaic virus 2) Peanut mottle virus 3) Mungbean mosaic virus 4) Bean yellow mosaic virus

第6表 インドネシアにおける豆類のウイルス/MLO病

ウイルス名	主要寄主	病徴	粒子	伝播	
				媒介虫	汁液 種子 接木
1. Soybean stunt virus	大豆	mild mosaic, stunt	30(S)	Aphid (<u>Aphis glycyines</u> , <u>A. craccivora</u>)(NP)	+ + +
2. Indonesian soybean dwarf virus	大豆	dwarf, rugose, small leaf	26(S)	Aphid (<u>Aphis glycyines</u> (P))	- - +
3. Bean yellow mosaic virus	各種豆類	mosaic	760(F)	Aphid (<u>A. glycyines</u> , <u>A. craccivora</u>)(NP)	+ +,- +
4. Soybean yellow mosaic virus	大豆	yellow mosaic	?	Aphid (<u>A. glycyines</u>) (P)	+ - +
5. Mungbean mosaic virus	緑豆	mosaic, malformation	700-750 (F)	Aphid (<u>A. glycyines</u> , <u>A. craccivora</u>)(NP)	+ + +
6. Peanut mottle virus	落花生	mottle	725(F)	Aphid (<u>A. glycyines</u> , <u>A. craccivora</u>)(NP)	+ + +
7. Peanut mosaic virus	落花生	vein clearing, vein banding, mosaic	?	Leaf hopper (<u>Orosius</u> <u>argentatus</u>)(P)	- - +
8. Peanut crinkle leaf virus	落花生	leaf roll, enation	?	?	- - +
9. Cowpea aphid-borne mosaic virus	ササゲ	mosaic	700-750 (F)	Aphid (<u>A. craccivora</u>) (NP)	+ - +
10. Cowpea stunt virus	ササゲ	small leaf, stunt	?	Aphid (<u>A. craccivora</u>) (P)	- - +
11. Witches' broom	各種豆類	witches' broom, phyllody	100-1200	Leaf hopper (<u>Orosius</u> <u>argentatus</u>)(P)	- - +

注、(S) ; 球状、(F) ; ひも状、粒子の数字 ; nm、(P) ; 永続的伝播、(NP) ; 非永続的伝播

(d) 現在余り重要でない；

- 1) Peanut mosaic virus
- 2) Peanut crinkle leaf virus
- 3) Cowpea aphid-borne mosaic virus

h. 落花生ウイルス病の薬剤防除

ランポン州 Tamanbogo 地域において Peanut mottle virus 病の被害が大きいので、Tamanbogo 試験地で 1974 年薬剤防除試験を行った。

媒介虫の殺虫剤として Sumithion (1500 倍)、Baycid (1500 倍)、Metacystox-S (1500 倍)、Hopsin (1000 倍)、Roxion (670 倍)、Surecide (500 倍) は 150 lit/10a、Ekatin (粉剤) は 5 kg/10a 用い、Ekatin は 3 週おきに 3 回、Sumithion は 1 週おきに 8 回、他の薬剤は 2 週おきに 4 回散布した。

圃場での罹病株率は播種後 30 日には 3-5% であったが、80 日後にはほとんどの株が罹病した。薬剤防除区では健全株率は Ekatin 区が最も高かったが、他区との差は大きくなかった。

播種後 90 日目に行った収量調査では莢、種子とも薬剤防除区は重く、とくに Ekatin 区は対照区にくらべ莢で 1.9 倍、種子で 2.4 倍を示した。

この試験で罹病株率が高かったにも拘らず、防除区の収量が大きかったのは防除区での感染は後期に起ったためと考えられ、本ウイルスによる後期の感染は収量に大きい影響を与えないものと思われる。

5. キャッサバの病害

キャッサバ (cassava) はインドネシアでは重要な食用作物の一つであるが、圃場調査により葉に大きい被害を与える一種の病害が観察された。

病斑は葉脈に限られた褐色の角斑でしばしば黄緑色の halo に囲まれるが、病斑がゆ合すると不規則形となる。ある場合には最初に中心灰緑色、周辺褐色の円形病斑ができ、これが急速に褐変して周囲に広い halo を生ずる。この両型の病斑は同一葉に生ずることがある。

この 2 型の病斑から病原細菌を分離したが、これらは同じ細菌学的性質をもち、また角形病斑からの細菌の接種により両型病斑を生じたので両者は同じ細菌と考えられる。

細菌は短桿状、単極毛を有し、培養的生理的性質を調べた結果、本病は cassava bacterial blight で病原細菌は Xanthomonas manihotis、または Bergey's manual 第 8 報によれば X. campestris であると同定された。

本病は南スラウェシ、西部ジャワ、ランポンなどで発生が認められたが、インドネシアには広く分布するものと考えられ、将来注意を要する病害である。