

ブラジル農業研究計画(フェーズII)

研究報告書

1992年9月

国際協力事業団

農 開 技

JR

92 - 55

JICA LIBRARY



1105952(4)

25158

ブラジル農業研究計画(フェーズII)

研究報告書

1992年9月

国際協力事業団

国際協力事業団

25158

序 文

ブラジル農業研究計画（プロジェクト方式技術協力）は、ブラジル国の熱帯乾燥サバンナ
の一種であるセラード地帯における農業開発計画のための指針となる農業生産技術の開発を
目的として、昭和52年9月に締結された「ブラジルにおける農業研究計画に関する日本政府
とブラジル連邦共和国政府との取決め」に基づいて、国際協力事業団による5年間の技術協
力事業が実施され、その後3年間延長されました。

その後ブラジル側は、日伯農業開発協力事業がマツトグロッソ州からバイヤ、ミナスジェ
ラス両州に拡大された事にもない、それまでの研究成果を踏まえ、研究の対象を両州に広
げるため、「ブラジル農業研究計画フェーズⅡ」の協力を我が国に要請しました。その結
果、同プロジェクトは、1987年8月の日伯両国間の署名によるE/Nに基づき、同年8月3
日から5年間の計画で開始されました。

フェーズⅡ協力に対して事業団は、長期専門家11名、短期専門家17名を派遣し、平成4年
8月2日、プロジェクトの終了を迎えました。

本報告書は、長期派遣専門家の方々のこれまでの研究報告をとりまとめたものであり、既
に印刷されたブラジル農業研究協力プロジェクト研究報告書（1981年1月農開技JR81－
24）、研究報告書その2（1981年12月農開技JR82－1）、研究報告書その3（1983年12月農
開技JR83－90）、研究報告書その4（1984年6月農開技JR84－34）及び研究報告書その5
（1987年10月農開技JR87－47）と併せて広く活用頂ければ幸いです。

最後に本プロジェクトの専門家各位のご協力に感謝すると共に、ブラジル政府間関係各
位、並びに我が国関係各位のご指導、ご協力に厚く御礼申し上げます。

平成4年9月

国際協力事業団
農業開発協力部長
有 川 通 世

目 次

1. セラードのマメ類に発生するウィルス病 飯塚典男（植物病理）	1
2. セラードの主要作物に発生する主な病害 飯塚典男（植物病理）	49
3. 乾期と雨期における大豆の生育の解析的研究 泉山陽一（作物栽培）	55
4. セラードの暗赤色ラトソルにおける土壤水分張力に基づくフェジヨン およびエルピーリャに対するかん水点の設定 宮沢数雄（土壤-作物-水分系）	81
5. セラードの砂質土壤における土壤水分張力に基づくフェジヨンに対する かん水点の設定 宮沢数雄（土壤-作物-水分系）	113
6. ブラジルのセラード地域における病害発生調査と病原の同定 守中 正（リーダー）	135
7. ヘマトキシリン染色法による小麦のアルミニウム害耐性の検定法の利用 牧田道夫（作物栽培）	159
8. 幼根測定による大豆のアルミニウム害耐性の検定法とその利用 牧田道夫（作物栽培）	181
9. セラード地域における大豆害虫に関する研究 岸野賢一（昆虫）	193
10. 天敵昆虫による大豆加害性カメムシ個体群密度制御法の開発 岸野賢一（昆虫）	227

11. セラード地域における稲の害虫に関する研究 (1)	
茎と穂を加害するカメムシの発生生態	
岸野賢一 (昆虫)	253
12. セラード地域における稲の害虫に関する研究 (2)	
<i>Diatrea saccharalis</i> の発生生態	
岸野賢一 (昆虫)	277
13. セラード土壌における窒素肥沃度の評価	
小菅伸郎 (土壌-作物-水分系)	295
14. セラード地域におけるインゲン菌核病の発生生態について	
三枝隆夫 (作物病理)	313

1. セラードのマメ類に発生するウイルス病

派遣専門家：飯塚典男（植物病理）

（87.12～89.12）

カウンターパート：Maria José D'Avila CHARCHAR

セラードのマメ類に発生するウイルス病

飯塚 典男

Maria José Charchar

I 緒 言

近年、セラードの開発が進展するに伴い、セラードはブラジルの重要な食糧生産基地となりつつある。セラードには各種の作物が栽培されているが、マメ類はきわめて重要であり、とくにダイズは基幹作物としてその栽培面積は年ごとに増加し、ブラジルの主要輸出農産物として重要な地位を占めている。また、インゲンマメ（フェイジョン）はブラジルにおける主要な食用作物として需要が多く、比較的高価に取引されている。さらに、エンドウやササゲもインゲンマメに準じる食用作物として栽培されている。その他、各種のマメ科作物は牧草や緑肥作物として利用されており、セラード開発の重要な役割を担っている。

しかしながら、セラード開拓の進展と開拓地の熟畑化に伴って病害の発生が増加しつつあり、今後ともダイズやインゲンマメの安定生産を期待するためには病害発生の現状を把握して問題点を明らかにし、効果的な防除対策を確立する必要がある。このため、1988年より2年間にわたって、セラードのマメ類に発生する病害のうち、とくにウイルス病について調査し、病原ウイルスの種類を同定した。また、ダイズの重要なウイルス病であるダイズモザイクウイルスについては、抵抗性の品種差異を明らかにして病原ウイルスの系統類別を試み、さらに種子伝染について検討した。本研究は限られた期間で実施されたため、その成果は十分とは言えないが、取り纏めてここに報告する次第である。

本研究を実施するに当たり、ブラジル農牧公社(EMBRAPA)セラード農牧研究センター(CPAC) Tose Roberto Rodrigues Peres博士には種々御便宜を賜り、同センター植物病理研究員Luis Carlos Bhering博士及び病理研究室員各位には御助言、御援助を頂き、同センター秘書Nair Seiko Hayashida嬢には種々御助力頂いた。また、ブラジリア大学E.W.Kitajima教授には実験用抗血清を分譲して頂いた。深く感謝の意を表す。

さらに研究推進上常に御指導、御協力頂いたブラジル農業研究計画の渡辺文吉郎団長、二瓶義宗調整員及び派遣専門家各位に厚く御礼申し上げる。なお、JICA本部及びブラジル事務所の関係者各位には種々の御便宜を賜った。記して深謝の意を表す次第である。

II 材料及び方法

1. マメ類に発生するウイルスの同定

1988～'89年に、ウイルス病様の症状を現していたマメ科作物をセラード各地より採取し、EMBRAPA/CPAC (ブラジル農牧研究公社、セラード農牧研究センター；ブラジリア連邦区) の温室内で病原ウイルスを分離した。分離ウイルスは温室内で維持すると共に、宿主範囲、病徴、伝染方法、粗汁液の安定性、血清的類縁関係を調べ、電子顕微鏡で観察した。

汁液接種は0.1Mりん酸緩衝液 (pH7.2) を用い、カーボランダム法によった。媒介虫による伝搬試験にはマメアブラムシ (*Aphis craccivora*) またはハムシ (*Ceratoma* sp., *Diabrotica* sp.) を供試した。粗汁液の安定性には、発病初期の病葉に10倍量 (W/V) の0.05Mりん酸緩衝液 (pH7.2) で磨砕した搾汁液を用い、常法に従って不活化温度、希釈限界及び保存限界を調べた。血清試験は0.01Mりん酸緩衝液 (pH7.2) に、0.005M Na-EDTA、0.85% NaCl、0.2% 寒天を加え、寒天ゲル内拡散法で行った。なお、potyvirusでは上記寒天ゲルに0.5% ジョードサルチル酸リチウムを添加した。電子顕微鏡観察には、感染葉粗汁液を有機溶媒で清澄化した後分画遠心した部分鈍化ウイルスを供試した。染色は酢酸ウラニルで行った。また、感染葉の一部を細切し、グルタル及びオスミック酸で固定後アセトン系列で脱水し、Spurrで包埋した。超薄切片は酢酸ウラニル及びクエン酸鉛で二重染色し、北海道農業試験場において日立H-7000型電子顕微鏡で観察した。

2. ダイズモザイクウイルス(SMV)の系統と種子伝染

1) 供試SMV分離株及びダイズ品種 (または系統) : 供試ウイルス分離株は、1988年2月、CPAC (ブラジリア連邦区) のダイズ圃場のモザイク症状株から得た2分離株 (Cp 1, Cp 2)、1988年2月、Rio Verge do Lucas (マットグロッソ州) で採取した2分離株 (Mt 1, Mt 2) 及び1989年3月、Barreiras (バイア州) で得た1分離株 (Ba 1) である。さらに、SMV分離株Cp 2の3変異株 (Cp2-O, Cp2-D, Cp2-G), Mt 1の1変異株 (Mt1-G) 及びMt 2の4変異株 (Mt2-11, Mt2-12, Mt 2-S, Mt 2-G) を供試した。

第1表 供試ダイズ品種または系統

(記号) 品種(系統)	(記号) 品種(系統)	(記号) 品種(系統)
(1) Arisoy	(45) FT-11	(89) UFV-10
(2) Bienville	(46) FT-12	(90) Uniao
(3) Bossir	(47) FT-13	(91) Vicoja
(4) BR 1	(48) FT-14	(92) EMGOPA 302
(5) BR 3	(49) FT-15	(93) EMGOPA 303
(6) BR 4	(50) FT-16	(94) BR 15
(7) BR 5	(51) FT-17	(95) BR 83-1257
(8) BR 6	(52) FT 79-1901	(96) EMGOPA 301
(9) BR 10	(53) FT 79-4401	(97) FT-Estrela
(10) BR 12	(54) FT 80-1992	(98) Parana
(11) BR 13	(55) FT 80-2161	(99) Santa Rosa
(12) BR 80-826	(56) FT 80-2341	(J1) アキセンナリ
(13) BR 80-6989	(57) Hardee	(J2) アキヨシ
(14) BR 81-1502	(58) Hamoton	(J3) デウムスメ
(15) BR 81-2291	(59) IAC-2	(J4) 房成
(16) BR 81-4371	(60) IAC-6	(J5) 白鳳1号
(17) BR 81-6123	(61) IAC-10	(J6) 白豆
(18) BR 81-8407	(62) IAC-12	(J7) Harosoy
(19) BR 81-8681	(63) IND-2006	(J8) 岩手早生黒目
(20) BR 81-10362	(64) ND 80-1007	(J9) 刈羽滝谷28号
(21) BR 81-10722	(65) IVA1	(J10) 北見白
(22) BR 81-10864	(66) Lancer	(J11) 黒皮青央
(23) Campos Gerais	(67) OC 79-136	(J12) 九州99号
(24) CEP 10	(68) OCEPAR 2-lapo	(J13) 奥羽3号
(25) CEP 12	(69) OCEPAR 3-Primavera	(J14) 奥羽13号
(26) CEP 71-16	(70) OCEPAR 4-Iguacu	(J15) Peking
(27) CEP 82-52	(71) OCEPAR 5-Piquiri	(J16) 白鶴の子
(28) Cheiro Kee	(72) PEL 8201	(J17) 白玉10号
(29) CO 60-239	(73) Perry	(J18) 遼四軒
(30) Coker 136	(74) Sant'ana	(J19) 東山系 E648
(31) Coker 156	(75) Sertaneja	(A1) Buffalo
(32) Cristalina	(76) Soc 81-183	(A2) Davis
(33) Delman	(77) Soc 81-210	(A3) Kwanggyo
(34) Doko	(78) Tracy	(A4) Marshall
(35) Dortchsoy	(79) Tropical	(A5) Ogden
(36) D69-442	(80) UFV-1	(A6) Rampage
(37) D71-9951	(81) Torsoy	(A7) York
(38) FT-1	(82) Paranaiba	(K1) 黄金
(39) FT-2	(83) UFV-4	(K3) 長白
(40) FT-4	(84) UFV-5	(K3) L78-434
(41) FT-6	(85) UFV-6	(K4) 短葉
(42) FT-7	(86) UFV-7	(I1) Nyonya
(43) FT-9	(87) UFV-8	
(44) FT-10	(88) UFV-10	

注) (1)~(99)はブラジル品種、(J1)~(J19)は日本品種、(A1)~(A7)はアメリカ品種、(K1)~(K4)は韓国品種、(I1)はインドネシア品種。

供試したダイズ品種（または系統）数は130で第1表に示したとおりである。このうち99品種はEMBRAPA/CNPS_o（ダイズ研究所、パラナ州）及びCPACより分譲され、31品種（このうち19品種は日本産、7品種は米国産、4品種は韓国産、1品種はインドネシア産）は日本より輸入した（輸入許可済No.167/89）。

2) ウイルス系統の類別及び接種方法

SMV系統の類別には病原性の差異を利用し、主として既報の判別品種(Cho & Goodman, (1979); 高橋ら, (1980); Almeida, (1981))を供試した。接種は、病葉を0.1Mりん酸緩衝液(pH7.2)で磨碎搾汁し、カーボランダムを用いた。接種植物は3~4週間病徴を観察し、無病徴のダイズは感受性ダイズに戻し接種した。供試ダイズ品種（または系統）は径約10cmのプラスチック鉢に8~10本植え、温室内で育成した。

3) 種子伝染試験

CPAC構内に隔離圃場を設け、1988年11月17日にダイズ14品種（ブラジル産8、日本産5及びインドネシア産1）を播種した。品種間差異の調査には、初生葉が完全に展開した12月2日にSMV分離株Cp1及び変異株Mt2-12を別々に接種した。品種“Doko”及び“FT-Estrela”にSMV7分離株または変異株(Cp1, Cp2, Mt1, Cp2-D, Mt1-G, Mt2-11及びMt2-12)を12月2日にそれぞれ接種した。また、接種時期と種子伝染率の関係を調査するために、1988年12月2日、12月22日、1989年1月11日、1月31日及び2月20日の5回、約20日間隔でSMV分離株Cp1を品種“Doko”及び“FT-Estrela”にそれぞれ接種した。各試験とも1品種当たり30~40本のダイズを用い、生育期間を通して病徴を観察した。ダイズは成熟後、各試験区当たり10本ずつ収穫した。種子は乾燥後温室内に播種し、発芽後本葉が展開するまで病徴を観察し、病徴不明瞭な株は感受性ダイズ品種に戻し接種して種子伝染の有無を確認した。

III 結 果

1. マメ類に発生するウイルス

1) ダイズ(Soja, *Glycine max*)

(1) ダイズモザイクウイルス: *Vírus do mosaico comum da soja*; soybean mosaic virus (SMV)

1988年1月、CPACの圃場でダイズのモザイク株より得た2ウイルス分離株(Cp1, Cp2)を供試した。

[病徴] ダイズは発病初期には葉脈透明を生じ、その後葉脈緑帯を伴う濃淡緑色のモザイク症状を現した。しばしば葉脈間は水泡状になり、葉は軽く縮れて葉縁は巻き込

んだ (図版 I - 1)。分離株 Cp 2 に感染した株の葉は小型となって縮れ、節間は短縮して株は萎縮した。感染株は種子に褐斑を生じた (図版 I - 3)。

第2表 ダイズモザイクウイルス(SMV)の宿主範囲

供試植物(品種)	病徴	
	接種葉	上葉
ダイズ (Cristalina)	L	M
“ (Doko)	L	M
“ (Campos Gerais)	-	-
“ (Peking)	-	-
インゲンマメ (Rico 23)	L	M, (N)*
“ (Black Turtle Soup)	L	M, (N)*
“ (Carioca)	L	-
“ (大手亡)	L	-
ササゲ (Blackeye)	-	m
リマビーン (Henderson Bush)	-	m
エンドウ (絹莢三十日)	-	-
ソラマメ (長莢)	-	-
リョクズ	-	-
ツルナ	-	-
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	-	-
<i>C. quinoa</i>	-	-
<i>Nicotiana glutinosa</i>	-	-
タバコ (キサンチ)	-	-

注) L; 局部病斑、M; モザイク症状、m; 軽い斑紋症状、
N; えそ症状、-; 病徴なし、(); 時に現れる症状、
*; 分離株 Cp 2 による症状。

[宿主範囲] 12種の植物に汁液接種した結果は第2表のとおりであった。全身感染した植物はダイズのほか、インゲンマメ、ササゲ及びライマメであった。ダイズでは“Doko”、“Cristalina”、“FT-Estrela”など多数の品種は全身感染した (詳細は別項参照)。インゲンマメでは“Rico 23”、“Rico Baio”、“Jalo EEP558”、Goiania Precoce”、“Roxo”、“Black Turtle Soup”、“Dark Red Kidney”、“Bountiful”、“大正金時”は全身感染した。“Costa Rica”、“Carioca”、“Rio Tibagi”、“Pinto U.I. 111”及び“Top Crop”は感染しなかった。

[伝搬方法] マメアブラムシを30分間絶食させ、ダイズ病葉を10分間吸汁させた後、健全ダイズ1本当たり10頭のアブラムシを移した。

その結果、分離株 Cp 1 では供試したダイズ (品種“Cristalina”) 5本のうち2本

が発病した。また、分離株Cp1に感染したダイズから採種し、温室内に播種したところ、品種“Doko”では128本中5本(5.9%)、“FT-Estrela”では148本中10本(6.8%)が種子伝染した。

[粗汁液の安定性] 分離株Cp1の不活化温度は65°C(10分)付近、希釈限界は 10^{-3} ~ 10^{-4} 、保存限界は4~6日(20°C)であった。

[電顕観察] 部分純化ウイルス(分離株Cp1)試料には、長さ約750nmのひも状ウイルス粒子が認められた(図版I-6)。また、超薄切片試料では、細胞質内に管状封入体が認められた(図版I-5)ほか、まれにウイルス様粒子の集団が観察された。

[血清試験] 分離株Cp1の部分純化試料は、寒天ゲル内沈降法で日本のSMV抗血清との間に明瞭な沈降帯を形成した。なお、この抗血清はインゲンモザイクウイルスとも反応したが、沈降帯はうすく、SMVとの間に分枝線を形成した(図版I-4)。

[同定] 宿主範囲、病徴、伝搬方法、ウイルス粒子の形態及び血清試験の結果からみて、供試ウイルスはSMV(Bos, 1972)と同定された。

(2) Virus do mosaico severo do caupi ; cowpea severe mosaic virus (CpSMV)

1989年3月、Barreiras(バイア州)のUEP São Francisco農業試験場(バイア州立農牧研究公社)の圃場で、芽枯れ症状を呈していたダイズを採取し、CPACの温室内でウイルスを分離した。

[宿主範囲および病徴] 8科23種の植物に汁液接種した結果は第3表のとおりであった。全身感染した植物はマメ科植物のほか、ナス科4種、*Chenopodium quinoa*、センニチコウ、及びニチニチソウであり、局部病斑を生じた植物は*C. amaranticolor*、ハブソウ、ゴマ、ツルナ、タバコなどであった。主要な植物の病徴は次のとおりであった。

ダイズ: 自然感染したダイズは芽枯れ症状を呈して萎縮していた(図版V-1)が、伸長した腋芽には葉脈透明が認められた。汁液接種したダイズは接種葉に退緑またはえそ斑点を生じ、上葉には葉脈透明が現れた。その後、葉脈えそや茎えそを生じて激しく萎縮した。しばしば腋芽が伸長したが、葉は小型となってモザイク症状を現した。供試した以下の品種(または系統)はすべて感染した。

第3表 Cowpea severe mosaic virus の宿主範囲

供試植物 (品種)	病 徴	
	接種葉	上葉
ダイズ(Cristalina)	L	N
“ (IAC-2)	L	M・N
インゲンマメ(Goiania Precoce)	L	N
“ (Bountiful)	L	—
“ (Rico 23)	—	—
ササゲ(Blackeye)	L	M・N
“ (IPEAN)	L	M・N
アズキ(大納言)	—	M
エンドウ(絹莢三十日)	L	M・N
リマビーン(Henderson bush)	L	N
ハブソウ	L	—
リョクトウ	L	N
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	L	—
<i>C. quinoa</i>	L	cs
ゴマ	L	—
センニチコオ	L	M
ニチニチソウ	(L)	M・N
ツルナ	L	—
タバコ(キサンチ)	L	—
<i>Nicotiana benthamiana</i>	L	M
<i>N. clavelandii</i>	L	m
<i>N. glutinosa</i>	L	—
<i>Physalis floridana</i>	L	(m)
ペチュニア	L	M
キュウリ	—	—
メロン	—	—
スイカ	—	—

注) L; 局部病斑、M; モザイク症状、m; 軽い斑紋症状、
N; えそ症状、cs; 退緑斑点、—; 病徴なし、();
時に現れる症状。

“BR 15”, “BR 83-1257”, “Buffalo”, “Campos Gerais”, “Cristalina”, “Davis”, “Doko”, “EMGOPA 301”, “EMGOPA 302”, “EMGOPA 303”, “FT-Estrela”, “Harosoy”, “IAC-2”, “Kwanggyo”, “Marshall”, “Ogden”, “Paraná”, “Santa Rosa”, “Peking”, “Rampage”, “York”, “デワムスメ”、“白豆”、“白鳳1号”、“岩手早生黒目”、“刈羽滝谷28号”、“奥羽3号”、“奥羽13号”、“北見白”、“白鶴の子”、“遠四軒”。

インゲンマメ：品種によって反応は異なった。(A)接種葉に退緑斑点またはえそ症状を生じ、上葉に葉脈えそや茎えそを現した。“Goiania Precoce”, “Palmital Precoce”、“大正金時”。(B)接種葉に退緑斑点またはえそ斑点を生じたが、前身感染しなかった。“Carioca”, “Top Crop”, “Bountiful”, “Pinto U.I.No.111”、“大手亡”。(C)感染しなかった。“Rico 23”。

ササゲ：接種葉に退緑斑点及びえそ斑点を生じ、上葉には葉脈透明に続いて葉脈えそ及び茎えそを生じて激しく萎縮した。腋芽より伸長した葉は変形し、モザイク症状を呈した(図版V-2)。供試した3品種(“Serido”, “Ipean V69”, “Black Eye”)では差異はなかった。

ライマメ：接種葉にえそを斑点または退緑斑点を生じ、上葉には葉脈えそ及び茎えそを生じた。品種“Henderson Bush”は明瞭なえそ斑点を生じたので、検定植物として有用である。

タバコ(Xanthi-nc)：接種葉に多数の白色斑点を生じ、のち斑点はリング状となった。上葉からウイルスは回収できなかった。

[粗汁液の安定性] ライマメを検定植物として感染ササゲ粗汁液の安定性を調べた結果、不活化温度は60~65℃(10分)、希釈限界は 10^{-4} ~ 10^{-5} 、保存限界は6日以上であった。

[電顕観察] 部分鈍化した試料には径約30nmの球状粒子が多数観察された(図版II-4)。また、感染ダイズ葉の超薄切片では、細胞質内にウイルス様粒子が集団状または散在しているのが認められた(図版III-3)。

[血清試験] 本ウイルスは寒天ゲル内沈降法で、CpSMV抗血清(Dr.Kitajimaより分譲)との間に明瞭な沈降帯を形成した。なお、供試した抗血清はbean rugose mosaic virus(後述)と弱く反応し、本ウイルスとの間に分枝線を形成した(図版III-6)。

[同定] 宿主範囲、病徴、粗汁液の安定性、ウイルス粒子の形態及び血清試験の結果よりみて、本ウイルスはcomovirus群に属するcowpea severe mosaic virus(Jager, 1979)と同定された。

第4表 Bean rugose mosaic virus の宿主範囲

供試植物 (品種)	病 徴	
	接種葉	上葉
ダイズ(Cristalina)	-	M
“ (Doko)	-	M
インゲンマメ(Carioca)	L	M
“ (Bountiful)	L	M
“ (Rico 23)	L	N
ササゲ(Blackeye)	-	-
“ (IPBAN)	-	-
アズキ(大納言)	-	-
エンドウ(絹莢三十日)	-	M
リマビーン(Henderson bush)	L	cs
ハブソウ	L	-
リョクトウ	-	-
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	L	-
<i>C. quinoa</i>	L	-
ゴマ	-	-
センニチコオ	-	-
ニチニチソウ	-	-
ツルナ	-	-
タバコ(キサンチ)	-	-
<i>Nicotiana benthamiana</i>	-	-
<i>N. glauca</i>	-	-
<i>N. glutinosa</i>	-	-
<i>Physalis floridana</i>	-	-
ペチュニア	-	-
キュウリ	-	-
メロン	-	-
スイカ	-	-

注) L; 局部病斑、M; モザイク症状、m; 軽い斑紋症状、
N; えそ症状、cs; 退緑斑点、-; 病徴なし。

(3) *Vírus do mosaico-em-desenho do feijoeiro* ; a strain of bean rugose mosaic virus (BRMV).

1986年6月、CPACの灌漑栽培圃場で、葉に凹凸を伴うモザイク症状のダイズ(図版II-5)を採取し、ウイルスを分離した。

[宿主範囲及び病徴] 8科23種の植物に汁液接種した結果は第4表のとおりであった。全身感染した植物はマメ科に限られ、*Chenopodium amaranticolor*及び*C. quinoa*は局部病斑を生じた。2~3の植物の病徴は次のとおりであった。

ダイズ：接種後7~10日で上葉に葉脈透明が現れた。その後展開した葉にはかすかな斑紋を生じたが、遅れて明瞭な退緑斑紋を生じた(図版II-6)。供試した品種(または系統)はすべて感染し、ほぼ同様の病徴を現した。供試品種(または系統)は31品種で、CpSMVで用いた品種と同じである。

インゲンマメ：接種後2~3日で接種葉に退緑斑点を生じ、7~10日後上葉に葉脈透明が現れた。その後、明瞭な葉脈緑帯を伴うモザイク症状を現し、葉はやや小型になって葉縁は巻上がった(図版II-1)。供試した18品種(または系統)はいずれもほぼ同様の病徴を示したが、品種“Rico 23”は葉脈えそや茎えそを生じた。抵抗性品種は認められなかった。供試した品種(または系統)は次のとおりである。

“Black Turtle Soup”, “Boutiful”, “Carioca”, “CNF-10”, “Costa Rica”, “Dark Red Kidney”, “IPA 7419”, “Jalo EEP 558”, “Mulatinho”, “Palmital Precoce”, “Paulista”, “Pinto U.I. 111”, “Rico Baio”, “Rio Tibagi”, “Rosinha G 2”, “Topcrop”, “大手亡”, “大正金時”。

エンドウ：接種後7~10日で上葉に葉脈透明を生じ、その後退緑斑紋またはモザイク症状が現れた。供試した2品種(“Wisconsin Perfection”, “絹莢三十日”)の病徴は同様であった。

第5表 BRMVのハムシによる伝搬試験

ハムシの種類	接種源植物	被接種植物	発病本数/接種本数
<i>Ceratoma</i> sp.	インゲンマメ	インゲンマメ	4 / 5
“	“	ダイズ	2 / 5
<i>Diabrotica</i> sp.	“	インゲンマメ	3 / 5

注) 獲得摂食時間は2日、接種摂食時間は1日。

[伝搬試験] 健全インゲンマメで飼育した2種のハムシ(*Ceratoma* sp.及び*Diabrotica* sp.)を罹病インゲンマメ上で2日間放飼し、直ちに健全インゲンマメを1日間

摂食させた結果は第5表のとおりであり、両ハムシとも本ウイルスを伝搬した。

感染したダイズ及びインゲンマメより採種し、温室内に播種した結果、発芽したダイズ74本及びインゲンマメ57本はすべて健全であり、種子伝染株は認められなかった。

[粗汁液の安定性] 感染インゲンマメ葉粗汁液の不活化温度は60~65°C (10分)、希釈限界は 10^{-4} ~ 10^{-5} 、保存限界は6日(20°C)以上であった。

[電子顕微鏡観察] 部分純化した試料を電顕観察した結果、径約30nmの球形粒子が多数認められた(図版Ⅲ-2)。感染インゲンマメ葉では、細胞質内にウイルス様粒子の集団が観察され、集団はしばしば結晶状を示していた(図版Ⅲ-1)。

[血清試験] 本ウイルスに感染したインゲンマメ粗汁液及び部分純化ウイルス液とBRMV(virus do mosaico-em-desenho do feijão)抗血清(Dr. Kitajimaより分譲)との間に、寒天ゲル内沈降法で明瞭な反応帯を形成した(図版Ⅲ-5)。なお、CpSMVはBRMV抗血清と反応しなかったが、本ウイルスはCpSMV抗血清と弱く反応し、CpSMVによる反応帯と分枝線を形成した(図版Ⅲ-6)。

[同定] 宿主範囲及び病徴、伝搬試験、ウイルス粒子の形態及び血清試験の結果から、本ウイルスは“virus do mosaico-em-desenho do feijão”(Kitajimaら、1980)と同定できる。このウイルスはbean rugose mosaic virus(Gamez,1982)の1系統とされている(Linら、1981)。

2) インゲンマメ(*Feijão, Phaseolus vulgaris*)

(1) インゲンモザイクウイルス: Vírus do mosaico comum do feijão; bean common mosaic virus (BCMV)

1988年6月、CPACのインゲンマメ圃場に発生していた軽微なモザイク症状株からウイルスを分離した。

[宿主範囲及び病徴] 8科20種の植物に汁液接種した結果は第6表のとおりであった。全身感染した植物はインゲンマメのほか、ササゲ、エンドウ、ソラマメ、ハブソウ、ゴマ、*Nicotiana benthamiana*及び*N. clevelandii*であった。インゲンマメ品種及び2~3の植物の反応は次のとおりであった。

インゲンマメ: 感受性品種では接種後3~5日で接種葉に退緑斑点が生じた。上葉には葉脈透明が現れ、のち葉脈緑帯を伴う濃淡緑色のモザイクを現した。葉は軽く巻き、株はやや萎縮した(図版Ⅳ-4)。感染した品種(または系統)は次のとおりであった。“Black Turtle Soup”, “Bountiful”, “Dark Red Kidney”, “Goiania Precoce”, “Jalo EEP 558”, “Mulatinho Paulista”, “Palmital Precoce”, “Rico Baio”, “Rosinha G 2”, “大正金時”。感染しなかった品種(または系統)は次のとおりであった。“Carioca”, “Costa Rica”, “IPA 7419”, “Pinto U.I.111”, “Rio Tibagi”。

第6表 インゲンモザイクウイルス(BCMV)の宿主範囲

供試植物(品種)	病 徴	
	接種葉	上葉
ダイズ(Doko)	-	-
インゲンマメ(Carioca)	-	-
" (Rico 23)	L	M
" (Goiania Precoce)	L	M
ササゲ(Blackeye)	-	m
エンドウ(絹莢三十日)	-	M
" (Wisconsin Perfection)	-	-
ソラマメ(長莢)	-	cs
リマビーン(Henderson Bush)	-	-
ハブソウ	L	M
リョクトウ	-	-
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	-	-
<i>C. quinoa</i>	-	-
ゴマ	-	M
センニチコオ	-	-
ジニア	-	-
ツルナ	-	-
タバコ(キサンチ)	-	-
<i>Nicotiana benthamiana</i>	-	m
<i>N. clavelandii</i>	-	m
<i>N. glutinosa</i>	-	-
キュウリ	-	-
メロン	-	-

注) L; 局部病斑、M; モザイク症状、m; 軽い斑紋症状、
 N; えそ症状、cs; 退緑斑点、-; 病徴なし、
 (); 時に現れる症状。

ササゲ：品種“Black Eye”では接種後7～10日で上葉に葉脈透明が現れ、その後軽いモザイク症状となった。

ハブソウ：接種後3～5日で接種葉に退緑斑点を生じ、その後上葉に退緑斑点及び明瞭なモザイクを現した。

エンドウ：品種“絹莢三十日”は接種10～15日後上葉に退緑斑点を生じ、軽いモザイク症状となった。葉は小型となり、株は萎縮した。

第7表 インゲンマメにおけるBCMVの種子伝染試験

品種	発病株数／調査株数	種子伝染率(%)
Dark Red Kidney	4 / 14	28.6
Black Turtle Soupe	7 / 32	21.9
Roxo	3 / 35	8.6

[種子伝染試験] 本ウイルスを接種したインゲンマメより種子を取り、温室内に播種して種子伝染の有無を調べた。その結果は第7表のとおりであり、インゲンマメで30%以下の種子伝染が認められた。

[粗汁液の安定性] 感染したインゲンマメ葉粗汁液の不活化温度は60℃（10分）付近、希釈限界は 10^{-4} ～ 10^{-5} 、保存限界は4～6日（20℃）であった。

[電子顕微鏡観察] 部分純化試料を観察したところ、長さ約750nmのひも状粒子が認められた（図版IV-5）。また、感染したインゲンマメ葉の超薄切片では、細胞質内に管状封入体が観察された。

[血清試験] 部分純化ウイルスは、3,5ジヨードサルチル酸リチウムを含む寒天ゲル内拡散法で、日本のBCMV及びアズキモザイクウイルス抗血清と反応し、沈降帯を形成した。また、SMV抗血清とも弱く反応したが、SMVと本ウイルスとの間に分枝線が現れた。

[ウイルス系統] BCMV系統の判別品種（Drijfhout, 1978）である“Puregold Wax”, “Sanilac”, “Great Northern U.I.123”, “monroe”, “Topcrop”及び感受性品種“Roxo”に汁液接種した。その結果、“Puregold Wax”及び“Roxo”は全身感染したが他の品種は感染しなかった。すなわち、本ウイルスはBCMV group IIに属した。また、市販の“Roxo”の種子伝染株より分離したウイルスは、“Roxo”のほか“Puregold wax”及び“Sanilac”に感染性があったので、BCMV group Vと判定された。

[同定] 本ウイルスは宿主範囲及び病徴、種子伝染性、ウイルス粒子の形態及び血清

反応の結果からみてBCMVの1系統と同定された。BCMVには寄生性の異なる幾つかの系統が報告されている(Morales & Bos, 1988)が、代表的なBCMV(Hampton et al., 1978)と比べて、本ウイルスはエンドウ、ハブソウ等に寄生性がある点異なる。

(2) Vírus do mosaico dourado do feijão ; bean golden mosaic virus (BGMV)

1988年2月、CPACの圃場で黄色斑紋を現していたインゲンマメ及びライマメから試料を採取し、温室内で接木接種してウイルスを維持した。

[病徴] 接木接種1~2週間後若い葉に葉脈透明が現れ、その後鮮黄色のモザイク斑紋を生じ、時には葉脈が鮮黄色となって葉はやや小さくなった(図版IV-1)。インゲンマメとライマメの病徴はほぼ同様であったが、両者とも品種によって若干の差異があり、黄色部分の多いモザイクを生じる品種と比較的少ない品種があった。着生した莢はわん曲することが多かった。圃場では他のウイルス、特にBRMVと重複感染していることが多く、葉は縮れ、株は萎縮して莢の着生は少なかった。

[汁液接種試験] 感染インゲンマメ葉の10倍希釈搾汁液(0.1Mりん酸緩衝液、pH 7.0, 0.1%メルカプトエタノール添加)をカーボランダム法で接種し、約1カ月間病徴を観察した。接種はインゲンマメ19品種(または系統)で、各品種は5~8株を用いた。供試品種(または系統)は次のとおりである。“Black Turtle Soup”, “Bountiful”, “Cabinaba Precoce”, “Carioca”, “Costa Rica”, “CNF 10”, “CNF 5476”, “Dark Red Kidney”, “Goiania Precoce”, “IPA 7419”, “Jalo EEP 558”, “Palmital Precoce”, “Pinto U.I.111”, “Rico 23”, “Rico Baio”, “Rio Tibagi”, “Rosinha G 2”, “大手亡”, “大正金時”。また、ライマメ4品種(または系統) (“BGH 1384”, “BGH 1584”, “BGH 1882”, “Henderson Bush”)にも接種したが、病徴を現した品種(または系統)はなかった。

[圃場における耐病性の品種間差異] CPAC圃場の灌漑栽培インゲンマメでgolden mosaic病の発病を調査した。播種は1989年3月27日、供試品種(または系統)は、Preto群、Roxo群及びCarioca群で、各20品種(または系統)、合計60品種(または系統)を用いた。1区面積は2×5m(10㎡)で3区制乱塊法とした。発病調査は6月7日に実施し、1区30株の病徴を観察し発病率を調べた。結果は第8表のとおりであった。

圃場のインゲンマメにはBGMVのほか、BRMVの発生が認められ、両ウイルスによる重複感染株が多かった。3区とも発病率が低かった品種(または系統)を耐病性大として類別したが、Preto群2、Carioca群4及びRoxo群4品種(または系統)が含まれた。3区のうち1区の発病率がやや高かった品種(または系統)を耐病性小

としたが、各品種群でそれぞれ6、合計18品種（または系統）であった。3区とも発病率が高かった品種（または系統）を感受性大としたが、Preto群2、Carioca群2及びRoxo群1品種（または系統）であった。3区のうち1区の発病率が低かった品種を感受性小としたが、Preto群2、Carioca群2が属した。残余の品種（または系統）は中間型であった。

(3) Vírus do mosaico-em-desenho do feijão ; bean rugose mosaic virus(BRMV)

1988年1月、CPAC圃場で明瞭なモザイク及び萎縮症状を呈していたインゲンマメを採取し、ウイルスを分離した。また、ブラジリア連邦区内の農家圃場や

第8表 Bean golden mosaic に対するインゲン品種または系統のほ場における耐病性

	PRETO group		ROXO group		CARIOCA group	
	(品種・系統)	発生率(%)	(品種・系統)	発生率(%)	(品種・系統)	発生率(%)
耐病性 (大)	CNF 5487	13.3	FT 84-324	8.7	AN 5126660	16.7
	FT 84-1500	11.7	FT 84-325	15.0	CNF 5548	16.7
			Roxao RG	16.7	CNF 5840	9.3
			Ty 3361-3	14.0	PR711410/1	13.3
耐病性 (小)	CNF 3955	20.0	CNF 5466	25.0	CNF 5442	18.3
	CNF 5488	18.3	CNF 5475	18.3	CNF 5550	26.7
	CNF 5490	15.0	ENGOPA 201	21.7	CNF 5558	18.3
	LA 720163	20.0	FT 84-223	18.3	FT 84-428	23.3
	LM 30630	15.0	FT 84-326	18.3	FT 84-790	25.0
	LM 30636	16.7	FT 84-895	25.0	EMGOPA 201	23.3
中間性	CB 720-160	43.3	CNF 5477	38.3	A 285	33.3
	CNF 0480	36.7	CNF 5489	28.3	AN 512666-1	25.0
	CNF 5483	23.3	LO 204	50.0	Carioca	30.0
	CNF 5491	25.0	PR 710-290	46.7	Carioca 80	48.3
	CNF 5495	30.0	PR 710-291	23.3	CNF 5554	46.7
	FT 84-10220	31.7	PR 710-315	46.7	FT 84-292	35.0
	FT 84-1251	21.7	PR 711-133	48.3	LO 202	26.7
	LO 206	35.0			LR 720-982	38.3
感受性 (小)	CNF 5494	51.7	LO 205	61.7		
	FT 84-10258/5	48.3	Roxo Vicoso	71.7		
感受性 (大)	Rico 23	76.7	EMGOPA 202	68.3	CNF 5544	51.7
	Rio Tibagi	58.3			FT 3790/11	68.3

注) 発生率は3区の平均値を示す。

EMBRAPA/CNPAP (イネ及びインゲンマメ研究所、ゴイヤス州) 圃場のインゲンマメからも同様のウイルスが分離された。これらウイルスの宿主範囲、病徴、血清学的関係などは、ダイズから分離されたBRMVとほぼ同様であった。しかし、インゲンマメの病徴はウイルス分離株によってわずかな差異がみられた。すなわち、分離株の多くはインゲンマメに葉脈緑帯を伴うモザイク症状を示したが、分離株によっては濃淡緑斑紋よりなるモザイク症状を現し、しばしば品種“Carioca”にえそを生じた。

本ウイルスは、ダイズから分離されたBRMVと宿主範囲及び病徴はほぼ一致し、さらに、BRMV抗血清とよく反応した。この結果、本ウイルスはvírus do mosaico-em-desenho do feijão、すなわち、BRMVの1系統 (Lin et al., 1981) と同定された。

3) エンドウ (*Ervilha, Pisum sativum*)

(1) トマト黄化えそウイルス: Vírus de vira-cabeça do tomateiro; tomato spotted wilt virus (TRSV).

1989年7月、CPAC圃場で頂部えそを生じて莢が褐変していたエンドウ (図版V-3) よりウイルスを分離した。同様の症状を現していたエンドウはブラジリア連邦区及びミナスジェライス州の農家圃場でも認められ、ほぼ同じウイルスが分離された。

[宿主範囲及び病徴] 9科25種の植物に汁液接種した結果は第9表のとおりであった。全身感染した植物はエンドウ、ハブソウ、タバコなどでえそ症状を生じることが多かったが、ジニアやセンニチコウは葉にモザイクや退緑斑紋を現した。接種葉にえそまたは退緑斑点を生じた植物はインゲンマメ、ササゲ、ソラマメ、ツルナ、ペチュニア、*Chenopodium* spp.、キュウリ、スイカ、ゴマ等であった。主な植物の病徴は次のとおりであった。

エンドウ: 接種2~3日後接種葉にえそ斑点を生じ、その後上葉に葉脈えそや茎えそが現れて枯死した。圃場では開花後発病することが多く、頂部えそ及び茎えそを生じて莢は褐変した。

トマト: 接種1~2週間後上葉に退緑斑点やえそ斑点を生じた。葉は小型になって下垂し、株は萎縮した。接種葉にしばしば不明瞭な退緑斑点が現れた (図版V-4)。

タバコ: 接種葉にえそ斑点を生じ、上葉には葉脈えそを生じて枯死した。

ペチュニア: 接種2~3日後接種葉にえそ斑点を生じた。上葉からウイルスは回収できなかった。

[粗汁液の安定性] ササゲの接種葉の粗汁液では、不活化温度55°C (10分) 以下、希

第9表 トマト黄化えそウイルス(TSWV)の宿主範囲

供試植物(品種)	病 徴	
	接種葉	上葉
ダイズ(Cristalina)	(L)	-
〃 (Doko)	(L)	-
インゲンマメ(Carioca)	L	-
〃 (Rico 23)	L	-
ササゲ(Black Eye)	L	-
〃 (IPEAN)	L	-
エンドウ(絹莢三十日)	L	N
〃 (Wisconsin Perfection)	L	N
ソラマメ(長莢)	L	-
リマビーン(Henderson Bush)	(L)	-
ハブソウ	L	N
リョクトウ	-	-
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	L	-
<i>C. quinoa</i>	L	-
ゴマ	L	-
センニチコオ	L	cs
ニチニチソウ	L	M, N
ジニア	L	M
ツルナ	L	-
タバコ(キサンチ)	L	N
<i>Nicotiana benthamiana</i>	L	N
<i>N. clavelandii</i>	L	N
<i>N. glutinosa</i>	L	N
<i>Physalis floridan</i>	L	N
トマト	(L)	M, N
ペチュニア	L	-
キュウリ	L	-
メロン	L	-
スイカ	L	-

注) L; 局部病斑、M; モザイク症状、N; えそ症状、cs; 退緑斑点、-; 病徴なし、(); 時に現れる症状。

積限界 10^{-2} ~ 10^{-3} 、保存限界1日(20°C)以下であった。

[電子顕微鏡観察] 本ウイルスに感染したエンドウの細胞質内には径約80~90nmの球形のウイルス様粒子が多数認められた(図版V-5)。これら粒子はしばしば数個~数十個の集団で膜(ER)に包まれていた。

[同定] 宿主範囲及び病徴、粗汁液の安定性及びウイルス粒子の形態からみて、本ウイルスはTSWVの1系統(Ie, 1970)と見なされた。

4) ササゲ(*Caupi*, *Vigna umguiculata*)

(1) *Virus do mosaico severo do caupi*; cowpea severe mosaic virus (CpSMV).

1989年2月、CPAC圃場でえそを伴って激しく萎縮していたササゲからウイルスを分離した。7科18種の植物に汁液接種した結果、ダイズ(Doko, IAC-2)、インゲンマメ(Goiania Precoco)、ササゲ(Black Eye)、エンドウ(絹莢三十日)、ライマメ、リョクトウは全身感染してえそ症状を呈し、*C. amaranticolor*、ゴマ、ツルナ、タバコ及び*N. glutinosa*は接種葉にえそまたは退緑斑点を生じた。宿主範囲や病徴は、ダイズから得られたCpSMVとほぼ同様であった。また、寒天ゲル内拡散法で本ウイルスはCpSMV抗血清と明瞭な沈降帯を形成した。以上の結果からみて、本ウイルスはCpSMV(Jager, 1979)と同定された。

(2) 種子伝染性ウイルス(未同定)

1989年2月、CPAC圃場でモザイク症状を示していたササゲからウイルスを分離した。4科12種の植物に汁液接種した結果、インゲンマメ(大正金時、Roxo)、ササゲ(Black Eye)、ライマメ及び*N. clevelandii*は全身感染し、モザイク症状を示した。*C. amaranticolor*及び*C. quinoa*は接種葉にえそ斑点を生じたが、ダイズ(Doko, 岩手早生黒目)、インゲンマメ(Carioca, Topcrop)、ゴマ、タバコ(Xanthi-ne)及び*N. glutinosa*は感染しなかった。

温室内で接種したササゲ(Black Eye)より種子を採取して播種した結果、発芽した54本中2本が発病した(種子伝染率3.5%)。

血清試験や電子顕微鏡観察などは実施できなかったため、正確な同定は困難であるが、宿主範囲、病徴及び種子伝染の性質などからみて、本ウイルスはpotyvirus群に属するBlackeye cowpea mosaic virus(Purcifull & Gonsalves, 1985)と推定された。

2. SMVの系統と種子伝染

1) SMV系統の類別と抵抗性の品種間差異

(1) 供試ウイルスの同定

供試したウイルス株は、汁液接種によって感受性ダイズ品種にモザイク症状を生じた。また、インゲンマメ (Black Turtle Soup, 金時) 及びササゲ (Black Eye) は全身感染した。さらに、3,5ジヨードサリチル酸リチウムを含む寒天ゲル内拡散法で、日本のSMV抗血清とよく反応した。これらの結果から、供試ウイルスはSMVと同定された。

(2) 既報の方法によるSMV系統の類別

Cho & Goodman (1979)、高橋ら (1980) 及びAlmeida (1981) の報告したSMV系統判別品種に、各地から採取したSMV分離株を接種した結果は第10表のとおりであった。いずれのSMV分離株も品種に対する反応は同一で、Cho & Goodmanの方法によるとG 1群に属し、高橋らによるとB系統に相当した。また、Almeidaの報告した系統に相当する分離株はなかった。

(3) SMV変異株の分離及び系統類別

ダイズ12品種 (または系統) に5分離株をそれぞれ接種した結果、3品種は全分離株に感受性であったが、9品種は抵抗性を示した。しかし、第11表に示したとおり、抵抗性の7品種は低率ながら感染することがあった。これら感染株のうち10株からウイルスを分離し、ダイズ8品種に接種した結果は第12表のとおりであり、SMVの変異株が得られた。すなわち、SMV分離株Cp 2, Mt 1 及びMt 2 より得られた8変異株は、それぞれのウイルス母株に対して抵抗性であった数品種に病原性があった。これらSMV変異株より5株を選び、再び既報のSMV系統類別品種に接種した結果は第13表のとおりであった。

Cho & Goodman (1979) の系統判別方法に従うと、SMV変異株Mt 2 -11はG 3群に該当したが、他の4変異株は類別できなかった。高橋ら (1980) の方法によると、変異株Mt 2 -11はB系統に、Mt 2 -12はE系統に相当したが、他の3変異株は類別できなかった。また、Almeida (1981) の方法では、変異株Cp 2 -D及びMt 1 -GはMs -1系統に相当したが、他の3変異株は類別できなかった。

(4) SMV抵抗性の品種間差異及び新類別方式によるSMV系統の類別

供試したSMV変異株の系統類別は既報の方法では不可能であったため、新しい方法による系統類別を試みた。まず、SMVの5分離株及び5変異株をそれぞれダイズ130品種 (または系統) に接種して反応を調べた。その結果、76品種 (または系統) はすべてのSMV分離株または変異株に感受性であり、3品種は抵抗性であった。しかし、51品種 (または系統) はSMV株によって反応に差異があった。これら品種 (または系統) に対する病原性の差異を利用してSMV分離株及び変異株を類別した結果は第14表のとおりであった。すなわち、供試した130品種 (または系統) のうち、9品種を除く121品

第10表 既報のSMV系統判別品種に対するSMV分離株の接種結果

判別品種	SMV分離株				
	Cp1	Cp2	Mt1	Mt2	Bal
I Rampage	M	M	M	M	M
York	0	0	0	0	0
Davis	0	0	0	0	0
Marshall	0	0*	0	0	0
Ogden	0*	0*	0*	0*	0
Kwanggyo	0	0	0	0	0
Buffalo	0	0	0	0	0
系統	G1	G1	G1	G1	G1
II 岩手早生黒目	M	M	M	M	M
Harosoy	M	M	M	M	M
白豆	M	M	M	M	M
奥羽13号	0	0	0	0*	0
デウムスメ	0	0*	0	0	0
Peking	0	0	0	0	0
系統	B	B	B	B	B
III Santa Rosa	M	M	M	M	M
Campos Gerais	0	0	0	0	0
York	0	0	0	0	0
Ogden	0*	0*	0*	0*	0
Buffalo	0	0	0	0	0
系統	?	?	?	?	?

注) IはCho & Goodman(1979), IIは高橋ら(1980), IIIはAlmeida (1981)の方法。M; モザイク症状、0; 無病徴。*; 低率で感染することあり。

第11表 SMV分離株のダイズ12品種または系統に対する接種結果

品種または系統	SMV分離株				
	Cp1	Cp2	Mt1	Mt2	Bal
Doko	7/7, M	8/8, M	8/8, M	6/6, M	8/8, M
Santa Rosa	8/8, M	8/8, M	7/7, M	8/8, M	7/7, M
BR 15	0/8, -	0/8, -	0/8, -	1/7, M*	3/8, M*
BR 83-1257	0/6, -	1/8, M*	0/8, -	1/8, N*	0/8, -
Harosoy	6/6, M	5/5, M	6/6, M	7/7, M	7/7, M
奥羽3号	0/6, -	1/6, N*	1/6, M*	0/5, -	0/6, -
白玉10号	0/7, -	0/8, -	0/8, -	1/8, N*	0/7, -
デワムスメ	0/7, -	1/8, N*	0/8, -	0/7, -	0/6, -
Davis	0/8, -	0/7, -	0/7, -	0/8, -	0/8, -
Marshall	0/8, -	2/8, M*	0/8, -	0/8, -	0/7, -
Ogden	1/8, M*	1/8, M*	1/8, M*	1/7, M*	0/7, -
York	0/8, -	0/7, -	0/8, -	0/8, -	0/8, -

注) 発病本数/接種本数。M: モザイク症状、N: えそ症状、-: 無病徴。
*: 低率で感染。

第12表 SMV変異株のダイズ8品種に対する接種結果

品種または系統	SMV変異株									
	Cp2			Mt1		Mt2			Bal	Cp1*
	O	D	G	G	11	12	S	G	11	Doko
Doko	8/8, M	8/8, M	7/7, M	8/8, M	8/8, M	7/7, M	7/7, M	8/8, M	8/8, M	7/7, M
BR 15	0/8, -	0/8, -	0/8, -	0/8, -	8/8, M	0/7, -	4/7, M	1/8, M	8/8, M	0/8, -
BR 83-1257	0/8, -	8/8, N	0/7, -	6/7, M	0/8, -	8/8, M	0/7, -	0/7, -	0/7, -	0/7, -
奥羽3号	4/7, M	7/7, M	0/8, -	8/8, M	0/7, -	8/8, M	0/7, -	0/8, -	0/7, -	0/6, -
白玉10号	0/8, -	0/7, -	0/7, -	0/6, -	7/7, N	0/6, -	2/7, N	0/7, -	0/6, -	0/6, -
デワムスメ	1/8, N	8/8, N	6/8, M	0/8, -	0/7, -	0/8, -	0/7, -	0/8, -	0/7, -	0/7, -
Ogden	0/7, -	0/8, -	1/8, M	1/7, M	8/8, M	0/8, -	1/7, M	0/8, -	0/8, -	0/7, -
York	0/8, -	8/8, N	7/7, M	8/8, M	0/7, -	8/8, M	0/7, -	0/7, -	0/7, -	0/8, -

注) 発病本数/接種本数、M: モザイク症状、N: えそ症状、-: 無病徴、*: 対照のSMV分離株。

第13表 既報の方法によるSMV変異株の系統類別

判別品種		SMV変異株				
		Cp2-D	Cp2-G	Mt1-G	Mt2-11	Mt2-12
I	Rampage	M	M	M	M	M
	York	N	M	M	0	M
	Davis	N	0	M	0	0
	Marshall	0	0	0	M	0
	Ogden	0	0	0	M	0
	Kwanggyo	0	0	0	0	M
	Buffalo	0	0	0	0	0
	系統	?	?	?	G3	?
II	岩手早生黒目	M	M	M	M	M
	Harasoy	M	M	M	M	M
	奥羽13号	0	0	0	0	M
	デウムスメ	N	M	M	0	M
	Peking	0	0	0	0	0
	系統	?	?	?	B	E
III	Santa Rosa	M	M	M	M	M
	Campos Gerais	0	0	0	M	0
	York	N	0	M	0	0
	Ogden	0	0	0	M	0
	Buffalo	0	0	0	0	0
	系統	Ms-1	?	Ms-1	?	?

注) IはCho & Goodman(1979), IIは高橋ら(1980), IIIはAlmeida(1981)の方法。M; モザイク症状、N; えそ症状、0; 無病徴。

第14表 SMV系統の類別

判別品種*	SMV系統					品種群 (品種数)
	I群	II群	III群	IV群	V群	
Doko	M	M	M	M	M	A (78)
York	0	0	M	N	M, st	B (14)
FT-4	0	0	0	N	M, st	C (2)
Kwanggyo	0	0	0	0	M, st	D (3)
Campos Gerais	0	M, st	0	0	0	E (21)
Buffalo	0	0	0	0	0	F (3)

注) M; モザイク症状、N; えそ症状、st; 萎縮症状、0; 無病徴。*; 代表的品種。所属SMV分離株及び変異株はI群; Cp1, Cp2, Mt1, Mt2, Ba1、II群; Mt2-11、III群; Cp2-G, Mt1-G、IV群; Cp2-D、V群; Mt2-12。

種はSMV分離株及び変異株による反応によって6品種群(A~F群)に分けられた。一方、供試SMV分離株及び変異株は、6品種群の反応によって5系統(I~V群)に類別することができた。それぞれのSMV系統は下記のとおりである。

I群: 圃場のモザイク病株から直接分離されたSMV分離株Cp1, Cp2, Mt1, Mt2及びBa1が所属した。“Doko”など感受性品種のA群のみに感染性があり、モザイクを生じる。

II群: 変異株Mt2-11が所属。A群及びE群(“Campos Gerais”など)に感染性があり、モザイクを伴う萎縮症状となる。

III群: 変異株Cp2-G及びMt1-Gが所属。A群及びB群(“York”など)に感染性があり、モザイク症状を現す。

IV群: 変異株Cp2-Dが所属。A群、B群及びC群(“FT-4”など)に感染性があり、えそ症状を生じる。

V群: 変異株Mt2-12が所属。A群、B群、C群及びD群(“Kwanggyo”など)に感染性があり、モザイクを伴う萎縮症状となる。

次に、SMV系統による反応でダイズ品種(または系統)を類別した結果は第15表のとおりであった。

A品種群: 供試全分離株及び変異株に感染し、モザイク症状を現した。品種“Doko”など以下の78品種(または系統)が所属した。

B品種群: I及びII群のSMVに抵抗性で、“York”など14品種が所属した。

C品種群: I、II及びIII群のSMVに抵抗性で、“FT-4”及び“アキヨシ”の2品

第15表 SMVに対する反応によるダイズ品種の類別

A群：(1)Arisoy, (3)Bossier, (4)BR 1, (5)BR 3, (7)BR 5, (8)BR 6, (9)BR 10, (11)BR 13, (13)BR 80-6989, (14)BR 80-1502, (17)BR 80-6123, (19)BR 81-8681, (21)BR 81-1072, (22)BR 81-186, (24)CEP 10, (26)CEP 71-16, (28)Cheio Kee, (30)Coker 136, (31)Coker 156, (32)Cristalina, (33)Delman, (34)Doko, (36)D69-442, (38)FT-1, (39)FT-2, (41)FT-6, (42)FT-7, (43)FT-9, (45)FT-11, (46)FT-12, (47)FT-13, (51)FT-17, (53)FT 79-4401, (54)FT 80-1992, (55)FT 80-2161, (56)FT 80-2341, (57)Hardee, (59)IAC-2* (60)IAC-6, (62)IAC-12, (63)IND 2006, (64)IND 80-1007, (67)OC 79-136, (68)OCEPAR 2-lapo, (69)OCEPAR 3-Primavera, (70)OCEPAR 4-Iguacu, (71)OCEPAR 5-Piquiri, (72)PEL 8201, (73)Perry, (74)Santa'ana, (75)Sertaneja, (76)Soc 81-183, (79)Tropical, (80)UFV-1, (83)UFV-4*, (84)UFV-5*, (85)UFV-6, (86)UFV-7*, (88)UFV-9*, (89)UFV-10, (91)Vicoja*, (92)EMGOPA 302*, (93)EMGOPA 303, (96)EMGOPA 301, (97)FT-Estrela, (98)Parana, (99)Santa Rosa, (J6)白豆, (J7)Harosoy, (J8)岩手早生黒目, (J9)刈羽滝谷28号, (J10)北見白, (J11)黒皮青央, (J16)白鶴の子, (K2)長白, (K4)短葉, (A6)Rampage, (I1)Nyonya.

B群：(18)BR 81-8407, (37)D71-9951, (48)FT-14, (49)FT-15, (77)Soc 81-210, (81)Torsoy, (82)Paranaiba, (A7)York, (J1)アキセンナリ, (J3)デウムスメ, (J12)九州99号, (J13)奥羽3号, (J19)東山系E648, (K1)黄金.

C群：(40)FT-4, (J2)アキヨシ.

D群：(J14)奥羽13号, (J18)遠四軒, (A3)Kwanggyo.

E群：(2)Bienville, (6)BR-4, (10)BR-12, (12)BR 80-826, (15)BR 81-2291, (23)Campos Gerais, (25)CEP 12, (27)CEP 82-52, (29)CO 60-239, (35)Dortchsoy, (50)FT-16, (52)FT-1901, (58)Hampton, (65)IVAI, (66)Lancer, (78)Tracy, (90)Uniao, (A4)Marsall, (A5)Ogden, (J5)白鳳1号, (J17)白玉10号.

F群：(A1)Buffalo, (J15)Peking, (K3)L78-434.

その他：(16)BR 81-4371, (20)BR 81-10362, (44)FT-10, (61)IAC-10, (87)UFV-8, (94)BR-15, (95)BR 83-1257, (J4)房成, (A2)Davis.

注) * 感染やや困難。()の記号は第1表と同じ。

種が所属した。

D品種群：I、II、III及びIV群のSMVに抵抗性で、“Kwanggyo”、“奥羽13号”など3品種が所属した。

E品種群：I、III、IV及びV群のSMVに抵抗性で、II群にのみ感染した。“Campos Gerais”、“白鳳1号”など21品種が所属した。

F品種群：供試したいずれのSMV系統にも抵抗性であり、“Peking”、“Buffalo”及び“L78-434”の3品種が所属した。

その他：9品種（または系統）は、上記A～F品種群と異なった反応を示すか、または反応が定まらなかった。

2) SMV系統の種子伝染

(1) SMV系統の種子伝染及び褐斑粒の発生

SMV 5系統(7分離株)をそれぞれ接種したダイズ品種“Doko”及び“FT-Estrela”の種子伝染率及び褐斑粒の発生程度は第16表のとおりであった。また、参考として感染株の収量比(対健全)を示した。I群に属する分離株Cp 1は両品種とも種子伝染率が比較的高く、“FT-Estrela”では収量に大きく影響した。また、分離株Cp 2では両品種とも収量は著しく減少し、種子伝染率は5%前後であった。さらに、褐斑粒の発生も甚だしかった。II群に属する変異株Mt 2-11は両品種で種子伝染したが、伝染率はI群と比べて低かった。また、褐斑粒の発生は少なかった。III、IV及びV群の種子伝染率は低く、いずれか一方の品種では種子伝染しなかった。

種子伝染によってSMVの系統に変異が起こるか否かを明らかにするため、各SMV系統の種子伝染株よりウイルスを分離し、系統判別品種に接種した結果は第17表のとおりであった。感染率の低下した品種がみられたが、いずれのSMV系統も種子伝染によって病原性は変化しなかった。

第16表 SMV系統の種子伝染並びに褐斑粒の発生
(品種“Doko”及び“FT-Estrela”)

品種	SMV系統 (分離株)	種子伝染			褐斑粒の発生率*			収量比**	
		調査本数	発病本数	伝染率	調査粒数	50%以上	50%以下	無	(対健全)
Doko	I Cp1	157	9	5.7(%)	102	0	86.3	13.7	77.6
	I Cp2	128	5	5.9	118	61.0	34.8	4.2	28.6
	I Mt1	150	6	4.0	112	0	71.4	28.4	44.9
	II Mt2-11	99	9	1.0	116	0	85.4	14.6	77.6
	III Mt1-G	137	1	0.7	136	0	54.5	45.5	40.8
	IV Cp2-D	84	0	0	114	48.2	51.0	0	9.2
	V Mt2-12	192	4	2.1	127	22.1	74.0	3.9	79.6
FT-Es- trela	I Cp1	148	10	6.8	112	0	14.3	85.7	40.2
	I Cp2	84	4	4.8	109	37.7	57.7	4.6	13.8
	I Mt1	37	0	0	34	17.7	47.0	35.3	6.9
	II Mt2-11	134	3	2.2	103	0	21.4	78.6	59.8
	III Mt1-G	171	0	0	111	0	24.3	75.7	36.8
	IV Cp2-D	184	9	4.9	123	0	27.7	72.3	101.1
	V Mt2-12	171	0	0	101	0	17.8	82.2	65.5

注) *: 褐斑面積50%以上、50%以下及び無を示した粒の割合。**: 感染株及び健全株それぞれ10株より算出。

第17表 種子伝染したSMV系統の検討

判別品種	I群			II群	III群	IV群	V群
	Cp1	Cp2	Mt1	Mt2-11	Mt1-G	Cp2D	Mt2-12
Doko	8/8.M	8/8.M	7/7.M	8/8.M	8/8.M	7/7.M	8/8.M
York	0/8.-	0/8.-	0/8.-	0/8.-	3/7.M	3/8.N	4/8.M
FT-4	0/7.-	0/8.-	0/8.-	0/7.-	0/8.-	2/7.N	5/8.M
Kwanggyo	0/8.-	0/8.-	0/8.-	0/7.-	0/8.-	0/8.-	5/8.M
Campos Gerais	0/8.-	0/7.-	0/8.-	4/8.M	0/8.-	0/8.-	0/8.-
Buffalo	0/8.-	0/8.-	0/7.-	0/8.-	0/8.-	0/8.-	0/8.-

注) 発病本数/接種本数、M:モザイク症状、N:えそ症状、-:無病徴。

(2) 種子伝染及び褐斑粒発生の品種間差異

供試した14品種（または系統）におけるSMV I群（分離株Cp1）及びII群（変異株Mt2-11）の種子伝染率及び褐斑粒発生程度は第18表のとおりであった。I群（Cp1）は供試全品種で種子伝染したが、“岩手早生黒目”を除く3日本品種は伝染率20～41.7%と著しく高く、また、褐斑粒の発生率も高かった。ブラジル品種では“Doko”、“FT-Estrela”及び“Santa Rosa”の種子伝染率は比較的高く、5%以上であったが、“EMGOPA 302”や“Paraná”では低く、1%以下であった。一方、II群（Mt2-11）の種子伝染率は一般に低く、6品種で1～3%であったが、8品種では種子伝染しなかった。特にI群の伝染率が高かった日本品種は、II群ではいずれの品種も種子伝染は認められなかった。

第18表 SMVの種子伝染及び褐斑粒発生の品種間差異

SMV系統 (分離株)	品 種	種子伝染			褐斑粒の発生率			
		調査本数	発病本数	伝染率(%)	調査粒数	50%以上	50%以下	無
I群 (Cp1)	Cristalina	164	5	3.4	131	0	29.8	70.0
	Doko	157	9	5.7	102	0	86.3	13.7
	EMGOPA 301	70	2	2.9	137	0	49.6	50.4
	EMGOPA 302	159	1	0.6	112	0	65.2	34.8
	FT-11	89	3	3.4	144	0	68.1	31.9
	FT-Estrela	148	10	6.8	112	0	14.3	85.7
	Paraná	129	1	0.8	114	0	35.0	65.0
	Santa Rosa	160	14	8.8	163	28.2	53.4	18.4
	岩手早生黒目*	45	3	6.3	113	88.5	11.5	0
	刈羽滝谷28号*	110	22	20.0	157	56.0	33.8	10.2
	北見白*	36	15	41.7	47	70.4	29.6	0
	白鶴の子*	48	14	30.4	67	6.7	76.6	16.7
	短 葉*	125	2	1.6	130	0	0	100.0
	Nyonya**	128	12	9.4	173	27.1	52.1	20.8
II群 (Mt2-11)	Cristalina	111	2	1.8	117	0	48.7	51.3
	Doko	99	1	1.0	116	0	85.3	14.7
	EMGOPA 301	110	1	0.9	140	0	55.0	45.0
	EMGOPA 302	144	0	0	160	0	68.8	31.2
	FT-11	128	0	0	116	0	71.6	28.4
	FT-Estrela	134	3	2.2	103	0	21.4	78.6
	Paraná	171	0	0	130	0	36.2	63.8
	Santa Rosa	196	6	3.1	185	41.1	44.8	14.1
	岩手早生黒目*	88	0	0	164	65.8	34.2	0
	刈羽滝谷28号*	126	0	0	140	35.0	63.6	1.4
	北見白*	44	0	0	70	40.0	60.0	0
	白鶴の子*	36	0	0	49	46.2	33.3	20.5
	短 葉*	161	0	0	128	0	12.5	87.5
	Nyonya**	141	2	1.4	136	4.4	71.3	24.3

注) 褐斑粒の発生率は褐斑面積50%以上、50%以下及び無を示した粒の割合。

*:日本品種、**:インドネシア品種、その他はブラジル品種。

褐斑粒の発生は、品種またはウイルス系統で差がみられたが、一般に、日本品種で甚だしく、ブラジル品種では軽い傾向であった。

(3) SMV感染時期と種子伝染及び褐斑粒の発生

接種時期を変えてSMVの種子伝染及び褐斑粒の発生程度を調査した結果は第19表のとおりであった。早生品種の“FT-Estrela”は、11月1日以降の接種では種子伝染しなかった。しかし、中生種の“Doko”は接種時期が遅れるに従って伝染率は低下したが、2月20日接種でも低率ながら種子伝染がみられた。褐斑粒の発生は、接種時期が遅れるに従って減少する傾向であったが、“FT-Estrela”では1月31日接種で最も高率であった。また、接種時期が遅くて種子伝染しない株でも褐斑粒は高率に発生した。

第19表 SMV感染時期と種子伝染及び褐斑粒の発生

品種	接種時期	種子伝染			褐斑粒の発生率*			
		調査本数	発病本数	伝染率(%)	調査本数	50%以上	50%以下	0
Doko	'88/12/02	157	9	5.7	102	0	86.3	13.7
	'88/12/22	107	7	6.5	121	0	69.4	30.6
	'89/01/11	172	4	2.3	115	0	61.7	38.3
	'89/01/31	162	2	1.2	120	0	50.0	50.0
	'89/02/20	163	1	0.6	158	0	48.2	51.8
FT-Estrela	'88/12/02	148	10	6.8	112	0	14.3	85.7
	'88/12/22	145	3	2.1	114	0	25.5	74.5
	'89/01/11	179	0	0	128	0	23.4	76.6
	'89/01/31	167	0	0	113	0	53.1	46.9
	'89/02/20	151	0	0	102	0	9.8	90.2

注) *: 褐斑面積50%以上、50%以下及び0を示した粒の割合、供試SMVは分離株Cp1(1群)。

IV 考 察

ブラジルではダイズに発生しているウイルスは9種類知られている (Kitajima, 1986) が、セラードのダイズからはSMV, CpSMV及びBRMVの3種類が分離された。このうち、SMVは種子伝染するため、世界各地のダイズに発生している重要なウイルスである (Milne, 1988)。近年、南米各国でダイズの栽培が盛んになるに従って、モザイク病はブラジル (Almeida & Miranda, 1979) のみならず、アルゼンチン (Laguma et al., 1988) やパラグアイ (西ら, 1988) においてもその発生が問題化しつつある。本病は、セラードにおいても農業試験研究機関の圃場で多発生しているため、種子の配布移動に伴って拡散する恐れがある。ハムシで伝搬されるウイルスが2種発生していた。そのうちBRMVはインゲンマメで発生が多いが、ダイズにおける発生報告は最初である。しかし、ブラジル南部で重要なBrazilian tobacco streak virus (Almeida, 1980) の発生は認められなかった。

インゲンマメには17種に及ぶウイルスの発生が報告されている (Kitajima, 1986) が、セラードではBCMV, BRMV及びBGMVの3ウイルスが発生していた。BCMVには“Carioca”など幾つかの抵抗性品種がセラードで栽培されているが、“Roxo”など感受性品種の栽培も行われているので、十分な注意が必要である。セラードではBRMVの発生が多い。しばしばBGMVと重複感染して被害を増大させている重要なウイルスである。また、BRMVによる病徴はBCMVのそれと似ているため、見誤る恐れがある。BRMVに対する抵抗性品種は見当たらなかったが、さらに詳細な検討が必要である。また、BRMVはハムシで伝搬されるため、ハムシの発生生態の究明が期待される。BGMVはコナジラミで伝搬され、ブラジルのみならず中南米各国に発生する重要なウイルスである。中米に発生しているBGMVは汁液接種可能である (Meiner et al., 1973) が、ブラジルのBGMVは多くの試みがされたにもかかわらず、未だ成功していない (Figueira & Costa, 1986)。汁液接種が可能になれば、ウイルスの諸性質が解明され、診断が容易になって防除方法の進展が期待できるので、さらに、汁液接種の試みが望まれる。

また、セラードにおけるコナジラミの発生生態の解明はきわめて重要である。BGMVに対する抵抗性品種について幾つかの報告がある (Pompeu & Kranz, 1977; Faria & Zimmermann, 1988) が、すぐれた抵抗性品種は見いだされていない (Costa, 1975)。本研究では、汁液接種の試みは成功しなかったが、圃場で耐病性を示した品種 (または系統) が見いだされた。

エンドウにはTSWVなど3種ウイルスの発生報告があるが (Caner et al., 1976; Dusi et al., 1988)、それらウイルスの諸性質の詳細は不明である。TSWVは変異に富み、寄生性の異なるウイルス株が多数報告されているが (Ie, 1970)、ブラジルのエンドウに発生し

ているウイルスは、日本で発生したTSWV (井上・井上、1972; 小畠ら、1976) と宿主範囲が類似していたが、沖縄や東南アジアに発生したTSWV (岩木・飯塚、1985) と宿主範囲が異なる。ブラジルではTSWVは野菜類、とくにトマトに発生が多い (Tokeshi & Carvalho, 1980) が、TSWVは宿主範囲が極めて広く、コナジラミ類で伝搬されるので、厳重な注意が必要である。

セラードではダイズは最も重要な作物であるが、現在のところウイルス病の発生は多くない。しかし、セラード各地の試験研究機関の圃場ではモザイク病が多発生しているため、将来、セラード全域に蔓延する恐れがある。このため、本病防除法確立のための基礎的資料を得る目的で、セラードに発生しているSMVの系統類別及び種子伝染について試験した。

病原性を利用したSMVの系統類別は、日本及びアメリカで別々の判別品種を用いた報告があり (高橋ら、1980; Cho & Goodman, 1979)、ブラジルでも系統類別の試みがなされている (Almeida, 1981)。しかし、これら系統類別はそれぞれの国で有効であっても普遍性に乏しいことが報告されている (Almeida, 1981; 飯塚、1987)。本研究でも、セラードにおけるSMV系統類別には、日本、アメリカまたはブラジルで報告されている系統判別品種は不適當であった。このため、新たにSMV系統類別基準を設け、セラードのSMVを5群に類別した。SMV系統は抵抗性品種を通過することによって異なる系統を派生したが、セラードのダイズ圃場に発生していたSMVはすべてI群に属し、変異株はいずれもII~V群に属した。一般農家圃場においてもSMV感受性品種と抵抗性品種を隣接して栽培した場合、抵抗性品種を侵す系統が生じる可能性があり、効果的な抵抗性品種育成のためには、今後、SMV系統及びその変異性について詳細な研究が望まれる。

供試130品種 (または系統) の殆どは、SMV系統による反応によって6品種群 (A~F) に類別できた。供試したブラジル品種99のうち67品種、すなわち68%は全SMV系統に感受性であり、この中にはセラードで栽培されている殆どの品種が含まれていた。SMV全系統に抵抗性を示したF群のうち、“Buffalo”及び“L78-434”に対して病原性のあるSMV系統が報告されている (Almeida, 1981; Cho & Goodman, 1979; Choら、1983) ので、セラードでもこれら抵抗性品種を侵すSMV系統が存在する可能性がある。供試130品種のうち6品種群に該当しないものが9品種 (または系統) あったが、これらはSMVによる反応が異なるか、または反応が一定しなかった。これら品種のあるものは、特異な抵抗性遺伝子を保持していて、新しいSMV系統の判別品種になり得るかも知れない。

一方、SMV系統によって種子伝染率に差異がみられ、I群のウイルスはII~V群のウイルスに比べて一般に種子伝染率が高かった。圃場から分離したSMVはすべてI群に属したのは、高い種子伝染率その理由の一つかも知れない。また、ダイズ品種によって種子伝染率に大きな差異が認められ、とくに日本品種は、I群が高率に伝染したのに反し、II群のウ

ウイルスは全く種子伝染しなかった。この現象は、ウイルスと品種の親和性や種子伝染機作を究明するためにはまことに興味深い。また、感染時期が遅れると種子伝染率が低下し、とくに早生種では急激に低下することは、種子伝染するためには開花期までに感染しなければならない(飯塚、1973)ことを示している。さらに、褐斑粒の発生程度はSMV系統及びダイズ品種によって差異がみられ、種子伝染とは直接的な関係はみられなかった。

現在のところ、セラードでは一般農家圃場ではSMVの発生は少ないが、ダイズ圃場ではアブラムシ(種不明)の発生も認められたので、ダイズ栽培の永続化や品種の更新に伴ってモザイク病の発生が増大する恐れがある。モザイク病の防除には第一に褐斑粒を含む種子を使用しないことが大切である。一般にブラジル品種は日本品種と比べて褐斑粒の発生程度が軽微であるため、十分な注意が必要である。さらに、抵抗性品種の栽培が有効であり、将来、全SMV系統に抵抗性の優れた品種が育成されることが望まれる。

V 摘 要

1. マメ類に発生するウイルス

セラードで栽培されているマメ類のウイルス病様株から病原ウイルスを分離し、宿主範囲、病徴、伝搬方法、粗汁液の安定性、電子顕微鏡観察及び血清試験によりウイルスの種類を明らかにした。

ダイズからはダイズモザイクウイルス(SMV) cowpea severe mosaic virus (CpSMV) 及びbean rugose mosaic virus (BRMV)の1系統が分離された。SMVは種子及びアブラムシで伝搬され、ウイルス粒子は長さ約750nmのひも状で、日本のSMV抗血清とよく反応した。CpSMVは5科14種の植物に寄生性があり、ハムシで伝搬された。ウイルス粒子は径約30nmの球形で、CpSMV抗血清と反応したが、BRMV抗血清とは反応しなかった。BRMVの宿主範囲はマメ科植物に限られ、ハムシで伝搬された。ウイルス粒子は径約30nmで、細胞質内に結晶状で観察された。BRMV抗血清とよく反応し、さらにCpSMV抗血清と僅かに反応した。BRMVのダイズにおける発生報告は初めてである。

インゲンマメにはbean golden mosaic virus (BGMV)による黄色モザイク株が多発生していた。汁液接種を試みたが感染は認められなかった。圃場でBGMVに対するインゲンマメ60品種(または系統)の抵抗性を検定したところ、10系統が耐病性を示した。また、BRMVの発生も多く、しばしばBGMVと重複感染していた。インゲンモザイクウイルス(BCMV)の発生も認められた。日本のBCMVと比べて宿主範囲に若干の差異があった。しかし、種子伝染し、アブラムシで伝搬された。ウイルス粒子は長さ約750nmのひも状であった。“Carioca”などインゲンマメ数品種は抵抗性であった。

エンドウの芽枯れ症状株からtomato spotted wilt virus (TSWV)が分離された。また、ササゲのえそ症状株からはCpSMVが分離され、モザイク株からはpotyvirus群に属する種子伝染性ウイルスが得られた。

2. ダイズモザイクウイルスの系統類別

セラードのダイズからSMV 5分離株を採取した。SMV抵抗性品種の中には、これら分離株によってまれに感染するものがあり、この感染株からSMVの5変異株が得られた。SMV 5分離株及び5変異株をダイズ130品種（または系統）に汁液接種した結果、78品種は感受性で、3品種は抵抗性であった。43品種はウイルス株によって異なった反応を示した。SMV分離株及び変異株の反応によってダイズ品種は6品種群（A～F）に類別でき、これら品種の反応によって供試SMVは5群（I～V）に分けられた。セラードのダイズから分離したSMVはすべてI群に属し、SMV変異株はII～V群に属した。

3. ダイズモザイクウイルスの種子伝染

SMV全系統は種子伝染したが、種子伝染率はSMV系統によって差がみられ、I群は比較的高かった。また、品種によって差異があり、日本品種はI群のSMVで高率であったが、II群は種子伝染しなかった。感染時期が遅れるに従って種子伝染率は低下した。褐斑粒の発生程度はSMV系統及び品種によって差異があり、ブラジル品種は日本品種と比べて軽微であった。褐斑粒の発生程度と種子伝染との間には直接的な関連は認められなかった。

引用文献

1. Almeida, A.M.R. 1980. Levantamento do vírus do mosaico comum e queima do broto em soja, diversas regiões do Paraná. *Fitopatologia Bras.* 5 : 125-128.
2. Almeida, A.M.R. 1981. Identificação de estirpes do vírus do mosaico comum da soja no estado do Parana. *Fitopatologia Bras.* 6 : 131-136.
3. Almeida, A.M.R. & Miranda, L.C. 1979. Ocorrência do vírus do mosaico comum da soja no estado do Paraná e sua transmissibilidade pelas sementes. *Fitopatologia Bras.* 4 : 293-297.
4. Bos, L. 1972. Soybean mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of plant viruses, No.93
5. Caner, J., July, J.R. & Vicente, M. 1976. Características de um rabdovírus isolado de plantas de ervilha (*Pisum sativum* L.). *Summa Phytopathol.* 2 : 264

6. Cho, E.K. & Goodman, R.M.1979. Strains of soybean mosaic virus : Classification based on virulence in resistant soybean cultivars. *Phytopathology* 69 : 467 -470.
7. Cho, E.K., Choi, S.H. & Cho, W.T.1983. Newly recognized soybean mosaic virus mutants and source of resistance in soybean. *Res.Rept., ORD 25(S.P.M.U.):*18 -22.
8. Costa, A.S.1975. Increase in the populational density of *Bemisia tabaci*, a threat of widespread virus infection of legume crops in Brazil. *Tropical Disease of Legumes*. Academic Press, Newe York. pp.27 -49.
9. Dusi, A.N., Reifschneider, F.J.B., Caff, A.C., Kitajima, E.W.& Giordanao, L.B.1988. Vagem marrom, doença de ervilha causada pelo vírus do vira-cabeça no tomateiro. *Fitopatologia Bras.* 13 : 140(Res.).
10. Faria, J.C.& Zimmermann, M.J.O.1988. Controle do mosaico dourado do Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) pela resistencia varietal e inseticidas. *Phytopatologia Bras.*13 : 32 -35.
11. Figueira, A.R. & Costa, A.S.1986. Tentative de transmissão mecânica do vírus do mosaico dourado do feijoeiro do Brasil. *Fitopatologia Bras.* 11 : 433 -442.
12. Bamez, R.1982. Bean rugose mosaic virus. CMI/AAB Description of plant viruses.No.246.
13. Hamptom, R., Beczner, L., Hagedorn, D., Bos, L., Inouye, T., Barnett, O., Musil, M.& Meiners, J.1978. Host reactions of mechanically transmissible legume viruses of the northern temperate zone. *Phytopathology* 68 : 989 -997.
14. Honda, Y., Kameya-Iwaki, M., Hanada, K., Tochiara, H.& Tokashi, I.1989. Occurrence of tomato spotted wilt virus in watermelon in Japan. *FFTC Tech. Bull.No.114* : 15 -19.
15. Ie, T.S.1970. Tomato spotted wilt virus. CMI/AAB Descriptions of plant viruses. No.39.
16. 飯塚典男. 1973. ダイズにおけるウイルスの種子伝染. 東北農試研報46 : 131 -141.
17. 飯塚典男. 1987. ダイズモザイクウイルスの系統の検討. 日植病報53 : 76 -77 (講要).
18. 井上忠男・井上成信. 1972. グリヤに発生したTomato spotted wilt virus. 農学研究 54 : 79 -90.
19. 岩木満朗・飯塚典男. 1981. ラッカセイのウイルス病.Tomato spotted wilt virus. 熱

- 研集報53 : 109-114.
20. Jager, C.P. de. 1979. Cowpea severe mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of plant viruses. No.209.
 21. Kitajima, E.W. 1986. Lista de publicações sobre vírose e enfermidades correlatas de plantas no Brasil (1911-1985). Fitopatologia Bras., Suplemento especial.
 22. Kitajima, E.W., Lin, M.T., Costa, C.L. & Batista, M.F. 1980. Ocorrência do vírus do mosaico-em-desenho do feijoeiro no Distrito Federal. Fitopatologia Bras. 5 : 408(Resume).
 23. 小島博文・尾崎武司・芳岡昭夫・井上忠男. 1976. Tomato spotted wilt virusによるトマトの黄化えそ病. 日植病報 42 : 287-294.
 24. Leguma, I.G., Rodorigues, P.P.E., Truol, G. & Nieves, J. 1988. Enfermedades de etiologia virosa em el cultivo de soja (*Glycine max.*) en la Argentina. Fitopatologia Bras. 13 : 192-198.
 25. Lin, M.T., Gamez, R. & Kitajima, E.W. 1981. Bean "mosaico-em-desenho" virus is a member of the bean rugose mosaic virus serogroup. Fitopatologia Bras. 6 : 293-298.
 26. Meiners, J.P., Lawson, R.H., Smith, F.F. & Diaz, A.J. 1973. Mechanical transmission of a whitefly-borne disease agent of beans in El Salvador. Phytopathology 63 : 803-804.
 27. Milne, R.G. 1988. The economic impact of filamentous plant viruses. The plant viruses. Vol. 4, pp.331-407. Plenum, New York.
 28. Morales, F.J. & Bos, L. 1988. Bean common mosaic virus. AAB Descriptions of plant viruses. No.337.
 29. 西和文, Viedma, L.Q.de, Velasque, M.E.R.de, & Paiva, W.M. 1988. パラグアイ国におけるダイズ病害調査報告書. CRIA調査資料 86-2. pp.1-23.
 30. Pompeu, A.S. & Kranz, W.M. 1977. Linhagem de feijoeiro(*Phaseolus vulgaris*) resistentes do virus do mosaico dourado. Summa Phytopathol. 3 : 162-163.
 31. Purcifull, D. & Gonsalves, D. 1985. Blackeye cowpea mosaic virus. AAB Descriptions of plant viruses. No.305.
 32. 高橋幸吉・田中敏夫・飯田格・津田保昭. 1988. 日本におけるダイズのウイルス病と病原ウイルスに関する研究. 東北農研報 62 : 1-130.
 33. Tokeshi, H. & Carvalho, P.C.T. de. 1980. Doencas do tomateiro. Manual de fito

図版説明

図版 I - 1 : SMVによる圃場のダイズの病徴。

2 : SMVの種子伝染株の病徴。

3 : SMVによるダイズの褐斑粒 (左) と健全粒 (右)。品種は“Doko”。

4 : 日本のSMV抗血清とブラジルSMVとの寒天ゲル内沈降反応。Asm ; SMV抗血清、SM ; ブラジルのSMV半精製試料、BC ; ブラジルのBCMV半精製試料、H ; 健全ダイズ汁液。

5 : SMV感染ダイズ細胞質内の管状封入体。Cp ; 葉緑体。黒線は1,000nm。

6 : SMV半精製試料中のひも状ウイルス粒子。黒線は500nm。

図版 II - 1 : BRMVによるインゲンマメの病徴。

2 : BRMVによってインゲンマメの莢に生じた病徴。

3 : BRMVの媒介虫 *Ceratoma* sp.

4 : BRMVの媒介虫 *Diabrotica* sp.

5 : 圃におけるBRMV感染ダイズの病徴。

6 : 汁液接種でBRMVに感染したダイズの症状。

図版 III - 1 : BRMV感染インゲンマメ葉の細胞質内のウイルス様粒子の集団。Cp ; 葉緑体。黒線半分500nm。

2 : BRMV半精製試料中の球形粒子。黒線は150nm。

3 : CpSMV感染ササゲ葉の細胞質中のウイルス様粒子の集団。Cw ; 細胞膜、N ; 核。

4 : CpSMV半精製試料中の球形粒子。黒線は300nm。

5 : BRMV及びCpSMVとBRMV(“mosaico-em-desenho”virus)抗血清との反応。ABr ; BRMV抗血清、Br ; BRMV半精製試料、Cs ; CpSMV半精製試料、H ; 健全インゲンマメ葉汁液。

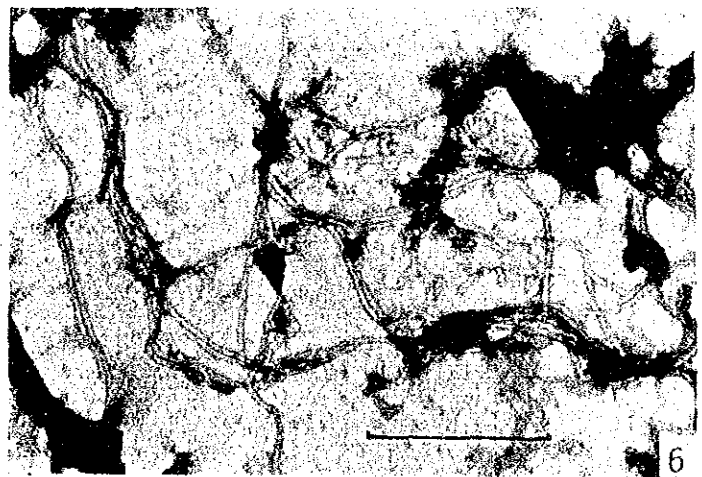
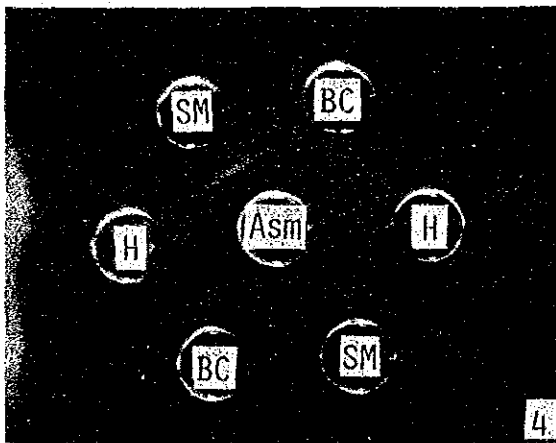
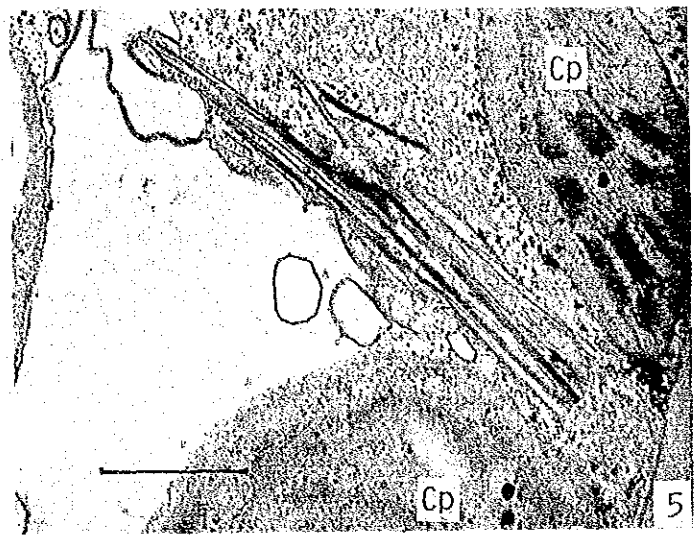
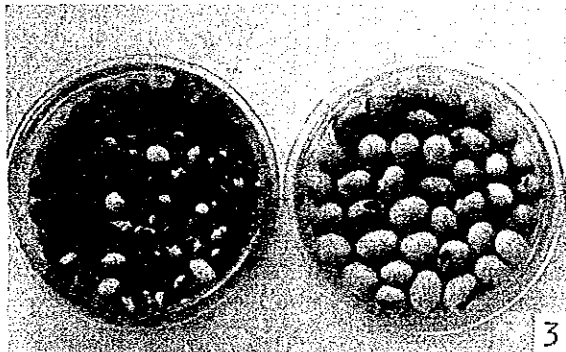
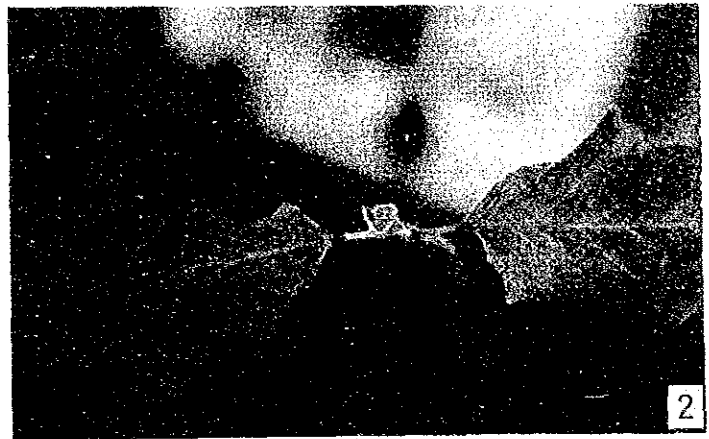
6 : BRMV及びCpSMVとCpSMV抗血清との反応。ACs ; CpSMV抗血清。その他は5と同じ。

図版 IV - 1 : BGMVによるインゲンマメ葉の黄斑症状。

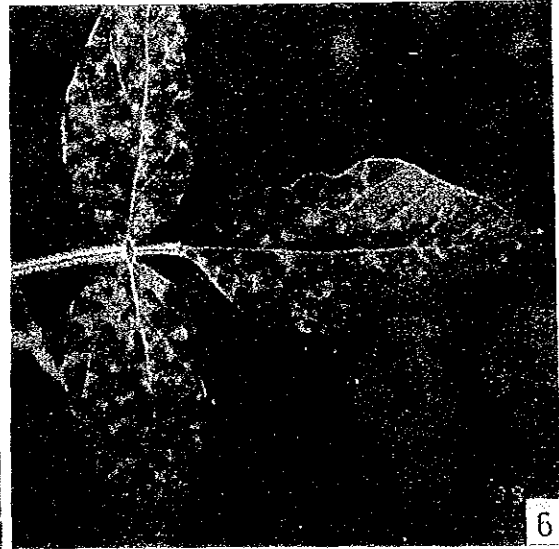
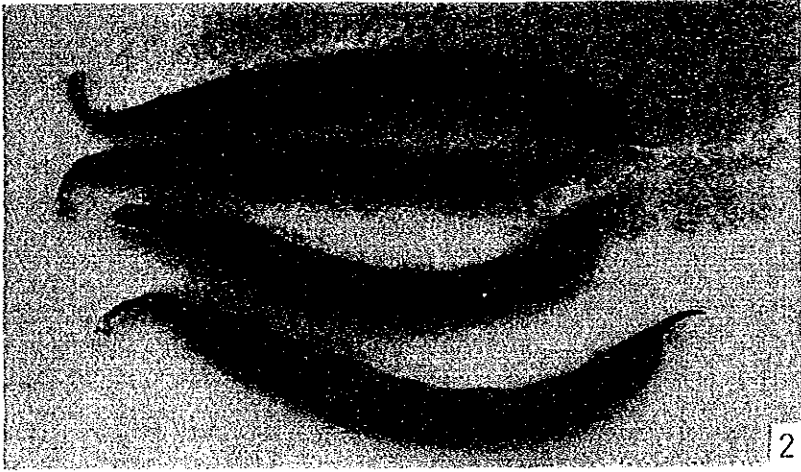
- 2 : BGMVによるライマメの黄斑症状。
- 3 : ダイズに見られるgolden mosaic病様症状。
- 4 : BCMVによるインゲンマメの病徴。
- 5 : BCMV半精製試料中のひも状粒子。黒線は400nm。

図版V-1 : CpSMVによるダイズの病徴。

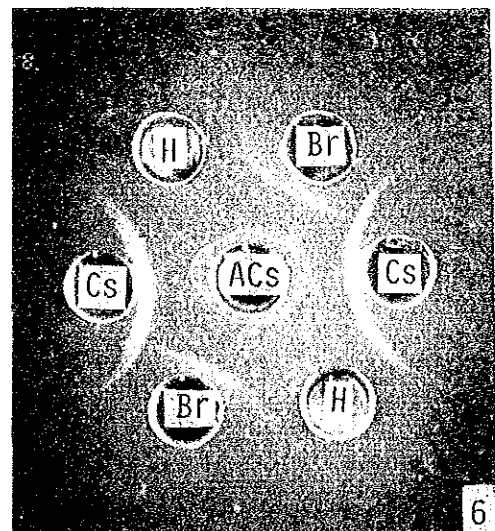
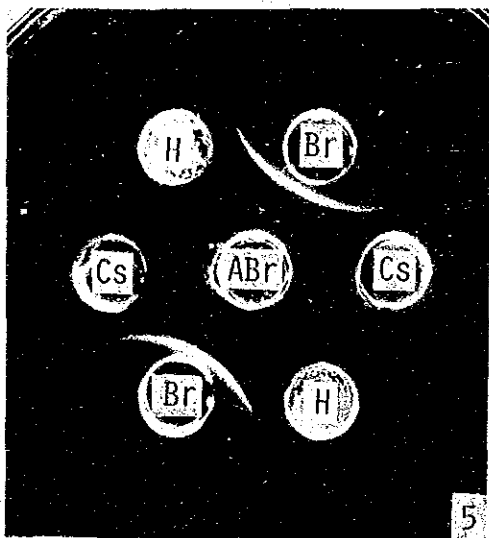
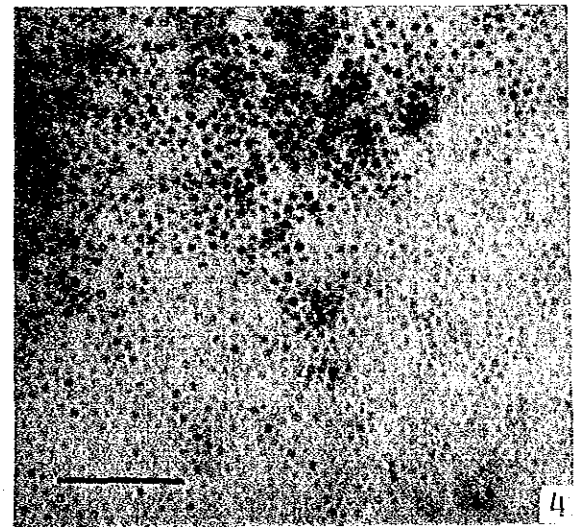
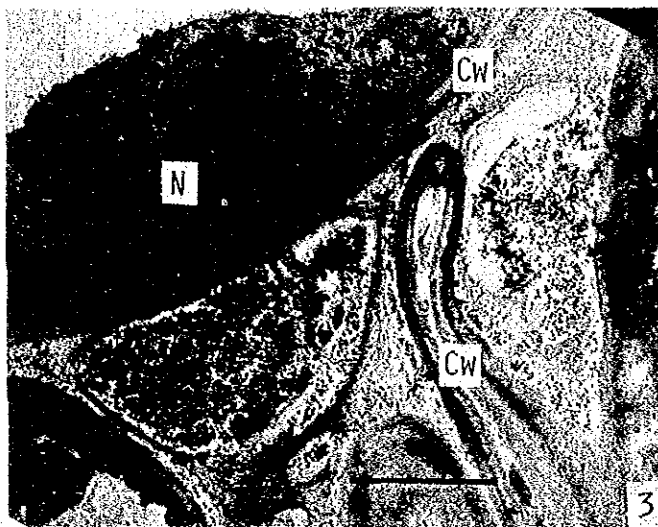
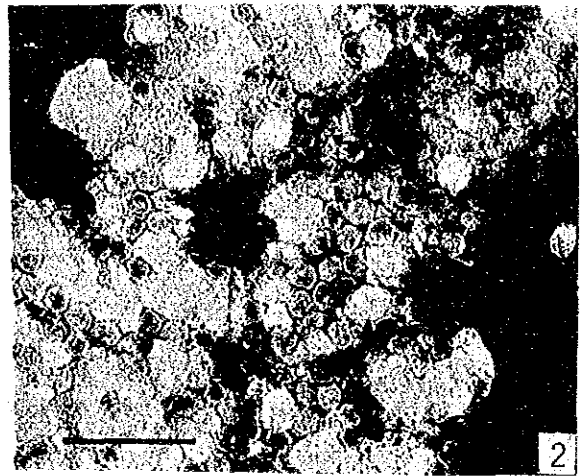
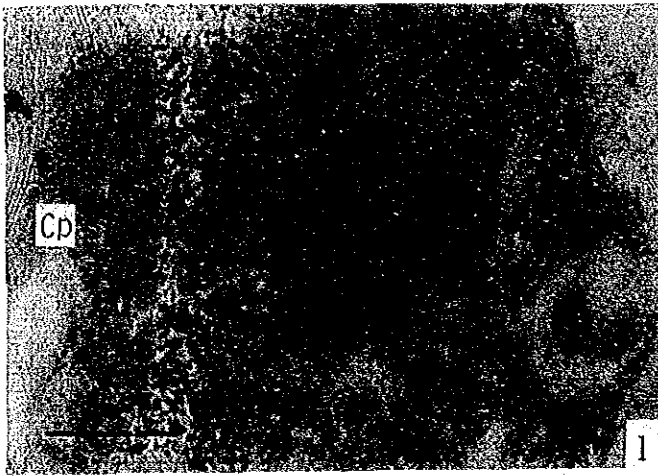
- 2 : CpSMVによるササゲのモザイク症状。
- 3 : TSWVによるエンドウのえそ症状。
- 4 : TSWVによるトマトの病徴。
- 5 : TSWV感染エンドウの細胞質中にみられるウイルス様粒子。黒線は650nm。



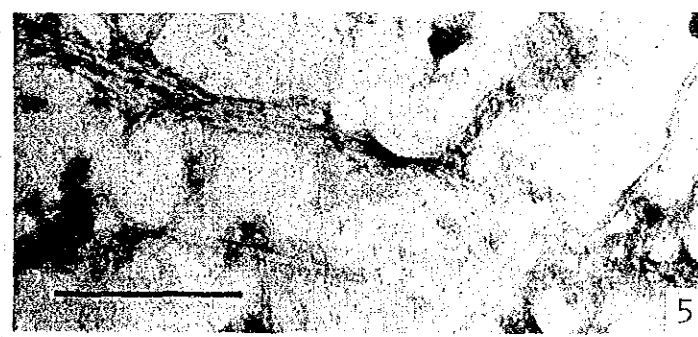
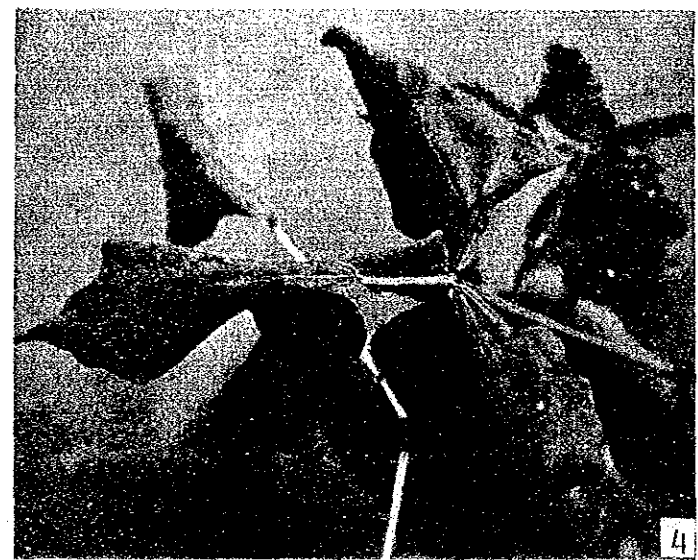
图版 I



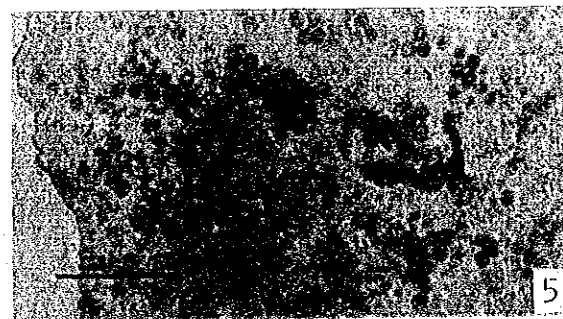
图版 II



图版 III



图版IV



图版 V

2. セラードの主要作物に発生する主な病害

派遣専門家：飯塚典男（植物病理）

（87.12～89.12）

カウンターパート：Maria José D'Avila CHARCHAR

セラードの主要作物であるイネ、コムギ、トウモロコシ、ダイズ、インゲンマメ及びエンドウに発生していた病害を観察した。観察地点が少なく時期も限られていたため、病原菌の正確な同定は実施できなかったが、発生が認められた主要な病害についての観察結果を簡単に記載する。

1. イネ (Arroz), *Oryza sativa*

陸稲が多いがバルゼア (湿地) や灌漑栽培では水稲がみられる。一般には雨季に栽培される。

いもち病 (Brusone), *Pyricularia Oryzae* : セラードにおける重要な病害で、各地で発生が認められた。CPACの圃場でも多発生した。

ごま葉枯病 (Mancha parda da folha), *Cochliobolus miyabeanus* : 各地で発生が認められたが、とくに開墾直後の圃場で発生が著しい。ブラジリア連邦区及びマットグロッソ州で多発生の圃場があった。

褐色葉枯病 (Escaldadura da folha), *Rhynchosporium oryzae* : マットグロッソ州で多発生していた農家圃場があった。

もみ枯病 : (Queima das glumelas), *Phoma sorghina* : マットグロッソ州で発生が多く、問題になっている。

ウイルス病 : CPACの圃場で、Hoja blanca病類似の症状を呈していた陸稲が多発生していたが、遺伝的なキメラと判定した。葉にモザイク条斑を現していた株があったが、病原は確認できなかった。なお、ブラジルではイネのウイルス病の発生報告はない (Kitajima, 1986)。

その他 : 亜鉛欠乏症がまれに認められた。また、すじ葉枯病 (*Cercospora oryzae*)、苗立枯病 (*Rizoctonia* sp. ; *Fusarium* sp.) も重要であると報告されている (孫工, 1984)。

2. コムギ (Trigo), *Triticum sativum*

乾季に灌漑栽培されているため、病害の発生は一般に多くない。

赤さび病 (Ferrugem da folha), *Puccinia triticina* : わずかに発生が認められた。

裸黒穂病 (Carvão), *Ustilago tritici* : 発生はわずかであった。

その他 : Epiga branca (白穂病) と思われる株がまれに認められた。本病はウイルス病の疑いがあるが確認されていない (孫工, 1984 ; Kitajima, 1986)。また、斑点病 (*Helminthosporium sativum*)、黒さび病 (*P.graminis*)、うどんこ病 (*Erysiphe graminis*)、葉枯病 (*Septoria tritici*) 及びふ枯病 (*S.nodorum*) も重要であると報告されている (孫工, 1984)。

3. トウモロコシ (Milho)、*Zea mays*

すす紋病 (Queima em folhas), *Helminthosporium turcicum* : 各地で発生が多い。ブラジリア連邦区及びマットグロッソ州でしばしば認められた。

その他 : ほう素欠乏症がマットグロッソ州でみられた。また、斑点病 (*Physoderma zeaemoides*), 炭そ病 (*Colletotricum* sp.), ごま葉枯病 (*Helminthosporium maydis*), さび病 (*Puccinia purpurea*) も重要であると報告されている (孫工, 1984 ; Galli, 1980)。

4. ダイズ (Soja)、*Glycine max*

栽培面積が最も多い重要な作物である。主として雨季に栽培されるが、まれに種子用として乾季に灌漑栽培される。

斑点病 (Mancha olho-de-rã), *Cercospora sojae* : ブラジリア連邦区、マットグロッソ、ゴイアス、バイアの各州で普遍的に発生する極めて重要な病害である。激しく発病した圃場のダイズは葉が巻上る。葉のほか、葉柄、茎や莢にも発生する。抵抗性に品種間差異が認められ、セラードの主要品種 "Doko" や "EMGOPA 301" は感受性であり、"Cristalina" は抵抗性であった。

紫斑病 (Mancha purpura da semente), *C. kikuchii* : ブラジリア連邦区、バイア及びゴイアス州で生産された種子に紫斑粒が混じていた。

褐紋病 (Mancha parda), *Septoria glycines* : ブラジリア連邦区の農家圃場で認められた。

炭そ病 (Antracnose), *Colletotricum dematium* : マットグロッソ州で発生が多い。葉柄、茎、莢などに病斑がみられた。

菌核病 (Podridão branca da haste), *Sclerotinia sclerotiorum* : ブラジリア連邦区で乾季の灌漑圃場で発生が認められた。低温で発生が多い。

斑点細菌病 (Crestamento bacteriano), *Pseudomonas glycinea* : 各地で発生がみられた。抵抗性に品種間差異がある模様で、品種 "Doko" では乾季、雨季とも多発生圃場がみられた。

ウイルス病 (Viroses) : ダイズモザイク病はCPACのほか、ゴイアス、バイア及びマットグロッソ州の農業試験研究機関で発生が多かった。その他、bean rugose mosaic virusがCPAC圃場に、cowpea severe mosaic virusがバイア州で認められたが発生は少なかった。また、golden mosaic症状株がブラジリア連邦区で認められた。

その他 : 成熟期に近いダイズの立枯症状株がバイア州で認められた。発病圃場はやや過湿であり、株は青枯れまたは枯死し、主根は黒化して細根は腐敗していた。本病の病原菌は特定できなかった。また、マットグロッソ州では線虫の発生が認められた。さらに、黒

点病 (*Diaporthe phaseolorum*), 葉焼病 (*Xanthomonas campestris*) も重要病害とされている (孫工、1984)。

5. インゲンマメ (*Feijão*), *Phaseolus vulgaris*

雨季及び乾季ともに栽培される。しかし、雨季の栽培では病害虫の発生が多いため収量、品質ともに劣る。このため、乾季の灌漑栽培が増加している。

さび病 (Ferrugem), *Phaseolus vulgaris* : 各地で普遍的に発生する。とくに雨季栽培では多発生する。抵抗性に品種間差異が認められる。

炭そ病 (Antracnose), *Colletotricum gloeosporioides* : 各地で認められる重要病害である。雨季栽培で多発生する。

角斑病 (Mancha angular), *Isariopsis griseola* : 雨季栽培で各地に発生する。他の病害と混合して発生することが多い。

葉ぐされ病 (Mela ou murcha da teia micelica), *Rhizoctonia* sp. : 雨季栽培で発生が多い。

うどんこ病 (Oidio), *Erysiphe polygoni* : 雨季、乾季栽培ともに各地で発生する。抵抗性に品種間差異がみられた。

菌核病 (Mofo branco), *Sclerotinia sclerotiorum* : 乾季の灌漑栽培で発生する。ブラジリア連邦区の農家圃場で認められた。

立枯病 (Podridão radicular sea), *Fusarium* sp. : 発芽後間も無い子苗が立枯れる。各地でみられるが、圃場によって発生率に差があった。

ウイルス病 (Viroses) : Mosaico dourado (bean golden mosaic virus) は各地でよく発生がみられる重要なウイルス病である。雨季栽培で1月以降に発生が多いが、乾季栽培では発生は少ない。品種によって耐病性に差異がある。Mosaico-em-desenho (bean rugose mosaic virus) は、雨季に発生が多い重要なウイルス病である。しばしばbean golden mosaic病と重複して発生している。現在のところ、抵抗性品種は見当たらなかった。インゲンモザイク病 (bean common mosaic virus) の病徴はmosaico-em-desenhoのそれとよく似ているため、圃場で両者を区別することは困難である。しかし、モザイクウイルスは圃場のインゲンマメからしばしば分離される。また、市販の種子から容易に種子伝染株が得られる。主要品種“Carioca”は抵抗性であり、“Roxo”や“Jalo”は感受性である。

その他 : 葉焼病 (*Xanthomonas phaseoli*), 白絹病 (*Corticium rolfsii*), *Fusarium oxysporum*なども重要病害といわれている (Galli, 1980)。

6. エンドウ (Ervilha), *Pisum sativum*

乾季に灌漑栽培される。病害の発生は一般に少ない。

褐紋病 (Manchas de ascochyta), *Ascochyta pisi* : 成育後期に発生する。

黄化えそ病 (Vira cabeça), Tomato spotted wilt virus : 開花後に発生し、頂部や莢はえそ症状となる。ブラジリア連邦区やミナスジェライス州で発生が認められた。発病率は低い、各地でみられた。

うどんこ病 (Oidio), *Erysiphe poligoni* : 各地でよく発生する。CPACの灌漑圃場では激しく発生した。

その他 : すそ枯症状が連邦区の農家圃場で多発生した。地際部は褐変し、株は倒伏していたが、枯死することはなかった。病原菌は明らかでなかった。

セラードにおける病害の発生は、一般的には高温多湿の雨季作に多く、温湿度とも低い乾季の灌漑栽培では少ない。イネ、トウモロコシ、ダイズなど殆どの主要作物は雨季に栽培されることが多いが、野菜類、インゲンマメなどは乾季の栽培が盛んに行われている。とくに、インゲンマメの雨季栽培は病害が多発生するため、品質及び収量が著しく低下する。しかし、灌漑による乾季の栽培では、低温性の病原菌、例えば菌核病などの発生が懸念される。菌核病菌は種子とともに容易に移動拡散し、各種作物を犯すおそれがある。また、開墾初期の圃場では病害の発生が比較的少ないが、熟畑化するに従って発生は多くなる。このため、セラードではまず種子伝染性病害の侵入防止をはかり、病害の定着を阻止する必要がある。セラードでは単一作物が広大な面積に作付けされるため、連作がしばしば行われ、侵入病害は容易に定着する恐れがある。伝染源が豊富になり、環境条件が整った時、突発的に大発生することが想像される。例えば、現在ダイズに多発生している斑点病の伝染源は種子に由来したと考えられる。その後、収穫後の罹病茎葉が伝染源となり、連作によって病原菌が蓄積されて多発生を招いたと想像される。このように熟畑化によって定着した病害に対しては、輪作、深耕、作付時期の変更などの耕種的防除法や抵抗性品種の利用などによる効果的な防除方法の確立が望まれる。

参 考 文 献

1. Galli, F. 1980. Manual de Fitopatologia Vol. II. Doenças das plantas cultivadas. Editoria Agronomica Ceres LTDA, São Paulo, pp.587.
2. Kitajima, E.W. 1986. Lista de publicacoes sobre viroses e enfermidades correlatas de plantas no Brasil (1911-1985). Fitopatologia Bras. Suplemento especial.
3. 孫工弥寿雄. 1984. Cerradoにおける主要作物病害の発生実態調査. 国際協力事業団農業開発協力部. ブラジル農業研究協力プロジェクト研究報告 (その4) : 5-76.

3. 乾期と雨期における大豆の生育の解析的研究

派遣専門家：泉山陽一（作物栽培）

（87.11～90.5）

カウンターパート：Plinio I.M.de Souza

乾期と雨期における大豆の生育の解析的研究

泉 山 陽 一

Plinio I.M.de Souza

緒 論

近年、セラード農業に灌漑技術が導入されるに伴ない、乾期においても経済的な作物栽培が可能になってきた。

灌漑を利用して大豆を乾期間に栽培することはかなり以前から着目され、初めは主として育種上の必要から試みられた。すなわち、乾期の間を利用した世代促進による育種年限の短縮と、奨励普及される材料の種子の増殖を目的としてその可能性が検討された¹⁾。

これらの研究の結果、乾期間の大豆の生産は可能であるばかりでなく、生産される種子の品質が優れていることが明らかにされた。このため乾期間の大豆栽培は、特に採種栽培という観点から更に研究が進められてきた²⁾。

大豆は元来環境の変動に対して敏感な作物であると言われるが、環境条件の中でも特に注目されるのは日長条件である。大豆は光週性の上で見れば短日植物であり、日長によってその生育が著しく変化することは屢々見られるところである。セラード地域において乾期と呼ばれるのは冬期であって、大豆の正常な栽培期間である雨期（夏期）にくらべれば日長は短く、また気温も比較的低い。大豆がこのような環境条件に対していかなる生育反応を示し、生育や収量にいかなる変化を生じるかを知ることは大豆の乾期栽培の技術を確立するための重要な基礎を与えるものである。

大豆の日長条件に対する生育反応について知ることは単に乾期栽培のために役立つばかりではない。近年セラード地域の開発の進展に伴って、大豆は低緯度地帯にまで栽培されるようになってきた。日長は緯度によっても異なるため、それら低緯度地帯における大豆栽培のためには当然その日長反応が考慮されねばならない。大豆についてこのような日長反応の問題を解明し理解することは、これらの地域での大豆栽培のための品種の選定の上からも、またこれらの地域に適した品種の育成の上からも極めて重要である。

このような背景のもとに、雨期と乾期の環境の変化に対する大豆の生育反応を明らかにすることを目的としてこの研究がはじめられた。

研究方法としては、生育解析法と呼ばれる手法を用いた。この生育解析法というのは、作物の収量を構成する同化産物を乾物として量的にとらえ、その生産過程を解析することによって作物の収量性を解明しようとするものである。この研究手法は、これまで多くの研究者によって種々の作物に適用され^{3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13)}、大豆においても研究の例が多い^{14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}、セラード

ド地域の大豆についてはまだ研究例はない。

この研究は日本とブラジルによる研究協力事業の一環としてCPAC/EMBRAPAにおいて実施された。この研究の遂行に当っては、この協力事業に関与された歴代のCPAC所長はじめ同僚の諸氏に多大の支援をいただいた。厚く謝意を表す。

研究方法及び材料

この研究のため、1988年11月から1989年4月までの間（雨期）、及び1989年5月から同年11月までの間（乾期）の2回にわたって圃場試験が行われた。両試験ともに次に挙げる大豆の品種及び系統が用いられた。

BR-15, Cristalina, Doko, Eureka, IAC-7, IAC-8, Savana, BR79-31339,
BR82-4843, BR82-5467

これらの品種・系統を植えた試験区は4反復の乱塊法によって配置された。各々の試験区の中には10のサンプリング箇所（各々1.2 m²）及び最終的な収穫のための箇所（4 m²）が設けられた。播種は、雨期の試験では1988年11月8日、乾期の試験では1989年5月9日に行われた。また、乾期の試験においては大豆の生育期間中適宜灌漑を行い十分な土壌湿度が保たれるようにした。

サンプリングは播種後3週間目から2週間ごとに行われた。植物は根をつけたまま引き抜かれた後地上部と根に分割された。地上部については全体の生重量を秤量した後その一部をとってサブ・サンプルとし、これを更に葉身、葉柄、茎と分枝、莢及び子実の各部位に分けて乾燥した。根についてはその一部をとってサブ・サンプルとし、水で洗った後乾燥した。植物全体及び各部の乾物重は、これらサブ・サンプルの乾燥重とサブ・サンプルの抽出割合から計算によって求めた。またこのサンプルについて葉面積、主茎の長さ、主茎の節数及び分枝数の測定も行った。

生育解析のため、葉面積指数、純同化率、及び生長率などの生育パラメーターを用いたが、これらはP.J.Radfordの報告¹³⁾の中に述べられている式によって算出された。

試験結果及び考察

1. セラードにおける大豆の一般的生育パターン

まず、セラードで栽培された大豆の基本的な生育様式を知るため、1988/89年雨期の試験結果について検討する。

大豆は発芽した後次第に茎にある節の数を増加する。この節には葉が着生し、また分枝も発生するので、節の増加は葉面積の増大をもたらす。また節数の増加は茎の長さの増大の原因ともなる。主茎節数、主茎の長さ、及び葉面積指数の時期的な変化を、供試した10品種の

平均によって示せば図1のようになる。

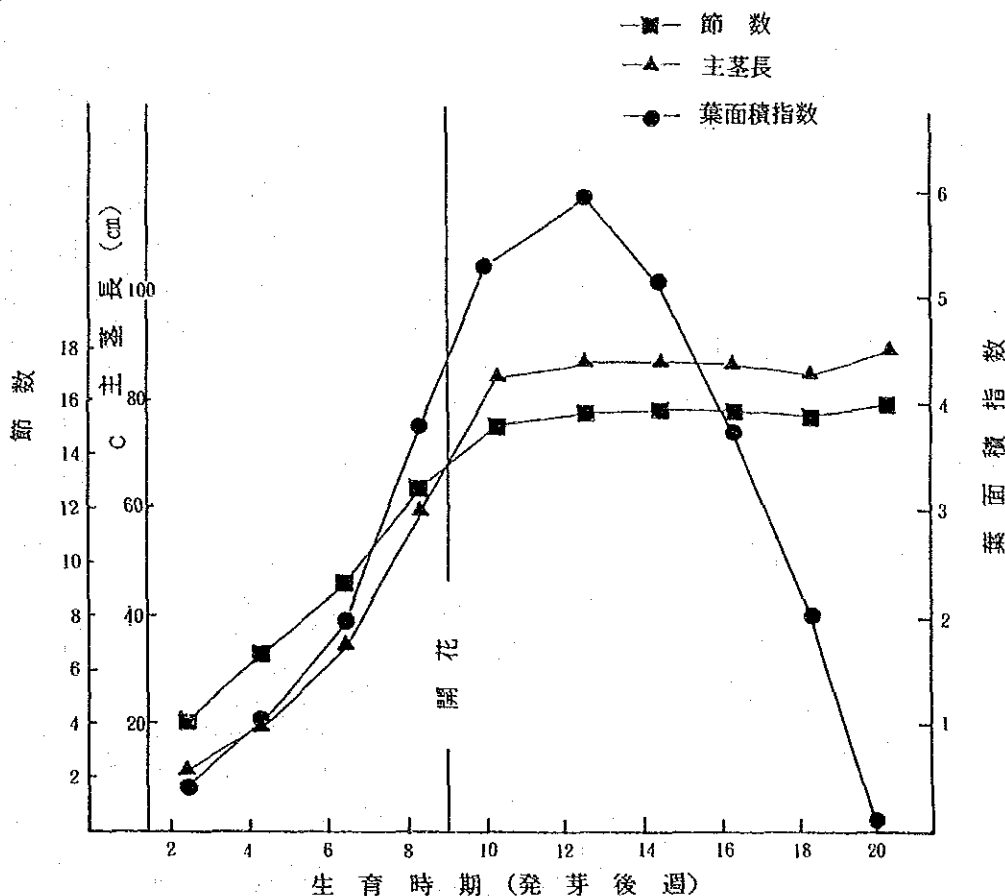


図1 大豆における主茎長、主茎節数及び葉面積指数の時期的変化 (1988/89 雨期、10品種平均)

大豆に花が着生するようになると節数及び茎の長さの増加は鈍り、やがて停止する。これに従って葉面積の増加も緩やかになるが、その後間もなく古い葉の枯死脱落のため減少の方向をたどる。

図2に生育期間中における純同化率、生長率及び全乾物重の時期的変化の状況を示す。純同化率は葉面積当りの乾物生産効率を表わすものであるが、これは生育初期に最も高く生育が進むにつれて次第に低下する。純同化率のこのような推移についてはこれまでも大豆で多くの報告があり、その原因としては葉の相互遮蔽が考えられている¹⁰⁾¹¹⁾。

生長率は、乾物生産の効率を表わすものであり、葉面積指数と純同化率の相乗積に相当する。これは図2に見るように生育初期に低く、葉面積が増大するに伴って増大するが、発芽後9週目頃から低下をはじめめる。その最大値は約14g/m²・day、すなわちヘクタール当りで見れば毎日140kgの乾物が生産されることを意味する。セラードの大豆に見られるこの値は他の地域の大豆で報告されている値と大差がない¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。