

ブラジルの農業研究協力プロジェクト  
研究報告書

1981年1月

国際協力事業団  
農業開発協力部

農業学

7

7-4

7  
7



# ブラジル農業研究協力プロジェクト 研究報告書

JICA LIBRARY



1025225[2]

1981年1月

国際協力事業団  
農業開発協力部

農 開 技
J R
81 - 24

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 15	703
	80.7
登録No. 00241	ADT

## あ い さ つ

ブラジル農業研究協力プロジェクトは、ブラジル中央部一帯の高原台地に広がる1億8千万haに及ぶセラードと称される半乾燥地のうち、開発可能な5千万haの農業開発計画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30日に締結された協定により、5カ年間の協力を実施中であります。

昭和53年2月に日本から派遣された桜井義郎団長（元農林水産省植物ウィルス研究所長）以下6名の専門家は、55年8月ないし10月に約2年6カ月の任期を終え、各分野にめざましい成果をあげ帰国されました。

本報告書は、これら6名の専門家の研究成果をとりまとめたものであります。

本書が、今後のセラード地帯における農業開発の参考資料として広く御利用いただければ幸いです。

最後に、セラード地帯の厳しい生活条件及び貧困な研究環境のなかで、このようなりっぱな研究成果をまとめられた桜井義郎団長以下6名の専門家及び本プロジェクト推進に陰の力として尽力された小林正人調整員に対し深甚なる謝意を表するとともに、本プロジェクトの実施にご支援いただいた外務省・農林水産省関係各位、在ブラジル日本大使館等在ブラジル関係機関並びにブラジル政府関係各位に対して厚くお礼申し上げます。

昭和56年3月

国際協力事業団

農業開発協力部長

村 田 稔 尚



## は　じ　め　に

セラード地域における農業生産技術システム確立を目的に日伯両政府間で締結された「ブラジルにおける農業研究協力に関する取極」にもとづく当プロジェクトが発足したのは、昭和52年9月30日であった。しかし日本からの長期派遣専門家が、ブラジル国に着任したのは昭和53年2月20日である。この取極に基づくと団長以下各専門家の任務は、第一に、専門家はセラード中央農牧研究所において、セラードの農業開発に関する技術協力事業を伯側研究者と共に実施する。第二に、研究協力の必要に応じて日本から短期派遣専門家を招へいする。第三に、技術協力の実施に必要な設備、機械、資材を供与する。第四に、技術協力の発展に必要なブラジル人研究者、研究管理者を日本に派遣して、訓練及び研修旅行を行う。以上の四点である。

第二の短期専門家招へいは日本の農林水産省から昭和53年度に農業技術研究所吉田武彦技官（土壌）、また九州農業試験場山本泰由技官（作物栽培）、昭和54年度は、農業技術研究所石塚潤爾技官（土壌）、農事試験場塩谷哲夫技官（農作物）、北海道農業試験場泊功技官（農業気象）を招き、極めて有意義な成果を残し、CPAC側から深く感謝されている。第三の供与機材については、昭和52年度分約2億円、昭和53年度分約1億円相当の研究機材をCPACに供与し、研究所としての面目を一新した。更に昭和54年度分として約1億円相当の機材が供与され、すでに搬入が始まっていて、この中にはミナスジェライス州内の共同研究場所に対する供与も含まれている。第四の研修員の日本派遣については、昭和53年度に高級研修員として、CPAC所長 ELMAR WAGNER 氏及び DELMAR MARCHETTI 副所長が研修旅行を行い、個別研修員として、ALMANDO TAKATSU 氏、MARCIO NAVES 氏の両研究者が、日本で研修を受け、昭和54年度は高級研修員として EMBRAPA 理事 JOSÉ HAMALHO 氏、WENCESLAU GOEDERT CPAC 次長が、又準高級研修員として LOBATO EDSON 土壌肥料関係コーディネーターが研修旅行を行い、個別研修員としては、SHARMA RAVI 氏、LEO MIRANDA 氏の両氏が訪日し、本年度は研究員 ARIIVALDO LUCHIARI 氏がすでに出発し研修中である。それぞれ日本国内における対応が万全であったため、貴重な研修成果を挙げて研修者一同深く感謝しているところである。

さて、ここにとりまとめたのは、本プロジェクト第一回派遣専門家・1、桜井義郎（団長、病理）、2、根本正康（病理）、3、岸野賢一（昆虫）、4、泉山陽一（作物）、5、岩田文男（作物）、6、川崎弘（土壌）が行った技術協力の成果である。第一回派遣のため、種々困難なる状況下であったが、日本大使館、JICA 東京本部また EMBRAPA、CPAC、更にコチア、南伯、イタベチ等の日系農業団体、また、ブラジルア、サンパウロ、ミナシジェライス州の日系農家等からも絶大なる援助を得て力を尽して業務に当った。不慣れな異境の下での結果は各専門家とも自分として満足すべきものではなかったきらいはあるが、これまでの成果をとりまとめて報告することとする。

### ブラジル農業研究協力プロジェクト（JICA）

団長 桜 井 義 郎

#### 第一次派遣専門家一覧

分　　野	氏　名	赴　任　時　現　職
1. 団　長 （兼植物病理）	桜 井 義 郎	社団法人 日本植物防疫協会嘱託、前農林水産省植物ウイルス研究所長
2. 植 物 病 理	根 本 正 康	農林水産省北海道農業試験場病理昆虫部病害第2研究室長
3. こ　　ん　　虫	岸 野 賢 一	農林水産省東北農業試験場栽培第一部虫害研究室長
4. 作 物 栽 培	泉 山 陽 一	農林水産省北海道農業試験場企画連絡室主任研究官
5. 同　　　上	岩 田 文 男	農林水産省熱帯農業研究センター研究第2部主任研究官
6. 土 壌 - 作 物 - 水 分 系	川 崎 弘	農林水産省九州農業試験場環境第二部主任研究官
7. 連　　絡　　員	小 林 正 人	国際協力事業団（JICA）





目 次

はじめに

1	Stylosanthes の炭そ病に対する抵抗性	1
	桜井義郎 (植物病理)	
2	Cassava Mosaic Virus に関する研究	11
	根本正康 (植物病理)	
	E. W. Kitajima (ブラジリア大学)	
	M. T. Lin (ブラジリア大学)	
3	(1) セラード地帯における Elasmopalpus lignosellus の生態と 防除に関する研究	20
	(2) セラード地帯において大豆を加害するカメムシに関する研究	40
	(3) セラード地帯における主要害虫の発生調査	64
	岸野賢一 (昆虫)	
4	セラード地帯における大豆栽培体系の改善に関する研究	65
	泉山陽一 (作物栽培)	
5	セラードにおける大豆・小麦栽培法の改良	73
	岩田文男 (作物)	
	R. A. Dedecek (土壌)	
	川崎 弘 (土壌)	
6	セラードにおける大豆根群の発達	78
	川崎 弘 (土壌)	
	岩田文男 (作物)	
	M. V. Mesquita (土壌)	



# 1 Stylosanthes の炭そ病に対する抵抗性

桜井 義郎 (植物病理)

## はじめに

ブラジル国中央に1億8千万haにわたり広がるセラードは、その一部を除くと粗放な放牧地として利用されるか、あるいは原野として放置されている現況である。セラードを農林畜産を含めた、より利用価値ある土地にしていくことは国家的な願望であり、また人類の将来の食糧事情を考えると、この熱帯気象下にある瘦薄地を一大農耕地に開発する方策を樹立することは、極めて有意義であり、且つ重要な課題といえよう。

すでに熟知されているように、熱帯条件下の半乾燥地帯において樹木を伐採して、土地を押し出させると、急激に瘦薄化していく傾向にある。セラードもその例にもれず、長年にわたる乱開発によって、極めて瘦薄化し、植生に対して有害な流亡しにくい置換性アルミニウムを含んだ土地となっているといわれる。

セラードを復活し、緑豊かな土地として利用するためには、まず、その開発の本源にもどり、土地に人工を加えつつ大部分を林地化し、牧野はさらに土地を肥沃化して優良牧野とし、また永年作物、普通作物を導入し、長年月にわたる林地、牧野、農耕地の大きい輪作を計り、セラードを利用していくことが大切であると考えられる。

現在、セラードにおけるセブ系肉牛の収容飼育頭数は、平均するとha当り0.1頭以下であるといわれている。牧野を改良しha当りの飼育頭数を増加し、豊富な牧草をまた土地に鋤込むことによって土壌有機物を補給し、普通作物を栽培することは、熱帯条件下の地力を増強する上から、極めて経済的方策の一つであろう。牧野の改良には乾季にも耐え緑を保つ牧草、特に空中窒素を固定し得るマメ科牧草の導入が望まれる。このマメ科牧草として、ブラジル原産のStylosanthesが世界的に注目され、オーストラリアにおいて、主としてその優良系統の選抜さらに育成が進められている。これら改良品種・系統をセラードに導入した場合、各種の障害がみられるが、中でも炭そ病による被害が極めて大きく、ほとんどの品種・系統は雨季後の苛酷な条件下で本病のため枯死に至る経過を辿るのが一般である。

広大な牧野におけるStylosanthesを炭そ病から守るために薬剤による防除は極めて困難であり、かつ家畜の食糧として直接摂食される関係から、炭そ病の防除には耕種的防除を考慮する必要があるといえる。その内Stylosanthesの種・品種・系統の本病に対する抵抗性を利用することができれば、最も容易かつ利用価値ある方法で、炭そ病に強抵抗性品種の育成は重要な問題であるといえよう。

以上のような意味から、この試験では先ず既存のStylosanthesの種・品種・系統の内から炭そ病に対する強抵抗性のあるものを見出し、実験室あるいはカラス室内で短期間に抵抗性程度を判別し得る簡易選抜法を案出して育種事業に貢献し、その経過においてStylosanthesを侵襲する炭そ病菌について、その病原性の分化すなわちRaceの同定を行ない、いわゆる圃場抵抗性品種の選抜法の基盤を確立しようと計った。しかし、筆者はStylosanthesを供試材料として取扱うのが最初の経験であり、またブラジル国に派遣されて日伯研究協力事業を行なう最初であったため、目的とする試験の一部しか実施できず、試験は途上にある。しかし任期を終えて帰国することになったので、これら試験はあとに続く研究者にリレーすることとし、今迄に行なった結果を述べる。圃場におけるStylosanthesの炭そ病に対する抵抗性(I)

観察圃場は1976年11月、Stylosanthes種子をカラス室内に播種、育苗し1976年11月、圃場に植付けたCPAC内圃場で、本圃は肥料水準0, 1, 2に別れていたが、肥料水準0, 1圃場で行なった。調査は1979年3月から7月にわたり3回実施した。各Stylosanthesの炭そ病発病調査は炭そ病病徴の程度によって無発病0, 炭そ病により完全に枯死しているものを10, その間を病斑の大きさ、数量、枯死枝などを勘案し1~9の目測を行なった。しかし、この圃場の観察時期が遅れたため、枯死に至った原因が明らかでないStylosanthesの系統が多く、結果は明確を欠くおそれが大きい。

Tabela 1 - Avaliação de Antracnose em Stylosanthes

Nível zero 05-04 79

Nome Científico	Grau de Resistência para Antracnose				Não cens.
	0	1-2	3-5	6-10	
Stylosanthes guianensis	213 215 386 391 392	214* 337* 391* 394			210 211 212 216 217 218 219 318
S. scabra	201	319	197		198 199 200 202 203 204 205 208 207 279 341
S. humilis	231 317	228			220 221 222 223 224 228 226 227 230 232 281
S. tractata					208 209
S. capriata	323 325 326 327* 335 338* 339* 340 393	328 336 390*			334
S. viscosa			366		280 299
S. sp	308 310 312 313 315 344* 346 349* 350 353* 354 363* 370* 372 374* 375* 387	283 318 347* 351 357 382	302 359 365* 368 371		277 292 296 301 303 305 307 321 356 367 380

Tabela 2 - Avaliação de Anthracnose em Stylosanthes

Nível Zero		Grau de Resistência para Anthracnose				16-06-79		
Nome Genético	Grau de Resistência para Anthracnose					16-06-79		
	0	1-2	3-5	6-10	Não certo			
S. guianensis	213 215 337*	381* 386 391 392 394	214		210 211 212 216 217 218 219 316			
S. scabra	197 319		201		198 199 200 202 203 204 206 208 207 341			
S. humilis	317	228	231		220 221 222 223 224 225 226 227 230 232 281			
S. bracteata					208 209			
S. capitata	323 325 326 327* 328 329 336 338* 339* 340 380 393				334			
S. viscosa		366			280 299			
S. sp	283 302 309 310 312 313 315 318 344* 346 353* 354 358 363* 370* 371 372 375* 387	347* 349* 350 351 365* 368 374* 382	357		292 298 297 301 303 305 307 321 356 367 380			

Tabela 3 - Avaliação de Anthracnose em Stylosanthes

Nível Zero		Grau de Resistência para Anthracnose				31-07-79		
Nome Genético	Grau de Resistência para Anthracnose					31-07-79		
	0	1-2	3-5	6-10	Não certo			
S. guianensis	381 382	213 214* 215 337* 386	381* 394		210 211 212 216 217 218 219 316			
S. scabra	201 319			197	198 199 200 202 203 204 206 208 207 279 341			
S. humilis	231 317		228		220 221 222 223 224 225 226 227 230 232 281			
S. bracteata					208 209			
S. capitata	325 328 327* 335 336 338* 339* 340 380 383		323 328		334			
S. viscosa				366	280 280			
S. sp	302 308 310 312 313 315 318 346 350 354 358 372 375* 387	344* 347* 349* 353*	283 363* 370* 371 374* 382	357 365* 368	277 292 298 297 301 303 305 307 321 356 367 380			

しかし、強抵抗性とみられる系統は圃場で生育よく残存していた。枯死系統が多かったが、その原因は炭そ病による場合、干害による場合また Stylosanthes 本来の性質による場合、あるいはそれらの相互関連による場合があるかと思われる。

肥料水準 0 の圃場における 1979 年 4 月、5 月、7 月の 3 回の観察結果は第 1 表、2 表、3 表のとおりであった。

以上の 3 表からみると、S. guianensis で観察し得たのは 9 系統で、各観察ごとに無発病、抵抗性強 (1-2) の間で観察差があったが、CPAC-No. 213. 215. 337. 386. 392 は抵抗性が強く、それより多少劣るが、CPAC-No. 214. 381. 394 もかなり抵抗性をもつ系統とみられた。これら系統の内 CPAC-No. 214. 337. 381 は圃場で生育が良好で乾季にもよく耐える系統とみられた。旺盛な生育をしているため、炭そ病斑が観察し易く多少弱く評価されたこともあるかと思われる。

S. scabra の系統で観察できたのは 3 系統であり観察ごとに抵抗性程度が異なったことはあったが、CPAC-No. 319 は抵抗性が強く評価され、次いで No. 210. 197 の順で抵抗性が弱くなるようにみられた。S. scabra では圃場で生育旺盛に残存している系統は見られなかった。

S. humilis で観察できた系統は 3 系統、その内、炭そ病に最も強いとみられたのは CPAC-No. 317. 次いで No. 231. 228 であろうとみられた。S. humilis でも、圃場でよく生育よく残存していた系統はみられなかった。

S. capitata で観察できた系統は 1 2 系統であり、その大部分は抵抗性が強いとみられていた。とくに CPAC-No. 327. 338. 339 は圃場に生育残存していた。

S. viscosa では 1 系統のみが観察できたが、CPAC-No. 336 は抵抗性が中ないし弱とみられた。

S. spp では 25 系統が観察できた。炭そ病抵抗性では観察ごとに大きく変化したが、抵抗性が強いとみられる系統は CPAC-No. 309. 310. 312. 313. 315. 346. 372. 375. 387. 次いで No. 318. 144. 350. 353. 363. 次いで No. 302. 349. 358. 370. 次いで No. 283. 347. 374. 次いで No. 371. 382. 最も弱いとみられたのは、No. 357. 365. 368 であった。

これらの内、圃場で生育よく残存していた系統は CPAC-No. 344. 347. 349. 353. 363. 365. 370. 374. 375. の 9 系統で、残存がよいため抵抗性が弱く評価されたことも考えられる。

肥料水準 1 の圃場における 3 月から 7 月の間に行なった 3 回の観察結果は、第 4、5、6 表のとおりであった。なお、肥料水準 0 および 1 の圃場における供試系統は必ずしも一致はしていなかった。

S. guianensis についてみると、観察は 9 系統であったが、その内最も抵抗性が強いとみられたのは、CPAC-No. 213. 216. 337. 次いで No. 45. 217. 280. 386. 中でも No. 211. 218 はやや弱く、No. 381 は最も弱いとみられた。これらの系統の内 No. 213. 337. 280 は生育が良く圃場に残存し、炭そ病抵抗性から耐性が優れていると考えられた。

S. scabra で観察できたのは 7 系統で、その内、CPAC-No. 197. 200. 202 が抵抗性が強く、次いで No. 201. 次いで No. 198. 207 の順で No. 205 は弱いとみられた。S. scabra では圃場で特に目立って生育がよい系統はなかった。

S. humilis では 7 月まで観察できたのは 4 系統で、CPAC-No. 220. 222. 224. 225 は炭そ病に強いのではなからうかとみられたが、圃場で生育よく残存している系統はなかった。

S. bracteata で観察できたのは CPAC-No. 208 の 1 系統で、圃場で生育よく残存し、炭そ病に対しても強いとみられた。

S. capitata で観察できたのは 4 系統で、CPAC-No. 327. 328 が強く、次いで No. 323 中では No. 334 がやや弱いとみられた。

S. spp では観察できたのが 13 系統、CPAC-No. 344. 350. 351. 353. 354. 363. 365. 372 が強く、次いで No. 321. 次いで No. 309. 356. 次いで 346. 367 の順に弱くなるようであった。これらの系統の内、圃場で良好な生育を示し

Tabela 4 - Avaliação de Ataque de Anthracnose em Stylosanthes  
Nível 1 30-03-79

Nome Científico	Grau de Resistência para Anthracnose				
	0	1-2	3-5	6-10	Não certo
S. guianensis	213* 216, 280* 337* 366	211 217 218, 381	45		13, 25, 72 212 214 215 219
S. scabra	197		198, 200 201 202 205 207		199 203 204 208 279 319 375, 324 341 380
S. humilis	220 222 225	224	318		221 223 226 227 228 229 230 232 281 292 305 307 310 313 317 318
S. bracteata	208*				
S. capitata	327 328		323 334		325 335 339 340
S. viscosa					299 368
S. sp	309 321* 344 350, 351 353 354 363, 365 367* 372	355	346		283 302, 303 312 315, 347 349 357 358 370 371 382

Tabela 5 - Avaliação de Anthracnose em Stylosanthes  
Nível Hum 18-05-79

Nome Científico	Grau de Resistência para Anthracnose				
	0	1-2	3-5	6-10	Não certo
S. guianensis	45, 213* 216, 217 218, 337*	211 280* 381 386			13 25 72 212 214 215 219
S. scabra	200, 201 202	198	197 205 207		199 203 204 208 279 297 324 341 375 380
S. humilis	220 222 224 225				223 226 227 228 229 230 231 232 281 292 305 307 310 313 318 318
S. bracteata		208*			
S. capitata	327 328 334	323			325 335 339 340
S. viscosa					299 368
S. sp	344 351 353 354 363 365 372	309 321* 350	346 356 367*		283 302, 303 312 315, 347 349 357 358 370 371 382

Tabela 6 - Avaliação de Anthracnose em Stylosanthes  
Nível Hum 31-07-79

Nome Científico	Grau de Resistência para Anthracnose				
	0	1-2	3-5	6-10	Não certo
S. guianensis	45, 213* 216, 337*	211 280* 386	217 218 381		13 25 72 212 214 215 219
S. scabra	197 200 202 207	198 201	205		199 203 204 208 319 324 375 380
S. humilis	220 222 224 225				221 223 226 227 228 229 230 231 232 281 292 305 307 310 313 318
S. bracteata	208*				
S. capitata	323 327 328 334				325 335 339 340
S. viscosa					299 368
S. sp	321* 344 346 350 351 353 354 356 363 365 372	309	367*		283 302, 303 312 315, 347 349 357 358 370 371 382

ていたのは、CPAC-No. 321, 367であった。

第1表から第6表までを通じてみると、肥料水準-0, 1の両圃場で必ずしも栽培系統が一致していなかったが、S. guianensisではCPAC-No. 213, 337が炭そ病に強く、生育もよく残っていたので、利用価値ある系統と思われた。

また、CPAC-No. 211, 214, 280, 380も病斑はかなり見られるが、さらに抵抗性、あるいは耐病性を検討し、利用価値をみられるとよい系統であろう。

S. scabraでは特に圃場で生育よく残っている系統はなかったが、発病状況からCPAC-No. 197, 200, 201, 220の利用価値をさらに検討する必要がある系統とみられた。

S. humilisにおいても生育よく圃場に残っている系統はなかった。しかし、CPAC-No. 222, 225, 317などの抵抗性、耐性さらに利用価値は検討するとよいと思われた。

S. bracteataではCPAC-No. 208が生育よく圃場に残っており、利用価値が高いようにみられた。

S. capitata種のStylosanthesは他のscabra, humilis, bracteata, viscosaに比し、概して炭そ病には強いとみられた。肥料水準を異にする両圃場で共通の系統は僅かであったが、CPAC-No. 327は生育面からも利用価値が高い系統とみられ、また、CPAC-No. 338, 339も炭そ病耐性をもつとみられ、さらにCPAC-No. 340もよい系統とみられた。特にCPAC-No. 339の炭そ病に対する耐性は検討されるとよいと考えられた。

S. viscosaは調査できた系統が少なく、この種の炭そ病抵抗性は明確でなかったが、他のStylosanthes種に比し、一段と弱いのではないかと思われた。

S. sppとして集められた系統はかなり炭そ病に強い系統が多く、中でもCPAC-No. 344, 349, 353, 363が強く、次いでNo. 365も強そうである。生育状況からみて多少問題であるが、CPAC-No. 309, 350, 351, 354, 372もさらに抵抗性あるいは耐性について検討すると面白い系統であろう。

圃場におけるStylosanthesの炭そ病に対する抵抗性(II)

圃場におけるStylosanthesの茎および葉の炭そ病罹病の関係をより詳細に観察するため、前記圃場試験に加えて小規模なStylosanthesの圃場を作り観察を行なった。しかし、Stylosanthesの種子を入手することに不馴れであったため供試種類が限られ、また圃場に種子を直接播種したため、降雨による土壌被覆などがあり発芽種子が生育不良になるなど、観察圃場としては満足できる状況ではなかった。

観察圃場II-1では1979年5月、Stylosanthes各種を描種し、自然状況下の発病程度を葉および茎について、1980年3月に観察した。観察基準は前記に準じて行なった。その結果は第7表のとおりであった。

Tabela 7 - Avaliação de Anthracnose em Stylosanthes  
12-03-80

Nome Científico	Parte Afetada	Grau de Resistência para Anthracnose			
		0	1-2	3-5	6-10
S. guianensis	folha			214 337 392	
	caule		392	337	214
S. bracteata	folha			208	
	caule		208		
S. scabra	folha			203	
	caule			203	
S. sp	folha			283 321 349	
	caule		349	283 321	

この結果によると、*S. guianensis* では、CPAC-No. 392 が最も抵抗性が強く、続いて No. 337、No. 214 の順に弱くなるとみられた。No. 337 は試験 I でかなり強抵抗性系統として有望視された系統で、No. 339 は茎において更に抵抗性があるようなので、No. 337 と同様、炭そ病には良い系統と思われる。No. 214 はこの 3 系統の内では弱いとみられるが、生育が他の両系統と遜色なく、試験 I でも圃場でよく残存していたので、耐性があるのではないかと考えられた。

*S. bracteosa* では 1 系統 CPAC-No. 208 のみの供試であったが、圃場における生育もよく抵抗性もかなりあるので、有望な系統とみなされるであろう。

*S. scabra* も CPAC-No. 203 のみであった。試験 I で抵抗性が明らかでなかった系統なので、更に検討が必要と思われた。

*S. spp.* では 3 系統が観察できた。CPAC-No. 349 は試験 I でも生育がよく、残存していた系統である。ここでは茎の抵抗性が CPAC-No. 283、321 より強いと観察された。

以上の結果からみると、*Stylosanthes* の炭そ病抵抗性について、葉および茎の抵抗性は、ほぼ平行するもののように思われた。

続いてさらに別の観察圃を設け、試験 II - 1 と同様な観察を行なった。この圃場においても種子入手の関係から供試 *Stylosanthes* 種、系統は期待するほど揃わなかった。

圃場は常法に従って設け、1979 年 11 月に各種子を播種、自然状況下における発病を 1980 年 3 月および 5 月に行なった。

その結果は第 8 表、第 9 表のとおりであった。

以上の結果によると、*S. guianensis* の各系統の内では Schosielg が最も抵抗性が強いようにみられ、他の 7 系統には強いと認められるものはないようである。

*S. humilis* は HCR 1 系統の供試で当初病斑がみられたが、第 2 回目の調査では発病が認められず、この系統の抵抗性は更に検討が必要である。

*S. scabra* でも 1 系統の供試で、CPAC-No. 324 は茎で病斑がみられず、かなり強いのではないかと考えられた。

*S. viscosa* でも 1 系統のみであった、CPAC-No. 366 は茎の病斑がなく強そうである。

*S. spp.* では 6 系統の供試であったが、茎での病斑が認められない系統が多く、これらの抵抗性については更に観察を続けたい。

第 8、9 表の観察では、茎葉における抵抗性で多少差がみられる系統があるので観察を続けるとともに、繰返し試験が必要であろう。

#### 圃場における *Stylosanthes* の炭そ病抵抗性 (III)

CPAC の牧草関係研究者はマメ科、イネ科、その他セラードに導入が考えられる各種牧草類について試験を続けているが、1979 年新たに試験圃場を設けセラードに適性をもつ優良牧草類の選出に努めている。この内マメ科牧草の中に、多くの *Stylosanthes* が含まれていたため、この圃場において炭そ病の発病状況を観察させてもらった。現在各種 *Stylosanthes* およびその系統類は一部を除いて生育順調

Tabela 8 - Avaliação de Anthracnose em *Stylosanthes* 12-03-80

Nome Científico	Parte Aérea	Grau de Resistência para Anthracnose			
		0	1 ~ 2	3 ~ 5	6 ~ 10
<i>S. guianensis</i>	folha	Schosielg		Schofield Cook 214 392	Endeavour IRI 1022 AVBL-SW
	caule	Schosielg 392	214	Schofield Cook	Endeavour IRI 1022 AVBL-SW
<i>S. humilis</i>	folha			HCR	
	caule		HCR		
<i>S. scabra</i>	folha		324		
	caule	324			
<i>S. viscosa</i>	folha			366	
	caule	366			
<i>S. sp.</i>	folha	363	363 365 375 380	344	
	caule	344 363 363 365 375 380			

Tabela 9 - Avaliação de Anthracnose em *Stylosanthes* 06-05-80

Nome Científico	Parte Aérea	Grau de Resistência para Anthracnose			
		0	1 ~ 2	3 ~ 5	6 ~ 10
<i>S. guianensis</i>	folha	392	Schosielg Schofield 214	IRI 1022 AVBL-SW Cook	Endeavour
	caule		Schosielg	AVBL-SW Schofield 332 214	IRI 1022 Endeavour Cook
<i>S. humilis</i>	folha	HCR			
	caule	HCR			
<i>S. scabra</i>	folha			324	
	caule	324			
<i>S. viscosa</i>	folha			366	
	caule	366			
<i>S. sp.</i>	folha	363	344 363 375 380	365	
	caule	344 363 363 365 380	375		

Tabela 10 - Grau de Anthracnose para *Stylosanthes*

0 - Não tem sintomas
1 - Os sintomas apresentados são pequenas manchas pretas situadas nas folhas e no caule perto da raiz
2 - Apresenta pequenas manchas pretas situadas abaixo do caule e nas folhas
3 - Apresenta pequenas manchas pretas situadas no meio da planta, provocando uma pequena queda da folhagem
4 - Apresenta mancha preta que varia de tamanho, podendo ser pequenas e grandes, situadas no meio e bem abaixo do caule, provocando uma pequena queda da folhagem
5 - Sintomas localizados nas folhas das plantas, apresentando manchas pretas grandes e pequenas provocando uma grande queda da folhagem
6 - Apresenta grande número de manchas pretas que variam de tamanho, podendo ser grandes e pequenas, provocando uma queda ainda maior das folhas
7 - Apresenta grande número de manchas pretas e provocando a total queda da folhagem
8 - Aproximadamente da morte
9 - Morte

である。しかし、1980 年の乾季をむかえて、炭そ病が急激に発生しつつあり、この圃場においても、7、8 月に至ると多くの系統が炭そ病あるいは他の原因によって枯死するものと思われる。観察は更に時期を追って続行する必要がある。ここには先ず第 1 回の炭そ病発病調査を行なった結果を示す。

Campo velho の *Stylosanthes* は 1978 年 10 月にガ

Tabela 11 — Avaliação de Anthracnose Para Stylosanthes  
Campo Velho

12-05-80

Nome Científico	Grau de Resistência Para Anthracnose									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Stylosanthes guianensis	-	337 692	203 - 666 213 679 309	15 - 663 31 - 664 35 - 665 212 - 694 339 697 381 699 662 - 701	13 648 137 - 667 211 - 668 218 - 672 219 696 321 698 444 700	618 - 691 633 - 695 649 846 670 896 671 689 690	634 683 635 687 648 - 688 673 - 693 674 - 895 681 682	135 - 669 210 - 675 214 - 676 685 Ifri 1022 686	215 216 677	678 680
Stylosanthes capitata	-	325	-	323	707 708 718	717	390 719 632 - 897 704	340 - 709 702 - 710 703 713 705 - 720 706 - 721	712 714 715	711
Stylosanthes scabra	-	324 607	-	197 198 763	344 375 204 - 723 207 899 208	347 - 380 350 722 363 727 365 728 370 - 730 731 799	319 729 341 732 353 734 726 735	724 725 733 737 740	736 738 739 741	205 742
Stylosanthes viscosa	-	-	-	744 745 750	747 751	746 748 749 753 754	895	762		
Stylosanthes bracteata	-	-	-	-	139 743	-	-	-	-	-
Stylosanthes humilis	-	-	-	-	307 757	228 305 656 657 659	231 658 755 756 758	281	-	621
Stylosanthes hamata	-	-	-	-	760 761	-	660 759	-	-	-

Tabela 12 — Avaliação de Anthracnose Para Stylosanthes  
Campo Novo

12-05-80

Nome Científico	Grau de Resistência Para Anthracnose									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Stylosanthes scabra	-	974 981	961 - 967 963 - 971 964 - 972 965 - 978	960 - 976 961 977 966 - 979 970 - 1005	968 - 1000 975 - 1003 980 - 1027 999	969 - 998 973 - 1001 982 - 1004 983 - 1014 996 - 1017 997 - 1018 1022 1025 1026	985 1002 986 1006 987 - 1007 988 1011 989 1013 990 - 1015 991 1016 994 - 1023 995 1026	984 - 1012 992 - 1019 993 - 1020 1009 - 1021	1008 1024	-
Stylosanthes bracteata	-	1029 1046	1032 - 1039 1035 - 1036 1037 - 1040 1038 - 1042	1033 1034 1041 1043	1030 1031 1045	-	-	-	-	1044
Stylosanthes capitata	-	908 918 919	-	903 - 913 904 - 914 905 - 915 909 - 923 910 - 929 911 - 932 912 - 936	899 - 922 900 927 901 - 928 902 - 957 906 - 958 907 921	916 - 942 920 - 947 924 - 949 925 - 950 926 - 955 934 - 956 935 - 959 938	917 - 944 931 - 945 937 - 946 940 - 948 943 - 951	939 952 953 954	941	930 933

ラス室内で播種、育苗したものを12月に圃場に定植したものであり、Campo novoは1979年10月、ガラス室内で播種、育苗したものを12月、圃場に定植したものである。圃場におけるStylosanthesの発病調査は、ほぼ前述の調査基準と同様であるが、やや厳密に第10表の基準に従って1980年5月12日に行なった。

その結果は第11表、第12表のとおりであった。

以上の両圃場における観察は、さらに順を追って施行し、

炭そ病徴基発生期に各種のStylosanthesならびにその系統類が如何なる発病あるいは枯死に至るかの状況を観察することは極めて重要であると考え。

両圃場に供試された各Stylosanthesの系統は圃場試験I、IIに供試された系統とは異なるものが多い。しかし、S. guianensisではCPAC-No. 211. 214. 215. 218. 337. 381.

S. capitataではCPAC-No. 323. 325. 340. 390. S.

scabraではCPAC-No. 197, 198, 207, 319, S. humilisではCPAC-No. 228, 231などが以前にも観察し得た系統で、発病進展状況に関心もたれる。また、供試された新しい系統の抵抗性についても、この圃場で明らかになるであろう。

炭そ病菌の接種による *Stylosanthes* の抵抗性 (I)

ガラス室内のポットに栽培した *Stylosanthes* の各種、系統に対し、圃場から採集、分離した炭そ病菌を接種して、各々の抵抗性を検定した。分離菌は培養基上におけるコロニーの形態を異にする系統があったが、これらを混合して接種に用いた。接種は水1ℓに試験管培養菌5本を用いた孢子懸濁液をつくり、各ポットの植物体に十分噴霧散布後、1日間ビニール袋で覆った。発病調査は茎および葉における病斑程度を10段階として行なった。

第13表に示した結果は、接種1979年10月25日、調査同年11月12日の結果である。

Tabela 13 - Avaliação de Anthracnose em *Stylosanthes* Inoculação em Casa de Vegetação 12 11 79

Nome Científico	Parte Aérea	Grau de Resistência para Anthracnose			
		0	1-2	3-5	6-10
S. guianensis	folha		392	337	214
	caule	392	337	214	
S. scabra	folha		197 201 205 207 319	208 324 341	198 203 204
	caule	201 204 324	203 206 207 319 341	197 205	198
S. bracteata	folha	208			
	caule	208			
S. capitata	folha	335 390	323 325 327	339	
	caule	323 325 335 339 390		327	
S. viscosa	folha		366		
	caule			366	
S. sp	folha	309 312 347 351 353 363 365 370 372 374 375 380	302 344 349 367 371	321	
	caule	302 309 312 347 349 363 365 367 370 371 374 375 380	344 372	321 351 353	

*S. guianensis* では3系統を供試したが、茎葉とも抵抗性の順位は、CPAC-No. 392, 337, 214であった。CPAC-No. 392は圃場における観察でも強く、No. 337は圃場で生育よく炭そ病に強い有望系統とみなされたものである。No. 214は圃場でよく生存残存していた系統であるが炭そ病の発病がかなり多いのは第11表からもわかる。あるいはこの系統は炭そ病には弱い、本病耐性に優れているものであることも考えられる。

*S. scabra* では11系統を供試した。抵抗性を茎葉についてみると、順位が逆転している系統も多く、抵抗性程度について判断をつけにくい、CPAC-No. 201は比較的強く、No. 198が中でも弱くとみられた。No. 201は圃場でも強くと認められた系統である。

*S. bracteata* ではCPAC-No. 208のみの供試であったが、接種結果では茎葉に病斑をみず、強抵抗性ではなからうかとみなされた。この系統は圃場における抵抗性が明確でな

かった場合が多かったが、生育よく残存していた場合もあったので、一応、抵抗性あるいは耐性の点から炭そ病に対して有望の系統であろうとみなされる。

*S. capitata* では6系統を供試した。圃場ではCPAC-No. 327が生育よく残存し有望系統、No. 339も強い抵抗性をもつとみなされたが、接種の結果はむしろ弱い方に属した。No. 390はこの結果でも強く、圃場でも強くとみられたことから、有望な系統としてあげられるであろう。No. 335も強いのでさらに検討に値する系統である。*S. capitata* は今迄の試験と同様に *Stylosanthes* 属の内では、概して強いと考えられた。

*S. viscosa* ではCPAC-No. 366のみ供試した。この系統は茎葉ともに病斑がみられ、圃場における結果も考えあわせると抵抗性はむしろ弱い方に属するとみられた。

*S. spp* では18系統を供試した。これら系統の茎葉における病斑程度をみると順位が逆転する場合などもあり、抵抗性が明確ではないがCPAC-No. 309, 312, 347, 363などが強く、次いでNo. 302, 349なども強そうであった。なお、圃場ではNo. 363がよく生育残存していた系統である。

炭そ病菌の接種による *Stylosanthes* の抵抗性 (II)

前試験と同様の試験をガラス室内で繰返した。接種は、1979年11月13日、調査は12月4日、その他の事項は全て前試験と同様である。

この結果は第14表のとおりであった。

Tabela 14 - Avaliação de Anthracnose em *Stylosanthes* Inoculação em Casa de Vegetação 04-12-79

Nome Científico	Parte Aérea	Grau de Resistência para Anthracnose			
		0	1-2	3-5	6-10
S. guianensis	folha		392	214 337	
	caule	392	337	214	
S. scabra	folha	197 198 201 203 324	206 319 341	207	204
	caule	198 203 204 319 324 341	197 206	201 207	
S. bracteata	folha			208	
	caule		208		
S. capitata	folha	323 325 327 335 339 390			
	caule	323 325 327 335 339 390			
S. viscosa	folha	366			
	caule		366		
S. sp	folha	309 344 347 349 351 353 363 365 367 370 372 375 380	302 371	374	312 321
	caule	309 363 365 367 372 375	302 321 347 349 351 374 380	312 344 363 370 371	

*S. guianensis* では、この試験結果は前試験と同様で、CPAC-No. 392が最も強く、次いでNo. 337, No. 214の順であった。

*S. scabra* では、前試験の結果とはやや矛盾して、前試験で弱くとみられたNo. 198が強く、また前試験で強かったNo. 201に茎の病斑がみられた。前試験とあわせるとNo.



319 が強そうである。

*S. bracteata* の接種では CPAC-No. 208 に葉の病斑がやや多くみられた。この系統は圃場でよく残存していたもので、さらに繰返し抵抗性の検討をしてみたい。

*S. capitata* の接種試験では供試全系統に病斑がみられなかった。接種後の条件などが影響したようにも思える。

*S. viscosa* では前試験と同様な結果であった。

*S. spp* 18系統を供試、結果は前試験と必ずしも一致はしていないが、CPAC-No. 309. 347. 363. 370. 372. 375 などは抵抗性が強そうにみられる。

以上の両試験で結果が必ずしも一致しない系統が多かったが、これは供試菌系、接種条件などが厳密に同様でなかったためと考えられ、今後、さらに菌系、接種条件などに検討を加えつつ試験の繰返しを要すると思われる。

#### 炭そ病菌の接種による *Stylosanthes* の抵抗性 (Ⅲ)

CPAC内の圃場に栽培されていた *Stylosanthes* 種から炭そ病罹病部を採集して、病原菌の純粋分離を行なった結果、培養基上のコロニーの生育状況を異にする数種の炭そ病菌を分離し得た。これらの炭そ病菌が何れの属あるいは種に該当するかは、今後さらに究明する必要がある、また各菌から単孢子分離を行ない、病原性を解明して、いわゆる Race の存在もまた明らかにすることが、基本的に重要なことである。しかし、これらの基本的な問題を残しながら、一応、培養基上のコロニーが同型である炭そ病菌を A 型、B 型、あるいは C 型と分けて、ガラス室内に栽培して以前使用したポット栽培の *Stylosanthes* の地上部、数 cm を切り戻し、新たに生育してきた苗に予備的に接種を行ってみた。

接種方法、調査法などは前試験に準じて行った。接種は、1980年1月18日、調査はそれぞれ2月4日あるいは2月

11日である。

それらの結果は第15・16・17表および第18・19表のとおりであった。

試験の結果を総括してみると、極めて渾沌としていて、決してよい試験結果とは言えない。これは供試した接種菌が純系のものでなく、接種条件にも厳密性を欠き、また接種した *Stylosanthes* の苗が以前に接種したものを切り戻して生育させたものであるなど、複雑な条件がからみ合っていたた

Tabela 16 - Avaliação de Antracnose em *Stylosanthes* Inoculação em Casa de Vegetação Fungo "B"

Nome Científico	Parte Aérea	Grau de Resistência para Antracnose			
		0	1 ~ 2	3 ~ 5	6 ~ 10
<i>S. guianensis</i>	folha		392	214	337
	caule	214 392		337	
<i>S. scabra</i>	folha		207 324 341	197 198 201 203 204 319	
	caule	197 201 203 204 319 324 341	207	198	
<i>S. bracteata</i>	folha				208
	caule	208			
<i>S. capitata</i>	folha		325 390	323 335 339	
	caule	323 325 335 390	339		
<i>S. viscosa</i>	folha			366	
	caule	366			
<i>S. sp</i>	folha	309 351 380	347 353 370 372 374 375	302 312 344 349 363 367 371	321 365
	caule	302 309 312 321 344 347 349 351 353 363 365 367 370 371 372 374 375 380			

Tabela 15 - Avaliação de Antracnose em *Stylosanthes* Inoculação em Casa de Vegetação Fungo "A"

Nome Científico	Parte Aérea	Grau de Resistência para Antracnose			
		0	1 ~ 2	3 ~ 5	6 ~ 10
<i>S. guianensis</i>	folha		337	214 392	
	caule	214 337	392		
<i>S. scabra</i>	folha	198 324	201 203 204 341	197 206 207 319	
	caule	197 198 201 203 204 206 207 319 324 341			
<i>S. bracteata</i>	folha			208	
	caule		208		
<i>S. capitata</i>	folha	335	323 325 390	339	
	caule	323 325 335 339 390			
<i>S. viscosa</i>	folha		366		
	caule	366			
<i>S. sp</i>	folha	309 353 367 374 375	312 349 363 365 370 371 372 380	302 344 361	321 347
	caule	302 309 312 321 344 347 349 351 353 363 365 367 370 371 372 374 375 380			

Tabela 17 - Avaliação de Antracnose em *Stylosanthes* Inoculação em Casa de Vegetação Fungo "C"

Nome Científico	Parte Aérea	Grau de Resistência para Antracnose			
		0	1 ~ 2	3 ~ 5	6 ~ 10
<i>S. guianensis</i>	folha		392	214 337	
	caule	214	337 392		
<i>S. scabra</i>	folha	207	198 319 324 341	197 203 204 206	
	caule	197 203 204 206 207 319 324 341	198		
<i>S. bracteata</i>	folha			208	
	caule	208			
<i>S. capitata</i>	folha		323 325 (327) 335 390	339	
	caule	323 325 (327) 335 339 390			
<i>S. viscosa</i>	folha		366		
	caule	366			
<i>S. sp</i>	folha	309 349 374	108 312 344 353 365 367 370 371	321 351	283
	caule	108 283 309 312 321 344 349 351 353 365 367 370 371 374			

Tabela 18 - Avaliação de Antracnose em *Stylosanthes* Inoculação em Casa de Vegetação Fungo "A"

11-02-80

Nome Científico	Parte Aérea	Grau de Resistência para Antracnose			
		0	1-2	3-5	6-10
<i>S. guianensis</i>	folha			214	337 (392)
	caule	214 (392)			337
<i>S. scabra</i>	folha		198	197 201 203 204 205 206 207 319 (324) 341	
	caule	197 204 205 206 207 319 (324)	201 203 341	198	
<i>S. bracteata</i>	folha				
	caule				
<i>S. capitata</i>	folha	339	323 (325) 327	335	
	caule	323 (325) 327 339	335		
<i>S. viscosa</i>	folha		336		
	caule	366			
<i>S. sp</i>	folha	309	312 321 365 380	302 344 347 351 367 370 372 375	283 349 363
	caule	283 309 312 321 347 349 351 365 370 372 374 380	302 344 367		363

Tabela 19 - Avaliação de Antracnose em *Stylosanthes* Inoculação em Casa de Vegetação Fungo "B"

11-02-80

Nome Científico	Parte Aérea	Grau de Resistência para Antracnose			
		0	1-2	3-5	6-10
<i>S. guianensis</i>	folha			337	214
	caule		337		214
<i>S. scabra</i>	folha			197 198 201 204 205 206 207 319 341	203
	caule	197 205 207	201 203 204 206 341	198 319	
<i>S. bracteata</i>	folha			(208)	
	caule		(208)		
<i>S. capitata</i>	folha	(390)	327 335 339	323	
	caule	323 327 335 339 (390)			
<i>S. viscosa</i>	folha			366	
	caule		366		
<i>S. sp</i>	folha	309	312 349 (353) 370	283 302 321 344 347 351 363 365 367 (371) 372 (374) 375 380	
	caule	309 312 321 344 347 349 351 (353) 365 367 370 (371) 372 (374) 375	283 363 380	302	

めと考えられる。この試験は予備的に行ったもので、病原菌の培養基上の型によって *Stylosanthes* 各系統の反応が異なるかをみたものにすぎなく、これらの結果から、将来、菌の Race の判別品種、系統の候補およびその目安でもつけられたら幸であると思われる。

2月4日の調査結果からみるとA、B、C型菌はそれぞれ多少病原性を異にするようである。

*S. guianensis* ではCPAC-No. 337は葉においてA型菌に強いがB型菌に弱く、No. 392はA型菌には弱いB、C型菌に強いようにみられた。茎ではNo. 214はこの試験では

A、B、C型菌に強い結果となり、No. 337は茎ではA型菌に強く、B型菌に弱い傾向を示した。

*S. scabra* では葉においてA、B、C型菌接種で抵抗性順位に差がみられ、特にCPAC-No. 207がA型菌に弱く、B型菌に強く、また、No. 198、204、324も3型菌で抵抗性差が大きいようにみられた。茎ではNo. 198がA型菌に強く、B型菌に特に弱い傾向であった。

*S. bracteata* ではCPAC-No. 208の供試のみであったが葉ではB型菌に激しく罹病し、茎ではA型菌で僅かの病斑、B、C型菌では病斑がみられなかった。

*S. capitata* では、A、B、C型菌で抵抗性の大きい逆転はみられなく、CPAC-No. 323、325、335は3型菌に強く、No. 339はやや弱いようにみられた。茎では既してA型菌に比しB、C型菌の方が病原性が強いようであった。

*S. viscosa* ではCPAC-No. 336のみを用いた、葉においてB型菌がA、C型菌より病原性が強そうであった。

*S. spp* では3型菌の接種で各系統の反応に統一を欠き考えにくい、葉ではCPAC-No. 347はA型菌に強く侵されB型菌で軽く、No. 351はA、C型菌で侵されB型菌で発病なく、No. 365はA、C型菌に軽く侵され、B型菌で強く侵されるようであった。茎では、A、B、C型菌の接種で発病がみられなかった。

次いで、2月11日調査の結果についてみると、前試験と等しいと考えられたA、B型菌を用いたのであるが、結果は必ずしも前試験結果とは符合しなかった。その理由については明らかでないが、おそらく接種に用いた菌の純系のものでなく、また *Stylosanthes* にも以前の接種の影響が残っていたを、厳密性に欠けるが多かったためであろう。

*S. guianensis* ではCPAC-No. 214、337のみにA、B型菌を接種したが、A型菌にNo. 214は強く、No. 337は弱く、B型菌にはその逆となった。ここで奇妙にみられたのは、No. 337はこれまでの試験で、かなり強いと考えられていたのに、A型菌で病斑が多くみられたことで、この理由については明らかでない。

*S. scabra* では11系統を用いたが、葉ではいずれの系統もA、B型菌に中庸の強さで、特に明白な菌型による差がみられなかった。茎では、両型菌に対し大部分の系統は、ほぼ平行する抵抗性を示したが、No. 319がA型菌に強く、B型菌に弱い傾向であり、No. 198は両型菌に弱いとみられた。

*S. capitata* 4系統を用いた結果、葉では既して接種菌による発病差が逆転することなく平行し、茎でも同様であった。*capitata* に対してはA型菌はB型菌より病原性が強そうであった。

*S. viscosa* CPAC-No. 366 1系統の供試であったが、本 *viscosa* に対してはA型菌はB型菌より病原性が弱いようであった。

*S. spp* では17系統を用いたが、両A、B型菌に対する反応は、CPAC-No. 349がやや特異で葉はA型菌に弱く、B型菌にはそれより強いようにみられた。茎では特に抵抗性が逆転する系統はみられなかった。

この17系統には既してA型菌の方がB型菌より病原性が強そうであった。

第15, 16, 18, 19表を通じてみると, A, B型菌とも *Stylosanthes* に病原性があることは明らかであるが, 両型菌に対する各系統の反応が試験によって異なるので, これらの結果から結論的のことを引き出すことはできない。しかし, このように試験結果がふれることは今後の試験施行に種々の示唆を与えるものであることは, すでに述べたとおりである。

ただ, これらの試験で言えることは, 炭そ病菌の種あるいは系統を異にすると, *Stylosanthes* の抵抗性の変動することもあるということである。今後, 抵抗性品種の選抜に当っては, 各種系統の菌に対する, いわゆる圃場抵抗性をもつ品種・系統の選抜が重視されねばならないと考える。

### おわりに

ここに記述した内容は, 日伯農業研究協力事業の団長が行なった結果である。本事業は昭和52年9月に開始されたが, 団長以下各専門家がセラード中央農業研究所に着任し, 事業を始めたのは, 昭和53年2月19日からである。CPACの位置するブラゾリア連邦区は既に作物作期である10月から4月にわたる雨季も終りに近く, 各専門家が異郷に来て気象, 生活その他の環境に順応するのに期間を要したため, 実際に業務を始められたのは, 昭和53年の雨季10月頃からである。既に作物作期を2回迎え, ふりかえってみると, 各専門家特に団長が出来た研究は, 未だほんの緒についたばかり, これからが実際にセラードを対象にして何を研究したらよいか判って来たように思ふ段階である。従って行った結果を羅列したが, これまでは全て予備的な試験であるといえる。これを科学論文に纏めるには, なお *Stylosanthes* のことについて知り, さらに重要なところは試験を追加し, また既往の文献を参照して考察を加えていかねばならないものである。

この事業を行うに当りCPACの首脳三役, 特に牧草関係の諸研究者から絶大の応援を得た。もしこの試験結果の中から将来研究論文あるいは学会発表できるものがあれば, さらに試験観察を加えて発表されることを期待する。その場合には牧草関係研究者がなくては出来あがるものではないから, 共に行なった試験として発表されたい。この結果を単なる参考として *Stylosanthes* の炭そ病の研究を進展させ, 独自に発表されても結構である。

われわれ日本人専門家は, セラードと取組んで研究するからには, 何かセラード農業に役立つことを残したいとの念願をもっていた。しかし, 最初の第一回派遣であり, あとに続く研究者の路線を作ったに過ぎない面が多く, 問題ばかりが残り, これらを根本的に解決し得たといえるまでには至っていない。しかしながら, 行った試験は無駄ではなく, 不足の点はあるとはいえ, 今後の段階で判ったことは残し得ると考える。試験で残したいことは次のようなことである。

(1) 炭そ病抵抗性からみてセラードに導入が計られてよい *Stylosanthes* の系統

*Stylosanthes guianensis* の系統 CPAC-No. 211, 213, 215, 216, 217, 218, 280,\* 337,\* 381,\* 386, 391, 392, Schostelg

*Stylosanthes scabra* の系統 CPAC-No. 197,

198, 200, 201, 202, 203, 207, 319, 324

*Stylosanthes humilis* の系統 CPAC-No. 220,

222, 224, 225, 228, 231, 317, HCR

*Stylosanthes bracteata* の系統 CPAC-No. 288

*Stylosanthes capitata* の系統 CPAC-No. 323,

325, 326, 327,\* 328, 334, 355, 336, 338,\* 340, 390, 393,

*Stylosanthes viscosa* の系統 CPAC-No. 366

*Stylosanthes* spp. の系統 CPAC-No. 283, 302,

309, 310, 312, 313, 315, 318, 321,\* 344,\* 346, 347,\* 349,\*

350, 351, 353,\* 354, 357, 358, 363,\* 365,\* 367,\* 368, 370,\*

371, 372, 374,\* 375,\* 381, 382, 383, 387

以上の内\*印は圃場で生育がよく長く残存していたものであり, 牧草としての適性を考慮して注目してよい系統であろう。

*Stylosanthes* を牧野に導入する場合, 炭そ病の抵抗性のみを目安にできないのは勿論であって, 先ず飼料の価値, 生草量, 耐干性など多くのことがら加味されなければならない。これは病理学者のみでよくすところではなく, 広く畜産, 草地などの共同研究で運ばねばならない大きい問題である。

この試験で感じたことは, 確かに *Stylosanthes* の炭そ病は, この属の植物に対して重要な被害を与えるが, 本病が致命的の被害となって現われるためには, 植物体の他の性質, 例えば耐干性なども加わってきて, 植物の健全に生育している限りでは炭そ病のみによる枯死は, 特別に弱い系統でもなければ少いのではないが, すなわち炭そ病も一つの複合病で植物が弱って侵害をたくましくすると考えられたことである。

ここに炭そ病からみてのセラードに導入するとよいとみられた系統を挙げたが, これらの内から牧草として価値の高い系統を選び, 一応奨励系統とし, さらにこの系統の圃場における炭そ病罹病の状況の観察を続けられるとよいと考える。

われわれが過去に行なったイオイもいち病の抵抗性品種選抜試験の経験から, *Stylosanthes* に対し炭そ病菌を噴霧接種して, 抵抗性系統を選抜することは, ガラス室内の条件, その他各種の条件が関与するので, 接種結果が良好であるためには, さらに施設その他にかなりの改善を必要とし, 若しこれが出来たとしても, 検定し得る系統数をさほど膨大にはなし難い。いもち病の抵抗性品種, 系統の選抜にも主として圃場が用いられ, 病原菌のRaceなどの精密試験にガラス室, 温室が使用される場合が普通である。このことから *Stylosanthes* の炭そ病抵抗性系統の選抜でも, 圃場を利用する方式を大きく取上げる必要がある。

いもち病における経験から, *Stylosanthes* に応用するとよいと考える方法は, まず圃場に各々の *Stylosanthes* の種, 系統を密植して栽培する小区画 (1㎡以下) の苗床を1列に長く, 何列も作り, *Stylosanthes* を播種する。この苗床は年間栽培できるように灌漑施設をつくる。次に *Stylosanthes* が20~30cmに生育してきたら, 別に炭そ病に激しく侵された茎葉を他の圃場などから豊富に用意しておいて, これを細切して, 苗床圃場の *Stylosanthes* の株

間に散布して炭そ病を伝染さす。この間地上部は湿度を保ち伝染を助ける。このようにすると *Stylosanthes* が激しく病害に侵され、品種、系統間の罹病差が明らかになると考える。なお、同じ *Stylosanthes* の小区画内においても罹病が極めて少ない株も見出すことが出来ると思われ、この試験は実行してみたかった事柄の一つである。

## (2) 判別寄主の候補について

*Stylosanthes* の炭そ病に関与する病原菌が一種であるか、あるいは *Colletotrichum*, *Gloeosporium*, *Glomerella* 属の他の炭そ病菌も病害に関与しているか、さらに検討が必要であったが、これら問題は将来の問題として残した。

これら各種の菌が関与するとすれば、それらの病原性の差異を明らかにし、また、種類の決定、さらに種の内における菌系にまで試験を進展させる必要がある。

病原菌の病原性の検定、菌系の決定にいかなる *Stylosanthes* の系統を使用したらよいか、またまだ更に検討を要するが、一応次の系統などが判別寄主として選んでよいものと考えられた。

*Stylosanthes guianensis* では CPAC-No. 214, 218, 337. *S. scabra* では CPAC-No. 198, 319, 324. *S. humilis* では CPAC-No. 228, 317, 621. *S. bracteata* では CPAC-No. 208, 762, 1029. *S. capitata* では CPAC-No. 323, 327, 390. *S. viscosa* では CPAC-No. 366, 747, 762. *S. hamata* では CPAC-No. 660, 759, 760.

なお *Stylosanthes* の種、例えば *S. guianensis* 内の系統に重点を置いて、抵抗性をより詳細に検討するための、接種病原菌の Race を決める場合には、*S. guianensis* の系統内から抵抗性強、中、弱の系統、各 3 種、例えば CPAC-No. 213, 337, 392, 218, 381, 394. および 214, 215, IRI-1022. などを用いて病原菌の Race を検定する判別寄主に

することも考えられる。

## 今後の問題点について

既に述べたように、ここに記述したことは全てが試験途上のものであり、今後に残された問題が多い。病理学的にもまだまだ解決を要することばかりであるが、この試験をさらに進展させるため、次の事項は是非続行あるいは、新たに試験項目として解明していただきたいことである。

まず、圃場における各 *Stylosanthes* の種および系統の発病を追跡することによる抵抗性の判断は、基本的な重要事項であるので、牧草関係研究者の協力の下に、観察を続行すること。次に、上記圃場あるいはセラードの *Stylosanthes* から広く炭そ病標本を採集し、炭そ病菌の分類学的位置を決定し、各炭そ病菌から単胞子分離により多くの菌系をつくり、判別寄主を決定して、病原性からみた Race の存在、決定をする。そして炭そ病に対し圃場抵抗性をもつ系統の選抜法を解明する。以上が希望であり、解決を要する問題と考える。

最後に、わが業務に対する EMBRAPA 総裁、理事、CPAC の Elmar Wagner 所長、Wenceslau J. Goedert, Delmar Bandiera Marchetti 両副所長らの終始かわらぬ厚情と支援、また牧草関係研究者 Ronaldo Pereira de Andrade 以下の方々の強力な協力、および、わが研究室の同僚 Sharma Ravi Datt, Charchar Maria José の援助、また研究室の Valdivino Pires Gonçalves, Sidney Carvalho Cunha 両君、Joseneida Lúcia Pimenta de Aguiar 嬢の助力に対し厚く御礼申し上げる。

また、わがチームの活動に万全な配慮を賜った日本大使館、JICA 本部、調査員小林正人君の公私にわたる誠意あるお世話に対して深く感謝するとともに、在伯日系農家から与えられた多大の便宜に対しても御礼申し上げるとともに今後の発展をお祈りする。

## 2 Cassava mosaic virus に関する研究

根本 正康 (植物病理)

(E. W. Kitajima<sup>※</sup>)

(M. T. Lin<sup>※</sup>)

ブラジリア大学植物病理学研究室

### 1. 緒 言

#### 1) テーマの選定

最初にCPAC側から提示された研究課題はセラード地帯に於ける作物ウイルス病の調査であった。

しかし、この広大なブラジルの国内において航空機と自動車で行うのは、先ず予算上非常な無理があり、また現在のウイルス病の進歩から考えて、過去の記録のように、一つの作物について、モザイク症状とか、黄化、萎縮とか記載しても、その病原ウイルスが判明しなければあまり意味がない。

ブラジルに発生しているウイルス病の情報は、日本では大へん入手し難い。その最大の理由は研究者の層がうすく、したがってこの国の植物病理学会なども発足以来日が浅く、まだこの分野の歴史は新しい。したがって、日本においては、この国の特定の人の、ある研究しか知られていなかったわけである。

因みに、ブラジル近郊の野菜のウイルス病について調査してみると、野菜の種類は日本と殆んど変りがないが、発生しているウイルスの種類は甚だしく異なっている。

例えば、ウイルス病の対象として注目されるトマトに関しては、日本ではタバコモザイクウイルスのトマト系によるモザイク病が大半を占め、その他のウイルス病の病害とえば、キュウリモザイクウイルスやジャガイモXウイルスなどがあり、しばしば前記のタバコモザイクウイルスとの複合感染などがみられる。また極めて稀にTomato spotted wilt virus (ブラジルのピラ・カベッサ、媒介昆虫はスリップス)の発生の記録がある。

ブラジルにおいては、トマトに大きな被害を与えるのは、日本では発生の稀なTomato spotted wilt virusであり、そのつぎはジャガイモYウイルスのトウガラシ系統らしい。そのほかBeet curly top virusの一系統とジャガイモ葉巻病ウイルスのマイルド系統がある。

一方日本では主位を占めているタバコモザイクウイルスは、永年連作をつづけたような特定の圃場以外、あまり問題になっていない。日本では野菜類に極めて普通に発生するキュウリモザイクウイルスは、発生がないといってもよいかも知れない。

その他、ウリ科作物などのウイルス病に関しても、ブラジ

ルにおいて最も普通に発生しているのは、アブラムシで伝染されるWatermelon mosaic virusとハムシなど甲虫類で媒介されるSquash mosaic virusがある。最近ではコナシラミの1種でうつるウイルス病の発生もあるらしいがまだよく分らない。

しかし、キュウリモザイクウイルスの発生は少いようである。

日本においては、キュウリモザイクウイルスおよびWatermelon mosaic virusは極めて普通であるが、Squash mosaic virusの発生の記録は、これまでに2例位のものであろう。

以上はほんの1例にすぎないが、ブラジルと日本と同じ野菜類に発生しているウイルスを媒介昆虫の面からとらえてみると、日本ではアブラムシ類によって媒介されるウイルスが主体をなしているのに反し、ブラジルにおいては、このほかに、スリップス、ハムシなどの甲虫類、コナシラミの類など、日本では極めて珍らしいが、普遍的であり、日本からみれば甚だ特異に考えられる。

これはブラジルが熱帯を含む広大な地域に恵まれており、その気候風土的な要因に基因するものが大きいと思われる。

一方、セラード地帯における重要作物として、大豆、小麦、陸稲、およびキャッサバなどがあげられており、野菜類は含まれていない。

ブラジルに発生している野菜のウイルス病に関しては、極めて興味深く、研究意欲をそそられるが、当研究センターにとっても野菜は基幹作物ではなく扱ってはいない。

上記作物のみに限って考えると、コーヒーにはウイルス病の問題はなく、大豆および小麦に関しては、パラナ州、リオグランデ・ド・スール州にそれぞれ専門の研究場所があり、研究が行われている。

稲のウイルス病であるが、中南米においてはRice "Hoja Blanca" virusというヨコバイで媒介される有名な病害がキューバ、スリナム、ベネズエラなどで発生しているが、未だブラジル国内では、水稻、陸稲とも、ウイルス病が発見されていない。

キャッサバであるが、ブラジルではマンジョーカと呼ばれ、セラードの重要作物になっている。それはキャッサバが南米原産であり、栽培が容易でありポルトガル人によって、アフリカに運ばれ、更に広く南洋諸島にまで栽培されるようになった。現在はアルゼンチンの北部以北、中米、北米合衆国の

南部、西インド、アフリカ、東南アジア、太平洋諸島にまで及んでいる。

従来、キャッサバはタビオカと称する澱粉原料として考えられていたが、南米では早くから生食もしていたらしい。

最近、特に1960年以降、世界の食糧問題が論争され、またブラジルにおいては、加うるにセラード開発の問題があり、食糧としてのキャッサバのみならず、最近では燃料用アルコールの原料としても脚光をあびている。

したがって以上の経過から、キャッサバのウイルス病をとりあげ、そのなかでもブラジル国内に発生し、比較的未だ性質のよく分っていないCassava vein mosaic virusについて接種試験、病徴の観察など一連の基礎的研究から着手することにした。

## 2) キャッサバのウイルス病

キャッサバの病害に関しては、他の作物の病害と比較すると、その情報は決して多くはない。特にこの作物のウイルス病に関しては更に報告が少ないようである。特に、あるウイルス病については病徴の記載とか、あるものについては、ウイルス粒子の形態のみであるとか、モノグラフ的なものが少ない。

これは、キャッサバが、栽培容易な作物でその管理等粗放に行われてきたこともあるが、病害の研究対象としてこの作物が比較的取扱いに不便であった点も考えられる。

研究報告が少ないと、この作物について、病害の被害があまり重要視されない傾向にあるが、実際の減収は意外に大きいようである。

例えば最近、この作物の細菌病の1種、キャッサバ細菌性萎ちょう病 (Gomose; Bacterial blight) が本作物の減収を招く重要病害として注目されているが、この病害は気温の高い東南アジアや、ブラジルでも同様な高温地帯では発生が認められない。

このような事実は、Takatsuら(1978)の研究によっても明らかにされている。したがってこの病害は栽培地の気温、特に夜間の気温の選定によって回避できるが、ウイルス病に関しては回避の可能性はない。

キャッサバの栽培は、成熟した母茎を20~30cmに切り、土中に挿して苗を仕立てる栄養繁殖であるため、一度ウイルスに感染した母茎から仕立てた苗は、全株、病種になるおそれがある。

現在ブラジル国内では、キャッサバのウイルス病による被害は明らかではないが、伊藤信吾(1975)によれば、ジャカレー郡イタベチ地方において、キャッサバのモザイク症状が、相当に激しく発生しており、被害を蒙っているという。病原ウイルス、伝播機構などまだ分ってはならず、今後の研究に待たざるを得ない。

また田中明(1979 pers. comm.)によれば、アフリカのある地方では、栽培されているキャッサバが全株ある種のウイルスに侵され、激しいモザイク症状を現わし、したがって減収も甚だしいであろうとのことであった。

現在世界中から報告されているキャッサバのウイルス病は5種類あり、そのほか、マイコプラズマに基因する病害があ

る。

下記に列挙すると、

- 1, Cassava common mosaic virus  
キャッサバ・コモノ・モザイク・ウイルス
- 2, Cassava brown streak virus  
キャッサバ・ブラウン・ストリーク・ウイルス
- 3, Cassava mosaic virus  
キャッサバ・モザイク・ウイルス
- 4, Cassava latent virus  
キャッサバ・ラテント・ウイルス
- 5, Cassava vein mosaic virus  
キャッサバ・ベイン・モザイク・ウイルス
- 6, Witches' broom disease  
マイコプラズマ様微生物

などがある。

ブラジル国内においては、キャッサバのウイルス病の発生状態、被害の状況などほとんど情報はない。

しかし、これまでに分っていることは、Cassava common mosaic virusとCassava vein mosaic virusおよびマイコプラズマ様微生物によるWitches' broom diseaseがあるようである。

Cassava common mosaic virusについては性質も比較的分っており、ブラジル国内に広く分布しているにも拘らず、その被害は比較的少ないという。Cassava vein mosaic virusに関しては、粒子の形態以外はほとんど情報がない。

## II これまでの研究

### 1) Cassava common mosaic virus

Silberschmidt and Campos (1944)がブラジルから報告し、記載したもので、ブラジル国内に広く分布し、またコロンビアにも発生がある。

病徴は葉身の退緑(Chlorosis)からなる特徴あるモザイクで、他のキャッサバのモザイク病とは容易に区別がつくようである。汁液接種、接木伝染は可能であるが、媒介昆虫は分っていない。(Fig 1)

しかしウイルス粒子は15 $\mu$  × 500 $\mu$ のelongated flexuous rodsであることが認められており、また多少の寄主範囲、物理化学的性質なども知られている。

この病害による減収率は10~20%といわれており、防除法は特定のものではなく、罹病株を抜き去り、無病の母茎から苗を仕立てることである。

### 2) Cassava brown streak virus

このウイルス病は、1936年にNicolsによって報告された。アフリカ東海岸の3500ft以下の地帯に発生するという。

葉の病徴は退緑が主体で、時に若い茎のbrown necrosisが特徴である。このnecrosisは肝蔵根にも現われるという。

汁液感染し、キャッサバのほか、寄主としてベチユニア、ダチュラ、ニコチアナ・タバクム、ニコチアナ・グルチノーサなどが知られている。

60m $\mu$ の棒状粒子であることが知られており、媒介昆虫は分っていない。また、2, 3の物理化学的性質も知られているが、この病害は他のウイルスと混合感染している場合が多く、したがって被害の程度はよく分らないという。

アフリカ東海岸のキャッサバ栽培地帯においては最も重要な病害の1つになっている。

### 3) Cassava mosaic virus

この病害は1894年にすでにWalburgによって報告されているという。東、西および中央アフリカとその周辺の島々に分布し、この病害による減収は20%~90%にも及ぶとされている。

病徴は特徴あるモザイク症状を現わし、新葉は退緑部が認められ、葉縁はねじれる。

寄主植物はManihot 属に限られ、媒介昆虫はコナジラミ (white fly) の類であるといわれている。

この病害は、すでに1800年代の後半から記載されているにも拘らず、いまだにウイルス粒子が発見されていない。

その結果、この病害はウイルス粒子が発見されるまで分類を見合わせる方がよからうとの説もある。

最近インドのケララ州から、この病害に類似したものが報告されているが、Cassava mosaic virusと同一かどうかは分らない。(Menon and Raychaudhuri, 1970)。

### 4) Cassava latent virus

このウイルスは、現在おそらく広くブラジル国内のキャッサバに存在していると思われる。病徴を現わさぬ不顕性ウイルスであるため、被害は全く分っていない。

粒子は、280~300m $\mu$ でRobdo virusの1種であると言われている。

### 5) Cassava vein mosaic virus

この病害は、ブラジル国内に点在して広く分布しているといわれる。Kitajima and Costa (1966)は、円型に近い直径50~60m $\mu$ のウイルス粒子を報告している。

葉の病徴は顕著な黄色のvein-bandingあるいはvein-clearingを生じ、モザイク症状を現わす。

接木伝染、汁液伝染が可能で、Datura stramoniumに感染することが知られている。

また、このウイルスの病徴は圃場においてハダニによる障害と類似しており、混同される場合もあると考えられる。また媒介昆虫、被害の様相など未知である。(Fig. 2, 3, 4)

その他のウイルス病に近縁のものとしてWitch's broom diseaseがある。

この病害は1940年代から観察されていたらしい。罹病植物は、萎縮、節間の短縮、そう生、黄化などが認められる。(この病徴はキャッサバが、スリノフスに基だしく加害された時の障害と類似しているという)。

しかし、Costa and Kitajima (1971, 1972)は、罹病植物から、マイコプラズマ様微生物(Mycoplasma-like organism)を発見し、マイコプラズマに基因する病害であると結論した。

ブラジル国内に発生しているキャッサバのウイルス病およびマイコプラズマの病害を表示してみると、下記のようになる。

## Ⅲ. Cassava vein mosaic virus の機械的伝染に関する研究

### 1) 目的

Cassava vein mosaic virusの性質に関しては、前述したような未知な点が甚だ多い。

このウイルスの機械的伝染の研究は、すでにDatura stramoniumに感染するという報告があるが、その感染率は低率であり、Datura stramoniumを使つての生物検定という段階には至っていない。

キャッサバのような木本植物は、生育がおそく、また苗の仕立てにも時間がかかり、また茎葉に損傷を与えると、白い粘液物質を分泌し、実験植物として、極めて取扱いが不便である。

通常、木本植物の場合、感染性のある1年生草本植物を探索し、病原を感染させなければ、ウイルスの精製その他、研究を前進させるために甚だしい支障を来す。

したがって、先ずこのウイルスが感染する、植物を探索し、全身感染植物ならばウイルスの精製から抗血清の作製に、またlocal lesion hostならば生物検定用にと考え、先ずキャッサバからキャッサバへ、次に数種の草本植物を選んで

No.	ウイルス名または病名	媒介者	病原	機械的伝染	粒子の形	備考
1	Cassava common mosaic virus	—	ウイルス	+		
2	Cassava vein mosaic virus	—	ウイルス	+	丸型 50~60m $\mu$	機械的伝染 低率
3	Cassava latent virus	—	ウイルス	?	280~300m $\mu$ Rabdo virus	
4	Witch's broom disease	(+)	マイコプラズマ	—	多様性	マイコプラズマ 媒介者はヨコバイ がいる筈。

汁液接種を行ない、全身感染植物および local lesion host の探索を試みた。

## 2) 接種用植物の調整

接種用キャッサバの健全苗は、CPACの圃場に保存してあるキャッサバ細菌病 (Bacterial blight) に感受性のものと、抵抗性のものと2種類をえらひ各50本ずつ温室において育生した。

また一方、ブラジル大学のスクリーンハウスを使用し、品種不明のものであるが同様に90本育成した。

CPACはガラス室であり、ブラジル大学の方は不透明なプラスチック製屋根のスクリーンハウスであり、苗の状態に大きな差異を生じた。

相当量光線を遮られるスクリーンハウス内の苗は、一般に柔軟で、接種用に適しており、実験には専ら、ブラジル大学で育生した健全苗を使用した。

検定用植物の種子は、大半は日本から持参したものであり、1部、大学で保存してあったものと、ブラジル市内の種苗店で購入した。また特定のものについては、コチア産業組合にお願いしたものもある。

播種は、殺菌土壌を用い、植木鉢は、日本の四寸鉢よりやや小さめのフランネル製素焼鉢を用い、CPACの温室内で行なった。

発芽育生した健全苗は、大学のスクリーンハウス内で、ここでは、アルミ製ポットに移植して使用した。

## 3) 接種源

Cassava vein mosaic virusの接種源としては、ブラジル大学の保存罹病株を用いた。

この株から特に鮮明に病徴を現わしている罹病葉をえらひ、乳鉢で磨砕して、この病汁液を接種源として用いた。

またキャッサバは、一度病葉を採取してしまうと、腋芽の萌芽が極めておそく、病原の補充のために、健全キャッサバ5本に接木伝染を行ない、病原の確保につとめたが、終始病原の不足に悩まされた。

## 4) 病徴の観察

ワグネルポット (1/5000a) に病原保存株の母基を約10cmに切ったもの (Cutting) を植え、温室内において、萌芽、生育させて、新葉の病徴発現の過程を観察した。

供試したCuttingからは、5日乃至7日で萌芽してくるが、新葉にはなんらCassava vein mosaic virusらしき病徴は認められない。萌芽後、約1ヶ月、展開葉が5~6葉になると、最下葉あるいは最古葉の主脈を中心として、黄色のvein-bandingを生ずる。

このvein-bandingは古葉から新葉に (下葉から上葉に) 拡がってゆくわけであるが、一方、vein-bandingを生じたものは、葉身の細脈にvein-clearingが現われ、これも、やがて黄色のvein-bandingに発展し、特徴あるモザイク症状を呈する。

この現象は、時として最下葉ではなく、突然中葉に現われることもある。

またvein-bandingではなく、最初の病徴が葉身の黄

斑からはじまることもある。

病勢の進んだものは、最後に葉面に、甚だしい凹凸を生じ、したがって葉縁も甚だしい波状を呈する。

小葉は、しばしば奇型を呈することがある。しかし、一方では、vein-bandingもvein-clearingもそれ程甚だしくはなく、一見、葉身には、緑色と黄色のmottling状に発展する場合がある。(Fig. 3)

かような病徴の場合は、葉面の凹凸も、また葉縁の波状もそれほど顕著ではなく、小葉の奇型もあまり認められない。

以上、顕著な2種類の病徴を記載したが、Cuttingの育生、接木伝染などで両者を比較検討するには至らなかった。

接木伝染試験の場合も、病徴の発現の傾向は全く同様であるが、台木の下葉や、中葉が落葉したりすることがあるので、Cuttingの時のような正確な観察には適さない。

しかし、共通して言えることは、両者とも順次、頂葉を展開してゆくが、頂葉は常に無病徴であって、病徴は下葉において激しいと言うことができる。(Fig. 4)

これまでの経験から、新葉が無病徴で、老葉に病徴を現わすものにBeet western yellows virusとBeet yellows virusがあった。

通常、ウイルス病に感染すると、植物は最初に新葉に病徴の発現があるが、このCassava vein mosaic virusはBeet yellows mosaic virusなどと同様に、極めて特異な性質のウイルスであるかも知れない。

## 5) キャッサバへの汁液接種

罹病キャッサバの顕著な病徴を示す罹病葉を乳鉢ですりつぶし、その病汁液に、

イ) 病汁液+水道水

ロ) # + 0.01M phosphate buffer + 0.1% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

ハ) # + 0.2%ニコチン水溶液

の3つの調製液を用い、カーボラダム (400メッシュ) を健全キャッサバ苗にふりかけて、ガラス製接種べらを用いて接種した。接種後、洗滌びんを用いて、接種葉を水洗した。

後に検定植物の損傷を少なくするため、カーボラダムかわりにセライト (Celite) を磨砕液に加え、人指ゆびで接種した。

またキャッサバの場合は、ウイルス不活化物質が多いので汁液は0.2%ニコチン水溶液を加えたものに統一し、その他の植物の場合は、磷酸bufferを加えたものに統一した。合計30本の健全苗に接種したが、病徴を現わしたものはなかった。

## 6) 刺針法 (Needle pick method) による

キャッサバへの接種

キャッサバの健全苗各5本を用意し、上記の刺針接種法を試みた。

接種液は0.2%ニコチン水溶液を加えたものを用いた。

先ず健全苗の葉腋3ヶ所に、Cassava vein mosaic virusの磨砕液を2~3滴落とし、滅菌した解剖針で数回汁液を通して組織を刺し傷をつけた。

また一方は、同様に滅菌した解剖刀を用い前記の磨砕汁液



に先端をひたして、健全苗の茎の柔い組織に、縦に細い切傷をつくり、接種を行なった。

しかし、計10本の接種植物で感染が認められたものはなかった。

#### 7) 接木伝染試験、割接法 (Cleft grafting)

割接法を用い接木伝染試験を行なった。罹病キャッサバの先端部を接穂 (Scion) とし健全キャッサバを台木 (Stock) とした。

まず、台木を安全かみそりの刃で水平に切り中央部を約3 cm位切下げ、次に病植物の先端部を切取り、2~3枚の葉を残し、他はとりのぞく。茎の下端の両側を、くさび形に切り、台木の茎の切れ目に挿入した。

その上を毛糸でかるくしばり、接合部にはラノリンを塗布した。

次にポリエチレンの袋に、少量の水を入れよくもんで水分をきり、接穂の上からかぶせて下端を台木の部分でしばった。

約2週間、温室内の日蔭に放置し、活着を待った。

5本中3本が活着し、約1ヶ月後に初期病徴を現わし感染が認められた。

なお、この試験で使用した接穂は病徴を現わしていないものである。

#### 8) 虫媒伝染試験

モモアカアブラムシ (*Myzus persicae*) をつかって虫媒伝染試験を試みた。

供試アブラムシは、ブラジリア大学の温室内の *Datura stramonium* から採集したものである。

まず、これらを健全なダイコン葉にうつし増殖させ、その仔虫を使用した。

9 cmノヤーレに濾紙を敷き、30匹のアブラムシをうつした。

一時間後、同様にノヤーレに入れた罹病キャッサバ上にうつし、一夜吸汁させた。

健全キャッサバに各5匹ずつ、計3本を加害させたが、病徴を現わしたものはなかった。

#### 9) 草本検定植物探索のための接種試験

前述したように *Cassava vein mosaic virus* の研究を進展させるために、一年生草本植物への接種試験を試みた。

キャッサバ以外の草本植物に対する感染の有無は、全身感染、Local lesion host であり、この木本のウイルス病の研究の展開に大きな役割を生ずるものである。

検定植物の選択は、これまでの経験から、種々のウイルスに対して特異な反応を示す、アカザ科のもの、マメ科のもの、その他ナス科のタバコ類、ウリ科などを選んだ。

しかし、これらの種類は決して十分ではなく、更に熱帯性の植物も入れるべきであった。特にアオイ科のものなど、考えられるが、キャッサバと同じ科のタカトウダイ科のものの子が得られず、わずか4種に終わったことは極めて残念である。

前述したように、検定植物の種子は殆んど日本から持参したものである。

播種、育苗も前述したように、CPACの温室と、ブラジリア大学のスクリーンハウス内において行なった。

接種源もブラジリア大学保存の *Cassava vein mosaic virus* の典型的な病株から罹病葉を採取して用いた。

接種に際しては、磨砕液に 0.01 M phosphate buffer + 0.1 M  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  を加えたものに統一し、また400メッシュ、カーボランダムのかわりにセライトを用いた。

接種用カラスベらは用いず、人指ゆひで接種を行なった。

接種後接種葉の水洗もキャッサバの場合と同様である。

接種植物は1回に3~5本使用し、接種は最低3回繰返した。供試植物によっては、さらに接種回数が多いものもある。

接種植物を科別に下記に示す。

#### (I) ナス科植物 Solanaceae

No.	植物名 Name	病徴 Symptom	備考 Remarks
1	<i>Solanum lycopersicum</i> トマト	(-)	
2	<i>Nicotiana tabacum</i> タバコ	(?)	1979, 10, 15, inoc. small necrotic lesion on 17/10 TMV. particle contamination
3	<i>N. glutinosa</i>	(-)	
4	<i>N. rustica</i> マルバタバコ	(-)	
5	<i>Datura stramonium</i> イロバナヨウシュ チョウセンアサガオ	(+)	1979, 10, 15, inoc. necrotic local lesion on 22/10
6	<i>D. tatula</i> ヨウシュチョウセン アサガオ	(-)	
7	<i>D. metel</i> ケヨウシュチョウセン アサガオ	(-)	
8	<i>Petunia hybrida</i> ペチュニア	(-)	
9	<i>Capiscum frutescens</i> ペッパー	(-)	
10	<i>Physalis floridana</i>	(-)	
11	<i>Nycandra physaloides</i>	(-)	

#### (II) タカトウダイ科 Euphorbiaceae

1	<i>Manihot utlissima</i> キャッサバ	(+)	Succ. only graft inoc
2	<i>Euphorbia pruniflora</i>	(?)	
3	<i>E. sp.</i>		wild weed
4	<i>Rhichimus communis</i> トウゴマ	(-)	

#### (III) マメ科 Leguminosae

1	<i>Soja max</i> ダイズ	(-)	
2	<i>Phaseolus vulgaris</i> インゲン	(-)	
3	<i>Vigna sinensis</i> ササゲ	(-)	
4	<i>Trifolium repens</i> シロクローバー	(-)	
5	<i>T. pratense</i> アククローバー	(-)	

註) まめ類はクローバー類を除き、すべて子葉に接種

(IV) ウリ科 Cucurbitaceae

1	Cucumis melo メロン	(-)	
2	C. sativus キュウリ	(-)	
3	Cucurbita moschata ニホンカボチャ	(-)	
4	C. maxima セイヨウカボチャ	(-)	

注) すべて子葉に接種

(V) アカザ科 Chenopodiaceae

1	Chenopodium murale	(+)	1979, 10, 15, inoc. Chlorotic spots & vein clearing on 22/10
2	Ch. amaranticolor	(+)	1979, 10, 15, inoc very small necrotic lesion on 22/10
3	Ch. quinoa	(-)	
4	Beta vulgaris ビート	(-)	

(VI) その他のもの

1	Tetragonia expansa つるな	(-)	
2	Sesamum indicum ごま	(-)	
3	Gomphrena globosa センニチコウ	(-)	

上記のように、キャッサバを除き、8科、20属、30種の植物に汁液接種を行なった。大半の検定植物で病徴を現わしたものはなかったが、1975年10月15日、接種した *Datura stramonium* に7日後 local lesion が現われた。

また *Chenopodium murale* には、同様に7日後 Chlorotic local lesion が発現しさらに vein clearing に発展した。

また、*C. amaranticolor* にも7日後、小斑点が認められている。対照として使った Tobacco rattle virus を接種したものは無病徴であった。

ただし、同時に接種したタバコ (TNN Tobacco) からは TMV が検出され、これらの病徴については再度、検討を要する。

また、*Euphorbia prunifera* には、一度だけ極めて小さい necrotic lesion が認められたが、再度追試が必要であろう。

IV. 論 議

すでに述べたように、Cassava vein mosaic virus は、ブラジル全土に散在して分布しているようであるが、その生態的な情報すら、極めて少ない。

栽培地帯においては、ハダニに加害された障害と極めて類似しているため、相当な混乱を招いているかも知れない。

(Fig. 5, 6)

これと似た現象は、キャッサバのマイコプラズマによる病害である Witche's broom disease の病徴が、スリップ

スに激しく加害された、キャッサバの病徴と極めて類似しているという。

一般に作物のウイルス病では、しばしば、上記のような現象が認められることがある。

一例をあげると、ジャガイモ葉巻病ウイルスの、ジャガイモにおける当代感染の初期病徴は、Aster yellows のマイコプラズマの感染や、*Rhizoctonia*, *Fusarium* などの寄生菌による障害と極めて類似しており、容易に判別し難いことがある。

Cassava vein mosaic とハダニによる障害の差異は、圃場における観察では、ウイルスによるものは、まず新葉に病徴は認められず古葉に顕著な vein-banding が現われている筈である。この病徴は Cassava vein mosaic virus の特筆すべきものである。

ハダニによるものは、Vein-banding の様な病徴はあまり明確ではなく、またむしろ新葉が侵されている場合が多いように思われる。(Fig. 5)

つぎに、病徴とウイルス濃度の関係であるが、タバコモザイクウイルス (TMV) のように喫煙者の指からも容易にトマト、タバコなどに感染し、また100万倍位に稀釈しても依然として活性を保っているものは問題がない。

例えば Alfalfa mosaic virus は、感染後14日位で植物体内のウイルス濃度は最高に達し、その後急速に低下し、病徴の一番激しい時には殆んどゼロに等しいとの報告がある。

今回の Cassava vein mosaic virus の実験では、病徴の明確なものを接種源として使用したが、多少疑問が持たれるところである。

接木伝染試験の場合、頂部の無病徴の部分に接穂につかひ、よく感染がおきている。

このウイルスの場合、病徴とウイルス濃度の関係を一度検討すべきであった。

特に、このウイルスの場合、病徴は新葉には現われず、古葉に発現する点を再度考慮に入れなければならない。

つぎに苗の問題であるが、終始実験には、Cutting を使用したわけであるが、ウイルスの感染、植物体内の移行、病徴の発現などを考えると少なからず疑問がわく。

この点、検定植物には、実生苗を使用すべきであると考えられる。

種子は入手困難な点もあるが、十分な用意をととのえて実生苗に切りかえ、接木試験以外、Cutting はさけるべきである。

接穂源の問題であるが、キャッサバは、茎葉から白い粘液を分泌し、磨砕汁液中で、ウイルスを不活化しないかとの疑問である。

他のウイルスとは同様にせず、少なくとも3000RPM、10分位の遠沈で落したものを原液として使用すべきであった。

今回の接種試験の結果の悪さは、上記の実生苗、および搾汁液の問題などと大いに関係がありそうである。

また、検定植物には、熱帯性のタカトウダイ科のものを多数使用すべきであった。

ブラジルの場合、パラゴムノキをはじめ、数多くの野性種があるように思われる。

また、ウイルス病研究の設備のことに多少言及すれば、まず、熱帯であるから遮光のきく、スクリーンハウスが望ましいと思われる。限りなく予算をつかえば別であろうが、ブラジリア程度の気温であるならば、むしろ、ガラス室にクーラーを入れたものよりも、余程、効率がよい。

ポットの殺菌設備もある方が望ましい。コホ殺菌器で使用するポットは、洗滌し滅菌することが望ましい。

温室で使用する土のことであるが、多少、ふ植を入れ、専用土壌をつくるのが望ましい。

作物の輪作体系のように、土を三段階にわけ、今年実験材料と一緒に捨てたものは、3年目位に使用するようにすれば、TMVのような強いウイルスでも不活化してしまうし、実験作物の生育もよいと思われる。

セラードの土は、比較的ネマトーダが多く、時に供試植物に Tobacco rattle virus が感染し、大きな問題を提起している。

## V, 摘 要

1) Cassava vein mosaic virus に関して、キャッサバおよび8科, 20属, 30種の植物に汁液接種を試みた。

2) Cassava に接木伝染試験を行なったところ、5本中3本が活着し、約1ヶ月後に初期病徴を現わした。

3) 罹病キャッサバの母茎からのCuttingをポットに植え温室内で病徴発現の観察を行なったところ、このウイルスは一般のウイルスとは異り、老葉から病徴の発現をみる特異なウイルスであることが分った。

4) 接種植物中 Datura stramonium, Chenopodium amaranticolor, Ch. murale に病徴のみられたものがあったが更に検討を要する。

5) Cassava vein mosaic virus の濃度と病徴との関係は最初に検討しておく必要がある。

6) 木木の Cassava vein mosaic virus が容易に感染する草本および local lesion host は発見できなかったが、目下キャッサバの罹病案からウイルスの純化、精製をつづけている。

## 参考文献

- 1, Bawden, F. C. (1950). Plant viruses and virus diseases PP. 335, Waltham M. A. USA
- 2, 福士貞吉 (1952) 植物ウイルス, PP, 286, 朝倉書店, 東京
- 3, 小室康雄 (1969) 野菜のウイルス病, PP, 110 日本植物防疫協会, 東京
- 4, Lozano, T. C. & R. H. Booth (1974). Disease of Cassava, PANS20:30-54
- 5, Marathe, H & J. A. Meyer (1978), Disease of Tropical Food Crops, 141-150 Proceedings of International Symposium U. C. L. Louvain-La-Neuve, Belgium.
- 6, Smith, K. M. (1972), The Textbook of Plant virus diseases, PP, 684, Longman, London.

7, 渡辺竜雄 (1977), 熱帯の果樹と作物の病害, PP. 308 養賢堂, 東京

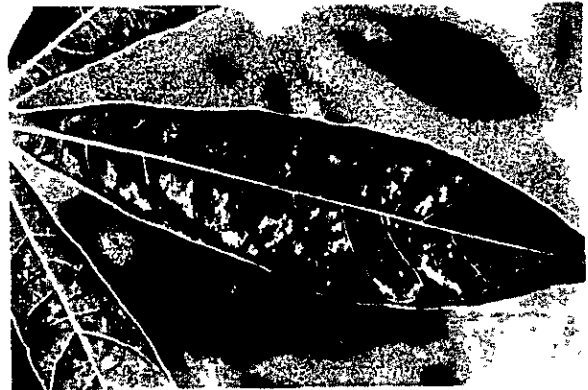


Fig. 1 Cassava common mosaic virus の病徴



Fig. 2. Cassava vein mosaic virus の典型的病徴



Fig. 3. Cassava vein mosaic virus のもう一つの type の病徴



Fig. 4. 病徴は古葉に現われ新葉は無病徴



Fig. 5. ハダニによる障害



Fig. 6. ハダニによる障害

## I 病害調査

前述したように、ブラジルは広大な国なので、病害調査と称しても日本の場合とはやや趣を異にする。

一例をあげれば、陸稲の病害調査を行うには、マツグロン州が適地であり先ずブラジルからJET機で一時間余り、州都クイアバまで飛び、その先は車で300km内外現地に入らなければならない。

ブラジルからは、概ね作物の栽培地は、遠隔地が多く、郵送された試料は腐敗している場合が多い。したがって自分で現地におもむき、調査および試料の採集ということになる。

熱帯で気温が高いから、寄生菌の場合は、新聞紙、週刊紙に狭んで腊葉を作りあげるが、ウイルス病となると極めて困難である。

病原ウイルスの簡易同定法には、血清試験、電子顕微鏡によるDip法などがあるが、これには罹病案の生葉が必要である。

先ず採集した生葉をビニール袋に入れ、アイスボックスに格納する。朝晩ホアルで氷の交換を行っても、5日位が限度のように思われる。

1980年1月より2、3調査旅行に出る機会に恵まれたので、その結果のみを報告する。

### 1) トマトウイルス病の調査

1980年1月2日から約1週間、サンパウロ・パラナ両州の州境のトマト栽培地においてウイルス病の調査を行った。

前述したように、ブラジルにおけるトマトのウイルス病は、日本に発生しているものと基だしく異っており、被害の順位のべると、Tomato spotted wilt, Yウイルスのトウガラシ系統、ジャガイモ葉巻病のマイルド系統、Beet curly topの一系統で、日本では被害の90%以上を占めるタバコモザイクウイルス (TMV) は問題にならねと言われている。

この地域での調査では、Tomato spotted wiltが目につき、その他の病害は、特に問題になるほどのことはなかった。ただし年により、Tomato spotted wiltは30%以上も発生することがあり、場所によっては100%に及ぶこともあるという。これらの状態では補植で対応する以外、手段はないという。

一ヶ所、約5ha、大半がTMVに侵されている畑があった。TMVの系統は不明であるが、数年にわたる連作畑とのことであった。

### 2) ジャガイモウイルス病の調査

1980年4月21日から、サンタカタリナ州、カノイナス市を中心に、ジャガイモのウイルス病の調査を行なった。この地域は特に日系人による種子馬鈴薯の生産の盛んなところである。品種はオランダのピンジが大部分で、ドイツ種のデルタが少々ある。

経済的に重要なのは、日本と同様ジャガイモ葉巻病ウイルスであり、当代感染の病徴に関心がなかったことは問題であった。

また、まだこの国には種子薯採取体系が整っておらず、輸入種子薯による国内生産をはかっている。

さらに問題な点は、前者のトマトと同様、栽培自体が投機性を帯びていることである。樹林を持った丘陵をつぎつぎに開墾し、2〜3作栽培すると、次に移ってゆく。当れば大臣、さもなくば乞食との言われがあるようである。農業であるから豊作貧乏だつてあるらしい。この栽培状況では防除体系などの確立は難しい。細菌病の青枯病が未だに問題になっており、また1作に殺菌剤、殺虫剤、各30回の散布を行うという。日本の数倍から10倍近い回数である。

先ず栽培体制を確立し、しかる後に採種体系を考慮する必

要があるであろう。

### 3) ウリ科作物のウイルス病の調査

1980年5月10日、ブラジリアを立ち、サンパウロ泊、翌朝プロペラ機で約2時間、マツトグロソ州に近いプレジデンテ・ブルデンテ着。さらに90km奥のプレジデンテ・ベンセスラウに行き、メロン、カボチャなどウリ科作物のウイルス病の調査を行なった。

栽培されているメロンは黄色のスペインメロン約100ha、全株モザイク症状を現わしていた。カボチャは約20ha、帰途バストスではスイカの畑を調査し、また約2haのメロン畑がモザイク病で全滅しているのをみた。

ブラジリア大学において、*Squash mosaic virus*, *Cucumber mosaic virus*, *Cucumber green mottle mosaic virus*, *Tobacco necrosis virus*, *Cucumber necrosis virus*, *Water-melon virus 1*, *Bean yellow mosaic virus*, *Tobacco mosaic virus*の抗血清を用い、試験を行なった結果、これらのモザイク症状の大部分は*Water-melon virus 1 (WMV-1)*であり、ブラノルでは極めて少いか、あるいはないとされていた*Cucumber mosaic virus (CMV)*がかなり高い頻度で、発生していることが分った。

この結果は、すでに、6月に開催された野菜学会において報告した(XX Congresso Brasileiro de Olericultura 16a 22 de Julho de 1980 Brasilia, D. F. P. 144)。

## II 追記

さきに、*Cassava vein mosaic virus*の研究の項で、ウイルスの純化、精製を続行中である旨のべてあるが、任期中には成功しなかったが、先日、協同研究者のLin教授から一通の手紙を貰った。

罹病葉からの純化がうまくいったので、原稿を送るから検討してほしいとのことである。できればアメリカの雑誌 *Phytopathology* に投稿したいとのことであった。

純化が成功すれば、次は抗血清の作製が可能になろう。そうすれば、*Cassava vein mosaic virus*の罹病株と、ハダニによる障害株との診断が極めて簡単に行なえる筈である。

初期の計画を達成するのに、現在やっと緒についた感じである。

すでに任期は終って帰国してしまったが、仕事の上の交流はまた当分続きそうである。

# 3-1 セラード地帯における *Elasmopalpus lignosellus* の生態と防除に関する研究

岸野 賢一 (昆虫)

緒 言	3. 配偶行動
研究 虫	4 考 察
I 形態的特徴	V 加害生態と被害
1 卵	1. 幼虫の摂食習性
2 幼 虫	2. 寄主植物
3. 蛹	3. 被 害
4 成 虫	4 稲の播種期と被害との関係
5 考 察	5. 考 察
II 飼育法の確立	VI ブラジルにおける生活環
1 採卵法と卵の管理	1. 環境条件の特殊性と年間の発生状況
2 幼虫飼育法	2 1世代の長さ年発生回数との推定
3. 蛹の管理	3. 越冬と休眠現象
4 人工飼料による飼育法	4 野生地における生活環の推定
5 大量飼育法	5. セラードにおける生活環の解析
6 考 察	6. 考 察
III 発育生態	VII 防 除 法
1 卵, 幼虫, 蛹の発育に及ぼす温度の影響	1. 耕種的防除法
2. 幼虫発育に及ぼす光周期の影響	2. 薬剤防除法
3. 幼虫発育に及ぼす飼料の影響	3. 考 察
4 考 察	総合考察
IV 産卵生態	摘 要
1. 産卵習性	引用文献
2. 成虫の寿命	写 真

## 緒 言

*Elasmopalpus lignosellus*は、南北アメリカ大陸に生息し、ブラジルでは、稲、砂糖きび、小麦、玉蜀黍、大豆、フェジョン豆、落花生などを加害する重要害虫の一種として知られている。本種は、北米南部では落花生や玉蜀黍の、中米では砂糖きびの重要害虫である。

ブラジルにおいて、陸稲を栽培する場合、開墾当初の加害が著しいといわれてきた。セラード地帯の開墾に当たり、初年目の作付けとして、陸稲が推奨されてきたが、本種の加害が著しく、早急な対策をせまられている。

陸稲における本種の加害は、幼苗期の立ち枯れ、生育中期では、芯枯れ現象として現われ、加害の著しい場合には、再播種をせまられたり、収量の半減することが、しばしば起こるといわれている。

本種の生態については、北米で、古くから研究が進められてきた。ブラジルでは、サンパウロ、リオ・グランデ・ド・スール州で、古くから加害が問題となり、研究が進められてきたが、セラード地帯における研究は、極めて少なく、発生や生態についても、不明の点が多く、発生の予察や的確な防除法も、未だ確立しているとはいえない。

このようなことから、本種の生態を解明し、発生予察法の確立をはかるとともに、防除法を確立しようとして、研究を開始した。

この研究は、1978年2月から、1980年8月までの、2年6カ月間、ブラジルのセラード中央農牧研究所(EMBRAPA, CPAC)において、国際協力事業団(JICA)の昆虫研究担当専門家として、実施したものである。

研究は、ようやく緒についたばかりで、期待される成果が得られる段階には、至っていないが、一応、得られた成果を取纏めて報告することにした。

本報告の内容は、はじめに、既往の研究成果を通覧し、種の識別のための形態の特徴を簡単に説明し、次で、発育や産卵生態、加害生態と被害について述べた。これらの結果から、ブラジリアにおける生活環の成立過程を解析し、防除法について考察した。

この研究の実施に当たっては、CPAC 所長 Dr. E. Wagner, 次長 Dr. W. J. Goedert, Dr. D. Marchetti を始めとする CPAC 関係各位から、多くの協力と援助を受けた。ここに深謝の意を表す。また、実験、調査は、P. A. Teixeira, A. H. Barbosa の献身的な協力によって遂行されたものであることを特記して感謝の意を表す。なお、各種の文献については、熱帯農研、杉本握技官 (IAPAR, Londrina) から便宜を与えられた。人工飼料については農技研・釜野静也博士から教示を受けた。併せて深謝の意を表す。

## 研究史

学名 本種は 1848 年、Zeller によって同定されたものであるが、最初は、*Pempelia lignosella* として記載された。次で、1852 年 Blanchard は、新たに *Elasmopalpus* 属を創設し、本属に所属させ、*E. angustellus* として再記載した。その後、Hulst (1890) によって、現在の種名 *Elasmopalpus lignosellus* が記載されるまでの間、かなりの変遷を経ている。学名の変遷を示すと次のようになる。

*Pempelia lignosella* ZELLER 1848  
*Elasmopalpus angustellus* BRANCHARD 1852  
*Pempelia lignosella tarella* ZELLER 1872  
*Pempelia lignosella incautella* ZELLER 1872  
*Pasvpyga carbonella* HULST 1888  
*Elasmopalpus lignosellus* (ZELLER) HULST 1890

分布 — 北米から南米にかけて分布している。北米では北マサチューセッツ州から、大西洋沿岸、メキシコ湾沿岸諸州を経て、太平洋沿岸のカリフォルニア州南部に拡がっており (Luginbill, Ainslie 1917)、北米合衆国のほぼ南半分に対応する地域である。

中米では、メキシコ (Box, 1953)、西インド諸島 (Plank, 1928, Fremak, 1947; Wolcott, 1948; Box, 1953; Heinrich, 1956; Benard, 1958; Pearson, 1958) ニカラグア (Box, 1958) に、南米では、ブラジル (Zeller, 1848; Hambleton Forbes, 1935; Sauer, 1939) ベネズエラ (Hulst, 1890; Amsel, 1954; Kern, 1956)、コロンビア (Zeller, 1972)、ギアナ (Box, 1953)、ウルグアイ (Zeller, 1848, 1872)、ペルー (Box, 1953) チリー (Zeller, 1874)、アルゼンチン (Zeller, 1848; Berg, 1875; Box, 1953) などである。

アジア、アフリカ、ヨーロッパなどからの発生記録は見当たらないから、分布は、南北両アメリカ大陸に限られるようである。

生態 — 1848 年に Zeller によって記載されてから、発生記録や学名の変遷を経たのち、北米で、Riley (1882) が玉蜀黍の被害について、Chittenden (1903) が Cawpea の被害について報告している。その後引続いて、大豆や玉蜀黍

などの被害や発生生態に関する報告が出されている (Titus-Pratt, 1904; Forbles, 1905; Webster, 1906; Howard, 1906; Smith, 1910; Luginbill, 1915)。

1917 年 Luginbill・Ainslie (1917) は既往の研究結果を整理するとともに、形態、生態に関するかなり詳細な報告を行っている。この報告によれば、この頃、北米では、かなりの作物の被害があったようである。その後しばらくの間北米ではあまり研究が進められなかったようである (Isely, 1944) が、第 2 次大戦後は、砂糖きびの加害 (Ingram, 1951) が報告され、1960 年に入ると、落花生の被害や防除 (Walton et al, 1964; Leuch, 1967)、天敵 (Leuck-Dupree, 1965)、抵抗性品種の選定 (Leuck et al, 1967)、生活史 (Dupree, 1965)、配偶行動 (Stone, 1968)、人工飼料による飼育法 (Stone, 1968) など、各種の研究が進められている。最近では、行動観察 (Holloway et al, 1975) や性フェロモン (Payne, 1975)、人工飼育法 (Chalfant, 1975)、光周反応 (Holloway・Smith, 1976)、栽培法と被害との関係 (All・Gallaker, 1977) や密度推定法 (Jones・Bass, 1979) などの研究が進められている。

加害植物に関しては、Luginbill Ainslie (1917) が玉蜀黍、カウビー他 13 種の加害植物をあげており、Reynold et al (1959) はカリフォルニアにおいて、9 種の作物と 7 種の野生植物を加害することを、King (1961) は、44 種の植物に寄生しているとし、Stone (1968) は、これに 18 種を加えて、豆科、禾本科の他 14 科の植物を加害すると報告している。このように雑食性で、非常に多くの植物を加害することが知られている。

薬剤防除 — 第 2 次大戦後、有機合成農薬の登場とともに北米では、各種の剤型について防除試験が行われている。最初は、DDT, BHC, Demethon, Meta-systox, Schradan, Chlordane, Toxaphene などが試験されており、(Kelsheimer 1955, Arthur, Arant 1956, Reynold et al 1957), Clordene, BHC の効果を認めている。

次で、Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptachlor などの有機塩素系薬剤が登場してくるわけで、これら薬剤の効果が認められている (Reynolds et al 1959)。

その後も、各種の作物について、薬剤防除試験が続けられ、Furadan, Diazinon などの効果を認めている (Henderson et al 1973)。しかし、これらの薬剤は、現在では、急性毒性や残留毒性のために、我が国では、使用禁止されているものが大部分である。

中南米諸国における発生 — 以上は、主として北米における研究について論じたが、本種は中南米諸国でも、各種の作物を加害し大きな問題を引き起こしている。西インド諸島では、砂糖きびの被害が問題となっている。Cuba では早くから被害が現われていたようであるが (Plank 1928)、Jamaica では 1959 年以降に問題となっている。(Bennett, 1962)。

ブラジルにおける研究 — Zeller (1948) によって発生が記録されているが、その後はそれほど問題とはならなかったようである。作物の被害が問題となり始めたのは 1930 年代で (Hamilton・Forbes 1935; Sauer 1939) 稈、棉、

玉蜀黍などの被害が報告されている。Sauer (1939) は、発生経過、寄主植物、生態防除について詳しく報告している。次いで、生態についてMonte (1942)の報告がある。第2次大戦後は産卵 (Costa, 1958; Elias, 1967), 発育生態 (Fehn・Monte, 1959; Elias, 1967; Berteles, 1956, 1970), 被害, (Fehn・Monte, 1959; Mariconi, 1963; Elias, 1967)に関する報告があるが、これらの報告は野外観察を主体にしたもので、実験的なものは少ない。

防除については、耕種的防除法 (Corseuil・Terhost, 1965; Fehne・Monte, 1959; Berteles, 1970 a) に関する報告と、薬剤防除法に関しては、種子粉衣 (Souza・Ramiro 1971; Berteles 1970 b) や殺虫剤の播溝散布 (Fontes, 1961; Elias et al., 1961; Giannotti et al 1965; Elias, 1967; Vernalha et al., 1968; Gallo et al., 1970), 播種後の殺虫剤散布 (Fontes, 1961; Mariconi, 1963; Colseuil・Terhost, 1965; Fontes, 1965; Elias, 1967; Giannotti, 1971) などの報告がみられる。ブラジルで試験に使用された薬剤も、すでに残留毒性や急性毒性のために、我が国では、使用禁止となったものが多い。

## I 形態的特徴

本種の形態的特徴については、北米ではLuginbill・Ainslie (1917), ブラジルではSauer (1939) が詳しく記載しているので、ここでは、種或は令を確認する上に必要

な主要な特徴を記載するにとどめる。

### 1 卵

卵は卵形をしており、やや扁平、長径0.6~0.65mm、短径0.4~0.45mmで、ふ化直後は黄白色であるが、1日経過すると桃色となり、日時の経過とともに鮮紅色に変わる。ふ化直前になると、外卵殻を通して、内部の幼胚が透視できる。幼胚の腹部は鮮紅色の縞模様を示し、頭部及び硬皮板は褐色~黒褐色である。外卵殻には、表面に浅い凹みのある六角形の模様があり、金属光沢を持つ真珠色である。

(写真参照)

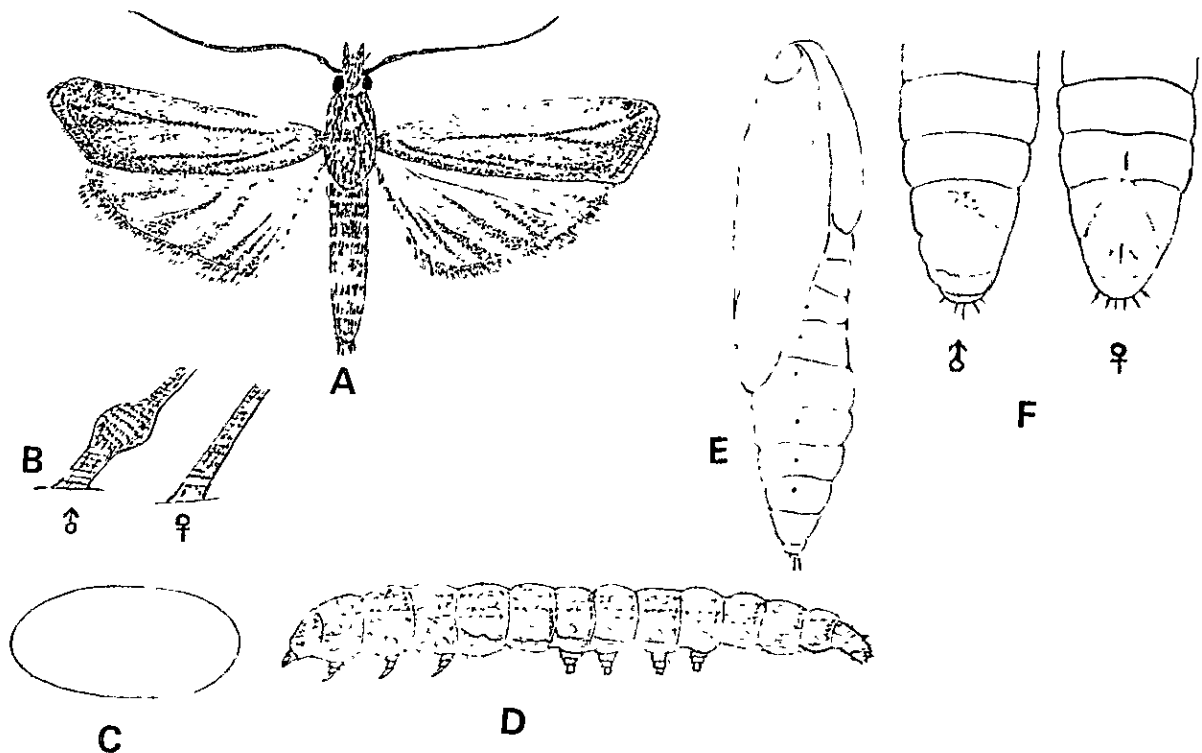
### 2 幼虫

第1令幼虫：体長1.6mm、体幅0.2mm、頭部は黒褐色で、前胸硬皮板は淡褐色、胸部及び腹部の各環節の前半部は淡黄白色、後半部は深紅色で、鮮かな縞模様を示す。口器の巾は約0.2mmで、黒褐色。胸、腹部の縦線は認められない

(写真参照)

第2令幼虫：体長2.5~3mm、体幅0.3mm前後で、頭部は褐色、前胸硬皮板は淡褐色、腹部、腹部の各環節に認められる縞模様は鮮紅色から、桃色に変化する。口器は茶褐色でわずかに2分裂する。

第3令幼虫：体長7~8mm、体幅0.5~0.8mm、頭部は褐色で、前胸硬皮板は黒褐色、胸部、腹部の各環節に認められる縞模様は、赤褐色に変化する。口器は褐色で、2分裂が認められるようになる。胸、腹部の縦線が明瞭に現われ来るが、横縞模様は認められる。



第1図 *Elasmopalpus lignosellus*の形態的特徴  
A:成虫, B:成虫の触角, C:卵, D:幼虫, E:蛹, F:蛹の性的特徴



第4令幼虫：体長12～14mm，体幅10mm前後で，全体的に暗紫褐色を帯びてくる。頭部は暗褐色となり，口器及び胸部硬皮板も暗色を増す。胸，腹部にみられた横縞模様のみられなくなり，縦線が明瞭に認められる。

第5令幼虫：体長15～18mm，体幅1.5～2.0mmで，全体的に暗紫褐色で，4令よりも暗色を増す。発育が進むに従って，縦線にみられる黄白色部分は淡青色に変化する。口器及び胸部硬皮板は黒褐色となる。蛹化直前になると，体長は短縮し，丸みを帯びてくる。体色は淡青色に変化する。

(写真参照)

令期による口器の変化：5令を経過して蛹化する条件下で調査した令期による口器の変化を示すと第1表のとおりである。

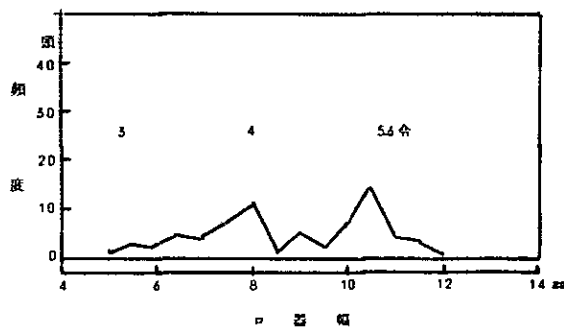
この表をみると，令期による口器幅の重複はみられず，口器によって令期の判定が可能である。

第1表 幼虫の令別口器幅

令 期	口 器 幅
1	0.2 mm
2	3.0 ～ 3.5
3	5.0 ～ 5.5
4	7.5 ～ 8.5
5	10.0 ～ 11.0

次に冬期に野外から採集した幼虫の口器幅を示したものが第2図である。

1～2令幼虫は，採集が難かしく，3令以上の幼虫が主体である。



第2図 野外採集虫の口器幅の頻度分布

この調査は冬期に行ったもので，6令経過虫と5令経過虫が混在していたものと考えられる。4令虫の判定は可能とみられるが，5，6令虫の判定は困難のようである。

### 3. 蛹

体長8mm，体幅2mm前後で，蛹化直後は淡緑色，1日経過すると光沢のある黄褐色に変化する。蛹化直前には，黒色を帯びてくる。腹部背面には赤褐色の点刻を配し，気門は楕円形で明瞭，末端節はわずかに隆起し，末端はコブ状で，6対の刺毛が並ぶ。性的特徴は第1図に示すとおりである。

### 4 成 虫

翅の開張，20mm前後の小蛾で，全体黒～黒褐色及至は灰褐色である。色彩の性的，個体的変異が大きい。雌は全体に黒～黒褐色で，雄は茶～灰褐色である。小 (Maxillary palpi) は雄で長く，雌で短い。この特徴は性別判別に利用できる。口器は吸管型 (Siphoning type) で長い。複眼は暗褐色で大きい。触角は暗褐色で，雌では細長く単純，雄も細長い，基部が膨張し，房状の鱗粉がある。触角も性別判定に役立つ。胸部は黒色～灰褐色。脚は黒～灰褐色で各脚の附節の各節に白色帯がある。

前翅は細長く，8～9mm，末端縁は斜めで，後縁は波状をしている。後翅は白色で，透明に近い。外縁は淡青色。

腹部は暗灰色であるが各腹節に黄褐色帯がある。腹部末端は黄褐色。

### 5. 考 察

本種の形態については，Luginbil, Ainslie (1917) の詳細な報告があるので，ここでは簡単に種や性を識別する上での特徴のみを記載した。フランスでは，Sauer (1939) がかなり詳しい記載を行っている。

種の最も特徴的な形態は，卵では鮮紅色に着色することであり，1～2令幼虫では，鮮紅色～桃色の横縞模様である。成虫では，小鱗蛾であろう。近縁種との区別については，原記載によらねばならない。

## II 飼育法の確立

研究対象昆虫の飼育法を確立することは，研究を進めるうえでの前提条件である。そこで各種の飼育管理法について検討した。今後，改善を要する点は多く残されているが，一応目的とする飼育管理法を確立することができた。

### 1. 採卵方法と卵の管理

野外から採集，或は飼育によって得られた成虫を，内径8cm，高さ14cmのプラスチック円筒に収容し，10倍に稀釈した蜂蜜を給餌して，産卵させた。円筒の上部は，テロンゴースで覆い，中心に，成虫を入れる穴を設け綿栓をした。円筒の内部には，紙ナブキを入れ，産卵数を調査した。その結果を示すと第2表のとおりである。

第2表 材料による産卵のちがい (1)

産卵日	綿栓	紙		
		A	B	C
第1日	66	2	5	52
2	147	0	2	18
3	91	0	1	14
4	84	1	1	11
合計	388	3	9	95

注) 1区10対，3区合計値

産卵材料Aは白色紙ナブキ

Bは桃色 "

Cは " " (凹凸あり)

第2表をみると，産卵は成虫投入用の穴の綿栓に多く，紙

ナブキンには少ない。紙ナブキンのうちで、多く産卵した材料は、表面が凹凸に加工されたものである。

次に、パーミキュライトを用いて、産卵状況を調査した結果を示すと第3表のとおりである。

卵は、底部に敷いたパーミキュライトよりも上部の成虫投入口の綿栓に多く産まれている。給餌用の蜂蜜を浸ませた脱脂綿にも、わずかに産まれている。

第3表 材料による産卵のちがい(2)

材 料	産 卵 数	割 合
綿 栓	442	100
パーミキュライト	187	42.3
綿 (蜂 蜜)	14	0.3

その他、各種の方法についても検討したが、何れも綿栓に多く産まれた。

綿栓には脱脂綿を用いてもよく産卵されるが、吸湿するとふ化幼虫の脱出が困難で、死亡するものが多かった。

卵は、産卵当日は乳白色で、綿との区別がつけにくい。1日経過すると、桃色～紅色に変化するから、ピンセットを用いて、卵の附近の綿を引っ張って、卵とともに、シャーレ内に移す。卵はふ化するまで、シャーレで管理する。この場合かなりの乾燥に耐えるから、そのまま、室内に放置してもよい。但し、ふ化した幼虫は、乾燥がはげしいと脱出する事が多い。

## 2. 幼虫飼育法

個体飼育法：発育調査のために開発した飼育法で、1.2cm×6cmの管びんに、約1cm程度に生育した稲の幼苗を入れ、その中にふ化直後の幼虫を毛筆を用いて移し、綿栓をする。10本を束ねて一群とし、水を張ったデシケーターに收容する。餌は、28℃下では、最初は3～4日後に、その後は生育に応じて、2～3日おき、或は1日おきに補給したり交換してやる。

飼料としては、主として稲を用いてきたが、小麦を用いてもよい。稲に比べて小麦の方が生育が早い傾向を持つ。しかし、小麦はくもの巣かび菌の繁殖が早く、予め殺菌剤での消毒が必要である。

集合飼育法：目的に応じて、各種のサイズのびんを用いることができるが、ここでは、内径3cm、高さ9cmの小型びんを用いる方法について述べる。

1) 飼料の準備：浸種した種籾が芽を出し始めた時期に使用するびんに移し、芽が1cm程度に伸長するまで、温室で生長させる。乾燥させると、芽や根の伸長が停止する。芽が1cm程度に伸長した所でパーミキュライトを入れ、その上にふ化幼虫を小筆を用いて移す。びんの蓋には直径1cm程度の穴をあけ、綿栓をする。8～10日後に、幼虫を取出し、新しく用意した飼料に移しかえる。この時期の幼虫は25℃下では、ほぼ3～4令に達している。ふ化15日後頃に再度、移しかえを行なう。この時期は、25℃下では、蛹化直前であるから、幼虫の取扱には十分注意する。管けんしている個体は、そのまま移しかえる。稲のかわりに小麦を用いてもよい。稲よりも小麦の場合の方が歩留の高いことが多い。

## 4. 蛹の管理

個体飼育では、翅の十分な伸長をはかるため、羽化直前に試験管に管びごと移して、羽化させる。

集団飼育では、2～3回目に移しかえたびんを、そのまま用いて、羽化させる。

## 5. 人工飼料による飼育法

合成人工飼料を用いる方法についてStone(1968)、Chalfant(1975)の報告がみられる。Chalfantの方法を多少改変して、飼料を製し、オートクレーブ、120℃下で20分間殺菌した後、30ml容三角フラスコに分注する。冷却後、ふ化幼虫を投入し、綿栓する。28℃下で飼育すると約1ヵ月後から蛹化し始め40日前後に羽化してきた。羽化した成虫は妊性を持っていた。しかし、幼虫発育期間は、稲の芽出し苗を用いた場合に比べて非常に遅く、飼料の改善を必要とする。

飼料の組成は第4表のとおりである。

第4表 人工飼料の組成

材 料	数 量
Rice germ powder	50 gr
Wheat germ powder	50
Yeast (EBIOS)	50
Linoleic acid	0.3
Ascorbic acid	0.4
Vitamin mixture *	0.05
Dehydro acetic acid	0.1
Sorbic acid	0.1
Aureomycin	0.05
Agar	2
Water	75 ml

\* Vanderzant's Fortification Mixture  
を多少改変した。

## 6. 大量飼育法

集団飼育法を応用して、大形びんを用いて飼育する事により、1びん当たり30頭の飼育は可能と考えられる。飼料としては、稲の芽出し苗が好適と考えられる。また、人工合成飼料を用いる半無菌条件下での飼育によって、大量飼育は可能と考えられる。

## 7. 考 察

稲や麦の芽出し苗を用いる。個体飼育法は完成したものと考えられるが、集団、大量飼育法については、なお多くの改善を要する点が残されている。第1は、成虫化率が低いことである。本種では共食い現象が認められ、発育の遅れた個体が他個体によって食われた死骸をよくみかける。このことも死亡率を高める原因の一つと考えられる。また、幼苗を用いる集団飼育では、幼虫期に、1～2回の飼料交換を必要とするが、幼虫は孔道内に居り、外部から、幼虫の存在場所の確認が困難であり、蛹は粗けん内に居る。このような生態的性質のために、物理的な死亡を引き起こす場合がかなりある。このことも死亡率を高める原因の一つである。簡単に飼料が交換できる方法の考察が必要である。

人工合成飼料について各種の飼料を試みたが、発育を、芽出し苗と同程度に早めることができなかつた。発育を促進させる物質の添加を検討する問題が残された。人工合成飼料によって、一応成虫までの飼育は可能となったものの、妊性、継代飼育についての検討が残された。また、半無菌的飼育による大量飼育の方法についても検討する必要がある。

### Ⅲ 発育生態

生活環を解析する上で、重要な事柄の一つは、発育に関する一般的性質を明らかにすることである。そこで、各発育態の、発育の特徴や、休眠の存否などについて実験を行った。

#### 供試材料及び一般的実験方法

特記する他は、次の方法によって実験を行った。

供試材料：ブラジリヤのCPAC ジャッパーダ園場より採集した成虫の、産下卵及びそのふ化幼虫、蛹、その後世代を用いた。

卵期間調査：自然条件下で、前夜から産卵させた卵を、シャーレ上に移し、午前10時から所定の温度に加温し、次の日の午前10時までを1日とし、ふ化までの日数を計算した。

幼虫期間調査：自然条件下で産卵-ふ化させた幼虫を用い、第Ⅱ章に示した個体飼育法に従って、稲を餌料として飼育し、各令期間を調査した。用いた稲の品種はIAC25号である。

ふ化から羽化までの期間：自然条件下で産卵、ふ化させた幼虫を用い、第Ⅱ章に示した集団飼育法に従って飼育し、羽化までの期間を調査した。

蛹期間調査：前記の幼虫期間の調査に引続き、所定温度下で、羽化までの期間を調査した。蛹の管理は第Ⅱ章に示したとおりである。

日長時間の調整：定温器上部に取付けた10W昼光色蛍光灯に、24時間タイムスイッチを連動させ、所定の照明時間を与えた。日長時間の周期はすべて、24時間である。そして一般的飼育は16時間照明、8時間暗黒(16L:8D)とした。

#### 1 卵、幼虫・蛹の発育と温度との関係

##### (1) 卵期間

1979年11月及び1980年5月下旬に、野外より採集した成虫の、産下卵を用い、20、25、28、30℃下及び自然条件下で、ふ化するまでの期間を調査した。結果は第5、6表のとおりである。

第5表をみると、ふ化率は20℃でやや低下している他は

第5表 卵の発育と温度との関係(1979)

温度	供試卵数	ふ化率	卵期間
20℃	229卵	88.6	9.1日
25	214	98.6	4.0
28	110	98.2	3.0
33	120	95.8	2.0
自然	202	97.0	4.0

注) 自然条件下の調査は1979年11月に実施した

第6表 自然条件下における卵期間(1980)

産卵時期	ふ化月日	卵期間
11月27日	6月1日	5
28	2	5
29	3	5
30	4	5
31	5	5
6月3日	6	5
4	9	5
5	10~11	5~6

高く、卵期間は低温で長く、高温で短い。

第6表は大部分の卵がふ化した日数を示したもので、冬期では5日となった。第5表に示した1979年の夏期では所要日数は4日で、1日速い。

##### (2) 幼虫期間

1979年11月と1980年5月の2回実験を行なった。自然条件下でふ化した幼虫を個体飼育し、脱皮数と頭幅の大きさから令期を判定し、令期間を調査した。中途死亡虫は計算から除外した。結果を示すと第7、8表のとおりである。

第7表は1979年の実験結果を示したもので20℃ではすべてが6令を経過して蛹化し、25℃では20%の6令を経過して蛹化する個体が出現しているが、28℃ではすべてが5令を経過して蛹化している。5令経過虫と6令経過虫では最終令の長さがやや異なっている他は、それほど大きな違いはみられない。幼虫期間も低温で遅く、高温で速い。

第7表 幼虫期間と温度との関係(1979)

温度	供試虫数	蛹化率	経過令数	平均令別期間(日)						幼虫期間	6令虫出現率
				1	2	3	4	5	6		
20℃	30頭	36.7%	6令	5.9	4.3	5.2	4.7	5.3	12.2	37.4日	100%
25	30	43.3	5令	3.5	2.5	3.5	3.3	7.8	-	21.2日	20.0
			6令	3.8	2.5	3.0	2.5	4.0	5.5		
28	30	23.3	5令	2.8	2.5	2.5	2.3	5.0	-	15.3日	0

温度	供試虫数	蛹化率	経過令数	平均令別期間(日)						幼虫期間	6令虫出現率	
				1	2	3	4	5	6			
20	30	47.4%	5	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	0	
25	30	41.3%	5	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
			6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
30	64	7.4%	5	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	0	
33	64	6.6%	5	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0	

第8表は1980年の実験結果で、20、23、28℃では5令虫と6令虫とが、出現し、6令虫出現率は低温ほど高い。次に蛹化率をみると、28℃が最も高く、高、低温で低くなる。28℃付近が発育好適温度と考えられる。各令期間は、6令経過虫と5令経過虫では、最終令を除くとあまり差がなく、高温で短く、低温では長い傾向を持っている。各令期間のうちでは、最終令を除くと第1令が最も長い。23℃では、6令経過虫と5令経過虫とが、半分ずつ出現したが、5令経過虫と6令経過虫を比較してみると、5令経過虫の発育期間が、6令経過虫に比べてやや短い。

(3) 蛹期間

幼虫発育と温度との関係に関する実験に引続いて、蛹の発育と温度との関係について調査した。

実験1は1979年11月に実施したもので結果は第9表のとおりである。蛹期間も温度の影響を強く受ける。20℃下における羽化率は極端に低く、この温度は発育に好適ではないようである。

第9表 蛹期間と温度との関係(1979)

温度	供試虫数	羽化率	蛹期間(日)		
			最短	最長	平均
20℃	11頭	18.2%	18	21	18.5
25	17	76.5	11	13	11.8
28	7	71.4	8	9	8.2

実験2は1980年5月から7月にかけて、実施したものでその結果を示すと第10表のとおりである。

第10表 蛹期間と温度との関係(1980)

温度	供試虫数	羽化率	蛹期間(日)		
			最短	最長	平均
20℃	14頭	50%	19	22	20.6
23	30	46.7	12	18	15.1
28	52	71.2	5	8	6.5
30	47	74.5	6	8	6.7
33	46	65.2	5	8	6.1

第10表でも蛹期間は温度の影響を強く受けることがわかる。蛹期間の最短と最長とは、低温でその差が大きく、羽化率も低温で低い。23℃下において、5令経過虫と6令経過虫とは区別して記載しなかったが、その差は、わずかしかなかった。

(4) ふ化から羽化までの期間

集合飼育法によって、ふ化から羽化するまでの期間を調査した。第11表は稲を飼料として実施したもので、ふ化から羽化までの期間は、高温で短く、低温で長い。そして、全体に羽化率は低いが、20℃下では特に低率である。

第11表 ふ化から羽化までの期間と温度との関係

温度	供試虫数	羽化数	羽化率	ふ化から羽化までの期間(日)		
				最短	最長	平均
20℃	103頭	9頭	8.7%	48	58	53.0
25	906	165	18.2	24	47	33.9
28	310	32	10.3	17	29	21.3

注) 実験実施時期 1979年12月～80年2月

次に示した第12表は、夏期に稲を飼料として、ふ化から羽化までの期間を調査した結果を示したもので、夏期には約1カ月を要し、冬期では約40日を要しており、約10日の違いがある。

第12表 室温下におけるふ化から羽化までの期間

時期	実験時期	供試虫数	羽化率	平均		
				最短	最長	平均
夏期	79 12～2月	133頭	18.0%	27	39	31.6
冬期	80 5～7月	140	27.9	33	46	40.5

(5) 幼虫、蛹の発育の雌雄による差異

前記した幼虫、蛹の発育に関する実験結果から雌雄による発育の差異を調べた。結果は第13表のとおりである。

第13表 幼虫・蛹の発育の雌雄間差異

温度	性別	調査虫数	幼虫期間	蛹期間	全期間
23℃	♂	9頭	30.0日	15.7日	44.6日
	♀	5	31.2	14.7	45.4
28	♂	15	15.2	6.7	21.9
	♀	22	15.4	6.3	21.7
30	♂	20	13.5	7.0	20.4
	♀	15	13.0	6.5	19.5
33	♂	12	12.8	6.3	19.0
	♀	17	12.6	6.0	18.0

注) 個体飼育

第13表をみると、雌は雄に比べて、発育所要日数がわずかに短い傾向がみられるが23℃下では反対となっている。これは、調査個体数の少ないことにも原因があるかもわからない。

次に示した第14表は、25℃下での集合飼育における雌雄の発育差を示したものである。

第14表 ふ化から羽化までの期間の雌雄間差違(集合飼育)

実験時期	供試虫数	羽化率	羽化虫数	性別	ふ化～羽化期間(日)		
					最短	最長	平均
12～1月	906	18.2%	75	♂	25	47	34.0
				♀	28	47	33.8
5～6月	155	40.6	25	♂	29	40	32.5
				♀	26	42	32.6

12月～1月及び5月～6月に実施した結果とも、雌雄間の発育差は、わずかで、ほとんど差がないとみてよからう。

2 幼虫・蛹の発育に及ぼす光周期の影響

光周期によって、休眠或は発育遅延現象が起こるかどうかを明らかにしようとして、短日条件(8L:16D)において、発育を調査した。まず、野外から採集した成虫を、自然条件下で産卵させて、ふ化した幼虫を用い、個体飼育法によって、幼虫の各令期間、蛹期間を調べた。結果は第15表に示すとおりである。

第15表 幼虫発育に及ぼす光周期の影響

温度	供試虫数	蛹化虫率	羽化虫率	平均各令期間(日)					幼虫期	蛹期
				1	2	3	4	5		
28℃	80頭	62.5%	48.8%	2.6	2.2	2.0	3.0	5.6	15.7日	7.7日

注) 6令虫出現率10%、各令令期間の算出に当たっては6令虫は除外したが幼虫期、蛹期には含まれている。

蛹化虫率、羽化虫率は、それほど高くはないが、蛹化率、羽化率は、何れも100%で、死亡虫以外はすべて蛹化、羽化し、幼虫期においても、発育遅延個体や休眠虫とみられるものは、出現しなかった。したがって、幼虫期の短日条件は、休眠を誘起しないようである。

### 3. 幼虫発育に及ぼす餌料の影響

昆虫において、寄生する植物によって、発育に差のある例が多くみられる。稲と麦とにおける発育差を明らかにしようとして調査した。

餌料としては、陸稲と小麦の芽出し苗を用い、個体飼育集合飼育によって、発育を比較した。結果は第16, 17表のとおりである。第16表は、個体飼育によって、各令期間をみたものである。

第16表 小麦を餌料とした場合の幼虫・蛹の発育

温度	供試虫数	蛹化率	経過令数	平均各令の期間(日)						幼虫期	蛹期
				1	2	3	4	5	6		
23℃	70頭	41.4%	5令	5.0	4.5	4.2	4.6	5.2	-	27.5日	12.2日
			6令	4.8	5.0	3.9	4.1	4.0	8.4	29.5	
28℃	58	87.9	5	2.8	1.7	1.8	2.1	4.5	-	12.9	8.3

(注) 28℃下における羽化率は2.0%

第16表に示した結果と第8表に示した結果を比較してみると、発育の速さは小麦がわずかに速い傾向を示している。

第7表は集合飼育法によって、比較した結果を示したもので、稲を餌料とした場合に比べて小麦を餌料とした場合の方が速い発育を示している。

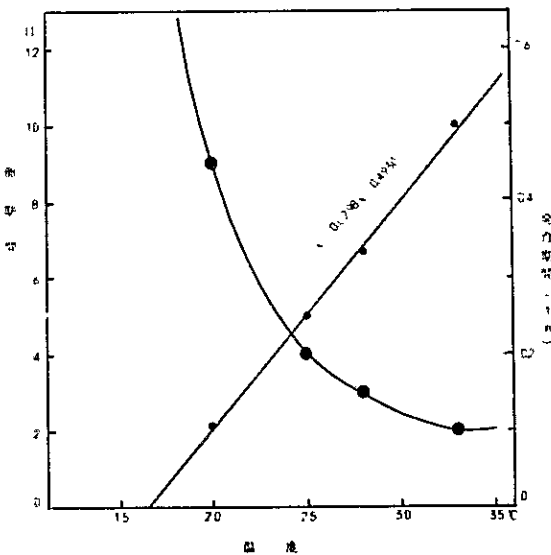
第17表 ふ化から羽化までの期間と温度との関係(2)

餌料	温度	供試虫数	羽化数	羽化率	ふ化から羽化迄の期間(日)		
					最短	最長	平均
稲	25℃	209頭	40頭	19.1%	3.0	4.2	3.4
小麦	25℃	160	25	15.6%	2.6	3.8	2.9

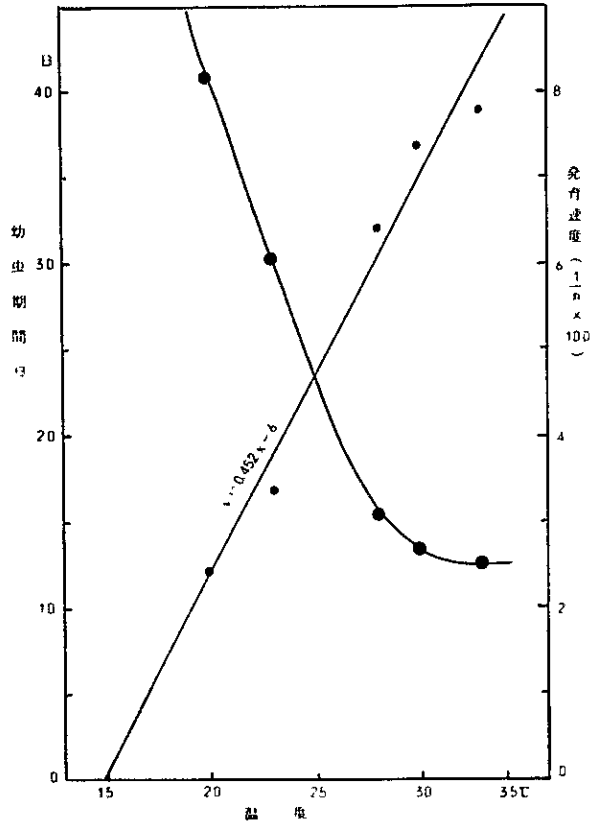
(注) 実験実施時期 1980年5~7月

### 4. 考察

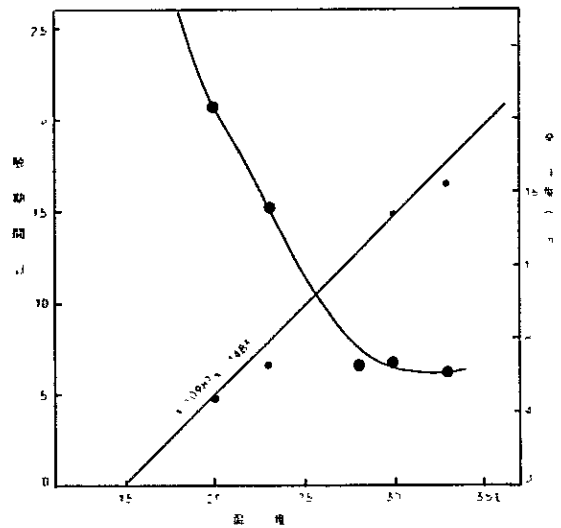
卵、幼虫、蛹の発育と温度との関係を図示すると第3, 4, 5図のようになり、発育速度直線から、発育限界温度を理論的に求めてみると、卵では16.5度、幼虫では14.7度、蛹では15.0度が得られた。発育限界温度は、温帯に生息している昆虫に比べるとかなり高いことがわかった。



第3図 卵の発育と温度との関係



第4図 幼虫発育と温度との関係



第5図 蛹の発育と温度との関係

幼虫期における経過令数は、低温条件下では6令を経過して、高温条件下では5令を経過して蛹化する個体が出現した。Luginbill・Ainslie(1917)は秋期には6令経過虫が出現してくると述べており、ブラジリアでも秋冬期では6令を経過して蛹化する個体が多く、春夏期では5令経過して蛹化する個体が多く出現するものと考えられる。各令期間は、最終令期を除くと同程度であり、最終令期が延長するのは鱗翅目昆虫にみられる一般的現象である。

ふ化から羽化するまでの期間は、春夏期では約30日、秋冬期では、40日で、約10日の差が現われたがこれは気温或は地温の差異によるものと考えられる。雌雄間における発育差は、雄がわずかに速いのが一般的であるが、この虫ではほとんど差が認められなかった。

Holloway・Smith(1975)は各種の温度と光周期を組合せて、休眠の存在を調べたが、いずれでも休眠は誘起されなかった。ここで調べたのは、短日条件のみであり、休眠の存在を完全に否定するだけの結果は得られていないが、野外の観察結果や室内実験の結果からみて、休眠は存在しないものと判断した。しかし、冬期に低温による発育抑制現象はみられるであろう。

発育に及ぼす飼料の影響をみると、稲に比べて小麦での発育がわずかに速い傾向があった。しかし、野外においてこれと同じ現象がみられるかどうかについては不明である。

#### IV 産卵生態

産卵の生態を明らかにすることは、発生の予察や防除法の開発につながる重要なことである。産卵は夜間、地表面の土塊の間に産まれるようであるが(Luginbill・Ainslie 1917)、圃場で卵を発見することは、できなかった。そこで実験条件下で、2, 3の観察と調査を行った。

##### 1 産卵習性

野外から成虫を採集し、稲を植えた飼育箱(25cm×25cm、高さ30cm)と円筒(内径8cm、高さ14cm、透明プラスチック製)における産卵状況を観察、調査した。

##### (1) 飼育箱における産卵

卵は土塊の間でアトランダムに見出され、特に稲の地際部とか、稲に近い土塊の間とかに多く見られるということはない。また稲の茎葉に産卵されることもなかった。

第18表 実験条件下における産卵例

羽化後日数	産 卵 数				
	1	2	3	4	5
1日	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	25	0	70	0
4	0	121	0	32	70
5	0	51	59	35	41
6	0	0	57	0	0
7	51	0	8	0	
8	42	0	0		
9	11	0	0		
10	10				
11	31				
12	40				
13	0				
14	0				
15	0				
合計	175				

注)。1日1雌当たり産卵数

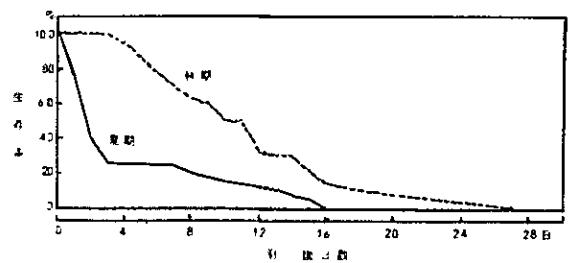
##### (2) 飼育円筒における産卵

野外における産卵は、薄暮後間もなくから始まり、明け方に終了するといわれている(Lugin・Ainslie, 1917)。実験条件下においても、昼間は産卵されなかった。

第18表は実験条件下における産卵例を示したもので、産卵数にはかなりの変異のあることがわかる。早く産卵される例では、羽化後3日から、遅く産卵される例では羽化後7日から産卵が始まっている。産卵期間にも長短の変異があり、長いものでは、6日間にわたって産卵しているが、短い例では、わずかに2日間である。

##### 2. 成虫の寿命

雌雄各1対を飼育円筒(直径4cm×高さ7cm)に入れ、に稀釈した蜂蜜を給餌して、成虫の寿命を調査した。結果を示すと第6図のとおりである。



第6図 成虫の羽化後生存状況

秋期と夏期とでは、生存状況が異なり、秋期の方が夏期に比べて寿命の長いことがわかる。

##### 3. 配偶行動

雌雄各1対を上記した飼育円筒に入れて多くの個体を観察したが、交尾は1例しか観察されなかった。交尾の時刻は午前2時5分であった。

野外に処女雌を置いて、誘引実験を試みた所、夜間に誘引されたが、誘引個体数はあまり多くなかった。

##### 4. 考 察

実験条件下で産卵状況を調査してみると、土壌があると、卵は土塊の間げきに産まれ、植物には産まれなかった。しかし、飼育法の項で示したように、パーミキュライトを用いると、パーミキュライトよりも上部の綿栓に多く産まれた。このことからみると、野外では、植物にも産まれる可能性があるように思えるが、野外の稲を観察した例では、稲には産まれていない。植物にも産卵されるという報告(Leuck, 1966)もあるが、稲には、産まれないとみた方がよさそうである。

産卵は早いものでは羽化3日後から始まっており、交尾は2日後にみられるという報告もあるから(Luginbill・Ainslie, 1917)交尾後直ちに産卵が始まるものと考えてよからう。産卵期間は長いものでは6日に及んだが一般に短かった。

成虫の寿命は夏期では短く、秋期には長かった。これは温度の影響を強く受けるものと考えられる。

配偶行動の詳細は観察できなかったが、交尾は夜半に行わ

れるものと考えられる。また、処女雌によって雄は誘引された。Thomas・Smith (1975)も処女雌による誘引実験を行ない、雄がよく誘引されることを報告しており、合成性フェロモンによる発生予察が可能と考えられた。

## V 加害生態と被害

害虫の摂食習性を明らかにしたり、作物の被害を解析したりすることは、防除法を確立する上に、極めて重要な事からである。そこで、幼虫の加害生態や、作物の被害、稲、大豆の播種期と被害との関係、雑草における寄生状況などについて、調査、観察を行った。

### 1 幼虫の摂食習性

幼虫は、植物の茎に横穴をあけ、茎の中に潜り込んで摂食する。まず、ふ化した幼虫は、植物の表皮を摂食し、虫糞と土粒を、吐糸で綴り合わせて、孔道を作り、摂食部と接続させて、その中に生息し、この中を移動して、摂食する。令が進むと、表皮を貫通して、心葉にまで達する。

(写真参照)

稲の場合には、大抵、横穴がうがたれて、心葉にまで達するから、心葉のみが枯死する現象が起る。心葉が枯死すると、他茎に移動し、蛹化直前まで加害する。

幼虫は、昼間は孔道の中に生息する機会が多いが、時には寄主の茎中に生息している事もある。

孔道は、若令期には細く、0.5~1mmであるが生長するに従って太くなり、終令期幼虫では、3mmに達する。長いものでは長さが5cm以上に達することもある。そして、2~3枝に分岐することも観察される。よく耕起された耕地では、地下2~3cmの所に、孔道が作られているが、不耕地では、地表部に作られている。土壌が動かされたりすると、非常に敏しょうに孔道内を後退する。

### 2 寄主植物

本種は広範な植物を加害することが知られている。CPAC圃場においては、陸稲、大豆、フェジョン豆、玉蜀黍、小麦が加害されているのを観察した。また、7種の耕地雑草、5種の野生植物に寄生しているのが観察された。耕地雑草、野生植物のうちで、同定された種は第19表のとおりである。

第19表 加害を受けた耕地雑草、野生植物

#### 耕地雑草

*Digitaria horizontalis* WILLD.

*Aristida adscencionus* L.

*Trichachne insularis* (L) NEES.

*Rhynchely trumrepens* (WILLD) C. E. HUBBARD.

#### 野生植物

*Paspalus* SP

*Axonopus* SP

*D. horizontalis* はメヒシバに似た耕地雑草で、秋期の寄主植物として、最も寄主が多い。しかし、これらの雑草も、冬期には、土壌の乾燥のため、枯死するものが多いから、冬期に寄主となるのは、宿根性の野生寄主である。

## 3 被害

### (1) 陸稲の被害

被害は、発芽1週間後には現われてくる。発芽間もない稚苗は、横穴をあけられることにより、容易に枯死するが、生育が進むと、心葉のみが枯死するだけで、その他の葉は生きている場合が多い。心葉が枯死した茎は、一般に“Coracao morto” (心枯)と呼ばれている。

稲の生育初期における被害は、白蟻(未同定)による被害と酷似する。白蟻による被害茎は、数米にわたって、地中の茎がすべて、完全に切断されており、引張れば、容易に抜けて来る。これに比べて、本種の被害は、数米にわたって、被害の甚しい個所が多いが、すべての茎が枯死するという場合は少ない。そして、引張ると、根部も共に抜けてくる。このことによって、両者の区別ができる。

稲の生育が進んでくると、主茎の心葉が枯死した後、次に分葉茎の心葉が枯死し、稲の発育は遅延してくる。1頭の幼虫で、5~10茎を加害するようで、加害の著しい場合には100%の被害茎出現率をみることがある。

### (2) 大豆の被害

発芽間もない大豆の、地表下数cmの表皮が食害されていることが多いが、枯死するものは少ない。枯死する場合は大抵表皮を貫通して、横穴があげられている。大豆で被害が現われるのは、生育初期だけである。生育中期では、表皮だけが食害される場合を多くみる。

### (3) 雑草の被害

*D. horizontalis* の分葉茎は、地上ほうふく性で、各節位より根を出す。分葉茎の地上部と接する部分が食害され、食害部より先が枯死する。

地上ほうふく性でない雑草の場合には、地際部が食害され、その茎のみが枯死する。(写真参照)

## 4 稲の播種期と被害との関係

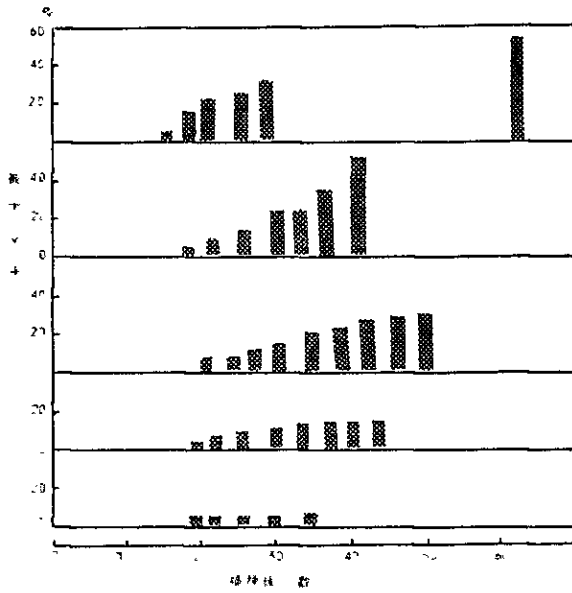
一般に夏期に、稲を早播きすると、被害が多く、晩播きすると、被害が少なくなるといわれている。そこで、播種期と被害との関係について、1978年、1979~80年にかけての2回実験を行った。

### (1) 1978年

10月中旬から12月下旬にわたって、約15日おきに稲を播種して、被害茎発生状況を、1週間おきに調査した。1区の面積は20㎡で3連制とし、50cm間隔にha当200kgの割合で、播種した。使用した品種はIAC25号である。被害茎の調査は1m、3カ所で行った。

結果を示すと第7図のとおりである。この図をみると、10月19日に播種した区が、最も被害茎の発生が多く、播種期が遅れるに従って、被害茎の発生が少なくなり、12月22日播種した区では、被害茎は、わずかしこ発生していない。

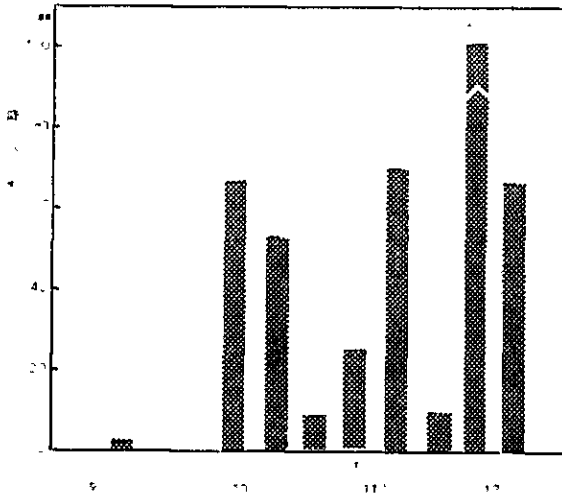
10月19日播種区では、被害茎は、播種14日後から発生し始め、急速に増加している。11月6日播種区では、被害茎は、播種15日後には、わずかしこ発生していないが、その後徐々に増加している。その後播種した区では、被害茎は、わずかに増加しているのみで、12月22日播種区では、発芽間もなく、被害茎の発生をみたのみで、その後は増加し



第7図 稲の播種時期と被害茎発生との関係(1978)  
(注: 図中の数字は播種月日を示す。)

ていない。

試験期間中の降雨量を示すと第8図のとおりで、10月から降雨が始まり、増加している。

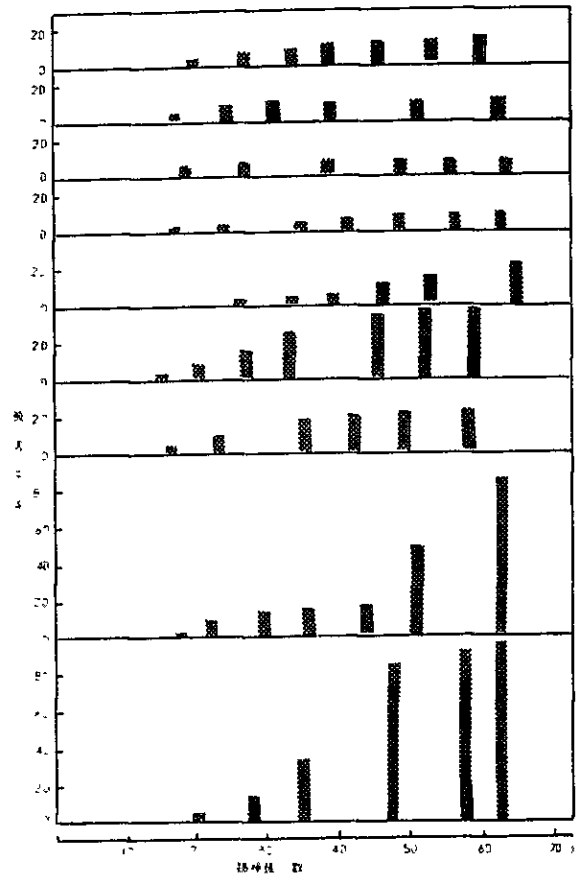


第8図 試験期間中の降雨量(1978)

(2) 1979～80年

前年と同様の方法で、12月から4月にかけて、約15日間隔で、稲を播種し、播種期と被害茎発生との関係について調査を行った。

結果を示すと第9図のとおりである。第9図をみると、12月から2月初旬にかけて、播種したものは、被害茎の発生が少なく、その後で、わずかに増加し、3月3日播種区では再び減少している。3月17日播種区では、播種40日頃までは、被害茎の発生は少なく、その後、急激な増加を示している。4月2日播種区では、播種35日頃から、急激な被害茎の発生をみせており、60日後には、ほとんどすべての茎が



第9図 稲の播種期と被害茎発生との関係(1979～80)

加害されていることがわかる。

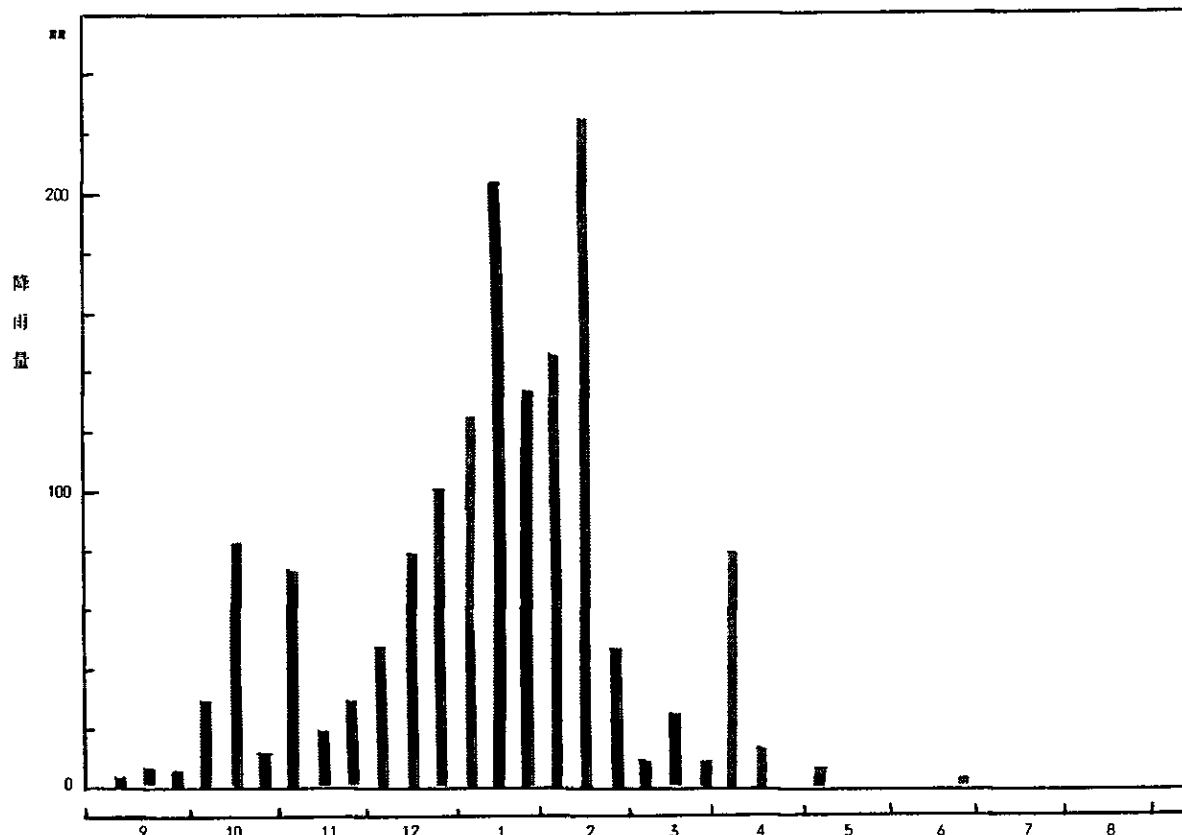
次に、この時期の降雨量を示すと第10図のとおりである。第10図をみると、12月から2月にかけて降雨量が多く、3月一時降雨が少ない時期があった後、再び増加し、4月から減少し始め、6月には、降雨をみなくなる。

5 考 察

雨期の開始期から実験を始めた1978年の結果と、雨期の盛期から終期にかけて、実験を行った1979～80年の結果とは、対照的である。

雨期の開始期に播種した区では、播種40日頃から、被害茎の増加傾向が鈍化するのに比べて、雨期の終期に播種した区では、全茎近くが加害されるまで、増加傾向の鈍化をみないことである。このことは、稲の生育の差異と土壌湿度とに原因があるように考えられる。つまり、雨期の開始期には、それほど雨量は望めないにしても、かなり順調な降雨があり、稲も順調に生育する。これに比べて、雨期の盛期では、過剰と思われる降雨があり、稲は急速な生長をとげる。したがって、播種直後に産まれた卵から、ふ化した幼虫が、蛹化するまでの期間、被害茎は増加するが、稲が或る程度生長してから産まれた卵からふ化した幼虫は食入が困難となり、死亡するものが増えるものと考えられる。つまり、雨期に入ると、急速な稲の生長があり、ふ化幼虫の食入可能な、稲の





第10図 試験期間中の旬別降雨量

状態は短期間で、ふ化幼虫の食入可能な期間の長さが、被害茎の発生に強く影響するものと考えられる。また、本種の幼虫は、過湿状態では、死亡率が増加する。それに加えて、耕地雑草は耕起によって、減少し、雑草に寄生した、幼虫・蛹は死亡することになり、成虫発生源が一時絶たれることになる。その上、降雨は、大粒の雨で、霏雨に似ている。地表に生息する生態的性質を持つ成虫が、雨によって死亡する場合も多くなると考えてよからう。

これらの事が、総合的に作用して、12～2月に、被害茎の発生が減少するものと考えられる。

雨期の終期に、顕著な被害茎の増加をみることは、気温が低下することと、土壌湿度が少なくなるため、稲の生長速度が遅くなる。このため、ふ化幼虫の食入可能期間が長くなること、土壌湿度が生存に好適となること、降雨の減少により、成虫死亡が減少すること、耕地雑草が、発生源として関与し始めることなどによって、被害茎及び成虫の発生が増加してくるものと考えられる。

## VI ブラジリヤにおける生活環

各種の環境要因と、生態調査の結果にもとずいて、本種の発生を解析し、耕地、野生地における生活環を推定した。

### 1. 環境条件の特殊性

本種の発生を解析するに先だち、環境条件の特殊性を述べることは、生活環を理解する上に重要と思われる。

ブラジリヤは、南緯15°30'に位置し、標高約1000米、平均気温は19～23℃で、夏期と冬期の温度差は比較的小さい。降雨量は1500mm前後であるが、第11図に示すように夏期に集中し、冬期は、ほとんど降雨をみない。

作物栽培は、降雨の影響を強く受け、冬期の作物栽培は灌漑に依存するしかない。したがって、主要作物は、ほとんど夏期に栽培されることになる。夏期の降雨の多い時期を雨期と呼び、冬期の降雨の少ない時期を乾期と呼んでいるが、陸稲や大豆栽培は、雨期に行われ、播種適期は10月～11月収穫期は3月～4月である。

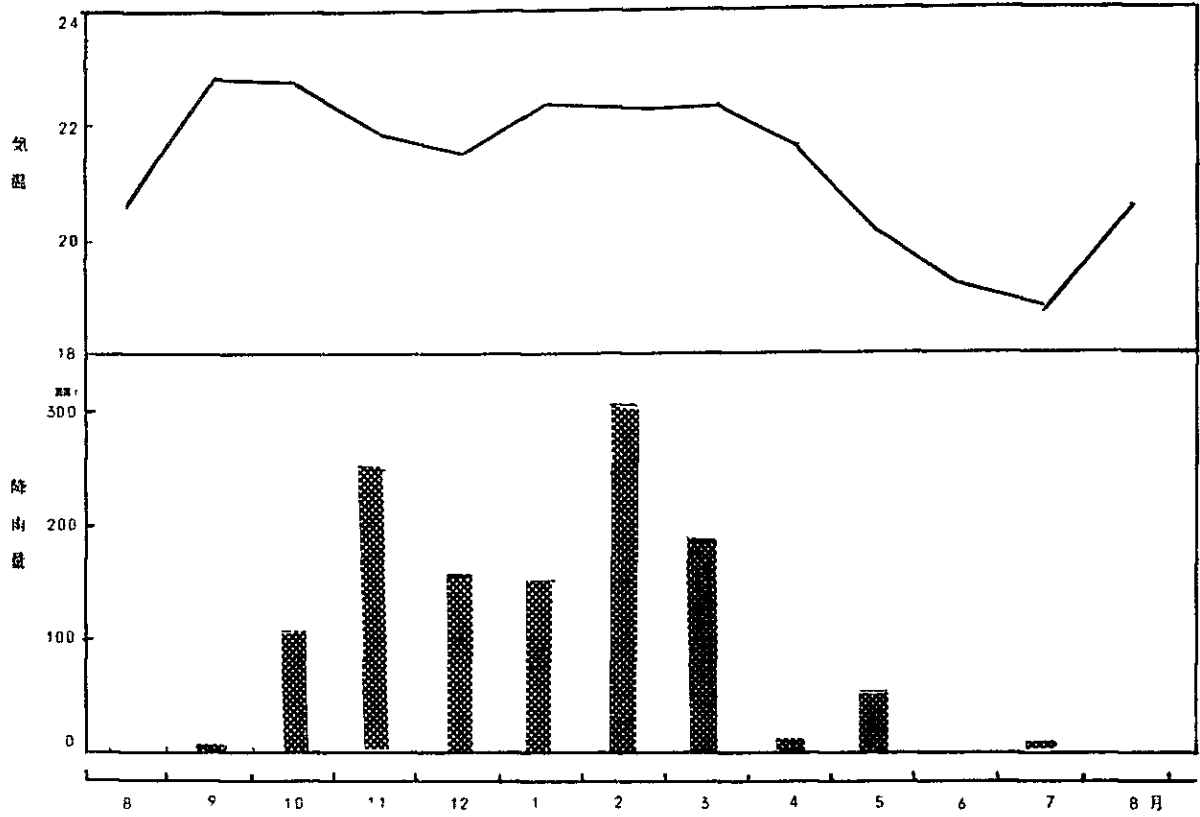
ブラジリヤ近郊で、農耕地として、作物栽培が行われている所はわずかで、開墾地は草地、林地として利用されることが多い。

このような環境条件のもとで、本種の発生にも、かなりの特徴がみられる。

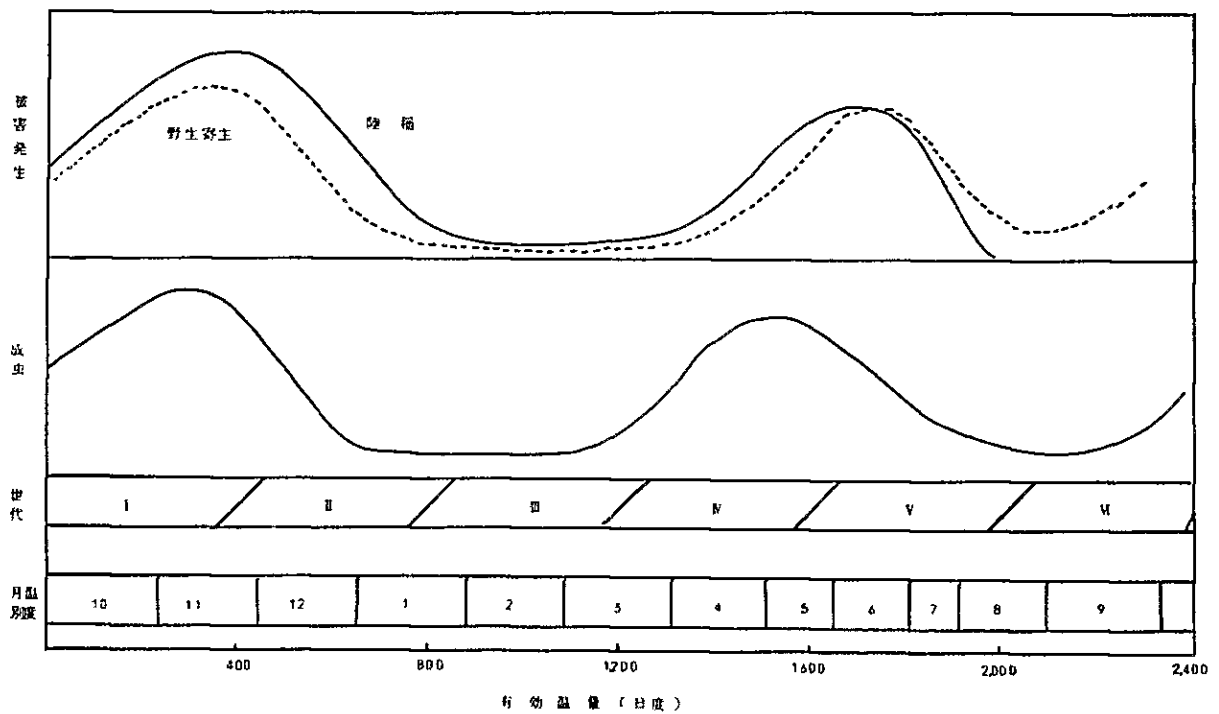
### 2. 年間の発生状況

誘蛾灯による発生調査は、可能と思われるが、60W白熱灯には、ほとんど誘殺されないこと、及び、発生地では、電源施設がないことから、誘蛾灯による調査は行わず、発生消長は、野外観察と、被害の発生状況から推定した。

乾期には、一般に作物が栽培されないから、作物の被害状況を観察することはできなかったが、耕地雑草の被害状況を、雨期には、陸稲の被害状況を指標とし、幼虫の発生を推定し、成虫は、圃場における、生息数の観察によった。



第11図 ブラジリアにおける平均気温と雨量  
注) 1967～70年の平均値で示した。



第12図 月別发育有効温度と理論的発生世代及び発生の推定

第12図に示すように成虫は、9月から11月にかけてと、5月から6月にかけて多発する傾向があり、雨期の12月～3月、乾期の7月～8月にかけては少なくなる。

幼虫は、10月～11月にかけてと、4月～6月にかけて、発生の増加を示すが、雨期の進行、乾期の進行に伴って発生が少なくなる傾向がある。乾期の進行に伴って、一般の作物栽培は不可能となるから、耕地雑草に寄生する個体が増加し、常に各令期の幼虫がみられる。しかし、7～8月には耕地雑草は、ほとんど枯死し、寄主としての価値は低くなる。

これらのことから、本種は、雨期の始めと終りの、年2回発生のピークがあるが、年間を通じて、発生しているものと考えられる。

### 3 1世代の長さ年間発生回数

第Ⅲ章において示したように、実験条件下で、稲の芽出し飼料を与えて、飼育すると、第20表に示すような値が得られた。これは、卵、幼虫、蛹期における、発育限界温度を15℃として計算した値である。1世代を完了するには、有効温

第20表 1世代を完了するに必要な有効温量

発育段階	卵 期	幼 虫 期	蛹 期	産卵前期	計
有効温量	40日度	214日度	109日度	35日度	398日度

注) 各発育段階の発育限界温度は15℃として計算した。

量で、ほぼ400日度を必要とする。ブラジルには気温から算出した有効温量は2300日度が実在する。これから計算すると年平均5.8回発生できることになる。しかし、産卵は地表面であるし、幼虫の生息場所は地表下1～2cmであり、蛹もほぼ同位置である。地表或は地表下1～2cmの温度は、晴天時には気温よりもかなり高く経過するから、年間の発生回数は、これよりも多いとみるべきであろう。

### 4 休眠現象

季節変化の少ない熱帯地方に生息する昆虫の大部分は、厳しい冬期を持つ温帯地方に生息する昆虫と異なり、休止期を持たない種が多い。本種は、北米のマサチューセッツ州から南米のパタゴニア地方に至るまで、生息するといわれている(Luginbill・Ainsley, 1917)が、北米産では休眠はないものと考えられている(Holloway・Smith, 1976)。ブラジルにおいて、本種を、夏期及び冬期の自然条件下で飼育しても、ふ化から、羽化までの期間は、第14表にみられたように30～40日度、幼虫期に休眠現象は認められないし、野外成虫も、常に産卵するし、卵も4～6日度、ふ化してくる。蛹も7～10日度で羽化してきた。各発育段階を通じて、発育の抑制現象は認められない。また、第15表にみられたように、やや高温ではあったが短日条件(8L:16D)下で飼育しても、幼虫、蛹には、発育抑制現象は認められなかった。

これらのことから考えて、ブラジル産虫には、発育各態とも、休眠現象は起こらないものと推定される。

### 5 野生地における生活環の推定

前章に記したように、本種は、原野の野生植物にも寄生し

ていることがわかった。セラードを開墾する以前には、これらの野生植物で生活環を繰返していたものと推定される。野生地では、耕地と異なり、常に寄主となる植物が存在するから、発生には、それほど、大きな変動はないものと考えられるが、乾燥条件が好適環境とみられるから、発生は雨期には減少し、乾期には増加するものと考えられる。ただし、1年性の植物は乾期の盛期に枯れるものが多いから、この時期には、宿根性、永年性植物が寄主となり、周年発生しているものと考えられる。

### 6 セラードにおける生活環の解析

セラードが開墾されて、耕地化し、作物が植付けられると、今まで、野生地で、生活環を繰返していたものが、作物を加害することになる。陸稲は、本種にとって、野生寄主以上に好適な植物と考えられる。このことは、開墾初年目に陸稲が作付けされた場合、はげしい加害を受けることから推定されよう。

10月に降雨を待つて、陸稲が播種されると直ちに産卵が開始されるのか、発芽待つて産卵が開始されるのか、或は、それ以前に産卵し、ふ化した幼虫が耕地雑草に寄生して、生存を続けているものが、加害を始めるのかは不明であるが、陸稲は、発芽して10日以内には、すでに加害を受け始める(第7, 8図)。Reynolds et al. (1959)は、カリフォルニアにおいて、雑草を加害していた幼虫と、播種後に産卵され、ふ化した幼虫の両者によって加害されると報告しているが、セラードを開墾した場合には、乾期の間に耕起が行われるから、主体は、播種～発芽後に産まれた卵から、ふ化した幼虫と考えるべきであろう。9月23日に播種し、10月1日に発芽し、発芽時に産卵が行われたと仮定し、1979～80年の気温を基準にして、発生解析を行ってみると、第12図のようになる。1世代を完了するのに夏期では2カ月、冬期では約3カ月を必要とすることがわかる。

## Ⅶ 防除法

害虫による作物の被害防止対策としては、2つの方法がある。生物的防除法と化学的防除法である。ここでは生物的防除法として、耕種的防除法について、化学的防除法として殺虫剤による防除法について述べる。

### 1. 耕種的防除

第Ⅴ章において述べたように、陸稲の被害は、夏期の始めには、播種が遅れるに従って減少しているから、播種期を遅らせる事が耕種的防除法の1手段と考えられる。

セラード地帯において、2期作を行う場合、第1作を陸稲作、第2作を大豆作とすると陸稲の播種期は出来るだけ早い方がよいわけで、播種期を遅らすと減収につながるようになるから生育期間の短い品種の導入が必要となってこよう。11月21日以降に陸稲を播種した場合には、被害茎率が30%程度になっているから、この時期が、陸稲の播種の限界時期といふことになる。一期作の場合には問題が少ないから、播種期を遅らせるべきである。

次に、冬期には耕地雑草が寄主として重要な役割をはたし

ていた。このため、冬期間に耕起し、耕地の禾本科雑草を除去することも耕作的防除手段として重要と考えられる。また灌漑も重要な防除手段の一つであると考えられているが、セラード地帯では、この方法を導入することは困難であろう。

## 2. 化学的防除法

セラード地帯で2期作を行う場合、第1期を陸稻とすると、播種期は、できるだけ早い時期がよいわけで、播種期を遅らすことが不可能とすれば、薬剤防除に依存せざるを得ない。しかし、現在、本種に対する有効な防除手段は確立されているとはいえない。そこで的確な防除法を確立しようとして、粒剤を主体とした圃場試験を実施した。

陸稻(品種 IAC 25号)を1980年4月2日、1区面積20㎡3連制で播種し、播種時に、播溝に粒剤と微粉剤を散布した。また水和剤は種子量1ha 100kgとして、1kg当たり10gの割合で粉衣した後、播種した。薬剤の種類と散布量を示すと第21表のとおりである。

そして、播種20日後より、約7日おきに、被害茎の発生状況を調査した。

第21表 供試薬剤の濃度と散布方法

薬剤名	剤形	濃度	散布量(成分) ha	投下量/ha	備考
Cartap	粒剤	4%	1.5kg	37.5kg	散粒
Sumithion	微粉剤	3	-	5.0	-
Diazinon	粒剤	3	-	-	-
Dimethoate	-	5	-	3.0	-
Kayaphos	-	5	-	3.0	-
Cytrolane	-	5	-	3.0	-
Gramatox	-	5	-	3.0	-
Orthone	水和剤	8.0	0.4	10g/1kg	種子粉衣
Check	-	-	-	-	-

結果を示すと第22表のとおりである。播種10日後には、各区とも順調に発芽し、肉眼的観察によると薬害の発生は認められなかった。そして、播種20日後頃より、被害茎が現われ始めた。播種28日後には、薬剤間で効果の違いが現われ始め、播種35日後には、かなり効果の違いが現われてきた。播種48日後には、顕著に効果の差が現われている。播種56日後には、効果の優れた薬剤も、効力の減退が現われ、被害茎がかなり多く出現してきた。

第22表 播種後の日数と被害茎の発生状況

薬剤名	茎数 3㎡	被害率 (%)						
		20日	28	35	48	56	63	
Cartap	487	0.6	3.5	11.9	27.5	77.2	88.3	
Sumithion	590	3.3	9.8	23.6	78.5	87.5	95.9	
Diazinon	553	0.7	3.1	12.8	67.1	82.8	87.5	
Dimethoate	656	1.4	10.8	31.1	93.1	97.1	99.8	
Kayaphos	551	0.5	8.3	27.6	77.7	87.7	94.0	
Cytrolane	563	0.4	3.2	8.2	53.3	82.8	93.3	
Gramatox	594	0.5	7.9	23.4	72.9	84.2	88.8	
Orthone	626	0.8	7.7	27.2	88.3	97.8	97.3	
Check	534	3.7	11.0	33.9	89.9	98.9	99.8	

顕著な効果を示した薬剤はCartap粒剤で、Cytrolane粒剤、Diazinon粒剤がこれに次いでいる。Gramatox粒剤、

Sumithion微粉剤、Kayaphos粒剤はやや効果が劣っている。Dimethoate粒剤、Orthone水和剤は効果が認められない。

## 3. 考察

本種の薬剤防除法には、次の3方法が考えられる。

① 種子を処理して防除する方法で主として水和剤が用いられる。

② 播溝に薬剤を単独或は肥料と混合して散布する方法で主として粒剤が用いられる。

③ 発芽後に被害状況を見て、薬剤を散布する方法で、粉剤、乳剤、水和剤が用いられ、散粉、噴霧法がとられる。

現在、ブラジルで、推奨されている薬剤には、有機塩素系薬剤が多くふくまれており、残留毒性の点で、かなりの問題がある。また、一般に普及している方法として、Furadanの種子粉衣法があるが、毒性や効果の点で、問題がある。これらの薬剤は、安価であることから、他の薬剤に代わることは、当面考えられないにしても、早急に低毒性、低残留性薬剤への転換が望まれる。このような観点から、供試薬剤を選択し、防除効果を比較したわけであるが、Cartap及Cytrolaneの効果は優れていた。この2種の薬剤の効果の持続期間は、約50日に及んだ。夏期では、この期間に、稲は順調な生育をとげるから、新たな加害は、なくなると推定される。

本種に対する薬剤間の効力比較をする場合には、雨期の開始期よりも、雨期の終期に実施する方が、土壌湿度の問題や被害茎が顕著に出現することなどから好適と考えられる。

ここで実施した試験の投下薬量は、30kg/haを基準としたが、薬量を増加すると、一層の防除効果が期待されるものと考えられる。

CartapとCytrolane粒剤は、実用の可能性が高く、今後雨期の開始期における、施用量の試験が必要と考えられるし、更に、麦作への応用の可能性などに関する実験も必要と考えられる。

## 総合考察

### 生活環と発生動態

本種は、南北アメリカ大陸の北緯42度から南緯41度に分布しているとされており、熱帯、亜熱帯、温帯にまたがる広大な分布域を持っている。分布域の南と北、北と南では気候に大きな違いがあるにもかかわらず、それぞれの地域に適応した生活環が形成されているものとみられる。北米では、蛹態(Leuck 1966)、老熟幼虫或は蛹で(Luginbill, Ainslie 1917; King et al. 1961)越冬するといわれているが、休眠はないとみられている(Holloway・Smith 1976)。

無周期性の生活環の成立:ブラジリヤは年間の日長差は約2時間あるが、平均気温は21.5℃前後で、気温の年較差は小さく、気温が10℃以下に低下することは稀であり、その上、気温が、発育限界温度以下に低下する月はない。このような条件下では、無周期性の生活環が形成される可能性が高い。実際、野外から採集した成虫は、夏期でも、冬期でも、室温下で産卵したし、卵はふ化した。幼虫期においても、発育抑制現象はみられなかったし、変態抑制現象もみられな

った。また、実験的に短日条件下においても、休眠様現象はみられなかった。野外においては、冬期でも、幼虫各態、蛹がみられた。これらのことは、本種が無周期性の生活環を繰返していることを裏付ける証拠といえよう。冬期は、気温が多少低下するから、発育の遅れはみられるものの、無周期性の生活環の成立を阻害することは考えられない。

年発生回数：1世代を経過するに必要な有効温量と、ブラジリアに実在する有効温量とから、年間の世代数を理論的に導き、年間6世代と推定した。しかし、生息場所は、地表或はその下数cmの所であるから、この位置の温度から推定値を求めねばならない。生息場所の温度は気温より高く経過しているから、年間発生回数はこれより多い回数とみた。温帯地方に生息する昆虫の場合には、越冬によって、発生の整一性が得られるが、無周期性の生活環を持つとすれば、年間を通じ、各形態の発育がみられ、発生の基準を何処に求めるかが問題である。一応それぞれ対象とする作物の作期を基準とすべきであろう。

耕地と野生地での生活環の違い：本種は、従来、野生植物に寄生して生活環を繰返していたものが、野生地の耕地化に伴って、害虫として認識されるようになったものと考えられる。セラード地帯において、野生地では、野生植物に寄生して生活環が繰返えされているものと考えられる。野生地が開墾され、耕地化されると、昆虫と植物の関係は、作物と害虫の関係に変わってくる。耕地化されると、寄主植物が作物と耕地雑草によつて置きかえられることになり、野生地で繰返していた生活環とは異なる生活環が繰返されることになる。耕地と野生地との間の大きな環境条件の差異の一つに、温度変化があげられよう。また耕地では、作期—休閑期が繰返され、作物—耕地雑草寄生の生活環が繰返されることになる。休閑期が増殖抑制要因として働くとするれば、2期作は1期作に比べて、発生を助長する方向に作用する可能性が高い。耕地雑草が、発生に及ぼす影響について明らかにすることが、今後の課題として残された。

野生地における生活環は、かなり安定したものであり、年間発生回数も耕地のそれよりいくらか少ないものと考えられるが、解析資料はない。

雨期と乾期の発生生態：セラード地帯では、雨期と乾期が、それぞれ6カ月ずつあり、降雨は、作物栽培の大きな制限因子となっているが、本種の発生にも大きな影響を及ぼしているものと考えられる。

雨期の盛期における発生の減少と、乾期の始期と終期における成虫発生の増加は、降雨が直接に、或は土壤湿度を通してかは不明であるが、その何れか或は両者が、発生制限要因として強い影響力を持つことだけは間違いないであろう。

適当な土壤湿度は、発生増加の方向に、過湿、過乾は発生抑止の方向に作用するものと考えられる。また、乾期において、作物が植えつけられない条件下では、耕地雑草に寄生して生活環を繰返していたが、耕地雑草への寄生が、乾期の終期の成虫の発生増加につながるものと考えられる。しかし、この発生増加が、耕地特有の現象であるかどうかについては、論議するだけの資料はない。

## 被害の発生

作物による被害発生の違い：本種の被害は、陸稲と大豆では異なり、大豆に比べて、陸稲に多かった。この現象は、作物の表皮構造の違いに原因があると考えた。しかし、現象の一面をとらえたにすぎないから、さらに解析が必要である。

夏期と秋期による被害発生の違い：陸稲における被害は、夏期と秋期とでは対照的で、夏期には、急激な被害茎の発生をみなかったが、秋期では、急激な被害茎の発生をみた。対照的な被害茎発生の違いは、Belteles (1970) が指摘するように、土壤湿度の影響を強く受けるものと考えられるが、土壤湿度の直接的な影響よりも、土壤湿度や気温の高低に伴って起こる陸稲の生育の遅速、発芽の整一性、寄生者の生育の遅速などの要因が、複合的に作用して起こるものと考えられる。

## 防除法の開発

陸稲における耕種的防除法として、1期作では、播種期を遅らすことによる、被害回避の方法が考えられる。しかし、2期作では、可能なかぎり、播種期を早める必要があるから矛盾する。播種期を遅らすことによる耕種的防除法がとられないとすれば、現段階では、薬剤防除法に依存せざるを得まい。

薬剤防除法として、低毒性殺虫剤の粒剤を播種溝に、種粒と同時に施用する方法を検討し、実用の可能性の高いことを明らかにした。しかし、この方法では、発生に先だつて、薬剤散布が行われることになるから、不必要な薬剤の投下を助長することにもつながりかねない。したがって、早急な発生予察法の確立と、要防除水準の確立をはかる必要がある。また、現在、本種の防除には、毒性の高い薬剤や、残留毒性に問題のある薬剤が使用される傾向が強いが、低毒性で、残留毒性に問題のない薬剤への、早急な切替を必要とすることを指摘しておきたい。

## 摘 要

この報告は、セラード地帯における *Elasmopalpus lignosellus* の生活環や作物の被害を解析し、的確な防除法を確立しようとして、1978年から1980年の2カ年半にわたって実施した、実験、調査、観察結果を取まとめたものである。

### 1. 形態的特徴の記載

本種を識別する上での、各種の特徴を、卵、幼虫、蛹、成虫について記載した。

### 2. 飼育法の確立

生活環の解析に先だち、飼育法の確立をはかった。

(1) 採卵法として、プラスチック円筒に綿栓をする方法をとって、卵は、乾燥条件下で管理し、ふ化させる方法をとった。

(2) 陸稲及び麦の芽出し苗による幼虫個体飼育法、集合飼育法を確立した。

(3) 蛹は乾燥条件下で羽化させる方法をとった。

(4) 人工半合成飼料による飼育法について検討し、飼育法の確立をみた。

(5) 集合飼育法の応用による大量飼育法を確立した。

### 3 発育生態

(1) 卵, 幼虫, 蛹の発育は, 高温で早く, 低温で遅かった。発育限界温度は, 卵, 幼虫, 蛹とも15℃附近であった。

(2) 幼虫は, 低温では6令を経過し, 高温では5令を経過して蛹化した。

(3) ブラジリヤ産虫は, 幼虫期を短日条件下に置いても休眠現象は認められなかった。また, 卵は, 夏・冬期においても常にふ化したし, 幼虫, 蛹でも, 冬期に, 発育遅延現象は認められなかったことから, 無周期性の発育をするものと推定した。

(4) 幼虫発育は飼料によって変化し, 小麦で多少速かった。

### 4 産卵生態

(1) 産卵は夜間に行われ, 卵は, 実験条件下で, 土塊の間に産まれた。

(2) 成虫の寿命は, 高温で短く, 低温で長く, 約20日に及んだ。

(3) 配偶行動は夜間で, 雄は処女雌に誘引された。

### 5 加害生態と被害

(1) 幼虫の摂食習性を記録した。

(2) 幼虫は, 作物以外に, 耕地雑草7種, 野生植物5種に寄生していた。

(3) 陸稲, 大豆における被害を記録した。

(4) 陸稲の播種期と被害発生との関係から, 雨期の始期と乾期の始期に, 被害が多発することを明らかにした。両時期の被害茎の出現状況は対照的であった。

### 6 ブラジリヤにおける生活環の推定

発育実験や野外調査の結果にもとづいて, ブラジリヤにおける生活環を推定した。

(1) ブラジリヤ産虫の1世代を経過するに必要な発育有効積算温度は400日度で, 有効温度として2400日度が実在することから, 年発生回数を6回と推定したが, 実際には生息場所の温度は, 気温に比べて高く経過するから, 耕地では, 年7~8回発生すると推定した。

(2) 作物の栽培される期間は, 耕地雑草に寄生して生活しており, これが, 作物栽培時期の発生源となるものと推定した。

(3) 野生地では, 各種の禾本科野生植物に寄生して, 生活環を繰返しているものと推定した。

### 7 防除法

(1) 播種時期を遅らすことにより, 被害を回避できるものと考えられる。

(2) 低毒性薬剤の粒剤を種子と同時に播溝に施用する方法は, 実用の可能性が高いことを明らかにした。

### 引用文献

- All, T. N., R. N. Gallaher (1977) Diftimental impact of notillage corn cropping system involving insecticidal hybrids, and irrigation on Lesser Cornstalk borer infestations. J. Econ. Entomol. 70: 361~365.
- Amsel, H. G. (1954) Microlepidoptera Venezolana. Bol. Ent. Ven. 10: 1~355.
- Arthur, B. N., F. S. Arant (1956) Control of soil insects attacking peanuts. J. Econ. Entomol. 49: 68~71.
- Belteless, A. (1954) Combate a bicheira do arroz. Lavoura Arrozeira 18 (210). 16~17.
- (1970 a) Estudos da influencia da umidade sobre a dinâmica de populações de lepidopteros praga do milho. Pesq. Agropec. Bras. 5:67~79.
- (1970 b)\* Arroz, pragas na lavoura e seu controle. Inst. Exp. Agro-Peq, do Sul, cir, 43, 24p.
- Berg, C. (1875)\* Patagonische lepidoptern beobachtet aut einer reiseim Jahre 1874. Bull. Soc. Imp. Nat., Moscou, t49(3) 191~247.
- Bernard (1958)\* Rev. Agric. Sucret Rhum des Antilles. Francaisco, 3.
- Bennett, F. D. (1962) Outbreak of *Elasmopalpus lignosellus* (Zell.) on sugar-cane in Jamaica Barbados and St. Kitts. Trop. Agric. 39(2):153~156.
- Blanchard, E. (1852)\* Fauna Chilena. Insectos, 471p. Paris.
- Box, H. F. (1953) List of sugar-cane insects. A synonymic catalogue of the sugar-cane insects and mites of the world and their insect parasites and predators, arranged systematically. Common Wealth Inst. Entomol. 101pp.
- Costa, R. G. (1958)\* Alguns insetos e outros pequenos animais que danificam plantas cultivadas no Rio Grande do Sul. Secretaria de Agricultura 296p.
- Chalfant, R. B. (1975) A simplified technique for rearing the lesser cornstalk borer (Lep. phycitidae). J. Georgia Entomol. Soc. 10(1):33~37.
- Chittenden, F. H. (1903)\* The principal injurious insects in 1902. USDA yearbook for 1902. P. 726~733.
- Corseuil, T. (1965) A broca do colo da soja. Divulgação Agronômica 17.6~11.
- Dupree, M. (1965) Observation on the life history of the lesser cornstalk borer. J. Econ. Entomol. 58 1156~7.
- Ehas et al (1961) Combate à lagarta elasmopraga do milho. O biológico, 17(3):58~60.
- Elias (1967) Pragas do arrozem São Paulo. Boletim do campo, 22(218):3~17.
- Fehn, L. M., F. S. Mota\* (1959) Influência da umidade do solo sobre ataque de lagartas de *Elasmopalpus lignosellus* ao milho, em condições de campo. Pelotas Inst. Agron. Sul. Bol. Technico 22:12p.
- Ferreira, E. et al (1979) Resistancia de cultivares e lnhagens de arroz à broca-do-colo. Pesq. Agropec. Bras. 14(4):317~321.
- Fontes, L. F. (1961) Controle da lagarta do casulo *Elasmopalpus lignosellus*. A. lavoura 64(1):52~54.
- Folbles, S. A. (1905)\* A monograph of insect injuries to Indian Corn. II III state Entomol. 23d Rept. 273p.
- Frennah, R. G. (1947) The insect pests of food-crops in the Lesser Antilles. Dept. Agric. Windward and Leeward Islands, 207pp.
- Gallo, D. et al. (1970) Pragas das plantas e seu controle. São Paulo Editora Agronomica Ceres, 858p.
- Giannotti, O. et al. (1965) Nações fundamentais sobre as pragas da lavoura no Estado de São Paulo e como combate-las. O Biológico 32(11):231~273.
- Giannotti O. (1971) O uso dos inseticidas e azaricidas. Bol. Soc. Ent. Peru 6(2):85~103.
- Hambleton, E. J., W. M. Forbes (1935)\* Uma lista de Lepidopteros do Estado de Minas Gerais. Arq. Inst. Biol. S. Paulo 6:213~256.
- Heinrich, C. (1956)\* American moth of the subfamily phycitidae. Bull. Us. Nat. Mus. 207:581pp.

29. Holloway, R. L., Jw. Smith (1975) Locomotor activity of adult lesser cornstalk borer. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 68:885~887.
30. (1976) Lesser cornstalk borer response to photo period and temperature. *Env. Entomol.* 5(5):996~1000.
31. Howard, L. O., et al. (1900)\* The principal injurious insects of the year 1899. USDA. Yearbook for 1899:745~748.
32. Hambleton, E. J., W. T. Forbes (1935) Uma lista de Lepidopteros do Estado de Minas Gerais. *Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo* 6:213~256.
33. Hulst, G. D. (1890)\* New genero and species of Epipaschia and Phycitidae. *Ent. Amer.* 4(6):113~118.
34. Ingram, J., et al. (1951) Insect pest of sugar-cane in continental United States. *Proc. 7th. Congr. Ent. Soc. Sugar-cane Tech.* 395~401 Brisbane.
35. Isely, D., F. D. Miner (1944) The lesser cornstalk borer, a pest of fall beans. *T. Kansas Ent. Soc.* 17(2):51~57.
36. Henderson, C. A. et al. (1973) Chemical control of lesser cornstalk borer in sweet sorghum. *J. Econ. Entomol.* 66:1233.
37. Kelsheimer, E. G. (1955) The lesser cornstalk borer. *Florida Grower and Rancher*, 63(2):20~36.
38. Kern, F. (1956) Insects attacking sugar-cane (Venezuela) *FAO Plant Protection Bull.* 4:141~142.
39. King, D. R., et al. (1961) Peanut insects in Texas. *Texas Agric. Exp. Stn. Misc. Publ.* 550:14pp.
40. Leuck, D. B., Durprec, M. (1965) Parasites of the lesser cornstalk borer. *J. Econ. Entomol.* 58:779~80.
41. Leuck, D. B. (1966) Biology of the lesser cornstalk borer in South Georgia. *J. Econ. Entomol.* 59:797~801.
42. Leuck, D. B. et al. (1967) Insect preference for peanut varieties. *J. Econ. Entomol.* 60:1546~49.
43. Leuck, D. B., J. E. Heavey (1968) Method of laboratory screening of peanut germ plasm for resistance to the lesser cornstalk borer. *J. Econ. Entomol.* 61:583~584.
44. Luginbill, P. (1915)\* Report on some insects injurious to cereal and forage crops in South Carolina during the year 1914. *Ann. Rpt. Comr. Agr. Com. and Indus. South Carolina*, 11: P. 349~3152.
45. Luginbill, P., G. G. Ainslie (1917) The lesser cornstalk borer. *USDA. Bull.* N° 539 25p.
46. Mariconi, F. A. M. (1963) Insetícidas e seu emprego no combate às pragas. São Paulo, Editora Agronômica Ceres 5607p.
47. Monte, O. (1942) Uma lagarta dos arrozais. *O Biológico.*, 8(6):161~163.
48. Payne, T. L., J. W. Smith Jr. A sex pheromone in the lesser cornstalk borer. *Env. Entomol.* 4(2):355~356.
49. Pearson, E. D. (1958)\* *Elasmopalpus lignosellus*: A new record *FAO, Plant protection Bull.* 7:14.
50. Plank H. K. (1928) The lesser corn stalk borer (*Elasmopalpus lignosellus*, ZELLER) injuring sugar cane in Cuba. *J. Econ. Entomol.* 21:413~417.
51. Rossetto, C. J., et al. (1973) Pragas do arroz no Brasil. *Contribuições técnicas da delegação Brasileira 2ª Reunião do Comitê de Arroz; Comissão Internaci. FAO.* P149~238.
52. Reynolds, H. T. et al. (1957) Seed treatment of field crops with systemic insecticides. *J. Econ. Entomol.* 50: 527~539.
53. Reynolds, H. T., et al. (1959) Cultural and chemical control of the lesser cornstalk borer in South California. *J. Econ. Entomol.* 52:63~66.
54. Riley, C. V., (1882)\* The smoller corn stalk-borer (*Pempella lignosellus* ZELLER).
55. (1884)\* Catalogue of the Exhibit of Economic Entomology at the Worlds Industrial and Cotton Centennial Exposition, New Orleans, 1884~85 95p.
56. Sauer, H. F. G. (1939) Notas sobre *Elasmopalpus lignosellus* ZELLER seria praga dos cereais do Estado de São Paulo. *Arq. Inst. Biol.* 10:199~206.
57. Smith, J. B. (1910)\* The insects of New Jersey. *Ann. Rpt. N. J. State Mus. for 1909*, P534.
58. Souza, D.M., C. Ramiro (1972) Tratamento das sementes com inseticidas visando ao controle de pragas em culturas de arroz de sequeiro. *Bragantia, Campinas.* 31(16):199~205.
59. Stone, K. J. (1968) Reproductive biology of the lesser cornstalk borer, I. Rearing technique, 11. cage condition and sex ratio for mating. *J. Econ. Entomol.* 61:1712~1716.
60. Titus, E. S., F. C. Pratt (1904)\* Catalogue of the Exhibit of Economic Entomology at the Louisiana Punchaso. Exposition St. Luis Mo. 1904. *USDA Bur. Ent. Bul.*
61. Jones, D. M. H. Bass (1979) Evaluation of pitfall traps for sampling lesser cornstalk borer in peanuts. *J. Econ. Entomol.* 72:289~290.
62. Vernalha et al (1968) Principais pragas das plantas cultivadas no Estado do Paraná, Curitiba Directorio Academico Lycio Vellozo, 264p.
63. Webster, F. M. (1906)\* The principal injurious insects of 1905. *USDA yearbook for 1905 P.* 628~636.
64. Wolcott, G. N. (1948) The insects of Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P. R.* 32:1~915.
65. Walton, R. R., et al (1964) Effect of the lesser cornstalk borer on peanuts in Oklahoma. *Okla. Agric. Exp. Stn. Processed Ser.* 10pp.
66. Zeller, P. C. (1848)\* *Exotisch Phyciden Herausgegeben von oken.* 41.857~890.
67. (1872)\* Beitrage zue kennntniss der nordameri - Ranischen Nachfalter, besonders der Microlepidpteren. *Verhandl. KK. Zool. Bot. Gesells.*

注) \*印は間接引用

写真説明

- A : 卵  
 B : ふ化直後の幼虫  
 C : 中令幼虫  
 D : 蛹  
 E : 雄成虫  
 F : 雌成虫  
 G : 陸稻の被害状況 (中央部)  
 H : 陸稻の心枯症状  
 I : 地下部の被害状況 (土かを取いたもの)  
 J : 地下部の被害状況  
 K : 耕地雑草の被害状況  
 L :       "  
 M :       "  
 N : 薬剤試験無散布区の状況  
 O : 薬剤試験無散布区 (手前) と効果の認められた区 (遠方)  
 P : 薬剤試験効果のなかった区 (手前) と効果のあった区

