

3-2 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

岸野 賢一 (昆虫)

緒 言

- I. 大豆を加害するカメムシの種類
- II. 大豆を加害するカメムシの形態的特徴
とその生態
- III. 総合考察

摘 要

- V. 引用文献
- VI. 生態写真

緒 言

ブラジル国において、大豆は重要輸出産物の一つにあげられている。

近年、中央高原一帯に広がる、セラード地帯の開発が国策の一つとして進められ、この地帯において、大豆栽培は急速な面積の拡大をみせつつある。この地域での大豆栽培は始められて間もないから、大豆を加害する害虫の種類や発生状況、大豆の被害などについては、ほとんど知られていない現状にある。

東洋や北米において、大豆を加害する害虫の種類としては、かなりの数が知られているが、食葉性害虫では、大発生時を除くと、それほど問題にはならない。しかし、茎や種実を加害する場合には、問題となる事が多い。

ブラジルにおいて、大豆の加害種として25種 (Gallo 他 1978)、27種 (Panizzi 他 1977) が記録されているが、調査が進むに従って、加害種は増加するものと考えられる。これら加害種の中にカメムシ類は7種が含まれている。

カメムシ類は、大豆の着 種、種実の肥大期から、稔実期にかけて、種実を吸取加害するため、早期落葉や稔実不良の原因と考えられ、収量や品質に及ぼす影響の大きいことが知られており、大豆栽培面積の拡大に伴い、問題の起こる可能性の高いことが予想される。

そこで、セラード地域における、カメムシ類の発生分布や生態を明らかにし、発生予察や防除法の指針を得ようとして、研究を開始した。

この研究は、日伯農業研究協力事業の一環として、1978年より1980年にわたって実施したもので、研究は完了したわけではないが、現在までに得られた、成果を取纏め、報告することにした。

この研究の実施に当たっては、国際協力事業団並びにブラジル農業研究公社の関係各位の協力を受けた。また、種の同定はカンピーナス大学生物学部の Joseia Grazia 博士によった。ここに関係各位に対し感謝の意を表する。

I 大豆を加害するカメムシの種類

セラード地帯における加害種を明らかにするために調査し、次の種の加害を確認した。

まず、野外から採種した卵、成、幼虫を、大豆葉或は種子で飼育し、1世代を完了することのできたものを加害種とした。加害種は第1表のとおりである。

第1表 大豆を加害するカメムシの種類

Pentatomidae (カメムシ科)

- 1 *Nezara viridula* L (ミナミアオカメムシ)
- 2 *Prezodorus guildinii* WESTWOOD
- 3 *Acrosternum impicticornis* STAL
- 4 *Acrosternum* sp.
- 5 *Euschistus heros* FABR.
- 6 *Euschistus* sp.
- 7 *Dichelops (N) melacontus* DALLAS
- 8 *Edessa meditabunda* FABR.
- 9 *Thyanta perditor* FABR.
- 10 *Agroecus* sp.

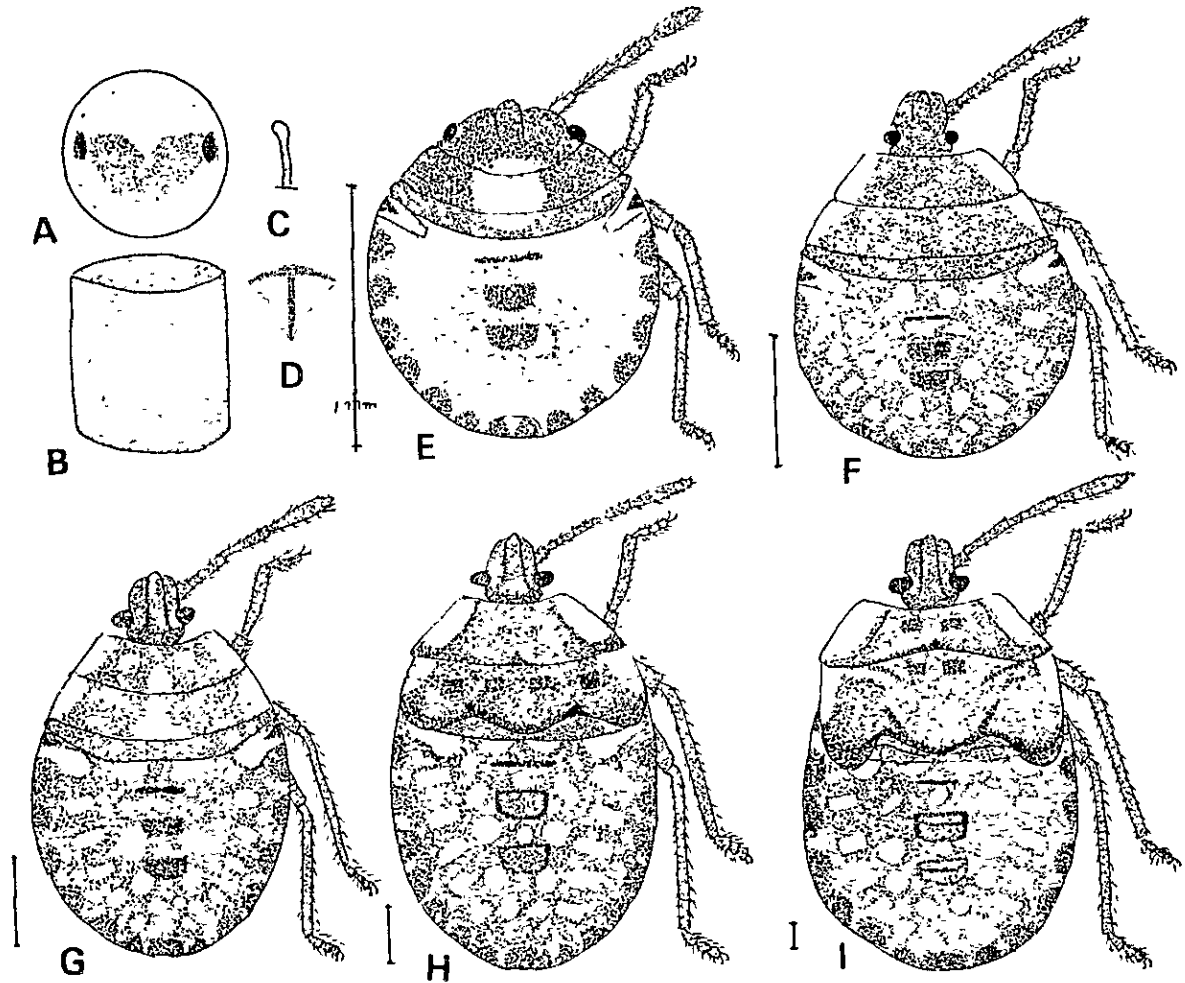
Alydidae (クモヘリカメムシ科)

- 11 *Megalotomus pallescens* STAL

Pentatomidae 10種、Alydidae 1種の2科11種で、*Nezara*と*Acrosternum*属2種は非常に酷似している。なお、この他に*Acrosternum*属2種の成虫を採集し飼育したが、加害については、完全に確認していないのでこの表からは除外した。

II 大豆を加害するカメムシの形態的特徴と生態

カメムシは不完全変態をする昆虫であるが、幼虫は成虫とかなり異なっており、令の進行に伴って、形態や色彩変化が著しく、このため、種の判定は容易でない。しかし、発生分



第1図 *Nezara viridula* の卵と幼虫の形態

A: 卵の蓋部, B: 卵の横観, C: 受精孔突起, D: 卵殻破砕器, E: 第1令幼虫, F: 第2令幼虫

G: 第3令幼虫, H: 第4令幼虫, I: 第5令幼虫

布を明らかにしたり、防除法を確立するに当たっては、加害種の同定が前提となる。そこで、まず、主要加害種の卵、幼虫、成虫の形態的特徴を明らかにするとともに、その成態を解明しようとした。

1 *Nezara viridula* L.

(Percevejo verde, ミナミアオカメムシ)

本種は、世界各地の温帯、熱帯にかけて広く分布し、農作物や果樹の害虫として知られている。日本では、暖地において稲の害虫としてよく知られている。この虫は、20世紀に入ってから、急速に分布圏を拡大したものとわれ、オーストラリア、ハワイ島では、近年侵入したとみられているが、ブラジルでは、かなり古くから発生がみられ、各種作物を加害することが報告されている。

この虫はセラード地帯において、大豆を加害するカメムシの中では、優占種である。

1) 形態的特徴

卵、幼虫、成虫の形態的特徴は、上のとおりである。

卵：卵は円筒形で、蓋部の直径は約0.8mm、高さ1.2mm、

上下左右は対称、卵塊として産まれる。卵塊は亀甲状で、通常80~100卵前後より成る。卵は、産卵直後は黄白色を呈するが、ふ化直前になると、蓋部より幼胚の複眼が赤色に、額部が梯形状の赤斑として透視され、卵塊は赤色にみえる。受精孔突起は白色で、先端はわずかに膨らんでいる。卵殻破砕器はキチン化した丁字形で、褐色~黒褐色、付属膜は暗色で透明、側縁は淡褐色にふちどられる。

幼虫：第1令幼虫 ふ化直後~前期と後期とでは、かなり色彩が異なる。ふ化直後の幼虫は、全体が 色で、複眼は赤色、頭部に梯形状の赤色斑がある。時間の経過とともに、頭部、胸部が黄褐色に変化し、梯形状赤斑は消失する。そして、後頭部から胸部にかけて 色の円形斑が現われる。次に、腹部背板第2~3節の結合板付近に長方形の白斑が、嗅腺開口を持つ腹板の側方に左右4個の中型の白 色斑紋が現われる。また、結合板の半円形斑紋は明瞭となる。複眼は黒赤色に変化する。触角は全体暗褐色で先端部は褐色である。触角比は1:1.5:1.5:2.5、胸背板比は5:2.4:1

第2令幼虫 体長3.0mm、体幅2.2、後頭部から胸部にかけてみられた 黄色の円形斑は消失し、頭部、胸部、腹部背

板は黒色に変化する。前、中胸背板の側縁部には角形の黄色斑が現われ、腹部背板上には、種の特徴となる白斑が明瞭となる。複眼は黒赤色。触角は黒色に近く各節の接合部は赤褐色。脚は黒色。触角比は1:5:4:7, 胸背板比は10:7.5:1

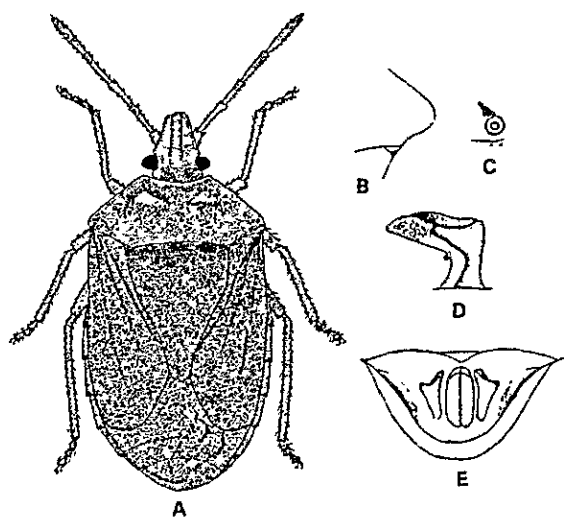
第3令幼虫 体長3.7mm, 体幅2.8mm全体暗黒色で、2令に似る。頭部の側葉に 色斑が現われ、胸部側縁の黄斑は一層明瞭となる。これら斑紋の出現には個体変異が著しい。腹部背板上の斑紋は一層明瞭となり、これ以後の令期でも変化せず、種の特徴として同定上の指標となる。触角は各節とも黒色。触角比は1:4:3:4, 胸背板比は12:12:1

第4令幼虫 体長7.2mm, 体幅5.1mm前後、頭、胸部の斑紋には色彩変化が著しく、側縁を除き全体黒色から緑黄色に黒斑を帯びた個体まで色採変異がみられる。腹部背板の斑紋は変化しない。触角比は1:4:2.7:3.3, 胸背板比は20:24:1

第5令幼虫 体長12mm前後、体幅8.0mm前後で、頭・胸部背板の色彩変異は4令に似る。腹部の斑紋は変化しないが、色彩にはかなりの変異がある。触角は第2節の中央部より先は黒色で、触角比は1:5:3.7:3.5, 胸背板比は1:1.2:0

成虫 体長13~18mm, 全体緑色で、光沢はなく、無色の点刻を密布し、白色のしわ状~網目状模様を呈す。頭、胸、腹部の外縁は狭く、淡黄色にふちどられる。頭部の点刻は密で、複眼と単眼との間に無点刻部がある。頭部中葉は外葉よりわずかに突出する。複眼は暗褐色で、単眼はルビー色。触角は、第1, 2節は淡緑色、第3節の先端、第4節先端及び第5節前半は赤褐色、第3節及び第4節の基部は淡緑色、第4節の中間及び第5節の下半分は黄褐色である。

前胸背の点刻は密で、しわ状が残る、瘤状斑は無点刻で、小盾板の基部には3個の白紋があり、その両側の陥落部には黒点がある。半翅鞘の点刻はやや粗で、半翅鞘膜質部は透明



第2図 *Nezara viridula* 成虫の形態

A: 成虫の全体像, B: 側角部, C: 気門, D: 雄の交尾鉤
E: 雄の尾端節

で無紋、金属光沢を有す。結合板の先端部は黒色、腹部背面は濃緑色。

頭、胸部腹面は淡緑色で無色の点刻を有するが、腹部腹面の点刻は浅い。口吻は黄白色で、先端部は黒褐色、微毛を有す。刺針は黒色。気門は白色であるが、その上部に青緑色の部分があり、青緑色にみえる。

脚は全体緑色であるが、基部は黄白色、脛節先端及び附節には微毛を密生し、紅褐色にみえる。

2) 生 態

季節的発生消長: 本種は雑食性で、各種の植物に寄生して生活しているものと考えられる。ブラジリアでは、春~夏期には大豆に、秋~冬期には灌漑栽培大豆や小麦で発生がみられる。しかし、稲では、ほとんど発生が認められない。

ブラジリア周辺では、一般に大豆の播種適期は10月とされ、収穫は3~4月にかけて行われる。大豆の生育初期には、ほとんど発生を認めないが、大豆の生育が進み、開花期になると、成虫が飛来し、産卵を始める。着実期には、成虫と卵、1~3令幼虫が、稔実期には、あらゆる发育段階がみられ、これが落葉期まで続く。このような現象は、夏期の晩播大豆、秋、春、冬期の灌漑栽培大豆圃場でも認められる。したがって、大豆を常時栽培した場合には、常に各发育態が認められるということになる。

休眠的現象: 温帯地方において、本種は冬期休眠状態で越冬することが知られているが(桐谷口1960)、冬期が发育限界温度以上で経過する熱帯、亜熱帯地方に生息する場合には、休眠の必然性はないわけである。しかし、ブラジリア産虫では休眠的現象が認められた。

1979年4月に、圃場より採集した成虫を、大豆種子を飼料として、自然条件下で飼育したところ、産卵がみられず、6月上旬から体色変化がみられ始めた。この現象は、温帯地方の本種の冬期にみられる褐色型(Forma aurantica)(長谷川1954)と同様と考えられる。これらの成虫は、8月上旬に産卵し、卵はふ化し、幼虫は成長した。このことは、ブラジリア産虫に、休眠的現象がみられるということであろう。一方、1980年6月中旬には、灌漑栽培した大豆圃場では成虫及び4~5令幼虫の7月中旬には3令~4令幼虫の生息が観察された。採集成虫を長日条件下においたところ、1週間後には産卵し、ふ化した。これらの事実は、本種に休眠のないことを示唆しているものと考えられる。これら2つの矛盾する事実は、冬期に休眠個体と非休眠個体が発現する可能性の高いことを示すものとも考えられるが、詳しいことはわからない。

发育生態: 自然条件下で、大豆を与えて飼育した幼虫期間及び卵期間を示すと第2表のとおりである。

第2表 自然条件下における時期別发育期間(集合飼育)

実験時期	卵期間	幼虫期間
1~2月	7.1日	3.7.7日
3~4月	7.0日	3.3.7日
9~10月	6.0日	-

卵は、常に整一にふ化し、2令到達も整一であるが、3令期より生育は不整一となり、4～5令期では、個体変異がかなり大きくなる。産卵されてから成虫になるまでの期間は、秋期では40日前後である。

次に、1、2令期は集合飼育とし、3令以降個体飼育によって、幼虫令期間を調査した結果を示すと第2表のとおりである。

各令期間は初期ほど短く、発育が進むに従って長くなる

第3表 自然条件下における幼虫各令期間（個体飼育）

区 別	令 別 令 期 間 (日)				
	1	2	3	4	5
最 短	4	4	7	7	8
最 長	4	5	11	16	15
平 均 値	4.0	5.0	9.3	11.0	12.0

実験時期 79年2月～3月

ている。幼虫全期間は第1表の結果に比べて長い。個体飼育によって令期間の延長がみられるのかもわからない。

加害生態：加害は成、幼虫によって行われるが、幼虫期のうち、1令幼虫は摂食しないから、2令以後の幼虫によって行われることになる。加害は発育に従って著しくなる。

第3表は5令虫、成虫の摂食状況を室内実験によって調査したもので、1日1頭当たりの口針鞘の数と、加害粒率を示した。

第4表 5令幼虫及び成虫の摂食状況

発 育 態	茎	表面	内部	粒	加害粒率
5令幼虫	2.1コ	4.7コ	2.2コ	1.8コ	49.5%
成 虫	5.9	9.3	5.3	3.9	83.4

注) 実験時期1980年3月

5令幼虫、成虫とも、茎、の両方から吸汁しており、茎はに比べると少ない。5令幼虫と成虫との摂食状況を比べてみると、成虫の口針鞘数が多い。表面の口針鞘に比べて内部に達する口針鞘は少なく、粒に到達するものは、さらに少なくなる。口針が粒に達し、被害として現われる粒の割合は、5令幼虫では、約半分である。成虫ではその割合は多少増している。成虫では1日4粒程度の加害能力を持つものとみられる。

2. *Acrosternum* 属

Acrosternum 属は *N. viridura* に酷似し、混同されている場合が多くあるように思われる。

本属で4種の発生を確認し、2種は大豆の加害種であることを確認した。加害種のうちの1種及び未確認種2種は未同定で採集番号で示してある。加害種の2種とも、生息密度は現在のところあまり高くないが、将来は、重要種として位置づけられる可能性が高い。

種間における識別を容易にするため形態的特徴を示し、生態についての観察、調査結果について記す。

1) 形態的特徴

(1) *Acrosternum* 属の特徴

卵：円筒形で、側壁は膨らみを帯び、タイコ状、茶褐色で、種によって多少の色彩変異がみられる。ふ化直前には、幼胚の眼点及び頭部の斑紋が蓋部を通して赤褐色に透視されるが、明瞭ではない。卵の表面はこぶ状突起が規則的に配列し、受精孔突起は白色で、比較的長く、先端は膨らんで、棍棒状を呈する。卵殻破砕器は丁字形で、茶褐色～黒褐色で、付属膜は透明である。卵は数十卵（10～40卵）の卵塊として産まれ、卵塊は不整形の場合が多く、*Nezara* 属とは、容易に識別できる。しかし、卵による種の判定は困難である。

幼虫：令の識別 1令幼虫は頭～胸部にかけて、黄橙色の斑紋があり、複眼は突出しない。2令幼虫では、頭、胸部にかけての斑紋は消失し、全体が黒色に変化し、複眼が突出してくる。そして、前胸背板は、正中線上において、中胸背板より長い。3令幼虫では、前胸背板は正中線上において、中胸背板とほぼ同長となる。腹部背板上の種特有の斑紋は一層明瞭となり、5令まで変化しない。4令幼虫は、前翅包がわずかに伸長してくる。5令幼虫では、後翅包が顕著に発達する。

成虫：全体淡緑色で、わずかに光沢を有する。無色の点刻を密布し、無毛、頭部、胸部の外縁は狭い橙色でふちどられている。頭部の中葉は、側葉よりわずかに突出し、側隆条によってふちどられる。胸部の瘤状斑は三角を呈し、種によって斑紋が異なる。小楯板の末端には半円形の白～黄斑を有す。

(2) *Acrosternum* 属の種の特徴

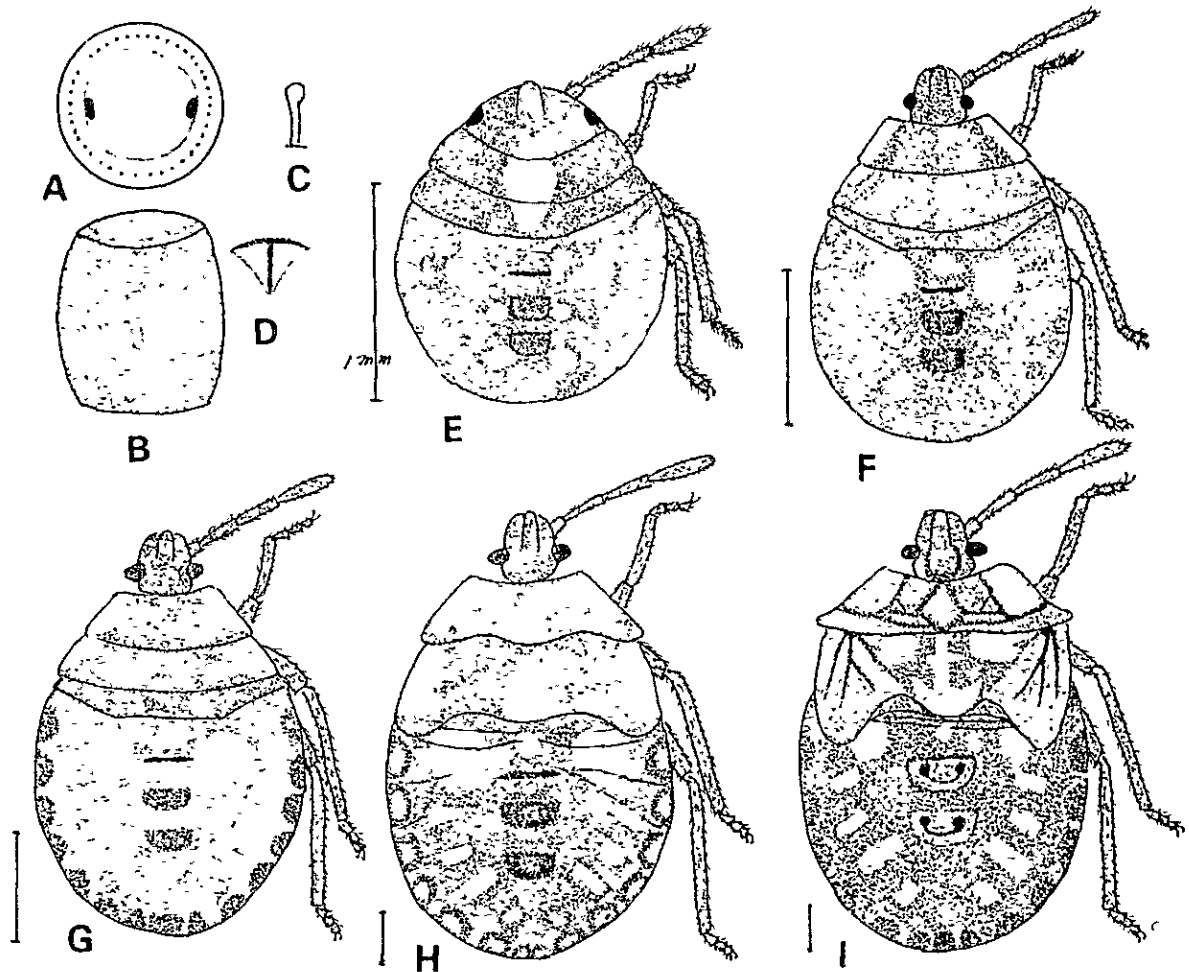
(A) *Acrosternum impicticorne* WESTWOOD

卵：全体暗茶褐色で、蓋部の直径0.8mm、幅1.2mm、高さ1.3mmで、全体暗茶褐色、側壁は大きく膨らんでいる。受精孔突起は白色で、50本前後、棍棒状で長い。卵塊は10～30卵から成る。

幼虫：第1令幼虫 体長1.4mm、体幅1.3mm、全体黒褐色で、後頭部から、胸部中央にかけて、楔形の黄褐色斑紋がある。腹部背板上には、前部に大型の2個の、嗅腺中部、後部開口部の側方にそれぞれ2個の中型の黄橙色斑紋が存在する。腹部背板2～3節上には短形の斑紋は存在しない。触角は赤褐色で、脚は黒色、触角比は1：2：2：4、正中線上における胸背板比は5：3：1。

第2令幼虫 体長2.5mm、体幅2.1mm前後、頭部より胸部にかけての黄斑は消失し、全体黒色に変わる。前胸背板の両側縁に黄橙色の斑紋が現われる。腹部背面の黄橙色斑は一層明瞭になる。触角比は1：3：2.5：4.5、胸背板比は4：3：1。

第3令幼虫 体長4.8mm、体幅4.0mm前後で全体黒褐色であるが、胸部両側縁の橙色斑紋は一層明瞭となる。この斑紋には個体変異が著しい。腹部背板の前後には、大型の2個の橙黄色斑及び、正中線上に1個の小型の白色斑があり、中部、後部には、結合板に接続して、両側に各4個の白色斑が現われる。このうち上方より第3番目は長方形で大型である。結合板上には半円形の黒色斑が現われる。腹部背板上の黄色～白色斑紋は種の特徴として、5令期まで変化しない。触角比は1：3.3：3：4、胸背板比は8：8：1。

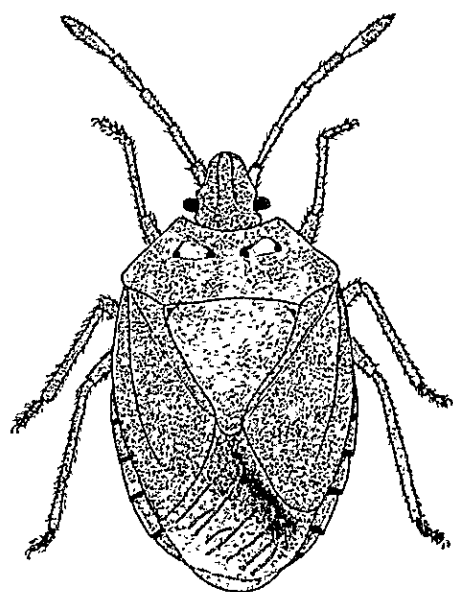


第3図 *Acrosternum impicticorne* の卵と幼虫の形態
 A: 卵の蓋部, B: 卵の横観, C: 受精孔突起, D: 卵殻破
 砕器, E: 第1令幼虫, F: 第2令幼虫, G: 第3令幼虫,
 H: 第4令幼虫, I: 第5令幼虫

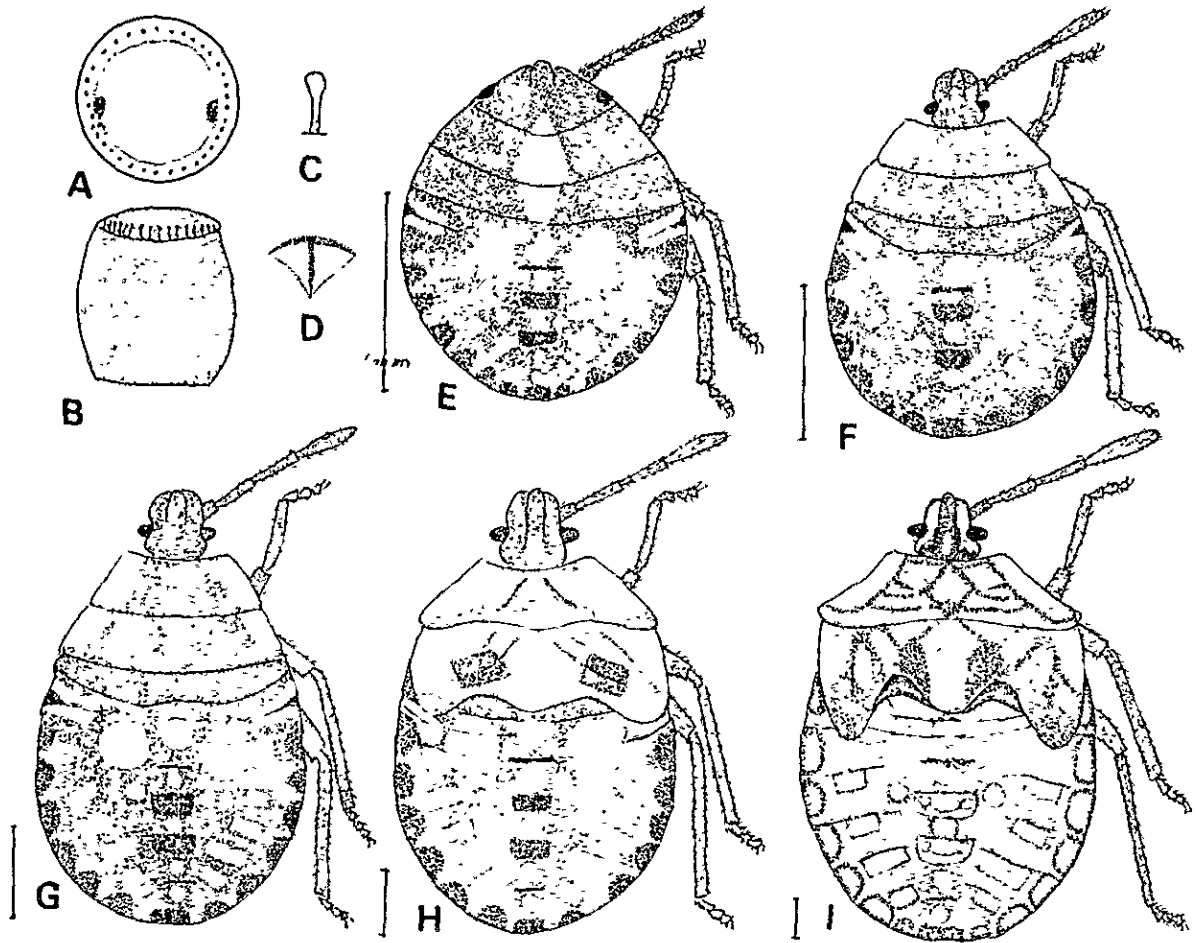
第4令幼虫 体長8.5mm, 体幅6.0mm前後, 第3令に酷似するが, 体色は黒〜赤褐色の変異がある。また, 頭, 胸部背板の斑紋にも個体変異がみられる。腹部背板の前部の大型の2個の斑紋は橙黄色に, 中〜後部の斑紋は白色である。触角比は1:3.8:3.0:3.8, 胸背板比は10:10:1。

第5令幼虫 体長11.0mm前後, 体幅7.5mm前後, 全体赤褐色に変化する。頭, 胸部の斑紋は変異が著しいが, 腹部背板上の斑紋は, 最前部の大型黄斑が翅包によって覆われ半円形となる, 他は変化がない。触角比は1:4:3.4:3.4, 胸背板比は1:1.1:0。

成虫: 体長13.0mm, 胸幅7.5mm前後, 全体明るい淡緑色で, 頭, 胸, 腹部の外縁は紅橙色でふちどられる。複眼は暗柴褐色で, 単眼はルビ色, 触角は第1, 2節は淡緑色, 第3, 4, 5節の約半分は黒褐色, 瘤状斑の内側に2個の黒点を有す。小盾板の両側の陥落部には黒点を有し, 先端には半月形の黄白色斑がある。半翅鞘膜質部は黒褐色がかった半透明で, 腹部背面が, わずかに透視される。腹部背面は鮮橙色。結合板の下端境界部には平行する黒条がある。頭, 胸, 腹部腹面は全体淡緑色で, 中央部は淡色, 腹部腹面の気門は



第4図 *Acrosternum* sp. (No. 116)



第5図 *Acrosternum* sp. (Col. No. 116) の卵と幼虫の形態

A: 卵の蓋部, B: 卵の横観, C: 受精孔突起, D: 卵殻破砕器, E: 第1令幼虫, F: 第2令幼虫, G: 第3令幼虫, H: 第4令幼虫, I: 第5令幼虫

半透明に近い白色で、その周囲は白色～淡緑色でふちどられる。脚は、全体淡緑色であるが、脛節は淡紫色を帯びる。

(B) *Acrosternum* sp. (Col. No. 116)

卵: 色彩が茶褐色である他は前種に酷似する。蓋部の直径 0.9 mm, 幅 1.1 mm, 高さ 1.1 mm である。

幼虫: 第1令幼虫 ふ化当初と後期とでは色彩が異なる。後期幼虫は、体長 1.4 mm, 体幅 1.4 mm, 頭部及胸部は黒色で、腹部は黄褐色、腹部の嗅腺開口部及び結合板上の半円形の斑紋は黒～黒褐色、頭部から胸部にかけて、正中線を中心に菱形の黄褐色の斑紋がある。腹部背板には、胸部に接した両端に長方形で白色の斑紋が、その内方には2個の大型の円形黄斑が、正中線上には1個の小型の円形白斑がある。その後方に嗅腺開口部をはさんで、4個の、中部嗅腺開口部の側方に2個の小形白斑がある。結合板斑紋に接してその内方には、相対する4個の長方形の白斑があり、上方より第3番目は特に大きい。

触角は褐色で、各節の接合部はやや淡色、脚は黒色～黒褐色である。触角比は 1:2:2:4, 正中線上における胸背板比は 5:3:1。

第2令幼虫 体長 2.4 mm, 体幅 2.0 mm, 頭, 胸部は黒色で、

前胸背板の側縁に橙褐色の斑紋を有するが、鮮明から、不鮮明に変異がある。腹部背板の地色は黒～暗紫褐色に変異し、2個の大型円斑は、黄色～白色の変異があり、一般には黄色。腹部背板上のその他の白斑は変化せず、触角比 1:5:4:7, 胸背板比は 5.6:4.4:1。

第3令幼虫 体長 4.7 mm, 体幅 3.5 mm 前後, 全体黒色で、腹部背板前方の2個の大形円斑は、橙色に変わる。その後方及び胸部との境界の両側縁にある大型斑紋は一層明瞭となり、白色。これらの斑紋は一種の特徴となる。嗅腺開口部の斑紋は黒色で、わずかに赤褐色でふちどられる。触角及び脚は黒色。触角比は 1:4:3:4.5, 胸背板比は 8:8:1。

第4令幼虫 体長 7.5 mm, 体幅 5.5 mm 前後, 頭部, 胸部背板は黒色地に橙黄色の斑紋を装うが斑紋の形, 色彩には個体変異がある。腹部背板は暗紫色地で、種特有の斑紋は一層明瞭となる。胸部背板2~3筋にある大型円斑は橙黄色で、その他の斑紋は白色、第3令幼虫と同様で変化はない。結合板上の半円形の斑紋にも個体変異が現われ、胸部に橙黄色を多く装う個体は、黒色でふちどられた橙色を呈するが、胸部に斑紋を持たない個体は、黒色である。嗅腺開口部の斑紋は、黒色から黒色でふちどられた橙黄色まで変化する。

触角は黒色，触角比は1：4：3.3：4，胸背板比は10：12：1。

第5令幼虫 体長11.5mm，体幅7.3mm前後，頭，胸部背板は淡黄褐色地に，黒の斑紋があり，個体によって変異する。腹部背板の地色は，淡黄褐色から，暗紫褐色までの変異を持つが，斑紋の変異はない。触角は第2，3，4節は黒色で，第1節は黒褐色から淡褐色まで変異する。触角比1：4.3：3.3：4.0，胸背板比は1：1.4：0。

成虫：前種に酷似するが，次の諸点で異なる。

① 体長13.5mm，胸幅7.7mm前後で，前者に比べてやや大型である。

② 触角は6.5mm前後で，第1，2節は濃緑色，第3節は濃緑色で，先端 $\frac{1}{5}$ は黒色，第4節は約 $\frac{1}{2}$ が黒色，第5節は先端 $\frac{1}{5}$ が赤紫茶褐色である。

③ 前胸背の瘤状斑は無紋。

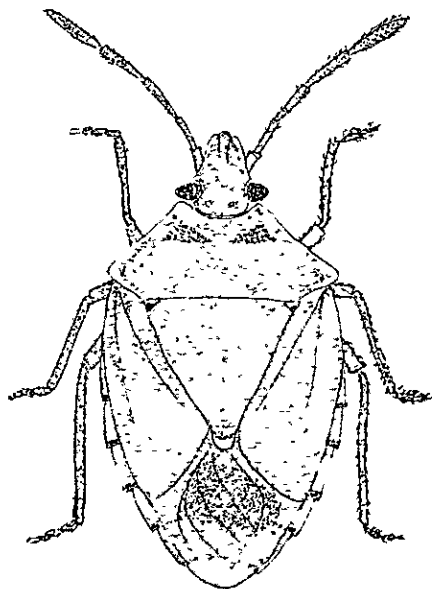
④ 小盾板の基部には等間隔に3個の白斑があり，両側の陥落部には黒点がない。小盾板の先端には半円形の黄色斑がある。

⑤ 半翅鞘膜質部は半透明で，着色していない，半翅鞘の下面の腹背板は橙色。

⑥ 結合板は淡緑色で，外縁は一般的に橙色，各腹筋の外縁に黒点がある。

⑦ 腹部腹板の気門は黒色で，外縁は白円で囲まれている。

⑧ 脚は全体淡緑色。



第6図 *Acrosternum* sp. (Col. No. 101)
成虫の形態

(C) *Acrosternum* sp. (Col. No. 101)

未同定種で，加害を完全に確認していないが，加害種の可能性は極めて高い。成虫のみについて前2種との区別点を明らかにしておく。

A. impicticorne, *A. sp.* (Col. No. 116) に酷似するが，次の諸点で異なる。

① 体長，12.0mm，胸幅6.7mm前後で，前2種に比べ

て，やや小型である。

② 触角は6.9mm前後，全体暗緑色で，第3節の先端がわずかに暗色に着色する。触角比は1：2.2：2.6：3.8：4.2

③ 前胸背の瘤状斑の内外縁に2個の黒紋がある。

④ 小盾板には基部に，ほぼ等間隔に5個の不明瞭な白斑があり，両側の陥落部には黒点がある。

⑤ 半翅鞘膜質部は暗褐色で，半翅鞘下方の腹部背面は黄褐色。

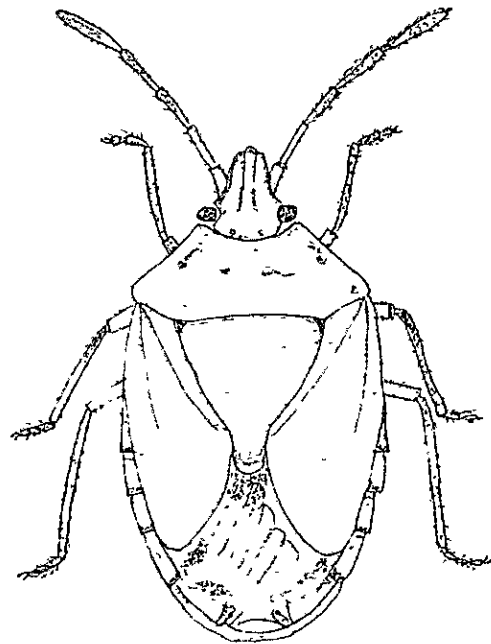
⑥ 結合板は淡緑色で，外縁は橙色，各腹筋の境界線に横黒線がある。

⑦ 腹部腹板の気門は黒色で，外縁は白円で囲まれる。

⑧ 脚は腿筋及び跗節が淡緑色で，脛節は淡橙色である。

(D) *Acrosternum* sp. (Col. No. 120)

未同定種で，加害を完全に確認していない。しかし，前3種に酷似しており，混同を避けるため，前3種との区別点を明らかにしておく。



第7図 *Acrosternum* sp. (Col. No. 120)
成虫の形態

① 体長14.7mm，胸幅8.8mm前後で，4種の中で最も大型である。

② 触角は8.0mm前後で，第1節は淡緑褐色，第2，3，4節は黒色，第5節は淡褐色である。

③ 前胸背の瘤状斑の内外縁には明瞭な黒色斑紋があり，内方は円形に近く，外方は巴紋状を示す。

④ 小盾板の基部には不明瞭な3個の白斑があり，両側の陥落部には三角部全部を覆う黒点がある。小盾板の先端には半円形の橙黄色の斑紋がある。

⑤ 半翅鞘膜質部は黒褐色に着色し，その下方，腹膜背面は黒色。

⑥ 結合板は橙色で，各腹筋の境界の上下に太い横黒条があり，黒色にふちどられているように見える。

⑦ 腹部腹板の気門は黒色で，外縁は地色と同色である。

⑥ 脚は全体淡緑色である。

(3) *Acrosternum* 属の種の簡易識別点

卵, 幼虫, 成虫の簡易な識別点は次のとおりである。

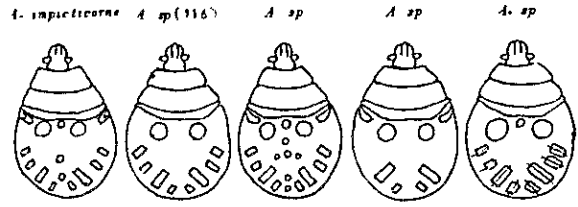
卵: 卵による識別は明確にできなかった。

幼虫: 5種の幼虫を採集したが, このうちの3種は成虫を明らかにすることができなかった。これら5種の幼虫の識別点をあげれば第7図のとおりであり, 種の特徴を最もよく示す第3, 第4令期における斑紋の違いを示したものである。

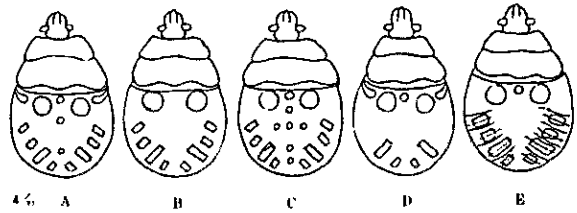
Acrosternum 属の特徴は, 腹部背板に現われる, 前部の2個の大型の黄〜橙黄色斑と, 両側方の契状(長方形)斑の有無, 嗅腺開口部付近の白斑, 及び結合板に接する4個の短形白斑である。これは稀に2個を欠く場合もある(D)。

A. impleticorne (A)と *A. sp.* (Col. No. 116) (B)とは, 契状(長方形)斑を有する点では似るが, 正中線上の白斑の数が *A. impleticorne* では3個 *A. sp.* (116) では5個で異なる。その上, *A. sp.* (116) は, 嗅腺開口部の側方に, 2個の小白斑を有する点である。

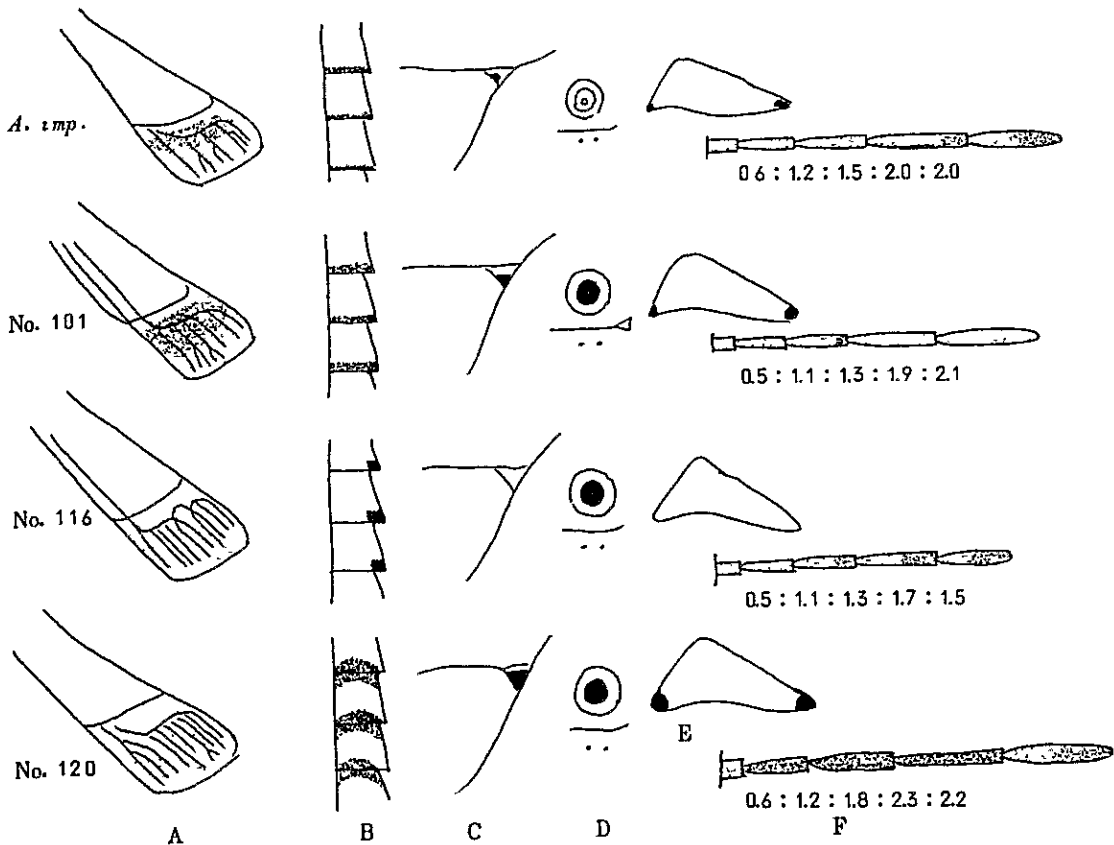
他3種の幼虫のうち1種は正中線上の斑紋を欠くことで他と区別できるし, 他の1種の幼虫は, 結合板に接する4個の白斑のうち, 上部2個を欠く(D)ことによって, 他と容易に区別できる。他のもう1種は, 結合板に接する白斑が1腹筋にわたって存在するのに比べて図前4種は, 1腹筋の半分しか存在しないことによって容易に区別できる。



3令



第8図 *Acrosternum* 属 5種の3, 4令期



第9図 *Acrosternum* 属 成虫の形態的な違い

A: 前翅, B: 結合板・背面, C: 小盾板前線, D: 気門, E: 瘤状斑, F: 触角

成虫：半翅鞘膜質部の翅脈，結合板の接合部の色彩，小盾板基部の陥落部，気門，瘤状斑，触角について，4種の特徴を明らかにすれば，第2図のとおりである。

① 半翅鞘膜質部の翅脈とその色彩。

A. impicticorne (A) と *A. sp.* (101) (B) は茶褐色に着手するが，他は透明であり，その上各翅脈が異なる。

② 結合板接合部の色彩と形状

A. impicticorne と *A. sp.* (101) は同様であるが，*A. sp.* (116) (C) *A. sp.* (120) (D) とは明らかに前2者と異なる。

③ 小盾板基部の陥落部の斑紋の形状とその有無

A. impicticorne，*A. sp.* (101) *A. sp.* (120) には黒点が存在する，*A. sp.* (120) の黒点は顕著に大きい。*A. sp.* (116) は黒点が存在しない。

④ 腹部腹面の気門の色彩

A. impicticorne は白色で，他は黒色。

⑤ 瘤状斑の斑紋

黒色斑紋の最も顕著な種は *A. sp.* (120) で，*A. impicticorne* と *A. sp.* (101) は似る。*A. sp.* (116) は無紋。

⑥ 触角の色彩

A. impicticorne と *A. sp.* (116) は全体濃緑色で酷似するが，前者は第3節先端 $\frac{1}{4}$ が黒色，第4節の基部と先端が黒～黒褐色，第5節先端部がやや淡色であり，後者は，第3節先端 $\frac{1}{4}$ ，第4節の $\frac{1}{2}$ ，第5節の先 $\frac{1}{2}$ が黒褐色である。*A. sp.* (101) も全体濃緑色ではあるが，第3節の先端部がわずかに黒褐色である。*A. sp.* (120) は第1節が淡緑色，第2，3，4節は黒～黒褐色，第5節は淡褐色で基部は淡色である。

2) . 生態

本属の中で最も生息密度の高いのは *A. sp.* (Col. No 116) で，*A. impicticorne* 他2種は時々しか大豆圃場で発見されない。*A. sp.* (116) は，周年にわたる採集記録がないので，季節的な発生消長は不明であるが，飼育実験の結果からみると，休眠現象は認められず，周年発生しているものと考えられる。

第4表 *A. sp.* (116) の自然条件下における卵期間

調査時期	10月	11月	12月	2月	3月	4月
卵期間	6.5日	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0

发育生態：*A. sp.* (116) について自然条件下で，卵期間を調査した結果を示すと第4表のとおりである。

自然条件下において，卵のふ化は統一で，6日或は7日でふ化する。

第5表 *A. sp.* (116) の定温下における卵期間

温度	卵期間 (日)		
	最短	最長	平均
25℃	6日	7日	6.3日
28℃	5	5	5.0

次で，定温条件下で調査した卵期間は第5表のとおりであり，25℃では自然条件に比べてやや長くなったが，28℃では短い。また，幼虫发育を自然条件下で調査した結果が第6表であり，定温条件下で調査した結果が第7表である。

第6表 *A. sp.* (116) の自然条件下における幼虫期間

ふ化時期	幼虫期間 (日)		
	最短	最長	平均
9月2日	30	32	31.3
11月6日	36	37	36.8
2月24日	36	38	37.0
3月24日	35	40	38.0
4月6日	39	47	43.2
4月11日	42	46	48.0

自然条件下では，幼虫期間は，春期には短かく，秋期では長くなる。

定温条件下では，20℃で約2カ月，25℃では約1カ月以上を，28℃で約1カ月を要する。28℃下では，幼虫の死亡率が高く，成虫は，わずかししか得られなかった。

次に *A. impicticorne* において，幼虫がふ化してから羽化するまでの期間を，25℃と自然条件下で調査した結果は第7表のとおりである。

第7表 *A. impicticorne* の幼虫期間と温度との関係

温度	幼虫期間 (日)		
	最短	最長	平均
25℃	32	39	36.5
自然条件	37	48	41.8

実験実施時期 1980年3月～5月

秋期においては，気温が低下してくるから，自然条件下では，25℃に比べて，かなり遅い发育を示している。*A. sp.* (116) に比べると，ほぼ同程度の发育をすることがわかる。加害生態：*Acrosternum* 属の加害は，幼，成虫によって行われる。しかし，1令虫は摂食しない。2令以降では，令が進むに従って加害がはげしくなるものと考えられている。

第8表 *A. sp.* (116) 成虫の摂食状況

摂食部位	表面	内部	粒	加害粒率
口針鞘数	1.98コ	6.5コ	4.4	6.27%

実験実施時期 1980年3月

第8表は，成虫期における *A. sp.* (116) による加害の状況を示したもので，1日1頭当たりの口針鞘数で表わしてある。すなわち，莢表面にはかなりの吸汁痕がみられるが，内部に達するのは $\frac{1}{3}$ で，粒にまで達するものは，さらに少なくなる。そして，粒はその $\frac{2}{3}$ が加害されている。

3. *Piezodorus guildinii* WESTWOOD
(Percevejo verde pequeno da soja)

本種は大豆圃場では一般的にみられ、*N. viridura* に次ぐ優占種である。日本産の大豆害虫イチモンジカメムシ (*Piezodorus hybneri* GMELIN) と同属で、酷似する。
1) 形態的特徴

卵：長径0.7mm、短径0.5mmの楕円形で、高さ0.9mm、全体、暗黒色で、表面には刺状突起がある。卵は発育とともに変色しない。受精孔突起は0.1mm、棍棒状で、隣接する2本が先端で結合することが多い。卵は卵塊として生まれ、2列に並び、1卵塊は通常10数卵～20数卵を有する。

幼虫：第1令幼虫— 体長10mm、体幅0.8mm、ふ化当初は全体赤色であるが、間もなく、頭、胸部は暗褐色に、腹部は暗赤色に変化する。腹部背面嗅腺開口部の斑紋は黒色、結合板上には、半円形の黒色斑紋が現われる。複眼は、暗赤色で、わずかに突出する。触角及び脚は暗褐色で、触角比は1：2：2：6、正中線上における胸背板比は3：2：1。

第2令幼虫：体長14mm、体幅12mm、頭部、胸部は暗黒色、腹部は全体暗赤色であるが、嗅腺開口部の両側に、淡黄色の部分が見われ、黒の点刻も明瞭となってくる。腹部結合板上には、半円形の黒紋が一層明瞭となる。複眼は暗赤色で、わずかに突出する。触角、脚は暗褐色。触角比は1：2：2

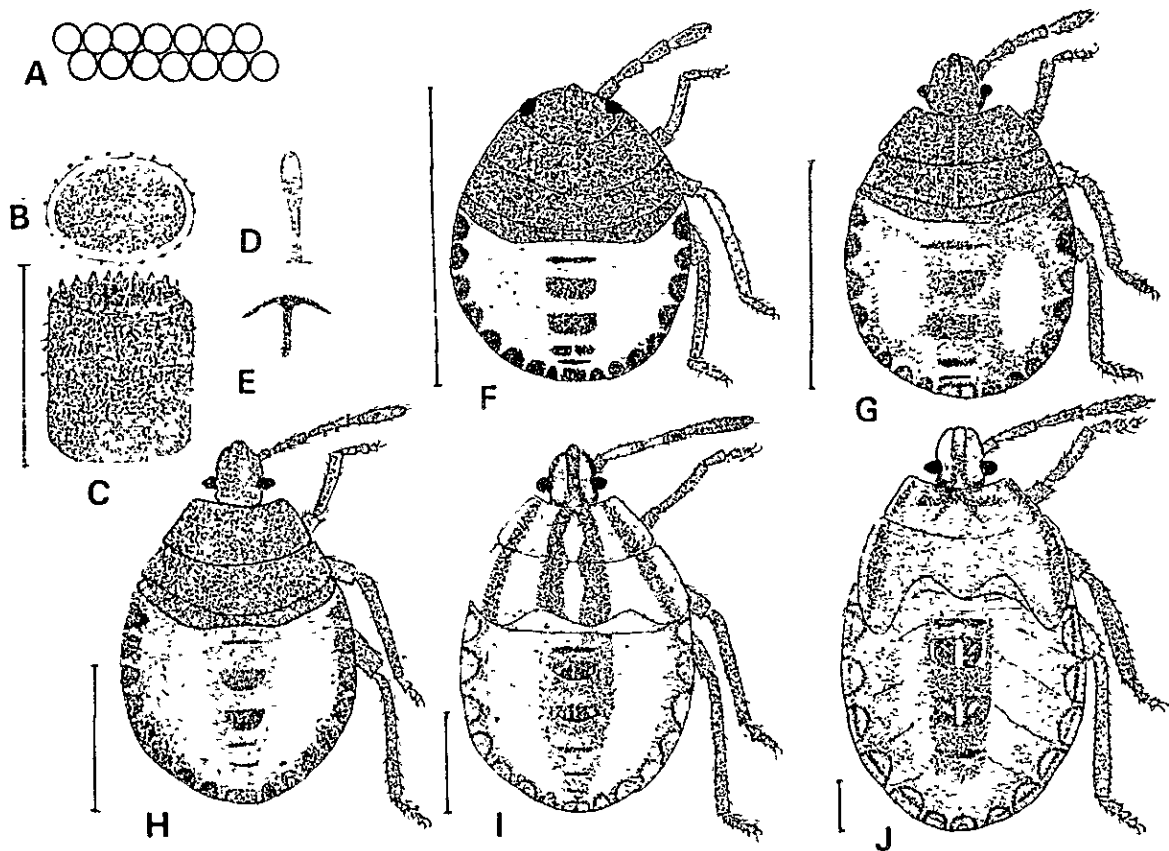
：6、胸背板比は3：2：1。

第3令幼虫：体長28mm、体幅18mm前後、頭、胸部背板は黒～黒褐色、腹部背板は全体淡緑色に変化する。腹部背板中央の嗅腺開口部の斑紋は青赤色と黒～黒褐色で構成される。結合板附近は青赤色に幅広くふちどられ、半円形の黒紋が浮き出す。複眼は暗赤色で、突出してくる。脚は黒褐色、触角比は1：2：2：3、胸背板比は5：4：1。

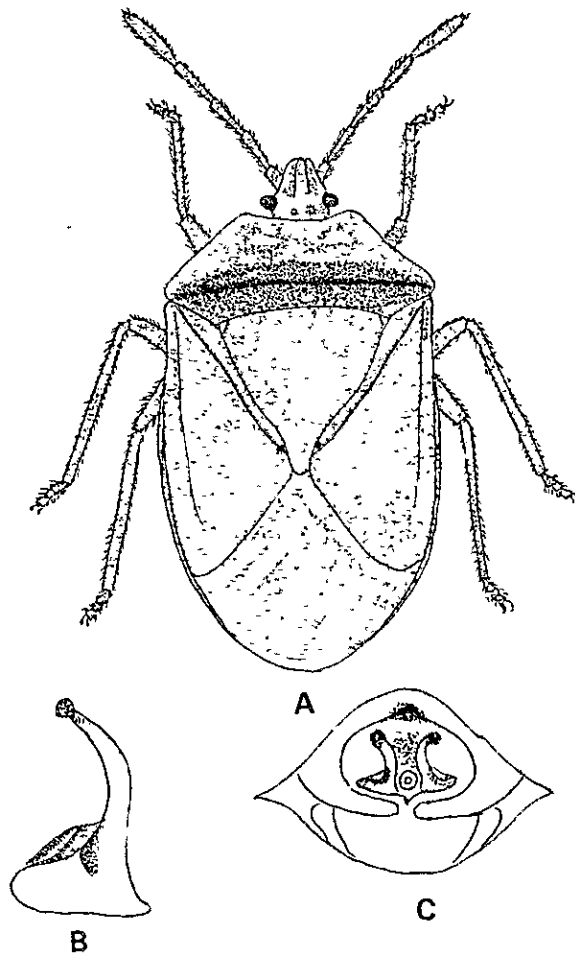
第4令幼虫：体長35mm、体幅25mm前後、全体淡黄緑色で、頭部に一条の、胸部外側線に沿って2条の黒褐色の太い縦線を装うが、個体による色彩変異が大きい。前翅包がわずかに発達し、腹部背板上の嗅腺開口部は赤褐色と黒色と黒色で構成される。結合板上の半円形の黒紋は赤褐色にふちどられる。触角は黒褐色で、触角比は1：2.5：2：3、胸背板比は8：8：1。

第5令幼虫：体長80mm、体幅47mm前後で、全体淡黄緑色、頭部、胸部側縁の黒条は個体変異がある。後翅包が顕著に発達する、腹部背板の側縁は白色でその内側は鮮紅色にふちどられる。結合板は、半円形の黒紋のある場合が多いが、一条の黒線の場合もあり、色彩変異が大きい。嗅腺開口部付近は黒色で、その上下は鮮紅色でふちどられる。触角は黒褐色、触角比は1：3：2：2.8、胸背板比は1：1.3：0。

成虫：体長110mm、胸幅60mm前後で、雌雄によって、色彩と大きさが異なり、雄は小さい。雄の体色は黄緑色に近



第10図 *Piezodorus guildinii* の卵と幼虫の形態
A：卵塊、B：卵の蓋部、C：卵の横断、D：受精孔突起、E：卵殻破砕器、F：第1令幼虫、G：第2令幼虫、H：第3令幼虫、I：第4令幼虫、J：第5令幼虫



第11図 *Piezodorus guildinii* 成虫の形態
A: 成虫の全体像, B: 雄の交尾鉤, C: 雄の尾端節

く、体の外縁が黄褐色でふちどられ、前胸背板上に同色の太い横帯がある。雌の体色は緑がかつむ黄色で、体の外縁を赤褐色でふちどられ、前胸背板には、同色の太い横帯がある。また頭部も同色の場合が多い。

雌雄とも同様に、頭部には黒褐色～赤褐色の点刻を密布し、複眼は黒褐色、単眼は赤褐色、中葉は側葉よりわずかに突出するが、なだらかな弧を描く。両側縁は隆条によってふちどられる。頭幅と頭長の比は17:15。触角は淡赤褐色で、先端に向かうに従って濃色となる。前胸背の点刻は、前部は疎で、後部は密。瘤状斑はあまり明瞭でなく、点刻は欠く。小盾板には赤褐色の点刻を密布する。半翅鞘革質部は、小盾板に比べてやや点刻が疎で、爪状部先端に小黒点がある。膜質部は透明で無紋。口吻は淡緑色で先端は黒褐色、腹部腹板の気門は黒色で、周囲は白円、肢は淡緑色で、附節は褐色、触角比は1:2.3:2.3:2.8:3。

2) 生態

季節的発生消長 本種は、大豆害虫として早くから知られ、常時、卵、成、幼虫の発生がみられ、周年発生しているものと考えられる。夏期栽培の大豆では、着蕾時期から飛来してくる。

生育生態 卵は、夏期には通常5日でふ化する、1, 2,

3令期までは集団で、大豆の茎、莢、葉上に生息するが、4, 5令期には分散して生活する。

夏期における幼虫の令期間は、1, 2令で4日程度、3, 4, 5令では7日前後、幼虫全期間は30日前後である。

産卵生態 卵は2列の卵塊で産まれる。1卵塊の平均は、25.0卵(12~52卵)で、葉の表裏、莢、茎上に産まれる。

加害生態: 加害は、成、幼虫(1令期を除く)によって行われる。

加害状況を、口針鞘を指標として調査した結果は第9表のとおりである。

1区5頭、3連制で4日間にわたって大豆を摂食させて得られた口針鞘数を、1日1頭当りに換算して示したものである。

第9表 *Piezodorus guildinii* 成虫による摂食状況

摂食場所	茎	表面	内部	粒	加害粒率
口針鞘数	1.8コ	7.2コ	3.6コ	2.5コ	63.2%

注) 実験実施時期 80年3月

この種も、茎と莢の両者から吸汁している。そして、莢はに比べて少ない。莢表面の吸汁痕に比べて、莢内部に達したとみられる吸汁痕は約半分である。また、粒にまで達する口針鞘は、さらに減少することがわかる。粒は $\frac{1}{3}$ が加害されている。

4. *Euschistus* 属

本属からは、*E. heros* (Percevejo marrom da Soja) と *E. sp.* の2種が加害種として確認された。発生数は *Piezodorus guildinii* に次いで多いが、1980年の夏期にはほとんど発生していない。*E. heros* は古くから大豆害虫として知られている。

1) 形態的特徴

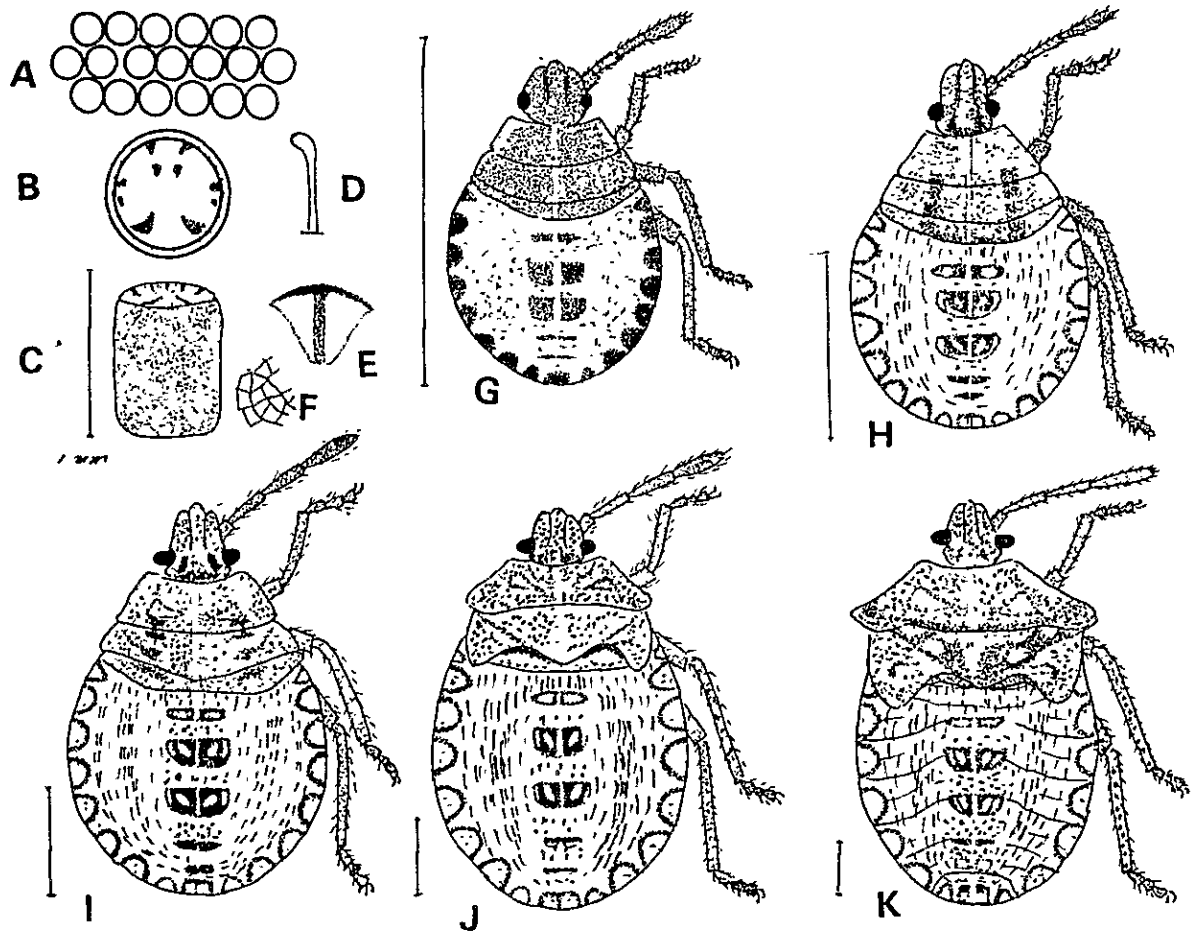
(A) *Euschistus heros* FABR.

卵: 卵は円筒形で、側壁は膨らみを持ち、タイコ状。直径0.9mm、高さ0.9mm、蓋部の直径0.7mm。ふ化当初は黄色であるが、ふ化直前には橙色に変化する。ふ化直前には蓋部から、幼胚の複眼と頭部が赤色に透視される。受精孔突起は白色で、先端がわずかに膨らんでいる。卵殻破砕器はキチン化した丁字形で黒褐色、付属膜は透明に近い。卵は卵塊として、通常3列10~20卵が産まれる。卵殻は白色で表面は網目状である。

幼虫: 第1令幼虫 一体長1.5mm、体幅1.2mm、頭部、胸部は黒褐色で、後頭から胸部にかけて、契状の白灰色斑がある。複眼は暗紅色で、突出しない。腹部背板は暗赤色で、結合板には半月形の黒色紋を有す。嗅腺開口部の斑紋は黒褐色で明瞭。触角は全体黒褐色で、触角比は1:1.5:1.5:3、正中線上における胸背板比は3:2:1。

第3令幼虫 一体長3.5mm、体幅2.5mm前後で、頭部、胸部背面は黒褐色、腹部は黄褐色地に暗赤色のかすり状紋がある。結合板上の半月形紋は外円のみ黒褐色。

第5令幼虫: 全体褐色で、胸部の側角は突出する。徑翅包



第12図 *Euschistus heros* の卵と幼虫の形態

A: 卵塊, B: 卵の蓋部, C: 卵の横観, D: 受精孔突起, E: 卵殻破砕器, F: 卵殻表面の構造,
G: 第1令幼虫, H: 第2令幼虫, I: 第3令幼虫, J: 第4令幼虫, K: 第5令幼虫

が発達し、腹部は紅褐色のかすり状紋様がある。結合板上の斑紋は半円形で、外縁のみ黒褐色に着色する。

成虫: 体長11~12 mm, 胸幅8.5~9.5 (側角を含む) 前後, 全体褐色である。頭部の中葉は側葉より長く、中葉の側縁は隆条によって画され、黒褐色の点刻を散布す。複眼は黒褐色、単眼は暗赤色。胸部背板には黒褐色の点刻があり、側縁は鋸歯状。側角は鋭くとがり突出し、先端部は黒色。瘤状斑は明瞭でない。

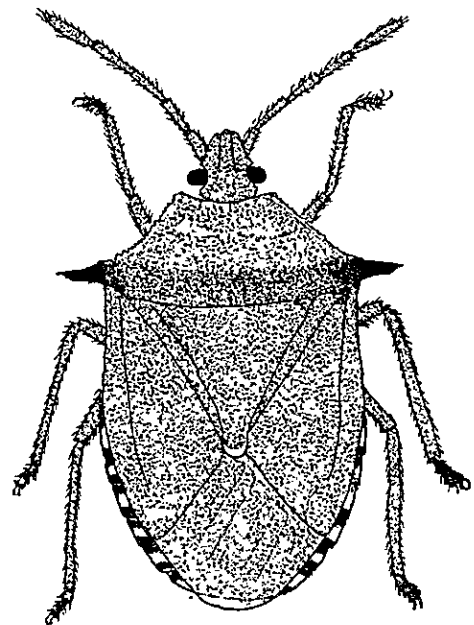
小盾板には、黒の点刻があり、点刻の密の部分と疎の部分があつて、斑紋を形成する。先端部には、半円形の明瞭な黄斑がある。半翅鞘革質部には黒の点刻があり、膜質部は黒褐色、結合板は茶褐色で、接合部の上下に黒の横線がある。頭、胸、腹部腹面は全体茶褐色で、気門は周辺部が黒によってふちどられる。

脚は褐色で、黒褐色の小斑点がある。

触角比 1.0 : 1.5 : 3.1 : 2.8 : 1.8

(B) *E. chistus* sp.

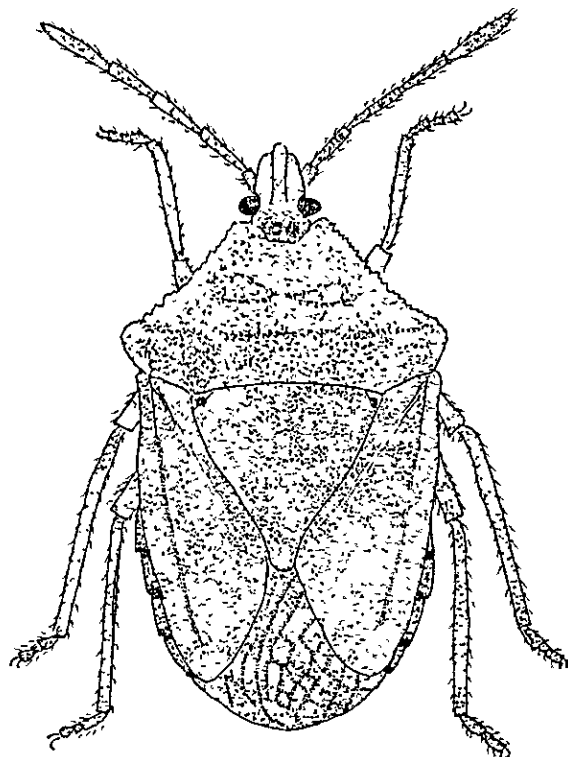
卵: 直径0.9 mm, 蓋部の径0.7 mm, 高さ1.1 mm, 卵塊として2~3列, 不整形に数十卵が産まれる。卵殻表面は細かい網目構造で、受精孔突起はやや長い。*E. heros* に酷似す



第13図 *Euschistus heros* 成虫の形態

るが、やや白色で、網目構造が細かい。ふ化直前には、幼胚の眼点が赤色に透視される。卵殻表面には微毛を密生する。

第1令幼虫、体長1.4mm、体幅1.2mm、頭、胸部背板は黒褐色で、腹部背板は鮮紅色、嗅腺開口部周辺は黒褐色、結合板には、半円形の黒紋が現われる。触角の第3、4節半分は白色で透明に近い。その他は黒褐色、脚は腿節と脛節の半分が黒褐色で、その他は白色。



第14図 *Euschistus* sp. 成虫の形態

成虫：体長9.5mm、胸幅5.3mm前後、*E. heros*に比べて小型の種である。頭部は淡褐色で、黒褐色の点刻を密布する。中葉は側葉より長く、側葉は隆条によって画される。複眼は赤褐色で、単眼はルビー色、触角は体色と同じで、点刻があり、第1～4節の先端部のみが白灰色。前胸背板は頭部と同色の地色に、黒と赤褐色の点刻を散布す。黒色の点刻は前部にある。瘤状斑はあまり明瞭でないが、周辺に黒の点刻が集合する部分がある。外縁は鋸歯状で、側角は鈍角で突出しない。

小盾板の点刻は前部が黒色で、後部は赤褐色、先端に半円形の斑紋はない。半翅鞘革質部には黒～黒褐色の点刻を散布し、膜質部は暗褐色、結合板には赤褐色の点刻があり、接合部の上下に太い黒の横条がある。脚は、淡黄褐色で、黒褐色の点刻を有す。

頭、胸、腹部腹面は背面と同色で、腹部の気門は白灰色。触角比は1:2:2:2.8:3。

2) 生態

(A) *Euschistus heros*

季節的発生消長：春～夏期には発生が認められるが、冬期には、ほとんど見当たらない。しかし、自然条件下で飼育す

ると、周年にわたって飼育が継続でき休眠現象は認められなかった。このことからすると、冬期には、大豆以外の植物で生活している可能性が高い。*E. sp.*は圃場において稀にしか発見されず、生態については不明の点が多い。

第10表 *E. heros*の自然条件下における幼虫期間(日)

ふ化時期	最短	最長	平均
	10月29日	24	28
12月14日	37	43	39.0
3月8日	30	37	32.3
3月25日	29	38	34.8

発生生態：卵は夏期には、6～7日でふ化する。自然条件下における幼虫期間は、第10表に示したように、春季には短かく、夏期では長くなっている。

次に示した第11表は定温条件下における卵期間、幼虫期間と温度の関係を示したもので、卵期間は高温ではかなり短くなる。幼虫期間は、25℃でも自然条件下に比べると短い。

第11表 *E. heros*の卵・幼虫期間と温度との関係

温度	卵期間(日)			幼虫期間(日)		
	最短	最長	平均	最短	最長	平均
25℃	6	7	6.6	21	32	24.2
28℃	4	4	4.0	-	-	-

産卵生態：*E. heros*の卵は、卵塊として、大豆葉の表裏などに産まれる。1卵塊の平均は8.0卵(3～17卵)であった。

次に、成虫が羽化してから後の産卵状況を示したものが第15図である。

この図をみると、産卵は羽化後14日頃から始まり、最多産卵時期は羽化20～40日の間で、その後産卵は少なくなっていくが、羽化120日後まで産卵している。1雌当たりの産卵数は77卵で、約9卵塊が産まれている。産卵は、非常に長期間にわたって行なわれるが、羽化1カ月後に最も産まれることがわかる。

(B) *Euschistus* sp.

季節的発生消長：発生数が少なく同年の経過は不明である。

発生生態：卵は10卵程度の卵塊として産まれる。秋期では、卵期間は7日。1、2令期間はそれぞれ4～5日、3、4、5令期間はそれぞれ8～10日で、幼虫全期間は35日前後であった。

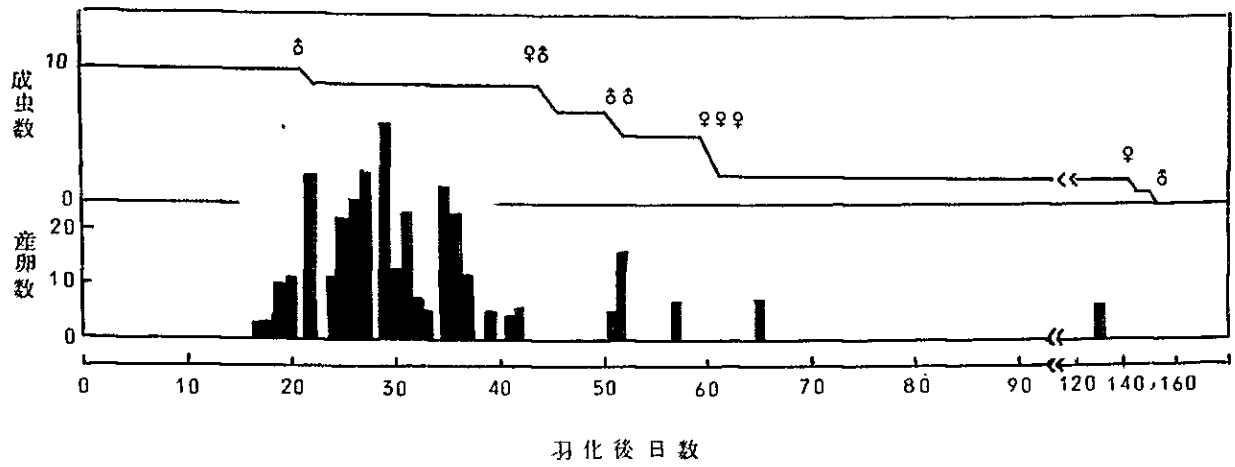
5 *Dichelops melacottus* DALLAS

(Percevejo barriga verde)

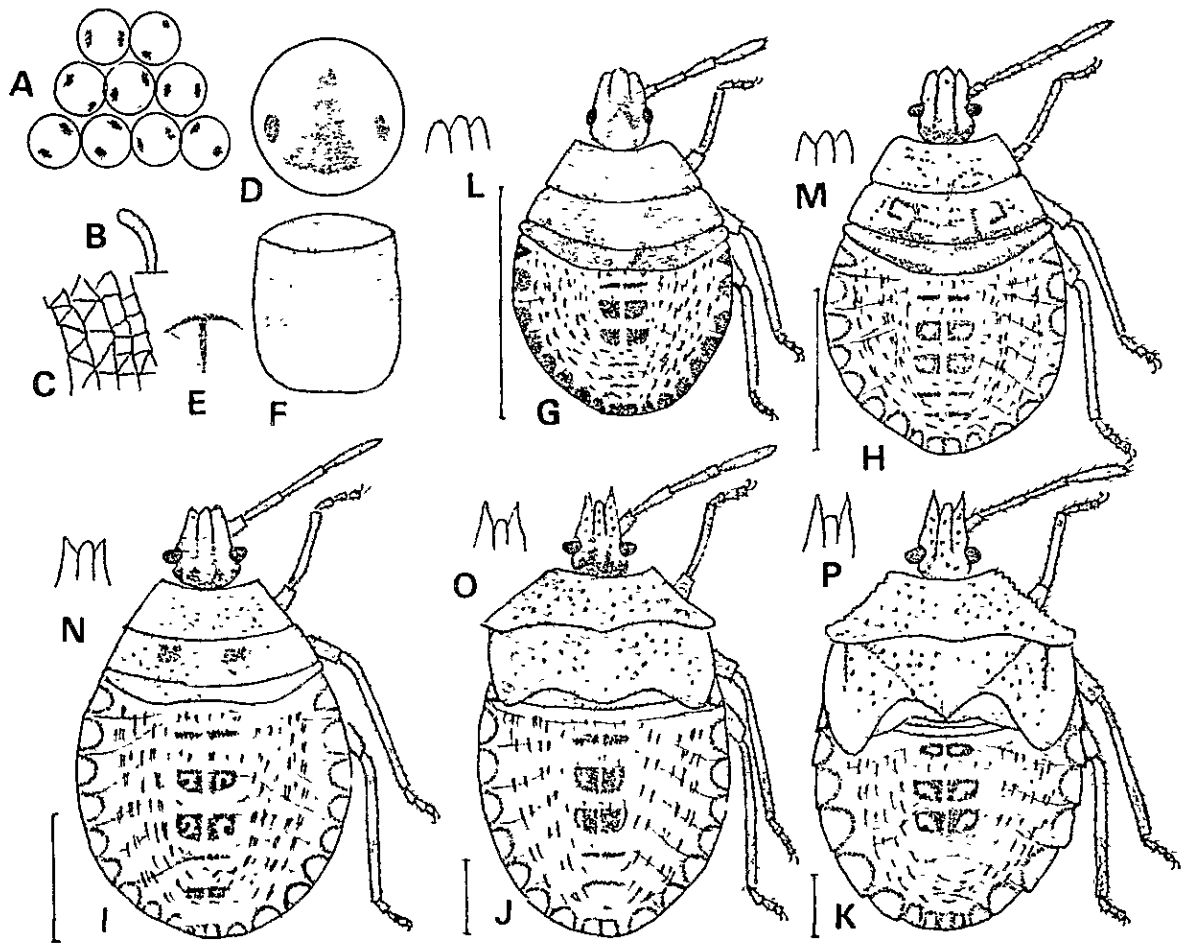
大豆圃場において普遍的にみられるが、生息数はあまり多くない。*Euschistus heros*に似るが、腹部が緑色のこと及び頭部側葉が中葉より短いことにより区別できる。俗名は腹部が緑色のところから名付けられている。

1) 形態的特徴

卵：直径1.0mm、蓋部の直径0.8mm、高さ1.0mm、円筒型



第15図 *Euschistus heros* 成虫の羽化後日数と産卵との関係
 注) 実験実施時期は24/10月~20/2月'80



第16図 *Dichelops melacanthus* の卵と幼虫の形態
 A: 卵塊, B: 受精孔突起, C: 卵殻の表面構造, D: 卵の蓋部, E: 卵殻破砕器, F: 卵の横観,
 G: 第1令幼虫, H: 第2令幼虫, I: 第3令幼虫, J: 第4令幼虫, K: 第5令幼虫,
 L~P: 各令幼虫の頭部比較

で、側壁はわずかに膨らんでいる。産卵当初は淡緑色で、ふ化直前になると、幼胚の複眼及び、額部の斑紋が赤色に透視される。卵殻は白色で、微毛を密生し、不規則な網目模様を示す。受精孔突起は27本前後、白色で先端が膨らんだ棍棒状である。卵殻破砕器は、キチン化した丁字形で、黒褐色、付属膜は透明に近い。卵は10数卵の卵塊として産まれる。

幼虫：第1令幼虫 — 体長1.6mm, 体幅1.2mm, 頭部、胸部は黒褐色で、後頭から胸部にかけて、長円形の白灰色斑がある。複眼は黒紅色で、複部背板は白灰色地に黒紅色の斑紋を散布す、結合板には半円形の黒色斑紋を有し、嗅腺開口部の斑紋は黒色である。触角は全体黒褐色で、触角比は1:12:12:3, 正中線上における胸背板比は3:2:1。

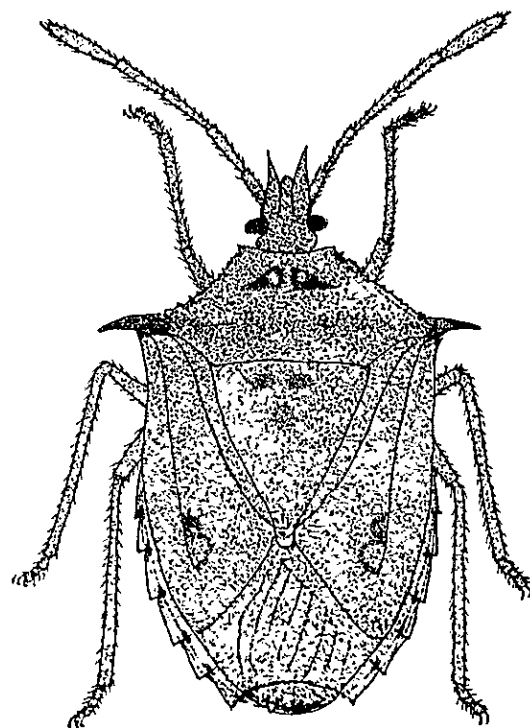
第2令幼虫：体長2.3mm, 体幅1.5mm, 頭部及胸部背板は白灰色地に黒の点刻を散布するとともに、黒色の不規則な模様がある。複眼は黒褐色で突出してくる。中葉は側葉と同長か、中葉がわずかに長く、中葉と側葉は先端でわずかに離れる。腹部背板は桃白色地に紅色のやや長い点刻があり、嗅腺開口部の斑紋は黒色、結合板には、黒色でふちどられた半円形の斑紋がある。脚の各腿節の基礎半分は白色で、その他の部分は黒褐色、触角は黒褐色で、触角比は1:2.1:4, 胸背板比は3:2.5:1。

第3令幼虫：体長3.4mm, 体幅2.2mm, 第2令幼虫に似るが、頭部の側葉が中葉よりわずかに長くなり、中葉と側葉は先端で離れ、先端は鋭角を示す、口針は基部半分が白色、脚は腿節の基部半分が透明に近い白色、中、後脚の脛節は桃白色、各脚の附節は黒褐色、胸部腹面及び腹部腹面には、それぞれの背面と同様の模様がみられる。触角比は1:2.4:1.6:2.6, 胸背板比は5:4.5:1。

第4令幼虫：体長5.5mm, 体幅3.3mm前後で、頭、胸部は赤褐色地に黒の点刻を装う。側葉は中葉より明らかに長くなる。腹部背面は白色地に赤色の斑紋があるが、黒の点刻はみられない。結合板の半円形の斑紋の内側には黒の点刻がみられる。各脚の腿節の白い部分は薄れて、全体が淡褐色に変化し、赤褐色の斑紋が明瞭に現われてくる。触角は第1, 2, 3節は褐色で、第4節の大部分は黒褐色、触角比は1:3.3:2.3:2.7, 胸背板比は7.5:7.5:1。

第5令幼虫：体長6.8mm, 体幅4.3mm前後、頭部、胸部は赤褐色地に黒の点刻を装う。腹部背面は白灰色地に赤色の斑紋が顕著で黒の点刻を散布す。結合板の半円形斑紋の内側に黒の点刻を増す。後翅包が顕著に発達してくる。触角は褐色～赤褐色で、第4節の先端は黒褐色。触角比は1:2.8:1.7:2.6, 胸背板比は1:1:0。

成虫：体長8.5～10.5mm, 胸幅6.7～7.0mm, (側角を含む。) やや小型のカメムシである。全体淡褐色で、黒～黒褐色の点刻を密布し、側角が顕著に発達する。頭幅と頭長の割合は、1.5:2.3, 側葉は中葉より顕著に長く、側葉の先端は鋭角、0.4mm突出する。中葉側縁は隆条となり、赤褐色の点刻を配す。触角は鮮赤褐色で、色彩変化は少ない。複眼は暗赤褐色で、単眼は赤色。前胸背の外縁は白色で、鋸歯状を呈す。側角の先端は鋭角で黒色。瘤状斑の周囲には点刻の密な部分があり、内部にもわずかに点刻がみられる。前胸板後方の点刻は中央部より密。小盾板は白灰色地に褐色の点刻



第17図 *Dichelops melaeontus* 成虫の形態

を配し、先端部には半月形の白～黄白色の部分がある。半翅鞘革質部は赤褐色地に黒～黒褐色の点刻を配し、中央部に無点刻部と点刻の密な部分があり、斑紋を形成する。膜質部は黒褐色、結合板は緑色で、接合部に小斑紋がある。脚は淡褐色で、黒褐色の点刻を有す。頭、胸、腹部腹面は淡緑色で、白色の小斑が散在する。腹面の色彩は種の特徴とされている。気門は透明に近い白色。触角比は1:1.8:2:2:2.6。

2) 生態

季節的発生消長：春夏期には大豆圃場で、秋冬期には灌漑栽培の大豆圃場で発生が認められる。秋、冬期には個体数は少ないが、周年発生しているものと考えられる。

発育生態：春期では、卵期間、6～7日、1, 2令期間はそれぞれ3日、3令期間5～6日、4, 5令期間は6～8日前後であり、幼虫令期間は20～30日である。

産卵生態：卵は、卵塊として大豆葉の表裏や莢に産まれる。1卵塊は5～10卵。

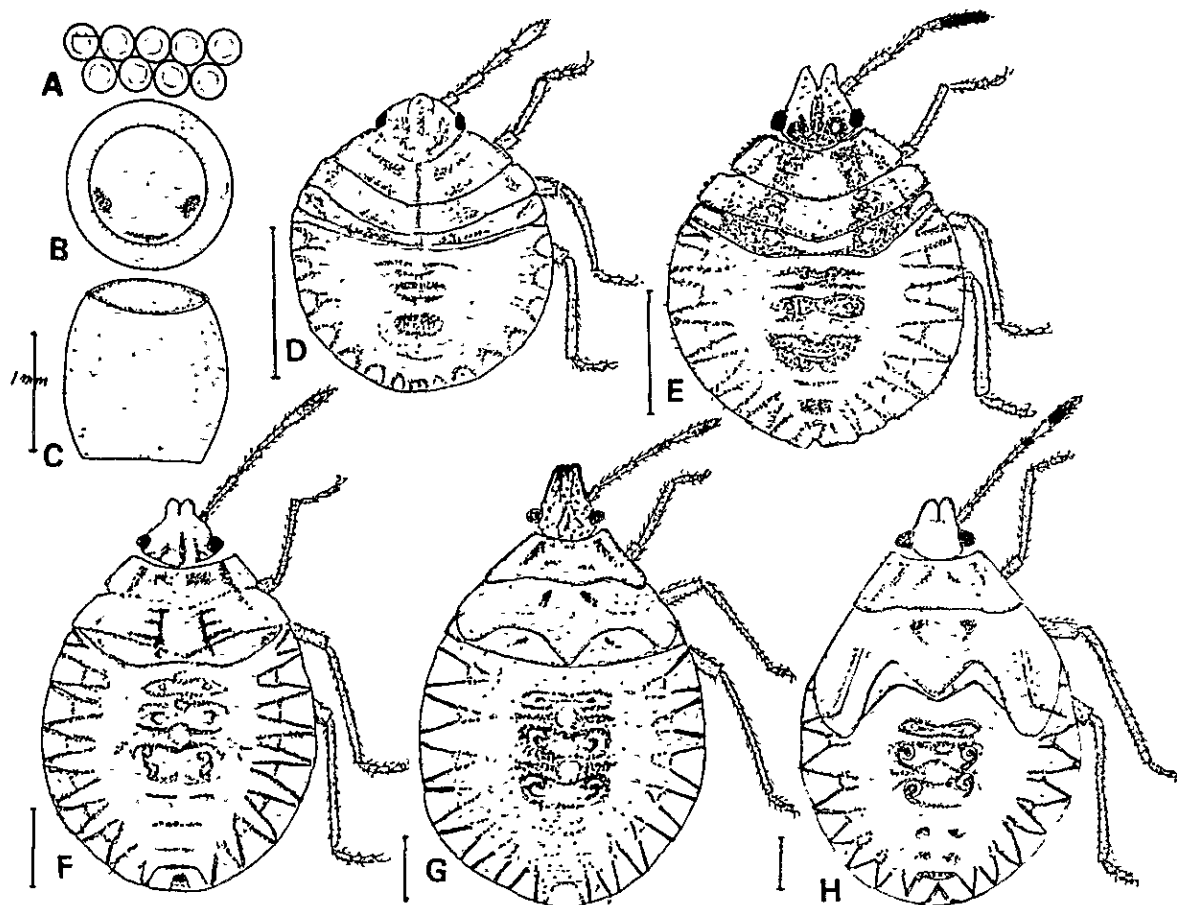
6. *Edessa mediatubunda* FABR (Percevejo da soja)

大豆圃場で一般的にみられる。生息密度はそれほど高くない。特異な色彩をしているから、容易に区別される。

1) 形態的特徴

卵：直径1.2mm, 高さ1.4mmの円筒形で光沢のある淡緑色、ふ化直前には、幼胚の複眼が赤色に、卵塊破砕器が茶褐色に透視できる。受精孔突起は著しく短く、痕跡のみが認められる。卵殻は白色で、表面は、ほとんど平滑に近い。卵塊は10数卵で構成され、2列に産まれる。

幼虫：第1令幼虫 — 体長2.0mm, 体幅1.7mm, 円形に近



第18図 *Edessa meditabunda* の卵, 幼虫の形態

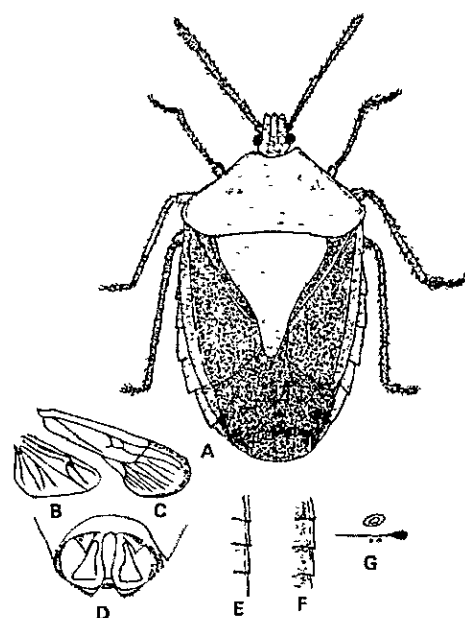
A: 卵塊, B: 卵の蓋部, C: 卵の横観, D: 第1令幼虫, E: 第2令幼虫, F: 第3令幼虫,
G: 第4令幼虫, H: 第5令幼虫

い。ふ化直後は、全体淡緑色で、頭、胸部に淡黒色の斑紋がある。腹部背板は淡緑色で、嗅腺開口部周辺は淡黄色、斑紋は褐色、複眼は鮮紅色。触角は淡黄色で触角比は1:1.3:1.3:2.6、正中線上における胸背板比は3.5:2.5:1。

第2令幼虫: 体長3.0mm, 体幅2.5mm, 全体淡黄色で偏平、頭、胸部背板には黒褐色の斑紋がある。腹部背板の嗅腺開口部周辺の斑紋は黒褐色、上下の境界には大きい赤色線が、中央部には白斑が入る。結合板上には、上部のやや細まったH字型の黒色紋が現われ、その周辺部は黄色にふちどられる。胸、腹部の外縁は透明に近い黄白色。腹部背面から、内部の器官が透視できる。脚は淡褐色で、複眼は鮮紅色、触角は全体黄褐色であるが、第4節先端は黒褐色。触角比は1:2:1.7:2.7、胸背板比は3:2:3:1。

第3令幼虫: 体長5.0mm, 体幅4.5mm前後前令に酷似する。

第4令幼虫: 体長7.5mm, 体幅5.2mm前後、全体淡黄緑色地に黒の点刻を疎布する。腹部背面、腹面より、内部器官が透視される。腹部背板上の嗅腺開口部斑紋は黒でふちどられ、中央部は黄橙色、斑紋の間に鮮紅色の横線がある。結合板の斑紋は点刻で梯形にふちどられ、内部に点刻は見当たらない。複眼は赤褐色、触角は、第3節の先端部がわずかに着色し、第4節は全体黒褐色に近い。脚は全体淡黄色で、疎毛を有し



第19図 *Edessa meditabunda* 成虫の形態

A: 成虫の全体像, B: 後翅, C: 前翅, D: 雄の尾端節,
E: 結合板背面, F: 結合板腹面, G: 気門

偏平。触角比は1:5:4:47, 胸背板比は1:1.2:1。

第5令幼虫: 8.5mm, 体幅5.7mm前後, 翅が発達してくる。色彩, 斑紋等は4令に酷似する。

触角比は1:3.8:3.8:4.0, 胸背板比は17:18:0。

成虫: 体長115~130mm, 胸幅65~75mm前後, 全体的にみて, 頭部, 胸部及び小盾板は緑色で半翅鞘革質部は褐色, 膜質部は黒褐色。頭部の中葉は側葉よりかなり短く白色で細い。頭部の点刻は浅く, 外縁は狭い黄白色でふちどられる。複眼は灰褐色で単眼はルビー色。触角は橙褐色, 胸部は深い点刻を疎布し, 瘤状斑は, わずかに点刻され, 外縁は狭い黄白色でふちどられる。小盾板には, 深い点刻があり, 中央部は疎, 外側は密。半翅鞘革質部には, 黒褐色の点刻を配し, 外側は黄白色のしわ状を呈す。膜質部は黒褐色で, 先端はやや淡色, 結合板の外縁には狭い黄白色帯があり点刻がある。脚は全体橙~紅褐色で, 微毛を密生す。頭, 胸, 腹部腹面は褐色で, 中央部は淡色, 腹部腹節の環関は明瞭, 腹部の気門は淡褐色で, 各気門の下方に黒褐色の横条があり, 先端は紋様を示す。口吻は短く, 淡~橙褐色で先端は黒色。触角比は1:2:3.2:4:5。

2) 生態

季節的発生消長: 春~夏期では, 常に卵, 成・幼虫の発生がみられるが, 冬期には, 成虫のみしか確認していない。冬期には褐色型がみられ, 休眠虫出現の可能性が高いと考えられるが, 不明の点が多い。

発育生態: 卵は25℃下では, 64日(6~7日)でふ化した。幼虫期間は夏期では35日前後であった。

産卵生態: 卵は通常大豆葉の表裏や莢に卵塊として産まれる。卵塊は大抵の場合7の倍数であり, 卵巣小管の数は7本と考えられる, 大きい卵塊では28卵あった。

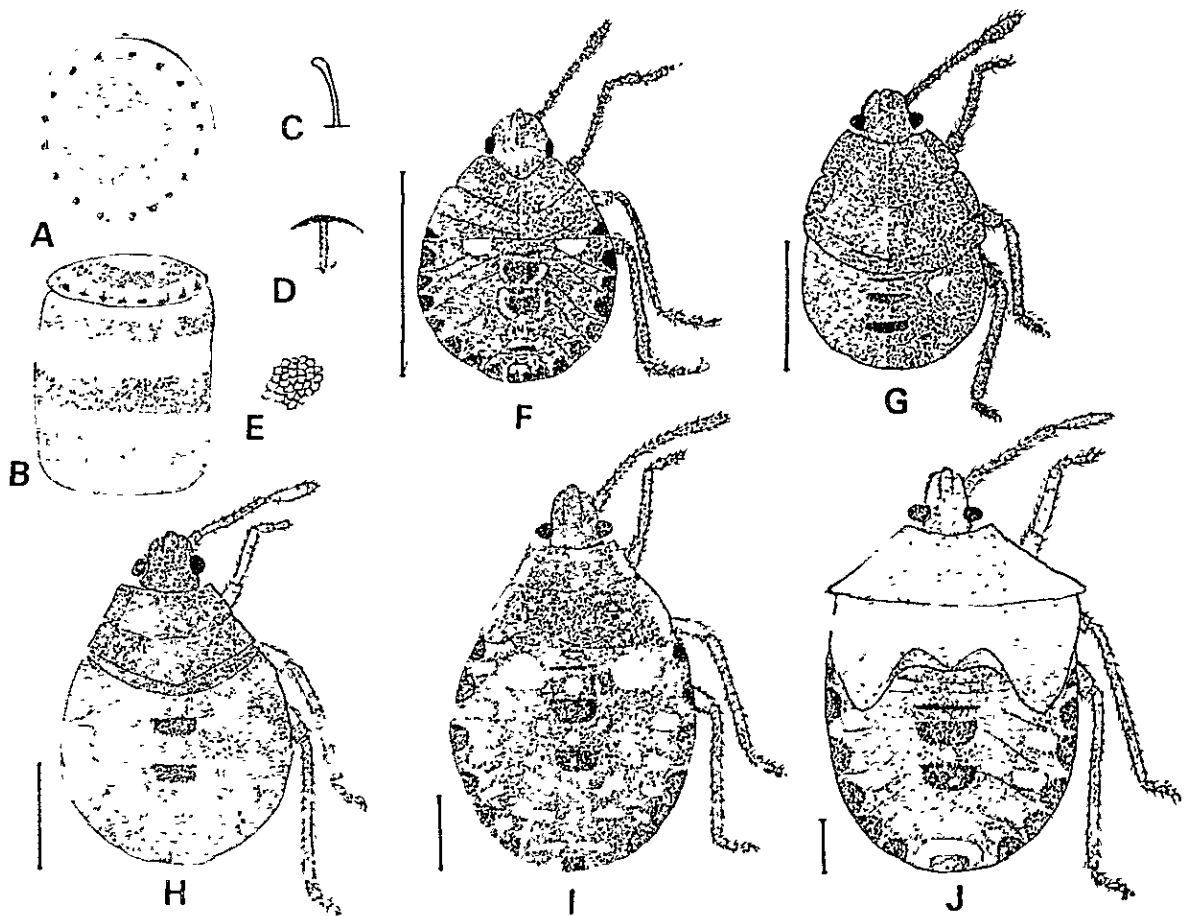
7 *Thyanta perditor* FABR.

発生数はあまり多くないが, 大豆圃場で普遍的にみられる。冬期は麦上でみられる。

1) 形態的特徴

卵: 直径0.8mm, 高さ1.1mm, 蓋部の直径は0.6mm, 全体, 灰褐色で, 蓋部の外周には暗灰褐色の円輪が, 胴部には暗灰褐色の, 3段の横帯が入る。受精孔突起はあまり長くなく, 卵殻破砕器はキチン化した黒色で丁字型を示す。付属膜は半透明。卵殻は灰褐色で表面に蜂巣状の凹凸がある。ふ化まで色彩変化はみられない。

幼虫: 第1令幼虫 — 体長1.2mm, 体幅0.9mm, 頭, 胸部



第20図 *Thyanta perditor* の卵と幼虫の形態

A: 卵の蓋部, B: 卵の横観 C: 受精孔突起, D: 卵殻破砕器, E: 卵殻表面の構造, F: 第1令幼虫, G: 第2令幼虫, H: 第3令幼虫, I: 第4令幼虫, J: 第5令幼虫

背面は黒色で、後頭部に暗灰褐色の白斑、中胸、後胸に正中線に沿った暗灰褐色の条線がある。腹部背面は暗褐色で、後胸との境界に大型の2個の暗灰褐色の斑紋がある。嗅腺開口部周辺の斑紋は黒色で、その両側は暗灰褐色にふちどられる。結合板上には半円形の黒色紋があるが、明瞭でない。触角は黒色、脚も黒色である。

胸背板比は測定困難。

第2令幼虫：体長2.0mm、体幅1.2mm、全体黒色で、白色の長毛を密生する。腹部背板には、2個の白斑がある。前中後胸の判別は困難で、胸部と腹部の境界は顕著にくびれている。1令虫との区別は、頭・胸部の長毛の密生によってできる。触角は黒色で、触角比1:2.3:2.0:3.3。

第3令幼虫：体長3.5mm、体幅2.5mm、全体黒色で、体に短毛を密生する。頭、胸部背板は赤褐色、腹部背板には、2個の、白～橙黄色の大型円形紋が、嗅腺開口部周辺の黒色斑紋の上下に2個の白色紋がある。結合板上には、半円形の灰白色紋のみられる個体もあるが、地色の黒色が強い個体では、この斑紋は不明瞭。触角は黒色で、触角比1:3.0:2.5:3.3。

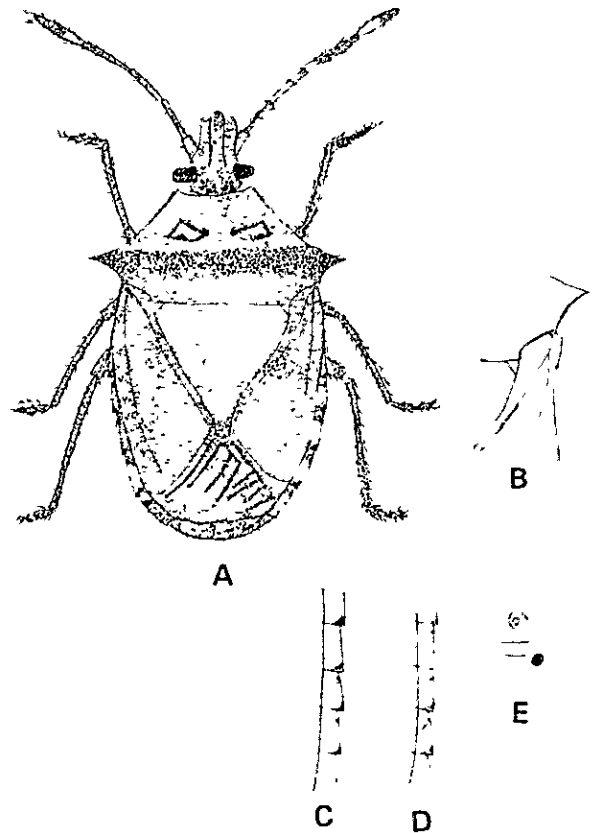
第4令幼虫：体長5.5mm、体幅3.8mm前後。頭、胸部は、黒色地に橙褐色の斑紋がみられるが、色彩変異がある。前胸背板の側縁は橙褐色。中胸背板には、両側に各3個の小型白斑がある。腹部背板には、正中線の両側に2個の、橙褐色の大型斑紋が、結合板に接する内方には、各節に1個の割で5個の白色斑紋がある。嗅腺開口部の斑紋は黒色で、地色と明瞭に区別されない。中部開口部の上下には2個の白斑があり、後部開口部の下側方に並列する2個の白斑が、その下方には、白色の細長い条斑がある。これらの斑紋には多少の個体変異がみられる。全体に微毛を密生する。触角は黒色、脚も黒色である。触角比は1:3.0:2.3:3.0、胸背板比は10:10:1。

第5令幼虫：体長7.2～8.0mm、体幅4.5～5.0mm。胸部の側角が張り出し、胸部が大きくなる。胸、腹部の色彩変化がみられる。

成虫：雌は体長100～112mm、胸幅6.8～7.7mm、雄は8.6～9.7mm、5.8～6.8mm、全体淡緑色。

頭部は無色の点刻を有し、中葉は側葉よりわずかに突出する。中葉は紅褐色に着色し、基部ほど濃色。側葉は黄緑色。複眼と単眼の間に無点刻部分がある。複眼は灰赤褐色で、突出する。単眼は、黒～褐色。胸部には、側角から側角にわたる紅褐色～褐色の横条があり、前部の点刻は無色、後部は褐色。側角は鋭角でとがり、紅褐色、瘤状斑は無点刻で、その中心に点刻があり、中心寄りに不整形の黒紋がある。小盾板には褐色の点刻があり、先端部は無色、しわ状を呈す。陥落部は無色。半翅鞘革質部は淡褐色の点刻と小さい黄白色斑とがみられる。膜質部は中央部分が褐色で、外側部は透明。結合板は橙黄色で、各節の結合部の上下に濃緑横帯がある。先端は黒色。頭、胸、腹部腹面は淡緑色で、腹部の気門は黒色。脚は各腿節、胫節が淡緑色、附節のみ紅褐色。

触角は第1節が淡緑色で、第2節と第3節の基部は緑色、第3節の1/2は黒色、第4節は基部が緑色の他は黒色、第5節は基部が淡褐色の他は暗褐色。触角比は1:2.0:2.8:3.0



第21図 *Thyanta perditor* 成虫の形態

A・成虫の全体像、B：側角部、C：結合板背面、D：結合板腹面、E：気門付近

:2.6。成虫に2色彩型のあることがわかったが、その原因については明らかにできなかった。

2) 生態

季節的発生消長：常に成・幼虫の発生がみられるが、夏期よりも、秋冬期に発生数が多い傾向がある。秋～冬期では灌漑栽培大豆及び小麦で発生がみられる。大豆が栽培されない場合には、小麦を寄主としているものと考えられる。

発育生態・卵は、春期には6日、秋夏期には5日前後でふ化する。幼虫期間は春季で40日前後であり、夏期では35日前後であった。

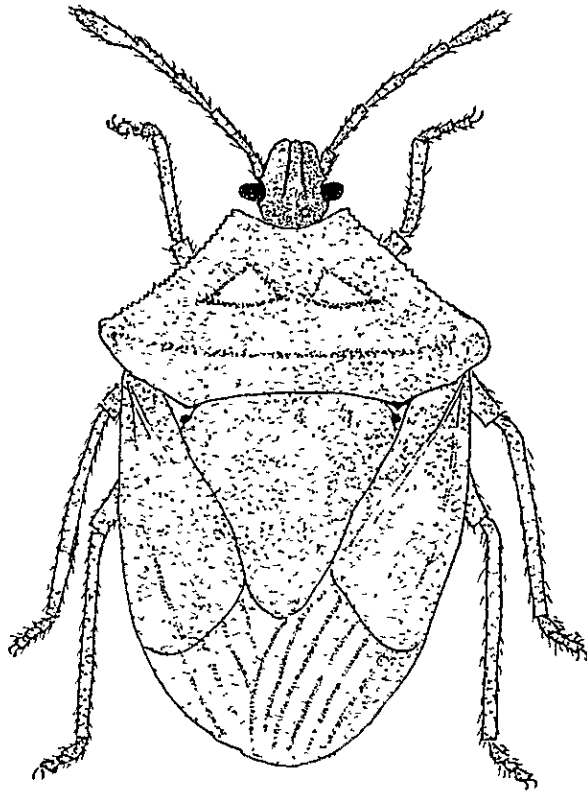
産卵生態：卵は、卵塊として、大豆葉の表裏に産まれる。1卵塊は20～40卵である。

7 *Agroecus* sp.

1) 形態的特徴

卵：直径1.1mm、高さ1.2mm、蓋部の直径1.0mm、球形に近い円筒形で、ふ化直後は乳白色、ふ化直前には、蓋部下に幼胚の複眼と触角が赤色に、馬蹄形に透視される。卵は1卵に5～7卵が卵塊として産まれる。

幼虫：第1令幼虫 — 体長1.3mm、体幅1.4mm、頭部及び胸部背板は、淡暗黒色で前胸背板上には、正中線を中心にして、円形の淡黄灰色の斑紋が、両側縁には同色の円斑がある。



第22図 *Agroeecus* sp. 成虫の形態

腹部背板は淡黄灰色で、赤色の斑点散布す。

結合板には半円形の淡暗黒色の斑紋があり、嗅腺周辺の斑紋は同色、中、後脚は腿筋半半及び基節基部が黒褐色の他は淡暗黒色、前脚基節、腿筋は赤褐色、体には微毛を疎生す。

第2令幼虫、体長2.3mm、体幅2.0mm、全体灰白色地に黒の点刻を散布する。頭、胸部背板は黒色に近く、腹部背板は暗赤褐色で、腹節線は赤褐色、結合板上の斑紋は梯形で、黒色にふちどられる。触角は全体暗褐色で第3節は白色で透明に近い。中後脚の脛節の約半分は白灰色で、その他は黒。触角比1:2:2:3.5、胸背板比は1:0.9:0.3。

第4令幼虫；体長6.5mm、体幅4.3mm前後、全体暗赤褐色で、頭部、胸部は黒褐色の点刻を装う。頭部中葉は側葉よりわずかに長い。複眼は暗赤褐色。胸部側縁は鋸歯状。腹部背板は赤褐色と黒褐色の点刻を装い、点刻は胸部に比べて大形（集団）である。結合板は半円形で、黒色でふちどられるがあまり明瞭でない。脚脛節は暗赤褐色で、脛節は淡褐色、節は褐色で、腿、脛節には点刻があり、微毛を疎生する。触角比は1:3.3:2.3:3.4、胸背板比は1:1.1:0.2。

成虫 体長10mm、体幅6mm前後、全体茶褐色である。頭部は茶褐色地に黒の点刻を配し、中葉は側葉と同長か、わずかに長い。複眼は黒褐色で、単眼は暗赤褐色。前胸背板は黒色の点刻を装い、側縁は同色の鋸歯状。側角は鈍角で突出しない。瘤状斑は明瞭でない。小盾板は黒の点刻を持つが、無点刻の部分があり、斑紋様に見える。基部の陥落部には黒点がある。半翅鞘革質部は黒の点刻を持ち、翅脈が頭著に隆起する。膜質部は暗褐色、結合板は淡褐色で、赤褐色の点刻

を有す。触角比は1:1.7:2.2:2.8。

B. *Megalotomus pallescens* STAL

本種はAlydidae科に属し、前記したPentatomidae科属と形態的、生態的にかかなりの差異がある。発生密度はかなり高く、特に夏期大豆にかかなりの被害を与えているものと考えられる。日本産の*Megalotomus costalis* STAL（キベリヘリカメムシ）と同属である。

1) 形態的特徴

卵：長径1.2mm～1.25mm、短径0.9～0.95mm、高さ0.8mm、長半円形で、金属光沢を持った茶褐色～黒褐色で、偏平半分は上にして産みつけられる。蓋部は側方にあり、約10個の受精孔突起を持つが、突起は痕跡のみである。卵は卵塊を形成しない。（第9図版参照）

幼虫：第1令幼虫 — 体長2.5mm前後で、蟻に似る。頭部は黒褐色で、腹部は茶褐色、微毛を疎生する。頭部中葉は側葉より長く突出する。複眼は黒褐色で多少突出する。腹部基節には、5条の白色の縦線と2個の白斑とがある。嗅腺開口部は隆起し、中央部はわずかに黒色。脚は茶褐色～黒褐色で、各脚の附基節は白色。触角は茶褐色で、触角比は1:0.9:1:2.6、胸背板比は1.5:1.5:1。

第2令幼虫：体長3.2mm、頭胸部は黒色に近い黒褐色、微毛を疎生する。複眼は紅褐色で、頭部中葉は突出し黒褐色。触角は茶褐色。

第3令幼虫：体長5mm前後、頭部は全体黒褐色であるが、中葉は茶褐色、複眼は紅褐色で突出する。胸部は黒褐色で、前胸後端の側縁がわずかに突出してくる。前翅がわずかに発達する。腹部は黒色で、微毛を疎生し、嗅腺開口部は隆起し漆黒色、第2節はわずかに紅色を帯びる。腹部基節は暗黒色、脚は茶褐色で、後脚の腿節の先端に近い部分に白色帯がある。各脚の附基節は白色。

触角は全体茶褐色で、基部は透明に近い。触角比は1:1.13:2.9、胸背板比は1.8:1.6:1。

第4令幼虫：体長6.5～7.0mm前後で、前令に似る。

第5令幼虫：体長9.5～10mm前後で、頭部は第3令に同じ、後翅包が発達し、長く伸びる。腹部基節の縦の斑紋は翅包によって覆われる。腹部背面の嗅腺開口部の左右両側に漆黒色の斑紋が明瞭に現われる。（以上第9、10図版参照）

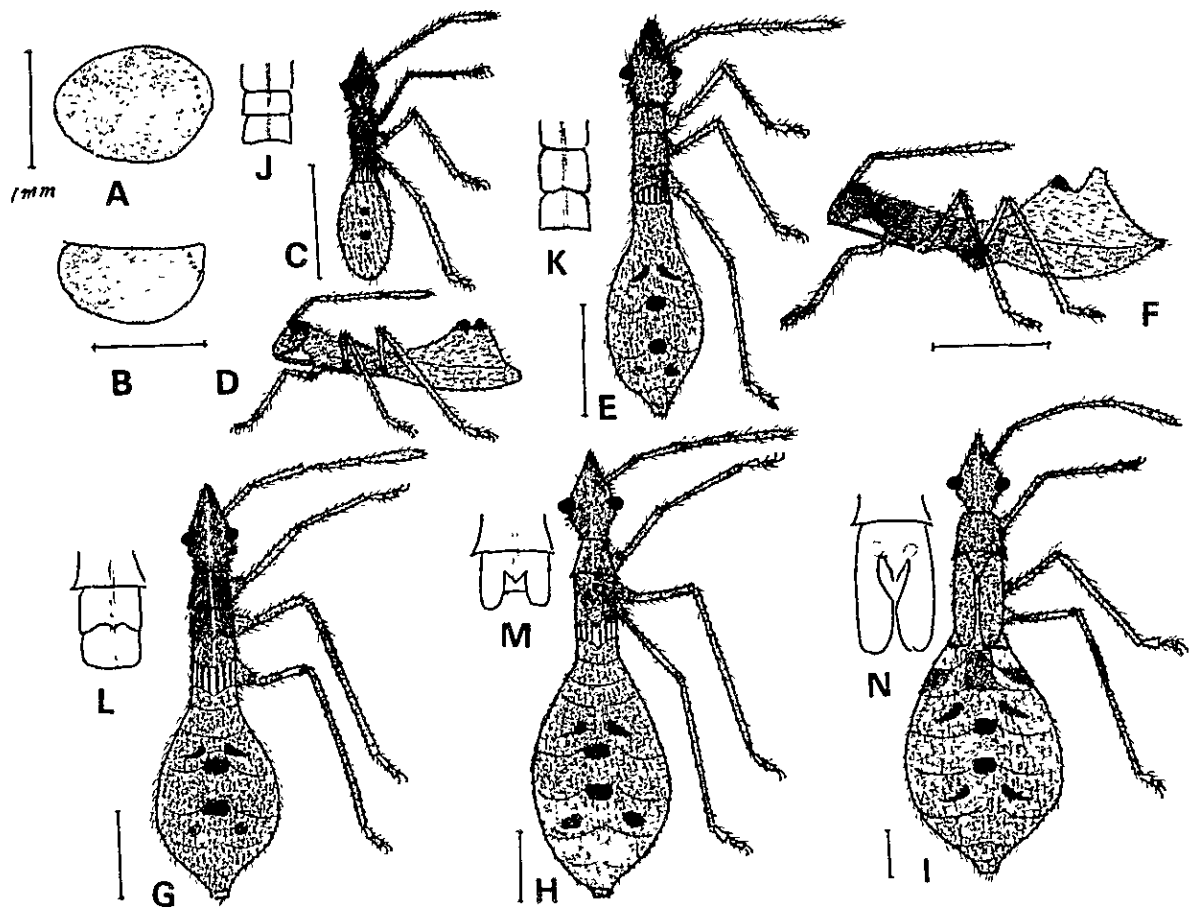
成虫：体長10.5mm、胸幅2.0mm前後、全体茶褐色～黒褐色で細長い。頭部は鋭角三角形で、複眼、単眼が突出する。複眼は紅褐色で、単眼も同色、浅い点刻を配す。

胸部は茶褐色で、深い点刻を配し、わずかに側角がとがる。小盾板は小さく、1mm、無色の点刻があり、先端はわずかに着色している。半翅鞘革質部は茶～黒褐色で、深い点刻を配す。膜質部は黒みがかかった半透明。後翅は金属光沢を持ち、透明。

腹部背面は橙色で、結合板は黒色、各節の境界部には太い白色の横線がある。

頭胸部腹面は褐色で、中央部は黒色のものが多い。腹部腹面は中央部黒色で、両側は紅～茶褐色。

触角は4節より成り、第1節は中心部分が不透明で、側縁は黒褐色。第2節は茶褐色で基部と先端黒色。第3節は茶褐



第23図 *Megalotomus pallescens* の卵と幼虫の形態

A: 卵, B: 卵の横観, C, D: 第1令幼虫, E, F: 第2令幼虫, G: 第3令幼虫, H: 第4令幼虫, I: 第5令幼虫, J~N: 幼虫各令の胸部と翅胞の発達



第24図 *Megalotomus pallescens* 成虫の形態

色で、先端は同色、第4節は基部がわずかに褐色で、その他の部分は黒褐色。口吻は黒褐色で4節から成る。脚は前中脚の腿節は黒褐色で、黒の小斑紋があり、微毛を疎生する。節はやや淡色で、先端は茶褐色。後脚の腿節は先端に行くに従って膨れ、 $\frac{1}{2}$ は黄褐色、先端 $\frac{1}{3}$ は黒色で、中央部に淡色部分がある。後脚腿節には4本の刺を並列する。脛部は淡褐色で、先端部は黒褐色、各脚の跗基節は淡色で、それより先の部分は黒色。

触角比は1:0.9:1.2:2.6。頭胸腹部の割合は1:0.75:3.5。

2) 生態

季節的発生消長: 夏期には *Nezara viridula* に次いで発生が多い。春夏期に発生が多く、秋冬期には個体数が少ない。飼育室の条件下では周年継続して飼育が可能で、常に産卵がみられる。したがって、休眠現象はないものとみられる。

発育生態: 卵は夏期では5~6日でふ化する。各令期間は、1, 2令幼虫で4~5日, 3令, 5~6日, 4・5令はそれぞれ8~9日である。幼虫全期間は夏期で30~35日である。

産卵生態: 卵は単独で大豆葉の表裏に産まれる。

加害生態: 加害は、成・幼虫によって行われる。加害状況を口針鞘を指標として調査した結果を示すと第12表のとおり。

りである。

第12表 4令幼虫による加害状況

口針鞘の数			加害粒率
莖	表面	粒	
27	12.7	1.1	27.3%

この表は4令虫の1日1頭当たりの口針鞘数を示したもので、莖、莢の両者から吸汁していることがわかる。莢表面の口針鞘数に比べて粒の口針鞘数は少ないから、4令虫では粒にまで口針が到達する場合は少ないものと判断される。

III 総合考察

1 加害種とその重要性

ブラジルにおいて、2科11種のカメムシが、大豆を加害することを確認した。加害種の中でも、害虫としての重要度は、種によってかなり異なる。これら加害種の中で、最重要種は *Nezara viridula* であろう。本種は世界各地に広く分布し、大豆以外にも多くの作物や果樹を加害することが知られており、日本では、水稻、大豆、果樹で問題となっている。*N. viridula* については、多くの研究報告があり、分布や生態について、かなり明らかにされている(桐谷、法橋 1970, Turnipseed, Kogan 1976)。ブラジルにおいても大豆の重要害虫として位置づけられている(Panizzi, Smith 1976)。ブラジルにおいても大豆の重要害虫として位置づけられている(Panizzi, Smith 1976)。

N. viridula に次ぐ重要種は、カメムシ科の *Piezodorus guildinii* とクモヘリカメムシ科の *Megalotomus palllescens* であろう。

P. guildinii は古くから豆科の害虫として知られているが(Monte 1937, 1939), *M. palllescens* は大豆を加害する報告はみられるものの、重要性は強調されていない(L. A. M. Costa 1920, L. O. T. Mendes 1938)。*P. guildinii* では最近、生態に関する研究が精力的に進められている。(Panizzi, Smith 1976, 1977, Panizzi et al 1980) また、本種は *N. viridula* よりも優勢な地域のあることも知られている(Gilileo et al 1977)

カメムシ科の成虫の活動がそれほど活発でないのに比べて、クモヘリカメムシ科に属する *M. palllescens* は敏しょうに飛翔し、移動性は高いと考えられ、ブラジル以外の地域で重要視されないとしても、急速な分布拡大の可能性のあることが推定される。

Aerosternum spp. の発生はそれほど多くないが、*N. Viridula* と酷似することから、アメリカにおいて *Ashlar* と *N. viridula* は混同されていたようであり、(Miner 1966), ブラジルにおいても、混同されないように注意が必要である。*Aerosternum* 属では4種の成虫と5種の幼虫を大豆圃場において採集したが、これらの中で発生数の多いのは *A. sp* (Col. No. 116) であった。

Euschistus heros は、現在のところ、それほど高密度ではないが、*N. viridula*, *P. guildinii* に次いで、

発生の多い種であったが、発生に変動がみられた。

Dichelops melacanthus と *Edeesa mediatunda* も発生はそれほど多い種ではないが、今後の発生には十分な注意が必要であろう。

Thyanta perditor は夏期栽培大豆では問題がないとしても、秋冬期栽培大豆ではかなり問題となる種と考えられる。

Euschistus sp., *Agroecus sp.* は現在の所ほとんど問題とならない種とみてよからう。

形態的特徴と種の同定

カメムシは不完全変態する種類であるが、幼虫と成虫では形態的に大きな差異がある。一般に成虫については、多くの記載がなされているが、幼虫についての記載は少なく、同定の難しい種が多い。このため、特に卵、幼虫期を重点に形態的特徴について記載した。また、同時に写真を掲載して同定の場合の参考とした。これらによって、卵期、幼虫期における種の同定は容易にならう。*N. Viridula* の成虫については長谷川(1954)の、卵、幼虫については小林(1959)の詳しい記載があり、参考となる。

発生、加害時期と大豆栽培時期との関係

セラード地帯における大豆栽培は、気温的にみると常時可能と思われるが、降雨が偏在するから、乾期の栽培には灌漑を必要とし、一般的には、雨期に当たる夏期に限られる。この場合の播種適期は10月で、開花期は12~1月、収穫期は2~3月となる。カメムシは、大豆の生育生長期にはあまり飛来せず、生殖生長期に至って多く飛来してくるから、加害期間は開花期から落葉期の間である。この時期のうちで、特に結実期~子実肥大期の加害は、収量や品質の低下を招くことになる。早期の加害は落葉や不稔粒発生の後期の加害は奇型粒発生の原因となる。

加害は幼虫よりも成虫で著しく、発生量によっては薬剤防除の必要性も出てくる。一般栽培に先だち栽培する予察圃を設けるか、小面積に早生種を栽培し、発生を予知することによって、防除の要否を判定することも必要である。

秋期に灌漑栽培を行う場合に問題となる種は、*N. Viridula*, *P. guildinii*, *T. perditor* の3種であり、特に *T. perditor* の発生には十分な注意が必要である。

生活環と生理的性質

加害種の大部分は、周年発生しているものと考えられるが、*N. Viridula* と *E. mediatunda* では、褐色型(Forma *aurantia*) が出現した。褐色型は、温帯地方に生息する種の越冬型として現われることが知られており(長谷川 1954), 両種とも、冬期の灌漑大豆圃場で生息が確認された。*N. Viridula* の休眠は、卵巣発育の停止として現われることが知られており(桐谷ら 1970), 冬期には産卵を停止している個体が出現している可能性も考えられる。*E. mediatunda* にも同様の現象がみられることも想定されるが詳しい解析はできなかった。

P. guildinii は同年発生しているが、冬期は個体数が少ないし、*Aerosternum* 属は冬期には見当たらなかった。

これに反し、*T. perditor* は夏期よりも、秋冬期に発生量が増加したが、その原因は解明できなかった。その他の種においても生活環と生理的性質との関係は明らかにすることができなかった。

IV 適 要

この報告は、セラード地帯において、大豆を加害するカメムシの種類とその生態を解明しようとして、1978年から、1980年までの2カ年6カ月にわたって実施した、実験、調査、観察資料を解析し取まとめたものである。

1 セラード地帯における大豆加害種

(1) ブラジリアにおいて2科11種の加害を確認した。

(2) 優占種は *N. viridula* で、*P. guildinii* 及び *M. pallescens* が *N. viridula* に次いで重要種と考えられた。

(3) 夏期栽培と秋冬期栽培大豆とは、加害種の構成が異なり、秋冬期栽培では、*N. viridula*, *P. guildinii*, *T. perditor* の発生が多かった。

2 加害種の形態的特徴の記載

(1) 加害種同定のため、卵、幼虫を重点に種の形態的特徴を記載した。

3 加害種の生態

(1) 加害種の発生の発生消長、発育、産卵、加害生態について解析した。

これらの事から、セラード地帯における加害種の重要度、発生時期と栽培時期との関係や生活環と生理的性質との関係について考察した。

V 引 用 文 献

- (1) Corseuil, E. et al (1974). Insetos nocivos a soja no Rio Grande do Sul. Univ. Fed. Rio G. S.
- (2) Costa, L. A. M. (1920). Nota sobre o mimetismo da nymph do Alydus (*Megalotomus pallescens* com formiga e Considerações relativos a especie - *Galoelus Formicarius* (Hemiptera - Coreidae). Arqu. Esc. Sup. Agric. Med. Vet. R. Janeiro 4 : 5~8
- (3) Miner, F. D. (1966). Biology and Control of stink bugs on soybean. Bull. Arkansas. Agric. Exp. Sta. 708 : 3~40.
- (4) 長谷川 仁 (1954) ミナミアオカメムシ並びにその近似種について。農技研報 C 4 : 215~228。
- (5) 桐谷圭次・法橋信彦 (1970)。ミナミアオカメムシ個体群の生態学的研究。農林水産技術会議 指定試験 (病害虫) 第9号 260 pp. 東京。
- (6) 小林 尚 (1959)。日本産カメムシ上科の幼期に関する研究 VII. *Nezara* 属および近縁種の幼期。応動昆 4 : 221~229。
- (7) Monte, O. (1937). Notas hemipterologicas.

Campo. R. Janeiro. 8 (89) : 70~72.

(8) Panizzi, A. R., J. G. Smith (1976). Occorencia de pentatomidae em soja no Parana durante 1973/74. O Biologico. 42 : 173~176.

(9) Panizzi, A. R., J. G. Smith (1977).

Biology of *Piezodorus Guildinii* Oviposition, development time, adult sex ratio, and longevity. Ann. Entomol. Soc. Amer. 70 : 35~39.

(10) Panizzi, A. R. et al (1980). Dispersal of *Nezara viridula* and *Piezodorus Guildinii* nymphs in soybean. Environ. Entomol. 9 : 293~297.

(11) Turnipseed, S. G., M. Kogan (1970). Soybean entomology. Ann. Rev. Entomol. 21 : 247~282.

IV 写 真 説 明

A : *Nezara viridula* のふ化幼虫

B : " 第4令幼虫

C : " 成虫

D : *Acrosternum* sp. の卵

E : " sp. (116) 第5令幼虫の色彩変異

F : " sp. (116) 成虫の色彩変異

G : *Piezodorus guildinii* の卵塊

H : " " の第5令幼虫

I : " の成虫

J : *Edessa meditabunda* のふ化幼虫

K : " " の成虫

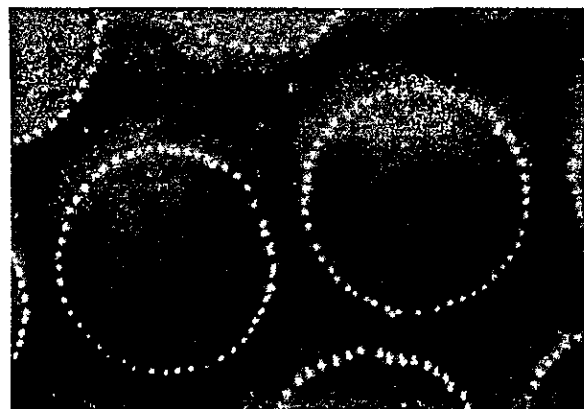
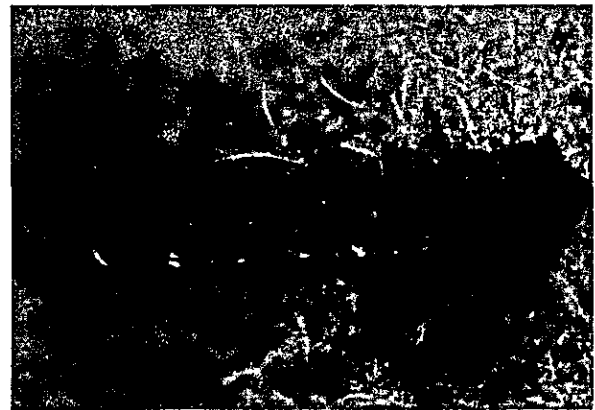
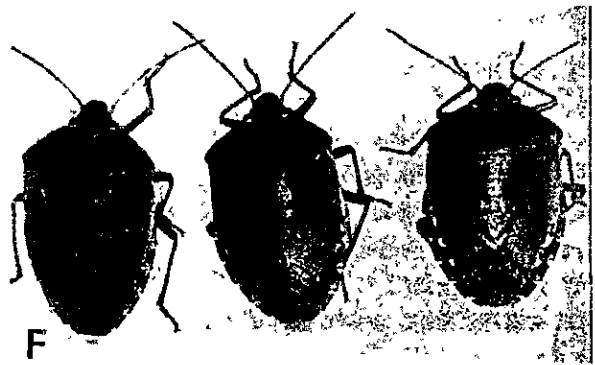
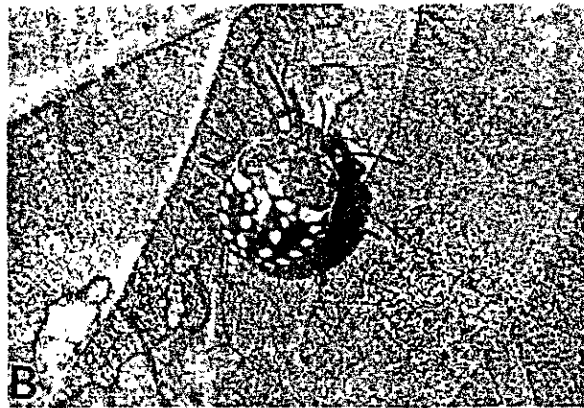
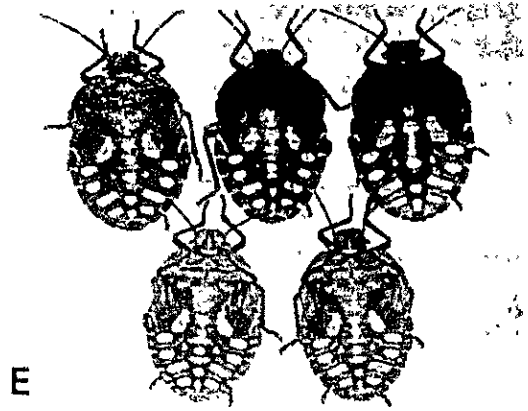
L : *Dichelops metacottus* (a) と *Euschistus heros* (b) の成虫

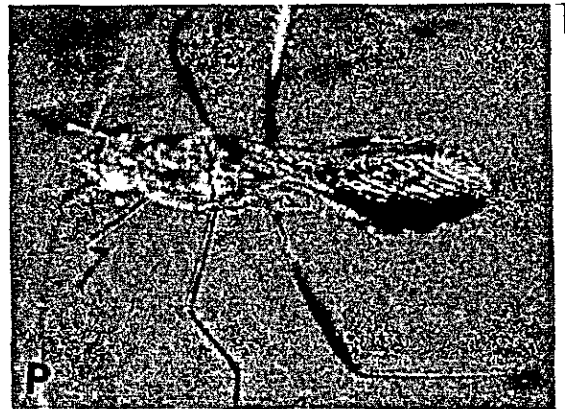
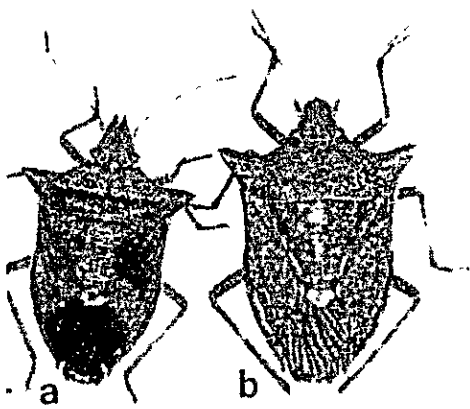
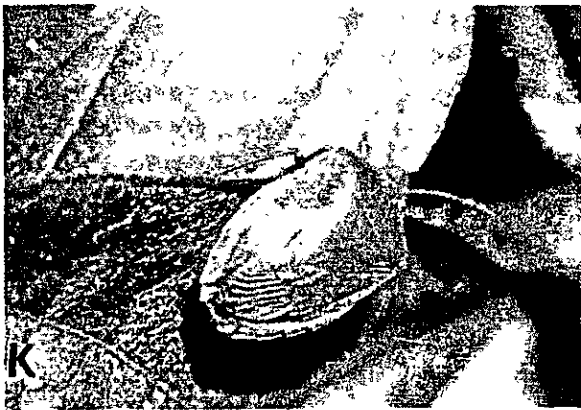
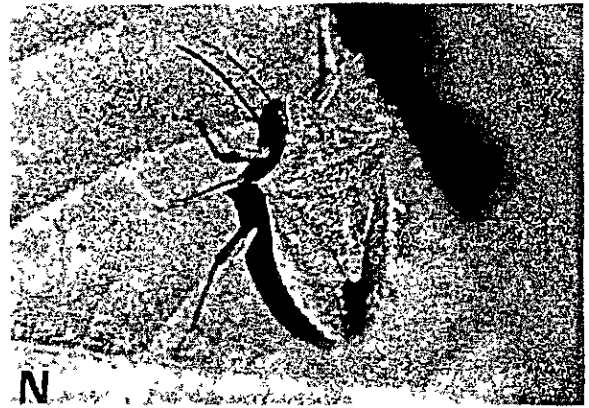
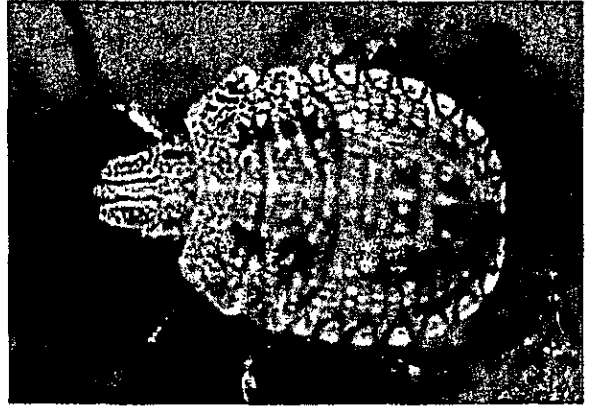
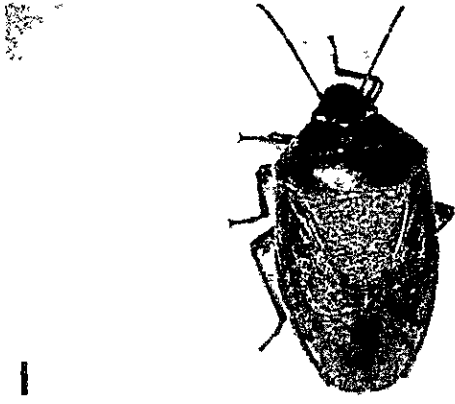
M : *Euschistus heros* の第3令幼虫

N : *Jhyanta perditor* の成虫

O : " " の第5令幼虫

P : *Megalotomus pallescens* の成虫





3-3 セラード地帯における主要害虫の発生調査

岸野 賢一 (昆虫)

セラード地帯において栽培される主な作物について、発生加害の認められた主要害虫を調査し記録した。

1 陸稲の害虫

等翅目

Sintermes obtusus HOLMGREN シロアリ科

半翅目

Tibraca limbativentris STAL カメムシ科

Mormidea ypsilon L. "

鱗翅目

Diatraea saccharalis FABRICIUS ソトガ科

Elasmopalpus lignosellus ZELLER マダラメイガ科

Mocis latipes GUENEE ヤガ科

Cnaphalocrocis medinalis GUENEE メイガ科
(コブノメイガ)

2 大豆の害虫

半翅目

Nezara viridula L. カメムシ科 (ミナミアカメムシ)

Piezodorus guildinii WESTWOOD カメムシ科

Euschistus heros FABR. "

Dichelops melacanthus BALLAS. "

Edesoa meditabunda FABR. "

Acrosternum impicticorne STALL "

" *sp.* "

Thyanta perditor FABR. "

Megalotomus pallescens STALL クモヘリカメムシ科

鱗翅目

Agrotis ipsilon HUFNAGEL ヤガ科 (タマナヤガ)

Anticarsia gematalis HUEB. "

Pseudoplusia *oo* CR

Elasmopalpus lignosellus ZELLER マダラメイガ科

Urbanus proteus L. セセリチョウ科

Hedilepta indicata FABR.

Eptnoia aporema WAISINGHAN ハマキガ科

鞘翅目

Diabrotica speciosa GERMER ハムシモドキ科

Cerotoma *sp.* "

3 玉蜀黍の害虫

鱗翅目

Agrotis ipsilon HUFNAGEL ヤガ科

Diatraea saccharalis FABR. ソトガ科

Spodoptera frugiperda J. E. SMITH ヤガ科

Mocis latipes GUENEE

キンウワバ科

4 小麦の害虫

半翅目

Nezara viridula L. カメムシ科

Thyanta perditor FABR. "

鱗翅目

Elasmopalpus lignosellus ZELLER マダラメイガ科

Spodoptera frugiperda J. E. SMITH ヤガ科

Diatraea saccharalis FABR. ソトガ科

Mocis latipes GUENEE キンウワバ科

5 マンショカの害虫

鱗翅目

Erannyis ello L. スズメガ科

半翅目

Vatiga iludens

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

泉山 陽一 (作物栽培)

結 言

ブラジルにおける大豆の歴史は比較的新しくわずか数十年をさかのぼるにすぎないが、これまでの多くの努力の結果、現在では米国に次いで世界第2位の産出量をあげ、輸出農産物として重要な地位を占めるにいたっている。

一方セラード農業を考えると、その立地条件から見て畑作としては穀類の生産が主体になるものと考えられるが、その中でも大豆は基幹作物となるべき可能性をもつものと思われる。

しかし、セラード地帯で安定した大豆の生産をはかり、それを発展させるためには、この地帯の緯度、気象条件あるいは土壌条件に適した品種及び栽培体系が確立されなければならない。

このような観点から、セラード地帯における大豆栽培体系の改善と確立を目標としてこの研究がはじめられた。大豆の栽培上改善すべき問題はいろいろあると思われるが、当面雑草の問題が実際栽培上大きな障害になっていると思われるので、まずこの問題を解決すべく1978/79年に雑草防除の試験に着手した。1979/80年においてはこれを継続して実施するとともに、セラード地帯の大豆栽培上重要と考えられる地力—品種—栽培法の関係について明らかにするため新たな試験を開始した。

この研究はセラード農牧研究センター (Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados/EMBRAPA) において行なわれた。

この研究を行うに当り、共同研究者として Carlos R. Spehar, Lourival Vilela 及び Gottfried U. Filho の各氏からは多大の助言と協力をいただき、また CPAC における同僚の諸氏から多くの厚意と激励をいただいた。これらの諸氏に対して厚く感謝の意を表す。

1 大豆栽培における雑草防除技術の研究

セラード地帯の大豆栽培において雑草は1つの重大な障害となっている。雑草の発生は大豆の子実収量に対して影響を及ぼすばかりでなく、機械収穫の能率を低下させ、また収穫物の品質低下の原因ともなる。この雑草が防除されずに放置されるならば、年々繁殖して多くなり一層深刻な影響をもたらすおそれがある。セラードにおける大豆栽培の安定のためにはこの雑草の問題の解決が急務である。このような考えか

ら以下述べる2つの試験を行った。

1. 大豆栽培における雑草防除技術の評価 (1978/79及び79/80年)

この試験は、大豆栽培における雑草防除技術、特に化学的防除及び機械的防除についてその効果を比較評価するとともに、大豆栽培上における雑草についての問題点を明らかにすることを目的として行った。

試験方法

雑草防除の処理については後で試験結果と一緒に述べるように78/79年と79/80年の試験では一部違うものにした。すなわち、第1年目ではできるだけ多くの除草剤の効果をj知るためそれぞれ単独に2段階の用量の処理を行ったが、第2年目では前年比較的良好の結果を得た除草剤のみをとりあげ、その効果の拡大を狙ってそれらの混合使用を試みた。

除草剤の散布は炭酸ガス加圧による精密噴霧機を用い、機械除草は小型テラーに取りつけた1畦用中耕除草機によった。

試験は4反復の乱塊法によって行われた。

試験結果

78/79年の試験結果

1) 生育初期における除草剤の効果と薬害

試験圃場における優占雑草は *Acanthospermum australe* (伯名 carrapicho) であった。雑草防除処理は第1表のように行ったが、大豆播種後約1か月頃の除草剤の効果は次のように観察された。播種前土壌混和処理及び発芽前処理の中では Vernalate, Metetolactor 及び Linuron が比較的良好な雑草防除効果を示した。発芽後処理では Bentazon と S-3552 がともに処理数日後顕著に雑草を枯死させることが認められた。

一方、Vernalate, Metribuzin 及び S-3552 の高濃度処理では大豆に薬害が見られたが、その症状は間もなく消失しその後の大豆の生育にほとんど影響は認められなかった。

2) 大豆の収穫時における雑草量と大豆収量

初期に優占雑草であった *Acanthospermum australe* は収穫期にはあまり見られなかった。これは、この雑草が匍伏性であり大豆が繁茂した時その遮光作用により生育できなくなって消滅したものである。生育後期においては *Solanum nigrum* (伯名 Maria preta) が特に多くなり、また *Bidens pilosa* (伯名 Picao) の発生も見られた。

表1. 雑草防除試験処理方法 (1978/79)

処 理	用 量 ℓ (kg) / ha	処理*** 様式	処理 時期
1. Trifluralin* (TREFLAN)**	1.2	PPI	10/11/78
2. Trifluralin	2.0	*	*
3. Pendimethalin (HERBADOX)	2.0	*	*
4. Pendimethalin	3.0	*	*
5. Vernalate (VERNAM)	3.0	*	*
6. Vernalate	5.0	*	*
7. Metetolachlor (DUAL)	2.5	PE	16/11/78
8. Metetolachlor	3.5	*	*
9. Linuron (LOROX)	1.5	*	*
10. Linuron	3.0	*	*
11. Metribuzin (LEXONE)	0.5	*	*
12. Metribuzin	1.0	*	*
13. Bentazon (BAZAGRAN)	1.5	POS	7/12/78
14. Bentazon	2.5	*	*
15. S-3552	2.0	*	*
16. S-3552	4.0	*	*
17. Trifluralin 1.5 PPI + 機械除草			10/11+21/12/78
18. Metetolachlor 3.0 PE + 機械除草			16/11+21/12/78
19. Bentazon 2.0 POS + 機械除草			7/12+21/12/78
20. 機械除草			21/12/78
21. 不除草			*
22. 無除草 (対照)			

* 一般名
** 商品名
*** PPI: 播種前土壌混入処理, PE 発芽前処理, POS 発芽後処理

大豆の収穫時に圃場に残っている雑草の量を乾物重で示せば表2のようになる。雑草はイネ科と広葉雑草に区分したほか、特に生育後期に多く見られた *Solanum nigrum* についても区分して調査した。また各除草剤について2つの用量の処理における雑草量の平均を無除草区の雑草に対する比率で表わせば図1のようになる。

表2. 収穫時における雑草量と大豆子実収量 (1978/79)

処 理	雑草量(乾物重 g / ㎡)				大豆子実 収量 kg / ha
	イネ科	広葉	<i>Solanum nigrum</i>	合計	
1. Trifluralin 1.2	3.1	19.3	20.8	43.2 ab	3038
2. Trifluralin 2.0	2.0	6.8	16.3	25.1 bcd	2738
3. Pendimethalin 2.0	3.1	7.1	0.4	10.6 cd	2722
4. Pendimethalin 3.0	1.0	10.6	13.3	24.9 bcd	2747
5. Vernalate 3.0	4.0	8.0	0.8	12.8 cd	3007
6. Vernalate 5.0	2.1	7.8	11.8	21.7 bcd	2994
7. Metetolachlor 2.3	0.4	10.9	2.4	13.7 cd	3113
8. Metetolachlor 3.5	0	12.5	0.1	12.6 cd	2729
9. Linuron 1.5	3.7	9.6	2.8	16.1 bcd	2963
10. Linuron 3.0	1.5	10.8	0.8	13.1 cd	3016
11. Metribuzin 0.5	3.4	3.5	26.6	33.5 bc	3044
12. Metribuzin 1.0	1.0	5.8	18.0	24.8 bcd	2841
13. Bentazon 1.5	4.9	1.2	11.1	17.2 bcd	2791
14. Bentazon 2.5	21.6	0.5	4.4	26.5 cd	3041
15. S-3552 2.0	4.8	1.7	0	6.5 ed	3053
16. S-3552 4.0	1.5	0.8	0	2.3 d	2853
17. T 1.5 + 機械除草	0	0.8	5.8	6.6 ed	3079
18. M 3.0 + 機械除草	0.1	1.4	0	1.5 d	3085
19. B 2.0 + 機械除草	1.0	0.7	2.6	4.3 cd	2994
20. 機械除草	3.9	6.6	1.7	12.2 cd	2913
21. 不除草	0.3	1.0	0.8	2.1 d	2810
22. 無除草	34.7	13.0	15.0	62.7 a	2766

** : 1%水準有意
a~dの文字は Duncanの多重検定による群別 (5%水準)

雑草の発生の不均一さのため統計的有意差は一部の処理間に認められるだけであるが、一般的に見れば Metetolachlor, Linuron, 及び S-3552 の処理で雑草が少ない。これは初

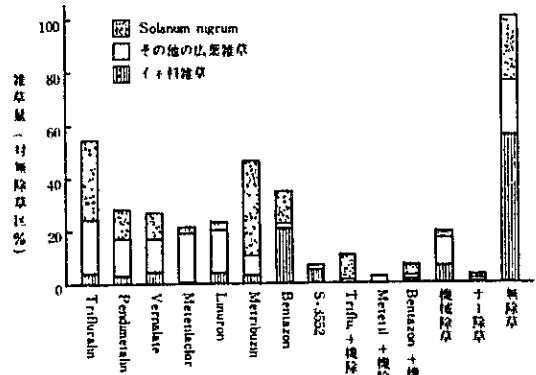


図1. 収穫時雑草量 (対無除草区百分比)

期における観察結果とほぼ同じ傾向を示すものである。

更に詳細に見れば Metetolachlor, Linuron 及び S-3552 の処理では、大豆栽培の後期に特に問題となる *Solanum nigrum* の防除効果が高いように見受けられた。

機械除草は除草剤処理に比し遜色のないほど高い雑草防除効果を示した。特に除草剤と機械除草の組み合わせは極めて高い効果のあることが示されている。

以上の試験結果のうち特に重要な点をとり出して要約すれば次のようになる：

(1) 除草剤の中では Metetolachlor, Linuron 及び S-3552 が有望と考えられる。しかし除草剤の効果は気象条件、土壌条件で異なるので、更に試験を重ねてその効果を確認する必要がある。

(2) 機械除草が高い雑草防除効果を示したことは注目せねばならない。除草剤の偏重使用が経済的な面でもまた環境汚染の面でも問題があると思われることから、機械除草の利用価値に目を向ける必要がある。

(3) ある種の除草剤が大豆との競合関係で自然に防除されることは興味深い問題である。このことは、大豆の栽培法の面から — 例えば適当な品種、栽植間隔の選定など — ある程度の雑草防除が可能であることを示唆するものと考えられる。

(4) ある種の雑草、例えば *Solanum nigrum* や *Bidens pilosa* などは大豆の収穫期まで畑に残るため特に問題となる雑草である。これらの雑草は草丈が高く大豆の遮光作用の影響を受けないので前記の栽培法の面からの防除は難しい。従って化学的あるいは機械的防除は主にこの種の雑草に狙いを注ぐ必要がある。

79/80年の試験結果

1) 生育初期における除草剤の効果と葉害

11月中降雨が少なく土壌が乾燥したため初期における雑草の発生は徐々にありまた発生量も少なかった。雑草の種類としては、*Acanthospermum australe*, *Borreria alata*, *Richardia brasiliensis*, *Portulaca oleracea*, *Digitalis horizontalis* など多くの種類が見られ、特に優占種といえるものはなかった。

雑草防除の処理は表3のように行われた。初期における除

草剤処理の効果及び葉害についての観察結果は表4-a及び表4-bに示される。

雑草の発生が一般に少なかったため、初期における除草剤の効果は前年の場合のように顕著ではなかったが、除草剤を処理した区はいずれも無処理区に比較して雑草の少ないことが観察された。葉害についてはVernalate及びS-3552は単用でも前年同様軽微の葉害が見られ、Vernalate, Bentazon及びS-3552に対してMetetilaclorあるいはLinuronを混

用したもので顕著な葉害が認められた。特にBentazon及びS-3552のような発芽後処理でLinuronを混用したものは一時ほとんどの葉が枯れてしまうほどの著しい葉害を示した。

2) 大豆の収穫時における残存雑草量

大豆収穫時に各験区に残存する雑草量は表5に示される。またこれを無処理区の雑草量との比率で表わせば図2のようになる。

表3. 雑草防除試験処理方法(1979/80)

処 理	用 量 ℓ (kg)/ha	処理*** 様式	処理 月日
2. Pendmetalm+ Metetilaclor 2.0+2.5 *	*	*	*
3. Pendmetalm+ Linuron 2.0+1.5 *	*	*	*
4. Vernalate (VERNAM) 4.0 *	*	*	*
5. Vernalate+ Metetilaclor 3.0+2.5 *	*	*	*
6. Vernalate+ Linuron 3.0+1.5 *	*	*	*
7. Metetilaclor (DUAL) 3.0 PE	30/10/79		
8. Linuron (AFALON) 2.0 *	*	*	*
9. Bentazon (BASAGRAN) 2.5 POS	30/11/79		
10. Bentazon+ Metetilaclor 2.0+2.5 *	*	*	*
11. Bentazon+ Linuron 2.0+1.5 *	*	*	*
12. S-3552 15 *	*	*	*
13. S-3552+ Metetilaclor 10 +2.5 *	*	*	*
14. S-3552+ Linuron 10 +1.5 *	*	*	*
15. Pendmetalm 2.5 PPI+ 機械除草	26/10+6/12/79		
16. Vernalate 4.0 PE + 機械除草	*	*	*
17. Metetilaclor 3.0 PE + 機械除草	30/10+6/12/79		
18. Linuron 2.0 PE + 機械除草	*	*	*
19. Bentazon 2.5 POS + 機械除草	30/11+6/12/79		
20. S-3552 15 POS + 機械除草	*	*	*
21. 機械除草	6/12/79		
22. 十一除草	*	*	*
23. 無除草(対照)			

* 一般名
** 商品名
*** PPI 播種前+ 混泥剤処理, PE: 発芽前処理, POS: 発芽後処理

表4-a 播種前土壌混和処理と発芽前処理の初期における除草効果と大豆に対する葉害

処 理	除草効果 (残存雑草量観察値)	大豆の葉害
1. Pendmetalm 2.5 PPI	1.25	-
2. P 2.0+ M 2.5 PPI	1.00	-
3. P 2.0+ L 1.5 PPI	1.00	-
4. Vernalate 4.0 PPI	0.75	+
5. V 3.0+ M 2.5 PPI	1.25	++
6. V 3.0+ L 1.5 PPI	1.00	+
7. Metetilaclor 3.0 PE	0.13	-
8. Linuron 2.0 PE	0.38	-
24. 無除草(対照)	2.00	-

注1. 残存雑草量 0 ほとんどなし 1 少量
2: 普通(約30本/1㎡) 3 多量
注2. 大豆の葉害 - : 葉害なし + : 軽微
++ : 中程度 +++ : はなはだしい

表4-b 発芽後処理除草剤の初期における除草効果と大豆に対する葉害

処 理	除草効果	大豆の葉害
9. Bentazon 2.5 POS	2.5	-
10. B 2.0+ M 2.5 POS	2.5	+
11. B 2.0+ L 1.5 POS	2.0	+++
12. S-3552 15 POS	2.5	+
13. S 10+ M 2.5 POS	2.0	++
14. S + L 1.5 POS	2.5	+++
24. 無除草(対照)	3.0	-

注. 除草効果 0. 雑草ほとんど枯れる 1: 枯れるのが多い
2: 一部葉の先端枯れる 3: ほとんど全く影響なし
葉害の基準: 表4-aと同じ

表5. 収穫時における雑草量と大豆子実収量(1979/80)

処 理	雑草量(乾物重g/㎡)			大豆子実収量 kg/ha
	イネ科	広葉	合計	
1. Pendmetalm 2.5	1.3	2.3	3.6 b	2243 abc
2. P 2.0+ M 2.5	6.6	0.9	7.5 b	1894 abc
3. P 2.0+ L 1.5	1.4	0.4	1.8 b	2360 ab
4. Vernalate 4.0	8.0	1.1	9.1 b	1952 abc
5. V 3.0+ M 2.5	12.7	1.3	14.0 b	1802 abc
6. V 3.0+ L 1.5	1.9	0.2	2.1 b	2315 ab
7. Metetilaclor 3.0	0.5	0	0.5 b	2203 abc
8. Linuron 2.0	4.3	1.3	5.6 b	2116 abc
9. Bentazon 2.5	2.8	10.6	13.4 b	1739 abc
10. B 2.0+ M 2.5	0.9	56.6	57.5 ab	2069 abc
11. B 2.0+ L 1.5	3.3	95.4	98.7 a	1588 bc
12. S-3552 15	0.6	3.2	3.8 b	2013 abc
13. S 10+ M 2.5	10	18.8	19.8 b	2191 abc
14. S 10+ L 1.5	2.4	83.1	85.5 a	1207 c
15. P 2.5+ 機械除草	1.7	0.2	1.9 b	2783 a
16. V. 4.0+ 機械除草	0.6	0.3	0.9 b	2158 abc
17. M 3.0+ 機械除草	0.7	0	0.7 b	2540 ab
18. L 2.0+ 機械除草	0.4	0.4	0.8 b	2421 ab
19. B 2.5+ 機械除草	1.6	0.4	2.0 b	2132 abc
20. S 15+ 機械除草	0.2	0.2	0.4 b	2074 abc
21. 機械除草	1.7	2.0	3.7 b	2004 abc
22. 十一除草	2.1	3.0	5.3 b	2419 ab
23. 無除草(対照)	6.5	8.4	14.9 b	2067 abc

* 5%水準有意 ** 1%水準有意
a-cの文字はDuncan多重検定による群別(5%)

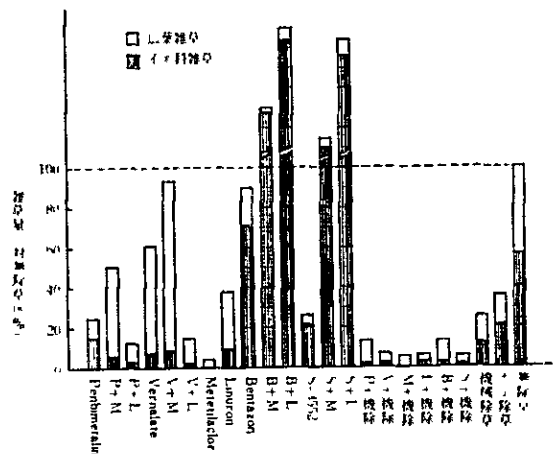


図2 収穫時雑草量(対無除草区百分比)

雑草の発生が著しく不均一であったのに加え、一部の試験区でネマトダの被害が雑草の発生を助長したため、収穫時の雑草量は著しい変動を示した。このため各処理の効果を厳密に比較することは困難であるが、一般的な傾向として次のことが言えよう。

まず、機械除草がかなり高い雑草防除効果があり、特に除草剤との組み合わせで極めて高い効果を示すことが注目される。これは前年の結果と全く同様である。

次に、除草剤の効果について見れば、単用ではMetetilaclorが高い効果を示し、混用ではPendimetalinとLinuron及びVernalateとLinuronの組み合わせが比較的良い結果を示している。これに対してBentazon及びS-3552にMetetilaclorあるいはLinuronを混用した場合、雑草の量はむしろ無処理区よりも著しく増加した。これらの処理では前述のように著しい薬害が発生しており、その影響による大豆の生育の停滞が雑草の繁茂を許したものと考えられる。

3) 大豆子実収量と雑草の関係

大豆の子実収量は前掲の表5に示す通りである。地力の不均一さ及び局所的なネマトードの被害のため大豆収量は著しい変動を示しているが、敵しい薬害が発生したBentazonあるいはS-3552とLinuronの混合処理では明らかな収量低下が見られる。

雑草量と大豆収量との関係は図3に示すように明らかに負の相関が見られる。この負の相関については、除草剤の薬害が大豆収量に影響すると同時にその生育停滞が雑草の繁茂を許したこと、逆に雑草の繁茂が競合作用によって大豆収量に影響を及ぼしたことの両方の原因によるものと見てよいであろう。

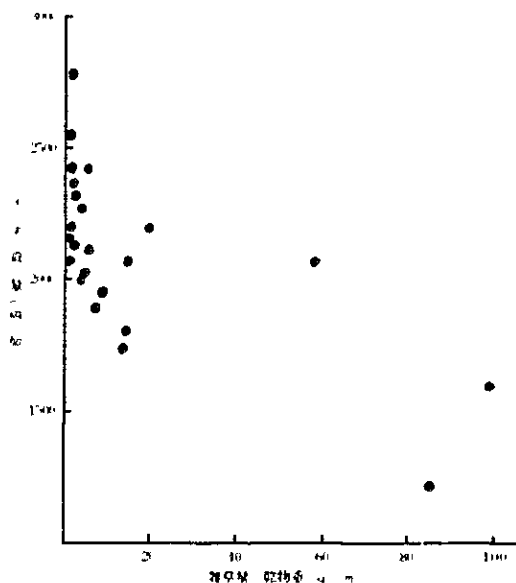


図3 収穫時雑草量と大豆子実収量の相関

考 察

2か年継続して行ったこの試験の中で、1つの最も重要なことは機械的雑草防除が予想以上に高い効果をもっているということである。化学的防除法も、適当な除草剤を選択し適切な時期・方法で施用するときは高い防除効果を期待できるが、一般的には除草剤の効果は土壌条件や気象条件で変動しやすい傾向がある。これにくらべて機械的防除が安定した効果をもつことはこの2か年の結果からも知ることができる。このことから、大豆栽培における雑草防除は機械除草を基本とし、必要に応じて—例えば機械除草だけでは難しい特定の草種の雑草の防除、あるいは過度の発生密度の場合など—除草剤を併用することが望ましいと考える。

ただ、この試験では単に一定の方法で行った機械除草の効

果を見ただけで、機械除草自体の技術的な検討までは行っていない。今後機械除草の時期、方法あるいは作業機の面から検討が必要であり、また除草剤による防除との比較において労力、経費等経済的な評価もなされなければならない。

機械的防除の重要性が強調される反面、化学的防除の利用価値もまた無視することはできない。適切な使用をすれば除草剤は機械的防除以上に高い効果をもつこともあり、また両者の組み合わせでほとんど完全に雑草防除できることはこの試験結果も示している。化学的防除と機械的防除とはそれぞれの長所を活かし短所を補いあっても大豆栽培における雑草防除体系の中にとり入れられなければならない。このため、大豆の雑草防除のため最も適した除草剤の選択、その使用法、あるいは雑草草種に対する作用特性などについての研究が今後も必要であると考えられる。

大豆栽培における雑草防除を考える場合、大豆と雑草の競合関係は重要な問題である。草丈の低い雑草が大豆の遮蔽効果によって自然に消滅し、後期には競合に優る草丈の高い草種が残ることはこの試験で明らかに観察された。また、たとえ競合に強い草種の雑草でも、初期に化学的あるいは機械的方法である程度その発生を抑制するかその生育を停滞させ、その後間もなく大豆がそれを遮蔽するようにすれば、それらの雑草は生育後期でもほとんど問題になるようなことはないすなわち、初期の化学的あるいは機械的防除の効果はその後の大豆の競合効果との共同作用によってはじめてその防除効果が完全なものになる。これに反して、たとえ初期に効果の高い除草剤で雑草を防除しても、その後大豆が十分に生育せず畦間の遮蔽が行われなるときは、雑草の繁茂を許して大豆栽培に重大な影響をもたらすことになる。このことから大豆栽培における雑草防除の第一歩は、大豆自体をよく生育させることであるといえよう。

2. 雑草防除の観点から見た大豆の品種と栽植間隔の影響 (1979/80年)

前年の試験において、大豆と雑草との間に競合関係のあることが認められ、栽培法の面からある程度の雑草防除が可能であろうということが示唆された。この可能性を実際に確かめ、大豆栽培における雑草防除のため有益な基礎資料を得ることを目的としてこの試験を行った。

試験方法

試験は次の3要因の組み合わせで構成された。

品種 (3) : Santa Rosa, UFV-1, Doko

畦幅 (3) : 35 cm, 50 cm, 65 cm

雑草の条件 (2) : 除草, 無除草

無除草区に対しては雑草の発生を確実にするため、*Acanthospermum australe*, *Digitaria horizontalis*, *Ermilia sonchifolia* 及び *Solanum nigrum* の種子を播種した。除草区においては大豆の播種後35日に鋤による除草が施された。

試験は4反復の細細区分割試験法で行った。

試験結果

播種後比較的降雨少なく土壌が乾燥したため、人為的に播

種した雑草の発芽が悪く、予期した雑草の発生が得られなかったが、自然に発生した雑草としては、初期にはDigitaria horizontalisが多く、後期になってPennisetum setosumが優占した。

大豆収穫時における雑草の量を調査した結果は表6のようになる。

表6. 収穫時の雑草量に及ぼす大豆品種及び畦幅の影響

畦幅	雑草量(生重 g m ²)			
	Santa Rosa	UFV-1	Doko	平均
(無除草)				
35cm	101 ab	136 ab	69 b	102
50cm	147 ab	183 ab	75 b	135
65cm	305 a	150 ab	156 ab	204
平均	184	156	100	147
(除草)				
35cm	47 b	26 b	10 b	28
50cm	24 b	33 b	9 b	22
65cm	39 b	28 b	2 b	23
平均	37	29	7	24
分散分析				
	除草・無除草			*
	畦幅			N. S.
	品種			N. S.
	交互作用 除草・無除草×畦幅			N. S.
	交互作用 除草・無除草×品種			N. S.
	交互作用 畦幅×品種			N. S.
	交互作用 除草・無除草×畦幅×品種			N. S.

* 5%水準有意

a, bの文字はDuncanの多重検定による群別15%水準

除草区は当然のことではあるが無除草区に比して著しく雑草が少い。畦幅の影響は無除草区で顕著であって畦幅が広がるほど雑草の量が多くなるが、除草区ではその傾向は明らかでない。品種の影響もまた顕著に見られ早生のSanta Rosaで雑草が最も多く、次いでUFV-1、晩生のDokoでは最も少ない。

大豆の子実収量を表7に示す。除草区と無除草区を比較すれば明らかに無除草区で高い収量が見られる。収量に対する

表7. 異なる畦幅及び品種の大豆子実収量に対する影響

畦幅	子実収量(kg/ha)			
	Santa Rosa	UFV-1	Doko	平均
(無除草)				
35cm	2491	1457	1425	1791
50cm	2351	1556	1754	1887
65cm	2203	1590	1261	1685
平均	2348	1534	1480	1787
(除草)				
35cm	2688	1842	1756	2095
50cm	2504	1642	1906	2017
65cm	2574	1722	1684	1993
平均	2589	1735	1782	2035
分散分析				
	除草・無除草			N. S.
	畦幅			N. S.
	品種			**
	交互作用 除草・無除草×畦幅			N. S.
	交互作用 除草・無除草×品種			N. S.
	交互作用 畦幅×品種			N. S.
	交互作用 除草・無除草×畦幅×品種			N. S.

** 1%水準有意

畦幅の影響は必ずしも顕著ではないが、一般的な傾向として狭い畦幅の方が収量に有利であるように見受けられる。品種間ではSanta Rosaが最も収量高く、他の2品種はほぼ同程度であった。

雑草量と大豆子実収量との関係を見ると図4のようになる。品種別に見ると両者の間で明らかに負の相関のあることが示される。

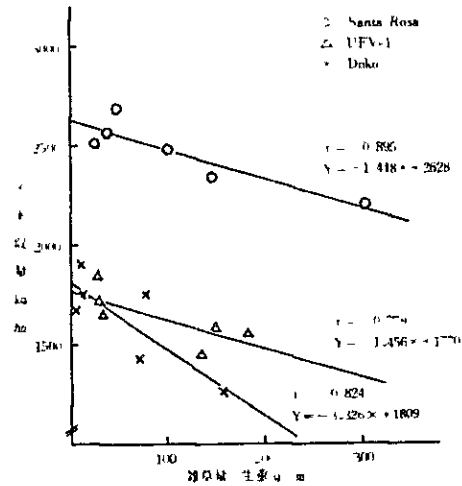


図4. 収穫時における雑草量と大豆子実収量の相関

考 察

以上の試験結果は、大豆の品種及び畦幅が雑草の発生・生育に対して影響をもつものであることを明らかに示している。この影響は大豆と雑草との間の競合関係によって説明することができよう。すなわち畦幅について言えば、狭い畦幅では大豆による畦間の遮蔽が早い時期に行われ雑草の生育に不利な条件をつくるのに対し、広い畦幅では畦間の遮蔽が遅成されるのが遅れ、その間に雑草の生育が進むことになる。これが畦幅の広いほど雑草が多いという結果をもたしたものと考える。

品種についても、早生のSanta Rosaは大豆地上部の繁茂の程度が小さく、晩生のDokoは地上部がよく繁茂する品種であり、この地上部の繁茂の程度の違いが畦間の遮蔽の早晩あるいは程度に違いを生じ、これが雑草の発生・生育に差異をもたらしたものと考えられる。

大豆の生育が雑草の生育に対して影響を与える反面、雑草もまた大豆の生育に対して影響を与える。すなわち、雑草が著しく繁茂するようになると遮光あるいは土壌中の栄養の奪取によって大豆の生育に不利な条件を与え最終的には子実収量を低下させる。これが雑草量と子実収量との間に負の相関を生ずる原因であると考えられる。

この試験結果を実際の大豆の栽培に応用するとすれば次のような考慮が必要であろう：すなわち、雑草防除の観点から見る限りでは茎葉が十分に繁茂する品種の方が好ましい。茎葉の繁茂に乏しい品種でも畦幅を狭くすることによって雑草の生育を抑制することは可能であるので、他に支障のない限り狭い畦幅を採用する方が雑草防除のためには好ましい。

しかしここで注意せねばならないのは、前掲表6で除草区

が極めて低い雑草量を示していることである。この除草区は大豆播種後35日に1度だけ耕による除草を行ったものであるが、いずれの畦幅、いずれの品種でも無除草区に比べると極めて少ない雑草量を示している。すなわち畦幅や品種など栽培法の面からの雑草防除の効果に比べて、1度だけでも除草を行なうことによって著しく高い雑草防除効果が得られることを示している。前の試験の考察において「初期の化学的あるいは機械的防除の効果はその後の大豆の競合効果との共同作用によってはじめてその防除効果が完全なものになる」と述べたが、ここでもまた同じことが逆の方向から言われるであろう。すなわち、大豆の雑草に対する競合効果は、それ以前に何らかの形で施される雑草防除処理と組み合わせられるときはじめて完全な防除効果をもつことになる。

II 異なる磷酸施肥水準における大豆の生育・収量に及ぼす品種及び栽植間隔の影響 (1979/80年)

セラート農業においては場所によりあるいは土地改良の程度の相違により、著しく異なる地力の土地に大豆が栽培される可能性が多い。それぞれの土地条件に対して適切な品種を選定し、適切な栽培法を採用することはセラート地帯における大豆生産のため極めて重要なことである。

このような観点から、異なる磷酸施肥水準、品種、畦幅が大豆の生育と収量にどのように影響するかを知らうとしてこの試験が行われた。

試験方法

試験は次に示すように2水準の施肥、3段階の畦幅及び3品種の組み合わせで構成された。

施肥水準：I, 100 kg/ha P₂O₅
II, 300 kg/ha P₂O₅

両水準とも共通に石灰 4000 kg/ha 及び K₂O (KCl により) 100 kg が施された。

畦幅：35 cm, 50 cm, 65 cm

ただしいずれの畦幅でも面積当り栽植本数が等しく (500,000 本/ha) なるように畦内の播種間隔が調節された。

品種：Santa Rosa, UFV-1, IAC-2, Doko

播種は1979年11月6日に行われ、生育期間中2回 (1980年1月9日及び2月11日) に刈り取って生育を調査した。収穫は品種の熟期によって異なり、Santa Rosa及びIAC-2は3月13日、UFV-1は3月18日、Dokoは4月8日に収穫された。

試験結果

1) 大豆の子実収量

最終収穫時における大豆の子実収量は表8及び図5に示される。

試験誤差がやや大きいいため各処理区間の差は統計的に必ずしも有意ではないが、一般的な傾向を見れば、施肥水準Iにおいては各品種とも35cm畦が最も収量高く、かつ品種間の差異は小さい。Santa Rosa及びUFV-1は畦幅が広くなるに従い順次収量が低下するが、IAC-2及びDokoは50cm畦で一旦著しい低下が見られ、65cm畦で再び上昇を示す。

表8 異なる施肥水準、畦幅及び品種による

大豆子実収量の変化

(単位: kg/ha)

畦幅	品 種				平均
	Santa Rosa	UFV-1	IAC-2	Doko	
(施肥水準 I)					
35cm	2775 ab	2713 ab	2694 ab	2767 ab	2737
50cm	2661 ab	2491 ab	2134 ab	1933 b	2305
65cm	2425 ab	2457 ab	2388 ab	2244 ab	2379
平均	2620	2554	2405	2315	2474
(施肥水準 II)					
35cm	2914 a	2326 ab	2445 ab	1965 ab	2413
50cm	2839 ab	2317 ab	2132 ab	1962 ab	2313
65cm	2812 ab	2374 a b	2384 ab	2211 ab	2445
平均	2855	2339	2320	2046	2390
分散分析					N. S.
施肥水準					*
畦幅					**
品種					**
交互作用 地力水準 × 畦幅					N. S.
交互作用 地力水準 × 品種					N. S.
交互作用 畦幅 × 品種					N. S.
交互作用 地力水準 × 畦幅 × 品種					N. S.

注: * 5%水準有意

** 1%水準有意

a, bの文字は Duncanの多重検定による群別 (5%水準)

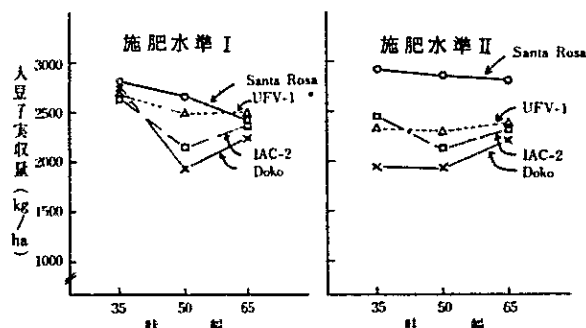


図5 異なる施肥水準・畦幅及び品種における大豆子実収量の変化

水準IIにおいては各品種とも一般に畦幅による収量の差異は少ないが、各畦幅とも品種の差が顕著である。またこの場合も僅かではあるが50cm畦で収量が低下する傾向が認められる。

子実収量に対する施肥水準と畦幅の間の交互作用は統計的に有意ではないが、平均値で見れば図6のようになる。35cm畦は水準Iの場合が水準IIより高い収量を示すのに対して、畦幅65cmでは逆に水準IIが水準Iより僅かではあるが高い値を示す。畦幅50cmは両水準の間でほとんど差が見られない。すなわち、施肥の少ない場合には狭い畦幅の方が子実収量にとって有利であり、施肥の多い場合は畦幅の広い方が有利な傾向がある。

施肥水準と品種との間の交互作用もまた統計的に有意ではないが、平均値で見れば図7のようになる。Santa Rosaは施肥水準Iで低く水準IIで高い収量を示すのに対し、他の品種は水準IIの方がかえって低下を示している。すなわちSanta Rosaは施肥の多い方が子実収量にとって有利であるのに、他の品種はむしろ施肥の少ない方が有利な傾向がある。またいずれの施肥水準でも品種の示す収量順位は同様であった。

品種と畦幅との交互作用は統計的に全く認められないが平

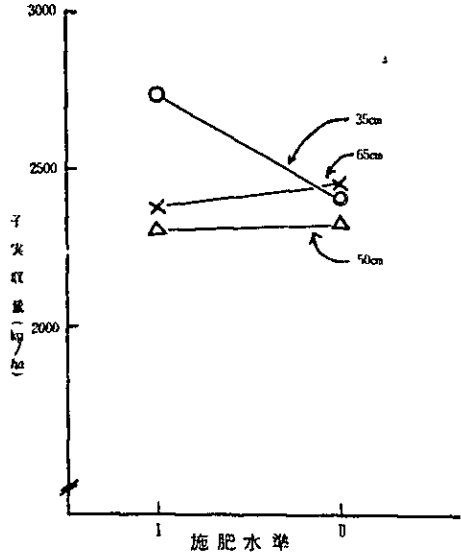


図6 施肥水準と畦幅の交互作用

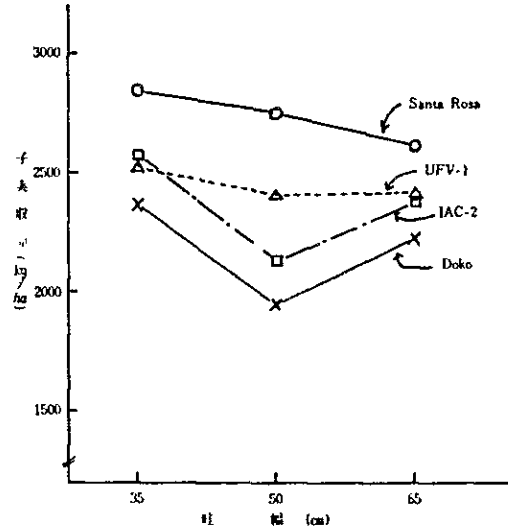


図8 畦幅と品種の交互作用

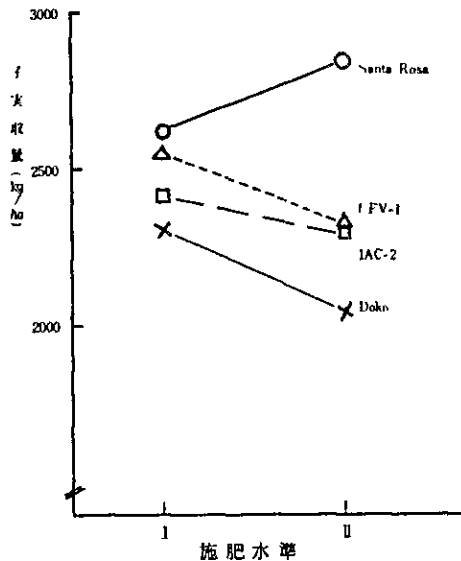


図7 施肥水準と品種の交互作用

均値で見ても図8に示すように畦幅に対する各品種の収量変化はほとんど平行的である。

2) 乾物生産の面から見た大豆の生育

作物の収量はその生育中における乾物生産と密接な関係がある。いわゆる“生育解析”は乾物生産の面から作物の収量性を解析する1つの手法である。この試験において見られた上述のような収量変化の理由を知るため、この生育解析が試みられた。

まず地上部乾物重の変化を見れば表9のようになる。生育解析においては通常植物全体の乾物重が取り扱われるが、この試験では地下部の採取が困難であったため地上部だけを取り扱うこととした。

サンプリング規模が比較的小さくまた反復数が少なかったため、誤差が大きくデータにふれがあるが、傾向として次のことが言えよう。1月のサンプリング時における乾物重は施肥水準の相違によってあまり大きな変化は見られないが、2

表9 地上部乾物重の変化

(単位: g/m²)

品種	畦幅	施肥水準 I			施肥水準 II		
		9 / I	11 / II	収穫時	9 / I	11 / II	収穫時
Santa Rosa	35 cm	377	594	411	423	744	563
	50 cm	411	530	465	385	623	527
	65 cm	383	527	518	337	569	483
UFV-1	35 cm	372	632	505	426	684	454
	50 cm	418	636	566	524	706	502
	65 cm	393	561	499	326	631	463
IAC-2	35 cm	390	538	520	410	797	575
	50 cm	414	594	529	494	753	543
	65 cm	311	652	503	422	738	596
Doko	35 cm	337	602	811	410	733	730
	50 cm	375	553	613	402	647	564
	65 cm	381	532	597	432	597	524

月には明らかに水準IIで水準Iより大きな乾物重を示す。収穫時には葉の脱落のため前よりも小さな値を示すようになる。

品種間の乾物重の相違は明瞭でない。畦幅の影響はやや顕著で1月中には一般に50cm畦が他のものより高い乾物重を示す傾向があるが、2月になるとむしろ35cm畦の方が高い値を示すようになる。

葉面積は乾物生産に関与する1つの要因である。この試験における大豆の葉面積指数(LAI, 単位土地面積当りの葉面積の比率)は表10に示される。この場合も試験誤差によるふれが大きい、一般に1月のサンプリング時ではすでに4以上の値に達している。2月には1月とほとんど変化がないかあるいはむしろ減少を示す。施肥水準の影響は比較的小さく、水準IIで僅かに高い傾向を示す。品種間の差もそれほど顕著でない。畦幅の処理について見れば、1月には50cm畦が他のものより大きな葉面積を示す傾向があるが、2月にはその傾向が失われる。

純同化率(NAR)は葉面積当りの乾物生産の効率である。この試験においては1月と2月のサンプリングの間の値しか得ることができなかったが、その結果を示せば表11のようになる。品種間及び施肥水準の間の純同化率の差異は顕著でないか、畦幅の影響は明らかで35cm畦が高い傾向を示して

いる。すなわち、1月から2月の間35cm畦の大豆が他の畦幅のものより高い効率で乾物生産を行っていることが知られる。

表10. 葉面積指数(LAI)の変化

品種	畦幅	施肥水準Ⅰ			施肥水準Ⅱ		
		9/Ⅰ	11/Ⅱ	収穫時	9/Ⅰ	11/Ⅱ	収穫時
Santa Rosa	35cm	3.95	3.25	—	5.39	4.16	—
	50cm	4.83	4.26	—	4.68	3.54	—
	65cm	4.66	3.26	—	4.41	3.60	—
UFV-1	35cm	4.19	4.46	—	4.64	4.15	—
	50cm	5.24	4.94	—	5.89	4.64	—
	65cm	4.71	4.10	—	4.33	4.91	—
IAC-2	35cm	4.83	3.91	—	4.81	5.79	—
	50cm	4.77	4.42	—	6.18	5.67	—
	65cm	3.75	5.51	—	5.29	4.74	—
Doko	35cm	4.01	5.68	—	4.78	5.98	—
	50cm	4.39	4.41	—	6.06	5.82	—
	65cm	4.60	4.55	—	5.41	4.62	—

表11. 純同化率*(NAR)の変化 (単位: g/m²·day)

品種	畦幅	施肥水準Ⅰ			施肥水準Ⅱ		
		9/Ⅰ	11/Ⅱ	収穫時	9/Ⅰ	11/Ⅱ	収穫時
Santa Rosa	35cm	1.83	—	—	2.05	—	—
	50cm	0.79	—	—	1.77	—	—
	65cm	1.11	—	—	1.77	—	—
UFV-1	35cm	1.82	—	—	1.78	—	—
	50cm	1.50	—	—	1.05	—	—
	65cm	1.16	—	—	2.00	—	—
IAC-2	35cm	1.03	—	—	2.22	—	—
	50cm	1.19	—	—	1.33	—	—
	65cm	2.26	—	—	1.91	—	—
Doko	35cm	1.68	—	—	1.83	—	—
	50cm	1.23	—	—	1.25	—	—
	65cm	1.00	—	—	1.00	—	—

$$* \text{NAR} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \times \frac{\log_e L_2 - \log_e L_1}{L_2 - L_1}$$

以上述べた生育解析から、この試験における大豆の生育変化については次のように要約できよう。

- (1) 乾物生産の面から見る限りでは品種の間にそれほど大きな差異を見いだすことはできない。
- (2) 乾物生産に対する施肥の影響は生育前半には小さいが、生育後半には施肥の多い方が高い生産を示すようになる。
- (3) 畦幅については50cm畦が1月頃までは乾物生産に有利であるが、その後は35cm畦で最も高い乾物生産が行われる。

考 察

大豆の畦幅に関しては、一般に早生の品種は狭く、晩生の品種は広い畦幅を用いるのがよいとされているが、この試験の結果は必ずしもそれと一致せず、いずれの品種も狭い畦幅の方が有利であった。

このように畦幅に対する反応が大豆の品種間であまり差がないのは、葉面積の発達の方が品種間でそれほど違いがないことと関連すると思われる。大豆の最適葉面積指数は3.5~4.5と推定されているが、どの品種も畦幅にかかわらず1月のはじめにはこの値に達していることは上記の結果でも明らかである。

どの品種でも35cm畦で最も高い子実収量が得られたことは、生育解析の結果から見れば1月以後の純同化率が高いこ

と関連するものであろうと考えられる

この試験で得られたその他の結果、例えば、50cm畦における子実収量の低下、収量に対して施肥の差の影響が少なかったこと、また品種間で見られた大きな収量性の違い等に関しては、ここで行った生育解析だけでは説明し難い。これらの問題の解明には他の方向からの研究も必要であらうと考えられる。

統計的に有意ではなかったが、大豆子実収量に関して畦幅と施肥水準、あるいは品種と施肥水準との間に交互作用の傾向が見られたことは興味深い。このことは、大豆の実際の場面において、畑の地力に応じて適切な品種あるいは畦幅が選定されねばならないことを示唆する。しかしこの1つの試験だけでは確定的なことは言えないので今後試験を積み重ねる必要がある。

結 語

「セラート地帯における大豆栽培体系の改善」という大きな課題に対して、実際に行われた研究は上述のようにその極く一部に過ぎず、また僅かにその第一歩を踏み出したにすぎない。

元来、農業技術の改善あるいは開発ということは、諸種の方向から多くの試験・研究の積み重ねを必要とするものである。この研究が目標とする「大豆の栽培体系の改善」も、それが実現されるためには今後多くの人々の努力と時間が必要であらう。

この研究においては何らの結論にも到達せず、むしろ多くの問題の提起がなされたが、今後の試験研究の積み重ねによってこれらの問題が解決されることを願ってやまない。その意味で、この未完了の研究がセラート地帯における大豆生産の発展のため少しでも役立てられるならば幸いである。

5 セラードにおける大豆・小麦栽培法の改良

岩田 文男 (作物)

Renato Antonio Dedecek (土壌)

川崎 弘 (土壌)

I 緒 論

セラード地域における大豆、小麦の機械化大規模栽培の歴史は新しく、最も古い地域で僅かに数年の経験があるにすぎない。しかも、その慣行栽培法は湿潤温帯に属する南部諸州の土壌肥沃度の比較的高い地域における栽培法をそのまま踏襲しているために、半乾燥熱帯で土壌肥沃度の低いセラードでは、改良を要するいろいろな問題が提起されている。

その中で土壌浸食、低土壌肥沃度、開こん初年目の低収性、根群の表層分布、大豆・小麦の二毛作地域での小麦播種の遅延などが、当面解決を要する問題として取上げられている。

セラードの地形は大きな波状丘陵で、その比較的平坦なところで畑作物の大規模機械化栽培が行なわれているが、大豆、小麦作では耕起整地から作物が地上を被覆するまでの間、裸地状態の耕地は土壌浸食の危険にさらされる。特に二毛作地帯の小麦播種は雨季の最中に行なわれるので、その危険は大きい。また、この時期は大豆収穫、耕起整地、小麦播種の作業が集中するので、降雨分布からは二毛作が可能な地帯でも作業時間的に全圃場に小麦を播種することは困難であるし、播種された小麦でも、播種期の遅延によって収量が減少したり、甚しい場合には墜止現象を起して収穫が放棄されることもある。

さらに、セラード土壌は長年の風化作用と養分の溶脱によって、酸性が強くなり、したがって活性アルミニウムの含量は高く、かつ植物養分も極端に欠乏している。このため、セラードでは土壌改良なしには経済的な農業生産は望めないし、現行の慣行的土壌改良法では、開こん当初の大豆収量は極めて低い。

また、著者らはセラードの下層土の養分、特にリン酸の欠乏によって、セラードの作物根群が地表近くに集中することを観察しているが、この根群の地表集中は、セラードで不定期に発生する“ベラニコ”と呼ばれる雨季間の小乾期の被害を助長して、大豆生産を不安定にしているし、雨季の後期から乾季にかけて栽培される小麦に対しても登熟期の水分不足を惹起して、減収の原因となっている。

本研究は、このようなセラードの大豆、小麦栽培が直面する問題を改善するために、現行の慣行栽培体系の中に、不耕起まき、深耕、改良資材の開こん時多施を導入して、慣行栽培法の段階的改良を図ろうとするものである。

なお、本研究はセラード地域の大豆一毛作地帯であるブラジリアのセラード農牧研究センターと大豆・小麦の二毛作地帯であるアラソヤのノムラプラスで5年計画で行なっており、本報告はその2年間の中間成績である。

本研究の計画、実施に当っては多数の方々にご援助をいただいた。特に、セラード農牧研究センター所長 E. Wagner 博士、同研究部長 W. J. Goedert 博士、同コーディネーター E. R. Obato 博士には、終始多大のご助言とご協力をいただいた。ノムラプラス社長川勝敏雄氏にはアラソヤでの試験について圃場の提供、機械類の貸与などあらゆる便宜を供与していただいた。また、同社員 J. Yamaguchi 氏には試験圃場の一切の管理をしていただいたし、P. Mano、三田村喜彦、長田克彦各氏にもご協力をいただいた。ここに、これらの方々に心から感謝の意を表する次第である。

II 大豆一毛作地帯における深耕、改良資材の施用法および不耕起まきが大豆の生育収量に及ぼす影響

本試験ではセラードの大豆栽培が直面する土壌浸食、開こん初期の低収性および根群の表層分布の対策として、不耕起まき、改良資材の開こん時多施および深耕を現行慣行栽培法に導入して慣行栽培法の改良をしようとする。

1 材料および方法

1978年10月にセラード農牧研究センター内の原野を開こんして、新たに試験圃場を造成した。土壌は赤黄色ラトソル(Latossolo Vermelho Amarelo)で、開こん前の原野土壌の性質は表1の通りである。

表1 セラード農牧研究センター試験圃場における開こん前の原野土壌の性質

ブロック	深さ, cm	pH	Al ₃ , me/100ml	Ca+Mg, me/100ml	P, ppm	K, ppm	有機物, %
I	0~20	4.6	0.38	0.12	—	21	2.95
	20~40	4.9	0.15	0.09	—	15	—
	40~60	5.0	0.09	0.09	—	12	—
II	0~20	4.6	0.40	0.13	—	27	3.30
	20~40	5.0	0.12	0.12	—	18	—
	40~60	5.0	0.08	0.12	—	13	—
III	0~20	4.7	0.40	0.11	—	23	3.30
	20~40	5.1	0.11	0.10	—	19	—
	40~60	5.1	0.06	0.10	—	13	—
平均	0~20	4.6	0.39	0.12	—	23	3.20
	20~40	5.0	0.12	0.10	—	17	—
	40~60	5.0	0.08	0.10	—	13	—

試験は2段分割区法で、区の構成は表2に示したように、開こん時の耕起の深さ、改良資材の施用法および播種法を要因とし、それぞれについて慣行法と改良法をもうけ、そのすべての組合せを処理とした。耕起の深さは慣行法で20cm、改良法で30cmであった。改良資材はリン酸とカリで、表3のように5年間の施用量をそれぞれ700kg/haと350kg/haとし、慣行法では5年間にわたって毎年作付時に均等施肥、改良法では開こん時にリン酸400kg/haとカリ100kg/haを全面散布し、残りを毎年作付時に均等施肥することにした。作付時の耕起播種は毎年耕起して播種する方法を慣行法、不耕起まきを改良法とした。

表2 セラード農牧研究センターにおける試験区構成

耕起の深さ	改良資材の施用法	播種法	略号
慣行(浅耕)	慣行(5年間均等施肥)	慣行(耕起まき)	浅耕・分施・耕まき
"	"	改良(不耕起まき)	浅耕・分施・不耕まき
"	改良(開こん時多施)	慣行(耕起まき)	浅耕・多施・耕まき
"	"	改良(不耕起まき)	浅耕・多施・不耕まき
改良(深耕)	慣行(5年間均等施肥)	慣行(耕起まき)	深耕・多施・耕まき
"	"	改良(不耕起まき)	深耕・多施・不耕まき
"	改良(開こん時多施)	慣行(耕起まき)	深耕・多施・耕まき
"	"	改良(不耕起まき)	深耕・多施・不耕まき

表3 改良資材の施用法と施用量, kg/ha

施用法	肥料	開こん時	年次					計
			1	2	3	4	5	
慣行(5年間均等施肥)	P ₂ O ₅	0	140	140	140	140	140	700
	K ₂ O	0	70	70	70	70	70	350
改良(開こん時多施)	P ₂ O ₅	400	60	60	60	60	60	700
	K ₂ O	100	50	50	50	50	50	350

1区面積は20m×24mで、3反復である。品種はIAC-2、畦巾は50cmでm当たり35粒を機械まきした。肥料は各区共通で開こん時に苦土石灰25t/haを全面散布し、また、毎年播種時に基肥としてチッソ10kg/haとFTE BR12を50kg/ha条施した。

調査は生育、収量、根群分布、雑草、土壌について行なった。

1年目の播種期は1978年11月15日、収穫期は1979年3月29日、2年目はそれぞれ1979年11月21日、1980年4月18日であった。

2 結果

1年目の生育と収量を表4に示した。1年目の1978/79農業年は開こん直後であったため、不耕起まきは全く全区とも耕起まきの慣行法で播種した。したがって、1年目の処理は耕起の深さ及び改良資材の分施・多施の4組合せであった。1年目の最高収量は19t/haで、セラードの開こん初年目としては高収であった。改良資材の開こん時多施の効果は、耕起の深さにかかわらず顕著であった。また、深耕効果も改良資材の施用法にかかわらず認められた。深耕・改良資材多施区の収量は、セラードの慣行栽培法である浅耕・改良資材分施区に対して184%の収量を示した。草丈および最下着葉主茎節位も改良資材多施で高くなった。

2年目の収量を表5に示した。2年目においても改良資材

表4 1年目の生育と収量

処 理	草丈, cm	最下着葉主茎節位高, cm	子実収量, kg/ha
浅耕・分施	44	8	1,035
浅耕・多施	70	12	1,588
深耕・分施	50	11	1,190
深耕・多施	71	12	1,903

表5 2年目の生育と収量

処 理	草丈, cm	最下着葉主茎節位高, cm	子実収量, kg/ha
浅耕・分施・耕まき	54	8	1,860
浅耕・分施・不耕まき	63	13	1,820
浅耕・多施・耕まき	75	13	2,460
浅耕・多施・不耕まき	54	13	1,980
深耕・分施・耕まき	48	7	1,580
深耕・分施・不耕まき	45	11	1,620
深耕・多施・耕まき	78	12	2,420
深耕・多施・不耕まき	73	11	2,220

の開こん時多施の効果は大きく、多施は分施に比べて平均で132%の収量を示した。また、深耕と浅耕の間では、改良資材の施用法の違いによって、異なる傾向を示した。すなわち、改良資材を分施した場合には浅耕が深耕にまさり、多施した場合には同じか深耕が多収であった。不耕起まきは耕起まきに対して92%に減収した。

2年目の収穫時における雑草量を表6に示した。雑草量は改良資材多施で減少し、不耕起まきで増加した。また、雑草量と大豆の草丈、収量の間には密接な関係が認められ、草丈収量が大きいほど雑草量は減少した。特に草丈が70cm以上の3区では、ほとんど雑草は見られず、こちらの区では収量が2t/haであった。

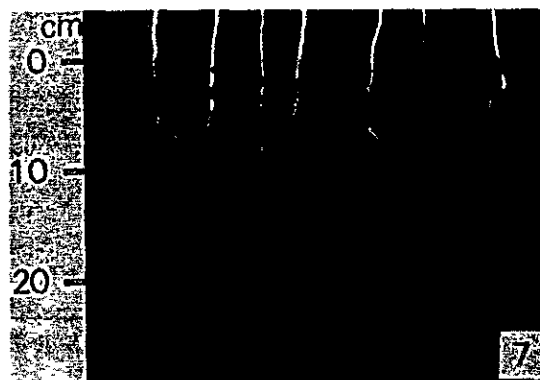
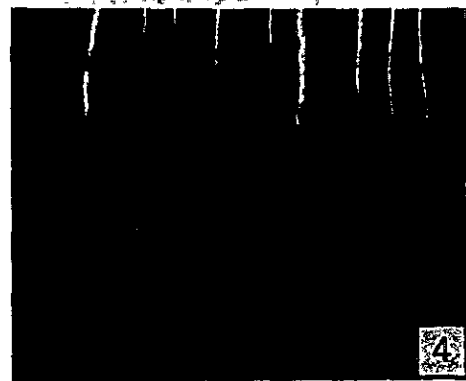
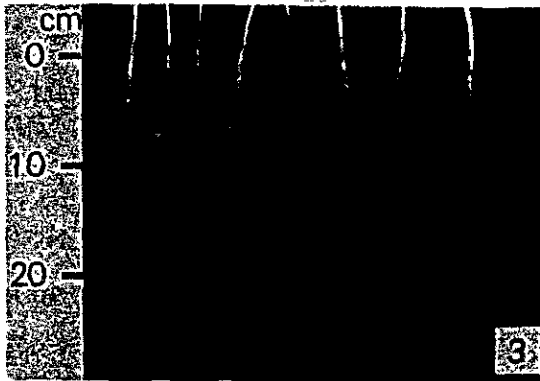
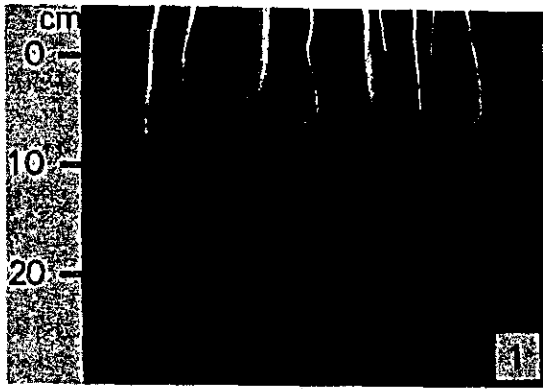
表6 2年目の収穫時における雑草風乾重, g/50m²

処 理	1年生	多年生	計
浅耕・分施・耕まき	314	78	392
浅耕・分施・不耕まき	457	385	842
浅耕・多施・耕まき	10	6	16
浅耕・多施・不耕まき	287	192	479
深耕・分施・耕まき	543	105	648
深耕・分施・不耕まき	821	146	967
深耕・多施・耕まき	9	6	15
深耕・多施・不耕まき	46	38	84

表7に主根優勢型個体の発生率を示した。主根優勢型とは主根と分枝根の分岐点から5cm下で主根の太さが分枝根の太さに優るものとし、その反対は分枝根優勢型とした。すなわち、主根優勢型の根群は主根がよく伸長肥大して、根群分布

表7 2年目圃場における主根優勢型個体の発生率

処 理	発生率, %
浅耕・分施・耕まき	52
浅耕・分施・不耕まき	64
浅耕・多施・耕まき	35
浅耕・多施・不耕まき	38
深耕・分施・耕まき	73
深耕・分施・不耕まき	82
深耕・多施・耕まき	90
深耕・多施・不耕まき	95



左上から

1. 浅耕・分施・耕起まき
3. 浅耕・分施・不耕起まき
5. 浅耕・多施・耕起まき
7. 浅耕・多施・不耕起まき

右上から

2. 深耕・分施・耕起まき
4. 深耕・分施・不耕起まき
6. 深耕・多施・耕起まき
8. 深耕・多施・不耕起まき

が土層全体に広がっているのに対し、分枝根優勢型は主根が貧弱で分枝根が旺盛に伸長肥大し、根群は地表近くに集中分布している。

主根優勢個体発生率は深耕によって顕著に増加した。また改良資材の多施によって深耕区では主根優勢個体が増加したのに対し、浅耕区では反対に減少して根群は地表近くに集中した。耕起まきと不耕起まきと間の主根優勢個体の発生率には大差がなかった。

このような根群発達分布の傾向は、モノリス法で採集した各区の根群の写真からも観察できた。すなわち、深耕各区では浅耕各区に比べて、主根の伸長肥大が旺盛で主根優勢型を示していた。また、改良資材を多施した場合には、その傾向は一層顕著に現われ、浅耕区の根群分布は表層に集中するのに対して、深耕区では土層全層にわたって分布しているのが観察された。一方、改良資材を分施した場合には、多施の場合ほど、浅耕と深耕で根群分布に大差は見られなかった。不耕起まきと耕起まきの根群分布の間にも明瞭な違いは認められなかった。

3 考 察

開こん初期の収量：既往の知見によれば、セラードでは開こん初年目圃場に大豆を栽培しても収量が低いため、一般には陸稲の栽培が奨励されている。しかし、陸稲は *E. lasmopapillus lignosellus* Zeller の発生やベラニコによる被害が大きく、入植時の経営を不安定にする大きな原因の一つになっている。しかし、本試験の結果は改良資材の開こん時多施によって、開こん初年目圃場においても、ある程度大豆収量を期待できること、また、2年目圃場では2 t/ha あるいはそれ以上の多収が得られることを示している。

深耕：大豆は1本の主根をもった深根性の作物であるが、セラードでは一般に主根の発達が貧弱で、その代りに分枝根が旺盛に伸長肥大し、根群は地表近くに集中する傾向がある。また、この傾向は作付年数の経過した熟畑ほど顕著である。

このような根群の地表集中は、セラードの雨季中に不定期に発生するベラニコの被害を助長し、特に多肥栽培で地上部生育量が大きくなった大豆の被害を大きくする。

本試験においても20 cmの耕深で改良資材を多施した場合に、根群の地表集中が観察されたが、試験兩年共ベラニコの発生がなかったため、根群の地表集中の悪影響は現われなかった。しかし、ベラニコ発生年には圃場によっては、平年の60%程度に減収している場合もあることから、セラードの畑作栽培においては、深耕は不可欠の作業であると考えられる。

この根群の地表集中はセラード土壌の肥沃度が低いところに、多施された肥料、特にリン酸が地表近くに集中して、土壌の上下層に肥沃度の差ができることに起因すると言われることから、セラードにおける深耕は単なる土壌下層の耕起ではなく、深層施肥を伴うものでなくてはならない。

不耕起まき：セラードでは乾季にほとんど降雨がなく、土壌表面が乾燥するために、雨季の終りに収穫した大豆の残渣は乾季中地表に乾燥状態で集積したまま次年度の作付を迎える。セラードの大豆は雨季の初めに播種されるので、不耕起

まきでは前年の大豆残渣によって地表が被覆されたまま、直接大豆が播種され、土壌侵食の被害は軽減される。しかし、不耕起まきには、播種精度や能率の低下、雑草の増加などいろいろの問題が附随して発生するので、現時点では大豆一毛作地帯での不耕起まきは推奨できない。

Ⅲ 大豆一小麦の二毛作地帯における深耕および不耕起まきが両作物の生育収量に及ぼす影響

本試験では二毛作地域の直面する土壌侵食、小麦播種の遅延および根群の表層分布の対策として、慣行栽培法に不耕起まきと深耕の導入を検討する。

1 材料および方法

1978年9月にノムラブラスの原野を開こんして、新たに試験圃場を造成した。試験圃場の土壌は赤黄色ラトソル (Latossolo Vermelho Amarelo) で、開こん前の原野土壌と開こん後改良資材を施用した作付前の土壌の性質は表8の通りである。

試験は耕深と播種法を要因とする分割区法によった。耕深

表8 ノムラブラスにおける試験圃場の土壌の性質

土 壌	深さ, cm	pH	Al, me/100ml	Ca+Mg, me/100ml	P, ppm	K, ppm
原 野	0~20	3.9	0.68	0.22	—	53
	20~40	4.2	0.38	0.14	—	33
	40~60	4.5	0.22	0.10	—	40
開こん, 改良資材施用後	0~20	4.3	0.30	0.71	3.5	58
	20~40	4.4	0.29	0.38	0.3	39
	40~60	4.6	0.13	0.19	—	20

は深耕を30 cm, 慣行耕を17 cmとして、深耕は開こん後2年目の大豆作前にディスクプラウで行なった。播種法は、(1)大豆, 小麦共耕起まき, (2)大豆は耕起まきで小麦は不耕起まき, (3)大豆, 小麦共に不耕起まきの3種とし、耕深と組合せて6処理を設けた。ただし、1年目の大豆は開こん直後であったため全区耕起まき、また、2年目の大豆の深耕区は播種直前に深耕を行なったので、不耕起まきの処理はない。年次別の実際に行なわれた処理を示せば表9のようである。

表9 ノムラブラスにおける試験区構成

1978~1979		1979~1980	
大 豆	小 麦	大 豆	小 麦
	浅耕・耕起まき	浅耕・耕起まき	浅耕・耕起まき
	不耕起まき	浅耕・耕起まき	不耕起まき
浅耕・耕起まき	不耕起まき	不耕起まき	不耕起まき
	浅耕・耕起まき	深耕・耕起まき	浅耕・耕起まき
	不耕起まき	深耕・耕起まき	不耕起まき

注：深耕は1979年10月に行なった。3年目の1980/81 農業年からは深耕、大豆・小麦共不耕起まき区が加わる。

1区面積は7 m × 30 m, 4反復である。開こん時に土壌改良資材としてha当たり、石灰45 t, フラッシュリン酸1.0 t, 燐リン0.5 t, 塩化カリ60 kg, 硫酸亜鉛15 kg全面散布した。

大豆の品種はParana, 畦巾は40 cm, m当たり35粒まきで、1年目は10月27日、2年目は10月26日に播種

した。収穫はそれぞれ3月6日と2月26日であった。兩年共、殺虫剤を1回、また、2年目には播種直後に除草剤を1回散布した。肥料は兩年共、ha当たりN:12kg, P₂O₅:9.3kg, K₂O:4.8kgを基肥として条施した。

小麦の品種はBH-1146で、畦巾は40cm, m当たり70粒まきで、1年目は3月9日、2年目は2月29日に播種した。2年目の収穫は7月2日であった。播種直後に兩年共、除草剤を1回散布した。肥料は兩年共、ha当たりN:10kg P₂O₅:7.75kg, K₂O:4.0kgを基肥として条施した。

調査は子実収量、草丈、根群分布、土壌の理化学的性質について行なった。

2 結 果

1年目の大豆栽培は開こん直後であったため、処理はなく、全区とも耕起まきした。圃場の平均収量は2.075kg/haで、開こん初年目のセラートとしては高収であった。同年2期作の小麦は耕起まきと不耕起まきで栽培したが、登熟期に圃場内に侵入した放牧牛によって採食され、生育、収量を調査することができなかつた。

2年目の大豆の生育、収量を表10に示した。2年目は大豆播種直前に深耕を行なったので、同年大豆の深耕区には不耕起まきはない。深耕区の収量は浅耕区に比べて単純平均で18%の増収を示した。また、浅耕区の不耕起まきは耕起まきより10%減収した。草丈と最下着葉主茎節位高も収量と同様に、深耕によって高くなり、不耕起まきで低くなった。主根優勢個体発生率は、深耕区で、ほぼ80%であったのに対して、浅耕区では45%以下になり、浅耕・不耕起まき区では、わずかに18%であった。

表10 2年目の大豆の生育と収量

処 理	子実収量 kg/ha	草丈 cm	最下着葉主茎 節位高, cm	主根優勢個体 発生率, %
大豆・小麦耕起まき	2,979	80	12	43
浅耕 大豆耕起・小麦不耕起まき	2,866	77	11	45
大豆・小麦耕起まき	2,629	75	11	18
深耕 大豆・小麦耕起まき	3,482	82	13	82
大豆耕起・小麦不耕起まき	3,196	79	12	77

観察によると2年目の深耕区の大豆は大部分の主根が旺盛に伸長肥大して、深さ30cmの位置まで達し、根群分布も30cmの耕起層全体に広がっていた。これに対して浅耕区では側根優勢型が多くなり、根群は地表近くに集中分布する傾向がみられた。

表11に2年目の小麦収量を示した。これによると深耕各区の平均収量は浅耕のそれに比べて7%の増収であった。また、播種法間では、深耕、浅耕共、大豆・小麦耕起まき > 大豆耕起まき・小麦不耕起まき > 大豆・小麦不耕起まきの順で、不耕起まきは耕起まきに比べて減収した。

表11 2年目の小麦の収量

処 理	子実収量, kg/ha
大豆・小麦耕起まき	2,060
浅耕 大豆耕起・小麦不耕起まき	1,838
大豆・小麦不耕起まき	1,647
深耕 大豆・小麦耕起まき	2,076
大豆耕起・小麦不耕起まき	1,924

3 考 察

開こん初年目の収量：セラートでは開こん時の土壌改良資材として、アラシヤリン鉱石を15t/ha施用するのが慣行である。セラート農牧研究センターの*Brachiaria decumbens*を供試したリン酸施用試験によると、アラシヤリン鉱石は過リン酸石灰に比べて、施用1,2年目の肥効が極めて悪いと報告されている。本試験の1年目の大豆収量が約2t/haで、セラートの開こん初年目としては予想以上の収量であったのは、アラシヤリン鉱石1t/haのほかに、焙リン0.5t/haを施用したためであったと考えられる。

深耕：本試験では開こん後1年間大豆、小麦を栽培したのちに深耕を行なったが、これは開こん前の原野の灌木が多く、開こん時にはその残根によって深耕が困難であったためである。

深耕効果は小麦に比べて大豆において大きかったが、特にその根群の発達分布は深耕によって顕著に改良された。しかし、深耕による増収率が浅耕に対して、大豆で18%、小麦で7%にとどまったのは、深耕試験年の降雨分布が比較的均一で、ベラニコの発生もなく、ならに遅くまで降雨に恵まれたことによるものと推察され、ベラニコ発生年や乾季が早く始まる年には、深耕効果はさらに大きく現われるであろうと考えられる。

不耕起まき：セラートにおける不耕起まきの利点は、土壌侵食の抑制と作業能率の向上にある。セラートの二毛作地帯の降雨期間は一毛作地帯に比べて若干長い程度で、現在栽培されている早生品種を使用しても、大豆収穫と小麦播種の間には時間的な余裕がほとんどない。このため、例えばサンゴタルトでは大豆栽培面積の約40%に小麦が播種されているにすぎないし、播種された小麦の中には播種の遅延によって、生育不良や座止現象を起しているものも観察される。

本試験の不耕起まきの小麦は、耕起まきに比べて約8%減収しているが、不耕起まきの導入によって、小麦栽培面積が増加し、生育不良や座止現象による減収が回避できれば、不耕起まきのこの程度の減収は、十分に補償されるものと考えられる。

IV 総 括

現行の大豆、小麦慣行栽培を大巾に変更することなく、当面の問題を改善するには、次のような改善技術を慣行システムの中に導入することが考えられる。

- 1 開こん時に改良資材として施用するリン酸肥料の一部に、リン鉱石以外の化学リン酸肥料を使用する。
- 2 開こん時あるいは開こん後2年目に深さ30cmの深耕を行なう。この場合の深耕は、単なる土壌深層の耕起ではなく、深層施肥を伴うようにする。この深耕作業は現在使用中のトラクタとディスクブラウで可能である。
- 3 大豆-小麦の二毛作地帯では、大豆は耕起まき、小麦は不耕起まきをする。

6 セラードにおける大豆根群の発達

川崎 弘 (土壌) 岩田文男 (作物)

Manoel Vicente Mesquita (土壌)

要 旨

ブラジルの農業は近年まで焼畑、無肥料の収奪型農業が主体を占めていたため、土壌肥沃度の極めて低いセラード地帯は肉牛の粗放牧以外の農業対象地として全く考慮されなかった。しかし、人口の増加に伴う食糧不足や機械、肥料などの導入によってこのセラード地帯も、最近急速に開発が進行しようとしている。

セラードは主としてブラジル中央高原に分布する広大なサバンナ型の原野で、その面積は1.8億ヘクタールにも及ぶが、わずかな地域で肉牛の粗放牧が行われている以外はほとんどが未利用のまま放置されている。最近その一部で大豆、小麦の生産を中心とする近代的な農業が展開されつつあるが、収量は低くかつ不安定である。

この原因として、セラード土壌の劣悪さと降雨分布の片寄りがあげられている。セラード土壌は地球上最古の土壌の一つで、永年の風化作用と溶脱によって、作物養分は乏しく、酸性は強く、活性アルミニウムの含量は高くなっている。そのため、土壌の改良と施肥なしには作物根群の発達は貧弱で経済的な生産は望めないと言われている。

また、セラード地域では乾季と雨季が明確に分れており、乾季にはかんがいなしに作物栽培は不可能であるし、雨季においても“ベラニコ”と呼ばれる小乾期が不定期に発生し、根群発達の貧弱な作物に大きな影響を与えている。

作物根群の発達に及ぼす土壌環境の影響については古くから多数の研究が行なわれ、根圏環境の違いが作物根群に大きな変化を与えることが明らかにされている。しかし、農業開発が始まったばかりのセラードにおいては未だこの種の研究報告はほとんど見当たらず、若干の施肥試験の結果が報告されているに過ぎない。

North Carolina Universityの報告によると、セラードにおける作物根群の発達不良はアルミニウム障害に起因するとされている。また、吉田はセラード土壌と日本の西ヶ原土壌(火山灰土壌)で大豆を栽培し、それらの根細胞のアルミニウム集積を調べた結果、セラード土壌の大豆根細胞には西ヶ原土壌のそれより多量のアルミニウムが集積していたことを観察した(私伝による)。さらにMcClungらはセラード土壌において、土壌酸性が作物の生育・収量の向上を阻害していると報告している。

著者らはセラードにおける作物の低収性と不安定性の改善を計るため、作物根群の発達不良の原因を解明することをこの研究の目的とした。その際、セラードの主要作物の一つで

あって、かつ根群観察が比較的容易な大豆を対象作物として、一連の調査、研究を実施した。

本研究は、まずセラード各地の大豆根群を調査し、神農土壌およびテラロッシュヤの大豆根群と比較することによってその特徴を明らかにすることから始め、次いでセラードの近代農業の発祥地であるサンゴタルトにおいて、開墾後の土壌肥沃度の変動が大豆根群の発達と分布に及ぼす影響を調査した。

さらに、セラード農牧研究センターにおける圃場試験でセラードの大豆根群の特徴を再現すると共に、リン酸と石灰に対する大豆根群の反応を調査した。

本研究は1978年2月から1980年8月まで約2年半のブラジル国セラード農牧研究センター在勤中に実施したもので多数の方々にご援助いただいた。特に、セラード農牧研究センター所長E. Wagner博士、同研究部長W. J. Goedert博士、同コーディネータE. Roberto博士には計画および実施にあたり、多大なご助言とご協力をいただいた。国立大豆研究センター所長M. Kaster博士、同研究員G. Wang女士およびパラナ州立農業研究所駐在の熱帯農業研究センター派遣職員大野芳和博士には大豆研究センターにおける大豆根群の試料採取にご便宜を計っていただいた。コチア農協サンゴタルト支所長M. Annoue氏および同農協アルト・パラナイベ農業試験場技師M. Murakami氏には同地の調査に際してご便宜をいただいた。また、同地の調査には畑作研究センター主任研究官塩谷哲夫氏のご協力をいただいた。パルセン・ボニータ在住の鶴田正徳氏には圃場の提供と大豆の栽培管理にご協力をいただいた。ここにこれらの方々から感謝の意を表します。

1 実地調査

セラードの自然、社会経済的環境は変化に富んでおり、従ってそこで営まれる大豆栽培も多様である。しかし、セラードにおける大豆生産の低収性、および不安定性の大きな原因の一つに貧弱な根群発達が関与していることは、その劣悪なセラード土壌環境から考えて想像に難くない。図1は大豆とキマメ(Cajanus cajan)の根群であるが、セラードの大豆とキマメは肥沃なテラロッシュヤの大豆や神農土壌のキマメに比べて明らかな相違が見られる。

本章ではこのようなセラード土壌の大豆根群の実態を神農土壌とテラロッシュヤの大豆根群と比較して、大豆根群の発達に関与する土壌要因を明らかにしようとするものである。

1 調査地点および調査方法

調査地点としてセラード土壌はジャタイ、ブラナルテーナ、クリスタリーナ、コロマンデル、バラカブ、アラシヤ、サン

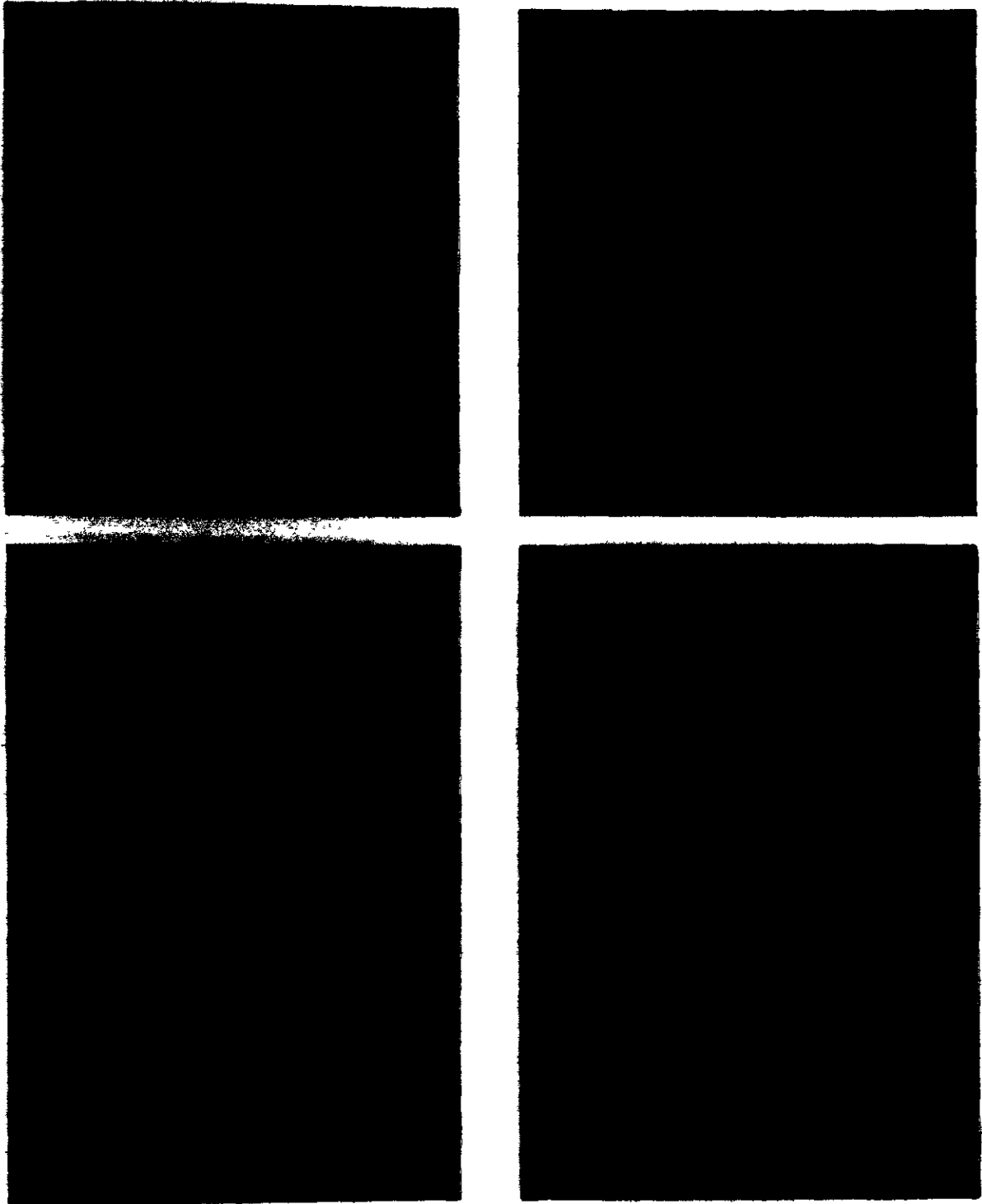


図1 大豆とキマメ(*Cajanus cajan*)の検群(目盛の単位:cm)
A:セラーDの大豆検群 B:セラーDのキマメ検群
C:チクロン+の大豆検群 D:沖積土層のキマメ検群

表1 調査地点と主根優勢個体の発生率

地名	州名	機関名	土壌	開墾後の経過年数	品種名	主根優勢個体発生率 (%)	調査年月日
Jatai	GO		LVA			42	78. 3.15
Colomandel	MG		LVA	2		38	79. 2. 5
Paracatu	MG		LVE	3		35	79. 2. 7
Araxá	MG	Nomurabras	LVE	1	Parana	75	79.12.19
Araxá	MG	Nomurabras	LVE	2	Parana	43	80. 1.22
Planaltina	DF	CPAC	LVA	1	IAC-2	86	79. 2.14
Planaltina	DF	CPAC	LVE	4	IAC-2	53	80. 3.17
Cristalina	DF	木村農場	LVA	2		17	80. 2. 2
Vargem Bonita	DF	園田農場	Alluvial soil	8	IAC-2	92	80. 4. 3
Londrina	PR	CNP-Soja	Terra Roxa		UFV-1	83	80. 3. 4
Londrina	PR	CNP-Soja	Terra Roxa		UFV-1	55	80. 3. 5

ゴタルドの7地点、沖積土壌はブラジリア連邦直轄区パルゼン・ボニータの園田農場、テラロッシャはロンドリーナの国立大豆研究センター圃場を選んだ。

根群の調査は抜き取り、掘取り、モノリス法、鉋察法による。抜き取りは主として多数個体の太根を観察する場合に用い、シャベルで土を膨軟にしてから抜き取った。掘取りは耕土層の根の分布を観察するために土塊をシャベルで掘取り、根が散逸しないように土を落した。モノリス法は主根、分枝根および細根の伸長肥大とそれらの分布位置関係を観察するために用い、畦に沿っておよそ深さ30cmまたは35cm、幅30cmまたは50cm、厚さ約10cmの土壌板を採取して水で丁寧に土を落した。また、30cmより深い位置の根群を観察する場合には鉋察法を用いた。

根は観察によって主根優勢型と分枝根優勢型に分類した。主根優勢型とは主根と分枝根の分岐点から5cm先での主根の太さが分枝根のそれより大きいものを言い、分枝根優勢型とは分枝根が主根より太いものを言う。

土壌の化学分析用試料は土壌断面を上からAp₁層、Ap₂層、Ap₂層の下限から30cmまで、30~40cm、40~50cmの各層に分けて、畦間から採取した。Ap₁層とは毎年耕起されてきた土層であり、Ap₂層とはかつて何回か耕起されたことのある土層である。これらの試料を畦間から採取し、風乾して2mmの篩を通し、これを分析に供した。土壌pHは容積比1:1の割合で水浸したものについて測定し、アルミニウムは1モル塩化カリ溶液で浸出した浸出液をブロムチモルブルーを指示薬として苛性ソーダで滴定した。カルシウムとマグネシウムはEDTA法、リンはメーリッヒの方法土壌有機物は小坂らの方法で測定した。

2 調査結果

根群の発達分布：表1に各地の主根優勢型個体の発生率を示した。主根優勢型以外はほとんどが分枝根優勢型である。また、図2および図3にはモノリス法で採取したセラート、テラロッシャ、沖積の各土壌の大豆根群の標本を示した。

一般に主根優勢型個体の発生率はセラード土壌では低く、沖積土壌およびテラロッシャでは高かった。セラード土壌の分枝根優勢型は、主根基部で発生した1~4本の分枝根が主

根より太く肥大し、多数の細根をつけていたが、主根は地面下5~10cmの深さでくびれたように細くなり、収穫期に引き抜いた場合には、その位置で主根が伸長を停止しているように見えた。このような分枝根優勢型では根群が地表近くに集中し、マット状を呈していた。しかし、セラード土壌においても一部では主根優勢型の根群が観察された。これら主根優勢型はいずれも開墾初年目の圃場に見られ、草丈は小さく根量も少なかった。

沖積土壌では主根優勢型が圧倒的に多く、根群は耕起層全体に広がっていた。また、テラロッシャでは6年前までコーヒー園であった圃場で主根優勢型個体の発生率が高かったのに対し、前歴不明の圃場では主根優勢型と分枝根優勢型とがほぼ同率で発生していた。しかし、テラロッシャの分枝根優勢型はセラード土壌のそれとは異なり、主根も比較的よく伸長肥大し、根群分布も土壌下層にまで及んでいた。

サンゴタルドでは開墾後1年から6年まで経過した各年の圃場の大豆根群を調査した。これら圃場は開墾後の経過年数が違うだけで、開墾法や大豆、小麦の栽培法はほぼ同じであるが、6年目の圃場だけは1978年の大豆播種前にサブソイラーによる深耕が行われている。表2に開墾後の経過年数と主根優勢個体発生率との関係を示したが、開墾後1年および2年目圃場では、ほとんどが主根優勢型であったのに対して、3、4年目では $\frac{1}{2}$ に、さらに5年目には $\frac{1}{3}$ に減少した。また、図2からも判るように、1年目圃場では主根の伸長が良好で根群が下層にも広く分布していたのに対し、2年目圃場では主根の伸長は良好であったが、根群は比較的地表に集中する傾向が見られた。さらに5年目の圃場になると主根の伸長は極端に悪くなり、根群は地表近くでマットを形成していた。

表2 開墾後の経過年数と主根優勢個体発生率

開墾後の経過年数	主根優勢個体発生率%
1	96
2	100
3	58
4	45
5	30
6	47

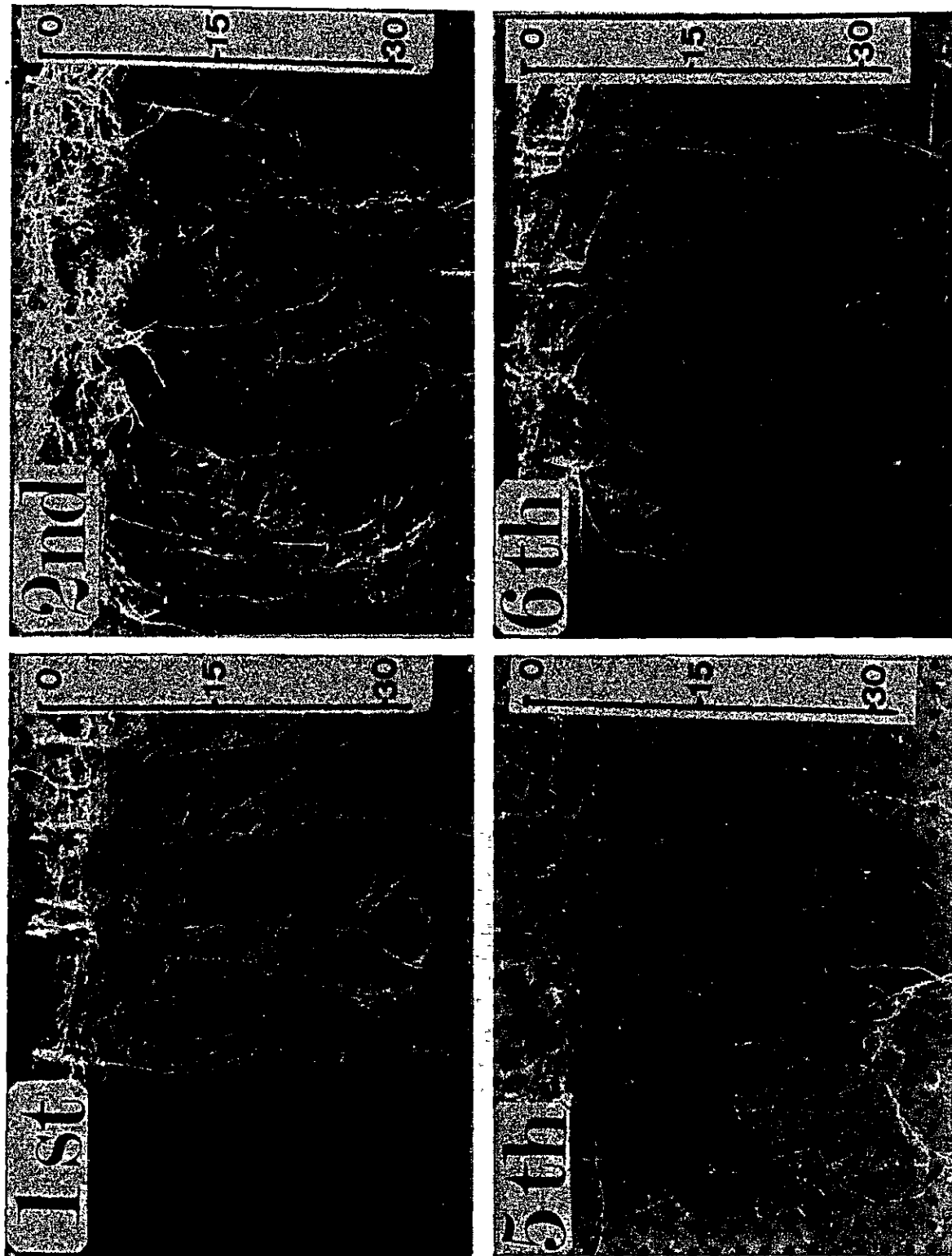


図 2. サンゴタルドにおける開墾後の経過年数別の大豆根群 (目盛, cm)

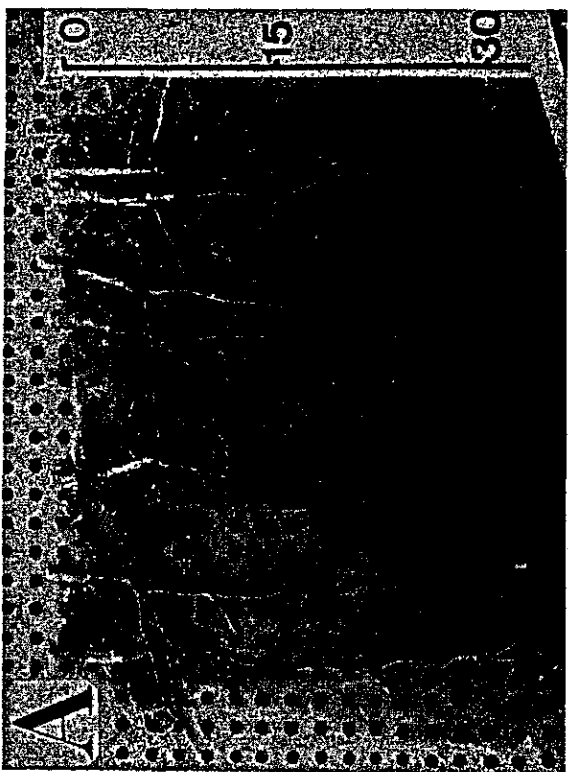
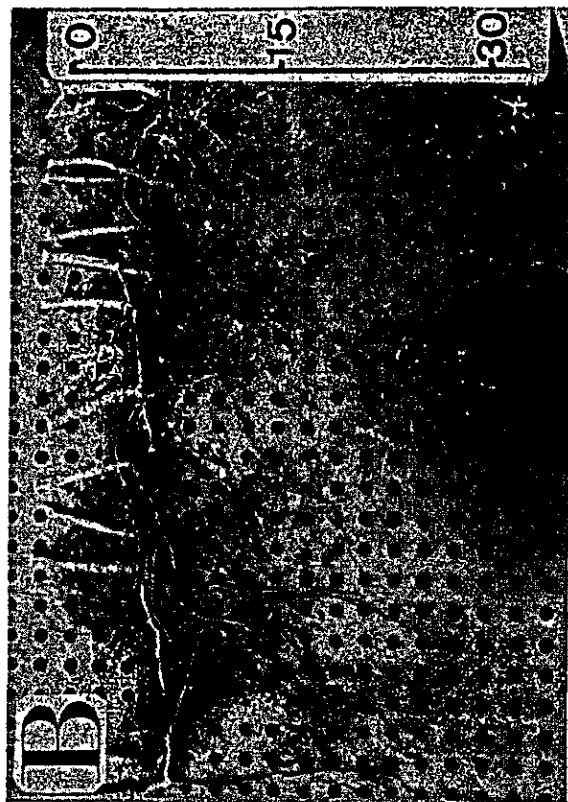


図3 テラロクシヤ(A, B)および神旗土壤(C)における大豆根群(目盛:cm)

表3. サンゴタルド開墾地土壌の化学的性質

試料	Depth (cm)	pH (1:1)	Al-sat (%)	Ca+Mg me/100ml	P (ppm)	K (ppm)	Org M (%)
原野	0-5	4.8	59	0.5	1.2	36	7.0
	5-15	4.9	31	0.5	0.6	30	5.2
	15-30	5.1	25	0.4	0.6	19	4.2
	30-50	5.1	tr.	0.5	0.9	14	3.4
1年目	0-12	5.3	4	1.3	3.8	32	4.7
	12-22	5.0	14	0.6	2.2	28	4.8
	22-30	4.7	19	0.4	0.6	26	4.4
	30-40	4.3	8	0.6	0.5	20	4.0
2年目	0-15	6.4	tr.	4.5	4.5	22	4.6
	15-26	6.0	tr.	3.0	0.9	21	4.5
	26-30	5.3	3	0.7	0.4	18	3.5
	30-40	5.2	tr.	0.5	0.4	15	3.2
3年目	0-12	5.7	tr.	3.2	6.5	39	5.0
	12-25	5.4	1	1.7	0.9	22	4.6
	25-30	5.0	10	0.6	0.5	16	3.8
	30-40	5.1	14	0.4	0.4	16	3.4
4年目	0-12	5.4	tr.	2.4	4.4	34	5.1
	12-24	5.4	1	1.5	1.5	36	5.0
	24-30	5.0	1	0.7	0.5	25	3.9
	30-40	4.9	4	0.5	0.4	20	3.6
5年目	0-13	5.5	tr.	3.0	12.0	28	5.5
	13-23	5.2	9	0.9	0.7	23	4.2
	23-30	5.5	3	0.6	0.4	19	3.7
	30-40	5.0	8	0.5	0.4	14	3.4
6年目	0-8	6.7	tr.	4.6	10.6	33	5.2
	8-18	6.1	tr.	3.6	2.4	41	5.0
	18-30	5.5	tr.	1.7	0.4	25	4.0
	30-40	5.2	tr.	0.8	0.4	15	3.7
6年目	40-50	5.1	tr.	0.6	0.4	13	3.3

* 封風乾土

表4. テラロシヤおよび沖積土壌の化学的性質

試料	Depth (cm)	pH (1:1)	Al-sat (%)	Ca+Mg me/100ml	P (ppm)	K (ppm)	Org M (%)
ロントリ ーナ A	0-18	5.2	2	6.4	12.3	115	3.5
	18-25	5.8	tr.	7.6	1.0	46	2.4
	25-40	5.9	tr.	5.5	0.9	35	2.0
	40-50	5.6	tr.	4.8	1.0	26	1.8
ロンドリ ーナ B	0-11	5.6	tr.	7.0	20.2	141	4.0
	11-17	5.7	tr.	7.4	1.0	154	3.9
	17-30	5.8	tr.	5.5	0.6	89	2.4
	30-40	6.1	tr.	4.3	0.7	32	1.9
ハルゼン ゴニータ	0-30	6.4	tr.	8.8	183.4	58	4.5
	30-40	4.8	15	2.3	2.8	91	4.2

* 封風乾土

6年目の圃場では主根の伸長は良好とは言えなかったが、代りに分枝根が下層に伸長しているのが観察された。

土壌分析値：サンゴタルドの調査対象土壌は比較的細粒質(L:1C)で、その化学的性質は表3に示した通りである。すなわち、深さ30cmまでの土壌pHは1年目圃場の第3層以下を除き、すべて5.0以下で、土壌の酸性は開墾時の石灰施用によりある程度きょう正されていた。また、pHは下層ほど低くなるが、上層と下層の差は大きくなかった。活性アルミニウムの飽和度は極めて低かった。カルシウム・マグネシウムは耕起層で高く、過去に何回か耕起されたと考えられ

るAp₂層でも若干高かった。リンはカルシウム・マグネシウムと同様に耕起層で高く、Ap₂層でもわずかに高い傾向が認められたが、Ap₁層とのリン含有量との差は極めて大きかった。また、1年目と6年目の圃場ではAp₂層のリン含有量が他の年次の圃場に比べて高く、5年目の圃場では反対に低かった。カリと有機物は土壌表層で幾分多いが、余り大きな差はなかった。しかし、有機物は耕起層において初年目、2年目までは減少して行くが、その後少しずつ増加してゆく傾向を示している。

テラロシヤの両圃場では、表4に示すように各層ともpHは高く、カルシウム、マグネシウムは豊富であった。リンは両圃場とも表層で高く下層で極めて低いが、その様相は両圃場で異なり、前歴不明の圃場ではコーヒー園跡地に比べて、上層のリン含有量が大きく、かつその土層は浅かった。

沖積土壌では30cmの深さまで均一に耕起されており、土壌全層にわたって酸性は弱く、リン、カルシウム、マグネシウムともに豊富であった。

土壌硬度：図4に示すように、サンゴタルドの原野の土壌硬度は低く、最高でも5kg/cm²であったが、圃場では下層に向って次第に増加してゆき、深さ30cm前後で最高に達した後減少した。これは開墾後の作物栽培によって下層土が硬化することを示しているが、開墾後6年を経過した圃場でも、その硬度は15kg/cm²以上になることはなかった。

根群分布と土壌の物理化学的性質との関係：根群分布とpH、活性アルミニウム飽和度、カルシウム、マグネシウム

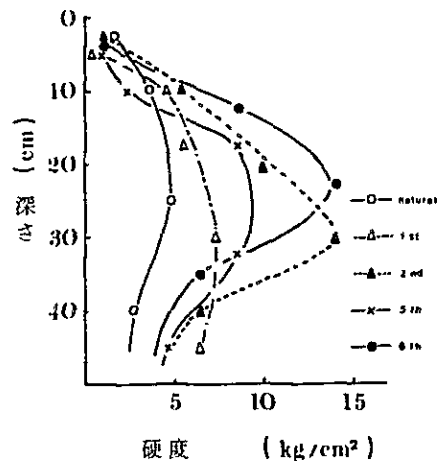


図4 サンゴタルド開墾地の土壌硬度

含有量、カリ含有量および有機物との間には特定の関係は認められなかった。また、土壌硬度との間にも明確な関係はなかった。

土壌調査分析項目の中で、根群分布と明らかに関係が認められるのは、リン含有量、特に土壌の上層と下層とのリン含有量の差で、一般にその差が小さい場合には根群は比較的土壌全層に分布し、反対にその差が大きい場合には根群は地表付近に集中する傾向を示した。すなわち、サンゴタルドの1年目圃場では他の圃場に比べて、上層のリン含有量が低いし、Ap₁層とAp₂層のリン含有量の差が小さく、根群は土壌全層に広がっていたのに対して、2年目圃場ではAp₁層とAp₂

層のリン含有量の差が大きくなり、根群が地表土層に集中する傾向がみられた。さらに、5年目圃場では A_{p1} 層のリン含有量が高いのに対して A_{p2} 層では低く、その差は極めて大きく、根群の地表への集中が顕著であった。これに対して、6年目圃場のリン含有量は A_{p1} 層で高いが、 A_{p2} 層でも他圃場に比べて高く、根群分布は比較的下層まで及んでいた。

テラロッシュにおいても同様な関係が認められた。すなわち、浅い表層土に高い濃度のリンが存在する圃場(B)では、主根優勢個体の発生率が小さく、かつ根群は表層に集中分布したのに対して、コーヒー園跡地の圃場(A)では主根優勢個体の発生率が高く、根群は下層にまで分布する傾向が認められた。

沖積土壌では深さ30cmまでの土層が均一で、多量のリンが存在し、根群は全層にわたってよく発達分布していた。

3 考察

セラード土壌の大豆根群の特徴は主根の発達が貧弱であり、それに比べて分枝根が地表近くに沿って旺盛に伸長肥大し、根群が地表近くに集中して分布する傾向を示すことである。以下、このような特徴とセラード土壌の物理・化学的性質との関連について考察する。

Baligarらは土壌の仮比重が165から195 g/cm^3 に増加すると、根の細胞に顕微鏡的な変化が起ると述べ、Taylorらは土壌硬度が20 kg/cm^2 を越えると、急激に根の生育が阻害されると報告している。また、塩谷らはセラード土壌において、土壌の三相分布並びに土壌硬度と大豆根の密度を開墾後6年までの圃場について調査した結果、セラードの大豆圃場では雨季に当る大豆栽培期間の土壌の仮比重が1.60 g/cm^3 以上になることや、土壌硬度が15 kg/cm^2 を越えることは稀であり、しかも15 kg/cm^2 以上の硬度でも根は伸長し、土壌硬度と根の密度との間には特定の関係を認めることが出来なかった。しかしながら、セラード土壌では開墾後年数を経過するにつれて土壌は堅くなり、特にその硬化は下層25cmから40cmにおいて著しいことや、土壌の硬化によって固相率が高まり、それが間接的に根群発達に影響を及ぼしていることも考えられる。しかし、いずれにしても現在のセラード土壌では、その硬化が本調査で指摘した大豆根群の主根伸長肥大の不良および根群の表層分布の直接的原因になっているとは考えられない。

従来から、セラードにおいて作物根群の発達を阻害している主たる要因は、その土壌酸性の強さからくる活性アルミニウムにあると考えられている。しかし、本調査結果によれば、土壌pHやアルミニウム飽和度、並びにカルシウムやマグネシウムの土壌中の分布と根群の分布の間には一定の関連性を認めることが出来ない。しかも、サンゴタルト圃場のように、深さ30cmまでのpHが5.0以上で活性アルミニウムの飽和度が痕跡程度の場合でも、主根伸長不良や根群の表層分布が見られることから、少なくとも現在の慣行的な土壌改良が行われた圃場では、従来言われているように、セラード土壌の酸性や活性アルミニウムが根群の発達分布を阻害している直接的な要因であるとは考えられない。

これに対して、土壌リン濃度と大豆根群の発達分布の間には極めて密接な関係が認められ、リン濃度の高い表層土には

根群が集中し、しかもその濃度が高いほど、その傾向は顕著である。

田中・副島は火山灰土壌を供試した根箱試験で、リン酸はアルファルファの根群発達に著しい肥効を示し、根群はリン酸の施肥位置に集中したと述べている。

しかし、このようなリンへの根群集中は、単にリンの濃度にだけ影響されるのではなく、土層間のリン濃度の差にも影響されているように見られる。すなわち、サンゴタルトの1年目と2年目の圃場を比較した場合、表層土のリン濃度には大差がないにもかかわらず、下層土のリン濃度では2年目が1年目より低く、2年目圃場では上下層間のリン濃度差が大きくなっている。このようなリン濃度の落差が大豆根群の表層分布を促進していると考えられる。同様なことが5年目と6年目の圃場を比較した場合にも言える。

さらに、テラロッシュでもこれと類似の現象が見られた。すなわち、ロントリーナのA、B圃場では下層のリン濃度は同じであるが、表層のリン濃度はB圃場で極めて高く、その結果、上下層のリン濃度には大きな差が生じ、これが根群の表層集中の原因となっていると考えられる。

セラードの慣行大豆栽培では、播種時の肥料として、リン酸成分で80~100 kg/ha が表層に条施される(表5)。また耕起の深さは一般に15cm以下である。このような浅耕と毎年のリン酸施用の結果、開墾後の年数が経過するに伴って、リンは表層に集積し、下層との間にリン濃度の差が大きくなり、大豆根群は分枝根優勢の表層分布を示すようになるものと考えられる。

II リン酸および石灰の深層施用効果

前章でセラード土壌における大豆の主根発達抑制と分枝根優勢による根群の表層分布は、開墾後の作付回数の増加に伴うリン酸の表層集積と、下層土壌の未改良に起因する現象であると推論した。

本試験ではこの推論を確認するために、リン酸並びに石灰の深層施用が大豆根群の発達に及ぼす影響を明らかにしようとした。

1 試験圃場および方法

試験はセラード農牧研究センターの暗赤色ラトゾル(LVE)および赤黄色ラトゾル(LVA)の2個所で実施した。

LVE圃場は作付前歴のない自然草地を、またLVA圃場は原野を開墾して造成した。両圃場とも土層を深さ15cmで上層と下層とに分け、下層の15~30cmについて処理を行った。処理はリン酸の施用量を多肥と少肥の2段階とし、それぞれのリン酸段階に無肥料区、リン酸区、石灰区、およびリン酸と石灰の併用区の4区を設けた。上層の0~15cmには全区ともリン酸と石灰を施用した。各区の施用量は上層と下層を合わせて同一量になるようにした。施用量はリン酸800 kg/ha 、苦土石灰2 t/ha であった。リン酸は市販の三重過リン酸石灰(Triple superphosphate)を、石灰資料としては市販の苦土石灰(Dolomite)を用いた。

作業はすべて手作業で行った。シャベルで深さ0~15cmまでの上層土壌と、15~30cmの下層土壌を別々のシートに取って、それぞれ所定の肥料を混和して元に戻した。各区

表5 サンゴタルドの開墾年次別圃場における改良資材および肥料の施用量 (kg/ha)

開墾後の 経過年数	施用年次	改 良 資 材			肥 料			作 物	
		石 灰	苦土石灰	アツナルン鉍石カ	リ チ ョ ソ	リン酸	カ リ		
1	1978	2,000		600	150	16	104	40	大 豆
	1977	2,000		500					
2	1978	2,000			150	16	104	40	小 麦
	1979					7	112	56	大 豆
	計	4,000		500	150	23	216	96	
3	1977	3,000		1,500		12	78	30	大 豆
	1978	2,000				12	78	30	大 豆
	1979					7	112	53	大 豆
	計	5,000		1,500		31	268	113	
4	1976	3,000		1,500		12	78	30	大 豆
	1977	2,000				12	78	30	大 豆
	1978					14	91	35	大 豆
	1979					7	112	53	大 豆
	計	5,000		1,500		45	359	148	
5	1975	3,000		1,500		11	73	28	大 豆
	1976					11	73	28	大 豆
	1977					13	83	32	大 豆
	1978	2,000				12	78	30	大 豆
	1979					12	78	30	大 豆
	計	5,000		1,500		65	487	199	小 麦
6	1973		2,000	1,300					
	1974		2,000						
	1975		2,000			6	54	30	大 豆
	1976					12	78	30	大 豆
	1977					16	104	40	小 麦
						12	78	30	大 豆
	1978			3,000		14	91	35	小 麦
						12	78	30	大 豆
	1979					14	91	35	小 麦
						6	96	45	大 豆
計		9,000	1,000		92	670	275		

とも微量元素としてFTEを50kg/haを全層に混和し、播種時にN(尿素)10kg/ha、K₂O(塩化カリ)100kg/ha、P₂O₅(三重過リン酸石灰)100kg/haを種子側下に条施した。大豆の品種はIAC-2、畦巾50cm、株間3~5cmで11月28日に点播した。1区の面積は2m×2mである。根群の調査は子実肥大期の3月17日から20日にかけて掘取りおよびモノリス法によって行った。化学分析に供する土壌試料は畦際から採取した。

2 結 果

表6に主根優勢型個体の発生率を示した。両土壌とも主根優勢型個体の発生率は完全区で最も高く、次いでリン酸区、石灰区、耕起区、不耕起区の順であった。また、この発生率には土壌間で差があり、LVAはLVEに比べて高かった。

図5にはモノリス法によって採取したLVEにおける各処理の根群を示した。完全区およびリン酸区の根群は下層にもよく分布していたのに対し、無肥料の耕起区および不耕起区では15cm以下の下層の根群分布は貧弱であった。また石灰区はその中間であった。図6はLVAにおける根群であるが、

表6 暗赤色ラトゾルおよび赤黄色ラドゾルにおける下層土処理の相違と主根優勢個体の発生率(%)

下層土の処理	主根優勢型個体の発生率	
	LVE	LVA
完全区	88	95
耕起区	54	70
石灰区	52	82
リン酸区	67	90
不耕起区	53	—

ほぼLVEと同様の傾向が認められ、下層の根量は完全区で最も多く、次いで石灰区とリン酸区がほぼ同様の根量を示し、耕起区は極めてわずかな根量しかなかった。なお両土壌間では下層の根群に若干の違いがあり、LVEはLVAに比べて根が細く、細根量に富む傾向が見られた。

表7に試験区土壌の化学分析値を示した。両土壌とも下層土は石灰施用によってpHが上昇し、活性アルミニウムの飽和度は減少した。すなわち、LVEでは石灰無施用区のpHが4.6~4.8、活性アルミニウムの飽和度が57~68%で

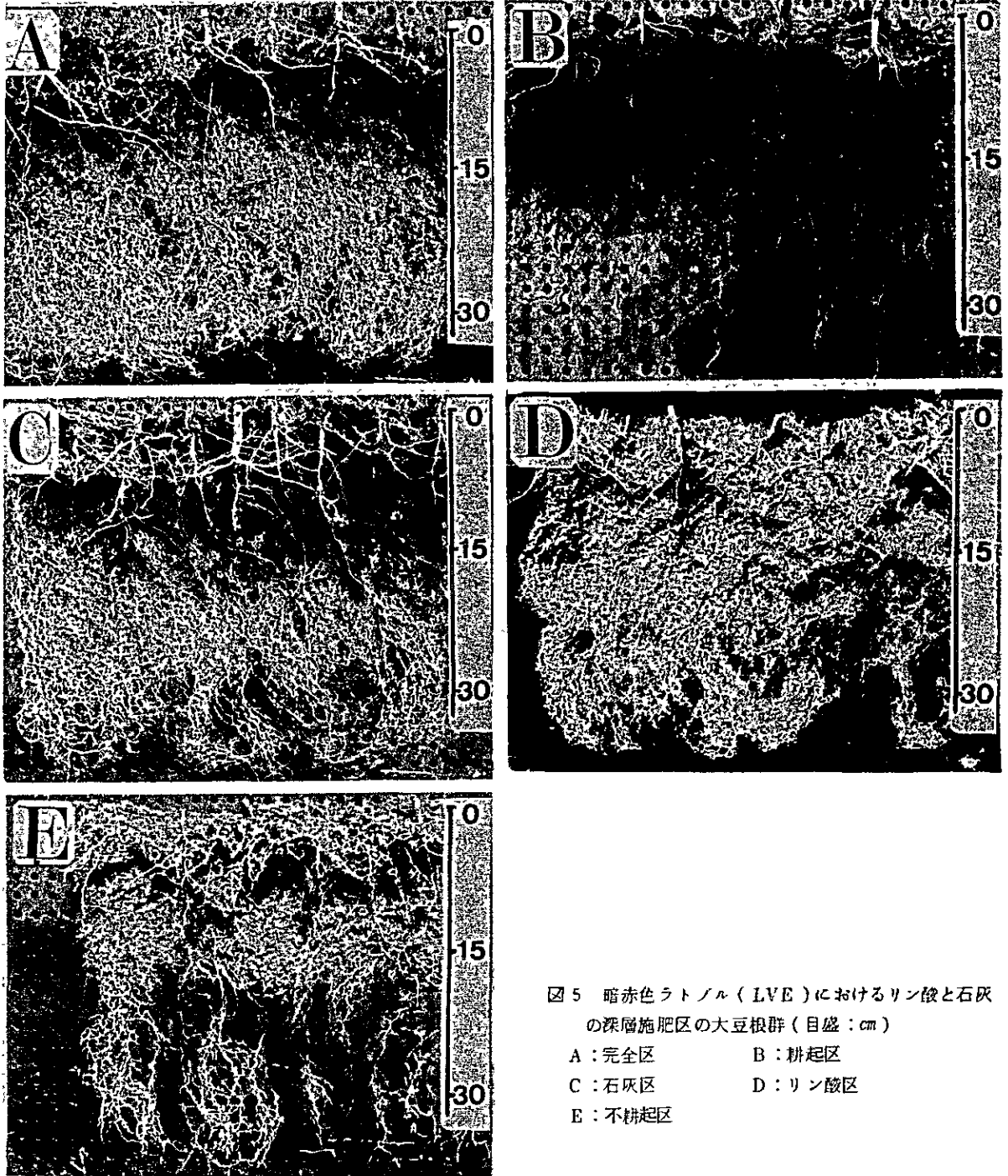


図5 暗赤色ラトソル(LVE)におけるリン酸と石灰
 の深層施肥区の大豆根群(目盛:cm)
 A:完全区 B:耕起区
 C:石灰区 D:リン酸区
 E:不耕起区

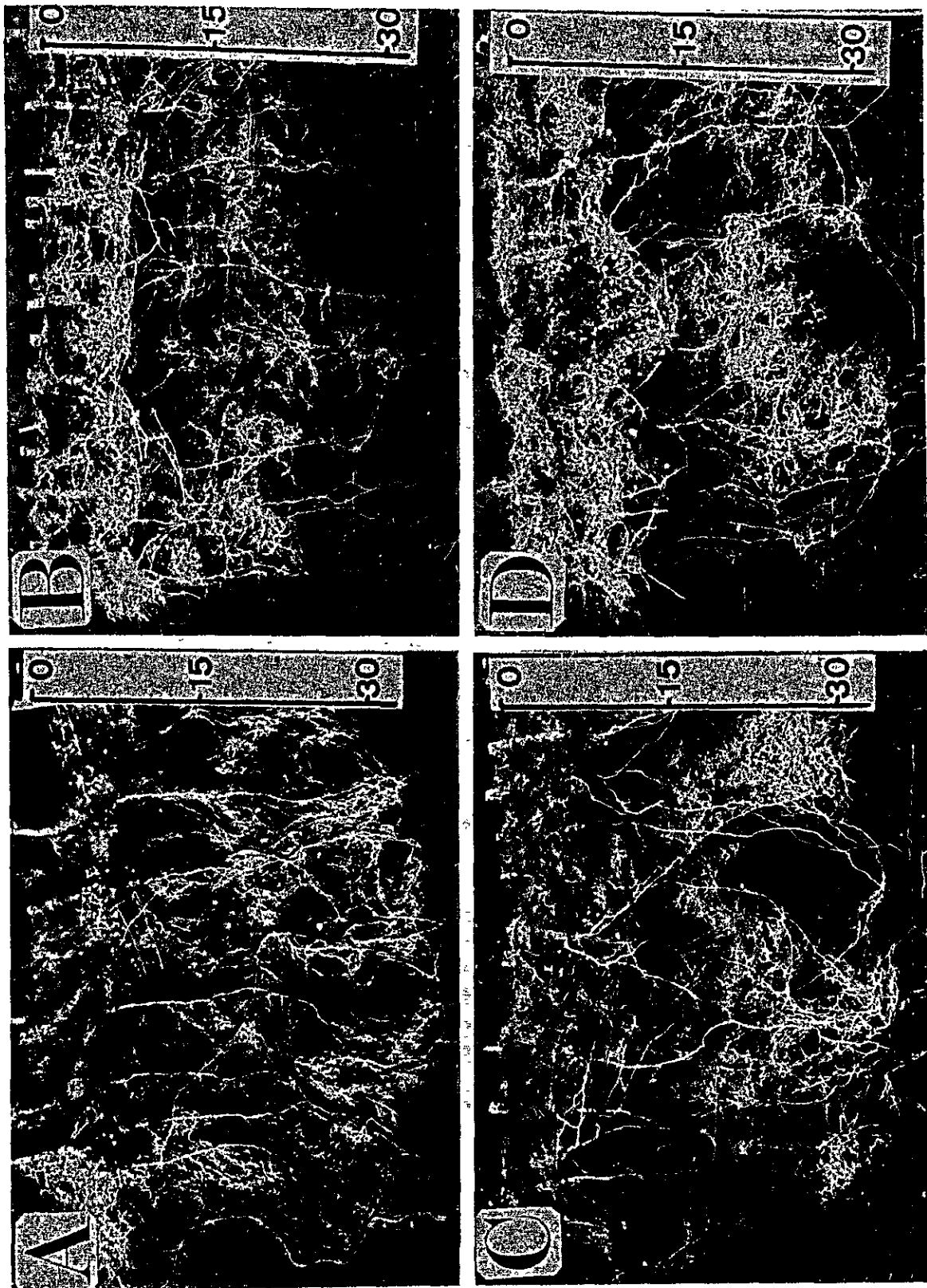


図6 赤黄色ラトゾル(LVA)におけるリン酸と石灰の深層施用区の大豆根群(目盛・cm) A:完全区 B:耕起区 B:石灰区 D:リン酸区

表7 CPACにおける試験区の土壌の化学的性質

試料	Depth (cm)	pH (1.1)	Al-sat. (%)	Ca+Mg me/100ml	P (ppm)	K (ppm)	Org.M.* (%)
暗赤色ラトソル(LVE)完全区	0-15	5.4	6	1.6	82.3	100	2.7
	15-30	5.1	32	0.7	22.2	32	2.6
耕起区	0-15	5.5	tr.	2.8	89.8	55	nd
	15-30	4.8	62	0.6	1.3	29	nd
石灰区	0-15	5.3	12	2.0	46.2	46	nd
	15-30	5.2	28	1.4	2.3	28	nd
リン酸区	0-15	5.4	tr.	2.9	89.9	61	nd
	15-30	4.8	57	0.7	28.3	23	nd
不耕起区	0-15	5.4	3	2.8	80.3	44	nd
	15-30	4.6	68	0.4	1.8	26	nd
赤黄色ラトソル(LVA)完全区	0-15	5.7	4	2.3	40.3	54	4.2
	15-30	5.8	3	2.2	8.3	26	3.8
耕起区	0-15	5.5	1	2.2	17.2	39	nd
	15-30	5.1	22	0.8	0.4	43	nd
石灰区	0-15	5.5	6	1.8	39.3	70	nd
	15-30	5.7	tr.	1.6	0.5	42	nd
リン酸区	0-15	5.4	8	1.8	25.4	45	nd
	15-30	5.1	27	0.7	7.1	29	nd

*対風乾土

あったのに対して、石灰施用区ではそれぞれ5.1~5.2, 2.8~3.2%に変化した。また、LVAではpHが5.1から5.5~5.8に、活性アルミニウムの飽和度が2.2~2.7%から3%ないし痕跡程度にそれぞれ変化した。カリの濃度は両土壌ともほぼ同じで、上層で高く下層で低かった。

土壌硬度は図7, 8に示したように、土壌間で大きな相違が見られた。LVAではいずれの処理区でも0~30cm間の土層でほぼ3kg/cm²以下であったのに対して、LVEでは4kg/cm²から15kg/cm²の間であって、石灰を施用した完全区および石灰区で4~6kg/cm²と低く、石灰を施用していないリン酸区、耕起区および不耕起区で10~15kg/cm²と高かった。

3 考 察

セラート土壌における作物根群発達の不良は、土壌の酸性および活性アルミニウムによる障害であると言われている。しかし、本試験において、LVEの石灰無施用のリン酸区で、下層土のpHが4.8と低く、かつ活性アルミニウムの飽和度も5.7%と高いにもかかわらず、根群発達は極めて良好であったし、また、LVAの耕起区ではpHが5.1と比較的高く、かつ活性アルミニウムの飽和度が2.2%と低いにもかかわらず、根群の発達は貧弱であった。このような結果は、セラート土壌における根群発達不良が従来言われているような土壌の酸性や活性アルミニウムによる障害ではないことを示している。これに対して、セラード土壌はリン酸が極端に少なく、リン酸の施用なしには大豆はほとんど生育しないし、本試験では両土壌ともリン酸施用区の根群発達が極めて良好であったことから、セラードにおける大豆の根群発達不良は、第1章で推論したように、リン欠乏に起因していると考え方が妥当である。

また、LVAの根群分布がLVEに比べて劣るのも、LVAのリン酸吸着力がLVEより強く、有効態リンが少ないことに基因すると考えられる。

しかし、両土壌とも石灰区が無肥料区より、また、完全区

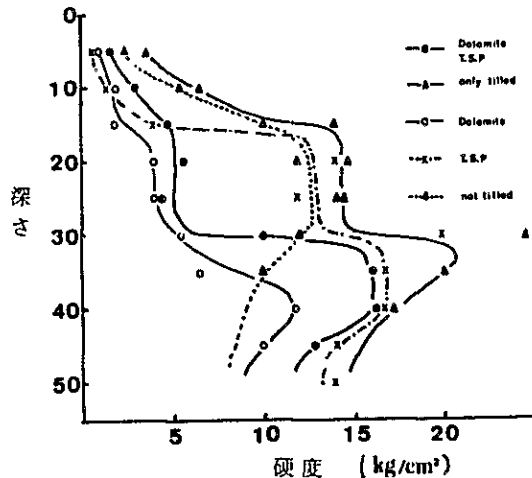


図7 暗赤色ラトソルにおけるリン酸と石灰の深層施用試験区の土

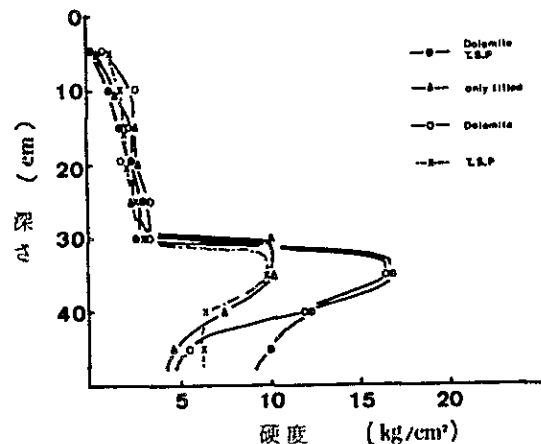


図8 赤黄色ラトソルにおけるリン酸と石灰の深層施用試験区の土壌硬度

がリン酸区より根群発達が良くなっていることから、根群発達に対する土壌の酸性や活性アルミニウム、またはカルシウムなどの効果も無視することは出来ない。

また、土壌硬度は両土壌間で大きな違いがあり、LVEの方がLVAより高かったにもかかわらず、むしろLVEの根群発達が良好であった。このことは少なくとも雨季におけるセラード土壌の硬さでは、その硬度は大豆根群の発達に対して直接的な害作用は及ぼしていないと考えられる。

Ⅲ 論 議

従来、セラートにおける作物根群発達の不良性は土壌の強酸性に由来する活性アルミニウムによる障害に起因すると考えられてきた。その根拠として、1) セラート土壌が強酸性を呈し、活性アルミニウムに富むこと、2) アルミニウムを添加した水耕栽培試験やセラート土壌を用いたポット試験において、作物根群発達の不良性が確認され、かつ作物根細胞組織内にアルミニウムの集積が認められること、3) 石灰の深層施用によって根群の下層土への伸展がある程度促進され

ることなどが挙げられている。しかし、1) および 2) の理由はアルミニウムによる障害の可能性を示唆するものであるが、決定的な障害要因となっているのかどうかは断定出来ない。また、3) はアルミニウムによる障害を支持する証拠の一つではあるが、カルシウムの施用効果も加味されている。さらに、石灰施用は作物根群の発達に対して充分条件であり得るのかと言う疑問を残している。他方、原野の植物根群を観察するとき、これら植物根群もほとんどすべて土壌の表層に集中している。しかも、その土壌の pH は概して表層ほど低く、かつ活性アルミニウム量も表層ほど多いという事実をどのように考えるのか。少なくともアルミニウムによる障害説では説明し難いと思われる。

このような疑問を解消させると共に、セラートにおける作物根群発達の不良性の原因を知るために、セラートの圃場における大豆根群並びにその生育環境である土壌の実態を調査した。その結果、サンゴタルドの圃場では概して開墾年次が古いものほど、すなわち作付年数が経過するに従って大豆根群は土壌表層に集中する傾向を示した。この根群分布と最も関連の深い土壌要因はリン酸の含有量であった。開墾後毎年施用され、土壌に添加された肥料成分は耕起層にのみ集中してゆき、耕起されない下層土にはほとんど附加されなかった。すなわち、石灰とリン酸は耕起されることなしにはほとんど下層へ移行しないことを示している。それゆえ、毎年施肥が行われるにつれて作物養分は耕起層に蓄積され、下層土との肥沃度差は拡大の一途をたどることになる。その結果、大豆根群は養分を求めて耕起層に集中するものと考えられる。他方、テラロッシュヤでは、その土壌 pH は土壌断面を通して高く、苦土・石灰も多く、アルミニウムによる障害は考えられない。しかし、そのような条件下にあるにもかかわらず、ある圃場ではセラートにおけると同様に、表層土への大豆根群の集中現象が認められた。この場合にも耕起層におけるリン酸含量は高く、その下層土には極めて乏しかった。

これらの実態調査の結果によれば、大豆根群の表層土壌中への集中は下層土壌中のリン酸不足に起因するところが大きいと考えられる。作物根群の発達に対するリン酸の効果については、火山灰土壌を用いた試験で田中らも確認している。この結果を実証するために、セラードの主たる面積を占める暗赤色ラトゾル (LVE) と赤黄色ラトゾル (LVA) を用いて圃場試験を実施した。

その結果、いずれの土壌においても苦土石灰の施用効果を確認出来たが、これに劣らず三重過リン酸石灰の効果も著しかった。しかも、三重過リン酸石灰施用区の土壌 pH や活性アルミニウム量は施用前とほとんど変化していず、活性アルミニウムの存在が大豆根群の発達に対して致命的な障害因子になっているとは考えられない。しかし、以上の二つの区よりも苦土石灰と三重過リン酸石灰の併用区の方が効果があった。また、肥料無施用の場合には大豆の生育並びに根群の発達は著しく劣るが、その根群は主根優勢型の正常に近い形態を示した。

これらの結果を総合して考慮すると、元来強酸性を呈し、作物養分に極めて乏しいセラード土壌で近代的な作物の施肥栽培を行うことによって、多量の肥料は表層土壌にのみ添加

され、下層土壌との肥沃度差は一方向的に拡大される結果となり、作物根群は養分を求めて土壌表層に集中する結果となると考えられる。また、これと同様な現象は表層土壌が著しく肥沃なアマゾンの焼畑においても認められている。

他方、作物根群発達の不良性の原因として、開墾後の機械走行による下層土の固結化が考えられているが、少なくとも主たる障害要因とは考えられない。確かに、開墾年次が進むにつれて下層土の固結化は進んでいた。しかし、雨期の作物栽培期間にはその土壌硬度は 2.0 kg/cm^2 以上には達していなかった (図 4 参照)。また、圃場試験の結果でも下層土の硬度の影響は認めることが出来なかった。すなわち、LVE の下層土の硬度は概して LVA のそれより高かったが (図 7 および図 8 参照) 根群の発達はむしろ前者の方が良好であった。その理由としては LVE の方がリン酸の固定力が弱く、同量のリン酸施用区間で比較すると可溶性リン酸の量が LVE で多く、リン酸の効果の方が障害因子となる土壌硬度の影響より大きかったと考えられる。

しかし、これらの結果を踏まえて、開墾初年目から石灰とリン酸の深層施用を実施しようとするれば、幾つかの難かしい問題が生じる。すなわち、開墾初年目には未だ原野にあった灌木の根群が土壌中に多量に残存し、機械の走行が物理的に難しく、より多くの作業時間を必要とする。他方、肥料の添加量も増加せざるを得ない結果となり、一度に多額の経費を必要とする。何故なら、ポット試験の結果によれば、同一量の石灰とリン酸を表層施肥 (深さ 10 cm の厚さ) した場合の方が全層施肥 (深さ 30 cm の厚さ) した場合より大豆の生育は著しく良好であったからである。このことはある程度土壌中の肥料濃度が高い方が作物生育に良いことを示唆している。これらのことを考慮するとき、初年目ないし 2 年目までは従来通り比較的表層に施肥し、灌木根群が腐敗化する 3 年目頃から毎年一定の面積を順次深耕してゆくことが望ましいと考えられる。

また、参考資料として、サンゴタルドの開墾年次別土壌有機物含量の変遷を図 9 に示す。この数値は原野では A_1 層と A_2 層、開墾畑では Ap_1 と Ap_2 、すなわち第 2 層までに含まれる有機物含量 (対風乾土) である。この数値は試料点数が少なく、あまり断定的なことは言えないが、ある一定の傾向は察知し得るように思われる。すなわち、開墾後土壌有機物は急激に減少してゆくが、2 年目までには一定値に落ち着き、その後次第に増加の傾向をたどり、5~6 年目には約 5% に達している。この有機物含量はより気候の温暖な日本の鈹質畑土壌の値と比べても極めて高い数値であり、その理由としては次のようなことが考えられる。サンゴタルドは熱帯圏にありながらも標高 1000 m の高原であり、かつ化学肥料の多施 (表 5 参照) によって年二作の大豆・小麦の作物残渣は多くなり、これらを全部圃場へ返すことによって達成されたものと考えられる。他方、同様の立地条件下にあるアラシヤでは施肥量も少なく、かつ年一作のため、圃場に返される作物残渣も少なく、2~3% の土壌有機物しか含まれていなかった。また、同地での 5 年目の牧草地でも約 3% の有機物しか含まれていず、その増加は認められなかった。

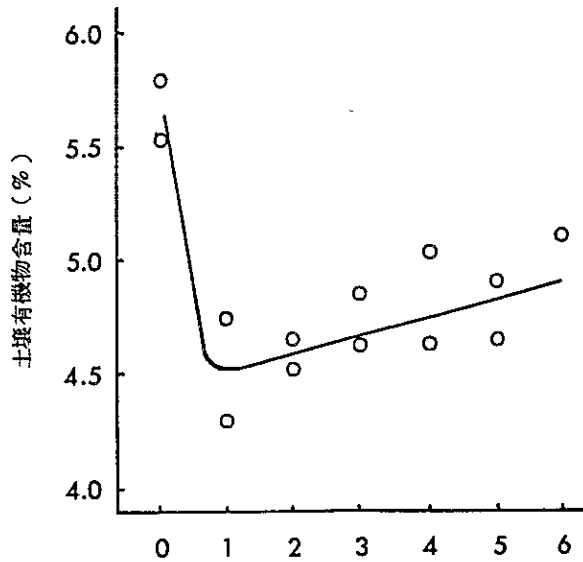


図 9. 開墾後の経過年数 (年)

IV 結 論

大豆根群並びにその生育土壤の実態調査の結果、セラードにおける作物根群発達の不良性は表層土と下層土の肥沃度差が大きいため、とくに下層土におけるリン酸の不足に起因していると考えられた。そして、圃場試験の結果、大豆根群の下層土への伸展に対しては石灰とリン酸の下層土への施用が最も効果があった。

参 考 文 献

- 1) EMBRAPA(1976); Relatório Técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
- 2) ibid (1978)
- 3) ibid (1979)
- 4) Mario G. Ferri, et al. (1977); Simpósio sobre o Cerrado IV, Libreria Itatiaia Editora LTDA.
- 5) Soil Sci. Dept North Carolina State Univ. (1973); Agronomic-Economic Research on Tropical Soils. Annual Report
- 6) ibid (1974)
- 7) ibid (1975)
- 8) Baligar, V.C., et al. (1975); Soybean Root Anatomy as Influenced by Soil Bulk Density. Agron. J Vol 67: 842-833.
- 9) McClung, A.C. et al. (1958), Preliminary Fertility Studies on "Campo Cerrado" Soils in Brazil, Local, IBEC, Res. Inst. Bull. 13.
- 10) Taylor, H.M. et al. (1964) Pans in the Southern Great Plains Soils Agron. J. 56: 328-332.
- 11) 田中・福島 (1964) ;火山灰未耕土壤におけるアルファルファ根群の形態について、佐賀大学農学集報第20号
- 12) 千葉守男 (1970) ,アマゾン地域における土壤肥料の技術協力総合報告書, 海技協派 69, 436

