

移住派遣農業専門家報告書

— イグアス移住地における大豆・小麦栽培の
現状と栽培技術改善の指針 —

昭和62年 2月

国際協力事業団

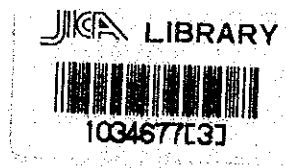
移海外

JR

87-5

移住派遣農業専門家報告書

— イグアス移住地における大豆・小麦栽培の
現状と栽培技術改善の指針 —



昭和62年2月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'87. 4. 8	708
登録No.	16146	841
		EME

ま え が き

パラグアイ国日系移住地の大豆・小麦等の畑作に関する試験研究並びに営農指導のため、昭和57年4月9日から昭和61年4月8日まで、当事業団パラグアイ農業総合試験場へ派遣した尾崎薫農業専門家（元北海道農試次長）は、今般、任期満了に伴い「イグアス移住地における大豆・小麦栽培の現状と栽培技術改善の指針」と題し、本報告書を取りまとめた。

本報告書は、現在、日系移住地の基幹作物としての大豆・小麦について、その導入背景並びに試験場の果たしてきた支援業務を総括し、これを同作物に係る標準栽培技術としてとりまとめており、今後、日系移住地の畑作振興に活用されうるものと考えられるので、ここに印刷することとした。

なお、同専門家が実施した試験研究の詳細については、当事業団の業務資料「試験研究実績」を参照されたい。

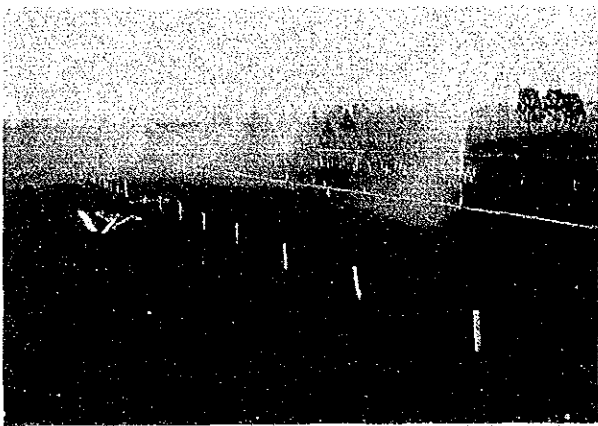
昭和62年2月

移住事業部長

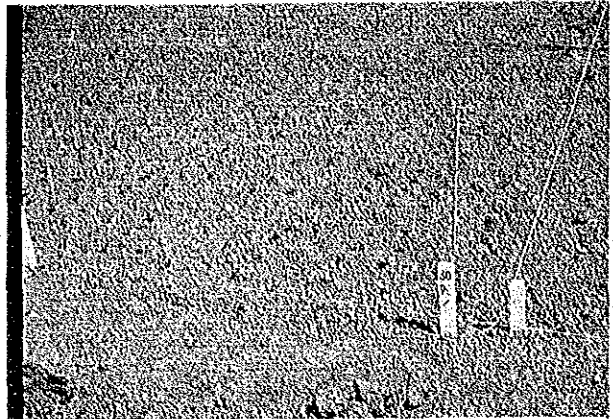
はじめに

筆者は1982年4月から1986年4月までの4年間、パラグアイ農業総合試験場（国際協力事業団直営）に、農業専門家（畑作）として勤務し、前任（1979年10月～1981年10月）の農業専門家の後を受けて、大豆及び小麦の栽培法改善を中心とした試験研究とその成果の普及に従事した。

イグアス移住地における大豆、小麦の栽培の歴史はパラグアイ国南部移住地に比べて遙かに浅く、南部移住地における品種、栽培法の導入により始められ、農家の試行錯誤の繰り返しのため、単収は低位で、しかも不安定な作柄を余儀なくされていた。イグアス地域における大豆、小麦の栽培法改善に関する試験研究が本格的に開始されたのは、1979年に始めて畑作専門家が派遣されたからのことであり、筆者はまず当地域における大豆、小麦の標準的な耕種基準を策定することをねらいとして、それに必要な技術的要素について検討した。任期中に着手しえない幾つかの問題が残されたが、それらの点については、今後の試験研究により補足されることを期待し、任期中に得られた成果を中心として体系的に取り纏めた。また、普及技術の普及効果を知る目的で、可能な限り毎年度入植者の大豆、小麦作についての実態調査を行なった。その結果もあわせて取り纏めた。大豆、小麦の栽培技術の指導者ならびに農家の手引として活用頂ければ幸いである。



播種後のスプリンクラーによる散水
(大豆品種比較試験圃場)



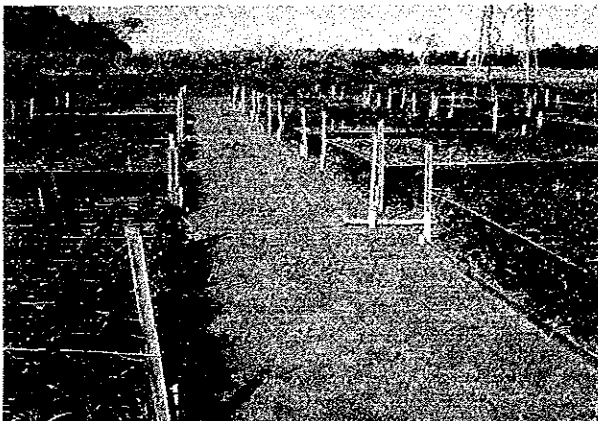
大豆栽植密度試験(30万本/ha区)



精密試験の準備作業風景



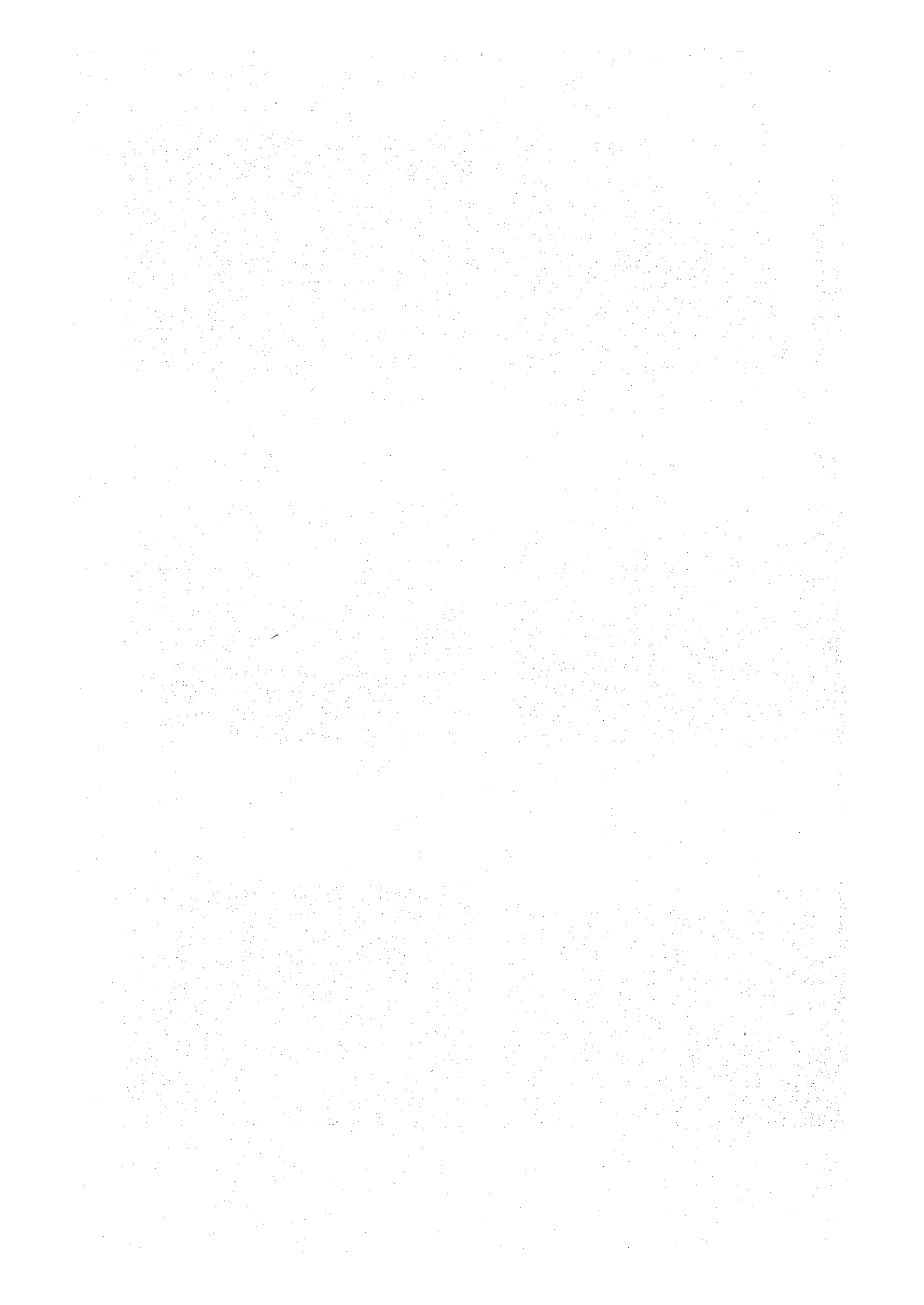
枠試験による大豆の施肥試験

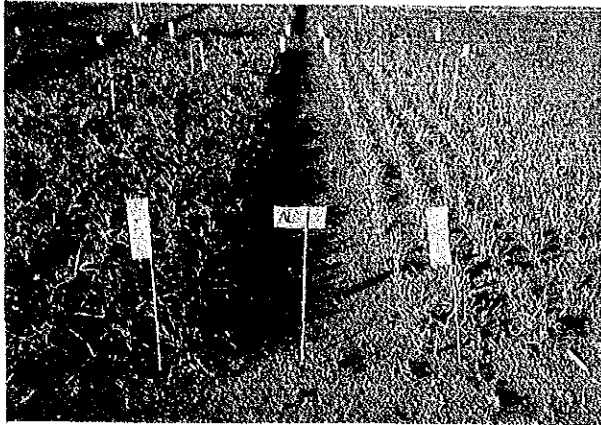


枠試験による小麦の施肥試験



麦稈踏み込み試験の準備





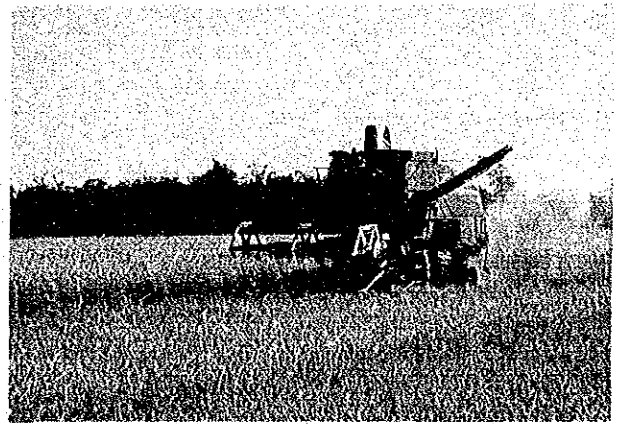
小麦に対する P_2O_5 施肥効果
左: P_2O_5 50 kg/ha 右: 無 P_2O_5



小麦播種期試験圃場



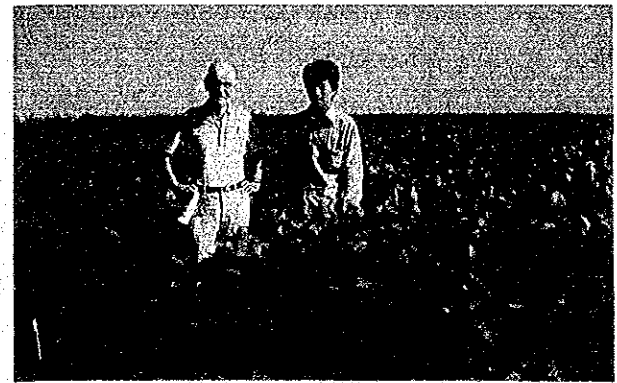
イグアス移住地における小麦の生育状況



小麦のコンバイン収穫



大豆の不耕起栽培 (深見氏圃場)



大豆の栽培技術指導中の筆者(左)

目 次

はじめに

I. イグアス地域における大豆栽培	1
1. 大豆栽培からみた地域の特徴	1
1) 栽培技術, 作付面積の推移	1
2) 収量の推移	3
2. イグアス地域での大豆栽培の基本技術	4
1) 大豆の生育と栽培の要点	4
(1) 基本になる大豆の生育過程と生育区分	4
(2) 生育区分での技術とそのねらい	9
2) 品種の選定	9
(1) 品種分布の実態	9
(2) 品種の選定	14
3) 播種期	16
(1) 播種期と生育相, 主要形質との関係	16
(2) 播種期と収量	18
(3) 移住地における播種期の実態	21
① 播種期	21
② 播種期と収量	24
③ 播種期と気象災害	25
4) 栽植密度	28
(1) 栽植密度と大豆諸形質との関係	28
(2) 栽植様式, 栽植密度と大豆諸形質との関係	34
(3) 適正栽植密度と播種量	35
(4) 移住地における栽植密度	37
5) 施 肥	38
(1) 肥料要素の吸収経過	38
(2) 肥料三要素の効果	40
① 窒素	40
② リン酸	42
i リン酸施用量と大豆の生育収量	42
ii リン酸施肥と後地のリン酸肥沃度	46

iii リン酸施肥の経済効果	51
③ 加里	51
(3) 麦稈の鋤込み効果	54
(4) 移住地における施肥の実態	57
6) 輪 作	60
(1) 移住地における畑地利用の実態	60
(2) 作付体系, 施肥処理の相違と後地の生産力	61
① 作付体系, 施肥処理の相違と輪作作物の生育収量	63
② 作付体系, 施肥処理の相違と後地の養分収支	66
i 作物の養分吸収率, 養分吸収量	66
ii 各作期における養分吸収量	68
iii 後地の養分収支	69
③ 作付体系, 施肥処理の相違による後地の養分収支と後作物の生育収量	71
i 後地の養分収支と輪作作物の生育収量	71
ii 後地の養分収支とトウモロコシの生育収量	72
II イグアス地域における小麦栽培	75
1. 小麦栽培からみた地域の特徴	75
1) 栽培技術, 作付面積の推移	75
2) 収量の推移	75
2. イグアス地域における小麦栽培の基本技術	78
1) 小麦の生育と栽培の要点	78
(1) 基本になる小麦の生育過程と生育区分	78
(2) 生育区分での技術とそのねらい	87
2) 品種の選定	87
(1) 品種分布の実態	87
(2) 品種の選定	89
3) 播 種	91
(1) 播種期	91
① 播種期と生育相, 主要形質との関係	91
② 播種期と収量	91
③ 移住地における播種期の実態	96
(2) 播種量	99

4) 施 肥	101
(1) 肥料要素の吸収経過	101
(2) 肥料三要素の効果	101
① 窒 素	101
i 窒素施用量と小麦の生育収量	101
ii 培地の窒素肥沃度と小麦の生育収量	101
iii 窒素施肥法と施用適量	105
iv 窒素施肥の経済効果	108
② リン酸	108
i リン酸施用量と小麦の生育収量	108
ii 培地のリン酸肥沃度と小麦の生育収量	110
iii 小麦に対する施肥リン酸が後作物の生育収量におよぼす影響	112
iv リン酸施肥の経済効果	115
v リン酸形態と小麦の生育収量	115
vi リン酸肥料の経済性の比較	119
(3) 移住地における施肥の実態	119
おわりに	122

I イグアス地域における大豆栽培

1. 大豆栽培からみた地域の特徴

1) 栽培技術，作付面積の推移

イグアス移住地の創設は1960(昭35)年で1961年にフラム・チャベス両移住地からの転住第一陣14家族の入植により営農が開始された。1963(昭38)年には日本からの移住第一陣が入植し，現在迄に235家族，1,028人(うち農家戸数176戸)(1985年3月現在)が入植した。

移住地の耕地は大部分が原生林の伐開により造成された。開墾の最も原始的な方法は，立木を切り倒し，乾燥をまって寄せ焼きし，人力によりトゥモロコシ，綿，大豆等を栽培しながら大木の根の腐朽をまって逐次抜根し，熟畑化をはかる。従って大型機械による機械化一貫作業ができるまでには伐開後数年を要する。一方，近代的な方法はブルドーザで立木を押し倒し，一定間隔で線状に寄せ山(MONTON)を作り，乾燥をまって焼却する。この場合腐植に富む表土が剝離され，下層土があらわれその後の作物生育に悪影響をおよぼす場合がある。しかし，立木は根と共に排除されるので，直ちにトラクタによる作業を行ないうる利点がある。それ故，開墾方法の違いによってその後の作物栽培法，作業体系が異なってくる。

入植後の大豆の生産動向を年代別に概観すると次のような特徴がみられる。

- ① 入植後10年を経過した1971(昭46)年当時は，農家戸数136戸に達したが，トラクタ，大型作業機の導入も少なく，農作業の大部分は人力依存の状態で，1戸当りの耕作面積は17ha弱であった。機械利用による伐開が急速に進められるようになったのは，1972年に事業所にブルドーザ(2台)，トラクタ(4台)が導入されてからのことであり，1974(昭49)年には1戸当り耕地面積は23haに拡張された。

パラグアイにおける大豆生産の拡大は，1968(昭43)年以降，国家大豆計画(PROGRAMA NACIONAL DE SOJA)にもとづく機械化の推進によるものであるが，当移住地の農家経済の基盤は未だ脆弱で，機械の導入は遅々として進まず1974年当時はコンバインの導入は僅か2台に過ぎなかった(第1表)

第1表 イグアス移住地における大型機械導入の経緯

年次	機械										
	トラクタ	デスク ブラウ	ヘビー ブラウ	心 土 ブラウ	デスク ハロー	カルチ ペータ	ドリル シーダ	スプレ ーヤ	コン バイン	トレーラ	トラック
1969	1	1								1	
1973	3	1			1		1	1	2	1	1
1974	1	2			1						
1975	2	3			2	1	3	2	2	4	
1976	2	3			1	2	1	1		4	
1977	4	4		1	5	1	7	3	1	2	
1978	4	2	1	1	2	6	4	8	3	1	2
1979	2	1	2	1	4	2	1	1	3		3
1980			2					1	2	1	
1981	6	4		1	5	2	1	3			
1982				1			1				

注 1982年度小麦栽培農家21戸の実態調査結果

大豆の栽培は原生林の伐開後地へトウモロコシ、綿などとともに進められ、入植2年目の1963年に11ha作付された記録があるが、その後耕地の拡大とともに大豆の作付も漸増し、1974(昭49)年には500ha内外に達し、1戸当り平均作付面積は15ha弱で推移した。(第2表)

表2表 イグアス移住地における大豆栽培の動向

項目	年次	1973	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84
作付面積(ha)		530	490	800	1040	1498	2196	2732	2583	2353	2360	2385	2372
栽培戸数(戸)		40	36	40	67	69	71	76	56	58	51	42	34
1戸当り作付面積(ha)		13	14	20	16	29	31	36	46	41	46	57	70
平均単収(t/ha)					1.6	1.8	1.1	1.3	1.7	1.8	1.9	2.4	2.4

② 1975(昭50)年から1979(昭54)年にかけての大きな特徴は、大型機械装備が充実したことと土地開発が急速に進んだことである。すなわち、前期末に比べ1979年示には、1戸当り耕地面積は41ha、約1.7倍に拡張された。これに伴って大豆作付面積は2700haとこれまでの最高を記録し、栽培戸数も76戸に達し、1戸当り平均作付面積は36haに拡大された。この時期に大豆の作業体系としての耕起・整地・播種・

中耕・除草・害虫防虫・収穫の諸作業の機械化一貫作業の骨格ができあがったとみられるが、大型機械による作業の不馴れ、晩生種に偏した品種の作付、無肥料栽培など不適切な栽培が多く、農家の試行錯誤による面が多く残されていて大豆生産は安定せず、収量水準は低位に推移した。

- ③ 1980(昭55)年には1戸当り耕地面積が46haと過去の最高に達したが、以後の土地開発は低調となったばかりでなく、耕地面積の減少傾向があらわれた。一部の経営不振農家が離農したためである。一方、大型機械の導入は前期に引続いて進められ、コンバインは合計14台(1984)となった。

大豆の作付は前年度の収穫期における雨害による不作が大豆作に対する不安感をもたらし、1980年を境として栽培戸数は減少に転じたが、1戸当り大豆作付面積は逆に拡大傾向を示し、現在までほぼ2300ha台の作付が維持されている。すなわち、機械装備の不十分な小規模大豆作農家が減少し、機械装備の整った畑作専業農家による大豆作の伸展したことが1980年以降の一つの特徴である。気象条件、とくに降水分布の年次変動が激しい当地域では、大豆栽培における適期作業が生産安定の上で極めて重要であり、賃貸による作業では適期作業が困難で生産が不安定であるためである。

一方、畑作業専業農家における土地の有効利用により粗収益の拡大をはかろうとする動きが引金となり、冬作小麦の作付に関心が高まり、小麦作との作期の競合を避ける上から大豆品種の選択が早・中生種へと移行し、大豆～小麦の輪作体系が定着し始めたことは、この年代における第2の特徴である。

2) 収量の推移

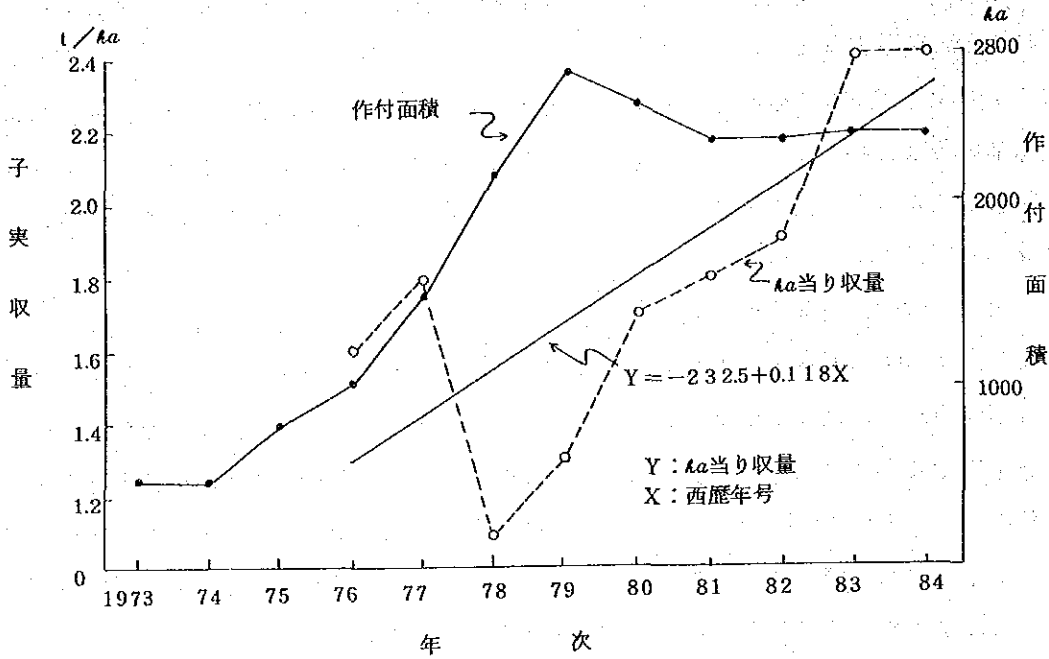
大豆の収量は当該地域の気象条件、品種、栽培法等種々の栽培条件によって規制される。

入植当初はフラム・チャベス等南部移住地における品種、栽培法を取り入れ、試行錯誤が繰り返された。したがって、1979(昭54)年始めてパラグアイ農総試に畑作専門家が派遣され、畑作物の栽培法に関する試験が開始されるまでの間の大豆の平均単収は、ha当り1.0～1.5tと極めて低水準で推移し、かつ年次変動が大きかった。その最大の原因は、栽培品種の大部分が晩生乃至極晩生種であったため、カメムシ類の加害が多く、害虫防除が不徹底なため減収を余儀なくされていたことと、晩生種の成熟期にあたる4月下旬～5月上旬は年により降水量が多く、雨害に遭遇する頻度が高かったためである。

近年の例でみると、1978(昭53)播種年度の著しい減収は、晩生種の収穫期に当たる1979年4・5月の降水量が夫々205.5, 260mmと多雨、曇天に経過したためである。

一方、1982(昭57)播種年度の大豆も収穫期に当たる1983年4・5月は前者と同様に夫々279.5, 247.5mmと多雨に遭遇したが、平均単収がha当り1.9tと高水準を保ちえたのは、前者に比べ早・中生系品種の作付が増え、早期収穫が可能であったためである。

年次的にみると、当移住地の ha 当り収量と年次との間には $Y = 232.5 + 0.118X$ の関係がみられ、収量水準は漸次向上の傾向を示している(第1図)。



第1図 イグアス移住地における大豆作付面積、収量の推移

2. イグアス地域での大豆栽培の基本技術

1) 大豆の生育と栽培の要点

(1) 基本になる大豆の生育過程と生育区分

イグアス地域における大豆の生育日数は、品種の早晚性によって異なるが、早生種は120日内外、中・早生種は130~139日、中生種は140~149日、中・晩生種は、150~159日である(第2図)。

品種	月							生育日数	茎長	成熟期の莖数	ha当り子実重	100粒重
	11	12	1	2	3	4						
	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中						
Parana	○-----△-----●							122日	80cm	47.8	3284kg	15.1g
Pirapo-78	○-----△-----●							127	111	50.0	3435	14.7
Harosoy	○-----△-----●							128	73	57.5	3756	13.6
Bragg	○-----△-----●							143	59	55.6	4523	18.8
Bossier	○-----△-----●							148	76	59.6	4396	14.8
Hampton	○-----△-----●							154	81	56.8	3462	14.4

第2図 イグアスにおける大豆の生育

注：○播種期 △開花期 ●成熟期 栽植密度 畦幅60cm 株間7cm 1本立
 施肥量(成分 kg/ha) N 50 P₂O₅ 100, K₂O 50 1982~84年3ヶ年平均。

栽培管理の面から生育過程を①播種から発芽まで、②発芽から開花始まで、③開花始から成熟期までに区分して概説する。

① 播種から発芽まで

播種は10月中旬から11月下旬にわたって行なわれる。発芽に要する日数は、土壌水分、温度によって異なるが、10月中旬播種では平均気温21℃内外で、4～5日で発芽始となり6～7日で発芽期に達する。その後播種が遅れるにしたがって気温は上昇してくるので、発芽に要する日数はやゝ短くなる。土壌が著しく乾燥した場合、播種位置が深すぎた場合は発芽に長日数を要し、出芽率が低下し、初期生育が不良となる。

② 発芽から開花始まで

発芽後3～5日で子葉が展開する。子葉は自立して生育を始めるまでに要する養分の貯蔵器官として重要で、虫害などにより発芽後間もなくこの葉を失うとその後の生育が著しく阻害される。子葉は発芽後20日ぐらいで黄変し、やがて褐変して脱落する。子葉展開期から7～10日で初生葉展開期となる。

初生葉に次いで主茎第3節から第1複葉が互生し、順次第4節以降に第2、第3複葉が互生する。出葉に要する日数(出葉間隔)は平均気温20℃以上になると2.5～3.5日である。

分枝の発生、出葉と主茎の出葉とはほぼ一定の関係がみられ、これを同伸葉の関係と云う。通常主茎第3節から分枝が発生し、分枝第1葉と主茎第6葉が、次いで主茎第3節からの分枝第2葉、同4節からの分枝第1葉と主茎第7葉が同じ頃に出葉する。

分枝は主茎第3節に当る第1複葉の葉腋を最初に、次第に上位節に互生してくる。主茎節の下位で分枝の発生をみる場合が多い。まれに主茎第1節または第2節から弱勢の分枝が発生する場合がある。分枝の発生の多少や発達の良い否は品種や栽培条件によって異なり、生育量の多い晩生種、早播、粗植、肥次畑では分枝がよく発達する。主茎上の分枝の発生は、有限型品種では花等の分化とともに終る。

大豆の生育に重要な役割を果す根粒菌は、発芽後間もなく根に寄生し、根粒がみえるようになるまで7～9日を要する。その後も生育を続け約4～5週間後最大となる。根粒が窒素固定を始めるのは、感染して12日目以降であるが、根粒自体が急速に発育する時期なので、大豆に供給する窒素量が多くなるのは第3週目以降である。根粒は根の発達に伴って次々と着生、発育するので、開花期以降ではいろいろな発育時期の根粒が存在する。根粒数は莢の伸長期から粒の肥大初期まで、根粒重は粒の肥大初期まで増加する。根粒の着生、発育、窒素固定の良否には環境条件が影響し、土壌中に空隙が多く、酸素が十分に供給されることが必要であり、土壌水分は要水量の60～75%、最適土

壤温度は24℃前後であるとされている。

花芽の分化は開花期の20～30日前に始まり、花芽分化から開花期までの期間は早生種で短かく、晩生種で長い。大豆は短日性植物であり、ある時間以上暗期（夜）が続かないと花芽が分化しない。花芽の分化、発達に必要な暗期の長さを24時間から引いた明期（昼）の長さを開花限界日長と呼んでいる。

開花限界日長は品種によって異なるばかりでなく、気温との関係によっても異なってくる。亜熱帯に属するイグアスにおける日長の推移は第3図のとおりで、大豆生育期間における最長日長は13時間40分内外（12月中・下旬）、最長日長時の平均気温は25～26℃である（第4図）。

高温、短日下においても十分な葉養生長量を確保しうる生態型の品種が望まれる。

③ 開花始から成熟期まで

開花順序は有限型品種と無限電品種とで異なり、前者では中央部から始まって次第に下上に咲いていくのに対して、後者では下位節位から咲き始め、次第に上位節に移る。

開花期間は品種による差が大きく、早生種は晩生種に比べて短かく、同じ生育日数の品種でも有限型品種は無限型品種に比べて短い。また、肥沃畑や粗植の条件では開花期間が延び、晩播では短くなる傾向がある。

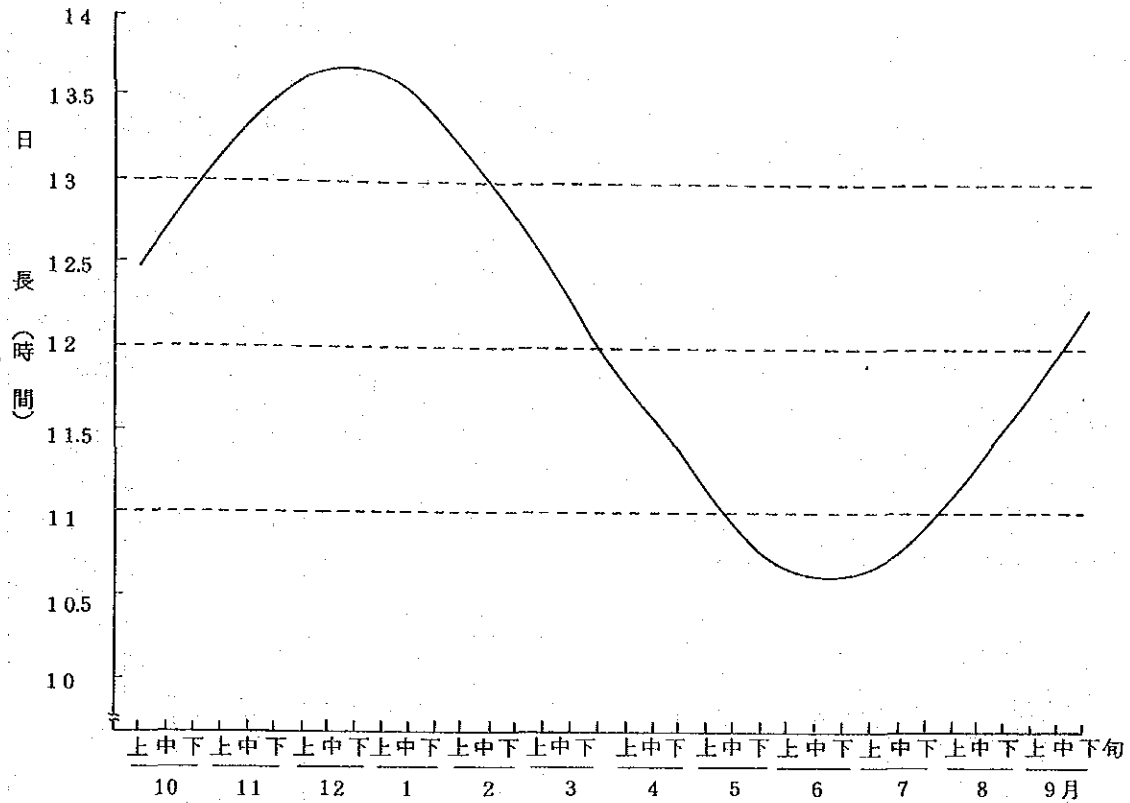
開花期になると有限型品種では茎頂部は葉の展開進長を停止するが、無限型品種では開花後も主茎、分枝の伸長を続け葉を展開し、栄養生長と生殖生長が併行して進む。

開花は通常午前8時頃を中心に前後2時間ぐらいで、当日開花する花の大部分が開花を終る。授精は開花の直前、直後で自家授精が大部分で、自然条件下の他花授精率は0.5%以下と云われている。多雨、低温、強い短日条件下では、花卉が開かないうちに授精する場合がある（閉花授精）。

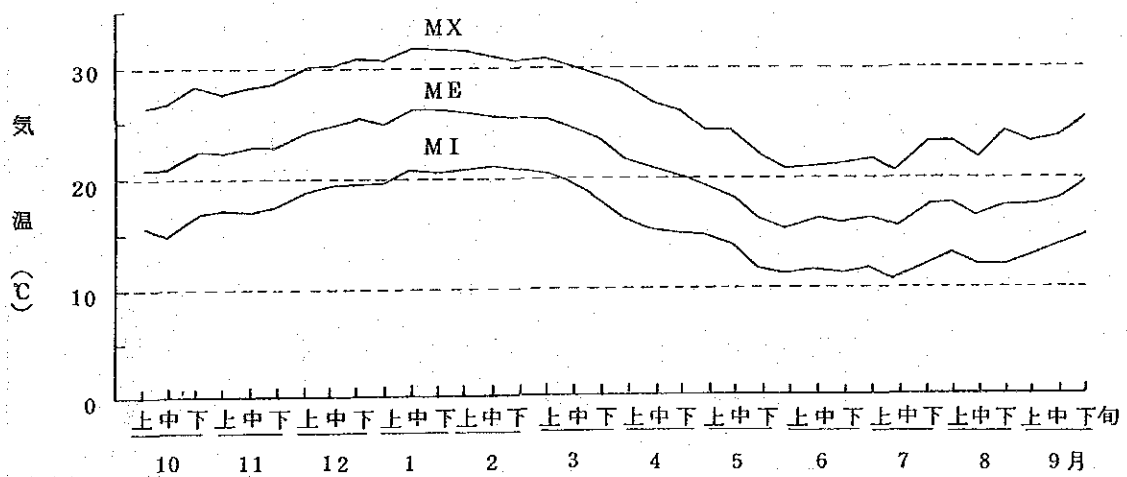
1株の大豆は多数の花をつけるが、機械的障害、気象的災害あるいは養水分の競合などによって落蕾、落花し、落莢率は30～50%にすぎない。

受精後、莢の伸長、肥大が始まる。莢の伸長は開花後5日頃から急速に進み、15～20日後最長となり、幅が最大になるのは20～30日後である。子実は莢の伸長が停止するところから急速に肥大し始める。初めに長さや幅が、厚さはややくれて増加する。大きさは莢が黄変する頃が最大で、乾燥するにつれて小さくなるが、乾物重はその後わずかに増加する。

子実の肥大とともに葉が黄変し、子実の水分が減少し、徐々に乾燥して成熟期に達する。成熟期は全株の80～90%の莢の大部分が変色し、粒の大部分が品種固有の色をあらわし、茎を振って音のする日をもって示す。適期に収穫し、乾燥が充分なほど良質の子実がえられる。

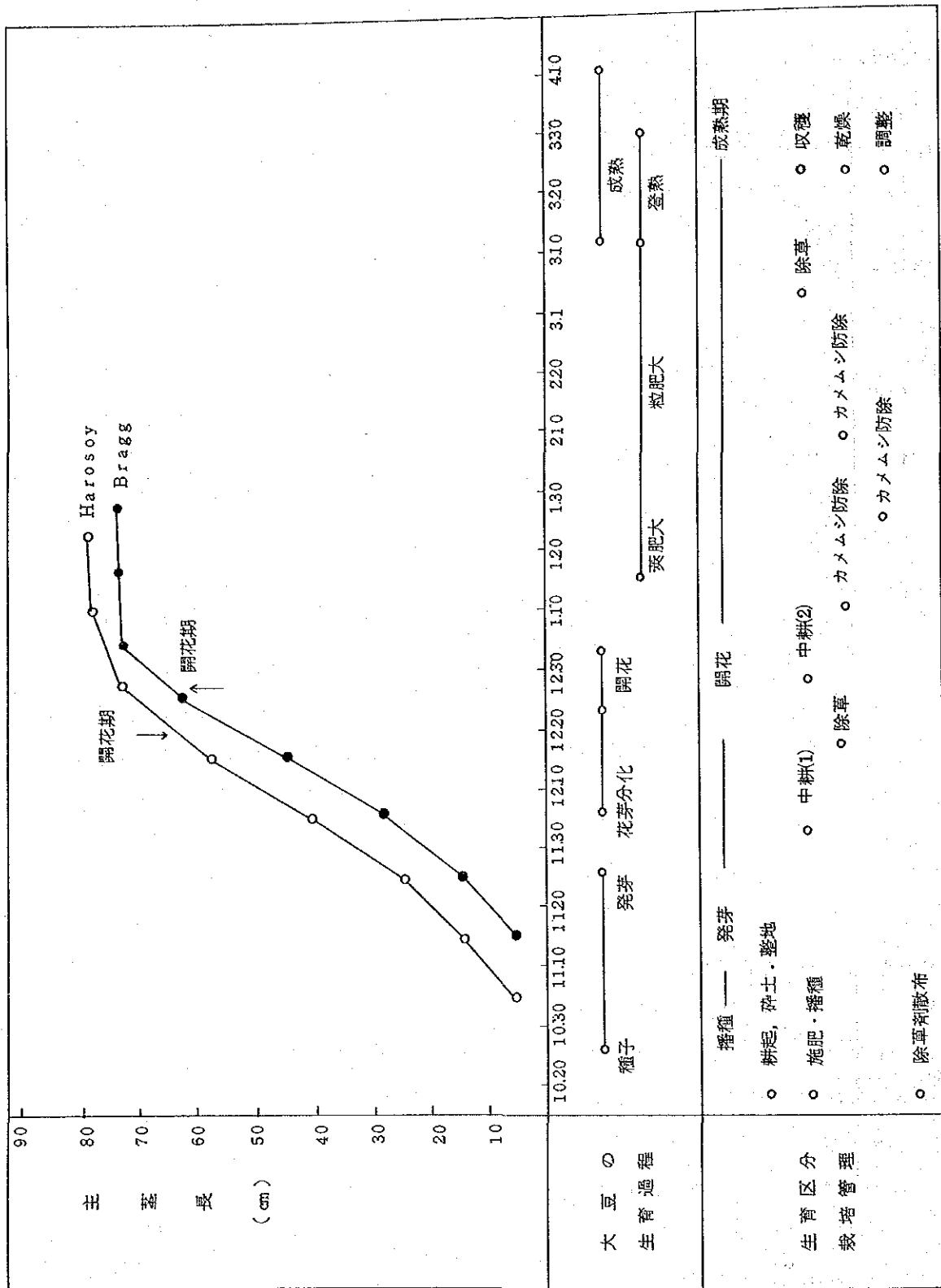


第3図 イグアス地域の日長時間の推移



第4図 イグアス移住地における気温

注 バラグアイ農業総合試験場観測値(1972~1983年の11ヶ年平均1974除く)



第5図 大豆の生育過程と各生育区分での栽培管理

以上に述べた大豆の生育過程と各生育区分における栽培管理法を第5図に示した。

(2) 生育区分での技術とそのねらい

各生育区分ごとの技術内容とそのねらいを第3表に示した。

第3表 生育区分でとりあげる技術とそのねらい

生育区分	とりあげる技術	技術の内容	ねらい
播種～ 発芽	① 種子消毒 ② 品種の選定 ③ 耕起・整地 ④ 施肥 ⑤ 播種期 ⑥ 播種量 ⑦ 除草剤散布	・種子消毒剤による種子粉衣 ・地域に適応した耐病、耐倒伏性、機械栽培向 品種・収穫期の気象条件、後作小麦の作季を考慮した早・中・晩生品種の選定 ・良質な播種床の造成 ・リン酸の合理的施肥、前作物の残滓、緑肥の鋤込みは早目に行なう ・品種生態型に見合った適期播種 ・ha当り40万本の株数確保 ・発芽前の土壌処理	発芽障害の防止 安定・確収 労力競合、気象災害回避 発芽の斉一化、欠株防止 初期生育の促進、根粒活性の向上、収量性の向上 安定多収 適正栽植密度の確保 除草の省力化
発芽～ 開花期	① 中耕・除草 ② 病虫害防除	・中耕2～3回、人力除草1回、拔草1回 ・適正な薬剤散布	気水の透通良化、根機能の促進、機械収穫の障害除去 食草性害虫防除
開花期～ 成熟期	① 病虫害防除 ② 収穫・乾燥	・適正な薬剤散布 ・成熟後5～7日以内に適期収穫 ・自然乾燥、乾燥機では加温30℃以下で通風	カメムシの防除 品質のよい種実の確保 品質向上

2) 品種の選定

(1) 品種分布の実態

パラグアイにおける栽培品種は、ブラジル、北米合衆国、アルゼンチンからの導入品種が主体で、パラグアイ国独自で育成した品種はない。日本の技術協力によるCRIAにおける大豆新品種育成が1979年に開始されるまでは大豆育種が行なわれていなかったためである。導入品種のパラグアイ国における適応性の検定は、IAN(パラグアイ国立農業試験場)及びCRIA(パラグアイ地域農業研究センター)で実施されてきたが、その所在地が西部及び南部に偏し、広くパラグアイ全土にわたっての適否を検討するには至っていなかった。

JICA直轄の農業試験研究機関であるパラグアイ農業総合試験場は独自の立場で、

JICA直轄移住地を対象として大豆の適品種の選定を行なってきたが、供試材料の大部分は大豆先進地（ブラジル、北米合衆国、日本等）から導入したものであった。

アルトパラナ分場による南部移住地を対象とした品種比較試験は、1968（昭43）年から計画的に進められたが、イグアス移住地を対象とした本場における品種比較試験は、1975～'77年の間に一部の品種について実施した後、1979年より計画的に試験が開始され、1979年以降はIAN、CRIAとの共同研究が進められ、パラグアイ国としてようやく全土の主要農業地帯における品種の適応性を検討しうる体制が整った。

この間における日系移住地での大豆品種の作付分布は、古い時代については調査資料がないため明らかでないが、アルトパラナ分場の試験結果から推察すれば、Davis（中生種）Bragg, Bossier（中晩生種）Hampton, Hardee, Vicoja, Bien Ville, Santa Rosa, Minera（晩生種）、Alazatuba（極晩生種）等が作付されていたものと推察される。さらにその後の試験結果（1976～'83）から、上記品種に加えてParana Nise-Galaxia（早生種）Pirapo-78（中早生種）Rillito, Br-4, Toxarin, Florida（中生種）、IAS-4, CTS-78（中晩生種）CTS-115（晩生種）UFV-1（極晩生種）の適応性が認められ、これらの品種が普及するに至っている。

イグアス移住地における大豆作は、南部移住地の栽培品種の導入によって始められたことから、特に目新しい品種の作付は少なかったものと推察される。

実態調査結果に基づいて、1980年以降におけるイグアス移住地の品種分布とその推移を示したのが第4表であり、参考までに南部移住地の品種分布を示したのが第5表である。

イグアス移住地における品種分布の特徴の一つは、大豆作の初期には晩生種の作付が圧倒的に多かったが、近年急速に早・中生種の作付が増加してきたことである。

1980/'86年の作付品種をみてもわかるとおり、生育日数150日以上の中晩生種及び160日以上の中晩生種が全作付面積の91%に達していたが、1981年以降はこれら中晩生～晩生種の作付が次第に減少し、早生～中生種の作付が増加し、1983年には早・中生種が全作付面積の92%を占めるに至り、中晩生～晩生種の作付は6%弱となった。

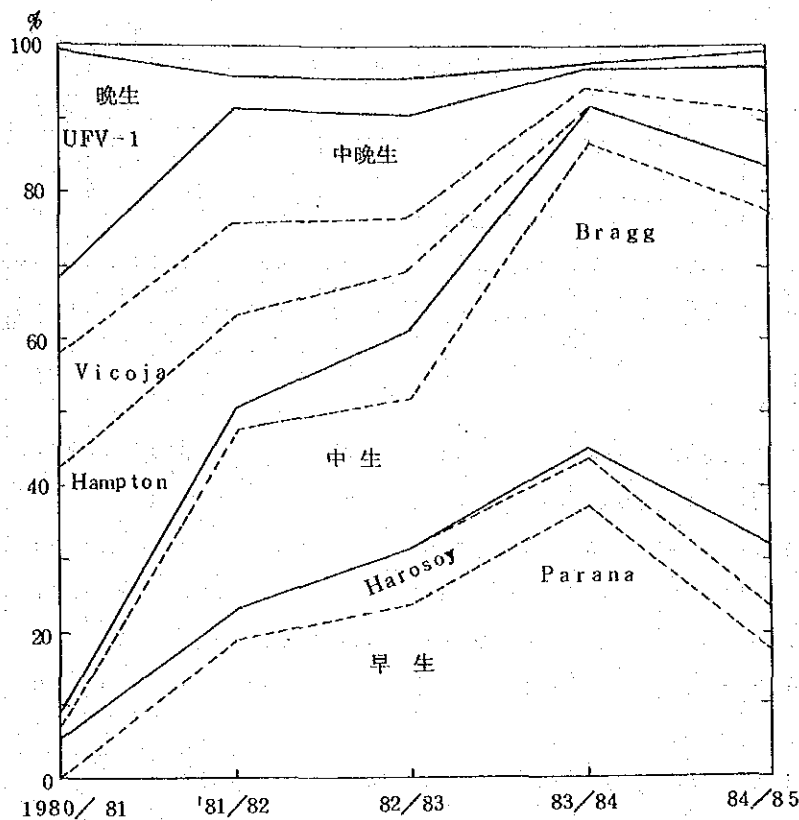
第4表 イグアス移住地における大豆品種別作付面積

早晚生区分 (生育日数)	品 種 名	1980 / '81		1981 / '82		1982 / '83		1983 / '84		1984 / '85	
		面積	比率	面積	比率	面積	比率	面積	比率	面積	比率
早 (120-129) 中 (130-139)	Parana			3865	19.2	4590	24.0	840.2	37.3	4260	18.0
	Pirapo-78			80.2	4.0	1430	7.5	265	1.2	1630	6.9
	Harosoy	690	5.0					148.7	6.6	132.6	5.6
	FT-1			466.7	23.2	602.0	31.5	1015.4	45.1	751.6	31.8
	計	690	5.0					0.4	0		
中 (140-149)	Planalto										
	Bragg	330	2.0	500.8	24.9	399.0	20.8	940.0	41.7	1108.9	46.8
	Davis	10.0	0.7	52.0	2.6	178.0	9.3	83.0	3.7	30.0	1.3
	Bossier							11.0	0.5		
	CTS BR-4	3.0	0.2					23.5	1.1	67.0	2.8
	計	460	2.9	552.8	27.5	577.0	30.1	1057.5	47.0	1245.3	52.6
中 (150-159)	Hampton	496.0	3.50	265.8	1.32	156.0	8.1			1.60	0.6
	Vicoja	218.0	1.60	256.8	1.28	131.0	6.8	52.0	2.3	144.0	6.1
	American	73.0	5.0	182.0	9.0	218.0	11.4	34.5	1.5	55.0	2.3
	Hardee			35.0	1.7	18.0	0.9				
	Paloma	30.0	2.0								
	L-360	18.0	1.0								
晚 生 (160-169)	Precoce	15.0	1.0								
	BL-1					40.0	2.1			9.0	4.1
	IAC-4			77.5	3.9			35.6	1.6	31.40	13.1
	計	850.0	6.00	817.1	40.6	563.0	29.3	122.1	5.4	230	1.0
晚 生 (160-169)	UFV-1	44.40	3.10	92.5	4.6	95.0	5.0	5.0	0.2		
	Alazatuba	3.0	0.2								
	Santa Rosa	447.0	3.12	92.5	4.6	95.0	5.0	5.0	0.2	19.0	0.8
	計			83.0	4.1	79.0	4.1	52.0	2.3	19.0	0.8
不 合	明 計	1412.0	10.0	2012.1	10.0	1916.0	10.0	2252.4	10.0	2371.9	10.0

第5表 イタプア県日系移住地（ピラポ、フラム、チャベス）における大豆品種別作付面積

早晚生別 (生育日数)	品 種 名	1982/'83		1983/'84		1984/'85	
		面 積 ha	比 率 %	面 積 ha	比 率 %	面 積 ha	比 率 %
早 生 (120~129)	Parana	3,663	13.9	4,075	16.0	2,702	9.5
	Nise Galaxia	123	0.5	223	0.9	245	0.9
中 早 生 (130~139)	Galaxia	407	1.5	487	1.9	357	1.3
	Cerrillos	29	0.1	45	0.2	75	0.3
	Harosoy	959	3.6	1,209	4.7	798	2.8
	Pirapo-78	374	1.4	2,545	9.9	2,151	7.5
中 生 (140~149)	Rillito	468	1.8	1,515	5.9	2,313	8.1
	Davis	2,665	10.1	2,545	10.0	1,807	6.3
	Toxarin	30	0.1	224	0.9	285	1.0
	Florida	398	1.5	558	2.2	286	1.0
中 晩 生 (150~159)	Bragg	3,884	22.4	5,789	22.7	8,220	28.8
	IAS-4	19	0.1	13	0.0	248	0.9
	CTS-78	2,029	7.7	2,174	8.5	2,917	10.2
	Missoes	149	0.6	282	1.1	484	1.7
	Bossier	1,801	6.8	1,244	4.9	1,205	4.2
晩 生 (160~169)	San Luiz	—	—	17	0.1	46	0.2
	Vicoja	933	3.5	102	0.4	228	0.8
	Hardee	627	2.4	216	0.8	267	0.9
	Hampton	2,413	9.2	688	2.7	553	1.9
	CTS-115	645	2.5	469	1.8	381	1.3
	IAC-4	149	0.6	76	0.3	174	0.6
極 晩 生 (170以上)	UFV-1	1,064	4.0	373	1.5	850	3.0
そ の 他		1,494	5.7	706	2.5	1,962	7.1
合 計		26,323	100	25,547	100	28,554	100
未 調 査				1,383			

注. バラグアイ農業総合試験場普及課業務資料No.85-2による。



第6図 イグアス移住地における大豆早・晩生別品種作付比率の推移

ここ2・3年の間に急速に早・晩生種の作付割合が逆転してきた理由の一つは、中晩生～晩生種の安定した収穫を左右する4月中旬～5月上旬の降水量の年次変動が1979年以降著しくなり、中晩生～晩生種の生産が不安定となってきたことによる。統計的にみても4月、5月の月平均降水量の変異係数が夫々70%、86%と7月について変動が大きい(第6表)。

最近では1982播種年度の大豆が収穫期の多雨により、晩生種あるいは晩播にすぎた中晩生種が収穫皆無となった例がある。いま一つの理由は中晩生種の莢生長期がカメムシ類の発生盛期に当り、無防除ではその被害が著しく生産が不安定であったこともある。

また、畑作専業農家の基幹作物は夏作の大豆であったが、土地並びに大型機械の有効利用をはかり、粗収益の拡大が指向され、従来休閑されていた冬作に小麦を導入する気運が高まり、小麦の栽培技術の向上と共に1983(昭57)年を境に急速に小麦作が増加し(1981:171ha, 1982:854ha, 1983:973ha, 1984:1315ha)、小麦作と大豆作との作期の競合を回避する必要から大豆品種の選択が早・中生種に傾いてきたこと、パラグアイ農総試はこのような動向を察知して、早・中生種の安定多収品種を選定し、種子の配布を行なってきたこともその背景にある。このような意味あいから、さらに安定多収を期待しうる早・中生種の選抜、育成は当地域における重要な課題である。

第6表 降水量

年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年計
1972	109.6	143.2	152.3	146.2	41.7	214.5	109.5	208.9	101.4	160.5	271.2	155.2	1814.2
1973	249.3	142.5	93.4	66.8	97.2	116.7	69.7	153.0	93.9	148.6	6.0	47.5	1284.6
1975	144.1	120.3	175.8	174.2	89.3	181.2	58.2	83.3	193.5	81.1	144.6	273.9	1719.5
1976	224.9	90.5	59.6	106.0	76.9	91.0	16.3	86.2	38.9	133.5	100.0	112.0	1135.8
1977	184.5	94.6	83.6	34.7	40.2	170.4	23.4	82.1	61.0	45.7	232.5	119.2	1171.9
1978	49.9	54.3	106.5	24.8	27.6	194.4	127.0	48.9	120.8	105.0	225.7	70.3	1155.2
1979	21.6	106.5	81.9	205.5	260.0	15.0	95.5	171.1	201.2	134.0	131.4	175.4	1599.2
1980	193.9	57.2	46.9	14.8	101.8	55.6	19.0	92.2	131.9	140.2	63.9	129.9	1047.2
1981	72.4	38.1	45.2	136.5	18.5	52.4	3.0	29.9	39.1	38.5	121.9	239.7	839.7
1982	18.6	116.8	36.3	49.2	115.6	223.4	146.9	155.2	80.2	158.1	481.2	32.8	1614.3
1983	234.4	93.3	175.4	279.5	247.5	137.7	247.2	15.6	179.3	195.3	170.2	63.0	2038.6
1984	197.4	74.3	245.7	165.5	19.5	144.1	28.4	79.2	26.3	17.6	56.6	130.7	1185.3
平均	141.7	94.3	108.6	117.0	94.7	133.0	78.7	100.5	105.6	113.2	167.1	129.1	1383.8
C.V(%)	59.7	35.9	60.0	70.0	86.2	51.1	90.6	59.0	57.9	49.3	75.3	57.3	26.2

注 バラグアイ農業総合試験場における観測値

(2) 品種の選定

当地域における適品種の選定は、バラグアイ農総試、IANによって1979年から計画的に開始された。1981年以降3カ年にわたる試験の結果、当面有望と目される品種の特性を示したのが第7表である。品種別に若干のコメントを附すると次のとおりである。

① Parana

ブラジル・パラナ州の奨励品種で、当地域では適期播種で生育日数125日内外、早生種では安定した比較的多収な品種である。10月下旬以前の早播では青立株が多くなる欠点がある。早播、極晩播では草丈が低くなるが、早播でも茎長70cm台、最下着莢位置は17cm内外でコンバイン収穫上の問題は少ない。

② Harosoy

北米合衆国の北緯40度以北地帯の奨励品種であるが、当地域においても適期播種で生育日数135日内外の早生の安定多収品種である。

10月中旬の早播では草丈が短くなり、最下着莢位置は10cm以下になるので、機械収穫による損失を増す恐れがある。10月下旬以降播種期がおくれるにしがたが

て草丈は高くなる。条播においても耐倒伏性が強く、裂莢、病害も少なく、早生種の中で最も多収な有望品種である。

第7表 有望品種の特性一覧

品 種 名	播種期 (月日)	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	開花迄 日 数 (日)	結 実 日 数 (日)	生 育 日 数 (日)	主茎長 (cm)	莢 数 (個)	ha当り 収 量 (kg)	100 粒 重 (g)
Parana	10. 25	12. 19	2. 27	54	71	125	76	51.2	3467	15.5
Harosoy	10. 25	12. 20	3. 8	56	78	134	77	58.0	4189	15.5
Pirapo-78	10. 25	12. 29	3. 9	55	70	135	111	49.9	3550	15.4
Planalto	10. 25	12. 23	3. 17	58	85	143	59	55.0	4647	17.9
Rillito	10. 25	12. 15	3. 20	51	95	146	108	67.3	4577	14.2
Davis	10. 25	12. 17	3. 22	53	95	148	74	64.9	4003	16.8
Bragg	11. 15	1. 2	4. 1	49	88	137	72	61.3	4909	17.7
Bossier	11. 15	1. 15	4. 5	61	80	141	83	59.1	4446	14.8
Hampton	11. 15	1. 25	4. 3	70	79	149	103	69.7	4302	14.2

注 1. パラグアイ農総試本場成績による。

2. Harosoy, Rillitoは '82/83, '83/84の2ヶ年, Davisは'84/85, その他は'81/82 ~ '83/84の3ヶ年平均

3. 栽植密度: 畦幅60cm, 株間7cm, 1株1本立

4. 施肥量: N, 50, P₂O₅, 100, K₂O, 50kg/ha

③ Pirapo-78

パラグアイ農総試アルトパラナ分場においてParanaから選抜固定した品種で、適期播種で生育日数は135日内外の早生種で、Paranaに比べてやや多収である。早播では青立株がやゝ多くなる。茎長は晩播するにしたがって短くなるが、本来茎長の長い品種であり、11月中旬播でも茎長90cm, 最下着莢位置20cmと高く、機械収穫上の支障はない。肥沃畑、密植ではやゝなびき倒伏をみる。

④ Planalto

ブラジルの育成品種で、当地域では適期播種で生育日数145日内外の中早生種に属す。本来、草丈の低い有限型品種で、最も茎長の長くなる播種期(11月中・下旬)でも60cm強、10月上旬播では50cm台、最下着莢位置10cm前後で機械収穫には不適當である。100粒重は18g前後で、当地域に分布する品種では大粒であり、かつ多収である。したがって、機械収穫によらない小規模栽培における有望品種である。

⑤ Rillito

北米合衆国からの導入品種で Planalto と同程度の中早生種，草丈の高い無限伸育型品種である。何れの播種期においても茎長 1 m 前後となり，最下着莢位置も高く，播種期による変動が少ない。それだけに耐倒伏性がやゝ劣り，年によりなびき倒伏する場合がある。肥沃畑では倒伏の恐れがあるので注意を要する。

10月の播種では青立株が多い。収量性は Planalto と同程度である。

⑥ Davis

ブラジル，アルトパラナ州の奨励品種で，Rillito と同程度の中早生種である。草丈は比較的高い有限伸育型品種で，成熟期における青立ちは Bragg に比べてやゝ少ない。収量性は Bragg と同程度，100粒重は 17 g 前後で，Bragg に比べやゝ小粒である。

⑦ Bragg

北米合衆国の北緯 30～34 度地帯における奨励品種で，当地域では生育日数 140 日内外の中生種に属する有限伸育型品種である。早播ほど草丈が低くなり，10月中旬播では 40 cm 台，10月下旬播でも 50 cm 前後で，これに伴って最下着莢位置も低下し，コンバイン収穫による損失が多くなる恐れがある。10月の播種では青立株の発生が多くなるので，草型，生育相かみて 11月上旬以降の播種が望ましい。収量性は高く，100粒重 18 g 前後，当地域の適品種のなかでは大粒で，最も有望な品種である。

⑧ Bossier

北米合衆国からの導入品種で，当地域では Bragg より 3，4 日成熟期のおそい有限伸育型の中生種である。Bragg と同様に早播ほど草丈が低くなり，11月上旬播でも 60 cm 台，最下着莢位置 15 cm 以下となる。11月上・中旬播では成熟期における青立が多く，その後の枯上りも不斉である。収量は Bragg に比べてやゝ劣る。

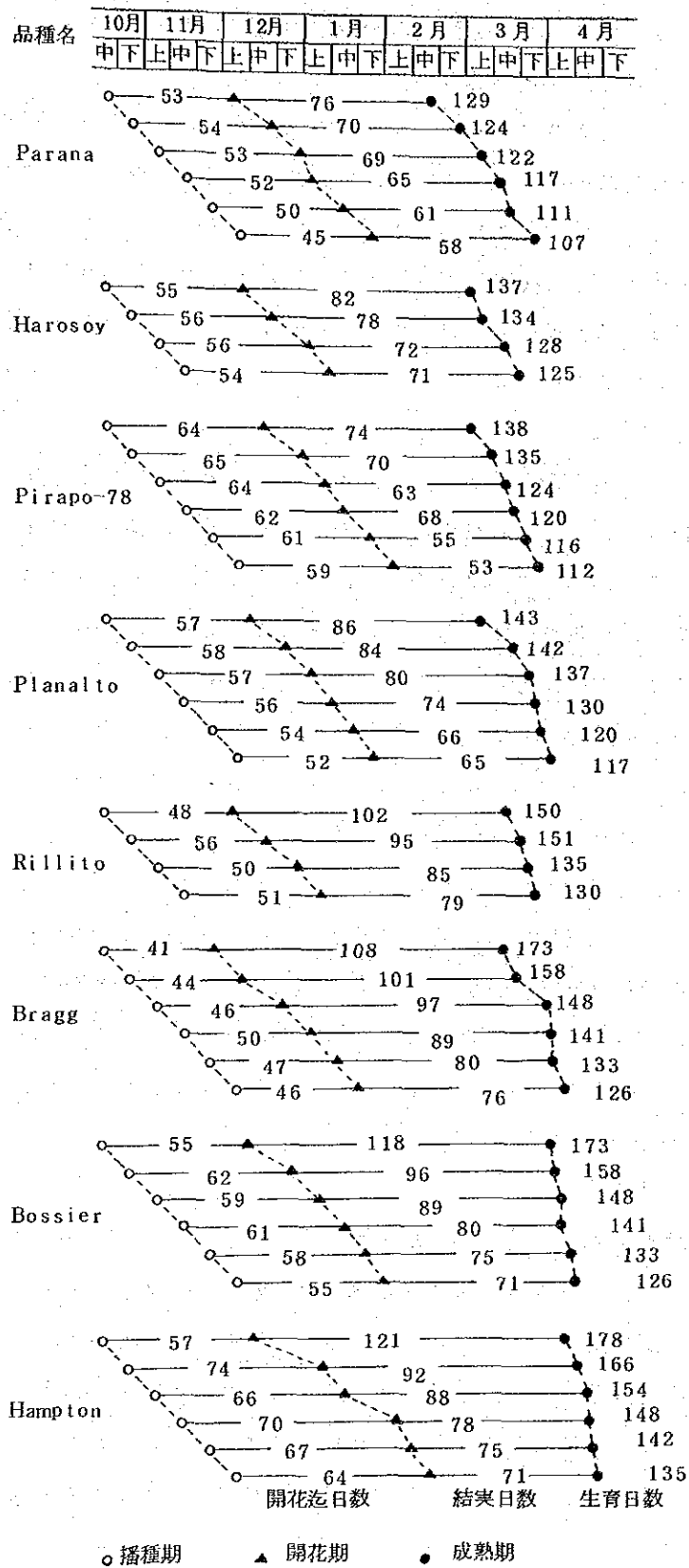
⑨ Hampton

北米合衆国からの導入品種で，当地域では生育日数 150 日内外の晩生種に属する有限伸育型品種である。草丈の高い品種で晩播ほど草丈が高くなる。10月中旬播では 50 cm 台，11月上旬播で 70 cm 台，11月中旬以降の播種では 90 cm 以上になる。11月中旬までの播種では青立株がやゝ多いが，成熟期における枯上りは良い。収量は Bragg に比べてやゝ劣る。

3) 播種期

(1) 播種期と生育相，主要形質との関係

当移住地における播種期と開花期，成熟期との関係を主要品種について示したのが第



第7図 播種期と生育相との関係

7 図である。収穫作業の労働力配分、後作物の播種準備、気象災害に対する危険分散などの上で品種、播種期を選ぶ場合の目安となる。

一般的傾向として10月中旬以降12月上旬までの間の播種期において、播種期の移動に伴う開花迄日数の変動は少ないが、結実日数は播種期がおくれるにしたがって短縮される。その程度は早生種に比べ晩生種において大きい。したがって播種期がおくれるにしたがって生育日数は短くなり、その程度は早生種に比べ晩生種の方が大きい。第7図にみるように播種期に50日の差(10月15日~12月5日)があった場合、早生種では成熟期に22~25日の差が生ずるが、中生種では20日内外、晩生種では13日内外となる。

主茎長の長短、最下着莢位置の高低、青立株の多少は、播種期と密接な関係があり、これらの形質はコンバイン収穫の難易とかかわりがあり、播種適期を決定する上で考慮すべき重要な点である。この関係を示したのが第8図である。10月中旬~12月上旬の間においては、早生種は11月上旬播が茎長は最も高く、これより早播、晩播となるに従って低くなる傾向がある。ただし、Pirapo-78は他の早生品種と異なり、播種期の移動による茎長の変動が少ない。晩生種は11月中旬播を境として、より早播では茎長が短くなり、晩播で高くなる傾向を示す。しかし、晩播では分枝の発達が劣り、結実日数が短縮されるため、収量は上がらない。

最下着莢位置は播種期がおくれるにしたがって高くなる傾向がある。最下着莢位置は機械収穫においては最低10cmは必要であり、これ以下となる播種期は不適當である。

成熟期における青立株(莢先熟の現象)の発生は概して早播程多くなる。成熟期に青立状態を呈していても、その後一週間内外立毛のまま乾燥を図ると枯上りが進むが、その遅速には品種間差異がある。早生種は一般に枯上がりが斉一であるが、Rillito、Bossierは枯上りが不良である。

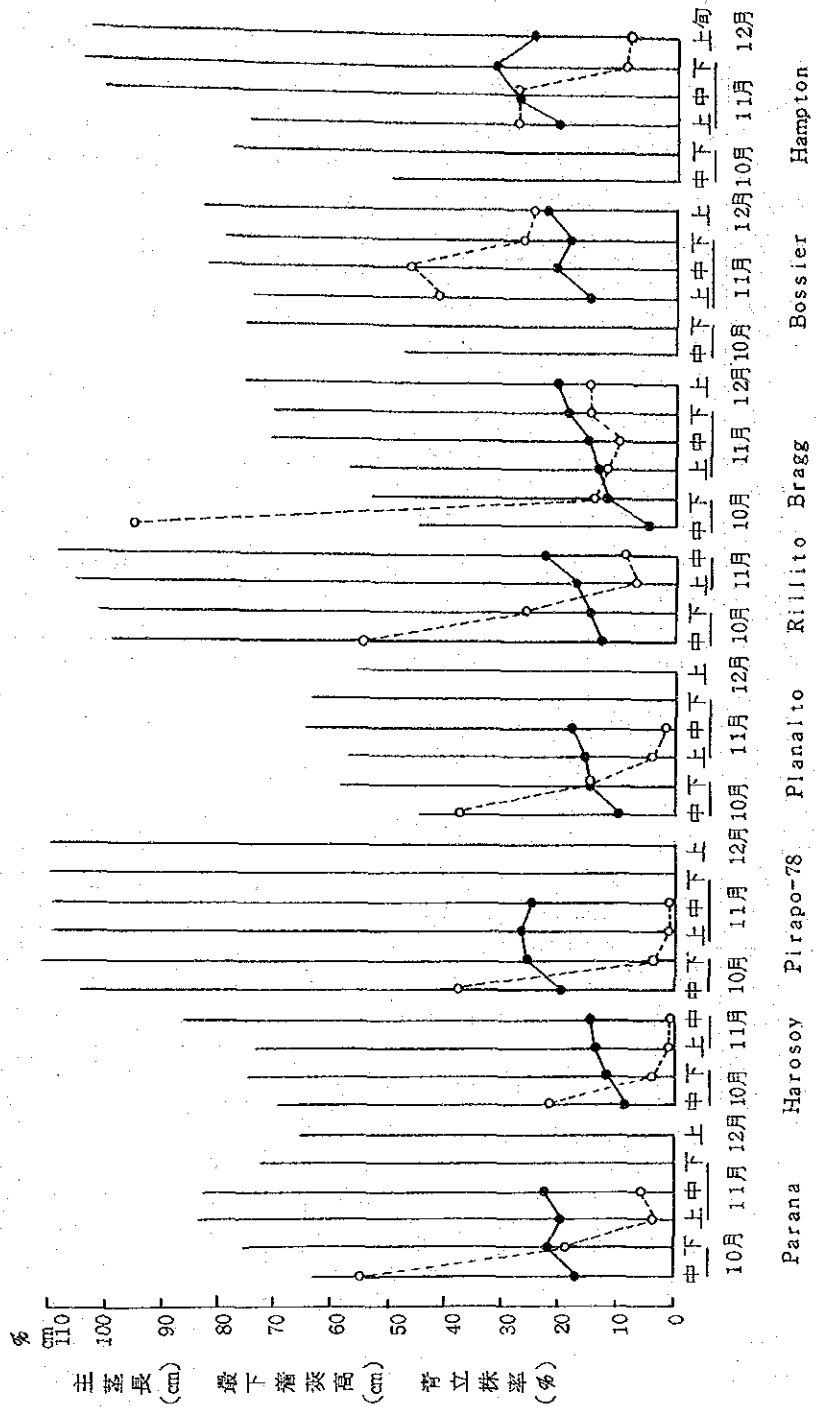
(2) 播種期と収量

子実収量は当該品種の生態型と栽培環境が最もよく合致した場合に最高となる。播種期の相違に伴う各生育段階における気温、日長の変化により、前項に述べたように生育相、主要形質が変動し、子実収量にも差異をもたらす。当地域では気温、日長のほか、生育期間中の降水分布の年次変動が著しく、開花期~莢肥大期の早ばつにより、播種期が同じであっても年により子実収量の異なる場合がある。したがって、数年にわたる試験結果によらないと適正な播種期並びに品種固有の収量性を正確に判断することはむずかしい。

バラグアイ農総試において1981/'82年以降1983/'84年度まで3カ年にわたって実施した播種期試験の結果を第8表に示した。

● 最下層莖高

○ 菅立株率 (成熟期)



第8図 播種期と主莖長, 最下層莖高, 菅立株率との関係

第8表 大豆品種の播種期と子実収量 (kg/ha)

品 種 名	試験年次	播 種 期						平 均	対標準比
		10・中	10・下	11・上	11・中	11・下	12・上		
Parana	1981/82	3350	3610	2830	2400	(2360)	(2240)	3048	100
	82/83	2826	2975	3005	3136			2986	100
	83/84	3224	4351	4016	—			3864	100
	平均 比率	3133 86	3645 100	3284 90	2768 76				
Harosoy	82/83	4099	3909	3364	3292			3660	123
	83/84	3620	5095	4148	—			4288	111
	平均 比率	3860 86	4502 100	3756 83	3292				
Pirapo-78	81/82	3090	3020	2820	2330	(2700)	(2430)	2815	92
	82/83	3369	3458	3294	3140			3315	111
	83/84	3346	4757	4190	—			4098	106
	平均 比率	3268 87	3745 100	3435 92	2735 73				
Planalto	81/82	4000	4080	3550	3070	(2520)	(2710)	3675	121
	82/83	4436	4362	4169	3827			4199	144
	83/84	3515	6269	5039	—			4941	128
	平均 比率	3984 81	4904 100	4253 87	3449 70				
Rillito	82/83	2958	3934	4107	3498			3625	122
	83/84	3800	5951	4682	—			4811	125
	平均 比率	3380 68	4943 100	4395 89	3498 71				
Bragg	81/82	(3990)	(4020)	3970	3200	3080	2860	3278	100
	82/83	(3130)	(4380)	4201	4567	4620	4149	4384	100
	83/84	—	—	5399	6960	6951	—	6437	100
	平均 比率	(3560) 73	(4200) 86	4523 92	4909 100	4883 99	3505 71		
Bossier	81/82	(3800)	(3690)	4010	3220	3040	3020	3323	101
	82/83			4139	4153	4404	4859	4389	100
	83/84			5040	5963	5848	4386	5310	82
	平均 比率			4396 99	4446 100	4431 100	4088 92		
Hampton	81/82	(2430)	(2990)	2880	3120	2830	2820	2913	89
	82/83			3220	3839	3824	3899	3696	84
	83/84			4287	5946	5130	3453	4704	73
	平均 比率			3462 80	4302 100	3928 91	3391 79		
播種期平均									
早・中早生(kg)		3525	4348	3825	3148				
(%)		81	100	88	72				
中・中晩生(kg)				4127	4552	4414	3661		
(%)				91	100	97	80		

年次により播種期と子実収量の関係が必ずしも同傾向を示さない品種があるが、これは上述の関係によるものと考えられる。

同表にみるように早、中早生品種は何れも10月下旬播が最高収量を示し、次いで、11月上旬播が多収である。10月中旬の早播は、第8図に示したように草丈が低く、青立株が多くなるので不適當である。11月中旬以降の播種では次第に生育が劣り減収となる。中生～中晩生種は前者と趣きを異にし、11月中旬播が各品種とも最も多収となる。次いで多収なのは11月下旬播で、これらの時期を前後するにしたがって減収する。中生～中晩生種を10月中、下旬に播種すると草丈が短くなり、成熟期における青立株が極端に増加し、子実収量も低下する。

播種期の移動に伴う生育相、主要形質の変化並びに収量性等から総合的に判断すれば当地域においては早生、中早生種は10月下旬～11月上旬、中生、中晩生種は11月中旬～下旬が播種の適期である。

(3) 移住地における播種期の実態

① 播種期

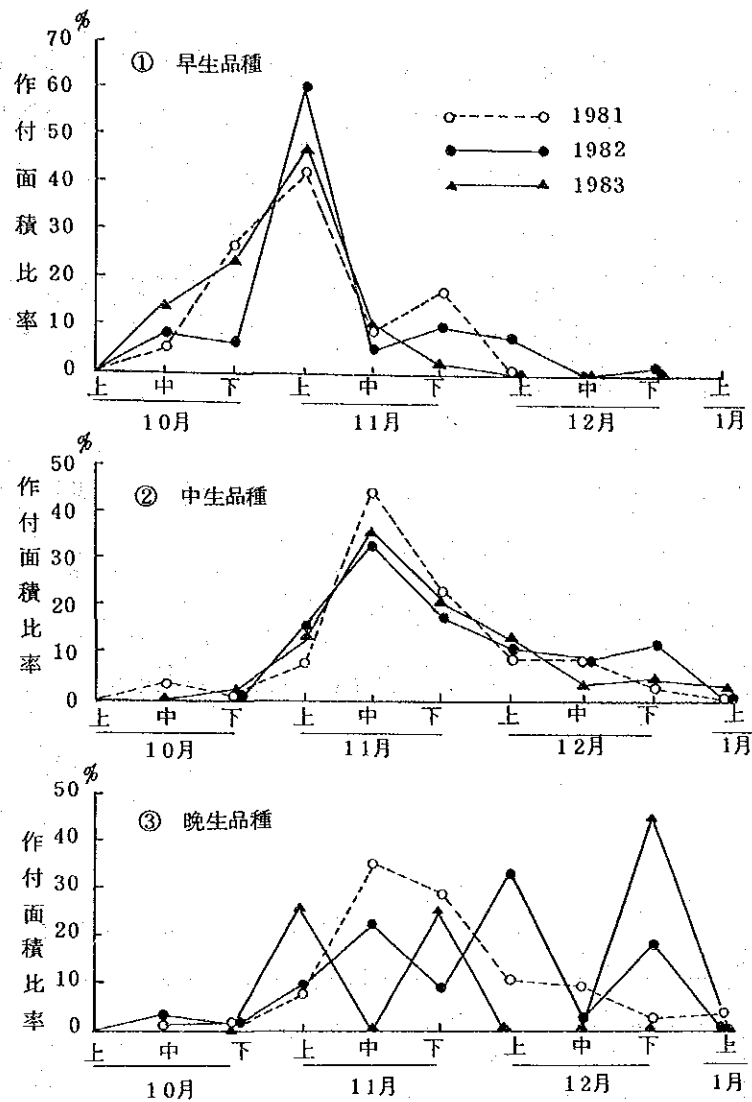
1983 '84年度における移住地での品種別にみた播種期別面積を示したのが第9表で、播種は10月中旬から1月上旬にわたっている。1981～'83年の間における実態調査結果を品種の早・晩生別に取りまとめた結果を第10表、第9図に示した。

第9表 イグアス移住地における大豆品種別の播種期別面積(1983/'84)

早晚別	播種期 品種名	10月		11月			12月			1月	計
		中	下	上	中	下	上	中	下	上	
早	Parana	147.1	193.0	405.0	77.5	17.6					840.2
	Harosoy		51.0	75.0	15.7	7.0					148.7
	Pirapo-78			5	11.0				5.0		26.5
	Planalto				0.4						0.4
	計	147.1	244.0	490.5	104.6	24.6			5.0		1015.8
中	Bragg		5.0	115.5	328.5	221.0	138.0	44.0	53.0	30.0	935.0
	Davis			20.0	63.0						83.0
	Bossier			11.0							83.0
	CTS			1.8		20.0			1.7		11.0
	計		5.0	148.3	391.5	241.0	138.0	44.0	54.7	30.0	1052.5
晩	Vicoja					28.0			24.0		52.0
	American			34.5							34.5
	UFV-1					5.0					5.0
	IAC-4								35.6		35.6
	計			34.5		33.0			59.6		127.1
	不明			42.0	10.0						52.0
合	計	147.1	249.0	715.3	506.1	298.6	138.0	44.0	119.3	30.0	2247.4

第10表 イグアス移住地における大豆品種の早・晩生別にみた
播種期別作付面積及び同比率(1981~1983)

項目	早晚別	播種年度	播種期									計
			10月		11月			12月			1月	
			中	下	上	中	下	上	中	下	上	
作付面積	早	'81	230	1235	1990	432	780					466.7
		'82	500	380	3670	300	610	500		60		602.0
		'83	1471	2440	4905	1046	246			50		1015.8
	中	'81	150		440	2488	1287	528	485	150		552.8
		'82			890	1960	1070	650	500	700		577.0
		'83		50	1483	3915	2410	1380	440	547	300	1052.5
	晩	'81	70	60	710	3193	2623	995	865	230	350	909.6
		'82	200	40	620	1520	600	2200	150	1250		658.0
		'83			345		330			59.6		127.1
作付比率	早	'81	4.9	26.5	42.6	9.3	16.7					100
		'82	8.3	6.3	61.0	5.0	10.1	8.3		1.0		100
		'83	14.5	24.0	48.3	10.3	2.4			0.5		100
	中	'81	2.7		80	45.0	23.3	9.6	8.7	2.7		100
		'82			15.4	34.0	18.5	11.3	8.7	12.1		100
		'83		0.5	14.1	37.2	22.9	13.1	4.2	5.2	2.8	100
	晩	'81	0.8	0.7	7.8	35.1	28.9	10.9	9.5	2.5	3.8	100
		'82	3.0	0.6	9.4	23.1	9.1	33.5	2.3	19.0		100
		'83			27.1		26.0			46.9		100
作付面積計	'81	450	1295	3140	6113	4690	1523	1350	380	350	1929.1	
	'82	700	420	5180	3780	2280	3350	650	2010	0	1837.0	
	'83	1471	2490	6733	4961	2986	1380	440	1193	300	2195.4	
作付比率計	'81	2.3	6.7	16.3	31.7	24.3	7.9	7.0	2.0	1.8	100	
	'82	3.8	2.3	28.2	20.6	12.4	18.2	3.5	11.0	0	100	
	'83	6.7	11.3	30.7	22.6	13.6	6.3	2.0	5.4	1.4	100	



第9図 イグアス移住地における早・晩生品種別播種期別面積比率

これらの結果からみると早生種の播種最盛期は11月上旬にあり、晩生種の作付の多かった1981年度の当該品種の播種最盛期は中生種と同様に11月中旬にあった。早生種で適期(10月下旬~11月上旬)に播種された面積は、1981年は69.1%、1982年は67.3%、1983年は72.3%であった。中生種で適期(11月中・下旬)に播種された面積は夫々68.3%、52.5%、60.1%であった。当移住地の大豆作面積の92%を占める早・中生種についてみると、早生種では30%、中生種では約40%の面積は今後適期播種の励行をはかる必要がある。中、晩生種の播種適期に当たる11月は、平均降水量が167.1mmと年間で最も多雨な月であるばかりでなく、降水量の年次変動が5月(C.V.86.2%)、7月(C.V.90.6%)に次いで大きい月(C.V.75.3%)である(第6表参照)。

1982年度の中生種の適期播種面積が52.5%と他の年に比べて少なかったのは、当

年の11月の降水量が481mmと異常な多雨であったためである。したがって、中・晩生種の播種予定畑は、10月中に耕起を完了し、気象条件の推移をみながら手際よく播種作業を完了しうるように留意することが必要である。

② 播種期と収量

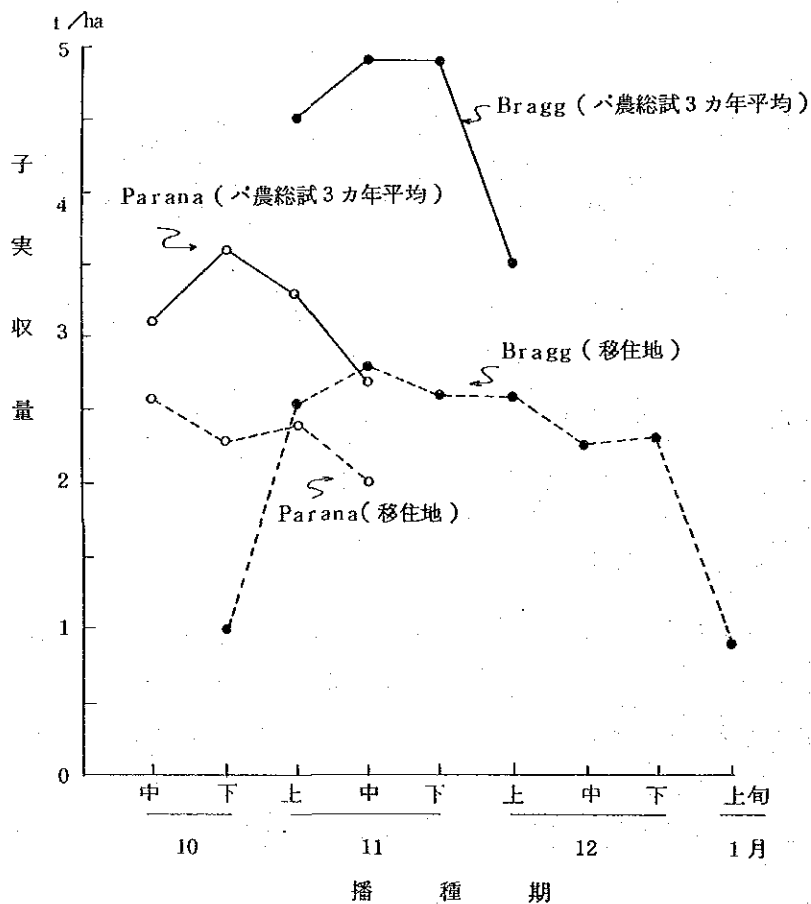
1983/'84年度に最も作付の多かったParana及びBraggについて、播種期と単収との関係を調査した。結果は第11表のとおりで、当該における播種期試験の結果とともに示したのが第10図である。

第11表 イグアス移住地における播種期、子実収量の実態(1983/'84)

1. Parana

2. Bragg

項目	10月		11月			項目	10月	11月				12月			1月
	中	下	上	中	下		下	上	中	下	上	中	下	上	
子実収量t/ha	2.56	2.30	2.43	2.04	3.15	子実収量t/ha	1.0	2.54	2.77	2.63	2.60	2.25	2.30	0.9	
調査点数	6	6	9	5	2	調査点数	1	5	16	8	5	2	4	1	



第10図 播種期と大豆子実収量との関係(1983/'84)

農家の土地条件は伐開年次、既往の肥培管理の精粗等により、個々の農家の単収を単に播種期との関係のみにより評価しえないのは当然であるが、一応の目安として播種期と単収との関係を見ると、農家の実態においてはParanaは10月中旬以降11月中旬までの播種期では大差がなく、11月中旬の播種ではやゝ減収傾向がみられる。11月下旬の2例は蔬菜栽培後地の小面積の数値であるので例外とすると、当场試験結果と同様の傾向を示している。また、Braggについてみると農家の実態においては11月中旬播が最も多収を示し、11月上旬～12月上旬の間では大差ない傾向がみられる。当场の試験結果と比較すると、12月上旬の傾向が異なるが、その他の播種期の傾向はほぼ同様である。

播種期以外の諸条件を捨象した農家における播種期と単収との関係が、当场の試験結果と同傾向にあることは、大豆作の安定多収をはかるうえで適期播種の励行がきわめて重要であることを物語っている。

③ 播種期と気象災害

大豆の播種期(10～11月)並びに収穫期(3～5月)の降水量の多少は、適期播種、安定確収と密接な関係がある。

第12表 大豆播種期、収穫期における降水分布(1982/'83)

作期	月	旬	降水量(mm)	降水日数(日)
播 種 期 (1982)	10	中	24.1	3
		下	45.3	3
	11	上	47.0	3
		中	90.0	7
	12	下	344.2	9
		上	8.5	1
収 穫 期 (1983)	3	中	8.1	4
		下	16.2	1
		上	106.0	3
	4	中	69.4	4
		下	0	0
		上	46.8	3
5	中	92.5	5	
	下	140.2	4	
5	上	74.8	6	
	中	109.0	6	

1982/'83年度の大豆作期間は第12表にみるように11月中・下旬が曇天、多雨に経過したため、例年に比べ播種期のおくれた農家が多く、加えて収穫期に当る4・5月も曇天、多雨に経過したため、晩播となった大豆は成熟期に達せず、また成熟期に達したのもコンバイン収穫を待つうちに腐敗し、収穫不能面積が全作付面積(1916ha)の27%(518ha)に達する被害を出した。

1982/'83年度の大豆作について、品種別に播種期と収穫期、同面積並びに収穫不能に終わった面積との関係を調査した結果は第11図のとおりであった。これによると、12月に入って播種した場合の未収穫面積が多く、その傾向は中・晩生種において大きかった。また、同じ中生種でも未収穫面積はBraggの21%に対し、Bossierは74%と著しく多かった。これは2-2)-②で述べたようにBossierは成熟期における枯上がりがBraggに比べて不良で、枯上りを待つうちに降雨にあい腐敗を招いた結果である。

一方、Parana,Harosoyの早生種においても未収穫面積を残している農家もみられた。聞き取り調査の結果、未収穫に終わった原因を整理するとおよそ次の3点に集約される。

- ① 圃場管理の不徹底(成熟期に達したが雑草、とくにアサガオが著しく繁茂し、コンバイン収穫が不可能であった。)
- ② 品種選定、機械装備、コンバイン運行システムの不備(成熟期に達しながらコンバイン収穫の時期あるいは配車を待つうちに降雨のため腐敗した。)
- ③ 作業手順の不備、人的災害(播種期の遅延が成熟期のおくれをもたらし、降雨のため腐敗した。)

これらの収穫不能に終わった原因別に、コンバイン所有者と非所有者に分けて収穫不能面積を示したのが第13表である。

これによると収穫不能に終わった原因別面積は、① 28%、② 43.4%、

- ③ 28.6%であった。コンバイン収穫の時期を失した225haのうち145ha(64.4%)はコンバイン所有者の圃場であったことは、非所有者の圃場を収穫しているうちに自己の圃場の収穫の機会を失したこと、あるいはBossierの如く成熟期の青立が多く、その枯上りを待つうちに長雨のため腐敗したことによるものである。さらに注意すべきことは第11図にみるように品種名不詳の品種(アルゼンチンから購入)を作付した農家は、その67%の面積が未収穫に終わったことである。これは著しく晩生種であったため未成熟に終わったもので、未知の品種の導入は避けるか、一部に試作した後、実用的栽培に移る必要がある。当移住地において、大豆の安定多収をはかるには、気象的災害の回避に留意すると同時にいわゆる人的災害を避けるよう栽培技術の向上に努めることが肝要である。

第13表 収穫不可能となった原因別作付面積(1982/'83)

品 種 名	原 因 ①		原 因 ②		原 因 ③		計	
	所有者	非所有者	所有者	非所有者	所有者	非所有者		
Parana	7 (1)	20 (3)					27 (4)	
Harosoy	15 (1)						15 (1)	
Bragg	60 (2)	8 (2)		10 (1)		5 (1)	83 (6)	
Bossier	35 (2)		48 (2)	10 (1)	39 (2)		132 (6)	
Hampton			46 (2)	5 (1)			51 (3)	
Vicoja				25 (1)	20 (1)		45 (2)	
American			10 (1)	20 (1)	21 (1)		51 (3)	
UFV-1			33 (2)		7 (1)	13 (2)	53 (5)	
BL-1			8 (1)				8 (1)	
不 明				10 (1)	30 (1)	13 (1)	53 (3)	
小 計	117 (6)	28 (5)	145 (8)	80 (6)	117 (6)	31 (4)	518	
合 計	145 (11)		225 (14)		148 (10)		518	
対未収穫面積比	28.0		43.4		28.6		100	
対作付面積比	7.6		11.7		7.7		27	

4) 栽植密度

(1) 栽植密度と大豆諸形質の関係

適正な栽植密度(単位面積当りの株数)を保つことは、大豆の安定確収をはかるうえで重要な条件である。密植に偏した場合は、品種の草型、土壌の肥沃度、気象条件の如何によっては倒伏を招き、病害の発生を助長し減収を招く恐れがある。

1株当りの面積と大豆の生育量、子実重とは密接な関係がある。1株当りの面積が均等となる方形植により、株当り面積と収量構成要素並びに子実重との関係を調査した結果を示したのが第14表である。すなわち、何れの品種においても株当り面積が狭くなるにしたがって、主莖長は長くなり、分枝数、稔実莢数は減少し、子実重も減少する。主莖節数と100粒重には大きな変化はみられない。しかして、上記諸形質の変動は第15表に示したように1株当りの面積の広狭と極めて顕著な相関関係が認められる。

次に株当り面積の広狭に伴う1株当り子実重の変動と収量構成要素との相関関係をみると、第16表に示したように、Braggの莖長、Planaltoの主莖莢数の外は、何れの品種においても総て有意な相関関係がみられ、第12、13図に示したように、密植に伴う1株当り子実重の減少は、株当り稔実莢数の減少によるところが最も大きい。

第14表 1株当り面積と大豆諸形質の関係(1983/'84)

項目 品種	栽植距離	株当り 面積	茎長	主節 莖数	分枝数	莢数			子実 乾物重	莖 乾物重	100粒重
						主莖	分枝	計			
Harosoy	32×32	0.10	61.8	17.4	7.1	35.6	92.7	128.3	33.1	37.7	14.9
	23×23	0.053	72.5	17.8	5.1	29.9	43.7	73.6	19.1	23.1	15.0
	18×18	0.032	80.7	17.9	3.7	26.6	18.4	45.0	11.6	14.2	13.7
	16×16	0.026	82.7	17.8	3.0	23.2	10.8	34.0	8.9	10.8	14.4
	14×14	0.020	84.4	17.5	2.4	18.4	6.9	25.3	6.8	9.4	15.1
Planalto	32×32	0.10	46.4	18.5	6.9	26.3	96.4	122.7	37.9	32.5	17.2
	23×23	0.053	52.6	18.2	4.6	21.0	45.3	66.3	20.3	17.5	16.7
	18×18	0.032	60.2	18.8	2.8	22.9	19.3	36.1	12.8	11.0	16.6
	16×16	0.026	61.8	18.6	2.1	23.5	11.5	35.0	10.9	9.3	17.7
	14×14	0.020	65.4	18.6	1.6	20.1	5.0	25.1	8.1	7.0	17.9
Bragg	32×32	0.10	43.9	13.1	8.8	38.2	113.8	152.0	55.1	44.2	17.6
	23×23	0.053	46.4	12.8	6.6	26.0	64.7	90.7	26.3	24.6	17.2
	18×18	0.032	56.7	13.0	4.8	24.6	28.4	53.0	16.0	13.8	17.3
	16×16	0.026	65.5	13.6	3.6	26.4	15.1	41.5	12.6	11.3	18.1
	14×14	0.020	73.0	13.2	2.9	21.5	9.5	31.0	8.4	9.1	17.9

第15表 1株当り面積と大豆諸形質との相関関係(1983/'84)

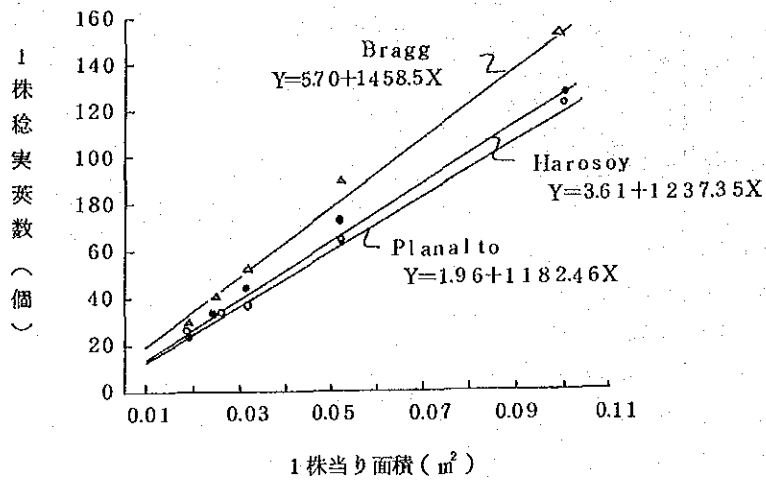
品種	形質	茎長	分枝数	主莖莢数	分枝莢数	1株莢数	1株子実重	1株莖重
Harosoy		-0.994**	0.983**	0.929*	0.999**	0.998**	0.999**	0.996**
Planalto		-0.973**	0.986**	0.742	1.000**	0.998**	1.000**	1.000**
Bragg		-0.841	0.969**	0.950*	0.991**	0.995**	1.000**	0.999**

注. *は5%, **は1%水準で有意

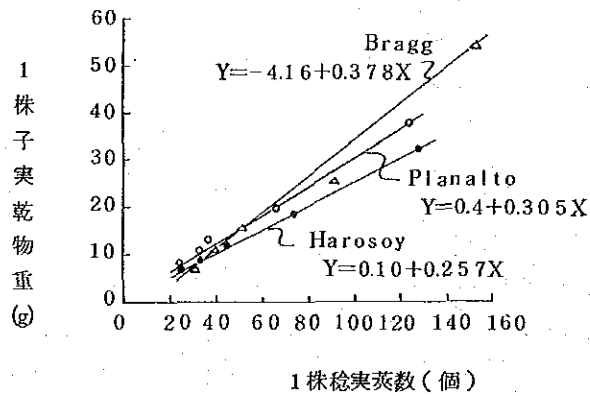
第16表 1株子実重と収量構成要素との相関関係(1983/'84)

品種	形質	茎長	分枝数	主莖莢数	分枝莢数	1株莢数	1株莖重
Harosoy		-0.998**	0.992**	0.945*	0.999**	1.000**	0.999**
Planalto		-0.964**	0.986**	0.749	0.999**	0.998**	1.000**
Bragg		-0.835**	0.963**	0.959**	0.986**	0.993**	0.900**

注. *は5%, **は1%水準で有意

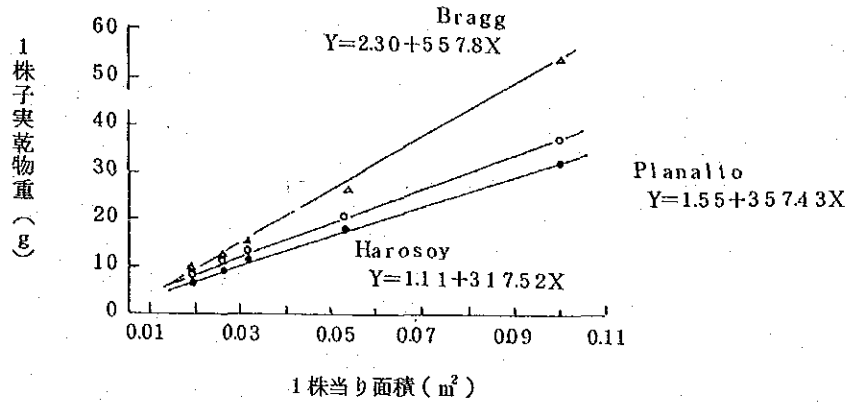


第12図 1株当り面積と1株総実莢数の関係(1983/'84)

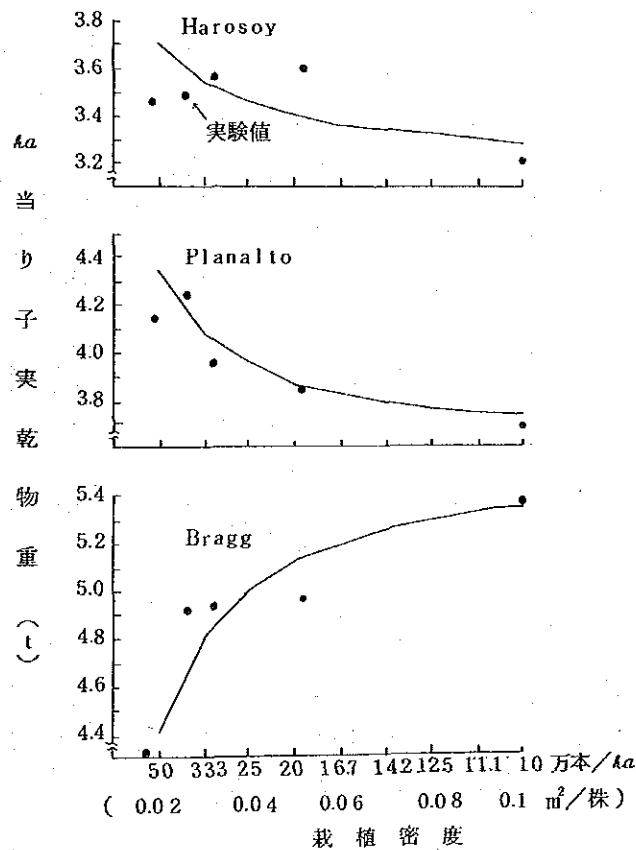


第13図 1株総実莢数と1株子実重の関係(1983/'84)

1株当り面積と1株子実重は第14図にみるように一次回帰の関係を示した。単位面積当りの子実収量は、1株粒重×単位面積当り立毛数によって得られるので、第14図に示した一次回帰式から株当り面積に対応する1株子実重の推定値を求め、これと各株当り面積に対応する1a当り株数との積を算出し、1a当り株数と子実重の変動曲線を求め、実験値とともに示したのが第15図である。



第14図 1株当り面積と1株子実重の関係(1983/'84)



第15図 栽植密度とha当り子実重の関係(1983/'84)

第17表 栽植密度, 栽植様式と大豆諸形質の関係(1984/'85)

1. Harosoy

形 質	栽 植 密 度 (万本/ha)	畦 幅 (cm)				最 小 有 意 差	
		40	50	60	平 均	5%	1%
茎 長 (cm)	20	82	84	82	83	n.s	
	30	86	84	81	84		
	40	87	80	83	83		
	平 均	85	83	82		n.s	
主 茎 節 数 (節)	20	15.1	15.2	15.1	15.1	0.7	—
	30	15.0	15.1	14.4	14.8		
	40	14.2	14.0	14.4	14.2		
	平 均	14.8	14.8	14.6		n.s	
分 枝 数 (本/株)	20	6.5	6.3	6.7	6.5	n.s	
	30	5.8	5.8	5.6	5.7		
	40	4.7	4.9	5.7	5.1		
	平 均	5.7	5.7	6.0		n.s	
主 茎 莢 数 (個/株)	20	19.5	20.1	21.3	20.3	n.s	
	30	16.5	17.3	18.5	17.4		
	40	14.6	17.1	17.1	16.3		
	平 均	16.9	18.2	19.0		n.s	
分 枝 莢 数 (個/株)	20	57.9	57.5	60.8	58.7	13.0	19.7
	30	45.3	45.7	40.6	43.9		
	40	29.8	31.6	35.7	33.0		
	平 均	44.3	44.9	46.3		n.s	
1 株 莢 数 (個)	20	77.4	77.6	82.1	79.0	17.7	—
	30	61.8	63.0	59.1	61.3		
	40	44.4	48.7	54.6	49.2		
	平 均	61.2	63.1	65.3		n.s	
1 株 莢 重 (g)	20	28.6	27.0	30.3	28.6	6.4	—
	30	23.3	23.1	21.1	22.5		
	40	19.2	18.4	18.3	18.6		
	平 均	23.7	22.8	23.2		n.s	
1 株 粒 重 (g)	20	17.7	16.5	17.6	17.3	1.4	—
	30	13.0	13.2	12.7	13.0		
	40	10.0	10.3	11.4	10.5		
	平 均	13.6	13.3	13.9		n.s	
100 粒 重 (g)	20	14.9	15.0	15.4	15.1	n.s	
	30	14.9	14.5	14.0	14.5		
	40	14.3	14.3	14.0	14.2		
	平 均	14.7	14.6	14.5		n.s	

注. 1. 播種期 Harosoy, 1984. 11. 6, Bragg, 1984. 11. 22
 2. 施肥量 N: 48, P₂O₅: 120, K₂O: 60kg/ha
 3. 試験区配置 4反復の分割試験区法

2. Bragg

形 質	栽 植 密 度	畦 幅 (cm)				最 小 有 意 差	
	(万本/4a)	40	50	60	平 均	5%	1%
茎 長 (cm)	20	93	95	93	94	n.s	
	30	96	101	94	97		
	40	96	92	93	94		
	平 均	95	96	93		n.s	
主 茎 節 數 (節)	20	15.5	15.7	15.5	15.6	0.5	0.8
	30	14.7	14.8	14.6	14.7		
	40	14.0	13.8	14.1	14.0		
	平 均	14.7	14.8	14.7			
分 枝 數 (本/株)	20	4.8	4.7	5.7	5.1	n.s	
	30	5.0	4.4	5.2	4.9		
	40	4.3	4.4	5.3	4.7		
	平 均	4.7	4.5	5.4		0.4	0.6
主 茎 莢 數 (個/株)	20	32.9	34.2	30.9	32.7	2.3	3.5
	30	28.1	26.4	27.7	27.4		
	40	22.2	19.5	26.6	22.8		
	平 均	27.7	26.7	28.4		n.s	
分 枝 莢 數 (個/株)	20	30.3	30.3	38.0	32.8	3.4	5.2
	30	26.5	22.5	30.3	26.4		
	40	23.0	23.5	34.6	27.0		
	平 均	26.6	25.4	34.3		3.0	4.1
1 株 莢 數 (個)	20	63.2	64.5	68.8	65.5	4.7	7.1
	30	54.6	48.9	57.9	53.8		
	40	45.2	43.0	61.2	49.8		
	平 均	54.3	52.1	62.6		3.8	5.2
1 株 莖 重 (g)	20	21.4	21.7	23.1	22.0	1.5	2.3
	30	18.0	17.0	18.5	17.8		
	40	14.9	14.1	19.7	16.2		
	平 均	18.1	17.6	20.4		1.5	2.0
1 株 粒 重 (g)	20	18.3	17.3	16.0	17.2	1.7	2.5
	30	11.3	10.9	12.4	11.5		
	40	9.1	8.9	11.8	9.9		
	平 均	12.9	12.3	13.4		n.s	
100 粒 重 (g)	20	16.0	15.1	15.7	15.6	n.s	
	30	15.9	15.7	14.8	15.4		
	40	15.7	15.5	15.9	15.7		
	平 均	15.8	15.4	15.4		n.s	

同図から明らかなように栽植密度の粗密によるha当り収量の動きは品種によって異なりHarosoy, Planalto (早生種)の如く密植するに従って増収傾向を示す品種とBraggの如く密植するにしたがって減収傾向を示す品種とがある。これは品種の早, 晩生の差異による個体生育量の大小が影響しているものであり, 生育量の小さい早生種は粗植しても生育量の大きい晩生種ほど1株当り着莢数が増加しないため, 株数を増すほうが単位面積当り収量の増大に有利であることを示す。

(2) 栽植様式と大豆諸形質の関係

栽植密度が同じであっても, 栽植様式, すなわち畦幅, 株間を異にした場合に, 収量性に差異が認められるや否やを, Harosoy及びBraggの2品種を用いて検討した。収量構成要素との関係は第17表1, 2に, ha当り子実収量との関係は第18表に示したが, Harosoyにおいては, 収量構成要素, ha当り子実収量ともに栽植様式の違いによる差は認められなかった。一方, Braggにおいては, 分枝数, 分枝莢数, 1株莢数及び1株茎重が, 畦幅60cmとした場合が最も勝り, ha当り子実重も畦幅60cmの場合が, より畦幅が狭い場合に比べて勝った。

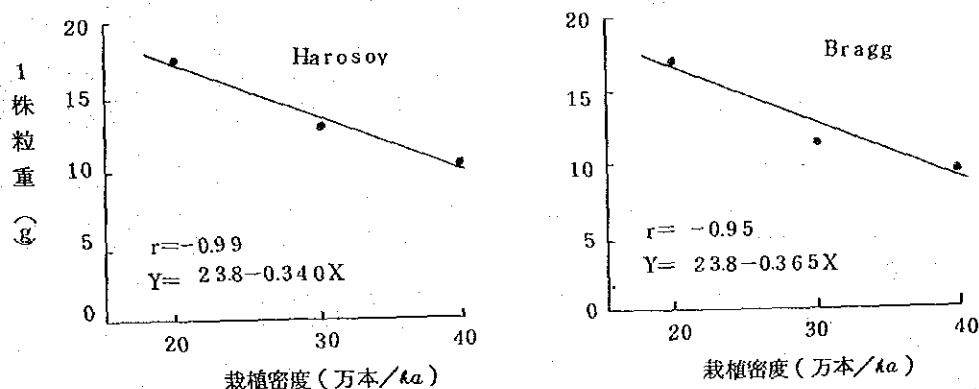
第18表 栽植密度, 栽植様式と子実収量の関係 (1984/'85)

単位: kg/ha

品 種	栽植密度 (万本/ha)	畦 幅 (cm)				最 小 有 意 差	
		40	50	60	平均	5%	1%
Harosoy	20	3540	3305	3520	3372	308	466
	30	3908	3953	3803	3888		
	40	3990	4100	4540	4210		
	平均	3813	3786	3954			
Bragg	20	3650	3455	3195	3433	450	-
	30	3390	3263	3713	3455		
	40	3620	3540	4730	3963		
	平均	3553	3419	3879			

注. 乾物重で示した。

また、栽植密度との関係は、条播とした場合でも株当りの主要な収量構成要素、1株粒重は、栽植密度が高くなるに従って減少し、方形植した場合の結果と同様の傾向を示した。 kg 当り子実収量は、Harosoyでは20万本<30万本<40万本区の順に多く、かつ、それらの差は何れも統計的に有意であった。Braggでは、40万本区が最も勝り、20万、30万本区は劣った。20万本区に対する40万本区の増収率は、Harosoyの25%に対し、Braggは15%と低く、密植による増収効果には、品種間差異のあることが示唆された。これは、第16図に示したように密植に伴う1株粒重の減少程度がHarosoyに比べBraggがより大きいという品種特性の差異にもとづくものと考えられる。



第16図 栽植密度と1株粒重の関係(1984/'85)

(3) 適正栽植密度と播種量

以上の結果によると、当地域における大豆の適正な栽植密度は、早晩生種とも kg 当り40万本前後であり、栽植様式は、早生種においては畦幅40~60cmの範囲であれば収量は大差なく、晩生種においては畦幅60cmとするほうが有利である。

適正栽植密度を確保するために必要な播種量は、種子の1000粒重と圃場出芽率を考慮して決定する必要がある。参考までに播種量の算出方法と、各種条件のもとで播種量の早見表を第19表に示した。

また、播種前にドリルソーダの種子落下量を調節する必要があるが、畦幅と栽植密度に対する1m間の種子粒数並びにその算出法を第20表に示した。但し、本表は圃場出芽率100%の場合であるので、実際には圃場出芽率を勘案して決定する必要がある。

第19表 大豆のha当り播種量の早見表

栽植密度 (本/ha)	1000粒重 (g)	ほ場出芽率 (%)						
		65	70	75	80	85	90	100
300,000	130	60	56	52	49	46	43	39
	140	65	60	56	53	49	47	42
	150	69	64	60	56	54	50	45
	160	74	69	64	60	56	53	48
	170	78	73	68	64	60	57	52
	180	83	77	72	68	64	60	54
	190	88	81	76	71	67	63	57
400,000	130	80	74	69	65	61	58	52
	140	86	80	75	70	66	62	56
	150	92	86	80	75	71	67	60
	160	98	92	85	80	75	71	64
	170	105	97	91	85	80	76	68
	180	111	103	96	90	85	80	72
	190	117	109	101	95	89	84	76

注：播種量算出法

$$Q = \frac{D \times P}{PG}$$

但し Q ; 播種量 (kg/ha)

D ; 1 m²当り栽植本数

P ; 1000粒重 (g)

PG ; ほ場出芽率 (%)

第20表 栽植密度，畦幅に対応する1m間の播種粒数

栽植密度 (本/ha)	畦幅 (cm)		
	40	50	60
300,000	12	15	19
400,000	16	20	24

注：算出法

$$NS = \frac{D \times E}{PG}$$

但し NS ; 1 m間の粒数

E ; 畦幅 (cm)

D ; 1 m²当り栽植本数

PG ; ほ場出芽率 (%)

(4) 移住地における栽植密度の実態

農家の播種量の実態を品種別に調査した結果は第21表のとおりであった。

第21表 イグアス移住地における播種量の実態(1983/'84)

単位：戸

品 種	播種量 (kg/ha)	55	60	70	75	80	85	90	100	110	120	計
Parana			1	3	1	10	1	3	5	1		25
Pirapo-78						2	1		1	1	1	6
Harosoy				1		2			1			4
Haresoy				1		2						3
Planalto				1								1
Bragg		1	1	5	1	15		1	4			28
Davis						2			1			3
Bossier									1			1
CTS				1								1
Vicoja				1								1
American			1									1
IAC-4				1								1
UFV-1				1								1
不 明				1					1			2
計		1	3	16	2	33	2	4	14	2	1	78

注 1戸で2品種以上栽培しているので栽培戸数の計と一致しない。

播種量はha当り55kgから120kgと農家によってかなり相違し、同一品種についてみてもかなりのふれがある。ha当り70kgから100kg播種している農家が全体の約90%強となっている。

圃場出芽率は、種子の発芽力、整地の精粗、播種時の土壌水分、播種後の降水量の多少、地温等様々な条件によって異なり、例え播種量が同量であっても、その後の単位面積当り株数にはかなりの差異があるものと考えられる。当該におけるParana, Braggの100粒重(3カ年平均)により、種々の圃場出芽率のもとでのha当り株数を算出した結果が第22表である。仮に、圃場出芽率を70%と想定すると、農家圃場におけるParanaの栽植密度は31~45万本、Braggのそれは28~40万本と推定される。

第22表 イグアス移住地における播種量と栽植密度(1983/'84)

単位: 1000本

品 種	播 種 量 (kg/ha)	圃 場 出 芽 率 (%)			
		60	70	80	90
Parana	70	271	316	362	407
	80	310	361	413	464
	90	349	407	465	523
	100	387	452	516	581
Bragg	70	240	280	320	360
	80	274	320	366	411
	90	308	360	411	463
	100	343	400	457	514

注 100粒重: Prana 15.5g Bragg, 17.5gとして算出した。

畦幅は、導入したドリルシダ、管理作業機の規格に規制され、調査結果では第23表に示したように、50cmとするものが全体の58%で最も多く、50~60cmの範囲が全体の84%である。畦幅は播種機、カルチベータ、トラクタの規格を考慮し、これらの作業がスムーズに行なえるようにきめることが望ましい。

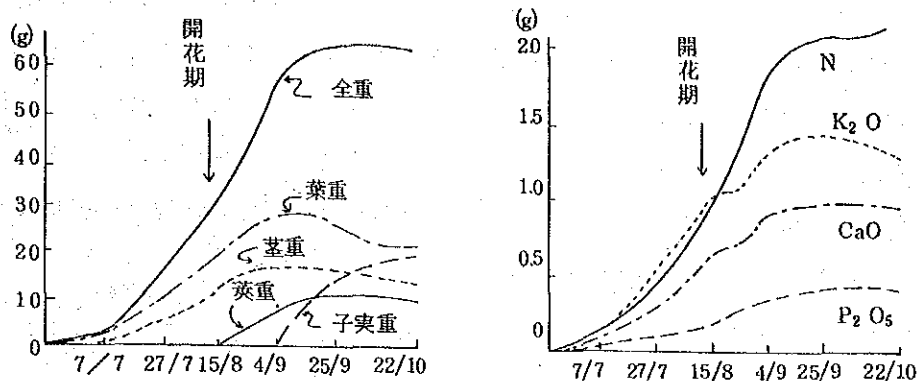
第23表 イグアス移住地における畦幅の実態(1983/'84)

畦 幅 (cm)	40	45	50	55	57	60	65	計
調 査 戸 数 (戸)	1	3	22	6	1	3	2	38
同 上 比 率 (%)	2.6	7.9	57.9	15.8	2.6	7.9	5.3	100

5) 施 肥

(1) 肥料要素の吸収経過

当地域における分析データがないので、参考までに日本の試験例により肥料4要素の吸収経過をみると、第17図に示したように4要素とも徐々に吸収されていくが、開花期前後から乾物重が急速に増加するに伴い、4要素の吸収量も増加し、要素により多少の相違はあるが、莢の伸長期ないし子実肥大開始期ごろにほぼ最大に達し、石灰はそれ以降ほぼ一定になるのに対し、窒素及びリン酸はそれ以後多少増加を示し、加里は反対に減少を示しつつ成熟期に至る。



第17図 大豆(大谷地2号)の養分吸収経過(平井 1961)

大豆の各肥料要素の吸収量は、施肥、土壌、気候、品種などの相違によって異なるが、当地域における分析データがないので、一例として既往の試験結果についてみると第24表のとおりで、大豆の養分吸収量は、子実においては各種成分ともイネ科作物に比べて多く莖稈においては窒素、リン酸、石灰の吸収量が比較的高い。一定の収量をあげるのに必要な三要素と石灰の量を大豆と小麦、そばで比較すると第25表のとおりである。

第24表 各種作物の肥料要素吸収量(今野ら 1939)

(単位: 乾物中%)

作物	子実				莖稈			
	窒素	リン酸	加里	石灰	窒素	リン酸	加里	石灰
秋播小麦	2.21	1.02	0.66	0.10	0.42	0.31	1.35	0.25
えん麦	1.81	0.97	0.69	0.14	0.38	0.39	1.96	0.37
とうもろこし	1.72	0.89	0.57	0.05	0.76	0.36	0.67	0.43
大豆	6.45	1.36	2.25	0.25	0.81	0.43	1.00	1.00
小豆	3.59	1.04	1.51	0.10	1.09	0.35	1.07	1.43
馬鈴薯	0.91	0.78	2.04	0.07	2.24	0.57	3.48	2.91

第25表 子実を100kg生産するために必要な肥料4要素の量

(単位: kg)

作物	窒素	リン酸	加里	石灰	備考
小麦	3.21	1.32	1.89	0.60	松本
そば	3.33	1.57	4.33	1.57	松本
大豆	10.12	1.92	2.69	2.69	松本
大豆	9.72	1.76	6.40	5.76	平井
大豆	8.91	1.93	3.65	3.12	OHLROGGE

大豆が最も多量に吸収する窒素は、全吸収量の3.7～4.8%は施肥窒素、55～67%は根粒による固定窒素、29～41%は土壌窒素により供給されるものと推定され(十勝農試1974～'76)、根粒窒素の役割は大きく、土壌窒素も無視できない。その他の肥料要素はすべて土壌中より吸収するので、無肥料栽培では地力が減耗する。土壌の各要素の天然供給量は、土壌の種類、気象条件などにより異なるので、具体的な施肥量はそれぞれの土壌条件に応じて決定する必要がある。

(2) 肥料三要素の効果

① 窒 素

大豆は根粒菌による固定窒素を利用するため、従来窒素施肥の必要性が軽視されてきたが、窒素は植物体中の蛋白質その他窒素化合物の構成に必要な成分で、根粒の活性が高まるまでの生育に必要な窒素は肥料により供給することが望ましい。窒素肥料の多用は、根粒の着生、根粒活性の低下を招くが、適量の窒素は植物体の生育をよくする。

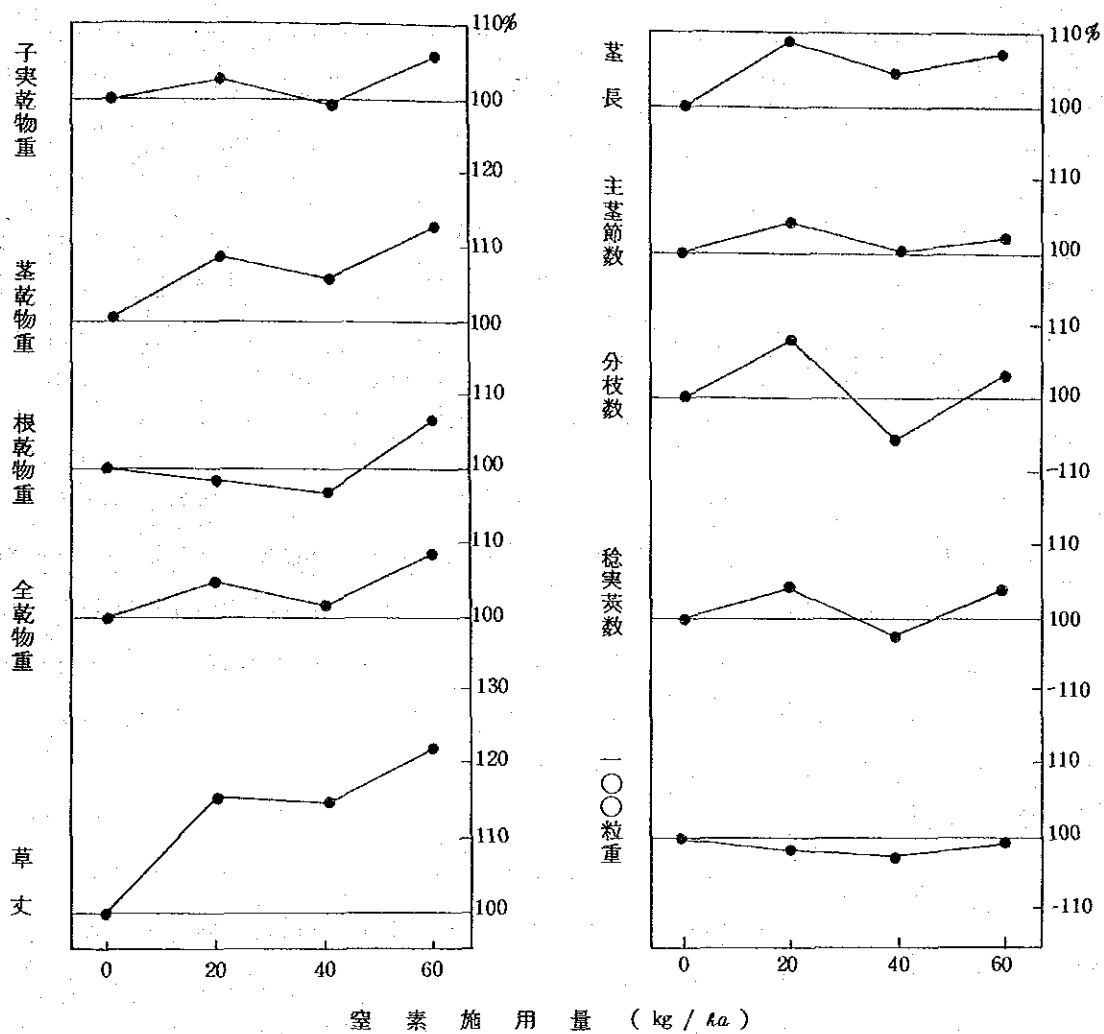
当移住地のテーラロシア土壌における大豆に対する窒素施用の効果を見た結果は第26表のとおりであった。窒素施用に伴う主要形質の変動を無窒素区に対する比率により示したのが第18図である。

第26表 窒素施用量と大豆主要形質との関係

(1982/'83)

調査形質	窒素施用量 kg/ha				l.s.d 5% 1%
	0	20	40	60	
子実乾物重(g/株)	37.9	38.8	37.6	40.1	
茎乾物重()	31.0	33.7	32.8	34.9	1.6 2.4
根乾物重()	5.9	5.8	5.7	6.3	
全乾物重()	74.8	78.3	76.1	81.3	3.6
草丈(発芽後31日)(cm)	27.7	32.0	31.9	34.0	1.2 2.1
茎長(cm)	65.8	71.8	68.7	70.5	
主茎節数	14.5	15.1	14.5	14.8	
分枝数(本/株)	8.9	9.6	8.4	9.2	0.7
総実英数(個/株)	113.3	118.3	111.2	118.1	4.8
100粒重(g)	18.9	18.7	18.5	18.8	

注 品種, Bragg, 播種期, 11月16日, 栽植密度, 60×15cm1株2本立
施肥量, P₂O₅, 60kg, K₂O, 50kg/ha



第18図 大豆諸形質におよぼす窒素施用効果(1982/'83)

すなわち、茎重、全乾物重、生育初期の草丈、分枝数など栄養生長量は、無窒素区に比べて明らかに勝った。しかし、子実重は2~4%の増加に止まった。

パラグアイ国では総ての化学肥料は輸入に依存しているため、価格が割高であり、施肥による増収率の如何によってはコスト高となる恐れがある。

窒素施用に伴うha当り増収量を基準に、窒素施肥の経済効果を試算した結果を第27表に示した。

第27表 大豆に対する窒素施用の経済効果(1982/'83)

N 施用量 (kg/ha)	子実収量 (kg/ha) (含水率 14%)	収量 指数	増 収 量 (kg/ha)	無N区に対する 粗収益増加分		施 肥 量 (尿素kg/ha)	肥料代 GS	① - ②	
				56GS	66GS			56GS	66GS
0	4813	100	—						
20	4904	102	91	5,096	6,006	44	5,280	-184	726
40	4995	104	182	10,192	12,012	87	10,440	-248	1572
60	5087	106	237	15,288	18,018	130	15,600	-312	2418

注. 尿素 6000GS/50kgとして試算。GSは現地通貨ガラニーの略称。

借りて肥料費を尿素50kg当り6000GSとすると、大豆生産物価格kg当り57GSを境として、より大豆価格が高い場合は、窒素施肥による粗収益の増加を期待しうるが、より安価の場合はコスト高となる。それ故、長年にわたり無肥料栽培を続けてきた畑、著しいやせ地を除き、当面大豆に対する化学肥料による窒素施用は控え、作付体系を考慮して緑肥の導入を図るとか作物残渣の後地への還元などにより、土壤の窒素肥沃度の維持向上に努めることが得策と考えられる。

② リン酸

1. リン酸施用量と大豆の生育、収量

大豆はリン酸要求量の大きい作物で、初期吸収のリン酸は栄養生長に有効で、草丈、主茎節数を増し、分枝の発達を促進し、地下部の発達を良好にし、根粒重を増加する。莢の形成、粒肥大にも働くので生育後期まで供給する必要がある。

当地域のテラロシア土壤におけるリン酸施用の効果は第28表、第19図に示したように極めて顕著で、リン酸施用により1株当り稔実莢数が増し、1株粒数、1株粒重の増大に大きく寄与しているばかりでなく栄養体の生長量の増大にも有効に働いていることがわかる。

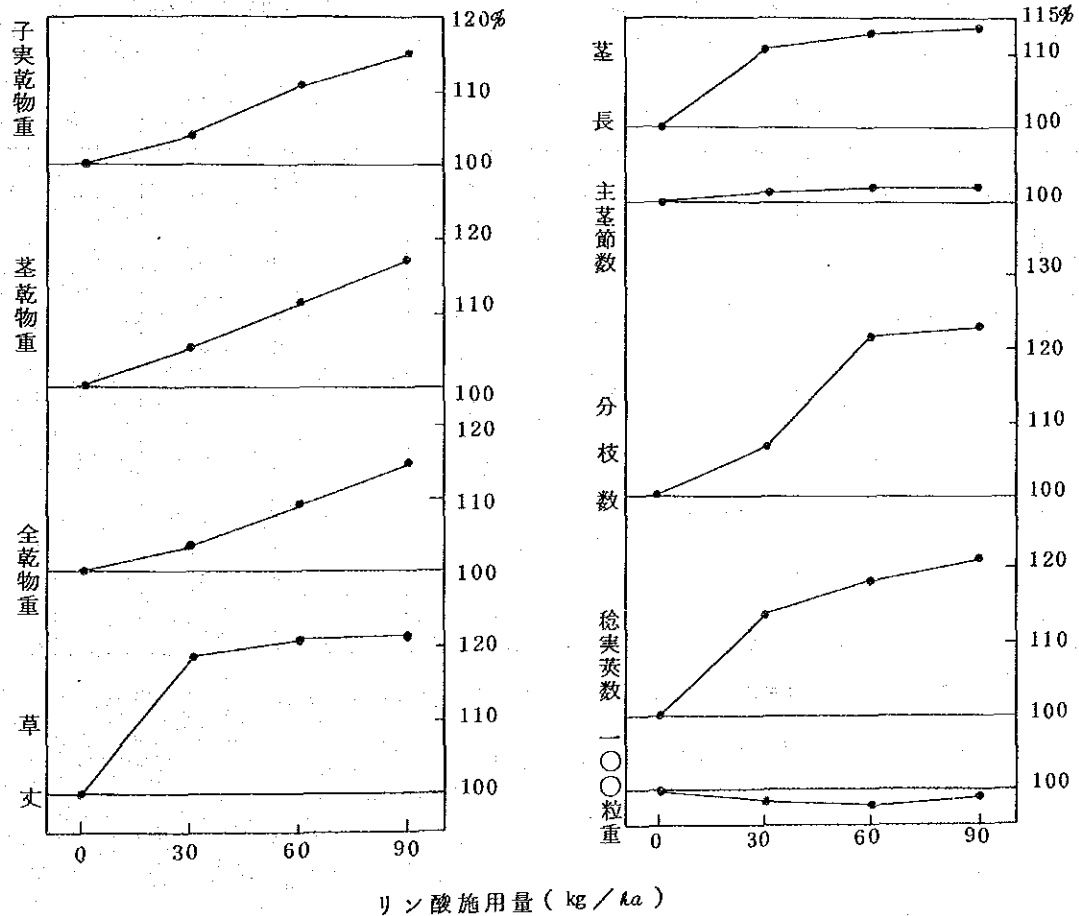
リン酸施用量とha当り収量の関係を第20図に示したが、リン酸施用量が90kgまでは子実重、莖重ともに施用量の増加に伴って直線的に増大した。

そこで、リン酸施用量をha当り240kgまで増し、大豆の生育、収量との関係をみたところ、第29表、図21図に示す結果を得た。すなわち、ha当り190kgまでは、子実重は漸増する傾向がみられたが90kg以上の施用量の増加に伴う子実重の増加量は少ないことがわかる。

第28表 リン酸施用量と大豆諸形質との関係(1982/'83)

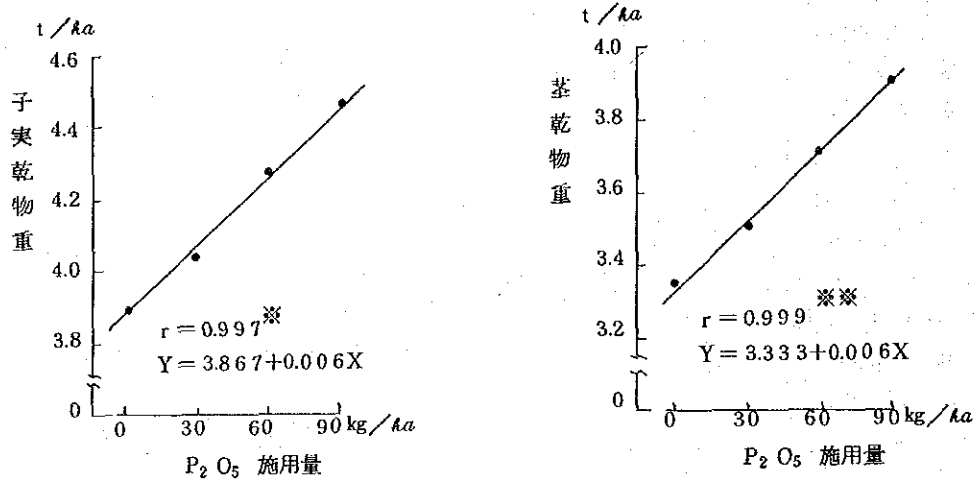
形質	リン酸施用量 kg/ha	リン酸施用量				l. s. d	
		0	30	60	90	5%	1%
子実乾物重 (g/株)		34.9	36.3	38.5	40.0	1.6	2.9
茎乾物重 (")		30.1	31.6	33.4	35.2	1.9	3.5
根乾物重 (")		6.0	5.5	5.7	6.0		
全乾物重 (")		71.0	73.4	77.6	81.2	2.4	4.3
草丈(発芽後31日)(cm)		27.9	32.8	33.8	33.7	1.4	2.1
茎長 (cm)		64.8	72.2	73.4	73.8		
主茎節数		14.9	15.1	15.2	15.2		
分枝数(本/株)		7.4	7.9	9.0	9.1		
稔実莢数(本/株)		97.3	111.2	115.3	118.0	4.5	7.5
100粒重(g)		19.2	18.9	18.8	19.0		

注 品種, Bragg, 播種期, 11月16日, 栽植密度, 60×15cm1株2本立
 施肥量, N, 40kg, K₂O 50kg/ha



第19図 大豆諸形質におよぼすリン酸施用効果(1982/'83)

第20図 リン酸施用量と大豆ha当り収量との関係(1982/'83)

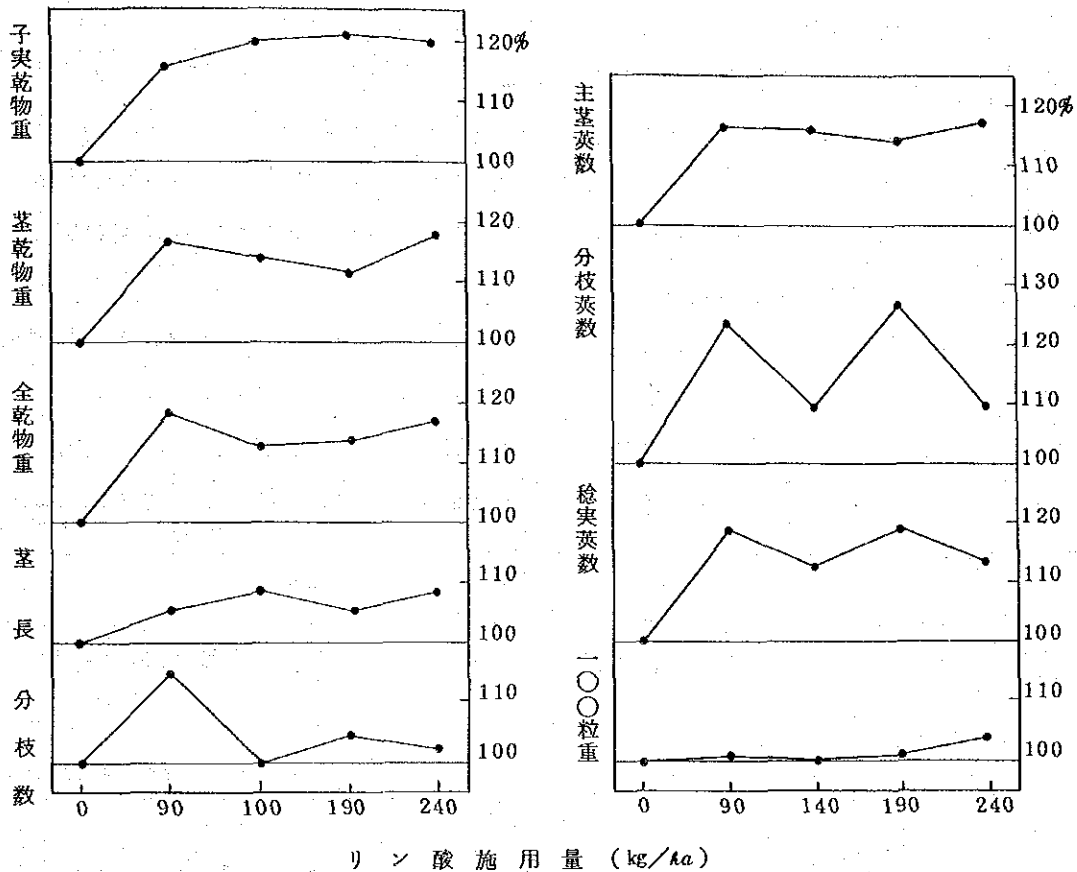


第29表 リン酸多施用と大豆の生育収量との関係(1983/'84)

形質	リン酸施用量 kg/ha	リン酸施用量					l. s. d	
		0	90	140	190	240	5%	1%
子実乾物重 (g/株)		15.3	17.7	18.3	18.5	18.3	1.3	1.8
茎乾物重 (")		13.1	15.3	14.9	14.6	15.4	1.5	
全乾物重 (")		28.4	33.0	33.2	33.1	33.7	3.3	
茎長 (cm)		63.5	67.2	68.7	66.6	68.7		
分枝数 (g/株)		3.9	4.5	3.9	4.1	4.0		
主茎莢数 (個/株)		28.5	33.1	32.9	32.5	33.3	2.9	
分枝莢数 (")		19.6	24.3	21.5	24.9	21.6		
総実莢数 (")		48.1	57.4	54.3	57.4	54.9		
100粒重 (g)		16.9	17.0	16.9	17.0	17.6		

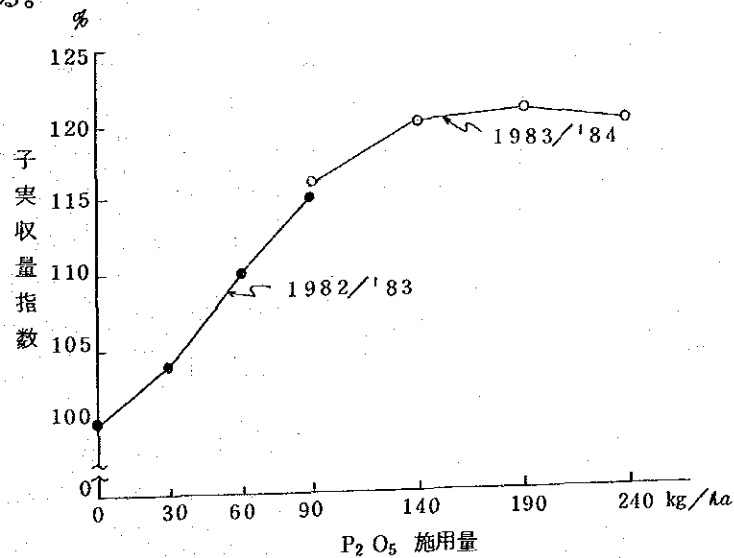
注 品種, Bragg, 播種期, 11月7日, 栽植密度 60×7cm1株1本立

施肥量, N, 40kg, K₂O, 50kg/ha



第 2 1 図 大豆諸形質におよぼすリン酸多施用の効果 (1983/'84)

兩年の試験結果をha当り子実収量指数によって示したのが第 2 2 図で、これらの試験結果から、当地域における大豆に対するリン酸施肥の収量性からみた適量はha当り 90 kgと判断される。



第 2 2 図 リン酸施用量と大豆子実収量指数との関係

ii リン酸施肥と後地のリン酸肥沃度

リン酸肥料を経済的に使用するためには、施用したリン酸が後地のリン酸肥沃度にどの様に影響し、後作物の収量にどの様な影響を与えるかを知っておくことが必要である。そこで当移住地の畑作農家で最も普遍的な作付体系となっている大豆～小麦の作付体系について、大豆並びに小麦に施肥したリン酸が、後作物の生育収量におよぼす影響を検討した。

すなわち、第1作の大豆をリン酸施用量 kg/a 当り0, 30, 60, 90 kg の4水準で栽培した後地に、大豆のリン酸施肥水準別に小麦を kg/a 当り0, 30, 60, 90 kg のリン酸を施用して栽培し、以後第3作大豆、第4作小麦は無肥料で栽培し、大豆、小麦に施用したリン酸の残効を検定した。第2作以降の各作物の子実収量は第30表(1)のとおりであった。

第30表 大豆施肥リン酸が後作物の子実収量におよぼす影響(1982~'84)

(1) 試験 1.

(単位, 乾物 kg/a)

作物名 (年次)	第2作以降 P_2O_5 施用量 kg/a	処理 No	第1作大豆 P_2O_5 (kg/a)								
			0		30		60		90		平均
			子実重	指数	子実重	指数	子実重	指数	子実重	指数	子実重
第2作 小麦 (1983)	0	1	2341	100	2484	114	2634	120	2594	130	2514
	30	2	2557	100	2851	111	2751	108	2851	111	2753
	60	3	2674	100	2624	98	2957	111	2797	105	2763
	90	4	2762	100	2853	103	2888	108	2759	100	2824
	平均		2593	100	2703	104	2807	108	2750	106	
第3作 小麦 (1983/'84)	0	1	2540	100	2889	114	3048	120	3302	130	2952
	0	2	3238	100	3079	95	3524	109	3556	110	3365
	0	3	2492	100	3619	104	3492	100	3937	113	3650
	0	4	3873	100	3778	98	3619	93	4254	110	3873
	平均		3302	100	3333	102	3429	104	3778	115	
第4作 小麦 (1984)	0	1	1447	100	1703	115	1680	114	1853	125	1678
	0	2	1587	100	1887	119	1870	118	1933	122	1817
	0	3	1793	100	1927	107	2077	116	1917	107	1928
	0	4	1797	100	2080	116	1933	108	1977	110	1947
	平均		1663	100	1899	114	1890	114	1918	115	

注1 l.s.d

	大豆施肥リン酸平均値間	小麦施肥リン酸平均値間
第2作 n.s		5%..... 112kg 1%..... 153kg
第3作 n.s		" 248kg " 336kg
第4作 n.s		" 41kg " 55kg

2. 耕種法

	品 種	播 種 期	栽 植 密 度	施 肥 量
第1作 大豆	Bragg	1982年11月16日	60×15cm 1株2本立	N:40kg/ha K ₂ O:50kg/ha
第2作 小麦	C.7605	1983 5 21	畦幅20cm 250粒/m ²	" 40 " 40
第3作 大豆	Harosoy	1983 11 9	45×7cm 1株/本立	" 0 " 0
第4作 小麦	C.7605	1984 5 19	畦幅20cm 250粒/m ²	" 0 " 0

(2) 試 験 2

作物名 (年次)	第2作小麦 P ₂ O ₅ 施用量		第1作大豆リン酸施用量 (kg/ha)					
			0	90	140	190	240	平均
第2作 小麦 (1984)	kg/ha 0	子実重	1878	1754	2192	2518	2458	2166
		指 数	100	93	117	134	131	
	60	子実重	2352	2256	2498	2482	2644	2446
		指 数	100	96	106	106	112	
	平均	子実重	2115	2005	2345	2500	2511	

- 注1. 1.s.d 大豆 施肥リン酸平均値間 5% 318kg
小麦 " 5% 138kg 1% 187kg .
2. 品 種:大豆 Bragg, 小麦 C7605 播種期:大豆 1983. 11. 7 小麦1984. 5. 18
栽植密度:大豆 60×7cm 1株/本立 小麦, 畦幅24cm 250株/m²
施肥量:大豆 N, 40, K₂O 50kg/ha 小麦, N, 60, K₂O 40kg/ha

これによると、第1作の大豆に施用したリン酸は、第2作の小麦の増収に大きく寄与し、小麦を無リン酸栽培した場合は、大豆にリン酸を30kg施用した後地で14%、同じく60kg施用後地で20%、90kg施用後地で30%の増収がみられ、大豆にリン酸を多施した後地ほど後作小麦は増収した。さらに、第3作目の大豆においてもリン酸30、60、90kg施用後地では1株当たり稔実莢数が増し、夫々14、20、30%の増収がみられた。また、第4作の小麦においても、夫々15、14、25%の増収をみた。

第2作の小麦にもリン酸を施用した場合は、前作大豆への施肥リン酸の残効のあらわれかたは低くなるが、小麦の収量水準は高まり、その後の作物においても同様な傾向がみられた。

第30表(2)は、大豆にリン酸を多施した後地における小麦の収量を示したもので、この場合も大豆無リン酸区に対し、リン酸190kg以上施用した後地の小麦収量は明らかに勝り、小麦を無リン酸栽培した場合には140kg施用後地で17%、190kg

施用後地で34%, 240kg施用後地で31%の増収を示した。後作小麦にリン酸を施用した場合は、前記試験の結果と同様に大豆施肥リン酸の残効のあらわれかたは少ないが、小麦の収量水準は明らかに高まる。リン酸90kg施用後地の小麦収量はやや劣る結果を示しているが、第31表に示した後地土壌の有効態リン酸含量から推察すれば、何らかの実験誤差によるものと考えられる。

大豆～小麦体系におけるリン酸施肥量、施肥法の違いが、後地の有効態リン酸含量にどのような影響をおよぼすかを見た結果を第31表に示した(山下 1983～'84)

第31表 リン酸施肥量と後地の有効態リン酸含量の関係

(1) 試験 1.

作物名 (年次)	第2作小麦 P ₂ O ₅ 施用量		処理 No.	第1作大豆 P ₂ O ₅ 施用量 (kg/ha)				
				0	30	60	90	平均
第2作 小麦 後地 (1983)	0	耕起前	1	3.5	4.5	4.8	5.5	4.6
	30		2	5.2	6.2	6.5	7.0	6.2
	60		3	7.0	7.1	9.0	8.9	8.0
	90		4	9.2	9.4	9.5	10.0	9.5
	平均			6.2	6.8	7.5	7.9	
第4作 小麦 後地 (1984)	0	耕起後	1	4.8	4.7	5.3	5.5	5.1
	30		2	5.5	4.9	5.9	6.3	5.7
	60		3	5.5	5.5	6.5	6.0	5.9
	90		4	6.0	6.5	6.6	6.6	6.4
	平均			5.5	5.4	6.1	6.1	
第4作 小麦 後地 (1984)	0	耕起前	1	3.6	3.6	4.0	4.0	3.8
	0		2	3.4	3.4	3.8	4.1	3.7
	0		3	3.5	3.9	4.2	4.3	4.0
	0		4	3.8	4.2	4.4	4.6	4.3
	平均			3.6	3.8	4.1	4.3	

注 1. 第30表の注参照

2. 有効態リン酸の分析はBray No.2法

(2) 試験 2

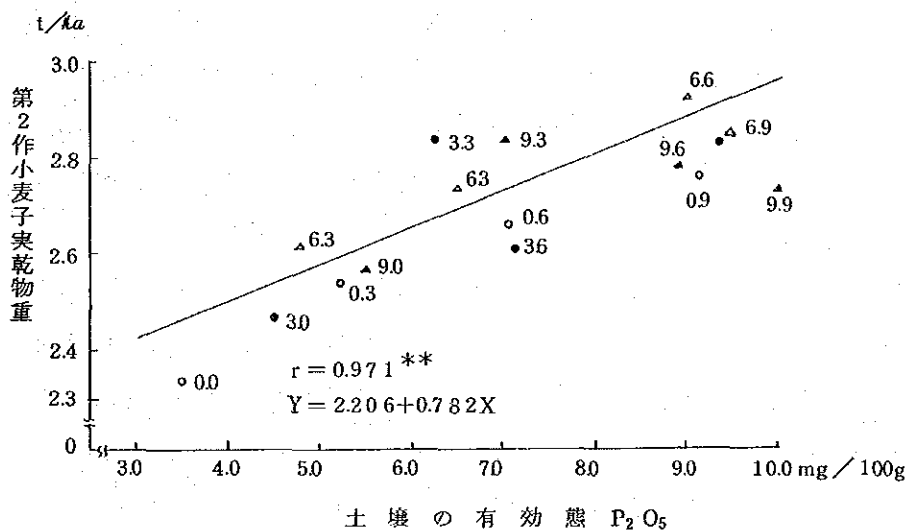
作物名 (年次)	小麦 P ₂ O ₅ 施用量	第1作大豆 P ₂ O ₅ 施用量 (kg/ha)					
		0	90	140	190	240	平均
第1作大豆後地 (1984)	0	4.1	14.9	21.0	33.5	54.1	25.5
第2作小麦後地 (1984)	0	3.7	4.2	5.2	5.3	7.5	5.2

注 1. 第30表の注参照

2. 試験1参照

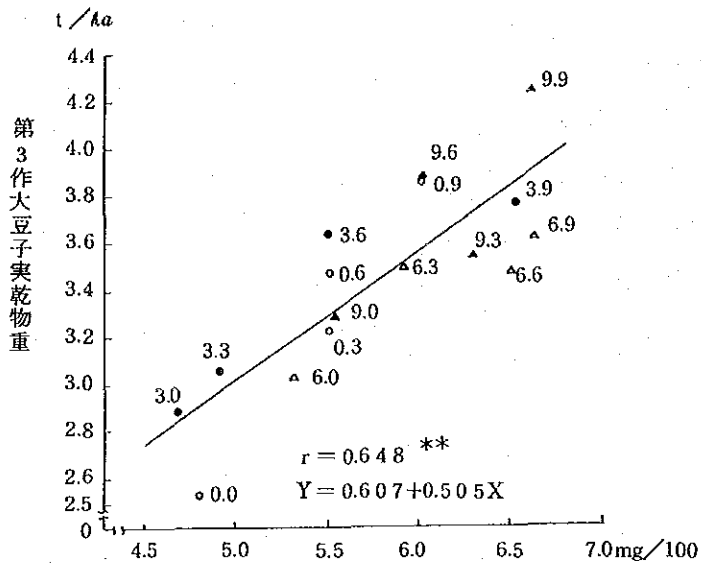
3. 大豆後地は作条より採土

同表によれば第1作の大豆，第2作の小麦に対するリン酸施用量の多い後地ほど有効態リン酸含量が明らかに高まっている。第2作小麦収穫後地の有効態リン酸含量と第2作小麦の子実収量との関係を示したのが第23図で，両者の間には $r = 0.971$ と極めて高い相関関係が認められた。第2作小麦を収穫し，耕起した後地の有効態リン酸含量と，第3作大豆の子実収量との間にも，第24図にみるように， $r = 0.820$ と有意な相関が認められた。さらに，第4作小麦の子実収量とその後地の有効態リン酸含量との間にも，第25図に示したように $r = 0.648$ と有意な相関が認められた。

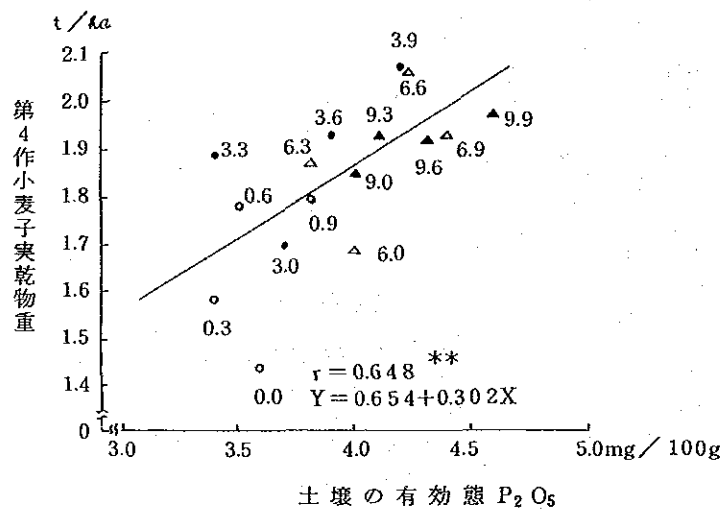


第23図 第2作小麦収穫後地（耕起前）の有効態 P_2O_5 と第2作小麦子実収量との関係（1983）

注：表中数字の0.0の前者は第1作大豆，後者は第2作小麦の P_2O_5 施用量



第24図 第2作小麦収穫後地(耕起後)の有効態 P_2O_5 と第3作大豆子実収量との関係(1983/'84)



第25図 第4作小麦後地の有効態 P_2O_5 と第4作小麦子実収量との関係(1984)

これらの結果によれば、大豆～小麦の作付体系において、両作物にリン酸を施用することにより、当該作物の生育収量が勝るばかりでなく、後地の有効態リン酸含量が高まり、これが後作物の生育収量の増大に大きく寄与するものといえる。しかし、無リン酸栽培を続けると第31表(1)にみるように次第に土壤中の有効態リン酸含量は低下してくる。具体的な施肥量、施肥法は当該圃場の土壤分析結果に基づいて決定する必要があるが、実態調査結果にみるように、当移住地におけるリン酸施用量が必ずしも多くないことを考慮すれば、当面大豆にはha当り90kg、小麦にはha当り60kgを毎作施用することが望ましいものと考えられる。

iii リン酸施肥の経済効果

当地域の土壤条件のもとでは、リン酸の施用により大豆は著しく増収することを知ったが、農家経営においては施肥の経済効果を知っておくことが大切である。先に述べたリン酸施用による増収効果(第28、29表参照)に基づいて、生産物価格と肥料代との相対的關係から、リン酸施肥の経済性を試算した。結果は第32表に示したとおりで、第1作の大豆についてみると、同表、注に示した前提条件のもとでは、過リン酸石灰単用の場合は、大豆価格がkg当り50～70GS程度では、施用量を増すにしたがってコスト高となる。配合肥料を用いた場合は、大豆価格が56GS以上であれば、リン酸施肥による粗収益の増大が期待され、リン酸施用量90kgの場合に最も粗収益が大となり、90kg以上施用量が増すに従ってその増分は減少する結果となる。次に、第30表でみたように、大豆に施肥したリン酸はその後作物の増収にも裨益したので、第2作の小麦以降第4作の小麦に至るまでの無リン酸区に対するリン酸施用区の増収量に基づいて、粗収益の増分を試算したところ第32表に示したように、毎作ともにリン酸施用区の粗収益が高く、4作累計のリン酸施肥の経済効果は、大豆リン酸施用量がha当り90kgの場合が最も高い結果を示した。収量性、経済性の両面からみて、大豆に対するリン酸施用の適量ha当り90kgと云える。

リン酸施用の実際に当っては、大豆、小麦の生産物価格、肥料価格の変動が予想されるので、両者の価格変動の趨勢を考慮したうえで、リン酸施用の経済性を試算する必要がある。また、リン酸施用による増収率は土壤の有効態リン酸含量の多少によっても異なるので、経済性を考慮したリン酸施用量の決定には、当該土壤の分析値に基づいて決定することが必要である。

③ 加 里

加里は作物の炭水化物の合成ならびに窒素代謝と密接な関係があり、加里が欠乏すると草丈は短くなり、葉は小形となり、分枝の発達が悪く、子実の登熟をおくらせ、100粒重は軽くなり、品質・収量が低下する。

第32表 大豆に対するリン酸施用の経済効果(1982/'84)

1) 第1作大豆に対する効果

P ₂ O ₅ 施用量 (kg/ha)	子実収量(kg/ha) (水分14%換算)		収量指数	増収量 (kg/ha)	無P ₂ O ₅ 区に対する粗収益増加分 ①			施肥量 (kg/ha)	
	'82/'83	'83/'84			46Gs	56Gs	66Gs	過石	配合
0	4421	4155	100					0	0
30	4598		104	177	8,142	9,912	11,682	177	100
60	4871		110	450	20,700	25,200	29,700	353	200
90	5060	4811	115	648	29,808	36,288	42,768	529	300
140		4964	119	809	37,214	45,304	53,394	824	467
190		5039	121	884	40,664	49,504	58,334	1118	633
240		4975	120	820	37,720	45,920	54,120	1412	800

肥料代 (Gs) ②		A-B 過石使用の場合			A-B 配合肥料使用の場合		
過石	配合	46Gs	56Gs	66Gs	46Gs	56Gs	66Gs
0	0						
22,656	10,200	- 14,514	- 12,744	- 10,974	- 2,058	- 288	1,483
48,184	20,400	- 27,484	- 22,984	- 18,484	- 300	4,800	9,300
67,712	30,600	- 37,904	- 31,424	- 24,944	- 792	5,688	12,168
105,472	47,634	- 68,258	- 60,168	- 52,078	- 10,420	2,330	5,760
143,104	64,566	- 102,448	- 93,600	- 84,770	- 23,902	- 15,062	6,222
180,736	81,600	- 143,016	- 134,816	- 126,616	- 43,880	- 35,680	- 27,480

2) 後作物に対する効果

作物 (年次)	P ₂ O ₅ 施肥量	子実収量(kg/ha) (水分14%)	収量指数	増収量 (kg/ha)	無P ₂ O ₅ 区に対する粗収益増分 ①	施肥量	肥料代 ②	① - ②
第2作小麦 (1983)	0	2,669	100	-	-	0	0	-
	30	2,832	106	163	9,780	0	0	9,780
	60	3,003	113	334	20,040	0	0	20,040
	90	2,957	111	288	17,280	0	0	17,280
第3作大豆 (1983/'84)	0	2,896	100	-	-	0	0	-
	30	3,293	114	397	22,232	0	0	22,232
	60	3,475	120	579	32,424	0	0	32,424
第4作小麦 (1984)	0	1,683	100	-	-	0	0	-
	30	1,941	115	258	15,480	0	0	15,480
	60	1,915	114	232	13,920	0	0	13,920
第1~第4作合計	0							-
	30							47,204
	60							71,184
	90							97,316

注. 試算の前提条件

- ① 肥料代, 過石(17%)6400Gs/50kg, 配合肥料(5-30-10)5100Gs/50kg
- ② 第2作以降は, 第2作小麦無リン酸区の収量による。
- ③ 生産物価格, 第1作大豆のみ3段階, 第3作大豆は56Gs/kg, 第2, 第4作小麦は60Gs/kgとして試算した。
- ④ 第1~第4作合計は, 第1作大豆56Gsとして算出。GSは現地通貨ガラニーの略称。

加里は窒素について吸収量の多い要素であるが、大豆の加里吸収力はいね科作物よりも弱いので、加里の少ない土壌では早く欠乏症状がみられる。

1日当りの吸収量は生育が進むにつれて増加し、莢の伸長から粒の肥大初期頃までが最大となる。

当地域のテラロンヤ土壌は、加里の天然供給量が比較的大きいと考えられているが、加里施用量試験の結果によると、 ha 当り60~90kg施用した場合、無加里区に比べ4~9%の増収をみた(第33表、第26図)。

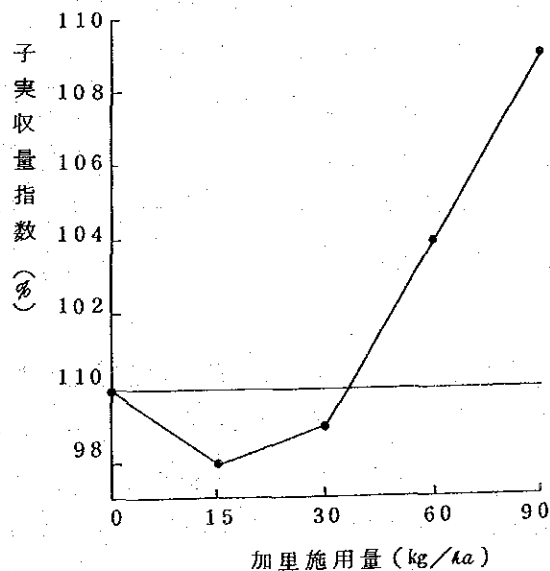
第33表 加里施用量と大豆諸形質の関係(1984/'85)

K ₂ O 施用量 (kg/ha)	基 長 (cm)	主茎節数 (節)	分枝数 (本/株)	総実莢数 (個/株)	ha当り収量(kg)		100粒重 (g)
					子 実	莖 莢	
0	76	14.3	6.3	77.2	4591	6571	17.2
15	79	14.3	5.7	68.2	4495	6000	17.6
30	79	14.4	5.8	71.2	4548	6452	17.6
60	79	14.5	6.1	73.2	4791	6619	17.7
90	81	14.2	6.0	73.6	4990	6738	18.2

注 品 量: Bragg 播種期: 1984. 11. 12 栽植密度: 60×7cm 1本立

施肥量: N, 40 P₂O₅, 90kg/ha 試験区: 5×5 ラテンスクエア

子実重は乾物重



第26図 加里施用量と収量の関係

第34表 大豆に対する加里施用の経済性(1984/85)

K ₂ O 施肥量 (kg/ha)	子実収量 (水分14%) (kg/ha)	収量指数	増収量 (kg/ha)	対無K ₂ O区増収益 ①		施肥量 (塩加) (kg/ha)	肥料代 Gs ②	① - ②	
				56Gs	66Gs			56Gs	66Gs
0	5188	100				0			
15	5079	98				25	3,638		
30	5139	99				50	7,275		
60	5414	104	226	12,656	14,916	100	14,550	-1,894	366
90	5339	109	456	25,256	29,766	150	21,825	3,431	7,941

大豆の地上部に集積された加里は、その約60%が子実に移行し、圃場外へ持ち出されるので、大豆を連作した場合には、土壤中の加里の収奪が懸念される。

加里施用量試験の結果に基づいて、加里施用の経済性を試算した結果は第34表のとおりであった。すなわち、大豆価格を1kg当り56ガラニ以上とした場合には、ha当り加里を90kg施用した場合、粗収益の増が期待される。

(3) 麦稈の鋤込み効果

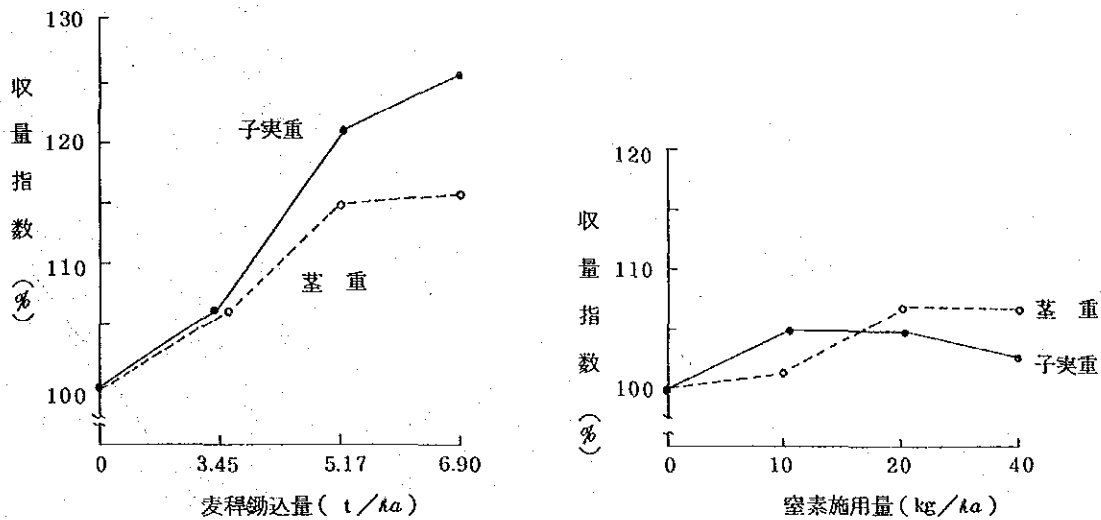
当移住地の畑作農家における基幹的作付体系は、大豆～小麦の体系で、両作物ともコンバインで収穫するのが一般であり、大豆、小麦の茎・稈は総て後地へ還元される。山下(1985)によれば、移住地の大豆、小麦畑の腐植含量は2.9～3.0%で「腐植を含む」範囲で、移住地全体の平均値に近い値であった。土壤中の腐植含量に、作物遺体の還元がどの程度寄与するかは、今後検討されるべき課題であるが、農家は経験的に小麦作後地の大豆は、休閑後地に比べ作柄が良いことを認めている。

そこで、麦稈の鋤込み量と、麦稈のC/N比を調節する意味で、鋤込み時に窒素(硫安)の施用量を異にして、麦稈の鋤込みが大豆の生育収量におよぼす影響を検討した。

結果は第35表にみるように、麦稈の鋤込み量がha当り乾物重で3.5～6.9tの範囲では、鋤込量が増すに従って、茎長、主茎節数、1株当りの稈実莢数が増し、㎡当り子実重、同茎重ともに増大する傾向が認められた(第27図)。

とくに、鋤込み量がha当り5.2～6.9tの場合は、無鋤込み区に対して夫々21,26%と顕著な増収を示した。

このような収量構成要素の変動と㎡当り子実収量との関係は第28図のとおりで、麦稈鋤込みによる各収量構成要素の向上が、子実収量の増大をもたらしたことが明らかで、とくに1株莢数の増加が、増収に大きく寄与したものと云える。



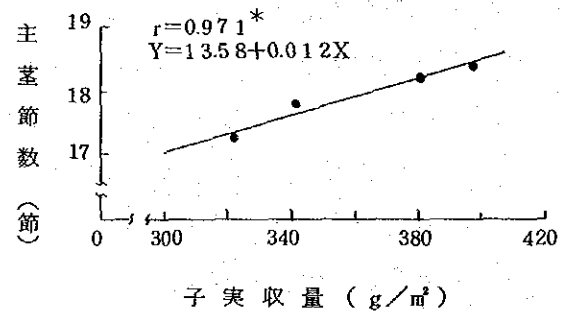
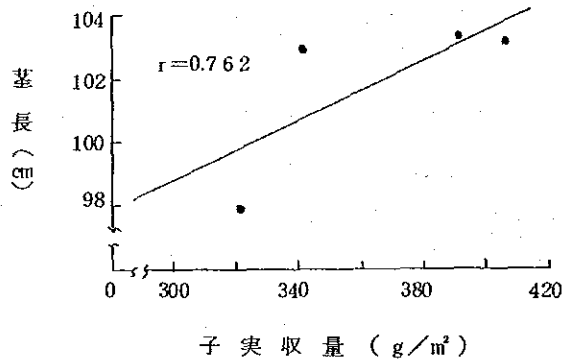
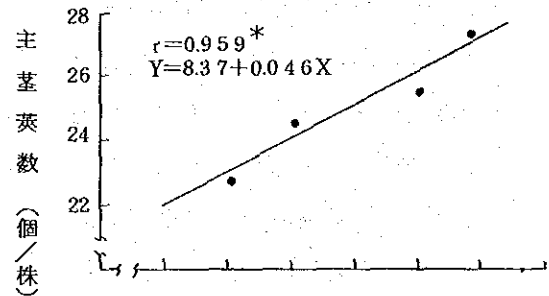
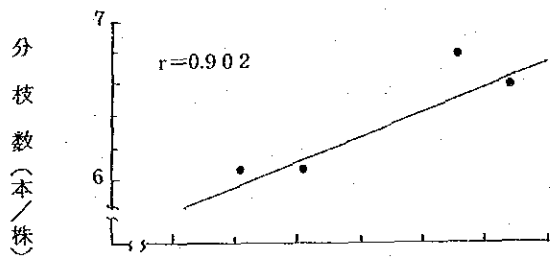
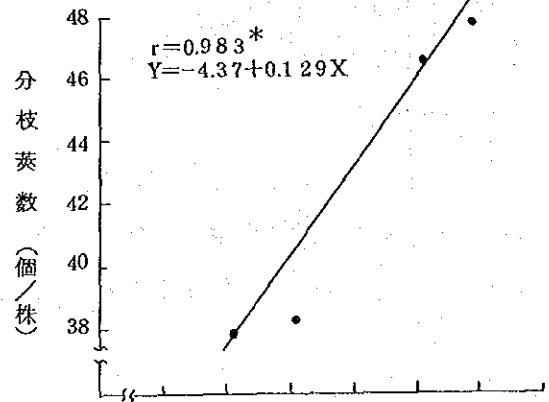
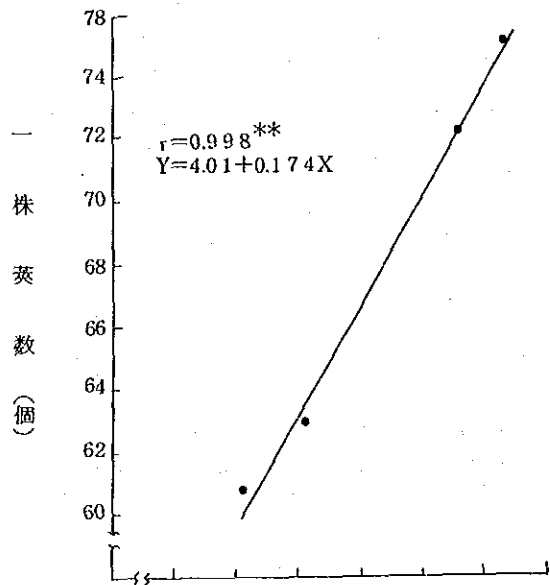
第27図 麦稈鋤込量ならびに窒素施用量と大豆収量との関係(1984/'85)

麦稈の生産量は、品種、栽培条件により多少の相違はあるが、当場における既往の各試験結果によると、ほぼ子実重の2倍とみられるので、上記の鋤込み量は、子実収量が 1ha 当たり $2.6\sim 3.5\text{ t}$ の生産をあげた場合に相当する。したがって、 1ha 当たり 2.5 t 以上の小麦を生産した圃場では、その麦稈が後地へ還元されることによって、後作大豆の生育収量は、休閑後地などに比べて勝り、増収を期待しうるものと考えられる。

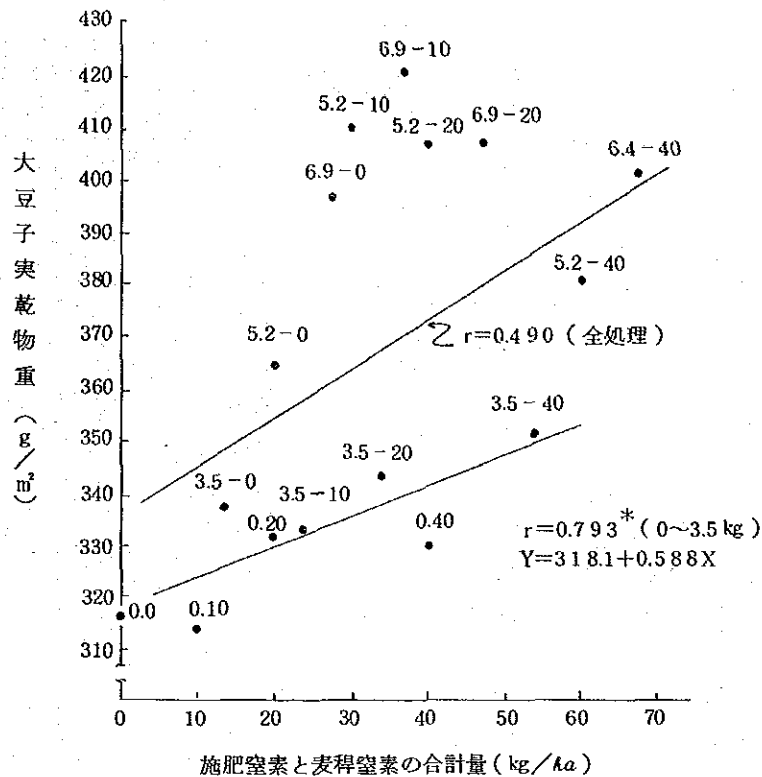
一方、鋤込みと同時に施用した窒素用量の差異による大豆の収量差は少なく、窒素施用による子実増収率は5%内外であり、5-(2)-①で述べた結果と、ほぼ同傾向であった(第27図)。

また、無窒素区においても、麦稈の鋤込み効果が認められていることから、麦稈鋤込みに伴ういわゆる窒素飢餓現象はなかったものと推察される。

この試験では、鋤込み後の麦稈の分解過程を調査していないので、麦稈鋤込みが後作大豆の増収に寄与した要因については明らかにしえないが、施肥窒素と麦稈中の窒素の合計量と、大豆子実収量との関係をみたところ、第29図にみるように、全処理区についてみると、 $r = 0.490$ (5%水準、 $r = 0.497$)の相関関係がみられるが、無鋤込み区と 1ha 当たり 3.5 t の麦稈鋤込み区の範囲では、上記の関係は $r = 0.793^{**}$ と有意な相関関係が認められた。第29図をみると、麦稈鋤込み量 $0\sim 3.5\text{ t}$ のグループと、 $5.2\sim 6.9\text{ t}$ 鋤込み区のグループとでは傾向が異なり、麦稈を多量に鋤込んだ場合には、窒素以外の他の要因が、大豆の増収に寄与したものと考えられた。



第 28 図 表稈鋤込量の相違による子実収量の変動と
収量構成要素の相関関係



第29図 施肥窒素，鋤込み麦稈窒素の総量と大豆子実収量との関係(1984/'85)

注：図中の数値は，麦稈鋤込み量(0~6.9)と窒素施用量(0~40)を示す。

(4) 移住地における施肥の実態

当移住地の1983/'84年度の大豆作について，施肥の実態を調査した結果を第36表に示した。

これをみると，全作付面積2252haのうち，何らかの施肥をした面積が1213haで，全作付面積の54%に過ぎない。テラロソア土壤の肥沃性を過信し，伐開後ほとんど無肥料で大豆を栽培していた時代に比べると，栽培技術の進歩のあとがうかがえるが，なお，半数に近い面積が無肥料で栽培されていることは問題である。

実際に使用されている肥料は，配合肥料の成分比5-30-10，12-12-17，リン安(18-46-0)および熔リンで，これらのうち，5-30-10の使用量が一番多い。これら肥料の施用量は第36表のとおりで，成分別にみると，窒素はha当り0~18kgリン酸は1.8~4.8kg，加里は0~16kgの範囲である。

農家圃場における施肥条件と単収との関係を示したのが第37表である。Paranaの

第35表 麦桿鋤込量，窒素施用量と大豆諸形質の関係（1984/'85）

形質	麦桿鋤込量 (t/ha)	窒素施用量 (kg/ha)					最小有意差		
		0	10	20	40	平均	5%	1%	
茎長 (cm)	0	98	98	97	97	98	3	—	
	3.45	102	101	103	105	103*			
	5.17	101	106	103	104	104*			
	6.90	101	103	103	107	104*			
	平均	101	102	102	103				n.s
主茎節数 (節)	0	17.4	17.3	17.1	17.3	17.3	0.4	0.6	
	3.45	18.0	17.5	17.7	17.9	17.8**			
	5.17	18.0	18.8	18.0	18.2	18.2**			
	6.90	18.3	18.3	18.6	18.6	18.4**			
	平均	17.9	17.9	17.8	18.0				n.s
分枝数 (本/株)	0	5.8	5.8	6.1	6.7	6.1	0.5		
	3.45	6.1	6.0	6.5	6.0	6.1			
	5.17	6.9	6.9	7.1	6.5	6.8*			
	6.90	7.0	6.8	6.5	6.3	6.6*			
	平均	6.4	6.3	6.5	6.4				n.s
稔実数 (本/株)	0	58.9	57.1	63.4	63.9	60.8	4.7	6.8	
	3.45	62.2	64.8	63.0	62.1	63.0			
	5.17	65.8	76.0	77.0	70.5	72.3**			
	6.90	73.5	77.4	77.0	72.3	75.0*			
	平均	65.1	68.8	70.1	67.2				n.s
m ² 当り 取量 (g)	子実 (乾物)	0	316.1	314.4	332.2	330.0	323.2	33.2	47.7
		3.45	337.7	333.3	343.9	352.2	341.8		
		5.17	365.0	410.5	406.5	380.6	390.6		
		6.90	397.2	421.7	408.3	401.6	407.2		
	平均	354.0	370.0	372.7	366.1		n.s		
茎 (風乾)	0	517.7	512.2	557.2	595.5	545.6	39.7	57.1	
	3.45	563.9	544.4	627.8	567.2	575.8			
	5.17	579.3	649.4	637.9	640.0	626.7			
	6.90	625.8	646.6	624.2	640.6	634.3			
	平均	571.7	588.2	611.5	610.8				n.s
一〇〇粒重 (g)	0	14.5	85.1	14.6	15.0	14.8	0.3	—	
	3.45	14.5	14.2	14.5	14.7	14.5			
	5.17	14.6	14.5	14.6	14.8	14.6			
	6.90	15.0	14.9	15.1	14.8	15.0			
	平均	14.6	14.7	14.7	14.8				n.s

注. 品種: Harosoy 播種期: 1984. 11. 9
 栽植密度: 40×10 cm, 1本立 施肥量: P₂O₅ 90, K₂O 40 kg/ha
 試験区: 枠試験, 4反復の分割試験区法

第36表 移住地における施肥の実態(1983/'84)

肥料の種類 (成分比)	施肥量 (kg/ha)	成分量 (kg/ha)			施肥面積 (ha)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
5-30-10	60	3	18	6	51
	70	3.5	21	7	108
	80	4	24	8	149
	90	4.5	27	9	27
	100	5	30	10	472.6
	160	8	48	16	130
18-46-0	75	12.6	18.6	0	50
	100	18	46	0	56
12-12-17	75	9	9	13	5
熔リン	70		13.3		16
	75		14.3		5
	80		15.2		89
	160		30.4		55.6
計					1213.2

第37表 移住地における施肥の有無と子実収量の関係(1983/'84)

品 種	播 種 期 (月 旬)	子 実 量 (t/ha)		調 査 点 数		
		施 肥 畑	無肥料畑	施 肥	無 肥 料	
Parana	10	中	2.78	2.15	4	2
		下	2.36	2.00	5	1
	11	上	2.63	2.28	4	5
		中	2.40	1.80	2	3
		下	2.80	3.50	1	1
Bragg	10	下	1.00	—	1	—
		11	上	3.40	1.97	2
	中		2.92	2.57	9	7
	下		2.83	2.00	6	2
	12	上	3.03	2.17	3	3
		中	2.25	—	2	—
	1	下	2.30	1.50	3	1
上		—	0.90	—	1	

1 1 月下旬播の一例（蔬菜後地）を除き Parana, Bragg 両品種ともに施肥した圃場における収量は、明らかに無肥料畑に比べ多収である。このことは、施肥により増収の可能性を示している。また、施肥成分量は先に述べた適正量には達しておらず、施肥技術の改善による大豆の生産性向上の余地が残されているものと云える。

6) 輪 作

(1) 移住地における畑地利用の現況

畑作農業は土地を永続的に利用して作物を生産するものであり、そのためには地力の維持、増進が基本的な技術となる。同一の作物を同じ畑に連続して栽培（連作）すると次第に生産力が減退し、生態的特性を異にする作物を組合わせ輪作を行なうことにより、この弊害が軽減されることは広く知られている。その理由として次の諸点があげられる（石塚 1959）。

- i) 土壤有機物の供給保持
- ii) 窒素の天然供給量の増大
- iii) 土壤物理性の改善
- iv) 土壤中の養分吸収圏の拡大
- v) 土壤養分のバランスの維持
- vi) 土壤浸食の防止
- vii) 病害虫発生の抑制
- viii) 雑草の抑制
- ix) 土地利用率の向上

輪作体系の確立には、時系列的にみれば作付順序が問題となり、土地の空間的利用の観点からすれば、作物構成が問題となる。当移住地の畑地利用の現況を、1981～82年の小麦栽培農家についての調査例によって示したのが第38表である。

最近までは冬期間はほとんどの耕地が休閑（87%）されてきたが、土地利用率を高め、粗収益の増大を図るため、小麦が急速に増加し、1982年には前年度の約5倍、855haの作付をみるに至った。緑肥作物の作付もやゝ漸増の傾向がみられるが、なお全耕地の47%が冬期休閑されていることは好ましくない。一方、夏作においては大豆の作付が最も多く全耕地の79%を占めているが、トウモロコシは僅か12%で、農家経済にかなり重要な役割を果たしている野菜は、土地利用率は2.4%できわめて少ない。以上の作物構成にみられるように、夏作においては大豆、冬作においては小麦の外に有利な換金作物を見出すまでは、大豆～小麦の作付体系を基幹として、土地生産力の維持、向上を図る方策を検討することが必要と考えられる。

第38表 イグアス移住地における畑地利用の現況(1981/'82)

1) 冬 作

項目	作物	作物					休 閑	合 計
		小 麦	えん麦	えん麦 (緑肥)	ルーピン (緑肥)	トウモロコシ (緑 肥)		
実数(ha)	1981	171.5	30.0	23.4	4.0	—	155.25	1781.0
	1982	854.5	57.7	25.0	1.0	20.0	836.8	1795.0
作物構成 比率(%)	1981	9.6	1.7	1.3	0.2	—	87.2	100.0
	1982	47.6	3.2	1.4	0.1	1.1	46.6	100.0

2) 夏 作

項目	作物	作物							休 閑	合 計
		大 豆	トウモ ロコシ	トマト	メロン	その他 野 菜	マンジ ヨ カ	稻		
実 数(ha)		1412.9	206	237	7.8	11.5	13.5	7	98.6	1781.0
作物構成 比率(%)		79.3	11.6	1.3	0.4	0.7	0.8	0.4	5.5	100.0

注 1982年度小麦栽培農家21戸についての調査結果

(2) 作付体系, 施肥管理の相違と後地の生産力

パラグアイ農総試は1979年に輪作体系確立の必要性を認め、最も普遍的な大豆～小麦、トウモロコシ～小麦の作付体系と、牧草畑と畑地との輪換を考慮した3つの作付体系における、輪作作物の生育収量の変動について検討が始められた。この試験は1983年まで継続し、同年地力の変動に重点をおいて取纏めを行った。その概要を述べ、作付順序並びに輪作における施肥管理の重要性を指摘したい。

試験方法の概要は次のとおりである。

イ. 輪作体系は次の3系列とした。

- (1) 牧草～畑作物(牧草を3カ年採草後畑地へ還元する)
- (2) 大豆～小麦系列(大豆～小麦の作付を3カ年繰返す)
- (3) トウモロコシ～小麦系列(トウモロコシ～小麦の作付を3カ年繰返す)

ロ. 上記の各系列毎に下記の施肥処理を行なった。

- (1) 無肥料区(全作物とも3カ年無肥料栽培)
- (2) 熔リン区(第1作にのみ熔リン7kg/10a施用)
- (3) 施肥区(全作物とも第1作に熔リン7kg/10a施用、牧草は植付時のみ、畑作物

は毎作下記の施肥を行なった)

作物	成分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
大豆		5 kg/a	10 kg/a	7 kg/10a
トウモロコシ		5	10	7
小麦		5	10	7
牧草		10	20	14

但し、P₂O₅の半量は熔リンを全層施用した。

ハ. 供試品種

大豆：第1作 CTS-78 第2作 Harosoy

第3作 Davis

トウモロコシ：Agroceres 2301

小麦：El Pato

牧草：Setaria

ニ. 播種期

作物	第1作	第2作	第3作	第4作	第5作	第6作
牧草	'79. 12. 20					
大豆	'79. 12. 19		'80. 11. 21		'81. 11. 20	
トウモロコシ	'79. 12. 19		'80. 11. 21		'81. 11. 20	
小麦		'80. 6. 18		'81. 5. 25		'82. 5. 26

ホ. 栽植密度

項目	畦幅	株間	備考
牧草	70cm	30cm	株分け移植
大豆	60	20	1株2本立
トウモロコシ	80	20	1株1本立
小麦	50	—	播幅10cm 1.0kg/10a

へ. 地力検定

第 6 作目の小麦収穫後地へ, トウモロコシ(品種, Cargil C-111)を上記同様の栽植密度により 12 月 1 日に無肥料にて播種した。

ト. 試験区の配置は, 1 区 2.1 m², 但し, トウモロコシは 2.4 m² の 2 反復とした。

① 作付体系, 施肥処理の相違と輪作々物の生育収量

作付体系並びに施肥処理の相違が, 輪作作物の生育収量におよぼす影響を調査した結果を作物別, 年次別に示したのが第 39 表である。また, 各作物の収量の推移を, 無肥料区に対する収量指数により, 各作付体系別に示したのが第 29 図である。

第 39 表 作付体系, 施肥処理の相違と各作物収量の関係 (1979 ~ '83)

1. 大豆

施肥処理	作付体系	第 1 作		第 3 作		第 5 作	
		茎重	子実重	茎重	子実重	茎重	子実重
無肥	大麦 ~ 小麦	804.9	0	342.9	228.6	223.8	123.8
熔リン	"	819.0	0	547.6	400.0	300.0	204.8
施肥	"	1209.5	0	747.6	571.4	452.4	357.1

2. トウモロコシ

施肥処理	作付体系	第 1 作		第 3 作		第 5 作	
		稈重	子実重	稈重	子実重	稈重	子実重
無肥	トウモロコシ ~ 小麦	1111.6	549.1	866.1	683.0	647.3	482.1
熔リン	"	1281.3	598.2	1160.7	1000.0	848.2	544.6
施肥	"	1433.0	517.9	1593.8	1107.1	1392.9	736.6

3. 小麦

施肥処理	作付体系	第1作		第4作		第6作	
		稈重	子実重	稈重	子実重	稈重	子実重
無 熔 リ ン 施 肥	大麦～小麦	371.4	100.0	185.7	44.0	337.0	114.0
	〃	538.1	171.4	238.1	77.2	513.0	163.0
	〃	604.8	171.4	376.2	97.4	777.5	212.5
無 熔 リ ン 施 肥	トウモロコシ～小麦	247.6	90.5	147.6	38.6	240.5	89.5
	〃	347.6	123.5	200.0	58.2	313.5	112.5
	〃	366.7	138.1	338.3	97.4	864.0	206.0

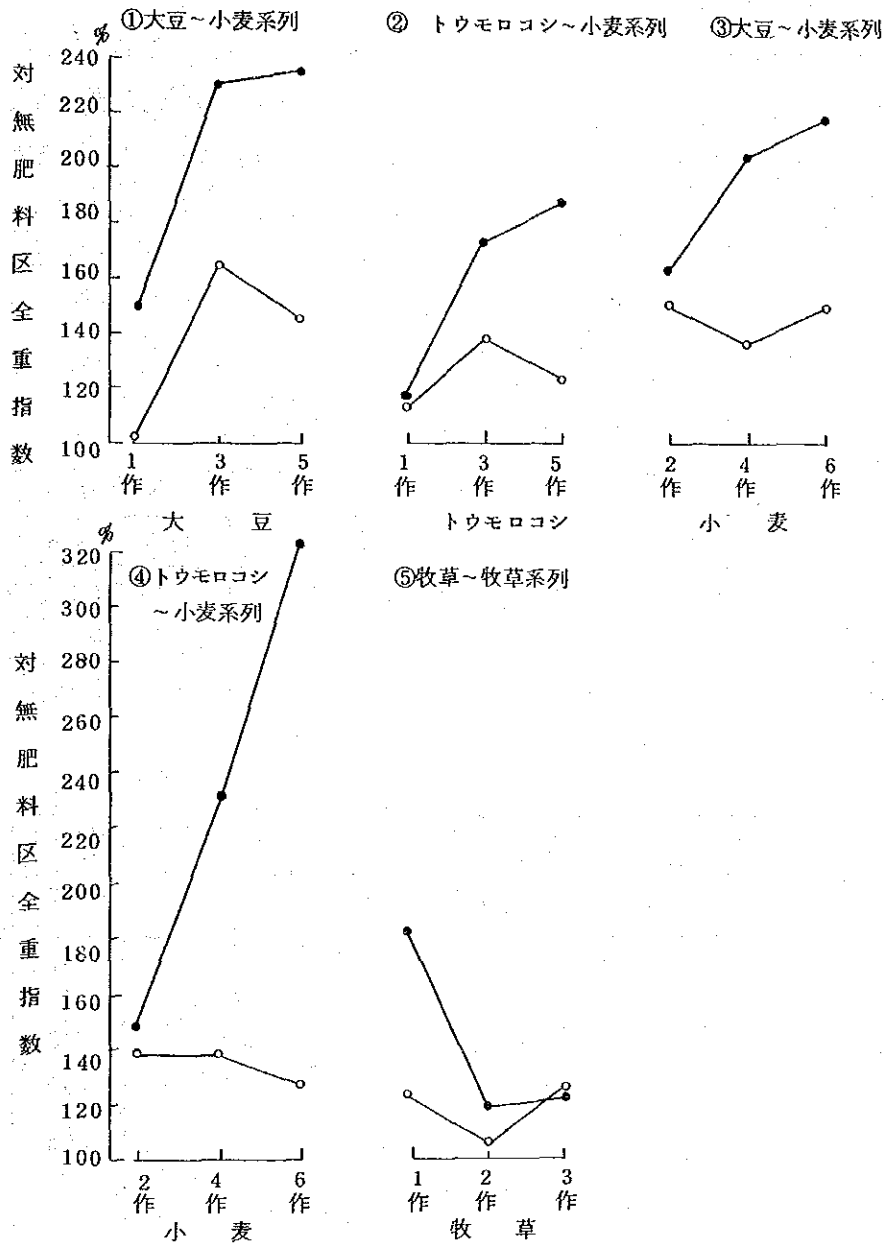
4. 牧草

施肥処理	作付体系	第1年目		第2年目		第3年目	
		生草重	刈取回数	生草重	刈取回数	生草重	刈取回数
無 熔 リ ン 施 肥	牧草～牧草	5257	4	8571	6	4271	4
	〃	6500	4	9057	6	5386	4
	〃	9643	4	10286	6	5314	4

各作期別に施肥処理との関係を見ると、第1作においては、大豆（不作のため全重で比較）は無肥、熔リン区間の差はなく、施肥区は明らかに勝り、トウモロコシでは無肥区が最も劣り、熔リン区、施肥区の順に勝った。第3作においては、大豆、トウモロコシともに無肥区に比べ熔リン区の全重は勝り、施肥区のそれは熔リン区を大きく上回る結果を示した。第5作の大豆、トウモロコシの全重の施肥処理間の傾向は第3作におけると同様であったが熔リン区と無肥料との差がやゝ縮小する傾向を示したのに対して、施肥区と無肥料区との差は拡大する傾向がみられた。

次に冬作の小麦収量の推移についてみると、大豆～小麦、トウモロコシ～小麦の何れの系列においても、熔リン区は無肥料区に比べ30～50%の増収を示し、施肥区では夏作物にみられたと同様に熔リン区に勝り、かつ年次の経過とともに熔リン区との収量差が大きくなった。

無肥料区に比べ熔リン施用区の収量が勝ったことは5) - (2) - ②で述べたように、テラロシヤ土壌においてはリン酸の肥効が顕著であり、かつ施肥リン酸の残効があるためと解される。しかしその残効は、作付が繰返されるにしたがってリン酸が収奪されるので次第に低下する。無肥区と施肥区の収量差が作付が繰返されるにしたがって大きくなったことは、前者では土壌養分が収奪される一方であるのに対し、後者では3要素が常に供給され、とくにリン酸の肥沃度が高まった結果によるものと推察された。



第30図 作付体系，施肥処理の相違による輪作作物の収量の推移
(1979~'82)

注 ○.....熔リン区 ●.....施肥区

② 作付体系, 施肥処理の相違と後地の養分収支

1 作物の養分吸収率, 養分吸収量

作物の養分吸収率は土壌, 施肥, 品種, 気象条件の相違により異なるが, 本試験では収穫物の成分分析を行ない得なかつたので, 養分収支の相対的關係をみるには既往の分析値を用いても支障はないものと考え, 第40表に示した分析値により各作物の養分吸収量を算出した。結果は第41表のとおりで何れの作物においても3要素の吸収量は無肥料区が最も少なく, 熔リン区は前者より多く, 施肥区が最も多い。各処理区の収量の差に起因するものである。

第40表 作物の養分吸収率(乾物%)

部位・成分 作物	茎 稈			子 実		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
大豆	0.81	0.43	1.00	6.45	1.36	2.25
トウモロコシ	0.76	0.36	0.67	1.72	0.89	0.57
小麦	0.42	0.31	1.35	2.21	1.02	0.66

第41表 各作期における作物養分吸収量

1. 大豆

作 期	施肥処理	作付系列	kg/10a							根粒菌由 来茎葉N	土壌由来 子実N
			茎 葉			子 実					
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1 作	無 肥	大豆~小麦	1.50	0.80	1.85	—	—	—	1.00	—	
	熔リン	"	1.53	0.81	1.88	—	—	—	1.02	—	
	施 肥	"	2.25	1.20	2.78	—	—	—	1.50	—	
3 作	無 肥	大豆~小麦	2.44	1.30	3.02	13.13	2.77	4.58	1.63	4.38	
	熔リン	"	3.90	2.07	4.82	22.96	4.84	8.01	2.60	7.65	
	施 肥	"	5.33	2.83	6.58	32.80	6.92	11.44	3.55	10.93	
5 作	無 肥	大豆~小麦	1.59	0.85	1.97	7.11	1.50	2.48	1.05	2.37	
	熔リン	"	2.14	1.14	2.64	11.76	2.48	4.10	1.43	3.91	
	施 肥	"	3.22	1.71	3.98	20.50	4.32	7.15	2.15	6.83	

2. トウモロコシ

作期	施肥処理	作付系列	kg/10a					
			茎葉			子実		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 作	無肥	トウモロコシ~小麦	7.10	3.36	6.26	8.03	4.15	2.66
	熔り	"	8.18	3.87	7.21	8.75	4.53	2.90
	施肥	"	9.15	4.33	8.06	7.57	3.92	2.51
3 作	無肥	トウモロコシ~小麦	5.53	2.26	4.87	9.99	5.17	3.31
	熔り	"	7.41	3.51	6.53	14.62	7.57	4.85
	施肥	"	10.17	4.82	8.97	16.19	8.37	5.36
5 作	無肥	トウモロコシ~小麦	4.13	1.96	3.64	7.05	3.65	2.34
	熔り	"	5.42	2.57	4.77	7.96	4.12	2.64
	施肥	"	8.89	4.21	7.84	10.77	5.57	3.57

3. 小麦

作期	施肥処理	作付系列	kg/10a					
			茎葉			子実		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2 作	無肥	大豆~小麦	1.37	1.01	4.41	1.90	0.88	0.57
	熔り	"	1.99	1.47	6.39	3.26	1.50	0.97
	施肥	"	2.24	1.65	7.18	3.26	1.50	0.97
4 作	無肥	トウモロコシ~小麦	0.92	0.68	2.94	1.72	0.79	0.51
	熔り	"	1.28	0.95	4.13	2.35	1.09	0.70
	施肥	"	1.36	1.00	4.36	2.63	1.21	0.78
6 作	無肥	大豆~小麦	0.69	0.51	2.21	0.84	0.39	0.25
	熔り	"	0.88	0.65	2.83	1.47	0.68	0.44
	施肥	"	1.39	1.03	4.47	1.85	0.85	0.55
6 作	無肥	トウモロコシ~小麦	0.55	0.40	1.75	0.73	0.34	0.22
	熔り	"	0.74	0.55	2.38	1.11	0.51	0.33
	施肥	"	1.23	0.91	3.96	1.85	0.85	0.55
6 作	無肥	大豆~小麦	1.10	0.81	3.52	2.17	1.00	0.65
	熔り	"	1.90	1.40	6.09	3.10	1.43	0.93
	施肥	"	2.88	2.12	9.24	4.05	1.87	1.21
6 作	無肥	トウモロコシ~小麦	0.89	0.66	3.86	1.71	0.79	0.51
	熔り	"	1.16	0.86	3.73	2.15	0.99	0.64
	施肥	"	3.19	2.36	10.26	3.92	1.81	1.17

ii 各作期における養分収奪量

各処理区とも大豆、小麦は子実のみ、トウモロコシは雌穂のみを試験区外へ持ち出し、茎稈はすべて後地へ還元した。その結果、各処理区の養分収奪量は第42表のように推定された。

第42表 各作期における養分収奪量

kg/10a

施肥処理	作付系列	第1作			第3作			第5作		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
無肥	大豆～小麦	0	0	0	2.75	2.77	4.58	1.32	1.50	2.48
熔りん	"	0	0	0	5.05	4.84	8.01	2.48	2.48	4.10
施肥	"	0	0	0	7.38	6.92	11.44	4.68	4.32	7.15

kg/10a

施肥処理	作付系列	第1作			第3作			第5作		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
無肥	トウモロコシ～小麦	8.03	4.15	2.66	9.99	5.17	3.31	7.05	3.65	2.34
熔りん	"	8.73	4.53	2.90	14.62	7.57	4.85	7.96	4.12	2.64
施肥	"	7.57	3.92	2.51	16.19	8.37	5.36	10.77	5.57	3.57

kg/10a

施肥処理	作付系列	第2作			第4作			第6作		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
無肥	大豆～小麦	1.90	0.88	0.57	0.84	0.39	0.25	2.17	1.00	0.65
熔りん	"	3.26	1.50	0.97	1.47	0.68	0.44	3.10	1.43	0.93
施肥	"	3.26	1.50	0.97	1.85	0.85	0.55	4.05	1.87	1.21
無肥	トウモロコシ～小麦	1.72	0.79	0.51	0.73	0.34	0.22	1.71	0.79	0.51
熔りん	"	2.35	1.09	0.70	1.11	0.51	0.33	2.15	0.99	0.64
施肥	"	2.63	1.21	0.78	1.85	0.85	0.55	3.29	1.81	1.17

III 後地の養分収支

第41, 42表の数値より算出した各処理区の累年の養分収支は第43表のとおりで、この関係を第30図に示した。

第43表 施肥処理, 作付系列を異にする後地の累年養分収支

施肥 処理	作付系列	kg/10a								
		第 1 作			第 2 作			第 3 作		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
無肥	大豆~小麦	1.00	0	0	▲ 0.90	▲ 0.88	▲ 0.57	▲ 3.65	▲ 3.65	▲ 5.15
熔りん	"	1.02	12.6	0	▲ 2.24	11.10	▲ 0.97	▲ 7.29	6.26	▲ 8.98
施肥	"	6.50	22.6	7.0	8.24	31.10	13.03	5.86	34.18	8.59
無肥	トウモロコシ~小麦	▲ 8.03	▲ 4.15	▲ 2.66	▲ 9.75	▲ 4.94	▲ 3.17	▲ 19.74	▲ 10.11	▲ 6.48
熔りん	"	▲ 8.73	8.07	▲ 2.90	▲ 11.08	6.98	▲ 3.60	▲ 25.70	▲ 0.59	▲ 8.45
施肥	"	▲ 2.57	18.68	4.49	▲ 0.20	27.47	10.71	▲ 11.39	29.10	12.35

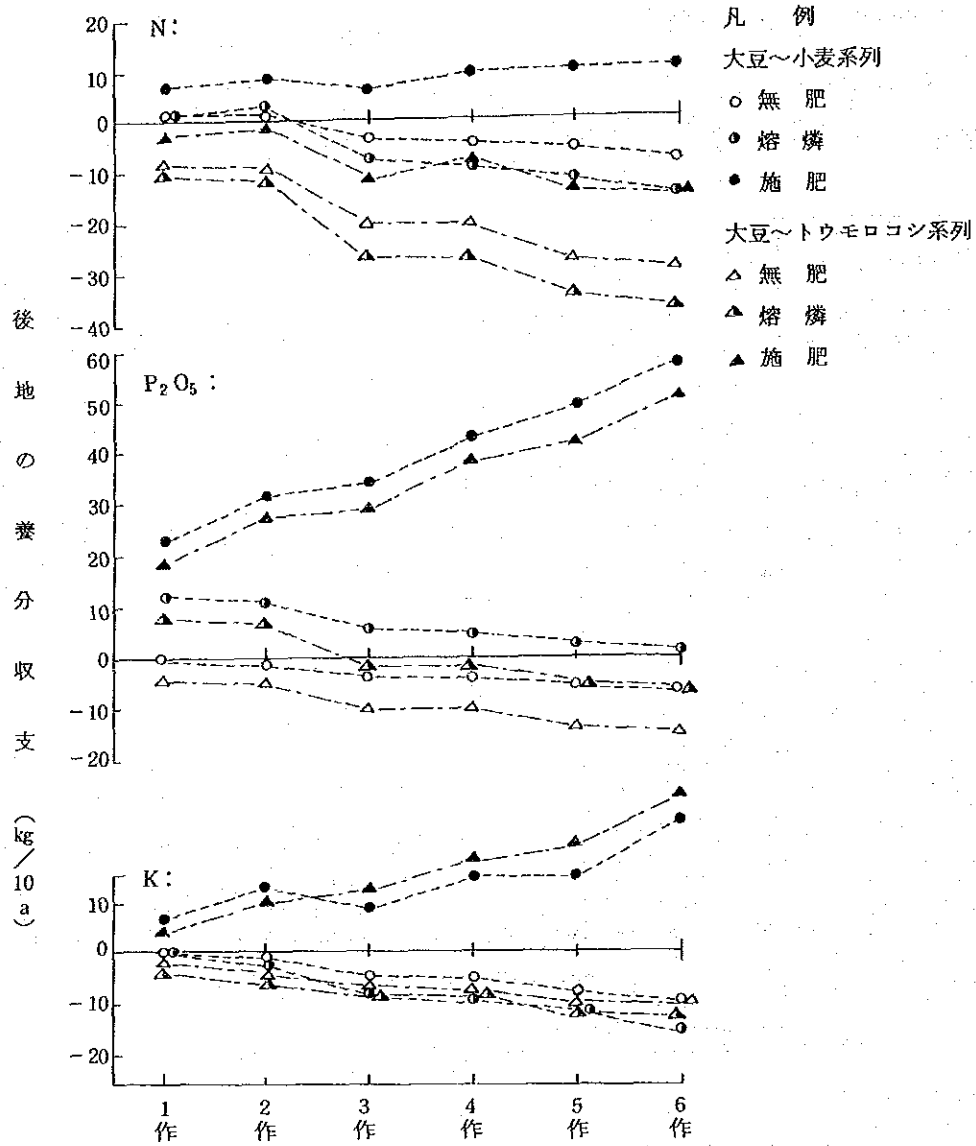
施肥 処理	作付系列									
		第 4 作			第 5 作			第 6 作		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
無肥	大豆~小麦	▲ 4.49	▲ 4.04	▲ 5.40	▲ 5.81	▲ 5.54	▲ 7.88	▲ 7.98	▲ 6.54	▲ 8.53
熔りん	"	▲ 8.76	5.58	▲ 9.42	▲ 11.24	3.10	▲ 13.52	▲ 14.34	1.67	▲ 14.45
施肥	"	9.01	43.33	15.04	9.33	49.01	14.89	10.28	57.14	20.68
無肥	トウモロコシ~小麦	▲ 20.47	▲ 10.45	▲ 6.26	▲ 27.52	▲ 14.10	▲ 8.60	▲ 29.23	▲ 14.89	▲ 9.11
熔りん	"	▲ 26.81	▲ 1.10	▲ 8.78	▲ 34.77	▲ 5.22	▲ 11.42	▲ 36.92	▲ 6.21	▲ 11.84
施肥	"	▲ 8.24	38.25	18.80	▲ 14.01	42.68	22.23	▲ 12.30	50.87	28.06

注：▲はマイナスを示す。

無肥区においては大豆~小麦, トウモロコシ~小麦両作付体系とも, 各作物の茎稈を後地へ還元しても後地の3要素の収支はマイナスとなり, 作付が繰返されるにしたがって, 養分収奪量は増大する傾向を示す。作付体系間の比較では, 大豆~小麦体系に比べ, トウモロコシ~小麦体系において上記の傾向が著しい。

第1作時にのみ熔リンを施用した区においては, 両作付体系とも窒素及び加里の収支はマイナスとなり, 作付が繰返されるにしたがって収奪量は増大し, その量は各作期とも無肥料区を上回る。熔リン区の各作物の収量が無肥料区を上回ったにもかかわらず, 無窒素, 無加里栽培したためである。しかしリン酸の収支は大豆~小麦体系では第6作終了の時点でも, なお収支はプラスであったが, トウモロコシ~小麦体系では第3作後地で収支はマイナスになり, その後は次第に収奪量が増

大した。



第 3 1 図 施肥処理，作付系列の相違と後地の養分収支

施肥区においては、畑作物は毎作に施肥したため、大豆～小麦体系においては 3 要素とも残存量が増大する傾向を示したが、トウモロコシ～小麦体系では、リン酸加里の収支はプラスとなるが、窒素の収支は作付の経過とともにマイナスとなった。

作付体系間の比較では窒素，リン酸の収支においてはトウモロコシ～小麦体系における収奪量が大きく，加里の収支においては大豆～小麦体系における収奪量が大きかった。

すなわち，畑輪作における作付体系の相違並びに各作物の施肥処理の相違は，明

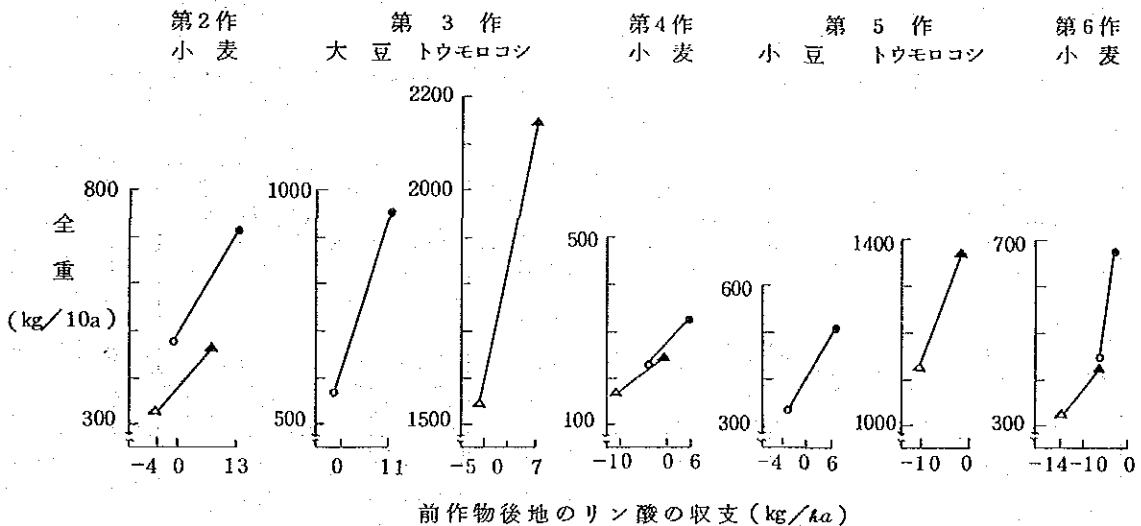
らかに後地の養分収支に著しい差異をもたらしたものと推察された。

③ 作付体系、施肥処理の相違による後地の養分収支と後作物の生育収量

1. 後地の養分収支と輪作作物の生育収量

輪作作物の生育収量は第39表にみたように、作付体系、施肥処理の相違によって明らかに異なり、それらの後地の養分収支は第43表に示したように、処理の違いによって異なるものと推察された。そこで第2作以降の輪作作物の収量変動と後地の養分収支との関係を検討した。

同一年次における当該作物の肥培条件が同一の試験区（無肥料栽培）のみを対象に、前作後地のリン酸の収支と後作物収量（風乾全重）との関係をみた。結果は第32図のとおりである。



第32図 前作物後地のリン酸の収支と後作物収量の関係

注 大豆~小麦体系 ○……無肥区 ●……熔リン区
トウモロコシ~小麦体系 △……無肥区 ▲……熔リン区

まず第2作の小麦収量をみると、大豆~小麦、トウモロコシ~小麦の両作付体系とも、リン酸収奪量の多い無肥区の収量が、リン酸収奪量の少ない熔リン区に劣る。また、第3作の大豆、トウモロコシの全重、第4作の小麦全重、第5作の大豆、トウモロコシの全重並びに第6作の小麦全重の何れにおいても、全重の大小は前作物後地のリン酸の収支と極めて密接な関係にある。これらの結果は、輪作作物の収量変動の一要因は、後地のリン酸の収支の如何にあることを示すものである。

窒素、加里の収支と輪作作物の収量変動との関係はやゝ明瞭を欠いたが、当地域における既往の試験結果によると、大豆に対する窒素、加里、小麦に対する加里の肥効が低いことから、本推定値の範囲内では、収支との関係が明確に現われなかったものと考えられる。

ii 後地の養分収支とトウモロコシの生育収量の関係

1972年の夏作以降1982年の冬作までの3カ年にわたり、作付体系並びに施肥処理を異にして畑作物、牧草を栽培してきた後地の生産力を、第6作の小麦収穫後地にトウモロコシを均一栽培(無肥料)して評価した。結果は第44表にみるように、トウモロコシの茎葉重、雌穂重、全重は、大豆~小麦体系後地が最も勝り、トウモロコシ~小麦体系後地がこれに次ぎ、牧草連作後地が最も劣った。

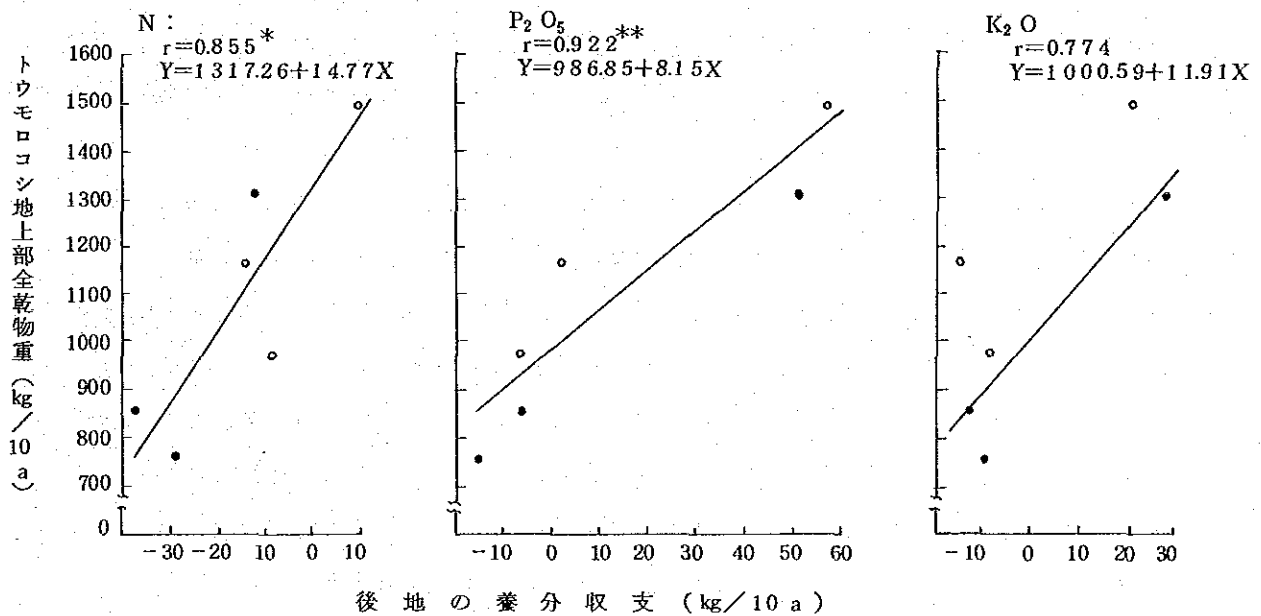
同一作付体系について施肥処理との関係を見ると、何れの作付体系においても無肥料栽培した後地のトウモロコシの生育収量が最も劣り、第1作にのみ熔リンを施用した区がやゝ勝り、毎作施肥した後地のそれが最も勝った。

第44表 施肥処理、作付系列を異にする後地におけるトウモロコシの生育・収量(1982/'83)

施肥処理	作付系列	稈長	茎葉重	雌穂重	全重
		cm	kg/10a	kg/10a	kg/10a
無肥	牧草~牧草	139	477.4	213.9	691.3
熔りん	"	162	526.1	417.0	943.1
施肥	"	181	611.6	436.5	1048.1
平	均	161	538.4	355.8	894.2
無肥	大豆~小麦	158	595.9	381.6	977.5
熔りん	"	166	665.5	511.6	1177.1
施肥	"	191	820.9	677.0	1497.9
平	均	172	694.1	523.4	1217.5
無肥	トウモロコシ~小麦	145	460.6	301.7	762.3
熔りん	"	151	502.8	360.2	863.0
施肥	"	172	674.0	636.7	1310.7
平	均	156	545.8	432.9	978.7

- 注: 1. 牧草すき込み時期 1982. 10. 26
 2. 重量は総て乾物重
 3. 乾物率 茎葉: 33.8% 雌穂: 65.0%

トウモロコシにみられた上述の収量の差異と、輪作後地（第6作収穫後）の養分収支の推定値（第43表）との関係をみたところ、第33図に示したように、窒素の収支とは $r = 0.855$ 、リン酸の収支とは $r = 0.922$ と極めて高い正の相関が得られた。加里の収支との相関は前二者に比べると低かった。このことは作付体系の相違ならびに栽培作物の施肥管理の違いは、後地の養分収支に様々な差異をもたらして畑地の生産力水準を異にし、これが後作物の生育収量を大きく左右することを示す。当地域の土壌条件においては、作物栽培に伴うリン酸収支のバランスが、後作物の生育収量に最も大きく影響し、次いで窒素の収支バランスの影響が大きく、加里のそれは比較的影響が少ないものと云える。以上の後地の3要素の収支に対する後作物の生育反応は、既往の肥料試験で得られた施肥成分に対する反応と符合する。



第33図 作付体系、施肥処理を異にする後地の養分収支とトウモロコシの収量の関係(1979~'83)

注： ○……大豆～小麦体系 ●……トウモロコシ～小麦体系

牧草連作後地については養分収支の算出ができなかったが、後作トウモロコシの収量変動傾向は、施肥処理の間では畑作物後地でみたと同様の傾向を示しており、施肥処理の相違が後地生産力に影響をおよぼしていることが明らかである。また、牧草連作後地のトウモロコシの収量は、畑作物輪作後地に比べて劣る。牧草地と云えども無肥料栽培で毎年採草を繰り返す場合は、当然土壤養分が収奪され、土壤肥沃度が低下する。牧草地の肥沃度を維持するには適正な施肥管理の必要なことを示唆している。

当地域で広くみられる無肥料による牧草、畑作物の連作は、肥沃度が高いとされているテラロシア土壌においても次第に肥沃度の低下を招いていることが明らかで、畑地生産力の維持向上をはかるためには作付体系を配慮し、有機物の還元（作物残渣、緑肥）に留意するとともにリン酸質肥料を合理的に施用し、次いで窒素、加里についても収奪を招かないように配慮することが肝要である。

II イグアス地域における小麦栽培

1. 小麦栽培からみた地域の特徴

1) 栽培技術、作付面積の推移

小麦はパラグアイ人の食生活にとって不可欠の食料でありながら、国内生産が不足するため毎年大量に輸入されてきた唯一の農産物であり、毎年多額の外貨が使われてきた。それ故、国内生産を刺激して輸入代替をはかるため、適品種の導入と栽培技術の向上を目標とし、それに必要とする資金、とくに機械化に対する資金援助を目的とする国家小麦計画（PROGRAMA NACIONAL DE TRIGO）が1966年に発足した。1968年には前年の8千haから21千haに作付が増え、1971年には51.5千ha、生産量54.8千tを記録したが、1972年には病害の多発により生産量は低下し、その後1977年に至るまで低迷を続けた。この間、試験研究機関による耐病性品種の検索、病害防除法の検討が進められ、1979年にようやく過去の記録を上回る生産を記録し、その後は着実に作付面積、生産量が増え、1985年にはほぼ国内需要を満しうる生産をあげるに至った（第34図）。

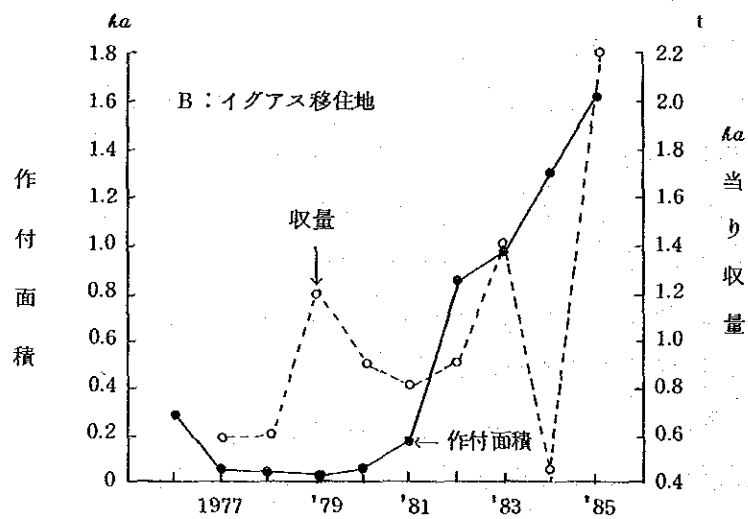
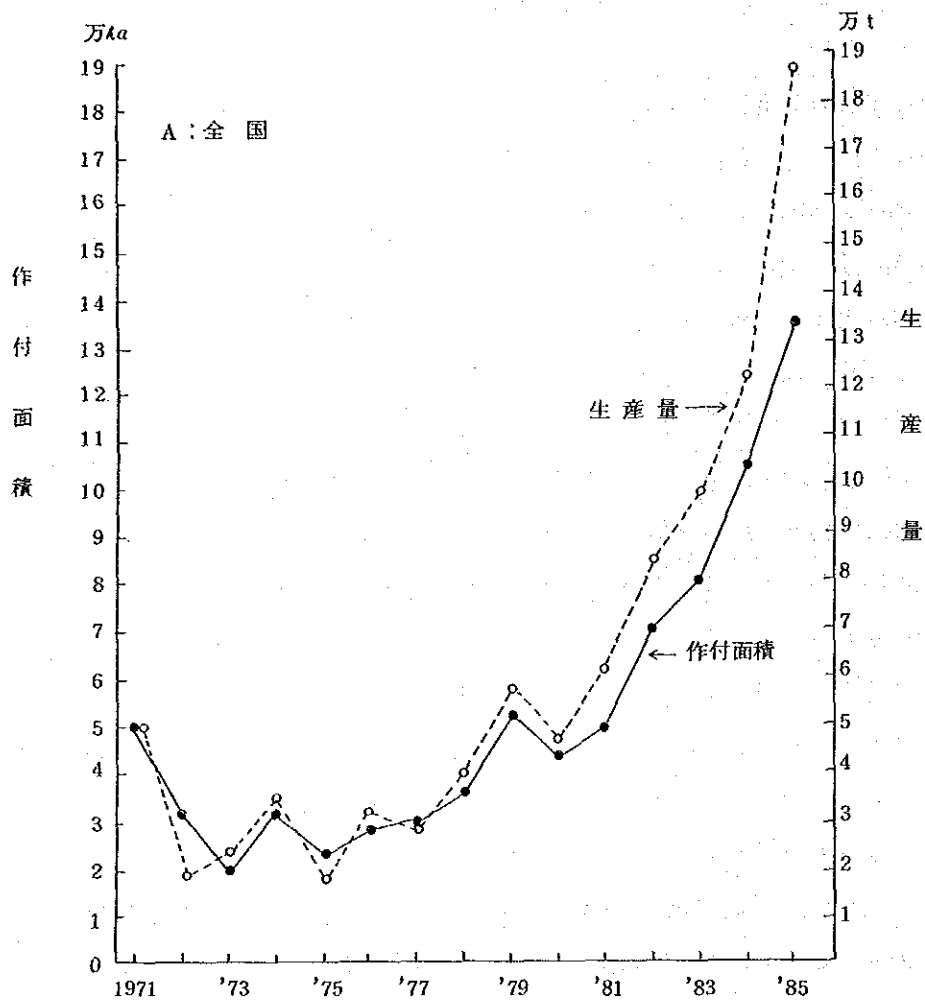
パラグアイにおける小麦生産はイタブア県が最も多く、次いでアルトパラナ県で、1985年度の全国に対する生産量の比率は、夫々56.1%、23.2%で、両県が全国の約80%を生産している。両県における日系移住者の生産比重を1985年度の作付面積でみると、イタブア県では22.4%（104,596 ha中23,411 ha）、アルトパラナ県は3.8%（43,187 ha中1,632 ha）で、イグアス移住地における生産比重は、南部移住地に比べて低い（第45表）。

イグアス移住地の畑作農家は、大豆を基幹作物として耕作規模を拡大してきたが、大豆後地は冬期間ほとんど休閑されてきた。これは過去に小麦の導入を試みたが、早ばつ、霜害、病害の多発などのため、減収、収穫皆無という苦い経験をし、小麦の導入をちゅうちよしていたためである。第46表にみるように1980年以前は5戸内外の農家が60ha前後の作付をするにすぎなかったことは、この間の事情を物語っている。

1980年代に入り移住地農家経済の悪化が深刻な問題となり、農業粗収益の増大を図る必要から、小麦の導入を真剣に考える農家が増え、1982年には一挙に栽培戸数が20戸に増え、作付面積は前年の5倍、854haに増加した。その後1983年は微増に止まったが、1984年には対前年比35%、1985年は同じく24%と急増した。当移住地の小麦作は近年に至り急速な伸展をみたが、栽培の歴史が新らしいため、耕種基準は確立されておらず、試行錯誤を続けてきたのが現状である（第46表）。

2) 単収の推移

パラグアイにおける小麦の平均単収は、ここ数年ha当り1.1トンをやゝ上回る程度で著しい向上はみられない。当移住地の単収は、近年まで全国平均を下回わり、かつ年次変



第34図 パラグアイにおける小麦生産の動向

第45表 小麦主要県別の生産実績推移

単位：トン

県別	年次	1979	1981	1982	1983	1984	1985	1985年の比率
イタプア		25,543	42,765	58,900	65,988	75,335	104,596	56.1
アルトバラナ		1,552	7,321	10,062	14,238	23,948	43,187	23.2
カニンデジュ				3,551	5,390	3,840	13,335	7.1
サンベドロ		9,744	3,105	4,235	4,763	9,000	10,357	5.5
アマンバイ		2,624	2,953	4,010	4,798	5,100	5,700	3.0
ミシオネス				2,081	2,241	2,994	5,600	3.0
カーグアス				438	760	1,195	1,782	1.0
ポケロン					310	1,577	1,058	0.6
その他		18,790	4,767	402	407	406	921	0.5
全国計		58,253	60,911	83,679	98,895	123,395	186,536	100

面積 ha	52.3	49.2	69.7	79.7	104.2	134.4
-------	------	------	------	------	-------	-------

第46表 イグアス移住地における小麦生産動向

項目	年次	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
栽培戸数 戸		9	5	4	3	5	8	20	24	29	27
作付面積 ha		250	64	59	30	64	171	854	973	1315	1632
同上一戸当り ha		28	13	15	10	13	21	43	40	38	60
平均単収 t/ha		—	0.6	0.6	1.2	0.9	0.8	0.9	1.4	0.45	2.2