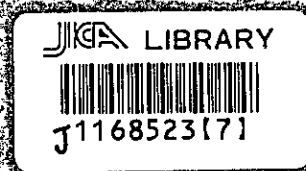
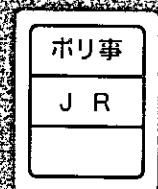


平成12年度試験研究実績
平成13年度試験研究課題
中長期総合試験研究計画

平成14年3月



国際協力事業団
ボリヴィア農業総合試験場



平成12年度試験研究実績
平成13年度試験研究課題
中長期総合試験研究計画

平成14年3月

国際協力事業団
ボリヴィア農業総合試験場



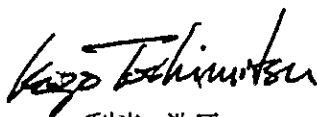
1168523【7】

はじめに

CETABOL の前身は、日系の移住者に対し農業経営と農業技術の指導を行う為に、1961 年サンタクルス県サンファンに開設された指導農場に始まります。1971 年同県オキナワ移住地に移転した畜産試験場を経て 1990 年に畑作、永年作物を取り込んで現在の農業総合試験場に至っています。現在は、資源の有効活用と経営の安定化を目指すため、持続可能な複合的営農形態を日系移住地に定着させることに努めており、将来はこの営農形態がボリヴィア最大の穀倉地帯であるボリヴィア東部低地平原地帯の農業に開発モデルとして適用され、ボリヴィア農業の健全な発展に寄与することを最終的な目的としています。また、移住地周辺地域への農業技術の移転と人材育成の為に Día de Campo (試験場公開日)、講習会の開催、農事相談、近隣大学よりのテシスタ(資格論文研究生)・実習生の受け入れを行っています。

我々は持続的な営農を図る為には、農耕地の地力の維持と畑作、畜産、果樹を組み合わせた農業の多角化、又は複合農業に係る技術の開発と其の普及が重要と考えています。このため CETABOL は畑作の生産性の向上と安定化の為にダイズ、コムギ、イネ等の主要作物病害虫の防除、適正な農薬使用によるコストの低減、地力維持増進や、塩類集積土壌の改善についての技術確立の為に試験研究を行うとともに、家畜飼育管理技術の改善と安定化の為に、家畜飼料管理、肉用牛の品種改良や牧畜と畑作の輪換についての技術確立の試験・研究に取り組んでいます。本報告書は 2000 年度の試験・研究成果について報告したものです。これら試験によって得られた成果が両移住地だけでなく、ボリヴィア国の農業試験研究機関や技術普及の場でも活用されれば幸いです。

これら試験研究の実施にあたって協力・支援をいただいた、オキナワ、サンファンの農牧総合協同組合、Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT) 他農業関係機関、周辺大学の技術者や教官に本誌を以って篤くお礼申し上げます。



利光 浩三
ボリヴィア農業総合試験場場長

目 次

ボリヴィア農業総合試験場

はじめに.....	i
目次.....	ii
I. 2000年度試験研究実績.....	1
1 ライトトラップ・払い落とし・見取り法等による害虫発消長調査(ダイズ).....	1
2 害虫による減収量と防除効果の推定(ダイズ).....	3
3. ライトトラップ・スイーピング・抜き取り・見取り法等による害虫発消長調査(イネ).....	5
4 害虫による減収量と防除効果の推定(イネ).....	8
5 総合管理(IMP)のための、生活史及び被害解析に関する調査・試験.....	9
6. コムギ、イネ、ダイズの主要病害の発生及び被害解析、防除に関する研究.....	11
7 子牛・育成期における補助飼料給与の経済効果試験.....	14
8. 乾季でのネローレ種におけるサトウキビと蒸気加熱バガスを粗飼料とした肥育比較試験.....	18
9 鉋塩給与が放牧牛の生産性向上に及ぼす効果.....	22
10. ネローレの産肉能力直接現場検定.....	24
11. 有畜複合経営と地力回復に係る草地と畑地輪換有効性試験.....	27
12. 畑地放牧草地輪換試験.....	30
13 放牧草の栄養評価.....	32
14. 畑作物栽培による地力消耗と緑肥栽培による地力増進予測.....	34
15 土壌タイプ別不耕起栽培現地適応性試験.....	38
16. 不耕起栽培現地実態調査試験.....	41
17. 不耕起栽培における物理性調査試験.....	44
18 有機物すき込みによる土壌特性改良試験.....	48
19 塩類集積の軽減及び回復試験.....	51
20. 防風林樹種の導入生育試験.....	55
21 多目的樹種の導入生育試験.....	57
22 放牧地用庇陰樹種の導入生育試験.....	59
23. 移住地土壌の分析.....	61
24. リン酸緩衝液抽出法による可給態窒素量の簡易測定.....	63
II. 2000年度試験研究実績(自主課題).....	66
25 ダイズ加害カメムシの寄生蜂のマカダミアナツツのカメムシ類への応用に関する研究.....	66
26. 除草剤の適正使用試験.....	68
27. ネローレ種における体外受精技術と受精卵凍結技術の検討.....	70
28 発情每一卵採卵の可能性と、気温、季節が受精卵の発育に及ぼす影響についての検討.....	71
III. 2001年度試験研究課題.....	74
IV. 2001年度試験研究課題(自主課題).....	98
V. 2001年度中長期試験計画.....	101

平成12年度(2000)試験研究実績

大課題	1. 主要作物栽培技術体系の確立
中課題	1-1) 主要作物病害虫防除技術の確立
小課題	1-1)-①ダイズ主要害虫の防除管理指針の策定
試験項目	ライトトラップ・払い落とし・見取り法等による害虫発消長調査
指導専門家氏名	持田 作
担当(部署・氏名)	作物班(病害虫、ルシア・アロヨ)
開始年度、年次	2000年度開始、3年間予定の1年次
背景:	ダイズ害虫にいつ、どの殺虫剤を使用したら良いか、又は防除しなくても良いかを農家が判断するための指針の策定は極めて重要である。しかし、CETABOLにはそれに役立つ主要害虫の発消長についての資料は少ない。
目的:	主要害虫の発消長を調べ、それらの防除管理指針策定の資料とする。
試験方法:	<p>1. 試験場所:オキナワ-2(CETABOL)慣行栽培で薬剤散布が行われている。</p> <p>2. 耕種概要:ダイズ、冬作、品種CAICO-101 播種、2000年4月24日、収穫、8月23日。夏作、品種Conquista、播種、2000年11月21日、収穫、2001年3月23日。</p> <p>3. 使用機材:ライトトラップ1台、電源は太陽光利用装置、光源はブルー・ブラック 20W蛍光灯1本。捕獲虫が傷み、同定困難になるのを避ける為、捕虫部にメッシュのサイズの異なった3つのスクリーンを設け、サイズ分別捕獲、更に殺虫剤バサプレート(DDVP製剤)を2001年3月12日より設置。</p> <p>4. 試験方法:ライトトラップをダイズ圃場に設置し、2000年4月1日より1年間を通じて毎夜自動点灯・翌朝捕獲虫を回収した。ただし、休祭日等は、翌業務日朝回収。休祭日の数値はその日数で割った値を使用した。</p>
試験結果の概要:	<p>1 半月別(月末の日数の違いは修正せず)の気温の最高値と最低値・累積降雨量・累積捕獲虫数及び栽培暦、薬剤散布状況を示した。(図1)</p> <p>2 主要害虫3種類、ナンベイイチモンジカメムシ(<i>Piezodorus guildinii</i>)・ピロードケムシ(<i>Anticarsia gemmatalis</i>)・ヨトウガの1種(<i>Spodoptera</i> sp.)の捕獲数を図2から図4に示した。</p>
試験成績と考察:	<p>1. 毎夜点灯した今年度の調査では、いずれの種も捕獲数が少なかった。</p> <p>2. ナンベイイチモンジカメムシとピロードケムシは、冬・夏のダイズ作付け期間のみライトトラップへの成虫飛来があった。</p> <p>3. 上記2種と異なり、ヨトウガの1種では、個体数は少なくとも、ほぼ年間を通して連続的に捕獲された。</p> <p>4. 正確な発生ピークを把握するには全般に捕獲個体数が少なく、今回の結果では判断出来なかった。</p> <p>5. 薬剤散布に拠ると見られる捕獲数の低下が散見され、種独自の発消長を把握するには、適当な環境ではなかった。</p>
次試験時の課題:	<p>1) 種の同定;<i>Spodoptera</i> sp.</p> <p>2) 農薬の影響のない圃場での多発生時の調査に拠る年間世代数の確定。</p> <p>3) 通常環境条件下での害虫飼育による、時期別生育期間と年間世代数の確定。</p> <p>4) ライトトラップに飛来しない主要害虫と作物の食害に直接関与する幼虫・若虫の調査をどうするか。</p>

図1 オキナワ地区気象記録

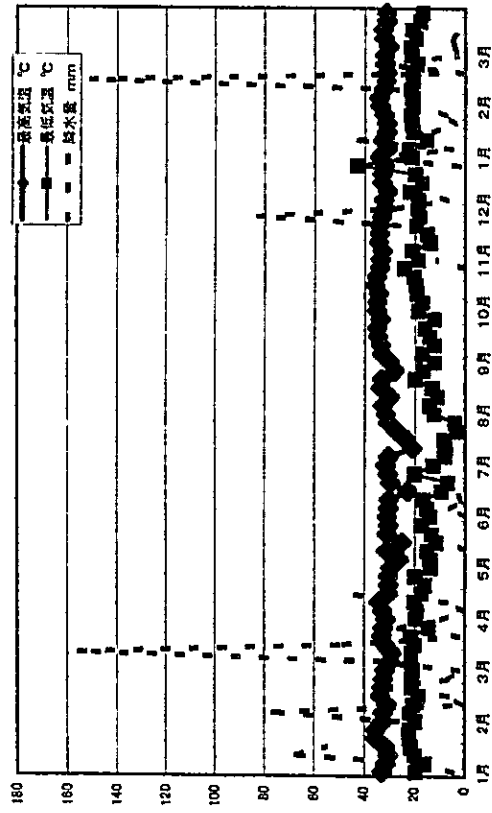


図2 ナンバイチモンシカメシの発生消長

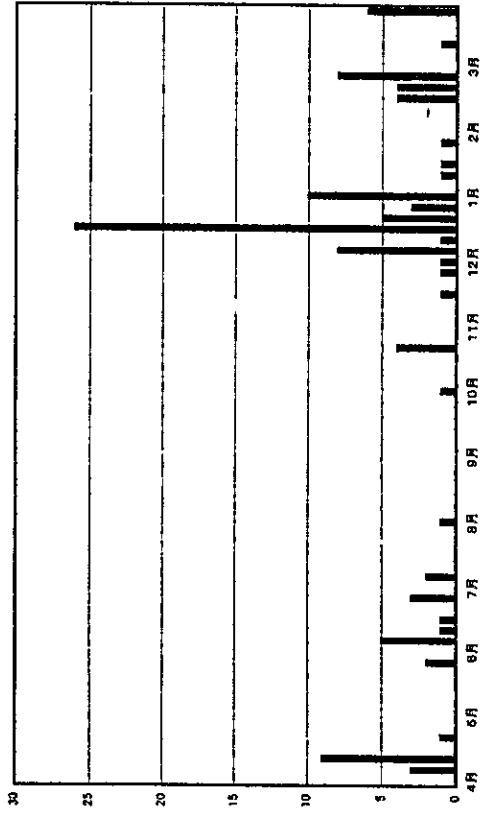


図3 ヒロトケムシの発生消長

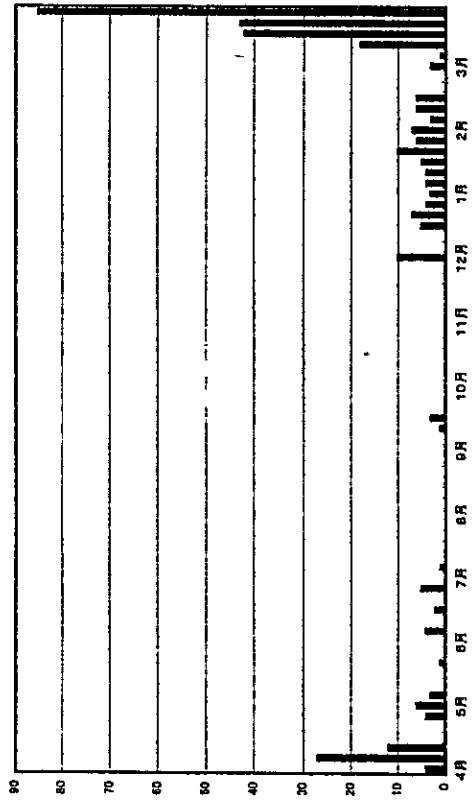
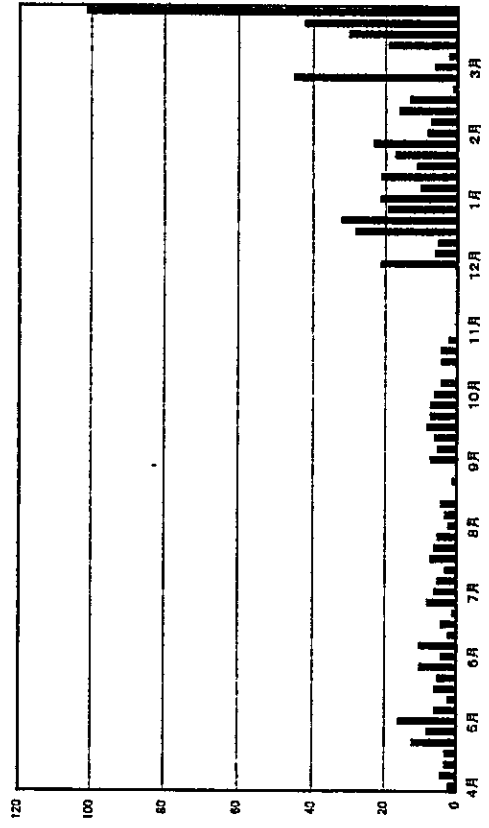


図4 ヨトウガの発生消長



大課題	1. 主要作物栽培技術体系の確立		
中課題	1-1] 主要作物病害虫防除技術の確立		
小課題	1-1]-①ダイズ主要害虫の防除管理指針の策定		
試験項目	害虫による減収量と防除効果の推定		
指導専門家氏名	持田 作		
担当(部署・氏名)	作物班(病害虫、エルネスト・ミランダ)		
開始年度、年次	2000年度開始、3年間予定の1年次		
背景:	害虫によるダイズの被害がどのくらいになるのかを調べた資料は CETABOL にはない。まず、農薬使用によりどの程度、害虫の被害が防止できるか調査する必要がある。		
目的:	害虫によるダイズの減収量を把握し、殺虫剤がどの程度被害防止に役立っているか試験した。		
試験方法:	<p>1. 試験場所: オキナワ-2 (CETABOL 場内)</p> <p>2. 試験方法:</p> <p>耕種概要: 冬作ダイズは品種: Caico-101 (CAICO 推奨品種)、播種、2000年4月23日、収穫、同年9月5日、夏作ダイズは品種: Uirapuro (カンクロ病耐性)、播種、2000年11月23日、収穫、2001年4月4日 いずれの作期も CETABOL 慣行法で栽培。</p> <p>区制: 一区 76 平方メートル(10x7.6) 4反復、冬作では無散布区から最多 7 回散布区までの 8 区制、夏作では無散布区から最大 7 回散布区までの 8 区に散布時期を変えた 6 回及び 5 回散布の 2 区を追加した。</p> <p>3. 供試薬剤及び散布時期:</p> <p>冬作では第一回散布及び第二回散布は夫々 5 月 19 日と 31 日に cypermetrina 25 CE 100cc/ha、第三回散布は 6 月 9 日に fipronil 800WG 50g/ha、第四回から第七回散布は夫々 6 月 28 日、7 月 14 日、26 日及び 8 月 9 日に monocrotophos 30CE 1000cc/ha を散布した。いずれの散布回数区でもその散布回数以降の散布は行われていない。</p> <p>夏作では第一回散布及び第二回散布は夫々 12 月 15 日と 28 日に cypermetrina 25 CE 100cc/ha、第三回散布は翌年 1 月 12 日に fipronil 800WG 50g/ha、第四回から第七回散布は夫々 1 月 31 日、2 月 14 日、3 月 1 日及び 14 日に monocrotophos 30CE 1000cc/ha を散布した。いずれの散布回数区でもその散布回数以降の散布は行われていない。尚、追加の 6 回散布区は第三回目の散布を省き、5 回散布区は第一回目と第二回目の散布を省いた。</p> <p>4. 調査方法: 各区の全収穫種子実を均等分割して 1 キロ程度のサンプルを精査分別し、健全子実数とカメムシ加害子実数を求めた。</p>		
試験結果の概要及び考察:	<p>1. 冬作では無処理区のカメムシ被害粒率が 47.2% で散布回数が増す程に被害粒率は低下し 4 回散布区では 10% 台の被害粒率となった。(表 1)</p> <p>2. 夏作では無処理区のカメムシ被害粒率が、68.2% で散布回数が初期の 6 回までの被害粒率は 35% 以上であった。しかし、前期の散布 2 回を省いた 5 回散布区や同様に第 3 回散布を省いた 6 回散布区では夫々 8.3%、8.7% の被害粒率と 7 回総て散布した区の 11.4% より低い結果となった。(表 2)</p> <p>結論として今回はカメムシの被害のみを調査対象としたが、適期防除をすればカメムシの被害を最少限に抑えられることが示唆された。</p>		
次試験時の課題:	<p>1) 害虫の種類と発消長の把握(前研究項目と関連)、加害時期の把握。</p> <p>2) 有効薬剤の検索(薬剤効果試験)。</p>		
第1表 冬作ダイズでの農薬散布回数別の被害			
散布回数	収穫調査粒数	カメムシ被害粒数	被害粒率%
無処理	3821	1801	47.2
一回散布	4407	2005	45.5
二回散布	3524	1479	42.0
三回散布	4066	1125	27.7
四回散布	4006	504	12.6
五回散布	3855	272	7.1
六回散布	3910	141	3.6
七回散布	4579	132	2.9
註、粒数は 4 区の合計値			

第2表 夏冬作ダイズでの農薬散布回数別の被害

散布回数	収穫調査粒数	カメムシ被害粒数	被害粒率%
無処理	5264	3590	68.2
一回散布	5053	2914	57.7
二回散布	5548	3413	61.5
三回散布	4603	2930	63.7
四回散布	4715	2394	50.8
五回散布	4370	2118	48.5
六回散布	4140	1447	35.0
七回散布	3829	436	11.4
追加六回散布	4026	333	8.3
追加五回散布	3981	347	8.7

註、粒数は4区の合計値

大課題	1. 主要作物栽培技術体系の確立
中課題	1-1) 主要作物病害虫防除技術の確立
小課題	1-1)-②イネ主要害虫の防除管理指針の策定
試験項目	ライトトラップ・スーピング・抜き取り・見取り法等による害虫発消長調査
指導専門家氏名	持田 作
担当(部署、氏名)	作物班(病害虫、ルシア・アヨロ)
開始年度、年次	1997年度開始、5年間予定の4年次
背景:	<p>農家が害虫に対し、どの殺虫剤を・何時・どのように使用したら良いか、あるいは撒かなくても良いか等を判断するための指針の策定は、極めて重要である。1997年度より1999年度まで週1回サンフアン(CAISY、光源:200V・60W白熱電球1個)又はオキナワ-1(農家圃場、12V・20W昼光色蛍光灯1本) 或いはオキナワ-2(CETABOL、12V・20Wブラックライト(BL)1本)において点灯、捕殺・調査したが、穂を食害するカメムシ類(<i>Oebalus</i> sp.)の一部を除いて判断できる調査結果はない。CETABOLにおけるライトトラップに誘引されないクロカメムシ <i>Tibraca</i> の見取り調査の結果では、96.01~04、97.01~02まで成虫は観察されるが、その他の期間については、明確でない。</p>
目的:	<p>主要害虫の発消長を調べ、それらの防除管理指針策定の資料とする。</p>
試験方法:	<p>1. 試験場所:サンフアン(CAISY)、現地圃場、慣行薬剤散布が行われている。 2. 耕種概要:イネ品種 IAC-101、播種、2000年11月13日、収穫適期、2001年4月5日(この日には収穫せず) 3. 試験方法:ライトトラップ、光源ブルー・ブラック20W 蛍光管1本。年間を通して夕方自動点灯し翌朝捕獲虫を回収、土、日曜日の捕獲虫は翌月曜日に回収。</p>
試験結果の概要:	<p>1. 半月別(月末の日数の違いは修正せず)の気温の最高値と最低値・累積降雨量・累積捕獲虫数及び栽培暦、薬剤散布状況を示した。(図1) 2. 主要害虫のメイガ(<i>Diatraea</i> sp.)・穂カメムシ類(<i>Oebalus</i> sp.)・ヨトウガの1種(<i>Spodoptera</i> sp.)、ケラ類(<i>Gryllotalpidae</i>)・コオロギ類(<i>Gryllidae</i>)・キボシハムシ(<i>Diabrotica speciosa</i>)の発消長は図2から図7に夫々示した。(表の単位は頭数) 3. ケラ類を除いていずれの種もイネ栽培期間にほぼ連続した発消長を示した。</p>
試験成績と考察:	<p>1. 週1回点灯調査していた昨年度までの成績では、どんな発消長を示しているのか推定が困難であった。毎夜点灯・捕獲した本年度の調査では、ケラ類を除く5種の害虫の発消長は、概して11月下旬から増加し、12月下旬~2月末頃まで高く、3月に入ると減少した。これは、稲の作付けが始まり、収穫に終わる時期と一致した。 2. 薬剤散布に拠ると見られる捕獲数の低下が散見され、種独自の発消長を把握するには、適当な環境ではなかった。</p>
次試験時の課題:	<p>1)種の同定;<i>Spodoptera</i> sp., <i>Diatraea</i> sp., <i>Oebalus</i> sp 等。 2)農薬の影響のない圃場での多発生時の調査に拠る年間世代数の確定。 3)通常環境条件下での害虫飼育による、時期別生育期間と年間世代数の確定。 4)ライトトラップに飛来しない主要害虫、例、<i>Tibraca limbativentris</i> 等の調査。</p>

図1 サンファン地区気象記録

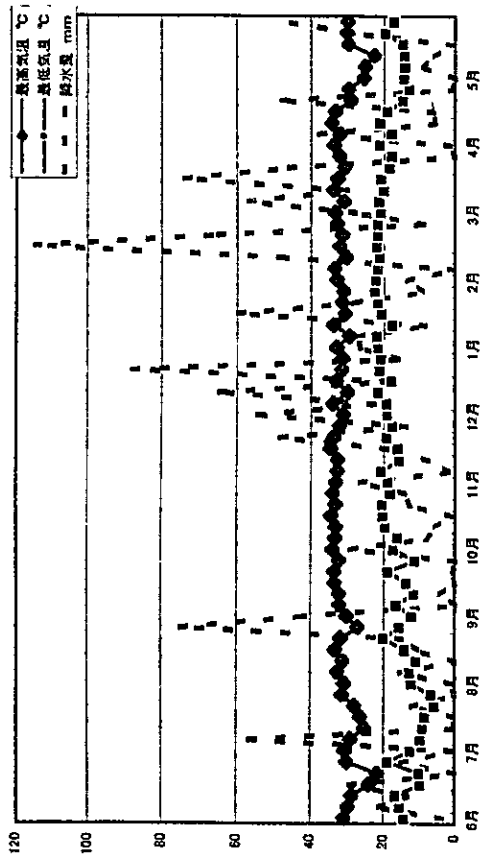


図2 メイガの発牛消長

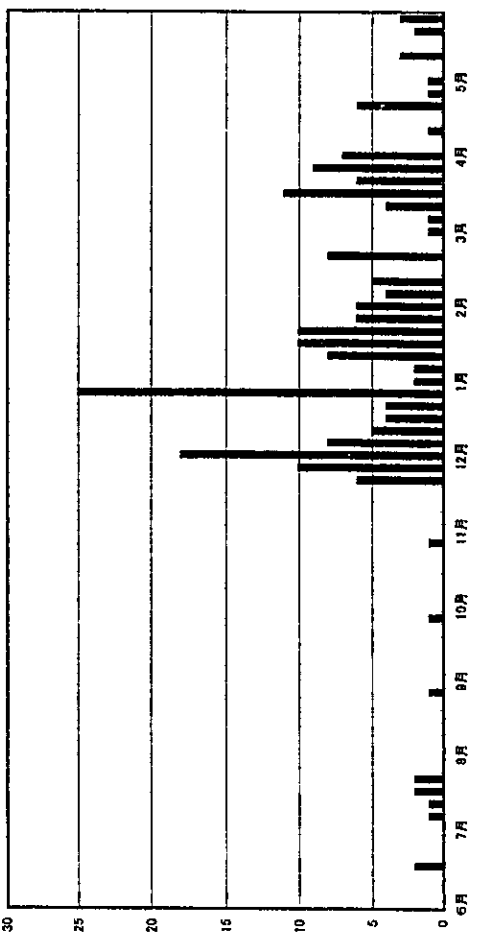


図3 穂カメムシの発生消長

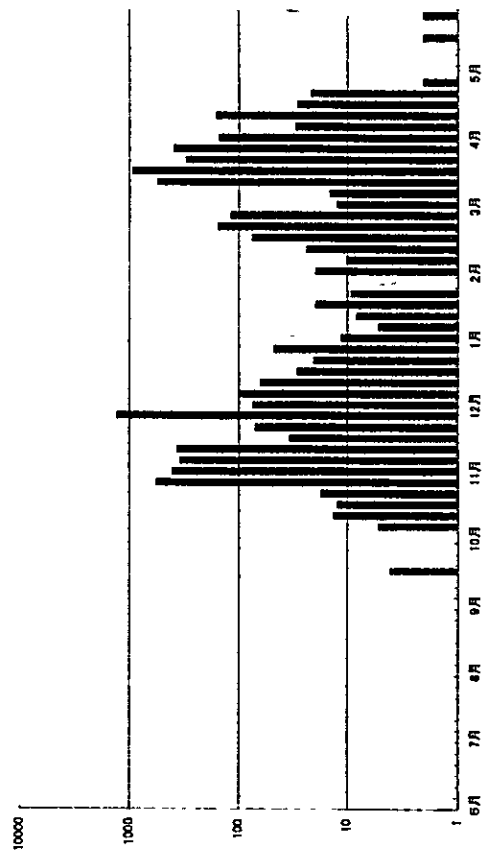


図4 ヨトウガの発生消長

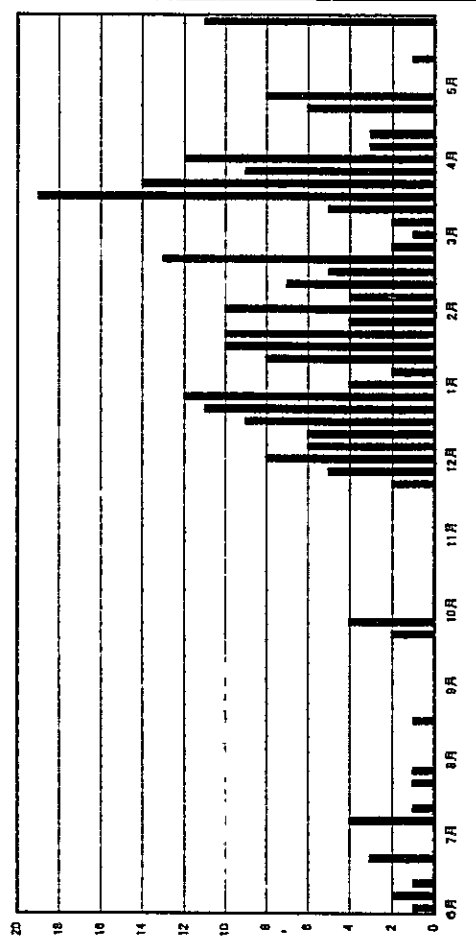


図 6. コオロギ類の発生消長

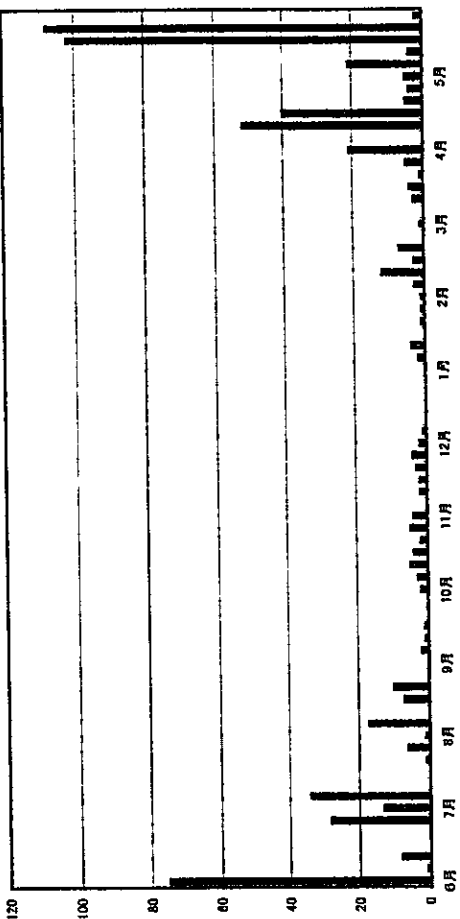


図 5. ケラ類の発生消長

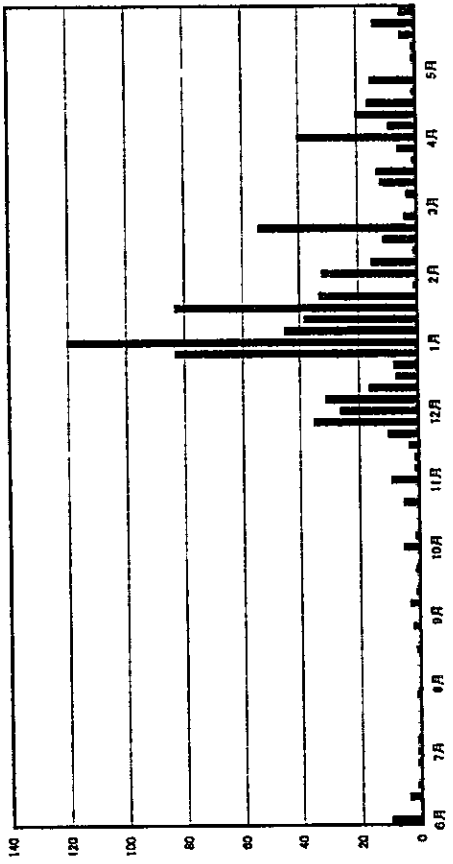
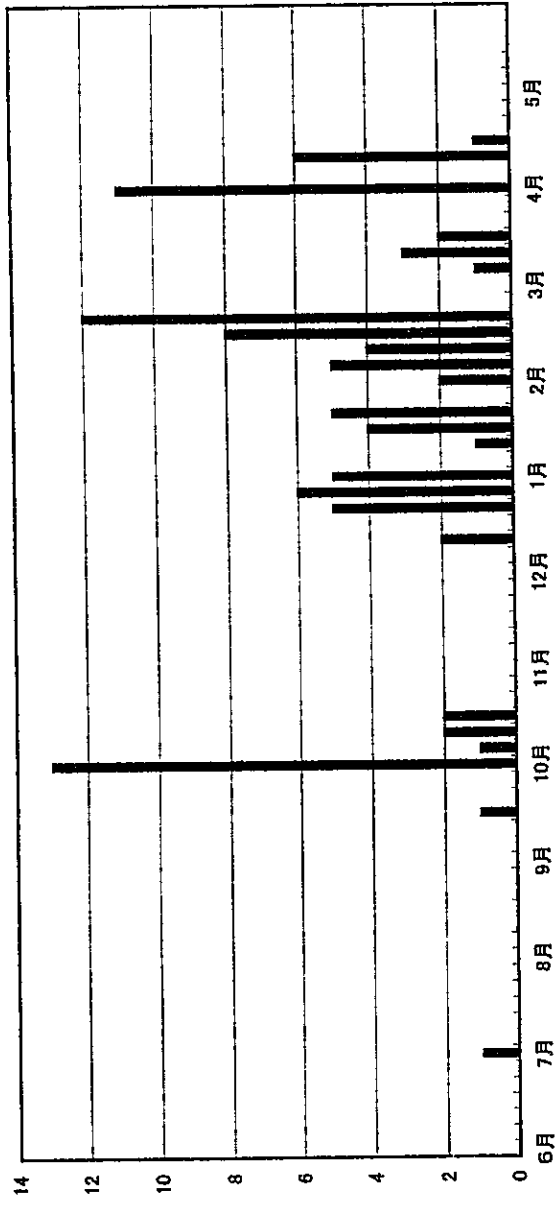
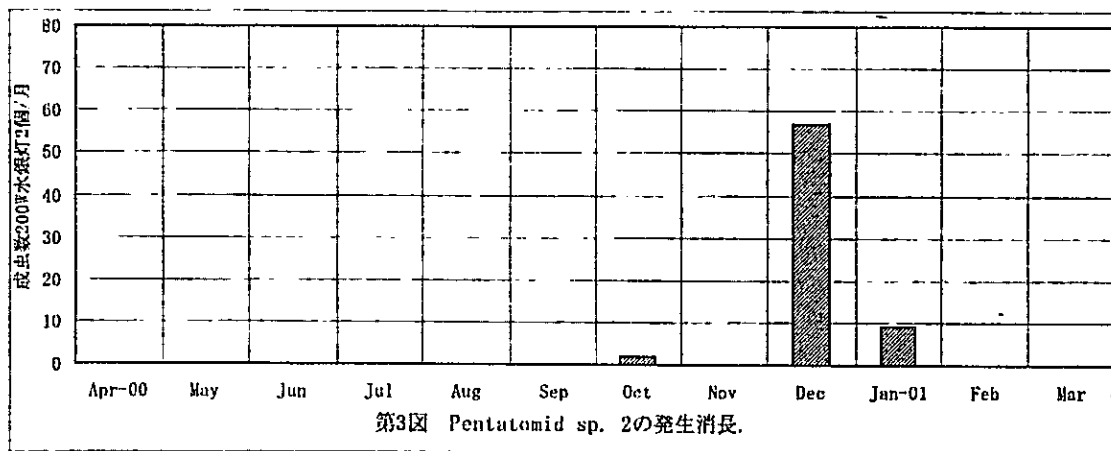
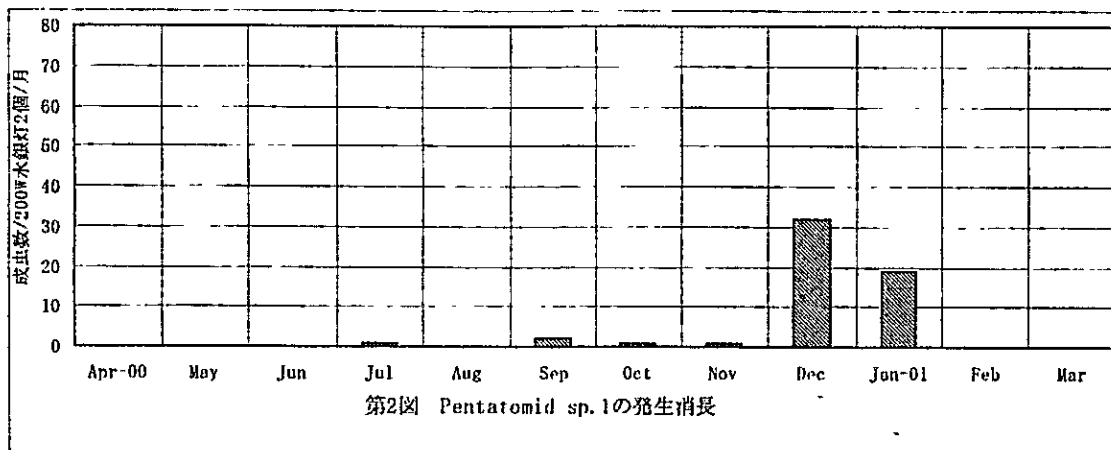
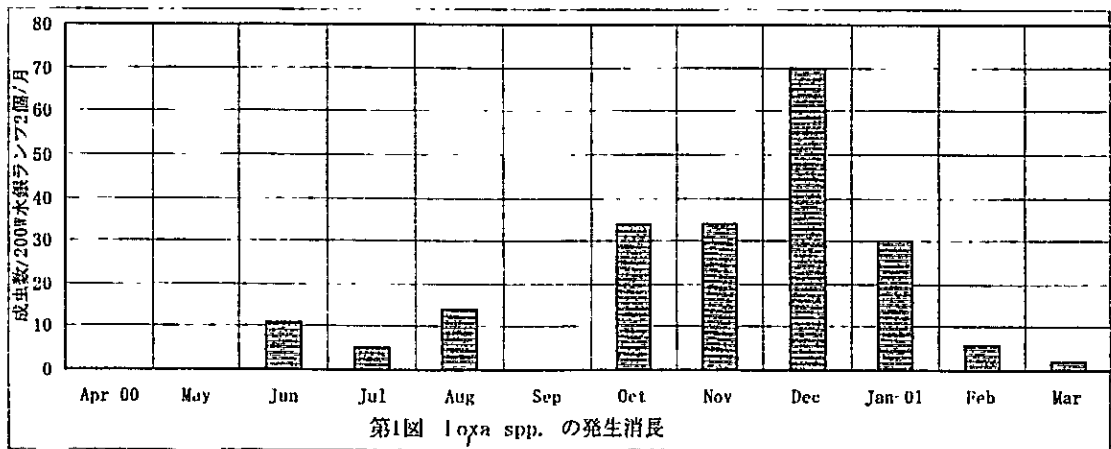


図 7. キボシハムシの発生消長



大課題	1. 主要作物栽培技術体系の確立			
中課題	1-1) 主要作物病害虫防除技術の確立			
小課題	1-1) ①イネ主要害虫の防除管理指針の策定			
試験項目	害虫による減収量と防除効果の推定			
指導専門家氏名	持田 作			
担当(部署、氏名)	作物班(病害虫、宮里 幸広)			
開始年度、年次	2000年度開始、3年間予定の1年次(前年に1年間自主試験を実施)			
背景:	サンファンでの稲作害虫についての被害分析資料はない。最近農薬の使用コストが上昇し、生産費を押し上げているとの声がある。-11に農薬といっても、殺虫・殺菌・除草剤等があり、どの農薬がどの程度減収防止に寄与しているのか、あるいはどの程度生産費上昇の原因になっているのかは明らかでない。			
目的:	害虫による作物の減収量と殺虫剤散布による防除効果とのコスト分析の為の基礎資料を得る。これは、防除管理指針策定のための極めて重要な資料の1つとなる。			
試験方法:	前年度(自主試験)の結果を含めて、2年間の結果を報告する。 1. 試験場所: サンファン(CAISY)現地圃場、 2. 排種概要: 試験A: 1999-00年、陸稲、品種Tari、播種12月27日、収穫4月13日。 試験B: 2000-01年、陸稲、品種IAC-101、播種11月13日、収穫4月5日。 3. 試験方法: 一区72平方メートル(10m×7.2m)4反復。薬剤散布による隣接区への影響を避ける為に、各区の間は5メートル程度の緩衝を設けた。播種後、所定の期日に殺虫剤を散布し、無処理区から最大5回防除区までの収量を調査検討した。尚、試験Aでは播種17日後にdiFlubenzuron SC 150cc/ha、播種42、73及び94日後にmonocrotophos EC 800cc/ha、播種120日後にtriclorfon WS 1kg/haを散布した。試験Bでは播種17及び35日後にcypermethrin EC 100cc/ha、65、95及び103日後にmonocrotophos EC 800cc/haを散布した。いずれの散布回数区も所定回数散布後は、以降の散布を行わなかった。防除対象害虫はOdoptera及びTibracaであった。 4. 調査方法: 収穫、水分13%に調整後充実子実の重量を測定した。斑点米の調査は行わなかった。			
試験結果の概要及び考察:	1. 生育条件、散布時期等が異なるので両データは単純には比較できないが、最多散布回数区(5回散布)の収量を100とした場合の無防除区の収量は85.1と81.1であった。即ち、これらの値の差は、害虫による減収値と見なすことができると考えられ、害虫による陸稲の減収率は、14.9~18.9%となった(第1表)。 2. 収量が少なかった初年度と、多かった次年度を比較すると、多収量時の方が害虫による減収率は大きかった(第1表)。 3. 両年共に播種時期の遅れ等から、ヘクタール当たり一般的陸稲初収量5.5トンに比べ、3.1~4.3トンと少ないので、詳細には検討できないが、ヘクタール当たり薬剤費をcypermethrin EC 3.5ドル、その他は10ドル、同散布経費を各5ドル、初価格をトン当たり160ドルとすると、5回散布区のヘクタール当たり収益は、初年度マイナス2.3ドル、次年度プラス69.05ドルであった。			
次試験の課題:	1) 通常の収量が確保できる試験を実施する。 2) カメムシの発生時期に合わせた薬剤の使用。			
第1表 殺虫剤散布回数と陸稲初収量の関係				
	試験 A	試験 B		
区	初収量 kg/ha	相対値	初収量 kg/ha	相対値
無防除区	2605.36	85.1	3517.36	81.1
1回防除区	2756.37	89.1	3936.95	90.7
2回防除区	2900.95	93.8	3952.89	91.1
3回防除区	2913.45	94.3	4165.62	96.0
4回防除区	2939.25	95.1	4331.06	99.9
5回防除区	3091.87	100.0	4338.32	100.0

大課題 中課題 小課題 試験項目 指導専門家氏名 担当(部署、氏名) 開始年度、年次	1. 主要作物栽培技術体系の確立 1-1) 主要作物病害虫防除技術の確立 1-1) -③マカダミアナッツを食害するカメムシ類の生態と防除 総合管理(IPM)のための、生活史及び被害解析に関する調査・試験 持田 作 作物班(病害虫、宮里 幸広) 1997年度開始、5年間予定の4年次					
目的:	マカダミアを加害するカメムシの種の同定、発生活長、加害状態、天敵等を調査解明してきたが、今回は殺虫剤散布によるカメムシの被害防止効果を検討する。					
試験方法:	1. 試験場所、耕種概要: サンファン(CAISY及び農家圃場)。作物: マカダミアナッツ、品種は344、B8等 2. 試験方法: 発生活長: CAISY マカダミア圃内2カ所にライトトラップ(高圧水銀灯200W)を設置、2000年4月より毎夜点灯、回収し調査した。 殺虫剤散布: 農家とCAISY試験圃場の2箇所て8-9年生樹を、無防除区5本、防除区5本を各々選定。殺虫剤aldicarb(Temik 15%G)500g/本を10月19日1回土壌処理。Monocrotophos ECをヘクタール当り1リットル10月23日と翌年1月17日茎葉散布。 3. 調査方法: 隔週ごとに落下果実を回収し、カメムシによる被害果を分別した。調査は落下果実の収穫が終わる3月まで続けた。					
試験結果の概要:	1. 重要害虫としてのカメムシ <i>Loxa</i> は、毎夜点灯することにより、年間の発生活長が明らかになった。即ち、6月から増え始め、12月にピークに達し、3月には減少した(第1図)。 2. カメムシ <i>Pentatomida</i> sp. 1は7月からトラップにかかり始め、12月にピークに達し、その後減少する。 <i>Loxa</i> に比べて、個体数は半分程度であった(第2図)。 3. カメムシ <i>Pentatomida</i> sp. 2は <i>Pentatomida</i> sp. 1より更に個体数は多く、12月にピークがくる現象は、他の2種と同様であった(第3図)。 4. 無防除樹ではカメムシによる被害果率が23.4-36.5%にであったが、防除樹では被害果率は3.8-8.9%であった(第1表)。					
試験成績考察:	1. ライトトラップを毎夜点灯・毎翌朝回収することにより、1年を通してカメムシ類の発生活長が明らかになった。 2. <i>Loxa</i> と同等・或いはそれ以上に加害すると思われる <i>Leptoglossus</i> はライトトラップには飛来しなかった。ヘリカメムシ類の個体数をいかに把握するかが課題である。 3. 観察したカメムシの発生活長・被害果率が、果たして今年だけのものなのか、それとも年次変動の違いがあるのか判断できない。他の果樹にも普遍的に見られる隔年結果現象もマカダミアにも見られる。この現象からすると、被害果率の変動の幅が大きいと推定されるが、3回の殺虫剤処理で被害果率が約24%減少した事実は、対策を考える上での1つの指標となるであろう。					
次年度への課題:	1. 殺虫剤の使用について継続検討する。 2. 無農薬栽培に対する生産者の意向を聞き、いかなる害虫管理方法を選択するか協議する。 3. ヘリカメムシには黄色板トラップかフェロモンとラップを模索する。 4. 処理区の着果数が少ない原因が薬剤によるものか解明する。					
第1表 殺虫剤散布区と無散布区の被害果の状況						
	現地農家圃場	CAISY圃場				
区	調査総果数	被害果数	被害果率%	調査総果数	被害果数	被害果率%
処理区	2216	84	3.79	2648	236	8.91
無処理区	3255	1188	36.50	4587	1075	23.44
注、調査果数は4反復の合計値で示した。						



大課題 中課題 小課題 試験項目	1. 主要作物栽培技術体系の確立 1-1) 主要作物病虫害防除技術の確立 1-1-4) コムギ、イネ、ダイズの主要病害防除管理指針の策定 コムギ、イネ、ダイズの主要病害の発生および被害解析、防除に関する研究
指導専門家氏名 担当 (部門、氏名) 開始年度、年次	匠原 監一郎 作物班(イベット グアマン エスピノーサ) 1999年年度開始、3年間予定の第3年次
背景:	農作物の菌類病の発生と蔓延は、ほとんどの場合に気象条件によって大きく影響される。ある種の病害は高温多湿の条件下で、また他のものでは温暖で乾燥した環境が発病の最適条件となる。したがって、位置も環境も異なる両日系移住地で栽培される標記の3作物では、それぞれの主要病害の発生に最適な環境条件とその時期を把握することは、防除法を選択する上できわめて重要な要件である。
目的:	3作物について、主要病害の発生時期を発病に最適な気象条件との関係において明らかにし、的確な防除法の確立を目指す。
試験方法、試験材料:	<p>1. 試験場所 オキナワおよびサンファン移住地</p> <p>2. 対象作物 冬作コムギ(オキナワ) イネ(サンファン)、夏作ダイズ(オキナワ)</p> <p>3. 調査回数 オキナワでのコムギとダイズでは週に1回、サンファンでのイネでは2週間に1回、それぞれ毎回発病状況を調査する。コムギとイネではトラップ法によっていもち病胞子数を計測した。</p> <p>4. 使用機材 いもち病胞子トラップと関連機材、カメラおよび光学顕微鏡を含む実験室汎用機器</p> <p>5. 試験方法</p> <p>1) コムギの試験では5品種を時期を変えて播種し、品種別、播種時期別のいもち病の発生状況を調査した。</p> <p>2) ダイズの場合は、病害が収量に与える影響をみるために定期的に殺菌剤を散布し、散布回数による減収率を調査した。</p> <p>3) いずれの試験でも作物の生育期ごとの病気の発生率と発病程度を%で記録し、最終的に被害度を決定した。</p>
試験結果の概要:	<p>1. コムギ Pailon, Azubi, Surutu, Chane および Guenda の5品種のコムギを、3月末から5月末まで5つの時期に分けて播種した。コムギいもち病の発生状況を把握して生産者に防除適期を知らせるために、さらに品種間の抵抗性差異を決めるために、毎週1回発病調査をするとともに、胞子トラップによって浮遊胞子数を計測した。しかし、昨年冬作コムギでは乾燥状態が続いて水不足のために生育が阻害されただけでなく、いもち病が発生せず、また胞子も捕捉されなかった。乾燥のために減収の危惧があったにもかかわらず、5月1日に播種された品種 Pailon と Chane がそれぞれ 588.5kg/ha, 565.5kg/ha と低かったのに対して、5月10日に播種され Azubi が 1179.87kg/ha, Surutu が 977.87kg/ha であった。</p> <p>2. ダイズ オキナワ2でのダイズでは病害による減収率を調査するために、2000年11月23日にダイズ品種 Conquista を播種し、殺菌剤は商品名ブラボとベンラテを採用した。試験区は、殺菌剤の散布回数1回、2回および3回の3試験区および無散布区の計4区を設け、開花期から散布を開始した。2001年4月2日に収穫し、減収率を算出した。全栽培期間を通じて発生した病害を発生順に記すと次のとおりである。なお、病名は邦名と西語直訳名を併記し、菌学名を添付した。</p>

- 1) ダイズ炭腐れ病<炭腐れ病>(Macrophomina phaseolina)
- 2) ウイルス病
- 3) ダイズべと病<べと病>(Peronospora manshurica)
- 4) ダイズ菌核病<茎白腐れ病>(Sclerotinia sclerotiorum)
- 5) ダイズ斑点病<眼紋病>(Cercospora soja)
- 6) ダイズ褐紋病<褐紋病>(Septoria glycines)
- 7) ダイズ紫斑病<縮葉病>(Cercospora kikuchii)

収量調査の結果は次頁の表-1に示すとおりである。2000 年度夏作ダイズでの3回散布区に対する無散布区の病害による減収率は16%であった。

表-1. 殺菌剤散布回数とダイズ収量

ダイズ収量(Tn / ha)			
無散布	1回散布	2回散布	3回散布
2.70*	2.96	3.04	3.23*

無散布区とそれぞれ異なる処理区との間には5%水準で有意差あり

なお、1ヘクタール当りの生産量と売却益から農薬購入費を差し引いた収益を算出した結果、無散布区では 247.29 米ドル、1～3回散布区ではそれぞれ 252.38, 238.12 および 238.71 米ドルであった。この試験の範囲では殺菌剤の散布回数が2回と3回の間では有意差がなく、開花後少なくとも1回の防除が経済的に有利と考えられた。

3. イネ

サンファンでは、異なる4地点のイネ栽培圃場で2週間ごとにいもち病の発病状況とトラップ法による同菌孢子数の推移を調査した。各地点でのイネ品種名と播種時期は、第1圃(CAISY 試験圃場); IAC-101(11月13日)、第2圃(13km); IAC-101(9月15日)、第3圃(20km); EPAGRI-109(10月10日)および第4圃(28km); IAC-101(10月25日)であった。

結果は図-1. のグラフに示すように、孢子数のピークはどの地点でも1月上旬から下旬にかけて現れ、その間高い水準で推移して2月の初めまで続いた。とくに第4圃では2回のピークがあり、孢子密度が高かった。一方、第3圃では1月初旬に孢子数が急激に増加したが葉いもちの発生率は低く、EPAGRI が抵抗性であることに起因したようである。

捕捉孢子数のピークは第1圃では最大分けつ期に、第2圃では出穂期に現れた。この孢子が穂首および穂への感染源になった可能性があった。第2のピークは1月末から2月初旬にあるために、両部位での発生を阻止するためには、この時期での防除が肝要と考えられた。同時期での葉いもちの状況を見ると、第1圃と第4圃では第2圃と第3圃よりも多発した。なお、第2圃では出穂後まもなく相当量の窒素が施肥されたために茎葉の伸長が著しく、収穫前での穂首と穂いもちの発生は激甚であった(図-2)。

当時の気象と照らし合わせたところ、孢子数は降雨の後または降雨とともにピークに達した。湿度と温度条件が孢子の形成と飛散のために最適であったことがうかがえるとともに(表-2.), 平均気温が24℃のときに浮遊孢子が増加することを示していた。

同じく表-2. では2000-2001年度の夏作期間での気象データをその前年度と比較した。昨年は、10mm以上の降雨日が21日、0.1mm以上が72日、曇天日は41日であった。さらに、曇天日での相対湿度と温度の平均値はそれぞれ80%と25℃であり、菌の増殖には最も好適な条件であった。この状況では、露滴がより長く茎葉に留まって、孢子の発芽と組織への侵入が容易であったといえる。これに加えて追肥の施用が、感染に対する IAC-101 の抵抗力を減じたと解される。

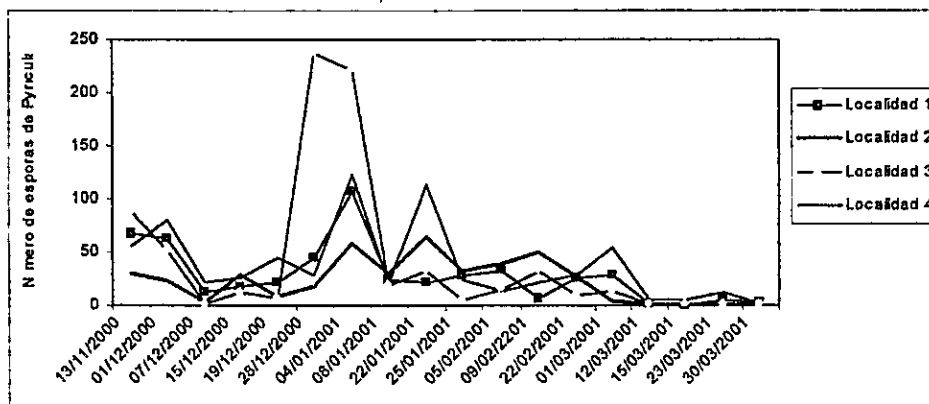
いもち病菌の他に、イネの病原菌として Monographella 属菌(褐色葉枯病)と Ustilaginoidea 属菌(偽黒穂病)が散発的に認められた。

試験成績考察:

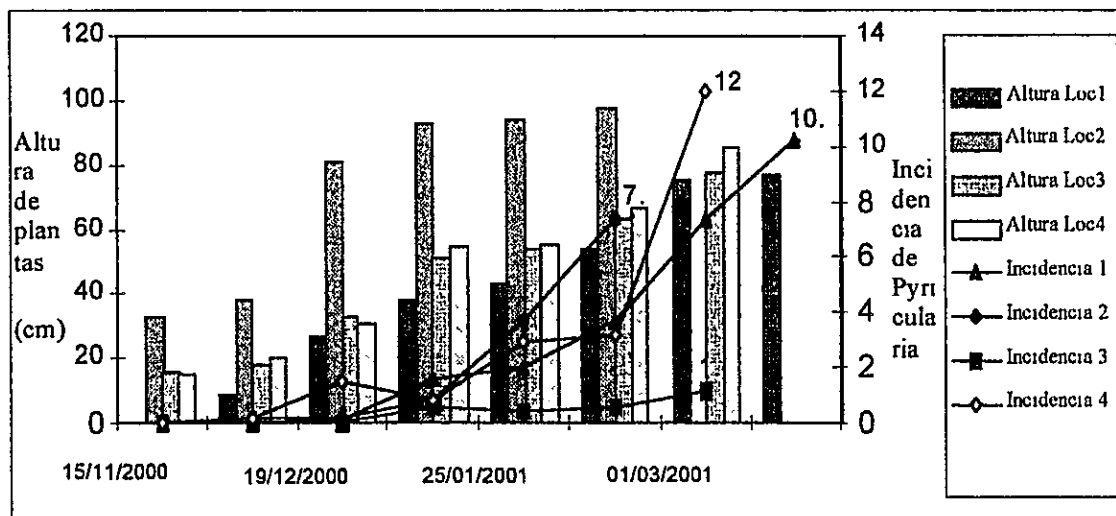
概要の各所で考察を付記したので重複を避けるが、胞子のトラップ法で設置されたスライドグラスが降雨にさらされて、捕捉された胞子の一部が流亡した可能性は否定できない。

次試験時の課題:

1. イネおよび(または)コムギもち病の伝染源植物としてのイネ科雑草を検証する。
2. 旧式トラップ装置と比較しながら、新規に供与された回転式装置による浮遊胞子の捕捉を試みる。



図一 イネもち病胞子数の年間推移, San Juan (2000-2001 年夏作)



図二. イネもち病の月別発病度の推移

表一. 1999年度と2000年度における気象データの比較

Datos generales	Verano 1999 - 2000				Verano 2000-2001			
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
No días de lluvia (>10mm)	5	9	3	3	4	8	5	4
No días con lluvia (>0.1mm)	9	13	14	14	9	19	22	22
No días nublados	14	7	9	5	14	12	10	6
Incidencia	0	0.7	0.7	2.4	0.2	0.2	3.7	7.4
Noz esporas (Loc 2)	13	72	173	49	30	80	188	116
Temperatura promedio	25.0	28.3	27.7	25.0	25.5	25.7	26.1	24.0
Humedad relativa promedio	69	62	76	72	79	83	84	75
Precipitación promedio	330	418	156	148	135	265	159	249
				1052				807

大課題	1 家畜飼養管理技術体系の確立
中課題	1-1) 家畜飼養管理技術の改善
小課題	1-1) ①集約的飼養管理技術の確立
試験項目	子牛・育成期における補助飼料給与の経済効果試験(適正技術開発研究課題)
指導専門家氏名	田口本光
担当(部署・氏名)	畜産班(坂口 功)
開始年度、年次	1999年度開始、2ヵ年予定の2年次
背景:	<p>当地域で飼養されている肉用牛は主にネローレ種である。ネローレ種は、大型で暑熱と耐病性に優れ粗食に耐える特長を備え、熱帯及び亜熱帯における、自然草資源の活用による粗放的な飼養体系に適応した肉用牛と言える。しかし、ヨーロッパ系の肉用牛に比較して発育と繁殖開始月齢が遅く、経済効率が劣る特性がある。</p>
目的:	<p>南方系の粗飼料(放牧草)は、北方系に比較して養分含有量が低く、これがネローレ種の発育停滞要因の一つとして上げられる。従って、子牛・育成期に濃厚飼料等補助飼料の給与による、不足養分量の充足で発育の促進を図り、初産分娩月齢を一般的な管理の飼養牛より約9~12ヶ月早め、この技術を肉用牛経営に用いた場合の経済効果と適正給与養分量を明確とする。</p>
前年度迄の成果概要:	<p>97年及び98年に実施した、「ネローレ種の早期離乳による発育と経済性調査」で、早期離乳技術とその経済効果調査を実施し、これにより早期離乳(生後3ヶ月離乳)技術はほぼ確立した。</p>
試験方法・試験材料:	<p>1 供試場所: CETABOL 2 供試牛: 1998年12月 ~ 1999年2月生産の雌子牛20頭 3 試験期間: 1999年6月 ~ 2001年3月 4 試験方法: 4 -1 生後4~5ヶ月齢で体重170kg時より補助飼料給与(クリープフィーディング期間)開始 -2 体重200kgで離乳(離乳補助飼料給与期間)実施後、放牧主体の群管理へ移行 -3 NRC標準を基に、放牧採食で不足する養分量を濃厚飼料及び粗飼料給与で充足 -4 体重350kgで初産人工授精(16~18ヶ月齢目標) 5 注意点: 群管理における均一な養分摂取量の把握とボディコンディションの調整 発育遅延等形質不良牛の選抜</p>
試験結果の概要:	<p>1 供試牛の発育状況については昨年度までの成績で報告済みである。 2 供試牛を継続観察した受胎状況についての結果は(表-1)のとおりであり、受胎月齢から見ると供試牛群での平均が18.93ヶ月に対して、対照牛群では23.70ヶ月と4.77ヶ月の短縮が見られた。 さらに試験期間終了日にあたる2001年3月末までに受胎しなかった個体数は、供試牛群が1頭であるのに対し、対照牛群では2頭であった。 2 本試験設計には入っていないが、コストを下げるべく離乳後のみに補助飼料を与える予備調査を行った(表-2)。これによれば調査牛群の平均受胎月齢が17.74ヶ月に対して、対象牛群では20.76ヶ月と3.02ヶ月の差であった。しかし2001年3月末までに受胎しなかった個体数は調査牛群の2頭に対し、対象牛群では8頭と大幅な違いがあり、全頭の受胎まで調査を継続した場合には相当の差に成ることが予想された。 4 本試験の初回、2回目の結果を体重で見ると(表-3)のようになり、平均出生時体重は31-32kgであり、両試験での受胎時平均体重は365-367kgであった。 5 1頭あたりの補助飼料コストは、クリープフィーディング期間が70.0米ドル、離乳後が73.9米ドル、計1頭あたり143.9米ドルであった。</p>

試験成績考察：

1. 試験結果を受胎月齢別に統計処理した結果、初回、第2回目の試験双方において16-20ヶ月齢時の受胎状況で5%または1%水準において優位な差が有ることが判明している。よってクリープフィーディングや離乳後の補助飼料給与は、ネローレ種での増体速度の改善と初回受胎月齢の短縮に寄与することが明らかである。

このことはネローレ種の持つ資質が、増体や繁殖面において、一般に思われているよりも高く、適切な栄養供給下に有れば相当な能力を発揮する可能性があることを示唆する。

2. 本試験中に12ヶ月齢を過ぎたあたりから発情兆候を示す牛が数頭見られたが、数回授精を試みても受胎に至らなかった。これは春機発動に入っても排卵を伴う正常な発情には至らないためと考えられる。受胎に至る体重は平均365kg程度と思われるが個体によって相当の差が有り、これは個体特有の遺伝的な形質（早熟、晩熟）によるものと考えられる。よって今後実際に補助飼料を給与する場合は350kg程度までの早期増体を期待しつつ行い、経済肥育上で優位にあると思われる早熟タイプの個体を選抜することが良いかと思われる。

今後の課題として、現状では費用効率の面からなお問題があることから、いかに安価で効率的な飼料を確保するか、また、より早期に受胎した牛の第2産目以降の受胎状況には影響がないか、などを追跡検討する必要がある。

表一1 供試牛群、対照牛群の構成と授精月齢

試験区				対照区			
牛名	生年月日	授精月日	授精月齢	牛名	生年月日	授精月日	授精月齢
8532	98/12/05	00/04/10	16.40	8514	98/06/11	00/10/11	28.43
8534	98/12/22	00/11/05	22.80	8515	98/06/14	00/04/18	22.47
8535	98/12/22	00/09/12	21.00	8516	98/06/15	00/03/14	21.27
8536	98/12/27	00/05/19	16.97	8518	98/06/18	00/04/04	21.87
8537	98/12/27	00/05/11	16.70	8519	98/06/19	00/10/03	27.90
8539	98/12/31	00/11/24	23.13	8520	98/06/19	00/03/19	21.30
8540	98/12/31	00/03/23	14.93	8522	98/06/30	00/12/02	17.33
9502	99/01/02	00/11/24	23.07	8523	98/07/07	00/09/28	27.13
9505	99/01/07	00/10/18	21.67	8524	98/07/15	00/09/30	26.93
9506	99/01/08	00/03/30	14.90	8525	98/07/16	00/03/18	20.37
9507	99/01/10	00/05/01	15.90	8526	98/07/27	00/10/17	27.10
9508	99/01/11	00/06/06	17.07	8527	98/07/30	00/12/08	28.73
9509	99/01/15	00/11/06	22.03	8529	98/08/02	00/09/27	26.23
9510	99/01/16	00/05/24	16.47	8530	98/08/05	00/03/18	19.70
9511	99/01/18	00/10/11	21.07	8531	98/09/03	00/09/29	25.23
9512	99/01/19	00/05/11	15.93	9501	99/01/01	00/10/18	21.87
9513	99/01/19	00/04/10	14.90	9516	99/01/27	0/11/25	22.27
9514	99/01/21	00/12/28	23.57	9517	99/01/31	00/10/06	20.47
9515	99/01/23	00/10/19	21.17	8521	99/06/21	自然交配	
8533	98/12/15	自然交配		8528	99/07/31	自然交配	
平均			18.93±3.28	平均			23.70±4.77

註： 1.2001年6月30日時点で全頭の妊娠を確認済み

2.対照区は試験牛の生年月日に最も近似した生年月日を持つ牛から20頭を選定した。

表一2 予備調査(離乳後のみ補助飼料を給与)の成績

試験区				対照区			
牛名	生年月日	授精月日	授精月齢	牛名	生年月日	授精月日	授精月齢
9536	99/06/22	00/11/26	17.43	9520	99/02/04	00/11/08	21.43
9537	99/06/24	00/12/03	17.60	9522	99/02/06	00/10/29	21.03
9538	99/06/29	00/11/26	17.20	9524	99/02/16	00/12/21	22.47
9540	99/06/30	01/03/07	20.53	9528	99/02/19	00/11/13	21.10
9541	99/07/03	01/03/11	20.57	9529	99/03/02	00/11/29	21.27
9542	99/07/07	01/03/18	20.67	9530	99/03/06	00/09/28	19.07
9543	99/07/08	01/12/01	17.07	9532	99/03/11	00/11/24	20.80
9544	99/07/14	00/11/16	16.37	9534	99/04/18	00/11/06	18.93
9545	99/07/23	00/12/25	17.37	9519	99/02/02	00/03/23	26.00**
9547	99/07/27	00/12/28	17.33	9521	99/02/05	01/03/23	25.90**
9548	99/08/06	00/11/28	16.00	9523	99/02/14	01/04/07	26.10**
9549	99/08/08	00/11/23	15.77	9526	99/02/19	01/03/23	25.43**
9550	99/09/10	01/01/08	16.20	9527	99/02/19	01/03/23	25.43**
9554	99/09/27	01/03/27	18.23	9525	99/02/18	未受胎	
9546	99/07/24	未受胎		9533	99/03/27	未受胎	
9552	99/09/20	未受胎		9535	99/05/03	未受胎	
平均	17.74 ± 1.68			平均	22.69 ± 4.95		

- 註：1. (**) は自然交配で受胎した牛を示す。
 2. 自然交配推定受胎日は上述のようは妊娠鑑定実施日から逆算した。
 3. 未受胎牛は2001年6月30日時点での妊娠鑑定による。
 4. 対照群については供試牛群の生年月日にもっとも近い生年月日を持つ牛から16頭を選抜した。

表一3 供試牛の出産時体重と受胎時体重

試験区			対照区		
牛名	生時体重(kg)	受胎時体重(kg)	牛名	生時体重(kg)	受胎時体重(kg)
8532	34.0	330.0	8514	29.0	392.0
8534	32.0	不受胎	8515	32.0	394.0
8535	39.0	415.0	8516	34.0	398.0
8536	34.0	367.0	8518	35.0	360.0
8537	28.0	337.0	8519	32.0	420.0
8539	27.0	322.0	8520	31.0	418.0
8540	40.0	423.0	8522	33.0	不受胎
9502	33.0	359.0	8523	31.0	352.0
9505	30.0	335.0	8524	37.0	388.0
9506	26.0	337.0	8525	30.0	382.0
9507	32.0	367.0	8526	28.0	351.0
9508	34.0	331.0	8527	30.0	371.0
9509	22.0	322.0	8529	30.0	425.0
9510	36.0	436.0	8530	32.0	不受胎
9511	30.0	353.0	8531	36.0	369.0
9512	32.0	338.0	9501	32.0	361.0
9513	27.0	334.0	9516	36.0	361.0
9514	28.0	320.0	9517	26.0	315.0
9515	28.0	370.0	8521	40.0	374.0
8533	33.0	322.0	8528	30.0	346.0
平均	31.3	3540 ± 0	平均	32.2	3770 ± 0

全牛の受胎時平均体重は365kg

試験区

牛名	生時体重(kg)	受胎時体重(kg)
9536	26.0	316.0
9537	28.0	373.0
9538	32.0	383.0
9540	33.0	375.0
9541	38.0	397.0
9542	26.0	389.0
9543	33.0	403.0
9544	27.0	339.0
9545	37.0	359.0
9547	37.0	不受胎
9548	24.0	350.0
9549	30.0	376.0
9550	25.0	309.0
9554	32.0	357.0
9546	30.0	不受胎
9552	30.0	359.0
平均	30.5	363.2 ± 0

対照区

牛名	生時体重(kg)	受胎時体重(kg)
9520	32.0	432.0
9522	28.0	335.0
9524	35.0	466.0
9528	32.0	353.0
9529	31.0	356.0
9530	32.0	380.0
9532	28.0	不受胎
9534	36.0	414.0
9519	33.0	424.0
9521	30.0	319.0
9523	34.0	371.0
9526	31.0	319.0
9527	30.0	327.0
9525	34.0	不受胎
9533	27.0	330.0
9535	28.0	不受胎
平均	31.3	371.2 ± 0

大課題	1.家畜飼養管理技術体系の確立
中課題	1-1) 家畜飼養管理技術体系の改善
小課題	1-1) 集約的飼養管理技術の確立
試験項目	乾季でのネローレ種におけるサトウキビと蒸気加熱バガスを粗飼料とした肥育比較試験
指導専門家氏名	西村 博
担当(部署・氏名)	畜産班(大田 勉)
開始年度、年次	2000年度開始、1カ年予定の1年次
背景:	<p>当地域では乾季に飼料が不足するため、その時期に放牧牛は大きな体重減少を余儀なくされている。サイレージ、乾草は乾季の補助飼料として有効であるが、調製に必要な機械の購入が極めて高価であることから、その普及も遅々と進んでいない。又、飼料用ソルゴも乾季飼料に使用可能であるが、普及途上にある。</p>
目的:	<p>ボリヴィアでは乾季に飼料が不足するため、雨季の終わりに多くの農家は生産牛の大半を販売してしまうので、その時期の牛の販売価格が大きく下落する。肥育経営を有利に展開するためには、乾季用の飼料を確保し、乾季の途中～後半期まで牛の肥育を可能にすることが鍵となる。</p> <p>この意味で、乾季に収穫され、砂糖精製時の残渣となるサトウキビ・バガスは安価で容易に入手可能な乾季の貴重な飼料源である。現在、一部の牛農家はバガスを牛に給与しているが、その飼養効果、経済効果は明確にされていないので、今回、100日間のネローレ種、ネローレ系種の短期肥育における乾季の肥育用粗飼料源として、細切サトウキビ茎葉と対比した蒸気加熱バガスの肥育効果と経済効果を調査する。</p>
前年度迄の成果概要:	<p>補助飼料給与施設でのネローレ純粋牛とアンガス・ネローレ交雑牛の比較肥育試験(1996年)では、アンガス・ネローレ交雑牛がネローレ純粋牛より月齢が2ヶ月齢若いにも拘わらず、終了時体重が40kg重く(肥育期間中ADG(平均1日当たり増体量)はほぼ同じ)、増体能力に優れていることが分かった。肉もパネルテストで味、柔らかさにおいて交雑牛が優れていた。一方、枝肉歩留はゼブー牛の特性によりネローレ純粋牛の方が高いものであった。次に、乾季に行ったネローレ純粋牛とネローレ系種牛の110日間のコーン・サイレージでの肥育試験(1997年)では、ネローレ純粋牛がADG、枝肉歩留においてそれぞれ4.8%、2.3%高い結果を示し、又、同年10月からの雨季放牧肥育(120日間)ではネローレ系種牛の方が5.8%高いADGを、一方、枝肉歩留では純粋牛の方が9.6%高く、高い収益性を示した。1999年乾季には放牧用ソルゴでの日中放牧(短期滞牧での輪換放牧)と稲科牧草での夜間放牧を加味した120日間の純粋牛の半集約的肥育では0.95kgの高いADGと収益性が確認されている。</p>
試験方法・試験材料:	<p>1 供試場所: オキナワ農牧総合協同組合試験圃場</p> <p>2 供試牛: ネローレ系種去勢牛20頭、ネローレ純粋種育成雄牛10頭の合計30頭</p> <p>3 試験期間: 2000年7月15日～2000年10月23日の100日間</p> <p>4 試験方法:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 開始時にネローレ系種去勢牛群とネローレ純粋種育成雄牛群をそれぞれ等分し、系種去勢牛10頭と純粋種育成雄牛5頭セットから成る2群を作り、その内1群をサトウキビ区として細切サトウキビ茎葉を、もう1つの群はバガス区として蒸気加熱バガスを粗飼料として与えた。濃厚飼料として両区には定量給与で破砕大豆(大豆選別工場からの残渣)、大豆の皮(加工工場からの副産物)を1頭当たりそれぞれ2kgずつ与えた。 (2) 牛管理は区毎の群管理とし、鉱塩を自由舐食させた。 (3) 日増体量に必要な養分量の算定はNRC飼養標準に沿って行った。

5 注意点：(1) 栄養分析については、予備試験期、本試験の中間時、終了時に実施した。

調査項目：1. 体重測定 開始時、終了時体重では開始時、終了時をそれぞれ前後1日ずつ挟む合計3日間連続して測定して、その平均値を開始時、終了時体重とする。開始時以降は25日毎に測定する。

2. 増体量 肥育期間中増体量と平均1日当たり増体量
3. 飼料摂取量 (濃厚飼料、粗飼料別)
4. 1kg増体に要する栄養量 (TDN、CP)
5. 枝肉特性 (各処理区1頭のサンプル調査)
6. 肥育経済性

試験結果の概要：

1. 終了時体重、肥育期間中増体量

サトウキビ区、バガス区のネローレ系種去勢牛、ネローレ純粋種雄牛の終了時体重は表1のようにそれぞれ428.7±17.4kg、467.1±26.7、425.7±29.9、461.1±44.4であった。次に平均1日当たり増体量はそれぞれ0.71±0.10kg、1.22±0.18、0.79±0.21、1.19±0.10であり、両試験区間には統計的有意差は見られず、濃厚飼料給与の条件下 (今回は両区には畑作副産物である破碎大豆と大豆皮を共に給与) では両飼料とも優れた肥育用粗飼料であることが分かった。

増体量について両区間に有意差がないため、両区を込みにしたネローレ系種牛と純粋牛間の肥育期間中日平均増体量の比較では (それぞれ平均0.75と1.21kg)、去勢牛と雄牛の差異による影響も含まれるが、大きな増体能力の差が両者の間に見られ、純粋牛の方が0.46kg(62%)勝ったもので、この差は5%水準で統計的な有意差となった。

2. 栄養摂取量、1kg増体に要する栄養量 (TDN、CP)

肥育期間中のサトウキビ区、バガス区の1kg増体に要するTDN、CP量は表2のようにそれぞれ9.0kg、1.3kgと、5.5kg、1.0kgでありバガス区が優れていた。

3. 枝肉特性

処理区、性 (去勢、雄) 別の調査頭数が1頭ずつと少なかったこともあってか、粗飼料の種類の違いが枝肉特性に及ぼす影響について確認することができなかった。2処理区を込みにしてネローレ系種牛と純粋牛間の1級肉量、2級肉量の割合の比較 (表3) はそれぞれ36.9%:36.4%と、28.2%:28.4%でありほとんど同じで大差なかった。次に骨量、脂肪量の割合の比較ではそれぞれ31.5%:32.3%と、3.4%:2.9%であり、骨量割合は純粋種が、脂肪量割合は系種牛がそれぞれ高かった。

4. 肥育収益性

ネローレ系種牛10頭づつの純収益を粗収益 (肉、原皮、内臓) から肥育経費 (素牛費、飼料費、労賃、家畜衛生費、出荷運搬費、販売手数料) を差し引いて計算すると、表4のとおりであり、1頭あたりの純収益はサトウキビ区、バガス区でそれぞれ62.8ドル、52.0ドルであり、サトウキビ区が10.8ドル高いものとなった。これはサトウキビ茎葉の農家からの購入価格がトン当たり8ドルであるのに対し、バガスの工場渡し価格が20ドルと高かったことによるものである。

試験成績考察：

1. 肥育期間中増体量

海外の文献を見ると、肥育において雄牛は去勢牛より4.3~31.7%高い増体をする事が示されているが、今回は60.3%と雄牛の高い優位性が見られた。これは去勢牛と雄牛の試験開始前の飼養管理の違いと去勢牛の年齢が高く、かつ大きなバラツキがあったことにも影響されたものと考えられる。

2. 栄養摂取量、1kg増体に要する栄養量 (TDN、CP)

今回バガス区の1kg増体に要するTDN量、CP量がサトウキビ区に比べて、それぞれ39.0%、19.4%優れていたのは、サトウキビ茎葉のTDN、CP含量がバガスのそれらに比べて高いことと採食量も多かったことに起因している。

3. 枝肉特性

今回の結果では、1級肉と2級肉を合計した可食肉量割合においてやや去勢牛が勝るものとなったが、海外の成績では雄牛の方が優れると報告されており、異なる結果となった。次に、骨量割合は雄牛が高く、脂肪量は去勢牛が高いと言う今回の結果は海外の報告と一致するものであり、

去勢すると骨量割合が減り(海外 0.3~12.4%少)、脂肪の付きが良くなる(海外 21.3~57.4%多)ことが確認された。

4. 肥育収益性

バガスはサトウキビ茎葉に比べて高価になるが、サトウキビの栽培の場合には、栽培農地、農業機械、栽培収穫労賃が必要となるし、農家から購入する場合にも嵩張るサトウキビ茎葉の積込み、積下ろし、細切作業が要求される。一方、バガスでは有機物を外部から持ち込むため土地の肥沃度向上にもつながることから、バガスの方が優れた肥育粗飼料のように考えられる。両区の肥育費を見ると、両区平均で肥育素牛費が 79.6%、飼料費が 10.9%、販売手数料が 4.0%、労賃が 1.8%であった。このように肥育素牛と飼料費が総費用の約 90%になっていることから、肥育経営コスト軽減の観点から、繁殖肥育の一貫経営、地域一貫経営の重要性がクローズアップされる。

5. 蒸気加熱バガス、サトウキビ茎葉の栄養面からの粗飼料としての優秀性

サトウキビ茎葉、バガスは肥育期間中 1 日 1 頭当たりそれぞれ 14.0 kg、12.3 kg と多く採食され、総 DM 量の 61.5~73.2%、総 TDN 量の 40.5~61.8%、総 CP 量の 8.6~23.6% の供給シェアを占めた。次に、蒸気加熱バガス、サトウキビ茎葉の TDN 含量はそれぞれ 36.2%、50.1% と優れたエネルギー飼料である。しかし、蒸気加熱バガスは嗜好性が不良で、嗜好性の高い単味飼料(糖蜜など)の添加が望ましい。一方、サトウキビ茎葉は嗜好性が高く、TDN 含量も極めて高いことから、寒冷スール時のエネルギー増量飼料として極めて有効と考えられる。

表 1. 終了時体重と肥育期間中平均 1 日当たり増体量
(単位: kg)

区 分		サトウキビ区	バガス区
開始時体重	系種牛	358.2±20.2	346.8±19.3
	純粋種牛	345.0±17.7	342.1±40.1
終了時体重	系種牛	428.7±17.4	425.7±29.9
	純粋種牛	467.1±26.7	461.1±44.4
平均日増体量	系種牛	0.71±0.10	0.79±0.21
	純粋種牛	1.22±0.18	1.19±0.10

表 2. 肥育全期間における養分摂取量(1 頭当たり)と 1 kg 増体に要する養分量
(単位: kg、%)

区 分		サトウキビ区	バガス区
養分摂取量	DM	1,330.1(73.2)	924.2(61.5)
	TDN	789.6(61.8)	507.3(40.5)
	CP	111.3(23.6)	93.0(8.6)
1kg 増体に要する養分量	DM	15.08	9.94
	TDN	8.95	5.46
	CP	1.26	1.00

(注) 1 カッコ内数値は粗飼料からの供給割合を示す。

2 DM は乾物量、TDN は可消化養分総量で、CP は粗蛋白質である。

表 3. ネローレ系種牛と純粋種牛の枝肉特性比較

区 分	ネローレ系種牛		ネローレ純粋種牛	
	重量 (kg)	パーセント	重量 (kg)	パーセント
1 級肉量	45.6	36.9	45.1	36.4
2 級肉量	34.9	28.2	35.3	28.4
可食肉量	(80.5)	(65.1)	(80.4)	(64.8)
骨量	38.9	31.5	40.1	32.3
脂肪量	4.2	3.4	3.6	2.9
合計	123.6	100.0	124.1	100.0

(注) 可食肉量は 1 級肉量と 2 級肉量を加算した量である。

表4. 肥育収益性

(単位：米ドル)

区 分		サトウキビ区	バガス区
費 用	素牛代	2,220.8	2,149.5
	飼料費	191.8	326.4
	鉍塩代	40.9	40.9
	労働費	50.0	50.0
	家畜衛生費	38.2	38.2
	販売手数料	111.0	111.0
	出荷運搬費	63.7	63.7
	合計	2,716.4	2,779.7
収 入	枝肉代	3,121.8	3,076.9
	原皮代	143.3	143.3
	内臓代	79.6	79.6
	合計	3,344.7	3,299.8
総純収益額		628.3	520.1
1頭当りの純収益額		62.8	52.0

大課題	1. 家畜飼育管理技術体系の確立
中課題	1-1) 家畜飼育管理技術の改善
小課題	1-1)-① 集約的飼育管理技術の確立
試験項目	鉍塩給与が放牧牛の生産性向上に及ぼす効果(肉用牛改善計画との連携)
指導専門家氏名	小林 進介
担当(部署・氏名)	分析ラボ(シルヴィア 比嘉)
開始年度、年次	1999 年度開始, 4カ年間予定の 2年次
背景:	ボリヴィアの熱帯、亜熱帯地域には酸性土壌が広く分布しているが、こうした地域では、放牧草のミネラル(P, Ca, Mg, Zn など)が反すう家畜の要求レベルに達しない例が多くみられる。しかし、ミネラルの不足と放牧牛の増体や繁殖成績、各種疾病発生との関連について、十分な情報が得られていない。
目的:	酸性土壌が広く分布するベニ県トリニダ地域を対象に、若雌牛に鉍塩を給与した場合と、しない場合とで増体や受胎率、子牛の離乳までの死亡率、疾病発生率などに差があるのか否かを検討し、放牧管理改善の指針とする。
試験材料・試験方法:	<p>1 試験場所 ベニ県、トリニダ(ベニ技術大学付属牧場)</p> <p>2 試験牧場 塩以外のミネラルを補給していない牧場</p> <p>3 供試牛 ネローレ種あるいはネローレ系種の若雌牛 90 頭(36 カ月)</p> <p>4 牧草養分分析 一般成分(水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、可溶無窒素物、粗灰分)、ミネラル(Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Mn, Zn, Cu)</p> <p>5 試験方法 試験区の設定; 鉍塩給与区 70 頭、及び塩単独(岩塩)給与区 20 頭 給与鉍塩; 岩塩(家畜用)、及び塩に Ca, P, Mg など必須ミネラルを混合したもの(市販品) 給与方法; 鉍塩用飼槽を用いた自由摂取 放牧管理; ベニ地方の慣行的な放牧管理</p>
試験成績概要:	<p>1. 鉍塩および岩塩の消費量 鉍塩の消費量は、1頭当たり日平均で 57.5g、岩塩のそれは 65.5gであった。</p> <p>2. 放牧草のミネラル組成 放牧草のミネラル含量は、全般的に低く、特にカルシウム、リン、亜鉛、銅の含量が放牧家畜の要求レベル(NRC)を下回った。一方、鉄やマンガンは要求レベルに達していた。</p> <p>3. 受胎率及びその他の繁殖成績 36 ヶ月齢の若雌牛の繁殖成績を表1に示した。受胎率、出生率ともに鉍塩給与区が上回ったが、出生時体重は両試験区間で差がなかった。流産率は、岩塩給与区の方が若干高かった。</p> <p>4. 鉍塩・岩塩補給のコスト 鉍塩補給のコストは、0.86ドル/頭・月、同様に岩塩では 0.13ドルであった。</p>
考察:	鉍塩の補給により受胎率等の繁殖率が改善されることはよく知られている。今回の試験成績においても、鉍塩補給の効果が認められた。供試牧区の牧草のミネラル組成をみると、鉄とマンガンを除く必須ミネラルの含有レベルが低く、牛の要求レベル(NRC 基準)を大きく下回った。したがって、鉍塩補給区で受胎率や出生率、流産発生率が低かったのは、カルシウムやリン、亜鉛、銅等の補給効果によるものと考えてよいであろう。鉍塩に含まれているこれら以外の養分、すなわち、よう素やセレンの補給効果も大きいと判断される。南米大陸内陸部は、よう素欠乏地域であり、家畜は恒常的なよう素欠乏の状態にある。他方、本地域に分布するような酸性土壌は一般にセレンの可給性が低いとされており、試験牧区においても牧草中のセレン含量が家畜の要求量を満たしているとは考えにくい。なお、放牧草の鉄とマンガンは要求レベル(NRC)を大きく上回ることから、鉍塩にこれらミネラルを添加する必要はないと判断される。

放牧家畜の栄養改善は、草地管理や放牧管理の改善を進めていく中で総合的に取り組む必要がある。鉱塩補給は、数百ヘクタール以上の広い牧区でも飼槽を用意するだけで対応でき、手間もかからない。この場合、鉱塩の補給効果を十分に発揮させる環境を整えてことも重要であろう。過放牧等によりエネルギーや蛋白質を十分に摂取できない環境では、鉱塩の補給効果も限界がある。

表1 トリニダにおける鉱塩補給による放牧牛の繁殖成績改善効果

処理	頭数	受胎牛	受胎率%	出生頭数	出生率%	子牛体重kg	流産頭数	流産率%
鉱塩	70	56	80	48	70	27,0	7	12,5
岩塩	20	12	60	10	50	27,9	2	16,7

注. 鉱塩区で妊娠牛、子牛それぞれ1頭死亡。

次試験時の課題: 離乳時までの疾病発生率・死亡率、離乳時の体重、親牛の体重、2回目の受胎率および出生率等についてデータを収集する。

大課題	2.牛の品種改良
中課題	2-1)肉用牛の品種改良
小課題	2-1)①優良種雄牛の選抜
試験項目	ネローレ種の産肉能力直接現場検定(肉用牛改善計画との連携)
指導専門家氏名	西村 博
担当(部署・氏名)	畜産班(坂口 功)
開始年度、年次	1998年度開始、 6カ年予定の4年次
背景:	<p>ネローレ種は耐暑性、耐病性、寄生虫抵抗性、粗野な飼料への高い適応性などの優れた熱帯環境適応性を具備しているが、科学的育種改良の歴史が浅いこともあり、発育、繁殖能力(特に早熟性)、温順性に劣るといった短所を持っており、とりわけ、発育、繁殖能力の早急なる改良が求められている。</p> <p>また、ボリビア国内のネローレ種の育種改良は、一部の民間ブリーダーによって肉眼での体型選抜で行われてきているため、産肉能力(特に発育能力)を直接改良するようなものになっていない。</p>
目的:	<p>日系移住地域のネローレ種の改良に大きく寄与するためには本試験場の牛群を産肉能力に優れたものに改良し、自場用、貸付用に遺伝的能力に優れた種雄牛を作出する必要がある。このため、本試験では肉用牛改善計画との連携で現地の実態に即応した産肉能力直接検定方法を開発するとともに、検定の実施により遺伝的能力の高い種雄牛を選抜し、ボリビア国内の牛群改良の促進に努める。</p>
前年度迄の成果概要:	<p>供試牛18頭を用いた第1回目の検定成績では、開始時体重(240日補正体重)が226.3kg±18.24、終了時体重が472.8kg±29.14、検定期間中平均日増体量(ADG)が0.88kg±0.08であった。又、雄牛の繁殖能力と密接に関係している睾丸周長は520日齢で32.0cm±1.19であった。第1回検定としては極めて優れた成績を示した。</p>
試験方法・試験材料:	<p>1 供試場所: CETABOL</p> <p>2 供試牛: 本検定供試牛は人工授精又は受精卵移植により CETABOL で生産された子牛登記書を持つ子雄牛15頭であり、205日齢補正体重で既に選抜されている。</p> <p>3 試験期間:</p> <p>第1回検定:1998年07月01日～1999年04月07日</p> <p>第2回検定:1999年09月04日～2000年06月10日</p> <p>第3回検定:2000年03月08日～2000年12月13日</p> <p>第4回検定:2000年10月20日～2001年08月03日</p> <p>第5回検定:2001年04月20日～2002年01月25日</p> <p>4 試験方法:</p> <p>—1 検定期間は予備期間8日間、本検定期間280日間(開始時日齢240日齢、終了時日齢520日齢)とした。</p> <p>—2 検定対象雄牛群内の日齢差は90日以内とした。</p> <p>—3 雨季、乾季とも放牧が取り入れられているが、牧草の生育が緩慢となる乾季には補助飼料の給与割合が高くなった。</p> <p>—4 検定期間中日平均増体量(ADG)はNRC標準で0.8kgに設定し、養分摂取量が粗飼料で不足する分は濃厚飼料の給与で補った。</p> <p>—5 選抜は総合能力選抜指数値によって行い、Aランク(≥100+1σ)、Bランク(≥100, <1σ+100)、Cランク(<100, ≥100-1σ)、Dランク(<100-1σ)に分類する。なお、σは標準偏差である。</p> <p>—6 個々の牛の能力値算出に当たっては、ブラジル国サンパウロ州立畜産試験場の選抜指数式 $IPGP = (0.6 \times IG280) + (0.4 \times IP520)$ を使用する。なお、IPGPは総合能力指数、IG280は検定期間中日増体量能力指数、IP520は520日齢補正体重能力指数である。</p> <p>—7 調査項目は、開始時、終了時、1カ月毎の7体尺部位(体高、十字部高、体長、腰角幅、尻長、胸幅、胸囲)と体重、睾丸周長の測定とした。</p> <p>—8 なお、検定牛が発育に著しく影響を及ぼす疾病に罹患したり、又は連続して60日間増体しない場合には検定から除外した。</p>

試験結果の概要:

前年度に第1回検定成績を報告しているため、本報告では第2、第3回検定の結果を中心に述べ、第1回成績は参考までに示すこととする。

1. 検定牛の検定期間中増体量、検定終了時体重、能力指数格付

第2、第3回の検定牛の終了時体重、検定期間中日平均増体量は表1のとおりそれぞれ491.4±43.27、0.91±0.12、439.5±32.91、0.79±0.10であり、検定期間が雨季、乾季への分布割合によりADGが大きく影響されており、検定期間の半分が乾季であった第3回検定のADGは第2回のそれに比べて13.2%劣るものとなった。能力指数格付では第3回の方が第2回よりA格付の割合が高かった。

なお、第4、5回の検定は現在実施中であり、それぞれ開始時より0.94kg、0.99kgの優れたADGを示し、順調な発育をしている。

2. 十字部高値と体格サイズ得点(フレーム・スコア、参考文献1)

第2回、第3回検定終了時の520日齢十字部高値の成績は表2のとおりそれぞれ153.5±3.43cm、147.2±3.36cmであった。これを“フレーム・スコア”(これには体高値又は十字部高値が使用されるが、精度と容易さから最近では十字部高値での表示が主流)で表示すると9.2±0.59、8.0±0.66であった。なお、このスコアはスコア1(コンパクト牛)～スコア11(超大型牛)から構成されており、世界最大の牛であるイタリア原産のキアニア種を含む大型牛であるヨーロッパ牛は概ね7～11のスコアにランクされている。

3. 主要発育形質間の表形相関係数(表3)

第1回～第3回検定における検定開始時体重と終了時体重間には5%～1%水準で有意な相関係数($r^2=0.5382\sim0.7232$)が、開始時体重と終了時十字部高間にもやはり5%～1%水準で有意な相関係数($r^2=0.5252\sim0.6449$)が見られ、開始時体重と検定期間中ADG間には有意な相関は観察されなかった。

4. 睾丸周長

検定終了時の520日齢の睾丸周長値は表4のように第2回、第3回検定でそれぞれ33.7cm±2.89、30.3cm±1.80であった。ブラジル試験場で設定された睾丸周長値の4分類格付(優、良、可、不可)で評価すると全牛とも優に格付された。

5. 濃厚飼料から栄養摂取割合

飼料給与設計については、大型牛が日平均0.8kg増体する場合のNRC飼養標準を使用し、補助飼料の内濃厚飼料からのDM給与を体重の1%に抑えたものにした。第2、3回検定における総摂取栄養量、濃厚飼料から栄養供給量及び濃厚飼料からの栄養供給割合は表5のとおりである。

試験成績考察

1. 検定牛の検定期間中増体量、検定終了時体重、能力指数格付

乾季の検定(第3回)でもADG 0.8kgと終了時の520日補正体重約440kgが確保できることから、産肉能力直接検定法としては特段の問題がなく実用性に優れる方法と考えられる。但し、1カ月毎のADGの推移を見ると第2、3回の検定においてそれぞれ、0.26～1.56kg、0.57～1.06kgと大きな変異が見られることから、自然環境に極めて近い状態での検定と言える。

2. 体格サイズ(フレーム・スコア)

正確な測定のため未だ改善の余地は残されているものの、それを加味しても、本試験場のネローレ種はかなり大型化が進展してきていることが分かる。この大型化は、十字部高の遺伝率が0.60と高いことから、大型のブラジル産種雄牛で改良してきた効果の現れと考えられる。

3. 睾丸周長

睾丸周長が大きいことは精液生産量、授精能力と密接な関係があるのみならず、遺伝率が0.78と高く、又、子孫に繁殖能力に優れた息子牛を生産する他、早熟性に優れる娘牛も生産することが明らかにされている(参考文献2)ことから、繁殖面の改良に極めて重要な形質の1つになっている。第1～3回の検定牛は全て26.0cm(12～17カ月齢)のブラジル基準を軽くクリアしており、繁殖面においても優れたものであった。この点については、現在まで日系移住地の借受農家より貸付中の48頭の種雄牛の繁殖面についてクレームが来ていないことから頷ける結果である。

4. 濃厚飼料から栄養摂取割合

第2、3回検定における濃厚飼料からのDM、TDN、CPの供給割合はそれぞれ31.7～32.1%、40.7～41.3%、40.5～45.5%と低いことから、粗飼料を十分に給与した牛にとって極めて健康的な検定方法と言える。因みに、肉用牛の日本飼養標準(1995年版)によると、牛の健康度維持の観点から粗飼料の給与割合を乾物で30%以上にすることと指摘されているが、本検定ではその割合が67.9～68.3%と極めて優れるものであることが分かる。

表1. 検定牛の発育関係検定成績

(単位:kg)

区分	例数	開始時補正体重	終了時補正体重	検定期間中平均日増体量	総合能力指数値	能力格付
第1回検定	18	226.3±18.24	472.8±29.14	0.88±0.08	100.0±7.81	A3頭、B4頭、C5頭、D3頭
第2回検定	14	235.6±14.79	491.4±43.27	0.91±0.12	100.0±11.42	A1頭、B7頭、C3頭、D3頭
第3回検定	15	219.3±9.24	439.5±32.91	0.79±0.12	100.0±10.82	A3頭、B4頭、C5頭、D3頭
総平均	47	226.8±16.10	467.7±40.95	0.86±0.12		

表2. 検定牛の十字部高値とフレーム・スコア

(単位:cm)

区分	例数	補正日齢	十字部高値	フレーム・スコア
第1回検定	18	520日齢	152.7±3.11	9.0±0.56
第2回検定	14	520日齢	153.5±3.43	9.2±0.59
第3回検定	15	520日齢	147.2±3.36	8.0±0.66
総平均	47	520日齢	151.2±4.25	8.7±0.78

表3. 主要発育形質間の表形相関係数

区分	第1回検定	第2回検定	第3回検定
開始時体重と終了時体重	0.5904**	0.7232**	0.5382
開始時体重と検定期間中ADG	-0.0443	0.4836	0.2920
終了時体重と終了時十字部高値	0.6449**	0.61779*	0.5252

表4. 検定牛の睾丸周長

(単位:cm)

区分	例数	補正日齢	睾丸周長	ブラジルの基準により判定
第1回検定	18	520日齢	32.0±1.19	全牛とも最優秀の格付
第2回検定	14	520日齢	33.7±2.89	全牛とも最優秀の格付
第3回検定	15	520日齢	30.3±1.80	全牛とも最優秀の格付
総平均	47	520日齢	32.0±2.39	

表5. 総摂取栄養量、濃厚飼料から栄養供給量及び濃厚飼料からの栄養供給割合

区分	総摂取栄養量			濃厚飼料からの供給量			濃厚飼料からの供給割合		
	DM	TDN	CP	DM	TDN	CP	DM	TDN	CP
第2回検定	1,904.8	1,221.8	206.5	612.0	504.3	94.0	32.1	41.3	45.5
第3回検定	2,166.8	1,406.3	208.8	687.9	572.4	84.5	31.7	40.7	40.5

(注) 総摂取栄養量は補助飼料給与量その他、昼夜放牧したタンザニア草地での放牧採食量(推定値)を加算したものである。

(参考文献)

1. Frame scoring of beef cattle (NSW Agriculture)
2. シャロレー種の性能調査成績書(1983年、農林水産省十勝牧場)

大課題	3.牧草及び飼料作物栽培管理体系の確立
中課題	3-1) 草地の維持管理の改善
小課題	3-1) ①草地の更新と畑作の輪換体系の確立
試験項目	有畜複合経営と地力回復に係る草地と畑地輪換の有効性試験(牧草地、畑地年次輪換試験)
指導専門家氏名	西村 博
担当(部署・氏名)	畜産班(マルコ・バルガス)
開始年度、年次	1997年度開始、5カ年予定の4年次

背景:

日系移住地域では長年に亘る無施肥での栽培が実施されてきたため、地力の低下による農地の生産性の低下を招いており、この地力回復維持が大きな課題となっている。地力の回復には、有機物の投入による土壌改良が必要であるが、広大な農地では機械力の確保維持と有機物の生産等に大きな経済的負担が伴う。また、当地域は気象変化が激しく、干ばつ、水害、風害等による穀物生産の凶作対策も重要な課題となっている。

目的:

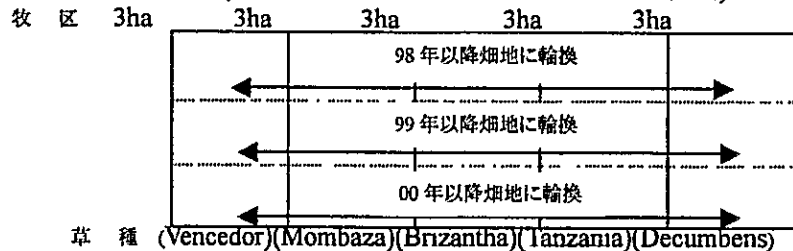
地力の回復維持と凶作回避に向けて、草地と畑地の輪換による農業経営の安定化が模索されているが、輪換体系下における草地の有効耐用年数、輪換による地力の回復効果及びその経済性がボリヴィア国では未だ十分研究されていない。このため、本試験ではこれらの点について解明するとともに、当地域に適する牧草種の選定、畑地から草地への転換時の経済的な草地造成法、効率的な草地の活用法等を検討する他、輪換複合経営に必要な基礎技術の確立と当地域の農業経営安定に資する輪換複合経営体系の指針を策定し、その普及を図る。

前年度迄の成果概要:

99年度の各牧草品種の生草収量は Decumbens を除き増加したが、Braquiaria 属が Panicum 属より高い収量であった。牧草地の土壌 pH は試験開始後改善される傾向を示すとともに、窒素、リン含量は年毎に増加しているが、畑地に転換した牧区ではリンが減少する動きが見られた。牧草1年栽培後の1998年雨季の大豆作、1999年乾季の小麦作、1999年雨季の大豆作の収量はそれぞれ2.80トン/ha、1.9トン/ha、2.25トン/haであった。

試験方法・試験材料:

- 1 供試場所: CETABOL
- 2 試験草地: 各3haの5牧区(98年以降に各牧区とも1haずつ畑地に転換)



- 3 供試牛: ネローレ種(育成雌牛)
- 4 試験期間: 1997年 ~ 2001年(5年間)
- 5 試験方法:
 1. とうもろこしとイネ科牧草との混播による草地造成(牧草5品種 Tanzania, Brizantha, Vencedor, Mombaza, Decumbens との混播計5牧区)・・・1997年度完了
 2. 各牧区を1年間放牧した後、98年度後期より1/3に当たる1haをそれぞれ畑地に転換し、大豆(夏作)、小麦(冬作)の交互栽培を開始。
 3. 99年度後期より各牧区ともさらに1haを畑地に転換し、大豆、小麦の交互栽培を開始。
 4. 00年度後期より各牧区とも残り1haを畑地に転換し、大豆、小麦の交互栽培を開始。
- 6 注意点: 各牧区の畑地への転換初年度は慣行法の耕起栽培を、翌年度以降は不耕起栽培法を採用。

調査項目:

- | | |
|---------------------------------|----------------|
| 1 イネ科牧草(5品種)ととうもろこしの同時期作付による経済性 | 97年度終了 |
| 2 とうもろこし収穫後の各牧草種別の生草収量 | 97年度～00年度まで調査 |
| 3 各牧区の年次別土壌成分 | 97年度より継続調査中 |
| 4 草地を畑地へ輪換する経済的耐用年数の推定 | 98年度より00年度まで調査 |
| 5 草地を畑地へ輪換後の穀物(大豆、小麦)の生産量とその推移 | 99年度以降調査 |

試験結果の概要:

1. 各草種毎収量(表1)

2000年のha当たりの牧草収量は1999年度同様 Brizantha、Tanzania、Decumbens が上位を占め、Vencedor、Mombaza の収量の落ち込みが大きく下位となった。2000年度の成績は2000年10月以降の雨季生産がない前半6ヶ月間の収量であるため、各草種の生草生産性の比較にはこの年を除き3年間(1997～1999年)の単収(ha当たり)の総量で比較すると、Decumbens > Brizantha > Tanzania > Vencedor > Mombaza の順の成績であり、乾季にも良好な生育ができるDecumbens、Brizanthaが優れた成績を示した。試験開始時における試験区の配分において牧区間の土壌肥沃度の差異を相殺するような試験設計を立てることが困難であったため、草種間の収量差の統計的解析はできなかった。

2. 年次別土壌成分(表2)

全牧草区を込みにして試験区土壌のpH、有機物、窒素、リン含量の年次変化を見ると、pHは牧草地かその後転換された畑地かに拘わらず、僅かづつ酸性化していく傾向が見られた。有機物含量では雑草を鋤きこんだ1997年には含量が急激に増加し、その後は牧草、畑作に拘わらず減少し、1999年に増加に転じた。次に、窒素含量とリン含量では牧草栽培の継続で増加し、畑作に切り替えることにより減少する傾向がともに観察された。

3. 草地から畑地輪換後の大豆及び小麦の生産量(表3)

1999～2000年のha当たりの大豆の単収を比較すると、大豆初年目栽培(牧草2年栽培後) > 大豆2年目栽培(牧草1年栽培後)の順に高かったが、これらの差は統計的な有意なものではなかった。

又、2000～2001年のha当たりの単収の比較では、大豆2年目栽培(牧草2年栽培後) > 大豆初年目栽培(牧草3年栽培後) > 大豆3年目栽培(牧草1年栽培後)の順に高い単収であったが、これらの間にもやはり統計的な有意差は見られなかった。

次に、小麦2年目栽培(牧草1年—大豆—小麦—大豆栽培後の)、小麦作1年目栽培(牧草2年—大豆栽培後の)間の2000年乾季の小麦作におけるha当たりの単収を見ると、小麦作1年目栽培 > 小麦2年目栽培であったが、やはり大豆作同様これら2処理区間の差は統計的に有意なものではなかった。

試験成績考察:

1. 各草種毎収量

Panicum 属の Vencedor、Mombaza、Tanzania は株化し、過放牧下では年々収量を下げるが、本試験でも同様な傾向が見られた。一方、Braquiaria 属の Brizantha、Decumbens では株の形成がなく(Brizantha は造成初期は株立ちがあるが、その後匍匐形に変化)匍匐形で地面をよく被覆し、より生産性が高いことが本試験で観察された。今回の試験では Mombaza を除き、2年目より牧草の生産性が低下したが、ブラジルのセラードでは3年目から牧草生産性が低下するので、4年目に大豆畑に転換するのが慣行となっている(引用文献1)との報告を考慮すると、牧草栽培期間は本試験のように3年が適当のように考えられる。

2. 年次毎土壌成分

当地域はアルカリ性土壌であるが、牧草栽培によりpHの改善が伺えるが、明確な傾向となっていない。

有機物含量については分析結果の推移を見ていくと、有機物含量は牧草地にすることで向上することが観察された。なお、畑作でも増加傾向となったのは不耕起栽培が寄与しているものと考えられる。次に、窒素含量については牧草栽培により着実に増加し、畑作に転換することで増加した窒素が消費されていることが見受けられた。リンについても牧草の栽培を継続することで増加し、畑作に転換することで、蓄積された分が消費されていくように考えられる。とりわけ豆科作物である大豆のリンの吸収量が高いことから、大豆栽培がこの減少に大きく影響したものと推察される。

3. 草地から畑地輪換後の大豆及び小麦の生産量

1999～2000年及び2000～2001年のha当たりの大豆の単収は、牧草栽培を2、3年栽培した方が牧草1年栽培より高く、又、2000年の小麦作においても牧草栽培を2年した方が牧草1年栽培より高い収量が

見られた点を総合的に考慮すると、牧草栽培を2年以上行うことが地力回復につながるようであり、この点は(引用文献1)からも支持されている。なお、大豆は豆科作物ではあるが、本作物の栽培は地力回復(有機物、窒素の増強の点で)には余り寄与しないことも今回の試験から分かった。

表1. 牧草生草生産量 (単位:トン/ha)

区分	1997	1998	1999	2000	合計
ペンセトール	59.8	39.9	51.3	9.0	160.0
モンバサ	41.8	45.6	54.0	13.2	154.6
フリシタ	57.0	50.1	65.0	28.2	200.2
タンザニア	60.9	50.2	55.3	29.3	195.7
デクンベンス	85.6	66.1	59.8	21.3	232.8

(注) 1997~1999年は4~翌年3月までの、2000年は4~9月までの生産量を示す。

表2. 土壌の化学分析値

区分	牧草地					畑作1年目		畑2年目
	96.10.5	97.10.15	98.11.19	99.10.13	00.09.11	99.09.01	00.09.11	00.09.11
pH	8.02	7.84	7.41	7.47	7.62	7.55	7.49	7.76
有機物(%)	2.04	3.32	2.80	2.28	2.73	2.37	2.49	2.72
窒素(%)	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15	0.16	0.14	0.15
リン(ppm)	28.39	32.28	34.78	37.30	36.46	30.63	21.88	37.54

表3. 畑作に転換後の大豆の収量

(単位:トン/ha)

牧区	年	ペンセトール	モンバサ	フリシタ	タンザニア	デクンベンス	平均	
1	畑初年度	98~99	2.29	2.64	2.88	3.17	3.03	2.80
	畑2年度	99~00	1.32	1.75	2.11	2.66	2.61	2.09
	畑3年度	00~01	2.17	2.73	2.46	2.79	3.29	2.69
2	畑初年度	99~00	2.22	2.18	2.37	2.85	2.38	2.40
	畑2年度	00~01	3.00	3.12	3.00	2.82	3.02	2.99
3	畑初年度	00~01	3.07	3.18	2.84	2.49	3.26	2.97

表4. 畑作に転換後の小麦の収量

(単位:トン/ha)

牧区	年	ペンセトール	モンバサ	フリシタ	タンザニア	デクンベンス	平均	
1	畑初年度	1999	2.66	1.78	2.02	1.94	1.43	1.97
	畑2年度	2000	1.32	1.76	1.71	1.62	1.15	1.51
2	畑初年度	2000	1.36	1.50	1.52	1.62	1.62	1.53

引用文献

1. 中南米の農地劣化地域における持続的作物生産技術(平成10年2月; 社団法人全国農業改良普及協会)

大課題	3 牧草及び飼料作物栽培管理技術体系の確立
中課題	3-1)草地の維持管理の改善
小課題	3-1)-① 草地の更新と畑作の輪換体系の確立
試験項目	畑地・放牧草地輪換試験
指導専門家氏名	田中 実秋
担当(部署・氏名)	作物班(エドワルド コンド)
開始年度、年次	1994年度開始、 7 カ年間予定の 7 年次
背景:	現在移住地では、農業生産基盤の安定化を促進するため、畑作専業農家に対する畜産(特に肉牛飼育)を取り入れた有畜複合経営が叫ばれている。しかし、現状において当地に適応した方法と技術体系が見出されておらず、具体的な有畜複合経営モデルの提示がなく農家の実施が困難な状況にある。
目的:	同一農地を夏期は作物栽培(大豆)、冬期は飼料作物(ソルゴ)を栽培し、畑作と畜産の相互活用による有畜複合経営の一つのモデルを検討する。これにより冬期の家畜飼料を計画的に確保することによる家畜飼養効率の向上と地力の維持増進の効果が期待できることから、畑作と放牧草地の輪換効果を確認し農家へ有畜複合経営への取り組みを奨励する。
前年度迄の成果概要:	冬期の家畜放牧における日増体量は平均して約 600g を維持している。また、夏期の大豆は、每期3ト/ha 以上の高収で推移してきている。普通放牧体系における家畜の日増体量と他の CETABOL 圃場での大豆の収量に比べても優れた成績を残している。土壌の化学性変化では、有機物などに増加傾向がみられ、物理性の変化では、10~15cm 層に土壌硬化の傾向がみられるが、障害となる程度ではない。
試験方法・試験材料:	<p>1. 供試場所 :CETABOL 試験圃場</p> <p>2. 供試草種・品種:冬期…飼料用ソルゴ、夏期…大豆(CAICO-101)</p> <p>3. 供試牛 :ネローレ種 40頭(冬期)</p> <p>4. 播種期 :冬期…2000年4月下旬、5月上旬の2回 夏期…2000年11月上旬</p> <p>5. 収穫期 :夏期大豆…2001年3月中旬</p> <p>6. 栽植様式 :冬期(ソルゴ)…畦間 20cm×条播、夏期(大豆)…条間 40cm×株間 7.5cm の1本立て</p> <p>7. 播種方法 :不耕起栽培の機械播種</p> <p>8. 区制 :一区制の二輪牧</p> <p>9. 供試面積 :4ha×2牧区(8ha)</p> <p>10. 放牧方法 :1)牧区の区割り…各牧区とも電気牧柵で0.5haに区割りしたストリップ方式。 2)放牧期間 …各区とも16日間の昼間放牧。 3)放牧期 …2000年6月下旬から10月上旬</p> <p>11. 一般管理 :1)雑草防除…必要性に応じた生育期(大豆) 2)害虫防除…生育期の適時(大豆)</p> <p>12. 調査項目 :1)大豆の生育及び収量調査、土壌の理化学性、雑草調査 2)放牧牛の日増体量、飼料用ソルゴの生産量、牛による消費量及び養分含量</p>
試験結果概要:	<p>図1、2に大豆収量と放牧牛日増体量の年次推移を示した。本年度は、冬期における放牧期間を昨年度の2倍、約120日間に延長し、ソルゴ畑への放牧を3回行った。また、昨年度の検討事項であった放牧牛の消化不良による軟便の問題を解決するため、乾物給与を増やし、さらに、ソルゴ畑への放牧をソルゴが十分繊維質を生産する生育後期まで待つことにより、飼養効率の向上が図られ、放牧牛の日増体量は過去最高の813gとなった。また、本年度の夏期大豆収量は3.3t/haであった。</p> <p>土壌の物理性に関しては、10~15cmの深さの層に硬化が認められたので、夏作大豆播種前にサブソイラーによる硬盤破碎処理を行った。大豆収穫後の土壌硬度は、やはり10~15cmの層に硬化が認められたものの、その値は根の伸長を妨げる程ではなかった。</p>

考察:

表1に畑地・放牧草地輪換体系による年次別収益を表した。本年度は、放牧牛の日増体量が良好であったのと、大豆の収益が高かったことにより、過去最高の430ドル/haの収益を記録した。畑地・放牧草地輪換体系による土地生産性は給餌法、耕種法の改善により、高いものとなった。

冬期飼料作物として飼料用ソルゴを栽培したが、放牧期間中、水分含量が高く繊維質含量が低いため、乾物給与が必要である。

大豆の収量は、周辺の農家平均収量よりも高く推移してきており、最終の土壌化学分析の結果は未だ得ていないが、過去のデータより判断すると、土壌有機物の増加による地力維持が要因と考えられる。

過去7年間の成果は、ソルゴ畑への冬期放牧による牛の日増体量は平均623g、夏作大豆の平均収量は3.4t/haを維持しており、畑作と畜産の有畜複合経営における輪換体系を提示するという当初の目的は達成されたものと考えられる。

次試験時の課題:

1. 自主試験として継続
2. 耕種法による雑草防除法の開発

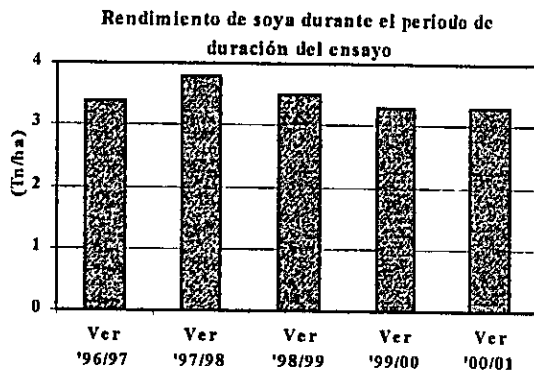


図1. 大豆収量の年次推移

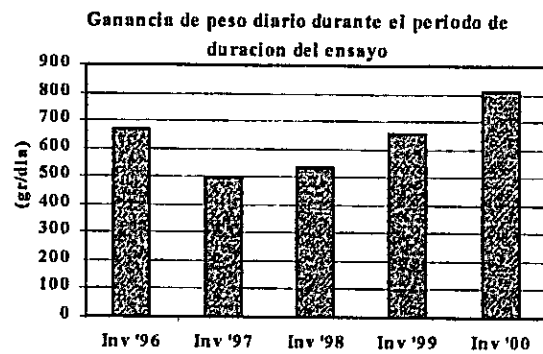


図2. 放牧牛日増体量の年次推移

表1 畑地・放牧草地輪換体系の収益の年次推移 (US \$ /ha)

Item	1995		1996		1997		1998		1999		2000	
	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno
Beneficio soya	503		673		680		496		449		482	
bruto gan peso		210		177		192		238		256		
Costo de producción	243	185	295	149	356	117	300	91	228	83	225	
Beneficio /campaña	260	25	378	28	324	74	196	147	221	173	257	
neto /año	260	403		352		271		368		430		

大課題 中課題 小課題 試験項目 指導専門家氏名 担当(部署・氏名) 開始年度、年次	3 牧草及び飼料作物栽培管理技術体系の確立 3-2) 飼料の栄養価評価 3-2)-① 粗飼料及び濃厚飼料の栄養価評価 放牧草の栄養価評価(肉用牛改善計画との連携) 小林 進介 分析ラボ(シルヴィア 比嘉) 1999年度開始 2カ年間予定の 2年次
背景:	ボリヴィアでは、肉牛・乳牛の飼育は放牧が基本である。これまでの調査・研究でサンタ・クルス県における放牧草の養分含有特性が明確になってきたが、牧草の再生状況や草地管理と栄養価との関係についてはまだ十分に把握されていない。
目的:	1 ブラキヤリア・デクンペンスやタンザニアなどの代表的草種について、放牧草採食部の部位別栄養価を評価し、草地管理・放牧管理改善の指針とする。
試験材料・試験方法:	01 試験場所 ボリヴィア農業総合試験場 02 供試草地 Brachiaria Decumbens, Brachiaria Brizantha, Tanzania, Mombaza 03 供試牛 CETABOL 試験牛 04 試料採取 入牧前に採食部を刈り取り分析室に持ち帰った。 05 分析用試料の調製 65°C、48 時間乾燥後、粉碎し、分析用試料とした。 06 飼料分析 水分、粗蛋白質、粗繊維、粗脂肪、灰分、可溶性無窒素物、ミネラル(Ca,P,Mg,K,Na,Fe,Mn,Zn 及び Cu)、ADF、NDF を分析した。 07 可消化養分総量(TDN)の推定 $TDN(\%) = 32,84 + 1.221 \times \text{粗蛋白質}(\%) + 0.202 \times \text{可溶性無窒素物}(\%) + 0.085 \times \text{粗繊維}(\%)$ 08 可消化エネルギー(DE)及び代謝エネルギー(ME)の算出 $DE(\text{Mcal/kg}) = TDN(\%) \times 4.41 \times 0.01$ $ME(\text{Mcal/kg}) = -0.33 + 0.958 \times DE$
試験成績概要:	栄養価をみると、TDNは採食部全体でおよそ55~55%のレベルにあり、粗蛋白質含量はおよそ8%であった。部位別粗蛋白質含量をみると、いずれの草種においても茎部よりも葉部で高く、茎部の先端部が下位のそれよりも高い傾向が認められた(図1)。粗繊維含量は、粗蛋白質の場合と逆の関係にあった。ミネラル含量は、カリ、亜鉛等は、葉部よりも茎部で高かった。一方、カルシウムやマグネシウムは、葉部の方が高含量であった。カルシウムが茎部で0.2%以下と極端に低い値を示した。リンは、葉部と茎部にほぼ同レベルにあった。また、Ca/Pが1前後よりも低く、特に茎部のこの比率は0.5前後以下の低値を示した。

考察:

今年度得られた4草種に部位別成分の分布状況は、前年度の *Brachiaria Decumbens* の場合とほぼ同様であった。すなわち、粗蛋白質やカルシウム、マグネシウムは茎部よりも葉部で高く、一方、カリ、亜鉛は茎部の方が高かった。リンについては、葉部と茎部に同レベル含まれていた。

前年度と同様にカルシウム含量が低いことを反映して、Ca/P が1よりも低かった。放牧牛が摂取すべき飼料の Ca/P は2前後が理想的とされ、少なくとも1以上のレベルに保たなければならない。畜産班が検討した CETABOL 牛の糞の Ca/P も1より低く、放牧牛のカルシウムとリンの摂取が正常でないことが示された。

CETABOLの再生草でCa/Pが低いのは、牧草のリンレベルが全体的に高く、一方、カルシウムレベルが低いためである。再生草のリンレベルについてみると、採食部のリン濃度は高いもので0.5%を超えた。CETABOL圃場を含めオキナワ移住地やその周辺地域に分布する土壌のリン供給能が全体的に高いことが知られており、このことが牧草のリン含量にも反映していると考えられる。

一方、CETABOL草地を含めオキナワ移住地耕地はリン同様、カルシウムも全般的に高く、CETABOL圃場もその例外ではない。土壌中にカルシウムが十分にあって、作物がそれを吸収できない条件として、水の問題が指摘されている。すなわち、一般に土壌が水不足の状態にある場合、また葉からの水の蒸散が多くなる場合、植物はカルシウムを十分吸収できない。再生により葉がよく繁茂すれば、水の蒸散量が高まると予想される。オキナワ移住地は雨季でも十分な降水量が期待できない場合があり、再生草への水の供給は制限されるであろう。

葉部の亜鉛は、牛の要求レベルの30ppmを大きく下回っていた。Tanzaniaの葉では、10ppm以下と極めて低いレベルにあった。放牧牛の亜鉛不足が危惧される。

輪換放牧草でこうしたミネラルの過不足が一般的ならば、放牧牛のミネラルバランスを改善できるよう鉱塩の成分組成を調製・給与することが重要である。また、マメ科草の導入も検討すべきであろう。本試験は、今年度をもって終了するが、今後とも移住地やその周辺地域を対象に再生草のミネラル組成に関するデータを蓄積していく必要がある。

次試験時の課題:

本試験は今年度をもって終了。放牧牛のミネラル栄養改善に本成果が活用できる。特に、鉱塩の成分組成決定に有効な情報が提供できる。

大課題	1 地力維持増進技術の確立
中課題	1-1) 緑肥作物の導入による地力維持増進技術の確立
小課題	1-1)-① 大規模畑作の緑肥作物導入による土壌改良効果の確認
試験項目	畑作物栽培による地力消耗と緑肥作物による地力増進の予測
指導専門家氏名	田中 実秋
担当(部署・氏名)	作物班(エデイ アファチヨ)
開始年度、年次	1995年度開始、 6 カ年間予定の 6 年次

背景:
 移住地においては、開墾以来約40年間ほとんど無肥料で作物栽培しているため、地力低下が徐々に進行して、収量の減少、生産コスト上昇等の問題が生じ、持続的農業経営が危惧されている。地力低下対策については、いろいろな方法がある中で、当地において比較的取り組み易いと思われる緑肥の導入による対策が講じられているが、未だ地力増進効果を具体的に示すまでには至っていない。

目的:
 作物栽培による地力低下及び緑肥導入による地力増進効果を土壌中のN濃度、有機物含量等の化学性変化をもとに検討し、作物収量との関係を把握する。

前年度迄の成果概要:
 緑肥の導入によるN、有機物に対する効果は、サンファン移住地がオキナワ移住地に比べ大きい傾向であった。また、作物収量は、サンファン、オキナワとも年次による変動にあるが、緑肥作物の導入効果については未だ明確な傾向にない。また、作期間に緑肥作物を栽培する場合、夏作後に作付けを行うと土壌水分が緑肥により消費されてしまい、冬作物に悪影響を及ぼす事が解ったので、今期試験は冬作後のみに緑肥を作付ける事とした。

試験方法: 試験材料:

- 供試場所: CETABOL試験圃場、CAISY試験圃場
- 供試作物: CETABOL …1) 冬期作物 小麦
 2) 夏期作物 大豆
 3) 作期間 Crotalaria Juncea, Milheto、(比較: 裸地)
 CAISY …1) 冬期作物 Sesbania, Lablab Marron, Crotalaria Juncea、(比較: 大豆)
 2) 夏期作物 陸 稲

3. 播種期・収穫期:	供試場所	作 期	播 種 期	収穫期(又は緑肥処理期)
CETABOL		冬 期	2000年5月中旬	2000年9月中旬
		夏 期	2000年11月下旬	2001年3月下旬
		作期間	2000年9月下旬	2000年11月中旬
CAISY		冬 期	2000年5月中旬	2000年9月中旬
		夏、期	2000年12月上旬	2001年4月下旬

- 栽植様式: 1) 小麦 … 畝間20cmの条播(播種量100Kg/ha)
 2) 大豆 … 畝間40cm×株間7~8cmの1本立て
 3) 陸 稲 … 畝間17cmの条播(播種量150Kg/ha)
 4) 緑 肥 … Lablab Marron 畝間40cmx株間15~20cm
 Milheto 畝間20cmの条播(播種量 30Kg/ha)
 Sesbania 畝間30cmの条播(播種量 40Kg/ha)
 Crotalaria J. 畝間20cmの条播(播種量 30Kg/ha)
- 播種方法: 不耕起播種
- 区制・1区面積: CETABOL 2区制、1200 m²、 CAISY 1区制、2400 m²
- 供試面積: オキナワ 7980 m²、サンファン 2400 m²
- 一般管理: 当地の一般不耕起慣行法に準ずる。
- 調査項目: 土壌の化学性、土壌水分含量、土壌貫入抵抗値、緑肥の生育および作物収量調査

試験結果概要:

CETABOL での試験圃場の0~15cm層における土壌の化学性について図1に示した。試験期間中、有機物含量は緑肥区でほぼ一定であったが、対照区で若干の減少が見られた。窒素含量はクロタリヤ区で30%、ミレット区で16%、対照区で4%増加し、終了時では、クロタリヤ区は対照区に比べて25%優れていた。リン酸含量は、小麦収穫後にクロタリヤ区、ミレット区で多くなり、大豆収穫後の4月にクロタリヤ区、ミレット区でともに減少し、クロタリヤ区では試験開始時の値と同様となったが、ミレット区では13%増加した。対照区では順次

減少し、終了時にはミレット区が対照区より37%優っていた。カリ含量は、全ての区で若干ではあるが増加した。

CAISY での試験圃場の0~15cm層における土壌の化学性について図2に示した。有機物含量は緑肥区で、倒伏処理後、一時的に増加するが、稲収穫後には減少し、クロタリヤ区のみ若干増加したが、その他の区では減少した。窒素含量は全ての緑肥区で増加し、対照区のみ減少した。リン酸含量は全ての区で増加を示したが、緑肥区の増加割合が大きかった。カリ含量は、全ての区で減少したが、対照区での割合が最も大きく、48%減少した。

CETABOL での土壌の貫入抵抗値と土壌水分含量を図4に示した。冬作後、貫入抵抗値はクロタリヤ区が高く、土壌水分は緑肥区が対照区より多かった。夏作後は、貫入抵抗値および土壌水分共に全ての区で同様の傾向を示した。CAISY では、冬作後、夏作後共に緑肥区が対照区に比べ、貫入抵抗値は低く、土壌水分は高い値を示した。

緑肥の乾物生産量を見ると、CETABOL ではクロタリヤ区 4.63t/ha、ミレット区 3.5t/ha でクロタリヤ区が優った。CAISYでは、乾物生産量が低く、セスパニア区 0.6t/ha、クロタリヤ区 1.02t/ha、ラブラブマロン区 1.06t/ha であった。

作物収量について見ると、CETABOL での冬作小麦では処理区間での顕著な差は認められなかったが、夏作大豆では、クロタリヤ区で20%、ミレット区では8%の割合で対照区より優れていた。CAISYでは、夏作陸稲収量は緑肥区で大きく優っており、それぞれセスパニア区38%、クロタリヤ区35%、ラブラブマロン区13%の割合で対照区より優れていた。

考察:

CETABOL では、緑肥区で土壌有機物含量は変化せず、窒素、リン酸、カリは若干増加する傾向が見られたが、対照区では、土壌有機物、リン酸が減少する傾向が見られた。土壌硬度については、冬、夏期を通じて改善は見られなかったが、土壌水分については、冬期において緑肥区が対照区に比べて高く保たれた。その結果、若干ではあるが、緑肥区の小麦収量が対照区に比べて多い傾向を示した。また、夏作大豆の収量は、明らかに緑肥のクロタリヤ区で優れており、緑肥の効果を確認できたと考えられる。

CAISY の場合、緑肥区で窒素、リン酸が増加する傾向があり、また、土壌硬度は緑肥区で改善され、土壌水分も緑肥区で高く保たれた。その結果として、陸稲の収量も緑肥区で多くなり、緑肥の効果を確認できた。

以上の事より、緑肥を冬作後の作期間、または冬作に栽培することにより、地力を維持しうる事が確認できた。また、緑肥草種については、CETABOL ではクロタリヤが、CAISY では、セスパニア、クロタリヤが優れていた。

次試験の課題:

本年度をもって試験を終了する。

図表

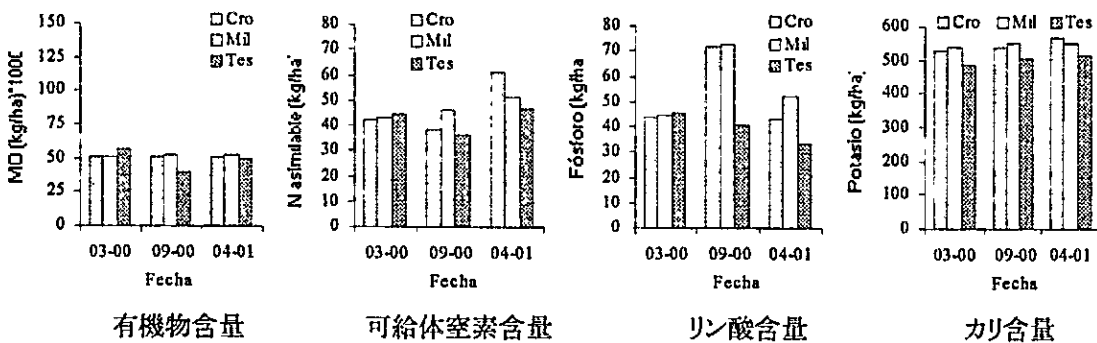


図1. CETABOL圃場における0~15cm層の土壌の化学性の変化。

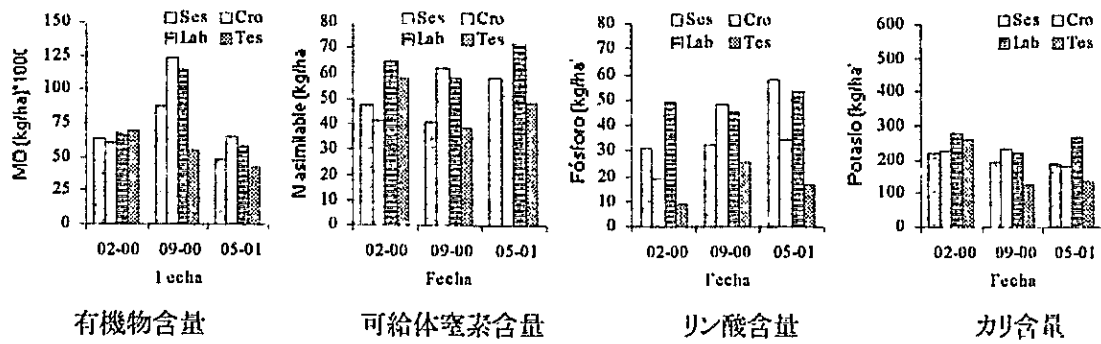


図2. CAISY圃場における0~15cm層の土壌の化学性の変化.

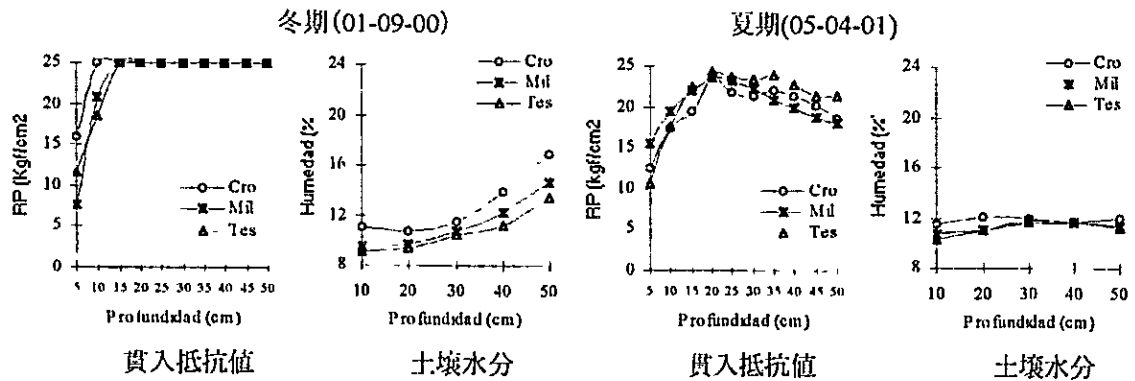


図3. CETABOL圃場における土壌の貫入抵抗値と土壌水分の変化

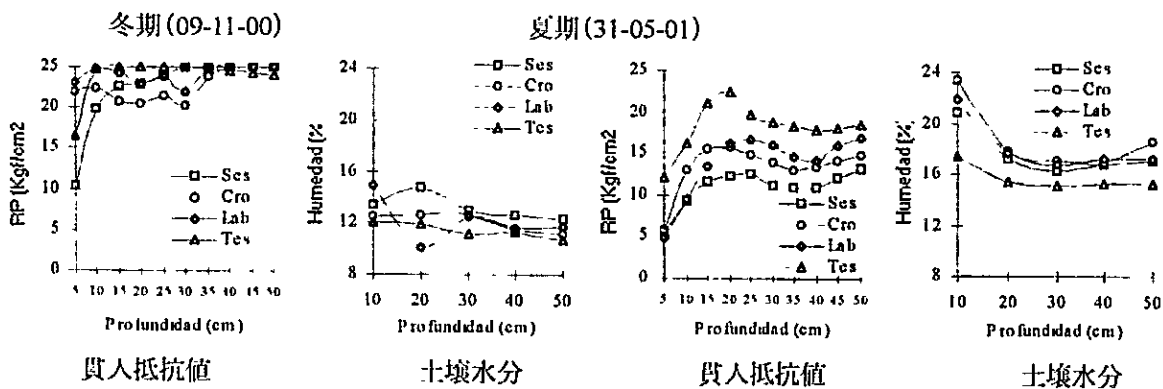
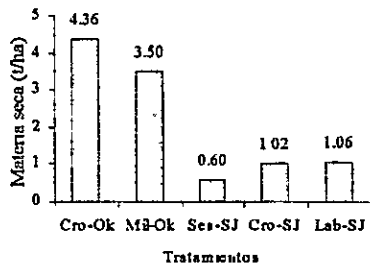
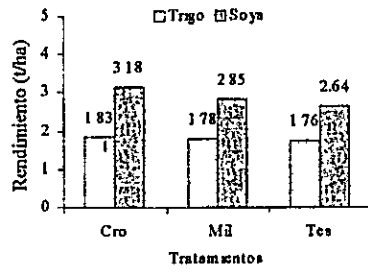


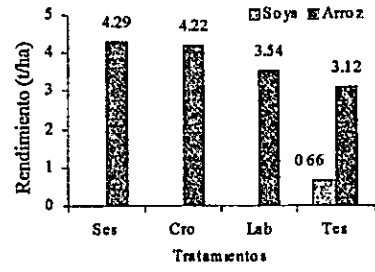
図4. CAISY圃場における土壌の貫入抵抗値と土壌水分の変化



緑肥乾物重



小麦、大豆収量(CETABOL)



陸稲、大豆収量(CAISY)

図—6. CETABOLとCAISYにおける緑肥乾物重および小麦、大豆、陸稲の収量.

大課題	1.地力維持増進技術の確立										
中課題	1-2)地力維持増進技術に適した耕起法の開発										
小課題	1-2)-① 不耕起栽培における高位安定生産技術の確立										
試験項目	土壌タイプ別不耕起栽培現地適応性試験 (適正技術開発研究課題)										
指導専門家氏名	川中 実秋										
担当 (部署・氏名)	作物班 (エドワルド コンド)										
開始年度、年次	1999年度開始、 2 カ年間予定の 2 年次										
背景:	<p>地力低下が懸念されている移住地を中心に不耕起栽培法が広がっているが、本農法が作物生産や土壌地力に及ぼす影響は未だ明らかでない。地域の土壌タイプ別に本農法と地力増強対策の関連を明らかにしておく必要がある。</p>										
目的:	<p>当地の栽培体系は、サトウでは大豆(夏作) -小麦(冬作)、サトウでは陸稲(夏作) -大豆(冬作)であるが、冬作は何れも低収で地力維持効果はそれほど期待できない。そこで、両移住地の地力増強手段として冬作に緑肥作物を導入した場合、夏作物(大豆、陸稲)の生育収量に及ぼす影響を耕起法と不耕起栽培法で比較検討し、併せて供試緑肥草種の地力水準に及ぼす影響を明らかにする。</p>										
前年度迄の成果概要:	<p>土壌タイプの異なる圃場で不耕起栽培に適する地力増強対策として緑肥草種を替えて検討している。現在、土壌の理化学性を中心に分析しているが、未だ成果について言及できるまでには至っていない。</p> <p>なお、圃場作物の生育は、耕起区が不耕起区に比べ前半の生育に優れるものの後半は反対に不耕起区の生育が旺盛となり、耕起区の生育に追いつく結果となった。</p>										
試験方法・試験材料:	<p>1. 供試場所・供試作物</p> <table border="1" data-bbox="470 963 1316 1288"> <thead> <tr> <th>場所 作季</th> <th>CAISY試験圃場 (埴土・砂壤土)</th> <th>CETABOL試験圃場 (砂壤土)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>冬作</td> <td>大豆(対照) ラブラブ マロン(マメ科) ソルゴ(子実用、イネ科)</td> <td>小麦(対照) ラブラブ マロン(マメ科) ソルゴ(子実用)、ソルゴ (飼料用) ひまわり、飼料 用大根(ナボホラヘロ)</td> </tr> <tr> <td>夏作</td> <td>陸稲</td> <td>大豆</td> </tr> </tbody> </table>		場所 作季	CAISY試験圃場 (埴土・砂壤土)	CETABOL試験圃場 (砂壤土)	冬作	大豆(対照) ラブラブ マロン(マメ科) ソルゴ(子実用、イネ科)	小麦(対照) ラブラブ マロン(マメ科) ソルゴ(子実用)、ソルゴ (飼料用) ひまわり、飼料 用大根(ナボホラヘロ)	夏作	陸稲	大豆
場所 作季	CAISY試験圃場 (埴土・砂壤土)	CETABOL試験圃場 (砂壤土)									
冬作	大豆(対照) ラブラブ マロン(マメ科) ソルゴ(子実用、イネ科)	小麦(対照) ラブラブ マロン(マメ科) ソルゴ(子実用)、ソルゴ (飼料用) ひまわり、飼料 用大根(ナボホラヘロ)									
夏作	陸稲	大豆									
	<p>2. 耕起法: 耕起(対照)、不耕起</p> <p>3. 冬作播種: 2000年 5月上~中旬</p> <p>4. 冬作収穫: 2000年 9月上~中旬</p> <p>5. 夏作播種: 2000年11月上~中旬</p> <p>6. 夏作収穫: 2001年 3月上~中旬</p> <p>7. 面積・区制: 一区面積300㎡、無反復</p> <p>8. 調査項目: 土壌の化学性、作物乾物重、収量</p>										
試験結果の概要:	<p>CETABOLでの冬作緑肥乾物重と夏作大豆の収量を図1に示した。緑肥の乾物重が多いのは、飼料用ソルゴ、子実用ソルゴ、飼料用大根であった。耕起、不耕起の別では一定の傾向が認められなかった。夏作大豆の収量は、ラブラブマロン区で最も多く、その他の緑肥では対照区と同等またはそれ以下であった。飼料用大根とラブラブマロンを除く区では不耕起区の方が収量が多かった。</p> <p>CAISYでの冬作緑肥乾物重と夏作陸稲の収量を図2に示した。冬作緑肥乾物重をみると、子実用ソルゴ区は耕起区が多かったが、ラブラブマロン区、大豆区共では不耕起区が多かった。夏作陸稲の収量は大豆区が最も多く、子実用ソルゴ区を除いて、耕起、不耕起区での差異は顕著でなかった。</p> <p>土壌についてみると、土壌温度は耕起区では深さによって大きく違っているが、不耕起区では深さによる違いも少なく、また、温度の上昇度合いも小さかった。同様に土壌湿度も耕起区が変化の割合が大きく、早く乾燥するのに対し、不耕起区では変化の割合が小さく、湿度が保たれた。これらは、不耕起区では緑肥の残液が土壌表面を被覆していることによると考えられる(データ割愛)。</p> <p>土壌の化学性については、有機物含量は、耕起区においては冬期に増加し、夏期に分解され減少するパタ</p>										

ーンを繰り返すが、不耕起区では同様のパターンを示すものの徐々に増加する傾向が視られた。窒素やリン酸は耕起区の場合、土壌の全層に一樣に分布するが、不耕起区の場合、上層に集積する傾向が視られた。

特に不耕起栽培に注目してみると、CETABOL 圃場では、有機物含量が増加したのは飼料用ソルゴ、ラブラブマロン、ひまわりの各区であった。窒素含量は、ラブラブマロン区で大きく増加し、リン含量は飼料用ソルゴ、ラブラブマロン、飼料用大根の各区で増加した。特に飼料用大根区では、リン含量が高く維持された。カリウム含量は飼料用ソルゴ区のみで増加が認められた (表 1)。

CAISY 圃場では、全ての区で有機物含量が増加し、窒素含量は大豆区のみで増加、リン含量は子実用ソルゴ区で半減し、カリウム含量は全ての区で増加した (表 2)。

考察：

CETABOL では、大豆収量が最も多かった区は、豆科の緑肥作物のラブラブマロンであった。ラブラブマロンの乾物生産量は他の緑肥作物に比べて少ないが、窒素を多く土壌に還元する事により増収をもたらしたと思われる。乾物生産の面から見ると、飼料用ソルゴ、子実用ソルゴ、飼料用大根が高い生産性を示したが、土壌中の有機物を多く増加させたのは飼料用ソルゴのみであった。これは不耕起栽培のため、緑肥残渣が土壌表面にあり、有機物の分解が徐々に行われているためと考えられる。また、飼料用大根は土壌中のリン含量を他の緑肥に比べて高く維持した。これらの事より、オキナワ第 1、第 2 地区では輪作体系の中で、各緑肥作物の特性を生かした使い方をすべきであろう。

CAISY では、緑肥作物の子実用ソルゴやラブラブマロンよりも大豆の生育が優れ、乾物生産量も多かった。陸稲収量は、大豆、ラブラブマロンの豆科作物の区で多くなり、やはり、豆科作物により固定された窒素の効果が発現したと思われる。土壌有機物も全ての区で増加していた。土壌養分も子実用ソルゴ区で、リンが減少したが、その他のものは、同様または増加傾向を示しており、これらの事より、サンファン地区では冬作に大豆を栽培するのが良いと思われる。

次試験時の課題：

本年度をもって試験を終了する。

図表

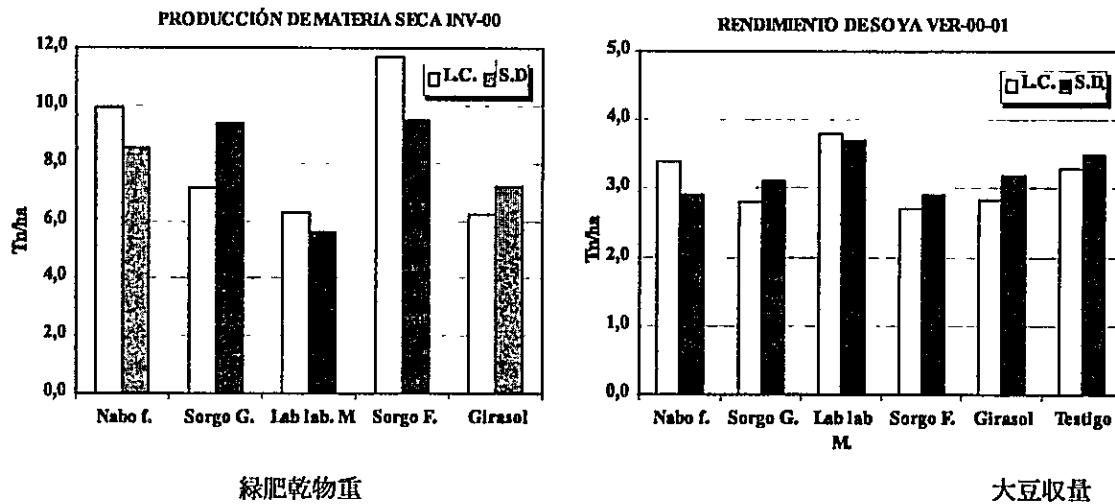


図 1. CETABOL における緑肥乾物重と大豆収量。
LC: 耕起区、SD: 不耕起区

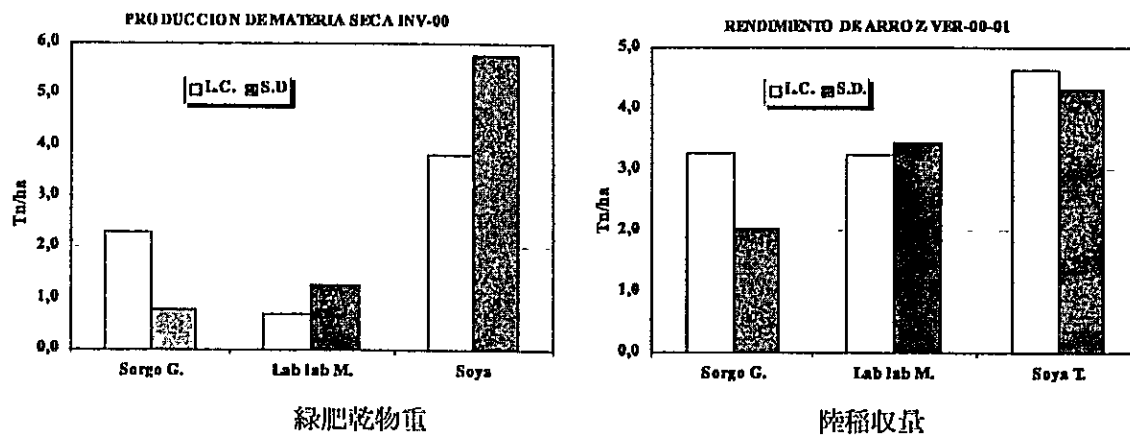


図2. CAISYにおける緑肥乾物重と陸稲収量。
LC: 耕起区、SD: 不耕起区

表1. CETABOL 圃場、不耕起区における0~10cm層の土壌化学性の変化

Especies	MO (%)		N. Total (%)		P (ppm)		K (me/100 g)	
	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.
Trigo	7,73	4,34	0,33	0,32	73,00	41,00	2,01	0,90
Nabo F.	6,34	5,96	0,28	0,35	74,00	79,00	1,84	1,24
Sorgo G.	6,99	6,62	0,32	0,39	55,00	58,00	1,27	0,79
Sorgo F.	5,52	8,64	0,31	0,32	29,00	48,00	1,00	1,51
Lab lab M.	4,89	5,65	0,28	0,38	37,00	43,00	0,97	0,70
Girasol	6,02	6,37	0,33	0,31	50,00	36,00	1,28	1,17

表2. CAISY 圃場、不耕起区における0~10cm層の土壌化学性の変化

Especies	MO (%)		N. Total (%)		P (ppm)		K (me/100 g)	
	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.
Sorgo G.	11,00	12,77	0,56	0,57	38,00	19,00	1,42	1,68
Lab lab M.	9,58	11,93	0,50	0,48	24,00	24,00	1,39	1,85
Soya	8,85	11,03	0,47	0,53	18,00	17,00	0,94	1,64

大課題	1.地力維持増進技術の確立
中課題	1-2)地力維持増進技術に適した耕起法の開発
小課題	1-2)-① 不耕起栽培における高位安定生産技術の確立
試験項目	不耕起栽培現地実態調査試験 (適正技術開発研究課題)
指導専門家氏名	田中 実秋
担当(部署・氏名)	作物班(エドワルド コンド)
開始年度、年次	1999年度開始、 2 カ年間予定の 2 年次
背景:	移住地に導入されている不耕起栽培法が作物生産や農業経営にどのような影響を及ぼしているかは定かでないのでその実態を把握する必要がある。
目的:	前年度に実施した農家アンケート調査の結果をふまえ、不耕起栽培年数別に土壌や作物生産がどう変わっているかを調査する。今年度は補足調査と調査成績のとりまとめを行う。
前年度迄の成果概要:	現在、調査結果を取りまとめ中であるが、概して不耕起栽培が問題なく行われている地域の土壌は一般に砂質であったのに対し、うまくいっていない地域は粘土質が多い傾向が強く、土壌硬度は作物伸長可能域を超えていた。
試験方法・試験材料:	<p>1. 土壌調査:</p> <p>1)目的:地域における不耕起栽培圃場の土壌の変化を対照圃場と比較検討する。</p> <p>2)場 所:両移住地の代表農家圃場</p> <p>3)時 期:1999年4～5月</p> <p>4)調査点数:対照(耕起圃場)21カ所、不耕起栽培圃場31カ所 計52カ所 オキナワ第1 砂質壤土 16カ所、オキナワ第2 砂質壤土 10カ所、オキナワ第3 重粘土14カ所、サンファン 重粘土12ヶ所</p> <p>2. 補足調査:</p> <p>1)目的:不耕起栽培と耕起栽培での作物の生産状況を比較検討する。</p> <p>2)場 所:両移住地の代表農家圃場</p> <p>3)時 期:2000年5月</p> <p>4)調査点数:土壌調査農家より約40軒の代表農家を調査する。</p> <p>3. 調査項目:</p> <p>1)土壌の理化学性(土壌の貫入抵抗、三相分布、土壌構造、土壌養分等)</p> <p>2)作物の生産状況</p>
調査結果の概要:	<p>土壌の物理性については、各地域とも不耕起により0～15cmの土層で、土壌の固相率と硬度が高まり、サンファンとオキナワ第3の重粘土地帯では作物の根の伸長を阻害する限界値を超えていたのに対し、オキナワ第1と第2の砂質、壤土地帯では限界値に近づいていた。これに対応して土壌の液相率、気相率、孔隙率が低下した(図1,2)。土壌の固相率、硬度は不耕起栽培年数が長くなるほど高まる傾向が認められ、5～6年経過すると限界値を超える傾向があった(詳細は不耕起栽培圃場の土壌診断と対策に関する調査報告書、久保田勝著平成12年を参照のこと)。</p> <p>土壌の化学性について見ると、不耕起栽培により表層土壌の有機物、全窒素含量は増加したが、リン酸、加里、カルシウム含量は殆ど変化しなかった(図3)。</p> <p>代表41農家の営農実態調査の結果、不耕起栽培の収量が優れた作物は、小麦、大豆(夏作)であり、耕起栽培の収量が優れた作物は、大豆(冬作)、ひまわり、トウモロコシであった。陸稲については、耕起・不耕起の差は見られなかった。栽培作物間での耕起・不耕起の収量差にばらつきが見られるのは、両栽培法に決定的な優位性が無いことを示している。つぎに、不耕起栽培における生産費のうち、農業資材費、特に除草剤、殺虫剤等の農薬の占める割合が大きい事が判明した(表1)。</p>

考察:

サンファン、オキナワ第3の重粘土地帯での不耕起栽培は、土壌の固相率や土壌硬度が作物の根の伸長を阻害する限界値を超え、これに伴って土壌の液相率、気相率、孔隙率が低下する等、土壌の物理性が悪化して作物の生育が阻害されているので、耕起栽培に転換し、また、トウモロコシやソルゴ等の多量の粗大有機物を残す作物を輪作体系の中に取り入れて土壌の物理性改良を行うことが必要である。

オキナワ第1、2の砂質、壊土地帯での不耕起栽培では、土壌の固相率や土壌硬度が作物の根の伸長を阻害する限界値に近づいており、また、不耕起栽培年数が長いほど土壌の物理性が悪化しているため、5年程度で深耕、心土破碎を行う事が必要と考える。

また、不耕起栽培では、耕起作業省略による経費削減が可能な反面、農薬に要する経費の増加が起きており、耕種的な減農薬栽培法の確立が必要と思われる。

次試験の課題:

本年度をもって調査を終了する。

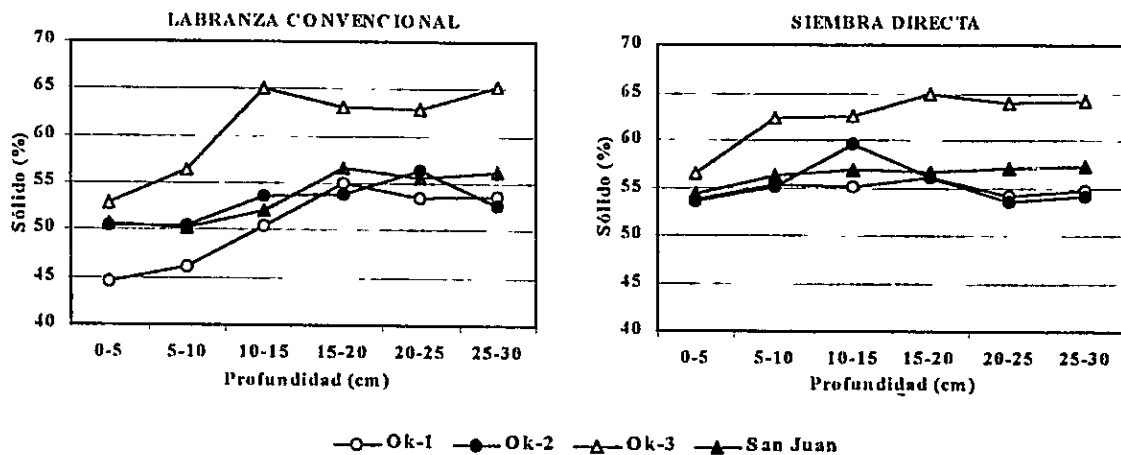


図1. 各日系移住地における耕起、不耕起栽培の違いによる土層別の土壌固相率
Labransa Convencional: 耕起区、Siembra Directa: 不耕起区

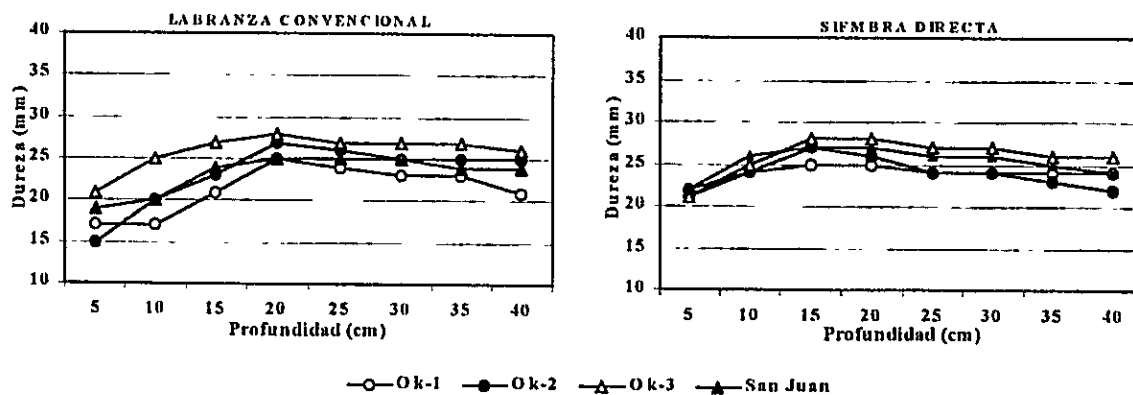


図2. 各日系移住地における耕起、不耕起栽培の違いによる土層別の土壌硬度。
Labransa Convencional: 耕起区、Siembra Directa: 不耕起区

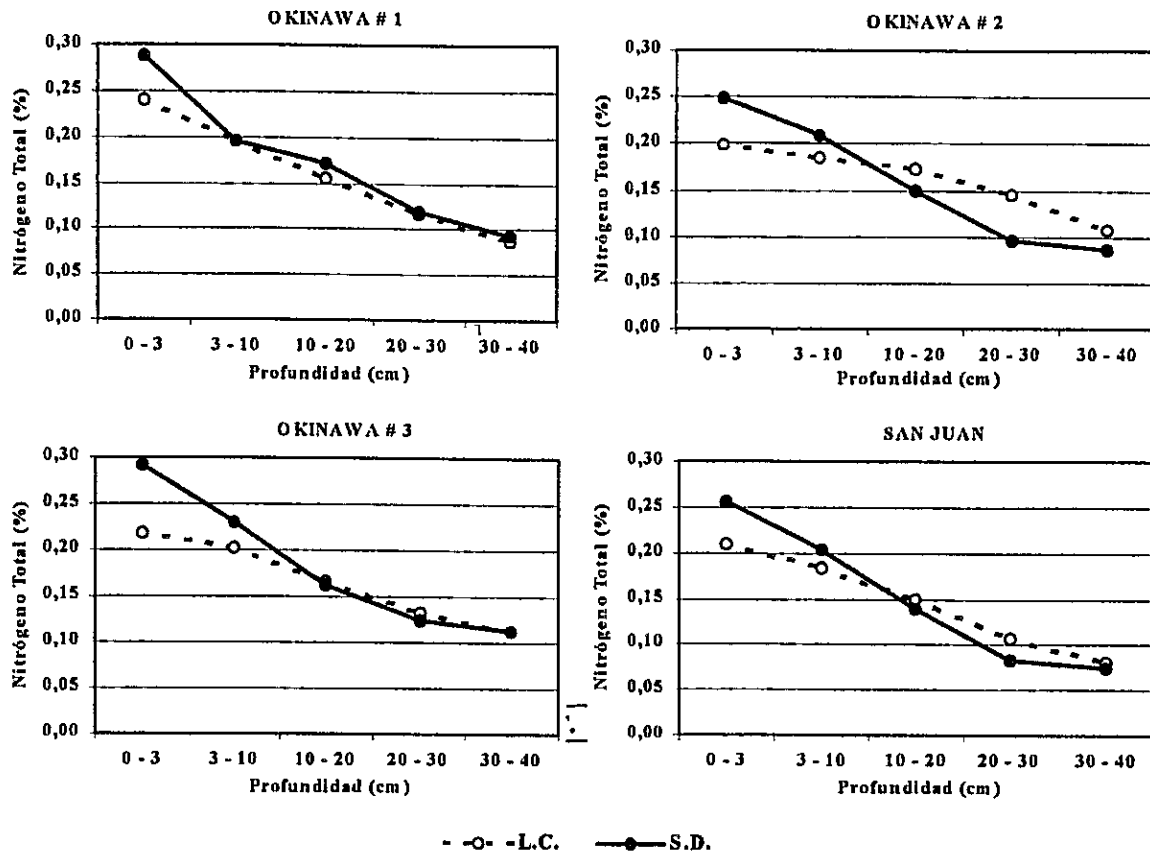


図3. 各日系移住地における耕起、不耕起栽培の違いによる土層別の窒素含量。
LC: 耕起区、SD: 不耕起区

表1. 作物別生産費内訳

Costos	Cultivo	Costos de producción de diferentes cultivos											
		Soya invierno		Trigo		Girasol		Maíz		Soya verano		Arroz	
		L. C.	S. D.	L. C.	S. D.	L. C.	S. D.	L. C.	S. D.	L. C.	S. D.	L. C.	S. D.
Preparación de suelos		18,9	--	8,4	--	17,6	--	13,1	--	18,6	--	7,3	--
Siembra		13,6	32,9	38,3	18,7	52,6	45,7	40,8	31,7	14,1	17,4	10,3	12,9
Insumos		59,4	62,1	40,3	54,4	0,0	28,4	24,5	56,0	53,3	66,4	59,0	76,7
	Herbicidas	30,3	44,4	12,5	19,8	0,0	20,9	8,2	34,9	23,8	40,7	23,6	41,5
	Insecticidas	6,4	7,2	6,3	6,8	0,0	0,0	13,3	14,7	14,6	12,3	5,9	7,9
	Fungicidas	3,2	3,0	14,7	17,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	12,1	12,2
	Fertilizantes	0,0	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	10,9	7,6
	Desecación	3,1	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	4,9	0,0	0,0
	Otros	6,3	3,5	6,8	4,4	0,0	7,6	3,1	6,7	9,7	6,2	6,4	7,7
Cosecha		5,4	2,6	3,8	6,5	9,5	11,7	12,8	6,7	7,5	6,1	17,3	5,1
	Transporte	2,7	2,3	9,2	20,5	20,3	14,1	8,8	5,6	6,8	7,9	6,2	5,4
TOTAL		129,0	106,0	159,0	125,0	71,0	66,0	148,5	108,4	132,2	133,2	300,2	294,0
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Rendimiento (t/ha)		1,1	0,8	1,6	2,5	1,8	1,3	2,6	1,5	2,0	2,7	3,0	3,1
Costo total (\$/ha)		385,0	305,0	294,0	447,0	261,0	182,0	277,5	167,0	309,4	420,1	510,0	519,0
Ganancia líquida (\$/ha)		256,0	199,0	135,0	322,0	190,0	116,0	129,0	58,7	177,3	286,8	210,0	225,0

大課題	1 地力維持増進技術の確立										
中課題	1-2)地力維持増進技術に適した耕起法の開発										
小課題	1-2)② 不耕起栽培による土壌特性変化の把握										
試験項目	不耕起栽培における物理性調査試験										
指導専門家氏名	田中 実秋										
担当(部署・氏名)	作物班(エリアス メルカード)										
開始年度、年次	2000年度開始、	3 カ年間予定の 1 年次									
背景:	<p>日系移住地における不耕起栽培は、本農法の特徴を生かし効率的な農業経営を展開している農家がある反面、低収量に留まっている農家も多い。本農法の定着を阻んでいる要因は、土地基盤が軟弱で農業機械の走行がうまくいかない地域、不耕起により土壌が硬化し作物根の伸長を阻害している地域、更には雑草との競合等さまざまである。現在まで不耕起栽培に伴う調査は、土壌の化学性変化を中心に検討してきたが、上述のような土壌硬化の問題や軟弱な土地基盤に対応する技術開発など土壌の物理性の面での検討が不十分であった。</p>										
目的:	<p>不耕起による土壌の硬化は水の浸透を阻害したり土壌水分を減少させて生育に悪影響を及ぼす面とは逆に、土壌の構造が発達する事により透水性が増して機械作業を容易にしたり、団粒構造の発達や有機物残渣による蒸散抑制により耐旱性が高まることも考えられるのでこれらの点を土壌の保水性・透水性の面から検討する。</p>										
前年度迄の成果概要:	<p>作物班(土壌)を中心に土壌の三相分布、土壌硬度等により、不耕起栽培による土壌の固相率や硬度の変化と作物生育の関係が検討されたが、他方、作物生育と密接な関係にある土壌の保水性や透水性については未検討であった。</p>										
試験方法・試験材料:	<p>1. 供試場所: CETABOL試験圃場、CAISY試験圃場 2. 供試作物:</p> <table border="1" data-bbox="411 1108 1332 1384"> <thead> <tr> <th>場所 作季</th> <th>CETABOL (砂質土壌)</th> <th>CAISY (粘上質土壌)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>冬作</td> <td>小麦 ラブラブマロン ソルゴ</td> <td>大豆 ラブラブマロン ソルゴ</td> </tr> <tr> <td>夏作</td> <td>大豆 / とうもろこし</td> <td>陸稲</td> </tr> </tbody> </table>		場所 作季	CETABOL (砂質土壌)	CAISY (粘上質土壌)	冬作	小麦 ラブラブマロン ソルゴ	大豆 ラブラブマロン ソルゴ	夏作	大豆 / とうもろこし	陸稲
場所 作季	CETABOL (砂質土壌)	CAISY (粘上質土壌)									
冬作	小麦 ラブラブマロン ソルゴ	大豆 ラブラブマロン ソルゴ									
夏作	大豆 / とうもろこし	陸稲									
	<p>3. 耕起法: 不耕起、耕起(対照) 4. 播種期: 1)冬作 2000年5月上旬 2)夏作 2000年11月中旬 5. 収穫期: 1)冬作 2000年9月中旬～下旬 2)夏作 2001年3月～4月 6. 面積・区制: CETABOL 1区150㎡、3反復、 CAISY 1区150㎡、無反復 7. その他: 当地一般耕種法に準ずる。 8. 調査項目: 土壌の三相、保水性、透水性、土壌硬度、作物収量</p>										
試験結果の概要:	<p>試験開始時点において、砂質土壌の圃場(CETABOL)と粘上質土壌の圃場(CAISY)共に、作土層(10～15cmの深さ)において土壌のpF値は、耕起区の方が不耕起区よりも多かった。それ以下の土層では差異は見られなかった(図1, 2)。冬・夏作後の全ての区において、耕起区が土壌の有効水を多く含んでいた。また、不耕起区でも有効水含量を増加させる傾向が見られた(図3)。</p> <p>土壌硬度についてみると、CETABOL、CAISY共に耕起区の作土層では土壌硬度は低いが、15～20cm部位に硬盤が見られる。不耕起区では、表層から順次硬度が増し、CETABOLでは15～20cm層に、CAISYでは10～15cm層に硬盤が見られた(図4)。土壌の孔隙率を見ると、CETABOLでは耕起区が不耕起区より15cm層まで優っており、また不耕起区では15cm以下の層で経時的に増加していた。CAISYでは、10cm層まで耕起区が優れており、それ以下の層では差異は認められなかった(図5)。</p>										

透水性について見ると、CETABOL では、耕起、不耕起区ともに冬作より夏作が良くなっているが、その程度は耕起区の方が優っていた。CAISY の場合、粘土質土壌であることから、耕起による透水性の改良は、夏作において20cm 層までおよび、その効果は高かった(図6)。

作物収量について見ると、CETABOL では、冬作小麦とソルゴでは両区間に大きな差異は無く、また、夏作大豆においても同様であった。夏作トウモロコシでは、ラブラブマロン後区では同じ値であったが、小麦、ソルゴ後区では耕起区の方が優っていた。また、ラブラブマロン区の収量が最も多かった(図7)。CAISY では、冬作大豆では耕起区が優り、夏作陸稲では、ソルゴ後区で耕起区が優り、ラブラブマロン後区および大豆後区では明確な差異は認められなかった。また、豆科作物後区での収量が多かった(図8)。

考察:

CETABOL の砂質土壌では、耕起することによって土壌の物理性は改良され、保水力、透水性、土壌硬度、孔隙率等、耕起区が優れていた。作物の生育状況は、生育初期には耕起区が良いが、後期になると不耕起区の生育が追い付いて、大豆の場合、収量も同等であった。トウモロコシでは耕起区が優っていた。

CAISY の粘土質土壌では、耕起による土壌硬度、透水性が大きく改良されるが、粘土質土壌であることにより有効水保持力は砂質土壌と比べて大きく改良されなかった。耕起による土壌改良効果は冬作大豆でより明確に認められた。夏作陸稲では、ソルゴ後区では耕起区が優れていたが、豆科作物後区ではその差は明確ではなかった。これは前作豆科作物の残渣による効果が不耕起区でも現れたものと考えられる。

次試験の課題:

サンファンでの冬作緑肥作物にラブラブマロンを栽培していたが、生育が良くないので次試験では、ナボホラヘロを用いて試験を行う。

図表

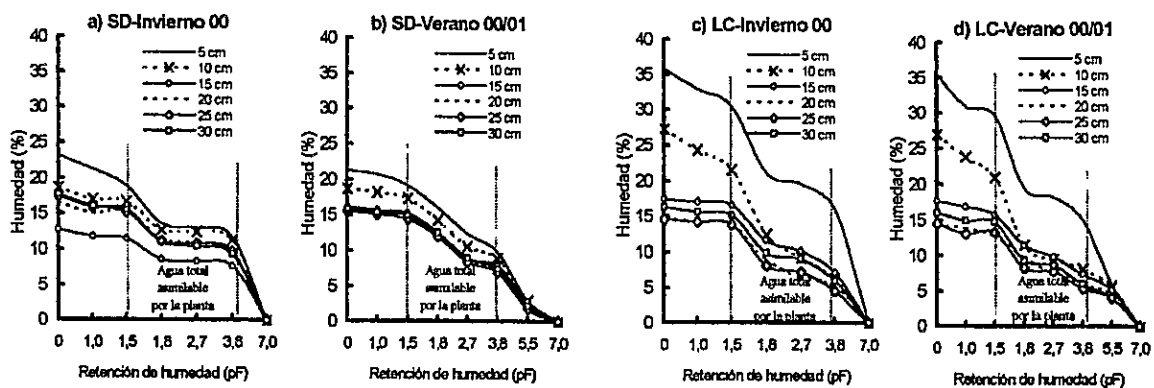


図1. CETABOL 圃場での耕起区、不耕起区における土壌のpF-水分曲線。

SD: 不耕起区、LC: 耕起区、Invierno: 冬期、Verano: 夏期

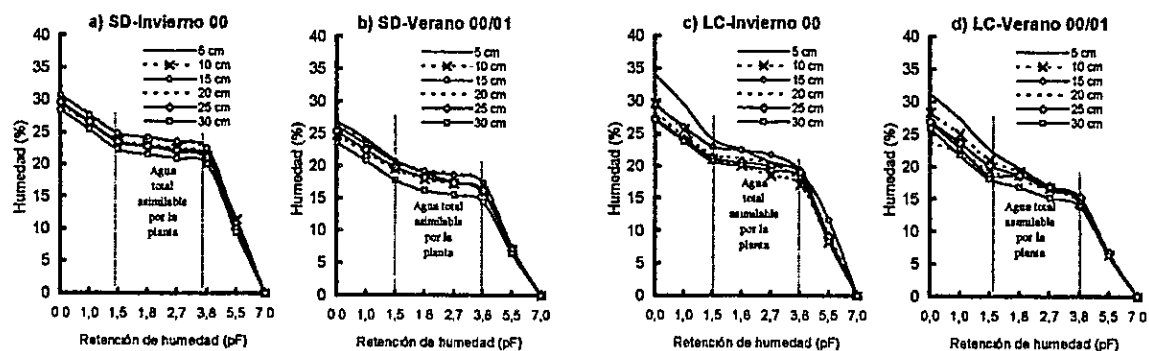


図2. CAISY 圃場での耕起区、不耕起区における土壌のpF-水分曲線。

SD: 不耕起区、LC: 耕起区、Invierno: 冬期、Verano: 夏期

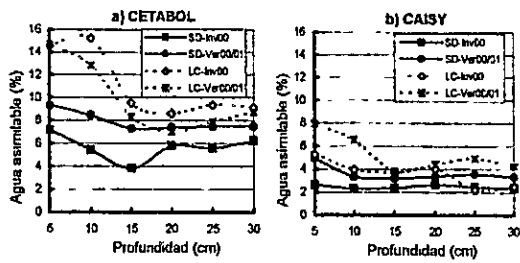


図3. CETABOL、CAISY 圃場での耕起区、不耕起区における土壌の有効水の土層別変化。
SD: 不耕起区、LC: 耕起区、
Invierno: 冬期、Verano: 夏期

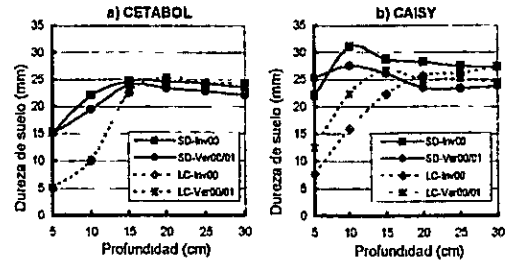


図4. CETABOL、CAISY 圃場での耕起区、不耕起区における土層別土壌硬度的変化
SD: 不耕起区、LC: 耕起区、
Invierno: 冬期、Verano: 夏期

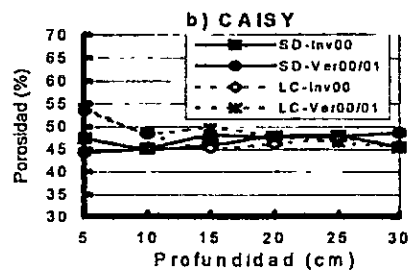
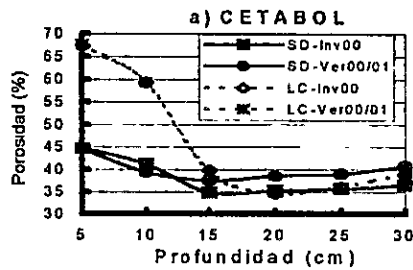


図5. CETABOL、CAISY 圃場での耕起区、不耕起区における土層別土壌孔隙率の変化
SD: 不耕起区、LC: 耕起区、Invierno: 冬期、Verano: 夏期

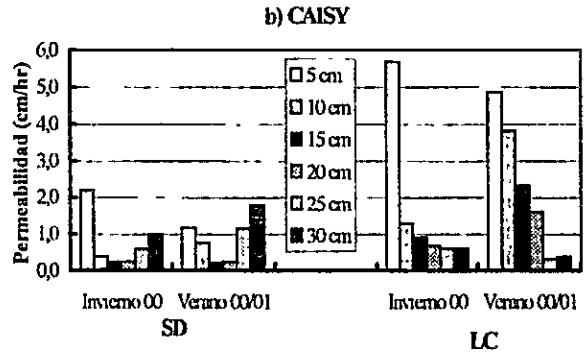
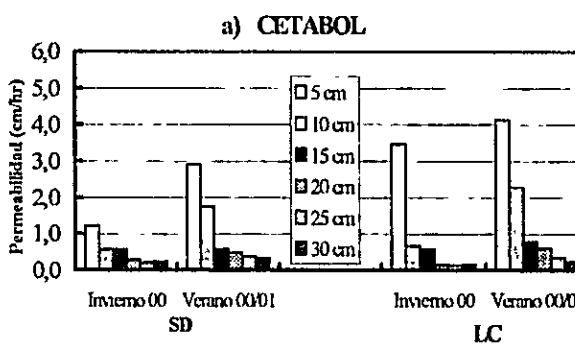


図6. CETABOL、CAISY 圃場での耕起区、不耕起区における土壌透水性の変化。
SD: 不耕起区、LC: 耕起区、Invierno: 冬期、Verano: 夏期

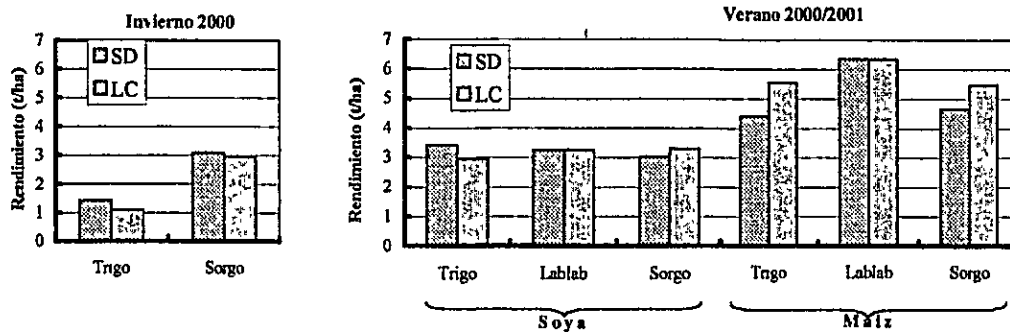


図7. CETABOL 圃場での耕起区、不耕起区における作期別作物収量.
SD:不耕起区、LC:耕起区、Invierno:冬期、Verano:夏期

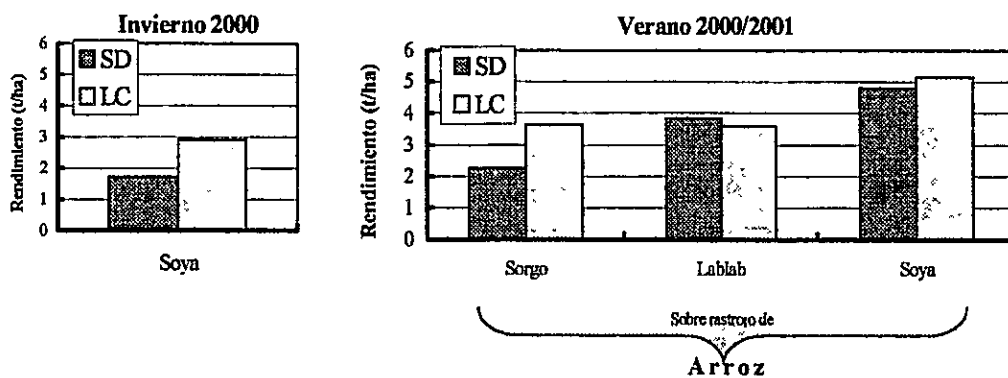


図8. CAISY 圃場での耕起区、不耕起区における作期別作物収量.
SD:不耕起区、LC:耕起区、Invierno:冬期、Verano:夏期

大課題 中課題 小課題 試験項目 指導専門家氏名 担当(部署・氏名) 開始年度、年次	1.地力維持増進技術の確立 1-2)地力維持増進技術に適した耕起法の開発 1-2)-③ 重粘土壌の物理性改善 有機物すき込みによる土壌特性改良試験 田中 実秋 作物班(エアラス メルカード) 2000年度開始、 3 カ年間予定の 1 年次																		
背景:	サンフアン・オキナワ両移住地には、土性が細粒質で粘性の強い土壌(重粘土)が広く分布している。これらの土壌は、降雨時には地耐力が低下して機械の走行を阻害したり、溝を形成して不耕起栽培を阻む原因になっている。一方、乾燥期には、土壌硬度が高まり機械作業を困難にしたり作物根の伸長を阻害するなど営農上問題が多い。																		
目的:	当移住地に適した有機物生産量の多い作物を中心に3年間の輪作体系を組み、毎作収穫後に作物残渣を深耕すき込みして土壌の理化学性の変化を年次別に追跡し、不耕起栽培と比較検討する。																		
前年度迄の成果概要:	サンフアン移住地、オキナワ第3移住地の一部に分布する重粘土壌は、営農上問題となっているが、CETA BOLにおいてはこの種の物理性改良を意図した試験はこれまでになかった。																		
試験方法・試験材料	1. 供試場所:オキナワ第3移住地(農家重粘土圃場) 2. 供試作物:																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">初年度(2000年)</th> <th colspan="2">2年目(2001年)</th> <th colspan="2">3年目(2002年)</th> </tr> <tr> <th>冬作</th> <th>夏作</th> <th>冬作</th> <th>夏作</th> <th>冬作</th> <th>夏作</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ひまわり</td> <td>とうもろこし</td> <td>ソルゴ</td> <td>大豆</td> <td>小麦</td> <td>大豆</td> </tr> </tbody> </table>	初年度(2000年)		2年目(2001年)		3年目(2002年)		冬作	夏作	冬作	夏作	冬作	夏作	ひまわり	とうもろこし	ソルゴ	大豆	小麦	大豆
初年度(2000年)		2年目(2001年)		3年目(2002年)															
冬作	夏作	冬作	夏作	冬作	夏作														
ひまわり	とうもろこし	ソルゴ	大豆	小麦	大豆														
3. 播種期・収穫期	<table border="1"> <thead> <tr> <th>作物</th> <th>播種期</th> <th>収穫期</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ひまわり</td> <td>2000年5月上旬</td> <td>2000年9月上旬</td> </tr> <tr> <td>とうもろこし</td> <td>2000年10月中旬</td> <td>2001年3月下旬</td> </tr> <tr> <td>ソルゴ</td> <td>2001年5月上旬</td> <td>2001年9月上旬</td> </tr> <tr> <td>大豆</td> <td>2001・2002年11月中旬</td> <td>2002・2003年4月下旬</td> </tr> <tr> <td>小麦</td> <td>2002年5月上旬</td> <td>2002年9月上旬</td> </tr> </tbody> </table>	作物	播種期	収穫期	ひまわり	2000年5月上旬	2000年9月上旬	とうもろこし	2000年10月中旬	2001年3月下旬	ソルゴ	2001年5月上旬	2001年9月上旬	大豆	2001・2002年11月中旬	2002・2003年4月下旬	小麦	2002年5月上旬	2002年9月上旬
作物	播種期	収穫期																	
ひまわり	2000年5月上旬	2000年9月上旬																	
とうもろこし	2000年10月中旬	2001年3月下旬																	
ソルゴ	2001年5月上旬	2001年9月上旬																	
大豆	2001・2002年11月中旬	2002・2003年4月下旬																	
小麦	2002年5月上旬	2002年9月上旬																	
4. 栽培法:	対照区(不耕起栽培)、試験区(深耕30cm)																		
5. 面積・区制:	1区面積5ha、1区制																		
6. 一般管理:	現地農家慣行に準ずる。																		
7. 使用機材:	1)播種…トラクタ(V-95HP)、播種機(不耕起用播種機) 2)一般管理…トラクタ(V-95HP)、散布機(JACT2000)																		
8 調査項目:	土壌保水性、透水性、土壌硬度、土壌三相および収量																		
試験結果の概要:	<p>土壌の保水性(pF)は、冬期、夏期とも作土層20cmまですき込み区が不耕起区に比べて優れていた(図1)。土壌各層の保水力をpF1.5の土壌水分(圃場容量)からpF3.8の土壌水分(初期しおれ点)を引いた値で表した。すき込み区では、全層で保水力が増加し、不耕起区においても10cm以下の層で保水力が増加していた。すき込み区と不耕起区を比べると、常にすき込み区の保水力が優れていた(図2)。</p> <p>土壌硬度は不耕起区の場合、冬期で10cm以下の層、夏期でも15cm以下の層は根の伸長を阻害する硬度21mm以上にまで達していたが、すき込み区では、冬期で15cm層まで、夏期で30cm層まで根の伸長限界硬度に達することはなかった(図3)。土壌のち密度をあらわす仮比重については、すき込み区で15cm層まで1.2~1.3の値を示し、それ以下の層では約1.7で、経時的に変化していないが、不耕起区では、冬期で10cm層まで1.2~1.3の値を示し、それ以下の層で約1.6であったが、夏期には表層10cm層まで値が高くなり、それ以下の層では若干低くなっている(図4)。</p>																		

透水性はすき込み区で、冬期に10cm層まで高い値を示し、夏期では20cm層まで改良が進み、透水性が良くなっていた。不耕起区では、5cm層および25cm層で透水性が良くなっている(図5)。

土壌の孔隙率は、すき込み区で10cm層まで高い値を示し、下層土も改良されている傾向が見られる。一方、不耕起区では、変化は無く、また、全層に亘ってすき込み区より劣っている(図6)。

このような土壌の物理性改良の結果、作物の生育も優れており、すき込み区での乾物生産は不耕起区に比べて60%も多く、トモロコシの収量も不耕起区より30%多くなっている(表1)。

考察:

重粘土壌の物理性改良のため、作物収穫後、残渣を深耕すき込みを行い、その結果を不耕起栽培と比較検討した。すき込み区では、表層15cmまでの土壌の孔隙率が増加し、透水性および保水性が改良され、この事により、作物が利用できる有効水含量が増加した。また、透水性が改良された事により、下層まで水分が取り込まれ、夏期には下層土の土壌硬度が低下し、植物の根の伸長を抑制する負の要因を取り除くことが可能となった。すき込み区において、土壌の仮比重の経時的変化は見られなかったが、透水性は改良されていることから、土壌構造が発達したことが示唆される。冬作、夏作ともに早魃等の土壌条件以外の要因で作物収量は低いものとなったので、今後、土壌改良が作物収量に反映されるよう、栽培を行う必要がある。

次試験の課題:

輪作体系を継続して、栽培を行い、収量に結果を反映させるようにする。

図表

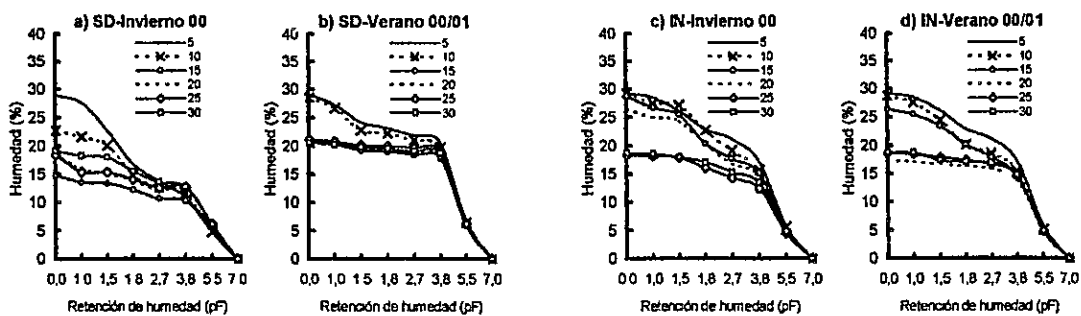


図1. すき込み区、不耕起区におけるpF-水分曲線。
SD:不耕起区、LC:耕起区、Invierno:冬期、Verano:夏期

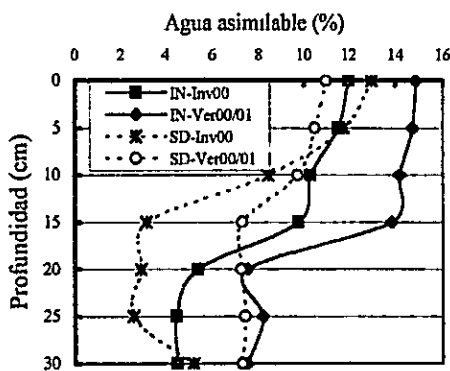


図2. すき込み区、不耕起区における各土層の有効水保持力。
SD:不耕起区、LC:耕起区、Invierno:冬期、Verano:夏期

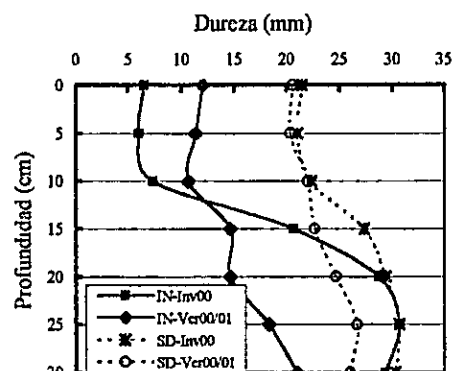


図3. すき込み区、不耕起区における土層別の土壌硬度。
SD:不耕起区、LC:耕起区、Invierno:冬期、Verano:夏期

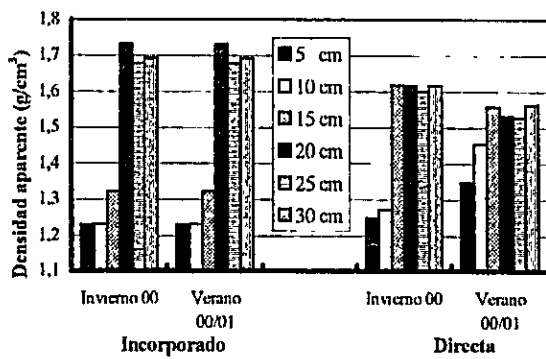


図4. すき込み区、不耕起区における各土層の仮比重の変化
 Incorporado: すき込み区、Directa: 不耕起区、
 Invierno: 冬期、Verano: 夏期

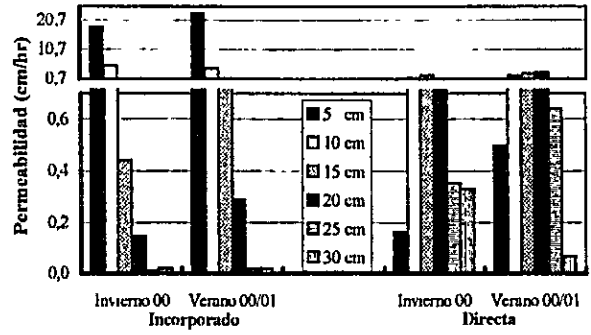


図5. すき込み区、不耕起区における土壌各層の透水性の変化。
 Incorporado: すき込み区、Directa: 不耕起区、
 Invierno: 冬期、Verano: 夏期

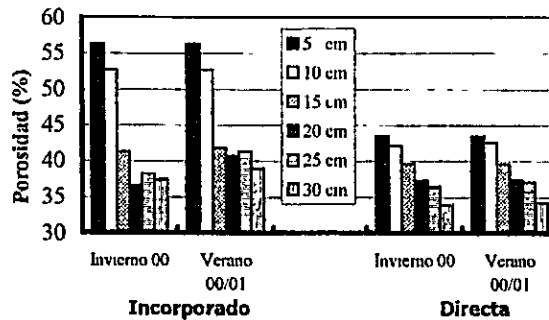


図6. すき込み区、不耕起区における各土層の土壌孔隙率の変化。
 Incorporado: すき込み区、Directa: 不耕起区、Invierno: 冬期、Verano: 夏期

表1. 作物の収量、乾物重、栽植密度および草丈。

Tratamientos	Rendimiento maíz (t/ha)	PMS (t/ha)		Densidad de plantación (ha)	Altura (cm)
		Girasol	Maíz		
IN	1.52	1.19	11.54	24042	203.1
SD	0.45	0.35	4.95	21313	115.6

IN: すき込み区、SD: 不耕起区

大課題	1 地力維持増進技術の確立
中課題	1-3)塩類集積土壌対策の確立
小課題	1-3)-① 緑肥作物による土壌の塩類集積軽減の確認
試験項目	塩類集積の軽減及び回復試験
指導専門家氏名	田中 実秋
担当(部署・氏名)	作物班(エデイ アフアチヨ)
開始年度、年次	2000年度開始 3 カ年間予定の 1 年次
背景:	移住地の土壌は、塩類濃度の高いリオグランデ河の沖積土であり、一部の圃場ではpHが高く(8以上)、また、ECが3dS/m以上で大豆や小麦等の畑作物が栽培できない塩類集積土壌が散見される。このような場合、圃場を裸地状態のままに放置すると、塩害が更に進行するので塩類集積を鈍化又は軽減の対策が急がれている。
目的:	圃場被覆能力を有し塩類集積土壌に生育適応する被覆作物(緑肥作物)草種を導入した場合の塩類集積の軽減効果を調査し適応草種を選定する(試験1)。併せて、選定草種による塩害圃場での栽培を通じ軽減効果の実証を行い塩害対策の一助とする(試験2)。
前年度迄の成果概要:	これまでに供試した緑肥草種(30 種余)の内、EC5~6dS/m範囲の塩類集積土壌における栽培適応草種として Lablab Marron を選定した。また、この草種を導入した塩害圃場での実際栽培では、150 日の栽培期間でpHが 0.2 及びECが 0.9dS/mの減少がみられた。なお、機械収穫適応性が高く農家が取り組み易い耐塩性草種の選定を更に検討する。
試験方法・試験材料	<p>試験1. 耐塩性草種の選定</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 供試場所 : オキナワ第1移住地(農家塩害圃場) 2. 供試草種 : Sesbania Cannabina, Sesbania Comun, Quinua, Rodhes grass 4 種(Katambora, Callide, Fine cut, Top cut)、比較草種 Lablab Marron 3. 播種期 : 2000年7月中旬(冬期)、2001年1月中旬(夏期) 4. 栽植様式 : 畝間 20cm の条播、圃場条件 EC6.6dS/m範囲の土壌 5. 播種方法 : 不耕起栽培人力播種の点播 6. 区制 : 2区制 7. 供試面積 : 現場対応 8. 調査項目 : 土壌pH、EC、作物被覆率(目視で判断)、生育調査、乾物重(開花期) <p>試験2. 選定草種の耐塩性調査</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 供試場所 : オキナワ第1移住地(農家塩害圃場) 2. 供試草種 : Lablab Marron, Bremura(イネ科雑草) 3. 播種期 : 2000年7月中旬(冬期)、2001年1月中旬(夏期) 4. 栽植様式 : 畝間 40cm×株間 20cm 圃場ECの濃度別段階 1以下、3、4、5、6、7 の各dS/m 5. 播種方法 : 不耕起栽培人力播種の点播、 6. 区制 : 1区制 7. 供試面積 : 現場対応 8. 調査項目 : 土壌pH、EC、塩類分析、作物被覆率(目視で判断)、生育調査、乾物重(開花期)
試験結果概要:	<p>試験1. 耐塩性草種の選定</p> <p>冬期の選定試験では、試験開始時の土壌のECの値が6.6と高かったため、ラブラブマロンのみが高い塩類濃度に耐えて生育でき、他の草種は生育しなかった。一方、夏期では、試験開始時のECの値が3.2に下がっていたため、ラブラブマロンの他にセスバニアと4種のローデスグラスが生育し、なかでもローデスグラスの Fine cut が乾物生産量が多く、Top cut、Katamboraもラブラブマロン同様の値を示した。これらの草種は夏期に栽培する被覆植物として適応性が高いと考えられる(図1)。</p>

試験2. 選定草種の耐塩性調査

選定草種としてラブラブマロンを選び、異なるEC区における生育の調査を行った。冬期のラブラブマロンの生育は、低EC区において良い生育を示した。高EC区では、ばらつきが大きい、ECが低くなるとラブラブマロンの生育が良くなる傾向が認められた。夏期のラブラブマロンの生育は、ECが低くなるとラブラブマロンの生育が良くなる傾向がより明確に認められた(図2)。

土壌の塩類集積の変化を図3に示した。土壌中のカルシウム含量は、裸地において各層とも経時的に減少している。ラブラブマロン区とプレムラ区(プレムラはイネ科の雑草で、試験区近傍の塩類集積地に自生していたもので、比較するために土壌調査を行った)では、試験開始時のデータが欠損しているが、どちらの区も増加している。ナトリウム含量は、裸地区で各層とも冬期に減少し、夏期に増加している。プレムラ区でも各層で増加しているが、その増加量は裸地区よりも少ない。ラブラブマロン区でも増加しているが、他の区と比較するとその量は少なく抑えられている。

表1に各区の0~5cm層のpHとECを示した。pHは全ての区で冬期、夏期ともに変化が認められなかった。一方、ECは、冬期に減少し、夏期には殆ど変化しなかった。冬期におけるECの変化は、高CE区でより大きく減少していた。

ラブラブマロンによる土壌被覆率とECの減少程度の間接関係を見ると、冬期では被覆率の高い区でより多くECが減少していたが、夏期には被覆率とECの減少程度に有意な相関は見られなかった(図4)。

また、土壌の水分含量とECとの関係は、冬期では、水分含量が高い区でECが低く、夏期には有意な相関が見られなかった。(図5)。これらの事より、冬期においては、緑肥による被覆率が高いと土壌水分が高く保たれ、表層土の乾燥を防ぎ、塩類が集積するのを抑制していると考えられる。夏期において、被覆率および土壌水分に関係なく表層土の塩類集積程度が変化しなかったのは、十分な降雨による雨水が土壌表面を水平方向に移動することや土壌中の水の上下の移動が均衡しているためと考えられる。

考察:

試験1.

緑肥の生育を見ると、ラブラブマロンが冬期においても高い塩類濃度に耐えて生育できる草種であった。夏期には、ラブラブマロンの他に、ローデスグラス4種(Katambora, Callide, Fine cut, Top cut)が良好な生育を示し、今後、塩類集積地に適応する草種として期待される。

試験2.

冬期、夏期を通じて土壌のpHは被覆率の違いや土壌水分含量に影響を受けず、殆ど変化しなかった。一方、土壌のECは、夏期には変化が見られなかったが、冬期において、緑肥の被覆率が高いほどより多くECが減少し、また、ECの高い区ほどより多くECが減少する傾向が見られた。年間を通じて、緑肥を栽培することによりECが低下することが確認された。また集積する塩類は、ナトリウムの影響が大きく、そのナトリウムの集積をラブラブマロンが抑えることも解った。

次試験の課題:

ローデスグラス4種の耐塩性試験および植物残渣による土壌被覆効果の検定

図表

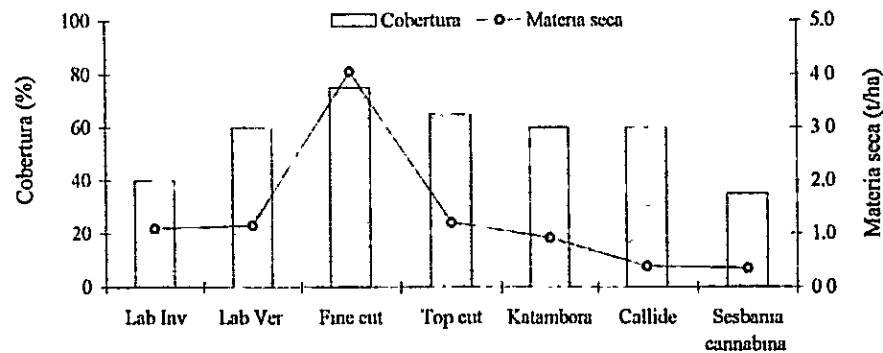
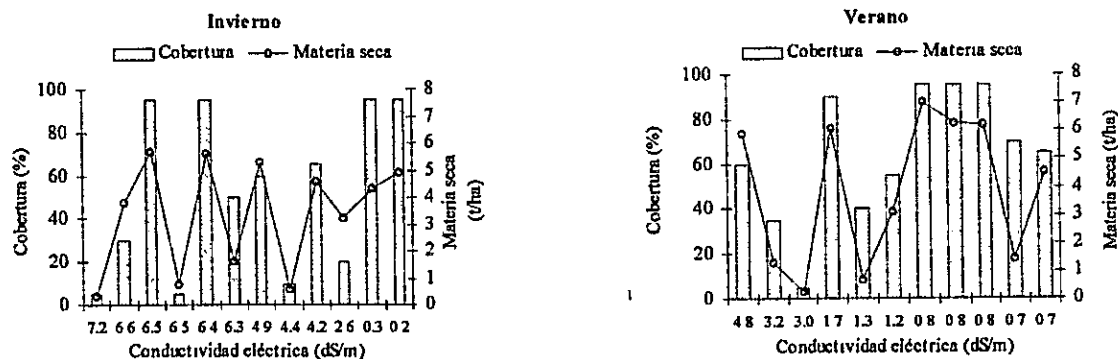


図1. 草種選定試験区における被覆率と乾物生産量.

Lab Inv: 冬期のラブラブマロン、lab Ver: 夏期のラブラブマロン



冬期 夏期
 図2. 冬期と夏期における異なる土壌EC区でのラブラブマロンの被覆率と乾物生産量.

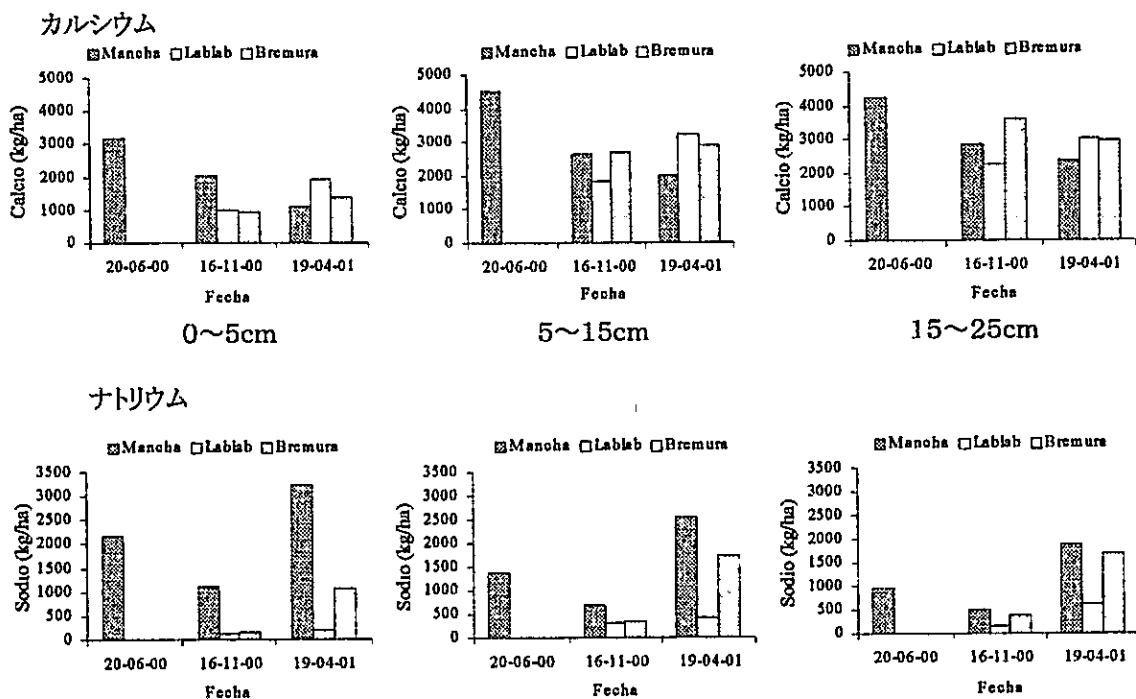


図3. 裸地区、ラブラブマロン区およびブレムラ区における0~5cm、5~15cm、15~25cmの各土層のカルシウムとナトリウム含量の変化(2000年6月20日の2種の緑肥区の値は欠損している)

表1. 被覆作物による塩類集積土壌の表層0~5cmにおけるpHとECの変化.

N° de parcela	Invierno			Verano			Invierno			Verano		
	pH 1:5		Diferencia (dS/m)	pH 1:5		Diferencia (dS/m)	CE (dS/m)		Diferencia (dS/m)	Cl. (dS/m)		Diferencia (dS/m)
	Inicio	Final		Inicio	Final		Inicio	Final		Inicio	Final	
P-1	8.6	8.6	0.0	8.4	7.8	-0.6	6	5	-1.7	4	5	1
P-2	8.7	8.8	0.1	8.7	8.5	-0.2	7	3	-3.1	3	3	0
P-3	8.7	8.7	0.0	8.5	8.6	0.1	6	1	-5.8	1	1	0
P-4	9.4	9.8	0.4	9.2	9.2	0.0	3	2	-1.1	1	3	1
P-5	8.7	9.1	0.4	8.9	8.8	-0.1	7	3	-3.8	3	3	0
P-6	9.1	9.1	0.0	8.7	8.9	0.2	4	1	-2.9	1	1	0
P-7	9.0	8.9	-0.1	8.6	8.6	0.0	4	3	-1.4	1	3	1
P-8	8.9	9.0	0.1	8.8	8.5	-0.3	6	2	-4.3	1	2	2
P-9	8.9	8.7	-0.2	8.9	8.6	-0.3	5	3	-2.2	5	3	-2
P-10	8.9	8.5	-0.4	8.5	8.6	0.1	6	2	-4.9	2	4	2
P-11	8.9	9.2	0.3	9.5	9.3	-0.2	0.2	0.3	0.1	1	1	0
P-12	8.7	8.7	0.0	8.7	8.6	-0.1	0.3	0.5	0.2	1	0	0
Ver 99/00	8.4	8.3	-0.1	8.4	8.4	0.0	0.2	0.4	0.2	0	0	0
Promedio	8.8	8.9	0.0	8.8	8.6	-0.1	4.3	2.0	-2.4	2	2	0

Invierno Inicio 07-07-00

Verano Inicio 10-01-01

Final 15-09-00

Final 19-04-01

70 días (231mm de pp)

99 días (368mm de pp)

冬期

夏期

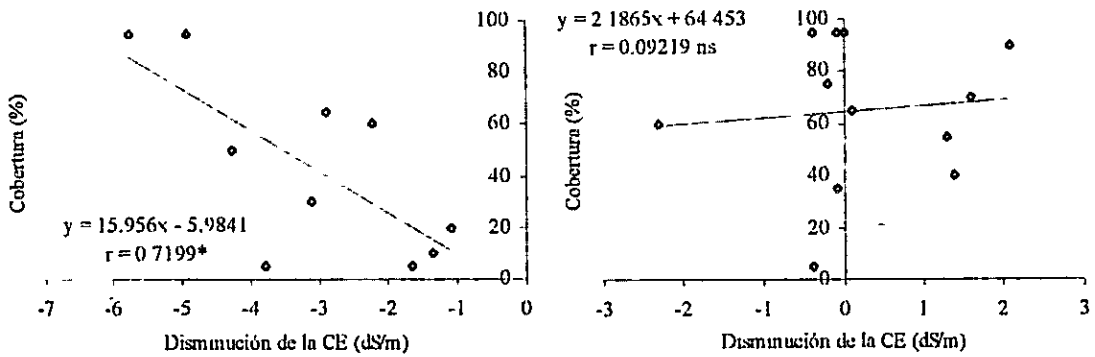


図4. 土壌ECの変化とラブラブマロンによる被覆率との関係.

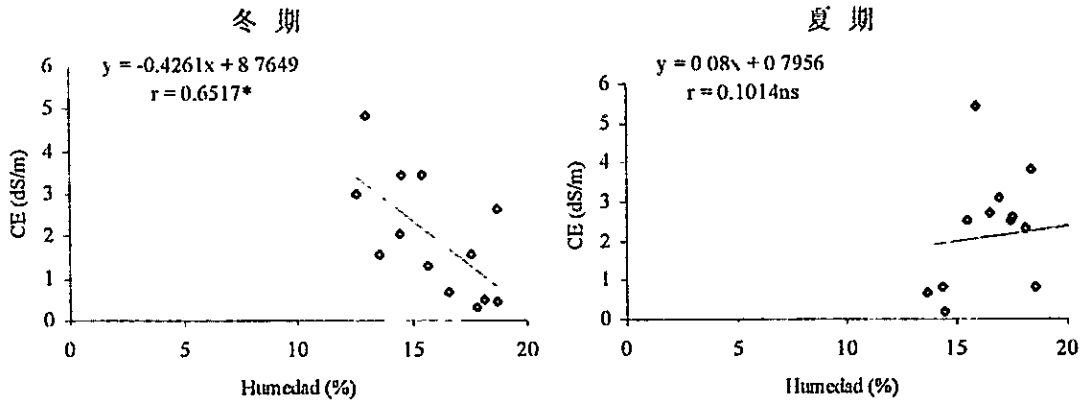


図5. 土壌水分含量と土壌ECの関係.

大課題	1. 地力維持増進技術の確立
中課題	1-4) 植林による土壌保全対策の検討
小課題	1-4) -①環境保全樹種の導入と開発
試験項目	防風林樹種の導入生育調査
指導専門家氏名	田中 実秋
担当(部署・氏名)	作物班(リカルド アセニャ)
開始年度、年次	1995年度開始、6か年間試験の6年次

背景:

移住地の農業環境は、大規模開発により自然林が僅かに残存している現状であり、当地で頻繁に発生する強風による土壌の風食、作物に与える物理的被害などが発生しており、植林による防風対策が求められている。

目的:

当地で植生が見られる樹種と域外からの導入樹種より、樹形および樹勢等に優れ、防風林として見込まれる樹種の選定を行い、種子の収穫、苗の増殖を行い、農家への配布を行う。

試験方法:

1. 供試場所: CETABOL 試験圃場

2. 供試作物:

樹種名	(学名)
Cerebo	(<i>Schizolobium amazonizum</i>)
Grevilla	(<i>Grevillea robusta</i>)
Mara	(<i>Swietenia macrophylla</i>)
Cedro	(<i>Cedrela fissilis</i>)
Tarara	(<i>Céntrolobium ochroxylum</i>)
Nim	(<i>Azadirachtina spp.</i>)
Acacia	(<i>Acacia mangium</i>)
Pino	(<i>Pinus caribae</i>)
Eucalipto	(<i>Eucaliptus spp.</i>)
Penoco	(<i>Samanea saman</i>)

3. 播種期 : 1995年から種子を導入後、順次、ポットに播種を実施。

4. 定植様式: 3m×3m 各樹種 25本を定植

1995年 Cerebo、Grevillaを定植

1996年 Mara、Cedro、Tarara、Nim、Acaciaを定植

1997年 Pino、Eucaliptoを定植

1998年 Penocoを定植

5. 供試面積: 1.0ha

6. 一般管理: 管理除草、害虫防除

7. 施肥 : 年1回

8. 調査項目: 樹高、樹径、樹形、倒伏程度、枝折れ程度等

試験結果の概要:

本試験では、樹高と樹径、樹形および諸障害に対する抵抗性を調べることによって樹種の選定を行った。供試した10樹種の6年間の生育(樹高と樹径)の経過を図1と図2に示した。樹高が高かったものは、Cerebo、Grevillea、Eucalipto、Acaciaであった。樹径が大きかったものは、Nim、Cerebo、Grevilleaであった。他方、表-1に供試樹種の生存率と諸障害の発生状況を示した。生存率はTararaの60.8%、Penocoの74.6%が低く、他の樹種は85%以上生存した。風による枝折れはCereboの22.8%が最も多く、他はNimとAcaciaで数%観られた程度であった。倒伏した樹木は、EucaliptoとCereboで若干見られた。樹形について見ると、Nimは樹冠が広がる逆円錐形をしており、Grevillea、Acacia、Pinoは円錐形の樹形である。Cereboは高い位置に樹冠を持ち、防風林樹種としては不適当な樹形をしている。Cedro、Mara、Tararaも同様に樹上部に枝葉を持ち防風林樹種としては不適当な樹形をしている。

試験結果の考察:

6年間の観察・調査の結果、供試樹種の成長量、樹形、風に対する枝折れ抵抗性等を考慮して選定すると、防風林用に適する樹種は、NimとGrevilleaであった。Nimは試験期間後期に枝張りが良くなり、防風林用に適すると判断した。この2樹種に続いてAcacia、Pinoも防風林用として適するようと思われる。Cerebo、Cedro、Mara、Tararaは用材用樹種として、またPenocoはその樹形より庇陰樹種として適していると思われる。

次試験時の課題:

本年度をもって試験調査を終了する。今後は、本試験で選定された樹種の増殖、配布を行う。

Altura de planta e incremento anual

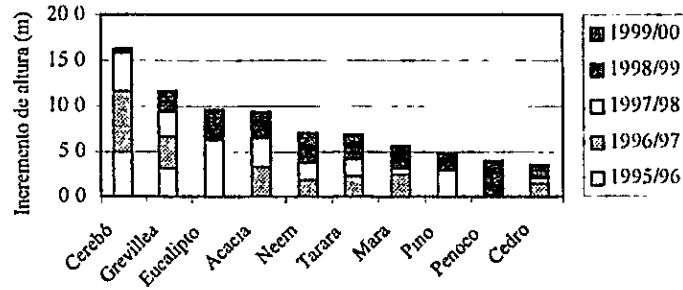


図1. 供試 10 樹種の樹高の推移

Dímetro de tallo e incremento

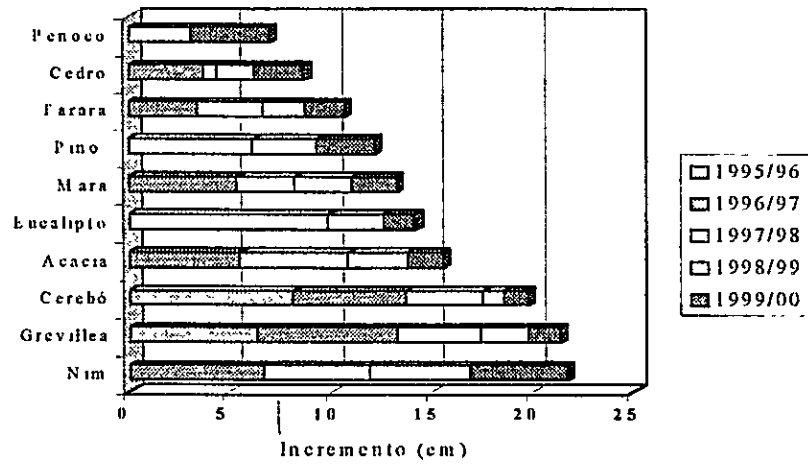


図2. 供試 10 樹種の樹径の推移

表1. 供試樹種の諸障害

Evaluaciones	Acacia	Grevillea	Cerebó	Cedro	Mara
Sobrevivencia (%)	88.2	100.0	85.4	90.0	90.0
Desgajamiento (%)	1.8	0.0	22.8	0.0	0.0
Árboles caídos (%)	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0
Malformación (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Daños por enfermedad (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
Daños por insecto (%)	0.0	0.0	0.0	9.0	6.0
Otros (%)	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0
Evaluaciones	Tarara	Nim	Eucalipto	Pino	Penoco
Sobrevivencia (%)	60.8	91.2	88.0	87.5	74.6
Desgajamiento (%)	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0
Árboles caídos (%)	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0
Malformación (%)	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0
Daños por enfermedad (%)	0.0	2.9	0.0	4.1	0.0
Daños por insecto (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Otros (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

大課題 中課題 小課題 試験項目 指導専門家氏名 担当(部署・氏名) 開始年度、年次	1. 地力維持増進技術の確立 1-4) 植林による土壌保全対策の検討 1-4)-①環境保全樹種の導入と開発 多目的樹種の導入生育調査 田中 実秋 作物班(リカルド アセニャ) 1997年度開始、 6カ年間予定の4年次																																				
背景:	当国では、河川法により河川沿いの植林が義務づけられている。しかし、未だ具体的な植林の方法(適応樹種、栽培技術など)が未確立の現状である。そのため、防風・水害対策用の適応樹種の選定と育苗並びに植樹技術が求められている。																																				
目的:	隣国から導入した樹種(種子)の生長特性、樹形等を調査し、防風・水害対策に適すると思われる樹種を選定・増殖し、農家への普及と栽培技術指導を図り、植林を奨励する。併せて成木利用効果を検討する。																																				
試験方法・試験材料	<p>1. 供試場所 : CETABOL試験圃場 2. 供試樹種 : 16樹種</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>樹種名(学名)</th> <th>No</th> <th>樹種名(学名)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Amendoim(<i>Petrogyne nitens</i>)</td> <td>9</td> <td>Sibipiruna(<i>Caesalpinia sp.</i>)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Angico(<i>Parapiptadenia rigida</i>)</td> <td>10</td> <td>Tamboril(<i>Entorolobium contort.</i>)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Canafistula(<i>Peltophorum dubium</i>)</td> <td>11</td> <td>Pau Marfim(<i>Balfourodendron sp.</i>)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Cedro(<i>Cedrela odorata</i>)</td> <td>12</td> <td>Jenipapo(<i>Genipa americana</i>)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Calliandra(<i>Calliandra calothyrsus</i>)</td> <td>13</td> <td>Cuchi verde(<i>Gliricidia sepium</i>)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Jacaranda(<i>Dalergia nigra</i>)</td> <td>14</td> <td>Ipe Amarelho(<i>Tabebuia sp</i>)</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Jatoba(<i>Hymenaea sp.</i>)</td> <td>15</td> <td>Aguano(<i>Swietenia macrophylla</i>)</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Paineira(<i>Chorisia speciosa</i>)</td> <td>16</td> <td>Sabao(<i>Sapindus saponaria</i>)</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. 播種期 : 1997年10月10日(ビニールポット播種) 4. 定植期 : 1998年6月2日 5. 供試面積 : 2ha 6. 一般管理 : 雑草防除 7. 施肥 : 追肥1回/年 8. 調査項目 : 樹高、樹径、樹形、樹勢、倒伏程度、枝折れ程度、諸障害程度</p>	No	樹種名(学名)	No	樹種名(学名)	1	Amendoim(<i>Petrogyne nitens</i>)	9	Sibipiruna(<i>Caesalpinia sp.</i>)	2	Angico(<i>Parapiptadenia rigida</i>)	10	Tamboril(<i>Entorolobium contort.</i>)	3	Canafistula(<i>Peltophorum dubium</i>)	11	Pau Marfim(<i>Balfourodendron sp.</i>)	4	Cedro(<i>Cedrela odorata</i>)	12	Jenipapo(<i>Genipa americana</i>)	5	Calliandra(<i>Calliandra calothyrsus</i>)	13	Cuchi verde(<i>Gliricidia sepium</i>)	6	Jacaranda(<i>Dalergia nigra</i>)	14	Ipe Amarelho(<i>Tabebuia sp</i>)	7	Jatoba(<i>Hymenaea sp.</i>)	15	Aguano(<i>Swietenia macrophylla</i>)	8	Paineira(<i>Chorisia speciosa</i>)	16	Sabao(<i>Sapindus saponaria</i>)
No	樹種名(学名)	No	樹種名(学名)																																		
1	Amendoim(<i>Petrogyne nitens</i>)	9	Sibipiruna(<i>Caesalpinia sp.</i>)																																		
2	Angico(<i>Parapiptadenia rigida</i>)	10	Tamboril(<i>Entorolobium contort.</i>)																																		
3	Canafistula(<i>Peltophorum dubium</i>)	11	Pau Marfim(<i>Balfourodendron sp.</i>)																																		
4	Cedro(<i>Cedrela odorata</i>)	12	Jenipapo(<i>Genipa americana</i>)																																		
5	Calliandra(<i>Calliandra calothyrsus</i>)	13	Cuchi verde(<i>Gliricidia sepium</i>)																																		
6	Jacaranda(<i>Dalergia nigra</i>)	14	Ipe Amarelho(<i>Tabebuia sp</i>)																																		
7	Jatoba(<i>Hymenaea sp.</i>)	15	Aguano(<i>Swietenia macrophylla</i>)																																		
8	Paineira(<i>Chorisia speciosa</i>)	16	Sabao(<i>Sapindus saponaria</i>)																																		
試験結果の概要:	<p>表1に供試16樹種の樹高、樹径および年間成長量を示した。樹高が高いものは、Canafistula, 3.8m、Jacaranda, 2.24m、Tamboril, 2.1m、Aguano, 1.94m、Cuchi Verde, 1.68mであった。</p> <p>樹径が太いものは、Tamboril, 6.52cm、Canafistula, 6.49cm、Paineira, 5.02cm、Jacaranda, 4.79cm、Cuchi Verde, 4.46cmであった。年間生長量の旺盛なものは、Canafistula、Tamboril、Aguano、Jenipapo、Jacaranda等であった。樹形について見ると、枝張りの良いものは、Tamboril、Canafistra、Jenipapoであった。特に、Canafistraは、高い樹冠をもつ樹種である。</p>																																				
考察:	<p>昨年度、生長の劣った樹種については、調査を打ち切り、本年度は16樹種を調査対象とした。生長の旺盛な樹種は昨年と同様のCanafistula、Jacaranda、Jenipapoに加え、本年度、旺盛な生長をみせたTamboril、Aguanoであった。まだ定植後4年目であるので、防風・水害対策および成木利用の点については未だ解らず、今後の調査を要する。</p>																																				
次試験時の課題:	本年度をもって試験を終了するが、生育調査は継続して行う。																																				

図表

表1. 供試16樹種の年間生長量.

Especies Forestales	Altura (m)		Diámetro (cm)		Incremento de 1 año	
	Marzo 2000	Marzo 2001	Marzo 2000	Marzo 2001	Altura (m)	Diám (cm)
Amendoín Bravo	1.00	1.29	1.89	2.65	0.29	0.76
Angico Vermelho	0.59	0.79	0.75	0.97	0.20	0.22
Canafistula	2.48	3.08	4.67	6.49	0.60	1.82
Cedro do Brejo	0.60	0.74	1.94	2.22	0.14	0.28
Pau Marfin	0.75	1.04	1.00	1.48	0.29	0.48
Ipé Amarelo	0.91	1.38	1.68	2.79	0.47	1.11
Jatoba	0.49	0.55	0.81	1.25	0.06	0.44
Jenipapo	1.14	1.70	2.67	4.28	0.56	1.61
Paineira	1.09	1.16	3.78	5.02	0.07	1.24
Aguano	1.17	1.94	2.55	4.10	0.77	1.55
Sabao de Soldado	0.98	1.55	1.95	3.13	0.57	1.18
Sibipiruna	0.64	0.61	1.80	2.30	-0.03	0.50
Tamboril	1.76	2.10	4.73	6.52	0.34	1.79
Caliandria	1.10	0.82	1.85	2.70	0.19	1.50
Cuchi Verde	1.45	1.68	3.24	4.46	0.23	1.22
Jacarandá	1.72	2.24	3.60	4.79	0.52	1.16

大課題	1.地力維持増進技術の確立																																
中課題	1-4)植林による土壌保全対策の検討																																
小課題	1-4)-①環境保全樹種の導入と開発																																
試験項目	放牧地用庇陰樹種の導入生育調査																																
指導専門家氏名	田中 実秋																																
担当(部署・氏名)	作物班(リカルド アセニャ)																																
開始年度、年次	1998年度開始、 6カ年間予定の3年次																																
背景:	<p>移住地の農業は、畑作を中心とした営農を展開しているが、経営の安定化のため畜産(牛)と畑作を組み合わせた複合経営農家も多い。これら畜産の放牧地では、牧草のみが成育するの牧区が多く放牧環境を考慮した放牧牛用の庇陰林が希少な状況にあり、適切に植林が配置された牧区的环境及び効率的な家畜飼育が必要になっている。</p>																																
目的:	<p>放牧地における家畜及び放牧環境維持林に適応する樹種の選定と増殖を行う。併せて選定樹種の農家普及を図り放牧地の家畜用庇陰林と放牧環境維持に資する。</p>																																
試験方法・試験材料:	<p>1. 供試場所 :CETABOL試験圃場</p> <p>2. 供試樹種 :</p>																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">樹種名</th> <th rowspan="2">学 名</th> <th colspan="2">栽植様式</th> </tr> <tr> <th>植幅</th> <th>植間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cupesi</td> <td><i>Prosopis chilensis</i></td> <td>8 m</td> <td>8 m</td> </tr> <tr> <td>Penoco</td> <td><i>Samanea saman</i></td> <td>6 m</td> <td>6 m</td> </tr> <tr> <td>Tamboril</td> <td><i>Enterolobium sp.</i></td> <td>6 m</td> <td>6 m</td> </tr> <tr> <td>Jatoba</td> <td><i>Himeneae sp.</i></td> <td>6 m</td> <td>6 m</td> </tr> <tr> <td>Sibipiruna</td> <td><i>Caesalpinia pelthoporoides</i></td> <td>5 m</td> <td>5 m</td> </tr> <tr> <td>Mango</td> <td><i>Mangifera indica</i></td> <td>5 m</td> <td>5 m</td> </tr> </tbody> </table>			樹種名	学 名	栽植様式		植幅	植間	Cupesi	<i>Prosopis chilensis</i>	8 m	8 m	Penoco	<i>Samanea saman</i>	6 m	6 m	Tamboril	<i>Enterolobium sp.</i>	6 m	6 m	Jatoba	<i>Himeneae sp.</i>	6 m	6 m	Sibipiruna	<i>Caesalpinia pelthoporoides</i>	5 m	5 m	Mango	<i>Mangifera indica</i>	5 m	5 m
樹種名	学 名	栽植様式																															
		植幅	植間																														
Cupesi	<i>Prosopis chilensis</i>	8 m	8 m																														
Penoco	<i>Samanea saman</i>	6 m	6 m																														
Tamboril	<i>Enterolobium sp.</i>	6 m	6 m																														
Jatoba	<i>Himeneae sp.</i>	6 m	6 m																														
Sibipiruna	<i>Caesalpinia pelthoporoides</i>	5 m	5 m																														
Mango	<i>Mangifera indica</i>	5 m	5 m																														
3. 播種期	:1998年8月3日(ビニールポット播種)																																
4. 定植期	:1999年1月18日																																
5. 供試面積	:8000 m ²																																
6. 一般管理	:雑草防除																																
7. 施肥	:追肥1回/年																																
8. 調査項目	:樹高、樹径、樹形、樹勢、倒伏程度、枝折れ程度、諸障害程度																																
結果概要:	<p>表1に供試6樹種の樹高、樹径、および年間生長量を示した。6樹種の中で Tamboril が樹高2.86m、樹径7.48cmと最も優れた生長を示した。次に Penoco が樹高1.98m、樹径5.46cmを示し、Mangoと Cupesi が同じ樹高1.47mで、樹径がそれぞれ3.56cmと2.57cmであった。Jatobaと Sibipiruna は生長が劣っていた。年間生長量においても、Tamborilと Penoco が他の樹種より優れていた。樹形も生長の早い Tamborilと Penoco は枝張りも良く、庇陰樹として適した種と思われる。その他の樹種は未だ生長量が小さく、樹形を判断するに至っていない。</p> <p>図1に6樹種の生存率を示した。生存率の低い樹種とその生存率は、Sibipirunaが41%でMangoが54.2%であった。その他の樹種は80%以上の生存率を示した。</p>																																
考察:	<p>庇陰樹種の導入試験に供試された樹種は、枝葉を大きく広げる樹形を持つと思われるものを選別したのだが、未だ生長量が小さく庇陰樹種用の適応性を評価するに至っていない。しかし、その樹形から Penoco が有望と思われる。また、その生存率の低さから Sibipirunaと Mango が不適當ではないかと思われる。</p>																																
次試験時の課題:	<p>本年度をもって終了するが、生育調査は継続して行う。</p>																																

図表

表1 供試6樹種の年間生長量

Especies Forestales	Altura (m)		Diámetro (cm)		Incremento de 1 año	
	Marzo.2000	Marzo.2001	Marzo.2000	Marzo 2001	Altura (m)	Diám.(cm)
Penoco	1.42	2.00	3.75	5.46	0.58	1.71
Sibipiruna	0.87	1.20	2.37	3.46	0.33	1.09
Mango	1.17	1.47	2.63	3.56	0.30	0.93
Tamboril	2.04	2.48	5.00	7.48	0.44	2.48
Cupesí	1.13	1.47	1.93	2.57	0.34	0.64
Jatoba	0.57	0.68	1.03	1.31	0.11	0.28

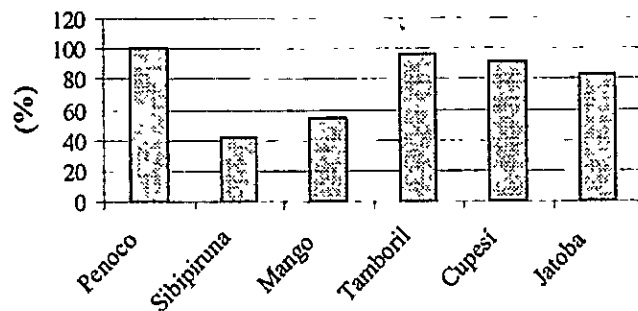


図1. 供試6樹種の生存率

大課題	2 日系移住地の農業環境の把握
中課題	2-1). 日系移住地土壌の現状把握
小課題	2-1).-① 日系移住地の土壌マップの作成
試験項目	移住地土壌の分析
指導専門家氏名	小林 進介
担当(部署・氏名)	分析ラボ(アブドン シーレス)
開始年度、年次	1995 年度開始 8 カ年間予定の 6 年次
背景:	<p>オキナワ移住地には、グランデ川の氾濫堆積物を母材とする沖積土が分布するが、この土壌の養分レベルや塩類集積、ち密度等が場所により異なることが指摘されている。一方、サンファン移住地にはヤパカニ川の氾濫堆積物を主な母材とする沖積土が分布しており、同移住地でも土壌の養分レベルやち密度が問題にされている。</p> <p>両移住地においては、不適切な土地利用が、収量低下やコスト増大を招くに至った。持続的農業を実現するには、土壌を維持・管理するための対策を講じるべきであり、これには、移住地全体の土壌の理化学性を把握しておく必要がある。</p>
目的:	<p>移住地土壌の理化学性を調査し、土壌マップを作成することとし、本年度は、オキナワ第1移住地及びサン・ファン移住地を主な調査対象地域とする。さらに、養分の過不足についても検討を加える。</p>
試験材料・試験方法:	<p>01 調査対象地域 サン・ファン移住地(約2万7千 ha)</p> <p>02 採取地点 地形図(5万分の1)で区分されている1km²のほぼ中心を試料採取地点とする。</p> <p>03 採取方法 土壌の採取は表層 20cm とし、10ヶ所程度から採取した後、混合して分析室に持ち帰る。</p> <p>04 分析用試料の調整 採取土壌を風乾後、粉碎し、2mmのフルイを通して分析用試料とした。</p> <p>05 土壌分析 分析項目は、土性、pH、電気伝導度(EC)、有機物、全窒素、有効態リン、置換性塩基、塩基置換容量、微量ミネラル等。</p>
試験成績概要:	<ul style="list-style-type: none"> ・採取地点における土地利用は畑地が大部分で、この他は、樹園地(主に柑橘)と放牧地であった。 ・土性はシルト質壤土或いはシルト質しよく壤土が大部分を占めた。粘土を多く含む土壌は、主に放牧地や水田に利用されていた。 ・表1に土壌の分析結果及び測定項目間の相関を示した。可給態リンレベルとpH や酸度との間に高い相関($r=-0.80$及び$r=0.81$)があり、酸性化の進んだ土壌ほどリンの可給度が低下することが示唆された。また、pHの増大(酸度の低下)に伴って、可給態の鉄、マンガンなどのレベルが低下した。一方、電気伝導度は、最高でも $200 \mu S/cm$ を超える程度であり、塩類集積はみられなかった。 ・図1には、一分析項目について頻度分布を示した。有機物は 2~4%、全窒素含量は 0.11~0.20% で中位のレベルにあった。また、置換性塩基は、低位から中位のレベルでカリは 40% 以上に試料で $0.2me/100g$ 以下の低レベルにあった。 ・塩基バランスの指標である Ca/Mg と Mg/K は、置換性カルシウムとカリが相対的に低いことを反映して、大部分の試料で適正範囲外にあった。
次試験時の課題:	<p>サンファン移住地の土壌試料採取を終了させる。同移住地南部地域の土壌マップを作成する。</p>

表1 サンファン移住地土壌の理化学特性、並びに分析項目間の相関

分析値	項目	粘土 (%)	pH	EC (μS/cm)	有機物 (%)	全窒素 (%)	可給態N (ppm)	可給態P (ppm)	可給態K (ppm)	置換性塩基 (me/100g)				陽電 (me/100g)	微量ミネラル(ppm)			
										Ca	Mg	Na	交換性		Fe	Mn	Zn	Cu
平均		16	9.9	51	2.7	0.14	42.4	10.4	93	0.25	6.40	2.40	0.66	0.55	81.47	46	2.24	1.37
最低値		4	4.8	9	0.2	0.04	7.7	0.9	41	0.03	0.51	0.09	0.04	0.02	16.86	3.82	0.53	0.31
最高値		40	8.0	224	5.3	0.27	111.6	119.0	100	0.88	17.62	6.38	3.81	3.98	323.5	110.55	15.61	3.78
粘土		1.00	-0.13	0.41	0.50	0.47	0.35	-0.10	0.01	0.56	0.27	0.55	0.36	0.18	0.13	0.13	0.13	0.16
pH			1.00	0.05	-0.14	-0.04	-0.08	0.81	0.64	0.14	0.48	0.20	0.33	-0.8	-0.73	-0.85	-0.63	-0.79
EC (μS/cm)				1.00	0.40	0.28	0.24	0.17	0.07	0.27	0.08	0.46	0.60	0.17	0.07	0.05	0.12	0.07
有機物 (%)					1.00	0.75	0.56	-0.09	-0.09	0.36	0.25	0.41	0.25	0.23	0.16	0.11	0.08	0.13
全窒素 (%)						1.00	0.83	-0.04	0.13	0.48	0.47	0.49	0.15	0.02	0.01	-0.01	-0.04	0.01
可給態N (ppm)							1.00	-0.02	0.05	0.28	0.23	0.35	0.11	0.05	0.03	0.03	-0.05	0.04
可給態P (ppm)								1.00	0.40	0.23	0.38	0.18	0.30	-0.69	-0.48	-0.44	-0.58	
可給態K (ppm)									1.00	0.22	0.55	0.14	0.15	-0.89	-0.79	-0.56	-0.43	-0.5
Ca (me/100g)										1.00	0.57	0.41	0.27	-0.08	-0.14	-0.16	-0.07	-0.17
Mg (me/100g)											1.00	0.45	0.04	-0.41	-0.47	-0.46	-0.32	-0.43
Na (me/100g)												1.00	0.51	-0.09	-0.20	-0.15	-0.08	-0.08
陽電 (me/100g)													1.00	-0.01	-0.1	-0.26	-0.13	-0.23
Fe (ppm)														1.00	0.88	0.64	0.56	0.61
Mn (ppm)															1.00	0.66	0.54	0.63
Zn (ppm)																1.00	0.85	0.95
Cu (ppm)																	1.00	0.86

n = 132 5% < 0.162, 1% > 0.212

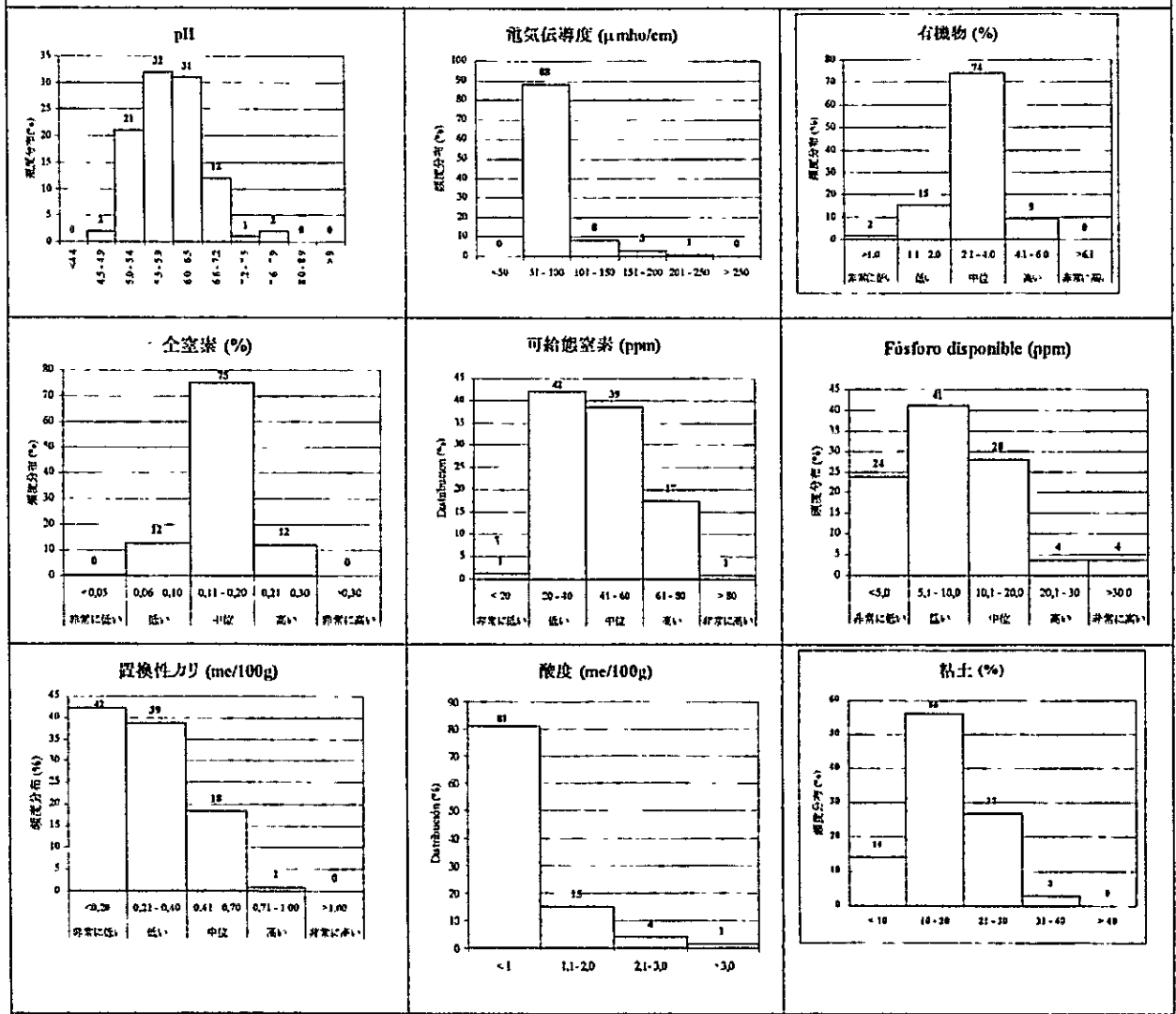


図1 サンファン移住地土壌の各分析値の頻度分布

大課題 中課題 小課題 試験項目 指導専門家氏名 担当(部署・氏名) 開始年度、年次	2 日系移住地の農業環境の把握 2-1). 日系移住地土壌の現状把握 2-1).-② 土壌診断技術の確立 リン酸緩衝液抽出法による可給態窒素量の簡易推定 小林 進介 分析ラボ(アブドン シーレス) 1999 年度開始 2 年間で予定の 2 年次
背景:	移住地やその周辺地域においては、無施肥或いは少量施肥の栽培が基本になっているため、養分不足、特に窒素不足が問題になりつつある。しかし、移住地土壌の窒素供給レベルがどの程度か検討されていない。
目的:	土壌中の可給態窒素量は培養法で評価するのが一般的であるが、この方法では時間と労力を要する。そこで、最近その有用性が認められつつあるリン酸緩衝液抽出法で移住地土壌の可給態窒素量を簡易・迅速に評価できるようにする。今年度は、可給態窒素の評価の精度を向上させるとともに、この可給態窒素量と作物の窒素吸収量との関係についても検討する。
試験材料・試験方法:	01 供試土壌 CETABOL の試験テーマ「不耕起栽培現地適応性試験」、「不耕起栽培現地実態調査試験」及び「畑地・草地輪換の有効性調査」等の試験圃場から採取された土壌。予備試験で実施したトウモロコシポット栽培試験に供試された土壌。 02 土壌採取 圃場作土(0~20cm)を採取し、これをビニール袋に詰めて分析室に持ち帰る。 03 試験用土壌の調製 採取土壌を風乾後、粉碎し、2mm のフルイを通して分析用試料とする。 04 土壌分析 分析項目は、土性、pH、電気伝導度(EC)、有機物、全窒素、有効態リン、置換性塩基、塩基置換容量など。 05 可給態窒素の測定 リン酸緩衝液抽出窒素;pH7のリン酸緩衝液抽出液中の窒素含量を測定し、また同液の吸光度(420 nm)を測定する。 06 作物調査 栽培作物(小麦、とうもろこし、ソルゴ)の窒素吸収量、乾物収量等の把握。
試験成績概要:	1. タイプ別移住地土壌を用いたポット試験でのトウモロコシの生育と可給態窒素との関係 可給態窒素レベルとトウモロコシの窒素吸収量及び乾物収量(発芽後 45 日目)との間に高い正の相関が認められた(図1)。粘土質土壌(サンファン)は可給態窒素レベルが高く、したがってトウモロコシの窒素吸収量も多い傾向にあった。乾物収量は、いわゆる報酬漸減のカーブを描き、可給態窒素が 70ppm 程度まで直線的に増大したが、それよりも高濃度の領域(BC 間)では頭打ちになり、C 以降の領域では収量低下の傾向が認められた。 2. 耕起・不耕起栽培条件下の小麦、ソルゴの収量と可給態窒素 土壌の可給態窒素レベルと小麦とソルゴの窒素吸収や収穫時乾物収量との関係を図2に示した。可給態窒素レベルと小麦の窒素吸収量、乾物収量との間に密接な正の相関が認められた。耕起と不耕起との比較では、後者の方が窒素吸収量、乾物収量とも上回った。一方、可給態窒素レベルとソルゴの窒素吸収量、乾物収量との間にも密接な正の相関が認められたが、耕起と不耕起との関係は小麦の場合とは逆であった。 小麦の窒素吸収量は、作土 20cm に含まれる可給態窒素量の 50~80%のレベルで、不耕起の方が高かった。一方、ソルゴでは、50~70%のレベルで、耕起の方が高い傾向にあった。

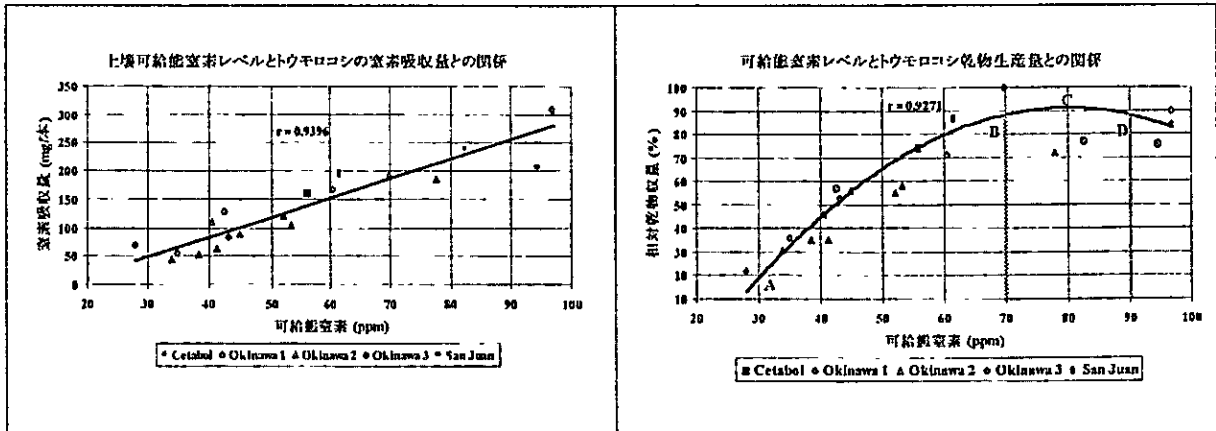


図1 ポット試験における可給態窒素とトウモロコシの窒素吸収および乾物収量との関係

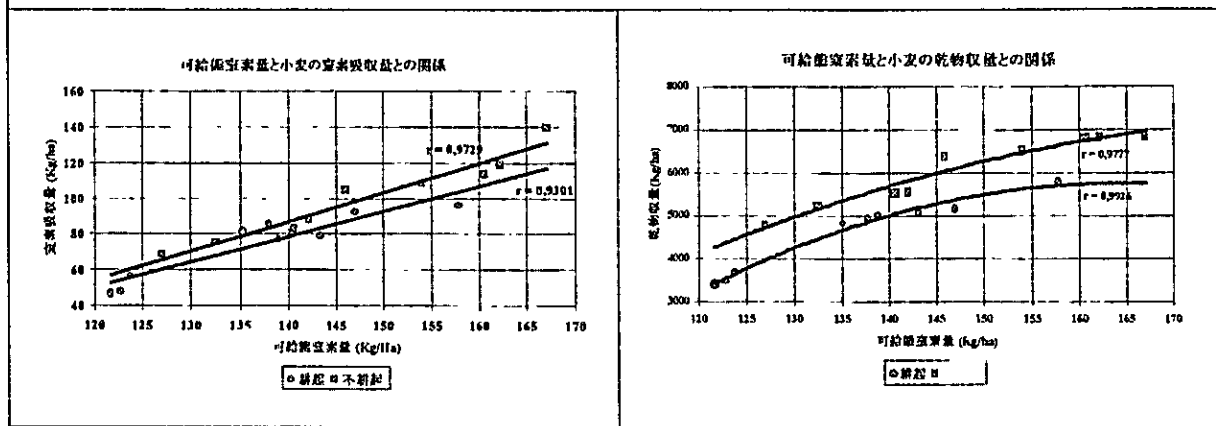


図2 耕起、不耕起栽培下における可給態窒素レベルと小麦の窒素吸収および乾物収量との関係

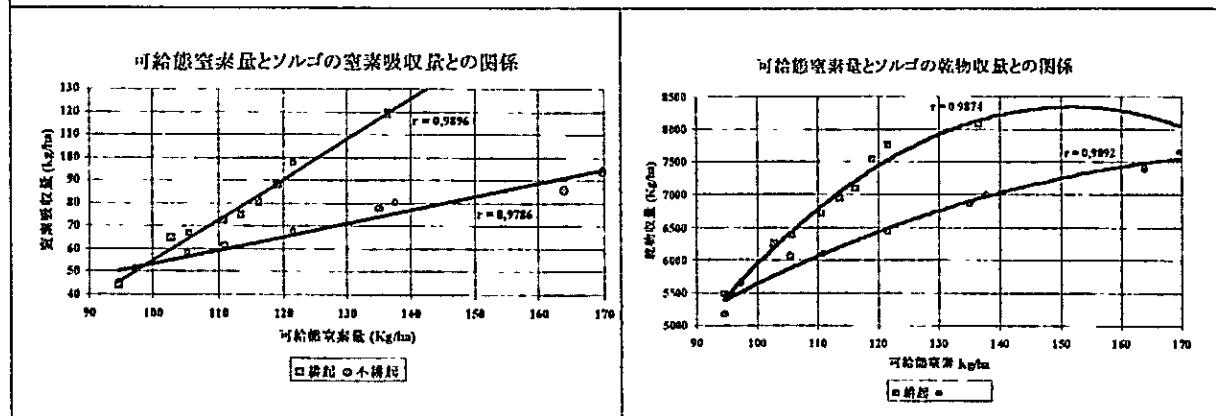


図3 耕起、不耕起栽培下における可給態窒素レベルとソルゴの窒素吸収量および乾物収量との関係

3. 移住地耕地の窒素の過不足について

土壤可給態窒素レベルとトウモロコシや小麦、ソルゴの乾物収量との関係から、可給態窒素 60ppm 以下を窒素不足状態とみなした。この60ppmを基準に移住地土壤の窒素の過不足を検討したところ、約70%の移住地耕地が窒素不足と判定された。

4. 土地利用別にみた可給態窒素のレベル

CETABOL 圃場について土地利用と可給態窒素レベルの関係について検討したところ、可給態窒素レベルは、畑畜輪換畑地>夏作大豆・冬作ソルゴ畑地>放牧草地>マメ科緑肥導入畑地>林地、樹園地、採草地の傾向を示した。

考察；

一連の試験結果から、可給態窒素レベルと作物収量との間に密接な関係が認められた。しかし、今回の圃場試験では、土壤の水分条件がほぼ同一であったと判断される。また、ポット試験でも圃場レベルで硬度の高い土壤も粉碎して試験に供し、栽培期間中に十分な水を補給した。実際の圃場レベルで可給態窒素レベルと作物収量との関係の評価する場合、作土の深さや根の伸長状況を考慮する必要がある。一方、オキナワ移住地を中心に降水量が不足する地域であり、可給態窒素レベルと作物収量との関係を検討する場合、作物生育期間中の降水量や降水時期も考慮しなければならない。

移住地耕地は全体的に窒素不足の状態にあることが示唆されたが、個々の農家圃場の窒素供給能は、様々な要因により変動するものと考えられる。農家圃場における作物への窒素供給については、総合的に検討を加える必要がある。

次試験時の課題；

本試験は、今年度で終了。試験成果に基づき、次年度からは CAICO、CAISY と共同で可給態窒素と作物収量との関係について検討する。

平成12年度(2000)試験研究実績
自主課題

大課題 中課題 小課題 試験項目	1) 主要作物栽培技術体系の確立 1-1) 主要作物病虫害防除技術の確立 1-1-1) マカダミアナッツを加害するカメムシ類の生活環と防除 ダイズ加害カメムシの寄生蜂のマカダミアナッツのカメムシ類への応用に関する研究
指導専門家氏名 担当 (部門、氏名) 開始年度 年次	持田 作 作物班(病虫害 エルネスト ミランダ) 2000年度開始 2年間予定の第1年次
背景:	ダイズ害虫カメムシの卵寄生蜂による生物防除は、技術的に具体化の可能性はあったが、農業経営上はコスト高を否めなかった。本研究は収束する計画であるが保存材料を廃棄する前に、マカダミアでのカメムシ類の生物防除の可能性を明確にする。
目的:	ダイズを加害するカメムシ類の卵寄生蜂であるカメムシクロタマゴバチ科とトビコバチ科のコバチ類 6 種をトウモロコシとマカダミアを加害するヘリカメムシ科の一種の防除に利用するための研究を行う。
試験方法:	<p>1. 試験場所 CETABOL 場内作物保護実験室</p> <p>2. 供試飼料 マカダミアナッツ、トウモロコシ及びインゲンマメ等</p> <p>3. 供試昆虫 カメムシ <i>Leptoglossus zonatus</i>, <i>L. leptoglossus</i> sp. (ヘリカメムシの仲間), <i>Loxa</i> sp. (大豆のカメムシ) 卵寄生蜂 <i>Trissolcus</i> sp., <i>Trissolcus basalis</i>, <i>Telenomus podisi</i> (カメムシクロタマゴバチの仲間) 及び <i>Scelionido nativo</i>, <i>encyrtido de lab</i>, <i>encyrtido nativo</i> (実験室保存 2 種及びサンファン現地採集トビコバチ)</p> <p>4. 試験方法 2000 年 4 月 14 日より、汎用室内飼育機材を用いてカメムシ 3 種の飼料の検討より始めた。適時、カメムシの人工飼育に移り、これらカメムシの卵を使用して各種寄生蜂の人工飼育をおおよそ一年に亘り行った。</p>
試験成績概要:	<p>1. 当初はヘリカメムシ科の <i>L. zonatus</i> と <i>L. sp.</i> の大量人工飼育の各種飼料を比較した。トウモロコシ生体と乾燥粒ならびにラッカセイがこれらカメムシ類の幼虫、成虫の飼育に最適であると認められた。同様にインゲンマメを基本とした飼料も <i>Loxa</i> カメムシの幼、成虫の飼育に適した人工飼料であることが判明した。</p> <p>2. ヘリカメムシの一種 <i>L. zonatus</i> の生活環をみると、卵から成虫までは平均 43 日を要し産卵前期間が 14 日であった。また、<i>L. sp.</i> のそれは平均 40 日で産卵前期間は 12 日、<i>Loxa</i> カメムシではそれぞれ 60 日と 30 日であった(表-1)。</p> <p>3. <i>L. zonatus</i> と <i>L. sp.</i> の人工飼育が可能になったので、<i>Telenomus podisi</i>、<i>Trissolcus</i> sp.、<i>T. basalis</i> と実験室保存トビコバチ科(クロトビコバチ類の一種、属種名は不詳)の蜂およびサンファン地区在来トビコバチ(種名不詳)を用いて試験を実施した。トビコバチ科グループに属する蜂の場合にはヘリカメムシ卵への寄生に成功したが、カメムシクロタマゴバチ科の蜂では寄生に難点があった。(表-2)</p> <p>4. <i>L. zonatus</i> の卵を保存黒トビコバチに 7 日間暴露した場合の寄生率は平均 58% で、1 卵あたり平均 3.8 頭の成虫が発生した(表-3)。</p> <p>5. 同様の方法によって、サンファン地区由来の黒トビコバチの <i>L. zonatus</i> 卵への寄生率は平均 45.3% で、宿主卵 1 卵あたり出現した成虫は平均 2.9 頭であった(表-4)。</p>
次試験時の課題:	<p>1. サンファン地区のマカダミア栽培園で寄生蜂を放ち、カメムシ類の防除効果を実地検証する。</p> <p>2. トビコバチ科の一種である未同定寄生蜂(前述)を分類の専門家に送付し、その種名を同定する。</p>

表1、気温25度、湿度75%、日長13時間の実験室で飼育したカメムシ類の生育日数と産卵開始日数

種名	生育日数	産卵開始日数
<i>Leptoglossus zonatus</i>	43	14
<i>Leptoglossus sp.</i>	40	12
<i>Loxa sp.</i>	60	30

表2、*Leptoglossus* 属カメムシの卵に対する各種寄生蜂の寄生能力

寄生蜂の種類	<i>Leptoglossus zonatus</i>		<i>Leptoglossus sp.</i>	
	供試卵数	出現寄生蜂数	供試卵数	出現寄生蜂数
<i>Trissolcus spp</i>	154	5	50	2
<i>Trissolcus basalis</i>	155	2	50	0
<i>Telenomus podisi</i>	154	0	50	0
<i>Scelionido nativo</i>	162	0	50	0
encyrtido de lab	156	95	50	226
encyrtido nativo	150	154	50	152

表3、室内保存寄生蜂(encyrtido de lab)の7日間暴露による寄生の程度

放飼寄生蜂数	供試カメムシ卵数	出現寄生蜂数	寄生されたカメムシ卵数	一卵当り出現寄生蜂数	寄生率%
53	100	147	42	3.5	42
147	100	167	50	3.3	50
167	150	551	123	4.5	82
平均				3.8	58

表4、野外(サンファン)採集寄生蜂(encyrtido nativo)の7日間暴露による寄生の程度

放飼寄生蜂数	供試カメムシ卵数	出現寄生蜂数	寄生されたカメムシ卵数	一卵当り出現寄生蜂数	寄生率%
3	150	86	35	2.5	23.3
86	150	286	93	3.1	62.0
288	150	232	76	3.1	50.7
平均				2.9	45.3

大課題	1. 主要作物栽培技術体系の確立
中課題	1-2) 適切な農薬使用及び耕種法による低コスト栽培法の確立
小課題	1-2)-①除草剤を利用した適性除草法の確立
試験項目	除草剤の適正使用試験(予備試験)
指導専門家氏名	田中 実秋
担当(部署・氏名)	作物班(エドワルド コンド)
開始年度、年次	2001年度開始、 2 カ年間予定の 1 年次
背景:	オキナワ移住地では農家経営費の約 40%が農薬費で占められ、農家経済を圧迫している。それと同時に農薬の過剰使用、残留農薬の問題等の発生が懸念されている。なかでも除草剤のコストは資材費の 46~62%を占めているので、除草剤の適正使用による経営費の削減努力を促す必要がある。また、近年、南米において除草剤抵抗性を有する雑草が問題化しており、除草剤の使用方法を耕種的雑草防除法と共に検討する必要がある。
目的:	主要除草剤の使用方法を、耕種的雑草防除法と共に検討し、適正使用技術を確立する。
試験方法:	<p>1. 供試場所: CETABOL圃場</p> <p>2. 供試作物: 大豆</p> <p>3. 播種期・収穫期: 11月27日播種、4月4日収穫</p> <p>4. 栽植様式: 大豆 畝間 40cm×株間 7~8cm の1本立て</p> <p>5. 播種方法: 不耕起および耕起播種</p> <p>6. 試験区: 不耕起、耕起栽培区各3反復</p> <p>不耕起栽培</p> <p>播種前処理 播種 6 日前の 11 月 21 日に散布</p> <p>1) 慣行濃度区 roundup(3.0L/ha) + 2,4-D(0.5L/ha)</p> <p>2) 50%削減濃度区 roundup(1.5L/ha) + 2,4-D(0.25L/ha)</p> <p>3) 無処理区</p> <p>播種後30日処理</p> <p>1) 慣行濃度区 pivot(1.0L/ha)</p> <p>2) 50%削減濃度区 pivot(0.5L/ha)</p> <p>3) 無処理区</p> <p>耕起栽培 12月18日に散布</p> <p>1) 慣行濃度区 flex(1L/ha) + Select(0.4L/ha)</p> <p>2) 50%削減濃度区 flex(0.5L/ha) + Select(0.2L/ha)</p> <p>3) 無処理区</p> <p>7. 供試面積: 5328m²</p> <p>8. 調査項目: 作物生育調査、収量、雑草生育調査</p>
考察:	<p>耕起栽培、不耕起栽培の別にかかわらず、50%区では葉を枯れさせる程度で、完全に防除できない雑草がいくつか見られた。それらの雑草は除草剤処理後に生育を回復させ、種子を生産したと思われる。100%区と50%区では、ダイズの収量では大きな差異は認められなかったが、今後、試験中に防除できなかった雑草が増殖することが考えられ、数年にわたり雑草に悩まされる結果となるであろう。雑草防除に失敗し、種子や塊茎の生産を許すと次年度以降に多量の発生を招き、その影響は数年以上におよぶのである。作付体系、栽培方法および除草の方法と全体を考慮に入れて雑草防除にあたらなければならない。本試験結果で得られたダイズ収量のみを視て評価するのではなく、数年にわたる雑草発生量に注目して今後の試験を行う必要がある。</p>
次試験の課題:	<p>本年度の試験は、面積が狭く、また、雑草の発生量も少ない圃場で行ったので、実際の農家圃場とは同じ結果が得られたとは考えにくい点がある。そこで、次試験では、より広い面積で多様な雑草の発生する場所を選んで行いたい。</p>

図表

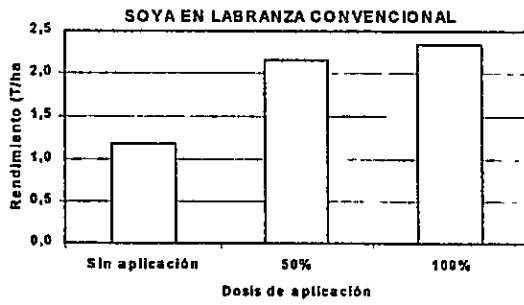


図1. 耕起栽培での除草剤濃度の違いによる
ダイズ収量.

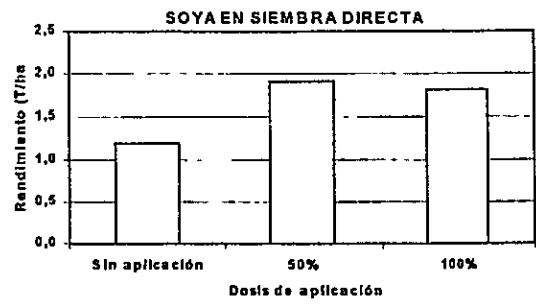


図2. 不耕起栽培での除草剤濃度の違いによる
ダイズ収量.

大課題	2.牛の品種改良
中課題	2-1) 肉用牛の品種改良
小課題	2-1) ① 優良種雄牛の選抜(自主課題) 、
試験項目	ネローレ種における体外授精技術と受精卵凍結技術の検討
指導専門家氏名	田口 本光
担当(部署・氏名)	畜産班(大田 勉・坂口 功)
開始年度、年次	2000年度開始、 1ヵ年予定の1年次
背景:	体外受精は優良品種の早期増殖を目的に、畜産先進国ではすでに実用段階に入っているが、今後南米で育種改良の1手段としてその活用が望まれる。特に高齢により廃用を余儀なくされる遺伝的に形質の優良な雌牛への応用は、限られた遺伝資源の有効な利用方法として期待される。
目的:	育種改良促進に関わる増殖先端技術の確立を将来的な目的として、ネローレ種の優良牛を効率的に生産活用する技術の定着を図る。
前年度迄の成果概要:	体外授精については過去に実施した経験はない。受精卵の凍結については、97年度に過排卵処理した牛から採取した受精卵を凍結し、解凍後移植可能卵が59%との成績を得ている。
試験方法・試験材料:	<p>1 供試場所: ボリヴィア農業総合試験場。</p> <p>2 供試牛: ネローレ種廃用雌牛10頭、屠場にて卵巣を採取(適当な廃用牛が無い場合は屠場からの一般牛材料を利用)。</p> <p>3 試験期間: 2000年4月～2001年3月。</p> <p>4 試験方法:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 廃用になった雌牛の卵巣を屠場で採取し、試験場実験室に持ちかえる。 2 卵巣から卵子を吸引採取して、37℃、5%CO₂空気の気相下で20時間成熟培養後に5時間媒精(授精)す。 3 授精後、体外培養して胚盤胞まで発育させ、凍結保存す。 (耐凍剤はグリセロールとエチレングリコールの2種について比較する) 4 融解後の胚の生存状態を体外培養にて確認し、ネローレ種融解卵の一部は受卵牛に移植す。 <p>5. 注意点: 本年は技術的な可能性を検討する。</p>
調査項目:	体外授精による受胎状況と受精後の発育、凍結、融解後の生存、発育状況、併せて移植後の受胎状況を見る。また2種類の凍結方法による卵の生存状況の比較をする。
試験結果の概要:	<p>10頭計20個の屠体卵巣から、計407個の形態的に正常な卵子を成熟培養後に処した。媒精後、体外培養に処し、培養72時間後の成績は、2細胞期胚:19(4.7%)、1細胞卵子(形態変化なし):388(95.3%)だった。144時間(6日間)まで体外培養を引続き行ったが、体外培養卵子の形態に変化はなかった。体外培養により胚盤胞が得られなかったため、以後の受卵牛への移植などは行わなかった。</p>
試験結果の考察:	<p>今回は実施回数が少なかったが、体外受精後の卵子の分割率が非常に低かった原因として以下のような事が考えられる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 供試卵巣の運搬方法(温度、牛屠殺から成熟培養までの時間)。 2. 体外授精用精子の受精能獲得操作の適否 3. 体外授精用培地に添加したアルブミンの質の適否 4. 卵子の体外培養環境の適否(微小滴培養法)。

大課題 中課題 小課題 試験項目 指導専門家氏名 担当(部署・氏名) 開始年度、年次	2 牛の品種改良 2-1) 肉用牛の品種改良 2-1)① 優良種雄牛の選抜(自主課題) 発情每一卵採卵の可能性と、気温、季節が受精卵の発育に及ぼす影響についての検討 田口 本光 畜産班・大田 勉・坂口 功 2000年度開始 1ヵ年予定の1年次
背景:	受精卵移植技術では、これまで専らホルモンによる過排卵処置の後採卵し、得られた受精卵を新鮮なままあるいは凍結保存後に融解して移植してきた。しかし、過排卵処置に対して望むような結果(5個程度の移植可能な受精卵)が得られるとは限らず、また供卵牛(ドナー)の過排卵処理後の発情回帰の問題、過排卵処理に係る諸経費の問題は検討を要する。一方牛における夏季不妊症の原因の一つとして授精後の胚早期死滅が考えられるが、受精卵の発育に対する気温や季節が及ぼす影響についても検討する必要がある。
目的:	育種改良促進に関わる増殖先端技術である受精卵移植の確立を将来的な目的として、発情每一卵採卵の可能性を探るとともに、受精卵の発育に影響すると思われる気温や季節の影響を検討する。
前年度迄の成果概要:	97年度に10頭の供卵牛から計49個の受精卵を採取し、内移植可能な受精卵を41個得た。この内25個(凍結卵17個、新鮮卵8個)を受卵牛に移植して2頭(凍結卵1頭、新鮮卵1頭)の受胎を得たが、受胎率(2/25)は非常に低いものだった。低受胎の原因として、卵凍結機の低温装置の機能不良、凍結前グリセリン平行時間不足により解凍後移植可能卵数の割合が低かった事(59%)や移植技術の未熟(移植時期と黄体確認の不備)を上げている。
試験方法・試験材料:	1. 供試場所:ボリヴィア農業総合試験場。 2. 供試牛 : 当時飼養のネローレ種雌5頭。 3. 試験期間:2000年4月~2001年3月。 4. 試験方法: -1 5頭の供試牛を一般人工授精牛群と共に飼養し、過排卵処理・発情同期化等を行わずに、自然発情が来るたびに同一の凍結精液を授精し、翌日に排卵確認を行った。 -2 発情日を0として7日目に排卵側の子宮角を洗浄し、受精卵採取を試みた。 -3 採取卵について、発育ステージと形態的なランク付けを記録後凍結保存した。後日融解して受精卵の形態を検査後、移植又は培養した。
調査項目:	供試牛からの採卵状況の検討。受精卵の発育状況に対する気温、季節の影響の検討。
試験結果の概要:	供試牛5頭における採卵結果は以下のとおりである。(7508牛については2001年4月の直腸検査で妊娠していることが判明し、記録を確認した結果12月の授精時に、連絡の不手際により採卵を実施しなかったことが判明した。)

個体毎の月別採卵状況

季節	雨季		乾季						雨季			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
月	(2000年)						(2001年)					
供試牛番号												
625V	■	○	◎		★		★	★		▼		◆
636		◎		◎			◎	▼	◎			◎
738				◎			◎	▼	★			★
7508							★	■				
7509	▼	★	▼	★	◎	★		◎	★			▼
卵数/採卵回数	0/3	2/3	1/2	2/3	1/2	0/1	3/6	2/7	1/3	0/2	0/0	1/4

◎: 移植可能な受精卵を採取。 ○: 未受精卵を採取。 ▼: 卵の採取が出来なかった(原因不明)。

■: 卵を採取できなかった(技術的問題を原因とする)。 ◆: 子宮内膜炎により採卵できなかった。

★: 排卵障害と思われる(黄体が不明瞭、粘液が多量、卵胞の存在など)。

試験牛毎の受精卵回収率と優良受精卵の割合

個体番号	生年月日	試験開始 時年齢	出産 回数	最終分娩	卵回収率	優良卵の率
625V	1986/06/10	14	8	2000/02/26	4/10(40%)	1/4(25%)
636	1996/05/20	4	2	2000/02/06	5/7(71%)	5/5(100%)
738	1986/11/02	13	11	2000/02/28	3/7(43%)	3/3(100%)
7508	1997/04/28	3	0	-	0/2(0%)	0/0(0%)
7509	1997/05/01	3	0	-	2/10(20%)	2/2(100%)
合計	-	-	-	-	14/36(39%)	11/14(79%)

- ・供試牛5頭の卵回収率は平均39%であった。このうち移植可能な優良受精卵の割合は79%であり、採卵回数に対して優良受精卵が得られる割合は31%であった。
- ・季節的な影響では、乾季末期・雨季初期に発情が明瞭で、正常な受精卵の割合も高かった。しかし、この時期がちょうど人工授精の時期と重なる事から、他の時期の見逃し(人工授精時期以外は1日1回の発情観察のみ)の可能性も考えられる。
- ・未回収については、老齢牛と弱齢牛で未排卵の発情が相当数あると思われる。
- ・老齢牛の中には未受精卵(625V牛)もみられた。
 - ・卵回収の難易および回収卵の質については、個体差が大きい。
- ・4名の技術者(現場技術者3名)が本試験にかかわったが、技術的にはどの現場技術者も3~4割程度の回収率であった。経験を積むことで回収率6割程度までは改善されると思われる。
- ・回収した利用可能な卵は全て凍結保存したが、2個を移植し1頭の妊娠を確認した。なお得られた遺伝資源を活用するために、培養による受精卵の生存状態確認は行わなかった。

試験結果の考察:

1. 本試験の成績から、(過排卵処理を施さない)自然発情を利用した1卵採卵法は、季節と供試牛を選び卵回収技術に熟練した技術者が行えば、過排卵処理を施して受精卵を回収する方法と比較して、十分匹敵する回収卵数を得られるものと思われた。
2. 過排卵処理を施す受精卵回収法は、卵胞発育ホルモン(75米ドル)とプロスタグランジン F2 α (6米ドル)および発情同期化のための費用(7米ドル)がかかる。加えて、過排卵処理後の発情回帰が必ずしも順調ではなく、以後の繁殖活動に悪影響を及ぼすことがある。その点、自然排卵を利用した1卵採卵法では、以後の繁殖活動にスムーズに移行できる利点がある。
3. 採卵については、自然発情を利用した1卵採卵法では排卵側の子宮角のみを還流すればよく、15-20分程度で終了でき時間的な問題にはならないと思われた。
4. また受精卵の採取とは直接には関係ないが、今回見られたような老齢牛での未授精卵や、弱齢牛をも含めた未排卵の可能性は、人工授精による不妊がこれらを原因とすることが多いと言われることから、このように授精後に卵子を回収検査することは、未受胎牛の繁殖障害診断の一助ともなろう。また育種改良上でも、繁殖状況による選抜において利用価値があると思われた。