

資料 No. 29

沖縄における、さとうきびを 中心とする作付方式に関する研究

昭和49年12月

農林省熱帯農業研究センター

は じ め に

この研究を担当された丸杉孝之助氏は次の経歴からもわかるように、沖縄農業に関する数少ない権威者の1人で、沖縄を心から愛し、その発展のために現在も沖縄で活躍しておられる。

昭和42年1月～47年5月

総理府 琉球模範農場管理責任者（那覇市）

昭和47年9月～49年4月

熱帯農業研究センター 沖縄支所長（石垣市）

昭和49年4月～現在

琉球大学農学部 熱帯農学研究施設 教授（竹富町 西表）

この研究は、琉球模範農場における約5ヶ年の研究成果を中心にして、遠く古代中国の資料を始め、主要なさとうきび栽培国における文献・資料を広く収集し、当該国におけるさとうきびの作付方式について問題点を整理したものである。研究は、さとうきび栽培に関する歴史的考察から、作付様式・病虫害の分野にも及び、特に沖縄における今後のさとうきび栽培について指針を投げかけている点で、まことに貴重な研究成果であり、熱帯農業にたずさわる人にとっては、好個の資料と考えられる。

この意味で、当センターでは丸杉氏のご了解を得て、資料の一つとして刊行させて頂くこととした。

昭和49年12月

熱帯農業研究センター所長

村 上 寛 一

目 次

I 緒論	1
A 研究目的	1
B 研究史	1
1 作付方式に関する研究	1
2 作付方式と病害虫に関する研究	2
3 作付方式と栽培環境に関する研究	4
C 研究方法	5
1 研究の骨子	5
2 研究の場所，期間	5
II 作付方式に関する調査	5
A 調査の進め方	5
B 調査結果	5
1 沖縄	5
(1) 作付方式の変遷	5
(2) 作付方式の形成とその基礎	13
(3) 作付方式と土地生産力	18
2 台湾	23
(1) 作付方式の起源	23
(2) 作付方式の形成とその基礎	25
(3) 作付方式と土地生産力	29
(4) 水田輪作の技術と試験研究	36
3 ジャワ	39
(1) さとうきび作の概況と作付方式	39
(2) 水田輪作の技術と試験研究	43
4 インド	46
(1) さとうきび作の概況と作付方式	46
(2) 輪作の技術と試験研究	50
5 ハワイ	51
(1) さとうきび作の概況と作付方式	51
(2) 単作の技術と試験研究	54
C 総括	56
III 作付方式に関する試験	59
A 試験項目	59
B 試験計画	59
C 輪作の実施	62

D	試験成績	62
1	土地生産力の変化	62
物	(1) 作付方式別収量の変化と生育相	68
	(2) 牧草, 飼料作物の収量の変化と生育相	70
2	肉牛の生産性の変化	72
3	(1)栽培の環境条件の変化	73
	(1) センチュウの生息状況	73
	(2) 土壌の性状と易耕性	74
	(3) 病害の発生相	76
	(4) 雑草の生育相	76
E	総括	76
IV	総合考察	77
A	作付方式に関する調査結果について	77
B	作付方式に関する試験成績について	77
1	センチュウ	78
2	病害	79
3	土壌微生物と有機物	81
4	作物栄養	82
C	作付方式を規定する要因について	83
1	近年における作付方式の動向とその要因に関する二・三の学説	83
2	ハワイにおける単作成立とその問題点	85
3	沖縄における単作の特殊性と今後における作付方式の方向	86
V	摘要	87
VI	謝辞	89
VII	引用文献	90

I 緒 論

世界の主要糖業国における、さとうきび(甘蔗) *Saccharum* spp. sugar cane を中心とする作付方式 cropping system⁸⁵⁾は、さとうきびと他作物とを一定順序に周期的に交代して作付する輪作 rotation と、さとうきびを同一圃場に連続して作付する連作、土地利用からいえば単作、いわゆるモノカルチャー monoculture⁸⁵⁾とに大別される。前者の代表的な地域としては台湾、ジャワがありい¹⁾ずれも伝統的な水田輪作によって高い単位面積当り収量をあげている。後者の代表的な地域としては沖繩とハワイがあげられるが、沖繩においては収量低下の傾向のもとで連作が支配的となっている反面、ハワイでは高収量を維持しながら連作が定着している。

A 研究目的

こゝに輪作、連作というさとうきびを中心とする作付方式を対照しつつ試験、調査ならびに考察を加え、輪作および連作の成立する条件を解明し、沖繩におけるさとうきび作の問題点を摘出し今後のあり方を提示する。

B 研究史

1 作付方式に関する研究

さとうきびの作付方式(間作 inter cropping⁸⁵⁾を除く)に関連する主な研究報告や記録を年代順に略説すると次のとおりである。

中国においては南宋初期、王灼(年代不明)が「糖霜譜」のなかで、さとうきびは地力を消耗するので3年間他作物を植えた後に作付する方がよい、としている。明代、宋応里(1937)「天工開物」のなかでバナナとさとうきびの輪作を推奨している。

わが国における研究は第二次大戦前は主として台湾において進められた。金子¹⁾(1912)は「甘蔗農学」のなかで各国のさとうきびを中心とする作付方式を解説し輪作の有利性を説いた。三浦³⁾(1923)は台湾中部地域の水田輪作について、三宅⁴⁾、清水(1935)はさとうきびとパイナップルとの交換耕作の有利性について報告した。台湾総督府殖産局は輪作慣行の調査をおこない、当時台湾でおこなわれていた多くの輪作を整理、分類して公表した。降矢⁶⁾(1938)は用水利用の面から台湾中部でおこなわれていた水田輪作について調査し、林^{7) 8) 9)}(1942, 1945, 1968)は台中州の水田輪作に関して調査研究を進め、水稲作とさとうきび作の技術的関連性等について明らかにした。山崎⁹⁾(1948)は戦後はじめて日本の西南暖地を対象に輪作例を提示した。

T. L. Collins¹⁰⁾(1949), W. P. Alexander¹¹⁾(1953)ならびに渡辺¹⁷⁾(1961)はそれぞれパイナップルとさとうきびとの輪作とその有利性につき報告した。

ハワイ大学の出版にかゝる Textbook of sugar cane⁷¹⁾(1928)はさとうきびと緑肥作物との輪作の必要性を説いた。1959年ハワイで開かれた第10回 International Society Sugar Cane Technologist (I. S. S. C. T.)において、さとうきびの収量低下に関してシンポジウムがもたれ多くの報告が出された。ハワイの J. N. Warner⁵⁰⁾(1968)は連作によって品種の収量性発揮が低下する原因として根の部分におけるセンチュウと pythium の増加との関係を取りあげた。

アメリカのルイジアナ州のL. P. HerbertとL. G. Davidson (1959)¹³⁾は26年間の緑肥作物との輪作試験成績を発表した。

林と千葉¹⁵⁾(1960)は沖縄におけるさとうきびを中心とする数種の輪作例を提示した。¹⁶⁾熊代(1960)は東南アジアにおける畑輪作の祖型とその形成につき論じた。¹⁸⁾鈴木と西橋(1963)はナタール、オーストラリア、²⁰⁾齊藤(1964)は東南アジア、²¹⁾大町・倉光ら(1964-65)はタイ、インド、²⁶⁾滝川(1966)はフィリピンの糖業およびさとうきび作を紹介し作付方式に触れた。かくて戦後ようやくわが国において作付方式に関する調査が動きはじめた。

¹⁶⁾稲留(1963)、²⁵⁾甘味資源審議会(1966)ならびに²²⁾大内山(1965)は西南暖地の輪作例につき調査報告した。²³⁾山崎(1965)は台湾のさとうきび作の進歩の条件について述べ、そのなかでN:Co 3:10の株出ratoonについて報告した。²⁴⁾清水・西川(1965)はアジア地域のさとうきび作

の改良について報告、²⁷⁾大内山ら(1966)はハワイ、アメリカ、台湾、³⁰⁾児玉ら(1968)はインド南アフリカ、³⁴⁾江畑ら(1969)はオーストラリアの育種事業等につき調査し作付方法の実態に触れた。

²⁹⁾戴(1967)はその著「中国甘蔗糖業の展開」のなかで、1600年代におけるさとうきびの連作

害、輪作について明らかにし、また台湾における輪作の展開につき報告した。³²⁾池原(1969)は「沖縄糖業論」のなかで昭和初期を中心に沖縄における作付方式に触れた。³³⁾熊代(1969)は「比較農法論」

のなかで東南アジアにおける畑輪作形成の理論について解明を行った。¹²⁴⁾琉球農業試験場の安次富・長嶺ら(1965-69)はさとうきびを基幹とする輪作試験をおこなった。³⁷⁾丸杉ら(1967-72)は

さとうきびを中心とする輪作試験をおこなった。³⁵⁾小倉・戸谷(1969)はオーストラリアの農業事情について報告しクインズランド州の輪作を紹介した。³⁸⁾岩佐(1971)は台湾中部の水田かんがいと輪作について調査報告した。³⁶⁾インドのP. M. Joshiら(1971)は30年間にわたり、さとうきび

一ソルガム一落花生の輪作試験をおこない第4回I. S. S. C. T. に報告し、丸杉(1973)はその現地調査をおこなった。

2 作付方式と病害虫に関する研究

近年における作付方式と病害虫との関係を研究したものは次のとおりであるがセンチュウについての研究は古くからおこなわれ、近年もまた研究報告が多く出されていることが、特徴的である。

⁴¹⁾G. L. Fawcett(1941)は黒穂病 smut の防除法としてアルファルフア *Medicago spp.* ,
とうもろこし *Zea Mays* L. ; maize その他黒穂病に強い作物との輪作を提唱している。⁴²⁾S. C. Arruda(1953)は黒穂病に弱さとうきびの品種の間にとうもろこしを栽培することをすすめている。⁴³⁾R. B. Robinson(1959)は黒穂病に対してはケニヤで一般に普及しているように、休閒と緑肥作物の導入が良い防除法である、としている。

⁴⁴⁾わい化病 ratoon stunting disease についてD. R. L. Steindel(1959)はJ. P. MartinとE. K. Abbottの著「Sugarcane diseases of the world」のなかで多数の草種、穀作物ならびに双子葉植物がこのウイルスに侵されても何等症状をあらわさないこと、また侵された、とうもろこし、ソルガム *Sorghum vulgare* Pers ; sorgo およびスーダングラス *Sorghum suanese* ;

sudan grass のウイルスは、さとうきびを侵すことができるとして、つねに安易にわい化病が輪作などによって防除でき得ないことを示唆している。⁴⁵⁾ 桐生 (1962) は「台湾における甘蔗病害に関する研究」と題して台湾の甘蔗病害をとりまとめた。⁴⁶⁾ 榮・松田 (1965) はその著「サトウキビ病害図説」⁴⁹⁾ の末尾において、病害防除の前提として輪作の必要性を述べた。日高・村山 (1968) は奄美大島地方のさとうきび病害を調査検討し、わが国ではじめて、わい化病を「サトウキビ矮化病」と呼称付けた。

センチュウがさとうきびの生育を阻害することは 1887 年ハワイにおいて知られ、その防除法について、⁴⁷⁾ J. A. Winchester (1966) によると Mauir と Henberson (1926) が研究し、センチュウの誘引作物としてタチマタマメ *Cavavalia gladiata* DC. var. *ensiformis* DC. ; jack bean をさとうきびとの輪作に入れることを報告したが、とりあげられなかった。J. A. Winchester ⁴⁷⁾ (1966) はフロリダにおいてパンゴラグラス *Digitaria decumbens* ; pangoligrass を 1 年間栽培し、ネコブセンチュウ *Meloidogyne* spp. ; root knot nematodes を抑制し、あと 3 年間さとうきびを栽培して増収を得た、と報告したが、パンゴラグラスが圃場を占有する土地利用上不利の理由で認められていない。⁴⁸⁾ ジャマイカの A. Anon (1967) もパンゴラグラスとさとうきびとの輪作によって増収したと報告した。また J. A. Winchester ⁴⁷⁾ (1966) は流し込みかん水 flooding によつてネコブセンチュウが減ることを報告したが、この報告は作付の空白をつくる⁵¹⁾ ことが短いので認められている。かんがい水のセンチュウ抑圧効果についてはこの外に C. H. Hu (1968) の水田におけるかんがいの研究がある。筆者は 1973 年ジャワの Pasuruan sugarcane Exper. Sta. において Ir. Sirwojo に、インドの Coimbatore Sugarcane Breeding Inst. において Dr. Usha に、かんがい水のセンチュウ抑圧効果について直接確かめてみたが、両者ともこれを見とめていた。センチュウを殺す作物 nematoda killing crop について上記研究所の両者はマリゴールド *Tagetes* spp. ; marigold をあげていたが、⁴⁸⁾ A. Anon (1967) および R. P. Humbert ⁵³⁾ (1968) もセンチュウを殺す作物あるいわ誘引する作物 trap crop を用いて輪作試験をおこなった。

⁵⁰⁾ J. N. Warner (1968) はハワイにおいて、さとうきびの連作によって H37-1933 品種の収量性が低下することについて研究し、その原因は根系部位におけるセンチュウの増加、*pythium* 属菌が多くなることに関係があると記した。この報告は連作の定着したハワイの代表的プランテーションである Brewer 社の研究者が連作害を認め原因を追求した点でとくに重要である。

プエルトリコの Conzalenz Jejera (1968) はパイナップル—さとうきび—パンゴラグラス輪作区とパイナップルの跡地消毒連作区を比べ輪作区がセンチュウの数が減り収量が高いことを報告した。

¹¹¹⁾ 琉球農業試験場の照屋 (1969-70) は筆者の試験した輪作圃場でセンチュウの種類と密度の調査を実施し、インユクセンチュウの 100 gr 土壌中における生息個体数が、さとうきびの作付によって増加、牧草の作付によって著しく減少することを認めて報告した。しかしこの調査は 2 年間続けたにすぎ

かった。

S. K. Prasad (1972)⁵⁶⁾ は1885年以来、さとうきびとセンチュウの関係について栽培環境条件の点から研究をすすめ、防除法に関連して輪作の必要性について述べた。

インドのG. N. Rao (1961)⁵²⁾ は品種によって、さとうきびにおいてセンチュウに対する感受性の異なることを報告した。

3 作付方式と栽培環境に関する研究

足立 (1929)⁵⁷⁾ は台湾において同一品種の開花率が有機物の投入量で差のあることを認め、その要因を有機物分解と関連した土壤微生物の活動の相違にあるとした。インドのA. Singh (1963)⁵⁹⁾ はインド北部地方の6ヶ所で26年に亘りタスキマメ *Clotalavia juncea* ; sunnhemp の緑肥を用いてさとうきびとの輪作を続け、さとうきびに対する生育、収量に及ぼす影響をしらべた。A. G. Barner (1964)⁶⁰⁾ は第10回のI. S. S. C. T. のさとうきび品種の収量性低下のシンポジウムで報告し、収量低下を防ぐ4つの方法の1つとして輪作をあげた。⁶²⁾ 足立 (1967) はさとうきびの連作は土壤微生物のバランスが崩れて生育が阻害されるとし、堆肥もしくはわ豆科緑肥の施用を提唱した。

C. S. Loh (1968)⁶³⁾ は台湾における輪作の効果を土壤の栄養素の欠乏防止、病害とくにモザイクの侵入防止ならびに連作による土壤中の毒素 toxic substance の蓄積抑制とした。R. P. Humbert (1968)⁶⁴⁾ は有機物施用が土壤の圧密現象を防ぎ、水の分布、根系の発達を良くするとした。

W. C. Shaw (1968)⁶⁵⁾ も台湾の畑において緑肥がさとうきびの根に良い条件を与えるとした。⁶⁶⁾

W. L. Davisら (1968) はさとうきびに対して厩肥に代替する緑肥の効果について試験し、⁶⁷⁾ 葉分析 crop-logging によってこれを立証しようとした。B. K. Mathur. A. Singh (1969)⁶⁸⁾ はインドの北部地方においてさとうきびの前作となる緑肥に燐酸を施用し、さとうきびに対する間接効果をみとめた。T. R. Orsenigo (1970)⁶⁸⁾ はフロリダにおいてナビアグラス *Pennisetum purpureum* ; napier grass がさとうきび畑の雑草となることを指摘、輪作に導入すべき牧草の選択について注意を促した。⁶⁹⁾ S. C. Wangら (1970) は台湾において、さとうきび畑に施用した緑肥の効果について報告した。

以上、作付方式に関連する調査試験の歴史を通覧すると次のことがいえると考えられる。

- ① さとうきびを中心とする作付方式の問題は中国においては1600年よりとりあげられていた。
- ② わが国におけるさとうきびを中心とする輪作に関する調査研究は主として台湾において数多くおこなわれた。
- ③ しかし、輪作・連作を試験として長期間実施した研究はインドおよびアメリカ等の二、三の例を除いて極めて少ない。
- ④ 作付方式とさとうきびの栽培環境等との関連性を追求した研究は各専門にわたっているが、最もセンチュウとの関係を追求したものが多い。
- ⑤ 連作・輪作に関する研究は、研究に基礎づけられてそれがおこなわれるのではなくて、連作・輪作がすでに実施されていてその解明として研究が行われた例が大部分である。

C 研究方法

1 研究の骨子

この研究は3つの段階に分れる。

(1) 調査

沖縄に近縁な糖業地域について作付方式の実態、起源とその形成、定着の過程ならびに作付の方式を基礎づける技術、研究等を調査し、それらに対比検討して、沖縄の作付方式の性格付けをおこなった。

(2) 試験

沖縄の標準的農家の経営型態を想定し、そのなかで輪作と連作を設計、圃場試験を実施し、両者の土地生産力の推移を比較し、輪作による生産力向上の可能性を確かめようとした。

(3) 考察

調査の知見と試験の成績をもとにして、既往の作付方式に関する研究成果を加味して総合的に考察を加え、沖縄の作付方式の問題点を摘出し、今後の作付方式のあり方を提示した。

2 研究の場所、期間

筆者は1967年1月技術援助のため琉球農業試験場内に設けられた琉球模範農場において勤務した。よってここを中心として1972年5月まで調査、試験をおこなった。以後は農林省熱帯農業研究センター及び同沖縄支所、引続き琉球大学農学部附属熱帯農学研究施設において1974年6月まで研究を続けた。

II 作付方式に関する調査

A 調査の進め方

沖縄、奄美地方および主要糖業国のうちで近縁な台湾、ジャワ、インドについて実態調査を、ハワイについて文献、関係者よりの聴きとりによる調査をおこなった。

B 調査結果

1 沖縄

沖縄は300年を越えるさとうきび栽培の歴史をもつので、これを4段階に分けて作付方式の変遷をしらべた。ただし沖縄は1945年戦後となったため過去の諸統計、資料が散逸、消失し研究上の制約がおおきかった。

(1) 作付方式の変遷

過去に遡って作付方式を明らかにすることは資料、文献が不足し困難であるため、もっぱら主要作物の作付面積とその比率等をしらべ、作物相互間の関係から類推する方法をとった。

(a) 封建的作付統制期 1600年—1887年

この年代は封建的諸制度のもとでさとうきびの作付もその統制下にあった。琉球といわれた地域におけるさとうきびの栽培の始まりは奄美大島における真川智³²⁾(1610)の栽培法に関する口伝が最古のものであるが、輪作、連作等作付方式に関する内容はない。

1609年島津義弘はいわゆる琉球征伐をおこない、1645年砂糖の専売制を始め、1662年砂

表 1. 沖繩における畑面積、主要作物の作付面積、作付率の変遷

年次	ざとうきび		かんしょ		大・小豆		粟		麦類		パイン		計		畑面積		
	ha	①	ha	②	ha	①	ha	②	ha	①	ha	①	ha	②	ha	①	②
1897明治30	△3951	100	79	15505	100	310	2979	100	4767	100	95	2533	100	50	29785	100	594
98	△4143	104		13401			3169		4499			2401			27913		
99	△6839	173		15190			3776		4504			1568			31877		
1900	△6850	173		21709			3732		4641			2330			39262		
1	△6194	156		19085			3763		4731			2352			36125		
2	△5880	149	118	18286	117	366	3962	132	79	4863	102	97	2886	113	35877	120	717
3	△7303	185		18304			4448		3513			2793			36361		
4	△7180	182		22385			4092		3984			2578			40219		
5	7750	196		30516			3516		3338			2982			48102		
6	7725	196		28964			4384		3585			2878			47336		
7	8294	209	157	35927	231	681	4382	147	83	3199	67	60	2880	113	54682	183	1035
8	8213	208		37724			5473		3558			2892			57860		
9	8919	226		31862			5661		3664			2844			52950		
10	10559	269		30199			5491		3971			2760			53080		
11	10719	271		32750			5425		3952			2720			55366		
12大正1	11056	279	204	28526	183	527	5399	181	99	3582	75	66	2801	110	51364	172	948
13	11695	296		29049			5292		3701			2703			52440		
14	12451	315		28922			5810		3649			2611			53443		
15	12858	325		29104			4778		2876			2610			52226		
16	13326	337		30181			4840		2729			2509			53585		
17	16046	406	291	31818	205	579	4913	164	89	2771	58	50	2833	111	58881	196	1061
18	16297	412		26545			5989		2621			2857			54309		
19	16996	430		31847			5737		2393			2958			59931		
20	17156	434		30724			4994		1004			2740			56618		
21	17060	431		28000			4700		2500			2016			54276		
22	16892	427	302	28590	184	511	4751	159	85	2561	53	46	3016	119	55810	187	998
23	15401	389		30215			5948		2455			2922			56941		
24	16573	419		29944			5443		2343			2927			57230		
25	17326	438		29943			5476		2370			2943			58058		
26昭和1	15161	383		27890			5236		2394			2736			53417		
27	18564	472	333	28944	186	516	5407	181	96	2191	45	39	2729	107	57935	194	1032
28	20275	513		29091			5635		1903			2686			59590		
29	19134	484		29491			5151		1720			2612			58108		
30	18484	467		29928			5088		1662			2849			58011		
31	18588	470		30878			5163		1747			2454			58830		
32	17696	447	329	30197	194	563	5370	180	100	1703	35	32	2474	97	57444	193	1070
33	16885	427		30143			5526		1685			2518			56757		
34	16670	421		29080			5529		1701			2569			55349		
35	16697	422		29616			5424		1518			2439			55694		

36	11	15438	390	30703	5666	1483	2350	44	55640	53874
37	12	15029	380	30338	195	1448	27	94	55007	54020
38	13	14722	372	39886	5951	1426	2370		54355	54068
39	14	16221	410	30980	5833	1358	2573		56965	54085
40	15	14904	377	30789	6268	1231	2430		55622	60580
41	16	15885	402	30796	5796	1066	2588		16131	61362
42	17	14658	370	272	32335	208	16	104	56463	53871
43	18			31158	7217	717	2495		41587	52223
44	19									96
45	20									100
46	21									
47	22									
48	23	(取)								
49	24									
50	25	5557		16964	87		2571		25179	
51	26			21299	74		1819		23192	
52	27	6755	170	186	20881	134	1853	73	29580	99
53	28	5831		19723	96		1695		27345	815
54	29	10173		18539	116		1593		30421	32692
55	30	12261	310	363	17858	115	1450	57	31695	33234
56	31	13795		15234	132		1147		30308	937
57	32	14111		13390	123		984		28608	33800
58	33	14512	367	408	13650	88	972	38	29247	106
59	34	16048		11912	110		1012		30082	98
60	35	18827		10463	99		1278		29082	822
61	36	23215	587	636	8694	56	904	35	36166	121
62	37	27068		5704	104		493		36726	990
63	38	30843		4701	20		243		39545	(36500)
64	39	35955	910	836	3824	24	222	8	3738	(43000)
65	40	36674		4040	87		4037	156	94	44098
66	41	35218		5748	76		4655		45532	148
67	42	33458	846	765	4308	27	37	0	5067	988
68	43	33220		4982	90		10		5380	208
69	44	33763		4353	83		26		43216	145
70	45	31720	802	770	4189	27	27	0	43223	146
71	46	29365		3451	158		4823	187	117	40828
72	47			3054	166		5115	198	38090	128
							7			

出所、畑面積は琉球(沖縄)統計年鑑・(仮)は統計欠による近年値 1897-1942年の作付面積は沖縄県年統計表による。

1943年以後のさとうきびを除く作付面積は農林省統計情報部、作物統計處15、さとうきびは琉球政府農林局(沖縄県農林水産部)、糖業年報1-13号より。

註 ①は1897=100とする作付面積の年次別指数。ただしパイナップルは1960=100、畑面積は1904=100

②は畑面積=100とする年次ごとの各作物の作付面積比率 △は作付面積としてあらわされているが、収穫面積との関係が不明確なもの、()の畑面積は近年における統計不明による、近年値。

さとつきび
 かんしほ
 大・小豆
 小麦
 粟
 ハウスアツガル

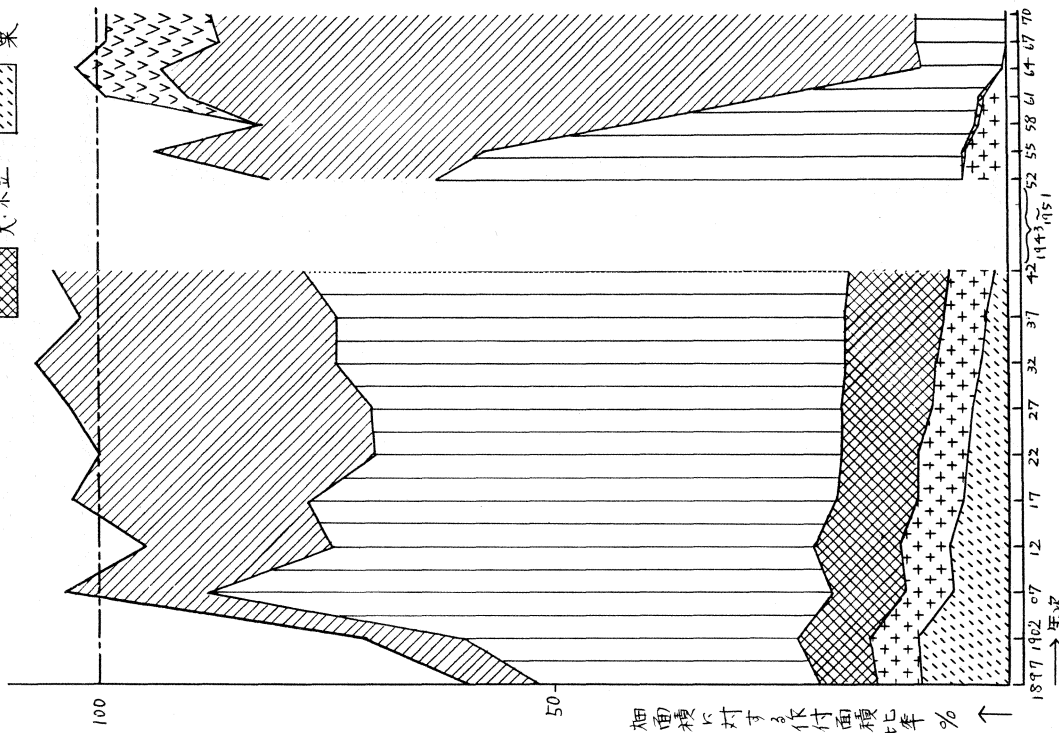


図1 沖繩における主要作物の作付面積比率(畑面積=100) 出所表1同じ

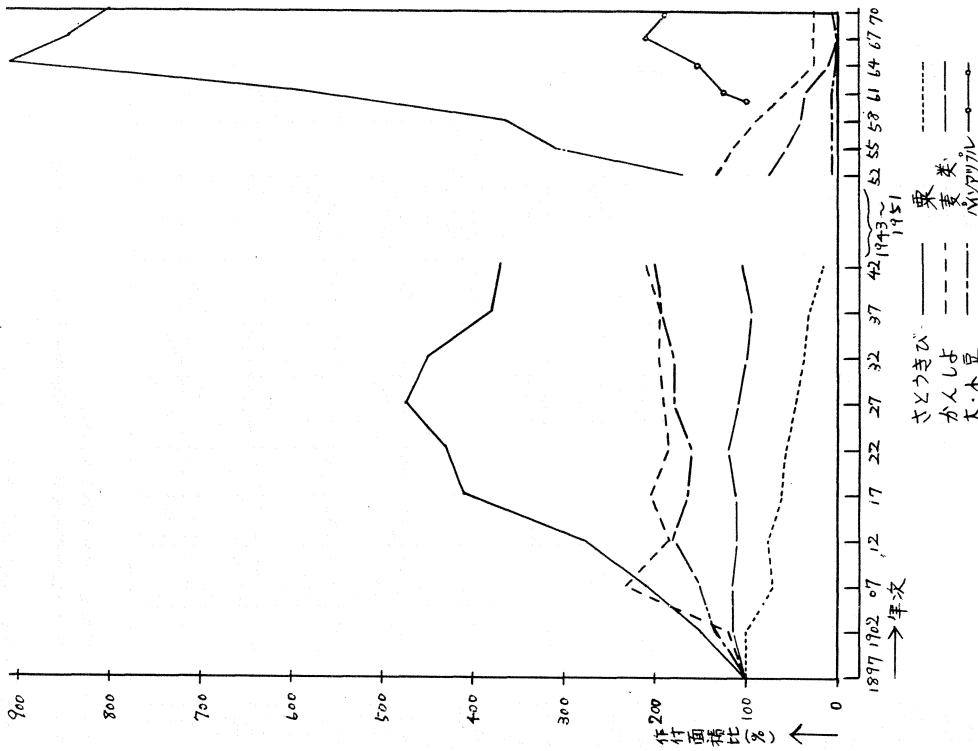


図2 沖繩における主要作物の作付面積比(1897=100)の變世人

糖奉行を置くなどして黒糖を「貢糖」と称して税の対象に選びその収奪に努めた。⁹²⁾ 1820年における
収税された黒糖は2,793斤という。当時の単位面積当り収量を1坪=1斤とすると931haのさ
とうきび収獲面積となる。⁹²⁾³²⁾ 池原は封建時代のさとうきび栽培面積を1647年(正保4年)290ha,
1693年(元禄6年)854ha, 1873年(明治6年)に入って1,873haとしている。187
7年(明治10年) - 1887年(明治20年)までの収獲面積を坪当り生産量1斤として割出
すと2,000haとなり,八重山地方が1887年までさとうきびの作付を禁止(かわりに米と上布を
貢納)されていたことからみても,かなり広い作付面積を占めていたことがわかる。そのため,労力
等の関係から明治年間に入って株出しの1年株-3年株をおこなったことが記録されている。よって,
住民食糧をまかなうべき主要食糧作物かんしよとの作り替えがおこなわれ,さとうきびとかんしよとの
輪作が芽生えていたことも想像に難くない。

(b) 輪作の形成定着期 1889年-1942年

1887年作付制限が撤廃されて以後,黒糖価格の騰落による変動はあったが作付面積は順調に伸び
1897年(明治30年)約4,000ha, 1910年(明治43年)にいたり10,000haを越えた。
その間種々の糖業奨励措置がおこなわれているが作付方式に関する事項はない。しかし,表1および図
1をみると判明するように明治年間においては畑面積約5,000haで,明治末年においてはさとう
きび10,000ha,かんしよ3,000ha,大小豆5,000haが作付されていたのであるから,3
作物相互間に前後作関係ができ,次第にそれが定型化して輪作が形成しはじめていたのではないかと想
像される。³²⁾ 池原の「沖繩糖業論」は明治末年において,液肥の外に畦間に牛,馬,豚の堆厩肥を 施し
さらに大豆を栽培しこれを緑肥として鋤き込むことを指導した,と記載している。

以下,表1および図1,図2によって1897年以後1943年にいたる主要作物の作付面積の変遷
を追跡し,その間におけるさとうきびを中心とする輪作形成を明らかにしてみたい。

表1によると1897年-1943年にいたる約半世紀の間沖繩の畑地面積は約5,000haを上
下し大きな変化はない。作付面積1,000ha以上の作物はさとうきび,かんしよ,大・小豆,麦類の
5つでその合計作付面積は5,000-5,600haで畑地面積を少し上廻っている。5つの作物個
々の作付面積は大きく動いているが作付合計面積は1907年以後35年間はあまり変動していない。
したがって畑地の利用率も103-106%と変化に乏しい。これは島という限定された土地資源と封
鎖的な社会条件のもとで,耕地の外延的拡大の可能性に乏しく作付面積の外延的拡張が制約されていた
ことによると考えられる。したがって1作物の作付面積の増大は他作物の面積減少を必要とし,その結
果必然的に前後作関係が生じ,いわゆる跡よし作物の後に作付の場合における後作の収量増加や跡あら
し作物の後作における収量減少などが認知され,次第に輪作が慣行的に芽生えていったものと思われる。¹⁴⁾
¹⁰⁵⁾

次にさとうきびとかんしよ,豆類との輪作が形成定着していった過程を表1,図1ならびに図2によ
って検討を進めていこう。

さとうきび:1897年を100として,1942年370に増大している。その間1928年513
を山とする大正中期から末期への面積急増は,第一次大戦後の糖価の高騰や好天候に恵まれたこともあ

るが、品種の改良や栽培法の改善による収量の増大もその原因として見逃がせない。品種については読谷山、島萩に代えて大莖種のPOJ2725などが導入普及した。栽培法はいわゆる穴植えから畦立て栽培に移った。作付方式については、台湾より緑肥作物（例えば富貴豆）を導入、緑肥作物—さとうきびという作付形成がみられた。作付率はこの間30%前後となった。

かんしよ：住民の主食としてもっとも大きな作付面積を占め、この半世紀の間に着実に作付面積を伸ばし2倍となった。畑地に対する作付率も1905年頂より50%を越え沖縄戦直前まで続いた。かんしよは沖縄における作付方式の基底をなしていたといえる。

大・小豆：作付面積はこの半世紀の間に3000haから除々に拡大し、沖縄戦前には6000haを越えたが、作付率は8-10%を占め大きな変化はなかった。

麦類：大麦、小麦、裸麦の三麦は半世紀の間2000ha台、5%の作付率を恒常的に保ってきた。粟と合せて10%の作付率を畑地のなかに占めてきた。

粟：1902年までは4000ha以上であったが年々作付面積を減じ1941年には1000ha以下となった。1919年までは作付率5%を占め食料、飼料、堆肥源となった。

要するに沖縄戦迄の半世紀の間に沖縄の畑作は、さとうきびが4倍に伸び、かんしよと豆類は2倍にとどまり、粟は5分の1に減り、三麦はほとんど同じ面積を維持してきた。

作付率でいうとさとうきびが20%から30%に増加、かんしよは50-60%を維持しつづけ、大小豆は10%、三麦は5%をつづけ、粟は9%から1%台に減少した。

端的にいうと、かんしよ、大小豆、麦類の安定した作付面積をベースとしてさとうきびが増大、粟が縮小した、ということができる。

以上の作物の動きを作付方式の面から考えてみると、半世紀にわたって、さとうきび、かんしよ、豆類が10%以上の作付面積を維持し続けた理由には、この3作物とその組合せが農家の営農（農業経営と農家生活）に密接に結びついてきたからであると考えられる。表2にこれらの関係をとりまとめた。このような作物群と農家の営農を結びつけた、かんしよ—さとうきび—豆類、いわゆるイモ—キビマメの輪作様式は1960年のさとうきびブームまで（沖縄戦の直後10年程度を除いて）半世紀以上にわたり農家の経営と生活とを低位ではあるが保持してきたものといえよう。またこの輪作は、結合する作目として豚あるいは肉牛が主要な役割を果しているが成立した過程は審らかでない。台湾あるいは中国から⁸⁵⁾の作付方式（Ⅱ-2-(1)参照）に沖縄農民の知恵が長年に亘って蓄積し慣行的農法³³⁾となったものと考えられる。

(c) 作付荒廃、食糧作物多作期 1943年—1952年

この期間は沖縄が戦場となった時期をふくむので諸資料は断片的にしか得られない。作付のうえでは一握りでも多く食糧を多く確保しようとした時期である。

さとうきび作の復活：1946年「軍政府の指示並びに住民の緊急食糧増産の意欲により蔗園は全部¹¹⁷⁾焼却し、食糧作物の増産に転換したため蔗園は全滅に類した」という。しかし1946年3-4月沖縄本島石川市は蔗莖6万本を集め北部今帰仁村の部落の耕地2haに分散作付した。これが戦後蔗苗の給

表2 沖縄における輪作作物の特性

	かんしよ	さとうきび	大豆
作物としての特性	土壌をぼう軟にする 植物分類上2者と遠縁 繁茂期地表を被覆する 台風被害後再生力強し	根に酸素を要求する 窒素養分を多く必要 繁茂期・収穫後地表を被覆する 台風・干ばつに耐える	空中窒素を固定する 繁茂期地表を被覆する
経営内での特性	いもは豚の飼料 莖葉は牛の飼料 有機質源となる 植付・収穫労働の分散可能	有力な換金作物 莖葉とバカスは牛の飼料となる 有機質源となる 収穫労働が集中する	子実は換金源 豆腐に加工販売 粕は豚の飼料 さとうきび刈取に続いて播種できる
生活内での特性	自給食糧 備荒食糧にもなる	手近な甘味源	植物蛋白源 かんしよとともに豚に迂廻して蛋白源となる

出所，引用文献 39)

117)
源となった。1948年1月2日米軍政府は南大東島に対してさとうきびの作付を許した。1950年ハワイおよびルイジアナ州より軍政府の招きで糖業の技術者が沖縄を調査しその立地条件がさとうきびに適することを勧告，ようやくさとうきびの作付の自由がみとめられた。戦争によって約10年間さとうきびの作付は統制されてきた。

117)
1951年N:C0310が他の品種とともに稲福によって台湾より導入され，主要地区における工場設立，日本政府の輸入税撤廃，1952年4月の琉球政府創立等，以後の作付拡大の技術的，社会経済的基礎が固められた。

かんしよ作付面積の増減：かんしよはこの間食糧作物として強制的に作付増大が図られ，1947年には耕作可能な耕地の80%を占め「かんしよの連作のため所期の成果をあげることができず，糖業を分離した農業経営の経済的，社会的悪条件を農家は身をもって体験¹¹⁷⁾」という傾向を生じ，かんしよの単作，連作による収量低下，さとうきびによる現金収入の必要性等をいみじくもかんしよとさとうきびとの輪作の合理性を立証することとなった。かんしよは1951年の収穫面積21,299haを境として食糧事情が安定するとともに面積を減少，代ってさとうきびが作付を増大した。この例をみても，作物は他の作目と組み合わせあって作付方式を編成し農家の営農と結びついて，はじめて作付を永続しうるものであることが理解される。

大豆・麦・粟の減少：大豆は1943年7,217haに達したが，戦後アメリカ産大豆によって圧縮され1952年62haに減じた。

麦類は1950年2,571 haと作付面積を回復したが、やがて外国産小麦に地位を奪われるまでの10年間1,000 haを保った。

粟は1943年の717 haを最終として統計より消えることとなった。

この期間は社会経済の激変により、荒廃した耕地に食糧作物が優先的に作付された、一時的にせよかんしよと麦類はいち早く作付面積を戦前水準に回復した。さとうきびは軍政下での作付禁止から栽培の自由を得徐々に面積を増加したが、伝統的かんしよ—さとうきび—豆類の輪作は崩壊回復しなかった。

(d) 輪作の復活期 1953年—1961年

この時期は食糧需給の安定、沖縄経済の胎動を受けてさとうきびはその作付面積を回復し、かんしよ、大豆の作付の伸びとともに一部の地域においては、かんしよ—さとうきび大豆の輪作が復活した。

さとうきびの作付面積は1952年を100として1961年に343、畑面積の63%を占めるにいたった。大豆は1961年に8094 ha、作付率は22%となった。この期間においては、宮古、八重山等自給的農業を主とする地域において、作付率50%を占めるかんしよをベースとして、かんしよ—さとうきび—大豆の輪作がおこなわれるようになった。しかしこの輪作復活期も10年足らずして終り、この期間に栽培をはじめたパイナップルとさとうきびとの単作の時代に入っていく。

(e) 単作深化期 1962年—1972年

この時期は、さとうきびおよびパイナップルの2作物によって他の作物が圧縮排除され、土地利用が単純化、栽培技術が連作へと深化し、経営および技術上の矛盾が増大してきた時期である。

さとうきび面積の拡大：作付面積は1952年を100として1962年400（作付率74%）1971年には465（77%）に達した。さとうきびが統計にあらわれた年1897年を100とする⁸⁴⁾と802という異常な作付面積の拡大を示した。表1に明らかなように、沖縄の畑面積は明治末期より戦後は10,000 ha程度下廻り40,000 ha位いで上下している。したがって、さとうきびの面積拡大は既存の耕地のなかでかんしよ、豆類を排除するかたちで進行し、著しいさとうきび単作の土地利用となった。

パイナップル面積の拡張：沖縄のパイナップルは1888年小笠原から紅皮種が入ったのが始まりで、統計にその作付面積があらわれた1960年2,576 haを100として約10年間に1967年208に面積を拡張した。しかし面積の拡張は未墾地の開墾によるものが多く、諸外国にみるように¹⁷⁾さとうきびとの組合せは作付方式のうえでみられなかった。それはパイナップルが弱酸性土壌、排水良好な緩傾斜地を好むなどさとうきびと相容れない特性をもつため、両者の栽培地区はそれぞれの場所を選んで、それぞれに単作、連作が進行していった。

株出面積の増大：さとうきびは新植さとうきびplanting caneと株出さとうきびratooning caneとに分れ、新植は春植spring plantingと夏植summer plantingに沖縄では分れる。現在の新植は8—9月におこなわれる夏植が大部分である。刈取後の株を萌芽させて肥培管理し約1年後に収穫する「株出栽培」は栽培法として妥当性をもつものである。しかし、品種や土壌等栽培環境条件によって株出する回数には限度がある。⁸⁴⁾新垣(1966)は株出回数について「泥灰岩土壌においては

3年次までにとどめ、さんご石灰岩土壤などのやせ地においては2年次株出までを限度」としている。

作付方式のうえからいえば、株出回数(株出年次)が増すほど連作が長引き、単作が深まることになる。表3は1955年以来の、図3は1966年以来の収穫面積に対する株出面積比率、いわゆる株出率を示している。1960年を境として、20%台にとどまっていた株出率は1965年76%に達し、図3をみると1971年は県平均78%、沖縄本島の中・南部(もっとも生産力の高い地区)では84%に達した。(注;1965~66というのは1965年の製糖期をあらわし、収穫は1966年1-3月を中心に、生育は1965年に中心をおいておこなわれる。以下同じ) いかえれば、1955-61年に70%台であった

表3 さとうきびの年次別作型別面積

植期別 年期	夏植	春植	株出①	合計②	株出率①/②
1955~56	3,825 ^{ha}	2,242 ^{ha}	2,026 ^{ha}	8,093 ^{ha}	25%
1956 57	4,166	2,655	2,559	9,381	27
1957 58	4,414	2,300	2,797	9,512	29
1958 59	4,598	2,104	2,639	9,342	28
1959 60	5,169	2,247	2,253	9,671	23
1960 61	6,377	1,667	2,484	10,529	23
1961 62	8,297	1,536	3,633	13,467	26
1962 63	9,748	1,279	7,342	18,369	39
1963 64	8,693	1,254	11,138	21,087	52
1964 65	9,755	1,849	18,225	29,830	62
1965 66	6,075	1,876	24,524	31,975	76

たさとうきびの新植面積は20%台に1971年には縮小した。そして1962-65年にいたる面積増加は新植よりも株出によるものである。沖縄におけるさとうきびの単作化は、さとうきびの跡にさとうきびを新植する連作と収穫

注, 沖縄県糖業年報 第13号

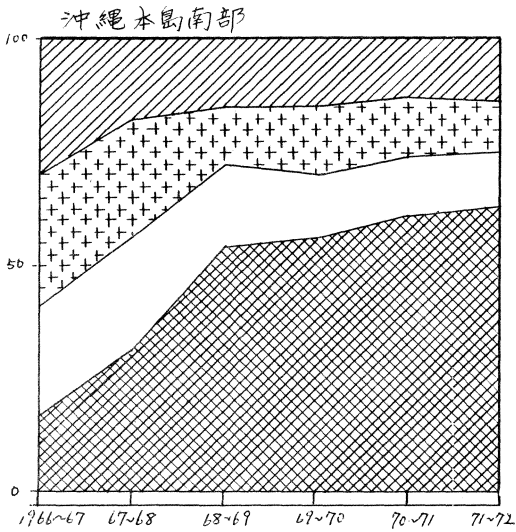
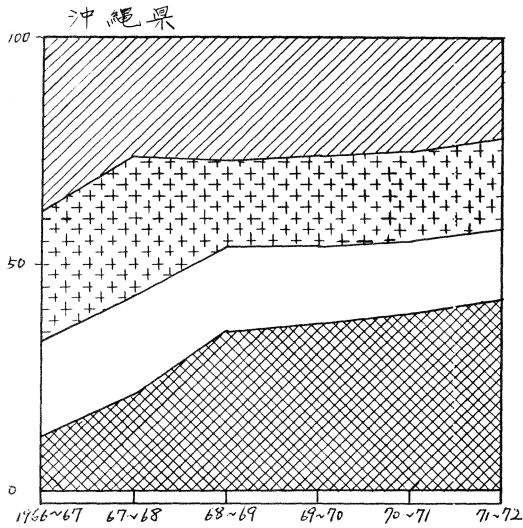
後株出を連続するいわゆる連続株出の2つの方式が合わさって進行しているが、その比重は圧倒的に後者の連続株出におかれている。

株出年次の増加: 株出年次(株出回数)を図3によってみよう。株出回数のもっとも多い、4次株出(4回株出とそれ以上)の株出面積に占める割合は1966年以来増加し1971年には全县で47%、本島南部で67%となっている。次に表4のとおり、株出の状況は地域によって異なる。南大東について¹¹¹⁾の丸杉らの調査によると、1960年には株出率65%が1970年には94%、いかえれば新植僅か6%に過ぎなくなっている。株出回数5回以上が株出面積の60%を占めている。株出5回以上の畑の状態は枯葉が堆積しいわゆる「棄て作り」といった景観を呈している。このような4-5回以上の連続株出は一種の耕作放棄、土地利用の面からいえば内包的な耕境⁷³⁾ marginal landの形成とみるべきものであろう。

以上の沖縄におけるさとうきびを中心とする作付方式の変遷を要約すると次のとおりである。封建的作付統制期を脱し、明治末年から大正にかけて、かんしょ-きとうきび-大豆の輪作が次第に形成定着し、低位ながらも自給的農家の経営と生活を安定持続せしめてきたが、戦争を迎えて食糧作物多作の必要に迫られこの輪作は崩壊した。戦後、経済の復興とともにこの輪作復活のきざしもみられたが、さとうきび原料価格の高騰によってその面積は急激に拡大、他作物を圧縮してさとうきびの単作化が進み、近年にいたり連続株出が支配的となり、単作の深化とともに一部では耕作の放棄がみられるにいたった。

(2) 作付方式の形成とその基礎

前項で述べた作付方式の変遷は如何なる要因にもとづくものか解明を試みる。



第一次作物
第二次作物
第三次作物
第四次作物

図3 沖繩における年次別株出面積比率の変化 出所、表3の同

(a) 輪作と営農の関連性
 沖繩における輪作と営農
 (経営と生活)との関連性を
 追求した業績は極めて少ない。
 32) 池原(1969)はその著
 「沖繩糖業論」のなかで「甘
 蔗が輪作上重要なのは残留根
 莖中(収穫後)に含まれる肥
 料成分の合理的利用と病害虫
 の防除上の効果があるから」
 とし、後作として「かんしよ
 や大豆が好適」としている。
 また「甘蔗跡地に栽培した甘
 藷は、甘藷の連作地に比較し
 て24%の増収をもたらした
 といわれまた大豆についても、
 前作が甘蔗の場合とそうでな
 い場合において前者の方が3
 2%も増収をもたらしたとい
 える。一方甘蔗についても前作
 に甘藷を栽培した場合と大豆
 跡地の場合とで甘蔗の収量が
 前者の方が2割以上増収にな
 っている」としている。また
 池原はかんしよの害虫アリモ

ドキゾウムシ *Cylasformicarius fabricius*: weet potato weevil がさとうきびとの輪作に
 よって「1年あるいわ1年半にわたって抑制することになる」としている。池原のこれの所論は、かんし
 よ-さとうきび-大豆の輪作に対して技術的根拠を与えるものである。

沖繩の作付方式に関してはじめて調査発表したのは永友(1959)¹⁴⁾である。同時期は沖繩が戦争の荒廃
 から復活しはじめ、作付も増加しさとうきび40%、かんしよ38%、大豆0.3%の作付率を示したとき
 である。永友は沖繩の作付方式を次のように要約している。

- ① 輪作式-いも作と甘蔗と大豆作をほぼ平均的に組合せた方式
- ② いも・豆作式-いも作と大豆作が主として組合わされている方式
- ③ いも・蔗作式-いも作と蔗作が主として組合わされた方式

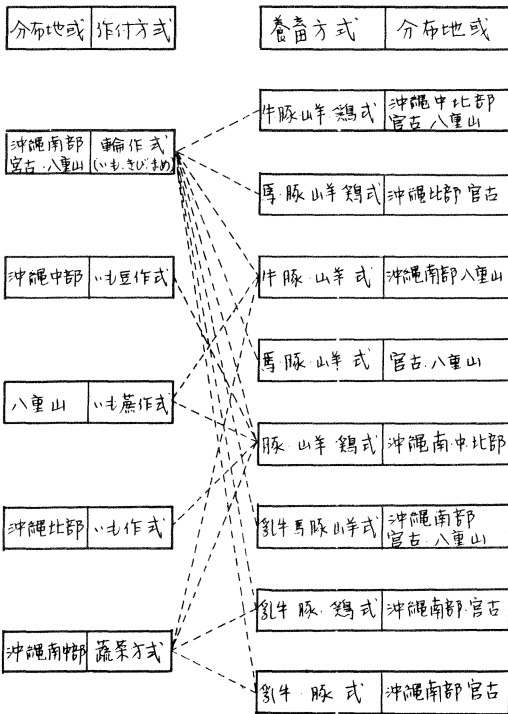


図4 沖縄における養畜と結合した作付方式の地域分化
出所、引用文献(14)

いも・蔗作式—いも作と蔗作が主として組合わされた方式

④ いも作式—いも作に偏した方式

⑤ 蔬菜作方式—果菜類、葉菜類、根菜類等を組合せた方式

また同氏は、沖縄の主要作物を特性付け、「甘藷は地力保護作物Die Boden schonende pflanzen、甘蔗は地力消耗作物Die Bodenangreifende pflanzen、大豆は地力増進作物Die Bodenberei-
-chende pflanzen」とし、3作物を組合せた「甘藷—甘蔗—大豆方式は輪作式の典型である」とし、「同一作物の連作を避けて地力消耗作物と地力増進作物とを適当に組合せて交替的に栽培するような作付方式、即ち輪作式を確立する必要がある」としている。以上の永友の所論は輪作の原理に照して沖縄の作付方式を解明したものであるが、いみじくも慣行的イモ—キビ—マメの輪作が「輪作の典型」として認められた点極めて興味深い。

さらに同氏は当時における沖縄の作付方式とその地域的分化を家畜と結びつけて図4のように報告している。

そのうちもっとも代表的な、かんしよ—さとうきび—大豆の輪作と養豚との結合生産と農家の営農との関連性について丸杉(1971)は表2のように説明を加えている。かつて沖縄の農家は明治より大正、昭和を通じて戦前まで、この輪作と家畜との結合生産によって、収入を確保、貢租をおこない、地力を維持し、台風、干ばつに耐えてその経営と生活を守りつづけてきたと言えよう。

(b) 単作の深化とその要因

さとうきびの作付方式が連作を強行し、単作を深めていく要因は単純ではないが、そのうちもっとも直接的でかつ明確なのは、原料価格、労働事情ならびに経営・技術の条件である。

表4 沖縄における年次別株出面積比率の変化

		1966~1967		1967~1968		1968~1969		1969~1970		1970~1971		1971~1972	
沖縄県	第一次株出	38	26	27	26	25	22						
	第二次株出	29	31	19	20	20	20						
	第三次株出	21	22	19	17	16	16						
	第四次株出	12	21	35	37	39	42						
沖繩	北部	39	25	35	31	30	30						
	第二次株出	29	32	24	27	29	28						
	第三次株出	20	23	19	18	20	21						
	第四次株出	12	20	22	24	21	21						
沖繩	中部	29	18	20	14	14	14						
	第二次株出	29	28	17	13	13	17						
	第三次株出	28	27	19	13	13	14						
	第四次株出	14	27	44	60	60	55						
本島	南部	30	18	15	15	13	14						
	第二次株出	29	26	13	15	13	11						
	第三次株出	24	25	18	14	13	12						
	第四次株出	17	31	54	56	61	63						
島	計	32	20	23	19	18	18						
	第二次株出	29	28	18	17	17	17						
	第三次株出	24	25	19	15	14	14						
	第四次株出	15	27	40	49	51	51						
宮古	第一次株出	46	39	35	33	34	35						
	第二次株出	34	33	26	29	29	29						
	第三次株出	15	18	21	25	22	21						
	第四次株出	5	10	18	13	15	15						
八重山	第一次株出	65	49	58	61	56	62						
	第二次株出	23	44	20	19	24	29						
	第三次株出	9	6	13	11	12	8						
	第四次株出	3	1	9	9	8	1						

出所、沖縄県糖業年報 13

表5 沖縄におけるさとうきびの
価格、ブリックスの推移

製糖年期	トン当り価格	価格の比較	平均ブリックス
1959-60	1280 ^{\$}	100 [%]	? [%]
1960-61	1758	137	18.58-20.85
1961-62	1544	121	17.21-19.10
1962-63	2055	160	18.38-20.84
1963-64	2471	193	17.91-20.22
1964-65	1474	115	18.96-20.28
1965-66	1625	126	17.92-20.49
1966-67	1650	128	17.23-20.33
1967-68	1685	131	17.87-20.28
1968-69	1722	134	17.35-20.58
1969-70	1735	135	16.77-20.46
1970-71	1783	141	17.22-19.62
1971-72	2119	165	15.78-19.46

さとうきびの原料価格：表5は分密糖工場に搬入された原料の平均価格である。1963-64年のton当り24.71\$は1957年を100として193にあたり、図1にみるように烈しい面積の拡大、図3のように急激な株出の増加を引き起した。労働者の賃金1日1\$の当時としては、さとうきび作はかんしよや大豆やがては水稻をさとうきびに切り替えるだけの有利性をもっていた。

出所、沖縄県：糖業年報 12

労働力の需給：1965年以後の単作の深化、連作の強化は労働力の不足が主要因といえよう。原料価格の高騰によって拡大された面積を確保するには連作と株出しによって不足する労力に対応する以外方法がなかったといえる。農村労力枯渇の実態は表6のとおりである。たとえばさとうきび作の中心地

表6 沖縄における「農業を主とする者」の推移

地区	男 (千人)			女 (千人)			
	満15才以上の人数 (a)	農業仕事主 (b)	$\frac{b}{a}$ (%)	満15才以上の人数 (a)	農業仕事主 (b)	$\frac{b}{a}$ (%)	
全県	1964	116	42	37	128	35	26
	1969	105	29	28	114	23	20
	1971	101	24	23	107	28	26
北部	1964	24	9	37	28	11	40
	1969	21	7	38	25	10	40
	1971	21	5	23	23	8	34
中部	1964	37	10	27	41	8	20
	1969	35	7	20	38	5	15
	1971	35	8	22	36	6	16
南部	1964	33	13	40	36	10	37
	1969	29	9	31	32	5	20
	1971	26	6	23	28	8	28
宮古	1964	14	7	47	15	4	23
	1969	13	3	23	15	3	20
	1971	13	3	23	14	5	35
八重山	1964	8	4	50	8	2	20
	1969	7	3	42	6	1	19
	1971	6	2	33	6	1	16

出所、1964年、1971年は農業センサス 1969年は琉球政府農家構造調査(1969)

沖縄本島南部を例にとると「農業仕事主」の人は1964年から1971年の間に男13千人から6千人に激減し、八重山でも4千人から2千人に減っている。農作業に従事する労力が半減する条件下で、かつ既往の技術を以つて栽培面積を確保するためには、作付方式単純化の方法として、単作化、連続株出以外にとるべき道がなかったといえよう。

品種の特性：技術的な要因として株出連続を可能にしているのはN：Co 310の特性である。この品種はインドのCoinbatore Sugarcane Breeding Institute で交配，アフリカのナタールのSouth Africa Sugar Association Experiment Station で育成，台湾を経て¹¹⁷⁾稲福により1951年12月9日輸入，1957年12月琉球政府の奨励品種となったもので，選抜経過の¹²⁴⁾概要書は「戦後沖縄の糖業は耐風性・耐寒性をもち，しかも夏植・株出に適応性が強い因子をもつN：Co310によって支えられているといっても過言ではない。すなわちこの品種の導入によって株出による省力化が可能になり栽培面積が拡大された」としている。N：Co310の特性である株出性能（宿根性）ratio-ability の高さは株出面積の増加を可能ならしめ，作付方式のうえではその単作化を可能にした。

生産費：株出をおこなうか新植をおこなうかは農家経済によって強く支配される。生産費は1つの決定要素となる。そこで，琉球政府統計局の1961-62年期より1971，72年期にいたる夏植・春植・株出別10a当り生産費調査結果のうちから，純収益と家族労働報酬を抽出して図5にあらわした。

夏植についてみると1964-65年期原料価格が峠を越すとともに純収益はマイナスとなり，年々その傾向を強め1970-71年期は-69\$となっている。1日当り家族労働報酬においても年々低下して，1968-69年期には2\$以下となった。

春植においては10a当り収量が低くこの傾向は更にマイナスに強くあらわれている。

株出しについてみると，純収益は1969-70年期には10\$以下であるが黒字を保ち，家族労働報酬においても2倍程度をあげている。株出しは種苗費，植付費が節約できるので収量低下がその割に著しくない限り継続される。労働費の増加，原料価格の低迷する条件下においては，株出栽培は生産費の面から有利性をつ。栽培上種々の悪条件が累積するとはいえ株出の面積増大は当然の帰結といえる。⁷⁵⁾

池原（1966）は株出実態調査を1965年におこな

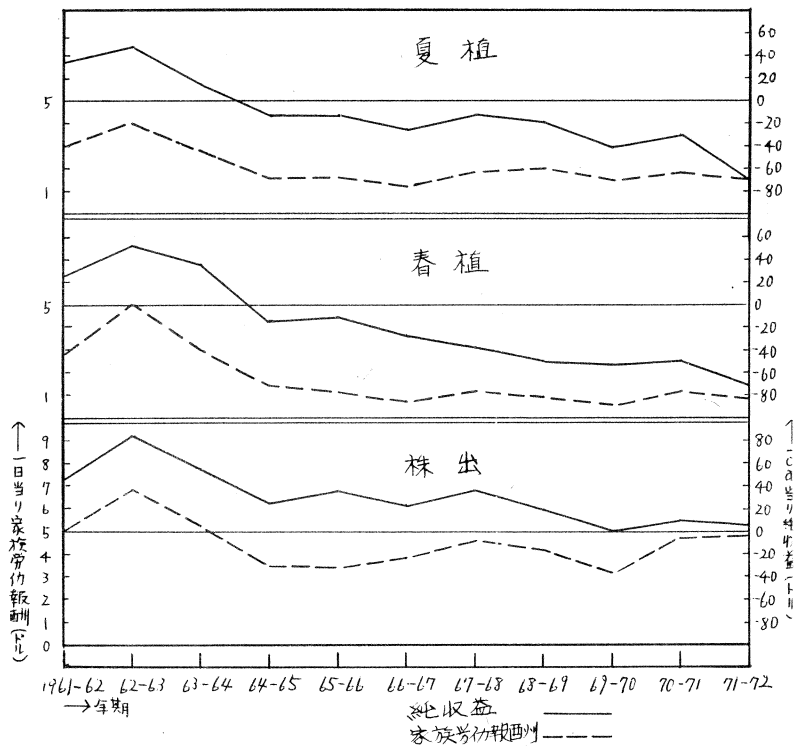


図5 沖縄におけるさとうきびの作型別純収益および家族労働報酬の年別，琉球政府統計局(1963-72)生産費調査

い(沖縄本島の21戸について)当時の物価・賃金の下においては「10a当6ton以下低下したら改植を要する」とした。表7, 図6に明らかなように生産力の高い沖縄本島南部などでは10a当り6tonまで収量を低下せしめるにはかなり長期の株出しが可能となる。

社会的特殊性: 沖縄の糖業, さとうきび作は戦前は台湾の影響を深く受けていた。品種, 栽培技術ならびに製糖事業も技術的に経済的に台湾の指導, 援助が大きかった。たとえば1930年, 当時唯一の製糖工場として発足した「台南製糖株式会社の経営と農家の関係」を沖縄県史⁹⁹⁾15にみても, 大茎種導入, 緑肥としての富貴豆採用等その顕著な事例である。前述した, かんしょ-さとうきび-大豆の輪作も台湾の輪作様式の影響を受けていたように考えられる(Ⅱ-B-2-(2)参照)。

戦後米国の施政権下に入ってからにはさとうきび作もその指導性が強まったことは, 糖業年報の「戦後糖業年報」の項を一覧しても明らかとなる。とくにハワイは気候的にもやゝ沖縄に類似し, 基地を含む経済や沖縄移民等社会経済的緊帯が強く, そのさとうきび作が強い影響を沖縄に及ぼしたことはいなめない事実である。たとえば, 1950年米民政府はハワイ, ルイジアナ両州より技術者を招いて糖業復興の意見を求めた。1963年7月にはThe United States Department of Agricultureの調査団が送りこまれ「A Survey of the sugar industry of the Ryukyu Island」⁷⁹⁾という充実した勧告を提出した。この調査員の1人Dr. Delbert C. Myrickはagricultural Economistであるが, アメリカ人としては唯一人作付方式について問題をとりあげたが, 大勢はハワイの収量の高さをとりあげ単作を誇示する傾向が強かった。⁹³⁾1968年2月ハワイ BrewerのDr. Shogi Kobeは講演をおこない, また「沖縄の甘蔗農業に対する所見」を報告している。そのなかで「ハワイの単作monocultureのもとにおける高い単位面積当り収量は, かんがい, 品種, 葉分析Crop loggingの実用化にある」とした。しかし沖縄からの見学, 実習者らを含めて, 基礎的な技術よりも, ハワイのプランテーションの巨大さ, 単作・連作による高収量に目を奪われ, ハワイで成り立つ故に沖縄でも単作, 連作が可能とする考え方に強く傾いた。こうした認識は労力不足という環境とマッチして次第に動かし難いものとなり, 沖縄の単作は益々深化していった。

(3) 作付方式と土地生産力

畑地の75%を越す蔗作率, 収穫面積の77%以上の株出率という単作・連作のなかから問題点を引き出す端緒は土地生産力の変化である。ただし, さとうきびは製糖原料であるので蔗茎の収量と同時に品質が問題となる。よって生産力変化の指標として, 10a当り収量(以下必要に応じ単収と略称する)と糖度Density of solution of sucrose, Brixをとりあげて検討をすゝめる。これらの数値は製糖会社の原料集貨の過程で把えたもので, 取引, 秤量の経過からみて比較的正確なものである。

(a) 単収の変化

単作・連作は単収の変化をもたらすか否かまず統計によって検討してみる。

代表的市町村単位における単収の変化: 反収を1958-59年期から1971-72年期の14年間にわたって, 次の条件で選んだ県内5市町村についてしらべてみた。

- ① おゝむね沖縄全地域を代表しうる, さとうきび作中心のところ
- ② 軍用地等の社会的攪乱因子の少ないところ, あってもそれを克服してさとうきび作に励んでいると

ころ

③ 主として海成泥灰岩とさんご石灰岩を母岩とするところ

市町村別単収の変化を表7および図6にまとめてみた。各市町村および夏植・株出の両作型を通じて、1961-62年期から1964-65年期に高単収があらわれ、一様ではないが漸時単収減少の傾向がみられる。しかし各年期ごとの変化が著しく、作付方式と単収の変化をむすびつけるには次の理由から困難がある。

表7 沖縄における作型別10a当り収量の変化(単位: ton)

作型 地区 年期	伊江村		東風平村		南大東村		上野村		石垣市	
	夏植	株出	夏植	株出	夏植	株出	夏植	株出	夏植	株出
1958-59	4,920	3,420	10,210	5,000	4,680	3,939	5,400	2,100	5,170	3,270
59-60	9,270	3,410	11,260	5,420	7,550	6,200	3,350	1,860	5,510	2,280
60-61	9,000	5,310	11,500	7,650	5,915	2,070	5,915	2,070	8,800	4,605
61-62	10,500	7,444	13,995	9,500	6,815	5,560	8,000	6,200	8,460	5,400
62-63	9,130	7,500	13,000	10,791	6,293	5,193	8,400	5,782	7,965	4,895
63-64	4,000	3,427	12,200	10,000	5,632	6,582	1,889	1,839	3,610	3,487
64-65	7,735	6,015	13,595	10,450	8,055	6,600	6,760	5,335	9,235	6,960
65-66	6,900	3,599	11,000	7,996	5,042	5,242	6,032	4,908	5,671	2,607
66-67	5,673	4,617	11,121	7,607	10,747	7,900	5,642	4,802	5,556	3,139
67-68	5,400	2,970	12,990	10,730	6,500	6,350	5,800	4,800	7,950	6,700
68-69	6,398	6,107	11,487	8,206	7,105	5,628	6,530	5,960	7,636	6,671
69-70	7,474	5,725	11,209	7,918	4,930	4,631	6,580	4,721	5,948	4,638
70-71	8,541	7,406	11,446	9,342	9,369	8,143	7,098	5,474	7,164	5,952
71-72	7,153	6,550	10,909	8,400	6,303	5,505	(1,035)	(881)	(1,467)	(1,677)

出所、琉球政府(沖縄県):糖業年報

註, ()は干ばつによる異常な減収数値

石垣市の1958-59年期と1959-60年期は八重山製糖K.K.の調査,
以後は石垣製糖K.K.の取扱分。

在圃期間の長ささとうきびは他作物以上に環境の影響を受け易い、とくに降雨と台風は収量を強く規制する。1963-64, 1969-70, 1971-72の各年期に全県にわたってあらわれている収量の谷は干ばつもしくは台風による減収である。この外病虫害、ねずみ等が収量に影響するので、単作・連作といった作付方式の変化を収量と結びつけることは困難である。ただし、単作・連作の深化が干ばつや病虫害、ねずみに対するさとうきびの抵抗性を減退せしめるという見方はある程度成り立つと考えられる。つぎに各市町村ごとに土地生産力の変化を中心に説明を加える。

伊江村は沖縄本島北部を代表する離島の村である。夏植は9-10 tonから7-8 tonへと低落がみられるが、株出については明らかな傾向はみられない。こつは、肉牛を飼養しその堆厩肥を施用する農家が多く、煙草を収穫後夏植えを行う慣行があり、さとうきびと煙草の交替作が定着している点、表8にあらわしたとおりである。

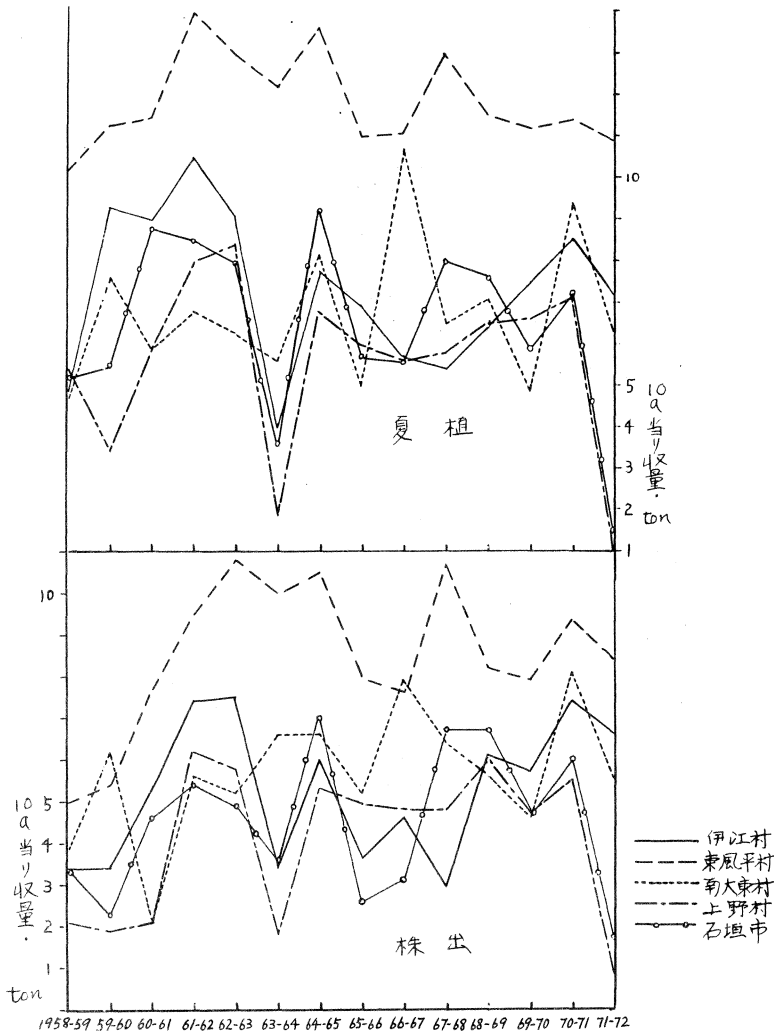


図6 沖縄における依型別さとうきびの10a当り収量変化
出所、表7の同じ

表8 伊江村におけるさとうきびと煙草の作付

年次	煙草 (1)	さとうきび (2)	$\frac{(1)}{(2)} \times 100$
1962	16 ha	346 ha	4.6%
1964	22	417	5.3
1965	61	579	10.5
1966	66	575	11.5
1967	79	549	14.4
1971	42	619	6.8

出所、琉球政府統計年鑑(1964年)

1971年は農業センサス

東風平(コチンダ)村は沖縄本島南部の海成泥灰岩を母岩とする土壌よりなる、極めて生産力の高い土地である。したがって単収は各地に比して高いが、夏植えについては13ton台から11ton台へ、株出についても11ton台から8ton台へと徐々にではあるが単収の低落があらわれている。前述のとおり株出年次の古い株の比率がもつとも高いこと、いいかえれば単作・連作の深化が生産力の高いこの村においても影響を現わしているのではないかと推測される。

南大東島は孤立したさとうきび単作の村で比較的開発年次の新しい、さんご石灰岩よりなる土壌で、経営規模は平均5ha以上、株出面積は90%を越える。この島の反収は5-10月の生育期間における降雨量によって左右され、作付方式の影

響を把えることはできない。

上野村は宮古島の代表村で、さんご石灰岩土壌で被われている。夏植え単収は6ton台が近年5ton台に低下し、株出は5-6tonから4-5ton台へとこの10年間にかなり明らかな単収の低下がみとめられる。

石垣島は本島より月平均気温で2度程度高く温度に恵まれているが、土壌はさんご石灰岩を母岩とするが、その上に花崗岩の風化土の堆積

する等一般に肥沃度は低い。株出も2回程度が限度である。単収の変化は島全体としては一定の傾向をみとめることはできない。

以上、市、町、村単位の平均単収の変化では地域内で単収を相殺補完し合うことになるので、単収の変化を土地生産力の変動と結びつけることに無理があり、作付方式の変化が土地生産力に及ぶ影響も市町村単位では把み得ないことがわかった。

よって、石垣島（1市石垣島1島）について、そのなかで更に小さな地区として部落を選び単収の年次変化をしらべてみた。

部落単位における単収の変化：表9および図7は1964-65年期から1971-72年期までの石垣島の代表的部落における単収の変化である。部落は、米国のおこなった調査Military Geoglyphy of Ishigakishima Ryukyu-⁷⁶⁾Retto (1960)によって比較的土性均一なところを選んだ。

表9 石垣島の代表部落における作型別10a当り収量の変化(単位: ton) 年次別単収の変化は、台風、

	吉原		川原		大里		久宇良	
	夏植	株出	夏植	株出	夏植	株出	夏植	株出
1964-65	8.4	7.0	9.4	7.0	9.2	7.0	9.2	7.0
1965-66	6.0	3.0	6.0	2.8	5.5	2.5	5.5	2.6
1966-67	6.0	3.5	6.2	2.8	7.5	3.5	5.4	2.5
1967-68	5.1	8.1	8.4	7.3	6.9	8.0	6.0	8.3
1968-69	7.0	6.6	9.1	7.7	9.3	8.1	9.6	8.5
1969-70	6.7	5.7	6.4	5.6	7.1	6.4	6.4	6.4
1970-71	6.2	5.4	7.8	6.6	8.3	7.1	8.3	5.9
1971-72	2.3	2.4	1.9	1.7	1.7	2.1	1.8	2.1
1972-73	4.3	3.7	7.8	4.6	8.1	4.1	7.1	5.4

干ばつならびにねずみの食害によって明確な谷を形成しているが、1968-69年期を頂上として各部落ともに単収漸減の傾向を示している。1965-66および1966-67年期はねずみの食害、1971-72年期は3年16日-9月16日間に於ける10日平均降水量

出所、表8に同じ

1.5 mm という干ばつによる減収である。ねずみと干ばつという減収要因を除いて推定される9年間の緩やかな収量減退傾向は何が要因であろうか。そこには連作も1つの原因に相違ないが粗放管理や病害虫の発生等がそれぞれ関連し合って減収を招いていると考えられる。したがって、こうした統計的調査による要因解明には自ら限度があり、作付方式と単収を直接結びつけて結論を引き出すことはできない。

こゝに、栽培の環境条件をできるだけ整理した圃場において、標準的栽培および作業技術体系をもって、輪作・連作を実施し、所要の観察と平行して単収の変化を求め、作付方式に関する試験が必要となる。Ⅲの作付方式に関する試験はかかる必要性に基づいたものである。

(b) ブリックスの変化

さとうきびの原料としてもっとも重要な品質、ブリックスと作付方式との関連性を通求してみよう。前項の市町村で生産されたさとうきびを原料として受け入れた工場の「鑑定ブリックスを」とりあげた。5つの工場の1958-59年期から1972-73年期にいたる15年間（伊江村農協工場は1963-64年期から操業）についてしらべたのが表10、図8である。

台風により全琉的にブリックスの低下した1959-60年期を除いて、各地区ともにブリックスの漸減傾向をみとめる。そのうち伊江村だけは低下の度が少なく1969-70年期以後高いブリックス

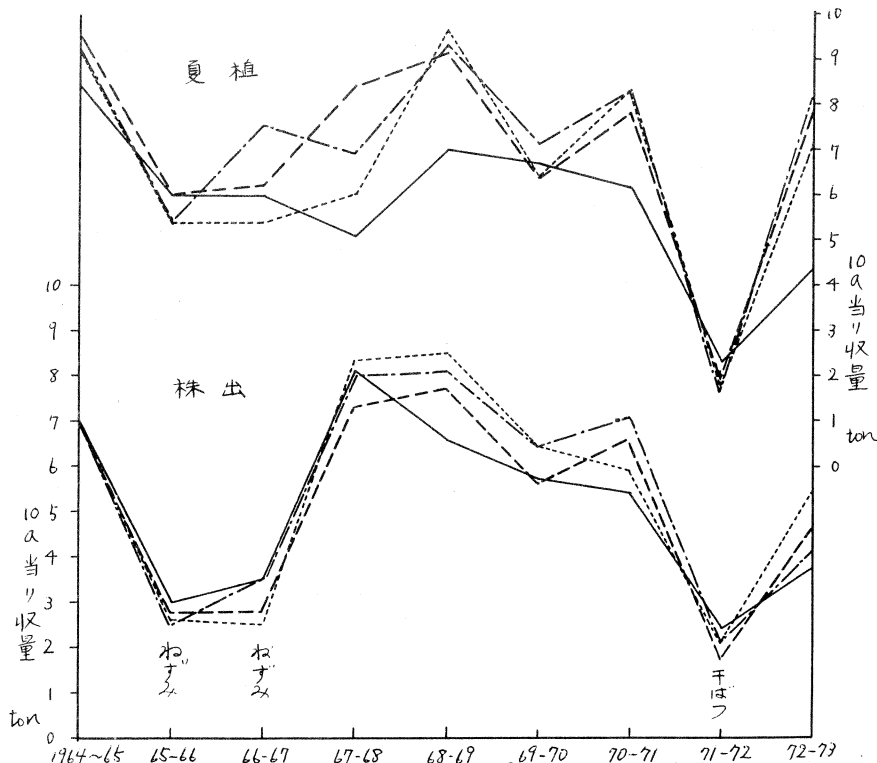


図7 石垣島の代表部落における
 作型別 10a当り収量の変化
 本州、表8に同じ

を維持している。
 この原因は2つ
 考えられる。1
 つは、年間降雨
 量³⁹⁾1,600mmで
 全琉球でもっと
 も少なく、とく
 に1-3月の収
 穫期に乾燥し易
 い。2つは前段
 の単収の項で説
 明したように、
 煙草との輪作と
 肉牛との結合生
 産とくに堆厩肥
 施用の効果が考
 えられる。

沖縄本島の中
 ・南部はもっと
 も単作・連作が

表10 沖縄の代表地区におけるブリックスの変化(単位:%)

地区	北部	本島	南大東	宮古	石垣
代表工場	伊江村農協	琉球	大東	沖繩	石垣島
年次	ブリックス	ブリックス	ブリックス	ブリックス	ブリックス
1958-59		19.96	18.30	17.23	17.95
59-60		15.39	17.43	14.51	16.15
60-61		19.73	18.58	19.53	19.14
61-62		17.21	18.04	19.12	18.66
62-63		19.97	18.38	20.33	18.98
63-64	20.01	20.01	20.04	19.58	17.96
64-65	20.78	19.79	19.61	19.96	18.99
65-66	20.49	19.38	18.78	19.58	18.04
66-67	18.75	18.87	19.77	17.25	17.67
67-68	18.90	18.99	19.03	18.12	18.38
68-69	17.76	18.69	(17.01)	18.31	19.21
69-70	20.45	18.61	18.35	17.96	16.78
70-71	19.49	18.50	18.84	17.51	17.05
71-72	19.44	18.05	18.07		15.49
72-73	19.50	18.48	16.40	16.75	17.49

深化したところであるが、ブリックスは低下しながらも宮古、石垣に比べて高い値を保っているのは、土壌の肥沃度の差にあると考えられる。

以上のことから、伊江村のようにブリックスが低下せず高水準を保っているところがあり、その原因が降雨あるいはわ作付方式と堆厩肥施用によると考えられる。もう1つの点は、その他の地区のうち土壌の肥沃度の低いところではブリックスの低下がハッキリしている、ことがみと

出所、琉球政府(沖縄県):糖業年報

註、()は第1汁の数値

1971-72年期宮古の空白は干ばつによる工場休業

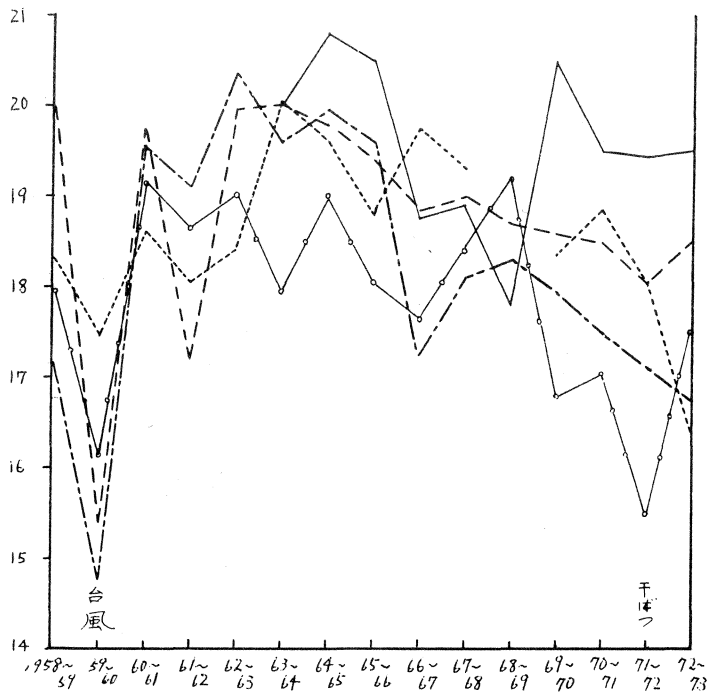


図 8 沖縄の代表地区におけるブリックスの変化
出所 表 10 の同じ

伊江村 ———
 沖縄本島 - - - - -
 大東島 ·····
 宮古島 - · - · -
 石垣島 ○ ———

められた。

ブリックスの低下は単収の場合よりも明らかに年次ごとの低下があらわれているが、やはり作付方式との関連性を明確にすることはできない。

以上、作付方式と土地生産力との関連性を統計的数値によって追求したが単作、連作深化のもとでも単収の変化はむしろ台風、干ばつ等に大きく影響され、相互の関連性はつかめなかった。しかし石垣島の代表部落のように狭い地区においては一律に単収低下を示し、単作深化と収量低下の関連性を推測することができた。

ブリックスは単収よりも明りように低下の傾向を示し石垣島等生産力の低いところではその低下より顕著であった。伊江村は輪作と肉牛飼養の普及したところ各地方と異った条件を持っており、ブリックスは高い水準を保っているが、作付方式や肉牛生産とブリックスの高さを結びつけることはむづかしい。

このように統計を主とした検討をもっては作付方式と土地生産力との関連性を追求するのに限度があり、こゝにⅢの作付方式に関する試験が必要となる。

2 台湾

台湾におけるさとうきびを中心とする作付方式を研究するためにはその起源にさかのぼらなければならない。²⁹⁾ 戴(1967)は、台湾のさとうきび作は先住民族よりの伝承でもなくまたフィリピン、インドネシアからの渡来によるものでもなく、中国大陸の漢民族によって持ちこまれたものとしている。²⁹⁾ 戴の研究によると「島夷誌略」(1349-51成書)に、南宋末から元朝初期に福建省民が澎湖島を経て台湾に進出しさとうきび栽培や製糖をおこなったという。しかし民族移動の歴史を通じて明代以前には渡来の記事はないとしている。そこで、まず中国大陸におけるさとうきび栽培、作付方式の発祥をたずねてみることにする。

(1) 作付方式の起源

(a) 中国本土における輪作の起源

中国におけるさとうきびの生産、製糖は北宋が南宋に変わり、揚子江以南の開発が進むにしたがって拡大した。栽培法についての記述は北宋末から南宋初期における王灼¹⁾(年代不明)の「糖霜譜」²⁾がある。同書はさとうきびの栽培、施肥にとどまらず、地力維持を重視し作付方式に関して次のようにのべている。「凡蔗最因地力。不可雜他種。而今年為蔗田者。明年改種五穀。以休地力。田有余者。經為改種三年」。これは戴の訳によると「甘蔗はひじょうに地力を消耗させるから、他をまじえて植えないこと、田に余裕ある者は、甘蔗を植えた翌年は、他の五穀にかえて地力を休ませ、3年間他の作物に植えかえる方が欲ましい」としている。これは作付方式に関する記録のうえで、さとうきび作ではアジア地域のもっとも古い記事と思われる。

このように中国においてすでに西暦1,000年頃明確に地力維持、輪作の考え方があり指導されていたことは画期的なことである。「糖霜」の字句からも想像できるように、すでに乾固した砂糖が製造され、保存、運搬が可能となり、甘蔗糖は南宋の富を培い、江南の開発を促進したと思われる。同書は当時の産地が福建・浙江・広東・四川にわたったとしている。また特定県では水田に作付する甘蔗が水田面積の4割を占めたというから、水稲とさとうきびとの交替作、水田輪作をおこなっていたのではないかと想像される。

明代、福建と広東は明国の砂糖生産の9割を占めたといわれ、作付方式の点でも進歩がみられる。屈大鈞²⁹⁾は「広東新語」のなかで、広東省のさとうきび栽培に関してバナナとの輪作を提唱している。すなわち「増城之西。洲人多植蔗。種莖三、四年・即尽伐以種白蔗。白蔗得種蕉地。益繁盛甜美。而白蔗種經二年。又復蕉。」増城の西方地域では沢山バナナを作っている。バナナを3-4年作ったら、すべて伐りかえてさとうきびを植える。バナナのと地に植えられたさとうきびはよく繁茂し砂糖もとれる。そしてさとうきびを2年栽培したら、またバナナを植える」としている。バナナとさとうきびの輪作は、現在インドの北部にも見られる(Ⅱ-B-4-(1)参照)ところである。以上、中国の長江以南には約1,000年以上も以前から水田・畑において輪作がおこなわれていた。

(b) 台湾における輪作の起源

戴の研究によると、台湾にさとうきび作と糖業が渡来したのは、南宋末から元の初めの頃で「生活の逼迫から、澎湖島を含む台湾一帯に進出した泉州人を中心とする福建省民が、甘蔗の栽培や製糖についての知識を充分持ち合せていた」という。ほぼ揚子江以南と気候の似た台湾において福建省民が、さとうきび栽培に際して前述した水田・畑における輪作をおこなったことは推測に難くない。

「バタビア日記」²⁹⁾(1964)はオランダが台湾を領有した時代(1624-1661)における台湾のさとうきび作は、糖業について精しく書き残しているが、そのなかで「甘蔗の植付は本年(1964:筆者注)フオルモサにおいて大いに増加し」一般農民は稲作よりもさとうきび作へ関心を示し「稲の植付は余り多からず」といった状態になった。このことから当時台湾において水田における稲とさとうきびとの輪作が芽生えていたことを憶測することができる。

台湾における輪作についての最初の記録は黄叔瓚²⁹⁾の「赤嵌筆談」(1724成書)にあらわれている。

赤嵌とは現在の台南附近をいい、内容は鄭氏の時代（1661-1683）のもの、といわれている。具体的な栽培法について「每園四甲。現挿二甲，留空二甲。通年更易栽種」としている。すなわち「園を4圃区に分ち，現在2圃区にさとうきびを植えたら，あとの2圃区は空にする。年がかわるごとに作りかえる」。いいかえれば4圃のうち2圃は「空」というから休閑ともとれるが，あるいわさとうきび以外の作物を作るのかもしれない。「通年更易栽種」は戴も輪作であると断定している。

清の時代に入り台湾のさとうきび作と糖業は「対岸の糖業を身につけた漢民族移住者がおもな担い手となり，海運の便と良好な国外市場（日本・ベルシヤ・ルソン）を背景にもって，創始後1年足らずの間に，中国甘蔗糖業における最高の地位を17世紀末-18世紀初めに確立出来た²⁹⁾」という。

これを要するに，台湾におけるさとうきび輪作は，南宋時代江南に芽生えた畑・水田ならびに園地における輪作が，糖業の発展とともに福建省の地域に拡大し，元・明時代の社会条件のもとで台湾に移住した福建省の漢民族によって持ち来たされ，清代に中国最高の糖業を支えるまでに生長・定着をみたものといえよう。

(2) 作付方式の形成とその基礎

台湾においては明治年間にさとうきびを中心とする作付方式の原型ともいべきものが形成されていた。その実態，輪作に関する認識，試験研究等については金子¹⁾（1912）の著「甘蔗農学」によって識ることができる。

(a) 輪作の実態

金子は当時における諸外国のさとうきびを中心とした作付方式について「甘蔗の作付順序を大別すればこれを三種となすことを得べし。即ちその一はこれを連作するもの，その二は他の作物と輪作するもの，其の三は甘蔗の裏作に緑肥を作るもの」とし，次のように作付方式によって国々を分類している。

連作をおこない，ただ時々これを休閑する

キューバ，ハワイ，英領ギアナ，トリニダット，フィジー等

他の作物と輪作するところ

台湾，ジャワ，インド，エジプト等

緑肥と輪作するところ

ルイジアナ，モーリシアス

この分類は今日に至るも大きな変化はない。作付方式が如何に動かし難いものであるかが，この点からも理解できる。

台湾の輪作様式について金子は，さとうきびの前作は主としてかんしよと豆類とし，2-5年目に1回さとうきびを作る，としている。この様式は前述した沖縄の輪作様式と相通するものがあり，台湾からの伝来が想定される1つの理由でもある。

次に株出については，当時は新植の3分の1以下であった，という。さらに金子は当時の輪作について次のように結論づけている。「何れにしても台湾の輪作法は著しき欠点なし，何となれば豆類は空気中の遊離窒素を利用し，甘藷は台湾小農家の常食として欠くべからざるのみならず，之が耕作により土

地の理学的性質を改良すればなり。之れ蓋し台湾農民が永き経験の結果に依て得たる習慣法ならん」としている。台湾のさとうきびを中心とする輪作は中国本土より移民によって渡来し、次第に広く台湾の立地条件、農家の営農と結合し、明治年間には島内に定着していたとみることができよう。

台湾の水田輪作と後述する(Ⅱ-B-3-(1)参照)ジャワのそれとの関係については金子は「台湾在来の方法と異なる点多し」とし「レノーツ方式も、之を台湾に移して果して有利なるや否やは実地試験により経済的に考究すべき問題なり」として否定的である。したがって1910年以前においてはジャワの水田輪作は台湾に影響はもつていなかった、としてよいだろう。(Ⅱ-B-2-(2)輪作試験参照)

1910年当時台湾でおこなわれていた「甘蔗¹⁾と他作物との輪作法」法を示すと表11のとおりである。この表をみると次のことが明らかとなる。

表11 台湾におけるさとうきびを中心とする輪作(1910年時)

地方年	第1年	第2年	第3年	第4年	第5年
台北	甘蔗(新植)	甘蔗(株出)	甘蔗(自1月至7月) 蔬菜(自7月至9月) 甘藷(自9月至3月)	甘蔗	
同	甘蔗(新植)	甘蔗(株出)	土豆(自1月至8月) 甘藷(自7月至3月)	甘蔗	
新竹	甘蔗(新植)	甘蔗(株出)	水稻, 甘藷, 綠肥	甘蔗	
同	甘蔗(新植)	甘蔗(株出)	落花生又は胡麻, 甘藷, 豌豆	甘蔗	
台中	甘蔗(新植)	甘蔗(株出)	水稻	甘蔗	
同	甘蔗(自1月至2月)	落花生(自3月至9月) 大菜(自10月至2月)	甘蔗		
同	甘蔗(自1月至翌年2月)	甘蔗株出(自2月至12月)	落花生(自2月至9月) 甘藷(自10月至3月)	陸稻(自4月至10月) 大豆(自11月至1月) 大菜(綠肥)	甘蔗
南投	甘蔗(新植)	甘蔗(株出)	甘藷	甘蔗	
同	甘蔗(新植)	甘蔗(株出)	豆類	陸稻, 田菁	甘蔗
同	甘蔗(新植)	甘蔗(株出)	水稻	水稻	甘蔗
嘉義	甘蔗	胡麻, 甘藷	田菁, 豌豆	甘蔗	
同	甘蔗	水稻, 田菁, 甘藷	田菁, 水稻, 豌豆	甘蔗(新植)	甘蔗(株出)
同	甘蔗	豆類, 胡麻, 陸稻	甘藷, 豆類	甘蔗	
同	甘蔗, 甘藷	豆類, 陸稻	甘蔗		
同	甘蔗, 水稻	大豆又は綠肥	甘蔗		
同	甘蔗	水稻	豆類, 甘藷	甘蔗	
同	甘蔗	陸稻, 甘藷	甘蔗		
同	甘蔗	胡麻, 甘藷	豆類	甘蔗	
台南	甘蔗	陸稻, 甘藷	陸稻, 豆類	甘蔗	
同	甘蔗(新植)	甘蔗(株出)	陸稻, 甘藷	甘藷	
同	甘蔗	胡麻, 木藍	甘蔗	甘蔗	
同	甘蔗	豆類, 陸稻	甘藷, 大豆	甘蔗	
阿緞	甘蔗	胡麻, 甘藷	大豆, 水稻, 田菁	甘蔗	
同	甘蔗	豆類, 陸稻	甘藷, 豆類	甘蔗	

出所, 引用文献 1) P. 643

- ① 畑輪作と水田輪作に大別される。
- ② 畑輪作は多様であるが水田輪作は2-3の型しか示されていない。
- ③ 畑輪作には必ずといってよいほどかんしよが挿入されている。
- ④ 水田輪作ではさとうきび-水稻の外にさとうきび-水稻-かんしよ-豆科作物の様式が原型の

ようにみられる。

⑤ 株出しは1回どまりである。

以上はいわば台湾の輪作の原型をもつもので表17に示した1940年時および現行の輪作と対比して検討する(Ⅱ-2-(2)参照)と発達の過程等興味深いものがある。

(b) 輪作に関する試験

金子は同書のなかで「甘蔗の連作又は輪作試験の成績なけれど、今、大目降糖業試験場に於て、之を他の作物と交互に輪作せる甘蔗の前作試験」成績を表12のとおり示し、この成績について「甘蔗の連作区に於て蔗茎の収量最も少くして、概して豆類の跡地を以て成績優れり」としている。おそらくこの試験はさとうきびに関する輪作試験の最初のものと思われる。なお以後においてもさとうきびに関する輪作に関連した試験がおこなわれているが、それらは関係する項目のところで説明を加えることとする。

表12 さとうきびの連、輪作試験(1910年)

甘蔗の前作物	甘蔗	朱豆	甘藷	陸稻	田菁	绿豆
町当蔗茎収量	103,767 斤	113,472 斤	115,190 斤	115,239 斤	116,211 斤	116,311 斤

出所, 引用文献 1) P 646

表13 Reynoso system の比較試験(1910年)

試験別	調査項目	町当分けつ本数	町当蔗茎斤量	可製糖率	町当可製糖斤量
レノーン式	本	68,848	160,417 斤	15.248 %	24,460 斤
洋犁式		64,313	135,821 斤	14.924 %	20,130 斤
臺灣式		46,146	62,554 斤	14.336 %	8,960 斤

出所, 引用文献 1) P 464

表14 Reynoso system の経済性比較試験(1910年)

費目		方式別	レノーン式	洋犁式	臺灣式
			円	円	円
支出	地代		300.00	300.00	300.00
	水租		100.00	100.00	100.00
	肥料代		1175.15	1175.15	1800.00
	蔗苗費		3600.00	3600.00	3600.00
	人夫賃		3122.90	2398.38	1182.30
	役畜費		-	144.31	106.68
	合計		5058.05	4477.84	2228.98
収入			4010.43	3395.53	1563.58
	差引損失		1047.26	1082.31	665.13

出所, 引用文献 1) P 464

(c) ジャワにおける水田輪作との関係

この問題は前項で若干ふれたが、こゝで明らかにしておこう。1910年当時ジャワにおいては、キューバよりReynoso D. Alvar (1860)のはじめた水田輪作Reynoso systemが定着し、その亜型は全島に及んでいた。これは水稲-さとうきび-雑作の水田輪作である。したがって台湾の水田輪作とのつながりが問題になる。

¹⁾金子は「甘蔗農学」のうちにレノ-ソ方式について一章を設けて次の点を明らかにしている。

- ① レノ-ソ方式は台湾在来の輪作と異なる。
- ② 土壤、かんがいの便とくに労力の点から、この方式を台湾に移してよいか否かは考究を要する。
- ③ 労賃、地代、水利費等の支出が多く、この方式は砂糖の収量は高いが不利である。

そして、③の結論を出すために、1910年大目降糖業試験においてレノ-ソ方式との比較試験(表13)および経済性比較試験(表14)をおこなっている。

しかし、¹¹⁹⁾1932年山崎は、台湾糖業試験場への赴任に先きだてて、ジャワのさとうきび作を調査し、10a当り20tonの蔗茎収量をあげているレノ-ソ方式に注目し、その高収量の要因をかんがい、品種、3年輪作、集約栽培の4つにもとづくものとしている。ジャワのレノ-ソ方式はそのまま台湾に導入はされなかったけれども、台湾の水田輪作に大きな影響を与えたものと考えられる。

上記の山崎の調査に対比するものとして、金子は表13の試験成績においてレノ-ソ方式が分けつ本数、蔗茎生産量、可製糖率等がすぐれている理由として、深耕、土塊の風化が早いこと、蔗茎が倒伏しないことならびに頻繁なかんがいによって害虫が少ないこと等をあげている。

(d) 輪作に関する認識

1910年当時台湾においては輪作についていかに認識されていたか、またその根拠を何処に求めていたかは、作付方式の地域展開を研究するうえで重要である。

¹⁾金子は(1910)さとうきびを中心とする輪作について次のような認識を持っていた。

作物栄養：「作物は其の種類により土中より吸収して奪い去る成分の種類と其の分量とを異にせり。之を以て毎年同一圃場に同一作物を作れば土中よりある特殊の成分のみを多量に吸収し、土地は其成分に対して次第に瘠薄となるべし。されど輪作法により異なる作物を作れば、或る成分に対する欠乏を平均せしむることを得ん」と作物の養分吸収と輪作の原理を平易にかつ明確にのべ、次にその根拠について次のとおりをべている。「彼のノルfolk式Norfolk systemと称する輪作法は・・・」と英国の輪作様式小麦-根菜-大麦-クロバーをあげ、ローザムステッドRosamstedの、今日もなお継続している、輪作・連作試験に輪作の合理性の根拠をおいている。そして「甘蔗も亦可溶性の速効性窒素肥料を要すること多きを以て、その前作に豆科植物を作るは最も合理的輪作法なりとす」と金肥の入手困難な時代における窒素肥料分供給の効果を強調している。次に水田輪作について「南部においては水稲に次いで蕃薯(ばれいしよ：筆者注)を以て重要な作物となす」「蕃薯は甘蔗と異なり根菜類に属するを以て、土中より吸収する養分の割合は窒素少くして加里を要すること多きが故に地力維持の点より有利なり」。ただし水稲-ばれいしよの作付方式は表11の輪作例のなかにないので、水田輪作

としてこの説をのべたのか否か疑問が残る。台湾の当時における輪作に対する認識は、その実態は慣行的なものとしながらも、その科学的根拠を輪作の発祥地たる英国に求めている。

病害虫：さとうきびの病害虫と作付方式に関連して「甘蔗と他作物との輪作関係は地力の維持と病害虫駆除予防より、大いに攻究を要する問題なり」とし、ジャワ島におけるセレー病 sereh 軽減のための株出廃止の事例をあげている。連作については「連作すれば病虫害の蔓延を来し、其の被害恐るべきものあること論を俟たず」としている。また病害虫予防からみた緑地の効果について「甘蔗を連作せずして一二年間蔗園を休め、緑肥を作れば窒素を堆積するのみならず、病虫の被害を軽減することを得ん。何んとなれば或る期間甘蔗を作らざれば病虫の食物に欠乏を来し其の生活を維持すること能はざればなり」と簡明に説明している。

雑草防除：¹⁾金子は内外の文献を渉りようして「De Candol曰く、連作を行えば作物の根に有害なる物質を増加し、其の生育を阻害す」、「Whitney および Cameron もその説の確かなるを証明せり」とのべ、近年における根系部分における有害物質等の蓄積に関する説(Ⅳ-B-1, 2ならびに3参照)に当時早くも触れている。ただしこの「甘蔗農学」の範囲内では上記3者の学説の出典は不明である。

水田輪作の問題点：水田輪作については当時多くの問題点をかゝえており、必ずしも円滑に普及したものでなかった。金子その利害13点を列きよしているが、その主なものは次のとおりである。(文は原文どおり)

- ① 水田の間に甘蔗を作れば過湿の害を蒙り、蔗茎の収量を減ずるのみならず糖分低し。
- ② 甘蔗は土地を瘠薄ならしむるを以て、其跡作に米を作れば品質佳良ならんも其収量を減ず。
- ③ 甘蔗は灌漑の必要あるを以て、之を水利の便ある地方に作れば、その収量最も多し。

以上の3点の問題について、その後水田輪作の改良が如何になされたかはⅡ-B-2-(4)の項を以て説明を加えることとする。

(3) 作付方式と土地生産力

1900年代初期から近年にいたる台湾のさとうきびを中心とする作付方式の推移を、Taiwan agricultural statistics (1901-65)⁸³⁾によって把え、輪作が台湾の土地生産力に果たした役割とその技術について検討してみよう。

(a) 土地利用におけるさとうきび作の地位

台湾の人口は1940年6,077千人から1965年12,627千人へとほぼ2倍に増大したが、台湾はその食糧を島内自給すべく志した。しかし、その耕地拡張は水田化とともにすでに1930年代にほぼ限界に到達していた。したがって、耕地の利用率向上が図られた。すなわち1939年から1965年にいたる27年間に、耕地面積859千haから889千haと約3.5%の伸びに対して、耕地利用率(作付面積÷耕地面積)は127%から180%と約53%の伸びを示した。

このような条件下で作付方式は如何に編成されてきたかを、27年間の稲、ばれいしよ、大豆、さとうきび、落花生について、その作付面積の割合の変化から検討をはじめてみよう。

表15、図9、10についてみると、大豆が1961年を頂上として烈しく面積を増加し、また落花

表15 台湾における基幹作物の作付面積比および比率の変遷(%)

	1931	1941	1943	1945	1947	1949	1951	1953	1955	1957	1959	1961	1963	1965
Total Crop Area	100	103	98	79	108	127	133	134	134	139	142	144	141	146
Rice	100	103	97	80	108	119	126	124	119	125	123	124	119	123
Sweet Potato	100	112	127	106	168	186	183	188	194	180	179	186	186	185
Soy Bean	100	88	98	143	151	393	451	548	670	796	1044	1157	1072	1032
Sugar Cane	100	96	96	92	22	75	48	69	48	60	61	61	57	68
Groundnut	100	84	58	83	221	262	289	281	327	353	337	336	332	353

Total Crop Area	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Rice	573	57.1	56.7	57.8	57.2	53.5	54.1	53.3	51.1	51.2	49.7	49.5	48.5	48.2
Sweet Potato	115	12.5	14.9	15.5	18.0	16.9	15.8	16.2	16.7	14.9	14.5	14.9	15.2	14.6
Soy Bean	05	0.4	0.5	0.9	0.7	1.5	1.6	1.9	2.4	2.7	3.5	3.8	3.6	3.3
Sugarcane	99	9.2	9.7	8.2	1.6	5.8	3.6	5.1	3.5	4.2	4.2	4.2	4.0	4.6
Groundnut	26	2.1	1.6	2.8	5.5	5.5	5.8	5.6	6.5	6.7	6.3	6.2	6.3	6.4
Other Crops	182	18.7	16.5	14.8	17.0	16.8	19.1	17.9	19.8	20.3	21.8	21.4	22.4	22.9

出所、引用文献 83) P 4, P 15, P 16, P 17

生が終始漸増をつづけた。いいかえれば豆科作物の面積増が特長的である。1939年をベースとする図9による作付面積比の変化は、さとうきびがやゝ下廻るが(戦後はおゝむね同じ作付面積を維持)各作物とも漸増したことを示す。すなわち各作物は多毛作、間作をとりながら面積を増してきた。よって、作付方式のうえでは作物相互間に集約的な前後作、間作関係が形成された。そしてそのうちのいくつかは輪作として定着した。水田輪作はそのうちもつとも集約的な様式といえよう。

それでは、圃場占有期間の長ささとうきびが、このようなきびしい作物間の土地利用のうえでの競走に対して如何にして作付面積を維持できたかを、表16、図11を併せて検討してみよう。さとうきびは1940年160千haを越えたが1950年以後、いいかえれば第二次大戦後の食糧作物増反のなかで、80千~120千haの面積を保ってきた。表15図10にみるように作付面積の4-5%を占めてきた。この理由は、他作物の間に功妙にさとうきびを挿入してきた、すなわちそれらの、作付方式、輪作と間作技術の展開にあるのであるまいか。さとうきび単作のような作付方式は、特別の会社農場は別として、食糧自給、増産を第一とする台湾においては成立し得なかったであろう。台湾の戦後におけるさとうきび作は慣行的輪作の集約化の過程において存続してきたものといえよう。後述するさとうきびと水稲との水田輪作はその典型である。

次に見方を変えて、土地生産力を10a当り収量を指標として検討してみよう。図12は1938年を100とする主要作物の収量の年次別変化であるが、1963年の干ばつの年をのぞいて各作物の収量はおゝむね順調に増加している。さとうきびの収量は図11を併せてみるとはっきりする通り1953年以後10a当り7tonを越している。水稲の収量を年次ごとの高低はあるものの漸時収量を増大している。畑輪作のベースとなるかんしよについては、上昇はにぶっているもののその収量を維持している。

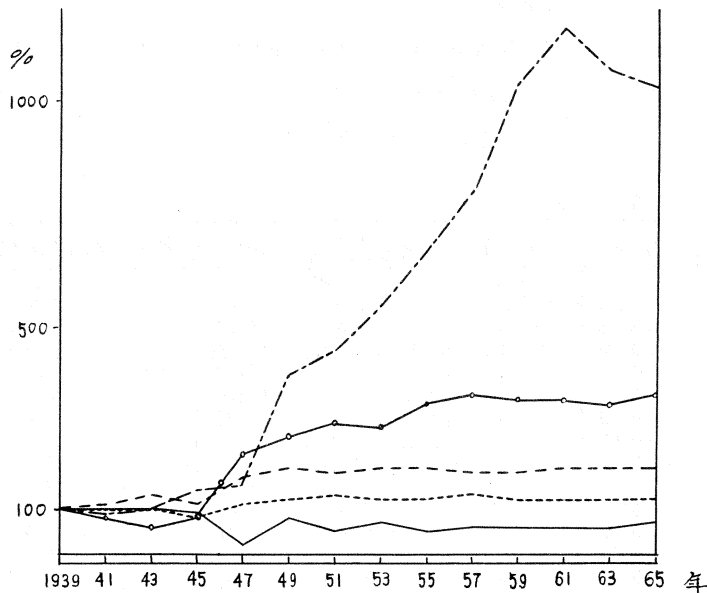


図9 台湾における基幹作物の
 作付面積比の変化
 出所、表15の同じ

----- Rice
 ----- Sweet Potato
 - · - · - Soy-bean
 _____ Sugar Cane
 ○—○— Ground nut

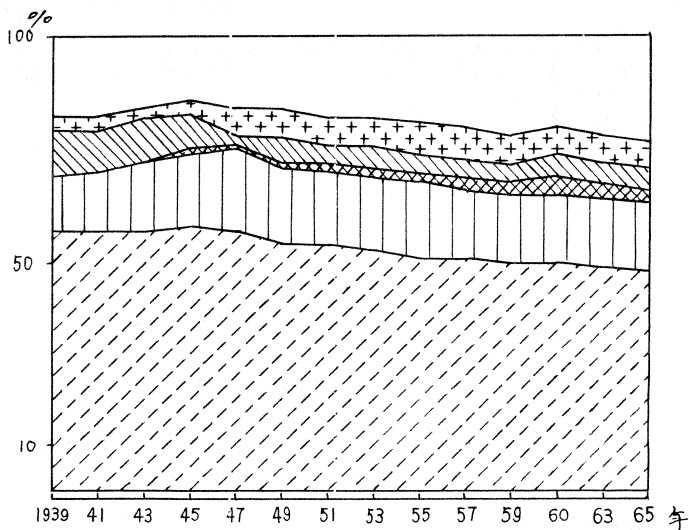


図10 台湾における基幹作物の
 作付面積比率の変化
 出所、引用文献(83) P14-15.
 16. 17.

Other Crops
 + + + + + Groundnut
 Sugar cane
 Soy-bean
 Sweet Potato
 Rice

土地利用を高めて作付率を53%も高めるなかで、各作物の単位面積当り収量をも高めている背後には、作付方式のうえでも高い技術が折り込まれていることが推測される。台湾の作付方式と土地生産力の関係を、歴史的にさかのぼって、その発達の過程から究明し次にその技術について試験研究とあわせて検討していくこととする。

(b) 戦前の作付方式

1940年台湾総督府農業試験所は、当時における輪作慣行を調査・分類している⁵⁾。そのなかから、さとうきびとの輪作だけを拾い出してみると表17のとおりである。これを表11の1910年当時と対比すると次のような作付方式の変化がみとめられる。

水田輪作においては1910年の5年5作程度が30年後には3年4作もしくは6作に集約化している。そして、次項でのべるような台湾特有のユア技術「糊仔」がおこなわれている。畑輪作においても5年5作もしくは4年4作が3年4-5作と集約化している。そして、この輪作のなかに、夏植してから収穫まで標準1

年半を要する，さとうきびが挿入されているのである。

本来，輪作は作物の組合せによって地力の維持・培養を図り，作物相互間の補完的機能の利用によって作物栄養の均衡・病害虫の防除等果す，といった目的をもつものであるが，生産増加の欲求のおもむくまゝに，多くの作物を随意的に挿入しているのではないか，という疑問が生ずる。

表16 台湾における さとうきび生産の変せん

Year	Area	Cane Yield	Cane Production	Year	Area	Cane Yield	Cane Production	Year	Area	Cane Yield	Cane Production
	1000ha	ton	1000MT		1000ha	ton	1000MT		1000ha	ton	1000MT
1902	25.3	29.9	760	1924	119.5	39.1	4676	1946	36.2	27.8	1006
1903	16.0	25.5	409	1925	126.4	41.9	5303	1947	29.9	26.6	796
1904	20.9	30.7	644	1926	120.2	42.9	5166	1948	85.1	36.5	3113
1905	24.2	28.5	693	1927	96.6	46.0	4452	1949	122.3	50.6	6193
1906	34.1	29.7	1014	1928	104.9	55.2	5804	1950	121.9	48.0	5860
1907	29.4	28.1	830	1929	116.4	63.3	7375	AVG	112.2	51.9	5833
1908	27.8	30.5	851	1930	106.1	65.6	6971	1951	79.2	45.2	3584
1909	37.8	33.5	1271	AVG	115.7	43.8	5074	1952	97.9	49.0	4800
1910	61.5	35.1	2160	1931	96.1	68.3	6566	1953	112.2	74.1	3394
AVG	30.8	31.1	959	1932	106.2	75.7	8049	1954	95.6	65.9	6310
1911	87.3	32.3	2829	1933	81.7	64.6	5286	1955	77.9	78.1	6088
1912	76.8	24.6	1895	1934	88.4	60.2	5330	1956	90.9	69.7	6343
1913	66.6	13.7	918	1935	117.9	68.5	8086	1957	98.2	72.1	7083
1914	75.4	21.0	1585	1936	124.4	63.5	7914	1958	101.4	74.1	7521
1915	86.2	27.3	2360	1937	120.8	70.8	8563	1959	99.2	81.5	8093
1916	113.7	30.2	3441	1938	130.1	69.6	9060	1960	95.5	70.5	6736
1917	127.4	39.9	5092	1939	162.3	79.0	12835	AVG	94.9	68.4	6495
1918	146.7	27.8	4090	1940	169.0	59.0	9977	1961	100.1	79.0	7922
1919	116.7	28.9	3378	AVG	119.7	68.2	8166	1962	93.4	65.6	6142
1920	105.1	25.0	2629	1941	157.1	53.3	8392	1963	94.1	69.1	6506
AVG	100.2	28.1	2822	1942	156.4	65.5	10249	1964	95.0	70.9	6746
1921	116.2	25.4	2962	1943	156.4	64.4	10092	1965	110.6	85.7	9489
1922	137.7	29.4	4051	1944	149.4	56.6	8467				
1923	113.1	35.1	3979	1945	107.6	38.6	4159				

本所，引用文献 83) P47

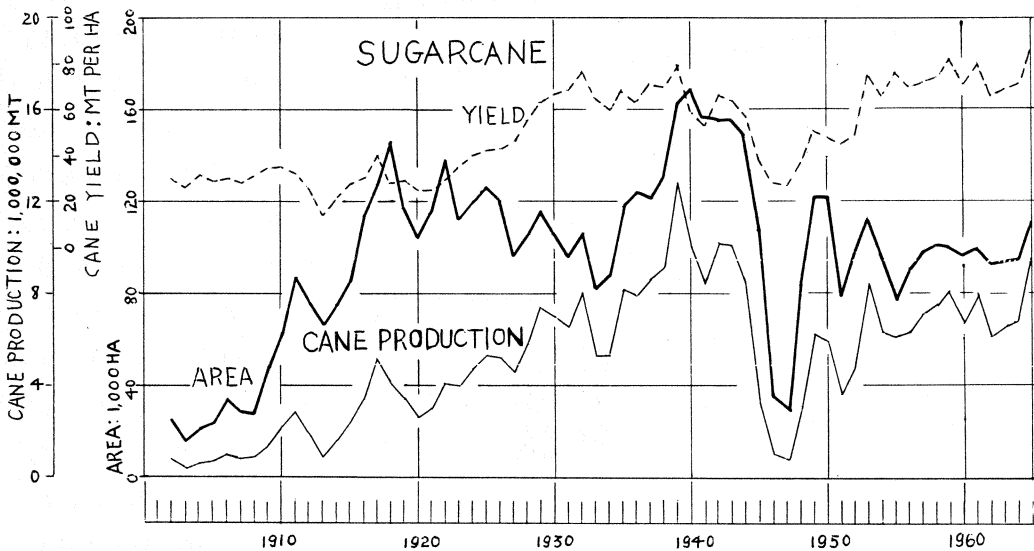


図11 台湾における さとうきび生産の動き
出所，引用文献 85) P47

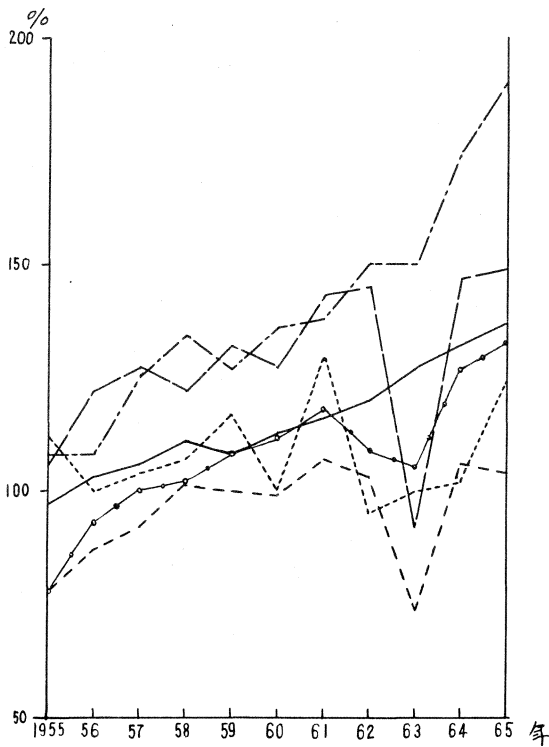


図 12 台湾における主要作物の 10a 当り収量の変化 (1938 = 100) 出所, 引用文献 83)

表 17 台湾における輪作 (1940 年時)

輪作週期 2 年

水稲—籾—(糊仔)甘蔗
 緑肥—甘蔗

輪作週期 3 年 (水田)

水稲—水稲—(糊仔)甘蔗—一株出甘蔗
 緑肥—水稲—甘藷—甘蔗
 緑肥—水稲—甘藷—緑肥—甘蔗
 緑肥—水稲—甘藷—陸稲—甘蔗 (甘藷又は豆類間作)

落花生—水稲—甘藷—甘蔗
 緑肥—水稲—甘藷—陸稲—甘蔗 (甘藷間作)
 陸稲—甘藷—水稲—甘蔗
 緑肥—水稲—甘藷—甘蔗 (甘藷間作)
 緑肥—水稲—蔬菜—水稲—甘蔗 (落花生間作)

輪作週期 3 年 (畑)

陸稲—甘藷—陸稲—甘蔗
 落花生—甘藷—陸稲—甘蔗
 陸稲—甘藷—甘蔗—一株出甘蔗
 緑肥—落花生—甘藷—緑肥—甘蔗

輪作週期 4 年

甘藷—甘蔗—一株出甘蔗

輪作週期 8 年

芭蕉—甘蔗—一株出甘蔗

出所, 台湾総督府農業試験場 (1940): 台湾農家便らん 5

(c) 戦後の作付方式

戦後の台湾のさとうきびを含めた輪作の典型は水稲との水田輪作である。水田輪作は表 18 に示すように、台湾の水田面積 536 千 ha の約 9 割を占めるかんがい面積を受持つ、水利会 Irrigation Association の担当面積の約 4 分の 1 を占めている。したがって台湾の水田のほぼ 4 分の 1 が水田輪作をおこなっているといえよう。

台湾における 26 の水利会のうち、歴史が古く (1920 設立)、もつともかんがい面積の大きい (148 千 ha, 1967) 嘉南農田水利会 Chia-nan Irrigation Association の唱導する水田輪作について検討をすすめる。

図 13 は水利会の代表的な水田輪作例 2 つである。

この 2 つの水田輪作は次のとおり特長づけられる。

水稲とさとうきびを基幹作物とし、その間にかんしよおよび豆科作物 (緑肥と豆類) を挿入している。

① の型においては、3 年の間に水稲を 1 回、さとうきびを 1 回とし、陸稲、緑肥、豆類の期間 (用水

を使わない)を1年ヶ月としている。

②の型においては3ヶ年の間に水稻を2回、さとうきびを1回とし、豆類等雑作期間を11ヶ月と
りこの間にも約70日程度用水を供給している。

①と②の型の輪作様式の差は用水の供給日数の差に基づいている。両方の型の輪作が一巡する3年間に
おける用水供給日数を比較すると次のとおりである。

	① 型	② 型
水 稻	140日	280日
さとうきび	190	80
雑 作	0	70
計	330	430

3年間における用水供給日数が100日多いことによつて水稻を2回作ることができる。もつとも②
の型ではさとうきびに対するかんすい日数を①の半分の80日に制限している。同時に雑作に70日を
かんがい日数として割り振っている。この用水計画は地区の雨量分布、農民の作物の選択とこれを規制
する農産物価格などによって決定付けられる。さとうきびは植付、萌芽期から栄養生長期を通じて水を
多く要求する。この輪作は何月にどの作物にどれだけ水を供給するのが水の利用上もっとも有効である
かを考えた、土地とともに水の高度利用を目的とした輪作であるといえよう。

筆者が最初にこの輪作を調査した1967年においては、水利会の説明によると、

①型は Wus-shan-tou systemと名付けて約69千ha水田に

②型は Cho-Main Canal systemと名付けて約43千haの水田に普及しているという。

②型においては鳥山頭水庫、濁水溪の用水の外、地下水の開発利用もおこなっていた。

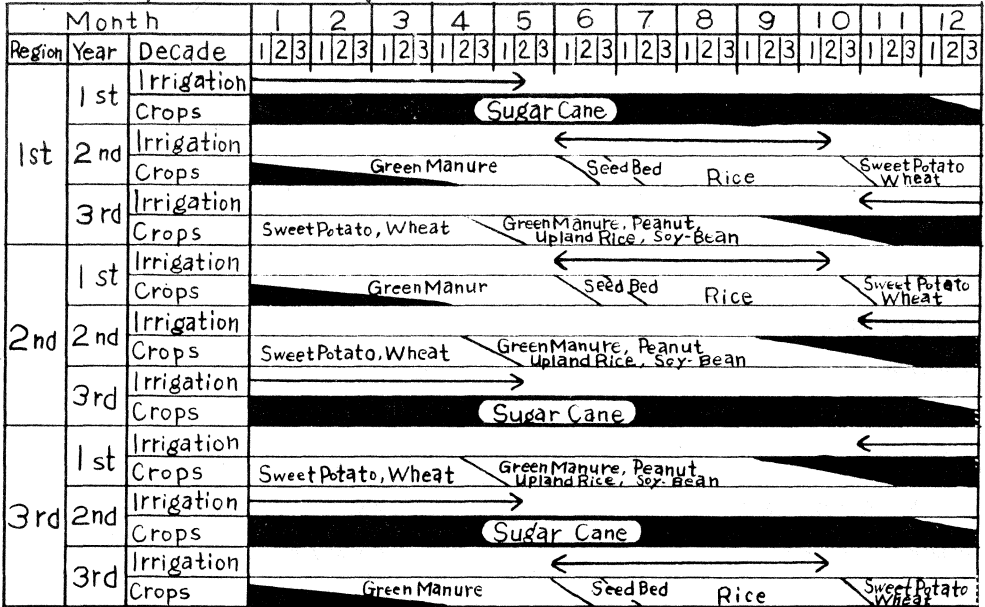
この合計約112千haにわたって普及、定着した水田輪作は用水と土地基盤の整備に加えて、これ
を可能にした技術体系が存在しているはずである。次項にその技術体系と関連する試験研究について明
らかにしていくこととする。

表18 Area of Land Irrigated by Irrigation Association (1967)

Year	Total① 1000ha	Double- CroppingField 1000ha	Single- CroppingField 1000ha	Upland Field 1000ha	RotationField		others 1000ha
					② 1000ha	% %	
1958	489	287	46	144	10	2.0	-
1959	473	273	47	23	129	27.2	-
1960	548	334	53	34	126	22.9	-
1961	485	285	46	17	126	25.9	9
1962	487	287	47	17	135	27.7	-
1963	470	284	47	9	128	27.2	-
1964	479	299	43	10	125	26.0	-
1965	477	299	41	15	121	25.3	-
1966	482	300	45	11	125	25.9	-
1967	489	307	48	13	119	24.3	-

本所, 図13と同じ

① 1 Paddy Rice and 1 Sugar cane in 3 year Rotation



② 2 Paddy and 1 Sugar cane in 3 year Rotation

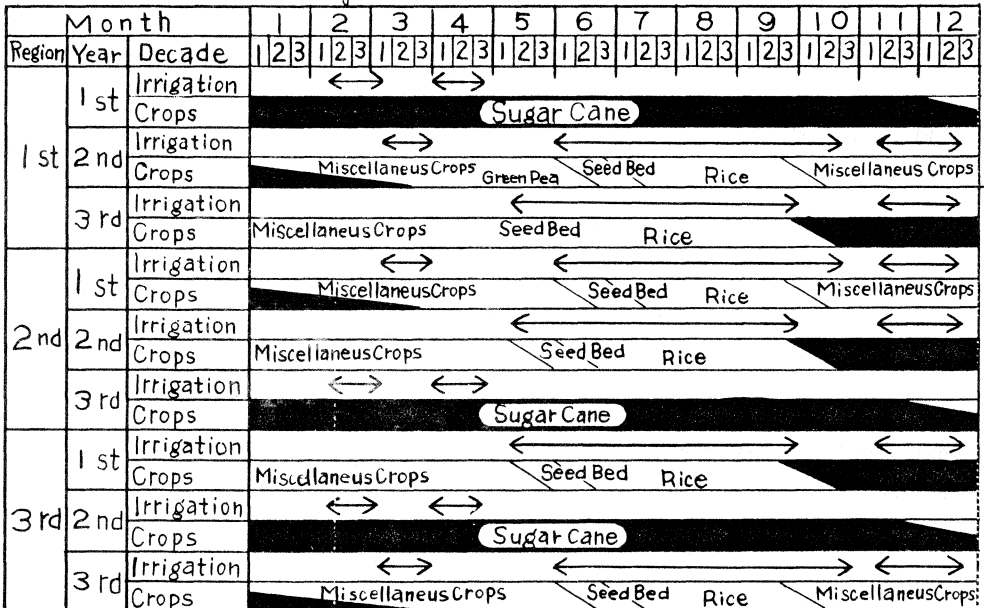


図 13 嘉南農田水利会の水田輪作様式
出所、同水利会資料(1968)

↔ ↔
用水供給期間

(4) 水田輪作の技術と試験研究

台湾における水田輪作の研究は金子¹⁾(1912)、三浦³⁾(1923)、降矢⁶⁾(1938)により調査研究がおこなわれたが、林は「台中州下における水田蔗園の間作について」(1942)⁷⁾および「台中州下における輪作形式について」(1945)⁸⁾を台中農事資料に発表し、現在も研究と考証をつづけている。台湾における水田輪作の研究は台中を中心におこなわれてきた。

いま、主として林の研究成果に依拠して、水田輪作の中心問題である水田とさとうきびとの輪作実施に伴う技術的関連性について明らかにしてみたい。なお、この項「 」でくくったところは林の所説である。

まず林は水田輪作について土地利用の平等といった概念づけをおこなっている。「水田は単に水稻の専用の圃地としてではなく、水田の各種作物の共同の圃地として」平等にその作物の最高の生産性を発揮すべく「合理的な輪作体系」をもって利用さるべきであるとしている。いいかえれば、水稻作の収量を高め安定するために、その前後作となる作物の生産性を発揮すべき技術的要求を犠牲にしてはならない、という所論と理解される。制約された耕地における栽培という空間的デメンジョンと限られた作業時間という時間的デメンジョンのもとでおこなわれる水田輪作は、同一圃場で各作物の技術的要求はきびしく干渉し合い、土地利用度が高まるほど相互間の技術的干渉度合は高まる。そして、それを解決すべく技術の高度化が要請される。

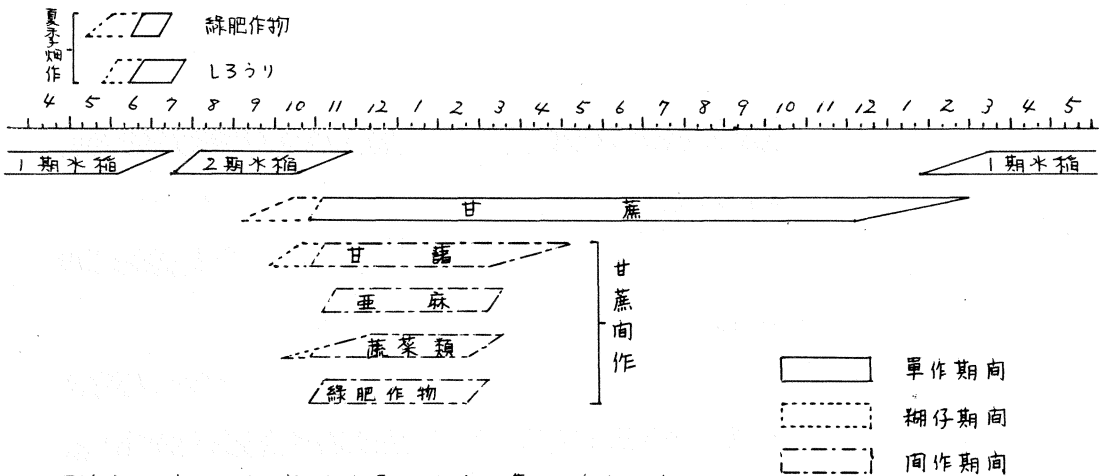


図14 台中州下の水田輪作概要、水稲・甘蔗及び間作々物

なお、林：台湾における水田経営一帯の水稲連作種による水田輪作効果

図14は林の提示した、台中州における水田輪作の概要図である。この水田輪作は、水稻2作、さとうきび1作、夏期畑作1作ならびに甘蔗間作1作、計2年5作の集約輪作である。いま、夏期畑作、甘蔗間作を除いて、水稻の1期・2期作およびさとうきびの3作について各作間にいかなる技術的に干渉し合う問題があったか、それを解決するためにいかなる技術が必要とされ、試験研究がこれにいかにか寄与してきたか、という問題に視点をおいて、林の所論を研究してみよう。

(a) さとうきび適期植付のための稲の品種改良と開条糊仔(コア)

台湾の中部地域においては、さとうきびの植付は「蔗苗を出来る限り早く挿植して、幼芽を低温期以前に生育せしめる」必要がある。そこで、さとうきびの前作である2期作水稲との作期のうえでの競合が生ずる。2期水稲の収穫期は「台中65号の場合は10月下旬-11月上旬であつたが、台中105号(N.C.4号×台中65号)によって10月下旬までに収穫できるようになった」。図14をみると明らかなように、早生種の採用によってさとうきびは翌々年の1期水稲の整地前まで15-16.5月の栽培期間をもつこととなり、その生育と登熟が可能となる。

コアは「畑作物を前作水稲の条間に作付して、水稲収穫までの一定期間を、水稲とともに共生せしめる耕種法」と林は定義しているが、水稲の条間はコアの有無にかかわらず、24-25cmで、さとうきびの植付間隔120-125cmをとるため、稲株に接して蔗苗を植付けなければならず、苗の生育に対する日照条件等が不利であった。これらを解決するため、水稲を4条おきに1条づつ抜き蔗苗を稲株に対して千鳥に植えた。林はこれを「開条糊仔」と称しているが、このコア法により作床作業が容易となり日照条件が改善された。

(b) 稲とさとうきびの相反する土壌湿度条件を満足するための用水の調節

水稲は品種の改良によって、2期水稲が9月下旬出穂期を迎える。この時期は水稲はもっとも用水を必要とする。一方、コアによって9月下旬植付された蔗苗は過湿を嫌う。そこで「昼間は糊仔作物のために落水し、夜間は水稲のために灌水した」。このような棉密な水の調節には、かんがい排水施設の整備はもちろん、栽培の集団化、技術の統一等高度の技術的条件が整うことが必要となる。

(c) 2期水稲の減収防止のための適期コアと改良作床

台中農業試験場の試験結果によると「糊仔による蔗苗の植付作業は前作水稲の幼穂形成期以前に早期に行うか或は、幼穂の形成が略々完了した穂孕期以後において出来る限り行う」ことによって減収を3-4%前後にとどめるとしている。この結論は、同試験場にておこなわれた「糊仔の時期と蔗茎収量に関する試験」の結果にもとずいて9月下旬のコア実施期を決定したと考えられる。

従来おこなわれてきた中段床と称する作床は「糊仔蔗作の基本的作床法と称すべきもの」であったが、落水、作床に要する労力と時間は水稲の生産に及ぶ影響少なくなかった。台中農業試験場においては「作床を簡易にして水稲の生育障害を軽減するために」図15のように「蔗苗の挿植床を田面より高くする揚げ床」を試験、考案した。

(d) 1期水稲の適期田植のための前作さとうきびの早期収穫

図14のように、さとうきびは9月下旬コアによって植付され、翌々年1月に収穫、整地の後2月下旬1期水稲の田植期を迎えるのであるが、さとうきびの収穫が手間どり、かつ収穫跡地の整地がおくれ、ひいては1期水稲の田植遅延と収量減少を招く場合が少なくない。林によれば「実験的には、蔗作に伴う水田土壌の理化学性の改善によって、後作水稲に30%前後の増収が認められ」また「糊仔による2期水稲の減収を、1期水稲の増収によって補ってこそ始めて」水稲と甘蔗との水田輪作は「その意義が

ある」としている。1期水稲は前述の可能性と意義をもつものであるが、その可能性はさとうきびの適期収穫に関連する。このように輪作に際し作物は相互にきびしく干渉し合う。

以上、林の研究に依拠して上述した水田輪作の技術的要点は、①水稲の早生品種の採用、②これに基礎付けられた適期糊仔によるさとうきびの収量安定、③開条作業、改良作床による、蔗苗の生育促進と2期水稲の減収軽減、④用水調節による2期水稲の収量安定と蔗苗の生育促進、⑤さとうきびの適期収穫による1期水稲の適期田植等、上述しただけでも多くの技術要素が支拂し合い、水田輪作の技術体系ができあがっていることがわかる。

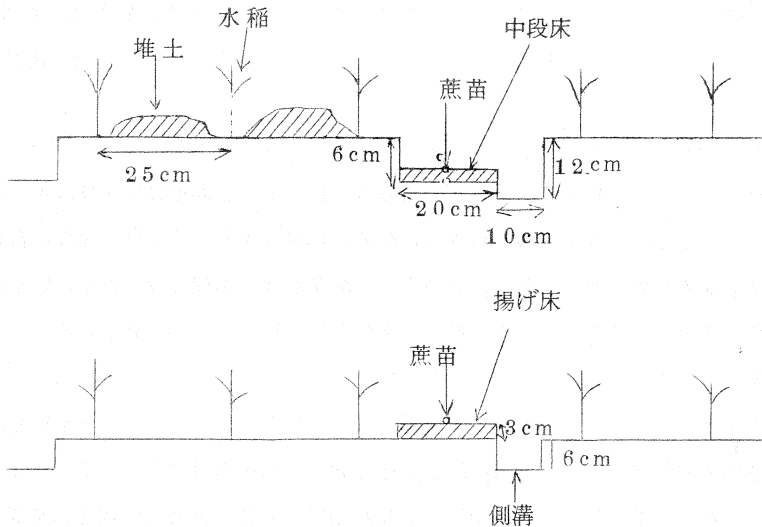


図15 台湾の糊仔蔗作における作床法
出所、図14に同じ

以上、台湾における、さとうきびを中心とする作付方式は、すでに中国大陸において南宋時代に輪作の萌芽がみられ、糖業の発展につれて、漢民族の移住とともに台湾に渡来し、次第に慣行技術としてその原型が形成、定着し、1910年頃には水田の輪作を含めて各種の輪作が島内に広まった。

この輪作様式は、水田においては水稲とさとうきび、畑においてはかんしょとさとうきびの組合せを基幹として漸時集約化がすすみ、戦前までに極めて集約的な水田輪作が形成された。

大正・昭和にかけての水田輪作を頂点とする輪作ならびに関連する技術研究の成果と普及は、台湾における戦後の食糧自給に大きく貢献した。

3. ジャワ

アジアにおける主要な近縁糖業国として、沖縄、台湾につづいてインドネシアのジャワについて、そのさとうきび作ならびに作付方式について解明を試みる。

(1) さとうきび作の概況と作付方式

ジャワの糖業を調査する者は、東部のパスルアンPasuruanにあるインドネシア糖業試験場 Indonesian Sugar Experiment Station の入口に飾られた1851年製作の圧搾機 sugarcane mill や、中部のクラテンKlatenにある製糖工場の正面に掲げられた1860年創立の看板を見せつけられる。ジャワの糖業は300余年にわたる伝統を誇りつつも第二次大戦以後の衰退にあえいでいる。

(a) オランダ統治下のさとうきび作と作付方式

1930年ジャワ島の砂糖生産は約300万屯に達し、世界第2位の生産をあげ、さとうきびの単位面積当り収量は世界最高水準を保っていた。しかしそれに達するまでの道程は坦々たるものではなかった。次にその主要事項について述べる。

糖業年代記⁵⁾(1937)によれば、オランダがジャワに達したのは1596年で、すでにポルトガルはブラジル(1531)、スペインはキューバ(1547)に糖業を始めていた。1600年代におけるジャワの産糖事情についてはH.C.Prinsen Geerligs(1949-62)と中村孝志(1949-62)の調査とこれを引用した戴²⁹⁾の研究報告がある。これによるとバタビア周辺での産糖量は1,171千斤(1652)、794千斤(1662)に達し白砂糖と黒砂糖が造られていた。いま仮りに砂糖1斤を1坪生産とすれば(黒糖標準³²⁾)、1,000斤 \div 33アール、1,000千斤を生産するには330haの収穫面積となる。したがって未だ微々たるものであったが、1652年以後はブラジルの戦乱によってジャワの東印度会社への比重が高まった。しかし、ビート糖の台頭(1883-84)、セレー病の発生(1880)による打撃を被る一方、実生繁殖法の発見(1887)と明暗の事態が発生した。パスルアン試験場は1887年こうした時期に創設された。

さとうきびを中心とする作付方式に関してジャワは特殊な歴史をもっている。1860年以後余年を経ない年代にジャワにレノーソ式Reynoso systemと称する水田輪作法がキューバより導入され¹⁾た。この方式は当時スペインの植民地であったキューバにおいて、1860年Reynoso, D.Alvarsのはじめたというもので、人力による深耕、密植により多収をあげる耕法であった。この方法は後述するジャワの水田輪作の基礎となった。

1923年世界的不況が糖業界にも押し寄せたとき、オランダ政府と製糖会社は、強制的に水稻-さとうきび-雑穀の水田輪作を施行した。筆者のきょとりによると、1923-1929年の間のわずか7年間にさとうきびの生産は6割を増加し、反面農民の一部には食糧不足による社会不安が高まったという。増産の原因はパスルアン試験場の交配、育成にかかるPOJ2827の普及にもよるが、水田の3年輪作があづかって力を発揮したものと考えられる。強制耕作の方法は、農民の土地の3分の1を強制的に製糖工場が借り受け、かつ用水の管理権を会社が掌握し、強制的にさとうきびを作付、原料とし

て買収した。ジャワにおける高収量，これを支える水田輪作は概要以上のような植民地政策が背景となっていた。

強制耕作の定着した1931年におけるジャワのさとうきび生産の概要は，パスルアンの糖業試験場年報（1968）によると，収穫面積200,488 ha，ha 当り収量130—136 ton で世界最高水準にあった。また歩留 recovery も13.8%と今日を上廻っていた。

(b) 戦後のさとうきび作と作付方式

諸報告は一様にジャワ糖業の衰退を示している。表19はパスルアン糖業試験場報告によるものであるが，1955年頃に至って作付面積増加が軌道にのり，収穫面積で704 ha を越えたにすぎない。生産の担当者は次第に会社直営（会社が農民の耕地を一時使用してさとうきびを，農民を働かせて栽培原料を確保する）が増加し1962年には90%となっている。

ha 当り収量および歩留りにおいても，表20にみるとおり，戦前を下廻り，収量はha 当り100 ton を下廻り歩留も10%を割っている。（1962年まで）

この状況，生産力低下の理由について，アジア経済研究所の斎藤（1964）は8つほどの問題点をあげているが，作付方式に関係あるものを列挙すると次のとおりである。

- ①借地契約が困難でさとうきびに適した農地，集団地が得られない。
- ②借地契約や苗の供給がおくれ植付の適期が失われる。
- ③用水の配分権が用水管理人に移り，稲，さとうきび，煙草の間における用水の配分が競合する。

表19 インドネシアにおけるさとうきび収穫面積

年	直営甘蔗 ha	同比率 %	買収甘蔗 ha	同比率 %	計 ha
1920					156,059
1931					200,488
1940	91,654	99.92	71	0.08	91,725
1951	44,927	97.51	1,145	2.49	46,072
1952	47,323	94.16	2,935	5.84	50,258
1953	45,000	84.36	8,341	15.64	53,341
1954	49,189	78.16	13,741	21.84	62,930
1955	51,445	68.61	23,535	31.39	74,980
1956	49,657	65.28	26,411	34.72	76,068
1957	52,265	73.32	19,063	26.68	71,461
1958	52,628	71.62	21,684	28.38	76,389
1959	55,554	72.26	21,411	27.74	77,197
1960	55,428	76.62	17,000	23.38	72,726
1961	60,012	82.41	12,868	17.59	73,158
1962	76,063	90.13	8,328	9.87	84,392

出所，パスルアン糖業試験場報告

表 20 インドネシアにおけるさとうきびおよび砂糖の ha 当り生産量

収穫年	工場甘蔗			買収農民甘蔗			合計		
	甘蔗	歩留り	砂糖	甘蔗	歩留り	砂糖	甘蔗	歩留り	砂糖
	トン	%	トン	トン	%	トン	トン	%	トン
1957	111.4	11.46	12.77	61.5	11.09	6.82	98.2	11.40	11.19
1958	103.7	10.68	11.07	62.5	10.24	6.40	90.8	10.57	9.60
1959	107.3	11.17	11.99	61.4	10.74	6.60	94.6	11.09	10.49
1960	90.8	10.94	9.93	54.2	10.61	5.75	82.3	10.89	8.96
1961	88.6	10.80	9.57	47.2	9.89	4.67	81.4	10.71	8.72
1962	72.4	9.95	7.20	45.7	9.63	4.40	69.8	9.93	6.93

出所, パスルアル糖業試験場資料

これを見ると, 戦後の改革により土地の所有, 利用権, および水の利用権は農民の手に移り, 会社がそれらを契約によって借りることにより, さとうきびの栽培がおこなわれている。したがって, 水田輪作, 強制耕作の社会的基盤が変わり, 戦前の生産力が発揮でき得ない状態にある, といえよう。

(c) 近年におけるさとうきび作と作付方式

筆者の 1973 年における調査によると, インドネシア政府は, 革命後の土地や水の制度を維持しな

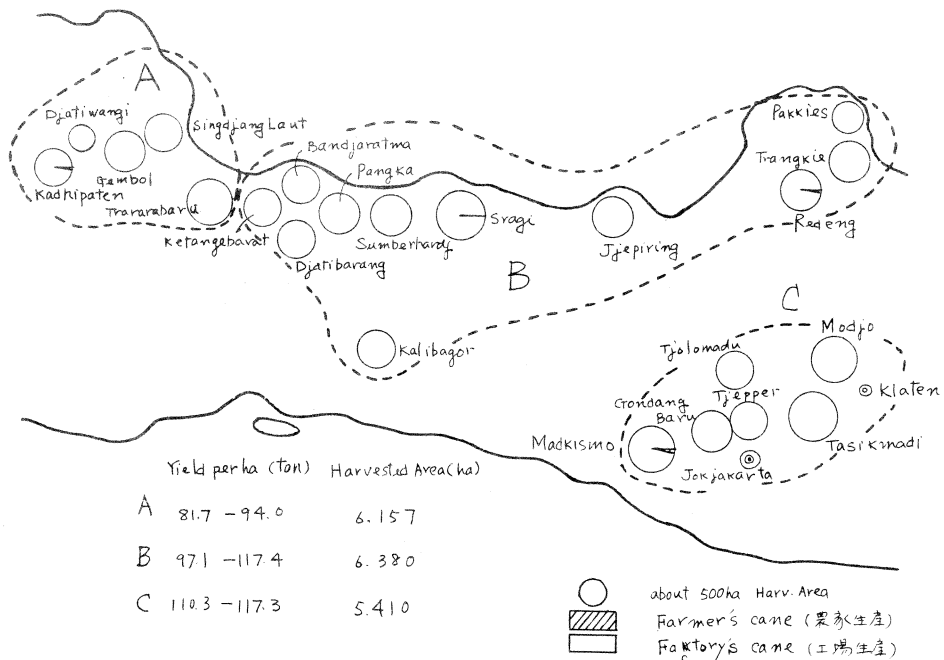


図 16-1 工場別さとうきび収穫面積および収量 (1972)

ジャワ島中部
 出所, Pasuruan Exp. St. 年報を基礎に 1972年調査の数値を記入

がら、一部戦前の水田輪作，計画的耕作および会社の栽培・買収の姿を復活させようとするかにみえる。例えば、東部の農村ケデリー-Kedeli 付近では、製糖工場と農民との契約によって契約栽培と売渡しがおこなわれており、作付方式はさとうきびの戦前における前後作にならって、しかし農民の自由意志で、水稲と雑作が作付されていた。水稲—さとうきび—雑作（大豆，かんしょ，キャツサバ，とうもろこし，落花生等）の水田輪作はその原型が定着しているものと思われた。

図16は1968年のインドネシア糖業試験場の報告をもとに、収量および収穫面積について1972年の数値を入れたものである。概括的にみて表20にあらわした1962年に対して、収量は増加し、アジア地域では最高であり、筆者の調査したSurabaya — Pasuruan — Kedeli — Klaten — Jogjakarta を通ずる沿線のさとうきびはha 当り100 ton を越す景観を10月の圃場に現わしていた。地域的にみるとジャワ島のさとうきびは雨期と乾期が集中する東部が中心で生産力も高く、会社直営のさとうきび作の占める割合も90%と極めてその比率が高い。

図16でA~Gは工場所在地を中心とする集貨区域で、筆者がグループ分けをおこなったのであるが、AとBをのぞいて他のグループはha 当100 ton 以上でC, F, Gは110 ton を越す高収量である。高収量の要因として考えられる要点は次のとおりである。

①雨量分布が年間乾期と雨期に分れる，中・東部地区に集中栽培されている。

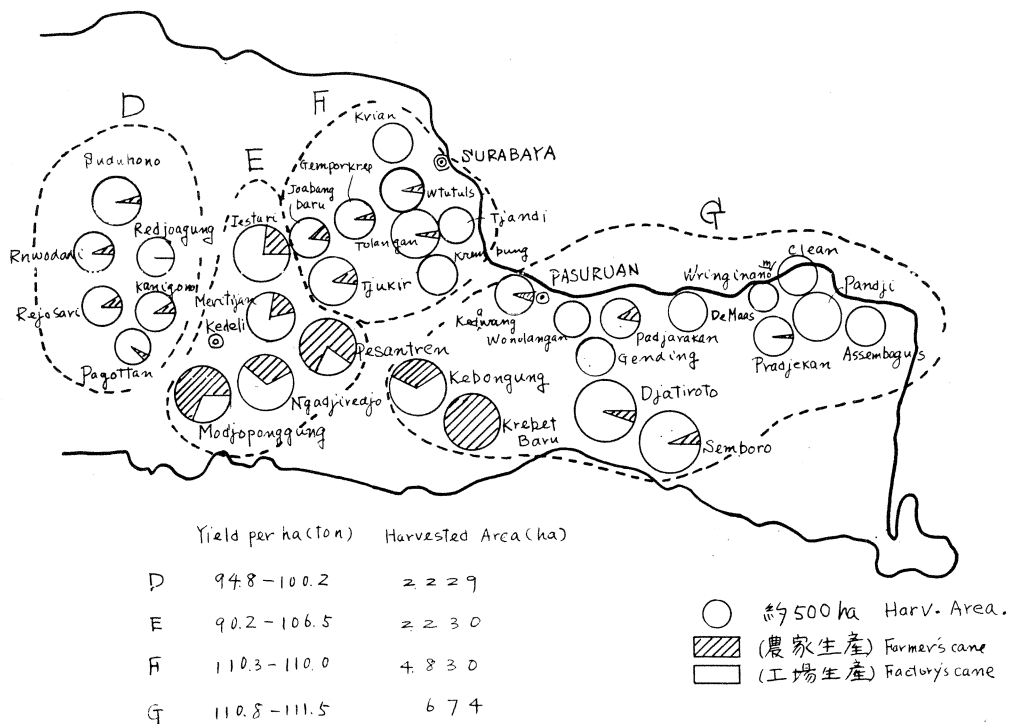


図16-2 工場別さとうきび収穫面積および収量(1972) ジャワ島東部

- ②かんがい，排水の可能な水田に，慣行的に明きよ工事がほどこされ，用排水が充分おこなわれている。
- ③水稲—さとうきび—雑作の3年水田輪作が原型として定着している。
- ④オランダ統治300年にわたる栽培技術と合せて勤勉な労働力が安価にえられる。
- ⑤会社の直営が，原料生産確保のための肥培管理，防除等を可能にしている。

品種改良の成果については戦前のPOJ3016が60%（別資料で43%）POJ3067が10%（別資料で38%），要するにPOJが70—80%を占めているところからみて新しい品種（PS）によって収量が高められているとは考えられない。

(2) 水田輪作の技術と試験研究

伝統的にジャワのさとうきび作の中心技術となってきた，水田輪作について，その発展と経過，技術の内容ならびに試験研究との関連を明にしてみたい。

(a) 水田輪作の展開

1910年以前におけるジャワの水田輪作について，金子は「瓜哇の輪作に三種あり」

第1年	第2年	第3年
甘蔗 — 常食作物，米	— 常食作物，米	
甘蔗 — 常食作物，米		
甘蔗 — 米	— 常食作物，米	

「常食作物と称するのは落花生，豆類，王蜀黍，キャツサバ，芋薯にして，甘蔗の前作は必ず稲なり」としている。したがって60—70年以前に水稲—さとうきび—雑作の水田輪作が定着していたことがわかる。

前述したレノーソ式はジャワに導入されてから糖業会社の工場を中心に，その気象，土壌，用排水ならびに労働事情に適したいくつかの亜型を形成し，普及した。金子によりその主要なものが次のように紹介されている。

- チヨマール Tyomal 式：西ジャワ
 パスルアン Pasuruan 式：東ジャワ
 モジョパングン Mojopamgung 式：東ジャワ
 シドアルジョ Sidoarjo 式：地域不明
 ゴンベン Gonbeng 式：地域不明

（注：地域は筆者により図上で判定）

金子によると，Pasche（1891）はその著「世界の糖業Zucker Industrie u. Zucker Handel der Welt」のなかでレノーソ式輪作について「最も集約にしてかつ合理的」とし「その長所は，完全な灌排水，便利な作業，深耕と密植，培土による新根発生と養分吸収とし，多額の労働費は直立した良質蔗茎の産額によって，償うて尚餘ある」としている。さらに金子はKobus（1896）の「Over Grondbewerking，Platen het Onderhound der Anplating by de Rietcultuur」によってその栽培法をのべているが主要な点は次のとおりである。

- ①必ず水稲跡にさとうきびをつくる。
- ②水稲の跡地において蔗園を圍繞する主溝を堀り灌がいと排水を兼ねる。
- ③主溝と直角に多数の横溝を堀り、両者を連結して灌排水をおこなう。

筆者は1973年の東部および中部における農村調査において随所に①②③の作業が適確におこなわれていることをみとめた。たとえばかんがいと排水を溝が兼ねるとはいかなることを示すのか疑問をもって調査したが、丁度9月中旬、水稲の刈取跡に排水溝を堀り、かつ溝底の水を植付直後の蔗茎に手に小さいバケツを持ち水をかけていた。レノーソ式の水田輪作法とその亜型は広くジャワ島においてその原型をとどめ、ジャワのさとうきび作を支えていると考えられる。

(b) 近年における水田輪作と問題点

山崎(1973¹¹⁹)はジャワの水田輪作の高い収量の要因として、気候、風土の外にかんがい設備の完備、品種の優良性、3年輪作ならびに集約栽培法をあげている。

小島らは1960年約1カ年間インドネシアの稲作について調査をおこない、ジャワの「水田作付様式」について報告、そのなかでさとうきびと水稲との輪作方法について次のようにのべている。

- ①2年2作の場合は5月にさとうきびを植え付け翌年10月に刈取り、11—5月雨期作(水稲)となる。
- ②2年3作の場合はさとうきびの刈取りが早まりこの間に雑穀が入る。
- ③施肥はさとうきびに対しておこなわれる場合が多く、その残効が後作である水稲、雑穀等の肥料を節約する。

但し、筆者の現地所見としては10ton前後の収量をあげたさとうきび跡地はその剝葉が堆積し、かつ頑丈な畦に根株が残りその整地を完全におこなうことは容易ではない。したがって雑作を1作入れることが水稲の栽培にとって有利ではないかと考えられる。

筆者は1973年9月に東部の農村Kedeliを調査した。前項末尾にのべたかんがい排水溝は、主溝の巾約30cm、深さ80cm。側溝はこれと正しく直角に30%ぐらい狭く浅く設けられていた。用水の計画と実績の記録は極めて周到刻明で、わが国の土地改良区に比較しても劣らぬものであった。水の利用もまたオランダ統治以来の伝統が活きているとみられた。

輪作様式については、水稲—さとうきび—雑作の基本は守られているようであるが、株出が1回あるいわ2回の畑がみられ、株出はここでも増加傾向にあるようである。

会社直営によるha当りのさとうきび生産に要する費用を、ききとりによって概算すると、Kedeliでは次のとおりであった。

土地借上料	120千RP	43%
労働費	100	36
肥料費	50	18
水利費	10	3
計	280	100

仮りに ha 当り収量 100 ton とすると原料価格が ton 3,000 RP として, ha 当り 300 千 RP の粗収益となり生産に要する費用を償うことができる。なお調査時 100 RP = 70 円であった。

ところで, 土地借上料が ha 120 千 RP, 費用の 43% ということは極めて特徴的である。会社はこの支払いに苦慮しその経営を圧迫しているという。農業者にとっては地主としての地代である。労働費は農業者としては労働所得となる。100 千 RP の労働費は当時の労賃を 1 日 100 RP とすると ha 当り 1,000 人の投下労働となる。如何に労働集約的であるかがわかる。水田輪作は会社の支払う高い地代と農民の提供する低賃金に支えられた作付方式である。といえる。

(c) 水田輪作と試験研究

レノーツ方式に対する試験研究機関の見方

：パスルアル試験場の 1968 年の報告のなかの助言サービス部門の項に「可故, 今流行のレノーツ方式を使って栽培をするか」, 「レノーツ方式による栽培技術, 蔗苗栽培の重要性及び品種の決定要因」という講演題目がある。これはパスルアン試験場のスタッフのおこなった地方での講演である。したがって,

- ①レノーツ方式は現在流行していること。
- ②試験場はその栽培法について支持している。
- ③レノーツ方式に関連して, 栽培や蔗苗あるいは品種等の技術的裏付けをしている。

すでに一世紀近い以前にジャワに導入されたレノーツ方式とは改良が加えられて技術内容も改善が加えられていると予想されるが, この方式の名前がそのまま使われる限りにおいては, この方式, 水稲-さとうきび-雑作の 3 年水田輪作が試験研究面としても支持している水田輪作法であることに間違いのない水田輪作に対する試験研究機関の認識

：筆者が 1973 年 9 月パスルアン試験場を訪門した際, 品種改良関係の試験圃場として輪作水田が使用されていた。これは後述するインドのコインバトル研究所 *Coinbatore Institute* が輪作畑において育種関係の試験をおこなっていたのと同様である。

パスルアン試験場においては, たとえば系統の収量性比較や耐病性検定等も水田輪作圃場が用いられている。要するに水田輪作は試験研究の前提となっているように思われる。水田輪作の効果を聴きとろうとしても比較の対象が浮ばないので, そうした質問したいが意外な感じを研究者に与えたようであった。しかし, 強いて聴き出した, パスルアンの *Technologie Division* の *Chief* の輪作に対する経験的認識は次のとおりである。

- ①水稲の収穫跡地では, 土壌水分が豊富で蔗苗の活着が良い。また初期生育も良い。乾燥する場合は排水溝の水をかん水する。
- ②畦の高さを地下水にマッチして作るならば根の部分に適度の水分を与えることができる。
- ③水田から畑への変化が土壌の理化学的性質を有利にするのではあるまいか。
- ④水田期間にさとうきびのセンチウを少なくすることができる。
- ⑤湛水によって畑雑草が抑圧される。

⑥水稲に施肥された肥料の残効を利用できる。

以上の①—⑥に関連したパスルアン試験場の報告を得ようとつとめたが、把えることができなかった。水田輪作についてはいくつかの試験がおこなわれたであろうが、すでに水田輪作は慣行技術として定着し、通念化したと思われる。

輪作とセンチウの関連についてはⅣ総合考察においてのべるので、ここではパスルアン試験場病害虫部の Ir. Siwojo よりのききとり結果をのべることにする。

①かけ流しかんがい flood irrigation を2週間に3回程度おこなうことによりセンチウは減少する。

②さとうきびの連作の場合は明らかにセンチウが増加する。

③畑状態におけるさとうきびのセンチウは水田化により減少する。

④さとうきびのセンチウのなかで被害を及ぼす点で重要なものは次の2つである。

Trichodorus christie e ユミハリセンチウの1種

Xiphinema index オオガタハリセンチウの1種

これを要するに、ジャワにおけるさとうきびを中心とする作付方式は水稲—さとうきび—雑作の水田輪作によって代表される。この輪作は約一世紀前導入されたレノ—ソ式とその亜型にもとづくもので、ジャワのかんがい排水の可能な水田や低賃金で勤勉な労働力等に支えられて島内に広く定着し、戦前は世界最高、戦後もアジア最高の収量をあげている。レノ—ソ式水田輪作は今日も試験研究機関によって支持され、輪作はさとうきび栽培上通念となっている。

4. インド

(1) さとうきび作の概況と作付方式

世界の糖業国のなかでインドはもっともその歴史が古い。また現在、作付面積が最大でかつ単位面積当り平均収量が最低、という特色をもっている。作付方式についてもインド特有のものがある。

(a) 作付面積と単位面積当り収量

糖業年代記⁵⁾によると世界の歴史にあらわれた糖業のもっとも古い記録は、紀元前1,200年頃さとうきびが「極楽浄土の食品として」つくられたというインドの歴史である。

近年のさとうきび作を1968—69年の統計¹¹⁰⁾でみると、収穫面積2,460千ha、蔗茎生産量117,600千ton、ha当り収量47.8tonで前年にくらべて増加の実績となっている。1950年代後半以後におけるアジア地域におけるさとうきび作付面積増加の70%はインドの作付増大に因るものである。したがって慢性的食糧不足に悩むインドとしては、穀類等の食糧作物とさとうきびとの間に土地利用上の競合が予想される。台湾の項(Ⅱ—B—2)で研究したような問題はインドでは作付方式のうえでどのようなになっているであろうか。

1973年10月筆者が調査した時期においては、インドの中部および南部地方ではかんがい水と土地の利用をめぐる食糧作物との競合が烈しいため、さとうきびの栽培条件としては南部におとるといわれる亜熱帯気候の北部インドにおいて面積の拡大がおこなわれていた。たとえば北部インドは¹⁰³⁾

(Utter Pradesh 州はインドの州のなかでもっとも作付面積が多い) 全体の 5.7% を占めているが、粗糖 raw Sugar の生産量は 4.7% である。

作付方式を検討する前提として、州ごとの生産量と acre (ha) あたりの収量をあらわしたのが図 17 である。もっとも収量の高いのは Maharashtra および Andra Pradesh 州で ha 当り 6.6 - 7.3 ton である。次が南インドの Mysore や Madras 州で、栽培面積最大の Utter Pradesh 州は ha 当り収量 3.6 - 4.9 ton である。

インドのさとうきびは在圃期間 (したがって栽培時期) によって 3 種類に分れ、収量もまた作付方式も異っている。Indian Council of Agricultural Research¹⁰³⁾ の出版物によってこれを説明する。

eksali : 在圃期間 11 - 12 月, ha 当り 3.5 ton 位いの収量。主な栽培地域は Assam, Bihār, Utter Pradesh, Punjab, Rajasthan ならびに北部の Madhya Pradesh である。Bengal,

Orissa, Kevala では 3.0 - 5.0 ton, Maharashtra, Mysore, Andra Pradesh,

Madras では 6.0 - 8.0 ton を生産する。しかし施肥やかんがい条件が良好ならばこの 2 倍の収量をあげることができる。

adsali : 18 カ月在圃, 南インドでは 10.0 - 14.0 の ha 収量をあげているところもある。Bombay や Decan の地域では多肥と充分なかんがい条件下では 16.0 ton 以上をあげることができる。植付は 7 - 8 月。

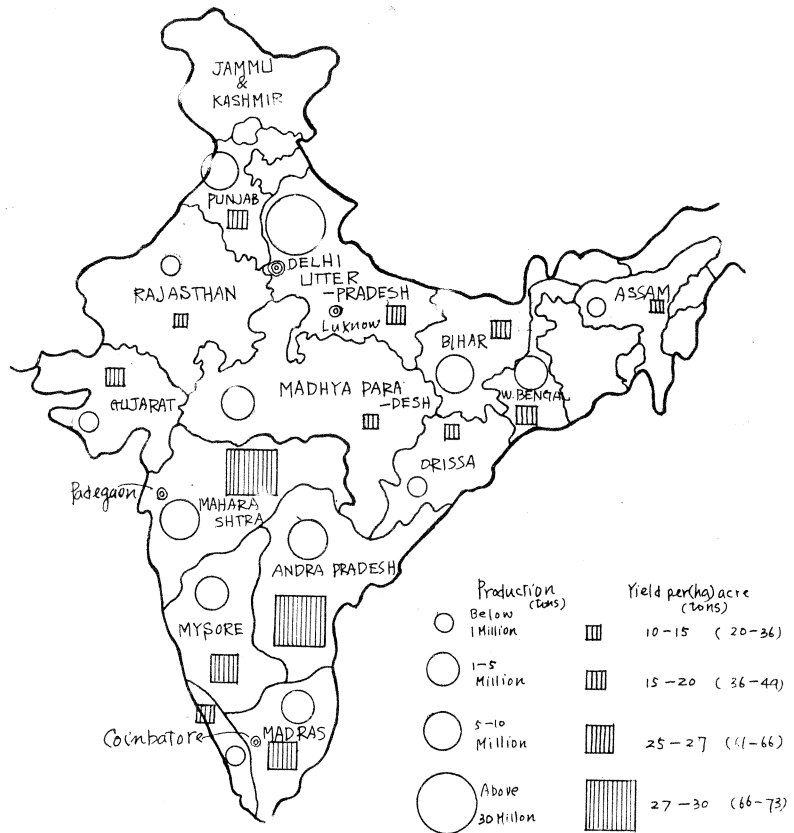


図 17 India Sugarcane Production Yield per acre (ha) (1960-61)
 本所, J. THULJARAM RAO & U. VIJAYALAKSHMI, Coimbatore Sugarcane Breeding Institute. (1962) 引用文献 78)

eksali は12—2月植付, 11—12カ月在圃, Maharashtra Mysore が代表的な州である。

なお「Pre — Seasonal」と称する10—11月植え, 15—16カ月在圃のさとうきびも一部にある。

したがってインドにおけるさとうきびを中心とする作付方式を研究するには, これら在圃期間の異なる作型ごとに作付方式を研究しなければならない。

(b) 連作・輪作に対する考え方と指導

土地面積327百万haの約43%が耕地化され, そのうち約20%がかんがいされたインドにおいては, 世界の農作物のほとんどが栽培されている。¹¹⁰⁾したがって上述のさとうきびの作型と合せて, 作付方式は極めて複雑にならざるを得ない。

輪作の認識と指導: インドにおける栽培に関する著作には必ず輪作 rotation の項が設けられている。一例として, Indian Council of Agricultural Research の Hand Book of Agriculture をみると作物ごとの品種, 栽培法, 施肥, 病虫害防除の技術項目と並んで必ず輪作が1項としてあげられている。¹⁰³⁾インドでも輪作は通念となっており, 農業技術指導上でも重要な項目として採りあげられている。連作および採出しに関する認識と指導: 指導書および後述する国の研究機関においては連作および採出について明確に否定的な考え方をもっている。上記ハンドブックにおいても「さとうきびは3—4年の間に1回以上作付されてはならない」, 「株出は1もしくは2回」としている。大部分の州が株出は一次株出 first ratoon まではみとめているが, 2回以上の株出は病虫害の増加および雑草繁茂の点などからおこなうべきでない, としている。株出のさとうきびはカンシヨシンケイハマキ *Eucosma schistaceana* Snellen: sugar shoot borer に休眠する場所を与えるので, 収穫後は根株を速やかに掘り起して焼き捨てる, ように指導されている。

(c) 輪作の地域的展開

インドにおいてさとうきびを中心とする輪作がどのようにおこなわれているかを適確に把握することの困難な理由としては, その地積広大, 社会事情複雑の外に, さとうきびに3—4の作型があり, かつ作物が多種, 栽培法が多様なことがあげられる。それで, 1973年10月の調査において現地において確認した輪作様式と参考文献に記載されたものをあわせて, 図18に示す程度にとどまった。¹⁰³⁾まず, 北部においては, さとうきび—小麦もしくは綿—豆科作物が代表的輪作様式と思われる。豆科作物としては, 飼料用の豆(ヒヨコマメ gram or chick pea)もしくは緑肥, 落花生などが作付される。後述する Lucknow 地方ではさとうきび—緑肥の輪作が試験研究をもととして行われているといわれる。緑肥作物の1つとしてはクロタラリアがある。これはセンチュウの killing crop として考えられている。(II—B—4—(2)—(b)および(c)参照)。

東部インドにおいては水稻—さとうきびの水田輪作 paddy rotation がおこなわれていると記載されているが¹⁰³⁾実態は確めていない。

半島北部インド Peninsula India の Maharashtra 州 ではさとうきび—株出—小麦—棉も

しくわ飼料用豆が代表的といわれる。筆者の訪問した maharashtra 州西北部の Padegaon Sugar Institute

の38年間の輪作 (II-B-4-(2)-(b)) はさとうきび—ソルガム—落花生の3年輪作であった。

半島中部の Mysore や Maharashtra 州の一部ではかんがい水が充分あり、かんがいに対する圃場区画のできているところでは水稲—さとうきび—雑作が強制的におこなわれているといわれる。図17



図 18 インドにおける輪作の地方例

出所, ▲ 1973年の調査による
● 引用文献 (103) による

註, () は輪作のちがなわれている地方

にみるように同地域はインドでも最もさとうきびの単位面積当り収量が高いところといわれるが、用水をめぐる、土地・水の利用に何らかの規制が加えられ、輪作によって高い収量をあげているとすればジャワにおける水田輪作の過去と現在に照し合せて興味深い問題である。なお、Andra pradesh 州においては、さとうきび—株出—水稲—緑肥の水田輪作が、Mysore 州においては、さとうきび—棉—緑肥の輪作がおこなわれているという。

南部の Coimbatore 研究所とその近くでは、さとうきび—ソルガム—クロタリヤ、さとうきび—棉—落花生の輪作がおこなわれていた。同研究所の輪作は、さとうきび—ソルガム—豆科作物が標準とされていた。

しかしながら土壌・用水・市場等との関係で数多くの作付方式がおこなわれている。かんがい用水が豊富でかつ都会に近いところではさとうきびと商品作物(ばれいしょ,とうがらし,しょうが,たまご

ぎ、うこん、やまいも、バナナ)との輪作が組まれるという。

(2) 輪作の技術と試験研究

インドの南部、中部ならびに北部に所在する国の研究機関においておこなわれている輪作に関連する研究について、筆者の調査をもとに明らかにし、輪作の技術的問題に触れてみたい。

(a) Coimbatore Sugarcane Breeding Institute

インド南部に位置するこの研究所を基礎的な研究部門からながめてみた。この研究所において現在「輪作」という扱え方での研究はおこなわれていない。しかし見方を変えると通念化した「輪作」を前提にして各部門が研究をおこなっている、といえる。それは、インドネシアにおける Pasuruan Sugarcane Experiment Station の場合によく似ている。たとえば、育種研究、品種改良関係研究においてその使用する研究圃場は、さとうきび—ソルガム—豆科作物を代表型とする輪作のおこなわれた圃場である。この3年輪作には豆科作物として落花生やクロタラリヤ(緑肥としてかつ nematodes killing cvop を意識して)が用いられている。

センチュウと輪作との関連性に関係した研究は現在ここでもおこなわれていない。センチュウ研究室の Dr. Usha によると、かんがいによって明らかにセンチュウの数は減少するが、そういった研究はおこなわれていない、という。また彼女はクロタラリヤを nematodes killing crop としてみとめているが、これを輪作に入れた場合におけるセンチュウの変化、たとえば個体数や種類、についての研究も未だおこなわれていない。したがって、センチュウに関する上記の判断は主として南阿連邦のナタールなどの研究や情報によっている。

(b) Padegaon Sugarcane Research Station

半島部インドの西北に位置するこの研究所は長期輪作試験を続けている点で重要性を持つ。この輪作は1939年に開始され、3年輪作、さとうきび—ソルガム—落花生を1サイクルとし、これを10回つづけた。場所はいわゆるインドの black cotton soil でかんがい施設は整備されている。所長の P.M. Joshi らはこの研究結果を Longterm effect of manuring, cropping and cultivation practice on the cane yield and soil property³⁶⁾ と題して1973年の I.S.S.C.T. に報告している。この研究は有機物(堆肥と groundnuts cake)の長期間施用が土壌の肥沃度 soil fertility に及ぶ効果をみようとしたところにある。その研究の方法として輪作を実施している、とみられる。しかし、輪作の影響を無視しているのではなく有機物の施用が輪作と合わさって肥沃度に影響をもたらしている。という以外説明の方法が見当たらない。ここでも、インドにおける輪作の通念化の事実を認める結果となる。

このような輪作の通念の起源は何処に求めたらよいのであろうか。この研究所が設置されたのは1935年で当時は英国の植民地支配のもとにあった。このことから、輪作の発祥地である英国の伝統的輪作⁷²⁾にその基礎をおいていると推測してよいのではあるまいか。

(c) Lucknow Indian Institute of Sugarcane Research

インド北部 Delhi の東ガンジス河の沖積地に位置するこの研究所は、育種研究を除いてさとうきび

に関して南のCoinbatore Institute と列んで活発なる研究活動をしている。作付方式に関する研究としては、緑肥との長期輪作試験がもっとも重要である。

すなわちUtter Pradesh, Punjab, Bihar のいわゆるガンジス沖積地の1,820千haのさとうきび作付地を対象として、1930—61年の間Lucknow を中心に5カ所を選んで緑肥との輪作試験をおこなっている。緑肥としてはクロタラリアを用いている。その効果は緑肥のないものに対して20—40%の増収をみるめた。この研究はA. Singh (1963) によっておこなわれA critica⁵⁹⁾ evaluation of gveenmanuring experiments on sugar in North India と題して公表されているが、病理学者である彼は筆者の質問に答へて、この研究における増収効果は緑肥のもたらす有機的、無機的化学成分の影響と同時に緑肥の施用による作物の栽培環境の変化(センチュウをはじめとする病害虫の発生状況や雑草繁茂等)が重要である、としていた。この研究は通念化した輪作の合理性認識に関して解析を加えた(筆者の見分し得た)インドにおける唯一の研究であった。

以上インドにおける作付方式に関してのこれまでの論述を要約すると、インドにおいてはさとうきびを中心とする輪作が通念として存在し、輪作はインド各地に展開し地域によって様々な輪作様式がとられている。輪作の発祥は審らかでないが英国の統治によって採用されたものと思われる。作付方式に関連した研究は20—30年にわたるものがあるが、有機物施用、緑肥の効果を輪作のなかで試験するといった研究が大部分で輪作そのものに関する研究あるいは考察という点では物足りなさを感じる。しかしながら輪作を強くとりあげた永年の施策と研究はインドにおける農業生産と地力維持に役立っていると考ええる。

5. ハ ワ イ

この研究上、ハワイにおけるさとうきびを中心とする作付方式を研究することは、次の3つの理由で極めて重要である。

- ①自然的、社会的に極めて沖縄と類似し近縁である。
- ②徹底した単作monoculture である。
- ③単位面積当り収量が世界最高の水準である。

(1) さとうきび作の概況

HSPA(Hawaiian Sugar Planters Association)¹²³⁾によるとハワイでさとうきびがはじめて作られたのは1802年にLanai 島における中国人による栽培であった。最初のプランテーション経営は1835年で、以来この大農場経営方式がとり入れられた。

(a) 作付面積の変化

1900年代に入っからの作付面積total cane land area , 収穫面積acreage harvested を図19, 表21についてみよう。

作付面積は1908—09年期すでに20万acreをこえ、1930—34年には25万acre台を越えたが、現在は23万台となっている。作付面積が安定している点は沖縄・ジャワと対比して特徴的である。しかし1974年現在は住宅地等との競合により面積は縮少気味であるといわれている。

収穫面積も1946年と1958年をのぞいて10万acre台に安定している。1958年はKauai

表21 Sugarcane Production in Hawaii

Production year (beginning Oct. 1, ending Sept. 30)	Total cane land area ① 1000 Acres	Cane used for sugar		Tons Sugar per acre	Tons cane per ton sugar	② ① × 100 harvested area cane area %
		Acreage harvested ② 1000 Acres	Average yield per acre Short tons			
1908 — 09	202	106	38.2	5.14	7.42	52
1909 — 10	209	100	37.4	4.81	7.78	53
1910 — 11	214	113	41.0	5.16	7.94	53
1911 — 12	216	114	41.4	5.34	7.75	53
1912 — 13	216	114	39.1	4.90	7.99	53
1913 — 14	217	113	44.4	5.54	8.01	52
1914 — 15	240	113	45.8	5.75	7.96	47
1915 — 16	246	115	42.1	5.17	8.14	47
1916 — 17	247	117	44.4	5.57	7.98	47
1917 — 18	247	120	40.5	4.86	8.34	49
1918 — 19	240	120	39.6	5.07	7.81	50
1919 — 20	248	114	39.2	4.91	7.98	46
1920 — 21	237	113	41.2	4.83	8.53	48
1921 — 22	229	124	41.0	4.98	8.23	54
1922 — 23	235	114	39.9	4.85	8.23	49
1923 — 24	232	112	50.7	6.42	7.91	48
1924 — 25	241	121	52.2	6.47	8.06	50
1925 — 26	238	122	53.1	6.58	8.07	51
1926 — 27	235	125	56.1	6.68	8.41	53
1927 — 28	241	132	58.6	7.00	8.37	55
1928 — 29	240	129	57.7	7.16	8.05	54
1929 — 30	243	134	58.7	7.02	8.36	55
1930 — 31	252	137	61.9	7.43	8.33	54
1931 — 32	252	140	63.4	7.57	8.38	56
1932 — 33	255	145	59.1	7.34	8.05	57
1933						
1934	252	134	59.5	7.14	8.33	53
1935	246	126	67.8	7.82	8.67	51
1936	246	131	70.1	7.97	8.80	53
1937	241	127	69.5	7.46	9.32	53
1938	238	136	65.0	6.92	9.39	57
1939	235	138	62.2	7.18	8.66	59
1940	235	136	62.7	7.16	8.76	58
1941	238	131	65.5	7.24	9.04	55
1942	225	115	69.0	7.58	9.10	51
1943	221	114	71.9	7.79	9.24	52
1944	216	110	71.5	7.99	8.95	51
1945	211	103	71.4	7.96	8.98	49
1946	208	84	71.1	8.06	8.83	40
1947	212	113	70.3	7.72	9.11	53
1948	207	100	75.4	8.35	9.03	48
1949	213	109	73.9	8.76	8.44	51
1950	220	109	74.7	8.78	8.51	50
1951	221	109	77.4	9.09	8.51	49
1952	222	108	80.4	9.44	8.52	49
1953	222	108	83.1	10.15	8.19	49
1954	220	107	87.8	10.02	8.75	49
1955	219	106	93.0	10.74	8.66	48
1956	221	107	92.7	10.28	9.01	48
1957	221	107	88.5	10.16	8.71	48
1958	222	84	89.8	90.9	9.87	38
1959	223	110	85.3	88.3	9.66	49

表 2 1 つづき

Production year (beginning Oct. 1, ending Sept. 30)	Total cane land area landarea ①	Cane used for sugar		Tons Sugar per acre	Tons cane per ton sugar	② × 100 ① harvested area cane area
		Acreage harvested ②	Average yield per acre			
	1000 Acres	1000 Acres	Short tons	Short tons	Short tons	%
1960	225	104	832	903	9.20	46
1961	227	108	886	10.09	8.78	48
1962	229	109	904	10.31	8.78	48
1963	231	107	934	10.25	9.12	46
1964	233	111	948	10.64	8.90	48
1965	236	110	980	11.11	8.82	47
1966	237	111	988	11.12	8.89	47
1967	240	112	988			47
1968	243	114	994			70
1969	242	113	958			47
1970	239	114	919			48
1971	232	116	923			50
1972	230	109	915			47

出所, 引用文献 123)

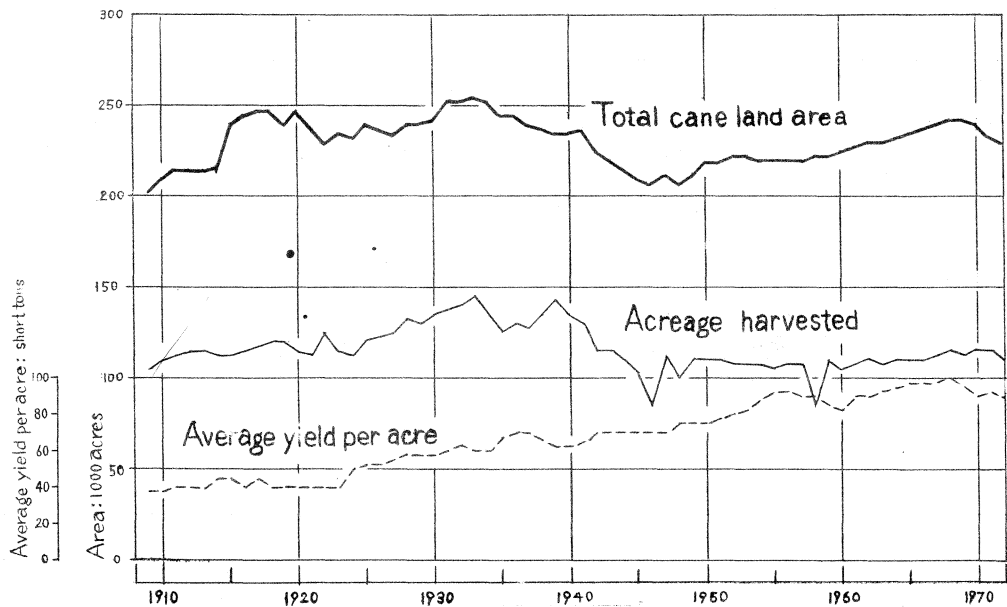


図 19 ハワイにおけるさとうきび生産の変遷

出所, 引用文献 122)

島を中心とする暴風雨の年である。したがって収穫面積の割合は50%前後に安定している。いいかえれば作付面積のうち収穫・未収穫面積が半々という形が長期にわたって続いている。ハワイでは新植後23-24カ月で収穫、株出を2-3回おこなうから、収穫・未収両園ともほぼ同じ割合の新植・株出割合で占められ、株出回数もほぼ2-3回という作付・収穫が半世紀近くもつづいてきたのではないかと思われる。さすれば、さとうきびの作付方式は新植-株出-株出-新植という安型的な作付方式が続いてきたものと思われる。これらの点は作付面積とともに株出面積や株出率変動する沖縄と極めて対照的である。

(b) 単位面積当り収量の変化

ハワイの単位面積当り収量は図19にみるように1925年acre当り50ton台を越え、年々着実に増加し、1962-66年期に至る57年の平均収量95.08tonは1908-13年期の平均収量39.42tonの2.41倍となっている。単作ひいては連作は作物の収量を低下せしめるという常識とは反対に半世紀にまたがって、単作・連作のもとに収量を増大してきた要因を研究することは極めて重要である。

(c) 経営規模

ハワイのさとうきび生産はハワイ、カウイ、マウイおよびオアフの島々でおこなわれているが、各島における農場数とさとうきびの作付面積をみると、ハワイ州全体で1972年577農場、平均397.9acreで、1963年の1.4倍である。しかし農場の98%はハワイ島に集っており、1農場あたり184.9acre(1972)であるが1963年の1.4倍である。カウイ、アウイ、オアフの1農場当り作付面積はそれぞれ7,800, 15,000, 10,900acreと大規模で農場数もそれぞれ6, 3, 3と極めて少ない。年々農場の集中、大規模化がおこなわれた。ハワイにおけるさとうきびの作付方式は大規模経営のもとにおけるものである点、前述した各地域の一般的作付方式と経営の基盤が異なる。

(2) 単作の技術と試験研究

児玉(1912)はその著「甘蔗農学」のなかで、1912年当時ハワイをさとうきび単作の地域としてあげているから1900年代に広く単作がおこなわれていたことに間違いはない。しかし、さとうきびの作付方式に関し輪作をとっていたという事実もあるし、かつまた単作による連作害を説く研究者も現在いる。⁵⁰⁾

(a) 輪作に関する経験と認識

1908年ハワイ大学の出版にかかるThe story of cane sugarによると、この指導書の用いられた当時はかなり多くの農場が輪作をおこなっていたようである。「農家はgrassとかカウツピースその他の多汁質の作物をつくり未成熟のままプラウをかける。この目的は土壤にgreen vegetableを入れ腐敗させて地力を増加させるところの腐植をつくることになる」とし「農家がおのあとに植える作物に有利である」と、さとうきびの間に緑地として牧草等を挿入する、いいかえれば輪作をすすめている。プランテーションについては「緑肥を犁き込むことはSugar plantation practiceとしては困難であるが、さとうきびの収穫と植付との間に土地が空くことがあるので、そのとき行くと有利

である」と指導している。

1953年第8回I.S.S.C.T(International society of Sugar Cane Technologist)においてW.P.Alexander¹¹⁾らはハワイにおいて7年間、さとうきびとパイナップルとの輪作試験をおこない、両作物において増収がみとめられることを報告、その終りの結びとして「人々が monoculture の秘密についてもっと学び、かつ新しいくんじょう剤、殺虫剤ならびに除草剤などその効果的な利用法について学ばない限りは、crop rotation はポピュラーであり続けるであろう」といっている。すなわち1953年当時はcrop rotation は未だ農家の間にポピュラーなものであったこと、これをmonocultureにかえるためにはその、おそらく経営方法、未解決な問題を明らかにすることと、センチュウ等の害虫ならびに雑草等の栽培環境を不利にする動植物を駆除するための薬剤と利用法が必要である。としている。

1959年開かれたI.S.S.C.Tはその開催地をハワイにおき、とくに、さとうきびの収量低下の問題についてシンポジウムが開かれた。ハワイからの代表して報告したR.M.Humbert¹²⁾は「Soil as a factor in varietal decline」と題して発表し、そのなかでshifting cultivationの意義を説き、終りに土壌の物理性と根に関する研究から「rotation of crop の技術的效果をみとめる」と結んでいる。さとうきび単作のハワイにおいてその収量性を問題にしたシンポジウムで、輪作の収量のうへの技術的有効性をみとめた点は重要である。

1968年第13回のI.S.S.C.TにおいてJ.N.Warner⁵⁰⁾はH37-1933というハワイの品種の収量性が落ちることについて研究し、その原因を連作による根の部分のセンチュウとpythiumの増加にある、と報告した。この点についてはⅣ総合考察のところさらに説明を加えるが、彼が近代的経営と技術をもって著名なプランテーションを持つ会社であるBrewer社の研究者であるところにとくに興味深い。

以上の例をみても、ハワイのさとうきび作は輪作を経験し、その合理性をみとめながらも社会経済的与件に適応すべく(Ⅳ-D参照)単作を採用し、連作によって生ずる技術的問題の解決に努めている、とみることができる。

(b) 連作に関する技術と研究

上記のように、単作・連作が一般化したハワイにおいて、輪作の技術的合理性を認識する研究者等がいる反面、これに反して輪作の技術的合理性をも否定し単作・連作を技術的に合理的とするかに思われる多数の研究者等がいる。H.F.Clement⁷⁴⁾はその代表的な1人である。彼は1974年筆者の質問を仲介した工藤(農林省熱帯農業研究センター沖縄支所)に次のような内容のメモを渡してくれた。「ハワイにおいては、そのさとうきび生産はmonocultureによって、集約的に続けられてきた。これは品種改良計画と大量かつ完璧な施肥を伴っていた。acre当り収量は確実に増加してきた。しかし今日は、圃場におけるあらゆる労働が手でおこなわれ、圃場に何等の損傷のない時代とちがって、重機械が働き非常に大きな損傷が与えられるので、新植のあと1-2回の株出しがおこなわれなくて、プラウがかけられ植付がおこなわれる」。とし、品種改良と十分な施肥によって収量は100年間も増加し

続けているから、連作障害といったものは、重機械によるもの以外、考えられない、というような意見である。

また彼はインドを視察しその作付方式について「インドではさとうきびとの輪作に小麦、クロタリヤなどをつくり有機物に関心をよせているが、ハイイでは一定面積から収入をあげるための経済的利益を考えた場合、クロタリヤ等に要する経費を肥料として、とくに窒素をさとうきびに入れた方が安価ですむ。有機物はさとうきびの根に大量に残るので、100年以上連続の圃場でも実害が出ているとは思われない」とメモをしして届けてくれた。

H. F. Clement は1959年にI. S. S. C. Tにさとうきびに関する葉分析 crop logging の発達について報告し、同法によってさとうきびの栄養を連作のもとでも完璧にすることができるとし、⁹³⁾ 実行に移していた。その内容はS. Kobe (1968)によって沖縄にも伝えられたことは前述した。

品種改良について10年程度で品種が交代することは糖業関係者の常識とされ、現にそうした報告を筆者もとりまとめて紹介しているが、1974年上記工藤の調査によると、ハワイにおいては今後発生を予想される病気を想定して対応する研究をすすめているという。すなわち連作によって発生を予想される黒穂病に対して、台湾より病原株をとりよせ耐病性品種の検定をおこなっている。

いま、作物栄養と品種の二つについて連作障害克服のための研究と技術を例示したが、土壌、用水とかがい等についても作付方式と関わりがあり、これらの技術条件のもとで連作が成立するように研究等の技術的努力がなされてきたのではあるまいか。Ⅳ総合考察のところの評述するように、経済的与件に適応すべく単作を可能にするため、所要の研究等の技術的努力によって高い収量を獲得してきたものと考ええる。

D 総括

これまで調査結果について述べた、沖縄と近縁な糖業地域、台湾、インドネシアのジャワ、インドならびにアメリカのハワイを作付方式のうえから分類すると、単作と輪作とに区別される。

さらに、これら5地域について、生産の現状、作付方式の変遷ならびに現在の作付方式を形成する条件についてその特色を拘えて対比したのが表22-1および表22-2である。

表 22-1 近縁糖業地域における作付方式比較, 単作

項目		作付方式	単 作	
		地域	沖 繩	ハ ワ イ
標準的作付方式			単作, 連作	単作, 連作
生産 の 現 状	栽培面積 (千 ha) 〔収穫面積〕		29 (1972) 急激に拡大, 近年減少	93 (1972) 半世紀安定, 近年停滞
	株出面積		収穫面積の76%	面積の変化少し
	株出回数		うち4回以上 42%	2-3回
	ha 当り収量 (ton)		低下の傾向 54 (1971-72)	停滞気味 226 (1972)
	収穫までの期間 (月)		12-18	20-25
作付方式 の 変 遷			台湾, 中国より伝来 1900年代前半 かんしょ -さとうきび-豆の輪作が定 着したが1960年以後, 単 作が深化	輪作を次第に単作化した現在 単作, 連作
現 在 の 作 付 方 式 を 形 成 す る 条 件	土 地		零細地片分散	大規模所有
	基盤整備		未整備	整 備
	用 排 水		未整備	完 備
	1日当り労賃(円)		2,000-3,000 (1974)	7,500-10,000 (1973)
	ton 当り原料価格(円)		10,000 (1974)	3,540 (1972)
	経営方式		零細, 家族	大規模プランテーション
	輪作の認識		単作, 連作を容認	連作害はみとめられながらも 単作技術体系樹立
	輪作の研究		既往になし	特になし
	品 種		1品種も20年以上用う 連作前提	条件に対応する品種を準備, 研究
肥培, 病害虫等		関連する研究技術に乏しい	連作に関連する高度の研究と 技術あり	

表 2 2 - 2 近縁糖業地域における作付方式比較，輪作

項目 \ 地域		輪 作		
		台 湾	イ ン ド	ジャ ワ
標準的作付方式		さとうきび-緑肥-水 稲-かんしょ-雑作 (水田輪作)	さとうきび-小麦等- 豆類-メーズ (畑輪作)	水稲-さとうきび-雑 作 (水田輪作)
生産 の 現 状	栽培面積(千ha) 〔収穫面積〕	〔110〕(1965) 近年停滞	〔2,460〕(1968 近年増加傾向 -69)	〔84〕(1962) 戦後低落近年増加
	株出面積 株出回数	増加傾向 1-2回	標準1-2回以下	1-2回
	ha 当り収量 (ton)	現在肥料不足の影響問 題 85 (1965)	降雨の支配強し 47.8(1968-69)	戦前の水準に及ばず 81-117 (1972)
	収穫までの期間 (月)	12-18	11-18	12-15
作付 方式 の 変 遷		南宋時代江南で輪作， 元・明代福建省民によ り伝来，農民慣行とし て輪作形成，発達して 近年に至る	輪作の起源不明， 英国の統治以後次第に 輪作がおこなわれはじ めた？	キューバより Reynoso 式渡来(1 860)各地にその亜 系定着，水田輪作慣行 技術として定着
現 在 の 作 付 方 式 を 形 成 す る 条 件	土 地	農家は零細 会社自営農場は規模大	農家は零細	農家の土地を会社が借 あげ直営
	基盤整備	かなり整備	未整備	整 備
	用排水	かなり整備	未整備	整 備
	1日当り労賃 (円)	432 (1968)	180 (1973)	100 (1973)
	ton 当り原料 価格(円)	1,998(1968)	3,420(1973)	2,100(1973)
	経営方式	零細，家族 会社自営農場	貧困な家族 一部にプランテーショ ン	大部分会社直営 一部零細，家族
	輪作の認識	慣行として輪作定着 会社農場では連作	輪作は指導の面では通 念	輪作は通念， 定着
	輪作の研究	1900年代初期より 試験，調査，水田輪作 研究	長期輪作試験あり	特になし
	品 種	輪作を前提 作付方式と関連選択 品種比較的豊富	品種豊富 輪作を前提	20-30年以前の品 種を主体 輪作を前提
	肥培，病虫害等	輪作に関連する研究多 し	関連研究を認めず	関連研究を認めず

Ⅲ 作付方式に関する試験

この試験は作物栽培・肉牛肥育両部門について1967年4月から1972年3月にわたって継続された。作物栽培試験には筆者の提示した作物と輪作様式に従って、平井俊臣技官¹²⁰⁾(1967年4月—68年8月)および放白坂進技官(1968年9月—71年10月)が栽培試験を担当。また肉牛肥育¹⁰¹⁾¹⁰²⁾については岡田光男技官(1967年4月—70年4月)および小山義雄技官(1970年5月—72年3月)が肥育試験を担当した。筆者は技術の管理責任者 Supervisor として設計と実施に当った。試験の作業には、琉球政府の技術関係職員が就事した。

A 試験項目

1. 土地生産力の変化に関する試験

10a当り収量の変化を指標として作付方式(輪作・連作)別に栽培をおこなった。輪作圃においては夏植さとうきび—株出1次—株出2次—夏牧草—冬牧草—かんしよの順に6圃6年輪作をおこなった。連作圃においては株出しを連続した。おいて10a当りの作物収量、生育経過等をしらべた。

2. 家畜の生産性に関する試験

輪作圃より生ずる飼料を全て肉牛に与え、肉牛の排出する糞尿を全て輪作圃に還元しつつ黒毛和種の若令肥育を約1年間おこない、日増体重を指標として肥育成績をしらべた。

連作圃については家畜との結合生産をおこなわなかった。

B 試験計画

1. 試験圃場

1967年1—3月、海成泥灰岩の土壌よりなる耕地に輪作圃120a、連作圃20aを設けた(図20)。輪作圃区は1区20a6圃区とし、100m×20mを標準区画とし、所要のかんがい、排水施設を整備した。圃場の前作は農場の「株出1年次」「株出2年次」のさとうきび畑であったので、これをそれぞれ20aに画し、以後、夏牧草、夏植さとうきび、かんしよを作付し輪作をスタートした。連作圃の前作は「株出2年次」であったので株出しを続けた。

輪作圃区は図20のとおりA・B・C・D・E・Fと名付け、農道をもって区切り、短辺は幅6mの潰地に接し、収穫後 sugarcane harvester の方向転換をも可能にした。

2. 輪作様式

輪作様式 rotation system⁸⁵⁾ は図21のとおりである。

輪作に組み入れるべき作物の種類と作付順序は、主としてⅡ—B—1沖繩の調査結果にもとづいて考案した。さとうきびの品種は輪作1年次—5年次まではN:C0310を用いたが、6年次はF圃の半分10aにF146を用いた(ただしF146は収量の結果を参考にとどめて研究には供しなかった)。

かんしよは肉牛飼料に供するためと再生力を考えて、つるがり用品種九州59号とした。夏・冬の牧草は次のものをえらんだ。

スーダングラス *Sorghum vulgare*: Sudangrass, 系統 sweet sudan

えん麦 *Avena sativa* L.: oats, 品種日向黒

コモンベッチ *Vicia sativa* L : common vetch えん麦とコモンベッチは混播した。

3. 肉牛部門

輪作はその作物部門と家畜部門との結合生産によって両部門が相互に補完し合²⁸⁾い、その生産性を高める可能性もっている。したがってこの試験においては作物部門の飼料生産量に見合²⁸⁾って、黒毛和種の標準生後6カ月のものを10頭導入、約1年間若令肥育し、輪作と結合した肉牛の生産性を明らかにしようとした。生産された青刈飼料およびさとうきびの茎葉(梢頭部 sugarcane top を含む)は肉牛に給与もしくは敷料として利用し、肉牛の生産する堆厩肥と尿は全て圃場に還元した。肉牛の飼育は放飼形態をとり、柵と陽覆い用の屋根を作る程度とした。

4. 連作圃

輪作圃の南南約20mのところ²⁸⁾に20aの株出2年目の圃場を区画し、輪作圃と同一の栽培技術をもって連続株出をおこなった。

5. 技術体系

各作物および肉牛の技術体系は表23—表28のとおりである。各表は1969年のものであるが同年は輪作をはじめから3年目であり、技術内容も以後ほとんど変更がないのでこの年を選んだ。

技術体系の組立ては既往における部分的技術のうち採用しうるものとも生産性の高い技術を採用あげておこなった。しかし輪作年次の進むにつれて若干の熟練があったことは否めない。

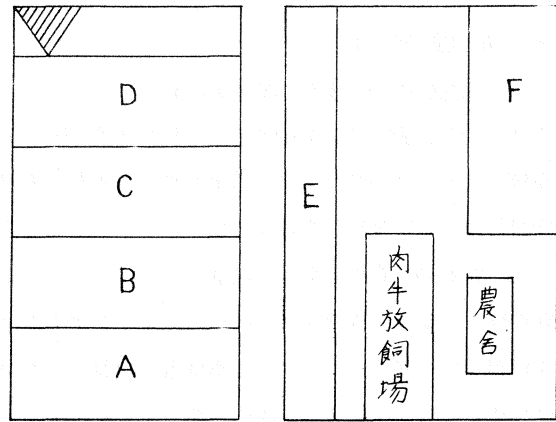


図 20 輪作圃と放飼場配置図

註, A—F 各 20a

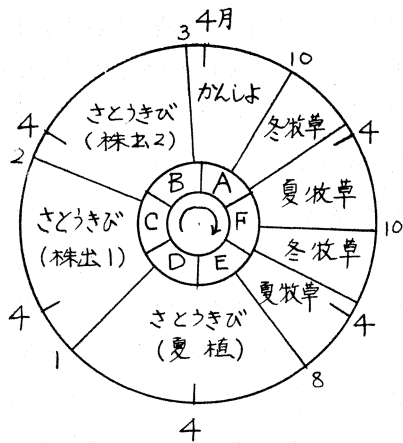


図 21 輪作様式の模式

註, 1969年の作付状況

表 23 夏植さとうきび栽培技術体系(1969年)

項目 作業種類	技 術 内 容	栽培適期の巾 (月,日)	10aあたり 使用資材
採苗及び苗 の消毒予措	二節苗 新植蔗園の健全茎より採苗した。 熱風処理後、冷水浸漬。(24時間) 植付前に水銀剤(1000倍液)に浸漬。	8月12日~14日	水銀剤50g又はマ ラソン50cc
耕起及び 整地	堆肥全面散布 28~30cmの深さに耕起後碎土整地	8月8日	
作畦及び 植付	植溝は15cmの深さ 植付けはケーンプランター利用	8月15日	
栽植密度	畦巾130cm,株間40cm, 10aあたり1920本		苗1920本
施 肥	基肥(Kg/10a) 堆肥 4000 金肥 94(化成肥料16.6. 6) N:15.04 P ₂ O ₅ :5.64 K ₂ O:5.64 追肥 2回 第1回追肥 N:7(硫安35) K ₂ O:10(塩加20) 第2回追肥 N:7(硫安35) K ₂ O:3(塩加6) 第3回追肥 N:7(硫安35) K ₂ O:3(塩加6) 第2回~3回追肥は培土作業と同時 に行う。	基肥:8月15日 追肥:第1回 9月19日 第2回 12月11日 第3回 2月18日	化成肥料 (16.6.6)94Kg 硫安 105Kg 塩化 32Kg
中耕除草 及び培土	中耕培土 第1回中耕は浅目に、第2回中耕はや や深目、培土は株元に十分行ない、2 回目は高目に行う。 雑草防除は機械除草を主として行う。	中耕培土 第1回 12月11~20日 第2回 2月18日	
灌 溉	生育初期はスプリンクラーを用い、生 育中期以後は畦間灌漑を行う。	全期間	
病虫害防除	主な対象病虫害 病害 わい化病,赤条病,赤腐病,葉 焼病等。 害虫 ①カンシヤコバナナガカメムシ ②カンシヤワタアブラムシ③イ ネヨトウ④カンシヤシクイハ マキ⑤ハリガネムシ⑥ネズミ	病害は苗の消毒 害虫は発生時期 適宜に防除	農薬の例 水銀剤 50g エンドリン乳剤 (500~2000倍液) 100~180ℓ散布 アルドリソ 3Kg ラチケート粉剤 8mg
台風後の 手入	倒伏株の結束、根本に土寄り踏みかた める。追肥	台風直後	
収穫及び 搬出	梢頭部切除後火入れしハーベスターで 刈る。ケーンロータで搬出トラックにつむ。	1月11日~20日	

出所、模範農場に対する援助に関する1969年事業成績³⁷⁾ P16および120

表 24 さとうきび株出栽培技術体系(1969年)

項目 作業種類	技 術 内 容	栽培適期の巾 (月・日)	10aあたり 使用資材
収 穫	茎の切口を割れないようにハーベスターの鋭利な刃で地際で刈取った	1月10日～ 3月30日	
根 切 り	カルチベータによって深く中耕し根切りにかえた	2月中旬～4月上旬	
補 植	欠株を生じたところには補植した	刈取り直後	
施 肥	基肥 (Kg/10a) 堆肥 2000 金肥成分量 化成肥料(16.6.6)・94 N:15 P ₂ O ₅ :5.640 K ₂ O:5.640 追肥2回 第1回 N:7.5(硫安37.5) K ₂ O ₅ :5(塩加10.0) 第2回 N:7.5(硫安37.5) K ₂ O ₅ :5(塩加10.0)	基肥 2月中～4月上旬 追肥 第1回 4月21日～ 30日 第2回 5月21日～ 31日	化成肥料(16.6. (16.6.6) 94Kg 硫安 75Kg 塩加 10Kg
中耕・培土	中耕・培土:2回追肥と同時に行なった 雑草防除はさとうきび萌芽初期および第1回,第2回追肥直後に耕耘機により中耕除草を行った。	中耕・培土 2月～6月	カーメックス 150g×1回 二150g
その他の作業	夏植栽培と同じ	1月～3月(収穫)	

出所, 模範農場に対する援助に関する1969年度事業成績,³⁷⁾ P53および120)

C 輪作の実施

輪作については, 図22の輪作実施図どおりに1967年4月より1972年3月にいたる6年間これを継続し, 6年輪作の1サイクルを終了した。

D 試験成績

土地生産力, 肉牛の生産性ならびに栽培環境の変化について試験成績をとりまとめた。

1. 土地生産力の変化

輪作および連作における土地生産力の変化を単位面積当り作物収量の変化を指標として明らかにしようとして試みた成績は次のとおりである。

表 2 5 つる刈用かんしよ栽培技術体系 (1 9 6 9 年)

項目 作業種類	技 術 内 容	栽培適期の巾 (月 . 日)	1 0 a あたり 使用資材
土 壤 改 良	鋸クズを投入	2 月 1 3 日	鋸クズ 7 トン
耕 耘 ・ 整 地	耕起・碎土・地均し	3 月 1 5 日～ 4 月 1 5 日	
施 肥 量 お よ び 施 肥 法	1 0 アール当り (Kg) 堆肥 1 2 0 0 金肥 (化成 1 6 . 6 . 6) 4 0 0 施肥法 堆肥は全面散布 金肥は施肥溝を作り施肥作畦した 追肥 つる刈り後化成肥料 (同上) 6 0 ~ 7 0 Kg を株元に行った	4 月上旬～9 月中旬	堆肥 1 2 0 0 Kg 化成肥料 4 0 0 Kg
植 付 け	栽培様式 畦巾 6 0 cm 株間 2 0 cm 1 0 アール当り 8 3 2 0 本 挿苗法 人力の斜挿し	第 1 回植 4 月 1 5 日 第 2 回植 5 月 1 5 日	苗 8 3 2 0 本
肥 培 管 理 灌 水	つる刈り直後追肥 , 同時に除草も実施 灌水 適宜行う	5 月 6 月～ 1 0 月上旬	カーメックス水和剤 1 5 0 ㍉
病 害 虫 防 除	主な害虫 ナカシロシタバ . イモコガ アフリカマイマイ 主な病害 黒斑病 早期発見につとめ適宜薬剤散布を行った	5 月中旬～ 1 0 月上旬	アルドリン粉剤 B . H . C 粉剤 銅水銀剤 バクゲータ
収 穫	つる刈りは 6 月下旬より逐次刈取り 1 0 月下旬に終わった 刈取方法 地際より 1 0 cm を残して刈取った	6 月上旬～ 1 0 月下旬	

出所 , 模範農場に対する援助に関する 1 9 6 9 年度事業成績 , ³⁷⁾ P 5 5 および 1 2 0)

表 2 6 スーダングラス栽培技術体系(1969年)

項目 作業種類	技 術 内 容	栽培適期の巾 (月・日)	10aあたり 使用資材
品 種	アメリカ導入品種 Sweetsudan(TE-haygrajer, その他)		各品種約 500g
堆肥散布	全面散布	4月1日~10日	
耕起・整地	堆肥散布後,深耕して膨軟にした	4月5日~15日	
施 肥 量	①基肥(Kg/10a) 堆肥 1200 硫安 40 過石 10 塩化 20 ②追肥 硫安 40×3回 塩化 15×3回(刈取後施用)	①4月中旬 6月下旬 ②刈取直後	堆肥 1200Kg 硫安 160Kg 過石 10Kg 塩化 65Kg
播 種 種	畦巾 60cm 条播 播種量 2Kg/10a 播種後軽く覆土して鎮圧した 播種は2回に分ける 第1回播種 4月15日 第2回播種 6月30日	4月中旬~6月下旬	種子 2Kg
刈取・収穫	刈取り高さ 地際より10cmを残して刈取る	7月上旬~9月上旬	
中耕・除草 灌 水	適宜除草をかねて軽く中耕 早ばつ時にスプリンクラーを用い適宜灌水	全期間	
	主な病害 条斑細菌病その他にマンネブダイセンを散布した。 主な害虫 イネヨトウ, アワヨトウ, アワノメイガ等	全期間	農薬の例 ・マンネブダイセン (400~ 600倍)

出所, 模範農場に対する援助に関する事業成績1969年度, ³⁷⁾ P25および120)

表27 青刈えん麦，コンモンベッチ栽培技術体系（1969年）

項目 作業種類	技 術 内 容	栽培適期の巾 (月・日)	10aあたり 使用資材
品 種	エンバク(日向黒) ベッチ(コンモンベッチ)		エンバク 5Kg ベッチ 3Kg
堆肥散布	全面散布	9月下旬～ 10月上旬	
耕起・整地	全面耕起し，碎土は細かく	9月下旬～ 10月上旬	
施 肥 量	①基肥(Kg/10a) 堆肥 1200 硫安 30 過石 10 塩加 20 条施 ②追肥 1回目 2回目 硫安 30 20 塩加 15 15 刈取後施用	①9月下旬～ 10月下旬 ②11月上旬～ 3月上旬	堆肥 1200Kg 硫安 80Kg 過石 10Kg 塩加 50Kg
播 種	播種量(Kg/10a) エンバク 5 コンモンベッチ 3 播種は2回に分けて行う	第1回まき 10月1日～ 10日 第2回まき 11月10日～ 20日	エンバク 5Kg コンモンベッチ 3Kg
刈 取・ 収 穫	逐次刈り。刈取回数は3～4回 刈取高さ一地面より10cmを残して刈取る	12月中旬～ 4月中旬	
灌 水	早ばつの場合灌水を行う	10月中旬～ 3月下旬	
病虫害防除	主な病虫害 エンバク 冠さび病 かさ枯病等 アワヨトウ		

37)
出所，模範農場に対する援助に関する1969年度事業成績，P27および120)

注，品種は，エンバクは日向黒，ベッチはコンモンベッチを用いた。

表 28 肉牛肥育技術体系 (1969年)

技術の基本	(1)品種 黒毛和種, 去勢雄 (2)飼養規模 10頭 素牛 日令7~8カ月令 体重 170Kg (3)肥育方式 放飼若令肥育 (4)肥育期間 ×年2月~(×+1)年3月, 363日 (予備期間15日) (5)日平均増体量 0.9Kg目標 (6)仕上げ体重 500Kg目標																																												
飼料基盤	(1)飼料生産基盤 輪作圃 120a 採草地 20a (2)飼料作物作付面積 青刈エン麦, ベッチ 40a 輪作圃 スーダングラス 40a つる刈甘蔗 20a さとうきび 60a 草地若干																																												
基本施設	放飼場 430m ² 傾斜地利用, 飼槽水槽, 牛床, 尿溜, 庇陰舎つき トレーラー 1台 尿撒布用ポンプ 1台																																												
飼料所要量	(1)配合飼料(10頭分) A 2,900Kg B 4,859Kg C 9,600Kg 計 17,359Kg (2)飼料配合割合 <table border="1" data-bbox="521 1052 1019 1394"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>バカスダスト</td> <td>20</td> <td>15</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>糖みつ</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>とうもろこし</td> <td>28</td> <td>38</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>ふすま</td> <td>15</td> <td>13</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>大豆粕</td> <td>15</td> <td>12</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>ミネラル</td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>ビタミン</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>DM</td> <td>83.0</td> <td>83.1</td> <td>83.4</td> </tr> <tr> <td>DCP</td> <td>10.1</td> <td>9.3</td> <td>8.9</td> </tr> <tr> <td>TDN</td> <td>59.0</td> <td>61.4</td> <td>64.0</td> </tr> </tbody> </table> (3)租飼料 105t		A	B	C	バカスダスト	20	15	10	糖みつ	20	20	20	とうもろこし	28	38	48	ふすま	15	13	10	大豆粕	15	12	10	ミネラル	1.5	1.5	1.5	ビタミン	0.5	0.5	0.5	DM	83.0	83.1	83.4	DCP	10.1	9.3	8.9	TDN	59.0	61.4	64.0
	A	B	C																																										
バカスダスト	20	15	10																																										
糖みつ	20	20	20																																										
とうもろこし	28	38	48																																										
ふすま	15	13	10																																										
大豆粕	15	12	10																																										
ミネラル	1.5	1.5	1.5																																										
ビタミン	0.5	0.5	0.5																																										
DM	83.0	83.1	83.4																																										
DCP	10.1	9.3	8.9																																										
TDN	59.0	61.4	64.0																																										
飼養管理	(1)全期間放飼 但し牛床に cane 葉の敷料を与え, 堆肥の生産をはかる (2)飼料給与 イ 1日2回粉飼給与 ロ 粗飼料は長いまま1日3回 (3)熱暑対策 庇陰舎以外特に考慮しなかった (4)肥育促進剤 仕上期の初めに投与した																																												

37)

出所, 模範農場に対する援助に関する1969年度事業成績, (P33および101)102)

サイクル 年度 月 畑番号	I						II												
	1967		1968		1969		1970		1971		1972		1973						
	6	8	10	12	2	6	8	10	12	2	6	8	10	12	2	6	8	10	12
A	さとうきび (株出1回)		さとうきび (株出2回)		甘蔗		牧草 (冬)		4 牧草 (夏)		さとうきび (新植)		4 さとうきび (株出1回)						
B	さとうきび (新植)		さとうきび (株出1回)		さとうきび (株出2回)		甘蔗		牧草 (冬)		牧草 (夏)		さとうきび (新植)						
C	牧草 (夏)		さとうきび (新植)		さとうきび (株出1回)		さとうきび (株出2回)		甘蔗		牧草 (冬)		牧草 (夏)		さとうきび (新植)				
D	牧草 (夏)		牧草 (冬)		さとうきび (新植)		さとうきび (株出1回)		さとうきび (株出2回)		甘蔗		牧草 (冬)		牧草 (夏)		牧草 (冬)		
E	甘蔗		牧草 (夏)		牧草 (冬)		牧草 (夏)		さとうきび (新植)		さとうきび (株出1回)		さとうきび (株出2回)		甘蔗		牧草 (冬)		
F	さとうきび (株出2回)		甘蔗		牧草 (冬)		牧草 (夏)		牧草 (冬)		さとうきび (新植)		さとうきび (株出1回)		さとうきび (株出2回)				

図 2.2 6 年輪作実施略図

出所, 模範農場に対する援助に関する1971年度事業成績, P 8
37)

(1) 作付方式別収量の変化と生育相

(a) 輪作における10a当り収量の変化

さとうきび、夏植：表23に示した栽培技術体系による輪作年次別収量の変化は表29および図23のとおりである。植付は1967年7月にはじめておこない1969年1月に収穫した。10a当り収量は14,120Kgであった(20a全刈平均)。1971年の収量が12,740Kgにダウンしたのは1969年7月15日(琉球政府の植付標準指導日)植付でこの年は気温が高く、かつわい化病 ratoon stunting disease 防除のため熱風処理をおこなったので、2つの条件が重なり生育のステージが進み年内(1969年11-12月)出穂をみたためと考えられる。よって以後は8月15日植付とした。1972年収穫はN:C0310の10a平均19,400Kgであった。1971収穫年の失敗を除けば輪作年次とともに夏植さとうきびの収量は増大したといえることができる。

表29 作付方式別さとうきび収量の変化(10a当り, 単位Kg)

輪作方式		輪作年次		1968	1969	1970	1971
		収穫年		1969	1970	1971	1972
輪作	夏植			14,120	14,167	12,740	19,400
	株出1回			8,867	9,230	10,638	11,350
	株出2回			7,146	8,042	10,130	10,725
連続株出 (株出回数)				9,130 (株出3回)	8,820 (株出4回)	8,740 (株出5回)	8,090 (株出6回)

さとうきび、株出1回および2回：表29, 図23をみると株出1回は必ず2回より収量が上廻っている。いかえれば同一株の場合株出の回数(株出年次)が増すと収量は低下する傾向を持つ。

しかし株出1回および2回ともに輪作年次が進むにつれてその収量が増大している。1968収穫年から1972収穫年へ向って着実に収量を増大, 株出1回は8,867Kgから11,350Kg, 株出2回は7,146Kgから10,725Kgへと上昇している。同一品種を同一栽培法をもって栽培した場合に, その株出の収

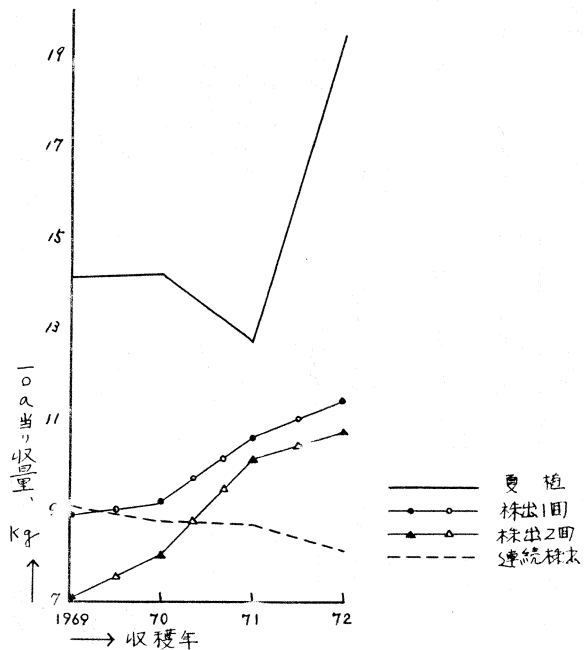


図23 作付方式別さとうきび収量の変化

本誌 模範栽培の技術的援助の因なる成績書 1968-71年度 37)

量が高まっていることは、それらの株の植付られた土地の生産力が高まっている1つのあらわれとみてよいのではあるまいか。

さとうきびの生育相：収量に関連する生育の指標についての調査結果は表30に示したが次のとおりである。

夏植においては、1971年収穫を除いて、茎長・茎径・一茎重・茎数ともにほぼ輪作年次の進むとともに増加している。

株出においては、収穫年1969年の株出1回および1970年以前の株出2回は、植付本数が2,500本で1967年植付の1,920本と大巾に違うので除外して考える。

株出1回では、茎長・茎径・一茎重・茎数ともに輪作年次の進むとともに増加している。株出2回においては、収穫年1971年と1972年の2カ年を対比すると茎長・茎径・一茎重および茎数ともに輪作年次につれて余り明確な増加は認められない；にもかかわらず、10a当り全刈収量は若干上昇している理由は、茎長・茎径・一茎重等を測定した坪刈り調査での誤差と考えられる。しかし1969年収穫時と1972年と比較すると茎長・茎重・茎数において著しい増大を示している。

以上、輪作において、さとうきびは各作型ともに、若干の実験エラーと誤差を除けば、輪作年次とともに、その収量ならびにこれに関連する生育指標は、収量増加、生産力増大の方向に動いていると考えられる。

表30 さとうきびの年次別生育，収量結果

項目	作型 収穫年	夏 植				株 出 1 回				株 出 2 回			
		'69	'70	'71	'72	'69	'70	'71	'72	'69	'70	'71	'72
茎 長 (cm)		299	308	322	358	212	229	276	254	199	221	254	246
節 数 (本)		35	31	28	37	19	22	24	21	20	22	22	19
茎径径 (mm)		26	26	24	29	22	24	24	25	26	23	23	23
一茎重 (g)		1384	1456	1524	2293	799	955	1360	1348	757	833	1152	1143
ブリックス (%)		197	182	185	185	196	196	171	193	207	200	189	192
10a 当り 収量	茎 数 (本)	10200	9733	9703	11500	11100	9660	10066	10900	9466	9580	12533	11950
	青葉重 (Kg)	1650	1350	1500	1600	2370	1290	1423	1700	1727	1166	1560	1525
	蔗茎重 (Kg)	14120	14167	12740	19400	8867	9230	10638	11350	7146	8042	10103	10725
	植付本数 (本)	1920	1920	1920	1920	2500	1920	1920	1920	2500	2500	1920	1920
植 付 年		1967	1968	1969	1970	1966	1967	1968	1969	1965	1966	1967	1968

出所，模範農場に対する技術援助に関する事業成績 1968～1971年度³⁷⁾

(b) 連作におけるさとうきび収量の変化

表29, 図23をみると連続株出さとうきびの収量は確実に低下を示している。前述したようにこれらの圃場は海成泥灰岩を母岩とする極めさとうきびに対して肥沃で生産力の高い土壌であるが, 株出3回以後株出の回数を増すごとに収量を低下している。しかし, 株を更新してまたさとうきびを植付する, いわゆる連作の試験をおこなっていないので, 土地生産力を問題にすることはできない。

(2) 牧草, 飼料作物の収量の変化と生育相

さとうきびとの輪作作物, かんしよ, スーダングラス, えん麦(コンモンベッチ混播)の輪作年次に伴う収量と生育相の変化は次のとおりである。(表31, 図24参照)

(a) かんしよ

品種はつる刈用かんしよ九州59号を用い表25の栽培技術体系を以って栽培をおこなった。

収量: 生育の状態がおおむね節数15, 10a当たりつる重3-4ton程度に達したとき青刈りをおこなった。刈取回数は1968年2回, 以後4回以上。10a当たり全刈収量計は8tonから13tonへと順調に増大した。

生育: 茎長・節数・分枝数を刈取回数のうち収量最高のときのものを採用した。分枝数は輪作の始めに対して終りの1970-71年には2倍以上となっている。分枝数の増加が収量増大の主な要因のように思われる。1971年は植付初期干ばつに影響された。

(b) スーダングラス

スーダングラス *Sorghum sudanense*: sudangrass は生育が早く, さび病および干ばつに強い夏牧草として選んだ。採用すべき系統については, 白坂らによって, Sweet sudan, Trudan II, Sx-5, Pioneer 931, Su-chowならびにPiper について刈取日数を30, 40, 50日刈りに分けて試験をおこなった結果, Sweet sudanの40日刈を採用した。この試験には1967年ミンガン大学より沖縄に派遣されていたDr. Tesserの援助を受けた。技術体系は表26によった。

収量: 刈取は草丈約2mに達したときおこなった。1968年に対して69年, 70年は刈取回数が3回から5回, 10a当たり全刈収量計は10tonから15ton, 11.5tonへと増大した。

生育: しかし1970年は7月上旬台風があり, 1971年は6-8月の間に80日を越える無降雨のため, 用水を他に供給し栽培を中止した。台風がなければ干ばつ, という沖縄の気象条件のもとでは夏作は極めて不安定である。

(c) えん麦(コンモンベッチ混播)

亜熱帯における冬期の気温は内地の高冷地あるいは寒冷地における牧草, 飼料作物の生育にも好適しているので, 冬牧草としてえん麦を選んだ。品種については, 白坂・平井らの試験結果にもとずき日向黒を用いることとした。栽培技術体系は表27によった。コンモンベッチの混播は内地の寒高冷地の慣行に習った。なお, 問題になった, さび病は冠さび病 *Puccinia coronata* Corda: crown rust と診断された。

表 3 1 輪作作物の年次別生育，収量

作物名	項目	年次				備 考
		1968	1969	1970	1971	
かんしよ	茎 長 (cm)	85.0	105.5	58.5	70.6	1回の刈取収量が最大の場 合における数 値
	節 数 (本)		22.8	15.4	17.9	
	分 枝 数 (本)	12.0	10.1	26.4	22.1	
	10 a 当つる重 (Kg)	4,500	3,031	3,600	4,600	
	10 a 当つる重収量 (Kg)	8,116	8,740	12,001	13,157	全刈取収量の合 計
	栽 植 様 式	直播法	直播法	催芽直播	催芽直播	刈取った回数 の計
	刈 取 回 数 (回)	2	4	6	4	
スーダングラス	草 丈 (cm)	195.0	262.0	225.0	干ばつ のた め 試 験 中 止	1回の刈取収量が最大の場 合における数 値
	1 m ² 当葉数 (本)	672	825	720		
	1 m ² 当茎数 (本)	72	120	98		
	10 a 当生草収量 (Kg)	4,700	4,667	3,830		
	10 a 当生草収量 (Kg)	10,800	15,534	11,550	全刈取収量の合 計	
	刈 取 回 数 (回)	0	5	5		
えん麦	草 丈 (cm)	108.0	80.2	75.1	83.5	1回の刈取収量が最大の場 合における数 値
	株 当 葉 数 (本)	9.0	9.5	10.8	11.0	
	1 m ² 当茎数 (本)	232	223	207	239	
	10 a 当生草収量 (Kg)	3,670	2,221	2,456	2,670	
	10 a 当生草収量 (Kg)	6,176	7,820	8,460	10,200	全刈取収量の合 計
	刈 取 回 数 (回)	2	4	4	5	

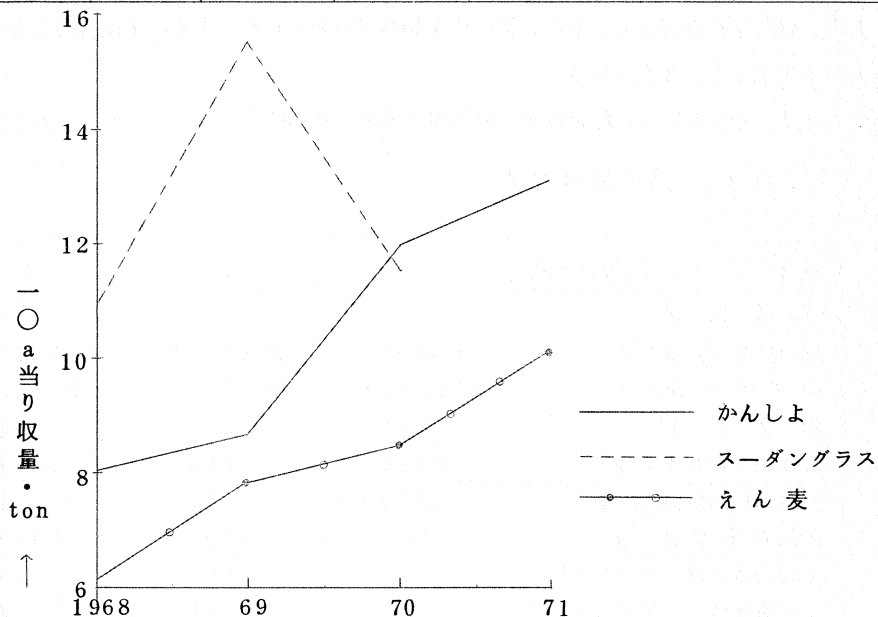


図 2 4 輪作作物の 10 a 当り収量の変化
出所，模範農場に対する援助に関する成績書 1968-71年度 37)

収量：刈取は草丈80cm，収量2tonに達したときを標準にしておこなった。これは蒸れることによるさび病の発生を危惧したためである。輪作年次とともに刈取回数は増加して1971-72年には5回に達し，収量も6-7-8-10tonと次第に上昇した。

生育：草丈はおおむね毎年同程度であったが，株当り葉数は着実な増加を示し，収量増加の要因となっていたと思われる。

コモンベッチについては調査をおこなわなかった。えん麦の収量のなかにはコモンベッチの収量が混入されている。

以上，輪作に伴う牧草・飼料作物の収量は，気象条件の異常やさび病の発生等の攪乱はあったが，輪作年次の進むとともに逐次増大した。このような，ほぼ同一の栽培技術体系のもとにおける，輪作年次に伴う収量の増大については，栽培技術の熟練という要素を除けば，その要因を土地生産力の向上に帰してよいのではなかろうか。

輪作に伴う，さとうきびと輪作作物の収量変化と土地生産力の関連についてはIV-B-2において考察を加えることとする。

2. 肉牛の生産性の変化

73)
原理的に家畜の生産は農業的土地利用の一型態である。したがって，輪作によって土地の生産力が高まり，肉牛の飼料の生産性が高まるならば，これを多給する肉牛の生産性も高まるはずである。このような論理にもとずいて輪作年次ごとの肉牛の生産性を「日平均増体量daily gain」を指標としてしらべてみた。肉牛の若令肥育は表28の技術体系によっておこなった。

表32にみぬように日平均増体量は0.70(1968)→0.80(1969)→0.88(1970)と増加した。輪作年次の進むとともに良質の青刈飼料が多給せられ，肉牛の栄養を向上させ，肥育成績を上げるのに役立ったと考えられる。

ただし1971年においては配合飼料の給与量を増加し青刈給与を少なくした。これは肥育末期の青

表32 肉牛肥育成績

項目	輪作年次	2	3	4
供試頭数		10	10	9
開始時体重(Kg)		156.0±17.4	170.8±15.3	215±11.89
終了時体重(Kg)		432.2±28.2	461.1±23.8	357±27.5
肥育日数		391	363	365
日平均増体量(Kg)		0.706	0.803	0.884
配合飼料摂取量(Kg)		1,759	1,702	2,261
粗飼料摂取量(Kg)		7,762	9,756	7,599
1Kg増体に要した養分量	DCP(Kg)	1.04	0.99	1.06
	TDN(Kg)	7.04	7.10	7.17

出所，引用文献 37)および101)102)

刈飼料多給が附着する肥肪を黄変しそれが市場価値の低下を招くからである。肥肪の黄変はカロチン carotin の蓄積にもとづくといわれ栄養的にはプラスにこそなれ問題はないが取刈がそのようにさせるわけで、かかる非科学的取刈慣行のもとでは土地生産力の向上を肉牛に結合して生産性を高めることはできない。

3. 栽培の環境条件の変化

6年間輪作を実施した結果、前述した土地生産力の向上に関連する作物栽培の条件の変化が次のようにまとめられた。これは輪作実施期間における調査および観察によった。

(1) センチュウの生息状況

1969-70年、輪作圃および連作圃において照屋らはセンチュウに関する調査をおこなった。調査は土壌100g中における個体数とその種類を検出した。調査時点は各年とも3月上旬、A-F各輪作圃および連作圃の作物の株の根本から約10-15cm離れた深さ約20cmの箇所より採取した。センチュウの分離はベールマン法によった。

センチュウの分布密度とその種類は表33のとおりである。輪作圃においてはイシクセンチュウ、連作圃においてはイシクセンチュウおよびラセンセンチュウが多く、数のうえからこの2つが有害センチュウとして問題になる。

表33 輪作、連作圃場のセンチュウの種類と分布密度(土壌100g中個体数)

圃場別	年	種類										調査時(3月)における圃場の作付状況	
		ネセグンサチュウ	ネセコンブチュウ	ラセンチュウ	イセンチュウ	ピセンチュウ	ワセンチュウ	トセンワチュウ	ヤセリンチュウ	ニセンフクロウ	ユセミンハリウ		
輪作	A	1969		40	6	586	2			1	7		株出1-株出2 収穫跡 かんしよ-えん麦 収穫中
		1970		14	2	58	2			2		2	
	B	1969	21	29	3	379	17	1					新植-株出1 収穫直前 株出1-株出2 収穫跡
		1970	60	28		224	2	2					
	C	1969	19	15	13	685	2		2				牧草-新植 収穫後 新植-株出 収穫前
		1970	46	20	2	538							
D	1969			2	344					3		牧草-新植 未収圃 新植未収-新植 収穫中	
	1970	2		10	912	84							
E	1969		3	4	9							夏牧草-えん麦 収穫跡 牧草-新植 未収圃	
	1970				196								
F	1969		31	20	15							かんしよ-えん麦 収穫跡 夏牧草-えん麦 生育中	
	1970	2			52								
連作	1970	6	36	398	224							株出5	

出所、引用文献 111)

沖縄におけるセンチウ調査は後藤(1969)の調査によって画期的段階を迎えた。彼は表34の調査結果から、イシユクセンチウが重要であることを勧告した。

表34 沖縄における有害センチウ

調査地域		沖縄本島	久米島	宮古	石垣	南大東	計
調査サンプル数		32	9	13	10	14	68
種類	ネコブセンチウ	8	0	11	7	11	39
	イシユクセンチウ	16	7	11	8	14	56
	ネグサレセンチウ	8	8	6	7	7	36

出所、引用文献(111)

イシユクセンチウの連・輪作圃における分布密度と圃場の作付状況を示したのが図の25である。なお圃場の作付は図22の輪作実施略図と同様である。A圃においては株出2回を終った跡のイシユクセンチウ数に対し、かんしよ-えん麦に輪作された跡では10%に減っている。F圃のようにさとうきびの作付のない圃場はセンチウの数が50以下である。反対にD圃のように牧草の次にさとうきびが植付され新植未収圃となって、さとうきびの在圃期間が長びくとイシユクセンチウの数が著しく増加する。またE圃のように牧草-えん麦跡ではセンチウが9であったが、さとうきびが植付されると20倍近くに増加する。

要するにAとF圃ではセンチウが少なく、DとE圃ではさとうきびの植付・在圃によって著しく増加している。BとC圃では一定の傾向を認め難いが、イシユクセンチウの増減はさとうきびの植付・在圃に左右されるようである。

連作圃(株出5回)においてはイシユクセンチウとラセンセンチウの数の多いことがみられたが、この結果をもって連作とセンチウの種類、密度の増減等の関係を論ずることはできない。

センチウとさとうきびの収量との関係はIV-B-1において考察、説明を加える。

(2) 土壌の性状と易耕性

輪作圃の土壌は海成泥灰岩を母岩とする粘着性の強い性状を持ち、易耕性 plowability は極めて低位であったが、輪作1サイクルを終る時期には著しく改善された。例えば、かんしよの跡にえん麦を播種する耕耘作業は、輪作の初期は、16吋のボトムプラウ bottom plow を34馬力のトラクターで牽引しておこなった。砕土は耕耘反転後土壟を20日前後風化した後、ディスクハローを2回掛け、さらにローターベータを掛けてようやくえん麦の播種をおこなったが、なお砕土の状態が斉一でなく、えん麦の発芽・初期生育は不満足な結果にとどまった。

これに比べて、輪作1サイクルの終りには、かんしよ跡の耕耘は3連・12吋のプラウでおこなったが、反転・破碎が良好になされて、その後のディスクハローによる砕土作業を終る迄に、20aに約5時間を要したにすぎなかった。良好な砕土の結果、えん麦の発芽は斉一で初期生育は順調となり収量

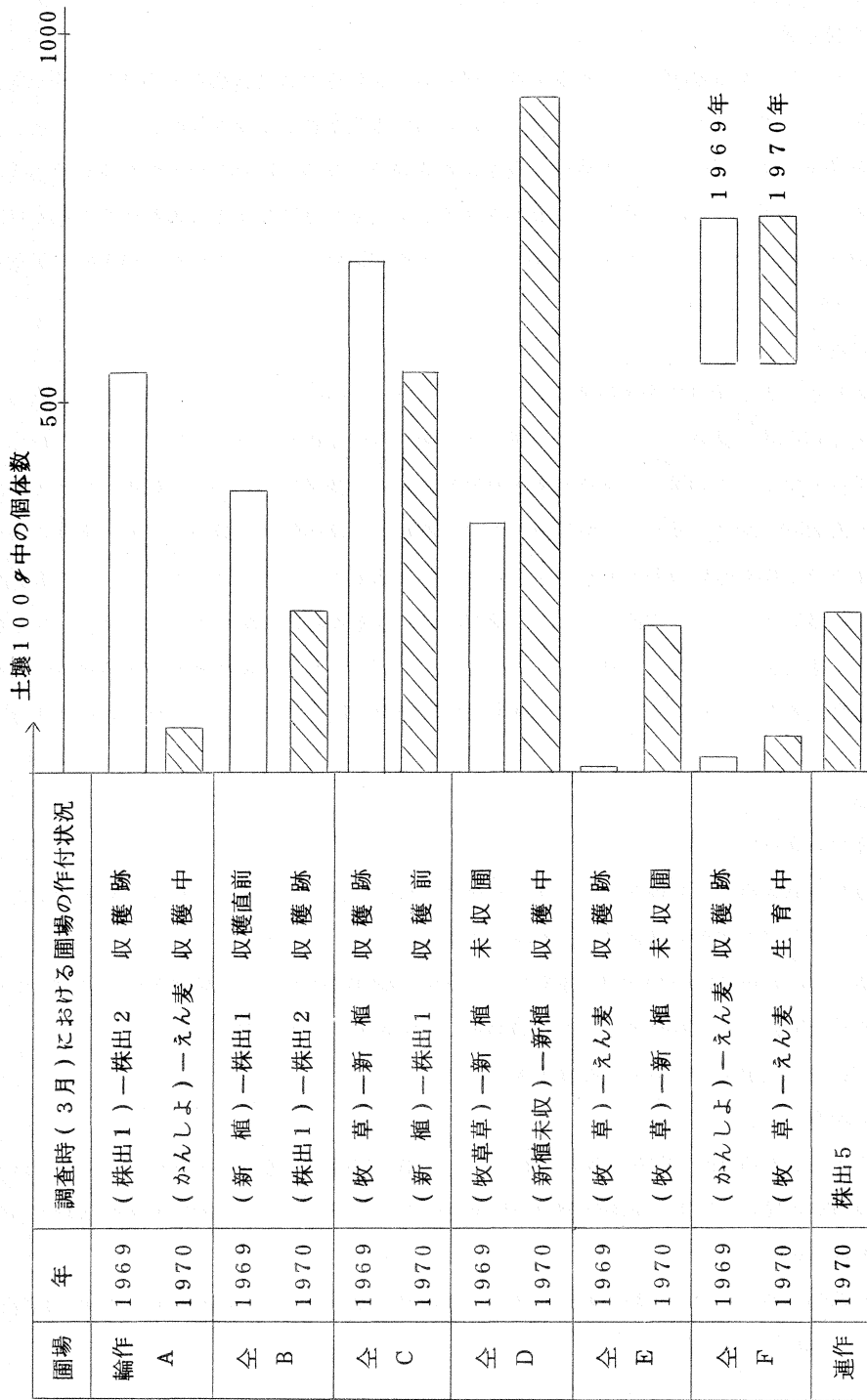


図25 輪作，連作圃場におけるイシユクセンチュウの個体数

出所，引用文献 111)
註 () 前作

に好結果をもたらした。熱帯・亜熱帯条件下においては土壌を裸地のまま天日にさらすことは努めて避けるべきことは、熱帯土壌管理の原則といわれているが、有機物の投入導⁷²⁾によって耕耘・整地を迅速におこないうる土壌の性状を輪作によって作りつつあったとみられる。

(3) 病害の発生相

沖縄における、かんしょの品種改良は、沖縄100号から105号の改良過程にみられるように黒斑病 *Ceratostomella fimbriata* : black rot に対する抵抗性が主要な目的とされていた。かんしょを連作した場合には一見して、この病気に侵された黒斑をイモの肌にとめるのが普通である。九州59号の場合10a当り2ton程度の収量があがるが、さとうきびのあとに輪作された場合年々病斑をみとめる例が少なくなり、1970年以後はほとんど輪作圃のかんしょのいもに黒斑病の病徴をみとめることができなくなった。

(4) 雑草の生育相

沖縄本島におけるもっとも頑強な畑地雑草はムラサキカタバミ *oxalis arietinum* L. であって、輪作開始の1967年平井の調査によると、この草は輪作圃の冬雑草の90%を占めていた。この草は地中にある、りんぺんによって増殖³⁷⁾し、現在有効な除草剤はなく、撲滅¹²⁰⁾のむづかしい雑草とされてきた。

1967年輪作開始時一面この草をもって覆われていた圃場は、輪作年次の進むとともに逐次この草が少なくなり、1971年の冬には他の雑草とともにこの草は圃場にみとめえなくなった。この原因は冬牧草によってこの草をうっぺい・抑圧したこと、夏期における夏作物の畦間のカルチペーティングによって地中のりんぺんを天日にさらし、枯死せしめたこと。いいかえれば、輪作を通ずる冬期のうっぺい、夏期の天日暴露の繰りかえしによって、この雑草に生育繁茂の機会を与えなかったことによると考えられる。

E 総括

1. 土地生産力の変化について

10a当り収量を土地生産力の指標として、さとうきび、かんしょ、スーダングラス、えん麦による6年輪作およびさとうきびの連作(連続株出)をおこなった。

台風、干ばつあるいは栽培技術の功拙等の攪乱はあったが、輪作圃においては輪作年次のすすむにつれて10a当り収量と関連する生育指標は年々収量増加、土地生産力向上の方向をたどった。

連作区においては年々収量低下、生産力低減がみられた。

2. 肉牛の生産性について

輪作圃より生産される青刈牧草、飼料作物の多給によって黒毛和種10頭を若令肥育し、その生産する堆肥、尿を輪作圃に還元、作物と家畜両部門の結合生産をすすめたところ、輪作年次の進むにつれて肉牛の平均日増量は増大した。

しかしながら青刈飼料多給に困る肥肪の黄化が肉の市場価値を低減せしめる条件のもとでは、輪作に結合した肉牛生産の能率化は期し難い。

3. 栽培環境の変化について

イシユクセンチュウを主とするセンチュウの密度はさとうきびの植付，栽培によって増加し，さとうきびから牧草，かんしよに輪作されることにより減少する傾向がみとめられた。

その他輪作の年次が進むにつれて易耕性の改良，黒斑病の減少ならびにムラサキカタバミが撲滅され作物栽培の環境条件の改善がみとめられた。

IV 総合考察

作付方式に関する調査，試験の成績に，既往における研究の成果と知見を照合して総合的考察を加えさとうきびを中心とする作付方式を決定する要因を解明し，沖縄における今後の作付方式のあるべき方向を提示する。

A 作付方式に関する調査結果について

Ⅱ 作付方式に関する調査結果とそれを総括した表 22 をもととして，沖縄の作付方式と対比して近縁糖業地域を性格付けすると次のようになる。

沖縄：未整備，小規模な土地基盤と高労賃のもとにおける家族経営。

粗放，低位な技術。低収量の連作。

ハワイ：整備された大規模の土地基盤と高労賃のもとにおけるプランテーション。

資本集約的，高度の技術体系。

高収量のモノカルチャーによる連作。

台湾：ほぼ整備された土地基盤と低労賃のもとにおける家族経営。

労働集約的，高度な技術体系，高収量の輪作。

ジャワ：やや整備された，零細な土地基盤と低労賃のもとにおける会社の借地経営。

労働集約的な技術体系。

高収量の輪作。

インド：未整備，零細な土地基盤と低労賃のもとにおける家族経営。

粗放，低位技術，低収量の輪作。

上記の考察を単純化して結論をみちびき出すと，労賃の高い地域は作付方式が単作，連作。労賃の低い地域の作付方式は輪作，となっている。作付方式決定の他に優先する要因が労賃であるとするならば労賃と作付方式決定の因果関係について解明を試みる必要がある。この考察は末尾のⅣ-CにゆずってⅢの作付方式の試験成績について考察をすすめる。

B 作付方式に関する試験成績について

この試験成績によって，輪作の実施がさとうきびをはじめ輪作作物の単位面積当り収量を増加し土地生産力の向上および栽培環境条件の改善をもたらす，ことが推測された。また逆に，連続株出によって年次ごとの収量が減り，土地生産力の減退，栽培環境条件の劣悪化が起ることが推測された。

しかし，この推測をより確かなものとするためには，まず土地生産力を規制する要素および栽培環境

を構成する主要条件とさとうきびを中心とする作付方式との関連性をより深く追求しなければならない。ここで土地生産力を規制する要素の定義づけを試みることは容易ではない。よって熊田(1970)の地力(土の物理的, 化学的および微生物学的性質の総合)と同義語に解釈して考察をすすめる。既往に作付方式とこれらの要素・条件との関係を追求した研究はセンチュウ, 病害, 土壤微生物と有機物, 作物栄養, その他土壤浸食との関連性に関して報告されている。次に上記のうち比較的報告の多い4つの要素について考察をすすめる。

(1) センチュウ

センチュウとさとうきびの作付方式との関連については研究の歴史が古く, 近年における報告も少ない。この研究における輪作・連作圃を用いておこなった照屋ら¹¹¹⁾の研究については前述した。照屋らは「さとうきびの重要センチュウであるイシユクセンチュウはさとうきびから, かんしよへ輪作すると著しい密度の低下がみられ, えん麦のあとにさとうきびを輪作すると逆に著しい繁殖がみられた」とし, さとうきびに対するセンチュウの被害試験をおこなった。土壤50gあたり, 10頭のセンチュウ接種区と消毒区を設け, 根系の減少率が消毒区を100として接種区は35%(イシユクセンチュウ), 56%(ネコブセンチュウ)であった, としている。

原料茎の収量について減収率はイシユクセンチュウ18.3%, サツマイモネコブセンチュウ29.1%としている。被害実験を重ねた結果として「さとうきびの経済被害が発現する基準は土壤50g中に250頭の密度で, 11カ月以上感染した場合著しく減収が起る」と報告している。この報告によっても, この作付方式に関する試験におけるイシユクセンチュウの増減は(表33, 図25), かんしよ一牧草一さとうきびの輪作の結果として収量の増大要因となっていることがわかる。

後藤(1968)は1968年技術援助として沖縄のセンチュウをはじめて調査し表34の結果を公表し, イシユクセンチュウがさとうきびにおいて82%の出現率を示すことを警告, 「イシユクセンチュウの増殖によって, さとうきびは根を侵され, 草丈は小さくなる」(現地講演1967年)としている。

諸外国におけるさとうきびの作付方式とセンチュウに関連した研究の主なものをあげると次のとおりである。

S.K.Prasad⁵⁶⁾(1956)によるとハワイにおいては1887年センチュウがさとうきびの生育を阻害することが知られセンチュウに対して誘引作物 trap crop, 殺す作物 killing crop が研究されたが, 1926年におけるMauir⁵⁶⁾およびHenderson⁴⁷⁾の報告まで発表はおこなわれなかった, という。その後T.A.Winchester⁴⁸⁾(1966), A.Anon(1967)ならびにR.P.Humbert(1968)の類似した研究報告があるが, それらの作物のセンチュウを抑制する効果は認められたが, さとうきび以外の作物が圃場を占有する不利益が強く認識され, 輪作物として実用化されなかった。しかし1973年における筆者の調査によると, インドネシアのPasuruan⁵⁶⁾試験場およびインドのCoimbatore⁴⁸⁾ 研究所においては, センジュギク *Tagetes spp. : marigold* がこの種作物として両研究所のみとめるところとなり, 一部ではさとうきびとの輪作に組み入れられていた。

かんがいによるセンチュウの抑制の研究はJ. A. Winchester(1956)のほかC. H. Hu(1968)やW. Gordon(1968)らの報告があるが、いずれもかんがいのセンチュウ抑制効果をみとめている。しかしT. A. Winchesterの研究したフロリダ州では、かんがいによる作付の空白期間が問題になっている。水田輪作およびかんがいされた畑地における輪作においては、センチュウ抑圧に対する輪作の効果はかんがいの作用と重なっていることに注意しなければならない。また、センチュウに関してはかんがいとその抑圧効果をもたらすことによって、連作を可能にみちびくとも考えられる。上記のPasuruanおよびGoibatore 両研究所の専門家はいずれも水田、畑それぞれについてかんがいがセンチュウの密度を減少する働きがある、としている。

さとうきびの連作とセンチュウの密度、収量との関係を追求した研究としてはS. K. Prasad(1965)がある。彼はインドのNew DelhiのPusaにあるIndian Agr. Res. Inst.においてセンチュウの種類、環境と耕作条件ならびに防除法について研究してきたが、さとうきびを連作すると作物の生育を阻害するセンチュウの密度が増大する、ことを報告している。このことは上記のPasuruanおよびGoibatoreの専門研究者も常識的に認めていた。

モノカルチャーのもとにおける、さとうきび連作による収量の減退原因にメスを入れたJ. N. Warner(1968)の研究は、それがハワイの代表的プランテーションBrewer社でおこなわれただけに重要性をもっている。彼は、この研究を1968年第13回I. S. S. C. T.にYield decline of H37-1933 in Hawaiiと題して報告した。その内容を要約すると「ある耐病性の品種が入れかわり栽培されるとしばらく収量は高まるが、長期のモノカルチャー prolonged monocultureのもとでは収量低下 yield decline がおきる。

H37-1933について起りうる原因としては、*Pythium graminicola*の増加、センチュウの増加、それらと関係して根の活力の低下が関わりあいがあると考えられる」としている。この研究の重要性は、単作・連作が定着しているとみられているハワイにおいて連作による減収とその要因が研究され、問題提起されていることにある。いいかえれば、もっとも連作が普及しているハワイにおいて、もっとも深く連作が研究され、いわゆる連作障害が強く問題にされている、ということである。次に、センチュウとさとうきびの品種について、インドのG. N. Rao(1961)⁵⁶⁾は品種によってセンチュウに対する感受性が異るとし、彼の研究所であるGoibatore研究所の作り出したCo527, Co290外2-3の品種は比較的ネコブセンチュウによって侵される可能性が少ない、としている。またアラブ連合のOfeita⁵⁶⁾(1963)はCo413, N:Co310, 48D12はネグサレセンチュウ、ハリセンチュウの寄主となる、としている。この種研究の発展によって、連作によるセンチュウ害を品種によって解決にみちびくことが可能性をもつ。一般に、さとうきびの品種が10年で交代するといわれ、³⁹⁾確かなデータの出されているハワイでは、その技術的要因として新品種によるセンチュウ害の克服がなされていたのではあるまいか。

2. 病 害

わい化病 ratoon stunting disease は現在沖縄における重要な病害であるが、1964年日高⁴⁹⁾

らによって奄美地方のさとうきび病害調査にもとづいて明にされ、1973年日本植物病理学会において「矮化病」と正式に新称されたものである。その名のごとく株出によって切断刃等を介して伝染することは明らかで、連続株出はこの病害の伝播する有力な原因である。筆者らのおこなった、さとうきびの新植においては表24に示したとおり必ず熱風処理をおこなってその予防に努めた。

1967年³⁹⁾西沢は、はじめて沖縄のさとうきびの病害について調査し勧告をおこなった。その勧告のなかで連作と病害について注意を促している。

荒木は1967年沖縄の土壤病害について調査し1968年その概要について報告したが、そのなかで、さとうきびの病害とくに「サトウキビ根腐病」について次のとおり述べている。「サトウキビ根腐病は明らかに連作による障害といえる」、菌は調査地区のうち1地区だけが *Rhizoctonia solani* 菌が分離された以外、他の地域からは *Pythium* 菌が分離された、とし「多年にわたるさとうきびの連作、特に低湿地において連作を避けること」を勧告している。このように根腐病についてみても連作が病気をまん延させ、さとうきびの減収をきたすことは明らかである。

さとうきび後作のかんしよが黒斑病が少なくなることはⅢ-D-3-(3)において前述したが池原もその著「輪作上からみた甘蔗作」(1960)のなかで同様のことを記述している。⁷⁵⁾

さとうきびとの輪作によって病害を回避している有力な事例として沖永良部島におけるユリの栽培がある。小林(1969)はその著「沖永良部島における栽培65年史」のなかで次のように述べている。

① 1925年から10年間位、ユリの立枯病、炭そ病、ボトリチス病等が問題となり、対策の一つとして、ユリを一度栽培したら3-4年他の作物を植え、あとにユリを栽培する、よう指導された。そして代表的作付方式として、ユリーかんしよーさとうきびーさとうきび(株出)ー大豆ーユリが指導された。

② 1951年以後は、ユリーさとうきびー大豆ーユリもしくはユリー甘しよー大豆ーさとうきび。その後株出が強まるにつれて、ユリーさとうきびーさとうきび(株出)ーユリの輪作が奨励された。約70年にわたるこの島のユリ産業の技術問題は病害との闘いで、今日もなお、さとうきびとの輪作によってこれに対応している。

輪作によって解決を図ろうとしたもっとも重要なさとうきびの病害は黒穂病 *Ustilago scitami-*
nea (Rabenhorst) Sydow : smut⁴¹⁾ である。G.L.Fawcett (1941) はアルファルファ⁴³⁾ ととうもろこしの輪作によるこの病害の防除効果を提唱した。R.A.Robinson も休閒と緑肥が良い防除法であると報告した。黒穂病は近年沖縄、台湾、海南島、ジャワ、インド、ナタール、フィリピン等各地に発生しているが朱学曾⁵⁵⁾ (1965) は同病と露菌病 *Sclerospora sackari* Miyake について「兩種重要病害於台湾再度猖けつ」と警告し、1967年筆者に対しても「台湾でN:Co310⁴⁴⁾ が連作によって黒穂病に侵されているので、沖縄も注意せよ」と教示された。R.Antonie(1961) は sugarcane diseases of the world のなかで黒穂病の世界分布を明らかにし、防除法の一つとして連作と株出を避けることをあげている。このように輪作は現在も重要な黒穂病防除の方法であり、連作と株出は同病の誘因となっている。前述したように工藤(1974)によれば、ハワイの研究機関

においては、連作によってまん延のおそれのある黒穂病を防除するため、台湾より同病の病原をとりよせ、低抗性品種の選抜をすすめている、という。

3. 土壤微生物と有機物

足立⁵⁸⁾⁶²⁾(1927—1967)は台湾における甘蔗糖業の応用微生物学的研究のなかで、1967年さとうきびの連作について「さとうきびの連作によって土壤微生物のバランスが崩れてさとうきびの生育を阻害する」とし、これを防ぐため堆肥もしくは緑肥施用が必要であると説いている。

さらにさかのぼって足立⁵⁷⁾(1929)は前述した一連の応用微生物学的研究のなかで、「poj2725の出穂と土壤の微生物学的活動」と題して次の報告をおこなった。同一気象条件下で枯葉だけでつくった堆肥の施用方法を、A無堆肥、B土壤の0.5%施用、C同2.5%施用の3区に分けコンクリート框で栽培、11カ月後の出穂率A20.8、B17.5、C4.5%となった。開花率は生育停止株の比率である同一気象、栽培条件のもとで無堆肥区は株の20.8%が生育を停止、C区は4.5%にすぎなかった。さらに足立は、堆肥施用について地力と結びつけ「地力のおとろえる最大原因は、気温と湿度に恵まれた熱帯地域においては、微生物活動の烈しいため著しく有機質の損失を招き、これによる土壤各養分の有効化が阻害される」とし「連作的栽培をするため地力においても全島的に年々おとろえつつある」と警告している。連作栽培が堆肥や緑肥投入の機会を失わせ、熱帯条件下の有機分解消失と相俟って微生物のバランスを失し作物の生育を阻害する、と理解してよいであろう。

有機物問題についてはH. J. Russel, H. W. Russel(1949)の著「Soil conditions and plant growth」(藤原彰夫⁷²⁾らに示された「熱帯土壤の管理に関する原則」に依拠して論議をすすめるべきではない。「土壤管理に関する基礎的原則は、最少限の清掃耕作 clean cultivation を含み、かつ土壤表面に大量の有機物を維持する営農体系を工夫するにある」としている。この原則はさとうきびにもあてはまる。そして「土壤有機物を維持する常とう手段は、耕耘作物 tillage crop と土壤を休息させる作物 soil resting crop すなわち耕耘を必要としない作物を交互に採用するにある」といっている。

しかしながら、さとうきびはその栄養体構成 Vegetable composition が C. van Dillewijn¹⁰⁹⁾の著 Botany of sugarcane (内原彪訳1971)によると、ハワイの品種H37—1933の12月令のさとうきびでは梢頭部9.0、茎49.2、枯葉24.6、株4.5、根12.7%である。もし焼かないで収穫する green harvesting ならば蔗茎以外は圃場に残り有機物の問題は量的にはおこらない。若し焼いて収穫 burn harvesting の場合は根と株の計17.2%が有機質源となりうる。前述したDr. Clement は根が残るから問題はない、という。ha 当り200 ton の蔗茎収量とする³⁹⁾と17 ton 程度が残ることになる。これだけで充分であるか否かは議論の分れるところと考える。労働事情の益々きびしくなる将来 burn harvesting は機械収穫の前提となるから、さとうきびの株と根だけを有機質源とすることには問題がある⁶¹⁾と考える。

緑肥の施用がさとうきびの収量等に及ぼす影響については、A. Singh⁶¹⁾(1963)、A. G. Barner⁶⁰⁾(1964)、足立⁶²⁾(1967)、C. S. Loh⁶⁹⁾(1968)、S. C. Wang⁶⁶⁾(1968)、W. L. Danis⁶⁶⁾(1968)、

⁶⁷⁾
B. K. Mathur (1969)ら多くの研究報告があり、いずれもその効果をみとめている点、研究史 (I-B-3)のところでのべたので省略する。

⁶⁴⁾
R. P. Humbert (1968) は有機質の施用によって土壌の圧密 soil compaction を防ぎ土壌中の水の分布、根系の発育を良好にするという。これは前述した H. F. Clement のいう圧密によって株出回数が制限される。ということと一脈通ずるものがあり、はしなくも彼は土壌の物理性改良については有機物投入の必要性をみとめたこととなる。

4. 作物栄養

³²⁾
熊代 (1969) はその著「比較農法論」のなかで作物交代 Fruchtwechsel の技術的根拠の1つとして、作物を養分吸収の面から「跡よし tragende」、「跡ぎらい getragende」、「跡あらし abtragende」の3つに分けている。¹⁴⁾ 永友 (1959) は「さとうきびのように地力収奪的な作物の連作は、跡あらし的な作用により、さとうきびの栄養上の障害を招くことは必然的である」といっている。作物栄養の点からみて一般の作物以上にさとうきびはその強大、急速な栄養生長の特性からみて、連作による栄養上の片よりを引きおこし、収量の減退を招くことが通念となっていた。

⁷⁴⁾
これに対して、前述したハワイの H. F. Clement は「ハワイにおいては monoculture は品種改良と集約的かつ完璧な施肥によって、100年以上も安定して継続し、acre あたり収量も確実に増加してきた」といっている。彼のいう「完璧な施肥」とはいわゆる葉分析 crop logging にもとづく施肥技術のことである。

⁹³⁾
1968年 S. Kobe は沖縄において、さとうきびについての葉分析において講演した。彼は、ハワイの代表的プランテーション Brewer 社の Crop Log Laboratory の責任者である。その要点は「所定の時期に所要のサンプルが、所定の部位から採取され分析室におくられてくると、有機物、無機原素およびその化合物の35項目について短時間の間に分析をおこない、該当する生育期について養分の過不足が示されて、施肥対策が指定される」。1967-68年の1分析項目の費用は0.94-5.34 \$であった。1974年現在この実用化はハワイにおいて全面的におこなわれているのではないが、Hawaii Sugarcane Planters Association (1973) の推奨するように、ハワイの monoculture を支える技術の一つになっている。

ここに、さとうきびの作物栄養の技術に関して、対照的な二つの方法が提示された。一つ、前者は伝統的な農法によって作物を組み合せ、輪作によって作物の栄養を全とうしようとする。後者は革新的な化学技術によって養分の所要量を決定、施肥によって作物の栄養を完璧にしようとし、それが monoculture の継続を可能にしている。この2つの作付方式とそれを支える技術は、何をメドとして、基礎として、選択決定されるのであろうか。H. F. Clement はインドのさとうきび作を調査して、緑肥のクロタラリヤをやめて、その費用と労働を肥料にかえたらインドのさとうきび生産は増大する、という。しかし、インドでは現在の輪作を変え難いものになっている要因が施肥技術以外に存在している。

以上、Ⅲの作付方式に関する試験成績について、地力・栽培環境条件を基礎づける要因としてセンチユウ、病害、土壌微生物および有機物、作物栄養をとりあげ、関連する諸説と照合して考察した。この

結果、試験成績にあらわれた輪作・連作による年次の収量の変化、いいかえれば地力の輪作による向上と連作による減退、という判断は誤っていないことを認めることができよう。

しかし、作物栄養の項において考察したように、葉分析等による施肥技術のほか、センチウとくんじよう、病害と品種改良といった集約的な技術による連作問題解決の可能性からみて、さとうきびの連作は妥当性をもつものと思われる。したがって、輪作は連作より多収であり地力維持に役立つ、と端的に結論づけ、作付方式はすべて輪作であるべきである、ということにはならない。

また逆に、いわゆる連作障害の諸問題は上記したような技術の高度化によって解決することができるから、他の作物に土地を割く不利な輪作はとるべきでなく、作付方式はすべて単作であるべきである。とする結論も正しいとはいえない。

ここに、技術的要因に加えて、別の作付方式決定要因をとりあげ考察をすすめる必要がでてくる。

C 作付方式を規定する要因について

A作付方式に関する調査結果についての考察によって、作付方式の決定のうえで労賃が優先する要因ではないか、という推論に達した。またB作付方式に関する試験成績に関する考察によって、単位面積当り収量の高さや地力維持の可能性といった技術的要因だけでは作付方式は決定され¹⁰⁸⁾ない。技術を超えた要因の存在が推論された。

そこで、前段において、さとうきびを離れて、一般的な作物の場合における、作付方式規定に関する、近年における学説のうち、この論議にもっとも関係の密接とおもわれるものを摘出論述し、これに基づいて後段に、さとうきびを中心とする作付方式を決定する要因を究明してみたい。

1. 近年における作付方式の動向とその要因に関する二・三の学説

⁸⁵⁾熊代(1965)は作付方式について「この方式は作付順序方式=作付方式Cropping system, Fruchtfolge systeme という場合、自然植生ないし多年生作物および一年生作物が一定面積に配置される前後作関係として、時間的ディメンジョンでの土地利用の連鎖をなす。この連鎖が整序をなすかぎり、経営の各時点では土地利用の地目割合および作付割合が空間的ディメンジョンで投影され、これが耕圃方式Fieldsystem, Feldordsysteme = 作付方式、輪作組織として投影する」と定義づけをおこない、作付方式を規定する要因として、次の6つをあげている。農業技術段階・気象や土壌等の自然条件・労働条件・経営規模・作物の収益性・経済の発達段階。

これらの要因は相互に関連し合って作付方式を規制し決定していることは当然であろうが、前述の考察にもとづいて「労働条件」に焦点を絞って、作付方式との関連を考察していくことにする。

熊代(1969)はその著「比較農法論」のなかに一章を設け「高度機械化段階の農法転換」と題して、第二次大戦以後の西ドイツ農業の発展状況を把え「幾千年も地力維持原則に立つ伝統的農業の西欧のうちでも、急速に生長する工業世界のなかに小農構造をもつ集約的な西ドイツ農法が大戦後に各級の機械化段階で示す展開は(中略)われわれに共通の課題を提供する」とし、西欧の発展する経済のもとで、地力維持を中心とした自己完結型の伝統的輪作農業が新しい農法に切りかえられつつある、としている。

そして、そのモメントとして労賃の上昇をあげ「西ドイツの機械化は、畜産物価格の上昇を上廻る労賃指数上昇の条件が強い」とし労働の節約は労働節約可能な作目の選択拡大、いわゆる特化生産の拡大ひいては作付方式の単純化を引きおこすことになる」と説き、作業面では完全自動化の帰結として精ちで高能力かつ高価な収穫機の導入を必要とし、その固定費節約を可能にする性能と作業規模が要求される、としている。

前述したハワイにおいては、アメリカ経済の生長下における労賃の高騰に対応して、作物をさとうきび一つに単純化し、作業の機械化を一貫するため、とくに収穫機のような高能率でかつ高価な機械を導入、その固定費を償うに足るだけの経営規模の拡大（農場数の縮減）につとめたこと、は上記の西ドイツ農業の動向とよく相似している。

農業技術研究所の川波（1967-73）は、近年における西ドイツの農法転換に関連して、1967年G. Blomの著Die Neuorientierung der Landwirtschaftの訳「農業経営の新方向」⁸⁸⁾ 1970年B. Andreaeの著（1959）の訳「農耕経営学」¹⁰⁵⁾、1971年「西独における農法転換の方向と経営対応」¹⁰⁷⁾、1973年「西独における無畜機収作農法の展開」と一連の翻訳および研究を公表した。主としてこれらの川波の研究に依拠して、作付方式を規定する要因を追求し、つぎに、さとうきびを中心とする作付方式の決定要因についての具体的な結論づけを試みることにする。

経済の生長が進むなかで農業労賃が農産物価格や経営手段の価格上昇率を上廻って上昇する場合には経営者は、労働費を節約することによって経営支出を縮少することを意志決定する。¹⁰⁸⁾そのため人間の労働を機械によって代替しようと努める。そこで、作目の選択基準は、従来の多収・地力維持といったものから、機械化の容易なものへと変化する。そのなかでも、機械化に高額の資金を必要とする収穫の機械化の容易で安価な作目の選択が優先する。そして一般的な帰結として穀作物がとりあげられるべき作目として登場してくる。

かくて、ヨーロッパにおいて1940年頃まで伝統的農法として受け継がれてきた、地力維持を根幹とする作目間の結合（例えば家畜と飼料作物）や輪作様式は解体して、作目・作物の単純化が進行する。また年間を通じて家族労働に雇用の場を与えてきた家畜部門も集約的な乳牛から粗放的な肉牛へ、さらに無家畜へと単純作が深化する。作物部門においては能率的機械利用が一貫して可能な穀作がもっとも有力な選択作物となる。

川波はこの過程を「伝統的な作付順序である労働集約的な跡よしの茎葉作（飼料作）—牛飼養中耕作物部門を労働粗放的な機収作物（機械によって収穫可能な作物：Mahdursch fruchte）= 穀作（ナタネ作、豆作など）によって代置し、牛、羊の飼養放棄を余儀なくさせる」としている。

かくて、堆肥供給による地力維持、作物相互間における栄養のバランス、作り換えによる病害虫の制圧、雑草の抑圧等の輪作、家畜部門との結合生産の技術的合理性が置き去りにされ、未解決のまま、経済の与件に適応すべく作目・作物の単純化、すなわち単作・monoculture化は進行する。そして単純化は、作物の単純化や機械化によって得られる労働費の節約額が、収量の減少等による減収額を上廻る限りにおいては、農業労働の上昇下においては、ますます進行の度を深める。川波はこの動向を、

ヨーロッパの伝統的農法からみて「厩肥無しの無家畜経営は欠陥構造」であるとし「経済的与件に適應するため止むをえない存在と思われる」とし「今後大規模、大型機械体系に適合した輪栽農法体系の新編成が、新しい土壌学、土壌微生物学、肥料学、作物学などの総合として解決されなければならない課題となる」と結んでいる。

上記の説を近縁糖業地域の労賃と作付方式のうえに照合してみると、表22に示したように、台湾、ジャワおよびインドは、その労賃水準が、作物を単純化して機械化に進むべき段階に達していない、経済発展の途上国に類するといえる。台湾の水田輪作やジャワのレノーソ式輪作は低労賃に基礎づけられた作付方式で、やがて経済の発展、労賃上昇の期を迎えて変ぼうすべき作付方式であると考えられる。

2. ハワイにおける単作の成立とその問題点

ハワイにおける、さとうきびの作付方式は、大規模機械化経営としての単作であり、かつ連作である。しかしそのha 当り収量は月おおむね1 ton、世界最高の水準を保っている。

ハワイのさとうきび作の歴史をさかのぼると輪作が指導され、それが根強く定着し、単作化に行き悩んだ報告もある。⁷¹⁾¹²⁾

ハワイの作付方式は、経済の発展に伴う経営外からの与件に適應すべく、経営内部の技術問題等の解決に努力しつつ単純化の道を行ってきたといえる。そのもっとも主導的な外的要因は労働者賃金の上昇にあったことは言を俟たない。(II-B-5参照)

ハワイのさとうきび作における労働問題は白人対黄色人種(その中心は日本人)の民族問題をはらんだ賃金・待遇改善斗争としてその移民史に生々しい。⁹⁵⁾労働者のストライキはハワイの社会をゆるがし、プランテーションの存続にかかわる事態として、労働の節約・機械化・単作化をプランテーションの経営者に迫った。以来、単作化に必要な資本装備の充実・土地や用水の整備、連作に伴う技術的問題の解決に対して投資と努力を重ねてきた。川波のいう「経営の欠陥構造」とこれを解決すべき「新しい土壌学、土壌微生物学、肥料学、作物学」への努力の跡と問題点のうち主なものを列記すると次のとおりである。(II-B-5-(2)参照)

- ① 単作・連作によるとみられる品種の収量性低下に対しては、代るべき新品種を育成改良して準備、おおむね10年おきの品種交代をつづけてきた。
- ② 連作を継続するなかで、連作障害に関する水準の高い研究をおこなっている。たとえば、長期の単作によって起る品種の収量性低下は根系におけるセンチウの増殖と、pythiumの増加に関係があるなど、有力な研究がある。
- ③ 連作によるとみられる作物栄養のかたよりに対しては、crop loggingなどの高度な技術をもとにした集約的な施肥により解決を図ることとした。しかし、その操作に手間がかかり一般的に普及しにくい面があり、一方では、緑肥の効果を支持する研究者もいる。
- ④ 農場の用地、用水の確保が住宅地や観光開発等と競合して著しく割高かつ困難となり経営支出を増大している。

これを要するに、ハワイの単作は労賃の上昇に対応した作付方式の選択である。それを可能にしてき

たものは、大規模な用地、用水とそれらの整備、大型機械化作業体系のもとにおける単作を実行するのに必要な品種・作物栄養・病虫害等の単作技術とこれを管理する経営者能力であった。

これを経営収支の面から把えるならば、労賃の上昇条件のもとにおいて、機械化単作によってえられる労働費の節約分と、連作による減収ならびにこれを克服するための技術開発費などのマイナス部分とが、収支の面でキビシク相克するもので、単作は持続されてきたものといえよう。

3. 沖縄における単作の特殊性と今後における作付方式の方向

沖縄におけるさとうきび単作は、その端ちよにおいて、労賃上昇に対応し技術の高度化を伴った西ドイツやハワイとは異なる、特殊なものであったし、その基底は変わらず今日にいたっている。その特殊性と問題点を列挙すれば次のとおりである。

- ① 単作化の発端は1964—65年を頂点とする原料価格の高騰である。当時の労賃は標準1日1\$の低労賃であった。経済の復興が農村に滲透していない時期における1 ton 当り20\$の価格は、自給作物である。かんしよや雑作やがては水稻までも駆逐した。技術の改善、用地の拡大ならびに用水の確保等の経営基盤は未整備のまま単作化が進行した。
- ② 1965年頃より、いわゆる基地経済の伸長によって、労賃は急激に上昇、農村労働力は年率6%程度の流出をつづけた。そして、単作、連続株出の強行が、拡張した農耕地の70%以上を占めるさとうきび作付面積維持の支えとなった。
- ③ 1972年復帰以後の経済の混乱、景気浮揚策の連続は、単作、連続株出さえも正常な管理のもとでおこなえないまでに、労賃を上昇させ、かつ農村労働力を農業から引き離した。
- ④ 輪作による地力維持等は「老農の歎き」として忘れ去られ、地力の低下・病虫害ねずみのまん延ばつこ等栽培の不良環境が増大し、単作・連作自体の継続をも放棄する状況が広まりつつある。

沖縄の単作は、原料価格の急騰に端を発し、労賃の上昇によって深化したもとの、単作の基礎たるべき技術・経営条件の改善、整備を置き去りにしてきた点、まったくハワイの単作とは異質のものである。

現在の単作・連作をこのまま強行継続する場合においては、これまで論述してきた所論に倣して、沖縄のさとうきび作は生産力の低い地帯より次第に単位面積当り収量およびブリックスを低下し、干ばつ・台風などに対するぜい弱性を深めつつ、衰退の方向を辿ることが憂慮される。

ここに、労賃上昇という経営外の条件と単作深化という経営内の条件を前提として、今後における沖縄のさとうきびの作付方向を見定めなければならない。端的に言ってその方向は2つある。

その1つは、現在の単作を労賃上昇下において可能にするような経営・技術の条件を整備することである。労働節約・機械化のための作目・作物の単純化・単作化という論理を逆に、単作を成立せしむべき機械化の条件を整備することを敢えておこなわなければならない。具体的にいえば、先進地域たるハワイの事績を学び後随しつつ、機械化単作の成立に必要な農業基盤の整備、品種をはじめ栽培・作業等の一連の単作技術を開発、体系化し、実行に移すことである。

しかしながら、現実には、土地・用水の資源不足、基盤整備事業の立ちおくれ、品種をはじめとする技術の未開発等上記の方向付けが困難にして長期間を要することが明らかとなる。よって、この方向を

とりつつも次の第2の方向を採らざるをえない現実にある。

それは、過剰に拡張した低位生産のさとうきび作の一部を牧草・飼料作に転換して輪作を編成、肉牛との結合生産を組織して、地力を回復・向上し拡大再生産の転機を把える、こと以外に残された道はない。この作付方式・経営方式は古典的な輪作の復活、近代化への逆行を思わせるものがあるが、経営の基盤、技術の条件未整備のもとにおいては、それに即応した作付方式の採用に、しばらくは甘んじていかなければなるまい。

V 摘 要

世界の主要糖業国の、さとうきびを中心とする作付方式が、単作と輪作とに大別されているなかで、沖縄においては近年単作ひいては連作が強まり、収量の低下・不安定化が問題となっている。

ここに、単作・輪作を対照しつつ、調査・試験をおこない、考察を加え、沖縄におけるさとうきびを中心とする作付方式に関し今後のあり方を提示しようとして、この研究をおこなった。

A 調 査

沖縄と近縁糖業地域について、作付方式の形成と現状、生産力ならびにそれらを基礎づける技術と試験研究に関して調査をおこない、各地域の作付方式について次のような特徴を把え、その結果として、作付方式を規制するうえで他に優先する要因は、労賃の高さにあるのではないか、という推定に到達した。

(1) 沖 縄

未整備で小規模な土地基盤と高労賃のもとにおける家族経営。

粗放・低位な技術による低収量の連作。

(2) ハワイ

整備され大規模な土地基盤と極めて高い労賃のもとにおける大規模機械化農場経営。資本集約的、高度な技術体系による高収量の単作。

(3) 台 湾

ほぼ整備された小規模な土地基盤と低労賃のもとにおける家族経営。

労働集約的、高度な技術体系による高収量の輪作。

(4) ジャワ

やや整備された零細な土地基盤と極めて低い労賃と高い地代のもとにおける会社の借地経営。

労働集約的かつ伝統的な技術体系による高収量の輪作。

(5) インド

未整備、零細な土地基盤と低労賃のもとにおける家族経営。

粗放、低位かつ低収量で、体系化していない輪作

B 試 験

沖縄の標準的経営型態を想定し、肉牛と結合した6年輪作をおこない。連続株出による連作と対比し

た結果、次の成績にもとずき、輪作によって土地生産力は逐次増大、栽培環境条件が改善される。また連続株出においてはその逆の傾向をとる、ものと推測された。

(1) 作物収量の年次変化

輪作年次の進むにつれて、さとうきびの新植・株出ともに単位面積あたり収量を増加した。また、さとうきびと輪作した、かんしょ・えんぱくについても年次ごとに増収を示した。しかし夏作のスーダングラスは気象条件に攪乱され成績がえられなかった。

連作さとうきびとしての連続株出は年次の進むとともに収量が低下した。

(2) 肉牛の生産性の変化

輪作年次が進み適時良質青刈飼料が多給されるにつれて日増体量は年次ごとに着実に増加した。ただし、青刈飼料給与による脂肪黄変が給与量を制限した。

(3) 栽培環境条件の変化

さとうきびの有害センチュウであるイシュクセンチュウは、明らかに牧草・かんしょの植付によって減少し、さとうきびの植付・在圃によって増加することがみとめられた。

連続株出の場合はイシュクセンチュウの外ラセンセンチュウの数が増加した。

輪作年次のすすむにつれて、易耕性の改良・黒斑病汚染イモの減少、有害雑草であるムラサキカタバミの撲滅がみとめられた。

C 総合考察

作付方式とその決定要因としての土地生産力等と労賃との関連性を、それぞれ既往の研究に照合して考察し、次に双方の考察結果を総合し次の結論を得た。

(1) 輪作と土地生産力要因・栽培環境条件との関連性

センチュウ・病害・土壌微生物と有機物・作物栄養に関する既往の研究成果と試験成績とを照合して考察を加えた結果、輪作によって土地生産力要因が向上を示し、栽培環境条件が改善されていく、また連作の場合はこれと反対の方向をとる、という判断の正しいことをみとめた。

(2) 作付方式決定要因としての労賃

経済の生長等の条件のもとでは労賃が上昇する経営外的与件に対応して、作付方式はその土地生産力等といった経営内部の条件を超えて、単純化していくことを、西ドイツ農業の転換より学んだ。そして、調査にもとづく、単作地域と輪作地域との区分が労賃の高さに支配されていることみとめた。

(3) ハワイの単作と問題点

ハワイの単作は、労賃の上昇に対応した労働節約、大規模機械化のための単作である。そしてそれを可能にしてきたものは、大規模な用地、用水とその整備。大型機械化作業体系のもとにおける、連作障害を克服し単作を継続するに足る品種・作物栄養等の技術体系と、これらを管理し得る経営者能力にある。

(4) 沖縄の単作と作付方式の今後の方向

沖縄の単作は原料価格の急騰に端を発し、労賃の上昇によって連続株出を主流として定着、深化した。

したがって、単作を可能にする技術・経営等の条件を未整備のまま進行した。このままこの単作・連作の強行が続く場合はさとうきび作は収量・ブリックスの低落を主因として衰退する恐れが大きい。

よって、今後に向すべき作付方式の方向は2つ考えられる。1つは、機械化単作を可能にする基盤の整備、技術の改良開発を急ぎそれを合理的なものにすることである。

2つには、単作化のための諸対策が長年月を要する事情に即して、さとうきびと牧草・飼料作との輪作を編成、肉牛との結合生産によって、拡大再生産の転機を把握、将来への近代化を目指すことである。

これこそ、現在沖縄のさとうきび作にとって残された唯一の進路であると考えられる。

VI 謝 辞

この研究は1967年1月から1974年6月にわたっておこなった。1972年3月までの試験実施においては、技術援助事業を通じて、故白坂進・平井俊臣・箱石正・岡田光男・小山義雄の各総理府技官ならびに新城幸吉・宜野座金次郎両琉球模範農場長と技術職員の御協力を戴いた。センチュウの調査については琉球農業試験場照屋林宏氏の御協力を得た。ここに故白坂進技官の御冥福を祈るとともに関係者に対し厚く感謝の意を表する。

また、1972年4月以後、熱帯地域における調査研究に関し多くの御支援を賜った農林省熱帯農業研究センター前所長山田登博士・同所長村上寛一博士、とりまとめに際して懇篤なる御指教を賜った、元千葉大学園芸学部長林四郎博士・九州大学農学部教授伊藤健次博士・同日高醇博士・同西村修一博士に対し衷心より謝意を表する。

Ⅶ 引用文献

A

- 1) 金子昌太郎(1912): 甘蔗農学, 466~647
- 2) 加藤繁(1920): 支那における甘蔗および砂糖の起原について, 東亜經濟研究 4(3)
- 3) 三浦博亮(1923): 嘉南大州と輪作方式, 台湾農事報 200
- 4) 三宅勉・清水政治(1935): パインアップルおよび甘蔗の交換耕作について, 台湾農事報 343
- 5) 台湾總督府殖産局(1937): 台湾の輪作調査および糖業年代記, 台湾農家便覧 806~822
- 6) 降矢誠(1938): 三年輪作問題雜考, 台湾の水利 4~5
- 7) 林四郎(1943): 台中州下における水田蔗作の間作について, 台中農事試験所 資料9
- 8) 林四郎(1945): 台中州下における輪作形式について, 台中農事試験所 資料12
- 9) 山崎守正(1948): 内地における輪作例, 模範農業そう書 13, 136
- 10) Collins, T.L.(1949): The Pineapple, 265
- 11) Alexander, W.P.(1953): 7 years experience with sugarcane pineapple rotation, 8th Congress of I.S.S.C.T. (International Society of Sugar Cane Technologist) 267
- 12) Humbert, R.P.(1959): Soils as a factor in varietal yield decline, 10th Congress I.S.S.C.T. 51~58
- 13) Herbert, L. and Davidson, L.G.(1959): Effect of canetrash, legumes and bagasses on cane and sugaryield and on the organic matter contents in Louisiana, 10th congress I.S.S.C.T. 565~578
- 14) 永友繁雄(1959): 琉球の農業経営, 琉球政府經濟局農業叢書 20
- 15) 林四郎・千葉弘見(1960): 西表農業と輪作, 総理府西表農業調査報告書 304~314
- 16) 熊代幸雄(1960): 東南アジア畑輪作の形成, 農業と改良 9
- 17) 渡辺正一(1961): パインアップルの栽培と加工 232
- 18) 鈴木・西林(1963): ナタール, 濠州, 台湾, 比島の蔗作と糖業, 熱帯農業 6(7)
- 19) 稻留帯刀(1963): 温帯暖地の甘蔗栽培, 熱帯農業 6(4)
- 20) 斎藤一夫(1964): 東南アジアの糖業, アジア經濟研究所 63A-1
- 21) 大町篤・倉光正治ら(1964-65): タイ, インドの蔗作, 熱帯農業 8~9
- 22) 大内山茂樹(1965): 種ヶ島の概況とサトウキビの問題点, 熱帯農業 8(2) 66~71
- 23) 山崎守正(1965): 台湾の糖業とくに甘蔗農業の進歩と現状, 熱帯農業 9(1) 57~62
- 24) 清水正治・西川五郎(1965): 甘蔗農業に関する研究, 熱帯農業 9(1~2) 53~56

63~68 129~134

- 25) 甘味質源審議会(1966):南西諸島の輪作例,同審議会資料
- 26) 滝川勉(1966):フィリピンの糖業,アジア経済研究所 64A-3
- 27) 大内山茂樹(1966):さとうきび育種事情調査報告書(ハワイ・アメリカ・台湾等),さとうきび研究協議会資料
- 28) 山崎守正(1967):最近における沖縄糖業について,熱帯農業2(4) 205
- 29) 戴国輝(1967):中国甘蔗糖業の展開,アジア経済研究所双書 12
- 30) 児玉三郎ら(1968):さとうきび育種事情調査報告書(インド,南アフリカ),さとうきび研究協議会資料
- 31) Loh,C.S.(1968):Crop sequence,Taiwan Sugar Exp.Sta.13th Congress I.S.S.C.T.99
- 32) 池原真一(1969):沖縄糖業論 22 167~169
- 33) 熊代幸雄(1969):比較農法論 39~43
- 34) 江畑正之ら(1969):さとうきび栽培・育種事情調査報告書,さとうきび研究協議会資料
- 35) 小倉武一ら(1969):大洋州における熱帯農業研究事情調査報告書,30
- 36) Joshi,P.M.and Zende,G.K.(1971):Long term effect of manuring,cropping and cultivation practice on cane yield and soil property,14th Congress I.S.S.C.T.612
- 37) 丸杉・平井・白坂・岡田・箱石ら(1967~1971):模範農場事業成績
- 38) 岩佐愛重(1971):台湾における嘉南大州組合とかんがい方式ならびに輪作体系,熱帯農業 15(1) 42~49
- 39) 丸杉孝之助(1971):沖縄農業の基礎条件と構造改善,模範農場農業叢書 13 26~31 97~181
- 40) 丸杉孝之助,編(1972):模範農場技術成績集 18~28 35~48

B

- 41) Fawcett,G.L.(1944):El Carbon de la Cana de Azucar,Bol. Estac.Ex.Ag.Tucuman,47
- 42) Arruda,S.C.(1953):Aproducao da muda selecionada de Cana em face da doenca Carvao,Biologico,19 127~133
- 43) Robinson,R.A.(1959):Sugarcane smut,E.Afr.Agr.Jl.24 240~241
- 44) Martin,J.P.and Abbott,E.V.(1956~62):Sugarcane diseases of the world,342~344 442 422
- 45) 桐生知次郎(1962):台湾の甘蔗病害に関する研究

- 46) 栄政文・松田鋤男(1965):サトウキビ病害図説 64
- 47) Winchester, J.A.(1966): Sugarcane nematode control, nematodes of tropical crops 13~14
- 48) Anon, A.(1967): Rotating pangola with sugarcane, Rpt. Res. Dept. Sugar Manufactures Assoc. Ltd. Jamaica (1967) 71~72
- 49) 日高醇・村山大記(1968): サトウキビ矮化病(新称)について, 日本植物病理学会報 39(3)
- 50) Warner, J.N.(1968): Yield decline of H37-1933 on Hawaii, 13th Congress I.S.S.C.T. 1237
- 51) Hu, C.H. and Tsai, T.K.(1968): The nematodes investigation in sugarcane field of Taiwan, 13th Cong. I.S.S.C.T. 1262
- 52) 荒木隆男(1968): 沖縄における土壤病害概観, 土と微生物 10
- 53) Humbert, R.P.(1968): Nematodes control by trapcrop, 712~714
- 54) Gordon, W.(1968): Pests, disease and nematodes on the paddy rotation 13th cong. I.S.S.C.T. 107
- 55) 呂理栄(1971): 台湾甘蔗病害文献摘要集 15~18 66~69 143
- 56) Prasad, S.K.(1972): Nematode disease of sugarcane, J.M. Webster(1972): Economic nematology 144~158

C

- 57) 足立仁(1937): 甘蔗糖業の微生物学的研究第10報, 2725POJの出穂と土壤の微生物学的活動について, 熱帯農学会誌9(2) 34~40
- 58) 足立仁(1937): ibid.第12報, 甘蔗枯葉堆肥の微生物について, ibid.9(4) 360~363
- 59) Singh, A.(1963): A critical evaluation of green-manuring experiments on sugarcane in North India, The Empire Journal of Exp. Agr. 31(123)
- 60) Barner, A.G.(1964): Varietal decline in sugar cane breeding, Sugar Cane 30
- 61) Singh, A(1964): Effet of long-term application of organic and inorganic sources of nitrogen on the yield of sugarcane and soil fertility, The Empire Journal of Exp. Agr. 32
- 62) 足立仁(1967): 熱帯農業の特性, アジア農業研究5

- 63) Loh, C.S. (1968): 3 Categories of beneficial effects of crop rotation system, 13th Cong. I.S.S.C.T. 100
- 64) Humbert, R.P. (1968): Organic matter, The Growing of Sugarcane 60~70 83~93
- 65) Shaw, W.C. (1968): Impact of weed control of sugarcane production, 13th Cong. I.S.S.C.T. 88
- 66) Davis, W.N.L. and Vitos, A.J. (1968): Fertilization of sugarcane, *ibid.* I.S.S.C.T. 68
- 67) Mathur, B.K. and Singh, A. (1968): Studies on the indirect effect of phosphate manuring of legumes on the succeeding crop of sugarcane, *Indian Sugar* 19 573~576
- 68) Orsenigo, T.R. (1970): Weeds and weed control in Florida sugarcane, *Proc. Amer. Soc. Sugarcane Technologist* 17 142~161
- 69) Wang, S.C. and Yang, C.C. (1970): Effect of green manuring in the cane field of Taiwan, *Taiwan Sugar* 1970 17(3)
- 70) Fobes and Coborn (1970): Does sugarcane mosaic go to grass, *Sugar Bull.* 49(35)

D

- 71) Hawaii University (1928): The history of cane sugar, Hawaii Extension Book Series
- 72) Russell, E.J. and Russell, E.W. (1949): Soil conditions and plant growth
- 73) 丸杉孝之助 (1951): 土地利用の概念とその研究, *東北研究* 2(1) 1~5
- 74) Clement, H.F. (1959): Recent development in crop logging of sugarcane, 10th Cong. I.S.S.C.T. 522~578
- 75) 池原真一 (1960): 輪作上からみた甘蔗作, *琉球大学農学部学術報告* 7
- 76) United States Army Pacific (1960): Military geography of Isygakishima Ryukyu-Retto
- 77) 小島政一ら (1961): インドネシアの稲作, *国際食糧農業協会* 127-145
- 78) Rao, J.T. and Vijayalakshmi, U. (1962): The Indian sugarcane atlas, Coimbatore Sugarcane Breeding Institute
- 79) Sugar Survey Team of United States Departments of Agriculture (1963): Survey of the sugar industry Rykyu island, United States Civil Administration

- 80) Black, T.D. (1930): Research in agricultural land Utilization, scope and methods (磯辺秀俊ら訳), 農林省農地局資料
- 81) 日本製糖工業会 (1964): 世界糖業の概観, 国際砂糖理事会, 砂糖シリーズ 13
- 82) King, N.J. and Mungomery, R.W. and Huges, C.G. (1965): Greenmanure rotation with sugarcane, Manual of Cane Growing
- 83) Chinese - American Joint Commission Rural Reconstruction (1966): Taiwan Agricultural Statistics
- 84) 琉球糖業振興会: 糖業振興会報 10
- 85) 農政調査委員会, 東畑精一編 (1965~66): 体系農業百科事典Ⅱ 568~570
- 86) 北原健次郎 (1967): 甘蔗農学, 琉球分密糖工業会
- 87) 丸杉孝之助 (1967): 沖縄畑作の進路, 模範農場研究速報 5 12~25
- 88) Blohm, G. (1963), 川波剛毅 (1968): Die Neuorientierung der Landwirtschaft, 農技研資料 H11
- 89) 山崎守正 (1968): 台湾における甘蔗作技術の発達, 農村水産技術会議編 戦前戦時における台湾農業技術の発達 23
- 90) 林四郎 (1968): 台湾における稲栽培と作付体系, *ibid.* 9
- 91) 池原真一 (1968): 沖縄における甘蔗作経済の研究, 琉大農学部学術報告 15
- 92) 饒平名浩太郎 (1968): 沖縄経済史, 古代の社会と経済の仕組, 201
- 93) Kobe, S. (1968): 沖縄農業に対する所見, 琉球糖業振興会, 糖業振興会報 12
- 94) インドネシア糖業試験場 (1968~69): 1968および1969年次報告
- 95) ハワイ日本人移民史利行委員会 (1968): ハワイ日本人移民史
- 96) 小林正芳 (1969): テッポウユリ栽培65年史 9 57 73
- 97) 池原真一 (1969): 沖縄糖業統計
- 98) 尾崎薫 (1969): 北海道畑作中心地帯における輪作, 特に前後作組合せ様式に関する研究, 九州農試畑作部
- 99) 琉球政府 (1969): 沖縄県史 15
- 100) 丸杉孝之助 (1969): 沖縄からみた台湾の農業事情と試験研究, 模範農場農業叢書 第7号
- 101) 岡田光男 (1969): 輪作に結合した肉牛生産に関する研究, 琉球模範農場報告 15
- 102) 岡田光男 (1969): 亜熱帯における畑輪作に結合した肉牛生産に関する研究第2報 ストールバーン方式による若令肥育, 琉球模範農場研究報告 17
- 103) Indian Council of Agricultural Research (1969): Handbook of agriculture
- 104) 農林水産技術会議事務局 (1970): 連作障害要因の相互関連性の究明に関する特別研究推進

会議資料

- 105) Andreae, B. (1959), 川波剛毅訳(1970): *Wirtschaftslehre des Ackerbau 農耕経営学*, 農技研資料 H17 147~172 215~223
- 106) 熊田恭一(1970): 地力(の定義), 世界百科事典 15 701
- 107) 川波剛毅(1971): 西独における農法転換の方向と経営対応, 農技研報告 H45 40~54
- 108) 沢村東平(1971): 農場主の意志決定, 42~44
- 109) Dillewijn, C.V. (1965), 内原彪訳(1971): *Botany of sugar cane 甘蔗植物学*
- 110) 農林省熱帯農業研究センター(1971): インドとの農業技術協力に関する調査, 1970年インド農業に関する簡単な報告 60~75
- 111) 照屋林宏(1971): 沖縄における有害線虫, 植物防疫 25(11)
- 112) 児玉敏夫(1973): 田畑輪換法の再検討, 四国農試ニュース12, 1
- 113) 水之江政輝(1973): 台湾における畑地かんがいの特質とかんがい区分, 東海近畿農試報告 26
- 114) 川波剛毅(1973): 西独における無畜機収農法の展開, 岩片磯雄教授退官記念出版 275~280
- 115) 大久保隆弘(1973): 輪作の栽培学的意義に関する研究, 東北農試報告 46
- 116) 丸杉孝之助(1973): 沖縄農業の希望と現実, 農業と経済 39(1) 80~83
- 117) 琉球政府・沖縄県(1965~73): 糖業年報 №1~№13
- 118) 丸杉孝之助ら(1972): さとうきび作の機械化と経営改善, 模範農場農業叢書 第13号
- 119) 山崎守正(1973): わたしとさとうきびとの出会い, さとうきび季報1
- 120) 丸杉孝之助(1970): 農業構造の改善と肉牛生産方式, 模範農場農業叢書 第9号 2~9
- 121) Martin J. (1973): *Sugarcane culture in Hawaii, Hawaiian Sugar Planter's Association*
- 122) *Hawaii Crop and Livestock Reporting Service (1973): Statistics of Hawaiian Agriculture*
- 123) *Hawaiian Sugar Planter's Association (1973): A Brief history of the Hawaiian sugar industry 18~35*
- 124) 琉球農業試験場(1951~73): 琉球農業試験場業務年報 1951~73年度