

九州沖縄農研
研究資料
Mem.Natl.Agric.
Res.Cent.Kyushu
Okinawa Reg.

ISSN 1346-9185
2009年3月

九州沖縄農業研究センター研究資料

第93号

地域先導技術総合研究
「南西諸島におけるさとうきびを核とした高収益営農システムの確立」
— 研究成果集 —

MEMOIRS OF THE NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER
FOR KYUSHU OKINAWA
REGION

NO.93, Mar.2009

National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region
Koshi, Kumamoto Prefecture, 861-1192 Japan

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センター

熊本県合志市

九州沖縄農業研究センター研究資料 第93号

所長 井邊時雄

編集委員会

委員長 土肥宏志

委員 荒井治喜

服部育男

曾根一純

高橋昌志

吉永優

小田俊介

東條一夫

地域先導技術総合研究
「南西諸島におけるさとうきびを核とした高収益営農システムの確立」
—研究成果集—

目 次

I. はじめに	1
II. 地域総合「さとうきび」の位置づけと推進について	2
III. 論文集	
1. さとうきびの秋収穫による安定株出しのための基本技術の開発 －種子島における9月植え11月収穫－	19
2. さとうきびの秋収穫栽培における被覆作物を用いた土砂流出防止技術の開発	29
3. 秋収穫さとうきびとの輪・間作での園芸作物の栽培技術の確立	37
4. さとうきび間作野菜栽培における土壤養分動態	55
5. 秋収穫さとうきびと園芸作物との高収益営農システムの構築	69
6. さとうきび梢頭部の飼料化技術の確立	81
7. さとうきび秋収穫と園芸作物との複合による営農システムの実証	85
8. さとうきび秋収穫栽培法を核とした種子島における新営農システムの経営的評価 －3タイプの複合経営モデルのシミュレーションによる新技术の経営的評価－	95
9. さとうきび秋収穫導入のための地域支援体制	105

I. はじめに

九州沖縄農業研究センター所長 井邊時雄

さとうきびは台風、干ばつ等の自然災害の常襲地帯である沖縄県および鹿児島県南西諸島における代替困難な地域を支える基幹作物として、地域農業および地域経済上重要な役割を担っている。しかしながら、近年、収穫面積、単収とも減少傾向にあり、一部地域においては、さとうきび産業に必須である製糖工場の操業率が大きく低下し、5割を下回るところもあるなど、地域経済への影響も懸念されている。このような情勢の中、政府においては、平成17年10月に「さとうきび増産プロジェクト会議」を立ち上げ、さとうきびの増産を緊急かつ重要な施策として、生産者、国産糖製造事業者、研究機関、行政等関係者が一体となって推進する体勢がとられるようになった。

平成14年度から始まった本研究プロジェクトは、「秋収穫さとうきび栽培」の確立により、さとうきびの安定多収化と園芸・畜産との連携強化で高収益営農の基盤を構築することを目的として開始された。その結果、さとうきびの秋季・初冬季収穫用株出し多収性品種（早期高糖性品種）を育成し、秋収穫によるさとうきびの画期的な安定多収栽培技術を開発した。この研究成果は、「さとうきび増産プロジェクト」において重要な技術支援策として取り上げられ、まさに時機を得たプロジェクト最大の成果となった。一方、野菜とさとうきびの輪・間作技術については、秋収穫が可能な早期高糖性さとうきびの栽培を核として、高収益が期待できるサヤインゲン、タマネギ等の野菜と組み合わせる技術を開発した。さとうきびは生育期間が長く单作での作付け体系が一般的であり、必ずしも収益性の高い作物ではない。高収益な野菜とさとうきびとの輪・間作技術は、収益の向上を求めている生産農家にとっては魅力的な技術となったと確信している。さらに、南西諸島で盛んな畜産業に対して、収穫後の残渣、副産物であるさとうきび梢頭部が地場の自給飼料として有効であり、サイレージ調製による通年供給が可能であることを明らかにできた。さとうきび梢頭部を食べた家畜の糞を堆肥化し、さとうきび園場へ還元するという南西諸島ならではの持続的な農畜産業の姿を容易に想像できるようにしたことは、耕畜連携の強化という観点からも大きな前進である。

本プロジェクトで開発された新たな技術には全て経営的評価がなされ、普及していくために克服すべき問題点が示されており、単なる研究成果に留まっていない。さとうきび生産は、平成16年産においては、生産量が119万トンと前年から15%の減少、単収も1ヘクタール当たり51トンと史上最低の水準にまで落ち込み、平成17年産の収穫面積も2万1,200ヘクタールと前年から1,900ヘクタール減少するなど、構造改革が待ったなしの状況となっている。その中で本成果集に載せられている新しい品種や栽培技術に関する情報が地域の普及関係機関、さとうきび農家、製糖産業の方々に伝わり大きな反響となって返ってくることを期待している。

最後となつたが、本プロジェクトを実施するにあたり、終始適切な評価・助言をいただいた評価委員の野瀬先生と宮城先生に厚く御礼申し上げる。また、課題の一部を担当いただいた鹿児島県農業開発総合センターの関係各位に深く感謝申し上げる。

II. 地域総合「さとうきび」の位置づけと推進について

1. 研究目的

南西諸島の農業はさとうきび、園芸、畜産を基幹的活動として成立している。園芸作は付加価値の高い換金作物として重要であるが、地力消耗の激しい亜熱帯島嶼部におけるその持続的な実施には畜産由来の安価な有機物の大量補給を必要とする。さとうきびはそのような役割を持つ畜産の持続的振興を、粗飼料・畜産資材の提供、すなわち、梢頭部の飼料としての利用、バガスや枯葉の敷き料としての利用と堆肥化を通じ支えている重要な作物である。

南西諸島のさとうきび生産は、気象災害等の影響から单収が不安定であるが、さらに近年、单収、栽培面積、生産者数が減少するという傾向が見られる。中には生産量が激減する地域もあり、伊江島では製糖工場が閉鎖された。このような危機的状況の中、全日本の取り組みとして「さとうきび増産プロジェクト」が立ち上げられ、生産の回復に向けての取り組みが始められた。生産回復に向けて第一に取り組まれるべきは、生産コスト、労働時間の増大につながることなく実現される単位面積あたり収量の向上、そして、他の作物、畜産との連携の強化を通じた収益性の向上である。

現在、さとうきび栽培は、春に植付けて冬～春に収穫する春植え、夏に植付けて1年半後の冬に収穫する夏植え、収穫後の再生茎を翌年冬に収穫する株出しの3作型がある。春植えは気象条件が良い場合や防風林、灌漑施設等の基盤が整備された圃場の場合には、茎収量・糖度が高く、収穫後の株出し萌芽も良好な優れた栽培型である。しかし、台風・干ばつが発生しやすい夏季には、まだ植物体の生長が不十分なためにその被害を受けやすく、一般の農家圃場では生産が不安定で収量は低くなりやすい。夏植えは気象変動に比較的安定であるが、倒伏しやすく人力でも機械でも収穫が大変であり、また、収穫後の萌芽が不良な場合が多いため、実際には2年1作の土地利用効率の低い作型になっている。収穫はいずれの作型でも冬季に行われ、その後、特に春植え栽培では引き続き株出し栽培が行われる。しかし、株出し栽培は萌芽期が低温のために株の再生が不良で、収量が低く、継続回数も少ない等、低調であるといわざるを得ない。収穫期間についてみると、現行の収穫期は、冬季に限られて期間が短いため、労働の集中とともにハーベスターの低い稼働率というような問題点も惹起され、収穫費用低減や経営規模拡大を妨げる主な要因の一つとなっている。さらに、収穫期における労働力のさとうきび作への集中は、露地野菜や水稻の生産に必要な秋冬季の労働力不足をもたらし、地域の営農の多様化・高収益化を阻害する要因もある。

この問題を解決するため、本研究課題では、秋季・初冬季収穫用株出し多収性品種・系統を用いたさとうきびの秋収穫栽培により、さとうきびの画期的な安定多収栽培技術を開発する。また、冬春季園芸作物等との輪・間作体系を開発してさとうきび・園芸作の連携強化を図るとともにさとうきび未利用部分の飼料化を進めて効率的な耕・畜連携システムを構築する。

2. 営農試験地名

営農試験地は種子島とする。種子島は耕種農家（さとうきび、サツマイモ、水稻、園芸作物など）と畜産農家（酪農、肉用牛生産）が共存する農業の島である。さとうきびは耕地面積9,320haのうち2,501haを占める重要な作物であるが、同島では、各作物間の均衡が重要であり、業種間の連携の成否が持続的農業実現の鍵である。

種子島はさとうきび栽培地域の中で最も北に位置するが、奄美以南の地域に比べ、土壤環境、水供給環境から見た場合は有利であるため、茎収量は他の地域を上回っている。しかし、奄美以南の地域と比べ、冬春季の気温が低く、初期生育、生育期間の確保、登熟、株出しの継続（マルチ処理が必要）といった点では不利である。秋、初冬季収穫を実現するという観点から見た場合、同時期の十分な糖度の確保、収穫後の株出しにおける収量、園芸作物との輪・間作の導入のいずれの面でも最も不利な地域であると言える。このことはすなわち、

種子島で実用可能なさとうきびの秋収穫栽培技術、園芸作物との輪・間作技術・システムが開発された場合、この技術・システムは南西諸島全域への普及が可能な技術であり、温暖で気象条件の良い他のさとうきび栽培地域においては、より高い効果を發揮しうる事を意味する。以上のような理由から、種子島を本地域先導技術総合研究の営農試験地と定めた。

3. 研究内容

(1) 中課題名1：さとうきびの秋収穫による安定株出し栽培技術の確立

【既往知見】①ブランドニッポン4系で秋季・初冬季に収穫可能な糖度に達する品種が育成された。

【研究目的】①早期高糖性品種を用いて秋収穫を実施するまでの問題点を解決するための栽培技術を開発する。

②環境保全機能の高い秋収穫栽培技術を開発する。

【研究内容】①秋収穫において、甘蔗糖度12.5%，収量7トンを目標とし、最適な植付け時期、追肥時期、施肥量等を検討する。

②被覆植物栽培や部分耕起栽培法を用いて植付け前の多雨による土砂流出を抑制するための技術を確立する。

【達成目標】①秋収穫による安定株出し多収栽培技術の開発。

②環境保全栽培を実施するための土砂流出抑制技術の開発。

(2) 中課題名2：さとうきびと園芸、畜産との複合による高収益営農システムの構築

【既往知見】①早掘馬鈴薯、ソラマメ等の早出し冬春作物の栽培が盛んである。

②さとうきびの梢頭部が生草で飼料として利用されている。

【研究目的】①園芸作物との輪・間作技術を確立する。

②さとうきび未利用部分の畜産への利用による環境保全型島嶼営農システムを確立する。

【研究内容】①冬春栽培が可能な高収益園芸作物を選定し、輪・間作による土壤条件の変化を評価しながら、輪・間作での高収益栽培技術を確立する。

②さとうきび梢頭部の畜産への利用のためにサイレージ調製法の開発を行い、その栄養評価を実施して、最適給与体系を確立する。

【達成目標】①さとうきびと園芸作物等との輪・間作体系の開発。

②さとうきび梢頭部の飼料化による自給飼料の生産基盤の強化。

(3) 中課題名3：さとうきび秋収穫を中心とした新営農システムの現地実証

【既往知見】①地域総合「亜熱帯」において、野菜・花きおよび緑肥の導入による高収益営農システムの開発が進められている。

②地域基幹「亜熱帯畑輪作」では、さとうきびにばれいしょを加えた複合経営における収益向上効果等の経営的評価を行っている。

【研究目的】①現地において開発した技術を総合的に体系化し、実証する。

②新技術を個別経営モデルを用いて経営的に評価する。

【研究内容】①さとうきび秋収穫技術、冬春園芸作物との輪・間作技術等を体系化し高収益営農システムを実証する。

②個別経営モデルを策定し、新技術をモデルにより経営的に評価するとともに、生産支援体制のあり方を提示する。

【達成目標】①高収益営農システムの構築と経済的な効果の評価。

4. 達成すべき成果

- (1) 秋収穫、および、その後の株出し栽培により、台風や干ばつに強いさとうきびの多収栽培基本技術を開発し、収穫期間の大幅な拡張と、省力低コストで環境保全機能の高い安定多収生産を実現する。
- (2) さとうきびと園芸作物等との輪作・間作のための作付け体系を開発する。さらにさとうきび梢頭部の飼料化による自給飼料生産基盤の強化による耕・畜連携技術を開発する。
- (3) これらの技術を総合化して南西諸島における高収益安定営農システムを構築する。

5. 成果の普及方策

- (1) 秋収穫用の品種が育成され栽培技術が確立しても、製糖工場の操業がこれに合わせて開始され、また、集荷関係業者の運搬体制の構築、農業管理センター等生産支援組織の収穫作業の割り当て等も平行して進められなければ秋収穫は実現しない。現地検討会等を通してこれらの組織や行政機関と緊密に連携して新技術の普及を図る。
- (2) 秋収穫技術は種子島のみならず南西諸島全域に普及できる技術である。沖縄、鹿児島両県の農業試験場、製糖工場等の圃場に展示圃等を設置するなどして広報と普及を図る。

6. 研究推進体制

(1) 九州沖縄農業研究センター

主査：九州沖縄農業研究センター所長	
副主査：杉本研究管理監	バイオマス・資源作物開発チーム
	機能性利用研究チーム
	暖地施設野菜花き研究チーム
	九州畑輪作チーム
	暖地温暖化研究チーム
	イネ発酵 TMR 研究チーム
	異業種連携研究チーム
	鹿児島農業開発総合センター熊毛支場

(2) 推進評議会議

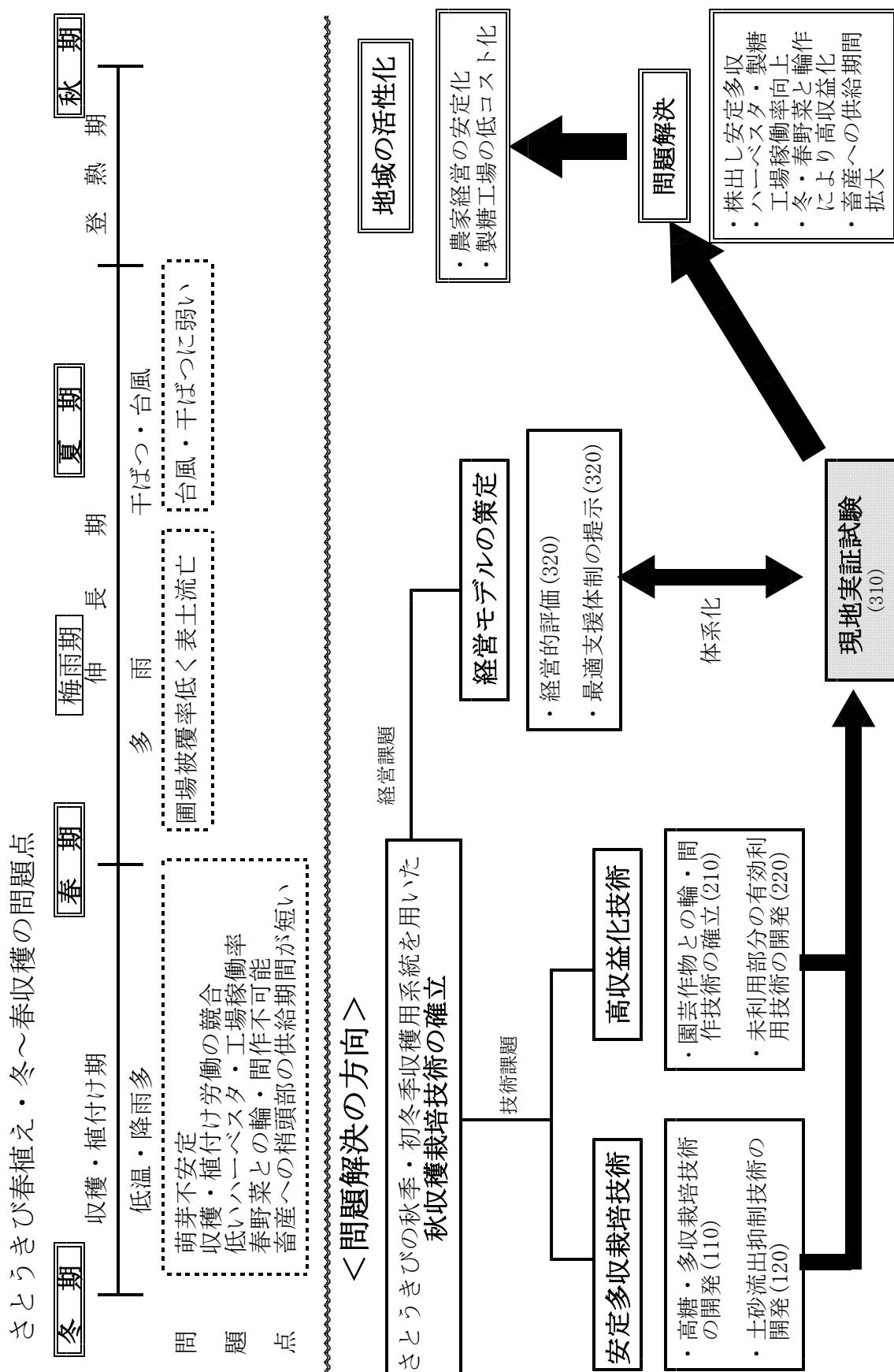
評議委員

佐賀大学農学部教授	野瀬 昭博
シー・アイ・バイオ	宮城 貞夫

(3) 現地検討会（構成メンバー）

農林水産技術会議事務局、九州農政局、沖縄総合事務局、鹿児島県農政部、熊毛支庁農林水産課、鹿児島県農業開発総合センター熊毛支場、種子島農業改良普及センター、沖縄県農林水産部、沖縄県農業研究センター、西之表市役所、中種子町役場、南種子町役場、種子・屋久農業協同組合、種子島酪農協同組合、現地実証農家、新光糖業株式会社、外部評議委員、九州沖縄農業研究センター所長および関係者

7. フローチャート



8. 年次計画表

「南西諸島におけるさとうきびを核とした高収益営農システムの確立」

課題名	14	15	16	17	18	チーム名		研究の概要
1. さとうきびの秋収穫による安定株出し栽培技術の確立								
(1) さとうきびの秋収穫による安定株出しのための基本技術の開発						バイオマス・資源作物開発チーム		収穫に適する糖度確保、多回株出し多収を実現するために最適な植付け時期、施肥量、追肥時期、追肥量等を検討する。
(2) さとうきびの環境保全型秋収穫栽培技術の開発						機能性利用研究チーム		被覆植物栽培や部分耕起栽培により、植付け前後の多雨による土砂流出抑制技術を確立する。
2. さとうきびと園芸、畜産との複合による高収益営農システムの構築								
(1) 園芸作物との輪・間作技術の確立 ①園芸作物との輪・間作技術の確立						暖地施設野菜花き研究チーム、九州畑輪作研究チーム		園芸作物を選定し、栽培条件を明らかにするとともに輪・間作による土壤条件の変化を評価して輪・間作技術を確立する。
②さとうきびと園芸作物との高収益営農システムの構築(210-2)						鹿児島県農業総合開発センター熊毛支場	園芸研究室	労力競合、生産コスト等を考慮して対象農家を選定するとともに実用技術として確立する。
(2) さとうきび未利用部分の飼料化技術の確立						暖地温暖化研究チーム、イネ発酵TMR研究チーム		さとうきび梢頭部の畜産利用のためにサイレージ調製法の開発を行い、その栄養評価を実施し、最適給与体系を確立する。
3. さとうきび秋収穫を中心とした新営農システムの現地実証								
(1) さとうきびを中心とした園芸、畜産との複合による営農システムの実証						参画全研究チーム		さとうきびの秋収穫技術、冬春園芸作物との輪・間作技術を体系化し、高収益営農システムを実証する。
(2) さとうきび新品種導入の経営的評価と地域支援体制の提示						異業種連携研究チーム、バイオマス、資源作物開発チーム		個別経営モデルを策定し、新技術を経営的に評価するとともに、生産支援体制のあり方を提示する。

9. 成果の公表

- 1) さとうきびの秋収穫による安定株出しのための基本技術の開発
 - ①伊禮 信・杉本 明 (2005) さとうきびの周年収穫・多段階利用に向けた品種の開発と新たな作型－夏植え型 1年栽培－. 農業技術 60 : 150-154.
 - ②杉本 明・寺島義文・氏原邦博・福原誠司・追立祐二・久保光正 (2004) 種子島における初冬季収穫栽培に適応性の高い品種および系統. 日作九支報 70 : 57-59.
- 2) さとうきびの環境保全型秋収穫栽培技術の開発
 - ①氏原邦博 (2008) 前作として栽培したマリーゴールドのサトウキビ秋植えへの影響. 热帯農業研究 1 (別 1) : 77-78.
- 3) 園芸作物との輪・間作技術の確立
 - ①大和陽一・安達克樹・永田茂穂・氏原邦博, 2004. 種子島地域における早期高糖性サトウキビとの間作に適した園芸作物の選定. 園芸学会九州支部研究集録, 12, 68.
 - ②大和陽一・安達克樹・氏原邦博・壇 和弘・永田茂穂・桑鶴紀充, 2005. 早期高糖性サトウキビと園芸作物との間作技術の開発. 第4回持続型畑作農業研究会資料, 27-30.
 - ③大和陽一・桑鶴紀充・永田茂穂・安達克樹・氏原邦博・壇 和弘, 2007. 種子島地域における秋収穫サトウキビとの輪・間作での園芸作物の栽培条件. 園芸学会雑誌 76巻 (別冊1号), 432.
- 4) サトウキビ間作野菜栽培における土壤養分動態の検討
 - ①安達克樹・大和陽一・桑鶴紀充・永田茂穂・氏原邦博・新美 洋 (2007) サトウキビ間作野菜栽培試験における土壤養分動態の検討. 九州農業研究発表会発表要旨集, 70, 81.
- 5) さとうきびと園芸作物との高収益営農システムの構築
 - ①大和陽一・安達克樹・永田茂穂・氏原邦博 2005. 種子島地域における早期高糖性サトウキビとの間作に適した園芸作物の剪定 九州農業研究 第67号 177.
 - ②大和陽一・桑鶴紀充・永田茂穂・安達克樹・氏原邦博・壇 和弘 2006. 種子島地域における秋収穫さとうきびとの輪・間作での園芸作物の栽培条件 園芸学会 2007. 別1137.
- 6) さとうきび未利用部分の飼料化技術の確立
 - ①廃糖蜜の飼料成分と泌乳牛に対する嗜好性 (2003), 九州農業研究 66, 119.
 - ②さとうきび梢頭部の化学成分ならびにサイレージ発酵品質 (2003), 九州農業研究 66, 138.
 - ③サトウキビ梢頭部のサイレージ調製と栄養価, 第4回飼料きび開発推進連絡会議資料 p31-33.
 - ④さとうきび梢頭部サイレージの発酵品質と栄養価, 九州農業研究 (2005), 67, 90.
 - ⑤Effect of sugarcane top silage feeding on physiological properties and milking performance of dairy cattle in Japan. 2006 12th AAAP abstract CD.
 - ⑥「さとうきび 牛の餌に」 2006. 9. 27 日本農業新聞.
 - ⑦さとうきび梢頭部のサイレージは泌乳牛用飼料として利用できる. 九州農業研究成果情報. 第22号.
- 7) さとうきびを中心とした園芸、畜産との複合による営農システムの実証なし

8) さとうきび秋収穫栽培法を核とした種子島における新営農システムの経営的評価

- ① 笹原和哉, 笹倉修司「大規模さとうきび経営における農作業の実態」九州農業研究（2003）。
- ② 笹原和哉「園芸複合型サトウキビ作経営の課題と展開方向」九州農業研究（2004）。

9) さとうきび新品種導入の経営的評価と地域支援体制の提示

- ① 笹倉修司・樽本祐助, 種子島における中核的農家の経営類型とさとうきび作の位置, 九州農業研究 67, 2006.
- ② 笹倉修司, 暖地畑作における担い手問題 - 品目別対策との関連において, 農業経営研究, 2007.
- ③ 樽本祐助, 笹倉修司, 種子島におけるさとうきび収穫委託の動向と特徴, 研究成果情報, 2005.
- ④ 樽本祐助, 種子島のさとうきび生産における担い手形成の課題, 砂糖類情報, 114, 2006.

10. 中課題としての取りまとめ

中課題1：さとうきびの秋収穫による安定株出し栽培技術の確立

1. 背景・目的

種子島の過去3年間(平成14/15～16/17年期)の平均収量は650kg/a, 12月収穫開始期の甘蔗糖度は12.1%である。現在行われている12月収穫を前進化させるため, 11月収穫において収量7000kg/10a, 甘蔗糖度12.5%を目標とし, それを実現するために最適な植付け時期, 追肥時期, 施肥量等を検討した。さらなる収穫期間の拡張に向けて10月収穫栽培技術の成立についても検討した。また, 秋収穫の場合, 植付け時期が8, 9月となるため, 台風等による多雨で植付け前から定着までの間の土砂流出の発生が危惧される。そこで, 被覆植物による土砂流出を抑制する技術を開発する。被覆植物として求められる条件として, 被覆が早く, 被度が高いことに加え, 本課題では園芸作物の間作も検討しており, 間作を導入する場合としない場合に分けて検討した。具体的には, 間作を導入する場合にはさとうきびの植付け後に間作野菜の播種あるいは定植を行うが, 作業性の面からさとうきび植付け時に圃場を全面耕起することが合理的となる。被覆植物をサトウキビ植付け時に残す必要がないことから, 収益性のある作物を栽培することも可能である。間作を導入しない場合にはさとうきび植付け時の裸地をできるだけ少なくすることを目的に被覆植物を畝間に残すため, 部分耕起によってさとうきびを植付け, さとうきび定着後に被覆植物を鋤込む。さとうきびの発芽や生育に悪影響を及ぼさず鋤込み作業に問題がなく, 安価であることが条件となる。

2. 達成目標

1) さとうきびの秋収穫による安定株出しのための基本技術の開発：

11月収穫において, 現在の収穫開始期の成績に優る, 収量700kg/a, 甘蔗糖度12.5%の目標値以上を得られる栽培技術を確立する。さらに, 10月収穫においても目標値を達成できる栽培条件を明らかにする。

2) さとうきびの環境保全型秋収穫栽培技術の開発：

間作する場合には被覆率が高いことに加え収益性がある作物を選定する。間作しない場合には被覆率が高く, さとうきびの生育促進に効果があり, 作業性に問題がない植物種を選定する。

3. 成 果

1) さとうきびの秋収穫による安定株出しのための基本技術の開発：

11月収穫では, 新たに品種となったNi22や, 極早期高糖性のKY96T-547を用い, 霜害のない圃場において9月中旬までに植付け, 最終追肥は5月に慣行の1/4量とし, 株出し時にはポリマルチを行う栽培

により、甘蔗糖度 12.5%以上、原料茎重 700kg/a 以上が実現できることが明らかとなった。同栽培により、現行の 12 月収穫と同等以上の水準で 11 月からの収穫が可能で、収穫期間の拡張、前倒しも可能になる。それにより、冬春期に高値が期待できるタマネギ等との輪作・間作も容易になると考えられる。一方、新植においては、減肥が可能であることから、低コスト化にもつながると考えられる。

10 月収穫は、霜害のない圃場において、新植は 8 月に植付け、基肥のみを基本とする栽培で実現の可能性が高いと考えられた。2000 年から 2005 年に行った試験の総括により、収量の向上に有効であることは明らかである。しかし、実用化に向けては、甘蔗糖度、収量ともに目標以上であった 2006 年度試験の株出し、株出し時のマルチの効果等、なお、試験の継続が必要と考える。

2) さとうきびの環境保全型秋収穫栽培技術の開発：

間作を行う場合にサツマイモとソバについて検討した。サツマイモ品種コガネセンガンは被度 70% 以上になるのは定植後 60 日であったが、植付けが 4 月上旬と早いため梅雨時期、台風による多雨時期に被度が高く、土砂流出防止効果が期待でき、また、収益性についても 8 月上旬収穫の場合焼酎用として 1kgあたり 65 円の価格で取引されており、収益性も見込めることから最も有望であると思われた。ソバは作期が短く、春植え・株出し体系のサトウキビを 3 月に収穫した後、秋収穫向けサトウキビを植付ける 8、9 月までに連作も可能であると考えられた。このため、3 月播種 - 5 月収穫後に 5 月播種 - 7 月収穫あるいは 6 月播種 - 8 月収穫の可能性を検討した。3 月播種 - 5 月収穫は播種後 30 日で被度 70% 以上であり、子実収量も 10kg/a と多く有望と認められたが、5 月播種 - 7 月収穫は被度は高いものの子実収量少なく、6 月播種 - 8 月収穫は被度も低く、子実収量も期待できなかったことから、ソバの連作利用は難しいと考えられた。ソバの 3 月播種 - 5 月収穫は有望であることから、これを活かすためには、ソバの 5 月収穫後にマリーゴールドを栽培するかソバワラのマルチング利用が有効と考えられた。間作しない場合には、センチピードグラス、ダイカンドラ、マリーゴールドは被度、作業性、さとうきびへの悪影響がないことから有望であった。

4. 実用化の方法と問題点、その克服方法

1) さとうきびの秋収穫による安定株出しのための基本技術の開発：

種子島における 11 月収穫は、霜害のない地域で栽培を行うことが絶対条件である。これに加え、ハーベスターの稼動率向上に向けて作付けの団地化が必要なこと、既存体系を変える必要があること等から、その導入、普及、定着には、地域全体での取り組みが必要である。現在、熊毛糖業振興協議会と市町村との共同により、実証圃レベルでの評価が進められつつある。これを始めとして、島内各地域での 11 月収穫栽培のデータ蓄積、11 月収穫で利用可能な Ni22 の増殖を図っていき、次いで、作付けの団地化の検討を促していく必要があると考える。

2) さとうきびの環境保全型秋収穫栽培技術の開発：

さとうきびの主な栽培体系となっている春植え、株出し体系においてはさとうきびの収穫は 3 月～4 月に終了する。さとうきび収穫後、11 月収穫向けさとうきびの植え付けを行う 9 月までの間に土砂流出を抑制し、圃場を有効に利用する方策として実用化を図る。また、さとうきびの 11 月収穫後についても、収穫後タマネギを輪作し、3 月に収穫した後に適用可能であると考えられる。間作を実施する場合の収益性のある作物としては、焼酎用原料としてコガネセンガンの栽培が実用的である。3 月下旬から 4 月上旬に植え付け 8 月中旬～下旬に収穫することにより 200kg/a の収量が見込め、粗収益は 13,000 円/a となる。さとうきび 9 月植付け後、さらにタマネギの間作を行うことにより 36,000 円/a の粗収益を得られることとなる。これらの成果から普及に向け鹿児島県農業開発総合センター熊毛支場と連携を取り栽培技術の普及を図りたい。

5. 南西諸島に広く普及するための重要事項

1) さとうきびの秋収穫による安定株出しのための基本技術の開発：

鹿児島県奄美以南の地域は、種子島と異なり、降霜がない。また、種子島に比べ、さとうきびの生育に適した高温の期間が長い。これらから、基本的には広範に11月収穫が適用できると考えられる。また、10月収穫が成立できる可能性も高い⁵⁾。現在、沖縄県の本島南部、南大東島、久米島等で検討が進められており、さとうきびの生産性向上に大きな期待が持たれているところである。鹿児島県奄美以南の地域においても、11月収穫の導入には、種子島同様、既存体系を大きく変える必要があることから、導入、普及、定着には、地域全体での取り組みが必要である。

2) さとうきびの環境保全型秋収穫栽培技術の開発：

種子島以南の奄美地域および沖縄県全域においてはサツマイモを焼酎の原料としておらず、高い収益性を期待することは難しい。サツマイモに替わる、被度が高く、収益性のある作物を選定することが重要である。また、マリーゴールドについても種子島以南の地域における被度の推移について調査を行い、その効果を明らかにすることが必要である。

中課題2：さとうきびと園芸、畜産との複合による高収益営農システムの構築

1. 背景・目的

さとうきびは南西諸島の基幹畑作物であるが、土地利用効率や収益性の低いことが問題とされてきた。従来さとうきびの収穫期間は冬春季であったが、近年秋収穫が可能な早期高等性さとうきび品種が開発されている。種子島地域ではさとうきびの他、甘しょや早出しの園芸作物の栽培が盛んであり、早期高糖性さとうきびを核とした作付け体系に輪・間作での秋冬季の園芸作物の栽培を組み込むことで高収益営農システムの構築が可能となると考えられる。

さとうきびの梢頭部は副産物であり、生産量の約6%を占めている。飼料用として利用される梢頭部は6割程度で、その他は廃棄されている。梢頭部の飼料としての利用率を高めることは乳用牛飼育における飼料費の削減となるだけでなく、粗飼料自給率の向上や物質循環型の耕畜連携営農システムの構築につながることが期待される。

本中課題では、さとうきび栽培と園芸、畜産との複合による高収益営農システムを構築することを目的とする。

2. 達成目標

- 1) 9月植11月収穫さとうきびとの輪・間作での栽培に適した園芸作物を選定し、その栽培条件を明示する。また、さとうきびと園芸作物の輪・間作における土壤養分動態等を明らかにし、輪・間作が持つ有用機能を活用した環境保全型栽培技術を確立する。さらに、秋冬季の種子島地域におけるさとうきびとの輪・間作での園芸作物の収量性・収益性を向上させる栽培技術を確立し、さとうきびと園芸作物栽培の複合による高収益営農システムを構築する。
- 2) さとうきび梢頭部の飼料価値を明らかにし、保存性を向上させることにより通年供給を可能とするサイレージ調製技術を確立するとともにサイレージ調製後の飼料成分を検討する。さらに、梢頭部サイレージをTMRとして乳用牛への給与試験で飼料価値、ならびに血液成分と泌乳成績への影響を検討する。さとうきび副産物である梢頭部の乳牛用飼料としての調製技術、ならびにその給与技術を構築し、環境保全型島嶼営農システムの確立・拡大を図る。

3. 成 果

1) 園芸作物との輪・間作技術の確立

秋冬季の種子島地域で早期高糖性さとうきびとの輪・間作で園芸作物の栽培を導入する場合には、冬季の低温、強風および鳥獣害等を考慮して作物を選定する必要があると考えられた。レタスの栽培では不織布によるトンネル被覆が必要であり、作業性や品質面からレタスは早期高糖性さとうきびの間作での栽培には適さないと考えられた。本課題では、種子島地域での秋冬季のさとうきびとの輪・間作での栽培に適する園芸作物として、一斉収穫による矮性のサヤインゲンとタマネギを選定した。その他にコマツナ、チンゲンサイ、ミズナ、ホウレンソウ、ならびに小型のダイコンおよびハクサイ等の軟弱野菜類の栽培も可能であると考えられる。サヤインゲンの栽培は8月下旬から9月上旬にさとうきびを新植した場合の間作への導入、タマネギの栽培は10月下旬から11月上旬にさとうきびを収穫した後の株出しでの間作、あるいは収穫・廃耕後の輪作への導入が想定された。

サヤインゲンは9月上旬に播種した場合に収量は高く、播種時期が遅くなるに従い収量は低下し、9月下旬までには播種する必要があると考えられたが、紙ポット育苗により在圃期間を短縮することで10月上旬に定植しても収量性は確保できると考えられ、このことにより、さとうきびを10月上旬に収穫した後の株出しでの間作、あるいは収穫・廃耕後の輪作へサヤインゲン栽培を導入できる可能性が示唆された。タマネギの栽培では、11月上旬にセル苗を定植すると3～4月に収穫できる。収穫を2月に早めることができれば単価が高く、早期収穫が望まれる。セット球を育苗して定植すると収穫時期を早めができると考えられるが、極端な早期収穫を目標とした場合には抽苔や分球が多くなり、品質の低下が予想される。

サヤインゲンをさとうきび間作で栽培した場合には慣行の半量程度の施肥で高い収量が得られたことから、間作では施肥量を削減できると考えられる。タマネギでも間作で栽培した場合には施肥量を削減できると予想されるが、慣行の半量施肥で調整重が低下する事例も見られたことやタマネギでは栽培期間がサヤインゲンよりも長いこと等から、間作でのタマネギ栽培における適切な施肥量については今後詳細な検討が必要である。

また、園芸作物の間作を前提としたさとうきびの栽培では条間を従来の120cmから140cmに広げることで、作業性やタマネギの収量性が向上すると考えられた。

さとうきび間作で2年間継続して野菜の栽培を行うと、土壤中の硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)の残存が確認された。3年目の野菜栽培前(さとうきび収穫時)のさとうきびの株間の土壤では硝酸態窒素の残存は認められなかった。土壤中の有効態リン酸(P_2O_5)量も間作で2年間野菜を栽培した後に高まる場合があったが、その傾向は硝酸態窒素ほど明瞭ではなく、残存が確認されない場合もあった。しかし、3年目の野菜栽培前のさとうきびの株間の土壤でも有効態リン酸が残存する場合が見られた。土壤中の交換性カリ(K_2O)については、熊毛支場の試験圃場では当初から高い値であり、2年間の間作での野菜栽培により上昇し、3年目の野菜栽培前のさとうきびの株間の土壤に残存が認められた。従って、さとうきび間作で野菜を栽培する場合にはさとうきびの追肥を減肥、あるいは省略する必要性も考えられる。しかし、硝酸態窒素の残存量は年次間、圃場間差が大きく、その変動要因については検討を要する。

さとうきび单作、ならびにタマネギを間作で栽培した場合のさとうきびの畝の芯および肩位置、ならびに畝間の硝酸態窒素を8および10月に調査したところ、畝の芯以外での硝酸態窒素量はわずかであった。さとうきびの畝土壤の有効態リン酸量はさとうきび单作とタマネギを間作した場合で差はなく、間作による集積は認められなかった。交換性カリ量はタマネギを間作で栽培した場合に高くなる傾向にあった。

さとうきび单作、ならびに間作でタマネギを栽培したさとうきびの畝の硝酸態窒素量は、0-30, 30-60および60-90cmのいずれの土壤層でも8月に上昇した。この上昇は培土と追肥が関係すると考えられた。また、3月、8月、10月のいずれの時期においても、ほとんどの場合で硝酸態窒素量はきわめて低く、硝酸態窒素は降雨により下方に移行しながらさとうきびに吸収され、さとうきび収穫時には低い値になった

と推察された。ただし、間作で野菜の栽培を行ったさとうきび圃場での窒素の溶脱については今後も詳細な検討が必要である。

熊毛支場の試験圃場では、九州農業研究センター都城研究拠点の試験圃場とは形態が異なる菌根菌胞子と形態が類似する菌根菌胞子の両方が観察された。レタスを単作で栽培した圃場より、レタスを間作で栽培したさとうきび圃場で菌根菌胞子数は高かった。また、単作で栽培したタマネギよりさとうきびの間作で栽培したタマネギの根の方が菌根菌の感染率は高かった。株出し栽培が数回繰り返されるさとうきび圃場での菌根菌胞子数、間作で栽培される野菜の根の菌根菌感染率については今後より詳細な検討が必要である。

本課題では、秋冬季の種子島でのさとうきび輪・間作に適する園芸作物を選定し、9月新植および11月収穫のさとうきび作での輪・間作における野菜の栽培メニューの一例を提示した。また、さとうきび栽培により制限される園芸作物栽培の対応策や早出しを目標とした栽培方法を検討し、さとうきび間作による園芸作物栽培での施肥量削減の可能性を示した。間作での土壤養分動態や菌根菌等の生物相分布等の変化に関する検討結果は環境保全型栽培技術を確立する上での基礎になると考えられる。

2) さとうきびと園芸作物との高収益営農システムの構築

2003 および 2004 年度に間作で野菜を作付けしたさとうきび ‘KF93-174’ の甘蔗糖度は 8.4 ~ 13.1% と低かったが、2005 および 2006 年度（‘KF93-174’ および ‘KTn94-88’）では 13.7 ~ 15.4% と高かった。これは 6 月以降の日照時間が長く、台風被害がなかったため、生育が良好であったことによると考えられた。また、甘蔗糖度等の収量性に及ぼすさとうきびの追肥の影響は見られなかった。種子島地域で栽培した秋収穫さとうきびの甘蔗糖度等の収量性は不安定となりやすく、安定した早期高糖性さとうきび品種の育成が望まれる。‘KTn94-88’ は、草姿が立性で甘蔗糖度が高く、収量が多いことから、園芸作物の間作を行うのに適した品種であると考えられた。

さとうきびとの間作でサヤインゲンを 9 月下旬から 10 月上旬に播種すると、48,952 ~ 68,233 円/a の粗収益が得られると試算された。播種期が遅くなると、気温の低下等で収量および粗収益は減少した。

9 月に新植したさとうきびの間作で 9 月上旬から 10 日おきに 4 回播種すると、11 月中旬から 12 月中旬まで一斉収穫が可能であると考えられた。夫婦 2 人で作業を行うと仮定すると、栽培面積 56a で収量 1,029kg、粗収益 874,508 円が得られると試算された。

9 月上旬および下旬に播種したタマネギのセル苗をさとうきび間作で 10 月中旬および 11 月上旬に定植すると、それぞれ 2 月下旬および 3 月中旬に収穫でき、収益性は高かった。また、タマネギをセル成型育苗する場合には 45 ~ 55 日の育苗期間が適当と考えられた。

タマネギを 10 月中旬に定植する場合、セル苗およびセット球を定植すると収穫は 3 月下旬になるのに對して、セット球を育苗して定植すると 3 月上旬に収穫でき、粗収益も高かった。11 月上旬に定植する場合にも、セット球を育苗して定植すると球の肥大が早く、上品収量および粗収益の面から 3 月中旬までの収穫が適当であると考えられた。

種子島でさとうきびを 1, 2 位作目とする認定農家（375 戸）のうち、さとうきびの栽培面積が 0.5 ~ 2ha の農家戸数が半数以上を占め、輪・間作導入の対象となるのは比較的小規模の農家であると考えられた。

さとうきび、サヤインゲンおよびタマネギのいずれの品目においても収穫・調整作業に要する時間が多かった。労働競合性、作付け体系からサヤインゲンは新植のさとうきびの間作への導入が想定され、9 月上旬から 10 月上旬に播種して 11 月中旬から 12 月中旬に一斉収穫により収穫する栽培体系が構築できると考えられた。11 月収穫後の株出し栽培での間作、あるいは収穫・廃耕後の輪作にタマネギ栽培は導入できると想定され、セル成型苗およびセット球、あるいはセット球を育苗して 11 月上旬に定植し、3 月に収穫できる栽培体系が構築できると考えられた。

本課題では、間作でのサヤインゲン、タマネギ等の園芸作物との収量性、収益性を示した。対象農家を選定し、栽培規模、作業体系のシミュレーションと実証試験で栽培体系を確立することにより、さとうきびと園芸作物の複合による高収益営農システムの構築につながるものと期待される。

秋収穫が可能な早期高糖性さとうきびの栽培を核として、秋冬季に輪・間作での園芸作物の栽培が可能となる。この栽培体系の構築により、土地利用効率が向上するとともに、冬季温暖な気候を活用した野菜の早期出荷が行われる南西諸島では、特に収益性の向上への期待は大きい。本中課題では、早期高糖性さとうきびとの輪・間作に導入できる品目を選定するとともにその栽培技術と収益性の向上効果を示し、さらに輪・間作での土壤養分の動態について検討した。さとうきび輪・間作では施肥した肥料分が有効に活用されると考えられ、施肥量を削減できる可能性も示唆された。間作により施肥量が削減できれば、施肥コストや肥料流亡による環境汚染を低減化する効果も期待される。まず、導入される栽培体系は、9月新植でのさとうきび間作へのサヤインゲンの一斉収穫栽培と11月収穫のさとうきび輪・間作へのタマネギ栽培の導入であると考えられる。より安定的な早期高糖性さとうきび品種が育成されることでさとうきびの新植および収穫時期が拡大すれば、さらに自由度の高い園芸作物の輪・間作体系の構築も可能となる。このことにより、今まで一時期に集中していたさとうきびの収穫作業を分散化させることができるとともに、園芸作物の輪・間作によりさとうきび作を核とした栽培体系における土地利用効率や収益性は大きく向上するものと期待される。

3) さとうきび未利用部分の飼料化技術の確立

手刈りによるさとうきび梢頭部の飼料価値を見ると、主要な輸入乾草であるオーツヘイやスーダンヘイと比較して粗脂肪、粗灰分、可溶性無窒素物含量に差はないが、粗蛋白質含量が低く、粗纖維含量は高かった。梢頭部の葉部には粗蛋白質、粗脂肪、粗纖維が多く、茎部には可溶性無窒素物が多く含まれていた。

手刈り梢頭部を細断後にサイレージ調製した発酵産物のpHは3.7であり、アンモニア態窒素/全窒素比と有機酸組成から評価したV-scoreは98ポイントと高い発酵品質を示した。また、発酵促進剤を添加しても発酵品質を向上させる効果は見られなかったが、梢頭部を収穫した後に水分含量が50%前後になるまで予乾することでV-scoreは高くなった。

4頭の乾乳牛での消化試験による梢頭部サイレージの飼料価値は、TDN約54%，ME約2.1Mcal/kgと輸入乾草にほぼ匹敵した。

梢頭部サイレージを乾物で25%含むTMR(TDN74%，CP15%)の泌乳牛への給与試験では、高温(28℃)および適温(10-16℃)環境下で粗飼料源を輸入オーツヘイとした場合と乾物摂取量、泌乳量に差は見られず、泌乳牛の嗜好性、栄養性も輸入乾草と同程度であった。梢頭部サイレージを乾物で30%含むTMR(TDN73%，CP15.5%)を泌乳牛に給与した場合、給与前後で泌乳量、各種乳成分、ならびに血球および血漿成分に差は見られなかった。

さとうきび生産の副産物である梢頭部は粗飼料として有効であった。梢頭部サイレージを粗飼料源として調製したTMRは泌乳牛用飼料として有効であると考えられたが、給与試験中に粗纖維および中性デタージェント纖維の消化率が有意に低下したことから、長期間多量に給与する場合には注意を要する。また、さとうきび収穫が機械化することで梢頭部中の葉部の割合が著しく低下する場合があり、飼料成分値が異なることが予想される。実用性を考慮すると、TMR中の梢頭部混合割合は25DM%が上限であり、25DM%程度の混合比では機械収穫による葉部脱落に帰因する飼料成分の変動はきわめて小さいと考えられる。

ローズグラス、コーンサイレージとの組み合わせによる泌乳牛用飼料を設計したところ、梢頭部サイレージを活用することで輸入購入乾草が大幅に削減され、飼料自給率は向上し、飼料費は削減される。

本課題では、さとうきび梢頭部の飼料価値を明らかにし、サイレージ調製による通年供給の可能性を示した。さとうきび梢頭部は地場の自給飼料としても有効であり、未利用梢頭部の有効活用は持続的物質循環型の環境保全型島嶼営農システムの確立につながるものと期待される。

4. 実用化の方法と問題点、その克服の方法

さとうきびを新植した場合の間作、ならびに収穫した後の株出しでの間作、あるいは収穫・廃耕後の輪作での栽培に適する園芸作物を選定し、その栽培方法、さらにさとうきび間作での収益性を示した。早期高糖性さとうきびの導入は9月新植・11月収穫の栽培体系から導入が進むものと考えられる。間作での園芸作物の栽培は種子島地域での導入を想定して試験を行った。種子島地域では奄美以南の南西諸島よりも気温が低いため、早期高糖性さとうきびの収量性は不安定となることも懸念され、種子島地域で栽培した場合にも安定的な早期高糖性さとうきび品種の育成・普及が必要である。

9月新植のさとうきび間作ではサヤインゲンの栽培の導入を想定した。9月上旬から下旬に数回に分けてサヤインゲンを播種し、11～12月に収穫することで10a当たり15万円程度の増収が期待できる。実用化に向けては、サヤインゲンの栽培は小規模な間作での導入から開始し、収益性の向上や作業拡大の可能性を確認した上で規模拡大を図るのが望ましい。11月収穫のさとうきび作での輪・間作にはタマネギ栽培の導入を想定した。11月上旬にセル苗を定植すると3～4月に収穫できる。この場合の粗収益は10a当たりで約36万円増収すると試算された。さらに、収穫期を前進化させることで収益性の向上が期待でき、セット球を活用することで2月収穫も可能である。タマネギは島外出荷する必要があり、生産の規模拡大と生産農家の協力体制による販路の確保、産地としてのブランド化が必要であると考えられる。

さとうきび間作で園芸作物を栽培した場合、さとうきびの収量性への悪影響は認められず、園芸作物の栽培による粗収益の向上が期待できる。今後、小規模のさとうきび農家は経営が不安定になることも懸念され、輪・間作技術の普及が望まれる。一方、さとうきび間作で園芸作物への施肥量が削減できることが示唆され、間作による施肥コストおよび労力の軽減、あるいは化学肥料施用量の低減による環境保全型農業の確立につながる。また、間作による菌根菌等の生物相の変化を有効に活用することで、より一層の環境保全型栽培技術が確立されるものと考えられる。ただし、実際の圃場では土壌の条件、栽培歴が異なり、輪・間作を行った場合の養分動態も異なることが予想され、施肥量の削減等は慎重に行う必要があると考えられる。

泌乳牛におけるさとうきび梢頭部の飼料価値を明らかにし、給与メニュー例を提示した。個々の農家段階でさとうきび梢頭部を入手できれば、調製と給与が可能になると思われる。普及に向けては梢頭部のさとうきび圃場から畜産農家までの効率的な運搬が課題となる。現状では一部精脱葉組合が組織され、組分配するシステムが構築されているが、梢頭部の収集と分配を担うシステムの構築が必要である。一方、梢頭部給与による畜産物の差別化を図り、畜産経営を安定化させることで、より一層の普及が可能になると思われる。

5. 南西諸島に広く普及させるための重要事項

「園芸作物との輪・間作技術の確立」、「さとうきびと園芸作物との高収益営農システムの構築」においては、種子島地域での技術の導入・普及を想定して試験研究を行った。奄美以南の南西諸島は種子島地域より温暖であり、土壌条件および立地条件も異なる。そのため、早期高糖性さとうきびとの輪・間作に適した園芸作物の品目や施肥管理等も異なることが予想される。しかし、冬季温暖な気候を活用して早期高糖性さとうきびとの輪・間作で秋冬季に園芸作物を栽培するのであれば、基本的な技術の応用は可能と考えられる。沖縄では10月上～下旬播種・11月中旬～12月下旬収穫のサヤインゲン露地普通作型があり、宮古島では早出しのタマネギ栽培の導入が検討された経緯があることから、9月新植でのさとうきび間作へのサヤインゲン栽培の導入、11月収穫での輪・間作へのタマネギ栽培の導入は可能と考えられる。しかし、奄美以南の南西諸島では冬季のさとうきびの生育が種子島地域よりも旺盛であり、間作での園芸作物の受光量が減少することも予想される。また、病虫害の多発も懸念され、適正な薬剤散布方法等の防除体制が必要と考えられる。一方、さとうきびが

長く栽培されてきた圃場では土壤のpHが低いこともあり、輪・間作での園芸作物の栽培前には土壤診断に応じた土壤の改善が必要である。土壤・養分条件は気象、土壤、ならびに栽培前歴により異り、個々の条件を把握しながら一般化できる土壤養分動態に関する理論を整理・構築することが、合理的な環境保全型のさとうきび輪・間作での野菜栽培技術の確立へつながると考えられる。これまでに、さとうきびの輪・間作に適する品目としてバレイショ等の数品目の園芸作物が選定されており、早期高糖性さとうきび作と組み合わせることもできると予想される。南西諸島で早期高糖性さとうきびとの輪・間作技術を広く普及させるためには、南西諸島での早期高糖性さとうきびの導入・定着を前提として、さとうきびの生育状況を時期別に調査するとともに、実際に園芸作物を栽培し、詳細な調査を行う必要があると考えられ、地域の気象・土壤とさとうきびの作期の違いにより提示する輪・間作での野菜栽培技術メニューを適合させる作業が重要である。

「さとうきび未利用部分の飼料化技術の確立」では、種子島での酪農産業におけるさとうきび梢頭部の利用技術を提示することができた。この技術を南西諸島に広く普及させることを想定した場合、種子島以外の南西諸島においては酪農産業がないのが現状であり、さとうきび梢頭部の乳用牛への飼養技術として普及させることは難しい。しかし、その反面種子島以外の南西諸島では肉用繁殖和牛が多く分布しており、さとうきび梢頭部の肉用繁殖和牛の飼養技術として活用することは可能であると考えられる。本課題においては、乳牛における飼養試験成績から繁殖和牛への給与技術について「さとうきび梢頭部の給与技術」の中で参考例として提示していることから、肉用繁殖牛飼養農家にとっても有用な情報であり、南西諸島での広い普及に寄与できると考えられる。

中課題3：さとうきび秋収穫を中心とした新営農システムの現地実証

1. 背景・目的

「さとうきびの秋収穫による安定株出しのための基本技術の開発」と「園芸作物との輪・間作技術」で開発された技術を現地の農家圃場に導入し、その成立が可能であることを実証する。また、さとうきびを基幹とする個別経営に新品種を導入することによる規模拡大、コスト低減、所得向上効果等の経営評価を経営モデルにより明らかにするととも、新品種導入後の重層的な主体間作業分担体制等、地域的な生産支援体制のあり方を提示する。

2. 達成目標

1) さとうきびを中心とした園芸、畜産との複合による営農システムの実証：

さとうきびの11月収穫を中心に冬春園芸作物との輪・間作を行い、高収益営農システムが成立することを実証する。サトウキビの収量は700kg/a、甘蔗糖度12.5%を目標とする。また、更なるさとうきび収穫期間の拡張を目指して10月収穫についても実証を行う。

2) さとうきび新品種導入の経営的評価と地域支援体制の提示：

個別経営における秋収穫品種導入による規模拡大効果、コスト低減効果、所得向上効果や導入条件等を明らかにする。また、秋収穫品種の導入可能性、実施のための問題点その克服の方向をさとうきび生産側から、特に地域的な生産システムとして検討する。

3. 成 果

1) さとうきびを中心とした園芸、畜産との複合による営農システムの実証：

さとうきびの秋収穫技術、園芸作物との輪作技術を実証するために、現地圃場に適用した。さとうきびの11月収穫について、Ni22およびKY96T-547を用いて、霜害のない圃場に9月中旬までに植え付け、基肥は春植えと同量、追肥は5月に春植えの25%とすることによって収量700kg/a、甘蔗糖度12.5%の目

標値と同程度以上の成績が得られ、さとうきびの9月植え11月収穫技術は実証できた。さらに、野菜の輪・間作栽培を行った場合はインゲンは20,000円/a、タマネギは30,000円/a以上の粗収益が得られることが実証でき、高収益に結びつくことが示された。なお、間作野菜生産において作業を機械を用いて効率化を行うためにはさとうきびの畝間を140cmとする必要があった。10月収穫においても霜害のない圃場で8月植え、基肥のみとすることによって目標達成の可能性は高いが、糖度がやや不安定であることが示され、実証圃においても、西之表市伊闇A圃場、中種子町大平圃場の春植えおよび株出し、南種子町西之表圃場の新植において目標値を達成できたが、西之表市伊闇B圃場の新植および株出しが糖度が低い結果となった。西之表市伊闇B圃場の新植で甘蔗糖度が低かったのは、この圃場が海に面した方向が開けているため、風当たりが強く、葉の痛みが激しかったことに起因していると思われた。また、株出しへは4月下旬の追肥が原因と考えられた。このため、10月収穫実現のためには強い風があたらないこと、施肥量についての継続的な試験が必要であることが示された。

2) さとうきび新品種導入の経営的評価と地域支援体制の提示：

さとうきび複合経営への新営農システム（具体的には秋収穫栽培法の導入と輪作、間作作物）の導入効果を、営農モデルを策定し、シミュレーションを行うことで解明した。種子島におけるさとうきび複合経営はさとうきび秋収穫ならびに輪作、間作作物の導入によって、経営面積を変えずとも1ha程度から農業所得が増大する。また、大規模な繁殖牛複合経営においては農業後継の円滑化、地域の新雇用創出効果を期待できる。今後の新営農システムの普及にあたっては、新技術導入に伴う栽培管理法上の指導、支援ならびに、後継者、雇用創出効果を積極的に訴える必要がある。また、輪作間作作物の産地戦略づくりが課題となる。

地域支援体制の提示の課題では以下のことを明らかにした。ハーベスタ組合員農家では、秋収穫品種の導入により、さとうきび栽培面積を拡大できる可能性が高まるとともに、収穫期間拡張によりケーンハーベスタの利用度が高まる。また作業受託量も増やすこともできるので所得増大効果が生じる。また、ケーンハーベスタの作業料金を下げられる可能性が生じる。高齢・兼業農家を中心に、収穫を全委託する農家や一部委託を行う農家は、収穫作業委託料金の低下による所得増大効果が得られる。手刈農家にとっては、秋収穫品種の導入にともなうケーンハーベスタの作業料金の低下が、間接的に作業委託を行うためのインセンティブになる。こうした動機づけを通じて、経営安定対策の要件を達成するという視点からも、秋収穫品種を推進する意義はある。第3セクターによるハーベスタ収穫でもケーンハーベスタの利用度が高まるので、その経済的メリットがある。さとうきび農家におけるケーンハーベスタの普及が進んでいく。そのためハーベスタ組合との役割分担も検討する必要があると考えられる。例えば、収穫作業の効率が悪い圃場などを担当することで、さとうきび生産を支えるといった活動を担うことも考えられる。その場合、収益性が低下することへの何らかの補填は不可欠になると考えられる。ハーベスタ組合員農家は、甘しょ部門を持つことが多い。秋収穫導入による収穫作業競合を回避するためには、高齢・兼業農家を中心とした地域の農家との作業分担といった連携をとることが重要になる。

4. 実用的具体的あり方と実用化の方法と問題点、その克服方法

1) さとうきびを中心とした園芸、畜産との複合による営農システムの実証：

実用化のためには代表的な事例を選定し、当該課題の成果を適用することにより、どのように経営が向上するかを示すことが重要である。立地条件としては風が強く当たらず、霜害の無い圃場を選定することが必要であるが、地元自治体、農協、普及センター、糖業振興会との連携を取り、該当する圃場の選定作業を進めるとともに、収穫作業や運搬を効率的に行うために、植付け計画等を作成し団地化を図ることも必要である。また、間作野菜生産において、作業を機械を用いて効率的に行うためには畝間を140cmとする必要である。さらに、少量では出荷体制の構築は難しいと考えられることから、さとうきびと共に間作野菜の団地化を推進することが必須と思われる。

2) さとうきび新品種導入の経営的評価と地域支援体制の提示：

新技術導入に伴う栽培管理法上の指導、支援に止まらず、経営者らの将来展望を明るくするために後継者、雇用者を創出する効果を前面に打ち出す必要がある。また、間作さやいんげん、たまねぎには販売戦略が課題となるが、その際、農業経営者自ら、島内外で輪間作物の市場開拓に努めることが必要と考える。島内では、さやいんげんはデリケートな野菜であり、丁寧な調整による商品価値を保持する努力が必要である。タマネギには他産地との競合が少ない2月収穫をめざし、早期出荷ができる圃場選択、栽培法の改良が残された課題である。島外への努力としては、まず、離島の場合は農産物の情報が消費者に伝えにくい。生産者自身による、南西諸島の環境の良さと、間作は環境に優しいことをキーワードに、産地と商品のアピールが求められる。大規模経営は通年雇用を獲得して時間を作り、経営者が自らの言葉を発信して、島にしかない情報を九州、本州に広げること、島の資産を守るために作られる輪作・間作作物を売り込むことによって、経営者は地域全体へ情報発信という役割を果たす効果を期待したい。

秋収穫品種導入では、製糖工場における操業開始日が重要になり、製糖工場の方針とともに検討を進める必要がある。しかし、さとうきびを供給する生産側の対応力という視点で秋収穫を考える場合には、その導入効果がさとうきび農家によって異なることがポイントになる。つまり、ハーベスタ組合員農家にとっては、秋収穫品種の導入効果は大きい。しかし、作業委託を行う農家にとっては、秋収穫が実現し、ハーベスタ収穫の作業料金が低下することによって始めてメリットが生じるためである。したがって製糖工場が操業するために必要な日量1,400tの原料を確保して、秋収穫を実現することは容易ではない。特にハーベスタ組合員農家だけの栽培面積では不可能であり、委託農家への秋収穫普及が不可欠であるためである。こうしたことを考えると、秋収穫品種の導入過程においては、通常収穫にくらべて当初所得が低下することも考えられるので、それを補填するシステムが必要になる。

5. 南西諸島に広く普及させるための重要事項

1) さとうきびを中心とした園芸、畜産との複合による営農システムの実証：

実用化のためには各地域の農業経営の代表的な事例を選定し、当該課題の成果を適用することにより、どのように経営が向上するかを示すことが重要である。奄美地域以南であれば霜害について考慮する必要がないことからより普及しやすい。輪・間作野菜については地域によって適する品目が異なることから、品目の選定試験を行うことが必要である。さとうきびは製糖工場が継続して操業できる収穫量を確保するための団地化、輪・間作野菜では組織的な出荷体制を整えるための団地化がともに重要である。

2) さとうきび新品種導入の経営的評価と地域支援体制の提示：

奄美以南は種子島と比べ、サトウキビの生育に適した高温の期間が長い。種子島における秋収穫栽培法に比べ、収穫時期、植え付け時期とも幅が広がるため、収穫時期が拡大する効果が期待できる。また、新営農システムについては間作タマネギの収穫時期が早まるところから、2月等種子島産よりも早い時期の肥大による、南西諸島の特徴を生かせることが期待できる。

種子島は南西諸島のなかでもハーベスタ稼働日数が多い。一方で大部分の島では、製糖期が短く、ハーベスタを利用する農家などは、秋収穫による操業期間の拡張に対するニーズは高い。また、さとうきびの複合経営も少ないため、種子島において見られた秋収穫にともなう作業競合の発生程度は低いと考えられる。このようにハーベスタ利用という点では、普及の問題点は見当たらない。

一方で、高糖度のさとうきびを製糖工場は求めており、現行のさとうきび生産量と製糖工場の原料処理能力によって決まる製糖期間を拡張する論理は、生まれにくい。

このような条件のもとで秋収穫が普及するためには、糖度の向上技術に加えて、安定・多収性の実証などが不可欠になる。また、安定・多収性の実現による操業期間の拡張が、製糖工場がもたらす経済的メリットの検討も必要である。

さとうきびの秋収穫による安定株出しのための基本技術の開発 —種子島における9月植え11月収穫—

伊禮 信¹⁾・松岡 誠・寺島義文・境垣内岳雄
氏原邦博²⁾・福原誠司³⁾・寺内方克・杉本 明⁴⁾

(2008年6月4日 受理)

要　　旨

伊禮 信・松岡 誠・寺島義文・境垣内岳雄・氏原邦博・福原誠司・寺内方克・杉本 明 (2009)
さとうきびの秋収穫による安定株出しのための基本技術の開発。九州沖縄農研研究資料 93:19-27.

さとうきびの持続的な生産には、収量や糖度の高位安定とともに、集中している労働力の分散、機械稼働率の向上によるさらなる省力・軽労化とコスト低減、園芸や畜産等との連携強化による収益性の向上が必要である。そのための対策のひとつとして、収量の高位安定化、収穫の前進化を目指した新たな作型である夏植え型秋収穫栽培がある。そこで、本課題では、南西諸島各地域で適用可能な技術の開発も視野に入れ、夏植え型秋収穫栽培の成立が困難と想定される種子島において、秋(11月、10月)収穫の栽培基本技術の確立に取り組んだ。

糖度・収量の目標は、11月収穫、10月収穫とともに、種子島の製糖工場操業開始時(12月初旬)の平均的な品質、収量水準である甘蔗糖度12.5%，原料茎重700kg/a以上とした。まず、現在行われている12月収穫を前進させるため、11月収穫について、最適な植付け時期、追肥時期、施肥量等を検討した。次いで、さらなる収穫期間の前進化に向け、10月収穫の栽培技術についても検討した。それらの結果、種子島の霜害のない圃場において、Ni22, KY96T-547を用い、新植は9月中旬までに植付け、最終施肥は5月に慣行の1/4量を施用、株出し時には収穫後速やかにポリマルチ被覆による株出し処理を行うことにより、11月収穫が実用化できることが明らかとなった。一方、10月収穫は、霜害のない圃場において、新植は8月に植付け、基肥のみを基本とする栽培で実現できる可能性が高いと考えられたが、実用化に向けては、なお、試験の継続が必要である。

11月収穫の実用により、現行の12月収穫と同等以上の水準で11月からの収穫が可能となる。これにより、収穫期間の拡張、前倒しも実現でき、冬春期に高値が期待できるタマネギ等との輪作・間作が容易になる。また、飼料や敷料の供給期間の拡大を通じ、畜産との連携がさらに密になることも想定できる。一方、新植において、減肥栽培が可能であることから、さとうきび生産そのものの低コスト化にもつながると考えられる。これらを総じて、農家所得の向上、経営の改善が期待できる。今後、実証圃レベルでの評価や、鹿児島県、熊毛糖業振興協会等と連携した現地試験を進め、データを蓄積していくことにより、導入、普及、定着が図れるものと考える。

キーワード：さとうきび、夏植え型秋収穫栽培、11月収穫、種子島、無霜地帯。

I. 緒　　言

現在のさとうきび栽培には、春植え、夏植え、およびそれらを収穫後に株出しする3つの作型がある。いずれの作型でも、収穫・製糖は冬から春にかけて行われる。同時期に収穫が行われるのは、さとうきびの糖度が低温期にかけて高くなることによる。最

も収穫・製糖の期間が長いものとして鹿児島県種子島における12月から4月の約4ヶ月間の例があるが、沖縄県の平均では73日間、種子島を除く鹿児島県の平均では95日間と総じて短い^{1,2)}。収穫が短い期間に限定されることで、生産における労働の大部分を占める収穫作業もこの時期に集中する。近年、収穫機械の普及が進みつつあり、収穫作業の大幅な省力

九州沖縄農業研究センターバイオマス・資源作物開発チーム（種子島試験地）

：891-3102 鹿児島県西之表市安納1742-1

1) 現、沖縄県農業研究センター

2) 現、九州沖縄農業研究センター機能性利用研究チーム

3) 現、アサヒビール(株)

4) 現、国際農林水産業研究センター熱帶・島嶼研究拠点

化が図られてきたが、収穫作業が他の作業と競合する、他作目との連携の選択肢が狭い等、問題は多い。一方、収穫が冬から春にかけて行われることにより、株出しの萌芽時期は低温期に重なる。これは、前述の作業競合等による管理の遅れとあいまって、株出しが不調な要因のひとつにもなっている。低成本な栽培型である株出しの不調は、生産量全体に影響を与えるばかりでなく、頻繁に圃場の更新が必要となることから、生産者負担の軽減を難しくする要因のひとつにもなっている^{5,6)}。このような背景から、さとうきびの持続的な生産には、収量や糖度の高位安定とともに、集中している労働力の分散、機械稼働率の向上によるさらなる省力・軽効化とコスト低減、園芸や畜産等との連携強化による収益性の向上が必要である^{3,6)}。

そのための対策のひとつとして、夏植え型秋収穫栽培の導入が検討されている。同栽培は、夏植えに準じた時期に新植することにより新植での多収を実現し、従来よりも早い時期（10月～11月、現状の収穫時期に比べて気温が高く、さとうきびの萌芽、生育に有利）に収穫することにより、株出し収量の高位安定を図ろうとする新しい作型である^{6,7)}。これまで、種子島における10月収穫後の株出しほは、冬収穫後の株出しに比べて萌芽が良く、その後の生育、収量も優れることが報告されている²⁾。一方、10月収穫時の糖度は、冬収穫に比べて低く、既存の品種では基準糖度（13.1%）以下であるが、KTn94-88等の極早期高糖性系統では基準糖度に近いことが示されている³⁾。これらのことから、極早期高糖性の品種・系統を用いることにより、夏植え型秋収穫栽培が成立する可能性が高いと考えられている。

種子島は、さとうきびの経済栽培が成立する北限に近く、さとうきびの生育に適した高温期間が短く、登熟や高糖性の発現には不利であるという問題を抱えている^{7,8)}。そのため、夏植え型秋収穫栽培の成立に困難を伴うことが予想される地域である。同地域で夏植え型秋収穫栽培を成立させることができれば、その技術は、さとうきびを生産する南西諸島各地に適用できる汎用性の高い技術となる可能性が高い。そこで、本課題では、南西諸島各地域での利用も視野に入れ、種子島において、極早期型高糖性品種・系統を用い、夏植え型秋収穫による安定多収栽培の基本技術の確立に取り組んだ。

秋に収穫することによる株出しの増収と安定化の効果は、10月収穫においてよく発揮され、これよりも気温が低くなる11月の収穫では、その効果は低くなる。しかし、製糖のシステム全体を考えた場合、10月に収穫を開始した後、11月には収穫を一旦休止し、再び現行の収穫開始期である12月初旬から収穫・操業を再開するということは現実的ではない。そのため、秋収穫を導入するには、10月から12月まで連續して収穫できる技術を確立する必要がある。そこで、まず、11月収穫の栽培技術を確立し、次いで、10月収穫の実現に向け、成立条件を明確にし、必要な肥培管理等を提示することとした。11月収穫、10月収穫のいずれにおいても、糖度および収量の目標は、種子島の製糖工場操業開始時（12月初旬）の平均的な品質、収量水準である甘蔗糖度12.5%，原料茎重700kg/a以上とした。

II. 材料および方法

栽培試験は、九州沖縄農業研究センター種子島試験地の実験圃場において行った。試験は同試験地におけるさとうきび育種試験の耕種に準じて行い、施肥量はaあたりN=1.62kg, P₂O₅=1.21kg, K₂O=1.50kg（慣行栽培、1/2量を基肥、残る1/2量を2回に分けて追肥）を基本とした。

1. 11月収穫

1) 2002年度（平成14年度）

(1) 暫定的な条件での栽培試験の開始

i) 新植（植付け）

栽培の基本を探る目的で、極早期高糖性のKY96T-547を2002年9月27日に植付け、栽培試験を開始した。施肥量は慣行と同量とし、最終施肥は12月とした。植付け時にはポリマルチを行った。

ii) 株出し（株出し処理）

慣行栽培と同様の施肥を行った場合における11月収穫の可能性を検討するため、Ni22およびKY96T-547を供試し、新植を2002年11月初旬に収穫した後に株出し処理を行い、試験を開始した。施肥量は慣行と同量とし、最終施肥は5月とした。一方、施肥時期を決定する際の参考とするため、施肥量は慣行と同じであるが、最終施肥を3月とした株出し試験も設定した。

いずれの試験でも、株出し処理の際にはポリマルチを行った。

2) 2003 年度（平成 15 年度）

(1) 暫定的な条件での栽培試験と問題点の抽出

i) 新植（収穫調査）

前年度に植付けた KY96T-547 について、2003 年 11 月初旬に収穫調査を実施した。

ii) 株出し（収穫調査）

前年度に株出し処理した Ni22 および KY96T-547 について、2003 年 11 月初旬に収穫調査を実施した。

3) 2004 年度（平成 16 年度）

(1) 生分解性マルチ適用についての検討

i) 新植（収穫調査）

植付け時のマルチについて、生分解性マルチの適用を検討した。KY96T-547 を 2003 年 10 月 9 日に植付け、2004 年 11 月初旬に収穫を実施した。栽培管理は前年度新植と同様とした。

(2) 最終施肥を早期化した株出し栽培

i) 株出し（収穫調査）

前年度の株出しでの結果を受け、KY96T-547 を供試し、最終施肥を 3 月に全量として株出し栽培を行い、2004 年 10 月 31 日に収穫調査を実施した。

4) 2005 年度（平成 17 年度）

(1) 追肥を減肥した新植の栽培試験

i) 新植（収穫調査）

前年度の新植での結果を受け、KY96T-547 を 10 月 5 日に植付け、追肥を減肥して栽培し、2005 年 11 月初旬に収穫調査を実施した。第 1 回めの追肥は 12 月に慣行の 1/2 量、最終施肥は 3 月に慣行の 1/4 量とした。植付け時のマルチは生分解性マルチとした。

(2) 生分解性マルチ適用についての検討

i) 株出し（収穫調査）

株出し処理時のマルチについて、生分解性マルチの適用を検討した。前年度 11 月に収穫した後に株出し処理した KY96T-547 を対象に、2004 年 11 月初旬に収穫を実施した。施肥を含む栽培管理は前年度株出し同様とした。

5) 2006 年度（平成 18 年度）

(1) 基本栽培技術の確立

前年度までの結果を踏まえ、11 月収穫に必要な栽培の要件を検討し、基本となる栽培技術を組立て、試験を実施した。霜害のない圃場で栽培を行い、新植は 9 月植え、株出しへ収穫後直ちに株出し処理（マルチ）した。新植の KY96T-547 については、異なる土壌での利用も念頭に、黒ボク圃場での試験に加え、赤ホヤ圃場での試験を追加した。株出し時のマルチについて、資材の検討も行った（データ省略）。また、気象の影響等により収穫が遅れた場合を想定し、12 月収穫後の株出しについても検討した。新植の最終施肥は 5 月に慣行の 1/4 量とした。株出しへにおける施肥量は慣行に準じた。

11 月収穫について、以上までの試験の概略を第 1 図に示した。

2. 10 月収穫

1) 2002 年度（平成 14 年度）

(1) 暫定的な条件での栽培試験と問題点の抽出

栽培の基本を探る目的で、2001 年 10 月中旬に植付けた新植の KF93-174, KTn94-88 について、2002 年 10 月初旬に収穫調査を行った。また、2001 年 10 月中旬に新植を収穫した後の KF93-174, KTn94-88 の株出しへについて、新植同様に収穫調査を行った。いずれの作型でも施肥は慣行と同量と

2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度
暫定的な条件での試験の開始（新植、株出し）	問題点の抽出（新植、株出し）	・生分解性マルチの適用（新植） ・最終施肥の早期化（株出し）	・生分解性マルチと減肥（新植） ・生分解性マルチの適用（株出し） ・問題点の整理	基本となる栽培技術の組立て Ni22, KY96T-547 を用い、 ・新植 9 月植え、 最終施肥を 5 月に慣行の 1/4 量（新植） ・収穫後直ちに株出し処理し、 ポリマルチ（株出し）

第 1 図 11 月収穫試験の概略

し、最終施肥を12月に終えた。

(2) 最適な植付け時期、施肥時期、施肥量の検討開始
i) 新植（植付け）

収穫時に目標の甘蔗糖度（12.5%）を得るための最適な植付け時期を明らかにする目的で、KF93-174, KTn94-88 を供試し、8月植え（2002年8月22日植付け）、9月植え（2002年9月4日植付け）、10月植え（2002年9月27日植付け）を行った。また、収穫時に目標の甘蔗糖度に達し、かつ、収穫後の良好な萌芽を確保する目的で、KF93-174, KTn94-88 を供試し、施肥時期、施肥量の検討を行った。8月植え、10月植え、それについて施肥の処理は3水準（基肥のみ、基肥+10月に慣行の1/2量で追肥、基肥+10月と11月にそれぞれ慣行の1/2量で追肥）とした。

2) 2003年度（平成15年度）

(1) 暫定的な条件での栽培試験と問題点の抽出

2002年10月中旬に新植を収穫した後のKF93-174, KTn94-88 の株出しについて、2003年10月中旬に収穫調査を行った。また、KF93-174 を用い、異なる圃場の試験により、霜害による影響を確認した。

(2) 最適な植付け時期、施肥時期、施肥量の検討

i) 新植（収穫調査）

最適な植付け時期を明らかにする目的で前年度に植付けた8月植え、9月植え、10月植えについて、2003年10月1日に収穫調査を行った（9月植え、10月植えについてはデータ省略）。同様に、最適な施肥時期、施肥量を明らかにする目的で前年度に植付けた8月植え、10月植え（それについて施肥の処理は前年同様の3水準、10月植えについてはデータ省略）について、収穫調査を行った。いずれの試験も、収穫後に株出し処理を行った。マルチには生分解性マルチを用いた。

3) 2004年度（平成16年度）

(1) 暫定的な条件での栽培試験と問題点の抽出

栽培の基本を探る目的で、2003年9月2日に植付けた新植のKF93-174, KTn94-88について、2004年10月初旬に収穫調査を行った。施肥は慣行と同量とし、最終施肥を12月に終えた。

(2) 最適な植付け時期、施肥時期、施肥量の検討

i) 株出し（収穫調査）

新植の植付け時期が株出しの生育、収量、甘蔗糖度に与える影響を明らかにする目的で、前年度10月1日に収穫した後の株出し（8月植え10月収穫後の株出し、9月植え10月収穫後の株出し、10月植え10月収穫後の株出し）について、2004年10月7日に収穫調査を行った。また、新植時の施肥法の違いが株出しの生育、収量、甘蔗糖度に与える影響を明らかにする目的で、前年度10月1日に収穫した後の株出しについて、2004年10月7日に収穫調査を行った。調査は8月植え（施肥法は3水準）を対象とし、新植時の収量から10月植えは実用的でないと判断し、調査対象から除いた。

4) 2005年度（平成17年度）

(1) 最適な施肥時期、施肥量の検討

i) 新植（収穫調査）

収穫時の甘蔗糖度とともに、十分な原料茎重を確保するという観点で、KF93-174, KTn94-88 を2004年9月9日に植付け、施肥量、施肥時期を検討した。施肥の処理として2水準（基肥のみで追肥なし、基肥に加え11月に慣行の1/2量）を設けた。

ii) 株出し（収穫調査）

収穫後の萌芽と生育量、収穫時の甘蔗糖度を確保するという観点で、2004年10月19日に収穫した後のKF93-174, KTn94-88 の株出しについて、マルチ・減肥栽培を行った。マルチは生分解性マルチを用い、施肥は、基肥に加え最終施肥として11月に慣行の1/2量とした。

5) 2006年度（平成18年度）

(1) 基本栽培技術の検討

i) 新植（収穫調査）

前年度までの結果を踏まえ、10月収穫に必要な栽培の要件を検討し、基本となる栽培技術を想定し、試験を実施した。霜害のない圃場で栽培を行い、植付けは8月とした。KF93-174では、施肥の処理として3水準（基肥に加え最終施肥として10月に慣行の1/2量、基肥のみで追肥なし、慣行の1/2量の基肥に加え最終施肥として10月に慣行の1/4量）を設けた。KTn94-88については、基肥のみで栽培し、栽植密度として2水準

(慣行の 1.5 倍, 2.0 倍) を設けた。

10 月収穫について、以上までの試験の概略を第 2 図に示した。

III. 結果および考察

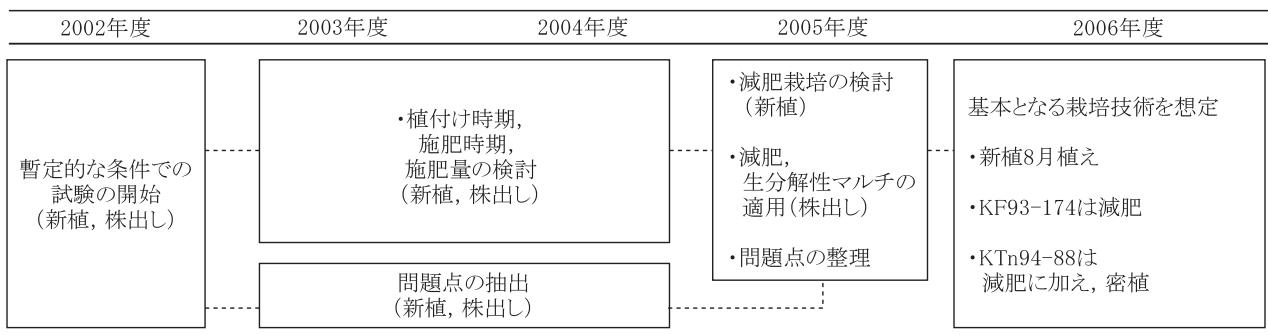
1. 11 月収穫

KY96T-547 を用いた新植において、甘蔗糖度は、植付け後に霜害のあった 2004 年度で 11.9% と目標である 12.5% よりも低かった。その他年度の試験では、目標以上であった。原料茎重は、第 1 回目の追肥を 12 月に慣行の 1/2 量、最終施肥を 3 月に慣行の 1/4 量とした 2005 年度で、減肥したにもかかわらず 845kg/a と重く、目標 (750kg/a) 以上であった。植付け後年内 (12 月) に追肥を終了した 2003 年度、2004

年度では目標以下であった (第 1 表)。

KY96T-547 を用いた株出しにおいて、甘蔗糖度は、霜害が軽微であった 2003, 2004 年度で目標以上であった。2003 年度の試験において、慣行と同じ量の追肥を 5 月に行うと、3 月に行う場合に比べ、原料茎重は重いが、甘蔗糖度は低くなかった。甘蔗糖度、原料茎重ともに目標以下で低かった 2005 年度は、収穫後の低温が特徴であった。Ni22 を用いた 2003 年度の株出しでは、KY96T-547 の場合と同様、慣行と同じ量の追肥を 5 月に行うと、3 月に行う場合に比べ、原料茎重は重いが、甘蔗糖度は低くなかった。最終施肥を 3 月とした場合、甘蔗糖度は 13.7% と目標以上であった (第 1 表)。

これらから、Ni22, KY96T-547 を用い、霜害の無い圃場で栽培を行い、順調に生育させ、3 月に追肥を



第 2 図 10 月収穫の試験の概略

第 1 表 2003 年度から 2005 年度に行った 11 月収穫の調査結果 (降霜常襲圃場)

作型	品種名 または 系統名	年度	植付け/ 前作収穫	追肥の 方法	マルチの 方法	可製 糖量 (kg/a)	原 料 茎 数 (本/a)	原 料 茎 重 (kg/a)	甘 蔗 糖 度 (%)	備考
新植	KY96T-547	2003	9. 27	12 月までに全量	ポリマルチ	102(115)	1172(135)	653(100)	14.1(98)	霜害軽微
		2004	10. 9	12 月までに全量	生分解性	56(64)	581(63)	485(60)	11.9(100)	植付け後に霜害, 9月末に台風
		2005	10. 5	12 月に半量 ・3 月に 1/4 量	生分解性	104(124)	955(130)	845(114)	13.1(109)	霜害無し, 6月～7月末は少雨
株出し	KY96T-547	2003	11. 初	5 月に最終・全量	ポリマルチ	128(144)	1182(136)	1030(157)	13.3(92)	霜害軽微
		2003	12. 1	3 月に最終・全量	ポリマルチ	118(133)	1167(134)	803(122)	15.3(106)	霜害軽微
	Ni22	2004	10. 31	3 月に最終・全量	ポリマルチ	116(133)	1146(125)	1001(124)	12.6(106)	霜害軽微, 9月末に台風
		2005	11. 17	3 月に最終・全量	生分解性	31(79)	404(55)	273(37)	12.1(101)	低温続きで萌芽不良, 6月～7月末は少雨
	Ni22	2003	11. 初	5 月に最終・全量	ポリマルチ	94(106)	848(98)	939(143)	11.1(77)	霜害軽微
		2003	12. 1	3 月に最終・全量	ポリマルチ	102(115)	1030(119)	779(119)	13.7(95)	霜害軽微

注) () 内の数字は、慣行栽培の 12 月収穫 (生産力検定本試験・春植え収穫後の株出し) に対する比率 (%) を示す。

終ることにより、11月に収穫できる可能性があると推察された。また、5月に追肥を行う場合、糖度確保のために、追肥量を減じる方向で考えた方が良いことが示唆された。一方、植付け後・株出し処理後の生育量確保が重要と考えられることから、新植では植付けの早期化が、株出しでは萌芽茎の確保と生育促進に向け、収穫後の迅速な株出し処理(マルチ)が有効と推察された。

2005年度までに得られた前述の結果をもとに栽培を組立て、2006年度にNi22, KY96T-547を供試して霜害のない圃場で試験を実施した。新植は9月植え、最終施肥は5月に慣行の1/4量とした。その結果、Ni22の甘蔗糖度は14.8%、原料茎重は947kg/a、KY96T-547では黒ボク圃場で甘蔗糖度15.2%、原料茎重703kg/a、赤ホヤ圃場で甘蔗糖度15.2%、原料茎重761kg/aといずれも目標以上であった。また、Ni22, KY96T-547とともに、慣行栽培の春植え(3月植え1月収穫のNiF8)と同等以上の可製糖量であった(第2表)。株出しへは、前作を収穫後直ちに株出し処理(ポリマルチ)し、慣行に準じて施肥を行った。その結果、品種・系統を問わず、目標以上の甘蔗糖度、原料茎重を得た。Ni22, KY96T-547とともに、11

月よりも気温の低い12月に収穫した場合でも株出しが良く、次回の11月収穫が可能であった(第3表)。

2. 10月収穫

栽培の基本を探る目的で、暫定的な条件での栽培試験と問題点の抽出を行った。2001年10月中旬に植付け、施肥は慣行と同量とし、最終施肥を12月に終えた2002年度の新植では、KF93-174の甘蔗糖度は12.9%、KTn94-88では12.9%と目標以上であった。原料茎重は、KF93-174では842kg/aと目標以上であったが、KTn94-88では原料茎数が530本/aと少ないため、原料茎重は592kg/aと目標以下であった。新植と同様、施肥は慣行と同量とし、最終施肥を12月に終えた2002年度の株出しへは、KF93-174の甘蔗糖度は13.3%、KTn94-88では13.5%と目標以上であった。原料茎重は、KF93-174では817kg/aと目標以上であったが、KTn94-88では684kg/aと目標以下であった。これら栽培では、台風の被害もなく、収穫前の9月末から少雨で、さとうきびの生育、糖度上昇に不利な気象条件はなかった(第4表)。気象条件が良好な場合、極早期高糖性の系統を用いることにより、10月収穫が実現できる可能性があることを追認した。ただし、KTn94-88を用いる場合、原料

第2表 2006年度に行った9月植え11月収穫の調査結果(無霜圃場、基肥+5月に1/4量で最終追肥)

	可製糖量(kg/a)	原料茎数(本/a)	原料茎重(kg/a)	甘蔗糖度(%)
Ni22(黒ボク、9月20日植え)	130	1220	947	14.8
KY96T-547(黒ボク、9月20日植え)	101	864	703	15.2
KY96T-547(赤ホヤ、9月9日植え)	109	1127	761	15.2
慣行栽培 ¹⁾ (3月植え-1月収穫、NiF8)	99	909	779	13.6

注) 黒ボク、赤ホヤともに、2006年11月9日に収穫調査。1) は過去5年間の生産力検定試験の平均値。

第3表 2003年度および2006年度に行った11月収穫の調査結果(収穫後ただちに株出し処理・ポリマルチ)

	可製糖量(kg/a)	原料茎数(本/a)	原料茎重(kg/a)	甘蔗糖度(%)
Ni22(12月収穫後の株) ¹⁾	101	1025	818	13.2
KY96T-547(12月収穫後の株) ¹⁾	113	1185	780	15.2
KY96T-547(11月収穫後の株) ²⁾	123	1432	898	14.7
慣行栽培 ³⁾ (1月収穫後の株-12月収穫、NiF8)	92	885	768	13.0

注) 1) は、2003年および2006年に行った12月収穫後の株を11月収穫した結果の平均値。2) は2004年9月に植付け、2005年11月14日に収穫した後の株を、2006年11月9日に収穫した結果。3) は過去5年間の生産力検定試験の平均値。

茎重の目標を達成するため、新植時からの原料茎数確保が課題であると考えられた。2003年度の株出しにおいて、KF93-174では、霜害のあった圃場における原料茎重が731kg/aと目標以上であったのに対し、霜害のあった圃場では445kg/aと目標以下であった。霜害のあった圃場におけるKTn94-88の原料茎重も、511kg/aと目標以下であった(第4表)。これにより、10月収穫では、植付けあるいは株出し処理後年内の順調な生育(生育量の確保)が重要であることが示唆された。それには、霜害のない圃場で栽培を行うこと、植付けを早期化すること、株出しの際にマルチを行うことが有効と推察された。2004年度の新植では、KF93-174、KTn94-88とともに目標以下の甘蔗糖度であった。原料茎重はKF93-174で977kg/aと目標以上であったが、KTn94-88では605kg/aと目標以下であった。この栽培では、収穫前の9月に台風の被害があり、糖度上昇に不利な気象条件があった(第4表)。これにより、収穫前に台風の襲来があった場合、糖度の上昇が不十分であることが示された。収穫が遅延した場合を想定し、収穫可能な時期、株出しの

良否、品種・系統の選定等の検討を進める必要もあると考えられた。

収穫時に目標の甘蔗糖度(12.5%)に達し、かつ、収穫後の良好な萌芽を確保する目的で、2003年度の新植8月植えにおいて、追肥時期、追肥量を検討した。KF93-174、KTn94-88ともに、基肥のみで栽培した場合に甘蔗糖度が高かった。原料茎重は、減肥の程度に従い軽くなる傾向にあった。基肥のみの栽培におけるKF93-174の原料茎重は558kg/aと目標以下であった。一方、KTn94-88では782kg/aと目標以上であった。同年の栽培では、植付け後に低温が続き生育が緩慢であったことに加え、台風の被害があった(第4表)。植付け後の生育量の確保が重要であると考えられた。新植に引き続き、株出しで追肥時期、追肥量について同様の検討を行ったところ、新植と同じ傾向が認められた。甘蔗糖度は、系統、処理にかかわらず、目標以下であった。同栽培では、収穫前の9月に台風の被害があり、糖度上昇に不利な気象条件があった(第4表)。収穫前に台風の襲来があった場合、糖度の上昇が不十分であることが示された。

第4表 2002年度から2005年度に行った10月収穫の調査結果(降霜常襲圃場)

作型	品種名 または 系統名	年度	植付け/ 前作収穫	追肥の 方法	マルチの 方法	可製 糖量 (kg/a)	原 料 茎 数 (本/a)	原 料 茎 重 (kg/a)	甘 蔗 糖 度 (%)	備 考	
新 植	KF93-174	2002	10. 中	12月までに全量	マルチ無し	101(110)	1061(107)	842(108)	12.9(100)	9月以降少雨	
		2003	8. 22	無し	マルチ無し	68(76)	803(92)	558(85)	12.8(89)	冬～春は低温, 台風被害あり	
				10月半量	マルチ無し	74(83)	856(99)	625(95)	12.6(88)		
				10月半量, 11月半量	マルチ無し	74(83)	970(112)	704(107)	11.4(79)		
		2004	9. 2	12月までに全量	マルチ無し	108(108)	1278(139)	977(121)	12.0(110)	収穫前に台風, 登熟遅れ	
		2005	9. 9	無し	マルチ無し	82(98)	914(124)	1198(161)	10.0(83)	高気温, 登熟遅れ	
				11月半量	マルチ無し	93(111)	1035(140)	1138(153)	9.9(83)		
		KTn94-88	2002	10. 中	12月までに全量	マルチ無し	71(77)	530(54)	592(76)	12.9(100)	9月以降少雨
			2003	8. 22	無し	マルチ無し	98(110)	750(86)	782(119)	13.1(91)	冬～春は低温, 台風被害あり
					10月半量	"	89(100)	833(96)	778(119)	12.3(85)	
					10月半量, 11月半量	"	78(88)	848(98)	828(126)	11.1(77)	
		2004	9. 2	12月までに全量	マルチ無し	63(72)	747(81)	605(75)	11.5(97)	収穫前に台風, 登熟遅れ	
		2005	9. 9	11月半量 無し	マルチ無し "	97(115) 97(115)	768(104) 732(99)	1499(202) 1474(199)	11.3(94) 11.3(94)	高気温, 登熟遅れ	
		KF93-174	2002	10. 中	12月までに全量	マルチ無し	103(112)	939(95)	817(104)	13.3(103)	9月以降少雨
			2003	10. 中	12月までに全量	マルチ無し	49(55)	591(68)	445(68)	11.6(81)	霜害のあった圃場
					"	82(92)	773(89)	731(111)	12.1(84)	霜害の無かった圃場	
			2004	10. 1	無し 10月半量 10月半量, 11月半量	生分解性 "	69(79) 98(113) 90(103)	768(84) 970(106) 1025(112)	770(95) 986(122) 1004(124)	10.2(86) 11.2(94) 10.3(87)	収穫前に台風, 登熟遅れ
		株 出 し	2005	10. 19	半量	生分解性	78(93)	879(119)	819(110)	10.6(88)	高気温, 登熟遅れ
		KTn94-88	2002	10. 中	12月までに全量	マルチ無し	87(95)	742(105)	684(87)	13.5(105)	9月以降少雨
			2003	10. 中	12月までに全量	マルチ無し	52(58)	545(63)	511(78)	10.9(76)	霜害有り
			2004	10. 1	無し 10月半量 10月半量, 11月半量	生分解性 " "	70(80) 66(76) 70(80)	601(65) 596(65) 626(68)	628(78) 681(84) 766(95)	12.0(101) 11.0(92) 10.2(86)	収穫前に台風, 登熟遅れ
			2005	10. 19	半量	生分解性	70(83)	631(86)	693(93)	10.9(91)	高気温, 登熟遅れ

注) () 内の数字は、慣行栽培の12月収穫(生産力検定本試験・春植え収穫後の株出し)に対する比率(%)を示す。

収穫時の甘蔗糖度とともに、十分な原料茎重を確保するという観点で2005年度の試験を行った。新植については、基肥のみで追肥なし、基肥に加え11月に慣行の1/2量とする栽培を、株出しでは、新植を収穫後にマルチ（生分解性）を行い、最終施肥を慣行の1/2量とする栽培を試みた。その結果、系統、処理、作型にかかわらず、甘蔗糖度は目標以下であった。一方、原料茎重は、株出しのKTn94-88を除き、目標以上であった。同年の栽培では、夏期から秋期にかけての気温が平年に比べて高く、糖度の上昇に不利な気象条件があった（第4表）。さとうきびの生育、糖度上昇に不利な気象条件の場合、植付け時期や施肥量等にかかわらず、糖度の確保は困難を伴うと考えられた。

2005年度までに得られた前述の結果をもとに栽培を組立て、2006年度に霜害のない圃場において、8月植えで新植を行い、KF93-174では減肥栽培を、KTn94-88については減肥した密植栽培を実施した。その結果、KF93-174、KTn94-88の全ての処理で甘蔗糖度、原料茎重ともに目標以上であった（第5表）。同栽培により10月収穫が成立する可能性があると考えられたが、実用化に向けては、なお、試験の継続が必要である。

3. 種子島における実用化・普及促進の方法

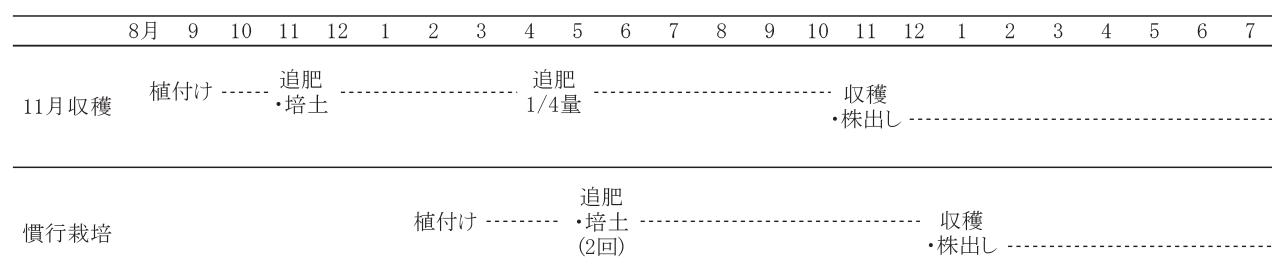
本研究の結果により、11月収穫では、新たに品種となったNi22や、極早期高糖性のKY96T-547を用い、霜害のない圃場において9月中旬までに植付け、最終施肥は5月に慣行の1/4量とし、株出し時には速やかに株出し処理してポリマルチを行う栽培により、甘蔗糖度12.5%以上、原料茎重700kg/a以上が実現できることが明らかとなった。同栽培により、現行の12月収穫と同等以上の水準で11月からの収穫が可能で、収穫期間の拡張、前倒しも可能になる（第1図）。それにより、収穫期間の拡張、前倒しも実現でき、冬春期に高値が期待できるタマネギ等との輪作・間作が容易になる。また、飼料や敷料の供給期間の拡大を通じ、畜産との連携がさらに密になることも期待できる。一方、新植において、減肥が可能であることから、さとうきび生産そのものの低コスト化にもつながると考えられる。これらを総じて、農家所得の向上、経営の改善が期待できる。

種子島における11月収穫は、霜害のない地域で栽培を行うことが絶対条件である。これに加え、ハーベスターの稼動率向上に向けて作付けの団地化が必要なこと、既存体系を変える必要があること等から、その導入、普及、定着には、地域全体での取り組み

第5表 2006年度に行った新植における10月収穫の調査結果（無霜圃場、8月植え）

品種または系統名	施肥	栽植密度	可製糖量 (kg/a)	原料茎数 (本/a)	原料茎重 (kg/a)	甘蔗糖度 (%)
KF93-174	基肥+10月に追肥1/2	慣行	132	1136	1027	13.8
	基肥のみ	慣行	108	955	854	13.6
	基肥1/2+10月に追肥1/4	慣行	95	864	707	14.3
KTn94-88	基肥のみ	密植(1.5倍)	108	788	861	13.8
	基肥のみ	密植(2.0倍)	130	1045	1083	13.3
慣行栽培 ¹⁾ (3月植え-1月収穫、NiF8)	基肥+追肥1/2で2回	慣行	99	909	779	13.6

注) 2005年8月19日に植付け、2006年10月12日に収穫を行った。KTn94-88の密植は条間15cmの2条植えとした。1)は過去5年間の生産力検定試験の平均値。



第3図 年間の営農暦

が必要である。現在、熊毛地区糖業振興会と市町村との共同により、実証圃レベルでの評価が進められつつある。これを始めとして、島内各地域での11月収穫栽培のデータ蓄積、11月収穫で利用可能なNi22の増殖を図っていき、次いで、作付けの団地化の検討を促していく必要があると考える。11月収穫では、収穫前の台風により、糖度の上昇が遅れる場合も想定される。新品種Ni22、KY96T-547とともに、11月よりも気温の低い12月に収穫した場合でも株出しが良く、次作で11月収穫が可能であった。したがって、糖度上昇が遅延した場合には、従来の製糖開始期である12月まで収穫開始を遅らせることも可能である。秋収穫の導入に当たっては、年によって大幅に収穫期が前後する可能性があることを前提に、柔軟性のある収穫・製糖システムの形成を促していく必要もあると考える。今後、鹿児島県、熊毛糖業振興協会等と連携した実証圃レベルでの評価をとおし、導入、普及、定着が図れるものと考える。

鹿児島県奄美以南の地域は、種子島と異なり、降霜がない。また、種子島に比べ、さとうきびの生育に適した高温の期間が長い。これらから、基本的には広範に11月収穫が適用できると考えられる。また、10月収穫が成立できる可能性も高い^{6,7)}。現在、沖縄県の本島南部、南大東島、久米島等で検討が進められており、農林水産省のさとうきび増産プロジェクトにおける取組みも進められ、さとうきびの生産性向上に大きな期待が持たれているところである。鹿児島県奄美以南の地域においても、11月収穫の導入にあたっては、種子島同様の状況にある。各地域の糖業振興会、市町村、製糖工場、農業改良普及センター等によるネットワークを活用し、地域全体での取組みを進めていく必要がある。これにより、南西諸島各地において、11月収穫の導入・普及が進み、さとうきび生産だけでなく、地域の総体としての農業の活性化が図られるものと考える。

IV. 引用文献

- 1) 日本分蜜糖工業会（2002～2005）分蜜糖工場の操業実績（沖縄県）.
- 2) 日本甘蔗糖工業会（2002～2005）分蜜糖工場の操業実績速報（鹿児島県）.
- 3) 杉本明（2000）琉球弧、さとうきび生産の課題と未来. 農業および園芸 75 (10) : 12-20.
- 4) Sugimoto A, Irei S, Matsuoka M, Ujihara K, Maeda H and Terajima Y (2001) Influence of autumn harvesting on ratoon crop yields in the Nansei islands of Japan. Proceedings of the ISSCT XXIV Congress Brisbane, Australia : 219-221.
- 5) 杉本明（2002）琉球弧の少収地域、低糖度地域におけるさとうきびの生産改善～沖縄県下の島々～. 砂糖類情報 72 : 8-19.
- 6) 杉本明・宮城克浩・寺島義文・氏原邦博・福原誠司（2003）琉球弧におけるさとうきび生産の実態と栽培技術開発の基本方向. 日作九支報 69 : 61-62.
- 7) 伊禮信・杉本明（2005）さとうきびの周年収穫・多段階利用に向けた品種の開発と新たな作型－夏植え型1年栽培－. 農業技術 60 : 150-154.
- 8) 杉本明・寺島義文・氏原邦博・福原誠司・追立祐二・久保光正（2004）種子島における初冬季収穫栽培に適応性の高い品種および系統. 日作九支報 70:57-59.

さとうきびの秋収穫栽培における被覆作物を用いた土砂流出防止技術の開発

氏原邦博・松岡 誠¹⁾・伊禮 信²⁾・寺島義文¹⁾
境垣内岳雄¹⁾・福原誠司³⁾・杉本 明⁴⁾

(2008年6月4日 受理)

要　　旨

氏原邦博・松岡 誠・伊禮 信・寺島義文・境垣内岳雄・福島誠司・杉本 明(2009) さとうきびの秋収穫栽培における被覆作物を用いた土砂流出防止技術の開発。九州沖縄農研研究資料 93:29-35.

さとうきびの秋収穫栽培においては8, 9月を植え付け適期としており、秋収穫栽培あるいは慣行栽培の収穫後、植え付け迄の期間は圃場が裸地となり、降雨による土砂流出の可能性が危惧される。作物被覆が降雨の衝撃力の減殺と雨量の量的遮断により土壤流亡量を著しく抑制することがこれまでの研究で明らかにされていることから、作物を用いた地表の被覆により土砂流出を抑制する技術の開発を目的に本研究を実施した。

さとうきびの8, 9月植え付けでは、単位面積当たりの収益性の向上を目的に、さとうきびの畦間にタマネギやサヤインゲン等の園芸作物の間作を実施する技術を開発している。間作を実施することによりさとうきびの畦間は被覆されることから、被覆作物はさとうきびの植え付けまでに収穫可能な裏作作物について検討した。間作を実施しない場合には、さとうきびが覆うまで畦間を被覆する必要があることから、さとうきび植え付け後も畦間に残すことのできる緑肥作物について、作物の選定と栽培技術の確立を目指した。被度については、70%以上の植生によって40mm/時間の降雨でも土砂流出はほとんど起こらないことが報告されていることから、被度70%以上を目標とした。

カンショは被度70%以上になるのは定植後60日以降とやや遅いが、植付けが4月上旬と早いため梅雨時期、台風による多雨時に被度が高く、土砂流出防止効果が期待できることが明らかとなった。また、8月上旬収穫の場合、焼酎用として1kgあたり65円の価格で取引されており、収益性も見込めた。ソバは3月播種-5月収穫は子実収量が優れる栽培体系であるが、梅雨期やそれ以降の多雨の発生する時期には収穫を終えており、ソバ収穫後の緑肥作物との組み合わせが必要と考えられた。

緑肥作物のマリーゴールド、ダイカンドラ、センチピードグラスは、ともに作業適性に問題はなかったが、ダイカンドラ、センチピードグラスは被覆が遅く、マリーゴールドが最も優れていた。マリーゴールド栽培区のさとうきび収量も緑肥無栽培区と同程度であり、さとうきび生育への影響も認められなかった。マリーゴールドはソバ収穫後の被覆作物としても利用できると考えられた。

キーワード：間作、カンショ、さとうきび、ソバ、土砂流出、被度、緑肥。

I. 緒　言

南西諸島ではさとうきび栽培圃場が河川や海洋を汚染する土砂流出の発生源の一つにあげられている。さとうきびの秋収穫栽培は現行の収穫期間を拡張することにより労働力の集中を防ぎ、園芸作等の地域営農の多様化・高収益化を可能とする作型である。

しかし、秋収穫は8, 9月を植え付け適期としており、前作収穫後、新植されたさとうきびが地表面を覆うまでの期間は圃場が裸地となる。これらの期間には梅雨や台風時の多雨があることから、持続的な栽培技術としての秋収穫には土砂流出の発生を防止する方策が不可欠である。作物による土壤表面の被覆が降雨の衝撃力の減殺と雨量の量的遮断の2面を通して

九州沖縄農業研究センター機能性利用研究チーム

：861-1192 熊本県合志市須屋2421

1) 現、九州沖縄農業研究センターバイオマス・資源作物開発チーム

2) 現、沖縄県農業研究センター

3) 現、アサヒビール株式会社

4) 現、国際農林水産業研究センター

降雨を質的にも量的にも減殺し、これらが相重なり合って土壤流亡量を著しく抑制する（一戸・工藤 1956）ことが報告されている。また、国頭マージ畑では土壤被度70%以上の植生によって40mm/時間の降雨でも土砂流出はほとんど起こらないことが報告されている（持田・久保寺 2000, 2004）。さらに、南西諸島においてさとうきびの収穫後の4月下旬播種の場合7月鋤き込みならクロタラリア、8月以降鋤き込みならピジョンピーが適しており、パインアップルの畦間被覆作物としてはイタリアンライグラスとセンチピードグラスが適している（小林ら 1998, 小林 1999）ことが報告されている。これらの作物を栽培することで南西諸島では河川、海洋汚染が低減するものと期待されている。しかし、被覆作物栽培は収益に直接に結びつかず、行政の支援も不足していることから普及していない。

本研究プロジェクトはさとうきびの秋収穫栽培技術に加え、さとうきびの畦間へのタマネギやサヤインゲン等の園芸作物の間作による単位面積当たりの収益性の向上も主要な課題としている。間作を実施することによりさとうきびの畦間は被覆されることから、被覆作物はさとうきびの植え付けまでに収穫可能で、収益にも寄与できる裏作作物の選定とその栽培技術の確立を目的とした。種子島のさとうきび休耕期に栽培可能であり、被覆作物としても利用可能と考えられるカンショとソバを供試した。

間作を行わない場合には、さとうきび植え付後、その葉が地上部を覆うまでは畦間が裸地となり、土砂流出の可能性が高くなる。このため、休耕期に栽培した被覆作物をさとうきび植え付け後も畦間に残し、中耕時にすき込むことにより土砂流出を抑制する技術の開発を目的とする。この場合栽培管理が容易な草種が適当と考えられることから、遮光等によりさとうきび生育へ影響を及ぼさない低い草高であり、暖地で緑肥や緑化植物として利用されているマリーゴールド (*Tagetes erecta*)、ダイカンドラ (*Dichondra micrantha*)、センチピードグラス (*Eremochloa ophiuroides*) を供試した。なお、持田らの結果から被度の目標を70%以上とした。

II. 材料および方法

1) 試験場所

九州沖縄農業研究センター種子島試験地内の圃場で試験を実施した。

2) 裏作作物の選定

(1) カンショ

2006年4月3日に圃場を黒色マルチで被覆後、カンショ品種「コガネセンガン」を畝間0.8m、株間0.3mで1区面積9.6m²に植付け、8月10日および8月30日にイモを掘り取り、収穫したイモの重量を個別に測定し、上イモ(40g以上)とクズイモ(40g未満)に選別した。3反復で実施し、基肥として窒素0.25kg/a、リン酸0.8kg/a、カリ0.6kg/aを施用した。

被度は地表面から1.5mの高さで撮影した画像を用いて、画像処理ソフトにより被覆面積を測定し、算出した。3カ所の平均値をプロットの代表値とした。

(2) ソバ

ソバについては栽培期間が短いことから、3月播き、5月播き、6月播きで栽培適期について検討した。3月播きは2005年3月23日に「しなの夏ソバ」、「しなの1号」、「九系8号」、「鹿屋在来」、「階上早生」、「常陸秋ソバ」の6品種・系統を1区面積10.8m²に播種し、5月28日に収穫した。収穫は茎ごと刈り取った後、子実のみを選別し、重量を測定した。5月播きは2006年5月23日に「しなの夏ソバ」、「しなの1号」、「九州5号」、「鹿屋在来」、「階上早生」、「常陸秋ソバ」の6品種・系統を1区面積3.0m²に播種し、7月27日に収穫した。収穫方法は3月播きと同様である。6月播きは2005年6月25日に「しなの夏ソバ」、「鹿屋在来」、「階上早生」、「常陸秋ソバ」の4品種を3月播きと同様の面積に播種し、9月6日に収穫した。収穫方法は3月播きと同様である。いずれも3反復で実施し、播種量は15000粒/aの散播、基肥として窒素0.4kg/a、リン酸0.8kg/a、カリ0.6kg/aを施用した。カンショと同様の方法で被度を算出した。

3) 緑肥作物の選定

マリーゴールド品種「セントール」(カネコ種苗)、センチピードグラス(雪印種苗)、ダイカンドラ(雪

印種苗) を 1 区面積 10.8m² (3 反復) に散播し、被度の推移を調査した。マリーゴールドは 2005 年 4 月 28 日、ダイカンドラ、センチピードグラスは 2005 年 6 月 25 日に播種し、播種量はマリーゴールド 0.4kg/a, センチピードグラス 1.0kg/a, ダイカンドラ 0.3g/a とした。カンショと同様の方法で被度を算出した。さらに、さとうきびを植付け部分のみを作畦し、秋収穫向けさとうきび系統「KTn94-88」を植付け、作業適性、さとうきび生育への影響について調査した。作業適性はさとうきびの作畦機や中耕時のロータリーへの巻き付きの有無を肉眼で判定した。さとうきび生育への影響は緑肥作物無栽培の対照区とのさとうきび収穫調査成績の比較により判定した。さとうきびは 2005 年 9 月 9 日に 1 芽苗を畦間 1.2m, 株間 0.1m で植え付け、2006 年 10 月 6 日に収穫した。原料茎数、原料茎重測定後、収穫茎の中から 10 茎を選び、シュッレッダー (マツオ社製) で細断、油圧

プレス (日特機社製) により搾汁し、蔗汁を得た。蔗汁はブリックスをブリックス計 (ATAGO RX-5000), 旋光度を自動検糖計 (Sucromat) により測定し、甘蔗糖度を算出した。施肥は元肥のみとし窒素 0.8kg/a, リン酸 1.2kg/a, カリ 0.75kg/a を施用した。

III. 結 果

1) 裏作作物の選定

第 1 表にカンショ定植 60 日後および 90 日後の被度、8 月 10 日収穫および 8 月 30 日収穫における上イモ収量を示す。カンショは植付け後 60 日で被度 70% 近くになり、90 日後には 90% に達した。8 月 10 日収穫の上イモ重は 185.4kg/a, 8 月 30 日収穫の上イモ重は 266.3kg/a で、8 月 30 日の収量は 8 月 10 日の約 1.5 倍となった。

第 2 表にソバの播種日ごとに播種 30 日後と 60 日後

第 1 表 サトウキビ裏作栽培におけるカンショの被度推移と上イモ収量

品種名	被度 (%)		上イモ重 (kg/a)	
	60 日	90 日	8 月 10 日	8 月 30 日
コガネセンガン	67±4	92±6	185±12	267±9

平均 ± 標準誤差

第 2 表 サトウキビ裏作栽培におけるソバの被度推移と収量

播種月	品種名	播種後被度 (%)		子実収量 (kg/a)
		30 日	60 日	
3 月	しなの夏ソバ	87± 2	77± 5	4.2±1.0
	しなの 1 号	89± 4	71± 3	10.8±0.6
	鹿屋在来	83± 4	72± 1	10.8±1.1
	九系 8 号	80± 7	67± 4	10.4±0.1
	常陸秋ソバ	89± 3	74± 3	12.5±0.5
	階上早生	84± 3	70± 4	10.1±0.9
5 月	しなの夏ソバ	76± 8	78± 9	3.8±0.9
	しなの 1 号	82± 4	86± 2	1.6±0.3
	鹿屋在来	88± 4	83± 4	0.2±0.1
	九州 5 号	84± 4	88± 2	2.7±0.8
	常陸秋ソバ	82± 2	86± 1	0.4±0.1
	階上早生	84± 3	85± 1	5.1±0.8
6 月	しなの夏ソバ	41± 7	76± 5	—
	鹿屋在来	50±16	70±13	—
	常陸秋ソバ	47± 7	65± 7	—
	階上早生	62± 9	78± 6	—

平均値 ± 標準誤差

の被度と子実収量を示す。3月播きでは播種30日目には供試した全ての品種・系統で被度80%以上となった。5月播きも30日後にはほぼ全ての品種で80%以上となったが、6月播きでは30日後の被度は40%から60%と3月播き、5月播きよりも劣った。子実収量は3月播きで「しなの夏ソバ」を除き10kg/aを上回り、その中でも「常陸秋ソバ」は12.5kg/aと最も多かった。5月播きでは、子実収量が最も多い「階上早生」で5.1kg/aと「階上早生」を3月播きした場合の50%に過ぎず、6月播きでは台風による倒伏のため子実収量は皆無であった。

2) 緑肥作物の選定

第3表にマリーゴールド、ダイカンドラ、センチピードグラスの被度の推移、作業適性の良否について示した。マリーゴールドの被度は播種後30日後に約60%であったが、ダイカンドラ、センチピードグラスは30%程度で、生育がやや遅かった。しかし、播種後60日にはいずれも被度80%以上となった。これらの作物では作畦、中耕時にロータリーへの巻き付きも認められなかった。

マリーゴールド栽培区のさとうきび収量は対照区のそれよりも優れ、甘蔗糖度は同程度であったが、どちらの特性にも有意な差は認められなかった。ダイカンドラ栽培区のさとうきび収量は対照区よりも

劣り、センチピードグラス栽培区のそれは対照区と同程度であった。甘蔗糖度はダイカンドラ栽培区、センチピードグラス栽培区ともに対照区と同程度であった。ダイカンドラ栽培区およびセンチピードグラス栽培区のさとうきび収量、甘蔗糖度ともに対照区との間に有意な差は認められなかった(第4表)。

IV. 考 察

カンショでは土砂流出が抑制可能な被度70%以上に達するのは定植後60日程度であったが、7月上旬には達しており、秋収穫さとうきびの植え付け前の休耕期の土砂流出を抑制する効果は期待できた。従来のカンショ作は5月に定植し、9月～11月に収穫する体系であり、澱粉原料用が主な用途である。今回は早堀の焼酎原料用を想定しており、その需要に合わせた生産調整が重要である。また、近年、種子島で栽培される種子島ゴールド、安納紅等の青果用カンショが島外で人気となり、需要が高まっていることから、この青果用カンショの生産も考慮する必要がある。収益性については8月上旬には焼酎工場が稼働しており、8月上旬で1kgあたり65円程度で取引されている。今回の結果、上イモが185kg収穫できしたことから、アル当たり12,000円の粗収入が

第3表 サトウキビ裏作栽培における緑肥の被度の推移と作業適性

播種月	緑肥名	播種後被度 (%)		作業性
		30日	60日	
4月	マリーゴールド	63±2	84±4	良
6月	ダイカンドラ	32±2	86±2	良
6月	センチピードグラス	24±2	86±1	良

平均値 ± 標準誤差

第4表 緑肥作物栽培区に植え付けたさとうきびの収穫調査成績

緑肥名	原料莖数 (本/a)	原料莖重 (kg/a)	甘蔗糖度 (%)	可製糖量 (kg/a)
マリーゴールド 対 照	806±37	818±29	12.3±0.1	90.4± 3.3
	796±72	706±92	12.0±0.3	75.5±11.1
ダイカンドラ センチピードグラス 対 照	574±32	669±55	10.9±0.9	63.7±10.4
	704±38	719±35	10.8±0.5	67.4± 6.7
	704±53	704± 4	11.4±0.9	71.0± 7.2

平均値 ± 標準誤差



定植後 60 日（6月 5 日）

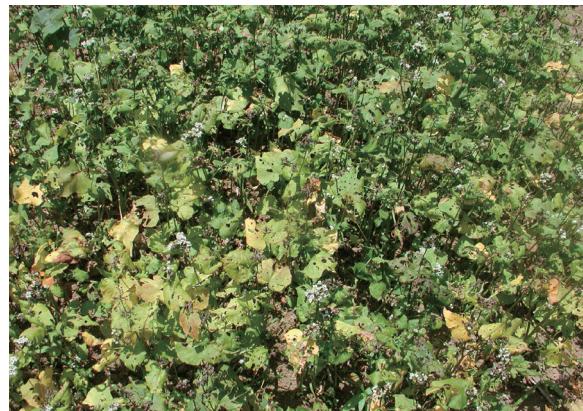


定植後 90 日（7月 5 日）

第1図 サトウキビ裏作栽培におけるカンショ「コガネセンガン」の栽培状況



播種後 30 日（4月 25 日）



播種後 60 日（5月 25 日）

第2図 サトウキビ裏作栽培におけるソバの栽培状況



播種後 60 日（6月 28 日）



部分耕起によるサトウキビ栽培（11月 22 日）

第3図 サトウキビ裏作栽培におけるマリーゴールドの栽培状況

期待できる。

ソバは栽培期間が60日と短く、短期の休耕期間を活用するには極めて有効な作物である。特に、被覆による土砂流出防止の観点から3月播きと5月播きでは播種後30日の短期間に70%以上の高い被度が得られる作物として利用価値が高い。子実収量も3月播種では常磐秋ソバで12.5kg/aであり、全国平均値7.7kg/a（農林水産省統計部2007）よりも高く、実用的な水準の収量が得られた。ソバは日最低気温が17.5℃以下では結実率25%以上を維持するが、夜間の高温が雌ずいの発育を阻害するため、結実率が低下し、日最低気温が19℃以上では結実率が10%以下になる（杉本・佐藤1999）ことが報告されている。5月播種と6月播種では日最低気温が高いために結実率が低く、子実収量は実用水準以下となった。ソバの3月播種-5月収穫は実用化の期待できる作型であるが、梅雨期以降の多雨や強雨の発生する時期には収穫を終えており、土砂流出防止の観点から収穫後の対策が必要である。収穫後のソバワラを圃場全面のマルチングに用いた場合の被度は14%に相当し、土砂流出軽減効果は38%と推算されると報告されており（塩野ら2007）、ソバ収穫後のソバワラでのマルチングはその対策の一つである。また、ソバ収穫後、緑肥や緑化作物を栽培することも有望と考えられる。

以上のように、秋収穫さとうきびの土砂流出抑制を考慮した裏作作物としてはカンショが最も有望であった。ソバの3月播きも有望であるが栽培期間が短いことから、収穫後のソバワラマルチングあるいは緑肥等の栽培を組み合わせる必要がある。

緑肥作物としてマリーゴールド、ダイカンドラ、センチピードグラスを供試した。マリーゴールドは栽培区での被覆が他の2種よりも速く、作業適性もあり、さとうきびの収量は甘蔗糖度も緑肥無栽培区と同程度で、最も期待できた。ダイカンドラはマリーゴールドよりも被覆が遅く、栽培区でのさとうきび収量は対照区よりも劣った。センチピードグラスは栽培区でのさとうきび収量は対照区と同程度であったものの、被覆はダイカンドラ栽培区と同程度で遅く、実用的ではなかった。以上のことから、緑肥を用いて、さとうきびの畦間に植物体を残し土砂流出を抑制する栽培体系にはマリーゴールドが最も適すると思われた。マリーゴールドの種子は軽く、化成

肥料と混合して動力散布機で播種することも可能であり、センチュウ密度抑制効果も期待できる。また、ソバの3月播種-5月収穫後に、マリーゴールドを栽培する体系も実用的である。

南西諸島における被覆作物を用いた土砂流出防止技術は、これまで被覆作物だけではなく、不織布マルチや不織布と被覆作物植物との組み合わせ、綿屑シートと被覆作物との組み合わせ等（生駒ら1995, 1996）検討されてきたが、収益に直接結びつかないことから普及に至っていない。本プロジェクトでは秋収穫さとうきびの畦間を利用した園芸作物の間作技術も開発されている。収益の見込める被覆作物の栽培と園芸作物の間作を組み合わせることにより、土砂流出防止による環境保全型農業と収益性の向上が両立し、普及に寄与するのではないかと推察される。

V. 地域における実用化・普及促進の方法

熊毛地域の現行のさとうきび栽培体系である春植え、株出し体系では、収穫は12月～4月に実施されており、植付け後3～4年が経過した圃場では廃耕となる。こうした圃場は耕起整地され、春植えさとうきび又はカンショが植付けられるのが一般的である。新たに9月植付け体系を導入すると、3月～8月に休耕期間が生じる。本研究によって、実用化の可能性を指摘した裏作作物や緑肥作物は、この間に土砂流出を抑制し、圃場を有効に利用するものである。カンショは3月中、ソバは2月中までにさとうきびの収穫が終わった圃場に適する。さらに、ソバ収穫後にはマリーゴールドの播種が有効である。また、ソバは湿害に弱いことから、排水不良の圃場をさけることが必要である。ソバについては全く栽培が行われておらず、普及のためには農家への栽培技術の指導、収穫の際の汎用コンバインの導入、販路の確保等が必要となる。カンショについては焼酎原料用の場合には受け入れ先である焼酎工場の使用量に合わせた生産調整が重要である。マリーゴールドは収益性が見込めないことから、対照となる傾斜地圃場の選定と種子代金への補助等が必要と考えられる。

奄美地域および沖縄県全域においてはカンショを焼酎の原料としていないが、カンショを原料とした菓子等の食品は店頭で多数販売されていることから

原料としての需要は高いと考えられる。「コガネセンガン」以外の加工用品種や青果用品種の導入が可能ではないかと推察される。ソバについては、沖縄において試験栽培が進められており、堆肥を 100kg/a 施用することにより子実収量が 19.6kg/a と多収となり、そのソバワラを全面マルチに用いると、雨水による土壌浸食のうち 88% が抑制できると報告されている（原ら 2008）。このようにソバは収益性、土砂流出抑制の両面から有望である。

VII. 引用文献

- 1) 原貴洋・住秀和・照屋寛由・荒川祐介・塙野隆弘・山口典子・竹内誠人・池宮秀和・生駒泰基（2008）極強酸性土壌における堆肥と苦土石灰の施用がソバの生育、収量に及ぼす影響. 九州農業研究発表会専門部会発表要旨集 71 : 34.
- 2) 一戸貞光・工藤健一（1956）土壌浸食防止に関する研究. 東北農業試験場研究報告 8 : 29-39.
- 3) 生駒泰基・須崎睦夫・持田秀之（1995）国頭マージ土壌での土壌表面被覆が土砂流出に及ぼす影響の解明（第2報）不織布のマルチ方法および不織布の被覆作物との組み合わせによる土砂流出防止効果の検討. 日本作物学会九州支部会報 61 : 67-69.
- 4) 生駒泰基・持田秀之・須崎睦夫（1996）国頭マージ土壌での土壌表面被覆が土砂流出に及ぼす影響の解明（第3報）綿屑シートと被覆作物との組み合わせによる土砂流出防止技術. 日本作物学会九州支部会報 63 : 73-75.
- 5) 柏木伸哉・池田健一郎・原田昭夫（2007）栽培法の違いが青果用サツマイモの収量、糖含量、食味に及ぼす影響. 日本作物学会九州支部会報 73 : 47-51.
- 6) 小林真・寺内方克・中野寛・江川宜伸（1998）石垣島におけるパイナップル圃場の土壤保全を目的とした芝草類の畦間被覆作物としての利用技術. 芝草研究 26 : 157-167.
- 7) 小林真（1999）パインアップル・サトウキビ生産に要する被覆作物の適草種の選定と管理手法の解明. 農林水産技術会議事務局研究成果 336 : 23-31.
- 8) 持田秀之・久保寺秀夫（2000）栽培管理による牧草等の植生帯の維持技術の確立. 土壌及び水分制御の適正管理のための土壤管理技術. 日本作物学会記事 69（別2）: 254-255.
- 9) 持田秀之・久保寺秀夫（2004）国頭マージ土壌畑における土壌表面の被覆による土砂流出防止効果と被覆作物の播種条件. 日本作物学会九州支部会報 70 : 107-110.
- 10) 農林水産統計部（2007）農林水産統計平成19年版: 238.
- 11) 塙野隆弘・原貴洋・山元伸幸・原口暢朗・生駒泰基（2007）早生帯およびソバ栽培導入による営農的赤土流出防止対策. 農業農村工学学会誌 75(9):817-820.
- 12) 杉本秀樹・佐藤亨（1999）西南暖地における夏ソバ栽培. 日本作物学会紀事 68 : 39-44.

秋収穫さとうきびとの輪・間作での園芸作物の栽培技術の確立

大和陽一・安達克樹¹⁾・壇 和弘²⁾

(2008年6月4日 受理)

要 旨

大和陽一・安達克樹・壇 和弘 (2009) 秋収穫さとうきびとの輪・間作での園芸作物の栽培技術の確立。九州沖縄農研研究資料 93: 37-54.

種子島地域での秋収穫さとうきびとの輪・間作に適する園芸作物として、一斉収穫による矮性サヤインゲン（サヤインゲンと略称）とタマネギ、並びに栽培期間の短い軟弱野菜等を選定した。サヤインゲンはさとうきびを8月下旬から9月上旬に新植した場合の間作、タマネギは11月上旬までにさとうきびを収穫した後の株出しでの間作、あるいはさとうきびの栽培を終了した廃耕後の輪作への導入を想定した。サヤインゲンは9月上旬に播種すると収量性が高く、9月下旬までに播種する必要がある。なお、紙ポットで育苗すると在圃期間が短縮され、さとうきびを10月上旬に収穫した後の輪・間作にも導入できる。タマネギでは、11月上旬に定植すると3月に収穫できる。さらに、セット球を育苗して10月中旬に定植することで収穫時期を2月に前進化できる。ただし、極端な早期収穫を目標とした場合には、抽台や分球が増加した。サヤインゲンをさとうきび間作で栽培する場合には、施肥量を慣行の半量程度に削減することができる。タマネギでも、間作で栽培した場合には施肥量の削減は可能であるが、間作での適正な施肥量については、今後さらに検討する必要がある。秋収穫さとうきびと園芸作物の輪・間作技術を南西諸島に広く普及させるためには、各地域でのさとうきびや園芸作物の生育・収量性を調査した上で検討が必要である。

キーワード：秋収穫さとうきび、輪・間作、矮性サヤインゲン、タマネギ、軟弱野菜類、一斉収穫、紙ポット育苗、セット球、施肥量。

I. 緒 言

南西諸島における基幹畠作物であるさとうきびの栽培は栄養繁殖により行われ、芽のついた茎の切片（1～2芽）を種苗に用いて春、または夏に植え付ける（新植；春植えおよび夏植え）。春植えでは翌年の、夏植えでは翌々年の冬から春にかけて収穫される。収穫後に残渣、枯れ葉等の除去、根切り・排土（株元畝中央部を30～40cm残して横の土を削り落とす）、施肥、並びにビニルマルチによる被覆等の株出し（土壤中の腋芽を萌芽させ、再生株を仕立てる）管理を行い、翌年の冬から春に再び収穫する（株出し栽培）サイクルを数回繰り返す。数年間株出し栽培を繰り返した後に株を除去し（廃耕）、再び新植が行われる。植え付けから収穫まで、あるいは収穫・株出しから次の収穫までの期間が1年から1年半と長く、畝幅

が120cmと広いことから、土地利用効率は低い。収益性も低く、1日当たりの家族労働報酬は甘しょの85%程度にとどまる（九州沖縄農業研究センター、2003）。また、さとうきびは初期生育が遅く、生育初期の土地被覆率が低いため、この時期に強い降雨に遭遇すると、圃場から大量の土砂が流出し、土壤生产力の低下や海洋汚染等の一因となってきた。

一方、種子島は南西諸島の北端に位置し、さとうきび、甘しょのほか、冬季温暖な気候を活かしたソラマメ、タマネギ等冬春季の園芸作物を大消費地へ出荷する早出し栽培が盛んである。

最近、秋に収穫できる早期高糖性さとうきび品種が開発され、従来とは異なる栽培体系の構築が見込まれる（杉本、1999）。このさとうきび品種を用いて、秋冬季に輪・間作として園芸作物を栽培することで、これまで問題とされてきたさとうきび栽培の土地利

用効率と収益性の低さを克服できると考えられる。

これまでに、1995～1999年度に実施された地域基幹研究「甘しょ等根菜類の機械化栽培を主体とした畑輪作技術」では、鹿児島県農業試験場（現鹿児島県農業開発総合センター）熊毛支場により、さとうきびとニンジン、ゴボウ等の根菜類、並びに緑肥作物との輪作体系についての検討が行われた（鹿児島県農業試験場ほか、2000）。1998～2002年度に実施された地域基幹研究「亜熱帯畑作地域における輪間作等高収益複合化技術」では、沖縄県におけるさとうきびとの輪・間作品目や鹿児島県島嶼地域での機械化を前提としたさとうきびの間作でのバレイショの栽培体系の構築についての検討が行われた（沖縄県農業試験場・鹿児島県農業試験場、2004）。また、1998～2002年度に実施された地域総合研究「亜熱帯地域における野菜・花き作導入による高収益農業技術の確立」では、さとうきび、バレイショおよび緑肥作物等の輪作体系が構築され、緑肥作物の導入効果やさとうきびの適切な栽培年数が明らかにされるとともに、持続的生産のための技術的要素が検討されている（九州沖縄農業研究センター、2003）。

従来のさとうきび品種を春植えした場合の輪・間作での園芸作物は、春～夏季に植え付けられる品目に限られていた（新崎ら、2001）。一方、早期高糖性のさとうきびを導入すると、冬季温暖な気候を活用した秋～冬季の輪・間作で園芸作物が栽培でき、一層の収益性の向上が期待できる。

そこで、本研究では早期高糖性さとうきび作を核とした高収益営農システムを実現させるために秋収穫さとうきびと園芸作物の栽培マニュアルを作成することを目標として、種子島地域での秋冬季のさとうきびとの輪・間作に適した園芸作物を選定し、その栽培技術について検討した。なお、園芸作物の輪・間作を行って栽培したさとうきびの生育・収量については、桑鶴・永田（2009）を参照されたい。

II. 材料および方法

栽培試験は鹿児島県農業開発総合センター熊毛支場の実験圃場で行った。

さとうきびの栽培では、新植および株出しとともに、基肥として牛糞堆肥2t/10a、苦土石灰100kg/10a、N、P₂O₅およびK₂Oをそれぞれ7～9.6、25.8～30および5.8～8kg/10a、追肥として5月の培土時にNおよびK₂Oをそれぞれ8～12kg/10a施用した。さとうきびの株出し時には透明マルチを用い、園芸作物の栽培では黒色ポリフィルムをマルチに用いた。さとうきび間作での園芸作物の施肥は、さとうきびの栽培面積を除いた園芸作物の栽培面積換算で行った。

P₂O₅およびK₂Oをそれぞれ7～9.6、25.8～30および5.8～8kg/10a、追肥として5月の培土時にNおよびK₂Oをそれぞれ8～12kg/10a施用した。さとうきびの株出し時には透明マルチを用い、園芸作物の栽培では黒色ポリフィルムをマルチに用いた。さとうきび間作での園芸作物の施肥は、さとうきびの栽培面積を除いた園芸作物の栽培面積換算で行った。

1. さとうきび間作に適した園芸作物の選定

2002年11月11日に、レタス‘サリナス88’（10月23日に200穴セルトレイに播種）をさとうきび‘KF93-174’（10月29日新植、畝幅120cm）の間作（株間30cmの1条植えと株間30cm・条間25cmの2条植え）、並びに単作（株間30cm・条間25cmの3条植え）として定植した。レタスの栽培では、牛糞堆肥2t/10a、苦土石灰100kg/10a（間作ではさとうきびと共に）とN、P₂O₅およびK₂Oをそれぞれ16kg/10a、全量基肥として施用した。11月中旬より強風被害が見られたため、11月下旬から間作および単作のレタスで不織布（パオパオ90、MKV プラテック）をトンネル被覆する区を設けた。試験区は1区画32m²の2反復制とした。

矮性サヤインゲン‘ベストクロップキセラ’（2003年9月26日と10月9日直播）およびタマネギ‘早生丸秀玉E型’（極早生品種；9月8日播種・10月17日定植と9月26日播種・11月4日定植、288穴セルトレイで育苗）をさとうきび‘KF93-174’（9月4日新植と10月1日収穫・株出し1年目、畝幅120cm）の間作、並びに単作で栽培した（サヤインゲンでは株間15cm・条間20cm、タマネギでは株間10cm・条間20cm、ともに間作では2条植え、単作では3条植え）。サヤインゲンの栽培では、牛糞堆肥2t/10a、苦土石灰100kg/10a（間作区ではさとうきびと共に）とN、P₂O₅およびK₂Oをそれぞれ16kg/10a、全量基肥として施用した。タマネギの栽培では、牛糞堆肥2t/10a、苦土石灰100kg/10a（間作ではさとうきびと共に）とN、P₂O₅およびK₂Oをそれぞれ20、25および20kg/10a、全量基肥として施用した。サヤインゲンでは一斉収穫を行い、タマネギでは倒伏前に葉つきタマネギ（新鮮葉をつけて長さ30cm程度で切りそろえる）として、倒伏後に丸タマネギ（葉鞘基部で葉を切断）として収穫した。試験区はサヤインゲン、タマネギともに1区画10m²の2反復制とした。

2004年10月15日に、コマツナ‘浜美2号’、チングンサイ‘青帝チングンサイ’、ミズナ‘京みぞれ’、ホウレンソウ‘アトラス法蓮草’、並びに小型のダイコン‘ミニコン22’とハクサイ‘めだか’をさとうきび‘KF93-174’（10月1日収穫・株出し2年目、畝幅120cm）の間作として直播した（条間20cmの2条植え）。間作での野菜栽培では、牛糞堆肥2t/10a、苦土石灰100kg/10aをさとうきびと共に施用し、N, P₂O₅およびK₂Oをそれぞれ8kg/10a、全量基肥として施用した。試験区は1区画10m²の2反復制とした。

2. さとうきび輪・間作でのサヤインゲンの栽培技術の検討

さとうきび輪作でのサヤインゲンの在圃期間の短縮、間作での施肥量、播種時期と収量性との関係について検討した。サヤインゲンの栽培では、基本的に牛糞堆肥2t/10a、苦土石灰100kg/10a（間作ではさとうきびと共に）、N, P₂O₅およびK₂Oをそれぞれ16kg/10a、全量基肥として施用した。栽植間隔は株間15cm・条間20cmとし、試験区は1区画9～10m²の2反復制とした。

1) 紙ポット育苗による在圃期間の短縮

2004年9月27日に、サヤインゲン‘ベストクロップキセラ’を底面部に切り込みを入れた紙ポット（直径8.5cm；古紙を利用したパルプモウルド製、大石産業）に播種し、雨よけハウスで育苗した。10月12日に、さとうきび‘KF93-174’（10月1日収穫）の栽培を終了した廃耕後の輪作として、紙ポットごと定植した（3条植え）。さとうきび輪作として同日直播したものと一斉収穫での収量性を比較した。

2) さとうきび間作での施肥量

2004年10月12日に、サヤインゲン‘ベストクロップキセラ’をさとうきび‘KF93-174’（10月1日収穫・株出し1年目と2年目、畝幅120cm）の間作として直播した（2条植え）。全量施肥区ではN, P₂O₅およびK₂Oをそれぞれ16kg/10a、基肥として施用し、併せて半量および無施肥区を設けた。

2006年9月8日に、サヤインゲン‘ベストクロップキセラ’をさとうきび‘KTn94-88’（8月30日新植、畝幅140cm）の間作として直播した（2条植え）。全量施肥区ではN, P₂O₅およびK₂Oをそれぞれ16kg/10a、基肥として施用し、併せて半量区を設けた。

3) 播種時期と収量性の関係

2006年9月8日、9月19日、9月28日および10

月10日に、サヤインゲン‘ベストクロップキセラ’をさとうきび‘KTn94-88’（8月30日新植、畝幅140cm）の間作として直播した（2条植え）。また、底面部に切り込みを入れた紙ポットに9月26日に播種し、雨よけハウスで育苗したサヤインゲン‘ベストクロップキセラ’を10月10日にさとうきび‘KTn94-88’（8月30日新植、畝幅140cm）の間作として定植した。

3. さとうきび輪・間作でのタマネギの栽培技術の検討

さとうきび輪・間作でのタマネギの収穫の前進化、間作での施肥量について検討した。タマネギの栽培では、基本的に牛糞堆肥2t/10a、苦土石灰100kg/10a（間作ではさとうきびと共に）、N, P₂O₅およびK₂Oをそれぞれ20, 25および20kg/10a、全量基肥として施用した。栽植間隔は株間10cm・条間20cmとし、試験区は1区画10～12m²の2反復制とした。

1) 育苗期間の延長による収穫の前進化

タマネギ‘貴錦’（極早生品種）を43日間、あるいは58日間288穴セルトレイで育苗し、2004年10月22日にさとうきび‘KF93-174’（10月1日収穫・株出し1年目と2年目、畝幅120cm）の間作と栽培を終了した廃耕後の輪作、並びに単作として定植した（間作では2条植え、輪作と単作では3条植え）。

2) セット球の利用による収穫の前進化

2005年11月8日に、タマネギ‘貴錦’のセル苗（9月20日に288穴セルトレイに播種）、セット球（3月23日播種、球肥大・倒伏後6月10日に収穫・貯蔵）、並びにセット球を育苗したもの（セット球を10月7日に128穴セルトレイに植え付け）をさとうきび‘KF93-174’（10月24～25日収穫）の間作（株出し2年目、畝幅120cm）と栽培を終了した廃耕後の輪作、並びに単作として定植した（2条植え）。

2006年10月13日と11月7日に、タマネギ‘早生丸秀玉E型’のセル苗（9月5日と9月20日に288穴セルトレイに播種）、セット球（4月上旬播種、6月下旬に収穫・貯蔵）、並びにセット球を育苗したもの（セット球を9月20日と10月20日に128穴セルトレイに植え付け）をさとうきび‘KTn94-88’（10月5日収穫・株出し1年目、畝幅120cm）と‘KF93-174’（10月26日収穫・株出し3年目、畝幅120cm）の間作と栽培を終了した廃耕後の輪作、並びに単作として定植した（2条植え）。

3) さとうきび間作での施肥量

2005年11月8日に、タマネギ‘貴錦’のセル苗(9月8日に288穴セルトレイに播種)をさとうきび‘KF93-174’(10月24～25日収穫・株出し2年目と3年目、畝幅120cm)と‘KTn94-88’(8月25日新植、畝幅120cmと140cm)の間作として定植した(2条植え)。全量施肥区ではN, P₂O₅およびK₂Oをそれぞれ20, 25および20kg/10a, 基肥として施用し、併せて半量区を設けた。

2006年10月13日と11月7日に、タマネギ‘早生丸秀玉E型’のセル苗(9月5日と9月20日に288穴セルトレイに播種)をさとうきび‘KTn94-88’(10月5日収穫・株出し1年目、畝幅140cm)と‘KF93-174’(10月26日収穫・株出し3年目、畝幅120cm)の間作として定植した(2条植え)。全量施肥区ではN, P₂O₅およびK₂Oをそれぞれ20, 25および20kg/10a, 基肥として施用し、併せて半量区を設けた。

III. 結果および考察

1. さとうきび間作に適した園芸作物の選定

1) レタス

新植したさとうきびの間作、並びに単作で、2002年11月11日にレタスを定植し、栽培した。いずれの区でも11月中旬からの強風の被害は大きかった(データ略)。12月下旬からはヒヨドリによる食害も見られた。翌年2月6日と2月25日に収穫調査を行った。いずれの収穫日でもレタスの収量特性に及ぼすさとうきび間作の影響は明らかではなかった(第1表)。しかし、不織布によるトンネル被覆をしないと、結球重は小さく、可販重量(450～550g)には満たなかった。トンネル被覆により結球重は大きくなったが、2月25日収穫では裂球する個体が見られた。11月中旬から最低気温が10℃以下になる(データ略)ことや強風および鳥獣害が予想されることから、種子島地域での秋冬季のさとうきび間作にレタスの栽培は適さないと考えられた。

2) サヤインゲン

2003年9月26日と10月9日に直播したサヤインゲンをそれぞれ12月1日と12月15日に一斉収穫した(第2表)。それぞれの収穫日において、単作区と間作区の収量特性に差は見られなかった。しかし、9月26日播種に比べ、10月9日播種では収量が低

かった。

以上のように、サヤインゲンはさとうきび間作で栽培した場合に収量は低下せず、十分な収量が得られた。ただし、10月上旬播種では収量が低かったことから、種子島地域では9月下旬までにサヤインゲンを播種する必要があると考えられた。

3) タマネギ

2003年9月8日と9月26日に播種し、10月17日と11月3日に定植したタマネギを葉つきタマネギとして収穫した場合、それぞれ2月26日と3月16日収穫で球径が6cmを超え、収穫基準を上回った(第3表)。いずれの収穫日でも、球径と調整重はさとうきび株出しの間作区で大きかった。9月8日播種では、3月16日に40～50%の個体が倒伏し、丸タマネギとして収穫した。調整重は株出しの間作区で大きかった。

以上のように、葉つきタマネギ、丸タマネギのいずれの形で収穫する場合にも、さとうきび間作により調整重は重くなった。さとうきびの間作で栽培したタマネギでは、根に感染してリン酸吸収を促進する菌根菌の感染率が高くなることが示されている(安達・大和, 2009)。生育や収量性との詳細な関係については不明であるが、タマネギは間作での栽培に有利であると考えられた。

4) 軟弱野菜類ほか

さとうきび間作として、コマツナ、チンゲンサイ、ミズナ、ホウレンソウ、並びに小型のダイコンとハクサイを2004年10月15日に直播して栽培した。いずれの品目でも生育・収量に問題は見られず(データ略)、さとうきび間作での軟弱野菜等の小型で栽培期間の短い葉根菜類の栽培は可能と考えられた。

さとうきび間作に適した園芸作物を選定するため、草姿が小型でさとうきびの生育に悪影響を及ぼさないこと、栽培管理が容易であること等から、レタス、矮性のサヤインゲン、タマネギ、並びに軟弱野菜類等について栽培試験を行った。その結果、レタスの栽培は秋冬季の種子島地域でのさとうきび間作には適さなかった。一方、サヤインゲンとタマネギは間作でも収量性が高く、間作での栽培に適すると考えられた。秋収穫さとうきびの栽培は9月新植・11月収穫の作型から導入されるものと考えられる。サヤインゲンは9月下旬までに播種する必要があることから、9月新植のさとうきび間作への導入が

第1表 レタス^zの収量特性に及ぼすさとうきび^y間作の影響（2002年度）

収穫日	単・間作	トンネル被覆	全重(g)	結球重(g)	球径(cm)	球葉数	裂球率
2月6日	間作	1条植え	なし (39) ^w	120 (27)	13.6 (1.9)	14.5 (1.2)	0
		あり	645 (91)	433 (54)	16.5 (1.8)	17.5 (1.2)	0
		2条植え	なし (51)	229 (40)	13.6 (1.5)	15.3 (1.3)	0
	単作	3条植え	なし (37)	199 (25)	13.6 (2.8)	15.3 (1.2)	0
		あり	502 (57)	290 (57)	17.9 (2.7)	14.8 (1.4)	0
2月25日	間作	1条植え	なし (78)	372 (70)	13.7 (0.9)	18.9 (2.5)	0
		あり	1047 (195)	801 (117)	18.4 (1.6)	24.6 (2.6)	35
		2条植え	なし (128)	492 (8.3)	339 (0.7)	20.6 (2.2)	0
	単作	3条植え	なし (60)	364 (51)	244 (0.8)	19.6 (2.2)	0
		あり	800 (149)	611 (129)	17.0 (1.3)	24.0 (1.8)	10

^zレタス‘サリナス88’を2002年10月23日200穴セルトレイに播種、11月11日定植（株間30cm・条間25cm）。^yさとうきび‘KF93-174’を2002年10月29日新植（畝幅120cm）。^x各区2反復で20個体ずつ調査。^w()内の数字は標準偏差。第2表 サヤインゲン^zの収量特性（/個体）に及ぼすさとうきび^y間作の影響（2003年度）

播種・ 収穫日	単・ 間作	さとう きび	可販規格								規格外					
			2L ^x		L		M		S		B		計			
			本数	重量 (g)	本数	重量 (g)	本数	重量 (g)	本数	重量 (g)	本数	重量 (g)	本数			
9月26日・ 12月1日	間作	新植	1.0 ^w (0.6) ^v	6.0 (3.7)	6.8 (0.6)	31.5 (3.3)	6.5 (1.0)	21.3 (3.4)	2.9 (0.8)	5.7 (1.9)	0.7 (1.0)	2.4 (3.4)	17.8 (2.7)	66.8 (8.2)	7.8 (1.8)	8.2 (2.4)
	単作	-	0.4 (0.5)	2.6 (2.7)	6.6 (0.0)	30.7 (3.5)	6.6 (0.3)	23.0 (0.3)	3.2 (0.5)	6.8 (1.0)	2.4 (0.5)	9.9 (1.6)	19.1 (1.8)	73.0 (1.6)	17.0 (10.6)	11.1 (3.2)
10月9日・ 12月15日	間作	新植	1.2 (0.4)	6.6 (2.2)	4.8 (1.1)	22.1 (6.2)	2.8 (0.2)	9.1 (0.7)	2.4 (0.2)	4.3 (0.6)	2.8 (0.1)	9.9 (1.4)	14.0 (1.0)	51.9 (4.1)	17.7 (1.4)	10.7 (3.5)
	株出し		1.6 (0.0)	9.3 (0.5)	4.2 (0.3)	19.7 (1.1)	3.2 (0.6)	10.3 (2.3)	2.2 (0.5)	3.7 (0.6)	2.9 (0.6)	11.0 (2.9)	14.1 (0.5)	54.0 (4.0)	20.8 (4.0)	13.0 (5.0)
	単作	-	0.6 (0.1)	3.2 (0.5)	3.0 (0.0)	13.7 (0.6)	3.3 (0.0)	11.2 (0.8)	2.7 (0.1)	5.6 (0.8)	2.5 (0.4)	9.4 (0.1)	11.9 (0.1)	43.1 (2.9)	23.0 (0.3)	12.3 (1.5)

^zサヤインゲン‘ベストクロップキセラ’を2003年9月26日と10月9日直播（株間15cm・条間20cm、間作では2条植え、単作では3条植え）。^yさとうきび‘KF93-174’を2003年9月4日新植（畝幅120cm）、あるいは10月1日収穫・株出し（株出し1年目、畝幅120cm）。^x2L:莢長16～18cm, L:14～16cm, M:12～14cm, S:10～12cm, B:曲がりの軽微なもの、規格外:曲がり、病害虫、未熟莢等。^w各区2反復で20個体ずつをまとめて調査、個体ごとの平均値を算出。^v()内の数字は標準偏差。

第3表 タマネギ^zの収量特性に及ぼすさとうきび^y間作の影響(2003年度)

播種・定植日	単・さとう 間作	きび	葉つきタマネギとして収穫				丸タマネギとして収穫	
			2月26日収穫 球径(cm)	調整重(g)	3月1日収穫 球径(cm)	調整重(g)	3月16日収穫 球径(cm)	調整重(g)
9月8日・ 10月17日	单作	—	6.3 ^x (0.8) ^w	195 (46)	—	—	8.3 (1.0)	248 (72)
		新植	6.2 (0.9)	184 (38)	—	—	8.1 (0.9)	242 (62)
		株出し	6.7 (1.0)	219 (57)	—	—	8.7 (1.0)	275 (73)
	9月26日・ 11月3日	单作	—	—	4.8 (0.6)	126 (23)	6.9 (0.8)	203 (44)
		新植	—	—	5.0 (0.8)	120 (29)	6.7 (0.9)	191 (46)
		株出し	—	—	5.4 (0.8)	146 (34)	7.0 (1.1)	217 (60)

^zタマネギ‘早生丸秀玉E型’を2003年9月8日と9月26日288穴セルトレイに播種、10月17日と11月4日定植(株間10cm・条間20cm、間作では2条植え、単作では3条植え)。

^yさとうきび‘KF93-174’を2003年9月4日新植(畝幅120cm)、あるいは10月1日収穫・株出し(株出し1年目、畝幅120cm)。

^x各区2反復で20~30個体について調査。

^w()内の数字は標準偏差。

想定された。矮性のサヤインゲンでは一斉に着莢するため、従来の収穫作業は長時間腰をかがめた姿勢で行われ、労働負荷が大きい。特に、さとうきび間作では作業空間が限られることから、従来通り収穫するのは難しい。そのため、多少総収量は低下するが、株ごと抜き取り、収穫・調整作業を行う一斉収穫(宮城ら、2000)を行う必要がある。タマネギは11月上旬に定植しても収量性が高いことから、11月収穫のさとうきび間作、あるいは栽培を終了した廃耕後の輪作への導入が想定された。また、軟弱野菜類等もさとうきび間作での栽培は可能と考えられた。軟弱野菜類は収穫後の品質低下が早いことから、都市近郊で周年栽培されることが多い。種子島は大消費地に遠く、軟弱野菜類は島内消費向けになると思われる。従って、冬季温暖な気候を活用した種子島地域での秋冬季のさとうきび間作に適する園芸作物として、矮性のサヤインゲンとタマネギを選定した。

2. さとうきび輪・間作でのサヤインゲンの栽培技術の検討

1) 紙ポット育苗による在圃期間の短縮

サヤインゲンの栽培は9月新植のさとうきび間作への導入を想定した。しかし、天候によりさとうきびの植え付けが大幅に遅れる場合も考えられる。あ

るいは、さとうきびの収穫が10月まで前進化することも予想される。このような場合のさとうきび輪・間作でのサヤインゲン栽培を想定して、紙ポット育苗によるサヤインゲンの在圃期間の短縮について検討した。通常、サヤインゲンの栽培では直播のほか、セルトレイで育苗される。セルトレイを用いた育苗では、培地量が少ないとから育苗期間が短く、定植適期幅が狭いため天候による定植期の遅れには対応しにくい。一方、紙ポット育苗では、紙ポットのまま定植すると紙ポットは自然に分解されるため植え傷みが少ない。また、根鉢の形成に関係なく定植できるため定植期幅が広い。予備的な試験で、紙ポットをそのまま使用すると、定植後の分解が遅れ、根域が制限されたため生育不良となることがあった。そこで、紙ポットの底面部に十字の切込みを入れることで定植後の生育不良が解消されることを確認した(データ略)。

底面部に切込みを入れた紙ポットで育苗し、2004年10月12日に定植したサヤインゲンを11月26日と12月7日に一斉収穫した(第4表)。10月12日に直播したものでは収穫が遅れ、12月28日に収穫した。紙ポットで育苗したものの12月7日収穫での可販莢重は10月12日直播のものよりも多く、

第4表 さとうきび^z輪作でのサヤインゲン^yの収量特性(/個体)に及ぼす紙ポット育苗の影響(2004年度)

収穫日	可販規格												規格外	
	2L ^x		L		M		S		B		計		本数	重量(g)
	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)
11月26日 紙ポット 育苗	0.1 ^w (0.1) ^v	0.5 (0.6)	2.2 (0.9)	10.2 (4.7)	4.1 (0.7)	15.4 (3.9)	2.1 (0.8)	4.6 (1.9)	2.8 (1.5)	9.8 (5.5)	11.1 (1.4)	40.5 (7.1)	10.6 (1.2)	17.4 (3.5)
12月7日 育苗	0.4 (0.4)	2.8 (0.4)	4.8 (1.0)	27.4 (5.2)	4.4 (4.6)	19.0 (4.6)	1.2 (0.2)	3.1 (0.9)	4.7 (0.8)	23.4 (5.2)	15.5 (2.2)	75.6 (12.5)	8.5 (1.5)	30.9 (4.6)
12月28日 直播	0.4 (0.3)	1.9 (2.1)	2.2 (1.2)	12.1 (6.9)	1.9 (0.6)	7.6 (3.0)	2.0 (0.6)	4.2 (1.3)	2.2 (1.1)	12.5 (3.0)	8.7 (2.4)	38.3 (9.2)	17.8 (2.9)	27.4 (3.9)

^z さとうきび ‘KF93-174’ を 2004 年 10 月 1 日収穫後に株を除去し、廃耕。^y サヤインゲン ‘ベストクロップキセラ’ を 2004 年 9 月 27 日底面部に切り込みを入れた紙ポット (直径 8.5cm) に播種、雨よけハウスで育苗後 10 月 12 日紙ポットごと定植、あるいは 10 月 12 日直播 (株間 15cm・条間 20cm, 2 条植え)。^x 2L: 苗長 16 ~ 18cm, L: 14 ~ 16cm, M: 12 ~ 14cm, S: 10 ~ 12cm, B: 曲がりの軽微なもの、規格外: 曲がり、病害虫、未熟莢等。^w 各区 2 反復で 2 ブロックから 10 個体ずつをまとめて調査、個体ごとの平均値を算出。^v () 内の数字は標準偏差。

前年度の 9 月 26 日直播・12 月 1 日収穫のものに匹敵した。

以上のことから、紙ポットで育苗することによりサヤインゲンの在圃期間を短縮し、収量性を確保できると考えられた。また、紙ポット育苗を活用することで、10 月上旬収穫のさとうきび株出しでの間作、あるいは栽培を終了した廃耕後の輪作へサヤインゲン栽培を導入できると考えられた。

2) さとうきび間作での施肥量

これまでに行ったさとうきび間作でのサヤインゲンの栽培試験では、さとうきび、サヤインゲンとともに慣行量の施肥を行った。間作では施肥した肥料が有効に利用されるとすると、施肥量を削減できる。そこで、さとうきび間作でのサヤインゲンの施肥量について検討した。

2004 年 10 月 12 日にさとうきび間作として直播したサヤインゲンを 12 月 28 日に一斉収穫した(第5表)。いずれの区でも全体的に収量は低かったが、株出し 2 年目より 1 年目の間作で収量性は高くなる傾向が見られた。一方、いずれの株出し年次の間作でも半量施肥で収量性は高かった。

2006 年 9 月 8 日にさとうきび間作として直播したサヤインゲンを 11 月 13 日と 11 月 22 日に一斉収穫した(第6表)。いずれの収穫日でも全量施肥と半量施肥での収量性に差は見られなかった。

さとうきび間作で慣行量の施肥を行って園芸作物

を栽培した後の土壌には硝酸態窒素が蓄積することが観察されている(安達・大和, 2009)。半量施肥でのサヤインゲンの収量性も、全量施肥と比べて同等以上であったことから、さとうきび間作でサヤインゲンを栽培する場合には施肥量を削減できると考えられた。

3) 播種時期と収量性の関係

サヤインゲンの一斉収穫を行うことにより労働負荷は軽減されるが、収穫・調整作業には一定の時間を要するため、収穫可能な栽培面積に数回に分けて播種する必要がある。その際、農家経営の面から播種時期ごとの収量性を把握しておくことが望ましい。そこで、サヤインゲンの収量性に及ぼす播種時期の影響について検討した。

2006 年 9 月 8 日、9 月 19 日、9 月 28 日および 10 月 10 日に直播したサヤインゲンをそれぞれ 11 月 13 日と 11 月 22 日、11 月 22 日と 12 月 5 日、12 月 5 日と 12 月 14 日、並びに 12 月 14 日と 12 月 25 日に、また 9 月 26 日に紙ポットに播種し、10 月 10 日に定植したサヤインゲンを 12 月 5 日と 12 月 14 日に一斉収穫した(第7表)。収量性は 9 月 8 日に直播したもので最も高く、播種日が遅くなるに従って低下する傾向にあった。また、紙ポットで育苗した場合、収量性は同じ日に直播したものとほぼ同程度であった。収量性から見ると、サヤインゲンの栽培は 8 月下旬から 9 月上旬にさとうきびを新植した場合の間作へ

第5表 さとうきび^z間作でのサヤインゲン^yの収量特性 (/個体)に及ぼす施肥量の影響 (2004年度)

さとうきび 株出し	施肥量	可販規格										規格外	
		2L ^x		L		M		S		B		計	
		本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)
1年目	全量 ^w	0.1 ^v	0.6	1.3	5.8	1.8	6.5	1.3	2.7	4.2	18.7	8.6	34.3
		(0.1) ^u	(0.6)	(0.6)	(3.2)	(0.9)	(3.5)	(0.7)	(1.6)	(0.7)	(4.1)	(1.6)	(9.1)
	半量	0.5	2.7	2.6	13.2	3.2	12.4	2.0	5.1	1.9	9.0	10.1	42.4
		(0.1)	(0.1)	(0.2)	(0.3)	(0.3)	(1.1)	(0.3)	(0.9)	(0.5)	(1.4)	(0.1)	(1.2)
	無施肥	0.1	0.6	1.1	5.6	2.0	7.2	1.0	2.2	1.9	9.5	6.1	25.1
		(0.1)	(0.9)	(0.4)	(2.6)	(0.3)	(1.7)	(0.7)	(1.9)	(1.5)	(2.4)	(0.1)	(4.7)
2年目	全量	0.0	0.0	1.4	7.2	1.0	3.5	0.5	1.0	2.4	12.4	5.3	24.1
	半量	0.4	3.0	2.7	14.8	2.0	8.1	1.7	4.1	1.8	9.9	8.6	39.9

^z さとうきび ‘KF93-174’ を 2004 年 10 月 1 日収穫・株出し (株出し 1 年目と 2 年目, 畦幅 120cm)。^y サヤインゲン ‘ベストクロップキセラ’ を 2004 年 10 月 12 日直播 (株間 15cm・条間 20cm, 2 条植え), 12 月 28 日収穫。^x 2L: 苗長 16 ~ 18cm, L: 14 ~ 16cm, M: 12 ~ 14cm, S: 10 ~ 12cm, B: 曲がりの軽微なもの, 規格外: 曲がり, 病害虫, 未熟苗等。^w 全量施肥では N, P₂O₅ および K₂O をそれぞれ 16kg/10a, 基肥として施用。^v 各区 2 反復で 2 ブロックから 10 個体ずつをまとめて調査, 個体ごとの平均値を算出。^u () 内の数字は標準偏差。第6表 さとうきび^z間作でのサヤインゲン^yの収量特性 (/個体)に及ぼす施肥量の影響 (2006年度)

施肥量	可販規格										規格外		
	2L ^x		L		M		S		B		計		
	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	
11月13日収穫													
全量 ^w	4.0 ^v	26.0	10.9	58.7	5.8	22.9	2.1	5.0	2.3	13.0	25.0	125.6	21.8
	(2.7) ^u	(17.8)	(3.0)	(16.8)	(3.1)	(12.5)	(1.6)	(4.0)	(2.1)	(11.7)	(7.8)	(39.3)	(12.3)
半量	4.2	27.4	8.1	40.9	4.0	14.2	2.1	4.6	1.9	9.8	20.2	96.9	18.8
	(3.6)	(23.4)	(3.2)	(16.0)	(2.2)	(8.5)	(1.5)	(3.5)	(1.9)	(11.0)	(5.6)	(33.7)	(11.3)
11月22日収穫													
全量	6.0	43.8	10.8	62.7	3.6	15.0	1.1	2.6	1.3	6.5	22.6	130.5	19.3
	(4.6)	(34.0)	(3.6)	(22.3)	(1.9)	(9.0)	(1.0)	(3.0)	(1.2)	(6.2)	(5.5)	(35.5)	(6.8)
半量	6.0	44.7	8.2	44.3	3.6	14.6	1.2	2.0	4.5	24.8	23.4	130.4	18.4
	(4.8)	(35.8)	(4.1)	(25.5)	(1.6)	(7.7)	(1.3)	(3.0)	(3.7)	(20.4)	(7.7)	(51.2)	(7.5)

^z さとうきび ‘KTn94-88’ を 2006 年 8 月 30 日新植 (畠幅 140cm)。^y サヤインゲン ‘ベストクロップキセラ’ を 2006 年 9 月 8 日直播 (株間 15cm・条間 20cm, 2 条植え)。^x 2L: 苗長 16 ~ 18cm, L: 14 ~ 16cm, M: 12 ~ 14cm, S: 10 ~ 12cm, B: 曲がりの軽微なもの, 規格外: 曲がり, 病害虫, 未熟苗等。^w 全量施肥では N, P₂O₅ および K₂O をそれぞれ 16kg/10a, 基肥として施用。^v 各区 2 反復で 10 個体ずつ調査。^u () 内の数字は標準偏差。

第7表 さとうきび^z間作でのサヤインゲン^yの収量特性（/個体）に及ぼす播種日の影響（2006年度）

播種収穫日	可販規格										規格外	
	2L ^x		L		M		S		B		計	
	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)	本数	重量(g)
直播												
9月8日												
11月13日	4.0 ^w	26.0	10.9	58.7	5.8	22.9	2.1	5.0	2.3	13.0	25.0	125.6
(2.7) ^v	(17.8)	(3.0)	(16.8)	(3.1)	(12.5)	(1.6)	(4.0)	(2.1)	(11.7)	(7.8)	(39.6)	(12.3)
11月22日	6.0	43.8	10.8	62.7	3.6	15.0	1.1	2.6	1.3	6.5	22.6	130.5
(4.6)	(34.0)	(3.6)	(22.3)	(1.9)	(9.0)	(1.0)	(3.0)	(1.2)	(6.2)	(5.5)	(35.5)	(6.8)
9月19日												
11月22日	2.2	15.9	4.2	23.0	2.6	9.1	1.7	3.2	3.1	16.3	13.7	67.5
(2.7)	(20.1)	(3.5)	(19.5)	(1.9)	(7.6)	(1.8)	(3.5)	(2.8)	(15.1)	(4.3)	(26.5)	(10.4)
12月5日	3.0	22.5	4.2	23.7	1.8	6.5	1.5	3.3	2.7	14.4	13.0	70.5
(2.4)	(18.5)	(2.0)	(11.5)	(1.4)	(5.4)	(1.6)	(3.5)	(2.0)	(10.6)	(4.4)	(24.2)	(4.8)
9月28日												
12月5日	0.3	1.8	2.7	12.9	4.8	15.6	2.8	6.1	1.4	4.9	11.9	41.4
(0.7)	(3.8)	(2.7)	(12.6)	(2.5)	(8.5)	(2.6)	(5.6)	(0.9)	(3.7)	(5.2)	(19.0)	(6.4)
12月14日	2.7	18.4	7.2	39.6	4.9	16.2	2.1	3.8	1.1	5.3	17.9	83.3
(3.0)	(21.8)	(3.0)	(14.7)	(2.4)	(8.3)	(2.1)	(3.9)	(1.0)	(5.4)	(6.2)	(33.7)	(3.6)
10月10日												
12月14日	0.0	0.0	0.8	3.5	2.4	7.1	2.5	4.0	0.7	2.4	6.2	16.9
(0.0)	(0.0)	(1.4)	(7.0)	(2.8)	(10.4)	(1.4)	(2.3)	(1.1)	(4.5)	(5.1)	(21.5)	(7.4)
12月25日	0.2	1.2	0.9	4.3	1.8	5.8	0.8	1.5	0.5	1.5	4.2	14.3
(0.5)	(2.9)	(1.3)	(6.1)	(1.5)	(5.2)	(0.9)	(1.8)	(0.7)	(2.8)	(3.1)	(12.3)	(5.0)
紙ポット育苗（10月10日定植）												
9月26日												
12月5日	0.4	3.1	2.4	13.5	2.9	11.6	1.0	2.4	1.2	5.8	7.9	36.4
(0.5)	(3.9)	(1.0)	(6.2)	(1.4)	(5.9)	(1.1)	(2.7)	(1.7)	(7.8)	(3.0)	(11.4)	(5.9)
12月14日	2.2	16.8	4.9	30.6	4.1	17.8	1.3	3.5	2.4	13.6	14.9	82.2
(1.8)	(13.9)	(2.0)	(13.8)	(2.1)	(9.2)	(0.8)	(2.4)	(1.0)	(5.1)	(3.6)	(20.8)	(1.9)

^z さとうきび ‘KTn94-88’ を2006年8月30日新植（畝幅140cm）。^y サヤインゲン ‘ベストクロップキセラ’ を2006年9月8日、9月19日、9月28日および10月10日直播、あるいは底面部に切り込みを入れた紙ポット（直径8.5cm）に9月26日播種、雨よけハウスで育苗後10月10日紙ポットごと定植（株間15cm・条間20cm、2条植え）。^x 2L：莢長16～18cm, L：14～16cm, M：12～14cm, S：10～12cm, B：曲がりの軽微なもの、規格外：曲がり、病害虫、未熟莢等。^w 各区2反復で10個体ずつ調査。^v () 内の数字は標準偏差。

の導入に適すると考えられた。一方、紙ポット育苗によりさとうきびを10月上旬に収穫した後の株出しでの間作、あるいは栽培を終了した廃耕後の輪作にも導入できると考えられた。

3. さとうきび輪・間作でのタマネギの栽培技術の検討

1) 育苗期間の延長による収穫の前進化

タマネギを10月中旬に定植することで2~3月に収穫できることが示された。しかし、11月収穫のさとうきび間作でタマネギを栽培する場合には、定植は11月以降となり、収穫が遅れる。鹿児島県経済連によると、出荷したタマネギの平均単価(平成15~16年)は2月下旬で233円/kg、3月下旬で172円/kgであり、収穫を前進化させることで高収益が期待できる。そこで、2004年度に育苗期間の延長によるタマネギの収穫の前進化について検討した。

43日間、あるいは58日間育苗し、2004年10月22日に定植したタマネギを翌年2月21日に葉つきタマネギとして収穫し、3月中旬に約半数の個体が倒伏したことから3月21日に丸タマネギとして収穫した(第8表)。単作、間作および輪作のいずれの場合

にも、球径と調整重に及ぼす育苗日数の影響は明らかではなかった。一方、育苗日数に関わらず、球径と調整重は間作区>単作区≥輪作区の順となり、2003年度の結果と同様の傾向が見られた。さとうきび間作でのタマネギ栽培の有利性は確認されたものの、育苗日数を延長することでタマネギの収穫を早めることはできないと考えられた。

2) セット球の利用による収穫の前進化

育苗期間の延長によりタマネギの収穫を前進化させることはできなかったため、セット球を利用したタマネギの収穫の前進化について検討した。

2005年11月8日に定植したタマネギを葉つきタマネギとして翌年2月21日と3月8日に、丸タマネギとして3月27日に収穫した(第9表)。球径と調整重はタマネギ単作区で大きくなる傾向が見られた。これまでの試験での球径と調整重は間作で大きくなつたのに対し、今回の試験では異なる結果となつた。その要因については不明であるが、単作、間作および輪作のいずれの場合にも、球径と調整重はセット球・育苗区で最も大きく、セット球を育苗して定植することで生育と収穫が早められた。ただし、

第8表 タマネギ^zの収量特性に及ぼすさとうきび^y輪・間作と育苗日数の影響(2004年度)

単・間・輪作	さとうきび 株出し年次	育苗日数 (日)	葉つきタマネギとして収穫 (2月21日収穫)		丸タマネギとして収穫 (3月21日収穫)	
			球径(cm)	調整重(g)	球径(cm)	調整重(g)
単作	—	58	4.7 ^x (0.9) ^w	149 (44)	8.3 (1.2)	250 (73)
		43	4.8 (0.9)	155 (39)	8.2 (1.5)	255 (98)
	1年目	58	6.4 (1.4)	226 (52)	9.1 (1.4)	338 (113)
		43	5.9 (1.0)	217 (51)	9.3 (1.2)	355 (100)
間作	—	58	5.7 (0.9)	223 (51)	9.3 (1.5)	355 (124)
		43	5.6 (0.7)	203 (39)	9.1 (1.2)	347 (100)
	2年目	58	4.7 (0.9)	149 (44)	7.9 (1.2)	249 (86)
		43	4.4 (0.8)	127 (34)	7.5 (1.0)	216 (61)
輪作	—	58	4.7 (0.9)	149 (44)	7.9 (1.2)	249 (86)
		43	4.4 (0.8)	127 (34)	7.5 (1.0)	216 (61)

^zタマネギ‘貴錦’を2004年8月25日と9月9日288穴セルトレイに播種、10月22日定植(株間10cm・条間20cm、間作では2条植え、単作と輪作では3条植え)。

^yさとうきび‘KF93-174’を2004年10月1日収穫・株出し(株出し1年目と2年目、畝幅120cm)、あるいは収穫後株を除去し、廃耕。

^x各区2反復で30個体ずつ調査。

^w()内の数字は標準偏差。

第9表 タマネギ^zの収量特性に及ぼすさとうきび^y輪・間作と苗の種類の影響（2005年度）

単・間・ 輪作	タマネギの苗	葉つきタマネギとして収穫										丸タマネギとして収穫				
		2月21日収穫					3月8日収穫					3月27日収穫				
		球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	分球 (%)	球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	分球 (%)	球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	分球 (%)
単作	セル苗	3.0 ^x (0.7) ^w	69 (23)	0.0	0.0	0.0	4.4 (0.6)	113 (29)	0.0	0.0	0.0	6.7 (1.0)	166 (49)	45.0	20.0	0.0
	セット球	2.5 (0.5)	51 (19)	0.0	0.0	0.0	4.4 (0.7)	104 (25)	0.0	0.0	0.0	7.2 (1.0)	181 (57)	10.0	5.0	0.0
	セット球・育苗	4.0 (0.8)	124 (38)	0.0	0.0	0.0	6.0 (1.1)	192 (57)	5.0	30.0	20.0	8.7 (1.5)	297 (67)	10.0	70.0	30.0
間作	セル苗	2.5 (0.5)	46 (18)	0.0	0.0	0.0	4.2 (0.9)	103 (37)	0.0	0.0	0.0	6.0 (0.9)	129 (54)	15.0	20.0	0.0
	セット球	2.3 (0.5)	38 (16)	0.0	0.0	0.0	3.3 (0.7)	67 (22)	0.0	0.0	0.0	5.6 (1.0)	110 (45)	0.0	5.0	0.0
	セット球・育苗	3.9 (0.6)	92 (26)	0.0	0.0	0.0	5.3 (0.9)	142 (37)	15.0	20.0	5.0	7.5 (1.1)	191 (58)	70.0	70.0	15.0
輪作	セット球	2.1 (0.4)	36 (12)	0.0	0.0	0.0	3.2 (0.6)	64 (20)	0.0	0.0	0.0	6.0 (0.9)	114 (36)	20.0	20.0	0.0
	セット球・育苗	3.3 (0.8)	95 (39)	0.0	0.0	0.0	5.0 (1.0)	149 (34)	15.0	15.0	35.0	7.7 (1.2)	211 (69)	45.0	75.0	20.0

^zタマネギ‘貴錦’。セル苗：2005年9月20日288穴セルトレイに播種。セット球：2005年3月23日播種、球肥大・倒伏後6月10日に収穫・貯蔵。セット球・育苗：セット球を10月17日128穴セルトレイに植え付け。11月8日定植（株間10cm・条間20cm、2条植え）。

^yさとうきび‘KF93-174’を2005年10月24～25日収穫・株出し（株出し2年目、畝幅120cm）、あるいは収穫後株を除去し、廃耕。

^x各区2反復で20個体ずつ調査。

^w（ ）内の数字は標準偏差。

セット球を育苗して定植した場合の3月27日収穫では、抽台や分球が多くなる傾向が見られたことから、収穫が遅れないように適期に収穫する必要があると考えられた。

2006年10月13日に定植したタマネギを翌年2月20日、3月7日および3月22日に葉つきタマネギ、4月10日に丸タマネギとして、また11月7日に定植したタマネギを2月23日と3月14日に葉つきタマネギ、4月3日と4月16日に丸タマネギとして収穫した（第10表）。10月13日に定植したものを2月20日に収穫した場合、単作、間作ともにセット球・育苗区で球径は大きく、調整重は重かった。その反面、セット球・育苗区では分球する個体が多かった。3月7日と3月22日に収穫した場合にも、セット球・育苗区で調整重は重かったが、分球率は高かった。3月22日の収穫ではセット球・育苗区で抽台率が高かった。4月10日に収穫した場合の調整重は単作ではセット球区、間作ではセル苗区で重く、倒伏率はともにセル苗区で高かった。一方、抽台および分球

率はセット球・育苗区で高かった。全体的に球径と調整重は単作区で大きく、抽台および分球率は間作区で高くなる傾向が見られた。11月7日に定植したものを葉つきタマネギとして収穫した場合、球径と調整重は10月13日定植のものより低い値で推移する傾向にあり、セット球・育苗区>セット球区≥セル苗区の順であった。丸タマネギとして収穫した場合の球径と調整重もセット球・育苗区で大きかった。分球率は10月13日定植のものよりも低かったが、セット球・育苗区でやや高くなる傾向が見られた。

以上のように、セット球を育苗して定植すると、球の肥大が早く、タマネギの収穫を前進化させることができると考えられた。ただし、その一方で分球や抽台が多くなる傾向が見られた。特に、極端な早期収穫を目標に定植期を早めた場合に顕著であった。セット球を育苗して11月上旬に定植した場合にも、4月以降に抽台が急激に増加したことから、収穫が遅れないように適期収穫することが重要と考えられた。

第10表 タマネギ^zの収量特性に及ぼすさとうきび^y輪・間作と苗の種類の影響(2006年度)

10月13日定植

		葉つきタマネギとして収穫										
		2月20日収穫					3月7日収穫					
単・間・ 輪作		タマネギの苗	球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	分球 (%)	球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	
単作	セル苗	セル苗	4.7 ^x (1.2) ^w	157 (58)	0.0	0.0	12.5	6.6 (1.2)	235 (72)	4.7	3.1	
		セット球	5.0 (1.0)	189 (55)	0.0	0.0	12.5	6.5 (1.3)	252 (101)	0.0	4.7	
	セット球・育苗	5.5 (1.0)	225 (62)	0.0	0.0	43.8	7.1 (1.5)	286 (93)	0.0	3.1	32.8	
間作・ 株出し 1年目	セル苗	セル苗	4.4 (1.0)	137 (44)	0.0	0.0	14.1	6.1 (1.2)	218 (70)	1.6	4.7	
		セット球	4.1 (0.8)	137 (40)	0.0	0.0	4.7	5.7 (1.2)	221 (68)	0.0	1.6	
	セット球・育苗	セット球	4.8 (1.0)	175 (53)	0.0	0.0	35.9	6.5 (1.2)	254 (71)	0.0	7.8	
		セット球・育苗									59.4	
		葉つきタマネギとして収穫						丸タマネギとして収穫				
単・間・ 輪作		タマネギの苗	3月22日収穫					4月10日収穫				
			球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	分球 (%)	球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	
単作	セル苗	セル苗	8.1 (1.2)	302 (107)	12.5	17.2	12.5	9.9 (1.2)	369 (99)	47.4	39.5	
		セット球	8.0 (1.3)	344 (98)	3.1	31.3	15.6	9.8 (2.1)	417 (148)	28.2	53.8	
	セット球・育苗	セット球・育苗	8.4 (1.3)	384 (102)	6.3	48.4	50.0	9.0 (2.3)	364 (124)	7.5	85.0	
間作・ 株出し 1年目	セル苗	セル苗	7.2 (1.0)	273 (75)	0.0	25.0	21.9	9.3 (1.6)	362 (142)	40.0	57.5	
		セット球	7.2 (1.1)	298 (88)	0.0	37.5	17.2	8.6 (1.5)	305 (117)	10.0	72.5	
	セット球・育苗	セット球・育苗	7.1 (1.3)	328 (111)	0.0	56.3	57.8	8.7 (1.0)	321 (114)	2.5	95.0	
											60.0	

11月7日定植

葉つきタマネギとして収穫											
単・間・ 輪作 タマネギの苗		2月23日収穫					3月14日収穫				
		球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	分球 (%)	球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	分球 (%)
単作	セル苗	3.6 ^x (0.6) ^w	94 (22)	0.0	0.0	2.5	5.7 (0.8)	177 (50)	0.0	0.0	0.0
	セット球	3.7 (0.6)	113 (21)	0.0	0.0	0.0	5.9 (1.0)	197 (55)	0.0	0.0	1.6
	セット球・育苗	4.3 (0.8)	134 (37)	0.0	0.0	7.5	6.4 (1.2)	225 (76)	0.0	0.0	7.8
輪作	セル苗	3.4 (0.7)	90 (24)	0.0	0.0	0.0	5.5 (1.0)	165 (46)	0.0	0.0	1.6
	セット球	3.4 (0.6)	101 (25)	0.0	0.0	0.0	5.7 (0.9)	192 (41)	0.0	0.0	0.0
	セット球・育苗	3.8 (0.6)	128 (29)	0.0	0.0	5.0	6.2 (1.1)	230 (64)	0.0	1.6	9.4
間作・ 株出し 1年目	セル苗	3.3 (0.7)	84 (29)	0.0	0.0	0.0	5.3 (1.0)	160 (49)	0.0	0.0	1.6
	セット球	3.3 (0.5)	93 (26)	0.0	0.0	0.0	5.5 (0.8)	178 (42)	0.0	0.0	0.0
	セット球・育苗	4.1 (0.7)	139 (36)	0.0	0.0	2.5	6.4 (1.1)	237 (66)	0.0	4.7	9.4
丸タマネギとして収穫											
単・間・ 輪作 タマネギの苗		4月3日収穫					4月16日収穫				
		球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	分球 (%)	球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	分球 (%)
単作	セル苗	8.2 (1.8)	255 (108)	49.2	14.3	0.0	9.3 (1.4)	328 (97)	72.5	7.5	0.0
	セット球	8.7 (1.2)	289 (96)	45.3	29.7	1.6	9.2 (1.5)	329 (105)	67.5	27.5	0.0
	セット球・育苗	9.0 (1.4)	321 (114)	31.3	31.3	0.0	9.2 (0.9)	341 (139)	45.0	32.5	5.0
間作・ 株出し 1年目	セル苗	8.1 (1.1)	236 (72)	26.6	25.0	0.0	9.2 (1.1)	326 (88)	70.0	25.0	0.0
	セット球	8.1 (1.3)	250 (78)	20.3	18.8	0.0	9.3 (1.1)	337 (90)	65.0	30.0	0.0
	セット球・育苗	8.7 (1.0)	292 (79)	28.1	40.6	3.1	10.4 (1.4)	444 (138)	47.5	40.0	2.5
間作・ 株出し 1年目	セル苗	7.6 (1.2)	204 (71)	21.9	29.7	1.6	8.4 (1.1)	258 (69)	65.0	27.5	0.0
	セット球	8.2 (1.3)	242 (83)	10.9	21.9	1.6	9.2 (1.2)	314 (100)	62.5	30.0	2.5
	セット球・育苗	8.5 (1.1)	271 (74)	4.7	56.3	6.3	9.1 (1.0)	331 (97)	43.6	53.8	5.1

^xタマネギ‘早生丸秀玉E型’。セル苗：2006年9月5日と9月20日288穴セルトレイに播種。セット球：2006年4月上旬播種、球肥大・倒伏後6月下旬に収穫・貯蔵。セット球・育苗：セット球を9月20日と10月17日128穴セルトレイに植え付け。10月13日と11月7日定植（株間10cm・条間20cm、2条植え）。

^yさとうきび‘KTn94-88’を2006年10月5日収穫・株出し（株出し1年目、畝幅120cm）、あるいは収穫後株を除去し、廃耕。‘KF93-174’を2006年10月26日収穫・株出し（株出し3年目、畝幅120cm）。

^x各区2反復で20～30個体について調査。

^w()内の数字は標準偏差。

3) さとうきび間作での施肥量

これまでに行ったさとうきび間作でのタマネギの栽培試験では、さとうきび、タマネギともに慣行量の施肥を行った。間作では施肥した肥料が有効に利用されるとすると、施肥量を削減できる。そこで、さとうきび間作でのタマネギの施肥量について検討した。

2005年11月8日に定植したタマネギを葉つきタマネギとして翌年2月21日と3月8日に、丸タマネギとして3月27日に収穫した(第11表)。2月21日の収穫では、全体的に球はまだ小さく、収穫基準(球径5cm以上)に達していなかったが、球径と調整重はさとうきび新植よりも株出し2年目と3年目の間作で大きかった。3月8日の収穫でも、球径と調整重は間作区で大きく、株出し2年目と3年目の間作では球の肥大が早いと考えられた。一方、新植、株出しのいずれの間作でもタマネギの収量性に及ぼす施肥量の影響は明らかではなかった。また、新植でのさとうきびの畝幅は120cmより140cmの場合にタマ

ネギの球径と調整重は大きくなる傾向が見られた。丸タマネギとして収穫した場合にも、さとうきび新植での間作より株出し2年目と3年目の間作で、さとうきび新植での間作ではさとうきびの畝幅が120cmより140cmの場合に、タマネギの球径と調整重は大きかった。

以上のことから、間作でタマネギを栽培する場合、半量施肥でも顯著な生育・収量の低下は認められず、減肥できると考えられた。一方、さとうきびの畝幅を120cmから140cmに広げることでタマネギの収量性は向上した。ただし、畝幅を140cmにすることで、個体ごとの受光量が増加することから個体当たりの収量性は増加すると考えられるが、単位面積当たりの収量は栽植本数の減少により低下することも予想される。間作を前提としたさとうきびの畝幅については、さとうきびと園芸作物の収量・収益性等を総合的に考慮して決定する必要がある。

2006年10月13日に定植したタマネギを翌年2月20日、3月7日および3月22日に葉つきタマネギ、

第11表 さとうきび^z間作でのタマネギ^yの収量特性に及ぼす施肥量、さとうきび植え付け後年数および畝幅の影響(2005年度)

タマネギ 施肥量	さとうきび		葉つきタマネギとして収穫				丸タマネギとして収穫	
	新植・ 株出し年数	畝幅 (cm)	2月21日収穫 球径 (cm)	調整重 (g)	3月8日収穫 球径 (cm)	調整重 (g)	3月27日収穫 球径 (cm)	調整重 (g)
全量 ^x	新植	140	2.0 ^w (0.4) ^v	36 (10)	3.1 (0.8)	56 (17)	6.3 (0.4)	125 (19)
		120	2.2 (0.4)	33 (10)	3.1 (0.8)	50 (20)	5.6 (0.8)	93 (29)
		140	2.6 (0.4)	52 (12)	4.0 (0.9)	80 (22)	6.2 (0.8)	125 (31)
	半量	120	2.1 (0.4)	34 (9)	3.7 (0.8)	64 (26)	5.3 (1.3)	91 (44)
		140	2.5 (0.5)	46 (18)	4.2 (0.9)	103 (37)	6.0 (0.9)	129 (54)
		120	2.6 (0.5)	45 (18)	3.9 (0.8)	84 (30)	6.1 (1.2)	133 (64)
半量	株出し2年目	120	2.7 (0.5)	51 (20)	4.0 (0.7)	87 (28)	6.4 (0.9)	148 (46)
		140	2.9 (0.6)	59 (20)	4.2 (0.7)	98 (28)	6.0 (1.0)	131 (46)
	株出し3年目	120	2.7 (0.5)	51 (20)	4.0 (0.7)	87 (28)	6.4 (0.9)	148 (46)
		140	2.9 (0.6)	59 (20)	4.2 (0.7)	98 (28)	6.0 (1.0)	131 (46)

^z さとうきび‘KF93-174’を2005年10月24～25日収穫・株出し(株出し2年目と3年目、畝幅120cm)。‘KTn94-88’を2005年8月25日新植(畝幅120cmと140cm)。

^y タマネギ‘貴錦’を2005年9月8日288穴セルトレイに播種、11月8日定植(株間10cm・条間20cm、2条植え)。

^x 全量施肥ではN、P₂O₅およびK₂Oを20、25および20kg/10a、基肥として施用。

^w 各区2反復で20～30個体について調査。

^v ()内の数字は標準偏差。

第12表 さとうきび^z間作でのタマネギ^yの収量特性に及ぼす施肥量の影響（2006年度）

10月13日定植

さとうきび 株出し年次	施肥量	葉つきタマネギとして収穫							
		2月20日収穫					3月7日収穫		
		球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	分球 (%)	球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)
1年目	全量 ^x	4.4 ^w	137	0.0	0.0	14.1	6.1	218	1.5
		(1.0) ^v	(44)				(1.2)	(69)	
1年目	半量	4.3	132	0.0	0.0	14.1	5.6	179	0.0
		(0.9)	(42)				(1.0)	(55)	
さとうきび 株出し年次	施肥量	葉つきタマネギとして収穫					丸タマネギとして収穫		
		3月22日収穫					4月10日収穫		
		球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	分球 (%)	球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)
1年目	全量	7.2	273	0.0	25.0	21.9	9.3	362	40.0
		(1.0)	(75)				(1.6)	(142)	
1年目	半量	6.5	238	0.0	31.3	29.7	7.8	239	12.5
		(1.4)	(74)				(1.7)	(104)	

11月7日定植

さとうきび 株出し年次	施肥量	葉つきタマネギとして収穫							
		2月23日収穫					3月14日収穫		
		球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	分球 (%)	球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)
3年目	全量	3.3	84	0.0	0.0	0.0	5.3	160	0.0
		(0.7)	(29)				(1.0)	(49)	
3年目	半量	3.4	82	0.0	0.0	2.5	5.2	147	0.0
		(0.8)	(32)				(1.0)	(49)	
さとうきび 株出し年次	施肥量	丸タマネギとして収穫					4月16日収穫		
		4月3日収穫					4月16日収穫		
		球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)	抽台 (%)	分球 (%)	球径 (cm)	調整重 (g)	倒伏 (%)
3年目	全量	7.6	204	21.9	29.7	1.6	8.4	258	65.0
		(1.2)	(71)				(1.1)	(69)	
3年目	半量	7.3	204	32.8	26.6	0.0	8.1	236	67.5
		(1.4)	(85)				(1.1)	(76)	

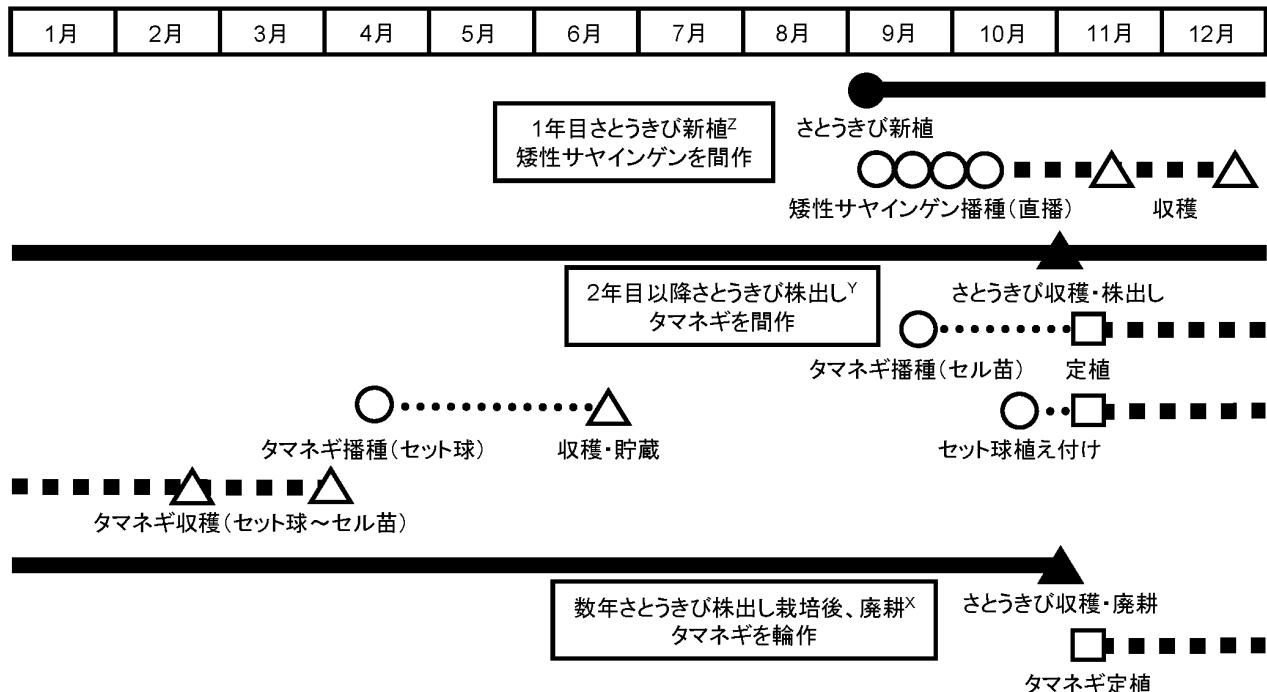
^z さとうきび ‘KTn94-88’ を2006年10月5日収穫・株出し（株出し1年目、畝幅140cm）。‘KF93-174’を2006年10月26日収穫・株出し（株出し3年目、畝幅120cm）。

^y タマネギ‘早生丸秀玉E型’を2006年9月5日と9月20日288穴セルトレイに播種、10月13日と11月7日定植（株間10cm・条間20cm、2条植え）。

^x 全量施肥ではN、P₂O₅およびK₂Oを20、25および20kg/10a、基肥として施用。

^w 各区2反復で20～30個体について調査。

^v ()内の数字は標準偏差。



第1図 早期高糖性さとうきび品種を利用した9月新植・11月収穫での園芸作物の輪・間作のスケジュール

^z さとうきびの栽培は栄養繁殖により行われ、芽のついた茎の切片（1～2芽）を植え付ける。

^Y 収穫後に残渣、枯れ葉等の除去、根切り・排土（株元畝中央部を30～40cm残して横の土を削り落とす）、施肥、並びにビニルマルチによる被覆等の管理を行い、土壤中の腋芽を萌芽させ、再生株を仕立てる。翌年再び収穫するサイクルを数回繰り返す。

^x 数年間株出し栽培を繰り返した後に株を除去する。

4月10日に丸タマネギとして、また11月7日に定植したタマネギを2月23日と3月14日に葉つきタマネギ、4月3日と4月16日に丸タマネギとして収穫した（第12表）。10月13日定植では、3月7日以降に収穫した場合の半量施肥区の球径と調整重は、全量施肥区に比べて小さくなる傾向が見られた。11月7日定植でも、4月16日収穫の球径と調整重は全量施肥区より半量施肥区で小さかった。以上の結果は、10月中旬に定植して3月上旬以降に収穫する場合や11月上旬に定植して4月中旬以降に収穫する場合には、栽培期間が長くなることから、慣行の半量施肥では施肥量が不足することを示唆している。

以上のことから、さとうきび間作でタマネギを栽培する場合にも施肥量を削減できると考えられるが、削減できる程度についてはタマネギの定植・収穫時期等も考慮して検討する必要があると考えられた。

3. 秋収穫さとうきびと園芸作物との輪・間作体系

早期高糖性さとうきび作の導入は9月植え・11月収穫の作型から進むものと考えられる。さとうきび

を9月に新植した場合の間作にはサヤインゲンの栽培を導入できると考えられ、収穫労力を分散させるために栽培規模に応じて9月上旬から下旬までに数回に分けて播種するのが望ましい。11月にさとうきびを収穫した後の株出しでの間作、あるいは栽培を終了した廃耕後の輪作にはタマネギ栽培の導入が想定される。この場合、さとうきびの収穫後直ちにタマネギの定植準備を行い、11月上旬に定植する必要がある。早期高糖性さとうきびの栽培がさらに8月植え・10月収穫まで前進した場合を想定すると、8月新植時の間作としてサヤインゲンの栽培が可能である。10月にさとうきびを収穫した後の株出しでの間作、あるいは栽培を終了した廃耕後の輪作でも紙ポットで育苗したサヤインゲンが栽培できる。また、さとうきび収穫後の輪・間作では、11月収穫の場合と同様にタマネギの栽培を導入できる。この場合、10月中旬からタマネギを定植でき、早期収穫が可能なことから高収益が期待される。ただし、高温時期に新植や株出しが行われることから、さとうきびの生育が速く、園芸作物への遮蔽の影響が予想され、

さとうきびの畠幅を140cm程度に広げることを検討する必要もあると考えられる。

IV. 地域における実用化・普及促進の方法

9月にさとうきびを新植した場合の間作、並びに11月にさとうきびを収穫した後の株出しでの間作、あるいは栽培を終了した廃耕後の輪作での栽培に適する園芸作物を選定し、その栽培方法を示した(第1図)。9月新植のさとうきびの間作ではサヤインゲンの栽培を想定した。矮性サヤインゲンの従来の収穫作業は長時間腰をかがめた姿勢で行われることから、労働負荷が大きく、またさとうきびの間作では作業空間が限られる。このため、収穫作業の軽労化を図るために、株ごと抜き取り、収穫・調整作業を行う一斉収穫によるのが望ましい。一斉収穫を行うことにより軽労化は図られるものの、労働力に応じた収穫・調整量には一定の制限がある。そのため、9月上旬から下旬に数回に分けて播種すると11月中下旬から12月中下旬に連続的に収穫でき、総収量も確保される(中島ら, 2003)。実用化に向けては、サヤインゲンの栽培は小規模な間作での導入から開始し、収益性の向上や作業拡大の可能性を確認した上で規模拡大を図るのが望ましい。一方、さとうきびを11月に収穫した後の株出しでの間作、あるいは栽培を終了した廃耕後の輪作ではタマネギ栽培の導入を想定した。11月上旬にタマネギのセル苗を定植すると3~4月に収穫できる。また、セット球を育苗して10月中旬に定植することで収穫を早めることができる。タマネギを2月に収穫できれば、比較的高値で出荷できるため、収益性は向上すると考えられる。そのためにも、さとうきびの収穫を10月上旬まで前進化できる品種の育成と栽培技術の確立が望まれる。タマネギの早出し栽培は島外出荷が前提となり、まとまった集荷量が要求されるため、生産の規模拡大と生産農家の協力体制が不可欠になると考えられる。

また、さとうきびの間作で園芸作物を栽培する場合には、農薬散布時のドリフトが問題になると予想される。本研究では、さとうきびの間作でのサヤインゲンとタマネギの栽培で病害虫対策としての農薬散布はほとんど行わなかった。今後、間作での病害虫の発生状況について詳細な調査を行った上で、その対応を検討する必要がある。

一方、早期高糖性さとうきびとの輪・間作での園芸作物の栽培の導入を推進するためには、講習会や現地農家への指導・普及活動を通じて、輪・間作での園芸作物の栽培方法をはじめとして、収益性の向上や減肥等による経費削減、環境保全効果等を訴えていく必要がある。

本研究は、早期高糖性さとうきび作が種子島地域に導入されることを前提に行った。奄美以南の南西諸島は種子島地域より温暖であり、土壤条件も異なる。そのため、本研究での結果をそのまま活用して種子島地域以外の南西諸島において早期高糖性さとうきびとの輪・間作で園芸作物の栽培を行うのには無理があると考えられる。しかし、冬季温暖な気候を活用して園芸作物の輪・間作を行うのであれば、基本的な技術は応用は可能である。沖縄での矮性サヤインゲンの露地普通作型では、10月上~下旬に播種し、11月中旬~12月下旬に収穫される(野菜・茶業試験場, 1998)。9月新植のさとうきびの間作には、この作型を導入できる。一方、宮古島では早出しのタマネギ栽培の導入が検討されており(沖縄県農林水産部, 2004a; 2004b; 2006), 11月収穫のさとうきびとの輪・間作にタマネギ栽培を導入することは十分に可能である。ただし、奄美以南の南西諸島では、冬季のさとうきびの生育が種子島地域よりも旺盛であり、遮蔽による園芸作物の受光量の減少も予想される。また、病害虫の発生の様相も種子島地域とは異なると考えられる。従って、南西諸島で早期高糖性さとうきびとの輪・間作での園芸作物の栽培を広く普及させるためには、南西諸島における早期高糖性さとうきびの時期別の生育状況を調査するとともに、実際に輪・間作で園芸作物を栽培し、生育・収量性等についての調査を行う必要がある。

謝 辞

本研究は、鹿児島県農業総合開発センター園芸作物部永田茂穂部長(元鹿児島県農業試験場熊毛支場園芸研究室長), 同園芸研究室桑鶴紀充室長(前鹿児島県農業試験場熊毛支場園芸研究室長)らをはじめとして、鹿児島県農業総合開発センター熊毛支場の方々の多大なるご協力を得てなされたものである。ここに深く感謝いたします。

V. 引用文献

- 1) 安達克樹・大和陽一（2009）さとうきび間作野菜栽培における土壤養分動態. 九州沖縄農業研究センター研究資料 93: 55-68.
- 2) 新崎正雄・唐真 彦・大浜当八（2001）八重山地域におけるサトウキビ畑の輪・間作試験. 沖縄県農業試験場研究報告 23: 26-39.
- 3) 鹿児島県農業試験場・長崎県総合農林試験場・宮崎県総合農業試験場・沖縄県農業試験場（2000）甘しょ等根菜類の機械化栽培を主体とした畑輪作技術. 地域基幹研究成果 4.
- 4) 桑鶴紀充・永田茂穂（2009）秋収穫さとうきびと園芸作物との高収益営農システムの構築. 九州沖縄農業研究センター研究資料 93: 69-79.
- 5) 九州沖縄農業研究センター（2003）亜熱帯地域における野菜・花き作導入による高収益農業技術の確立. 地域先導技術総合研究研究成果集（CD-ROM版）.
- 6) 宮城信一・久場峯子・長嶺由範・比嘉由與・望月龍也・田中和夫（2000）全面マルチによる露地矮性サヤインゲンの一斉収穫栽培. 九州農業研究 62:174.
- 7) 中島知子・別府誠二・東郷弘之（2003）露地抑制イシケンマメの一斉収穫栽培体系. 九州沖縄農業研究成果情報 18（上巻）: 353-354.
- 8) 沖縄県農業試験場・鹿児島県農業試験場（2003）亜熱帯畑作地域における輪間作等高収益複合化技術. 地域基幹研究成果 6.
- 9) 沖縄県農林水産部（2004a）宮古地域におけるタマネギ（F-50）の播種及び定植時期. 平成15年度普及に移す成果の概要: 23-24.
- 10) 沖縄県農林水産部（2004b）宮古地域におけるタマネギ（F-50）の育苗期間. 平成15年度普及に移す成果の概要: 25-26.
- 11) 沖縄県農林水産部（2006）たまねぎ優良系統F1037の特性. 平成17年度普及に移す成果の概要: 23-24.
- 12) 杉本 明（1999）さとうきびの早期高糖性品種の育種に関する研究. 沖縄県農業試験場研究報告 22: 1-68.
- 13) 野菜・茶業試験場（1998）野菜の種類別作型一覧. 野菜・茶業試験場研究資料 8.

さとうきび間作野菜栽培における土壤養分動態

安達克樹・大和陽一¹⁾

(2008年6月4日 受理)

要 旨

安達克樹・大和陽一 (2009) さとうきび間作野菜栽培における土壤養分動態。九州沖縄農研研究資料 93: 55-68.

秋植え・秋収穫に適した早期高糖性さとうきび品種の開発に伴い、さとうきびの畝間で露地野菜を間作栽培する試験を行った。本報告では、熊毛支場試験圃場でのさとうきび間作野菜栽培試験における土壤養分動態について検討し、以下の結論を得た。1) 土壤中硝酸態窒素量は、野菜単作区に比べてさとうきび間作野菜区で野菜栽培後に有意に多い量の残存を確認した。年によっては、10～24mg NO₃-N / 100g 乾土の高いレベルの残存量があった。2) 土壤中有効態リン酸量は、野菜単作区に比べて間作野菜区で野菜栽培後に有意に多い年があったが、同等の年もあり、硝酸態窒素のような明瞭な差はなかった。いずれの場合も有効態リン酸の残存量は4～33mg P₂O₅ / 100g 乾土と低めから適量の範囲であった。3) 土壤中交換性カリ (K₂O) は、試験圃場では当初より40mg K₂O / 100g 乾土を超えていた。2年目野菜栽培後に野菜単作区に比べて間作野菜区で有意に多い量のカリの残存が認められた。4) 5月～6月の培土後にさとうきびの畝芯（さとうきび畝の芯の位置、さとうきび株間に相当）・畝肩（畝芯より左右25cm）・畝間（畝の谷間（左右60cm））の土壤採取位置別の土壤養分を調べた結果、8月・10月には硝酸態窒素量は畝芯の位置以外では僅かであった。交換性カリ量は間作区で単作区よりも多くなる傾向があった。5) 土壌層別 (0-30cm, 30-60cm, 60-90cm) の硝酸態窒素量の分析により、硝酸態窒素は降雨による下方移行をしながらさとうきびに吸収されて、さとうきび収穫時には低い値となったと推察された。6) 少なくとも新植後1年目（翌年の株出し時）のさとうきび栽培圃場では土壤中のVA菌根菌（以下、菌根菌と呼ぶ）胞子数が高まることが推察された。また、タマネギの菌根菌感染率は、間作区で単作区よりも有意に高かった。菌根菌の特徴的な構造器官であるのう状体存在率も間作区で単作区よりも有意に高かった。株出し栽培が複数年繰り返される栽培体系の中で、土壤中の菌根菌胞子数および作物の菌根菌感染率がどのように推移するのか、今後の試験が求められる。

キーワード：さとうきび、露地野菜、間作、土壤養分、菌根菌。

I. 緒 言

さとうきびの栽培では、土地利用率が低く、収益性が低いことが問題とされる。このため、土地利用率および収益性を向上させるためにさとうきびと露地野菜との輪・間作技術の確立が望まれてきた。一方、秋植え・秋収穫に適した早期高糖性のさとうきび品種が開発され、従来とは異なる作付体系の構築が可能となっている。そこで、輪・間作が持つ有用機能（土地利用率の向上、土壤養分の効率的利用、土壤中の菌根菌活性の向上）を活かした環境保全型

栽培技術の確立を目指して研究を行った。

これまで、さとうきびとバレイショおよび緑肥作物を組み合わせた輪作体系試験（地域総合「亜熱帯」1998年～2002年（平成10年～14年））やさとうきび、ニンジン、バレイショ、ゴボウなどの根菜類および緑肥作物を結合させた輪作体系試験（地域基幹「高収益輪作」1992年～1994年（平成4年～6年）、1995年～1999年（平成7年～11年））が実施されており、根菜類跡のさとうきびの増収効果が示され、持続的生産のための研究が進められてきた。さとうきび間作野菜栽培についても、いくつかの事例が見

られる(桑鶴ら(2000), 竹牟禮ら(2003a), 竹牟禮ら(2003b))。

本研究では、さとうきび間作野菜栽培は、2002年秋-2003年早春季にレタス、2003年秋-2004年早春季にレタス、サヤインゲン、タマネギ、2004年秋-2005年早春季にサヤインゲン、タマネギ、他を栽培し、この間の土壤養分動態について検討した。すなわち、さとうきび間作野菜区の土壤中硝酸態窒素量の推移、有効態リン酸と交換性カリの残存量について調査した。

第1図に示すように、さとうきびの畝間で野菜を間作栽培するとき、野菜栽培後の畝間土壤は、5月のさとうきびへの培土作業時にさとうきびの畝周辺へ横移動する。また、さとうきび収穫後に株出し管理(根切り・排土)時には再び畝間に横移動する(第1図)。こうしたさとうきび間作野菜栽培に特徴的な土壤の横移動に着目しながら、さとうきび畝の畝芯(さとうきび畝の芯の位置、さとうきび株間に相当)、畝肩(畝芯より左右25cm)、畝間(畝の谷間(左右60cm))の養分動態、さとうきび畝肩位置の土壤層位別の硝酸態窒素量の推移を検討した。

このように、本研究の目的は、土壤養分動態の視点から見た合理的なさとうきび間作野菜栽培体系の構築により、環境負荷の小さい環境保全型営農システムの構築のための一助することとした。さとうき

び間作野菜栽培における土壤養分動態については、研究例は僅かであるので、以下の2項目について検討した;1) さとうきび間作野菜栽培体系が土壤養分動態に及ぼす影響を明らかにする、2) さとうきび間作野菜栽培体系が菌根菌のような土壤の養分動態に関わる土壤生物性に及ぼす影響を明らかにする。なお、菌根菌は作物根に感染して作物のリン酸吸収を促進するカビ(糸状菌)であり、土壤養分(リン酸)動態に関与する土壤微生物である。

II. 材料および方法

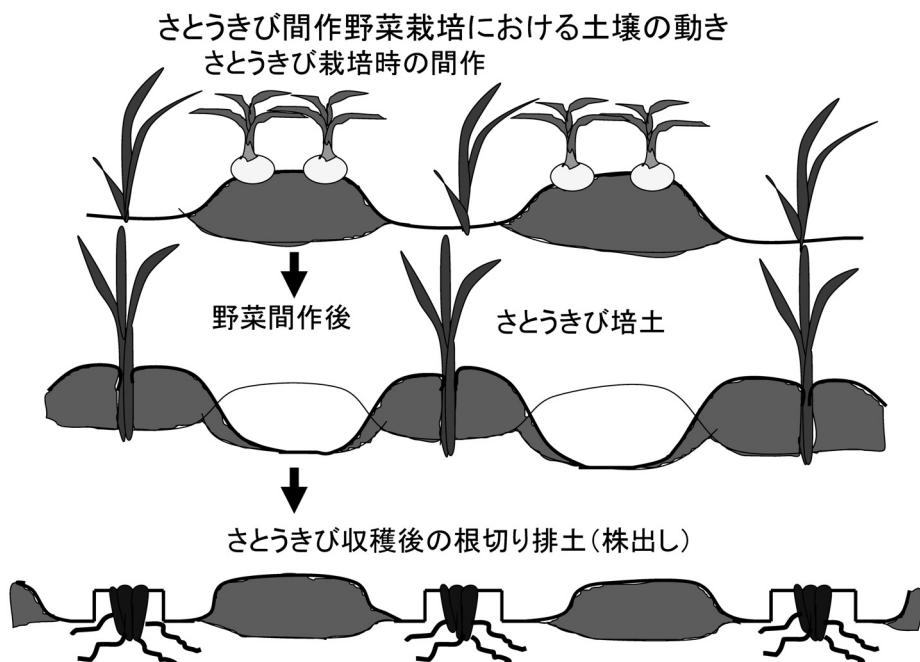
1. さとうきびおよび間作野菜の栽培方法

1) 栽培試験

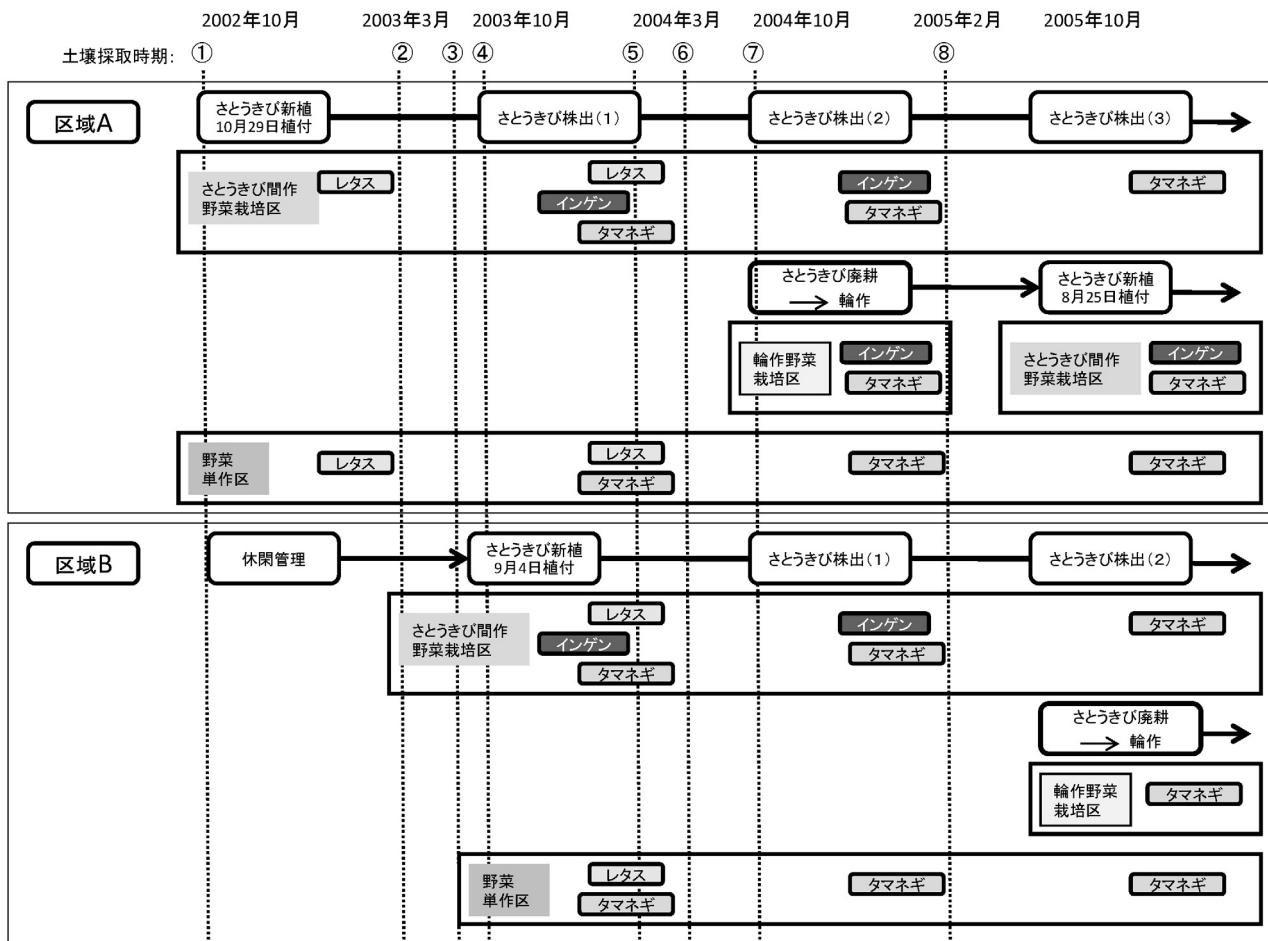
鹿児島県農業開発総合センター熊毛支場試験圃場(黒ボク土)において熊毛支場・園芸研究室と共同で行った。

2) さとうきび間作野菜栽培体系

第2図に示す通り、熊毛支場試験圃場(23m×33m)に、さとうきび(品種: KF93-174)を試験開始時の2002年10月29日に新植し、以後株出し3回継続した区域Aと、初年目には休閑して2003年9月4日に品種KF93-174を新植し、以後株出しを2回継続した区域Bを設定した。同時に、区域Aと区域Bには野菜単作栽培区を設けて、比較対照区とした。また、



第1図 さとうきび間作野菜栽培に特徴的な土壤の横移動のスケッチ



第2図 熊毛支場試験圃場におけるさとうきび間作野菜栽培体系と土壤採取時期

- 1) 区域 A と区域 B には、それぞれ野菜单作区を設けた。
- 2) 区域 A においては、株出し1年目栽培後にさとうきび栽培区の半分の面積を2004年10月に廃耕し、輪作野菜栽培区へ移行させた。この輪作区では、2005年8月25日に再びさとうきびを新植した。
- 3) 区域 B においては、株出し1年目栽培後にさとうきび栽培区の半分の面積を2005年10月に廃耕し、輪作野菜栽培区へ移行させた。
- 4) 図中には土壤採取時期を丸数字①～⑧で示した。①：2002年10月23日（1年目栽培開始前）、②：2003年3月14日（1年目野菜栽培後）、③：2003年8月28日（区域Bにおける2年目栽培開始前）、④：2003年10月7日（区域Aにおける2年目野菜栽培前）、⑤：2003年12月16日（サヤインゲン栽培後）、⑥：2004年3月16日（レタス・タマネギ栽培後）、⑦：2004年10月6日（3年目野菜栽培前）、⑧：2005年2月21日（3年目野菜栽培後）。

区域 A においては、さとうきび株出し1年目の栽培を行った後、さとうきび栽培区の半分の面積を廃耕して輪作区へ移行し、輪作野菜栽培を行った。この輪作栽培区では、2005年8月25日にさとうきび品種 KTn94-88 を新植した。同様に、区域 B においては、さとうきび株出し1年目の栽培を行った後、さとうきび栽培区の半分の面積を廃耕して輪作野菜栽培を行った。本圃場試験に供試したさとうきび品種 KF93-174 および KTn94-88 はいずれも秋植え・秋収穫に適した早期高糖性品種である。

3) さとうきびの栽培方法

新植時に牛ふん堆肥 2t / 10a と苦土石灰 100kg / 10a を全面施用し、基肥 N 7kg / 10a, P₂O₅ 25.7kg / 10a, K₂O 5.8kg / 10a を施肥した。追肥時には N 8kg / 10a, K₂O 8kg / 10a を施肥した。品種 KF93-174, 畝幅 120cm, 株間 30cm (2005年8月25日新植について) では、品種: KTn94-88, 畝幅 120cm または 140cm, 株間 16.6cm とした。

4) レタスの栽培方法

さとうきび畝間のスペースを利用し、施肥幅 60cm に対して、牛ふん堆肥 2t / 10a, 苦土石灰 100kg / 10a,

N 16kg / 10a, P₂O₅ 16kg / 10a, K₂O 16kg / 10a 相当量を施肥した。品種：サリナス88をセル育苗して定植、条間20cm、株間30cm、2条千鳥植えとした。

5) サヤインゲンの栽培方法

さとうきび畝間のスペースを利用して、施肥幅60cmに対して、牛ふん堆肥2t / 10a, 苦土石灰100kg / 10a, N 16kg / 10a, P₂O₅ 16kg / 10a, K₂O 16kg / 10a を施肥した。品種：ベストクロップキセラ、直播またはポット育苗定植、条間20cmまたは30cm、株間30cm、2条千鳥植えとした。

6) タマネギの栽培方法

施肥幅60cmに対して、牛ふん堆肥2t / 10a, 苦土石灰100kg / 10a, N 20kg / 10a, P₂O₅ 25kg / 10a, K₂O 20kg / 10a を施肥した。品種：2003年秋 - 2004年早春季栽培では早生丸秀玉E型、2004年秋 - 2005年早春季栽培以降は貴錦、セル育苗し定植、条間20cm、株間10cm、2条千鳥植えとした。なお、2005年秋 - 2006年早春季タマネギ栽培では、栽培区の一部に化学肥料半量区を設けた。

2. 土壤採取および土壤養分調査項目

さとうきび間作野菜栽培試験における土壤採取時期を第2図に示した。

1) 2002年秋さとうきび新植～3年目野菜栽培後までの時経過に伴う土壤養分動態

2002年秋さとうきび新植-株出し(3回)の区域Aと、休閑 - 2003年秋さとうきび新植-株出し(2回)の区域Bにおける、レタス、サヤインゲン、タマネギの間作栽培区、および、野菜とさとうきびの单作区での硝酸態窒素、有効態リン酸、交換性カリの推移を調査した。また、区域Aのさとうきび株出し1年目栽培後に輪作野菜栽培へ移行した区についても同様の項目を調査した。土壤採取位置は、間作野菜区ではさとうきびの畝間(野菜株間に相当)、野菜单作区では野菜株間土壤、並びに、さとうきび单作区では畝間土壤と畝芯土壤(さとうきび株間土壤)とし、深さ0-15cmより採取した。

2) 2005年の土壤採取位置別(さとうきび畝芯、畝肩、畝間)の土壤養分動態

さとうきび培土後の2005年8月24日と10月24日にさとうきび畝芯(さとうきび株間の位置)、畝肩(畝芯より左右25cm)、畝間(畝芯より左右60cm)から深さ0-15cmの土壤を採取し、養分分析した。土

壤採取位置は、さとうきび单作区(以下の二つの栽培体系区：①2002年10月29日さとうきび新植・レタス間作-さとうきび单作・株出し1年目-さとうきび单作・株出し2年目、②2002年10月より休閑管理-2003年9月4日さとうきび新植・单作-さとうきび单作・株出し1年目)およびタマネギ間作区(以下の二つの栽培体系区：①2002年10月29日さとうきび新植・レタス間作-2年目(さとうきび株出し1年目)・サヤインゲン間作-3年目(さとうきび株出し2年目)・タマネギ間作、②2002年10月休閑管理-2003年9月4日さとうきび新植・サヤインゲン間作-2年目(さとうきび株出し1年目)・タマネギ間作)について、それぞれ2栽培体系区から選定し、養分分析(硝酸態窒素、有効態リン酸(トルオーグリン酸)、交換性カリ)の数値の平均値を算出した。

3) 2006年の土壤層位別(深さ0-30cm、30-60cm、60-90cm)の硝酸態窒素量の推移

2006年3月24日、8月3日、10月26日に畝肩位置の土壤を深さ別(0-30cm、30-60cm、60-90cm)に採取し、層位別の硝酸態窒素量を測定した。土壤採取位置は、さとうきび单作区(以下の二つの栽培体系区：①2002年10月29日さとうきび新植・レタス間作-さとうきび单作・株出し1年目-さとうきび单作・株出し2年目-さとうきび单作・株出し3年目、②2002年10月より休閑管理-2003年9月4日さとうきび新植・单作-さとうきび单作・株出し1年目-さとうきび单作・株出し2年目)およびタマネギ間作区(以下の二つの栽培体系区：①2002年10月29日さとうきび新植・レタス間作-2年目(さとうきび株出し1年目)・サヤインゲン間作-3年目(さとうきび株出し2年目)・タマネギ間作-4年目(さとうきび株出し3年目)・タマネギ間作(化学肥料半量区)、②2002年10月休閑管理-2003年9月4日さとうきび新植・サヤインゲン間作-2年目(さとうきび株出し1年目)・タマネギ間作-3年目(さとうきび株出し2年目)・タマネギ間作)について、それぞれ2栽培体系区から選定し、硝酸態窒素量の分析値の平均値を算出した。

3. 菌根菌に関する調査

1) 野菜間作区と野菜单作区の菌根菌胞子数の推移

2002年10月から2003年10月の間には、さとうきび畝間にレタスを間作栽培した区とレタスを単

作した区における土壤中の菌根菌胞子数を計数し、比較した（間作初年目）。菌根菌胞子の分離・計数方法は、一部改変したふるい分け・ショ糖遠心法（西尾（1987）、斎藤（1992）、Saito and Vargas（1991）、Adachi *et al.*（2008））により行った。

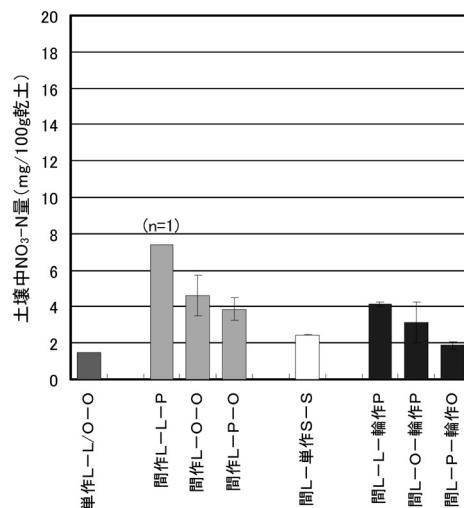
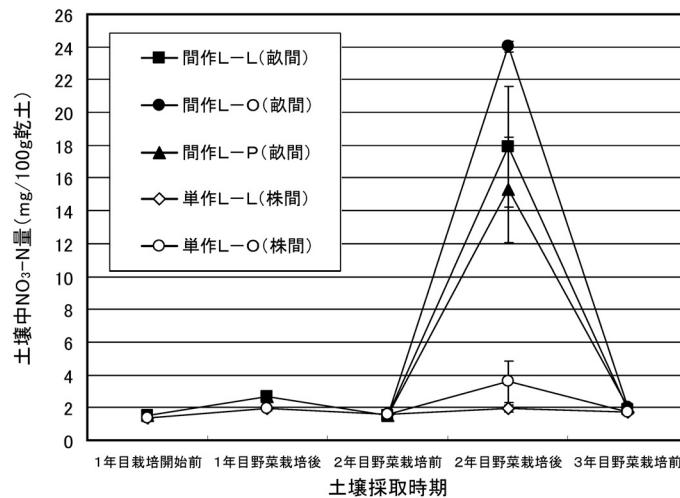
2) 間作タマネギと単作タマネギの菌根菌感染率の比較

間作タマネギと単作タマネギの間の菌根菌感染率の比較を行った。菌根菌感染の観察には、トリパンブルー染色法（斎藤（1992））を用いた。

III. 結果および考察

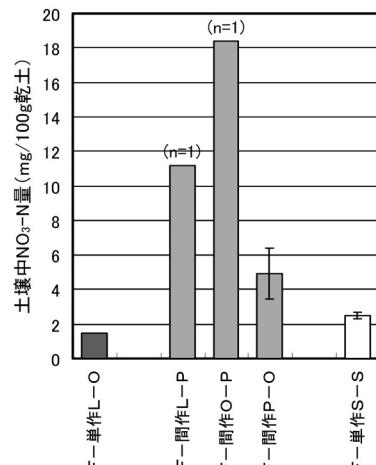
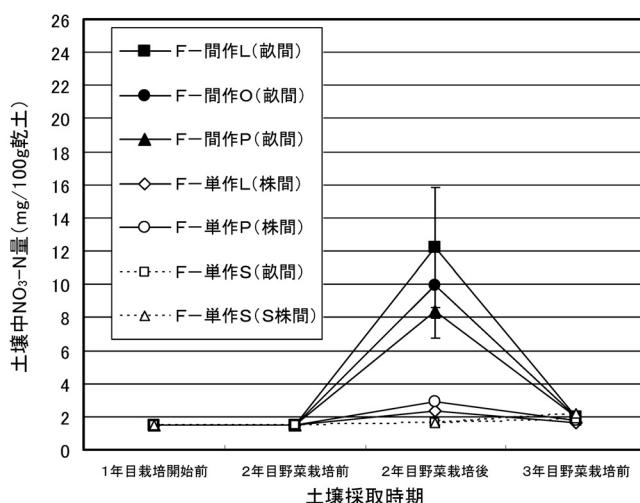
1. 2002年秋さとうきび新植～3年目野菜栽培後までの土壤分析結果

さとうきび畠において、野菜間作栽培を行い、野菜栽培前の畠間土壤と野菜後の畠間土壤を3年目の野菜栽培後まで経時的に採取して、土壤中の硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$)、有効態リン酸 (P_2O_5 、トルオーダリン酸)，交換性カリ (K_2O) を測定した。対照として、野菜单作区の株間土壤を同様に分析した。



第3図 区域Aにおけるさとうきび間作野菜区と野菜单作区の土壤中硝酸態窒素量の推移

左図：2002年秋さとうきび新植時から2004年秋株出し時までの結果。右図：3年目野菜栽培後の結果。
野菜作目：L, レタス；O, タマネギ；P, サヤインゲン。基幹作物：S, さとうきび。



第4図 区域Bにおけるさとうきび間作野菜区と野菜单作区の土壤中硝酸態窒素量の推移

左図：2002年秋さとうきび新植時から2004年秋株出し時までの結果。右図：3年目野菜栽培後の結果。
野菜作目：L, レタス；O, タマネギ；P, サヤインゲン。基幹作物：S, さとうきび。F, 休閑（初年目）。

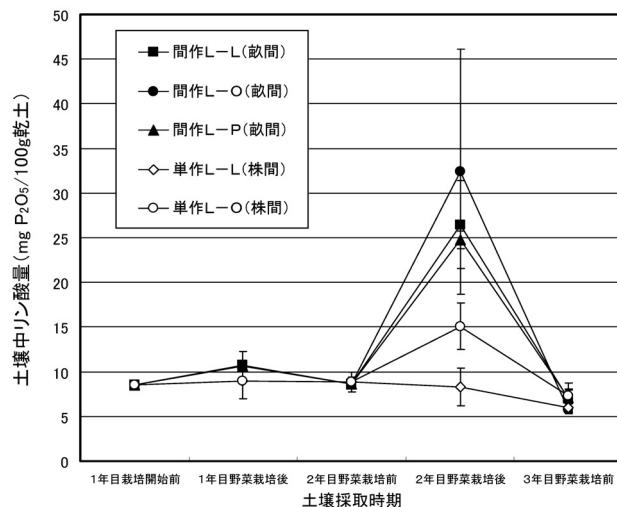
1) さとうきび間作野菜区と野菜单作区の土壤中硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)量の推移(第3図・第4図)

土壤中硝酸態窒素量は、野菜单作区に比べて間作野菜区で野菜栽培後に有意に多い量の残存を確認した(第3図・第4図)。ただし、年次間差、圃場間差が大きく、この変動要因は検討を要する。年によっては、 $10 \sim 24 \text{ mg NO}_3\text{-N} / 100\text{g 乾土}$ の高いレベルの残存量があり、このような場合には、野菜後さとうきび追肥の減肥／省略を検討することも必要と言える。3年目野菜栽培前(さとうきび収穫時)のさと

うきび株間土壤には硝酸態窒素の残存は見られなかった。3年目の野菜栽培後の硝酸態窒素量は、さとうきび单作区と野菜单作区で低く、輪作野菜栽培区では $2 \sim 4 \text{ mg NO}_3\text{-N} / 100\text{g 乾土}$ の残存量が見られ、さとうきび間作野菜栽培区では、区域Aで $4 \sim 7 \text{ mg NO}_3\text{-N} / 100\text{g 乾土}$ 、区域Bで $5 \sim 18 \text{ mg NO}_3\text{-N} / 100\text{g 乾土}$ のやや高いレベルの残存が見られた。

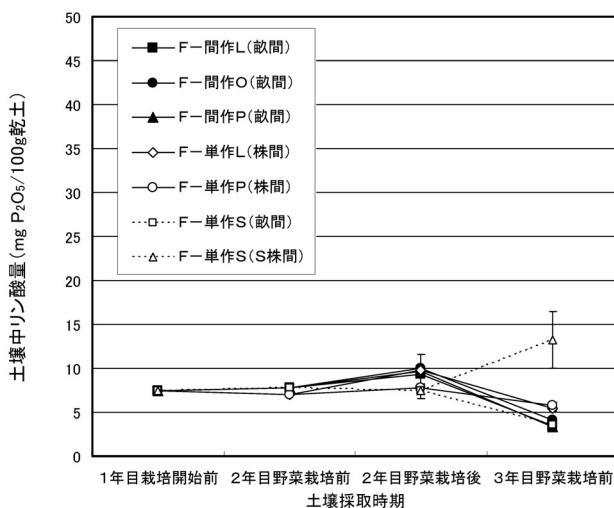
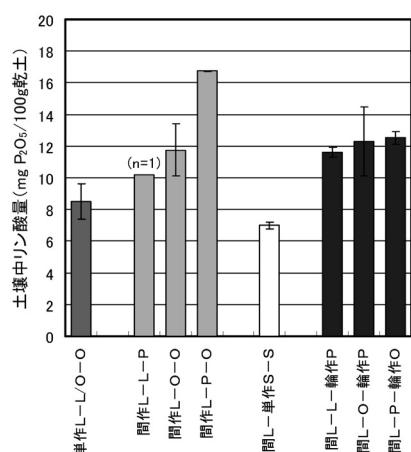
2) さとうきび間作野菜区と野菜单作区の土壤中有効態リン酸(P_2O_5)量の推移(第5図・第6図)

土壤中有効態リン酸量は、野菜单作区に比べて間



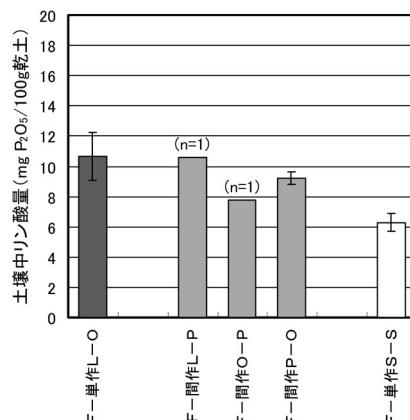
第5図 区域Aにおけるさとうきび間作野菜区と野菜单作区の土壤中有効態リン酸量の推移

左図：2002年秋さとうきび新植時から2004年秋株出し時までの結果。右図：3年目野菜栽培後の結果。
野菜作目：L, レタス；O, タマネギ；P, サヤインゲン。基幹作物：S, さとうきび。



第6図 区域Bにおけるさとうきび間作野菜区と野菜单作区の土壤中有効態リン酸量の推移

左図：2002年秋さとうきび新植時から2004年秋株出し時までの結果。右図：3年目野菜栽培後の結果。
野菜作目：L, レタス；O, タマネギ；P, サヤインゲン。基幹作物：S, さとうきび。F, 休閑(初年目)。

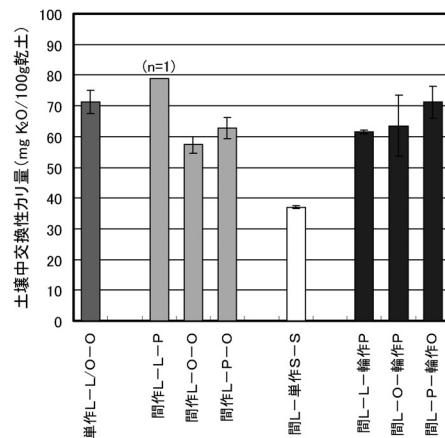
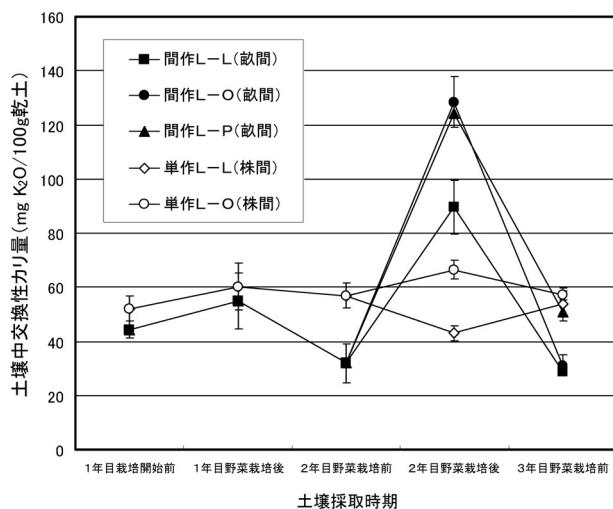


作野菜区で野菜栽培後に有意に多い年があったが、同等の年もあり、硝酸態窒素のような明瞭な差はなかった。いずれの場合も有効態リン酸の残存量は4～33 mg P₂O₅／100g乾土と低めから適量の範囲のため、栽培には通常量の施肥が求められた。なお、3年目の野菜栽培前（さとうきび収穫時）のさとうきび株間土壤に有効態リン酸の残存が認められたので、その由来（さとうきび基肥の可能性）の検討が必要である。3年目の野菜栽培後の有効態リン酸量は、区域Aと区域Bともにさとうきび単作区で低く、区域A

では野菜单作区で8 mg P₂O₅／100g乾土、輪作野菜栽培区とさとうきび間作野菜栽培区で10～17 mg P₂O₅／100g乾土の残存量が見られた。区域Bでは、さとうきび間作野菜栽培区では8～11 mg P₂O₅／100g乾土と区域Aよりもやや低い傾向があった。

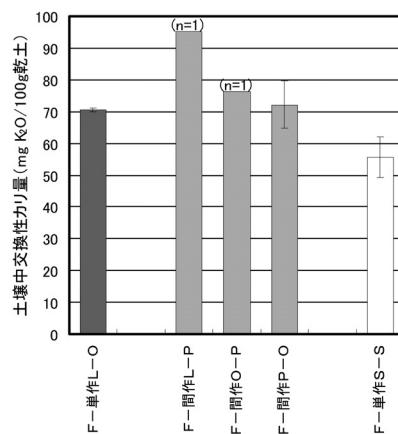
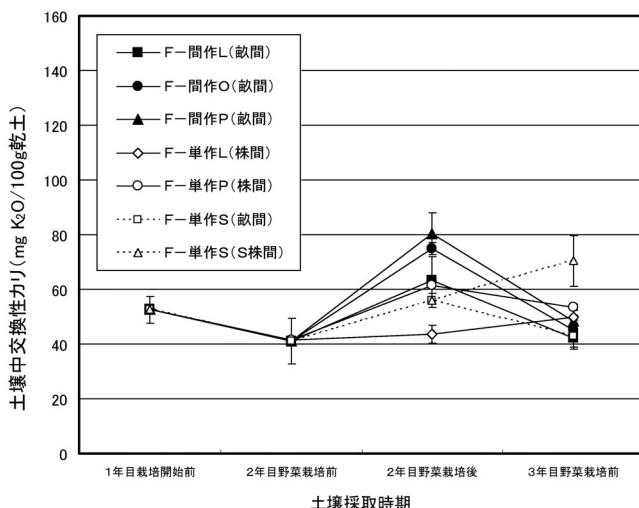
3) さとうきび間作野菜区と野菜单作区の土壤中交換性カリ（K₂O）量の推移（第7図・第8図）

土壤中交換性カリ（K₂O）は、試験圃場では当初より40 mg K₂O／100g乾土を超えており、こうした場合にはカリについては控えめな施肥が求められる。2



第7図 区域Aにおけるさとうきび間作野菜区と野菜单作区の土壤中交換性カリ量の推移

左図：2002年秋さとうきび新植時から2004年秋株出し時までの結果。右図：3年目野菜栽培後の結果。
野菜作目：L, レタス；O, タマネギ；P, サヤインゲン。基幹作物：S, さとうきび。



第8図 区域Bにおけるさとうきび間作野菜区と野菜单作区の土壤中交換性カリ量の推移

左図：2002年秋さとうきび新植時から2004年秋株出し時までの結果。右図：3年目野菜栽培後の結果。
野菜作目：L, レタス；O, タマネギ；P, サヤインゲン。基幹作物：S, さとうきび。F, 休閑（初年目）。

年目の野菜栽培後に野菜单作区に比べて間作野菜区で有意に多い量のカリの残存 ($90 \sim 130 \text{ mg K}_2\text{O} / 100\text{g}$ 乾土の過剰なカリの残存) が認められた。3年目の野菜栽培後では、区域Aの野菜单作区・間作野菜区・輪作野菜栽培区ともにカリの残存量は $60 \sim 80 \text{ mg K}_2\text{O} / 100\text{g}$ 乾土と非常に高くなつたので、後作のさとうきびの追肥あるいは次の野菜間作時の基肥において、カリを制限する選択肢が考えられた。区域Bにおいても野菜单作区・間作野菜区のカリの残存量は $70 \sim 95 \text{ mg K}_2\text{O} / 100\text{g}$ 乾土と高くなつた。なお、3年目野菜栽培前(さとうきび収穫時)の区域Bの間作野菜区およびさとうきび单作区のさとうきび株間土壤に交換性カリの残存 ($70 \sim 90 \text{ mg K}_2\text{O} / 100\text{g}$ 乾土) が認められたので、この由来の検討が必要である(データ略)。

2. 2005年の土壤採取位置別(さとうきび畝芯、畝肩、畝間)の土壤分析結果

野菜間作後に残存した土壤養分が、さとうきびにより有効に利用されたかどうかの判定には、野菜栽培後さとうきび培土により形成されるさとうきび畝の肩の部分の土壤分析が必要なので、2005年には8月下旬と10月下旬のさとうきび畝芯、畝肩、畝間の土壤採取位置別の土壤養分分析を行つた。

さとうきびの畝間で露地野菜を間作栽培するときの栽培スケジュールの概略(タマネギの例)を第9図に示す。野菜栽培後の畝間土壤は、5月のさとうきびへの培土作業時にさとうきびの畝周辺へ横移動する(第1図)。また、さとうきび収穫後の株出し管理(根切り・排土)時には再び畝間へ横移動する(第1図)。ここでは、こうしたさとうきび間作野菜栽培に特徴的な土壤の横移動に着目しながら、さとうきび畝の畝芯、畝肩、畝間の土壤養分の推移を検討した。

2005年夏季の土壤採取位置別の土壤養分分析につ

いて、さとうきび畝の畝芯、畝肩、畝間の土壤採取位置を写真1に示す。土壤養分分析結果を第10図～第12図に示す。

硝酸態窒素量(第10図)は畝芯の位置以外では僅かであった。さとうきび单作区の畝芯位置とタマネギ間作区の畝芯および畝肩位置において、8月24日の硝酸態窒素量は10月24日よりも有意に高かった。有効態リン酸量はさとうきび单作区とタマネギ間作区で差はなく、間作区の肩位置における大きな集積は見られなかつた(第11図)。交換性カリ量(第12図)は間作区で单作区よりも多くなる傾向があり、10月24日の畝肩位置では間作区と单作区の間に有意な差が見られた。

3. 2006年の土壤層位別(深さ0-30cm, 30-60cm, 60-90cm)の硝酸態窒素量の分析結果

層位別硝酸態窒素量の推移(2006年試験)について、写真2に示すように畝の肩位置(畝芯より左右25cmの位置)にて層位別に土壤を採取して各層位の硝酸態窒素量を分析した。

畝肩位置の層位別に採取した土壤の硝酸態窒素量(第13図)は、8月3日にはさとうきび单作区・タマネギ間作区とともに全ての層位において3月24日よりも高かつた。これは培土と追肥の影響と推察された。その後、さとうきび収穫時10月26日には、30-60cmおよび60-90cmの深い層で有意に低下した。土壤採取した3月・8月・10月のいずれの時期においても、畝肩位置の土壤中の硝酸態窒素量は全ての層位で $2 \text{ mg} / 100\text{g}$ 乾土以下であり、8月3日の60-90cmを除けば、 $1 \text{ mg} / 100\text{g}$ 乾土以下の極めて低い値であったので、硝酸態窒素は降雨による下方移行をしながらさとうきびに吸収されて、さとうきび収穫時には低い値となつたと推察された。

さとうきび間作野菜栽培圃場における窒素溶脱については、6月・7月の梅雨時期に相当量の降雨があ

さとうきび(秋收穫の作型)と園芸作物の間作栽培スケジュール

作物名	作型	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
さとうきび	新植 株出し		△△△△△△ 追肥・培土 △△△△△△ 追肥・培土				○○○○ 植付	■■■ 収穫 ◆◆◆◆◆◆ 株出し	■■■ 収穫 ▼▼▼ 定植				
タマネギ							○○○ 播種						■■■■■■ 収穫

第9図 さとうきびと園芸作物(タマネギ)の間作栽培スケジュールの概略



写真1 土壤採取位置 (さとうきび畠芯, 畠肩, 畠間) の違い (2005年8月25日撮影)

土壤採取位置の区別：畠芯（a）：さとうきび畠の芯の位置
畠肩（b）：畠芯より左右25cm
畠間（c）：畠の谷間（左右60cm）

土壤採取の深さ：全て0-15cmより採取



写真2 層位別の土壤採取
(土層別採取, 2006年8月3日撮影)

土壤採取位置：全て畠芯より左右25cm
(畠の肩位置より、矢印の位置)

土壤採取の深さの区別：
・0-30cmより採取
・30-60cmより採取
・60-90cmより採取

るため、土壤採取の時期（回数）を増やすこと、採取する位置を増やすこと等により、より詳細な調査が必要である。

4. 菌根菌に関する調査結果

ふるい分け・ショ糖遠心法により多様な菌根菌胞子を採取した。種子島・熊毛支場試験圃場土壤中の菌根菌胞子には、九州沖縄農業研究センター都城研究拠点試験圃場の土壤中に見られる菌根菌胞子と形態が類似する胞子と形態が異なる胞子の両方が観察された。比較的高い頻度で存在していた菌根菌胞子の顕微鏡写真を写真3・写真4に示す。さとうきび間作野菜栽培初年目開始前の2002年10月および2年目の間作野菜栽培開始前の2003年10月においては、さとうきび畠間にレタスを間作栽培した区（レタス間作栽培区）とレタスを単作した区（レタス単作区）における土壤中の菌根菌胞子数を計数し、比較した（第14図）。

2004年3月16日の収量調査時のタマネギ根について

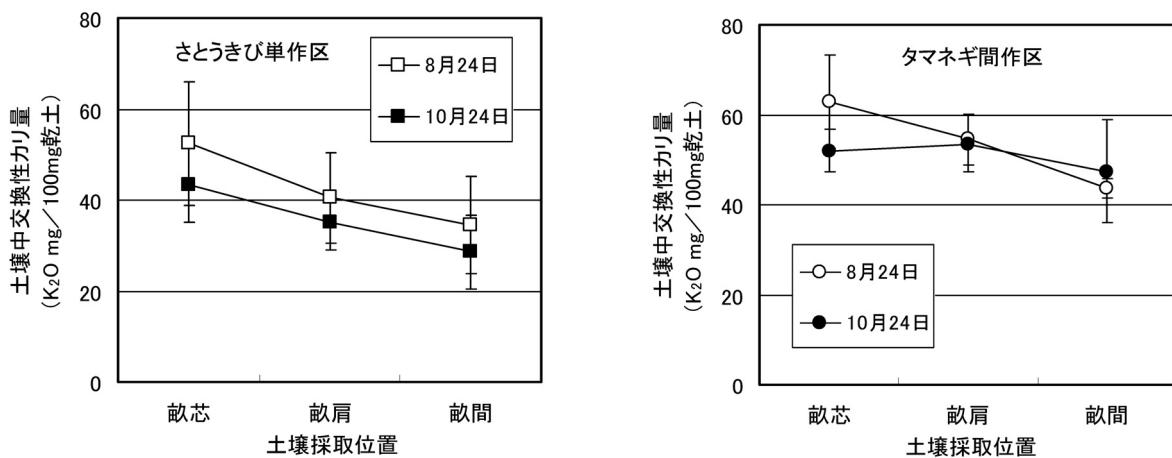
て（間作2年目）、間作タマネギと単作タマネギの間の菌根菌感染率の比較を行った（第15図）。

1) 野菜間作区と野菜单作区の菌根菌胞子数の推移

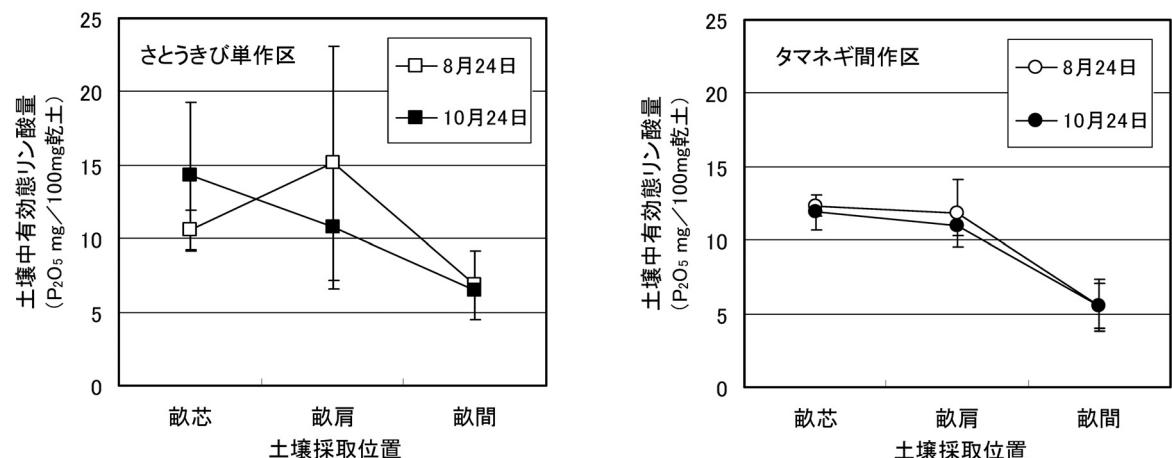
さとうきび間作野菜栽培試験を実施した熊毛支場試験圃場では、試験開始時（2002年10月）において土壤中の菌根菌胞子数は平均が約120胞子／10g乾土と比較的胞子の多い条件での開始となった。さとうきび畠間にレタスを間作栽培した区では、2003年10月時においてさとうきび株間土壤で菌根菌胞子数は平均163胞子／10g乾土、さとうきび畠間土壤で平均126胞子／10g乾土と胞子数が非常に多い条件で推移した。他方、レタス単作区の2003年10月時のレタス栽培跡土壤の菌根菌胞子数は平均32胞子／10g乾土と2002年10月時と比べて低下した。

この結果から、少なくとも新植後1年目（翌年の株出し時）のさとうきび栽培圃場では土壤中の菌根菌胞子数が高まることが推察された。

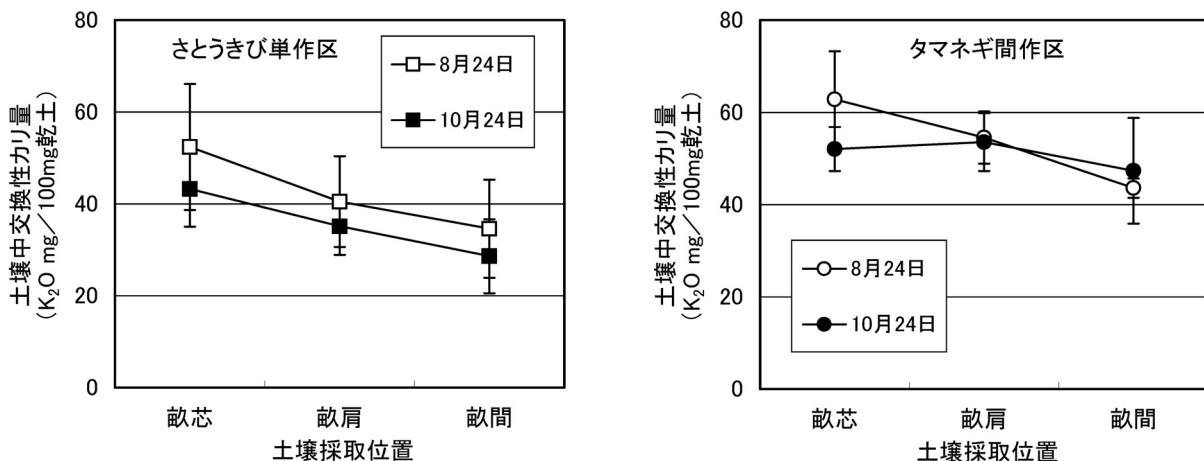
株出し栽培を繰り返すことにより、菌根菌胞子数は持続的に高く維持されるのか、それとも株が古く



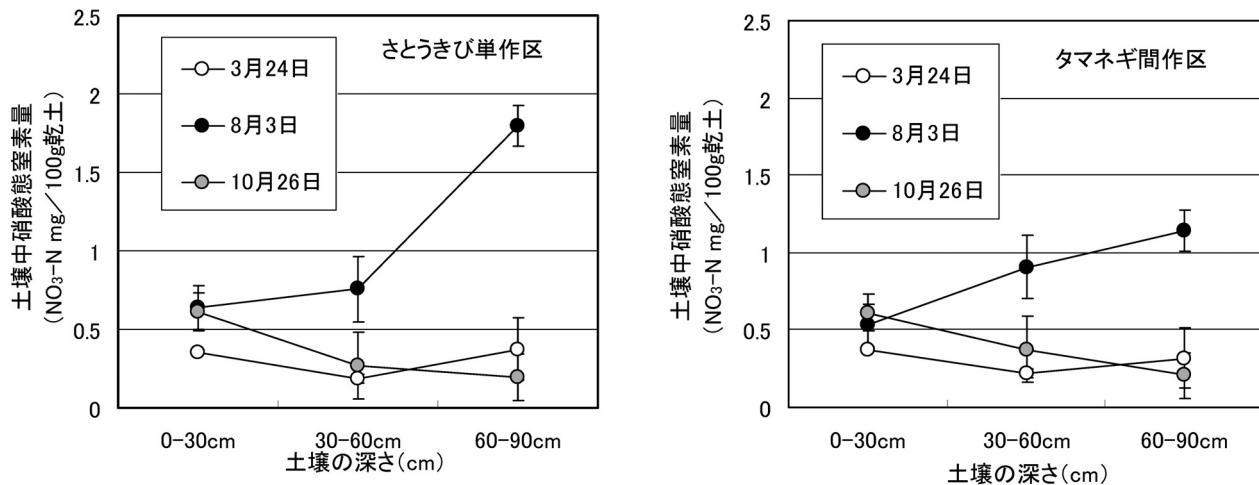
第10図 さとうきび单作区（左図）とタマネギ間作区（右図）の土壤採取位置別硝酸態窒素量



第11図 さとうきび单作区（左図）とタマネギ間作区（右図）の土壤採取位置別有効態リン酸量



第12図 さとうきび单作区（左図）とタマネギ間作区（右図）の土壤採取位置別交換性カリ量



第13図 さとうきび单作区（左図）とタマネギ間作区（右図）の層位別硝酸態窒素量

なる（株出し回数が増える）のに伴って低下するのか、今後の検討が必要である。株出し栽培を繰り返すことにより、土壤中の菌根菌の活性が低下する可能性がある。

2) 間作タマネギと单作タマネギの菌根菌感染率の比較

タマネギ根内部の菌根菌の感染の様子を対物レンズ10倍で顕微鏡観察したときの写真を示す。菌根菌菌糸による感染の有無をスコア付けすることにより感染率を算出するとともに、写真5に示すように顕微鏡視野において菌根菌の菌糸が視野全体を幾重にも横断（または縦断）している状況を「強い感染（高密度の感染）」として強い感染の現れる率を別に算出した。また、菌根菌に特徴的な構造器官である樹枝状体（写真6）およびのう状体（写真7）についても根断片にそれらの器官が現れる率（存在率）を算出した。2004年3月16日の収量調査時のタマネギ根の菌根菌感染率・強い感染（高密度の感染）の現れた率・樹枝状体+のう状体存在率（樹枝状体 and / or のう状体存在率）・のう状体存在率の結果を第15図に示す。

本試験におけるタマネギ根の菌根菌感染率は全体に高い値となった（タマネギ間作区で平均97%，タマネギ单作区で平均88%）。全体に感染率が高い中で、タマネギ根の菌根菌感染率は間作区で单作区よりも有意に高かった。また、菌根菌に特徴的な構造器官であるのう状体存在率も間作区で单作区よりも有意に高かった。

間作栽培したタマネギの菌根菌感染率が有意に高くなっていた事実は、さとうきび間作野菜栽培区の

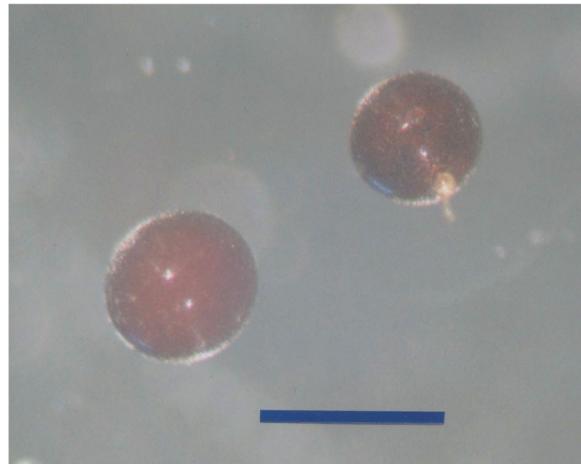
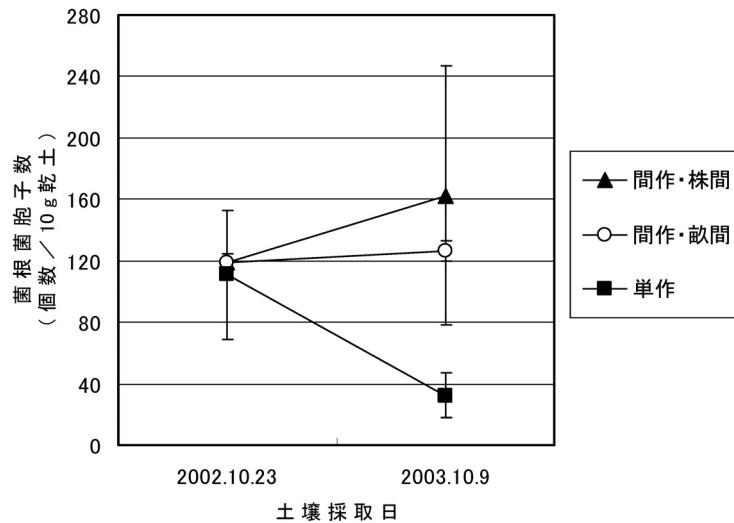


写真3 種子島・熊毛支場試験圃場の土壤より採取した菌根菌胞子（球形・比較的大型の褐色胞子）
バーの長さは0.5mm



写真4 種子島・熊毛支場試験圃場の土壤より採取した菌根菌胞子（長円形・透明な中型胞子）
バーの長さは0.5mm

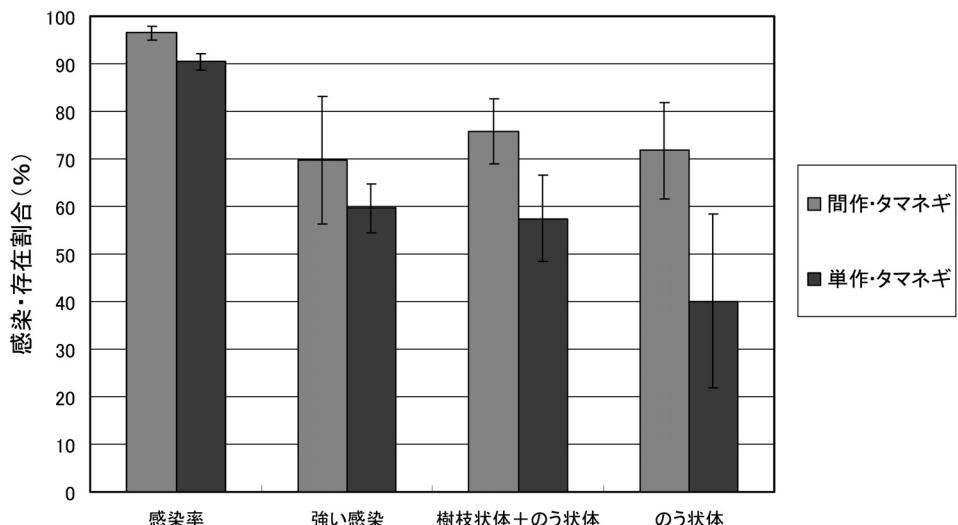


第14図 レタス間作区とレタス单作区における菌根菌胞子数

間作・株間：レタス間作栽培区のさとうきびの株間

間作・畝間：レタス間作栽培区のさとうきびの畝間

单作：レタス单作区のレタス栽培跡土壤



第15図 タマネギ間作区とタマネギ单作区のタマネギ根の菌根菌感染率
(2004年3月16日の収量調査時のタマネギ根について)

備考：①間作タマネギ4区と单作タマネギ4区から各区1点測定したときの平均値±SD (n=4)にて表示した。

②強い感染の現れた率・樹枝状体+のう状体存在率（樹枝状体 and / or のう状体存在率）・のう状体存在率についても算出した。

③「強い感染」とは、トリパンブルー染色したタマネギ根サンプルを、対物レンズ10倍×接眼レンズ15倍の顕微鏡視野で観察する際に、菌根菌菌糸が視野全体を幾重にも横断（または縦断）している状態を基準に有／無のスコアを付けることにより算出した（写真5）。

④樹枝状体およびのう状体は、タマネギ根内部に形成されるVA菌根菌に特徴的な構造器官である⁵⁾（写真6, 写真7）。

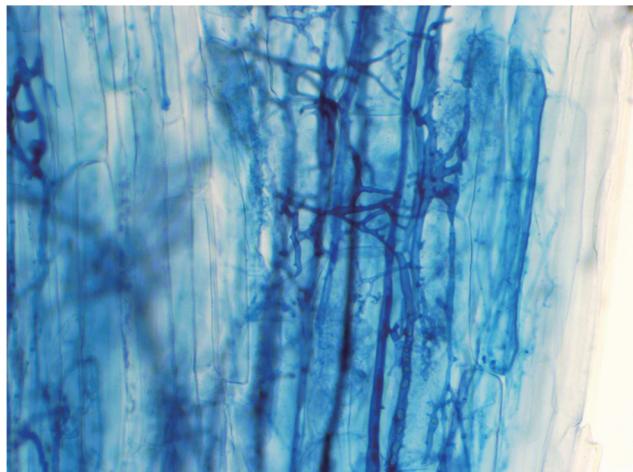


写真5 種子島・熊毛支場試験圃場で栽培されたタマネギ根内部に菌根菌が感染した様子（強い感染状態を示す）

備考：対物レンズ 10倍により観察した際の顕微鏡視野の様子である。

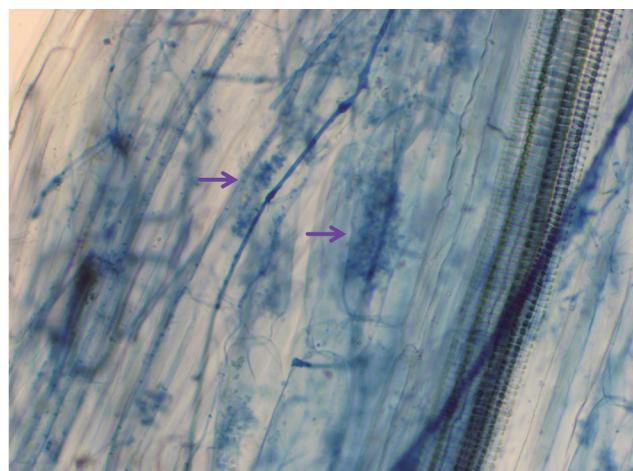


写真6 種子島で栽培されたタマネギ根内部に菌根菌が感染した様子（菌根菌に特徴的な構造器官「樹枝状体」が見られる）

備考：対物レンズ 10倍により観察した際の顕微鏡視野の様子である。

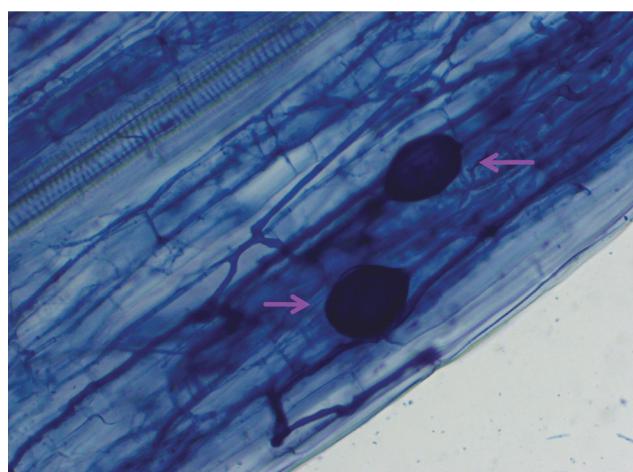


写真7 種子島で栽培されたタマネギ根内部に菌根菌が感染した様子（菌根菌に特徴的な構造器官「のう状体」が見られる）

備考：対物レンズ 10倍により観察した際の顕微鏡視野の様子である。

土壤中の菌根菌胞子数が高く推移していた事実とリンクして、面白い現象である。しかし、いずれの結果も単年度の結果となっているので、さとうきびが新植され、株出し栽培が複数年繰り返される栽培体系の中で、土壤中の菌根菌胞子数および作物の菌根菌感染率がどのように推移するのか、今後より詳細な試験が必要である。

IV. 地域における実用化・普及促進の方法

1. さとうきび間作野菜栽培における土壤養分動態

本報告の土壤養分動態の結果については、さとうきび間作野菜栽培を行った圃場において、野菜栽培後の窒素やカリの残存が認められた。このことは、さとうきび間作野菜栽培体系における肥培管理技術を策定する際の参考となる。環境に配慮した栽培技術が求められているので、さとうきび間作野菜栽培体系においては、さとうきびへの基肥・追肥における減肥の可能性および間作野菜栽培における減肥の可能性の両方について総合的に判断して、環境保全型栽培技術として高めることが大切である。

まとめると、間作野菜栽培後の残存土壤養分をさとうきびが有効に利用できる肥培管理法や、土壤養分状態の把握による施肥量の合理的な節減など、養分吸収効率を高める施肥体系へつなげる必要がある。

2. さとうきび間作野菜栽培における菌根菌の生物機能

さとうきび間作野菜栽培体系における「輪・間作」が持つ有用機能」の一つとして菌根菌の生物機能について検討を行った。本研究では、さとうきび-菌根菌-タマネギという作物-微生物相互作用の存在を示唆する結果を得た。今後、この相互作用について複数年の栽培体系の中で解明することが求められる。

さとうきび栽培により土壤中の菌根菌の働きが高まり、さとうきび畠間で間作栽培する野菜の菌根菌感染率が高まり、野菜収量も増加する、という生物機能活用型の栽培技術へ高めることができれば、化学肥料とりわけリン酸肥料の節減につながるさとうきび間作栽培の有利性を示す栽培技術となる。

3. 南西諸島に広く普及するための重要な事項の考察

さとうきび栽培が基軸となる間作野菜栽培であるため、軸となるさとうきび栽培の作期と普及地域の

気象・土壤という栽培環境条件下において適切な間作野菜栽培技術を提示することになる。従って、地域の気象・土壤とさとうきび作期の違いにより提示する間作野菜栽培技術メニューを適合させる作業が重要である。

提示するさとうきび間作野菜栽培技術における土壤養分条件は、地域の気象・土壤（栽培管理前歴を含む）により、極端に言えば圃場毎に異なるとも言えるが、個別条件を把握しつつ、一般化できる土壤養分動態に関する理論を整理・構築することが、合理的な環境保全型さとうきび間作野菜栽培技術の確立へつながる。

V. 引用文献

- 1) 桑鶴紀充・勝田明敏・野添博昭・常法和廣（2000）機械化を前提としたサトウキビおよび間作園芸作物の栽培技術の確立. 第1報 間作園芸作物の栽植方式とサトウキビの植付時期および栽植方式. 九州農業研究 62: 212.
- 2) 竹牟禮穂・緒方寿明・勝田明敏（2003a）サトウキビとバレイショの間作栽培に関する研究. 第1報 夏植サトウキビの植付時期および栽植様式. 九州農業研究 65: 25.
- 3) 竹牟禮穂・緒方寿明・勝田明敏（2003b）サトウキビとバレイショの間作栽培に関する研究. 第2報 間作バレイショ機械化のためのサトウキビの栽培方法. 九州農業研究 65: 26.
- 4) 西尾道徳（1987）ショ糖遠心法による土壤中のVA菌根菌胞子の計数法の改良. 土と微生物 30: 55-58.
- 5) 斎藤雅典（1992）第16章. 菌根菌の観察、分離と同定. 土壤微生物実験法, 土壤微生物研究会編. p297-311. 養賢堂, 東京.
- 6) Saito, M. and Vargas, R. (1991) Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in some humus-rich Ando soils of Japan. 土と微生物 38: 3-15.
- 7) Adachi, K., Kobayashi, T. and Suzuki, T. (2008) Effect of cultivating sorghum, marigold, and egoma (perilla) on the spore population of arbuscular mycorrhizal fungi in small plots filled with Andosol in the southern Kyushu region (Japan). 九州沖縄農業研究センター研究報告 49: 1-10.

秋収穫さとうきびと園芸作物との高収益営農システムの構築

桑鶴紀充¹⁾・永田茂穂²⁾

(2008年6月4日 受理)

要 旨

桑原紀充・永田茂穂 (2009) 秋収穫さとうきびと園芸作物との高収益営農システムの構築。九州沖縄農研研究資料 93: 69-79.

種子島地域で秋収穫さとうきびと園芸作物の複合による高収益営農システムを構築するために、さとうきび輪・間作での園芸作物の栽培条件、収量・収益性等を検討した。サヤインゲンはさとうきび新植時の間作に導入でき、9月上旬～10月上旬に播種して11月中旬～12月中旬に一斉収穫を行う体系が考えられた。播種期が遅れると収量は減少し、10月上旬以降の栽培では紙ポット育苗苗を移植すると直播した場合に比べ収量は多かった。9月上旬から10日おきに4回播種し、2人で収穫・調整を行うと仮定すると、収穫面積56.3aから収穫量1,029kg、粗収益874,509円が得られると試算された。タマネギはさとうきびを11月に収穫した後の輪・間作に導入できると考えられた。9月下旬播種・11月上旬定植で3月中下旬に収穫でき、収益性は高かった。セット球を育苗して定植すると収穫が早まり、3月上旬までに収穫できた。また、種子島地域で輪・間作導入の対象となるのは比較的小規模の農家であると考えられた。さとうきびと園芸作物の複合による高収益営農システムを構築するためには安定的な早期高糖性のさとうきび品種の育成が望まれるが、「KTn94-88」は収量性が高く、また草姿が立性であるため園芸作物の管理がしやすいことから、間作を前提とした栽培に適していると考えられた。

キーワード：秋収穫さとうきび、サヤインゲン、タマネギ、輪作、間作、収量、収益性、営農システム。

I. 緒 言

種子島地域ではさとうきびが基幹畠作物であるが、生育期間が長いことから土地利用効率が低く、収益性も低いことが問題とされている。また、種子島地域では冬季の温暖な気候を活かしてバレイショ、ソラマメ、サヤインゲン等の超早出し栽培も盛んである。一方、秋収穫が可能な早期高糖性のさとうきび品種が育成され(杉本, 1999), 種子島地域においても従来とは異なる作付け体系の構築が可能と考えられる。このさとうきび品種の輪・間作で早出しの園芸作物を栽培することにより、さとうきび栽培における土地利用効率および収益性の低さは改善されると考えられる。

これまでに、特定研究「高収益畠輪作体系技術開発研究」(平成4～6年度)および地域基幹研究「甘

しょ等根菜類の機械化栽培を主体とした畠輪作技術」(平成7～11年度)において、さとうきびとニンジン等の根菜類および緑肥作物の栽培を結合させた輪作体系が開発されている(鹿児島県農業試験場ほか, 1995; 2000)。地域総合研究「亜熱帯における野菜・花き作導入による高収益農業技術の確立」(平成10～14年度)においては、さとうきび、バレイショおよび緑肥作物の栽培を組み合わせた輪作体系が構築され、持続的生産のための技術要素が究明されている(沖縄県農業試験場ら, 2003; 九州沖縄農業研究センター, 2003)。しかし、現行の作付け体系ではさとうきびの収穫・管理とバレイショや野菜類の収穫作業等の労働競合により輪作体系の普及・定着が困難な状況にある。また、奄美地域を対象として、さとうきびと機械化を前提としたバレイショの間作栽培の検討も行われている(竹牟禮ら, 2003a;

鹿児島県農業開発総合センター熊毛支場園芸研究室

: 891-3101 鹿児島県西之表市西之表 4406

1) 現、鹿児島県農業開発総合センター作物園芸部野菜研究室

2) 現、鹿児島県農業開発総合センター作物園芸部

2003b)。この検討でのさとうきびは従来の品種を用いており、間作はさとうきび夏植えでの新植に限られる。

しかし、現在開発中の秋収穫用さとうきび系統を用いた栽培では、秋冬季にさとうきびとの輪・間作で種子島地域の冬季温暖な気候を活用した園芸作物の栽培が可能になり、輪・間作導入による収益性の向上効果は大きいと考えられる。そこで、本研究課題では種子島地域でのさとうきびと園芸作物との輪・間作において、それぞれの単収・収量性および収益性を向上させる栽培技術を確立し、さとうきびと園芸作物との複合による高収益営農システムを構築する。

II. 材料および方法

1. さとうきびと園芸作物との輪・間作を視野に入れたさとうきびの栽培

1) 間作で園芸作物を栽培したさとうきびの収量性に及ぼす追肥の影響（2004年度）

2003年10月1日に収穫したさとうきびの原料茎重は792kg/aと実用水準であったが、甘蔗糖度は9.4%と基準糖度の13.1%を下回り、可製糖量も少なかつた。この糖度低下は間作で栽培した園芸作物に施用した肥料の残効の影響によると推察され、間作を行ったさとうきびへの施肥量の検討が必要と考えられた。そこで、2003年9月4日に新植、あるいは2003年10月2日に株出し管理したさとうきび‘KF93-174’を2004年10月1日に収穫し、収量性に及ぼす追肥（2004年5月11日）の影響について検討した。さとうきびの新植、株出し時の施肥量はチッソ、リン酸、カリ各々0.96, 3.0, 0.8kg/a、追肥時の施肥量はチッソ、カリ各々0.8, 0.8kg/aとした。間作のタマネギの施肥は2003年10月22日を行い、施肥量はチッソ、リン酸、カリ各々2.0, 2.0, 2.0kg/aとした。

2) 輪・間作で園芸作物を栽培したさとうきびの収量性の年次変化（2003～2006年度）

‘KF93-174’を2002年10月29日および2003年9月4日に畦幅120cm、株間30cmで新植し、また‘KTn94-88’を2005年8月25日に畦幅120cm株間16.6cm、2006年8月30日に畦幅140cm、株間15cmで新植し、それぞれ翌年の10月に収穫した。その後、

株出し栽培を2～3年行った。毎年秋冬季に園芸作物を間作、あるいは輪作で栽培した。

2. さとうきび輪・間作におけるサヤインゲンの栽培

1) 播種期と紙ポット育苗（2003～2005年度）

サヤインゲン‘ベストクロップキセラ’を供試し、2003年度にさとうきび新植および株出し間作で9月26日と10月9日の（播種後66～71日目収穫）播種期について検討した。また、2004年度にさとうきび輪作、ならびに2005年度に8月新植のさとうきび間作で10月上旬播種あるいは定植における紙ポット育苗（底面部に切り込みを入れた直径8.5cmの紙ポット）と直播での収量性について検討した。間作ではさとうきび条間に株間30cm、条間20cm、2条植えでサヤインゲンを播種あるいは定植した。施肥量はチッソ、リン酸、カリ各々1.6, 1.6, 1.6kg/aとした。

2) 一斉収穫による収益性（2006年度）

‘ベストクロップキセラ’を供試し、2006年度にさとうきび間作で栽培したサヤインゲンの収量性に及ぼす直播での播種期（9月上旬～10月上旬）の影響について検討し、一斉収穫栽培体系における労力2人での栽培可能面積、収量および収益性を中尾らの手法（中尾ら、2003）を用いて試算した。

3. さとうきび輪・間作におけるタマネギの栽培（2003～2006年度）

1) 定植時期および育苗日数（2003～2004年度）

2003年度にタマネギ‘早生丸秀玉E型’を供試して収量性に及ぼす定植期（9月3日播種、10月17日定植および9月26日播種、11月3日定植）の影響、2004年度に‘貴錦’を供試してセル苗（288穴セルトレイ）での育苗日数（9月9日播種、43日育苗、10月22日定植および8月25日播種、58日育苗、10月22日定植）について検討した。タマネギの栽培方法はさとうきび条間に株間10cm、条間20cm、2条千鳥植とした。また施肥量はチッソ、リン酸、カリ各々1.6, 1.6, 1.6kg/aとした。

2) セット球育苗の効果（2005年度）

2005年度に‘貴錦’を供試してセル苗（9月20日に播種、288穴セルトレイで育苗）セット球（3月下旬播種6月上旬収穫貯蔵）、セット球を育苗したもの以後セット球育苗（セット球を10月7日に128穴セ

ルトレイに植え付け)を本圃に直接植え付け、また2006年度に‘早生丸秀玉E型’を供試してセル苗(9月5日および9月20日に播種、288穴セルトレイで育苗)、セット球(4月上旬播種6月下旬収穫貯蔵)、セット球育苗(セット球を9月20日および10月20日に128穴セルトレイに植え付け)の本圃直接植え付けによる収穫期の前進化について検討した。

タマネギの栽植方法はさとうきび条間に株間10cm、条間20cm、2条千鳥植とした。また施肥量はチツソ、リン酸、カリ各々1.6, 1.6, 1.6kg/aとした。

4. さとうきびと園芸作物の輪・間作栽培システムの構築(2003年度、2005年度、2006年度)

種子島においてさとうきびを1,2位作目とする認定農家(375戸)の栽培規模を調査し、さとうきびと園芸作物の輪・間作導入条件等を明らかにした。

また、秋収穫さとうきびと一斉収穫によるサヤインゲンおよびタマネギ栽培の月別の労働時間を試算し、労働競合性等について考察した。

さらに、これまでに得られた結果に基づいて、さとうきびと園芸作物(サヤインゲンおよびタマネギ)の輪・間作栽培システムを構築した。

III. 結果および考察

1. さとうきびと園芸作物との輪・間作を視野に入れたさとうきびの栽培

1) 間作で園芸作物を栽培したさとうきびの収量性に及ぼす追肥の影響(2004年度)

追肥を実施しないとさとうきびの原料茎重は新植、株出しとともに減少し、特に株出いで大きく減少した(第1表)。甘蔗糖度は全区とも8.4~9.3%と基準糖度の13.1%を下回り、可製糖量は少なかった。前年度の試験で甘蔗糖度が低かった要因を間作で栽培した野菜に施用した肥料の残効と考え、さとうきびの収量性に及ぼす追肥の影響について検討したが、今年度は明らかな影響は認められなかった。2004年度の甘蔗糖度が低かった要因の一つとして、台風が考えられ、数回襲来した台風がさとうきびの生育に悪影響を及ぼしたものと推察された。

2) 輪・間作で園芸作物を栽培したさとうきびの収量性の年次変化(2003~2006年度)

2003年度の‘KF93-174’の原料茎数、茎長、原料茎重、甘蔗糖度および可製糖量は株出し1年目の方が新植より低い数値であった(第2表)。甘蔗糖度はいずれも10%以下であった。2004年度の‘KF93-174’の原料茎数、甘蔗糖度および可製糖量は株出し2年目の間作の方が株出し1年目より高い数値となった。甘蔗糖度は株出し2年目の間作区で13.1%であった。2005年度の‘KTn94-88’では株出しの‘KF93-

第1表 間作で園芸作物(タマネギ)を栽培したさとうきびの収量性に及ぼす追肥の影響(2004年度)

さとうきびの作型	単・間作	追肥	原料茎数 (本/a)	茎長 (cm)	原料茎重 (kg/a)	甘蔗糖度 (%)	可製糖量 (kg/a)
新植	単作	有	1,153	210	755	9.3	58
	間作	無	1,111	194	726	9.1	54
	間作	有	1,174	204	731	9.3	56
株出し	単作	有	1,056	170	699	8.9	50
	間作	無	826	154	488	8.4	32
	間作	有	1,069	175	706	8.4	45

株出し:2002年10月29日新植、2003年10月2日株出し管理

新植:2003年9月4日新植

新植・株出し時の施肥量:N;0.96kg/a, P₂O₅;3kg/a, K₂O;0.8kg/a

追肥:2004年5月11日 施肥量:N;0.8kg/a, K₂O;0.8kg/a

収穫:2004年10月1日

第2表 間作で園芸作物を栽培したさとうきびの収量性の年次変化

年度	さとうきび ^{a)} 作型	間作品目	植え付け日	収穫日	原料茎数	茎長	原料茎重	甘蔗糖度	可製糖量
			年／月／日	(本／a)	(cm)	(kg/a)	(%)	(kg/a)	
2003	新植 株出し ^{b)} 1年目	レタス	03/ 9/ 4	04/10/ 1	1,174	204	731	9.3	56
			02/10/29	04/10/ 1	1,069	175	706	8.4	45
2004	新植 株出し 1年目	タマネギ	03/ 9/ 4	05/10/25	799	185	629	9.7	51
			02/10/29	05/10/25	1,285	187	870	13.1	81
2005	新植 株出し 1年目 株出し 2年目	タマネギ	05/ 8/25	06/10/ 4	738	235	757	13.7	94
			03/ 9/ 4	06/10/25	833	175	615	14.3	64
			02/10/29	06/10/25	778	180	544	15.4	60
2006	新植	サヤインゲン	06/ 8/30	07/11/ 2	907	246	867	14.0	117

a) さとうきびの供試品種は、2005年度新植、2006年度新植のKTn94-88以外はKF93-174。

b) 株出し管理時期は、概ね各収穫2日後。

第3表 さとうきび輪・間作で栽培したサヤインゲンの収量と粗収益

年度	さとうきび 作型	直播／ 紙ポット育苗	播種日	定植日	収穫日	可販規格 (kg/a)			規格外 (kg/a)	総収量 (kg/a)	粗収益 (円/a)					
						A品	B品	合計								
2003	新植 株出し	紙ポット育苗 直播	9月 26日 10月 9日	— —	12月 1, 5日 12月 15, 19日	80	6	86	8	94	73,100					
						58	12	70	7	77	59,500					
2004	輪作	紙ポット育苗 直播	9月 27日 10月 12日	10月 12日 —	11月 26日 12月 7日 12月 28日	26	8	34	15	49	28,900					
						44	20	64	26	89	54,400					
2005	新植	紙ポット育苗 直播	9月 20日 10月 5日	10月 5日 —	11月 24日 12月 5日 12月 13日 12月 20日	22	10	32	23	55	27,200					
						39	5	44	10	55	37,400					
						53	1	54	19	74	45,900					
						20	1	21	10	31	17,850					
						19	1	20	18	38	17,000					

B品：やや曲がり等 規格外：曲がり莢、病害虫莢等 2003年度は2回の収穫調査の平均

粗収益=可販規格莢量(kg) × 単価(850円/kg, 2000~2002年の平均販売価格)

174' に比べ原料茎数は少ないが、茎長が長く、原料茎重は757kg/aと多かった。甘蔗糖度はいずれの区でも13.7~15.4%と高かった。2005および2006年度の甘蔗糖度が2003および2004年度に比べて高かったのは、6月以降の日照時間が長く、台風の被害がなかったため、生育が良好であったことによる影響が大きいと考えられた。

2. さとうきび輪・間作におけるサヤインゲンの栽培

1) 播種期と紙ポット育苗(2003~2005年度)

2003年度に2回の播種期でさとうきび間作でのサヤインゲンの収量性を検討したところ、9月26日播種の収量は10月9日播種の収量を上回った(第3表)。いずれの場合も収益性は高くa当たり59,500~73,100円であり、間作品目として有望と考えられた。

ただし、播種期が遅れると気温の低下等で収量が低下することも予想されたため、10月上旬までに播種する必要があると考えられた。2004年度の輪作、2005年度のさとうきび新植での間作で紙ポット育苗した場合の可販規格収量は、12月上旬収穫でそれぞれ64kg/a, 54kg/aであり、粗収益はそれぞれ54,400円/a, 45,900円/aであった。紙ポットで育苗して10月上旬に定植すると、定植と同じ日に直播した場合に比べて8~20日程度収穫時期が早まり、収量および粗収益が増加したことから、10月上旬から本圃で栽培する場合には紙ポット育苗による栽培が適すると考えられた。

2) 一斉収穫による収益性(2006年度)

2006年度にサヤインゲンを9月上旬~10月上旬まで10日おきに直播し、一斉収穫した場合、9月8日

第4表 さとうきび間作で栽培したサヤインゲンの一斉収穫による収量と粗収益（2006年度）

播種	収穫	生育期間 (日)	可販規格収量		収穫時間 (hr/a)	2人3日(36h)当たり		
			莢数 (本/a)	莢重 (kg/a)		収穫量 (kg)	収穫面積 (a)	粗収益 (円)
9月8日	11月13日	66	10,786	53.6	6.0	322.0	6.0	273,715
9月19日	11月22日	64	5,048	24.4	2.8	313.2	12.8	266,235
9月28日	12月5日	68	5,024	17.4	2.8	224.4	12.9	190,763
10月10日	12月14日	65	2,643	6.9	1.5	169.2	24.5	143,796
		平均	5,875	25.6	3.3	257.2	14.1	218,627
		合計				1,028.8	56.3	874,509
		10g当たり				182.9		155,440

収穫時間を2秒/莢、1人1日当たりの労働時間を6時間、夫婦2人で3日(回)収穫するとして試算した
粗収益=可販規格莢重(kg)×単価(850円/kg, 2000~2002年の平均販売価格)

播種・11月13日収穫での可販規格収量は53.6kg/aと最も多く、播種期が遅いほど収量は少なくなった(第4表)。一斉収穫で得られる可販規格収量は6.9~53.6(平均25.6)kg/aであった。九州沖縄農業研究成果情報「露地抑制インゲンマメの一斉収穫栽培体系」の手法を用いて収益性を試算したところ、労働力を夫婦2人と仮定して9月上旬から10日おきに4回播種することで11月中旬~12月中旬まで収穫することができ、収穫面積56.3a、収穫量1,029kg(183kg/10a)で、粗収益874,509円(155,440円/10a)を得ることができると考えられた。

3. さとうきび輪・間作におけるタマネギの栽培

1) 定植期および育苗日数(2003~2004年度)

2003年度の10月17日定植・2月26日収穫におけるタマネギ上品収量は、さとうきび新植の間作では299kg/a、同株出し1年目間作では319kg/aであった。11月3日定植・3月16日収穫では300kg/a(新植)および353kg/a(株出し1年目)であった。粗収益も61,800~74,327円/aと高い範囲にあり、9月上旬播種による10月中旬定植・2月下旬収穫、および9月下旬播種による11月上旬定植・3月中旬収穫の両作型で間作品目として有望と考えられた(第5表)。2004年度の43日育苗(9月9日播種)および58日育苗(8月25日播種)、10月22日定植の2月21日収穫における上品収量は272~329kg/a、粗収益は63,376~76,657円/aであった。3月22日収穫における上品収量も356~377kg/a、粗収益は61,232~64,844円/aといずれの育苗日数でも収量および粗収益は高く、10月下旬定植における育苗日数は45~55日が適当と考えられた。また11月上旬定植では育苗期

間の気温変化は小さいと考えられることから、10月下旬定植と同様に育苗日数は45~55日が適当と考えられた(第6表)。

2) セット球育苗の効果(2005年度)

2005年度の2月21日収穫ではいずれの育苗法でも上品収量は皆無であった(第7表)。3月27日収穫の上品収量および粗収益はセット球育苗が最も高く、それぞれ184kg/a, 31,648円/aであった。以下セル育苗で97kg/a, 16,684円/a、セット球で55kg/a, 9,460円/aの順であった。11月上旬定植の場合はセット球をセル育苗して植付けると、球肥大が早く、収量も高かった。2004年度の11月上旬定植では12月~1月上旬の気温が平年に比べ1.4~5.7℃低かったことによりセル苗を定植した場合の球肥大が10月下旬定植よりも遅れ、収量が低下したことから、厳寒の年は保温対策を検討する必要があると考えられた。

第8表に2006年度の各さとうきび作型別育苗法・定植時期・収穫時期がタマネギの収量と粗収益性に及ぼす影響を示した。10月13日定植における総収量は3月22日収穫までは収穫期が遅いほど増加し、セット球育苗、セット球、セル苗の順に多かった(第8表)。3月7日収穫における上品収量および粗収益はセット球育苗で254kg/aおよび56,642円/aと最も多かった。3月22日および4月10日収穫では、セット球育苗で完全分球や抽苔球が増加し、上品収量は減少した。このことから、セット球をセル育苗したものを利用する場合は3月上旬収穫が限界と考えられた。セル苗、セット球を定植すると、3月22日収穫での上品収量は256~257kg/aで、粗収益は44,032~44,204円/aであったことから、3月下旬まで収穫

第5表 さとうきび間作で栽培したタマネギの定植時期と収量・粗収益(2003年度)

さとうきび 作型	播種日	定植日	収穫日	上品収量(kg/a)					規格外(kg/a)				粗収益 (円/a)
				2L	L	M	S	合計	S未満	抽台	病害	変形・分球	
新植	9月3日	10月17日	2月26日	0	61	116	122	299	4	0	0	4	69,667
	9月26日	11月3日	3月16日	8	119	106	67	300	4	14	0	0	61,800
株出し	9月3日	10月17日	2月26日	11	136	125	47	319	12	0	0	36	74,327
1年目	9月26日	11月3日	3月16日	18	171	108	56	353	0	5	0	0	72,718

2L: 球径9cm以上 L: 8~9cm M: 7~8cm S: 6~7cm 2S: 5~6cm

粗収益=上品収量(kg) × 単位(2月下旬233円/kg, 3月中旬206円/kg, 2003~2004年平均単価, 鹿児島県経済連調べ)

第6表 さとうきび間作で栽培したタマネギの育苗日数と収量・粗収益(2004年度)

さとうきび 作型	播種日	育苗日数	収穫日	上品収量(kg/a)					規格外(kg/a)				粗収益 (円/a)
				2L	L	M	S	合計	S未満	抽台	病害	変形・分球	
株出し	8月25日	58日	2月21日	0	56	150	123	329	51	0	0	0	76,657
	9月9日	43日	2月21日	0	57	150	103	310	52	0	0	0	71,997
1年目	8月25日	58日	3月22日	219	132	19	0	370	0	195	12	0	63,640
	9月9日	43日	3月22日	276	83	18	0	377	0	204	9	0	64,844
株出し	8月25日	58日	2月21日	0	25	122	163	310	61	0	0	0	72,230
	9月9日	43日	2月21日	0	0	111	161	272	65	0	0	0	63,376
2年目	8月25日	58日	3月22日	247	107	4	4	362	0	183	15	31	62,264
	9月9日	43日	3月22日	226	127	0	3	356	0	223	0	0	61,232

定植日: 10月22日

2L: 球径9cm以上 L: 8~9cm M: 7~8cm S: 6~7cm 2S: 5~6cm

粗収益=上品収量(kg) × 単位(2月下旬233円/kg, 3月中旬172円/kg, 2003~2004年平均単価, 鹿児島県経済連調べ)

第7表 さとうきび間作タマネギの粗収益に及ぼす育苗法および収穫時期の影響(2005年度)

さとうきび 作型	育苗法	播種、 植付け	定植	収穫	上品収量(kg/a)					規格外(kg/a)				粗収益 (円/a)
					2L	L	M	S	合計	S未満	抽台	病害	変形・分球	
株出し	セル苗	9月20日	11月8日	2月21日	0	0	0	0	0	77	0	0	0	0
	セット球	—	11月8日	2月21日	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0
2年目	セット球 育苗	10月7日	11月8日	2月21日	0	0	0	0	0	154	0	0	0	0
	セル苗	9月20日	11月8日	3月27日	0	16	11	70	97	97	22	0	0	16,684
	セット球	—	11月8日	3月27日	0	0	5	50	55	124	5	0	0	9,460
	セット球 育苗	10月7日	11月8日	3月27日	16	56	48	64	184	8	112	8	16	31,648

2L: 球径9cm以上 L: 8~9cm M: 7~8cm S: 6~7cm 2S: 5~6cm

粗収益=上品収量(kg) × 単位(2月下旬233円/kg, 3月中旬172円/kg, 2003~2004年平均単価, 鹿児島県経済連調べ)

第8表 さとうきび輪・間作で栽培したタマネギの収量と収益性に及ぼす育苗法および収穫時期の影響(2006年度)

さとうきび 作型	育苗法	播種・ 植付け	収穫	出荷 形態	上品収量 (kg/a)						規格外 (kg/a)				粗収益 (円/a)	
					2L	L	M	S	2S	合計	小球	抽台	病害	変形・分球		
10月13日定植																
	セル苗	9月5日			0	0	7	3	36	46	159	0	0	6	10,718	
	セット球	—	2月20日	葉タマ	0	0	0	3	26	29	181	0	0	0	6,757	
	セット球育苗	9月20日			0	0	4	17	88	109	135	0	4	21	25,397	
株出し 2年目	セル苗	9月5日		葉タマ	0	5	16	88	83	192	62	15	0	52	42,816	
	セット球	—	3月7日	切り玉	0	0	6	0	—	6	0	0	0	0	1,338	
				葉タマ	0	0	32	74	101	207	92	5	0	32	46,161	
	セット球育苗	9月20日			6	12	54	97	85	254	30	30	6	66	56,642	
	セル苗	9月5日			20	13	118	66	40	257	0	79	0	79	44,204	
	セット球	—	3月22日	葉タマ	13	22	63	114	44	256	0	170	0	35	44,032	
	セット球育苗	9月20日			0	15	23	16	31	85	8	158	0	267	14,620	
	セル苗	9月5日			134	35	12	12	—	193	0	236	32	106	18,528	
	セット球	—	4月10日	切り玉	82	23	0	12	—	117	0	328	0	35	11,232	
	セット球育苗	9月20日			25	0	0	0	—	25	0	186	0	284	2,400	
11月7日定植																
株出し 3年目	セル苗	9月20日			0	0	0	0	0	0	140	0	0	0	0	
	セット球	—	2月23日	葉タマ	0	0	0	0	0	0	155	0	0	0	0	
	セット球育苗	10月20日			0	0	0	0	6	6	225	0	0	0	1,398	
	セル苗	9月20日			0	0	0	79	84	163	104	0	0	0	33,578	
	セット球	—	3月14日	葉タマ	0	0	14	74	130	218	79	0	0	0	44,908	
	セット球育苗	10月20日			0	6	99	117	80	302	43	18	18	12	62,212	
	セル苗	9月20日			10	64	96	32	—	202	21	101	16	0	19,392	
	セット球	—	4月3日	切り玉	82	95	63	44	—	284	13	88	0	25	27,264	
	セット球育苗	10月20日			56	92	14	7	—	169	0	254	0	28	16,224	
	セル苗	9月20日			99	99	66	0	—	264	11	121	33	11	25,344	
輪作	セット球	—	4月16日	切り玉	157	52	26	0	—	235	0	157	65	65	22,560	
	セット球育苗	10月20日			126	94	0	0	—	220	0	331	47	62	21,120	
11月7日定植																
セル苗	9月20日			0	0	0	0	0	0	147	0	4	0	0		
セット球	—	2月23日	葉タマ	0	0	0	0	0	0	168	0	0	0	0		
セット球育苗	10月20日			0	0	0	0	11	11	203	0	0	0	2,563		
セル苗	9月20日			0	0	13	86	77	176	99	0	0	0	36,256		
セット球	—	3月14日	葉タマ	0	0	10	110	130	250	70	0	0	0	51,500		
セット球育苗	10月20日			0	0	84	114	108	306	42	6	24	6	63,036		
セル苗	9月20日			60	97	73	36	—	266	6	97	0	24	25,536		
セット球	—	4月3日	切り玉	85	137	59	20	—	301	26	78	0	13	28,896		
セット球育苗	10月20日			121	84	46	8	—	259	8	198	8	23	24,864		
輪作	セル苗	9月20日			279	73	44	0	—	396	0	147	29	15	38,016	
	セット球	—	4月16日	切り玉	201	115	29	0	—	345	0	173	29	28	33,120	
	セット球育苗	10月20日			314	37	0	0	—	351	0	314	37	36	33,696	

2L: 球径 9cm 以上 L: 8 ~ 9cm M: 7 ~ 8cm S: 6 ~ 7cm 2S: 5 ~ 6cm

粗収益=上品収量 (kg) × 単位 (2月下旬 233 円/kg, 3月上旬 223 円/kg, 3月中旬 206 円/kg, 3月下旬 172 円/kg, 切り玉 96 円/kg, 2003 ~ 2004 年の平均単価, 鹿児島県経済連調べ)

が可能と考えられた。

11月7日定植では、2月23日に収穫した場合にはいずれの育苗法でも規格外の小球が多く、上品収量はセル苗およびセット球では皆無であった。総収量は収穫が遅くなるほど増加し、4月3日収穫までは輪・間作ともセット球育苗、セット球、セル苗の順に多かった。3月14日に葉つきタマネギとして収穫した場合の上品収量および粗収益は、輪・間作ともにセット球育苗、セット球、セル苗の順に多かった(163~306kg/aおよび33,578~63,036円/a)。一方、4月3日以降の収穫では生育の早い育苗法ほど抽苔球が多くなった。4月3日収穫ではセット球、4月16日収穫ではセル苗が最も多くなった。粗収益のピークは10月13日定植では3月7日、11月7日定植では3月14日であったことから、いずれの定植時期でも3月中旬までの収穫が適当と考えられた。

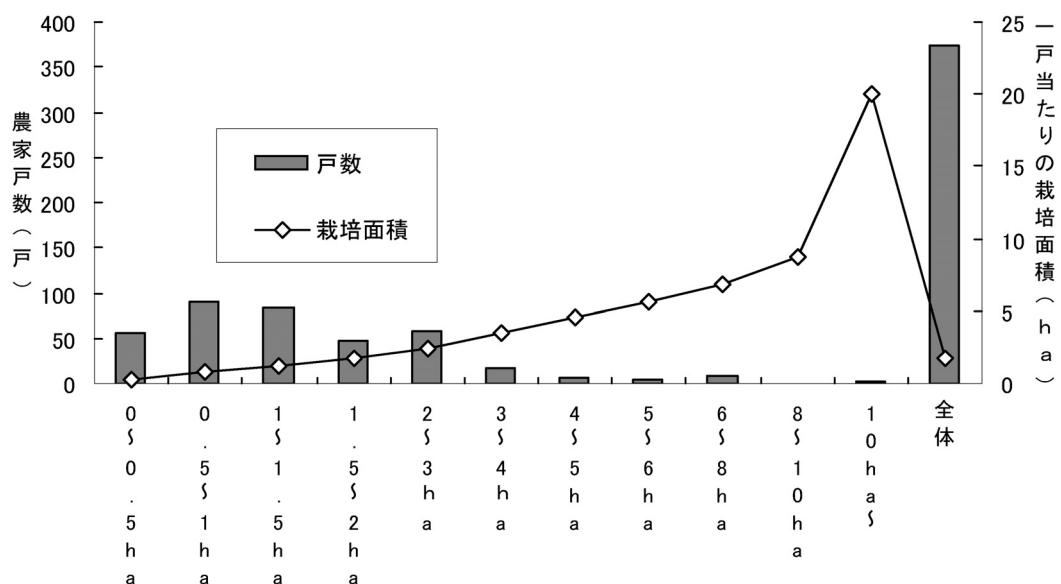
4. さとうきびと園芸作物の輪・間作栽培システムの構築(2003年度、2005年度、2006年度)

さとうきびを1、2位作目とする認定農家(375戸)をさとうきび栽培面積別に見ると、0.5~1.5haの農家が174戸で全体の46%と多く、さらに2haまでの農家を含めると59%であった(第1図)。さとうきびの栽培面積0.5~2ha規模の農家が約60%を占めるので、それらの経営形態に焦点を当てた秋収穫さとうきびと園芸作物との高収益営農システムの構築を図る必要がある。さらに、他品目との労働競合、作

業性および栽培規模等を考慮した対象農家の選定が必要であると考えられる。

さとうきびの年間の総労働時間は新植で11.1h/a、株出しで7h/aであり、いずれも11月の収穫時の刈取りに要する時間が長かった(第9表)。タマネギでは20h/10aで、11月の定植と2~3月の収穫に要する時間が長かった。一斉収穫のサヤインゲンでは142h/10aで、11~12月の収穫に要する時間が長かった。さとうきびの収穫との労働競合性やさとうきびとの作付け体系からみると、一斉収穫のサヤインゲンは新植のさとうきびとの組合せが可能と考えられた。

さとうきび‘KTn94-88’は‘KF93-174’に比べ草姿が立性で、株出し管理や間作の園芸作物の栽培管理がしやすいこと、甘蔗糖度が13.7~14.0%と高く、原料茎重が757~867kg/aと多いこと等から間作を行うに適した品種であると考えられた。8~9月新植の場合には、サヤインゲンを9月上旬~10月上旬まで10日間隔で播種し、11月中旬~12月中旬に一斉収穫する体系を導入できると考えられた(第2図)。また、11月収穫後の株出し栽培では、タマネギのセル苗、セット球、あるいはセット球を育苗したもの定植することで3月に収穫する体系が導入できると考えられた。しかし、冬春季にさとうきびの収穫が多い農家ではタマネギの収穫作業との競合も考えられるので、これらを考慮して輪・間作として導入する園芸作物の品目や栽培規模を検討する必要



第1図 種子島におけるさとうきびの栽培面積別農家戸数と平均栽培面積

第9表 さとうきび新植及び株出し、タマネギ、ならびに一斉収穫によるサヤインゲンの月別労働時間 (h/a)

作業名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
さとうきび・新植													
堆肥・石灰散布、耕耘、整地								2	2.5				4.5
作条、施肥								1.3	1.2				2.5
苗調整、植付け、補植								11.5	11.0	0.5			23.0
病害虫防除、除草剤散布				1				0.2	0.3		1		2.5
中耕・培土、追肥					1					0.5			1.5
刈り取り、脱葉、搬出										76			76.0
残葉処理										1			1.0
合 計	0	0	0	0	2	0	0	15.0	15.0	1	77	1	111.0
さとうきび・株出し													
補植							0.5						0.5
中耕・培土、追肥						1							1.0
病害虫防除、除草剤散布						2							2.0
刈り取り、脱葉、搬出										64			64.0
残葉処理									1				1.0
根切り・排土、施肥									1.5				1.5
合 計	0	0	0	0	3.5	0	0	0	0	66.5	0		70.0
タマネギ													
播種、育苗管理								12	8				20
施肥、作畦、マルチ										6			6
定植										30			30
かん水										2			2
病害虫防除	2	2								2			6
収穫、調整、出荷				133									133
後片付け				4									4
合 計	2	2	137	0	0	0	0	0	12	8	38	2	201
サヤインゲン・一斉収穫													
耕耘、整地、施肥、マルチ								16					16
播種								8					8
かん水								2					2
収穫、調整									69	35	104		
出荷									5	3	8		
後片付け			4										4
合 計	4	0	0	0	0	0	0	0	26	0	74	38	142

があると考えられた。

IV. 地域における実用化・普及促進の方法

本研究で供試したさとうきび系統の甘蔗糖度は2005および2006年度では14～15%程度と高かったが、2003および2004年度では低かった。その要因として気象条件の影響が考えられるが、秋収穫さとうきびと園芸作物との高収益営農システムの実用化・普及のためには、安定的な早期高糖性さとうき

び品種の育成が前提となる。

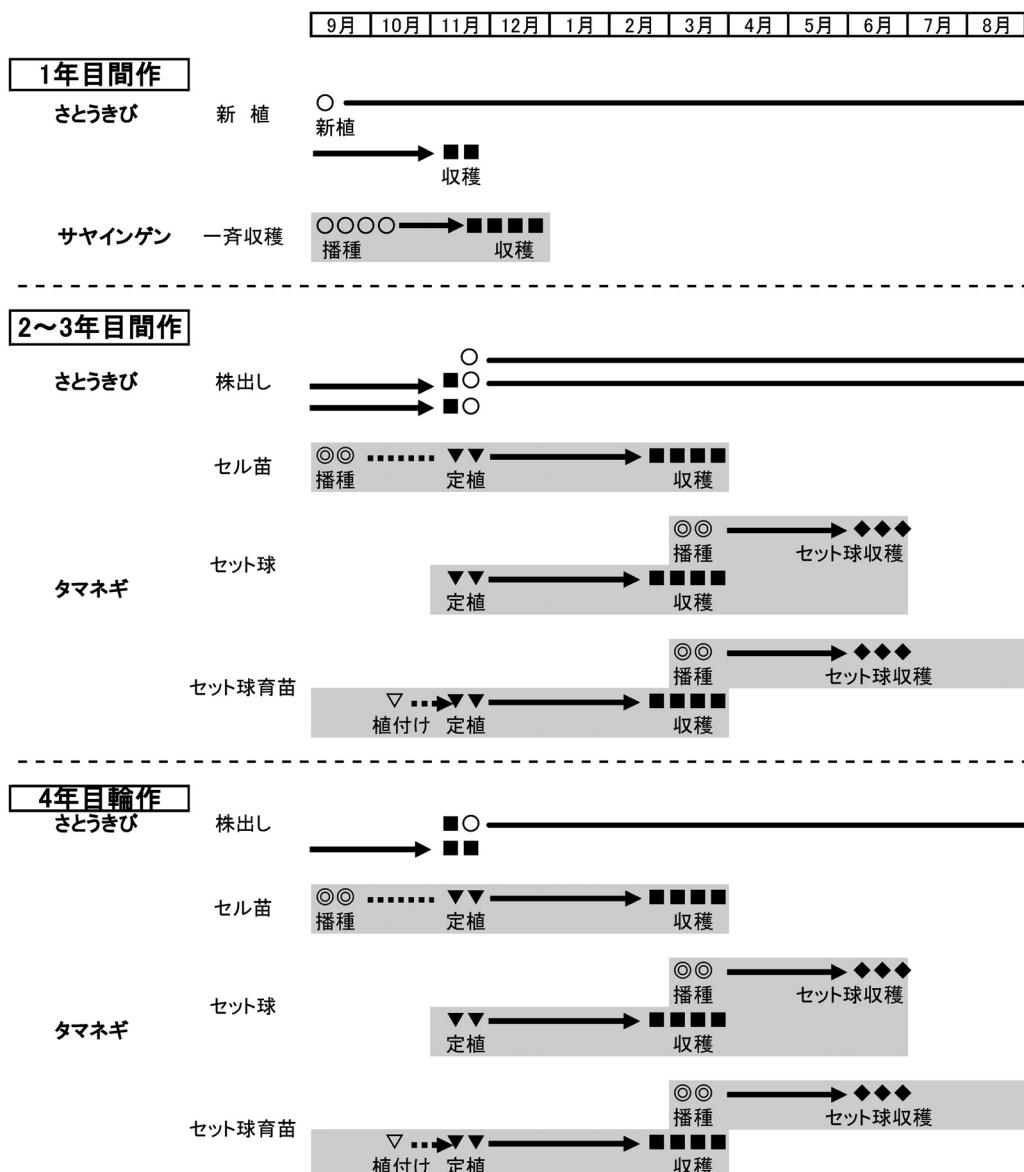
当面は早期高糖性のさとうきび品種‘農林22号’を用い、8～9月の新植時には間作品目としてサヤインゲンを9月上旬～10月上旬に数回に分けて播種し、11～12月に数回一斉収穫を行うことで、10a当たり15万円程度の粗収益が得られる。労働力が2人の場合におけるサヤインゲン間作の栽培面積は56a程度が限度であり、87万円程度の增收が期待できる。さとうきび株出しにおける間作品目としてはタマネギが適すると考えられ、11月の株出し管理後にタマネ

ギを定植すると3月中下旬に収穫でき、粗収益は10a当たり47万円となる。ただし、3月にはさとうきびとの収穫労力の競合が予想されるため、さとうきびの収穫作業を2月までに終了させる必要がある。

さとうきびと園芸作物との輪・間作技術を普及に移すためには、さとうきびを0.5～2ha栽培する認定農家を対象に、早期高糖性さとうきび品種を導入し、サヤインゲンやタマネギとの輪・間作で収益性向上が図れることを周知させる必要がある。現在、種子島では夏植えのさとうきびが40ha程度栽培されているので、秋収穫さとうきび作の導入の可能性は高いと考えられる。また、政策の見直しにより小規模のさとうきび栽培農家は経営が不安定になることが予

想されることから、間作の普及を図る必要性はより高まると考えられる。今後の課題として、タマネギの価格がやや低下する傾向にあることから、3月より価格が高い2月に収穫できる品種の選定や栽培技術の確立が望まれる。

本研究では、種子島を対象地域として検討を行ったが、奄美以南の南西諸島でもさとうきびが基幹畑作物であり、秋収穫さとうきびと園芸作物の複合による高収益営農システムを構築することは可能であると考えられる。これまでに、地域基幹研究「甘しょ等根菜類の機械化栽培を主体とした畑輪作技術」などでさとうきびの輪作品目として、鹿児島県ではゴボウ、ニンジン、根深ネギ、ブロッコリー、カボチャ、



第2図 秋収穫さとうきびと園芸作物との輪・間作システム

スイートコーン、サトイモおよびバレイショが、沖縄県では食用甘しょ、バレイショ、ニガウリおよびカボチャが検討され、さとうきびとの新規輪作作物の選定とともに、その栽培技術の確立と収益性の評価が行われてきた（鹿児島県農業試験場ほか、2000）。また、地域基幹研究「亜熱帯畑作地域における輪間作等高収益複合化技術」では鹿児島県におけるさとうきびの間作品目としてバレイショの検討が行われてきた。その結果、機械化を前提にしたさとうきび間作としての栽培技術が確立され、バレイショは間作品目として導入されている。沖縄県ではキャベツおよびダイコンを夏植えさとうきびとの間作品目、スイートコーンおよびダイズを短期輪作品目とした現地での栽培実証試験が実施してきた（沖縄県農業試験場ら、2003；九州沖縄農業センター、2003）。本研究課題では、秋収穫さとうきびとの輪・間作品目としてサヤインゲンおよびタマネギを選定した。奄美地域以南では、サヤインゲンおよびタマネギは間作品目として検討されたことがなく、種子島地域とは気温および土壤条件等の異なる環境下では生育反応が異なると考えられ、間作への導入に際しては現地実証を行った上での検討が必要である。さとうきびについても同様に間作栽培を行った現地実証による検討が必要となる。単作でのサヤインゲンの一斉収穫法は鹿児島、沖縄の両県で検討されており（宮城ら、2000；中尾ら、2003），ともに本研究課題で検討した9～10月播種・11～12月収穫の露地抑制栽培の作型がある（野菜・茶業試験場、1998）。また、タマネギの球肥大は品種によって日長および温度条件に対する反応が大きく異なることから（宮浦邦章、2003），地域の条件に合ったタマネギの品種を選定する必要があると考えられる。さらに、タマネギの栽培に好適な土壤pHは6.0～7.8であり（宮浦邦章、2003），さとうきびの栽培圃場では石灰の施用が少ないことから土壤pHが低いこともあり、土壤診断により必要に応じて酸度矯正を行う。また、奄美地域以南では冬季でも気温が高いことから病害虫の発生が多いことも懸念されるので、適正な薬剤散布方法も含めた防除体制を確立する必要があると考えられる。

V. 引用文献

- 1) 沖縄県農業試験場・鹿児島県農業試験場（2003）亜熱帯畑作地域における輪間作等高収益複合化技術。地域基幹研究成果 6.
- 2) 鹿児島県農業試験場・長崎県総合農林試験場・宮崎県総合農業試験場・沖縄県農業試験場（1995）特定研究「高収益畑輪作体系確立技術開発研究(前期)」研究成果報告書。
- 3) 鹿児島県農業試験場・長崎県総合農林試験場・宮崎県総合農業試験場・沖縄県農業試験場（2000）甘しょ等根菜類の機械化栽培を主体とした畑輪作技術。地域基幹研究成果 4.
- 4) 九州沖縄農業センター（2003）地域先導技術総合研究研究成果集「亜熱帯地域における野菜・花き作導入による高収益農業技術の確立」(CD-ROM版)。
- 5) 杉本明（1999）サトウキビの早期高糖性品種の育種に関する研究。沖縄県農業試験場研究報告 22：1-68.
- 6) 竹牟禮穣・緒方久明・勝田明敏（2003a）サトウキビとバレイショの間作栽培に関する研究。第1報 夏植サトウキビの植付時期および栽植様式。九州農業研究 65：25.
- 7) 竹牟禮 穣・緒方久明・勝田明敏（2003b）サトウキビとバレイショの間作栽培に関する研究。第2報 間作バレイショ機械化のためのサトウキビの栽培法。九州農業研究 65：26.
- 8) 中尾知子・別府誠二・東郷弘之（2003）露地抑制インゲンマメの一斉収穫栽培体系。九州沖縄農業研究成果情報 18（上巻）：353～354.
- 9) 農林水産省野菜業試験場（1998）野菜の種類別作型一覧。野菜・茶業試験場研究資料 8.
- 10) 宮浦邦晃（2003）タマネギ。編新編野菜園芸ハンドブック（西貞夫監修）p992～1007. 養賢堂、東京。

さとうきび梢頭部の飼料化技術の確立

田中正仁・鈴木知之¹⁾・神谷 充¹⁾・服部育男¹⁾・神谷裕子・塩谷 繁²⁾

(2008年6月4日 受理)

要 旨

田中正仁・鈴木知之・神谷 充・服部育男・神谷裕子・塩谷 繁（2009）さとうきび梢頭部の飼料化技術の確立。九州沖縄農研研究資料 93:81-84.

さとうきび梢頭部は飼料成分分析から牛の粗飼料として有効であるとともに、そのサイレージの発酵品質は高く保存性に富む。サイレージの飼料価値は輸入オーツ乾草並みと高く、泌乳牛用の混合飼料（TMR）素材としても有効で、乾物比で25%混合したTMR給与では、泌乳成績、血液成分に顕著な影響を与えない。購入乾草の代替利用により、飼料費の低減、飼料自給率の向上が期待でき、さとうきびを核とした持続的循環型の環境保全型島嶼営農システムの確立に資するものと考えられた。

キーワード：さとうきび梢頭部、乳牛、飼料化、サイレージ、TMR。

I. 緒 言

種子島におけるさとうきび年間生産量は約17万トン（平成18年）でその98%が農林8号である。さとうきび生産量の約6%が副産物である梢頭部であり、その約6割程度が飼料用として利活用されているがその他は廃棄されている。梢頭部の飼料利用率を向上させることによって乳用牛における飼料費の節減につながるばかりでなく、粗飼料自給率の向上や物質循環型の耕畜連携営農システムの構築が期待される。これまで当該地域に於いて粗飼料としてのさとうきび梢頭部は、さとうきび収穫期間に生草を細断する形態で経験的に給与してきた。梢頭部の利用拡大を図るために梢頭部の飼料価値の明確化と保存性の向上技術の提示および給与実証による総合的な利用技術の開発が必要である。そこで、さとうきび梢頭部の飼料価値を明らかにするため、各種飼料成分を測定し、さらに、保存性を高めて通年給与を可能にするため、サイレージ調製技術の検討とサイレージ調製後の飼料成分を明らかにした。そして、サイレージを乳用牛に混合飼料（TMR）として給与し、その飼料価値および血液成分と泌乳成績への影

響について検討した。これらの知見をもとに、さとうきびと畜産の連携による環境保全型島嶼営農システムの確立拡大に向けて、さとうきび副産物である梢頭部を乳牛用飼料として調製、貯蔵する技術を確立し、それらの給与技術を開発することが目的である。

II. 材料および方法

種子島に於いて栽培されたさとうきび（農林8号）の梢頭部について、数戸の農家圃場から採取した手刈り梢頭部を混合後に細断し、乾燥、粉碎後に各種飼料成分（粗タンパク質、粗纖維、粗脂肪、粗灰分）を定法に従って測定した。また、細断した梢頭部のドラム缶サイロで調製したサイレージの発酵特性を検討し、pH、アンモニア態窒素／全窒素比と有機酸組成に基づくサイレージ評価法（V-スコア²⁾）を測定した。さらに、当センターの乾乳牛3頭への給与試験（馴致6日間、本試験5日間）を牛用代謝チャンバーを用いて行い、栄養価評価として可消化養分総量（TDN）、可消化エネルギー（DE）、代謝エネルギー（ME）を測定した。そして、泌乳牛4頭に対し

九州沖縄農業研究センター暖地温暖化研究チーム

: 861-1192 熊本県合志市須屋 2421

1) イネ発酵 TMR 研究チーム

2) 現、畜産草地研究所

て日本飼養標準1999¹⁾によるエネルギー充足率が100%以上となるように梢頭部サイレージTMR（梢頭部サイレージ乾物25-30乾物(DM)%含有）の給与試験(1期2週間の反転試験を2期)を行い、梢頭部サイレージの消化率、泌乳成績(泌乳量、乳タンパク質率、乳脂肪率、乳糖率)および血液性状(白血球数、赤血球数、血色素濃度、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ(GOT), γ-グルタミルトランスペプチダーゼ(GGT), 尿素態窒素濃度)におよぼす影響を検討した。

III. 結果および考察

種子島内的一般さとうきび圃場で栽培されたさとうきびの手刈り梢頭部を収集し、その各種飼料成分を測定した(第1表)。主要な輸入乾草であるオーツヘイやスーダンヘイと比較して粗脂肪、粗灰分、可溶性無窒素物含量にはほとんど差がないものの粗タンパク質含量が低く、粗纖維含量が高かった。また、

近年、さとうきび収穫の機械化にともない、茎部に富んだ梢頭部が流通しているため、梢頭部の茎部と葉部についてそれぞれ飼料成分を測定した。葉部には粗タンパク質、粗脂肪、粗纖維が多く、茎部には可溶性無窒素物が多く含まれていた(第1表)。

次に手刈り梢頭部を細断後にサイレージ調製し、約3ヶ月後の発酵品質について検討した。手刈り後約1週間に調製した梢頭部のサイレージのpHは3.7であり、Vースコアでは、約98ポイントとなり高い発酵品質となった(第2表)。さらに、サイレージ調製について水分含量および発酵促進剤(市販乳酸菌製剤および付着乳酸菌事前培養液)の添加効果を検討した。発酵促進剤の添加による発酵品質の向上は見られなかった。また、高品質発酵のためには、梢頭部収穫後に予乾し、水分含量を40%前後に調製することでVースコアが高まることが明らかになった(第2表)。

梢頭部サイレージの飼料価値は乾乳牛による消化試験の結果、TDNは53.8%DM、MEは2.1Mcal/kgDM

第1表 さとうきび梢頭部と購入乾草の飼料成分比較

	粗タンパク質	粗脂肪	粗纖維	粗灰分	可溶性無窒素物
梢頭部	5.9	1.7	35.9	8.6	47.9
茎部	4.2	1.0	32.1	8.0	54.7
葉部	8.0	1.8	36.4	8.5	45.3
オーツヘイ	6.6	1.8	30.8	6.4	54.4
スーダンヘイ	8.0	1.6	32.4	9.3	48.7

各数値は乾物あたり%である。オーツヘイ、スーダンヘイの成分値は日本標準飼料成分表(2001)より。

第2表 さとうきび(農林8号)梢頭部サイレージの発酵品質

詰め込み時期	添加剤	乾物率	pH	乳酸	酢酸	VFA	VBN/T-N%	Vスコア
刈取1週後	無	41.9	3.7	1.8	0.3	0.02	4.8	97.6
刈取1週後	スノーラクト ^a	41.4	3.7	1.5	0.2	0.02	5.6	97.0
刈取1週後	FJLB ^b	41.6	3.7	1.2	0.2	0.02	5.2	97.4
刈取当日	無	19.8	4.5	0.3	0.7	0.07	14.5	62.3

乳酸、酢酸、VFAは現物%。a: サイレージ調製用市販乳酸菌製剤。b: サトウキビ梢頭部に付着する乳酸菌の事前培養液。

第3表 さとうきび梢頭部サイレージと購入乾草の栄養価の比較

	梢頭部サイレージ	オーツヘイ	スーダンヘイ
可消化養分総量(TDN) %	53.8	53.0	55.0
可消化エネルギー(DE) Mcal/kg	2.5	2.1	2.2
代謝エネルギー(ME) Mcal/kg	2.1	1.7	1.8

各数値は乾物あたり%である。オーツヘイ、スーダンヘイの成分値は日本標準飼料成分表(2001)より。

であり、輸入オーツ乾草にはほぼ匹敵する値³⁾であった（第3表）。

次に梢頭部サイレージを乾物で25%含むTMR（TDN74%DM, CP15%DM）を用いた泌乳牛4頭への給与試験を高温環境（28°C）と適温環境（10-16°C）の2回行った。粗飼料源を輸入チモシー乾草とした対照区との間に乾物摂取量、泌乳量において高温環境、適温環境下ともに差が見られず、泌乳牛に対する嗜好性および栄養価において輸入乾草区と同程度であることが明らかになった（第4表）。さらに、梢頭部サイレージの給与割合を乾物30%としたTMR（TDN73%DM, CP15.5%DM）を泌乳牛に給与した場合でも給与の前後で日乳量に差は見られず、血球、血漿成分にも差が認められなかった（第5表）。

本試験において、さとうきび生産の副産物である梢頭部は、粗飼料として有効であることが明らかになった。その特徴は、輸入購入乾草に比較して粗タンパク質含量がやや低く、粗纖維含量が高いものの、

サイレージ調製に適しており、サイレージのTDNやDE, ME価はほぼ同等であった。また、梢頭部サイレージを粗飼料源として調製したTMRは、泌乳牛用飼料として有効であり、血球成分および血中酵素活性に対する影響はなく、乳量、乳成分に対する影響も認められなかった。しかし、泌乳牛に対する給与試験中の各飼料成分の消化率では、粗纖維の消化率が輸入チモシー乾草区の53.4%と比較して、48.6%であり、それぞれ有意に低くなったので（第6表）、長期間の多給に対しては留意する必要があると思われる。また、さとうきびの収穫体系の機械化により、梢頭部中の葉部の割合が著しく低下する場合がある。葉部は粗タンパク質と粗纖維含量が茎部に比較して高く、茎部に富んだ梢頭部では、飼料成分値が異なる可能性が出てくるので、給与に際して注意が必要である。本試験では、泌乳牛用TMR中の梢頭部混合割合が25-30% DMのものを用いたが、実用性を考慮すると25% DMが上限と考えられる。25% DM

第4表 さとうきび梢頭部サイレージTMRの給与試験成績

	乾物摂取量 (kg/day)	日乳量 (kg/day)
<u>高温環境 (28°C)</u>		
梢頭部区	14.4	27.3
オーツヘイ区	14.6	27.4
<u>適温環境 (10 - 16°C)</u>		
梢頭部区	20.3	33.0
オーツヘイ区	22.0	34.8

TMRのTDNは74%, CPは15%（設計値）。

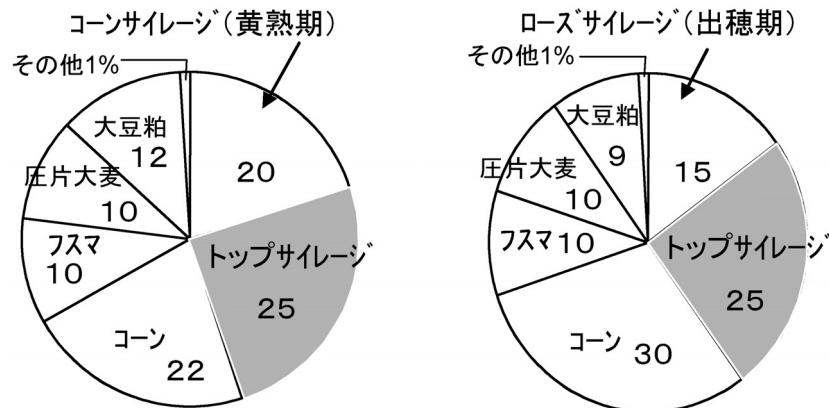
第5表 さとうきび梢頭部サイレージTMRの給与が泌乳牛の血液性状に及ぼす影響

	アルブミン mg/ml	白血球 10 ³ /mm ³	赤血球 10 ³ /mm ³	ヘモグロビン g/dl	GOT u/l	GGT u/l	乳量 kg/日
給与前	35.4	81.5	568.3	10.4	48.8	39.8	35.7
給与後	32.5	82.5	581.2	10.5	75.3	42.8	32.8

第6表 泌乳牛における梢頭部サイレージTMRの各飼料成分の消化率

	乾物	灰分	粗蛋白質	粗纖維	粗脂肪
チモシー乾草区	72.3	48.1	66.9	53.4	82.5
梢頭部サイレージ区	72.3	46.1	68.7	48.6*	85.6

* : 有意差有り (p<0.05)



第1図 泌乳牛に対するさとうきび梢頭部（トップ）サイレージ給与メニュー例（乾物比）

程度の混合比においては、機械収穫による葉部の脱落による飼料成分変動はきわめて小さいと考えられる。そこで、種子島でよく栽培されている粗飼料であるローズグラスおよびコーンサイレージとの組み合わせによる泌乳牛用のTMRを設計してみた（第1図）。混合割合は乾物比であり、TDNは約72%、粗タンパク質は14.5%となり、この設計に基づき梢頭部サイレージを活用した場合、輸入購入乾草が大幅に削減され、飼料自給率の向上および飼料費の低減に貢献するものと考えられる。さとうきび梢頭部は、これまで経験的に粗飼料として一部で利用されてきた。本試験の結果からその飼料価値が明らかになるとともに、サイレージ調製が容易で保存性に富み通常給与の可能性が示された。また、輸入購入粗飼料区のTMRと比較して梢頭部サイレージ区のTMRは嗜好性栄養価とともに同等であり、地場の自給粗飼料としての有効性が示された。種子島には、さとうきび生産量と梢頭部飼料利用率からみて約6000トン（H17）の未利用梢頭部があると考えられる。これらの資源を有効活用することにより、耕畜連携が促進され、持続的循環型の環境保全型島嶼営農システムの確立に資するものと考えられる。

IV. 地域における実用化・普及促進の方法

本研究課題により、さとうきび梢頭部の泌乳牛における飼料価値が明らかになり給与メニュー例を提示することができた。個々の農家段階ではさとうきび梢頭部入手できれば、調製と給与が可能になったと思われる。輸入飼料の高騰という厳しい状況の

中で今後の普及に向けての課題は、さとうきび圃場からいかにして効率よく梢頭部を畜産農家まで運搬できるかということである。現状では一部において精脱葉組合が組織され、組合内に分配するシステムが構築されている。これら以外の部分においても、梢頭部の収集と分配を担うシステムの構築が必要であると思われる。一方で、生産物である畜産物に関して、梢頭部給与による差別化を図り畜産経営の安定性を向上させることでより一層の安定的普及が可能になると思われる。また、種子島以外の南西諸島においては、肉用繁殖和牛が多く分布しているため、乳牛における飼養試験の成績から得たさとうきび梢頭部の栄養価や消化性などの知見をもとに、繁殖和牛への給与技術に関しても「さとうきび梢頭部の給与技術」の中で参考例として提示してあるので、肉用繁殖牛飼養農家にとっても有用な情報として活用可能であり、技術の普及に寄与するものと考えられる。

V. 引用文献

- 1) 自給飼料品質評価研究会編（2001）粗飼料の品質評価ガイドブック. 93p.
- 2) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構編（2006）日本飼養標準・乳牛2006年版.
- 3) 独立行政法人 農業技術研究機構編（2001）日本標準飼料成分表2001年版.

さとうきび秋収穫と園芸作物との複合による営農システムの実証

氏原邦博・大和陽一¹⁾・桑鶴紀充²⁾・永田茂穂²⁾・松岡 誠³⁾
伊禮 信⁴⁾・寺島義文³⁾・境垣内岳雄³⁾・福原誠司⁵⁾・杉本 明⁷⁾

(2008年6月4日 受理)

要　　旨

氏原邦博・大和陽一・桑鶴紀充・永田茂穂・松岡 誠・伊禮 信・寺島義文・境垣内岳雄・福原誠司・杉本 明(2009) さとうきび秋収穫と園芸作物との複合による営農システムの実証。九州沖縄農研研究資料 93: 85-93.

さとうきびの秋収穫栽培技術と園芸作物の間作技術を普及に移す際の具体的な問題点を明らかにするとともに、成立する条件を検証することを目的に種子島の3市町にそれぞれ現地圃場を設置した。圃場の所有農家がさとうきびの10月収穫、11月収穫および間作としてタマネギ、サヤインゲンの栽培を行い、その結果、以下のようなことが明らかとなった。

さとうきびの11月収穫では降霜のない圃場にNi22を9月に植え付け、追肥は春植えの25%とし、株出しがマルチ被覆する。10月収穫ではKF93-174を用い、黒ボク土壌を避け、降霜や強風の影響がない圃場に8月に植え付け、元肥のみで、株出しがマルチ被覆をする。園芸作物の間作では、タマネギは11月収穫向けさとうきびの新植、10、11月収穫向けさとうきびの株出しの間作として11月中旬までに定植する。タマネギの最適な圃場pHは6.3～7.3であり、pHが低いと生育が遅延するため、そのような圃場は避けるか矯正する。収穫時期は4月でも30,000円/a程度の粗収益が得られる可能性があるが、可能であれば販売単価のより高い3月が望ましい。サヤインゲンは、気温低下の影響を考慮し、9月中に播種する必要があることから新植の間作として適しており、12月中旬までに一斉収穫する。粗収益は20,000円/a以上得られる可能性がある。また、間作を行う場合にはさとうきびの畦幅を140cmにすると作業性が優れる。

キーワード：秋収穫、間作、現地実証、さとうきび、サヤインゲン、タマネギ。

I. 緒　　言

種子島のさとうきび植え付け時期は2月から3月の春植えが主であり、収穫時期は12月から4月である。4月にはイネ、5月にはカンショの定植もあることから、さとうきびの植え付け時期にはイネやカンショの植え付け準備も重なり繁忙期となっており、さとうきびの株出し管理作業の遅れも生じている。また、さとうきびの畦間を利用して園芸作物を間作する等の収益性向上も難しい状況である。

さとうきびの秋収穫栽培は8、9月に植え付け10,

11月に収穫する作型であることから、春季の労働力の集中を緩和し、単位面積当たりの収益性向上のための園芸作物の間作も可能である。

これまでの研究で、さとうきびの11月収穫には「Ni22」、「KY96T-547」、10月収穫には「KF93-174」、「KTn94-88」が有望であることが示され(杉本ら2001, 2003, 2004, 伊禮・杉本2005), 本プロジェクト中の研究課題「さとうきびの秋収穫による安定株出しのための基本技術の開発」において、これらの品種・系統を用いた栽培技術の開発を実施し、11月収穫向けさとうきびでは霜害のない圃場に9月に

九州沖縄農業研究センター機能性利用研究チーム

: 861-1192 熊本県合志市須屋 2421

1) 現、九州沖縄農業研究センター暖地施設野菜花き研究チーム

2) 現、鹿児島県農業開発総合センター

3) 現、九州沖縄農業研究センターバイオマス・資源作物開発チーム

4) 現、沖縄県農業研究センター

5) 現、アサヒビール株式会社

7) 現、国際農林水産業研究センター

植え付け、基肥は春植えと同量、追肥は春植えの25%を施用することによって、種子島の過去3年間（平成14/15～16/17年期）のさとうきびの平均原料茎重650kg/a、12月収穫開始期の甘蔗糖度12.1%（鹿児島県農産園芸課、2005）に基づいて目標として設定した原料茎重700kg/a、甘蔗糖度12.5%と同程度の成績が得られることが報告された（伊禮ら2008）。10月収穫においても霜害や台風の被害のない圃場に8月に植え付け、基肥のみとすることにより、糖度はやや不安定であるが目標値達成の可能性が高いことが報告された（伊禮ら2008）。また、研究課題「園芸作物との輪・間作技術の確立」において、園芸作物との輪・間作についても研究が実施され、サヤインゲンとタマネギが間作作物として適していることが明らかとなった。この場合の注意点としてサヤインゲンを間作する場合には播種期が遅くなると気温の低下により原料茎重が減少するので、9月から10月上旬までに播種する必要があること、タマネギでは11月中旬までには定植を終え、粗収益を考慮すると3月中の収穫が望ましいこと等が報告された（大和ら2004、大和・安達2008、桑鶴・永田2008）。

これらの技術を種子島地域に導入・普及させるためには、農家圃場等において秋収穫さとうきびと園芸作物等との輪作・間作が体系的に成立することを実際に提示することが必要である。

このため、本課題では、農家にさとうきびの11月、10月収穫栽培とタマネギ、サヤインゲンの間作を行って貰い、問題点の抽出とその対応策を検討し、この体系が成立するための条件を提示する。

なお、本課題ではさとうきびの原料茎重および甘蔗糖度、間作野菜の収穫量について達成目標値設定した。さとうきびの原料茎重については種子島の12月収穫の平均値に基づき、原料茎重700kg/a、糖度12.5%とし、間作作物は鹿児島県農業開発総合センター熊毛支場の成績に基づいて、サヤインゲンは27kg/a、タマネギは300kg/aとした（桑鶴・永田2008）。

II. 材料および方法

現地実証圃場として黒ボク土壌と赤ホヤ土壌の混合土壌で海岸に近いため降霜はないが、海に向かって開けている西之表市伊闇A圃場（鎌倉輝男氏所有。以下、西之表A圃場と略す）、黒ボク土壌と砂壌土の

混合土壌で海岸に近いため降霜ではなく、海に向けて防風林が設置されている西之表市B圃場（鎌倉輝男氏所有。以下、西之表B圃場）、黒ボク土壌で内陸部で高い林に囲まれて、弱い降霜のある中種子町大平圃場（馬場正則氏所有。以下、中種子圃場）、および、黒ボク土壌で防風林に囲まれて、南向きで降霜のない南種子町西之圃場（砂坂浩一郎氏所有。以下、南種子圃場）を設置した。

1. 秋収穫さとうきび

1) 11月収穫

Ni22、KY96T-547を供試し、2芽苗を畦間140cm、株間30cmで植え付けた。基肥は植え付け時および株出し処理時に施用し、窒素0.72kg/a、りん酸1.20kg/a、カリ0.6kg/a、追肥は窒素0.23kg/a、カリ0.23kg/a。株出しでは基肥施用後、ポリマルチで被覆した。

(1) 西之表B圃場

2005年9月20日に、各品種・系統を84m²の面積に植え付け、追肥・中耕は2006年4月28日、最終培土は2006年6月1日、収穫は2006年11月14日に実施した。株出しでは2007年4月26日にポリマルチ除去後、2007年6月1日に最終培土を行い、2007年11月12日に収穫した。収穫は各品種・系統14m²とし、3反復で実施した。

(2) 中種子圃場

2005年9月22日に、各品種・系統を84m²の面積に植え付け、追肥・中耕は2006年4月27日、最終培土は2006年5月28日、収穫は2006年11月15日に実施した。株出しでは2007年5月2日にポリマルチ除去後、2007年5月28日に最終培土を行い、2007年11月13日に収穫した。収穫は各品種・系統14m²とし、3反復で実施した。

(3) 南種子圃場

2006年9月8日に、各品種・系統を130m²の面積に植え付け、追肥・中耕は2007年4月25日、最終培土は2007年5月25日、収穫は2007年11月12日に実施した。収穫は各品種・系統14m²とし、3反復で実施した。

2) 10月収穫

KF93-174, KTn94-88 を供試した。基肥は植え付け時および株出し処理時に施用し、窒素 0.72kg/a, リン酸 1.20kg/a, カリ 0.6kg/a である。追肥は記載しない場合には実施していない。株出しへは基肥施用後、ポリマルチで被覆した。

(1) 西之表 A 圃場

2003年8月20日に、2芽苗を畦間120cm, 株間30cmで、各系統1000m²の面積に植え付け、中耕は2003年12月10日、最終培土は2004年4月28日、収穫は2004年10月5日に実施した。収穫後の株出しへは2004年4月15日にポリマルチ除去後、追肥として窒素0.9kg/a, リン酸1.2kg/a, カリ0.6kg/aを施用し、最終培土は2005年4月25日、収穫は2005年10月17日に実施した。収穫は各系統12m²とし、3反復で実施した。

(2) 西之表 B 圃場

2005年8月26日に、2芽苗を畦間140cm, 株間30cmで、各系統84m²の面積に植え付け、最終培土は2006年4月5日、収穫は2006年10月10日に実施した。株出しへは2007年4月7日にポリマルチ除去後、最終培土を行い、2007年10月17日に収穫した。収穫は各系統14m²とし、3反復で実施した。

(3) 中種子圃場

2005年8月22日に、2芽苗を畦間140cm, 株間30cmで、各系統84m²の面積に植え付け、最終培土は2006年4月10日、収穫は2006年10月11日に実施した。株出しへは2007年4月6日にポリマルチ除去後、最終培土を行い、2007年10月16日に収穫した。収穫は各系統14m²とし、3反復で実施した。

(4) 南種子圃場

2006年8月10日に、2芽苗を畦間140cm, 株間30cmで、各系統130m²の面積に植え付け、最終培土は2007年3月29日、収穫は2007年10月16日に実施した。収穫は各系統14m²とし、3反復で実施した。

2. 間作野菜

1) タマネギ

「貴錦」を供試し、1667本/aの密度で畦間30cm、株間10cmの2条植えで定植した。肥料は窒素2kg/a、リン酸2.5kg/a、カリ2kg/aで施用し、黒色ビニールを用いて畦を被覆した。個体調査は30個体を連続して収穫し、収量は出荷実績からアール当たりに換算して算出した。

(1) 西之表 A 圃場

2004年9月9日に288セルトレイに播種し、育苗した苗（セル苗）を11月18日に、10月5日に収穫したさとうきびの畦間（120cm）に定植した。収穫は2005年4月19から26日の間に実施した。

(2) 西之表 B 圃場

2005年9月9日に播種したセル苗を新植した10月収穫さとうきびおよび11月収穫さとうきびの畦間（140cm）に2005年11月8日に定植した。収穫は2006年4月4日に実施した。

2006年9月20日に播種したセル苗および4月上旬播種、球肥大後6月下旬から貯蔵したセット球を11月収穫後の株出しさとうきびの畦間（140cm）に2006年11月15日に定植した。収穫は2007年4月10日に実施した。

(3) 中種子圃場

2005年9月9日に播種したセル苗を新植した10月収穫さとうきびおよび11月収穫さとうきびの畦間（140cm）に2005年11月17日に定植した。

(4) 南種子圃場

2006年9月20日に播種したセル苗および4月上旬播種、球肥大後6月下旬から貯蔵したセット球を新植した10月収穫さとうきびおよび11月収穫さとうきびの畦間（140cm）に2006年11月17日に定植した。収穫は2007年4月4日に実施した。

2) サヤインゲン

「ベストクロップキセラ」を供試し、556株/aの密度で畦間30cm、株間30cmの2条に播種した。肥料は窒素、リン酸、カリともに1.6kg/aで施用し、黒色ビニールを用いて畦を被覆した。収量は出荷実績からアール当たりに換算して算出した。

(1) 中種子圃場

新植した10月収穫さとうきびの畦間(140cm)に2005年9月22日および10月7日に播種し、2005年11月25日および12月10日に一斉収穫した。

(2) 南種子圃場

新植した10月収穫さとうきびの畦間(140cm)に2006年9月18日および9月28日に播種し、2006年11月24日および12月5日に一斉収穫した。

III. 結 果

1. 秋収穫さとうきび

1) 11月収穫

第1表に現地実証圃における11月収穫栽培圃場の新植での収穫調査成績を示す。

(1) 西之表B圃場

新植では、Ni22は954kg/a、甘蔗糖度14.3%、KY96T-547は原料茎重851kg/a、甘蔗糖度14.3%と目標値以上であった。

株出しでは、Ni22は原料茎重729kg/a、甘蔗糖度14.1%と目標値以上であったが、KY96T-547は甘蔗糖度14.3%と目標値を上回ったものの、原料茎重は612kg/aと目標値より低かった。

(2) 中種子圃場

新植では、Ni22は原料茎重800kg/a、甘蔗糖度

13.9%、KY96T-547は原料茎重784kg/a、甘蔗糖度15.3%と目標値以上であった。

株出しでは、Ni22は原料茎重689kg/aと目標値よりも僅かに低かったが、甘蔗糖度12.7%と目標値以上であった。KY96T-547は原料茎重735kg/a、甘蔗糖度14.4%と目標値以上であった。

(3) 南種子圃場

新植のみであるが、Ni22は原料茎重804kg/aと目標値以上であったが、甘蔗糖度12.0%と目標値以下であった。KY96T-547は原料茎重693kg/aと目標値よりも僅かに低かったが、甘蔗糖度13.5%と目標値以上であった。

2) 10月収穫

第2表に現地圃場における10月収穫向け系統の収穫調査成績を示す。

(1) 西之表A圃場

新植は順調に生育し、2004年8月18日の圃場ブリックスはKF93-174は15.7%、KTn94-88は16.3%と高く、多収・高糖が期待されたが、2004年8月30日に襲来した台風によりさとうきびの葉が裂傷した。このため、原料茎重はKF93-174は783kg/a、KTn94-88は880kg/aと目標値以上であったが、甘蔗糖度はKF93-174は8.3%、KTn94-88は8.7%と低かった。

株出しはKF93-174は831kg/aと目標値以上であったがKTn94-88は654kg/aと目標値以下で

第1表 現地実証圃における11月収穫サトウキビの収穫調査成績

現地圃場名	作型	収穫年	品種・系統名	原料茎数 (本/a)	原料茎長 (cm)	原料茎重 (kg/a)	同左対 目標値比 (%)	甘蔗糖度 (%)	同左対 目標値比 (%)	可製糖量 (kg/a)
西之表B圃場	新植	2006	Ni22	1057± 92	290±11	954±38	136	14.3±0.9	114	128± 6
			KY96T-547	1152± 37	258± 3	851±15	122	14.3±0.4	114	114± 4
	株出	2007	Ni22	1077± 75	237± 6	729±60	104	14.1±0.3	113	96± 7
			KY96T-547	1040± 30	196± 4	612±42	87	14.2±0.1	114	84± 6
中種子圃場	新植	2006	Ni22	918± 41	266± 8	800±29	114	13.9±0.4	111	103± 1
			KY96T-547	921± 25	235± 6	784±14	112	15.3±0.7	122	113± 9
	株出	2007	Ni22	1156± 64	219± 6	689± 6	98	12.7±0.3	102	92± 4
			KY96T-547	1247± 19	208±11	735±62	105	14.4±0.3	115	95± 9
南種子圃場	新植	2007	Ni22	913± 98	272± 1	804±10	115	12.0±0.3	96	90± 3
			KY96T-547	884±115	232± 8	693±85	99	13.5±0.4	108	87±15

平均値 ± 標準誤差

目標値：原料茎重は700kg/a、甘蔗糖度は12.5%

第2表 現地実証圃における10月収穫サトウキビの収穫調査成績

現地圃場名	作型	収穫年	系統名	原料茎数 (本/a)	原料茎長 (cm)	原料茎重 (kg/a)	同左対 目標値比 (%)	甘蔗糖度 (%)	同左対 目標値比 (%)	可製糖量 (kg/a)
西之表A圃場	新植	2004	KF93-174	785±52	214±5	783±15	112	8.3±0.3	66	55±1
			KTn94-88	680±13	271±4	880±11	126	8.7±0.1	70	66±2
	株出	2005	KF93-174	1034±82	193±5	831±88	119	8.3±0.2	66	56±5
			KTn94-88	591±74	265±4	654±78	93	9.3±0.1	74	56±7
西之表B圃場	新植	2006	KF93-174	1007±21	219±6	913±23	130	14.7±0.4	118	125±2
			KTn94-88	652±17	281±5	832±33	119	15.0±0.1	120	114±4
	株出	2007	KF93-174	1050±10	182±9	704±55	101	14.3±0.2	114	91±6
			KTn94-88	792±10	246±8	653±25	93	13.4±0.2	107	76±2
中種子圃場	新植	2006	KF93-174	886±21	205±2	799±16	114	13.9±0.3	111	104±4
			KTn94-88	579±7	278±2	770±16	110	13.5±0.9	108	97±8
	株出	2007	KF93-174	1029±40	205±8	735±29	105	11.6±0.3	93	76±1
			KTn94-88	803±15	225±10	674±21	96	12.9±0.3	103	77±4
南種子圃場	新植	2007	KF93-174	898±23	249±6	972±41	139	12.4±0.3	99	107±8
			KTn94-88	664±11	314±36	870±41	124	12.4±0.1	99	104±6

平均値 ± 標準誤差

目標値：原料茎重は 700kg/a, 甘蔗糖度は 12.5%

あった。甘蔗糖度は KF93-174 は 8.3%, KTn94-88 は 9.3% と低かった。

(2) 西之表B圃場

新植では、KF93-174 は原料茎重 913kg/a, 甘蔗糖度 14.7%, KTn94-88 は原料茎重 832kg/a, 甘蔗糖度 15.0% と目標値以上であった。

株出しでは、KF93-174 は原料茎重 704kg/a, 甘蔗糖度 14.3% と目標値以上であった。KTn94-88 は甘蔗糖度 15.0% と目標値以上であったが, 原料茎重は 653kg/a と目標値にやや劣った。

(3) 中種子圃場

新植では、KF93-174 は原料茎重 799kg/a, 甘蔗糖度 13.9%, KTn94-88 は原料茎重 770kg/a, 甘蔗糖度 13.5% と目標値以上であった。

株出しでは、KF93-174 は原料茎重 735kg/a と目標値以上であったが, 甘蔗糖度 11.6% と目標値以下であった。KTn94-88 は甘蔗糖度 12.9% と目標値以上であったが, 原料茎重は 674kg/a と目標値にやや劣った。

(4) 南種子圃場

新植のみであるが, KF93-174 は原料茎重 972kg/a, 甘蔗糖度 12.4%, KTn94-88 は原料茎重 870kg/a, 甘蔗糖度 12.4% と原料茎重は目標値

以上であったが, 甘蔗糖度は目標値より僅かに低かった。

2. 間作野菜

1) タマネギ

第3表に間作タマネギの収穫調査成績を示す。

(1) 西之表A圃場

球径 69.6mm, 調整後重量 181.0g の平均値を示すタマネギを 341kg/a 収穫できた。このタマネギを種子島中央青果市場に出荷したところ平均 106 円/kg で取引され, 36,146 円/a の粗収入が得られた。この間作のさとうきびの畦間は 120cm であったが, 作業性に問題があるとの農家からの指摘を受け, 次年度以降畦間を 140cm とした。

(2) 西之表市B圃場

11月収穫向け品種・系統新植の間作では順調に生育し, 球径 76.5mm, 調整後重量 215.8g の平均値を示すタマネギを 259kg/a 収穫できた。10月収穫向け系統の間作では, 球径 56.4mm, 調整後重量 94.7g と成長・肥大が悪く, 収量は 113.6kg/a と 11月収穫向け品種・系統間作の 44% に過ぎなかった。11月収穫向け品種・系統の間

作で得られたタマネギを種子島中央青果市場に出荷したところ平均140円/kgで取引され、36,260円/aの粗収入が得られた。

11月収穫後の株出しの間作では、セル苗を用いた場合、球径73.4mm、調整後重量197.8gの平均値を示すタマネギを330kg/a収穫でき、セット球を用いた場合、球径73.2mm、調整後重量207.9gの平均値を示すタマネギを345kg/a収穫できた。

(3) 中種子圃場

中種子町大平圃場では定植初期から生育が遅延し、収穫は皆無となった。根の伸長が不良で、土壌pHが4.1と低かった。

(4) 南種子圃場

セル苗を用いた場合に球径78.1mm、調整後重量223.7gの平均値を示すタマネギが372kg/a収穫でき、セット球を用いた場合に球径73.5mm、調整後重量168.9gの平均値を示すタマネギが281kg/a収穫できた。

2) サヤインゲン

第4表に間作サヤインゲンの収穫調査成績を示す。

(1) 中種子圃場

9月22日播種、11月25日収穫は29kg/aの収量であったが、10月7日播種、12月10日収穫は生育が停滞し4.8kg/aの収量となった。

(2) 南種子圃場

9月18日播種、11月24日収穫は33kg/a、9月28日播種、12月5日収穫は26kg/aの収量であった。

IV. 考察

本研究の目的は農家がさとうきびの秋収穫栽培技術と園芸作物の間作技術を実行することにより、普及に移す際の具体的な問題点を明らかにし、成立する条件を検証することである。

問題点として最初に提起されたのさとうきびの畦間の問題であった。西之表A圃場の株出しで間作を行った際に畦間120cmではマルチ張りが困難であること、タマネギの定植作業にも空間が少なく、作業性が悪いことが指摘された。佐藤・吉田(1998)は原料茎重は120cm(畦間)×30cm(株間)に対し、

第3表 間作タマネギの収穫調査成績

現地圃場名	サトウキビ作型	収穫日	苗の種類	球 径 (mm)	調整後重 (g)	収 量 (kg/a)
西之表A圃場	10月収穫株出	2005年4月19～26日	セル育苗	69.6±0.6	181.0±1.7	341
	11月収穫新植	2006年4月4日	セル育苗	76.5±0.2	215.8±9.9	259
西之表B圃場	10月収穫新植	2006年4月4日	セル育苗	56.4±0.1	94.7±5.8	114
	11月収穫株出	2007年4月10日	セル育苗	73.4±2.1	197.8±12.9	330
南種子圃場	11月収穫株出	2007年4月10日	セット球	73.2±2.6	207.9±17.2	284
	11月収穫新植	2007年4月4日	セル育苗	78.1±1.4	223.7±9.6	372
	11月収穫新植	2007年4月4日	セット球	73.5±1.1	168.9±6.2	281

平均値±標準誤差

第4表 間作サヤインゲンの収穫調査成績

現地圃場名	サトウキビ作型	播種日	収穫日	収量 (kg/a)
中種子圃場	10月収穫新植	2005年9月22日	2005年11月25日	29.0
		2005年10月7日	2005年12月10日	4.8
南種子圃場	10月収穫新植	2006年9月18日	2006年11月24日	33.0
		2006年9月28日	2006年12月5日	26.0

平均値±標準誤差

140cm×30cm はわずかに小さい傾向にあったが、有意差は認められないと報告していることから、畦間を 140cm に拡張した結果、作業性の問題のないことが明らかとなった。

さとうきび 11 月収穫の成立条件は、降霜のない圃場に 9 月に植え付け、追肥は慣行の 25% とし、株出しはマルチ被覆すること(伊禮ら 2008)である。Ni22 を用いた西之表 B 圃場、KY96T-547 を用いた中種子圃場で新植、株出しともに目標値を達成できた。Ni22 で目標値を達成できなかったのは中種子圃場の株出しの原料茎重(対目標値比 96%)と南種子圃場の新植の甘蔗糖度(対目標値比 98%)であるが、目標値との差は小さかった。KY96T-547 で目標値を達成できなかったのは南種子圃場の新植と西之表 B 圃場の株出しの原料茎重であった。特に西之表 B 圃場の株出しの原料茎重は対目標値比 87% と少なかった。原料茎長が同じ圃場に植えた Ni22 よりも 41cm 短いことから何らかの原因によって伸長不良が生じた結果であり、KY96T-547 を 11 月収穫に用いるためには、栽培条件の更なる検討が必要と考えられた。以上のことから、降霜のない圃場に Ni22 を 9 月に植え付け、追肥は春植えの 25% とし、株出しはマルチ被覆を行うことにより、さとうきびの 11 月収穫が達成すると考えられた。また、間作を行う場合にはタマネギが適しており、畦間を 140cm にすることにより作業性の向上が認められた。

さとうきびの 10 月収穫の成立条件は、霜害や台風の被害がない圃場に 8 月に植え付けること、糖度を確保するため元肥のみとし追肥はしないこと、株出しはマルチ被覆することである(伊禮ら 2008)。KF93-174 を用いることにより西之表 B 圃場で新植、株出しともに目標値を達成できた。他の圃場の KF93-174 はいずれも原料茎重は目標値以上であったが、甘蔗糖度が目標値より低かった。西之表 A 圃場の新植では台風による葉の裂傷、株出しでは追肥を実施したことが低甘蔗糖度の原因と推察された。10 月収穫は台風の影響を受ける時期までに生育量を確保していることから、収量への被害は小さかったが、甘蔗糖度上昇への影響は大きかった。甘蔗糖度確保のためには強い風があたりにくく圃場の選定が重要である。追肥は栽培農家との連絡が不十分で、無追肥であることが伝わらなかつたことに起因する。栽培技術のポイントを正確に伝達することの必要性

を痛感した。中種子圃場の株出し、南種子圃場の新植でも甘蔗糖度は目標値以下であった。黒ボク土壌の全窒素は赤ホヤ土壌よりも多く、地力の高い(草水ら 1978, 門脇ら 1992)ことから、中種子圃場、南種子圃場とともに黒ボク土壌であり、無追肥でも減肥の効果が弱く、甘蔗糖度が確保できなかつたのではないかと推察された。KTn94-88 は株出しにおいて全ての圃場で目標値以下であり、10 月収穫へ用いることは難しいと考えられた。以上のことから、KF93-174 を用い、黒ボク土壌を避け、降霜や強風の影響がない圃場に 8 月に植え付け、元肥のみで、株出しではマルチ被覆することによりさとうきびの 10 月収穫が成立すると考えられた。また、間作を行う場合にサヤインゲンが適しており、畦間を 140cm にすることにより作業性が向上することが認められた。

間作タマネギの成立条件は 11 月中旬までに定植し、収益性を考慮すると 3 月中の収穫を行うことである(大和・安達 2008)。協力いただいた農家に 3 月中の収穫をお願いしたが、さとうきび収穫の最盛期であり、イネ、カンショの定植準備もあることから労力的に難しく、4 月の収穫となつた。タマネギ収量 300kg/a の目標値を達成できたのは、西之表 A 圃場の 10 月収穫後の株出しの間作(セル育苗)、西之表 B 圃場の 11 月収穫後の株出しの間作(セル育苗)、南種子圃場の 11 月収穫向け品種・系統新植の間作(セル育苗)である。西之表 B 圃場の 10 月収穫向け系統新植の間作(セル苗)では、8 月に植え付けたさとうきびが伸長しており、遮光により生長・肥大が悪く、収量は 113.6kg/a と 11 月収穫向け品種・系統間作の 44% に過ぎなかつた。中種子町大平圃場では定植初期から生育が遅延し、収穫は皆無となつた。土壌 pH が 4.1 と低く、タマネギは酸性土壌を嫌い pH6.3 から 7.3 で良く育つ(伊藤・花岡 1959)ことから、根の伸長を抑制したものと考えられた。当該圃場ではさとうきびの連作を 10 年以上続けており、石灰や堆肥を施用せず化成肥料のみの栽培が土壌 pH を低下させたと推察された。目標値を達成したのは全てセル苗であり、セット球はやや収量が少なかつた。これは桑鶴・永田(2008)の試験でも同様の結果であることから収量を確保するためにはセル苗利用が有利と思われた。しかし、セット球は 1 個 10 から 15 円程度で販売されていることから苗作りの労力を省

くためには有効な手段である。また、西之表A圃場とB圃場の11月収穫向け新植さとうきびの間作で収穫したタマネギを種子島中央青果市場に出荷したところ、A圃場のタマネギについては平均106円/kgで取引され、36,146円/a、B圃場のタマネギは140円/kgで取引され36,260円/aの粗収益が得られた。桑鶴・永田（2008）は3月22日収穫で172円/kgと試算しており、収穫を3月中に実施できれば粗収益がより向上することを示している。以上のことから、圃場pHを6.3から7.3の間に調整することが必要であり、新植では11月収穫向けさとうきび、株出しでは10、11月収穫向けさとうきびの間作として11月中旬までに定植し、可能であれば販売単価の高い3月、さとうきび収穫、イネ、カンショの定植準備等の他の作業と混み合う場合には、販売単価はやや低下するが4月に収穫することにより、秋収穫さとうきびの間作として収益の向上に寄与できることが明らかとなった。

間作サヤインゲンの成立条件は、播種期が遅くなると気温の低下により原料茎重が減少するので、9月上旬から10月上旬までに播種し、11月中旬から12月中旬に一斉収穫することである（大和・安達2008）。このため、秋収穫さとうきびの新植の間作のみでしか栽培できない。サヤインゲンは収量27kg/aの目標値を達成できたのは中種子圃場の10月収穫向けさとうきびの新植の9月22日播種と南種子圃場の10月収穫向けさとうきびの新植の9月18日播種であった。南種子圃場の9月28日播種は収量26kg/aと僅かに及ばなかったが、中種子圃場の10月7日播種は生育が遅延し収量4.8kg/aと少なかった。大和・安達（2008）は10月上旬までが播種期と述べているが、中種子圃場は内陸部で周りを林に囲まれており気温が低下しやすいことから、低温による生育障害と推察された。低い土壤pHの影響でタマネギ栽培が困難であることから土壤pHの影響も考慮したが、9月22日播種では目標値以上であり、土壤pHの影響ではないと考えられた。熊毛支場の試算によるとサヤインゲンの販売単価は850円/kgである。中種子圃場の9月22日播種では24,650円/a、南種子圃場の9月18日播種では28,050円/a、9月28日播種では22,100円/aの粗収益を得ることが可能と考えられた。以上のことから、サヤインゲンは気温低下の影響を考慮して9月中に播種し、12月中旬まで

に一斉収穫することにより秋収穫さとうきびの新植の間作として収益の向上に寄与できると思われた。

以上のように、さとうきびの10月収穫、11月収穫が成立する条件が農家圃場のレベルで明らかとなり、間作野菜としてタマネギ、サヤインゲンが有望であることも示された。それぞれご協力頂いた農家に聞き取り調査を行ったところ、3農家ともにさとうきびの秋収穫は現行のさとうきび収穫後期に集中している労働時間を軽減する効果があり、導入したい技術であるとの回答を頂いた。間作についても技術的には難しくないと回答であり、西之表圃場所有の鎌倉輝男氏はタマネギに強い興味を持たれていたが、中種子町、南種子町の場合には種子島中央青果市場までの距離が遠く、近くに出荷先がないことから現状では難しく、出荷体制の整備が必要との意見であった。また、他の作業との関係でタマネギの収穫が4月になったことから、作業性を考慮したさとうきびおよび間作作物の作付け計画が重要である。

本研究を行うにあたり、ご協力頂いた西之表市の鎌倉輝男氏、中種子町の馬場正則氏、南種子町の砂坂浩一郎氏に謝意を表します。

V. 地域における実用化・普及促進方法

さとうきびの秋収穫の成立条件は、10月収穫、11月収穫とともに降霜がなく、風があたりにくい等限定される。地元自治体、農協、普及センター、糖業振興会との連携を取り、該当する圃場の選定作業を進めるとともに、ハーベスターの効率的利用を進めるためにも植付け計画等を作成し団地化を図ることも必要である。また、間作野菜生産においても少量生産では出荷体制の構築は難しいと考えられることから、さとうきびと共に間作野菜の団地化を推進することが必須と思われる。

奄美地域以南であれば霜害について考慮する必要がないことから種子島より普及しやすいと考えられる。輪・間作野菜については地域によって適する品目が異なることから、品目の選定試験を行うことが必要である。

VII. 引用文献

- 1) 伊禮信・杉本明 (2005) さとうきびの周年収穫・多段階利用に向けた品種の開発と新たな作型. 農業技術 **60** (4) : 150-154.
- 2) 伊禮信・松岡誠・寺島義文・境垣内岳雄・氏原邦博・福原誠司・寺内方克・杉本明 (2009) さとうきびの秋収穫による安定株出しのための基本技術の開発. 九州沖縄農業研究センター研究資料 **93** : 19-27.
- 3) 伊藤純吉・花岡保 (1959) タマネギ. 蔬菜園芸講座 4 : 204-236.
- 4) 門脇英美・上村幸廣・鳩野哲也 (1992) 土壌の違いがカンショの品質に及ぼす影響. 鹿児島県農業試験場報告 **20** : 11-18.
- 5) 鹿児島県農産園芸課 (2005) さとうきび及び甘しゃ糖生産実績. 1-87.
- 6) 草水崇・田辺市郎・荒木浩・北山登喜男 (1978) 南九州の火山灰土壌における畑作水稻に対する窒素の合理的施肥法. 鹿児島県農業試験場研究報告 **6** : 1-15.
- 7) 桑鶴紀充・永田茂穂 (2009) 秋収穫さとうきびと園芸作物との高収益営農システムの構築. 九州沖縄農業研究センター研究資料 **93** : 69-79.
- 8) 佐藤光徳・吉田典夫 (1998) サトウキビ NiF8 の栽培特性. 第2報種子島における栽植密度と収量関連形質の関係. 日本作物学会九州支部会報 **64** : 65-66.
- 9) 杉本明・氏原邦博・前田秀樹・下田聰 (2001) 早期収穫によるサトウキビの安定多収栽培技術の確立－収穫時期の異なる株出しサトウキビが1年後に示す蔗茎収量および砂糖収量の差異－. 日本作物学会九州支部会報 **67** : 52-54.
- 10) 杉本明・大庭達人・外間康洋・宮城克浩・寺島義文・神谷正俊・伊禮信・氏原邦博・謝花治・福原誠司 (2003) 石垣島、沖縄本島南部、および種子島におけるサトウキビの秋収穫栽培技術開発の現状と問題点. 日本作物学会九州支部会報 **69** : 58-60.
- 11) 杉本明・寺島義文・氏原邦博・福原誠司・追立祐二・久保光正 (2004) 種子島における初冬季収穫栽培に適応性の高い品種および系統. 日本作物学会九州支部会報 **70** : 57-59.
- 12) 大和陽一・安達克己・永田茂穂・氏原邦博 (2004) 種子島地域における早期高糖性サトウキビとの間作に適した園芸作物の選定. 園芸学会九州支部研究集録 **12** : 68.
- 13) 大和陽一・安達克樹・壇和弘 (2009) 秋収穫さとうきびとの輪・間作での園芸作物の栽培技術の確立. 九州沖縄農業研究センター研究資料 **93** : 37-54.

さとうきび秋収穫栽培法を核とした種子島における新営農システムの経営的評価 －3 タイプの複合経営モデルのシミュレーションによる新技術の経営的評価－

笹原和哉

(2008年6月4日 受理)

要 旨

笹原和哉(2009) さとうきび秋収穫栽培法を核とした種子島における新営農システムの経営的評価。
九州沖縄農研研究資料 93: 95-104.

本稿はさとうきび複合経営への新営農システム（具体的には秋収穫栽培法と輪、間作物）の導入効果を、種子島における経営モデル策定とシミュレーションを用いて明らかにしている。花卉園芸とさとうきび複合経営では新営農システムの導入により、1ha程度の経営面積でも農業所得が増大する。かんしょ複合経営においては新営農システムが、経営面積1ha段階から農業所得が80万円、2.5ha以上では、200万円程度の所得増大効果をもたらす。10haを超える経営において、収穫期間の増大による作業の平準化の効果が認められる。また、大規模繁殖牛複合経営においては新雇用創出効果がある。以上、新営農システムはさとうきび複合経営の所得拡大に寄与する。

キーワード：さとうきび、秋収穫栽培法、種子島、花卉園芸複合経営モデル、かんしょ複合経営モデル、繁殖牛複合経営モデル、間作作物、雇用創出。

I. 緒 言

南西諸島の農業はさとうきびを基幹としており、そのさとうきびは種子島においては単作経営よりも複合経営によって生産されることが一般的である。園芸、かんしょ等畑作物、畜産との複合によって経営が成立している。奄美以南と比べた種子島の気象は、台風が来ない場合でも一定の降水量が期待でき、单収が安定しやすい反面、さとうきびの生育に適した高温の期間が短く、降霜のリスクがあるという特徴がある。近年種子島は新植の9割が春植で約700ha、夏植が1割以下の約50haである。気象の影響によって、奄美以南のさとうきびは株出し時に収量がやや低下する傾向があるのに対して、比較的種子島のさとうきびは株出し時に单収が低下しない。

現行のさとうきび栽培において、農林8号の収穫は降雨日の多い冬から春に行われ、この時期の労働の集中が著しい状況にある。農林8号一品種依存による収穫時期の集中は、多数のハーベスターを必要とし、稼働率向上を妨げ、収益向上を阻害する要因ともなっている。

これらの問題解決のために、九州沖縄農業研究センターは農林22号ほか、秋に収穫し、株出しにおいても農林8号に匹敵する、多収品種・系統を用いた、さとうきびの画期的な安定多収栽培技術（以下、秋収穫栽培法）を開発している。併せて、秋収穫栽培法の導入効果を高める為の輪作および間作作物について、種子島における収穫量、収穫適期等を明らかにして作物の選定を行った。有力なのは、扱いやすい間作のたまねぎ、収益性が期待できるが、収穫時にデリケートな扱いと労働力を多く必要とする間作のさやいんげん、被覆植物を兼ねる輪作早掘かんしょである。これらと農林22号の秋収穫栽培法との組み合わせを新営農システムと位置づけ、現場にて試作に取り組んでいる。

種子島のさとうきび生産の近況をアンケートから整理した樽本¹⁾は、種子島のさとうきび経営は、平均作付面積が1ha以下であり、一方、5ha以上を栽培する農家のすべてがハーベスター組合員であり、規模拡大する農家にとってハーベスターは不可欠であることを明らかにしている（第1表）。

本稿は上記を前提としてさとうきび秋収穫栽培法

第1表 種子島におけるさとうきび栽培面積とハーベスタ組合員との関係

栽培面積	農家戸数	
	組合員外	ハーベスタ組合員
1ha 未満	1,348	12
1 - 2ha	425	22
2 - 3ha	68	17
3 - 4ha	17	13
4 - 5ha	2	11
5ha 以上	0	17
平均	0.8ha	3.5ha

注：樽本¹⁾より引用。

を中心とした新営農システムについて、経営的に評価し、具体的な導入効果を明らかにしようとした。具体的には、種子島における3タイプのさとうきび複合経営（1. 花卉園芸複合経営、2. かんしょ複合経営、3. 繁殖牛複合経営）への、秋収穫栽培法とそれぞれのタイプに合った複合作目の導入効果及び、地域における意義等を、経営モデルのシミュレーションによって検討した。ひいては新営農システムの普及を起点として、縮小傾向にあるさとうきび生産の復興、南西諸島における高収益営農の構築に貢献しようとする。

II. 材料および方法

1. 3タイプのモデルを策定する理由

さとうきび秋収穫栽培法を核とする輪作・間作作物の導入効果を計測するため、ここでは3つのタイプの営農モデルを策定した。第1のタイプは花卉園芸

複合経営に秋収穫さとうきび、間作さやいんげんを導入したモデルである。種子島においては花卉園芸として、多くの臨時雇用が必要であるフリージア球根、デリケートな扱いを要するレザーリーフファンの产地であり、両作物とさとうきびによる複合経営が成立している。今後も担い手の育成が期待される複合経営である。営農モデルの策定にあたっては作業データ、経理データを種子島中部の花卉園芸複合経営を対象に入手し、さらに作業実態調査を行い、基幹農作業の作業効率等を把握している。

第2のタイプはかんしょ複合経営モデルである。さとうきび夏作植付前に輪作作物として澱粉原料用かんしょ（以下、澱原かんしょ）を作付けする経営である。澱原かんしょとの複合を行っている農家は種子島では広く存在し、経営規模も大規模経営から小規模経営まで幅広く存在する。そこでかんしょ複合経営モデルを策定する。経営モデルの策定にあたり、種子島北部と南部在住の澱原かんしょとさとうきびを作付けする複合経営を対象に基幹農作業についての作業実態調査を行い、作業日誌データ、経理データ入手している。輪作作物としては、秋収穫栽培法によるさとうきびとともに、緻密な作業の少ない間作たまねぎ、早掘かんしょを導入した、モデルを検討した。

第3のタイプは繁殖肉用牛との複合経営モデルである。種子島の基幹産業として欠かせない畜産部門を組み込んださとうきび複合経営も種子島において典型的な複合経営の一つである。ここでは、繁殖牛と牧草、さとうきびとその輪作作物の澱原かんしょ

第2表 経営モデルと参照した対象経営の概要

タイプ	基幹労働力	きび収穫	作目と規模 ^(注)	シミュレーション操作内容
花卉園芸複合経営	2名	手収穫と委託	さとうきび、フリージア 25a、ハウスによるレザーリーフファン作付 24a	経営面積 新規導入作目 (間作さやいんげん)
かんしょ複合経営	2名	ハーベスタ組合オペレータ	さとうきび、澱粉原料用かんしょ	経営面積 新規導入作目 (間作たまねぎ、早掘かんしょ)
繁殖牛複合経営	2名	ハーベスタ組合オペレータ	さとうきび、澱粉原料用かんしょ繁殖牛 20頭、牧草	経営面積 新規導入作目 (間作たまねぎ、早掘かんしょ)

注：規模を記したものは、モデル分析において規模を固定してシミュレーションを行う作目。

の複合経営モデルを策定する。繁殖牛複合経営モデルは、さとうきびと澣原かんしょ、繁殖牛、牧草、という部門がある。新営農システムとしては、秋收穫栽培法のさとうきびと、かんしょ複合経営と同様に間作たまねぎ、早掘かんしょの導入効果を明らかにする。また、多くの部門を持つため、繁殖牛複合経営における雇用導入の効果も明らかにする。

データ入手は、澣原かんしょ、さとうきび、繁殖牛、牧草の部門を実際に持つ種子島南部の大規模経営を対象にしている。

2. 経営モデルの策定にあたって

第2表に経営モデル分析において参考した対象経営の概要を示した。作業時間および利益係数は基本的にこれら3タイプの経営における記帳、実態調査に基づく。但し、一部の利益係数、時期毎の作業時間については、鹿児島県の内部資料である種子島における主要農作目の原単位表を用いている。

モデル策定とそのシミュレーションの手法としては南石晃明が線形計画法を応用して開発した営農モデルシミュレーションのシステム「FAPS」を用いている。「FAPS」の特徴の一つはアメダスデータを組み込むことができることにあり、さとうきび収穫のような降雨により制約され易い作業について、作業可能な時間を明らかにし、現実的なシミュレーション結果を示すことに有効である。

経営モデルの分析においては、設定した経営条件

における、農業所得最大化を目標とした作目の組み合わせと作付面積が、最適解として示される。シミュレーション分析では、原則として家族労働力は2名と設定する。面積拡大は借地によるものとし、借地料が1万円/10aとする。

3. 経営モデルの設定内容

第3表に経営モデルを策定する前提条件となるさとうきびの3種類の栽培法と各作目の植え付け、収穫時期と10aあたりの限界所得^(注1)を示す。作業する時期の設定にあたっては、現地の栽培ごよみや経営者の意見を参照して策定している。

栽培法ごとの单収の設定、秋收穫栽培法に関する植え付け時期、収穫時期は、主に九州沖縄農業研究センターの技術開発部門のデータに依拠している。なお、秋收穫栽培法で用いる農林22号は現状では霜に強いとはいえない。また、高温の時期が短いと収穫適期が短縮化する性格を持つ。つまり、本稿では種子島という、他の南西諸島よりも厳しい環境において秋收穫栽培法を評価している。なお、比較対象とするのは農林8号の春植と夏植である。なお夏植は現在減少しつつあるが、秋收穫栽培法との比較優位性の検討のためにプロセスに含めている。

さとうきびの株出し回数は栽培条件次第で、変動する。モデル化にあたり、平均的な栽培実態からさとうきびは4年単位で植え付けから廃耕までが繰り返されるという前提を置いている。従って、夏植と

第3表 主要作物、栽培法に関する設定

	秋收穫	春植	夏植	澣原 かんしょ	早掘 かんしょ	間作 たまねぎ	間作さや いんげん	繁殖牛 20頭	フリージア	レザーリーフ ファン
植付時期	8月上旬 ~ 9月下旬	1月中旬 ~ 4月下旬	9月~ 12月上旬	5月下旬 ~ 6月下旬	4月上旬	10月下旬 ~ 9月上旬				
収穫時期		12月上旬 ~ 11月	12月上旬 ~ 4月上旬	10月上旬 ~ 10月下旬		3月下旬 ~ 8月上旬				
単収 (t/10 a)	植付年	0 9 8 4 //	7.5 8 7 6.5	0 9 7 6.5						
平均(t/10a)		6.25	7.25	5.625	2.4	1.65		2.59	0.7	
kgあたり価格		20.5	20.5	20.5	31	65		140	780	
限界所得 (万円/10a)		6.1	7.1	5.9	3.0	2.8		30.3	19.5	103
輪作	澣原かんしょ	x	x	○						
	早掘かんしょ	○	x	○						
間作	たまねぎ	◎	x	x						
	さやいんげん	◎	x	x						

◎: 每年可能 ○: 植付前(4年に一度)のみ可能 ×: 輪作、間作が不可能。
この設定では一年は春植・夏植の収穫後にスタートして、4年周期となる。

秋収穫栽培法は株出し回数が2回、春植は3回となり、植え付け年でも収穫可能な春植が夏植、秋収穫栽培法に比べて年平均単収の上でやや有利である。

秋収穫栽培法も含めて、さとうきびは全て糖度を12.5%とし、1tあたり20,500円としている。秋収穫栽培法は8～9月中旬植え付け、11月収穫となり、単収は新植9t、2回の株出しは8tずつである。比較対象である春植は現地の実態から、新植7.5t、株出し1回目8t、2回目7t、3回目6.5tであり、夏植は新植9t、株出し1回目7t、2回目6.5tとしている。各栽培法の「限界所得」は第3表下段に示すように、春植えが最も高い。

さらに、第3表にはシミュレーションにて選択する澁原かんしょ、早掘かんしょ、間作たまねぎ、間作さやいんげん、繁殖牛、について植え付け及び収穫作業時期と限界所得などを記している。第4表には各作目の旬ごとの作業時間を示す。

4. 各経営モデル毎の設定とシミュレーションの手順

花卉園芸複合経営モデルにおいてレザーリーフファンはハウスに24aを作付け、フリージアは露地にて25aの作付けを固定して行うこととする。他に春植、夏植のさとうきびを栽培している状態をまずモ

モデル化して、シミュレーションを行う。次に、このモデルに対して、秋収穫栽培法だけを選択肢に加えるシミュレーションを行う。3つめに、秋収穫栽培法に加えて間作さやいんげんを選択可能とするシミュレーションを行い、結果を比較する（第1図）。

かんしょ複合経営モデルについては、1つめにまず春植さとうきび、夏植さとうきびと澣原かんしょ作の状態をモデル化してシミュレーションを行う。なお、家族労働のハーベスタ組合への出役を12haと設定しており、この出役は他部門より優先する。オペレータとしての賃金収入は324万円を得て、ハーベスタ固定費負担分を72万円と設定している。なお、秋収穫栽培法導入後は出役面積が14haへ増加することと設定している。同様に、2つめに秋収穫栽培法を選択できるシミュレーションを行い、3つめに間作たまねぎを選択できるシミュレーションを行う。

繁殖牛複合経営モデルでは、春植さとうきび、夏植さとうきびと澣原かんしょを作付けする。また、母牛20頭規模を飼育し、毎旬の労働時間が45時間、年間所得が103万円となる繁殖牛部門がある。かつ、飼料として収入がゼロの牧草を2.6ha生産することと設定する。また、かんしょ複合経営同様に、他部門より優先してハーベスタ組合に出役する。シミュ

第4表 単体表より抜粋した各作目の旬毎の作業時間

注（花）：花卉園芸複合モデルにて選択可能

(か, 繁) : かんしょ複合経営モデル, 繁殖牛複合経営モデルにて, 選択可能

さとうきびは新植後は株出し栽培となるため、4年間の平均作業時間を示している。

また、さとうきびは1月～4月植付まで12の作型を想定している。同様に夏植、秋収穫は8～9月に6つの作型を想定している。

夏植は10月～12月まで作付可能な作型も想定したが、採用されない。花卉園芸複合モデルは、手刈りとハーベスタ委託の作型がある。小数点以下の数字は四捨五入。

レーションの手順はかんしょ複合経営モデルの場合と同様に行い、所得増大効果を求める同時に、年間雇用を導入した場合の結果を示す。

III. 結果および考察

1. 「限界所得」から見た新営農システムと既存の体系との比較

秋收穫栽培法の特徴を整理すると、種子島では8～9月に植え付け、翌年の11月に最初の収穫を迎える。ゆえに、作業ピーク及び、ハーベスト稼働時期が春植、夏植と異なる。秋收穫栽培法は、「限界所得」が夏植より高い。しかし、春植より低い。一方、秋收穫栽培法だけが植え付け後翌年の春まで、葉が地表を覆わないため、たまねぎ、さやいんげんの間作が可能になる。また、植え付け前に早掘かんしょを導入することも可能である。これらの輪作、間作作物は地表を覆い、土壤流亡防止の効果が期待されるだけでなく、4年単位では秋收穫栽培法と間作（さやいんげん、またはたまねぎ）の所得の合計は（間作が不可能な）春植による所得を上回る効果がある。また、4年間で、3作の秋收穫栽培法と早掘かんしょの所得を加えた場合、4年間分の限界所得の合計は21.1万円となる（ $6.1 \times 3 + 2.8 = 21.1$ 万円）。これは、夏植を植え付ける前に澱原かんしょを作付けるとした場合の夏植収穫3回分と澱原かんしょの「限界所得」の合計（ $5.9 \times 3 + 3.0 = 20.7$ 万円）を若干上回ることができる。秋收穫栽培法導入は、他のさとうきびと

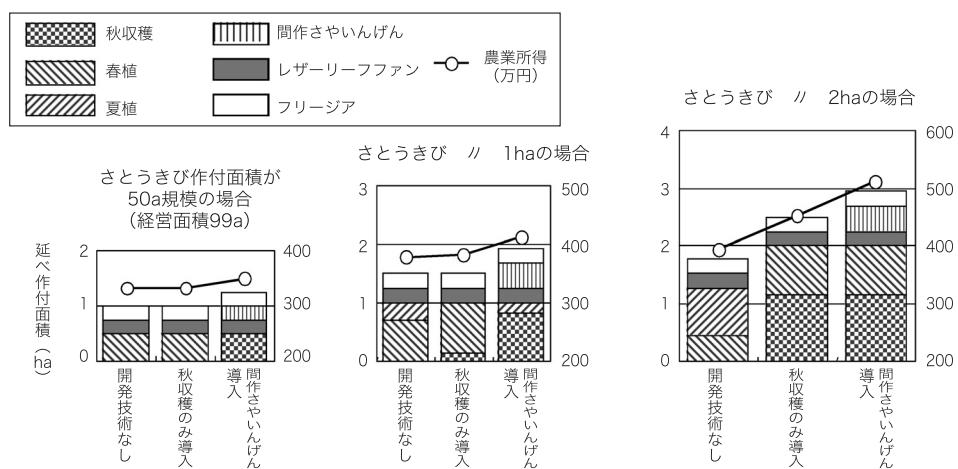
の組み合わせによる作業時間の平準化と、新たな作付体系の組み合わせが可能であり、新しい作付体系の導入によって、初めて所得増大に寄与する。その効果を明らかにしていく。

2. 花卉園芸複合経営モデルにおける新営農システムの導入効果

まず花卉園芸複合経営モデルについては、第1図左側に、さとうきび作付面積（株出しを含む）が50aとしたシミュレーション結果を示した。秋收穫栽培法が選択可能なだけでは効果は少なく、間作さやいんげんを加えることで、夏植を秋收穫栽培法と間作さやいんげんの組み合わせに置き換えることが有利であり、18万円の所得増大効果があることがわかる。

次に、さとうきび作付面積を1haとしたシミュレーションの場合、春植が秋收穫栽培法に置き換わり5万円の所得増大効果があり、間作さやいんげんも選択可能とすると、34万円の所得増大効果がある。

さらに、さとうきび作付面積を2haとした場合、夏植が秋收穫栽培法に置き換わり、58万円の所得増大効果があることが示される。間作さやいんげんも選択可能とすると、計117万円の所得増大効果がある。つまり、間作さやいんげんの導入が契機となって、さとうきび作付面積が50aの経営は、新営農システムの導入の優位性が示されている。さとうきび作付面積が2haの経営においては、秋收穫栽培法さとうきびのみでも導入することに優位性があることが示されている。



注：各グラフの左縦軸は延べ作付面積 (ha)、右縦軸は農業所得 (万円) を表す。

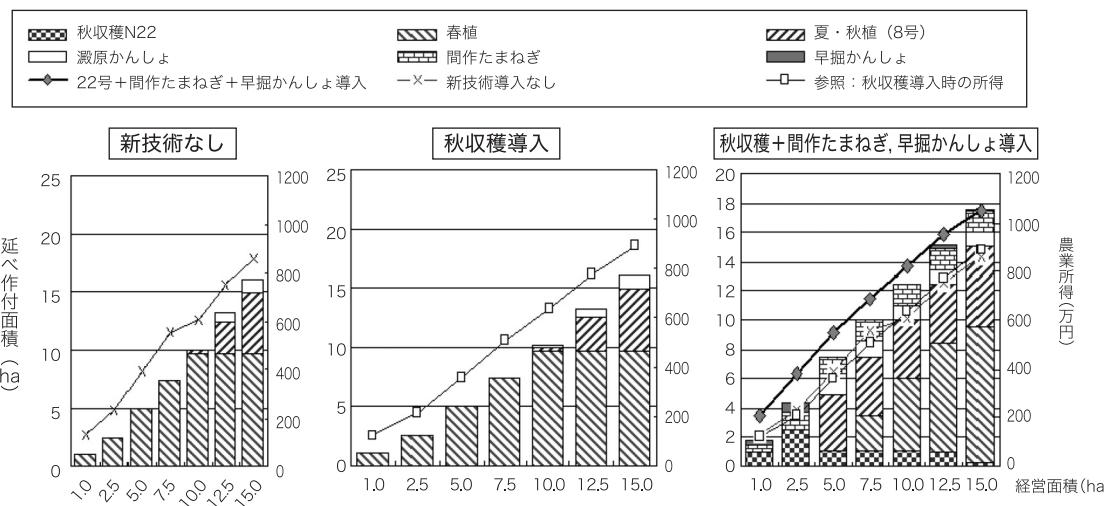
第1図 花卉園芸複合経営モデルにおける秋收穫栽培法単独導入並びに新営農システム導入による作付構成と所得への効果

3. かんしょ複合経営における新営農システムの導入効果

かんしょ複合経営モデルにおいて、秋収穫栽培法のみ選択可能としたシミュレーションの結果は、秋収穫栽培法のない場合と作付面積、所得が変わらず、全く秋収穫栽培法が選択されない（第2図中央）。ところが、間作たまねぎと合わせて選択可能な場合に、秋収穫栽培法は採用される（第2図右）。2.5ha以下の経営においては、新営農システム（早掘かんしょ、間作たまねぎ、秋収穫栽培法さとうきびという組み合わせ）は、春植、夏植のさとうきびを完全に置き換えてしまうほどの導入効果を持っている（第3図左、中央）。他のシミュレーションよりも新営農システムが導入されやすい条件にあると言える。

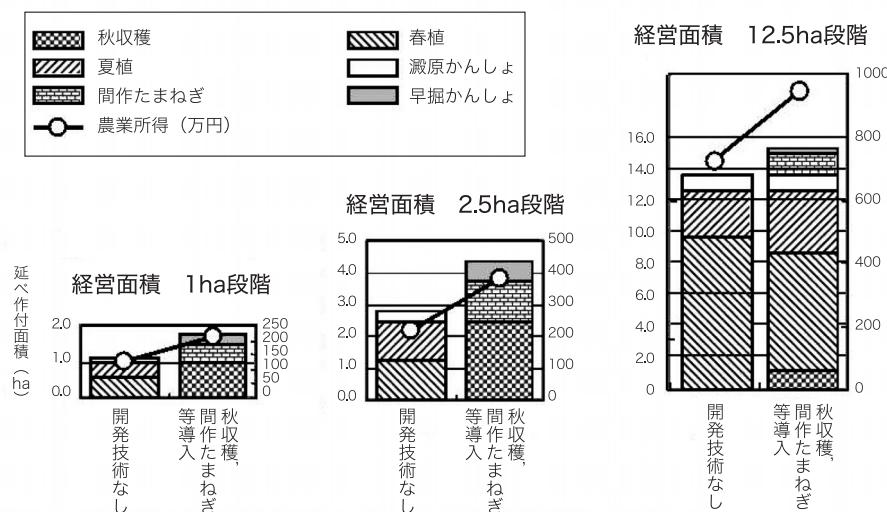
なお、かんしょ複合経営においては、新営農システムの導入は、経営面積1ha段階から農業所得の84万円の増大をもたらし、2.5haの場合は、200万円程度の所得増大効果が現れる（第3図左、中央）。

なお、12.5haといった大規模経営になると、春植、夏植を中心とした体系に部分的に新営農システムが導入される（第3図右）。12.5haという大規模経営においては、新営農システムを選択することは、約200



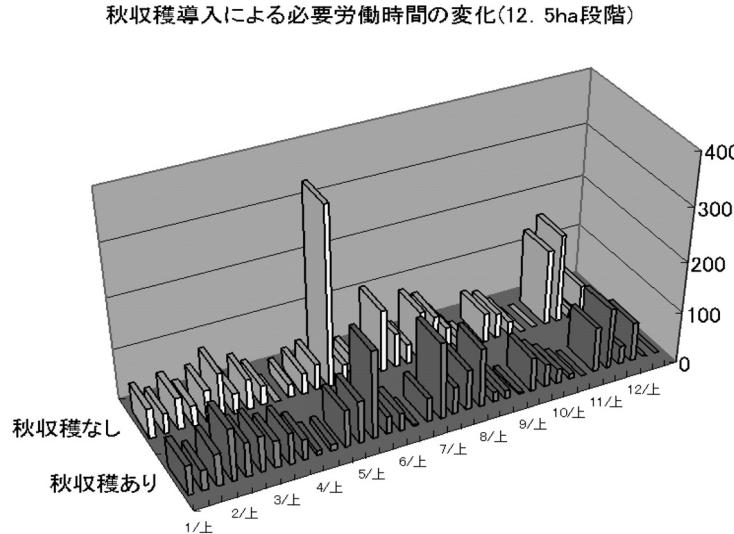
第2図 かんしょ複合経営モデルにおける新営農システムの導入効果

注：折れ線グラフは経営規模ごとの所得を表す。右のグラフにおいては、「新技術なし」、「秋収穫栽培法導入」の折れ線グラフを再び書き込んでいる。秋収穫栽培法のみ導入では所得増大効果がほとんどない為、新技術なしと秋収穫栽培法導入のみの折れ線グラフは、2つの線がほぼ重なることとなる。



注：各グラフの左縦軸は作目毎の作付面積(ha)を、右縦軸は農業所得(万円)を表す。

第3図 かんしょ複合経営における経営面積別の新営農システムの導入効果



第4図 かんしょ複合経営における秋收穫栽培法導入による労働時間の変化

万円の所得増加以外の効果として、春植の集中から春植・秋收穫栽培法の作付案分収穫時期の労働集中を解消する効果がある（第4図）。

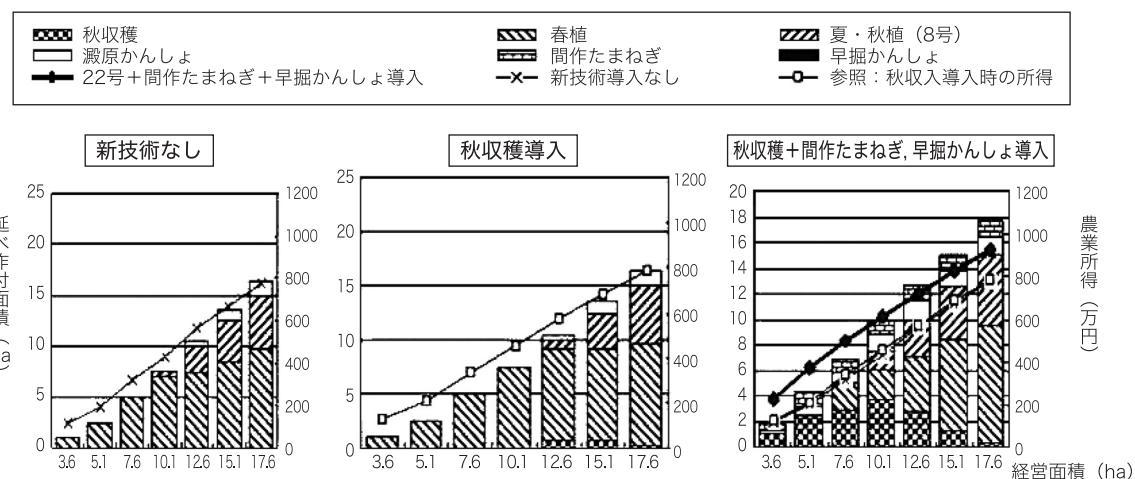
4. 繁殖牛複合経営における所得増大効果と雇用導入効果

このモデルでは新営農システムを選択する前から、さとうきび、繁殖牛、ハーベスター組合の受託作業、かんしょ、牧草、と作目が多い。大規模かつ、部門が多い経営を想定した繁殖牛複合経営においては、秋收穫栽培法のみ単独では大規模経営における若干の面積の選択にとどまる（第5図中央）。しかし、新営農システムを選択可能ならば、主に秋收穫栽培法

を選択することとなる（第5図右）。

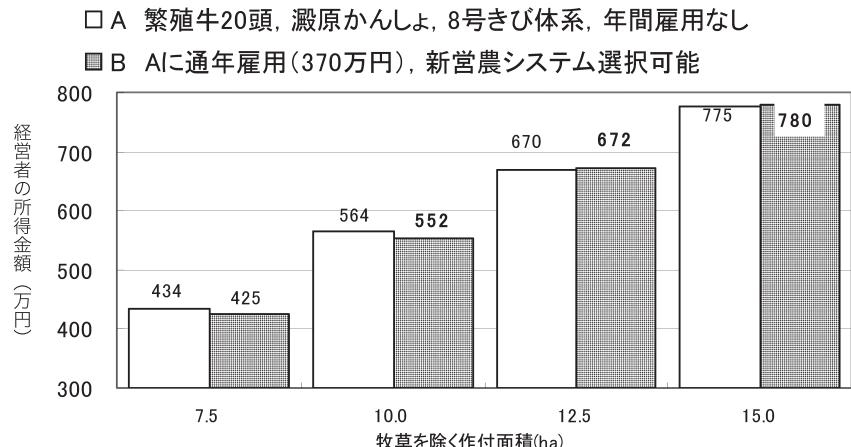
また、繁殖牛複合経営モデルについて、家族労働と、別途年間雇用1名を加えた3人の労働力を想定すると、若干事情が異なってくる。間作たまねぎと秋收穫栽培法を選択可能ならば、7.5ha以上の作付面積の場合、労働費370万円として年間雇用1名を導入すると、年間雇用のない場合と比べ、経営の所得はほぼ変わらない（第6図）。種子島の現状として370万円の労賃が得られる仕事は多くない。つまり秋收穫栽培法導入は雇用創出効果をもたらすと考えられる。

また、第7図に示すように、棒グラフの必要労働時間と波線で塗りつぶされた雇用労働が対応できる

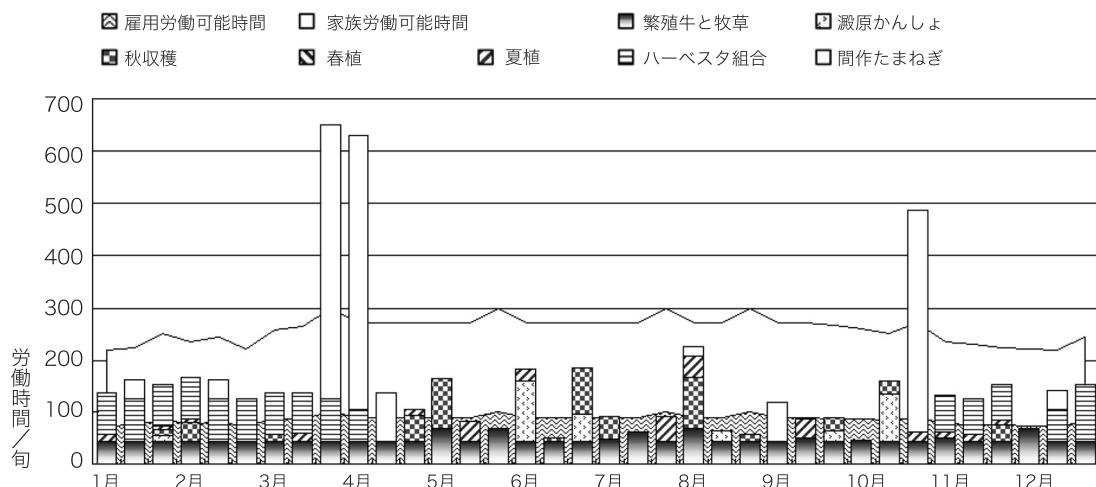


第5図 繁殖牛複合経営における新営農システム導入による所得増大効果

注：第5図の3つのグラフの横軸である経営面積は2.6haの牧草用圃場を含んでいる。牧草を除く経営面積で表すと横軸は1.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5, 15.0haとなる。作付面積（縦軸）には牧草地を含めない。



第6図 繁殖牛経営における新営農システム導入効果（雇用導入1名）



第7図 繁殖牛経営における年間雇用労働供給の効果

注：第7図の間作たまねぎ植え付け、収穫時に集中して要する作業は、3月下旬、4月上旬、10月下旬に家族と年間雇用（計3名）に加えて日平均4名の臨時雇用労働を前提にしている。波線の背景部分が年間雇用労働1名分の各旬における労働可能時間である。

時間を比較すると、作業に必要な労働時間が雇用労働によって対処できる時間を下回る時期が多い。新営農システムは労働時間のかなりの部分を常勤1名の雇用労働者のみで実施可能になる、という長所が示された。

5. 小規模経営への効果の整理

前節までは専業大規模経営を想定してきたが、本節は補足として、種子島に多い小規模経営への効果について記す。小規模経営は花卉園芸複合経営においては間作さやいんげんと秋収穫栽培法の導入効果が見られる。1haを超える経営については、かんしょ複合、花卉園芸複合の場合に、新営農システムの導

入効果が現れる。

[補論]

本書が現地においてマニュアル的に活用されることを想定して、秋収穫さとうきびと間作作物導入促進にあたって留意する以下2点についてコメントしておく。

1) 間作作物の導入条件

秋収穫栽培法の普及を支えるのは間作作物の技術並びに市場における評価の確立に依拠する部分が多い。種子島産の間作作物は、市場でどう評価されるか、未だ実績のない状況にある。その市場の開拓を

誰かが実行してこそ、各農業経営への所得増大効果が実現する。その実現を目指す上での、市場側からの制約条件について指摘し、提案を行う。

さやいんげんは商品化において、まず第一にデリケートな商品であるため調製には時間を取り、商品管理の意識を徹底しないとすぐ評価が下落し、商品価値が消滅する。現地調査のデータから210時間/10aが収穫と調製に必要である。本研究において花卉園芸経営に限って間作さやいんげんを導入するイメージにしているのは、デリケートな商品管理の経験者が間作さやいんげんを生産する上でふさわしいためである。かんしょとさとうきびのような収穫作業が機械化された農産物のみを取り扱ってきた農業経営には、良質なさやいんげんの市場出荷の継続は簡単にはいかないと考えられる。さやいんげんは、JA鹿児島経済連から出荷する限りは、既にJAが開拓した市場に加わることができ、ロットをまとめるという産地形成における困難が少ないと有利に働くと考えられる。

JA鹿児島経済連の野菜出荷担当者の意見によると、たまねぎについては2月の収穫は南西諸島ならではの地の利を活かせるが、4月の収穫では他産地との競合が激しく、単価が下がると予想される。種子島における試験結果では、収穫が4月にずれ込んだ事例もあり、市場価格が高い2、3月収穫をモデルの前提とすることは楽観過ぎる情報を生産現場に与えることになるため、3月から4月の収穫とモデルでは設定している。実際の作付においては、比較的温暖な収穫時期が早まる圃場を選び、収穫時期の早進化の努力が求められる。

また、両作物は間作作物であるため、生産者はポジティブリスト対応の情報をきちんと習得して農薬の散布を実践することが、安全・安心な農産物作りの上で欠かせない。

輪作、間作作物は土壤流亡を減らす、土壤資源を有効利用するという表現が可能である。その観点から、新営農システムで示した間作および輪作作物の生産は、豊かな自然が長所である南西諸島における「環境に優しい農業」というストーリーを描くことができる。技術を習得、実践するだけでなく、ストーリーを発信することも農業経営者の役割である。市場開拓に努力して、導入効果を確かなものにしていただけるよう期待したい。特に離島の農産物は、付

随させるべき情報を消費者に伝えにくく、さとうきび、かんしょという加工原料以外の農産物を注目させるための努力は都市近郊の産地以上に必要である。そのためには、大規模経営は率先して通年雇用を獲得して時間を作っていただき、情報を発信する役割を果たしていただきたい。繁殖牛とさとうきびによる複合経営においてシミュレーションにて示した、雇用を経営者が得る効果は、農業経営者が情報発信する役割を果たせることだと考える。

2) 南西諸島における秋収穫栽培法普及条件

本稿は秋収穫栽培法を種子島で導入することを念頭に経営的評価を行っており、奄美以南の具体的なデータを示すことができないが、奄美以南を種子島と比べた特徴は、さとうきびの生育に適した高温の期間が長いといえる。種子島における秋収穫栽培法に比べ、収穫時期、植え付け時期とも幅が広がると考えられるため、種子島における経営的評価に比べ、秋収穫栽培法にとってより有利な評価となると考えられる。奄美以南と種子島の台風によるリスクは、茎、葉の損傷、潮風害という単収減においては共通している。奄美以南において台風は、来ない年は干ばつとなり、来る年は単収減となる相反したリスクがある。一方、種子島では台風がない年において、干ばつによる単収減のリスクが高まるとはいえない。両地域の台風の影響の差までは具体的に本稿で評価することができず、残された課題である。

IV. 引用文献

- 樽本祐助 (2006) 「種子島のさとうきび生産における担い手形成の課題～アンケート調査に基づいて～」. 砂糖類情報.

V. 成果の公表等

- 1) 笹原和哉, 笹倉修司 (2003) 「大規模さとうきび経営における農作業の実態」. 九州農業研究.
- 2) 笹原和哉 (2004) 「園芸複合型サトウキビ作経営の課題と展開方向」. 九州農業研究.

注

1) 本稿における「限界所得」は作目、栽培法ごとに以下の通り計算している。

限界所得 = 粗収入 - (物財費 + 臨時雇用労賃 + 作業委託料金)

自家労働および年間雇用の労働費、減価償却費、地代については、費用として引かれていない。「限界所得」の多少は、シミュレーションにおける選択への影響が大きい。作業時間、気象条件の制約を受けるまで、「限界所得」の最も金額の高い作物を最大限作付けしようとする。

物財費には出荷に要する箱代を含む。主要な作業委託であるハーベスタ委託料（6,500円×収穫トン数）は花卉園芸複合経営モデルにおいては収穫をハーベスタ組合に委託するだけでなく、手取穫も可能である。手取穫は委託料分だけ限界所得は高いが、労働時間が増大（44時間／10a）する。さとうきびの第2表に示した限界所得と第4表の労働時間はハーベスタ収穫委託が前提である。残る二つのモデルでは全てハーベスタ組合に収穫を委託し、経営者は収入の一部にオペレータとしての賃金を受け取っている。

さとうきび秋收穫導入のための地域支援体制

樽本祐助・笹倉修司

(2008年6月4日 受理)

要 旨

橋本祐助・笹倉修司 (2009) さとうきび秋收穫導入のための地域支援体制。九州沖縄農研研究資料 93: 105-113.

種子島におけるさとうきび農家は、1ha未満の零細な農家が多い。また主要な担い手として期待されるハーベスタ組合員農家であっても、その経営形態は複合経営である。近年、ハーベスタ収穫率は変化していないが、ハーベスタ組合員農家を中心とした収穫の受託が進んでおり、担い手中心の生産体制に進みつつある。また作業委託に関しては、零細なさとうきび経営からの作業委託の増加と、作業委託農家がより一層委託を増やす傾向がある。しかし一方で、手刈農家は、現状維持的な傾向があり、作業委託に積極的ではない。

ハーベスタ組合員農家における秋收穫では、甘しおりの収穫作業との競合が発生する。しかし甘しおりの収穫では、掘り取り後の手作業による出荷調整に時間を要しており、こうした作業を高齢や兼業農家と分担するといった地域的な対応によって克服することができる。また、秋收穫を実現させるには、秋收穫導入効果が異なる担い手間の収益性格差を補填する必要があり、秋收穫が軌道に乗るまでの財源が不可欠である。

キーワード：秋收穫、ケーンハーベスタ、経営安定対策、担い手、地域支援体制、さとうきび、甘しおり。

I. 緒 言

さとうきび生産では、収穫作業において労働時間や労働負荷が大きい。こうした点を改善するために、ケーンハーベスタが導入されている。しかしながら、さとうきびの収穫期間が短いことなどによって、稼働率が低いことが収穫コストの低減やケーンハーベスタ収穫の収益性を高める上で大きな問題となっている。

こうした状況のもとで、収穫期間を拡張することができる秋收穫向け品種は、ケーンハーベスタの利用度を高める上で有効である。しかし一方で、ケーンハーベスタの利活用を向上させるためには、秋收穫向け品種の普及に加えて、さとうきび収穫における作業受委託の推進や、ケーンハーベスタを持つ農家の規模拡大、さらには収穫期間の拡張に対応した新たな体制づくりが必要となる。

こうしたことから秋收穫の導入可能性を検討する

ため、現状の生産体制を分析し、そのうえで秋收穫の導入にともなう地域的な生産体制の在り方を提示する。さとうきび生産が製糖工場と密接な関係のもとで成立していることから、秋收穫を導入することが、製糖工場に及ぼす影響も検討する必要がある。しかし資料の制約から本稿では言及していない。

これまでのさとうきび生産に関する研究では、茶園²⁾は種子島を対象に、ハーベスタを導入した組合は、導入後に自己の収穫面積が増加する傾向があるとともに、単収を6t/10aとした場合のハーベスタの損益分岐点が25.3haであることを明らかにしている。また、竹ノ内¹⁾は沖縄県におけるさとうきび法人を対象とした調査から、さとうきび法人が担い手として展開していく条件を、会社組織としての運営・管理、生産計画・技術という点から整理を行っている。このように、これまでのさとうきび生産に関する研究では、主に個別のさとうきび農家に注目した研究が多く、地域的な生産システムからの研究実績はな

い。そこで本研究では、秋收穫向け品種を活用した製糖期の変更という地域的な変革において、求められる生産体制を検討した。

II. 材料および方法

1. さとうきび生産の担い手分析

種子島の製糖工場におけるさとうきび原料の搬入実績個票（平成13/14期、平成15/16年期）、各市町における認定農家の名簿、製糖工場が整理した機械収穫班の名簿を用いて、その集計を行う。

集計では、さとうきび栽培面積規模別に、どのような農家から構成されているのかを検討する。具体的には、さとうきびにおいて機械収穫（ケーンハーベスタにくわえて、小型搬出機やドラム脱葉機）を行う農家や、認定農家といった主要な担い手のさとうきび生産への関わり方を明らかにする。

2. さとうきび収穫作業の分析

分析に用いたデータは、先述したさとうきび生産の担い手分析と同じである。ここでは、特にケーンハーベスタの利用状況に注目するため、製糖工場の搬入実績を詳細に解析する。搬入実績のデータは、品質取引を行うために製糖工場が計測するもので、搬入されたさとうきびごとの品質や重量、さらには収穫の形態を把握することができる。このデータを活用し、手刈、ケーンハーベスタ、小型収穫機械などの収穫形態ごとに集計を行う。

特にケーンハーベスタ収穫には、ハーベスタ組合員（種子島では、農家がケーンハーベスタを導入する場合、数戸共同の組合方式を探っている。）が自ら栽培するさとうきびを収穫する部分と、他のさとうきび農家からの収穫委託による部分、さらに種子島にある第3セクターである西之表市農業管理センターや種子島農業公社が収穫した部分にわけて集計する。

種子島では、ケーンハーベスタによるさとうきび収穫の委託は、上記の第3セクターが一元管理している。つまり収穫を委託したい農家は、これらの第3セクターに申し込み、それをハーベスタ組合などに再配分する仕組みになっている。したがって、ハーベスタ組合への配分は、地域性に加えて、自己収穫面積に収穫を委託された面積を加算した全収穫面積が基準となり、ハーベスタ組合ごとの格差が生じない。

いように調整されている。

3. アンケートによる意向分析

種子島における全さとうきび農家3000戸を対象にアンケート調査を平成16年10月から12月にかけて実施した。アンケートの配布や回収は各市町のさとうきび振興会を通じて行った。アンケートは、1967戸から回答が得られた。

このアンケートの目的は、さとうきび生産において要請されている経営規模の拡大や作業受委託の推進の可能性を検討することである。特に、ケーンハーベスタの効率的利用という点では、収穫作業の委託を進めることが重要である。またケーンハーベスタをもつ農家における規模拡大の可能性は、農地の流動化に影響を受ける。こうした視点からアンケートの集計を行う。

4. ハーベスタ組合員農家における収穫期間前進に対する意向分析

ハーベスタ組合員農家35名に対して、平成18年に聞き取り調査を行った。その内容は、現行の12月上旬の収穫開始が、10日間隔で前進するとした場合に、通常期の収穫能力に比較してどの程度の対応が可能であるのかという点である。

なぜなら種子島では、さとうきび生産に加えて、甘しお生産の重要性も高い。また肉用牛経営と酪農も盛んである。特に甘しおは、平成16年で2,119haの作付面積があり、さとうきびの2,548haと同じように土地利用において重要な位置を占めている。

ハーベスタ組合員農家では、さとうきび生産だけでなく、甘しおを含めた複合経営が多い。そこで現在の出役体制のもとで秋收穫に対応した出役が可能かどうかを検証する。

III. 結 果

1. さとうきび生産の担い手の特徴

さとうきびの作付規模階層別の農家および面積構成をみると、5ha以上層の農家シェアは0.8%，面積シェアは約8%に過ぎず、2ha以上層でも、それぞれ6%，26%のシェアしかない（第1図）。作付規模が上昇するにしたがって認定農家割合や機械収穫組合員農家の割合が高まる。特に、5ha以上層はほぼ全て機械収穫組合員で占められおり、作付規模は機械保有の有無が影響している。

また、全体での農家シェアと面積シェアを見比べると、認定農家や機械収穫組合員農家のシェアは農戸数では16%程度に過ぎないが面積では35%にも達しており、特に、機械収穫組合員農家だけでは、%に過ぎない農家が、25%の面積を占めている。

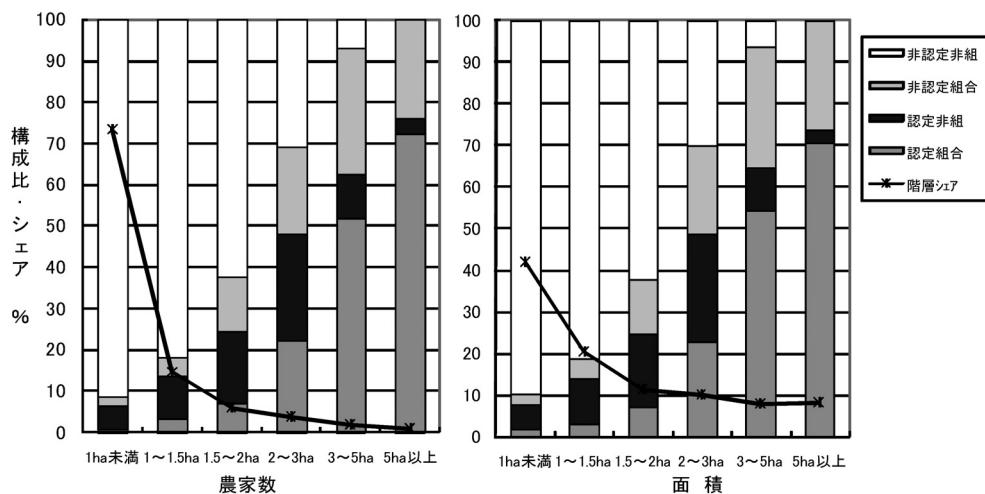
1ha未満の農家に注目すると、農家数のシェアが70%を超えていることがわかる。こうした点で、種子島におけるさとうきび農家は1ha未満の零細な農家が戸数の点で非常に多いことがわかる。

次に、認定農家において、さとうきび生産がどのように実施されているのかを示したのが第1表である。非機械収穫組合員農家においては、さとうきび

がない農家が39%を占める。一方、さとうきびが首位の農家の割合は24%であり、さとうきびを栽培しない農家を除いても36%にとどまる。これが機械収穫組合員農家になると、さとうきびが首位の割合は83%になっている。しかし、さとうきび単一経営を取り出してみると、機械収穫組合員であっても18%に過ぎず、認定農家全体では8%である。つまり、さとうきびが首位の認定農家の大半が何らかの複合経営形態になっている。

2. さとうきびの収穫実態

製糖工場における原料搬入実績にもとづき、収穫形態を分析した。また収穫形態の変化を見るため、



第1図 さとうきび面積規模別の認定農家と機械収穫組合員農家が占める割合（平成15年）

注1) 認定農家であるかどうかで、非認定と認定を区分し、さらに機械収穫組合に参加するかどうかで、非組と組合に区分した。
注2) 機械収穫組合は、ケーンハーベスター、小型搬出機、ドラム脱葉機を利用する組合である。種子島における機械収穫組合では、ケーンハーベスターが60台、ミニドラムが303台、小型搬出機が68台稼働している。

資料) 製糖工場搬入実績(平成15/16年期), 種子島における認定農家名簿, 機械収穫組合名簿

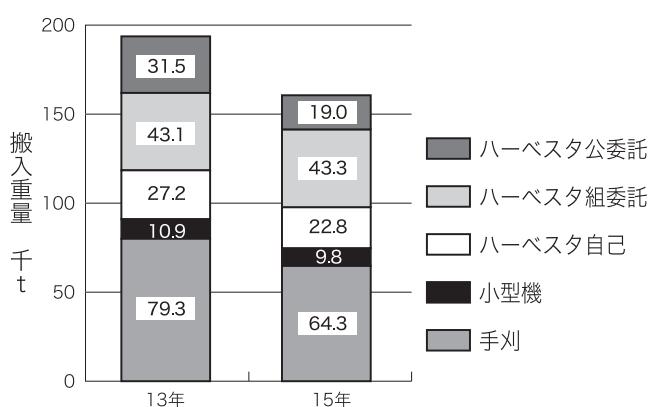
第1表 認定農家における機械収穫組合構成とさとうきび生産

該当戸数(戸)	構成割合(%)	非組	組合計				合計
				小型	ドラム	ハーベ	
きびが首位	きびが首位	105	96	27	12	57	201
	うち单一	23	21	9	2	10	44
	きびがある	166	20	11	0	9	186
	きびがない	172					172
きびがある	きびが首位	24	83	71	100	86	36
	うち单一	5	18	24	17	15	8
	きびがある	37	17	29	0	14	33
	きびがない	39					31

注1) 組合計は、いずれかの機械収穫組合に所属するものである。非組は、機械収穫組合に所属していないものである。

注2) 構成割合は、機械収穫類型ごとの割合である。

資料) 種子島における認定農家名簿(平成15年)

第2図 種子島における収穫形態の推移
(平成13/14と15/16年期)

資料) 製糖工場搬入実績(平成13/14年期, 15/16年期)

平成13/14年期と15/16年期の収穫形態を比較した(第2図)。

平成13/14年期に比べて、平成15/16年期はさとうきびが不作であったため、搬入重量が減少している。この間、収穫面積は2,501haから2,612haに4%増加しているが、総搬入量は19.2万tから15.9万tに17%減少している。

収穫形態別の特徴を見ると、手刈が4割以上を占めており、この2年間での構成割合の変化は少ない。またケーンハーベスタの収穫は、ハーベスタ自己、ハーベスタ組委託、ハーベスタ公委託の3つがある。それはハーベスタ組合員農家が自ら生産するさとうきびを収穫した重量、ハーベスタ組合員農家が収穫を委託された重量、種子島にある第3セクターが

収穫を行った重量を示している。

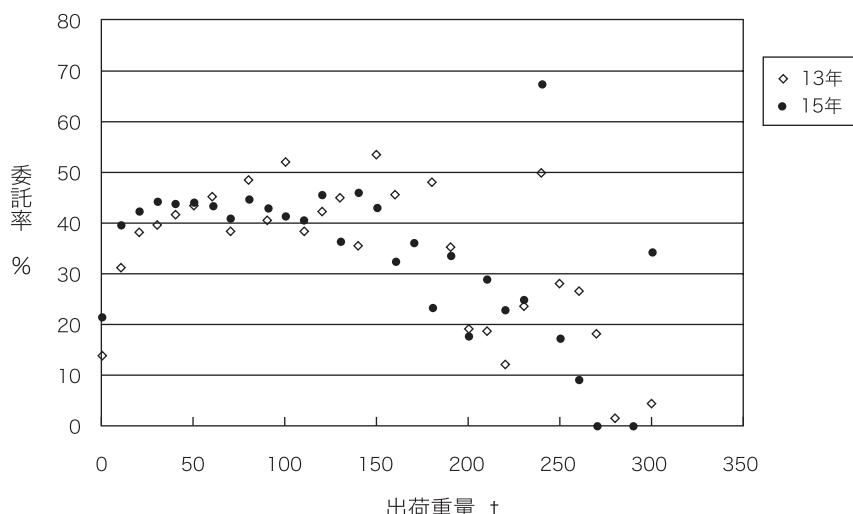
平成13/14年期ではケーンハーベスタ収穫率は53% (ハーベスタ公委託16.4%+ハーベスタ組委託22.4%+ハーベスタ自己14.2%) であり、平成15/16年期は53.4%となった。こうしたことからケーンハーベスタ収穫がこの間シェアを増加したとはいえない。こうした要因には、さとうきび収量の低下により、委託料支出による費用負担を回避するために、手刈を選択した農家が多く存在した可能性も考えられる。こうした点は、さらに検討が必要である。また、ハーベスタ組合員農家による自己の収穫割合も14.2%から14.3%とほとんど変化していない。

しかしハーベスタ収穫の内容を詳細にみると、第3セクターへの委託割合の低下とハーベスタ組合への委託割合の上昇が認められる。

こうしたことから、ケーンハーベスタ収穫は、全体として手刈が維持されるなかで増加率は高くない。しかしケーンハーベスタの利用構成では、ハーベスタ組合員農家を軸とする方向に展開しているといえる。

次に、収穫委託の視点から第2図をみると、収穫委託割合は38.8%(ハーベスタ公委託16.4%+ハーベスタ組委託22.4%)から39.1%(ハーベスタ公委託11.9%+ハーベスタ組委託27.2%)と推移しており、あまり変化は見られない。

しかし収穫の委託率を、さとうきび農家ごとの搬入総量区分により集計すると、50t未満のさとうきび農家では、委託率が平成13/14年期から15/16年に



第3図 小規模階層における収穫委託率の推移(平成13/14と15/16年期)

資料) 製糖工場搬入実績(平成13/14年期, 15/16年期)

かけて上昇している（第3図）。こうしたことから、零細なさとうきび農家では、高齢化などにより、収穫委託がより進んでいることが考えられる。

3. アンケート調査によるさとうきび農家の意向

種子島におけるさとうきび農家全戸（3000戸）を対象にしたアンケートを平成16年に実施し、1967件の回答を得た。

収穫形態ごとにさとうきび農家を区分し、さとうきび栽培面積と今後の収穫作業に関する意向を集計した（第2表）。受託というのは、ハーベスター組合員農家が該当している。

栽培面積の意向については、受託の42%が増やしたいと回答した。反対に減らしたいとの回答は、一部委託および全委託の4分の1で見られた。

今後の収穫作業の委託については、委託を増やしたいという回答は、一部委託の農家において34%と高く、全手刈ではあまり高くない。全手刈では、現状維持の傾向が見られた。また、受託であっても受託を増やしたいという回答は34%にとどまっている。

こうした収穫形態ごとの規模別特徴を見ると、全

手刈の平均栽培面積が0.5haと最も小さく、つぎに全委託の0.7ha、一部委託1haとなっている（第3表）。つまり、規模の小さなさとうきび農家は、全手刈で収穫することが可能であるが、規模が拡大するにつれて、委託を組み合わせた対応がとられているといえる。またさとうきび生産量という点では、合計面積が最も多いのが一部委託の類型で、全委託や全手刈や受託は同程度である。したがって、さとうきび生産は収穫委託を行う農家や全手刈農家をふくめて検討することが重要である。

以上のことまとめると、栽培面積については、全委託や一部委託の農家を中心に減少することが考えられる。そのためこうしたさとうきび畠の流動性が高まることが考えられる。その際、さとうきび以外の、甘しょや飼料畠への転用も考えられる。しかし、甘しょ生産や家畜の飼養頭数が増加しているわけではないので、さとうきび畠としての流動化がより進む可能性がある。

収穫の委託については、一部委託農家がさらに委託率を高めることが考えられる。しかし全手刈農家

第2表 さとうきび農家の栽培面積および収穫委託の意向 (%)

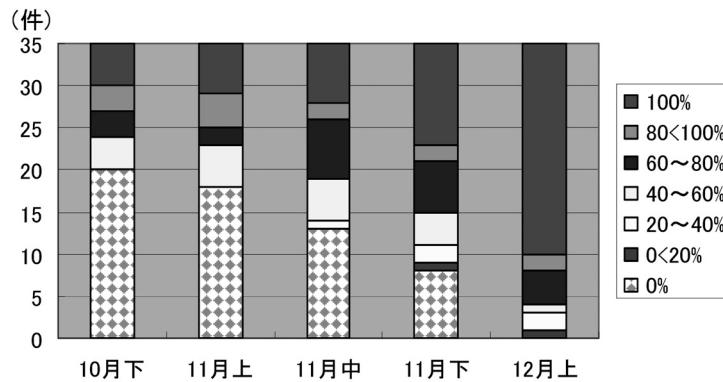
	全委託	一部委託	全手刈	受託
栽培面積の意向	増やしたい	12	11	13
	現状維持	62	61	64
	減らしたい	26	27	22
今後の収穫作業	合計	100	100	100
	委託を増やしたい	22	34	14
	現状維持	78	66	86
	受託を増やしたい	0	0	0
合計				
100				

資料) さとうきび農家へのアンケート調査（平成16年）

第3表 収穫形態別の栽培面積

	全委託	一部委託	全手刈	受託
1ha未満	363	447	528	10
1～2ha	90	279	59	19
2～3ha	13	51	4	17
3～4ha	4	12	1	13
4～5ha	—	2	—	11
5ha以上	—	1	—	16
平均面積ha／戸	0.7	1.0	0.5	3.6
合計面積ha	338	802	314	313

資料) さとうきび農家へのアンケート調査（平成16年）



第4図 ハーベスタ組合員農家における収穫期間前進に対する対応力

注) 通常収穫時における収穫可能量に対する各時期の推定可能量をパーセント表示した。

資料) 聞取り調査(平成18年)

は委託に対して消極的であり、さとうきび農家の多くを占める規模の小さい全手刈農家からの作業委託の推進がケーンハーベスタ利活用においてポイントになると考えられる。

また、さとうきび農家におけるこうした意向が、実際のさとうきび生産にどのように影響したのかを、さとうきび栽培面積の推移（平成15年から16年）でみたところ、面積を増やしたいと回答した農家では平均5a増やしており、現状維持は9aの減少、減らしたいは23aの減少となっていた。このようにアンケートに示された意向が、さとうきび生産に反映されていた。

4. ハーベスタ組合員農家における収穫期間前進への対応の可能性

ハーベスタ組合員農家に対して、収穫期間を前進させた場合に、どの程度の対応力があるかを調査した。そのために、現行の製糖期における平均的な収穫能力を聞き取り調査したところ、日量12tが最小で、最大が25tとなり、平均は17.3t/日であった。

次に、12月上旬から10日間隔で、収穫期間を前進させたと仮定した場合の収穫能力を同じように調査し、平均的な収穫能力との比率を求めた（第4図）。その結果、12月上旬であれば、100%が占める割合が7割を超えるので、対応できる可能性が高い。しかし11月中旬には、0%が占める割合が高まり、11月中旬の収穫能力の合計は、製糖期における平均的な収穫能力合計の半分になる。

こうした結果は、ハーベスタ組合員農家が甘しお栽培も行うためである。特に甘しおデンプン工場が稼動する10月中旬から11月末にかけては、その収

穫期間に当たる。この時期には甘しおと秋収穫さとうきびの収穫作業が競合することになる。

またハーベスタ組合員農家は、各種の機械装備を持ち、集落におけるさとうきび生産以外も含めた広い意味での担い手となっている。そのため甘しお収穫においても、つるきりや掘り起こし等の作業を受託する場合が多い。このため、単に甘しお生産があるためだけでなく、甘しお収穫における作業受託も行っていることが、秋収穫への対応力を低下させていると考えられる。

しかしながら甘しお収穫機は、ケーンハーベスタとは異なり広く普及しており、ハーベスタ組合員農家以外も対応できる可能性がある。また、甘しお収穫では、掘り取り後の手作業による出荷調整に時間を要しており、こうした作業を地域の高齢農家などと分担できる可能性がある。

IV. 考 察

さとうきび農家の大部分は、零細な農家である。さとうきび生産では、こうした農家も含めた生産体制の検討が不可欠である。しかしさとうきびにおける新たな経営安定対策のもとでは、構造改革（規模拡大と作業受委託の推進）を進めるための体制が求められている。

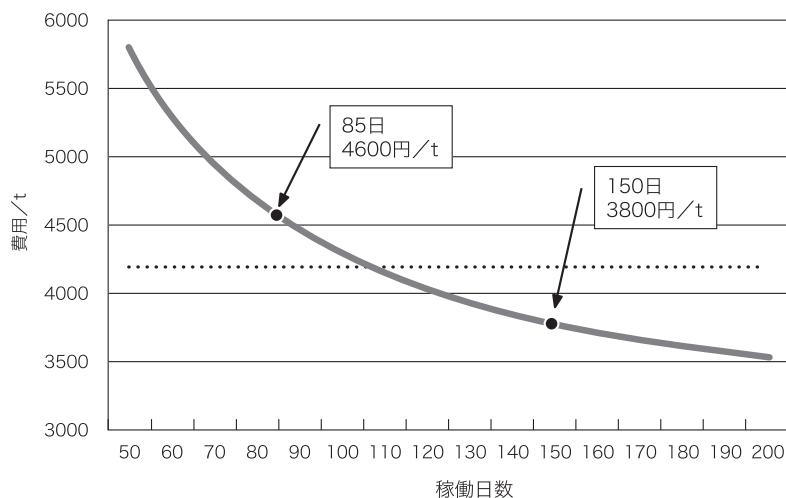
こうしたなかで、さとうきび農家における今後の意向では、作業委託を行う農家において特に栽培面積を減らすことや作業委託を進めることを考えていた。こうした意向は、さとうきび生産に少しづつ反映されていた。また、零細なさとうきび農家では、

収穫の委託率を高めつつあった。こうした点では、緩やかな構造変化が生じているといえる。

しかし一方で、収穫の4割を占める手刈を中心とした農家は、現状維持的な傾向があり、農地流動化だけでなく、作業委託についても積極的ではない。こうした手刈を中心としたさとうきび農家が現状を維持すること、つまり収穫面積は1ha以下のままで、さらにさとうきび生産における作業委託（新たにさとうきびの経営安定対策の要件は、収穫だけでなく、耕起・整地、株出管理、植付けが含まれる）も行わない場合は、経営安定対策の要件を満たすことが難しい。したがって今後、最も対応が迫られてくるの

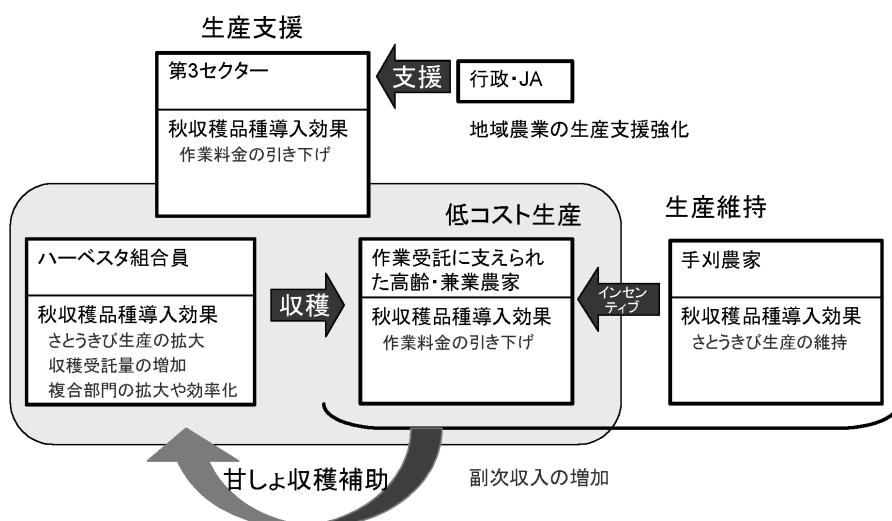
が現状維持的な手刈農家であるといえる。特に、こうした農家が収穫作業の委託に積極的ではない要因には、委託料金の高さがあると考えられる。なぜなら、さとうきびの販売代金は、概ね2万円/tである。これに対して、収穫委託の料金は梢頭部を自ら除去しない全委託の場合は6,800円/tであり、販売代金の3割にもなるためである。

秋收穫向け品種を導入することにより、ケーンハーベスタ利用の長期化をはかり、作業委託料金を下げることができれば、手刈農家もふくめた新たな体制が成立する可能性がある。種子島におけるケーンハーベスタの収益性を稼働率の点から評価すると、



第5図 ケーンハーベスタの稼動日数と収穫費用

注) ケーンハーベスタは1,600万円で補助なし、作業員はオペレータに補助2名で（労賃28千円/日）、日収穫量を16tとして試算した。また修繕費は570円/t、燃料費は473円/tとした。



第6図 秋收穫導入にともなう地域的生産体制

第5図のようになった。種子島における平成16/17年期のケーンハーベスタの稼動日数は、最大で132日で、平均は84日であった。第5図の試算によると、85日での収穫費用は4,600円/tである。種子島におけるハーベスタ収穫の委託費用（梢頭部除去費用は含まない）は4,200円/tであり、ケーンハーベスタ導入における補助がなければ採算が取れない水準である。ここで秋収穫が実現し、ケーンハーベスタが150日稼動できるという前提をすれば、収穫費用は3,800円/tとなり、収穫費用を800円下げることが可能になる。

これまでの検討をふまえて、秋収穫向け品種導入による地域的な生産体制として考えられる枠組みは第6図のようになる。

第1に、ハーベスタ組合員農家では、秋収穫向け品種の導入により、さとうきび栽培面積を拡大できる可能性が高まるとともに、収穫期間拡張によりケーンハーベスタの利用度が高まる。また作業受託量も増やすこともできるので収穫費用の低減が可能になり、所得増大効果が生じる。また収穫費用の低減は、ケーンハーベスタの作業料金を下げられる可能性を生む。

第2に、高齢・兼業農家を中心に、収穫を全委託する農家や一部委託する農家は、収穫作業委託料金の低下による所得増大効果が得られる。

以上のハーベスタ組合員と収穫を委託する農家により、収穫費用の低減が図られることになる。

第3に、手刈農家にとっては、秋収穫向け品種の導入にともなうケーンハーベスタの作業料金の低下が、収穫の作業委託を行うためのインセンティブになる。こうした動機づけを通じて、経営安定対策の要件を達成するという視点からも、秋収穫を実現させる意義がある。

第4に、第3セクターによる収穫でもケーンハーベスタの利用度が高まるので、その経済的メリットがある。しかし、さとうきび農家におけるケーンハーベスタの所有が増えている。そのためハーベスタ組合との役割分担も検討する必要があると考えられる。例えば第3セクターは、収穫作業の効率が悪い圃場などを担当することで、さとうきび生産を支えるといった活動を担うことも考えられる。こうした地域農業の生産支援という目的に対する地域的な合意のもとで、行政やJAからの財政支援も必要にな

ると考えられる。

第5に、ハーベスタ組合員農家は、甘しお部門を持つことが多い。秋収穫導入による収穫作業競合を回避するためには、高齢・兼業農家を中心とした地域の農家との作業分担といった連携をとることが重要になる。

V. 地域における実用化・普及促進の方法

秋収穫向け品種の導入では、製糖工場における操業開始日が重要になり、製糖工場の方針とともに検討を進める必要がある。しかし、さとうきびを供給する生産側の対応力という視点で秋収穫向け品種の導入を考える場合には、その導入効果がさとうきび農家によって異なることがポイントになる。

つまり、ハーベスタ組合員農家にとっては、秋収穫向け品種の導入効果は大きい。しかし、作業委託を行う農家にとっては、秋収穫向け品種の導入を通じて第6図のようなシステムが成立し、ケーンハーベスタの利用効率の向上を通じた収穫委託料金の低下が生じることによって、始めてメリットが生じる。このように効果の発生に遅れが生じる。

一方で、種子島での製糖工場では、日量1,400tのさとうきびを原料として確保する必要がある。こうした原料は、ハーベスタ組合員農家の栽培面積だけで達成することはできないので、収穫委託農家における秋収穫向け品種の普及が不可欠である。しかしながら、秋収穫向け品種の糖度は、既存品種を現行の製糖期に収穫した場合に比べて低いことから、さとうきび販売代金が低下する可能性がある。したがって、秋収穫向け品種の導入過程においては、委託農家を中心に現行の生産にくらべて収益性が低下することが考えられる。したがってそのマイナスを補填するシステムが必要になると考えられる。つまり秋収穫をシステムとして成立させて、その効果が発揮できるようになるまでのスタートとなる財源が必要になると考えられる。

長期的には秋収穫向け品種を利用したさとうきび生産は、現行のさとうきび生産よりも生産性や効率性が高まる。こうした効果が実現するまでの間は、さとうきび販売収益の一部をプールし、再配分する地域独自の方策を検討する必要があると考える。

南西諸島に広く普及するために必要なことについて

ては、種子島は南西諸島のなかでもハーベスタ稼働日数が多いという特徴がある。一方で大部分の島では、製糖期が短く、ハーベスタを利用する農家などは、秋収穫による操業期間の拡張に対するニーズはさらに高い。また、さとうきびの複合経営も少ないため、種子島において見られた秋収穫にともなう作業競合の発生程度は低いと考えられる。このようにハーベスタ利用という点では、普及の問題点は見当たらない。

一方で、製糖工場は高糖度のさとうきびを求めており、現行のさとうきび生産量と製糖工場の原料処理能力によって決まる製糖期間を拡張する論理は、さとうきび生産量の増加が伴わなければ生まれにくい。

このような条件のもとで秋収穫が普及するためには、糖度の向上技術に加えて、安定・多収性の実証などが不可欠になる。また、安定・多収性の実現による操業期間の拡張が、製糖工場にもたらす経済的メリットの検討も必要である。

VII. 引用文献

- 1) 竹ノ内昭一 (2003) さとうきび農業生産法人の現状と課題. 農業経営研究最前線. p162-170.
- 2) 茶圓耕一 (1999) ケーンハーベスタの経営・経済的評価と今後の展開方向. 九州農試農村計画研究資料. p24-46.

転載・複製について：本九州沖縄農業研究センター研究資料から転載・複製する場合は、九州沖縄農業研究センターの許可を得てください。

Reproduction of articles in this publication is not permitted without written consent from the National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region

九州沖縄農業研究センター研究資料 第93号

2009年3月31日発行

編集・発行 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

九州沖縄農業研究センター

〒861-1192 熊本県合志市須屋2421

印 刷 株式会社 太陽社

〒862-0972 熊本市新大江2-5-18