琉球大学学術リポジトリ

サトウキビ収穫作業の機械化に関する一考察

メタデータ	言語: 出版者: 沖縄農業研究会 公開日: 2009-01-29 キーワード (Ja): サトウキビ, 収穫作業能率, 機械化, 生産性向上, 労働費低減 キーワード (En): 作成者: 泉, 裕巳, Izumi, Hiromi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002015288

サトウキビ収穫作業の機械化に関する一考察

泉　　裕　巳
（琉球大学農学部農業工学科）

Hiromi Izumi: An Analysis on the Mechanized Farming of Sugar Cane Harvesting

I　はじめに

沖縄におけるサトウキビ生産の動向は，現在生産額において主要作目中そのトップを占め，政府においても基幹作目として種々の保護策を講じて奨励している．しかしながら，生産状態，つまり生産のために必要な農作業の内容は旧態依然として人力を主体にした作業体系のもとでなされているのが現状である．

全農作業のうち比較的他の畑作物と類似の作業内容をもつ工程については，1958年以降大型トラクター・耕耘機の普及に伴なって人力作業から動力作業に移行しつゝあるが，サトウキビ栽培独得の作業工程（主として収穫作業）についてはその内容の複雑性，既製作業機の不適応性などもあって未だに人力中心の作業が行なわれている状態である．

砂糖は国際商品であるために国際相場の影響をもともに受ける立場にあり，必ずしも安定した作目とはいえないが，現状は日本政府による特恵措置が講じられているので比較的安定した状態に置かれている．将来とも現状のような保護措置が継続されるかどうかについては予測すらできないが，砂糖は甘味資源として食生活に占める比重も大きく，北海道のビート・奄美大島のサトウキビなど日本政府の甘味資源に対する保護策を考えると，本土復帰後も現状よりはきびしい状勢の中に置かれるにしてもやはり特別措置が講じられるものと考えられ，その意味では安定しているとも言える．しかしながら現状のような人力中心の作業内容が続く限りやがては行き詰まり，数年前九州南部に起った暖地ビートのような結果に終わらないとは誰も保証できない．

このようなきびしい状勢に置かれているサトウキビ栽培を，国際的商品の生産として十分の競争力をつけ安定した作目とするためには，単位収量の増加，生産量の増加も当然であるが，何と言っても労働生産性の改善．向上が急務の問題として取り上げられなければならない．工業における生産性の向上が自動制御の発達とその利用によってなし遂げられたことを思えば，農業においても方法，規模において若干の差はあれ，生産性向上を図る手段についての考え方は全く同じである．

筆者は，現行のサトウキビ栽培における農作業の中でもっとも多くの時間と労力を必要としている収穫作業について，この作業を機械化し栽培を合理化するための必要条件としての背景，および将来考えられる収穫機の構想について二・三の考察を行なったので報告する．

II　サトウキビ栽培農作業の現況と機械化の必要性

サトウキビ栽培農作業が現在どのような状態で行なわれているかをみるために，'68/'69年期10アール当り生産費についてみると表―1のとおりであり，労働費が費用合計の75.4%を占めもっとも高い．

労働費の内容は，農業労賃，作業時間によって費用額が異なり，生産費中に占める割合も変化してくる．例えば，作業時間が少なくなっても労賃の上昇があれば占める割合は同じかあるいは上昇という結果も考えられ，生産費に労働費の占める割合としてどの程度が妥当な数字であるのか，サトウキビ生産費としては労働費を何%以内にとゞめるべきなのかについても，賃金水準の高い国と低い国においても異なってくるし一概にはとらえ難い．しかしながら一般的な常識として生産費中の75%余りも労働費で占められるということは，高賃金という社会的条件もさることながら労働時間の異常な多さが問題であり，こゝに大きな問題を内包していることが指摘できる．

次に同年期のサトウキビ10アール当り作業別労働時間についてみると表―2のとおりであり，収穫作業は全作業時間210.56時間の中115.92時間を占め，これは全作業

表―1　'68/'69年期サトウキビ10a当り生産費　(ドル)

費目 ＼ 作付型	平均 実数	平均 割合(%)	夏植 実数	夏植 割合(%)	春植 実数	春植 割合(%)	株出し 実数	株出し 割合(%)
種苗費	1.78	1.7	8.39	5.8	2.49	2.1	—	—
肥料費	15.53	14.8	21.09	14.7	18.51	15.3	13.91	14.8
諸材料費	2.20	2.1	2.76	1.9	1.60	1.3	2.09	2.2
水利費	—	—	—	—	—	—	—	—
防除費	1.36	1.3	2.29	1.6	1.57	1.3	1.10	1.2
建物費	0.39	0.4	0.68	0.5	0.58	0.5	0.30	0.3
農具費	1.15	1.1	2.97	2.1	1.09	1.0	0.68	0.7
畜力費	1.14	1.1	2.67	1.9	2.93	2.4	0.64	0.7
労働費	78.94	75.4	94.88	66.3	83.90	69.6	74.48	79.5
賃料々金	2.23	2.1	7.39	5.2	7.88	6.5	0.56	0.6
費用合計	104.72	100.0	143.12	100.0	120.55	100.0	93.76	100.0
10a当蔗茎収量	7.920 kg		8.809 kg		5.232 kg		7.828 kg	
10a当労働時間	210.56 時		283.62 時		237.23 時		189.93 時	
10a当蔗茎価格	135.82 ドル		151.28 ドル		90.09 ドル		134.16 ドル	

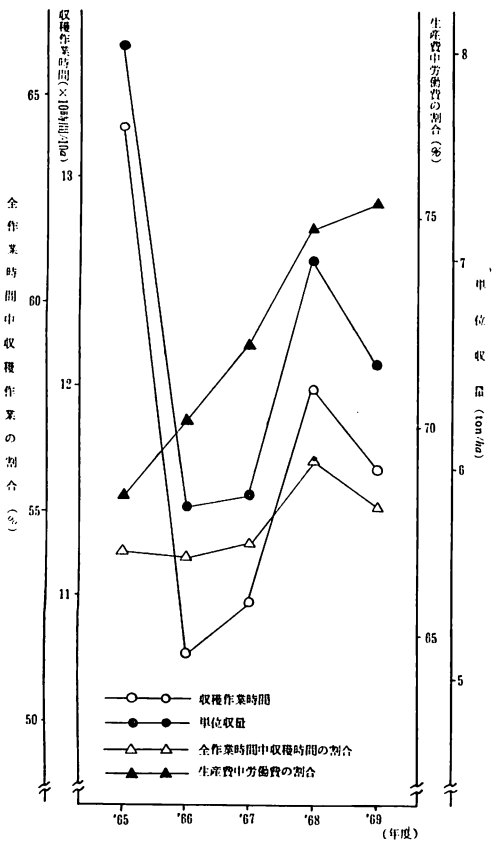
(註) 琉球計計月報　176号より　(琉球政府統計庁)

表―2　'68/'69年期サトウキビ作　10a当り作業別労働時間　(時間)

作業別 ＼ 作付型	平均 実数	平均 割合(%)	夏植 実数	夏植 割合(%)	春植 実数	春植 割合(%)	株出し 実数	株出し 割合(%)
耕起	1.67	0.8	6.73	2.4	7.87	3.3	—	—
植溝堀	2.10	1.0	8.80	3.1	8.41	3.6	—	—
基肥	1.05	0.5	4.17	1.5	5.57	2.4	—	—
採苗	2.49	1.2	9.92	3.5	12.80	5.4	—	—
植付	4.25	2.0	17.37	6.1	19.42	8.2	—	—
株揃い	0.98	0.5	—	—	—	—	1.29	0.7
培土	5.73	2.7	15.04	5.3	14.39	6.1	2.81	1.5
中耕除草	19.40	9.2	29.70	10.5	38.43	16.2	15.68	8.3
追肥	10.37	4.9	14.12	5.0	14.58	6.1	9.17	4.8
剝葉	33.07	15.7	36.55	12.9	24.76	10.6	32.54	17.1
防除	3.52	1.7	4.61	1.6	3.62	1.5	3.24	1.7
管理	10.05	4.8	8.12	2.8	4.82	2.0	10.83	5.7
収穫	115.92	55.0	128.49	45.3	82.58	34.8	114.37	60.2
合計	210.56	100.0	283.62	100.0	237.23	100.0	189.93	100.0

(註) 琉球統計月報　176号より　(琉球政府統計庁)

時間の約55%にあたりもっとも多くの時間をかけている．このように極度に作業時間が多いのは，労働装備が貧弱なために人力作業えの依存度が高いからである．この解決法としては能率の悪い人力作業を機械力作業に置き換えることによって，一労働単位当りの負担規模を拡大すること，つまり労働の生産性を高めることが最善の方法であり，こゝに労働時間を短縮する方法として収穫機の開発利用が当面のもっとも重要な課題となる．



図—1　収穫作業時間・単位収量・収穫時間の割合・生産費中労働費の割合

図—1は10アール当り作業別労働時間中の収穫作業実時間とその占める割合，単位収量および生産費中に占める労働費の割合について1965年～1969年に至る5か年間の各年度平均値の推移を比較したものである．図によると，労働費は収穫作業時間数および単位収量には関係なく年々上昇の一途をたどっている．これは労働費の実数には作業時間数よりも賃金高騰の要素が多く働き社会条件が大きく影響していることを示している．

合理化のために生産費を低減させる方法としては，労働費以外には低減の可能性が殆んびないので，年々高騰を続ける農業労賃に対処するためにも，作業労働時間を減らすことであり，そのためには現在の人力中心の作業を機械力利用に改めるための収穫機の開発が何よりも急務である．

表—3は1965年～1969年に至る5年間の10アール当り作業別労働時間の推移である．これによると耕起・植溝掘・培土などの他の作物と類似の内容をもつ作業は½～¼に時間が短縮されてきている．これは前述の大型トラクター，耕耘機の普及利用と併行して，従来の人力作業が機械力利用に移行しつゝある状態を示しているものと考えられるが，収穫作業のみは殆んど変っていない．年度により若干の増減がみられるが，これは単位収量の増減に伴なう変化であって作業内容の変化でないことは図—1によっても明らかである．

農業機械化の水準の高い欧米諸国においても農作業のすべての面が完全に機械化されているわけではない．穀

表—3　サトウキビ作10*a*当り作業別労働時間の推移　（時間）

作業工程＼年度	1965	1966	1967	1968	1969
耕起	4.03	2.41	2.62	2.06	1.70
植溝掘	4.53	2.39	2.58	2.10	2.10
基肥	2.45	2.33	2.06	1.46	1.10
採苗	2.68	2.01	1.90	2.57	2.50
植付	7.02	3.99	3.83	4.41	4.30
株揃い	0.89	2.40	1.58	1.31	1.00
培土	19.92	9.50	7.89	6.39	5.70
中耕除草	12.66	19.05	19.29	17.36	19.40
追肥	14.65	10.89	11.38	10.17	10.40
剝葉	24.58	22.21	23.59	30.32	33.00
防除管理	15.06	14.21	15.83	15.07	13.60
収穫	132.49	107.13	109.57	119.76	115.90
合計	244.93	198.49	202.13	213.06	210.60

（註）琉球政府統計月報より作成　（琉球政府統計庁）

作々業については，比較的よく体系づけられているが，他の園芸作物，工芸作物などについては依然として問題が多く，なかでももっとも問題の多いのは収穫作業である．というのは，整地から収穫の前作業までは，作業機として作物の種類，栽培法の別により部分的に調整改変を要するとしても，基本的にはは大体同種類のもので間に合うが，収穫作業においては，作物の種類によってその作用原理を全く異にするため，それぞれの作物特有の収穫機がなければ度に立たないからである．(13)

サトウキビ栽培農作業についても，収穫期前までの諸作業は採苗・植付け・剝葉作業を除いて他は殆んど若干の調整改良をするだけで既製作業機の利用が可能である．たゞ採苗，植え付け・剝葉・収穫の諸作業は，他に，類似の作用原理をもつ作業機が見当らず，作業方法も他の作物に比較して複雑な面があり，また対象作物そのものが大きいために特別の装置を必要としている．

現行の作業工程を大まかに見ると（倒伏茎の引き起し）—（基部切断）—（梢頭部切断）—（脱葉）—（結束）—（運搬）といった過程があり，どの一つをとってもサトウキビ独得の要素が含まれており，他の作物を対象にした作業機の調整・改良による応用は困難である．従ってサトウキビ茎稈の作用原理に合った作業装置を備えた収穫機の開発が必要とされる．

Ⅲ　収穫機の要件

サトウキビ収穫機として如何なる要件を装備し，どういう作用原理に対処できることが必要であるのか機械として具備すべき条件について考察する．

一般的に言って収穫機への要件としては，作物栽培と機械の構造・性能からの2つの側面がある．

作物栽培側からの要件として

① できるだけ植物体を傷つけないように操作できること，

② 刈取りをできるだけ基部に近い部分で切断できること，

③ 切断の際に刈株の切口にひゞ割れを生じさせないようにすること，

④ 側芽を痛めないようにすること，

⑤ 茎稈が倒伏・匍匐・錯綜していても一様に刈取りができること，

⑥ 茎稈の不揃い（地上高）があっても必要な高さで梢頭部切断ができること，

⑦ 枯葉が附着していても刈取りができること，

などが考えられる．

機械の構造・性能の面からみると，

① 茎稈の倒伏・匍匐・錯綜をなくすること，

② 梢頭部の地上高さを揃えること，

③ 刈取り前に枯葉を完全に除去すること，

④ 生育状態を画一的に処理できるように整一にしておくこと，

⑤ 耕地の区画を大きくしてトラクター作業をしやすいようにすること，

⑥ 複雑に入りこんだ地形を改めて長方形にし少なくとも長辺を短辺の3～5倍位にすること，

⑦ 農道を整備すること，

⑧ 畑の凹凸を少なくし障害物（電柱など）を取り除くこと，

などが考えられる．

この両側面からの相反する矛盾した条件をすべて満足させることは，機械の性質からみて不可能なことである．機械力の利用は，元来画一的処理を基本として処理能率を上げるためには有効な手段であるが，作業工程が複雑化してくるとおのずから処理の仕方に限界があり完全利用は困難になる．つまり，臨機応変の処置を多く必要とする作業については機械力は駆使できない．従って作業能率向上の手段として機械力を利用しようとする場合には，ある程度の損失は覚悟しなければならない，またこの損失を上回る能率向上が期待できてこそ機械利用が効果的になり作業の機械化が可能になる，

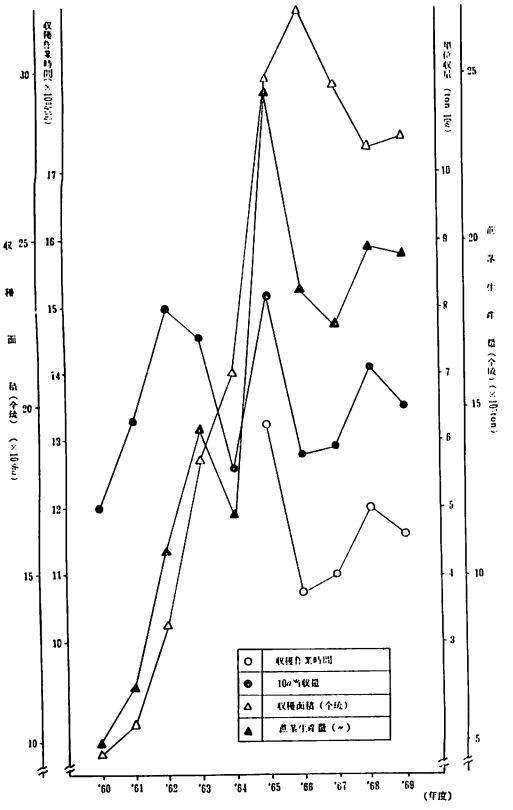
サトウキビ栽培の作業工程すべてに機械力を利用することが理想であるが，現状からみるとあまりにも困難な要素が多くその実現はむずかしい，とするとどの段階まで機械力利用を考えるかということになるが，それには，作物の性状・機械の性質の両面からその可能性について検討し，経済的な面も考慮して妥協点を見出すことがまず必要である．サトウキビ栽培についてこの妥協点をどこに置くべきかは，各作業工程についてあらゆる条件を考え，前後の関連もみながら試行錯誤的な実験を繰り返して判断しなければならない．

沖縄における耕地の現状は立地条件その他に特殊な要素が多く，外国で能率のよい機械が直ちに沖縄でも同様の能率を発揮できるとは限らない，従ってこの特殊な要素を明らかにした上で，より適応性の高い既製の作業機を導入し，条件排除の検討を加えながら改良実験を積み重ねることによってはじめて収穫作業に機械力利用が可

は，①，倒伏しない品種の育成・栽培法の検討，②，栽培法（畦幅，苗の大きさなど）を機械に合せる，③，作業工程の同時化，単純化あるいは省略，④，トラッシュ処理の方法改善，などの方向で進むべきであろう．

Ⅳ　収穫機の構想

前述（Ⅲ）の要件を完全に満たし得る収穫機を期待することはできないにしても，いくつかの要件を満たし一応現作業体系の中に組み入れられる収穫機の型式・性能について，サトウキビ栽培の現況および将来の発展を推定しながら予想すると次のようなことが考えられる．



図―2　収穫作業時間・単位収量・収穫面積・蔗茎生産量の推移

図―2は1960年～1969年の10か年における10アール当り収穫作業時間，単位収量，収穫面積（全琉），蔗茎生産量（全琉）の推移を比較したものである．図によると収穫作業時間は単位収量つまり生産量とほぼ同一の傾向を示している．このことは，作業時間は収穫面積よりも収量によって左右される要素の多いことを示しており，収穫機としては，走行距離に対して収穫量の多い刈取り方式が要求されることになり，でき得れば2条刈り，あるいはそれ以上を一度に収穫できる型式が望ましいということになる．次に収穫作業工程のうちどこまで1行程の工程として含めて作業を実施するかであるが，これは機械の規模・所要動力・仕様とも関連してくるので一概に論ずることはできない．しかし現行作業工程のうち切断・脱葉・梢頭部切断の3工程々度は含める必要があろう．理想的には運搬に便利のために結束も含めたいが，サトウキビはイネ・ムギと異なり植物体が大きく，また曲折したものが多いために別の行程で処理する方が能率的であり，結束まで含めると機械装置が複雑化し大型化の原因にもなる．

脱葉作業については現在各種の機械装置が考案製作されているが，どの機械も単独の工程として処理する方式であるために，収穫作業全体としてみた場合は，脱葉機を使用することによって作業の流れが一時停滞し能率的でなくなる．やはり収穫機の一装置として考えるか，枯葉を収穫前に焼却してしまうか，あるいは工場搬入後に大量に処理するいずれかの方法が現状よりは能率的であろう．しかしどの方式も一長一短あり断定はむずかしいが，種々の条件を考えると収穫機の一装置として考える方向に進むのが適切ではないかと考えられる，

次に収穫機の稼動条件としては，何よりも圃場整備が前提であることはいうまでもないが，過去の収穫時期には比較的雨が多く土壌含水比が高くなり軟弱地盤になりやすい．しかしながら圃場条件が悪くても収穫作業は続行しなければならないために，現況は条件のよい日に収穫して数日間は野積みのまゝ放置する慣習があり，その結果品質の低下を招いている．従って収穫機を考える場合には，軟弱地盤でも十分稼動できる型式のものでなくてはならず，トラクターの走行装置については十分配慮しなければならない．車輪のスリップについては，土壌含水比とスリップに影響すると思われる土壌の物理常数との関係について，室内実験，現地試験を繰り返し行ない利用の可否を予め客観的に判断できる方法を確立しておく必要があるが，ジャーガル土壌のように粘土含量の多い圃場では，比較的含水比の低い状態でもスリップの発生が予測されるのでスリップ防止のタイヤガードル，ストレークなどを考慮する必要があろう．この点装軌型を採用すれば問題はないと思うが，装軌型は機動性についてとかく問題があり圃場の整備，集団化および協業態勢が確立されないと運用の面での困難が予想される．

収穫作業能率としては，1シーズンに延面積15 ha 以上，時間数200以上，つまり7.5a/時以上の能率を上げ得るものでないと経済的に割高となる[4]ことが試算結果として示されており，これは収穫機の作業能率の一応の目途ととして考える必要があろう．オースーラリヤで使用されている収穫機に比較するとまだまだ低いが，沖縄のいろいろな条件を考えると収穫作業能率として 8～14ton/時程度になるのではないかと考えられる．

V　まとめ

サトウキビは沖縄の基幹作目として重要であるが，現状は労働生産性が低いために年々株出し回数および面積が増加し，生産量は減少しつつある．労働生産性を向上させるためには作業の機械化が必要であるが，現在は収穫作業がネックになり遅々として進まない状況である．

サトウキビの収穫業能率を向作上させるためには，早急に収穫機を開発し利用することが必要であるが，いろいろな条件を検討した結果次の事柄が今後早急に解決しなければならない重要な課題である．

(1) 生産費を低減する方法として，現在75%余りを占めている労働費の低減が急務であり，そのためには収穫機の開発を急がなければならない．

(2) 収穫作業時間が全作業時間の55%を占めており人力作業への依存度が高過ぎるので，労働生産性向上のために機械利用を考えるべきである．

(3) 収穫機の具備すべき条件として作物と機械の側から相反した要件があるが，これらを個々に検討して収穫機として装備すべき要件を明らかにする必要がある．

(4) 収穫機は走行距離に対して収穫量の多い刈取り方式が望ましい．

(5) 収穫機装置としては，基部切断，脱葉，梢頭部切断の3工程々度は必要である．

(6) 収穫機の稼動条件として基盤の整備，軟弱地盤での作業など，沖縄の特殊事情を考慮しなければならない事項については今後の検討が必要でる．

(7) 収穫機能率の目途としては 7.5ton/時 は必要であるが，でき得れば8～14ton/時 程度を目標とすべきであろう．

参考文献

1) 青野英也　1970.　新しい時代の茶栽培．農業および園芸 45 (8)．

2) 林　尚孝　1967.　温州みかん所要労力の現状とその改善．農作業研究　4．

3) 今泉七郎　1967.　沖縄における農業機械化の課題．　模範農場研究速報　6．

4) 今泉七郎　1969.　ケーンハーベスターに関する試験．　模範農場研究速報　8．

5) 逸見俊五　1970.　そ菜の大型機械による栽培法　農業および園芸　45 (5)．

6) 泉　裕已　1969.　農業機械化を進めるために．琉大農学部農家便り　163.

7) 又吉盛彦　1967. オーストラリヤの機械化された甘蔗収穫について．　糖業振興会報　10.

8) 沖縄農業機械化研究会　1968.　さとうきび収穫機の導入経過と実験結果について．糖業振興会報　12.

9) 琉球模範農場　1969.　沖縄本島における甘蔗作業に関する調査研究．　研究報告　16.

10) 琉球政府　1970.　沖縄農業の現状.

11) 琉球政府　1959～1970.　糖業関係資料．1～10.

12) 琉球政府　1965～1970.　琉球統計月報．　125, 141, 152, 165, 176.

13) 庄司英信　1960.　米・欧における農業機械研究の一動向について．　農業機械学会誌　22 (2)

14) 塚田章二郎　1967.　ケーンハーベスターの利用試験．　模範農場研究報告　13.