

琉球大学学術リポジトリ

新しい生産システムの構築を目指して

メタデータ	言語: 出版者: 南方資源利用技術研究会 公開日: 2014-10-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 上野, 正実 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002017033

新しい生産システムの構築を目指して

— 機械化システムからバイオ・エコシステムまで —

琉球大学農学部 上野 正実

1. はじめに

ここでは、もっと楽にかつ合理的にサトウキビを生産するために、機械を利用した新しい生産システムの確立を目指して南大東村を中心として十数年の年月を費やして実施した研究と、そこから発展して現在継続中の研究の一部を紹介したい。

機械化システムに関する研究は、目的に合わせて現場ですぐ役に立つ実用的なテーマを中心に構成し、まずは、収穫作業の機械化に焦点を絞って、現地での調査研究を行った。小さな組織であるが地元の役場や工場とプロジェクトを組み、文字通り“産官学共同研究”を行った。この研究はかなり長い期間継続しているので、多くのメンバーが関与してきた。特に、学生諸君はつらい作業に耐え、驚異的ながんばりを発揮してくれた。「絶海の孤島」と呼ばれた現地調査は、様々な意味で困難を極めたが、反面、非常に楽しいものでもあった。研究手法が確立されていなかったため、試行錯誤の連続で、みんなで考え、考えたことはすべて実行することをモットーに研究を進めた。

その結果、南大東村の生産システムの改善はもとより、沖縄・鹿児島両県さらにはアジア諸国などにも応用できるシステムを提示できたと考えている。得られた研究成果はただちにフィードバックする方針をとり、現地でたびたび報告会を開催した。一方では、このようなフィールドワークの体系化を試み、関連学会、国際会議などで発表を行うことができた。

2. 研究の背景

(1) 危機的状況にある生産

沖縄県では平成3年ごろから生産量が急減し、かつての150万トン台から100万トンを割る状態にまで減少している。サトウキビは原料作物であるため製糖工場の規模に合う生産量が必要である。このような減産のために存続困難な工場も見られる。農家の高齢化による生産能力の低下が減産の主因で、これに伴うネガティブフィードバックが形成されている。

(2) 思うような効果のでない増産対策

しかしながら、サトウキビは様々な優れた多面的機能を持っており、沖縄農業の安定的・持続的発展にとって不可欠な作物である。機械力による生産能力の向上が問題解決の基本であるが、条件次第ではネガティブループに落ち込む危険を常にはらんでいる。平成期に入ってから機械化の必要性がようやく認識され、収穫用機械の導入が急ピッチで進められた。現在では約150台のハーベスタが普及し、全体の30%を収穫している。これだけの機械があれば沖縄の100万トンは楽に収穫できるはずであるが、期待ほどには実績が上がっていないのが実情である。

地域や時代に適合した新しい生産システムを確立する必要が認められるのはまさにこの点である。

3. 南大東島の苦悩

(1) 深刻な人手不足

調査の主対象地域となった南大東島は、那覇市の東、約400kmにあり、南北6.5km、東西5.8kmの卵形の島で、海岸は断崖絶壁で、中央部は灰皿のように窪んだ地形になっている。産業構造は大きく糖業に依存しており文字通り“砂糖の島”である。

ここでは、以前から収穫作業は島外労働力に頼り、特に台湾からの労働力が重要な役割を果たしていた。しかしながら、外交上の問題で昭和47年度より導入できなく、この年度は6月末まで製糖を続けた後4千トン余りを圃場に残留して製糖を打ち切る異常事態が発生した。代りに、4年間の期限付きで韓国からの導入が認められたが、労力不足の根本的な解消が緊急の課題になった。

(2) 機械化第1ステージ

このような状況の中で、オーストラリアよりハーベスタが試験的に導入され、その成果を踏まえ、導入が本格化した。農家を始めとする関係者の血のにじむような努力によって様々な問題を克服し、ハーベスタの導入が一気に進み、労力不足はほぼ解消した。ハーベスタが南大東島の糖業の存続を可能にしたと言える。

当時、小学生であった娘さんが、「ハーベスタは神様です」という作文を書いた話がある。製糖期になると忙しくてだれも授業参観に来てくれない、でもハーベスタが入ってからお母さんが来てくれるようになったという感動的な話である。機械化は生産の効率化だけでなく、人間の生活・文化にも大きく関わってくるのがわかる。

(3) 機械化問題

ところがしばらくしてから様々な問題が発生するようになった。もっとも深刻な問題は、ハーベスタ導入後10年目付近より生産量が減少したことで、最盛期の半分程度の5万トンを割る状態にまで低下した。このため、島の経済状態は極端に悪化し、製糖工場も操業困難に陥る深刻な事態となり、文字通り、島の存亡に係わる状況になった。

(4) 問題解決に向けての取り組み

問題を解決するには、悪循環を断ち切ってループをプラスの方向に転換する必要がある。このため大東糖業株式会社は昭和57年3月に、沖縄県などに「南大東の糖業の問題点と対策について」と題した要請文を提出した。これを受けて沖縄蔗作研究協会の機械化委員会などでトラッシュの問題を中心に討議が行われた。この頃、琉球大学に赴任した私には、これは非常に新鮮で興味深いテーマで、始めて大東を訪れ、これがこの研究のスタートにつながった。

当時、沖縄県が進めていたキャタピラ式中型グリーンハーベスタ開発事業を研究室で手伝うことになり、南大東村に機械を持ち込み、ほぼ一シーズンかけて作業性能の評価、改良および実証試験を行った。この事業でお世話になった南大東村の皆さんと、問題を解決するための様々な方法を検討した。

画期的な試みとして、昭和60年3月に産官学をあげた「さとうきび収穫機械化シンポジウム」を開催した。多くの専門家によって解決策が提案され、農家を始めとする関係者の意識改革につながった。

(5) 機械化第2ステージを目指して

この過程で、南大東村を中心に農協、製糖工場と一緒に研究プロジェクトを発足させ、ここから問題解決のための本格的な調査を開始した。同時に新しい生産組織を作るための準備が開始され、紆余曲折の末に平成元年度に農業機械銀行が設立され、研究の成果を基に新鋭のグリーンハーベスタが導入された。これによって、次の世代の生産システムを構築する糸口ができた。

5. 研究の概要

機械化問題に関する主要な研究成果は次の通りである。

(1) グリーン収穫方式への変更

それまでのハーベスタはバーン方式だったが、調査結果よりこの方式は有機物を焼却するために地力の消耗が著しく、土壌構造が悪化するなど多数の欠点があることを指摘し、改善策としてグリーン方式への切替えを提唱した。グリーンハーベスタの作業性能を調べ、開発・性能向上および効率的利用のための基礎資料を得、これに基づいて機械や労力の有効利用を図る地域機械化システムを提示した。その結果、現在では畑の土壌構造も好転し生産性も向上しつつある。これらの調査データより沖縄県も補助事業の対象機種を従来のバーン方式からグリーン方式に改めている。

(2) トラッシュ対策

ハーベスタ収穫原料は大量のトラッシュを含み、さらに原料の損失が発生するので、手刈原料に比べて歩留を著しく低下させる。歩留低下を最小限に抑制するために、ハーベスタの作業特性について詳細な計測を行い、作動状態とトラッシュとの関係および原料損失の発生原因を明らかにした。また、量だけでなくトラッシュの構成内容によっても歩留への影響が異なることを示した。これらより、圧搾工程の前に原料精選の工程として集中脱葉装置が必要なこととその基本的機能を明らかにして提言し、現在装置の設置と改良が行われている。

(3) 機械収穫原料の品質保持技術

ハーベスタ収穫原料は、刈刃などによる損傷を受けるため、堆積中に呼吸作用によって高温、高湿度の状態となり原料の品質劣化が急速に進む。これを実験的に明らかにし、具体的な抑止策を提案し、現在実施に向けて準備が進められている。

(4) 地域機械化体系の構築

収穫作業は製糖工場を中心に複数のハーベスタと運搬トラックが稼働している。これらの作業状態を最適化するために、トラックの作業分析、ハーベスタの作業分析ならびに工場における荷受作業分析を行い、基本特性を解明した。

6. 生産支援情報システムの開発

以下は第3ステージもしくはそれ以上のステージを目指して、現在進行中あるいは計画中のテーマである。

(1) 情報システム

この研究の過程で、情報の重要性が明らかになり、農家の生産を支援する情報システムの開発に関する研究を開始した。途中から作物学、土壌学の仲間にも参加してもらい、増収、高品質化、低コスト化および環境負荷軽減を目的に、新たな技術集約的生産システムの構築を目指している。特に、品質取引制度をデータ収集システムとして利用して生産支援に資する情報システムの

開発を行った。すなわち、製糖工場で原料買い上げ時に自動的に得られる糖度、収量などをデータベース化して活用する情報システムを設計し、南大東島および石垣島を対象にモデルシステムを開発した。

(2) GISへの拡張

圃場の生産能力の評価は土地に付随した各種情報の解析によって行うので、GIS（地理情報システム）の利用が効果的である。本研究では、以前に作成した数値データ中心のデータベースをGISに展開し圃場生産能力を評価するシステムの開発を行った。

(3) 蔗汁・土壌成分の迅速計測システムの開発

品質測定のプロセスで甘蔗糖度以外の元素成分を同時計測し、情報収集システムのひとつとして利用する多成分迅速計測システム開発を目的とした。具体的には、NIRを用いた蔗汁成分さらには土壌成分のオンライン計測システムの開発を検討した。

(4) 高解像度衛星画像による情報収集システムの開発

このシステムの成否は、広範囲に分布する圃場毎の収量、品質等の情報収集をいかに効率化するか、経時的および空間的に変化する生育情報をいかにモニタリングするかにかかっている。そこで、衛星データを生産支援情報システムのモニタリングシステムすなわちセンサとし、品種や作型の特徴抽出、糖度およびバイオマス（収量）の推定および作業計画・評価等に活用するための技術開発を検討している。これによって、衛星データによる生育評価・モニタリングが可能となれば、生産支援情報システムの能力が飛躍的に向上し、農家の意思決定の基礎資料として提供でき生産振興に大きく貢献することが期待される。

7 ITの活用

(1) ネットワーク型研究センター

サトウキビの減産に伴って研究予算も縮減傾向にあり、新しい技術開発能力は低下しつつある。これを克服するには、実現可能であり、効果も大きく、将来に向けて大きく発展する可能性のある研究体制を創造する必要がある。具体的な形態として、ネットワーク方式の未来型研究センターを提案している。インターネットに代表される情報ネットワークのもつ大きな可能性をみると、この方向に活路を見出すことは決して夢ではないので、ここにネットワーク型の研究センターの設立を提言し、具体的な方策の第一歩を探ってみた（平成12年6月30日；沖縄農業研究会・第1回懇話会）。

(2) 目的・機能、構成

本センターの目的・機能は、ネットワーキングによって各種研究資源の共有化と有効な活用を図ることである。これによって、限られたスタッフ、予算、施設を最大限に活用し、サトウキビ農業・沖縄農業の振興に貢献できると考える。具体的な機能としては次があげられる。

- ・情報の蓄積・保存・共有化
- ・研究資源の有効利用
- ・研究者・技術者の相互支援・情報交換
- ・農家との連携（生産活動の支援、情報提供など）
- ・産官学の効果的連携
- ・一般市民への情報提供

(3) デージファームを作ろう

本センターの基本構成は、研究機関、団体、工場などに構築されたデータベース群とホームページ群より構成される。このような研究センターの中心となるのが“デージファーム”である。これは、コンピュータ内に構築された“仮想農場・デジタルファーム（あるいはサイバーファーム）”と、「重要な」を表す方言“デージ”をもじったものである。紙面の都合で詳細は省くが、今後、実現に向けて具体的な活動を展開する予定である。

8 バイオ・エコシステム

サトウキビのもつ優れたバイオマス生産能力すなわちCO₂固定能力に注目し、バガスを炭化することによって永久固定化するシステムを提案している。木を用いる木炭と異なり、製糖の副産物として産出されるバガスの炭化は、原料が工場に集積されていること、毎年産出されることなど大きなメリットがある。すなわち、1年あたりの固定量は限られていてもその量は年毎に増加することになる。加えて、バガス炭を土壌改良剤として利用することによって増産を図りCO₂の固定量をさらに増加させることができる。農家にとっては直接的な増収とともに環境税などに係るメリットを享受できる可能性が開け、サトウキビの増産が地球環境の改善につながる。このシステムではいかに多くの余剰バガスを産出し炭化するかがポイントとなるが、まず製糖工場のボイラーの改善と工場全体のエネルギー効率の向上が必要となる。次に、外部エネルギーを積極的に導入しバガスへの依存量を可能な限り減少させることである。ここに、廃棄物処理によって発生する熱エネルギーあるいは電気エネルギーの活用がもっとも合理的な方法として浮かび上がってくる。このように、サトウキビ増産、CO₂永久固定化と温暖化抑制、廃棄物の無害処理・環境浄化を同時に達成する総合的なバイオ・エコシステムについて研究を開始した。

9 むすび

このように、後半はあまりにも飛びすぎている印象を与えるかもしれないが、あくまでも地道で息の長い（しつこい？）研究の延長線上にある内容である。作物の元素レベルから個体レベル、圃場単位、地域単位さらには地球規模に至るマイクロからマクロまでの物質・エネルギー・情報の循環についてシステム学的な体系化を試みたいと大それたことを考えている。

最後に日ごろより支援・協力いただいている多くの方々、ならびに、この機会を設けていただいた本会の皆様に対して心より深謝申し上げます。