

沖縄のさとうきび作と宮古島バイオエタノール実証事業

～地産地消型バイオエタノール事業の確立に向けて～

農林水産委員会調査室 むらかみ ようこ
村上 陽子

はじめに

このたび、沖縄の離島問題について、沖縄本島・石垣島・宮古島の各所を訪問して実情を調査する機会を得た。ここでは、沖縄県におけるさとうきび作の現状を見た後、製糖過程の副産物である糖みつ（廃糖みつ）を利用した宮古島におけるバイオエタノール実証事業について取り上げる。

1. 沖縄県におけるさとうきび作

(1) 沖縄県農業とさとうきび

沖縄県の農業は、その気象的・地理的な条件によって他の都道府県とは異なる特色を持つ。まず、亜熱帯性気候であることから、後述するさとうきびを始め、パイナップルやマンゴーなどの熱帯作物が栽培可能である。一方で、大規模な河川がないため農業用水の供給が不安定であり、また、台風や干ばつに頻繁に見舞われ、耕作地は有機物の乏しい特殊土壌であることなど、全体的に農業生産にとっては厳しい条件の下にあると言える。また、県全域が離島群から成っていることにより、本土とはもちろんのこと、近隣の島々との地域内物流にさえ輸送コストが余分に掛かることも、県農業における大きな負担となっている。

さとうきびは、こうした気候、土壌などの厳しい自然条件の中でも収穫可能な沖縄の基幹作物であり、農家経済に大きく貢献している（図表1）。また、砂糖製造業等を通じた経済波及効果は3倍とも試算される¹など、雇用等地域経済にも大きく寄与している。

（図表1）沖縄県におけるさとうきびの位置付け

	年度	全体		
		さとうきび	割合(%)	
耕地面積 (ha)	17	39,200	18,983 (注)	48
(うち離島)		26,024	14,477 (注)	56
総農家数 (戸)	17	24,014	18,110	75
(うち離島)		9,413	8,389	89
農業産出額 (億円)	17	905	147	16
(うち離島)		351	98	28

出所：沖縄農林水産業統計年報、さとうきび及び甘しゅ糖生産実績

注：さとうきびの耕地面積は、収穫面積に次年度夏植収穫面積を加えた数値である。

さとうきび作の動向を見ると、農業従事者の高齢化による労働力不足、他作物への転換等により生産量、栽培農家戸数は長期的に減少傾向にある（図表2）。また、1戸当たりの収穫面積は0.7ha程度で、小規模・零細な経営構造となっている。

（図表2）沖縄県におけるさとうきび生産実績の推移

	昭和60年	平成2年	7年	12年	16年
収穫面積（ha）	23,130	20,397	14,694	13,542	13,611
生産量（千t）	1,740	1,219	1,083	805	678
生産額（億円）	374	250	212	165	135
農家数（千戸）	37.8	33.1	23.3	18.8	18.1
1戸当たり 収穫面積（a）	61	62	63	72	75

出所：沖縄県「さとうきび及び甘しゅ糖生産実績」

（2）さとうきび作及び製糖業に対する助成措置

砂糖は、国内産と輸入糖との価格差が大きく、国際価格や為替レートにより変動するものの、甘しゅ糖²では国内産の方が8～10倍程度高い水準で推移している³。そこで、我が国では輸入糖等に調整金を賦課して内外価格差を縮めるとともに、調整金をさとうきび・てん菜生産者、製糖業者等国内産糖関連業者への支援に充て、砂糖の国内生産を維持してきた。

しかし、さとうきび作は現在も沖縄の基幹産業と位置付けられているが、縮小の傾向が否めない。さらに、国際化の進展に伴い、各国との経済連携が強まる中で、こうした国内産業の保護制度には厳しい目が向けられている⁴。沖縄県では調整金が撤廃された場合、県内のさとうきび作に与える影響は生産額全額の143億円（すなわち、さとうきび作は存続不可能になる）関連製造業や運送業などへの経済波及効果を含めると613億円に及ぶマイナスの影響が出ると試算している⁵。

こうした状況の下、平成19年産より導入されたさとうきびの新たな経営安定対策では、支援の対象者をそれまでの全生産者から、一定の要件を満たす経営体に絞ることとなった。その要件とは、認定農業者（個人・法人） 収穫作業に関し、一定作業規模（個人1ha、組織4.5ha）を有する者、 収穫作業に関し、一定の作業規模（4.5ha）を有する共同利用組織に参加する者、 一定の作業規模（4.5ha）を有する受託組織、サービス事業者（農業開発組合等）に基幹作業を委託する者、のいずれかを満たすことである。なお、このほか、

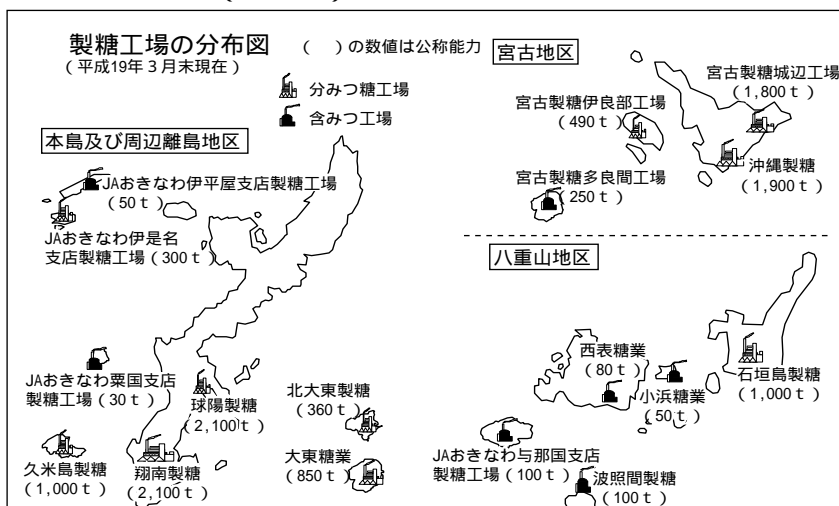
受託組織等が存在しない地域で、さとうきび生産農家の2分の1以上が参加して組織される担い手育成組織の参加者についても、3年間の特例として認められた。

この新たな経営安定対策には、沖縄県でさとうきび生産を行うすべての農家が加入したが、その66%が要件の特例によるという。この特例は、平成21年度に終了することになっており、それ以降に経営安定対策の支援を受けるには、その他の要件に該当する必要があるため、規模拡大や受委託の推進が急がれる。一方で、沖縄県におけるさとうきび生

産については、地理的・気候的条件等から要件に合うような機械化や規模拡大は難しいとして、制度の方向性に疑問を呈す声もある⁶。

また、さとうきびは収穫後すぐに精製しなければ糖度が落ち品質が悪化するが、その体積・重量が大きいため、運搬にコストと時間を要する。そのため、さとうきび生産が行われている各島に製糖工場（図表3）が設置され、地域の経済活動の一翼を担っている。なお、国による助成措置は、生産者と加工業者を一体として行われている。

（図表3）製糖工場の分布図



出所：沖縄県資料

注：分みつ糖は絞り汁から糖みつを分離したもので、一般的に使われる白砂糖。含みつ糖はさとうきびの全成分をそのまま煮詰めたもので、黒砂糖など。

（3）石垣島におけるさとうきび作

石垣島⁷は、南部に平野、北部に山岳地帯を有し、主に南部の平野部において農業・畜産業が営まれている。島全体の経済は、ジャングルやサンゴ礁など変化に富んだ地形が人気を集める観光・リゾート産業が主に支えており、農業の全体に占める構成比率は生産額、従事者ともそれぞれ4.2%、9.7%と高くない。しかし、ブランド化が成功した「石垣牛」や特産のパパイヤを使ったデザート「赤のティラミス」など、農業・畜産業は地域特産品や観光土産品等の移出製品を生み出し、観光産業の発展に大きく貢献している。また、農業産出額は、毎年90～100億円で推移しており、平成17年は92.9億円であった。特に、「石垣牛」を始めとする肉用牛の繁殖が伸びており、平成17年の農業産出額のうち56%を占めている。こうした中、さとうきび作は減少傾向にあるものの、耕地面積の40%、農家数の64%を占め（図表4）農業産出額では15%と肉用牛に続き第2位となっている。

(図表4) 石垣島におけるさとうきびの位置付け

区分	年度	全体		
			さとうきび	割合(%)
耕地面積 (ha)	17	5,470	2,178(注)	40
総農家数 (戸)	17	1,328	849	64
農業産出額 (千万円)	17	929	136	15

出所：統計いしがき（平成18年版）、2005年農林業センサス

注：さとうきびの耕地面積は、収穫面積に次年度夏植収穫面積を加えた数値である。

(4) 宮古島におけるさとうきび作

宮古島⁸は温暖な気候と平坦な台地を有し、耕地率は54.0%と営農上の地形的な条件には恵まれている。反面、毎年来襲する台風、干ばつ、病害虫の発生等の自然災害のほか、河川がないため水利条件に恵まれないことや、土壌はほとんど島尻マージと呼ばれる琉球石灰岩土壌で、一般に土層が浅く、保水力が乏しい等土地生産性が低く、農業を取り巻く自然環境は厳しいものがある。

こうした自然的、地理的な制約の下で、宮古島の農業は、さとうきびを基幹作物とした肉用牛との複合経営を基本に展開し、葉たばこの生産も増加している。一方で、島全体の人口の減少・高齢化に伴い、農業就業者もその数は減少し、高齢化が進んでいる。

宮古島の農業生産は台風、干ばつ等気象条件に大きく左右され、農業産出額は近年120億円から140億円の間で推移している。平成17年の農業産出額（概算）は、135億円となっており、前年の126億円に比べて9億円増加した。

さとうきび作の動向を見てみると、宮古島でも縮小の傾向は否めない。収穫面積は昭和60年には5,750haであったが、近年は3,900~4,000ha前後で推移しており、平成17年の生産量は昭和60年と比べると約6割近くに縮小している。しかし、さとうきびは耕地面積の53%、農家数の96%、農業産出額の43%を占めており（平成17年）、依然として宮古地域における基幹作物である。さとうきび生産農家戸数は4,724戸で、1戸当たりの平均収穫面積が0.9haと零細な構造であり、また、農業従事者に占める60歳以上の割合が48%と、高齢化が大幅に進んでいる（図表5）。

(図表5) 宮古島におけるさとうきびの位置付け

	年度	全体		
			さとうきび	割合(%)
耕地面積 (ha)	17	10,946	7,909(注1)	72
総農家数 (戸)	17	4,897	4,724	96
農業産出額 (千万円)	17	1,350	580	43

出所：宮古概観（平成19年3月）、沖縄県農業関係統計（平成19年8月版）

注1：さとうきびの耕地面積は、収穫面積に夏植収穫面積を加えた数値である。

注2：農業産出額については平成17年度の概算

2. バイオエタノール実証事業の展開

(1) 導入の契機

沖縄県は、総産出額のうち観光・リゾート産業を中心とするサービス業の構成比が35.6%と全国の25.8%を大きく上回る観光立県であるが、その魅力の源は豊かな自然環境・景観である。そのため、環境の維持・改善は今後の沖縄県の発展にとっても重要な課題である。

しかし、CO₂等の温室効果ガスの排出量は、1990年度からの10年間で31.4%増加しており、全国平均の8%増に比べて突出している。その主な原因としては、鉄道が未発達であることによる自動車の増加、電力用燃料を重油から石炭に転換したことが挙げられる。そこで、県地球温暖化対策地域推進計画においては、CO₂排出量を2010年度までに現状より8%削減する目標を立てている。

また、前述のようにさとうきび作及び製糖業をめぐる状況は厳しく、特に宮古島はさとうきびへの依存度が高いため、今後の砂糖の調整金の在り方によっては島全体に多大な影響を及ぼす。

こうした現状を踏まえて、基幹産業であるさとうきび作の存続・発展とともに、バイオ燃料の生産・流通によるCO₂削減を図るため、沖縄産糖みつからの燃料用エタノール生産プロセスの開発及びE3[®]等実証試験が、平成16年に環境省の支援を受けた石油卸の(株)りゅうせきによって開始された。本事業の意義としては、国内産バイオマス原料によるバイオエタノール生産技術の確立と、E3燃料の製造・物流・供給の管理体制を確立し、実車走行まで一貫した技術開発と実証を行う我が国初めての事例であること、宮古島の基幹作物であるさとうきびの増産につながる支援事業として、製糖業の副産物である糖みつからエタノール燃料を生産し、E3燃料を製造・供給して宮古島で消費する持続可能な社会循環システムを構築すること、世界に誇れる国内の優れた技術を集積し、その技術開発の成果を沖縄県の特徴を活かした地産地消型の地域振興事業として、普及させるモデル事業を目指すこと、等が挙げられる¹⁰。すなわち、本事業は、地球温暖化対策であると同時に、縮小傾向にありながらも地域の重要な基幹産業であるさとうきび作を発展させるという地域対策の両面を持っている。

(2) バイオエタノール実証事業の仕組み

本事業は、(株)沖縄製糖宮古工場で発生する糖みつから、同工場内に建設するエタノール生産プラントで無水バイオエタノールを製造・貯留し、これを(株)りゅうせき宮古油槽所内に受け入れて、E3燃料を製造・貯蔵するとともに、島内の実車走行車両に供給するというものである。(株)沖縄製糖宮古工場及び(株)りゅうせき宮古油槽所を見学し、大見謝伊久雄工場次長及び奥島憲二バイオエタノールプロジェクト推進室長にお話を伺った。



沖縄製糖宮古工場外観（筆者撮影）

*

島内には沖縄製糖宮古工場と宮古製糖城辺工場の2つの分みつ糖工場があり、平成17年次の島全体の産糖量(分みつ糖)は31,620t、糖みつの排出量は約7,000tである。沖縄製糖には島内で生産されたさとうきびの55%前後が搬入されており、平成18/19年度の圧搾高は114,305tであった。

ところで、製糖の際には、糖みつのほかにさとうきびの絞りかすであるバガスやろ過工程の不純物であるケーキ、ボイラーから発生する集じん灰といった廃棄物が出る。現在、バガスは工場内のボイラー燃料に、ケーキ・集じん灰はサトウキビ畑の肥料等に使用されるなどすべてが有効利用され、島内の製糖業は言わば「ほぼ完全なリサイクル」(大見謝伊久雄 工場次長)のシステムとなっている。一方、糖みつは、糖分及びミネラルを豊富に含む液体であるが、その回収工程で生じる黒色色素は分解処理が困難なものであるため、ほぼ無償で飼料会社に引き取られ、島外に搬出されている。

そこで、本事業ではこの糖みつを原料にしてエタノールを生産することとした。バイオエタノールの生産は、糖みつを発酵させ、蒸留した後、脱水するという流れになる。しかし、実際の生産に当たっては、幾つかの解決すべき課題があった。主な課題としては、「低糖濃度・高塩濃度な沖縄産糖みつからの高生産性発酵プロセスの開発、親水性の高いエタノールの省エネ型濃縮・脱水プロセスの開発、エタノールの15倍量が排出される蒸留残液の利活用法の確立など」(奥島憲二 室長)である。

本事業はこれらの課題を克服してようやく実現に至ったわけであるが、この中で特に重要であったのは、脱水プロセスの開発であった。我が国では、エタノール濃度を99.5vol%¹¹以上になるまで脱水処理をしなければ燃料用として使用できない¹²が、このためにゼオライト膜によるエタノール/水分離膜の仕組みを開発した(右写真)。これは、低コストで高度な濃縮・脱水プロセスを実現したもので、世界的にも注目を集めている。



ゼオライト膜によるエタノール/水分離膜装置(筆者撮影)

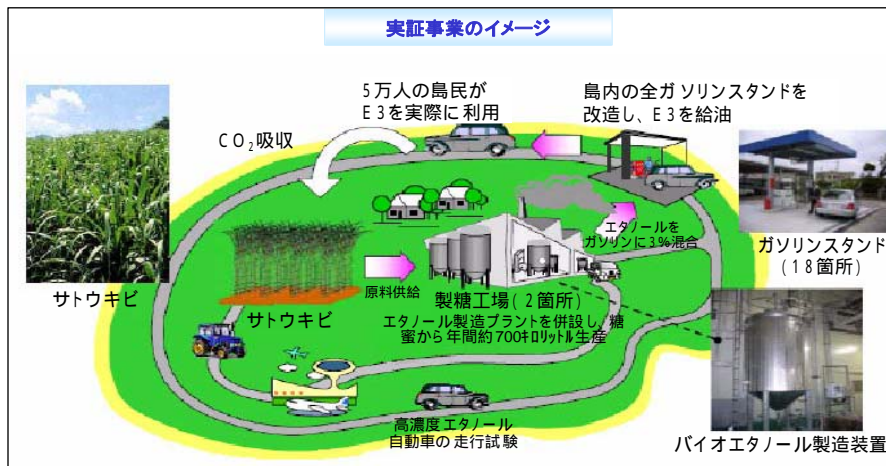
こうした高度な技術を取り入れて実現した本事業では、既に本格的な生産を開始しており、18年度には7.8klのエタノールを製造した。

(3) バイオエタノールアイランド構想

さらに、これまでの取組を拡大・発展させるため、平成20年度よりバイオエタノール広域実証事業(バイオエタノールアイランド構想)がスタートする(図表6)。

これは、宮古島のサトウキビからバイオエタノールを製造し、島内で消費されるガソリン(年間約2.5万kl)のすべてをE3にすることを目指すものである。また、海外で走行している高濃度エタノール自動車(E10対応車、フレックス燃料車等)の走行試験も併せて実施する。さとうきびの増産体制を支援し、バイオエタノールの地産地消に取り組むた

(図表6) バイオエタノールアイランド構想のイメージ



出所：(株)りゅうせき資料(平成20年1月)

め、内閣府、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省、消防庁の各府省が連携して事業を行う。広域実証事業によって、宮古島全体の二酸化炭素排出量は、対ガソリン比で24%に抑えられるという¹³。

3. 今後の課題

バイオエタノールを自動車燃料として使用することについては、様々な課題が指摘されているが、ここでは特に、視察結果を踏まえた上で、宮古島及び我が国におけるバイオエタノールの導入拡大に当たっての論点を挙げることにする。

(1) バイオエタノール生産面

バイオエタノールの生産についての課題は、まず原料である糖みつのもととなるさとうきびの生産体制がある。

宮古島では、台風の来襲や干ばつが多いことから、さとうきびの作柄が安定せず、年によって生産量や糖度が変動する。これらは排出される糖みつの量、品質にも大きく影響することから、災害に強く、高収量のサトウキビの品種開発が急がれる。このことは同時に、コスト削減のためにも重要な課題である。

また、さとうきび生産は重労働・低収入等であることから縮小傾向にあるため、これを拡大へと転換させるには、労働の省力化により生産性向上を図ることが必要である。島しょ地域では大型機械の導入が難しい場合もあるが、宮古島は平坦な土地で比較的機械化しやすいと考えられる。現在の大型機械導入率が約20%であることから、更なる拡大が期待される。

(2) バイオエタノール流通面

バイオエタノール燃料の流通方法には、E3、E10等と呼ばれる直接混合方式(E3であれば、エタノールは3%)とETBE¹⁴等の添加方式がある。世界的には、どちらの方式を採用かは国によって異なっており、ブラジルやアメリカでは直接混合方式、ヨーロッ

パでは添加方式を採る国もある。我が国では、宮古島ではE 3の導入が進められる一方、昨年から首都圏で試験販売が始まったバイオガソリンはE T B E方式であるなど、両方式が併存している状態である。宮古島では実証事業の成果を生かすためにも、直接混合方式の採用を希望しているが、いずれにしてもバイオエタノールの流通拡大に当たっては、政府として早期にどちらの方式を採るのか方向性を示す必要がある。

また、これに関連して、宮古島内のガソリンスタンドで平成 20 年度から開始予定であったE 3の供給が、石油連盟の反対の意向により、難しくなっているとの報道もなされている¹⁵。これは、ガソリンへのエタノール混合がその分ガソリンの使用量減につながることで、また、バイオ燃料の導入法についても、本事業では石油連盟が反対している直接混合方式によるものであるため、反発したものと言われる。しかし、このまま石油連盟の協力が得られなければ、E 3の供給は島内 19 か所のガソリンスタンドのうち、石油元売りに属さない独立系の 4 か所のみにとどまってしまう。バイオエタノール構想を実現するに当たって、現状のままでは業界団体等関係者が連携不足を露呈した形となっている。(株)りゅうせきでは島内全ガソリンのE 3化に必要な年間 750kl のバイオエタノール生産について、十分対応可能としており、早急な解決が待たれるところである。



エタノールタンク（左）とガソリンタンク（右、真ん中） E 3 供給スタンド
（いずれも（株）りゅうせき敷地内：筆者撮影）

おわりに

業界団体等関係者の連携不足により、バイオエタノールアイランド構想の頓挫が伝えられる一方¹⁶で、宮古島内では行政、バイオエタノール事業関係者はもちろん、「住民らも島にとっての本事業の重要性、必要性を認識している」（奥島憲二 室長）とされ、前向きな姿勢であるという。我が国では、宮古島のほかにも各地でコメや廃材などを使った、バイオエタノール生産の実証事業が取り組まれている。宮古島のバイオエタノール実証事業によりバイオエタノールアイランド構想への取組が成功すれば、各地で取り組まれ始めた地産地消型のバイオ燃料の実証事業が発展していくことも期待される。

また、(株)りゅうせきの敷地内ではE100のバイク(右写真)も走行していたが、その排気ガスはガソリンによるもののようなガス臭さはなく、かすかに甘い香りがした。バイオエタノールは有酸素燃料のため、燃焼時に有害なCOやススが出ない¹⁷。こうしたクリーンなエネルギーであることは、地球温暖化対策とは別にもっと評価されてしかるべきなのではないか。過去において、自動車等の排気ガスをめぐる公害問題を経験してきた我が国が、バイオ燃料の利用拡大を図り、環境面・健康面での利点をアピールすることは世界的にも大きな意味を持つのではないかと考える。



E100のバイク
(筆者撮影)

宮古島ではこのほか、マグロの陸上養殖施設(ラボタ)など国内で先進的な取組が行われている。住民、観光客とも増えている沖縄本島、石垣島と比較すると、宮古島は将来を悲観されることもあるが、島民の多くの方々が、こうした新事業へ積極的に取り組む姿は大きな財産になるであろう。

¹ 「サトウキビ及び関連産業部門の県経済への波及効果」(沖縄県農業試験場 平成10年度)

² さとうきび(甘しゃ)を原料とする砂糖。

³ 「砂糖・甘味資源作物をめぐる事情」(農林水産省 平成17年11月)

⁴ 日豪EPA交渉において、オーストラリアは砂糖も含めた農産物全体の関税撤廃を要求(平成20年2月26日 日本農業新聞)。

⁵ 「日豪EPA締結により沖縄農業が受ける影響額(沖縄県試算)」(平成18年12月18日)

⁶ 「さとうきび作農業の動向と「直接支払い」- 沖縄畑作地帯 -」(来間泰男)(地域産業の構造的矛盾と再生 2007年3月)

⁷ ここでは石垣島市を指すこととする。石垣島市は石垣島と13の無人島から成る。

⁸ ここでは宮古島市を指すこととする。宮古島市は宮古島、池間島、伊良部島、下地島、来間島、大神島の6つの有人の島から成る。

⁹ E3は、体積量で3%のバイオエタノールをガソリンと混合したもの。

¹⁰ (株)りゅうせき資料(平成20年1月)による。

¹¹ 容量パーセントを示す。

¹² JASO規格(日本自動車規格)による。

¹³ (株)りゅうせき資料(平成20年1月)による。

¹⁴ E T B E (エチル・ターシャリー・ブチル・エーテル)は、イソブテン(石油製造過程の副生物)とバイオエタノールから製造されるガソリンの添加剤。

¹⁵ 読売新聞(平成20年1月22日)、産経新聞(平成20年2月19日)等。なお、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構は『本日、一部の新聞で、「新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)は21日、沖縄・宮古島の自動車用ガソリンを全量、バイオ燃料に切り替える政府の「バイオエタノール・アイランド構想」について、計画していた全島での実施ができなくなったと正式発表した。」との報道がありました。』と報道を否定した(平成20年1月22日)。

¹⁶ 注15参照

¹⁷ 農林水産省ホームページ http://www.maff.go.jp/j/biomass/b_energy/pdf/bea_02.pdf