

## 第2章 ブラジルとタイのバイオエタノールの生産・流通事情

### 第2回 研究会（2007年11月5日）

前農畜産業振興機構調査情報部長、現農林水産政策研究所国際食料情報分析官

加藤 信夫

#### 1. ブラジル

##### (1) バイオエタノールの生産振興の変遷

1929年の世界の経済危機後、最古参の砂糖産業は大きなダメージを受けたため、砂糖・アルコール院（IAA：Sugar and Alcohol Institute）が設置され、1933年からIAAにより、さとうきびから作られる砂糖とエタノールの厳格な供給管理を行ってきました。その後1973年の第一次石油危機で石油価格が高騰したことを受け、輸入原油の依存を軽減するために、1975年から国家アルコール計画（Proalcool）を実施しました。

国家アルコール計画の主な内容は、エタノール価格の保証、国営ペトロブラス社による一部流通独占、エタノール製造者へのインセンティブなどであり、1975年～1989年までの間に123億ドルもの資金が投入されました。この結果、エタノールの生産から流通・消費に至る一連のエタノールの生産・流通基盤が確立されただけでなく、間接的にさとうきびのもう一つの生産物である砂糖の生産と輸出拡大にも大きく寄与しました。

しかし、その後、国家アルコール計画に要する財政負担問題、石油価格の下落、リオデジャネイロでの海底油田の発見などにより、ブラジル政府は1990年代後半から規制を徐々に緩和しました。

その後、エタノール需要拡大の大きな起爆剤となったのは、2003年3月からエタノールとガソリンのいかなる比率で混合した燃料でも走行可能なフレックス車（FFV）の販売開始です。2003年の新車販売台数に占めるフレックス車の割合はわずか4%であったものが、2006年には約78%までそのシェアを伸ばしています。

ブラジルでは、国家アルコール計画とフレックス車の普及により、輸入原油依存度軽減（エネルギー安全保障）のみならず、さとうきび増産と価格の上昇、砂糖・エタノールの販売拡大による農業開発が進展しましたが、原油や天然ガスの生産にも力を入れた総合的なエネルギー、農業政策を採用してきた点が特色であると考えます。

## (2) ブラジルのさとうきびの主要生産州

ブラジルの総面積は約8億5千万haであり、そのうち、さとうきびの栽培面積は約700万haで総面積の1%未満に過ぎません。さとうきびの生産地については、植民地時代は北東部が主産地でしたが、その後は土地条件や気象条件などに恵まれた中南部に主産地が移りました。そのなかでもサンパウロ州は、最大のさとうきび生産地であり、2006年の生産量では約6割のシェアを占めています。ブラジルの特徴は、さとうきびを原料とするエタノールと砂糖の産地と大消費地であるサンパウロ市やリオデジャネイロ市が至近にあることが、アメリカと異なるところで、輸送コストやロジスティックな面で有利と言えます。

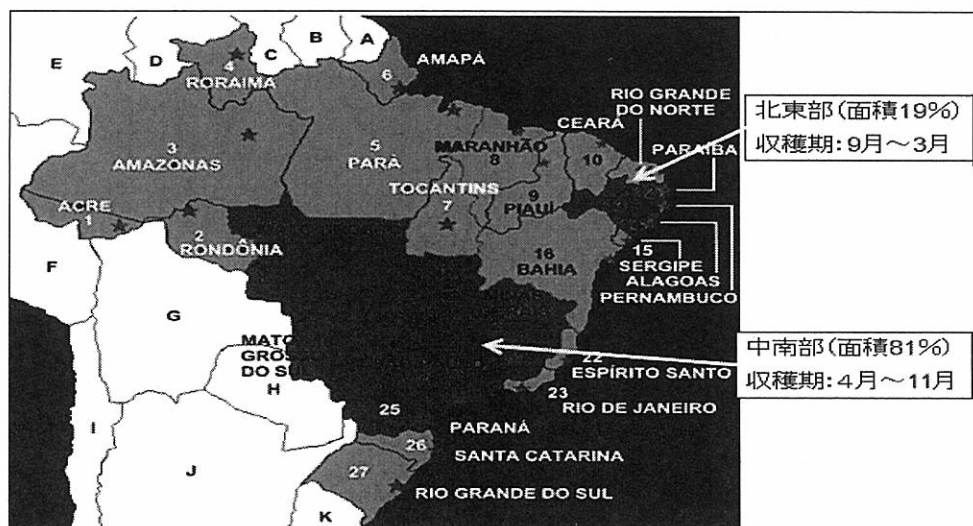


図1 ブラジルのさとうきびの主要生産州(2006年収穫面積ベース)

## (3) さとうきびの生産量の推移

さとうきびの生産量は国家アルコール計画、フレックス車の販売拡大などにより、特に2000年からは急速に生産量を拡大しています。しかし2005年には干ばつに見舞われたため、さとうきび生産に悪影響が及び、エタノールの需給が堅調となり価格上昇を招きました。さとうきびの増産要因としては、さとうきびの品種改良による単収の向上もありますが、牧草地からの転作や新規開墾による作付面積の拡大が主な要因となっています。

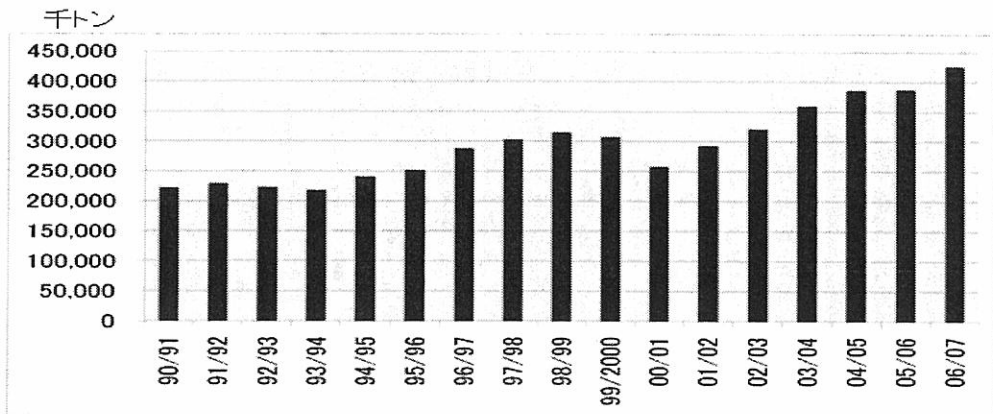


図2 さとうきびの生産量の推移

出所: UNICA

注: 06/07年のデータは、2007年2月28日までの予測データ

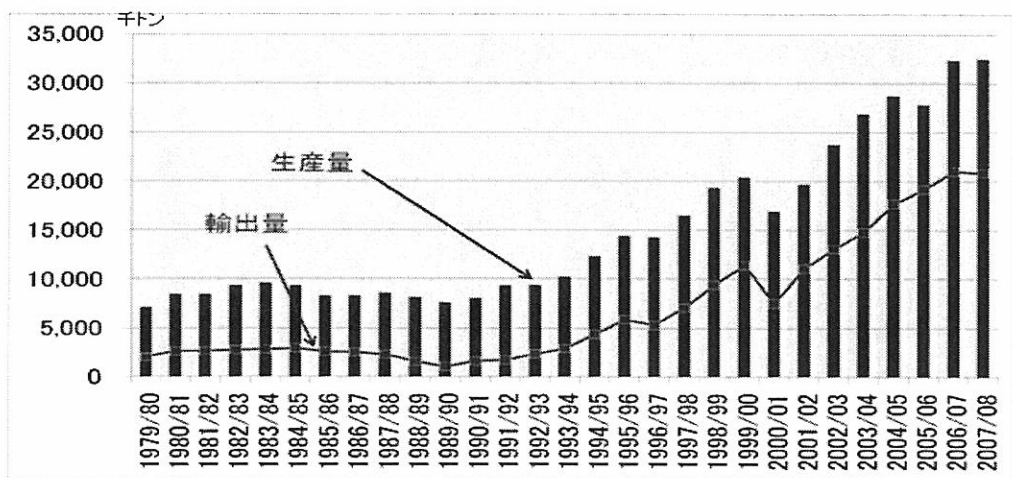


図3 砂糖の生産量と輸出量の推移

出所: 前図と同じ

#### (4) 燃料用エタノールの生産量と輸出量の推移

砂糖については生産量の半分以上を輸出に回していますが、エタノールについては、ここ数年ようやく輸出量が増えてきている状況にあります。これはエタノールの国内生産量は伸びていますが、同時にフレックス車の需要拡大により国内需要も大きく増加していることが背景としてあります。

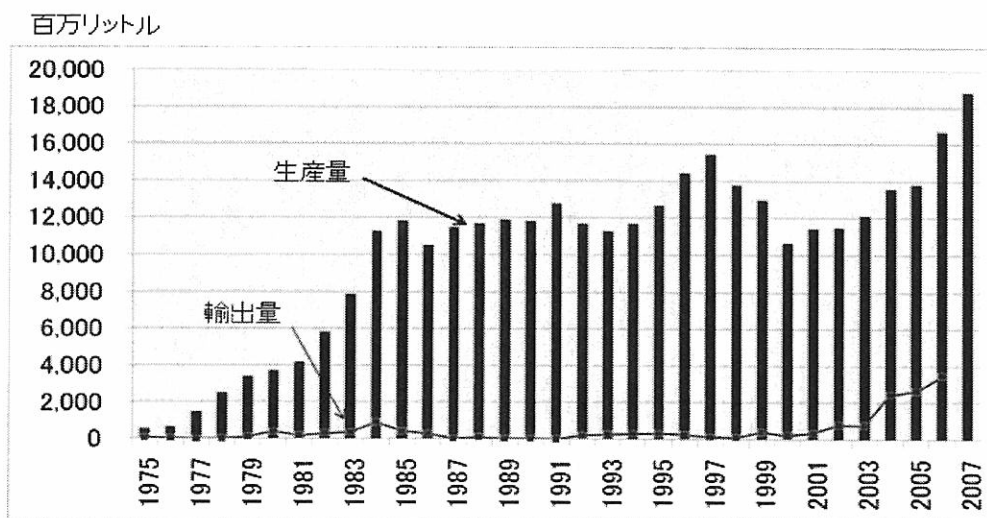


図4 燃料用エタノールの生産量と輸出量の推移

出所:F.O.Licht

#### (5)エタノールとガソリン価格の推移と混合率調整の効果

エタノールのガソリンへの混合率は20～25%の間で義務づけられています。2006年2月までの混合率は25%でしたが、2005年の干ばつによるさとうきびの減収と収穫の端境期に入ったことからエタノール価格が高騰しました。具体的には、含水エタノール（E100）の価格がガソリン（E25）の価格と比べて70%を上回る価格も現れ、エタノールの消費が減少する恐れが生じました。このため2006年3月には20%に引き下げ、その後、価格が落ち着いてきたため、2006年1月には23%、2007年7月には25%に引き上げました。

ちなみにエタノールの混合率を1%変えることによって、1ヵ月当たり1,000klのエタノールの需要を調整することができるため、この混合率の調整により需給と価格管理を行っています。

#### (6)さとうきびとエタノール生産

国家アルコール計画が始まった頃は、さとうきびの砂糖への仕向け割合は8割を超えていましたが、その後、エタノール需要が増えるに従って徐々にその割合は低下し、2000年を超えるあたりから砂糖とエタノールの仕向け割合はほぼ同じ程度で推移してきました。しかし、フレックス車によるエタノールの需要拡大により、最近ではエタノール向けの割合が砂糖向け割合を上回っています。

このようなエタノール需要増大の傾向を踏まえて、また砂糖価格の軟化に伴い、エタノール生産に特化した工場の新設が増えています。ただし実際の仕向け割合は、砂糖とエタノール価格だけで決まるものではなく、工場の生産構造（稼働率）にも左右されます。

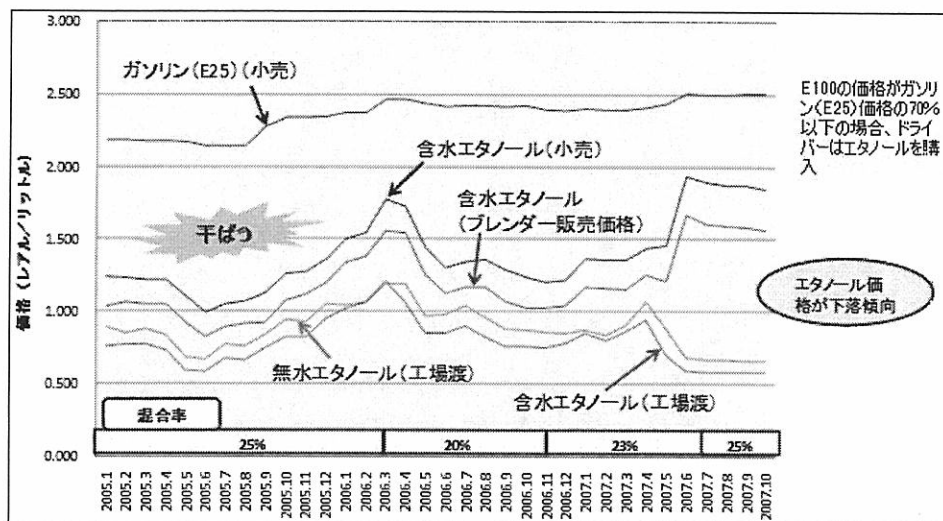


図5 エタノールとガソリン価格の推移と混合率調整の効果(サンパウロ)

出所:FNP

注:混合率の1%の増減で、1ヶ月あたり1億リットルのエタノール需要が変動

表1 さとうきびとエタノール生産

単位:千トン

	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08*
さとうきび 生産量	358,900	385,800	386,500	428,000	478,000
蔗糖生産量	52,542	55,346	55,064	62,408	69,040
エタノール生 産向け蔗糖	26,639	27,618	28,347	31,516	36,315
エタノール向 けさとうきび の割合(%)	50.70	49.90	51.48	50.50	52.60

出所:USDA/FAS/Sao Paulo

注: ※は推定値

### (7) 砂糖とエタノールの基本生産構造

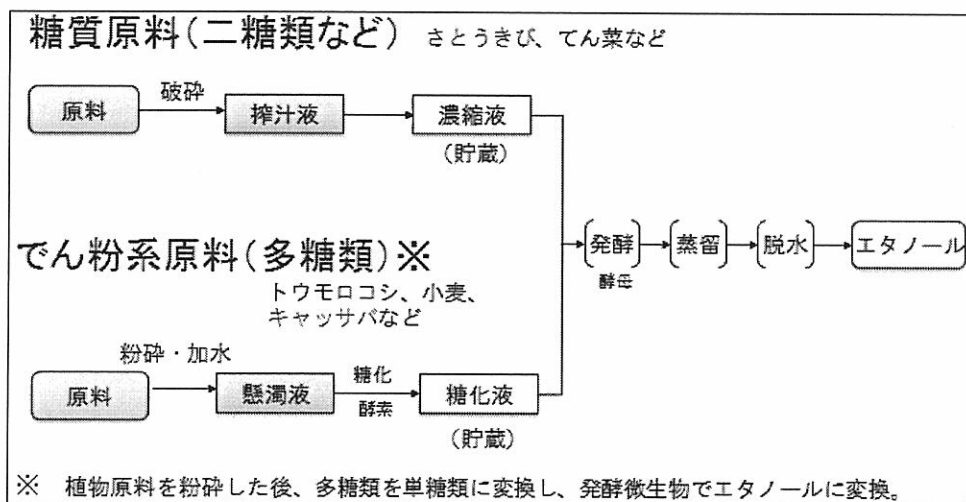


図6 バイオエタノールの製造工程

エタノールを製造する工場は、従来からあった製糖工場にエタノールの製造施設を併設する形で成長してきました。製糖工場の持つ省エネなどの技術がエタノール生産にも活かされ、さとうきびの絞り粕であるバガスを電力源として利用しています。2005年の調査時では、8割近くが砂糖とエタノールを両方製造しています。

なかには協同組合経営の工場もありますが、多くは民間の工場が占めています。原料となるさとうきびは、自社栽培と約6万の生産者(サプライヤー)による外部委託栽培により賄われています。

### (8) サンパウロ州の砂糖・エタノール工場

次はサンパウロ州の世界最大級の工場についてです。1日のさとうきびの圧搾量は3万7000トンもあり、日本の約30倍から40倍の圧搾量を誇る巨大な工場であります。砂糖生産量は年間54万トン、エタノール生産量は3億トンから4億トンとなっています。

さとうきびの絞りがすのバガスは工場内の電力利用の他、余った電力は電力会社に売電しています。また、家畜の飼料用のペレットを生産してヨーロッパに輸出したり、バガスからのエタノール製造にかかる研究開発も進められています。

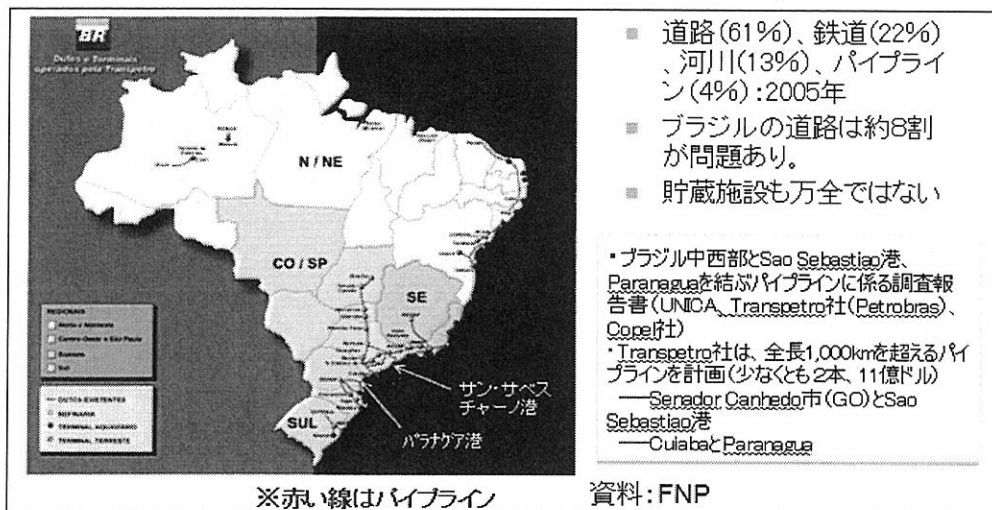


図7 輸送インフラ状況

### (9)輸送インフラ状況

エタノールの輸送方法については、道路輸送が約6割、鉄道が2割程度ですが、道路事情がよくないため輸送インフラ面が弱点と言えます。現在、複数のエタノール専用のパイプラインの建設計画が浮上しています。

### (10)世界最低コストの砂糖(エタノール)生産実現の理由

ブラジルのエタノール産業の目覚ましい発展は、①国家アルコール計画により、エタノール生産だけでなく砂糖生産の「基盤」が形成されたこと、②早くから高いエタノール混合率を全国的に義務付け、エタノールがガソリンの代替材として普及したこと、③基盤がある程度整備された後にフレックス車が爆発的に普及したこと、④さとうきびとエタノール主産地がエタノールの大消費地でもあるサンパウロ州にあり、輸出港も至近であること、⑤主産地であるサンパウロ州の土地条件や気象条件が比較的恵まれていること、⑥さとうきびの育種改良が進んでいること(500品種以上の品種育成と各工場では15品種程度を使い分け、工場の稼働率の大幅な向上に貢献)、⑦さとうきびの植付け、収穫(手刈り)等を下支えする多くの地域労働者が存在することなどが挙げられます。

さとうきびの作付拡大の余地は、セラードなど含めて約9,000万haもあると言われています。

(11)ブラジルにおける利用可能な農地面積

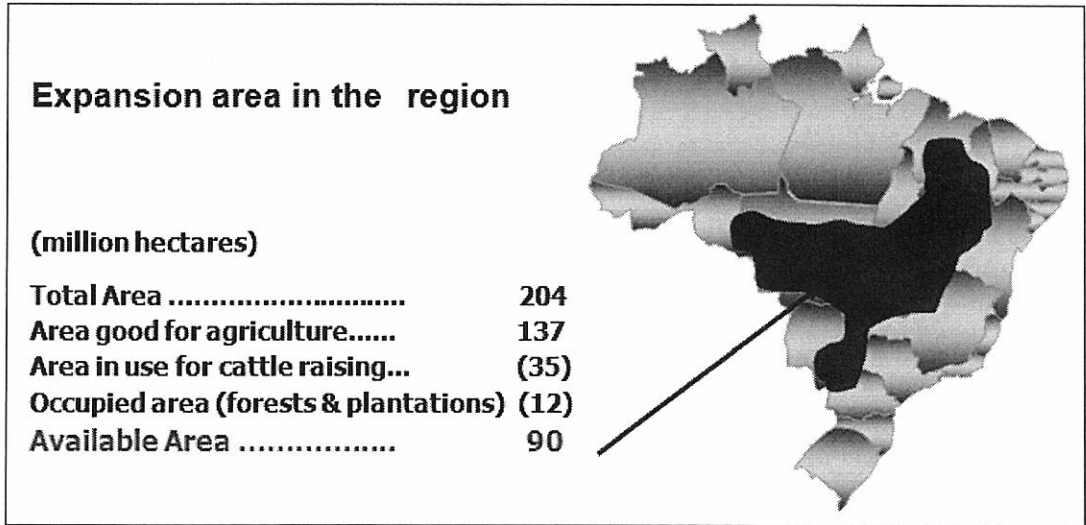


図8 ブラジルにおける利用可能な農地面積

資料:UNICA

(12)米国とブラジルのバイオエタノール事情の比較

ブラジルのバイオエタノール政策は国家アルコール計画という生産から流通に至る総合的な政策により、エタノールの生産の基盤が確立された点にあります。基盤が確立されたので、基本的にバイオエタノールの混合率の規制だけで軌道に乗って生産拡大が行われています。

米国の場合は、輸入原油依存の軽減、大気汚染軽減などを目的として、再生可能燃料基準に始まり、エタノールの輸入関税や混合燃料の税制優遇措置、さらには研究開発費など多くの支援措置を講じていますが、生産地と消費地の乖離（輸送手段の問題など）、とうもろこしの原料特性（エネルギー収支の悪さ、副産物利用の違いなど）などからエタノールの混合度合いが低位に留まり、今のところエタノールは「添加剤」としての利用に留まっています。またフレックス車の普及の遅れなど政策展開や現状にも違いが見られます。

原料の生産拡大は、米国の場合は新規開墾が困難なため、これまでは密植と連作による単収増によって図ってきました。他方、ブラジルはさとうきびの作付拡大の余地が大きく、工場でのエタノール生産性を上げるための育種研究も活発に行われています。

エタノールの生産量は米国が世界第一となりましたが、生産・利用基盤の確立度合いからするとブラジルの方が安定感があります。



## 2. タイ

### (1) バイオエタノールの生産振興の経緯

アジアで最もバイオエタノールの生産量が多いのは中国ですが、政府による政策や支援体制、石油業界の協力面などを考慮すると、タイがバイオエタノールの生産・利用面で最も進んでおり、今後の発展が見込まれる国だと考えます。

タイのバイオエタノール生産への支援は、王室のイニシアティブによって始められたのが特徴です。王室の敷地内にさとうきび由来の糖みつを利用したバイオエタノールのテストプラントを建設したのですが、価格の問題や給油所の整備問題も相まって実用化するに至りませんでした。2000年になって本格的に王室プロジェクトとしてバイオエタノール・プログラムが立ち上げられて、政府による補助金や税制優遇措置などの支援策が制定され始めました。これを受けて2002年12月から民間によるバイオエタノール生産が開始されました。

商業ベースの生産が少しずつ進展するのを受けて、2007年1月からオクタン価95（ハイオク）ガソリンにはMTBEの利用を禁止し、すべてE10に代替する計画を決定していました。しかしエタノール生産がまだ十分でなく旧式車のE10適応問題もあり、2007年からE10への切り替える計画は延期されました。2007年1月時点では、すでに約半分の給油所でE10のハイオクガソリンの給油が可能となっています。

### (2) バイオエタノール生産目標

バイオエタノールの推進を図るため、「さとうきびからのエタノール生産の振興」（2003年11月25日）および「目標とするエタノールの需要量」（2003年12月9日）がそれぞれ閣議決定されました。具体的なエタノールの利用目標数量は、2006年までに1,000kl／日、2011年までに3,000klリットル／日とされています。

表2 タイのバイオエタノール生産目標(2003年12月9日閣議決定)

目標年	目標生産量 (1日当たり)	活動
2006	100万リットル	①キャンペーン活動 ②2007年3月にすべてのオクタン価95をE10とするか再検討→見送り
2011	300万リットル (最近、240万リットルに下方修正)	オクタン価91のE10を全国販売する。 2007年に全国販売する予定だが、エタノールの生産状況を見て判断

注：2004年末から、国の公用車はすべてガソリンを使用することが義務付け。

この1,000klという需要量はさとうきびの糖みつ原料のみで達成可能を言われていますが、3,000klの水準となると原料は糖みつだけでは不十分なため、キャッサバが注目されるようになってきました。

キャッサバについては、通常品種よりエタノールの生産性が20～30%高い「ラヨン9」という品種が育成されており、主産地中心に栽培が開始されています。

### (3) バイオエタノール関係の主な税制対策

タイのバイオ燃料の振興策は、販売価格を化石燃料より競争力を持たせることに主眼を置いています。化石燃料には、工場売渡（精油）価格に燃料税、地方税、石油基金（oil fund）、保全基金（conservation fund）が課税されますが、ガソールやバイオディーゼルに対しては、それぞれが大幅に減免されています。

このようにガソールの価格はガソリンより安価となるように設定されており、2007年3月1日時点の両者の価格差は1リットル当たり1.5バーツとなっています。

表3 タイのバイオエタノール関係の主な税制対策

項目	内容
法人所得税※	8年間免除
生産資材の輸入関税※	エタノール生産に必要な輸入機材の輸入関税を免除
物品税	E10のみ免除。飲料用は10%課税
エネルギー保護基金 (Energy Conservation Fund)	減免措置
石油基金 (Oil Fund)	減免措置。現在は、ガソリン3.5B/リットル、ガソールは1.5B/リットル
ガソールの小売価格	95オクタン価については、1.5バーツ/リットル引き下げ

注：※ 投資奨励委員会(BOI)

### (4) 稼働中のエタノール工場

2006年の稼働中の6工場で利用されているバイオエタノールの原料は糖みつが大部分となっています。糖みつは併設の製糖工場からの調達と外部調達と2種類あります。2006年の1日当たりの全生産能力は660klとなっており、目標の1,000klに近づきつつあります。2007年にはさらに8工場が追加となる予定であり、2006年の目標は2007年に達成されると見込まれています。

表4 稼働中のエタノール工場(2006年)

生産実績 (1日当たり)	形態	使用原料	工場 数	生産実績 ベースの シェア (%)
66万 リットル	独立	糖みつ(購入)	3	53.0
	製糖工場併設	糖みつ	2	42.4
	独立	キャッサバ(購入)	1	4.5

出所:エネルギー省(ただし1部はブレンダーの聞き取り結果)

我々が調査したタイ・アグロ・エネルギー社の工場は糖みつを外部調達してエタノールを生産しており、工場廃液を利用したバイオガспラントが併設されていました。当社では第2工場建設を計画中で、糖みつとキャッサバという2つの原料を利用した2ラインを装備した初めてのエタノール工場になるということでした。

#### (5)2011年までに操業予定の全工場の概要

2011年までに稼働予定の工場の生産能力は、全体で約5,000klに達すると見込まれています。原料としては、キャッサバの利用が増える予定となっています。工場の稼働期間の長期化を図るために、さとうきびの収穫時期には搾汁液を利用し、端境期には保存性がある糖みつを利用する工場もあります。生産規模はブラジルとアメリカとは異なりますが、輸出産品である砂糖(さとうきび)とタピオカ製品(キャッサバ)という2つの原料を使ったエタノール生産はタイだけです。

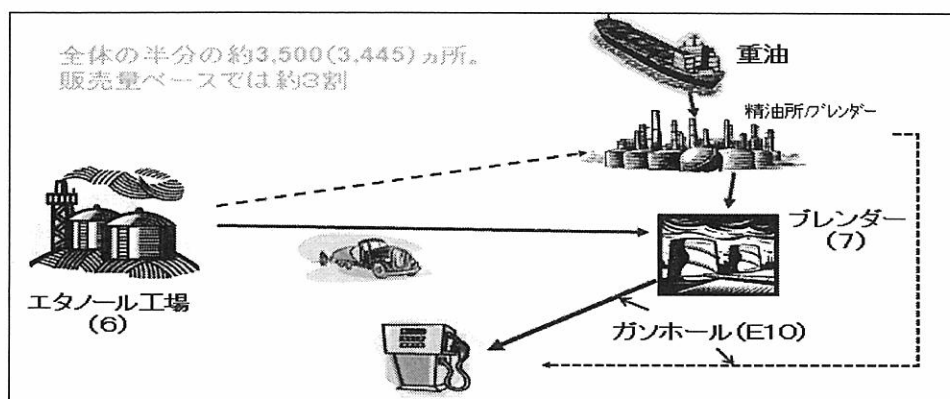


図9 タイのバイオエタノールの流通経路

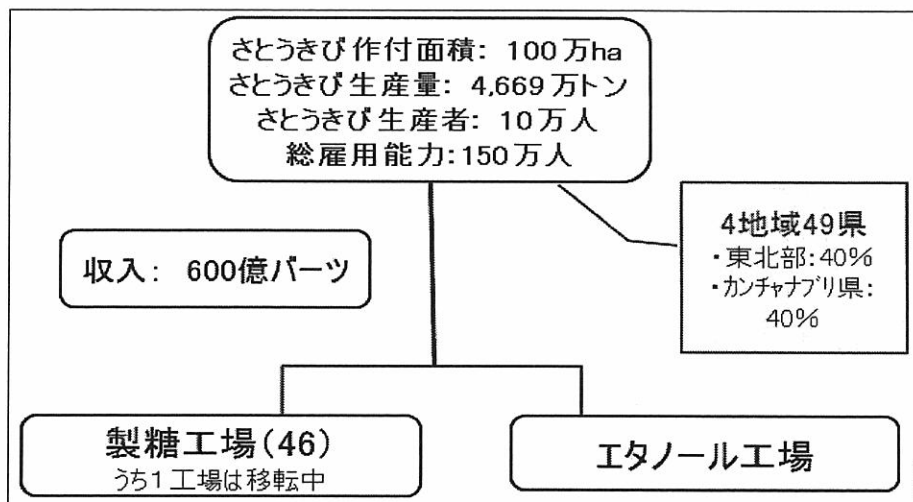


図10 エタノール産業と関係するさとうきび・砂糖産業の重要性

資料:工業省(データは2005/06年)

#### (6)エタノール産業と関係するさとうきび・砂糖産業の重要性

これまでは150万人が雇用されていて製糖業の中でエタノール生産が進められてきました。製糖業は政府による砂糖に対する各種保護措置が存在しており、工場の拡張や新設も容易ではない状況にあります。製糖工場に併設されるエタノール工場から生まれる収益の配分問題も論点となっています。

(おわり)