

Digital Asia Discussion Paper Series

DP 07-001

## タイにおけるバイオエタノール導入への取り組み( I )

— サトウキビ・キャッサバ農場の現地調査 —

森泉由恵\*

Piyawan Suksri\*\*

本藤祐樹\*\*\*

和気洋子\*\*\*\*

2007 年 3 月

学術フロンティア推進事業

「デジタルアジア構築と運用による地域戦略構想のための融合研究」

慶應義塾大学 デジタルアジア地域戦略構想研究センター

---

\* 慶應義塾大学商学部和気研究室助手

\*\* 慶應義塾大学商学研究科博士課程

\*\*\* 横浜国立大学大学院環境情報研究院准教授

\*\*\*\* 慶應義塾大学商学部教授

## 目 次

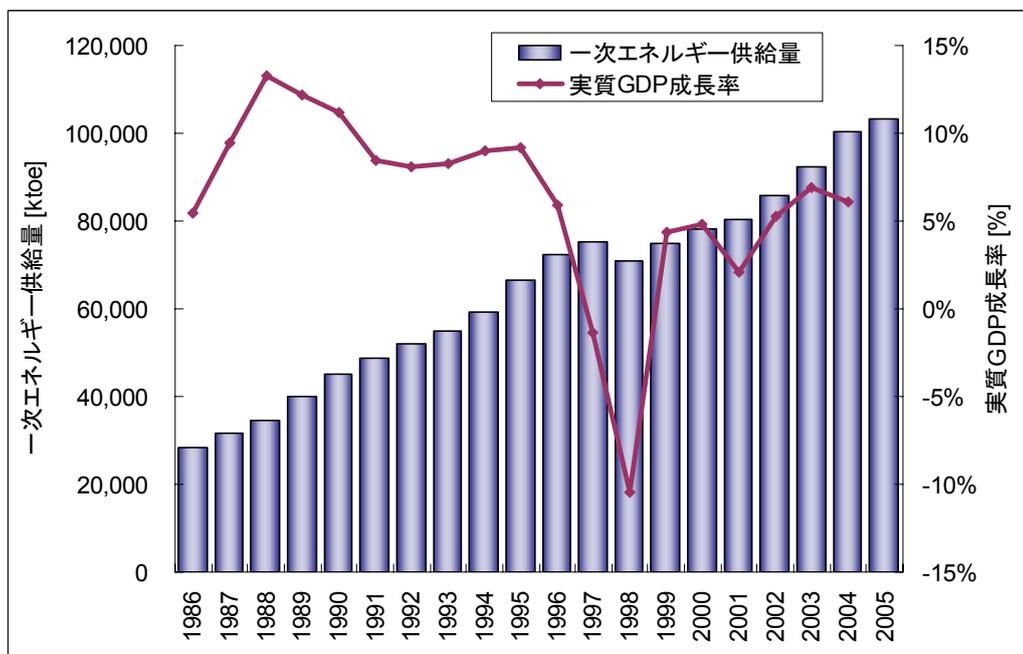
1. はじめに .....	2
1.1 原油の輸入依存 .....	2
1.2 燃料用エタノール普及政策 .....	4
1.3 現地調査の概要 .....	6
2. サトウキビ・キャッサバ生産の現状 .....	8
2.1 サトウキビ生産 .....	8
2.2 キャッサバ生産 .....	10
3. タイ東北部における農場の現地調査 .....	13
3.1 調査対象農場の概要 .....	13
3.2 サトウキビ栽培の実態 .....	17
3.3 キャッサバ栽培の実態 .....	22
4. タイにおけるエタノール原料作物の展望 .....	25
4.1 Khon Kaen 大学でのヒアリング .....	25
4.2 Khon Kaen Field Crops Research Center でのヒアリング .....	26
5. おわりに .....	28
参考文献 .....	29

# 1. はじめに

## 1.1 原油の輸入依存

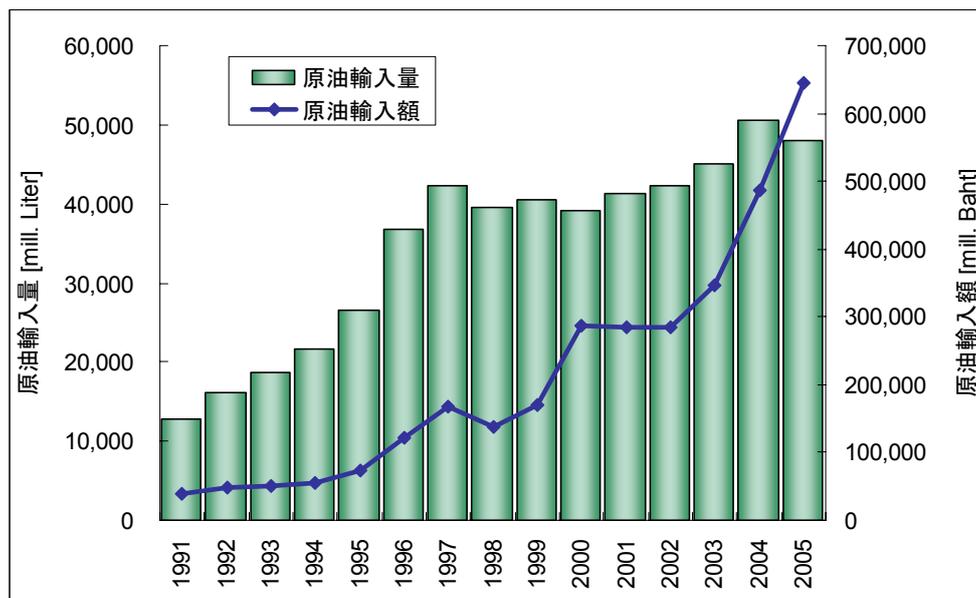
タイは、1970年代に輸入代替型工業化から輸出指向型の工業化を奨励する政策に転換し、積極的に外資の導入を進めた。1985年のプラザ合意を契機に、日本をはじめとするアジア NIEs の多国籍企業の進出が急速に進展し、1987年から通貨危機に見舞われた1997年までの10年間は毎年10%前後の高い成長率を実現させた(図1.1)。この間、急速な経済成長にともないエネルギー消費量も急速に増大し、1986年時点で28Mtoeだった一次エネルギー供給量は、2004年には100Mtoeを突破した(図1.1)。

タイは天然ガス、褐炭を生産しているが、特に豊富なエネルギー資源を有するわけではない。2005年のエネルギーの輸入依存度は56%であるが、輸入量の70%以上を原油が占めており、原油の輸入依存度は約90%と極めて高いものとなっている。したがって、急増する運輸部門でのエネルギー需要を背景に、原油の輸入量は増加の一途をたどっている。図1.2は、1991年から2005年までの原油輸入量、輸入額の推移を表したものである。これによると、1991年から1997年までは対前年比25%前後で輸入量が増加していたが、1998年以降は徐々に増加し1991年に約1,300万klだった原油輸入量は、2004年には5,000万klに達している。これに対して輸入額は、原油価格の高騰の影響をうけ、2000年に対前年比で70%増加し、2004年、2005年と急増している。原油価格は第2次オイルショックで高騰した後、1985年以降は1バーレル10~20ドルで安定していたが、2000年に一時的に上昇した後、2003年以降は急騰が続き、2005年には初の1バーレル70ドルを記録した。この原油高は、原油を全面的に輸入に依存するタイ経済に甚大な影響を与えている。



Source : National Economic and Social Development Board (NESDB) Web Site, 「THAILAND ENERGY SITUATION」, Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE)

図 1.1 タイの一次エネルギー供給量と GDP 成長率の推移



Source : 「OIL IN THAILAND」 Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE)

図 1.2 タイの原油輸入額・輸入量の推移

表 1.1 に示すように、輸入額に占める原油の割合は 2000 年以降急速に拡大し、2005 年には 14%に達した。その影響で 2005 年には貿易収支が赤字に転じた。また、タイでは石油補助金によりガソリン、ディーゼルの国内価格を低く抑えているため、財政負担も増大している。

表 1.1 タイの主要輸入品目の推移

単位: million US\$

	2001 年		2003 年		2005 年		2006 年(1-11 月)	
	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%
原油	5,756	9%	7,133	10%	16,999	14%	18,529	16%
機械および部品	6,086	10%	7,943	11%	11,210	9%	10,598	9%
電気機械および部品	5,966	10%	6,628	9%	9,526	8%	8,871	8%
化学製品	4,301	7%	5,574	7%	8,463	7%	8,381	7%
IC	5,419	9%	5,865	8%	7,986	7%	8,045	7%
コンピュータおよび部品	3,774	6%	4,228	6%	6,673	6%	6,859	6%
鉄鋼および鉄鋼製品	2,714	4%	4,247	6%	8,697	7%	6,679	6%
金属製品	1,891	3%	2,342	3%	4,340	4%	5,518	5%
宝飾品	1,881	3%	2,077	3%	3,925	3%	3,582	3%
電子部品	1,620	3%	2,491	3%	3,215	3%	2,806	2%
上記 10 品目計	39,408	64%	48,528	65%	81,034	69%	79,868	68%
その他	22,321	36%	26,506	35%	37,156	31%	36,932	32%
総輸入額	61,729	100%	75,034	100%	118,190	100%	116,800	100%

Source: Ministry of Commerce, Thailand

## 1.2 燃料用エタノール普及政策

こうした状況を背景に、タイ政府はエネルギーの輸入依存度を低下させるため、エネルギー効率の上昇、国内で供給可能なエネルギー量の増加を目指す政策を2003年から実施している。具体的な戦略の1つとして、エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合を、2011年までに0.5%（2002年）から8%に増加させるとしている。

タイにおける再生可能エネルギー開発の核となるのはバイオ燃料、具体的にはバイオエタノールとバイオディーゼルである。タイでは、主にサトウキビの精製過程で得られるモラセス（廃糖蜜）とキャッサバを原材料としてエタノールを製造している。現在流通しているエタノール混合ガソリンは、エタノール10%、ガソリン90%のE10（タイ国内では「Gasohol」と呼ばれる）である。エタノールの混合率を10%におさえること、また、純度99.5%以上の無水エタノールを用いることで、既存のエンジンの使用を可能にしている。バイオディーゼルは現段階では原料の供給制約が大きいと見られ、これまでは特にバイオエタノールの導入に積極的に取り組んで来ており、2003年12月の閣議決定では以下の方針が打ち出されている。

### 1) 2006年までにMTBEを撤廃する

MTBEを含有するプレミアムガソリン（octane-95 gasoline / ULG95）を Gasohol 95（octane-91 gasoline + 10% ethanol）に代替させる

### 2) 2011年までに全てのガソリンをGasohol化する

Gasohol95によるULG95の代替に加え、レギュラーガソリン（octane-91 gasoline/ ULG91）も Gasohol 91（octane-87 gasoline + 10% ethanol）で代替し、ガソリン全てをE10化する。この計画を実現するため、2006年には1,000kL/日のエタノールを、2011年には3,000kL/日のエタノールを生産することを目標としている。1,000kL/日の生産目標は、2006年の8月に既に達成しているが、1)のMTBEの禁止措置は、エタノールの供給不足と旧式の自動車のGasohol使用に対する懸念などから保留の状態になっている。また、2008年以降は、ガソリン全体の需要増加に対応してエタノール生産も増加するように計画されており、ガソリン需要が年4%で増加した場合、2011年には年間118万kLのエタノールが必要となる計算である（2011年のガソリン消費量の予測は800万kL/年）。

タイ政府はこれまでに Gasohol 普及のため、さまざまな優遇措置を実施してきた。例えば、NEC（National Ethanol Committee 国家エタノール委員会）は財務省と協調し、燃料用エタノールに係る税金を低く抑え、Gasoholの価格競争力を強化する施策を実施している。具体的には、表1.2に示すようにプレミアムガソリン（ULG95）とレギュラーガソリン（ULG91）には1Lあたり3.6850Bahtのガソリン税（Excise Tax）、0.3685Bahtの地方税（Municipal Tax）、0.0700BahtのConservation Fund積立金が上乗せされ、さらにOil Fund積立金としてULG95に3.4600Baht、ULG91に3.26Bahtが賦課される。これに対してGasoholは、エタノール分（10%相当分）について各税金・積立金が免税されるなどの優遇措置が取られている。その結果、Gasohol95はULG95に対して1.8Baht、Gasohol91はULG91に対して1.5Baht安価になっている。このように各種の普及政策が推進された結果、2005年から急速にGasoholの利用が拡大し、2006年にはプレミアムガソリンの販売量の約5割をGasoholが占めるに至っている（表1.3）。

表 1.2 自動車燃料価格の構造比較

2007/2/23 時点 単位: Baht/L

	ULG95R	ULG91R	Gasohol 95	Gasohol 91	
Ex-refinery 価格 (平均)	15.6692	15.2224	16.2380	15.8359	
ガソリン税 (Excise Tax)	3.6850	3.6850	3.3165	3.3165	10%分減税
地方税 (Municipal Tax)	0.3685	0.3685	0.3317	0.3317	10%分減税
Oil Fund 積立金	3.4600	3.2600	1.5000	1.5000	
Conservation Fund 積立金	0.0700	0.0700	0.0630	0.0630	10%分減税
<b>卸売価格</b>	<b>23.2527</b>	<b>22.6059</b>	<b>21.4492</b>	<b>21.0471</b>	
VAT (7%)	1.6277	1.5824	1.5014	1.4733	
<b>卸売価格+VAT</b>	<b>24.8804</b>	<b>24.1883</b>	<b>22.9506</b>	<b>22.5203</b>	
卸売業者の利益	0.6632	0.5623	0.7845	0.7193	
VAT (7%)	0.0464	0.0394	0.0549	0.0504	
<b>小売価格</b>	<b>25.59</b>	<b>24.79</b>	<b>23.79</b>	<b>23.29</b>	

Source: EPPO <http://www.eppo.go.th>

タイにおけるバイオエタノールの導入促進は、エネルギー政策だけでなく農業政策の意味合いも強い。サトウキビやキャッサバは、しばしば供給過剰により価格が低迷し政府の補助金の導入を必要としてきた。エタノールの需要が増加することにより、原材料としての農作物の価格が安定し、付加価値も高まる可能性がある。また、サトウキビやキャッサバの主要産地である東北部はタイの中で最も所得が低い地域であるため、エタノール需要による安定的な収入が地域間の所得格差の是正につながることも期待される。しかし、農作物の生産は天候に左右される上に季節変動もあり、原料の供給に不安が残ることも事実である。また、食料との競合問題や価格競争力の低さも指摘されている。今後、タイがバイオエタノールをより一層推進していくためには、何が制約となり何が必要となるのか、このような問題意識のもと、今回の調査を実施した。

表 1.3 タイにおけるガソリン種別販売量の推移

単位: 100 万 L

	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年
レギュラーガソリン	4,550	4,631	4,333	4,464
プレミアムガソリン	3,085	3,029	2,915	2,751
- Gasohol	3	60	675	1,279
- ULG95	3,082	2,970	2,240	1,472
<b>ガソリン販売額合計</b>	<b>7,635</b>	<b>7,661</b>	<b>7,248</b>	<b>7,215</b>

Source: Energy Policy Planning Office, Ministry of Energy, Thailand

### 1.3 現地調査の概要

まず、バイオエタノールの原料となるサトウキビ、キャッサバの生産に関して、投入産出構造や流通、持続可能性について調査を行った。次に、製糖工場を訪問し、エタノールの生産を含めたケーンコンプレックスについてデータ収集を行った。キャッサバについては、現在、唯一稼動しているエタノールプラントが技術的なトラブルと環境上の問題を抱え操業を停止していたため、見学することができなかった。そこで、キャッサバチップ工場とキャッサバスターチ工場を見学し、その生産プロセスについて把握するとともに、キャッサバを利用したエタノール生産の可能性について調査した。調査日程を表 1.4 に、調査対象地を図 1.3 に示す。

なお、本報告書では、サトウキビ及びキャッサバの生産に関する現地調査結果と、エタノール原料作物の現状と将来に関する専門家への面談調査結果についてまとめている。製糖工場やエタノール生産工場などの現地調査結果については、「タイにおけるバイオエタノール導入への取り組み(II)ーサトウキビ・キャッサバ加工工場の現地調査ー」を参照されたい。

表 1.4 タイにおけるバイオエタノールに関する現地調査

月日	概要	対応者
2007.3.18	1) サトウキビ・キャッサバ農園訪問 (Khon Kaen 県)	K.Kimlee 氏
	2) キャッサバチップス工場見学 (Khon Kaen 県)	Preeda Itsaraviriyakul 氏
2007.3.19	1) Khon Kaen Sugar Industry Public Co., Ltd. (Khon Kaen 県) 訪問 (砂糖工場見学)	Production Manager Ittipon ratanawisit 氏
	2) Khon Kaen Alcohol Co., Ltd. 訪問 (エタノール工場見学)	Asst. Factory Manager Montree Chongtrakansombut 氏
	3) Kaen Khwan Co.,Ltd. 訪問 (サトウキビ農場用肥料を副産物として生産するアルコール工場見学)	Assoc. Prof. Dr. Prasi Jaisil 氏
2007.3.20	1) United Farmer & Industry Co., Ltd. (Mitr Phu Khieo Sugar Factory / Chaiyaphum 県) 訪問 (砂糖工場見学)	Head of Quality Assurance Office Anutin Pattamasuwan 氏
	2) Petrogreen Co., Ltd. 訪問 (エタノール工場見学)	Factory Manager Chatkul Panin 氏
	3) Khon Kaen 大学訪問	Assoc. Prof. Dr. Prasi Jaisil 氏
2007.3.21	1) Khon Kaen Field Crops Research Center 訪問 (Khon Kaen 県)	Dr. Phengpen Sornwat 氏
2007.3.22	1) Sanguan Wongse Industries Co., Ltd. (Nakhon Ratchasima 県) 訪問 (キャッサバスターチ工場見学)	General Manager Chaiwat Choketaworn 氏
	2) Korat Waste to Energy Co., Ltd. 訪問 (バイオガス発電所見学)	



图 1.3 調査地域

## 2. サトウキビ・キャッサバ生産の現状

### 2.1 サトウキビ生産

タイの主要な換金作物であるサトウキビは、光合成機能が非常に強い C<sub>4</sub> 植物に属するため、熱帯、亜熱帯地方の気温と太陽の光を効率的に利用し、太陽エネルギーを固定することができる。またキャッサバと異なり、太陽エネルギーをでんぷんではなく、そのまま発酵することのできる糖分で蓄積する。乾燥や塩性にも強く土壌の質はあまり選ばないが、より高い糖分蓄積のためには、収穫の 2 ヶ月前から気温が下がり始めることが必要である。サトウキビは、収穫後に根株を残しておけばそこから新たに茎が伸びるため、一度植え付けを行うと、3~4 回、もしくはそれ以上収穫することができる。しかし、東北地方のように水分・養分保持力の小さいやせた土壌では、1~2 回の収穫しかできないことも多い。無理に収穫を繰り返しても徐々に生産性が落ちて行くため、結局、植え替えをしなければならない。

#### 植え付け期

サトウキビの植え付け時期は、その地域ごとで異なるが世界的に一般的なのは、雨期のはじめである。乾燥地帯（サトウキビ生産地の 20%）では、2 月~4 月に、多雨地帯では 4 月~7 月に植え付けを行う。タイでは、中部は 4 月~7 月の春植え、東北部・北部は 10 月~12 月の秋植えが主流である。

#### 収穫期

一般的に、サトウキビは植え付け後 10~12 ヶ月で収穫することができる。タイでの収穫期は 12 月~4 月である。すなわち、春植えの場合は生育期間が 9~10 ヶ月と平均よりも短く、秋植えの場合は生育期間が 12~15 ヶ月と平均よりも長いことがわかる。

#### 生産

タイにおけるサトウキビの栽培面積は、600 万~700 万 rai (96 万~112 万 ha, 1rai=0.16ha) で、年間生産量は約 5000 万トンである（表 2.1）。東北部、中央部、北部が主な生産地域である。2005 年に最も生産量が多かったのは東北部で、栽培面積は 250 万 rai (40 万 ha)、生産量は 1800 万トンである。一方、最も生産性（単位面積あたりの収穫量）が高かったのは中央部で、1rai あたり 7.6 トン (1ha あたり 48 トン) である。主要なサトウキビの生産県は、Nakhon Ratchasima 県、Khon Kaen 県（東北部）、Karnchanaburi 県、Suphanburi 県（中央部）、Nakhon Sawan 県（北部）である。今回調査を行った Khon Kaen 県のサトウキビ栽培面積は、約 53 万 rai (約 8 万 ha) である<sup>1</sup>。

---

<sup>1</sup> Department of Agricultural Extension, 2006 より。2005 年~2006 年のデータ。

表 2.1 タイのサトウキビ生産状況

	栽培面積 (1000 rai)			生産高 (1000 ton)			単位面積あたり収量 (kg/rai)		
	2003 年	2004 年	2005 年	2003 年	2004 年	2005 年	2003 年	2004 年	2005 年
北部	1,469	1,822	1,819	14,992	16,944	13,805	10,206	9,300	7,590
東北部	2,929	2,650	2,461	30,998	24,254	18,373	10,582	9,152	7,467
中央部	2,722	2,537	2,388	28,269	23,776	17,394	10,384	9,372	7,283
タイ全土	7,121	7,009	6,668	74,259	64,974	49,572	10,429	9,270	7,435

Source: Department of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand

一方、世界のサトウキビ生産量は 2005 年で約 13 億トン、栽培面積は 1 億 2000 万 rai (約 2000 万 ha) で、タイは世界第 4 位の生産国である (表 2.2)。しかし、生産性の点では、タイは世界の平均値よりも低い値となっている。これは、気候が異なることも原因であるが、生産性を向上させるための研究開発に対する投資が行われていないなどの問題点も指摘されている (Sriroth, K. et al., 2001)。

表 2.2 世界のサトウキビ生産状況

	栽培面積 (1000 rai)			生産高 (1000 ton)			単位面積あたり収量 (kg/rai)		
	2003 年	2004 年	2005 年	2003 年	2004 年	2005 年	2003 年	2004 年	2005 年
ブラジル	33,569	35,216	36,045	396,012	416,256	420,121	11,797	11,820	11,655
インド	28,798	25,000	23,438	281,600	236,180	232,320	9,779	9,447	9,912
中国	8,949	8,701	8,838	91,930	90,979	92,130	10,273	10,457	10,425
タイ	7,121	7,012	6,670	74,259	64,996	49,586	10,429	9,269	7,434
その他	51,615	51,629	48,538	515,016	519,525	498,774	n.a.	n.a.	n.a.
合計	130,052	127,558	123,529	1,358,817	1,327,936	1,292,931	10,448	10,410	10,467

Source: Department of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand

## 価格と市場

生産されたサトウキビは、ほぼ全量砂糖の生産に用いられ、サトウキビ栽培農家はそれぞれが契約している製糖工場にサトウキビを販売する。タイにおけるサトウキビの価格は市場メカニズムで決定されるものではない。1984 年「サトウキビ・砂糖法」が制定された際に設置された「サトウキビ・砂糖委員会」により、以下の計算式に基づいて決定される。

$$\text{サトウキビ価格} = (\text{砂糖の販売収益} - \text{諸経費}) \times 0.7 / \text{サトウキビ生産量}$$

まず、その年のサトウキビと砂糖の生産量を推計し、その数値をもとに国内売上額と輸出額を予想して砂糖の販売収益を求める。算出された砂糖の販売収益から経費を差し引いた数値に

70%を乗じ、それをサトウキビの生産量で除したものがサトウキビの価格となる。70%という数値は、「サトウキビ・砂糖法」により定められている砂糖の販売収益の分配比率であり、これによるとサトウキビ栽培農家の利益が70%、残りの30%が製糖工場の利益となる。

以上の方法で算出した価格は、「暫定価格」として10月に政府により公表される。各製糖工場は、その価格を目安に12月から翌4月までのシーズンにおけるサトウキビの買い付けを行う。4月に製糖期が終わると、委員会は販売額と経費の実績値に基づきネットの収益を求める。この価格は「最終価格」として来シーズンの「暫定価格」が発表されるのと同じ日に告示される。

「最終価格」が「暫定価格」よりも高かった場合は、サトウキビ栽培農家は差額を製糖業者から受け取ることができる。「最終価格」も「暫定価格」も CCS 単位 10 のさとうきびについて決定される。CCS (Commercial Cane Sugar) とは、標準的な精製方法で生産することのできる砂糖の量を表す単位であり、糖度、蔗糖含有率、搾汁液の純度などから計測される。したがって、CCS 値が高いほど糖度も高く、価格も高いことになる。CCS 値が 1 単位上がるごとに 6%の金額が上乗せされるため、「暫定価格」が 500Baht/ton に決定され、そのサトウキビの CCS 値が 11 だった場合、サトウキビ栽培農家は 530Baht/ton でサトウキビを販売することができる。表 2.3 に各年の「暫定価格」と「最終価格」を示す。

表 2.3 サトウキビ暫定価格と最終価格の比較

	暫定価格 (baht/ton)	最終価格 (baht/ton)
1999/2000	450.00	478.27
2000/2001	600.00	688.71
2001/2002	530.00	520.38
2002/2003	500.00	530.74
2003/2004	465.00	503.94
2004/2005	620.00	657.65
2005/2006	800.00	846.50
2006/2007	800.00	n.a.

Source: Office of the Cane and Sugar Board, Thailand

## 2.2 キャッサバ生産

キャッサバは非常に乾燥に強く、土壌の質も選ばず、茎を挿し木するだけで成長するため栽培の手間も少なくコストが安い上に面積あたりの収穫量が多い作物である。したがって、アフリカ、南米、東南アジアなど世界中の熱帯地域で主食として栽培されている。タイで最初にキャッサバが栽培されたのは南部であったが、気候と土壌が適していたため、東部、特に Chonburi 県と Rayong 県が生産の中心地となった。その後、急速に東北部にまで栽培地域が広がり、タイの主要な農作物になるほど栽培が盛んになった。キャッサバには甘味種と苦味種の 2 種類が

ある。甘味種は加熱すれば直接食用にすることができるが、苦味種はシアン化水素の含有量が高いため、直接食用にはできない。タイではキャッサバは工業利用されるため、生産されるのは苦味種がほとんどである。

### 植え付け期

キャッサバは基本的には一年のうちどの時期に植えても問題はないが、タイ全土の栽培地の65%以上が雨季の始まりである3月～5月に植え付けを行っている。残りの20%は11月～2月の乾季に、15%は6月～10月の間に植え付けを行う。雨季に植え付けを行うと生産高は最も高くなるが、荒れた土壌や乾季に植え付けを行っても、十分な量の収穫を得ることができる。

### 収穫期

キャッサバは植え付け後、10～12ヶ月で収穫することができる。タイで収穫が最も盛んな時期は1月～2月である。

### 生産

タイにおけるキャッサバの栽培面積は、600万～700万rai（96万～112万ha）で、年間生産量は約2000万トン、平均的な生産性は1raiあたり3トン（1haあたり19トン）である。東北部は、タイ全体での生産量の5割を占める最大のキャッサバ生産地であるが、単位面積あたりの収穫量は最も低い（表2.4）。主要なキャッサバの生産県は、Nakhon Ratchasima県、Chaiyaphum県（東北部）、Chacheongsao県、Chonburi県（中央部）、Kamphangphet県（北部）である。今回調査を行ったKhon Kaen県のキャッサバ栽培面積は、約38万rai（約4.4万ha）である<sup>2</sup>。

表 2.4 タイのキャッサバ生産状況（2004-2006年）

	栽培面積 (1000 rai)			収穫面積 (1000 rai)			生産量 (1000ton)			生産性 (kg/rai)		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
北部	914	938	968	886	907	937	2,819	2,596	3,208	3,181	2,863	3,424
東北部	3,699	3,493	3,814	3,616	3,260	3,683	11,399	8,719	12,152	3,153	2,674	3,300
中部	2,144	2,093	2,151	2,106	1,995	2,073	7,222	5,623	7,224	3,428	2,819	3,485
タイ全土	6,757	6,524	6,933	6,608	6,162	6,693	21,440	16,938	22,584	3,244	2,749	3,375

Source: Department of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand

世界で最もキャッサバを多く生産しているのはナイジェリアで、2004年の年間生産量は3300万トンである。2番目に生産量が多いのはブラジルで年間生産量2400万トン、タイはそれに次ぐ世界で第3位のキャッサバ生産国である（表2.5）。単位面積あたりの収穫量が最も高いのは

<sup>2</sup> Department of Agricultural Extension, 2006より。2005年～2006年のデータ。

1rai あたり 4.2 トンを生産するインドで、タイはそれに次ぐ第 2 位である。

表 2.5 世界のキャッサバ生産状況

	栽培面積 (1000 rai)			生産量 (1000ton)			生産性 (kg/rai)		
	2002 年	2003 年	2004 年	2002 年	2003 年	2004 年	2002 年	2003 年	2004 年
ナイジェリア	21,594	21,875	21,875	34,476	33,379	33,379	1,597	1,526	1,526
ブラジル	10,470	10,286	11,130	23,066	22,147	24,230	2,203	2,153	2,177
タイ	6,176	6,386	6,608	16,868	19,718	21,440	2,731	3,087	3,244
インドネシア	7,978	7,748	8,036	16,913	18,474	19,197	2,120	2,384	2,389
その他	62,131	63,638	64,041	94,818	97,592	98,295	n.a.	n.a.	n.a.
合計	108,349	109,933	111,690	186,141	191,310	196,541	1,718	1,740	1,760

Source: Department of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand

## 価格と市場

キャッサバを破碎して乾燥させたものをキャッサバチップ、チップをさらに粉碎して圧縮加工したものをキャッサバペレットと呼んでいる。これらは主に家畜用の飼料として市場に出される。一方、チップを粉状にすりつぶして沈殿させることで得られるものはキャッサバスターチと呼ばれており、加工食品、接着剤、製紙など化学工業用の原料として広く用いられている。タイでは、2000 万トンの生産量の 60%にあたる 1600 万トンがキャッサバスターチ工場に販売され、残りの 40%がキャッサバチップス工場に販売される。キャッサバスターチ工場では、国内向けと輸出向けの両方を生産している。キャッサバチップ工場では、チップ状にして直接輸出するか、もしくはペレットの形にしてから輸出するという違いはあるが、いずれにしてもほぼ全量輸出向けに生産を行っている。したがって、国内向けの製品となるのはキャッサバ生産量の 2 割程度であり、残りの 8 割はキャッサバスターチ、キャッサバチップ、キャッサバペレットのいずれかの形で輸出されている。図 2.1 にキャッサバ製品の流通の仕組みを示す。

タイは世界で最大のキャッサバ製品の輸出国であり、市場の 75%~80%を占めている。キャッサバスターチの主な輸出先は日本、台湾、中国、インドネシアで、チップとペレットの輸出先は中国と EU である。かつてはキャッサバペレットの大部分が EU に輸出されていたが、1992 年に始まった EU の CAP 改革 (Common Agricultural Policy / 共通農業政策) により価格競争力を失い、輸出量が激減した。さらに、2000 年からは EU の食品安全規制によりオランダの基準値に達する品質が求められることになり、この事も EU 向けの輸出を妨げている。したがって、タイは依然としてキャッサバ製品の最大輸出国ではあるが、その輸出先は限定され、輸出価格の大きな変動は避けられない状況になっている。

EU へのペレット輸出の減少は、毎年、キャッサバの生産量の 20% (約 400 万トン) 分が供給過剰になるという事態を引き起こした。そこでタイ政府は、さまざまな新規市場の開拓、用途の拡大のための施策を実行した。また、キャッサバおよびその製品の価格安定のため、収穫

を延期させるための特別融資プロジェクトやキャッサバ製品の買い取りなども行ってきた。その結果、キャッサバおよびその製品の生産を補助するための財政負担は莫大なものとなり、国庫を圧迫することとなった。このような点からも、バイオエタノールの生産は、キャッサバの供給過剰を解消し、キャッサバ栽培農家の収入を安定、向上させるものとして強く期待されている。

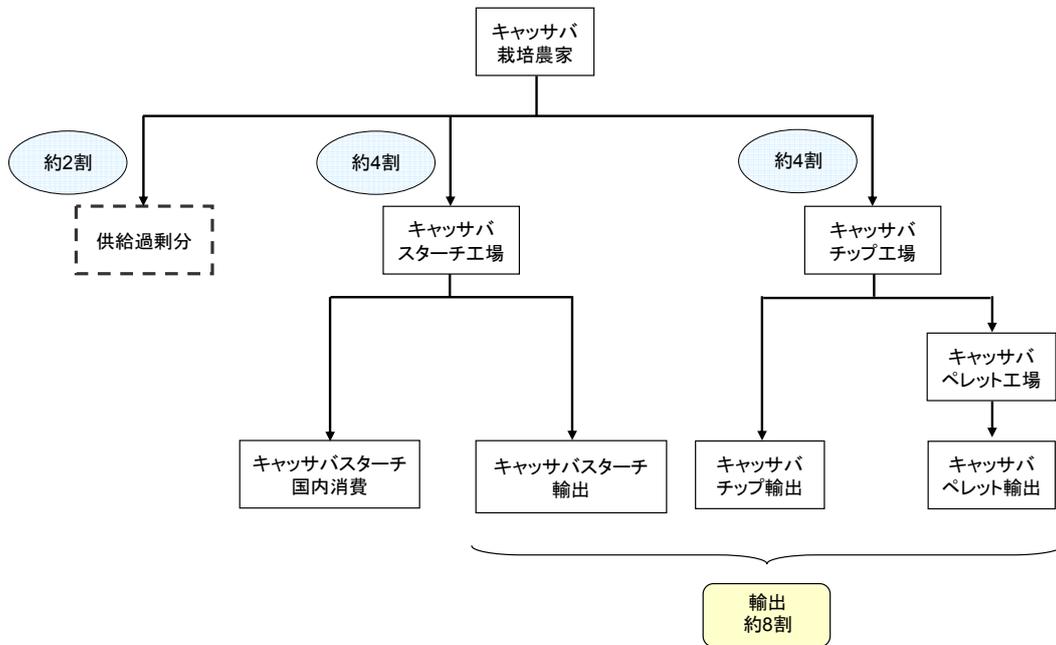


図 2.1 タイにおけるキャッサバ製品の流通

### 3. タイ東北部における農場の現地調査

#### 3.1 調査対象農場の概要

サトウキビ、キャッサバ生産の現状については、タイ東北部の Khon Kaen 県で調査を行った。Khon Kaen 県は、タイ東北地方の政治・経済の中心地であり、サトウキビとキャッサバの代表的生産地でもある。今回の調査では、サトウキビとキャッサバの栽培方法、コスト、雇用状況、問題点などについて調査を行った。

今回、ヒアリングを行った K 氏は、複数の場所に農場を所有しており、その地域では有名な大規模農家のようなであった。所有する農地面積の合計はおそらく 1000rai 以上と思われるが、正確な農地面積や収穫量、販売額などについては、税金の問題があるため教えることはできないとのことである。K 氏は大規模に農場を経営しているため、様々な農業機械を所有している。写真 2.1 は、サトウキビの収穫に用いる機械で、合計 3 台所有しているとのことである。人が刈り取って束にしたサトウキビをトラックに積み込むための機械である。写真 2.1 の機械は輸入品を模倣して製造したもので、エンジンはドイツ製で 30 万 Baht (写真 2.2)、ポンプは 20 万 Baht、その他の部品はタイ製で 10 万 Baht であり、合計で 60 万 Baht とのことである。1 時間半で 1t のサトウキビの収穫が可能である。もう 1 台はタイ製の機械で、収穫と整地の両方に使うことができる (写真 2.3)。部品はアメリカから輸入しており、この種の機械としては古

いモデルである。2時間半で1tの収穫が可能とのことなので、写真2.1の機械よりも少し生産性が低い。燃料はディーゼルで、タンクの容量は60Lである。1回につき10Lくらい使うとのことだが、その1回でどの程度の仕事量をこなすかについては不明である。耐用年数はわからないが、つかむ部分を取り替えれば本体はかなり長持ちするとのことである。写真2.3は4年経過したものである。この他、1台100万 Baht のブルドーザーも購入し所有している。



写真 2.1 サトウキビ収穫用機械



写真 2.2 ドイツ製エンジン



写真 2.3 サトウキビ収穫用機械(タイ製)

写真 2.4 は植え付け機である。サトウキビやキャッサバの植え付けは人力だけでは不可能であるため、この機械を利用している。これにより畝を作り、植え付けをすることができる。エンジンは KUBOTA 製で、1 台あたり 4 万 Baht でありこれを 10 台以上所有している。写真 2.5 は除草剤散布の機械で、1 台あたり 1,500~1,600Baht / 台である。この他にも、収穫したサトウキビやキャッサバを輸送するためのトラックも多数所有していた (写真 2.6)。



写真 2.4 植え付け機



写真 2.5 除草剤散布機



写真 2.6 輸送用トラック

### 3.2 サトウキビ栽培の実態

K 氏の農場におけるサトウキビ栽培は、以下のようにして行われている。

#### 1) Land Preparation(耕うん)

まず、植え付けを行う前段階の準備として耕うんを 3 回行う。4 回目に畝立てを行い、サトウキビの茎を植え付ける。K 氏の農場では、耕うんの際に自家製の有機肥料を施す(基肥)。ただし、小規模農家では施肥は行われなかったとのことである。また、畝立ての際には防虫剤も施しておく。防虫剤は 15kg 入りの袋が 550Baht で、1 袋で 5rai ほどに散布することができる。

#### 2) Planting(植え付け)

植え付けを行うためには、サトウキビの茎を入手しなければならない。K 氏の農場では、リサーチセンターから Uthong という品種のサトウキビの茎を 850Baht / t で購入している。そのための雇用は 70Baht / t とのことである。一般的な農家では、収穫の際に次の植え付け分のための茎を取っておき、それを植える。おそらく、K 氏は品質のよいサトウキビを育てるために、植え付けの茎を厳選しているものと思われる。また、品質の良い茎を探し、それを植え付け用に切って運搬してくるところまで含めると、雇用者の賃金は 1250Baht / t になる。

入手した茎は、畝に並べて置いていき、その上から肥料をまいていく。その後、土をかぶせる。茎を並べていく雇用者に対する賃金は 300Baht / rai、肥料散布のための雇用者に対する賃金は 20Baht / 袋(50kg 入り) とのことである(肥料の価格、1 袋で何 rai 散布できるのかについては不明)。

なお、収穫した後に残る切り株を用いて次の生産を行う株出しは、東北部だと 1~2 回、中央部だと 3~4 回まで行うことができる。同じ茎を用いて 2 回の収穫を行った後は、土に混ぜて肥料にする。



写真 2.7 植え付け後 5 ヶ月のサトウキビ

### 3) Weeding & Fertilizing (雑草処理と施肥)

1 回目の雑草処理は、サトウキビがまだ小さいので除草剤は使わずに手で行う。サトウキビ栽培における除草剤散布の雇用者賃金は 200-400Baht / rai で、キャッサバ栽培よりも高いとのことである。次に、盛ってある土を除いて施肥を行い、再び土をかぶせる。この追肥作業は雨が降り出した時に行うということである。この作業の雇用者賃金は手作業の場合、100Baht / rai である。2 回目の雑草処理は機械を用いて除草剤を散布する。5L で 2~3rai に散布することができるが、多く使うときは 1rai につき 1L 使用するということである。

K 氏は、以前はバガスから肥料を作り販売していたが、税金を取られてしまうので現在は行っていない。しかし、作った肥料を販売せずに自分の農場で使うならば、税金はかからないとのことである。

サトウキビを収穫する際、収穫に必要な梢頭部や葉を燃やして除去するために畑に火を入れる「火入れ収穫」を行う農家も多い(写真 2.8)。梢頭部や葉がなくなり収穫作業の効率がアップする上に、燃やす事により雑草や虫も同時に駆除できるので、楽な方法である。しかし、K 氏は収穫後の梢頭部や葉、残り株も全て土と混ぜて肥料にするため、火を入れない「グリーンケーン収穫」という方法を選択している。彼は、サトウキビやキャッサバの栽培方法についてカセサート大学の専門家に相談しており、梢頭部や葉などの残さも肥料にした方が良いとの考えを持っている。一般に、化学肥料は価格の高い輸入品を利用するため、その分コスト高にもなる。また、燃やすことによりサトウキビの品質を低下させるため、その分販売単価が低くなり、自身の収入低下にもつながる。そのため、K 氏は「火入れ収穫」は安易であり、それを行う農家は努力が足りないと思っている。



写真 2.8 収穫期に火を入れたサトウキビ畑と残り株の様子

また、K氏はサトウキビやキャッサバの病害についても専門化に相談をしているとのことである。K氏の農場のサトウキビも一部ではあるが、若い葉が白くなる白葉病（写真2.9）、先端が黒い穂のような黒穂病（写真2.10）などサトウキビの代表的な病害を被っていた。黒穂病については、原因や対策などが明らかになっているが、白葉病については、まだ原因ははっきりしないとのことであった。



写真 2.9 白葉病の被害にあったサトウキビ畑



写真 2.10 黒穂病のサトウキビ

#### 4) Harvesting (収穫)

収穫は手作業で行う<sup>3</sup>。刈り取ったサトウキビは、15本を1つの束にしていく。35束～40束で、重さ1tになる。収穫の際の雇用者賃金は、1Baht / 束である。束にしたサトウキビは、製糖工場などの販売先に輸送するため、トラックに積み込む。トラック輸送にともなう雇用者賃金は、50Baht / tである。輸送用トラックの価格は80～100Baht / 台であるが、これはK氏が購入したときの価格であるので、現在はもう少し高いかもしれない。

K氏の農場では、1raiあたり8～10tのサトウキビを収穫することができる。より多くの肥料を投入すれば、1raiあたり15tくらいまで収穫量をあげることができるが、その分コスト高になる。

2006-2007年シーズンのサトウキビ販売価格は800Baht / tで、K氏は収穫したサトウキビは全量、製糖工場に販売したとのことである。

---

<sup>3</sup> 収穫の際には、非常に多数の労働者を必要とする。したがって、収穫の最盛期には労働者が足りなくなるため、一部の農家では収穫用の機械を使用することもある。しかし、機械による収穫は茎を傷つけたり、特に平坦でない農地では刈り残しが多数あったりする。結果として、タイでは現在でも80%の農家が機械を使わずに収穫を行っている (Sriroth et al., 2001)



写真 2.11 収穫直前のサトウキビ畑の様子

#### 11) transportation(輸送)

輸送は、専用のトラックで行われる(写真 2.12)。トラックを自己で所有していない場合は、専門の業者に依頼する。この場合、30km 以内の輸送であれば 1t につき 120Baht、30km よりも遠距離の輸送ならば、1t につき 150~170Baht を支払わなければならない。タイ政府は、運搬に係る農家のコスト負担を軽減するため、サトウキビの搬入は 50km 以内の範囲にある製糖工場に対して行うことを奨励している。



写真 2.12 サトウキビ輸送中のトラック

### 3.3 キャッサバ栽培の実態

東北部では、ほとんどの農家がキャッサバとサトウキビを交代に栽培している。しかし、どちらかの価格が急騰するなどの状況になれば容易に転作するということである。

K氏は、以前は「ラヨン」という品種のキャッサバを使っていたが、今は「カセサート」（カセサート大学が開発したもの）という品種を使っている。「ラヨン 72」は、7～8t / rai の収穫が可能だが、澱粉分が 20%以下しかない。一方、「カセサート」は、収穫は 5t / rai であるが、澱粉分が 24～25%と高いのが特徴である。

K氏の農場におけるキャッサバ栽培は、以下のようにして行われている。

#### 1) Land Preparation (耕うん)

まず、植え付けの前の準備段階として耕うんを 2 回行う。K氏は耕うんを行うためのトラクターを所有しているが、一般の農家は耕うん機をレンタルする。レンタル代は燃料費込みで、1rai あたり 300Baht である。昨年は 1rai あたり 210Baht であったが、原油価格の高騰にともないディーゼルの価格も高くなっているため、レンタル代も上がったとのことである。

耕うんの 3 回目に畝立てを行い、キャッサバの茎を植え付けるが、その際には畝の山になった部分に植える。畝と畝の幅、苗木と苗木の間隔は 50cm 程度である (写真 2.13)。これは Khon Kaen 県での栽培の方法であり、Udon Thani 県などでは若干やり方が異なるが、同じ東北部なのでそれほど大きくは変わらない。しかし中央部や東部では土壌の質が違うので、栽培方法も全く異なるということである。



写真 2.13 キャッサバ畑の畝

## 2) Planting(植え付け)

植え付けは、成長したキャッサバの stem を適当な長さに切ったものを地面に直挿しして行う。キャッサバの品質が良ければ、1本の stem から10本くらいの苗木用 stem を取ることができる。K氏は、品質の良いキャッサバ stem を購入しているが、長い1本が2Baht / 本であり、それを10本に切って植え付けを行う。品質の良い stem を探すのに10人程度の労働者を雇い、それに伴う賃金は120~150Baht / 人日である。ただし、stem を探すのに何日程度の日数を費やすのか、また、購入先は種苗センターなのか、もしくは農場へ行って探すのかなど、詳しい事については不明である。集められた stem を植え付け用に切るのにも労働者を雇う。この作業の賃金は130Baht / 人日である。

## 3) Weeding and Fertilizing(雑草処理と施肥)

雑草処理は、1回の収穫サイクルのうち2~3回行う。機械は使用せず手で行うため、労働者を雇う。その際の賃金は250~300Baht / rai である。

施肥は、1回の収穫サイクルのうち1~2回行う。K氏の農場では化学肥料を用いているが、その方が土壌の質も良くなるとのことである。化学肥料の成分は[16-16-8](N-P-K)である。規模の小さい農場の場合は、コスト高になるため化学肥料は使用しない。施肥の際の雇用者の賃金は、1袋(50kg入り)あたり20Baht である。K氏の農場では、1rai に対して1袋を使用するが、規模の小さい農場では1rai に対して0.5袋くらいである。また、成長にともなって落ちた葉は、そのままにしておいて土と混ぜて肥料にする。



写真 2.14 キャッサバ畑(植え付け後 1 ヶ月)



写真 2.15 キャッサバ(植え付け後 4 ヶ月)

#### 4) Harvesting(収穫)

K氏の農場では、1raiあたり5tの収穫を得ることができる。キャッサバを掘り起こす作業に対する賃金は60Baht/t、トラックへの積み込み作業に対する賃金は150Baht/人日である。

収穫したキャッサバの価格は、スターチ工場へ販売する場合は1.4~1.5Baht/kg、チップ工場へ販売する場合は1.2Baht/kgである。通常、スターチ工場の方が高く購入してくれるのでスターチ工場に優先的に販売する。しかし、スターチ工場の購入量が上限に達すると、それ以上は買ってもらえないので、その時はチップ工場へ持って行くということである。

なお、実際に農家の収入となるのは、キャッサバの販売額の合計から10%差し引いた金額である。これは、タイ東北部に特有の習慣である。もともとキャッサバは、20年ほど前にChonburi県とRayong県を中心に栽培が始められた。東北部の土壌はこれらの地域よりも質が悪くキャッサバの品質が劣るため、代金から10%差し引くようになり、それが今でも慣習的に残っているということである。

#### 5) Transportation(輸送)

キャッサバの輸送は、以下の2つの方法のどちらかで行われる。

1. E-taen という東北地方特有の小型トラックを用いて自分で輸送する
  2. 6 wheel トラックをレンタルする
- 2の方法の場合に支払われるレンタル代（ドライバーへの賃金を含む）は距離によって異なるが、およそ100~120Baht/tである。

## 4. タイにおけるエタノール原料作物の展望

### 4.1 Khon Kaen 大学でのヒアリング

Khon Kaen 大学では、農学部助教授のPrasit Jaisil氏にヒアリングを行った。同氏は、バイオエタノールの原料としてのsweet sorghumについて研究を行っている。したがって、Jaisil氏に対しては、sweet sorghumに関する情報や、サトウキビとキャッサバ以外の作物のエタノール原料としての可能性についてヒアリングを実施した。

### Sorghumについて

Sorghumは、熱帯、亜熱帯の作物（イネ科）で乾燥に強いという特徴を持つ。主要な栽培食物のひとつであり、穀物としての生産面積では世界第5位である。日本でも南九州を中心に約4万ha栽培されている。用途は、Grain Sorghumは飼料、Sweet Sorghumはシロップ、砂糖、Grass Sorghumは飼料、Broom Cornは箒の材料などに用いられる。エタノールの原料として可能性があるのは、Sweet Sorghumである。日本でも、山形県新庄市でバイオエタノール向けSorghumを遊休農地に作付けした場合のE3実証実験が行われている。

エタノールの生産性は高く、モラセスが1tあたり250Lのエタノールが生産できるのに対し、Sweet Sorghumは1tあたり380Lのエタノールを生産することができる。

### Sorghum の栽培について

Sorghum は、タイ全土どこでも栽培が可能である。土壌の質も選ばず、栽培も簡単である。また、4ヶ月で収穫が可能なのに、5月に植えた場合が最も単位面積あたりの収穫量が高い。したがって、3月～4月にサトウキビを収穫し、10月に新たな植え付けを行うその間に栽培・収穫することができる。Prasit氏は、サトウキビと組み合わせた栽培が最も有望であると考えている。

### サトウキビ、キャッサバ以外のバイオ燃料作物の可能性について

オイルパームは、水が豊富で湿度も高くないと育たないので、東北部では難しいとのことである。木は育つが、実がならないであろうとのことである。また、とうもろこしも、国内の生産が国内需要に追いつかず輸入している状況なので、エタノール生産に用いられることはないという見解である。栽培の面からも、ある程度の量の水を必要とするので、東北部では厳しいだろうとのことであった。

## 4.2 Khon Kaen Field Crops Research Center でのヒアリング

Khon Kaen Field Crops Research Center では、キャッサバの専門家である Phengpen Sornwat 氏らにヒアリングを行った。Khon Kaen Field Crops Research Center は、タイ農業局の研究機関で、農作物の栽培に関する研究開発、技術の普及にとどまらず、農村経済や環境問題、インフラ整備など農業分野におけるさまざまな問題について研究を行っている。したがって、Khon Kaen Field Crops Research Center では、東北部における農業全般の問題やエタノール製造の将来性についてヒアリングを実施した。

### 東北部での農業について

農業の生産性をあげるのは、主に肥料である。キャッサバとサトウキビの場合、水の量は生産性にそれほど関係しないため、雨が降るのを待つ栽培方法でも問題はない。東北部でも野菜やお米が作れる地域があるが、既に灌漑設備が整っている場所のみである。平地には、ほとんど灌漑設備があるが、キャッサバやサトウキビを作っている土地は、起伏が激しい土地であり、灌漑を行うには投資費用がかかりすぎる。

東北部の土壌は砂質で有機物が不足しているため、バガスや葉などを畑に混ぜて有機分を還元することが、持続可能な生産に必要不可欠である。また、セルロース分があった方が、土壌が水分を保持する力も強くなる。よって、栽培には化学肥料だけでなく有機肥料も必要だということである。

### サトウキビ、キャッサバ以外のエタノール生産作物の可能性について

残念ながら、Sweet sorgham はまだ研究レベルでしかない。基本的に、供給に余裕がある作物しか可能性はないと思うということである。セルロースをエタノールに変換する技術も現在研究中であるが、それが実現するには、いくつもの技術的なハードルを越えなければならない。

世界的にみると、カナダの Iogen 社やスペインの Abengoa Bioenergy Biomass 社などは既にセルロース系バイオマスからのエタノールの商業生産を開始している。しかし、加水分解プロセスで強い酸を用いるため、環境に良くないのではないかとのことである。

### Gasohol の将来性について

Phengpen 氏は、農民により大きな利益が生じ、また収入も安定する可能性があることから、燃料用エタノールの普及に賛成とのことであった。

現在、燃料用エタノールの導入が計画通りに進んでいないのは、旧式の車の場合、エタノールにより部品が腐食する可能性があるため、消費者も何かトラブルが起こるのではないかと思われ、積極的に購入しないためである。また、石油会社のロビー活動の影響も無視できない。

政府がバイオディーゼルよりもバイオエタノールに力を入れるのは、バイオエタノールの生産が、エネルギー政策だけではなく、農業政策、格差是正政策の意味を持つためである。また、バイオエタノールを生産するための作物を栽培する土地の面積の方が、断然大きいという理由もある。農家の所得改善という視点からみた場合、オイルパームは実が成るまでに 7 年近くの年月を必要としその間収入がないため、生計手段として成り立ちにくいという欠点があるということである。

### LCA に関する情報

Khon kaen Field Crops Research Center では、タイ政府 (Department of Alternative Energy Development and Efficiency : DEDE) の依頼により、「LCA of Ethanol from cassava and sugarcane」という報告書を作成していた。これは、使用段階だけでなくライフサイクルで見てもバイオディーゼルの方が CO<sub>2</sub> の面から優れているかどうかを実証するために行われているプロジェクトである。報告書は DEDE に提出後、シンポジウムなどを経た後に一般公開される予定とのことである。



写真 2.15 30 年間栽培を続けているセンター内の栽培場

## 5. おわりに

### ■持続可能な農業

今後、タイが一層の燃料用エタノールの導入を進めて行く上で、原料となるサトウキビ、キャッサバが安定的に供給される事は、欠かすことのできない条件である。東北部の農業が持続的に成長していくためには、農業生産力が持続的であると同時に、その生産を行う農家の生計が持続的であることが必要である。

これまで述べてきた通り、タイ東北部の土壌は砂質であるため、保水性が低く養分にも乏しい。また、降雨が不安定なのにも関わらず、中部などに比べて灌漑の普及率が低く、天水依存の農業である。サトウキビやキャッサバは、水や土壌条件が厳しい中でも栽培可能な農作物であるが、これらの作物、特にキャッサバは、土壌中のカリウムや窒素など養分を大量に収奪し、土壌の肥沃度を低下させることが知られている。さらに、単一作物を連作することも、土壌劣化を招くと言われている。また、こうした自然条件にともなう生産性の低さ、毎年の収穫量の激しい変動は、農家の所得の低下、不安定化を招く。

したがって、これからの東北部の農業を考える上では、目の前の収入のみを目的とするのではなく、多様な目的と条件を考慮しながら長期的視点を持って選択肢を評価することが必要である。たとえば、商品作物とともに、自給的な畑作、稲作、魚養殖、畜産などを組み合わせた複合的農業を行う。これにより、土壌を改善するとともに、所得源を多様化し、農業生産におけるリスクを分散させることができる。さらに、食品加工に関する農村工業につなげることができれば、より高い付加価値を得ることができる。

### ■原料供給源の拡大

タイにおいては、今後、サトウキビやキャッサバの作付面積を拡大する余地はほとんどない。したがって、タイ政府は、第三国でのエタノール原料の生産を視野に入れており、既にサトウキビはラオス、キャッサバはカンボジアで栽培する計画が進められている。

現在、タイは自らが主導する経済協力の枠組みである ACMECS（エーヤワディ、チャオプラヤ、メコン経済協力戦略）の下での連携強化に力を入れている。東西経済回廊、南北経済回廊など道路インフラの急速な発展により、近隣諸国との地域的一体化は加速度的に進行すると思われる。燃料用エタノール生産の原料供給においても、こうした動きを考慮しておくことが必要である。

## 参考文献

- Alternative Energy Development and Efficiency Department (DEDE) “Thailand Energy Situation”.
- Alternative Energy Development and Efficiency Department (DEDE), “Oil in Thailand”.
- Alternative Energy Development and Efficiency Department, Ministry of Energy, 2004, *Renewable Energy in Thailand: Ethanol and Biodiesel*, Plan Printing, Bangkok.
- Department of Agricultural Extension, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand, [www.doae.go.th](http://www.doae.go.th).
- Energy Policy and Planning Office, Ministry of Energy, 2003, *Energy Strategy: Energy for Thailand's Competitiveness*, [www.eppo.go.th](http://www.eppo.go.th).
- Energy Policy and Planning Office, Ministry of Energy, 2006, *Ethanol Price Structure Improvement to Promote Gasohol Use*, unpublished document.
- Energy Policy and Planning Office, Ministry of Energy, 2006, *Fuel Ethanol Plant Visit Report*, [www.eppo.go.th](http://www.eppo.go.th).
- Energy Policy and Planning Office, Ministry of Energy, 2006, *The Postponement of Gasoline 95 Sale Abolition and Fuel Ethanol Production Liberalization*, [www.eppo.go.th](http://www.eppo.go.th).
- Jaisil, Prasit, 2006, *Sweet Sorghum: High Potential Energy Crop as a Supplementary Raw Material in Ethanol Plant*, Research Report, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen.
- Lairungrueng, Chalermopol et al., *Sugarcane Cultivation*, Field Crops Research Institute, Department of Agriculture, <http://www.doa.go.th/fieldcrops/>.
- National Economic and Social Development Board (NESDB), [www.nesdb.go.th](http://www.nesdb.go.th).
- Puangcharoen, Aree, 2005, *A Study of Factors Influencing the Use of Ethanol as Energy Substitution*, Master's Thesis, Faculty of Thammasart University, Bangkok.
- Sriroth, Klanarong et al., 2000, *Present Situation and Future Potential of Cassava in Thailand*, Paper presented at the 6th Regional Cassava Workshop, February 20 – 21, 2000, Ho Chi Minh city, Vietnam.
- Sriroth, Klanarong et al., 2001, *A Study on Suitability of Various Raw Materials for Gasohol Production*, Research Report, National Research Council of Thailand, Bangkok.
- Sriroth, Klanarong et al., 2006, *An Assessment on Potential of Raw Materials for Ethanol Production*, Progress Report, the Joint Graduate School of Energy and Environment (JGSEE), King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok.
- Tharachai, Kanya, 2002, *Feasibility Study of Ethanol Production Project from Sugarcane and/or Molasses in Thailand*, Master's Thesis, Faculty of Thammasart University, Bangkok.
- Weerawong, Supawan, 2005, *The Effect of Producing Ethanol from Sugarcane*, Master's

Thesis, Faculty of Thammasart University, Bangkok.