

【調査報告書】

VI ブラジル共和国ゴイアス州におけるサトウキビ生産の
システムと効率性の分析

山田 翔

株式会社前川製作所勤務、ブラジリア大学大学院卒業

I. 調査目的

ブラジル共和国はガソリンの代替燃料であるバイオエタノールの使用量ならびに生産量が世界一である。バイオエタノール使用に関する環境インパクトはガソリン使用時と比較した際、二酸化炭素排出量を約 62%削減する事が出来る（小泉, 2012）。バイオエタノールは様々な原料から作られているが、サトウキビの使用が最も一般的である。特に生産コストの面で他の原料であるトウモロコシやキャッサバより安価である。また広大な土地やサトウキビ栽培に適した土壌や気候条件を持つブラジルは、サトウキビを生産している他国よりも生産性が高い。加えてブラジルのサトウキビ生産はカーボンニュートラルといわれる生産時に発生したバガスや残渣などの副産物を工場での発電や植物への液体肥料として再利用するなど持続可能性のある生産方式で行われている。同国ではサンパウロ州で原料の大半が生産されてきた。しかし近年ブラジル中西部にてサトウキビの生産が急増しており、その背景には良好な気候、競争力のある生産コスト、そしてサ

ンパウロ州より安価な地価などの要因が挙げられる。こうした豊富な農地があるにもかかわらず、これまでサトウキビについての研究の多くが単収を上げる事に焦点を当てたものであった。一方で生産システムや効率性に焦点を当てた研究や調査は少ない。

LIMA (2012) らはサトウキビ由来のエタノール生産におけるバリューチェーンモデルの分析、サトウキビの生産システム、生産コストそして生産技術における分析を行った。同研究はブラジル南東部のサンパウロ州やマトグロッソドスウ州を対象地域としており、ゴイアス州についての記述は無い。CASTRO (2010) らも同じようにサトウキビ由来のエタノール生産におけるバリューチェーン分析並びにコスト面における生産効率性の分析を行った。同研究は一次資料を収集して行われたが、調査対象地域は LIMA (2012) の研究同様サンパウロ州であった。これらの先行研究を踏まえ、本調査はゴイアス州南部に位置するキリノポリス市を対象とし、サトウキビ生産システムの分析

ならびにサトウキビの生産効率性を測定した。

本調査が将来のサトウキビ生産コスト低減、生産性向上のために必要な技術の特定、そして技術導入に向けたモデル作りの考察に繋がる事が期待される。また本調査で明らかになった課題は同市のみならず土壌や気候条件の近い同州南部地域でも活用されることが期待できる。そして同地域でのサトウキビ生産の増加は新たなエタノール・砂糖製造工場の建設へのインセンティブとなり、より競争力のあるバリューチェーンモデルの確立が期待できる。

II. ゴイアス州におけるサトウキビ生産の歴史的展開

ゴイアス州はブラジル共和国の中西部に位置する州であり、主とブラジリアから南へ約 300km、ブラジル最大の都市であるサンパウロ市からは北西に約 900km の場所に位置し、州都であるゴイアニア市は人口約 145 万人を有する。ブラジル中西部は同州以外にマトグロッソ州、マトグロッソドスウ週の3つから成るが、ゴイアニア市は中西部地域の中でも中心都市である(図1参照)。ゴイアス州はもともと農畜産業や酪農が盛んで、他にも天然資源が豊富にあることから鉱山業が盛んである。また同州南部はサンパウロ市やリオデジャネイロ市を結ぶ道路が整備されており、ロジスティックス面でも競争力の高い内陸部の州である。

ブラジル地理統計院(以下、「IBGE」とする)の統計データによるとブラジル中西部地域の一ヶ月の平均所得は 1478 レアル、ゴイアス州の平均所得は 1140 レアルであり、地域平均を下回っている。また同州の経済規模は 1650 億レアルでこちらも全国平均の 2140 億レアルを下回っている。また州全体で農業、畜産業、酪農が盛んで主要農産物は大豆、トウモロコシ、フェイジョン豆などである。

もともとゴイアス州を含むブラジル中西部は「セラード地域」と呼ばれ、強酸性土壌と乾季時の早魃といった特徴を持つ農業に適さない地域として扱われていた。だが 1978 年に日本とブラジル二カ国間による大型農業開発事業「プロデセール(PRODECER)」により、農業開発が急激に行われていった。その背景には大型農業向け灌漑システム「セントラルピボット方式」の導入や石灰、肥料などを使った土壌の弱酸性化の実現、さらにはブラジル農牧研究公社(EMBRAPA)による品種改良などの発展があった。同事業は 2001 年までの 24 年間に渡って行われ、ゴイアス州の穀物生産量は 1978 年の 305 万トンから 2001 年に 971 万トンまで上がった(Conab, 2016)。以降ゴイアス州はブラジルの中でも主要な穀物生産地帯と発展を遂げた。

サトウキビ生産は 2000 年台から急激にその生産量が上がっていった。その背景にはエタノールブームの影響で Odebrecht 社や Haizen 社などの大手企業によるエタノール・砂糖製造工場の建設ラッシュがあった。多くの工場が

2000年代後半にゴイアス州南部に建設され、同地域は瞬く間にサトウキビ生産地帯となった。その後ブラジル南部からの農業者の受け入れ、民間企業による技術開発への投資、さらには研究機関によ

る品種改良などもあり生産性や生産量は年々増加している。

ゴイアス州は現在ブラジルで二番目にサトウキビ生産が盛んであり、生産量ならびに生産面積でも二番目にある



図1 ゴイアス州の所在地

資料：https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_munic%C3%A9pios_de_Goi%C3%A1s_por_PIB (2015年10月にアクセス)

Ⅲ. 調査結果

Ⅲ-1. ブラジルにおけるサトウキビ生産の現状 表1はサトウキビ生産に関して2014年、2015年における州ごとの生産面積、生産性、生産量を表している。生産面積に関して2014年から2015にかけてブラジル全体で20万ヘクタールほど上昇している。地域別に見てみると、サンパウロ州を含む南東部でブラジル全体の62%のシェアを占める。次いで中西部(19%)、北東部(11%)となっている。州別に見てみると、サンパウロ州でブラジル全体の52%を占め、次いでゴイアス州(9%)、ミナスジェライス

州(9%)、マトグロッソドスウ州(7%)となっている。一方で生産量は2014年から2015年にかけて24Mトンの減産となった。その主な原因として雨期時に発生したベラニコと呼ばれる一時的な早魃によるものであった。地域別に見てみると、サンパウロ州を含むブラジル南東部で全体の64%を占め、次いで中西部(10%)、北東部(8%)となっている。州別に見てみるとサンパウロ州でブラジル全体の54%を占め、次いでゴイアス州(10%)、ミナスジェライス州(9%)、パラナ州(6%)となっている。

表1 2014年度と2015年度における各州のサトウキビ生産量, 生産性, 生産面積

地域と州	生産面積 (千ヘクタール)		生産性 (トン/ヘクタール)		生産量 (千トン)	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
北部						
ロライマ州	2.97	5.30	63.39	84.85	188.27	371.60
アマゾン州	1.18	3.50	72.53	56.20	268.36	187.10
パラ州	3.70	12.10	68.78	67.43	818.57	810.50
トカンチンス州	26.63	30.20	87.64	84.29	2334.04	2348.40
北東部						
マラニョン州	39.56	40.40	55.76	60.59	2206.14	2347.90
ピアウイ州	15.03	15.20	56.66	68.43	851.60	949.10
セアラ州	1.76	1.80	73.07	72.47	128.61	130.50
リオグランデド ノルチ州	51.48	54.00	41.92	48.04	2158.20	2688.80
パライバ州	122.35	130.60	43.18	48.29	5283.07	6307.90
ペルナンブーコ 州	284.63	260.10	50.60	56.62	14402.28	14730.60
アラゴアス州	417.45	385.30	53.79	58.20	22454.64	22422.50
セルジッピ州	44.47	44.40	52.20	53.49	2321.33	2376.40
バイーア州	53.48	48.20	60.00	77.00	3208.80	3709.10
中西部						
マトグロッソ州	237.86	226.00	71.25	75.28	16948.51	17011.90
マトグロッソド スウ州	654.50	668.30	63.40	64.30	41496.04	42969.80
ゴイアス州	818.39	854.20	75.78	77.65	62017.74	66329.40
南東部						
ミナスジェライ ス州	779.83	805.50	77.91	73.90	60759.48	59528.70
エスピリトサン ト州	65.34	68.90	57.69	46.35	3769.98	3191.70
リオデジャネイ ロ州	39.06	33.00	51.39	48.07	2007.61	1586.40
サンパウロ州	4552.04	4685.70	81.89	72.90	372805.91	341589.70
南部						
パラナ州	586.40	635.00	72.01	67.88	42230.96	43105.60
リオグランデド スウ州	1.42	1.40	51.57	54.37	73.24	73.40
合計	8811.43	9005.50			658822.27	634767.00

資料: CONAB (2016)

最後に生産性を見てみると、年度または州ごとにばらつきこそあるが、ブラジル全体の平均が 64.39 トン/ヘクタールであるため、ゴイアス州の生産性は 77.65 トン/ヘクタールで平均よりも大きく高い事が分かる。

以上よりゴイアス州はブラジルのサトウキビ生産における約 10%のシェアを持ち、同国の砂糖生産ならびにエタノール生産においてサンパウロ州に次ぎ重要な

役割を持っているといえる。

II-2. サトウキビ生産システムの分析

サトウキビ生産システムは主に次のオペレーションより成り立つ。土壌作り、入植、生産管理、収穫、ポストハーベスト（次年度に向けた生産準備）。図2はLIMA（2012）とCASTRO（2010）の研究を基に筆者が作成したサトウキビ生産モデルである。

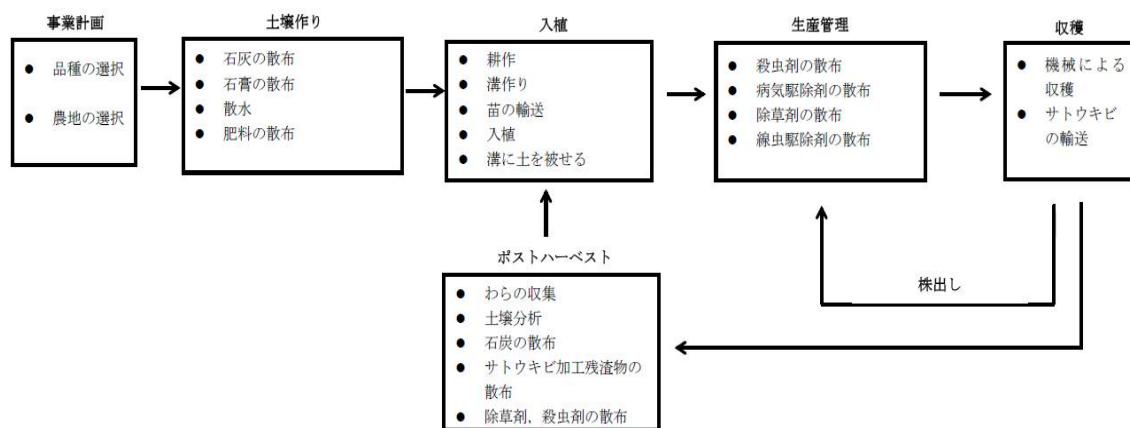


図2. サトウキビ生産のモデル

資料：LIMA（2012）、CASTRO（2010）を基に筆者が作成

まず事業計画の段階で農地の特定ならびにその土地に合った品種を選定する。次に土壌作りの段階で石灰や石膏を用いて PH5.5~6.6 程度の弱酸性土壌を作り出す。その後入植の段階で耕作、プランテーション用の溝作り、入植、土に溝を被せる作業が同時に行える農機を用いて効率よく行われる。その後は生産管理の段階で殺虫剤や除草剤、病気駆除剤などが散布され、収穫期の6~8月頃に機械によって収穫される。その後翌年の株出

しのため再び生産管理が施されるといった生産サイクルとなっている。入植後4~5年後にポストハーベストの段階となりサトウキビのわらを回収し土壌分析を行う。その結果を基に肥料や石灰等を散布することで再び入植が出来るよう弱酸性土壌を作り出していく。

III-3. 生産効率性の分析

表2はゴイアス州キリノポリス市における家族型農業と企業型農業-A、企業型農業-Bのサトウキビ平均生産コストを

表している。表では各費用項目に対してその額と全体の割合を表している。三者の生産コストを比較すると肥料コストに関して企業型農業-B が最も高くヘクタールあたり 1174.5 レアル、次いで家族型農業と企業型農業-A がそれぞれ 720

レアルとなった。肥料と同様に割合が高かったのが苗であり、企業型農業-B でヘクタールあたり 1330 レアル、家族型農業で 1120 レアル、そして企業型農業-A で 900 レアルとなった。

表2. キリノポリス市における家族型農業、企業型農業-A、企業型農業-Bのサトウキビ生産コスト（ヘクタールあたり）

費用項目	家族型農業		企業型農業-A		企業型農業-B	
	生産コスト (レアル)	割合 (%)	生産コスト (レアル)	割合 (%)	生産コスト (レアル)	割合 (%)
資材						
肥料	720.00	13.90	720.00	13.78	1174.50	21.40
土壌改良材	440.00	8.50	320.00	6.18	525.00	9.56
農薬	520.00	10.04	483.50	9.24	427.80	7.80
苗	900.00	17.38	1120.00	21.45	1275.00	23.21
生産工程						
土壌作り	230.00	4.47	365.00	6.87	129.40	2.36
入植	1330.00	25.10	444.00	8.47	740.00	13.46
生産管理	119.00	2.33	104.00	1.95	240.00	4.36
収穫	873.30	16.86	1001.25	19.18	846.25	15.40
ポストハーベスト	18.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00
営農						
営農費用	28.84	0.55	661.63	12.68	135.20	2.45
分析結果						
生産コスト (レアル)	5178.64	100.00	5219.38	100.00	5493.15	100.00
生産性 (トン)	89.50		110.00		110.00	
サトウキビ価格 (レアル/トン)	64.48		64.48		64.48	
総収益 (レアル)	5770.96		7092.80		7092.80	
純収益 (レアル)	592.32		1873.42		1599.65	
生産効率性	1.11		1.35		1.29	

資料：YAMADA(2014)を基に筆者が作成

入植にかかる費用は家族型農業で最も高くヘクタールあたり 1330 レアルであった。これは苗分配の費用が割高になったことが原因である。一方で企業型農業-A と-B の同オペレーションに対するコストはそれぞれヘクタールあたり 440 レアルと 689 レアルと低い水準である。企業型農業はプランテーションを肥料散布、耕作、苗の散布、など他のオペレーションと同時に1つの機械で行っているため低水準となっている。

家族型農業の総生産コストはヘクタール当たり 5178.64 レアル、生産性は 89.5 トンであり、純収益は 592.32 レアルとなった。他方で企業型農業-A の総生産コストはヘクタール当たり 5219.38 レアル、生産性は 110 トンであり、純収益は 1832.42 レアルとなった。企業型農業-B の総生産コストはヘクタール当たり 5493.15 レアル、生産性は 110 トンであり、純収益は 1599.65 レアルとなった。結果として生産効率性は企業型農業-A が最も高く 1.35、次いで企業型農業-B が 1.29、そして家族型農業が 1.11 となった。

これらを分析すると生産コストが割高となっている主な要因として、農薬費、人件費、輸送費、苗費という事が分かる。キリノポリス市では近年大手企業による

エタノール・砂糖製造工場の建設ラッシュの影響で急激にサトウキビ生産量が上昇した。だが生産を統括しているこれらの企業にはまだ十分な生産ノウハウや技術導入の経験が乏しく、生産効率性も全体的にまだ低いと言える。特に農業資材や作業の大型化が困難な家族型農業では、今後企業型農業化が進んでいく中でどのような経営体制を築くべきなのかは課題である。

IV. 結論

本調査はブラジルゴイアス州南部におけるサトウキビ生産システムの分析及び生産効率性の測定を家族型農業と企業型農業ごとに行った。その結果、生産システムにより大きな影響を及ぼす重要項目として、肥料コスト、苗コスト、人件費、サトウキビの輸送コストが主である事が分かった。

以下は本調査を通じて今後さらに分析が必要な項目である。①本調査で求めた生産コストに関してより多くの調査標本を持って分析させるべきである、②本調査では収益性の観点から生産システムの効率性を測定したが、他にも持続可能性、競争性、サトウキビの品質などの観点からもシステム分析がされるべきである。

(引用文献)

ANP. Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo (2012) : *Gás Natural e Biocombustíveis*.
CASTRO, A. M. G. de; COBBE, R. V. ;

GOEDERT, W. J (1995) : *Manual de prospecção de demandas para o SNPA*. Brasília: Embrapa-DPD

IAM e-Magazine 第 21 号

2017年6月15日発行

特定非営利活動法人アジア近代化研究所 (IAM)

CASTRO, A. M. G de; LIMA, S. M. V; SILVA, J. F. V (2010) : *Complexo Agroindustrial de Biodiesel no Brasil: Competitividade das Cadeias Produtivas de Matérias-Primas.*

Embrapa Agro energia, Brasília, DF
CONAB (2015) : *Acompanhamento da safra brasileira, Cana-de-Açúcar, Safra 2014/2015 Quarto Levantamento,*

Abril/2013. Brasília.

FNP (2012) : *AGRIANUAL 2012, Anuário da agricultura brasileira.* FNP.

IBGE. Fevereiro de 2014. Available in:<

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>> Accessed in: 10 of April in 2014.