

## ブラジルのバイオ・エネルギー政策と社会的包摂

小池 洋一

### はじめに

ブラジルは、石油、天然ガスなど非再生可能なエネルギー開発に加えて、エタノール、バイオ・ディーゼルなどバイオ・エネルギーその他の再生エネルギーの開発に推し進めている。バイオ・エネルギーの開発はエネルギー源の多様化によって国内の産業・生活基盤を強化するためである。バイオ・エネルギーの開発また貧困削減の手段であった。エタノール、バイオ・ディーゼルが石油など化石燃料に代わって大量に使用されれば、エタノール、バイオ・ディーゼルの生産、それ以上にエタノールの原料であるサトウキビの生産、バイオ・ディーゼルの原料であるトウモロコシなどの生産で大量の雇用が創造され所得が増加するからである。代替エネルギーの開発に併せて貧困撲滅という目的を掲げたのは、政権への支持をとりつけバイオ・エネルギー政策を実行するためでもあった。環境の保全は当初バイオ・エネルギー政策の重要な目的ではなかったが、地球温暖化が深刻化するに伴い、政策を正当化する根拠となった。温暖化ガスフリーのエネルギーとしてエタノールが着目するようになると、ブラジルはそれを戦略的に利用するようになった。温暖化阻止、その手段としてのエタノールの重要性を主張し、それらをつうじて国際社会におけるブラジルの政治的プレゼンスを高めようとした。

本稿の目的は、ブラジルのバイオ・エネルギー政策と同産業の発展を、社会的包摂の観点から考察することである。ここで言う社会的包摂とは、社会的排除の対概念である。社会的排除は、所得の低さを意味する貧困、生存に必要な基礎的なニーズの欠如を意味する剥奪の概念より広く、経済、社会、政治を含む多次元的な権利や資格の喪失を意味する。社会的排除はまた、権利や資格の喪失がどのような要因に生じたかを明らかにし、その克服（社会的包摂）のための政策を示す概念でもある。本稿では、経済的意味での社会的包摂、とりわけ雇用と所得の創造を通じる包摂を論じる。第1節ではブラジルのエネルギー供給を概観する。第2節、第3節ではそれぞれエタノール、バイオ・ディーゼル政策と産業発展を社会的包摂の観点から検討する。最後のむすびではバイオ・エネルギーの政策課題を挙げる。

## 1. 多元的なエネルギー供給

ブラジルのエネルギー供給は多元的である。それは、一つには多様なエネルギー源を保有しているからであるが、もう一つにはかつて石油など化石燃料に制約があったためである。化石燃料の不足がエネルギー源の多角化を促がしたのである。ブラジルは多様な資源をもつが唯一石油には恵まれなかった。1973年の第一次石油危機によって大幅な貿易赤字に陥り、それまでの「ブラジルの奇跡」が頓挫した。国際収支危機に直面した軍事政権は、国内外で石油開発を進め、また水力発電、アルコール、原子力など代替エネルギー開発を進めたが、それは対外債務累積と経済破綻の一因となった。1990年代に開発政策が経済自由化へと転換するのに伴い、石油の国家独占は廃止され、コンセッションによる石油開発、生産が進んだ。水力、火力発電は民営化された。

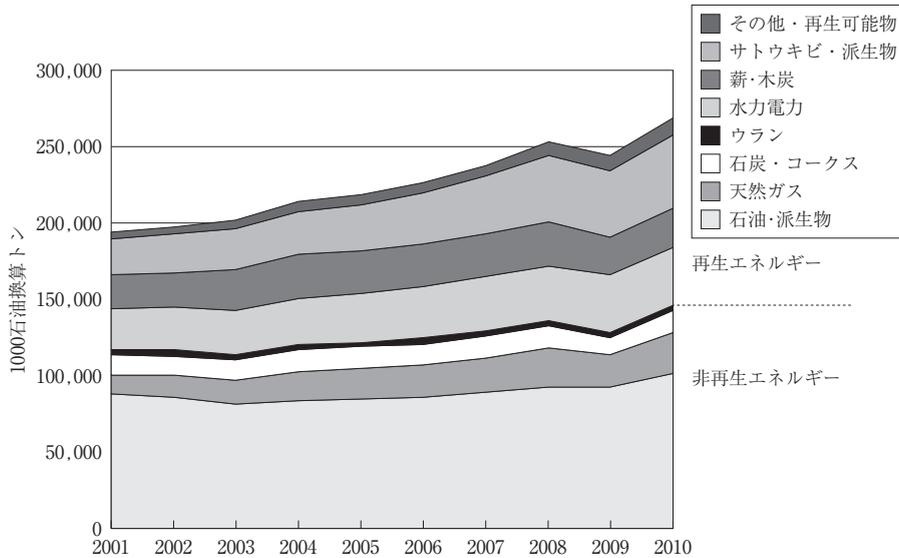
石油は、リオデジャネイロ沖の深海で次々に油田が発見され、ペトロブラス（石油公社）は深海石油の開発で高い技術を蓄積した。2011年末でコンセッションは736地域となった。同年末の石油埋蔵量は301億バレル（うち海上が285億バレル）に達した。石油生産は2011年に7億7000万バレルとなり、ブラジルは世界第13位の産油国となった。2005年には国内生産が国内需要を上回り、ブラジルは念願の石油自給を達成し、小規模であるが石油輸出国にもなった。石油生産の91.4%はオフショアである。リオデジャネイロ州がブラジル全体の生産の74%、オフショア生産の81%を占める。天然ガスは自給から程遠い。それでも国内生産が着実に増加している。天然ガス生産もオフショアが74.5%を占める。石油同様リオデジャネイロ州が主産地で、ブラジル全体の39.0%、オフショアの52.4%を占める（ANP, 2011: 57, 72, 85）。ブラジルは、1973年の第一次石油危機以降原子力開発を進めてきたが、その比重は小さい。2基の原子炉が運転中であり、3号機が建設中で2015～16年に完成予定であるが、福島原発事故を受けて2012年5月10日に2021年まで新規原発建設を中止した。

このようにブラジルのエネルギーの供給、消費は多様である。傾向的には石油、天然ガスなどの化石燃料の比重が増加しているが、その伸びは緩やかである。水力、薪・木炭、サトウキビ派生物などの再生可能エネルギーの供給が増加しているからである。<sup>1)</sup> エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの比重は世界では13.3%、OECD諸国では8.0%に過ぎないが（2009年）、ブラジルのそれは44.1%に達する（2011年）に達する（MME, 2012: 15）。

2010年の「エネルギー・バランス」によって国内一次エネルギー供給を詳細にみると、1970年代以降の長期で見れば、石油など非再生エネルギーの割合が高まった。しかし、2000年以降の短期で見れば、薪・木炭など伝統的エネルギーが減少にしているにもかかわらず、再生エネルギーの割合が上昇している（図1）。直近の2010年のエネルギー供給の構成比は、石油・派生物37.6%、天然ガス10.3%、石炭・コークス5.2%、ウラン1.4%であり、これら非再生エネルギーの合計は54.5%になる。これに対して水力14.0%、薪・木炭9.7%、サトウキビ派生物17.8%、その他4.0%であり、これら再生可能エネルギーは合計45.5%に達する（MME, 2011: 21）。

エネルギー源としてその重要性を増しているのがサトウキビから生産されるエタノールである。エタノールは自動車燃料としてガソリンを代替している。なお比重が小さいが、伸び率が大きい

図1 国内エネルギー供給の推移



(出所) MME, *Energy Balance 2011 (Base year 2010)*.

のは風力とバイオ・ディーゼルである。風力による発電量は2010年に2000GWhを、2011年には2500GWhを越えた(MME, 2012: 33)を越えた。バイオ・ディーゼルの生産も後述するように2011年に25億リットルを越えた。

電力供給ではさらに再生可能エネルギーの比重が大きい。2010年の国内供給をソース別にみると水力74.0%、天然ガス6.8%、バイオマス(木炭、サトウキビのバガスなど)4.7%、石油派生物3.6%、原子力2.7%、石炭・派生物1.3%、風力0.4%の順であり、圧倒的に再生可能エネルギーの比重が大きい(MME, 2011b: 16)。

ブラジルの資源エネルギー省(MME)は、2030年までの長期の「国家エネルギー計画」(MME, 2007)、その後2020年までの中期の「エネルギー拡張計画」(MME, 2011a)を作成したが、これらでエネルギーの多元化を確認した。それらに先立って農務省は「アグロエネルギー計画」(Plano Nacional de Agroenergia)を作成したが、ここでは農業とエネルギーの統合、農牧林産物を原料とするエネルギー生産の拡大が目指された(MAPA, 2005)。

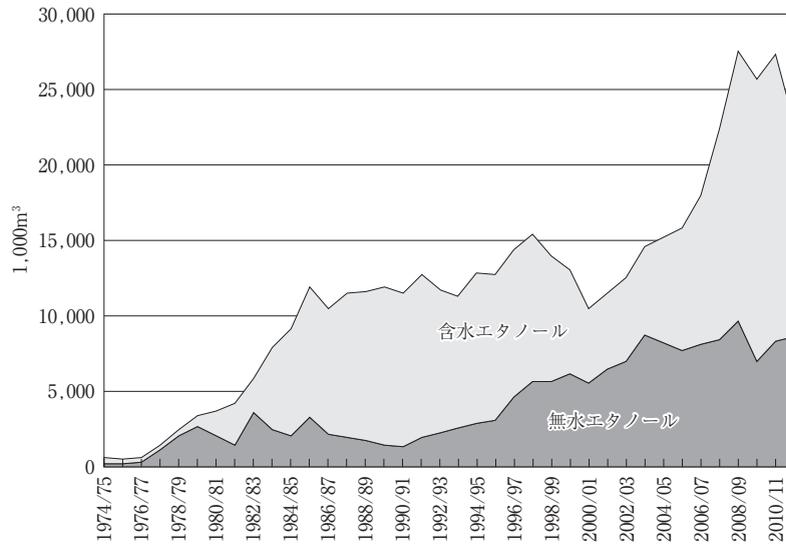
## 2. エタノールと社会的包摂

ブラジルのエタノール政策は、石油に代わる代替エネルギーの開発を目的としたが、同時に原料であるサトウキビ栽培を含め関連産業における雇用と所得の創造を目的とした。

### (1) エタノール政策

サトウキビを原料とするエタノールはブラジルのエネルギー供給における地位を高めている。ブラジルは世界最大のサトウキビ生産国である。それをエネルギーとして利用する政策は古く

図2 エタノール生産の推移



(出所) 1974/75～2009/10: MAPA, *Anuário Estatístico de Agroenergia 2010*; 2010/11～12: UNICA, UNICA Data.

1930年代に始まった<sup>2)</sup>。1931年に政府は輸入ガソリンにバイオエタノールの混合を義務づけ、33年には砂糖、エタノール全体を規制するため砂糖・アルコール院 (IAA) を設立した。しかし、ブラジルにおいてエタノールの生産が飛躍するのは1973年の石油危機以降である。国際石油価格の高騰によりエネルギー不足と国際収支危機に直面したブラジルは、1975年に「国家アルコール計画」(PROÁLCOOL) を作成した。国家アルコール計画は同時に、サトウキビ産地とりわけ低開発地域である北東部の貧困削減、失業克服を目的とした。エタノールの生産、需要喚起のためIAAは価格保証を行った。ガソリンにはエタノール混合が義務付けた。自動車工業ではエタノール(含水エタノール)<sup>3)</sup>のみで走行するアルコール車が開発され、政府はアルコール車を税制上優遇した。フィアットは1977年にアルコール車の試作車を発表し79年には商業生産に入った。その結果1980年代前半には乗用車の大半がアルコール車となった。エタノール生産は急速に増加した(図2)。

こうしてエタノール生産が増加したが、1980年代半ばには石油の国際価格が低下し、他方で膨大な補助金を浪費する国家アルコール計画は国内外から批判に晒された。ガソリン価格の低下はエタノール価格保証に伴う補助金を増大させ財政を圧迫した。1982年の対外債務危機を契機にブラジル経済に影響を強めた世界銀行は、国家アルコール計画を批判し、その放棄を求めた。消費者は高いエタノール車を敬遠し、ガソリン車に乗り換えた。ブラジルは1990年代経済自由化へと開発政策を転換したが、その一環で90年にIAAを廃止し、砂糖、エタノールの価格、販売などの介入を緩和した。

しかし、ブラジルは、サトウキビ農家、エタノール業界、さらにすでに市場にあるアルコール車への対応から、IAAを引き継いだSR(地域開発局)を通じて価格統制を継続した。価格統制は無水エタノールにはついては1995年、含水エタノールについては97年に廃止した。他方で1993年には自動車の排気ガスを規制した法律第8723号によってガソリンへの20～25%のエタノール混合

を義務付けた。さらにエタノール生産をビッグプッシュしたのはフレックス燃料車すなわちガソリン、エタノールの混合率を自由に変更可能な車の開発であった<sup>4)</sup>。2003年にはフォルクスワーゲンによって最初のフレックス燃料車が市場に投入された。フレックス燃料車は石油価格の低下という不利な状況を覆すものであった。消費者は価格動向を見ながらガソリン、エタノールを、それらの混合率を自由に選択できるようになった<sup>5)</sup>。

ブラジルのエタノール生産をさらに促進したのは地球温暖化問題である。京都議定書では植物由来のエタノールはカーボンフリーのエネルギーとして削減枠から除外された。エタノールは世界各国で生産されているが、米国とブラジルが圧倒的に大きい。しかし輸出余力をもつのは唯一ブラジルである。加えてサトウキビを原料とするブラジルのエタノールは燃料効率が最も高く、生産コストが最も低い<sup>6)</sup>。ブラジルは、地球温暖化を背景に、生産能力、低い生産コストによって輸出攻勢をかけた。政府はエタノールを外交に利用した(子安, 2008)。

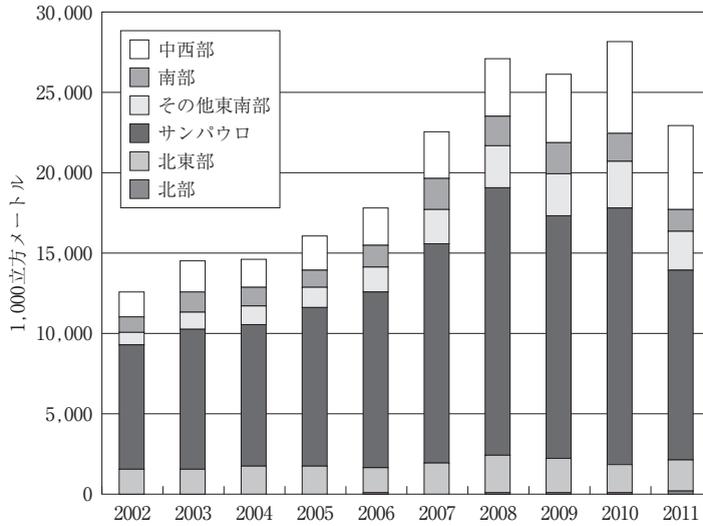
## (2) エタノールと土地利用

このようにエタノールはブラジル国内で石油を代替するエネルギーとして急速に普及したが、エタノールの原料になるサトウキビ栽培の急速な拡大は、他の農産物との競合という問題を引き起こし、それらの生産を抑制する可能性がある。あるいは農業フロンティアを空間的に広げ、森林破壊など生態への悪影響をもたらす可能性がある。事実、国家アルコール計画以降ブラジルのサトウキビ栽培は増加してきた。栽培面積は、国家アルコール計画が実施された1970年代後半から80年代はじめにかけて増加した。石油価格の低下と経済の停滞によって90年代まで低迷したが、経済の回復とフレックス車の投入に伴い、再び急速に増加した。とくにサンパウロ州の栽培面積、生産量の伸びは大きいものであった。サンパウロ州のエタノール生産は2010年でブラジル全体の56.4%を占めた(図3)。サトウキビ生産でもサンパウロ州はブラジル全体の栽培面積55.4%、生産量で59.4%を占めるまでになった<sup>7)</sup>。

サトウキビ生産の増大は単純に栽培地の拡大を意味するものではない。また栽培地の拡大は単純に新たな農地拡大を意味するものでもない。サトウキビの生産量は土地生産性にも依存する。サンパウロ州の生産量は栽培面積を上回って増加した。単収が増加したからである。とくに2000年代の増加は著しいものであった(図4)。他の作物からの転作、あるいは牧草地からの転換もあった。西島は農業センサスを利用して主要作物および牧草地の変化を分析している。同期間のサンパウロ州の耕地と牧草地の合計は1970年に1620万ヘクタール、2006年に1605万ヘクタールとほとんど変化がないか若干減少している。耕地と牧草地別にみると、耕地が474万ヘクタールから745万ヘクタールに増加したのに対して、牧草地は1146万ヘクタールから859万ヘクタールへと減少している。耕地のうちのトウモロコシ、大豆、オレンジ、コーヒーなど既存作物の栽培面積は全体で2%の減少であった。つまりサトウキビ栽培は他の作物の栽培をほとんど減らすものではなかった。したがってサンパウロ州でのサトウキビ栽培は専ら牧草地からの転換によって賄われた(西島, 2011: 123-125)。

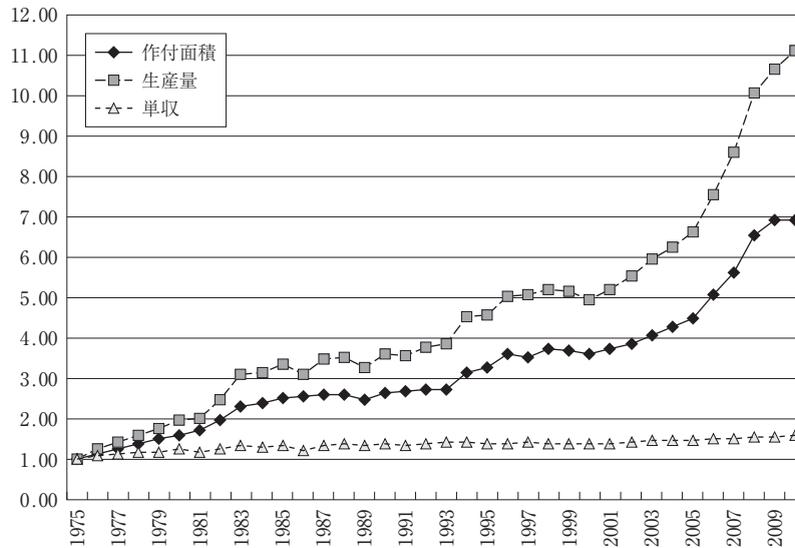
近年における土地利用の変化については、小泉が、Haruch [2009] を利用して、サトウキビ栽培が急増した2002～6年におけるブラジル主要農業州の農作物、牧草地の変化をまとめている(表1)。サトウキビの栽培面積は、伝統的な栽培地の北東部、南東部で増加している。とりわけ

図3 地域別エタノール (含水および無水) 生産の推移



(出所) ANP, Anuário Estatístico 2012, Rio de Janeiro, 2012.

図4 サンパウロ州でのサトウキビの作付面積, 生産量, 単収の推移 (1975年=1)



(出所) IPEA Data.

サンパウロの増加が大きい。これらに加えて、規模は小さいが、新しい地域である中西部で増加している。他方でサトウキビ以外の農作物は多くの地域で増加、とくに特に中西部のマットグロッソ、ゴイアスの増加が大きい。これに対してサンパウロではサトウキビ以外の農作物の減少が大きい。牧草地は多くの地域、州で減少している。つまり農業の土地利用に大きな変化が見られる。

牧草地の減少にもかかわらず牛の飼育数が増加している背景には、牧畜の生産性の向上がある。2006年の農業センサスによれば、1ヘクタール当りの牛飼育頭数は1986年に0.86頭であったが、

表1 主要農業生産州の農地、牧草地に面積、家畜飼育頭数の変化—2002～06年

地域区分	州	サトウキビ	その他の農地	牧草地	牛飼育頭数
		万ヘクタール			万頭
南東部	サンパウロ	62	-22	-88	-9
	ミナスジェライス	15	39	-63	16
	パラナ	7	85	0	-3
北東部	バイア	3	58	-204	5
	マラニョン	2	30	-46	18
	ピアウイ	0	21	-11	0
中西部	マツグロツソ	3	163	-144	39
	マツグロツソドスル	4	0	-99	6
	ゴイアス	3	58	-204	5
	トカンチンス	0	0	-60	0
北部	アクレ	0	1	11	6
	パラ	0	12	250	53
	ロンドニア	0	12	-36	34
合計		100	447	-475	176

(出所) 小泉, 2012: 153 (原資料は Harfuch, 2009)。表の形式、州名を一部変更。

2006年には1.08頭になった。ブラジルの牧畜は自然の草地で放牧する粗放的な自然牧草地が多かったが、次第に牧草を栽培と飼料する人口牧草地が増加した。2006年では前者が約5700万ヘクタール、後者が約1億ヘクタール(63.9%)となった。飼育方法の変化も1ヘクタール当りの牛飼育頭数の減少に寄与した。(IBGE, 2006: 156-157)

サンパウロ州における牧草地の転換は部分的であった。IPEA Data (応用経済研究所データベース)によって同期間のサトウキビの栽培面積をみると、1970年の173万ヘクタールから、2006年の636万ヘクタールへと増加した。サトウキビの栽培面積の増加分は、先に示した牧草地の減少分(287万ヘクタール)を上回っている。エタノールはサトウキビ栽培地の拡大を必要とした。エタノール生産の増加は広域的に土地利用をめぐる農作物間の競合を促がした。サンパウロ州では大規模にサトウキビへの転換が生じた。それに押し出される形で、表1で見られるように、サトウキビ以外の農作物はサンパウロから中西部に移動した。中西部ではサトウキビの栽培も開始されており、将来的にはこの地域でもサトウキビとその他の農産物が競合の可能性がある。

サトウキビ、他の農産物、牧畜の間での土地利用をめぐる今後の競合状況を正確に予測するのは容易でないが、おおよそ次のような競合が予想される。一つには大豆、トウモロコシなど他の作物との競合である。後者の栽培面積が増加すれば、サトウキビの栽培地域はサンパウロ州を越えて、例えば中西部のセラードに大きく展開するであろう。セラードは大豆、トウモロコシなど多数の農作物のブラジルにおける主要な産地である。ここでの作物間の土地をめぐる競合は、農地をアマゾン地域に向かわせる可能性がある。その場合、アマゾン地域は気候的にはサトウキビの栽培に不適であるため、大豆がより重要な作物になるであろう。大豆栽培は輸送網の整備によ

ってアマゾン奥深くに浸透している。サトウキビ栽培も可能性がないわけでない。アマゾンにもセラードが点在している。アマゾンでは乾燥化が進行しており、牧畜の放棄地などでサトウキビ栽培は可能である。農地の空間的拡大のもう一つの要因は、農地価格の上昇である。サンパウロ州などの南東部、中西部では農地価格が上昇している。このこともアマゾンへの農地拡大を促す可能性がある。

エタノール生産の拡大に伴い、それが環境および社会に与える影響を考慮し、2009年に法律第6077号が国会に提出された。法案は、砂糖、バイオ・エネルギー生産に向けられるサトウキビの持続的生産について規則を定め、またサトウキビの農業生態的なゾーニングの指針を定めることを目的としている。サトウキビの持続的生産のため、環境、生物多様性の保護、資源の合理的な利用、サトウキビのエネルギー利用における高付加価値化の推進、人権尊重のため食料安全保障、栄養摂取への配慮、劣化地域と放牧地の優先的な利用を定めている。また、アマゾン地域、パンタナル（大湿原地域）、パラグアイ川流域でのサトウキビ植え付けを禁止している。この法案はさらにサトウキビ収穫について機械化が可能な地域について火入れを段階的に禁止することを定めている。農業生態的なゾーニングについては、無制限にサトウキビ栽培可能地域などに分類し、その一つである食料向け農業地域において砂糖、バイオ燃料向けにサトウキビを栽培するには、それが食料生産に影響がないとの農務省の証明書の取得を義務付けている。このように法律第6077号は砂糖、バイオ燃料向けのサトウキビ栽培について、環境保全、食料安全保障の観点から制限するものであるが、細部において法的に詰めるべき点が多く、また栽培を制約される農業者などからの批判があり、現在においても成立に至っていない<sup>9)</sup>。

### (3) エタノールと雇用

エタノールを含むサトウキビ関連産業は雇用創造のうえで最も重要な産業とされた。サトウキビ、砂糖、エタノール産業は、ルーラ労働者党政権が雇用創出効果を強調したセクターであった。ブラジル労働雇用省の労働統計（RAIS）によれば、エタノールおよび関連産業は2008年に正規労働だけで合計128万3258人を雇用している。その内訳はサトウキビ栽培の農場労働が48万1662人、粗糖工場労働が56万1292人、精糖工場労働が1万3791人、そしてエタノール生産が22万6513人である。これら直接労働に加えて関連産業で2倍の間接労働を生んでいると仮定すれば、サトウキビ関連産業は全体で385万人の雇用を創造していることになる。サトウキビ関連産業は他の産業に比べて正規雇用の割合、賃金が高い。すなわち、ブラジル地理統計院（IBGE）の家計調査（PNAD）によれば、2009年の正規雇用比率は全産業平均で59.7%であるが、サトウキビ関連産業（直接雇用）は79.6%である。サトウキビ農場労働の平均賃金（月額）は722リアルで、大豆の905リアルより低いが、コーヒー（471リアル）、米（365リアル）などより高い。また労働者の平均学歴は、大豆の5.4年に次いで4.5年と高い（UNICA, 2011: 17-20）。

西島は、労働雇用省の労働データを用いて、サトウキビ、砂糖、エタノール産業の雇用創出について論じている。2000年から2007年の変化は、サトウキビ生産量が1.68倍になったのに対し雇用は1.39倍、砂糖は生産量が1.89倍に対し雇用は2.63倍、エタノールは生産量が2.1倍に対し雇用は2.8倍となった。同期間における各部門の生産の雇用弾力性を求めると、サトウキビ、砂糖、エタノールはそれぞれ0.82、1.39、1.33であった。サトウキビ関連産業は全体としては雇用創出

効果が大きかった（西島，2011：126-127）。

他方で，サトウキビ生産では機械化が進展し，雇用削減の要因となっている。機械化が進展した理由の一つは，エタノールの需要拡大が原料であるサトウキビの大量生産を要求したからである。もう一つの理由は労働，環境への対応である。サトウキビの収穫は伝統的に火を放ち燃やした後手作業で行うものであった。収穫時の火入れは，収穫を容易にし，有害動物から作業者の安全を確保する手段であった。他方で，火入れは大量のCO<sub>2</sub>を発生させ，また土壌を劣化させる。煤による呼吸器障害など健康被害を引き起こす。火入れ後刃物でサトウキビを刈り取る作業は危険なものであった。収穫作業には一部児童が就いており，人権侵害の問題もあった（Barber et al. [2008]）。収穫作業の機械化は，環境的にも社会的にも必要とされた。

サトウキビ収穫時の火入れの規制，収穫作業の機械化は，連邦レベルでは1998年に政令第2661号によって決定された。政令は，機械化可能な土地については2003年に25%，2008年に50%，2013年に75%，2008年に100%を機械化するとした。機械化可能地域とは傾斜度12度以下の地域を指す（Paes, 2005: 88）<sup>11)</sup>。他方で，サンパウロ州政府は2002年に州法第11241号によって，特定地域の火入れの禁止，その他についても段階的な廃止を決定した。すなわち住宅，高速道路，鉄道，空港，森林保全地域での火入れを禁止した。加えてその他についても，斜度12%以下の土地は2002年に20%，11年に50%，21年には100%廃止，斜度12%超の土地は2011年に10%，16年に20%，26年に50%，31年に100%に廃止すると定めている。サンパウロ州については法律施行後100%廃止年を斜度12%以下の土地については2014年に，12%超の土地については17年に短縮し，さらに禁止地域の拡大，バガス（サトウキビに絞るかす）の開放空間での償却禁止などを定めた（西島，2011：32）。

収穫作業の機械化に伴う雇用減少に対応して，ブラジルのサトウキビ関連の産業団体であるサトウキビ工業会（UNICA）は「再生計画」（Projeto Renovação）<sup>12)</sup>を作成した。「再生計画」はUNICAとサンパウロ農業労働者連合（Feraesp）が調整組織となり，John Deere, CASE IH, Syngenta, Ivecoというサトウキビ関連産業の企業，オランダのNGOである連帯財団（Fundação Solidaridade），米州開発銀行（IDB）の支援を受けて実施するもので，収穫作業の機械化の影響を受けたサンパウロ州の現および元のサトウキビ伐採労働者，その家族を，毎年約3500人再教育することを目的としている。教育内容および人数の構成は，砂糖・エタノール工業，および他の産業が必要とする高度な人員の養成で，それぞれ2000人，1500人を目標としている。2010年に開始された「再生計画」は30のコースで4550人の労働者の再教育を行った<sup>13)</sup>。

「再生計画」は新たな雇用の創造にとって重要な試みである。しかし，サトウキビ収穫作業の機械化は，雇用の削減を引き起こした。他方でエタノール部門は，生産の急増に伴い雇用の伸びが大きかった部門ではあるが，基本的には装置産業であり，雇用の吸収力は小さいという問題があった。

### 3. バイオ・ディーゼルと社会的包摂

エタノールに次いで，ブラジルがエネルギー政策において重視しているのが，バイオ・ディー

ゼルである。その政策はエタノール政策以上に社会的包摂を強調している。

### (1) 国家バイオ・ディーゼル計画

ルーラ政権は、2003年にバイオ・ディーゼル政策の検討をはじめ、翌年の2004年12月に国家バイオ・ディーゼル計画（PNPB）を作成した。PNPBは連邦政府が各省間で実施するプログラムであり、その目的は、持続可能な形でバイオ・ディーゼルの生産と利用を促進し、雇用と所得を創造し、社会的包摂と地域開発を実現することであった。後発地域でありルーラ大統領の出身地でもある北東部の貧困の撲滅は、ブラジルにとって政治的な課題であった。2005年1月には、法律第11097号によって、市場で販売されるディーゼル油にバイオ原料を混入することを義務付けた。混入率については、法施行後3年後に2%（B2）としたうえで、8年後に5%（B5）にするとした。法律に従い2008年1月からブラジル全土で2%の混入義務が実行された。その後国家エネルギー審議会（CNPE）は当初の予定を早めて段階的に2010年1月までに5%混入を達成することを決定した。

バイオ・ディーゼルの生産と利用を促進するため、法律第11116号（2005年）によって社会負担の軽減を定めた。<sup>14)</sup>国立経済社会開発銀行（BNDES）は、バイオ・ディーゼル投資金融支援プログラムによって、バイオ・ディーゼルの設備投資、貯蔵、輸送、派生品の加工などに長期の融資制度を定め、中小企業については低い金利を設定した。農村開発省（MDA）が管轄する家族農業プログラム（PRONAF）は、バイオ・ディーゼル原料を生産する家族農への融資を拡大し、低い金利を定めた。国立のブラジル銀行（BB）もまたバイオ・ディーゼル生産・利用プログラムによって投資、販売のための融資を開始した。

バイオ・ディーゼル開発に社会政策的な性格を保証するのは「社会燃料証」（Selo Combustível Social: SCS）制度である。SCSは大統領令第5297号（2004年）で導入され、一定の条件を満たすバイオ・ディーゼル生産者に対してMDAが与える認証である。SCS認証によって、バイオ・ディーゼル生産者に、PRONAFの対象となる家族農の社会的包摂を推進する役割を与えることである。SCSの所有者には、原料、地域によって異なるが、低率の社会統合プログラム・公務員財形プログラム（PIS/PASEP）、社会保険融資納付金（Cofins）が適用され、優遇金利での金融が提供される。認証を与える条件については指令（Instrução Normativa）第1号（2009年2月19日）に示されているが、その主な内容は①家族農から一定率以上（北東部半乾燥地域で50%、北部、中西部で10%、東南部、南部で30%）のバイオ・ディーゼルの原料を購入すること、②家族農あるいは協同組合と原料購買について契約（契約期間、購入量、価格調整方法などを明記）を結ぶこと、③家族農の能力向上、技術支援を行うことである。

家族農（agricultura familiar）は法的には法律第11326号（2006年）によって定義され、4農地単位（módulo rural、面積は地域によって異なる）を越えて土地を所有していないなどの条件に合う農民とされる。ブラジルの農業はこれまで基本的に大規模な資本主義的農業が主導してきた。小規模な家族農、土地なし農民を置き去り、あるいは排除してきた。家族農は農家数では圧倒的に多いが、農地に占める面積は小さい（表2）。彼らの社会的排除はまた土地紛争など激しいものにした。農民の土地占拠、コミュニティ回復を目指す土地なし農民運動（MST）は暴力を生み、政治問題と化した。PNPBはこれまで社会的に排除されてきた家族農、とくに北東部の家族農の社

表2 地域別家族農数, 土地面積—2006年

	家族農 (法律第11326号)			非 家 族 農		
	農家数	面積 (ha)	ha/ 農家	農家数	面積 (ha)	ha/ 農家
ブラジル	4,367,902	80,250,453	18.4	807,587	249,690,940	309.2
北 部	413,101	16,647,328	40.3	62,674	38,139,968	608.5
北東部	2,187,295	28,422,599	13.0	266,711	47,261,842	177.2
南東部	699,978	12,789,019	18.3	222,071	41,447,150	186.6
南 部	849,997	13,066,591	15.4	156,184	28,459,596	182.2
中西部	217,531	9,414,915	43.3	99,947	94,382,413	944.3

(出所) 以下から作成。IBGE, *Censo agropecuário Agricultura Familiar 2006 primeiro resultado*.

会的包摂を目的とした。つまり PNPB は社会政策の性格を強くもっている。

資源エネルギー省 (MME) によれば、バイオ・ディーゼルはディーゼル油に混ぜられブラジル全土3万を超えるガソリン・スタンドで販売されている。バイオ・ディーゼル (B100) の生産量は2006年の6900万リットルから11年には27億リットルに増加し、12年には28億リットルになると予想されている。その生産量は米国、ドイツに次ぐものである。バイオ・ディーゼルの生産する事業所は2011年末で56箇所、その生産能力は全体で年60億リットルに達した。事業所の多くは小規模農家から原料を購入しており、ブラジルの全生産能力の78% (47億リットル) はSCS 認証<sup>15)</sup>をえた工場である。

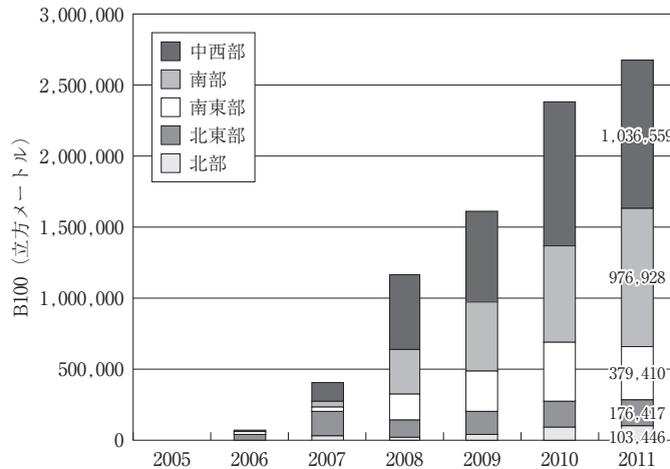
## (2) バイオ・ディーゼルと社会的包摂

繰り返し述べるように、国家バイオ・ディーゼル計画 (PNPB) は、バイオ・ディーゼル原料の生産に小規模な農民が参加することによって、農村開発、貧困撲滅を実現することを目的としている。PNPB は、北東部で生産される油糧作物がすべて家族農から調達されれば、ディーゼル油へのバイオ燃料5%混入 (B5) が130万人の雇用を生み出すと推定した。

しかし、現実是这样した予測、期待を裏切るものであった。北東部におけるこれらの油糧作物の生産は小規模なものに留まり、その結果多くの製油所が原料を大豆に変更したとされる。Cesar and Batalha [2010] は、北東部において家族農によるトウゴマ生産が失敗した理由として、低い生産性、支援農家の地理的分散、著しい季節性、非効率な技術援助、不安定な価格を挙げた。Halle et al. [2009] は加えて、化学工業など他の用途との競合がトウゴマのバイオ・ディーゼル原料利用を困難にさせたとした。その結果雇用の創造は小さいものにとどまった。これらの調査を踏まえてRathmannらは、北東部では家族農の所得の増加が見られたが、それは油糧作物の生産によるものではなく、貧困家族に条件付で資金を供与する家族支援プログラム (Bolsa Família)<sup>16)</sup>に起因するものであったとした (Rathmann et al. 2012: 93-94)。

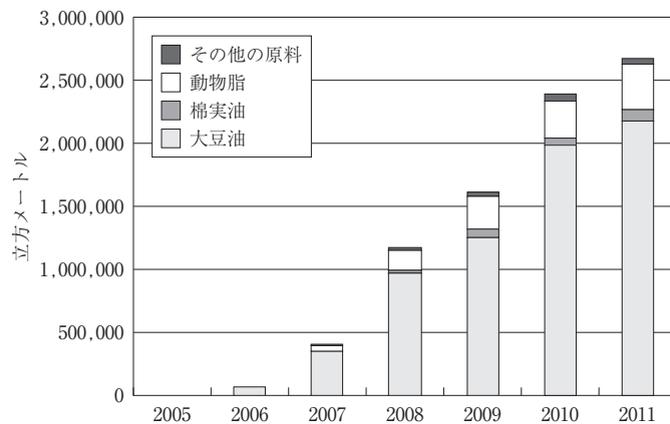
2011年の地域別のバイオ・ディーゼル (B100) の年生産能力 (1000立方メートル) をみると北部223.4, 北東部176.4, 南東部1159.7, 南部1159.7, 中西部2787.2で (ANPE, 2012), 社会政策の重点政策である北東部の生産能力は小さい。これは生産量で見ても同じである (図5)。社会燃料証 (SCS) の条件は、前述のように、北東部半乾燥地域で家族農業者からの原料調達が50%以

図5 地域別のバイオディーゼル（B100）生産量



(出所) ANP, Anuário Estatístico 2012.

図6 原料別のバイオ・ディーゼル（B100）生産の推移



(出所) ANP, Anuário Estatístico 2012.

上であるが、北東部の生産能力、生産量を考慮すれば、家族農からの原料調達量は大きいものではない。

バイオ・ディーゼル（B100）生産（2011年）を原料別にみると、大豆が217万リットルと圧倒的に大きい。次いで動物脂36万リットル、棉実油10万リットル、他の油種4万リットルとなっている（図6）。2009年11月から2010年5月についてより詳細に原料構成をみると、椰子油、落花生油、ひまわり油、トウゴマ油、ゴマ油の比重は小さく、また調達が不安定である（表3）。

こうした構成はバイオ・ディーゼル生産における中西部、南部の比重の高さと関連している。中西部、南部は大豆生産の中心である。大豆生産者は大規模な農家である。バイオ・ディーゼル計画の主な受益者は大規模な大豆農家である。要するに、バイオ・ディーゼルを通じて家族農の所得を向上させ貧困を削減するというPNPBの目的は達成されていない。

表3 バイオ・ディーゼルの原料構成 (%)

年月	大豆	牛脂	棉実	再利用油	鶏脂	豚脂	椰子	落花生	ひまわり	トウモロコシ	ゴマ	その他
2009												
6	81.10	14.03	2.97									1.90
7	78.70	14.62	4.11									2.57
8	83.29	10.33	2.60									3.78
9	74.88	16.27	6.16									2.69
10	77.35	15.48	4.29									2.88
11	75.04	17.79	5.10	0.08	0.00							2.07
12	71.90	19.94	5.64	0.16	0.01		0.33	0.32	0.04	0.05	0.00	2.19
2010												
1	77.13	17.07	4.62	0.12			0.60		0.02	0.00	0.01	0.28
2	82.94	12.12	2.39	0.24	0.03	0.03	0.28					2.15
3	85.58	11.17	1.51	0.17	0.05	0.09						1.43
4	83.87	13.51	0.49	0.19	0.11		0.42	0.09				1.31
5	83.84	14.35	0.32				0.23	0.11				0.85

(出所) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, *Anuário Estatístico da Agroenergia 2010*.

## む す び

ブラジルのバイオ・エネルギー政策は代替エネルギーの開発と貧困撲滅という二つの目的をもっていた。地球温暖化が深刻化するなかで石油に代わるエネルギーの開発は、ブラジルにとっても重要な課題であった。同時に、多様な非再生エネルギー源をもつブラジルにとっては、バイオ・エネルギーの開発は、輸出を増加させ、エネルギー、環境分野でブラジルの国際的なプレゼンスを高めることを可能にするものであった。砂糖を原料とするブラジルのエタノールは、トウモロコシを原料とする米国、甜菜を原料とするヨーロッパのエタノールより生産コストが低い。生産規模の拡大に伴って生産コストは低下してきた。エネルギー効率、すなわちエタノール生産に投入されたエネルギー量に対してエタノールが生み出すエネルギー量の割合においても、砂糖を原料とするブラジルのエタノールは他を原料とするエタノールよりも高い。高いエネルギー効率はエタノール工場ですトウキビの絞りかすであるバガスが利用されていることにも起因している。全体にブラジルのバイオ・エネルギー政策は代替エネルギーの開発という面では高い成果を挙げたと評価できる。エタノールはガソリンの代替エネルギーとして定着した。

エタノール生産はまた直接、間接に多数の雇用を創造した。しかし、サトウキビ栽培では収穫の機械化によって、栽培面積の拡大にもかかわらず、雇用は減少傾向にある。エタノール製造は装置産業の性格から雇用創造には限界がある。エタノールの原料であるサトウキビの栽培地拡大はこれまで他の作物の生産を抑制し、食料を犠牲にするという状況は生まれていない。また直接、

間接に農地を外延的に広げ、森林破壊を引き起こすという状況も生じていない。栽培地は多くは牧草地の転換によるものであった。しかし、今後サトウキビ栽培が拡大すれば、他の作物との競合が増し、大豆などの農作物をさらにアマゾンに押し出す可能性がある。

バイオ・ディーゼル政策は、エタノール以上に社会政策としての性格を強くもつ。政策は、代替エネルギー開発、環境政策以上に、貧困削減、とくに北東部の農民の雇用と所得の創造を目的とした。しかし、バイオ・ディーゼル政策は社会面でまだ大きな成果を生み出しているとは言えない。それは、一つには政策が導入されて間もないこともあるが、もう一つには政策自体がもつ問題点である。すなわち、バイオ・ディーゼル政策は、北東部の家族農など小規模な農家が伝統的に食料として栽培してきた作物をエネルギー原料として利用することによって、雇用を創造し農民の所得を高めることを狙っているが、小規模な農家による原料生産は供給能力に制約がある。容易に生産を拡大しえない。原料は食料、化学原料でもあるため、供給に不安定性がある。結果、現実にはバイオ・ディーゼルの主要な原料は大豆になっている。それは大規模な農民によって栽培される作物であり、バイオ・ディーゼル政策の目的と矛盾する。大豆以外でも大規模生産の可能性がある作物、例えばオイルパームがある。しかし、それは大豆同様に、大規模な農家に有利である。

このようにバイオ・エネルギー政策は多くの問題点をもつが、バイオ・エネルギーの重要性は存在する。先進国が温暖化ガス削減に消極的で、他方で新興国のエネルギー需要が急速に拡大するなかで、風力などの再生可能エネルギーとともに、バイオ・エネルギーがエネルギー源の重要な選択肢であることに変わりない。ブラジルのサトウキビを原料とするエタノールは、生産コストが低くまたエネルギー効率が低い。バイオ・エネルギーとその原料生産は、雇用と所得を創出うえでも重要である。ブラジルでは貧困問題は依然として解決されていない。バイオ・エネルギーに関わる議論を経済的な効率性に矮小化するの誤りである。バイオ・エネルギーは環境政策、社会政策としても議論される必要がある。

バイオ・エネルギーは環境、社会的な意義はあるが、それが持続的になるには、エネルギー原料の栽培技術の向上、多様なエネルギー原料の開発とくに食用以外の原料の開発、原料のエネルギー変換効率向上などの技術革新が必要である。家族農など小規模農に対する金融、技術支援も必要である。あわせてエネルギー原料の採集、栽培が農地の外延的な拡大、森林破壊につながるようにする必要はある。そのためには栽培地を地域的に厳格に制限する必要がある。

#### 注

- 1) ブラジルの再生エネルギー全体の概観については Pereira et al, 2012.
- 2) ブラジルにおけるエタノールのエネルギー政策の歴史については Gorninho, 2010, 小泉, 2012などを参照。
- 3) エタノールには、エタノール専用車で使用される含水エタノール（純度95-97%）とガソリンに混合される無水エタノールの二種がある。
- 4) フレックス燃料車ははじめて開発されたのは米国、GMによってある。Gorninho, 2010: 101.
- 5) 2011年の乗用車、軽商用車の販売台数を燃料別にみると、ガソリン車11.0%、エタノール車が0.0%、フレックス燃料車が83.1%、ディーゼル車が5.9%であった。Carta de ANFAVEA, fevereiro de 2012.

- 6) 燃料効率については多くの議論がある。例えば Nassar, 2009: 70, 小泉, 2012: 183.
- 7) IPEA Data による。原資料は農務省 (MAPA)。
- 8) 農産物間の土地利用をめぐる競合の分析フレームワークについては Rathmann et al., 2010.
- 9) 他方でブラジルではアマゾンでの森林保全を定めた森林法の改悪が進んでいる。森林法は、開発上の区分である法定アマゾンの森林については、土地所有に対して80%を自然の植生で保存し、違反した場合は森林を回復するなどを義務付けているが、2011~12年に改訂をめぐる国会審議では、80%こそ維持されたが、森林回復義務の一部免除、従来制限された河岸の開発容認などがなされた。改定案は審議途中にあり、80%の保全義務についても予断を許さない状況にある。法改正の国会での議論については以下の上院にサイトを参照。<http://www12.senado.gov.br/codigoflorestal>
- 10) 正規雇用とは雇用主と正式な雇用契約を締結したものであり、統合労働法による労働者保護、諸手当の支払い、社会保障の対象となる。正規雇用労働者は雇用主が署名した労働手帳を所有する。
- 11) その後2009年国会にサトウキビ栽培機械化規制を含む法案第6077号が提出された。法案は傾斜度12度以下の地域については2012年までに収穫面積の20%、14年までに40%、17年までに100%について火入れを禁止するとした。しかし、本文にあるように、法案がアマゾン地域でのサトウキビ栽培を禁止するなどの内容を含んでいるため、現在まで成立していない。
- 12) 国連の農業機関 (FAO) は「再生計画」をバイオ燃料部門における良好な社会経済的行為 (good socio-economic practice) の例としてとりあげている。Beall and Rossi, 2011.
- 13) UNICA ホームページ。<http://unica.com.br> 2012年10月14日閲覧。
- 14) バイオディーゼル生産者は PIS/PASEP (社会統合プログラム / 公務員財産計画), COFINS (社会保険融資納付金) 納付を一度きりとし、また家族農から原料調達をする場合にそれらの両立が軽減されるなどである。
- 15) 資源エネルギー省ホームページ。<http://www.gov.br/programas/biodiesel>. 2012年10月27日閲覧。
- 16) 家族支援プログラムは子弟の通学などを条件に貧困層に現金を支給するプログラムで、2003年にルーラ大統領によって、それまであった奨学金、食料支援プロジェクトなどを統合して設立された。

#### [参考文献]

- ANP-Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis [2012], *Anuário Estatístico 2012*, Rio de Janeiro, 2012.
- Barber, Andrew, Glenys Pellow and Mariana de Aragao Pereira [2008], "The Sustainability of Brazilian Sugarcane Bioethanol: A Literature Review," Energy Efficiency and Conservation Authority.
- Beall, Elizabeth and Andrea Rossi [2011], "Good Socio-Economic Practices in Modern Bioenergy Production: Minimizing Risks and Increasing Opportunities for Food Security," Rome: FAO.
- César, Aldara da Silva and Mário Otávio Batalha [2010], "Biodiesel Production from Castor Oil in Brazil: A Difficult Reality," *Energy Policy*, Vol. 38 Issue 8, 4031-4039.
- Gordinho, Margarida Cintra [2010], *Do álcool ao etanol: trajetória única*, São Paulo: UNICA.
- Hall, Jeremy, Stevia Matos, Liv Severino and Napoleão Betrão, "Brazilian Biofuels and Social Exclusion: Established and Concentrated Ethanol versus Emerging and Dispersed Biodiesel," *Journal of Cleaner Production*, Volume 17 Supplement 1, S72-S85.
- Harfuch, Leia [2009], "Modeling Land Use and Land Use Change in Brazil," slides presented to US Department of Energy's Biomass 2009 Conference, at the Gaylord National Harbor in National Harbor, Maryland, March 17-18.
- IBGE [2006], *Censo Agropecuário Agricultura Familiar 2006 Primeiro Resultado*.
- Macedo, Isaias de Carvalho (org.) [2005], *Sugar Cane's Energy: Twelve Studies on Brazilian Sugar Cane Agribusiness and its Sustainability*, São Paulo: UNICA.

- MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, *Plano Nacional de Agroenergia 2005-2011*, Brasília.
- MAPA [2011], *Anuário Estatístico da Agroenergia 2010*, Brasília.
- MME-Ministério de Minas e Energia [2007], *Plano Nacional de Energia 2030*, Brasília.
- MME [2011a], *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*, Brasília.
- MME [2011b], *Balço Energético Nacional 2011: Ano Base 2010*, Brasília.
- MME [2012], *Balço Energético Nacional 2012: Resultados Preliminares, Ano Base 2010*, Brasília.
- Nassar, André Melloni [2009], "Brazil as an Agricultural and Agroenergy Superpower.," Lael Brainard and Leonardo Martinez-Diaz eds., *Brazil as an Economic Superpower: Understanding Brazil's Changing Role in the Global Economy*, Washington D.C., Brookings Institution Press.
- Paes, Luiz Antonio Diaz [2005], "Emissions by Sugar Cane Burning; Control.," Isais de Carvalho Macedo ed., *Sugar Cane's Energy: Twelve Studies on Brazilian Sugar Cane Agribusiness and its Sustainability*, São Paulo: UNICA.
- Pereira, Marcio Giannini, Cristiane Farias Camaracho and Aurério Vasconcelos Freitas [2012], "The Renewable Energy Market in Brazil: Current Status and Potential," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 3786-3802.
- Rathmann, Régis, Alexandre Szklo and Roberto Schaeffer [2010], "Land Competition for Production of Food and Liquid Biofuels: An Analysis of the Arguments in the Current Debate," *Renewal Energy*, 35, 14-22.
- Rathmann, Régis, Alexandre Szklo and Roberto Schaeffer [2012], "Targets and Results of the Brazilian Biodiesel Incentive Program: Has It Reached the Promised Land?," *Applied Energy*, 97, 91-100.
- UNICA-União da Indústria de Cana-de-Açúcar [2011], *Sustainability Report 2010*, São Paulo: UNICA.
- 小泉達治 [2012], 『バイオエネルギー大国ブラジルの挑戦』日本経済新聞出版社。
- 子安昭子 [2008], 「ルーラ政権のエタノール外交—世界を視野に入れた実利的な資源戦略」『Encontros Lusófonos』(上智大学) 第10号, 11月。
- 西島章次 [2011], 「ブラジルサトウキビ産業とその雇用に関する実証研究」(西島章次・浜口伸明『ブラジルにおける経済自由化の実証研究』神戸大学経済経営研究所, 研究叢書第72号。