

## 第6章

# 開発と持続可能性

小池 洋一



## はじめに

ブラジルの新しい開発を牽引するのは農業とエネルギー部門である。農業では、新しい作物、種子、栽培技術などが導入され、農工商業を統合する多様なアグリビジネスが発展するなどイノベーション（革新）が活発となった。エネルギー分野では、深海での石油開発の一方で、バイオ・エネルギーなど再生可能なエネルギーの開発が積極的に進められた。農業とバイオ・エネルギーの開発は、単に農産物、燃料の生産増加だけではなく、貧困、失業など社会問題の解決を目標として掲げた。とくにこれまで社会的に排除されてきた家族農など小農の強化と社会への統合が重視された。農業とエネルギー開発ではまた、過去の開発が森林破壊など環境を悪化させたことへの反省に立って、環境との共存が目標とされ、無秩序な農地拡大の制限、再生可能エネルギーによる二酸化炭素削減などが実行された。

こうした農業とエネルギー分野での開発政策の変化の背景には、1980年代以降の政治経済環境の変化があった。1990年の経済自由化・開放は、産業全体で効率性の向上とそのためのイノベーションを不可避な課題とした。民政への移行（1985年）と新憲法の施行（1988年）は、社会的公正への関心を高め社会運動を活発にした。政治、経済、社会のあらゆる面での排除が批判され、社会的包摂が国民的な課題になった。この時代にはまた自然や都市環境の悪化のなかで、環境保全と持続可能な開発が重要な課題となった。1988年憲法は環境権を重視し、環境の保全を国家と国民の義務とした。1992年の国連環境開発会議（地球サミット）開催は、開発優先主義から持続的開発への転換の契機となった。要するに持続性が開発政策の指導原理となったのである。

このように1980年代以降ブラジルは、経済、社会、環境的に持続可能な開発を迫及したが、それが達成されたわけではない。農業とエネルギーの持続的な発展を可能にするイノベーションはなお不十分であり、家族農など小農の社会的包摂も十分な成果を上げていない。また、森林破壊などの環境問題もまだ解決されていない。世界的な食糧やエネルギー需要の拡

大のなか、ブラジルの役割は今後いっそう高まると予想され、このことはブラジル国内で社会・環境問題を再び悪化させる危険がある。そのため、持続可能な開発が改めて求められている。本章の目的は、ブラジルの開発を牽引する農業とエネルギー開発を持続可能性という観点から検討することである。第Ⅰ節では農業とアグリビジネスの発展およびその成果を、第Ⅱ節ではエタノールとバイオ・ディーゼル開発およびその成果を、第Ⅲ節では自然環境政策とともに森林破壊や気候変動などの環境問題を、「おわりに」で持続可能な開発に向けての政策課題を述べる。

## I. 農業とアグリビジネス

### 1. 農業構造と政策の変化

ブラジルは広大な国土（851万平方キロメートル）をもつ。16世紀の植民以降、農業活動が大規模に土地を占拠してきた。2006年の「農業センサス」によって土地利用をみると、農地330万平方キロメートル、先住民保護区126万平方キロメートル、森林保護区72万平方キロメートルなどで（IBGE 2009, 99-100）、農業が広大な国土に広がっているのがわかる。

ブラジルの農業は近年大きな構造変化を遂げている。コーヒー、オレンジ、カカオなどの多年生作物、トウモロコシ、米、大豆、サトウキビなどの一年生作物の耕作地は急速な拡大をみた。牧草地は、かつて粗放的な自然放牧地が大半を占めたが、牧草を育て飼料として利用する人工牧草地が拡大した。その結果、牛の飼育頭数は飛躍的に増加したにもかかわらず、牧草地全体の面積はほぼ安定ないし減少している<sup>(1)</sup>。牧畜以上に発展が著しいのは養鶏で、近代的なブロイラー飼育の普及によって飼育数は飛躍的に伸びた。また、農地拡大の一方で農業就業者は緩やかに減少し、トラクター数の大幅な増加にみられるように、農業の機械化が進んだ（表1）。

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<sup>(2)</sup>や土地なし農民を置き去りにするか、あるいは

表1 農業の基礎指標（農業センサス）

	1970	1975	1980	1985	1995～ 1996	2006
農家数（1,000戸）	4,924	4,993	5,159	5,802	4,860	5,175
農地面積（1,000ha）	294,145	323,896	364,854	374,925	353,611	329,941
土地利用（1,000ha）						
永年作物	7,984	8,385	10,472	9,903	7,542	11,612
季節作物	26,000	31,616	38,632	42,244	34,253	48,234
自然牧草地	124,406	125,951	113,897	105,094	78,048	57,316
人工牧草地	29,732	39,701	60,602	74,094	99,652	101,437
自然林地 <sup>1)</sup>	56,223	67,858	83,152	83,017	88,898	93,982
植林地	1,658	2,864	5,016	5,967	5,396	4,497
就労者（1,000人）	17,582	20,346	21,164	23,395	17,931	16,568
トラクター（台）	165,870	323,113	545,205	665,280	803,742	820,673
飼育家畜数						
牛（1,000頭）	78,562	101,674	118,086	128,041	153,058	171,613
鶏（1,000羽）	213,623	286,810	413,180	436,809	718,538	1,401,341

（出所） IBGE（2009, 175）より筆者作成。

（注） 1） 法律が定めた最低保全林，環境保護あるいは研究目的で保護された森林，農耕・放牧目的で利用されている森林。

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）。カルドーズ（Fernando Henrique Cardoso）政権はこうした状況をふまえて，農地改革，法定アマゾンでの土地所有の正規化，持続的な農業，家族農の支援を扱う組織として農村開発省（MDA）の設立などを行った<sup>3)</sup>。その結果ブラジル農業は，資本主義的農業やアグリビジネスを進める農牧食料供給省（MAPA）と小規模農業を進める農村開発省の二頭立ての馬車によって指導されることになった。農村開発省は，家族農業に低利で融資する国家家族農業強化プログラム（PRONAF）や，家族農業が生産する農産物価格を保証する家族農業価格保証プログラム（PGPAF）を，また，社会開発飢餓対策省（MDS）などと協力して貧困層向けの食料

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)	面積 / 農家 (ha)	農家数	面積 (ha)	面積 / 農家 (ha)
ブラジル 全体	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) IBGE (2009) より筆者作成。

提供において家族農業から優先的に農産物を購入する食料購入プログラム (PAA) を実施し, 家族農業の持続的發展を支援している。

こうした二元的な農業政策には, それがブラジル農業の發展を抑制するとの批判がある (Nassar 2009, 80)。また, 家族農の保護や土地なし農民への土地分配についても, 彼らの農業が非生産的で土地収奪的だとの批判から, より生産的な中規模な農民を育成するのが重要であるとの主張がある。しかし, 小農の低い生産性は, 優良な土地から排除され, 政府から何らの技術や資金支援を受けてこなかったことにも起因する。彼らの社会的排除は土地紛争などを頻繁に発生させ, 農民の土地占拠やコミュニティ回復をめざす土地なし農民運動 (MST) を激しいものとした<sup>(4)</sup>。家族農など小規模農家がブラジルの農業の一角を占め, その強化が経済的にも, そして政治・社会的にも重要であることを考えれば, 農村開発省の役割は大きい。

しかし, 土地改革や家族農など小農の強化はまだ道半ばである。1990年半ば以降のカルドーズとルーラ (Luiz Inácio Lula da Silva) 政権は, 土地制度の改革を政策課題と挙げ, 政権初期には再分配に向けられる土地の面積や配分を受け定住した家族数は増加したが, その後それらは急速に減少した (DIEESE e MDA 2011, 157-160)。農地の集中という状況は基本的に変わっていない。農地の集中度をジニ係数を用いて測定すると, ブラジル全体で1985年0.857, 1995年0.858, 2006年0.872とわずかだが上昇し,

土地分配が悪化した (IBGE 2009, 109-110)。社会的公正を重視したカルドゾとルーラの両政権とも、農地集中の重要な要因である農地税制や相続税制の改革には着手できなかった。

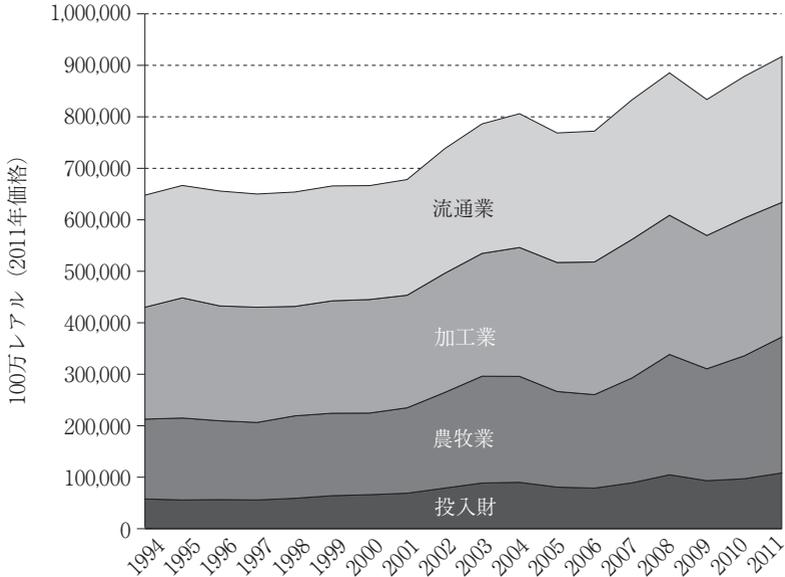
## 2. アグリビジネス

農業がGDP（国内総生産）に占める割合は、1970年12.4%、1980年10.9%、1990年8.1%、2000年5.6%と急速に低下し、その後は5%台で推移し2011年は5.5%である<sup>(5)</sup>。しかし、農業に関連する産業は幅広い。サンパウロ大学応用経済高等研究所 (Cepea) は、ブラジル農牧業連盟 (CNA) の協力を得て、農業とその投入財、農産物の加工工業、さらには農産物、加工品などの国内流通・輸出を含む複合的な経済活動をアグリビジネス (agronegócio) という概念でとらえ、その規模を推計している。2000年代にアグリビジネスは急速な発展を遂げた (図1)。2011年にGDPに占めるアグリビジネスの割合は、投入財部門が2.62%、農業牧業が6.38%、加工業が6.32%、流通業が6.84%、合計で22.15%に達する。うち農業だけをみると、それぞれ1.58%、3.67%、5.45%、4.72%、15.42%になる<sup>(6)</sup>。アグリビジネスの重要性は輸出においてさらに高く、輸出の大きな部分を占めるとともに、他の部門の貿易赤字を補ってブラジルに多額の貿易黒字をもたらし、貿易収支の黒字に大きく寄与している (図2)。

こうした背景から農牧食料供給省はアグリビジネスの育成に戦略的な重要性を与えた。トウモロコシ、大豆、綿花、木材などを生産チェーン (cadeia produtiva) あるいは産業コンプレックス (complexo industrial) という概念でとらえ、アグリビジネスの育成を図ってきた。また、「アグロエネルギー計画」を作成し、エタノールなどバイオ燃料と関連する林業、油脂作物、サトウキビ栽培など広範囲の産業をアグロエネルギー (agro-energia) という概念でとらえ、その育成を図ってきた。

ブラジルのアグリビジネスは世界経済において高いプレゼンスをもつ。とりわけ大豆、砂糖、鶏肉などで顕著であり、今後もプレゼンスを維持すると予測されている (表3)。アグリビジネスの中心にいるのは国際的な穀

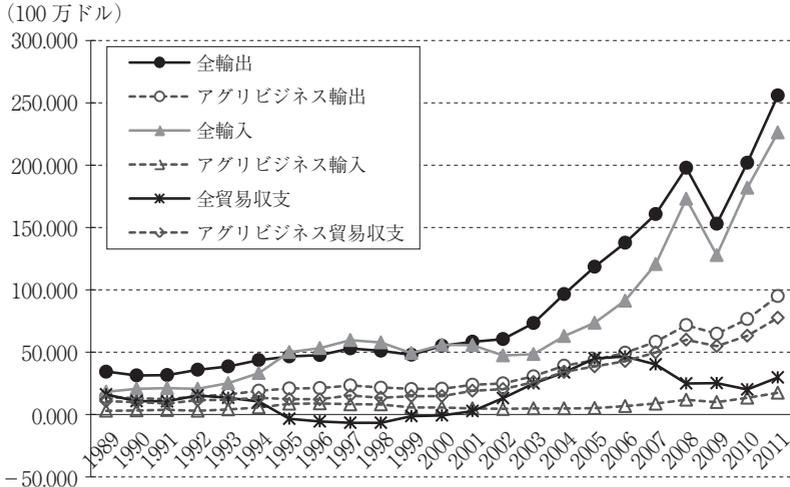
図1 アグリビジネスGDPの推移



(出所) Cepea-USP/CNA (<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>).

物メジャーである。農産物の生産者である大規模農家、農業協同組合、加工業者である食品会社もアグリビジネスの重要な担い手である。たとえば大豆では、穀物メジャーは農家に種子、肥料などの営農資金を前貸しし、それを収穫した大豆と相殺することにより、安定的に大豆を調達している。穀物メジャーは国内で搾油し食品会社に油を売り、油粕を飼料として養鶏農家に売り、海外に向けて大豆あるいは油、粕を輸出する<sup>(7)</sup>。ブラジル大豆の約60%が輸出される中国では、穀物メジャーは輸入した大豆を搾油し、油と粕を中国国内で販売している。つまり、穀物メジャーはブラジルの大豆畑から中国市場に至るグローバルなサプライチェーンを形成しているのである。

図2 ブラジル全体およびアグリビジネスの貿易収支



(出所) MAPA, AgroStat Brasil

(<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>).

表3 ブラジルのアグリビジネスの予測 (2021/22年度)

	生産 (1,000t)		耕作面積 (1,000ha)		輸出 (1,000t)		世界シェア (%)	
	2011/ 12	2021/ 22	2011/ 12	2021/ 22	2011/ 12	2021/ 22	2010/ 11	2021/ 22
トウモロコシ	56,651	70,421	13,782	14,381	10,717	14,208	9.6	10.4
大豆(粒)	71,100	88,913	24,266	28,590	34,139	44,919	30.8	43.1
大豆粕	28,731	34,385	—	—	14,441	16,096	23.3	na
大豆油	7,426	9,007	—	—	1,556	1,685	15.2	na
小麦	5,680	6,937	2,256	2,017	na	na	na	na
コーヒー	50 <sup>1)</sup>	71 <sup>1)</sup>	1,955	1,442	33 <sup>1)</sup>	38 <sup>1)</sup>	36.1	36.1
サトウキビ	607,852	793,206	9,060	10,911	—	—	—	—
砂糖	38,653	48,603	—	—	27,385	39,755	54.8	54.8 <sup>2)</sup>
オレンジジュース	19,332 <sup>3)</sup>	23,593 <sup>2)</sup>	—	—	1,903	2,415	na	na
鶏肉	13,028	20,332	—	—	4,191	5,658	44.0	43.5
牛肉	8,947	11,834	—	—	1,344	1,613	28.0	23.2

(出所) MAPA (2011b; 2012).

(注) —: 該当なし。na: データなし。1) 100万袋(60kg)。2) 2020/21年度。3) 2010/11年度。

### 3. イノベーション

これまで述べたような農業発展の背景には、新しい農地の開発、新しい農産物の導入、種子や栽培技術などの研究開発、金融や財政支援など制度の整備、その他多くのイノベーションがあった。

セラード (cerrado) 開発はその一つである<sup>(8)</sup>。セラードはブラジル中央部に広がるサバンナ地域で、その面積は約 200 万平方キロメートルにもなる。降水量の季節変動が大きく、栄養分が溶脱した酸性度の高い土壤などの特徴から、農業不適地と考えられてきたが、1970 年代以降日本の技術や資金協力を得て、生産的な農家の入植、灌漑、石灰、肥料、機械の投入などによって一大農業地帯に変貌を遂げた。現在ではセラード地帯は、大豆、トウモロコシ、コーヒー、綿花、サトウキビなどの農作物、養鶏などの畜産、さらにそれらの加工の分野でブラジルの重要な位置を占めるようになった<sup>(9)</sup>。とりわけ大豆はセラード開発によって生産が飛躍的に増加し、米国に著しく偏っていた世界の大豆生産地図を塗り替えることになった。セラード開発では新品種開発、栽培技術の改善、灌漑の整備、保存倉庫、輸送網の整備もまた重要であった。熱帯で栽培可能な大豆の開発、土壤の肥沃度を維持し土壤の流出を防ぐ不耕起栽培、水の効率的利用を可能にする等高線栽培はその一例である。ブラジル農牧研究公社 (EMBRAPA) はセラードを含めブラジル農業を技術的に指導し、農業のイノベーションにおいて重要な役割を果たした。

ブラジルではまた精密農業 (agricultura de precisão) が積極的に導入された。科学的な知識や情報を利用して、地形、土壤、水などの農地の条件に最も適合した種子、肥料、機械などの投入財を選択し、生産性の向上と地力の維持、環境の保全を図っている。サトウキビの栽培では早くから精密農業が採用され、中・南部ではその割合は 30% に達している (Xavier et al. 2011, 32)。

バイオ産業でも、豊かな農業資源や生物多様性を利用したイノベーションが活発である。遺伝子資源が薬品開発など化学分野で広く利用され、ブ

ラジル固有の生物多様性と伝統的な知識を利用した自然派化粧品の開発が盛んである。ブラジル最大の化粧品会社ナトゥラ社 (Natura) はその代表的な企業である。エタノールやバイオ・ディーゼルなどは、現在最も活発なバイオ産業分野である。遺伝子組み換え (GM) 作物の普及も著しい。ブラジルは GM 大豆導入については慎重な態度をとってきたが、2000 年代になってその政策を大きく転換した。ルーラ政権は、2003 年に大統領暫定令 113 号 (2003 年法律第 10688 号で法制化) を公布し、当該年度に収穫される GM 大豆の生産・流通を期限付きで認めた。その後、2005 年に法律第 11105 号 (通称バイオ安全保障法) を制定し、遺伝子組み換え作物に関する規則を定め、「環境インパクト事前評価調査」や「分別流通」の実施などの条件を義務づけたうえで、GM 大豆生産を全面解禁した。ブラジル大豆の過半を輸入する中国の GM 大豆容認も GM 大豆生産を加速した。国際アグリバイオ事業団 (ISAAA) によれば、ブラジルにおける大豆、綿花、トウモロコシの GM 作物の栽培面積は、2011 年で米国に次ぐ 3030 万ヘクタールに達した (James 2011)。

このように農業やアグリビジネスでイノベーションは活発であるが、解決すべき課題もある。農産物の輸送や港湾などのインフラ整備はその一つである。アグリビジネスは中西部など内陸で展開されているが、それは商品ロスや輸送コストを高めている。食品などの加工品では、品質、多様性、安全への信頼、ブランド力の向上が必要である。GM 農産物については、食の安全性や環境汚染の問題がある。薬品や化粧品など生物多様性の商業的利用は、資源の収奪やバイオ・パイラシーという問題を抱えている。ブラジルは、2001 年に遺伝子資源に関する伝統的知識および技術移転に関する暫定措置令第 186 - 16 号を制定し、先住民など地域住民が伝統的に継承してきた知識を保護し、その商業的に利用について正当な対価の支払いを求める規則を定めた。しかし、企業は対価支払いが研究開発活動を抑制すると批判し、対価の支払いをめぐる争いも生じている。セラードにおける大規模農業では、固有の生物種の絶滅、生物多様性の減少、灌漑による水源の枯渇、大量の化学肥料投入による土壌の劣化、小農の排除などの問題がある。また、アマゾンでは大豆農家が先住民居住地に不法に侵入し

先住民の生命と生活を脅かしている (Greenpeace International 2006; Celentano and Verissimo 2007)。アグリビジネスの発展にはこれらの問題の解決が不可欠である。

## II. バイオ・エネルギー

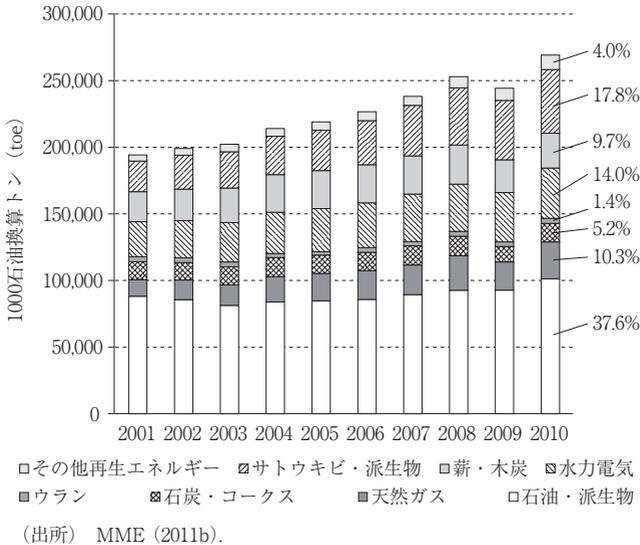
バイオ・エネルギーもまた新しいブラジルを牽引するセクターである。バイオ・エネルギーは、代替エネルギー開発とともに、失業や貧困など社会的排除を解決する手段でもあった。

### 1. エネルギーの多様化

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「ブラジル経済の奇跡」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も進めた。それは1980年代はじめに對外債務危機を引き起したが、後のエネルギー供給多様化の基礎となった。1990年代以降、経済自由化が進められ、石油の国家独占が廃止されるなどエネルギー分野で民間セクターの役割が高まり、官民の協力のもとで多元的なエネルギー供給体制が実現した。傾向的には石油や天然ガスなどの化石燃料の比重も増加しているが、水力電気、薪・木炭、サトウキビとその派生物などの再生可能エネルギーの比重が高い。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%(2011年)に達する(MME 2012, 15)。

「エネルギー・バランス」によって国内一次エネルギー供給の詳細をみると、長期的には石油など非再生可能エネルギーの割合が徐々に上昇したが、2000年以降は再生可能エネルギーの割合が上昇している(図3)。2010年エネルギー供給の構成比は、非再生可能エネルギーが、石油とそ

図3 国内エネルギー供給の推移



の派生物 37.6%，天然ガス 10.3%，石炭・コークス 5.2%，ウラン 1.4% であるのに対して，再生可能エネルギーは，水力電気 14.0%，薪・木炭 9.7%，サトウキビとその派生物 17.8%，その他 4.0%であった (MME 2011b, 21)。再生可能な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，自動車燃料としてガソリンを代替している。なお比重は小さいが，伸び率が大きいのは風力とバイオ・ディーゼルで，風力による発電量は 2010 年に 2000 ギガワットアワー，2011 年には 2500 ギガワットアワーを超えた (MME 2012, 33)。

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 (木炭や，サトウキビの搾りかすである「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，その比重はきわめて小さい。福島原発事故後，新規の原発建設を中止している。

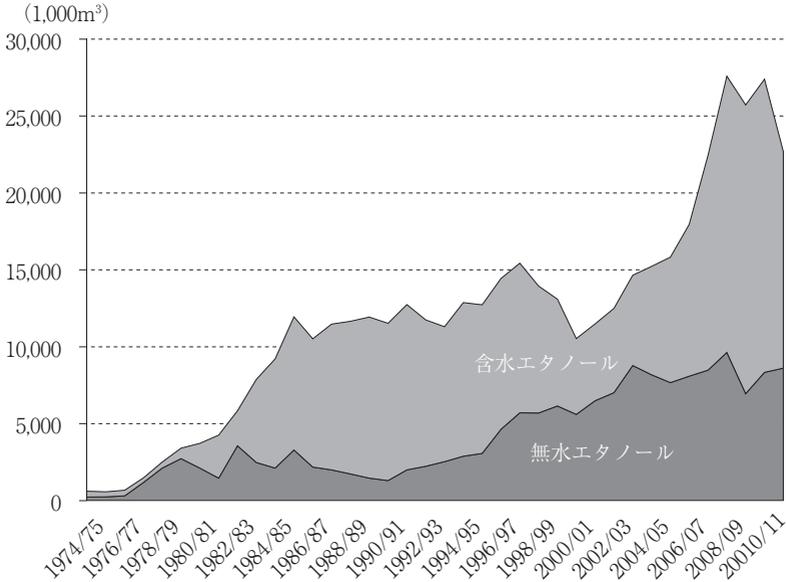
ブラジルの鉱山エネルギー省（MME）は、2030年までの長期の「国家エネルギー計画」（MME 2007）、その後2020年までの中期の「エネルギー拡張計画」（MME 2011a）を作成したが、それらでもエネルギーの多元化を確認した。「国家エネルギー計画」は2030年に国内エネルギー供給のうち非再生エネルギーが55.3%、再生エネルギーが44.7%と予測している。とくにサトウキビとその派生物がエネルギー供給全体の18.3%と、石油とその派生物の29.8%に次ぐ規模にまで増加するとしている（MME 2007, 239）。

## 2. エタノール

エタノールはエネルギー分野でのブラジルのイノベーションの中心に位置している。ブラジルは世界最大のサトウキビ生産国であり、それをエネルギーとして利用する政策は古く1930年代に始まっているが<sup>(10)</sup>、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。政府は、砂糖・アルコール院（IAA）を通じて、エタノールの生産や需要喚起のため価格保証を行い、ガソリンへのエタノール混合を義務づけた。自動車工業ではエタノール（含水エタノール）<sup>(11)</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。その結果、エタノールの生産は急増することになった（図4）。

しかし、1980年代半ば以降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。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。そこで政府は、1990年に経済自由化の一環で、砂糖・エタノールの価格や販売への政府介入を緩和したが、サトウキビ農家やエタノール業界、さらにすでに市場にあるアルコール車への対応から、IAAを引き継いだ地域開発局を通じて価格統制を継続した。価格統制はその後廃止されたが、他方で1993年には自動車

図4 エタノール生産の推移



(出所) 1974/75～2009/10 : MAPA (2011) ; 2010/11～2011/12 : UNICA, UNICA Data (<http://www.unicadata.com.br/>).

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づけた。

2000 年代にエタノール生産が再び飛躍を遂げる契機は、フレックス燃料車、すなわちガソリンと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。2003 年には最初のフレックス燃料車が市場に投入された。フレックス燃料車の登場によって、消費者は価格動向をみながらガソリンとエタノールの混合率を自由に選択できるようになった<sup>(12)</sup>。エタノール生産をさらに刺激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。エタノールの主要生産国は米国とブラジルであるが、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 (Nassar 2009, 70; 小

泉 2012, 183)。

エタノールを含むサトウキビ関連産業は社会的包摂の視点からも重要な産業であった。国家アルコール計画は、石油代替と同時に、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や失業克服を目的とした。2000年代に入り、北東部出身のルーラ大統領はエタノールを貧困撲滅の手段とした。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年に正規労働者だけで合計約128万人を雇用している。その内訳はサトウキビ栽培の農場労働が約48万人、砂糖生産が約58万人、エタノール生産が約23万人である。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 (UNICA 2011, 17-20)。

このようにエタノール生産の拡大は多くの雇用を創出したが、それを制約する要因もある。一つは、エタノール生産が基本的には装置産業であり、雇用の吸収力が小さくことである。もう一つは、サトウキビ栽培の機械化である。サトウキビの収穫は伝統的に火を放ち燃やした後に手作業で行うものであった。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る。しかし他方で、火入れは土壌を劣化させるとともに、大量の二酸化炭素を発生させたり、<sup>すす</sup>煤による呼吸器障害など健康被害を引き起したりする。火入れの規制や収穫作業の機械化は、連邦レベルでは1998年に大統領令第2661号によって決定され、機械化可能な地域（土地傾斜度12度以下の土地）については、2003年以降段階的に機械化を進め2008年に100%機械化するとした。サンパウロ州政府も2002年の州法第11241号によって、特定地域（住宅などの隣接地、森林保全地域）での火入れを禁止し、その他の斜度12%以下の土地については2002年以降火入れ禁止の割合を段階的に高め2021年には100%禁止し、斜度12%超の土地についても2031年に100%禁止するとした<sup>(13)</sup>。ただし、収穫作業の機械化は必然的に雇用を減少させることになる。

エタノール生産のもう一つの問題点は、サトウキビ栽培地の拡大による他の農産物との競合と、それにともなう農地の外延的拡大や森林破壊であ

る。サトウキビ栽培の中心地であるサンパウロ州の土地利用をみると<sup>(14)</sup>、1970年から2006年に耕地が474万ヘクタールから745万ヘクタールに増加し、牧草地在が1146万ヘクタールから859万ヘクタールに減少した。つまり、サトウキビ栽培地の拡大は牧草地からの転換によって実現したと推測できる(西島2011, 123-125)。しかし、サンパウロ州でのサトウキビ栽培の拡大は、作物間の土地をめぐる競合を激化させ、サトウキビ以外の農産物を中西部に押し出す。中西部でもサトウキビの栽培が開始されており、将来的にはこの地域でもサトウキビとその他の農産物との競合の可能性がある。その結果、ドミノのように農産物の栽培をアマゾン地域に迫りやる危険がある。

こうしたエタノール生産の増加にともなう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。同法案は、サトウキビの持続的生産のための規則を定め、またサトウキビの農業生態的なゾーニングの指針を示している。サトウキビの持続的生産に関しては、環境と生物多様性の保護、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、人権尊重のため食糧安全保障、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。農業生態的なゾーニングについては、サトウキビの制限なしで栽培可能な地域と、制限付きで栽培可能な地域に分類し、後者の一つである食糧向け農業地域において砂糖やバイオ燃料向けにサトウキビを栽培するには、それが食糧生産に影響がないことを農牧食料供給省が証明する書類の取得を義務づけている。

法律第6077号は、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。法案には技術的に詰める部分が多々あるが、開発の持続性の観点からは意義が多く、その速やかな制定が期待される。

### 3. バイオ・ディーゼル

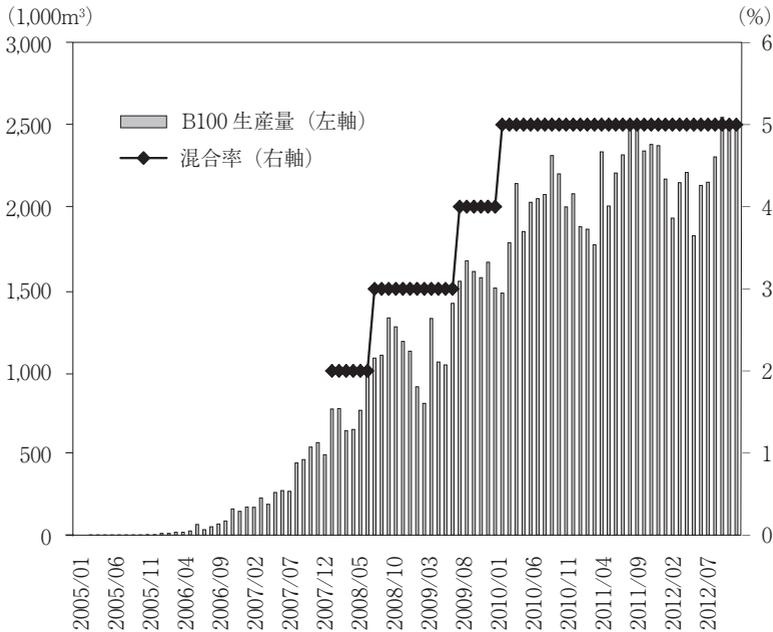
エタノールとともにブラジルの新しいエネルギーとして重視されている

のが、バイオ・ディーゼル（B100）である。ルーラ政権は2004年12月に国家バイオ・ディーゼル計画（PNPB）を作成した。法律第11097号（2005年）は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づけた。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。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・ディーゼルの生産は着実に増加し、2011年に生産量は267万立方メートルに達し（図5）、バイオ・ディーゼル先進国の米国とドイツに次ぐものとなった。

PNPBは社会政策の性格が強く、代替エネルギー開発以上に貧困層の社会的包摂を目的とした。家族農など小規模な農民がバイオ・ディーゼル原料の生産に参加すれば、北東部など低開発地域で雇用が創造され農村開発を可能とするからである。PNPBは、原料のすべて家族農から調達されれば、混入率5%で130万人の雇用を生み出すと推定した。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）で導入されたもので、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家族農の能力向上や技術支援を行うこと、などの条件を満たすバイオ・ディーゼル生産者に対して、税制や金融上の恩典が与えられる。

このようにバイオ・ディーゼル計画は社会的包摂を重要な柱としているが、その目的は現状では達成されていない。2011年の地域別のバイオ・ディーゼルの年間生産能力（1000立方メートル）は、北部223、北東部176、南東部1160、南部1860、中西部2787で（ANP 2012, 203）、PNPBが重視する北東部の生産能力は小さい。これは生産量でも同じである。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原料を50%以上調達することであるが、北東部の生産能力や生産量を考慮すれば、家族農からの原料調達量には限界がある。バイオ・ディーゼル生産（2011年）

図5 バイオディーゼル (B100) 生産量と混合率の推移



(出所) ANP, Dados Estatístico Mensais (<http://www.anp.gov.br/?id=548>).

を原料別にみると、大豆が217万リットル（全体の81.2%）と圧倒的に大きい。次いで動物油36万リットル（同13.4%）、綿実油10万リットル（同3.7%）、他の油種4万リットル（同1.7%）となっている（ANP 2012, 199）。こうした原料構成は、先のバイオ・ディーゼルの生産能力と対応している。つまり、バイオ・ディーゼルの原料は、PNPBの目的と異なり、大豆の主要産地である中西部や南部の大規模な大豆農家によって供給されているのである。

北東部におけるバイオ・ディーゼル原料の生産が小規模なものにとどまったことについては、農村を対象とした多くの実証研究によっても明らかにされている。César and Batalha (2010) は、北東部において家族農によるトウモロコシ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。Hall 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・ディーゼル原料の利用を困難にさせたとした。

### Ⅲ. 持続的開発

ブラジルの開発政策は1980年代以降、環境保全との調和、すなわち持続的な開発を目標としてきたが、アグリビジネスの急速な成長が環境への負荷を高めており、環境政策の強化が課題となっている。

#### 1. 自然環境政策

ブラジルの環境政策は1980年代に大きく前進した。その原点は1981年の環境基本法制定と国家環境審議会（CONAMA）の設立であった。1988年憲法は、環境が国民すべての共通財産であり、国民は必要とする均衡のとれた環境で健康に暮らす権利をもち、現在および将来にわたって環境を保全する義務が公権力と国民にあるとした。つまり同憲法により、持続的開発が宣言されたのである。1988年にはCONAMAが「われらが自然計画」を作成し、アマゾンでの丸太の輸出禁止、農牧畜プロジェクトに対する税制恩典の廃止、金採取における水銀使用の禁止、森林の40%を保全するための国家環境基金の設立を決定した。また同年に世界銀行の融資を受けて国家環境計画（PNMA）を立ち上げ、マタアトランチカ（Mata Atlântica：大西洋岸森林）とパンタナル大湿原の保護を決定した。

ブラジルの環境政策は、1992年のリオデジャネイロで開催された国連環境開発会議でいっそう進展し、「気候変動枠組み条約」（地球温暖化防止条約）や「生物多様性条約」が批准された。1998年には、刑法の性格をもつ環境犯罪法（法律第9605号）が制定され、自然環境や都市環境を破壊する犯罪に対し禁固刑を含む罰則が設けられた。さらに、アマゾンでの違法な森林伐採などの破壊行為について、衛星を使って監視を行い、違法な開発を摘発してきた。2000年には暫定措置第1956号によって森林法を改正

し、法定アマゾン<sup>(15)</sup>の森林地域において土地所有者が遵守すべき森林保全比率を50%から80%に引き上げ、法定アマゾンのセラード（サバンナ）については35%、法定アマゾン以外のセラードや森林あるいは自然植生地については20%とした。2000年にはまた、森林や生物の保護を目的として、連邦や州単位で定められた保全地域を国家保全単位システム（SNUC）に統一した。保全単位は、教育や科学の目的以外の立ち入りを禁止する完全保護区と、自然資源の持続的利用を認める持続的利用区に分けられ、一切の開発を禁止する地域を設定する一方、採取経済など資源の持続的な利用を前提に一部地域の開発を認めた。

このように環境政策と制度は整備されたが、その実行には多くの課題がある。衛星を使った監視にもかかわらず違法な伐採や開発は後を絶たない。国家保全単位システムのうち持続的利用区では開発が容認された。また、森林法については改悪が進んでいる。2012年4月末にブラジルの下院は、アマゾンの丘陵や河岸における小規模農民による耕作を認める、2008年以前の違法伐採に対して特赦を与えるなどをおもな内容とする森林法改正案を賛成多数で可決した。森林保全比率の80%ルールこそ維持されたが、森林回復義務の一部免除や従来制限された河岸の開発などが容認された。法案については大統領が拒否権を発動したため、審議は継続中であり<sup>(16)</sup>、保全割合を80%から引き下げる動きもある。

## 2. 森林破壊と水循環の攪乱

森林破壊はブラジルが抱える最大の環境問題である。ブラジルではこれまで農業など経済活動が自然を破壊してきた<sup>(17)</sup>。植民以降のサトウキビやコーヒーの栽培は、かつて130万平方キロメートルもあったマタアトランチカのほとんどを消失させた。また、ごく最近その自然を大きく変えたのはセラードである。1970年代に始まった開発により、たった数十年でその半分以上が元の植生を失った。セラードは生態的には決して不毛な大地ではなく、固有種を含め豊かな生物多様性をもつ。開発はその生物多様性を急速に奪っている。またセラード開発はアマゾン開発の防波堤にもならな

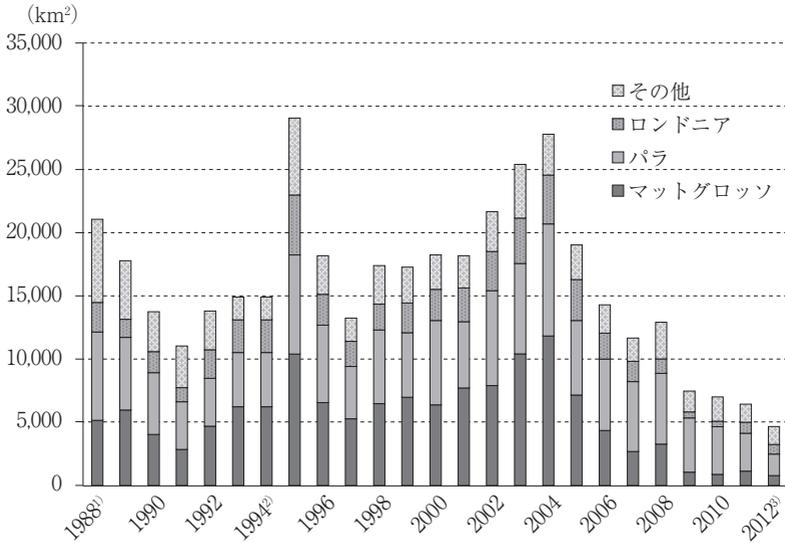
かった。農業のフロンティアはセラードを越えてアマゾン奥深くに侵入し、大豆栽培は大豆を輸送する回廊に沿って広がりつつある。

アマゾンの森林破壊<sup>(18)</sup>は1970年代以降急速に進んだ。ピーク時には年に2万平方キロメートルの森林が失われた(図6)。しかし、2000年代に入って破壊面積は半減した。ブラジル政府は、森林破壊の減速が政府による監視と違法行為の取り締まりの成果としたが、有用な木材の選択的な伐採(択伐)や火災などによって、森林の質が低下しているとの指摘があった(Asner et al. 2005)。そこで国立宇宙研究所(INPE)は2009年3月に、より細密の画像によって森林の劣化を調査する新しい制度「劣化システム」(Sistema DEGRAD)を導入した<sup>(19)</sup>。DEGRADによれば、2007年から2010年の法定アマゾンの森林劣化面積は順に約1万6000平方キロメートル、2万7000平方キロメートル、1万3000平方キロメートル、8000平方キロメートルと破壊面積を上回るものであった。とくに2008年の森林劣化面積は破壊面積の2倍に達した<sup>(20)</sup>。

ブラジルのアマゾン政策は開発と環境保全のあいだで揺らいできた。カルドーズ政権が1995年に作成した「法定アマゾン国家総合政策」は、開発と環境の調和、開発における科学的知識の利用、先住民への配慮の一方で、開発の促進による地域格差の是正、アマゾン開発への国民の願望の実現、アマゾンの世界市場へのアクセスを主張している。ルーラ政権のアマゾン政策は、政権構想の一つとして作成した「ブラジルにおけるアマゾンの位置」(2002年)によく表れている。それはアマゾン住民のための持続的開発の一方で、アマゾンの森林、水、文化などの特殊性を考慮し、それらを開発の機会にし、アマゾンを経済のために富を生む地域に変え、他のラテンアメリカ地域や先進国と統合するとしている。ルーラ政権は大豆などの農産物を陸路および水路(アマゾン河)によって運ぶため、国道BR163号線の舗装や東アジア市場に直結するためのアンデス越えの道路建設を進めた。

ここで注目すべきは、開発が環境破壊の悪化の要因となる一方で、環境破壊が開発を制約するという逆の因果関係が存在することである。セラードでは大量の農業用水の使用によって、地下水や河川の水が減少しつつあ

図6 法定アマゾンにおける森林破壊の推移



(出所) INPE-PRODES: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>).

(注) 1) 1977~1988年平均。2) 1993~1994年平均。3) 推定。

る。水はセラードの農業の生命線であり、水の減少はセラードでの農業を危うくする。さらに化学肥料の大量投入による土地劣化という問題もある。アマゾンはもともと気候条件が厳しく土壌は貧弱であり、収奪的な農業や粗放的な牧畜は土壌から栄養分を奪い、短期間に農耕を持続不能にさせる。

森林破壊が引き起こすより深刻な問題は、アマゾンおよび周辺地域の水循環の攪乱である。アマゾン流域に降る雨のおよそ65%は蒸発と蒸散で大気に戻り、残りの35%が大西洋に流れ去る。つまり3分の2の雨はアマゾンで循環している。そして、アマゾンに降る膨大な雨を涵養する水蒸気の50%は大西洋から運ばれてくる水蒸気であり、残りの50%は流域の川面などからの蒸発や植物からの蒸散によって供給される(西沢・小池1992, 64-65)。森林破壊が進むと、蒸発や蒸散による降雨量が減少し、森林が乾燥化する。熱帯林は本来湿潤で火災に耐性があるが、森林の乾燥化が進むと、雷や火入れなど自然または人為的要因による火災を起しやすく

なる。そして、火災により風が通りやすくなると、さらに火災を広範囲に広げることになる。森林の消失は大気や地温を引き上げ、樹木の枯れ死を促進する。こうして森林破壊は早魃<sup>かんぼつ</sup>の範囲を広げるとともに強度を高める可能性がある。植物が固定化する炭素量を減らし、蒸散する雨量を減少させ、降雨量を減らすなどアマゾンの水循環を破壊する。

アマゾンの水循環は南アメリカ全体の水収支にもかかわっている。アマゾンの水蒸気は貿易風によって南米大陸の他の地域に運ばれるため、アマゾンの森林破壊は南米大陸全体の降雨量を減少させる危険性をもつ。アマゾンの南にはアルゼンチンのパンパ（大草原）まで広大な農地が広がっており、降雨量の減少は農業に支障をきたす。他方で、大西洋における海水温の上昇は大量の雨を大陸に運び、その結果、早魃や豪雨が時期と地域を変えて起こり、南米の農業にダメージを与える可能性がある。

### 3. 気候変動

ブラジルの農業は地球規模の気候変動によっても脅かされている。アマゾンでは異常気象が続いた<sup>(21)</sup>。2005年の大規模な早魃、2009年の大規模な洪水に続いて2010年に再び大規模な早魃となった。2005年の早魃は南西部に集中し、熱帯北大西洋における海水温の上昇によって、貿易風が湿気をアマゾンから遠く離れた北部に送り、南西部の降水を減少させた結果であった。2010年の早魃は、2005年と同様熱帯北大西洋における海水温の上昇が原因であったが、早魃の範囲と強度はこの100年間で最大のものであり、その範囲はアマゾンの北西部、中部、南西部と広範囲にわたり、コロンビア、ペルーの一部、ボリビア北部をも含むものであった。

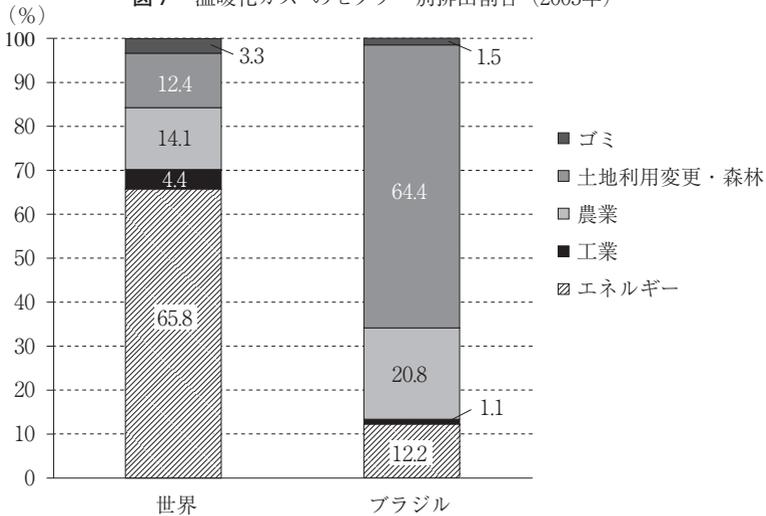
アマゾンは大量の淡水を包蔵するとともに炭素を固定化し、地球の気象の安定化にかかわってきた。早魃による広範囲の樹木の枯れ死は、アマゾンの二酸化炭素吸収能力を低下させる。Lewisらは、2010年の早魃がアマゾンの森林が吸収する炭素量を最大で22億トン減らすとした。その内訳は、早魃による2010～2011年の2年間におけるバイオマス量増加（炭素吸収量）の減少が最大8億トン、数年にわたる樹木の枯れ死による炭素

放出が最大 14 億トンである (Lewis et al. 2011, 554)。Lewis らが推計した 2010 年の炭素排出量を二酸化炭素に換算すると (炭素/二酸化炭素の換算率は 12 / 44), 二酸化炭素吸収量の減少が 2 年間で 30 億トン, 数年にわたる樹木の枯れ死による二酸化炭素放出量が 50 億トン, 合計で 80 億トンになる。それは 2009 年に米国が排出した二酸化炭素量の 540 億トンを上回るものであった (Gesisky 2011)。

旱魃はエルニーニョや大西洋の水温上昇といった広域的な気候変動に起因しているが, ブラジルは温暖化ガスの重要な発生源の一つであり, 地球規模の温暖化にかかわっている。ブラジルの温暖化ガス排出量をセクター別にみると, 土地利用の変更・森林破壊と農業の比重が世界平均に比べ圧倒的に大きい (図 7)。アマゾンで進行している森林破壊や農地への変更が重要な温暖化ガスの発生源となっているのである。

地球温暖化が深刻化するなかで 2009 年ブラジルは, 温暖化ガス削減に関する具体的な行動を国際社会に向けて宣言した。法律第 12187 号は国家気候変動政策 (PNMC) を定め, 2020 年までに温暖化ガスを想定される量よりも 36.1%ないし 38.9%の幅で削減するというものである。そのために, 各省間の気候変動委員会, 国家機構変動基金, 排出権取引などの制度を整備することを決定した。続いて 2010 年には大統領令第 7390 号によって, より詳細な目標と具体的な行動計画を定めた。同大統領令は経済が毎年 5%成長し, 何らかの規制が設けられなかった場合, 2020 年の温暖化ガス排出量を 32 億 3600 万トン (二酸化炭素換算) とした。その内訳は土地利用の変更約 14 億 400 万トン, エネルギー 8 億 6800 万トン, 農牧業 7 億 3000 万トン, 工業・廃棄物処理 2 億 3400 万トンである。そのうえで, 法律第 12187 号が掲げた 11 億 6800 万トン (36.1%) ないし 12 億 5900 万トン (38.9%) の幅の削減目標を達成するため, 10 項目の行動計画を挙げた。すなわち, ①法定アマゾンの森林破壊を 1996 ~ 2005 年平均に対して 80%削減する, ②セラード植生の森林破壊を 1999 ~ 2008 年平均に対して 40%削減する, ③水力発電や風力発電の拡大, 小規模水力やバイオ発電などの代替エネルギーの開発, バイオ燃料供給の拡大, エネルギー効率の向上, ④ 1500 万ヘクタールの劣化牧草地の回復, ⑤農業・牧畜・林業統合

図7 温暖化ガス\*のセクター別排出割合（2005年）



(出所) CAIT: Climate Analysis Indicators Tool (<http://www.wri.org/cait>).

(注) \*二酸化炭素換算。

システムの拡大 400 万ヘクタール, ⑥不耕起直播栽培 800 万ヘクタール, ⑦生物学的窒素固定化 550 万ヘクタール, ⑧植林 300 万ヘクタール, ⑨動物排泄物処理 440 万立方メートル, ⑩製鉄業での木炭の利用や炭素化工程の改善, である。

ブラジルがこうした国家気候変動政策を公言した背景には, 米国や中国など温暖化ガス主要排出国を牽制し, 国際的な環境政策において主導権をとる政治的な意図があった。同時に, 大量の温暖化ガス発生によって気候変動に大きくかかわっていることをふまえて, 地球温暖化に対して国際的な責任を果たそうとの意志があった。国家気候変動政策が具体的に実行されるには課題や障害が大きい, ブラジルの開発が持続的なものになるには, その実行は不可欠である。

## おわりに

ブラジルは農業とエネルギー分野で高い潜在能力をもっている。世界的な食糧需要が増大する一方で、農業適地が減少するなか、ブラジルは広大な農業フロンティアをもつ。新しい品種や栽培技術の導入など、イノベーションが活発である。農産物は生産コストで優位性をもち、輸送や港湾などインフラが整備されれば国際競争力をいっそう高めるであろう。ブラジルはエタノールやバイオ・ディーゼルなど再生可能なエネルギー分野でも高い潜在能力をもつ。サトウキビ由来のエタノールは、エネルギー効率や生産コストの面でトウモロコシや甜菜などの原料より優れている。ブラジルはさらに食品、薬品、化粧品など農産物あるいは広く生物多様性を利用した産業においても大きな可能性をもっている。

このようにブラジルは、農業とエネルギーの分野で世界の牽引車になり得るが、発展が持続的なものになるには多くの課題を解決する必要がある。農産物や加工品については、厳格な安全基準の設定やトレーサビリティなどが求められる。食糧供給と競合的しない次世代のバイオ燃料の開発も必要である。大規模な資本主義的農業やアグリビジネスの発展によって排除されてきた家族農、土地なし農民の支援、社会的包摂も重要な課題である。さらに環境との調和も不可欠である。世界の需要に応じて農業生産を増大すれば、必然的に農地を拡大せざるを得ない。そこで森林法の改悪など開発の規制を緩和すれば、アマゾンなど森林を破壊することになる。土地生産性を引き上げる集約的な農業や牧畜は、農地拡大を抑制するが、土壌や水などへの負荷を高める危険がある。農業におけるイノベーションはこれまででもっぱら生産の拡大に向けられていたが、今後は持続的な開発を可能にするようなイノベーションが求められている。

ブラジルは農業とエネルギー分野で国際的なプレゼンスや影響力を強めている。翻って世界をみると、なお貧困や飢餓が存続し、温暖化や生物多様性の減少など環境問題が深刻化している。ブラジルには、こうした地球規模の問題に対して、自国の利益、すなわち農業とエネルギーによる経済

成長のみを追求するのではなく、国際的な責任を果たすことが求められている。

【注】

- (1) 1ヘクタール当たりの牛飼育頭数は1986年に0.86頭であったが、2006年それは1.08頭になった。2006年で自然牧草地は約5700万ヘクタール(36.1%)、人工牧草地が約1億ヘクタール(63.9%)であった(IBGE 2009, 156-157)。
- (2) 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)を超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。
- (3) 1980年代の農地改革を所管する省を引き継ぎ、1999年に暫定措置令第1911-12号によって設立された。
- (4) 2000年代に年平均で、土地占拠は約200件、参加家族数は約3万人に達した。その結果、たとえば2010年には1186件の対人的な暴力が生じ、約56万人が巻き込まれた(DIEESE e MDA 2011, 261-265)。
- (5) IPEA Data。原資料はIBGE(ブラジル地理統計院)。
- (6) [http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/other/Pib\\_Cepea\\_1994\\_2011.xls](http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/other/Pib_Cepea_1994_2011.xls)。
- (7) 2012年ブラジルの大豆搾油能力を企業別にみると、ブンゲ(Bunge)20%、カーギル(Cargill)14%、ADM12%、ルイス・ドゥレイフェス10%と、穀物メジャー4社で56%を占める。ほかには世界最大の大豆農家アマギ(Amaggi)8%、協同組合5%などとなっている。日系商社での聞き取り調査(2012年9月19日)による。
- (8) セラード開発については、本郷・細野(2012)。
- (9) ブラジル農牧公社セラード(Embrapa Cerrados)によれば、セラードの総面積は204百万平方キロメートル、可耕地は139百万平方キロメートル。うちすでに54百万平方キロメートルが牧草地、22百万平方キロメートルが農耕地(うち85%が1年生作物、15%が多年生作物)、3百万平方キロメートルが植林地となっている。2009/10農業年度でセラードの生産が占める割合は、大豆の54%、綿花の95%、コーヒーの23%である。牧畜では牛飼育頭数で41%、食肉55%、牛乳の41%を産出した(<http://www.cpac.embrapa.br/>)。
- (10) 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Gordinho(2010)、小泉(2012)などを参照。
- (11) 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。
- (12) 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 da ANFAVEA, fevereiro de 2012)。
- (13) その後サンパウロ州では、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2017年に短縮された。さらに禁止地域の拡大、バガスの開放空間での焼却禁止などが決定された(西島2011, 132)。
- (14) サンパウロ州は2010年でブラジル全体の栽培面積の55.4%、生産量の59.4%を

- 占める。IPEA Data による。原資料は農牧食料供給省 (MAPA)。
- (15) 開発政策上の区分で、その面積はアマゾン流域より広い 520 万平方キロメートルである。
  - (16) 法改正の国会での議論については上院のサイト (<http://www12.senado.gov.br/codigoflorestal>) を参照。
  - (17) ブラジルの自然と環境を概観したものに松本 (2012), WWF (2000) がある。
  - (18) Deforestation の訳は森林の他の用途への変更を意味する森林減少が当てられるが、実質的には森林を伐採、焼失を内容としており、ここでは森林破壊という訳を当てる。
  - (19) FAO の FRA (Global Forest Resources Assessment) 2000 によれば、劣化とは樹冠率が 10% 以上の森林で起こる森林機能の低下をいう。
  - (20) INPE (<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>; <http://www.obt.inpe.br/deggrad/>) .
  - (21) 異常気象の詳細については小池 (2011)。

#### [参考文献]

##### <日本語文献>

- 小池洋一 2011. 「アマゾンの旱魃が警告するもの」『ラテンアメリカ時報』54 (4) 10月 8-11.
- 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.
- 西沢利栄・小池洋一 1992. 『アマゾン——生態と開発——』岩波書店.
- 西島章次 2011. 「ブラジルの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 121-141.
- 本郷豊・細野昭雄 2012. 『ブラジルの不毛の大地「セラード」開発の奇跡』ダイヤモンド社.
- 松本栄次 2012. 『写真は語る南アメリカ・ブラジル・アマゾンの魅力』二宮書店.

##### <外国語文献>

- ANP 2012. *Anuário Estatístico 2012*, Rio de Janeiro.
- Asner, GP, David E. Knapp, and Eben N. Broadbent et al. 2005. "Selective Logging in the Brazilian Amazon," *Science*, 310 (5747) October: 480-482.
- Celentano, Danielle, and Adalberto Veríssimo 2007. *The Amazon Frontier Advance: From Boom to Bust*, Belém: IMAZON.
- César, Aldara da Silva and Mário Otávio Batalha 2010. "Biodiesel Production from Castor Oil in Brazil: A Difficult Reality," *Energy Policy*, 38 (8) : 4031-4039.
- DIEESE e MDA 2011. *Estatísticas do Meio Rural 2010-2011*, Brasília.
- Gesisky, Jaime 2011. "Secas severas na Amazônia deixam cientistas em alerta," *Notícia* (IPAM), 04 de Fevereiro (<http://www.ipam.org.br/noticias/Secas>)

- severas-na-Amazonia-deixa-cientistas-em-alerta/1099#).
- Gordinho, Margarida Cintra 2010. *Do Álcool ao Etanol: Trajetória Única*, São Paulo: UNICA.
- Greenpeace International 2006. *Eating up the Amazon*, Amsterdam.
- Hall, Jeremy, Stelvia Matos, Liv Severino, and Napoleão Beltrão, “Brazilian Biofuels and Social Exclusion: Established and Concentrated Ethanol versus Emerging and Dispersed Biodiesel,” *Journal of Cleaner Production*, 17 (1) : S72-S85.
- IBGE 2009. *Censo Agropecuário 2006 Agricultura Familiar Primeiros Resultados*, Rio de Janeiro.
- James, Clive 2011. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011*, ISAAA Brief (43) NY: Ithaca.
- Lewis, Simon L., Paulo M. Brando, Oliver L. Phillips, Geertje M. F. van der Heijden and Daniel Nepstad 2011. “The 2010 Amazon Drought,” *Science*, 331 (6017) February: 554.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) 2011a. *Anuário Estatístico da Agroenergia 2010*, Brasília.
- 2011b. *Brasil Projeções do Agronegócio 2010/2011 a 2020/2021*, Brasília.
- 2012. *Brasil Projeções do Agronegócio 2011/2012 a 2021/2022*, Brasília.
- MME (Ministério de Minas e Energia) 2007. *Plano Nacional de Energia 2030*, Brasília.
- 2011a. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*, Brasília.
- 2011b. *Balanco Energético Nacional 2011: Ano base 2010*, Brasília.
- 2012. *Balanco Energético Nacional 2012: Resultados preliminares, Ano base 2011*, Brasília.
- Nassar, A. M. 2009. “Brazil as an Agricultural and Agroenergy Superpower,” in L. Brainard and L. Martinez-Diaz eds., *Brazil as an Economic Superpower: Understanding Brazil's Changing Role in the Global Economy?* Washington, D.C.: Brookings Institution Press, 55-80.
- UNICA (União da Indústria de Cana-de Açúcar) 2011. *Sustainability Report 2010* São Paulo: UNICA.
- WWF 2000. *500 Years of Environmental Destruction*.
- Xavier, Carlos Eduardo Osório et al. 2011. *Custos de Produção de Cana-de-açúcar, Açúcar, e Etanol no Brasil: Fechamento da Safra 2010/11* Piracicaba, São Paulo: ESALQ-USP.

