


ブラジルにおけるバイオ燃料政策

農林水産政策研究所 小泉達治

農林水産政策研究所研究成果報告会(2011年8月30日)

1

報告内容

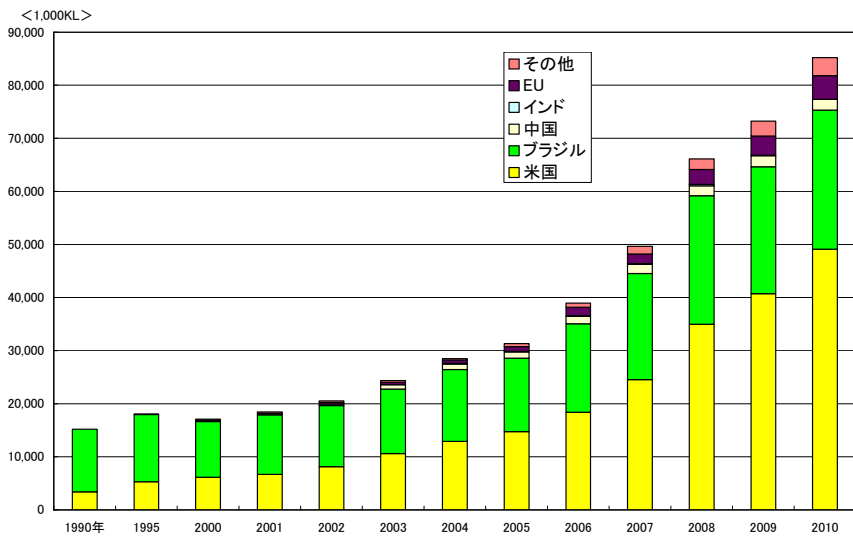
- 
- I. ブラジルにおけるバイオ燃料政策・需給
 - II. ブラジルのバイオ燃料が食料需給に与える影響
 - III. ブラジルにおけるサトウキビ増産に伴う土地利用変化の影響と食料需給

2

I. ブラジルにおけるバイオ燃料政策・需給

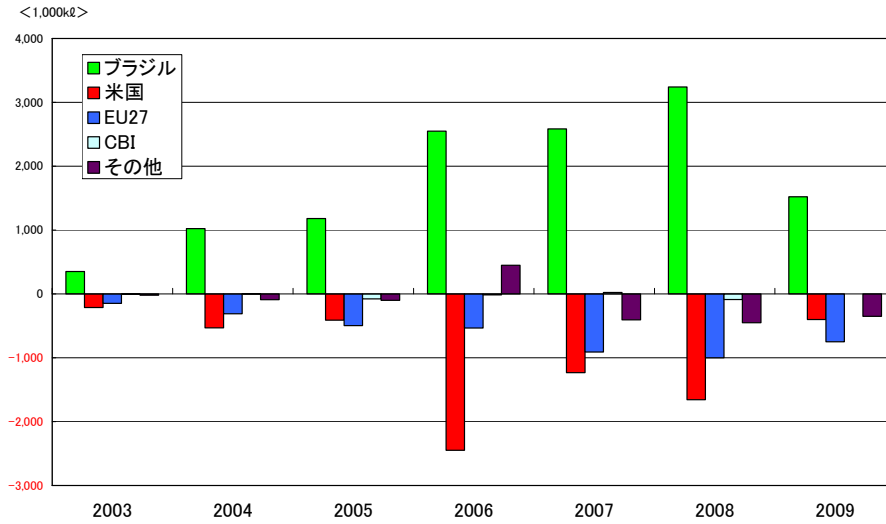


○ 世界のバイオエタノールの生産量の推移



(資料) F.O.Licht(2011), "F.O.Licht World Ethanol & Biofuels Report" より作成。

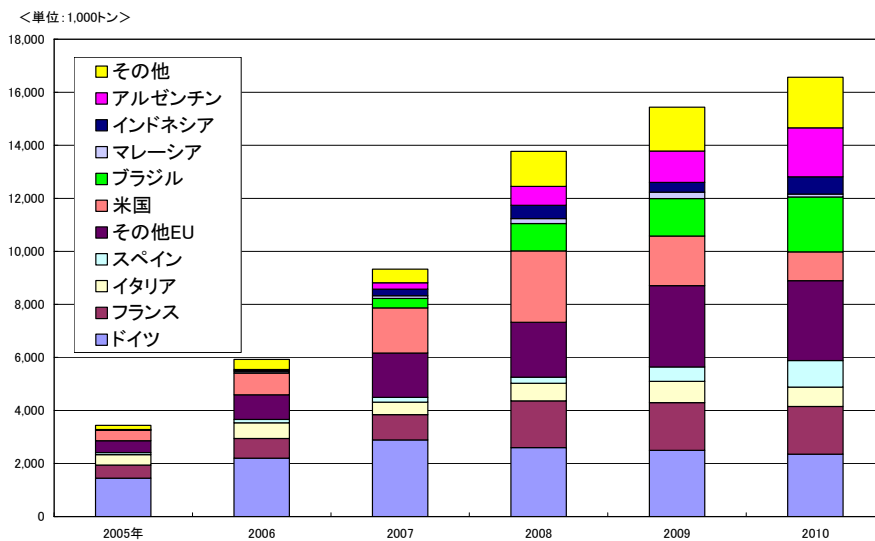
○ 世界の燃料用バイオエタノール純輸出量の推移



(資料) F.O.Licht(2011), "F.O.Licht World Ethanol & Biofuels Report". より作成。

5

○ 世界のバイオディーゼル生産量の推移



(資料) F.O.Licht(2011), "F.O.Licht World Ethanol & Biofuels Report". より作成。

6

○ ブラジルのバイオエタノール政策の展開と需給

- ・ 輸入ガソリンにバイオエタノール混合義務付け(1931年)。
- ・ 1973年の「第1次石油ショック」はブラジル経済へ大きな打撃。
- ・ 石油輸入を抑制し、ガソリンの代替燃料としてさとうきびから生産されるバイオエタノールの使用拡大を主目的として「プロアルコール」が導入(1975年:大統領令76,593号)。
- ・ バイオエタノール生産者に対する補助、生産者買入価格および消費者売渡価格の補償をはじめとする補助・支援措置が実施。
- ・ 1990年のIAA(砂糖・アルコール院)廃止以降、国内バイオエタノール・砂糖市場に対する政府からの規制は大きく緩和。
- ・ 現在、残された規制は、農牧供給省令554号に基づき農牧供給大臣がガソリンへのバイオエタノール混合割合を20-25%の範囲内で設定。

7

○ バイオエタノール・砂糖政策の推移

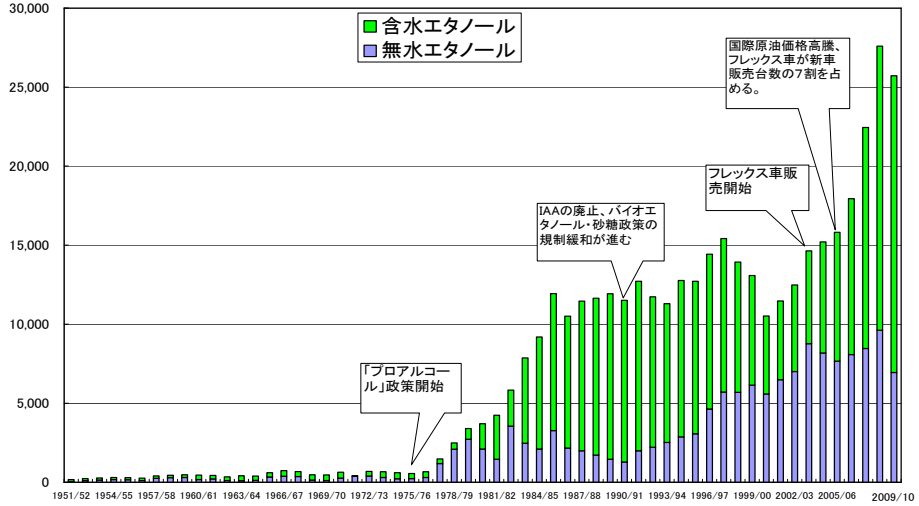
年	内容
1931年	輸入ガソリンにバイオエタノール混合を義務付け
1933年	砂糖・アルコール院(IAA)設立(大統領令22,789号)
1939年	砂糖・バイオエタノール生産割当上限設置
1973年	「第1次石油ショック」発生
1975年	プロアルコール(PROALCOOL)開始(大統領令76,593号)
1979年	・「第2次石油ショック」発生 ・「アルコール車」の生産開始
1989～90年	含水エタノールの供給不足発生、「アルコール車」離れが進む
1990年	IAAの廃止(法律8,028号、8,029号)により砂糖輸出の自由化等の規制緩和策が推進。
1993年	ガソリンへの無水エタノール混合義務付け(法律8,723号)
1997年	・無水エタノール価格の自由化、バイオエタノール生産割当の廃止 ・ベトロプラス流通・販売独占権の廃止
1999年	含水エタノール価格及びサトウキビ価格の自由化
2003年	・フレックス車の販売開始 ・ガソリンへの無水エタノール混合割合25%に設定(農務省令554号)
2005年	・アグロエネルギー国家計画(Plano Nacional de Agroenergia)発表 ・フレックス車が新車販売台数の7割を占める(10月)
2006年	アグロエネルギー国家計画2006～2011(Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011)発表
2007年	バイオエタノール国際商品化に向けた取り組みを開始
2009年	サトウキビ農業生態学的ゾーニング制度(行政命令6,961号)の決定

(資料)小泉(2009)

8

○ バイオエタノール生産量の推移

<単位:1,000kℓ>

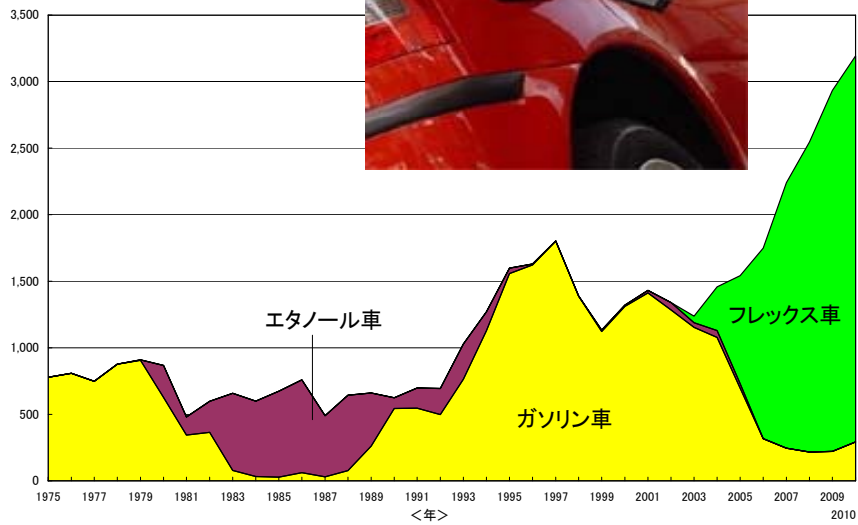


(資料)MAPA(2010)より筆者作成。

9

○ 自動車販売台数の推移

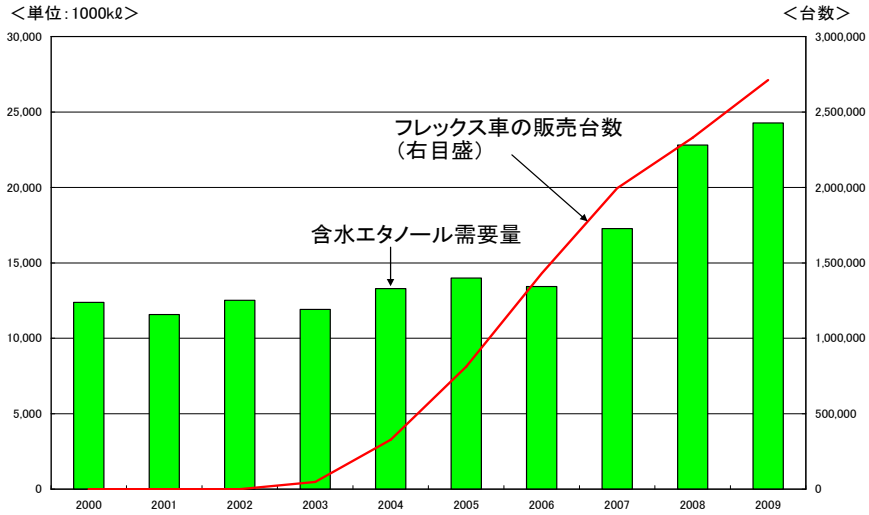
<単位:1,000台>



(資料)ANFAVEA(2011)より作成。

10

○ フレックス車の新車販売台数と含水エタノール需要量の推移

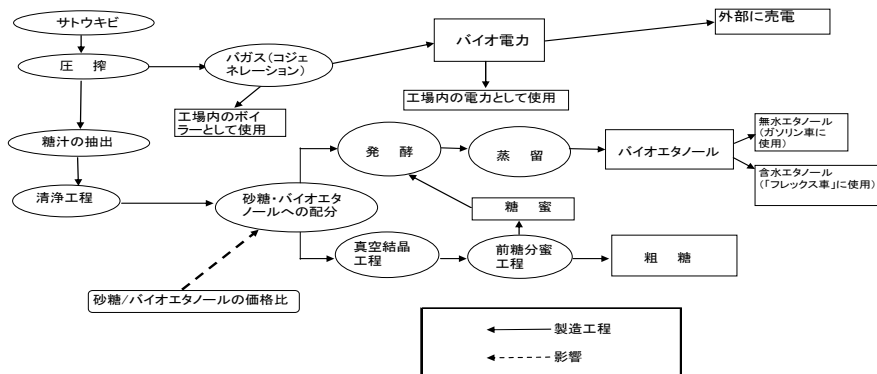


(資料) ANFAVEA(2011) 及びMME(2010) より作成。

○ ブラジルにおけるバイオエタノール・砂糖生産の特徴

- ・ブラジルでは全体の439工場のうち302工場が砂糖・バイオエタノール両方を製造(2011.5.6)。
- ・ブラジルではさとうきびからバイオエタノール・砂糖への配分は両者の相対価格で決定。

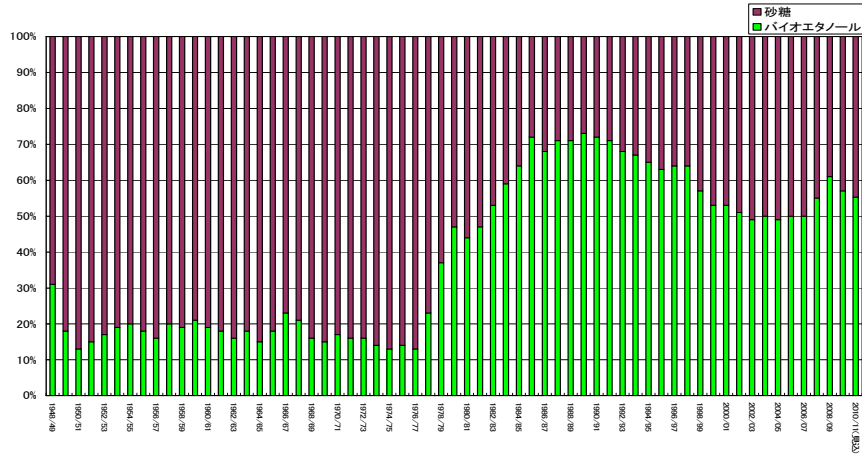
図 ブラジルにおける砂糖・バイオエタノール生産工程



(資料) 筆者作成。

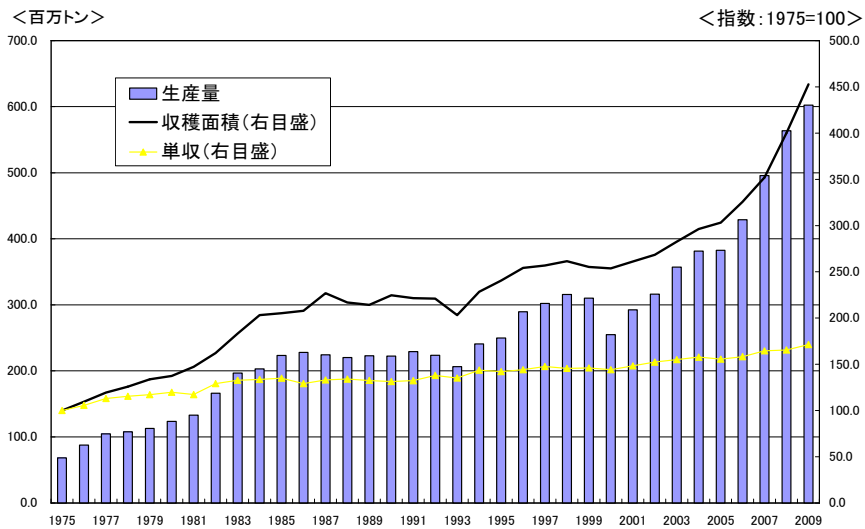
○ サトウキビからバイオエタノール・砂糖配分比率の推移

- ・ ブラジルではサトウキビの半分以上が砂糖ではなく、バイオエタノールに仕向けられている。
- ・ バイオエタノールと砂糖はサトウキビを原料とし、バイオエタノールと砂糖の相対価格によりサトウキビの配分比率が決定されることからバイオエタノールと砂糖は競合関係にある。



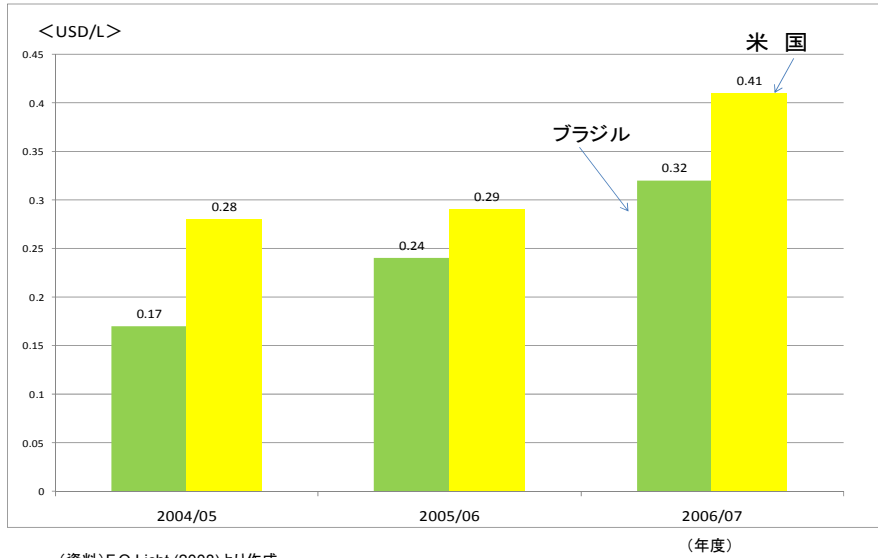
(資料) MAPA(2010)より作成。

○ サトウキビ生産量・収穫面積・単収の推移



(資料) MAPA(2010)より作成。

○ バイオエタノール生産コストの推移



15

○ サトウキビ由来のバイオエタノールのエネルギー収支比

(単位: kcal/トン)

投入エネルギー(A)	60,008
サトウキビ生産	48,208
うち農作業	9,097
うち輸送	10,261
うち肥料、消耗品、播種等	28,850
バイオエタノール生産	11,800
うち電力(外部から購入)	0
うち化学製品、潤滑油	1,520
うち製造施設建設	10,280
産出エネルギー(B)	499,400
バイオエタノール	459,100
バガス	40,300
エネルギー収支(B)/(A)	8.32

(資料) Macedo(2008)より作成。

(註) サトウキビ重量当たりの熱量。

16

ブラジルの州別サトウキビ、砂糖、バイオエタノール生産量(2009/10年度)

	サトウキビ	砂糖	バイオエタノール
単位	トン	トン	kℓ
北部	1,555,200	33,137	75,128
ロンドニア	119,700	0	0
アマソナス	314,800	8,679	8,324
バラ	749,600	24,458	29,099
トカンチンス	371,100		28,859
北東部	61,904,400	4,013,932	2,064,737
マラニャウン	2,267,200	15,868	161,524
ピアウイ	985,500	53,884	30,245
セアラ	119,500	0	8,242
リオ・グランデ・ド・ノルテ	3,535,800	200,772	118,908
パライバ	6,269,800	149,236	294,071
ペルナンブコ	17,312,200	1,356,930	461,912
アラゴアス	26,155,200	2,050,276	712,904
セルジペ	2,364,100	57,069	106,584
バイア	2,895,100	129,897	170,348
南東部	423,353,500	23,636,170	18,299,454
ミナスジェライス	51,321,500	2,682,473	2,378,361
エスピリト・サント	4,343,400	77,685	282,743
リオデジャネイロ	3,556,300	176,638	97,064
サン・パウロ	364,132,300	20,699,374	15,541,285
南部	53,768,500	2,421,479	2,192,067
パラナ	53,655,200	2,421,479	2,183,566
リオグランデ・スル	113,300	0	8,501
中西部	88,442,500	2,544,945	5,177,264
マトグロソ・ド・スル	26,993,100	738,588	1,516,035
マトグロソ	15,557,000	414,222	942,795
ゴイアス	45,892,400	1,392,135	2,718,435
ブラジル合計	629,024,100	32,649,663	27,808,650

(資料)Agra FNP (2010) より作成。

17

○ バイオディーゼル政策

・ ブラジル連邦政府は、農村地域開発、エネルギーおよび環境問題への対応から、バイオディーゼル生産・普及を進めている。

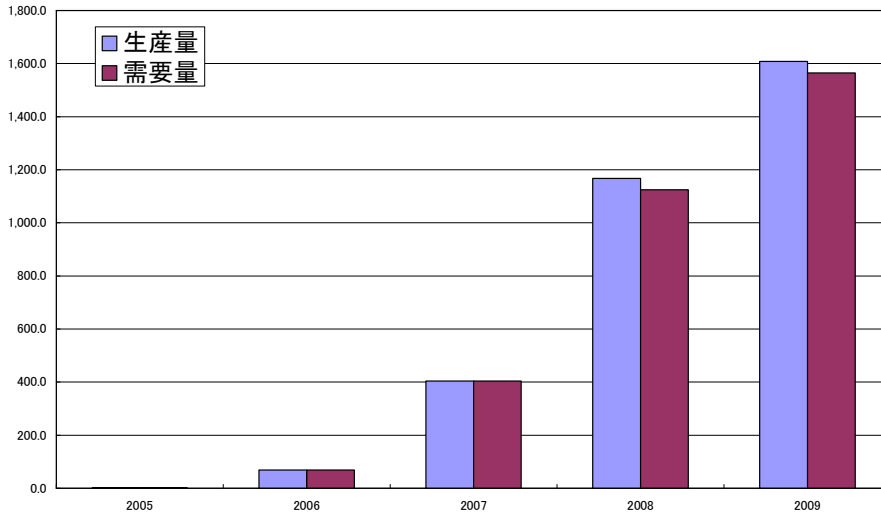
・ 2005年1月には、北東部・北部の農村地域における雇用増加、環境問題およびエネルギー問題への対応を目的として、法律11,097に基づき、自動車用ディーゼルに対して、バイオディーゼル2%混合を2008年1月から義務付け、2013年度から5%混合義務付けを決定した。

・ 2008年7月からは3%混合を義務付け、2009年7月から4%混合、2010年1月から5%混合を義務付けることが決定され、バイオディーゼル混合義務は前倒しで実施されている。

18

○ ブラジルのバイオディーゼル需給の推移

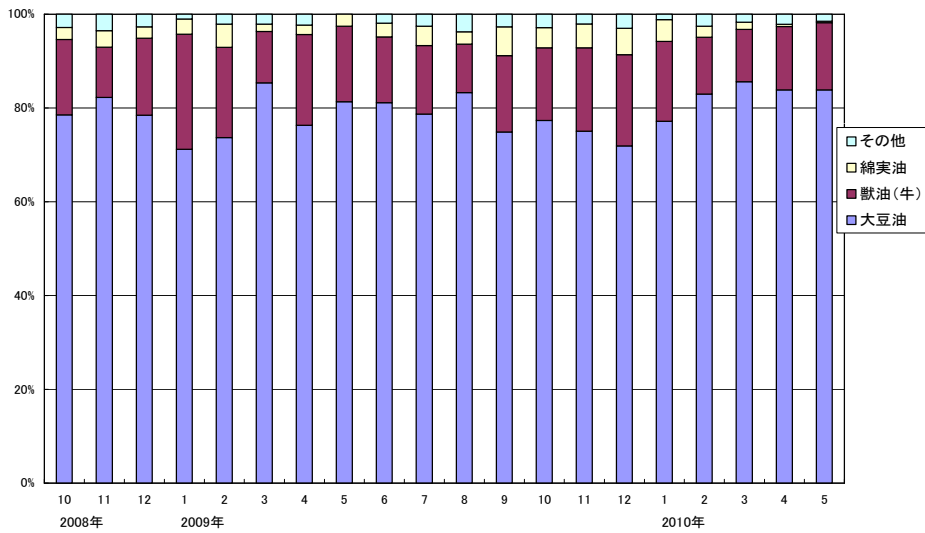
<1,000kl>



(資料)MME(2010)より作成。

19

○ バイオディーゼル原料比率の推移



(資料)MME(2010)より作成。

20

○ ブラジルのバイオ燃料について

- ・ 今後も安定したブラジル国内の経済成長が続けば、乗用車販売台数の増加により、フレックス車の販売台数が増加することが見込まれる。このため、含水エタノールを中心にブラジル国内のバイオエタノール需要量は増加することが考えられる。
- ・ バイオディーゼル需要量・供給量は、今後、混合率が引き上げられれば更に需要量・供給量は増加していくことが考えられる。

21

Ⅱ. ブラジルのバイオ燃料が食料需給に与える影響



○ ブラジルのバイオエタノール政策が砂糖需給に与える影響(1)

- ・ ブラジルのバイオエタノール需要がブラジル及び世界の砂糖需給へ与える影響について、部分均衡動学モデルを活用して影響試算を行い、ブラジルのバイオエタノール政策が国際砂糖需給に与える影響についての評価を行った。
- ・ 部分均衡需給動学モデルである「世界砂糖需給予測モデル」を用いて、ブラジルのバイオエタノール政策のうち唯一残された規制であるガソリンに対する無水エタノール混合率義務の廃止が2013/14年度から、実施されることによるブラジル及び世界砂糖需給に与える影響について試算を行った。

(資料) 小泉・大賀(2009)

23

○ ブラジルのバイオエタノール政策が国際砂糖需給に与える影響(2)

- ・ このシナリオによる予測の結果、2017/18年度におけるブラジルのバイオエタノール需要量は30.6%減少、生産量は23.5%減少し、輸出量は5.5%減少することが予測された。そして、2017/18年度における世界砂糖生産量及び需要量はベースライン予測に比べて、1.3%増加、世界砂糖輸出量及び輸入量は2.5%増加した。これにより、国際砂糖価格はベースライン予測に比べて、2017/18年度には12.4%下落することが影響試算結果から得られた。
- ・ このように、ブラジルのバイオエタノール政策において唯一残された規制であるガソリンに対する無水エタノール混合率義務を廃止することにより、国際砂糖価格は下落することが予測された。

(資料) 小泉・大賀(2009)

24

○ ブラジルのバイオディーゼル混合率引き上げが世界大豆・大豆製品需給に与える影響(はじめに)

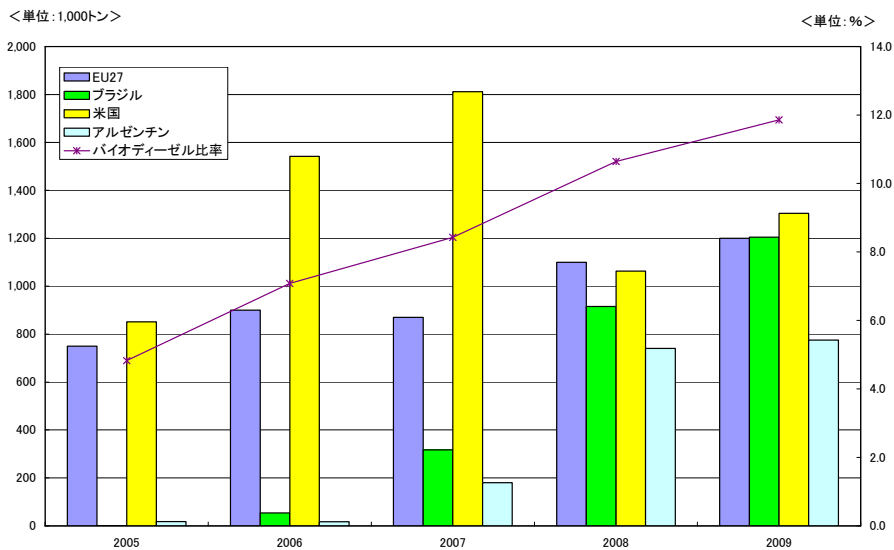
・ブラジル連邦政府では、2013年以降、混合率を現行の5%から上昇させることを検討している。こうしたブラジルにおけるバイオディーゼル混合率の上昇は、世界第2位の大豆生産国、輸出国であるブラジルの大豆需給のみならず、世界大豆・大豆製品需給にも影響を与えることが見込まれる。

・本研究では、大豆油価格水準を反映したバイオディーゼル純収益を供給関数に導入し、需要量、輸入量、輸出量および期末在庫量も内生化した「世界バイオディーゼル需給予測モデル」を開発するとともに、このモデルが既に開発した「世界大豆・大豆製品需給予測モデル」ともリンクした統合モデルシステムを構築した。

・本研究は、こうしたバイオディーゼル需給を内生化したモデルとこれにリンクした世界大豆・大豆製品需給予測モデルにより、ブラジルのバイオディーゼル混合率上昇が、世界バイオディーゼル需給、世界大豆、大豆製品需給に与える影響試算を行うことを目的としている。

25

○ 世界のバイオディーゼル向け大豆使用量の推移

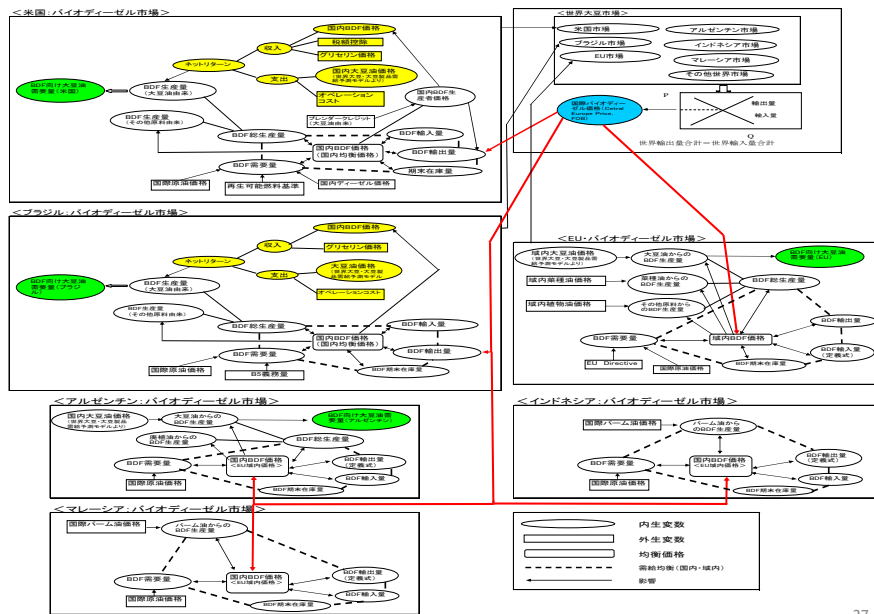


(資料) F.O.Licht(2010), AgraFNP(2010)及びMME(2010)より作成。

26

(参考)

○ 世界バイオディーゼル需給予測モデルの概要



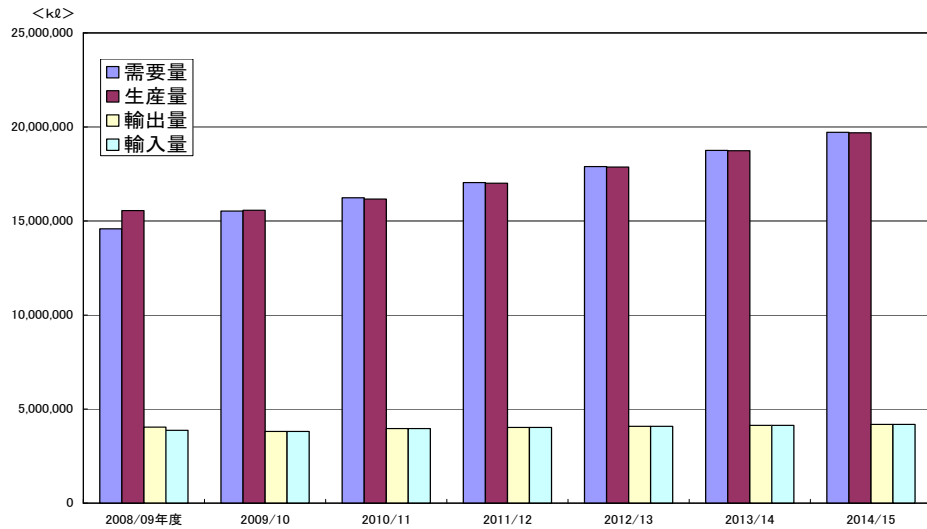
27

○ 前提条件(ベースライン予測)

- ・ 平年並みの天候
- ・ 現行の農業政策・これまでの技術変化率が予測期間中も継続
- ・ WTO交渉の進展による更なるマーケットアクセスの進展は行われず
- ・ 国際原油価格は予測期間中、年率3.0%の上昇(USDE, Annual Energy Outlook,2010, Reference case)
- ・ ブラジル連邦政府は、2010/11年度から2014/15年度までに、バイオディーゼル5%混合義務化が適用。

28

○世界バイオディーゼル需給等の推移(ベースライン)



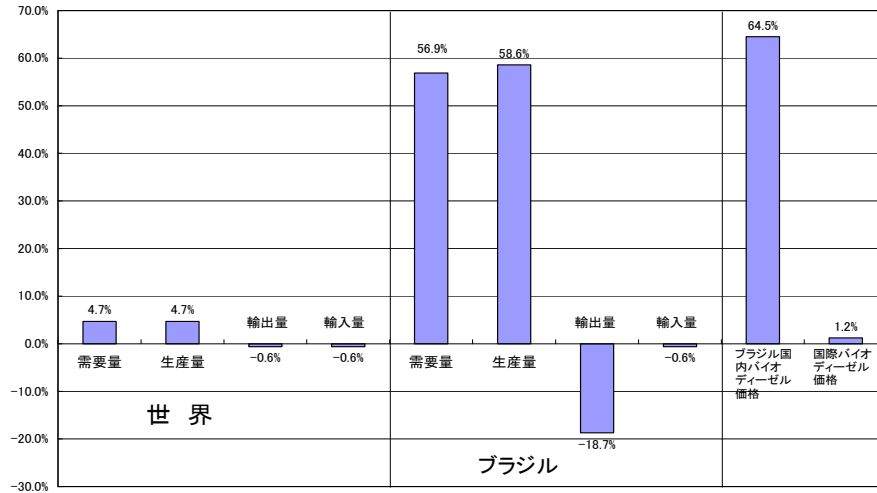
29

○ シナリオの設定

- ・ ベースライン予測では、ブラジル連邦政府は、2010/11年度から2014/15年度までに、バイオディーゼル5%混合義務化が適用されることを前提とした。
- ・ 大統領府を中心に2013年以降、バイオディーゼル7%混合義務化を検討している。このため、ベースライン予測に対して、ブラジル連邦政府が2013/14年度からB7の混合義務化を進めることを代替シナリオとして設定する。
- ・ 2013/14年度からのバイオディーゼル7%混合義務化の推進により、バイオディーゼル需要量は、2013/14年度には2,168千ℓ、2014/15年度には3,183千ℓに増加することが予測される。

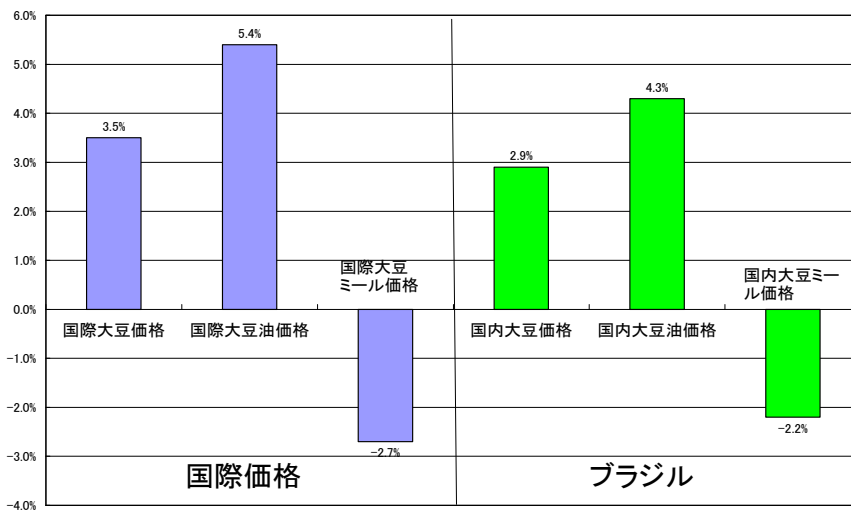
30

○ バイオディーゼル需給への影響



31

○ 大豆・大豆製品価格への影響(シナリオベースライン)



32

○ おわりに

- ・ 本研究では、ブラジルにおけるバイオディーゼル混合率上昇が世界バイオディーゼル需給、大豆及び大豆製品需給に与える影響を新規に開発した「世界バイオディーゼル需給予測モデル」を用いて、分析を行った。
- ・ ブラジルがバイオディーゼル混合率5%の義務化を行うといった現行のバイオ燃料・エネルギー・農業政策が今後も継続すること等を前提としたベースライン予測に対して、ブラジル連邦政府が2013/14年度からバイオディーゼル7%混合を行うというシナリオ予測を行った。
- ・ この結果、国際大豆油価格、国際大豆価格が上昇することが予測された。こうした国際大豆油価格の上昇は、主要国・地域における搾油量の増加を促すため、世界の大豆ミール生産量および輸出量は増加し、その結果として、国際大豆ミール価格は下落することが予測された。
- ・ このように、本研究による分析の結果、ブラジルにおけるバイオディーゼル混合率上昇は、世界大豆・大豆製品需給にそれぞれ異なる影響を与えることが予測された。

33

Ⅲ. ブラジルにおけるサトウキビ増産に伴う土地利用変化の影響と食料需給



○ 研究の目的

- ・ ブラジルでは、砂糖・バイオエタノールの需要量の増加からサトウキビ生産量が増大。今後もバイオエタノール需要量の増加を受けて、サトウキビ生産量の増加が見込まれている。
- ・ ブラジルにおけるバイオ燃料原料作物であるサトウキビ増産により、牧草地や既存の農地がサトウキビ生産に転換することでブラジルの農畜産物需給・環境に与える悪影響が世界的にも懸念。
- ・ ブラジルにおけるバイオエタノール需要量の増加に伴うサトウキビ栽培面積の拡大が、牧草地および既存農地面積に与える影響および農畜産物需給等に与える影響について、考察を行うことを目的。

35

○ 先行研究

- ・ Keeney and Hertel (2010)は、米国のバイオ燃料政策の推進による農地への間接的土地利用変化について、一般均衡需給予測モデルを活用して影響試算。
- ・ Hertel、Tyner and Birur(2010)は、米国およびEUにおけるバイオ燃料義務目標が、土地利用変化を通じて、世界経済に与える影響について、一般均衡需給予測モデルを用いて試算。
- ・ Fabiosa et.al (2009)は、ブラジルおよび米国のバイオ燃料政策の推進による国際的な農地利用変化について、部分均衡需給予測モデルを用いて影響試算。
- ・ Nassar(2010)は、ブラジルのバイオ燃料需要増大によるサトウキビ栽培面積増加が既存農地・牧草地面積に与える影響について分析。

36



○ サトウキビ増産による土地利用変化の推移

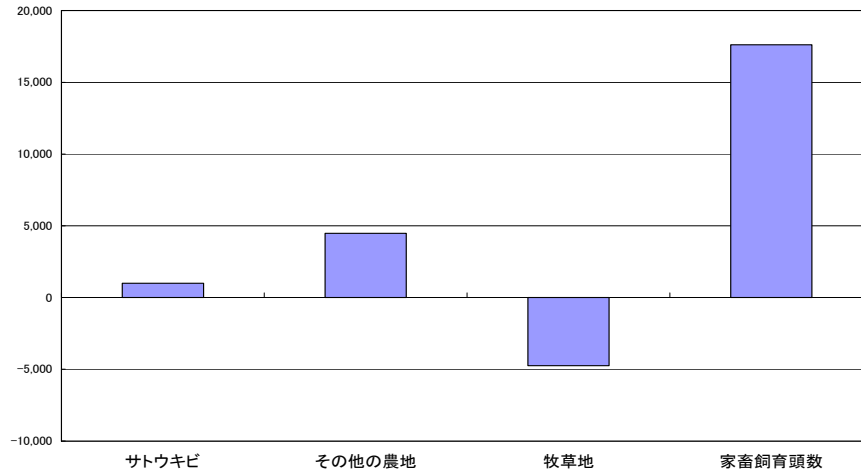
・ ブラジルにおける土地利用の状況

	百万ha	国土面積に占める比率
国土面積 (IBGE)	851.5	100.0%
農地 (生産可能面積)	553.5	65.0%
環境規制区域 (法定アマゾン、パンタナールおよびパラグアイ川流域含む)	694.1	81.5%
サトウキビ作付適性区域	63.5	7.5%
牧草地適性区域 (高・中程度)	34.2	4.0%
サトウキビ収穫面積 (2009年)	8.6	1.0%

(資料) IBGE (2009)、AgraFNP (2010) より作成。

○ ブラジル主要州における農地、牧草地および家畜飼育頭数の純増減量
(2002-2006年)

<単位: 1,000ha、1,000頭>



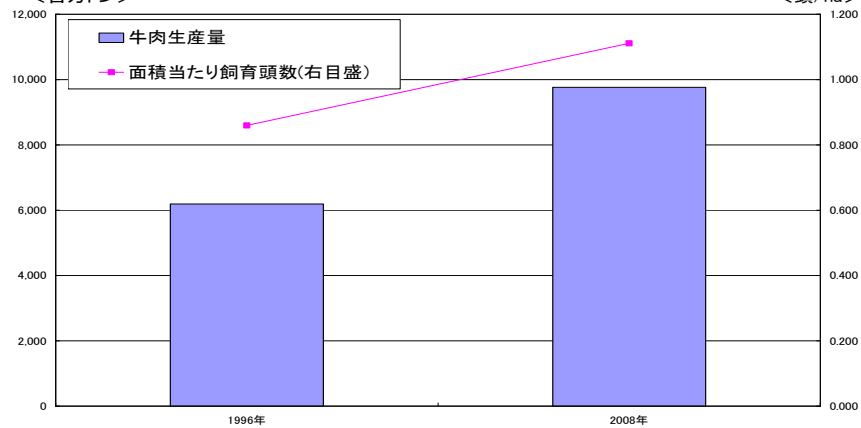
(資料) Harfuch(2009)より作成。

39

○ 牧草地使用の集中化

<百万トン>

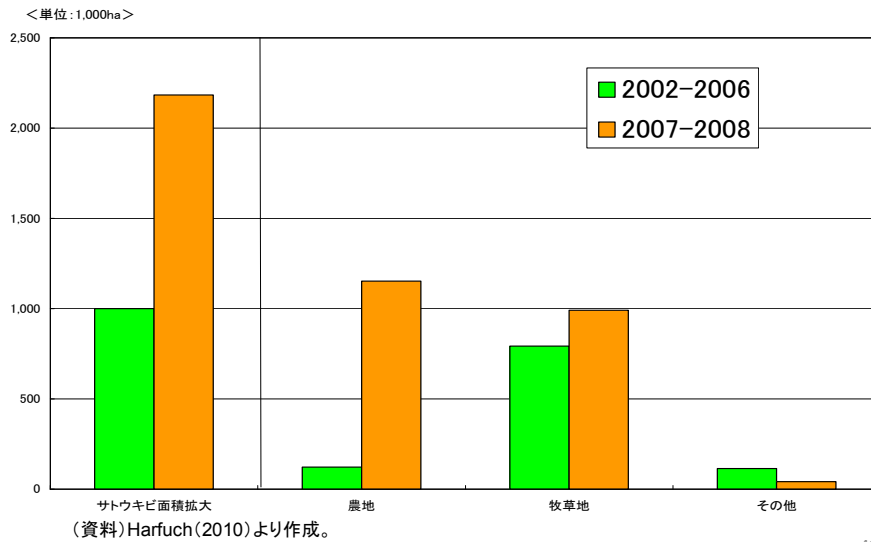
<頭/ha>



(資料) Moreira(2010)より作成。

40

○ サトウキビ収穫面積拡大に伴う代替土地利用変化 (中南部主要州合計)



41

○ サトウキビ増産に伴う土地利用変化(2002~2006年)

- ・ 主要生産州である中南部主要州では、2002年から2006年にかけてのサトウキビ作付面積増加のうち、大部分が牧草地からの転換によって代替。
- ・ これらの地域では、面積当たり飼育頭数が向上しているため、牧草地面積が減少しても牛肉の生産量は増加。
- ・ ブラジル連邦政府では、2002年~2006年のバイオエタノール増産により、サトウキビ作付面積が増加したが、これは大部分が牧草地からの転換であり、既存農地からの土地利用変化は比較的少ないため、食料需給へ与える影響は極めて限定的であると考えている。

42

○ バッファゾーンとしての牧草地

- ・ ブラジルの牧草地は元来、富裕層が「資産」として保有する傾向。
- ・ 2002～2006年にかけて、牧草地は、サトウキビ増産に対応するための「バッファゾーン」としての機能を果たしてきたと考えられる。
- ・ ブラジルにおける牧草地の面積は172.3百万haであり、2009年のサトウキビ栽培面積である8.6百万haの20倍にも相当する。
- ・ 牧草地は今後も、サトウキビ増産に対応するための「バッファゾーン」としての機能を果たしていけるのであろうか。

43

○ サトウキビ農業生態学的ゾーニング制度(2009年9月)

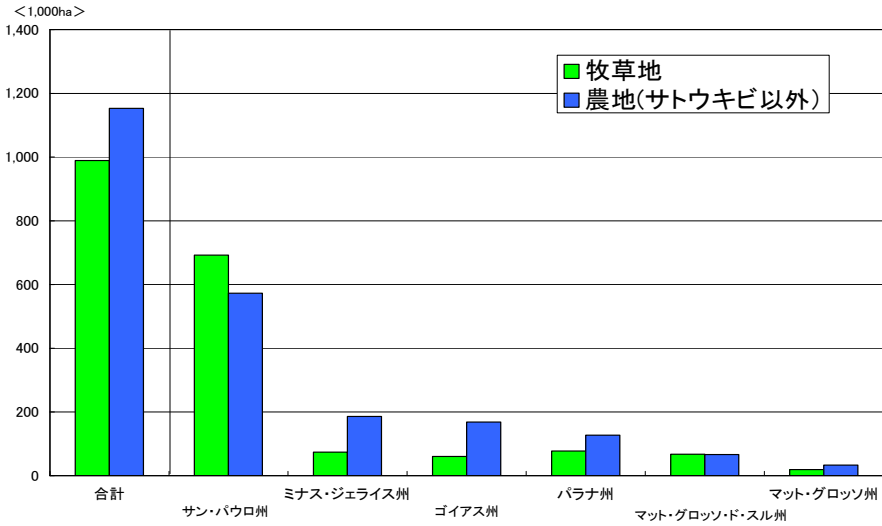
気候適性、土壌学的特性、土地の用途等に応じて、サトウキビの栽培拡大に適した土地を規程。



(資料)Decreto 6961号から作成。

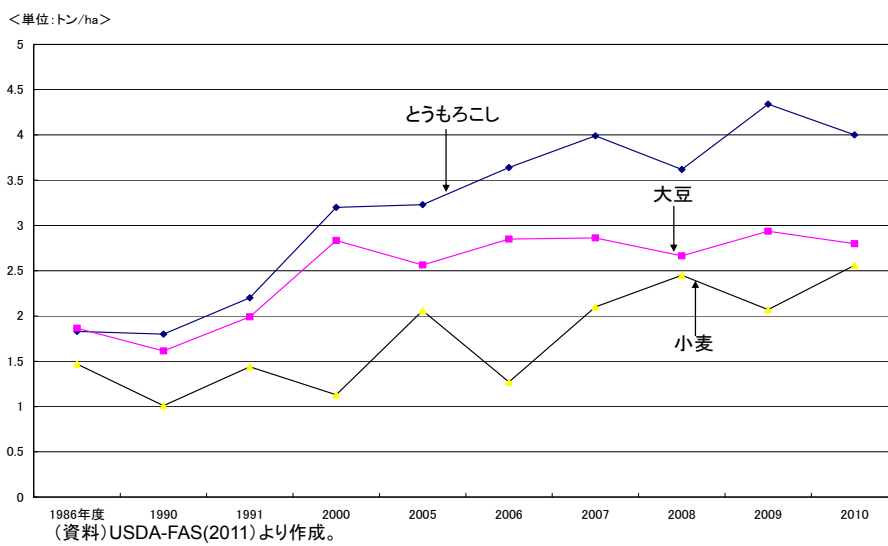
44

○ 中南部各州におけるサトウキビ収穫面積拡大に伴う代替変化(2007-2008年)



45

○ ブラジルにおける穀物等の単収の推移



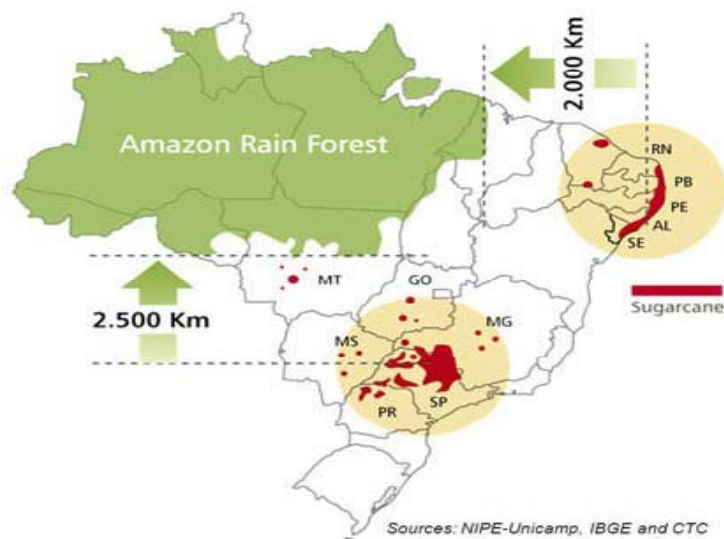
46

○ サトウキビ増産に伴う土地利用変化(2007年以降)

- ・ 牧草地からの転換農地で生産者が、サトウキビを栽培するか否かは、近隣に砂糖・バイオエタノールを製造する工場(USINA)が立地しているかが極めて重要な鍵。
- ・ サトウキビが牧草地からの転換農地で栽培されても、USINAが、近隣に立地していないと、品質が劣化する特徴。
- ・ サトウキビ栽培面積の拡大による土地利用については、2002年から2006年にかけては、「バッファゾーン」としての「牧草地」である程度、吸収。
- ・ 2007年から2008年にかけては、量的には「バッファゾーン」としての牧草地が対応可能であったが、実際には消費地からの距離やインフラの制約から、消費地からの距離やインフラの条件が比較的良好な既存農地からの転換が進んだものと考えられる。

47

○ ブラジルにおけるサトウキビ生産状況



48

○ 結論

- ・ サトウキビ栽培面積の拡大に対して、「バッファゾーン」としての牧草地における代替に限界がある状況下において、将来的に穀物等の単収が栽培面積減少分を補う分を増加できるか否かは、不透明な状況。
- ・ 穀物等の単収が増加しない場合は、穀物等の生産量減少により、食料需給にも影響を与える可能性。
- ・ 穀物等の生産量の減少を補うため、牧草地のみならず森林を転換した上で、新たな穀物等の生産が行われる可能性もある。こうした土地利用変化は環境にも影響を与えることが考えられる。
- ・ サトウキビ増産による土地利用変化が食料需給や環境に与える影響を最小限にするためには、食料供給に配慮した栽培拡大禁止区域の設定、環境規制区域におけるサトウキビおよび代替作物等の栽培規制区域の設定といった法的拘束力を有するゾーニング制度の設定が必要。

49

