

### 第3章 主要国における食料需給の状況（2）

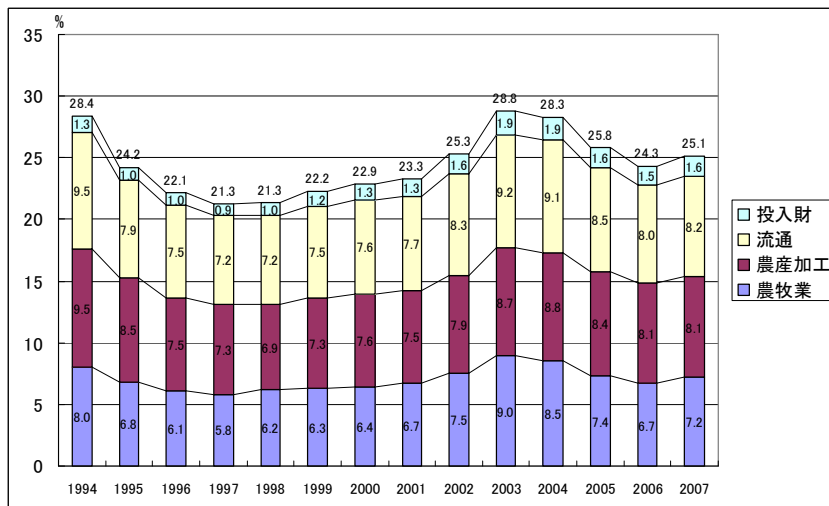
－ブラジル－

清水 純一

#### 1. 国民経済とアグリビジネス

ブラジルの GDP（2006 年）は 1 兆 678 億ドルで世界 10 位の経済大国である。しかし、人口も 1 億 8,399 万人（2007 年，世界 5 位）と多いため，1 人当たりの GDP は 5,640 ドルで世界 53 位に留まっている。

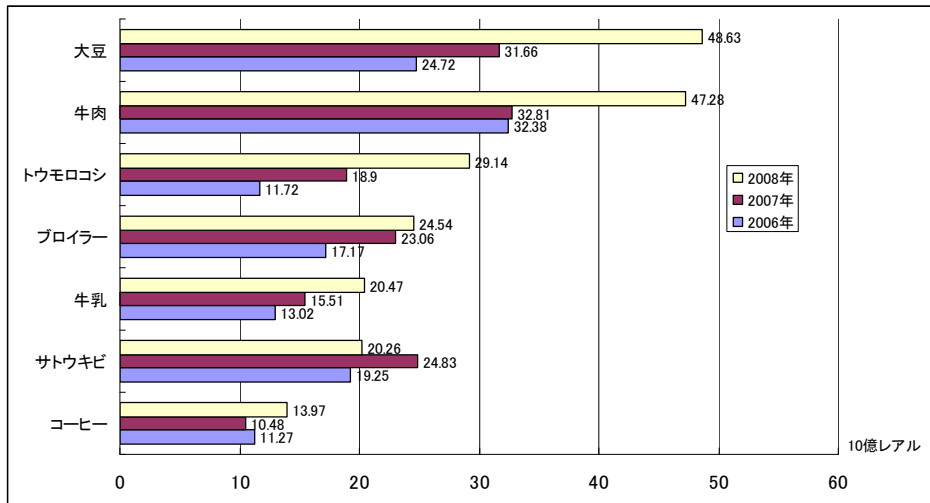
GDP に占める第一次産業としての農牧業の付加価値の割合は 7.2%にしか過ぎないが，これに農産加工業，流通，投入財産業を加えた，いわゆる「アグリビジネス」全体の割合は 25.1%（2007 年）になり，国民経済の中で重要な役割を果たしている（第 1 図）。



第 1 図 GDP に占めるアグリビジネス

資料：サンパウロ大学応用経済研究所及びブラジル農牧連合会。

品目別の粗生産額で見ると，2008 年（見込み）は大豆が 486 億リアルと最大の品目である。これに牛肉の 473 億リアル，トウモロコシの 291 億リアルが続いている。穀物価格高騰の影響により大豆とトウモロコシは共に対前年比 54%の伸びを示した（第 2 図）。



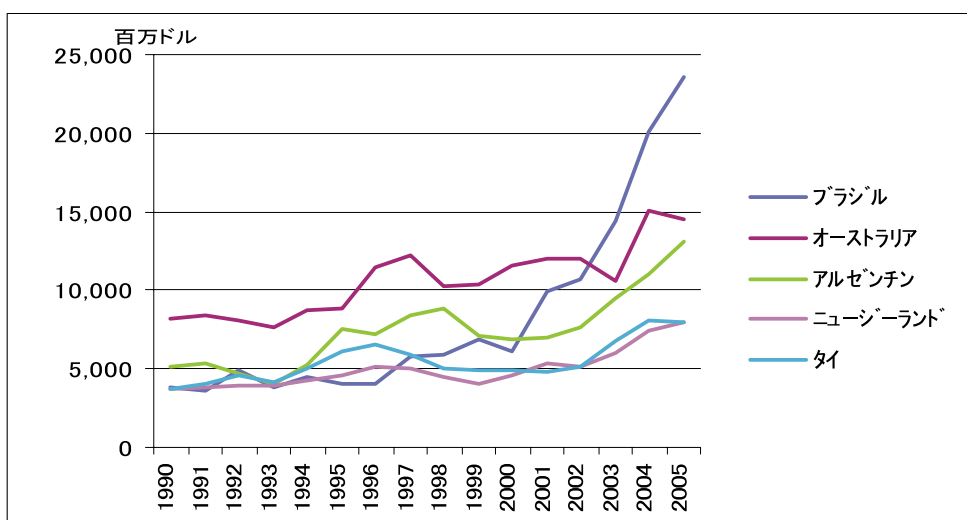
第2図 主要農産物の粗生産額

資料：ブラジル農牧連合会（CNA），Indicadores Rurais, junho de 2008.  
注. 2008年は見込み.

## 2. 農産物貿易

FAO の統計で純輸出（輸出－輸入）金額を計算すると、ブラジルは 2003 年以降オーストラリアを抜いて世界一の座を占め、その後 2 位以下との差も広げている（第 3 図）。

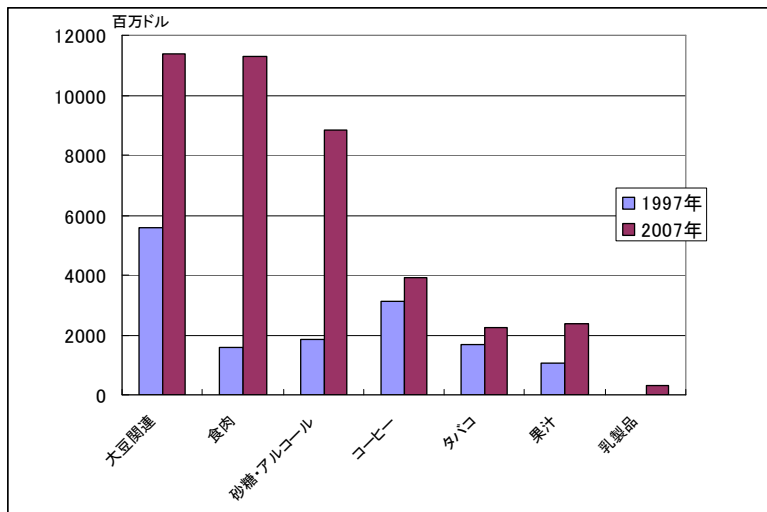
ブラジル政府の統計によれば、2008 年の貿易収支は全体で 247 億ドルの黒字である。これは、農林水産物の貿易黒字が 577 億ドルあるためで、非農林水産物だけだと 330 億ドルの赤字である。これからも、ブラジルの貿易にとって農林水産物の比重がいかに大きいかかわかる。



第3図 農産物純輸出国（上位5カ国）

資料：FAOSTAT より筆者作成.

輸出金額で世界一の品目をみると、砂糖、コーヒー、オレンジジュース、タバコ等の伝統的産品に加えて大豆関連製品（大豆・大豆油・大豆粕）や牛肉や鶏肉などの食肉も1位となっている。輸出品目のシェアでも、大豆関連製品が19.5%、食肉が19.3%と1位、2位を占め輸出品目の主役の交代が起きている（第4図）。



第4図 輸出品目の変化

資料：ブラジル農務省資料より筆者作成。

農林水産物の輸出先は伝統的にEUと米国が中心であった。現在もその事実に変化はないが、シェアは低下しており、近年は中国・ロシアの伸びが著しい。第1表を見てわかる通り、わずか7年間でブラジルの対中国・ロシア向け輸出金額は8倍以上になっている。

第1表 農林水産物の主要輸出先

(単位：百万ドル)

	2000年		2007年		2007/2000
	金額	構成比	金額	構成比	
EU27	8,429	40.9%	20,892	35.8%	2.48
米国	3,714	18.0%	6,401	11.0%	1.72
中国	562	2.7%	4,674	8.0%	8.32
ロシア	413	2.0%	3,386	5.8%	8.20
日本	977	4.7%	1,750	3.0%	1.79
イラン	250	1.2%	1,566	2.7%	6.26
アルゼンチン	1,081	5.2%	1,215	2.1%	1.12
香港	358	1.7%	1,205	2.1%	3.37
ベネズエラ	145	0.7%	1,145	2.0%	7.90
サウジアラビア	276	1.3%	985	1.7%	3.57
その他	4,386	21.3%	15,197	26.0%	3.46
計	20,592	100.0%	58,416	100.0%	2.84

資料：ブラジル農務省、Balança Comercial do Agronegócio-2007より計算。

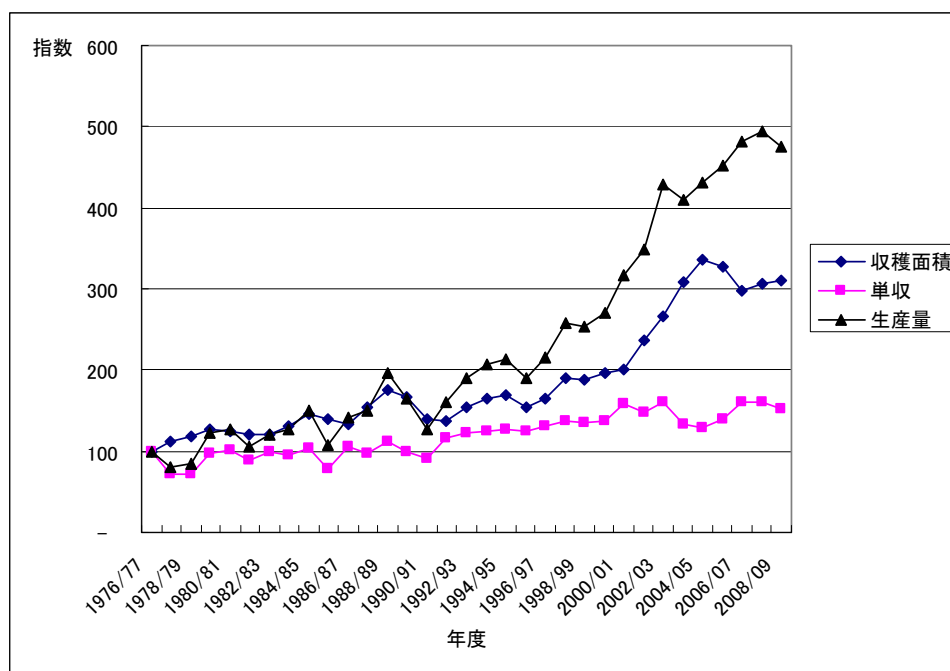
### 3. 大豆生産拡大の要因

#### (1) 大豆生産の拡大過程

以上述べてきたように、近年のブラジル農業発展の原動力となっているのは大豆である。ここではこの大豆生産拡大の要因を分析することにより、伝統的生産国とは異なるブラジル農業の特徴を浮き彫りにしたい。

言うまでもなく、生産量は単収と収穫面積の掛け算であるが、世界平均でみると穀物生産量の増加のほとんどは単収の貢献によっている。ブラジルの場合はどうか。

次の第5図は1976/77年度の値を100として、収穫面積、単収、生産量を指数化したものである。直近の2008/09年度の数字は生産量が475と1976/77年度からの32年間で4.7倍にまで拡大している。同様に収穫面積は310で約3倍、単収は153で5割増しになっている。このように、ブラジル大豆の場合、単収は確かに伸びているものの、収穫面積拡大の方が生産量拡大への貢献が大きい。



第5図 大豆生産の伸び（指数）

資料：Conabより筆者作成。

参考までに、次式の半対数モデルを使ってこの期間中の平均伸び率を計算した。

$$\log I = \alpha + \beta T \dots (1)$$

I : 各被説明変数 (生産量, 収穫面積, 単収)

T : タイムトレンド (1976/77=1, ..., 2008/09=33)

(1) より  $d\log I/dT = (dI/I)/dT = (dI/dT)/I = \beta$  であるから (1) の回帰係数  $\beta$  は I の変化率, すなわち, 期間中の平均伸び率を表すことになる。この結果から, 生産量が 5.5%, 収穫面積 3.4%, 単収 2.1% という期間平均伸び率が得られた。

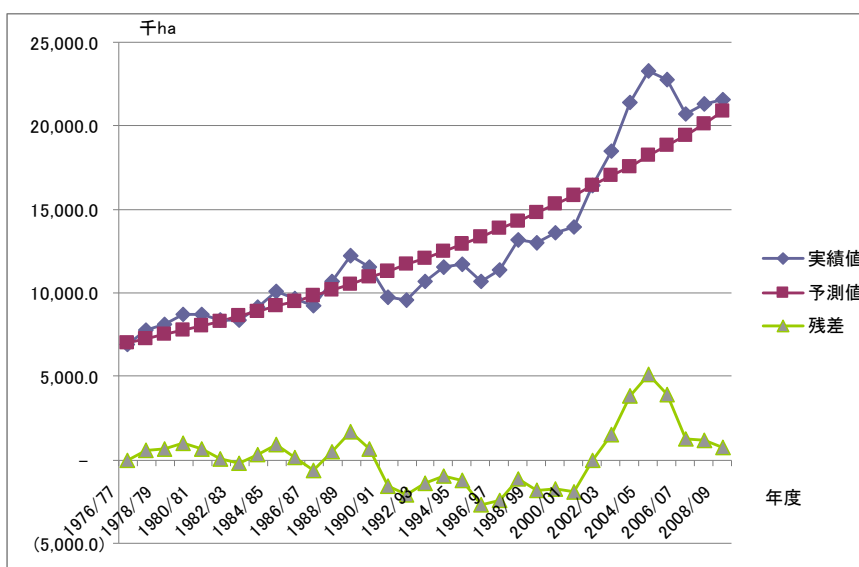
収穫面積の結果のみ, 推計結果を示すと以下のようになる。

$$\log A = 8.8196 + 0.0341T$$

$$(202.415) \quad (15.2494)$$

A : 収穫面積, 決定係数  $R^2=0.8824$ , 標準誤差=0.1223, ( ) 内は t 値

決定係数の値が 0.8824 であるから, ブラジルの場合タイムトレンドだけで収穫面積の変化が 88% 説明されてしまうことになる。この推計結果をグラフにしたのが第 6 図である。この図では予測値がタイムトレンドによる拡大効果, 残差がそれ以外の要因による拡大効果と見なすことができる。



第 6 図 大豆収穫面積のタイムトレンド

資料 : Conab 資料より筆者計算.

残差に注目すると、1990/91～2001/02年度は負であるが、一転して2002/03～2008/09年度は正になっている。すなわち、大雑把に言うと、33年間のタイムトレンドと比較して1990年代は収穫面積の拡大が停滞し、2000年代は趨勢を上回る勢いで拡大していることになる。ちなみに、単純な算術平均による伸び率をみても、1980年代が3.0%、1990年代2.1%、2000年代5.6%となっており、1990年代と2000年代が対照的になっている。

## (2) 大豆生産拡大要因の各国比較

次に生産量拡大要因を他国と比較するため、1987年と2007年の2時点をとって、主要国における20年間の大豆生産量拡大への寄与度を収穫面積と単収に分けて計算した。

具体的な計算式を次に示しておく。ここで生産量を $Q$ 、面積を $A$ 、単収を $Y$ とすると $Q=A*Y$ という恒等式が成り立つ。それぞれの変数の増分を $\Delta$ で表すと、生産量の増分は以下の式で示される。

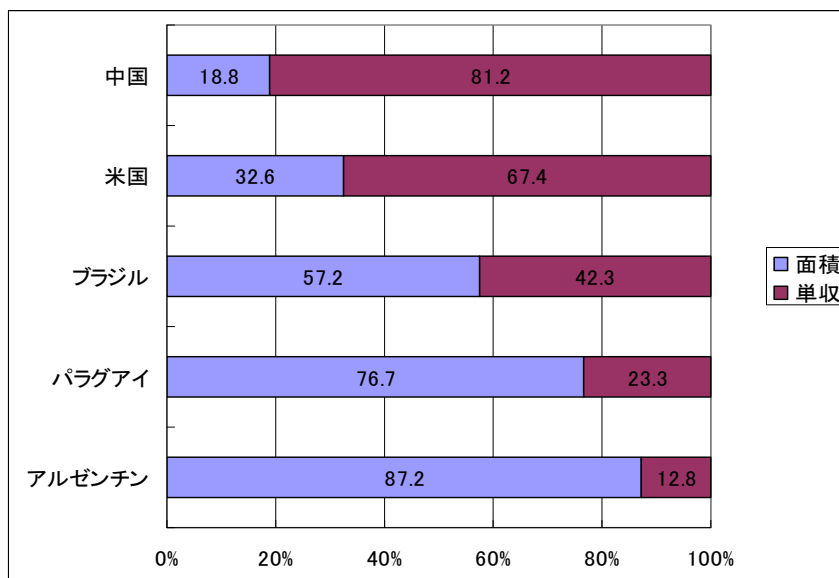
$$\Delta Q = (A + \Delta A) * (Y + \Delta Y) - A * Y = \Delta A * Y + A * \Delta Y + \Delta A * \Delta Y$$

最後の右辺のうち第1項と第2項はそれぞれ面積、単収の増加による生産増を示し、第3項は両方の要因が含まれている。最後の項は面積と単収に50%ずつ配分することとして、それぞれの寄与率は以下の式で求められる。これは完全要因分析法と呼ばれる手法である(沈(2001))。

$$\text{面積の寄与率} = (\Delta A * Y + \Delta A * \Delta Y / 2) / \Delta Q$$

$$\text{単収の寄与率} = (A * \Delta Y + \Delta A * \Delta Y / 2) / \Delta Q$$

上記の式に基づいて計算した結果を示したのが第7図である。これから、中国・米国という北半球の伝統的生産国は単収増加の貢献の方が大きく、ブラジル、パラグアイ、アルゼンチンといった南米の新興生産国は収穫面積拡大の貢献の方が大きいという対称的な結果になっている。



第7図 大豆生産拡大への寄与率

資料：USDA, PS&D から筆者計算.

### (3) 大豆産地の変遷

今まで説明してきたブラジルにおける収穫面積の拡大はどこで起きているのであろうか。説明するまえに簡単にブラジルの地域区分について説明することにする。

ブラジルは政体として連邦共和制を採用しており、正式国名はブラジル連邦共和国である。26の州と首都ブラジリアのある連邦特別区から構成されている。また、行政単位ではないが、北部、北東部、中西部、南東部、南部という5つの地域区分がある(第8図)。各種統計はこの地域区分ごとに集計されることが多い。

大豆の伝統的産地はパラナ州やリオ・グランデ・ド・スル州などの南部であるが、1970年代以降、2億haもある内陸部のセラードと呼ばれるサバンナ地帯の開発が進むにつれ、現在の生産の中心はマット・グロッソ州やゴイアス州のある中西部に移行している。

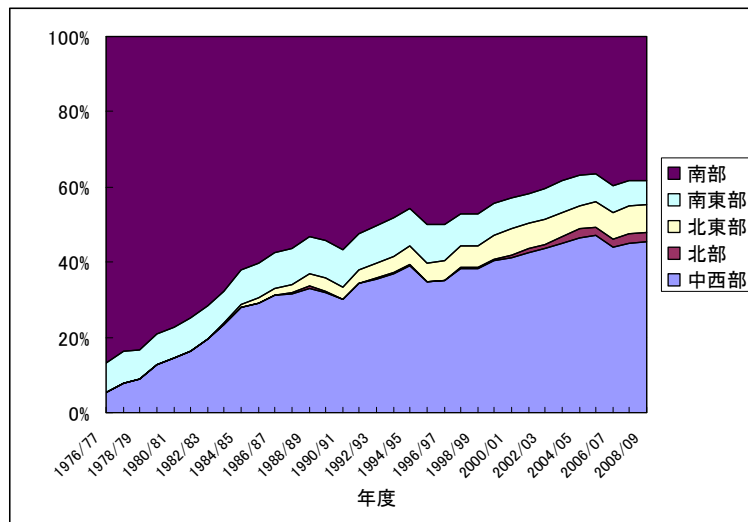
また、セラードは中西部以外にも分布しており、北部に属するトカンチンス州、北東部のマラニョン州、ピアウイ州、バイーア州、南東部のミナスジェライス州のセラードでも大豆の栽培が盛んになっている。



第8図 ブラジルの地域区分

資料：筆者作成.

第9図は地域別の大豆収穫面積の割合の推移を示したものである。1976/77年度は南部が全国の収穫面積の87%を占め、圧倒的なシェアを有していた。ところが内陸部のセラード開発が進むにつれ、1976/77年度にはわずか5%にすぎなかった中西部のシェアが上昇していき、2001/02年度には43%と南部の42%を上回り、ブラジルーの大豆生産地帯となった。2008/09年度には45%を占めている。これに対して、南部の比率は38%まで低下している。



第9図 大豆収穫面積の地域別割合

資料：Conab 資料から筆者作成.



#### 4. 耕地の拡大可能性

前節では大豆生産の拡大を例にとり、面積拡大の貢献が大きいということを述べた。しかし、これは大豆生産の歴史が短いためであり、いずれ面積拡大の余地がなくなれば、伝統的な生産国と同じ状況になるとも考えられる。そこで今後の耕地拡大の見通しについて述べたい。

第2表はブラジルの土地利用を示している。3.8億haの面積が農業的利用が可能とされている。そのうち、未利用の土地が約1億haあることに加えて、2.1億haある牧草地のうち、牧畜の集約化や劣化した部分により、かなりの面積が畑に転換可能と見なされている。これから最低でもアマゾン熱帯雨林にかからない地域で1億5000万ha程度の拡大が可能と見込まれる。なお、USDAが2003年に発表した報告書（Brazil: Future Agricultural Expansion Potential Underrated(2003)）でも1.4億～1.7億haの農地面積拡大が可能としている。

第2表 ブラジルの土地利用

土地利用	面積(百万ha)	%
アマゾン熱帯雨林	360.0	42.0
保護地	52.0	6.1
市街地、道路、湖、河川、その他	20.0	2.4
その他	38.0	4.5
農業的利用	381.0	45.0
牧草地	210.0	25.0
短期作	49.0	6.0
永年作計	15.0	1.8
永年作(サトウキビを除く)	8.1	1.1
サトウキビ	6.9	0.8
植林地	6.0	0.7
農業的未利用地	101.0	11.9
合計	851.0	100.0

資料：ブラジル農務省

#### 5. ブラジル政府による農産物需給予測の概要

2006年12月にブラジル農務省は同国の主要農産物に関する需給予測（2006/07年～2016/17年）を公表した。OECD-FAOや米国農務省(USDA)等の多くが推計の手段としている需給均衡型の連立方程式体系のモデルではなく、時系列解析の一種である状態空間モデルを使用している。以下はその概要である。なお、この予測では信頼区間95%の幅で上限と下限を示しているが、ここでは中央の値を示した。

### 1) 作付面積と単収の予測

大豆の作付面積は 600 万 ha 増加するも単収は頭打ちと予想している。トウモロコシは作付面積の伸びは小さいが、単収の伸びは大きい。小麦の作付面積は 5 割増になるものの単収は変わらない。米の単収は増加するものの作付面積は減少するという予測結果になっている（第 4 表）。

第 3 表 主要穀物等の作付面積と単収の予測(ブラジル農務省)

作物	作付面積(百万 ha)			単収(トン/ha)		
	2005/06 年度	2016/17 年度	伸び率	2005/06 年度	2016/17 年度	伸び率
大豆	22.19	28.43	28.1%	2.51	2.55	1.6%
トウモロコシ	12.55	13.04	3.9%	3.25	3.95	21.5%
小麦	2.36	3.63	53.8%	2.06	2.06	0.0%
米	3.14	2.89	-8.0%	3.74	4.38	17.1%

資料:ブラジル農務省.

### 2) 穀物・大豆の需給予測結果

輸出货量に着目すると、2016/17 年度の大豆輸出货量は約 3,500 万トンと 2005/2006 年度 4 割増である。しかし、ほぼ同時期の 2007 年 1 月に発表された USDA の予測結果 (USDA Agricultural Projections to 2016) は約 6,200 万トンであり、これに比較するとかなり控えめな値になっている。

トウモロコシ・小麦・米の輸出入量に関しては統計的な信頼性を考えた場合、ブラジル農務省と USDA との間ではほぼ差がない結果が出ている。小麦と米に関しては輸入が続き、かつ増加する予想になっている（第 4 表）。

### 3) 食肉の需給予測結果

牛肉と豚肉の輸出货量は 4 割増、鶏肉も 3 割増と食肉部門は大幅な輸出増加が見込まれている。

食肉の輸出予測は USDA の方が低めの数字であり、伸び率は牛肉 26%、豚肉 7%、鶏肉 22% と予測しており、特に豚肉の差が大きい（第 5 表）。

第4表 穀物・大豆の需給予測(ブラジル農務省)

(単位:百万トン)

品目	項目	2005/06 年度	2016/17 年度	伸び率
大豆	生産	55.71	72.41	30.0%
	消費	29.96	36.72	22.6%
	輸出	24.70	34.93	41.4%
トウモロコシ	生産	40.78	51.52	26.3%
	消費	38.30	47.65	24.4%
	輸出	3.50	3.72	6.3%
小麦	生産	4.87	7.49	53.8%
	消費	11.09	13.89	25.2%
	輸入	6.27	7.13	13.7%
米	生産	11.75	12.67	7.8%
	消費	13.00	14.71	13.2%
	輸入	0.75	0.92	22.7%

資料:ブラジル農務省.

第5表 食肉の需給予測(ブラジル農務省)

(単位:百万トン)

品目	項目	2005/06 年度	2016/17 年度	伸び率
牛肉	生産	9.93	13.15	32.4%
	消費	7.96	10.38	30.4%
	輸出	2.02	2.83	40.1%
豚肉	生産	2.86	3.62	26.6%
	消費	2.31	2.88	24.7%
	輸出	0.56	0.79	41.1%
鶏肉	生産	9.74	14.61	50.0%
	消費	6.26	8.37	33.7%
	輸出	2.65	3.45	30.2%

資料:ブラジル農務省.

注. 牛肉, 豚肉は枝肉重量.

## 6. 農業成長の源泉－米国との比較－

### (1) 全要素生産性とは

これまで述べてきたように、ブラジル農業は急速に力をつけてきており、米国と並ぶ農業大国への道を歩んでいる。今後、両国の農業総体としての成長可能性を考察する上では近年の農業発展の源泉の多くがどの要因であったのか（投入が増えたからなのか、技術進歩の貢献が大きかったのか等）を考察することが有益である。

そこで、ここではその手段としてブラジルと米国で全要素生産性（Total Factor Productivity: TFP）を計測した論文の結果を利用して両国で比較することにする。農業全体としての生産性を考えた場合、通常農業においては生産物も投入財も複数存在する。そこで、下の式のように産出と投入を何らかの基準で集計してその比率をとったものをTFPと定義し、農業全体としての生産性を計測できる指標としたものである。

$$\cdot TFP = \frac{Q(q_1, \dots, q_m)}{X(x_1, \dots, x_n)} \quad \leftarrow \text{投入量あたりの産出量（絶対値）}$$

$x_i$  : 第  $i$  投入財の投入量

$q_j$  : 第  $j$  産出財の生産量

$X(\cdot)$  : 投入財の集計指数  $Q(\cdot)$  : 産出財の集計指数

集計に使用される指数としては、経済理論的に望ましい性質を有しているトゥルンクビスト（Tornqvist）指数が用いられるのが主流である。この指数は以下の式で示される。

$$TFP_t / TFP_{t-1} = \frac{\prod_{i=1}^n \left( \frac{q_{j,t}}{q_{j,t-1}} \right)^{\frac{S_{jt} + S_{j,t-1}}{2}}}{\prod_{j=1}^n \left( \frac{x_{i,t}}{x_{i,t-1}} \right)^{\frac{C_{j,t} + C_{j,t-1}}{2}}}$$

$$S_i = p_i q_i / \sum_{i=1}^n p_i q_i, C_j = w_j x_j / \sum_{j=1}^n w_j x_j$$

$p_i$  : 第  $j$  産出財の価格,

$w_j$  : 第  $i$  投入財の要素価格

これはディビジア指数の離散近似の一つで、フレキシブルな関数型として経済分析で広く用いられているトランスログ型関数に対する最良指数になっている（Diewart(1976)）。以下で比較するブラジルと米国の計測例でもこの指数が用いられている。

## (2) ブラジルと米国の計測比較

使用した論文・資料について、ブラジルは Gasques et al. (2004) を採用した。この論文の計測期間は 1975-2002 年で基準年は 1975 年である。米国に関しては USDA (2008) の計測結果を使用した。計測期間は 1948-2004 年で基準年は 1996 年である。

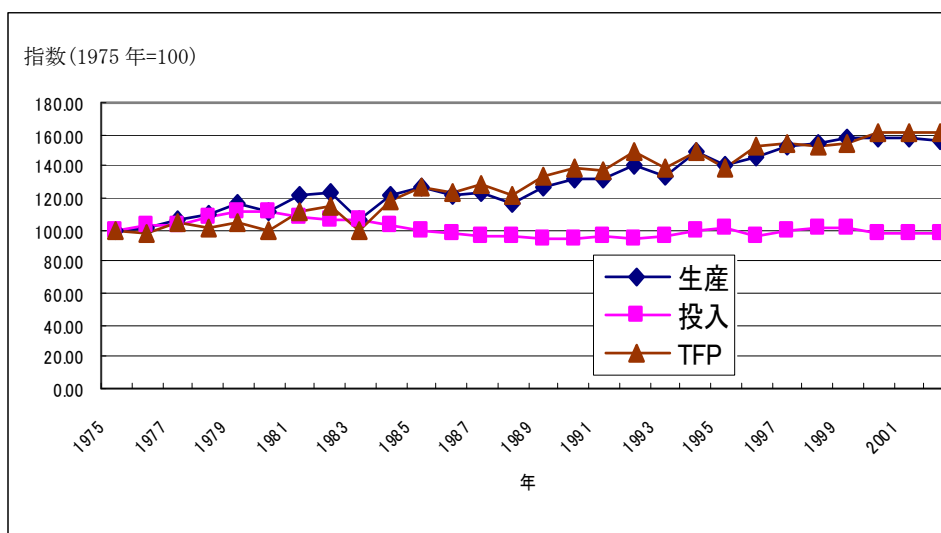
ここでは米国の結果をブラジルの計測期間、基準年 (1975-2002 年) に合わせて筆者が指数を変換し、伸び率を計算した。第 10 図と第 11 図には 1975 年を 100 とした米国とブラジルの生産、投入、TFP のトータルクビスト指数を記してある。ここでは TFP の伸び率を技術進歩率と見なすことができる。

この結果からは、米国の生産の伸びは投入がマイナスですべて TFP によるものなのに対し、ブラジルの場合は投入の伸びと TFP の双方が貢献していることがわかる。

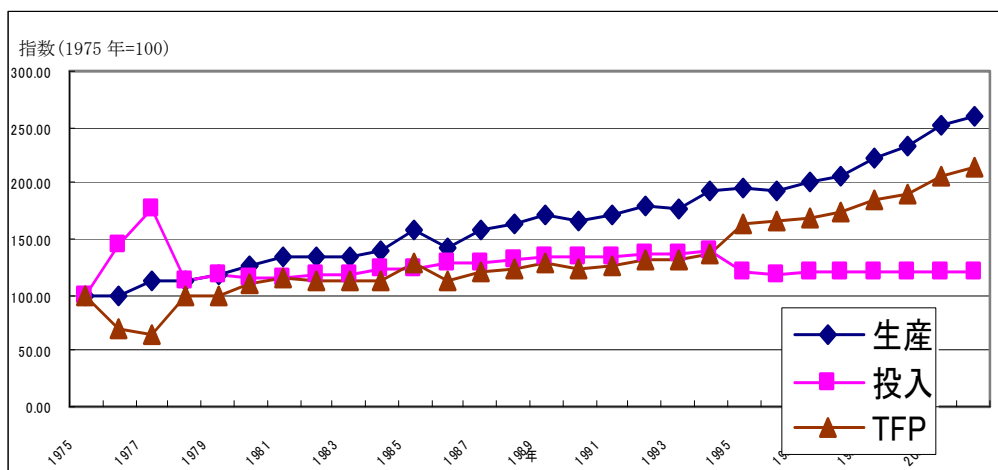
米国の場合、今後も耕地面積の大規模な拡大や肥料投入増による投入の拡大による生産の伸びは期待できないことから、今後の農業発展は TFP の伸び率 (= 技術進歩率) 如何によることになる。

しかも、TFP の伸び率自体もブラジルの方が上回っている。全推計期間 (1975-2002 年) における推計値は年平均でみて、ブラジルが 2.88% なのに対し、米国 1.77% である。これを 1990 年代に限って見ると、その差はさらに広がり、ブラジルが 4.49% なのに対し、米国は 1.23% である。

以上の事実から将来的には総体としての農業はブラジルの方が米国より、成長余力が高いと思われる。



第 10 図 米国の農業成長とその要因



第 11 図 ブラジルの農業成長とその要因

[引用文献]

- 沈 中元 (2001) 「エネルギー需要の変動要因分析法—完全要因分析法と簡易法—」 *IEEJ*, 2001年3月号, エネルギー経済研究所。
- Diewert, W.E. (1976) "Exact and Superlative Index Numbers," *Journal of Econometrics*, Vol. 4, No. 4, May, pp.115-145.
- Gasques, J. G., E. T. Bastos, M. P. R. Bacchi, J. C. P. R. da Conceição(2004) "Condicionantes da Productividade da agropecuária brasileira," *Política Agrícola*, Ano XIII, No3, 2004
- USDA (2003), *Brazil: Future Agricultural Expansion Potential Underrated, January, 2003*
- MAPA (2006), *Projeções do Agronegócio Mundial e Brasil 2006/07 a 2016/17.*
- USDA (2008), *Agricultural Productivity in the United States.*