

アジア開発途上国の米需給と国際米市場

—世界穀物需給モデルによる分析—

井上荘太郎 長澤淳* 中川光弘**

1. 課題と構成
2. 米の国際価格と貿易の概況
 - (1) 国際価格と在庫水準の動向
 - (2) 世界各地域の輸出入動向から見た国際米市場の概要
3. アジア開発途上国の米需給変動の要因分析
 - (1) 課題と分析方法
 - (2) 要因分析の結果とその背景
 - 1) 中国
 - 2) インド
 - 3) タイ
 - 4) ベトナム
 - 5) インドネシア
 - 6) フィリピン
 - 7) バングラデシュ
 - (3) 小括
4. 世界穀物需給モデルによるシミュレーション分析
 - (1) 課題
 - (2) 世界穀物需給モデルの構造と特徴
 - (3) シミュレーション分析
 - 1) 資料
 - 2) 三つのシミュレーションシナリオ
 - ア. ベースライン
 - イ. 「緑の革命再現」ケース
 - ウ. 「東アジア高成長再現」ケース
 - 3) 計測結果
 - 4) 計測結果の要因分解
 - 5) 小括
5. 結論と残された課題

1. 課題と構成

ビマス、インマスと続けられた米増産への努力が輝かしい成果をあげ、インドネシアが米の自給達成を宣言したのは1984年のことであった。その後、インドネシアは90年代初頭までは、米の自給基調をほぼ維持していたが、1995年に純輸入量で300万トンを超える大量の米輸入を行い、世界の耳目を集めることとなった。そしてエルニーニョ現象に伴う降水量の不足に見舞われた1998年には570万トンという当時の世界貿易量の24%にあたる米を輸入する

*東京理科大学理工学部

**茨城大学農学部

に至った。実は、インドネシアに限らずフィリピンでも、90年代の後半から、100万トンを超えるような大量の輸入が恒常化してきている。ところが一方で、1990年代にはインドやベトナムが大輸出国として国際米市場に現れてきている。このように、一度は自給達成に至ったアジア途上国の一部における再輸入国化や、新興輸出国の登場を反映して、米の国際需給が変質してきている。

こうした米の国際需給の将来見通しについて、楽観論と悲観論の両者が存在しており、各々が相当異なった市場展望を提示していることは興味深い。市場の需給調整機能と技術進歩の進展に注目する論者の多くは楽観論を唱えており、一方、人口問題や資源・環境問題を重視する論者からは悲観的な見方が多く出されている⁽¹⁾。

将来の国際米市場に関して、国際機関等の多くは楽観的な見方をしている。例えば、国際食糧政策研究所 (IFPRI)、世界銀行 (World Bank)、食料農業政策研究所 (FAPRI)、アメリカ農務省 (USDA) が1990年代前半に発表した予測は概ね2010年あるいは2020年の米の国際価格が1990年の水準より低下することを予測している (第1表)。また国内では伊東・大田 [10] 等が、アジアにおける消費の減退傾向に注目しつつ、国内政策や貿易制度が自由化され、生産が弾力化していく中で、将来の国際米需給は緩和していくとの展望を示している。

一方、悲観的展望としては人口増加による需要増加を強調した IRRI の研究 (Pingali, Hossain, Gerpacio [26]) が代表的であろう。また、国内では辻井

第1表 国際機関等による米の国際価格予測 (実質価格指数)

機関名	発表時点	1990	1995	2000	2005	2010	2020年
IFPRI	1995年10月	100	na	na	na	na	78
World Bank	1993年11月	100	na	72	na	65	na
FAPRI	1996年4月	100	112	96	79	na	na
USDA	1994年9月	100	122	99	77	na	na

注. na は入手不能を示す。

資料: Tsubota [28], p.49, Table 3 から筆者作成。

〔29〕が2020年を展望して、アジアにおいて大幅な穀物不足が生じうると予測した上で、アジア諸国における米を中心とした食料供給の不安定要因について述べている。

国際米需給に関する展望は、それにかかわる要因が多様なだけに、研究の力点の置き方によっても導かれる結論は異なっており、論者によって将来の展望が極端に分裂している感が否めない。このような状況の下、小澤〔25〕は「ネオマルサス主義」と「市場主義者」間の両極的な分析視点を超え、マクロ経済研究の成果と実態調査にもとづく地域研究を結合させることの重要性を強調している。

筆者等はそうした総合的視点から国際米需給問題を検討するためには、まず需要と供給両面の長期的動向に影響を与える諸要因の効果を総合的かつ定量的に評価する必要があると考える。本稿では米の生産・消費の太宗を占めるアジアの開発途上諸国の需給動向を各要因に分解することで、経済成長や技術進歩などの諸要因が米需給の長期的動向に与えた影響を数量的に明らかにし、その背景について検討する。さらに、国際米市場に関する計量需給モデルを開発し、近年の様々な情勢の変化をふまえたシミュレーションを行うことで、需給をめぐる諸要因の変化が将来の国際米市場に与える影響を検討する。

以下に本稿の構成を述べておく。まず2.で、1960年代からの国際米需給の動向を価格の動向と在庫水準の動きを中心に振り返り、国際米市場の概要について述べるとともに、1990年代以降の変調を確認する。次に3.で、1960年代から1990年代の米需給変動を要因分解し、人口増加や単収上昇等の要因別の貢献度をそれぞれ数量的に把握する。対象とするのは、アジアにおける大生産・消費国であり、その需給変動が国際市場に大きな影響を常に与える可能性を秘めている中国とインド、アジアの代表的米輸出国であるタイとベトナム、そして90年代に入って輸入が恒常化し、今後の動向が注目されるインドネシアおよびフィリピン、バングラデシュである。さらに4.では、米とその重要な代替物である小麦、トウモロコシを含む穀物市場の世界需給モデルを開発し、それをを用いたシミュレーション分析を行うことにより、アジア諸国における急

速な経済成長の動向、そして単収上昇率の低下として現れている技術進歩の停滞傾向等の影響を定量的に分析する。最後の5.では結論と残された課題について述べる。

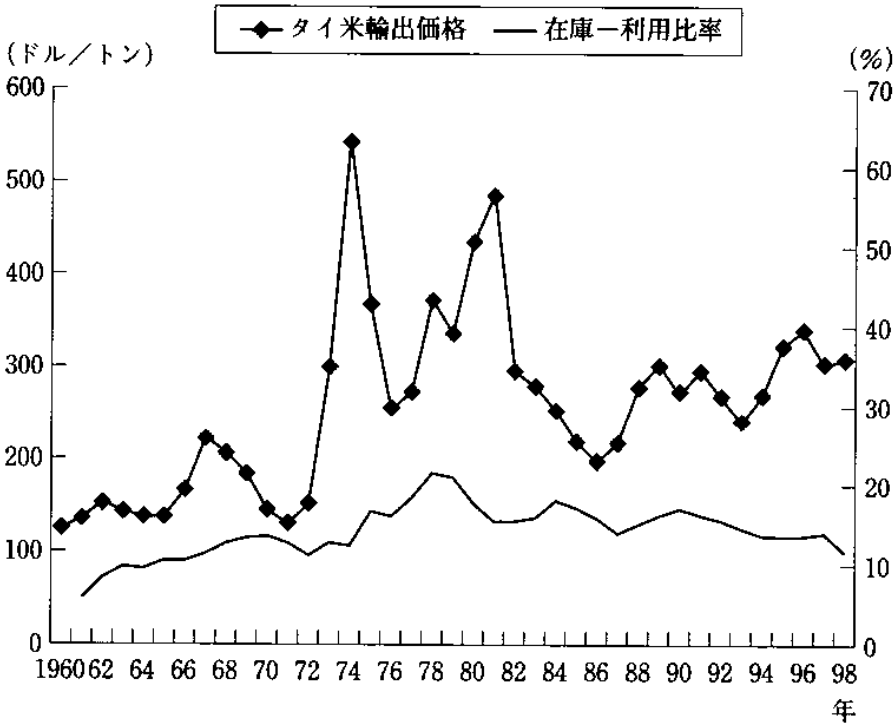
注(1) 例えば、中川〔18〕を参照されたい。

2. 米の国際価格と貿易の概況

(1) 国際価格と在庫水準の動向

小麦、トウモロコシといった他の穀物の国際価格に比べて、米の国際価格はその変動性の高いことが、一つの特徴となっている⁽¹⁾。こうした価格の不安定性の背景として、生産地域がモンスーンアジアに集中しているため豊凶変動が同時に発生しやすいことや、各国で国内自給指向型米政策がとられているため、他の穀物に比べて相対的に「薄い」国際市場が成立していること等がしばしば指摘されている。ただし、ここでは短期的な変動性よりも、主として趨勢的な変化に着目しながら、1960年代以降における米の国際価格の動向を振り返り、1990年代に入って米の国際価格が変動してきている事実を確認しておきたい。

米の国際価格は、1970年代前半と1980年代初頭に世界的な異常気象の影響から大きな価格上昇を経験している（第1図）。特に1970年代前半には、バンコクの輸出価格（碎米率5%）はトン当たり500ドルの水準まで上昇し、世界的に食料安全保障に対する不安感が高まった。その後1980年代には、「緑の革命」による米の増産効果が進展したこともあって、米の国際需給は緩和した。特に1980年代半ばにはアメリカのマーケティング・ローン導入の影響もあり、国際価格はトン当たり200ドル水準まで低下した。しかし、1990年代に入ると、国際価格の上昇基調が続き、1993年から1996年にかけて、トン当たり237ドルから338ドルまで上昇した。一方、在庫-利用比率は1990年代前半を通じて低下し、米の国際需給が再び逼迫基調に移行してきていることがわかる。



第1図 米の国際価格（名目）と在庫－利用比率

資料：USDA, PS&D View, July 1999.

最近年では、エルニーニョ現象による干ばつと1997年に発生したアジア諸国の通貨・経済危機が国際市場に多くの影響を与えた。エルニーニョ現象の影響による生産減少により、インドネシアやフィリピンでは米を大量に輸入する必要が生じたが、外貨の不足から食料援助を求めることとなった。一方、米の輸出国であるタイでは、パーツ建ての輸出価格が上昇したことから、輸出量は増加した⁽²⁾。

以上を簡単にまとめれば、世界の米需給の基調は、1970年代の食料危機的状况、1980年代における「緑の革命」による増産効果やアメリカの輸出政策による緩和を経て、1990年代の一部途上国における輸入拡大を背景とした逼迫化へと推移したのである。

(2) 世界各地域の輸出入動向から見た国際米市場の概要

次に、世界主要地域の米貿易の概要を主要国・地域ごとの純輸出量の動向から簡単に把握しておきたい。第2表は主な地域ごとの米の純輸出量を、1970年代から最近年まで3カ年の平均値で示したものである。ここから観察されることをまとめると以下の通りである。

i) 中国は1971年には177万トンの米を輸出したが、1981年では、その輸出量は大きく減少した。ただし、近年では再び輸出を拡大している。インドは自給政策を採用していたため米の国際貿易は80年代まで限られた量に過ぎなかった。しかし、90年代半ばには累増した国内在庫を国際市場で放出したこともあって、重要な米の輸出国となった。このように、中国、インドという大国の需給動向が国際市場に与えるインパクトは極めて大きい。

ii) 中国とインド以外のその他アジア地域は、地域内の米生産が大きく増大したために、地域全体では輸入地域から輸出地域へと変化している。この地域を国別に見ると、インドネシア、フィリピン、マレーシアのように「緑の革命」によって急速に進展した米の増産が現在では停滞傾向に転じ、輸入量が増加傾向にある国と、タイ、ベトナム、ミャンマー、パキスタンなどの米の生産および輸出がいまだ増加傾向にある諸国とに分化してきている。

第2表 主要国・地域の米の純輸出量（精米）

(単位：千トン)

	1961年	1971年	1981年	1991年	1997年
中国	523	1,774	266	908	1,845
インド	-413	-132	538	535	2,918
その他アジア	310	-1,787	1,460	3,127	224
ヨーロッパ	-697	-629	-1,395	-757	-1,042
中南米	-45	-77	-166	-1,295	-1,138
北米	963	1,559	2,478	1,665	1,863
オセアニア	54	112	328	362	482
旧ソ連	-176	-142	-713	-386	-310
アフリカ	-211	-446	-2,560	-2,761	-3,503

注. 3カ年平均値。マイナスは純輸入を表す。
資料：USDA, PS&D View, July 1999.

iii) アフリカでは米の消費量が拡大しており、生産の伸びがそれに追いついていないため、米の輸入が増大している。

iv) 北米は依然として大量の米輸出を行っており、オセアニアも一貫して輸出を伸ばしてきている。このように、先進諸国で輸出が拡大しているものの、その輸出市場全体に占める割合は限られている。

v) 中南米、ヨーロッパ、旧ソ連の米の純輸出入量はアジア、アフリカに比べて比較的小さい。今のところ、これらの地域は米の国際市場に対して限られた影響を及ぼすにとどまっているといえよう。

ここでは、貿易量の視点から世界の米需給構造について整理し、中国、インドをはじめアジア地域が国際市場に占めるシェアが極めて大きいことを示した。中国、インド、インドネシアといったアジアの米の生産・消費大国は伝統的に主食である米の自給政策をとっていた。そのため、これら自給的なアジア諸国の米の需給動向は、国際市場に対してあまり影響を与えないという見方もある⁽³⁾。しかしここで見たように、中国、インド、インドネシアといったアジアの米の生産・消費大国が行う需給調整的輸出入が、相対的に小さな米の国際市場に対して与える影響は、少なくとも短期的には相当大きなものであることは間違いない。

注(1) 例えば、1970年から1998年までの国際価格指数の変動係数を比較すると米は0.31であるのに対し、トウモロコシは0.23、小麦は0.25となっている。

(2) エルニーニョ現象とアジア諸国の通貨危機が世界の米貿易に与えた影響についてはUSDA [24], p.25~31に整理されているので参照されたい。

(3) 大賀 [22] ではこうした見方に立ったシミュレーション予測が行われている。

3. アジア開発途上国の米需給変動の要因分析

(1) 課題と分析方法

2. で見たように、現在の国際米市場は1990年代に入って価格上昇基調で推

移している。このような動向の変化を理解するためには、主要な生産・消費地域であるアジア諸国の需給構造の変化を理解することが重要となる。この章では、分析対象として、大生産・消費国である中国とインド（1996～1998年平均で米生産量世界第1位および2位）、大輸出国であるタイとベトナム（同輸出货量世界第1位および2位）、そして近年輸入量の増加が著しい国としてインドネシア、フィリピン、バングラデシュ（同輸入量世界第1位、2位、3位）の計7カ国を対象として、米需給構造の長期的変動の要因分析を行う。

以下の分析では、需給ギャップを示す(1)式を定義し、それを全微分した(2)式を用いて、需要量の変動を1人当たり消費量と人口の変化に、また供給量の変動を単収と収穫面積の変化にそれぞれ要因分解して考察する。

$$G=Y*A-C*P \quad (1)$$

$$\Delta G \doteq \Delta Y*A + \Delta A*Y - \Delta C*P - \Delta P*C \quad (2)$$

ただし、Gは純輸出货量として表される需給ギャップ、Yは単収、Aは収穫面積、Cは1人当たり消費量、Pは人口をそれぞれ意味し、 Δ は変化量を表す。(2)式の右辺の第1項は単収、第2項は収穫面積、第3項は1人当たり消費量、第4項は人口の変化による米の需給ギャップの変化量をそれぞれ表しているのので、以下ではそれぞれを単収効果、面積効果、消費量効果、人口効果と呼ぶことにする。また、左辺はその四つの効果を合計したものであるから総合効果と呼ぶこととする。なお以下の分析では、10年ごとの平均値を比較するので、在庫変動の影響は概ね除去されており、長期的な動向の比較が可能になっている⁽¹⁾。

利用した収穫面積、単収、消費量の数値はアメリカ農務省のデータベース“PS&D View”より取ったものである。また、人口は国際連合の統計を利用した。

(2) 要因分析の結果とその背景

要因分解の計算結果を第3表に掲げた。第3表では、1960年代から1990年代までの期間における年平均の各効果の数値が示されている。面積効果と単収

第3表 米需給変化の要因分解結果

(単位：千トン精米)

	期間	面積効果	単収効果	消費量効果	人口効果	総合効果
中国	1962～1969	1,000	2,697	-2,034	-1,396	266
	1970～1979	553	2,810	-1,495	-1,606	262
	1980～1989	-222	2,769	-979	-1,683	-115
	1990～1998	-696	1,494	-119	-1,409	-730
インド	1962～1969	409	234	160	-813	-9
	1970～1979	271	54	509	-958	-124
	1980～1989	517	2,786	-1,321	-1,236	747
	1990～1998	114	935	400	-1,388	62
タイ	1962～1969	160	136	-167	-177	-47
	1970～1979	166	-4	201	-212	150
	1980～1989	169	165	107	-149	292
	1990～1998	-85	182	76	-90	83
ベトナム	1962～1969	-20	10	6	-131	-136
	1970～1979	121	-12	156	-170	96
	1980～1989	106	478	-181	-217	186
	1990～1998	293	348	-177	-260	204
インドネシア	1962～1969	209	134	-44	-246	53
	1970～1979	145	425	-273	-373	-77
	1980～1989	446	721	-562	-507	98
	1990～1998	302	-13	-90	-499	-301
フィリピン	1962～1969	-13	114	28	-89	41
	1970～1979	56	117	-66	-101	5
	1980～1989	-24	93	-25	-128	-84
	1990～1998	33	62	-44	-161	-110
バングラデシュ	1962～1969	262	47	-14	-279	16
	1970～1979	-20	110	249	-334	4
	1980～1989	59	456	-109	-337	70
	1990～1998	-99	93	-1	-307	-314

注. 数値のプラス、マイナス符号の意味については、本文(3(2))を参照。

効果は、正值ならばその効果によって供給が増加したこと、負値ならば減少したことを表す。逆に消費量効果と人口効果は、負値ならば需要が増加したこと、正值ならば需要が減少したことを示す。総合効果は、純輸出国の場合には正值ならば輸出余剰が増加したことを表し、負値ならば輸出余剰が減少したことを

表す。純輸入国では総合効果が正ならば需給ギャップが縮小し、負ならば拡大したと読むことができる。

以下では各国ごとに、供給側と需要側の要因分解結果とその背景について述べ、さらに総合効果の長期的動向について概観する。

1) 中国

中国の米の収穫面積は1980年代以降減少している⁽²⁾。そのため1980年代と1990年代の面積効果はマイナスとなり、年平均でそれぞれ22万トンと70万トンの供給量減少をもたらした。一方、中国の単収は1960年代から1990年代まで継続的に上昇したため、単収効果は1980年代までは年平均250万トンを超えていた。しかし、上昇率が頭打ちになったことから、1990年代の単収効果は同150万トンへと減少している。

中国における米の収穫面積の減少は、野菜や工芸作物等の他作物への転換が進んだことや、経済成長に伴い、多くの農地が転用されていったことによる。特に主要水田地帯の中国南部で工業化・都市化が急速に進展し、こうした地域での水田の転用が、収穫面積の減少基調という形でここでの分析結果に現れているといえよう。ただし、1990年代前半に需給が逼迫し穀物価格が高騰したために、食糧供給の省長責任制などが導入され、1990年代半ば以降、米の収穫面積は再び拡大している。またジャポニカ米の作付が黒龍江省などの東北部を中心に拡大している⁽³⁾。一方、中国の米の単収水準は、1990年代の平均で4.16トン/haと他のアジア開発途上国に比べて際立って高い(第4表)。1970年代末以降、生産責任制が導入されて農民の生産意欲が向上したことや、インディカ系の高収量のハイブリッド米が広範に普及したことが、この高い単収をもたらした⁽⁴⁾。

一方、需要側を見ると、1960年代に77kgであった中国の1人当たり米消費量は、1980年代には111kgまで上昇したが、その後、緩やかな減少基調にあり、1990年代には約110kgまで減少している(第4表)。その結果、1人当たり消費量が増加したことによる需要増加を反映する消費量効果は、1990年代には、年平均約12万トンと急速に減少していることがわかる。しかし、人

第4表 各国の米需給動向(精米ベース)

期間	収穫面積 (千 ha)	生産量 (千トン)	単収 (トン/ha)	総輸入量 (千トン)	総輸出量 (千トン)	総消費量 (千トン)	期末在庫量 (千トン)	1人当たり消費量 (kg/人)
中国	1962~1969	29,315	55,966	1	1,014	55,003	6,000	77
	1970~1979	34,826	87,136	36	1,455	83,567	18,600	93
	1980~1989	32,763	115,954	3.54	312	116,160	25,270	111
	1990~1998	31,477	130,978	4.16	546	130,444	25,313	110
インド	1962~1969	35,859	35,866	1.00	505	36,158	4,520	73
	1970~1979	38,638	44,755	1.16	96	44,533	5,946	73
	1980~1989	40,615	59,759	1.47	238	58,915	7,950	77
	1990~1998	42,594	78,837	1.85	19	77,227	11,990	85
タイ	1962~1969	6,270	7,242	1.15	0	5,730	845	190
	1970~1979	7,878	9,605	1.22	0	7,780	1,369	192
	1980~1989	9,490	12,599	1.33	0	8,321	1,764	164
	1990~1998	9,110	13,572	1.49	0	8,493	728	147
ベトナム	1962~1969	4,735	5,930	1.25	417	6,274	0	165
	1970~1979	5,077	6,977	1.38	536	7,508	0	159
	1980~1989	5,775	10,336	1.78	151	10,114	0	170
	1990~1998	6,842	16,336	2.38	1	13,811	0	191
インドネシア	1962~1969	7,371	10,412	1.41	720	11,084	220	103
	1970~1979	8,426	15,223	1.80	1,374	16,474	755	123
	1980~1989	9,773	26,020	2.66	311	26,270	1,872	159
	1990~1998	11,155	31,377	2.81	1,700	32,969	1,628	169
フィリピン	1962~1969	3,178	2,718	0.86	172	2,823	544	89
	1970~1979	3,500	3,968	1.13	151	4,005	914	94
	1980~1989	3,352	5,491	1.64	154	5,651	1,232	105
	1990~1998	3,556	6,608	1.86	596	7,148	1,453	107
バンラデシュ	1962~1969	9,265	10,388	1.12	331	10,719	69	184
	1970~1979	9,889	11,743	1.19	342	12,061	194	159
	1980~1989	10,407	15,012	1.44	285	15,245	414	156
	1990~1998	10,148	18,061	1.78	657	18,764	432	161

注. 数値は各期間における年平均値.

資料: USDA, PS&D View, July 1999に基づいて作成.

口増加は1990年代に入っても、年平均約140万トンを超える需要増加をもたらしており、食料需要に対する人口圧力がいまだに大きいことがわかる。

中国の総合効果は1960年代では年平均27万トン、1970年代では同26万トンと供給余剰を増加させてきていた。しかし、1980年代以降は、マイナスとなっており、1990年代では、総合効果は年平均73万トンのマイナスとなった。

2) インド

インドの要因分解の結果について、まず面積効果の動きを検討する。同効果は1980年代には年平均50万トンを超えており比較的大きかったことがわかる。しかし1990年代では同11万トンと急速に縮小している。インドの米の収穫面積は、1990年～1998年の平均で約4,300万haである(第4表)。これは、同国の主要農作物作付面積のおおよそ4分の1に当たる。しかし地下水資源の制約もあり、今後この広大な収穫面積が、さらに拡大する可能性は低いとみられる⁽⁵⁾。

一方、単収効果の動きは、収穫面積の動向以上に供給量の変動に影響している。1960年代で年平均23万トン、1970年代で同5万トンと比較的小さかった毎年の単収効果は、1980年代に入って年平均280万トンへと急拡大した。この時期は、インドにおける米の「緑の革命」が著しく進展し、生産が大きく増加した時期といえる。しかし、この急拡大した単収効果は、単収上昇率の低下から、1990年代には年平均94万トンにまで急速に減少している⁽⁶⁾。

インドの1人当たりの米消費量は、1990年代の平均で年間85kg/人である。1980年代までは毎年の変動が大きかったが、その後、生産が安定的に増加したことや、安価な米を供給する政策が採られたことなどの影響により、安定的に推移するようになった。ただし、近年では米の国内価格が上昇したこともあり、インドの1人当たりの米消費量は減少傾向にある。そのため、1990年代の消費量効果はプラス40万トンとなっている⁽⁷⁾。一方、インドの人口増加率は既に年率2%を下回っており、1990年代では年率1.74%となっている(第5表)。しかし、総人口が10億に達する同国では、絶対数で見たときの人口の増加はいまだに巨大なものである。そのため人口効果は1980年代、1990年代

第5表 各国の人口増加率と1人当たりGDP

	期間	人口増加率 (%/年)	1人当たりGDP (USドル)
中国	1962～1969	2.35	na
	1970～1979	1.98	107
	1980～1989	1.46	201
	1990～1998	1.07	457
インド	1962～1969	2.29	na
	1970～1979	2.21	246
	1980～1989	2.14	304
	1990～1998	1.74	433
タイ	1962～1969	3.08	na
	1970～1979	2.78	574
	1980～1989	1.83	880
	1990～1998	0.94	1,669
ベトナム	1962～1969	2.09	na
	1970～1979	2.31	489
	1980～1989	2.20	516
	1990～1998	1.95	778
インドネシア	1962～1969	2.26	na
	1970～1979	2.32	258
	1980～1989	1.97	406
	1990～1998	1.55	644
フィリピン	1962～1969	3.14	na
	1970～1979	2.64	573
	1980～1989	2.34	631
	1990～1998	2.14	643
バングラデシュ	1962～1969	2.63	na
	1970～1979	2.82	140
	1980～1989	2.29	161
	1990～1998	1.61	205

資料：国連人口統計および Project Link.

注. na は入手不能を示す.

とも年平均100万トンを超える需要増加を生み出している。

総合効果の動きを見ると、1980年代には主として単収上昇によってもたらされた生産増加が需要増加を上回り、年平均75万トンという供給余剰の拡大が見られた。しかし、この単収効果の拡大が1990年代には縮小したことから、

1990年代には供給余剰の増加は年平均6万トンまで急速に減少した。

3) タイ

タイの生産量は1990年代の平均で約1,400万トン/年であるが、輸出量は500万トンを超えており世界第1位である。

タイの米生産については、まずその収穫面積が1990年代に入って減少していることが注目される。1996年におけるタイ米の収穫面積は約920万haと、最盛期の約990万ha(1990年)に比べてかなり減少している。ただし、1997年はパーツの切り下げによってパーツ建ての輸出価格が上昇したことから生産が刺激され、収穫面積は960万haに急増した。しかし、1998年には水資源の制約から、再び920万ha水準に戻っている。こうした変化を統合した結果として、1990年代の面積効果はマイナス9万トンになっている。

一方、タイの稲作は粗放的であり、米の単収はインドに比べても低く、1.49トン/haにすぎない(第4表)。しかし、単収は1980年代以降、持続的に上昇してきており、要因分解の結果によると、タイの単収効果は1970年代には停滞していたが、1980年代、1990年代ともに17~18万トン程度の供給増加を生み出していることがわかる。

次に、需要側では1人当たり消費量が1970年代から減少していることが注目される。1990年代では、1人当たり150kgを下回っており、そのため消費量効果は1970年代以降、需要の減少をもたらしている⁽⁶⁾。一方、人口増加率が1960年代の年率3.1%から1990年代の0.9%まで急速に低下したことから(第5表)、人口効果による需要拡大は、1970年代の年平均21万トンから1990年代の同9万トンまで縮小している。

総合効果の動きをみると、1980年代には供給が増加した一方で、需要が停滞したことから、年平均30万トンという大きな供給余剰が生じ、輸出が拡大した。しかし、1990年代には収穫面積が減少した影響が大きく、総合効果は年平均8万トンまで減少している。

4) ベトナム

ベトナムの米生産は、1980年代以降も拡大している。1980年代では平均約

1,000万トンを生産していたが、1990年代には約1,600万トンまで増加している。その結果、1988年以降ベトナムは大量の米輸出を行っており、現在では世界第2位の米輸出国に成長している。

ベトナムの要因分解結果によると、面積効果は1970年代以降プラス値が続いている。特に1990年代には年平均30万トン近くまで増加している(第3表)。この背景には、ドイモイ政策の効果もあってベトナムの米収穫面積が概ね一貫して拡大基調にあること、特に南部ベトナムのメコンデルタで三期作の普及により収穫面積が拡大していることが指摘できる。

また、単収についても、1980年代に入ってからの上昇は著しく、現在の単収水準は2.5トン/haである。この土地生産性の上昇は、高収量品種の普及、肥料・農薬等の投入量の増加、そして灌漑の拡大によってもたらされた。またドイモイ政策による農民の生産意欲の増大も米の増産に大きく貢献したと考えられる。その結果、単収効果は1980年代で年平均48万トン、1990年代でも同35万トンとなっている。

一方、需要側では、1人当たりの米消費量が1990年代でも増加傾向にあるため消費量効果は1980年代、1990年代ともに、年平均18万トンと一貫して需要増加を生み出している。ただし、ベトナムの1人当たり消費量は、1990年代の平均では191kg/人と、既に高い水準にあるため、今後、大幅な上昇は見込めないであろう⁹⁾。また、人口効果は1990年代で年平均26万トンであるが、人口増加率は1990年代でも1.95%と高いので(第5表)、この増加率は将来的には低下するとしても、当面は相当量の追加的な国内需要が人口増加によってもたらされると考えられる。

総合効果を見ると1970年代以降は、供給量の増加が需要の伸びを上回っており、ベトナムの輸出余剰は拡大傾向にあることがわかる。総合効果の数値は、1970年代で年平均10万トン、1980年代で同19万トンと連続して増加しており、1990年代でも同20万トンと増加している。

5) インドネシア

インドネシアでは自給を目指した米の増産計画が政府によって継続的に取り

生まれ、1980年代の初めには一時的に米の国内自給を達成した。ところが、1990年代にはいると大規模な輸入が行われるようになった。特に1997年にはエルニーニョ現象の影響や、同時的に発生した通貨・経済危機や政治的危機による社会経済的混乱から大幅な減産が生じたこともあり、1998年には500万トンを超える輸入を行っている。

インドネシアの米の収穫面積は、1960年代平均の740万haから1990年代の1,100万haへと、一貫して増加傾向にある。そのため、面積効果も一貫してプラスの値を示し、特に1980年代は年平均45万トン、1990年代でも同30万トンの供給増加を生み出している。国内で最も開発の進んでいるジャワ島では都市化により農地の壊廃・転用のため水田面積は減少しているが、スマトラ島、カリマンタン島等の外領で水田の拡大は続いている。

インドネシアでも供給量の動向に対して、より大きな影響を与えているのは単収の上昇である。1970年代に1.80トン/haであった単収水準は、1980年代には2.66トン/haに上昇した。これには灌漑事業の伸展をはじめ、高収量品種や肥料・農薬等の供給・普及が1960年代のピマス計画以来、積極的に行われたことが貢献している。その結果、単収効果は1970年代には年平均43万トン、1980年代には年平均72万トンと高い供給増加をもたらした。しかし、1990年代には単収上昇が頭打ちとなったことから、単収効果は年平均1万トンのマイナス値となった。

次に需要側について見ると、1990年代の1人当たり米消費量は年間169kgの高い水準であり、既にその増加率は停滞してきていることが注目される（第4表）。その結果、消費量効果も頭打ちになっており、1980年代には年平均50万トンであったが、1990年代には同効果は年平均9万トンにまで低下している。一方、人口効果は1980年代で年平均50万トンであった。インドネシアの人口増加率は1990年代で1.6%にまで低下しているが、絶対数の増加が大きいため、1990年代でもやはり同50万トンと高い水準を維持している。

最後に総合効果の推移を見ると、1980年代において米消費は急速に拡大したが、生産はそれ以上に増加したことから、供給余剰は増加傾向にあった。

そのため1980年代の総合効果は年平均10万トンの増加となっていた。しかし、1990年代においては、単収上昇率が急速に低下したことから供給の伸び率が低下し、需要増加に見合うだけの生産増加は達成されなかった。そのため1990年代の総合効果は年平均30万トンのマイナスとなった。

6) フィリピン

フィリピンもインドネシアと同様に「緑の革命」の効果により1970年代の後半から1980年代の前半にかけては、ほぼ自給を達成し、輸出すら行っていた。しかし1990年代に輸入が拡大傾向を示しはじめた。特に1998年にはエルニーニョ現象による減産のため200万トン近い量を輸入した。

要因分解の結果からは、国際稲作研究センター（IRRI）がおかれているフィリピンでは「緑の革命」技術の普及が、前述したインドネシアに比較して、相当早い時期から進展していたことがわかる。生産増加が顕著に見られるのは1970年代である。面積効果は1970年代に、年平均6万トンの供給増加をもたらした。しかし、同効果は1980年代にはマイナスとなり、2万トンの供給量減少をもたらした。単収効果も1970年代に大きく増進し、年平均12万トンの供給余剰をもたらしている。しかし、その後は減少しており、1990年代には年平均で6万トンにすぎない。

1人当たり消費量は1970年代において増加が顕著であった。1970年代の消費量効果は年平均7万トンとなっている。しかし、1980年代の1人当たり消費量は105 kg、1990年代では107 kgとほぼ頭打ちになっており、それぞれ年平均3万トン、同4万トンの低水準になっている。フィリピンでも、継続的に需要拡大をもたらしているのは人口増加である。カトリックの影響の強いフィリピンでの人口増加率は他のアジア諸国に比べて高く、1990年代でも年率2.1%となっている。そのため、人口効果は1970年代で年平均10万トン、1980年代で同13万トン、1990年代で同16万トンと趨勢的に増加している。

その結果、1人当たり消費量が減少した1960年代や、「緑の革命」が進展した1970年代では総合効果はプラスとなり供給余剰が増加していたのであるが、1980年代以降は需要増加に生産の拡大が追いつかず、1980年代の総合効果は

年平均マイナス8万トン、1990年代は同マイナス11万トンとなっている。近年におけるフィリピンの米輸入の拡大については、気象変動による減産の影響が強調されることが多いが、以上の分析からわかるように、趨勢的に需要の伸び率を供給の伸び率が下回っていることの影響も大きいといえるだろう。

7) バングラデシュ

バングラデシュは、多くの栄養不足人口を抱え、食料不足がしばしば問題視されている国の一つである。1980年代まで同国は、米については、ほぼ自給か数十万トン程度の輸入を行っていた。しかし、1990年代に入って洪水等の災害が頻発し、100万トンを超える輸入を行い（1995年、1997年）、また1998年には200万トンを超える輸入を行った。

要因分解結果について、まず面積効果を見ると1960年代の年平均26万トンが最大で、以後は停滞していることがわかる。1980年代は同6万トンとプラスであるものの、1970年代と1990年代ではそれぞれ同2万トンと同10万トンのマイナス値になっている。これは、バングラデシュにおいては農地の外延的拡大の余地はほとんどなく、収穫面積の拡大のためには、灌漑排水施設の整備等による土地利用率の上昇によらなければならない事情を反映している。

次に単収についてみると、バングラデシュの単収水準は1.8トン/haとここで取りあげた7カ国の中では最低である。しかし、乾期作において浅井戸ポンプによる灌漑面積が拡大し、優良品種や肥料の利用が普及したことや、雨期作でも高収量品種の作付が拡大したことから、同国の単収は趨勢的に上昇している。単収効果の推移を見ると、1980年代までは持続的に拡大しており、1980年代の同効果は年平均46万トンであり、1990年代でも同9万トンとなっている。

需要側についてみると、1960年代の1人当たり消費量は年間184kgと最も高かったことが目を引く。しかし、1970年代には、1人当たり消費量は平均で159kgまで低下した。その結果、消費量効果は1970年代に年平均でプラス25万トンと需要を減少させるように働いた。その後1980年代と1990年代では年間の消費量が150～160kg/人で停滞している。そのため、1990年代では消費

量効果はほぼゼロに近くなっている。

バングラデシュの場合でも、米需要の増加は主に人口増加からもたらされている。人口増加率は1990年代においては年率1.6%と低下しているが、1980年代までは年率2%を超える高い水準にあった。その結果1970年代以降、人口効果は一貫して年平均30万トンを超える需要増加を生じてきている。

バングラデシュの総合効果は1980年代までプラスで推移した。この背景には、世界屈指の高い人口密度という条件下で、穀物の安定的自給を目指した農業政策がとられていた効果があるだろう。その結果1990年代前半にはほぼ自給が定着したかにも見えた。しかし、1994年以降頻繁に干ばつ、洪水に見舞われ、また趨勢的に土地生産性の上昇が頭打ちになっていることから、年100万トンを超える米輸入を行うようになってしまった。1990年代の総合効果はマイナス31万トンであり、これは毎年31万トンずつ需給ギャップが拡大していることを意味している。

(3) 小括

米の大生産国である中国では、人口増加がもたらす需要の拡大を主に単収の向上によってまかなってきたが、単収上昇率の頭打ち傾向から供給の余剰は減少してきている。インドでも主に単収上昇が生産拡大を支え、輸出余剰を生み出したが、供給余剰の増大傾向は急速に低下している。中国とインドの両国では、人口増加による需要増加が1990年代においても毎年100万トンを超えており、持続的な生産増加が実現されなければ、大規模な輸入が必要となる状況は変わっていない。

大輸出国であるタイでは、収穫面積は停滞または減少している。しかし、国内需要もほぼ停滞しているので、土地生産性の向上があれば、輸出余力拡大の可能性はあると見られる。同じく輸出国のベトナムでは単収上昇とともに、収穫面積の拡大による生産増加が進展している。タイに比べるとベトナムの人口増加率はいまだ高いが、1人当たり消費量は、ほぼ飽和段階にある。そのため両国とも国際価格の動向如何によっては輸出をさらに拡大しうる状況にあると

みられる。

大輸入国であるインドネシア、フィリピン、バングラデシュの要因分解結果は、これら諸国の近年の輸入増加の背景として、短期的な気象変動の影響もあるが、傾向的に供給の伸びが需要の伸びを下回ってきていることが、その要因として重要であることを物語っている。

供給面についてみると、ここでの分析は1970年代から1980年代にかけて進展した「緑の革命」といわれる近代的農法の普及が、食料問題を緩和するのに極めて重要であったことを示している。しかし既に1991年において、中国を除くアジアで67%、中国では100%、開発途上国全体では74%の耕地において米の近代品種が作付されており (Byerlee [1, p.698, Table 1]), 「緑の革命」技術はその普及が既に一巡してしまっただろう。その結果としての米の単収上昇率の急速な低下が、近年の逼迫化傾向の背景にあるものとして注目される。

需要面では1人あたり消費量の停滞傾向と人口増加による需要増加の効果をバランスよく見ておく必要がある。1人当たり消費量については、停滞あるいは減少傾向が概ね共通に観察された。このことは、わが国が経験したと同じく、米を主食としている地域で所得の上昇にともなって、食料消費の形態が米を主体としたものから畜産物を多く含むものへとシフトしていることを反映している。しかし同時に、人口増加から生じる米需要の増加が、いまだに相当大きいものであることが、要因分析から示された。

次章では、要因分析によって明らかとなった各国ごとの需給変動要因の趨勢的变化が、国際市場における価格の調整機能を受けて如何なる帰結をもたらさうかについて、国際米市場を定量的に分析できる計量経済モデルを開発・利用して検討する。

注(1) 近年の農業センサスの結果から、中国の耕地面積は全体として4割程度過少に推計されていたことが、明らかになってきている。しかし各品目の収穫面積については今のところ改定された数値を入手することができないので、本稿の分析は全て即応の統計数値に基づいて行なった。

- (2) 井上・長澤・中川〔6〕では、中国、インド、タイ、ベトナムについて本稿と同じ手法で要因分析を行っている。この節での分析はそれを拡充させたものである。
- (3) 黒龍江省の稲作の状況については、例えば伊東〔9, 75～80 ページ〕を参照されたい。
- (4) ハイブリッド米の普及については、国際農林業協力協会編〔11, 56～61 ページ〕や農業総合研究所・国際農林水産業研究センター〔19, 31 ページ〕を参照されたい。
- (5) 農業総合研究所・国際農林水産業研究センター〔19, 64～65 ページ〕は米を含むインドの農産物全体に関わる問題点として生産・流通・加工にわたるインフラの整備の遅れ、技術革新の枯渇、地下水位の低下、土壌劣化、農業補助金の撤廃等を指摘し、特に地下水位の低下は米に与える影響が大きいことを指摘している。
- (6) 単収効果に影響を与えるのは、単収の増加分と収穫量の水準であって、単収の水準ではないことに注意されたい。インドの米の単収の増加分は1980年代には年平均67 kg/haと高かったが、1990年代には年平均22 kg/haに低下している。
- (7) 消費量効果は1人当たり消費量の増加分と人口の影響を受ける。インドの1980年代の1人当たりの消費量の増加は0.41 kg（年平均）であったが、1990年代には0.07 kgに低下している。
- (8) タイにおける米消費の減少傾向を含む食生活の変化については、Itharattana〔4, p.13～35〕を参考にされたい。
- (9) Chien〔2, p.8～9〕はサンプル調査に基づくものではあるが、ベトナムにおける米消費の減少傾向について述べている。

4. 世界穀物需給モデルによるシミュレーション分析

(1) 課題

3.ではアジア開発途上国における米需給構造を決定している諸要因、特に単収の動向や1人当たり消費量の動きに趨勢的な変化が生じてきており、結果として多くのアジア諸国の米需給が逼迫化傾向に移行しつつあることが、統計数値の要因分解から解明された。しかし1.で述べたように、国際機関等による将来の食料需給の展望は多くの場合楽観的なものであり、米についても実質価格の長期的な下落傾向を予測している（第1表）。この背景として、これまでの研究が近年の趨勢変化、特に米生産力の頭打ち傾向を、取り入れたものでないことがあげられるだろう。この章では、3.で明らかにされた消費動向や技術

進歩等の趨勢に見られる変化が、将来の国際米需給に対して与える影響を、独自に開発した需給モデルを利用して定量的に分析することを試みる。

分析に先立って、需給モデルを利用して国際米市場を定量的に分析した先行研究を振り返り、本稿の分析の意義付けを行っておく。

わが国において、米の国際市場を需給モデルによって分析した研究としては大賀〔20〕が先駆的である。これは、日本、アメリカ、タイ、中国それぞれについて需給動向を検討し計量分析を行うとともに、「国際米需給パイロットモデル」と名づけられた国際需給モデルを開発している。ただし、このモデルによる分析は静学的なものであり、特に将来の需給に関するシミュレーションは行われていない。

大賀〔22〕はIFPSIM (International Food and Agricultural Policy Simulation Model) と名づけられた大規模な需給モデルを開発・利用して、2020年を目標年とする長期的な食料需給予測を行っている。IFPSIMは米のみならず穀物、油糧種子、畜産物を網羅した大規模な需給モデルであり、また政策シミュレーション分析を念頭において開発されたものである。これは世界の食料市場を対象とした需給モデルとして代表的なものである⁽¹⁾。この研究は広く食料全般の需給予測を試みたものであり、米については、アジアでの人口の伸びの低下と所得上昇によって、将来の米需給は長期的には緩和していくと見込んでいる。ただし、2020年における1haあたり3.8トンという単収の予測結果（上昇率は年率1.8%）は「現在の感覚からすると途方もない数字に見える」（大賀〔22, 113ページ〕）と述べ、検討の余地のあることを示唆している。

また米の貿易については、歴史的な実態をふまえ、「主要な輸出国を除き、アジア諸国については自給政策を前提としており、国内需給ギャップは国際市場に影響を及ぼさない」（大賀〔22, 113ページ〕）との仮定をおいている。しかし1990年代に入ってインドが米の大輸出国として登場してきたことや、インドネシアが大規模な輸入を繰り返していることなどを考慮すると、アジア諸国の需給ギャップが国際需給情勢に影響を及ぼすとの認識に立った分析が、現

在では重要になっているといえよう。

一方、国際米市場に限定した需給モデルによる研究として、アーカンソー大学の AGRM (Arkansas Global Rice Model) による研究が国際的に知られている。AGRM はアーカンソー大学で開発された国際米市場を分析するための計量経済モデルであり、20 の主要な米の生産・消費国と「その他世界」から構成されている。Wailes *et al.* [30] は AGRM を利用して 1997 年から 2010 年までの世界コメ市場の予測を行っており、アメリカ 1996 年農業法の影響などの政策変化の影響も考慮している⁽²⁾。

AGRM では、インディカ米とジャポニカ米を区別した価格と需給の予測値が示されている点が注目される。ただし実際には、各国やアメリカの州をそれぞれインディカ米あるいはジャポニカ米の生産・消費地域と仮定し、それぞれの地域の生産・消費量を集計することで各タイプ別の需給を予測しているの(アーカンソー州とルイジアナ州は両タイプの生産を行うとされている)、実際に世界の米市場を分割したモデル構造になっているわけではない。また AGRM は米単独のモデルであり、他の農産物との代替・補完関係は単純化して取り扱われている。

FAO, OECD, IFPRI, 世界銀行等の国際機関は、それぞれ独自の需給モデルを用いて多くの農産物の国際需給予測を行っている。例えば OECD [23] はアジア諸国の動向を中期の見通しに取り込んでいる⁽³⁾。しかし国際機関による将来予測では、方程式体系や利用されたパラメーター等は必ずしも明示されず、市場見通しの変更がいかなる客観的根拠に基づいているのかは、部外者にとっては必ずしも明快でない。そのため、こうした国際機関による需給展望と本稿の予測結果を比較し、その違いをもたらした要因を明確にすることは必ずしも容易ではない。近年では Yap [31] が FAO の世界食料モデルを利用してウルグアイ・ラウンド農業合意の国際米市場への影響を検討している。ただし、この場合も分析で実際に利用された FAO のモデルの詳細は明示されていない。

以上のような状況をふまえ、本稿では AGRM とは異なって、米の代表的な代替物である小麦とトウモロコシの需給を同一モデルの中で明示的に取り扱う

計量需給モデルを開発する。そのモデル構造は、仮定とその帰結が解釈しやすいものとなるよう、比較的単純なものとする。

国際貿易に関しては、アジア諸国を含む、各国・地域での米市場の需給ギャップが国際貿易を通じて調整され、そうして生じた国際価格の変化が、ダイナミックに各地の米の需給構造に影響を与えていくと仮定する。そして、1990年代の動向をシミュレーションに反映できるよう可能な限り最新の情報を利用して、2010年を目標年とした将来需給予測を傾向延長的な前提に基づいて行うこととする。

シミュレーションによる2010年における国際米需給の将来像は、経済成長や技術進歩の動向によって誘発されている近年の米需給をめぐる基調変化の影響を、いわば拡大して評価するものであり、こうした基調変化のもつ意味をより明快に示すことになると期待される。

(2) 世界穀物需給モデルの構造と特徴

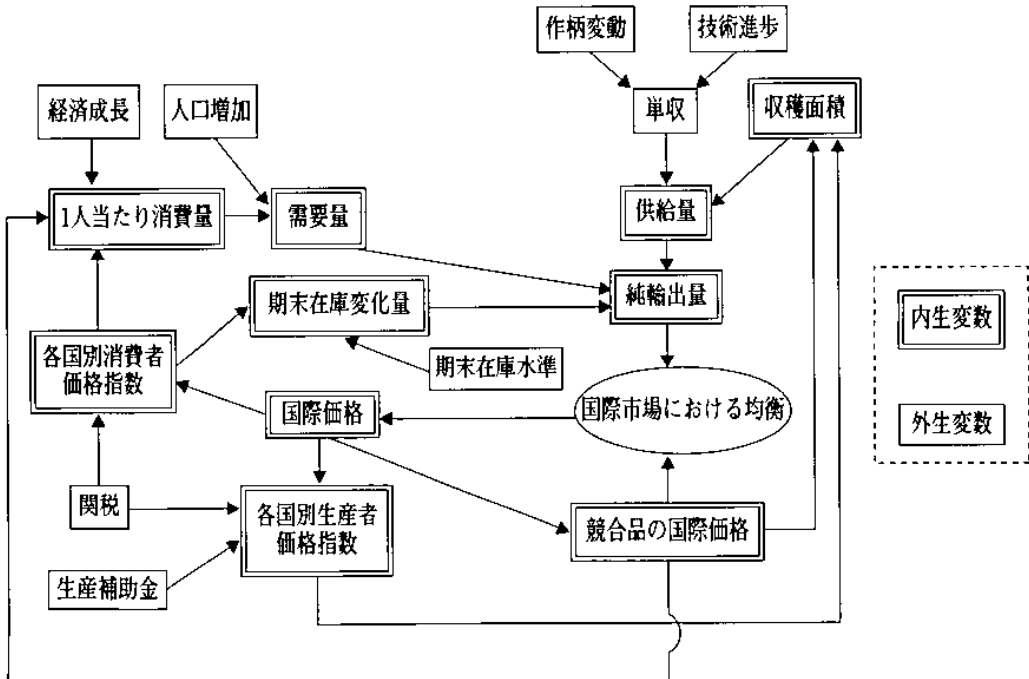
本稿で開発する計量経済モデルは、米とその重要な代替物である小麦とトウモロコシを対象とした国際需給モデルであることから、以下では「世界穀物需給モデル」と呼ぶ⁽⁴⁾。

さて、国際米市場の分析には、国際需給モデルを利用し、各国間の貿易を考慮することが必須になってきている。ただしこうした大型の需給モデルはその規模が大型化するにつれ、その全体像の理解が困難になるという問題点を持っている。また大型化すればするほど様々なデータを更新していく作業量が累増し、モデルを実際の需給分析に利用することの困難が増していく。米を含む世界の穀物市場の動向は、経済成長や技術進歩の動向やWTO体制への移行といった貿易体制の変容等から1990年代においてさまざまな変化を起こしており、近年の動向をふまえた分析が必要となっていることは言うまでもない。

世界穀物需給モデルは、分析対象が米に限られているAGRMに比較すると、他穀物の需給動向の影響をモデル内で取り扱っているため、穀物市場全体の動きを包括的にモデル化することが可能となっている。一方、畜産物や油糧作物

第6表 世界穀物需給モデルで対象とした国・地域

	国・地域		国・地域
アジア地域	日本 韓国 中国 北朝鮮 ベトナム フィリピン マレーシア インドネシア タイ ラオス ミャンマー パキスタン インド バングラデシュ その他アジア	北米地域	カナダ アメリカ合衆国
		中南米地域	メキシコ アルゼンチン ブラジル チリ ペルー その他中南米
		ヨーロッパ地域	ヨーロッパ
		旧ソ連地域	旧ソ連
		アフリカ地域	エジプト ナイジェリア 南アフリカ その他アフリカ
オセアニア地域	オーストラリア ニュージーランド その他オセアニア		



第2図 モデルの概念図

までも対象にしている IFPSIM と比較すると逆に、本稿のモデルは米、小麦、トウモロコシの3穀物に対象を限定したものであり、相対的に小規模なものである。しかし対象を限定したことで、必要な統計をアップデートし、利用するパラメーターを検討していくというモデルの「更新」を迅速に行えるという利点を有している。したがって世界穀物需給モデルは操作性に優れ、かつ主要3穀物の国際市場を、近年の動向を踏まえて、総合的にかつ迅速に分析していくことを可能とする構造、規模をもったモデルであるといえよう。

世界穀物需給モデルは全世界を対象地域としており、わが国と関係の深いアジア太平洋地域を中心に、世界32の国・地域を特定化している(第6表)。この中には、世界の米の主要生産国と主要消費国はすべて特定化されている。世界穀物需給モデルの内部では、これら32地域ごとの地域需給モデルが構築され、さらに、これらの地域需給モデルが国際市場でリンクされ、純輸出量と純輸入量の世界合計が均衡するように国際価格が決定される(第2図)。

世界穀物需給モデルの基本的な構造方程式は以下の通りである。各品目の各地域ごとの地域需給モデルは、以下に示した(1)~(7)の7本の構造方程式より構成されている。(8)式は国際市場の均衡を表している。

$$YLD_{tj} = YLD_{t-1j} * (1 + YG_{ij}) \quad (1)$$

$$HAR_{tj} = HAR_{t-1j} * \prod_{k=1}^3 (PT_{t-1kj} / PT_{t-2kj})^{\wedge} ESP_{ikj} \quad (2)$$

$$QPR_{tj} = YLD_{tj} * HAR_{tj} \quad (3)$$

$$QPR_{tj} = QPD_{t-1j} * \prod_{k=1}^3 (CP_{tkj} / CP_{t-1kj})^{\wedge} ESP_{ikj} * (1 + IG_{tj})^{\wedge} EDI_{ij} \quad (4)$$

$$QD_{tj} = QPD_{tj} * POP_{t-1j} * (1 + PG_{tj}) \quad (5)$$

$$STK_{tj} = STK_{t-1j} * (CP_{ti} / CP_{t-1i})^{\wedge} (-1.5) \quad (6)$$

$$NEX_{tj} = QPR_{tj} - QD_{tj} \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{32} NEX_{tj} = 0 \quad (8)$$

ただし、

YLD_{tj} : t 期 i 品目 j 地域の単収

YG_{ij} : i 品目 j 地域の単収変化率

HAR_{tj} : t 期 i 品目 j 地域の収穫面積

PP_{tij} : t 期 i 品目 j 地域の生産者価格指数

CP_{tij} : t 期 i 品目 j 地域の卸売価格指数

ESP_{ikj} : $k=i$ の場合は i 品目 j 地域の供給自己価格弾力性, $k \neq i$ の場合は i 品目 j 地域の供給交差価格弾力性

QPR_{tij} : t 期 i 品目 j 地域の生産量

QPD_{tij} : t 期 i 品目 j 地域の 1 人当たり需要量

EDP_{ikj} : $k=i$ の場合は i 品目 j 地域の需要自己価格弾力性, $k \neq i$ の場合は i 品目 j 地域の需要交差価格弾力性

IG_{tj} : t 期 j 地域の 1 人当たり実質 GDP 成長率

EDI_{ij} : i 品目 j 地域の需要所得弾力性

QD_{tij} : t 期 i 品目 j 地域の需要量

POP_{tj} : t 期 j 地域の人口

PG_{tj} : t 期 j 地域の人口増加率

STK_{tij} : t 期 i 品目 j 地域の期末在庫量

NEX_{tij} : t 期 i 品目 j 地域の純輸出力

$i=1, 2, 3$ はそれぞれ米, 小麦, トウモロコシを示す。

単収は変化率 YG_{tj} で毎年変化すると仮定されている ((1)式)。収穫面積は 1 期前と 2 期前の生産者価格指数, 供給の自己価格弾力性と交差価格弾力性で決定される ((2)式)。供給量は単収と収穫面積の積として求められる ((3)式)。1 人当たりの需要量は, 当期と 1 期前の卸売価格指数の比, 需要の自己価格弾力性, 交差価格弾力性, 1 人当たり実質 GDP 成長率, 需要の所得弾力性で決定される ((4)式)。各地域の総需要量は 1 人当たり需要量と人口の積である ((5)式)。期末在庫量は当期と 1 期前との卸売価格指数の比に対応して変化する ((6)式)。純輸出力は供給量から需要量と期末在庫の変化量を差し引いて求められる ((7)式)。世界全体で純輸出力の合計は毎年ゼロになることが仮定されており ((8)式), この均衡条件をみたすように各品目の各年の国際価格が決定される。

各品目の国際価格は 1997 年を 100 とした指数として取り扱われている。米

については、関税率削減の効果を分析するために、各国・地域ごとに国際価格指数から一定の仮定の下で計算された米の生産者価格指数と卸売価格指数がそれぞれ用いられている。各国・地域の価格指数は、関税削減の約束を行っていない国・地域については以下の(9)、(10)式を、また関税削減の約束を行っている国・地域の場合は(11)、(12)式を適用して計算した。

$$PP_t = PP_{t-1} * (WP_t / WP_{t-1}) \quad (9)$$

$$CP_t = CP_{t-1} * (WP_t / WP_{t-1}) \quad (10)$$

$$PP_t = PP_{t-1} * (\#1 + ST * \#2 + (1 + AT * \#3) * (WP_t + \#4)) / (\#1 + ST * \#2 + (1 + AT * \#3) * (WP_{t-1} + \#4)) \quad (11)$$

$$CP_t = CP_{t-1} * (ST * \#2 + (1 + AT * \#3) * (WP_t + \#4)) / (ST * \#2 + (1 + AT * \#3) * (WP_{t-1} + \#4)) \quad (12)$$

ただし、 WP_t ：1997年の国際価格を100とした t 期の国際価格指数、 $\#1$ ：生産者保護額、 ST ：従量関税率の初期値、 $\#2$ ：従量関税の削減スケジュール、 AT ：従価関税率の初期値、 $\#3$ ：従価関税の削減スケジュール、 $\#4$ ：輸送費である。

世界穀物需給モデルはラグ付の変数を持ち、モデル内で計測された価格と需給量が、次期の価格と需給量に影響を与えるという動学的構造を持っている。そのため、32国・地域のそれぞれの米、小麦、トウモロコシの各年の国際価格、生産量、需要量、在庫量、貿易量等を予測することが可能となる。また、単収上昇率の変化や経済成長の動向等の様々な要因が穀物需給に与える影響の定量的な評価も可能となっているのである。

世界穀物需給モデルは統合型のモデルであり、モデルで使用されている需要および供給弾力性値は、FAOの世界食料モデルをはじめとする既往の研究成果を援用したものである。そして適切なパラメーターを得られない場合にのみ、独自に推計した。米、小麦、トウモロコシの需要と供給の弾力性値はそれぞれ第7表、第8表、第9表に掲げた。

生産量、在庫量、消費量等の数値はアメリカ農務省のPS&D Viewを利用した。これはPS&D Viewが推定値も含めて最近年の数値まで公表しており、

第7表 需要及び供給の弾力性値(米)

	米						
	供給弾力性			所得	需要弾力性		
	価格				価格		
	米	小麦	トウモロコシ	米	小麦	トウモロコシ	
日本	0.193	0.000	0.000	0.000	-0.100	0.040	0.000
韓国	0.150	0.000	0.000	-0.018	-0.200	0.050	0.000
中国	0.040	-0.040	-0.010	0.060	-0.120	0.010	0.000
北朝鮮	0.155	-0.005	-0.010	0.300	-0.250	0.040	0.000
ベトナム	0.110	0.000	-0.005	0.100	-0.200	0.000	0.000
フィリピン	0.120	0.000	-0.030	0.200	-0.250	0.000	0.000
マレーシア	0.180	0.000	0.000	-0.050	-0.300	0.020	0.040
インドネシア	0.125	0.000	-0.015	0.200	-0.380	0.020	0.000
タイ	0.140	0.000	-0.012	0.050	-0.100	0.000	0.000
ラオス	0.070	0.000	0.000	0.400	-0.200	0.000	0.000
ミャンマー	0.143	-0.006	0.000	0.200	-0.200	0.000	0.000
パキスタン	0.135	-0.045	0.000	0.260	-0.420	0.240	0.000
インド	0.120	-0.026	0.000	0.300	-0.400	0.060	0.010
バングラデシュ	0.109	0.000	0.000	0.280	-0.400	0.100	0.000
その他アジア	0.400	-0.150	-0.150	0.100	-0.250	0.100	0.050
オーストラリア	0.384	-0.132	0.000	0.200	-0.350	0.180	0.000
ニュージーランド	0.000	0.000	0.000	0.100	-0.200	0.100	0.000
その他オセアニア	0.156	0.000	0.000	0.500	-0.250	0.030	0.000
カナダ	0.000	0.000	0.000	0.200	-0.250	0.100	0.000
アメリカ合衆国	0.200	0.000	0.000	0.200	-0.280	0.120	0.020
メキシコ	0.445	0.000	-0.150	0.300	-0.380	0.060	0.100
アルゼンチン	0.490	-0.175	-0.185	0.100	-0.400	0.200	0.000
ブラジル	0.460	-0.110	-0.125	0.200	-0.450	0.060	0.000
チリ	0.275	-0.144	-0.113	0.300	-0.400	0.200	0.000
ペルー	0.315	-0.040	-0.125	0.300	-0.250	0.040	0.030
その他中南米	0.400	-0.100	-0.130	0.200	-0.400	0.100	0.070
ヨーロッパ	0.250	-0.270	-0.550	0.100	-0.300	0.100	0.050
旧ソ連	0.378	-0.180	-0.060	0.300	-0.230	0.100	0.000
エジプト	0.265	-0.070	-0.150	0.200	-0.300	0.050	0.040
ナイジェリア	0.195	0.000	-0.060	0.200	-0.550	0.010	0.000
南アフリカ	0.225	0.000	0.000	0.200	-0.300	0.000	0.000
その他アフリカ	0.500	0.000	-0.050	0.400	-0.250	0.050	0.100

第8表 需要及び供給の弾力性値(小麦)

	小麦						
	供給弾力性			所得	需要弾力性		
	価格				価格		
	米	小麦	トウモロコシ	米	小麦	トウモロコシ	
日本	-0.075	0.265	0.000	0.000	0.120	-0.250	0.100
韓国	-0.090	0.225	0.000	0.300	0.200	-0.400	0.000
中国	-0.030	0.110	-0.010	0.200	0.020	-0.100	0.010
北朝鮮	-0.060	0.230	-0.030	0.300	0.180	-0.400	0.020
ベトナム	0.000	0.000	0.000	1.000	0.200	-0.600	0.000
フィリピン	0.000	0.000	0.000	0.500	0.100	-0.300	0.050
マレーシア	0.000	0.000	0.000	0.310	0.100	-0.280	0.000
インドネシア	0.000	0.000	0.000	0.700	0.400	-1.000	0.350
タイ	0.000	0.000	0.000	0.500	0.300	-0.550	0.000
ラオス	0.000	0.000	0.000	1.000	0.200	-0.600	0.000
ミャンマー	-0.055	0.193	0.000	0.330	0.200	-0.400	0.040
パキスタン	-0.020	0.120	0.000	0.200	0.080	-0.250	0.020
インド	-0.056	0.133	-0.007	0.400	0.150	-0.250	0.020
バングラデシュ	-0.061	0.124	0.000	0.400	0.400	-0.500	0.000
その他アジア	-0.060	0.085	-0.030	0.300	0.050	-0.200	0.020
オーストラリア	0.000	0.123	0.000	-0.200	0.080	-0.200	0.040
ニュージーランド	0.000	0.462	-0.060	-0.200	0.020	-0.080	0.010
その他オセアニア	0.000	0.150	0.000	1.000	0.200	-0.600	0.010
カナダ	0.000	0.126	-0.060	-0.200	0.020	-0.190	0.020
アメリカ合衆国	0.000	0.281	-0.162	-0.300	0.020	-0.090	0.010
メキシコ	0.000	0.380	-0.175	0.400	0.010	-0.350	0.070
アルゼンチン	0.000	0.370	-0.125	-0.050	0.020	-0.320	0.090
ブラジル	-0.193	0.208	-0.175	0.300	0.100	-0.460	0.200
チリ	-0.008	0.268	-0.036	0.200	0.060	-0.300	0.030
ペルー	-0.150	0.515	-0.160	0.300	0.060	-0.300	0.050
その他中南米	-0.050	0.450	-0.060	0.300	0.050	-0.300	0.070
ヨーロッパ	0.000	0.050	-0.300	0.100	0.020	-0.200	0.040
旧ソ連	0.000	0.320	-0.072	0.100	0.020	-0.120	0.000
エジプト	-0.125	0.310	-0.200	0.100	0.020	-0.200	0.020
ナイジェリア	-0.100	0.305	-0.100	1.200	0.040	-0.800	0.030
南アフリカ	0.000	0.338	-0.203	0.100	0.000	-0.200	0.050
その他アフリカ	-0.015	0.600	-0.100	0.400	0.050	-0.500	0.100

第9表 需要及び供給の弾力性値 (トウモロコシ)

	トウモロコシ						
	供給弾力性			所得	需要弾力性		
	価格				価格		
	米	小麦	トウモロコシ	米	小麦	トウモロコシ	
日本	0.000	0.000	0.145	0.260	0.000	0.200	-0.200
韓国	-0.075	0.000	0.145	0.200	0.000	0.000	-0.350
中国	-0.035	-0.020	0.095	0.300	0.000	0.020	-0.130
北朝鮮	-0.050	-0.010	0.145	-0.100	0.230	0.060	-0.400
ベトナム	-0.090	0.000	0.175	0.300	0.200	0.000	-0.350
フィリピン	-0.066	0.000	0.143	0.200	0.000	0.020	-0.200
マレーシア	-0.072	0.000	0.114	0.170	0.160	0.000	-0.280
インドネシア	-0.060	0.000	0.150	0.420	0.100	0.160	-0.560
タイ	-0.066	0.000	0.143	0.700	0.150	0.050	-0.300
ラオス	-0.050	0.000	0.130	0.480	0.200	0.000	-0.350
ミャンマー	-0.077	-0.033	0.253	0.100	0.100	0.090	-0.260
パキスタン	-0.050	-0.075	0.100	0.100	0.000	0.200	-0.280
インド	-0.072	-0.042	0.210	0.100	0.150	0.160	-0.600
バングラデシュ	-0.108	-0.036	0.060	0.300	0.150	0.500	-0.500
その他アジア	-0.080	-0.040	0.180	0.100	0.130	0.100	-0.400
オーストラリア	0.000	-0.350	0.545	-0.200	0.000	0.400	-0.500
ニュージーランド	0.000	-0.165	0.479	-0.300	0.150	0.000	-0.180
その他オセアニア	0.000	0.000	0.186	0.000	0.300	0.080	-0.600
カナダ	0.000	-0.360	0.360	0.000	0.000	0.120	-0.200
アメリカ合衆国	-0.058	0.000	0.239	0.090	0.030	0.100	-0.220
メキシコ	-0.050	0.000	0.470	-0.300	0.020	0.040	-0.120
アルゼンチン	0.000	-0.115	0.465	0.000	0.000	0.140	-0.450
ブラジル	-0.100	-0.100	0.400	0.400	0.000	0.250	-0.500
チリ	-0.030	-0.150	0.235	0.200	0.000	0.200	-0.400
ペルー	-0.110	-0.030	0.405	0.100	0.100	0.110	-0.300
その他中南米	-0.150	-0.005	0.400	0.250	0.100	0.090	-0.350
ヨーロッパ	-0.100	-0.300	0.430	0.250	0.050	0.200	-0.300
旧ソ連	-0.024	-0.330	0.396	0.000	0.000	0.000	0.000
エジプト	-0.090	-0.075	0.210	0.610	0.060	0.080	-0.200
ナイジェリア	-0.090	0.000	0.285	0.300	0.040	0.010	-0.280
南アフリカ	0.000	-0.090	0.355	0.370	0.000	0.040	-0.150
その他アフリカ	-0.080	-0.080	0.230	0.000	0.100	0.070	-0.400

近年の基調変化を定量的に捉えるという本稿の目的により適合的であるためである。また内生変数の初期値である1997年の値には1996年から1998年までの3カ年の平均値を用いた。これは初期値としてある年の生産量をそのまま使用すると、その時点での豊凶の影響が大きくなり、本稿のような傾向延長的な手法による将来予測に対して過大な影響を与えるためである。

モデルのプログラミングはVBAで行った。収束計算にはニュートン法を用いている。数値の入出力は全てExcelのスプレッドシート上で取り扱っているため、操作性は極めて高く、データの更新やシミュレーション分析が容易である。また、VBAで書かれているために、特定国の政策や農業を巡る諸条件をモデル内に取り入れることが容易となっている。

(3) シミュレーション分析

1) 資料

前述したように、世界穀物需給モデルの構造方程式の関数形は各国・地域で共通になっている。そのため予測結果は、基本的に採用する弾力性パラメーターや人口増加率等の外生変数の違いによって変化する。予測に用いた外生変数として、第10表に単収上昇率、第11表に人口増加率、第12表に1人当たりGDPの増加率をそれぞれ示した。人口増加率は国連の中位推計値、将来の経済成長率は世界銀行の予測値である。

2) 三つのシミュレーションシナリオ

以上の資料を用いて、(ア)ベースライン、(イ)「緑の革命再現」ケース、(ウ)「東アジア高成長再現」ケースの三つのシナリオについてシミュレーション分析を行った。ベースライン予測は、1990年代に停滞傾向が顕著となった技術進歩の動向とアジア途上国の減速した経済成長見通しをふまえ、そうした状況の継続的延長による将来像を中立的な立場から検討するものである。「緑の革命再現」ケースは、ベースラインの単収上昇率を変化させることで技術進歩の動向が米需給に与える影響をシミュレーション分析するものである。また「東アジア高成長再現」ケースは、経済成長率を変化させることでアジア諸国の経済動

第10表 米の単収上昇率

(単位：年率，%)

地 域	ベース ライン	「緑の革 命再現」 ケース
日本	1.66	1.66
韓国	0.54	0.54
中国	1.18	1.18
北朝鮮	-3.18	-3.18
ベトナム	2.38	4.44
フィリピン	1.16	2.58
マレーシア	0.66	0.66
インドネシア	0.04	2.90
タイ	1.56	1.56
ラオス	3.15	3.15
ミャンマー	-0.26	-0.26
パキスタン	3.07	3.07
インド	1.25	3.76
バングラデシュ	0.56	2.65
その他アジア	0.42	0.42
オーストラリア	2.40	2.40
ニュージーランド	0.00	0.00
その他オセアニア	0.00	0.00
カナダ	0.00	0.00
アメリカ合衆国	-0.11	-0.11
メキシコ	3.86	3.86
アルゼンチン	6.24	6.24
ブラジル	5.70	5.70
チリ	1.97	1.97
ペルー	0.22	0.22
その他中南米	0.70	0.70
ヨーロッパ	0.88	0.88
旧ソ連	-3.96	-3.96
エジプト	4.88	4.88
ナイジェリア	10.36	10.36
南アフリカ	0.00	0.00
その他アフリカ	1.15	1.15

第11表 人口増加率

(単位：年率，平均，%)

地 域	1999～ 2000年	2001～ 2005年	2006～ 2010年
日本	0.17	0.12	-0.02
韓国	0.79	0.71	0.58
中国	0.87	0.75	0.69
北朝鮮	1.45	1.13	0.78
ベトナム	1.43	1.32	1.24
フィリピン	2.01	1.86	1.62
マレーシア	1.89	1.67	1.36
インドネシア	1.37	1.21	1.08
タイ	0.90	0.82	0.77
ラオス	2.52	2.48	2.43
ミャンマー	1.23	1.12	1.06
パキスタン	2.69	2.47	2.35
インド	1.56	1.40	1.15
バングラデシュ	1.71	1.68	1.53
その他アジア	2.12	2.07	1.91
オーストラリア	0.97	0.90	0.84
ニュージーランド	0.86	0.88	0.83
その他オセアニア	2.15	2.08	1.97
カナダ	0.94	0.88	0.83
アメリカ合衆国	0.78	0.70	0.65
メキシコ	1.55	1.41	1.22
アルゼンチン	1.23	1.18	1.07
ブラジル	2.38	2.61	2.31
チリ	1.28	1.17	1.05
ペルー	1.70	1.59	1.43
その他中南米	1.53	1.45	1.33
ヨーロッパ	0.10	0.04	-0.05
旧ソ連	0.00	0.06	0.14
エジプト	1.84	1.68	1.42
ナイジェリア	2.31	2.21	2.10
南アフリカ	1.27	0.71	0.32
その他アフリカ	2.41	2.33	2.27

資料：国連人口統計（1998年）

第12表 1人当たりGDP成長率

地 域	ベース ライン		「東アジア高成 長再現」ケース
	1998～2000年	2001～2010年	2001～2010年
日本	0.71	2.23	2.23
韓国	1.22	4.05	6.31
中国	5.75	6.03	6.03
北朝鮮	0.34	0.73	0.73
ベトナム	3.86	4.56	4.56
フィリピン	1.97	3.42	3.42
マレーシア	0.97	4.18	7.68
インドネシア	-2.77	3.54	7.50
タイ	-1.30	3.76	7.02
ラオス	2.19	3.34	3.34
ミャンマー	1.49	3.03	3.03
パキスタン	0.78	2.24	2.24
インド	3.90	3.84	3.84
バングラデシュ	3.14	4.07	4.07
その他アジア	0.76	1.77	1.77
オーストラリア	1.88	2.44	2.44
ニュージーランド	1.16	2.10	2.10
その他オセアニア	0.85	0.98	0.98
カナダ	1.79	1.96	1.96
アメリカ合衆国	1.75	1.61	1.61
メキシコ	2.90	3.13	3.13
アルゼンチン	3.76	4.02	4.02
ブラジル	0.71	2.83	2.83
チリ	3.84	5.00	5.00
ペルー	2.38	2.78	2.78
その他中南米	0.75	2.11	2.11
ヨーロッパ	2.30	2.63	2.63
旧ソ連	-0.48	4.22	4.22
エジプト	2.58	2.86	2.86
ナイジェリア	0.09	0.91	0.91
南アフリカ	-0.15	1.07	1.07
その他アフリカ	1.17	1.57	1.57

向の影響をシミュレーション分析するものである。

ア. ベースライン

ベースライン予測で用いられる経済成長率は1999年時点で利用可能であった世界銀行の予測値であり、アジア経済危機後に想定された相対的に低い経済成長見通しである。

単収上昇率は、傾向延長的な予測を行う場合、将来の需給情勢に非常に大きな影響を与える変数である。恣意的あるいは薄弱な根拠に基づいたパラメーターを利用した場合、予測結果について疑問が残ることになる。したがってここでは、過去の上昇トレンドを各国ごとに一律の期間について計測し、将来の単収は計測されたトレンド値にしたがって変化していくと仮定した。

アジア地域における米の年平均単収変化率を1960年代、1970年代、1980年代、1990年代のそれぞれについて計算すると2.44%、1.90%、2.68%、0.81%となる。また1994年から1998年の5年間では年平均0.66%にまで低下している。ただし、直近5年間の単収率では各国ごとのバラツキも大きく、10年を超える本研究の予測期間に適用した場合には、意味のある予測結果を導くことが困難となるという技術的な問題点が生じた。そのため、ベースライン予測では単収の上昇率として1990～1998年間の年平均単収上昇率を各国ごとに計測して適用することとした。

以上の説明から示唆されるように、このシミュレーションは、モデルによる予測研究でしばしばベースラインあるいは基本シナリオとして設定される「もっともありそうな」ケースではなく、機械的に1990～1998年間の年平均単収上昇率を計測し適用したものであり、言うなれば「自然体予測」である。これは、近年の技術進歩動向の基調変化を定量的に分析することが課題の一つであるため、ベースラインの仮説設定において恣意的要素を極力排除し、客観性を維持することが必要と考えたためである。

なお、米に関するGATTウルグアイラウンド農業合意の影響としては、農業合意の最終年（先進国では2000年、開発途上国では2004年）以降については、最終年における関税率とミニマムアクセス輸入が継続すると仮定した。こ

れは、1999年4月のわが国のコメ数量関税化に関しては、現在の二次税率はkg当たり350円程度と高額であるため、ミニマムアクセス量を超えた輸入量は実際には例外的で、国際需給に与える影響は極めて限られていると考えられるためである。

以上の仮定に基づいて、1997年を初年度とし、2010年を最終年度とするベースライン予測を行った。

イ. 「緑の革命再現」ケース

米における「緑の革命」とは、伝統的に栽培されていた品種に替わって、肥料反応性の高い品種を化学肥料および灌漑水の多投の下で栽培することで米の単収を上昇させる技術体系の普及であり、アジアにおける米の増産に大きな役割を果たした。しかし、その増産効果は減退してきており、特に、単収上昇率は急速に低下している。3.で分析したように、各国の米需給に逼迫化傾向をもたらしている大きな要因は単収効果の減退であった。

ただし、近年の単収上昇率の低下傾向は、「緑の革命」技術の普及の一巡によって単収上昇率が低下してきたことだけが要因ではないだろう。「緑の革命」技術そのものに対して批判的な研究者からは、「緑の革命」によって普及した多投入型の灌漑稲作が持続性を欠いた農法であって、その矛盾が露呈してきているために、土地生産性が低下してきているという意見もある⁽⁵⁾。また食味に劣る多収量型品種への市場需要が限られているためその普及が制約されているという現象もアジア諸国ではしばしば見られることである⁽⁶⁾。つまり、単収上昇率の低下傾向はいくつかの要因が作用しており、また国や地域によって作用する要因のウェイトが異なるのである。この問題を世界穀物需給モデルを用いて分析する場合、大きく分けて3種のシミュレーションが想定しうる。①まず、単収上昇率の低下傾向を技術進歩の停滞傾向として捉え、外生変数である単収上昇率を操作したシミュレーションを行うことが考えられる。②次に、持続性の問題を同時に考慮する場合には、一定の供給制約的効果が考慮されるよう、供給の弾力性を変化させたシミュレーションが適切だろう。③また、消費者の選好を考慮する場合には、需要の弾力性を操作する、あるいは米市場を多収量

型のものとそうでないものとに分割して、より詳細な分析を試みることで求められる。

①のシミュレーションは、世界全体の稲作部門の供給力に関する状況を、技術進歩動向という視点から一律に評価しようという考え方に基づいている。これは、単収の上昇率が頭打ち傾向にある中で、技術進歩の源泉となる農業研究に対する投資が近年大幅に削減されていることを考慮すると、今日において必要性の高い試みであると考え⁷⁾。②や③も同様に重要な試みであることは間違いないが、意味のあるシミュレーションを行うためには、各国・地域の稲作生産や需要の構造をより詳細に明らかにし、数量的な因果関係を解明する必要がある。そのため、現時点では資料の制約もあり実施することが困難である。

そこで本稿では単収上昇率の傾向的な変化を外生的な技術進歩によるものと捉え、その傾向的な変化が将来の国際米市場に与える影響を定量的に分析するシミュレーション分析を行いベースラインと比較する。この「緑の革命再現」ケースでは、米の単収上昇率が「緑の革命」の効果が最も顕著に現れていたと考えられる1980年代の米の単収上昇率が、3.で検討した7カ国のうちの、ベトナム、フィリピン、インドネシア、インド、バングラデシュの5カ国において再現された場合を仮定した。中国の米単収は既に4.16トン/haときわめて高い水準にあるため、これがさらに1980年代の2.94%という高率で上昇することはあまりに極端な想定と考えて1990年代のものを適用した(第10表)。タイについては1990年代に入っても単収の低下傾向は認められないことから1980年代のトレンドを適用するよりも、むしろ1990年代の動向を適用するほうが「緑の革命再現」というケースの想定に適合的と考え、中国と同様に1990年代の単収上昇率を用いた。このシミュレーション結果を1990年代の単収上昇率を全面的に適用したベースライン予測の結果と比較することで、アジア諸国における1980年代と1990年代における技術進歩動向の基調変化が、国際米市場に与える影響の大きさが浮き彫りにされることが期待される。

ウ. 「東アジア高成長再現」ケース

このシミュレーションは需要側に関わるものである。1980年代以降アジア諸国が世界の成長センターとして注目され、食料消費においても伝統的主食である米の消費減退と畜産物への需要シフトが喧伝されるようになった。事実経済成長を続けている国では畜産物消費が拡大していることから、飼料需要が増加し、また麺類やパンの消費増から小麦の需要も増加している。一方で伝統的主食である米の需要は頭打ちになっている。しかし3.で見たように人口の増加が新たな米への需要をもたらし、米への需要が拡大しているのも事実である。こうしたアジアの経済成長による飼料需要を中心とした穀物需要の拡大と米離れは多くの関心を集めているが、国際需給モデルを利用し定量的な分析を行っているものはあまりなく、特に1997年以降のアジア経済危機と、その後の回復動向が国際米市場に与える影響について定量的に評価しているものはない。

本稿では1997年以降のアジア経済危機とその後の経済情勢が、将来の米の国際市場に与える影響はいかなる程度のものであるのかを定量的に把握しておく必要があると考え、「東アジア高成長再現ケース」というシミュレーションを行った。

このケースでは、ベースライン予測がアジア経済危機をふまえてアジア諸国の経済成長見通しが相対的に低くなっているのに対して、アジア通貨危機直前において想定されていたような高成長シナリオを適用し、その国際米市場に与える影響を検討しようというものである。具体的には1997年以来急速に経済成長率を低下させた4カ国（韓国、タイ、マレーシア、インドネシア）の将来の1人当たりGDP予測値について、こうした危機が起きる以前に展望されていた高成長率に復帰すると仮定し、2010年までの需給予測を試みた。

3) 計測結果

まずベースライン予測の概要について述べる。ベースライン予測によると、2010年の米の国際価格は、近年の単収上昇率の低下と人口増加からの需要拡大を反映して1997年から2010年の期間で約9%上昇すると予測された（第13表）。一方、同期間に生産量は約3億8,200万トンから約4億7,000万トン

第13表 シミュレーション結果

期 間 (年)	1970	1980	1990	1997	2000	2010	1990~1997 変化率(年率,%)	1997~2010 変化率(年率,%)
国際価格(1997年を100とする指数)								
ベースライン	211	269	118	100	106	109	-2.66	0.74
緑の革命再現ケース				100	97	73		-2.63
東アジア高成長再現ケース				100	107	113		1.03
名目価格	50	127	96	100			0.67	
貿易量(千トン)								
ベースライン	8,243	12,495	13,377	23,487	19,562	45,764	9.84	5.72
緑の革命再現ケース					19,693	39,200		4.36
東アジア高成長再現ケース					19,839	47,033		5.96
生産量(千トン)								
ベースライン	210,038	268,424	350,456	381,919	399,256	469,820	1.44	1.74
緑の革命再現ケース					409,236	518,916		2.59
東アジア高成長再現ケース					399,252	470,714		1.76
収穫面積(千ha)								
ベースライン	133,029	143,437	146,905	149,936	150,678	155,106	0.34	0.28
緑の革命再現ケース					149,803	149,097		-0.05
東アジア高成長再現ケース					150,856	156,023		0.33
単収(トン/ha)								
ベースライン	1.58	1.87	2.39	2.55	2.65	3.03	1.10	1.45
緑の革命再現ケース					2.73	3.48		2.64
東アジア高成長再現ケース					2.65	3.02		1.42
1人当たり消費量(kg/人)								
ベースライン	56.3	61.0	65.7	65.3	64.9	67.0	-0.11	0.22
緑の革命再現ケース					66.6	74.0		1.05
東アジア高成長再現ケース					64.9	67.1		0.23

注. 1970年, 1980年, 1990年, 1997年は3カ年平均値, 2000年, 2010年はシミュレーション予測値.

資料: 筆者計算による.

へと増加(23.0%)することが予測された。

この生産拡大を主に担うのはヘクタール当たりの収量の増加である。単収は1998年の約2.55トン/haから約3.03トン/haへと約18.8%(年率で1.5%)の増加が想定されている。一方、収穫面積は約1億5,000万haから約1億5,500万haへと僅か約3.3%の増加しか見込まれない。この単収上昇は高単収地域、特に中国で生産量が増大することで、世界全体の単収がかき上げられていることの影響がある。これには、既に4.2トン/haと高い水準の中国の単収がさらに年率1.2%で上昇すると仮定している影響が大きい。

一方、この期間に、世界全体の貿易量は2,300万トンから4,600万トンへ倍増すると予測された(第13表)。この予測結果は、現状では現実的なものに見えないのは事実である。しかし、世界の米貿易量は趨勢的に拡大してきており、この予測値は、こうした貿易量の増加傾向がシミュレーションに反映された結果といえる。

1.で述べたように、多くの国際機関等は国際米価格の低下傾向を展望している(第1表)。また Wailes *et al.* [30]でも、2010年の国際価格(碎米率5%タイ米)は1996年に比べて名目では上昇するが、実質では持続的に低下すると予測されている。大賀[22]では、1992年を100として2020年で110という実質国際価格指数の上昇度から見る限り、趨勢的にはある程度の逼迫化傾向を計測している。しかし結論としては、アジアでは人口増加率の低下と所得向上の効果によって、米の将来需給は長期的には緩和していくと述べており、楽観的な立場を取っている(大賀[22], 113ページ)。

このように本稿で導いたベースライン予測は、先行する諸研究と比較すると、将来における逼迫化傾向を強調したものとなった。単収上昇率の頭打ち傾向、1人あたり消費量の減退傾向、収穫面積拡大の停滞、アジアの主要生産・消費国における米貿易の拡大傾向等の、1990年代に顕著となってきた国際米需給構造の変容がシミュレーションに取り入れられているために、異なった米市場の将来像が展望されているのである。

以上のベースライン予測結果を、単収上昇率についての仮定を変更した「緑

の革命再現ケース」と比較しよう。このケースで行われていることはベトナム、フィリピン、インドネシア、インド、バングラデシュの5カ国での単収上昇率が1980年代に実現された水準に回復した場合の需給予測である。

まず2010年の国際価格についてみると、同ケースではベースラインを大きく下回るだけでなく、1997年水準をも下回る73にまで低下することが予測された(第13表)。世界の総米生産量は2010年に5億1,900万トンと、ベースラインで想定された4億7,000万トンをはるかに上回る水準まで増加していることがその理由である。そして、その増加をもたらすものは、世界全体の平均で年率2.6%で上昇すると仮定される単収の上昇である。

このシミュレーションでは、単収上昇率の仮定を変更した5カ国での生産が増加し、そのために国際価格が低下する。世界の全地域において程度の差はあるがまんべんなく需要が増加する。しかし、価格低下によって、5カ国以外の生産はむしろ減少すると想定される。結論としては、主要なアジアの米生産国において、新たな技術進歩が実現し、単収上昇率が1980年代レベルにまで回復すれば、将来の米需給が大きく緩和しうることが示されている。

この「緑の革命再現」ケースは将来の技術進歩について楽観的な仮定をおいたシミュレーションであり、技術進歩の可能性を楽観視する論者によって示されている将来の国際米需給像について、一つの具体的なイメージを提示したもののと言えるだろう。

しかし、生産性の増加をもたらす新技術の具体的内容は未だ確実ではない。Wailes *et al.* [30] は、米の新品種の開発・普及が進展することによって将来の単収上昇率が上昇に転ずると述べ、その根拠として「IRRIの新スーパー米の可能性に関する研究報告は、1990年代の終わりから発表されるこれらの品種によって、農民が20~25%単収を増加させることを示唆している」(Wailes *et al.* [30, p.15]) というニューヨークタイムスの記事をあげている。しかし、これまでのところそうした画期的品種の開発普及が進展しているわけではない。また遺伝子組換え技術による米の増産の可能性は急速に広がってきているが、いまだ実用化の状況にはない。したがって、この「緑の革命再現」

ケースで仮定された単収上昇率の再上昇が、いかにして実現しうるかを想定することは容易ではない。

次に、「東アジアの高成長再現」ケースの結果についてみてみよう。このケースは韓国、タイ、マレーシア、インドネシアの4カ国がアジア危機以前の高い経済成長率に復帰したケースである。

このケースでは2010年の米の国際価格指数は113であり、ベースラインの109から上昇はわずかなものともいえる(第13表)。世界総生産量は2010年で4億7,100万トンとベースラインによる予測結果と殆ど差がなく、また収穫面積もほぼ同一水準である。一方、世界の総貿易量は2010年に4,700万トンと予測された。これはベースラインの4,600万トンをわずかに上回っており、所得上昇が米貿易を拡大する効果を持つことを表している。

本稿では予測期間中における所得弾力性の変化を仮定していない。そのため、経済成長によってアジア諸国の米離れが加速し、米需給が緩和するという効果が織り込まれていないという欠陥がある。しかし実際には米の所得弾力性は既に小さく、経済危機に見舞われた4カ国の経済成長率の変化は米に対する需要に大きな影響を与えないことが、シミュレーションによって示された。

4) 計測結果の要因分解

ここではシミュレーション予測の結果を、3.で取り上げたアジアの主要米生産・消費7カ国について要因分解する。これにより各国の将来の米需給をより詳細に検討することができる。

ベースラインは基本的に傾向延長的なものであるので、直前期間(1990～1998年、以下では簡略化のため1990年代と記す)の分解結果とベースライン予測値の分解結果は、当然ながら、多くの国でよく似た傾向を示している。総合効果の計測結果について比較すると、ベースライン予測で総合効果が正、すなわち供給余剰の拡大または輸入需要の縮小が見込まれるのは、中国、タイ、ベトナムである(第14表)。この3カ国はいずれも予測開始時点で米輸出国であり、こうした既存の輸出国からの輸出が増加すると見込まれる。

一方、総合効果が負、すなわち供給余剰の縮小あるいは輸入需要の拡大が見

第14表 シミュレーションによる米需給変化の要因分解結果

(単位：千トン)

	期 間	面積効果	単収効果	消費量効果	人口効果	総合効果
中国	1962～1969	1,000	2,697	-2,034	-1,396	266
	1970～1979	553	2,810	-1,495	-1,606	262
	1980～1989	-222	2,769	-979	-1,683	-115
	1990～1998	-696	1,494	-119	-1,409	-730
	1998～2010 (ベースライン)	352	1,795	-419	-1,195	533
	1998～2010 (緑の革命再現)	280	1,789	-995	-1,228	-153
	1998～2010 (東アジア高成長)	348	1,795	-371	-1,192	579
インド	1962～1969	409	234	160	-813	-9
	1970～1979	271	54	509	-958	-124
	1980～1989	517	2,786	-1,321	-1,236	747
	1990～1998	114	935	400	-1,388	62
	1998～2010 (ベースライン)	158	1,139	-675	-1,461	-839
	1998～2010 (緑の革命再現)	-165	3,951	-1,848	-1,585	352
	1998～2010 (東アジア高成長)	179	1,141	-589	-1,453	-722
タイ	1962～1969	160	136	-167	-177	-47
	1970～1979	166	-4	201	-212	150
	1980～1989	169	165	107	-149	292
	1990～1998	-85	182	76	-90	83
	1998～2010 (ベースライン)	27	254	-11	-79	191
	1998～2010 (緑の革命再現)	-41	247	-42	-81	84
	1998～2010 (東アジア高成長)	32	255	-24	-80	183
ベトナム	1962～1969	-20	10	6	-131	-136
	1970～1979	121	-12	156	-170	96
	1980～1989	106	478	-181	-217	186
	1990～1998	293	348	-177	-260	204
	1998～2010 (ベースライン)	23	503	-64	-304	159
	1998～2010 (緑の革命再現)	-51	1,054	-169	-317	517
	1998～2010 (東アジア高成長)	28	504	-55	-303	175
インドネシア	1962～1969	209	134	-44	-246	53
	1970～1979	145	425	-273	-373	-77
	1980～1989	446	721	-562	-507	98
	1990～1998	302	-13	-90	-499	-301
	1998～2010 (ベースライン)	50	14	-144	-466	-546
	1998～2010 (緑の革命再現)	-52	1,113	-657	-508	-104
	1998～2010 (東アジア高成長)	57	14	-431	-488	-847
フィリピン	1962～1969	-13	114	28	-89	41
	1970～1979	56	117	-66	-101	5
	1980～1989	-24	93	-25	-128	-84
	1990～1998	33	62	-44	-161	-110
	1998～2010 (ベースライン)	21	88	-51	-159	-100
	1998～2010 (緑の革命再現)	4	214	-134	-169	-84
	1998～2010 (東アジア高成長)	23	89	-44	-158	-91
バングラデシュ	1962～1969	262	47	-14	-279	16
	1970～1979	-20	110	249	-334	4
	1980～1989	59	456	-109	-337	70
	1990～1998	-99	93	-1	-307	-314
	1998～2010 (ベースライン)	15	110	-136	-451	-462
	1998～2010 (緑の革命再現)	-54	582	-417	-488	-376
	1998～2010 (東アジア高成長)	20	110	-116	-448	-435

込まれるのは、インド、インドネシア、フィリピン、バングラデシュの4カ国である。このうち予測開始時点でインドは米輸出国であったが1980年代をピークとする供給力増加の低下傾向と主として人口圧力による需要の増加が交差することによって、将来における輸入国化が予測されている。残る3カ国は予測の開始時点で既に米の輸入国であったが、こうした諸国が将来も輸入国として定着していくと予測されているのである。

次に各シミュレーションにおける四つの分解された効果の比較を行う。この比較では、各国において程度の差はあるが、基本的には「緑の革命再現」ケースでは価格の低下が面積効果の縮小と消費量効果の拡大をもたらし、また「東アジア高成長再現」ケースでは、所得上昇を仮定することで消費拡大が見込まれるタイとインドネシアのケースを除くと、米価格の上昇が面積効果の増加と消費量効果の縮小をもたらすと考えられる。また、いずれのケースでも同様の人口増加率を適用しているために、各シミュレーション間で人口効果には大きな違いはないと予想される。

中国のベースラインの要因分解では、面積効果が35万トンのプラスに転じている。これは基本的に国際価格の逼迫基調という価格条件を反映したものである。また単収効果は、高い単収上昇率の継続を仮定したために約180万トンと一層増加していることがわかる。また消費量効果を見ると、「緑の革命再現」ケースでは、価格の低下を受けてベースラインに比べて増大し、一方、国際価格の一層の上昇を見込んだ東アジアの高成長再現ケースでは縮小していることがわかる。

インドのベースライン予測では、1990年代に減少（正值）となっていた消費量効果が68万トンの需要増をもたらすものとして計測されている。これは正の所得弾性値を採用したことによるが、今後、インドの1人あたり米消費量が拡大すると考えることは不自然ではないだろう。インドでは「緑の革命再現」ケースにおいては、年率3.76%という高い単収上昇率を仮定したために、単収効果が約400万トンと大きくなっている。一方、価格の低下によって面積効果はマイナスになっている。

タイでは、1970年以來、消費量の減少が続いていたが、シミュレーションケースでは正の所得弾力性を仮定したために三つのケースのいずれの場合も消費量効果による需要拡大が予測されている。また「緑の革命再現」ケースで、国際価格の低下の影響を受けて、インドの場合と同じく面積効果は負値となっている。

ベトナムのベースラインを見ると面積効果が1990年代に比べて大幅に縮小している。ただし1990年代に見られたような急激な収穫面積の拡大は、メコンデルタの開発を政策的に推進した結果である。このモデルではトレンドによる面積の拡大は考慮されていないため、面積効果の縮小が予測されている。なお、「緑の革命再現」ケースにおいて単収効果が拡大していること等、各シミュレーション結果の比較は想定に沿うものである。

インドネシアのベースライン予測も、ベトナムと同様に面積効果が縮小していることがわかる。同国における外島開発の停滞を考えるとこうした面積効果の縮小は可能性は高いといえる。

インドネシアは1980年代に70万トンを超えていた単収効果が1990年代にはマイナスに転じるなど、「緑の革命」効果の減退がもっとも顕著に現れた国であり、「緑の革命再現」ケースにおける単収効果の増大は110万トンと大幅なものである。「東アジア高成長」再現ケースで、ベースラインに比べて消費量効果が増加しているのは、同国における経済成長率の一層の上昇によって米消費が拡大すると仮定したことによる。ただし、同国においては、経済成長が高まることによって、米離れが生じるとの見方もあり、この点は一層の検討の余地があろう。

フィリピンのベースライン予測の要因分解は1990年代のものとはほぼ同水準の数値を示しており、各要因の趨勢的な変化をおおむね継続させたものとなっている。「緑の革命再現」ケースでは単収上昇率が年率1.16%から2.58%に上昇することによって単収効果が増大している。また、価格の低下が面積効果の縮小と消費量効果の拡大をもたらしている。逆に「東アジア高成長再現」ケースでは価格上昇が面積効果を拡大し、消費量効果を縮小している。

バングラデシュのベースライン予測では、面積効果がわずかに増加に転ずること、1960年代以降不安定な動きを見せ続けている消費量効果については年間14万トン程度の上昇を見込んでいるといった特徴がある。ベースラインでは価格の上昇を見込んでいるので、トレンドによる減少を織り込まない限り面積が増大すると予測することは自然である。消費量効果の増加については、主として経済成長と正の所得弾力性を仮定していることから導かれる。バングラデシュでも「緑の革命再現」ケースにおける面積効果の縮小と消費量効果の拡大、「東アジア高成長再現」ケースにおける面積効果の拡大と消費量効果の縮小は想定されたとおりである。

以上に検討された各国の要因分解は、各シミュレーションについて想定される方向に沿った動きを示しており、世界穀物需給モデルがそれぞれの国について整合的に作動していることを示したものと見える。

5) 小括

近年の趨勢的变化は、米の需給情勢の変化を反映したものであり、この動向を踏まえた本稿のシミュレーションによれば、将来の国際米価格は上昇傾向を示すことが予測された。本稿のベースライン予測で描かれた2010年の国際米需給は、Wailes *et al.* [30] や大賀 [22] あるいは国際機関等による長期予測の多くが、将来における米需給の緩和を予測しているのに対して、逆に、将来の米需給が逼迫傾向にあることを示している。

このように異なった将来予測が導かれた要因として、アジア諸国における「緑の革命」期における生産性の上昇を前提するのではなく、近年の停滞傾向を踏まえた予測を行ったことが大きい。そして「緑の革命再現」ケースとして5カ国の単収上昇率を1980年代のものに変更しただけで、大幅な国際価格の低下が計測され、アジア諸国における単収の動向がいかに重要な意味を持っているかが明らかにされた。

また、「東アジア高成長再現」ケースでは、通貨危機によって経済が激しく変動したアジアの4カ国の経済動向が国際米需給に与える影響は、比較的軽微であることが示された。このように経済動向の変動の影響が比較的限られたも

のであるのは、これら諸国の米需要の所得弾力性が、既に相対的に小さくなっていることを反映しているといえよう。

注(1) Oga and Yanagishima [21] および大賀 [22] には IFPSIM の詳しい構造や使用されたパラメータ等が示されている。IFPSIM の特徴は以下の6点に簡潔に要約される。すなわち、i) 農産物を重点とする部門モデルであること。ii) 32カ国・地域を対象とし、農産物14品目の市場均衡を扱う世界モデルであること。iii) ダイナミックモデルであること。iv) 農業保護水準、為替平価等政策変数を外生変数とする政策シミュレーションモデルであること。v) 非空間モデルであること。vi) 弾力性等のパラメータを他の研究成果に依存しているという意味で統合型 (synthetic) モデルであるの6点である (大賀 [22], 66 ページ)。

上記の ii) の14品目を取り扱う極めて大型のモデルである点や、iv) にあるように農業保護水準を取り込むのにあたって OECD の PSE および CSE を用いている点においては、IFPSIM は我々の世界穀物需給モデルとは異なっている。しかし、統合型 (synthetic) モデルであり、また非空間モデルであることや、ラグ付変数を持つ動学的モデルであるといった構造上の特性については、本稿で利用する世界穀物需給モデルとほぼ同じである。また大賀 [22] では需要量、生産量に関わるデータは1992年のFAO食糧需給表のものが利用されている。地域についてみると、本稿の世界穀物需給モデルはIFPSIMと同数の32国・地域を特定化しているが、その内訳は異なっている。世界穀物需給モデルではベトナム、ミャンマー等の多くのアジア開発途上国が独立のモジュールとして取り扱われている (第6表)。

(2) AGRM では、代表価格としてタイ米 (碎米率5%) の価格が使われており、その代表価格から、価格伝達関数を通じて各国の国内価格が決定される仕組みになっている。例えば、タイ米の価格からヒューストンの価格 (長粒種) が求められ、さらにヒューストンの価格からカリフォルニア米 (中短粒種) の価格が決定される。そして、ジャポニカ米の生産・消費地域ではカリフォルニア米の価格に連動して、需給が決定されるという構造になっている。そして国際市場の均衡を満たすように価格と生産量、消費量、貿易量、在庫量が計測されている。

このように、価格伝達関数を通じて各国の国内価格が決定される構造となっている点は、本稿で用いる世界穀物需給モデルと同様である。AGRM が世界穀物需給モデルと構造上異なっているのは、各国における在庫量と貿易量の取り扱いである。世界穀物需給モデルでは在庫は在庫需要として価格の関数として取り扱われ、最終的な国内の需給ギャップが純輸出量として計測される構造であるのに対し、AGRM では、政策介入のある場合を除けば、基本的に輸出量及び輸入量は価格の関数として決定される。一方、在庫量は、生産量と前期の在庫量の和から消費量と純輸出量を差し引い

て求められている。

なおアーカンソー大学では、AGRMのデータの更新を頻繁に行っておりその成果をインターネット上でも公開している。世界モデルを利用して国際需給を研究する場合、初期値等大量のデータセットを更新する労力は大きいので、この点は評価されるべきであろう。

- (3) OECD [23] はエルニーニョ現象による生産変動やアジア経済危機の影響をも踏まえた米需給見通しを発表している。これは中期見通しで、1998年から2004年にかけて、各地での豊作とアジア地域における需要の減退のため、他の穀物と同じく米の国際価格も、名目でわずかに上昇するが、実質価格はわずかに低下すると見込まれている (OECD [23, p.32~34])。1998年でトン当たり302 USドルの名目価格は2000/01年に同290 USドルまで低下した後、2004/05年には303 USドルまで回復するという予測である。また、1997/98年から2004/05年までの7年間で世界の米生産量は、3億8千400万トンから4億1千300万トンに増加することを予測している (OECD [23, p.100])。
- (4) 筆者等は、既にこのモデルの旧バージョンを用いた分析の成果を発表している。長澤ほか [14]、井上ほか [5]、井上ほか [7] は、本研究と同じく国際米需給を対象にしたもので、技術進歩や経済成長の動向、また貿易制度の変化の影響などを定量的に検討した。中川ほか [16]、長澤ほか [13]、Nakagawa *et al.* [17] では地球温暖化が世界穀物市場に与える影響について、IPCCの報告書に基づいてシミュレーション分析を行った。また、長澤ほか [15] では穀物の在庫水準と作柄変動がアジア諸国の食料安全保障に与える影響について検討した。
- (5) Shiva [27] は、インドのパンジャブ地方を対象に、「緑の革命」がはらんでいる持続可能性の問題を生態的および社会・政治的側面から詳細に分析したものである。特に、生態的側面では、「緑の革命」が米および小麦の生産量の増加のみに注目する技術であったために、稲わらのような副産物や豆類や雑穀、油糧種子といった他の作物の減産を招き、農業の生産条件を維持する機能を低下させたことや (Shiva [27, p. 61~102])、化学肥料の多投によって土壌の劣化がもたらされたこと (Shiva [27, p. 103~120]) を指摘している。また Pingali *et al.* [26] は「低地における持続性の問題は、用いられる技術から発生するというよりもむしろ、集約的な土地利用それ自身と作物選択にある」と述べ、「緑の革命」技術そのものを性悪視する立場は取らないが、「単収のみが生産性上昇の唯一の測度であれば、『真の』生産コストが考慮されなくなる」ことを認め、「研究資源の重点が、単収上昇の固定化から、農業資源基盤の長期的利用に向けたホーリスティックなアプローチにシフトしなければならない」と述べている (Pingali *et al.* [26, p.89])。
- (6) 例えば Pingali *et al.* [26, p.129~130] を参照。
- (7) FAO [3] によると、1960年代と1970年代にかなり高かった農業研究投資の伸び

が、1980年代には鈍化し、1990年代には停滞しており、そのために公的研究制度は、資金提供水準の低下と不安定化という大きな問題に直面している。また多国間および二国間の協定による農業研究への国際投資も、先進国における予算制約のために、1980年代と1990年代に減少している（FAO [3]（邦訳書下巻）、163ページ）。こうした中で、開発途上国においても民間部門による農業研究の重要性は高まっており、農業の商業化と購入投資財への依存度が高まるにつれて、民間部門の研究対象は拡大している（FAO [3]（邦訳書下巻）、195ページ）。ただしFAO [3]は同時に、「重要な食用作物の研究の多くは、公的領域にとどまるべきであり、またそうなるというのが国際的な研究社会の一般的な見方のようなものである」（FAO [3]（邦訳書下巻）、163ページ）と、農業研究が民間部門に全面的にシフトすることには懐疑的でもある。

5. 結論と残された課題

本稿では、輸入の拡大傾向など、特に1990年代に入って顕著になってきた国際米市場の基調変化に注目して、そうした需給変調をもたらした諸要因について計量分析を行った。

3の数量的要因分解に基づく要因分析では、アジア諸国において近代的な生産技術の普及が一巡し生産量の増大が停滞的局面に入ったことを明らかにした。一方で、いくつかの国では米の消費が量的には飽和水準に達したか、あるいはそれに近づきつつあることも推測されたが、同時に人口増加による需要拡大が近年でも持続していることを明らかにした。

4のシミュレーション分析は、一定の仮定に基づいて、3.で明らかにされた需給を規定する諸要因の趨勢的变化の影響を、世界穀物需給モデルを利用して分析したものである。そこで明らかにされたことは、多くの先行研究の結果とは異なって、もし、1990年代に見られた単収上昇率の低下傾向や収穫面積の伸び悩みがそのまま推移すれば、2010年における国際米需給は現在よりは逼迫したものになるであろうということである。農業研究開発や技術普及への投資は、近年大幅に削減されているが、こうした状況が持続すれば、モデル分析で示された国際需給の逼迫化傾向の現実性は高くなると考えられる。

需要面では1997年以来急激な経済変動に見舞われたアジアの4カ国の経済

成長の動向が、将来の国際米市場に与える影響を分析し、それがあまり大きなものではないことを明らかにした。この理由として、これらアジア諸国における米の所得弾力性値が既に相対的に低いことがあげられる。

さて、本稿では、アジア開発途上国の米需給を中心に、国際米市場における趨勢的変動の影響を定量的に評価した。しかし、国際穀物市場の現状を理解し将来像を明らかにしていくという視点からは、残された課題は少なくない。特に本稿では、モデルが無限大に大型・複雑化することを避け、また恣意的な仮定を極力排除するため、単収上昇率及び所得弾力性値というパラメーターについて、予測期間中一定の値を適用して、米を含む穀物の中期的な国際需給を模式化した。しかし、これらのパラメーターは趨勢的に、または経済成長の動向にともなって、変化していくことは十分に想定される。例えば、単収変化の可能性についてはFAO〔3〕の検討があり、所得弾力性の変化については例えばIto *et al.*〔8〕による分析があるが、こうした実証的研究の成果を、将来のパラメーターの変動に反映させモデルの中に取り入れていくことは、モデルの現実説明力を高める上で有効と考えられる。この点については、今後のモデル研究の課題としたい。

〔引用文献〕

- 〔1〕 Byerlee, Derek, "Modern Varieties, Productivity, and Sustainability: Recent Experience and Emerging Challenges", *World Development*, Vol.24, No.4, pp. 697-718, 1996 (逸見謙三翻訳解題「新品種・生産性・持続可能性」のびゆく農業 869, 農政調査委員会, 1997年).
- 〔2〕 Chien, Huy Dao, "Market Prospects for Upland Crops in Vietnam", Working Paper Series No. 26, UN ESCAP CGPRT Centre, 1997.
- 〔3〕 Food and Agriculture Organization of the United Nations, *World Food Summit Technical Background Documents*, 1996 (国際連合食糧農業機関編, 社団法人国際食糧農業協会訳『世界食料サミットとその背景——FAO世界の食料・農業データブック——上・下』1997年, 社団法人国際食糧農業協会).

- [4] Itharattana, Kajonwan, "Market Prospects for Upland Crops in Thailand", Working Paper Series No. 21, UN ESCAP CGPRT Centre, 1996.
- [5] 井上荘太郎・長澤淳・柳島宏治・中川光弘, 「貿易自由化・経済発展・技術進歩と世界米市場の展望」(『1998年度日本農業経済学会論文集』, 1998年12月), 75~78 ページ。
- [6] 井上荘太郎・長澤淳・中川光弘, 「米の需給変化の要因分析——アジア諸国を中心に——」(『農業経営研究』 第36巻2号, 1998年6月), 49~52 ページ。
- [7] 井上荘太郎・長澤淳・中川光弘, 「世界コメ市場の動向と展望」(農業政策研究会編『国境措置と日本農業』, 農林統計協会, 2000年3月), 1~18 ページ。
- [8] Ito, Shochi, Peterson, Welsley F., and Grant, Warren R., "Rice in Asia: Is It Becoming an Inferior Good?", *American Journal of Agricultural Economics*, February, 1989 pp32-42.
- [9] 伊東正一『世界のジャポニカ米——その現状と潜在的生産力——』, 全国食糧振興会, 1994年。
- [10] 伊東正一・大田克洋著, 食料・農業政策研究センター編集『1998年版食料白書 変貌する世界のコメ経済——生産・消費・流通の最新動向——』農山漁村文化協会, 1998年。
- [11] 国際農林業協力協会編『熱帯の稲の品種生態』, 1997年。
- [12] Mitchell, Donald O., Ingco, Merlinda D., *The World Food Outlook*, World Bank, 1997, (D.O.ミッチェル, M.D.インコ, R.C.ダンカン著, 高橋五郎訳『世界食料の展望——21世紀の予測』, 農林統計協会, 1998年)。
- [13] 長澤淳・井上荘太郎・中川光弘, 「地球温暖化の世界穀物市場への影響——IPCC評価シナリオを用いた予測——」(『1998年度日本農業経済学会論文集』, 1998年12月), 203~209 ページ。
- [14] 長澤淳・井上荘太郎・中川光弘, 「世界穀物市場とポストグリーンレボリューション——アジア地域を中心とした経済発展の影響——」(『農業経営研究』 第36巻2号, 1998年9月), 67~70 ページ。
- [15] 長澤淳・井上荘太郎・郭建軍・中川光弘, 「在庫水準, 作柄変動より見た世界

穀物市場の変動性とアジア途上国の食料安全保障」(『農業経営研究』第37巻2号, 1999年9月), 61~64ページ。

- [16] 中川光弘・長澤淳・井上荘太郎, 「世界米小麦需給モデルによる地球温暖化の影響予測」(『農総研季報』No.36, 1997年12月), 37~50ページ。
- [17] Nakagawa, Mitsuhiro, Nagasawa, Jun, Inoue, Sotaro, Yanagishima, Koji, Westhoff, Pat and Suhler, Gregg, “Impacts of Global Warming on The World Grain Market with IPCC Assessment Scenarios.”, FAPRI Working Paper, 1999.
- [18] 中川光弘「食料・農業問題」(佐和隆光編著『21世紀の問題群：接続可能な発展の途』, 新曜社, 2000年), 157~180ページ。
- [19] 農業総合研究所・国際農林水産業研究センター『主要諸国の穀物需給に関する調査報告』, 1996年。
- [20] 大賀圭治編著『米の国際需給と輸入自由化問題』, 農業総合研究所, 1988年。
- [21] Oga, Keiji, Yanagishima, Koji, “IFPSIM International Food and Agricultural Policy Simulation Model (User’s Guide)”, JIRCAS Working Report No.1, Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 1996.
- [22] 大賀圭治『2020年世界食料需給予測——国際食料政策シミュレーションモデルの開発と利用——』, 農林水産省国際農林水産業研究センター, 1998年。
- [23] Organization for Economic Co-operative and Development, *OECD Agricultural Outlook 1994-2004*, 1999.
- [24] United States Department of Agriculture, Economic Research Service, *Rice Situation and Outlook Yearbook*, 1999.
- [25] 小澤健二, 「世界の米需給動向と日本の米輸入問題」, 『農業経済研究』第69巻, 第2号, 1997, 70~80ページ。
- [26] Pingali, P. L., Hossain, M., Gerpacio, R. V., “Asian Rice Bowls: The Returning Crisis?”, CAB International in Association with the International Rice Research Institute, Oxford and New York, 1997.

- [27] Shiva, Vandana, “*The Violence of the Green Revolution*”, Third World Network, 1991 (ヴァンダナ・シヴァ著, 浜谷貴美子訳『緑の革命とその暴力』, 日本経済評論社, 1997年).
- [28] Tsubota, Kunio, “Long-term Projections of Demand for and Supply of Food and Food Security”, in *Agricultural Price Policy in Asia and the Pacific, Report of an APO Seminar 22 October-1 November*, Tokyo, Japan, Asian Productivity Organization, 1998.
- [29] 辻井博『世界の食料不安と日本農業』, 家の光協会, 1997年。
- [30] Wailes, Eric. J., Cramer, Gail L., Chavez, Eddie C. and Hansen, James M., “Arkansas Global Rice Model: International Baseline Projections For 1997-2010”, University of Arkansas, Special Report No.177, 1997 (井上荘太郎翻訳解題「アーカンソー世界コメモデル——国際ベースライン予測 (1997～2010)——」のびゆく農業 882, 農政調査委員会, 1998年).
- [31] Yap, Chan Ling, “Implication of the Uruguay Round on the World Rice Economy”, *Food Policy*, vol.21, No.4/5, pp. 377-391, 1996 (井上荘太郎翻訳解題「ウルグアイ・ラウンドの世界コメ経済へのインプリケーション」のびゆく農業 871, 農政調査委員会, 1997年).

〔要旨〕

アジア開発途上国の米需給と国際米市場
—世界穀物需給モデルによる分析—

井上荘太郎 長澤淳 中川光弘

インドネシアやフィリピンが一度は米の自給を達成しながら、再び恒常的な輸入国となっていることや、ベトナムやインドが新興の輸出国として登場していること等を反映して、近年の米の国際市場は、緩和基調であった1980年代から転じて逼迫化の動きを見せている。本稿では、こうした国際米市場の基調変化に注目して、そうした需給変調をもたらした背景について要因分析を行った。また、世界穀物需給モデルの開発・利用することで、国際米市場の将来展望や要因変化のもたらす効果のシミュレーション分析を行った。

数量的な要因分解に基づく要因分析では、アジアの開発途上国において、1970年代から1980年代にかけて進展した「緑の革命」といわれる近代的農法の普及が、食料問題を緩和するのに極めて重要であったことを明確に示された。そして、この単収増大効果が1990年代に入って急速に低下してきている事実が、近年の逼迫傾向の背景にあるものとして注目された。一方、需要側では、1人当たり消費量の停滞、あるいは減少傾向が概ね観察された。このことは、わが国が経験したと同種の、米を主体とした食料消費から畜産物消費へに食料需要がシフトしていることを反映している。しかし、同時に、人口増加から生じる食料需要の増加が、いまだに相当大きいものであることを示された。

世界穀物需給モデルによるシミュレーション分析では、経済成長率、人口増加率、単収上昇率等の需給規定要因が現在の動向で推移すれば、2010年における国際米需給は現在よりも逼迫したものになることが見込まれた。特に、単収上昇率に関するシミュレーション分析では、単収上昇率の動向が将来の米需給に極めて大きな影響を与えることが示された。これは、農業研究開発や技術普及への投資が近年大幅に削減されていることに対して、注意を喚起しているものでもある。需要面では通貨危機の影響から経済成長が減速した東アジア諸国が再び高成長に回復したとのシミュレーションを行った。その結果、これら諸国の経済成長動向が将来の米市場に与える影響はあまり大きなものではないことが明らかとなった。この理由として、多くのアジア諸国における米の所得弾力性値が既に相対的に低くなっていることがあげられるだろう。