

## 世界食糧需給予測の方法

大賀 圭治

- 一 本稿の背景と課題
- 二 FAOの予測方法
  - (一) 二つの系列の予測
  - (二) 目的と対象
  - (三) 予測方法の概略
  - (四) 需要の予測方法
  - (五) 生産の予測方法
  - (六) 貿易の予測と調整
- 三 USDAの予測用モデル
  - (一) アメリカ農務省の世界食糧需給予測
  - (二) GRAINモデル
  - (三) GOLモデル
- 四 世界食糧需給予測
  - (一) 農林水産省の世界食糧需給予測
  - (二) WBFモデル

《ノート》 世界食糧需給予測の方法

(四) 新WBFモデル  
MOIRA

- (一) オランダ学者グループによる予測
  - (二) 潜在食糧生産力と消費蛋白質換算
  - (三) 農業生産の決定
  - (四) 食糧消費の決定
  - (五) MOIRAの均衡メカニズム
- 六 結 び

一 本稿の背景と課題

日本の食糧の海外依存度は、現在（昭和五七年）、カロリベースで四七％、穀物で六七％に達している。我が国は、食糧の純輸入額では、EC域内貿易の比重の高い西ドイツを除けば、世界最大の輸入国となっている。わが国の食糧の安定供給は、世界の食糧需給予との関連を抜きに語ることはできなくなっており、世界の食糧需給予の動向は、国民的関心事であるとともに、食糧、農業政策の検討にあたって欠くことの出来ない重要な情報である。

また、わが国は、今や資本主義経済圏第二位の経済大国であり、飢餓と栄養不足に悩む多くの開発途上国の人々に対して、食糧、農業分野における開発協力を行なうことは、先進国としての国際的責務である。FAO等の国際機関とも協力して、こうした開発協力の方向を検討するためには、その判断材料とし

て、世界の食糧需給の現状と展開方向を明らかにしておかなければならない。

経済的な政策選択にあたっては、その判断材料として、第一に問題となる対象の現状分析が必要であり、第二にその総合化による対象の構造の把握が行なわれ、第三に、政策選択の組み合わせに応じた代替的な将来展望が示されることが必要である。政策選択は何をどの程度行なうかという意味で、質的であるとともに量的である。したがって分析、総合、展望も統計数値や予測をも重要な判断資料としつつ、具体的に行なわれなければならない。

世界の食糧需給の長期展望については、すでに国連食糧農業機関(FAO)や、アメリカ農務省(USDA)によって行なわれてきたが、農林水産省は、以上のような考え方に立って、一九七四年にわが国としては初めて一九八五年までの世界の食糧需給の予測作業を行ない、この時開発された計量経済モデルを改良して、一九八二年には、二〇〇〇年までの予測を発表した。このモデルの開発は、当時農林水産省内に設置された「世界農産物需給予測研究会」(主査、逸見謙三東大教授)に参加された諸先生をはじめとする多くの専門家の協力と、前記FAOやUSDAの研究成果の上に立って始めて可能となったものである。この研究成果を引き継ぎ、発展させ、よりすぐれた世界

食糧需給予測を行なうことは、わが国内のみならず国際的にも積極的な貢献となるものである。

本稿は、このための準備作業として、既存の世界全体の食糧需給を対象とした四つの代表的予測について、その方法を紹介しつつ、わが国において開発されたモデルの今後の改良の方向を探ろうとするものである。この四つの予測方法とは、FAOの推計、USDAのGOLモデル、日本のモデル(以下World Basic Food Model略してWBFモデルという)、オランダのアムステルダム、フリー大学とワヘニンゲン農業大学の合同プロジェクトチームによるMOIRA (Model of International Relations in Agriculture)である。

わが国では、この分野においてすでに原洋之介らの研究<sup>(1)</sup>がある。本稿は、この研究の成果をも参考としつつ、日本のWBFモデルの開発と改良を直接手がけてきた筆者の経験を踏まえ、今後さらに改良を加え、よりすぐれた予測を行なうという実践的観点に立って、既存の代表的な世界食糧需給予測の方法を整理、紹介しつつ、これらについて考察し、WBFモデルの今後の改良方向を探ろうとするものである。

注(1) 原洋之介他『世界食糧需給予測の比較研究』(総合研究開発機構、一九八二年)。

## 二 FAOの予測方法<sup>(1)</sup>

### (一) 二つの系列の予測

FAOの世界食糧需給予測には二つの系列がある。一つは、一九六二年発表の一九七〇年を目標年次とする最初の予測<sup>(2)</sup>以来、一九六七年発表の一九七五、八五年予測<sup>(3)</sup>、一九七一年発表の一九八〇年予測<sup>(4)</sup>、一九七九年発表の一九八五年予測と過去四回行なわれてきた中長期予測の系列である。他の一つは、一九六九年発表の「農業開発のための世界指標計画」における一九八五年の予測と一九八一年発表の「二〇〇〇年の農業」の二つである。前者の系列は、中長期の商品別の需給予測そのものである。後者の系列は、第二次および第三次の「国連開発の十年」計画策定に当たって、FAOがその専門機関の一つとして総合的な長期の農業開発計画を準備し、その一環として食糧需給予測を行なったものである。

後者の系列の需給予測は、前者の系列の予測を出発点として、一部データの更新に伴う修正を行なったり（「農業開発のための世界指標計画」の場合）、より長期にその傾向を延長したものを基礎としており（二〇〇〇年に向けての農業<sup>(5)</sup>の場合）、方法のみについてみれば、基本的に同じと考えてよい。そこで、本稿では、方法の詳細が公表されている前者の系列を中心に紹

介する。

### (二) 目的と対象

FAOの食糧需給予測は、「飢餓問題とも関連させつつ……農産物の生産及び需要の見通しを研究することにより、現在の傾向が続く場合に起り得る問題点について事前に警告を与え、望ましくない事態が現実化することのないようにすること」を目的としている。このことは、同時に、多くの開発途上の中小国のために、それぞれの国の農林水産物の生産、需要、輸出入量等の見通しを推計し、その政策選択のための資料を提供することもである。したがって、FAOの予測では、人的・資金的資源の許す範囲内で、できる限り多くの国とできる限り多くの農林水産品を対象に作業が行なわれている。

一九七一年発表の一九八〇年予測では、一三二カ国（全世界人口の九九・六%をカヴァー）ごとに、需要については六〇品目、生産については四〇品目の農林水産物が対象とされている。また、一九七九年発表の一九八五年予測では、予算上の制約と開発途上国の現地開発プロジェクト優先政策の結果、対象国は一三〇カ国と前回とほぼ変わらないが、対象品目の範囲に皮革とキャツサバの二品目を加えながらも、二一品目分類に集計されたレベルで予測が行なわれている。

(三) 予測方法の概略

FAOの食糧需給予測は、一九六二年の第一回の予測以来第四回まで、基本的に同じ方法によつて<sup>(9)</sup>いる。すなわち、各品目、各国別に、需要量、供給量およびこれらの差としての純輸出入量の第一次推計が行なわれる。この場合、各国の現状の食糧需給関連政策や価格関係が予測期間にわたつて変わらな<sup>い</sup>と仮定される。ある品目についてこの第一次推計値の輸出可能量および輸入必要量の世界計を求め、その差がきわめて大きく、非現実的と考えられる場合には現実の世界的な需給では価格の変化によつて需給の調整が行なわれることを考慮して、再度各国ごとに需要と生産の推計値を見直し、修正が行なわれる。

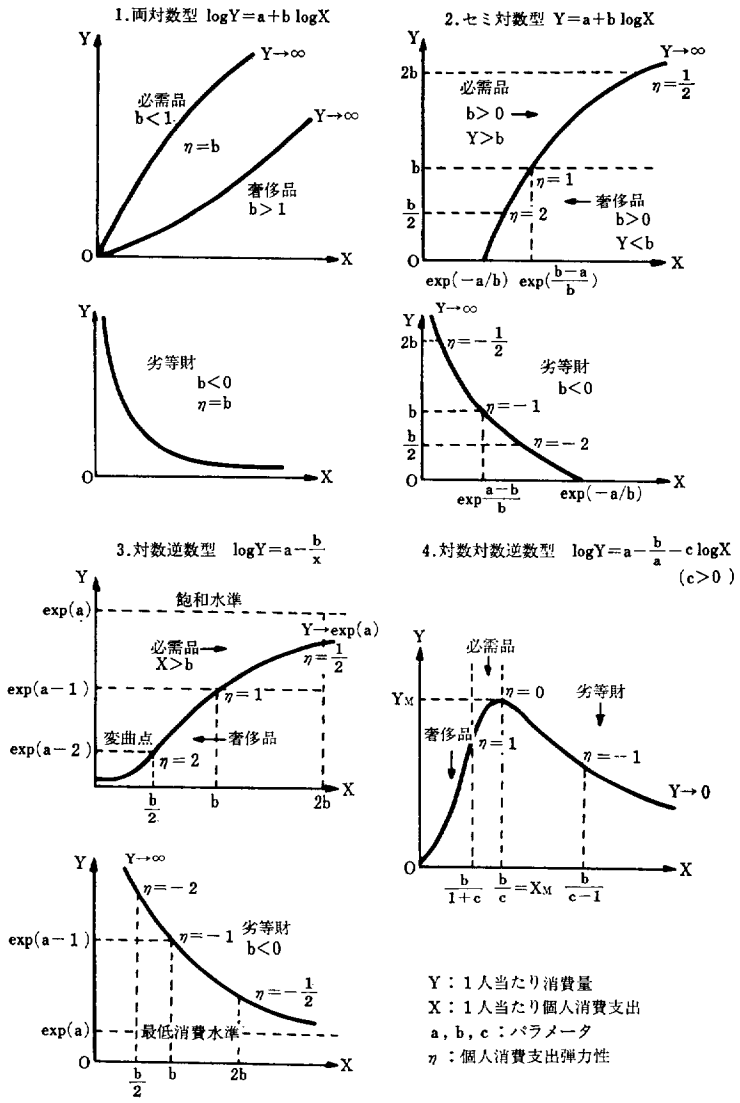
需給予測値は第一回から第三回までは、一つのケースのみについて行なわれたが、一九七九年発表の一九八五年予測では、「基本(Basic)」ケースの他に、各国の経済成長が「基本」ケースで前提としたものより高い場合を想定した「補足(Supplementary)」ケースも示されている。これは、前提条件としての経済の長期的見通しが不透明であったことと、予測結果についてのFAO事務局の案と各国政府の意向の間の矛盾を代替的なケースの提示により調整しようとした結果である。

(四) 需要の予測方法

食用農産物の需要の予測は、食用、飼料用、工業用、種子用、減耗のそれぞれについて行なわれる。

食用需要については、国別、品目別に、過去のデータおよび各国間比較等に基づき、一人当たり需要量を一人当たり個人消費支出とトレンドで説明する<sup>(1)</sup>、一定の需要関数を選択し、この関数に、目標年次の人口と国別GDPから推計した一人当たりの個人消費支出の値を与えて目標年次の一人当たり需要量を求める。これに人口の予測値を乗じて食用需要総量が決まる。人口の予測値は、国連人口部の中位推計を最近年の動向を考慮して修正したものを<sup>(2)</sup>用い、GDPについては、基本的には過去のトレンドで延長しているが、一九七九年発表の一九八五年予測の「補足」ケースでは、各国の開発計画や、先進国の経済成長の回復を見込んだより高い経済成長を想定している。

食用の需要予測に用いられた関数は、第一図に示す四種類であるが、パラメータの符号とその大きさによつて、グラフ表示では八つの形となる。通常需要関数の推計では、ここに示されたものの他に、最も単純な型として、一次(線形)の関数型  $y = ax + b$ ,  $y$ : 一人当たり消費量,  $x$ : 一人当たり消費支出(個人消費)の特定化が行なわれることが多い。この場合、パラメータ $a$ の符号に応じて、そのグラフ表示の形は、二つと<sup>(3)</sup>いうことになる。このように一人当たり需要量の変化を一人当



第1図 FAO予測における需要関数の形  
出所: *Agricultural Commodity Projections: 1970~1980*, Volume II, FAO, 1971, p. XLII.

り消費支出という一変数で説明するという単純な関数式であっても五種類もある。さらに、関数の特定化にあたって、一人当たり個人消費支出以外の変数を説明変数に加えると関数の型は幾何級数的に増加する。しかも、ここで考えられている関数型では、変数の変換の範囲は、対数と逆数に限られており、変換後の変数についてみれば、変数間の結合も線形に限定されている。つまり、需要関数の形は、説明変数の種類とその数、変換の方法、変数の結合の仕方によって、いわば無数に考えられるものである。

しかし、ある説明さるべき変数に関してこのように無数にある関数の中から特定の関数を選ぶ明確な基準があるわけではない。せいぜい「分析の目的にてらして許容し得る程度に現実をよく近似している」という程度の判断によらざるを得ないのである。計量経済学の教科書では、パラメータの推計値が、誤差項の確率分布に関して多変量正規分布など、いくつかの仮定が成立するならば、一定の基準（最小分散、不偏性など）を満たし、統計的推論が行なえるという点から、ほとんどまづば線形の回帰式がとり上げられる。また、前記の需要予測式の多くがそうであるように、一人当たり消費支出の増加に伴って、所得弾力性が低下するように関数を特定化したり、消費量そのものが飽和水準に近づくような関数を選んだりする。つまり、特定の

関数の選択は、パラメータ推計の容易さと、内挿推計値、予測値（外挿推計値）の妥当性など、便宜的、常識的判断によらざるを得ないのである。

F A O の需要量の推計は、直接食用のもの以外のものについても用途別に行なわれている。

飼料用需要は、穀物、油糧種子が主であるが、畜産物の生産の予測値から、投入—産出係数を用いて推計される。この場合、濃厚飼料給与率および飼料効率についての近年の傾向と将来方向が考慮される。

工業用の需要は、G D P に関する「基本」と「補足」の二つの予測値にリンクして決められる。種子用は面積当たり種子量が一定と仮定して求められる。減耗量は、以上の各需要の合計に対して一定比率として求められる。

#### (四) 生産の予測方法

生産の予測は、耕種作物については、収穫面積と単収の予測値に基づいており、畜産物については、家畜頭羽数、と殺率および単位頭羽数当たり生産量にもとづいて行なわれている。目標年次は平常年、つまり、豊凶について平均的な年とみなされており、その変動幅についての考慮はなされていない。

収穫面積は、過去のタイムシリーズデータに当てはめた傾向

線を延長して予測値が求められる。この場合、一九七一年発表の第三回予測までは、単純にトレンド変数のみを説明変数とする関数型が使われてきたのに対し、一九七九年発表の第四回の予測では、説明変数に各目卸売価格を卸売価格指数で除して求めた実質価格を加えた型の関数を推計し、この実質価格が一定という条件のもとで、つまり各目価格では一般的物価と同率の価格変化を前提として、予測年の収穫面積の第一段階の値が求められている。単収については、単純にタイムシリーズデータの分析による外挿値が用いられている。この場合の関数としては以下の四つの型が考えられる。<sup>(13)</sup>

① 線形回帰式  $y = a + bt$

② セミログ回帰式  $\log y = a + bt$

③ ウェイトつき線形回帰式  $y^N t = a + bt^N$

④ 三次回帰式  $y = a + bt + ct^2 + dt^3$

ここで、 $y$ は収穫面積または単収、 $t$ はタイムトレンド、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ はパラメータ、③式の $y$ と $t$ についている $N$ は、それぞれのデータに $N$ の重みをつけて式を推計することを示す。

ここではどの関数型を選択するかは、予測の結果の現実的妥当性を判断して決められる。

家畜の単位頭羽数当たり生産量やと殺率は同様にタイムシリ

《ノート》 世界食糧需給予測の方法

ーズデータの分析による外挿値が第一段階の予測値として使われている。家畜の飼養頭羽数の予測にあたっては、説明変数としてトレンド変数の他に実質価格を加えている。

生産に関する統計データに基づくトレンドの外挿値は、耕種作物、畜産物のいずれについても実質価格一定という条件のもとでの予測の第一次試算値として用いられており、各国の需給政策や耕地開発の限界等の諸条件を加味して修正が加えられる。特に一九七九年発表の第四回予測における「補足」予測では、各国の経済計画等を考慮してより意欲的な方向で生産見通しの修正が行なわれている。

#### (六) 貿易の予測と調整

品目別に国別の需要量と生産量の予測値から求められる輸入需要量または輸出可能量をすべての国について合計すると、世界全体としての不足量または過剰量が計算される。この過不足量がかなり大きなものに達した場合、第三回までの予測では調整はほとんど行なわれなかったが、第四回予測では、「巨大な過剰の蓄積は在庫費用負担から回避されるであろうし、世界レベルでの『不足』は現実には起り得ない」として、価格を変化させて、需要、供給の調整を行なっている。さらに多くの開発途上国における輸入必要量については、国際収支の困難も考慮

して修正が行なわれている。

以上のように、FAOの需給予測は、品目別、国別に過去のトレンドを基礎として予測が行なわれてきたが、関数型の選択や事後的な修正という方法で、単純な統計的傾向の外挿から、より多くの専門家の現実的判断と全体的相互依存関係を反映させる方向で展開してきたといえる。

- 注(一) この章全体の内容については、注の(2)から(5)と示した報告書によるところが大部分。
- (2) FAO, *Agricultural Commodities-Projections for 1970*, 1962.
- (3) FAO, *Agricultural Commodities-Projections for 1975 and 1985*, Volume I, Volume II, 1967.
- (4) FAO, *Agricultural Commodity Projections: 1970 ~1980*, Volume I, Volume II, 1971.
- (5) FAO, *Agricultural Commodity Projection: 1975 ~1985*, 1979.
- (6) FAO, *Indicative World Plan for Agricultural Development*, 1969.
- (7) FAO, *Agriculture: Toward 2000*, 1979 及び AOC 総会へ提出された建議資料。
- ① FAO, *Agriculture: Toward 2000*, 1981 及び ② を改訂した最終的に公表された報告書。

- (8) 注(2)の報告書、ページ。
- (9) アイオワ大学 L・ブリークスマリーフらによる *World Food Production, Demand and Trade, 1973* の方法も基本的に FAO の方法と同じである。ただし貿易部分に LP モデルを試みている。
- (10) 佐和隆光『計量経済学の基礎』(一九七〇年)一五ページおよび同ページ脚注参照。
- (11) 右書、五〇六ページ。
- (12) 決定係数、パラメータの検定、ダービンワトソン比などの統計量は、方程式の妥当性の基準とされている。しかし、例えば先の五種類の式についてみれば、その一つがこれらの統計量からみて妥当と考えられる場合、他の式も多くの場合、ほぼ同様な統計量が得られ、これらの間の優劣は、統計量から判断することは難い。

このことは、FAO予測における需要関数に限らず、計量経済モデルの方程式の推計一般に言えることであって、連立方程式モデルにあつては、前述の基準に加えて、一本一本の方程式が、モデル全体のパフォーマンスとの関連も考慮して選択される。

- (13) 注(4)の報告書、第二巻 LVI ページ。
- (14) 注(5)の報告書、一二五ページ。



### 三 USDAの予測用モデル<sup>(1)</sup>

#### (一) アメリカ農務省の世界食糧需給予測

アメリカは、世界最大の食糧輸出国であり、アメリカ農民にとって、アメリカ国内のみならず世界の農産物需給動向が重大な関心事となる。アメリカの農産物の輸出のなかでも穀物および油糧種子（特に大豆）の重要性は決定的である（第1表参照）。

このような状況のもとで、アメリカ農務省（USDA）の重要な役割の一つとして海外農業局（FAS）を中心に世界各国に派遣された農務官やその他の情報網を通じて、全世界の農産物需給情報の収集が行なわれている。さらにこれらの情報の蓄積を基礎に、同省の経済研究局（ERS）では、内外の食糧、農業情勢の分析を行なうとともに、世界の食糧需給予測を行なっている。

USDAによる本格的な世界の食糧需給予測は、一九七一年に公表されたものが最初である。ここで穀物について、初めて、多品目、多数国を対象とする連立方程式モデル（GRAINモデル）を用いて一九八〇年の世界食糧需給予測を行なった<sup>(2)</sup>。

その後USDAは、一九七四年に、世界食糧会議の準備として世界の食糧情勢の評価と一九八五年への展望を行なっている<sup>(3)</sup>。

第1表 主要農産物の世界貿易とアメリカの地位（1982年）

	世界 生産量 (千トン)	世界貿易量 (輸出) (千トン)	世界生産量 に占める 比率 (%)	世界貿易 に占める アメリカ の輸出 シェア (%)	世界貿易 に占める 日本 の輸入 シェア (%)	日本 の輸入 に占める アメリカ のシェア (%)
小麦	481,050	104,700	21.8	39.8	5.5	59.8
粗粒穀物	802,148	104,164	13.0	54.2	17.8	72.1
米	411,897	18,403	4.5	21.2	0.5	0.6
大豆	92,982	28,916	31.1	88.3	15.0	96.6
肉類	144,615	8,638	6.0	7.8	6.9	23.8
うち牛肉	45,656	3,309	7.2	2.4	3.7	26.3
豚肉	55,878	1,662	3.0	3.5	8.5	23.4
鶏肉	29,810	1,730	5.8	15.4	6.1	53.8
柑きつ類	53,848	6,933	12.9	10.9	4.3	95.8

注(1) 米の生産量はもみベース、貿易量は精米（碎米を含む）をもみに換算（換算率0.65）したものである。

(2) 粗粒穀物は小麦、米以外の全穀物である。

(3) 鶏肉は家きん肉の計である。

資料：FAO, *Production Yearbook*, FAO, *Trade Yearbook*, 大蔵省『通関統計』。

その方法は、過去の動向からみた要因分析が中心であり、計量的な予測は行なわず、いわば次の段階の予測の準備作業として位置づけられる。

一九七八年四月、USDAは、第二回目の本格的な一九八五年を目標年次とする世界食糧需給予測を公表した。この予測では、前回のGRAINモデルを改良し、これに油糧種子(Oil seeds)と畜産物(Livestock Products)を加え、これらの頭文字を取ったGOLモデルを使っている。

『西暦二〇〇〇年の地球』(The Global 2000, 一九八〇年)は、カーター大統領の人口、資源、環境問題を踏まえた世界的にみた二一世紀展望を求めた諮問に対するアメリカ政府各省庁の協力による特別チームの報告であるが、これに示された世界の食糧需給予測は、このGOLモデルをそのまま用いて二〇〇〇年までの予測を行なったものである。

GOLモデルは、GRAINモデルを基礎として改良されたものであるので、この二つのモデルについて順に紹介する。

## (二) GRAINモデル

USDAが一九七一年の時点で世界の食糧需給見通しを行なった目的は、「一九八〇年の世界の穀物(小麦、米、粗粒穀物)の需要見通しを行なうこと、ならびにありうべき生産、貿易に

関する政策および計画が世界の穀物経済にもつ意味合いを究明することである。」この場合特に、開発途上国の穀物需給の分析と評価に重点が置かれている。これは、一九六〇年代における「緑の革命」をどう評価すべきかというUSDAの当時の関心事と深く結びついている。

対象とされているのは、小麦、米、粗粒穀物の三品目であり、世界は、経済的、地理的および政治的基準に基づき二二の国または地域に分けられている。

GRAINモデルは二種類ある。モデルIは、世界の穀物需給に関する一連の同時決定方程式からなり、モデルIIは、この同時決定方程式を含んだより大きな線形計画モデルである。

モデルIは、各地域における三つの穀物の各々についての需要および供給方程式群と各地域内および各地域間の品目別の価格関係式から成っている。このモデルでは、価格が需要と供給を均衡させる媒介変数としての役割を演ずる。モデルIでは、人口や所得等の外生変数を与えた時、均衡解として地域ごとの各品目の価格、需要量、供給量が求められ、需要と供給の差として純輸出または純輸入が計算される。

モデルIIでは、輸送関係および制度的、政策的制限に基づく制約式と輸送費最小という目的関数がつけ加えられている。モデルIIによれば、モデルIと同様のアウトプットに加えて、地

第2表 Grain モデルの同次決定方程式

規模	
産品	$i = 1, 2, 3, \dots, M$
生産地域	$j = 1, 2, 3, \dots, N$
消費地域	$k = 1, 2, 3, \dots, N$
供給方程式 ( $M \times N$ )	
(1)	$QS_{ij} - \sum_{i=1}^m a_{ij} PS_{ij} = A_{ij}$
需要方程式 ( $M \times N$ )	
(2)	$QD_{ik} - \sum_{i=1}^m b_{ik} PD_{ik} = A_{ik}$
市場交換方程式 ( $M$ )	
(3)	$\sum_{j=1}^m QS_{ij} - \sum_{k=1}^n QD_{ik} = 0$
農場——卸価格関係式 ( $M \times N$ )	
(4)	$PS_{ij} - c_{ij} PW_{ij} = MS_{ij}$
消費者——卸価格関係式 ( $M \times N$ )	
(5)	$PD_{ik} - d_{ik} PW_{ik} = MD_{ik}$
卸価格の同値式 ( $M \times N$ )	
(6)	$PW_{ij} = PW_{ik} \quad j = k \text{ の場合}$
卸——輸出価格関係式 ( $M \times N$ )	
(7)	$PW_{ij} - e_{ij} PE_{ij} = ME_{ij}$
卸——輸入価格関係式 ( $M \times N$ )	
(7')	$PW_{ik} - e_{ik} PI_{ik} = MI_{ik}$
地域関係式 ( $M(N-1)$ )	
(8)	$PI_{ik} - PE_{ij} = M_{ijk}$

出所：USDA, *World Demand Prospects for Grain in 1980*, 1971, p. 25.

域間の貿易量のマトリックスが得られるほか、政策効果の評価を行なえる。しかしモデルⅡは、線形計画における最適解と予測との関連について一般的に説明が困難であることに加えて、作業コストがモデルⅠにくらべかなり高くなる。このため、GRAINモデルの改良は、その後モデルⅠに基づいている。

第2表はモデルの基本構造式を示す。実際に用いられた最終モデルは三つの穀物と二地域に区分されているが、ここではM商品数およびN地域数で一般化されている。第3表はモデルにおける変数の説明である。

GRAINモデルは、世界初の実用的な多品目、多地域を対象とするグローバルな価格による需給均衡モデルとして画期的なもので

第3表 Grain モデルの変数名

$QS_{ij}$  =  $j$  地域における  $i$  製品の生産量  
 $QD_{ik}$  =  $k$  地域における  $i$  製品の需要量  
 $PS_{ij}$  =  $j$  地域における  $i$  製品の生産者価格  
 $PD_{ik}$  =  $k$  地域における  $i$  製品の消費者価格  
 $PW_{ij} = PW_{ik}$  = 各地域における  $i$  製品の卸売価格  
 $PE_{ij}$  =  $j$  地域における  $i$  製品の輸出価格  
 $PI_{ik}$  =  $k$  地域における  $i$  製品の輸入価格

既知とされる変数

$A_{ij} = QS_{ij}$  に影響を与える  $m$  個の要素からなる関数関係。この関係は肥料の使用水準や技術の変化を示す変数等の要素を含む  
 $A_{ik} = QD_{ik}$  に影響を与える  $m$  個の要素からなる関数関係。この関係は人口、所得、嗜好の変化等の特殊な需要の変動要素を含む  
 $MS_{ij}$  =  $j$  地域における  $i$  製品の農場——卸売価格差  
 $MD_{ik}$  =  $k$  地域における  $i$  製品の卸売価格と輸入価格との価格差  
 $ME_{ij}$  =  $j$  地域における  $i$  製品の卸売価格と輸出価格との価格差  
 $M_{ijk}$  =  $j$  地域における  $i$  製品の輸出価格と  $k$  地域における輸出価格との差

出所：USDA, *World Demand Prospects for Grain in 1980, 1971*, p. 24.

あった。しかしながらこのモデルは、第一に単純な線形方程式のみからなり、第二に逐年の因果関係を無視した静学均衡モデルであり、第三に畜産物や油糧種子の需給と穀物需給の関連が体系内では明示的には示されていず、事後的なチェックにとどまり、第四に供給について、単収、收穫面積、作況等の決定要因が明らかにされていないなどの限界を持つものであった。この第三、第四の点を中心に改良を加えてGOLモデルが開発された。

### (三) GOLモデル

前述のように、USDAは一九七八年四月、一九八五年の世界食糧需給予測を公表した。この予測で用いられたのが、GOLモデルである。

対象品目は穀類 (Grains) が小麦、米、粗粒穀物 (とうもろこし、こうりゃん、大麦、ライ麦、オート麦、ミレット等その他穀物) の三品目、油糧種子 (Oilseeds) が一品目 (大豆、および綿実、菜種、亜麻仁、ひまわり、落花生、コブラ、魚粉の粕の重量換算)、畜産物 (Livestock Products) が六品目 (牛肉、豚肉、鶏肉、羊肉、牛乳・乳製品、卵) となっており、合計一〇品目である。なお、牛乳・乳製品の需要はさらに飲用乳、チーズ、バターの三品目に細分されている。

地域区分は、先進国が、アメリカ、カナダ、EC旧加盟グループ、EC新加盟グループ、その他西欧諸国、日本、オセアニア、南アフリカの八地域、計画経済国が、ソ連、東欧、中国の三地域、開発途上国が一七地域、合計二八地域に区分されている。ただし、このモデルに含まれるアメリカに係わる方程式群とは別に詳細なアメリカ農業モデルが作製され、GOLモデルと並行して用いられている。

モデルの基本構造は、GRAINモデルと変わらないが、方程式の本数は大幅に増えて合計九三〇本より成っている。これを行列の形で示すと、次のように書ける。

$$AX=H$$

ここでAは、線形関係を示す九三〇の行と列から成る係数の正方向行列であり、Xは九三〇個の内生変数ベクトル、Hは外生変数ベクトルである。これをXについて解けば、

$$X=A^{-1}H$$

となり、外生変数ベクトルHの異なった組み合わせに応じた予測値が求まる。

GOLモデルの、数学的解はこのようにして求まるが、モデルの構造からみた均衡は二つの部分に分けて考えられる。第一は地域(国)レベルの均衡であり、第二は世界レベルの均衡である。地域レベルでは需要と供給の不均衡は純輸出入となつて

あらわれるが、世界レベルでは輸出と輸入は等しい、つまり在庫の増減を無視すれば、世界全体の需要と供給が均衡する。この需給の均衡を媒介するのが価格であるが、品目別、国別、取引段階別の価格は、価格関係式を通じて直接に結びついており、また、品目間においては、各需要方程式および生産方程式における交差弾性値を通じて間接的に結びついていく。

典型的な方程式を日本を例にとってみよう。

第4表は日本の牛肉の需要方程式を示している。ここで牛肉、豚肉、鶏肉の価格に係わる係数は、各種の研究文献を参考として決められた弾性値と基準年次(一九七〇/七一年度)の変数の値から計算されている。なぜなら、各方程式は線形であるので、弾性値は変数の値によって異なるからである。今、線形方程式の被説明変数を $y$ 、説明変数を $x$ 、その係数を $a$ とすると、

かゝ

$$p = dy/y / dx/x, \quad dy/dx = a$$

$$a = p \cdot x/y$$

となつて、決められた弾性値 $p$ は、変数の一定年次の値と組み合わせるのみ特定の係数に対応させられる。

小麦、穀物および油糧種子の需要は、食用の他に飼料用についても独自の需要方程式により求められているが、畜産の生産との関連が加わり、より複雑である。これらの需要方程式の説

第4表 GOLモデルにおける日本の牛肉の需要方程式

$$\text{JPQBD} = -0.2529 \text{ JPPDB} + 0.0812 \text{ JPPDP} + 0.01349 \text{ JPPDZ} \\ + 172.8 + 291[1 + 1.2(0.05452) + 0.01073 + 0.02]^T$$

ここで、

JPQBD：牛肉の需要量

JPPDB：牛肉の消費者価格

JPPDP：豚肉の  $\nearrow$

JPPDZ：鶏肉の  $\nearrow$

T：タイムトレンド（予測年までの年数）

第2行の第1項：定数項

[ ]内第2項の1.2：1人当たり個人消費支出弾性値

0.05452：1人当たり個人消費支出の年平均成長率

$\nearrow$  第3項の0.01073：人口の年平均増加率

$\nearrow$  第4項の0.02：嗜好の年変化率

出所：USDA, *Alternative Futures for World Food in 1985*, Volume 3, 1979, p. 26 より。

明変数には、当該品および代替品の価格の他に、各畜産物の生産量と価格が加わり、さらに外生変数に生産性（飼料効率）の向上を反映させるためのタイムトレンド項が加えられている。なお、GOLモデルで用いられた肉類の需要の価格弾性値、交差弾性値、所得弾性値を、各種弾性値の例として第5表に示している。

第6表は日本の米の収穫面積と生産量の方程式を示している。ここでも、価格に係わる係数は、各種の研究文献を参考にして決められた弾性値と基準年次の変数の値から計算されている。また、各方程式の定数項は、基準年にこの方程式を当てはめることにより、初期値調整項として計算される。生産の価格弾性値は、第一次的に、面積と単収の別に決められた価格弾性値の和から計算されている。このように、方程式の中に単収を求める式を与えて、収穫面積と単収の積から生産量を求めることをしないのは、この場合には全体系の線形性が維持できなくなる、前述のような逆行列を用いて解を求めることができなくなることに由来するであろう。なお、生産方程式の中に外生変数として投入財の費用指数を組み込むことにより、『二〇〇〇年の地球』で示されている石油価格等の上昇などによる農業生産コストの影響を評価することが可能とされている。

ところで、耕種作物について、作付け上の競合作物の価格が

第5表 GOLモデルにおける肉類の需要の弾性値

項 目	価 格 に 対 す る 弾 性 値					所 得 弾 性 値
	牛 肉		豚 肉	鶏 肉	羊 肉	
	フイニイ シュト	その他				
アメリカ						
牛肉, フィニイシュト	-.7	.2	.1			.4
牛肉, その他	.4	-.8	.1	.1		.3
豚肉	.4		-.8	.1		.1
鶏肉	.3		.2	-1.0		.8
羊肉						
EC旧6カ国						
牛肉		-.7	.3	.1		.6
豚肉		.5	-.8	.12		.5
鶏肉		.38	.5	-1.07		1.0
羊肉		.15	.15		-.25	0
EC新加盟3カ国						
牛肉		-.6	.2	.08	-.2	.7
豚肉		.18	-.8	.2	.17	.45
鶏肉		.3	.3	-.6		1.0
羊肉		.1	.1	.1	-.1	0
その他の西欧諸国						
牛肉		-.6	.2	.1		.7
豚肉		.2	-.7	.2		.6
鶏肉		.1	.2	-.8		.9
羊肉		.15	.15		-.25	0
日 本						
牛肉		-1.2	.26	.35		1.2
豚肉		.20	-.90	.11		.9
鶏肉		.50	.17	-1.10		.6
羊肉		-.4	.2	.3	-.4	.5
オセアニア						
牛肉		-.5			.2	0
豚肉		.2	-.4			.0
鶏肉						
羊肉		.4			-.8	0

出所: USDA, *Alternative Futures for World Food in 1985*, Volume 1, 1979, p. 51.

第6表 GOLモデルにおける日本の米の収穫面積と生産方程式

$$\begin{aligned} \text{JPHAR} &= -1.212 \text{ JPPSS} + 0.233 \text{ JPPSR} + 0.8160 \text{ JPHAT} \\ &\quad + 13.845 - 5.4 \text{ T} \\ \text{JPQSR} &= 11.08 \text{ JPPSR} + 3.84 \text{ JPHAR} \\ &\quad + 573.13 - 22.18 \text{ JPZI} + 48 \text{ T} \end{aligned}$$

ここで

第1式

JPHAR : 米の収穫面積  
 JPPSS : 大豆の生産者価格  
 JPPSR : 米の  
 JPHAT : 耕地面積計  
 T : タイムトレンド

第2式

JPQSR : 米の生産量  
 JPPSR : 米の生産者価格  
 JPHAR : 米の収穫面積  
 JPZI : 投入財のコストの指数  
 T : タイムトレンド

出所：第4表に同じ。

生産方程式あるいは収穫面積の方程式に含まれるのは理解でき  
 ざるが、畜産物（たとえば牛肉）の生産方程式の説明変数に  
 他の畜産物（たとえば豚肉、鶏肉など）の価格が組み込まれ  
 それら相互間の競争を考慮するためと説明されているが、多  
 くの先進国において畜産物相互間に生産面で競争があると想  
 定することは現実的とはいえない。

さて、GOLモデルは、以上説明してきた需要方程式、生  
 産方程式のほか、需要量、生産量と純輸出入量の関係を示す  
 定義式としての地域内均衡式、生産者価格と消費者価格の関  
 係を示す方程式、消費者価格と輸出入価格の関係を示す方  
 程式が品目別、地域別に与えられ、さらに、各地域の輸出入価  
 格を相互に関係づける方程式と、世界全体としての需要量と  
 生産量を均衡させる式が加わって全方程式体系が構成されて  
 いる。この連立方程式を用いた予測は、まず、予測年におけ  
 る外生ベクトルを計算し、これに、前述のように係数行列の  
 逆行列を乗じることによって内生解としての、各品目別、地  
 域別の需要量、生産量、純輸出入量、各段階の価格が求めら  
 れる。

以上がGOLモデルの基本構造である。ここで注意すべき  
 点は、需要と生産が予測年次における価格水準により同時に  
 決定されていることである。このモデルでは、農業生産にお



ける意志決定と実際の収穫には半年程度の時間の遅れがあり、しかもそこで生産されたものが、通常その後一年間という時間の経過の中で消費されるという点について考慮されていない。つまり、このモデルは需給の規定要因の変動に対して価格を媒介とする調整が行なわれる十分な時間を前提としているという意味では長期予測用の静学的均衡モデルである。

一方、このモデルは、線形方程式体系であり、需要方程式、生産方程式のいずれの点からみても、価格変化や、外生変数の想定が基準年次の値に対して限界的なもの（通例二〜三割）である範囲内では現実的であるが、大きな変化に対しては非現実的な結果をもたらすと考えられる。特に供給不足の場合は、もっともらしい結果が得られても、供給過剰の場合に問題が多い。通常、線形体系のモデルは短中期の予測でのみ有効である。この意味でGOLモデルを『二〇〇〇年の地球』のように基準年からみて三〇年後の予測に用いることは、モデルの性格からみてきわめて乱暴な使い方であり、予測結果をみるにあたって十分に注意することが必要である。

注(一) この章全体の内容については注の(2)から(4)に示した報告書によるところが大きい。

(2) USDA, *World Demand Prospects for Grain in 1980, 1971.*

《ノート》 世界食糧需給予測の方法

(3) USDA, *The World Food Situation and Prospects to 1985, 1974.*

(4) USDA, *Alternative Futures for World Food in 1985, Volume I, Volume II, Volume III.*

(5) J. O. Barny, *The Global 2000 Report to the President, 1980.* 邦訳「逸見謙三監訳『西暦二〇〇〇年の地球』」

(6) 注の(3)の報告書、一ページ

(7) USDAはこの穀物の需給予測と並行して畜産物、油糧種子の需給予測作業を行なっている。

(8) 注の(4)の報告書、第三巻、三二ページ。

#### 四 世界食糧需給予測<sup>(1)</sup>モデル

##### (一) 農林水産省の世界食糧需給予測

一九七二年のソ連の不作に伴う穀物の大量買付け等を契機として、世界の穀物需給は、一九六〇年代の過剰基調から、一変して逼迫し、不安定性を強めることとなった。この間、わが国は一九六〇年代を通じて、食糧の海外依存度を強め、食糧の輸入大国となっていた。このような情勢のもとで、農林水産省は、食糧の供給不安を背景に、食糧政策全般の再検討に着手し、その一環として世界的な食糧需給の動向の分析と予測を行なうこととした。このため、一九七三年度において「世界の食糧需給

の構造変化とその見通しに関する調査」が行なわれ、海外食糧需給予測に関する現地調査、世界の気象変化と作物生産との関連の調査と並んで世界食糧需給予測モデルの開発と予測の研究が進められた。

この研究は、農林省内に設けられた「世界農産物需給予測研究会」(主査、逸見謙三東大教授)の指導のもとに、上述の世界食糧事情調査団報告、世界の気象変動と農産物生産の研究成果を踏まえて、日本独自の世界食糧需給予測モデルを開発し、予測を行なったものである。このモデルとこれを用いた一九八五年に至る予測結果は、一九七四年八月公表され、この年一月開催された世界食糧会議にもわが国代表団により提出された。ここで開発されたモデルを、以下、WBFモデル (World Basic Food Model) と呼ぶことにしよう。

このモデルは、その後、筆者によりFAOにおける農産物需給予測用モデルとして改良が加えられてきた<sup>(3)</sup>。そして、農林水産省(大臣官房企画室)において、FAOでの研究成果や、GOLモデルを参考にして、対象品目、地域区分、モデルの構造と解法、パラメータの選択等全般にわたって改良が加えられ、新たに世界食糧需給予測モデルとして完成された。このモデルの概要と二〇〇年までの予測結果は、一九八二年三月農政審議会に、わが国の食糧安全保障政策立案のための参考資料として提

出されるときにも、公表された<sup>(4)</sup>。ここでは、この新たに開発されたモデルを新WBFモデルと呼ぶことにしよう。以下、WBFモデル、新WBFモデルの順に紹介する。

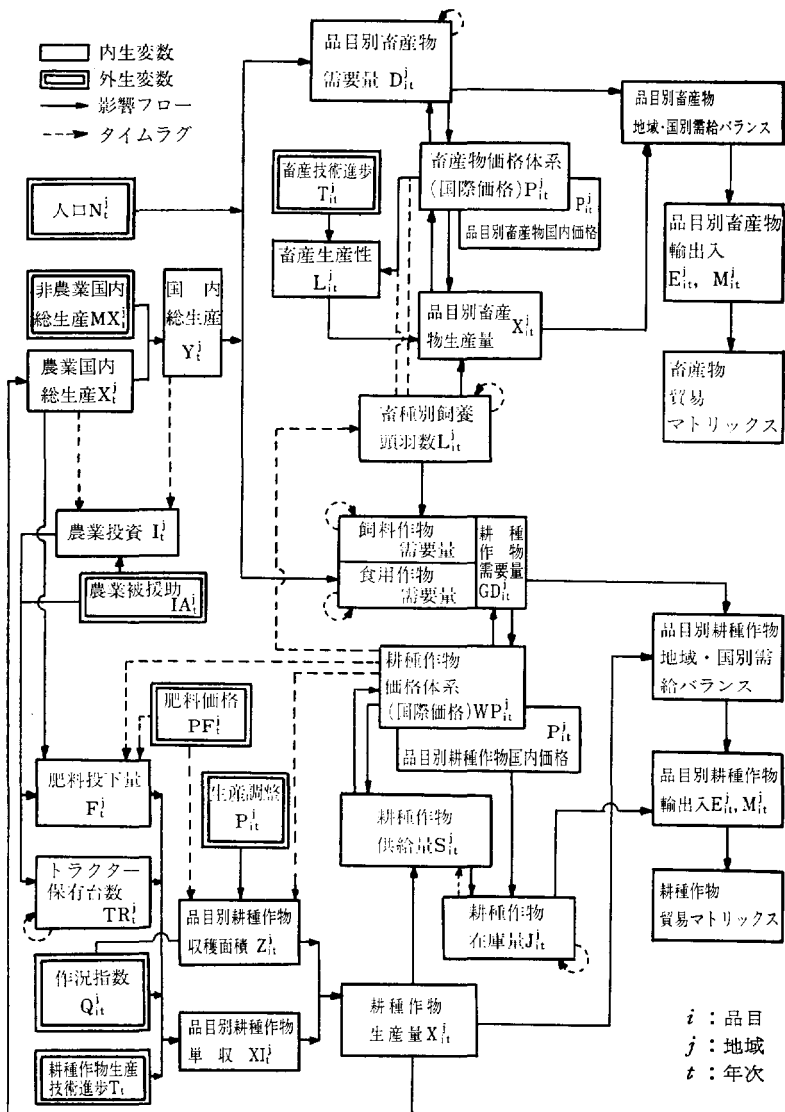
## (二) WBFモデル

一九七四年という時点で農林省(当時)が世界食糧需給予測モデルの開発と予測の研究を行なうに至った経過は前述の通りであり、その主要な目的は、わが国の食糧の安全供給のための政策立案の判断資料として、「中間的(一九八〇年前後)および長期的(一九八五年前後)における主要穀物およびこれと関連する主要畜産物の世界的な需給予測の見通しを行なうこと」とされた。基準年次は一九七三年である。

対象品目は、穀類六品目(米、小麦、とうもろこし、大麦、ソルガム・ミレット、大豆)および畜産物四品目(牛肉、豚肉、鶏肉、牛乳)の計一〇品目である。また、地域区分は二五地域であるが、アメリカ、カナダ、日本等主要生産国および消費国は、一地域として区分し、他は地理的、経済的基準によりいくつかの国をまとめて地域の区分を行なっている。

モデルの因果関係の流れは第二図に示す通りであるが、主要点は以下の通りである。

まず、各品目の需要は、人口または家畜飼養頭羽数(主とし



第2図 世界食料需給モデルフローチャート

出所：世界農産物需給予測研究会編『世界食糧需給モデルによる需給展望』  
 (農林統計協会刊, 昭和49年), 14ページより。

て飼料用に用いられる穀物にもとづいて乳牛換算された頭数) 単位当たりが、当該品および競争品の価格、一人当たり国内総生産またはタイムトレンドを説明変数として決まる。

穀物の生産は収穫面積と単収に分けられる。収穫面積は、当該品および作付け競合品の前年の価格とトレンドおよびアメリカについて生産調整ダミーによって決まる。単収は地域全体としての肥料投下量、同じくトラクター台数、作況によって決まるが、前二者は前年の地域内の農業総生産、国内総生産、農業援助受け取り(開発途上国の場合のみ)によって決まる。

畜産物の生産は、畜種別飼養頭羽数と単位当たり生産量に分けられるが、頭羽数は前年の頭羽数、生産物の需要量、当該品の価格から決まり、単位当たり生産量はトレンドと当該品の価格で決まる。

各品目の国際価格は、穀類についてはシカゴ市場の期近かの年間平均価格、畜産物については、主要生産国の当該品の国内卸売価格と定義されているが、在庫変動穀類についてのみ)を含めて世界の需要と供給が一致する点において決まる。各地域の価格は、全て国際価格とリンクしており、これとトレンドとによって決まる。

WBFモデルは、大部分が非線形の約一〇〇〇本の連立方程式より構成され、地域ごとに人口、非農業GDP、作物別の作

況等の与件を与えれば、価格を媒介として、在庫変動を含めて世界計での需給が均衡するという条件のもとで、地域別、品目の需要量、生産量、価格等が逐年ごとに決まる仕組みとなっている。

WBFモデルは、関数式が約一〇〇〇本あり、そのうち同時決定されるものが約四〇〇本もあり、膨大な方程式を選択しなければならぬ。このため個別関数式について、あらかじめ多数の関数型を想定しておき、モデル全体系との関連で、簡便に交換して体系内に組み入れるシステムが開発された。個々の関数式のフィットの良さが重要であることはいうまでもないが、そのことが必ずしもモデルの部品としてすぐれた関数式であることを保障するものではない。このような観点から、部品としての個別の構造方程式の入れ換えを容易にすることに重点が置かれ、その推計は直接最小二乗法によっている。このことにより、ごく短期間に一万五千本もの関数式を推計し、モデル体系のパフォーマンスからみて最良の方程式の選択を行なうことが可能となったのである。第7表にWBFモデル開発にあたって推計された需要関数のタイプを示した。実際には、品目により、地域により、これらのうちのいずれかの関数のタイプが選択され用いられている。

ここで示されている需要関数に限らず、WBFモデルで用い

第7表 WBFモデルにおける需要関数の関数式タイプ  
(1人当たりもしくは1頭当たり需要量)

	関数式の種類	説明変数
1	$\log(D/N) = a_1 + a_2 \cdot (1/y) + a_3 \cdot (1/Pi) + a_4 \cdot (Pi/Pk_1)$	所得, 価格
2	$\log(D/N) = a_1 + a_2 \cdot (1+y) + a_3(1/Pi)$	〃
3	$\log(D/N) = a_1 + a_2 \cdot (1/y)$	所得
4	$\log(D/N) = a_1 + a_2 \cdot \log y + a_3 \cdot \log Pi + a_4 \cdot \log(Pi/Pk_1)$	所得, 価格
5	$\log(D/N) = a_1 + a_2 \log y + a_3 \cdot \log Pi$	〃
6	$D/N = a_1 + a_2 \cdot \log y + a_3 \cdot (X/N)$	所得, 国内生産
7	$D/N = a_1 + a_2 \cdot (X/N)$	国内生産
8	$D/N = a_1 + a_2 \cdot t$	トレンド
9	$D/N = a_1 + a_2 \cdot \log t$	〃
10	$\log(D/N) = a_1 + a_2 \cdot (1/y) + a_3 \cdot (Pi/Pk_1)$	所得, 価格
11	$\log(D/N) = a_1 + a_2 \cdot \log y + a_3 \cdot \log(Pi/Pk_1)$	〃
12	$D/N = a_1 + a_2 \cdot \log y$	所得
13	$\log(D/N) = a_1 + a_2 \cdot (1/y) + a_3 \cdot (1/Pi) + a_4 \cdot (Pi/Pk_2)$	所得, 価格
14	$\log(D/N) = a_1 + a_2 \cdot \log y + a_3 \log Pi + a_4 \cdot \log(Pi/Pk_2)$	〃
15	$\log(D/N) = a_1 + a_2 \cdot (1/y) + a_3 \cdot (Pi/Pk_2)$	〃
16	$\log(D/N) = a_1 + a_2 \cdot \log y + a_3 \cdot \log(Pi/Pk_2)$	〃
17	$\log(D/L) = a_1 + a_2 \cdot (1/t) + a_3(Pi/Pk_1)$	トレンド, 価格
18	$\log(D/L) = a_1 + a_2 \cdot (1/t) + a_3 \cdot \log(Pi/Pk_1)$	〃
19	$D/L = a_1 + a_2 \cdot \log t + a_3 \cdot (Pi/Pk_1)$	〃
20	$D/L = a_1 + a_2 \cdot \log t + a_3 \cdot \log(Pi/Pk_1)$	トレンド, 価格
21	$D/L = a_1 + a_2 \cdot t$	トレンド
22	$D/L = a_1 + a_2 \cdot \log t$	トレンド, 価格
23	$\log(D/L) = a_1 + a_2 \cdot (1/t) + a_3 \cdot (Pi/Pk_2)$	〃
24	$\log(D/L) = a_1 + a_2 \cdot (1/t) + a_3 \cdot \log(Pi/Pk_2)$	〃
25	$D/L = a_1 + a_2 \cdot \log t + a_3 \cdot (Pi/Pk_2)$	〃
26	$D/L = a_1 + a_2 \cdot \log t + \log(Pi/Pk_2)$	〃

注:  $D$ : 需要  $N$ : 人口  $y$ : 1人当たりGDP  $L$ : 総家畜飼養頭数(家畜単価換算)  $Pi$ : 当該品の価格  $Pk_1$ : 代替品の価格  $Pk_2$ : 他の代替品の価格  $t$ : タイムトレンド

出所: 世界農産物需給予測研究会編『世界食糧需給モデルによる需給展望』(1974年), 92~93ページより。

られた個々の方程式の関数形は、非線形である。もつとも、帰属そのものの計算は、変数の対数変換、逆数変換後の変数について線形の関数であるという制約内で行なわれている。しかし、モデル体系全体としてみれば、内生変数の積の形の定義式を含め、非線形体系となっており、線形体系モデルのように逆行列解法で解くことはできない。WBFモデルでは、非線形連立方程式の近似的な解を求める方法として、各品目ごとにはニュートン・ラフソン法による収束計算を行ない、全品目の均衡解を求めるについては、ガウス・ザイデル法による反復計算を採用している。

以上のようにWBFモデルでは、方程式の推計システムとモデルの解法との両面においてきわめて柔軟に関数のタイプの變化に対応できるシステムを採用しており、現実の対象の構造の近似的な反映としてのモデルの有効性を高めている。

しかしながら、WBFモデルは、構造方程式の推計に用いられたデータが、一九五七年から一九七二年という、穀物の過剩を基調とし、かつ全世界的な経済の高度成長を特徴とする時期のものであることから、需要、生産のいずれについても、価格反応がきわめて小さくなっている。実際問題として、モデルの開発システムに重点があつて、開発されたモデルを構成する方程式の吟味は、トレンドで説明される式が多くみられるように、

必ずしも十分に行なわれているとはいえない。モデルの全般的組み立てからみても、相互にきわめて代替性の高い粗粒穀物を三品目に限定して扱うなどの問題点を有している。

### (三) 新WBFモデル

一九八二年四月に農林水産省(大臣官房企画室)が公表した世界食糧需給予測に用いられたのは、WBFモデルを改良した新WBFモデルである。

このモデルの対象品目は、小麦、米、粗粒穀物、大豆の穀類四品目、牛乳、乳製品、牛肉、豚肉、鶏肉、羊肉、卵の畜産物六品目計一〇品目である。旧WBFモデルにくらべ、粗粒穀物が一本化され、代わりに、羊肉と卵の二品目が追加され、GOLモデルの対象品目と油糧種子が大豆のみであることを除いてほぼ同じとなつている。

地域区分は、第8表に示すとおり三七地域あり、旧WBFモデルの二八地域、GOLモデルの二八地域よりかなり多くなつているが、これらとの比較にも配慮して区分している。

新WBFモデルの因果関係の流れは、基本的に旧モデルと同じである。旧モデルとの比較でみたモデルの主要な改良点は、前述の対象品目、地域区分のほか、以下のとおりである。

第一に、パラメータを各種の研究文献等の多様な情報に基づいて

第8表 新WBFモデルの地域区分

地 域	国 名 等
(1) 先進国地域	
(a) 輸出地域	①米国 ②カナダ ③オセアニア ④南アフリカ
(b) 輸入地域	⑤フランス ⑥西ドイツ ⑦イタリア ⑧イギリス ⑨その他EC諸国 ⑩その他西欧諸国 ⑪日本
(2) 計画経済国地域	
(a) 東欧・ソ連諸国	⑫東欧諸国 ⑬ソ連
(b) アジア	⑭中国 ⑮その他のアジア計画経済国諸国
(3) 発展途上国地域	
(a) 中南米諸国	⑯メキシコ ⑰その他中米諸国 ⑱アルゼンチン ⑲ブラジル ⑳ベネズエラ ㉑その他南米諸国
(b) アジア・アフリカ諸国	㉒イラン ㉓その他の中東及び北アフリカ高所得国 ㉔エジプト ㉕その他の中東及び北アフリカ低所得国 ㉖東アフリカ諸国 ㉗ナイジェリア ㉘中央アフリカ諸国 ㉙インド ㉚パキスタン ㉛バングラデッシュ ㉜その他南アジア諸国 ㉝タイ ㉞インドネシア ㉟東南アジア高所得国 ㊱その他の東南アジア諸国 ㊲その他の諸国

出所：農林統計協会編『日本の食料安全保障を考える』（昭和58年）109ページより。

て決定しており、モデルの関数のタイプもパラメータの推計上の制約（線形回帰）を離れて考えている。

第二に穀類について、需要を、食用、飼料用別に決めている。

第三に輸出関数、輸入関数を組み込み、国内市場の相対的独立性を考慮している。

第四に、家畜飼養頭羽数の説明変数のうち、飼料価格および生産物価格値を中小家畜については当期とするなど、畜産物の生産と、飼料需給の関連を基本的に同時決定としている。

第五に耕地面積およびかんがい面積の制約を明示的に各耕種作物の生産に組み込んでいる。

以上のように、新モデルでは旧WBFモデルにくらべかなり大胆な改良を行なっているが、第三、第四の点については、モデル全体としての安定性および現実過程の近似性という観点から、検討を深める必要がある。また、第五の点については、データが不足しており、信頼し得るパラメータの推計は今後の課題である。

さらに、新WBFモデルには以下のような限界があることに留意する必要がある。

まず、農産物の国際需給には、各国の外貨準備や為替

相場などの金融上の要因の影響が大きく影響すると考えられるが、これらの要因は組み込んでいない。また、国内価格と国際価格をリンクするに当たっても、各国の貿易政策および国内農業政策の影響を明示的には組み込んでいない。さらに、大豆の需給予測について、他の油糧種子や魚粉等の競合品が対象とされていないため、その影響が無視されている。

注(1) この章全体の内容については注の(2)と(4)に示した報告書によるところが大きい。

(2) 世界農産物需給予測研究会(主査逸見謙三)編『世界食糧需給予測モデルによる需給予測』(昭和四九年)。

(3) 『一九八一年度日本農業経済学会報告要旨』所収、個別報告、大賀圭治「世界食糧需給予測開発の方法と展望」。

(4) 農林統計協会編『日本の食料安全保障を考える』(昭和五八年)の(付)「世界食料需給予測モデルによる二〇〇〇年の電給見通し」。

(5) 注の(2)の報告書、三ページ。

## 五 MOIRA<sup>(1)</sup>

(一) オランダ学者グループによる予測

MOIRA<sup>(1)</sup>というのは、オランダの自由大学と農業大学の数理経済学者、農業経済学者、農学者等の学者達から構成される

プロジェクトチームによって遂行された世界食糧需給予測見通しとその問題点に関する研究の過程で開発された Model of International Relations in Agriculture の略称である。その研究成果は同名の研究レポートとして、一九七九年に公刊されており、農業総合研究所の研究員グループによる邦訳も刊行されている。以下この報告書によりながら、MOIRA<sup>(1)</sup>について概説する。

この研究の発端となったのは、ローマ・クラブによって提起された問題、つまり二一世紀という超長期でみて、世界の人口の増加に見合い、すべての人々の必要を充たす十分な食糧の生産が可能かという問題である。しかし研究の過程においてはローマ・クラブからは一般的な精神的支持を受けるといふルーズな関係にとどまり、研究資金は、オランダの農水省と外務省および民間基金から提供された。

この研究は、「世界の食糧問題を正に分配問題」としてとらえ、これを「真正面からとり上げた数少ない計量経済学的研究である。」<sup>(3)</sup>と唯是康彦によって、適切に評価されている。

なお、地域区分は基本的に国別となっており、一〇六に区分されている。また、モデルを構成する方程式のパラメータは、一九六四～六六年のクロスカントリーデータを用いて直接最小二乗法で推計され、各国の特殊性は、クロスセクション・デー



タについての攪乱項を構造的特性と仮定することにより処理されている。

### (二) 潜在食糧生産力と消費蛋白質換算

この研究は、出発点として、世界の潜在可耕地から産出される最大限に可能な食糧の生産水準の推計を行なっている。この潜在食糧生産力の推計では、まず、FAO/UNESCOから一九七四年に出版された『新世界土壤地図』等を基礎に世界を二二二の広域土壤地域に区分し、これから潜在可耕地面積を約三七億ヘクタールと推計している。これは、『世界の食糧問題—アメリカ大統領科学諮問委員会報告』（一九六七年）で推計され、ローマ・クラブ・レポート『成長の限界』でも利用された約三二億ヘクタールという潜在可耕地面積と比せらるべきものである。

潜在可耕地面積をベースに土性、降雨量、気温、日射量等の気候データおよび灌溉可能性に関する評価等に基づき、光合成の物理的限界から考えられる穀物換算の絶対最大潜在生産力は約四九八億トンと推計される。しかし、現在の世界の穀物生産は、既耕地全体の約六五%において行なわれていることを考慮し、潜在可耕地全体の六五%で穀作が行なわれると仮定すると、穀物換算の絶対最大潜在生産力は、約三二四億トンと推計され

る。これは、一九七九～一九八一年の世界の穀物生産量約一六億トンの約二〇倍ということになる。全世界平均のヘクタール当たり穀物換算絶対最大生産量は、約一三、四トン/年であり、大陸別平均でみると、南アメリカが最高で、ヨーロッパが最低となっているが、これは主として気候条件の差によるものである。

ところで、MOIRAの際立った特徴の一つは、消費蛋白質 Consumable Protein という唯一の食糧に換算されていることである。つまり、食糧生産ならびに食糧消費はすべて人間に直接的または間接的に消費される植物性蛋白質、つまり、消費蛋白質の重量に換算して表示されている。このような単純化は、一〇六という多数の国を対象として、農業部門、非農業部門別の人口をさらにそれぞれ六つの所得階層に分けて食糧需要の推計を行なうことによつて、モデルによる分析の重点を所得分配の変化の影響の評価に置きながらも、モデル全体を操作可能な範囲にとどめておくために必要であったと考えられる。消費蛋白質という測定単位を選択は、次の諸点を考慮して行なわれている。

- (a) 農業部門のすべての生産物は、植物生産に基づいている。
- (b) 測定は、生産過程の技術的性格を入れて光合成過程で生産されるバイオマスで表示する必要がある。

第9表 耕地面積および農業生産量

地 域	既耕地	潜在的	$\frac{(1)}{(2)} \times 100$	農 業	最大農業	$\frac{(4)}{(5)} \times 100$	$\frac{(4)/(1)}{(5)/(2)} \times 100$
	面積	耕地面積		生産量	生産量		
	(1965年)	(百万ha)	(%)	(1965年)	(可消費蛋 白質換算)	(可消費蛋 白質換算)	(%)
	(百万ha)	(百万ha)	(%)	( $10^8$ kg)	( $10^8$ kg)	(%)	(%)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
北アメリカ	220	546	40	397	7,159	5.5	14.0
西ヨーロッパ	129	147	88	233	2,192	10.7	12.1
日 本	6	8	75	29	111	26.1	35.0
オーストラリア ほか	59	284	21	86	2,723	3.2	15.0
東ヨーロッパ (ソ連を含む)	228	522	44	322	6,042	5.3	12.0
先進工業国小計	702	1,507	47	1,067	19,228	5.5	11.7
ラテンアメリカ	122	695	18	173	14,599	1.2	6.8
中 東	52	111	47	35	1,038	3.4	7.2
熱帯アフリカ	174	643	27	91	11,681	0.8	2.9
南アジア	266	382	70	248	7,520	3.3	4.7
中 国	111	349	32	267	3,992	6.7	21.0
開発途上国小計	725	2,180	33	815	38,830	2.1	6.3
世 界	1,427	3,687	39	1,882	58,058	3.2	8.2

注. 1965年の数の数値は1964~66年の平均値.

出所: H. Linnemann 他, *MOIRA*, 1979. 邦訳書, 11ページより.

(c) バイオマスに含まれる蛋白質の量は土壌中の有効窒素と直接関連づけられる。

(d) 植物生産物の一部は、動物により畜産物に変換されて、人間に消費されるが、畜産物は蛋白質食糧である。

このように可消費蛋白質への変換は、農業生産物全体の中で、畜産という土地からの間接的な生産割合が大きくなることに伴い、より大きな意味を持つことになる。

こうして、先に推計された穀物換算の潜在的絶対最大生産力は、一〇六の国または地域区分ごとに、これを構成する土壌地帯の最大収量に基づき再集計され、さらに可消費蛋白質に換算される。第9表は、この結果を集計して示したものである。これによれば、可消費蛋白質換算の最大農業生産量は、約五八億トンと推計されるが、これは、

一九六五年の可消費蛋白質換算の農業生産量約一・九億トンに對比されるものである。ここに表示されている限りでは、(b)欄の農業生産の開発率ともいうべき比率は、日本が最も高いが、それでも約二七％に過ぎず、西ヨーロッパが一一％、北アメリカが五・五％と続くが、開発途上国は平均でわずか二・一％ときわめて低い水準にある。

ここに示される最大農業生産量水準は、すべての地域において、人為が関与し得るあらゆる成長環境が最適水準に維持されるという全くの仮説的状況下において理論的に考えられたものである。しかし、これらの諸条件が完全に充足可能であるとしても、これを現実には達成するためには、農業および関連部門における膨大な資本、労働、ノウハウ等の投入が必要である。さらに、このような広範囲な農業生産の拡大が、自然生態系に及ぼす影響については全く考慮されていないことに注意する必要がある。

### (三) 農業生産の決定

MOIRAにおける農業生産の決定は、土地集約度関数、土地生産関数および労働流出関数等によって行なわれる。

全農業生産 ( $TY$ ) は、全潜在可耕地面積 ( $A$ ) と単位当たり収量 ( $Y$ ) の積として求められる。

第10表 MOIRAにおける土地集約度関数

$$Y = \frac{YASY \cdot Z}{YASY + Z}$$

$$Z = \alpha \left( \sqrt{\frac{C}{A}} + \beta - \sqrt{\beta} \right) + \gamma \cdot \frac{L}{A} + \delta_i$$

ここで、

$Y$  : 潜在可耕地面積 1 ha 当たり収量

$YASY$  : ha 当たりの最大収量 (可消費蛋白質換算の国別最大生産量を面積  $A$  で除したもの)

$Z$  : インプット・ミックス

$A$  : 国別潜在可耕地面積

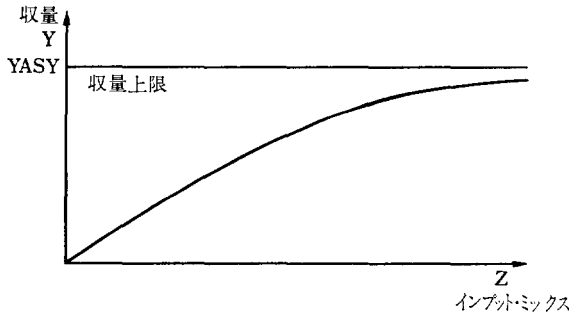
$C$  : 資本

$L$  : 労働

$\alpha, \beta, \gamma$  : パラメータ

$\delta_i$  : 国別構造的偏倚

出所 : H. Linnemann 他, *MOIRA*, 1979, 邦訳書, 128ページより作成。



第3図 MOIRA における土地集約度関数

出所：H. Linnemann 他，MOIRA，1979，p. 109.

土地集約度関数は、第10表に示すように、収量(Y)をインフラ・ミックスを表わす変数(Z)によって説明する式とZを決定する式から成っている。土地集約度関数は、第三図でみるように、単位面積当たりの生産量の上限を考慮し、インフラ・ミックスの限界生産性が逓減することを示している。ここで、農業労働力はデータ上の制約から農業人口が使われている。労働と代替する資本Cは、農用トラクターが利用可能なデータとして選ばれている。

土地生産関数は、モデルの中では肥料の需要関数として

$$F = \alpha Y + \beta + \gamma_i$$

と表わされている。

ここでFは肥料の需要量、Yは前述の潜在可耕地面積一ヘクタール当たり収量、 $\alpha$ と $\beta$ はパラメータ、 $\gamma_i$ は国別構造的偏倚である。

生産の決定は、農業者が生産物に対する期待価格( $P^*$ )と得られる収量(Y)から投入費用を控除して得られる期待所得( $V^*$ )を最大にするように行動すると仮定して求められる。投入費用としては肥料(F)と資本(C)が考えられる。当年度の農業生産の意志決定は、前年度の肥料価格(FMON)と資本価格(CMON)を考慮してなされる。最大化される関数は

$$V^* = (P^* \cdot Y - F \cdot \text{MON}_{t-1} \cdot F) A - C \cdot \text{MON}_{t-1} \cdot CE$$

と書ける。ここで  $CE$  は実際に使用される資本である。労働に ついても、実際に働く労働者  $L$  が導入された上で、収量  $(Y)$  とインプット・ミックス  $(Z)$  が定式化される。ここで農業労働者  $(LE)$  は、外生の人口総数と労働流出関数によって先決される。期待価格  $(P^*)$  は、一期前の原料農産物価格の基準年水準からの偏差の期待水準  $((DF/P)^*)$  や外生される非農産物価格水準と原料農産物の交換度から、やはり先決的に決定される。

以上のような条件のもとで、農業所得を最大にする資本の使用水準は、与えられた生産可能曲線(資本と収量との関係)と等所得曲線(所得水準が無差別であるような、収量水準と使用資本水準との関係)を比較することによって得られる。実際には、国ごとの資本使用量、肥料投入量について三〜四回の収束計算によって最適解が求められる。

農業からの労働流出は、非農業部門への労働力流出をあらわす関数としてモデルに組み込まれているが、これは労働流出関数と呼ばれている。この関数では、非農業部門における年間労働流入率を、二つの要因、つまり、一人当たり実質所得格差の過去三カ年の幾何平均と一期前の農業、非農業部門間の人口比率によって説明している。

MOIRAにおける生産の決定において、最大の問題は、長

期的に決定されるべき資本使用量  $(CE)$  を所得の最大化といういわば短期的な目的関数から求めていることであろう。このため、モデルの解としての  $CE$  の水準は不安定となっているとみられ、これを避けるため、資本、労働比率の変化の上限を外生的に与えている。このモデルにおける資本の扱いは肥料投入にこそ適用されるべきである。資本ストックに関しては、投資関数と資本ストック関数の組み込みが不可欠と考えられる。

#### (四) 食糧消費の決定

MOIRAにおける食糧消費は、各国の農業、非農業の部門ごとに、消費者を六つの所得階層にわけそれぞれごとに決定される。消費関数では食糧消費を実質所得によって説明している。つまり、購買力としての実質所得の分配が食糧消費の重要なパラメータとなっており、このことによって、所得分配の変更に伴う飢えあるいは栄養不良の分析というこの研究の目的を可能としている。

前述のように消費関数は、各国それぞれ一二に分割された階層ごとに与えられるが、関数形は第II表および第四図に示すとおりである。関数のパラメータは、FAOの食糧消費と栄養に関する調査データや各国の家計消費データのカントリー・クロスセクション・データから推計されている。

第11表 MOIRAにおける食糧消費関数

$$CONS_{is} = \min \left[ \frac{R_{is}}{FP^s}, \alpha + \beta \left( \sqrt{R_{is} + \gamma} - \sqrt{\gamma + \delta_{is}} \right) \right]$$

ここで、

$CONS_{is}$  : 部門(農, 非農別)  $S$  の所得階層  $i$  における1人当たり食糧消費

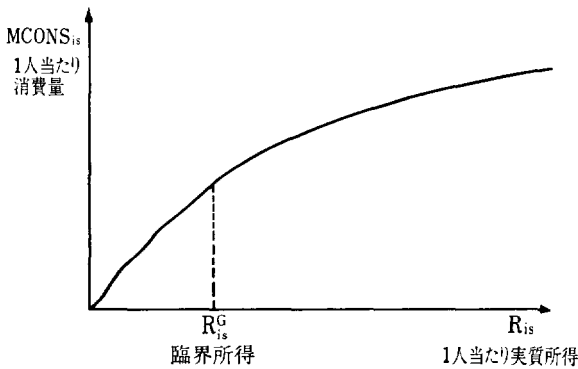
$FP^s$  : 部門  $S$  における食糧価格

$R_{is}$  : 部門  $S$ , 所得階層  $i$  の1人当たり実質所得

$\alpha, \beta, \gamma$  : パラメータ

$\delta_{is}$  : 構造的な定数としての国別偏倚

出所: 前表と同じ。邦訳書, 182ページより作成。



第4図 MOIRA における食糧消費関数

出所: H. Linnemann 他, MOIRA, 1979, p. 159.

この消費関数では、食糧消費は一定の所得水準  $R_{is}^c$  までは全所得が食糧消費に支出され(限界消費性向は一)、この水準を超えると、所得水準の上昇に伴って食糧消費性向は低下していくことになっている。ここで農業部分の所得水準は食糧生産に依存して決まる。部門別、階層ごとの名目所得分布は、時間が経過しても、基準年における分布と同じと仮定され、各階層の1人当たり消費が求められれば、それぞれの人口(シエアを外生)を乗じて国別の食糧消費量が決まる。

なお、各国における所得階層ごとに変数「飢餓」( $HUNG_{is}$ )が、FAOによる食糧所要量と推定された食糧消費のプラスの乖離に、その所得階層の人口を

乗じたものとして定義され、その世界全体の総和が世界の飢餓として得られる。

### (四) MOIRAの均衡メカニズム

以上みてきたように、MOIRAでは、食糧生産は、期待価格水準に依存して決定されるが、これは一期のタイムラグを持っている。つまり今期の食糧生産は、前期までの変数に依存して先決される。そして、MOIRAでは、農業部門における食糧消費も先決的なもの、つまり市場価格の変化には直接的には反応しないものと仮定している。したがって、市場への食糧供給は、総生産から農業部門の自家食糧消費を差し引いたものとして先決される。

非農業部門における国内市場における食糧需要は、その部門の所得と食糧価格水準に依存している。部門所得は政府の食糧貿易政策に結びついた政府収入および支払いの影響を受けている。

食糧の消費者価格は政府の食糧に対する価格政策の影響を受けつつ、次のように国際価格とリンクしている。

$$DFPE = DFPE^* + \delta(DFP - DFPE^*)$$

ここで、DFPE は国内における基準年次からの食糧価格の変化、 $DFPE^*$  は政府にとって目標となる望ましい国内価格の

変化、DFP は食糧の国際価格の基準年からの変化であり、 $\delta$  は一より小さい正の数で政府の価格政策の効果を減殺するものとしての国際価格の浸透度ないしは自由貿易の追求の程度をあらわす政策パラメータである。

こうして、各国の食糧の消費量、したがってまた先決される国内生産量の差としての輸出量または、輸入量は、一個の国際価格に依存して決まることになる。かくして、MOIRAは、国際市場における輸出と輸入が均衡するようにただ一つの国際価格が決まる一般均衡モデルのようにみえる。

しかし、MOIRAでは、実際には、政策パラメータの効果と、輸出入関税と農業補助金に対する予算制限が複雑にからみあつて作用するため、国際価格の均衡解は、必ずしも一つとは限らず、複数個の解が存在したり、解が存在しないこともあり得る。そこで実際の収束計算では、均衡が確立される領域は、前年の価格の周辺(前年の価格に対して $\pm 10\%$ )に限られている。もし、この範囲内で均衡解が得られない場合には、世界市場は構造的ギャップ(過剰あるいは不足)の状態にあるとして、政策変数を $0.95$ になるまで増大させて調整を行ない、均衡解を求めている。

さらに、MOIRAでは、国際価格が前年と同じであると想定して世界市場へ初期に計画された純輸出量と純輸入量のギャ

ップの一部は在庫変動によってカヴァーされると仮定している。MOIRAでは、この在庫変動によってカヴァーされるギャップ部分はSTABWEAとSTABFRとして表示され、前者は通常の需給ギャップの八〇%までをカヴァーし、後者は、気候変動の原因とする産出変動の九〇%までをカヴァーさせている。この値は、長期にわたって現実的な範囲での価格および在庫変動を実現するために選択されている。MOIRAのシミュレーション結果によれば、もし、この二つのパラメータが低い値に固定される場合には、価格はきわめて不安定になることが明らかにされている。前述の価格調整処理は、この在庫調整がなされた後に行なわれ、世界市場での均衡解が計算される<sup>(9)</sup>。

以上のような在庫変動のモデルへの組み込み方は、MOIRAにおけるシミュレーションモデルとしての最大の弱点をなしている。なぜなら、在庫変動が組み込まれているだけで在庫の放出の源泉、または蓄積の結果としての在庫水準そのもの、さらにこれと国際価格水準との関連については、「在庫が枯渇する可能性も」、「在庫増しおよび維持の費用」も考慮されていないことからみて、全く無視されていると推測される。

MOIRAの他の重大な弱点は、消費費蛋白質ととう唯一の生産物に換算して、食糧需給モデルを構成したことにより、過度なまでに一般化が行なわれ、また集計化されていることであ

る。需給にかかわる各種の政策は生産や消費とともに、品目ごと区別されなければ具体的に考えることは不可能であり、このように抽象化された食糧のレベルのモデルは、さまざまな分野の専門家の協力による総合的検討というこの分野の研究にとって不可欠の手続きを困難にし、事実上ごく一部の専門的研究者以外には理解し難いものとしている。

とはいえ、MOIRAは、分配問題に焦点を当てつつ世界の食糧需給予測を行なった数少ない研究成果であるとともに、FAO等国際機関と学者グループとの協力や、自然科学者と社会科学者という幅広い学際的協力による研究として評価されるべき多くの内容を含んでいる。とくに、人口増加率、所得分配の変化、非農業部門の成長率、食糧援助、貿易自由化、国際価格の安定化政策、富める国における消費削減など多様な選択の組み合わせに応じたシミュレーション分析を行ない得る総合的なモデルの枠組みを示したことは重要である。

注(1) この章全体の内容については注の(2)に示した報告書によるところが大きい。

(2) Linemann / De Hoogh / Keyzer / Van Heemst, *MOIRA—Model of International Relations in Agriculture*, 1979. 邦訳書・唯是康彦監訳『二一世紀への世界食糧計画 MOIRAによる予測』(昭和



五七年)。

(3) 前掲邦訳書、監訳者はしがき、ivページ。

(4) 前掲邦訳書、一一ページ。

(5) 本研究のレポートでは、「このような仮説的特性を考慮してもなお……少なくとも来たるべき次の数十年間は、母なる自然によって定められた上限により、世界の食糧危機的状態に陥ることはない」と、ある程度の確信を持つていうことができる。」(邦訳書、一二ページ)としている。

(6) 前掲『世界食糧需給予測の比較研究』、七〇ページでは、この点について「各国の食糧生産、食糧消費は以上のようなメカニズムで決定されているが、この両者とともに世界価格(DFP)の関数となってくる。」としているが、MOIRAにおける食糧生産の先決性は明確にしておくべきであろう。

(7) 前掲書では、実際、MOIRAをこのような一般均衡モデルと理解しているとみられ、このモデルの弱点については言及されていない。

(8) MOIRAでは一九六五年における消費蛋白質一〇〇キログラム当たり価格を約一〇〇ドルと算定し、これを価格の単位の一〇〇としている。

(9) 前掲邦訳書、二六六―二六七ページ。

## 六 結 び

これまでみてきた各種予測の方法を概括してみよう。

FAOの予測では、できる限り多くの品目と多くの国を対象とし、需要と生産を独立に推計している。需要は人口と所得のみの関数であり、生産は収穫面積と単収に分けながらもそれぞれトレン드의延長を基本としている。しかし、FAOの予測では、関数型の選択と多くの専門家の協力によって現実的な予測を行ない、近年では、価格による品目間、地域間の需給の調整、総合化を図るとともに、前提条件の変化による代替的な予測を行なう方向にある。

USDAは、穀類、油糧種子、畜産物という主要食糧を対象に、世界を二八地域に区分して、総合的な需給均衡モデルとしてのGOLモデルを使って予測を行なっている。しかし、GOLモデルは、逐年の因果関係が組み込まれておらず、目標年単年での静学的需給均衡モデルであり、また線形体系モデルとしての制約からみて、安定的な長期予測に耐え得るモデルとはいえない。

わが国の農林水産省が開発した新WBFモデルは、対象品目はGOLモデルとほぼ同じであり、地域区分は、三七地域である。

新WBFモデルは、約九五〇〇本の非線形の連立方程式から成り、価格を媒介変数として、在庫変動を含めて世界的な需給が均衡するという条件のもとで、収穫面積、単収、家畜頭羽数、需要量、価格等の求めるべき変数が、逐年ごとに決定される仕組みとなっている。ここでのパラメータの推計は多様な文献情報に基づいており、新WBFモデルはアルゴリズム型のダイナミック、非線形モデルとして特徴づけられる。しかしこのモデルは、状況変動のシミュレーションを除けば、政策の組み合わせによるシミュレーションを行なえるような枠組みにはなっていないという弱点を持っており、基本的にはトレンド延長型のモデルである。

これに対して、MOIRAは、オランダの学者により、世界的な飢えと栄養不足が、各種の代替的な政策の組み合わせによって、長期的に解決可能であるかどうかを分析することを主たる目的として開発された。

MOIRAでは、まず、詳細なデータの分析から世界的な潜在食糧生産力の推計を行ない、これを生産の上限とする土地集約度関数が基本となつて前年までの食糧価格と農業労働力に依存して、農業の資本と食糧生産が先決される。一方、農、非農の部門別、所得階層別に食糧価格と所得水準に依存して、食糧需要量が決定される。この国内価格は国際価格とリンクしてお

り、全世界で需給が均衡する点で価格は決まる仕組みとなっている。しかし、一般均衡モデルとしての一貫性は必ずしも成功しているわけではなく、在庫変動や貿易政策パラメータの変更によって困難の回避が図られている。また、MOIRAでは消費蛋白質に食糧需要も生産も換算されており、モデルの理解を困難にするとともにその結果の意味あいをきわめて抽象的なものとしている。

また、これらのモデルに共通していることは、時系列のデータをサンプルとして扱うことよつてパラメータの推計を行なつておらず、また、過去の実績の再現性テストを一切行なっていないことである。<sup>(1)</sup>

これまでみてきたように、世界の食糧需給の計量的予測の方法は、単一方程式による単純なものから、連立方程式体系により、世界の食糧需給の全体構造をシステムの把握した複雑なものへと発展してきた。

経済変量相互の量的関係は、これを近似的に一定の関数で表示し、これに経済的意味づけを与えることよつて、量的な経済分析や予測に利用することができる。計量経済モデルの開発は、研究対象の構成要素(変数)相互間の量的関係を一定の数式の形で表わすことよつて、分析の総合化を行なうものである。それは、変数相互間の量的関係を近似的に数式に示した対

(本稿は、特別研究「日本農業の構造と展開方向」の研究成果の一部である)

象の内的構造の総合的把握である。これを世界食糧需給モデルの開発に即していえば、それは、世界全体の食糧需給に関する分析、研究の大胆な総合化を試みることを意味し、多くの専門的研究の積み重ねと、その組織的結集によって可能となるものである。

以上のような組織的研究を積み重ねる努力をしつつ、当面、次のような方向で、我が国において開発されてきたWBFモデルを改良する必要がある。

第一は、各国の農産物貿易政策や農業に対する補助政策を計量的に把握してモデルに組み込み、その変化の影響を分析することである。

第二は、世界食糧需給に関する総合的データベースを構築し、これを利用して、より信頼度の高いパラメータの推計を行なうことである。

注(一) 本稿で取り扱うような大規模なモデルにおけるパラメータ推計のあり方、再現性テストの意味あい、モデルの客観性の問題等は計量経済モデルの根本問題であるが、計量経済学の分野で十分解明されているとはいえない状況にある。これらの点についての筆者の考え方は今後の課題として後日別稿を準備することを考えている。

乗り入れ型で整理されている。また両制度の協力と農地整備の側での計画担当を推進する制度も特色がある。

三つの視点に示された機能が複数の制度手法の密接な結合によって実現されている点も重要である。

以上から、我が国土地改良制度の都市化に対応した発展方向について西ドイツ制度が示唆する点は次のとおりである。

第一に、共同減歩制度の拡大および開発事業農地整備の導入と、これからの基礎となる職権主義の採用による私的土所有権の制限と公的土取得機能の強化である。

第二に、土地改良事業への組織上の公的関与の増大や計画調整システムの導入による計画調整機能の付与である。

第三に、都市計画制度との調整および協力、事業参加資格者の拡大等によって、村落居住地区等の都市整備的領域を実質的に担当しうるようにすることである。

また、分析結果は、個々の制度についても法技術的に我が国が参考とするところが少なくないことを示している。

最後に、本稿で設定された分析視点が西ドイツおよび日本のみならず、国際的に農地集団化法制度の都市化変容を比較しうる準拠枠組みたりうるか、また他の各国に対しても西ドイツと同様の発展方向を考え得るかは、今後の大きな課題として挙げられる。

## 世界食糧需給予測の方法

大賀 圭治

世界の食糧需給予測については、国連食糧農業機関(FAO)やアメリカ政府によって、それぞれ数回にわたって行なわれてきたが、わが国の農林水産省においても、一九七四年と一九八二年の二回、独自に開発、改良した「世界食糧需給予測モデル」を用いて予測が行なわれ、公表されている。本稿は、この研究成果を引き継ぎ、発展させ、よりすぐれた世界食糧需給予測を行なうための準備作業の一環であり、上述の三つの予測にオランダの学者グループが開発したMOIRAによる予測を加えた四つの代表的予測について、その方法を紹介し、考察することを通じて、わが国におけるモデルの今後の方向を探らうとするものである。

FAOの予測方法は、商品別、国別に、需要については、人口、GDPと関係つけて、生産については、収穫面積と単収のトレンドによる外挿値をベースに求めている。この場合、回帰式の型には、一次式の他に、両対数式、片対数式、対数・逆数式等、多くの型が用意されており、その選択は、予測結果の妥

当性についての専門家の判断を総合して行なわれている。

アメリカ農務省は、一九七一年にGRAINモデルを開発したが、一九七八年には、これを改良、拡充したGOLモデルを用いて、一九八五年の予測を行なっている。一九八〇年に発表された『西暦二〇〇〇年の地球』における食糧需給予測もこれによっている。GOLモデルは価格を媒介とする需給均衡モデルであるが、逐年の因果関係が組み込まれておらず、目標年での静学的均衡を求める線形体系モデルという性格からみて、安定的な長期予測に耐えるモデルとはいえない。

わが国の農林水産省が開発した世界食糧需給モデルは、対象品目一〇品目、三七地域区分による価格と在庫変動を媒介に、各品目の世界的な需給が均衡するという条件のもとで、各年の需要、生産、価格等が逐年ごとに決定される非線形、ダイナミック・アルゴリズムモデルである。しかし、このモデルは、政策シミュレーションを行なえないという弱点を有している。

これに対してMOIRAは、オランダの学者集団によって、代替的な政策の選択によって世界的な飢えと栄養不足が解決可能かどうかの分析を目的として開発された。このモデルでは、食糧のすべてが可消費蛋白質というものに換算された上で、世界的な潜在食糧生産力の推計値を基礎として、ダイナミックに世界の食糧需給が決まる。しかし、その予測結果の意味あい

抽象的であり、また、一般均衡モデルとして必ずしも成功してはいない。

以上の各モデルの考察から、わが国のモデルの今後の改良については、第一に、政策の影響の分析を可能とすること、第二に、データの蓄積により、信頼度の高いパラメーターの推計を行なうことの二点を中心に考えるべきであろう。