

## ノ ー ト

## 農産物需給と結合された産業連関モデル

吉 田 泰 治

- |          |             |
|----------|-------------|
| 1. 課題の設定 | 3. モデルの計測事例 |
| 2. モデル   | 結びと要約       |

## 1. 課題の設定

「農産物の需要と生産の長期見通し」（平成12年見通し，平成2年1月閣議決定）をはじめとして，個別農産物の将来の需給をマクロ経済フレーム（個人消費の伸び率等）を前提に予測することは，行政部局をはじめとして各方面でしばしば行なわれている。その方法は，主として単一方程式もしくは連立方程式モデルによるもので，その精度は別として，方法論としてはほぼ確立しているようにみえる。こうした方法で行なわれる需給予測は，「食料需給表」をその基礎データとし個別農産物の将来の国内生産量，輸入量，総消費量（国内消費仕向量）および1人当たり消費量（1人当たり供給純食料）などを予測するものであり，通常の場合，生鮮農畜水産物換算による重量ベースによるものが大部分である。

しかしながら，生鮮食料品を消費者が直接購入し家庭で調理する割合は，品目にもよるが，それほど小さくなく，またその割合は「食の外部化」の進行を反映して最近急速に低下してきている。こうした状況のもとでは，ただ単に生鮮換算の消費量を予測しただけでは，農産物の需要見通しとしては具体性を欠くことになる。生鮮品としての用途，加工食品の原料としての用途また外食産業向けの用途をそれぞれ別々に予測し，それらを生鮮換算して合計消費量を求めるのであれば問題はない。しかし，こうしたアプローチが採られることは少ない。その理由は，加工食品向け，外食産業向けといった用途別消費量のデータが十分に揃わないことにある。例えば，加工食品はかなり多種類で，かつ品目の消長が激しく，予測の用に耐える時系列データの整備は絶望的とならざるを得ない場合が多い。まして外食産業向けの原料農産物使用量などのデータが時系列的に整備されていることはほとんどない。したがって農産物の需給予測を具体化しようとするほど，充分にデータのない世界に入り込まねばならないという矛盾をかかえている<sup>(1)</sup>。

こうした問題点を解消するために，基礎データの充実とともに，農産物需要を何等かの方法で，いくつかの用途に分割する方法論を検討することも必要であろう。この場合あま

り機械的にならず、かといって予測された本来の需給フレームとかけ離れてしまっただけでは意味がない。しかも農産物の需給予測は特定の1品目だけについて行なわれることは少なく、複数の品目について相互の関連（生産・需要両面にわたる補完・代替関係など）を保って行なわれるのが普通である。したがって、複数の品目の需給フレームと整合的なものとする必要がある。以上のような要請を満たす農産物需給予測のための方法論は、まだ充分なものがないと言ってよいであろう。

そこで、本稿ではこうした要請をある程度満足する1つの方法を提案する。その方法とは、農産物需給フレームを産業連関表と結合させ、両者一体化した産業連関モデルとして解く方法である。詳しいモデルは後述するとして、この方法によって得られる利点をいくつか挙げてみよう。

第1に、すでに述べたことの繰り返しになるが、個別農産物の総需要を食品産業などの原材料として購入される部分（中間需要）と家計消費など（最終需要）に分割することが出来る。したがって需要見通しにより具体性が得られることになる。第2に、農産物の主要な需要先である食品産業の生産・需要の伸びを同時に予測することが出来る。第3に、農産物需給フレームで与えられる農業生産の伸びに対応する生産資材産業等の関連産業の生産の伸びも同時に予測することが出来る。

以上のように農産物を巡る関連産業も含めた食料の需要・供給システムの予測という観点から、本稿では予測された「農産物の需給フレーム」を所与として、これを巡る関連産業の生産の伸びを求める「結合された産業連関モデル」を提案する。このモデルの詳細は、2. で展開することとする。さらに3. でこのモデルの具体的計測事例として、平成2年1月に閣議決定された「農産物の需要と生産の長期見通し（平成12年、西暦2000年見通し）」に基づく、関連産業の姿を予測してみる。もちろん、本稿で予測する関連産業の将来見通しは、ただ単に本稿で提示したモデルの機械的な計測事例に過ぎず、さしたる根拠のないものであることをお断りしておく。現実的な関連産業を含む将来見通しを行なうことは、それほど簡単ではない。本稿で提示する結果は、そうした困難な問題に対する1つの「タタキ台」である。この方法によって提示された予測値を、追加的な情報によって修正するなどの方法をとれば、より現実的な予測値を得ることが出来るであろう。

## 2. モデル

本節では、1. で述べた目的を満たすべく、農産物需給フレームと結合された産業関連モデルを提示する。本稿で示すモデルは、吉田〔3〕で示されたモデルの応用である。吉田〔3〕で示されたモデルは、特定の産業について「生産」のみを外生化したモデルであっ

た。本稿で示すモデルは、「生産」と「需要合計」をともに外生化する点で異なっている。

1) まず所与となる農産物需給フレームは、次の形で与えられるものとする。

個別農産物別に生産量  $\{X_k\}$ 、総需要量  $\{D_k\}$  が基準年 ( $t$ ) と目標年 ( $T$ ) について、食料需給表ベースで与えられるものと仮定する。即ち、

$$\text{国内生産量 } \{X_k^{(t)}, X_k^{(T)}\}$$

$$\text{総需要量 } \{D_k^{(t)}, D_k^{(T)}\}, k=1 \dots k$$

がともに物量ベースで与えられる。

これから、それぞれの伸び率が求まる。

$$\dot{X}_k = X_k^{(T)} / X_k^{(t)}$$

$$\dot{D}_k = D_k^{(T)} / D_k^{(t)}$$

これにより目標年の対応する産業連関表の行部門の国内生産額  $X_i^{(T)}$ 、需要合計額  $D_i^{(T)}$  を次のように決める(2)。

$$X_i^{(T)} = X_i^{(t)} * \dot{X}_k$$

$$D_i^{(T)} = D_i^{(t)} * \dot{D}_k$$

したがって、目標年の輸入額  $M_i^{(T)}$  は、次のようになる(3)。

$$M_i^{(T)} = D_i^{(T)} - X_i^{(T)}$$

このようにして農産物需給フレームから国内生産額、需要合計額、輸入額が決まる部門を、仮に「外産業」部門と呼ぶ。

2) これ以外の産業部門を「その他産業」部門とし、「その他産業」部門については、最終需要項目を農産物需給フレームの基礎となったマクロ経済フレームの伸び率によって(消費、投資等需要項目別に)目標年まで外挿し、目標年次 (T) の最終需要額を定める。

3) これらを組み合わせて産業連関モデルを解く。解法は次の通り。

一般性を失わずに「外産業」部門を  $1 \sim p$  部門とし、「その他産業」部門を  $p+1 \sim n$  部門とする。通常の需給均衡式を

$$(1) [I - (I - \hat{M}) \cdot A] \cdot X = (I - \hat{M}) \cdot Y + E \quad \text{とする。}$$

ここで  $X$ : 国内生産額ベクトル

$Y$ : 国内最終需要ベクトル

$E$ : 輸出ベクトル

$A$ : 投入係数行列

$\hat{M}$ : 輸入係数行列

$I$ : 単位行列

である。

「外生産業」部門を添字Aで、「その他産業」部門を添字Bを付して表し、行列 $[(I-\hat{M})\cdot A]$ をDで表せば、(1)式は次のように書ける。

$$(2) \begin{bmatrix} D_{AA} & D_{AB} \\ D_{BA} & D_{BB} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_A \\ X_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (I-\hat{M})_A \cdot Y_A \\ (I-\hat{M})_B \cdot Y_B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} E_A \\ E_B \end{bmatrix}$$

$X_A$  は外生変数であり、(2)の下半分は

$$(3) D_{BA} \cdot X_A + D_{BB} \cdot X_B = (I-\hat{M})_B \cdot Y_B + E_B$$

と書けるから、 $X_B$  について解くと

$$(4) X_B = D_{BB}^{-1} \cdot [(I-\hat{M})_B \cdot Y_B + E_B - D_{BA} \cdot X_A]$$

となる。

(4)式の右辺のうち、 $X_A$  は外生変数、 $Y_B$  および  $E_B$  は2)で定められているから、 $X_B$  は求まる。即ち、目標年の産業別生産額  $\{X_j^{(T)}\}_{j=1 \dots N}$  がすべて求まる。

「その他産業」部門については、最終需要  $\{F_i^{(T)}\}$ 、 $i \in B$  は2)で与えられ、中間需要は全産業の生産額  $\{X_j^{(T)}\}$  を用いて、

$$\sum_j a_{ij} \cdot X_j^{(T)}$$

として求められる。ただし、 $a_{ij}$  は投入係数である。

「外生産業」部門については、需要合計  $\{D_i^{(T)}\}$ 、 $i \in A$  は外生されており、中間需要は上と同様に求められるから、最終需要が最後に求まることになる。すなわち、

$$(5) F_i^{(T)} = D_i^{(T)} - \sum_j a_{ij} \cdot X_j^{(T)}, i \in A$$

なお、「外生産業」部門の最終需要内での需要項目別の配分は、基準年の需要項目別構成比によって行なう。

以上の解法を模式図によって説明すると次の通り。要すれば、目標年次Tの産業連関表を確定すればよい。そこで、目標年次の産業連関表を模式的に示し(次の図)、これに基づいて上に示した解法を順を追って説明してみよう。

この図において①～⑯がどのように決まってくるかを次に示す。

a. まず、「外生産業」部門については、1)によって  $X_i^{(T)}$ 、 $D_i^{(T)}$ 、 $M_i^{(T)}$  が決まる。

(図の⑨、④、⑤) これから、⑯が決まり、投入係数および付加価値率を乗じて①、⑦、⑯が決まる。(「外生産業」部門の縦はすべて決まる。)

b. 2)によって、⑨が決まる。

c. 3)の(4)式によって⑫が決まり、したがって⑯も決まる。

⑯が決まれば投入係数および付加価値率を乗じて、②、⑧、⑭が決まる。即ち、「その他産業」部門の縦はすべて決まる。

	外生産業	その他産業	最終需要	D	M	X
外生産業	①	②	③	④	⑤	⑥
その他産業	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
VA	⑬	⑭	ただし、 X：国内生産額 M：輸入額 D：需要合計額 VA：付加価値額 である。			
X	⑮	⑯				

d. 以上の結果、「その他産業」部門については

$$\textcircled{10} = \textcircled{7} + \textcircled{8} + \textcircled{9}$$

$$\textcircled{11} = \textcircled{10} - \textcircled{12}$$

としてすべて決まり、

最後に「外生産業」部門の最終需要③が次のように決まる。

$$\textcircled{3} = \textcircled{4} - (\textcircled{1} + \textcircled{2})$$

4) 以上のような方法で解かれたモデルは、結局最終的な誤差を「外生産業」部門の最終需要にシワ寄せすることになる。そこでこのモデルに内在する問題点を指摘しておこう。

最大の問題点は、目標年の投入係数  $\{a_{ij}\}$  をどのようにして作るかと言う点につきる。現在もしくは最新年の投入係数を前提に将来の投入係数を予測する方法は、RAS法、Lagrange未定乗数法などいくつかの方法が知られている。しかし、いずれの方法にも一長一短があり、決定的な方法はない。また、どのような方法を採用したとしても、基準となる投入係数ほどの信頼性はない。特に予測年次が基準年から離れば離れるほどその信頼性は急速に低下する。このモデルの解が現実的となり得るかどうかは、まさにこの点にかかっているとと言っても過言ではない。

本稿では3.において西暦2000年(平成12年)の予測を一応行なっている。しかし西暦2000年の技術係数(投入係数)および輸入係数の予測はとても筆者の1人の力量では不可

能である。そこで3. の計測例では、敢えて2000年の投入係数の予測は行わず、投入係数、輸入係数ともに昭和60年産業連関表の数値をそのまま使用した。したがって、一部に「ヒズミ」が出ている。本来非負であるべき最終需要項目の一部に負となっている部分があることをお断りしておきたい。

### 3. モデルの計測事例

本節では、2. で示したモデルの具体的な計測を行なう。使用する農産物の需給フレームは、平成2年1月に閣議決定された「農産物の需要と生産の長期見通し（平成12年、西暦2000年見通し）」（以下「長期見通し」と略す）およびその参考資料である。また、産業連関モデルに使用する産業連関表は、昭和60年産業連関表を農林漁業・食品産業を中心に組み替えた153部門表である<sup>(4)</sup>。

第1表 長期見通し品目と産業連関表との対応

品 目 名	対応する産業連関表の部門名およびコード
米	0111-010米, 1114-010精穀
麦	0111-020麦, 1114-020製粉
野菜	0113-011野菜
果実	0114-010果実
牛肉, 豚肉, 鶏肉	1111-010と畜
牛乳乳製品	1112-040酪農品
魚介類	0311-011~0312-021漁業, 1113-011冷凍魚介類
でんぷん	1115-051デンプン, 1115-061ブドウ糖・水アメ・異性化糖
砂糖	1115-040砂糖
油脂	1115-070植物油脂, 1112-030動物油脂, 1113-051魚油魚かす
てん菜, さとうきび	0115-021砂糖原料作物
いも類	0112-010いも, 0115-090その他の食用耕種作物
豆類	0112-020豆
茶	0115-030飲料用作物
タバコ	0116-021葉たばこ
花き・花木	0116-031種苗, 0116-041花き・花木, 0116-090その他非食用耕種作物
鶏卵	0121-021採卵鶏
まゆ	0122-021養蚕
雑穀	0111-030雑穀
きのこ	0213-011特用林産物
木材	0212-010素材

第2表 農業および食品関連産業の伸び率  
(昭和60年～平成12年, 15年間の伸び率)

(単位:%)

産 業 名	生 産 額	付 加 価 値 額	需 要 合 計 額
農 業 計	10.5	5.2	16.3
耕 種	3.0	1.7	11.8
畜 産	29.2	28.9	31.0
養 蚕	22.9	22.9	22.9
農 業 サ ー ビ ス	12.3	14.8	12.3
漁 業	1.2	1.2	17.9
食 品 工 業	59.5	80.9	62.7
内 訳 { 食品工業 A <sup>1)</sup>	2.5	35.6	22.3
// B <sup>2)</sup>	20.6	16.8	12.0
// C <sup>3)</sup>	79.6	82.3	80.6
// D <sup>4)</sup>	87.5	87.8	87.6
飲 食 店	86.7	86.7	86.7
肥 料 ・ 農 薬 ・ 飼 料 <sup>5)</sup>	24.7	19.8	24.4
全 産 業	78.2	79.5	78.2

- 注. 1) 食品工業A…と畜, 精穀, 冷凍魚介類。  
 2) 食品工業B…動物油脂, 魚油・魚かす, 製粉, 砂糖, でんぷん, ぶどう糖・水あめ・異性化糖, 植物油脂。  
 3) 食品工業C…A, B, D以外の加工食品。  
 4) 食品工業D…酒類, たばこ, 塩。  
 5) 肥料・農薬・飼料には, 有機質肥料を含む。

1) まず, 長期見通しと産業連関表の行部門との対応を第1表に示す。第1表にみられる通り, 長期見通しの対象品目と産業連関表の部門とは必ずしも1対1に対応していない。また, 長期見通しでは対象としていない品目もいくつかあるが, これらについては将来の需給フレームを筆者が適当に作ったものである。あくまでモデルを動作させるための暫定的な推計値に過ぎない。なお, 個別農産物の将来の需給フレームについては, 資料〔1〕を参照のこと。ただし, 肉類については「と畜」部門の国内生産額積算単価を用いて, 牛肉, 豚肉, 鶏肉の生産量および需要量の伸びを加重平均し, 「と畜」部門の生産額, 需要額の伸びを作成した。なお, 前提となるマクロ経済フレームの伸び率は, 年率4%と想定した。

2) 計測結果を詳細に記述, 分析することは, 本稿の目的ではない。また再三述べている通りこの計測結果は, あくまで試算的性格のものである。したがって, ここでは極く簡

単に結果について解説するにとどめたい。なお、食品産業の将来展望を産業連関モデルを使用して予測したものとして、最近のものでは例えば芝崎〔2〕がある。興味のある方は、見比べて頂きたい。なお、芝崎〔2〕に示されている結果は、昭和55年表をベースとして西暦2000年の産業連関を作成し、予測したもののである。

計測結果は、第2表に農業および食料関連産業の15年間（昭和60年～平成12年）までの生産額、付加価値額、需要合計額の伸び率で示されている。

農・漁業部門および食品工業Aは、ほとんど「外生産業」部門であるので、長期見通しの需給フレームから生産額、需要合計額は決ってくる。付加価値額についても付加価値率  $(1 - \sum a_{ij})$  を昭和60年表と同じとしているので、生産額の伸びと同様の動きとなる。しかし計算は産業連関表の分類によって行なっているため、計算で使用した基本分類を統合した場合には生産額の伸びとは若干異なってくる場合がある。農業部門合計では、付加価値率の低い畜産部門の生産の伸びが大きいため、生産額の伸びに比べて付加価値額の伸びは小さい。

食品工業Aの付加価値の伸びが生産額のそれに比べて異常に大きいのは、ここに含まれる「精穀」部門の影響による。マイナスの付加価値を持つ「精穀」部門の生産額および付加価値額が13.4%減少することにより、食品工業Aの伸びが大きくなるのである。

食品工業B以下の部門は、モデル内で決まる内生部門（2.で定義した「その他産業」部門）である。いずれも「外生産業」部門に比べ伸びが大きい。そのなかで、素材型加工食品（食品工業B）の伸びが比較的小さく、完成品および外食産業（飲食店）の伸びが大きいのが特徴的である。この結果からは、食料消費における「外部依存」傾向が今後とも強まって行くであろうことが読み取れる。

第3表 主要品目の需要比率の比較（需要合計=100）

（単位：%）

		昭和60年			平成12年		
		中間需要	最終需要	うち 民間消費	中間需要	最終需要	うち 民間消費
精	米	21.7	78.3	77.5	42.5	57.5	56.9
野	菜	35.0	65.0	64.4	58.5	41.5	41.1
果	実	29.6	70.4	63.3	47.9	52.1	46.3
肉	類	44.5	55.5	54.3	49.3	50.7	49.5
鶏	卵	51.2	58.8	48.4	75.6	24.4	24.3
牛	乳乳製品	35.1	64.9	61.0	41.4	58.6	55.1
冷	凍魚介類	36.8	63.2	60.1	53.2	46.8	44.5

また、農業への資材供給産業（肥料・農薬・飼料）の伸びは、比較的大きいが、これはこの部門の中で生産額の大きい「飼料」の伸びが、「畜産」部門の伸びにつれて大きくなるためである。

次に農産物別の需要内訳を昭和60年と平成12年で比較してみよう（第3表）。ただし、第3表に示された結果は、金額ベースによる需要構成比であって、必ずしも物量ベースによるものではないということに注意する必要がある。物量ベースであれば、第3表の結果に比べ中間需要によりウェイトのかかったものになるであろう。

いずれも、中間需要（食品工業、外食産業等の原材料需要）のウェイトがかなり高まる一方で、民間消費（家計消費等）のウェイトが低下する結果となっている。このことは、第2表に示された結果と符号している。

### 結 び と 要 約

本稿では、予測された農産物需給フレームを所与として、これに基づいて関連産業の生産消費を予測する「結合された産業連関モデル」の方法を提示した。このモデルは、農産物需要を産業連関表をキーとして需要先別に配分し、一方各産業が生産に関する原材料等についても産業連関モデルを用いてバランスさせるという性格のものである。したがって、使用する産業連関表の適否によって結果が大きく左右される。本稿ではモデルの提示とともにこのモデルによる具体的な計測事例として、「農産物の需要と生産の長期見通し（平成12年見通し）」を受けての食品産業等の関連産業の平成12年見通しを、一応試算してみた。ただし、試算に当たっては、投入係数等の技術係数を昭和60年表の数値そのままとしたため、結果はあくまで試算にとどまっている。しかしながら、これまでの食料消費の動向等からみて大筋ではそれほど奇異な結果は出ていないのではないかと考えている。もちろんこの試算結果にこだわるつもりはないが、この結果をたたき台とすれば農産物だけでなく食料供給産業全体としての将来推計もより現実的な形で行なうことが出来るのではないかと考えている。

注(1) 用途別に消費量を予測するということは、単に予測に現実性を与えるという点だけで重要なのではない。一般的に農産物は用途別に品質が異なる場合が多く、またこれを反映して販売単価が異なる場合が普通である。現在の我が国の食生活の水準は、量的には飽和状態にあると言われており、今後の農産物の需要問題を議論するについては「品質」の問題を避けて通ることは出来ない。単に需要量を予測しただけでは、充分とは言えないであろう。

(2) 産業連関表の行番号、即ち商品番号  $i$  と農産物番号  $k$  とは必ずしも 1 対 1 に対応

しないことに注意する必要がある。3. で示す計測例では、農産物「米」に対し、産業連関表の「米」部門と「精穀」部門を対応させている。

- (3) ここでは、輸出はないものとする。もし輸出がある場合には、需要合計額と同様にして輸出額  $E_i^{(T)}$  を求め、 $D_i^{(T)}$  から差し引いた上で、輸入額を求めればよい。
- (4) この産業連関表は、吉田〔3〕で使用したものと同一である。部門名等詳しいことは、吉田〔3〕を参照されたい。

〔参 考 資 料〕

- 〔1〕 農林水産大臣官房企画室『農産物の需要と生産の長期見通し』（平成2年1月閣議決定）。
- 〔2〕 芝崎希美夫『食の未来』日本経済新聞社、（1989年6月）。
- 〔3〕 吉田泰治「農業生産変動と関連産業」（『農業総合研究』第44巻第2号，農業総合研究所，平成2年4月）。

（本稿は、一般別枠研究「ポストハーベストフィジオロジーの解明による高品質野菜・果実の供給技術の開発」の研究成果の一部である。）

## 〔要旨〕

## 農産物需給と結合された産業連関モデル

吉田 泰治

個別農産物の将来の需給をマクロ経済フレーム（個人消費の伸び率等）を前提に予測することは、行政部局をはじめとして各方面でしばしば行なわれている。こうした方法で行なわれる需給予測は、個別農産物の将来の生産量、輸入量、総消費量および1人当たり消費量などを生鮮品換算重量ベースで予測したものがほとんどである。しかしながら、食料品を消費者が直接購入し家庭で調理する割合は、それほど大きくなく、またその割合は「食の外部的化」の進行を反映して最近急速に低下してきている。こうした状況のもとでは、ただ単に生鮮換算の消費量を予測しただけでは、農産物の需要見通しとしては具体性を欠くことになる。

そこで本稿では、農産物の将来の需給フレームを所与として、これと連動した食品産業等関連産業の将来の姿までを予測する産業連関モデルを提示する。具体的には、与えられた農産物需給フレームを産業連関表の行（商品）部門に対応させ、これらの部門の生産額、需要合計額を農産物需給フレームから求めて外生化する。残りの部門を内生部門とする産業連関モデルとして解くことにより全産業の生産額、需要合計額を求める。これにより農産物を巡る関連産業も含めた食料の需要・供給システムの予測値を求めることが出来る。

本稿ではモデルの提示とともにこのモデルによる具体的な計測事例として、平成2年1月に閣議決定された「農産物の需要と生産の長期見通し（平成12年見通し）」を受けての食品産業等の関連産業の平成12年見通しを、一応試算してみた。ただし、試算に当たっては、産業関連モデルで使用する投入係数等の技術係数を昭和60年表の数値そのままとしたため、結果はあくまで試算の域を出ていない。しかしこの試算結果について、農産物別の需要を基準年と予測年で比較すると、いずれも中間需要（食品工業、外食産業等の原材料需要）のウェイトがかなり高まる一方で、民間消費（家計消費等）のウェイトが低下する結果となっている。このことは、これまでの食料消費の動向等からみて大筋ではそれほど奇異な結果ではないと考えられる。もちろんこの試算結果にこだわるつもりはないが、この結果をたたき台とすれば農産物需給だけではなく食料供給産業全体としての将来推計もより現実的な形で行なうことが出来るのではないかと考えている。