

《研究ノート》

農産物の価格と供給

唯是康彦

1 問題点。くもの巢定理は M. Feckiel 以前から既に発見されていたが、大部分は価格を中心に農産物の供給関係を分析しようとして到達した一つの発見であった。今日では Recurrence Model として一般化され、その統計的重要性が強張されるところにも、依然として農業政策の根拠づけへと利用されている。しかし、その歴史の長さにもかかわらず、くもの巢定理の実証はアメリカにおいてもそれほど多くの例を示しているわけではない。

わが国の農業経済学においてはくもの巢定理は更に冷遇されているといつてよいであろう。マルクス経済学や経営学からのアプローチは別としても、経済成長の立場からする農業の巨視的・計量的接近も問題意識が長期であるところから、くもの巢定理の次元は無視されている。しかし、最近の物価問題の解明や種類別農産物の需給計画をたてるためにはどうしてもくもの巢定理の実証が必要になってくる。従来、くもの巢定理に関し

て農業経済学の関心が薄かったことの理由としては、農業の社会資本投資が計画から完了まで大体十年かかることや、農業が社会の近代化過程との関連から歴史的に眺められたことなど、問題意識が長期的であったことがあげられるが、それよりもっと大きな直接的理由としては農産物の供給関数が計測されないであろうという先入観が支配していたことであつた。このような先入観が培われた根拠は自然現象に左右されやすい農業生産が無数の零細経営によって運営されているために、そこには価格に対する合理的な反応の入り込む余地はないとみられていたことであつた。その上、戦後は多くの価格が管理化されたことも、価格と生産との関係を歪曲したという印象を強く与えたであろう。しかし、以上のようなことは実際に計測を試みて証明をしない限り、あくまでも偏見の域を出ないわけである。ここに供給関数の計測を試算したこのノートの目的が存在するわけである。その上、供給関数の計測は農業の生産構造の理解の上になりたつから、農業経済のいま一つの難問、生産関数の計測にもならぬかの教訓を与えるものと期待される。

2 資料と構造方程式。農産物は大きく分けると、土地を直接の生産手段としている耕種作物と家畜(および蚕)を媒介とする畜産物(および繭)とに区別される。耕種作物の生産統計は農林省統計調査部「作物統計」に一括されている。畜産物の生産統計は厚生省「衛生年報」(昭和三十四年まで)および「衛生行政業務報告」、農林省統計調査部「牛乳・乳製品の生産消

費量に関する統計」および「農業調査」の家畜部門に求めることができる。以上の各生産量に加工の程度と輸出入量、在庫量等を考慮して最終消費にいたる統計は「産業連関表」のアグリビジネスの部分に相当するわけであるが、調査時点が現在までのところ昭和三〇年と昭和三五年との二年しかないし、その基礎資料にも問題が存在するので、ここでは採用しないことにする。「産業連関表」のように加工部門が考慮されず、原料農産物の供給という面から整備された資料としては農林省大臣官房調査課「食糧需給表」があるが、これは栄養面に力点がおかれている。同じく農場段階の需給関係に重点がおかれている同課「農業および農家の社会勘定」(以下では単に「社会勘定」と呼ぶ。)は金額表示の中分類が採用されているので、中分類農産物の需給関係の分析にはこの方が適しているようである。

さて、供給関数の構造方程式としてはいかなるものを考えるべきであるか。くもの巢定理の実証の一環として供給関数の計測を企んでいるのであるから、農業の生産期間を考慮した価格反応が抽出されなくてはならない。通常農業の生産期間は一年間と考えられているから、一年前の価格が考慮されることはいうまでもない。しかし、当年の生産が一年前の価格に直ちに最適な姿で反応することはやや非現実的な仮定なので、相当期間にわたる価格の累積効果を考えるべきであろう。数量を Q_t 、価格を p_t 、時点をとすると、

$$p_t = b_{10} + b_{11} Q_t \quad (1)$$

$$Q_t = b_{20} + b_{21} \sum_{s=0}^t \delta(1-\delta)^{t-s} p_{t-s} \quad (2)$$

δ は過去の価格が現在の生産へ及ぼす効果のウェイトであるから、 $0 < \delta < 1$ でなければならぬ。とすれば以上のようなかなり長い期間の時差を考へることは需給循環の体系に安定効果をもたらす作用をしていることになる。生産が一期前の価格だけに最も合理的に反応することは現実には起りえないけれども、観念的には考へられるから、その場合の生産量を Q_t^* で表示することにしよう。

$$Q_t^* = b_{20} + b_{21} p_{t-1} \quad (3)$$

ならば、(2)式との関係から、

$$Q_t = \sum_{s=0}^t \delta(1-\delta)^{t-s} Q_s^* \quad (4)$$

となる。これは M. Nerlove の配分時差法の仮定であるから、

$$Q_t - Q_{t-1} = \delta(Q_t^* - Q_{t-1}^*) \quad (5)$$

(3)式と(5)式との組合せから次式が導出される。

$$Q_t = b_{20} + \delta b_{21} p_{t-1} + (1-\delta) Q_{t-1} \quad (6)$$

実際に適用された構造方程式は両対数一次にトレンドを加味した式となった。

$$\log Q_t = b_0 + b_1 \log p_{t-1} + b_2 \log Q_{t-1} + b_3 t \quad (7)$$

(7)式を「社会勘定」に適用することとし、中分類農産物の金額を「農村物価賃金調査」の対応した価格指数(昭和三五年基準)でデフレートして実質化し、これを Q_t とする。また、これに対応する価格は金額のデフレーターを農業生産物販売価格指数の総合か、または農業用品価格指数の総合でデフレートし

て、これを Q_t として使用することにする。計測期間は昭和二六—三八年であった。結果はいずれの価格デフレクターを用いても、よい結果とはいえない。 Q_t の回帰係数の標準偏差が大きい、 Q_{t-1} の回帰係数が負または1以上の値となってしまうか、いずれかの場合が大半であった。

畜産物については(7)式のほかに次のような方程式も推計された。

$$\log Q_t = b_0 + b_1 \log P_{t-1} + b_2 \log K_t + b_3 t \quad (8)$$

ここで K_t は期首の動物存在量で、金額表示である。畜産物は牛乳・肉・卵・毛などが生産物であるが、これらは家畜を介してもたらされる。したがって、動物資本が、生産に正の効果を与えるものとして生産額の説明変数となることは妥当であろう。(8)式の計測結果は第1表に示されている。牛乳だけは(8)式よりは(7)式の方がましな結果を与えたので、それをあげておいた。価格 P_t は各畜産物の価格のデフレクターとして飼料価格指数を使用している。

ところで、(8)式で採用した動物資本の期首額 K_t は Q_t と同じく「社会勘定」から実質額で採用されたのであるが、「社会勘定」の固定資本勘定は農林省統計調査部「農家経済調査」の一農家当りの値を若干修正して農家戸数でふくらしたものである。したがって、そこには実際に生産には関係しない仔畜が含まれていることになる。また、畜産物は耕種作物にくらべて年間を通じて常時生産され、その生産のメカニズムは価格の一年ラックを必ずしも正当化しない場合がある。以上のようなことを考

第1表 畜産物供給の価格反応¹⁾

	回 帰 係 数				相関係数	トレンド の変化率 (%)
	b_0	b_1	b_2	b_3		
牛 乳 ²⁾	0.523	0.204 (0.196)	0.594 (0.134)	0.022 (0.009)	0.996	5.1
肉 畜	0.130	0.231 (0.222)	1.103 (0.572)	0.035 (0.004)	0.973	8.1
鶏 卵	-2.024	0.364 (0.271)	0.887 (0.138)	0.016 (0.005)	0.991	3.8
畜産物合計	0.891	0.356 (0.206)	0.447 (0.191)	0.043 (0.002)	0.988	9.9

注 1) 推計された回帰式は $\log Q_t = b_0 + b_1 \log P_{t-1} + b_2 \log K_t + b_3 t$ である。但し牛乳は例外である。記号については本文参照。括弧内数字は回帰係数の標準偏差。

2) 牛乳の推計式は $\log Q_t = b_0 + b_1 \log P_{t-1} + b_2 \log Q_{t-1} + b_3 t$ である。

えると、第1表に示された耕種作物より幾分ましな畜産物の結果にも種々の疑問が発生してくるわけである。したがって、耕種作物および畜産物の各々について、いまいしそれらの特性を考慮した計測がなされて然るべきであろうと思われる。

3 耕種作物の場合。耕種作物にあってはその生産量 Q_i を作付面積 A_i とその一単位当り収量 q_i とに分解して考えることができ⁹⁾。

$$Q_i = q_i A_i \quad (9)$$

実際には作付面積は災害などのために収穫面積とは一致しない。しかし、 A_i を作付面積とすると、そのような影響は q_i へしわ寄せされることになる。したがって、 q_i は直接・間接に二重の意味で気象の影響を受けることになるわけである。ところが、わが国の場合には各作物ごとにその作物の特性に合った気象指数というものを作っていないために、 q_i を説明することはそれだけ困難になってくる。しかし、 q_i の分析を困難にしているのはそれだけではない。面積当り収量は土壌や位置によっても違っているから、その条件を地域区分によって分類することとし、 i 地域の作付面積を A_{ii} 、その収量を q_{ii} とすると、生産量は全国ベースで次のように表現される。

$$Q_i = \sum q_{ii} A_{ii} \quad (10)$$

ところで、作付面積の変化は本年新たに作付面積に入った部分 a_{it} と逆に本年作付の中止された部分 a_{it} との差額であるから、

$$A_i = A_{i-1} + a_{it} - a_{it} \quad (11)$$

と示される。⑪式の関係は各地域でみられるが、その際、作付面積の収量は土地の移動によって変化する。従来の作付面積の収量を q_{it} 、新たに参加する部分のそれを q_{it} 、作付中止部分のそれを q_{it} とすると、⑫式は次のように書き改められる。

$$Q_i = \sum (q_{it} A_{i-1} + q_{it} a_{it} - q_{it} a_{it}) \quad (12)$$

⑨式の単位面積当り収量 q_i は⑫式の右辺を A_i で割ってえられるものとなるのである。さて、当該作物の価格が上昇したならば、 a_{it} が増加するが、それは限界生産性が従来より低かった部分の土地が多いから、 q_{it} は q_{it} よりは低いことが多く、したがって、価格上昇は単位面積当り収量 q_i を下げることもある。同様に、価格下落は限界生産性の低い土地から a_{it} としてひき上げられることが多いから、従来より低い q_{it} はなくなり、全体として平均すれば、価格が下ってむしろ単位面積当り収量 q_i は上るという現象さえ起るだろう。しかし、他方では、 q_i は一定の技術体系のもとで投入財と関係しているわけであるから、作物価格と投入財価格との相対関係は単位面積当り収量 q_i を作物価格と同じ方向へ動かす働きもある。以上のように、 q_i には気象条件の影響が大きい上に、価格変化が相反する二つの方向へ q_i を向けるので、これらの総合として q_i の価格反応を明瞭にすることは非常に困難であるといわねばならない。

もちろん、⑦式の計測が成功的でなかったことの理由は q_{it} ばかりにあるのではなく、評価やデフレーターにも問題があるだ

第2表 耕種作物作付面積の価格反応¹⁾

	回 帰 係 数				相関係数	トレンド の変化率 (%)	⁴⁾ $\frac{b_1}{1-b_2}$
	b_0	b_1	b_2	b_3			
米 類 ²⁾	1.0586	0.1063 (0.0835)	0.6371 (0.3379)	0.0008 (0.0018)	0.9316	0.2	0.2929
陸 稲	-0.6711	0.7126 (0.331)	0.6770 (0.2961)	-0.0053 (0.0039)	0.8579	-1.2	2.2062
麦 類	-0.2139	0.5225 (0.3661)	0.7465 (0.2986)	-0.0049 (0.0059)	0.9655	-1.1	2.0611
雑穀豆類	2.4888	0.2568 (0.2661)		-0.0084 (0.0025)	0.8379	-1.9	
い も 類	0.5788	0.1388 (0.0821)	0.6894 (0.3116)	-0.0004 (0.0015)	0.8413	-0.1	0.4469
野 菜 類	2.1839	0.2259 (0.1343)		0.0079 (0.0030)	0.9211	1.8	
果 樹	0.0644	0.0544 (0.0333)	0.9371 (0.048)	0.0001 (0.0007)	0.9966	0.02	0.8649
み かん ³⁾	24.7413	1.0812 (0.0437)	-5.4765 (0.1786)	0.2794 (0.0649)	0.9706	64.3	

注 1) 推計された回帰式はみかんを除いて一般に次の形をとった。記号については本文参照。

$$\log A_t = b_0 + b_1 \log p_{t-1} + b_2 \log A_{t-1} + b_3 t$$

表中の括内数字は回帰係数の標準偏差である。

2) 水稲と陸稲との合計である。

3) みかんについては新植面積について $\log a_t = b_0 + b_1 \log p_{t-1} + b_2 \log A_t + b_3 t$ が推計された。

4) いわゆる長期価格弾性値である。

を計測することになる。 A_t は「作物統計」に求め、他の変数は(7)式と同様のを用いた結果が第2表にのっている。この場合 p_t のデフレクター¹⁾は農用品価格指数(昭和三二年基準の旧指数)で、生産物価格指数を用いた場合より概して良好である。このうち、雑穀類、野菜類は A_{t-1} の回帰係数が1を越えたためこの項が脱落している。雑穀類、野菜類は内容が多種で相互に競合関係にあるものが多く、更に一年数作のものがあるために時差のとり方にも問題があるわけである。「作物統計」では個別の作付面積もえられるので、ここでは示さなかったが、(13)式をそれらにも適用してみた。しかし、結果は成功、不成功相半ばしている状態である。個別の作物に関してはもっとその作物の特性を生かした方程式が工夫されねばならないだろう。

果樹はその価格弾性値が極めて小さいが、それは当然のことといわねばならない。なぜな

ろう。しかし、作付面積 A_t は農業者の生産決意を q_t よりは純粋な姿でとどめているということだけはいえそうである。そこで、(7)式の Q_t の代りに A_t を置きかえた次式

$$\log A_t = b_0 + b_1 \log p_{t-1} + b_2 \log A_{t-1} + b_3 t \quad (13)$$

ら、果樹は永年性作物としてその作付を毎年更改するわけには
 いかないのである。永年性作物は一種の固定資本として、一番
 耐用年数の短いもでも二五年は存続する。したがって、価格
 に最も敏感なのは新植、つまり(13)式の a_t であるといわねばなら
 ない。(13)式が対数一次でなく、普通一次であるとすると、それ
 に(13)式を代入して次式がえられる。

$$a_t - a_t = b_0 + b_1 p_{t-1} - \delta A_t + \delta b_2, \quad 0 < \delta < 1 - b_2 < 1 \quad (14)$$

a_t が0か、定数ならば、(14)式は一種の投資関数ということに
 なる。配分時差法を普通一次式に適用するなら、果樹の価格反
 応は必ずしも不当なことにはならない。対数一次式ではある
 が、第2表の果樹も長期価格弾性値は比較的高い値を示してい
 る。みかんについては新植に関する方程式を求めてみたが、回
 帰係数の各値はやや異常な感じがする。

なお、果樹についてはいま一つ注意すべき点がある。それは
 育成年次によって植物生理的に収量が最初増加し、後で減少す
 るという性質をもっていることである。育成年次を J で示し、
 耐用年数を n とすれば、生産量は次式のようになる。

$$Q_t = \sum_{j=1}^n q_j p_{t-j} \quad (15)$$

したがって、ここでも単純な平均収量は考えられないことにな
 る。

4 畜産物の場合。既述のように畜産物の生産構造は動物を
 介して行われるために、耕種作物よりも複雑である。家畜は終

局的には屠殺されて肉となるものが大部分であるが、肉生産を
 主目的とするものと肉生産は副産物であるものとを予め区別し
 ておく必要がある。前者にぞくしているのは豚とかブロイラー
 であるが、ここで耕種作物の土地に匹敵する生産手段は種畜で
 ある。種畜の増減が仔畜の増減に影響し、その仔畜が数ヶ月の
 時差で成畜として出荷されるわけである。したがって、価格の
 影響を最も強く受けるのは種畜であるはずである。ところが、
 種畜自体も種畜の生産するところであるから、価格に対して数
 ヶ月の時差をおいた後に価格反応の結果として増減する。かく
 て、価格変化から肉畜出荷までに十数ヶ月を要し、豚の三年周
 期、ブロイラーの二〇ヶ月周期が生れてくる。

肉生産を従とする家畜は肉以外のものを主産物としているか
 ら、肉以外の生産物の主要な生産手段はその家畜自身というこ
 とになる。ところが、その家畜の増減はまたその種畜の増減に
 よる。したがって、この場合種畜は生産手段の生産手段とな
 り、生産構造は重層的となる。価格反応も種畜の段階と一般成
 畜の段階とで二重になっている。鶏卵については種鶏の段
 階と採卵鶏の段階とが存在することになり、この過程の時差が
 鶏卵の三年周期を生むのである。

さて、ここでは畜産物の一実例として乳牛の場合を計測して
 みた。(11)結果は第3表に一括してある。乳牛の場合は種畜と一般
 成畜とが合体している。仔牛を分べんしなくては牛乳は生産さ
 れないが、生れた仔牛のうちめすの大部分は大体三〇ヶ月後
 に成牛となって仔牛を分べんして乳牛の集団に参加してくる。

第3表 牛乳の供給関係

	回 帰 式 ¹⁾	相関係数	タービン ワトソン 比率
1. 乳牛分べん頭数	$m_t = 0.6163 m_{t-13} + 2.4186 \left(\frac{\pi}{\gamma}\right)_{t-11} + 0.1370 U_{t-30}$ (0.1062) (0.4337) (0.0516)	0.9383	1.8602
2. 成乳牛と殺頭数	$d_t = 0.2227 - 0.2111 \left(\frac{\pi}{\gamma}\right)_t + 0.0015 T_t$ (0.1431) (0.0006) $+ 0.9202 d_{t-1}$ (0.0424)	0.9856	2.0844
3. 新乾乳牛頭数 ²⁾	$k_t = 2.0534 + 0.5580 m'_{t+1} + 0.3873 m'_{t+2}$ (0.1238) (0.1264)	0.9361	0.8642
4. 搾乳牛頭数	$M_t = M_{t-1} + m_{t-1} - d_{t-1} - k_{t-1}$		
5. 生乳生産量	$Q_t = l_t M_t$		
6. 未經産牛集団	$U_t = \sum_{i=-2}^{+2} \frac{1}{2} m_{t+i}$		

注 1) 記号については本文参照。

2) 方程式中に経産牛の未来の値 (m'_{t+1}, m'_{t+2}) が入っているのは一見奇妙であるが、 $m'_t = 0.6163 m_{t-13} + 2.4186 \left(\frac{\pi}{\gamma}\right)_{t-11}$ であるから、結局 k_t は m_{t-12}, m_{t-11} , および $\left(\frac{\pi}{\gamma}\right)_{t-10}, \left(\frac{\pi}{\gamma}\right)_{t-9}$ の関数である。

したがって、乳牛を屠殺するかどうかということとは単にその時点で牛乳生産に影響するばかりでなく、三ヵ月後の牛乳生産にも効果をもつことになる。生乳生産量を Q_t 、搾乳牛を M_t 、頭当り搾乳量を l_t 、分べん頭数を m_t 、屠殺頭数を d_t 、新乾乳頭数を k_t とすると、次の定義式が成立する。

$$Q_t = l_t M_t \quad (16)$$

$$M_t = M_{t-1} + m_{t-1} - d_{t-1} - k_{t-1} \quad (17)$$

したがって、 l_t, m_t, d_t, k_t の推計式が求められると、牛乳の生産量は決定することになる。このうち、 l_t は温度、年齢、技術、価格などによって決定されると思われるが、計測期間昭和三五年一月―昭和三九年十二月については横這いなので、計測は行わなかった。分べん頭数 m_t は経産牛の分べん頭数 m'_t と未經産牛のそれ m''_t との合成であるが、 m'_t は二八―三三ヵ月前に分べんしたためす仔牛のグループ m'_{t-28} によって決り、 m''_t は一三ヵ月前に分べんした乳牛頭数によって決るが、その間で屠殺されるものは控除されねばならない。乳価を π_t 、肉豚価格を γ_t とすると、乳牛の成牛屠殺頭数は $\pi_t - \gamma_t$ の影響を受けるはずであるから、 $\pi_t - \gamma_t$ を独立変数として分べん頭数の推計式1に入れて屠殺の効果を除くことにした。屠殺頭数の推計式2は上述の $\pi_t - \gamma_t$ のほかに、乳牛総頭数 T_t と時差変数を含んでいる。乾乳は経産牛 m'_t の出産三ヵ月前以内に始ま

るから、新乾乳牛の推計式3は未来の経産牛分べん頭数を含むことになった。

ところで、分べん頭数の推計式1には常数項が存在しない。これは右辺の左から二項で経産牛の分べん頭数 m_t を求めようとしたからである。というのは m_t の適当な資料が存在しなかったためである。新乾乳牛のデータも存在しないが、乾乳牛ストック K_t のデータはあるから、

$$k_t = K_{t-1} - K_t + m_t \quad (18)$$

によって k_t を推定し、その k_t によって新乾乳牛の推計式が計測されたのである。

以上の計測に用いたデータは、 M_t ・ m_t が「農業調査」、 Q_t が「牛乳乳製品の生産消費量に関する統計」、 d_t が前述の厚生省統計である。月別資料が利用されたため、季節変動修正にはセンサス局法が使用された。

畜産物ではその生産手段である家畜が価格によく反応しているが、その反応の仕方は常に家畜を存続させるか、屠殺させるかという判断の上になりたっている。一旦存続が決定されれば、生産はほとんど自動的に行われ、その過程で仔畜も生むので、投資もある程度自動的に行われるとみてよい。重要なのは屠殺に関する判断であるが、その際基準となるものは、生産物価格と肉の価格との相対関係である。その点は肉生産を主目的とするしなやかかわらず、そうなのである。投資より除却の方が先行しているという点で機械設備などの一般の固定資本とはかなり違った性格をもっている。

5 むすび。農業者の価格反応を追跡してみると、土地・永年性植物・動物といった極めて固定的な生産手段の処分をめぐって農業者の行動が決定されていることが明らかになった。もちろん、それら固定的生産手段に対する生産性にも価格反応が存在しないはずはないのだが、全国集計量でみた場合にはそこには余りにも不確定要素が多いために、現在の短期的統計資料をもってしては、その説明は甚だ困難であるといわれるをえない。この点は価格反応の問題のみならず、全国に亘る行う生産関数の計測についても言われることである。

- (1) くもの果定理の概観については F. V. Waugh, "Cobweb Models" (*Journal of Farm Economics*, 1964) 参照。
- (2) H. Wold & L. Jureén, *Demand Analysis*, New York, 1953.
- (3) W. W. Cochrane, *Farm Prices—Myth and Reality*, Minneapolis, 1958.
- (4) A. A. Harlow, "Factors Affecting the Prices and Supply of Hogs" *USDA, Tech. Bul.* 1274, 1962. 49頁の数字が例である。
- (5) たとえば東畑・大川編『日本の経済と農業』上巻(昭和三十一年)第六章。
- (6) 生産関数と供給関数の相互関係は将来の課題とした。Z. Griliches, "Estimates of the Aggregate U. S.

- Supply Function," *Journal of Farm Economics*, 1960. 2
せられた試みがある。
- (7) M. Nerlove, *The Dynamics of Supply: Estimation of Farmers to Price*, Johns Hopkins Press, 1958; *Distributed Lags and Demand Analysis for Agricultural and Other Commodities*, USDA, AMS, 1958.
- (8) アメリカでは J. L. Stallings "Weather Indexes," *Journal of Farm Economics*, 1960 のような仕事がある。
- (9) D. G. Johnson and R. L. Gustafson, *Grain Yields and the American Food Supply*, University of Chicago Press, 1962. で歴史的に分析している。
- (10) 昭和三〇年以前の作付面積の統計には果樹に散在栽培と集団栽培の区別があるので、前者を適当な仮定で後者へ編入してある。
- (11) ここに掲載したのは生乳生産から乳製品需給にわたる計量モデルの一部である(農政調査委員会「牛乳乳製品の需給予測方式に関する研究」参照)。なお、鶏卵およびブロイラーと肉豚の需給モデルも公表が予定されている。
- (12) 通常、乳牛は分べん後三ヵ月して種付され、妊娠期間は一〇ヵ月であるから、一三ヵ月後に再び分べんする可能性が高い。

(一橋大学非常勤講師)