農業経営の供給反応における非対称的調整行動の検証

—和牛経営のストック調整に着目して—

宋 彙 栄*

Verification of Asymmetric Adjustment Behavior on Farm Dynamic Supply Response —With a Stock Adjustment for Aggregated Wagyu Farm in Japan—

Hwi-Young Song* (Kyoto University)

In analyzing the dynamic supply response of farmers, the Cobweb Theorem and the Nerlovian Model have been applied as popular theoretical frameworks. In the present paper, in order to analyze strictly the dynamic characteristics of the supply response of the Wagyu farmer, three theoretical hypotheses, namely, the *Kinked and Irreversible Supply Response* by C. Edwards and T. Yori, the *Cobweb Theorem*, and the *asymmetric response of stock adjustment behavior* that is originally suggested in this paper, were combined and analyzed. I proposed the asymmetric modeling of supply response to verify the theoretical hypothesis by using cointegration analysis that has been applied in positive econometrics. Asymmetrical models for verifying the hypothesis were estimated and tested using statistical data for Wagyu farmers.

Although the empirical results obtained indicated that

kinked response hypothesis was partially supported, irreversible response hypothesis was rejected in the cases of cow-calf farmers and beef feedlot farmer of Wagyu cattle. On the other hand, asymmetric response hypothesis of stock adjustment behavior was supported in both cases. In conclusion, we could not support the *downward rigidity of supply response* in agricultural products that has been generally argued in Japan. The reason for the inconsistency between the Edwards-Yori theory and the actual behavior of Wagyu farmers could be explained as follows: the Edwards-Yori theory is based on the assumption that farmer behavior depends on complete information, but actual farmers decide whether to supply farm products or not based on risk aversion and reasonable liquidity preference under incomplete information.

1. はじめに

和牛経営において、経営者の市場対応が如何なる特徴を示すかという情報の政策的意味は大きい。経営者の供給反応のあり様では、生産変動を引き起こし、これが価格の変動に結びついて、循環変動をもたらすことになる。生産および価格の変動が経済的に問題となるのは、農業経営の所得変動に直接結びついているからである¹⁾。しかも、和牛肉が大衆的な食料となってきた現在の現在、和牛肉の安定供給と適切な価格水準の維持は、国民の食生活の面からも重要な課題といえる。本稿では、特に和牛経営の意思決定プロセスに注目し、その供

給反応の動学的特徴を厳密にとらえるために、理論的・実証的な分析枠組みの拡張を検討する。

従来の研究では、和牛経営の供給反応を動学的に分析する際には、ナーロブ型のモデル (Nerlovian Model) を中心とする「クモの巣の理論」²⁾ が用いられてきた³⁾。しかし筆者は、現実の和牛経営の供給反応を正確に説明するためには、「クモの巣の理論」だけでは不十分であって、この理論と「屈折して非可逆的で対称的な供給反応の理論」を統合しなければならないと判断している。ただしこの屈折供給反応の理論は、生産物価格の周期変動の上昇局面から下降局面に移行する時または逆の移行の際に、経営者が、屈折して非可逆的な供給反応を示すが、生産物価格の上昇局面および下降局面における逆方向の短期的供給反応、または長期

* 京都大学農学研究科

の供給反応は、相互に平行的で対称的であることを論証している。しかし現実には、和牛経営主の大部分は、危険回避選好および適正流動性選好が強く、価格上昇局面では、上昇傾向の予測およびそれに対応して頭数を増やす意思決定を下すに当たって非常に慎重であり、かなり非弾力的な供給増加反応を示し、他方、価格下降局面では悲観的であって、より弾力的な供給減少反応を選択する可能性があると考えられる⁴⁾。したがって、和牛経営の現実の供給反応を正確に説明するためには、本稿で提案する「供給反応の非対称性仮説」を用いて補完しなければならない。このようにして、和牛経営の供給反応について、「屈折して非可逆的で非対称的な供給反応の仮説」を提案することが、本稿の第1の課題である。

第2の課題は、この「屈折・非可逆的・非対称的供給反応仮説」を、和牛経営の生産物（繁殖経営では子牛、肥育経営では肥育牛）の供給行動に適用して、その妥当性を計量的手法によって検証することである。その際、計量的手法としては、データの生成過程（data generated process）からの情報と経済理論からの情報を融合するために、共和分分析の枠組みを援用し⁵⁾、基本的に時系列の特徴から情報を導き、経済理論とマッチさせるという方法を用いる。経済時系列の分析において発生しやすい「見せかけの回帰（spurious regression）」、すなわち、全く無関係な変数間に有意な関係が示されるといった問題に対処するためである。

農業の供給反応に関する先行研究では、先述のように、そのほとんどが供給反応の「対称性」、「平衡性」、「可逆性」を前提として行われており、これら

の前提についての理論・実証的検討は皆無である。したがって本稿は、これにアプローチすべく「非対称的な供給反応仮説」を提案するために、理論仮説の統計的検証を示すものである。

以下、2節では本論文の手がかりとなる予備的考察と供給反応の理論的検討を行う。3節ではこれら理論仮説を検証するための非対称計測モデルを提案し、4節で計測結果に基づき諸理論仮説の適合性を検討すると同時に、その経営経済的な裏付けについて考察を行なう。

2. 若干の予備的考察および理論の検討

(1) 和牛生産の時系列的変動

まず、和牛生産の定性的な特徴から作業仮説を捉えるために、飼養頭数（潜在的な在庫ストック）と牛肉の市場価格の動きを確認する（図1）。左の図は和牛の総飼養頭数系列の周期変動から傾向変動と季節変動を取り除いて基準化した循環変動とHodrick-Prescott フィルター⁶⁾で示すビーフ・サイクル（beef cycle、または cattle cycle と呼ぶ）の計測結果⁷⁾を示すものであり、右の図は和牛枝肉の市場供給量（フロー）と価格間の関係を示すものである。

その主な特徴として、次の2点を指摘できる。第1に、ビーフ・サイクルの周期が長期化する傾向が見られることである。在庫ストックとしての飼養頭数と牛肉価格の変動周期は、1980年前後には約8年周期であったのが、1980年代後半以降には約10年の長い周期に変っている⁸⁾。第2に、ビーフサイクルの拡大期と縮小期では、反応速度に顕著な差異が見られ、縮小期よりも拡大期のほうが緩

図1-1. 和牛頭数ストックの循環変動

図1-2. 和牛供給量と価格の推移

慢な速度で反応していることである。換言すれば、価格上昇局面の飼養頭数の増加速度は、価格下降局面の飼養頭数の減少速度に比べてより緩慢である。このことは農家がストックとしての飼養頭数を調整して牛肉供給反応を行う場合に、増加局面と減少局面とでは、非対称的に行動することを示唆している。

本稿では紙数の都合上、第 1 の周期の長期化現象については概説するにとどめて、もっぱら、第 2 の「屈折・非可逆的・非対称的供給反応」に焦点を当てて考察する。

(2) 価格変動に対する供給反応の理論的考察

1) 長期・傾向的価格変動に対する反応

肥育牛経営は、肥育牛価格の長期的・傾向的価格の予測値の変動に対応して、長期的な生産・供給反応を引き起こす。換言すれば、長期予測によって肥育牛価格が長期的・傾向的に上昇する局面に入ると予測する場合には、長期的企業利潤を増やすことをねらって、飼料・敷料・臨時雇い労働などの短期変動的生産要素の投入量を増やすだけでなく、肥育素牛・常雇い労働という中期変動的（短期固定的）生産要素、および肥育用施設用地、畜舎および機械および長期的に肉牛生産に専従する家族労働のような長期変動的（短期・中期固定的）生産要素の投入量を増やししながら、肥育牛の生産・供給量を拡大しようとする。逆に肥育牛価格が傾向的に下落する局面に入ると予測する場合には、上記のすべての生産要素の投入量を縮小しながら生産・供給量を縮小しようとする。

肥育牛の実現価格の長期的変動は、まず需要面では、食生活慣習の変化、可処分所得水準の変化、代替財の長期的価格変動によって 1 人当たり牛肉消費量が変動し、さらに総人口と人口構成が変化することによって、市場の牛肉需要関数が長期的に移動する程度に依存する。つぎに、供給面では、牛肥育技術の革新、飼料など生産要素の価格変化、および牛肉輸出の需給条件の変化やわが国の貿易規制および牛肉価格支持・安定制度の変化に応じて、国産牛肉および輸入牛肉の市場供給関数が長期的に移動する程度に依存する。

2) 中期的・周期的価格変動への反応—クモの巣の理論の適用—

和牛肥育経営は、肥育牛価格が中期的・周期的

に変動する際には、どのような供給反応を示すのだろうか。そのことを「クモの巣の理論」によって説明しよう。

まず、肥育経営は、肥育牛価格が中期的・周期的に上昇局面にあると予測するならば、飼料・臨時雇い労働などの短期変動的生産要素だけでなく、素牛という中期変動的生産要素の投入量を増やししながら、肥育牛の生産・供給量を増やそうとする。逆に肥育牛の予測価格が中期・周期的に下落局面にあると予測するならば、短期変動的生産要素および素牛という中期変動的生産要素の投入量を減らしながら、肥育牛の生産・供給量を減らす。和牛生産経営の大多数が、今期中期的価格を予測する場合に、上記の「クモの巣の理論」の Nerlove Model に示されているように、過去の近年の実現価格ほどより強い影響を受けるものと仮定しよう。そうすると、1 期ほど前の生産期の実現価格が高いならば、今期の予測価格を高く見積もり、それに応じて生産・供給量を増やす行動をどの農業経営もとるために、市場供給量が増大し、その結果として、実現価格が予測価格に反して下落する。ついで次期には、今期の下落した低い価格に影響されて次期の価格は低く予測し、生産・供給量を大幅に減らすために、次期の実現価格は予測価格に反して高騰する。このようにして市場供給量が 1 期ごとに増減を繰り返すので、中期的に需要関数が安定していれば、中期の需給均衡価格は、1 期づつ遅れて周期変動を繰り返すことになる。

ここで上記の和牛生産の周期変動の周期が約 8 年から約 10 年に延びた理由について考察しよう。子牛価格の予測時点から母牛の種付け時点までの意思決定期間、あるいは肥育牛価格の予測時点から肥育用子牛の導入時点までの意思決定期間が、70 年代ないし 80 年代に比べて 90 年代に長くなったかどうかはわからない。しかし意思決定後の子牛育成期間および肥育牛肥育期間は明らかに延長しており、これが周期長期化の主な原因になったとみてよい。具体的に述べると、91 年以降、牛肉輸入が自由化されて関税率が漸次的に切り下げられ、さらに円高基調が重なって牛肉輸入量が増大してきた。これに対して、和牛経営においては、和牛肉を輸入肉と差別化するために、肥育期間を延長して、脂肪交雑の度合いが高くて熟成し、美味で柔らかい牛肉を生産する

ことをねらって肥育方法が改良されてきた。つまり 80 年代は 7 ～ 8 ヶ月育成した子牛を 12 ヶ月肥育して、生後 19 ～ 20 ヶ月で 500 ～ 530 kg 前後で出荷していたが、90 年代に入ると、10 ヶ月育成した子牛を 13 ～ 15 ヶ月肥育して、23 ～ 25 ヶ月かけて 600 ～ 670 kg まで肥育する飼養方法に変わっていった。現在、輸入肉は廉価で大衆的な需要を満たす業務用に回り、一方、和牛肉は高級業務用および家庭用に特化し、より脂肪交雑の度合いが高くて柔らかい高級牛肉を生産しており、輸入牛肉との差別化と棲み分けが、かろうじて成立した段階である。育成・肥育技術を高度化し、産地ブランドを確立し、効率の高い多頭飼育経営に成長した経営および産地だけが、牛肉生産費を償う高価格を取得して、輸入牛肉に対抗している段階である。

以上の「クモの巣の理論」では、固定された（長期）供給曲線に基づいて、周期変動の長さと振幅の変動については説明を与えることができる。しかしながら、ある期間をとおして供給曲線が変化しないことを前提とするために、供給反応のパターンには変化が与えられない。また、周期変動の上りと下りが対称的で同じ動きを示す（可逆的）という想定に立っている。このような意味でかなり制約的モデルといえる。

（3）屈折して非可逆的で非対称的な供給反応の仮説

和牛肥育経営は、上記の「クモの巣の理論」によって説明されるような生産行動を取ると同時に、次の「屈折して非可逆的な供給反応理論（kinked and non-reversible supply response）（Edward [5], 頼 [22]）」によって説明されるような生産行動を取っており、筆者によると、つぎのように解釈できる。

和牛生産経営は、肥育牛の生産・供給行動において、飼料・敷料・臨時雇い労働のような短期変動的生产要素、素畜のような中期変動的生产要素、および用地・畜舎・機械・専従家族労働のような長期変動的生产要素を区別して投入する。しかし現実の和牛生産過程では、短期変動的生产要素と中期変動的生产要素との間の結合比率が硬直的であって、価格変動に対して結合比率を変える余地が少ないので、両生産要素を一括して短中期変動的生产要素と呼ぶことにする。この場合、重要な仮説として、短中期変動的生产要素の庭先調達価

格は庭先処分価格にほぼ等しい⁹⁾。つまり取引費用は無視できるほど少ない。しかし長期変動的生产要素に関する調達および処分に必要な取引費用はかなり大きくて、その分だけ庭先調達価格は庭先処分価格を上回っていると仮定しよう。

そこで、図 2 に示すように、初期条件として、肥育牛価格が P_1 であり、その価格では、短中期変動的生产要素の限界収益力はその庭先新規調達価格に等しいが、長期変動的生产要素の限界収益力はその庭先処分価格に等しい点である。このように短中期変動的生产要素は庭先調達価格に基づいて評価し、長期変動的生产要素は庭先処分価格に基づいて評価して生産費用に算入した場合の限界生産費曲線（＝庭先処分価格に基づく長期供給曲線）上の a 点の供給量を選択していると仮定しよう。肥育牛価格が P_1 から上昇すると、短中期変動的生产要素の限界収益力が上がり、その庭先調達価格を上回るようになるので、限界収益力が庭先調達価格に等しくなる限界まで増投される。しかし長期変動的生产要素の限界収益力が上昇して、その庭先処分価格を上回るようになっても、それよりもかなり高い庭先調達価格に等しいか、それ以上になるまでは、投入量が変化しない。このように短中期変動的生产要素の投入量だけを増加させながら、ab という非弾力的な短中期供給曲線にそって供給量を増やすことになる。

やがて肥育牛価格が P_2 点に達し、長期変動的生产要素の限界収益力がその庭先調達価格に等しいか、または上回るようになると、長期変動的生产要素の投入量も増投され始める。この点が b 点である。この長期変動的生产要素が増投され始める b 点において、供給曲線は非弾力的な短中期供給曲線 ab から、庭先調達価格に基づいて全ての生産要素を評価した場合の、弾力的な長期供給曲線 bc に移行し、b 点において肥育牛の供給反応（供給曲線）が屈折することになる。肥育牛価格が P_2 から上昇するのに応じて、肥育牛供給量は弾力的に増加する。

ところで、肥育牛価格が P_3 まで上昇して c 点において、下落に転じたと仮定しよう。当然、短中期変動的生产要素の投入量は、その限界収益力が庭先調達価格に等しくなるように減り始めるが、長期変動的生产用の投入量は、その限界収益力が庭

図 2. 屈折して非可逆的な供給反応の仮説

- 注 1) 価格上昇過程の短中期供給曲線 ab と価格下落過程の短中期供給曲線 cd が平行し、対称的である。
 2) 価格上昇過程の長期供給曲線 bc と価格下落過程の長期供給曲線 da が平行し、対称的である。

先調達価格に等しいか、下回るようになるまで一定量にとどまる。このように短中期変動的生産要素の投入量の減少だけをともなう非弾力的な供給曲線 cd にそって供給量を減らしていくのであって、長期供給曲線 bc にそって可逆的に供給量を減らすという経路をたどらない。

やがて肥育牛価格が P_4 に下落すると、長期変動的生産要素の限界収益力がその庭先処分価格に等しいかまたは下回るようになり、長期変動的生産要素の低下する限界収益力がその庭先処分価格を下回るようになる分だけ処分され、投入量が減らされるようになる。つまり、供給反応は d 点において、より弾力的な庭先処分価格に基づく長期供給曲線に移行し、その点で屈折することになる。それ以降は肥育牛価格の下落に対応して弾力的に供給量を減らしながら P_1 価格の a 点に達することになる。

これが屈折して非可逆的な供給反応 (kinked and non-reversible supply response) といわれる理論¹⁰⁾を肥育牛経営に適用した場合の説明である。

以上、説明した屈折して非可逆的な供給反応に関する Edwards 頼モデルでは、経営主が意思決定をなす際には、完全情報をもっているため、価格上昇局面と価格下落局面では、対称的な供給反応を行うという仮説を設定している。換言すれば、両局面の長期供給曲線 bc と da および短中期供給

曲線の ab と cd は、それぞれ平行する対称的な形状をなしていると結論づけている。しかし、現実には不確実情報の下で意思決定を行っているため、価格下落局面では、不確実な情報に基づいて損失の可能性を悲観的に過度に見積もり、頭数削減を急ぎがちであって、価格下落に対応する供給反応は相対的に弾力的である。他方、価格上昇局面では、価格上昇の速度を抑えめに見積もり、頭数増加に慎重になるので、供給反応は非弾力的になるはずである¹¹⁾。筆者は、このように「価格上昇局面または下降局面における短中期供給曲線および長期供給曲線は相互に非対称的である」という仮説を新たに付け加えて、後ほどこれを実証したい。要するに、個別肉牛経営の価格変動に対する供給反応は、〈屈折して非可逆的であるとともに非対称的である〉という仮説を設定し、これを実証したい。

以上、肥育牛の生産・供給反応について分析してきたが、肥育用子牛の生産・供給反応についても同様に説明できる。その際、肥育牛の実現価格が変動すれば、肥育素牛＝肥育用子牛に対する市場の派生需要関数が変動し、これが繁殖経営の肥育用子牛供給関数と相互に作用し合う結果として、肥育用子牛の市場実現価格が変動する。これによって和牛繁殖経営の肥育用子牛の予測価格が変動し、これに対応して子牛の生産・供給量が変動する。この価格およ

び供給量の長期・中期・短期的変動のメカニズムについては、上記の理論によって説明できる。もし、どの個別経営も同様な供給反応を示せば、それらを集計した市場供給曲線は、個別供給曲線と同様な性質をもつことになる¹²⁾。

3. 計測モデル

計測モデルは、次のように定式化した。まず、通常の対称的供給反応を前提とする長期均衡関係を表す共和分回帰 (Cointegrated Regression) の基本モデルを示すと、以下ようになる。

$$\ln S_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P_{t-i} + \alpha_3 \ln P_{f,t-j} + \varepsilon_t \quad (1)$$

ただし、 S_t は農家の飼養頭数ストック、 P_{t-i} はラグ付き肉牛の農家販売価格、 $P_{f,t-j}$ はラグ付き外生変数である。また、残差に共分散や系列相関が存在するときに、OLS の推定量は超一貫性 (super consistency) でありながら 2 次のバイアスが存在する。これに対処するためフィリップス (P.C.B. Phillips) の共和分回帰である DOLS (Dynamic OLS) をしめす¹³⁾。これは、(1) 式の説明変数の差分項に、 q_1 次のラグと q_2 次のリードを加えることで得られる。

$$\ln S_t = \beta_0 + \beta_1 \ln P_{t-i} + \beta_3 \ln P_{f,t-j} + \sum_{k=-q_1}^{+q_2} \gamma_{1k} \Delta \ln P_{t-i-i+k} + \sum_{k=-q_1}^{+q_2} \gamma_{2k} \Delta \ln P_{f,t-j+k} + \varepsilon_t \quad (2)$$

さらに、供給反応の非対称性を検定するために、以下のような非対称的で屈折した反応が制約されないモデルに転換することができる。ここでは、計測期間およびサンプル数の制約上により、前述の理論仮説での短期供給反応を含む中期的供給反応を念頭に置きつつ、モデルの定式化を行わなければならない。すなわち、生産物の市場価格が好転し、上昇してから下降局面に転じ、元の谷間の価格水準に落ち着くまでの期間を、価格上昇局面 (P_{t-i}^{UP}) と価格下降局面 (P_{t-i}^{DOWN}) に分け、さらにそれぞれの局面を前期と後期に区切ることで、約 2 年ないし 2 年半という中期的期間構造で異なる供給反応を示すかどうかを検証する¹⁴⁾。

$$\ln S_t = \alpha_0 + I_t \alpha_1 \ln P_{t-i}^{UP} + (1-I_t) \alpha_2 \ln P_{t-i}^{DOWN} + I_t \alpha_3 \ln P_{f,t-j}^{DOWN} + (1-I_t) \alpha_4 \ln P_{f,t-j}^{DOWN} + \alpha_5 \ln P_{f,t-j} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$I_t = \begin{cases} 1 : P_{t-i}^{UP} \text{ または } P_{t-i}^{DOWN} \text{ が、価格上昇または下降局面の前期であれば} \\ 0 : P_{t-i}^{UP} \text{ または } P_{t-i}^{DOWN} \text{ が、価格上昇または下降局面の後期であれば} \end{cases} \quad (4)$$

ただし、 I_t は価格反応の短期・中期的局面を表すインディケータ関数である¹⁵⁾。

これを DOLS であらわすと、

$$\ln S_t = \beta_0 + I_t \beta_1 \ln P_{t-i}^{UP} + (1-I_t) \beta_2 \ln P_{t-i}^{DOWN} + I_t \beta_3 \ln P_{f,t-j}^{DOWN} + (1-I_t) \beta_4 \ln P_{f,t-j}^{DOWN} + \beta_5 \ln P_{f,t-j} + \sum_{k=-q_1}^{+q_2} \gamma_{1k} \Delta \ln P_{t-i-i+k} + \sum_{k=-q_1}^{+q_2} \gamma_{2k} \Delta \ln P_{f,t-j+k} + \varepsilon_t \quad (5)$$

ただし、 α_n , β_n ($n=0, 1, \dots, 5$), γ_{mk} ($m=1, 2$) は計測すべきパラメータであり、 n が 1 と 2 のときは価格上昇前期および後期の反応係数、3 と 4 のときは価格下降前期および後期の反応係数をあらわす。ここで、帰無仮説 $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4$ および $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$ を検定することで、屈折した供給反応 (仮説 I) および非可逆的な供給反応 (仮説 II) の存在を検証し、パラメータの大きさから反応曲線の形状を示すことができる。

これらの長期関係式を含む短期調整モデルである誤差修正モデル (Error Correction Model) を誘導し、短期ストック調整過程における非対称的調整行動を検証する。すなわち、

$$L(p) \Delta \ln S_t = L(q) \Delta \ln P_{t-i}^b + L(r) \Delta \ln P_{f,t-j} - I_t \lambda_1 C_{I_t} - (1-I_t) \lambda_2 C_{I_t} + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$I_t = \begin{cases} 1 : \Delta P_{t-i}^b \geq 0 \text{ ならば} \\ 0 : \Delta P_{t-i}^b < 0 \text{ ならば} \end{cases} \quad (7)$$

ただし、 $L(p)$, $L(q)$, $L(r)$ はそれぞれ p , q , r 次のラグ多項式であり、 λ_1 , λ_2 は調整係数、 C_{I_t} は (1) 式および (2) 式における長期均衡関係の推定値である誤差修正項 (Error Correction Term) の系

表 1. 資料の出所および記号

変数	記号	出所	備考
飼養頭数 (めす和牛)	SF	「畜産統計」	1,000 頭
飼養頭数 (去勢和牛)	SM	「畜産統計」	1,000 頭
農家販売価格 (めす和牛)	PF	「農村物価統計」	1,000 円 / 頭
農家販売価格 (去勢和牛)	PM	「農村物価統計」	1,000 円 / 頭
輸入価格	PI	「小売物価統計調査報告」	円
子牛価格	PCM	「農村物価統計」	1000 円 / 頭
飼料価格	PS	「農村物価統計」	円 / ton (肉牛肥育用)
農村賃金	WAGE	「農村物価統計」	円

列である。ここでは、帰無仮説 $\lambda_1 = \lambda_2$ を検定して短期のストック調整行動の非対称性 (仮説Ⅲ) を検証する。なお、供給反応モデルの場合、その反応の技術的・生理的遅れおよび意思決定の遅れによるラグ構造を割り出すことが大事である¹⁶⁾。

本研究で用いるデータソースについては、表 1 にまとめておく。ただし、和牛の飼養頭数のデータは半期でしかなく、分娩頭数、枝肉出荷頭数は月次データで得られる。したがって、飼養頭数の四半期データを得るために、月次データで次式を用いて求めた。

次月在庫頭数 = 月初在庫頭数 - 月間枝肉出荷頭数 + 月間分娩頭数 - 月間死亡頭数 ①

月間死亡頭数 = (期初和牛頭数 - 期末在庫頭数 - 半期間枝肉出荷頭数 + 半期間分娩頭数) ÷ 6 ②

この月次飼養頭数から欠損する四半期の飼養頭数を選べばよい。枝肉出荷頭数については、3ヶ月間の集計値、諸価格変数は3ヶ月の値を出荷量で加重平均した価格系列を用いることとした¹⁷⁾。

4. 計測結果の考察

(1) 予備検定

共和分分析を進めるに当たってその前提となるのが、個別系列においての単位根の存在である。つまり、経済時系列の確率的特徴が定常性 (stationarity) を有するものか否かを確認しなければならない。表 2-1 および表 2-2 に示すように、すべての変数は ADF テストと P-P テストの検定統計量から I (1) である非定常過程に従っていることがわかる¹⁸⁾。

通常、非定常な確率変数を用いる場合、しばしばその組み合わせが見せかけの回帰 (spurious regression) をもたらす可能性がある。この場合、

非定常な確率変数の線形結合が共和分の関係にあるならば、真のパラメータが得られ、この線形結合は長期安定的な関係にあるといわれている。このため、Engle-Granger (1987) および Johansen (1988, 91) の共和分検定を行った¹⁹⁾。Engle-Granger の 2 段階法は、長期関係式の残差に対して通常の ADF 検定、P-P 検定などを用いればよい。また Johansen の共和分検定は、最尤法によるもので共和分関係の個数 (=r) を統計的にテストするメリットがあり、トレース検定 (λ^{trace}) と最大固有値検定 (λ^{max}) という 2 つの統計量で行われる。検定の結果、表 3 に示すように、繁殖経営および肥育経営を示す両方のモデルにおいて、共和分の個数が r=0 という帰無仮説が棄却された (対立仮説: r=1) が、それ以上の上位の帰無仮説は棄却されなかった。したがって、分析を行う 4 変数間には 1 つの共和分関係が存在することがわかった²⁰⁾。

さらに、計測期間中に、パラメータに構造変化があったか否かをチェックしなければならない。もし、サンプル期間中に何らかの攪乱要因によって市場環境や経済行動の変化に有意差が認められるならば、モデルの定式化をあらためなおすか、サンプル分割による推計を行うことでもって異なるパラメータを捉える必要がある。ここでは、CUSUMSQ 統計量²¹⁾を用いた。通常、回帰パラメータのシフトが何回起こっているのか、あるいはどの時期に起こっているのかについて既知ではない場合でも、逐次残差の利点を利用し、連続する各期間で構造変化が起こったという仮説を每期検定するときに便利であり、モデルの定式化の誤りをテストするときにも有効である。

CUSUMSQ テストの結果を図 3 に示した。和牛肥育経営の場合、日米間および日豪間において牛肉の

表 2-1. 単位根検定 (レベル変数)

検定方法	変数	検定統計量	
ADF 検定		τ_{μ}	τ_{τ}
	SF	-1.84 [6]	-2.92 [2]
	SM	-1.52 [6]	-2.95 [6]
	PF	-1.31 [2]	-1.47 [2]
	PM	-1.88 [5]	-1.88 [7]
	PCM	-1.98 [5]	-2.25 [5]
	PI	-1.05 [2]	-1.26 [2]
	PS	-1.40 [3]	-2.39 [2]
	WAGE	-1.20 [3]	-2.52 [2]
P-P 検定		Z_a	Z_b
	SF	-1.86 [3]	-2.52 [3]
	SM	-0.98 [3]	-3.14 [3]
	PF	-1.71 [3]	-2.37 [3]
	PM	-2.70 [3]	-2.70 [3] *
	PCM	-1.79 [3]	-1.77 [3]
	PI	-1.08 [3]	-1.73 [3]
	PS	-1.44 [3]	-2.54 [3]
	WAGE	-1.25 [3]	-3.02 [3]

表 2-2. 単位根検定 (階差変数)

検定方法	変数	検定統計量	
ADF 検定		τ_{μ}	τ_{τ}
	SF	-3.73 [1] **	-3.71 [1] *
	SM	-5.33 [5] **	-5.39 [5] **
	PF	-6.59 [1] **	-6.47 [1] **
	PM	-4.58 [4] **	-4.61 [4] **
	PCM	-5.54 [2] **	-5.56 [2] **
	PI	-6.03 [2] **	-6.04 [2] **
	PS	-4.23 [4] **	-4.21 [4] **
	WAGE	-5.79 [2] **	-5.81 [2] **
P-P 検定		Z_a	Z_b
	SF	-6.07 [3] **	-6.09 [3] **
	SM	-9.49 [3] **	-9.40 [3] **
	PF	-9.48 [3] **	-9.41 [3] **
	PM	-8.36 [3] **	-8.48 [3] **
	PCM	-8.26 [3] **	-8.28 [3] **
	PI	-11.88 [3] **	-11.89 [3] **
	PS	-8.82 [3] **	-8.80 [3] **
	WAGE	-9.23 [3] **	-9.21 [3] **

注：1) ADF 検定で τ_{μ} は定数項のあるモデル、 τ_{τ} は定数項とトレンドを含むモデルの統計量。P-P 検定では、 Z_a が定数項、 Z_b が定数項とトレンドを含むモデルの統計量を示す。
 2) [] は、Lag の次数 (ADF は、DW、t 値、AIC により、P-P 検定は Newey-West Suggestion により決定)。
 3) * は 5%、** は 1% の有意水準であり、変数の意味は、表 1 に示すとおりである。

表 3. 共和分検定の結果

	帰無仮説	$r=0$	$r \leq 1$	$r \leq 2$	$r \leq 3$
繁殖経営	λ^{trace}	69.42**	41.14	17.99	5.73
	λ^{max}	57.87**	16.51	13.85	5.73
肥育経営	λ^{trace}	57.24**	28.09	8.34	2.68
	λ^{max}	41.78**	16.84	7.05	2.68

注：1) r は、共和分関係の個数を示しており、 λ^{trace} および λ^{max} は、Johansen の LR 検定でのトレース検定および最大固有値検定の統計量である。
 2) ** は 5% の有意水準で帰無仮説を棄却することを示す。
 3) VAR モデルの次数の選択はラグランジュ乗数検定により 5 とした。

輸入自由化が決着した 1988 年前後と、牛肉の輸入自由化が実行された 1991 年前後において、やや残差の累積平方和のブレがあるように見えるが、大きな変化は見られない。また、和牛繁殖経営の場合も、外的な変化によるモデルのパラメータの変化は認められない。したがって、飼養頭数からみた和牛経営の生産構造には変化がみられなくて、モデルは構造的に安定していることがわかる。

(2)「屈折して非可逆的で非対称的な供給反応の仮説」の検討

1) DOLS の計測結果と仮説検証の意味付け

フィリップス (Phillips) の DOLS によって推定された共和分回帰を表 4 に示した。それぞれの反応係数は、市場価格に対する和牛経営の中期的なターム (短期的意思決定を含む) で捉えるものであり、市場価格の上昇あるいは下落に伴う家畜ストックの保有と市場出荷の調整を、どのような行動原理

図 3. 構造変化に対する CUSUMSQ 統計量

表 4. フィリップスの共和分回帰の推定 ((5) 式)

モデル	リードとラグ	β_1	β_2	β_3	β_4	E-G stat.
$\ln SF$	1	0.210*** (4.23)	0.214*** (4.36)	0.212*** (4.33)	0.210*** (4.22)	-4.16***
$\ln SM$	2	0.481*** (5.97)	0.482*** (6.05)	0.486*** (6.11)	0.480*** (5.98)	-4.03***

注: 1) () は t 値, E-G stat. は共和分回帰の残差に対して行なう ADF タイプの共和分統計量, ***, ** は, それぞれ 1%, 5% の有意水準を示す.

2) 推定式には, 飼料価格および子牛価格が含まれているが, 和牛の農家販売価格 (ラグ 15 期) のみを示した.

3) SF と SM は, 繁殖経営 (めす和牛飼養頭数) と肥育経営 (去勢和牛飼養頭数) を示す.

表 5. 屈折および非可逆的な供給反応の検定結果

帰無仮説 (H_0 :)	$\beta_1 = \beta_2$	$\beta_2 = \beta_3$	$\beta_3 = \beta_4$	$\beta_1 = \beta_4$	$\beta_1 = \beta_3$	$\beta_2 = \beta_4$
$\ln SF$	8.60** [0.004]	0.99 [0.323]	4.82** [0.031]	0.02 [0.875]	5.81** [0.018]	7.31** [0.008]
$\ln SM$	0.82 [0.367]	3.53* [0.064]	4.99** [0.029]	0.02 [0.900]	3.14* [0.081]	1.03 [0.313]

注: 1) 検定統計量は, 供給反応の対称性を検定するワルド検定の F 統計量であり, **, * は, 5% および 10% で帰無仮説を棄却することを示す. また, [] のなかの値は $\Pr(>|F|)$ である.

2) 推定式には, 飼料価格および子牛価格が含まれている.

3) SF と SM は, 繁殖経営 (めす和牛飼養頭数) と肥育経営 (去勢和牛飼養頭数) を示す.

に基づいて行っているかを示すものである. 換言すれば, 価格上昇前期および後期の反応係数 (= 価格弾性値) が β_1 および β_2 であり, 価格下降前期および後期の反応係数が β_3 および β_4 である.

表 4 に示す反応係数をみると, 在庫頭数の変化が流動的な和牛肥育経営の方が, 0.480 ~ 0.486 と比較的大きい値を示すのに比べて, 在庫頭数が短期・中期的に生産財的性格を持つ和牛繁殖経営の方は, 0.210 ~ 0.214 と非弾力的な値を示しており, 予想したとおりであった. また, E-G 統計量からみて, それぞれ非定常な変数系列の線形結合が, 長期安定的な均衡関係を保っていることがわ

かる.

「Edwards = 頼理論」は, 農家が「屈折して非可逆的な供給反応」を行うという仮説を導出していた. この仮説が和牛経営の供給反応の場合にあてはまるかどうかを, 以下のように検証する.

第 1 に, 供給反応の屈折性の検証であるが, 表 5 において, 帰無仮説 ($\beta_1 = \beta_2$) および ($\beta_3 = \beta_4$) が棄却される場合には, 和牛の市場価格の上昇局面および下降局面のそれぞれにおいて, 前期から後期に移る時に屈折した供給反応が行われていることを意味する.

第 2 に, 供給反応の非可逆性の検証であるが, 帰

無仮説 ($\beta_2=\beta_3$) および ($\beta_1=\beta_4$) が棄却される場合には、生産物の価格が上昇局面から下落局面へ、または下降局面から上昇局面に移行する際に、それぞれ非可逆的な供給反応が行われることを意味する。

2) 繁殖経営および肥育経営に関する仮説の検証 (仮説Ⅰ・Ⅱ)

第1に、和牛繁殖経営の検証結果を検討すると、まず $\beta_1=\beta_2$ も、 $\beta_3=\beta_4$ もともに棄却された(表5)。これは価格上昇局面でも価格下降局面でも、ともに屈折した供給反応を行なうことを意味する。第2に、 $\beta_2=\beta_3$ と $\beta_1=\beta_4$ はともに棄却されなかった。これは価格が上昇局面から下降局面に移行する時も、下降局面から上昇局面に移行する時も、ともに可逆的な供給反応を示すことを意味する。

第2に、和牛肥育経営について検定結果を検討する。まず $\beta_1=\beta_2$ は棄却されないが、 $\beta_3=\beta_4$ は棄却された。これは価格上昇局面では前期から後期にかけて供給反応が屈折せず、価格下降局面では前期から後期にかけて屈折することを意味する。つぎに $\beta_2=\beta_3$ は棄却されるが、 $\beta_1=\beta_4$ 棄却されなかった。これは価格が上昇局面から下降局面に移

行する時には、非可逆的な反応を示すが、下降局面から上昇局面に移行する時には可逆的な反応を示すことを意味する。

第3に、繁殖経営と肥育経営との供給反応を比較すると、肥育経営の反応係数は0.480～0.486であって、繁殖経営の反応係数の2倍を超えるパラメータ分布を示していた。ここでは、肥育牛市場価格の上昇前期と上昇後期とでは、「屈折した供給反応の仮説」は支持されなかった($\beta_1=\beta_2$)。しかし、価格上昇後期から転じて価格下降前期に入ると、Edwards＝頼の仮説とは異なり、価格上昇後期よりもより下方反応的(＝弾力的)な供給反応を示す(0.482→0.486)。さらに肥育牛価格が下落して下降後期に入ると、供給反応はその点で屈折して、下降前期よりも非弾力な供給反応(0.486→0.480)を示すようになることを意味している。これも仮説と異なっている。

これらを図4で示すと、① Edwards＝頼理論の屈折・非可逆的供給反応仮説では、供給反応は、価格上昇前期で $a \rightarrow b$ 、上昇後期で $b \rightarrow c$ 、価格下降前期に移って $c \rightarrow d$ 、下降後期で $d \rightarrow a$ という供給反応経路をたどる。総括すれば $abcda$ という供給反

図4. 供給反応経路の比較

- ①：通常の対称的で可逆的(reversible)な供給反応曲線
- ②：Edwards＝頼およびJohnsonのいう屈折・非可逆的供給反応曲線
- ③：②の下で可逆的な軌跡をたどる場合の供給反応曲線
- ④：下方反応的で非可逆的(non-reversible)な場合の屈折供給反応曲線

応経路になる。しかし、②繁殖経営の供給反応に関する検証によると、*abcba* という経路をたどる。また③肥育経営は、*agcef* という反応経路をたどっている。

繁殖経営および肥育経営の現実の供給反応経路が、なぜこのように *Edwards* = 頼理論から乖離するのであろうか。この乖離の原因を探るために次に「調整行動の非対称性仮説」を提案し、その検証を行う。

3) 供給反応に関する「調整行動の非対称性仮説」(仮説Ⅲ)の検証

上記のように、繁殖経営の供給反応は、価格上昇期には *Edwards* = 頼の仮説に従っていたが、価格下降期には、前期において後期よりも弾力的な供給行動をとる点で、仮説に反していた。肥育経営の場合も下降前期の方が上昇後期よりも弾力的であり、さらに下降後期に入ると硬直的な反応を示すという点で *Edwards* = 頼理論と乖離していた。その理由を明らかにするために、次に供給反応の「調整行動の非対称性」仮説を提案し、検証しよう。

長期均衡関係を含む短期の供給反応モデルを用いて、この供給反応モデルの主な推定結果を示すと、表 6 のようになる。これによると、第 1 に、繁殖経営および肥育経営のいずれも、価格下降期の調整速度が価格上昇期のそれよりも速いという調整

行動の差異に関する仮説が支持される ($\lambda_1 = \lambda_2$ という帰無仮説は棄却)。第 2 に、繁殖経営では、長期均衡への調整速度が価格下降局面で上昇局面に比べて約 2.17 倍のスピードで不均衡を修正しようとするが、肥育経営では、約 1.41 倍のスピードで調整を行う²²⁾。それぞれ不均衡の修正にかかる時間を推計すると、繁殖経営は価格上昇期には 30.9 ヶ月、価格下降期には 14.2 ヶ月を要する。他方、肥育経営は 16.47 ヶ月と 11.67 ヶ月を要することになる。上昇局面と下降局面の平均値をとると、繁殖経営は母牛を食肉として処分して、その後再び子牛生産・出荷体制を整えるまでに 19.5 ヶ月を要する。また肥育経営は枝肉の市場供給で家畜在庫を減らして、その後再び枝肉生産体制を回復するまでに 13.7 ヶ月を要することになる。

4) 検証結果の総括

以上の統計分析の検証結果を総括すると、表 7 のようになる。第 1 に、屈折供給反応の仮説 (仮説Ⅰ) は肥育経営の価格上昇期を除くすべてのケースで、その存在が確認された。第 2 に、非可逆性の仮説 (仮説Ⅱ) であるが、繁殖経営は可逆的供給反応を示している。肥育経営は非可逆的ではあるが、下降前期が上昇後期よりも反応的 (= 弾力的) であり、下降後期には下降前期よりも硬直的 (= 非弾力的) になると言う意味で、仮説Ⅱが支持

表 6. 誤差修正モデルの調整係数の推定値と非対称性の検定 ((6) 式)

モデル	λ_1	λ_2	$1/2 (\lambda_1 + \lambda_2)$	$H_0: \lambda_1 = \lambda_2^*$
<i>lnSF</i>	-0.097*** (3.25)	-0.211*** (4.18)	-0.154 [19.5]	3.41**
<i>lnSM</i>	-0.182*** (4.77)	-0.257*** (4.46)	-0.219 [13.7]	2.68**

注: 1) () は t 値, ***, ** は、それぞれ 1%, 5% での有意水準を示す。

2) * 印は、ストック調整速度の対称性を検定するワルド検定の F 統計量である。

3) [] 内の値は、長期均衡への調整月数を意味する。

表 7. 屈折・非可逆的供給反応仮説の検証および調整行動の非対称性仮説の検証

	期間	屈折した供給反応	非可逆性	非対称的な調整行動
繁殖経営	価格上昇期	◎	×	◎
	価格下降期	△		
肥育経営	価格上昇期	×	△*	◎
	価格下降期	△		

注: 1) それぞれの理論仮説において、◎は有意、×は有意でない、△は有意ではあるが下方硬直ではないことを示す。

2) * は、下方反応的な経路をたどる非可逆性である。

されない結果となった。第3に、価格の上昇期と下降期とで異なる調整行動を取るという調整行動の非対称性仮説（仮説Ⅲ）は、繁殖経営も肥育経営も、ともに支持される。

（3）検証結果の経営経済的考察

現実の繁殖経営および肥育経営の供給反応が、Edwards＝頼の理論仮説と乖離する経営経済的理由は何であろうか。最も重要な理由は次の点である。同上仮説は、農業経営が完全情報の下で、事前的に確実な収益性基準だけに基づいて供給反応を行っているという前提をおいている。しかし現実の和牛経営は、不完全情報のもとで、特に価格下降期には、危険回避性向に基づいて、事後的収益性から損失の危険を大幅に割り引いた事前的収益性基準に基づいて意志決定を行っている。価格上昇期でも収益の上昇傾向を事前的には控えめに評価しがちである。さらに外的資本制限のもとで資金繰りの円滑化を図る適正流動性基準も重要な意思決定の基準である。和牛経営は価格下降期においては、収益性が落ちて、負債返済にあてる経済余剰が減って、負債を適期に返済できなくなることを恐れて、売り急ぐ行動に出る。他方、価格上昇期には、外的資本制限に基づいて、増頭速度を抑制しがちである。この両点が、現実の和牛経営の供給反応がEdwards＝頼の理論仮説から乖離している主な理由である。以下、具体的に検討する。

1) 繁殖経営の考察

現実の和牛繁殖経営の市場価格への供給反応であるが、図4によって説明すると、最初、価格 P_0 に対して繁殖牛の供給量がa点であり、繁殖牛の農家販売価格が下降後期から上昇前期に転換する点にあると仮定する。価格が P_0 から上昇するにつれて、繁殖経営は子牛の生産により励むか、または同時に発生している肥育牛の価格上昇に応じて、生産財的な繁殖牛を短期間肥育して販売するかという選択を迫られる。しかし、肥育した繁殖牛を販売して得る機会報酬が子牛生産の限界収益力を上回らない限り、繁殖用としての種付けをより積極的に行うなど、短中期変動的生産要素を最大限投入し、短中期供給反応曲線に沿って市場価格10%の変動に対して2.1%の割りで在庫頭数を増やす。この販売価格の上昇ムードが続き、価格 P_1 に対応するb点から上昇後期に移行すると仮定する。

この P_1 価格水準から、固定的資本財を庭先処分価格に比べてかなり高い庭先新規購入価格でもって評価しても、それを上回る限界収益力をあげる見込みが立つようになれば、追加投入（畜舎の増築、繁殖用素牛の追加購入など）によって規模拡大を図ろうとする。したがって価格上昇後期には、市場価格が10%上昇するのに対して、上昇前期よりもやや弾力的な2.14%の反応を行ない、供給反応曲線は統計的に有意な屈折を示している。

やがて価格が P_2 に達した点で下降局面に転じるが、下降前期は短中期変動的生産要素の投入量だけを減らしながら牛頭数を減らしていく。その反応係数は0.212であって、上昇後期の0.214に比べて極くわずかながら非弾力的で非可逆的な供給反応を行う。しかし両方の反応係数間の有意差が認められないので、可逆的に同じ供給反応経路を戻っていくと解釈しなければならない。やがて価格が P_1 まで下落し、下降後期に入ると、転換点のb点からは反応係数が0.210と下降前期に比べてより非弾力的になり、屈折する（ P_3 と P_4 は有意差を示している）。

下降前期に関する検証結果だけが理論的仮説とやや異なるが、これはつぎのように解釈される。肉牛価格が下落し始めると、大規模繁殖農家は、危険回避性向に基づいて、損失発生の危険を大幅に見積もって、繁殖牛の種付けと分娩を控えめにしながら、すでに出生したか、または妊娠中にある子牛を価格が高いうちに売り急ごうとする。また小規模繁殖農家は市場価格の先行きを過度に悲観的に予想して、繁殖母牛も売り払って繁殖経営を止めようとする。この結果として、繁殖経営の供給反応が価格上昇局面と下降局面それぞれにおいて屈折することは、Edwards＝頼理論の言う屈折する供給反応曲線の仮説（仮説Ⅰ）を支持するものの、上昇局面と下落局面とで異なる反応経路をたどるという非可逆的な供給反応の仮説（仮説Ⅱ）は支持されない結果になったのである。つまり、子牛価格の変動に対する繁殖経営の供給反応は、すくなくとも屈折した形状であるが、可逆的な調整行動をとっている。

2) 肥育経営の考察

なぜ理論的仮説に反して、価格下降前期には上昇後期よりも下方反応的な供給反応を示すのかと

いう理由であるが、肥育経営のほとんどを占める大規模肥育農家は、危険回避性向および適正流動性確保性向に基づいて価格が高いうちに売り急ごうとするからである。または小規模肥育農家が先行きを悲観して肥育を止める傾向があるからである。さらに下降後期に入る点で屈折して、下方硬直的な反応を示す理由であるが、下降前期に売り急いだために、下降後期に入ると、肥育が不充分であって販売できない肥育牛しか残っていないので売り控える。また企業的で強気な肥育経営は、価格回復期が間近いと判断して、肥育牛を保留しようとするからである。

さらに肥育経営は繁殖経営に比べて頭数規模が格段に大きいので、価格下落にともなって、収益が著しく下落し、資金繰りも困難になる見込みが大きい。また飼育上の技術的特性からみて、頭数増減速度を調整しやすい。したがって価格下降期には、繁殖経営よりも素早く頭数を減らし、価格上昇期には素早く頭数を増やす傾向がある。つまり調整速度が速い。

このように価格上昇期と下降期との間、および繁殖経営と肥育経営との間には、調整行動の非対称性が存在する。

5. おわりに

本論文では、特に和牛経営の供給反応について、ビーフ・サイクルの計測を手がかりとして、まず農家主体均衡論でいう Edwards = 頼の「屈折して非可逆的な供給反応」仮説の検証を試みた。ついで、農業経営が経済合理的に行動するメカニズムを動態的に捉えるために、市場価格の上昇期と下降期では異なるストック調整を示すという「調整行動の非対称性」仮説について検証した。さらにこの検証結果の経営経済的考察を行なった。主な結果は、次の3点である。

第1に、繁殖経営の場合には、屈折した供給反応がとられることが確認されたが、市場価格が下降局面に転ずるとともにその供給反応は非可逆的ではなく、可逆的な調整経路をたどることがわかった。また、肥育経営の場合は、市場価格の上昇局面では非対称性が棄却され、下り局面になると、非可逆的な経路をたどり、屈折した供給反応を示すことが明らかになった。

第2に、農業経営における家畜ストック調整行動が市場価格の上昇局面と下降局面とで非対称的な経路をたどっていることが確認された。つまり、農業経営は価格上昇局面より価格下降局面の方が長期均衡へ向けて素早く不均衡を解消しようとすることを意味する。特に、肥育経営の方が繁殖経営よりも調整スピードが速いのは、供給反応およびストック調整の両方の行動において共通する動きである。このことは生産物の肥育牛が結果財²³⁾であるため、結果財の出荷と肥育素牛の新規調達という意味決定の中で、その調達費やほかの短期変動的な飼料費などの機会費用を少なくしようとする合理性の現われであるといえよう。

第3に、これらを踏まえると、すくなくとも「農業経営が市場価格の上昇局面に反応的にかつその下降局面に硬直的である」とする農産物供給反応の下方硬直性はここでは支持できない。和牛経営の供給反応が Edwards = 頼の理論仮説と乖離する理由として、同仮説が完全情報を前提とすることに対して現実の農業経営は不完全情報の下で危険回避性向および適正流動性基準に基づいて意思決定を行っていることを明らかにした。

最後に、残された課題であるが、第1に、現実の和牛経営の供給反応の特質を解明することはできたが、和牛経営がなぜそのような反応行動をとるのかについては、個別経営の実態調査に基づいて推論するにとどまった。今後は、肉牛経営と産地との個別実態調査をより詳しく実施して、経営経済的な行動—成果分析を深めることが必要である。第2に、本論文での結果はあくまでも1つの実証的証拠に過ぎないかもしれない。これを一般化された現象としてみるためには、他の農産物についても検証を積み重ねて行くことが要求される。第3に、本分析では、構造変化の存在を確認したが、牛肉供給量を被説明変数とするフローモデルと整合的ではない結果となっている。この点は、他の関連財の価格条件などを取り入れたより包括的な考察への必要性を示唆する。第4に、比較静学分析に基づく農家の主体均衡理論を動学的に精緻化した上で再吟味を必要とする。これらについては今後の課題としたい。

注 1) 出村 [4] pp. 1-6. を参照。

- 2) ここでいう「クモの巣の理論」は、その後拡張されたナーロブ (M. Nerlove) の適応期待モデルとその類似のモデルまでを含む、広義の概念で用いることにする。
- 3) 代表的研究としては、岸本 [11]、門間 [12] と、生乳に適用した永木 [13] があるが、いずれもこのナーロブ型モデルを用いている。さらに、近年に至るまで他の供給反応の分析にも大方この手法に依存する。
- 4) 筆者の実態調査によると、しばしばこういうケースが見受けられる。また海外の研究でも、例えば、Halvorson [7] のように、価格上昇より価格下降の方の供給反応が大きいケースも発見されている。
- 5) 経済時系列データは、多くの場合、非定常過程にしたがっていることが知られている。非定常な時系列に用いられる共和分分析は、近年、農業経済の分野においても一般的な方法論として定着しつつある。この手法によるオーソドックスな研究として中嶋 [14]、田村・浅野 [21] をあげておく。
- 6) これは、時系列における平滑法を行なうための平滑化フィルター (smoothing filter) の1つである。
- 7) 季節変動および傾向変動の除去においては、まず連環比率法 (link relative method) を用いて四半期別の季節変動指数を求めた。これを利用し原系列をデフレートした季節調整済みの系列に、傾向線 (トレンド) をあてはめ、この推定された傾向値で傾向変動を取り除いた。また、Hodric-Prescott フィルターを利用し、1600回シミュレートすることで得られたものが HP テンデンドである。
- 8) 門間 [12] の研究では、当時のいわゆる「ビーフ・サイクル短縮論」をめぐる詳しい分析結果を示している。氏は、1952～1982年の時系列を用いてビーフ・サイクルを計測しているが、オイルショック以前までの役肉兼用時代には90ヶ月前後であったビーフ・サイクルが、高度成長期以降はほぼ6年(72ヶ月)に短縮していることを確認している。この段階での要因として、肉用牛生産の本格化に伴う①農家の供給反応の敏感化、②市場開設間隔の短縮化、③若齢肥育の増大などをあげている。詳しくは、前掲書 pp. 94-97. を参照。
- 9) ここで、庭先調達価格および庭先処分価格とは、生産段階での購入価格 (買値) および販売価格 (売り値) をいうが、この二つの価格間の格差が取引費用となる。すなわち、取引費用の存在を明示的に考慮した概念といえる。生産要素市場に、取引費用が存在する場合の与件変動効果についての詳しい説明は、頼 [22] pp. 81-84. を参照されたい。
- 10) 供給反応の屈折性および非可逆性については、農家の主体均衡論的分析の一環として、Edward [5]、頼 [22] がそれぞれ別個に理論的分析を行なっており、ほぼ同様の理論仮説を提示している。したがって、本稿では、Edward = 頼モデルまたは理論 (仮説) と呼ぶことにする。
- 11) 欧米における多くの研究結果によると、生産物価格が上昇するときの供給反応 (弾力性) は下降局面の供給反応より大きいことが知られている。しかし、幾つかの事例ではその逆のケースもしばしば示されている (例えば、Halvorson [7])。
- 12) 可能なら、個別農家のデータで実証するのがもっとも望ましいが、そもそも時間の変化を捉えられる個別データはあまり存在しない。したがってここでは、アグリゲートされた代表的農家でもって平均的な個別経営の意思決定の構造を表わすものと想定している。
- 13) 通常の共和分回帰は、超一貫性を持つ反面このバイアスのため、小標本で真の値との乖離の平均が0ではないので、不偏推定量とならない。このため、Phillips [18] は DOLS (Dynamic OLS) を考案し、Stock and Watson [20] により提案された。
- 14) 上記の理論仮説、すなわち下方硬直的な「屈折供給反応曲線」の存在と「非可逆的調整経路」の存在という反応曲線の非対称性を検証するために、長期均衡関係における非対称モデルならびに短期の非対称的調整モデルへと定式化を検討した上で、これらの仮説を検定することにする。
- 15) これは、データ期間を区切るために用いられ、局面ごとの期間構造を捉えるものである。インディケータ関数の応用例については、Enders and Granger [6] を参照のこと。
- 16) ラグ構造の特定は、コログラムおよび AIC, SBIC などで検証すべきである。ここでは、周期の計測等からコログラムに依拠しつつ、他の統計量と比較しながら検討する。
- 17) なお、分析には Quantitative Micro Software 社の統計ソフトウェア Econometric-Views (ver. 2.0) を利用した。
- 18) ADF 検定と P-P 検定は、時系列に単位根が存在するという帰無仮説、非定常過程にしたがっているかどうかを検定する方法である。詳しくは、Banerjee et al. [1] および文献 [16] の Rao (1994) を参照されたい。また、田村・浅野 [21] ではやさしい解説が与えられている。
- 19) 共和分検定の詳しい解説および手続きについては、ここでは紙数の都合上割愛するが、Johansen と Engle-Granger の原論文、または Banerjee et al. [1]、文献 [16] の Rao (1994) を参照されたい。
- 20) 仮に、複数個の共和分ベクトル (個数) が存在する場合、複数個の共和分残差を誤差修正項として短期モデ

ルに付け加えることになる。

- 21) CUSUMSQ 統計量は、全期間での残差平方和で標準化した逐次残差平方和で示される。応用例については、例えば、Otto [16] を参照されたい。
- 22) 不均衡の調整速度は、均衡水準がシフトしないと仮定する場合である。なお、不均衡の修正にかかる時間は、 $1/|\lambda|$ で計算することができる。
- 23) 結果財については、大槻・桑原・菊地 [15] pp. 102-106 を参照。

参考・引用文献

- [1] Banerjee, A., J. Dolado, J.W. Galbraith, and D.F. Hendry, *Co-integration, Error Correction, and the Econometric Analysis of Non-Stationary Data*, Oxford Univ. Press, (1993).
- [2] Currie, D., "Some Long-run Features of Dynamic Time Series Models", *Economic Journal*, Vol. 91, September, (1981), pp. 704-715.
- [3] Davidson, J., Hendry, D.F., Srba, F. and Yeo, S., "Econometric Modelling of the Aggregate Time Series Relationship Between Consumers' Expenditure and Income in the U.K.", *Economic Journal*, Vol. 88 (1978), pp. 61-92.
- [4] 出村克彦『食肉経済の周期変動』, 明文書房, 1979 年.
- [5] Edwards, C., "Resource Fixity and Farm Organization", *The American Economic Review*, Vol. XLI (4) (1959), pp. 747-759.
- [6] Enders, W. and C.W.J. Granger, "Unit-Root Tests and Asymmetric Adjustment With an Example Using the Term Structure of Interest Rates", *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 16 (3) (1998), pp. 304-311.
- [7] Halvorson, H.W., "The response of Milk Production to Price", *Journal of Farm Economics*, Vol. 40 (1958), pp. 1101-1112.
- [8] Johnson, G.L., "Supply Function—Some Facts and Notions", *Problems in a Growing Economy*, Iowa State Univ. Press, (1956), pp. 74-93.
- [9] Johnson, G.L., "Fixed Production and Institutional Assets as Constrains on the Adjust of Agriculture in the Industrialized Pacific Rim Countries", Dep. of Agricultural Economics, Michigan State Univ., mimeo, (1993).
- [10] Johnson, G.L. and S. Hardin, *Economics of Forage Evaluation*, Station Bulletin 623, Purdue Univ., (1955).
- [11] 岸本裕一『牛肉経済論』, 中央畜産会, 1982 年.
- [12] 門間敏幸『牛肉の需給構造と市場対応』, 明文書房, 1984 年.
- [13] 永木正和「生乳の生産変動と価格反応」, 田島重雄編『近代農業経営学の理論と応用』, 明文書房, 1978 年.
- [14] 中嶋 亮「農業財政支出の時系列分析」, 『農業経済研究』第 54 巻第 3 号, 1998 年, pp. 143-151.
- [15] 大槻正男・桑原正信・菊地泰次『農業簿記精説』, 富民協会, 1972.
- [16] Otto, G., "Diagnostic Test: An Application to the Demand for M1", B.B. Rao (eds), *Cointegration for the Applied Economist*, St. Martin's Press, (1994), pp. 161-184.
- [17] Pagan, A., "Time Series Behaviour and Dynamic Specification", *Australian National University*, mimeo, (1984).
- [18] Phillips, P.C.B., "Optimal Regression for Cointegrated Systems", *Econometrica*, Vol. 59 (1991), pp. 283-306.
- [19] Salmon, M., "Error Correction Mechanisms", *Economic Journal*, Vol. 92, September, (1982), pp. 615-629.
- [20] Stock, J.H. and M.W. Watson, "A Simple Estimator of Cointegration Vectors in Higer Order Integrated Systems", *Econometrica*, Vol. 61 (4) (1993), pp. 783-820.
- [21] 田村龍一・浅野耕太「地域農産物市場の効率性に関する共積分分析」, 『農業経営研究』第 21 巻 3 号, 1996 年, pp. 1-11.
- [22] 頼 平「農家経済の主体均衡における与件変動効果」, 『農業計算学研究』第 1 号, 1967 年 2 月, pp. 62-89.
- [23] 頼 平・岸本裕一「牛肉価格変動に関する実証的研究」, 『農業計算学研究』第 10 号, 1977 年, pp. 10-22.

〈謝辞〉

本稿をまとめるにあたって、2 人の匿名のレフェリーから有益なアドバイスを頂いた。また、草稿の段階においては、神戸国際大学増井幸夫教授ならびに神戸大学草刈仁助教授から本稿を改良するうえで大切なコメントを頂いており、京都大学名誉教授頼 平先生からも懇切なご指摘・ご教示頂いた。これらの先生方に対して、ここに記してお礼申し上げたい。

(受理日：2002 年 12 月 10 日)