

乳量増加新技術の急速な普及が

わが国酪農に与える影響

鈴木 宣弘

1. 課題
2. 「新技術」使用の費用・便益
 - (1) 「新技術」による乳量の増加
 - (2) 「新技術」の購入費と「新技術」使用に伴う費用の増加
3. モデル
 - (1) 推測的変動の導入
 - (2) 基準取引価格の内生化
 - (3) モデルの基本構造
4. 関数の特定化と計測
5. シミュレーション結果
 - (1) モデルの適合性
 - (2) 「新技術」使用によって当該年の総家族労働報酬は減少するか
 - (3) 総家族労働報酬の減少の程度とダイナミックな調整過程
 - (4) 搾乳牛頭数の家族労働報酬変化に対する反応が大きい場合
 - (5) 飲用乳需要のシフトの影響
 - (6) 生乳市場の競争性の変化の影響
 - (7) 総家族労働報酬を計画的に増加させる方策
6. まとめ

1. 課題

近年のバイオテクノロジーの発展の下で、凍結受精卵移植、受精卵分割等による遺伝的高能力牛の飛躍的普及、あるいは、乳量を増加させる作用をもつ牛の体内物質の量産・商品化による急速な普及によって、搾乳牛1頭当たり乳量の急速な増加が実現する可能性が大きくなってきている。本稿では、このような搾乳牛1頭当たり乳量の急速な増加につながる新技術を総称して、単に「新技術」と呼ぶことにする。

Cochrane〔5〕は、農業における技術革新を「踏み車」(treadmill)にたとえた。新しい技術の先駆的採用者は現状価格水準の下で生産費の低下による所得増加を実現するが、技術の普及に伴って供給が増加すると、非弾力的な農産物需要の下で大幅な価格下落が起こり、技術を採用していない農家は脱落するか、そうでなければ低価格による所得の減少を回復するために技術を採用せざるをえない。こうして技術革新による生産費の低下と価格の低下は絶えず続くが農家の所得は増えないというのである。

本稿でとりあげる「新技術」の場合、技術導入のための投資額が小さく、また、技術が公開されているので、ひとたび「新技術」が確立されれば、その普及スピードはきわめて速いと考えられる。したがって、先駆者利得の得られる可能性がたいへん小さく、急速な供給増加と価格下落に見舞われる可能性がある。これが1つの特徴と考えられる。

また、「新技術」の場合、バイオテクノロジーの産物の安全性の確認が必須条件であることはいままでもないが、仮に消費者の不安が払拭できないときには、さらなる需要の停滞(需要関数の左方シフト)が引き起こされる可能性があることも1つの特徴である。牛乳・乳製品は、周知のとおり、すでに世界的な構造的過剰基調下であり、需要はかなり非弾力的とみなされる上に、「新技術」への不安による需要の減少が加われば、生乳増産による乳価の下落がさらに大きくなる。乳価の下落は供給側にフィードバックし、ダイナミックな調整が進む。

「新技術」の実用化に先だって、このような「新技術」使用に伴う影響の波及メカニズムをモデル化し、それを用いたシミュレーションによって、「新技術」使用の経済的影響のダイ

ナミックな波及過程を量的に把握することは重要であろう。米国においては、自然科学・社会科学両面において、すでに多くの研究成果が発表されている（稿末の参考文献参照）。日本においては、筆者の知るかぎりでは、自然科学的研究については、米国における「新技術」の研究成果をまとめた安宅〔1〕があるが、「新技術」使用の経済的影響に関する研究は、いまだ発表されていない。

そこで、本稿では、米国における研究成果も参考しつつ、「新技術」の日本酪農・生乳需給への影響のダイナミックな波及過程を量的に把握し、「新技術」採用の意思決定のための1つの判断材料を提供したい。

なお、米国の「新技術」の経済的影響に関する研究成果は、乳量を増加させる作用をもつ牛の体内物質の量産・商品化についてのものである。日本における「新技術」の経済的研究が皆無であるため、本稿のシミュレーションに用いる具体的な数値の仮定は、米国の研究成果に依存せざるをえない。したがって、本稿の具体的なシミュレーションでイメージされている「新技術」は、乳量増加作用をもつ牛の体内物質の商品化である。もちろん、本稿のアプローチは、凍結受精卵移植、受精卵分割等による遺伝的高能力牛の飛躍的普及にも容易に適用できることはいうまでもない。

2. 「新技術」使用の費用・便益

酪農家の搾乳牛1頭当たり家族労働報酬は、

$$I = Y \cdot P - C \cdots \cdots [2-1]$$

と定義される。ここで、 I ：1頭当たり家族労働報酬、 Y ：1頭当たり乳量、 P ：kg当たり受取乳価、 C ：1頭当たり第2次生産費から家族労働費を控除したものである。

「新技術」の影響は、どのように現れるかというと、まず、プラスの効果として、1頭当たり乳量（ Y ）の増加が、1頭当たり売上高

を増加させる方向に働く。一方、1頭当たり生産費を増加させる要因として、「新技術」代金の発生、飼料費の増大、生乳運搬費等その他の変動費の増大、さらには、「新技術」採用に伴って酪農家が要求する return to management をここに含める必要があるかもしれない。

「新技術」使用は、その購入代金の発生の他に、「新技術」の使用による乳量増大に伴う飼料費の増大を伴う。高泌乳牛が濃厚飼料要求率が高いことは一般に観察されることである。その他に、生産乳量の増大は、その運搬費用等の生乳処理費用の増大をもたらす。さらに、return to management というのは、酪農家が危険負担をして新たな技術を導入する場合、その導入の結果として、労働報酬が前と同じと予想されるならば、導入しないであろう。なにがしかの報酬の上乗せを見込むはずである。したがって、その分をコストに含めておく必要があるという考え方である（Marion and Wills〔14〕）。

さらに、「新技術」使用に伴う経済的なマイナスの影響は、kg当たり受取乳価（ P ）の下落である。個別経営レベルで検討する場合に、受取乳価を所与として分析することが多いが、これは、「新技術」使用に関するかぎり、かなり危険といわざるを得ない。世界的な生乳需要の停滞下で、乳量を大幅に増大させる「新技術」の使用を考えなければならないからである。Marion and Wills〔14〕は、きわめてきめ細かく「新技術」使用に伴う経営分析を行っているが、乳価を基本的に捉え置いている。米国では、CCCの乳製品無制限買い入れによって支持価格が支えられるとはいえ、乳製品在庫の累積をいくらかも容認するわけではない。すでに、1985年農業法から在庫の増大に応じて支持価格を引き下げるシステムが導入されている。

さて、このように、先の $I = Y \cdot P - C \cdots \cdots [2-1]$ において、「新技術」の使用は、 Y

の増加、Pの低下、Cの増加という複合的な影響で、Iを変化させる。Pの低下については、後に示す生乳需給モデルで検討するが、Cの増加、Yの増加については、需給モデルによる分析の前提となる部分なので、それがどの程度のものであるのかを考えると、ここについて、ここで検討しておこう。

(1) 「新技術」による乳量の増加

まず、乳量(Y)の増加が、何%というように比例的なものか、何kgというように固定量で捉えるべきものかという問題がある。この違いは、比例的ならば、高泌乳牛ほど増加絶対量が多いことを仮定することになり、固定量であれば、牛の現時点の泌乳量にかかわらず同量の増加を見込むということになる。固定量で捉えたのは、Fallert et al〔7〕で、1日1頭当たり3.8kgの増加が仮定されている。比例的に捉えたものは多く、Kalter et al〔11〕の6.4～25.6%、Kaiser and Tauer〔10〕の8%と13.5%、Tauer and Kaiser〔23〕の13.5%、16%、32%、Perso and Brandt〔15〕の9%と19%等がある。Marion and Wills〔14〕は、両方を折衷的に採用し、9%、12%、15%という比例的な仮定と、年間815.4kgという固定量の仮定、さらには、固定量407.7kgプラスもとの乳量の6%という仮定も採用している。

高泌乳牛をもつ経営者は管理が優れているというのは、一般に認められる事実だと思われるので、「新技術」を使用した場合にも、高泌乳生産者の方が乳量増加の絶対量が大きくなるのが十分予想できる。したがって、比例的な増加の仮定が妥当ではないかと思われる。

また、Marion and Wills〔14〕によれば、最近の研究成果を総合すると、よく管理された状況での1日当たりの乳量増加は、17～25%程度と見込まれ、これを年換算すると、泌乳期の最初の90日間は「新技術」を投与しな

いたために、10.5～15.5%の増加になるとしている。

さらに、管理された実験での結果と実際の農家による使用との違いについて、Kaiser and Tauer〔10〕では50%、Fallert et al〔7〕では25%の割引を農家使用段階において仮定している。

安宅〔1〕によれば、これまでの研究成果で最も大きい乳量増加は、Bauman and Eppard〔2〕の高泌乳牛を対象とした実験における40%強の増加である。安宅〔1〕は、過去の成果からして、15～25%の増加は確実なところだと述べている。

これらを総合的に判断して、本稿では、Kaiser and Tauer〔10〕と同じ、8%と13.5%という仮定を採用する。

なお、「新技術」による乳量の増加をマクロ的にみると、「新技術」の普及率が問題となる。マクロ的にみた平均1頭当たり乳量(Y)は、「新技術」の使用によって、

$$Y * (1 + IRY * AR)$$

に増加する。ここで、IRY:「新技術」による乳量増加率、AR:「新技術」の普及率である。動学的な過程の追跡においては、この普及率の高まりをどのように見込むかが1つの問題となる。普及過程の経済学的解明は、Griliches〔8〕、崎浦〔17〕等において行われている。Kaiser and Tauer〔10〕等でも、ロジスティック曲線により普及率曲線を近似している。しかし、冒頭で言及したとおり、「新技術」の普及はきわめて急速であると見込まれるので、本稿では、「新技術」が認可された年から100%の普及率を見込んでシミュレーションのリアリティはそれほど損なわれないと考え、とりあえず、使用開始年から100%の普及率を仮定する。

(2) 「新技術」の購入費と「新技術」使用に伴う費用の増加

「新技術」の購入費については、Fallert et

al [7] は、酪農家が「新技術」を購入する場合に、「新技術」1ドルにつき2ドルの return to management を要求するとの仮定に基づいて、1日1頭当たり24セントの購入費(1986年実質レベル)を計上した。Marion and Wills [14] は、30セントをベースにして、25~45セントと仮定した。

「新技術」の価格形成については、製造メーカーの数が、世界的市場でみて、現在のところ、4社に限られていることから、その寡占性に起因した不透明な面が多いと考えられる(Marion and Wills [14])。

次に、「新技術」使用に伴う費用の増加の中では、飼料費が最も大きいであろう。乳量と飼料費の関係については、米国では、いくつかの線形関係式が計測されており(Luening et al [12], Fallert et al [7])、それらは、いずれも、年間乳量の1ポンドの増加につき、約0.03ドルの飼料費の増加があることを示している。

その他の「新技術」使用に伴う費用(生乳運搬費等)の増加は、「新技術」購入費、飼料費の増加に比べればかなりマイナーであろう。

Marion and Wills [14] は、return to management をコストに計上しているが、酪農家がそれをどの程度の額見込むかはかなり主観的で不確定な面が大きいと考えられる。

また、「新技術」使用による乳牛の耐用年数の低下があるとすれば、これに伴うコスト増加も考慮する必要があるが、耐用年数が低下するかどうかはよくわかっていない。

このように費用の増加についても、不確定な要素が多く、また、日本におけるこの面での研究成果もない状況では、その特定化はいっそう困難である。そこで、本稿では、Kaiser and Tauer [10] が、Fallert et al [7] の仮定をベースにして計算した、8%の乳量増加に対して3.8%の1頭当たり変動費(自家労働費は含まない)の増加、13.5%の乳量増加に対して6.4%の1頭当たり変動費の増加とい

う値を、「新技術」使用に伴うC(1頭当たり第2次生産費から家族労働費を控除したもの)の増加率として、暫定的に採用することとする。

3. モデル

本稿で使用するモデルは、拙稿[19], Suzuki and Judson [20], 拙稿 [21], 拙稿 [22] における研究成果の上に立って、新たに開発した。その主たる特徴は、次のとおりである。

1つは、過去のわれわれのモデルが北海道と都府県に2分割した地域モデルであったのを、今回は全国モデルとした。これは、全体的な需給への影響を簡潔・明解に検討するため、第1ステップとしては、全国モデルを構築するという意味である。生産構造への影響を検討するためには、供給側について、生産費階層別、あるいは地域別の取り扱いが必要であるが、それは第2ステップとして、別稿にて行う。

2つには、生乳市場の不完全競争性をモデル化するために、推測的変動(conjectural variation)を導入することを拙稿[21]で提案したが、今回は、それを全国モデルの中に反映する方法を試みた。また、今回の研究は、拙稿[21]で提示した推測的変動モデルの本格的な実証研究への適用の1例として位置づけることができよう。

3つには、「新技術」使用による酪農所得(家族労働報酬)の変化が問題の中心となることに鑑み、酪農家の搾乳牛1頭当たり家族労働報酬をモデル内に明示的に取り入れることとする。具体的には、搾乳牛頭数を前期の搾乳牛1頭当たり家族労働報酬の関数として表現する。

4つには、加工原料乳の限界収入としての基準取引価格(SP)を内生化した。過去の拙稿[19]等のシミュレーションは、すべて基準取引価格を引き下げたときの影響を検討す

るもので、基準取引価格が政策変数であったが、「新技術」の影響評価の場合は事情が異なる。「新技術」使用によって生乳生産が増大し、加工向け供給が増加したときに、加工向け供給がどんなに増加しても限度数量超過乳につねに一定の基準取引価格が適用されると考えるのは非現実的である。そもそも、基準取引価格は、政府が決定するものの、乳製品の市況から逆算して乳業メーカーが指定団体に支払い得る乳価として算定されるわけだから、加工向け供給が増加すれば下方修正されるべきものである。したがって、この点をモデルに反映するよう試みた。

モデルの全体的構造の説明の前に、まず、推測的変動の導入の考え方と、基準取引価格の内生化について、整理しておく必要がある。

(1) 推測的変動の導入

拙稿〔21〕で、北海道と都府県の2分割で展開した推測的変動モデルを、一般的に、 i 地域（指定団体）について考えると、 i 地域（指定団体）における加工・飲用の2市場の主観的な限界収入均等条件は、加工向け供給が限度数量を上回っている場合には、

$$PF + k_i * SF_i * dPF / dDF = SP \dots \dots (3-1)$$

と書ける。ここで、 PF ：市場飲用乳価、 SF_i ： i 地域の飲用向け供給量、 DF ：飲用乳の市場需要量、 SP ：基準取引価格、 k_i ： i 地域のVarianの k （ $k=1$ +推測的変動）。ただし、ここでは、地域間輸送費を考慮していない。加工向け供給が限度数量以内の場合には、加工原料乳市場の限界収入は SP でなく保証価格（ GP ）となるので、〔3-1〕式の右辺は SP でなく GP となる。

さて、ここで、各地域のVarianの k はすべて等しい（ $k_i = k$ ）と仮定して、全国 n 地域（ $n=46$ 、沖縄を除く）について〔3-1〕式を足し上げると、

$$nPF + k * \sum SF_i * dPF / dDF = nSP$$

両辺を n で割ると、

$$PF + k / n * DF * dPF / dDF = SP \dots \dots (3-2) \\ (\because \sum SF_i = DF)$$

が得られる。

より、具体的には、飲用乳の市場需要の逆関数を線形とし、価格以外の要因を所与としてすべて α に一括して、

$$PF = \alpha + \beta * DF \dots \dots (3-3)$$

と表わすと、〔3-2〕式と〔3-3〕式から、 PF と SP との間には、

$$PF = n / (n+k) * SP + \alpha * k / (n+k) \dots (3-4)$$

が成立する。〔3-4〕式は、 $k=0$ 、 $n=\infty$ とおくと、 $PF=SP$ となり、完全競争を表す。 $n=1$ 、 $k=1$ とおくと、 $PF=SP / 2 + \alpha / 2$ となり、独占を表す。

(2) 基準取引価格の内生化

次に、全体のモデル構築にあたって考慮しなければならない重要な点は、加工原料乳の限界収入としての基準取引価格（ SP ）の取扱方法である。現状の生乳市場を説明するだけのモデルであれば、基準取引価格は外生変数でよいが、「新技術」使用によって加工向け供給が増加したときには、基準取引価格は加工向け需給の変化を反映して低下する必要がある。

「加工原料乳不足払い制度」は、加工原料乳の保証価格（酪農家の生産費から算定される再生産確保価格）と基準取引価格（乳製品市場価格からメーカーの製造販売経費・利潤を差し引いたものとして算定される乳業メーカーの支払い可能乳価）を政府が定め、その差額を指定団体を通じて酪農家に支払うものである。しかし、その適用には、限度数量が定められており、1979年以降は、その適用が厳格になった。

乳業メーカーは、限度数量までは基準取引価格で買い取る義務があるが、限度数量超過乳についてはその義務はない。しかし、原則的には、基準取引価格は乳製品市況を反映した算定が行われていることを前提にして、限度数量超過乳も基準取引価格で買い取られるという仮定を設けて、我々の過去のモデルは構築されている。この点は、今回のモデルにおいても同じである。つまり、指定団体が直面する加工向けからの限界収入は、限度数量までは保証価格で一定、限度数量超過分については基準取引価格で一定と考えるのである。

これまでのシミュレーションは、すべて政策変数としての基準取引価格および保証価格を変化させたときの生乳需給への影響の分析であったので、生乳需給の変化による基準取引価格の変化を考慮する必要はなかった。ところが、「新技術」の影響評価においては、その逆である。「新技術」使用によって生産が増加し、加工向け供給が増加したときに、その加工向け需給の緩和を反映して基準取引価格が低く設定されなければ、増加した限度数量超過乳が、無制限にそれまでと変わらない基準取引価格レベルで買い取られるという非現実的な結果を生じてしまう。そこで、なんらかの形で基準取引価格が需給を反映して決まるという関係を体系内に取り込む必要がある。

本稿では、基準取引価格の内生化のための3つの方法を提示する。

まず1つは、基準取引価格が加工原料乳需給を反映しているという点をそのまま取り入れて、加工原料乳需給均衡価格として基準取引価格を求める方法である。具体的には、過去のモデルでは、基準取引価格を所与として、乳製品輸入量（生乳換算）が、

$$M = DM - SM - ST(-1) + ST \quad \dots\dots [3-5]$$

で決まると定義した。ここでM：乳製品輸入量、DM：加工向需要、SM：国内加工向供給、ST：乳製品在庫量である。これに対し

て、乳製品輸入量を外生化して、[3-5]の代わりに、

$$SP = SP * DM / (SM + M + ST(-1) - ST) \quad \dots\dots [3-6]$$

とすれば、基準取引価格（SP）が需給均衡価格として解かれる。

第2には、現状の基準取引価格の実際の決定が、前年度末に行われることに鑑み、

$$SP = f(SP(-1), SM(-1)/N(-1), E(-1)/N(-1)) \quad \dots\dots [3-7]$$

を推定し、モデル内に導入する。ここで、N：人口、E：1人当たり実質個人消費支出である。

第3の方法は、他の2つとは意味合いを異にする。つまり、生乳需給を反映した基準取引価格の決定を取り込むものではなく、「新技術」によって生産が増加しても酪農家の集計的な家族労働報酬が「新技術」使用前と同一に保たれるためには、基準取引価格の低下がどの程度であればよいか、ということを求めるためのものである。具体的に解かれた式の形は後に述べるが、要するに、

$$I * H = \bar{I} * \bar{H} \quad \dots\dots [3-8]$$

となるようなSPを求めるのである。ここで、H：搾乳牛頭数、I：1頭当たり家族労働報酬、アンダーラインは「新技術」使用前を示す。この式を導入したシミュレーション結果は、「新技術」使用によって、酪農家の集計的な家族労働報酬が増加するのか減少するのかを判定する上で重要である。第1や第2の方法で加工向け需給と基準取引価格との関係を設定したとしても、それはどのような式で設定されるかによって結果がかなり異なってくる。したがって、第1や第2の方法でシミュレーションする前に、第3の方法によるシミュレーションを行い、集計的な家族労働報酬が同一に維持される水準の基準取引価格を求めることは意義が大きい。求められた基準取

引価格の水準を増加した加工向供給量(SM)と比較すれば、そのような事態(総家族労働報酬不変)が実現可能かどうかはほぼ判断できる。

(3) モデルの基本構造

さて、まず、基準取引価格を外生変数とした場合のモデルの基本構造を示せば、次の10式で表わされる。これを「外生SPモデル」とする。

「外生SPモデル」

- (1) $H = H(I(-1))$
- (2) $I = P * Y * (1 + IRY * AR) - \bar{C} * (1 + IRC * AR)$
- (3) $S = H * Y * (1 + IRY * AR) - U$
- (4) $SM = S - DF$
- (5) $DM = DM(SP)$
- (6) $PF = PF(DF)$
- (7) $PF + k/n * DF * dPF/dDF = SP$ (上の〔3-2〕式と同じ)
- (8) $M = DM - SM - ST(-1) + ST$ (上の〔3-5〕式と同じ)
- (9) $P = \{DF * PF + PQ * GP + (SM - PQ) * SP\} / S$
- (10) $TI = I * H$

ここで、H：搾乳牛頭数、I：1頭当たり家族労働報酬、P：kg当たり受取乳価、Y：1頭当たり乳量(「新技術」使用前)、IRY：「新技術」による乳量増加率、C：1頭当たり第2次生産費から家族労働費を控除したもの(「新技術」使用前)、IRC：「新技術」使用に伴うCの増加率、AR：「新技術」の普及率、S：生乳総供給量、U：農家自家消費・子牛哺育用等(総生産の2%程度なので外生とする。)、SM：加工向供給量、DM：加工向需要、DF：飲用向需要、SP：基準取引価格、GP：保証価格、ST：乳製品在庫量、M：乳製品輸入量、PQ：限度数量(1978年度までは加工原料乳認定数量)、TI：総家族

労働報酬、k：Varianのk(k=1+推測的変動)、n：全国指定団体数(n=46、沖縄を除く)である。(−1)は1期前を表わす。アンダーラインは外生変数を示す。

(1)、(5)、(6)式の関数は、表現の簡略化のため、その他の説明変数(すべて外生変数)が省略されている。また、現状(「新技術」使用前)においては、 $IRY = IRC = AR = 0$ である。Cを外生変数としているということは、「規模の経済」は考慮しない、つまり、乳牛頭数規模の変化に伴う生産費の変化はないものとしていることになる。

SPの内生化に伴うモデルの変更は、まず、(8)式の代わりに先の〔3-6〕式を(8)式として入れたものを「需給均衡SPモデル」とする。

また、(11)式として先の〔3-7〕式を追加したものを「前年反映SPモデル」とする。

さらに、(11)式でなく(11)'式としてSPが〔3-8〕式を充すように決定される式(具体形は後に示す)を追加したものを「所得不変SPモデル」とする。

4. 関数の特定化と計測

本稿では、代数的な解の導出を容易にするため、推定の必要な関数、(1)、(5)、(6)、(11)式をすべて線形で近似する。計測結果は一括して第1表に示した。

搾乳牛頭数を決定する(1)式には、1頭当たり家族労働報酬を説明変数として導入したが、搾乳牛頭数の1頭当たり家族労働報酬(前期)に対する弾力性は、短期で0.02~0.05、長期でも0.20~0.43ときわめて小さく計測された。

(5)式は、輸入、在庫の増減を含めた総加工向需要(乳業メーカー段階)なので、輸入乳製品生乳換算価格(輸入ナチュラル・チーズで代表)を説明変数に含めている。加工向需要の基準取引価格弾力性(絶対値)は、0.14~0.30である。

第1表 関 数 の 計 測

式番号	(1)	(5)	(6)	(11)
計測期間	1967-88	1966-88	1979-88	1967-88
計測方法	OLS	OLS	GLS Prais-Winstenの2段階法	OLS
被説明変数	H	DM/N	DF/N	SP
説明変数				
定数項	113.35 (3.83)***	22.54 (3.57)***	-6.15(-2.68)**	6.42 (2.49)**
H(-1)	0.87(36.83)***			
I(-1)/CPI(-1)	13.01 (2.04)*			
DY7275	-38.81(-4.83)***			
DY8687	-33.34(-3.23)***			
SP/WPI		-8.08(-1.72)		
IP/WPI		-19.38(-3.56)***		
C/N		1.98(11.86)***	3.15 (9.96)***	
DY7374		-2.56(-3.02)***		
PF/WPI			-14.49(-4.25)***	
N014			71.55 (7.43)***	
SP(-1)				0.62 (6.86)***
SM(-1)/N(-1)				-1.31(-5.01)***
C(-1)/N(-1)				3.85 (4.96)***
DY8788				-6.58(-3.73)***
R ² adjusted	0.987	0.970	0.952	0.981
D.W.比	1.75	1.28	1.62	2.03
h-統計量	0.19			-0.30

注(1) H: 搾乳牛頭数(千頭, 前年度末(2月1日)と当年度末の平均, 「畜産統計」), I: 搾乳牛1頭当たり家族労働報酬(円, 「畜産物生産費調査報告」), CPI: 消費者物価指数(総合)(1985=100, 年度, 総務庁), DY7275: 飼料高騰による畜産危機ダミー, DY8687: 減産計画ダミー, DM/N: 1人当たり加工原料乳需要量(kg/人, 年度, 「食料需給表」), SP: 加工原料乳基準取引価格(円/kg, 年度, 「牛乳乳製品統計」), WPI: 卸売物価指数(総合)(1985=100, 年度, 日本銀行), IP: 輸入ナチュラルチーズ関税込み生乳換算価格(円/kg, 暦年, CIF価格*1.35/13.43, 大蔵省「日本貿易月表」), C/N: 1人当たり実質民間最終消費支出(1980年基準)(億円/千人, 年度, 経済企画庁「国民経済計算年報」), DY7374: 石油危機ダミー, DF/N: 1人当たり飲用乳需要量(kg/人, 年度, 「食料需給表」), PF: 飲用乳価(円/kg, 年度, 「農村物価賃金統計」から推計), N014: 0-14歳人口比率(総人口=1, 「日本統計年鑑」), SM/N: 1人当たり加工原料乳国内供給量(kg/人, 年度, 「食料需給表」), DY8788: 輸入乳製品価格急落期(1986-87年)に対応したダミー, (-1)は1期前を示す。

(2) () 内数値はt-値, ***は1%水準で有意, **は5%水準で有意, *は10%水準で有意。

飲用乳需要（乳業メーカー段階）の(6)式は、拙稿〔21〕で推定したのと同じのものである。詳しくは触れない。需要の価格弾力性（絶対値）は、0.41～0.54である。A I C（Akaike's Information Criterion）による構造変化のチェックの結果、採用する計測期間を1979～88年に絞ったので、モデル全体のシミュレーション期間もこれに合わせる。飲用乳価（P F）と飲用乳需要（D F）以外の要因をすべて一括して、先に示した、 $P F = \alpha + \beta * D F \dots [3-3]$ という簡略な表現にしておく。

モデルの完成のために必要なパラメータ k ($k = 1 +$ 推測的変動) の値は、先の〔3-4〕式を k について整理した、

$$k = n * (S P - P F) / (P F - \alpha) \dots [4-1]$$

に、各年の S P、P F の実績値、各年の α の推定値、 $n = 46$ を代入すれば求められる。その結果、 k の値は、1979年の11.46から88年の6.03まで漸次低下傾向で求められた。

(11)式は、当該年度の基準取引価格が前年度末に決定されることに鑑み、前年度の国内加工向供給、前年度の基準取引価格等から決定されたとしたものである。基準取引価格の加工向供給（前期）に対する伸縮性（絶対値、短期）は、0.32～0.67である。

5. シミュレーション結果

(1) モデルの適合性

「外生 S P モデル」、 「需給均衡 S P モデル」、 「前年反映 S P モデル」について、モデルの現状（「新技術」使用前）に対する適合性を1979～88年間に於けるファイナル・テストによってチェックする（第2表）。平均絶対誤差率、タイルの不一致係数のみを示し、転向点過誤は省略した。「需給均衡 S P モデル」は同時決定モデルで、他の2つはリカーシブ・モデルである。

基準取引価格を外生化した「外生 S P モデル」が最も良好な結果が得られるのは当然で

第2表 モデルの現状説明力（1979～88年のファイナル・テスト結果）

変数名	平均絶対誤差率			不一致係数（タイルの U）		
	「外生SP」	「需給均衡SP」	「前年反映SP」	「外生SP」	「需給均衡SP」	「前年反映SP」
H：搾乳牛頭数	0.54	0.54	0.46	0.55	0.53	0.53
I：1頭当報酬	1.46	8.17	3.45	0.10	1.32	0.22
S：総生乳販売	0.55	0.55	0.47	0.25	0.24	0.24
SM：加工向販売	3.67	3.08	3.63	0.38	0.61	0.49
DM：加工向需要	2.55	1.84	2.56	0.67	0.38	0.69
DF：飲用向需給	1.51	1.67	1.51	0.63	0.90	0.73
PF：飲用乳価	0.00	4.17	1.34	0.00	2.21	0.44
M：乳製品輸入	7.58	-	7.13	0.75	-	0.79
P：平均乳価	0.52	3.06	1.25	0.17	2.09	0.36
TI：総報酬	1.12	7.95	3.25	0.11	1.28	0.23
SP：基準取引価格	-	7.45	2.43	-	6.08	1.09

注) 平均絶対誤差率 $= (1/n) * \sum |(\hat{Y}_t - Y_t)/Y_t| * 100$ 、不一致係数 $= \{(1/n) * \sum (P_t - A_t)^2\}^{0.5} / \{(1/n) * \sum A_t^2\}^{0.5}$

ここで、 $\hat{Y}_t$ ：推定値、 Y_t ：観測値、 $P_t = (\hat{Y}_t - \hat{Y}_{t-1}) / \hat{Y}_{t-1}$ 、 $A_t = (Y_t - Y_{t-1}) / Y_{t-1}$ 。

ある。当該年の加工向需給が一致する点で基準取引価格が決まるとする「需給均衡SPモデル」では、基準取引価格の不一致係数が6を超える大きなものとなる。現実のSPが当該年の加工向需給を完全に反映して決まっているわけではないことを示唆している。前年度の国内加工向供給等で基準取引価格が決定されたとした「前年反映SPモデル」は、SPの不一致係数はわずかに1を超えるが、まずまずの結果であろう。

(2) 「新技術」使用によって当該年の総家族労働報酬は減少するか

さて、「外生SPモデル」に、(11)式として集計的な家族労働報酬が「新技術」使用によって変化しないように基準取引価格の水準を決める式を導入したモデルを「所得不変SPモデル」とした。このモデルによって、「新技術」使用によって総家族労働報酬が減少するか増加するかについて検討する。この場合、単年度において所得不変となるようにするわけだから、供給は実績値に「新技術」使用によって増加した分がそのまま市場に出された状態であり、供給の調整はおこらない。

(11)式的具体形は、モデルの収束計算(ガウス・ザイデル法による)を容易にするため、先の、 $I * H = \underline{I} * \underline{H} \dots [3-8]$ をSPについて解いた、

$$SP = (SP1 + SP2) / (-2 * M * N / \beta)$$

を用いる。ここで、

$$SP1 = - (2 * \alpha / \beta * M * N + H * Y * (1 + IRY * AR) - PQ)$$

$$SP2 = [(SP1)^2 + 4 / \beta * M * N * \{-\alpha^2 / \beta * M * N + PQ * GP - C * (1 + IRC * AR) * H - \underline{I} * \underline{H}\}]^{0.5}$$

$$M = n / (n + k)$$

$$N = k / (n + k)$$

である。

また、SPが下落したときに、保証価格(GP)が不変では、補給金総額が無制限に増加してしまうので、ここでは、各年の現状の財政負担が変化しないように、GPも下落すると仮定する。具体的には、次の(12)式をモデルに加える。

$$(12) \quad GP = UDP + SP$$

ここで、UDP：現状の不足払い単価(不変)である。

シミュレーションのシナリオは、先に示した「新技術」使用による乳量増加率(IRY)、コスト増加率(IRC)に関する2通りの仮定に基づいて、シナリオ1(IRY=0.08, IRC=0.038)、シナリオ2(IRY=0.135, IRC=0.064)とする。「新技術」普及率(AR)は、いずれもAR=1とする。シミュレーションの期間は、将来にわたるものとせず、1979~88年についての歴史的シミュレーションとする。不確定な将来における外生変数(個人消費支出、人口等)の仮定を必要としないからである。1979年度に「新技術」の使用が開始された場合の88年度までの状況をシミュレーションする。

ポイントは、シミュレーション結果の基準取引価格(SP)と国内加工向供給(SM)の現状(「新技術」使用前)との比較である(第3表)。この場合の現状は、モデル体系での整合性を保つため、実績値でなく「外生SPモデル」のファイナル・テスト結果を用いる。

「新技術」による乳量増加率が8%(13.5%)の場合、国内加工向供給の増加が18~21%(30~35%)で、基準取引価格の低下が3~5%(6~8%)であれば、酪農家の集計的な家族労働報酬は「新技術」使用前と同一に維持されることを示している。このとき、国内加工向供給の増加は、乳製品輸入を現状より25~43%(42~72%)も減少させることによって達成される。1979~88年における基準取引価格の輸入ナチュラルチーズの生乳換

第3表 「新技術」使用前の家族労働報酬を維持するための基準取引価格の変化率
 (「所得不変SPモデル」シミュレーション結果と「外生SPモデル」ファイナル・
 テスト結果との比較)

(単位: %)

年度	基準取引価格		国内加工向供給		乳製品輸入量		(備考) SP/IP
	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ1	シナリオ2	
1979	-4	-7	18	30	-37	-62	1.75
80	-3	-7	20	33	-36	-59	1.56
81	-3	-6	21	34	-42	-70	1.49
82	-3	-6	21	34	-43	-72	1.30
83	-4	-7	20	33	-39	-65	1.62
84	-4	-7	20	33	-34	-56	1.85
85	-4	-7	19	31	-34	-56	1.91
86	-4	-7	20	33	-29	-48	2.48
87	-4	-7	21	35	-30	-50	2.59
88	-5	-8	20	34	-25	-42	2.44

注(1) シナリオ1: IRY=0.08, IRC=0.038, AR=1.

シナリオ2: IRY=0.135, IRC=0.064, AR=1.

ここで、IRY:「新技術」使用による乳量増加率、IRC:「新技術」使用によるコスト増加率、AR:「新技術」普及率。

(2) SP: 基準取引価格、IP: 輸入ナチュラルチーズ関税込み生乳換算価格(CIF価格+1.35/13.43)。

算価格に対する比率が、1.30～2.59であるから、このような大幅な乳製品輸入の減少を伴って国内加工向供給が増加するときに、その取引価格の低下が3～5% (6～8%) というのは、ほとんど実現不可能な状況であることは明らかである。

したがって、このモデルにおいては、「新技術」使用は酪農の産業全体でみた当該年の家族労働報酬を減少させることがわかる。ここでは、供給の調整がない場合をみているので、需要側の要因、つまり飲用乳需要が非弾力的であることが、この結果の大きな規定要因である。もちろん、当該年の家族労働報酬が減少すれば、次年の搾乳牛頭数を減らすという供給側の調整がおこるので、何年か後には家族労働報酬が回復してくるというメカニズムが予想される。それは供給の弾力性に左右される。

(3) 総家族労働報酬の減少の程度とダイナミックな調整過程

では、総家族労働報酬の減少はどの程度のものとなるだろうか。また、それに対応したダイナミックな調整はどのように進むであろうか。これを検討するためには、「新技術」使用によって生乳生産が増加し、加工向供給が増加したときに、基準取引価格が具体的にどの程度下がるかというメカニズムをモデル内に入れなければならない。その1つが「需給均衡SPモデル」であり、もう1つが「前年反映SPモデル」である。しかし、「需給均衡SPモデル」については、現状の適合性がかなり低いので、ここでは、「前年反映SPモデル」についてのみ、シミュレーションを行う。この場合にも、シナリオ1 (IRY=0.08, IRC=0.038)、シナリオ2 (IRY=0.135, IRC=0.064)、「新技術」普及率(AR)は、いずれもAR=1とする。また、財

政負担の現状維持を仮定して、先の(12)式を追加する。

結果は第4表に、現状(この場合は、「前年反映SPモデル」によるファイナル・テスト結果)に対する増減率で示されている。「新技術」使用開始年の1979年度については、このモデルではSPが前年度の変数値で決まってしまうので意味がない。1979年度から「新技術」の使用が開始され、その乳量増加率が8% (13.5%) である場合の影響を1980~88年度について見ると、供給面では、搾乳牛頭数

はきわめて緩慢に減少し、1988年度においても実績の2% (4%) 減にとどまる。生乳供給は、全体で6~8% (9~14%)、飲用向けが2~4% (4~6%)、加工向けが10~18% (16~31%)増加し、価格面では、飲用乳価が5~8% (8~14%)、基準取引価格が9~15% (16~26%)、保証価格が8~14% (14~21%)、プール乳価が8~11% (14~19%) 下落する。所得(家族労働報酬)面では、1頭当たりが7~21% (14~37%)、総計で9~22% (15~38%) 減少する。

第4表 「新技術」使用による家族労働報酬等の変化率

(「前年反映SPモデル」のシミュレーション結果とファイナル・テスト結果との比較)

(単位: %)

年度	搾乳牛頭数		総生乳販売		飲用向販売		加工向販売		飲用乳価		基準取引価格	
	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ1	シナリオ2
1980	0	0	8	14	2	4	18	31	-5	-8	-9	-16
81	0	0	8	14	3	5	16	27	-7	-12	-14	-24
82	-1	-1	8	13	3	6	14	24	-8	-13	-15	-26
83	-1	-2	7	12	4	6	13	21	-8	-14	-15	-26
84	-1	-2	7	11	3	6	12	19	-8	-14	-15	-25
85	-2	-3	6	10	3	6	10	17	-8	-13	-14	-23
86	-2	-4	6	10	4	6	10	16	-8	-13	-14	-22
87	-2	-4	6	9	3	5	10	16	-8	-13	-13	-21
88	-2	-4	6	9	3	5	10	16	-7	-12	-12	-19

年度	保証価格		平均乳価		1頭当報酬		総家族労働報酬	
	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ1	シナリオ2
1980	-10	-14	-9	-14	-9	-15	-9	-15
81	-11	-18	-10	-17	-19	-33	-19	-34
82	-11	-19	-11	-18	-20	-37	-21	-38
83	-14	-21	-11	-19	-21	-36	-21	-37
84	-13	-21	-11	-18	-21	-35	-22	-37
85	-12	-19	-11	-17	-17	-29	-18	-31
86	-12	-19	-10	-17	-14	-25	-16	-27
87	-13	-19	-10	-17	-15	-26	-17	-29
88	-8	-14	-8	-14	-7	-14	-10	-18

注) 保証価格は、ファイナル・テスト用の「前年反映SPモデル」では外生変数なので、本表の保証価格の変化率だけは実績値との比較になっている。

第5表 「新技術」使用による家族労働報酬等の変化率—シナリオ3
 (「前年反映SPモデル」のシミュレーション結果とファイナル・テスト結果との比較)
 (単位: %)

年度	搾乳牛頭数	総生乳販売	飲用向販売	加工向販売	飲用乳価	基準取引価格
1980	1	34	8	75	-18	-38
81	-1	32	12	64	-29	-56
82	-3	29	14	54	-31	-62
83	-5	26	14	44	-32	-60
84	-7	23	13	39	-31	-56
85	-9	21	12	34	-28	-51
86	-10	20	13	31	-28	-48
87	-11	19	11	32	-28	-45
88	-11	18	10	31	-24	-40

年度	保証価格	平均乳価	1頭当報酬	総家族労働報酬
1980	-30	-30	-44	-43
81	-41	-40	-99	-99
82	-45	-42	-109	-109
83	-47	-42	-99	-99
84	-44	-40	-93	-94
85	-41	-36	-74	-76
86	-39	-35	-60	-64
87	-38	-34	-60	-64
88	-32	-29	-34	-41

注) シナリオ3: IRY=0.3214, IRC=0.151, AR=1

ここで、IRY:「新技術」使用による乳量増加率、IRC:「新技術」使用によるコスト増加率、AR:「新技術」普及率。

さらに、シミュレーション結果の方向性を確認するために、シナリオ3 (IRY=0.3214, IRC=0.151)を追加し、その結果を第5表に示した。このシナリオは、Tauer and Kaiser [23] で用いられている。実験ではない農家の使用段階での平均値としてはかなり過大な設定であると考えられるので、「新技術」の影響として予想される上限を表すシナリオとして十二分なものであろう。搾乳牛頭数は、1988年度において実績の11%減となる。生乳供給は、全体で18~34%、飲用向けが8~14%、加工向けが31~75%増加し、価格面では、飲用乳価が18~32%、基準取引価格が38~62%、保証価格が30~47%、プール乳価が29~42%下落する。所得(家族労働報酬)面では、

1頭当たりが34~109%、総計で41~109%減少する。

いずれのシナリオでも、集計的家族労働報酬は、当初大きく減少し、その後搾乳牛頭数が減少するにつれて回復してくる。しかし、搾乳牛頭数の家族労働報酬の変化に対する調整がきわめて小さく、また、遅いため、家族労働報酬の回復が遅い。家族労働報酬の減少の大きさからすると、搾乳牛頭数の減少は小さすぎるというのが実感である。そもそも、供給の反応は、できるかぎり個別経営の意思決定のレベルに近い分析をしなければわからない。少なくとも、いくつかの生産費階層別、あるいは地域別にみなければならない。本稿は、それをしていないから、1本の供給の反

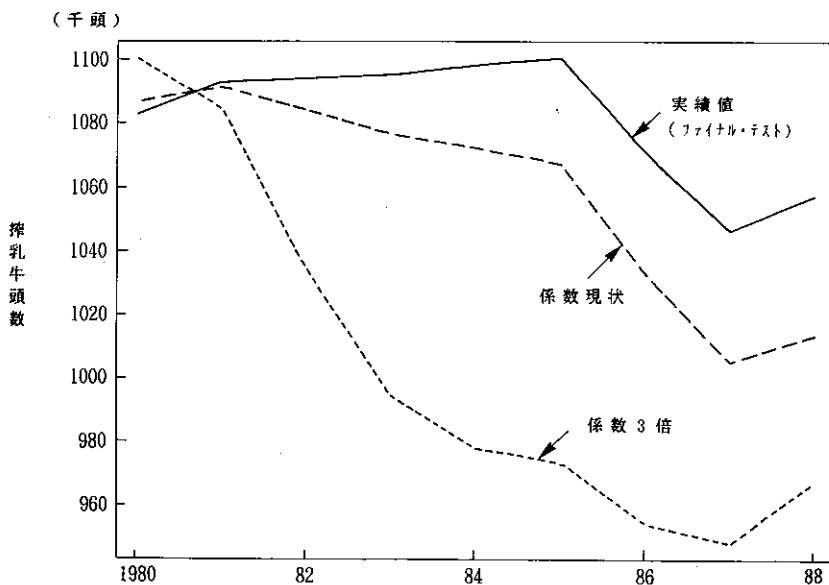
応についてのマクロの統計的關係式から、その背後で起こっている構造変化を予想するしかない。

特にシナリオ3で、家族労働報酬がほぼゼロ、ひどいときはマイナス(1982年)の状態が数年続いて、全体の搾乳牛頭数が10年かかってやっと実績値の1割程度しか減らないというのはどういうことか。脱落した酪農家によって減少した搾乳牛頭数分を大部分相殺してしまうほどの急速な規模拡大が残留農家によって同時進行的に実現されなければ不可能である。もし、そうであれば、集計的な家族労働報酬が大幅に減っていても、残留酪農家1戸当たり家族労働報酬は増加し、そうした大規模経営によって、生乳生産も実績以上に維持されるという、産業としては強化された状態が想定される。しかし、このように脱落と拡大が同時進行するという急速な構造改善の現実性は乏しいといわざるをえない。

(4) 搾乳牛頭数の家族労働報酬変化に対する反応が大きい場合

このように、このモデルに使われた搾乳牛頭数の家族労働報酬に対する反応は小さすぎるという疑問がもたれるので、関数形の再考等が検討されるべきであるが、とりあえず本稿では、この(1)式のパラメータを大きくした場合のシミュレーション結果を示して、反応が大きい場合の結果の変化の方向性を確認するにとどめる。例として、(1)式の家族労働報酬のパラメータを3倍にした(13.008→39)場合のシミュレーション結果を第1図(搾乳牛頭数)、第2図(総家族労働報酬)に示した。乳量増加率等はシナリオ2($IRY=0.135$, $IRC=0.064$)を用いた。

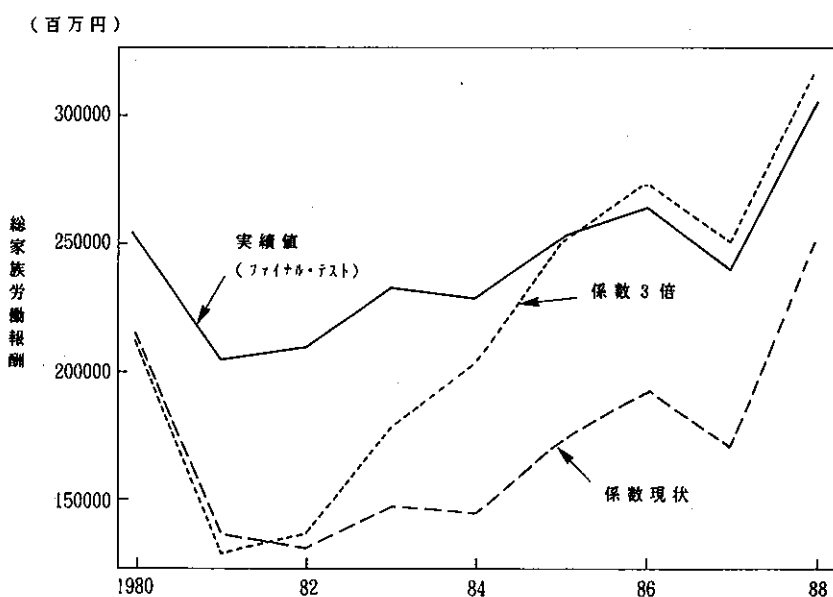
この場合、搾乳牛頭数の減少が前の試算(第4表のシナリオ2)より大きくなるので、総生乳販売量の増加がおさえられ、家族労働報酬の減少は急速に回復し、7年後の1986年に



注) 係数とは、搾乳牛頭数決定式の家族労働報酬に係るパラメータ。

第1図 シナリオ2における搾乳牛頭数の反応の変化の影響

— 搾乳牛頭数 —



注) 第1図に同じ。

第2図 シナリオ2における搾乳牛頭数の反応の変化の影響

— 総家族労働報酬 —

は実績値を上回ようになる。搾乳牛頭数の減少は、高コスト経営の脱落によってもたらされると考えられるが、最大でも実績値から11%減(1984, 85, 86年)であり、それほど大きな減少ではない。ただし、「新技術」使用直後は家族労働報酬の大きな減少に見舞われるので、酪農家にとっては厳しい事態である。

いずれにせよ、どの程度の大きさのパラメータが現実をよく反映しているかは、本稿のような単一のマクロの統計関係式からは、何ともいえないので、生産費・地域階層別の酪農家の意思決定をきめ細かく分析する必要がある。

(5) 飲用乳需要のシフトの影響

第4表に示した試算結果については、供給の弾力性のほかにも、考慮すべき問題がある。

その1つは、需要のシフトである。冒頭に

述べたとおり、「新技術」の安全性に対して消費者が不安をもつことが考えられる。「新技術」を使用した乳牛から生産された生乳の人体への安全性、およびその乳牛の諸機能への影響について、十分な研究が積み重ねられる必要がある。それに関するこれまでの研究成果については、安宅〔1〕を参照されたい。また、科学的にこれらの安全性が確認されたとしても、消費者の不安が消えなければ、「新技術」使用牛からの生乳への需要は減退し、乳価下落がより大きくなるであろう(Putnam et al [16])。そのような消費者の反応については不確定要素がきわめて大きいので、それを正確に予測することは到底できない。消費者の反応如何では、安ければ「新技術」使用牛乳を飲んでもいいというグループと拒否するグループに消費者が分かれ、それに伴って生産者も「新技術」を使用するものとししないものと

に分かれる可能性もある。その場合には、「新技術」の即時100%普及という仮定も崩れてしまう。しかし、これらは、いずれにせよ、おおまかな予想の域をでない。

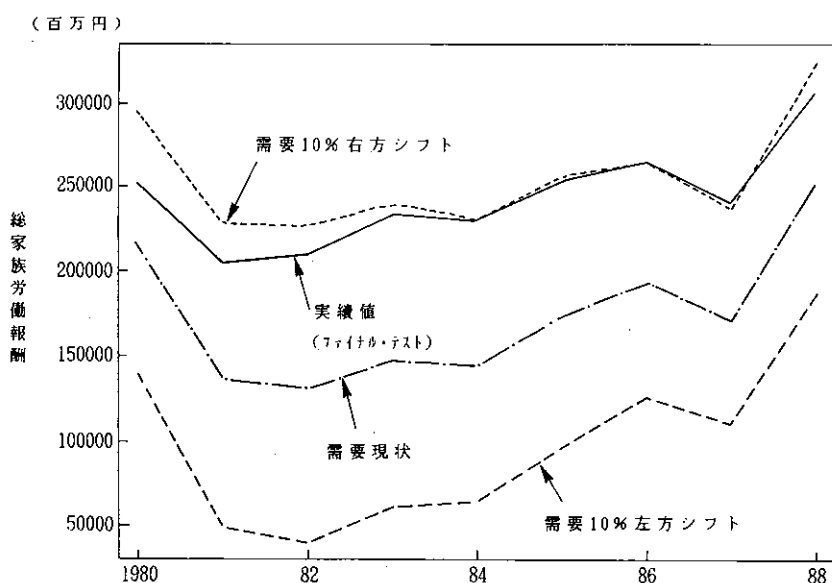
そこで、ここでは、消費者のネガティブな反応の影響の程度をみるために、「新技術」使用にともない飲用乳の需要曲線が10%左方シフトすると仮定した場合の試算を行った。乳量増加率等はシナリオ2 ($IRY=0.135$, $IRC=0.064$) を用いた。

一方、わが国の昭和30年代のような飲用乳需要への嗜好がどんどん高まっていた時代は、逆に飲用乳の需要曲線が右方シフトしていたわけで、このような場合には、供給量が増えても価格がほとんど下がらず、酪農家の家族労働報酬は増加することも考えられる。そこで、現状では、あまり現実的な想定ではないが、飲用乳の需要曲線が10%右方シフトすると仮定した場合の試算も行った。乳量増加率等はシナリオ2 ($IRY=0.135$, $IRC=0.064$) を用いた。

これらの結果は、総家族労働報酬への影響のみを第3図に一括して示した。10%の左方シフトがあると、総家族労働報酬の減少は、そうでない場合(第4表のシナリオ2)よりさらに深刻になり、1982年には実績値の19%の水準にまで減少する。逆に、10%の右方シフトがあると、ちょうどほぼ現状水準の家族労働報酬が維持できるのである。

(6) 生乳市場の競争性の変化の影響

第4表に示した試算結果について、もう1つ考慮すべき問題は、生乳市場の競争性の変化の可能性である。本稿のモデルは、「推測的変動」によって現状の生乳市場の競争性をモデルに反映している。第4表の試算結果において、加工向け販売の増加に比べて飲用向け販売の増加が少ないのはこのためである。完全競争モデルであれば指定団体が直面する飲用乳の限界収入が水平であるが、このモデルでは飲用乳の限界収入がマイナスの傾きをもっていることを指定団体が主観的に認識している。指定団体にとっては水平の加工原料乳



第3図 シナリオ2における飲用乳需要のシフトの影響

— 総家族労働報酬 —

の限界収入とマイナスの傾きをもつ飲用乳の限界収入が等しくなるように用途別の配分を決めるから、完全競争の場合より飲用向け販売量が少なく、飲用乳価は加工原料乳価より高くなるのである。

「新技術」の使用によって生乳供給が増加し、加工原料乳の基準取引価格、保証価格も大幅に下がった場合、加工原料乳地帯（北海道）は都府県の飲用乳市場への志向を強め、飲用乳市場をめぐる競争が激化し、生乳市場の競争性が現状より高まる可能性がある。このモデルでは、北海道と都府県との区分をしていないが、Varian の k ($k = 1 + \text{推測的変動}$) の値を小さく設定することによって、指定団体間競争が高まった状況を見ることができ、この場合、指定団体によって認識される飲用乳の主観的限界収入の傾きが小さくなり（より水平に近づき）、飲用乳への販売量が增加する。

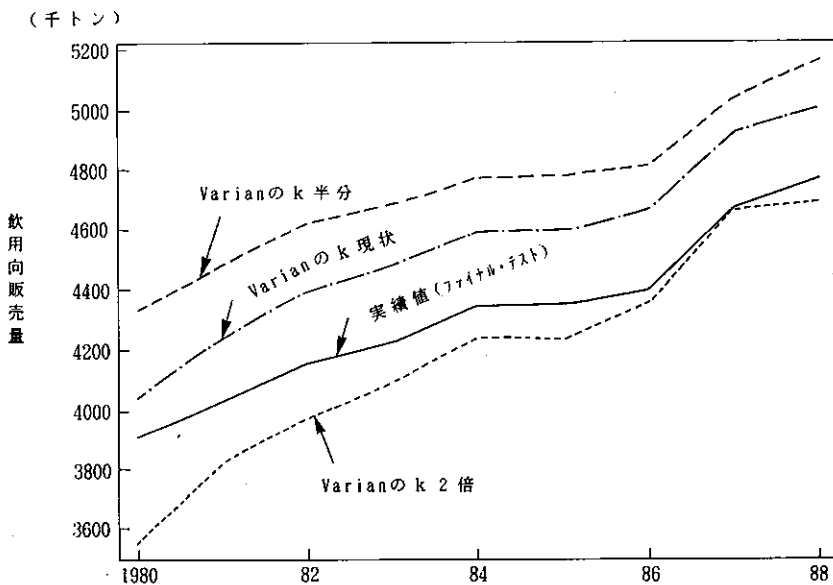
逆に、こういうときこそ、指定団体の連帯を強めるべきときだという認識が生まれ、生

乳市場の寡占性が強まる可能性もないわけではない。この場合は、Varian の k の値は実績値より大きくなり、飲用向け販売量は逆に減少する。

これらについても正確な想定は到底不可能なので、ここでは、Varian の k の値が実績値の2倍になった場合、実績値の半分になった場合をシミュレーションした。これらの試算結果は、第4図（飲用向け販売量）、第5図（総家族労働報酬）に一括して示した。Varian の k の値が大きい方が飲用向け販売がより少なくなり、総家族労働報酬の減少は小さくなることわかる。

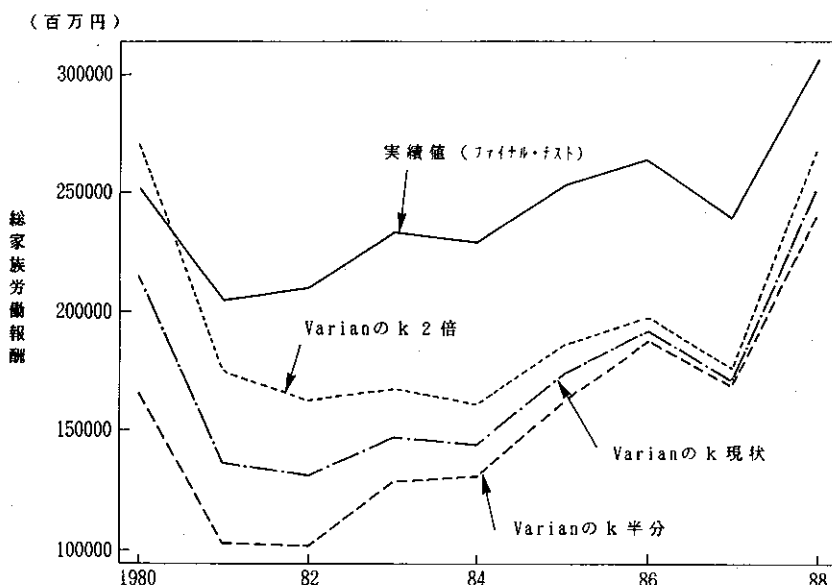
(7) 総家族労働報酬を計画的に増加させる方策

(4) でみたように、搾乳牛頭数の家族労働報酬の減少に対応した搾乳牛頭数の減少が大きければ家族労働報酬の回復は速い。この搾乳牛頭数の減少は、高コスト経営の脱落によってもたらされると考えられるが、これを自然



第4図 シナリオ2における生乳市場の競争性の変化の影響

— 飲用向け販売量 —



第5図 シナリオ2における生乳市場の競争性の変化の影響

— 総家族労働報酬 —

な調整にまかせずに、計画的に行うことも考えられる。計画的な各酪農家一律削減が実施されれば、脱落農家を発生させずに、しかも、当初発生する家族労働報酬の大幅減少も経験することなく、毎年の家族労働報酬を維持することができる。

この場合、「新技術」を使用したことによって、家族労働報酬が減少しない（前と同じ）というのでは、「新技術」使用の意味はないから幾ばくかの return の増加が見込まれる必要がある。

さて、総家族労働報酬 (TI) は、

$$TI = I * H = P * Y * (1 + IRY * AR) * H - C * (1 + IRC * AR) * H$$

と書ける。このとき、生乳生産、 $Y * (1 + IRY * AR) * H$ が不変であれば、プール乳価 (P) は変化しない。これを実現する搾乳牛頭数は、

$$H / (1 + IRY * AR)$$

である。

この場合、総売上高は、 $P * Y * (1 + IRY * AR) * H / (1 + IRY * AR) = P * Y * H$ で不変である。

これに対して、削減された搾乳牛頭数の下での総費用、 $C * (1 + IRC * AR) * H / (1 + IRY * AR)$ は、頭数の変化による C の変化はないものと仮定しているので、

$$(1 + IRC * AR) / (1 + IRY * AR)$$

だけ変化する。 IRC が IRY より小さいかぎり、総費用は減少することになる。したがって、搾乳牛頭数を $H / (1 + IRY * AR)$ に減少させれば、必ず総家族労働報酬を増加させることができる。

具体的に現状実績値に対する比率で求める (第6表) と、「新技術」による乳量増加が 8 % (13.5 %) の場合、搾乳牛頭数を 7.4 % (11.9 %) 削減すれば、総家族労働報酬は、5 ~ 8 % (8 ~ 14 %) 増加する。必要屠殺頭数で言え

第6表 総売上高を同一に保つような搾乳牛削減の効果（実績値に対する変化率）

（単位：％，千頭）

年度	搾乳牛頭数		1頭当報酬		総報酬		必要屠殺頭数（実数）	
	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ1	シナリオ2
1979	-7.4	-11.9	14	23	5	8	79千頭	127千頭
80	-7.4	-11.9	14	24	6	9	79	127
81	-7.4	-11.9	17	28	8	13	80	128
82	-7.4	-11.9	17	29	8	14	81	130
83	-7.4	-11.9	16	27	7	12	81	131
84	-7.4	-11.9	16	28	8	13	82	131
85	-7.4	-11.9	16	27	7	12	81	131
86	-7.4	-11.9	15	25	6	10	80	128
87	-7.4	-11.9	15	26	7	11	78	125
88	-7.4	-11.9	14	23	5	8	78	125

注）総売上高を同一に保つ搾乳牛削減率は、 $1/(1+IRY*AR)-1$ で求められる。

ば、7.8～8.2万頭（12.5～13.1万頭）である。

このような計画的頭数削減は、全国指定団体の協調によって実現が可能となるであろう。しかし、高コスト経営の脱落と大規模経営の発展という形で進行するはずの構造改善を抑制し、現状の生産構造を温存するこの方策は、国際化時代に向けて、長期的にみても利益があるかどうかは疑問である。

6. まとめ

本稿では、「新技術」使用による乳量増加率に8％と13.5％，それに対応するコスト増加率を3.8％と6.4％，「新技術」普及率は使用開始年から100％と仮定し，1979年度から「新技術」の使用が開始された場合の生乳需給への影響を推測的変動を導入した全国生乳需給モデルによって分析した。

まず、「新技術」使用によって当該年の総家族労働報酬が維持されるためには基準取引価格の低下がどの程度であればよいかをシミュレーションした。基準取引価格は、政府が乳業メーカーに対して限度数量の範囲内の生乳

の買取り価格として義務付けているものであるが、それは原則的に、乳製品市況から逆算して乳業メーカーの支払い可能な加工原料乳価として算定されているので、限度数量超過乳についても、その価格ならば乳業メーカーが買取り可能と仮定している。乳業メーカーにとって買取り可能であるためには、基準取引価格は、十分に加工向需給を反映した水準でなければならない。

このシミュレーションで求められた3～5％（6～8％）という基準取引価格の低下率は、同時にそれに対応して求められた国内加工向供給が25～43％（42～72％）という大幅な輸入削減を伴って18～21％（30～35％）と大幅に増加するという事態を実現するにはあまりに小さすぎるものである。言い換えれば、基準取引価格がもっと低くなければ、それだけの国内加工向供給が市場に吸収され得ないであろうということである。つまり、「新技術」使用により増加した供給の下で、当該年の現状（「新技術」使用前）の総家族労働報酬が維持できる可能性は小さい。ここでは、供給の調整は行われないので、飲用乳需要が非弾力

的であることがこの結果を規定している。

具体的に、その家族労働報酬の減少がどの程度になるか、減少した家族労働報酬に対応したダイナミックな調整はどのように進むかを検討するためには、加工向需給を反映して決定される基準取引価格が、加工向供給の増加に対してどのように低下するかを具体的に設定しなければならない。本稿では、その方法として、基準取引価格が完全に当該年度の加工向需給均衡価格として決定されていると仮定したモデルと当該年度の基準取引価格が前年度末の諸条件で決定されるようにしたモデルを構築した。基準取引価格を加工向需給均衡価格として解く前者のモデルは現状説明力がかなり小さいので、後者のモデルでシミュレーションを行った。

その結果、「新技術」使用による乳量増加率が8% (13.5%) の場合、総家族労働報酬は、1980～88年度において、9～22% (15～38%) 減少すると見込まれる。さらにここでは、結果の方向性を確認するために、乳量増加率に32.14%、それに対応するコスト増加率を15.1%とする農家の使用段階での平均値としてはかなり過大なシナリオを追加した。総家族労働報酬は、41～109%減少する。いずれのシナリオでも、総家族労働報酬は、当初大きく減少し、その後搾乳牛頭数が減少するにつれて回復してくるが、搾乳牛頭数の家族労働報酬の変化に対する調整がきわめて小さく、また、遅いため、家族労働報酬の回復が遅い。家族労働報酬の減少のわりに搾乳牛頭数の減少が小さいことに対して、脱落した酪農家によって減少した搾乳牛頭数分を大部分相殺してしまうほどの急速な規模拡大が残留農家によって同時進行的に実現されていると解釈することはあまり現実的ではない。

このモデルに使われた搾乳牛頭数の家族労働報酬に対する反応は小さすぎるという疑問がもたれるので、もっと反応が大きい場合の結果の変化の方向性を確認するため、搾乳牛

頭数決定式の家族労働報酬のパラメータを3倍にした (13.008→39) 場合を試算すると、搾乳牛頭数の減少が前の試算より大きくなるので、総生乳販売量の増加がおさえられ、家族労働報酬の減少は急速に回復し、7年後の1986年には実績値を上回るようになる。しかし、どの程度の大きさのパラメータが現実をよく反映しているかは、本稿のような単一のマクロの統計関係式からはわからないので、生産費・地域階層別の酪農家の意思決定をきめ細かく分析する必要がある。

「新技術」の安全性に対して消費者が不安をもつことを考慮し、「新技術」使用にともない飲用乳の需要曲線が10%左方シフトすると仮定した場合の試算を行うと、総家族労働報酬の減少は、そうでない場合よりさらに深刻になり、1982年には実績値の19%の水準にまで減少する。一方、現状ではあまり現実的な想定ではないが、わが国の昭和30年代のような飲用乳需要への嗜好がどんどん高まっていた時代を想定し、飲用乳の需要曲線が10%右方シフトすると仮定すると、ほぼ現状水準の家族労働報酬が維持できる。

「新技術」の使用によって生乳供給が増加し、加工原料乳の基準取引価格、保証価格も大幅に下がった場合、飲用乳市場をめぐる競争が激化し、生乳市場の競争性が現状より高まる可能性がある。逆に、こういうときこそ、指定団体の連帯を強めるべきときだという認識が生まれ、生乳市場の寡占性が強まる可能性もないわけではない。このような生乳市場の競争性の変化の影響をみるため、Varian の k ($k = 1 + \text{推測的変動}$) の値が実績値の2倍になった場合 (より寡占的)、実績値の半分になった場合 (より競争的) を試算した。Varian の k の値が大きい (より寡占的) 方が飲用向け販売がより少なくなり、総家族労働報酬の減少は小さくなる。

家族労働報酬の減少に対応した搾乳牛頭数の減少は高コスト経営の脱落によってもたら

されると考えられるが、これを自然な調整にまかせずに、計画的に行うことも考えられる。計画的な各酪農家一律削減が実現されれば、脱落農家を発生させずに、しかも、当初発生する家族労働報酬の大幅減少も経験することなく、毎年の家族労働報酬を維持することができる。「新技術」使用による乳量増加率8% (13.5%) に対応して、 $1/1.08 - 1$ ($1/1.135 - 1$) の搾乳牛削減を行えば、総売上高は「新技術」使用前と同じでコストは減少するので、必ず集計的な家族労働報酬を増加することができる。しかし、このような協調的削減が仮に実現し得たとしても、この方策は、競争による淘汰の中から効率の高い経営を発展させるという側面を弱め、高コスト経営を温存する傾向をもつので、国際的競争の激化も考慮しなければならない状況では、長期的にみて我が国酪農業の利益となりうるかどうかはわからない。

〔参考文献〕

- 〔1〕 安宅一夫「米国における BST の研究と応用」(『畜産の研究』第44巻第9号, 1990年), 3~8 ページ。
- 〔2〕 Bauman, D. E., Eppard, P. J., DeGeeter, M.J., and Lanza, G. M. "Responses of High Producing Dairy Cows to Long Term Treatment with Pituitary and Recombinant-Somatotropin," *Journal of Dairy Science*, Vol.68, 1985, pp. 1352-62.
- 〔3〕 Blayney, D. P. and Fallert, R. F. *Biotechnology and Agriculture : Emergence of Bovine Somatotropin(bST)*, USDA, ERS, 1990.
- 〔4〕 Brown, D. S., Brandt, J. A., and Bailey, K. W. *Dairy Policy, bST Adoption, and the Impacts on the Dairy and Beef Industries*. FAPRI, CNFAP #3-90, 1990.
- 〔5〕 Cochrane, W. W. *Farm Prices: Myth and Reality*, University of Minnesota Press, 1959.
- 〔6〕 Deboer, G. and Kennelly, J.J. "Effects of Somatotropin Injection and Dietary Protein Concentration on Milk Yield, and Kinetics of Hormones in Dairy Cows," *Journal of Dairy Science*, Vol.72, 1989, pp. 419-428.
- 〔7〕 Fallert, R., McGuckin, T., Betts, C., and Brunner, G. *bST and Dairy Industry: A National, Regional, and Farm-Level Analysis*, USDA, ERS, 1987.
- 〔8〕 Griliches, Z. "Hybrid Corn: An Exploration in the Economic of Technological Change," *Econometrica*, Vol. 25, No. 4, 1957, pp. 501-522.
- 〔9〕 稲葉弘道『パソコンによる計量分析』(農林統計協会, 1987年)。
- 〔10〕 Kaiser, H. M. and Tauer, L. W. "Impact of Bovine Somatotropin on U.S. Dairy Markets under Alternative Policy Options," *North Central Journal of Agricultural Economics*, Vol. 11, No. 1, 1989, pp. 59-73.
- 〔11〕 Kalter, R. J., Milligan, R., Lesser, W., Magrath, W., Tauer, L., and Bauman D. *Biotechnology and the Dairy Industry: Production costs, Commercial Potencial, and the Economic impact of the Bovine Growth Hormone*, Cornell University, A. E. Research 85-20, 1985.
- 〔12〕 Luening, R., Klemme, R., and Howard, W. *Wisconsin Farm Enterprise Budgets : Dairy Cows and Replacements, 1987*. University of Wisconsin Extension, A 2731, 1987.
- 〔13〕 Lough, D. S., Muller, L. D., Kensinger, R. S., Griel, L. C., and Azzara, C. D. "Effect of Exogenous Bovine Somatotropin on Mammary Lipid Metabolism and Milk

- Yield in Lactating Dairy Cows," *Journal of Dairy Science*, Vol. 72, 1989, pp. 1469-1476.
- [14] Marion, B. W. and Wills, R. L. "A Prospective Assessment of the Impacts of Bovine Somatotropin : A Case Study of Wisconsin," *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 72, No. 2, 1990, pp. 326-336.
- [15] Perso, R. K. and Brandt, J. A. *Dairy Policy Implications Resulting from Emerging Technology*. FAPRI, CNFAP # 13-88, 1988.
- [16] Putnam, J. N., Barnard, S. E., Kaiser, H. M., and Webster, F. C. *Dairy Marketing in the Northeast : Summary Version*. Federal Intermediate Credit Bank of Springfield, 1987.
- [17] 崎浦誠治『品種改良の経済分析』(養賢堂, 1984年)。
- [18] Sellschopp, J. and Kalter, R. J. *Bovine Somatotropin : Its Impact on the Spatial Distribution of the U.S. Dairy Industry*, Cornell University, A. E. Research 89-14, 1989.
- [19] 鈴木宣弘「加工原料乳不足払い制度の機能と乳価引き下げの影響」(『農業総合研究』第43巻第2号, 1989年), 1-67ページ。
- [20] Suzuki, N. and Judson, D. H., "An Assessment of Deficiency Payments to Milk Producers in Japan," *Western Journal of Agricultural Economics*, Vol. 16, No. 1, 1991, pp. 119-131.
- [21] 鈴木宣弘「推測的変動による不完全競争市場のモデル化と政策変更効果の計測——生乳市場を事例として——」(『農業経済研究』第63巻第1号, 1991年), 11-21ページ。
- [22] 鈴木宣弘「生乳市場の競争性と飲用乳価水準」(『農業総合研究』第45巻第2号, 1991年), 1-26ページ。
- [23] Tauer, L. W. and Kaiser, H. M. *Optimal Dairy Policy with bovine Somatotropin*. Cornell University, Working Papers in Agricultural Economics 89-2, 1989.
- [24] Zoa-Mboe, A., Head, H. H., Bachman, K. C., Baccari, F., and Wilcox, C. J. "Effects of Bovine Somatotropin on Milk Yield and Composition, Dry Matter Intake, and Some Physiological Functions of Holstein Cows During Heat Stress," *Journal of Dairy Science*, Vol. 72, 1989, pp. 907-916.

〔付記〕

本稿の作成にあたって、素稿に目を通してご指導いただいた須永芳顕研究員および貴重なコメントをいただいた中川光弘研究員に記して謝意を表したい。ただし、それらのコメントに基づく修正は十分には行われていないことをお断わりしなければならない。なお、本研究は、平成2年度科学技術振興調整費による重点基礎研究「酪農におけるバイオテクノロジー利用の影響評価に関する研究」の成果の一部である。