

## 第4章 技術効率による酪農経営の診断

### 第1節 はじめに

従来行われてきた経営診断の主流をなしてきたものは直接比較法と標準比較法である。前者の比較の基準値は平均値であり、实际的で理解しやすいという長所がある一方で、平均値の持つ固有の欠点を内包していた。これに対し土壌区分図の利用による地域区分、問題設定に基づいた標本の選定、分散分析の援用などにより、改善が加えられていった(増田, 1983)。後者においては、比較の基準値すなわち「標準」の意味に言及しない例が多かったが、増田(1983)は標準を「標識として高尚なものであって他の規範たりうるもの」と定義し、それを平均に標準偏差を加えたものとして計測し、指数法を援用して総合判定表を提示することにより標準比較法の改善を図った。また、生産関数分析、主成分分析法(森島, 1978)、重回帰分析法(清水・梁, 1993)などによる計量的な経営診断手法の精緻化が展開された。

これらの方法は、経営成果の理論的帰結を模索するものであり、経営の欠陥を指摘することが主眼に置かれている。一方で、「経営をいかに改善するか」という実践的要請に応え、技術的単位に立ち入った診断を行っている研究も多数ある。例えば、全農や中央畜産会、全中などは実践的なマニュアルも提示している。

酪農経営の技術情報を分析したものには(天間, 1993)などがあるが、技術情報の経済的・技術的分析が中心で経営成果と技術情報相互の関係の分析を行っていない。

本章では、フロンティア生産関数によって経営の効率を計測し、これをもとに酪農経営の改善に役立つ実践的な診断方法を提示することが目的である。そのために、まず第3節において個別経営の経営成果指標としての技術効率と投入要素の配分効率の計測方法を述べ、第4節においてそれら効率指標の計測結果とその特徴を分析し、第5節では効率を規制する要因を分析する。そして、

第6節では産乳量、飼料畑面積、労働生産性などの諸指標と効率指標の関連を分析し、地域酪農・個別経営についての問題点と実践的な改善方策を検討する。また、乳牛個体の乳量・分娩間隔などの技術指標をもとに改善効果の試算を行う。

ここで提示しようとする診断方法は、序章で提示した「経営分析の役割」から見れば、生産フロンティアを明らかにすることで「目標設定に対する情報」を与え、効率の規制要因の分析により「基本的問題の抽出」を行い、技術指標等を用いて「具体的改善策の提示」が可能な分析法である。

### 第2節 データと経営の概要

本研究で使用したデータは、1991年に千葉県内で牛群検定事業に参加している酪農家の中から千葉県北部の31戸について調査を行って得たものと、それら農家の同年の検定成績である。調査したデータは、労働日数、飼養頭数、自給飼料作付面積、費目別収入および費用、調査時点での飼料給与状況、機械・施設の状況で、調査の方法は検定組合と、酪農協の協力を得て留め置き調査法により行った。

検定成績には家畜改良事業団で集計された1991年1-12月の経営別経産牛頭数、経産牛1頭当たり乳量、乳脂率、無脂乳固形分率、平均分娩間隔、平均乾乳日数と個体別の305日換算乳量、乳脂率、無脂乳固形分率、分娩間隔、乾乳日数などの技術データが含まれている。

経営の概要を表4-1に示す。ここで比較のために用いた千葉県平均値は1990年の農畜産物生産費調査対象農家の実態である。各指標の平均値の前後に標準偏差の幅をとると1頭当たり産乳量、乳代、購入飼料費以外は県平均値を含んでいる。したがって、対象経営は県平均と比べ産乳量水準が高く、購入飼料を多給している経営であることが分かる。

表4-1 調査経営概要

項目	1戸当たり平均			経産牛1頭当たり平均				
	就業者	飼料畑	経産牛	飼料畑	産乳量	乳脂率	乳代	購入飼料費
	人	a	頭	a	kg	%	円	円
千葉県	2.3	184.0	22.9	8.0	6,564.0	3.73	619,642	221,310
調査経営	2.4	133.2	30.0	4.2	7,580.6	3.74	745,025	430,886
標準偏差	0.7	193.2	8.4	5.1	687.5	0.14	117,143	70,827

注) 千葉県は「千葉県農林水産統計年報」による

### 第3節 フロンティア生産関数と経営効率

#### 1. フロンティア生産関数

本節では酪農経営の経営成果を総合的に表す経営効率の計測方法を考察する。酪農経営の経営効率は技術効率と配分効率からなるが、これらの計測値は最も効率的な生産関数、すなわちフロンティア生産関数をもとにして計測される。

ところでフロンティア生産関数には決定論的接近と確率論的接近の2通りの接近方法がある<sup>11)</sup>。前者は、フロンティアと観測値との残差をすべて技術効率に由来するとみなす方法である。「所与の投入量に対する実現可能な最大の生産量を示す」という生産関数の定義に忠実に従っているが、異常値をフロンティアと誤認しやすいという欠点を持っている。

他方、後者は残差を確率誤差項と技術効率の二つの成分に分けるという方法である。この方法は、異常値を誤差項によって吸収するが、観測値の残差を二つの成分に分けることが恣意的にならざるを得ず、個別の技術効率を推定することは困難であるという欠点を持つ。

本稿では、個別酪農経営の技術効率と配分効率を計測するため、モデルとして決定論的なフロンティア生産関数を採用するが、その欠点を克服するために、Timmer (1971) がいう Probabilistic な生産関数を計測する。Timmer の方法は、まず、すべての経営を含むデータセットに対して関数を計測し、得られたパラメータに基づいて技術効率を計算する。次に最も効率的な経営1戸を除外したデータセットに対して再度関数を計測する。その結果パラメータに大きな変化があればさらに1戸除外して計測する。この作業をパラメータが安定するまで繰り返すのである。

農業の技術効率に関する従来の実証的研究は、線形計画法により決定論的なフロンティア生産関数を求めるものが多かった<sup>12)</sup>。しかしながら、この方法には推定値の統計的検定を施せないことや決定係数などの客観的な判断基準が得られないという大きな問題点がある。そこで本稿ではフロンティア生産関数を、修正最小自乗法(以下 COLS とする)<sup>13)</sup>を用いて推定する。

さて、酪農の生産関数は Cobb-Douglas 型とし、牛乳生産額を  $Y$ 、労働日数を  $L$ 、経産牛頭数を  $C$ 、購入飼料費を  $F$ 、経営を  $i$  で示すと、下記(1)式のように表される。

$$\ln Y_i = \alpha + \alpha \ln L_i + \beta \ln C_i + \gamma \ln F_i - u_i \quad (1)$$

ただし、 $\alpha$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  は推定すべきパラメータ、 $u$  は残差であり、 $\ln$  は自然対数を表す。

フロンティア生産関数は、COLS によればまず通常の最小自乗法により(1)式の回帰係数を求め、次にその関数を最大の残差が0になるまで上方にシフトさせて定数項を確定するのである。推計したフロンティア生産関数は、 $A = \exp(\alpha)$  とすれば下記(2)式のように表すことができる。

$$Y^* = AL^\alpha C^\beta F^\gamma \quad (2)$$

上記の  $Y^*$  は、投入量  $L$ 、 $C$ 、 $F$  によって実現できる最大生産額である。

#### 2. 技術効率

(1)式の経営  $i$  の生産関数は、(2)式のフロンティアからの残差を  $u$  とすると、(3)式のように表すことができる。

$$\begin{aligned} Y_i &= AL_i^\alpha C_i^\beta F_i^\gamma e^{-u_i} \\ &= Y_i^* e^{-u_i} \quad \text{ただし } u_i \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

個別経営  $i$  の技術効率  $T_i$  は Timmer (1971) の定義に従い、(4)式のようにその投入水準から実現できる最高の牛乳生産額  $Y_i^*$  に対する実現値  $Y_i$  の比率で表される。

$$T_i = \frac{Y_i}{Y_i^*} = e^{-u_i} \quad (4)$$

個別経営  $i$  は  $u=0$  のとき、フロンティアに位置し  $T=1$  となる。また  $u$  が大きいほど経営はフロンティアの下方に位置し、 $T_i$  が0に近づく。 $T_i$  は、1と0の間の値をとるから、その値をもとにして経営における技術効率が判定可能である。

#### 3. 配分効率

個別経営の配分効率は、技術効率と牛乳および購入物財の生産者価格のもとで、実現可能な最大純収益に対する純収益実現値の比率として表すことができる。ここで純収益は、酪農粗収益から購入物財と資本利子を控除した残余であり、土地と労働力に帰属する収益をいう。酪農経営では、土地と労働力は固定的であるから、短・中期的には物財(乳牛、機械施設を含む)の投入を変化して、上記の土地・労働力純収益の最大化を追求するとみるのである。

上で規定した個別経営の配分効率は、Kalirajan and Shand (1992) に依拠し、下記の(5)式で表すことが

できる。

$$A_i = \frac{Y_i(\bar{L}_i, \bar{C}_i, \bar{F}_i)e^{-u_i} - (P_C\bar{C}_i + P_F\bar{F}_i)}{Y_i(\bar{L}_i, C_i^*, F_i^*)e^{-u_i} - (P_C C_i^* + P_F F_i^*)} \quad (5)$$

(5)式の  $L, C, F$  はそれぞれ経営  $i$  の労働・乳牛頭数・購入飼料費の実現値,  $P_C, P_F$  は後2者の取得価格,  $C_i^*, F_i^*$  は最適投入量である。ここで  $P_C$  は乳牛1頭当たりの償却費, 機械施設費, 種付け料, 光熱動力費, 獣医薬品費と同固定資本利子の和とした。なお固定資本利子は, 乳牛と機械施設の年度始価額に借入資本利子率6%を乗じて算出した。また  $P_F$  は, 購入飼料投下資本の回収が早いために資本利子を無視し, 1とした。 $C_i^*, F_i^*$  は, (3)式から算出される乳牛と購入飼料費の限界価値生産物が, それぞれの取得価格に等しくなる投入量として求められる<sup>(4)</sup>。

個別経営  $i$  は,  $C=C_i^*, F=F_i^*$  の時に投入配分が最も効率的となり, そのとき(5)式から明らかなように  $A=1$  である。また  $C, F$  が  $C_i^*, F_i^*$  から離れるほど投入配分は非効率的であり,  $A_i$  は0に近づく。 $A_i$  は, 1と0の値を取るから, その値をもとにして投入配分の効率性が判断できる。

ところで経営の配分効率は, 物財投入が最適投入量に比べて過剰でも過少でも1より小さい値を示し, そのいずれかを判別することはできない。そこでこれを判別するために, 価格効率を算出する。乳牛関連物財費と購入飼料費の価格効率はそれぞれの取得価格に対する限界価値生産物の比率として表される。これらの投入の価格効率はいずれも1に等しいときに最も効率的であり, 1よりも小さければ投入過剰, 1よりも大きければ投入過少と判定される。

注1) Førsund *et al.* (1980) 参照。Førsundらは決定論的フロンティアをさらに non-parametric frontier, parametric frontier, statistical frontier に分類し, 計測の方法について過去の文献の整理・検討を行っている。

注2) 線形計画法でフロンティア関数を計測し実証分析

を行ったものには Timmer (1971), 清水 (1974), 金 (1985), 高橋 (1991) 等の研究がある。

注3) Førsund *et al.* (前掲論文)参照。実証分析を行ったものとして Russell and Young (1983) の研究がある。

注4)  $C_i^*, F_i^*$  は, 下記の連立方程式を  $C_i, F_i$  について解くことにより求められる。

$$\frac{\partial Y_i}{\partial C_i} = \beta A \bar{L}_i^\alpha C_i^{\beta-1} F_i^\gamma e^{-u_i} = P_C$$

$$\frac{\partial Y_i}{\partial F_i} = \gamma A \bar{L}_i^\alpha C_i^\beta F_i^{\gamma-1} e^{-u_i} = P_F$$

## 第4節 計測結果

### 1. フロンティア生産関数

酪農経営のフロンティアは, 前節で述べたように Cobb-Douglas 型とし, 安定的パラメータを求めるために, 効率的経営を順次1戸ずつ除外した生産関数を計測した。その計測結果は表4-2のとおりである。同表のダミー変数  $D$  は労働生産性が著しく低い経営(労働1日当たり2万円未満)を表す。

表4-2によれば生産関数のすべてのパラメータは効率経営2戸を除外すると安定する。したがって, 除外した2戸の経営は, 以下では異常効率経営と呼ぶ。異常効率経営2戸を除外した29戸をサンプルとした生産関数の計測結果は, 下記のとおりである<sup>(5)</sup>。

$$Y = 4.185 + 0.3757L + 0.2731C + 0.5692F - 0.2585D \quad (6)$$

(2.373) (4.098) (1.864)  
(4.664) (-4.381)  
 $R^2 = 0.9285$

決定係数は0.93と高く, 回帰係数は乳牛(C)が10%水準, 他はすべて1%水準で有意である。また, 回帰係数の和は1.218であり, 5%水準で1と有意差がある。したがって酪農経営では規模の経済が存在するとみることができ。

フロンティア生産関数  $Y$  は(6)式の定数項に最大の

表4-2 生産関数計測の削除戸数とパラメータの変化

削除戸数	定数項	労働	乳牛	飼料	D	R <sup>2</sup>
0	7.2951	0.2203	0.4834	0.4000	-0.2448	0.8893
1	5.4724	0.3712	0.3864	0.4695	-0.2720	0.9178
2	4.1845	0.3757	0.2731	0.5692	-0.2585	0.9285
3	4.2529	0.3761	0.2973	0.5594	-0.2468	0.9403

残差 0.1931 を加えて、下記のように求められる。

$$Y^* = 79.65 L^{0.3757} C^{0.2731} F^{0.5692} \quad (7)$$

## 2. 効率指標の分布

(7)式をもとにして計測した技術効率と配分効率の分布は表4-3に示した。技術効率は、異常効率経営を除くと 0.59 - 1.00 の間に平均 0.79 を中心として正規分布状に幅広く分布する。異常効率経営の2戸の技術効率は 1.222 と 1.032 であり、その特徴を見てみると前者は、労働生産性が飛び抜けて高く、労働1日当たり乳代が5万円(平均2.9万円)を越えている。これは、少ない労働力で(常時1人)30頭近くの乳牛を飼養しているためである。後者は購入飼料の生産性が第1位で 2.56(平均1.75)であり、他の経営に比べかなり高水準である。その理由は自給飼料面積が大きい上に、稲わら収集面積が大きく、購入飼料の適正投下度を高めているためである。

一方、配分効率の分布はほとんどが1の近傍に集中し、4戸だけがかけ離れて低水準である。これらの4戸は、いずれも乳牛の価格効率については1に近いが、購入飼料の価格効率は、0.77, 0.78, 0.78, 0.79と1よりもかなり小さい。したがってこれらの経営では購入飼料が過剰に投入されておりそれが配分効率を悪くしている主因である。

上記の4戸以外の配分効率はすべて0.8以上である。配分効率が0.8の経営は、これを最善の1.0まで改善すると純収益は1.25倍(1/0.8)となるから、純収益向上の余地は25%にとどまる。配分効率は、前掲表4-3によれば、上述の4戸を除く全経営の87%が0.8以上であるから大部分の経営で純収益改善の余地は小さい。

これに対して、技術効率0.8の経営は投入要素不変のまま、これを最善の1.0まで改善すると、牛乳生産額を25%向上させることができる。この生産額の向上は、調査経営の純収益率平均値21%をもとにすると、純収益の119%向上をもたらす。技術効率が0.8未満の経営は、全経営の48%に達するから、半数に近い経営が技術効率の向上によって純収益を著しく高めることができる。なお、純収益が技術効率改善によって25%以上向

上する経営は、技術効率0.95未満の経営であり全経営の87%に達する。

以上から明らかなようにここでの酪農経営の大部分は配分効率の向上によって純収益を改善できる余地が小さく、乳牛と購入飼料の投入では、各々の価格と乳価に対応して、ほぼ適正に調整している。しかし技術効率の向上によって純収益が大きく改善される経営は多く、それらの経営では各投入要素と牛乳の技術関係が不適正である。したがって第5節において、技術効率の差異が生じる経営的要因を分析する。

## 3. 技術効率の階層性

技術効率は、前述のとおり経営間格差が大きい。そこで技術効率を経産牛飼養頭数規模別に表すと表4-4のようになる。頭数規模が大きいほどその水準は高く、経産牛20頭未満層では非常に低くなっていることが分かる。また標準偏差は中規模層で一番大きく、続いて大規模層、小規模層の順になっており、大規模層と小規模層の平均値間には10%水準で有意差が認められた。したがって、中規模層には技術効率の高い経営と低い経営が混在するが、大規模層には比較的高い経営が、小規模層には低い経営が存在しているといえる。

この結果は以下のようにとらえることができる。個別経営は常に技術効率改善の方向を目指して規模拡大を進めるはずである。実際、酪農経営は飼養頭数規模を拡大し続けてきた。しかし、技術効率はいうまでもなく経営者の管理能力によって規制を受ける<sup>注5)</sup>。飼養頭数の拡大は、個別の生産枠もあり常に自由であるとはいえないが、経営者の管理能力の高いものがより多頭数の飼育をするようになり、30頭あるいは40頭以上層に到達できるものは管理能力の高いものに限られている。したがって技術効率も高くその分散も比較的小さい。それ以下の20-30頭層では経営間の管理能力の差が出るため、分散が大きくなり、さらに規模の小さな20頭未満層にとどまっている経営は、おしなべて管理能力が低いのである。

注5) 経産牛頭数(C)と購入飼料費(F)には高い相関(r=0.87)が認められ、多重共線性の存在が疑われた。

表4-3 効率指標の分布 (%)

効率階層	技術効率	配分効率
0.6未満	3.2	3.2
0.6-0.8	45.2	9.7
0.8-1.0	45.2	87.1
1.0-1.2	3.2	
1.2以上	3.2	

表4-4 技術効率の階層性

頭数規模	技術効率	標準偏差	戸数(戸)
平均	0.811	0.134	31
30頭以上	0.835	0.117	13
20-30頭	0.812	0.145	15
20頭未満	0.698	0.084	3

多重共線性の存在を判定する方法として VIF (分散拡大要因) があり、これが 10 を超えると多重共線性が存在すると判定される。経産牛頭数の VIF は 4.82、購入飼料費は 4.69 であったため、深刻な多重共線性はないと判断し、両変数とも生産関数に採用した。

注6) 技術効率は管理能力のほか、他の作目との複合化の程度によっても規制を受けると考えられる。調査経営には稲作との複合が見られるが、そのすべてが自家消費米を自給する程度の零細な稲作であるので、技術効率の規制要因としては無視し得るものであり、主として管理能力によって規制を受けるとみてよい。

### 第5節 技術効率の規制要因

一般に酪農経営の成果は規模や要素結合などの経営組織と飼養管理などの経常管理に影響を受ける。そこで、これらを表す指標を説明変数とし、技術効率 (T) を被説明変数とした重回帰式を計測し技術効率の規制要因について考察を加える。

まず、経営組織では経産牛常時飼養頭数 (X<sub>1</sub>)、1頭当たり労働日数 (X<sub>2</sub>)、1頭当たり機械施設費 (X<sub>3</sub>)、そして乳牛の質を表す変数として登録牛割合 (X<sub>4</sub>) を取りあげる。

技術効率には経産牛飼養頭数規模によって、大規模である方がその水準が高いという階層性が見られた。したがってこの変数は技術効率水準に対して正の効果を持つと考えられる。1頭当たり労働日数は、これが小さいほど労働生産性の向上につながるため技術効率に対しては負の効果を持つ。1頭当たり機械施設費は、ある程度まではこれが多いほど労働力が節減でき効率的な飼養管理を行い得ると考えられ、技術効率に対しては正の効果が期待できる。登録牛割合は、一般に登録牛の方が未登録牛よりも能力が高いと考えられるから、技術効率に対して正の効果を持つはずである。

経常管理では経産牛1頭当たり乳量 (X<sub>5</sub>)、平均分娩間隔 (X<sub>6</sub>)、経産牛1頭当たり購入飼料費 (X<sub>7</sub>)、経産牛1頭当たり自給飼料作付面積 (X<sub>8</sub>) を取りあげる。1頭当たり乳量水準は、飼養管理のパフォーマンスを表す指標のひとつであり、その水準が高いほど効率的であるので、正の効果を持つ。平均分娩間隔はこれが長いほど繁殖の効率が悪くなり、経産牛1頭当たりの乳量水準を低下させる。また、分娩間隔が長くなる要因として疾病等が考え

られる。どちらにしろ技術効率には負の効果を持つ。自給飼料作付面積は、これが多いほど購入粗飼料を節減でき、長期間にわたり安定した品質のサイレージ・乾草等を給与できれば乳牛にとって生理状態を安定的に保てると考えられるから技術効率に対しては正の効果を持つ。1頭当たり購入飼料費は一定の程度を越えてこれが高ければ負の効果をもたらすと考えられる。

計測した重回帰式は以下のとおりである。ただし、サンプル数は 29、カッコ内は t 値。

$$T_i = -0.237X_1 - 0.535X_2^{**} - 0.032X_3 - 0.107X_4 + 0.442X_5^{**} - 0.095X_6 - 0.099X_7 + 0.441X_8^{**} \quad (8)$$

(-1.312) (-3.038) (-0.216) (-0.710)  
(2.927) (-0.631) (-0.643) (3.137)

$R^2 = 0.6776$

ただし\*\*は 1%水準で有意であることを示し、回帰係数はすべて標準化回帰係数 (β 係数) であるので、係数の大きさは技術効率への各変数の寄与の程度を表す。

決定係数は 0.68 でありこれら 8 変数で説明されない部分が 30%程度あることを表している。

ここに取りあげた変数相互の相関係数を見たところ、ほとんど強い相関は存在しなかったが、経産牛飼養頭数と1頭当たり労働日数の間にやや強い負の相関 (-0.62) が認められた。そこで、重回帰式計測の際、共線性診断を行ったが特に問題は発見されなかった<sup>注7)</sup>。

回帰係数最大の変数は、1頭当たり労働日数であり、次が1頭当たり乳量、1頭当たり自給飼料作付面積と続き、これら 3 変数は 1%水準で有意である。これら以外の変数は有意でなく β 係数の大きさを見てもかなり小さくなり、説明力が非常に小さくなる。したがって、この 3 変数が技術効率を強く規制しており、全体的な経営改善の方向としては、これらの指標の改善が大切である。

すなわち飼養規模拡大によって1頭当たり労働日数を減少させ、飼料給与技術などの飼養管理の改善によって1頭当たり産乳量の増大を図り、1頭当たり飼料作付面積を増加させれば、技術効率が向上するのは確実である。

注7) D. A. Belsley らの方法 (Johnston, 1984) による。

### 第6節 酪農経営の診断

#### 1. 飼養頭数規模と経営改善の方向

前述のとおり技術効率には階層性が認められたが、技術効率上位農家と下位農家ではどのような経営上の特徴

表4-5 技術効率上位と下位の比較

項目	単位	30頭以上		30頭未満	
		上位	下位	上位	下位
技術効率		0.9340	0.6985	0.8847	0.6300
経産牛	頭	37.1	37.5	24.5	23.0
労働	延べ日	898.8	903.0	730.0	993.0
飼料畑	a/頭	10.75	0.00	4.77	1.17
購入飼料	円/頭	471,681.9	461,393.0	404,096.9	377,946.7
産乳量	kg/頭	8495.3	7596.5	7743.8	6861.8
登録割合	%	55.5	29.9	32.8	32.0
乳飼比	%	51.66	69.19	51.42	62.42
分娩間隔	日	409.0	406.8	435.5	417.0
乳脂率	%	3.74	3.68	3.76	3.74
無脂固形	%	8.71	8.56	8.47	8.64
労働生産性	円/日	38,218.2	30,295.8	26,656.6	13,975.8
資本集約度	1頭当	70,985.7	34,519.7	35,062.9	41,627.2
労働集約度	"	24.8	25.3	29.9	43.1

があるのだろうか。ここでは経産牛飼養頭数規模を30頭以上層と未満層に分けて、技術効率改善の階層間の違いを明らかにする。その際、実践的な観点から、経営指標の分析と同時に技術指標の分析を重視する必要がある。

表4-5は各階層の技術効率上位4戸と下位4戸の各指標の平均値である。両階層に共通していえることはまず、産乳量水準にかなり差があることである。大規模層の方が乳量水準は高いが、両階層とも上位と下位の間で900kgもの開きがある。次に1頭当たり飼料畑面積である。大規模層では上位が約11a、下位が0aと極端な差が見られ、小規模層ではそれぞれ5aと1aであった。また、乳飼比は上位に比べて下位はかなり悪いことが分かる。

次に、各層で特徴的な指標を取りあげる。技術効率上位と下位ではすべての生産性指標に差があるのだが、小規模層においては労働生産性におよそ2倍の開きがありこれが特徴となっている。産乳量水準は規模に関係なく差があったが、乳牛の質を示す登録牛の割合は大規模層においてのみ、かなりの差があった。したがって、大規模層の技術効率上位経営においては良質の乳牛が比較的多いと推察することができる。また、集約度の点では30頭以上層の資本集約度に差が見られるが、これは技術効率上位経営にサイロや飼料生産アタッチメントなどの固定資本額が多いためである。

ここで頭数規模別に改善の方向を整理すれば、30頭以上層では、まず飼養技術改善・牛群改良による個体乳量の向上で、次に1頭当たり自給飼料畑の確保である。改善に要する時間を考慮すれば、短期的には飼料給与など飼養管理技術改善、中期的には飼料畑やサイロなどの

確保、長期的には牛群改良ということになるだろう。30頭未満層では、まず飼養規模拡大による1頭当たり労働力の減少が最も重要で、続いて飼料畑の確保、産乳量の向上ということになるが、時間的な問題を考慮すれば、短期的には飼養管理技術改善、中期的には飼料自給率の向上、長期的には飼養規模拡大と牛群改良であろう。

ここで示した方向で経営改善を行えば、技術効率は向上させることができる。一方、配分効率はほとんどの経営で問題がなかったが、その水準が低い経営では産乳量向上や飼料の過剰投入を抑えることによって飼料生産性が改善され、配分効率も向上するはずである。

## 2. 個別経営の診断

ここからは、分析の対象とした経営の中で最も技術効率の悪い経営を例に個別経営の分析を行う。この経営の技術効率は0.59で、実現乳代は、14,466千円、実現可能な最大の乳代は24,415千円であり、その差は実に1,000万円にも及ぶ。一方、配分効率は0.88で資源配分が特に悪いわけではない。

前述の「技術効率の規制要因」の結果から考えて、この経営はおそらく労働生産性、乳量水準、飼料畑などの面から問題があるであろうことは想像がつく。ここでは、事例経営の経営・技術指標と乳牛個体の技術指標から問題を抽出し改善効果を提示する。

まず、経営(牛群)全体に対する評価を集団の平均値と標準偏差( $\sigma$ )とともに示す(表4-6)。表からこの経営は、労働・飼料・乳牛の生産性すべてが(平均- $\sigma$ )の前後であり、かなり低い水準であることが分かる。検定成績も経産牛1頭当たり産乳量の低さがこれを裏付けている。表には入っていないが1頭当たり飼料畑面積も

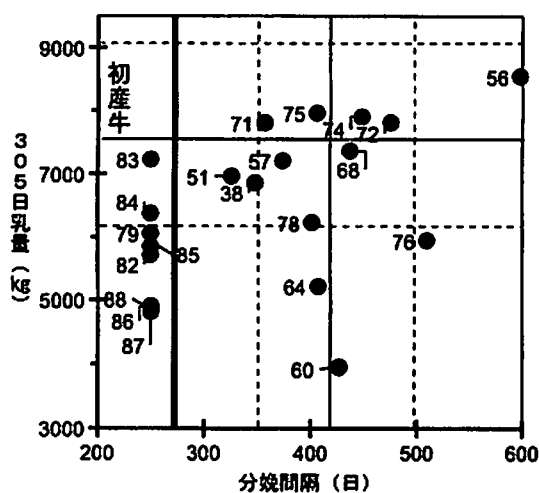
表4-6 技術効率下位経営の経営成果と技術指標

項目	単位	実現値	平均	標準偏差
純収益	千円	2,054.8 -	4,827.3	3,663.1
同/経産1頭	"	90.5 -	159.3	105.4
経産牛頭数	頭	22.7 -	24.0	3.3
総労働日数	日	1,030.0 ++	812.7	199.5
作付面積	a	60.0 -	88.2	96.1
乳量/経産	kg	7,054.0 -	7,401.2	583.3
乳脂率	%	3.67 -	3.75	0.13
SNF	%	8.68 +	8.59	0.10
蛋白質率	%	3.13 +	3.10	0.09
平均産次	産	3.0 +	2.7	0.5
分娩間隔	日	422.0 -	434.2	52.6
空胎日数	"	140.0 -	157.4	41.7
初回授精日	"	100.0 -	108.2	41.8
授精回数	回	1.70 -	1.99	0.41
乳代/労働1日	千円/日	14.0 --	22.4	7.0
乳代/飼料	円/円	1.45 --	1.73	0.22
乳代/1頭	千円/頭	637.3 -	719.3	111.2

改善効果			
	乳代(円)	純収益(円)	技術効率
現状	14,465,633	2,054,785	0.5925
乳量改善後	15,912,196	3,501,348	0.6517
問題牛淘汰後	15,105,560	2,694,712	0.6187

注) 実現値に付した記号: - 平均を下回る, -- 平均-σを下回る  
+ 平均を上回る, ++ 平均+σを上回る



注) 乳牛個体を表す番号は、牛群検定で管理される経営内の個体識別番号である

図4-1 個体別成績

平均以下である。また、その他の面では乳脂率がやや低いものの繁殖関係等の成績は決して悪くないことを示している。

次に、乳牛個体に対する評価を図4-1のグラフに示す。これらは対象経営全体で飼養している乳牛1,184頭の牛群検定データから得たものである。

このグラフは縦軸に305日の換算乳量、横軸に前産次からの分娩間隔をとり、個体ごとにプロットしたもの

である。目盛りには平均値(実線)と(平均±σ)(破線)をとってあるので、高能力牛・低能力牛、異常牛などが発見しやすくなっている。また、分娩間隔のデータがない初産牛は左端にプロットした。

これを見ると、305日換算乳量でほとんどの牛が平均を下回っている。上回っているのは5頭だけである。事例経営の飼養している21頭のうち16頭が平均を下回り、また3分の1が(平均-σ)を下回っている。これはかなり低い乳量水準であるといえる。一方で、分娩間隔は(平均+σ)を越える非常に長いものが2頭いるが、それ以外の乳牛には特に問題がない。

ここでは紙面の制約からひとつのグラフだけを示したが、ほかに乳質のグラフも作成した。乳質では乳脂率、無脂乳固形分率ともに特に問題はなくほとんどが(平均±σ)の中におさまっている。ただ両方とも極端に悪い個体が一頭だけ存在する。

ここから考えられる改善方策は

①短期的には飼料の管理、特に分娩前後の飼料給与のチェックをし、全体的に乳量レベルを引き上げる方策の検討をする。

②中期的には乳量レベルの非常に低い牛、分娩間隔が極端に長い牛の淘汰を検討する。

③長期的には乳量の改善に主眼を置いた牛群改良計画(交配プログラム)を立てる。規模拡大<sup>29)</sup>を検討する。

表4-7 養分充足率

乳量水準	粗蛋白	TDN	カルシウム	リン	粗繊維	ADF
45kg	91.7	101.8	113.9	115.8	104.1	99.5
30kg	114.2	119.9	141.6	135.0	111.2	107.1
25kg	111.0	114.4	139.7	123.1	120.6	116.7
20kg	125.8	124.3	157.2	133.4	124.1	120.5
15kg	138.2	129.4	173.2	134.8	132.9	129.0
10kg	172.2	146.7	209.8	153.5	138.2	134.3

注) ADF:酸性デタージェント繊維

などが挙げられよう。

牛群の産乳量レベルが低い理由は、第1に飼料給与の欠陥が疑われる。そこで事例経営の乳期別(乳量水準別)のNRC飼養標準に対する養分充足率を見たのが表4-7である。ここから泌乳最盛期には粗蛋白が不足し、乳量が低下するにしたがってそのレベルが過剰になることが分かる。TDN、カルシウム、リンにも同様の傾向が見られ、これがこの経営の飼料給与の特徴となっている。乳量10kgのステージでTDN147%、粗蛋白172%、カルシウム210%は明らかに過剰で、過肥をもたらす繁殖障害や乳熱・ケトージスなどの代謝障害を起こす危険性がある。たとえ目に見える障害を起こさなくても、分娩後に肝臓への負担が大きくなり乳量などにも悪影響を及ぼすはずである。なお、粗繊維と酸性デタージェント繊維(ADF)は繊維の指標であり基準を越えていれば特に問題のないものである。

さて、次に飼料給与の改善により乳量水準が向上した場合の改善効果を試算してみる。ここでは全体の乳量が10%改善されたと仮定する。このとき経産牛1頭当たり乳量は7,760kgほどになるが、これはすべての農家の平均を100kgほど上回った乳量であり、技術的に十分期待できる乳量水準である<sup>9)</sup>。投入財の量、価格条件、生産物の価格が不変なものとすれば、改善効果は表4-6の下段のようになる。配分効率を0.95に改善され、純収益は1.7倍となる。乳牛および飼料の投入量不変のまま生産量を1.1倍にすることができれば、非常に大きな改善効果が期待できることが分かる。

次に、乳量・分娩間隔から見て問題のある牛を淘汰して平均的な産乳量の牛でおきかえた場合を想定してみる。図4-1から、まず問題牛として摘出できるのは76番であろう。この牛は乳量・分娩間隔のどちらをとっても(これらの指標が正規分布に従えば)悪い方から約15.9%に入る個体であるからである。次に乳量の(平均-σ)以下の2頭(60番、64番)は淘汰の対象となるだろう。56番牛は分娩間隔が極端に長い乳量水準は牛群内では最高である。これを淘汰して平均的乳量水準の

乳牛でおきかえると、少なくとも900kgの乳量減になるのでここでは淘汰の対象としない。

このほかに乳量水準の低い初産牛も存在するが、乳牛は一般に産次数を重ねるほど乳量は高まる傾向があり、資産としての現在価値も高いのでここでは淘汰対象とは考えないことにする。

この3頭、つまり60、64、76番牛を平均的な乳量の乳牛とおきかえた場合、乳量は7,000kgほど増加する。その結果は表4-6の下段のようになる。乳代は1.04倍になりその結果、純収益は1.31倍となる。

さて、以上試算したように飼料プログラムの改善による効果も、乳牛の入れ替えによる効果も期待できるものである。事例農家の乳量の低さは飼料プログラムに問題があるので、まず飼料の改善を進め、その後問題牛の淘汰を考えるべきである。

注8) 生乳は、指定生産者団体による計画生産を行っており、各地域に生産数量を配分している。そのため、規模拡大は必ずしも自由ではない。しかし、規模縮小者、廃業者の生産枠を地域内で調整することによって、規模拡大はかなりの程度可能である。

注9) 前之圓ら(1983)によれば、飼料給与形態をコンプリート・フィードに移行した際に、分娩後105日の乳量が前産次に比べ39%増加(8頭平均)している。産次の伸びに伴う乳量増を10~15%としても24~29%の乳量増である。飼料給与改善による305日乳量の10%増は十分可能であると思われる。これを飼養管理技術改善での現実的な技術的期待値とした。

## 第7節 まとめ

フロンティア生産関数をもとに、技術効率・配分効率を算出することで対象経営全体の特徴を描き出すことができた。経営の効率性を規制する要因や、技術効率と飼



養規模との関連、技術効率上位農家と下位農家の経営上の特徴を明らかにし、対象酪農経営全体としての改善課題を明らかにした。

個別経営の診断では、技術効率により集団の中での相対的な位置づけをすることができるようになった。また、個体の指標をグラフ化して各指標の集団の中での位置を分かりやすく示すことによって、問題となる個体を発見し対応策を立てる手掛かりを与えることができるようになり、経営個別の効率の良否の源泉を探索する際に役立てることが可能である。

酪農では、経営がある程度まとまった集団として存在し、単一経営が多いために経営成果に関するデータは比

較的取得しやすい。また、本事例のような牛群検定を実施している集団では、技術的データが豊富に存在するにもかかわらずそのデータを十分生かしていないことが多い。このような集団に対しては、フロンティア生産関数に基づく農業経営分析により、経営の当面の目標に対して情報を与え、問題の抽出を行い、極めて具体的な改善策の提示が可能である。

この方法は酪農経営だけでなく、他の畜産経営などでも適用できる可能性は高いと思われる。したがって、今後は、この方法を異なる畜種への適用を検討することが課題である。