

## 経営的収益性および投入化石エネルギー量による 酪農場の複合的評価

河上博美<sup>1)</sup>・干場信司<sup>1)</sup>・吉野宣彦<sup>2)</sup>  
石沢元勝<sup>3)</sup>・森田茂<sup>1)</sup>・小阪進一<sup>1)</sup>・池口厚男<sup>4)</sup>

### Evaluation of Dairy Farming Systems under Multiple Criteria

Hiromi KAWAKAMI<sup>1)</sup>, Shinji HOSHIBA<sup>1)</sup>, Yoshihiko YOSHINO<sup>2)</sup>,  
Motokatsu ISHIZAWA<sup>3)</sup>, Shigeru MORITA<sup>1)</sup>, Shinichi KOSAKA<sup>1)</sup>  
and Atsuo IKEGUCHI<sup>4)</sup>.  
(June 1997)

#### 緒言

化石エネルギーは、私達の日常を動かすもの全てに関わっている。酪農経営も例外ではなく、化石エネルギーは、家畜管理や飼料生産のために電気、水道、ガスおよび軽油の使用等に利用されている。飼料購入に関しては、大部分を海外からの輸入に頼っているため、その生産および輸送に要する投入化石エネルギー量は非常に大きい。このように酪農経営には、いたるところで化石エネルギーが用いられているが、酪農場全体を評価するにあたっては、化石エネルギーそのものは指標にならず、経営的収益性を指標とすることがこれまでの大勢であった。この収益性偏重が、様々な問題点が出てきたことも事実である。具体的には、家畜糞尿処理問題、化石エネルギー枯渇、化石エネルギー燃焼によるCO<sub>2</sub>発生などの問題である。

投入化石エネルギー量による評価方法も行われていないわけではない。これまでに投入化石エネルギー量という評価指標を用いた研究として、宇田川<sup>10)</sup>、大久保<sup>7)</sup>、羽賀<sup>1)</sup>、上田<sup>11)</sup>の研究等があるが、それらは投入化石エネルギー量と産出エネルギー量の比であり、収益性とは別々に評価されてきた。

一方、干場ら<sup>3・4)</sup>は、農場全体を収益性、投入化石エネルギー量および環境への負荷という3つの指

標による評価が必要であることを提起している。

そこで本研究では、11年間にわたり経営に関する詳細なデータを保有している1件の酪農家を対象として、経営収支と投入化石エネルギー量の2つの指標を組み合わせるにより評価することならびに経営方針の変化に伴い、種々の評価指標がどのような変化を示しているかを検討した。

#### 方法

##### 1. 調査対象

調査対象農場は、1991年5月より、購入飼料主体型酪農経営から自給飼料主体型酪農経営へと転換をした厚岸町のI農家を選択した。I農家は、11年間にわたり経営に関する詳細なデータを保有している。

I農家の経営は、根釧地方から北海道全域へと広まりつつある「マイペース酪農」と呼ばれている経営方針を取り入れている。「マイペース酪農」とは、「農業を生き方の表現」ととらえ、自然の摂理とゆとりを大切にした酪農経営を目指す<sup>4)</sup>(カムイミントラ編集部<sup>4)</sup>)ことを目標として掲げている。実際には、牛の飼育頭数を自分の能力と条件に合わせた経営形態にしている(三友<sup>5)</sup>)。

##### 2. 収益性の評価法

現金支出の調査項目として今回は、搾乳作業、糞尿処理作業、自給飼料生産、給飼作業、飼料購入お

1) 酪農学園大学 酪農学科

Department of Dairy Science, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069 Japan

2) 酪農学園大学 農業経済学科 農政・農村社会学研究室

Department of Agricultural Economics, Rural Sociology, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069 Japan

3) 酪農家北海道厚岸町 〒088-11

Dairy Farmer.

4) 農林水産省畜産試験場 〒305

National Institute of Animal Industry.

本稿は、1996年度酪農学園大学共同研究の助成を受けたものである。

本稿は、1996年度酪農学園大学共同研究「環境保全型酪農の形成・展開に関する研究」(研究代表者 中原 准一教授)の成果の一部である。

よびその他の6項目に関わる軽油、灯油、水道、電気、飼料購入、化学肥料購入、農薬購入における金額であった。収益性の評価は、現金収入、農業支出、農業現金所得および農業現金所得率によって行うものとし、現金収入は、乳代収入と個体販売収入の合計とした。諸経費は減価償却費を除く人件費や修繕費などで、現金支出は諸経費に生産経費を加えたものである。以下にその式を示す。

$$\begin{aligned} \text{農業現金所得} &= \text{現金収入} - \text{現金支出} \\ \text{農業現金所得率} &= (\text{農業現金所得} / \text{現金収入}) \times 100 \end{aligned}$$

### 3. エネルギー産出投入比の評価法

#### 1) 産出エネルギー量

産出エネルギー量は、生産された牛乳が持っているエネルギーで牛乳のエネルギー価 (GEMC) ののみとした。この値は、「日本飼養標準、乳牛」<sup>6)</sup>に基づいて、年間平均乳脂率 (FAT) および年間出荷乳量を用いて算出した。以下にその式を示す。

$$\text{GEMC [Mcal/kg]} = 0.0913 \times \text{FAT} + 0.3678$$

本研究では国際単位の採用により熱量を表す単位を [J] としたので、1 [cal] = 4.186 [J] を用いて換算した。

#### 2) 投入化石エネルギー量

酪農経営に関わる投入化石エネルギー量の項目は、搾乳作業、糞尿処理作業、自給飼料生産、給飼作業、飼料購入およびその他の6項目に関わる軽油、灯油、水道、電気の使用量および機械の使用頻度、使用時間、飼料購入、化学肥料購入、農薬購入の輸送距離であった。投入化石エネルギー量については表1の単位当りの投入化石エネルギー量から求めた。灯油、軽油、電力、水道、化学肥料購入、農薬購入、飼料購入の海上輸送、配合飼料の国内加工、道路貨物輸送の単位当りの投入化石エネルギー量は、

表1 単位あたりの投入化石エネルギー量

生産システムへの投入物	投入化石エネルギー量	単位
灯油	37.3	MJ/リットル
軽油	38.5	MJ/リットル
電力	9.4	MJ/kWh
水道	3.0	MJ/m <sup>3</sup>
化学肥料	14.3	MJ/kg
農薬	1.3	MJ/kg
配合飼料原料の生産	4.2	MJ/kg
輸入乾草の生産	1.1	MJ/kg
海外輸送	0.6	MJ/kg
国内加工	1.2	MJ/kg
道路貨物輸送	3.0	MJ/(t・km)

「家庭生活のライフサイクルエネルギー」<sup>9)</sup>より引用した。輸送経路は3経路に定め、輸送に関わる投入化石エネルギー量を求めた。配合飼料における原料生産の単位当りの投入化石エネルギー量は、大久保<sup>6)</sup>の論文より引用し、アメリカにおいてトウモロコシの生産に要したエネルギーを使用することにした。また、ビートパルプ、粕類は、他の生産物の副産物と考えて生産エネルギー量はゼロとした。

また、以上の項目は経営帳簿と現地調査に基づいており、1985年～1995年 (内1986年は、データの欠落のため除く) の年間合計とし年度別に変化を追った。

#### 3) 産出投入比

単位当りの産出エネルギー量に対してどれだけの化石エネルギーが投入されたかを表すために「投入産出比」を求めた。式を以下に示す。

$$\text{投入産出比} = \frac{\text{投入化石エネルギー量 [MJ]}}{\text{産出エネルギー量 [MJ]}}$$

なお、本研究では11年間の変化をみると共に購入飼料主体型経営を「転換前」とし、自給飼料主体型経営を「転換後」と呼ぶこととする。この前後の違いを明らかにするために、転換前としては、1988、89年の値の平均、転換後としては、1993、94年の値の平均値を用いて比較を行った。

### 4. 複合的評価の方法

#### 1) 投エネ所得比

単位当りの農業現金所得を得るために投入した投入化石エネルギー量を表す指標として「投エネ所得比」という指標を考えた。以下にその式を示す。本研究では、農業現金所得の単位を [千円] として求めた。

$$\begin{aligned} \text{投エネ所得比 [MJ/千円]} &= \\ & \text{投入化石エネルギー量 [MJ]} / \text{農業現金所得 [千円]} \end{aligned}$$

#### 2) CO<sub>2</sub> 所得比 (環境負荷による評価)

投入された投入化石エネルギー量を全て石油由来の物と仮定し、1農家におけるCO<sub>2</sub>の発生の推定をした。眞田<sup>8)</sup>によると、石油4,186 [kJ] (1,000 [kcal]) の燃焼に対しCO<sub>2</sub>の発生量は平均300 [g] である。

投エネ所得費における投入化石エネルギー量を発生量と置き換え、

「CO<sub>2</sub> 所得比」として表す。以下にその式を示す。

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 所得費 [kg/千円]} &= \\ & \text{CO}_2 \text{ 発生量 [kg]} / \text{農業現金所得 [千円]} \end{aligned}$$

## 結果および考察

### 1. 経営変化の概要

吉野<sup>12)</sup>の調査によると、「転換直前1991年1月には、成牛舎内の育成牛エリアに真空パイプを延長してバケットミルカーで搾乳し、作業時間は牛舎内のみで1日9時間を超えており、夫婦喧嘩も絶えない状態となっていた。」という。また、「1991年5月からの転換後の特徴は、資材の投入量が減少して作業が単純化した点にある。搾乳牛においての飼料基盤および給与方法については、乳検成績に基づいて行っていた飼料の計算を止め、配合飼料の給与量を減少させ、給与回数を減らし、放牧の面積と時間を拡大した。翌月の6月には大麦圧片、バイパス油脂などの単味飼料給与を中止し、翌年の92年には、放牧地をさらに増加し、乳検を中止し、粗飼料の給与回数も減らした。」と報告されている。

図1に土地利用の変化を示した。経営方針の大きな変化を示すものの1つに土地利用がある。転換前は放牧地が5.6 [ha] に対し転換後は12.1 [ha]へと増加した。経営面積は変わっていないにもかかわらず、放牧地の面積が増えている。これは自給飼料主体型への転換行動の一つである。出荷乳量と成牛頭数の転換前後の変化では成牛頭数が転換前42頭転換後45頭と増加しているにもかかわらず出荷乳量は転換前343 [t] 転換後287 [t]と減少している。これは個体乳量の減少を表し、このことから搾乳の作業に関わっていた時間が短縮したことが予想できる。また放牧の有効利用によって、経営者自身も日常生活のゆとりを感じはじめたと述べている。このことから、経営転換の効果として経営者を含めた家族の生活スタイルが大きく変化したと思われる。

### 2. 収益性による評価

図2は、現金収入と現金支出の転換前後における変化を示している。現金収入は、出荷乳量の減少に伴って転換前3,300 [万円] から転換後2,500 [万円]に減少した。同時に現金支出もほぼ同様に転換前1,700 [万円] から転換後1,200 [万円]へ減少を示した。このように大きく減少した現金支出の内訳を現金支出の変化として図3に示した。大きく減少している項目は、諸経費と飼料購入費であるといえる。特に飼料購入費に関しては、転換前は現金支出の44%を占めているのに対して、転換後は32%にまで減少している。自給飼料主体型への転換に伴う飼料購入費の減少は現金支出の減少に大きく関わっている。このため農業所得は安定化し、その結果、農業現金所得率は転換前46%転換後51%へ逆に

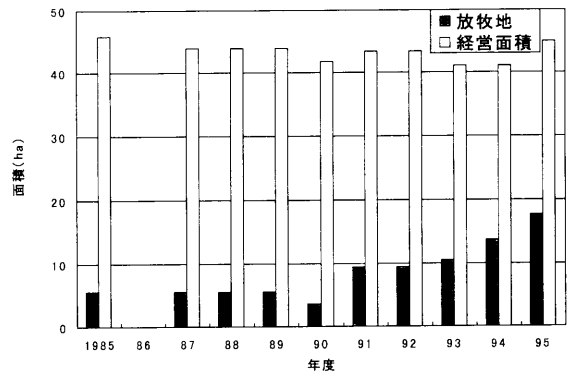


図1 土地利用の変化

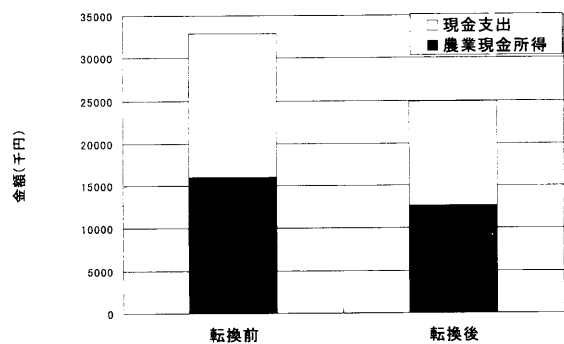


図2 農業現金所得と現金支出の変化

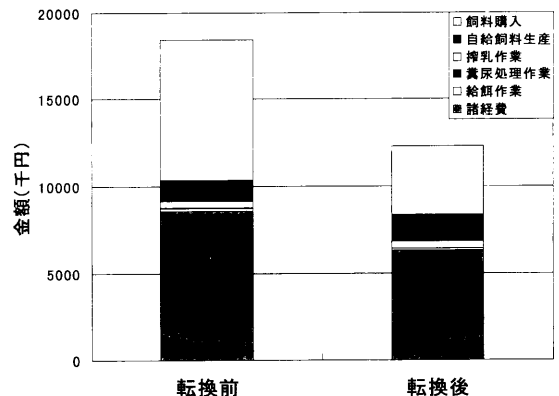


図3 現金支出の内訳

増加している。農業現金所得率は経営の収益性を表す比率である。比率が高いほど収益性も高くなる。つまり、I農家は転換後経営の効率性は向上したことを示している。これは、転換により現金収入は減少したが、現金支出を抑えることができたためと考えられる。また、実際の農業現金所得に関しては、転換前が1600万円から転換後は1300万円となった。

### 3. エネルギー投入産出比による評価

#### 1) 産出エネルギー量

産出エネルギー量は、転換前1,000 [GJ] に対し

転換後840 [GJ]となった。これは、年間平均の乳脂肪率が転換前3.6%,転換後は3.7%とあまり差がみられないため、減少は年間出荷乳量の減少によるものと考えられる。

2) 酪農経営に関わる投入化石エネルギー量

酪農経営に関わる投入化石エネルギー量の変化を図4に示している。投入化石エネルギー量は、転換前2,200 [GJ] に対し転換後1,100 [GJ] でほぼ半分の減少となった。この変化は経営の転換を現金支出よりも良く表していることがわかる。この大きな減少には、飼料購入が関わっている。飼料購入に投入している投入化石エネルギー量は、転換前は全体の69%を占める1,500[GJ]で、転換後は全体の51%を占める550 [GJ] であった。一方、自給飼料生産に投入された投入化石エネルギー量はほぼ一定であり、その結果、自給飼料生産に要する化石エネルギーの割合が相対的に増加している。

3) 投入産出比

結果は、転換前2.2に対し転換後は1.3となった。このことから、転換前は転換後に比べ単位当りの産出エネルギー量に対し、2倍に近い化石エネルギーが投入されていたことがわかる。この投入エネルギーのほとんどが飼料購入によるものである。飼料購入に関わる投入化石エネルギー量のほとんどは、飼料の生産に要するエネルギーである。本研究では、ビートパルプや粕類に関しては生産に要するエネルギーをゼロとしたため、厳密にそれらのエネルギーを加えた場合、飼料購入に関わる投入化石エネルギー量はさらに増加するであろう。

4. 複合的評価

1) 投エネ所得比による評価

投エネ所得比によって農業現金所得千円当りの投入化石エネルギー量投入量が求められた、結果を図5に示す。転換前140 [MJ/千円] に対し転換後は

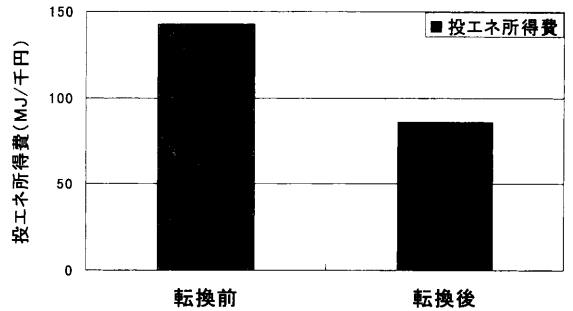


図5 投エネ所得費の変化

86 [MJ/千円] となった。千円の農業現金所得を得るために投入された投入化石エネルギー量は、転換後約6割減少したことがわかる。前述したように、購入飼料主体型から自給飼料主体型へ経営方針を変えたことによっても、農業現金所得には、大きな変化(減少)はなかったわけであるが、投エネ所得比で評価すると極めて大きな変化(減少)となっており、エネルギーの有効利用の視点から考えると、自給飼料主体型経営の方が優れた経営方針であるということになる。つまり、複合的評価を加えることにより、これまで評価できていなかった面も併せて評価が可能になったといえよう。

2) CO<sub>2</sub> 所得比

CO<sub>2</sub> の発生は、地球温暖化にも大きく関わる要因である。ここでは前述したエネルギー評価から推測されるCO<sub>2</sub> の発生量について検討してみた。CO<sub>2</sub> 発生量は転換前が530 [t] であったのに対し、転換後は260 [t] と半分近くに減少していた。

CO<sub>2</sub> 所得比でみると転換前が33 [kg/千円] であったのに対し、転換後は20 [kg/千円] と減少していた。この結果から、経営方針の転換によってCO<sub>2</sub> 発生に伴う環境への負荷も減少したと推測できる。

5. 今後の課題

収益性の評価は今回農業現金所得のみによって行ったが、減価償却費などを含めた農業所得についても算出する必要がある。この場合、「投エネ所得比」も「投入化石エネルギー量/農業所得比」と算出する値となる。そのため、経営収支の分類をより明確に定義することが必要である。

今回の投入化石エネルギー量による評価には、畜舎等の施設や各設備・機械を建設・製作する際に要する投入化石エネルギー量は含めなかったが、それらを加味した算出が必要である。同時に本研究の調査対象は北海道での経営であった。今後、北海道以外の別の地域についても比較、検討する必要がある。

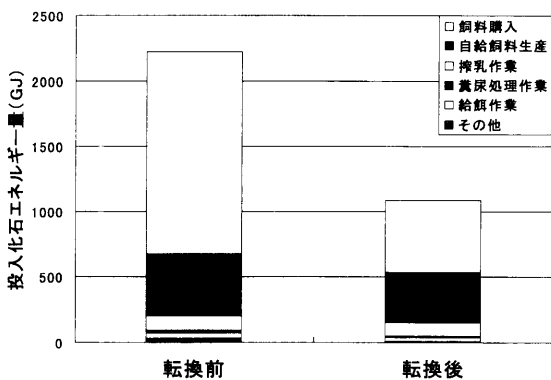


図4 投入化石エネルギー量の変化

また、今回は収益性と経済性の2つの評価指標をとりあげたが、今後は、窒素の土壌中蓄積や環境への流出、揮散等の環境負荷量についても検討する必要がある。さらに上述の3つの評価指標以外にも酪農経営者の満足度や家畜福祉などの視点も必要になってくるだろう。

### Summary

Hitherto, dairy farming systems have mainly been evaluated from the economic point of view only. However, environmental problems, such as pollution by livestock manure, now suggest that other points of view should also be taken into consideration. In this paper, the evaluation of a dairy farming system from the point of view of multiple criteria, have taken as the balance between economic and energy factors, is proposed.

A dairy farm that had undergone, change in farming strategy, that is, a change in main feed from purchased to self-supplied feed, was evaluated. Economic balance over a period of 11 years was investigated. Energy output was calculated from milk production, and quality and fossil energy input were also calculated. The energy input-output ratio was calculated using energy output and input: the latter being fossil energy input, calculated by investigating fossil energy usage for feed production along with all management factors. The ratio of input fossil energy and net agricultural income, which is the fossil energy requirement per unit of net agricultural income, was calculated and the ratio change caused by change in farming strategy is discussed.

### 謝 辞

本研究を行うにあたり、ホクレン組合飼料株式会社 三浦祐輔氏、全国農業協同組合連合会 剣持和幸氏より、飼料購入、化学肥料購入、農薬購入の輸

入経路および成分含量における貴重な資料やデータを提供していただいた。記して感謝する次第である。

### 参考文献

- 1) 羽賀清典, 1989. 農林業におけるエネルギー利用の現状と将来方向. 社団法人農林水産技術情報協会 平成8年度農林水産業エネルギー利用効率化推進基本調査委託事業報告書. p 37-50.
- 2) 干場信司, 池口厚男, 1991. 農業施設の評価に関する研究 (I) - 環境負荷を考慮に入れた評価指標について -, 1991年度農業施設学会大会講演要旨, p 1-2.
- 3) 干場信司, 1995. 持続可能な施設農業と対応研究. 1995年度日本農業気象学会・日本生物環境調節学会・農業施設学会合同シンポジウム講演要旨. p 601-606.
- 4) カムイミンタラ編集室, 1996. カムイミンタラ・9月号. 通巻76号. p 6-13.
- 5) 三友盛行, 1992. 風土に生かされて. デーリイマン. 8・9月号. p 114-115・p 124-125.
- 6) 農林水産省農林水産技術会議事務局編, 1994. 日本飼養標準・乳牛 (1994年度版). 2版. 社団法人 中央畜産会, 東京.
- 7) 大久保忠旦, 1991. 畜産におけるエネルギー効率. 畜産の研究. 45 : p 729-738.
- 8) 眞田雄三, 1995. 化石エネルギーの光と影. エネルギーと環境. 1版. p 97-108. 北海道大学図書刊行会. 北海道.
- 9) 社団法人 資源協会編, 1994. 家庭生活のライフサイクルエネルギー. あんほるめ. 東京.
- 10) 宇田川武俊, 1976. 稲作栽培における投入エネルギーの推定. 環境情報科学5巻. p 73-79.
- 11) 上田 和夫, 1995. エネルギーからみた酪農生産システムの評価. 1995年度酪農学園大学畜管理学研究室卒業論文集. p 64-94. 酪農学園大学.
- 12) 吉野宣彦, 1995. 酪農規模拡大構造の再検討. 北海道農業経済研究・1994年度秋季大会 シンポジウム. 第4巻. p 27-37.