HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	酪農固定資本増投の技術的・経済的非効率性の解明
Author(s)	駒木, 泰
Citation	北海道大学農經論叢, 46, 85-103
Issue Date	1990-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11039
Type	departmental bulletin paper
File Information	46_p85-103.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

酪農固定資本増投の技術的・経済的非効率性の解明

駒木　泰

目　次

Ⅰ．はじめに－固定資本投入による生産費用増加と１頭当り乳量増加…… 85
Ⅱ．１頭当り乳量増加の生乳生産における効果…… 89
　１．乳量増加農家における固定資本の投入状況…… 89
　２．乳量増加の方法と意義…… 91
Ⅲ．技術効率および経済効率の分析…… 92
　１．効率性の分析モデル…… 92
　２．価格・数量データの作成と乳量増加農家の効率性の分析方法…… 98
　３．効率性の分析結果と乳量増加との関係…… 99
Ⅳ．おわりに……101

Ⅰ．はじめに－固定資本投入による生産費用増加と１頭当り乳量増加

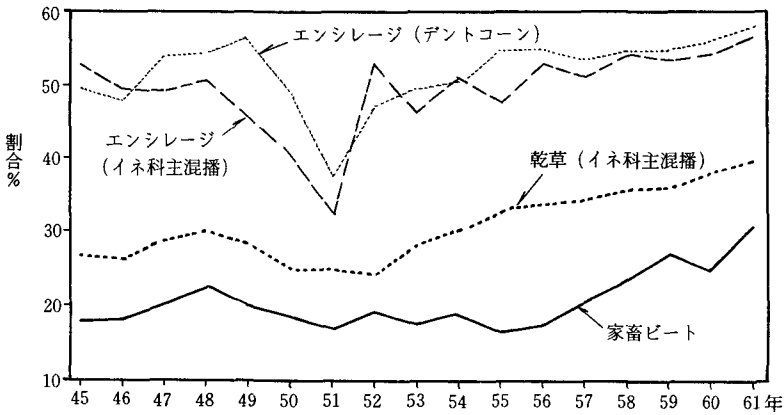
昭和40年代から北海道酪農においては，規模拡大と専業化を目指した多額の固定資本投資が行われてきた。しかし，昭和53年からの乳価据置および昭和54年からの生産割当の開始により投資の回収の途は狭められ，多数の酪農家に過剰負債問題を発生させた[1)]。価格と産出量の両面から制約を受けたために，酪農経営の中に非効率性を生じさせたのである。資金繰面での困難は「酪農経営負債整理資金」等の救済制度の導入により解決されうるとしても，生乳の生産における非効率性に対しては酪農家は解決するための方法を容易には見いだせなかった。

生産理論からみた資本投入の非効率性は，生乳生産過程上での生産均衡条

1）中原（1985）は北海道酪農の規模拡大が自己資本の蓄積によるものではなかったために，乳価据置と計画生産により規模拡大との矛盾を拡大させ，負債問題が激発したと指摘している。また，宇佐美（1983）は草地酪農地域は70年代末には経営の内包的拡大の方向を追求しはじめていたが，今日の政策状況はその多くの経営を破綻させる可能性をもっていると指摘している。

件の成立如何により判断されなければならない。その場合，資本ストックはフローとして評価されなければならない[2)]。もしも，要素投入が生産均衡条件を満たさなければ，生産費用はそれだけ大きくなる。

北海道酪農においては，飼料生産関係の農機具・サイロ・牛舎・乳牛などに多額の投資がなされたことは周知の事実である[3)]。飼料作物費用価に占める固定財費の割合を図1に示した。各飼料費用価におけるそれらの割合をみると家畜ビートの場合では約20％程度であるが，牧草では約50％程度を占める。特に大型機械を必要とする牧草，デントコーン，およびエンシレージ[4)]は固定財費用の割合が概して30％を越え，しかも昭和52年頃から増加している。飼料作物の固定財費用の割合は増加傾向にあり，乳価の据置・生産割当の開始時期から増加し始めている。



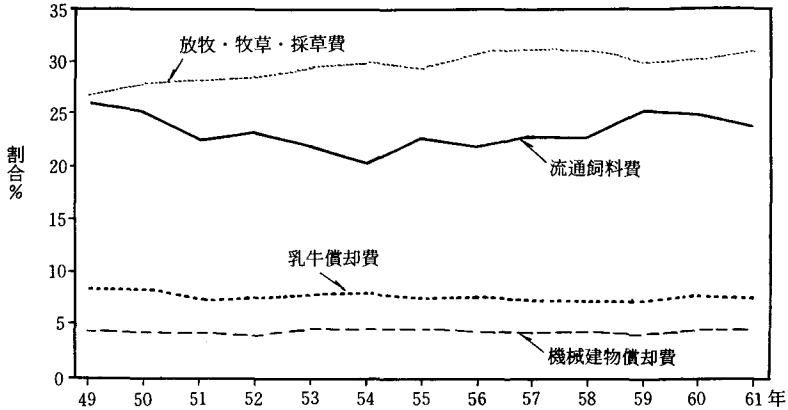
（資料）「畜産物生産費調査」
（注）費用価の内容は材料費、労働費、固定財費であり、固定財費は、飼料部門の建物・農機具・永年牧草の費用である。

図1　飼料作物費用価に占める固定財費の割合（北海道、昭和45年～昭和61年）

2）資本のストックからフローへの推計法については李（1979）に詳しい。

3）固定資本として土地を含めるならば，当然土地に対する投資を取り上げなければならない。しかし，土地の固定資本としての評価は，それ自体本論を逸脱する分析になる。従って，土地については費用の計上の際に含める程度でその評価をとどめておく。

4）牧草，青刈作物等の高水分の飼料を発酵により貯蔵することをエンシレージといい，その生産物をサイレージというが，本論では農水省「畜産物生産費調査」に記載されているエンシレージという用語をそのままもちいる。



（資料）「畜産物生産費」
（注）機械建物償却費は搾乳部門における農機具、
建物の償却費である。

図2　生乳生産費用に占める主な費用の割合（北海道、昭和49年～昭和61年）

生乳生産費に占める主な費用の割合を図2に示した。自給飼料費である放牧牧草採草費についてみると，昭和56年頃まで増加し続け，30％を若干越えて現在に至っている。搾乳部門の機械建物や乳牛の割合は相対的に小さい。乳牛の償却費は全体の中で減少傾向にある一方，機械建物の償却費はその割合に変化はない。このように特に飼料作部門において，固定資本の償却費が生産費用全体に圧迫を加えてきている有様がみられる。その費用増分のうち「資本投入の非効率性」による部分が皆無であるとは断言できない。

ところで，投資によるリターンを得るためには粗収益を増加させなければならない。しかし，乳価が据え置かれているため，産出量の調整が必要である。産出量の調整の仕方は，生産割当の枠の中での頭数規模の拡大か経産牛1頭当りの乳量の増加かである。そのうち再投資等の追加的な費用増加を避けながら産出量の調整を図るには，後者の1頭当り乳量の増加による方法が適当であると考えられる[5)]。

1頭当り乳量増加の持つ意味としては次の2点が考えられる。第1に，平

5）大塚（1985）は酪農の供給関数の計測により，計画生産以降は供給量調整は短期的な価格政策に反応して，主に乳量の調整で行われたと指摘している。

均費用の低下である。個々の酪農家のもつ平均費用関数が右下がりであると仮定すると，平均費用関数上では頭数を一定とすれば乳量の増加は産出量の増加を意味し，規模の経済が発現できるからである。第2に，技術進歩としての評価である。酪農経営において1頭当り乳量は，投入要素による平均生産性としての意味と乳牛の泌乳能力を示す個体乳量としての二つの意味づけがなされる。1頭当り乳量の増加が飼料等の投入要素の上昇のみによりなされる場合に加え，乳牛の改良・淘汰等による泌乳能力の向上を伴うならば，技術進歩としての意義は見いだしやすい。従って，乳量増加は規模の経済や技術進歩により生産性を向上させ，利潤をより大きく獲得するための方法として評価されうる。

ここで，規模拡大を伴った飼料作部門，搾乳部門に対する固定資本投入が生んだ生産費用の増加の中で，乳価据置や生産割当の開始による非効率性の発生による生産費用の増加分についての評価を行う必要があるものと考える。そこで固定資本増投による生産費用の増加と乳量増加による生産性の向上との間に，主に生産費用の調整による利潤の確保という経済的インセンティブを通じての一つの接点が見いだされる。すなわち，固定資本投入が過大であり，しかも非効率的であるために生産費用が増加し，それ以上の粗収益を得るために1頭当り乳量を増加させざるを得ないと考えるのである。本論では，以上の関係がどの程度成立しうるのか，またどの様な条件の下で成立するのかを明らかにすることを目的とする。

課題への接近方法としては第1に乳価据置・生産割当の時期に1頭当り乳量の増加した酪農家について，乳量増加の方法および経営に対する効果を収益性，要素投入状況および費用面から考察する。特に，固定資本投入の状況と平均費用の変化の両者に注目する。第2に固定資本投入による非効率性の存在とその要因を明かにし，そこから乳量増加のもつ意味を明らかにする。固定資本の投入は技術的にはより高い生産性を実現するためのものと考えるが，乳価や生産要素価格の状況によっては必ずしもその利益が酪農家に還元されるとは限らない。ここでは効率性を「技術効率」と「経済効率」との両面から捉え，1頭当り乳量増加農家群について非効率性の程度とその存在原因を明らかにする。分析は乳量増加農家について，ノンパラメトリックな方法により技術効率および経済効率を分析することを中心にして行う。最後に，

若干の考察を行う。

Ⅱ．1頭当り乳量増加の生乳生産における効果

1．乳量増加農家における固定資本の投入状況

本論の目的から，分析期間を乳価の据置と生産割当とが開始され，農機具・建物等の固定資本投入が生産費用を圧迫しはじめた昭和54年から昭和57年までの4年間を分析期間とする。分析対象は，農林水産省「畜産物生産費調査」を利用して，搾乳牛1頭当り3.2%換算乳量が毎年増加している北海道の酪農家15戸とした。

それら15戸について固定資本の投入状況，乳量増加の方法および効果について整理したものを表1に掲げた。また，それら酪農家の特徴を明らかにするため，同じく農林水産省「畜産物生産費調査」，同「経営形態別にみた農家経済」による酪農家の平均データを「平均的農家」として援用し，それぞれの項目の比較を行った[6)]。

表1から資本ストックの比較を固定資本構成比について行うと，「経営形態別にみた農家経済」との比較ではあるが，飼料作部門と搾乳部門の建物，農機具評価額について乳量増加農家の方がその構成比が高くなっている。

生乳生産費の費用合計にしめる主な費用割合についてみると，自給飼料については乳量増加農家の方が若干大きい時期がみられる。搾乳部門の建物，農機具については乳量増加農家が一貫して割合が大きいが，乳牛については逆にその割合は小さい。

次に自給飼料として乾牧草，エンシレージをとりあげ，費用価に占める固定財費用の割合をみると，それは概して乳量増加農家の方が大きくなっている。すなわち，乳量増加農家の自給飼料生産における固定資本投入は，平均的農家よりも費用の割合でみると大きいものであることがわかる。

従って，乳量増加農家は平均的農家に比べ飼料作部門，搾乳部門両部門において建物，農機具等の固定資本がそのストック，フロー共に大きいことがわかる。

6）「畜産物生産費調査」の平均農家の数字には乳量増加農家の15戸も含まれるが，その分を分離することは困難なためそのまま用いた。

表1　乳量増加農家と平均的農家との比較（北海道、昭和54年～昭和57年、名目額）

	乳量増加農家				平均的農家			
	54年	55年	56年	57年	54年	55年	56年	57年
1頭当乳量（kg）	5,646	5,980	6,298	6,584	5,982	6,083	6,074	6,093 1)
					(0.94)	(0.98)	(1.04)	(1.08)
酪農固定資本構成比（%）2)	52.35	54.57	56.92	54.11	46.31	47.68	43.08	37.47
					(1.13)	(1.14)	(1.32)	(1.44)
自給飼料費用割合（%）3)	29.20	30.30	32.16	31.53	29.92	29.40	30.90	31.27
					(0.98)	(1.03)	(1.04)	(1.01)
乳牛資本償却費割合（%）3)	7.65	7.16	6.74	7.20	7.89	7.55	7.54	7.37
					(0.97)	(0.95)	(0.89)	(0.98)
建物・農機具償却費割合（%）4)	4.95	4.67	4.69	4.95	4.54	4.47	4.30	4.25
					(1.09)	(1.04)	(1.09)	(1.17)
乾牧草固定財費費用割合（%）5)	50.62	50.84	55.92	54.13	50.32	54.80	54.90	53.60
					(1.01)	(0.93)	(1.02)	(1.01)
エンシレージ固定財費費用割合（%）6)	43.80	44.21	43.39	42.57	39.18	39.44	42.62	41.15
					(1.12)	(1.12)	(1.02)	(1.03)
1頭当配合飼料投入量	1,372	1,275	1,247	1,240	1,252	1,144	1,030	1,097
					(1.10)	(1.11)	(1.21)	(1.13)
分娩間隔（月）	13.08	13.02	13.02	12.45	13.10	13.50	13.40	13.40
					(1.00)	(0.96)	(0.97)	(0.93)
乾乳期間（日）	70.66	74.21	71.47	65.98	66.00	69.00	69.00	66.00
					(1.07)	(1.08)	(1.04)	(1.00)
搾乳月数（月）	10.05	10.18	10.33	10.42	10.30	10.40	10.40	10.50
					(0.98)	(0.98)	(0.99)	(0.99)
1頭当乳牛価格（円）	420,014	454,959	461,782	478,233	375,628	389,202	383,300	377,205
					(1.12)	(1.17)	(1.20)	(1.27)
1戸当換算頭数（頭）	25.55	25.73	26.25	26.49	21.50	24.30	24.30	25.30
					(1.19)	(1.06)	(1.08)	(1.05)
1kg当生乳価格（円）	84.32	79.94	77.04	77.70	84.54	79.44	77.85	78.24
					(1.00)	(1.01)	(0.99)	(0.99)
1kg当1次生産費（円）	70.53	68.87	72.38	71.41	68.24	66.09	71.85	74.68
					(1.03)	(1.04)	(1.01)	(0.96)
1kg当2次生産費（円）	81.27	79.86	83.23	81.31	78.63	77.00	83.07	85.79
					(1.03)	(1.04)	(1.00)	(0.95)
1頭当利潤（円）	24,187	3,150	-34,776	-21,232	35,345	14,819	-31,735	-46,038
					(0.68)	(0.21)	(1.10)	(0.46)
1頭当所得（円）	188,546	185,263	153,783	170,666	210,887	197,743	156,105	144,401
					(0.89)	(0.94)	(0.99)	(1.18)
1頭当労働報酬（円）	129,289	120,549	86,869	106,489	148,711	131,396	87,931	76,688
					(0.87)	(0.92)	(0.99)	(1.39)

（資料）「畜産物生産費調査」「経営形態別にみた農家経済」

（注）1）（　）内は乳量増加農家／平均的農家。

2）乳量増加農家については建物，農機具，牧草関係の固定資本を合計で除した。
　平均的農家については「経営形態別にみた農家経済」より酪農の建物，農機具の固定資本を合計で除した。

3）生乳生産費用合計に占める割合。

4）建物・農機具は搾乳部門のみについてであり，生乳生産費用合計に占める割合である。

5）飼料作物の費用価に占める固定財費（飼料部門の建物，農機具，永年牧草）の割合。平均的農家は混播（イネ主）による。
　なお，乳量増加農家は飼料を特定化できないが，混播（イネ主）は費用価で乾牧草全体の費用価の98%を占める。

6）飼料作物の費用価に占める固定財費（飼料部門の建物，農機具，永年牧草）の割合。平均的農家は混播（イネ主）とデントコーンの固定財費の合計を費用価の合計で除した。
　なお，乳量増加農家は飼料を特定化できないが，混播（イネ主）とデントコーンのエンシレージは費用価でエンシレージ全体の85%を占める。

2．乳量増加の方法と意義

乳量増加の方法について，飼料投入量の増加によるもの，搾乳期間の延長によるもの，乳牛の質的向上によるものの3点について取り上げ，それぞれ該当する項目について同じく表1に示した。

飼料投入については配合飼料投入量で代表させたが，乳量増加農家の投入水準は高い。また，投入量はこの期間は減少しているが，乳量増加農家はその減少傾向が少なくなっている[7)]。搾乳期間については分娩間隔，乾乳期間，搾乳月数等から捉えた。乳量増加農家は分娩間隔，乾乳期間がともに短縮され，搾乳月数が延長されている。また乳牛の質を代表させるものとして乳牛の価格をみると[8)]，乳量増加農家の乳牛の価格はその水準は高く，しかも平均的農家に比べその増加率は高まっており，乳量増加に対する乳牛の質の向上が評価できる。

乳量増加の方法は特定化できないが，飼料投入量の増加，搾乳期間の延長，乳牛の質的向上の三つが共に乳量増加に結び付いていることがわかる。

次に，粗収益増加の手段としての乳量増加の位置づけと，乳量増加による平均費用や収益性の変化をみていく。

搾乳牛頭数についてみると，乳量増加農家の搾乳牛頭数は増加しているが平均的農家に比べるとその増加率は小さい。また，生乳1 kg当り価格は平均的農家よりも低くなっている。頭数の拡大，乳質向上よりも，乳量の増加により産出量を増加させて粗収益増加をねらったものと評価される。

利潤については不安定である。また1 kg当りの1次，2次生産費については昭和57年に至って平均的農家よりも低くなり，所得，労働報酬についても昭和57年に至り，平均的農家よりも高くなっている。乳量増加農家の乳量は，昭和56年に乳量水準が平均的農家より高くなり，その後平均費用低下，収益性向上の結果が見られた。これは1頭当り乳量増加によって相対的に乳量水準が平均的農家よりも高くなることにより，平均費用の低下，所得や労

7）昭和53年から昭和56年までは配合飼料価格は急激な上昇をみせ，乳牛用20 kgの名目価格で約30％上昇している。

8）「畜産物生産費調査」によれば乳牛の価格は取得評価額である。それは年齢，血統，体型，資質，泌乳能力，産子能力などを参考にし，その地方における家畜市場の取引価格または実際の売買価格等も合わせて評価されている。

働報酬の向上が得られたものと解釈される。

以上を要約すると，乳量増加農家は飼料作部門および搾乳部門の建物，農機具等の固定資本についてストック，フローともに大きい。また，乳牛資本投入に関しては乳量増加に貢献し，しかも生産費用に占める割合が小さいことから1 kg当り生産費用を節約するという役割が認められる。1頭当り乳量の増加は粗収益増加のための方法として，その位置づけは重要であり，平均費用低下，所得向上の効果を発現させている。ここに固定資本投入の増加による生産費用の増加を，1頭当り乳量増加により抑えうる可能性が存在していることがわかる。また，「非効率性」の存在については，生産費用における費用の割合の大きさから判断すると，乳牛を除いた飼料作部門および搾乳部門の建物，農機具の固定資本投入の仕方についてその原因があると思われる。

Ⅲ．技術効率および経済効率の分析

1．効率性の分析モデル

生産における効率性の分析はFarrell（1957）により初めて試みられた。そこでの効率性に対する基本的な考え方は，フロンティア生産関数の存在を仮定し，そこからの個々のデータの乖離の程度を非効率性の大きさとするものである。効率性の分析についてはその後様々な研究がなされている。

その分析モデルは大きく二つの流れにそって発展してきた[9]。一つはフロンティア生産関数を計測し，そこからのデータの乖離を吟味する方法がある。フロンティア生産関数は，誤差項に対して様々な仮定をおくことにより統計的に計測するものと，フロンティア生産関数よりも効率良く生産活動を行うデータは存在しないという仮定の下に線形計画法により計測するものとの二種類がある。前者についてはFørsund，Lovell and Schmidt（1980）によりサーベイが行われている。後者についてはNisimizu, M., and J. M. Page（1982）によりトランスログ生産関数に対しての適用がなされている。二つめとして，効率性を定義した後，線形計画法によりその大きさを明らかにす

9）Färe, Grosskopf and Lovell（1985）P. 193－P. 198では三つに分けられているが，パラメトリックとノンパラメトリックという視点から本論では二つに分けた。

るものである。これはさらに二つに分けられ，一つには効率性を直接に定義し線形計画法により解くものがある。例えばFäre, Grosskopf and Lovell (1985)やDEAがある。DEAは最初にCharnes, Cooper and Rhodes (1978, 1981) が発表し，それ以降は多くの研究がある。日本では刀根 (1987～1988) が紹介している。いま一つには生産構造におかれる様々な仮定に対し，データがその仮定と一致性を持つか否かをテストすることにより効率性を判断するものがある。生産関数の連続性，凸性，同次性，分離可能性や費用最小化，利潤最大化などの仮定が検証できる。これには，Afriat (1972), Chavas and Cox (1988), Diewert and Parkan (1982), Fawson and Shumway (1988), Hanoch and Rothschild (1972), Varian (1984) らの一連の研究がある。

本論では，フロンティア生産関数の形状については，通常の仮定以外の情報は不必要であり，個々のデータの効率性の大きさだけがわかればよい。しかも，単に生産関数上の技術的な効率性のみならず，価格均衡面からの分析も行うことが必要である。従って，データが生産構造におかれる仮定と一致性を持つか否かによって効率性の分析を行うことにより，「技術効率」「経済効率」を共に分析するモデルを援用する。ここではDiewert and Parkan (1982) の方法によった。

(ア) 技術効率

生産関数の「規則条件テスト」と呼ばれているこのテストは，分析対象のデータが仮定された生産関数の条件を満たすか否かを検討するモデルである。個々のデータ毎に分析される条件との一致性の程度は，フロンティア生産関数からの乖離の程度，すなわち技術効率としての解釈が可能なため，当該モデルを用いる。

生産関数についての規則条件A：①上から連続②非減少③(厳密な)準凹。①はおのおののベクトル$Y \geq 0$について$L(Y) \equiv \{X : f(X) \geq y\}$が閉じた集合であることを意味する。②はより大きな投入は産出を減らさないことを意味する。③L(Y)が凸集合であることを意味する。すなわち規模の経済の存在を許容した生産関数である[10]。説明の簡単化のために，J個のデータがKとLの2投入要素で1財Yの産出を行っているものとする。

10) 奥野・鈴村 (1985) P. 53－P. 56に詳しい。

次の順序づけのもとで

$$Y_1 < Y_2 < \cdots < Y_J \qquad (1)$$

i番目のデータのテストは

$$\min \quad \mu_i \qquad (2)$$

$$\text{sub} \quad K_{i+1}\lambda_{i+1} + K_{i+2}\lambda_{i+2} + \cdots\cdots + K_J\lambda_J \leqq K_i\mu_i$$

$$L_{i+1}\lambda_{i+1} + L_{i+2}\lambda_{i+2} + \cdots\cdots + L_J\lambda_J \leqq L_i\mu_i$$

$$\sum_{j=i+1}^{J} \lambda_j = 1$$

の線形計画を1からJ－1番目までのJ－1個のデータについて解くことによって行われる[11]。もし(2)の最適値が$\mu_i > 1$（i＝1，J－1）ならば，データは条件Aを満たす生産関数fにたいする効率的仮説に一致する。

(2)式の定式化について説明する（図3）。産出量水準は$E_J > E_{J-1}$（＝N_{J-1}）$> E_{J-2}$であると仮定する。最初にJ番目とJ－1番目のデータすなわち点E_Jおよび点E_{J-1}で考える。点E_Jについての投入量集合はLA（Y）である。産出量水準が(1)のように順序づけされているので，E_{J-1}が①から③の仮定を満たすならば$K_J \geqq K_{J-1}$または$L_J \geqq L_{J-1}$が成立しなければならない。しかも，$\lambda_J = 1$なので(2)の制約を満たすためにはすくなくとも$\mu_{J-1} > 1$でなければならない。図3では$K_J > K_{J-1}$かつ$L_J < L_{J-1}$となっているため，$\mu_{J-1} > 1$となる[12]。J－2番目以降のデータについ

---

11) J番目のデータについては効率的であると仮定されている。

なお，本論では計算機のプログラムの都合上，Diewert and Parkan（1982）に従った以下の双対問題を用いて効率性の分析を行った。両問題の最適解が一致することは確かめられている。

$$\max \quad \alpha_i$$

$$\text{sub} \quad W_{iK}K_i + W_{iL}L_i \leqq 1$$

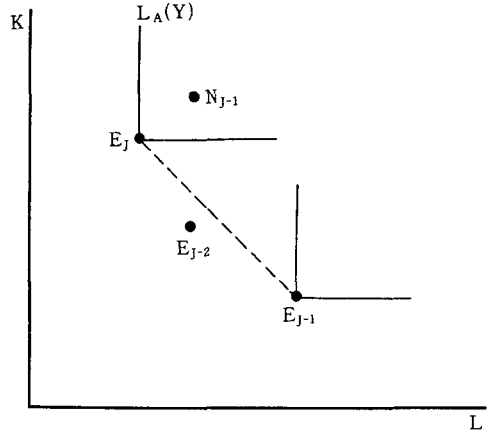
$$\alpha_i \leqq W_{iK}K_{i+1} + W_{iL}L_{i+1}$$

$$\alpha_i \leqq W_{iK}K_{i+2} + W_{iL}L_{i+2}$$

$$\cdots\cdots$$

$$\alpha_i \leqq W_{iK}K_J + W_{iL}L_J$$

12) 点E_{J-1}のように$K_J > K_{J-1}$かつ$L_J < L_{J-1}$のとき，$K_J \leqq K_{J-1}\mu_{J-1}$かつ$L_J \leqq L_{J-1}\mu_{J-1}$が成り立つためには$\mu_{J-1} > 1$でなければならない。$K_J < K_{J-1}$かつ$L_J > L_{J-1}$および$K_J > K_{J-1}$かつ$L_J > L_{J-1}$の両者についても同様である。しかし，点$N_{J-1}$のように$K_J < K_{J-1}$かつ$L_J < L_{J-1}$となっているときは，$K_J \leqq K_{J-1}\mu_{J-1}$かつ$L_J \leqq L_{J-1}\mu_{J-1}$が成り立つための$\mu_{J-1}$の最小値は$\mu_{J-1} < 1$となる。つまりこのとき仮定は成立しないとみなされる。



（注）産出量水準は$E_J > E_{J-1}$（$=N_{J-1}$）$> E_{J-2}$
E_J、E_{J-1}、E_{J-2}は技術的に効率的なデータ，
N_{J-1}は非効率的なデータを想定している。

図3　技術効率の定義

ては，凸結合 $K_{J-1}\lambda_{J-1} + K_J\lambda_J$，$L_{J-1}\lambda_{J-1} + L_J\lambda_J$ と L_{J-2}，K_{J-2}との大小関係によって上と同じ議論が繰り返される。

(イ)　経済効率

「費用最小化テスト」と呼ばれているこのテストは，分析対象のデータが仮定された生産関数の条件と与えられた要素価格のもとで，費用を最小化するか否かをテストするものである。本論ではこのモデルを経済効率を分析するものとして用いる。

(ア)と同様にJ個のデータがKとLの2投入要素で1財Yの産出を行っているものとする。j番目のデータの生産費用をC_j，Kの価格をW_{jK}，投入量をK_j，Lの価格をW_{jL}，投入量をL_j，産出量をY_jとする。データ（C_j，W_{jK}，W_{jL}，K_j，L_j，Y_j）の集合（j＝1，……，i）が(ア)での条件Aを満足するある生産関数fにおいて費用最小化仮説と一致するか否かは(1)の順序づけのもとで，

$$\begin{aligned} C_1 &\leqq W_{1K}K_i + W_{1L}L_i \\ C_2 &\leqq W_{2K}K_i + W_{2L}L_i \qquad (3) \\ &\cdots\cdots \\ C_i &\leqq W_{iK}K_i + W_{iL}L_i \end{aligned}$$

が不等号条件を満たすか否かを2からJ番目までのJ－1個のデータについて吟味することによって行われる。不等式を満たさないデータは条件Aを満足するある生産関数fにおける費用最小化仮説と一致しない。

(3)式について説明する（図4）。3点E_J，E_{J-1}，E_{J-2}について考える。産出量水準は(ア)と同様に$E_J > E_{J-1} > E_{J-2}$である仮定する。

要素価格比率が実線のFP 1に直面しているとき，

$W_{J-2K} / W_{J-2L} = W_{J-1K} / W_{J-1L} = W_{JK} / W_{JL}$なので，図においては

$$C_{J-2} < W_{J-2\,K}K_J + W_{J-2\,L}L_J$$

$$C_{J-1} < W_{J-1\,K}K_J + W_{J-1\,L}L_J$$

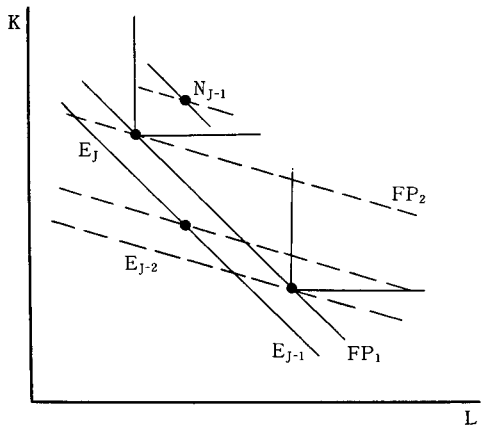
$$C_J = W_{JK}K_J + W_{JL}L_J$$

となり(3)式を満たし，3点の集合は効率的である。

しかし，要素価格比率が点線のFP 2に直面しているとき，図においてEJ－1について

$$C_{J-2} > W_{J-2\,K}K_{J-1} + W_{J-2\,L}L_{J-1}$$

$$C_{J-1} = W_{J-1\,K}K_{J-1} + W_{J-1\,L}L_{J-1}$$



（注）産出量水準は$E_J > E_{J-1}$（$=N_{J-1}$）$> E_{J-2}$
FP_1、FP_2、は要素価格比率を表す
要素価格比率がFP_1のときE_J、E_{J-1}、E_{J-2}は効率的であるが、FP_2のときはE_{J-2}が非効率的となる。
N_{J-1}は、いずれにしても非効率的である。

図4　経済効率の定義

となり(3)式を満たさなくなる。したがって，このとき E_{J-2} は費用最小化仮説と一致しないと見なされる。このように，E_{J-2} のようにより小さな産出量水準にあるデータが，E_{J-1} のようなより大きな産出量水準にあるデータの投入量水準で生産したとき，生産費用がかえって小さくなる可能性がある場合には(3)の不等式は満たさない。このとき，当然より大きな産出量水準にある投入水準は高く生産費用は大きいが，産出量水準の小さなデータの方がかえって生産費用は大きいという意味で，E_{J-2} のような，より小さな産出量水準にあるデータは費用最小化仮説と一致しないと判断される。

E_{J-2} は(ア)では技術的に効率的であったが，要素価格の均衡条件を満たさず経済的に非効率的になっている。N_{J-2} は要素価格比率が FP_1，FP_2 のどの場合でも非効率的である。このように技術的に効率的であっても経済的に非効率的な場合がある。また，技術的に非効率的ならば必ず経済的には非効率的となる。

(ア)，(イ)の両テストはともに生産関数について①，②，③の仮定がなされている。例えば(イ)において，要素平面においてデータのつくる集合が凸集合であれば，生産関数上での規模の経済性の存在は容認される。また FP_1 と FP_2 との差異で経済非効率が生じるように，要素価格の影響のみで経済効率が決定されといる。このことは同じ生産関数に対する仮定のもとで，技術効率と経済効率とが明確に区別されることを示す。

(ウ) 経済非効率の要因分解

本論において，経済非効率の要因を明らかにするため，次のようなモデルを考案した。

(イ)のテストにおいて不等式(3)が成立しない場合，どの費目によって引き起こされているのかを以下の式のように分解する。

i 番目のデータが j 番目のデータに対して不等式(3)を満たさないとき，

$$(W_{jK}K_j - W_{jK}K_i) + (W_{jL}L_j - W_{jL}L_i) = D > 0 \qquad (4)$$

となる。

もし，

$(W_{jK}K_j - W_{jK}K_i) > 0$

$(W_{jL}L_j - W_{jL}L_i) \leqq 0$ ならば

i データは K 投入について経済非効率の要因が生じていると判断する。

このような不等式(3)を満たさないj番目のデータが複数存在する場合，不等式(3)の差Dが最大となるデータによって経済非効率を分析する。

以上のモデルは生産構造に対する仮定が少ない点，技術効率と経済効率とを区別して分析可能な点，非効率性の要因が把握できる点等で優れており，さらに個々のデータについての効率性が把握できる点も加えて本論の分析目的に適しているといえる。しかし，価格，投入量のデータにより分析結果が不安定になりやすい点，費用の割合の大きなものに非効率性の要因が表れやすい点等の欠点も同時に兼ね備えている。

2．価格・数量データの作成と乳量増加農家の効率性の分析方法

投入要素は分析目的の範囲内で，費用の大きさに片寄りをなくすることを念頭において，配合飼料，穀物・牧草購入飼料，生乾草自給飼料，エンシレージ，乳牛，機械建物，労働，土地の8投入要素とした。

はじめに，自給飼料についてはその費用価をもって価格とした[13]。その際，牧草関係の固定資本の償却費は費用価に含めた[14]。自給飼料については穀物・牧草購入飼料，生乾草自給飼料，エンシレージの三つの投入要素をとりあげた。三つの分類に含まれる個々の飼料の使用価額を使用数量で除して価格とし，それらを使用価額の割合をウエイトとして幾何平均を行い，三つの価格を作成した。投入量については同様に使用数量について，使用価額の割合をウエイトとして幾何平均を行い，三つの投入量を作成した。

配合飼料については，成畜用配合飼料の使用数量を投入量，成畜用配合飼料の価額を使用数量で除したものを価格とした。

乳牛資本は乳牛の減価償却費を乳牛資本費，換算頭数を乳牛の投入量とし，価格は減価償却費を頭数で除して求めた。

機械建物は農機具と建物の減価償却を機械建物費とし，その価格としては農機具価格指数，建築価格指数から，それぞれの費用の割合をウエイトとし，機械建物価格を作成した。投入量は機械建物費を機械建物価格で除してもとめた[15]。

13）飼料作物の経営経済的評価法については堀尾（1984）に詳しい。

14）その際，償却費については，その減価過程にどのような仮定をおいても固定資本の増額はフローの増額となって表れる。そのため，農林省の採用している定額法をそのまま踏襲する。

労働は女子労働時間に0.8を乗じて男子労働時間に加え投入量とし，価格は労働費を投入量で除して求めた。

土地については飼料作物の栽培面積を土地とし，価格を地代とした。

産出量は乳脂率3.2%換算乳量を用いた。

以上のデータを作成した上で分析方法について述べると，最初に毎年の15戸の酪農家について技術効率，経済効率を分析し，非効率性が生じるならば，経済効率についてその要因を明らかにする。つぎに効率的農家，非効率的農家に分類し，非効率性の要因を固定資本投入面から検討することとする。

3．効率性の分析結果と乳量増加との関係

(1) 技術効率の分析結果

表2　技術効率および経済効率の分析結果

年	技術効率（戸）		経済効率（戸）		非効率性
	効率的	非効率的	効率的	非効率的	金額（円）
54	15	0	9	6	1,392,382
55	15	0	11	4	1,702,633
56	15	0	11	4	1,609,321
57	15	0	10	5	1,993,135

（注）金額は(4)式のDであり，非効率性の程度を金額で表したものである。

表2に技術効率の分析結果を示した。技術効率については，毎年15戸全体が効率的と分析され，乳量増加のための投入においての過大性はなかった。

(2) 経済効率の分析結果

同じく表2に経済効率の分析結果を示した。経済効率については，毎年約3分の1の酪農家が非効率的であった。またその差（D）は139万円から199万円である。これは分析に用いた費用合計の約15%を占める大きさであり，また生乳1kgに換算して約10円である。また，要因分解の結果を表3に示した。要因分解の結果については，各年とも生牧草，エンシレージ等の投入要素について，非効率性の寄与する程度が大きい。技術効率は効率的と

15）搾乳部門の機械，農機具についてのみ，フローの評価は他の固定資本投入とは異なっている。作成された価格をフローの価格として評価するには議論の余地があるが，物量タームでの搾乳部門の資本投入量の把握が困難である以上やむを得ない。

表3　経済非効率の要因分析

（%）

	配　合	購入牧草	生乾草	エンシレージ	乳　牛	機械建物	労　働	土　地
54	11.90	4.54	20.97	26.92	6.96	4.43	17.10	7.19
55	16.94	-11.35	25.61	53.82	-2.62	-0.26	12.39	5.48
56	-2.64	2.64	9.99	83.53	3.16	-4.20	-3.85	11.38
57	-4.65	3.07	34.47	33.41	-1.43	6.26	19.81	9.07

（注）(4)式による経済非効率についての要因分解の結果である。
個々の投入の非経済性の大きさを全体の大きさ（D）で除して寄与率で示した。
プラスで値の大きいものほど，非効率性の要因と判断される。

分析されたため，経済非効率の要因はモデル上では価格にある。すなわち飼料作部門での費用の大きさが非効率性の要因と判断される。ここに，飼料作部門の非効率性の存在と乳量増加との並存が確認された。

次に，飼料作部門での経済非効率の発生要因として固定資本投入がどの程度影響しているのかを，生産費用に占める固定資本の費用割合から判断する。経済非効率となった酪農家のうち，昭和54年から昭和57年までの間，2年以上経済非効率的となった5戸について，残りの10戸の酪農家と固定資本投入状況を比較した。その結果が表4である。

固定財費の飼料作物費用価に占める割合は，飼料作物全体とくにエンシ

表4　経済効率的農家と経済非効率的農家との比較（昭和54年～昭和57年）1）

	経済効率的農家				経済非効率的農家			
	54年	55年	56年	57年	54年	55年	56年	57年
生牧草固定財費費用割合（%）3）	10.41	7.11	11.94	9.53	13.28 (0.78)	9.99 (0.71)	10.80 (1.11)	8.26 (1.15)2)
乾牧草固定財費費用割合（%）3）	48.90	53.93	54.91	52.83	54.07 (0.90)	44.67 (1.21)	57.96 (0.95)	56.73 (0.93)
エンシレージ固定財費費用割合（%）3）	42.13	43.69	39.73	40.10	47.13 (0.89)	45.27 (0.97)	50.70 (0.78)	47.51 (0.84)
飼料作物固定財費費用割合（%）3）	44.53	48.23	48.57	46.91	48.06 (0.93)	48.59 (0.99)	50.74 (0.96)	49.86 (0.94)
1頭当配合飼料投入量（kg）	1,361	1,210	1,219	1,193	1,102 (1.24)	1,078 (1.12)	1,029 (1.18)	977 (1.22)
1頭当購入牧草投入量（kg）	457	332	276	295	339 (1.35)	305 (1.09)	216 (1.27)	298 (0.99)
1頭当乳牛価格（円）	434,424	466,904	478,627	497,498	391,196 (1.11)	431,070 (1.08)	428,091 (1.12)	439,702 (1.13)

（注）1）乳量増加農家の比較である。
2）（　）内は経済効率的農家／経済非効率的農家。
3）各飼料作物の費用価に占める固定財費（飼料部門の建物，農機具，永年牧草）の割合。

レージについて経済非効率的農家が高い。エンシレージは経済非効率の要因の中で大きな位置をしめていた。従って，経済非効率の要因は飼料作部門全体，特にエンシレージの生産にあることから，自給飼料中心型では，生産の効率性に疑問があると考えられる。

「自給飼料中心型」に代替する生産構造として「購入飼料中心型」を想定し，経済非効率との相関を明らかにするために，表4に1頭当りの配合飼料と購入牧草の投入量と乳牛価格とを加えた。すると，経済効率的農家は購入飼料の投入量は多く，しかも乳牛価格は高くなっている。

概して，相対的に経済非効率的農家は自給飼料生産に力を入れており，経済効率的農家は配合飼料にたよりながら，質的に高い乳牛を用いて生産を行っているという姿が描き出された。両者は代替的生産構造ではあるが，分析期間においては飼料作部門に固定資本投入の大きな酪農家において飼料の生産費用の増加を主たる要因として経済非効率が発生している。購入飼料に依存している酪農家の場合は，要素価格の変化に弾力的に対応できるため，均衡への調整速度が早いのかもしれない。乳牛の質の高さはそれを支援するものとして評価されよう。

Ⅳ．おわりに

以下に分析を要約する。乳量の継続増加農家の特徴を捉える本分析を通して，その高い乳量水準への逐年的接近が，平均費用低下，収益性の向上の原因となっていることが明らかになった。乳量増加農家の投入，価格（費用）についての効率性の分析からは，乳量増加と生乳生産の非効率性とが併存している酪農家が存在することが明らかになった。その非効率性の要因が飼料生産の過大費用にあることがモデルから実証され，それは飼料作部門の固定資本投入の大きさに起因することが明らかになった。すなわち自給飼料中心で乳量を増加させた酪農家に「経済的な非効率性」が発生しているのである。一方，購入飼料中心で質的に高い乳牛を用いることにより乳量を増加させた酪農家は「経済的に効率的」であった。

1頭当り乳量増加は平均費用を低下させる効果があることを考えると，分析対象農家は追加投資の回収のためにkg当り乳価の向上にたよらず，もっぱら1頭当り乳量増加による産出量の調整をおこなったものと思われる。本

論において分析した時期は計画生産・乳価据置という最も過酷な時期であった。自給飼料生産はその費用価が生乳生産費において約3割を占め，まさに土地利用型酪農の特徴をかたち作るものである。飼料作部門での非効率性は当然経営の内部で解決すべき問題であるが，非効率性を温存したまま生産を続けざるを得ない状況にあったのである。北海道酪農の投資は産出量規模の拡大をめざしたものであっただけに，直面する乳価下落に対して投入量水準の最適性への調整を，もっぱら1頭当り乳量の増加にたよることが大きかったと思われる。しかし，非効率性の解決を1頭当り乳量の変化によるだけで解決しえたとしても，乳価の向上がなければ利潤の絶対的大きさは過小評価となっているかもしれない。

参考文献

Afriat, S. N. "Efficiency Estimation of Production Functions" International Economic Review vol. 13, no. 3, 1972.

Charnes, A., W. W. Cooper, and E, Rhodes "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," European Journal of Operational Research vol. 2, no. 6, 1978.

Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rhpdes "Evaluating Program and Managerial Efficiency : an Appricaton of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through" Management Stcience vol. 27, no. 6, 1981.

Chavas, J. P., and T. L. Cox. "A Nonparametric Analysis of Agricultural Technology", American Jounal of Agricultural Economics vol. 72, no. 2, 1988.

Diewert, W. E., and C. Parkan. "Linear Programming Tests of Regularity Conditions for Production Functions." Eichhorn, W., R. Henn, K. Neumann, and R. W. Shephard, eds., Quantitative Studies on Production and Prices. Physica-Verlag, Würzburg-Wien, 1982.

Fawson, C., and C. R. Shumway. "A Nonparametric Investigation of Agricultural Production Behavior for U. S. Subregions." American Jounal of Agricultural Economics vol. 72, no. 2, 1988.

Färe, R., S. Grosskopf, and C. A. K. Lovell "The Measurement of Efficiency of Production" Kluwer, Nijhoff Publishing, 1985.

Farrell, M. J. "The Measurement of Productive Efficiency", Journal of the Royal Statiscal Society Series A vol. 120, part3, 1957.

Førsund, F. R., C. A. K. Lovell, and P. Schmidt" A Survey of Frontier Production Functions and of their Relationship to Efficiency Measurement," Jornal of Econometrics vol. 13, no. 1, 1980.

Hanoch, G., and M. Rothschild. "Testing the Assumptions of Production Theory : A Nonparametric Approach." Jurnal of Political Economy vol. 80, no. 2, 1972.

堀尾房造『酪農の展開と飼料経済』明文書房，1984.

Nisimizu, M., and J. M. Page. "Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change : Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, 1965–78" The Economic Journal, vol. 92, 1982.

中原准一「畜産金融と農家負債問題－北海道」，日本農業年報第33集『金融自由化と農業金融』御茶の水書房，1985.

奥野正寛・鈴村興太郎『ミクロ経済学Ⅰ』岩波書店，1985

大塚啓二郎「酪農の発展と生乳の需給構造」，崎浦誠治編著『経済発展と農業開発』農林統計協会，1985.

李貞煥「微視データにおける生産要素投入量計測に関する覚書」北海道大学農業経営学教室『農業経営研究』第6号，1979.

刀根薫「企業体の効率性分析手法－DEA入門－(1)~(4)」『オペレーションズ・リサーチ』12月号～4月号，1987～1988.

宇佐美繁「草地酪農の構造」，梶井功編『畜産経営と土地利用　総括編』農文協1983.

Varian, H. R. "The Nonparametric Approach to Production Analysis. "Econometrica, vol. 52, no. 13, 1984.

〔謝辞〕

本論をまとめるにあたり，天間　征教授，長南史男助教授，農業開発論シンポジウムおよび農業政策シンポジュウムの諸兄より貴重な助言をいただいた。また，研究を進めるにあたり帯広畜産大学の久保嘉治教授の御協力を頂いた。共に記して謝意を表する。計算は北大大型計算機センターを利用した。