

生乳生産における投入要素の生産力について

誌名	農業総合研究
ISSN	03873242
著者	清水,良平,
巻/号	25巻1号
掲載ページ	p. 187-203
発行年月	1971年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



生乳生産における

投入要素の生産力について

清水良平

はじめに

わが国の酪農は昭和三〇年代を通じて現在まで、著しい伸展を示してきている。その概要は第一表にあらわされた主要な指標からうかがうことができる。すなわち三〇年から三五年にかけては飼養戸数、飼養頭数、生乳生産量などの量的拡大は目ざましいものがある。これはこの時期において、農業経営における有畜化、畜産物の選択的拡大などが盛んに叫ばれたためであり、農家における乳牛飼養が順調に普及していったとみられる。このような乳牛飼養戸数、頭数などの急速な増加を伴った酪農の外延的拡大は、三五年頃までにほぼ完了し、それ以降は酪

農経営の合理化が主要目標となって、飼養規模拡大の傾向がつよまってきた。すなわちこの時期からわが国経済の高成長が進展して、農家労働力の非農業部門への流出が著しくなり、農業における労働力の相対的不足が目立ってきた。したがって酪農経営においても自家労働力に基づいた労働生産性の向上が志向され、従来の副業的経営から次第に主業的経営へ、さらには専業的経営への傾向がつよまってきた。

このような傾向を示す指標としては、飼養戸数の停滞ついで減少という傾向、一戸当たり飼養頭数の増大の進行にあらわれている。第一表は全国の平均であるが、昭和三〇年には一戸当たり飼養頭数が一・七頭であったが、四四年には五・一頭と三倍に、三五年の二・〇頭に比べても二・五倍以上に拡大している。平均規模のこのような推移の背後には、一〇頭以下の零細階層の激減に対して、一〇頭以上の大規模層の伸長があることはいうまでもない。

このようにわが国の酪農は、飼養農家の体質において規模拡大という好ましい方向を示しているが、これを経営の費用構成の点からみると大きな問題が投げられている。すなわち生乳生産費のなかで大部分を占めるのは飼料費であるが、このうち購入飼料費の割合が各階層を通じて最近次第に増大してきている点である。その様子をみたのが第二表の乳飼比の推移である。

第1表 酪農指標の動向(全国)

年次	飼養戸数 (万戸)	飼養頭数 (万頭)	普及率 (%)	1戸当たり飼 養頭数(頭)	生乳生産量 (万トン)
昭和30年	25.4	42.1	4.2	1.7	100.0
35	41.0	82.5	6.8	2.0	188.7
38	41.8	114.5	7.1	2.7	276.1
39	40.2	123.8	6.8	3.1	302.0
40	38.2	128.9	6.9	3.4	322.0
41	36.1	131.0	6.4	3.6	341.0
42	34.7	137.6	6.3	4.0	357.0
43	33.7	148.9	6.2	4.4	402.0
44	32.4	166.3	6.1	5.1	—

備考：戸数、頭数は毎年2月1日現在の統計、生乳生産量は暦年の統計である。

普及率は総農家数に対する飼養戸数の割合である。

資料：農業調査「畜産統計」(昭和43年度)。

生乳生産における投入要素の生産力について

この比率は乳価と飼料価格との相対関係も大きく影響するの購入飼料の投入変動をそのままには表わしていないが、概略としては

向を読むことができる。

すなわち、北海道、都府県では土地利用の条件の相違から、北海道の乳飼比は都府県に比べて小さい点、および昭和四〇年以前と以後では乳価、飼料価格の相対関係が異なっている点を考慮して、三一年と三五年の比較、四〇年と四二年の比較をみることにする。三一年から三五年にかけては北海道では減少しているが、都府県では増大している。とくに五頭以上の規模階層での上昇が著しい。四〇年代においては北海道、都府県ともに各階層を通じて増加しているが、とくに都府県における一五頭以上の大規模層は、その乳飼比が著しく増大しているのが目立っている。

わが国の酪農農家はすでに述べたように、規模拡大の傾向をつよめてきているが、その内容を費用構成とくに飼料費の点からみると、上述のように購入飼料とくに濃厚飼料の購入増加によって支えられてきたとみることが出来る。自給飼料の拡大による所得率の上昇、酪農経営の安定という点からみると、最近の規模拡大傾向は必ずしも手放しで楽観することができない。もつとも酪農農家の立場からすれば、与えられた労働力条件、土地利用条件の下では、購入飼料依存による規模拡大によって、農業所得総額の上昇を志向するのは当然といえよう。⁽¹⁾

このようにわが国の酪農経営は、一般に購入飼料依存の形で

第2表 乳飼比の推移

(単位: %)

規 模	昭 42	40	55	31			
北 海 道	総 平 均	24	23	23	27		
	1~2頭	24	24	23	30		
	3~4	22	22	21	21		
	5~6	23	21	24	28		
	7~9	24	24				
	10~14	26	25				
	15~19	26	36				
	20~29	31	29	57	51		
	30~	24	—				
都 府 県	総 平 均	43	41			58	50
	1~2頭	41	39			41	50
	3~4	41	40			46	47
	5~6	43	44			57	51
	7~9	45	44				
	10~14	47	46				
	15~19	50	43				
	20~29	49	49				
	30~	50	44				

備考: 乳飼比とは乳代に対する購入飼料代の割合。

資料: 「畜産物生産費調査報告」。

規模拡大を図ってきたと見ることが出来る。この場合に酪農の経営技術の側面を明らかにするため、生乳生産における生産頭数を計測し、投入要素の生産力を求めることによって、とくに経済地帯別の経営技術の特徴を明らかにしようとするのが本稿の目的である。さらに現実の酪農経営においては土地利用の制限条件のため、自給飼料の生産が充分に行なわれていないわけである。

その点を解明する一端として、投入要素としての飼料畑の価値生産力を求め、自給飼料拡大の可能性を見いだすとともに、飼料利用としての草地造成の投資効率に対する検討資料を提供する意味を含んでいる。すなわち最近における燃料革命によって、薪炭林としての里山が未利用のまま放置されている現在、これを飼料畑として再利用することは極めて重要な問題である。さらに最近における米生産の過剰から、水稻の転作が緊急の課題になっているが、これを飼料畑として利用する場合には、その価値生産力がいかなる水準にあるかを知ることが政策的にも必

要であらう。

注(一) 拙稿「乳用牛飼養農家における階層分布変動」(『本誌』第二一巻第四号、五七〜六〇頁)。

一、生乳生産における生産関数の定式化

生産関数を一般的にいうと、生産物とこれを生産するために投入された生産要素との間の技術的關係であるといえる。さてここで問題としている生乳生産における生産関数としては、その投入要素として何をとりかは後に述べるとして、まずいかなる型の生産関数を採用するかが決められなければならない。農業の場合に土地は重要な生産要素であるので、生産関数は一般に次の如くあらわされる。

$$P = f(T, L, K) \dots \dots \dots (1)$$

ただし P : 生産量

T : 土地面積

L : 労働量

K : 資本量

さて生産関数の古典的研究としてのダグラス型生産関数を考えるとして、(1)式は次式のようになる。

$$P = kT^{\alpha}L^{\beta}K^{1-\alpha-\beta} \dots \dots \dots (2)$$

ただし k : 定数

α : 土地の生産弾力性

β : 労働の生産弾力性

この場合に資本Kの生産弾力性は $1-\alpha-\beta$ であり、各生産要素の弾力性の和は1になっている。このことは生産において、収穫不変を示す生産関数を前提にしていることになる。この前提をはずして、より一般的にしたものが、

$$P = kT^{\alpha}L^{\beta}K^{\gamma} \dots \dots \dots (3)$$

ただし γ : 資本の生産弾力性

である。この型にすると、 $\alpha + \beta + \gamma$ の大きさにより、生産規模に関してそれぞれ次の如くなる。

$$\alpha + \beta + \gamma = 1 \dots \dots \dots \text{収穫不変}$$

$$\alpha + \beta + \gamma > 1 \dots \dots \dots \text{収穫増進}$$

$$\alpha + \beta + \gamma < 1 \dots \dots \dots \text{収穫縮減}$$

上の(3)式の型で生産関数を計測することは、各生産要素の弾力性をコンスタントと仮定して、資料からそれらの弾力性を推定するわけである。

次に生産関数の型を一次線形とすると、

$$P = a + bT + cL + dK \dots \dots \dots (4)$$

なる。この場合には各係数はそれぞれ限界生産力を示している。

a : 定数

b : 土地の限界生産力

c : 労働の限界生産力

d : 資本の限界生産力

上の(4)式で生産関数を計測することは、各生産要素の限界生産力をコンスタントと仮定して、それらを推定することになる。なお定数 a の大きさにより、生産規模に関して次のようになる。

a = 0 変数不変

a > 0 変数増加

a < 0 変数縮減

なお(3)式について対数をとると、

$$\log P = \log k + a \log T + b \log L + \gamma \log K$$

となり、これは対数一次式であって(4)式の場合と比べると、形式的には全く同様と考えられる。

またアロー、チェネリー、ミンハス、ソローの共同研究によって提唱されたCES生産関数がある。これは代替の弾力性がある一定の値を持ったものであり、次式のようにあらわされる。ただし投入要素を労働Lと資本Kの二つの場合を示す。

$$P = \gamma (\delta K^{-\rho} + (1-\delta)L^{-\rho})^{-\frac{1}{\rho}} \dots \dots \dots (5)$$

ただしγ : 効率パラメータ

δ : 分配パラメータ

《ノート》 生乳生産における投入要素の生産力について

ρ : 代替パラメータ

以上はいずれも投入要素相互間の代替可能性を許した場合であるが、レオンチェフは産業連関分析において、投入要素間の代替性を排除した生産関数を提唱した。すなわち投入要素の結合比率が一定であるという、「投入係数の固定性」を仮定したものであり、次のようにあらわすことができる。

$$P = k \min [K, L] \dots \dots \dots (6)$$

これまで述べてきたそれぞれの生産関数を投入要素の代替の弾力性(σ)で区別すると、次のように整理することができる。

生産関数の型 代替の弾力性

一次線形生産関数 σ = ∞

レオンチェフ生産関数 σ = 0

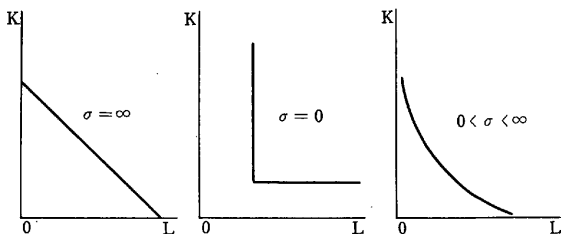
ダグラス生産関数 σ = 1

CES生産関数 0 < σ < ∞

この関係を投入要素が二つの場合 (K, L) について図示すると、第一図のようになり、左側の図が一次線形関数、真中の図がレオンチェフ生産関数、右側の図がダグラス型およびCES型の生産関数における等生産量線である。また(5)式の場合には、代替の弾力性(σ)は次のようになり、

$$\sigma = \frac{1}{1 + \rho}$$

第1図 等生産量線



この式で $\sigma \rightarrow 0$ の極限状態を求めると、

$$P = \gamma K^{\sigma} L^{1-\sigma}$$

となつて、ダグラス生産関数になる。また、 $\sigma \rightarrow \infty$ の極限状態を求めると、

$$P = \gamma L \quad \text{or}$$

$$P = \gamma K$$

となり、レオンチェフ生産関数となる。すなわちCES生産関数はダグラス生産関数とレオンチェフ生産関数を、その特殊ケースとして含んでいることを示している。

以上それぞれの型の生産関数について、その性質の概略を述べてきたが、ここで問題と

している生乳生産の生産関数の型としては、資料の点および投入要素の各生産力を求める立場から、(3)式、(4)式の二つの型を採用することにした。すなわち生産要素の生産弾力性、限界生産力をコンスタントと考えた場合について、そのパラメータを計測しようとするものである。

注(一) Arrow, K. J., Chenery, H. B., Minhas, B. S., Solow, R. M.: "Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency," *Review of Economics and Statistics*, vol. XLIII, No. 3, Aug. 1961.

(2) 代替の弾力性はヒックス・ピグー・マレン・ロビンソンなどによって定義されているが、ここではマレンによるものを示すと次の如くなる。

生産要素 K 、 L によって生産物が生産されるとき、 K 、 L の間の代替弾力性 σ は次のように定義される。

$$\sigma = \frac{d(L/K)}{L/K} \cdot \frac{L}{dL} \quad \text{ただし } \gamma = -\frac{dL}{dK}$$

限界代替率

二、計測結果

前節で述べたモデル式によって、生乳生産における生産関数を『畜産物生産費調査報告』の資料を用いて計測することにな

るが、その前に使用する資料について簡単に触れることにする。

(1) 資料の説明

『畜産物生産費調査報告』（昭和四二年）の牛乳生産費調査によると、全国の酪農農家から一二六二戸を標本として抽出し、これを搾乳牛飼養頭数別に整理してある。頭数規模は、一〜二頭、三〜四頭、五〜六頭、七〜九頭、一〇〜一四頭、一五〜一九頭、二〇〜二九頭、三〇頭以上の八階層に分類され、これらの階層に入る標本数は、それぞれ二六二戸、三三六戸、一九五戸、一八五戸、一四一戸、六五戸、五六戸、二二戸である。これらの一二六二戸の標本農家それぞれについて、個別に酪農経営の諸項目を調査し、上述の八階層別に調査値の平均が公表されている。

したがって、現実には、八階層別に、各階層に属する経営群の経営、経済指標の平均値が利用しうる統計資料である。これらの指標のうち、生乳生産関数を計測する場合に使用する諸指標について、簡単に触れると次のようである。

搾乳量P………実際搾乳量であり、販売量のほかに、子牛給与量、その他のものも含んでおり、物量単位（kg）である。

粗収益V………副産物を含んだ生産物価額である。

飼料作付面積T………自給飼料作物の作付延面積であり、牧草

類、種実類、青刈類、その他のものを作付けした合計面積である。

搾乳頭数H………搾乳牛の年換算頭数である。

労働量L………乳牛飼育全般に投入された労働量であり、家族労働、雇用労働の合計で、単位は時間である。

資本費C………流動資本と固定資本（搾乳牛を除く）の減価額の合計である。したがって具体的には諸材料費、建物費（償却費、修繕費）、農具費（償却費、修繕費）、賃料料金、の合計である。

購入飼料費F₁………乳牛に給与するために購入した飼料および敷き料で、実際に給与した分の合計金額である。

自給飼料費F₂………飼料作物（牧草、青刈類を含む）および野生草、乾草、エンシレージ、放牧などについて費用価計算したもの。飼料作物以外の販売用、自家用のために栽培された作物の一部が飼料とされる場合は、その地方の市価（農家の庭先価格）によって評価する。そのほか、経営内の副産物、残さい物なども、市価がなく費用価のあるものは費用価で評価してある。

(2) パラメータの計測

都府県の場合

都府県の酪農農家から一〇二八戸が標本として抽出され、そ

第3表 生乳生産の投入・産出関係（都府県、昭和42）

頭数規模	P (kg)	V (千円)	T (10 a)	H (頭)	L (時)	F ₁ (千円)	F ₂ (千円)	C (千円)
総平均	15,767	771	14.4	3.3	1,368	134	274	64
1～2頭	8,192	409	6.6	1.8	969	93	126	37
3～4	16,076	781	11.7	3.5	1,414	154	262	69
5～6	25,922	1,277	15.1	5.6	1,920	211	453	99
7～9	37,276	1,811	18.9	7.7	2,396	256	705	125
10～14	57,494	2,755	21.4	11.7	3,452	290	1,153	198
15～19	82,730	3,895	20.1	17.1	4,978	250	1,787	315
20～29	117,277	5,583	27.1	23.9	6,073	361	2,579	433
30～	219,217	10,279	27.9	41.7	13,065	296	5,000	692

資料：『畜産物生産費調査報告（昭42）』農林省統計調査部。

△ノート▽

生乳生産における投入要素の生産力について

れらが頭数規模による八階層に区分されている。各階層別に平均一戸当たりの投入量、生産量を整理すると、第三表のようである。三表のようである。さてこの資料から生産関数を計測することとなるが、産出量を何にとり、投入量を何にするかによって種のケースが考えられる。ただし関数の型は既述のように、普通の線形一次式

および対数一次式（タグラヌ型）の二つであることは、いうまでもない。また生乳生産の内容からみて、投入・産出について考えられる場合は次のようになる。

一九四

- P : 生産量で物量単位 (kg)
 - V : 粗収益で金額単位 (千円)
 - V' : 粗収益から資本費 (C) を差し引いたもので金額単位 (千円)
 - V_{ad} : 粗収益から資本費 (C), 購入飼料費 (F₂) を差し引いたもので金額単位 (千円)
 - T : 飼料作物作付面積 (単位は10 a)
 - L : 飼育労働量 (単位は時間)
 - F₁ : 自給飼料費で金額単位 (千円)
 - F₂ : 購入飼料費で金額単位 (千円)
 - C : 資本費で金額単位 (千円)
- $$P = f(T, H, L, F_1, F_2, C) \dots \dots \dots (1)$$
- $$P = f(T, H, L, F_1 + F_2, C) \dots \dots \dots (2)$$
- $$P = f(T, H, L, F_2, C) \dots \dots \dots (3)$$
- $$P = f(T, L, F_2, C) \dots \dots \dots (4)$$
- $$V = f(T, H, L, F_1, F_2, C) \dots \dots \dots (5)$$
- $$V = f(T, H, L, F_1 + F_2, C) \dots \dots \dots (6)$$

$$V = f(T, H, L, F_1, C) \dots\dots\dots (7)$$

$$V = f(T, L, F_2, C) \dots\dots\dots (8)$$

$$V' = f(T, H, L, F_1, F_2) \dots\dots\dots (9)$$

$$V' = f(T, H, L, F_1 + F_2) \dots\dots\dots (10)$$

$$V' = f(T, H, L, F_2) \dots\dots\dots (11)$$

$$V' = f(T, L, F_2) \dots\dots\dots (12)$$

$$V_{ad} = f(T, H, L) \dots\dots\dots (13)$$

(1)から(8)までの式は、粗生産（ V または V' ）に対する投入要素の関係であり、(9)~(13)式は粗生産額から資本費（ C ）を差し引いた産出額に対する資本費（ C ）以外の投入要素の関係である。最後の(13)式は付加価値に対する土地（ T ）、労働（ L ）、固定資本（ H ）の関係をみたものである。

以上一三本の式に対してそれぞれ一次線形、対数線形で計測した結果、相対的にみて統計的にもまた経済的にも意味のあるものは次のとおりである。

一次線形式：

$$P = -1900.94 + 2.0932L + 34.22F_1 + 16.14C + 412.81T$$

$$(2.2694) \quad (9.16) \quad (33.16) \quad (153.20)$$

$$\dots\dots\dots (14)$$

$$R^2 = 0.9996$$

$$V' = -83.10 + 0.0757L + 1.6075F_1 + 22.9380T \dots\dots\dots (15)$$

$$(0.0656) \quad (0.1698) \quad (5.5433)$$

$$R^2 = 0.9997$$

$$V_{ad} = -129.38 + 60.1882H + 0.1343L + 15.7462T \dots\dots\dots (16)$$

$$(17.9654) \quad (0.0528) \quad (7.3685)$$

$$R^2 = 0.9985$$

対数線形式：

$$\log P = 1.8041 + 0.1631 \log L + 0.7188 \log F_1 + 0.0401 \log C$$

$$(0.1190) \quad (0.1767) \quad (0.1560)$$

$$+ 0.0632 \log T \dots\dots\dots (17)$$

$$(0.0941)$$

$$R^2 = 0.9995$$

$$\log V' = 0.4449 + 0.1833 \log L + 0.7175 \log F_1$$

$$(0.1555) \quad (0.1404)$$

$$+ 0.0870 \log T \dots\dots\dots (18)$$

$$(0.1133)$$

$$R^2 = 0.9990$$

$$\log V_{ad} = 1.4391 + 0.6710 \log H + 0.2111 \log L$$

$$(0.1955) \quad (0.1889)$$

$$+ 0.1776 \log T \dots\dots\dots (19)$$

$$(0.1328)$$

$$R^2 = 0.9979$$

計測式(14)からみると、労働の限界生産力 $\Delta P/\Delta L$ （他の投入

要素を不変として)は、一時間当たり生乳二・一kgであり、土地の限界生産力 AV/L は一〇a当たり生乳四一三kgということになる。また飼式からは労働の限界生産力は一時間当たり七六円、土地の限界生産力は一〇a当たり三二・九千円ということになる。最後に飼式から付加価値ベースでみると、搾乳牛の限界生産力は一頭当たり六〇・二千円、労働の限界生産力は一時間当たり一三四円、土地の限界生産力は一〇a当たり一五・七千円ということになる。

次に対数線形式の結果をみると、労働の弾力性は⑦、⑧、⑨、⑩式それぞれについて、〇・一六三一、〇・一八三三、〇・二一一一であり、土地の弾力性はそれぞれ〇・〇六三三、〇・〇八七〇、〇・一七七六と比較的小さい値である。これに対して購入飼料の弾力性は⑦、⑧式において、それぞれ〇・七一八八、〇・七一七五と格段に大きく、⑩式では頭数の弾力性が〇・六七一〇と格段に大きい。また各式の弾力性の値の和を求めると、飼式では〇・九八五二、⑧式では〇・九八七八、⑨式では一・〇五九七というように、大略に近い値を示している。その点からみると生産規模に関して、生乳生産は収穫不変であるということが出来る。なお一次線形式の場合には④、⑤、⑥式にみるとおり、定数項の値はいずれもマイナスを示すので、その点では収穫増進を示すことになり、対数線形式の場合と違っ

ているが、これはなお検討する必要がある。

次に頭数規模による階層別の限界生産力について考察することにする。⑩式の各パラメータは、それぞれの投入要素の生産弾力性であるので、例えば労働(L)の係数〇・一八三三は、

$$\frac{\Delta V'}{V'} \cdot \frac{V'}{L} = 0.1833$$

$$\Delta V'/\Delta L = 0.1833 V'/L$$

となる。したがって各階層の V'/L 値を代入すれば、各階層について労働の限界生産力が求められる。他の投入要素についても全く同様に求められ、これらを整理したのが第四表である。

まず労働の限界生産力 ($\Delta V'/\Delta L$) をみると、一〜二頭階層では一時間当たり七〇円であるが、階層規模が大きくなるに従って増大し、二〇〜二九頭層で最大の一五五円となり、三〇頭以上層ではやや低下して一三五円となっているが、最低層の七〇円に比べれば約二倍の大きさになっている。次に購入飼料 ($\Delta V'/\Delta F_2$) の限界生産力 ($\Delta V'/\Delta F_2$) をみると、一〜二頭層では二・一二千円/千円すなわち千円の増投は二・一二千円の産出をうみだすことであり、この値は階層規模が大きくなるに応じて低下して行き、三〇頭以上の最大層では一・三八千円/千円となり、最低層の約七割となっている。

最後に飼料作物面積 (T) の限界生産力 ($\Delta V'/\Delta T$) は、一〜

第4表 階層別限界生産力(都府県, 昭42)

頭数規模	H (頭)	$\Delta V'/\Delta L$ (円)	$\Delta V'/\Delta F_2$ (千円/千円)	$\Delta V'/\Delta T$ (千円/10 a)
総平均	3.3	95	1.85	4.27
1~2頭	1.8	70	2.12	4.90
3~4	3.5	92	1.95	5.29
5~6	5.6	113	1.87	6.79
7~9	7.7	129	1.71	7.76
10~14	11.7	136	1.59	10.40
15~19	17.1	132	1.44	15.50
20~29	23.9	155	1.44	16.53
30~	41.3	135	1.38	29.89

二頭層では一〇a 当たり四・九千円であるが、規模が大きくなると次第に増大し、三〇頭以上の最大では二九・九千円の限界生産力を示し、最低層の四・九千円に比べると六倍の大きさである。また一〇頭以上の規模における限界生産力は、一〇〜一四頭層では一〇・四千円、一五〜一九頭層では一五・五千円を示している。いっぽう自給飼料の生産費は対象作物によって異

第5表 階層別限界生産力(都府県, 昭42)

頭数規模	H (頭)	$\Delta V_{ad}/\Delta H$ (千円/頭)	$\Delta V_{ad}/\Delta L$ (円/時)	$\Delta V_{ad}/\Delta T$ (千円/10 a)
総平均	3.3	88.04	67	5.35
1~2頭	1.9	91.73	54	6.62
3~4	3.5	86.29	67	6.84
5~6	5.6	86.89	80	8.52
7~9	7.7	85.49	86	9.22
10~14	11.7	80.52	86	11.65
15~19	17.1	70.39	76	15.84
20~29	23.9	72.20	89	16.85
30~	41.7	73.81	74	29.20

なるが、一〇a 当たり物財費を仮に五千円と考えると、飼料作物耕地一〇a の増加は一〇〜一四頭層では五・四千円、一五〜一九頭層では一〇・五千円、三〇頭以上層では二四・九千円の労働所得をうることを示している。これらの数値は自給飼料畑への転換または造成に対して、一つの情報を提供することになろう。

次に例式から各階層別に投入要素の限界生産力を求

めると、第五表のように整理することができる。この場合には産出高は付加価値ベースである。まず搾乳牛（H）の限界生産力（ $\Delta V_{nd}/\Delta H$ ）をみると、一〜二頭の最低層では一頭の増投に対して九・二万円の産出を示し、これより規模が大きくなると一頭当たりの限界生産力は次第に減少するが、その減少程度は相対的に小さく、三〇頭以上の最大層でも七・四万円程度である。

労働の限界生産力（ $\Delta V_{nd}/\Delta L$ ）は第四表で示した場合に比べると、その水準が相対的に小さいのみならず、階層による格差も少ない。すなわち一〜二頭の最低層では一時間当たり五四円であるが、最大層の三〇頭以上層でも七四円というように、その格差は二割位である。これに対して飼料作物面積の限界生産力（ $\Delta V_{nd}/\Delta T$ ）は、第四表で示した場合と大体同じであり、最低層と最高層との格差が大きい。すなわち一〜二頭の最低層では一〇a当たり六・六千円であるが、これより規模が大きくなるに依じて上昇し、三〇頭以上の最大層では二九・二千円というように四倍以上の格差がある。

北海道の場合

これまでは都府県の場合であったが、ここでは北海道の場合について、同様の計測を行なうことにする。その結果は以下に述べるとおりであるが、一般にパラメータの値は必ずしも良好

とはいえない。これら北海道の場合に石狩地域などの水田地域と、根釧、天北地域のような酪農専業地帯とでは経営技術が異質であって、これらを一緒にした資料からの分析のためであるかも考えられる。いずれにしても今後の分析を必要とするが、一応その点を無視して結果を示すことにする。

一次関形式：

$$V' = 380.79 - 0.5981L + 12.4445F_2 - 22.2273T \dots\dots\dots (20)$$

(0.5818) (4.1487) (8.4945)

$R^2 = 0.9633$

$$V_{nd} = 162.15 + 370.8697H - 0.2923L - 15.7295T \dots\dots\dots (21)$$

(75.2254) (0.2372) (3.6985)

$R^2 = 0.9844$

対数関形式：

$$\log V' = -1.5103 + 1.3119 \log L - 0.1592 \log F_2$$

+ 0.3425 \log T \dots\dots\dots (22)

(0.0999) (0.0483)

$R^2 = 0.9938$

$$\log V_{nd} = 0.6040 + 0.8846 \log H + 0.6367 \log L$$

- 0.2515 \log T \dots\dots\dots (23)

(0.2933) (0.4327)

$R^2 = 0.9888$

三、経済地帯別の特徴

前節においては都府県、北海道について生乳生産の生産関数を計測し、そのパラメータに関する議論を進めてきた。これに対して本節では、全国を都市近郊地帯、平地農村地帯、農山村・山村地帯といういわゆる経済地帯別に区分し、それぞれについて生産関数を計測した。それぞれの地帯では酪農生産を行なう環境条件が異なっているので、それに対応した経営技術が定着し、したがって各投入要素の生産力には異なった特徴を示すと考えられるからである。

計測した関数の型はそれぞれ

$$V_i = f(T, L, F_2), \quad V_{ad} = f(T, L, H)$$

の場合について、一次線形式と対数線形式である。

一次線形式：

農山村・山村地帯

$$V_i = -205.31 + 0.3379L + 1.3858F_2 + 5.6760T \dots\dots\dots(1)$$

$$(0.0391) \quad (0.0547) \quad (0.2800)$$

$$R^2 = 0.9990$$

$$V_{ad} = -172.27 + 52.0951H + 0.2834L + 3.1515T \dots\dots\dots(2)$$

$$(5.6875) \quad (0.0357) \quad (0.2411)$$

$$R^2 = 0.9982$$

平地農村地帯

$$V_i = 449.15 - 0.6330L + 3.1093F_2 + 17.7432T \dots\dots\dots(3)$$

$$(0.2658) \quad (0.4983) \quad (1.4595)$$

$$R^2 = 0.9939$$

$$V_{ad} = 361.77 + 266.1404H - 0.7282L + 6.5079T \dots\dots\dots(4)$$

$$(51.8065) \quad (0.2316) \quad (1.5658)$$

$$R^2 = 0.9893$$

都市近郊地帯

$$V_i = -178.33 + 0.2688L + 1.2537F_2 + 10.9238T \dots\dots\dots(5)$$

$$(0.1772) \quad (0.4367) \quad (1.7237)$$

$$R^2 = 0.9966$$

$$V_{ad} = -271.19 - 42.5499H + 0.5067L + 10.3603T \dots\dots\dots(6)$$

$$(28.4496) \quad (0.0917) \quad (0.9163)$$

$$R^2 = 0.9911$$

まず定数項をみると平地農村地帯の場合にはプラスであるが、農山村・山村地帯および都市近郊地帯の場合には、いずれもマイナスの値を示している。その点からいうと生産規模に関して平地農村地帯の酪農経営は収獲通減であり、農山村・山村地帯都市近郊地帯の酪農経営は、収獲通増であるということができよう。

次に搾乳牛（H）の限界生産力を②、④、⑥式についてみると、平地農村地帯の場合が一頭当り二六・六万円を示して最も

大きく、ついで農山村・山村地帯の五・二万円がこれにつき、都市近郊地帯では、逆にマイナス四・三万円という値を示している。

これらの値の意味は次のように理解することができる。平地農村地帯における限界生産力 ($\Delta V_{\text{乳}}/\Delta H$) が二六・六万円とすることは、他の投入要素はこれを不変にして、搾乳牛を一頭増投すると付加価値二六・六万円を得ることであり、その点から他の投入要素とくに労働の投入が相対的に過剰であることを意味していると解される。すなわち平地農村地帯における酪農経営は、投入要素の組み合わせにおいて搾乳牛の規模が小さく、他の要素とくに労働が過大であるということが出来る。

これに対して都市近郊地帯における限界生産力がマイナス四・三万円ということは、他の生産要素はこれを一定にして、搾乳牛のみを一頭増投すると、付加価値はむしろ減少し、その値が四・三万円ということである。すなわち都市近郊地帯における酪農経営は、投入要素の組み合わせとくに搾乳牛頭数と労働量の組み合わせにおいて、労働の効率がきわめて高くなるように組織されていると解される。農山村・山村地帯における場合は、都市近郊地帯と平地農村地帯との中間であると考えられる。次に労働の限界生産力 ($\Delta V_{\text{乳}}/\Delta L$ または $\Delta V_{\text{乳}}/\Delta L_1$) を(1)~(6)式からみると、農山村・山村地帯、都市近郊地帯ではプラスで

あるに對して、平地農村地帯の場合にはマイナスを示している。この点は既述の搾乳牛の限界生産力 ($\Delta V_{\text{乳}}/\Delta H$) の大きさに對應するものであり、平地農村地帯での酪農経営において、労働の投入量が相対的に過剰であることを物語っている。すなわち付加価値ベースで見ると、平地農村地帯では他の投入要素を一定にして、労働のみを一時増投すると七二三元のマイナスが起るのに対して、農山村・山村地帯では二八三元、都市近郊地帯では五〇七円の付加価値をうみだすことを示している。

購入飼料の限界生産力 ($\Delta V_{\text{乳}}/\Delta F_2$) は(1)、(3)、(5)式からわかるように、一千元の投入に對して農山村・山村地帯では一・四千元、平地農村地帯では三・一千元、都市近郊地帯では一・三千元の産出を得ることを示し、平地農村地帯の場合が他の地帯に比べて格段に大きい特徴を持っている。

最後に飼料作物耕地の限界生産力 ($\Delta V_{\text{乳}}/\Delta T$ または $\Delta V_{\text{乳}}/\Delta T_1$) をみると、(1)~(6)式からわかるように各地帯ともその水準には大小があるがいずれもプラスの値をとり、この要素の増投が産出高に對して貢獻することを示している。付加価値ベースで見ると、飼料作物耕地一〇aの増投に對して、農山村・山村地帯では三・二千元、平地農村地帯では六・五千元、都市近郊地帯では一〇・四千元の付加価値をうむことを示し、土地資源の存在量と反比例した生産力を持っていることがわかる。

対数線形式：

豊山村・山村地帯

$$\log Y' = 0.2274 + 0.3714 \log L + 0.5006 \log F_2 + (0.1118) \quad (0.0444)$$

$$+ 0.2345 \log T \dots\dots\dots (7)$$

$$\bar{R}^2 = 0.9982$$

$$\log Y_{ad} = 0.2323 + 0.4492 \log H + 0.6448 \log L (0.1276) \quad (0.1791)$$

$$+ 0.1263 \log T \dots\dots\dots (8)$$

$$\bar{R}^2 = 0.9956$$

平地農村地帯

$$\log Y' = -0.8632 + 0.9077 \log L + 0.2850 \log F_2 (0.5982) \quad (0.3212)$$

$$+ 0.1250 \log T \dots\dots\dots (9)$$

$$\bar{R}^2 = 0.9756$$

$$\log Y_{ad} = 7.1929 + 2.3244 \log H - 1.8515 \log L (0.4566) \quad (0.6080)$$

$$+ 0.0055 \log T \dots\dots\dots (10)$$

$$\bar{R}^2 = 0.9874$$

0式は定数項および $\log H$, $\log L$ の係数の値が異常であるの

で、Hを含んだ式として次の式を得る。

$$\log Y' = 3.1439 + 0.8283 \log H - 0.7392 \log L (0.4044) \quad (0.4671)$$

$$+ 0.5870 \log F_2 + 0.1218 \log T \dots\dots\dots (10')$$

$$\bar{R}^2 = 0.9972$$

都市近郊地帯

$$\log Y' = -0.0010 + 0.5274 \log L + 0.4199 \log F_2 (0.1299) \quad (0.0748)$$

$$+ 0.1859 \log T \dots\dots\dots (11)$$

$$\bar{R}^2 = 0.9960$$

$$\log Y_{ad} = 0.4357 + 0.3971 \log H + 0.5647 \log L (0.0910) \quad (0.1069)$$

$$+ 0.2129 \log T \dots\dots\dots (12)$$

$$\bar{R}^2 = 0.9967$$

計測されたパラメータは、それぞれ各投入要素の生産弾力性を示しているが、まず搾乳牛頭数(H)の弾力値をみると、豊山村・山村地帯では〇・四四九二、都市近郊地帯では〇・三九七一であるが、平地農村地帯では、0式より〇・八二九三の値となっている。平地農村地帯のそれが最も大きい値を示し、ついで豊山村・山村地帯、都市近郊地帯の順である。ついで購入

飼料 (F_2) の弾性値をみると、(7)、(9)、(11)式から農山村・山村地帯は 0.5006 、平地農村地帯では 0.2950 、都市近郊地帯では 0.4199 というように、平地農村地帯の場合が最も小さい。

次に労働 (L) の弾性値は平地農村地帯の場合に(10)式からマイナス 0.7292 という値を示すほかは、他の地帯ではすべて 0.6104 の値となっている。なお平地農村地帯の場合に(9)式からは、 0.9077 というプラスでかつ大きい値となっているが、この点はなお検討を加えなければならない問題である。最後に飼料作物耕地面積 (T) の弾性値をみると、付加価値ベースでみるかぎり農山村・山村地帯では 0.1263 であるに対して、都市近郊地帯では 0.2191 というように相対的に大きい値を示している。平地農村地帯では(10)式から 0.1218 というように、都市近郊地帯に比べるとかなり小さな値となっている。

以上のように経済地帯別に、生産関数の弾性値について概観してきたが、これら弾性値の合計をとると、農山村・山村地帯、都市近郊地帯ともに 1 以上となり、生産規模に関して収穫逓増であることを示しているのに対して、平地農村地帯では(10)式の弾性値の和が 1 以下となり、生産規模に関して収穫逓減であることになる。これらの点については、既述の一次線形式の計

測結果 (1) (6) 式の定数項のプラスあるいはマイナス) と、よく対応するといえる。

四、要 約

(1) 生乳生産における生産関数を計測し、投入要素の限界生産力、生産の弾力性を求めることによって、酪農経営の技術的側面の解明、とくに経済地帯別の経営技術の特徴を明らかにすることを目的とした。

(2) 『畜産物生産費調査報告』(昭和四二年)の牛乳生産費調査の資料によって計測するので、投入要素の種類、産出高の種類(物量単位か、粗生産か、付加価値額)には制限があり、実際に計測したもので、統計的、経営的の立場から意味のあるものは、次の三種類である。

$$P = f(L, F_2, C, T)$$

$$V = f(L, F_2, T)$$

$$V_{ad} = f(H, L, T)$$

ただし上の三式のそれぞれについて、一次線形と対数線形の関数形に対してである。

(3) 都府県平均(昭和四二年)についてみると、一時間当たりの限界労働生産力は生乳 2.1 kg であり、飼料作物面積 1.0 a 当たりの限界生産力は生乳 41.3 kg である。また付加価値 β

ースでは、搾乳牛一頭当たりの限界生産力は六〇千円であり、労働一時間当たりの限界生産力は一三四円であり、飼料作物面積一〇a当たりの限界生産力は一六千円となる。

(4) 次に投入要素の生産弾力性をみると、付加価値ベースでみるかぎり、搾乳牛頭数の弾力性は〇・六七、労働の弾力性は〇・二一、飼料作物面積の弾力性は〇・一八となる。

(5) これらの弾力性の値から頭数規模による階層別の限界生産力を求めると、まず搾乳牛の限界生産力は一〜二頭の最低層で九二千円、三〇頭以上の最大層で七四千円というように、階層による格差は比較的小さいが、一般に小階層のほうが大きい。

(6) これに対して労働および飼料作物面積の限界生産力は、階層規模が大きくなるに応じて大きくなっているが、その格差の程度は労働の場合には小さく、飼料作物面積の場合には大きい。すなわち最低、最高層で労働の場合には一時間当たり五四千円と七四千円であり、飼料作物面積の場合には一〇a当たり六・六千円と二九・二千円の格差を示している。

(7) 農山村・山村、平地農村、都市近郊の各経済地帯別に、投入要素の限界生産力を付加価値ベースで見ると、搾乳牛の限界生産力は上に述べた地帯の順に、それぞれ一頭当たり五・二万円、二六・六万円、マイナス四・三万円となる。すなわち農山村・山村および平地農村地帯では、労働量を不変にして搾乳

牛のみを一頭増投すると、産出量の増加がとくに平地農村地帯では著しく見られる。これに対して都市近郊地帯では、搾乳牛のみの増投はかえってマイナスの付加価値をうむことになる。

労働との組み合わせからいうと、農山村・山村とくに平地農村地帯では乳牛頭数の水準が過小であるといえる。

(8) したがって労働の限界生産力は一時間当たり、平地農村地帯ではマイナス七二八円であるに対して、農山村・山村地帯では二八三円、都市近郊地帯では五〇七円という値を示している。

(9) 飼料作物面積の限界生産力をみると、一〇a当たり農山村・山村地帯では三・二千円、平地農村地帯では六・五千円、都市近郊地帯では一〇・四千円の付加価値を示しており、一般的にみて土地資源の存在量と反比例した生産力を持っていることがわかる。