



Title	酪農の生産函数計測と生産函数の土地取扱について
Author(s)	黒柳, 俊雄; KUROYANAGI, Toshio
Citation	北海道大学農経論叢, 17, 137-120
Issue Date	1961-03
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/10799">https://hdl.handle.net/2115/10799</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	17_p137-120.pdf



# 酪農の生産函数計測と 生産函数の土地取扱について

北大農経教室 黒 柳 俊 雄

## 目 次

はじめに

### 〔Ⅰ〕 イギリス Bristol 地区における「酪農の生産函数とその適用」

- (i) 酪農経営における投入・産出の関係
- (ii) 生産函数計測手続
- (iii) 生産函数計測結果
- (iv) 函数の検証
- (v) 結論として

### 〔Ⅱ〕 我国における酪農生産函数の計測

——小数頭飼育の場合——

### 〔Ⅲ〕 生産函数計測手続に関する覚書

- (i) 独立変数としての土地取扱について
- (ii) 独立変数の Aggregation について

はじめに

生産函数を使用した分析は、決して古くから行われているわけではないが、最近までに内外を通じて数多くの分析結果が発表されている。<sup>(1)</sup>日本の場合、農業分析に適用された生産函数は、概ね水稲に関するもので、水稲を除くと、土屋氏の生産費調査を利用した大麦、小麦、甘藷、茶、みかん、<sup>(2)</sup>それに沢田・北園氏の農家経済調査による機械化の経済効果に関するもの等で、決して多いとはいえない。そして、酪農経営における生産函数の分析は、ほとんどないといつてよい程、極めて乏しい現状にある。たしかにそれに

は、それなりの理由があるであろう。たとえば、府県では乳牛の一万頭飼育頭数も少く、水田と兼営であつたりして、酪農経営というにはあまりにかけはなれている場合もある。そうすると、生産函数を作製するに当つてその前提条件がみたされないのではないかという困難さがある。また計算に適当な資料を得られない場合もある。

外国の場合には、まだ十分調べてないのでよくわからないが G. Tintner, E.O.Heady. によるアイオワの各研究, L.Hjelmによるスエーデンでの研究等がある。しかし日本に紹介されているものはそう多くないであろう。

そこで、この稿では、イギリスにおける酪農生産函数の研究として、S. R. Wragg, T. E. Godsell 共著の The Farm Economist誌に掲載された論文“Production Functions for Dairy Farming and their Application”<sup>(4)</sup>をまず紹介する。つぎに府県にも若干共通性があると思わる少数頭飼育の酪農につき、現在計測中の生産函数を紹介する。最後に、Wragg の論文にもみられる生産函数計測上の問題点として、独立変数における土地の取扱及び生産要素の集合 aggregation の二点をとりあげ、前者は R. Hawtrey の The Economic Journal 誌に掲載された“Production Functions and Land-A New Approach”を要約し紹介することにする。後者の aggregation の問題に就ては私の行っている研究の一部を示そう。

## [ 1 ] イギリス Bristol 地区における「酪農の生産函数とその適用」

まず Wragg, Godsell の論文を紹介しよう。

この論文の分析意図は、農業経営指導事業のために作られた判断基準を検証するのに回帰分析がどの程度の可能性をもつものであるか考察することにおかれている。この意図を達成するためある地域で資料を集め、それにダグラス型の生産函数をあてはめ、その生産函数がどの程度類似した他の経営にも有効なものであるか、実際に類似した他の経営での投入要素の数をこの函数に導入し、その函数から得られる産出量と、実際そのまゝの産出量との差を検討するという分析が行われているのである。

従つてこの論文の紹介を行う意義というのはつぎの二つである。まず一つは、日本の牛乳生産農家が極めて多様性を持ち、規模その他色々条件が異なるにしても、イギリスの酪農経営もまたその特色として「経営方式がきわめて多様性をもっている」<sup>(5)</sup>という意味において、この生産函数分析の内容は参考になると考えたことである。いま一つは、

生産函数を作製した場合、その函数が、同じような条件のもとで、どの程度妥当性をもっているものであるか検証してみることが重要であるが、この論文はその一実験的な意義をもつものだからである。

以下、この論文を、(1)酪農経営における投入・産出の関係 (2)生産函数計測手続 (3)計測結果 (4)函数の有効性の検証 (5)むすびと仮に五つにわけて紹介する。

#### (i) 酪農経営における投入産出の関係

英国酪農経営の利潤に影響するものには、牛乳生産量、給飼方法、草地管理、機械化等をのぞいてほかには搾乳牛の頭数程度しか考えられない。十分であり、しかも農家自身にも受け入れられる方法での酪農改善の経営指導というものは、現在のところ直接費を削減できるほかの方法が、かんたんにみつからないので、現行の頭数を増加するか、若いのかえてゆくかして、とに角、乳牛の頭数規模を大きくしてゆくことをぬきにしては考えられない。しかし、その指導を受け入れる農家の方とはいうと、あらたに労働とか生産手段を増加したり、ほかのもので代用することによつて同じ量の仕事あるいはそれ以下のことしかできない位なら、自分達の現在所有するものを使つて、より多くの仕事をするの方を受け入れがちである。このように酪農経営の利潤に影響するファクター及び農家の行動にふれたあと、経営費用の合理化についてつぎのようにのべている。

酪農経営において購入飼料は最大の費用で、現在のところ直接費を削減する最も一般的な方法は、濃厚飼料の代りに粗飼料を用いることである。しかしそれには日常の管理や実際の技術がそれに伴わねばならず、また土地が制限されているため、産出量単当りの費用が低下していても、総純収益が減少するような農家がたくさんあることも考慮しなければならない。結局、購入飼料、種子、肥料を適当量増加させながら、乳牛の頭数を増加することは、それまで以上に確実に予想出来る産出量と技術的危険を低下させることとそのうちどちらかをとることのできる解決策なのである。だから現在の家畜の効率を高めるには、乳牛を多くするにこしたことはないという。

#### (ii) 生産函数計測手続

まず使用したサンプルは、Bristol I と II 地区における1953収穫年度の酪農経営調査報告で、対象農家は50～200エーカー (20～80町歩) の低地帯だけなので、自然の肥沃度、土壌形態はごく限られた範囲にすぎない。しかし、牛乳及びそのほか牛からかの収

入が全粗収入の75%以下の全農家を除去し、なまの農場の数字の代わりに、100エーカー当りの産出量及び費用額を使用している。こうすることにより土地が独立変数から除かれ、変数の数を一つへらすことができたのである。一方、農家のうちでも、酪農経営といえないような生産形態の多様なものは除いている。以上から下層農として、乳牛1頭当り平均乳量が552~702ガロン(13.8石~17.6石)の農家24戸、上層農として744~894ガロン(18.6石~22.4石)<sup>(7)</sup>の農家20戸を生産函数に組む対象に選んでいる。

計測手続の最後のものとして函数型と変数につき、つぎのようにのべられている。

まず函数型は、 $Y = K_0 X_1^a X_2^b X_3^c$  という、Cobb-Douglas 型生産函数を使用する。その理由は、④限界生産力逡減の現象を反映させられる、⑤全体の対象農家について、一定の弾性値を回帰係数から直接ひきだせる。⑥この型を使うと、サンプルへのあてはめがかなり容易であるということにもとづいている。しかし、独立変数及び従属変数の Aggregation に関しては問題がある。それは Aggregation の仕方により、弾性値の推計にかなりのバイヤスをもつということである。この Aggregation の意義は分割すれば極めて多くなる変数の数をへらすことにあるけれども、それには相関分析によるバイヤスの検定が必要で、多くの時間と費用を必要とする。

この Aggregation の問題については、のちほど〔Ⅲ〕のところで、若干、実際計測したものにつきふれることにする。

つぎに Wragg 氏は変数と土地との関係についてのべている。土地は独立変数から除外するというのである。その理由は、短期において、土地は各農家の固定した投入 Fixed Input であるから、土地の限界生産力は、農家の直接的な判断におそらく影響しないであろうということにもとづいている。

この土地の問題については、やはり〔Ⅲ〕で、Hawtrey の論文により、生産函数の独立変数に土地を加えない議論を紹介する。

このようにして、採用した独立変数の内容は、 $X_1$  が100エーカー(約40町歩)当りに換算した平均乳牛頭数、 $X_2$  は100エーカー当り換算平均牛頭数として評価された他の家畜頭数、最後に、 $X_3$  は100エーカー当りポンドであらわした他の費用である。この際  $X_2$  から小家畜は除かれ、総産出量からもこの小家畜部分は除いてある。 $X_3$  は飼料費が乳牛頭数と大きな相関をもつということで除かれ結局  $X_3 =$  労働費(家族労働費加算) + 農機具費(燃料費、修繕費、減価償却費) + 作物費 + 雑費である。 $y$  は純産出量である。

### (iii) 生産函数計測結果

最小自乗法で回帰方程式をあてはめると、

$$(A) \text{ 下層農: } Y = 7.43X_1^{0.554} X_2^{0.001} X_3^{0.535}$$

$$(B) \text{ 上層農; } Y = 327.0X_1^{0.544} X_2^{0.051} X_3^{0.054}$$

となり、(A)の投入、産出間の重相関係数Rは0.827、(B)のRは0.851の高さで、これらはいずれも1%の水準で有意である。また独立変数としてとつた投入の変化により産出量の変化の何%を説明できるかR<sup>2</sup>値で示すと、(A)は0.637、(B)は0.673となる。弾性値の有意性水準は (a)のX<sub>1</sub>とX<sub>3</sub>の弾性値がそれぞれ1%(b)のX<sub>1</sub>の弾性値が5%である。またこれらから弾性値の和を求めると、下層は1.090 即ち収穫一定か逡増を示し、上層は0.649と収穫逡減の事情を示している。

つぎに限界生産力と投入の関係について、乳牛1頭の増加により、1年に純産出量が下層で55.73ポンド、上層で68.19ポンド増加することを示している。乳牛の場合、求めた限界生産力は、その計算の対象期間が12ヶ月にわたるが、牛の耐用年数は勿論ずつとそれより長い。そこで年々の費用評価分を計算すると、下層農の場合、1頭当15ポンド、上層農の場合で20ポンドとなる。これを先程の限界生産力と比較すると、限界生産力の方が高いようである。X<sub>2</sub>の投入と限界生産力の関係はよく説明のつかない部分がある(投入1単位当り限界生産力は下層0.17ポンド、上層13.12ポンド)。X<sub>3</sub>の場合、限界生産力がどの場合も費用以下(下層0.71ポンド、上層0.08ポンド)であつた。この理由は、労働とか機械のような投入が不連続な性格をもっているためではないかということである。

### (iv) 函数の検証

(iii)で示された2つの函数は、最良のあてはまりを示していると断言はできない。しかし大抵の効率基準というものが平均の關係に基礎をおいている反面、ここで用いた型の回帰係数は近似値であるとはいひながら、凡ての重要な限界条件のうちの一つの推計を可能にするものである。

これらの方程式の有効性を判断するに当り、特別の条件に合致するような類似したほかの農家のグループにあてはめて検証してみることにしたのである。その場合、英国南部の酪農組織は、その国の他の地域特にCheshireとThames Valleyなどの酪農と非常

に類似しているという仮定のもとに、上・下層20戸ずつ北西部と南部の州のサンプルから選び、前の2つの方程式の中に実際の投入の値をそれぞれ入れ、方程式から得られるYの値とを比較し、その差を検討したのである。この比較は、100 エーカー当りと農家一戸当りの双方から行われ、結果は下の表ようになる。

Cheshire と Thames Valley の酪農家の実際値  
と方程式に入れた場合の値で比較した純産出量

純産出量の実際値と推計値比較	下 層 農 家		上 層 農 家	
	一戸当	100 エーカー当	一戸当	100 エーカー当
差 額 の 比 率				
± 0 — 4%	3	2	2	5
± 5 — 9%	2	4	5	3
± 10 — 14%	4	3	5	2
± 15 — 19%	6	4	2	6
± 20%~	5	7	6	4
総 数	20	20	20	20

この差を検討したところ やはり方程式を使って計算からだされた純産出量と現実の純産出量の間には差がみられ、検定した結果は中位の成功しか得られなかつた。この理由はつぎのように説明できるかもしれない。というのは、最初にひき出された函数は母集団の値を十分によく反映した推計値をもたらしなかつたのかもしれないということである。要求された条件が不適当に方式化されていたのかもしれない。いいかえると両地区農家の間のある説明のできない差異というものが その結果に影響していたのかもしれないし、また何らかの客観的測定が不足しているために 除かれるべきであつたような経営の問題もある。例えば 地域がちがってくると企業者能力も違うのではないかというようなことである。

#### (v) 結 論 と し て

この研究は酪農生産について、異つた投入量を与えた場合、その効果を先験的に予想できるのではないかということに役立つであろう。しかし結果的には、引きだされた函数を適用する限り、全くこの研究が成功したとはいえない。いいかえると、この研究は、研究手続に若干の貢献をするものかもしれないが、さらに完全なものにするには、多くの時間をかけなければならない。特に重要なのは、標本抽出の問題と変数集合

Aggregation の問題である。

これらと同じような研究で、さらに、一步すめた研究が Bristol で行われている。そこでは、酪農の投入・産出関係の分析をすすめることとは別に、その地方の酪農以外の農業経営方式に、諸生産函数をあてはめてみる事が望まれる。特に、その際「農業経営調査報告」以外の資料を使用することが可能かもしれない。そのことにより母集団の条件は改善され、よい推計値を得られるようになる。

以上は、イギリスの Bristol 地域で行われた酪農経営生産函数分析の1例を紹介したものである。そこでは上・下層共、乳牛の頭数が純産出量に最も大きな影響を及ぼすファクターであることを 弾性値の値においても、また限界生産力と費用との関係においても示している。これに対してわが国の場合はどうであろうか。もちろん 日本とイギリスの酪農経営のメカニズムが明らかにされなければ 比較することは意味がない。しかし、筆者は上記の論文を読んで2つのことに関心をもった。1つは、比較的日本の平均に近い酪農経営について 実際に生産函数を作製してみたいということ、2つには 生産函数作製手続における土地の取扱と変数の Aggregation についてである。以下の2点をのべてみよう。

## 〔Ⅱ〕 わが国における酪農生産函数の計測

### ——少数頭飼育の場合——

日本農家の牛乳生産は、搾乳牛頭数が一戸当り2頭前後と およそ酪農経営というにはほど遠い。しかしそれが実態なのであり、そこでの投入・産出関係に関する限界分析も意義がある。いかえるならいうまでもなく、米生産の需給関係がほぼバランスを示す現在、国民食糧生産は畜産物への比重を高めて行かねばならないが この場合、酪農経営といい得る農家の投入産出関係と共に、現実に支配的な牛乳生産農家のそれとを分析することは経営のみならず、政策的にも意義があると思うのである。

そこで、北海道でも水田の比重が大きく道内では府県的経営に近い農林省札幌統計調査事務所管内の牛乳生産費調査個表をもとに、生産函数を計測しつつあるが、そのうちの一つを紹介しよう。

まず 筆者が意図している生産函数計測の目的は、上記のように、日本農業の将来すすむべき方向として、需要の側面から酪農経営の比重を高めることが要請されるのに対し、現状の供給的側面においての酪農といい得る大規模経営と少数頭飼育の経営の限界

生産力を比較すること、②稲作経営と酪農経営の限界生産力を比較することにおいてるのである。

つぎに計測手続についてのべることにする。目下計測中のものは、稲作経営の結果と比較することに関係している。というのは、いずれも農林省札幌統計調査事務所管内の生産費調査を使用する関係上、同管内で、規模の大きな酪農経営が調査対象になつていないため、①の比較は事実上、困難なことにもとづく。従つて①の目的を達成するため、十勝酪農の規模の大きなものと比較することを検討中である。

ところで、いまここに紹介する生産函数は 前記の生産費調査昭和32年度分を用いたのである。サンプルは 調査戸数21戸より 搾乳牛頭数 牧草 飼料畑、乳量等を考慮して2戸を除外し、19戸を選んだ。尚、この札幌事務所管内の調査対象平均の経営概況は、Ⅱ-1表のようになる。

Ⅱ-1表 経営概況

	家族 農業 従事者	経 営 用 農 地							牛 乳 販 売 割 合	乳 牛 収 入 割 合	搾 乳 牛 頭 数	3.2% 換 算 搾 乳 量	
		水 田	牧 畑	飼 料 畑	普 通 畑	耕 地 計	採 草 地	放 牧 地					放 牧 山 林
全道平均	4.0	64 <sup>セ</sup>	124	136	312	636	125	163	320	98.4	40.5	2.5	4753 <sup>Kg</sup>
札 幌	3.7	162	72	167	201	602	7	72	-	98.7	38.4	2.4	5208

註 昭和32年度牛乳生産費調査概要より

函数型は、 $X_1 = K_0 X_2^{K_2} X_3^{K_3} X_4^{K_4} X_5^{K_5}$  の Cobb-Douglas 型とした。 $X_1$  は、3.2% 換算乳量 ( $K_g$ ) であり、 $X_2$  は、牛乳運搬を除く飼育労働時間、 $X_3$  は牧草畑プラス飼料畑面積、 $X_4$  は、乳牛頭数、 $X_5$  が飼料費である。この変数のとり方は、一応、土地、労働、資本の3つの側面から投入をそれぞれ代表させるものを選んだわけである。しかし、後ほどのべるように適当な選び方でなかつた点がある。

とに角、計測した結果を示すとつぎのようになる。

(i) サンプルの平均値及 Variance

$\overline{\log X_1}$	$\overline{\log X_2}$	$\overline{\log X_3}$	$\overline{\log X_4}$	$\overline{\log X_5}$
4.0127	3.0509	2.3595	0.3413	5.2300

$S_{11}=1.5557$	$S_{12}=1.0849$	$S_{13}=0.8565$	$S_{14}=1.1546$	$S_{15}=1.3886$
	$S_{22}=0.9662$	$S_{23}=0.5754$	$S_{24}=0.8278$	$S_{25}=0.8715$
		$S_{33}=1.2538$	$S_{34}=0.4986$	$S_{35}=0.6900$
			$S_{44}=1.0205$	$S_{45}=1.0751$
				$S_{55}=1.4254$

(ii) 得られた生産函数は

$$X_1=0.44214 X_2^{0.427} X_3^{0.133} X_4^{0.178} X_5^{0.514}$$

となり、投入・産出間の重相関係数Rは、0.9810と高く、 $R^2$ は、0.9624の高さ、即ちこれら採用した投入の変化により産出の96%まで説明できることを示している。また弾性値の有意水準は、 $K_2$ が1%以下、 $K_3$ が5%と10%の間、 $K_4$ は30~40%、 $K_5$ が0.1%以下となつている。従つて、 $X_3$ と $X_4$ の場合、有意性に問題がある(Ⅱ-2表参照)。つぎに、これから弾性値の和を求めてみると、1.2528となり、収穫逡増の状態を示し、大経営が有利なことになる。

つぎに限界生産力について示すとⅡ-3表のようになる。

Ⅱ-2表 弾性値の有意水準

$K_0$	0.001	$> \Pr \{  t_1  > 25.599 \}$	$> 0$
$K_2$	0.01	$> \Pr \{  t_1  > 3.387 \}$	$> 0.001$
$K_3$	0.1	$> \Pr \{  t_1  > 1.866 \}$	$> 0.05$
$K_4$	0.4	$> \Pr \{  t_1  > 1.012 \}$	$> 0.3$
$K_5$	0.001	$> \Pr \{  t_1  > 4.079 \}$	$> 0$

Ⅱ-3表 限界生産力

	$\frac{\partial X_1}{\partial X_2}$	$\frac{\partial X_1}{\partial X_3}$	$\frac{\partial X_1}{\partial X_4}$	$\frac{\partial X_1}{\partial X_5}$
物的把握 ( $K_2$ )	時間当 3.911	1畝当 5.985	1頭当 835.16	100円当 4
価値額 (円)	96.05	146.87	20511.53	98

まずパラメーターの大きさを検討すると、飼料費の0.514と労働の0.427が大きく、従つてこのサンプルにおける牛乳生産は、これら2つの要素の機能的分配分が大きかつたことになる。しかし、乳牛のパラメーターは極めて小さい。さきの S.R.Wragg 氏の生

産函数のパラメーターに比較すれば当然小さいことになるし、稲作経営での土地に相当する乳牛は、前者のパラメーターの経験的大きさからいつでも小さいと考えられる。しかし、この数字をそのまま受け取れない理由が少なくとも二つある。一つは、このパラメーターの有意性を検定した場合、かなり問題があるということである。二つには、このサンプルの搾乳牛頭数が年平均2.4頭で、だいたい1～3頭の間に分布するにすぎない、いわば、乳価が平均生産費を償わないサンプルであることを見逃さないであろう。また飼料費の中には、購入飼料も価値換算されているので、むしろ牛乳生産の場合、飼料畑は、稲作経営の土地と同じように考えるよりは、その土地から生産される自給飼料こそが重要であるという見地に立ち、 $X_3$ をそのままにするなら $X_5$ から自給飼料を除くなり、 $X_3$ を自給飼料、 $X_5$ を購入飼料として算出してみる必要を感ずる<sup>(8)</sup>。労働のパラメーターは、Tintnerの場合の0.469<sup>(9)</sup>、それから北海道における上層の稲作経営にあてはめた生産函数の労働のパラメーターにかなり類似するようである。というのは、同じく昭和32年度、札幌統計調査事務所管内の稲作経営について計測をすすめてつがあるが、その結果を示すとつぎのようになるからである。

即ち、米生産費調査から上層20戸を選んで計測したダグラス型生産函数は、

$$X_1 = 0.868 X_2^{0.460} X_3^{0.440} X_4^{0.004} X_5^{0.017}$$

であり、この $X_3$ のパラメーター0.440が労働に関するものだからである。ただし $X_1$ は米の生産石数、 $X_2$ は作付面積(反)、 $X_3$ は労働時間、 $X_4$ は肥料(円)、 $X_5$ が大農具(円)である。念のため、 $R$ は0.928、 $R^2$ が従つて0.860、弾性値の $t$ 検定を示しておく、 $K_0$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 共0.1%以下、 $K_4$ が80～90%、 $K_5$ が70～80%となつている。

さらに $X_5$ を大農具プラス建物とした場合にも労働のパラメーターは、0.463ではぼ酪農の場合の大きさになる。

尚、高山氏が昭和31年に、札幌近郊の水田地帯実態調査から計測された上層農家の生産函数、 $X_1 = 2.117 X_2^{0.617} X_3^{0.365} X_4^{-0.176} X_5^{0.199}$ 〔但し $X_1$ は米生産額、 $X_2$ は作付面積(反)、 $X_3$ は労働時間、 $X_4$ 肥料、農薬、 $X_5$ 固定資本(円)]<sup>(10)</sup>の値にも比較的近似する。しかしこれらはいずれも上層の場合なので、下層の場合には、目下計測中であり、もつと異つた結果がでてこよう。

このようにみえてくると、労働の機能的配分はこの程度の酪農と稲作上層の経営とで大差ないのかもしれない。これはあくまでも推論であり、その理由を追求するような段階まできてはいない。従つて、まずこの酪農経営の生産函数をさらに33年、34年とあと2ヶ年計測するとか、さらに十勝酪農の場合を計測することも重要だろう。

さて、パラメーターの和については、酪農の場合、1.25とさきのイギリス酪農の下層の場合とはほぼ同様収益通増傾向を示すのは興味ある事実である。それは筆者の計測したサンプルもこの下層に相当するものだからである。一方、稲作経営の場合は、筆者のさきに示した函数から和は0.92~0.95また高山氏の函数から1.01と大体収益一定乃至通減傾向にある。従つて、政策的にも、酪農経営をすすめる意義が暗示される。

つぎに限界生産力について考えてみる。労働の限界価値生産力は、1時間96円で、さきの稲作経営の生産函数から計測した労働の限界生産力の大きさ80円~83円を上廻るのである。また高山氏のさきの生産函数での稲作にみる労働の限界生産力も55円であるから、やはり酪農経営の労働限界生産力の方が、十分酪農経営といえないこの程度の規模ですら高いといえるのかもしれない。もしそうであるとすれば、他の事情にして等しい限り、稲作経営から労働が酪農経営へと移動するべき経済的意義が見出されることになる。もちろん、しばしばくり返すように、これはまだ裏付けに乏しく、全くの推論にすぎない。ただ農業内部の部門別過剰就業の状態を述べているにすぎないのであるが、この限界生産力の大きさが非農業の賃金水準のどの程度に位置づけられるか、農業内部での労働移動による雇用の改善等興味ある問題の分析に発展できよう。<sup>(11)</sup>

つぎに各要素費用と比較してみる。まず労働は、一時間当り賃金が42円であるから、労働の限界生産力は2倍以上ということになる。また飼料畑にしても限界生産力は法定小作料の2倍以上、農業会議調査、平坦部の圃小作料（普通）より高いことになる。<sup>(12)</sup>乳牛の償却費は17.707円となり、限界生産力の方が高い結果を示すのである。しかしながら、飼料の限界生産力は、100円の投入に対し98円と費用以下しか実現されない。従つて飼料の限界生産力は低くても、これが乳牛の限界生産力を高く維持する機能をもつものとして飼料費、パラメーターの大なることは説明されるのではなからうか。

### 〔Ⅲ〕 生産函数計測手続に関する覚書

つぎに、生産函数計測上その変数の取扱について、特に土地の問題と Aggregation の問題にふれてみよう。

- (i) 土地の取扱について、R. Hawtrey による Production Functions and Land—A New Approach の紹介

生産函数の中に土地を入れるか入れないか、この点の議論はなかなか活発である。こ

こに紹介する論文は、土地を入れないという考えに立つものであるが、比較的あたらしい論文であり、その考え方は興味あるものと思われるので、とりあげた。尚全文の紹介は紙巾の関係上困難なので、その要旨をのべるにとどめる。

まず、土地は他の生産要素と比較した場合、同一の経済的意義をもつものでなく、生産函数の中に変数として入れられない根拠がのべられる。

産出量  $P$  に使用される労働、資本、土地の数量を  $a$ 、 $b$ 、 $c$  とし、それらの価格を  $p$ 、 $q$ 、 $r$  とすれば、生産費は  $pa+qb+rc$  であらわされる。

もし、 $P$  が  $a$ 、 $b$ 、 $c$  の連続函数なら、最大化の条件は  $\frac{\partial P}{\partial a} - p = 0$ 、 $\frac{\partial P}{\partial b} - q = 0$ 、 $\frac{\partial P}{\partial c} - r = 0$ 、である。計量経済学者は、この結果をそのまま無批判に受けとりがちで、特に土地に関連する条件を労働や資本に関係する条件と同じデメンションで解釈できると仮定しがちである。

土地というのは、それを購入したり、賃借入する生産者にとつて、その地代価値 *Rental Value* が彼の費用の一部であるが、土地自体には費用はない。従つて地主は費用の節約に相当する地代を強要するが、地主自身に費用は発生しないのである。

静態下で、地主により課せられる地代は、地代価値に等しくなるものと考えられる。そこでは、生産函数  $P=pa+qb+pc$  は誤解を招く、何故なら労働と資本の価格  $p$ 、 $q$  は労働と資本のそれぞれ限界生産力に等しいが、土地の価格  $r$  は限界生産力にならない。土地の価格は、限界生産力に等しくなるものでなく、土地の総費用節約効果 *total cost saving efficacy* なのである。従つて限界地の地価は零となる。

ある生産要素の数量は、たとえば資本のように静態のもとでは、生産費に相当するところの市場価格という共通の尺度で計測される。しかし土地には、この共通の尺度がない。土地には価格があるといわれるかもしれないが、土地は、面積についていくらで、価値づけられる。面積は、生産費として他の共通の尺度と同じ範疇の経済的意義をもたない。即ち、面積は現実にしる、仮定的なものにせよ、市場価格をもち得ない。土地とか鉱物性沈澱物等、土地自身の要素からひきだされた第一次生産物の源泉として用いられるようなところでは、面積は要素量の指標としてある程度考えられもしようが、非常にあいまいであるし、労働の難易とか立地とかを考慮せずに、単なる数量で価値づけられはしない。しかし土地はそれぞれの特性をもち、相互の交換可能性がない。静態のもとでは、地価は、その土地の地代価値であり、また総費用節約効果である。

たとい、土地を数量的に計測できる単位を見出したとしても、労働や資本と同列には考えられない。何故なら、生産者は労働や資本の場合、価格と限界生産力を等しくする

ようにもつて行けるが、土地の場合に生産者は、そうした計算をしないのである。その理由は、追加的に土地を手に入れようとする、その生産者は地代を支払わねばならず、その地代の大きさは、その土地の差益をゼロにする大きさだからである。所与の労働と資本で土地を追加していく場合に、土地の増加分の価格は無関係で、その価格が高かろうと低かろうと、生産者には問題でない。生産者は、地主にその土地の費用節約効果の額を支払うのであり、土地の特性からはなれて、その土地に対し、限界地に支払わなければならないもの、即ちゼロを支払うのである。資本の追加投下の効果を測定するには、費用節約効果の順位にならべ、限界投下分は費用に等しい額を節約する。しかし土地の追加的投下にはこのような傾向がない。即ち地価は純粹に偶然 Fortuitous であつて、投下の前後になんらの関係がない。凡ての投下分についての純費用節約効果は、地代支払によりゼロになる。

このようにして、前の費用を示す公式、 $pa+qb+rc$ において、 $rc$ は除かれることになり、 $pa+qb$ をこえる産出の余剰分は総地代 $R$ である。これは地主に支払われ、土地の数量 $c$ とか価格 $r$ の中では十分な分析ができないから、微分係数ないし限界生産力を地代総額からは得られない。従つて産出量の眞の費用は $pa+qb$ であり、 $R$ は土地の効果を通じて節約される費用の大きさを示している。

このように修正した時、前の生産函数をどのように考えるかという、 $b$ 量まで使用された資本の全労働節約効果を $f$ と仮定すれば、労働を $a$ 量まで、労働単位で示した資本を $b$ 量まで使用した労働の節約効果は、 $a+f$ である。もし生産者の目的が費用を最少にすることにありとすれば、節約効果総額は一定で、この産出量に相当する $e$ となるはずである。即ち、 $a=e-f$ であるから、費用は $P(e-f)+qb$ となる。もし $f$ が $b$ の連続函数であれば、費用が最少になる条件というのは、 $p\frac{df}{db}=q$ であり、資本の限界効率 $\frac{df}{db}=\frac{q}{p}$ にならねばならない。この計算は一人の生産者だけでなく、全産業にまた全生産にもあてはまる。なぜならある要素を他のものに關連づけるものであり、使用される最終生産物には依存はないので、異質の生産物を統合する困難さが起らない。

さらに、労働のほか、3つの生産要素 $b_1, b_2, b_3$ があるものとし、それぞれの価格を $q_1, q_2, q_3$ 、それらの総費用節約効果を $f_1, f_2, f_3$ とすれば、ある生産要素の費用節約効果は、その要素のみの函数になり、ほかの要素を除いたものである。しかし一つの要素により節約させる費用は、労働の費用に限定されず、他の要素の費用を含むものとなる。この場合、

$$\text{総費用節約効果} = a_1 + f_1 + f_2 + f_3 = e$$

$$\text{費用} = pa + q_1 b_1 + q_1 b_2 + q_3 b_3$$

$$= pe - (pf_1 - qb_1) - (pf_2 - q_2 b_2) - (pf_3 - q_3 b_3)$$

費用最小の条件は、

$$p \frac{df_1}{db_1} - q_1 + \left( p \frac{df_2}{db_2} - q_2 \right) \frac{db_2}{db_1} + \left( p \frac{df_3}{db_3} - q_3 \right) \frac{db_3}{db_1} = 0$$

$$\left( p \frac{df_1}{db_1} - q_1 \right) \frac{db_1}{db_2} + q \frac{df_2}{db_2} - q_2 + \left( p \frac{df_3}{db_3} - q_3 \right) \frac{db_3}{db_2} = 0$$

$$\left( p \frac{df_1}{db_1} - q_1 \right) \frac{db_1}{db_3} + \left( p \frac{df_2}{db_2} - q_2 \right) \frac{db_2}{db_3} + p \frac{df_3}{db_3} - q_3 = 0$$

これらは

$$p \frac{df_1}{db_1} = q_1, \quad p \frac{df_2}{db_2} = q_2, \quad p \frac{df_3}{db_3} = q_3$$

により満足される。

即ちある一要素の限界効率をその価格に等しくするというこれらの式は、諸要素の多元的な場合にもあてはまるのである。しかし、この式は、お互いに代替の可能な生産要素に対してのみあてはまるのである。

最後に、土地の取扱を土地評価と地代の側面からつぎのようにのべている。

一片の土地の地代価値は、総費用節約効果であつて、他の要素の費用により計算されるものであるが、限界的な数量を意味していない。一片の土地からひきだされる地代は、静態を仮設すれば、何らかの要素を使用する時、その土地から実現され得る最高の費用節約効果である。

ある産業が、地代の得られる土地を使用する時に、地代率はほかの産業の方が少ない場合、この土地をそれら地代率の低い産業に与えないことにより、これらの産業の費用を増加させる。

2つの産業で、同じ地代価値をもつ一片の土地がある場合、その土地は、特殊な意味において限界地と呼んでよいかもしいない。ただし、その地代価値は真の限界値より高いかまたは低いかもしれない。

土地は、経済的意味のあるいかなる数量単位によつても計測できないものである。それなら、どうして地価が高いとか低いとかいえるのであろうか。地代価値は、土地の費用節約効果が、その土地から得られる産出量価値の大きい割合を占める時に高いというのである。地代価値が、その土地の自然的属性だけできまるといふのは誤である。それは、附近の土地の人為的開発の程度及び特性に大きく依存するが、特に人口分布、市場や原料への接近をもたらす運輸、通信に大きく依存するのである。

さらに、土地の中に沈下した改良とか構造の形での固定資本は、土地からきりはなせないものである。それだから土地に帰属すべき価値は、地価にくりこまれる。同様に土壤浸蝕とか、鉱物質の涸渇とかは価値そう失の原因となる。過去において投資の行われた土地は、ちょうどこの投資が自然的属性でもあつたかのように市場で評価される。地価は、支出それ自体の補償を含むものでなく、現状での資本の費用節約効果を反映する。

静態理論では、生産者は地主に、自分が利用する土地の全費用節約効果を支払うことになる。これは矛盾ではないか。即ちそれならどうして土地から生産したものを自分のものとすることができるのだろうか。

土地は、他の生産要素と同様、欠くことのできない生産手段である。その費用節約効果が地価を決定する。なぜなら費用節約効果は土地の要素に関係づけ、それらほかの要素の価格が費用を形成する。しかし価格は、要素の生産価値をはかることを要求しはしない。限界地は、なんの価格ももたない。しかしこれは利用することができるし、利用すれば、生産過程に貢献をする。限界地が価格をもたないのは、一層有利な他の土地と競争の立場に立たざるを得ないからである。

地主、資本家、労働者は生産過程に貢献する仕事に従事しているが、地主の機能は、生産者自身の機能に近い。資本家は投資市場において、自己の資源を貨幣の形態で処分するために保有している。労働者は、労働市場で決定された価格で自己のサービスを売る。しかし、地主は自己の特定の一片の土地を何に利用するかを決定する責任を負っている。地主は最初の需要者の申し出を受けるかもしれない。しかしこの需要者は、その土地の潜在的効果の一部分しか享受しない方法で土地利用をしているのである。これは、静態理論に従った行動ではない。静態理論は、土地の潜在的効果が完全に実現されるような利用をこの需要者が選択することを仮定しているのである。従つてこのような選択は、労働市場での用益の販売とか投資市場での資本の投下とは本質的に異なるのである。地主の機能は、一体何が生産されるべきか決定する機能を企業と共有するものである。

生産函数は、企業者能力を生産要素の中に含めない。そこで要素価格にも企業利潤は入らない。そのことは、企業者能力が費用ではないという根拠において弁護できるかもしれない。また何を生産するか決定の方は、俸給によつて償えるような時間で測り得る機能ではない。従つて土地所有は、この点で企業に類似している。地主は決定することに対して報償を受けるのである。

私の (Hawtrey の) 生産函数は、費用のための式であり、それは企業と同様、土地を合法的に除外している。しかし土地は一般に生産要素として分類されている。このことは企業者能力もまた同じく分類されるべきであると考えられる。

以上は Hawtrey の論文の紹介であるが、分析批判等は今後の課題としたい。

## (ii) 独立変数の Aggregation について

さきの Wragg 氏の論文にもあるよう、この Aggregation は、計算の労力を少くするため、変数の数をへらすことにその意義がある。しかしこの Aggregation の仕方如何でパラメーター推計に大きなバイアスが生ずる。ここに問題が存するわけである。この Aggregation の仕方には、投入要素として産出量に大きな影響を及ぼすもののみを独立変数に採用するということと、たとえば農機具とか、肥料、農薬などのように、それらを物的に示そうとしても、無限に変数を組めないで、価値額でまとめてしまうという大きくわけて2つの方法がある。

筆者は、物的な生産函数の中で、たとえば水稻の生産函数を計測する場合、産出量を

Ⅲ -- 1 表

	定数及独立変数	弾性値	弾 性 値 の t 検 定	$\frac{Y}{X_i}$	$\frac{\partial Y}{\partial X_i}$
Physical term K <sub>5</sub> が大農機具のみ	K <sub>0</sub>	0.8678	$0.001 > \text{pr}\{ t  > 7.964\} > 0$		
	K <sub>2</sub> 土地	0.4604	$0.001 > \text{pr}\{ t  > 23.632\} > 0$	2445円/畝	1126円
	K <sub>3</sub> 労働	0.4397	$0.001 > \text{pr}\{ t  > 25.793\} > 0$	180円/時	80
	K <sub>4</sub> 肥料	0.0038	$0.9 > \text{pr}\{ t  > 0.250\} > 0.8$	835円/100円	3
	K <sub>5</sub> 大農機具	0.0167	$0.8 > \text{pr}\{ t  > 0.386\} > 0.7$	3185円/100円	53
	弾性値の和及 R, R <sup>2</sup> の値	$\sum K_i = 0.9206$ $R_{1-2345} = 0.9275, R^2_{1-2345} = 0.8603$			
上層 (20円) K <sub>5</sub> が大農機具プラス建物	K <sub>0</sub>	0.1080	$0.001 > \text{pr}\{ t  > 9.916\} > 0$		
	K <sub>2</sub> 土地	0.4754	$0.02 > \text{pr}\{ t  > 2.713\} > 0.01$	2445円/畝	1162円
	K <sub>3</sub> 労働	0.4634	$0.02 > \text{pr}\{ t  > 2.676\} > 0.01$	180円/時	83
	K <sub>4</sub> 肥料	0.0472	$0.8 > \text{pr}\{ t  > 0.302\} > 0.7$	835円/100円	39
	K <sub>5</sub> 大農機具プラス建物	-0.0336	$0.7 > \text{pr}\{ t  > 0.439\} > 0.6$	1327円/100円	-45
	弾性値の和及 R, R <sup>2</sup> の値	$\sum K_i = 0.9524$ $R_{1-2345} = 0.9630, R^2_{1-2345} = 0.9280$			

(但し、函数型  $Y = K_0 X_2 K^2 X_3 K^3 X_4 K^4 X_5 K^5$  とする)

$K, g$ , 労働は時間, 土地はアールをそれぞれ単位としても, 肥料や建物, 農機具などに価値額を採用するのは, 論理的にも矛盾があるし, 実際, 価値額でなく物的に表現できたら, パラメーターにはバイヤスがでてくるものと思う。そこで, 現在, 全く価値額で組んだ生産函数の計測を行い, 一方で従来通りの方法で計測したものと比較するテスト並びに, 従来通りの計測方法による場合でも, 同一資料を用い, 産出量, 土地, 労働, 肥料の各変数はかえず, 最後の独立変数を片方は大農具のみ, 片方は大農具プラス建物で計測結果を比較するテストを行つている。結果は, 目下整理検討中なので, その一部しか示すことができないが, II-1表を参照していただきたい。

本表では physical term による稲作経営の生産函数について,  $X_5$  を大農具のみの場合と大農具プラス建物とした場合のパラメーターの差及び限界生産力の差をみたものである。この一例にすぎない結果では, パラメーターのうち  $X_5$  に関するものは, やはり影響を受けるし, それに伴いほかのパラメーターも影響を受ける。この例に関する限り, 大きな差というほどのものではないがそれだけでもつとほかの例などで検討を要するし, 限界生産力となると, わずかのパラメーターの差でも大きな差を示すことは当然である。従つて, 限界生産力は, 同じサンプルに同じ函数型をあてはめても, Aggregation の仕方, 各投入要素の限界生産力に差があらわれ, いづれが適当な限界生産力を示すものと判断してよいかという問題がでてくるであろう。ダグラス函数による現実経済の分析利用には, これらの点のより深い吟味と合理的な方法の確立が望まれる。<sup>(14)</sup>

- 註 (1) 土屋圭造「生産函数研究の展望」丸田宗平「生産函数による農業分析(大川・川野編「現代農業分析の展望」235~236頁, 254頁参照)
- (2) 土屋圭造「農業における生産函数の研究」(農業総合研究9巻1号109頁)
- (3) 沢田, 北園「農業機械化の経済効果に関する若干の計測」(農業経済研究28巻2号65頁, ほかに「農業経営函数」の概念を鈴木正明氏が発表されているが(農業経済研究31巻2号30頁)近畿, 東北, 北海道にその概念のあてはめを試みた。一部は拙稿「原始産業の構成分析」産業調査協会「北海道産業構造の分析」324頁参照)
- (4) S.R. Wragg and T.E. Godsell, Production Functions for Dairy Farming and their Application" (The Farm Economist Vol.VIII No.5)
- (5) R. Hawtrey, "Production Functions and Land" (The Economic Journal Vol. LXX March 1960)
- (6) 三沢嶺郎「イギリスの農業経済」132頁

- (7) 同年の日本における搾乳牛一頭当り平均乳量は22.9石、北海道は21.1石。
- (8)  $X_3$  を自給飼料,  $X_5$  を購入飼料としたもの及び Value term による計測結果は目下整理検討中である。
- (9) G. Tintner, A Note on the Derivation of Production Function from Farm Records *Econometrica* Vol. 12, 1944, P.28
- (10) T. Takayama, A Study on the Cobb-Douglas Production Function (農経会論叢15集)
- (11) 京野禎一「農業過剰就業水準の変動と要因」(「過剰就業と日本農業」162頁)
- (12) 全国農業会議所「田・畑売買価格と小作料調査」82~91頁
- (13) 一部は35年3月北海道農業経済学会で報告した。(北大農業経営研究Ⅶの報告要旨参照)
- (14) ダグラス型生産函数の使用に警告している最近の文献では, J.R. Hildebrand Some Difficulties with Empirical Results From Whole-Farm Cobb-Douglas Type Production Functions "Journal of Farm Economics Nov. 1960. P.P. 897~904. 大阪市立大「経済学雑誌」1960, 8月, 三辺誠夫「ダグラス函数についてのノート」76~92頁 (1960. 11)