



| | |
|------------------|---|
| Title | 主要農産物の生産函数分析 |
| Author(s) | 黒柳, 俊雄; KUROYANAGI, Toshio |
| Citation | 北海道大学農経論叢, 20, 73-88 |
| Issue Date | 1963-11 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/10812 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 20_p73-88.pdf |



主要農産物の生産函数分析

黒 柳 俊 雄

| | |
|---------|-----------|
| 目 次 | (B) 大 豆 |
| はしがき | (C) 馬 鈴 薯 |
| I 計測手続 | (D) 甜 菜 |
| II 計測結果 | (E) 牛 乳 |
| (A) 水 稲 | む す び |

は し が き

本稿では、戦後のわが国における主要農産物から、水稲、大豆、馬鈴薯、甜菜、牛乳を選び、作日別生産函数を計測*する。その計測結果を通じて、上記作物の技術的、経済的各構造を検討する。

より具体的には、④生産増加に対する、各生産要素の貢献度の検討、⑤生産要素の平均限界価値生産力と要素価格の比較にもとづく資源配分の経済性の検討、⑥規模の有利性の検討という観点からである。水稲は、階層別、大豆、馬鈴薯は、冷災害年と平年、甜菜は地域別、牛乳は、水田酪農と、多頭飼育という比較からの検討である。

次に上記作物を選び、以上の観点から北海道を分析の場とした意義について一言ふれておく。①水稲は④わが国総作付面積の約4割、生産額にして5割

* 伝統的生産函数では、①Singular pointの存在をどう処理するか。②高度に代替的な場合には、微小な価格変化の結果すら分析できない。③均衡解が必ず、non-negativeであることが保証されていない等の問題点がある。神保一郎「生産函数についての一考察」—set theoretical methodを中心として—関西大学「経済論集」10巻4号68～94頁。しかし、Headyによれば、「資源配分の問題が……農業経済内部の問題に一層関係が深いということであれば、土地所有、土壌、気候、立地、主要作物別の農場サンプルにつき、限界価値生産力の計算されるのが合理的」で、これら農場生産函数は「農業者の行動決定、信用計画作製、農業の地域別再調整等に対して一般的な指針を与え得る」のである。E. O. Heady "Agricultural Production Functions". 68頁, 4頁

強* を占め、今後も、当分の間、いちじるしい変化が考えられないし、⑧今や、北海道が全国第一の米生産高を示していること、中核地帯の生産力は、府県との格差が極めて小さくなってきていること。⑨しかし、従来のもとの生産函数分析では、階層別分析が乏しいこと以上が、本分析の意義である。⑩大豆であるが、畑作物で、作付比率、生産額比率共に大きいのは、麦、豆、いも、そさい、工芸作物等であり、そのうち「麦」は、既に、農林省で計測されているので除き、「そさい」も統計資料の都合上除いた為、豆については、⑪作付比率が大きく、貿易自由化で経営的に問題の「大豆」を選んだ。⑫しかも、商品化される国産大豆の半ばを北海道が占めているので主産地である十勝を選んだ。⑬そして、経営の安定性を考える上から冷害年と平年を比較した。⑭「いも」の中で、「馬鈴薯」は、澱粉過剰の問題を抱えているが、甘藷にくらべ、⑮昭和44年の計画予測でも約 $\frac{1}{4}$ ** の増加を見込んでおり、最近、加工食品として注目されつつあること。⑯北海道は、全国の、作付面積、生産高で4~5割*** を占めていること。⑰冷害に強い安定作物であること、以上から冷害年と平年を比較した。⑱「甜菜」は、⑲甘味資源の確保上、国の振興作物で、44年には3.3倍**** と最も伸びを期待されていること。⑳府県でも暖地ビート生産が普及してきているが、北海道で大部分を占め、工場が多くなるにしたがい、地域別分析を必要とすることから選んだ。㉑「牛乳」は、㉒所得弾性値が最も高い農畜産物で、㉓生産高において北海道の占める割合が2割強、㉔水田酪農は府県的な共通性を持ち、多頭飼育は、今後のあるべき姿として、北海道の分析が示唆する所は大きいと期待した。以上が本分析を意図した大要とその意義である。

I 計測手続

生産函数計測に使用する資料は、いずれも、昭和31年度ないし、34年度の農林省生産費調査個表***** であり、水稲と共に、牛乳は、府県の要素も考慮

* ** **** 農林漁業基本問題調査事務局「農業の基本問題と基本対策参考附表」182~183頁

*** 北海道立農研「調査研究速報」12号104頁

***** 「実験データは…農民のおこなわねばならない多目的な諸要素を含む不確実性に支配された環境を如実に示すものではない」が、なまのデータと「完全に競争的なものではなく、或範囲では補完的でもある」結局、「理想的には、この二つのデータ蒐集の選択は、データ蒐集の各タイプに伴って生ずる限界費用と研究の限界収益によりおこなわれるべきであるが、実際、研究による利益は ex ante にはわからないから、主に相対的費用によって決る」Heady「前掲書」150頁

して、札幌統計調査事務所管内の水田酪農と多頭数飼育を対象とした帯広統計調査事務所管内とする。甜菜は、道東、道北、道南、道央という地域を考慮した結果、それら各管轄統計事務所管内とした。大豆、馬鈴薯は帯広事務所管内とした*。

函数型は、ダグラス型とした。従来、ダグラス型生産函数には、幾多の批判が寄せられているが**、ダグラス型には又長所もあり、E. O. Heady がとりあげている諸国の生産函数計測例も、Cobb-Douglas 型であり***、プロットしてみた結果、おおむねあてはまるので、本分析も、ダグラス型を採用することにした。

次に変数の選定であるが、独立変数として土地、労働、資本の生産要素を、従属変数として生産量をとるのはよいであろう。ところで具体的にこの独立変数の内容を如何に定めるかが問題なのである。

Heady は土地に関して、同質である農場に限定される**** し、実際、生産に使用された土地だけが input に含められるべきで、土質の差は、市場価額に合理的に反映されているようであるという。又、資本項目分類の歴史的傾向は、(a)資本項目の数を減ずることであつたし、(b)インベントリーを基礎にした資本価額によるよりも、資本を利用したことにより生ずる現実の維持費や減価償却費により耐久資本財のインプットを計測することであつたという*****。さらにマネジメントについて、このファクターを除くことは return to scale を過少評価し、資本収益を過大評価することになるという*****。しかしこの計測は問題で、この点、Yair Mundlak は、I. Hoch の方法を用いて unbiased regression を導き、そのパラメーターの和を 1 から減ずることにより、マネジメントのパラメーターを求めている***** のが注目される。

* 北海道帯広管内にあてはめた「経営的生産函数」は $X_1 = 2.505X_2^{0.04}X_3^{0.12}X_4^{0.35}X_5^{0.35}$ で固定資本の弾性値が他管内より高い。(但し X_1 粗収入、 X_2 土地、 X_3 労働、 X_4 固定資本、 X_5 流動資本、拙稿「第一次産業の構成分析」北海道産業調査協会「北海道の産業構造」324 頁)

** 函数の一次同次性の仮定、可分性の仮定、統計数学的批判など、三辺誠夫「ダグラス函数についてのノート」大阪市立大学「経済学雑誌」第 43 巻第 2 号 86~87 頁

*** ***** Heady, 「前掲書」223, 221, 224 頁

**** 土屋氏によれば、「生産函数のパラメーター推定に関し、土地条件の差による影響はきわめて弱い」という。土屋圭造「農業経済の計量分析」83 頁

***** Yair Mundlak, "Empirical Production Function Free of Management Bias" J. F. E. Feb. 1961 PP. 44~56

マネジメントと関連して技術水準をどのように示すか* という問題がある。タイムシリーズの分析には、R. Solow の分析が興味深い。

しかし、以上から、変数は Flow, Physical term とし、まず従属変数は、生産数量を、独立変数としての土地は、作付面積、労働は、労働時間、資本は肥料費と大農具の減価償却費+修理費の2項とした。酪農については、従属変数を牛乳生産量、独立変数は、労働を飼育労働時間、資本は乳牛頭数（評価額のケースも加えた）、自給飼料費、購入飼料費とした。

II 計測結果

(A) 水 稲

従来計測された農業生産函数の多くが稲作に関するものであるが、それらの

第1表 水稻の階層別生産函数指標

| 階層 | パラメーター | K_0 | K_2 作付面積 | K_3 労働時間 | K_4 肥料 | K_5 大農具と物 | ΣK_i |
|--|-------------------------|--------|-----------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|--------------|
| 上層 | 弾性値 | *0.108 | *0.475 | *0.463 | 0.047 | -0.034 | 0.951 |
| | X_1/X_i | | 2,445 ^円 /セ | 180 ^円 /時 | 835 ^円 /100円 | 1,327 ^円 /100円 | |
| | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | | 1162円 | 83 | 39 | -45 | |
| $R^2=0.928 \quad R=0.963 \quad F=48.355$ | | | | | | | |
| 中層 | 弾性値 | *0.561 | *0.438 | -0.093 | *0.394 | 0.011 | 0.750 |
| | X_1/X_i | | 2,583 | 161 | 866 | 1,296 | |
| | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | | 1,131 | -15 | 351 | 14 | |
| $R^2=0.925 \quad R=0.962 \quad F=46.394$ | | | | | | | |
| 下層 | 弾性値 | *2.989 | *0.443 | *-0.310 | *0.411 | *0.074 | 0.618 |
| | X_1/X_i | | 2,562 | 135 | 1,000 | 4,400 | |
| | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | | 1,134 | -42 | 411 | 329 | |
| $R^2=0.942 \quad R=0.971 \quad F=60.910$ | | | | | | | |

* 有意性 10%水準まで

* マクロ的観点から、R. Solow の経済成長と技術変化の関連を生産函数を用いて計量化したものがある。R. Solow, "Technical Change and the Aggregate Production Function" Rev. of Econ. and stat., Vol. XXXIX, No. 3, PP. 312~320 そのほか、B. F. Massell, "A. Disaggregated view of Technical Change" The Journal of Political Economy Vol. LXIX, No. 6 PP. 547~557

ミクロ的観点から、沢田収二郎「農業技術進歩と雇用効果」、北園正伸「農業技術進歩の雇用効果」大川一司編「過剰就業と日本農業」299~333頁

階層差についてはあまり計測されていない。

ここでは、上、中、下の三階層に、主として水稲総収量の上から分類したのであるが、水稲作付面積で云えば、平均して上層3町2畝、中層2町4畝、下層1町6反、耕地面積は、それぞれ、4町、2町8反、2町という規模である。これらの規模別にあてはめて得た生産函数の計測結果は、第1表に示される。投入・産出間の重相関係数 R は、いずれの階層も 0.96 以上で高く、従って決定係数 R^2 の値も 0.92 以上である。即ちこれら採用した生産諸要素の変化により産出高変化の 92% 程度を説明できるということである。弾性値のテスト結果は下層の場合、極めて良好であるが、上、中層の場合、資本の有意性が高くない。

まずパラメーターからみてゆくと、上層では、土地と労働の弾性値が 0.5 程度とほぼ同じで、肥料や固定資本が殆んど零に近い。これに対して、中層は土地、固定資本が殆んど上層とかわらないが、労働と肥料は入れ代った恰好になる。即ち、労働は殆んど零に近く、肥料が 0.4 程度である。下層は、中層よりさらに労働過剰の様相が激しいほか、殆んどかわりない。結局、全階層を通じて、固定資本の生産に対する貢献度は小さく、土地が一番大きな貢献度を示している。しかし土地は全く他の inputs に比較して大きいというのではなく、上層の労働、中、下層の肥料の貢献度とほぼ同じ程度の大きさである。以上から、まず農家の土地面積拡大が前提にならなければ、たとい経営の一部に新技術が導入されたとしても、それが積極的な生産増大の意味をもたず、ともすれば過剰投資にもなることを示唆している。又上層は土地不足と同時に、労働も不足して居り、肥料の増投は殆んど意味のないことを示しているが、中下層ではむしろ労働が過剰* で、施肥はまだ大きな効果があることになる。したがって、上層ほど進学の機会や、よりよい条件での非農業への就職機会に恵まれている等から基幹労働が相対的に不足していることを示す。事実、道央部は非農業の労働需要に恵まれ、農業労働の流出が激しい。弾性係数の和は上層が 0.95、中層 0.75、下層 0.62 と漸減し、上層は、ほぼ、収益不変、中、下層は収益通減を示している。その結果、現在の技術体系では、上層は大経営、小経営の優劣差がなく、中、下層はそれなりに小経営が有利なことを示すかのようである。

次に限界生産力と要素価格ないし機会費用との関係を見てみよう。「資源利用の効率を最大化するには、機会費用に対する限界生産物の比率を 1 にするこ

* 非農業における安定した雇用は、企業を調査すると高校卒業者にはじめて得られる傾向が強く、下層農家の子弟は、その機会に乏しいことが重要な問題である。拙稿「北海道経済における資本機能」『開発公論』第 14 集 9 頁

とで、この比率が1より小さい（或は大きい）と、或特定資源がその時の価格条件のもとで使われすぎている（使用不足）ことを示す*」のである。

まず労働の限界生産力であるが、階層差は、弾性係数の大きさから明らかで、下層へ向うに従い労働過剰のていどが激しくなっていることを示している。上層の場合、労働の限界生産力は83円となっているが、これは第2表から明らかなように、非農業の賃金率より高く、かなり労働を需要側で投下しても経済性のあることを示している**。

土地の限界生産力は、上・中・下の別なく、11,000~12,000円で、第3表の反当小作料と比較してみると、小作料をはるかに上廻っており、この事は全階層にわたり土地拡大が経済性あることを示唆する。肥料の限界生産力は、上層が1万円の増投に対し4千円たらずなのに中・下層は3~4倍の生産を増大できるように示される。大農具と建物を加えた項目では、下層の場合、あまり投下がおこなわれていない。その限界生産力は大きくあらわれているが、機能的分配分としては極めて小さいのである。

第2表 産業別賃金率

| 産業別 | 労働者 | | |
|---------|-------|-------|-------|
| | 労働者 | 技能労働者 | 単純労働者 |
| 食料品、製造業 | 44.0円 | 50.1 | 40.3 |
| 繊維及被服 | 50.5 | 55.3 | 50.4 |
| 木材木製品 | 52.7 | 56.8 | 44.2 |
| 印刷、出版 | 53.7 | 61.2 | 38.3 |
| 第一次金属 | 55.0 | 62.8 | 52.2 |
| 各種機械 | 58.8 | 67.2 | 51.4 |
| 卸売 | 45.3 | 57.6 | 39.5 |
| 自動車其他修理 | 47.2 | 57.5 | 54.1 |

第3表 反当小作料

| 地域別 | 小作料 ④小作料平均 | 圃小作料 | | |
|------|---------------|-------|-------|-------|
| | | 最 | 高 | 普通 |
| 地方都市 | 504円 | 1,900 | 1,420 | 1,050 |
| 平 | 602 | 1,422 | 954 | 587 |
| 準 | 557 | 2,318 | 1,300 | 783 |
| 準 | 531 | 1,958 | 1,250 | 779 |
| 山 | 507 | 1,984 | 1,229 | 835 |

* E. O. Heady 「前掲書」592頁

** 拙稿「地域別農業人口の予測と産業間投資配分」北海道開発局昭和38年刊31頁

(B) 大 豆

サンプルは、豆作率5割以上、大豆だけで16.5%*を占める地域(十勝)に関するものである。計測は第4表に示す経営概況のサンプルで、北海道は冷害等に災されるので、冷害年である31年と32年、33年の3ヶ年につき実施した。計測結果は、第5表に示すように、弾性値で \ominus の値をとるものがあらわれたが、それらの有意性水準の低いものは、独立変数からおとして、あらたな函数を計測した。決定係数 R^2 の値は水稻にくらべると若干小さい。まず弾性値を年次を追ってみてゆくと、いずれの年もかわらないのは、農機具で、どれも小か \ominus で、冷害年に大農機具の効果が若干あらわれているが、ほかの年には、

第4表 大豆、馬鈴薯、ビート作の経営概況

| 作物 | 概況 | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|-------|-------|-----|-----|-----|--------|-------------|-------------|-----------|----------|------|-------|
| | 田 | 畑 | 計 | 役馬 | 乳牛 | 原動機 | 調査作物面積 | 反労働時間 家族 | 当畜力 雇用時間 | 当動力 時間 | 平年 作比 | 商品化率 | |
| 大豆 | 9セ | 1,105 | 1,114 | 1.7 | 0.3 | 0.6 | 250.4 | 29.7 | 7.3 | 8.4 | 0.8 | ? | 87.0% |
| 馬鈴薯 | 3 | 845 | 848 | 1.9 | 2.3 | 0.7 | 81.3 | 33.2 | 5.2 | 9.8 | 0.2 | 90% | 86.2 |
| ビート | 2 | 1,187 | 1,189 | 1.9 | 1.2 | 0.8 | 66.4 | 52.2 | 5.9 | 8.0 | 0.6 | 109 | 100.0 |

第5表 大豆の年度別生産函数指標

| 年度 | パラメーター | K_0 | K_2 作付面積 | K_3 労働時間 | K_4 肥料 | K_5 大農具と物 大建 | $\sum K_i$ |
|-------|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 昭和31年 | 弾性値 | 1.087 | 0.108 | -0.210 | 0.615 | 0.109 | 0.622 |
| | X_1/X_i | | 438 | 146 | 511 | 2,387 | |
| | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | | 47 | -31 | 314 | 261 | |
| | | $R^2=0.952$ | $R=0.975$ | $F=5\%$ | | | |
| 32年 | 弾性値 | 0.641 (1.267) | 0.411 (0.445) | *0.254 (0.464) | 0.482 (0.405) | -0.080 | 1.067 (1.314) |
| | X_1/X_i | | 537 | 174 | 582 | 2,001 | |
| | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | | 221 (239) | 44 (81) | 281 (236) | -161 | |
| | | $R^2=0.784(0.928)$ | $R=0.886(0.963)$ | $F=1\%$ | | | |
| 34年 | 弾性値 | 14.596 (0.669) | 1.189 (0.990) | -0.157 | 0.174 (0.116) | -0.204 | 1.002 (1.106) |
| | X_1/X_i | | 749 | 205 | 805 | 3,456 | |
| | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | | 891 (742) | -32 | 140 (93) | -706 | |
| | | $R^2=0.851(0.822)$ | $R=0.923(0.907)$ | $F=1\%(1)$ | | | |

註 () 内は、有意性低い項を除いた場合の値

* 北海道庁「北海道農業の基本問題と基本対策」統計の部 21頁

過剰投資の様相を示している。十勝地方では「昭和 25 年から 35 年にかけて、畜力依存農家と人力依存農家が減少して、畜力と動力を併用する農家が 52% から 85% へと大幅に増加している*」が「豆類栽培の一貫した作業体系は、まだできておらず**」、これが上の函数にも一部示されているといえよう。肥料は、31 年に 0.6 で大きかったのが、32 年、34 年には、0.4~0.5, 0.1~0.2 と小さくなってきている。しかし限界生産力が要素価格を上まわる点は「豆類の連作による地力減耗からくる収量減をくいとめ、さらに増収をはかるためにますます化学肥料の増投に頼り、これによって増収効果をあげている***」という実態を反映している。一方、労働は、32 年の 0.25~0.46 を除き、31 年と 34 年は \ominus で、これは農林省の生産費調査でも、反当労働時間が「25 年 57.7, 27 年 44.6, 31 年 35.9, 33 年 37.2 時間と約 1/3 減少してきている****」のであり、労働を減少させることにより生産が増大する傾向にある。

以上から労働が減少し、機械化の進む方向に対して前提となる土地の拡大で、はじめて、農機具の弾性値も大きくなるといえよう。そのことは、土地の弾性値が 0.1, 0.4, 約 1 と大きくなってきていることにもあらわれている。したがって冷害年を除けば、弾性値の和は 1 より大となっている。

限界生産力は、農機具労働のばあい弾性値が \oplus の年はいずれも要素価格より大であるが、これは、はっきり断言できない。土地と肥料は、おおよそ要素価格をこえており、これらの投入は増投する経済的根拠が明らかなといえよう。

(C) 馬 鈴 薯

北海道の馬鈴薯生産は、34 年現在、全国実収高の 49.6% を占め、十勝は、全道作付面積の約 10%、生産額の 8.7% である。馬鈴薯は本来北海道では、「技術的安定性、適地性の故に経済的にも有利な作物*****」で、約 1/3 が商品化されているが、大豆が貿易自由化による市場条件の脅威を受けている折柄、道産馬鈴薯も需要の所得弾性が低いことと府県の生産増大で影響を受けつつある。

さて、馬鈴薯も第 6 表に示すように、31 年と 34 年を計測した。肥料と農機具の弾性値は共に \ominus を示し、はじめ意図した 4 つの独立変数のうち土地と労働だけが \oplus の貢献を示しているが、それらの値は、両年共、土地がほぼ 0.9, 労働は 0.3~0.4 とかわりない。弾性値の和も 1.2 ほどと 1 をこえているので収穫増、大規模経営の有利性が指適される。これら 2 つのファクターでも決定係

* 北海道庁「北海道農業の基本問題と基本対策」統計の部 21 頁

** *** **** 北海道農業研究「研究速報」第 12 号 88, 93, 67 頁

***** 田辺良則「戦後における馬鈴薯生産の発展」道立農研「調査研究速報」第 12 号 98 頁, 113 頁

第6表 馬鈴薯の年度別生産函数指数

| 年度 | パラメーター | K_0 | K_2 作付面積 | K_3 労働時間 | K_4 肥料 | K_5 大農具と物建 | $\sum K_i$ |
|-------|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|----------|--------------|------------------|
| 昭和31年 | 弾性値 | 21.537 *(1.085) | 0.975 (0.869) | 0.478 (0.343) | -0.124 | -0.081 | 1.247 (1.212) |
| | X_1/X_i | | 978 | 213 | 336 | 4,669 | |
| | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | | 953 (850) | 102 (73) | -42 | -380 | |
| | | $R^2=0.910(0.908)$ | | $R=0.954(0.953)$ | | $F=1.1\%$ | |
| 昭和34年 | 弾性値 | 8.367 *(1.433) | 0.032 (0.904) | *1.416 (0.378) | *-0.070 | -0.038 | 1.340 (1.282) |
| | X_1/X_i | | 1,180 | 311 | 497 | 4,223 | |
| | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | | 138 (1,067) | 441 (118) | -35 | -160 | |
| | | $R^2=0.447(0.668)$ | | $R=0.992(0.996)$ | | $F=1\%$ | |

数は0.9以上である。このように冷害年も他の年同様の弾性値を示すことは、比較的、技術が自然条件の変化によく適合し安定していることになる。

北海道における現段階の馬鈴薯栽培技術の特徴は「金肥，農薬の多投と労力節約的機械化の方向を指向する多収穫技術の発展*」であるといわれる。しかし、肥料増投効果は加里の施用を除き或程度限界に来ていないであろうか。馬鈴薯の土地弾性値は、米，大豆のそれらより大きく、又ほかの弾性値より、いちじるしく大きくあらわれている。したがって、機械化の効果をあげるためには、やはり大豆同様、まず土地を拡大することで、それまでは、労働の方が農機具より経済性をもっているかのように、弾性値，限界生産力の値から判断される。

土地の限界生産力は、反当8,500～10,700円でいどと小作料をかなり大幅に上まわり、又大豆，ビートなどの限界生産力よりもずっと高い。しかし、道央部米作地帯のそれに比較すれば低い**。したがって土地利用面のみをいえば、この十勝地方などでは、大豆，ビートより馬鈴薯の方が経済性をもつかのようである。しかしこの事は、労働，資本との関係を考慮に入れてないので、総合的にいって馬鈴薯が有利ということ必ずしも意味するものではない。

(D) 甜 菜

戦前、「砂糖価格ないし、一般の価格体系とは無関係な財政投融资（独立投資）によって、危くも支えられてきた***」甜菜生産は、最近特に国内甘味資

* 田辺良則「戦後における馬鈴薯生産の発展」道立農研「調査研究速報」第12号98頁，113頁

** 第1表参照

*** 市岡幸三「北海道の経済と財政」301頁

源の自給強化により、飛躍的増大が期待されている。34年現在、北海道では39,300 ha, 10 a 当収量 2,684 kg, 産糖量 138,600 t であるが、将来は、北海道で30万 t, 府県で10万 t 生産の目標をたてている。経営の面からみると、反当粗収益は15,392円で、畑作物では種子馬鈴薯、はっか、なたねに次ぎ、純収益でも4,104円と畑作物では悪くない。したがって「現在の価格水準のもとでは全道的な平均反収量をやや下廻る生産性をもってしてもペイしうるのである*」。計測のサンプルは、甜菜生産の先進地域である十勝地帯につき冷害年である31

第7表 甜菜の地域別生産函数指数

| 統計事務所 | パラメーター | K_0 | K_2 作付面積 | K_3 労働時間 | K_4 肥料 | K_5 大農具と建物 | $\sum K_i$ |
|-----------|-------------------------|--|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 帯広 31年 | 弾性値 | *321.808 (2.504) | 0.229 (0.224) | -0.005 | *0.304 (0.304) | 0.005 (0.005) | 0.533 (0.533) |
| | X_1/X_i | | 1,228 | 175 | 400 | 4,412 | |
| | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | | 281 (275) | -0.7 | 122 (122) | 21 (20) | |
| | | $R^2=0.9003(0.9003) \quad R=0.9488(0.949) \quad F=5\%$ | | | | | |
| 帯広 34年 | 弾性値 | *0.035 (0.895) | -1.207 | 1.019 (0.189) | *1.071 (0.588) | 0.157 (0.078) | 1.040 (0.855) |
| | X_1/X_i | | 1,426 | 211 | 380 | 2,961 | |
| | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | | -1,721 | 225 (42) | 407 (224) | 265 (230) | |
| | | $R^2=0.7437(0.8424) \quad R=0.862(0.903) \quad F=5\%$ | | | | | |
| 函館 | 弾性値 | 1.415 | *0.102 | *0.110 | *0.826 | *0.117 | 1.155 |
| | X_1/X_i | | 1,769 | 184 | 365 | 5,003 | |
| | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | | 177 | 20 | 302 | 584 | |
| | | $R^2=0.936 \quad R=0.968$ | | | | | |
| 北見 | 弾性値 | 0.643 | *0.077 | *0.793 | *0.127 | -*0.192 | 0.805 |
| | X_1/X_i | | 1,752 | 227 | 424 | 6,641 | |
| | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | | 135 | 180 | 54 | -1,277 | |
| | | $R^2=0.837 \quad R=0.914$ | | | | | |
| 札幌 | 弾性値 | 0.781 | *0.703 | *0.274 | 0.007 | *0.188 | 1.172 |
| | X_1/X_i | | 1,730 | 162 | 383 | 2,552 | |
| | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | | 1,215 | 44 | 3 | 479 | |
| | | $R^2=0.976 \quad R=0.988$ | | | | | |

* 千葉瞭郎「最近の原料生産構造の特質」伊藤俊夫編「北海道の資本と農業」303頁

年と34年、そのほかは34年の道南、道北、道央である。計測結果は第7表に示される。決定係数の値は道北と十勝の0.8を除き他は1以上で高い。そこで、主要生産地である十勝において更に冷害年も加えて、ビート耕作の生産構造をみってみる。北海道を道東部、道中部、道南部、道北部の4地域にわけてみると、第7表のように、パラメーターは、道南と道東の肥料が0.8および0.6と大きく、道北は、労働が0.8、道央は土地が0.7とそれぞれ大きな値を示しているが、農機具は、投入自体も少いため、いずれも、生産への貢献度は、さして大きくあらわれてはこない。

弾性値の和からみると、道南、道央という後進地域が、それぞれ現状より、肥料、土地の増設、拡大により経営を拡大することが有利性を示し、先進地域である道東、道北は、それぞれ、労働力、肥料不足等で、むしろ余り経営を拡大することの有利性は、このサンプルからは出てこないようである。しかも、土地弾性値が、両地域共小さいことからいって、土地の拡大もどれだけ経済性をもつかということが考えられる。そこでは、甜菜と結びついている経営部門との調整がとれるなり、甜菜価格がかなり下層農家にも有利で、土地改良補助がかなり大幅におこなわれるなどして、労働節約的技術が、いちじるしく入り得ないと、ビート工場増設にからむ甜菜耕作の増加も容易ではない。道中部では、水田率が高く、そこへ、ビートが入りこむためには、かなり土地不足の様相を示し、水稻の限界生産力とほぼ同じいどの土地限界生産力がなければ入り得ないように出てくるのが注目される。労働は、道北の180円を除くと、いずれも賃金率より低い*。甜菜の労働は、米、種子馬鈴薯に次ぎ、集約的であるが、最近では、間引労働も、畜力機械化、モノジャーム品種の育成などで減少可能になってきている。畜力リフターは、道東、道北で急激に普及してきているが、全道的には、まだその段階に達していない。農機具の限界生産力は道北部を除き、要素価格を上まわり、経済性は認められるのであるが、まだ一般的には、機械化技術が畜力体系保持の段階であるため、生産への貢献度は、他のインプットにくらべ、極めて小さい。肥料については、道東、道南において限界生産力もかなり要素価格より高く、これは「燐酸吸収率の高い十勝、根鋤の洪積土壌及び宗谷、網走北部の第三紀層では燐酸の肥効が著しく高い**」、 「今後はとくに甜菜作付の拡大していく火山灰地、重粘土地帯の燐酸肥料の施用が注目を払われることになるだろう***」 「26年ごろから硫酸加里が主として用いられ、ますますその使用量が増加している。とくに火山灰地帯にこ

* 拙稿「地域別農業人口の子測と産業間投資配分」北海道開発局刊35頁

** 深瀬清「甜菜糖業と甜菜栽培の発展経過」道立農研「前掲書」11号61頁

の肥料の補給が重要視されている*」を裏付している。しかも、大豆や馬鈴薯より生産に対する肥料の貢献度は、甜菜の方が相対的に高いことを示している。

最後に、道東での冷害年と平年とを比較してみると、サンプルが兩年の間で多少のちがいがあられるかもしれないが、冷害年では、弾性値の和もかなり低く、取量の低下を喰い止めるには、土地拡大、施肥** が比較的に大きな意味をもっているようである。

(E) 牛 乳

「農家経済調査報告」によると農家の「作物収入」は北海道で-1.3%，一方、牛乳からの収入は+9.2%の年平均増加率を示し、牛乳生産のテンポは著しく早い***。その生産函数分析について水田酪農の場合は、既に示したところ****であるが、ここでは、十勝の搾乳牛4~5頭ていど（前に分析した水田酪農の2倍ていどの規模）のサンプルにつき、搾乳牛を、頭数の場合と、搾乳牛の質も考慮して評価額の場合にわけ、計測した。

このサンプルの経営概況は第8表に示した通りであるが、決定係数の値は、水田酪農の場合にくらべて、かなり低い。したがってこれらの独立変数だけでは説明できない部分がかかなり残されているようである。第9表参照。

まず、弾性値の大きさで、水田酪農の場合と大きく異なる点は、乳牛頭数の生産への貢献度が、水田酪農の場合小さかったのにくらべて、このていどの規模では、逆に0.8ときわめて大きく、とに角、乳牛をふやすことが生産をふやすほとんどのに貢献するということである。そこでは、水田酪農の場合に大きかっ

第8表 酪農の経営概況（畑地酪農）

| | 経営用農地 | | | | | | | 搾乳牛 | 牛乳商 品化率 | 32% 換搾乳量 | 一戸当 算農業従 業者数 | 購入 飼料費 | 自給 飼料費 | 労働費 |
|---|---------|---------|---------|----------|---------|---------|-----|-----|------------|-------------|--------------------|-----------|-----------|------|
| | 牧草 地 | 飼料 畑 | 其他 畑 | 畑 (計) | 採草 地 | 放牧 地 | 山林 | | | | | | | |
| A | 304 | 181 | 255 | 740 | 140 | 403 | 673 | 4.6 | 94.3 | 3,699 | 3.3 | 19.4 | 34.6 | 22.8 |
| B | 72 | 167 | 201 | 602 | 7 | 72 | — | 2.4 | 93.7 | 5,208 | 3.7 | 32.5 | 24.7 | 17.5 |

A; 搾乳牛4~5頭ていどの畑作地帯の酪農 B; 水田酪農（水田162畝）

* 深瀬清「甜菜糖業と甜菜栽培の発展過程」道立農研「前掲書」11号61頁

** 北農試「34年てんさい試験成績概要」278頁

冷害に対して、燐酸の肥効は、地上部成育 $\frac{T}{R}$ の低下、含糖率上昇にかなり大きく現われることが報告されている。

*** 拙稿「戦後北海道農業の経済成長と産業間投資資料配分模型」北大農経論叢第16集88頁

**** 拙稿「酪農の生産函数計測と生産函数の土地取扱について」北大農経論叢第17集120~137頁、拙稿「水田酪農の現状」農業と経済1961、10月号34~39頁

第9表 酪農の生産函数指標

| 種別 | パラメーター | K_0 | K_2 労働時間 | K_3 自給飼料 | K_4 乳牛 | K_5 購入飼料 | $\sum K_i$ |
|---------------|-----------------------------|----------------------|------------------|------------------|--------------------|------------|------------------|
| 水田酪農 (32年) | 弾性値 | *0.155 | *0.729 | *0.428 | *0.128 | *0.090 | 1.375 |
| | X_1/X_i | | 225 | 295 | 115,247 | 239 | |
| | $\partial X_1/\partial X_i$ | | 164 | 126 | 14,752 | 26 | |
| | | $R^2=0.942$ | | $R=0.970$ | | | |
| 34年 (評価年) | 弾性値 | *0.015 | 0.052 | 0.175 | *0.835 | 0.067 | 1.129 |
| | X_1/X_i | | 195 | 329 | 78 | 1,009 | |
| | $\partial X_1/\partial X_i$ | | 10 | 58 | 65 | 67 | |
| | | $R^2=0.723$ | | $R=0.850$ | | $F=5\%$ | |
| 34年 (頭数) | 弾性値 | *2.993 (3.094) | 0.050 (0.048) | 0.110 (0.119) | *0.864 (0.837) | -0.013 | 1.011 (0.004) |
| | X_1/X_i | | 195 | 329 | 73,038 | 1,009 | |
| | $\partial X_1/\partial X_i$ | | 10 (9) | 36 (39) | 63,120 (61,147) | -13 | |
| | | $R^2=0.6135(0.6137)$ | | $R=0.783(0.783)$ | | | |

た労働や自給飼料の弾性値は、全く消極的な意味しかもっていない。中でも、購入飼料は、水田酪農の場合と同様、これらのファクターの中では、最も消極的な機能しか示していない。

以上のことは、搾乳牛を評価額で計算した場合でもほとんど変わらない。したがって、弾性値の和も、共に1をこえている。このことは、酪農経営の大規模有利性が、水田酪農、それに、このていどの酪農経営でも、かわらず存在するといえる。

次に、限界生産力であるが、労働の場合は、わずか10円でいどで、水田酪農の164円に、はるかにおよびないばかりか、今までみてきた他の畑作物にくらべても、かなり低い値である。これは、水田酪農の場合、労働集約的な水稲作と酪農の結びつきということで、労働がかなり不足し、乳牛をふやすことより、労働をもっと確保し、自給飼料の生産を増すことの方が、いわば経営拡大の条件を整備することが先行する。ところが、この搾乳牛、4~5頭の規模では、労働、飼料条件が、現在のままでも、さらに乳牛の入り得ることを計算の結果からは読みとれる。しかし、サンプルの数が少ないので、普遍性をもたせるには若干無理がある。最近、同地域での労働不足、草地の低位生産性が問題化しているからである。

ここで、この酪農と甜菜をむすびつけて考えてみると、甜菜からは、肥料の増投が生産の増加に最も大きな要因であったこと、この酪農の場合は、乳牛の増加が最も大きな要因であることからして、牛乳生産増大のために、搾乳牛を増加し、その増加によって堆肥肥が増加し、それが肥料の増投を最も望んでいる甜菜に与えられるなら、甜菜の生産は増大することになる。しかし、さらに、以上の生産函数分析から次の推論も可能である。それは、甜菜と酪農の結びつきに関する歴史が示すように、酪農が甜菜に与えかつ与え* のように考えられる。何故なら、酪農での乳牛増→地力上昇→甜菜生産増加となるが、この地域でのこの規模のこのサンプルから得られた酪農の生産函数からは、自給飼料の増投は牛乳生産にそれほど大きな要因でなく、したがって甜菜が飼料として酪農に大きく結びつくとはこの面からも説明できない。さらに労働の供給不足という問題もそれに加わるのである。

む す び

以上、本稿では、31年～34年における水稲、大豆、馬鈴薯、甜菜、酪農の各生産函数を計測したわけである。その結果、道央地帯の水稲上層、酪農、甜菜、道東の大豆、馬鈴薯、酪農、道南の甜菜などは、大規模経営が有利であり、全階層にわたる水稲、大豆、馬鈴薯、道央の甜菜等は土地による生産に対する貢献度が大きく、経営規模の拡大には、まず土地の拡大が望ましいと考えられる**。大農具の場合、水稲下層、道東、道南、道央の甜菜等は、生産費の中に占める割合が小さいばかりか、限界生産力が投下増分より大きいため、むしろ過少投資であり、生産への貢献度は、いずれも極めて小さい。それに対して、上・中層の水稲、道東の大豆、馬鈴薯等は現在の技術体系では過剰投資の傾向をみせている。肥料は、水稲の中・下層、道東の大豆、甜菜、道南の甜菜の場合、経済的に大きな意義をもっているようである。労働が過剰なのは、中・下層の水稲、道東の大豆、甜菜、搾乳牛4～5頭ていどの酪農それに道南、道央の甜菜等である。一方労働の不足しているのは、水稲の上層、水田酪農、道北の甜菜、道東の馬鈴薯である。

このような結果から、たとえば、馬鈴薯の土地限界生産力が小作料に対し、さらに他の作物にくらべ極めて高く、労働の限界生産力も高いからといって、資本との結合を考慮することなしに、その作付の有利性を論じられないことは当然のことである。実際のところ、所得、純収益は大豆の方が若干大きいよう

* 市岡「前掲書」327頁

** 逸見謙三「北海道の経済と農業」114頁

である。そのことは労働の限界生産力についてもあてはまるのである。しかしながら D. G. Johnson ものべているように、アメリカでは、労働移動は相対所得により最も強い影響を受け、移動の空間的距離が比較的短い* ことからすれば、北海道のように非農業の就業機会に恵まれない地帯、脱農を好まないか、できない農家にとり農業内での作付転換、労働配分比率の変化等は、重要な意義をもつことになるであろう。

以上、個別農畜産物の生産函数を計測したわけであり、C. Beringer は、個別農産物の各 input の限界生産力とこれら個別農産物全体にあてはめた Aggregate Function の限界生産力を比較すると、後者は前者の加重平均値になるとのべているが**、この Aggregate Function の計測をできないことは遺憾である。この計測が可能になれば産業別生産函数を作製できたからである***。最後に一言、生産函数の変数評価の問題に触れると、例えば、水稲作の場合、土地を面積でなく評価額にすれば、土地の弾性値は著しく低下し****、或る変数の内容を変えると、変えない変数の弾性値、したがって、限界生産力

* D. G. Johnson, "Policies to improve the labor transfer process, The American Economic Review, May, 1960 P. 404

** C. Beringer, "Estimating Enterprise Production Functions from Input-output Data on Multiple Enterprise Farms J. F. E Nov. 1956 P. 927

*** ○工業に関しては、従来家本、木川両氏の推定が大正14年から昭和12年まで綿紡績について計測されたものがある。それによると労働は0.2~0.4の弾性値を示している。

西川俊作「産業別生産函数とその規模係数」『理論経済学』11巻 No.12, 48頁

○漁業に関し、筆者が計測したものによると、労働の弾性値が大きくあらわれる。昭和34年度北海道沿岸漁家の場合、労働が0.96で、限界生産力は88円と農業の稲作なみである。しかし、漁船、漁網、漁具、その他漁業支出の弾性は0に近い、収益一定を仮す。 $Y=1.005X_1^{0.93}X_2^{-0.08}X_3^{0.05}X_4^{0.06}$ (但し、Y; 漁獲高, X_1 ; 海陸労働時間, X_2 ; 漁業支出, X_3 ; 漁船償却費, X_4 ; 漁網延なわ, $R^2=0.950$)、拙稿「沿岸漁家の就業構造」北海道指導漁業協同組合連合会刊

| | 中 層 | | 上 層 | | 層 | |
|------------|-------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------------------|
| | 弾性値 | X_1/X_i | $\sigma X_1/\sigma X_i$ | 弾性値 | X_2/X_i | $\sigma X_1/\sigma X_i$ |
| K_0 | 0.020 | | | ※0.040 | | |
| K_2 | ※0.191 | 201 ^円 /100 ^円 | 38 | 0.108 | 181 ^円 /100 ^円 | 20 ^円 |
| K_3 | -0.011 | 161 ^円 /時 | -1.8 | ※0.702 | 180 ^円 /時 | 126 |
| K_4 | ※0.508 | 866 ^円 /100 ^円 | 440 | 0.033 | 835 ^円 /100 ^円 | 27 |
| K_5 | 0.012 | 1,296 ^円 /100 ^円 | 16 | -0.003 | 1,328 ^円 /100 ^円 | -4 |
| $\sum K_i$ | 0.700 | | | 0.840 | | |
| | $R^2=0.887$ | $R=0.942$ | | $R^2=0.797$ | $R=0.893$ | |

註 但し土地を土地台帳による評価額とした。第1表と比較されたい

※ 有意性10%水準まで

も変化する。梅村氏が分配率計測上，生産弾性の計測は著しく不安定で信頼し難い* と云われる点も確かにはないわけではない。そこで「生産函数からの推計結果を直ちに農業政策なり農業経営の指針とするには余程慎重にしたい**」ものである。

* 梅村又次「賃金・雇用・農業」92頁

** 土屋圭造「農業における技術進歩と生産函数」大川，川野編「現代農業分析の展望」233頁