

## 農業における巨視的生産函数の計測

唯 是 康 彦

### 一 概 観

1 計測の意義 農業経済学、特に農業経営学においては、中心課題が生産経済学にあるために、生産函数は多くの人々によって計測されてきた。しかし、それは大部分が特定地域の調査個表に基づくもので、経営分析や経営診断の要請には適当していても、経済学の広い分野へ持ち込んで、一般的経済諸変量と関係させるには余りにも特殊過ぎた。いうまでもなく、特殊な生産函数を計測することにはそれ独自の目的があるのであるから、これにすべてを要求することの方が無理なのであって、それだけに、より一般的な生産函数の計測は別途になされなくてはならないことになる。ところが、現在までのところ、このような試みはほとんどなされていないに等しく、また、なされていても、成功したとはいえない状態にある。

ここで、一般的生産函数といっているのは、わが国における農業部門全体の生産函数のことであって、かりにこれを巨視的生産函数と呼んでおこう。このような生産函数を求めようとする直接の動機は、わが国農業の長期展望を持つところから生まれてくる。戦後わが国農業には特徴的なことが二点ばかり指摘されている。一つは

食生活が変化してきているために、食料需要の伸びは根強く、他の先進国にみられるような鈍化はなかなかみられないということであり、いま一つはわが国経済の高度成長のために労働力需要が大きく、そのため戦前停滞気味だった農村人口が急速に減少し始めたということである。この二つの巨視的事実から次のような問題が当然発生してくるであろう。つまり、農村労働力がこのまま減少していった場合、高い食料需要に見合う食料供給が可能なのだろうか、ということである。需給のアンバランスは、通常価格騰貴か輸入超過という形で現われてくる。価格騰貴は消費者を圧迫し、労賃を吊り上げるから、国民経済的見地からも好ましいことではない。かといって、輸入に余り多くを期待すれば、また幾つかの困難に遭遇する。例えば、現在の後進国の経済開発の状態からみて、世界の食料需給がそんなに楽観を許す状態にはないのであって、わが国の大量輸入が可能であるかどうか保証の限りではない。また、大量の輸入ができたとしても、これはわが国の国際収支を悪化させ、工業原料の輸入を抑える恐れがある。更に、輸入の結果、国内の農業生産が打撃を受け、農業者の生活をおびやかすかもしれない。とすれば一方では自由主義経済の原則に従って輸入を行ない、国内価格の騰貴は抑えても、他方では国内の農業生産を高め、極端な輸入依存に陥らず、農業者の生活を向上させていく方策が考えられなければならない。農村人口の減少が阻止し難い事実とすれば、農業生産を支えるものは資本の増投と技術進歩ということになるだろう。農村労働力が将来どの程度減少するかがわかり、また望ましい輸入依存度や農業者のあるべき労働生産性が与えられたとしたならば、従来の技術進歩率のままでは、一体どの程度の資本の増投がなされたらよいのだろうか。これはわが国農業の長期展望に関心を抱いている人ならば誰でも知りたい問題であるばかりでなく、今後の農業政策の直接的な指針となる重要な課題なのである。ところで、生産函数とは生産要素の投入量と生産物の産出量との間の純粋に技術的な関係で

ある、と定義される。したがって、わが国農業全体の巨視的生産函数が求められれば、上述のわが国農業の長期展望に関する課題は直ちに解答されるはずである。もちろん、右の課題に答えるためには、個々の農産物の需給関係を積み上げていくという接近法もある。巨視的生産函数による接近法だけが課題に対する唯一の方法とは思わない。しかし、少なくとも課題に対する有力な手段の一つであることには疑問の余地はないと思うのである。

巨視的生産函数の役割を右のように規定することは、余りにも現実に入り込んだ偏狭な態度ということになる。長期展望においても資本必要額を推定するためだけに生産函数が利用されるわけではない。農産物全体の供給量、必要な農業労働力、技術進歩のテムポなど、成長モデルと問題の設定の仕方でも利用の仕方は考えられる。そのほか、成長モデルから切り離して考えても、農業全体における生産要素の限界生産性や限界代替率、更にそれらと生産要素価格や生産物価格との関係など、静学的分析にも巨視的生産函数は産業全体の立場から極めて強力な武器となるのである。巨視的生産函数を変形することによって、農産物全体の供給函数や費用函数、農業生産要素全体の需要函数の誘導も可能であって、少なくとも独自に推定された供給函数・費用函数・要素需要函数を吟味する基準になることができるわけである。先に述べたわが国農業の長期展望の課題も巨視的生産函数利用上の一例に過ぎない。しかし、反面、それは現実的重要性においては目下他に抜きん出ている。したがって、その時々の実現的課題に答えるためには、巨視的生産函数が推計され、種々の検討の結果、客観的に確立されている必要がある。以上述べたように、巨視的生産函数が得られれば、その経済分析なり、経済予測に果す役割は極めて大きなものがある。ただ、問題はこの巨視的生産函数というものが本当に客観的に確立されるだろうかということである。

農業に限っていえば、一口に農産物といってもその内容は様々である。それに応じて生産要素も技術も様々である。

その上、地域差が存在する。それ故、わが国全体の、しかも農業全部を一括したような生産函数というものは、その内容の余りの異質性のために、存立しえないのではなからうか。しかし、この疑問は直ちに巨視的生産函数の否定には向わないだろう。わが国農業が、作物別・地域別・経営別に数箇の等質な集団に分類され、それぞれについて生産函数が求められ、しかる後に、一つの函数に一括されるなり、数箇の函数として併列されるなりすれば、それだけで充分巨視的分析に耐えうる生産函数ということができよう。将来の問題としてはこのような形になることの方が却って理想的であろうと考えられる。元来、計測対象が等質であるか、異質であるかということは相対的な問題である。対象の異質性を余りに重視すれば、生産函数のみならず、今日ではある程度の客観性をもって計測されているわが国全体の需要函数の如きも成り立たないことになってしまう。計測対象の異質性は資料の分類や説明変数の追加によって極力排除されねばならないが、完全を期することはできないのであるから、要は計測目的にその函数がどの程度有効であるかということで判断しなくてはならないものと思う。わが国農業を一括することによって、生産物間や生産要素間の有機的な結合関係が保存され、作物別に切り離して計測するよりは却って良好な結果がえられる場合もありうるのである。したがって、巨視的生産函数の存立は計測以前に疑うことではない。少なくとも、その計測は試みるに値することであると思う。

2 計測の方法 生産函数は前述したように、生産要素の投入量と生産物の産出量との純粋に、技術的な関係を示すものと定義されている以外、他に特別の規定はない。需要函数がマネー・イリュージョンの議論を内包しながらも、原則的には零次同次の函数型を前提していると同様に、生産函数でも一次同次の函数型を仮定することはできる。この場合、一次同次の仮定は、普通考えられているように、収穫一定の生産関係には違いないが、収穫逡増・

通減の場合をも包含するところの、極めて根本的にかつ観念的な法則として設定されているのである。

生産要素間の比率をそのままに維持しながら、投入量を増減するのに比例して生産物の産出量が増減する場合、この生産函数は一次同次であるといわれる。生産要素間の比率が変われば、生産要素投入量と生産物産出量との関係も変る。両者の比例関係は投入比率が一定に保たれている限りにおいて存続するのである。一つを除いて他の生産要素は一定水準に固定し、一つの要素だけを次第に増投していく場合を考えてみよう。この場合、最初はこの要素の投入量が余りにも少な過ぎるために、生産要素の結合関係は適正を欠き、生産能率は悪いだろう。したがって、また、その要素を増投していくにつれ適正な関係に近づいていくから、能率は上っていく。しかし、ある点を超えれば、関係は逆となり、その要素は投入過剰で、生産能率は落ちる。つまり、ここではその要素に関する収穫通増、通減の現象がみられるわけである。だが、このことは先に述べた収穫一定の事実には矛盾はしない。その要素をも含めた全要素間の比率が、その要素投入量の変化のために絶えず変化しているから、生産物の産出量も比例関係を保てないのである。その比率が一定でありさえすれば、特定要素の投入量が適正であろうとなかろうと、投入・産出関係は一定になるはずである。つまり、生産函数の型が一次同次であるということと、収穫が通増・一定・通減であることは両立しうるのである。

では、全生産要素の投入比率が一定に保たれさえすれば、投入水準のいかんにかかわらず、一次同次の法則は貫徹されるだろうか。右の観念的立場からすれば、然りである。では、現実にはなぜ適正比率における収穫一定は存続しないのだろうか、技術と価格の変化を別とすれば、それは第一に、われわれが全生産要素を列挙できないためである。生産要素は広義に解釈すれば、生産を成立せしめているすべてのものであるから、そこに見落しがあり、

生産規模を変化する際に、見落した要素は変化しないから、要素間比率のバランスが崩れてしまうのである。第二に、生産要素は供給量に制限があり、分割可能性に限界があるから、生産規模の変化に当って、要素間比率を一定に保つことが困難なのである。更に、企業者をも生産要素に入れて考えれば、各企業者の才能は独自のものとして、絶対に一箇以上存在しないものであるから、生産要素の供給制限はこの点で最も明白に現われることになる。<sup>(1)</sup>

ところで、以上の生産函数に関する一次同次の議論を実証的立場からみた場合には、生産函数の型を決定する際にはほとんど役に立たない。一次同次の函数型といっても種類は多いし、どの函数型にするかということとは全く計測してみなければ分らない。その上、実証的には、とても生産要素のすべてを尽くすことはできないし、たとえそれができたとしても、数箇の範疇に括らなくてはならないから、右に述べた観念的法則を満足させるようなことにはならない。したがって、一次同次の仮定を計測以前に設定すること自体、無理なのである。むしろ、計測結果から、逆に、仮定した函数が一次同次であるかどうかをみるの方が実証的には好ましいだろう。とすると、生産函数の型についてはア・プリアリには何も与えられていないことになり、実証を通じて確かめられねばならないことなのである。にもかかわらず、生産函数の計測に当っては極く最近まで、函数型のことと悩むものはほとんどいなかった。生産函数といえ、この三〇年間、コップ・ダグラス函数のことに決っていたからである。

コップ・ダグラス函数が圧倒的な力をもって経済学者を支配してきたのは、その函数が経済理論を数学的に単純化したことと計測上のみごとな成功とによるものと思われる。<sup>(2)</sup> 始め一次同次の仮定から出発し、後にこれを放棄したが、この仮定がなくとも実際の計算結果は一次同次に近いことが、多くの適用例から証明されている。また、最初の計測は時系列資料でなされたが、ここには生産要素や生産物のトレンドが作用しているとして、計測対象はク

ロスセクション資料へ移された。しかし、クロスセクション資料の結果は、中立的技術進歩の仮定に立ってトレンドを導入した時系列資料の計測結果に極めて近いものであった。そうして、いずれの結果も現実に支配している生産要素の分配率にかなりよく一致するようなものであったことは、経済理論と実証との架橋に光明を与えたものといふことができよう。景気の好況、不況による生産要素の遊休度は時系列資料でも考慮できないものではないし、クロスセクション資料の利用で、この点の修正は容易である。したがって、この点はコップ・ダグラス函数に致命的な欠陥とはならなかった。その後、多くの適用で、生産要素の分類の仕方などが計測対象にに応じて多少変ったが、些細な修正を除けば、コップ・ダグラス函数は始めて発表された当時の型に根本的にはほとんど同じものが今日まで継承されてきているわけである。<sup>(3)</sup>

しかし、コップ・ダグラス函数を適用して生産函数を計測する場合、問題が発生しないわけではない。生産は生産要素の技術的結合によってなされるから、生産要素の代替関係はかなり強いものがある。とすると、計測対象となる資料においては、生産要素は相互に高い相関を示すことになる。クロスセクション資料では、技術が一定で且つ完全競争がいきわたっている場合には、価格体系はすべての企業に共通だから、生産要素間の比率は一定になっているはずである。かりに競争が不完全であっても、技術が一定なら、生産要素の関係は、一方の減少は他方の増加という関係にあるから、相互に比例関係を示してくるだろう。時系列資料においても理屈は同様である。ただ、この場合には必ず技術進歩が伴うのであるが、これが資本主義社会では歴史的にいつて資本使用的・労働節約的方  
向へ進むから、技術進歩を示すトレンドは資本額の増加傾向と相関することになる。このように、生産函数における独立変数間の比例関係はこれを最少二乗法で解こうとする限り、線型重合を発生し易いわけである。

生産函数は経済体系のなかにおくと、生産物や生産要素の価格と関係するから、生産要素の投入量と生産物の産出量には、前者が後者を決定するという因果関係ではなく、前者も後者も経済体系のなかで同時に決定される内生変数なのである。この観点に立てば、生産函数を経済体系という連立方程式体系のなかで同時決定的に解くことが考えられる。<sup>(4)</sup>しかし、この方法は不幸にして余り成功的ではない。生産要素のうち固定的なものは、短期的には外生変数であるが、長期的には内生変数である。したがって、長期的には生産函数に外生変数が存在しないことになる。また、経済体系のなかで生産函数と直接関係する諸価格は、生産函数の計測対象が経済全体とか産業全体とかになると、これまた内生変数になってしまうのである。つまり、同時決定方式に必要な外生変数を発見することはなかなか容易なことではないのである。

このほかに、生産函数を解く方法として共分散行列法があるが、<sup>(5)</sup>これは線型重合の程度は分っても、これを回避することはできないから、やはり充分ではない。完全競争が実現していれば、生産要素の分配率を利用する方法は、<sup>(6)</sup>簡単でよいけれども、それには完全競争という前提が必要である。要するに、生産函数を計測する方法で完全なのは現在のところない状態にある。多くのばあいは結局、最少二乗法を利用することになるのである。そこで、つぎに考えられる方向は、最少二乗法を使用する上で困難が発生しないような形に資料の方を整備するということがある。

最少二乗法を適用する場合、変数として考慮されているもの以外の要因については、資料は同一に保たれていなければならぬ。また、変数として採用される要因についても、その内容は等質でなければならぬ。農業生産の場合、生産要素は極く大雑把には労働・土地・資本に三分割されているけれども、その内容は多岐にわたっている。



もし、これを純化しようとすれば、生産要素の分類を細くしていかねばならない。また、生産物の内容もなるべく統一し、単一の商品にすることが望ましい。更に、気象条件・自然条件・技術条件が農業にとって重要であることを考えれば、計測対象はなるべく同一地域へ限定される必要がある。作物別・地域別資料により、生産要素を細分した形の生産函数を計測することが、最少二乗法を適用する場合の最も望ましい態度ということになってしまふ。<sup>(1)</sup>しかし、これはこれでまた問題がある。資料を純粋に等質にすることはよいことであるけれども、この方向を徹底させていけば、そのような資料は存在しないことになってしまうし、また、非常に小さな集団についてそれがみられたとしても、そこには生産関係以外の異質な要因が存在して、それが大きく影響を示してくる場合が多い。その上、このような資料を計測することは経営学的分析になってしまい、最初に意図した経済学的分析からずれてしまふ恐れもあるのである。

資料を純度の高いものにしようと思えば、それを現実の経営のなかに求める必要はない。生産函数は投入・産出の純粋に技術的關係であるから、農事試験場の実験データのなかからも求めることができるはずである。この場合には、生産物の定義とか、生産要素の分類とか、生産要素間の相互関係とかによって煩わされなくともよい。これらの問題が発生しないように実験計画を組めばよいだけのことである。この態度をとるものは、実験結果の説明に忠実であろうとするために、終にはコップ・ダグラス函数を放棄することになる。コップ・ダグラス函数は少なくとも三つの点で現実性を欠いている。第一はコップ・ダグラス函数では、アイソカントは生産要素軸を漸近線とする双曲線であるから、ただ一種の要素だけでは絶対に生産は行なわれなないということの意味することになる。第二に、限界生産性が零である線は生産要素軸であるから、第一象限内にリッツ・ラインが存在しないことになる。第

三に、アイソクラインは原点から放射する直線となるので、要素価格の比率が一定なら、産出水準がいかに変化しても、要素投入比率は変化しないことになる。アイオワ大学のE・O・ヘディ教授および彼の共同研究者達は以上の理由からコップ・ダグラス函数を却け、二次形式ないし平方根形式の生産函数を新たに提案している。<sup>(8)</sup>

実験データに基づく生産函数の計測は、実験のスケールに限界があるため、巨視的生産函数の要求を満足させることはできない。また、現実の経営のなから生産函数を求める場合に発生する誤差は、企業者の能力を示すから、実験データによる計測誤差とは自らその意味を異にしている。ただ、コップ・ダグラス函数を根本的に疑ってみた点は注目値する。そこに提案された函数型は、今後十分に検討されてよい問題を含んでいると思う。

コップ・ダグラス函数に関する疑問は、戦後に著しい発展をみせた新しい経済学の側からもなされた。ハロッド・ドマールの成長モデルやレオンテイエフの産業連関論、あるいはリニア・プログラミングでは生産要素の代替関係は固定的であるのに、コップ・ダグラス函数はその点自由である。新しい経済学では資本・労働の代替弾性値は零であるのに対し、コップ・ダグラス函数ではそれが1であると仮定されている。現実の経済では産業によって種類の代替弾性値が前提されているのではなからうか。一次同次の仮定はそのまま維持しながら、資本・労働の代替弾性値に関する制限は撤廃した新しい生産函数が、アロー、チェナリー、ミンハス、ソロー等によって提案された。<sup>(9)</sup>

CESないしSMA C生産函数といわれるものが、これである。この提案は極めて興味深いものを含んでいるが、その函数型が非線型のために、直接の計測はできず、賃金や利率を媒介とした間接推計しか現在のところなされていない。そうして、これが農業に適用しようとする場合、かなりの制限になっている。

以上、生産函数に関するエコノメトリックス的發展過程を概観してみたが、わが国農業の巨視的生産函数の計測

に当っては、直接適用できるような新しい方法論というものはないように思う。結局、農業に関する集計的データを労働・土地・資本という分類法に従って処理し、それに最少二乗法を適用して、コップ・ダグラス函数を求めてみるのだが、経験の少ないわが国の場合には、とるべき第一歩のように思う。この第一歩が踏み出された後に、始めて問題点が明らかになるし、そこから新しい途も開けてこようというものである。したがって、クロスセクション分析におけるSMAC函数の適用や時系列分析における分配率法の適用は、本論文でなされてはいるが、今回は飽までも試算の域を出ないものである。本論文の重点はどこまでもコップ・ダグラス函数にあることを予めお断りしておく。

- 註(一) M. Friedman, *Notes on Lectures in Price Theory*, the University of Chicago, 1951 (draft) 21頁。
- (二) C. W. Cobb & P. H. Douglas, "A Theory of Production", *A.E.R.*, Vol. 18 (Suppl.) 1928.
- (三) P. H. Douglas, "Are There Laws of Production" *A.E.R.*, Vol. 38, 1948 以下同じ。諸成果が一括おぼせぬ。
- (四) J. Marschak & W. H. Andrews, "Random Simultaneous Equations and the Theory of Production", *Econometrica*, Vol. 12, 1944.
- (五) 同上同。
- (六) R. M. Solow, "Technological Change and the Aggregate Production Function", *Rev. of Ec. and Stat.*, Vol. 39, 1957.
- (七) わが国の場合はこの方向を進んたようである。その結果として個別農産物の生産費調査を掘りどころとすることになるが、経営が多角的の場合、そのなかから一種類の農産物を取り出し、生産要素のうちそれに要した投入部分だけを数量として把握するためには、何らかの擬製計算が行なわれることになる。たとえ擬製計算が行なわれなくても、有機的に結合している生産要素を切り離すことは、かえって資料としての純粋性を欠くことになりはしないだろうか。
- (八) E. O. Heady & J. L. Dillon, *Agricultural Production Functions*, the Iowa State University Press, 1961 21頁。
- へ説明おぼせぬ。

- (5) K.J. Arrow, H. B. Chenery, B. Minhas & R. M. Solow, "Capital Labor Substitution and Economic Efficiency", *Rev. of Ec. and Stat.*, Vol. 43, 1961. (3) リッベキ等は新しい函数を Constant Elasticity of Substitution の頭文字をとって CES 生産函数と呼んでいる。これと対して、A. A. Walters などは彼等の姓名の頭文字をとって S M A C 生産函数と呼んでいる ("Production and Cost Functions, An Econometric Survey", *Econometrica*, Vol. 31, 1963)。

## 二 クロスセクション分析

1 資料の説明 個別農産物に関する生産関係の資料は、「生産費調査」において相当詳細になされているが、農業全体に関しては現在のところ「農家経済調査」に頼る以外にはない。そこで、「農家経済調査」を利用することになるのであるが、戦後の「農家経済調査」はサンプルが五千五百個もあり、昭和三七年からは更にサンプルは一万五千個に拡大された。このようにサンプルが多数あつては、筆者の計算能力では調査個表の利用はとてできないことである。これらのサンプルを幾つかのグループごとを集計して作られたところの、グループごとの平均値を利用することが差し当ってなしうる最も容易な手段である。「農家経済調査」では農区別経営規模別農家当り平均値が計算されているから、これに基づいて平均的農家の生産函数を計測することにした。

ただ、この際注意しなければならないことは、サンプルの平均値というものは個々のサンプルに潜むランダムな要因を打ち消す反面、生産関係に内在する傾向を明瞭に打ち出してくる、ということである。すなわち、経営規模が大きくなるにつれて、投下される労働も資本も増大するという傾向が平均値でははっきりしてくる。生産要素間の高い相関が線型重合を発生させ、生産函数の推計を攪乱してしまうという、前章で述べた統計的危機が、平均値を利用することによってますます強まってくるのである。しかし、線型重合というものは、所詮相対的な問題であ

ると思う。独立変数と従属変数との相関の方が独立変数間の相関よりも高ければ、線型重合はある程度避けられるのではなからうか。<sup>(1)</sup>線型重合の可能性は充分存在するし、計算結果を理解するに当たっても、その点に関する考慮は払われねばならないが、計算に際し余り神経質になるのも考えものである。

さて、「農家経済調査」の農区別経営規模平均値を利用するとして、この統計をどのように分類すべきであろうか。多少弁解めくが、本論文におさめられた研究は、農業のみならず、日本経済全体の分析との関連がきっかけとなつてなされたものであるから、資料の処理や変数の選択には最初からある種の制限があつた。したがつて、農業の生産函数だけを対象とするなら、当然試みられねばならないことでも省かれてゐる場合がある。すなわち、経済全体との関連で直接われわれに必要だつた生産函数の内容は、農業生産における付加価値と労働・土地・資本という三要素との関係である。農業における粗生産額や農業に適した生産要素の細分は、農業を他産業と関係させる場合には必要でなかつたのである。したがつて、また、ここにいる資本は固定資本だけに限定され、流動資本（經常投入財）を含んでいないのである。粗生産額をX、付加価値をV、労働をL、土地をA、固定資本をK、流動資本をMとすると、われわれが狙つた生産函数は

$$V = \alpha L^{\beta} A^{\gamma} K^{\delta} M^{\epsilon} \dots \dots \dots (2 \cdot 1)$$

であつて

$$X = \alpha L^{\beta} A^{\gamma} K^{\delta} M^{\epsilon} \dots \dots \dots (2 \cdot 2)$$

という型のものではなかつた。つまり、(2・1)式では $V = X - M$ であるから、

$$X = M + \alpha L^{\beta} A^{\gamma} K^{\delta} M^{\epsilon} \dots \dots \dots (2 \cdot 3)$$

という関係を前提しているものであって、これからも分るように、(2・1)式は流動資本の限界生産性を1と仮定しているのである。(2・2)式では流動資本は他の生産要素と全く等しく取り扱われている。いずれが適当な生産函数であるかは使用目的によるが、本論文では既述のように(2・1)式に重点が置かれた。以上の計測では(2・2)式は参考程度に計算されているに過ぎない。

次に、いずれの方程式を採用するにしろ、各変数はフロー概念によるべきか、ストック概念によるべきかという疑問が起る。生産函数が投入・産出の技術関係を示すものとする、原則的には実際に稼働された生産要素の数量が示されるべきであるから、フロー概念が採用されることになろう。粗生産額や付加価値は年間の生産量と関係するし、労働は労働時間で、土地は作付延面積で、固定資本はその使用量で、流動資本はその投入量で示さるべきである。しかし、問題はこれらがどの程度正確に把握されるかという点にある。

計測対象が単一作物であったなら、粗生産額の測定は物量でなされるし、食料作物だけなら、熱量を単位とすることも考えられる。しかし、ここで問題になっているのは農産物全体であるから、物理的な測定は適当ではない。結局、金額表示に依らざるをえないのであるが、その場合、各作物を評価するのに用いられる価格体系はどのようなものにしたらよいのだろうか。相当長期間にわたって価格体系が安定しているならばよいが、さもなければ、何時の価格体系を採用すべきかという問題にぶつかるといえる。本論文ではこの点を余り深く追求しておらず、クロスセクション分析では当年価格をとることにしている。

付加価値についてはどうであろうか。金額表示による粗生産額から金額表示による流動資本を控除することによって求められている。粗生産額も流動資本もともに当年価格で評価されている。流動資本はその個々の内容につい

ては物量的表現が可能であるが、全体として一括するときには、やはり金額表示しかなさそうである。なお、流動資本は「農家経済調査」のなかの経営費から作成されている。経営費から固定資本の償却費やその支払地代、雇傭賃金を控除した残額を流動資本とした。

労働は既述のように自家農業投下時間を採用した。厳密には性別・年令別の投下時間も分るのであるが、今回はこのような細分は行なわなかった。なお、この種の記述にどの程度の信頼が置けるか不安がないでもない。労働時間というものを生活時間のなかから区別してくるためには、一応の基準はあっても、個人の主観が入らないものもない。そこで、就業人口というストック概念も参考までに採用してみた。これは家族の農業専従者および補助者、それに年雇の合計である。

土地については作付延面積が採用されている。ただこの場合、牧草地・採草地が落ちているので、ここでも参考としてストック概念を採用し、経営耕地に牧草地・採草地を合計したものを耕地という名目のもとに作成してみた。固定資本については以上と事情が違っている。ここで固定資本というのは農用建物・農機具・動物・植物の合計のことであるが、これらについてはフロー概念は採用しなかった。農機具と動物のなかの役家畜についてはその使用時間が資料としてえられるが、農用建物や植物や役家畜以外の動物の測定単位に時間を適用することはできない。そこで、固定資本全体のフロー概念は減価償却費以外に存在しないことになるが、減価償却費というものは会計上の振替計算であるから、決して生産要素の投入量を示すことにはならないのである。したがって、固定資本ではフロー概念は捨て、ストック概念を採用することにした。理想的には、ストック量にその資本の稼働率が考慮されればよいのだが、そのようなことは出来ない状態にある。ストック量も金額表示で、評価の問題が出てくるが、こ

では「農家経済調査」の評価に従うことにした。このように、資本は他の生産要素以上に問題を含んでいるため、計測結果の信頼性には大いに注意を要する。なお、各資本は年度始と年度末との平均値がとられたし、農用建物には住家は全く含まれていない<sup>(2)</sup>。また、参考として固定資本を農用建物・農機具・動物・植物に細分した場合の生産函数も計算してみたが、その場合も金額表示を採用した<sup>(3)</sup>。

以上のようにして資料を整備し、変数を作成して、計測を行なったのであるが、その際、地域差がある程度考慮することにした。いかに巨視的生産函数といっても、全国を一つの完全に等質な集団とみなすことはできない。かといって、地域の異質性を余り強張り過ぎると、巨視的生産函数は計測されないことになってしまう。そこで、生産要素の投入による産出効果は、技術水準が平準化しているために全国で一定であるが、気象条件や自然条件は地域によって異なっているために、生産水準は違っていると仮定した。つまり、(2・1)式や(2・2)式でいえば、生産要素の弾性値の $\alpha \cdot \beta \cdot r \cdot \delta$ は全国共通であるが、生産水準を示す $\epsilon$ は地域によって異なっていると考えるのである。もちろん、農業技術は気象条件や自然条件と不可分の関係にあり、作物の種類には地域性があるから、 $\alpha \cdot \beta \cdot r \cdot \delta$ にさえも地域差を織り込むべきだという議論は当然出てくると思う。しかし、計測資料として農区別経営規模別平均値を使うとすれば、弾性値にまで地域差を入れることは若干無理があるので、別の機会に譲ることとした。このために、作物の生産構造からくる差異が生産弾性値に反映してしまい、全作物を一括した場合の時系列資料による計算結果とは比較にならないものが、ここでは算出される可能性がある。しかし、時系列資料では時代による作物構成の差が存在しているので、問題はそれほど単純ではない。そこで、ここでは全国一本の生産函数のほか、全府県・東日本・西日本などのブロック別の生産函数も参考として計算してみることにした。



第2・1表 昭和27年農家の生産函数<sup>1)</sup>

	全 國			全 府 県			東 日 本			西 日 本			全 國		
	0.9995			0.9997			0.9995			0.9998			0.9993		
	係 数	標 准 係 数	標 准 差	係 数	標 准 係 数	標 准 差	係 数	標 准 係 数	標 准 差	係 数	標 准 係 数	標 准 差	係 数	標 准 係 数	標 准 差
労働時間	0.5618	0.1133	0.3947	0.1021	0.4033	0.1741	0.3979	0.1391							
作付面積	0.4288	0.0666	0.6468	0.0770	0.8854	0.1567	0.5499	0.1074							
固定資本	0.1592	0.0714	0.0903	0.0629	-1.1181	0.1344	0.1846	0.0828	0.2695	0.0812					
就業人口													0.6906	0.1494	
耕地													0.3285	0.0721	
北海道	0.7214	0.1155											0.7844	0.1204	
東北	0.8165	0.0931	0.4673	0.0881	0.1417	0.1431							0.8763	0.0940	
北陸	0.7842	0.0950	0.4443	0.0886	0.1396	0.1412							0.8462	0.0945	
北関東	0.7958	0.0958	0.4529	0.0894	0.1428	0.1445							0.8795	0.0941	
南関東	0.7692	0.0915	0.4044	0.0889	0.0506	0.1462							0.9185	0.0919	
東海	0.7356	0.0927	0.3968	0.0867	0.0851	0.1403							0.8362	0.0928	
山陰	0.7379	0.0963	0.4041	0.0889			0.3883	0.1238	0.7958	0.0906					
近畿	0.7751	0.1060	0.4397	0.0963			0.4119	0.1333	0.8578	0.1021					
瀬戸内	0.7447	0.0963	0.4084	0.0891			0.3892	0.1234	0.8424	0.0940					
北九州	0.7527	0.0944	0.3975	0.0898			0.3931	0.1248	0.8730	0.0880					
南海	0.6730	0.0867	0.3258	0.0835			0.3276	0.1166	0.8041	0.0830					

注1) 付加価値額と固定資本は千円単位、労働時間は千時間単位、作付面積と耕地面積は1畝単位、就業人口は1人単位である。

計測年度は昭和二七・三三・三五・三七年度の四年度とした。サンプル数の変更を除けば、昭和三三年度以降は調査方法が一定しているので、昭和三三年度から一年おきに計測してみることにした。昭和三二年度をとらなかつたのは調査方法が変更になった直後の年だからである。昭和三二年度以前の年については、昭和二七年度が生産の比較的安定した年と考えられたのである。興味の内容は生産要素の弾性値にあるので、評価基準や調査方法が年度によって違うが、敢えてこれらの統一は行なわなかつた。

なお、計測に当っては、農区別経営規模別サンプル数をウェイトとして採用した。しかし、参考用としてはウェ

第2・2表 昭和33年農家の生産函数<sup>1)</sup>

	全 国		全 府 県		東 日 本		西 日 本		全 国	
	係 数	標 準 差	係 数	標 準 差	係 数	標 準 差	係 数	標 準 差	係 数	標 準 差
労働時間	0.6972	0.1045	0.4217	0.0973	0.5340	0.1948	0.4001	0.1024		
作付面積	0.3176	0.0917	0.6354	0.0944	0.5586	0.1725	0.6350	0.0981		
固定資本	0.1855	0.0668	0.1038	0.0549	0.0754	0.0960	0.1465	0.0614	0.2322	0.0765
就業人口									0.5110	0.1439
耕地									0.5194	0.1079
北海道	1.1942	0.1337							0.6641	0.1389
東北	1.2744	0.1134	0.8010	0.1030	1.0715	0.1996			0.8655	0.1091
北陸	1.2884	0.1139	0.8425	0.1007	1.1079	0.1928			0.9047	0.1082
北関東	1.1708	0.1116	0.7081	0.1008	0.9755	0.1945			0.8447	0.1033
南関東	1.1991	0.1130	0.7145	0.1039	0.9861	0.2014			0.8071	0.1045
東海	1.1879	0.1133	0.7240	0.1020	0.9932	0.1974			0.8994	0.1057
山陰	1.1148	0.1116	0.6899	0.0972			5.5687	0.1058	0.7964	0.1059
近畿	1.2513	0.1194	0.7839	0.1064			0.6629	0.1141	0.9428	0.1103
都 戸 内	1.1563	0.1138	0.7051	0.1012			0.5836	0.1081	0.8685	0.1064
北九州	1.1324	0.1079	0.6613	0.0991			0.5472	0.1049	0.8684	0.0976
南 海	1.0880	0.1010	0.6210	0.0968			0.5105	0.1028	0.8294	0.0963

農業における巨視的生産函数の計測

注1) 単位については第2・1表と同じ。

イトの全然ない場合についても計算している。

## 2 計測結果の検討 先ず計測結果

を一覧表にして示しておく。第2・1表から第2・5表までは農区別経営規模別ウエイトのつけられた計算結果であり、第2・6表と第2・7表とはそのようなウエイトを抜いて昭和三三年度と昭和三七年度とについてなされた結果である。また、第2・5表は専業農家だけについて昭和三七年度を計算してみたものである。各表の右端の行は変数名が記されている。また、上端の第一列はブロック名がのっているが、それがどの農区を含むかは地域差を示す常数項の書かれている部分によって自ら知られる。各ブロックごとに

決定係数と回帰係数と標準偏差とが示されているが、第2・5表以下には地域差を示す常数項の標準偏差はのっていない。第2・5表から第2・4表までは農林省官房企画室のご好意によって電子計算機を利用させていただいたその結果である。第2・5表以下は筆者の手計算で、簡便法を使ったので、地域差の標準偏差は出さなかった。なお第2・1表から第2・4表までは電子計算機に資料を入れる際のパンチの都合で、第2・5表以下と変数の単位が違っている。そのため、地域差を示す常数項は両者で直ちに比較することのできない状態にある。しかし、もともと年度間で調査方法や評価基準を統一しているわけではないから、そのような比較は最初から余り考えていないのである。生産要素の弾性値については、コップ・ダグラス函数は両対数一次式で推計されるから、変数の単位がどのようにであろうとも、影響は受けない。地域差は同一方程式内部で比較されることで今回は満足することにしよう。

第2・1表からみていくと、これは昭和二十七年の計測結果である。この年度は昭和三二年度の「農家経済調査」改正以前にあるので、経営規模は五階層に区分されていて、対象農家は上層に偏倚しているといわれている。計算された方程式は五本であるが、そのうち四本は労働時間と作付延面積というフロー概念が使用されている。残り一本は就業人口と耕地面積というストック概念が適用されている。

全国について労働と土地にフロー概念を適用した場合の弾性値をみると、労働時間と作付面積とが大きく、固定資本が小さい。特に労働時間のそれが作付面積のより大きい点は、わが国の農業経済学者が抱いていた既成概念に反するものがあるだろう。<sup>(4)</sup>これをストック概念を適用した場合の全国数値についてみれば、もっと極端になっている。この場合は耕地面積の弾性値が小さくなって、その分だけ就業人口と固定資本の値が大きくなっている。弾性値の大きさの順序は変っていない。

農家の生産函数<sup>1)</sup>

全 国		全 国 <sup>2)</sup>		全 府 県 <sup>2)</sup>		全 国 <sup>3)</sup>		全 府 県 <sup>3)</sup>	
0.9987		0.9996		0.9998		0.9995		0.9997	
係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差
—	—	0.2739	0.0687	0.2677	0.0545	0.7458	0.1153	0.4912	0.1139
—	—	0.2411	0.0672	0.3370	0.0659	0.3830	0.0980	0.6980	0.1152
0.1407	0.0798	0.1275	0.0742	0.0720	0.0597	—	—	—	—
0.5396	0.1160	—	—	—	—	—	—	—	—
0.3947	0.1114	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0.5067	0.0765	0.4596	0.0796	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	0.0279	0.0705	0.0242	0.0652
—	—	—	—	—	—	0.0793	0.0466	0.0021	0.0436
—	—	—	—	—	—	0.0716	0.0454	0.0217	0.0408
—	—	—	—	—	—	0.0243	0.0085	0.0384	0.0206
0.2654	0.1004	1.2230	0.0945	—	—	1.5331	0.1418	—	—
0.4623	0.0941	1.2921	0.0844	0.9903	0.0703	1.5507	0.1159	1.0328	0.1230
0.4397	1.1035	1.2744	0.0878	1.0002	0.0713	1.5601	0.1080	1.0949	0.1135
0.4548	0.1074	1.2264	0.0851	0.9445	0.0697	1.4954	0.1174	0.9800	0.1230
0.4946	0.0981	1.2504	0.0849	0.9229	0.0722	1.4895	0.1186	0.9487	0.1286
0.4451	0.1067	1.2188	0.0885	0.9223	0.0729	1.4779	0.1179	0.9572	0.1245
0.3872	0.1067	1.1786	0.0856	0.9682	0.0696	1.4569	0.1167	0.9597	0.1214
0.4584	0.1184	1.2507	0.0931	0.9671	0.0757	1.5416	0.1215	1.0258	0.1261
0.3700	0.1137	1.1691	0.0886	0.8922	0.0721	1.4391	0.1200	0.9263	0.1247
0.4531	0.0959	1.1906	0.0794	0.8727	0.0677	1.4049	0.1157	0.8714	0.1253
0.4207	0.0981	1.1501	0.0783	0.8377	0.0665	1.3740	0.1189	0.8379	0.1283

農業における巨視的生産函数の計測

はともに千円単位。

第2・3表 昭和35年

農業における「巨視的生産函数の計測	全 国		全 府 県		東 日 本		西 日 本	
	0.9994		0.9996		0.9998		0.9996	
	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差
労働時間	0.6977	0.0928	0.4778	0.0820	0.4356	0.1152	0.4897	0.1109
作付面積	0.3107	0.0841	0.6080	0.0981	0.6529	0.1284	0.4556	0.1453
固定資本	0.1889	0.0873	0.0949	0.0757	0.0683	0.0918	0.2607	0.1261
就業人口	—	—	—	—	—	—	—	—
耕 地	—	—	—	—	—	—	—	—
流動資本	—	—	—	—	—	—	—	—
農用建物	—	—	—	—	—	—	—	—
農 機 具	—	—	—	—	—	—	—	—
動 物	—	—	—	—	—	—	—	—
袖 物	—	—	—	—	—	—	—	—
北 海 道	1.3229	0.1190	—	—	—	—	—	—
東 北	1.4034	0.1062	1.0132	0.0888	1.0094	0.1185	—	—
北 陸	1.3851	0.1103	1.0296	0.0909	1.0266	0.1183	—	—
北 関 東	1.3291	0.1057	0.9635	0.0880	0.9625	0.1151	—	—
南 関 東	1.3592	0.1052	0.9357	0.0912	0.9283	0.1217	—	—
東 海	1.3224	0.1082	0.9376	0.0909	0.9334	0.1199	—	—
近 畿	1.2654	0.1062	0.9144	0.0875	—	—	0.7715	0.1317
山 陰	1.3652	0.1152	0.9970	0.0952	—	—	0.8489	0.1425
瀬 戸 内	1.2538	0.1105	0.8946	0.0913	—	—	0.7433	0.1374
北 九 州	1.2735	0.1000	0.8631	0.0865	—	—	0.7477	0.1255
南 海	1.2207	0.0990	0.8177	0.0852	—	—	0.7033	0.1240

注1) 単位については第2・1表と同じ。

2) 流動資本が入ったため、従属変数は農業粗収益である。流動資本と粗収益

3) 固定資本を細分したが、結果はよくない。固定資本はいずれも千円単位。

農家の生産函数<sup>1)</sup>

全 国		全 国 <sup>2)</sup>		全 府 県 <sup>2)</sup>		全 国 <sup>3)</sup>		全 府 県 <sup>3)</sup>	
0.9972		0.9996		0.9997		0.9980		0.9981	
係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差
—	—	0.3541	0.0804	0.2222	0.0834	0.5617	0.1970	0.4000	0.2534
—	—	0.2589	0.0620	0.3778	0.0674	0.3211	0.1616	0.6025	0.2268
0.1651	0.0889	0.1403	0.0632	0.0771	0.0615	—	—	—	—
0.6018	0.1209	—	—	—	—	—	—	—	—
0.4028	0.1403	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0.4063	0.0466	0.4652	0.0471	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	0.0643	0.1076	<del>0.1045</del>	0.1295
—	—	—	—	—	—	0.1601	0.1319	0.0432	0.1491
—	—	—	—	—	—	0.0434	0.0486	0.0928	0.0592
—	—	—	—	—	—	<del>0.1083</del>	0.0262	<del>0.0141</del>	0.0273
<del>0.1044</del>	0.1952	0.7804	0.1356	—	—	1.6026	0.2519	—	—
0.2073	0.1876	0.8871	0.1238	0.7164	0.1180	1.7258	0.2217	1.4633	0.2487
0.2483	0.1895	0.9235	0.1248	0.7532	0.1187	1.7441	0.2188	1.5052	0.2407
0.2541	0.1890	0.8428	0.1242	0.6624	0.1194	1.6880	0.2186	1.4229	0.2485
0.2785	0.1901	0.8491	0.1232	0.6683	0.1186	1.6750	0.2156	1.4140	0.2453
0.1917	0.2047	0.8246	0.1301	0.6508	0.1237	1.6704	0.2278	1.4233	0.2526
0.2404	0.2127	0.8851	0.1339	0.7110	0.1269	1.7272	0.2369	1.4884	0.2620
0.1666	0.1946	0.8251	0.1226	0.6634	0.1160	1.6166	0.2160	1.3757	0.2394
0.1550	0.2096	0.8087	0.1287	0.6479	0.1212	1.6301	0.2274	1.3946	0.2491
0.2089	0.2099	0.8058	0.1264	0.6441	0.1194	1.6357	0.2219	1.3923	0.2451
0.2228	0.1960	0.8154	0.1238	0.6424	0.1183	1.6381	0.2214	1.3662	0.2520
0.0733	0.1937	0.7451	0.1202	0.5719	0.1151	1.4620	0.2229	1.1585	0.2577

農業における巨視的生産函数の計測

三二

はとも千円単位。

第2・4表 昭和37年

農業における巨視的生産函数の計測	全 国		全 府 県		東 日 本		西 日 本	
	0.9980		0.9981		0.9994		0.9964	
	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差
労働時間	0.6478	0.1501	0.5797	0.1607	0.6651	0.1470	0.4038	0.2852
作付面積	0.3698	0.1278	0.4509	0.1479	0.2965	0.1091	0.7188	0.3122
固定資本	0.1881	0.1249	0.1623	0.1296	0.2666	0.1080	0.0232	0.2338
就業人口	—	—	—	—	—	—	—	—
耕 地	—	—	—	—	—	—	—	—
流動資本	—	—	—	—	—	—	—	—
農用建物	—	—	—	—	—	—	—	—
農 機 具	—	—	—	—	—	—	—	—
動 物	—	—	—	—	—	—	—	—
植 物	—	—	—	—	—	—	—	—
北海道	1.2870	0.2692	—	—	—	—	—	—
東 北	1.4085	0.2466	1.3421	0.2535	1.1196	0.2314	—	—
北 陸	1.4544	0.2487	1.3881	0.2554	1.1679	0.2318	—	—
北 関 東	1.3775	0.2437	1.3097	0.2509	1.0908	0.2293	—	—
南 関 東	1.3819	0.2406	1.3145	0.2476	1.1028	0.2225	—	—
東 海	1.3612	0.2560	1.2983	0.2622	1.0645	0.2397	—	—
近 畿	1.4361	0.2665	1.3693	0.2731	—	—	1.3245	0.4573
山 陰	1.3249	0.2441	1.2644	0.2499	—	—	1.2300	0.4191
山 陽	1.3197	0.2571	1.2601	0.2628	—	—	1.2362	0.4389
四 国	1.3137	0.2516	1.2545	0.2573	—	—	1.2294	0.4305
北 九 州	1.3208	0.2455	1.2546	0.2523	—	—	1.2017	0.4262
南 九 州	1.1339	0.2389	1.0656	0.2461	—	—	1.0018	0.4175

注1) 単位については第2・1表と同じ。

2) 流動資本が入ったため、従属変数は農業粗収益である。流動資本と粗収益

3) 固定資本を細分したが、結果はよくない。固定資本はいずれも千円単位。

第2・5表 昭和37年専業農家の生産函数 1)

決定係数	全 国		全 府 県		東 日 本		西 日 本	
	0.9813		0.9852		0.9939		0.9798	
	係 数	標準偏差 <sup>2)</sup>	係 数	標準偏差 <sup>2)</sup>	係 数	標準偏差 <sup>2)</sup>	係 数	標準偏差 <sup>2)</sup>
労働時間	0.6534	0.1408	0.5523	0.1616	0.8143	0.1699	0.4748	0.2266
作付面積	0.3956	0.0645	0.4684	0.0760	0.3042	0.0649	0.6081	0.1562
固定資本	0.0895	0.0715	0.0665	0.0812	0.1658	0.0677	—0.0001	0.1442
北 海 道	0.9328	—	—	—	—	—	—	—
東 北	1.0768	—	1.0469	—	0.9600	—	—	—
北 陸	1.1287	—	1.0989	—	1.0132	—	—	—
関東東山	1.0462	—	1.0147	—	0.9352	—	—	—
東 海	1.0408	—	1.0185	—	0.9119	—	—	—
近 畿	1.1371	—	1.1133	—	—	—	1.2834	—
中 国	1.0221	—	1.9953	—	—	—	1,1840	—
四 国	1.0581	—	1.0371	—	—	—	1.2332	—
九 州	0.9646	—	0.9319	—	—	—	1.0964	—

農業における巨視的生産函数の計測

注1) 農林省統計調査部『類型別農家経済統計』(昭和37年)による。単位は第2・1表と同じ。

2) 農区を示す係数に標準偏差がないのは、計算上簡便法を用いたためである

全府県についてみると事情はやや異なっている。労働時間の弾性値は全国の場合より小さくなり、作付面積の弾性値が大きくなって、順序が入れ変っている。この関係は西日本より東日本において著しい。また、全国の場合に比して、固定資本の弾性値は更に小さくなっていて、その標準偏差は逆に大きい。東日本にいたっては負の値さえも示している。固定資本の弾性値は全府県と東日本の場合、検定を悪くしているから、三変数の弾性値の信頼度にも限界があるが、全国とのような違いは、北海道に比して土地の狭小な内地のことを思うと、気分的には分らな



第2・6表 昭和35年農家の生産函数(ウエイトなし)

決定係数	全 国		全 府 県		東 日 本		西 日 本		都 市 近 郊	
	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差
労働時間	0.4781	0.1001	0.2503	0.0893	0.2127	0.1040	0.2891	0.0366	0.3154	0.1308
作付面積	0.2257	0.0280	0.7611	0.1133	0.8109	0.1269	0.5461	0.0517	0.5640	0.2879
固定資本	0.4412	0.1033	0.1280	0.1013	0.0819	0.1000	0.3389	0.0505	0.2860	0.2061
北海道	-0.8730	—	—	—	—	—	—	—	—	—
東北	-0.7747	—	-0.3114	—	-0.1711	—	—	—	—	—
北陸	-0.7789	—	-0.2789	—	-0.0216	—	—	—	—	—
北関東	-0.8848	—	-0.3506	—	-0.2032	—	—	—	—	—
南関東	-0.8272	—	-0.4025	—	-0.1525	—	—	—	-0.5467	—
東海	-0.8568	—	-0.3808	—	-0.2354	—	—	—	-0.5462	—
山陰	-0.8646	—	-0.3712	—	—	—	-0.5948	—	—	—
近畿	-0.8322	—	-0.3313	—	—	—	-0.5594	—	-0.5084	—
瀬戸内	-0.9331	—	-0.4199	—	—	—	-0.6595	—	—	—
北九州	-0.8833	—	-0.4581	—	—	—	-0.6422	—	—	—
南 海	-0.9425	—	-0.5053	—	—	—	-0.6967	—	—	—

注1) 農区別経営規模別標本数でウエイトしてないものである。単位は付加価値と固定資本が円単位、労働時間が時間単位。

作付面積1畝単位。

2) 農区を示す係数に標準偏差がないのは、計算上簡便法を用いたためである。

3) 農畜を意味する都市近郊ではなく、都市近郊農業が大きな比重を示す果という意味である。

第2・7表 昭和37年農家の生産函数(ウエイトなし)

決定係数	全 国		全 府 県		東 日 本		西 日 本		郡 市 近 郊	
	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差	係 数	標準偏差
労働時間	0.5195	0.0962	0.3600	0.1105	0.5231	0.0985	0.2468	0.1619	0.4841	0.2598
作付面積	0.2719	0.0726	0.4521	0.0978	0.3194	0.0786	0.5912	0.1542	0.2489	0.2554
固定資本	0.4540	0.0775	0.4014	0.0826	0.3904	0.0858	0.3600	0.1179	0.5190	0.2590
北海道	-1.9293	—	—	—	—	—	—	—	—	—
東北	-1.6030	—	-0.7106	—	-0.9814	—	—	—	—	—
北陸	-1.5416	—	-0.6567	—	-0.9241	—	—	—	—	—
北関東	-2.1428	—	-1.1155	—	-1.3729	—	—	—	—	—
南関東	-1.6260	—	-0.7130	—	-0.9813	—	—	—	-1.0313	—
東海	-1.7036	—	-0.7763	—	-1.0438	—	—	—	-1.1151	—
近畿	-1.6414	—	-0.7213	—	—	—	-0.5029	—	-1.0555	—
山陰	-1.6741	—	-0.7612	—	—	—	-0.5836	—	—	—
山陽	-1.7325	—	-0.8007	—	—	—	-0.5736	—	—	—
四国	-1.7365	—	-0.7868	—	—	—	-0.5553	—	—	—
北九州	-1.7279	—	-0.7967	—	—	—	-0.5801	—	—	—
南九州	-1.8066	—	-0.8860	—	—	—	-0.6744	—	—	—

注1) 農業地域別経営規模別標準本数でウエイトしてないものである。単位については第2・6表と同じ。

注2) 農業地域を示す係数に標準偏差がないのは、計算上簡便法を用いたためである。

注3) 厳密な意味での都市近郊ではなく、都市近郊農業が大きな比重を占めるという意味である。

いこともない。しかし、それにしては差が大き過ぎるので、統計計算上に問題があると思う。

地域差については、多少の移動はあるけれども、労働と土地にフロー概念を用いた場合はどれも東日本、特に東北・北陸・北関東で高く、西日本で低くなっている。その低い西日本にあって、近畿だけは高く、南海が異常に低いこともすべての場合に共通している。ところが、ストック概念を用いた場合については事態は違ってくる。南関東が高く、北海道が低くなっている。東日本が西日本より特別に高いというようなことは必ずしも読みとれない。地域差は誤差の範囲に没してしまいそうな状態にある。労働と土地にフロー概念を用いた場合には、気象条件から、西日本の方が年間を通じて労働時間も長く、土地利用も複合的だから、同一の弾性値に対し利用の高い分だけ常数を押し下げたものと判断される。なお、ここでいう東日本・西日本という分類は全府県を二分した場合の便法で、両方に属する農区がなるべく同数になるようにとの配慮からなされているに過ぎない。地域区分の問題に深入りすることは当面の課題でないので、以上のような機械的区分に従ったのである。

第2・2表は昭和三三年度の計測結果で、「農家経済調査」が改正されて、経営規模も六階層になっている点を除けば、第2・1表と全く同じことが繰り返されたに過ぎない。しかも、その結果も昭和二七年の場合によく似ている。労働と土地にフロー概念を用いた場合には、労働時間・作付面積・固定資本の順に弾性値が小さくなっていること、固定資本の弾性値が全府県で小さく、特に東日本で小さいことも先の場合と同じである。ただ、全国については労働時間の弾性値が異常に大きく、全府県では東日本の作付面積の弾性値が昭和二七年度より小さくなっている点が違う。ストック概念を用いた場合の全国については、前のときより耕地面積の弾性値が大きくなっているが、固定資本の弾性値が労働と土地にフロー概念を用いた場合より大きいことは同じである。

## 生産函数弾性値の検討 1)

粗生産額の				労働 <sup>3)</sup>		
労働時間 (時間当り)	作付面積 (畝当り)	固定資本 <sup>2)</sup> (円当り)	流動資本 (円当り)	1日当り 賃金(円)	時間当り 賃金(円)	年間賃金 (円)
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	222	25.8	44,500
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	308	35.8	61,600
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
88.8	2,635	0.631	4,814	—	—	—
0.2739	0.2411	0.1257	0.5067	—	—	—
24.3	635	0.080	2,439	348	40.5	69,600
86.9	2,746	0.536	4,810	—	—	—
0.2677	0.3370	0.0720	0.4596	—	—	—
23.3	925	0.038	2,211	—	—	—
137.9	3,563	0.536	4,223	—	—	—
1.3541	0.2589	0.1403	0.4063	—	—	—
48.6	921	0.075	1,716	523	61.5	104,900
135.9	3,717	0.541	4,232	—	—	—
0.2222	0.3778	0.0771	0.4654	—	—	—
30.2	1,404	0.042	1,969	—	—	—

農業における巨視的生産函数の計測

間は8.6時間。年間労働日数は200日として計算した。

第2・8表 クロスセクション

農業における巨視的生産函数の計測

			付加価値の			付加価値の		
			労働時間	作付面積 (畝当り)	資本額の (円当り)	就業人口 (人当り)	耕地面積 (畝当り)	資本額の (円当り)
昭和 27 年	全 国	生産性	46.3	1,419	0.617	80,107	2,006	0.617
		弾性値	0.5618	0.4288	0.1592	0.6906	0.3285	0.2645
		限界値	26.0	608	0.098	55,322	659	0.166
昭和 33 年	全 国	生産性	59.0	1,831	0.470	102,468	2,347	4.070
		弾性値	0.6972	0.3176	0.1855	0.5110	0.5194	0.222
		限界値	41.1	582	0.087	52,322	1,219	0.109
昭和 35 年	全 国	生産性	70.4	2,087	0.500	122,048	2,634	0.500
		弾性値	0.6977	0.3107	0.1889	0.5396	0.3947	0.1407
		限界値	49.1	648	0.094	65,857	1,040	0.070
昭和 37 年	全 国	生産性	105.2	2,719	0.409	170,545	3,244	0.409
		弾性値	0.6478	0.3698	0.1881	0.6018	0.4028	0.1651
		限界値	68.2	1,005	0.077	102,634	1,307	0.069
昭和 37 年	全 国	生産性	103.8	2,838	0.412	—	—	—
		弾性値	0.5797	0.4509	0.1623	—	—	—
		限界値	60.1	1,280	0.067	—	—	—

注1) 平均値における検討である。

2) 資本総額の1.6倍を資本粗額として計算した。詳しくは本文参照。

3) 農林省統計調査部『農村物価資金調査報告書』より作成。1日の労働時

地域差についても、労働と土地にフロー概念を用いた場合の北関東が幾分相対的に小さいこと、ストック概念を用いた場合の近畿が相対的に大きい点を除けば、大勢は昭和二七年度の結果とほとんど変わっていない。

第2・3表は昭和三五年度の計測結果である。左端から五番目までは昭和二七・三三年度でなされたと同じことが繰返されている。弾性値の関係もほとんど変わっていない。労働と土地にフロー概念を用いた場合の西日本の結果が労働時間と固定資本でやや大きいこと、ストック概念を用いた場合の全国の結果が固定資本でやや小さいことなどが目につく。地域差についても内容は前二つの場合に同じである。ただ、ストック概念を用いた場合も西日本でやや低目の傾向を示している点、注意を要する。

第六番目と第七番目の計測結果は労働と土地にフロー概念を用いたものではあるが、流動資本を含み、生産要素に対応する従属変数は粗生産額とされている点に特徴がある。ここでも固定資本の弾性値は小さいが、一番大きなのは流動資本の弾性値で、労働時間と作付面積とはそれ以下になっている。作付面積がちょっと小さいことを除くと、その他のことはわが国の農業経済学者の既成概念に近い結果である。<sup>(5)</sup>付加価値を用いた場合との比較は後に検討されるであろう。地域差については特別新味もなく、他の場合とほぼ似た結果となっている。

第八番目と第九番目との計測結果は労働と土地にフロー概念を用いてはいるが、固定資本の内容を細分して、農用建物・農機具・動物・植物を変数とした場合である。四つの固定資本の弾性値は小さく、その標準偏差は大きいので、この計測は失敗しているともみるはかはない。

第2・4表は昭和三七年度の計測結果である。この年から「農家経済調査」はサムプル数を一万五千にふやした。従来の農区分類のほかに都道府県に関連させて、農業地域という分類をもうけている。ここではこの農業地域を利

用して計測している。計測内容は昭和三五年度的の場合と全く同様である。計測結果も前の場合と大差がない。ただ、全府県と東日本の場合にも、労働時間の弾性値が作付面積のそれを上回っていることは昭和三五年度の西日本を除いてこれまでみられなかったことである。流動資本を用いた場合については、全国の流動資本の弾性値が昭和三五年度より小さくなっているのは、ほとんど同じ関係が維持されている。固定資本を四項目に分割した場合については、昭和三五年度的の場合と同様結果は思わしくない。地域差についても、結果は前の場合と大差のない状態にある。

これまでは全農家を対象としてきたが、第2・5表では専業農家だけについて計算がなされている。労働と土地にフロー概念を用いた場合だけであるが、結果は昭和三七年度的全農家を対象とした場合とほぼ似たものになっている。地域区分はこれまでより目の荒いものになっていて、東高西低の傾向はみられない。

第2・6表は昭和三五年度的的全農家を対象として労働と土地にフロー概念を用いているが、農区別経営規模別ウエイトは考慮されていない。弾性値もこれまでとは異なったものになっている。全国からみていくと、作付面積の値がこれまでと違って一番小さくなり、固定資本の弾性値が労働時間に次いで大きい。これは北海道の大規模経営の効果が非常に大きく影響しているためである。全府県・東日本・西日本ではこれまでの結果と似ているが、西日本の固定資本の弾性値は大きく、労働時間のそれは小さい。都市近郊というのは南関東・東海・近畿地区に便宜上つけた名称である。ここでも全府県の一般的な型態がバランスのとれた値で出ている。地域差については、どの場合もこれまでの東高西低型を示しているようである。

ところで、ウエイトをつけない場合をなぜ計測したかということであるが、生産の技術的側面をみるためには、

ウェイトをつける必要がないからである。日本の農家の平均的生産函数を知るためにはウェイトは必要であるが、将来農家人口や農家戸数が増減し、経営規模が変化した場合には、現在の平均的生産函数では予測できないものが出現してくるであろう。それを知るためには、どの経営規模に対しても平等の立場で扱う方がよいかもしれない。ウェイトを用いなかったのはそのような理由による。しかし、結果は全国の場合を除いて余り新味のあるものが発見されなかったということである。ところが、昭和三十七年度にこの同じ方法を適用してみると、幾分違った様相が出現してきた。

第2・7表は第2・6表と同じことを昭和三十七年度について行なってみた結果である。全国の数値は昭和三十五年と同じであるが、全府県の数値は固定資本が昭和三十五年に比して大きく違ったことを意味している。更に東日本にいたっては労働時間の弾性値が高まり、作付面積と固定資本の弾性値はほぼ等しくなっている。都市近郊にいたっては固定資本・労働時間・作付面積という順に弾性値は小さくなっている。ここで計算した結果は生産物や生産要素の市場価格と対比したとき、余り満足な適合は示していないが、将来の農業生産を考えると、何らかの参考になると思われるので、敢えて掲げておくことにした。

最後に以上の結果の客観的妥当性を検討してみよう。これには生産函数が価格のメカニズムに組み込まれることによって導かれる均衡条件を利用すればよいわけである。生産物産出量を $Y$ 、生産要素投入量を $Z$ ・ $W$ 、それらの市場価格をそれぞれ $P_y$ ・ $P_z$ ・ $P_w$ とし、

$$Y = aZ^b W^c \dots \dots \dots (2.4)$$

という単純なコップダグラス函数を前提すると、均衡条件は次のようになる。



$$\partial Y/\partial Z = P_Z/P_Y \dots\dots\dots(2.5)$$

つまり、均衡状態では限界生産性は相対価格に等しくなるのである。もっとも、これは完全競争が行なわれている場合のことであって、さもなければ

$$\partial Y/\partial Z = [P_Z(1+1/\eta)]/[P_Y(1-1/\eta)] \dots\dots\dots(2.6)$$

という関係になる。ηは生産物需要の価格弾性値、εは生産要素Zの供給価格弾性値である。したがって、限界生産性と市場価格との関係に喰い違いがあれば、それは以上のような意味で市場が不完全であるということになる。なお、(2・5)式に(2・4)式を代入して整理すると

$$b = (\partial Y/\partial Z) \cdot (Z/Y) = (P_Z/P_Y) \cdot Y \dots\dots\dots(2.7)$$

となる。すなわち、弾性値bは生産要素の分配率ということになるのである。Wとcについても同様である。

さて、前置きはこのぐらいいして、数値の検討に入ろう。計算されたものすべてについて検討をするのは厄介でもあるし、意味もないので、ここでは全農家についてウェイトをつけて計算した四ヶ年の数値に限定しよう。それも全国・全府県だけでよいと思う。東日本・西日本の場合は統計的に問題があるし、その意図したことも地域性が弾性値にどのように反映するかという点だけにあったからである。なお、固定資本を四分割した場合は、統計的に失敗しているので、以下の検定からは当然除かれる。

第2・8表には各方程式の変数の平均生産性・弾性値・限界生産性の数字がのっている。一番右端には各年度の賃金を全国平均で一日当り、時間当り、年間当りで示しておいた。これは「農村物価・賃金調査」臨時雇賃金の男女平均である。一日は約八・六時間とされているので、これで一時間当りを計算した。また年間労働日数は一人当

り約二〇〇日なので、単純にこれを掛けて年間賃金を算出した。正確には二〇〇日を割っているのであるが、ここでは参考程度なので、そう厳密な処理はしなかった。北海道の賃金は高いから、全府県平均は全国平均の数値より低いはずだが、ここでも厳密な計算はしていない。なお、労働の限界生産性を臨時雇賃金と対比させてよいかどうかという疑問もある。臨時雇の必要なきは労働の限界生産性が高まっているときであるから、家族労働を主体とした年間の限界生産性はこれより常に低くなければならないことになる。この点を考慮したとしても、臨時雇賃金は限界生産性を判断する一応の目度となると思われる。土地と資本に関しては限界生産性と対比できる基準は何もない。法定小作料は低過ぎるし、金融市場には制度金融が入り組んでいて、どれを尺度にしたらよいかわからない。土地については別に地価があるが、土地の移動した部分だけに着眼するものかどうかと思われる。資本に関しては農林省の統計は四％を基準にしているが、これに格別の根拠があるわけではない。ここでは基だ乱暴な話であるが、色々の事情を勘案して、地価は反当り一〇〇〜二〇万円、資本利率は四〜八％と大雑把な幅をもうけておこう。つまり、余りにも常軌を逸したような弾性値を防ぐ程度に検討されるということである。

第2・8表はいずれも当年価格で示されている。付加価値の労働時間に対する限界生産性は全国で市場賃金より高く、全府県で低い。付加価値の就業人口に対する限界生産性は昭和三五・三七年度でかなり市場賃金に接近している。もっとも、ここには年間労働日数の問題があるので、額面通りに解釈することはできない。粗生産額の労働時間に対する限界生産性は全国・全府県ともに市場賃金より著しく低くなっている。

付加価値の作付面積に対する限界生産性は、労働時間の場合とは逆に、全国より全府県の方が高くなっている。昭和三七年度ではその差はなくなってきたが、昭和三七年度以前は差がかなり開いている。作付率の問題があ

るにしても、この差は少し異常に思われる。付加価値の耕地に対する限界生産性は数値としては先の全府県の値に近いが、作付率を考慮すれば、むしろ、フロー概念を用いた場合の全国数値の方に近いともいえる。<sup>(9)</sup> この数字はすべて一畝当りを出ているが、これを反当りに直すと、最近は一反当り一万円以上となり、法定小作料の約一〇倍である。利子率七%を使って資本還元すると、一反当り約一五万円の地価となつて、現行の地価より高目だが、そつずれた値は出てこない。粗生産額の作付面積に対する限界生産性は全府県の方が全国の値より大きく出ている。全府県の値はやや異常に高いように思う。

固定資本の限界生産性について四〇八%の基準を適用すると、計測結果はほとんどこの範囲に入つてしまふ。付加価値に対して労働と土地にフロー概念を適用した場合には全国の数値が全府県の値より高い。昭和三七年に両者の歩み寄りがみられる。ストック概念を用いた場合については、年度の若いほど高いが、昭和三五年、昭和三七年は接近しており、しかも、労働と土地にフロー概念を用いた昭和三七年度の値にも似ている。粗生産額の場合には、全国の値は全府県の値より高い。

流動資本の限界生産性は非常に高い。われわれが付加価値を用いる際に仮定した1という限界生産性の約二倍になつてゐる。農業における流動資本の役割を考えると、この結果は当然のような気もするし、その分だけ労働の限界生産性が低くなつてゐることを思うと異常な気もする。差し当つては、これをどのようにな断すべきかという基準は持たない。わが国の農業技術が流動資本と結びついて発達してきたことを思うと、この高い流動資本の限界生産性のなかには地域による技術差も織り込まれてゐるのかもしれない。

以上の検討は極めて大雑把であるため、結局は計測結果に対する正確な判断は持てなかつたのであるが、比較的

無疑な結果は付加価値に対し労働と土地のフロー概念を対応させた場合の昭和三十七年度全国・全府県両計測とストック概念を用いた昭和三十五年・三十七年度両計測のようである。ただ、その場合、流動資本が含まれていないから、労働の限界生産性は幾分高まっていると読むべきかもしれない。以上の結論が正しいとすれば、固定資本の弾性値が極めて低いにもかかわらず、その限界生産性は決して低くないということは注目してよいことだろう。つまり、農業においては固定資本の投下量が非常に低い水準にあるのである。特に、その固定資本の内容で一番高い比重を占めているものが農用建物で、これは古いものが多く、生産への貢献度も低いことを思えば、技術革新的投資は今後もっとなされてよいのではないかと思われるのである。もっとも、ここで固定資本の限界生産性を計算するためには一つの仮定が置かれている。「農家経済調査」では固定資本額は純額表示であるから、これを粗額に直さねばならなかった。しかし、そのような修正は簡単にはできないので、次のような単純な仮定に立って計算がなされた。固定資本の耐用年数を  $n$  とし、資本の純額を  $k$  とし、経過年数が平均して耐用年数の約半分であれば、残存価額は 10% だから、

$$K - \frac{1}{2} n \times 0.9 K = k$$

$$\therefore K = \frac{20}{11} k \dots \dots \dots (2.8)$$

粗資本ストックは純額の約一・八倍になる。しかし、経過年数の仮定で、これはいくらでも変わる値である<sup>(2)</sup>。したがって、固定資本の限界生産性にも問題はあつた。この点の検討は今後の研究に待ちたい。

なお、以上検定された弾性値は各グループごとに合計されると、すべて一・二前後となり、この限りでは収益通

増法則が作用していることになる。この点も従来の計算結果とは違ふところである。

[補論] S M A C 函数の適用 C E S または S M A C 函数は次のようなものである。

$$V = r(aK^{\alpha} + (1-\delta)L^{\beta})^{-1/\alpha} \dots \dots \dots (2 \cdot 9)$$

$\alpha$  は効率係数 (efficient parameter)、 $\beta$  は分配係数 (distribution parameter)、 $\gamma$  は代替係数 (substitution parameter) と呼ばれるものである。以下では計算手続きだけを述べ、その手続きの演繹は省略する。(ii) さて、(2・9) 式はこのままの型やその変換式によっては直接計測できない。そこで、完全競争と一次同次函数といふ二つの仮定のもとに、労働賃金と資本利子を手掛りに計測を進めていくわけである。ここでもクロスセクション分析とタイムシリーズ分析と二つの方向があるが、わが国農業の場合、いずれの方向も満足な結果は得られなかった。ただ、将来この種の分析をするのに参考となるかもしれないので、簡単に触れておこう。クロスセクション資料としては「農家経済調査」昭和三七年度農業地域別平均値と「農村物価・賃金調査」昭和三七年度臨時雇賃金とを用いた。農業の場合、生産要素は労働・資本・土地と三分割すべきであるが、取り扱いが厄介なので、資本と土地とを一括することにした。その際、土地の評価であるが、「農家経済調査」のそれに従った。そのために、土地部分が増加していることは否めない。固定資本は期首期末の純額の平均を、前述の仮定から一・八倍して粗額とした。労働については労働時間を採用した。都道府県別労働賃金が男女別労働時間でウェイトされ、更に都道府県別サンプル数でウェイトされて、農業地域別平均賃金となった。これを一日八・六時間として時間当りにしている。労働時間当り付加価値から時間当り賃金を控除して、資本・土地利子収入とし、前述の資本・土地合計額で割って利子率を求めた。賃金率  $w$ 、利子率  $r$  とすると、

$$\log V/L = 0.684 + 0.758 \log w \quad (0.193) \quad (21)$$

決定係数は〇・六〇六で余り良くない。昭和三五年度についても同じ計算を試してみたがその結果はもっと悪かった。このことの大なる理由は東北・北陸の賃金率が労働当りの付加価値に比して低過ぎること、東海の賃金率が労働当り付加価値に比して高過ぎることによる。したがって、これ以上計算を進めても意味がないのであるが、一応最後まで計算してみると次のようになる。

$$\rho = \frac{1}{0.759} - 1 = 0.317$$

$$\delta / (1 - \delta) = (\tau/w)(K/L)^{\rho+1} = 4.711$$

$$\delta = 0.825 \quad 1 - \delta = 0.175$$

$$\alpha = (0.684) - \frac{1}{0.759} = 0.126$$

$$\beta = \alpha\delta / (1 - \delta) = 0.592$$

$$\gamma = [1 / (\alpha + \beta)]^{\frac{1}{\rho}} = 2.844$$

$$\therefore V = 2.844 [0.825 K^{-0.317} + 0.175 L^{-0.317}]^{-3.154}$$

形だけは右のように整うのであるが、既述のように信頼性はない。

タイムシリーズをいってば、

$$\log (wL/V) = a_0 + a_1 \log w + a_2 t \dots \dots \dots (2 \cdot 10)$$

$$\log (wL/\tau K) = b_0 + b_1 \log (K/L) \dots \dots \dots (2 \cdot 11)$$

という二つの接近の仕方があるが、いずれも失敗に帰した。

註(一) L. R. Klein, *An Introduction to Econometrics*, Prentice-Hall, 1962 のなかに、函数の相関係数が〇・九五以上な

る。生産要素間の相関が〇・八や〇・九でも線型重合はさげられるといわれている。

(2) 昭和三十七年度は住家の価額がないので、その坪数で住家部分を分離した。

(3) 農機具の場合、使用時間も利用されたが、結果は思わしくなかった。

(4) 土屋圭『造農業経済の計量分析』(一九六二年)のなかにこれまでの成果がまとめられているが、労働の弾性値は小さく、負になる場合が多い。

(5) 大川一司『食糧経済の理論と計測』(一九四五年)などは固定資本を含まないか、これに近い結果である。

(6) 『農家経済調査』によると昭和二十七年一人当り一九六日、同三十七年一九一日の労働日数が算出される。

(7) 昭和三十八年度『農業の動向に関する年次報告』によると、水田一九万五千円、畑一万六千円となっている。

(8) 市岡幸三『現代農業金融論』(一九六四年)によると昭和三五年で長期資金の利率率は財政資金四・九三、農協七・二

二、相互・信金七・一一、農林漁業資金五・七一となっている。

(9) 作付率は年々低下してきている。昭和三十七年では約一・三である。

(10) 変るといっても二倍になったり半分になったりすることは考えられない。したがって、上の結果も大きく変わるものではないかと思う。

(11) 詳しくはSMAC函数について第一章であげた文献参照のこと。

(12) 右の文献では国際比較による計算がされていて、農業の代替弾性値は高く一・二五である。

### 三 タイムシリーズ分析

#### 1 戦前期の計測

巨視的生産函数のための時系列資料は戦前・戦後にわたって存在する。戦前については、農業粗生産額または農業所得額は、明治一年から大川一司氏によって推計された<sup>(1)</sup>。固定資本額については梅村・山

田両氏による推計<sup>(2)</sup>、流動資本については速水佑次郎氏の推計<sup>(3)</sup>がある。いずれも期間は大川氏の推計に対応している。農業人口については逸見謙三氏の推計<sup>(4)</sup>があるし、耕地面積については農林省統計調査部『農林累年統計表』によることができる。既述のように、本論文は生産函数の従属変数として付加価値を考えているので、付加価値額を求めなくてはならないが、これには二つの方法がある。一つは大川氏の推計による農業粗生産額から速水氏の流動資本額を控除する方法である。この場合、昭和三〇年度基準の価格指数が採用された。農業粗生産額を農産物価格指数でデフレートし、流動資本をその価格指数でデフレート<sup>(5)</sup>し、その後で両者の差額を求め、五ヶ年の移動平均を行った。もう一つの方法は大川氏が農業所得を算出する際に使った手法を踏襲することである。大川氏は大正九年以降の農家経済調査から所得率を計算し、それ以前のベンチマークにつないだわけであるから、われわれも大正九年以降の農家経済調査から付加価値率を算出し、これを用いることにした。ただ、この比率を計算してみると、年々の変化には疑問な点が多い。年代とともに減価償却が高まってきているわけではなく、毎年の変化は単にサムプリングの変化からきているもののようにみえる。ここで余り操作を試みても意味がないので、付加価値は大川氏の推定された所得額に比例していると仮定することにした。

梅村・山田両氏の手になる固定資本額は昭和三〇年度基準の純額である。これを粗額に修正する適当な手掛りがないので、前述のように経過年数が耐用年数の半分に達しているとの仮定を置いて一・八倍することにした。付加価値額が所得額に比例しており、固定資本の粗額が純額に比例しているという仮定は、生産函数を両対数一次式で解く限り、所得額や固定資本の純額をそのまま用いてもよいということの意味している。なお、便利なことには、梅村・山田両氏は固定資本の推計に当って、所得額をもついでに昭和三〇年度基準に評価しなおし、固定資本と



もに五カ年移動平均で示しておられる。その上、農業人口についても逸見氏の推計値を新しい資料で修正して掲載しておられる。本論文ではそれらの値をそっくりそのまま拝借して計算することにした。

ところで、計測期間であるが、一九〇一年から一九四〇年の四〇年間をとることにした。しかし、資料の信頼性からいえば、一九二〇年頃から後が良いから、右の四〇年間とは別に、一九二一年から一九四〇年までの二〇年間についても計測を試みた。

生産函数の型はコップ・ダグラス函数であるが、タイムシリーズの場合は技術進歩を考慮しなくてはならない。ここでは伝統に従って中立的技術進歩を仮定し、その変数を一九〇〇年を零年とした時間をもって代表させることにした。ただ、この場合、期間が長いので技術が一樣に進歩したとは考えられない。時間とともに進歩率は落ちていったものと仮定し、時間の対数値をとることにしてある。以上の仮定に立ち、コップ・ダグラス型をなるべく崩さないようにして、考えうる限りの式を実に四〇本近くも計算してみたが、そのほとんどが失敗している。回帰係数の標準偏差が大きいか、与えられた制限条件が満たされていないかのいずれかである。労働は下降傾向で、他の三つの独立変数は上昇線を辿っているので、線型重合を発生しているのである。

わが国では労働の係数が負の値になった場合、過剰就業のためとして容認する傾向があるが、ここではそのような態度はとらず、生産要素の係数はすべて正でなければならぬという制限を維持した。筆者は戦前過剰就業があったとする説に若干の疑問をもっている。労働の平均生産性からみたら、農業と製造業とに格差のあることは認めるが、わが国の製造業のように技術が外部から入ってきた場合は当然このような格差は発生するのであって、だからといって直ちに労働が農業において過剰になっていたとは限らない。農業には農業の技術水準があり、それは製

造業の技術水準と有機的に関係し合つて発展してきたとは限らないのだから、農業人口はその当時の農業技術水準としては必要な労働量であつたかもしれないのである。後進国を近代化するときのように、経済を人為的に操作する場合には常にこうした不均衡が起りがちであるが、この不均衡の現象から農業における労働の限界生産性が負であるという結論を引き出すのは早計であらう。生産函数は投入・産出の技術的關係を示すものであるとすれば、労働の限界値が負になるような特殊な部分だけを数式化することも好ましくないであらう。以上のような立場から、生産要素の係数に負の値を許さなかつた。

また、労働・土地・資本の三要素の一つでも欠けないように努めた。実際上の問題としては、土地を落し、資本と労働と技術進歩だけを独立変数とした場合に良好な結果がえられたが、これは採用しなかつた。

資料の点については、粗生産額から流動資本額を控除して付加価値を求めた場合の方が適合度は良くない。伸び率が強過ぎるのである。粗生産額が初期の推計を過少にしているためか、流動資本が自給部分を過大に評価しているためか、そのいずれが原因か分らない。恐らくは両方が作用しているものと思う。大川氏推計の所得額によつた場合は一九〇一〜一九四〇年の期間が良くない。これは恐らく初期値を過少に推計しているためでないかと思う。

さて、計測に使つた式について説明しよう。最も一般的には次の式が考えられた。

$$Y = AL^{\alpha}AK^{\beta}K^{\gamma} \dots \dots \dots (3 \cdot 1)$$

しかし、この場合は両期間とも $\alpha$ は負になるし、 $\beta$ は異常に大きくなった。標準偏差も大きい。そこで、資本と労働か、資本と土地か、いずれかの組み合わせは、元来一組みで考えるべきで、分離しては計測できないのではない

かと考えた。更にもう一步突込んで、労働と組み合わせられる資本は省力的資本（農機具と牛馬、 $K_1$ で示される<sup>(6)</sup>）で、その他の資本は土地と一括されて然るべきではなからうか。以上の考えを次のように数式化した。

$$V = \lambda(LK)^{\alpha} A^{\beta} \dots\dots\dots (3 \cdot 2)$$

$$V = \lambda L^{\alpha} (AK)^{\beta} \dots\dots\dots (3 \cdot 3)$$

$$V = \lambda(LK)^{\alpha} (AK_2)^{\beta} \dots\dots\dots (3 \cdot 4)$$

両期間ともこの方法は成功しなかった。一例だけ示しておこう。一九〇一と一九四〇年について、

$$\log V = -4.892 + 0.662 (\log L + \log K) + 1.471 \log A + 0.324 \log t \quad R^2 = 0.959$$

(0.241) (0.417) (2.273)

ここで $R^2$ は決定係数を示す。t部分の標準偏差が大き過ぎるが、技術進歩は一九二〇年で年率一・六%である。生産要素の係数はすべて大き過ぎると思う。

次に、生産函数に一次同次の仮定を与えて推計してみた。先ず土地をデフレクターとした場合から始めよう。この場合にも生産要素の一括組み合わせが試みられている。

$$V/A = \lambda(L/A)^{\alpha} (K/A)^{\beta} \dots\dots\dots (3 \cdot 5)$$

$$V/A = \lambda[(L/A)(K/A)]^{\alpha} \dots\dots\dots (3 \cdot 6)$$

$$V/A = \lambda[(L/A)(K_1/A)]^{\alpha} (K_2/A)^{\beta} \dots\dots\dots (3 \cdot 7)$$

(3・5)式は $(\alpha + \beta)$ の値が、(3・6)式では $2\alpha$ の値が、(3・7)式では $(2\alpha + \beta)$ の値が1以下であ

ることを要する。一九〇二～一九四〇年の(3・7)式はある程度の結果を示している。

$$\log V/A = 1.486 + 0.283 (\log L/A + \log K/A) + 0.085 \log t \quad R^2 = 0.867 \\ (0.102) \quad (0.006)$$

ただし、 $K_2$ の項はここでは落ちてゐる。この式によると、土地の弾性値は〇・四三四で、技術進歩は一九二〇年で年率〇・四%である。

労働をデフレーターとした場合には次の二式が考えられる。

$$A/L = \lambda (A/L)^{\alpha} (K/L)^{\beta} t^{\gamma} \dots\dots\dots (3.8)$$

$$A/L = \lambda [(A/L)(K/L)]^{\alpha} t^{\beta} \dots\dots\dots (3.9)$$

一九二二～一九四〇年については、この両方とも次のような結果となっている。

$$\log V/L = -0.687 + 0.557 \log A/L + 0.381 \log K/L + 0.190 \log t \quad R^2 = 0.914 \\ (0.671) \quad (0.291) \quad (0.061)$$

$$\log V/L = -0.041 + 0.435 (\log A/L + \log K/L) + 0.185 \log t \quad R^2 = 0.914 \\ (0.142) \quad (0.054)$$

最初の方の式は係数の標準偏差が大きい。労働の弾性値は〇・〇六一、技術進歩率は一九二〇年で〇・九%である。後の方の式でも労働弾性値は低く、〇・一三〇、技術進歩率も一九二〇年ではほぼ同じの〇・九%である。これ

らの式も生産要素の弾性値の和が1を越えてはならないのである。

右のほかに、もう二種類ばかり試みられた。一つは生産要素の弾性値は時間とともに変るといふ仮定のもとに

$$V/A = \lambda(L/A)^{\alpha_0 + \alpha_1 t} (K/A)^{\beta_0 + \beta_1 t} \dots \dots \dots (3 \cdot 10)$$

という式が作られた。いま一つは土地を昭和三〇年度の「農家経済調査」の基準で評価し、これを資本額に合計し、すなわち、資本と土地を一括してK'とし、これを生産要素に使う方法である。

$$V/L = \lambda(K/L)^{\alpha'} \dots \dots \dots (3 \cdot 11)$$

しかし、いずれの方法もいずれの期間についても失敗に帰している。

要するに、戦前については土地の弾性値が大きく、労働のそれが小さく、固定資本のそれが中間だったらしいことは分るが、確かではない。技術進歩については、計測結果に相当の開きがある。

## 2 戦後期の計測

資料は農林省官房調査課『農業および農家の社会勘定』によつた。農業粗生産額・流動資本

固定資本・農業就業人口はこの資料からえられる。価格基準は昭和三〇年とし、「農村物価・賃金調査」により価格指数を作り、デフレートした。この際、粗生産額は農産物価格指数をそのまま使用したが、流動資本の価格指数は農用品価格指数から流動資本関係だけを抜き出して別途に作ったものである。固定資本についても同様であるが、植物の価格指数はないから、「農家経済調査」から植物栽培地の坪当り価額を出し、指数化したのである。耕地面積については『農林省統計表』に昭和三一年以降の「面積調査」の数字がある。それ以前についてはセンサス数字が昭和三〇年と二五年にあるだけで、これは三一年度以降のものと連結しない。そこで、昭和三一年度の耕

地の拡張・壊廃面積より、昭和三〇年の「面積調査」に連結する耕地面積を推計し、これとセンサス数字との比率を昭和二五年のセンサス数字に掛けて膨まし、昭和二五年から三〇年までの年平均増加額を積み上げて、昭和三一年以前の五カ年の値を作った。

付加価値額は実質粗生産額から実質流動資本額を差し引いて作られた。ただ、この場合懸念されることは、流動資本を価格指数でデフレートすることにより自給部分を過少に評価してしまわないか、ということである。なぜなら、この際用いられている価格指数は市場価格から作られたものだからである。そこで、用心のために、粗生産額からの流動資本額の控除を名目額で行ない、その差額、つまり名目付加価値額を農産物価格指数でデフレートした統計を別で作っておいた。当然のことながら、この方が前述の付加価値額より水準も成長率も高い。実際に計算してみたところ、この統計を用いた場合の方が結果は悪い。以下に述べる数字はすべて前の付加価値額を用いたものである。

計測期間は一九五一〜一九六二年の一二年間である。試みられた計算は戦前期の場合と全く同様であるから、ここで再説はしない。得られた結果もほとんど全部失敗といってよいようである。特に耕地面積の変化が僅かで、その上比較的良好に付加価値額に対応していること、また、労働の減少と資本の増加とが比例していることなどがトレンドとも関係して、計測を混乱させているようである。計算結果のうちまだ少しはバランスのとれた式を二つあげておこう。

$$\log V/L = 0.499 + 0.356 (\log K/L + \log A/L) + 0.126 \log t \quad R^2 = 0.799$$

(0.260) (0.078)

$$\log V/L = 0.281 + 0.629 \log K'/L + 0.135 \log t \quad R^2 = 0.797$$

(0.471) (0.074)

最初の式では労働の弾性値は〇・二八八、技術進歩率は昭和三二年度で年率二・一%、後の式では労働の弾性値は〇・三七二、技術進歩率は昭和三二年度で年率二・二%である。この場合、トレンドは昭和二六年度を1としている。労働の弾性値はクロスセクションの場合より小さい。しかし、回帰係数の標準偏差も大きいのであるから、余り重大視することはできない。なお、決定係数の悪いのは豊凶変動が戦前と違って除去されていないためであろう。

ここでクロスセクション分析でえられた成果をタイムシリーズに適用してみよう。ストック概念を用いた場合の弾性値を四カ年平均すると、労働は〇・五八六、土地は〇・四一一、固定資本は〇・二〇四である。これらがタイムシリーズにも妥当すると仮定し、付加価値から生産要素の効果を除いたものにトレンドを回帰させると、

$$\log V - 0.586 \log L - 0.411 \log A - 0.204 \log K = 1.266 + 0.165 \log t \quad R^2 = 0.673$$

$$\log V - 0.586 \log L - 0.411 \log A - 0.204 \log K = 1.287 + 0.015t \quad R^2 = 0.680$$

前の場合は昭和三二年度で技術進歩率は年率二・七%、後の場合は技術進歩率は全期間を通じて三・五%である。

3 分配率による方法 いま、生産要素が資本と労働だけで、技術進歩が中立的であるとすると、生産関数は一般的に次のように書かれる。

$$V = T \cdot f(K, L) \dots\dots\dots (3 \cdot 12)$$

これを成長率の式になおすと

$$\dot{V}/V = \dot{T}/T + T \cdot \dot{h}_t \cdot (K/V) + T \cdot \dot{t}_L (L/V) \dots \dots \dots (3 \cdot 13)$$

資本と労働の分配率を  $\dot{W}_K \cdot \dot{W}_L$  とすると

$$W_K = (\partial V / \partial K) (K/V) \dots \dots \dots (3 \cdot 14)$$

$$W_L = (\partial V / \partial L) (L/V) \dots \dots \dots (3 \cdot 15)$$

よおるから (3 \cdot 13) 式は次のように書かれることになる。

$$\dot{V}/V = \dot{T}/T + W_K (\dot{K}/K) + W_L (\dot{L}/L) \dots \dots \dots (3 \cdot 16)$$

よって  $V/L = v$   $K/L = k$  とおくと

$$\dot{v}/v = \dot{V}/V - \dot{L}/L \dots \dots \dots (3 \cdot 17)$$

$$\dot{k}/k = \dot{K}/K - \dot{L}/L \dots \dots \dots (3 \cdot 18)$$

1次同次の函数であるとすれば

$$W_L = 1 - W_K \dots \dots \dots (3 \cdot 19)$$

$$\dot{v}/v = \dot{T}/T + W_K (\dot{k}/k) \dots \dots \dots (3 \cdot 20)$$

これから技術進歩率をとり出すと

$$\dot{T}/T = \dot{v}/v - W_K (\dot{k}/k) \dots \dots \dots (3 \cdot 21)$$

労働の生産性の成長率  $\dot{v}/v$  と資本装備率の成長率  $\dot{k}/k$  とはタイムシリーズ資料から得られるから、資本の分



配率さえわかれば、技術の進歩率が計算される。<sup>(8)</sup>そして、第一年度の技術水準を1とおけば、(3・21)式から毎年の技術水準指数がえられる。これによって $v$ をデフレイトし、適当な函数型を $f$ に与えれば、技術進歩を除いた生産函数がえられる。すなわち、

$$v/T = f(K) \dots\dots\dots (3 \cdot 22)$$

これは $R \cdot M \cdot S$ の提案になるものであるが、当然、次の疑問が発生してくる。つまり、この場合始めに前提した分配率と(3・22)式で計算された弾性値とが一致するかどうかということである。市場に完全競争が支配していれば、中立的技術進歩と一次同次の生産函数の仮定のもとでは、両者は必ず一致するはずである。

いま、分配率が分っていないものと仮定しよう。任意の数値を $W_k$ に与え、(3・21)式から $T$ を求めると、

$$T = 1 + \int_0^T (\dot{T}/T) dt = 1 + \int_0^T (\dot{v}/v - W_k \cdot \dot{k}/k) dt = 1 + [\log v - W_k \log k]_0^T \dots (3 \cdot 23)$$

この $T$ を用いて(3・22)式を求めると、こうして求められた式を変形すると、

$$v = T \cdot f(K, L) \dots\dots\dots (3 \cdot 24)$$

となるが、これは(3・12)式と同じものではない。(3・24)式は中立的技術進歩を意味しているのではないから、 $T$ は $K \cdot L$ に関し微分可能なのである。(3・24)式からえられる $K$ の弾性値を $\beta$ とすると、

$$\beta = (\partial v / \partial K) \cdot (K/v) = T \cdot f_k \cdot (K/v) + (\partial T / \partial K) \cdot (K/v) \cdot f$$

ここで $T$ に(3・23)式を代入すると、

$$\partial T / \partial K = (1/v) \cdot (1/L) \cdot (\partial T / \partial K) - W_k (f/v)$$

これを利用して $\beta$ を整理すると、

$$\beta = T \cdot f_k \cdot (K/V) + (\partial V / \partial K) \cdot (K/V) \cdot (f/V) - W_k (f/V)$$

この第二項は $\beta$ であるから、

$$\beta = T \cdot f_k \cdot (K/V) + (\beta - W_k) (f/V) \dots \dots \dots (3 \cdot 25)$$

ここで、技術進歩が中立的であると(3・25)式の第一項は $\beta$ であるから、

$$\beta = W_k$$

とならねばならぬ。したがって、 $W_k$ が分配率であるかどうかに関係なしに、 $T$ が中立的技術進歩に一致するように、つまり、生産要素で微分できないような $T$ を探し出すように $W_k$ を選べば、 $W_k$ は弾性値に一致することになる。換言すれば、 $W_k$ が弾性値に一致するまで $W_k$ に種々の値を与えて繰り返し計算していけば、中立的技術進歩を示す $T$ が見出されるはずである。ここまでくると、 $W_k$ は分配率から離れてしまっても構わないわけである。技術進歩が中立的であることさえ確実なら、この繰り返し計算は有効である。と同時に、技術進歩が中立的である場合しか適用できないという制限も潜んでいるわけである。

以上の方法を戦前・戦後の時系列データに応用してみた。繰り返し計算のため手間がかかるから、生産要素は二箇に限定した。したがって、土地は前の場合と同じく、昭和三〇年度『農家経済調査』基準で評価し、これを固定資本の粗額に合計して、土地・資本合計額を $K$ とした。なお、戦前の固定資本データは純額なので、粗額にするために、前述と同じ理由で、一・八倍された。戦前の付加価値額は戦前の所得額を一樣に八%膨ませて作った。大正九年以降の『農家経済調査』によると、付加価値額は所得額より平均八%大きいからである。このようなデータに以上の方法を用いたところ、一九〇一～一九四〇年については均衡する土地・資本の弾性値が1を越えてしまうの

第3・1表 分配率法による計算結果  
(1921~1940年)

(1) 繰返し計算 1)

分配率	0.75	0.80	0.85
弾性値	0.75930	0.80629	0.84961
1940年の T	1.08911	1.08553	1.08189

(2) 分配率0.85の場合 2)

	$\frac{V}{L}$ (円)	$\frac{K'}{L}$ (円)	分配率0.85 の場合のT
1921	70.3	284.0	1.00000
22	67.0	285.0	0.95007
23	66.6	285.2	0.94350
24	67.6	285.4	0.95792
25	68.7	285.7	0.97330
26	70.4	286.7	0.99507
27	72.3	287.6	1.01939
28	73.4	288.7	1.03135
29	72.2	289.6	1.01235
30	72.8	290.9	1.01684
31	74.7	292.7	1.03768
32	74.0	294.0	1.02454
33	73.1	295.9	1.00689
34	75.7	297.5	1.03786
35	78.0	299.3	1.06310
36	78.5	301.2	1.06411
37	82.4	303.4	1.10758
38	83.7	304.4	1.11916
39	82.6	306.1	1.10267
40	80.7	305.3	1.08189

注1) ここにいう分配率は現実のものでなく任意に与えたもの。弾性値は、その分配率をもとにして計算されたもの。1940年のTとは1921年を1とした場合の技術水準を示す。

2)  $\frac{V}{L}$ と $\frac{K'}{L}$ とは大川・山田・梅村氏等の推計を加工したものである。詳しくは本文参照。K'は固定資本粗額と土地価額との合計。

で、労働の弾性値は負になってしまふ。一九二二〜一九四〇年および一九五二〜一九六二年については一応、制限条件を満足させた均衡解がえられたので、これを第3・1表および第3・2表に示しておく。

第3・1表は一九二二〜一九四〇年の結果である。均衡解は資本の弾性値が〇・八〇と〇・八五との間にあると思われる。したがって労働の弾性値は〇・二〇から〇・一五の間ということになる。<sup>10)</sup>技術の進歩率は年平均約〇・四％ということになる。最初に仮定した $W_k$ が〇・八五の場合のTの値が第3・1表にみられる。また、そのときの函数は両対数式で次のようになる。

$$\log v/T = -0.238 + 0.850 \log K'$$

$$R^2 = 0.995$$

第3・2表 分配率法による計算結果  
(1951～1962年)

(1) 繰返し計算 1)			
分配率	0.5	.035	0.3
弾性値	0.46611	0.35803	0.31992
1962年の T	1.32508	1.37864	1.39648
(2) 分配率0.35の場合 2)			
	$\frac{V}{L}$ (円)	$\frac{K'}{L}$ (円)	分配率0.35の場合の T
1951	65.6	253.3	1.00000
52	71.0	251.7	1.08495
53	59.0	256.7	0.90856
54	60.9	262.8	1.08499
55	89.9	264.4	1.36898
56	84.2	275.2	1.29128
57	88.2	284.8	1.32658
58	96.4	302.4	1.39792
59	96.6	311.3	1.38969
60	101.3	324.6	1.42339
61	102.1	330.5	1.44080
62	100.4	358.8	1.37864

注1) ここにいう分配率は現実のものでなく任意に与えたもの、弾性値はその分配率をもとにして計算したもの、1962年の T とは1951年を1とした場合の技術水準を示す。

2)  $\frac{V}{L}$  と  $\frac{K'}{L}$  とは「社会勘定」の資料を加工したものである。詳しくは本文参照、 $K'$  は固定資本粗額と土地価額との合計。

次に戦後の一九五二～一九六二年については第3・2表にみられる。均衡解は資本の弾性値が〇・三五と〇・四〇との間にあり、したがって、労働の弾性値が〇・六〇と〇・六五の間にくるときにえられるようである。その際の技術進歩率は年平均で約三・二%と高い値を示している。W<sub>k</sub>の値が〇・三五の場合のTの値が年々第3・2表に示されている。その際の式は次のようである。

$$\log v/T = 0.962 + 0.358 \log K', \quad R^2 = 0.926$$

以上の結果は先に示したコップ・ダグラス函数の生産要素の弾性値に關してはかなり近い値である。技術進歩率については必ずしも一致しているとはいえない状態にある。今後の研究を要する部分である。

注(1) 大川一司『日本経済の成長率』(一九五六年)。

(2) 梅村又次・山田三郎「農業固定資本の推計」(『農業総合研究』第一六卷第四号)。

(3) 速水佑次郎「わか国農業における経常財政下量の推計」(『農業総合研究』第一七卷第四号)。

(4) 東畑・大川編『日本の経済と農業』上巻(一九五六年)。

(5) 速水氏の作られたものを昭和三〇年一〇〇になおして使用した。

(6) 梅村・山田氏論文中の数量に『農業経済調査』昭和三〇年価額を掛けて作成した。

(7) 戦前大川氏のされたタロスセクション推計に似ている。

(8)  $(3 \cdot 21)$  式の  $\frac{1}{1+I}$  には、技術進歩率以外の方程式から落ちた変数やランダム・ヴァリアブルが混入してしまふ恐れが充分にある。

(9) R・M・ソローの前掲論文参照。以下の展開はソローのものでなく、筆者の責任になるものである。一般にはソローの方法は分配率の利用が主体になっており、以下のような繰り返し計算はしない。

(10) 梅村又次『賃金・雇傭・農業』(一九六一年)によると戦前の労働分配率はもっと大きく、〇・三五ぐらいになっている。

(11) 戦後の労働分配率は『農家経済調査』と『農村物価・賃金調査』とを利用して計算すると、〇・六五ぐらいで、似た結果が出ている。

(研究員)