

農業における生産函数の研究

——農業生産と資源配分の計測的研究——

土 屋 圭 造

一、はしがき

農業生産諸要素の生産性や、資源配分の問題は、農業経済学の解明すべき主要課題の一つであり、これまでさまざまな角度から、経営効率の問題として、経営学的な微視的分析がすすめられてきた。経済理論における、ケインズやヘロッド等の巨視的理論の発展と共に、農業経済学の最近の潮流は、これら諸問題を、個々の経営内部の微視的分析にとどめないで、各農業経営の間、各農業部門の間、各農業地域の間、農業部門と非農業部門の間、現在と将来にわたる問題として、巨視的動態分析を試みようとしている。

確かにかような分析方法は、従来の微視的分析方法に比して、農業経済学の事実認識に、一步前進をもたらしたと云う事が出来る。アメリカにおいては、セオドア・シュルツを中心とするいわゆるシュルツ学派の人々には、この傾向が顕著なものがあ(2)り、かすかすの実り多き成果をあげている。日本においても、最近、農業問題の解明に、近代経

済学的分析要具を用いようとする、一群の人々によつて、シュルツ学派の農業理論の検討が進むにつれ、シュルツ学派が、農業問題の特色として把握した、農業労働の低能率就業 (underemployment) や、農業の資本制限 (capital-rationing) 等、農業部門と非農業部門にわたる、資源配分の不適正の究明が、注目をあつめるようになってきた。⁽³⁾

かような農業の低能率就業や資本制限の問題は、アメリカにおいては、ヘデイ、テイントナー、プロウソリー等の計測的研究にもとづいて、論議が展開されている。⁽⁴⁾ 日本においてはこれらの論議に先行する計測的研究が殆んどおこなわれることがなく、従つてシュルツ学派が極めて明確に把握した農業問題の特色が、日本においても、そのままではまるかどうかは実証的に明かになつていない。それ故、われわれは本稿において、かような不足を補うため、限界生産力説において、生産と分配を統合する生産函数の研究を通じて、農業生産諸要素の限界生産力を計測し、農業の低能率就業や、資本制限の実証的研究を試み、これらの課題に答えると共に、計測の過程を通じて明かになる、農地改革前後の農業生産構造の變化、土地用役の評価、みかん・大麦作等の生産構造分析の場合にみられる限界生産力説の妥当性の吟味等、農業生産と資源配分に関する幾つかの興味ある問題に、計測的研究を試みたいと思う。⁽⁵⁾

註(1) 生産諸要素の生産性や資源配分の問題は、ウィックステッド、ワルラス、ヴィクセル、マーシャルを経て、最近のヒック、ス、ロビンソン、クーブマンズ等に至るまで、限界生産力説の中心課題である。これらの系譜については、

Stigler, G. A.: *Production and Distribution Theories*, 1941.

古谷弘「限界生産力理論の歴史的系譜」『経済思潮』第三集、昭和二〇年、一〇三～一二九頁。

栗村雄吉『生産と分配』(昭和二四年)

Koopmans, T. C.: *Activity Analysis of Production and Allocation*, 1951.

(2) シュルツ学派の動向は、

Johns, W. O. "The new agricultural economics." *Journal of Farm Economics*, vol. 39, 1952, pp. 441~51.

メントン字派の研究は数多くが、著者な本研究で扱はる単行本のみならず、

Schultz, T. W. ; *Agriculture in Unstable Economy*, 1945. 早稲昌男譯『不安定経済における農業』。

Schultz, T. W. ; *Production and Welfare of Agriculture*, 1950.

Schultz, T. W. ; *Economic Organization of Agriculture*, 1953.

Heady, E. O. ; *Economics of Agricultural Production and Resource Use*, 1952.

Johnson, G. ; *Forward Prices for Agriculture*, 1948.

Nicholls, W. H. ; *Labor Productivity Functions in Meat Packing*, 1948.

(3) 大川一司『農業の動應分析』(昭和二十九年)。

(4) ハックスミットの「計測的研究」。

Johnson, G. "Contribution of price policy to the income and resource problems in agriculture", *Journal of Farm Economics*, vol. 29. Nov. 1944, pp. 631~653.

Heady, E. O. "production functions from a sample of farms" *Journal of Farm Economics*, vol. 38, Nov. 1946. pp. 989~1004.

Tintner, G. ; *Econometrics*, 1952, pp. 51~57.

Tintner, G. "A note on the derivation of production functions from farm records", *Econometrica*, vol. 12. 1944, pp. 26~32.

Tintner and Brownlee, "Production functions derived from farm records", *Journal of Farm Economics*, vol. 26. Aug. 1944, pp. 566~71.

(5) 近代経済学における農業の巨視的動應分析は比較的新らしいが、メントンシットの立場からは既に「カウシキー(『農業問題』)によつて指摘されてゐる所である。

大内力『日本資本主義の農業問題』(昭和二十二年)。

二、生産函数の模型

生産函数を用いる計量経済学的研究は、周知のダグラス型の生産函数が用いられるのが普通である。⁽¹⁾ 計量経済学的研究にしばしばこの函数が用いられるのは次の利点を持つからである。⁽²⁾

(一) 偏回帰係数は、生産要素の1%の投入が平均して、生産量の何%の変化をあたえるかを示す弾性係数をあたえ、弾性係数は測定単位に関係しない。

(二) 余り多くの自由度を用いる事なく、限界収益逓減の現象を説明する。即ち一般の二次形式の函数でも限界収益逓減を得る事が出来るが、二倍以上の係数を必要とし、したがってそれだけ自由度を減ずる。

(三) 誤差が小さく正規分布をしているならば、変数の対数変換はテイラー展開から知られるように、かなりよく正規分布する。

これから設定しようとする生産函数に、あらかじめ特殊な型を想定したり、またニコルスの指摘する如く、ダグラス函数には極大点や極小点がないと云う欠点があるが、⁽³⁾ われわれは以上の利点や、先学の諸著作になる計測値との対比に便なるため、ダグラス型の生産函数を用いる事にする。

戦後においては日本農業に適用した生産函数については、渡辺侃教授⁽⁴⁾や岩田幸基氏⁽⁵⁾の有力な見解がある。われわれはこれらに一瞥をもあたえないで模型設定をすることは許されないであろう。そこでわれわれは模型設定に先だつて、日本農業に適用した生産函数に学説的な検討を若干加え、われわれの模型設定の意義を明かにしておきたいと思う。

日本経済の分析要具として、ダグラスの生産函数を初めて用いたのは、神谷慶治教授の「農業労働の生産性」に関する先駆的研究である。⁽⁶⁾ 神谷教授は昭和一四年の帝国農会の「稲作本位の農業経営に関する調査」において、稲作収入より稲作支出（肥料・種苗・諸材料費を含む）を差引いた残高を P として、この残高が土地（ T ）と労働（ L ）に帰属せしめらるべきものとして、

$$P = bT^a L^b$$

なる模型を設定した。ダグラスはその模型設定において、土地は一八九九年から一九二三年の計測期間に、殆んど変化を示さないし、若し変化を示したとしてもそれらの測定は不可能であるとして、生産指数 P 、労働指数 L 、資本指数 C の間で

$$P = bT^a C^{1-a}$$

なる模型を設定したが、⁽⁷⁾ 農業経済学の分析は工業経済学の分析と異なり、土地要素を無視する事が出来ず、神谷教授の模型において土地を變数として導入した点、極めて正しいものという事が出来る。ただ、 P を稲作収入より稲作支出を差引いた残高として規定する事は、稲作収入と稲作支出との間に一定の比例関係が成立する時はじめて可能であるので、⁽⁸⁾ 一般には大川一司教授が『食糧経済の理論と計測』の中で用いた模型の如く、生産量をグロスにとり稲作支出をも變数として考えた方がより適している。即ち大川教授の用いた模型は

$$P = bT^a L^b C^c$$

であり C は資本財額、神谷教授の稲作支出に該当するものである。⁽⁹⁾

以上は戦前の研究であるが、戦後の岩田氏の研究は、農地改革後の土地について極めて興味ある見解を展開して

(10) 誤解をさけるために、そのまま引用してみると、

「わが国における米麦作の生産函数に、土地、労働、資本の三つの生産要素を導入して三元方程式をつくる方法は、かつて一橋大学の太田教授が試みられたところであるが、現在の段階では、こうした方法をそのまま採用するには若干の疑問がある。

それは理論的にはなる程、「土地」という生産要素が他の資本財とは現実的には異なつた働きをもつことは考え得られるところではあるが、それは「土地」というもののもつ二つの性質、即ち「広狭性」と立地条件の中の後者の性質の作用する所であろう。しかしこの「立地条件」という性質は、これを具体的に把握するメルクマールが一元的に与えられないことから、結局具体的計測作業の場合には、むしろこの性質はすべて一定であるというような前提条件をおくことによつて捨象し、むしろ前者の性質、即ち土地のもつ「広狭性」のみをとりあげねばならぬし、更には、戦後の農地改革によつて所謂高率小作料はなくなり、いまや米麦作の生産費中に占める土地資本のウェイトは極めて小さくなつていて、あえてこれをとりあげても、その収穫分配率の検討にも多くの意味を与えないと考えられる。

そこで、この三元方程式の両辺を土地面積で割つて、反当収量、反当労働投下量、反当資本投下量の三つの変数で、ダグラス函数と全く同じ形を作つて計測を行うこととしたい。」

と、岩田氏は高率小作料の消滅した農地改革後の収穫分配率の検討には、土地資本部分は、そのウェイトが極めて小になつたから、意味が少くないとして、土地をインプリシットな変数と考へて

$$P = b \left(\frac{L}{T} \right)^{\beta} \left(\frac{C}{T} \right)^{\gamma}$$

なる模型を設定した。

農地改革前の高率小作料が大川教授の計測の如く、機能的分配上の地代と一致していた事実や、戦後において急増

した農業人口は、土地の稀少性価値を、ますます高めた事実等を考え合わせれば、農地改革と云う政治的な変革後においても、土地の機能的分配はますます高まつたと考えられるから、生産函数を用いての収穫分配率の検討には、「土地」を無視する事は出来ない。岩田氏は土地用役をインプリシットに考えて、労働や資本財額の生産費率が、生産弹性系数に等しい事を論証しているが、眞の限界生産力と収穫分配率の距りの一番大きいと考えられる、「土地」を除いてしまつては、この事は、渡辺教授の批判の如く、むしろ自明の事であり、生産函数計測の意義も亦うすらぐといわねばならない。⁽¹³⁾

渡辺教授はダグラス生産函数の歴史的系譜を検討した後、ダグラスの生産指数は、生産費率であるから、複雑な計算によつて、生産函数のパラメーターを推定する必要がなく、簡略な生産費率の計算で足りると。即ち

「生産函数に関する諸学説の中、最も解しやすく思われるのは、ウィックステッド及びムーアの式で、これは生産費及び生産費率の式と呼べるべきである。何んとなれば、各種生産要素は、其の限界生産力と限界費用とが等しくなるまで応用せらるべく（余剰最大の為、即ち経済原則に基づく）、又其の限界生産力を以て報酬をうける。それに応用数量を乗じたものは該生産中の一要素の部分生産費であり、その全生産費中の百分率がその生産費率である。

而して重要なことは其の生産費率がダグラスの生産指数たることである。このことはわが大川一司氏が稍明瞭をかくが指摘せる所である。氏はダグラス式を本邦農産物の生産費調査に応用し、ダグラスの如く生産関係不変を結論し之を収益不変の関係となした。

そしてそれが生産費率に相当することを想像されたのだが、廻りくどい計算は結局生産費率の計算に外ならぬ事がわかつたのである。」

渡辺教授の批判を要約すれば、完全競争の前提の下では、生産函数は同次函数となり、オイラーの定理から⁽¹⁴⁾

$$P = \frac{\partial P}{\partial T} \cdot T + \frac{\partial P}{\partial L} \cdot L + \frac{\partial P}{\partial C} \cdot C$$

となる。Pで両辺を割ると、

$$1 = \frac{\partial P}{\partial T} \cdot \frac{T}{P} + \frac{\partial P}{\partial L} \cdot \frac{L}{P} + \frac{\partial P}{\partial C} \cdot \frac{C}{P}$$

となる。生産諸要素の限界生産力たる、 $\frac{\partial P}{\partial T}$ 、 $\frac{\partial P}{\partial L}$ 、 $\frac{\partial P}{\partial C}$ がそれぞれ土地、労働、資本の価格に等しくなり、それらに生産使用量をかけた $\frac{\partial P}{\partial T} \cdot T$ 、 $\frac{\partial P}{\partial L} \cdot L$ 、 $\frac{\partial P}{\partial C} \cdot C$ はそれぞれ、Pを生産するに要する、土地、労働、資本の費用となる。したがって、 $\frac{\partial P}{\partial T} \cdot \frac{T}{P}$ 、 $\frac{\partial P}{\partial L} \cdot \frac{L}{P}$ 、 $\frac{\partial P}{\partial C} \cdot \frac{C}{P}$ は生産费率となる。

ダグラス型の生産函数

$$P = bT^{\alpha}L^{\beta}C^{\gamma}$$

を、それぞれT、L、C、で偏微分すれば、

$$\alpha = \frac{\partial P}{\partial T} \cdot \frac{T}{P}$$

$$\beta = \frac{\partial P}{\partial L} \cdot \frac{L}{P}$$

$$\gamma = \frac{\partial P}{\partial C} \cdot \frac{C}{P}$$

となるから、生産弾性係数は、生産费率と一致して、生産弾性係数の計測には、生産费率の計測にて十分であり、複

難な計算の必要がないと云うように、理解出来るのではないかと思われる。

かような渡辺教授の批判は、静態均衡的な仮定が前提されている場合には、生産諸要素の価格と限界生産力が一致して、その限りで全く正しいと云う事が出来るが、われわれの問題とするのは、農業生産諸要素の価格が、農地改革後の法制的な小作料や、農業経営者の主観的な判断による自家労賃の評価等、政治的、主観的要因に左右されて、限界生産力と一致しない、静態均衡的仮定の充たされぬ場合であり、渡辺教授の批判とは前提条件が異なる場合であると云わなくてはならない。かような場合、真の限界生産力の計測は、限界生産力説において、生産の法則と分配の法則を統合する、生産函数のパラメーターの計測を通じてのみ、はじめて可能である。

それ故われわれは農業生産諸要素の限界生産力計測のため、渡辺教授や岩田氏の模型にもかかわらず、嘗つて大川教授の試みた

$$P = bT^{\alpha}L^{\beta}C^{\gamma}$$

なる生産函数の模型を用いたいと思う。但し、 P は生産額、 T は調査作物作付面積、 L は労働時間、 C は資本財額、 α β γ は推定すべきパラメーター、 b は常数項である。

註(一) ダグラスの生産函数に関しては

Douglas, P. H.: *The Theory of Wage*, 1934.

Douglas, P. H. "Are there laws of production", *American Economic Review*, March, 1948.

佐々生信夫「ダグラスの限界生産力測定」(『国民所得の分析』昭和二十二年、三三五頁～三四八頁)。

ダグラス函数の系譜については

篠原三代平「雇傭と賃金」(昭和二十四年)がすぐれた良書である。

- (2) Tinber, G.: A note on the derivation of production functions from farm records" *Econometrica*, vol. 12, Jan. 1944, pp. 22~34.
 - (3) Nichols, W.: *ibid* p. 217.
 - (4) 渡辺侃「生産函数としてダグラス函数が不適當であるとして、二次形式の函数を用いる。」
渡辺教授は、ほぼ同じ論旨について、筆者の昭和二年四月及び九月の農業経済学会大会での報告に対し、貴重な御教示をたまわつた。記して感謝の意を表すると共に、重ねて御教示を御願ひしたいと思います。
 - (5) 岩田幸基「わが国米麥作に対するダグラス函数の適用について」〔農業総合研究〕七卷二号、二五~六〇頁。
 - (6) 神谷慶治「農業労働の生産性について」〔農業経済研究〕一七卷三号、三六三~三八三頁。
 - (7) 篠原三代平「モノメトリシヤンの日本経済分析」〔日本経済の構造分析〕昭和二年、一四〇~一五七頁。
 - (8) Douglas, P. H.: *The Theory of Wage*, 1934, pp. 129~132.
 - (9) 中村嘉吉「ダグラス函数は適用し得るか」〔理論経済学〕三卷二号、一五三~一五八頁。中村教授は生産額をネットにとるには材料費と生産額との間に一定の比例関係が必要だとしてゐる。
 - (10) 大川一司「食糧経済の理論と計測」(昭和二〇年)。生産函数によるすぐれた農業経済学の分析がなされている。
 - (11) 岩田幸基「前掲論文」
 - (12) 大川一司「前掲書」一六三頁。
 - (13) 大槻正男「米価と生産費」〔農林統計調査〕三卷八号、二~九頁。生産費計算において土地用役の一〇%しか算入されず、地代の九〇%は自作農から勤労大衆に転嫁されると述べてゐる。
 - (14) 渡辺侃「前掲論文」
 - (15) 生産函数の同次性並びにオイラーの定理については
Stigler, G. A.: *ibid*, pp. 320~388.
- Schultz, H. "Marginal productivity and general pricing process." *Journal of political Economy* vol. 37, Oct. 1929.

Robbison, J. "Euler's theorem and the problem of distribution", Collected Economic Papers, 1951. pp. 1~19.
 Hicks, J. R.; *Theory of Wages*. 内田忠壽訳『賃金の理論』(二十七~二十九頁)。

(15) 経営効率の指標は、伝統的な分析方法を用いる事が出来ず、生産函数を用いてはじめて可能である。例示的な説明は、

Heady, E. O. "Production functions from random sample of farms." *Journal of Farm Economics*, vol. 28.
Nov. 1946. pp. 987~1004.

に詳しい。昭和二九年九月の農業経済学会臨時大会における、本岡武助教授の特別報告「干拓の経済的特質」についての筆者の質問も亦、この点に関するものである。

三、生産弾性係数の計測

第二章で設定した模型について農業各部門の生産函数のパラメーターを計測するための資料として、昭和二六年度静岡県農産物生産費調査のうち、われわれの計測に耐えうる、米、大麦、小麦、甘藷、茶、みかんの個別調査表を用いた。

われわれが静岡県を調査対象に選定したのは、多角経営地帯であり、農業各部門の資料が最も豊富に得られるからである。この場合、農業の巨視的分析では農業全体としての集計概念たる、農業生産諸要素の限界生産力の計測が望ましいが、各農家によつて土地利用状況が異なり、これらを一元的に取り扱う事は理論的にも資料的にも不可能である。もしまたたとえそれが可能であつたとしても、さまざまな異質的な経営内容をもつ農業の限界生産力が、いかなる意義を有するか実態的に明かでない。われわれが農業全体ではなく、農業各部門の生産要素の限界生産力を、計測したのは以上の理由にもとづくものである。

先に設定した模型 $P = b_1 T^a b_2 A^c$ において P は生産額をあらわす。本来は生産量をとるべきであるが、同一作物でも品種の異なるもの、例えば甘藷の農林一号や沖繩等に、ウェイトをつけるため、また農業各部門における、生産諸要素の限界生産力の比較の便宜上、生産額を用いた。 T は調査作物作付面積をあらわす。麦類以外作付地はほぼ、同一条件の下におかれているが、麦類の場合作付における、田畑別、輪作体系における前作との関係、また整地まき、不整地まき等の関係によつて、生産関係が異なり、生産函数の異質性が問題となる。しかしながら、われわれの計測においては、資料が余りにも少いためこれらをすべて同質なものとして取り扱う事にする。⁽²⁾

L は労働時間、家族労働(ゆい、手間替を含む)、臨時雇(季節雇・手傳人、共同作業者を含む)、年雇等の全労働を含め、男女別等の労働能力の差は成人単位に換算した。

C は農業資本額をあらわす。固定資本や自給肥料等の評価に諸々問題があるが、それらが一応正しいものとして、固定資本額と流動資本額との総和を用いた。生産費調査には、固定資本額と流動資本額に、年四分の割の月別利率を形式的に乗じた固定資本利子、流動資本利子が算定されている。それ故、これらを逆に年四分の利率で資本化して、固定資本額、流動資本額を推計し、それらの合計を資本額とした。固定資本の中には建物(構築物及び土此改良費を含む)、大農具、大植物、役畜等が、その作物への使用日数や、使用坪数に応じて配分されて居る。流動資本の中には肥料費、種苗費、諸材料費、防除費、水利費、賃料料金、固定資本の修繕費(建物の賃借料を含む)等が含まれている。⁽³⁾

以上の資料を用いて生産函数のパラメーターの推定を行う場合、最近の進んだ計算経済学や推計学の見地からは、生産函数の模型設定に関し、またパラメーターの推定方法に関しては、諸々異論のある所である。計測値に大なるウェイトをおく、われわれの研究については、これらの批判や方法は一々吟味すべき性質のものであり、事実ダグラス函数についてはパラメーターの推定方法に関して、メンダウスハウゼンの著名なる批判があり、それを以て、グラフ

ス生産函数の致命的欠陥だとする、篠原三代平助教等の立場がある。

われわれも亦、同時聯立方程式の模型設定や、正準相關論等、パラメーターの最良不偏推定値を、得るために多くの労力をこれに傾注して来た。しかしながら、われわれの考察も未だ十分成熟しているとはいえないので、この適用は別の機会にゆずつて、これらの批判や新方法に対するわれわれの考えや、われわれが計測に用いた最少自乗法の意義に関して、補註で若干の検討を加えておきたいと思う。

第一表は P の方向に誤差を最少にする最少自乗法で、生産函数のパラメーターを推定した場合、われわれの設定した生産函数の模型の、統計資料へのあてはまりの良否を示す重相関係数の表である。これらに統計学の有意差検定をほどこすと、これらすべての値は、統計的には一%のレベルで意義があり(若し其の母集団の重相関係数が零であるとしたならば、それが計測した重相関係数によつておこるのは一〇〇回のうち一回以下である)、われわれの設定した模型は非常に良く統計資料に適合している事を示している。⁽⁴⁾

重相関係数の自乗は独立変数で説明出来る全生産額の割合をあらわす。たとえば米の生産額の七割九分は用いられた土地、労働、資本で説明出来、残余の部分は、気象条件その他、独立変数として考えなかつた諸要因によるものである。小麦の重相関係数は最大であり、生産額の九割四分は土地、労働、資本にて説明出来る。

第二表に示された生産函数の偏回帰係数は個々の生産要素の弾性係数である。それらは他の生産要素を不変にしつゝ、生産要素の投入が一%ましたならば生産額が何%ますかを示している。例えば米の作付面積一%の増加は、生産

第1表 修正重相関係数

	標本数	R	R ²
米	69	0.89	0.79
大 麥	14	0.92	0.84
小 麥	11	0.97	0.94
甘 藷	11	0.91	0.83
茶	30	0.90	0.80
みかん	19	0.91	0.83

額において〇・五六%の増加を示し、労働の1%の増投は、生産額において、〇・一九%の増加を示す如きである。

しかし若干の生産弾性値は負の値を示している。例えば大麥の投下労働1%の増加は、生産額の〇・一七%の減少を示している。生産要素の増投がかえつて生産額(生産量)の減少を示す事は考えにくい所であるが、われわれの用いた資料が少数例であるから、これらが必然的な値であるか、単に偶然的にあらわれた値であるか、一応検討を要する問題である。この検定のため、これら偏回帰係数の有意差検定を施してみよう。偏回帰係数の有意差検定は日本の経済学会では未だ余りこころみられていないし、われわれの函数型の決定に重要な役割を果すから少しくわしく説明してみよう。

偏回帰係数の有意差検定は次の如き方式で行う。⁽⁵⁾

偏回帰係数 α, β, γ を求める正規方程式を次の如く定ある。

$$\alpha S_{T1} + \beta S_{T1} + \gamma S_{T0} = S_{T1}$$

$$\alpha S_{T1} + \beta S_{U1} + \gamma S_{U0} = S_{U1}$$

$$\alpha S_{C1} + \beta S_{C1} + \gamma S_{C0} = S_{C1}$$

但しこゝに

第2表 生産弾性係数

	α	β	γ
米	+0.56 ^a	+0.19 ^c	+0.25 ^a
大 麥	+1.31 ^a	-0.17 ^d	-0.03 ^d
小 麥	+1.23 ^a	-0.36	+0.002 ^d
甘 藷	+0.88	+0.27	-0.02 ^d
茶	+0.29 ^a	+0.30 ^a	+0.46 ^a
み かん	+1.00 ^a	+0.03 ^d	+0.07 ^d

a 有意水準 1%

b 有意水準 5%

c 有意水準 10%

d 有意水準40%又はそれ以上で有意でないもの。

$$S_{TT} = \sum_{i=1}^N (T_i - \bar{T})(T_i - \bar{T})$$

$$S_{TL} = \sum_{i=1}^N (T_i - \bar{T})(L_i - \bar{L})$$

$$S_{TC} = \sum_{i=1}^N (T_i - \bar{T})(C_i - \bar{C})$$

$$S_{TP} = \sum_{i=1}^N (T_i - \bar{T})(P_i - \bar{P})$$

$$\bar{P} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i$$

$$\bar{T} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i$$

$$\bar{L} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L_i$$

$$\bar{C} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i$$

であり、 P_i 、 T_i 、 L_i 、 C_i はそれぞれ生産額、土地、労働、資本の観測値とする。

正規方程式の未知数の係数の逆行列 (この逆行列の各要素はガウス乗数といわれ、統計学上重要な数値である) を求め

$$\begin{pmatrix} S_{TT} & S_{TL} & S_{TC} \\ S_{TL} & S_{LL} & S_{LC} \\ S_{TC} & S_{LC} & S_{CC} \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} C_{TT} & C_{TL} & C_{TC} \\ C_{TL} & C_{LL} & C_{LC} \\ C_{TC} & C_{LC} & C_{CC} \end{pmatrix}$$

亦回歸方程式より P の推定値 \bar{P} を求める。

$$\bar{P} = \bar{P} + \alpha(\bar{T} - \bar{T}) + \beta(L - \bar{L}) + \gamma(C - \bar{C})$$

この推定値 \bar{P} と観測値 P_i との差の自乗の和は、求められたパラメーターの値、及び正規方程式の未知数の係数を用いて計算出来る。即ち、

$$\sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P})^2 = \sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P}_i)^2 - \alpha S_{PT} - \beta S_{PL} - \gamma S_{PC}$$

となり右辺から左辺が容易に導かれる。

この値を用いて、

$$\mu^2 = \frac{1}{N-4} \sum (P_i - \bar{P}_i)^2 \quad n = N-4$$

を求める。

$$t_a = \frac{\alpha - 0}{\mu \sqrt{c_{11}}} \quad n = N-4$$

$$t_b = \frac{\beta - 0}{\mu \sqrt{c_{22}}} \quad n = N-4$$

$$t_\gamma = \frac{\gamma - 0}{\mu \sqrt{c_{33}}} \quad n = N-4$$

但し、 n は自由度、 N は標本数をあらわし、この値から t 分布の表を用い、偏回歸係数の有意性検定をする事が出来る。偏回歸係数の信頼限界は、最少自乗法にもとづく誤差論では、自由度が極めて大きい値を必要とするが、この方法は自由度が小さくても成立する正確なる式である。

いま、みかんの計算例を上式にあてはめて示してみると、みかんの生産函数のパラメーターを推定すべき正規方程式は

$$1.0726\alpha + 0.9103\beta + 0.9881\gamma = 1.1248$$

$$0.9103\alpha + 1.1352\beta + 0.9698\gamma = 0.9521$$

$$0.9881\alpha + 0.9698\beta + 1.5011\gamma = 1.0864$$

となり、ドゥリットル法を用いて、此の正規方程式の係数の逆行列を求めると

$$\begin{pmatrix} 1.0726 & 0.9103 & 0.9881 \\ 0.9103 & 1.1352 & 0.9698 \\ 0.9881 & 0.9698 & 1.5011 \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} 3.6226 & -1.9246 & -1.1485 \\ -1.9246 & 2.9984 & 0.6613 \\ -1.1485 & -0.6613 & 1.8406 \end{pmatrix}$$

となる。観測値と推定値との差の自乗の和は

$$\alpha = 0.9958 \quad \beta = 0.032 \quad \gamma = 0.0781$$

$$\sum_{i=1}^{19} (P_i - \bar{P}_i)^2 = 1.4233$$

$$S_{PT} = 1.1248 \quad S_{PL} = 0.9521 \quad S_{PO} = 1.0864$$

であるから

$$S^2 = 1.4233 - 0.9958 \times 1.1248 - 0.9521 \times 0.032 - 1.0864 \times 0.078 = 0.1861$$

$$n = 19 - 4 = 15$$

となり

$$\mu = \sqrt{\frac{0.1861}{15}} = 0.11$$

となる。帰無仮説を零とおいた場合のこの値は、したがって

農業における生産函数の研究

$$t_a = \frac{0.9958}{0.11\sqrt{3.6226}} = 4.6$$

$$t_b = \frac{0.032}{0.11\sqrt{2.9984}} = 0.2$$

$$t_\gamma = \frac{0.078}{0.11\sqrt{1.8406}} = 0.5$$

となり分布の表から

$$Pr\{|t_a| > 4.6\} = 0.001 \quad n=15$$

$$Pr\{|t_b| > 0.2\} = 0.8 \quad n=15$$

$$Pr\{|t_\gamma| > 0.5\} = 0.6 \quad n=15$$

であるから、 α は〇・一%のレベル、 β は八〇%のレベル、 γ は五〇%のレベルで意義がある。したがってわれわれの計測した α 、 β 、 γ の値から、母集団の偏回帰係数が零と考えられるのは、一〇〇回のうちそれぞれ〇・一回、八〇回、六〇回の割合でおこり、 α の値は零と高度に有意の差があり、零と考えられないのに、 β 、 γ の値は零と有意の差がなく、母集団の値は零と考えても差支えない。

われわれが設定した生産函数

$$P = bT^w I^x C^y$$

$$T = 0.5 \quad b = 0 \quad \gamma = 0 \quad \alpha = 0.1$$

$$P = b'T^w$$

となり、生産函数は労働と資本財額を独立変数と考える必要がなく、土地のみの函数となる。この場合 α の値は次の修正式にて求められる。

$$\alpha' = \alpha - \frac{C_{12}}{C_{22}} \beta - \frac{C_{13}}{C_{33}} \gamma$$

したがって

$$\alpha = 0.9958, \beta = -0.032, \gamma = -0.078, C_{12} = 1.9246, C_{22} = 2.29984, C_{13} = 1.1485, C_{33} = 1.8406$$

を代入すると

$$\alpha' = 0.9958 + \frac{1.9246}{2.29984} \times 0.032 + \frac{1.1485}{1.8406} \times 0.078 = 1.06$$

となる。

TとPとの単純相関係数は〇・八五、独立変数T・L・Cの三つを考えた場合の重相関係数は〇・八六で、L・Cを棄却した場合の影響は殆どないと云う事が出来る。

かように、われわれの函数型の決定は先ず

$$P = bT^a L^b C^r$$

なる模型を農業各部門別の資料に適用して、それぞれの α 、 β 、 γ の値を求め、この α 、 β 、 γ と母集団の生産彈性係数を、零とおいた帰無仮説との有意性検定をほどこし、その結果一〇%、又はそれ以下で、有意であるものは、帰無仮説が有意であるとして棄却し、四〇%又はそれ以上で有意でないものは、帰無仮説が有意でないとして採用し、母集団の生産彈性係数を零と考える。

生産彈性係数の零なる値を持つ独立変数(例えば、みかんのL、C)は棄却しても差支えないから、これらを棄却した新たな函数を設定し、それらのパラメーターの推定をしたのが第三表である。

これらの複雑な計算過程は、後になつて必要の都度示す事にして、ここでは省略するが、生産彈性値の有意性検定

の結果は、第二表の a 、 b 、 c 、 d の文字で示されている。 a は有意性水準一%、 b は有意性水準五%、 c は有意性水準一〇%、 d は四〇%又はそれ以上で有意でないもの、即ち独立変数として棄却するものを表わす。

土地の生産弾性係数は甘藷以外有意差があるのに、労働の生産弾性係数は茶と米のみに有意差が認められ、みかんと大麦においては四〇%又はそれ以上で、零との有意差が認められず、独立変数として労働時間は考えられな。

資本財額の生産弾性係数は、茶と米以外はすべて四〇%又はそれ以上のレベルで有意差が認められず、それらにおいては資本財額を独立変数として考える必要はない。

この結果、ダグラス函数のような対数一次の生産函数を前提とする限り、みかん、大麦の生産函数はそれぞれ

$$P = 5.21T^{1.06}$$

$$P = 0.35T^{1.10}$$

となり T のみの函数であらわすことができる。これは各独立変数に第四表に示すごとく相互相関があり、亦労働や資

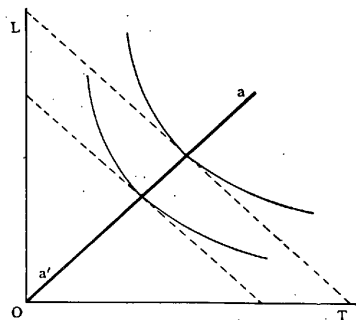
第3表 修正生産弾性係数

	α	β	γ	$\alpha+\beta+\gamma$	R
米	+0.56	+0.19	+0.25	1.00	0.89
大 麥	+1.10	0	0	1.10	0.93
小 麥	+1.23	-0.36	0	0.87	0.95
甘 藷	+0.85	+0.29	0	1.14	0.94
茶	+0.29	+0.30	+0.46	1.05	0.90
み かん	+1.06	0	0	1.06	0.93

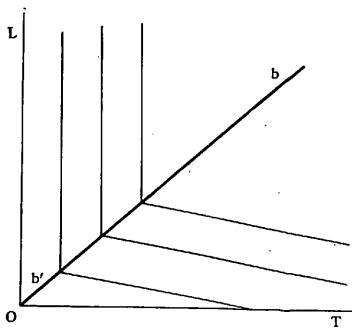
第4表 相 関 係 数

	r_{PT}	r_{PL}	r_{PC}	r_{TL}	r_{TC}	r_{LC}
米	0.87	0.78	0.70	0.86	0.67	0.49
大 麥	0.93	0.85	0.79	0.93	0.84	0.69
小 麥	0.95	0.87	0.80	0.95	0.83	0.77
茶	0.81	0.84	0.88	0.71	0.76	0.75
甘 藷	0.92	0.86	0.64	0.86	0.75	0.47
みかん	0.93	0.75	0.74	0.85	0.77	0.74

本財額は比較的豊富であるのに、土地は制限的なる生産要因である事を示している。これは普通に経済理論で考える生産函数は、生産諸要素の代替性や連続可能性を前提として、第1図の如き等量曲線が得られるのに、これらの生産函数では土地は制限的なる生産財をあらわし、第2図に示す如く、等量曲線は特異点を持つ不連続線となる。第1図では生産函数は等量曲線と価格線との接点の軌跡 a, a' になるが、第2図では特異点の軌跡 b, b' となる。したがつてみかんや大麦等の生産構造の分析に、限界生産力説の適用は、生産要素の代替性と云う前提条件がみたされなないため、若干修正を要するのではないかと思われ、みかんや大麦の労働の限界生産力は零であるが、これが労賃を規定する要因になるかどうか疑問である。



第1図 代替的生产財をもつ生産函数



第2図 制限的生产財をもつ生産函数

註(1) 静岡県における麥類の生産技術面に關しては、

農林省静岡統計事務所『冬作綜合合作付実態調査』(昭和二八年三月)。

農業における生産函数の研究

- (2) 麥類の生産函数で作付における田、畑別を偶然誤差の範囲内にあるものとして計測を行った例は大川教授にも見られる。
- (3) 大川一司『食糧経済の理論と計測』一六六頁。
- (4) 生産費計算における計算約束については、
堀江亮次「農産物生産費調査の計算約束について」〔農林統計調査〕三卷八号)二二二～二七頁。
- (5) 重相関係数の有意性検定については、
統計科学研究会『新編統計数値表』(昭和二十七年)一五三頁。
- (6) 岩田幸基氏の試みた適合度の検定に相当するものであるが、岩田氏は原資料の平均値を考えているから、適合度の検定に
とればと意味があるか疑問である。
- (7) 弾力性係数の標準誤差の測定はシュルツがはじめて試みた所である。
Schultz, H.: *The Theory and Measurement of Demand*, 1938. pp. 214～215.
- (8) 経済学上重要な意義のある弾力性係数の標準誤差の測定はその後モザックによつて試みられた。これらについては
山田勇『計量経済学の基本問題』(昭和二十三年)一九九～二一八頁。
- (9) 最近の推計学的 偏回帰係数の検定方法は、
統計科学研究会『新編統計数値表』一一四～一一五頁。
- (10) Sneecor, J. W.: *Statistical Method applied to Experiment in Agriculture and Biology*, 1937. 畑村・津村他訳
『統計的方法』(昭和二十七年)第三章 三三一～三六四頁。
- (11) 正規方程式の解法並びに逆行列の計算方法は、前掲『新編統計数値表』、『統計的方法』及び
Deming, W. E.: *Statistical Adjustment to Data*, 1943. 森口繁一訳『推計学によるデータのまとめ方』(昭和二十五年)
一一二～一一〇頁。
- (12) Dwyer, P. S.: *Linear Computations*, 1951. pp. 183～205.
- (13) Tinlner, G.: *Econometrics*, 1952. pp. 348～351.
- (14) Klein, L. R.: *A Textbook of Econometrics*, 1953. pp. 145～160.
- (15) 相互相関係数については補註参照。

〔補註〕 統計的推定法の吟味

計量経済学的研究は、パラメーターの計測値にもとづいて論議がすすめられるから、それらの推定法の吟味は甚だ大切である。最近の計量経済学の進歩は著るしいものがあり、これらの進んだ推定方法に照して、われわれの推定方法がいかなる地位を占めるか考えてみよう。

先づ計量経済学の主流をなす、クープマンズやマルシャック等のコールド・コミッションの人々は、経済構造を示すパラメーターを推定する場合には、経済変数の相互依存性から、同時連立方程式模型を設定し、アイデンティフィケーションの検定を経なければ、パラメーターの最良不偏推定値は得られないとする立場である。事実、生産函数についても、マルシャック等の同時連立方程式模型による、すぐれた分析がなされているし、われわれも亦時系列の資料により動態的分析を試みる時には、この有効な方法を用いたいと考えているが、われわれの計測のように、同時点の資料を用い、生産要素の価格等、動態的には問題となる諸要因を一応捨象した場合には、単一方程式で十分ではないかと思われる。つきに、最少自乗法によつてパラメーターの推定をする場合、各独立変数に相互関係がない事が望ましいが、各独立変数の間には第四表に示したように高度の相互関係がある。これをさけるためには、テイソントナーの変差法、荷重相関法等がある。フリッシュのパンチマップやエゼキール、ビン等の図式解法も亦同じころみである。われわれも亦、相互相関について、特に相関関係の高い、土地、労働を一つのグループにし、それと資本財額の生産額への回帰を最大にするような、パラメーター推定方法たる、正準相関法(Canonical Analysis)の適用を考えたが、十分成熟しなかつたので、これの適用は別の機会にゆずりたいと思う。

この外、最少自乗法については、誤差を何れの方向に最少にするかによつて、パラメーターの計測値が異なると云うメンダウスハウゼンの批判以来、多くの論議がなされ、これがダグラス函数の致命的欠陥だとする篠原三代平助教や、またこのような批判は、数学理論と経済理論の無用の混用だとする家本秀太郎教授の立場がある。純粹に数理統計学的立場からも、最少自乗法のもつこの欠点は、ワルトヤツキーによつて問題にされ、最近のデミング等の新しい最少自乗法は、各変数に分散のウェイトをつけて、パ

ラメーターの推定をなしている。しかしながらわれわれの計測では、あらかじめ各変数の分散を知る事が出来ないから、この新しい最少自乗法も適用する事が出来ない。

そこで、われわれは土地、労働、資本、の限界生産力の計測が主な目的であり、これらを独立変数として、生産額との回帰を考えているのであるから、誤差は生産額のみであるとして、生産額の方に誤差を最少にするように、パラメーターの推定をした。

註(一) Hood, W. C. and Koopmans, T. C.; *Studies in Econometric Method*, 1953.

本書では新しい立場からのパラメーターの推定方法が考えられている。計量経済学の系譜は邦文の文献では次の二書にみられる。

山田勇「経済の計量」(昭和二十四年)一三〇～二三頁。

青山秀夫「計量経済学」(『統計学辞典』昭和二十六年、八〇三～八一頁)。

農業経済学の分野でこの新しい方法を要領よく紹介したのに次の論文がある。

Cooper, G.; "The role of econometric models in econometric research", *Journal of Farm Economics*, 1948, vol. 30, no. 1 pp. 101～116.

(2) Marschack, J. and Andrews, W. H. "Random simultaneous equations and the theory of production." *Econometrica*, vol. 12, no. 3～5, 1944.

中村嘉吉「生産性の計測について」(『経済思潮』第一三集、昭和二十五年、一三二頁～一四七頁)。

(3) 同時聯立方程式模型に懐疑的なものは、

Fox, K.; *Demand Analysis for Farm products*, 1953.

Nicholls, W. H. *ibid.* pp. 224～232.

(4) Tinber, G.; *Variate Difference Method*, 1940.

(5) Tinber, G.; *Econometrics*, pp. 83～172.

(6) Shepherd, G. S.; *Agricultural Price Analysis*, 農業総合研究所訳『農産物価格分析論』一五三～一七四頁。

中山誠記「農産物需要分析に関する一試論」(『農業総合研究』八巻二号、一一一～一四八頁)。

(7) Wilks, S. S.; *Mathematical Statistics*, 1943. 小河原正巳訳『数理統計学』四二四—四三八頁。

Timner, G.; *Econometrics*, pp. 83—153.

正準相関の計算法と応用

Dwyer, P. S.; *Linear Computation*, pp. 318—322.

(8) Mendaushausen, H., "On the significance of Prof. Douglas-function," *Econometrica*, April, 1938

(9) 篠原三代平『前掲書』一九五—一九九頁。

(10) 家本秀太郎「ダグラス函数を育成する立場から」(『理論経済学』二巻一号、二二—三〇頁)。

(11) Deming, W. E.; *Statistical Adjustment of Data*, 1946. 森口繁一訳『推計学によるデータのまとめ方』(昭和三五年)。

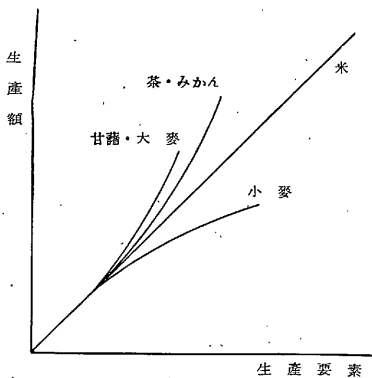
森口繁一「新しい最少二乗法」(『応用統計学』昭和三四年(六・〇—六・二九))。

四、生産弾性係数の経済的説明

かくて、われわれは生産弾性係数を計測することが出来たので、次にこれらの経済的意味を考えてみよう。第三表第四欄には、生産弾性係数の総和が示されている。生産弾性係数の総和が一に等しいか、一以上であるか、一以下であるかによつて、収益不変、収益過増、収益過減が示され、亦それが一に等しいときは、完全競争の証明にもなる。

したがつて生産弾性係数の総和が一に等しいか否かの検定は極めて重要であり、これらの検定方式は既にテイントナーによつて試みられた所である⁽¹⁾。われわれはこの計算過程が非常に複雑となり、われわれの主目的が各生産要素の限

界生産力の計測にあるから、ここではこれらの検定方式は省略して、この数値に誤差がないとすれば、丁度米の生産弾性係数の総和は一となり、稲作の生産構造は収益不変の法則をあらわし、大経営、小経営の優劣の差がなく、わが国の如き小農存立の意義が見出される⁽²⁾。生産弾性係数の総和が一以上の価を有する大麦、甘藷、茶、みかん等は収益



第3図 生産要素の増減と生産額との関係

逓増の法則をあらわし、大経営が有利であり、一以下の価を有する小麦は、収益逓減の法則をあらわし、小経営が有利である(第3図参照)。

次に生産弾性係数の比較を通じて生産構造を明かにしてみよう。

まず農地改革の経済的効果を明かにするため、われわれの計測した稲作生産弾性係数と、大川教授が戦前東日本一帯における稲作について計測した弾性値との比較をこころみてみよう。大川教授の昭和一二、一

三、一四年に稲作について試みた計測値には、資本財額の中に固定資本が含まれていないから、われわれの資本概念とは異なるが、その他の点ではすべて同一である。大川教授の計測値は第五表の如くであり、戦前の平均的な生産構造として、それらの三カ年の算術平均を考えると第五表第四欄の如くである。(3)

計算を簡単にするために、これらの戦前の平均的な生産弾性係数には、誤差がないものとして、われわれの計測との差の有意性検定を施してみよう。

第5表 稲作生産弾性係数の比較
(昭和12~14年は大川教授による)

	α	β	γ	$\alpha+\beta+\gamma$
昭和12年	0.555	0.237	0.205	0.997
13年	0.510	0.280	0.155	0.945
14年	0.620	0.185	0.150	0.997
平均	0.561	0.234	0.183	0.980
昭和26年	0.56	0.19	0.25	1.00

さきに生産弾性係数の有意性検定に用いた、米のガウス乗数は次の如くである。

1.0264	-0.5125	-0.3101
-0.5125	0.8313	0.1151
-0.3101	0.1153	0.3464

また $R=0.136$ である。

$$t_a = \frac{0.56 \sim 0.561}{0.136 \sqrt{1.0264}} = 0.0007 \quad n=65$$

$$t_b = \frac{0.19 \sim 0.234}{0.136 \sqrt{0.8313}} = 0.34 \quad n=65$$

$$t_c = \frac{0.25 \sim 0.113}{0.136 \sqrt{0.3464}} = 0.84 \quad n=65$$

となり、 t 分布表から

$$P_r(|t_a| > 0.0007) \approx 1 \quad n=65$$

$$P_r(|t_b| > 0.34) \approx 0.75 \quad n=65$$

$$P_r(|t_c| > 0.80) \approx 0.4 \quad n=65$$

これらの生産弾性係数は、四〇%又はそれ以上で有意の差がなく、稲作の生産弾性係数は、農地改革の前後において変化がなかつたと推定出来る。

したがつて農地改革後においては、土地の小作料は急激に低減し、大なる変化がおこつたが、われわれの計測によれば、土地用役の機能的分配分は、農地改革の前後において何等の変化なく、政治的変革を除けば農地改革の経済効果はなかつたと云い得る。⁽⁴⁾

麦類の生産において土地の生産弾性係数は一以上である。即ち土地の1%の増投は生産額において1%以上の増加を示し甚だ不安定である。⁽⁵⁾ われわれの麦類について計測した生産弾性係数と、矢張り大川教授が戦前計測した麦類の生産弾性係数との比較を試みてみよう。⁽⁶⁾ 大川教授は全国を東北と西南の二群にわけて計測したが、静岡県に含まれる計測値を示すと第六表の如くである。

大麦作の生産弾性係数については、戦後の昭和二四年産の大麦に、農林省官房調査課でおこなつた計測値がある。⁽⁷⁾ われわれの計測値をチェックする意味で用いてみると、土地の生産弾性係数が著るしく高く、労働、資本の生産弾性係数は殆んど零に近いと云う値は、傾向的にわれわれの計測値と一致している。それ故われわれの計測値が正しいものと認め、大川教授との計測値との比較を試みてみよう。

生産弾性係数の有意性検定の結果、大麦の生産函数は土地のみの函数になつたので、その時用いたガウス乗数は修正する必要がある。ガウス乗数

$$\begin{pmatrix} 9.8393 & -5.5793 & -3.5002 \\ -5.5793 & 3.8161 & 1.4495 \\ -3.5002 & 1.4495 & 2.1408 \end{pmatrix}$$

を修正式 $C_{11} = C_{11} - C_{12}^2 / C_{22} - C_{13}^2 / C_{33}$ を用ひて修正すると

$$C_{11} = 9.8393 - \frac{(5.5793)^2}{3.8161} - \frac{(3.5002)^2}{2.1408} = -4.0019$$

第6表 麦作生産弾性数の比較

	α	β	γ	$\alpha + \beta + \gamma$	
大麥	昭和16年	0.407	0.201	0.372	0.98
	昭和24年	0.823	0.126	0.096	1.045
	昭和26年	1.10	0	0	1.10
小麥	昭和15年	0.222	0.324	0.430	0.976
	昭和26年	1.23	-0.36	0	0.87

となり、推定値と観測値の差の二乗の和の修正式は

$$\sum_{i=1}^{14} (P_i' - \bar{P}')^2 = \sum_{i=1}^{14} (P_i - \bar{P})^2 + \frac{\beta^2}{C_{22}} + \frac{\gamma^2}{C_{33}}$$

を用いて修正出来る。即ち

$$\sum_{i=1}^{14} (P_i' - \bar{P}')^2 = 0.3191 + \frac{(0.177)^2}{3.8161} + \frac{(0.0343)^2}{2.1408} = 0.3278$$

したがって

$$r^2 = \frac{0.3278}{10} \quad n = 14 - 4 = 10$$

戦前戦後の大麦作の土地の生産弾性係数の差は

$$t_a = \frac{1.10 - 0.407}{0.18 \sqrt{4.0019}} = 1.92$$

となり、t分布表から

$$P_T(|t_a| > 1.92) = 0.1$$

となつて、有意水準一〇%のレベルで有意差がある。

即ち大麦の土地生産弾性係数は戦前から戦後にかけて変化が生じたと云う事が出来る。労働や資本の生産弾性係数も、われわれの計測によれば零であり、戦前の計測値には誤差がないものと考へて居るので、戦前から戦後にかけて変化があつたと云わなくてはならない。小麦についても全く同様な手続きを繰返すと、大麦と同様戦前戦後の生産構造は変化があつたと云う事が出来る。

このように稲作の生産構造は戦前戦後を通じて変化がなかつたのに、麦作の生産構造に変化が生じたのは、稲作の

戦前の計測期が昭和一一、一三、一四年の安定期であるにひきかえ、麦作の計測期は昭和一五、一六年の、経済も戦時態勢に入つて資本財、労働力共に不足を来した年である。戦後の昭和二六年は労働力、資本財が潤沢になり、その上第七表の如く麦作の純収益は赤字である。一日あたりの農業労働純収益さえ、静岡県平均の雇傭労働賃金二二七円よりはるかに低く、静岡県の如き多角経営地帯では、麦作に余りウエイトがおかれず、麦類の作付は過少となり、土地に対して相対的に、労働力資本財額が過剰になつてゐるからである。

以上で生産彈性係数の戦前戦後の比較をなしたが、次に日本農業の生産構造を明かにする意味で、アメリカの計測値との比較を試みてみよう。

アメリカにおいては、近着の『ジャーナル・オブ・ファーム・エコノミクス』一九五四年五月号によれば、ヘドイツとシヨウによつて全く偶然に、われわれと同じ年度の穀物について、同じ生産函数で計測がすすめられていた。第八表にこれを示す。アメリカの穀物生産の生産彈性係数は、地域別にかんがひるに、概して日本農業に比較すると、高い土地の生産彈性係数、低い労働の生産彈性係数は類似し、資本の生産彈性係数はアメリカが高く、日本が低い点が異なつてゐる。

第7表 麦作純収益 (単位 円)

		租収益	純収益	一日あたりの労働純収益
大麥	田	5,229	-4,761	61
	畑	6,221	-1,731	147
小麥	田	9,621	-1,720	250
	畑	10,070	-3,808	123

農林省静岡統計調査事務所『静岡県における農林省経済調査年報』昭和26年より作成。一日あたりの労働純収益は一日平均労働時間10時間とする。

第8表 アメリカ農業の生産彈性係数

	α	β	γ	$\alpha + \beta + \gamma$
Montana	0.5032	0.0394	0.5804	1.1230
North Iowa	0.9124	0.0756	0.1647	1.1570
South Iowa	0.7948	0.0875	0.3930	1.2750
Alabama	0.3843	0.3192	0.4672	1.1666

註(1) Tinmer, G., "A note on the derivation of production functions from farm records" *Econometrica*, vol. 12, no. 1, Jan. 1944. pp. 26~35.

テイントナーは、各生産彈性係数の総和と一との有意差検定には、分布が用いられないので、生産彈性係数の和を一つおいた、制限条件の下での生産彈性係数を計測し、 F 分布による検定を行っている。

(2) 大川一司『食糧経済の理論と計測』(昭和十九年)一六三頁。

(3) 大川一司『前掲書』一五三頁。

(4) 大川教授が『農業の動態分析』二六五頁で筆者の計測例を引用されているのは、昭和二八年九月農業経済に関する専門研究者の集会で発表した筆者のこの部分の報告である。

(5) 生産彈性係数の一以上の値は、その生産要素が他の生産要素に比して相対的に甚だしく稀少なる事を示している。かような例は、神谷教授の計測した昭和一四年の西南地方の稲作の例 $P=1.107r^{.3}L^{.6}O^{.03}$ である。(神谷農治『前掲書』四一頁)

またコーリン・クラークによれば、ブールトンとウォールが一九二〇年から一九四〇年までのアメリカ鉱業の労働生産彈性係数をめぐって $P=5L^{.34}O^{.63}$ と計測している。(Clerk, C.; *The Conditions of Economic Progress*, p. 519.)

(6) 大川一司『前掲書』一七四頁。

(7) 農林省大臣官房調査課『大麥作における限界生産性の計測』。

(8) Heady, E. O. and Show, R.: "Resource returns and productivity Coefficients" *Journal of Farm Economics* vol. 39, no. 2, May, 1954. pp. 243~257.

五、限界生産力係数の経済的説明

われわれの設定した模型 $P = bT^{\alpha}L^{\beta}C^{\gamma}$ にあつて、 L 、 T 、 C 、でそれぞれ偏微分すれば

$$\frac{\partial P}{\partial T} = \alpha \cdot \frac{P}{T}$$

農業における生産函数の研究

$$\frac{\partial P}{\partial L} = \beta \cdot \frac{P}{L}$$

$$\frac{\partial P}{\partial C} = \gamma \cdot \frac{P}{C}$$

となり、各生産要素の限界生産力はそれぞれの平均生産力(経営的な平均生産力ではなくて、総生産額を土地面積、労働時間、資本財額で割つたもの、ワルラスの平均生産力係数に相当するものである)に生産弾性係数をかけて得られる。各生産要素は対数正規分布をなすと考えられるから、それらの平均生産力は幾何平均を考へるべきである。第九表にこれらの幾何平均値が示されている。

第9表 平均生産力

生産要素 単位	T 0.01反	L 1時間	C 100円
米	148円	59円	164円
大 麥	54	34	90
小 麥	97	40	88
甘 藷	213	116	532
茶	408	98	112
み かん	748	168	59

第10表 限界生産力

生産要素 単位	T 0.01反	L 1時間	C 100円
米	83円	11円	41円
大 麥	59	0	0
小 麥	119	-14	0
甘 藷	181	34	0
茶	115	29	51
み かん	792	0	0

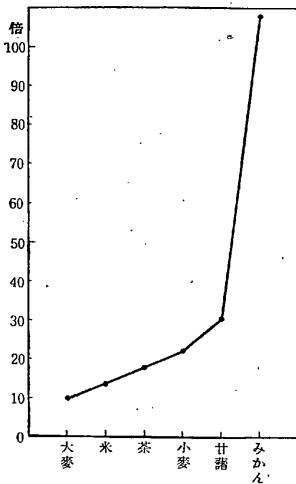
第三表の生産弾性係数に第九表の平均生産力をかけると、第一〇表の限界生産力が得られる。反当り土地の限界生産力は、みかんの最高七九、二〇〇円から、大麥の最低五、九〇〇円に至るまで、かなり広範囲にわたつてゐる。静岡県下の同一地帯でも、低い限界生産力をもつ作物から、高い限界生産力を持つ作物への土地利用の転換は、気象条件等に左右されて必ずしも可能ではないが、ただ、競合作物である甘藷と水稲については、反当八、三〇〇円の土地限界生産力を持つ水稲から、一八、一〇〇円の土地限界生産力を持つ甘藷への土地利用の転換は、昭和二六年度の甘藷と米の価格を前提とする限りなされるべきである。

みかんの土地の限界生産力は、七九、二〇〇円となり、第一一表に示す如く、現行小作料七二三円の実に一〇八倍

に相当し、最低の大麥の土地の限界生産力五、九〇〇円でさえも、現行小作料六〇〇円の約一〇倍に相当する。

近來小作料の値上げや、生産費計算における土地用役の評価に関しては、諸々論議されているが、第一〇表の推定値は土地用役の評価の一つの指標となりうる。

労働の限界生産力は、甘藷が最高で一時間あたり三四円、茶、米がそれぞれ二九円、一一円となり、小麥は一時間あたり負の一四円である。第二八次農林省統計表によると、昭和二六年度の静岡県男一日あ



第4図 土地の限界生産力と現行小作料との比率

第11表 土地の限界生産力と現行小作料との比較

	限界生産力(A)	現行小作料(B)	(A)/(B)
	円	円	
米	8,300	585	14
大麥	5,900	600	10
小麥	11,900	528	22
甘藷	18,100	579	31
茶	11,500	597	18
みかん	79,200	723	108

現行小作料は静岡県下の平均値である。麥類は田、畑の平均値をとる。昭和26年度『静岡県下における農村経済調査年報』による。

たりの平均賃金は二二七円である。われわれの計測に用いた労働時間は成人単位換算であるから、仮に一日の労働時間を一〇時間とすれば、一日あたりの労賃は甘藷作で三四〇円、茶作で二九〇円、米作で一一〇円となり、甘藷作と茶作において漸く平均賃金を支払える生産力である。これは、農業労働力がいかに過剰であり低能率就業の状態であることを示すと共に、計測的には雇傭労働時間は、比較的正確に記録されて

も、家族労働時間の記帳の不正確が問題となり得る。冬作の大麦・小麦の限界生産力は、農閑期の余剰労力の投下のため、亦それらの高い土地の生産弾性係数の所で説明したような理由で、相対的に過剰労働となり、一応限界生産力が零になる事は考えられるが、雇傭労働者の多いみかん作において、労働の限界生産力が零であることは、説明を要する問題である。われわれの計測がもし正しいものとすれば、みかん作の雇傭労賃は土地収益部分から支払われ、亦さきにもべた如く、根本的には、みかんや大麦は限界生産力説の適用に修正を要するのではないかと思われる。

農業労働力の非農業労働力、なかんすく工業に較べての限界生産力の低さは、農業における低能率就業の問題として屢々問題にされる。

戦後の工業部門における、生産函数のパラメーターの計測は、家本秀太郎教授と中村嘉吉教授によつてなされた。紡績業における家本秀太郎教授の計測によれば、労働の生産弾性係数は昭和二三年四月から二四年五月までの時系列で〇・四六、また中村教授のおこなつた東北F市近郊の絹織物業の、昭和二六年七月の実態調査資料からの労働生産弾性係数は〇・四九である。

昭和二六年における紡績業の直接労働の平均生産力は、『綿紡績労働生産性調査報告』より推計すれば、大手十社では一時間あたり約八・一一封度、新紡または新々紡では約五・五六封度である。⁽³⁾また同年における紡毛一封度あたりの平均価格は約三九五円である。したがつて紡績直接労働の平均生産力は、一時間あたり大手十社では三、二〇三円、新紡又は新々紡では二一、一九八円となる。

労働の限界生産力は生産弾性係数に、平均生産力をかけたものに等しいが、ここに推計した平均生産力は、生産額の中に製品原料費が含まれ、労働力は直接労働のみであつて、間接労働や職員等が含まれていないから修正する必要

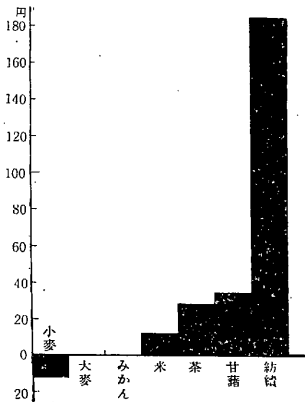
がある。小堀忠勝氏の推計によると紡績業の営業利益率（売上高に対する売上利益（製品原価を控除した額）の比）は、昭和二六年度では一六・七％である。⁽⁴⁾ また日本紡績協会労務部の調査から推計すれば、紡績業の直接労働者の全従業員に占める比率は八〇・五％である。⁽⁵⁾ これらの数値をさきに推計した一時間あたりの平均生産力にかけると、直接労働の一時間あたりの平均生産力は、大手十社では四三二円、新紡または新々紡では二九六円となる。生産弾性係数として中村教授の計測になる〇・四九を、平均生産力として新紡又は新々紡の二九六円を用いると、紡績労働一時間あたりの限界生産力は約一四五円である。これを正の値を有する農業各部門の労働限界生産力と比較すれば、第一二表の如く、紡績労働の限界生産力に比して、稲作労働のそれは約五・六％、茶作労働のそれは約一五・六％、甘藷作労働のそれは約一八・三％となる。

昭和二六年は紡績業の好況時であつたので、紡績労賃と農業労賃の隔差はかなり著るしいが、紡毛一封度の価格を昭和二八年の約二〇三元、即ち昭和二六年の価格の約半分に考えても、その隔差はかなり大きく、東畑教授の如く、「戦後急激に増加した農業人口を縮減して、せめて戦前の基本数にまで至らしむるような工業の伸長政策は実は、日本の農業政策にと

農業における生産函数の研究

第12表 農業労働と紡績労働の限界生産力の比較

	限界生産力 円	比率 %
紡績	185	100.0
米	11	5.9
茶	29	15.6
甘藷	34	18.3



第5図 労働の限界生産力比較

つて基礎条件であらうとも云う事が出来るであらう。農業人口をそのままの數に保持しながら、所得の形成力を増進させる事は困難だからである」と云う事が出来る。(6)

資本財額の限界生産力は一〇〇円あたり米の四一円、茶の五一円以外はすべて零である。したがつて農業部門内に投資がおこなわれるとすれば、米と茶部門に投資がおこなわるべきであらう。

農業資本の限界効率(7)は資本制限の問題として、即ち農業資本の限界効率は非農業部門の資本の限界効率や、一般利子率に比較して高いのに、農業部門へ投資のおこなわれにくい現象の分析として、屢々問題にされるようになってきた。(8) みかん、甘藷、大麦、小麦の各農業部門では、資本財額の限界生産力が零であるから、資本の限界効率は負の値をとり、農業投資が、それらの部門へおこなわれにくいのは当然である。

いま、資本財額の限界生産力が正の値を示す、米と茶についてのみ考えてみよう。ケインズによれば資本の限界効率とは、資本の供給価格C、年々の予想収益を Q_1, Q_2, \dots, Q_n とすれば、資本の限界効率mは次式によつてあたえられる。(9)

$$C = \frac{Q_1}{1+m} + \frac{Q_2}{(1+m)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+m)^n}$$

簡略のために

$$E(Q) = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$$

とすれば(勸励社会では殆んど予想収益が、年々等しい事は考えにくい所であるが、計測の便宜上等しいと仮定する)。

$$C = \frac{Q_1}{1+m} + \frac{Q_1}{(1+m)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+m)^n}$$

$$= Q_1 \left\{ \frac{1}{1+m} + \frac{1}{(1+m)^2} + \dots + \frac{1}{(1+m)^n} \right\}$$

$$= Q_1 \left\{ \frac{1 - \left(\frac{1}{1+m} \right)^n}{1 - \frac{1}{1+m}} \right\} \cdot \frac{1}{1+m}$$

$$= Q_1 \left\{ \frac{(1+m)^n - 1}{(1+m)^n} \cdot \frac{1}{1+m} \right\}$$

$$= Q_1 \left\{ \frac{(1+m)^n - 1}{(1+m)^{n+1}} \right\}$$

$$= Q_1 \left\{ \frac{1 - (1+m)^{-n}}{m} \right\}$$

ここでテイラー展開を用いると

$$(1+m)^{-n} = 1 - n \cdot m + \frac{n(n-1)}{2} m^2 + \dots$$

となる。第三項以下を省略して上式に代入すると

$$C = Q_1 \left\{ \frac{1 - 1 + n \cdot m}{m} \right\}$$

$$= Q_1 \left\{ \frac{n \cdot m}{(1+n \cdot m) \cdot m} \right\}$$

$$= Q_1 \left\{ \frac{1}{\frac{1}{n} + m} \right\}$$

$$\frac{C}{n} + Cm = Q_1$$

$$mC = Q_1 - \frac{C}{n}$$

$$m = \frac{Q_1 - \frac{C}{n}}{C}$$

ここにおいて供給価格Cはわれわれの計測において、流動資本額と固定資本額を合わせた貨幣資本総額であり、われわれが先に生産函数の計測に用いた、資本財額Cに相当する。C/nはnが資本の耐用年数であるから、一カ年の資本の減耗分に相当し、肥料費・種苗費等の流動資本額と固定資本の減価償却額を合わせたものである。⁽¹⁰⁾ Qはケインズによれば、「人が投資物又は資本資産を購入するのは、その資産の存続期間を通じて、それから生ずる産出物を販売して、その産出物を得るに要する経費を差引いて後に獲得し得ると、彼が期待する予想収益の系列に対する権利を買うのである。この年金の系列 Q_1, Q_2, \dots, Q_n を便宜上投資物の予想収益と呼ぶ事にする」と定義される。産出物を販売してその産出物を得るに要する経費を差引くとは、われわれの場合総生産額から、資本減耗分以外の土地費用や労働費用を差引く事である。経営学上しばしば資本純収益なる概念を用いるが、Qはそれに対立する概念として、資本減耗分を含んだ資本粗収益の意に解したい。資本粗収益は、第二章でのべた如く、土地、労働の価格が限界生産力と一致する状態均衡社会では、農業粗収益から地代や労賃を差引いて計測する事が出来るが、限界生産力と価格の一致しない

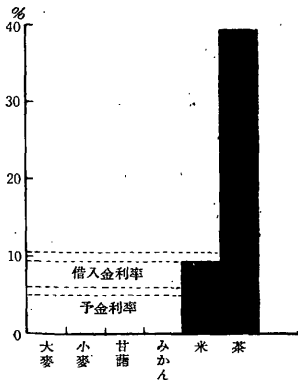
効率

$$m = \frac{63,811 - 14,428}{125,116} = 0.395$$

となる。

農業における資本制限の現象は、投資が自己資本によつておこなわれる場合、借入資本によつておこなわれる場合の二つを考へるべきである。

いま、昭和二六年度農家経済調査によれば、静岡県に含まれる東海農区の、平均的な現金・準現金の所有形態は、昭和二六年度末に



第 6 図 資本の限界効率と利率の比較

第 13 表 現金準現金所有形態

形 態 別	金 額	割合
手 持 現 金	9,248	11.1%
農 業 協 同 組 合 貯 蓄 金	34,819	41.8
郵 便 貯 蓄 金	5,127	6.1
銀 行 貯 蓄 金	7,941	9.5
そ の 他 貯 蓄 金	1,542	1.9
貸 付 金 及 び 保 險 金	8,355	10.0
有 価 証 券	10,801	13.0
合 計	83,258	100.0

おいて第一三表の如くになる。ここにおいて一戸あたり平均の現金準現金八三、二五八円のうち、四一・八％は農業協同組合予金、九・五％は銀行予金、六・一％は郵便貯金となる。したがつて自己資本を有する農業者があり、農業生産に投資するかまたは農家予金の分配的形態である農協、銀行、或は郵便局に貯金する場合の効率を考へてみると、定期予金利率は、年農協五・六％、銀行六％、郵便局五％であり、⁽¹⁾稲作や茶作の限界効率九・六四％、三九・五％よりも何れも低い。

次に農業投資が借入金によつておこなわれる場合を考へてみ

動態社会では、農業資本粗収益はそれらの生産要因の評価に左右される価となり、かような方法では計測不可能である。真の資本粗収益は生産函数のパラメーターの推定を通じてのみ、計測する事が可能である。かくして Q はわれわれの計測した資本財額の限界生産力に、資本財額をかけて得る事が出来る。

稲作の二戸あたり平均流動資本額は 一一、九三九円で、固定資本額は 三七、三〇七円となり、この合計 四九、二四六円は四、ケインズの C に相当するものである。稲作資本の限界生産力は一〇〇円につき四一円であるから、資本総額 四九、二四六円に 0.41 をかけると、二〇、一九二円の予想収益 Q が生まれる。資本の減耗分 C/n は流動資本額 一一、九三九円に固定資本の減価償却分 三、四九七円を加えた、一五、四三六円である。これらの数値をさきにもちびいた

$$m = \frac{Q - C}{C}$$

に代入すれば、稲作資本の限界効率 m は

$$m = \frac{20.191 - 15.436}{49.246} = 0.0964$$

となる。

同様に茶作においては二戸あたりの平均流動資本額 一〇、三一八円、固定資本額 一一四、七九八円となり、茶作資本総額はこれらの合計 一二五、一一六円となる。茶作資本の限界生産力は一〇〇円あたり五一円であるから、資本総額 一二五、一一六円に対しては、六三、八一円の収益 Q が生ずる。茶作資本の減耗分 C/n は流動資本額 一〇、三一八円に固定資本の減価償却分 四、一〇五円を加えた 一四、四二八円である。したがって前式より、茶作資本の限界

よう。農業協同組合の貸付利率は一〇・九五%、銀行の貸付利率は九・四九%である。茶作資本の限界効率率は三九・五%であり、これらの値よりもはるかに高いが、稲作資本の限界効率率九・六四%は、農業協同組合の貸付利率より低く、銀行の貸付利率をわずかに上廻るが、この程度の差では、稲作資本の限界効率率は、これらの貸付利率と均衡してゐると考へる事が出来る。⁽¹²⁾

以上の結果を総合すると、大麦、小麦、甘藷、みかんの資本の限界効率は負であり、それら各部門へ農業投資がおこなわれないのは当然である。資本制限の現象は、投資が自己資本によつて行なわれる場合には、稲作と茶作に、借入資本によつておこなわれる場合には、茶作にのみあらわれ、それらの原因は別に追求さるべき問題である。われわれは茶作資本の限界効率率のかような高い値は、茶の成園費の過少評価によつて、資本の限界効率が過大評価されているのではないかと云ふ疑問の指摘のみにとどめた。

註(一) 家本秀太郎「ダグラス函数を育成する立場から」(『理論経済学』二卷一號、二二～二九頁)。

家本教授の計測値は $P = 0.862049C^{0.548}$ 但し P は生産量、 L は女子賃金単位、 C は一カ月平均運転鐘数。

(2) 中村嘉吉「ダラス函数は適用し得るか」(『理論経済学』三卷二號、五三～五八頁)。

中村教授の計測値は $P = 1.2049C^{0.55}$ 但し P は生産量、 L は女子単位換算の労働時間、 C は据付機械の総運転時間。

(3) 労働省労働経済課「綿紡績労働生産性調査について」(『労働統計月報』第四卷第一〇號、昭和二十七年一〇月号、二〇～二二頁)。

(4) 小堀忠勝「最近における日、米、英、印各国綿紡績会社の決算報告書からみたる、収益状況及び経費比較」(『日本紡績月報』昭二七年八月号、五一頁)。

(5) 日本紡績協会労務部「日本紡績業の労働事情」(『日本紡績月報』昭和二十七年九月号、一九頁)によると、紡績業の部門別在籍人員は、

農業における生産函数の研究

職員	接門	紡績部	九三、八四三
	直部	織布部	三〇、六五九
間接部門	その他		四、五四二
			一五、九五二
			八、四七七

であり、全従業員中、直接部門の労働者数は八〇・五％となる。

(6) 東畑精一「人間の就業の場としての農業」(『日本農業研究所報』、昭和二八年三月)。

同様の論旨の研究は、

矢戸壽雄「食糧政策の背景」(『食管月報』、昭和二八年四月)。

京都碩一「農村適度人口の計測」(『農村問題研究』第二集)。

(7) 農業長期資本の効率に関する極めて獨創的な展開は、

神谷慶治「農業長期資本の蓄積と水利施設の維持に関する研究」(昭和二九年)。

(8) 資本制限はシュルツ学派の次の著書に精し。

Schultz, T. W. ; *Product: n and Welfare of Agriculture*, 1950. pp. 126~138.

Schultz, T. W. ; *Economic Organization of Agriculture*, 1952. pp. 301~311.

Heady, O. E. ; *Economics of Agriculture Production and Resource Use*, 1952. pp. 550~560.

シュルツ学派が資本制限を論ずる時は「ジョンソンの計測値」(Johnson, G., "Contribution of price policy to the

income and resource use problems in agriculture," *Journal of Farm Economics*, vol. 27. Nov. 1944. pp. 631~651)

「ヘイの計測値」(Heady, E. O. "Production function from a sample of farms" *Journal of Farm Economics*, vol. 38.

Nov. 1946. pp. 989~1004.) が用いられた。

ジョンソンやヘイの計測になる資本の限界生産力が高すぎることは、計測する場合に期待の要素が無視されているからだ、とジョーンズ等は証明している。筆者の考えではヘイの計測した資本の限界生産力は、精しい計算手続が不明のため

断定は出来ないが、後に述べる $m = \frac{Q-n}{C}$ の代りに $\frac{Q}{C}$ を計測したもので、資本の限界効率よりもはるかに大きい値で

めると思われる。

(9) Keynes, J. M.: *The General Theory of Employment Interest and Money*, 1936. 塩谷九十九訳『雇傭利子及び貨

弊の一般理論』一六一～一七三頁。

(10) C/n は n を資本の耐用年数、 C を幾つかの異質的な資本の合計と考えると、

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

したがって

$$\frac{C}{n} = \frac{C_1}{n_1} + \frac{C_2}{n_2} + \dots + \frac{C_n}{n_n}$$

となる。 n_1, n_2, \dots, n_n は流動資本の場合一、それ以外の固定資本の場合二以上の値であり、一カ年の資本の減耗分に相当する。

(11) 利率の引用は何れも

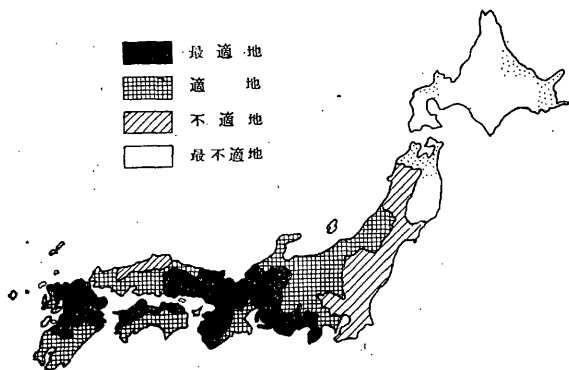
日本銀行『金融統計月報』(昭和二十七年二月号、一二六～一二八頁)による。

(12) 資本の限界効率と利率との比較は、厳密には有意性検定によるべきであるが、ここでは簡略のため省略した。

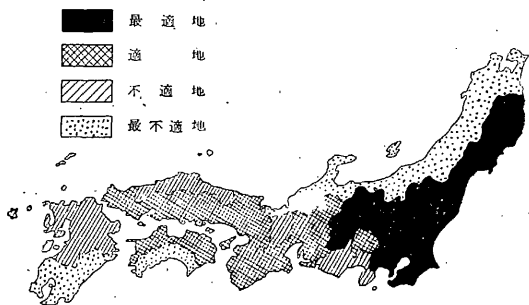
六、計測結果の適用の吟味

われわれは以上の計測結果を直ちに実際問題に適用したり、他府県へそのまま拡大解釈する事は出来ない。

日本のような南北に細長い地形では、府県によつて農業氣候が異なる。氣候条件が異なると、栽培品種や播種期も異なり、その後の肥培、管理労働も異なつて来るしまた生産量にも相異を示すから、計測結果を拡張解釈するにしても、せいぜい各作物に対する氣候栽培適地が同質的な府県のみである。いま大後美保博士の研究になる『日本農業の地域性に関する農業氣候学的研究』より、水稻、大麦、小麦、茶についてのみ静岡県と農業氣候学的に同質的な府



第7図 気候からみた水稲栽培の適地



第8図 気候からみた大麦栽培の適地

県を考えてみよう。(1)

水稻については、八月の気温の平均値及び分散、反当収量の平均値及び分散等の指標から、各府県を分類すると、水稻の氣候栽培適否地域の区分は、第7図の如くなり、静岡県に同質的な府県は、愛知、岐阜、滋賀、京都、大阪、福井、兵庫、奈良、和歌山、香川、愛媛、佐賀、福岡、熊本の諸県であり、水稻栽培には最も好適なる氣候条件にある地帯である。

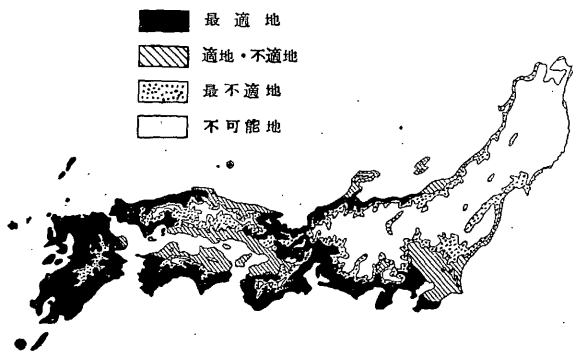
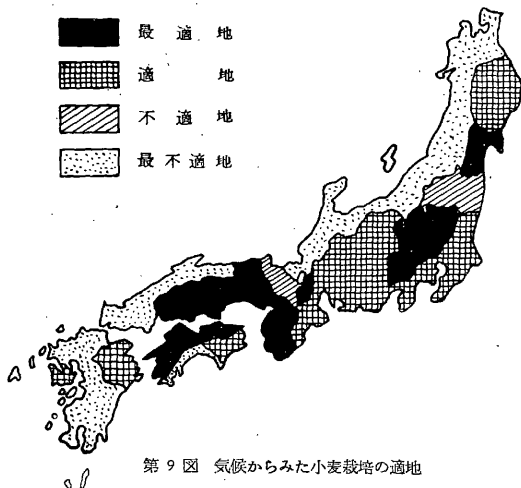
大麦作については、大麦の生育中期の気温及び降水量、生育後期の日照時数並びに年々の気温変動を考慮に入れると、静岡県は第8図の如く、福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、鳥取、島根、滋賀の諸県と共に、気温が高すぎ、降雨がかなり多く、日照時数が少いために、決して好適な地帯ではない。

小麦作については、小麦栽培期間中の降水量、日照時数、平均気温を考慮に入れると、第9図の如く、静岡県は岩手、茨城、千葉、東京、神奈川、長野、愛知、岐阜、三重、徳島、大分、徳島の諸県と共に、小麦の栽培にはやや適した地帯である。(2)

茶は生育期間や春から夏にかけての降水量で栽培適否を決定すると、第10図の如く静岡県は茶の主産地である鹿児島、宮崎、熊本、福岡、京都、奈良、三重の諸県と同質的な地帯であり、茶の栽培には最も適した地帯である。

その他、甘藷、みかんは資料の関係上省略するが、われわれが水稻、大麦、小麦、茶について、静岡県での計測結果は、以上の諸府県に拡張解釈する事が出来る。

次にわれわれは論述の都合上、計測の前提条件や制限条件を考える事はしなかつたが、これらの前提条件や制限条件のもとにわれわれの計測結果は、はじめて意義のあるものである。これらの諸条件を考えてみよう。(3)



(一) 標本農家の無作為性。推計学的方法でパラメーターの推定や、有意性検定をほどこすには、標本農家の無作為性が前提されなければならない。われわれは生産費調査農家について、いかなる選定がなされたかの実態調査をおこなつたが、記帳能力の關係で、經營的にも比較的優秀な農家が選定されがちであつた。したがつて標本農家の無作為性は必ずしもみだされてないが、これらが一応みだされているものとみなす⁽⁴⁾。

(二) 生産要素の同質性。生産要素は本来同質的なものでなく、たとえばわれわれが、麦類の作付地にみたように、輪作体系における前作との関連や、自然的諸条件によつて地力の異質性が問題になり得る。これらをすべて計測の都合上同質に取扱つた。

(三) 資本財額の評価。固定資本の評価や自給肥料の評価には諸々異論がある所であるが、これらをすべて正しいものとして計測した。

(四) 生産額の方角に誤差を最少にする最少自乗法で、パラメーターの推定をなした。

(五) 生産弾性係数の有意性検定による独立変量の棄却は、ダグラス函数の如き、対数一次函数のもとにはじめて意味があり、一般の二次形式ではもつと別な結果が出たかも知れない。

(六) われわれの計測した生産函数は、普通の經濟理論で用いられる同企業内生産函数ではなく、異企業内生産函数である⁽⁵⁾。

註(1) 大後美保『日本農業の地域性に関する農業氣候学的研究』(昭和二九年)。

(2) 大後美保『日本作物氣象の研究』(昭和二〇年)四一六頁。

(3) 計測結果の甚だ慎重な取り扱ひ方は、Nicholls, W. H., *ibid.* p. 92. にみられる。

(4) 經濟分析の場合の有意性検定の意義は、Shepherd, G. S., *Agricultural Price Analysis*. 農業綜合研究所訳『農産物価

格分析論』第十三章、二三七～二四三頁に詳しい。

(5) 篠原三代平『前掲書』二一六～二二二頁。

七、結 び

以上でわれわれは、日本農業の経済的分析に適用された生産函数の諸労作を、学説的に検討しつつ、われわれの設定した生産函数の模型の意義を明かにした。

われわれはこの模型に、推計学的方法を活用して、米、大麦、小麦、甘藷、茶、みかん等、農業各部門の生産諸要素の生産弾性係数、及び限界生産力を計測し、これらの計測値及び計測過程を通じて、農業生産諸要素の生産性と資源配分にかんする幾つかの興味ある問題に、一つの計測的説明をあたえる事が出た。

主要の結果のみ、結びの意味で簡略に記してみると、

- 一。動態社会では農業生産諸要素の眞の限界生産力は、生産函数のパラメーターの推定を通じてのみ可能である。
- 二。われわれの設定した生産函数は、かなり良く現実の資料に適合する。
- 三。生産弾性係数は各部門を通じて、土地が最大であり、若干の生産要素の生産弾性係数は、零または負の値を示す。
- 四。生産弾性係数の総和は、稲作一、大麦、甘藷、茶、みかん一以上、小麦一以下であり、それぞれ収穫不変、収穫増、収穫減を示す。

五。みかんや大麦の生産函数は、土地のみの函数となり、それらの分析に、限界生産力説の適用は修正を要する。

六。稲作経営の生産構造は戦前と変化なく、農地改革の経済的効果が考えられないのに、麦作経営の生産構造は戦前戦後、著るしい変化を示した。

七。土地用役は戦後の農村の過剰人口を反映して、ますますその稀少価値を高め、土地の限界生産力は、反当みかんの最高七九、二〇〇円から、大表の最低五、九〇〇円まで、実に現行小作料の一〇八倍から一〇倍までの間にあ

る。
八。農業労働の限界生産力は、茶、甘藷のみが、農村平均賃金をわずかに上まわり、大麦、みかんは零、小麦は負の値を示す。

九。農業労働の限界生産力は、非農業部門の紡績労働の限界生産力に比して、稲作労働は五・六%、茶作労働は一五・六%、甘藷作労働は一八・三%となり、農工間の労働の限界生産力の隔差はかなり大きく、農業労働の低能率就業の解決は、工業の伸長政策によつてのみ可能である。

一〇。大麦、小麦、甘藷、みかん等の資本の限界生産力は零であり、したがつて資本の限界効率は負となり、それら各部門に投資がおこなわれにくいのは当然である。

一一。米と茶の資本の限界効率は、預金利率よりも高く、借入金利率と比較すると、米の資本の限界効率は高い。したがつて、それら各部門に投資が、おこなわれにくいとすれば、自己資本の場合には、米茶両部門に、借入資本の場合には、茶部門に資本制限の現象が存在する。

〔附記〕 本論中にしばしば述べたように、農業における資本制限の現象は、極めて重要な課題である。アメリカにおいて T・W・シュルツ教授が、この事の実証に用いた E・O・ヘディ教授の計測値は、筆者が第四章註(8)にて指摘したように、直

接には利子率と比較出来ない性質のものであり、したがつてアメリカにおいても、農業における資本制限の現象は、未だ明確に実証されていないという事が出来る。ヘデイ教授の簡潔なる論文から、この点明言する事が出来なかつたが、たまたまアイオワ大学への留学生、武田宏氏の御好意にて、本稿の校正刷中に、ヘデイ教授から、最近ものとされた幾つかの論文の別刷と共に、筆者の指摘の誤りでないとの御返事を戴く事が出来た。

E・O・ヘデイ教授、武田宏氏にも記して感謝の念を表したい。

なお、本稿は昭和二八年度、二九年度文部省科学研究費の援助を得て、神谷慶治教授指導の下におこなつた「農業における生産函数の理論的並びに実証的研究」の一部であり、昭和二九年四月及び九月の両農業経済学会に筆者の発表せるものに、加筆訂正を加えたものである。

諸々御指導をいただいた、東大東畑精一教授、篠原泰三助教授、一橋大学大川一司教授、植村又次講師、美土路達雄氏、農業総合研究所馬場啓之助部長、安戸寿雄氏、逸見謙三氏、農林省技術研究所伊藤章室長、静岡統計事務所岩崎経済課長、また調査の便を与えられた農林省静岡統計事務所、本稿発表の機会を与えられた農業総合研究所にあつく感謝の意を表したい。

(委託研究・東京大学大学院(農学部))

米の原系列表

農業における生産函数の研究

農家 番号	総 生 産 額	対数值	土 地	対数值	勞 働 時 間	対数值	資 本 総 額	対数值
1	1,404	3.1474	歩	2.9474	1,652	3.2180	660	2.8195
2	844	2.9263		2.6776	1,260	3.1004	847	2.9247
3	558	2.7466		2.6021	833	2.9206	144	2.1584
4	467	2.6693		2.5539	1,065	3.0273	278	2.4440
5	534	2.7275		2.5065	838	2.9232	273	2.4362
6	452	2.6551		2.3747	677	2.8306	245	2.3892
7	393	2.5944		2.3617	623	2.7945	221	2.3444
8	299	2.4609		2.2648	283	2.4518	389	2.5899
9	297	2.4728		2.2122	387	2.5877	688	2.8376
10	235	2.3711		2.0792	292	2.4654	96	1.9777
11	1,335	3.1255	1,178	3.0711	2,788	3.4453	1,075	3.0314
12	982	2.9921	840	2.9243	2,004	3.3019	210	2.3222
13	886	2.9474	773	2.8882	1,956	3.2914	416	2.6191
14	571	2.7566	615	2.7889	1,841	3.2651	252	2.4014
15	724	2.8595	602	2.7796	1,716	3.2345	331	2.5198
16	774	2.8887	580	2.7634	2,016	3.3023	261	2.4166
17	786	2.8954	564	2.7513	2,194	3.3412	329	2.5172
18	539	2.7316	430	2.6335	1,348	3.1297	296	2.4713
19	413	2.6160	297	2.4728	966	2.9850	187	2.2718
20	450	2.6532	347	2.5043	1,765	3.2674	702	2.8463
21	767	2.8848	547	2.7380	1,477	3.1697	501	2.6998
22	385	2.5855	339	2.5302	1,377	3.1393	92	1.9638
23	387	2.5877	387	2.5877	1,486	3.1720	361	2.5575
24	646	2.8102	509	2.7067	1,500	3.1761	453	2.6561
25	561	2.7490	469	2.6712	1,820	3.2601	527	2.7218
26	316	2.4997	342	2.5340	1,545	3.1889	236	2.3729
27	412	2.6149	283	2.4513	1,274	3.1052	518	2.7143
28	130	2.1139	121	2.0828	573	2.7582	111	2.0492
29	488	2.6884	323	2.5092	897	2.9528	436	2.6395
30	1,719	3.2353	932	2.9694	2,212	3.3448	620	2.7924
31	1,391	3.1432	736	2.8669	1,533	3.1854	389	2.5899
32	1,268	3.1031	696	2.8426	1,110	3.0453	564	2.7513
33	1,054	3.0228	634	2.8021	1,295	3.1123	536	2.7292
34	491	2.6911	304	2.4829	872	2.9405	372	2.5705
35	651	2.8136	303	2.4814	813	2.9101	316	2.4997
36	477	2.6785	250	2.3979	503	2.7016	259	2.4133
37	251	2.3997	217	2.3365	389	2.5899	364	2.5611
38	182	2.2601	120	2.0792	479	2.6803	208	2.3181
39	109	2.0374	103	2.0128	199	2.2989	129	2.1106
40	1,296	3.1126	659	2.8189	2,410	3.3820	496	2.6955
41	1,250	3.0969	650	2.8129	946	2.9759	1,167	3.0671
42	1,015	3.0064	477	2.6785	886	2.9474	524	2.7193
43	870	2.9395	469	2.6712	1,239	3.0931	489	2.6893
44	1,083	3.0346	465	2.6675	1,242	3.0941	693	2.8407
45	751	2.8756	462	2.6646	1,228	3.0892	364	2.5611

農家 番号	総 産 額	対数值	土 地	対数值	勞 働 時 間	対数值	資 本 額	対数值
46	894	2.9513	460	2.6628	1,460	3.1673	485	2.6857
47	711	2.8519	356	2.5514	790	2.8976	485	2.6857
48	639	2.8055	269	2.4298	397	2.5988	186	2.2672
49	99	1.9956	45	1.6532	195	2.2900	64	1.8062
50	2,072	3.3166	1,745	3.2418	2,755	3.4401	638	2.8048
51	2,319	3.3653	1,559	3.1928	2,107	3.3237	1,286	3.1092
52	1,980	3.2966	1,468	3.1667	2,124	3.3272	1,231	3.0903
53	2,003	3.3017	1,380	3.1399	2,441	3.3876	611	2.7860
54	1,538	3.1870	1,192	3.0763	2,121	3.2654	868	2.9385
55	1,319	3.1202	1,107	3.0442	1,733	3.2388	1,010	3.0043
56	1,604	3.2052	1,047	3.0199	2,023	3.3062	682	2.9338
57	880	2.9445	525	2.7202	920	2.9638	641	2.8069
58	835	2.9217	487	2.6875	1,058	3.0245	540	2.7324
59	309	2.4900	313	2.4955	696	2.8426	436	2.6365
60	1,133	3.0535	699	2.8445	1,514	3.1801	1,047	3.0199
61	914	2.9609	742	2.8704	2,375	3.3757	231	2.3636
62	868	2.9385	694	2.8414	1,740	3.2406	671	2.8267
63	779	2.8915	602	2.7796	1,833	3.2632	320	2.5051
64	807	2.9069	599	2.7774	1,142	3.0577	975	2.9850
65	747	2.8733	561	2.7490	1,660	3.2201	170	2.2304
66	792	2.8987	554	2.7435	1,465	3.1658	558	2.7466
67	634	2.8021	336	2.5263	741	2.8698	750	2.8751
68	462	2.6646	285	2.4548	1,619	3.2092	393	2.5944
69	263	2.4200	246	2.3909	602	2.7796	374	2.5729

大 麦 の 原 系 列 表

農家 番号	総 産 額	対数值	土 地	対数值	勞 働 時 間	対数值	資 本 額	対数值
1	402.6	2.6049	474	2.6758	623	2.7945	189.5	2.2776
2	285.3	2.4553	340	2.5315	466	2.6684	137.2	2.1374
3	16.1	1.2068	51	1.7076	30	1.4771	685.0	2.8357
4	426.9	2.6303	726	2.8609	902	2.9552	501.0	2.6998
5	344.6	2.5373	686	2.8363	1,441	3.1587	452.0	2.6551
6	189.2	2.2769	235	2.3711	328	2.5159	429.5	2.6329
7	90.5	1.9566	138	2.1399	236	2.3729	357.5	2.5533
8	57.3	1.7582	78	1.8921	88	1.9445	580.0	2.7634
9	40.0	1.6021	68	1.8325	180	2.2553	342.5	2.5340
10	438.0	2.6415	695	2.8420	1,253	3.0980	363.0	2.5599
11	143.9	2.1581	385	2.5855	1,119	3.0488	138.0	2.1399
12	72.0	1.8573	161	2.2068	289	2.4609	957.5	2.9857
13	49.8	1.6972	197	2.2945	392	2.5933	957.5	2.9857
14	69.2	1.8401	155	2.1903	269	2.4298	682.5	2.8007

甘藷の原系列表

農家 番号	総 産 額	対数值	土 地	対数值	労 働 時 間	対数值	資 本 総 額	対数值
1	百円 420	2.6232	歩 185	2.2672	時間 379	2.5694	百円 337.5	1.5282
2	1,150	3.0607	575	2.7597	816	2.9117	287.5	2.4586
3	1,061	3.0257	558	2.7466	1,361	3.1339	137.0	2.1367
4	1,348	3.1297	486	2.6866	1,303	3.1149	153.5	2.1861
5	839	2.9238	430	2.6335	1,025	3.0107	183.0	2.2624
6	1,039	3.0166	400	2.6021	750	2.8751	269.5	2.4305
7	1,216	3.0849	568	2.7543	985	2.9934	183.0	2.2624
8	529	2.7235	260	2.4150	449	2.6522	142.0	2.1522
9	1,804	3.2562	650	2.8129	972	2.9877	269.5	2.4305
10	425	2.6283	287	2.4579	393	2.5944	159.5	2.2027
11	770	2.8865	416	2.6191	646	2.8102	198.5	2.2000

みかんの原系列表

農家 番号	総 産 額	対数值	土 地	対数值	労 働 時 間	対数值	資 本 総 額	対数值
1	5,895	3.7705	715	2.8543	2,903	3.4628	5,214	3.7171
2	3,975	3.5993	440	2.6435	3,251	3.5120	7,505	3.8754
3	3,717	3.5702	348	2.5416	2,097	3.3216	2,662	3.4252
4	6,548	3.8161	872	2.9405	3,726	3.5712	8,473	3.9280
5	1,503	3.1770	363	2.5599	2,603	3.4155	5,698	3.7557
6	2,723	3.4350	200	2.3010	1,855	3.2683	3,071	3.4873
7	9,129	3.9604	1,079	3.0330	5,655	3.7524	18,470	4.2665
8	4,510	3.6542	624	2.7952	2,011	3.3034	10,709	4.0297
9	4,680	3.6702	600	2.7782	2,392	3.3788	10,150	4.0065
10	4,672	3.6695	590	2.7709	2,958	3.4710	13,108	4.1175
11	4,879	3.6883	582	2.7649	2,594	3.4140	11,294	4.0528
12	2,393	3.3789	286	2.4564	1,345	3.1290	5,634	3.7508
13	5,697	2.7559	97	1.9868	596	2.7752	1,552	3.1909
14	4,208	3.6241	581	2.7642	2,051	3.1120	5,178	3.7142
15	3,544	3.5495	520	2.7160	1,301	3.1143	2,342	3.3696
16	1,937	3.2871	367	2.5647	1,827	3.2017	3,605	3.5569
17	2,333	3.2679	350	2.5441	1,161	3.0648	3,796	3.5798
18	2,680	3.4281	340	2.5315	659	2.8189	4,443	3.6477
19	1,493	3.1741	228	2.3579	1,784	3.0350	2,615	3.4175

小麦の原系列表

農家番号	総生産額	対数値	土地	対数値	労働時間	対数値	資本金総額	対数値
	百円		歩		時間		百円	
1	280.3	2.4476	277	2.4425	802	2.9042	175.8	2.2450
2	85.7	1.9330	110	2.0414	194	2.2878	108.0	2.0334
3	314.8	2.4980	340	2.5315	598	2.7767	176.5	2.2467
4	354.8	2.5500	350	2.5441	701	2.8457	228.5	2.3588
5	19.9	1.2989	20	1.3010	33	1.5185	88.0	1.9449
6	57.4	1.7589	73	1.8633	241	2.3820	34.3	1.5353
7	58.3	1.7657	61	1.7853	156	2.1931	88.5	1.9469
8	19.5	1.2900	24	1.3802	56	1.7482	73.0	1.8633
9	103.0	2.0128	107	2.0294	460	2.6628	116.3	2.0658
10	47.1	1.6730	45	1.6532	142	2.1523	45.0	1.6582
11	75.1	1.8756	48	1.6812	99	1.9956	71.3	1.8531

農業における生産函数の研究

茶の原系列表

農家番号	総生産額	対数値	土地	対数値	労働時間	対数値	資本金総額	対数値
1	1,596	3.2030	602	2.7796	982	2.9921	1,975	3.2956
2	1,612	3.2074	460	2.6628	808	2.9074	1,502	3.1767
3	1,259	3.1123	420	2.6232	1,047	3.0199	1,564	3.1942
4	1,819	3.2598	369	2.5670	1,085	3.0354	1,353	3.1313
5	487	2.6875	353	2.5478	447	2.6503	735	2.8663
6	804	2.9053	234	2.3692	412	2.6149	728	2.8618
7	601	2.7789	93	1.9685	374	2.5729	404	2.6058
8	640	2.8062	207	2.3160	690	2.8388	682	2.8337
9	892	2.9504	284	2.4533	989	2.9952	1,065	3.0273
10	2,223	3.3469	458	2.6609	1,747	3.2423	1,337	3.1261
11	2,034	3.3094	631	2.8000	2,253	3.3528	3,462	3.5393
12	3,042	3.4832	688	2.8376	2,802	3.4475	1,491	3.1735
13	712	2.8525	148	2.1703	1,255	3.0986	587	2.7686
14	605	2.7818	165	2.2175	481	2.6821	715	2.8540
15	1,251	3.0973	320	2.5052	2,972	3.4730	769	2.8856
16	1,112	3.0461	336	2.5263	1,524	3.1830	333	2.5218
17	810	2.9085	337	2.5276	1,282	3.1079	873	2.9410
18	2,034	3.3084	430	2.6335	2,308	3.3632	1,779	3.2502
19	6,265	3.7969	1,306	3.1159	4,785	3.6799	4,857	3.6864
20	3,682	3.5661	1,016	3.0069	2,748	3.4390	3,802	3.5800
21	765	2.8842	213	2.3284	519	2.6152	598	2.7766
22	594	2.7738	170	2.2304	487	2.6875	644	2.8088
23	445	2.6484	116	2.0645	608	2.7839	583	2.7653
24	420	2.6232	69	1.8388	275	2.4393	237	2.3738
25	1,480	3.1703	346	2.5391	2,101	3.3224	1,279	3.1069
26	356	2.5515	100	2.0000	650	2.8129	411	2.6136
27	1,214	3.0842	370	2.5682	2,359	3.3727	1,227	3.0888
28	493	2.6928	140	2.1461	798	2.5020	618	2.7908
29	262	2.4183	70	1.8451	272	2.4346	96	1.9800
30	213	2.3284	78	1.8921	490	2.6902	254	2.4036

二六二