

ノート

フロンティア生産関数による 稲作の効率性分析

高橋 克也

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. 序 | 4. フロンティア生産関数の計測結果 |
| 2. フロンティア生産関数と効率性の概念 | 5. 稲作の効率性に関する若干の考察 |
| (1) 効率概念とフロンティアの推計方法 | (1) 技術効率 |
| (2) 規模効率の定義 | (2) 価格効率 |
| 3. 分析モデル | (3) 規模効率 |
| (1) 生産関数の特定化 | (4) 経済・総合効率 |
| (2) 推計方法 | 6. むすび |
| (3) データ | |

1. 序

これまで日本の稲作部門においては、中型一貫体系による機械化の普及、各種指導・普及技術や研究の充実などがあいまって、技術全般の平準化が進んでいると言われてきた。しかし、多くの実証分析においては稲作における規模の経済性が検証されている。現実には、各種の育成策が取られながらも、農地の流動化の遅れなど規模拡大は困難な状況であるが、それを通じた生産性の向上による所得増加の余地は大きいと思われる。

しかし、一方では中規模程度でも高い生産性によって十分な所得をあげている農家も存在する。規模の有利性だけではない何か別の要因が介在し、こうした格差を生んでいるものと考えられる。

Farrell〔1〕は、経営全体の効率を経済効率とし、経済効率を技術効率と価格効率の積で表した。経済効率の概念は、生産要素の最適投入水準より実際の費用と最適な費用との比を示したものである。この概念を応用したフロンティ

ア生産関数による経済効率、最適投入水準を論ずる際に理論的にも計測上も有効な手段となり得る。

Farrell の効率性概念が発表されてから久しいが、これまで日本農業において適用されたものは数少なく、僅かに散見されるに過ぎない。

これらの代表的な分析としては、Seitz〔2〕の手法を援用した折登〔4〕の北海道稲作の分析がある。折登は、地域、時期別に効率性を計測し、技術効率が先進地域から後進地域へと平準化することを明らかにしている。さらに技術効率構造の変化については、後進地、大規模、専業農家の効率改善によるところが大きいとしている。

また近藤〔11〕は、リンゴ生産における効率性をフロンティア費用関数により計測し、経済効率格差はその多くが技術効率格差に起因するものであること、および経済効率は慣行的投入要素だけではとらえきれず、定性的要因に大きく依存していることを明らかにしている。

これらの分析を踏まえ、本稿では新たにフロンティア生産関数をBC, M関数に分けて効率性を計測し、非効率要因の分析を行なう。次に、規模の経済性を新たに規模効率として定義し計測することにより、生産全体における効率性の検証を試みる。

分析対象として、日本の主要な稲作生産地であり、かつ良質米の産地でもある北陸地域を扱った。

以下、2章で従来のフロンティア生産関数の推計方法と効率性概念について整理をしながら、規模効率について定義する。そして3章では、新たな理論モデルと推計方法よりフロンティア生産関数の計測を行なう。4章ではその計測結果について、そして5章では計測結果より得られた効率性の水準とその非効率要因について考察を加える。

2. フロンティア生産関数と効率性の概念

(1) 効率概念とフロンティアの推計方法

Farrell が経済効率の概念を提示して以来⁽¹⁾、多くのフロンティア生産関数の計測が行なわれてきた。

しかし、Farrell の経済効率はその前提として一次同次性を仮定しているので、実証分析にはかなりの制約を伴うという問題がある。そこで Seitz [2]、[3] は新たに規模指標を加えることによって Farrell の経済効率を一般化し、規模毎の効率を定義し測定しており、折登も同様の手法によっている。

フロンティアの推計は決定論的 (deterministic) アプローチと確率論的 (stochastic) アプローチに大別される⁽²⁾。前者の特徴は、「所与の投入に対し技術的に可能な最大の生産量」という生産関数の定義を忠実に再現することにある。これは投入される要素以外なら他の要因が入らないとするもので、このとき完全に効率的な状態はフロンティア生産関数上の1点にある。また非効率的な状態では、その観測点はフロンティア生産関数の下側に位置し、フロンティア生産関数と観測値との残差は定義上ゼロまたは負である。しかしこのアプローチでは、ある効率的な異常値に敏感に反応してしまうという欠点を持っている。

一方、確率論的アプローチは先の問題を克服すべく、フロンティアにある程度の異常値、誤差などいわゆる「ノイズ」の存在を認めたものである。これは非効率の残差項に加え、ノイズによる変動が確率的に発生すると仮定したものである。だがここで問題なのは、非効率の分布型についての情報が無いことと、非効率とノイズの分離が明確でないことである。

従って、これら両者のアプローチの優劣は定かではなく、その選択は効率の分析目的によると言える⁽³⁾。

本稿では効率の意味を明確にするため、前者のアプローチを採用することにした。

(2) 規模効率の定義

ここで規模間の効率の格差について考えてみる。これまで多くの実証分析では稲作の規模の経済性が確認されており、規模による効率性、すなわち規模効率の存在は無視できない。

Farrell の効率概念では、一次同次性の仮定から規模の視点は入っていない。また Seitz は、効率的単位等量面 (Efficient Unit Iso-surface) を考えることによって Farrell の効率概念を一般化したが、この場合の規模 (scale) の概念がはっきりしたものではなく規模効率に関しては何等触れられていない。

そこで本稿では産出量を規模としてとらえ、規模効率 (Scale Efficiency 以下「SE」と略す) について次のように定義し計測を試みた。

homothetic なフロンティア生産関数を仮定した場合、要素価格比が一定ならばその拡張経路は直線となる。次にフロンティア生産関数が規模に関して収穫逓増であったとして、フロンティア生産曲面を拡張経路に沿った垂直な断面を想定する (第1図)。

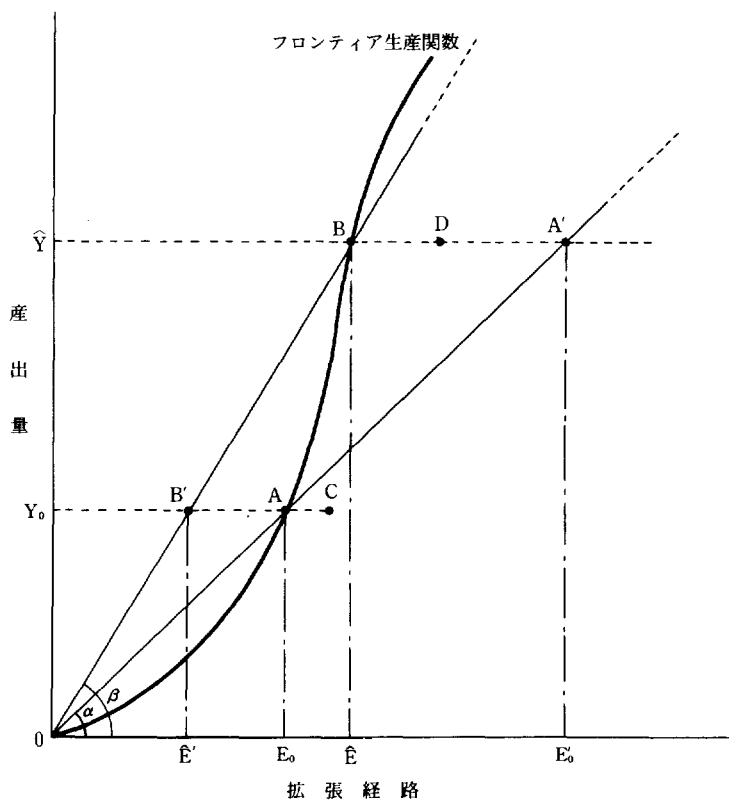
このときC点の規模効率は、同産出水準 Y_0 であるフロンティア生産関数上のA点と、利潤最大点 (最適規模) であるB点をそれぞれ原点と結んだ角度の比で表される。これらはそれぞれ産出と拡張経路の比率をとっても同様に、次のように定義される。

$$SE = \frac{(\hat{Y}/E_0')}{(\hat{Y}/\hat{E})} = \frac{(Y_0/E_0)}{(Y_0/\hat{E})} = \frac{\tan \alpha}{\tan \beta}$$

なぜなら、C点のフロンティアであるA点の技術体系で $\hat{Y}$ の産出をするときの必要投入量はB点のEではなく、A'点の $\hat{E}_0'$ となるからである。この2点間の差は規模の非効率から発生したものにはかならない。

以上、技術非効率を除去し、フロンティア生産関数上の最適規模での単位最小費用と、それぞれの規模での単位最小費用との差を、規模効率として経済効率とはまったく無関係に求めることができる。

次に、この規模効率の概念を経済効率に取り入れることにより、新たな効率性として総合効率 (Overall Efficiency 以下「OE」と略す) を次のように定義



第1図 規模効率の概念

した。

$$OE = EE \times SE$$

総合効率の概念は現在の産出水準において経済効率に最適規模の視点を加えたもので、経済効率よりも広義の効率概念といえる。

注(1) Farrellは、

- ① 一次同次のフロンティア生産関数が存在する。
- ② 各生産主体で投入財価格が一定である。(生産要素市場の完全競争)
- ③ Efficient isoquant が原点に対し凸である。

の仮定のもとでフロンティア生産関数を定義した上で、効率性の概念を整理し効率を

技術効率, 価格効率に分離した。

以下, 簡単に概括すると, ある input-input space を想定した場合 (同産出水準), 技術効率とはある産出での実際の投入と最小の投入の比として表される。また費用最小化行動をとっている合理的経営では, 所与の要素価格比と限界生産力の比 (技術的限界代替率) は等しい。このとき価格効率は投入要素の限界代替率が要素価格比に一致する程度として定義される。

それらは

$$EE = TE \times PE$$

TE : Technical Efficiency. (技術効率)

PE : Price Efficiency. (価格効率)

EE : Economic Efficiency. (経済効率)

という関係になる。したがって経済効率は技術効率と価格効率の積として求められる。言い換えれば, 経済効率は同一単位産出における最小費用と実際の費用の比率と定義される。

- (2) Førsund et al. [6] は, 更に deterministic フロンティアを non-parametric フロンティア, parametric フロンティア, statistical フロンティアに分類している。
- (3) deterministic approach の計測例では Aigner & Chu [7], stochastic approach では Aigner et al. [8], 植草 [9] などがあり, やや手法は異なるが Kopp & Diewert [10] は直接フロンティア生産関数を用いずに, 双対性理論よりフロンティア費用関数を求め経済効率を計測しており, 同様の手法は近藤 [11] でも見られる。

3. 分析モデル

(1) 生産関数の特定化

これまで稲作における要素投入水準について分析したものとして, 資本投入水準の最適性を扱った荏開津 [12] による生産関数分析がある。荏開津は農家の所得最大化行動を前提とし, 米生産費調査の規模別・地域別クロスセクションでの分析からインフレーションを仮定した場合, 農機具ストックは適正であるとしている。

本来, 固定要素が存在せずかつ完全競争を前提とするならば, 所得最大化行動と費用最小化行動はまったく等しい。しかし生産調整下において, かつ農地市場が不完全な現在, 所得最大化行動の妥当性は乏しい。そこで本稿では荏開津

の生産関数分析のフレームワークを費用最小化問題として再定式化し扱うことにする。

生産関数は荏開津・茂野〔13〕と同様、BC技術からなるBC関数とM技術からなるM関数を仮定した。これらはそれぞれCobb-Douglas型の生産関数であり、全体として両者が相互に完全補完するレオンチェフ型である。

経常投入財V、土地S、資本K、労働Lとし、産出をYとしたときに

$$Y = \min [F(V, S), G(K, L)]$$

$$\text{BC関数 } F(V, S) = A V^{\alpha_1} S^{\alpha_2}$$

$$\text{M関数 } G(K, L) = B K^{\beta} L^{\gamma}$$

BC技術のBC関数ではVとS、M技術のM関数ではKとLについて完全に代替するとし、それぞれの代替の弾力性は1である。またBC関数については一次同次性をa prioriに仮定せずに一般型で推定した⁽¹⁾。

賃耕については荏開津・茂野同様、M技術に関連することが予想されるが、データの制約上今回の分析では無視せざるを得なかった。

(2) 推計方法

次にフロンティア生産関数の推計方法を示す。

yを産出量、xを投入量とし、生産過程におけるすべての技術効率の差が0または負値をとる誤差項に含まれるものとしたとき、フロンティア生産関数は次のように定義される。

$$y = f(x) e^u \quad (u \leq 0)$$

ここでBC、M関数を一般型で表した場合

$$y_j = \prod_{i=0}^m x_{ij}^{a_i} e^{u_j} \quad (u_j \leq 0)$$

$$i = 0, \dots, m$$

$$j = 1, \dots, n$$

y_j : j 農家の産出量

x_{ij} : j 農家の生産要素 i の投入

a_i : 生産要素 i のパラメーター

u_j : j 農家の技術非効率

両辺の対数をとると

$$\log y_j = \sum_{i=0}^m a_i \log x_{i,j} + u_j$$

ここで $\log y_j = Y_j$, $\log x_{ij} = X_{ij}$, $-u_j = E_j$ と置き換えると

$$\hat{Y}_j = \sum_{i=0}^m a_i X_{ij} - E_j \quad (E_j \geq 0)$$

 a_i をフロンティア生産関数のパラメータとすると、フロンティア生産関数 Y_i は

$$\hat{Y}_j = \sum_{i=0}^m a_i X_{ij}$$

フロンティア生産関数の定義により

$$\hat{Y}_j \geq Y_j$$

また

$$\hat{\mathbf{Y}}_j - \mathbf{Y}_j = \mathbf{E}_j$$

上記の式からフロンティアと観測値の差（技術非効率） E_j を最小にすることにより、フロンティア生産関数が求めることができる。

つまり、

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{j=1}^n E_j \\ \text{s.t.} \quad & \hat{Y}_j \geq Y_j \quad (a_i \geq 0) \end{aligned}$$

ここで $\sum_{j=1}^n E_j$ は,

$$\sum_{j=1}^n E_j = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^m a_{ij} X_{ij} - \sum_{j=1}^n Y_j$$

$$\sum_{j=1}^n Y_j$$
 は既知であり定数と考えると

$$\begin{array}{ll} \min & na_0 + a_1 \sum X_{1j} + \cdots + a_m \sum X_{mj} \\ \text{s.t.} & a_0 + a_1 X_{11} + \cdots + a_m X_{m1} \geq Y_1 \\ & \vdots \\ & a_0 + a_1 X_{1n} + \cdots + a_m X_{mn} \geq Y_n \end{array}$$

以上、線形制約式による目的関数の最小化問題として定式化され、線形計画

法によりフロンティア生産関数の推計が可能になる。本稿ではこの手法により、BC, M関数のそれぞれを計測した。また異常値除去については次の節で説明する方法によった。

(3) データ

データは、農林水産省「昭和62年産米生産費調査」より、北陸地域4県（新潟、富山、石川、福井）の県別・規模別クロスセクションデータを用いた。調査年は大きな災害もなく、全般的に作柄もほぼ平年並みであった。またこの地域は日本の主要な稲作生産地であり、生産力が高くかつ良質米を供給する産地でもある。

経常投入（V）は種苗費、肥料費、農業薬剤費、諸材料費の合計である。土地（S）については自作地と借入地の合計を作付地面積として扱った。地代については生産費調査より実勢地代を1a当たりの平均地代として求めた。資本（K）は農機具費および賃借料・料金をとった⁽²⁾。これは荏開津同様、賃借料・料金が資本のレンタル・コストであるとしたものである。労働（L）は自家労働と雇用労働を投下労働時間として扱い、女子労働時間を0.8倍し、能力換算した上で合算した。賃金率に関しては、昭和62年度「農家経済調査報告」より農業臨時雇用労賃を用いた。産出については品質評価の問題は残るが、ここではとりあえず物量ターム(kg)をとった。

本稿の目的はフロンティア生産関数の計測と経済効率の測定であり、フロンティアを求めるという目的からすれば個票データを用いるのが望ましい。しかし個票データは入手が困難である。ここでは生産費調査の県別・階層別平均値を用いるが、個票データに準じた分散を得ることができると考えている。

先に述べた様に、LPによる経済効率の計測では少数の異常値によって著しい影響を受ける。異常値除去の明確な基準は存在しないが、ここでは便宜的にTimmer〔14〕の手法に準拠することとした。すなわち初めに異常値を除去せずにフロンティア生産関数を計測する。次に、各サンプル毎に投入・産出比率を計算し、他のサンプルと大きくかけ離れた値をとるものについては異常値と

して除去し再び推計する方法をとった。

- 注(1) 荏開津・茂野〔13〕ではBC関数の一次同次性を仮定しているが、それは生産要素である経常投入と土地に関しては分割可能であるためとしている。
- (2) M関数では資本ストックデータ(KS)として固定資本(建物+農機具)による計測も行なった。資本ストックの価格については利率4%、耐用年数の残存期間を3.5年として計算した。これはストックとして用いたデータが純資本ストックであり、平均的に償却しているという仮定による。実際、生産費調査の投入資本(農機具)をストックとし、農機具費(償却費)をフローとした場合の比は2~4であった。

4. フロンティア生産関数の計測結果

フロンティア生産関数の計測結果は第1表に示した通りである⁽¹⁾。

LPなどのノンパラメトリック推計では、得られた推計値についての有意性、決定係数など統計的検定は行なえない。しかし、OLS推定の結果を併用することで、計測された推計値の妥当性をある程度判断することは可能である。

推計値は異常値除去過程での安定性の点からも妥当なものであった。このように比較的良好な結果が得られた理由として、推計にあたって適度な分散が得られたことと異常値の扱いが妥当であったことの2点が挙げられる。また異常値として除去したサンプルは主に大規模層であり、一戸または極めて少数の調査農家より得られたものであった。しかもこれらは10a当たりの要素投入量の

第1表 生産関数の推計結果

	BC関数				M関数				R ²
	α_1	α_2	$\alpha_1 + \alpha_2$	logA	β	γ	$\beta + \gamma$	logB	
フロンティア 生産関数	0.0544	0.9919	1.0463	1.4946	0.2666	0.9063	1.1728	0	
OLS推定 生産関数	0.0013**	1.0292	1.0305	1.6731	0.6901	0.6882	1.3784	-2.0609	0.9981 0.9735

注(1) フロンティアM関数の定数項は基底に入らなかったため0とした。

(2) OLS推定について 無印は1%有意, **は有意でないもの。

点でも極端に少ないものである。なお、パラメータの統計的性質が得られないため、推計値については限られた範囲のみの言及に留める。

BC関数の推計では、パラメータの総和 ($\alpha_1 + \alpha_2$) はほぼ1で一次同次であり、荏開津らの計測とも一致している。経常財に比べ作付面積の弾性値が極めて大きいものであった。

M関数については生産の弾力性の和は1以上であり規模の経済性が確認された。その原因として資本の不可分割性が挙げられる。しかし、この点では資本に賃借料・料金が含まれているという問題がある⁽²⁾⁽³⁾。

注(1) 東北地域についても計測を行なったが、ほぼ同様の結果が得られた。

(2) 新谷〔15〕は、Cobb-Douglas型生産関数による稲作の分析において一次同次性の結果を得ている。この原因として、新谷は農機具の不可分割性が農機具の多様化により規模間の利用の差をなくしたことを挙げているが、本稿の結果は、依然として大規模層には農機具選択の際に優位性があることを示唆している。

(3) 作業受委託や農機具の賃借は、資本の不可分割性を弱めるものと考えられる。また加古〔16〕は賃作業依存度の高い農家がデータに含まれていると要素比率の値の信頼度が落ち、計測結果にバイアスが持ち込まれるとしているが、本稿の場合も同様であり、特に小規模層では大きな問題である。

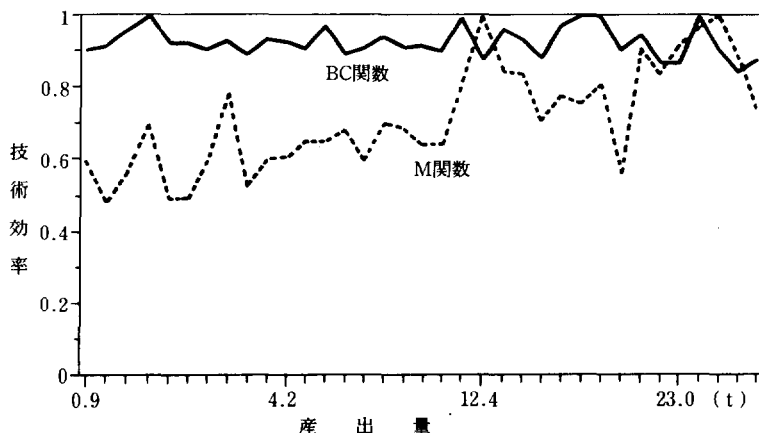
5. 稲作の効率性に関する若干の考察

(1) 技術効率

第2図はBC、M関数の技術効率水準を示したものである。BC関数とM関数で規模間の推移は対照的である。BC関数では技術効率が0.8～1.0と高水準でかつ規模間で安定的である。M関数はやや分散は大きいが大規模層ほど高くなる傾向がみられる。

規模間の効率格差の原因について考えてみると、BC関数では投入要素である土地、経常投入に関する技術、いわゆるBC技術が規模間で平準化していることが挙げられる。

M関数の効率格差の要因として、規模間での技術体系・構造の違いが指摘で



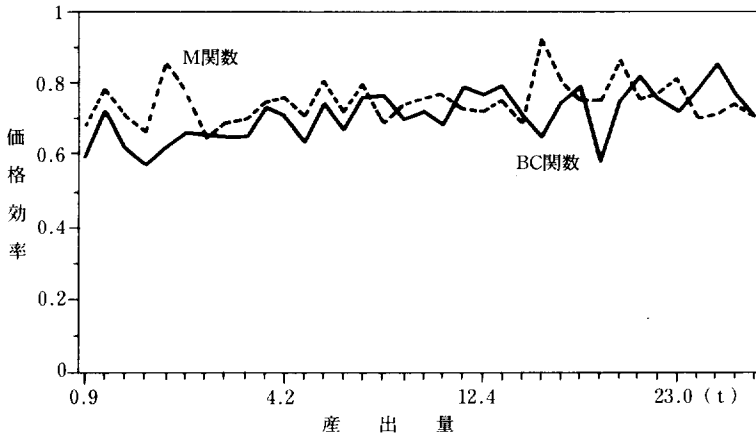
第2図 技術効率

きる。この場合、非効率要因のとらえ方は2つに大別される。1つはある技術体系の利用にあたって、周辺環境の整備など条件が満たされているかどうかである。2つ目はそれら条件が整っているとき、経営として効率的かどうかの問題である。前者は経営外の非効率要因であり、後者は、経営主体の非効率要因（真の非効率）といえよう。この問題は技術効率のみならず価格効率の場合も同様であり、特に資本財と結びつくM関数で強く働くと考えられる。

（2） 価格効率

次に、第3図はそれぞれ関数別の価格効率を示したものである。BC、M関数とも規模間、関数間でも大きな差はみられなかった。しかしこの結果の解釈には十分な注意が必要である。

本来、価格効率が求められる前提として要素市場が完全であるという暗黙の条件がある。しかし、現実には個々の農家の直面する価格条件は、それぞれまったく異なったものである。例えば、資本については、フロー、ストックのどちらを扱うかといったほかに、耐用年数や利率率⁽¹⁾の評価についての問題が生じる。つまり、経常投入財以外の要素価格は、外生的な市場価格または各農



第3図 価格効率

家に対し正しく評価された機会費用ではなく、計算上擬制的に与えられたものだからである。

一般に地代や労賃の階層間の評価は、小規模層で低く大規模層で高いと言われている。本稿の分析モデルにおいて規模階層別要素価格を用いることは効率の定義が曖昧になるが、試算では階層間の効率格差が縮小する傾向がみられた。

また北陸地域は第2表に示される様に、全国的にみても農作業の受委託が盛んな地域である。表からも小規模層が委託、大規模層を受託という傾向が読み取れる。この場合、大規模層が受託分を含め経営面積より過大な資本装備を持つと解釈すれば、その点ではこの仮説を支持するものである⁽²⁾。

(3) 規模効率

ここで述べる規模効率は規模の経済性の概念を効率性としてとらえたものである。生産関数の推計からも明らかなように規模の経済性はM関数でのみ認められた。本来、規模効率を論ずる際には最適規模がどこであるのかといった問題が生じる。しかし現実的には日本の稲作において規模の範囲は非常に限定さ

第2表 北陸地域水稻生産農家の概況

(単位: %)

	総農家数 構成比	専業農家 農家率	農産物販売 稻単作1位 農家率	借入耕地のある		水稻作業	
				農家率	面積率	委託率	受託率
〈都府県〉	100.0	13.6	48.4	15.1	6.9	32.7	4.1
〜0.3ha	25.7	12.5	43.9	8.0	5.2	51.2	0.5
0.3〜0.5	17.7	9.8	59.6	11.3	5.1	41.0	1.4
0.5〜1.0	27.8	10.9	52.0	14.9	5.3	30.4	3.2
1.0〜1.5	13.7	14.8	43.4	19.1	6.0	22.2	6.3
1.5〜2.0	7.1	19.4	39.6	22.2	6.7	18.0	9.6
2.0〜2.5	3.6	22.9	38.7	24.5	7.3	15.2	12.9
2.5〜3.0	1.9	25.0	40.1	27.2	8.4	13.9	16.3
3.0〜5.0	2.2	28.1	40.9	32.1	10.7	12.5	20.4
5.0〜	0.4	42.9	31.3	39.3	18.6	12.6	21.8
〈北陸〉	100.0	5.6	86.6	22.3	9.2	47.0	7.6
〜0.3ha	16.7	7.3	79.0	11.2	6.9	71.1	0.7
0.3〜0.5	15.4	5.2	90.9	15.8	6.7	63.7	2.1
0.5〜1.0	28.6	4.3	90.9	19.7	6.1	50.5	5.3
1.0〜1.5	17.1	3.9	88.2	23.5	6.1	36.3	10.1
1.5〜2.0	10.1	4.2	85.1	27.6	6.8	27.7	14.1
2.0〜2.5	5.4	5.9	81.0	33.2	8.3	22.9	17.0
2.5〜3.0	2.9	8.5	76.5	41.9	11.3	22.2	20.9
3.0〜5.0	3.2	14.0	69.6	56.0	17.7	21.7	25.7
5.0〜	0.5	29.1	58.3	74.5	37.7	23.8	36.3

資料: 1985年農業センサスによる。

れたものであり、本稿ではデータ内の最大規模を最適規模として扱うこととした。

規模効率格差が存在する理由として、先に触れた資本、いわば農機具の不可分割性の存在が挙げられる。また、間接的には規模間の圃場整備等、土地状況の差が農機具の使用にあたって効率に影響を与えることが考えられる。したがって、大規模層がより広い意味で生産要素の効率的利用が可能な立場にあると言える。

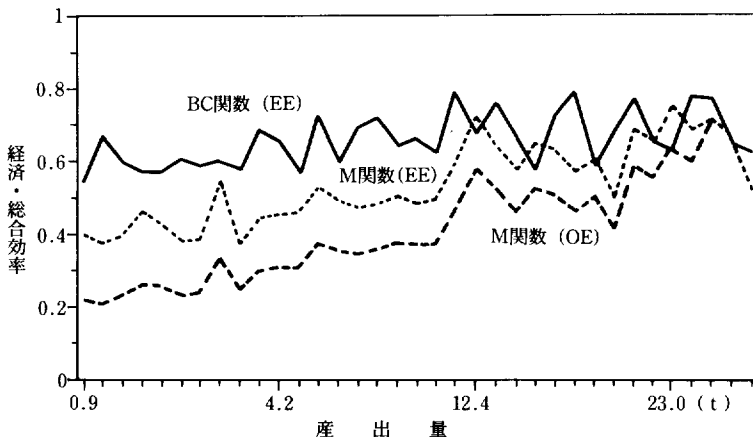
(4) 経済・総合効率

最後に経済および総合効率について検討を加えたい。第4図はそれぞれの経済効率と総合効率を示したものである。BC関数の経済効率は、規模間でも比較的安定している。一方、M関数の経済効率は大規模層ほど高くなる傾向にあり、総合効率では更にその傾向は強くなる。

次にこれら効率格差の要因について検討を加える。当然ながらこれまでの技術、価格、規模の非効率の複合要因であると考えられる。

最も大きな要因としては経営者能力が挙げられる。経営者能力は一般的には経験年数や教育水準、また企業家精神といった要素からなると考えられている。この経営者能力が効率面にどう影響するかであるが、技術効率的な面のみならず、要素配分の意志決定から価格効率にも大きく影響すると思われる。この点についてはM関数からも明白で、大規模層ほど経済効率が高くなっている⁽³⁾。経営の受託などで経営管理能力が問われる大規模層が、より優れた能力を備えていることを示唆するものである。

もう一つの大きな要因として労働の質の問題がある。労働構成を考えた場合、大規模層では比較的若い農業専従者の割合が高いのに対し、小規模層では逆に女性、高齢者などが多く含まれている。その結果、相対的に小規模層の効率を



第4図 経済・総合効率

低下させる一因となる。この問題は前述の経営者能力の点とも密接に関連している。

更に規模間の効率格差を発生させる要因として、その経営における目的、目標の違いといったことが指摘できる。本稿のモデルとして、費用最小化行動を前提としている。しかし、兼業収入などにより所得の高い階段では、農機具など資本保有は経済合理性だけでなく、耐久消費財的性格による所得効果やデモンストレーション効果的な性格をもつと考えられる。この様な場合、本稿のモデルでは評価されずすべて非効率要因とみなされる。これらは特に兼業農家の多い小規模層で強く働き、効率格差を強めたと思われる。

技術・価格効率の両者は定義的には価格条件により分離されている。しかし、その非効率の発生は複雑であり未分離のままである。

これまで各関数別について効率性を論じたが、最後に経営全体としての生産の効率について考えてみたい。ここではレオンチェフ型の生産の理論をそのまま効率面に適用できると考え、全体の効率はBCとM関数のどちらかの経済効率（または総合効率）の低い水準に規定されるという仮定をおいた。このとき、大規模層優位の傾向はさらに強められ、そのほとんどがM関数の総合効率に起因するものであった⁽⁴⁾。

注(1) 一般に「農林水産固定評価標準」では実際より耐用年数が短いため、資本ストックは過小に評価される傾向にあり、逆に資本フローとしての減価償却は二重に計上されるという付加減価償却の問題がある。そのため結果として効率水準が低下すると思われる。

(2) また、M関数の推計では、フロンティアではパラメータの γ/β の値はOLS推定の場合よりも高くなっていることより、効率的生産農家（フロンティア）は平均的生産農家（OLS推定）と比較して労働使用的・資本節約的な生産であったといえる。また資本としてストックデータをとった場合では逆の結果が得られたことなどから、効率的生産農家は過大な資本ストックを有していることが考えられる。

(3) 金〔17〕の酪農に関する分析では、経営主の年齢と効率水準には負の相関が認められている。

(4) さらに全体の効率といった場合、産業組織論的にはLeibenstein〔18〕のエックス非効率性が挙げられる。これらは企業の競争圧力が弱い独占的な状態で発生する組織の内

部非効率である。また馬場〔19〕はエックス非効率をマネジメント・レベルでのロス、労働者レベルでのロス、大規模組織の階層性によるロスとに大別している。

6. む す び

本稿で得られた主な結論は以下の通りである。

- ① フロンティア生産関数の計測では、BC関数の一次同次性が確認され、M関数では規模の経済性が認められた。これは従来のOLS推定生産関数と同様の結果であり、フロンティア生産関数もOLS推定生産関数と同様の技術構造を持つものと考えられる。
- ② 技術効率はBC関数が高水準で安定的であり、BC技術が規模間で平準化していることが明らかになった。一方、M関数の技術効率は大規模層ほど高いものであった。これは大規模層では経営、作業に受託などの管理能力面で経営者能力が高いことによるものと思われる。
- ③ 規模効率では規模の経済性を新たに効率性として明示的にとらえることができた。
- ④ 経済効率は、全体として大規模層で高いものであった。これは従来の規模の経済性（規模効率）による大規模層の優位性に加え、効率水準でもまた優位な状態にあることが明らかになった。

最後に残された課題について触れると、まず推計方法全般の再検討であり、特に異常値の扱いについては十分な注意が必要である。また、個票データによる分析と同時に、経営者能力など定性的要因をとらえることが不可欠である。技術的問題であるが、賃耕や作業受委託などをどうモデルに組み込むかが推計の精度を高めるものと思われる。

〔引用文献〕

- 〔1〕 Farrell, M.J., "The Measurement of productive efficiency", *Journal of the*

Royal Statistical Society, A 120, part 3, 1957, pp. 253-281.

- [2] Seitz, D.W., "The measurement of efficiency relative to a frontier production function", *American Journal of Agricultural Econometrics*, Vol. 52, No. 4, 1970, pp. 505-511.
- [3] Seitz, D.W., "Productive efficiency in the steam-electric generating industry", *Journal of Political Economy*, Vol. 79, No. 4, 1971, pp. 878-886.
- [4] 折登一隆「稲作における生産効率の計画」(『農経論叢』第37集, 1981), 37～53ページ。
- [5] Yotopoulos, P.A. and J.B. Nugent, *Economics of Development: Empirical Investigations*, Harper & Row, 1976. (P. A. ヨトポロス, J. B. ヌジェント, 鳥居泰彦訳『経済発展理論—実証研究—』慶応通信, 1984)。
- [6] Førsund, F.R., C.A.K. Lovell and P. Schmidt, "A survey of frontier production function and of their relationship to efficiency measurement", *Journal of Econometrics*, Vol. 13, No. 1, 1980, pp. 5-25.
- [7] Aigner, D.J. and S.F. Chu, "On estimating the industry production function", *American Economic Review*, Vol. 58, No. 4, 1968, pp. 827-839.
- [8] Aigner, D.J., T. Amemiya, and D.J. Poirier, "On estimation of production frontiers: maximum likelihood estimation of the parameters of a discontinuous density function", *International Economic Review*, Vol. 17, No. 2, 1976, pp. 377-396.
- [9] 植草益・鳥居昭夫「Stochastic Production Frontier を用いた日本製造業における技術非効率度の計画」(『東京大学経済学論集』第51巻第3号), 2～23ページ。
- [10] Kopp, R.J., and E.W. Diewert, "The decomposition of frontier cost function deviations into measures of technical and allocative efficiency", *Journal of Econometrics*, Vol. 19, No. 2/3, 1982, pp. 319-331.
- [11] 近藤巧「リンゴ生産における経済効率の測定」(『宮城農業短期大学学術報告』第35号, 1987), 31～38ページ。
- [12] 荏開津典生「農家の農業投資」(『インフレーションと日本農業』東京大学出版会, 1978)。
- [13] 荏開津典生・茂野隆一「稲作生産関数の計測と均衡要素価格」(『農業経済研究』第55巻第4号, 1983), 167～174ページ。

- [14] Timmer, C.P., "Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency", *Journal of Political Economy*, Vol. 79, No. 4, 1971. pp. 776-794.
- [15] 新谷正彦『日本農業の生産関数分析』（大明堂，1983）。
- [16] 加古敏之「稲作の生産構造と規模の経済性」（『農業経済研究』第 56 巻第 3 号，1984），151～162 ページ。
- [17] 金正鎬「個別経営の技術効率とその源泉」（『農林業問題研究』第 78 号，1985），20～27 ページ。
- [18] Leibenstein, H., "Coment on the Nature of X-Efficiency", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. LXXXVI, No. 2, 1972.
- [19] 馬場正雄「エックス効率と市場構造」（『季刊理論経済学』第 29 巻第 1 号，1978），1～9 ページ。

〔要 旨〕

フロンティア生産関数による稲作の効率性分析

高 橋 克 也

Farrell (1957) は経営全体の効率を経済効率とし、経済効率を技術効率と価格効率の積で表した。経済効率の概念は、生産要素の最適投入水準より実際の費用と最適な費用との比を示したものである。この概念は農業分野にも適用が可能であり、従来の規模の経済性（規模効率）以外の非効率要因についても有益な情報を与えてくれる。

本稿では初めに、Farrell の効率性概念を一般化し整理しながら、フロンティア生産関数の推計方法について検討を加えた。具体的には、新たにフロンティア生産関数をBC, M関数に分けて効率性を計測し、非効率要因の詳細な分析を行なった。次に、規模の経済性を新たに規模効率として定義し計測することにより、生産全体における効率性の検証を試みた。

分析対象として北陸地域を選び、データとして「米生産費調査」を用いた。

フロンティア生産関数の計測結果は良好であった。本稿で得られた主な結論は以下の通りである。

- ① フロンティア生産関数の計測では、BC関数の一次同次性が確認され、M関数では規模の経済性が認められた。これはフロンティア生産関数もOLS推定生産関数と同様の形状を持つことを示唆する。
- ② 技術効率はBC関数が高水準で安定的であり、BC技術が規模間で平準化していることが明らかになった。一方、M関数の技術効率は大規模層ほど高いという結果が得られた。
- ③ 規模効率では規模の経済性を新たに効率性として明示的にとらえることができた。
- ④ 経済効率は、全体として大規模層で高いものであった。これは従来の規模の経済性（規模効率）による大規模層の優位性に加え、効率水準でもまた優位な状態にあることを示すものである。