

カンボジア農村は稲作において最も効率的な生産を行っているのか

—確率的フロンティアを用いた技術非効率性の分析—

関西学院大学 経済学部 栗田匡相研究室（開発経済学）

井戸友貴 内田亜輝 大谷貴志 富野光章 西村早織

1. はじめに

1.1 カンボジア農業と歴史的背景

東南アジアに位置するカンボジア王国（以下、カンボジア）という国は、ベトナム(東側)・ラオス(北側)・タイ(西側)と国境を接した位置に存在する。首都をプノンペンとし、国土は総面積 18 万平方km、総人口は 1520 万人、その内 9 割が母国語をクメール語とするクメール民族である。また、年齢別人口では 0～14 歳が 33.7%、15～43 歳が 53.4%(2008 年)となっており、生産者人口の割合は高いと言える。¹また就業人口の約 8 割は農業に従事している。カンボジアの国民の主食は米であり、農業の中でも特に稲作産業が盛んとなっている。

モンスーン(季節風)帯に属し、国土は北緯 10 度～15 度の亜熱帯圏に位置する。雨季(5～10 月)と乾季(11～4 月)があり、雨季にはほぼ毎日、夕方ごろに数分スコールが降る。水利の良い地域では二期作も可能だが、基本的に稲作は雨季のみの一期作で行われることが多く、乾季は水や灌漑設備の不足等により農業を行うことは難しいとされる。インディカ種が生産され、年間生産量は年々上昇傾向にあり、2009 年時では 759 万トン収穫された。コンポントム州やバタンバン州ではトラクターなどの農業機械の使用は年々上昇傾向にあるが、その他の多くの地域では現在も牛や水牛が使用されている。在来種は生産性が低いが、虫などの害虫に強いいため農薬の使用量は少なく、肥料についても家畜の牛糞が使われる程度で用量は少ない。²さらに、多くの農地は灌漑の設備を持っておらず、雨季のスコールに頼るという生産方法が一般的であるため、生産量は不安定である。収穫した米は生産者個人で市場に出荷するか、集荷業者によって買い付けられる。

次に、カンボジアの歴史的背景に少し触れたいと思う。カンボジア王国は 9 世紀にジャヤバルマン 2 世が現在のシェムリアップ州アンコールの地にアンコール王朝を創設したことからはじまり、12 世紀前半にはアンコール・ワット遺跡群をはじめとするヒンズー教寺院が建立された。また、現在のベトナム周辺の近隣諸国を侵略し、インドシナ半島の大半を支配下に治めるほどにまで勢力は拡大した。しかし、15 世紀には現在のタイに位置したアユタヤ朝に侵略されて以降、アンコール王朝は衰退の一途を辿る。後に、カンボジア王国はベトナムとタイに従属した形で国家を継続していった。19 世紀に入り、フランスの圧倒的軍力によるアジア進出がはじまり、ベトナムやラオス、そしてカンボジアも植民地として仏領インドシナ連邦に編入された。第二次世界大戦を経て、フランスはインドシナ半島から撤退することになり、カンボジアは 1953 年に完全独立した。その後、カンボジ

ア王国は 1950～1960 年代にかけて米の輸出量が世界第 5 位になり、潜在的な農業発展の可能性を持っていたが、急進的な共産主義政策の断行を行ったポルポト政権(1975 年)の樹立によって 4 年間の自国民大虐殺が始まる。これにより、通貨、学校、工場、病院、伝統、宗教が破壊され、それに伴い政治家、教師、技術者、医者、僧侶、文化継承者、その他知識人が虐殺された。当時のカンボジアの人口は 800 万人であり、その内約 300 万人がポルポト政権下で虐殺されたと言われている。この時に経済インフラが多く破壊されたことや、政情不安定な情勢が長年続いたこともあり、その後の開発が隣国のタイ及びベトナムに比べて大きく後れを取るようになった。

従ってカンボジアはアジアの中でも最貧国といわれている。世界銀行が出版した「世界開発報告 開発のための農業」によると、貧困脱却には、①農業生産性の上昇、②出稼ぎ労働者送金、③就業機会、この 3 つの条件が必要と述べている。このうち我々は農業生産性の向上がカンボジアの経済の発展に最も有効な条件だと考えた。なぜなら世界の貧困層の 75%は農村地域に居住しているにも関わらず、途上国の農業に対する政府開発援助は全体のわずか 4%に過ぎないのが現状であるからだ。カンボジアの農業の GDP 寄与率は 32.5%(2009 年)ⁱⁱⁱであり、依然として農業はカンボジアの主要産業であることも分かる。従ってカンボジアの農業生産性の向上と、貧困層の生活水準の向上は相互に強く関係していると考えられる。以上のことから我々は、カンボジアという国に焦点をあて、さらに農業という面から研究を進めることにした。

1.2 問題意識と仮説

次に問題意識について述べる。上記のように農業の生産性向上が貧困脱却の一条件であることを踏まえ、今回の研究では稲作の生産性向上について重きを置いた。生産性向上のための課題は様々挙げられる。例えば、品種の改良や質の良い肥料の投入などもそのための策となるだろう。しかし我々が着眼したのは生産性の向上を阻害するような非効率性という点である。よって我々の問題意識は「カンボジア農村の家計は、稲作において最も効率的な生産活動を行っているのだろうか。」とした。ここでの“最も効率的な生産活動”というのは、最小の投資(input)で最大の収入(output)を得る、と定義する。また、今回稲作に限定したのは分析の簡略化のためでもあるが、それ以上に国民の 8 割の農業従事者の中でも多くが稲作を中心とする農家であるという事から、稲作の生産性向上が農業従事者の生活水準上昇大きく寄与すると考えられるからである。

さらに我々は問題意識を踏まえ、以下のような仮説を立てた。「カンボジア農村には何らかの非効率性が存在し、家計は最も効率的な生産活動が出来ていない。」ということである。

もし非効率性が存在し、効率的な生産活動が出来ていないのならば、その要因を分析することで農業の生産性向上のための政策提言を行う事が出来るだろう。ここでの非効率性には、技術非効率性、規模非効率性、価格非効率性など存在するが、今回の分析では技術非効率性のみを焦点をあてた。なぜならば技術非効率性の改善が、他の非効率性よりダイ

レクトに貧困層の生活水準の向上に関わってくるのではないかと考えたからである。

我々の研究の方向性としては、カンボジア農家の技術非効率性を分析しその要因から農業生産性の向上のためにどのような政策が必要か考える。その政策が長期的にカンボジア農業の生産性向上につながり、またそれは相互に強く関係していると思われる貧困層での生活水準の向上にもつながるのではないかと考えている。従ってこの研究は最終的に、カンボジアの貧困脱却のアプローチになると考えている。なお技術非効率性の分析には、確率的フロンティア分析を使用する。モデルの説明については後述する。

第2章では農村の技術非効率性に関する先行研究のレビューについて2つの論文を挙げたいと思う。第3章ではデータとモデルについて、我々が訪れたカンボジア農村に関することや、分析手法として用いる確率的フロンティア分析について述べる。第4章では分析結果について述べ、また考察も行う。第5章では以上のことを踏まえ政策提言を行う。第6章は本稿のまとめである。

2. 農村の技術非効率性に関する先行研究のレビュー

農村の技術非効率性に関する先行研究のレビューとして、我々は **Battese and Coelli(1992)**と **Nisrane et al. (2011)**の2つの研究論文を我々は先行研究として用いる。

Battese and Coelli(1992)では1975年から1985年にかけてインドの農村で調査を行い、農業における技術非効率性を確率的フロンティア分析で示している。

Battese, Coelliらは、インドの **Aurepalle** 村の38世帯の稲作農家を対象に10年間の調査を行った。これらの家計のデータは **the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics(ICRISAT)**により集められたものである。彼らはこのうち14世帯をサンプルとして抽出し、10年間のパネル分析を行い、サンプル数は125世帯となった。彼らは生産関数の変数として、農地の総面積、灌漑が施されている農地面積、農業の総労働時間、牛の使用時間、総費用などを使用し、また技術非効率性を説明する変数として、世帯主の年齢や教育年数を使用している。確率的フロンティア分析を行った結果、生産関数に関しては、農地面積や灌漑の農地面積、労働時間などは正に有意に働き、牛の使用時間に関しては負に有意という結果になった。牛の使用時間が生産量に対して直接的な負の効果をもたらしているとは考えにくい。これに関して彼らは、降水量が少なくなると生産量が減少すると同時に雑草を処理する手間がより掛かるようになり、そのために牛を使うため、牛の使用時間と生産量が負の関係にあると考察している。また技術非効率性に関しては、年齢や教育年数の変数が有意に働き、これらの変数が増加すれば技術非効率性が減少することを明らかにした。またこの農村における技術非効率性は10年間で改善されていることも示しており、この改善は、技術進歩などによるものと述べられている。このように農村における技術非効率性は、個人の技術的な成長と国または地域全体での技術的な進歩によってより小さくなるということが明らかとなった。

Nisrane et al. (2011)ではエチオピアの農村において技術非効率性、農業生産性の向上の

要因を確率的フロンティア分析で示している。Ethiopia Rural Household Survey(ERHS)からデータを用い、1994年、1999年、2004年、2009年のそれぞれ約1400世帯においてパネル分析を行っていた。技術非効率性に関しては1995年から2009年の期間中に減少しており、ボトルネックの現象と教育が大きな要因であると示されている。教育に関しては、世帯主の教育は人的資本が農業の効率化に貢献しているかどうかを非効率方程式に含んでいた。

具体的には、少なくとも最低限のリテラシー¹達成に相当する小学3年生まで教育年数を受けていれば1、そうでなければ0としてダミー変数を作成し、世帯主の約17%が小学3年生以上の教育レベルを持っていることが明らかとなった。農業生産の増加要因についても述べており、世帯主の教育は1994年から2009年の16年間で1.6パーセントの改善が見られた。また農業生産性の向上の結果は、エチオピアにおいて生産増加要因のほとんどは、農地の広さや耕作地、労働、牛など伝統的なインプットの使用の増加、数や質によって達成されている、また降水量の影響を大きく受けていたことも示している一方、肥料のような一時的な投入物に関してはほとんど増加に関与していないことを示していた。

本稿ではデータの制約のため、クロスセクション分析を行うが、変数に村ダミーを入れ農村固有の条件を反映させるなどしてカバーしている。

またこれらの先行論文では、分析と考察を行うだけであったため、我々は確率的フロンティア分析を行うだけでなく、農業所得の上昇が最終的に貧困脱却へのアプローチにも繋がると考え、もう一步踏み込んだ考察をしたい。この点が本稿のオリジナリティーである。

3. データとモデル

3.1 調査地域の基本情報

2012年8月カンボジアにて行った農村世帯調査フィールドワークについて述べたい。我々は2週間ほどカンボジアに滞在し、その内4日間でコンポントム州の4農村で世帯調査を行った。コンポントム州はプノンペンから北へ168kmの国道6号線上にあり、アンコール・ワットを有するシェムリアップとの間に位置する。コンポントム州の米の生産量は1.39トン/ヘクタールとなっており、これはカンボジア全体でみると平均的と言える。iv以上を踏まえ立地、人口、洪水の有無やその他の点においても世帯調査を行うにあたって条件が良いと判断し、今回の調査地として選択した。日本で事前に調査票を作成し、アンコール大学の英語が話せる学生と事前に厳密なすり合わせを繰り返し、現地ではクメール語の通訳として調査を共にした。実際の調査では一世帯につき12ページほどの一冊の冊子を使用し、一世帯につき約1時間半の調査を行った。それぞれの農村で35~40世帯を調査し、サンプル数は147世帯分を得た。この調査数は4農村の総世帯数の2割~3割をカバーしている事になる。

¹ 書き言葉を正しく読んだり書いたりできる能力。

続いて、調査を行った農村についての説明を行う。州の中心部から見て、南東に位置しているのが浸水地域・平原部を含むバライ地域、また、北の山岳部の合間には平原が広がるサントック地域があり、バライ地域ではトウルポプレア村(Toul Poplea)とチュホック村(Chhouk)、サントック地域ではスレスロモー村(Sre Sromor)、ティポー村(Tipo)を調査した。表 3-1 は各村の基本情報である。

表 3-1 4つの農村の基本情報

地区	バライ		サントック	
	トウルポプレア	チュホック	スレスロモー	ティポー
総世帯数	143	162	153	175
総家族数	163	196	174	205
主な収穫源	稲作	稲作	稲作 林業	稲作 カシューナッツ
土壌の状態	湿潤	湿潤	乾燥	乾燥
農家数 (総調査世帯数)	12(31)	37(37)	30(39)	39(40)
平均稲作生産量 (トン)	1,356	1,392	1,153	1,314
平均年収(\$)	1,031	1,476	2,168	1,349
出稼ぎ率	25%	20%	50%	8%
洪水被害(2011年)	全域	全域	一部	一部

また、ここで我々が述べなければならないのは標本の抽出方法に関する注意点である。実際のデータを用いて統計的分析を行う際、カンボジアにある全ての農村の家計のデータを取ることは不可能であるため、方法の一つに母集団から無作為に標本を抽出するランダムサンプリングがある。この方法は、無作為に標本を抽出するため誤差や偏りなくす。我々は今回、PHJ (People's Hope Japan) という NGO 団体を介して事前に標本として抽出する家計を決定した。その際、8割が農業を営んでいる家計、2割がその他の職業である家計、さらに農地面積にもばらつきが出るように決定している。このような作為的抽出により発生しうる誤差や偏りを回避し、カンボジア農家全体の状況を出来るだけ反映できるように務めた。

3.2 確率的フロンティア分析 (Stochastic Frontier Analysis)

確率的フロンティア分析 (Stochastic Frontier Analysis : SFA) について説明する。このモデルは特定の生産関数を仮定したパラメトリックな推計法であり、想定される生産フロンティアに関して確率的に変動することを前提としているので、ノイズへの対応が出来、計量的に推定された生産関数からの乖離をもって効率性の推定を行う。

我々はBattese and Coelli(1992)やKumbhakar and Lovell(2003)らで用いられたSFAモデルを参考にし、クロスセクションでSFAを行った。以下SFAの理論モデルについて述べる。まず生産関数を数学的に以下のように定式化する。

$$Y_i = F(X_i, \beta) \cdot \exp\{v_i\} \cdot TE_i \quad i = 1, \dots, N \quad (3.2.1)$$

Y_i は家計 i の産出量、 X_i は生産投入物価値とその他の説明変数のベクトル、 β はそれらの係数、 $\exp\{v_i\}$ は正規分布 $N(0, \sigma^2)$ に従う確率変数であり、 TE_i は技術効率性 (Technical Efficiency) を表す。 $F(X_i, \beta) \cdot \exp\{v_i\}$ は確率フロンティア生産関数であり、通常生産関数 $F(X_i, \beta)$ と、確率的に起こりうる外的要因を表す誤差項 $\exp\{v_i\}$ に分けて考えることができる。また方程式(3.2.1)より以下のように変形できる。

$$TE_i = \frac{Y_i}{F(X_i, \beta) \cdot \exp\{v_i\}} \quad (3.2.2)$$

この式より技術効率性は観測される生産量を、確率的に起こりうる外的要因を含む実現可能な最大の生産量で除した値と考えられる。観測される生産量 Y_i が実現可能な最大の生産量を達成するのであれば、 $TE_i = 1$ となり、 $TE_i < 1$ ならばそれが達成されていないということである。また TE_i を以下のように定義する。

$$TE_{it} = \exp\{-u_i\} \quad (3.2.3)$$

u_i はゼロ時点で切断された非負の正規分布 $N(z_i, \sigma^2)$ に従う確率変数である。

つまりこの u_i は技術非効率性による生産フロンティアからの乖離を示し、 $TE_i \leq 1$ のとき $u_i \geq 0$ となる。

従って技術非効率性 (Technical Inefficiency) u_i は以下のように定式化される。

$$u_i = z_i \delta + W_i \quad (3.2.4)$$

z_i は技術的非効率性を説明する変数のベクトル、 δ はその未知の係数、 W_i は平均ゼロ、分散 σ^2 の正規分布の半正規分布として定義される確率変数である。

方程式(3.2.1)(3.2.3)より生産関数を以下のように書き直すことができる。

$$Y_i = F(X_i, \beta) \cdot \exp\{v_i - u_i\} \quad i = 1, \dots, N \quad (3.2.5)$$

この生産関数は、対象的な誤差項と非負の技術非効率性を表す誤差項で構成されていることが分かる。また両辺対数をとると、以下のような推定式を得ることができる。

$$\ln(Y_i) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_n \ln X_{ni} + v_i - u_i \quad (3.2.6)$$

方程式(3.2.6)に習い、カンボジア農村の確率的フロンティア生産関数と技術非効率性の推定を次に行う。

3.3 確率的フロンティア生産関数と、技術非効率性決定式の推定

$$\begin{aligned} \ln(Y_i) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{land}_i) + \beta_2 \ln(\text{irrigation}_i) + \beta_3 (\text{machine}_i) + \beta_4 (\text{cow}_i) \\ & + \beta_5 \ln(\text{perlabor}_i) + \beta_6 \ln(\text{cost}_i) + \beta_7 (v1\text{dummy}_i) + \beta_8 (v2\text{dummy}_i) + \beta_9 (v3\text{dummy}_i) \\ & + V_i - U_i \end{aligned} \quad (3.3.1)$$

$$\begin{aligned} U_i = & \delta_0 + \delta_1 (\text{education}_i) + \delta_2 (\text{facilities}_i) + \delta_3 (\text{mobile}_i) + \delta_4 (\text{dropout}_i) \\ & + \delta_5 (\text{father'sjob}) + \delta_6 (v1\text{dummy}_i) + \delta_7 (v2\text{dummy}_i) + \delta_8 (v3\text{dummy}_i) \end{aligned} \quad (3.3.2)$$

我々が使用する変数は先行研究に従って決定したが、以下変数について詳しく述べる。

Y_i = all production: 生産量(kg)

ここでは一年間の稲作の総生産量のことである。またモミ(Paddy)の重さで統一している。

land_i : 農地面積 (ha)

この変数は現地調査の際、口頭で質問したものを使用している。規模の経済²が働き、農地と米の生産量には正の相関があると考えたためこの変数を使用する。

irrigation_i : 灌漑農地面積 (ha)

調査した4つの農村のうち、灌漑を行っている農地が見られたのは4つ目の農村(ティポー村)のみであり、その他多くは雨水に頼るものであった。しかし我々は、灌漑は生産量に大きな影響を与えると考えたためこの変数を使用した。灌漑されている割合と土地の大きさを掛け合わせ、灌漑されている土地の大きさを計算した。

machine_i : 機械ダミー

ここでの機械はトラクターを指すことにする。なぜならば農機を所持している家計のうちほとんどがトラクターであったためである。近年農村部でも機械化が進んでいること

²規模の経済は生産量増大に伴って、生産物1単位当たりの費用(平均費用)が通減するならば、大規模生産によって生産効率が向上することを意味する。

を踏まえ、先行研究では使用されなかった機械ダミーを使用する。

cow_i : 牛（水牛）ダミー

農村では古くから、水牛を運搬作業に使用することが多い。先行研究ではトータルの水牛の数を変数としていたが、我々は機械ダミーと合わせるため牛ダミーとした。

perlabor_i : 1ha 当たりの労働時間（1シーズン）

1シーズンに投入した労働人数と労働時間を掛け合わせ、また土地の面積で割ることで1ヘクタール当たりの労働時間を計算したものを使用する。

allcost_i : 農薬、機械、労働賃金の合計

農薬、機械、労働賃金の合計したものをコストとした。機械の費用は、減価償却費に加えレンタルの場合のレンタル料も含まれている。労働賃金については、家計に雇われている労働者の賃金を参考にし、家計の労働者全ての帰属計算をした。

v1dummy~ v3dummy : 村ダミー

我々が調査した4つの農村を順に、 **V1dummy V2dummy V3dummy**とした。ダミー変数を入れることで村固有の条件を反映できるためである。4つめの村を基準とし生産量の差を表している。

education_i : 教育ダミー

ここでの教育ダミーは、中等教育以上を受けているかどうかのダミー変数である。先行研究に習い、個人の教育水準というものが技術非効率性に深く関係していると考えこの変数を使用する。

facilities_i : 貯蔵庫ダミー

米を貯蔵する施設を持っているかどうかのダミー変数である。

dropout_i : 退学ダミー

教育ダミーと加えてさらに退学したかどうかのダミー変数も使用する。

father'sjob : 父親の職業ダミー

家主の父親が農業を営んでいたかどうかのダミー変数である。父親が農業を営んでいれば、それが家主の農業の技術に影響を与えるのではないかと考えたため、この変数を使用する。

mobile_i : 携帯電話（個）

調査した農村では、携帯電話を所持している人が約6割であった。携帯電話を持つことは、情報収集や発信が容易にできると考えたため、個人の技術に影響するのではないかと考えこの変数を使用する。

これらの基本統計量を表にすると以下のとおりである。

表 3-2 基本統計量①

変数	変数名	標本数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
allproduction	米の生産量 (kg)	114	1292.9	973.59	180	6,000
land	農地面積 (ha)	114	1.47	1.49	0.009	11
irrigation	灌漑農地面積 (ha)	114	0.43	0.91	0	3.68
perlabor	1 ha 当たりの労働 時間	114	38.52	132.1	0.71	1333.33
allcost	総費用 (\$)	114	1357.3	1955.47	0	19777.46
mobile	携帯の保有数	114	0.8	0.88	0	4

表 3-3 基本統計量②

ダミー変数		1 (%)	0 (%)
machine	農具を持っている=1 持っていない=0	58.77	41.23
cow	牛(水牛)を飼っている=1 飼っていない=0	60.53	39.47
v1dummy	トウルポプリア村=1 それ以外の村=0	10.53	89.47
v2dummy	チュホック村=1 それ以外の村=0	27.19	72.81
v3dummy	スレスロモー村=1 それ以外の村=0	27.19	72.81
education	中等教育以上受けている=1 受けていない=0	20.18	79.82
facilities	米の貯蔵庫を持っている=1 持っていない=0	58.77	41.23
dropout	退学をした=1 していない=0	67.54	32.46
father's job	父親の職業が農業=1 それ以外=0	74.56	25.44

4. 結果と考察

4.1 分析結果

3章で述べた理論モデルを用いて、推定を行った。その結果が下記の表である。

表 4-1 フロンティア生産関数

対 生産量	係数	標準偏差	z 値	P>z	95% 信頼区間	
allproduction						
land	0.42	0.07	5.96	0.000	0.28	0.55
irrigation	0.32	0.09	3.47	0.001	0.14	0.50
machine	-0.32	0.12	-2.79	0.005	-0.55	-0.10
cow	0.04	0.10	0.37	0.713	-0.16	0.24
perlabor	0.001	0.00	3.23	0.001	0.00	0.00
allcost	0.31	0.06	4.73	0.000	0.18	0.43
v1dummy	0.48	0.24	2.01	0.044	0.01	0.95
v2dummy	0.40	0.17	2.38	0.017	0.07	0.72
v3dummy	0.22	0.16	1.38	0.169	-0.10	0.55
定数項	5.01	0.50	10.09	0.000	4.04	5.98
lnsig2v						
定数項	-2.27	0.33	-6.87	0.000	-2.92	-1.62

表 4-2 技術非効率率性

対 生産量	係数	標準偏差	z 値	P>z	95% 信頼区間	
lnsig2u						
education	-0.43	0.59	-0.73	0.465	-1.58	0.72
facilities	-1.22	0.54	-2.27	0.023	-2.28	-0.17
mobile	-0.80	0.40	-2.00	0.045	-1.58	-0.02
dropout	1.10	0.63	1.74	0.083	-0.14	2.34
father's job	-1.12	0.52	-2.14	0.032	-2.15	-0.10
v1dummy	0.38	1.65	0.23	0.818	-2.86	3.62
v2dummy	1.91	1.43	1.34	0.180	-0.88	4.71
v3dummy	1.55	1.36	1.14	0.256	-1.12	4.21
定数項	-1.51	1.56	-0.97	0.333	-4.57	1.55
sigma_v	0.32	0.05			0.23	0.44

推定式は以下のようになる。

フロンティア生産関数

$$\begin{aligned} \ln(Y_i) = & 5.01 + 0.42\ln(\text{land}_i)^{***} + 0.32\ln(\text{irrigation}_i)^{***} - 0.32(\text{machine}_i)^{***} \\ & + 0.04(\text{cow}_i) + 0.001(\text{perlabor}_i)^{***} + 0.31\ln(\text{cost}_i)^{***} + 0.48(\text{v1dummy}_i)^{***} \\ & + 0.40(\text{v2dummy}_i)^{***} + 0.22(\text{v3dummy}_i) - 2.27 + U_i \end{aligned}$$

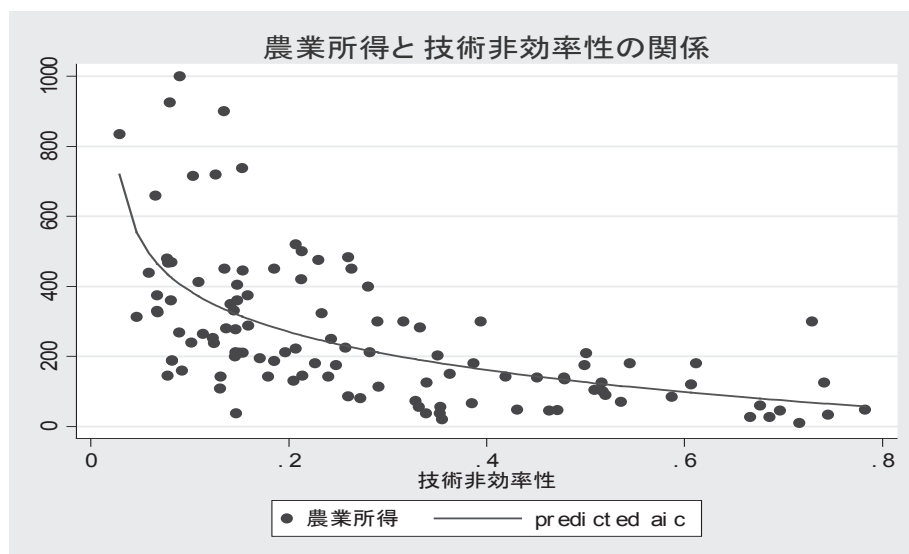
技術非効率性

$$\begin{aligned} U_i = & -1.51 - 0.43(\text{education}_i) - 1.22(\text{facilities}_i)^{***} - 0.80(\text{mobile}_i)^{***} \\ & + 1.10(\text{dropout}_i)^{***} - 1.12(\text{father's job})^{***} + 0.38(\text{v1dummy}_i) + 1.91(\text{v2dummy}_i) \\ & + 1.55(\text{v3dummy}_i) + 0.32 \end{aligned}$$

ここではcowとv3dummyを除く変数については90%以上の有意性を得ることが出来た。またmachineについては、負に有意であったがこの点について次節の考察で掘り下げることとする。技術非効率性の分析に関して、facilities・mobile・dropout・father's jobという4点から有意性を得ることが出来た。

以上のことを踏まえ各家計の総合的な技術効率性を導き、そこから技術非効率性を算出した。そして、農業所得と技術非効率性についての関係を図示したのが次のものである。

農業所得と技術非効率性の関係 (図 4-1)



農業所得は、生産額から総費用を引いたものである。上のグラフから、技術非効率性の存在が農業所得に負の影響を与えていることが見て分かる。つまりは、技術非効率性の違いを生み出す要因の改善が出来れば、技術非効率性が低下し農業所得の向上に繋がると言える。

4.2 考察

前節で示した分析の結果から考察を行う。先に、生産関数について行い続けて技術非効率性・農業所得と技術非効率性の関係についても検証する。

4.2.1 フロンティア生産関数

フロンティア生産関数の推定式において、村ごとの際を示す **vdummy** を除いて **allproduction** に最も大きな影響を与えているのが **land** である。**land** が 1% 上昇すると生産量は 42% 上昇する。この結果から考察されることは、農村部における急速な技術の導入により、農村部にも大きな影響を与え、規模の経済が働いたということである。前章でも述べたように、今は農村部においても携帯電話の所持率が 6 割を超えている。トラクターに関しても、6 割近くの人が所有しているのである。なお、今回の結果に限っては機械の使用が米の生産量という要因には負の影響を与えていることを留保しなくてはならない。

land に続いて、大きな効果を上げているのが **irrigation** である。**irrigation** が 1% 上昇すると **allproduction** は 32% 上昇する。何らかの灌漑を行っているのは、全サンプル中で約 3 割にとどまっているが確実な効果を上げている。稲作において重要となる水を自らで管理することが出来るのは、灌漑設備を持たず雨という自然環境に依存せざるえない他の農家に比べて優位であるという点からもこの結果がよく分かる。

本分析結果において、特徴的なことは前節でも挙げたように機械についてである。**machine** を使用していると **allproduction** が 32% 減少するのである。直感的に、機械を使用することは生産量に正の影響を与えると考えられる。

機械が負に有意であった考察として以下の三点挙げられる。1 つ目は、機械をモノの運搬に多く使用していることである。多くの家計がトラクターを所有しており、耕耘機など稲作の作業に使用できるような機械を持っている家計はほぼ居なかった。そしてトラクターをヒトやモノの運搬に利用している場面も多く見られた。このことから稲作の作業を効率的にするために機械を利用できていないのではないかということだ。2 つ目は、複数箇所に分かれた農地に対して機械が効率的に使用できていない可能性があるということだ。我々が調査したカンボジアでの家計の農業スタイルとして、1 つの大きな農地を所有しているという家計は少なく、多くの家計が小さな農地を複数箇所に分かれて所有しているというケースが多かった。その複数の農地が隣り合っている場合もあれば、遠く離れている場合もある。このことから機械を導入しても、コストなどの面からも効率的に使用できず生産量に負に働いているのではないか。3 つめの理由としては、機械を所有していても技術的にうまく使いこなせていないのではないかということである。これは機械を使用する人間の技術の問題である。機械を効率よく使えず、結果として生産量に負の影響を与えてしまったのではないだろうか。

cow に関しては以前より伝統的に使われていたものではあるが、係数は 0.04 と高い効果はせず、加えて有意性も 0.713 と低い。本調査において牛を稲作に使用している農家の多くが機械と同じように、モノの運搬に使っている場合が多くを占めている。分析において、

牛を所有しているかどうかで推定を行っているため生産量とは強い相関がでなかったと考えられる。

perlabor では高い有意性は得られたものの、係数が 0.001 と極めて低く **allproduction** への影響も小さい。ここで考えられることは、カンボジアの稲作における労働スタイルがシーズンを通してばらつきがあるということである。多くの農家は、田植え期と収穫期に人数・時間ともに集中して労働力を投入し、それ以外の期間に於ける投入は少ない。多くの農家が同様なスタイルをとっていることからそこに大きな差異が生まれなかったのでは無いだろうか。

cost に関しては **land** と同様のことが言える。**cost** が 1% 上昇すると **allproduction** は 31% 上昇している。多ければ多いほど、生産量が向上するということである。質の良い投入を行えばより生産性が向上するのは考え方としてシンプルである。しかし、ここで問題となるのが現時点での所得が低い家計は、生産性を向上させることが容易では無く、負の連鎖が起こりうるということである。実際、調査中に十分な資金がなく稲の苗や農薬を買うことが出来ないという家計がいくつかあった。

vdummy については、第 1, 2, 3 村が第 4 村と比較して生産量への相関が強いことが分かる。これは第 4 村では稲作を行うと同時にカシューナッツの栽培も行っていたことが、米の生産量に影響したのではないだろうか。

4.2.2 技術非効率性

続いて技術非効率性の分析に関する考察を行う。

education の変数について係数は -0.43 と仮定のとおりに出ているが有意性が得られなかった。そこで同じように教育に関する変数である **dropout** についても同時に考察したいと思う。**dropout** の変数は有意性があり、なおかつ退学を経験している場合、技術非効率性が生まれるという結果が出た。現在、カンボジアにおける初等教育の純就学率は 90% を超えている。しかし最終的に卒業出来るのはそのうち半分の約 50% であり、依然として退学率が高い状態が続いている。

facilities については、持っているかないかで大きな差が生まれている。ここでは他の変数に比べて係数が -1.22 と一番大きい。多くの家計が保有している米の貯蔵庫は、木材を組み合わせて作った簡易のものが多くを占めていた。農家の人々は生産した米の多くを自家消費するため、どれだけ生産するかを決定する際に米の貯蔵庫の有無を理由の一つとして考えているのではないか。

次に **mobile** についてであるが、携帯電話は、電気水道ガスがない農村においても 6 割以上の家計が所持していた。ここで **mobile** の係数は -0.80 で有意性もある。では携帯電話が技術非効率性にどのように関係してくるのだろうか。ここで考えられるのが情報の取得・共有、コミュニティの強化である。携帯電話があることによってそれまででは難しかった様々な情報へのアクセスが可能になる。様々な情報を得ることや、その情報をコミュニティ内で共有・交換することが、技術非効率性を低下させる一助となっているのではないか。

さらに **father's job** が 1 の時（父親の仕事が農業であった時）、その家計の技術非効率性は低下する。これは一種の農業に関する教育を父親から受けていたとも考えられる。

vdummy については表 4-4 から分かるように、第 1, 2, 3 村が第 4 村と比較して村全体として技術非効率性が高くなるということが分かる。これは先に挙げたように第 4 村では稲作を行うと同時にカシューナッツの栽培が行われている。そのカシューナッツを買い付けするのはタイ・ベトナムといった国の企業である。そこで他の 3 村では得ることの出来ない技術、情報を得ることによって技術非効率性が低くなっているのではないだろうか。

村ごとの技術非効率性の比較（表 4-4）

村	平均
1	0.27
2	0.37
3	0.36
4	0.15

前節で述べたように、技術非効率性の存在が農業所得に負の影響を与えていることが分かった。（図 4-1 参照）つまりは技術非効率の改善により農業生産性の改善にも繋がるということである。ではこの技術非効率性を低下させるためにどのような対策をとればよいのか。

技術非効率性を低下させるために効果的であると考えられるのは以下の 2 点である。第一に、農業に関する専門的な知識をレクチャーする機会を設けることである。この教育の対象は、世帯主である。例えば機械の使い方をレクチャーすれば、それはダイレクトに生産量に関係し、より効率的な生産活動ができるだろう。上述した通り、父親の農業の知識というものが子供の農業の知識に関わってくると考えられるため、次世代の子どものためにも教育の対象は現在の世帯主なのである。従って、タイなどに存在する技術普及組織をカンボジアでも作るべきである。

第二に、次世代の子どもたちに対する教育水準の底上げである。長期的に技術非効率性を低下させるためには、世帯主だけでなく次世代の子どもたちの教育について考えるべきである。教育とは基本的に世界人権宣言第 26 条にもあるように誰もが受ける権利を有しており、初等教育に関しては無償提供される。特にカンボジアのような発展途上国では今後、教育がさらに重要視されるべきなのである。従って、農村での教育機会を上げるために、教育の需要面と供給面から考えたい。

教育の需要を増加させるために、学校へ行くことで米や生活必需品が支給されるような制度を設ける政策を設ければ、親が子どもを学校へ行かせるインセンティブは生まれるだろう。また供給面としては、教師そのものの絶対数を増やすことや、教師の質の向上など挙げられる。教師の社会的地位が低いことが問題となっているため、教師の給料の底上げや、また質の向上のために教師への講習会の機会を設け、授業のモニタリングなどを行う

べきである。

持続可能な教育水準の向上は、技術非効率性を低下させることができる。この技術非効率性の改善により、農業所得は上昇し農業生産性は向上するだろう。農村部での農業生産性の向上は、貧困層の生活水準の底上げになる。以上のことから我々が挙げた政策は、長期的にカンボジアの貧困脱却のためのアプローチとなっている。

5. おわりに

今回、我々はカンボジア農村では非効率性が存在すると仮定し議論を進めてきた。そして、カンボジアの4つの村で作為的に抽出したサンプルを用い、確率的フロンティア分析を行った。この分析手法は、生産関数と技術非効率性の関数を一度に推定できるため、生産関数では生産量を被説明変数とし、生産量に影響しうる要因（説明変数）を用いて推定し、技術非効率性の関数でも同じように影響しうる要因を用いて推定した。分析結果は、生産関数では *cow* と *v3dummy* を除く変数については90%以上の有意性を得ることが出来た。機械の係数に関して負に有意だったことから、我々は、農村の人々はうまく機械を使用できていないのではないかと考察した。また技術非効率性の関数からは、退学の有無や米の貯蔵庫の有無、また父親の職業が技術非効率性の違いを表すことが分かった。

以上の分析結果を踏まえ、我々は農業に関する専門的な知識をレクチャーする機会を設けることや、次世代の子どもたちに対する教育水準の底上げなどが、長期的に技術非効率性を低下させると考えた。そして技術非効率性の低下は農業所得を増大させ、農業生産性の向上に繋がる。農業生産性の向上というのはカンボジアの貧困層の生活水準の底上げにも繋がるだろう。

なお、今回の研究のデメリットとしては稲作以外の農業や他の非効率についてカバーできていないという点が挙げられる。これは実際にフィールドワークを行ってデータを集めるということから、実質的に難しかったが、今回データして得ることのできなかつた他の要因によって分析は大きく違った結果の出る可能性があるため、その点に関しては留保しておく必要がある。またサンプル数が少ないことや、一年間のデータしか得ることが出来ずクロスセクション分析しかできなかつたことが反省点でもある。しかし我々はこの分析はカンボジアの将来を考える際に非常に重要な分析であると考えているので、今後も継続的に研究を続けていきたいと思う。

最後に、本研究を進めるにあたって熱心なご指導をいただいた栗田匡相先生、カンボジアのフィールドワークにおいて様々なサポートをしていただいた松岡秀司先生並びにアンコール大学の生徒の皆様、NGO 団体PHJの皆様、そして調査に協力して下さった農村の方々へ心から感謝の気持ちと御礼を申し上げたく、謝辞にかえさせていただきます。

参考文献

G.E. Battese and T.J Coelli (1992) "Frontier Production Function, Technical Efficiency and Panel Date: With Application to Paddy Farmers in India" The Journal of Productivity Analysis,3,153-169

Fantu Nisrane, Guush Berhane, Sinafikeh Asrat, Gerawork Getachew, Alemayehu Seyoum Taffesse(2011) "Sources of Inefficiency and Growth in Agricultural Output in Subsistence Agriculture: A Stochastic Frontier Analysis" Ethiopia Strategy Support Program II (ESSP II) ESSP II Working Paper 019

Subal C.Kumbhakar and C.A.Knox Lovell(2003) "Stochastic Frontier Analysis" in book,Cambridge university press 64-66

世界銀行(2008)『世界開発報告 開発のための農業』一灯舎

明石光一郎(1995)「稲作生産関数の計測 - メキシコ・モレノス州の事例 - 」『農総研季報』26号1

朽木昭文 野上裕生 山形辰史(2003)『テキストブック 開発経済学[新版]』有斐閣

ODA 国別プロジェクト概要 最終アクセス日(2012/10/30)

(http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/data/gaiyou/odaproject/asia/cambodia/index_01.html)

引用

i 総務省・統計局・政策統括官(統計基準担当)・統計研修所 最終アクセス日(2012/10/30)
(http://www.stat.go.jp/info/meetings/cambodia/final_tb.htm)

ii カンボジア農業事情 最終アクセス日(2012/10/30)
(<http://www.camvolunteer.com/nokyocambodia.htm>)

iii 農林水産省 カンボジアの農林水産業概況 最終アクセス日(2012/10/30)
(http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai_nogyo/k_gaikyo/khm.html)

iv ASEAN-JAPAN CENTER コンボントム州 最終アクセス日(2012/10/30)
(<http://www.asean.or.jp/ja/asean/known/country/cambodia/invest/guide/6.html>)