

マダガスカルにおける稲作技術¹

～確率的フロンティア分析を用いた PAPRIZ の
非効率性の分析～

関西学院大学 栗田匡相ゼミ 農林水産②

大上友里
川戸翔吾
高濱翔平
廣瀬美穂
松下実加
松村枝里乃

2014年11月

¹ 本稿は、2014年12月13日、12月14日に開催される、ISFJ 日本政策学生会議「政策フォーラム 2014」のために作成したものである。本稿の作成にあたっては、栗田匡相教授（関西学院大学）をはじめ、多くの方々から有益且つ熱心なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。しかしながら、本稿にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

要約

農業開発に起因する GDP 成長は、貧困削減という点でその他の要因に比べて少なくとも 2 倍の効果があると言われている。国民の大多数が農業を営み、農村の 7 割以上が稲作に従事しているマダガスカルにとって、米の生産性向上による収益率の向上が貧困削減に最も効果的であると考えた。そのため、本研究では国際協力機構(JICA)が中央高地の米の収量増加を目標に実施している「中央高地コメ生産性向上プロジェクト(PAPRIZ)」に焦点を当て、調査と研究を行った。

本研究ではセレクションバイアスを取り除くため、2 段階推定を採用した。1 段階目ではプロビット分析を用いて農家の PAPRIZ 導入の要因を解明する。2 段階目では確率的フロンティアの理論に基づいて、PAPRIZ が効率的に行われていない原因を追究する。

本研究では 2014 年 8 月に JICA の協力のもと、マダガスカルの中央高地に位置する Manjakandriana 郡、Ankazobe 郡、Antsirabe 郡の 3 つの農村地域で聞き取り調査を行った。これらのデータを用いて分析を行う目的は、PAPRIZ の導入の要因を解明することで PAPRIZ の普及を促進させると同時に、非効率となっている原因を突き止め改善することである。このことにより、まだ PAPRIZ を導入していない農家には PAPRIZ の導入を通して、すでに PAPRIZ を導入している農家には非効率性を取り除くことで、全ての中央高地の稲作農家の収量増加を実現させることができる。

プロビット分析より農地面積がより大きい農家の農地の方が導入しやすい環境にあることがわかった。さらに損失回避度の低い農家、つまり投資に積極的であるほど PAPRIZ を導入しやすいという結果が得られた。

確率的フロンティア分析より携帯電話の使用頻度や PAPRIZ を知った経路がより専門的であると農家の生産効率を向上させることが明らかになった。つまり、正しい情報の入手方法を持ち合わせている農家ほど効率の良い生産を行っていると言える。また生産効率は世帯主の性格や性質により影響を受けるということが明らかになった。

本研究では、資金アクセスが改善され低所得な小規模農家でも PAPRIZ 導入における初期投資を可能にするマイクロクレジットとマイクロ保険という 2 つのサービスを行うことを提唱する。この保障サービスは PAPRIZ 導入後の失敗を避けようとする損失回避的な農家が抱く不安を解消させるためのものである。加えて、正しい PAPRIZ の方法を普及させるため、農家が JICA など正式な機関から訓練を受けることができる仕組みも提案した。

(キーワード：開発経済 農業 技術非効率性)

目次

はじめに

第1章 現状分析

- 第1節 (1. 1) 貧困削減と農業開発
- 第2節 (1. 2) 日本とアフリカの関係
- 第3節 (1. 3) マダガスカルについて
- 第4節 (1. 4) マダガスカルの稲作

第2章 問題意識

- 第1節 (1. 1) 問題意識

第3章 先行研究及び本研究の位置づけ

- 第1節 (1. 1) 先行研究
- 第2節 (1. 2) 本研究の位置づけ

第4章 理論・分析

- 第1節 (1. 1) 調査地域の基本情報
- 第2節 (1. 2) 分析
- 第3節 (1. 3) 分析結果と考察

第5章 政策提言

- 第1節 (1. 1) 政策提言
- 第2節 (1. 2) マイクロファイナンスの有効性
- 第3節 (1. 3) 具体的なサービス内容
- 第4節 (1. 4) マダガスカルでの農業開発と日本
- 第5節 (1. 5) おわりに

先行論文・参考文献・データ出典

はじめに

ミレニアム開発目標(Millennium Development Goals: MDGs)は、開発分野における国際社会共通の目標である。この目標では2015年までに達成すべき8つの目標、21ターゲット、60の指標を掲げている。東アジアでは14、北アフリカでは11のターゲットが達成済みまたは達成見込みであるのに対し、サブ・サハラアフリカでは2つのターゲットにしか達成見込みはないとされている。このため、目標年である2015年までにミレニアム開発目標を達成するには、アフリカでの取り組みをより一層強化することが必要不可欠となっている。そこで本研究ではサブ・サハラアフリカの国の中でも、2013年において貧困率が76.5%であるマダガスカルに注目し、同国の貧困削減に向けての政策提言を行うこととする。

マダガスカルの米の消費量は1人当たり年間120kgであり、これは日本の2倍の量にあたる。また、サブ・サハラアフリカにおいてマダガスカルはナイジェリアに次ぐ第2位の米の生産量を誇っており、この上位2カ国でアフリカ全体の6割の生産量を占めている。さらに、2009年には「中央高地コメ生産性向上プロジェクト(PAPRIZ)」という技術パッケージが始まった。これはマダガスカル発祥のSRIという農法を基に作られたものであることから、更なる米の生産性向上が期待される。それにもかかわらず、マダガスカルには米の消費量の約10%を輸入に頼っているという現状がある。また労働力の不足、肥料へのアクセス困難、水利組合の機能不全などの影響で、1世帯当たりの米の平均生産量が1.9t/haとかなり低いことも問題である。

そこで、本研究ではマダガスカルの稲作において、より多くの農家がPAPRIZ導入により米の生産性を向上させると市場で取引される米の量が増え、同時に農家の所得上昇にもつながると考える。

行う分析方法としては、1段階目にPAPRIZ導入要因を探るプロビット分析、2段階目にはPAPRIZの非効率性を探る確率的フロンティア分析を用いた2段階推定を採用する。

その結果、プロビット分析においては、農地面積がより大きい農家の農地の方が導入しやすい環境にあることがわかった。さらに損失回避度の低い農家、つまり投資に積極的であるほどPAPRIZを導入しやすいという結果が得られた。

確率的フロンティア分析においては携帯電話の使用頻度やPAPRIZを知った経路がより専門的であると農家の生産効率を向上させることが明らかになった。また、世帯主の性質も生産効率にも影響を与えることが分かった。

これを踏まえ、本研究ではマダガスカルにおいて、マイクロクレジットとマイクロ保険という2つのサポート、加えて、正しいPAPRIZの方法を普及させるため、農家がJICAなど正式な機関から訓練を受けることができる仕組みを提案する。

第1章 現状分析

第1節 貧困削減と農業開発

ミレニアム開発目標(Millennium Development Goals: MDGs)は、開発分野における国際社会共通の目標である。この目標では2015年までに達成すべき8つの目標、21ターゲット、60の指標を掲げている。8つの目標とは、「極度の貧困と飢餓の撲滅」「初等教育の完全普及の達成」「ジェンダー平等推進と女性の地位向上」「乳幼児死亡率の削減」「妊産婦の健康の改善」「HIV/エイズ、マラリアその他の疾病の蔓延の防止」「環境の持続可能性確」「開発のためのグローバルなパートナーシップの推進」である。国連の『MDG プロGRESSチャート2011』によると、東アジアでは14、北アフリカでは11のターゲットが達成済みまたは達成見込みであるのに対し、サブ・サハラアフリカでは2つのターゲットにしか達成見込みはないとされている。

このため、目標年である2015年までにミレニアム開発目標を達成するには、アフリカでの取り組みをより一層強化することが必要不可欠となっている。(JICA「MDGsへの協力量針 アフリカ」) 2012年2月末に、世界銀行が発表した2008年以降を対象とした最新の4年間の分析結果によると、最貧困層(1日1.25ドル未満の生活)は、現在の削減ペースでは、2008年の12億9,000万人に対し、2015年でもなお約10億人が最貧困状態にとどまるとしている。(JICA「農業開発/農村開発」) また、発展途上国の貧困層のほとんどが生計を農業に依存している。そして、国際的な研究によれば、農業に起因するGDP 成長は農業以外に起因するGDP 成長に比べると、貧困削減という点で少なくとも2 倍の効果があると言われている。(世界開発報告2008, p.6) すなわち、2015 年までに貧困と飢餓を半減するというミレニアム開発目標を達成し、その後も数十年間にわたって貧困と飢餓の削減を継続するには、農業における発展が必要であると考えられる。

第2節 日本とアフリカの関係

アフリカは2013年で、人口は10億人を超えている。そして、豊富な鉱物、エネルギー資源に恵まれている。これから人口の減少が予測される日本にとっても、人口の増大が期待されるアフリカは市場や労働力、資源の確保の場として魅力的である。日本はアフリカとビジネスパートナーになるため、官民合同ミッションや二国間協定の締結などにも取り組み、その結果ビジネスにおいてもアフリカに進出している企業は現在増加傾向にある。

日本はアフリカ開発会議(TICAD)をこれまでに5回開催した。TICADはアフリカ自体のオーナーシップの促進と国際社会のパートナーシップの構築を目指す、アジア・アフリカ間の協力を最大の特徴とした国際的枠組みとなっている。第5回アフリカ開発会議

(TICAD V)では「横浜行動計画 2013-2017」と「横浜宣言」が採択された。横浜行動計画 2013-2017 は貿易・投資、インフラ設備に関する内容などを含んでいる。一方、横浜宣言ではアフリカと日本間での真のパートナーシップ構築を行うために人材育成、農村・農業開発などの必要性が述べられている。本研究はその中でも農業開発に注目した。

アフリカは農業に従事している人が大多数を占める。家計の所得、国の GDP 共に農業が占める割合は大きい。すなわち、農業開発はアフリカで開発を行うにあたって重要な要素となる。また、農業開発は、日本がアフリカと良好な関係を構築するにあたって重要な要素となりうる。

日本はこれまでケニアで気候や農法の特徴にあった新種の稲を開発させたことをはじめとして、アフリカの農業の発展に大きく貢献してきた。そのため日本はアフリカの稲作の発展において技術、信頼の両面で他の支援国より優位な立場にある。

2008 年開催の第 4 回アフリカ開発会議(TICADIV)では「10 年間でサハラ以南アフリカの米の生産量の倍増」をはじめ、米の品種改良と普及、そして米生産のための土地及び水の開発・管理の技術の向上といった目標が日本とアフリカの間で設定された。また、これらの目標を達成するためアフリカ稲作振興のための共同体(CARD)が米の生産国や日本をメンバーとして発足。そのプロジェクトのパイロット国としてマダガスカルやタンザニアなど 12 か国が選出されていることから、本研究ではマダガスカルについて述べる。

第3節 マダガスカルについて

アフリカ大陸から南東400kmの沖、インド洋に位置するマダガスカルは世界で4番目に大きい島であり、首都をAntananarivoとしている。総面積は58平方kmと日本の1.6倍、人口は2190万人と人口密度が日本より低い。主要産業は農牧業、漁業、観光業や鉱業であるが、労働人口のうち専業・兼業農家合わせて80.6%が農業に従事するため農業ベース国と位置付けられている。気候に関しては乾季(4月～10月)と雨季(11月～3月)があり、雨季の中でも12月～2月は暴風雨(サイクロン)のためにしばしば水害が発生することがある。また、マダガスカルにおいて気候は東海岸・中央高地・西海岸の3地帯で異なる。東海岸地域では通年高温多湿の熱帯性気候で、首都のある中央高地は比較的涼しい。西海岸地域は、乾季は温暖・乾燥であるが、雨季は高温多湿である。

マダガスカルでは以前、予算の半分程度を支援資金でカバーしていた。しかし、2009年の政変を機に主要ドナー国による援助が中断され、外国からの投資が減った。そのうえこれらと同時期にインフレ率が上昇したため、経済低迷は加速していった。経済低迷の影響もあって貧困率は76.5%と高く、農村部に限っては82.2%もの人が1日1.25ドル以下での生活を強いられている。IMF統計によると1人当たりGDPは185カ国中180位であり、最貧国の一つと位置付けられている。

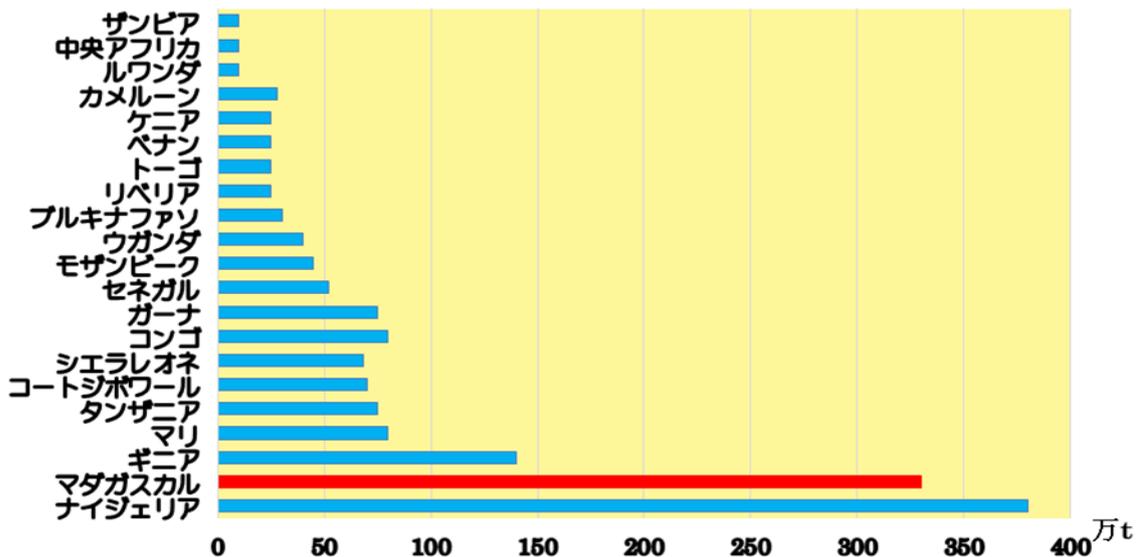
マダガスカルにはまだ開発されていない資源が多く存在し、経済的ポテンシャルが高い。しかし、政治情勢の不安定さに経済発展を阻まれてきた。マダガスカルは、もともとフランスの植民地であって1960年に独立を果たすものの、1972年までのあいだ仏共同体内の共和国として親仏政策がとられていた。そして、そのころ経済低迷などが原因で政治混乱が生じ、結果として軍事政権が成立することとなった。同軍事政権下ではこれまでの親仏路線から社会主義路線への転換がなされた。しかし、その後90年代に入ってから社会主義が行き詰まり、民主化や憲法改正を求めて大規模なデモとストライキが発生し、政治混乱が長引いた。1992年に国民投票により新憲法が採択され、1972年以来の社会主義から自由主義への転換が行われた。しかし、2001年12月に行われた大統領選挙の結果をめぐり、ラチラカ前大統領とラヴァルマナナ現大統領が対立し、再び政治的混乱に陥

た。続く12月の国民議会選挙ではラヴァルマナナ大統領派が圧勝し、2003年後半以降は徐々に内政も安定化してきている。

第4節 マダガスカルとナイジェリアの稲作

マダガスカルの米の消費量は1人当たり年間120kgであり、これは日本の2倍の量にあたる。また、農業が主要産業であり、農家の7割以上は稲作に従事している。米の生産面積は140万haで、年間300万t前後生産されている。しかし、サイクロンなどの影響などにより年間生産量の変動が大きい。また図表1が示す通り、サブ・サハラアフリカにおいてマダガスカルはナイジェリアに次ぐ第2位の米の生産量を誇っている。この上位2カ国でアフリカ全体の6割の生産量を占めている。

(図表1) サブ・サハラアフリカの米の生産量



このように農業に重きを置いているにもかかわらず、先述したサイクロンなどの影響で米の国内生産量の変動しやすく、米の消費量の約10%を輸入に頼っているという現状がある。また労働力の不足、肥料へのアクセス困難、水利組合の機能不全などの影響で、1世帯当たりの米の平均生産量が1.9t/haとかなり低いことも問題である。

マダガスカルのような開発途上国では、国民のほとんどが農村に住み、農業を営んでいるため農業開発がGDPの重要な成長要素となる。先述した通り、農業開発に起因するGDP成長は、農業開発以外に起因するGDP成長に比べると、貧困削減という点で少なくとも2倍の効果があると言われている。つまり国内の主要産業が農業であり、主要作物が米であるマダガスカルにおいては、米の生産量を増やすことが貧困脱却につながるのである。マダガスカル政府も2008年からの10年間で米の収量を3倍に増加させ、自国を米の輸出国にすることを目指している。かつてマダガスカルは、1980年代に生まれた稲集約栽培法(SRI)という農法を用いて国内の米の生産量を増大させようとしていたが芳しい結果を残すことはできなかった。

SRI は、マダガスカル在住のイエズス会の神父アンリ・ロラニエが 1983 年に発明した農法である。彼はマダガスカルにやってくる以来、マダガスカル国民の主食である米の増産に力を注いだ。なぜなら、貧困の原因は米の低収量だと捉えたためであった。彼は SRI における 3 つの主原則を掲げた。それは 1. 出芽して間もない苗を植えること 2. 苗は間隔をあけて粗植すること 3. 間断灌漑を行うことである。SRI はもともと開発当時から化学肥料を用いていた。しかし、ここで問題視されるのは、金銭面において余裕のある農家でないと、化学肥料を購入することができないということだ。そこで、有機農法を付け加えることで貧困層の農家に対して金銭面で配慮し、そのような農家でも SRI 農法で収量を上げさせることに成功した。しかし、国内で SRI が普及していくことはなかった。この原因として、水を張らずに苗を育てる期間を設けるなどその奇抜な農法であることと、間断灌漑を何度も行うための設備の不足が挙げられる。

そこで本研究では国際協力機構(JICA)が 2009 年にスタートさせた「中央高地コメ生産性向上プロジェクト(PAPRIZ)」に注目する。JICA は日本の政府開発援助(ODA)を一元的に行う実施機関として、開発途上国への国際協力を行っている。

中央高地は人口集中地域で稲作が盛んに行われている地域だ。PAPRIZ はその中央高地の米の収量増加を目標にしているプロジェクトである。中央高地の標高は 600m から 1500m であり、米の生産性向上には多様な自然環境の下で行われる灌漑稲作や天水稲作および高冷地での稲作形態に適した栽培技術の確立と普及が欠かせない。同プロジェクトの主な取り組み内容として、米の生産性向上のための「技術パッケージ」の開発をはじめ、種子の増殖や配布体制の整備、米生産技術の指導体制の整備などが挙げられる。マダガスカルの稲作において、より多くの農家が PAPRIZ 導入により米の生産性を向上させると市場で取引される米の量が増え、同時に農家の所得上昇にもつながる。そのため、このプロジェクトは農村だけでなくマダガスカル全体の貧困脱却へのプラスの連鎖を起こすことができる。

第2章 問題意識

第1節 問題意識

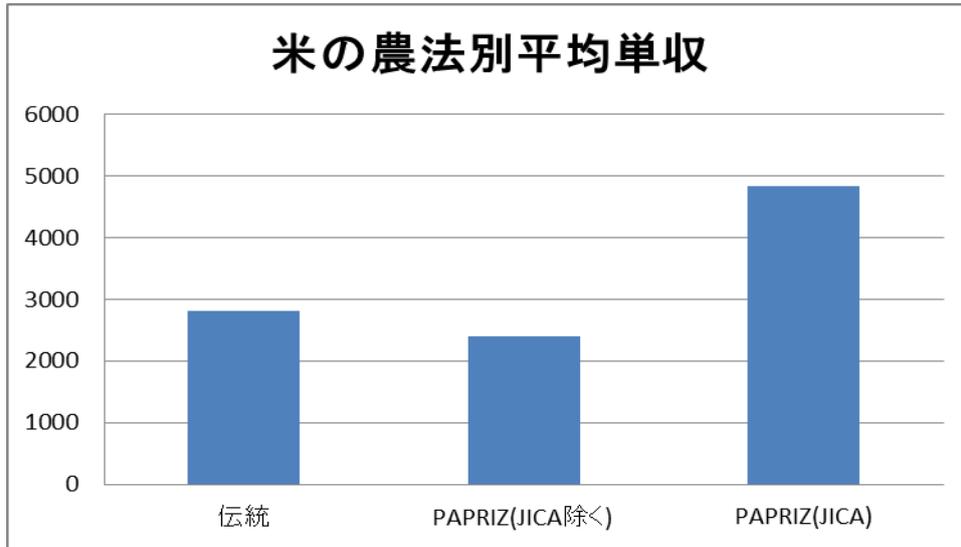
マダガスカルが主食である米を他国からの輸入で賄っている現状と農村部の重大な貧困から抜け出すためには、米の生産性向上による収益率の向上が必要だ。

PAPRIZ は JICA によって考案されたマダガスカルの中央高地で稲作の収益を無理なく向上させるプログラムである。米の新種開発、機械の開発を通じた農法の改善だけではなく、農業関係者の連携強化やモニタリングも行う。収益率は伝統農法の約 1.4 倍になると言われている。また、PAPRIZ は間断灌漑の回数が SRI より少なく、灌漑設備が整っていない農家でさえ実践できるように設計されている。また、化学肥料を多く使う農法は収量増加を見込めるが、コストが大きくなり採算が合わなくなる。つまり他の新技術や方法と比べ、PAPRIZ は金銭面の負担と労働の増加を抑えて中央高地の米の収穫量を向上させることができ、ひいては貧困脱却も実現できる。

しかし、本研究が行った調査では PAPRIZ を導入している農家は 15%程度と少なかった。いまだに収穫、収益が共に低い伝統農法を行っている農家が大半である。そのため、本研究の目的の 1 つとして農家の PAPRIZ の導入の要因を解明する。導入の要因を突き止めることで PAPRIZ の普及を促進させることができる。

下記の図表 2 は、マダガスカルの中央高地で 2014 年 8 月に調査を行った世帯の農地の単収を農法ごとに比べたものである。JICA から PAPRIZ について直接指導を受けているモデル農地の単収は 1ha 当たり約 5t となっている。これは JICA が PAPRIZ を導入している農家のために設定した単収の目標である 4~5t と一致している。モデル農地の単収と伝統農法の単収の間には約 2t の差がでた。一方、周りの農家から PAPRIZ を教わった場合や自分自身で JICA が作成した DVD 教材を視聴して PAPRIZ を学習した農家の単収は伝統農法の単収を下回っている。

(図表 2) マダガスカル農地の農法別平均単収



PAPRIZ はマダガスカル農家のために考案された技術を教えていることを考慮すると、PAPRIZ を独自で学習した農家には耕作から収穫までの過程で何らかの非効率性があり、そのために収穫量が低いと考えるのが妥当である。PAPRIZ を導入している農家の効率が上がり米の生産量を上昇させることができれば、PAPRIZ を導入していない農家の導入に対する意識を向上させる可能性もある。これらの理由から、非効率性を取り除くことは米の生産量だけでなく PAPRIZ の普及にも正の影響があると考えられる。

第3章 先行研究・本研究の位置づけ

第1節 先行研究

本研究は新技術である有機農法の導入、農業生産性の非効率の両要因の分析を同時に行った Sipiläinen & Lansink (2005)を分析の先行研究として参考にした。同研究では MTT Economic Research から取得した情報を用いて、1995 年から 2002 年の 8 期年にわたるフィンランドの酪農家のべ 1921 世帯のパネルデータを分析している。Sipiläinen と Lansink は、酪農農家が従来の農法からオーガニック農法に切り替えた時にオーガニック農法に対する知識不足のため生産効率が下がると考えた。また、オーガニック農法を実践する過程で最適な肥料や土の状態を学習していると仮説を立てた。そして、当時オーガニック農法と従来の農法のそれぞれの非効率の度合いを算出した。そのうえオーガニック農法の生産効率は導入後何年で上昇し始めるのかも算出している。

同研究は有機農法を導入するかどうかという分け方にはそもそもセレクションバイアスがかかっていると仮定し、これを取り除くためにヘックマンの 2 段階推定を用いて分析を行った。第 1 段階として、プロビットモデルで有機農法の導入に関わる要因を解明している。そして第 2 段階では、最小二乗法に生産確率的フロンティアを取り込み、生産量にかかわる要因と非効率性の度合い、原因を解明した。結果として、農家の年齢や地域などがミルクの生産の非効率性に影響を与えていることが判明した。また、同研究では有機農法を行っている世帯のみのデータ、従来の方法で生産している世帯のみのデータ、そして両方を合わせたデータを用いて計 3 回効率性を算出した。生産関数はコブ・ダグラス型、トランスログ型の両方で試算している。有機農法の農家の方が非効率な生産を行っていること、あらかじめ立てていた仮説の通り農法の経験年数が効率性に影響を与えることがこの分析により判明した。

本研究は新技術の導入とその非効率性を算出する点が先行研究である Sipiläinen & Lansink (2005)と類似している。しかし、PAPRIZ は本調査時点で、普及し始めてから 4 年足らずであること、PAPRIZ は 30 年以上前に開発された SRI と農法において共通点が多くあること、そもそも複数年の調査地のデータが存在しないことの 3 点から先行研究のように経験年数で非効率を算出することは難しい。

したがって、本研究の説明変数を選ぶ際には Moser & Barrett(2002)を参考にした。同研究はマダガスカルで SRI の導入に影響する要因の特定を行っている。同研究で 2000 年に 5 つの地域で 300 世帯を対象に行った調査を参考に本研究の説明変数を選出した。Moser & Barrett(2002)では初期投資などが SRI の導入に影響を与えると結論付けている。しかし、同研究では計量分析がされていないため、どの要因がどの程度、どのように影響を与えるのか正確に把握できない。また、同研究では SRI を採用していない理由を直接聞いているため、回答者の認識していない SRI 未導入の原因が明らかにならない。すでに導入している農家との違いや未導入農家に共通する性格などが測られていないということだ。

第2節 本研究の位置づけ

これらの点で同研究のみでは新技術の普及を促進するより効率的な政策をたてるのに不十分だと考えた。また、マダガスカルMadagascarの稲作について Sipiläinen & Lansink (2005)で行われたような新技術導入と非効率性の両要因にまで踏み込んだ調査は本研究以前に確認できない。そのため、本研究は計量分析を用いて新農法である PAPRIZ の導入要因とその非効率性を解明する初の研究となる。本研究の分析結果で得られた導入要因と非効率の原因を取り除くことができれば、マダガスカルMadagascarの米の生産力を効率的に向上させることができるはずだ。マダガスカルMadagascarの新農法である PAPRIZ に関して初めて計量分析を用いた点と、導入要因だけでなく非効率性とその原因を解明するという 2 点において、本研究はマダガスカルMadagascarの農業開発に貢献することができる。

第4章 理論・分析

第1節 調査地域の基本情報

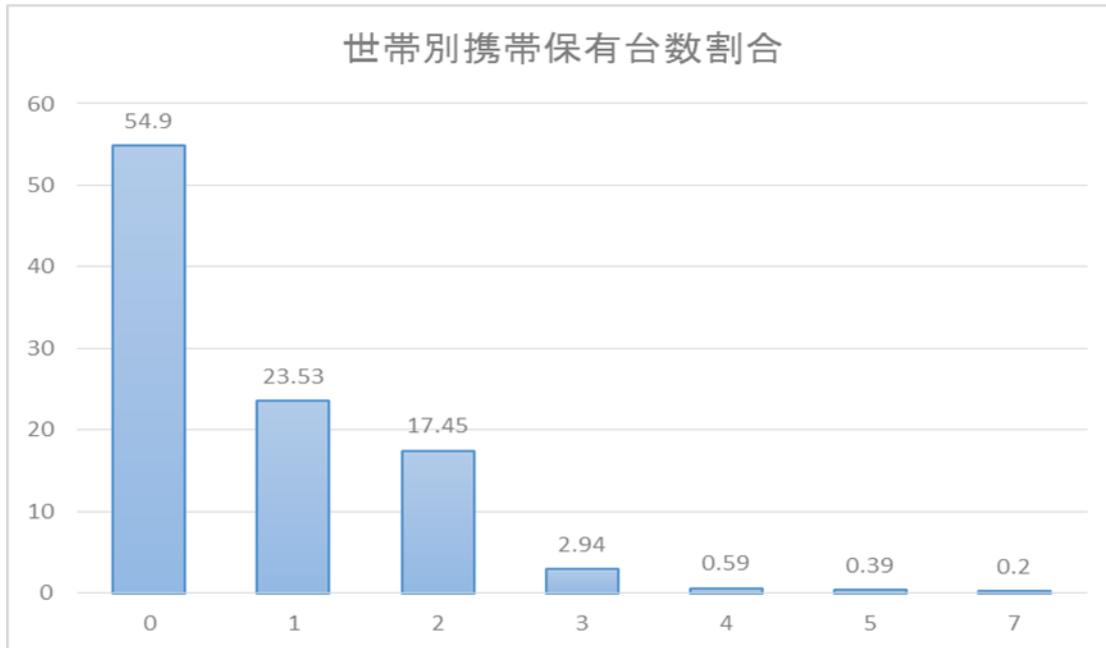
本研究執筆にあたって用いるデータについて詳しく述べたい。本研究では2014年8月マダガスカル中央高地の農村でJICAの協力のもと、調査票を用いて聞き取り調査を行った。なお、訪れた地域はManjakandriana郡、Ankazobe郡、Antsirabe郡の3つの地域である。Manjakandriana郡、Ankazobe郡、Antsirabe郡は首都Antananarivoからそれぞれ47km、85km、161km離れた場所に位置している。いずれもマダガスカルの中央高地に位置しており、JICAがPAPRIZの普及に努めている。本研究はPAPRIZの普及要因、さらにその非効率性の原因を探ることを目的としている。この点から先に述べた3地域は世帯調査に適していると判断し、本研究の調査地とした。日本で事前に調査票を作成し、現地ではマダガスカル語の通訳として英語を話せるマダガスカル人学生とペアを組み、世帯調査を共に行った。なお、本研究で用いた調査票は一般項目、マイグレーション、農業、教育、健康などの5分野を含む、19ページにおよぶ冊子である。この冊子を用いて各地域で計520世帯の調査を行い、全体で1760農地ものサンプルを集めた。その中で本研究では、1760農地のうち稲作を行っている922農地のデータを用いた。

(表 1)

	Manjakandriana	Ankazobe	Antsirabe	全体
世帯数	106	158	256	520
農地数	210	256	456	922
平均農地面積(ha)	0.15	0.25	0.12	0.17
平均所得(Ariary ²)	1904259	1391328	1783915	1693167.33
平均世帯主学歴	7.09	6.17	6.84	6.70
携帯電話平均所有台数(標準偏差)	0.83(0.89)	0.41(0.78)	0.88(1.07)	0.73(0.98)
ラジオ平均所有台数(標準偏差)	1.40(1.14)	1.26(1.59)	1.14(1.09)	1.23(1.28)

² マダガスカルでの通貨。1ドル=2695Ariary

(図表 3)



本研究は全調査のデータを地域ごとに特性が理解できるよう、データを上記のようにまとめた。まず、表 1 から順を追って説明していくこととする。農地面積に関してはどのエリアも農地面積が 2ha 以下の小規模農家が多いというデータが得られた。平均所得は、上記の所得をアメリカドルで換算すると、順番に 702 ドル、513 ドル、658 ドルとなる。サブ・サハラ以南アフリカ全体で、1980-89 年において 587 ドル、1990-99 年に 540 ドル、2000-05 年において 552 ドルが 1 世帯の平均所得である。(JICA「Monthly Jica 2008 April 022 アフリカの変化」) 時期に差異はあるが、マダガスカルは平均よりやや上回る数値と言えるだろう。

マダガスカルの教育制度は 5・4・3 制が採用されている。義務教育期間は最初の 5 年間のみで、その後中学校、高等学校にそれぞれ進むこととなる。つまり、多くの世帯主が中等教育を修了していないことが分かる。

携帯平均所持台数に関しては、平均をとるとどのエリアも 1 台を下回る結果が得られた。しかし、台数の割合を取ってみると(図表 3)、半数以上が携帯を保持してはいるが、2 台以上保持している農家も約 20% 見受けられた。つまり、携帯電話を複数台所持している世帯がある一方で、1 台も所持していない世帯が多く存在しているというデータのばらつきがあると言える。それに比べラジオの平均所持台数は 1 台を超え、携帯電話とは違い多くの世帯がラジオを所持していた。メディアツールとして、ラジオを介して情報を頒布することは効果的だと言える。

次に、PAPRIZ におけるデータを列挙する。

(表 2)

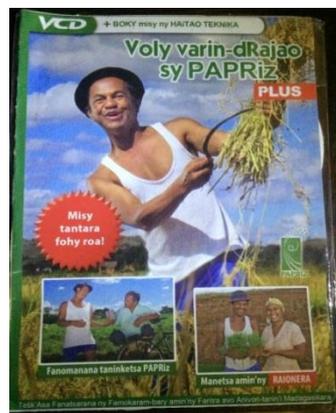
	Manjakandriana	Ankazobe	Antsirabe	全体
DVD1 視聴率(%)	65	62	64	64
DVD2 視聴率(%)	55	42	41	46
PAPRIZ 農地率(%)	22	10	14	15
PAPRIZ 平均農地収穫量(kg)	1835.83	2419.73	3502.06	2585.87
PAPRIZ 平均農地面積(ha)	0.21	0.52	0.22	0.32

DVD1 は 6 割を超える視聴率だが、続く DVD2 は Manjakandriana 郡を除いて 4 割ほどに留まっている。PAPRIZ 実施農地は収量と面積共に全世帯平均農地面積より上回っており、土地の大きさというものが PAPRIZ 導入に関係していると考えられる。

ここで、上記の表に書かれている DVD について説明をする。DVD1 では PAPRIZ 実施方法の説明が主な内容である。土地の耕作から収穫までの全ての行程を順に映像で説明している。また、その際に機械の使用方法についても学ぶことができるので、それに対する農家の理解度も高めることができる。気楽に視聴できるように制作することでより多くの農家に技術普及を促すという JICA の意図があるため、PAPRIZ 技術の説明をするだけでなく、ストーリー性を持たせた DVD となっている。

次に DVD2 では、DVD1 で方法を学んだことを前提にしており、農家自身に収穫した米を管理させるために家計簿の役割も果たす台帳に記入させることを目的としている。DVD に出てくるものと同じ台帳が DVD2 に同封されており、その台帳への記入の仕方が DVD2 では詳しく説明されている。

DVD1



DVD2



第2節 分析

このような調査結果を踏まえて、本研究はPAPRIZ技術が効率的に行われていない原因を追究する。分析には生産可能性フロンティア分析を使用する。また、この非効率を分析する上で、PAPRIZを導入していない農家も分析の考慮に入れるため、前もってプロビット分析も行うこととする。すなわち、分析方法は1段階目にプロビット分析、2段階目に確率的フロンティア分析を行う2段階推定を採用した。なお計量分析に用いる説明変数は以下の通りである。

(表 3) 計量分析に用いる変数

変数	定義	平均	標準偏差
稲作農地面積(ha)	米を育てている農家の農地面積	0.16	0.35
世帯主の教育年数(年)	修学年数	6.55	3.06
米の生産量(kg)	1年間の米の生産量	302.38	647.54
総費用(Ariary)	耕作し、収穫するまでにかかる投入の総コスト	666236.2	3220348
米の単収(kg/ha)	1haあたりにとれる米の収量	2806.98	2448.88
労働時間(時間)	耕作し、収穫するまでにかかる労働時間の合計	108186.6	284520
PAPRIZ技術の単収(kg/ha)	PAPRIZを行っている土地での1haあたりにとれる米の収量	2728.14	1736.71
世帯主の年齢(歳)		42.68	13.25
労働力	雇いたいときに人を雇うことができるかどうかを示す5段階評価	3.21	1.40
損失回避度	損失に対する回避度を示す8段階評価	2.76	2.23
PAPRIZ実施方法の正当数	PAPRIZの実施方法の正当性を示す5段階点数	2.26	0.80
伝達経路	1=JICA/2=専門家/3=近隣の農家/4=メディア 5=自分自身で学ぶ	1.85	1.26
PAPRIZ導入の有無	導入している=1 導入していない=0	0.15	0.35
DVD1を見ているかどうか	技術を伝えるDVDを見ている=1 見っていない=0	0.62	0.48
信用制約の有無	信用制約がある=1 ない=0	0.26	0.44
エリアダミー1	Manjakandriana=1 それ以外のエリア=0	0.23	0.42
エリアダミー2	Ankazobe=1 それ以外のエリア=0	0.28	0.45
エリアダミー3	Antsirabe=1 それ以外のエリア=0	0.49	0.50

以上の変数を用いて、初めにPAPRIZの導入要因を分析する。手法は新技術などの導入要因を探る研究で用いられる技術採択モデルで分析をする。被説明変数はPAPRIZ導入の有無という二値変数であるため、プロビットモデルを使用した。

$$y_1 = \begin{cases} 1 & \text{if } y_1^* (= X'_1 \beta_1 + u_1) > 0 \\ 0 & \text{if } y_1^* \leq 0 \end{cases}$$

y_1 : ある選択を行うかどうかのダミー変数
 y_1^* : y_1 における個人の意思決定を表す潜在変数
(X'_1 は説明変数のベクトル、 β はそのパラメーター)

推計式は以下のおよく。

$$y_i = \alpha + \beta_1(\text{constraint}_i) + \beta_2(\text{loss}_i) + \beta_3(\text{DVD}_i) + \beta_4(\text{field size}_i) + \beta_5(\text{education}_i) \\ + \beta_6(\text{labor}_i) + \beta_7(\text{areadummy}_{1i}) + \beta_8(\text{areadummy}_{2i}) + u_i$$

以下、変数のはかり方、使用した理由を述べる。

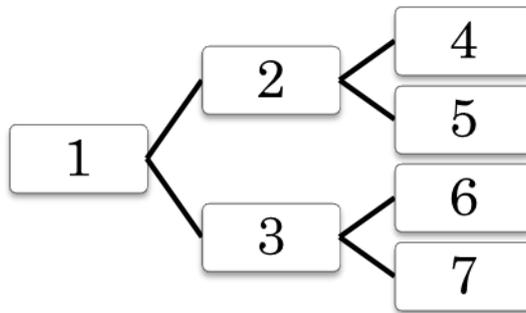
constraint_i : 信用制約の有無

ここで用いる信用制約とは、借りたいときにお金を借りることができなかった農家、借りたいときに借りることはできたが十分な額を借りることができなかった農家を指す。

本研究では以下の図 1 のように 2 段階の質問を行って信用制約の有無を計った。質問 1 から始まり、答えが「はい」ならば分かれ道の上へ、「いいえ」ならば下へ進む。質問は 1.2013 年 8 月から 2014 年 7 月は借りたいときにお金を借りることができたか 2. そのときに十分な額を借りることができたか 3. 借りる必要があったかである。4 から 7 の終着点のうち、5 と 6 が信用制約有りとなる。

PAPRIZ を導入するにあたって、種子や灌漑などの初期投資がかかることから資金面での制約が負の相関があるのではないかと予測した。

(図 1)



loss_i : 損失回避度(1~8 段階)

損失回避度を測るために、事前にルールを説明したうえでシミュレーションゲームを行った。内容は以下の通りである。A と B の 2 つの選択肢があり、A を選択した場合 1~10 が書かれたカードを引く。1~5 を引いた場合は 12500Ariary を得ることができ、6~10 を引いた場合は反対に 2000Ariary を支払わなければならない。B を選択した場合も同様に 1~10 が書かれたカードを引く。1~5 を引いた場合は 15000Ariary を得ることができ、6~10 を引いた場合は反対に 10500Ariary を支払わなければならない。なお、このゲームはシミュレーションであるため、実際のお金のやりとりは行っていない。このシミュレーションゲームを得られる金額、支払う金額を変えながら損失分は B を選ぶほうが多くなるような金額を設定し、最大 7 回繰り返す。A から B に切り替わった時点でゲームを終了する。B に切り替わる時点が遅い人ほど損失回避的であるといえる。新技術を導入することは、今まで行ってきた農法を変えることであり、農家にとって収量が低下するなどの損失となることも起こりうる。よって、損失回避的であれば、PAPRIZ 導入に対して

負の相関がみられると考えられる。以下の図 2 は実際に行ったゲームを一部抜粋したものである。

(図 2)

No.1			No.4			No.7		
選択肢	カードの数字	(Ariary)	選択肢	カードの数字	(Ariary)	選択肢	カードの数字	(Ariary)
A	1~5	+12500	A	1~5	+500	A	1~5	+500
	6~10	-2000		6~10	-2000		6~10	-4000
B	1~5	+15000	B	1~5	+15000	B	1~5	+15000
	6~10	-10500		6~10	-8000		6~10	-5500

DVD_i : PAPRIZ をつたえる DVD1 を見ているかどうか

JICA が PAPRIZ を導入させるための広報活動として、技術を伝える DVD1 を売り出している。その DVD を見ているかどうかは PAPRIZ を導入する要因になりうるため、ダミー変数として使用した。ここでは DVD2 を見たことがあるかどうかの変数は使用していない。なぜなら先述した通り、DVD2 は技術普及が目的ではなく、家計簿の記帳方法などを学ぶ内容の DVD だからである。

$field\ size_i$: 農地面積(ha)

調査した農家の農地ごとの面積である。先述した PAPRIZ に関するデータより、PAPRIZ 実施農地の面積のほうが行っていない農家よりも広いことから、農地の特性の一つとしてこの変数を用いた。

$labor_i$: 雇いたいときに雇うことができるかどうか(5段階)

農地の工程ごと(耕作・田植え・除草・収穫)に、労働力を雇いたいときに雇うことができるかどうか質問した。雇うことができるならば 1 点となり、その合計を点数化した変数。全ての工程で雇うことができるならば 4、できないならば 0 となる。

$education_i$: 世帯主の教育年数

農家の世帯主の教育年数。教育年数が高ければ、より論理的な思考をもつことや、新技術に対する情報量も増えるのではないかと考察した。

$areadummy_{1i} \sim areadummy_{3i}$: エリアダミー

我々が調査した、13 村を $areadummy_{1i} = manjakandriana$ 郡、 $areadummy_{2i} = antsirabe$ 郡、 $areadummy_{3i} = ankazobe$ 郡というエリアダミーとおいた。ダミー変数をいれることでエリア固有の特徴や条件を反映させるためである。ここでは ankazobe 郡を基準としている。

次に、確率的フロンティア分析を行う。まず、生産関数を以下のように定義した。なお、モデルにおいて、関数型をコブ・ダグラス型に特定化する。

このとき確率的フロンティアは、

$$Y_{it} = F(X_{it}, \beta, t) e^{V_{it} - U_{it}} \quad \begin{array}{l} i=1, \dots, N \\ t=1, \dots, T \end{array}$$

Y_{it} : 家計 i の t 時点の産出量

X_{it} : 生産投入価値とその他の説明変数のベクトル

β : それらのパラメーター

V_{it} : 正規分布 $N(0, \sigma^2)$ に従う確率変数

U_{it} : ゼロ時点で切断された非負の正規分布 $(Z_{it}\delta, \sigma^2)$ に従う確率変数

(U_{it}, V_{it} はそれぞれ独立であり、 U_{it} は生産の非効率性を表し、 V_{it} は確率的に起こりうる外的要因を表す誤差項である。)

Z_{it} 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

と、表すことができる。

また技術的非効率性の効果 U_{it} は以下のように定式化される。

$$U_{it} = Z_{it}\delta + W_{it}$$

W_{it} : 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

よって t 時点の i 家計の生産の技術的効率性(Technical Efficiency)は以下のように定義される。

$$TE_{it} = \exp(-U_{it}) = \exp(-Z_{it}\delta - W_{it})$$

TE_{it} は 0 から 1 の間をとる技術的非効率性の水準である。このとき、 TE_{it} が 1 であれば、この農家は与えられた生産技術のもとで最適な生産を実現していることになる。しかし、これに対して TE_{it} が 1 を下回っていれば技術的非効率性が存在しているといえる。

以上のことから、マダガスカル農村のフロンティア生産関数の推定式は以下のようになる。先述した生産関数は確率的に起こりうる誤差項と技術非効率性を表す誤差項で構成されていることから、両辺の対数をとった。

ただし本研究が使用するデータではパネル分析を行うことができないため、クロスセクションデータ(一時点のアプローチ)とする。よって以下、 $t=1$ とする。

$$\begin{aligned} \ln(Y_i) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{ricefieldsize}_i) + \beta_2 \ln(\text{cost}_i) + \beta_3 \ln(\text{labortime}_i) + \beta_4 (\text{areadummy}_{2i}) + \\ & \beta_5 (\text{areadummy}_{3i}) + \beta_6 \ln(\text{imr}_i) + V_i - U_i \\ U_i = & \delta_0 + \delta_1 (\text{education}_i) + \delta_2 (\text{loss}_i) + \delta_3 (\text{paprizway}_i) + \delta_4 (\text{ricefieldsize}_i) + \delta_5 (\text{route}_i) \\ & + \delta_6 (\text{mobilephone}_i) + \delta_7 (\text{age}_i) + \delta_8 (\text{age}_{2i}) + W_i \end{aligned}$$

Y_i : PAPRIZ を行ったときの米の単収 (kg/ha)

PAPRIZ を行っている農家の 1 年間の米の単収(kg/ha)を生産量として用いた。

ricefieldsize_i : PAPRIZ を行っている農地面積 (ha)

cost_i : 生産にあたって使用する肥料、機械などのコスト(ariary)

PAPRIZ で行う米の生産に関わる全てのコスト

labortime_i : PAPRIZ 実施時、耕作・田植え・除草・収穫の全てに費やす 1ha 当たりの労働時間(従事する人合計の時間)

$areadummy_{1i} \sim areadummy_{3i}$: エリアダミー

プロビット分析と同様のエリアダミーを用いて、エリアの条件を反映させる。ここでは manjakandriana 郡を基準とする。

imr_i : 逆ミルズ比

プロビット分析での結果を考慮するため、逆ミルズ比をとり、変数に使用した。

$education_i$: 世帯主の教育年数

世帯内で主に農業活動に対する決定権を持ち、実行するであろう世帯主の教育年数が技術非効率性に関係していると考えたため変数として用いた。

$paprizway_i$: PAPRIZ 実施方法の正当数

PAPRIZ に関する選択式の問題の正答数(全 4 問)を変数とした。PAPRIZ を実施している農家に対して、1 問目に「出芽後何日目の苗を使用するか」、2 問目に「一株当たり苗を何本植えるか」、3 問目に「苗と苗の間隔は何 cm あけているか」、4 問目に「間断灌漑を何回行っているか」を問う質問をした。実施方法が正しければより、効率的に収量を伸ばすことができると考えた。

$route_i$: 伝達経路

PAPRIZ を誰から教わったかを示す変数。1 は JICA、2 は専門家、3 は近隣の農家、4 はメディア、5 は自分自身で学んだということを表す。先述した通り、自発的に行った PAPRIZ よりも JICA から直接教わった農家の単収は高いことから、この変数を用いた。

$mobilephone_i$: 携帯電話の使用頻度

携帯電話を使用する頻度を表す変数。世帯主が携帯電話を使用する頻度が毎日である場合は 1、週に 1 度程度なら 2、月に 1 度程度なら 3、月に 1 度未満の場合は 4、使わない場合は 5 としている。使用頻度が高ければ、より正確な PAPRIZ の情報を得ることができると考えこの変数を使用した。

age_i : 世帯主の年齢

世帯主の年齢が高ければ高いほど、他の農家や村とのかかわりが強いのではないかと考え変数として使用した。

$age2_i$: 世帯主の年齢の 2 乗

世帯主の年齢の分散をより顕著に示すため、この変数を用いた。

V_{it} : 正規分布 $N(0, \sigma^2)$ に従う確率変数

U_{it} : 非負の正規分布 $(Z_{it}\delta, \sigma^2)$ に従う確率変数(技術非効率性を表す)

これらの変数の基本統計量を以下の表にまとめた。

(表 4) 基本統計量①

変数	定義	単位	サンプル数	最小値	最大値
ricefield	稲作農地面積	ha	922	0.0015	5
education	世帯主の教育年数	年	866	1	16
riceweight	米の生産量	kg	922	5	10,000
cost	総費用	Ariary	922	0	43,700,000
harvest	米の単収	kg/ha	922	312.5	14705.88
labortime	労働時間	時間	830	600	1,897,200
paprizharvest	PAPRIZ技術の単収	kg/ha	134	533.33	7,500
age	世帯主の年齢	歳	910	19	86

(表 5) 基本統計量②

変数	定義	0 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	6 (%)	7 (%)	8 (%)	その他 (%)
labor	雇いたいときに雇えるか5段階評価 5に近づくほど全工程でいつでも雇 うことができる	13.44	1.86	3.06	13.99	67.65					
loss	損失回避度8段階評価 8に近づくほど損失回避的		31.13	34.17	13.77	5.37	1.97	0	0.72	12.88	
paprizway	PAPRIZ技術に関する4問の 問いの正当数	2.56	9.62	52.56	30.13	5.13					
route	伝達経路 1=JICA 2=専門家 3=近隣の農家 4=メディア 5=自分自身で学ぶ		59.49	10.13	22.15	4.43	3.16				0.63

(表 6) 基本統計量③

ダミー変数	定義	サンプル数	1 (%)	0 (%)
papriz	PAPRIZ採用の有無 採用している=1 採用していない=0	922	14.53	85.47
DVD	DVD1を見ているかどうか 技術を伝えるDVDを見ている=1 見ていない=0	892	62.44	37.56
constraint	信用制約の有無 信用制約がある=1 ない=0	912	26.1	73.9
manjakandriana	エリアダミー1 Manjakandriana=1 それ以外のエリア=0	922	22.78	77.22
ankazobe	エリアダミー2 Ankazobe=1 それ以外のエリア=0	922	27.77	72.23
antsirabe	エリアダミー3 Antsirabe=1 それ以外のエリア=0	922	49.46	50.54

第3節 分析結果と考察

(i) プロビット分析

(表 7)

	係数	標準偏差	z値	P>z	95%信頼区間	
PAPRIZの導入有無						
労働力	0.33	0.11	3.08	0.002	0.12	0.55
DVD	0.50	0.17	2.94	0.003	0.17	0.84
農地面積	0.69	0.23	3.06	0.002	0.25	1.14
信用制約	-0.27	0.17	-1.56	0.119	-0.60	0.07
世帯主の教育年数	0.04	0.25	1.81	0.071	0.00	0.09
損失回避	-0.11	0.04	-2.76	0.006	-0.19	-0.03
manjakandriana	1.19	0.26	4.58	0.000	0.68	1.70
antsirabe	0.77	0.24	3.26	0.001	0.31	1.23
定数項	-3.31	0.47	-7.00	0.000	-4.24	-2.38

説明変数のうち 5%未満で有意であったのは労働力、DVD1、農地面積、損失回避そして Manjakandriana 郡と Antsirabe 郡の地域ダミーだ。世帯主の教育年数は 10%未満で有意という結果が得られた。分析前の予想通り損失回避をしない人、つまり投資に積極的な人ほど PAPRIZ を導入しやすいという結果が得られた。PAPRIZ を導入していない農家にとって PAPRIZ に対するリスクが高い。それに対して伝統農法は長い農業経験があり、ある程度の収益も把握しているので、リスクは低いといえるだろう。損失回避度が高い農家は、高リスクと考えられる PAPRIZ を導入しにくいと言える。

また、農地面積の広さと十分な労働力があれば PAPRIZ 導入の確率が上がることから小規模の農地より大規模で行われている農地のほうが PAPRIZ を導入しやすい環境にあることがわかる。本研究で現地調査を行った際、PAPRIZ が導入されていた農地はマダガスカルにおいて比較的大きいものが多かった。

JICA は PAPRIZ をモデル農家からほかの農家へ普及させる戦略を実行している。上述の結果が得られたのは、JICA がモデル農家を選ぶ際により影響力のある農家を選んだためと考えられる。PAPRIZ を農家に伝える際、広い農地面積をもつ農家の方が導入しやすい結果が得られているが、本研究で行った調査では、PAPRIZ を行っていない農家は小規模農家が多い。ゆえに、小規模農家での導入を促進させることが不可欠となるだろう。これは政策提言へつなげることとする。

DVD1 を見た農家の導入確率が高くなったのは JICA の狙い通りの宣伝効果が出たと言える。DVD1 は内容理解が容易であり、データの基本情報にて上述したように視聴率も高いことから、導入に関して正の影響があったと考えられる。

世帯主の教育年数は、分析前の予想通り高ければ PAPRIZ を導入しやすいという結果を得ることができた。

(ii) 確率的フロンティア分析

(表 8) 生産関数

対 生産量	係数	標準偏差	z値	P>z	95%信頼区間	
単収						
労働時間	0.03	0.02	2.01	0.04	0.00	0.06
農地面積	0.12	0.04	2.69	0.01	0.03	0.20
コスト	0.09	0.03	3.44	0.00	0.04	0.15
ankazobe	0.48	0.20	2.42	0.02	0.09	0.87
antsirabe	0.17	0.13	1.27	0.21	-0.09	0.43
逆ミルズ比	1.92	0.28	6.95	0.00	1.38	2.47
定数項	7.88	0.28	27.89	0.00	7.33	8.44
Insig2v						
定数項	-3.49	0.28	-12.54	0.00	7.33	-2.94

生産量に影響のある変数として労働時間、農地面積、農業支出と 2 つの地域ダミーが全て正に相関し有意であった。調査を行った地域でも例に漏れることなく規模の経済が作用していることがわかる。地域ダミーの係数が高いことから、調査では明らかにすることができなかった他の要因も生産量に影響があると考えられる。

(表 9) 技術非効率性の分析

対 生産量	係数	標準偏差	z値	P>z	95%信頼区間	
Insig2u						
PAPRIZの実施方法	-3.27	1.78	-1.83	0.07	-6.77	0.22
損失回避度	-3.57	1.77	-2.02	0.04	-7.05	-0.10
教育年数	-0.01	0.17	-0.09	0.93	-0.35	0.32
農地面積	0.99	1.75	0.85	0.40	-1.31	3.30
伝達経路	2.83	1.28	2.21	0.03	0.32	5.35
携帯電話使用頻度	1.97	0.73	2.70	0.01	0.54	3.40
世帯主の年齢	0.58	0.35	-1.95	0.05	-0.10	1.27
世帯主の年齢の2乗	-0.01	0.00	-1.95	0.05	-0.15	0.00
定数項	-10.49	13.13	-0.80	0.42	-36.23	15.25
sigma_v	0.18	0.04			0.13	0.23

なお、技術非効率性において係数が正であると非効率的だといえ、負であると技術非効率性が下がり、効率的だといえる。

5%以下で有意に出たのは損失回避度と伝達経路、そして携帯電話使用頻度だ。10%以下で有意であったのは PAPRIZ に関する問題の正答数を表す PAPRIZ の実施方法と世帯主の年齢と年齢の二乗であった。これらは全て農家の性格、性質を表している変数であることから生産効率は世帯主によって変化するということが明らかになった。損失回避に限って言えば、損失回避的であるほど生産の効率が高くなるという結果となり分析前の予想とは反する結果が得られた。また、先に行った PAPRIZ の導入に関係する要因とも反対の結果が得られた。損失回避的な農家は、PAPRIZ を導入しにくい、導入している農家の中で損失回避度が高い農家の技術効率はあがるという結果である。携帯電話の使用頻度や

伝達経路の結果から、新しい情報の入手の手段を持ち合わせている農家ほど効率の良い生産を行っていると言える。PAPRIZ の実施方法の正答数は正しい情報の重要さを示す結果が得られた。

以下の表 10 は技術非効率性をエリアごとに単純平均したものである。Manjakandriana 郡、Antsirabe 郡と比較して、Ankazobe 郡の技術非効率性が非常に高くなっていることがわかる。これは調査結果から読み取れるように、Ankazobe 郡は平均所得と世帯主の学歴の低さが技術非効率性に影響している事が言える。

(表 10)

技術非効率性(地域ごと)	平均
manjakandriana	0.26
ankazobe	0.47
antsirabe	0.16

続いて、PAPRIZ を実施している農地と、JICA から直接 PAPRIZ を教わったモデル農地の非効率性を単純平均した。(表 11) JICA から直接教わり、なおかつ定期的に JICA が調査を行っている農地の非効率性は、そうでない農地よりも大幅に低い数値となっている。つまり、JICA からの支援のもと行われた PAPRIZ については高い効率性を示す。このことから、PAPRIZ の「技術パッケージ」に含まれる、種子の増殖や配布体制の整備、米生産技術の指導体制の整備などが高い効率性を表していると言える。つまり、モデル農家でない農地には行われていない、稲作に適した種子の配布、JICA による定期的な観察が技術効率性を高める要因となっているのではないだろうか。

(表 11)

技術非効率性	平均
PAPRIZ(JICA除く)	0.31
PAPRIZ(JICA)	0.015

第5章 政策提言

第1節 政策提言

まず政策提言を行う前に、マダガスカル発展において米の収量増加がなぜ重要かを市場の観点から述べる。

IMF 国際通貨基金の 2014 年 10 月時点の推計結果によるとアフリカの人口増加と共に、マダガスカルでも同様に人口増加が起きている。それに伴って、食糧需要も増加しているのである。つまり、マダガスカルでは米を主食としているため、米に対する需要も増えると予測できる。しかしマダガスカルでは稲作人口が多いにもかかわらず、米の消費量の約 10%を輸入に頼っている現状であることは先にも述べた通りである。生産量を上げ米の輸出国を目指しているマダガスカルが、現状として輸入に頼らざるを得ない理由は 2 点あげられる。1 点目は道路インフラが未整備の状態だという点である。農村から都市へのアクセスの悪さが輸送コスト上昇につながり、質が均一で大量に供給できる輸入米よりも国内で生産した米が高くなってしまふ。2 点目は生産性の低さから、増加し続けている米の需要に供給が追いついていない点である。

PAPRIZ 導入により生産量が向上すれば、海外からの安い米に頼る必要がなくなる。そうして輸入量が減ると、輸入にかかっていたコストを国内事業の投資に充てることが可能になる。

このように PAPRIZ 導入により米の収量を上げることは、農家の所得を上げ、ひいてはマダガスカル発展にも寄与するだろう。これを踏まえて、PAPRIZ 普及の促進、さらに導入した上で生じる技術非効率性の改善に関する政策提言を述べていく。

損失回避度が高い農家ほど PAPRIZ 導入を避ける傾向があるが、一方で損失回避度が高い農家ほど効率的に PAPRIZ を行っているという結果が得られている。そのため、損失回避度の高い農家ほど PAPRIZ 導入を促す必要がある。しかし、小規模な農地であるほど、失敗ができないという恐れが生じる。それを補うためには損失分の保障を期限付きで行うマイクロファイナンスをはじめとした政策を充実させることが必要である。

マイクロファイナンスとは、銀行口座を持つ事や融資を受ける事が困難な貧困者を対象とした資金サービスで、内容はマイクロクレジット、保険、送金、貯金と多岐にわたる。その中でもマイクロクレジットと保険の 2 つを組み合わせるパッケージとし、JICA が保障することを提案する。(図 3)そこで、1. なぜ PAPRIZ 導入にマイクロクレジットとマイクロ保険が有効なのか、2. 具体的にどういった保障サービスを行うべきか、これら 2 点について説明する。

第2節 マイクロファイナンスの有効性

PAPRIZ 導入には優良種子、農機具、肥料、灌漑に関わる投資が必要だが、所得の低い貧困層にはこれが大きな負担となり、資金制約が生じる。なお、本研究が行った調査においても、モデル農家の平均農業費用は1世帯当たり約 2,300,000Ar であったのに対し、伝統農法を行っている農家の平均収入は1世帯当たり約 1,600,000Ar という結果が得られた。これにより、資金調達なしに PAPRIZ の導入は困難であると考えられる。この制約をカバーし、PAPRIZ 導入を促進するために資金を調達できる低金利のマイクロクレジットが有効なのである。PAPRIZ は伝統農法の約 1.4 倍の収益率があり、本研究における調査地域でも、伝統農法による農家と、JICA サポートの下で PAPRIZ を導入している農家の間で米の収穫量に大きな差が見られた。このように PAPRIZ には収益率上昇の確かな実績が存在しており、借り入れたマイクロクレジットの返済に困ることはほぼ無いはずだ。

またプロビット分析により、PAPRIZ を導入しない人の多くは損失回避的であるという事が判明している。農地面積が小さい農家にとって、稲作での失敗は家計に多大な損失を及ぼすことを意味する。そのため多くの農家は PAPRIZ 導入に関わるリスクを背負うより、生産性は劣るものの従来の安定した農法を選ぶ。そこで、損失分を米で保障できるマイクロ保険があれば、PAPRIZ 導入に抵抗を感じる損失回避的な農家でも、安心して PAPRIZ 導入に踏み出せる。また、農地の立地条件の悪い農家など、PAPRIZ 失敗のリスクを抱える農家ばかりが加入し、成功する確率の高い農家は加入しないという逆選択が生じる可能性がある。これを回避するため、マイクロ保険への加入は行っている農法に関わらず、マダガスカル農家全体を対象とする強制的なものとする。本研究では、この2つのサポートを行うことで PAPRIZ 導入が促進されると考える。

第3節 具体的なサービス内容

先にも述べたように、マイクロクレジットは PAPRIZ 導入に資金を必要とする農家のみ、マイクロ保険は全農家を対象とする。また、この保障サービスは JICA による資金援助のもと、NGO 団体によって提供されるものとする。マイクロクレジットとマイクロ保険についての詳しい説明は以下の通りである。

(i) マイクロクレジット

マイクロクレジットの金利は低く設定する事で、所得の低い農家でも PAPRIZ 導入におけるインセンティブを高めることを目指す。しかし、マダガスカル農村でマイクロクレジットを導入するにあたって、農村から都市の金融機関へのアクセスの悪さが問題となる。道路インフラが未整備なままの地域が多く、都市にある金融機関へ移動するまでに時間やお金のコストが大きくかかる。更に、農村と都市間で現金を運ぶことによって生じる盗難や事故の危険も無視できない。よって、マダガスカルでは金融機関のスタッフが農村に返済分を受け取りに行く事や、農家が都市に直接借り入れに行くことが困難な状況にある。そこで農村ごとにマイクロクレジットの窓口を設置することが有効であると考えられる。これにより、移動のコスト削減や盗難の危険回避が期待できるであろう。

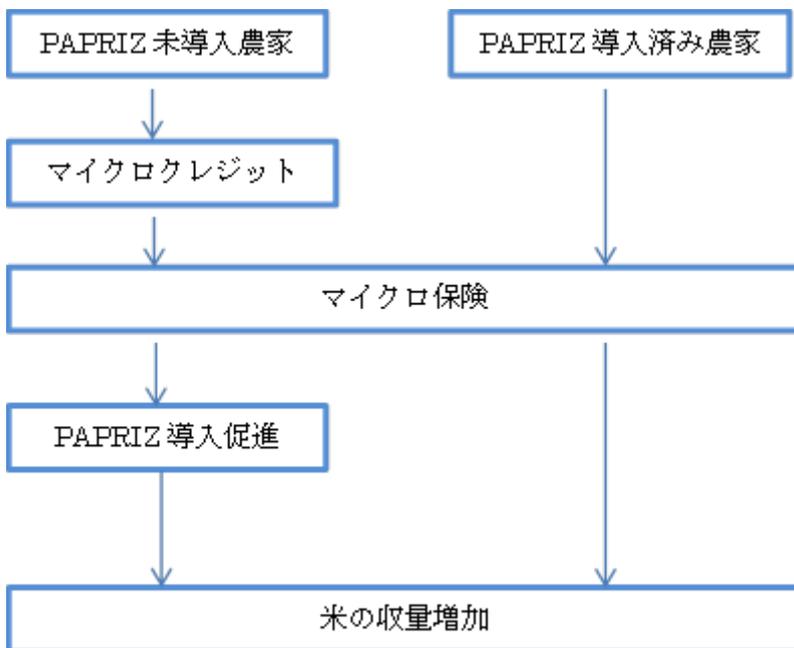
PAPRIZ を導入し、上がった収益で借り入れた資金を窓口で返済する際には、現金だけでなく収量の 1~2 割程度の米でもって収めることを義務付ける。これは後ほど説明するマイクロ保険に繋がる。

(ii) マイクロ保険

これは、PAPRIZ 導入での失敗を恐れる損失回避的な農家が安心して PAPRIZ を導入できるような保険でなければならない。また、基本的にマイクロクレジットと同じ窓口で管理する。この保険では PAPRIZ を導入しても前年度より高い収益率が得られなかった場合に適用され、PAPRIZ を行う上でかかった費用を補償する。なお、このサポートを行うにあたっての初期投資は ODA で賄うものとする。マダガスカルは 2011 年時点で 4 億 4100 万ドルの ODA を受け取っており、この内のいくらかをマイクロ保険の初期投資に充てる。その後は、保険に加入している農家が支払った保険料でもって補償する。この際、保険料は現金と米で支払われるものとする。市場が安定していないマダガスカルにおいて、PAPRIZ 失敗に伴って生じる農家の食糧不足を補うには米が、次期の農業投資には現金が有用であると考えられるためである。この現金や米はマイクロクレジット返済時に支払われる、PAPRIZ 導入で収量を上げることに成功した農家から収められた米で賄われる。

上記のような内容で、マイクロクレジットとマイクロ保険を行う事により、資金アクセスが改善され、低所得な小規模農家の PAPRIZ 導入が実現される。それに加えて、PAPRIZ 導入後の失敗を恐れる損失回避的な農家が抱く不安を保険によって解消することが出来る。つまり PAPRIZ を導入するインセンティブを高め、より多くの小規模農家に収益率増加を体感してもらう事でさらなる普及効果が期待できる。

(図 3)



また、損失回避度の低さが PAPRIZ の導入を促すとともに、より正確な方法で PAPRIZ を実践することで生産効率を上昇させることができるという結果が得られた。この両方の分析結果を踏まえて提言したいのが、より小規模な農地を持つ農家への PAPRIZ 普及に力を入れることである。

現在 JICA は定期的に農地を観察し、目の行き届く環境にある農地をモデル農家と定めている。それは PAPRIZ が米の収量を増加させる証拠、先駆けとなり普及を促進させるた

めだ。しかし、そのモデル農家に指定されている農地は、平均農地面積が約 0.32ha と本研究で調査した地域全体の平均 0.16ha より広い。そのうえ、PAPRIZ を導入する以前から比較的裕福な農地である傾向がある。そのためモデル農家の対象となるような大きな土地を持っていないという理由で導入を断念している農家もいると考えられる。このことが、最も同プロジェクトを必要としている貧困層の農家に PAPRIZ 導入に対する動機づけを行うことができている結果を招いている。

そのため今後は、JICA は狭い農地を持つ貧困層の農家をモデル農家とする必要があると言える。狭い農地を持つモデル農家が収量増加を実現させ、その実体験を他の貧困層の農家に語ることで、PAPRIZ は狭い農地でも成功するという認識をより多くの農家に与えることができる。

第4節 小規模なモデル農家の育成

確率的フロンティア分析により、PAPRIZ の実施方法が非効率性に大きな影響を及ぼすことが判明した。調査結果により、JICA 以外から PAPRIZ を教わった農家が 4 割以上を占め、多くが近隣の農家から伝えられたものであることが明らかとなった。JICA から直接指導を受けていない農家には誤った方法が伝わる可能性が高い。正しい方法で実施するためには、農家が JICA など正式な機関から訓練を受けることができる仕組みを作るべきであろう。

そこで、村に最低 1 つ JICA の農地を設け、耕作から収穫までの工程を農家に実際に見てもらい、参加させる。そこで重要となるのが、JICA は貧困層の農家が使っているより小規模な農地で行うということである。これにより、先ほど述べたような導入の要因の妨げも解消できる。加えて、収量が増加することを実際に体験できれば、PAPRIZ の導入促進にも繋がる。一方すでに導入している農家であっても、実施方法を改めるきっかけにもなりうる。ただし、農家が自らこのワークショップに参加することで、初めて正しい方法を知ることができるという自発性を重視しなければならない。そのため、参加した農家に対して報酬を与えてはいけない。報酬を目当てに参加する者が現れる可能性があるからだ。この制度は初めて実施する頃は、多くの農家の参加を期待することはできないことが予想される。しかし、参加した農家の情報提供により収量が上がることが認知されれば、回数を経るごとに参加する農家が増えることが見込まれる。これを毎期繰り返し行うことで、参加する農家も増え、正しい PAPRIZ が普及するのではないかと考えられる。藤家(2010)によるとウガンダでは JICA が開発したネリカ米を普及した際、研修の有無がネリカ米導入の確率に大きく影響を与えることが明らかになっている。

以上のことから、PAPRIZ を導入する農家が増え、さらに効率的に PAPRIZ を行うことができる見込みがある。より稲作農家の収量が増えれば、マダガスカルにおいて 8 割が農業に営んでいることから、農業開発につながる。

第5節 マダガスカルでの農業開発と日本

これまで、マダガスカル農村の貧困脱却を目指すべく、農家の所得増大に焦点をあてた政策提言を行ってきた。また、先にも述べているように、農業に起因する GDP 成長は農業以外に起因する GDP 成長に比べると、貧困削減という点で少なくとも 2 倍の効果があ

ると言われている。これにより、本研究が提示した 2 つのサービスを実践することで、マダガスカルでは PAPERIZ 導入による大幅な GDP 成長が予測される。しかし、貧困削減のためには、持続的成長が不可欠であることは言うまでもない。そのため本研究においては、以下より農業開発における大幅に成長した GDP を最大限に生かせるような政策についても提言していくこととする。

政策提言を行うにあたって、まずインフラ整備の重要性について述べる。日本では、発展途上国の持続的成長のために、インフラ整備に重きを置いている。以下、外務省による発展途上国のインフラ整備の重要性について述べる。都市と農村地域との交流拡大、災害からの安全確保や海外との貿易・投資を促進するための道路、港湾、空港といった運輸、通信などのインフラ整備、教育、保健、安全な水・衛生、居住の場の確保、病院や学校などへのアクセス改善のための基礎社会サービスの拡充に資するインフラ整備、そして、農水産物市場や漁港、農道など地域経済の活性化を目指す小規模インフラの整備などは、発展途上国が経済発展する上で非常に重要な役割を果たす。（外務省「国際協力 分野別開発政策」）

また、TICAD Vで採択された、横浜行動計画 2013-2017 にもその重要性が述べられている。インフラ不足は、高い生産・取引コストを通じて、企業の競争力を低下させるため、ビジネス活動を制約する 1 つの大きな要因である。地方インフラが貧困層の経済活動の改善に不可欠である一方で、アフリカにおける経済統合の重要性に鑑みれば、広域インフラも必要である。主要な生産地及び消費地や、主要都市間を繋ぐ運輸回廊は、特に内陸国の貿易を円滑にする。（外務省「横浜行動計画 2013-2017」）

このように発展途上国の持続的成長にとって、インフラ整備は有用とされており、本研究においても重視するものとする。したがって、農業開発によって大幅に増大した GDP の少なくとも一部はインフラ整備に投資するべきであると考えられる。また、インフラ整備への投資を行うことで、マダガスカルに新たな企業が誘致されることが予想される。加えて、マダガスカルにはいまだ開発がなされていない広大な土地、資源、労働力があることも企業誘致のきっかけになりうるだろう。

ここで、日本とマダガスカルの関係について述べる。2011 年時点での、マダガスカルに対する協力実績において日本は第 5 位となっている。（外務省「諸外国の対マダガスカル経済協力実績」）日本が積極的に援助を行っているマダガスカルにおいて経済成長が進み、より親密な日本との関係を構築することで、現在よりも日本企業がマダガスカルに参入する機会が増えるだろう。

現在マダガスカルの資源に注目し参入している企業は、12 社存在する。そのうち、以下では住友商事の事業を取り上げることにする。2007 年 8 月から鉱山開発事業「アンバドビー・プロジェクト」が開始された。同プロジェクトは、採掘場・精錬工場、インフラなどの施設から社会基盤までを整備する大規模な開発である。日本政府は同プロジェクトが、国内産業に重要なレアメタル(希少金属)のニッケルを調達し、同時にマダガスカルの社会にも貢献するとして、政府開発援助(ODA)で支援する方向である。このようなプロジェクトを行う日系企業の参入はマダガスカルでの雇用拡大や、技術普及などといった人材開発につながるのである。加えて、日本企業にとっては、海外事業への雇用拡大や国内の資源調達需要を満たすことに繋がり、日本の国益にも直結するだろう。

以上のことからマダガスカルで稲作技術の視点から農業開発を行うことは、それに伴い日本の将来のビジネスパートナーを育成することができると言える。日本企業は近年、安い労働力を求めアジア諸国に進出したが、人件費の上昇に悩まされている。(JETRO「アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較」)日本にとって、アフリカが将来ビジネスパートナーとなることは、アジア諸国への輸入供給の集中を分散させることにつながる。

第6節 おわりに

本研究では、マダガスカルにおける PAPRIZ の導入要因と PAPRIZ 導入農家の生産非効率に着目した。貧困率が高い農業国マダガスカルでは、この JICA が推し進めている「中央高地コメ生産性向上プロジェクト」が農家たちの貧困脱却および GDP の成長に直結すると考えたためだ。

まず、導入に関して本研究で明らかになったことはマダガスカルに多い小規模農家より大規模な農場を所有しているほうが PAPRIZ を導入しやすいということだ。また、DVD 1 の視聴と損失回避度の低さが導入に影響を与える。これは JICA が PAPRIZ を普及する際に大きな農地を持つ農家に優先的に投資を行ったことが原因だと考えられる。

次に、PAPRIZ 導入農家の非効率に関しては PAPRIZ の伝達経路、携帯電話使用頻度が非効率に影響することがわかった。非効率が農地より農家の性格、性質に依っているという結果が得られた。PAPRIZ 導入とは逆に損失回避的な人ほど生産効率が高いという結果に至った。

本研究の課題を述べる。政策提言でマイクロクレジットとマイクロ保険を提案した際、農村ごとに窓口を設置する必要があると述べた。しかし、設置費用をどこから出費するのかという資金面の問題を解決できていない。

PAPRIZ による米の収量増加の証明とこれまで JICA がアプローチしてこなかった農家の性格や質という部分での対策が有効だという結果は有意義だと言える。PAPRIZ は 2014 年現在、普及の途中である。より小規模の農地を持つ農家への普及は貧困脱却のためにこれから不可欠になってくる。PAPRIZ 導入によって生じうる損失をいかに管理することができるかが重要になってくると言える。

最後に、本研究を進めるにあたってご指導を頂いた栗田匡相先生、マダガスカルの農村調査において協力して下さった JICA 並びに通訳をして下さった学生の皆様、そして調査を快く引き受けて下さった農村の方々へ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。

先行研究・参考文献・データ出典

【参考文献】

- マイケル・P・トダロ/ステファン・C・スミス(2010)『トダロとスミスの開発経済学』ピアソン
- 世界銀行(2008)『世界開発報告 2008 開発のための農業』一灯舎
- JICA「各国における取り組み マダガスカル」<<http://www.jica.go.jp/madagascar/>> (2014/8/3 アクセス)
- THE HUFFINGTON POST(2013)「TICAD V 開幕、なぜアフリカなのか、試される日本」<http://www.huffingtonpost.jp/2013/05/31/ticad_n_3369181.html> (2014/11/2 アクセス)
- Cornell University College of Agriculture and Life Sciences (2014) “SRI International Network and Resources Center” <<http://sri.ciifad.cornell.edu/>> (2014/11/2 アクセス)
- 外務省(2008)「横浜行動計画 別表」
- Moser Barrett (2002) “The system of rice intensification in practice: Explaining low farmer adoption and high disadoption in Madagascar” Cornell University 2002
- Sipiläinen & Lansink (2005), “LEARNING IN ORGANIC FARMING – AN APPLICATION ON FINNISH DAIRY FARMS” Paper for the XIth Congress of the EAAE (European Association of Agricultural Economists), Copenhagen, Denmark, August 24-27, 2005
- 菅原 秀幸、大野 泉、松島 桂樹「情報通信技術の途上国貧困層への開発インパクトに関する実証分析—ケニアの M-PESA を事例として—」(電気通信普及財団 研究調査報告書 No.28 2013) <<http://www.taf.or.jp/report/28/index/page/P071.pdf>>(2014/10/25 参照)
- 世界経済のネタ帳「マダガスカルの人口・就業者・失業率の推移」<http://ecodb.net/country/MG/imf_persons.html>(2014/10/29 アクセス)
- JICA「MDGsへの協力方針」<http://www.jica.go.jp/aboutoda/mdgs/challenge/policy_africa.html>(2014/10/31アクセス)
- 外務省「ミレニアム開発目標(MDGs)、ポスト2015年開発アジェンダ」<<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/doukou/mdgs.html>>(2014/10/31アクセス)
- 外務省「在外公館医務官情報 マダガスカル」<<http://www.mofa.go.jp/mofaj/toko/medi/africa/madagas.html>>(2014/10/31 アクセス)
- JICA(2011)「マイクロファイナンスに係る開発課題と対応策、JICA の取組み方針案～成長と貧困削減を目指して全ての人々に金融サービスの恩恵を～」(公開セミナー資料)<http://www.jica.go.jp/activities/issues/poverty/ku57pq000004zr4p-att/MF_shiryo_01.pdf> (2014/10/25 参照)
- 明治大学アフリカ研究会 II 期 大竹早紀「マイクロファイナンスへの新規プレーヤー参入について
- サブサハラアフリカに暮らす女性の経済的地位の向上を目指して」(Africa in Global Perspective, Vol.3 No.1)

- <http://www.africakenkyukai.org/12_4_Ohtake.pdf>(2014/10/25 参照)
 農林水産省 農林水産政策研究所 櫻井武司(2010)「アフリカーサブサハラ・アフリカの食料需給動向：コメを中心にー」(平成 22 年度 世界の食料需給の中長期的な見通しに関する研究 研究報告書 第六章)
- <<http://www.maff.go.jp/primaff/koho/seika/project/pdf/jukyu3-7s.pdf>>(2014/10/29 参照)
 櫻井武司「サブサハラ・アフリカのコメ需給動向と政策課題」
- <<http://www.nohken.or.jp/18sekai-kome/18-4-1sakurai2012.pdf>>(2014/10/29 参照)
 劉文君、西島章次(2010)「確率的フロンティア分析を用いたブラジル企業の生産性の実証研究」
- <<http://www.rieb.kobe-u.ac.jp/users/nishijima/dp2010-J01.pdf>> (2014/10/29 参照)
 藤森梓、上池あつ子、佐藤隆広 (2009) 「インド小規模製薬企業の技術的効率性に関する実証分析：非組織部門事業所統計の個票データを用いて」
- <<http://www.rieb.kobe-u.ac.jp/academic/ra/dp/Japanese/dpJ104.pdf>>(2014/10/30 アクセス)
 外務省「横浜行動計画 2013－2017」
- <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/page3_000210.html>(2014/11/03 アクセス)
 外務省「国際協力 政府開発援助 ODA ホームページ」
- <<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/bunya/infrastructure/initiative.html>>(2014/11/03 アクセス)
 住友商事「マダガスカルの持続可能な発展に貢献するアンバトビー・プロジェクト」
- <http://www.sumitomocorp.co.jp/files/user/doc/csr/report/env2013j_12.pdf>(2014/11/3 参照)
 日本貿易振興機構 (ジェトロ) 海外調査部(2013)「アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較」
- <<http://www.jetro.go.jp/jfile/report/07001392/07001392e.pdf>> (2014/11/3 参照)
 World Population Review(2014) "Africa Population"
- <<http://worldpopulationreview.com/continents/africa-population/>>(2014/11/4 アクセス)
 外務省「日本とアフリカ 躍動のアフリカと手を携えて」
- <http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/pr/pub/pamph/africa2013/j_africa.pdf>(2014/11/4 参照)
- JICA「Monthly Jica 2008 April 022 アフリカの変化」
 <<http://www.jica.go.jp/publication/monthly/0804/pdf/01.pdf>>(2014/11/4 参照)