

社会ネットワークの形成と農業生産

— マダガスカル的事例から —*

Social Network and Agricultural Production: Case Study in Madagascar

栗田 匡相

The purpose of this paper is to analyze the effect of social networks on the agricultural production in Madagascar. From 2014 to 2017, several household surveys were conducted in rural Madagascar to capture some factors which prohibit the progress of the new agricultural technology. The estimation result using a stochastic frontier model based on microdata from household surveys shows the positive relationship between variables of social network and agricultural productivity.

Kyosuke Kurita

JEL : D85, O33, Q16

キーワード：マダガスカル、社会ネットワーク、農業生産性、PAPRIZ

Keywords : Madagascar, Social network, Agricultural productivity, PAPRIZ

1. はじめに

近年、アフリカ諸国を中心に、農業生産性の向上が喫緊の課題となっている。その背景には、改善の程度が芳しくない貧困問題の存在、また近い将来に生じる可能性の高い、全世界的な食糧不足への対応等がある。他方、経済学の分野では行動経済学や実験経済学のアプローチが隆盛を極める中で、学術的な見地からも農業生産性の向上に必要な途上国農民の技術革新、技術選択に関して多くの関心が向けられている。

こうした状況の中、「社会実験とネットワーク分析を用いたマダガスカルに

* 本論文における見解はあくまで個人のものであり、所属する組織や JICA、PAPRIZ の公式見解ではないことを付記しておく。

おける稲作技術の受容と伝播」(科研費(15K07637)の助成(2015年度～2017年度)、以後、科研費プロジェクト)ではサブサハラアフリカ諸国の中でも、米を主食とするマダガスカルにおいて、農業生産性向上のために必要となる近代的な農業技術普及について学術的な見地のみならず、実際の政策策定にまで踏み込んだ研究を行ってきた。とりわけ JICA が行ってきたマダガスカル中央高地コメ生産性向上プロジェクト(Projet d'Amelioration de la Productivite Rizicole sur les hautes terres centrales: PAPRIZ)によって推奨されている PAPRIZ 技術パッケージの成果、普及に関する調査・研究を主に行ってきた。本論考は、この科研費プロジェクトの成果の一部を簡潔にまとめたものとなる。

PAPRIZ 技術パッケージ(以後、PAPRIZ)とは、マダガスカルの土地に適した高収量品種を選別し、労働投入(主に除草作業)を押さえるために少量の化学肥料・殺虫剤などを使用、そして安価な除草用の農機具使用を推奨した新たな稲作技術の包括的パッケージプログラムである。2014年に筆者が行った調査(詳細は後述)では、表1のように、PAPRIZ(正式な技術指導あり)使用の農家では、伝統農法に比して、倍以上の収益を得ていることがわかる。

表 1 PAPRIZ とその他農法との収益比較

	収益('000Ar/ha)
PAPRIZ 正式な技術指導あり	972
PAPRIZ 技術指導なし、模倣	343
伝統農法	412
全体平均	430

また、PAPRIZ は優れた稲作技術パッケージというだけではなく、その普及においても大変ユニークな手法によって、認知度を飛躍的に高めた希有な取り組みである。PAPRIZ では、新技術普及のために映画を撮影し、そこに現地の人気映画俳優を起用し、無料、ないしは安価で映画の DVD 配布を行った。結果、国民の多くが PAPRIZ の映画を視聴し、PAPRIZ 技術の認知度を飛躍

的に改善させたと言われている。他方で、その認知が実際の生産活動に結びついたのかどうかの厳密なプロジェクト評価が行われておらず、この革新的で大きな成果をあげたプロジェクトの汎用性や貧困削減、農業技術普及へのインパクトはよくわかっていなかった。

そこで筆者は科研費プロジェクトの予備調査として2014年8月にマダガスカル中央高地の農村（アナラマンガ県の2地域（アンカソベ、マンジャカンドリアナ）とバキナンカラチュラ県（アンチラベ近郊）の1地域の合計3地域）において3週間をかけて13か村、522世帯の農家調査を行い、PAPRIZの政策評価を行った。第2節では、我々の調査の結果を簡潔に紹介し、PAPRIZの成果に関しての評価と課題の抽出を行う。

2. 2014年8月調査について

2.1 調査の概要とその成果

調査村の選定は、原則としてPAPRIZの直接介入があった村と農業生産の状況が似通った比較対象村をペアで選び、地理的ランダムサンプリングの手法を用いて調査対象世帯を選択している。調査村と調査世帯の分布は以下の通り（表2）。なお、網掛けの村がPAPRIZの介入村である。調査は、マダガスカル人通訳（アンタナナリボ大学の学部生・大学院生）1人に対して、日本人学生（1～2名）が調査監督として同行するというスタイルで行われた（下写真）。調査前には講習会を開き、調査員全員に対して、調査票の詳細な解説と注意事項の説明などが行われた。

分析結果からは、確かに伝統農法に比較した際に、PAPRIZの反収は優れており、収益の点で見ても統計的にも有意な差が見られた。また、PAPRIZを採用した農家もその増収の効果をよく理解しており、継続的にPAPRIZによる作付けを行っていることも確認できた。更には、映画の視聴はPAPRIZ技術採用に際し一定程度の効果を持つことも明らかになった。その意味でPAPRIZ新技術の導入は、生産性向上やひいては貧困の削減に大きな正の効果を持っていたといえよう。

表 2 村別に見た調査世帯数

地域名	村名	調査世帯数
マンジャカンドリアナ	Antsahamaina	61
	Antanibe	18
	Anonarivo	16
	Ankaniby	14
アンカソベ	Ambohitromby	98
	Ankazonorona	59
アンチラベ	Andreganichafra	29
	Antanamanjaka	64
	Antanimandry	20
	Tasiratrikamo	19
	Ambohipeno	65
	Ankarinomby	8
	Antanimandry	51
合計		522



しかし一方で、表 1 からわかるように、正式な技術指導が無く、見よう見まねの模倣で PAPRIZ を始めた農家では、伝統農法と同レベルの収益しか得ることが出来ていない。このため 2014 年度に行ったインタビューでは、模倣農家の一部には PAPRIZ に対して否定的なコメントをするものが散見された。

模倣農家の技術や理解力不足といった農家の人的資本、農業スキルの問題として、この現象の要因を考えることも出来ようが、より大きな要因として以下の 4 点を上げることが出来る。1 点目は、マダガスカルにおける化学肥料な

どの供給不足の問題があげられる。2点目は化学肥料などを購入する際の資金不足の問題である。導入に際して初期コスト（化学肥料や殺虫剤の導入、簡易農機具の購入など）がかかるが担保などを保有していない信用制約下にある農家は PAPRIZ を採用したくても出来ない現状が調査からも明らかになっていた。3点目は、田植えの方法が伝統農法と PAPRIZ では大きく異なるため、新技術を導入する際の心理的コストが高く、採用に踏み切れない農家が多くいたことである。実際にリスク回避度や損失回避度などを社会実験によって計測したが、リスク回避的な性向が強い農家ほど新技術採用に慎重な姿勢が伺えた。最後の4点目は、PAPRIZ 技術を導入したいという農家は多くいるもののそれらを学習する機会が限られているというものである。先にも述べたように DVD を見たことや知人が採用したなどの理由で、見よう見まねで擬似的な PAPRIZ 農法を始めた革新的な農家もいたものの、必ずしも収益増に結びついた農家ばかりではなく、むしろ多くの農家が伝統農法と同レベルの反収しか得られていない状況が明らかになった（表1）。

このため PAPRIZ の潜在的な増産効果は非常に大きく知名度も高いものの、その普及率は調査が終了し、PAPRIZ の第一フェーズが終了した 2015 年時点においても低いものであった。これには、先に述べたように信用制約の存在、学習機会の欠如、制約や村内における社会学習の構造が学術的にも実際の農業普及の現場においても明らかになっていないため、効果的な技術普及が行われていないと考えられる。こうした課題を受けて、PAPRIZ の第二フェーズでは、技術の普及を主たる目的として 2020 年まで活動を継続することになった。

2.2 社会ネットワークへの着目

PAPRIZ の実施が増産、増収へと結びついているように、農業の近代化は途上国にとって極めて重要なことだが、化学肥料や高収量品種といった農業新技術の採択には国や地域によってかなりのばらつきがある。こうした技術普及の国別、地域別のバラツキを生みだしている主な4つの理由とは、インフラの未整備、新品種開発施設の不備、技術普及要員の不足などに起因する「①農業技術提供側の要因」、経営規模、人的資本蓄積の違い、家庭内での意思決定プ

ロセスの違いなどの「②農家における個人や世帯の異質性」、新技術が本質的にはらむ収益の不確実性やリスク、またそれを回避するための保険市場の失敗への対応によって生じる「③農業生産における不確実性やリスクの存在」、最後に新技術を導入するために必要な労働力、資金などをタイムリーに調達できないなどの「④労働市場や信用市場の失敗」、である。

近年、これら①～④の課題を緩和するものとして注目を集めているのが社会ネットワーク (Munshi 2011) の働きである¹⁾。Munshi (2011) によれば、社会ネットワークは①新技術情報の提供、②相互保険機能、③労働市場の不完全性や信用制約の緩和、という 3 つの経路を通して農業生産に影響を与える。社会ネットワークに着目した開発経済学分野での研究は、計量経済学のアプローチの差という意味で、ネットワーク変数やその構造などの把握において、Geo-graphical Information を盛り込んで Spatial econometrics の手法を使った分析を行う研究の流れ (Krishnan and Patnam 2013、Nakano et al 2015 など) と Network analysis の手法 (ネットワークの中心性などを調査データから推計) を用いた流れ (Bearman et al 2015) に大別できる。また、RCT による実験を中心にした研究も進んでいる。世帯内の資源配分や妻と夫のネットワーク構造の違いを指摘し、それぞれが異なるネットワークに属する場合に新技術採択がどのように行われるのかを検証する研究や (Magnan et al 2015)、Broeck & Dercon (2011) では、タンザニアのバナナ栽培の生産性向上技術に関して血縁関係、近隣農家、非公式な保険グループのそれぞれの参照集団で、情報の交換が行われているが、実際に生産性の外部性を引き起こしたのは血縁関係のみであることを示した。こうした研究では、情報の方向性 (教え手から教わり手へ) について分析を行ったところにも大きな貢献がある。また、村内の情報共有を効果的に行うためにどのような人間に情報提供を行うべきかの検証や (Ligon & Schechter 2012)、技術普及員と農民との関係に関するフィールド実験 (Kondylis et al 2017) といった社会ネットワークと実際の政策運用

1) ソーシャルネットワークと農業新技術採用の関連性は現在、特に注目を浴びている研究分野である為、良質なレビュー論文が多く出版されている。途上国におけるネットワーク研究全般は Chuang & Schechter (2015)、Foster & Rosenzweig (2010) 等。

のインパクトの関連性を評価するような論文が近年多数出てきている。このように、この分野における初期の研究である Foster & Rosenzweig (1995) や Conley and Udly (2010) らと比較すると、ネットワークの変数をその結びつきのノード数（知り合いの数など）で計測するような以前の手法に比べて、近年の研究は社会ネットワークの異質性に着目するなど、大きな手法的、技術的な改善が見られる。いずれにしても農業生産に関わる研究において、ネットワークの効果を無視した研究には大きなバイアスがある可能性が高いことが理解できる。

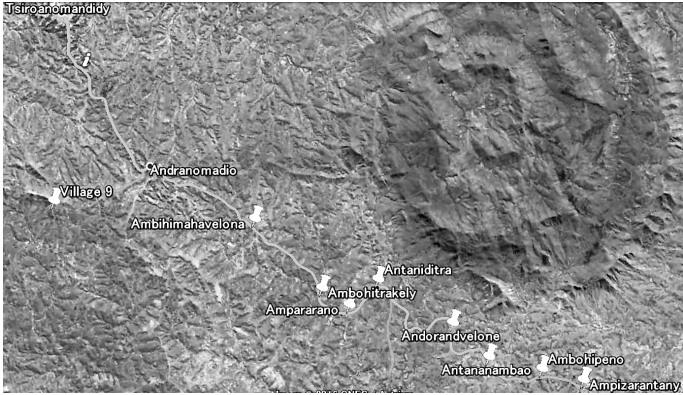
このため科研費プロジェクトでは、①既存研究にあるノード数を中心としたネットワーク情報、②社会ネットワーク構造を村内で表現するための調査、③各世帯の地理情報の取得、の3つの側面から社会ネットワークを多面的に把握、理解するための調査を2015年度～2017年度にかけての科研費プロジェクト実施時期において、予備調査、中間調査なども含めて、合計5回ほど行ってきた。最新の社会ネットワーク研究で用いられている地理情報やネットワーク分析の研究は別稿にゆずり、次節以降は、「①既存研究にあるノード数を中心としたネットワーク情報」の研究成果について概観する。

3. 2016年1月のマダガスカル調査について

3.1 調査の概要

本論文で使用するデータについては、マダガスカルの中央高地にあるブングラバ県チアルヌマンディディ地方（首都アンタナナリボから車で5～6時間程度）の9ヶ村において、1月22日（金）～2月1日（月）の期間に行われた調査から得られたものである。本調査は9ヶ村での調査となっており、総調査世帯数は1230世帯、5300名弱の情報を得ている。なお対象村内世帯数のおおよそ8～9割程度をカバーすることが出来た。世帯員属性（氏名、年齢、学歴、性別、職業など）、世帯属性（世帯人数、農地面積、資産など）といった基本属性のみならず、米生産に関する詳細なデータ、世帯主、配偶者のリスク回避度、ラジオ・テレビといったメディアへの接触、村内の隣人、知人に関する

図 1 調査地の位置



るネットワーク、などの情報も得ている。

村から近隣の都市（県都）までは最も近い Ambihimahavelona で車で 15 分程度（往復 2,000Ar）、最も遠い Ampizarantany で 40 分程度（往復 4,000Ar）となる。なお、農業労働者の平均賃金（day）は 2,500Ar（0.75 ドル程度）である。

3.2 確率フロンティアモデルと推計結果

ネットワークの効果が農業生産に与える影響を推定するために、本研究では、確率フロンティアモデルを用い、農業生産における技術的非効率性の改善要因としてネットワークの効果を捉える。以下が確率フロンティアモデルの推計式となる。

$$\ln(q_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln(z_{ji}) + v_i - u_i$$

ここで u_i が技術非効率性を表す項である。 q_i は米の生産量であり、 z_{ji} は生産投入物（労働者、土地、化学肥料など）となる。技術非効率性を表す u_i には、ネットワークの効果以外に、世帯主の年齢、教育水準、リスク回避度、信用制約の有無、メディアへの接触、等の変数が入る。なお、本分析ではネッ

表 3 確率フロンティアモデルによる分析結果

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
log(land)	0.184*** (0.0243)	0.0799* (0.0472)	0.186*** (0.0246)	0.0831** (0.0326)
log(labor)	0.436*** (0.0253)	0.591*** (0.0617)	0.432*** (0.0253)	0.591*** (0.0255)
Constant	5.394*** (0.132)	3.389*** (0.686)	5.405*** (0.131)	3.346 (0)
Usigma	-2.651*** (0.369)	-7.013*** (1.393)	-2.731*** (0.412)	-7.001*** (1.446)
age	0.0128* (0.00682)	-0.00651 (0.00529)	0.0126* (0.00678)	-0.00636 (0.00511)
education	0.0595* (0.0314)	0.0250 (0.0277)	0.0571* (0.0314)	0.0213 (0.0227)
association	0.0244 (0.245)	0.0600 (0.194)	-0.00760 (0.241)	0.0384 (0.184)
credit constraint	0.0383 (0.0371)	0.0134 (0.0268)	0.0314 (0.0354)	0.0131 (0.0251)
Radio	-0.0297 (0.172)	-0.0284 (0.116)	-0.0345 (0.170)	-0.0359 (0.112)
Risk aversion	-0.134** (0.0565)	-0.117*** (0.0410)	-0.136** (0.0562)	-0.135*** (0.0405)
Num friend(other)	-0.00789 (0.0527)			
Num friend(relat)		-0.206** (0.0809)		
Num agri friend(other)			0.0358 (0.0556)	
Num agri friend(relat)				-0.278*** (0.0484)
Constant	-2.142*** (0.395)	0.128 (0.505)	-2.141*** (0.391)	0.105 (0.304)
E(sigma _v)	0.432	0.742	0.437	0.743
sigma _u	0.266***	0.0300	0.255***	0.0302
Village fixed effect	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	484	484	484	484
Prob > chi2	0	0	0	0
Wald chi2	722.2	346.7	707.6	9018
Log likelihood	-352.9	-522.1	-352.7	-526.1

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 4 変数の説明と基本統計量

変数名	内容	Mean	Std. Dev.	Min	Max
log(output)	前回の雨期作における米生産量 (粳米)	6.96	0.79	5.01	8.48
log(land)	土地 (ha) の対数値	-0.46	1.04	-4.61	1.61
log(labor)	労働投入量 (家族労働 + 雇用労働) の対数値	4.40	1.17	1.61	6.87
age	世帯主の年齢	39.88	14.17	5	86
education	世帯主の教育水準	5.09	2.91	0	16
association	農業組合への参加ダミー： 参加 = 1、不参加 = 0	0.16	0.36	0	1
credit constraint	村内に10万Arの借金が出来る人間が何人いるか	1.39	2.64	0	25
Radio	ラジオ所有台数	0.68	0.55	0	3
Risk aversion	Risk Game (Schechter 2007) に基づく指標。高いほど掛け金上昇	2.99	1.64	0	5
Num friend(other)	日常的に会話をする友人の数 (親類以外)	2.53	1.86	0	5
Num friend(relat)	日常的に会話をする友人の数 (親類)	1.41	1.57	0	5
Num agri friend(other)	農業生産に関してアドバイスを求める知人 (親類以外)	1.38	1.70	0	5
Num agri friend(relat)	農業生産に関してアドバイスを求める知人 (親類)	0.90	1.40	0	5

トワークの質の違いによる農業生産への影響を測るために、親族ネットワークと友人ネットワークの二つの違いを区別し、分析を行った。表3は推計の結果となる。

本分析の新規性としては、5つの異なるネットワーク変数を用いた点である。農業組合への参加、といった標準的な変数だけではなく、社会ネットワークを日常的な会話によるネットワークと農業生産へのアドバイスを得るネットワークに分類し、それらを親族と血縁関係に無い友人とのネットワークで分けることによって、合計で5つの異なるネットワーク変数を利用した。

分析の結果からはリスク回避度、日常の会話を頻繁に行う人数（親族）、農業の相談をする人数（親族）などが、技術的非効率性を改善する要因となっている可能性がある。しかし、本分析においては、あくまで被説明変数である米の生産量とそれぞれの説明変数との相関を見ているに過ぎないため、厳密な因果関係の推計については別稿にゆずりたい。また Munshi (2011) でも述べられているように、社会ネットワークは農業生産に影響を与えるものの、様々な経路を経て影響を与えるため、そうした因果関係を記述するための構造的な推計手法が、本来であれば求められるが、本分析では、そうした諸点に配慮を行うことが出来ていない。今後の課題である。なお、変数の説明、基本統計量は表4に掲載している。

4. 今後の展開について

「社会実験とネットワーク分析を用いたマダガスカルにおける稲作技術の受容と伝播」(科研費(15K07637))では、マダガスカルでの農業技術の普及に際して、農民間の社会ネットワークがどのように働いているのかを、種々の社会実験やフィールド調査によって明らかにしてきた。従来のPAPRIZ普及のプロセスにおいては、まず村内で住民グループを組織し、その後は農民間の社会ネットワークを利用して、自然発生的な社会学習(スピルオーバー)に基づいて普及をはかるという戦略がとられてきた。大陸アフリカの国々ではこうした方法が効果的ではあったが、現時点ではマダガスカルにおいてこうした普及方法が効果的という検証結果は得られていない。

マダガスカルは年間 120kg 程度のコメ消費量を誇るアフリカ最大規模のコメ消費国だが、それでも国内消費の 10%程度は輸入に頼っており、更には世界最貧国家の一つのため、稲作の生産性改善は喫緊の政策的課題である。申請者は 2013 年以降、複数回にわたってマダガスカルを訪問し、調査を続けてきたが、本稿での分析結果を踏まえ、マダガスカルにおける新技術普及の制度的課題として以下の 3 点を指摘したい。一つは稲作の新技術で用いられる化学肥料や種子などの配布、販売、資金回収などを行う業者や制度がマダガスカル農村においてはほとんど存在しないことである。また二点目としては、一般的に社会ネットワークの形成が、典型的なアジア・アフリカ諸国に比べて脆弱なため、それらを基盤とした技術普及の制度設計は効果が薄いという点である。三点目は、数少ない実質的な村内ネットワークの多くが親族によるもので、かつ村内には親族ネットワークが混在し、それらをつなぐ全体の社会ネットワーク機能が弱いため、村長や技術普及員といった特定の個人を介した技術普及は特定の親族のみ（人数は大きくない）を利することにつながる可能性が高いという懸念があげられる。

このように公共的な制度基盤、また社会的なネットワークが脆弱な国・地域で情報や技術の普及を行うことが難しいのは想像に易い。このため、農業近代技術の効果的な普及を実施するためには、マダガスカルの現状に即した組織・ネットワークの制度設計が強く求められている。

そこで今後の研究としては、マダガスカルの各地農村で農業新技術の普及制度設計という現実の制度設計・運用に筆者が中長期的に携わることで、マダガスカルにおいて、現地住民が新技術普及の制度設計にどのように関わり意思決定を行っているのかを明らかにしていく。

参考文献

- Broeck, K. V.D., & Dercon, S. (2011). Information Flows and Social Externalities in a Tanzanian Banana Growing Village. *Journal of Development Studies*, vol.47(2), 231-252.

- Chuang, Yating and Schechter, Laura (2015), Social Networks in Developing Countries *Annual Review of Resource Economics*, vol.7(1), 451-472.
- Conley, T.G. and C.R. Udry (2010) 'Learning about a new technology: Pineapple in Ghana', *American Economic Review*, Vol.100(1), 35-69.
- Foster, Andrew D & Rosenzweig, Mark R, 1995. "Learning by Doing and Learning from Others: Human Capital and Technical Change in Agriculture," *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, vol. 103(6), 1176-1209.
- Foster, A.D. and Rosenzweig, M.R. 2010. "Microeconomics of Technology Adoption", *Yale University Economic Growth Center Discussion Paper* No.984.
- Kondylis, F., Mueller, V., & Zhu, J. (2017). Seeing is believing? Evidence from an extension network experiment. *Journal of Development Economics*, vol.125, 1-20.
- Krishnan P & Patnam M, 2013. Neighbors and extension agents in Ethiopia: Who matters more for technology adoption? *American Journal of Agricultural Economics*, vol.96, 308-27.
- Ligon, E., & Schechter, L. (2012). Motives for sharing in social networks. *Journal of Development Economics*, vol.99(1), 13-26.
- Magnan, N., Spielman, D. J., Lybbert, T. J., & Gulati, K. (2015). Leveling with friends : Social networks and Indian farmers' demand for a technology with heterogeneous benefits. *Journal of Development Economics*, vol.116, 223-251.
- Munshi, K (2011) Labor and Credit networks in developing economies, in *Handbook of Social Economics, Volume 1B*, 1223-1254, Elsevier.
- Nakano, Yuko, Takuji W. Tsusaka, Takeshi Aida, and Valerien O. Pedemonte. (2015) The Impact of Training on Technology Adoption and Productivity of Rice Farming in Tanzania: Is Farmer-to-Farmer Extension Effective?, *JICA Research Institute Working Paper Series*, No.90.