

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 2 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07960

研究課題名(和文) 農業・農村における気候変動の影響と回復力の強化に関する研究

研究課題名(英文) Developing climate change resilience for farmers and rural communities

研究代表者

丸山 敦史 (Maruyama, Atsushi)

千葉大学・大学院園芸学研究科・准教授

研究者番号：90292672

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、気象災害に対する農業・農村の「回復力」に注目しつつ、その脆弱性を国、コミュニティ、世帯レベルで評価し規定要因を明らかにすることによって、頑強な農業・農村を構築するために必要とされる施策を明らかにすることにある。マクロデータを用いた分析では、脆弱な地域が一部固定化される傾向があることが分かった。また、調査データを用いた分析では、標高による地域区分を行いそれぞれに固有の対策を講じるべきであること、被災からの回復日数を短くするためには農家の教育水準を高め収入源を多様化させるという間接的な施策と、災害が身近にない農家に働きかけるより直接的な施策とを同時に採用すべきであることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、フィリピンを典型事例とした途上国の抱える問題、即ち、脆弱性と回復力の向上における障害、農家の気象災害の実態と防災に対する態度の傾向、被災後の効果的な支援策等の策定において考慮すべき要因を明らかにした。これらの知見は、農村開発分野における学術的知識の増大に貢献すると同時に、近年注目されている災害対策に関する人的資本の蓄積や制度整備といったソフト的な国際支援の枠組みを考える際に、有益な情報を提供する。

研究成果の概要(英文)：This study gives insight into the effective measures required to build a robust environment for agriculture, with particular reference to the climate change resilience of rural areas, by assessing vulnerability and examining its determinants to climate disasters at the national, community, and household levels. An analysis based on macro data shows that countries vulnerable to climate change are not changed somewhat over time. Field data collected in the Philippines do that disaster mitigation measures should be taken individually for low altitude areas or slightly higher altitude areas. Moreover, the two kinds of countermeasures should be simultaneously adapted to reduce the number of days to recover from disasters. The one is an indirect method raising the education level of farmers and diversify their income sources. Another is a direct method promoting the response of farmers who are not familiar with disasters.

研究分野：農業経済学

キーワード：フィリピン ND-GAIN DEA

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

様々な地域で、気候変動による影響が深刻化している。アジアでは台風の発生頻度の増加と巨大化による風水害が、アフリカやオセアニアの乾燥地域では干害が、アメリカやヨーロッパではストームによる災害が顕著である。特に農業部門は気候変動の影響を受けやすく、如何にして気象災害に対して頑強な農業・農村を構築していくかが、世界共通の関心事になっている。そこで重要になるのは、気象災害の規模が大きい地域や個人を特定し、何が不足しているかを的確に知ることである。そのためには、気象災害に対する脆弱性(地域が曝露している災害リスクの規模と頻度、災害に対する敏感度、リスクに対する適応能力)及び、被害からの回復力の違いを評価して、様々な角度から理解することが不可欠である。しかし、農業・農村に関するこの分野の研究は大幅に不足している。

2. 研究の目的

気象災害に対する脆弱性の研究は、分析対象をどのレベルに設定するかによってその含意が大きく異なる。国際協調や世界規模の行動指針を決めるためには国レベルの分析が必要であり、国内の施策決定には県・州レベルの分析が適している。その反面、マクロデータの分析結果は、個々人の取るべき行動を考えるには漠然としていて分かりにくい。個別世帯を対象とした分析ではこの種の問題はなくなるが、気象災害には地域で防災活動に取り組んだ方が効果的であるという視点が欠けやすい。その場合は、共同行動をとる範囲、例えば、集落単位での分析が適している。本研究は、気象災害に対する農業・農村の「回復力」に注目しつつ、その脆弱性を国、コミュニティ、世帯レベルで評価し規定要因を明らかにすることによって、頑強な農業・農村を構築するために必要とされる施策を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 気候変動の影響に関する国家間の分析には、University of Notre Dame Global Adaptation Index (ND-GAIN)を用いる。これは気候変動に対する各国の脆弱性と準備状況を表す指標であり、オープンソースのデータとして提供されている。1995年から2015年まで、最大で192カ国のデータが利用可能である(本研究に用いたのは、データの揃っている182カ国)。ND-GAINでは、食料、健康、自然、水資源、インフラの状態を説明する74の変数から、45の指標(コアインデックス)が構成される。さらにその中から、36指標を用いて脆弱性インデックスが、残りの9指標を用いて準備インデックス(経済システムや投資、政府の準備状況を表す指標)が作られている。このようにND-GAINは、多面的な評価がなされている点で高い評価を得ている。本研究では、脆弱性インデックスと、コアインデックスの作成に用いられた変数を再構成した暴露インデックス(将来の気候変動の変化、システムの外部の物理的要因によるストレス量を表す指標)、敏感度インデックス(気候変動の影響の受けやすさを受ける度合いを表す指標)、適応能力インデックス(潜在的な被害を減らし、気候変動の悪影響に対応する能力を表す指標)を用いる。

(2) 村レベルの脆弱性を評価するための調査を、フィリピンルソン島南部(Bulacan, Pampanga, Tarlac, Nueva Ecija)の26村(うち、やや標高が高く稲作が主たる所得源である村が16村、標高が低く内水面漁業、特に養殖、が主たる所得源である村10村)で行った。ルソン島は台風の遭遇率がフィリピンの中でもトップクラスに高く、風水害だけではなく干ばつによる被害も発生し、その被害額は風水害、干ばつともに大きい。また、近年フィリピンでは、CBDO-DR (Citizenry-Based and Development-oriented Disaster Response)やCBDRM (Community-Based Disaster Risk Management)といった地域レベルでの取り組みが重視されるようになっており、村単位の研究が必要とされている。調査対象者は、各村の代表者(村長または村の役員で被害状況がよく分かっている人)である。2017年10月に、調査票を用いた対面式の調査を行った。調査項目は、人口や世帯数といった基礎情報に加え、台風被害の規模と被害からの回復の程度、地域の地形や産業構造、コミュニティの状態、インフラの整備状況、病院アクセス、採用した減災・支援対策などである。指標化には、DEA(Data Envelopment Analysis)を用いることとした。この手法は、比較的小さいサンプルサイズにも適用可能であることから、本研究に適している。

(3) 気候変動の影響と被害からの回復速度、および、予防的行動の違いを農家レベルで把握するため、Tarlac県で農家調査を実施した。同県は、上記の村落調査で訪問した県の一つである。一つの県を対象にすることにより、制度面の違いをコントロールすることができる。また、同県には、産業構成が多様であり、気象災害に対し脆弱な地域とそうではない地域の双方が存在し、さらに、治水工事などの公的な対策も進みつつあるという特徴がある。サンプリングは、Tarlac県下の行政区を被害の多寡で2区分した上で、それぞれからランダムに計8地区(Camiling, Capas, La Paz, Paniqui, San Jose, Santa Ignacia, Tarlac city, Victoria)を選び、事前調整で受け入れ可能であった村に居住する世帯に対して、面接方式の調査を行った。調査は、2018年の9月から10月にかけて行った。

調査項目は、まず世帯属性として、世帯主年齢、世帯主性別、世帯員数、就業状態、学歴、世帯所得、所有資産(車、農業機械)、居住年数、村議会の役員かどうか、危機対応メンバーかどうかについて聞いた。また、農業関連の項目として、経営規模、作付面積、収量、売り上げ、農業経験年数、農業従事日数、農業組合メンバーであるかどうかを聞き、脆弱性に関する項目とし

て、家屋・家財の被害、農業被害、被害からの回復日数、地形、病院までの距離、道路の舗装状況、排水路の整備状況、災害警告標識の有無、病人などの弱者の有無、早期警戒情報の利用程度、ハザードマップの知識、避難訓練や防災講習会への参加度、避難場所を知っているか、排水ポンプ・救急箱・食料品の備蓄・貯蓄の有無、避難・災害に伴う食糧難・緊急物資の支援・医療支援・人的支援・財政支援・保険の受け取り・農業物資の支援の経験の有無を聞いた。2016年から2018年(夏まで)について、被害は5段階、回復日数は6段階で調査した。連続変数として扱えることのできる変数は偏差値化し、類似した変数、相関の高い変数についてはそれらを平均するなど対応をとった。

(4) Tarlacの農家調査を補完する目的で、対象地域を拡大したアンケート調査を行うこととした。分析手法の継続性、分析結果の比較可能性を高めるためには対面による調査が望ましいが、途上国において広域の対面調査を行うことは、予算的、時間的に極めて難しい。そこで今回は、依然として強い制約があるものの、調査環境が整備されつつあるインターネット調査を行うこととした。基本的な調査項目はTarlacの調査と同一であるが、インターネット調査でも回答が得られるように大幅に簡略化している。調査対象は、ルソン島を中心とするフィリピン北部(マニラ首都圏、Region 1、Region 2、Region 3)とし、さらにマニラ首都圏・バギオ市、アンジェラス市、オロンガポ市、ルシーナ市を都市部、その他を農村部と定義した。サンプルの抽出条件は、農家(125件、以下農村部の農家は「農村農家」、都市部の農家は「都市農家」と表記)と、比較対象として農村部の非農家(110件、以下「農村非農家」と表記)及び、都市部の非農家(110件、以下「都市非農家」と表記)とした。農家としての登録モニター数が極めて限られており、信頼できる抽出率が想定しにくいことから、農村農家・都市農家別のサンプル数割り当ては行っていない。

4. 研究成果

(1) 脆弱性インデックスの時系列変化は、総じて減少傾向にあることが分かった。また、対象国を17地域に分類しその平均値の変化を追うと、2010年までは地域間格差が拡大する傾向があり、その後は格差が縮小する傾向が見られた。格差拡大の背景には、南米やアジアといった地域では脆弱性が改善した一方で、北部を除くアフリカ諸国ではほとんど改善が見られないという構造がある。敏感度インデックスは、時系列変化が大きい長期にみれば改善傾向にあった。また、適応能力インデックスは、時系列変化が相対的に小さくほぼ一貫した改善傾向がみられた。これらのファインディングスのみで判断すれば、時間が経てば脆弱性の水準が改善するといった印象、もしくは、経済成長に伴い状況が改善するといった印象をもつ。しかし、クロスセクションデータを用いた分析によれば、経済水準(一人当たりGDP)と各指標との相関は、最も数値の高いケース(適応能力インデックス)でも0.6程度であり、経済成長のみに脆弱性改善の効果を期待することは難しい。また、適応能力・敏感度インデックス間の相関係数は0.5前後であり、強い相関は見られない。即ち、気候変動に伴う脆弱性を向上させるには、特定の変数を改善するのではなく、個々の能力を総体的に向上させる努力が必要である。なお、暴露インデックスは、時系列変化がない各国に固有の数値である。

1995年から1997年の三か年平均値(以下、96データ)と2013年から2015年の三か年平均値(以下、14データ)を用いて、各国の類似性がどのように変化したかを調べた。まず、階層クラスター分析を行い、いくつかのグループに分けるのが適切かを検討した。デンドログラムは、2時点とも、まず大きく2つに分かれ、その後、3もしくは5グループに分かれることを示した。グループ数が少ないと分類された国の変化が少なく、類似性の時系列変化が把握しにくい。そこで、5つのグループに分けることとした。そして、分類グループ数を5にした非階層分類(k-means法)を適用した。96データを用いた分析では、⑦インデックスともに良好で脆弱ではないグループ、やや脆弱で適応能力が劣るグループ、やや脆弱で敏感度が劣るグループ、脆弱で適応能力が劣るグループ、脆弱で敏感度が劣るグループに分類できることが分かった。また、14データを用いた分析では、⑦3インデックスともに良好で脆弱ではないグループ、④一般的に少し数値が劣りやや脆弱なグループ、⑦やや脆弱で敏感度が劣るグループ、③インデックスともに良好ではなく脆弱なグループ、④3インデックスともに③より数値が悪く脆弱なグループに分類できることが分かった。96データで⑦を構成する国々は、14データでも脆弱ではない⑦のグループを構成していた。他方、96データで最も脆弱な④グループを構成する国々は、その6割が14データで最も脆弱な④に分類され、残りの国々はやや脆弱性が改善された③のグループに移行している。③と④との大きな違いは敏感度にある。気候変動に影響されにくい社会経済構造にすることは、脆弱な国々にとって変化させやすい(変化しやすい)部門なのかもしれない。

(2) DEAを用いた脆弱性研究はあまり多く行われてない。通常、脆弱性のインデックス化には、単純平均(均等なウエイト)、主成分分析、AHPを用いた専門家の評価を用いた方法が用いられる。しかし、単純平均は変数間の影響力の差を考慮していない点、主成分分析は比較的大きいサンプルサイズが必要である点、AHPは評価対象者の個別データとウエイト計算のための専門家の評価データが必要になり調査コストがかかる点などにデメリットがある。DEAは、比較的小さいサンプルサイズでも分析が可能で、調査対象(DMU: Decision Making Unit)がスコアを上げる

ために何をすべきかを、参照対象となる優れた DMU との比較において明示できるという点に他の手法にはない利点がある。また DAE では、何かが投入されて何かが生産されるという関係(インプット - アウトプット関係)を想定した分析が一般的である。しかし、脆弱性インデックスを構成する変数には、インプットにもアウトプットにもなりうるものが存在する。従って、一つの変数をインプットかアウトプットか色づける考え方はなじまない。そこで、脆弱性の改善に対しプラスの影響を与えるものをアウトプット、マイナスの影響を与えるものをインプットとして考える Hashimoto and Ishikawa(1993)モデルを採用した。

村落を対象とした聞き取り調査では、現地に出向いた際に資料不足で正確なデータが得られないことがしばしばある。本調査でも、事前に用意したいくつかの調査項目について、データが村に存在していない、または、記憶が不完全なために回答が得られないものがあった。それらを除外し、サンプル数の半分以上に DEA に用いる変数数を抑えるという方針の下で変数選択を行った。試行錯誤の結果、最終的に次の変数をインデックス作成に用いることとした。小さいほど望ましい変数として、災害遭遇度、人口密度、病院までの所要時間、復旧までの日数を採用し、大きいほど望ましい変数として、被害緩和のための対策数、地域社会の結束度の強さ、開発プロジェクトの実施回数、被害後の支援程度を採用した。分析結果は、脆弱性を向上させるためには災害遭遇度、人口密度を減らし、被害緩和のための対策数、開発プロジェクトの実施回数を増やすことが有効であることを明らかにした。また、調査対象の地域は、標高は総じて高くはないものの様ではなく、水面に近い標高の低い地域とやや標高の高い地域が隣接しているという地形をとっている。そこで、標高の低い地域とやや標高の高い地域とにサンプルを分けた分析を行った。その結果、標高の低い地域では人口密度の高さ、被害緩和のための対策の少なさや開発プロジェクトの不足が脆弱性を上げていた。他方、やや標高の高い地域では、災害遭遇度の高さ、社会結束度の不足が脆弱性に悪い影響を及ぼしていた。これらの結果は、住環境が異なると必要な対策が大きく異なることを示すものである。両地域の社会経済構造をより詳細に検討した上で、それぞれに適した減災対策を講じることが必要であろう。

(3) Tarlac の農家調査で得られたサンプルは 120 戸、代表的なサンプル属性は以下のとおりである。まず、世帯主の年齢は 54 歳、女性が世帯主であるのは 1.7%、世帯員数は 4.1 人、世帯主の 22% が短大以上の最終学歴を有し、世帯主のおおよそ半分が農外で就業しており、マニラや海外から送金を受けているのは全体の 3 割程度の農家であった。販売金額から計算した収入の構成比は、米が 57%、コーンが 29%、野菜が 2.8%、畜産が 8.3%、その他が 2.9% となっている。気象災害については、2016 年から 2018 年の平均値で、39% の農家が家屋に、44% が圃場(水田)に、34% が灌漑設備への被害を報告している。被害の深刻さは、家屋よりも圃場の方が大きい。被災農家の平均被害規模は 2017 年が最も小さい。2018 年は 2016 年に比べ被害規模は同程度かやや小さいものの、圃場と灌漑施設の回復期間は少し長くなっている。調査農家から、完全に復旧する前に次の災害が来る、抜本的な対策ができていない、災害の規模が大きくなる中で十分なサポートが受けられていないといった意見が聞かれた。先の傾向はそれを裏付けるものであるが、2018 年に入って支援そのものが減っているのか、支援のミスマッチが起きているのかといったことについては、残念ながら今回の調査では明らかにできなかった。

回帰分析の結果、災害規模に明確な地域差があること、回復日数は、総じて災害規模が大きく、災害弱者がおり、低地に位置しており、送金を受けているほど長く、教育水準が高く、災害警告の標識が有るほど短い傾向があることが分かった。そして、学歴が高い、もしくは、所得が高い人には、防災に関する情報(ハザードマップの知識)があり、早期警戒情報などをよく利用している人が多いという傾向も見出せた。また、防災に対する準備度を、避難場所を知っているか、排水ポンプ・救急箱・食料品の備蓄・貯蓄の有無の変数で測り個人属性に回帰させたところ、教育水準が高く、被災サポートを受けた経験があり、農家組合に属しており、若い世代の村役員ほど準備が進んでいる傾向があった。避難訓練等への参加度は、農業組合のメンバーであり、教育水準が高く、若い村役員であるほど高くなる傾向があった。統計的に有意な説明変数のうちで比較的共通していたのは教育水準である。大卒以上であることが災害リスク認知と適応力の向上に寄与するわけだが、所得水準が低い世帯で高い教育を受けることは難しい。この分野には、中長期的な支援が必要だろう。また、災害警告標識や被災経験の有無といった変数は、災害の身近さを測っているとも言える。期待通り、災害が身近な人ほど準備が整っており、回復力も高い傾向が見られた。しかし、異常気象が起こりやすい状況下では、災害が身近でない人への対応がより重要になるため、この様な人々を啓発する効果的に対策が必要である。

(4) インターネット調査では 345 件のサンプルが収集され、都市農家・農村農家はそれぞれ 41・84 という数になった。都市農家の 6 - 7 割、都市非農家の 9 割がマニラ首都圏に集中している。他方、農村農家・農村非農家の住居は比較的ばらついておりサブサンプル間の違いは小さい。また、都市農家・農村農家の半数が自作地を持っている。回答者の年齢については、当初予想の通り若い世代(20 代後半から 30 代後半)が多かった。農家の高齢化はフィリピンでも進んでおり、その点でネット調査のサンプルはフィリピンの農家を代表しているとは言えない。他方で、対面調査には、世帯主として少数派である若い世代の意見が反映されにくいという欠点がある。従って両者は、補完的に用いる必要がある。平均世帯所得は、農村農家が都市非農家・農村非農家に対して有意に低かった。他方で、都市農家・農村農家間には、有意な差は見られない。都

市農家・農村農家の経営面での違いは、都市農家が稲作・コーン・野菜で構成されるのに対し、農村農家はそれらに畜産・養殖が加わり多様になっている点にある。

自宅周辺の台風被害の程度にサブサンプル間の違いはほとんどなく、都市・農村間の差異も小さい。また、都市農家・農村農家では、自宅周辺よりも圃場を中心とした農業被害の方が大きいと評価されていた。これは、Tarlac の農家調査とも整合的な結果である。農業被害の深刻さについては、本調査の方が Tarlac の農家調査よりも大きい傾向にあった。災害後のサポートの違いについてみると、都市非農家・農村非農家よりも、都市農家・農村農家の方が人的・金銭的サポートを受けている割合が高く、更に都市農家は農村農家よりも高かった。全体として、本調査の方が Tarlac の調査よりサポートを受けている人の割合は大きい。これには被害の大きさに加え、支援制度や支援組織の違いが反映している可能性がある。日常生活の回復日数(台風による被害から日常の生活が被害前の状況にほぼ戻るまでの日数)を聞いたところ、1週間程度に最頻値があった。他方、農業被害については1ヶ月程度に最頻値があり、1シーズンそのものが失われてしまうケースも2割程度あった。回復日数についての回帰分析では、年齢が高く、農業依存度が高いほど回復に時間が掛かり、災害対策のための経済的な貯えあるほど回復に要する日数は短い傾向が統計的に支持された。また、農業被害に限定した分析では、収入源が多様であり、低地より高地の回復日数が短くなる傾向があった。標高で代表される地域性が気象災害の強弱を規定するという関係は、村単位の調査(DEA分析)でも検出されている。地域をまたいだ支援策を講じる際には、この点への考慮が必須であろう。

冒頭にも述べたように、農業実態の把握にインターネット調査を用いることは、必ずしも確立した手法ではない。しかし、気象災害への取り組みを研究対象とする場合、やや広域の調査から全体像を把握し、地域間の違いを相対化することが必要になる。従って、途上国の農村研究においても、インターネット調査は学術的に有効なツールにならなくてはならない。今後、ネット調査に参加している農家の特徴が把握され、その上で、分析結果がサンプルの特徴(例えば、ネット調査では若い世代が多く、地域的な広がりがあるなど)による違いを反映しているのか、調査方法によるもの(対面調査では質問数に余裕があり様々な角度から回答の整合性をチェックすることができるが、ネット調査ではそのような作業は難しいことなど)を反映しているのかといった、より高度な検討を加える必要があろう。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----