

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 17 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450306

研究課題名(和文) 気候変動に対する途上国農業の脆弱性評価と適応可能性に関する研究

研究課題名(英文) Agricultural vulnerability and adaptation potential to climate change in developing countries

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) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、気候変動により深刻化する気象災害に着目し、特に農業との関連において脆弱な地域や世帯を特定し、影響を与える要因を明らかにすることにある。資料は、水害リスクの高いフィリピンと干ばつリスクの高いセネガルで収集した。分析結果は、脆弱性インデックスの評価項目の重要度に対し統計的に有意な影響を与える要因は少ないこと、脆弱性インデックスは複数の要因によって決定されており単一の変数で代表させることは難しいこと、脆弱性の水準についてフィリピンでは地理的属性が、セネガルでは農家属性が相対的に強く影響していること、被害の受け易さと被害後の回復の速さには単純な関連が見いだせないこと等が明らかになった。

研究成果の概要(英文)：The objectives of this study are to identify regions and households vulnerable to climate disasters recently worsen by climate change, and to examine the determinants of climate vulnerability in special connection with agricultural production in developing countries. Data was collected in the high flood-risk country, the Philippines, and the high drought-risk country, Senegal. Our results show that most of the experts' characteristics do not give significant effects on the weight structure of vulnerability index, that the index is determined by multiple factors, that the level of vulnerability is affected by geographical factors in the Philippines and, in contrast, by farm household characteristics in Senegal, and that it is difficult to figure out the simple relationship between vulnerability and resilience.

研究分野：農業経済学

キーワード：気候変動 農業 脆弱性

1. 研究開始当初の背景

地球規模の気候変動は、我々の生活に大きな影響を与えている。台風の大型化や干ばつの大規模化は気候変動による被害の典型例であり、地域の社会資本に破壊的なダメージを与え、食料の確保を著しく難しいものにする。被害の一部は、治水工事や灌漑施設の設置というインフラ整備により軽減される。しかし、経済的基盤に乏しい発展途上国では、そのような対策を早急かつ大規模に行うことは困難である。即ち、小規模なインフラ整備や人的な支援システムを、最も必要な人・地域に優先的に供給することが実効性のある対策であり、そのためには脆弱な地域や世帯を特定するための調査研究が必要となる。

2. 研究の目的

本研究は、気候変動により深刻化する気象災害(風水害と干ばつ)に着目し、特に農業生産との関連において、どのように脆弱な地域と世帯を特定すべきか、それらにはどのような特徴があるのか、脆弱性向上のためにはどのような施策が必要か、といった事について実証的な考察を加えることを目的とするものである。

3. 研究の方法

分析手法は、インデックス(指標)分析と要因分析に大別される。インデックス分析は、気候変動脆弱性に関連する情報を要約するために行うものであり、従って、世帯の脆弱性の多面的評価と脆弱なグループの特定に貢献する。気候変動脆弱性は、一般に「曝露量」、「敏感度」、「適応能力」という3要素の関数と考えられている(IPCC2001 報告)。曝露量は水害や干ばつ等に遭遇する頻度、敏感度は気候変動災害の受けやすさ、適応能力は災害についての潜在的な対応能力(通常は、災害に関連する知識のレベルや所得水準で測定)のことを指している。これらの要素のうち、曝露量は地理的または気候的に決定され、他の構成要素は主にコミュニティや個別世帯の社会的・経済的特性に関連している。

要因分析は、被災規模や脆弱性インデックスと世帯・地域属性との関連性を統計的に明らかにするものであり、どのような要因をコントロールすれば効率的に被害を軽減させ、脆弱性を向上させようかということについての知見を提示する。統計的分析手法には、被災規模や脆弱性指標を連続変数と見なし最小二乗法を用いる、もしくは、当該変数を順序変数化しプロビット分析を適用するなど、複数のアプローチを適用し相対的に当てはまりの良いものを最終的なモデルとして採択することにする。

分析のためのデータは、農家(世帯)調査と専門家(キーパーソン)インタビューによって収集する。調査の対象地域には、気候変動により気象災害の頻度と規模に大きな変化がみられ、既に研究基盤の整っている地域

からフィリピンとセネガルを選定した。フィリピンは、特に水害について気候変動脆弱性の高い地域とされている。加えて近年は、エルニーニョとラニーニャの両影響を強く受けるため、水害と干ばつといった一見対極にある自然災害の発生頻度が共に増加する地域としても注目されている。他方、セネガルは西アフリカに位置しており、干ばつの影響を強く受ける地域である。しかし、長期的には、気候変動の影響から豪雨型の雨量増加が見込まれており、水害の増大も懸念されている。何れの国でも気候変動対策についての社会的関心はとて高く、調査研究プロジェクトも相次いで立ち上がっている。以上のような社会・気象環境は、両地域が脆弱性研究の対象地域として適切であることを示唆するものである。

4. 研究成果

(1) インデックス分析

まず、世帯別の脆弱性インデックスを作成するため、フィリピン・ラグナ州(北部ルソン島中部)において気候変動に伴う自然災害の影響を調査した。調査は2段階で構成されている。まず、インデックス作成に用いられる項目(インデックス評価項目)について、それらが脆弱性を規定する要因としてどの程度重要であるかを専門家にインタビュー調査した。次に、世帯調査を通じ、インデックス項目を構成する各種変数(年齢、世帯構成、所得構成、災害対策、知識・教育水準など)についての情報を得た。

インデックス評価項目は、既往の文献を精査することにより、以下のように特定した。

【適応能力の評価項目】「経済的資源の不足」(調査変数:実質資産の市場価値、1人当たりの収入、預貯金、借入金、土地)

「支援体制の不備」(調査変数:復旧作業を支援する近隣人数、保険額、政府から受け取る金額、「知識不足」(調査変数:台風に関するクイズの正解率、研修参加者数、世帯主教育年数、世帯内最大教育年数)

【敏感度の評価項目】「収入の不安定さ」(調査変数:台風による失業率、所得源・所得者の数、他の村における資産額、過去の災害による被害)「災害時の弱点」(調査変数:住宅の築年数、最寄り病院までの時間距離、病人の数、高齢者の数、乳幼児の数、平地・傾斜地の別)なお、曝露量は調査地域が小規模であるため、「地域内で一定」とした。

インデックス評価項目の評価者の選定にあたっては、フィリピン大学ロスバニオス校の教員と研究員から、気象災害や地域活動に関連する領域を専門とするものを中心に、特定の領域に偏らないように配慮した。具体的には、地域医療/社会サービス(4名)、経済学(5名)、林学/生態学(3名)、農学/環境学(5名)の計17名である。得られたサンプルの属性は、凡そ半分が40歳未満で、60%が女性であった。

「調査変数」についての資料を得るための世帯調査は、ロスバニオス州の平地に位置する村から22世帯(Santa Clara Sur村5世帯、Pansol村8世帯、Bayog村9世帯)、傾斜地に位置する村から15世帯(Bagong Si lang村4世帯、Mayondon村11世帯)を得た。世帯員数の平均値は5.6人、世帯収入の平均値は262千ペソ、世帯主の平均年齢は51.0歳であった。所得の平均値は平地の方が高く、台風による所得損失額の平均値も平地の方が高かったが、後者においては傾斜地の村間差異が極めて大きいという特徴があった。

調査対象としたロスバニオス州は、直近、2014年にTyphoon Glendaによる大きな被害を経験している。そのため、多くの世帯が「被災回復」といった状況を体験しており、記憶も新しく、社会的脆弱性を評価しやすい状況にある。しかし、所得面では比較的豊かな州の区分に分類されることから、本研究の結果には、フィリピンにおける中間層以上の脆弱性の現状が強く反映される傾向があり、貧困地域のそれを代表するものでないことに注意が必要である。

インデックス分析の結果は、以下の2点に要約することができる。

第1に、インデックス評価項目の重み(ウエイト)は、平地・傾斜地といった地理的特徴により大きく異ならない、即ち、平地・傾斜地とも同じようなウエイト構造を持っていた。また、専門家の学問分野やその他の個人属性もウエイト構造に統計的に有意な影響を与えていなかった。このことは、脆弱性の規定要因、もしくは、脆弱性を改善するために何が必要かについて、専門家間で共通の認識が形成されていることを示唆している。また、ウエイト評価に付随して、気候変動から地域を守るための効率的な支援策は何かと専門家に聞いたところ、「台風と予防対策に関する教育」と「コミュニティ内の効率的な協力」が必要であるとの回答が多かった。

第2に、算出された各世帯の脆弱性を3分位に区分し、順序プロビット分析を行った結果、「経済的資源の不足」、「収入の不安定さ」、「弱者の数(病人の数、高齢者の数、乳幼児の数)」、「支援体制の不備」といった項目が分類に有意な影響を与えていた。評価変数のスコアに対する回帰分析の結果では、「世帯内最大教育年数」と「世帯における労働者の割合」といった変数が有意な影響を与えていた。これらのことは、脆弱性インデックスは複数の要因によって決まる構造になっており単一の変数で代表させることは難しいこと、地方自治体が社会的に脆弱な世帯を特定した上で、気候変動に関する教育機会の提供、深刻な気象災害の潜在的リスクを減らす方法についての情報提供、人的な相互扶助体制の整備や経済的支援を行うことの重要性を示している。

(2) 要因分析

フィリピン

農家の脆弱性を規定する要因を把握するための調査票の設計と調査地を選定するため、ラグナ州に属する村のリストから地理的要因が違い、栽培作物の異なる46ヶ村を有意抽出し、面接形式の調査を行った。質問項目は、村のプロファイル(面積、土地利用、世帯数、地理的情報、産業構造)、農業気象災害の状況、気候変動への対応策と阻害要因などである。調査村の内訳は、アグロフォレストを基幹とする村が9、トウモロコシ作を基幹とする村が3、漁業・養殖業を基幹とする村が11、稲作を基幹とする村が13、野菜作を基幹とする村が10である。

調査の結果、以下のことが明らかになった。アグロフォレストと野菜作の村は山間地に位置することが多く、他の村に比べてやや利便性が悪い。コミュニティ活動はこれら山間の村でも活発に行われているものの、災害時の避難や救援の面で脆弱性は高い。最もコミュニティ活動が盛んなのは漁村であり、それに稲作の村が続いていた。これらの地域では、生産活動や防災活動を協力して行う習慣があり、災害時の復旧活動などでも協業する基盤が既に出来ているものと思われる。最も活動水準が低かったのはトウモロコシ作の村であったが、その背景については十分な情報が得られなかった。

また、気象災害対応の阻害要因については、いずれの村も資金不足を挙げた。台風が巨大化しているため被害そのものが大きくなっており、被災後の復旧作業には人的な支援に加えて従来以上の資金面での支援が必要であるとのことだった。資金不足に次いで、気候変動や気象災害についての教育・情報提供の不足が、阻害要因として挙げられている。住民参加型の防災、減災、復旧を目指す場合、この点への配慮は不可欠となる。被害規模については、アグロフォレストと稲作の村で大きく、被害率はトウモロコシ作、野菜作、アグロフォレストの村で高かった。

以上のような村落調査の結果を反映させ、平地に位置し災害規模は大きいが高被害率は低い稲作地域と、山間部に位置し被害率が大きい野菜作地域を農家調査の実施地域として選定した。具体的には、ラグナ州の10村(Bangyas, Hanggan, Dayap, Masiit, Perez, Abo, Silangang Lazaan, Kanluran Lazaan, San Francisco, Bukal)の農家リストから訪問農家を選び、最終的に110件の農家(それぞれ、12戸、10戸、12戸、12戸、9戸、13戸、10戸、10戸、10戸、12戸)からデータを得た。

また調査票には、以下のような調査項目を設定した。第1に気象リスクの暴露や感受性に関する項目として、干ばつや風水害による作物別の被害状況、圃場の位置と土壌状況、世帯の収入構成などを、第2に、被害への対応や対応能力を測るための変数として、被害を軽減させるためにとった対策、復旧に要す

る時間、世帯主及び世帯員の年齢・学籍、就業状況などを設けた。

分析の結果、稲作地域は水害が頻繁に起きているものの被害規模は干ばつの方が大きいこと、他方、野菜作地域では水害に加え強風による被害が大きいこと、被害軽減対策や被害後の対応に作物間・地域間の違いがみられること、被災からの復旧には平均で2カ月程度の時間が必要であることなどが明らかになった。

また、干ばつ被害に遭った農家は全体の3割程度、水害の7割より大幅に少なく、風害は、対照項目として調査した病虫害と同様にほぼすべての農家が経験していた。干ばつの被害率(農家の推定値)は30-50%(平均38%)であり、風害のそれは30-80%(43%)、水害のそれは10-70%(45%)となっており、病虫害の10-60%(30%)と比べると、風水害の深刻さがよく分かる。作物別にみれば、稲作は風水害の影響が大きく、野菜と果樹は風害が主であった。被害率は、ともに40-50%程度で大きな差はない。

農家が経験した最大の平均被害率(発生頻度を係数に加重平均したもの)を農家属性などで回帰したところ、平均被害率には地域差があること、風水害が多いこと、女性世帯主や高齢者が多い世帯で高くなること、地形や地質の影響を受けること等が明らかになった。また、農業被害を軽減させるためにどのような工夫をしているかを聞いたところ、予め提示した24個の選択肢のうち、農家当たり1個から4個のオプションを実施しており、具体的には、播種時期の変更、作付規模の変更、灌漑の開始、排水の整備、農薬肥料の積極的利用と答えたものが多かった。稲作地域の農家は、野菜作地域の農家より多くの対応策を取ることが可能であり、その点で野菜作農家の脆弱性向上のポテンシャルは制限されていることが分かった。

回復期間の平均値は65日となっており、3か月以上の期間を必要とした農家も多い。期間が長いものは、圃場だけではなく水路などのインフラに影響が出た場合である。回復期間を農家属性などで回帰したところ、明確な傾向は観測されなかった。被害の大きさに地理的社会的差異があるという先の結果に照らして考えると、被害の大きさが必ずしも回復期間の長さを意味しないという傾向が見えてくる。被害の大きさと回復期間の長さが別々の要因によって決定されるならば、回復力に着目した詳細な研究を行った上で、それらを含む施策を考える必要がある。

セネガル

フィリピンでは風水害が主たる農業災害の原因であったが、西アフリカに位置するセネガルでは干ばつ被害が主たる気象災害となる。調査対象地域は、調査基盤が既に成立しているカオラック州とした。同地域は、1970-80年代に深刻な雨不足を経験し、大

な単収低下に見舞われた。近年は、雨量の増加傾向により干ばつ被害は軽減されつつあるものの、依然として厳しい栽培条件に晒されている。カオラック州の主たる産業は農業であり、1期作の天水農業が一般である。調査対象地域の年間雨量は650-850mm程度で、降雨日数は40-50日程度である。

セネガルは3つの州(県)から構成されており、それらは北部・中部・南部地域に該当する。カオラック州は中部に位置し、3つの地域から構成されている。各郡のうち、州全体の10%以上の人口を有し(人口規模が大きい)、人口データが入手可能だった郡を対象に、人口の比例確率抽出法により調査対象郡(8郡)を選定した。次に、選出された各郡を構成する村の人口による比例確率抽出を行い、12村を選定した。最後に選出された12村において村長から入手した農家リストを用い、調査対象となる12名の農家をランダム抽出した(調査件数は144件)。

サンプルの平均年齢は52歳、セネガルで一般的なウォロフ族(農耕民族)が最も多く、次いで遊牧民を起源とするプル族、農業・漁業民族のセレール族が続いた。学歴については、公用語を用いたフランス語教育学校に通った経験のあるものは少ない。他方で、イスラム学校(イスラム教指導者の自宅に住み込みでイスラム教の教えを学ぶ)を最終学歴とするものが過半数を占めた。また、先祖代々受け継がれた家に住んでおり、70%の農家は50年以上の居住年数だった。また、農家の収入源をみると、耕種農業と畜産からの収入が多く、商店を営んでいるものも比較的多い。仕送りや土地の貸し借りなども行われている。収入源について、民族的な差異はあまり大きくない。

干ばつによる農業被害は直接的に食料消費に影響を与える。干ばつ時の食糧不足がどの程度のものであるか、干ばつの影響のみを抽出して評価することは難しい。そこで、干ばつは食料不足時の消費水準に特に大きな影響を与えることから、食料不足時と食料充足時の消費水準の差を調査し、その傾向を分析する。この地域では、年1回の雨季を利用した1期作が主流であるため、収穫期後の11月頃が食料充足期となり、翌年の収穫前の時期が食料不足期となる。

食料充足期と食料不足期の消費量を比較すると、全体的に食料不足期の消費量が低いものの、主食であるコメ、ミレット、メイズでは減少の程度が小さかった。主食については、食料不足期を見越した消費水準の管理が行われているものと思われる。また、1人当たりの日摂取カロリーを計算し比較したところ、食料不足期と食料充足期の平均値はいずれも成人が1日に必要なカロリー(1800-3000kcal/日)の下限には達していたものの、中間地である2400kcalに満たない世帯は多い(充足期、不足期でそれぞれ33%、64%)。このことは、慢性的に食料不足の状態にある

世帯は食料充足期でも一定程度存在しており、食料不足期にはその数が大幅に増加することを示している。干ばつの被害が深刻な場合は、この水準を大きく上回る被害が発生するであろう。なお、カロリーの算出には、コメ(370Kcal/100g)、ミレット(351Kcal/100g)、メイズ(362Kcal/100g)、ソルガム(349Kcal/100g)、カウピー(342Kcal/100g)、ラッカセイ(589Kcal/100g)、魚(ニシン118Kcal/100g)を用いている。

調査対象農家の作付け状況を見ると、調査対象農家の90%以上がラッカセイとパールミレットを栽培していた。それらの栽培面積は他の作物より大きく、農家の栽培総面積に占める2作物の割合は80%以上になっている。ラッカセイは換金作物、パールミレットは主食作物としての役割がある。トウモロコシやカウピーといった作物がそれらに次いで栽培されており、更に、ピサップ、ゴマ、陸稲、野菜といった作物もマイナーながら導入されている。しかし、総じて特定の作物に栽培が集中する傾向があり、栽培作物の多様化による脆弱性向上効果は見込まれない。陸稲やゴマといったマイナー作物は、自宅からは離れて土地や肥沃度が低い土地に作付けられる事例があったが、その他の作物については、その様な差異は見られなかった。これは、栽培管理、災害対策のしやすさという面で、作物間に大きな違いはないことを示している。

調査災害項目(干ばつ、風害、水害、その他の災害、病害虫害)による農作物への被害をみると、最も頻りに遭遇しているのは、予想通り干ばつ害であったが、病害虫害、風害、水害も遭遇頻度も高かった。また、過去5年間の収穫量の減少量で被害率を算出すると、干ばつの場合30-70%のレンジにあり、他の作物の被害率(20-50%)より高い傾向にあった。干ばつ害は、特に2014年に規模が大きかったが、2015年は水害の被害規模が最大になるなど、多様な対策が求められる状況にある。作物別では、干ばつや水害の影響はラッカセイに強く表れる傾向があった。

セネガルでは脆弱性インデックスを作成するための調査は行っていないため、以下のような方法で代理変数を作成した。まず、最大被害率(干ばつ、風害、水害、その他の災害の中から最大の被害率を選出)を農家ごとに求め、全ての被害率のサンプル平均よりも農家の最大被害率が大きい場合、それを脆弱な農家として定義した。次に、干ばつ被害に限定した代替的な指標を作成した。具体的には、干ばつ被害率のサンプル平均よりも各農家の被害率が大きい場合、その農家を脆弱な農家として定義した。それらの脆弱性変数について、どの様な要因が影響を与えているかを、プロビット分析を用いて検討した結果、以下の様な傾向が確認された。

まず、脆弱性に地域性や世帯主属性による違いはみられないが、世帯属性では、居住年数と世帯員数には有意な負の影響があるこ

と、即ち、脆弱性を低める傾向があることが分かった。新規居住者ほど条件の良くない土地を利用しなくてはならないこと、家族人数が多いほど災害対策のための労働力の確保がしやすいことが、その背景にあるものと思われる。また、新作物導入を行うほど、被災前の対策数が多いほど、脆弱性を引き下げる傾向もみられた。他方で、農業技術情報の入手経路数が多いほど脆弱であるという関係も見出された。これは被害が多いためより多くの情報を得ようとしているという逆の因果関係を表している可能性があり、今後の検討が必要であろう。

自然・社会環境が大きく異なるためフィリピンとセネガルの分析結果を単純に比較することはできない。しかし、脆弱性について、フィリピンでは地理的属性が、セネガルでは農家属性が相対的に強く影響している点は大変興味深い。農業部門の脆弱性を向上させる支援プログラムを策定する際、この様な差異を考慮すべきことは言うまでもない。同時に、被害の受け易さと被害後の回復の速さには単純な関連が見いだせないなど、減災だけでは農家の脆弱性を向上させることが出来ない可能性も指摘された。今後は、より多面的に視点で脆弱性研究を深化させていく必要がある。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 0件)

[学会発表](計 1件)

S. Kamiohkawa, A. Maruyama, I.E. Buot, M. Buot, "Measuring Household Social Vulnerability to Climate Change: A Case of Laguna State, the Philippines," presented at Intl. conf. in nature studies/innovations for the environment, Pampanga, Philippines, May 2015

[図書](計 0件)

[産業財産権]

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

[その他]

ホームページ等 特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

丸山 敦史 (MARUYAMA, Atsushi)

千葉大学・大学院園芸学研究所・准教授

研究者番号: 90292672

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

Dr. Albert P. Aquino

Philippine Council for Agriculture, Aquatic and Natural Resources Research and Development, Department of Science and Technology, Director