

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 31 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2014

課題番号：23252007

研究課題名(和文) サブサハラ・アフリカにおける緑の革命の進展と貧困削減：パネルデータによる政策評価

研究課題名(英文) The Progress of Green Revolution and Poverty Reduction in Sub-Saharan Africa: The Evaluation of Policies Using Panel Data

研究代表者

櫻井 武司 (Sakurai, Takeshi)

東京大学・農学生命科学研究科・教授

研究者番号：40343769

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 39,800,000円

研究成果の概要(和文)：サブサハラ・アフリカの8カ国で稲作農家のパネルデータを作成し、稲作を振興策の技術普及と貧困削減に対する効果を実証した。以下の3点を見いだした。近年の経済成長および国際的なコメ価格の高騰は、換金作物としてのコメの国内生産を促しているが、生産増加は面積拡大によっても可能なので、必ずしも緑の革命のような生産性の上昇を導くわけではない。農民へのトレーニングを通じた技術普及は生産性向上に有効である。しかし、スケールアップの方策が課題である。技術が向上し生産性が上昇すれば、ほとんどのケースでコメ農家の所得が増加する。以上より、稲作振興は貧困削減に有効であると結論できる。

研究成果の概要(英文)：This research constructed panel datasets of rice farmers in eight Sub-Saharan countries. We have found the following three. (1) Recent economic growth and a substantial increase in international rice price have been accelerating domestic rice production as a cash crop, but it does not necessarily induce a rise of productivity like a green revolution because production can be augmented by area expansion too. (2) Technology dissemination to farmers through training effectively enhances productivity, although its scale-up remains a problem. (3) Rice farmers' income increases in most cases once their technology is improved and the productivity is enhanced. Therefore, we can conclude that the promotion of rice production is an effective way to reduce poverty.

研究分野：農業経済学

キーワード：サブサハラ・アフリカ 稲作 緑の革命 貧困削減 パネルデータ 技術普及 垂直統合 海外学術調査

### 1. 研究開始当初の背景

長年にわたり停滞を続けていたサブサハラ・アフリカ(以下、アフリカと略記)の経済は、一次産品価格の高騰や海外からの直接投資の増加を背景によろやく成長を開始した。しかし、アフリカはいまだに世界でもっとも貧困者比率の高い地域であり、アフリカの経済成長を持続させ貧困削減を一層進めることは、国際的に重要な課題である。

アジアの経済発展の歴史を振り返ると、主食となる作物の生産性の上昇、すなわち緑の革命が経済成長の初期段階で不可欠であった。アジアにおける緑の革命の経済発展への貢献は、増大する都市の食料需要を満たすことで食料価格の高騰を抑える一方、都市に食料を供給する農家には所得上昇をもたらした点にある。よろやく始まったアフリカの経済成長がアジアと同じ経路をたどるのか否かは、開発経済学にとって未解明の重要な課題であり、アフリカに対する貧困削減政策の立案にとっても不可欠の情報である。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、アフリカの経済発展における緑の革命の進展とその役割を解明することである。本研究は、食用作物の中でもコメに焦点をあてる。コメを選ぶ第一の理由は、コメは小麦とならびアフリカの都市部における主食であり、経済成長と都市の拡大に伴い需要が増大しているからである。第二には、アフリカでは栽培適地が限られる小麦と違い、コメはアフリカ各地で栽培可能なため、栽培面積の拡大と生産性の向上により生産量を増大できるからである。つまり、アフリカの農村部で都市向け換金作物としてのコメを増産すれば、アジアにおける緑の革命と同様の構図となる。

本研究は次の問に答えることを課題とする。まず、アフリカの近年の経済成長および国際的なコメ価格の高騰は、アフリカの稲作に緑の革命のような技術革新を促しているか、そうであれば緑の革命を引き起こす社会的な決定因は何か。次に、緑の革命は農家所得を向上させ農村に貧困削減をもたらしたのか。また、緑の革命によりコメの生産量が増え、都市市場への供給量が増加したのか。最後に、もし緑の革命が農家所得の上昇や食料供給の増大をもたらしていないなら、その経済的、制度的原因は何か。

### 3. 研究の方法

研究代表者および研究分担者による先行研究は、対象とする国や農業生態系は異なるものの、緑の革命を実現するための技術はすでにアフリカに存在し、一部の農民は緑の革命に匹敵する生産性に達していることを明らかにした。これはアフリカの農業生産性はずっと低水準に留まったままであるという通念に反する発見である。しかし、それらの研究は、一時点だけのクロスセクションデー

タという限界がある。また、アフリカでは最近、政策や経済環境が急速でかつ劇的に変化しているが、その影響についてクロスセクションデータでは正確に捉えることは難しい。

これらの欠点を克服し、アフリカの貧困削減という喫緊の政策課題に時宜にあった回答を得る目的で、本研究は研究代表者と研究分担者が実施した先行研究を引き継ぎ、アフリカ6カ国(ウガンダ、モザンビーク、タンザニア、ガーナ、セネガル、ケニア)でパネルデータを構築する。さらに、アフリカ諸国の中でコメの生産量が1位と2位にあるナイジェリアとマダガスカルを新たに研究対象に加える。本研究は、こうして作成した家計レベルのパネルデータを使って、2時点間で生じた様々な政策介入(トレーニングによる人的資本形成、インフラ整備、信用供与、肥料補助金など)や経済環境の変化(コメ価格の変化やマクロ経済要因など)が稲作技術や農家所得に及ぼした影響を明らかにする。

### 4. 研究成果

#### (1) パネルデータの作成

本研究が用いたパネルデータは以下の通りである(一部クロスセクションデータを含む)。これらは本研究の実施以前に第一回目の家計調査が実施されており、本研究により第二回目以降の家計調査を追加しパネルデータを作成したものである。ただし、新しく対象に加えたナイジェリアとマダガスカル、第一回調査が科研費申請時の予定通りに実現しなかったセネガルは例外である。なお、本科研費の予算だけでは計画したすべての家計調査を実施することは不可能だったため、現地における家計調査の委託実施には科研費以外の予算も利用した。

表1 研究に用いたパネルデータ

国名	生産環境	調査年	家計数
ウガンダ	灌漑水田	2009/11	300
	低地天水田	2009/12	600
	陸稲	2010/NA	300
モザンビーク	灌漑水田	2007/11	441
	低地天水田	2008/11	270
タンザニア	灌漑水田	2010/13	600
	低地天水田	2009/12	760
ガーナ	低地天水田	2009/13	600
ケニア	陸稲	2010/11/12	420
セネガル	灌漑水田	2012/14	600
ナイジェリア	低地天水田	2012/14	422
マダガスカル	灌漑水田	2014/NA	600

注)家計数は第一回調査の対象となったサンプル家計の数であり、第二回目調査では多少の増減がある。

#### (2) 灌漑水田

アフリカにおいて灌漑水田における稲作は最近になり外部から持ち込まれた技術であり、農民の側には技術の蓄積が十分ではな

い。そのため援助機関が圃場を整備して改良品種を与えるだけでは、灌漑水田の高い生産性は発揮できないのである。本研究では、農民に対する技術のトレーニング（実技研修）が、圃場の均平化や正条植え採用を通じて生産性（単収および利潤）の向上に有効であることを明らかにした（ウガンダ、タンザニア、モザンビーク）。所得についても、タンザニアとモザンビークでは有意に上昇している。

マダガスカルは他のアフリカ諸国と違い灌漑水田の稲作に長い伝統があるが、新技術のSRI（System of Rice Intensification）についてやはりトレーニングによる単収向上の効果が確認できた。

なお、トレーニングへの参加を個々の農民の自発的な選択に委ねると、トレーニングの効果に自己選択バイアスを含んでしまう（効果の期待できる農民が選択的にトレーニングに参加するので、当然、効果がある）。そこで、参加者をランダムに選ぶ、傾向スコアマッチング法を使うなどの手法により、参加の内生性をコントロールした上でトレーニングの効果を確認した。

分析対象にしたトレーニングとは農家に対する直接的な実技研修であり、費用がかかるためスケールアップは容易ではない。そこで、実技研修の代わりに稲作ハンドブックをランダムに配布して2年後に技術普及効果を計測した。しかし、ハンドブックだけでは技術採用や生産性への影響はほとんどなかった（ウガンダ）。

灌漑稲作の生産性向上は、灌漑が整備され機能していることが前提であり、さらに環境にあった改良品種と化学肥料の利用が必要である。生産性が低い原因の一つに化学肥料の投入が少ないことが指摘されることから、クレジットの利用が化学肥料の投入に及ぼす効果について操作変数法を用いて分析を行った。その結果、クレジットの利用は肥料投入や労働集約的な技術の一部を増加させることが確認できた。しかし、収量には大きな効果がなく、収量を高めるためには単に資金を貸し付けるだけではなくトレーニングなどで技術を向上させる必要があることがわかった（タンザニア）。

以上は灌漑設備を所与とした分析であるが、灌漑が機能しなければ稲作技術は効果を発揮しない。アフリカでは大規模灌漑地区の維持管理ができず機能不全に陥った事例が多く、その反省から小規模灌漑の導入が推進されてきた。しかし小規模灌漑が大規模灌漑よりも優れているという明確な証拠はない。セネガルの調査対象地では、セネガル川からポンプで取水して灌漑稲作を行うが、数10ヘクタールの小規模灌漑から数1000ヘクタールの大規模灌漑までが共存している。そこで、灌漑施設の規模が稲作の生産性に及ぼす影響を分析した。その結果、一般的な通念に反して大規模灌漑に属する農家が小規模灌漑に属する農家と比べて有意に高い単収を

実現し、単位面積当たりの稲作所得も高いことがわかった。

### (3) 低地天水田

アフリカの伝統的な稲作は、地表を流れる雨水や河川からの氾濫水が流入し滞留する低地で行われてきた。このような環境においてコメの生産性を上げるには、圃場ごとに畦畔や水路を構築して水をコントロールする必要がある。

アフリカの各地で低地は利用度の低いまま残されており、農家はコメの栽培面積の拡大（縮小も）が比較的容易であるという特徴がある。研究の結果、モザンビークでは国際コメ価格の上昇が低地天水稲作の面積を拡大し、ウガンダでは畑地面積の減少が低地天水稲作の面積拡大の要因となっていることがわかった。栽培面積の拡大はコメの生産量を増やすが、圃場面積が大きいほど畦畔を構築しない傾向があり（ウガンダ）、単収も低下する（ウガンダ、モザンビーク）。

逆にいうと、低地天水田でも、畦畔や均平化などの投資を行えば、単収が上昇する。タンザニアでは、畦畔の設置または圃場の均平化を実施した農家が稲作から正の利潤をあげていることが確認できた。しかし、化学肥料補助金には稲作の所得や利潤をあげる効果は見られない。ガーナでは、粗放的な低地天水稲作地帯に10年ほど前（2000年ころ）に実施された畦畔の設置を含む技術普及プロジェクトのインパクトを評価した。その結果、プロジェクトが直接介入した村において技術が持続的に使われていること、またそれらの村に近接する村に畦畔の設置や均平化等の技術が波及していることが確認できた。さらに、これらの技術の採用が単収と稲作利潤を有意に上昇させていることも明らかとなった。

一方、モザンビークの低地天水稲作においては、化学肥料や近代的営農方法が未だにほとんど入っていない。土地に余裕がある場合、集約化して単収をあげるよりも、面積の拡大により総生産量を増やす戦略を採用しているものと考えられる。

### (4) 陸稲

本研究では、Africa Rice Centerが開発した陸稲の新品種（NERICA）の普及とインパクトについて研究を行った。アフリカでは西アフリカの一部に陸稲を栽培する地域があるが、全体的にはほとんど陸稲栽培の経験がない。コメが換金作物として有望なことから、利用可能な低地がないため水稲を栽培できない畑作地帯にNERICAが導入されたのである。研究でとりあげたウガンダとケニアでは、研究を開始した2011年の時点でNERICAの普及に大きな違いがあった。ウガンダでは2004年から政府主導で普及プロジェクトが実施されたのに対して、品種登録制度のあるケニアでは2009年までNERICAが品種登録されず

政府による普及も行われなかった。

本研究では、ケニアにおいては NERICA 栽培希望者を募り、無作為に選んだ半数に NERICA 種子を提供する実験を行った。種子を受け取った農家は、メイズや豆などの既存の畑作物の栽培面積を減らして陸稲を栽培しており、種子が入手可能ならば NERICA が普及する可能性があることがわかった。

畑作物の一つである陸稲は、容易に採用される反面、容易に放棄される傾向がある。ウガンダでは農民組合に属する農民ほど NERICA を採用する傾向がある一方、雨量の変動の大きい地域ほど NERICA 栽培を放棄することが明らかになった。ケニアでは、上で説明したように農民が NERICA の種子を入手することは困難であった。そこで本研究では農民に対して NERICA 種子の販売実験を行った。その結果、畑地向けの灌漑（河川から取水しパイプを使って重力により配水する）組織に属している農民ほど種子を積極的に購入することがわかった。ウガンダの結果と同様、陸稲の栽培には安定した水の供給が必要であること、また陸稲の情報は農民組織内で伝達されることを示している。

#### (5)都市市場へのコメ供給

マダガスカルでは、夫婦間で妻の交渉力が強いほど、都市向けの高級コメ品種よりは普通の品種を選択する傾向が強いことを明らかにした。女性は地元の市場で少しずつコメを販売して小遣い稼ぎをするためである。

ナイジェリアとセネガルでは、大規模精米所によるコメの契約栽培が拡大しており、精米所のブランド米が都市向けに販売されていることを確認した。しかし、こうした流通業者主導の垂直統合がコメ生産農家に及ぼす影響については十分に分析できなかった。

#### (6)まとめ

アフリカの近年の経済成長および国際的なコメ価格の高騰は、換金作物としてのコメの国内生産を促している。しかし、生産増加は面積拡大によっても可能なので、必ずしも緑の革命のような生産性の上昇を導くわけではない。本研究は、農民へのトレーニングを通じた技術普及が生産性向上に有効であることを明らかにした。ただし、スケールアップの方策が課題である。技術が向上し生産性が上昇すれば、コメ農家の所得が増加することもほとんどのケースで確認できた。稲作振興は貧困削減に有効であると結論できる。

都市へのコメ供給については、いくつかの国で農家のコメの販売行動について調査を実施した。研究期間内には十分な分析を行えず、今後の重要な課題として残された。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

Nasuda, A., Sakurai, T., Murage, H.,

and Makihara, D., Dual role of irrigation schemes for NERICA diffusion in the central highlands in Kenya: sources of supplemental water and technology information, *Journal of International Cooperation for Agricultural Development*, 査読有, Vol.13, 2014, pp.29-37

[https://iccae.agr.nagoya-u.ac.jp/jpn/journal/Vol13\\_29-Original-Nasuda.pdf](https://iccae.agr.nagoya-u.ac.jp/jpn/journal/Vol13_29-Original-Nasuda.pdf)

Kikuchi, M., Kijima, Y., Haneishi, Y., and Tsuboi, T., A Brief Appraisal of Rice Production Statistics in Uganda, *Tropical Agriculture and Development*, 査読有, Vol.58, No.2, 2014, pp. 78-84  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsta/58/2/58\\_78/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsta/58/2/58_78/_pdf)

徳田 進平、中野 優子、タンザニアの稲作における新技術の収益性、*農学国際協力*、査読有、Vol.13、2014、pp.55-68  
[https://iccae.agr.nagoya-u.ac.jp/jpn/journal/Vol13\\_55-Original-Tokuda.pdf](https://iccae.agr.nagoya-u.ac.jp/jpn/journal/Vol13_55-Original-Tokuda.pdf)

横山 繁樹、櫻井 武司、稲作技術研修の参加要因と研修効果 - マダガスカル中央高地における SRI の事例 -、*農業経営研究*、査読有、Vol.52、2014、pp.83-88

Sakurai, T., Nasuda, A., Murage, M. and Makihara, D., Impact of Adopting a New Cash Crop: A Randomized Rice Seed Provision Trial in the Kenyan Highlands, *Japanese Journal of Rural Economics*, 査読有, Vol.16, 2014, pp.25-32

deGraft-Johnson, M., Suzuki, A., Sakurai, T., and Otsuka, K., On the transferability of the Asian rice green revolution to rainfed areas in sub-Saharan Africa: an assessment of technology intervention in Northern Ghana, *Agricultural Economics*, 査読有, Vol.45, 2014, pp.555-570  
DOI: 10.1111/agec.12106

Kijima, Y. and Sserunkuuma, D., The Adoption of NERICA Rice Varieties at the Initial Stage of the Diffusion Process in Uganda, *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 査読有, Vol.8, No.1, 2013, pp.45-56  
<http://www.afjare.org/vol-8-no-1.php>

横山 繁樹、櫻井 武司、マダガスカル稲作農家のコメ販売・購買行動 - 中央高地

イタシ県, プングラバ県の事例 -、日本農業経済学会論文集、査読有、2013、pp.332-339

Kijima, Y., Ito, Y., and Otsuka, K., Assessing the Impact of Training on Lowland Rice Productivity in an African Setting: Evidence from Uganda, World Development, 査読有, Vol.40, No.8, 2012, pp.1610-1618  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2012.04.008>

Kajisa, K. and Payongayong, E., Potential of and constraints to the rice Green Revolution in Mozambique: a case study of Chokwe irrigation scheme, Food Policy, 査読有, Vol.36, 2011, pp.614-625  
[doi:10.1016/j.foodpol.2011.07.002](https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.07.002)

Kijima, Y., K. Otsuka, and D. Sserunkuuma., An Inquiry into Constraints on a Green Revolution in Sub-Saharan Africa: The Case of NERICA Rice in Uganda, World Development, 査読有, Vol.39, No.1, 2011, pp.77-86  
[doi:10.1016/j.worlddev.2010.06.010](https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.06.010)

[学会発表](計16件)

Nakano, Y., On the Possibility of Rice Green Revolution in Irrigated and Rain-fed Areas in Tanzania: An Assessment of Management Training and Credit Programs, International Seminar and Workshop on Rice Research Collaboration: Past and Future, March 4, 2015, つくば国際会議場(茨城県・つくば市)

Yokoyama, S. and Sakurai, T., Participation and Impact of Rice Cultivation Training: The Case of SRI in Madagascar, 4th International Rice Congress, October 30, 2014, Bangkok, Thailand

横山 繁樹、櫻井 武司、マダガスカル中央高地灌漑地域における稲作農家の技術選択と収量、日本農業経営学会、2013年9月22日、千葉大学(千葉県松戸市)

櫻井 武司、セネガルの灌漑水田の灌漑管理と生産性、日本熱帯農業学会、2013年9月14日、東京農業大学オホーツクキャンパス(北海道網走市)

Nakano, Y., Tsusaka, T., Tokuda, S., and Kajisa, K., Potential of a Green Revolution in Sub-Saharan Africa and

the Role of Communities in Technology Adoption, International Symposium on Conflict Resolution and Coexistence, October 5, 2013, 京都大学(京都府京都市)

Sakurai, T., Impact of Adoption of a New Cash Crop: A Randomized Rice Seed Provision Trial in Kenyan Highlands, 日本農業経済学会、2013年03月30日、東京農業大学(東京都世田谷区)

Kajisa, K., Potential of and Constraints on Rainfed Lowland Rice Farming in Mozambique, 日本農業経済学会、2013年3月30日、東京農業大学(東京都世田谷区)

Nakano, Y. and Kajisa, K. The Determinants of Technology Adoption -A Case of the Rice Sector in Tanzania, 日本農業経済学会、2013年3月30日、東京農業大学(東京都世田谷区)

横山 繁樹、櫻井 武司、マダガスカル稲作農家のコメ販売・購買行動に関する予備的考察 - 中央高地イタシ県, プングラバ県の事例 -、日本農業経済学会、2013年3月30日、東京農業大学(東京都世田谷区)

Kajisa, K. and Nakano, Y., How does the adoption of modern variety increase productivity and income: A case of the rice sector in Tanzania, Agricultural and Applied Economic Association Annual Meeting, August 14, 2012, Seattle, Washington, USA

Nakano, Y. and Kajisa, K., The impact of access to credit and training on technological adoption: a case of the rice sector in Tanzania, Agricultural and Applied Economics Association, July 25, 2011, Pittsburgh, Pennsylvania, USA

[図書](計25件)

Sakurai, T., On the Determinants of High Productivity in Rice Farming in Irrigated Areas in Senegal, Springer, Pursuit of an African Green Revolution: Views from Rice and Maize Farmers' Fields (forthcoming)

Kajisa, K., On the Determinants of Low Productivity of Rice Farming in Mozambique: Pathways to Intensification, Springer, Pursuit of an African Green Revolution: Views

from Rice and Maize Farmers' Fields (forthcoming)

Kijima, Y., On the Possibility of Rice Green Revolution in Rainfed Areas in Uganda: Impact Evaluation of a Management Training Program and Guidebook Distribution, Springer, Pursuit of an African Green Revolution: Views from Rice and Maize Farmers' Fields (forthcoming)

Nakano, Y., Kajisa, K., and Otsuka, K., On the Possibility of Rice Green Revolution in Irrigated and Rainfed Areas in Tanzania: An Assessment of Management Training and Credit Programs, Springer, Pursuit of an African Green Revolution: Views from Rice and Maize Farmers' Fields (forthcoming)

Sakurai, T., JICA Research Institute, On the Determinants of High Productivity Rice Farming in Irrigated Areas in Senegal: The Efficiency of Large compared with Small-Scale Irrigation Schemes, 2015, 38

Kajisa, K., JICA Research Institute, Constrains on rice sector development in Mozambique, 2014, 38

Kijima, Y., JICA Research Institute, Enhancing Rice Production in Uganda: Impact Evaluation of a Training Program and Guidebook Distribution in Uganda, 2014, 37

Nakano, Y. and Kajisa, K., JICA Research Institute, To What Extent Does the Adoption of Modern Variety Increase Productivity and Income? A Case Study of the Rice Sector in Tanzania, 2014, 28

Kajisa, K. and Payongayong, E., JICA Research Institute, Extensification and Intensification Process of Rainfed Lowland Rice Farming in Mozambique, 2013, 27

Nakano, Y. and Kajisa, K., JICA Research Institute, The Determinants of Technology Adoption: The Case of the Rice Sector in Tanzania, 2013, 33

Kijima, Y. and Otsuka, K., Causes and Consequences of NERICA Adoption in Uganda, Springer, An African Green

Revolution: Finding Ways to Boost Productivity on Small Farms, 2013, pp.123-141

Nakano, Y., Kajisa, K., et al., The Possibility of a Rice Green Revolution in Large-Scale Irrigation Schemes in Sub-Saharan Africa, Springer, An African Green Revolution: Finding Ways to Boost Productivity on Small Farms, 2013, pp.43-70

Kijima, Y., JICA Research Institute, Expansion of Lowland Rice Production and Constraints on a Rice Green Revolution: Evidence from Uganda, 2012, 22

Kijima, Y., et al., Technology, Soil Fertility, and Poverty: The Case of NERICA Rice in Uganda, Springer, Emerging Development of Agriculture in East Africa: Markets, Soil, and Innovations, 2011, pp.153-168

Kijima, Y., et al., On the Possibility of a Lowland Rice Green Revolution in Sub-Saharan Africa: Evidence from Eastern Uganda, Springer, Emerging Development of Agriculture in East Africa: Markets, Soil, and Innovations, 2011, pp.169-186

〔その他〕

ホームページ等

<http://webpark1581.sakura.ne.jp/project/index.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

櫻井 武司 (SAKURAI, Takeshi)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授

研究者番号：40343769

### (2) 研究分担者

加治佐 敬 (Kajisa, Kei)

青山学院大学・国際政治経済学部・教授

研究者番号：50377131

木島 陽子 (Kijima, Yoko)

筑波大学・大学院システム情報工学研究科・准教授

研究者番号：70401718

中野 優子 (Nakano, Yuko)

筑波大学・大学院人文社会科学研究科・助教

研究者番号：60648674