

アフリカにおける緑の革命

中野 優子

●はじめに

長年にわたり停滞を続けてきたサブサハラ・アフリカ（以下アフリカと略記）の経済は、高い資源価格と堅調な個人消費を背景に、近年ようやく成長を開始した。しかし、アフリカがいまだに世界で最も貧困者比率の高い地域であることに疑いはなく、アフリカにおける持続的な経済成長および貧困削減は国際的に重要な課題である。人口の六〇八割が農業に従事するといわれるアフリカの経済発展および貧困削減には、農業の発展が必要不可欠である。

これまで、アフリカは耕地面積を拡大することで食糧増産を図ってきた。しかし、近年高い人口成長率のもとで、農家一人あたりの可耕地面積は減少傾向にある。人口が増大し一人あたりの可耕地面積が急速に減少する現象は一九六

〇年代に熱帯アジアの諸国でも起こり、食糧危機が真剣に危ぶまれていた。しかし、熱帯アジアは、「緑の革命」に代表される土地単位面積あたりの収量（土地生産性）の改善を通じて、一人あたりの食糧生産を飛躍的に増大させることに成功した。なぜ、アジアではそれが可能になったのか、そして、長らく土地生産性が停滞してきたアフリカでも今後そうした発展は可能なのだろうか？

●アジアの「緑の革命」

熱帯アジア諸国が一九六〇年代以降、一人あたりの食糧の増産に成功したのは「緑の革命」による。アジアにおける「緑の革命」とは、国際稲研究所（International Rice Research Institute：IRRI）が開発した熱帯向けの近代品種の普及とそれともなう施肥量

の増大により、稲の単位面積あた

りの収量が飛躍的に上昇したことを指す

（参考文献①）。

背丈の高い伝統品種に比べて、近代品種

は背丈が低く、茎が太い性質

を持つ。そのため、施肥を行っても倒伏

しにくく、多く実った穀粒

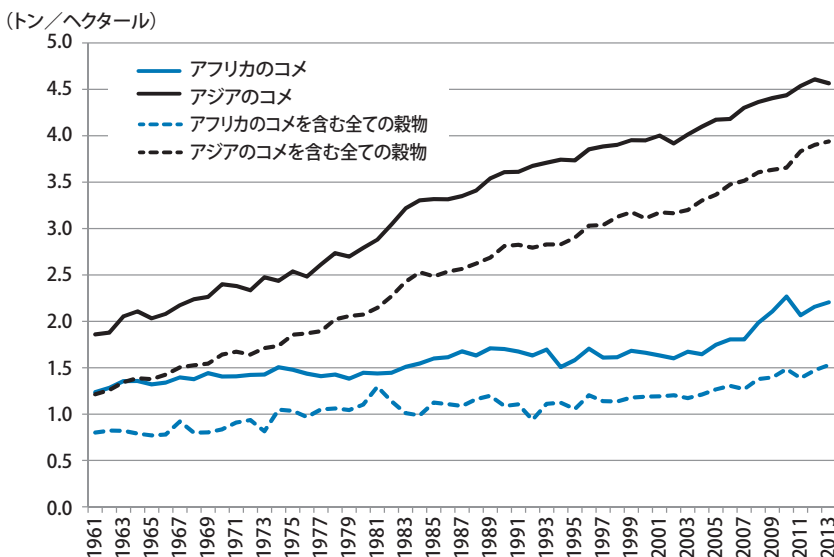
を支えることが可能になっ

た。一九六六年に開発され

「奇跡のコメ」と呼ばれたIR

R8をはじめ

図1 サブサハラ・アフリカとアジアにおけるコメとコムを含むすべての穀物の単位面積あたりの収量



(出所) FOA STAT. 2015 (<http://faostat.fao.org/>).

として、その後も様々な新品種が開発され、普及したことによって、アジアでのコメの収量は飛躍的に高まった。肥料反応性が高い品種が普及したことにより、農家が施肥量を増やしたこと、灌漑投資が積極的に行われたことも、生産性の増大を促した。図1はアジアとアフリカにおけるコメとコムを含むすべての穀物の単位面積あたり



タンザニア広域調査の調査地

の収量の推移を示している。コメの収量は、アジアでは一九六一年のヘクタールあたり一・九トンから、二〇一三年には約四・六トンに大幅に上昇した。それに対して、アフリカでは、コメの収量はヘクタールあたり約一・二トンから二・二トンに改善したに過ぎない。コメを含むすべての穀物についても同様に、アジアでは収量が大幅に増加したにもかかわらず、アフリカではそのような傾向はみられない。

このように、アジアでは「緑の革命」によって、コメの土地生産

性が大きく改善したことで食糧危機が回避され、農業所得が向上した。さらに、農家は増えた農業所得で子弟に教育投資を行った。教育を受けた子どもたちの世代が非農業所得を獲得することでさらに高い所得が得られるようになり、これがアジアでの貧困削減の大きな原動力となったということが、アジアにおける三〇年以上の研究から明らかになっている（参考文献②）。

● アフリカにおけるコメの「緑の革命」の実現可能性

それでは、アフリカはなぜ未だに土地生産性を向上させ、貧困を削減することに成功していないのだろうか？ この問いに答えるべく、筆者はこれまでにタンザニアの稲作について、「緑の革命」型技術の採用および土地生産性の決定要因につ

て調査を行ってきた。コメに着目する理由は、コメはアジアからの技術移転が可能であり、アフリカにおいて「緑の革命」を達成するために最も有望な作物のひとつであると考えられるからである（参考文献③）。また、アフリカでは近年コメの消費量が急速に増大し、アジアからの輸入量が増えているため、アフリカにおけるコメ生産を増やすことは、同地域の食糧安全保障の観点からも重要な課題であると考えられる。本稿では、これまで筆者が東アフリカ最大のコメ生産国であるタンザニアにおいて行った調査のうち二つについて紹介し、アフリカにおけるコメの「緑の革命」の実現可能性とその方策について論じたい。

(1) タンザニアにおけるコメ農家の広域調査

ひとつ目の調査は、タンザニアの主要稲作三州（モロゴロ、ムベヤ、シニヤンガ）の六県（キロンベロ、ムヴォメロ、キエラ、ムバラリ、シニヤンガ、ルーラル、カハマ）に位置する七六カ村、七六〇家計を対象に実施した。この広域にわたる家計調査は、タンザニア国内の稲作技術普及および生産性の全体像を把握することを目的

として実施し、特に灌漑地域と天水地域の稲作の栽培技術や生産性の差異について、詳細なデータを収集した。

表1にあるとおり、まず、特徴的なのは、灌漑面積比率が低い点である。例えばフィリピンでは現在、灌漑面積比率が七〇%近いのに対して、タンザニア稲作における灌漑面積比率は二〇%程度（六六九サンプル中一五二サンプル）に過ぎない。しかし、それと同時に灌漑稲作の高いポテンシャルも明らかになった。タンザニアの灌漑地域では、ヘクタールあたり平

表1 タンザニアの天水地域と灌漑地域における稲作の生産性と技術の採用状況

	天水田	灌漑圃場
籾米収量 (トン/ヘクタール)	1.8	3.7
上位25%の農家の籾米収量 (トン/ヘクタール)	3.7	5.9
近代品種の採用率 (%)	7.2	28.7
化学肥料使用料 (キログラム/ヘクタール)	6.7	32.2
畦畔のある圃場 (%)	48.9	88.8
均平化された圃場 (%)	54.7	77
条植えが行われている圃場 (%)	5.2	28.9
観測数	517	152

(出所) 筆者作成。



タンザニアにおける農村家計調査の様子（筆者撮影）



タンザニアで耕作されている近代品種（SAR05）（筆者撮影）



畔のない天水田（筆者撮影）

均三・七トンの収量を得ている。特に、収量が高い二五%の農家だけを見れば、五・九トン以上の収量を得ており、アジアの灌漑地域に匹敵する収量を達成している。

安定した水の供給が見込めることで、近代品種、化学肥料、その他の技術を採用しやすいことが、灌漑地域での高収量の要因である。灌漑地域ではタンザニアで開発された近代品種であるSAR05と呼ばれる品種の普及率は約二九%であり、化学肥料の使用量は三二

キロである。それに対して、天水田での収量はヘクタールあたり一・八トンと非常に低く、近代品種や化学肥料の利用率も低い。

第二に指摘できるのが、天水地域での水管理技術の普及の重要性である。タンザニアでは、特に天水地域において、畦畔けいはんの設置、圃場の均平化、条植えといった基本的な稲作技術が十分に普及していないことも表1からみてとれる。畦畔とは畦を作って水を圃場内に貯める技術である。また、圃場の

均平化は圃場を平らにし圃場内に均等に水を行き渡らせる。そして、条植えは田植えをまっすぐ等間隔に行うことで、植物の密度を均等にし、栄養を行き渡らせ、草取りを簡単にするための技術である。これらの技術は、稲が順調に生育するのに重要な技術であるが、タンザニアでは未だにこのような基礎的な技術が採用されていない。こういった生育環境では、アジアの「緑の革命」の核であった近代品種や施肥も十分な効果を発揮す

ることができない可能性がある。なぜ、タンザニアではこうした基礎的な稲作技術が普及していないのだろうか？技術採用の制約要因として、信用制約（作付け期にお金が借りられない）、知識の制約（新しい技術についての知識がない）、生産環境の制約（灌漑等、十分な生産インフラが整っていない）などが考えられよう。これらのうち、実際何が決定的に重要な制約であるかを確かめるために、回帰分析による検証を行った。被

表2 キロンベロ地域における研修の効果

	研修農家		非研修農家	非研修農村
	技術採用圃場	非技術採用圃場		
籾米収量(トン/ヘクタール)	5.1	2.8	2.6	2.9
研修前の籾米収量(トン/ヘクタール)	2.7	2.6	2.3	2.3
近代品種採用率(%)	97.1	9.3	5.6	2.4
化学肥料使用量(キログラム/ヘクタール)	91.8	11.2	2.5	2.5
直線直播(%)	90.3	1.2	1.6	3.6
25cm×25cm以上の疎植(%)	59.2	1.2	1.6	2.4
畦畔のある圃場(%)	24.3	2.3	5.6	3.6
均平化した圃場(%)	79.6	62.8	52.4	55.4
圃場面積(ヘクタール)	0.4	1.1	0.9	1.2
観測数(圃場)	103	86	126	83
観測数(家計)	110		100	71

(出所) 筆者作成。

説明変数は、ヘクタールあたりの籾米収量(トン)、近代品種の採用ダミー、ヘクタールあたりの肥料投入量(キログラム)、畦畔の設置ダミー、圃場の均平化ダミー、条植えの実施ダミーである。説明変数として、信用サービスの利用について操作変数法を用いて推計を行った。その他に、灌漑圃場ダミー、農業普及所ダミーおよび、それらの交差項と、家計の属性を

説明変数として用いた。その結果、①灌漑の有無が生産性に与える影響が大きいこと、②信用サービスの利用は、肥料や、条植えなど賃労働を雇うために現金が必要な技術の採用には正の影響を与えるが、生産性には大きな影響はないこと、③特に灌漑地域においては、農業技術の普及が村に存在することが生産性に正の影響を与えることが明らかになった(分析の詳細については参考文献④を参照)。

これらの結果は、新しい栽培技術が採用され、高収量を実現するために、信用サービスの提供だけでは十分ではなく、生産環境や知識の制約を取り除く必要があることを示唆している。特に、本広域調査の結果によると、灌漑地域では土地生産性が高く、また技術普及活動の効果も大きかった。灌漑比率を高めることが、コメの生産性増大のためのひとつの方策となるだろう。しかし、灌漑投

資を行い、灌漑面積比率を上げるには時間を要する。また、灌漑には地理的条件が適している場所と不適切な場所があり、すべての地域で灌漑稲作が行えるわけではない。したがってアフリカで近い将来「緑の革命」を達成するためには、広大な天水田において生産性を高める方策を究明することが重要である。

表2は、研修農家、非研修農家、および非研修農村の生産性および稲作技術の採用状況を示している。研修を受けた農家は、研修で教わった技術を採用する圃場とそうでない圃場を峻別している。ここでは、研修技術を採用している圃場を技術採用圃場、そうでない圃場を非技術採用圃場と表記している。特筆すべきは、研修農家の技術採用圃場では、天水田でも非常に技術の採用率が高く、ヘクタールあたり五・一トンの収量を達成していることである。表1に示した広域調査の天水地域での収量がヘクタールあたり平均一・八トンであること、調査地の非研修農家の平均収量が二・六トンであることを考えると、キロンベロ地域が雨量に恵まれていることを考慮しても、これは非常に高い収量であるといえる。とくに、近代品種、化学肥料、直線直播の技術の採用率は非研修農家や、研修農家の非技術採用圃場に比して非常に高く、雨量に恵まれた天水地域において「緑

(2) 天水稲作の可能性
それでは、天水地域における生産性の向上はどのように達成できるのだろうか？ 天水地域であるにもかかわらず、灌漑技術が普及すれば、高い収量を上げることができるのだろうか？ その問いに答えるべく、筆者はタンザニア、キロンベロ州において家計調査を行った。キロンベロ地域はおよそ一万一六〇〇平方キロメートルの広大な天水稲作地域で、Kilimbero Plantation Limited (KPL) という民間企業が旧国営農場を買い取り、大規模な稲作農場を経営している。KPLはタンザニア政府からの要請に応じて、近代品種の利用法、施肥、直線播などの稲作栽培技術の研修を、周辺の希望する小規模農家に対して行っている。家計調査では、研修参加農家(以下、研

修農家)、研修が行われた村の非研修参加農家(非研修農家)、研修が行われなかった村(非研修農村)の計二八一農家に対してインタビューを行った。

の革命」型の栽培技術が採用されれば、高い生産性を発揮できるところが分かった。

さらに研修の効果について、①傾向スコアマッチング、②同一家計で二つ以上の圃場を耕作している農家についての家計固定効果推計を用いて、より厳密に推計した結果、研修受講農家の技術採用圃場では、そうでない圃場に比べて、ヘクタールあたり二〇二・五トンの増収がみられ、稲作利益もヘクタールあたり二五〇〜三九〇ドル増加することが明らかになった（分析の詳細については参考文献⑤を参照）。

●なぜアフリカ

以上、タンザニアの事例を通じて、アフリカにおける「緑の革命」の実現可能性とその方策について検討した。これまでの筆者の研究の結果からは、タンザニアにおいて、今後、コメの新技術の普及および生産性向上を図っていくためには、灌漑への投資が重要であること、ただし天水地域であっても基礎的な技術についてきちんと研修を行えば、生産性は向上する可能性があることが示された。また、アジアにおける「緑の革

命」が近代品種の普及と施肥量の増大によるものであったのに対して、アフリカでは品種や施肥に加えて、畦畔の設置、圃場の均平化や条植えといった基礎的な技術の普及にも着目していく必要があるということも示唆された。

アフリカでは長らくコメの生産性が低迷しており、その原因の一端は基礎的な稲作技術が普及していない点にある。いうまでもなく、技術採用の制約が何であるかによって、解決の方策は異なる。例えば信用制約があれば信用サービスが拡大が解決策になりうるし、灌漑がないことが制約であれば、灌漑への投資が解決策になるであろう。したがって、何が農家にとって生産性向上と技術採用の制約になっているのかを実証的に明らかにすることは、開発戦略を策定するうえで非常に重要である。しかし、残念なことに、これまでそうした実証分析の結果が、開発戦略の策定に十分に活用されているとは言いがたい。こうした実証分析の結果をベースに、今後、研究者と開発実務者の対話が促進され、より効果的な政策立案が進むことを期待したい。

最後に、アジアの「緑の革命」

が国際および国内研究機関の継続的な品種開発によって達成されたことは忘れてはならない。奇跡のコメと呼ばれたIR8の開発以降も、耐病性や耐虫性のある新品种が継続的に開発され普及したことが、アジアの「緑の革命」をもたらした。アフリカでも前述の国際稲研究所、Africa Riceをはじめとする国際研究機関、および政府の研究機関が活動を行っている。

このような農業技術が開発した人のみならず、多くの人がその利益を享受するため（経済学ではこれを外部性とよぶ）、営利を目的とする民間企業だけでは、技術開発に十分な投資が行われない可能性がある。特に、天水稲作は灌漑稲作よりも農業生態環境に大きく依存し、適切な技術は地域によって異なると考えられる。したがって、適切な品種および技術の開発には、より多くの研究投資が必要となるだろう。このような研究活動への継続的な投資が行われ、新たな技術が開発されることなしには、生産性の向上はありえない。効果的な技術開発とその普及活動に適切な投資を行えるか否かが、今後のアフリカの農業生産性向上のための鍵といえるだろう。

（なかの ゆうこ／筑波大学人文社会学系准教授）

《参考文献》

- ① Yujiro Hayami and Yoshinisa Godo, *Development Economics: From the Poverty to the Wealth of Nations*, Oxford, New York: Oxford University Press, 2005.
- ② Keijiro Otsuka, Jonna Estudillo and Yasuyuki Sawada eds., *Rural Poverty and Income Dynamics in Asia and Africa*, London, New York: Routledge, 2009.
- ③ 大塚啓二郎『なぜ貧しい国はなかならないのか：正しい開発戦略を考える』日本経済新聞出版社、二〇一四年。
- ④ Yuko Nakano and Kei Kajisa, "The Determinants of Technology Adoption: The Case of the Rice Sector in Tanzania," JICA-RI Working Paper, No.58, 2013.
- ⑤ Yuko Nakano, Yuki Tanaka and Keijiro Otsuka, "To What Extent Do Improved Practices Increase Productivity of Small-Scale Rice Cultivation in a Rain-fed Area?: Evidence from Tanzania," GRIPS Working Paper, No.1421, 2014.