



原著

タンザニアの稲作における新技術の収益性

徳田 進平¹⁾・中野 優子²⁾

1) 国際協力機構ブルキナファソ事務所

2) 筑波大学人文社会系

論文受付 2013 年 1 月 22 日 掲載決定 2014 年 5 月 1 日

要旨

タンザニアのコメの消費量は年々増加傾向にある。人口が増加し、人口一人当たりの可耕地面積が減少する中、コメを増産するには単位面積当たりの収量を高める必要がある。本稿では、タンザニアの主要稲作地域3州で収集された家計データを用いて、同国の稲作における新技術である近代品種、化学肥料、畦畔の設置、均平化、田植えの採用の有無によって、稲作の所得と利潤を比較する記述統計分析を行った。分析の結果、天水低湿地においては畦畔の設置または均平化を実施した農家が、灌漑水田では新技術の導入有無に関わらず全ての農家が正の利潤をあげており、稲作における水の安定供給の重要性が確認された。また、灌漑水田において近代品種、化学肥料が高い効果を発揮することが確認された。本研究から得られる政策的含意として、既存の灌漑施設の改修を含む灌漑面積の拡大、天水低湿地における畦畔及び均平化の促進があげられる。

キーワード：緑の革命、稲作、サブサハラ・アフリカ、新技術、収益性

Abstract. Rice production and consumption have been increasing in Tanzania. Since arable land per person is declining due to rapid population growth, it is important to increase paddy yield by introducing new rice cultivation technologies for further production increases. With the household level data set collected in three major rice producing regions in Tanzania, we analyze income and profit of rice cultivation by comparing the adopters and non-adopters of new technologies such as modern varieties, chemical fertilizer, construction of bunds, leveling of plots, and transplanting. We find that farmers who adopt bund construction or leveling of plots in rain-fed areas and farmers in irrigated areas achieve positive profit, suggesting the primary importance of a stable supply of water in rice cultivation. We also find that farmers who adopt modern varieties and chemical fertilizer in irrigated fields enjoy higher profit than those who do not adopt them. For policy measures, we recommend an expansion of irrigated area, including the rehabilitation of existing irrigation schemes and promotion of bund construction and leveling in rain-fed areas.

1. 背景、調査の目的

サブサハラ・アフリカにおいて食される主要穀物の中で、コメは最も消費量が急速に増加している穀物であり、1965年から2005年におけるコメ消費量の年間増加率は平均で4.52%であった。このような急速な需要の増加に対し、アフリカ¹⁾域内での生産は対応することができず、現在、コメの総消費量の約40%が域外から輸入されている¹⁾。2008年に食糧危機が発生した際

には、急激なコメ価格の上昇は多くのアフリカ諸国において社会的な不安を招いた²⁾。コメの価格は食糧危機以後も高止まりしており、2008年から2017年の期間において年率2.5%から3.0%のペースで上昇するとの予測もあることから²⁾、コメの生産を増加し、コメの自給を達成することは、アフリカ諸国にとって重要な政策課題であると考えられる。

コメの生産増を図るためには、アジアの「緑の革命」において蓄積された稲作に関する技術とノウハウをア

フリカ地域に導入し、コメの単位面積当たりの収量増を図ることが重要であると考えられる^{17,18)}。アジアの緑の革命では、肥料感応性の高い近代品種を、化学肥料及び改良水管理技術、改良イネ栽培技術とともに使用することで、単位面積当たりの収量の大幅な増加を達成することが可能となった。実際、タンザニア、モザンビーク、ウガンダといった国において新しい稲作技術が導入され、これらの技術は生産性を向上するポテンシャルがあることが報告されている^{3,9-11,15,16)}。

しかしながら、こうした新しい農業技術の採用はしばしばプロジェクトサイト等の特定の地域に限定され、期待された程、迅速に広範な普及がなされているとはいえない⁸⁾。このような新技術の低い採用率には、情報の不足、クレジットアクセスの困難さ、不十分なインフラ、肥料・種子等の投入資材の高価格等、様々な要因が考えられるが^{5,8,12,20)}、最も重要な要因の一つとして新技術がもたらす収益性が十分でない可能性が考えられる^{8,11)}。このような問題認識に基づき、本稿では、IRRIが実施したタンザニア・コメセクター調査²⁾のデータを用いて、タンザニアの稲作において、①近代品種の使用、②化学肥料の使用、③畦畔の設置、④圃場の均平化、⑤田植え³⁾といった新技術を採用した農家はより高い利潤を得ているのかという問題について検討する。アジアの緑の革命において確認されたように、肥料感応性の高い近代品種の導入と化学肥料の使用は収量の向上にとって重要である⁶⁾。また、これらの技術が成果をあげるためには、畦畔の設置、圃場の均平化といった水を適切に管理、使用する技術の採用が重要である。さらに、田植えは稲の育成期間を均一化し、栽培管理を容易にすると同時に、雑草除去がしやすいというメリットがある。これまでも農業における新技術の収益性に関する研究は複数実施されているが、多くは近代品種及び化学肥料の使用に関する分析に限られている^{5,11,12,20)}。本稿ではこれらの現物投入に加え、改良水管理技術(畦畔の設置と均平化)及び改良栽培技術(田植え)の収益性についても分析する。また、これまでのアフリカの稲作に関する研究は特定の地域を対象としたケーススタディのデータを使用しているケースが多い^{11,19)}。これに対し本稿で使用するデータは、東アフリカにおいて初めて実施された稲作に関する広域調査のデータであり、新技術の収益性に関してより普遍性の高い分析を行うことが可能であると考えられる。なお、タンザニアはアフリカ第4位のコメ生産量を誇り、アフリカの稲作における重要国の一つであり、本研究結果は他のアフリカ諸国の稲作振興策を検討する上でも参考

になるものとする。

本稿は5つのセクションによって構成される。本セクションに続き、セクション2では、マクロデータを用い、サブサハラ・アフリカ全体の状況と比較しつつ、タンザニアの稲作の状況を概観し、新技術の採用により単位面積当たりの収量増加を図ることの重要性を説明する。セクション3では、本稿で使用するデータについて説明する。セクション4では、記述統計を活用し、タンザニアの稲作における新技術の採用状況を説明した後、稲作に関する5つの新技術の収益性について分析する。最後にセクション5において結論を述べる。

2. サブサハラ・アフリカ及びタンザニアにおける稲作の概況

図1はサブサハラ・アフリカのコメの生産、消費、輸入量(1,000 t)の過去50年間の推移を示している。この50年間で、コメの消費量は260万トンから2,150万トンへ8.3倍の増加を見せている。生産量も消費量の増加に合わせて拡大しているものの、消費量を全てまかなうことはできず、需給ギャップは拡大する傾向にある。近年、サブサハラ・アフリカは、年間約900万トンのコメを輸入しており、域内のコメの自給率は60%前後で推移している。

図2は、サブサハラ・アフリカの稲の栽培面積(1,000 ha)、籾米収量(t/ha)、及び人口一人当たり可耕地面積(ha)の過去50年間の推移を示している。対象期間中、稲の栽培面積は250万haから860万haへと3.4倍に増え、籾米収量については1.2 t/haから2.2 t/haへ1.8倍に増加している。このことから、図1で確認したサブサハラ・アフリカのコメ生産量の増加は主に栽培面積の増加によって達成されていることが確認される。しかしながら、この間、人口一人当たり可耕地面積は、0.58 haから0.24 haへと減少していることから、引き続き栽培面積を大幅に拡大していくことは困難と考えられる。なお、同期間におけるアジアのコメの収量の増加率は2.4倍であることから、アフリカにおける収量の1.8倍の増加はアフリカで緑の革命が始まりつつあることを示唆しているとも考えられる。

次に、タンザニアにおけるコメの生産、消費、輸入について検討する。タンザニアにおいて、コメは一人一日当たりのカロリー摂取量の観点からみて、トウモロコシ、キャッサバに続き、3番目に重要な食料作物となっており、2007年時点で一人一日当たり194キロカロリーをコメから摂取している⁷⁾。また、トウモロコシ、キャッ

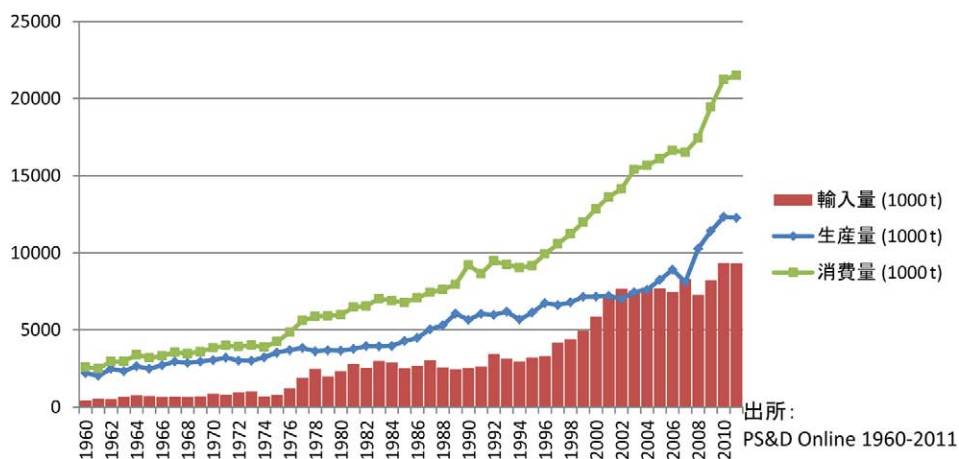


図1 サブサハラ・アフリカにおけるコメの消費量、生産量、輸入量 (1,000 t) の推移 (1960年-2011年、精米ベース)

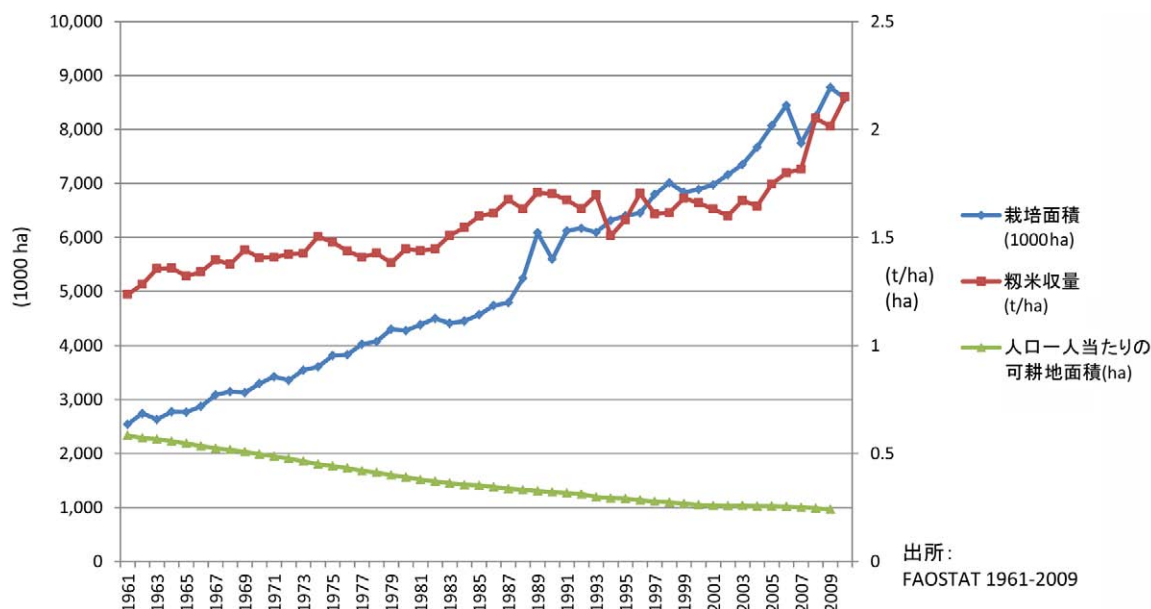


図2 サブサハラ・アフリカにおけるコメの栽培面積 (1,000 ha)、籾米収量 (t/ha)、及び人口一人当たり可耕地面積 (ha) の推移 (1961年-2009年)

サバの消費量が年々減少しているのに対し、コメの消費量は増加しており、タンザニアにおいてコメの重要性は増す傾向にある。これは、都市化の進行にともない、都市の住民がより簡易な調理方法で食することが可能なコメの消費を増加させているためと考えられる。また、タンザニアの農業分野の国内総生産の作物別内訳において、コメはトウモロコシに続いて第2位のシェア(11.8%)⁴を占めており、経済的な観点からもコメが重要な作物となっていることが確認できる。

図3はタンザニアのコメの生産、消費、輸入量(1,000 t)の過去50年間の推移を示している。この50年間で、コ

メの消費量は7万3千トンから100万トンへ13.7倍に増加している。生産量も消費量の増加に合わせて拡大しているものの、1970年代以降、消費量を全てまかなうことができなくなっている。図1において確認したサブサハラ・アフリカの状況とは異なり、コメの輸入への依存度はそれほど高くないものの、完全自給を達成するには至らず、近年、タンザニアは年間10万トン程度のコメを輸入しており、コメの自給率は90%前後で推移している。なお、タンザニアも属する東アフリカ共同体のコメの自給率は70%であり、年間49.5万トンのコメを輸入している。このため、タンザニアがコメ

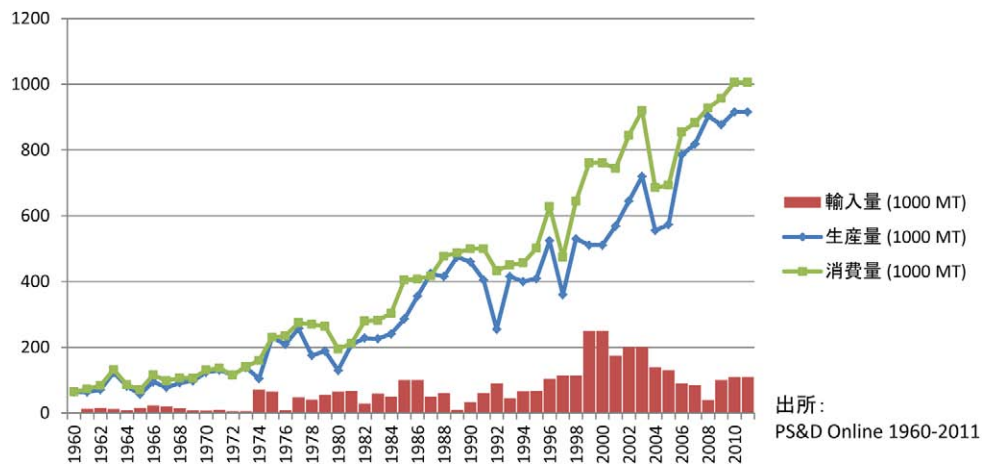


図3 タンザニアにおけるコメの消費量、生産量、輸入量 (1,000 t) の推移(1960年-2011年、
精米ベース)

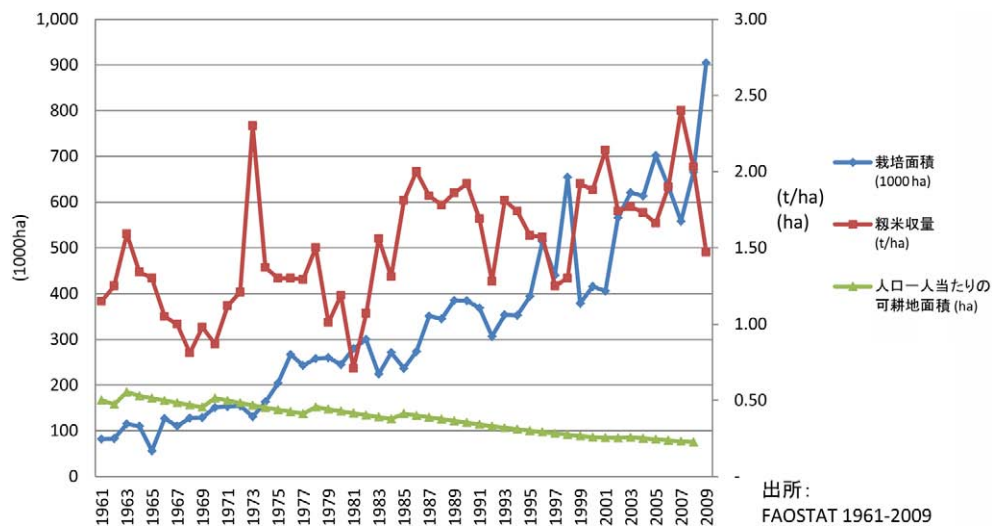


図4 タンザニアにおけるコメの栽培面積 (1,000 ha)、籾米収量 (t/ha)、及び人口一人
当たり可耕地面積 (ha) の推移 (1961年-2009年)

の完全自給を達成した場合でも、引き続きコメの生産増を図り、隣国に輸出することで、同地域の食料安全保障に貢献することが期待される。

図4は、タンザニアの稲の栽培面積 (1,000 ha)、籾米収量 (t/ha)、及び人口一人当たり可耕地面積 (ha) の過去50年間の推移を示したものである。稲の栽培面積は8万2千haから90万haへと11倍に増えたのに対し、1ha当たりの籾米収量については明確な増加傾向は見られない。このことから、図3で確認したタンザニアのコメ生産量の増加は単位面積当たりの収量の増加によるものではなく、主に栽培面積の増加によって達成されていることが確認され、この傾向はサブサハラ・アフリカ全体の傾向と比較してより顕著であるといえる。

他方、サブサハラ・アフリカ全体の傾向と同様に、この間、人口一人当たり可耕地面積は、0.50 haから0.23 haへと半減していることから、今後更に栽培面積を拡大していくことは困難であり、増加し続けるコメの需要に対応するためには、単位面積当たりの収量を増加させることによって、生産の拡大を図っていく必要があると考えられる。

コメが食料安全保障上及び経済的観点から重要になってきている一方、自給を達成できていない現在の状況を踏まえ、タンザニア政府もコメの増産を政策的に重視している。同国は「アフリカ稲作振興のための共同体」イニシアティブ⁵の支援対象国に選出されており、2009年5月に国家稲作振興戦略を策定した。同戦略に

よると、タンザニア農業・食料安全保障・協同組合省は2018年までにコメの生産量を倍増することを計画しており、主に灌漑水田の拡大、単位面積当たりの収量の向上により、同目標を達成することを目指している。また、同戦略では、具体的な活動として、①改良種子へのアクセス改善、②肥料の適切な配給、③灌漑と雨水利用の改善、④農業機械の有効利用、⑤収穫後処理とマーケティングの改善、⑥研究、技術開発、関係者の能力強化、⑦金融アクセスの改善を重視している¹³⁾。

3. データ

本稿ではIRRIが2009年9月から12月にかけて実施したタンザニア・コメセクター調査のデータを使用する。タンザニアのコメの主要生産地域は東部地域、南部高地地域、ヴィクトリア湖周辺地域であり、これらの地域で、国全体の40%のコメを生産している。調査では、これらの地域からそれぞれモロゴロ州、ムベヤ州、シニャンガ州を対象州として選定し、各州から2県、計6県(モロゴロ州キロンベロ県、ムボメロ県、ムベヤ州キエラ県、ムバラリ県、シニャンガ州シニャンガ・ルーラル県、カハマ県)を選出した。タンザニアにおいて陸稲の栽培は全体の約2.4%と限定的であり¹³⁾、対象地域においても殆ど確認されなかったため、本調査では対象県内の灌漑水田あるいは天水低湿地において稲作を実施している農村を層別無作為抽出により76カ村選定した。これらの選定された農村においてランダムに選出された10農家に対して世帯調査が実施され、全体で760世帯のデータが収集された。また、同時にグループインタビューにより76カ村の農村レベルのデータが収集された。本稿の分析にあたり、2009年に何らかの理由により稲作を実施しなかった農家71件及び異常値を示しているデータ29件を落とした結果、有効サンプル数は660となった。

4. 新技術の収益性に係る分析

4-1. タンザニアにおける新技術の採択状況

表1は、タンザニアの地域別の籾米収量(t/ha)及び新技術の採択状況を示している。天水低湿地における平均籾米収量は1.8 t/ha、灌漑水田における平均籾米収量は3.7 t/haである。ただし、上位25%の収量を見ても、天水低湿地で3.7 t/ha、灌漑水田で5.8 t/haと、アジアの籾米収量に比肩しうる値となっており、これは、タンザニアにおいて緑の革命を実現するポテンシャル

が高いことを示唆している。新技術の採用状況は総じて灌漑水田の方が天水低湿地よりも高い。近代品種の採用率は、天水低湿地で6.8%、灌漑水田で28.3%である。より水の供給について条件が有利な灌漑水田において近代品種の普及が進んでいるという状況は、アジアの緑の革命において確認されたプロセスと同じである⁴⁾。ただし、モロゴロ州の灌漑水田において近代品種の採用率が87.3%であるのに対し、ムベヤ州の灌漑水田では2.2%でしかない。これは、ムベヤ州においては、在来の香り米が近代品種よりも好まれていることに起因するためと考えられる。化学肥料の使用量は、天水低湿地で6.7 kg/ha、灌漑水田で33.3 kg/haで政府の推奨量⁶⁾には達していない。灌漑水田において化学肥料の使用量が多い理由は、灌漑水田では化学肥料の効果的な使用に必要な水が安定的に供給され、化学肥料の収益性が高いためと考えられる。畦畔の設置については、天水低湿地では49.1%、灌漑水田では89.1%の農家が実施している。また、均平化については、天水低湿地では55.0%、灌漑水田では76.9%の農家が実施している。なお、天水低湿地においては、シニャンガ州において畦畔設置、均平化の実施率が他州と比較して著しく高い。これは、シニャンガ州が比較的雨量の少ない地域であるため、水を有効利用する手段としてこれらの技術を採択しているものと考えられる。最後に苗植えについては、天水低湿地においては29.3%の農家が田植え(乱雑植えもしくは正条植え)を実施している。灌漑水田においては、92.6%の農家が田植えを実施しているが、このうち正条植えを実施している農家は29.3%に留まっている。

4-2. 新技術の収益性

(1) 近代品種の収益性

表2は近代品種の使用有無による籾米収量(t/ha)、化学肥料使用量(kg/ha)、裏作実施の割合(%),要素支払い(USドル/ha)⁷⁾、要素シェア(%)を農業生態環境別に示したものである。以下、表2-9には天水低湿地および灌漑水田において、新しい技術の採用の有無によって変数が有意に異なるかについてのt検定および、各グループの利潤が有意にゼロと異なるかについてのt検定の結果が示されている。ここで、所得とは総収益から現物投入費用、雇入れ資本費用、雇入れ労働費用を差し引いたものである。利潤は総収益から右費用に加え、所有資本費用、家族労働費用を差し引いたものと定義され、主に土地と水管理に対する収益である解釈できる。

天水低湿地においては、近代品種を使用するグルー

表1 州及び灌漑の有無別籾米収量 (t/ha) 及び新技術の採択状況

変数	モロゴロ州		ムベヤ州		シニャンガ州		平均	
	天水低湿地	灌漑水田	天水低湿地	灌漑水田	天水低湿地	灌漑水田	天水低湿地	灌漑水田
籾米収量 (t/ha)	2.0	3.9	1.6	3.5	1.7	4.6	1.8	3.7
上位25%の収量 (t/ha)							3.7	5.8
近代品種 (%)	17.1	87.3	0.0	2.2	1.9	3.9	6.8	28.3
化学肥料使用量 (kg/ha)	11.9	41.3	10.8	32.4	0.9	0.0	6.7	33.3
畦畔の設置 (%)	7.9	86.7	15.5	89.4	95.7	100.0	49.1	89.1
均平化 (%)	21.9	71.1	38.8	77.7	87.5	100.0	55.0	76.9
乱雑植え (%)	11.8	44.4	9.7	72.3	40.1	62.5	24.2	63.3
正条植え (%)	3.9	48.9	3.9	22.3	6.5	0.0	5.1	29.3
サンプル数	178	45	103	94	232	8	513	147

表2 近代品種の使用有無別籾米収量 (t/ha)、化学肥料使用量 (kg/ha)、裏作の実施割合 (%)、要素支払 (USドル/ha)、要素シェア (%)

変数	天水低湿地		灌漑水田	
	近代品種 非使用	近代品種 使用	近代品種 非使用	近代品種 使用
籾米収量 (t/ha)	1.7	2.8***	3.5	4.0**
化学肥料使用量 (kg/ha)	4.9	26.5***	29.9	40.6
コメを裏作として栽培した割合 (%)	0.2	16.3***	3.0	68.1***
コメ以外の作物を裏作として栽培した割合 (%)	6.6	9.3	6.0	2.1
総収益 (USドル/ha)	496.0 (100)	723.6*** (100)	1,083.1 (100)	1,184.9 (100)
現物投入費用 (USドル/ha)	13.2 (2.7)	42.1*** (5.8)	29.0 (2.7)	40.8 (3.4)
資本費用 (USドル/ha)	73.7 (14.9)	32.2*** (4.5)	133.0 (12.3)	25.9*** (2.2)
所有資本費用 (USドル/ha)	36.0	8.7***	56.4	3.2***
雇入れ資本費用 (USドル/ha)	37.7	23.5**	76.6	22.7***
労働費用 (USドル/ha)	315.4 (63.6)	641.0*** (88.6)	493.8 (45.6)	628.0*** (53.0)
家族労働費用 (USドル/ha)	225.8	433.3***	326.5	291.1
雇入れ労働費用 (USドル/ha)	89.6	207.7***	167.2	337.0***
所得 (USドル/ha)	355.5 (71.7)	450.4* (62.2)	810.3 (74.8)	784.5 (66.2)
利潤 (USドル/ha)	93.7 (18.9)	8.4 (1.2)	427.4 (39.5)	490.2 (41.4)
利潤が正であるかに関する t 検定の結果 (標準誤差)	19.2***	86.6	60.8***	71.2***
サンプル数	470	43	100	47

注1：近代品種の使用有無による各変数の比較。*** 両平均値は1%有意水準で異なる。 ** 両平均値は5%有意水準で異なる。 * 両平均値は10%有意水準で異なる。「利潤が正であるかに関する t 検定の結果」については、利潤が正である場合の有意水準を示す (片側検定)。

注2：カッコ内の値は、該当費用の総収益に占める割合 (要素シェア) を示す。

ブが使用しないグループと比較して、籾米収量および化学肥料使用量が有意に大きくなっている。これは、在来品種と比較して肥料感応性の高い近代品種を使用するグループがより多くの化学肥料を使用することで、高い籾米収量を達成していることを示唆している。また、コメを裏作として栽培した割合は、近代品種を使用するグループが使用しないグループと比べて高くなっている。近代品種は在来品種より一般的に早稲であり、イネの栽培に要する期間が短いため、裏作の実施に有利であるといえる。より高い収量を達成した結果、近代品種を使用するグループはより高い総収益を得ている一方、近代品種の種子代、肥料代金を含む現物投入費用、労働費用が大きくなる。特に労働費用の増加は著しく、近代品種を使用する場合、使用しない場合の倍以上の費用をかけており、労働費用の要素シェアも63.6%から88.6%へと25%高くなっている。これは、近代品種を使用した場合、よりきめ細やかな栽培管理が行われているためであろう。また、天水低湿地において所得は近代品種を使用するグループの方が使用しないグループよりも大きくなっている一方、利潤には統計的に有意な差は見られない。天水低湿地における近代品種の使用にあたり、家族労働の投入が大きく増加し、収益の増加分をほぼ吸収したため、このような結果になったと考えられる。天水低湿地において、近代品種を使用した場合の利潤はゼロと統計的に有意な差がない。この結果は、近代品種の使用によって高収量を達成し、高い利潤を上げるためには、水管理が重要であることを示唆している。なお、上述したように、利潤は所得から推定所有資本費用、家族労働費用を差し引いたものであるが、アフリカにおいては農村部において土地なし賃金労働者層が少なく、特に農繁期の雇用賃金が家族労働の通年の機会費用に比して高くなっている可能性がある。その結果、推定された利潤が過小評価されている可能性があることについて留意が必要である。

灌漑水田に関しても、天水低湿地と同じ傾向が確認され、近代品種を使用する農家はより多くの化学肥料を使用し、より高い籾米収量を得ると同時に、コメの二期作をより高い頻度で実施している。特に、コメの二期作を実施する割合が3.0%から68.1%へと大幅に高くなっている。より高い籾米収量を達成しているため、近代品種を使用するグループはより高い総収益を得ている一方、近代品種の種子代、肥料代金を含む現物投入費用、労働費用が大きくなっている。所得、利潤に関しては、近代品種の使用有無によって、統計的に有意な差は確認できなかった。なお、前節で確認し

たように、近代品種はモロゴロ州の灌漑水田において87.3%と高い採用率を誇る一方、ムベヤ州の灌漑水田では2.2%しか採用されていない。この結果、近代品種の使用有無の比較が両州の地域特性の差を捉えてしまい、所得と利潤に関し有意な差が確認できなかった可能性も考えられる⁸。ただし、近代品種を使用する農家はより高い頻度で二期作を行っており、稲作から得られる年間所得、利潤は近代品種を使用したグループの方が大きくなることが予想される。灌漑地域においては、近代品種を使用するグループ、しないグループのいずれもがゼロよりも統計的に有意に高い利潤を得ており、灌漑地域における稲作の収益性が高いことが確認された。

(2) 化学肥料の収益性

表3は化学肥料の使用有無による籾米収量(t/ha)、化学肥料使用量(kg/ha)、要素支払い(USドル/ha)、要素シェア(%)を農業生態環境別に示したものである。天水低湿地において、化学肥料を使用するグループは平均93 kg/haの化学肥料を使用し、使用しないグループと比較して1 t/ha高い籾米収量を得ている。天水低湿地において化学肥料を使用したグループは使用しないグループと比較して、総収益、現物投入費用が有意に大きくなっている一方で、労働費用、資本費用については差が見られない。所得に関し二つのグループの間で有意な差が見られないが、これは、化学肥料を使用するグループにおいて現物投入費用及び雇い入れ労働費用の比率が大幅に上がっていることに起因すると考えられる。他方、利潤については、化学肥料を使用するグループは使用しないグループと比較して、有意に110ドル多くなっている。灌漑水田においても、化学肥料を使用したグループは、使用しないグループと比較して籾米収量が1.1 t/ha大きくなっている。化学肥料の使用量は132.5 kg/haであり、推奨量に達している。総収益の増加が現物投入費用の増加よりも大きい結果、化学肥料を使用するグループは使用しないグループよりも高い所得と利潤を達成している。

近代品種は化学肥料への感応性が高いことが大きな特徴となっている。このため、次に近代品種と化学肥料を同時に使用した場合の効果について確認したい。表4は、①近代品種、化学肥料のどちらも使用しない場合、②近代品種のみ使用した場合、③化学肥料のみを使用した場合、④近代品種と化学肥料の両方を同時に使用した場合の籾米収量(t/ha)、所得(USドル)、利潤(USドル)を農業生態環境別にみたものである。両農業生態環境において、近代品種と化学肥料を同時に

表3 化学肥料の使用有無別籾米収量(t/ha)、化学肥料使用量(kg/ha)、要素支払(USドル/ha)、要素シェア(%)

変数	天水低湿地		灌漑水田	
	化学肥料非使用	化学肥料使用	化学肥料非使用	化学肥料使用
籾米収量 (t/ha)	1.7	2.7***	3.4	4.5***
化学肥料使用量 (kg/ha)	0.0	93.0***	0.0	132.5***
総収益 (USドル/ha)	496.2 (100)	757.5*** (100)	1,028.2 (100)	1,375.9*** (100)
現物投入費用 (USドル/ha)	9.1 (1.8)	98.9*** (13.1)	6.7 (0.7)	110.0*** (8.0)
資本費用 (USドル/ha)	70.2 (14.2)	70.4 (9.3)	110.5 (10.7)	63.7*** (4.6)
所有資本費用 (USドル/ha)	35.5	11.0***	46.1	19.3**
雇入れ資本費用 (USドル/ha)	34.8	59.3***	64.4	44.4
労働費用 (USドル/ha)	338.3 (68.2)	399.5 (52.7)	534.8 (52.0)	542.4 (39.4)
家族労働費用 (USドル/ha)	246.8	196.3	348.3	216.7**
雇入れ労働費用 (USドル/ha)	91.5	203.2***	186.4	325.7***
所得 (USドル/ha)	360.9 (72.7)	396.1 (52.3)	770.6 (74.9)	895.7* (65.1)
利潤 (USドル/ha)	78.6 (15.8)	188.7* (24.9)	376.1 (36.6)	659.7*** (47.9)
利潤が正であるかに関する t 検定の結果 (標準誤差)	18.8***	105.2**	55.3***	81.0***
サンプル数	476	37	110	37

注1：化学肥料の使用有無による各変数の比較。*** 両平均値は1%有意水準で異なる。 ** 両平均値は5%有意水準で異なる。 * 両平均値は10%有意水準で異なる。「利潤が正であるかに関する t 検定の結果」については、利潤が正である場合の有意水準を示す(片側検定)。

注2：カッコ内の値は、該当費用の総収益に占める割合(要素シェア)を示す。

表4 近代品種と化学肥料の使用状況別籾米収量 (t/ha)、所得 (USドル/ha)、利潤 (USドル/ha)

変数	天水低湿地				灌漑水田			
	近代品種、 化学肥料無し	近代品種 のみ	化学肥料 のみ	近代品種と 化学肥料	近代品種、 化学肥料無し	近代品種 のみ	化学肥料 のみ	近代品種と 化学肥料
籾米収量(t/ha)	1.7	2.6	2.5	3.1	3.3	3.6	4.3	4.7
所得 (USドル/ha)	353.8	466.0	386.2	414.4	774.5	760.7	945.3	830.4
利潤 (USドル/ha)	83.8	0.9	277.1	25.6	374.1	381.2	627.9	701.4
利潤が正であるかに関する t 検定の結果 (標準誤差)	19.4***	75.8	101.4***	233.9	68.5***	91.6***	125.3***	93.4***
サンプル数	446	30	24	13	79	31	21	16

注1：*** 利潤は1%有意水準で正の値である。 ** 利潤は5%有意水準で正の値である。 * 利潤は10%有意水準で正の値である(片側検定)。

使用した場合、最も籾米収量が高くなっている。ただし、天水低湿地では、所得の増加は限定的であり、利潤はゼロと有意に異ならない。一方、灌漑水田においては、良好な環境を利用して、農家が近代品種及び化

学肥料を採用した場合に最も高い利潤を達成している。これらの結果は、近代品種および化学肥料の使用によって高い収益を達成するための前提条件として、水管理が非常に重要であることを示唆している。

表5 畦畔の設置有無別籾米収量(t/ha)、化学肥料使用量(kg/ha)、要素支払(USドル/ha)、要素シェア(%)

変数	天水低湿地 (シニャンガ州以外)		灌漑水田	
	畦畔無し	畦畔有り	畦畔無し	畦畔有り
籾米収量 (t/ha)	1.7	2.8***	3.2	3.7
化学肥料使用量 (kg/ha)	8.7	35.1***	14.0	35.7
総収益 (USドル/ha)	484.1 (100)	822.0*** (100)	1,030.6 (100)	1,126.1 (100)
現物投入費用 (USドル/ha)	24.1 (5.0)	37.0* (4.5)	15.5 (1.5)	34.8 (3.1)
資本費用 (USドル/ha)	68.2 (14.1)	59.3 (7.2)	120.2 (11.7)	96.1 (8.5)
所有資本費用 (USドル/ha)	18.0	29.1*	28.3	40.7
雇入れ資本費用 (USドル/ha)	50.1	30.2**	91.9	55.4*
労働費用 (USドル/ha)	387.6 (80.1)	490.6** (59.7)	623.1 (60.5)	526.1 (46.7)
家族労働費用 (USドル/ha)	265.7	273.9	427.8	301.4*
雇入れ労働費用 (USドル/ha)	121.9	216.7***	195.3	224.7
所得 (USドル/ha)	287.9 (59.5)	538.1*** (65.5)	727.9 (70.6)	811.1 (72.0)
利潤 (USドル/ha)	4.2 (0.9)	235.1*** (28.6)	271.8 (26.4)	469.0* (41.6)
利潤が正であるかに関する t 検定の結果 (標準誤差)	26.3	100.9**	157.9*	49.2***
サンプル数	251	30	16	131

注1：畦畔の設置有無による各変数の比較。*** 両平均値は1%有意水準で異なる。 ** 両平均値は5%有意水準で異なる。 * 両平均値は10%有意水準で異なる。「利潤が正であるかに関する t 検定の結果」については、利潤が正である場合の有意水準を示す(片側検定)。

注2：カッコ内の値は、該当費用の総収益に占める割合(要素シェア)を示す。

表6 畦畔の設置有無別労働費用内訳(USドル/ha)

変数	天水低湿地 (シニャンガ州以外)		灌漑水田	
	畦畔無し	畦畔有り	畦畔無し	畦畔有り
圃場整備 (USドル/ha)	90.0	115.3	151	141
田植え (USドル/ha)	19.0	82.2***	181	110**
除草 (USドル/ha)	122.4	121.8	95	99
収穫 (USドル/ha)	154.2	170.8	191	174
その他 (USドル/ha)	2.1	0.6*	6	2
サンプル数	251	30	16	131

注1：畦畔の設置有無による各変数の比較。*** 両平均値は1%有意水準で異なる。
** 両平均値は5%有意水準で異なる。 * 両平均値は10%有意水準で異なる。

(3) 畦畔の収益性 (%) を農業生態環境別に示したものである。なお、畦畔の設置は長期的投資とみなし、畦畔設置にかかる費用は本データに含んでいない。前節に記したように、表5は畦畔の有無による籾米収量 (t/ha)、化学肥料使用量 (kg/ha)、要素支払い (USドル/ha)、要素シェア

表7 均平化の実施有無別籾米収量(t/ha)、化学肥料使用量(kg/ha)、要素支払(USドル/ha)、要素シェア(%)

変数	天水低湿地 (シニャンガ州以外)		灌漑水田	
	均平化無し	均平化有り	均平化無し	均平化有り
籾米収量 (t/ha)	1.8	1.9	3.4	3.7
化学肥料使用量 (kg/ha)	9.0	17.7**	51.9	27.8**
総収益 (USドル/ha)	499.3 (100)	573.4* (100)	1,061.8 (100)	1,131.9 (100)
現物投入費用 (USドル/ha)	23.7 (4.7)	30.2 (5.3)	41.1 (3.9)	30.2 (2.7)
資本費用 (USドル/ha)	63.8 (12.8)	76.0* (13.3)	71.6 (6.7)	106.9** (9.4)
所有資本費用 (USドル/ha)	14.7	30.7***	22.5	44.4**
雇入れ資本費用 (USドル/ha)	49.1	45.3	49.1	62.5
労働費用 (USドル/ha)	420.5 (84.2)	342.5** (59.7)	521.0 (49.1)	541.4 (47.8)
家族労働費用 (USドル/ha)	298.3	185.4***	288.6	323.2
雇入れ労働費用 (USドル/ha)	122.3	157.0**	232.4	218.2
所得 (USドル/ha)	304.3 (60.9)	340.8 (59.4)	739.1 (69.6)	821.0 (72.5)
利潤 (USドル/ha)	-8.7 (-1.7)	124.7** (21.7)	428.0 (40.3)	453.4 (40.1)
利潤が正であるかに関する t 検定の結果 (標準誤差)	32.3	40.8***	117.2***	50.5***
サンプル数	202	79	34	113

注1：均平化の実施有無による各変数の比較。*** 両平均値は1%有意水準で異なる。 ** 両平均値は5%有意水準で異なる。 * 両平均値は10%有意水準で異なる。「利潤が正であるかに関する t 検定の結果」については、利潤が正である場合の有意水準を示す(片側検定)。

注2：カッコ内の値は、該当費用の総収益に占める割合(要素シェア)を示す。

天水低湿地の畦畔設置率についてはシニャンガ州が突出して高くなっている。畦畔の設置有無の比較が、シニャンガ州とそれ以外の州の地域特性の比較となることを避けるため、天水低湿地についてはシニャンガ州を除き、モロゴロ州とムベヤ州における畦畔の有無に関する比較を行う。

天水低湿地においては、畦畔を有しているグループは有していないグループと比較して籾米収量、化学肥料使用量が有意に大きくなっている。畦畔を設置している圃場では、水をより有効に利用するとともに、化学肥料を多く使用することで、より高い籾米収量を達成していると考えられる。総収益の増加が現物投入費用及び労働費用の増加を上回るため、畦畔を有するグループはより高い所得及び利潤を達成している。なお、労働費用については、雇入れ費用のみが大幅に高くなっている。表6の労働費用の内訳をみると、天水田で畦畔を有するグループはそうでないグループに比

して、田植え費用が高くなっていることが分かる。これは、畦畔を有し、水のより良い管理が可能な圃場では、田植えを実施する割合が高くなるためと考えられる。天水低湿地において畦畔を設置した場合の利潤が統計的に有意に正となるのに対し、畦畔を設置しなかった場合の利潤はゼロと有意に異なる。このことから、水が安定的に供給されない天水低湿地において、水の有効利用に資する畦畔の設置が重要な役割を果たしていることが示唆される。

灌漑水田においては、畦畔を有するグループは、畦畔を有しないグループと比較して、籾米収量、化学肥料使用量ともに大きくなっているが、いずれも統計的に有意ではない。総収益、現物投入費用については同グループの方が大きく、労働費用、資本費用については畦畔を有するグループの方が小さいがいずれも統計的に有意な差ではない。総収益が増加する一方、総費用が減少した結果、利潤については畦畔を有するグルー

表8 均平化の実施有無別労働費用内訳 (USドル/ha)

変数	天水低湿地 (シニャンガ州以外)		灌漑水田	
	均平化無し	均平化有り	均平化無し	均平化有り
圃場整備 (USドル/ha)	103	66**	165	136
田植え (USドル/ha)	26	24	95	125*
除草 (USドル/ha)	136	88***	87	102
収穫 (USドル/ha)	154	162	172	177
その他 (USドル/ha)	2	2	1	3
サンプル数	202	79	34	113

注1：均平化の実施有無による各変数の比較。***両平均値は1%有意水準で異なる。**両平均値は5%有意水準で異なる。*両平均値は10%有意水準で異なる。

プの方が統計的に有意に大きくなっており、ここでも水管理の重要性が示唆されている。

(4) 均平化の収益性

表7は均平化の有無による籾米収量 (t/ha)、化学肥料使用量 (kg/ha)、要素支払い (USドル/ha)、要素シェア (%) を農業生態環境別に示したものである。前節に記したように、天水低湿地の均平化率についてはシニャンガ州が突出して高くなっている。均平化の実施有無の比較が、シニャンガ州とそれ以外の州の地域特性の比較となることを避けるため、天水低湿地についてはシニャンガ州を除き、モロゴロ州とムベヤ州における均平化の有無に関する比較を行う。

天水低湿地においては、均平化を行ったグループの方が行わなかったグループと比較して籾米収量、化学肥料使用量が大きくなっており、うち、化学肥料使用量の差のみ統計的に有意である。労働費用は均平化を行ったグループの方が小さく、総収益、現物投入費用、資本費用は同グループの方が大きい。その結果、均平化を行ったグループの方が所得、利潤が大きくなっている。労働費用の内訳を表8で確認してみると、圃場整備、除草にかかる費用が均平化を行ったグループの方が、行わなかったグループより低いことが確認される。均平化を行い、より良い水の管理が可能な圃場では、イネの栽培・収穫時期が一定となり、作業時間が短縮されることがこの理由として考えられる。また、天水低湿地において均平化を実施した農家の利潤が統計的に有意に正となるのに対し、均平化を実施していない農家の利潤はゼロと有意に異ならない。このことから、水が安定的に供給されない天水低湿地において、水の有効利用に資する均平化の実施が、畦畔の設置と同様に重要な役割を果たしていることが示唆される。

灌漑水田においては、均平化を行ったグループの方

が行わなかったグループと比較して籾米収量が高い一方、化学肥料の使用量は小さくなっている。前者のグループにおいて、有意に化学肥料の使用量が少なくなっている理由は明らかではない。均平化を行ったグループの方が行わなかったグループと比較して、現物投入費用が小さくなる一方、資本費用及び労働費用は大きくなっている。しかしながら、総収益の増加が総費用の増加よりも大きいため、均平化を行ったグループの方が所得、利潤が大きくなっている。ただし、資本費用以外は統計的に有意な差となっていない。この理由としては、灌漑水田において大半の農家 (77%) が均平化を行っているため、統計的に有意な差が出にくいことが考えられる。また、灌漑水田においては水がある程度安定して供給されるため、均平化の実施が収量の増加をもたらすためには、天水低湿地と比較してより厳密な均平化が求められる。しかしながら、総じて灌漑水田における均平化の質が低いため、均平化をしていない場合と比較して収量の差が出にくくなっている可能性も考えられる。

(5) 田植えの収益性

表9は田植えの有無及び形態 (乱雑植え、正条植え) 別による籾米収量 (t/ha)、化学肥料使用量 (kg/ha)、要素支払い (USドル/ha)、要素シェア (%) を農業生態環境別に示したものである。ただし、灌漑水田については、田植えを実施しないグループのサンプル数が8家計と限定的であるので、乱雑植えを実施するグループと正条植えを実施するグループの比較のみ行う。天水低湿地においては、乱雑植え、正条植えを実施している圃場の方が、籾米収量、化学肥料使用量が多いことが確認できる。乱雑植え、正条植えを実施している農家の籾米収量及び総収益は田植えを行わない農家と比較して高くなるが、田植えにかかる労働費用も大きくなる。

表9 田植えの形態別籾米収量 (t/ha)、化学肥料使用量 (kg/ha)、要素支払 (USドル/ha)、要素シェア (%)

変数	天水低湿地			灌漑水田	
	田植え無し	乱雑植え	正条植え	乱雑植え	正条植え
籾米収量 (t/ha)	1.6	2.3***	2.8***	3.5	4.1**
化学肥料使用量 (kg/ha)	5.5	7.5	19.8***	13.3	85.1***
総収益 (USドル/ha)	440.9 (100)	668.5*** (100)	818.1*** (100)	1,082.3 (100)	1,189.8 (100)
現物投入費用 (USドル/ha)	17.4 (3.9)	9.6** (1.4)	19.2 (2.3)	14.3 (1.3)	78.3*** (6.6)
資本費用 (USドル/ha)	72.6 (16.5)	66.5 (10.0)	55.1** (6.7)	118.3 (10.9)	56.9*** (4.8)
所有資本費用 (USドル/ha)	30.4	43.6***	33.0	46.6	19.8**
雇入れ資本費用 (USドル/ha)	42.2	22.9***	22.2**	71.7	37.1**
労働費用 (USドル/ha)	303.8 (68.9)	401.8*** (60.1)	604.0*** (73.8)	529.7 (48.9)	588.3 (49.4)
家族労働費用 (USドル/ha)	206.9	306.7***	446.9***	326.3	297.0
雇入れ労働費用 (USドル/ha)	96.9	95.1	157.0***	203.4	291.2***
所得 (USドル/ha)	284.4 (64.5)	540.9*** (80.9)	619.7*** (75.8)	792.9 (73.3)	783.2 (65.8)
利潤 (USドル/ha)	47.2 (10.7)	190.6*** (28.5)	139.8 (17.1)	419.9 (38.8)	466.4 (39.2)
利潤が正であるかに関する t 検定の結果 (標準誤差)	19.1***	46.7***	134.2	60.4***	84.7***
サンプル数	363	124	26	93	43

注1：天水低湿地については、田植え無しの場合と乱雑植え、正条植えを実施した場合の各変数の比較。灌漑水田については乱雑植えと正条植えを実施した場合の各変数の比較。***両平均値は1%有意水準で異なる。**両平均値は5%有意水準で異なる。*両平均値は10%有意水準で異なる。「利潤が正であるかに関する t 検定の結果」については、利潤が正である場合の有意水準を示す(片側検定)。

注2：カッコ内の値は、該当費用の総収益に占める割合(要素シェア)を示す。

この結果、所得に関しては正条植えを実施した場合に最も高くなる一方、利潤については乱雑植えを実施した場合に最も高い値となっている。

灌漑水田において、乱雑植えを実施する農家と正条植えを実施する農家を比較すると、正条植えを実施するグループの方が籾米収量、化学肥料使用量が有意に高いことが確認できる。特に化学肥料の使用量が多くなっているが、これは先進的な農家が正条植えと化学肥料の両方を採用していることを示唆している。籾米収量が高いため、正条植えを実施したグループの総収益は乱雑植えを実施したグループより大きい。しかし、同時に、化学肥料の使用増、及び正条植えというより高度な農作業を行った結果、正条植えを実施するグループの現物投入費用と労働費用も大きくなっている。所得については乱雑植えを実施するグループの方が大きく、利潤については正条植えを実施するグループの方が大きい。両者に統計的に有意な差はない。正条植えを

実施するグループが雇入れ労働をより多く使用していることが、同グループの所得を低くしている理由と考えられる。両グループの間で、所得、利潤に有意な差が見られないことから、灌漑水田において乱雑植えと比較して正条植えが経済的観点からみて合理性のある技術であるかどうかについては今後より厳密な検討を行う必要があるだろう。

5. 結論

タンザニアにおいて、都市化の進行の結果、コメの消費量は年々増加傾向にあり、食料及び換金作物として重要な作物となっている。コメの消費量の増加にとともに、生産量も増加しているが、消費量の全てをまかなうには至らず、年間10万トン程度を輸入に頼っている。このためより一層の生産増を図る必要があるが、人口一人当たりの可耕地面積が減少する中、更なる栽

培面積の拡大は難しい。従って、今後は単位面積当たりの収量の向上により生産を拡大していく必要がある。

本稿では、稲作に関する新技術（①近代品種の使用、②化学肥料の使用、③畦畔の設置、④均平化、⑤田植え）の採用有無による収益性の比較について記述統計表を用いて検討した。天水低湿地において、畦畔の設置、均平化の実施をしていない農家の利潤はゼロと有意に異なる一方で、両技術を採用している農家は統計的に正の利潤を達成している。これは、タンザニアの稲作において水の確保が決定的に重要であり、水の安定供給が期待できない天水低湿地においては、水の有効利用を図る畦畔の設置、均平化の実施が重要な役割を果たしていることを示唆している。この結果は天水低湿地での稲作において畦畔と水路の重要性を指摘した Sakurai¹⁹⁾の報告と整合的である。他方、灌漑水田では新技術の採用の有無に関わらず正の利潤が達成されており、灌漑水田における稲作の収益が高いことが確認された。これは、サブサハラ・アフリカにおいて灌漑稲作が高いポテンシャルを有していることを指摘した Nakano et al.¹⁶⁾の報告と整合的である。

灌漑水田において近代品種と化学肥料を同時に使用する農家は、両方もしくはどちらか一方の投入を使用しない農家と比較して、より高い収量、利潤を達成している。これに対して、天水田では、化学肥料と近代品種を同時に採用しても、必ずしも高い利潤が得られるとは限らないことが明らかになり、近代品種と化学肥料がポテンシャルを発揮するための条件として、灌漑への投資が重要であることが示された。また、天水田、灌漑水田の両方において近代品種を使用する農家は高い確率で二期作を実施しており、生育期間の短い近代品種が、二期作を可能にすることで、年間の稲作所得の向上に貢献している可能性が示唆された。本研究の結果から得られる政策的含意としては、第一に灌漑施設の拡充が挙げられる。タンザニアにおける灌漑のポテンシャルは高く、潜在的に灌漑可能な面積は29.4百万haとされている¹⁴⁾。タンザニアでは、老朽化し十分な機能を果たしていない灌漑施設が多数存在することから¹³⁾、既存の灌漑施設の補修も含めて、灌漑面積を拡大することが今後の同国の稲作振興にとって重要であろう。第二の政策的含意としては、天水低湿地における畦畔の設置と均平化を促進していくことが挙げられよう。また、灌漑水田では近代品種、化学肥料の使用が収量の増加に貢献することが期待されることから、これら現物投入の適切な使用を促進することも検討に値する。

上述したように、本分析の結果、天水低湿地において畦畔の設置、均平化を実施した農家、灌漑水田において近代品種、化学肥料を使用した農家は高い利潤を得ていることが確認された。ただし、本研究では、記述統計という性質上、もともとの条件が有利な地域でこういった技術が採用されているという可能性を否定できず、技術とその収益性について厳密な因果関係の究明はできない。また、「4-1. タンザニアにおける新技術の採択状況」で確認したように、天水低湿地における畦畔の設置率、均平化の実施率はそれぞれ49.1%、55.0%、灌漑水田における近代品種の採用率、化学肥料の使用量はそれぞれ28.3%、33.3 kg/haであり、これらの技術が広く普及しているとは言えない。現在これらの技術を採用していない地域でも同様の利潤を達成できるのか、達成できるとすれば、なぜ農家はこれらの技術を採用しないのかについて、より統計的に厳密な研究が今後望まれる。

註

- ¹ 以降、本稿において、アフリカと記述した場合、サブサハラ・アフリカを意味する。
- ² 本調査は、国際協力機構の委託、及び、ビル&メリンダ・ゲイツ財団の資金支援により実施された。両機関の本調査に対する支援をここに記して感謝したい。
- ³ 本分析では、田植えの形態として乱雑植えと正条植えの二種を分けて分析し、後者をより高度な稲作技術とみなす。
- ⁴ 1998年から2002年の平均値[22]。
- ⁵ アフリカにおける稲作振興を支援するため、2008年に設置された国際協議グループ。JICA、AGRA、世銀、FAO、WFP、IFAD等のドナー、IRRI、AfricaRice、JIRCAS等の研究機関が参加し、タンザニアを含むサブサハラ・アフリカ23か国に対して支援を行う。
- ⁶ haあたり尿素120 kg~250 kg。
- ⁷ 所有資本費用については各地域の市場における機械・家畜のエーカー当たりのレンタル費、家族労働費用については一日当たりの雇入れ労働の賃金(農作業、男女別)によって評価した。なお、費用等は2009年の為替レート(1 USドル=1320.3 Tsh)で換算した。
- ⁸ また、タンザニアにおける伝統品種は、調査において名前が確認されたものだけで100以上あり、その育種ルートは正確には分からないのが現状である。従って、伝統品種と認識されている品種にすでに改良品種の系統が含まれている可能性は否定できない。

引用文献

1. Africa Rice Center. (2007) Africa rice trends 2007. Cotonou, Benin.
2. Africa Rice Center. (2009) Annual Report 2008. Cotonou, Benin.
3. Benedito, Cunguara, Kajisa K. (2008) Determinants of household income and schooling investments in rice-growing provinces in Mozambique, 2002–5. In: Otsuka K, Estudillo JP, Sawada Y (eds.), *Rural Poverty and Income Dynamics in Asia and Africa*. Oxford: Routledge: 174–195.
4. David C, Otsuka K. (1994) *Modern Rice Technology and Income Distribution in Asia*. Boulder: Lynne Rienner.
5. Esther D, Kremer M, Robinson J. (2008) How high are rates of return to fertilizer? Evidence from field experiments in Kenya. *American Economic Review* 98(2): 482–488.
6. Evenson RE, Gollin D. (2003). Assessing the impact of the green revolution, 1960–2000. *Science* 300 (5620): 758–762.
7. FAO (Food and Agriculture Organization). (2012) FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/>. Rome, Italy.
8. Foster AD, Rosenzweig MR. (2010) Microeconomics of technology adoption. *Annual Review of Economics* 2 (September): 395–424.
9. Kajisa K, Payongyong E. (2011) Potential of and Constraints to the Rice Green Revolution in Mozambique: A Case Study of Chokwe Irrigation Scheme. *Food Policy*: forthcoming.
10. Kijima Y, Otsuka K, Sserunkuuma D. (2008) Assessing the impact of NERICA on income and poverty in central and Western Uganda. *Agricultural Economics* 38(3): 327–337.
11. Kijima Y, Otsuka K, Sserunkuuma D. (2011) An inquiry into constraints on a green revolution in sub-Saharan Africa: the case of NERICA rice in Uganda. *World Development* 39(1): 77–86.
12. Matsumoto T, Yamano T. (2009) *Soil Fertility, Fertilizer, and the Maize Green Revolution in East Africa*. Policy Research Working Paper 5158. The World Bank.
13. Ministry of Agriculture, Food Security and Cooperatives of the United Republic of Tanzania (MAFC). (2009) *National Rice Development Strategy*. Dar es Salaam, Tanzania.
14. Ministry of Water and Irrigation of the United Republic of Tanzania. (2009) *The National Irrigation Policy*. Dar es Salaam, Tanzania.
15. Nakano Y, Kajisa K. (2011) *The Impact of Access to Credit and Training on Technological Adoption: A Case of the Rice Sector in Tanzania*. Selected paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's 2011 AAEA & NAREA Joint Annual Meeting, Pittsburgh, Pennsylvania, July 24–26, 2011.
16. Nakano, Y, Bamba I, Diagne A, Otsuka K, Kajisa K. (2011) *The Possibility of a Rice Green Revolution in Large-scale Irrigation Schemes in Sub-Saharan Africa*. Policy Research Working Paper 5560. The World Bank.
17. Otsuka K, Kalirajan KP. (2006) Rice green revolution in Asia and its transferability to Africa: an introduction. *The Developing Economies* 44(2): 107–122.
18. Otsuka K, Kijima Y. (2011) Technology policies for a green revolution and agricultural transformation in Africa. *Journal of African Economies* 19(2): 60–76.
19. Sakurai T. (2006) *Intensification of Rain-fed Lowland Rice Production in West Africa: Present Status and Potential Green Revolution*. *The Developing Economies* 44(2): 232–251.
20. Suri T. (2006) Selection and comparative advantage in technology adoption. *Econometrica* 79(1): 159–209.
21. United States Department of Agriculture (USDA). (2008) *USDA Rice Projections, 2008–17*. Washington, D.C., United States of America.
22. USAID Tanzania Economic Growth Office. (2003) *Assessment of the Agricultural Sector in Tanzania*. Dar es Salaam, Tanzania.