

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 28 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06288

研究課題名(和文) 開発途上国における農民参加型灌漑管理による効率的・持続的灌漑農業の実現手法

研究課題名(英文) Methods to Achieve Efficient and Sustainable Irrigated Agriculture through Farmer Participatory Irrigation Management in Developing Countries

研究代表者

石井 敦 (Ishii, Atsushi)

筑波大学・生命環境系・教授

研究者番号：90222926

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)： 開発途上国のウガンダ共和国において、新たに開発された大規模水田灌漑地区での農民参加型の民主的な灌漑水利組織の配水管理の実態を求め、公平で効率的な水利用を実現するための灌漑管理の条件を考察した。

農民参加型の灌漑地区では、トップダウン型の灌漑管理地区と比べ、用水供給の不安定な水田が増え、地区全体の収量が10%程度減少していることがわかった。また、幹線・支線水路のいずれの水路レベルでも下流で用水供給が不安定で収量が低迷していることが明らかになった。また、下位の水利組織間の配水協議を行うことで、水利組織内の農民の協力がうながされ、地区全体の平等配水が実現され得ることを論じた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

開発途上国では食料不足問題対策として大規模水田灌漑事業が行われているが、水利施設建設後の灌漑用水の配水管理が不十分で、灌漑投資に対して十分な生産物を得られていない。

本研究は灌漑地区内の3000以上ある水田群の不平等な配水状況を、面的に推定した初めての研究で、灌漑管理問題解決に必須の基本データを提供している。また、日本の灌漑管理組織との比較等により、灌漑地区内の下位の水路レベルの水利組織同士が配水について協議することで、下位の水利組織内の農民の協力関係が強化され、地区全体の平等配水が実現する可能性を論じており、今後の途上国の灌漑開発に有益な研究成果をあげている。

研究成果の概要(英文)： I sought the actual situation of water allocation management of a farmer-participatory democratic irrigation water use organization in a newly developed large-scale paddy irrigation district in the Republic of Uganda, a developing country, and examined the conditions for irrigation management to achieve equitable and efficient water use.

It was found that the number of rice paddies with unstable water supply increased in farmer-participatory irrigation districts and the yield of the entire district decreased by about 10% compared to top-down irrigation management districts. It was also found that water supply was unstable downstream at both the trunk and branch canal levels, resulting in stagnant yields. It was also argued that water allocation consultations among subordinate water users could encourage cooperation among farmers in the water users' organizations and realize equal water allocation for the entire district.

研究分野： 農業工学

キーワード： 灌漑管理 水田 水利組織 水利費 開発途上国

1. 研究開始当初の背景

開発途上国、特にアフリカでは人口増加率が依然として高く、慢性的な食糧不足が問題となっており、対策として大規模な農地開発や灌漑事業が現在も推進されている。その際、限られた水資源に対し、灌漑事業地区全体の収量を最大化することが望ましい。佐藤ら(2003)によれば、灌漑地区全体の総収量は、原理的には、個々の農地への灌漑用水の配水量が同量(平等)である場合に最大になる。そのため、多数の零細農民を受益者とする開発途上国の灌漑事業地区では、農家間でいかに平等な配水を実現するかが灌漑管理上の重要な課題となる。

一方、実際の開発途上国における灌漑管理の方策は、1990年代に世界銀行が農民参加型による灌漑管理(PIM)を提唱し、現在それが国際機関による灌漑開発支援の必要条件になっている。その内容は、灌漑開発の計画・設計・施工・管理のいずれの段階でも受益農民が参加し、受益農民に灌漑施設の所有意識をもたせ、受益農民による水利組合が建設後の水利施設を管理するというもので、公平で効率的な配水が民主的に、かつ、農民の自主財源で行われることが期待されている(石井ら, 2003)。実際、日本の土地改良区や、開発途上国でも古くから「伝統的な」灌漑管理を行ってきた地域では、PIM方式で安定的で効率的な灌漑用水の利用が実現しており、それらを踏まえたPIM方式導入のマニュアル作成や技術支援等も行われている(JICA, 2012, David Groenfeldt et al, 2000)。

しかし、実際の開発途上国において、戦後、新たに開発された大規模灌漑地区では、灌漑地区内の上流地域の農民が用水を過剰に取水し、下流では用水不足が生じ、灌漑地区全体の収量が十分に向上せず、また、農民からの維持管理費の徴収率も低くとどまっていることが多い(佐藤ら, 2003)。なぜ、開発途上国で新たに灌漑開発を行っている地区では、PIM方式を導入しても、平等配水や水利費の十分な徴収がなされないことが多いのか、その要因を明らかにし、現在のPIMモデルの改善をはかることは、今後の開発途上国での食料供給にとって、きわめて重要な課題となっている。

2. 研究の目的

本研究では、近年、水田を中心とした灌漑開発が進められているウガンダ共和国を対象に、灌漑水利組織の構成や灌漑管理方式の違いが農民への配水におよぼす影響を実証的に明らかにし、PIM方式で農民間の平等配水および高い水利費徴収率を実現するための必要条件を明らかにし、現在のPIM方式による灌漑管理の改善点を提案することを目的とした。

3. 研究の方法

ウガンダで1970年代に開発された大規模水田灌漑地区のDoho地区(灌漑面積約1000 ha)およびLwoba地区(同約700 ha)を分析対象地区として選定した。この2地区は同じ河川の同じ取水堰から左右両岸に分かれて取水しており、自然環境条件はほぼ同じものとみなせる(図1)。また、整備されている灌漑施設も同様で、いずれも水路は幹線

水路（1次、2次水路）、支線水路（3次水路）を通して100 ha程度の灌漑ブロックに到達し、灌漑ブロック内で10本程度の4次水路にわかれ、それぞれが数十枚の水田（水田面積0.1 ha）に用水を供給している。

一方、灌漑用水の管理についてはまったく異なる。Doho地区は国有地で農家約3000名が99年間の無償貸与を受けている地区で、彼らが政府の指導で水利組織DIFACOSを設立し、選挙で代表者を選び、受益農民の総会で配水計画を審議・決定する、典型的なPIM方式での灌漑管理を行っているのに対し、Lwoba地区は全域が1名の大地主の所有地で、小作農家約1000名がこの地主から農地を借りて営農している。灌漑用水の管理はこの大地主とその家族によって行われ、農民らはそれに従うといった、トップダウン型の灌漑管理方式がとられている。

この2地区を対象に、個々の水田への灌漑用水の配水状況、個々の農民の営農の違い、コメの収穫量、水利費の支払い率と、灌漑管理の実施方法等を求めて比較分析することで、ウガンダにおけるPIM方式の灌漑管理の課題を抽出することとした。その上で、日本の灌漑管理組織の既往研究の成果と比較して、ウガンダのPIM方式の改善に必要な条件および改善方策について検討した。

4. 研究成果

1) 灌漑管理方式の違いが地区全体の収量に及ぼす影響：

Doho地区60名、Lwoba地区30名の農家を対象に、調査票を用いた現地聞き取り調査を行い、稲作の収量、用水供給の良否、肥料使用の有無等について求めた。その結果、図2に示すように、PIM方式のDoho地区の方が稲作の平均収量が10%程度低く、また、個々の農家の収量の分布も広いことが明らかになった。また、個々の農家の肥料使用状況と用水供給への満足度および収量、肥料使用状況と収量とで、いずれも有意に関係があった。また、用水供給への満足度が低い農家の水田は、主に各灌漑ブロックの4次水路の下流部に分布していることが明らかになった（図3）。これらから、PIM方式のDoho地区では、灌漑ブロック内の配水管理が不十分で、特に下流部での用水供給が不安定のため、農民がコストを回収できないおそれから肥料の使用をひかえ、収量が低くなっていることが推察された。

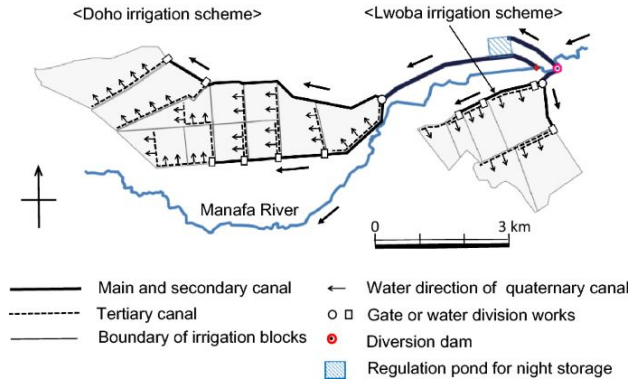


図1 調査対象地区

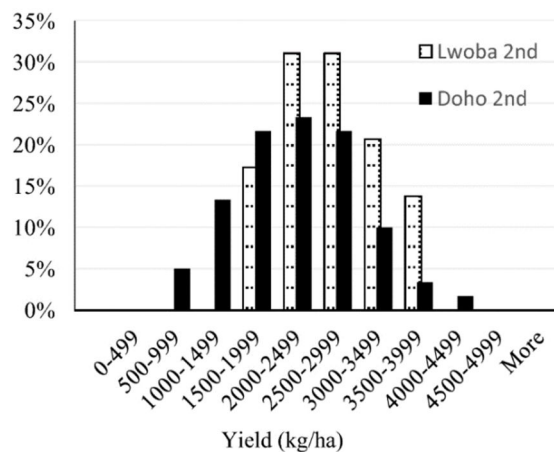
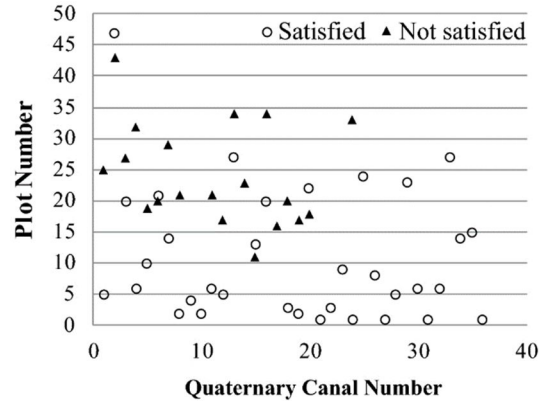


図2 調査対象地区の水田ごとの単収の分布

2) PIM方式灌漑地区の水利費支払率の分布：

Doho地区の灌漑水利組織DIFACOSが保有する土地所有図・台帳および水利費支払い台帳を閲覧し、水利費の支払いのない水田群の分布を地図上で求めた。その上で、同じ4次水路から取水する水田群を上流から10ずつのグループに分けて、各グループの水利費支払い率を求め、水利費支払いの分布図を作成した(図4)。また、各グループの水利費支払率を目的変数、そのグループの属する灌漑ブロックの位置、4次水路の位置、4次水路上での位置等を説明変数として重回帰分析を行い、水田グループの水利費の支払い率とその水理学的位置(上流下流)との関係を分析した。



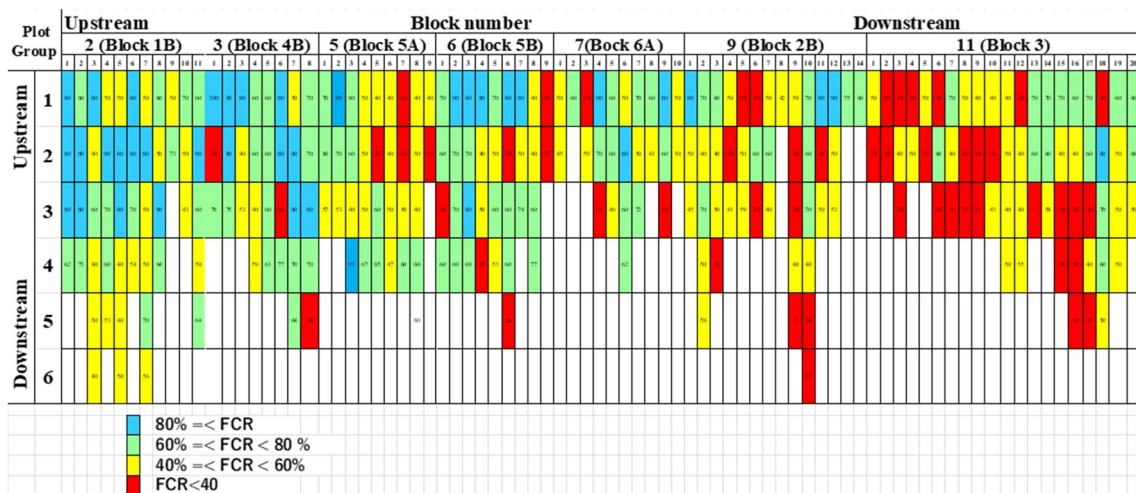
○は満足、△は不満足と回答した農家の水田。横軸はその水田に給水する各4次水路の上流からの番号、縦軸は各4次水路の上流から数えたその水田の番号。

図3 Doho地区の水田の用水供給満足度

これより、灌漑ブロック間、灌漑ブロック内の4次水路間および4次水路上とといったすべての水路レベルで、水利費の支払い率は下流で低くなっていることが明らかになった。農民の水利費の支払い率は用水供給の安定性・満足度を反映することから、あらゆる水路レベルで下流部で用水供給が不安定になっていることが示唆された。

3) 水利組織の構成、権限と配水管理決定のプロセスと政府の関与：

Doho地区の灌漑水利組織DIFACOSについて、職員および役員に対する対面聞き取り調査を行い、水利組織の構成、用水配分計画の決定プロセス、日々の配水管理と、それらへの現地政府組織の関与についての聞き取り調査を行った。また、日本の灌漑地区で、



凡例のFCRは水利費の支払い率(Fee Collection rate)。横軸は灌漑ブロックを上流から下流に並べ、さらに灌漑ブロック内の4次水路を上流から順に並べている。縦軸は同じ4次水路から取水する水田10枚のグループを上流から順に並べている。

図4 Doho地区の水利費の支払い率の分布

農民水利組織（土地改良区）が灌漑管理を行っている地区と、水管理機構と土地改良区とが共同して灌漑管理を行っている地区についての先行研究を参照し、これらとの比較分析を行った。その結果、以下が明らかになった。

Doho地区では、灌漑ブロック間の配水操作は政府組織によって行われている。一方、その配水計画は、灌漑組織DIFACOSの受益農民の年次総会で決定されている。年次総会では、各灌漑ブロックの用水不足の状況が考慮され、2～3年ごとに平等配水に向けての改善が行われている。この、政府組織と農民灌漑組織との役割分担は、日本の水管理機構管理の灌漑組織とまったく同じであり、政府と農民水利組織との共同管理の必要条件としてこの役割分担が重要であることが示唆された。

それにも関わらず、Doho地区で灌漑ブロック間の配水が不平等になっているのは、灌漑ブロックへの配水量を測定する施設が整備されていないといった技術的な問題によるもので、それさえ整備されれば平等配水が実現できる可能性があることが推測された。

Doho地区も日本の土地改良区も、水路ごとに組織された重層的な灌漑水利組織によって灌漑管理が行われている。ただし、日本の場合、それぞれの水利組織間での協議・調整をする場が設けられ、他の水利組織と協議するためにそれぞれの水利組織内での農民が協力するといった仕組みが構築されている。一方、Doho地区では、下位の水利組織同士の配水協議・調整が行われておらず、上位の灌漑水利組織DIFACOSおよび政府事務所が、下位の水利組織の意見を聞いた上で配水計画・操作を行っている。そのため、下位の水利組織内の農家の協力関係が希薄になっていることが考えられる。そして、このことが、Doho地区の灌漑ブロック内の平等配水を困難にしているものと推察される。

灌漑ブロック内の統治が不十分な状況では、灌漑ブロック間の配水計画が決定された場合でも、個々の農家がそれに従って取水しない恐れがある。そのためDoho地区では、日本の土地改良区の灌漑管理の場合と違って、政府が灌漑ブロック間の配水を操作・監視することが重要になっていることが考えられる。政府の灌漑管理への関与を少なくし、日本の土地改良区の場合のように間接的な政府関与にとどめるためには、 の条件に加え も考慮し、灌漑ブロック内のガバナビリティを向上させることが必要と考える。

< 引用文献 >

佐藤政良他：農民参加型水管理の原理と実現方法，農業土木学会誌，75(7)，53-58，2007

石井敦他：PIM，農村計画学会誌，22(3)，239-240，2003

JICA：Contents of Technical Cooperation “Participatory Irrigation Management Organizations in Japan”，https://jica-net-library.jica.go.jp/library/jn944/Text_English_digest.pdf，2012

Devid Groenfeldt and Mark Svendsen: Case Studies in Participatory Irrigation Management, WORLD BANK INSTITUTE, 2000

Molden D., Gates T., “Performance measures for evaluation of irrigation-water-delivery systems”, J Irrig Drain Eng Vol.116 No.6, (1990), pp 804-823

Khater A., Kitamura Y., Shimizu K., Abou EL Hassan W. and Fujimaki H., “Quantitative analysis of reusing agricultural water to compensate for water supply deficiencies in the Nile Delta irrigation network”, PWE, Vol. 13, (2015), pp 367-378

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Paul Ayella, Atsushi Ishii, Masayoshi Satoh	4. 巻 17
2. 論文標題 A comparative analysis of two paddy irrigation schemes under contrasting water management of participatory and top-down systems in Uganda	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 paddy and water environment	6. 最初と最後の頁 497-505
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10333-019-00745-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Paul Ayella, Atsushi Ishii, Masayoshi Satoh	4. 巻 14(10)
2. 論文標題 Effects of Irrigation Water Sufficiency on Water Fee Collection Rate in Uganda's Large-Scale Paddy Irrigation Schemes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 1611
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/w14101611	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Masayoshi Satoh, Atsushi Ishii	4. 巻 14(2)
2. 論文標題 Japanese Irrigation Management at the Crossroads	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Water Alternatives	6. 最初と最後の頁 413-434
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 ポール・アエラ, 石井 敦、佐藤政良
2. 発表標題 ウガンダ国における大規模谷地田の水利特性と生産性向上のための課題
3. 学会等名 農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Paul Ayella, ISHII Atsushi, SATOH Masayoshi
2. 発表標題 An analysis of Yachida paddy fields in Uganda from a view point of water management conditions and challenges for higher rice production
3. 学会等名 農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北原陽光, 石井敦
2. 発表標題 「個別従量制」水利費賦課地区における農家水田灌漑用水使用実態分析
3. 学会等名 農業農村工学会関東支部大会講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石井敦
2. 発表標題 巨大区画水田に付帯する圃場水利施設整備考え方
3. 学会等名 農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 丹野ちぐさ, 石井敦
2. 発表標題 大規模水田灌漑地区におけるムラの用水需要と配水調整
3. 学会等名 農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Paul Ayella, ISHII Atsushi, SATOH Masayoshi
2. 発表標題 Factors Affecting OM Fee Collection Rate in an Large Paddy Irrigation Scheme in Uganda
3. 学会等名 農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Paul Ayella, ISHII Atsushi, SATOH Masayoshi
2. 発表標題 An analysis of a joint water management in a large rice paddy irrigation scheme in Uganda
3. 学会等名 農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 EKPELIKPEZE Adonis, KAMIMURA Ryohei, AYELLA Paul, ISHII Atsushi
2. 発表標題 An analysis of characteristics and effects of a water reuse system installed in a large paddy irrigation scheme in Japan
3. 学会等名 農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Paul Ayella, ISHII Atsushi, SATOH Masayoshi
2. 発表標題 An analysis of role sharing between Government and WUA in water distribution management in a large rice paddy irrigation scheme in Uganda
3. 学会等名 PAWEES 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 EKPELIKPEZE Adonis Russell, KAMIMURA Ryohei, ISHII Atsushi, SATOH Masayoshi
2. 発表標題 Effects of water reuse system on Land Improvement District activities for water distribution in a large paddy irrigation scheme in Japan
3. 学会等名 農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2022年

〔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
研究協力者	佐藤 政良 (Sato Masayoshi)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------