

平成 30 年 5 月 29 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2017

課題番号：26660180

研究課題名(和文) 節水型稲作における水の潜在価格を推計するためのモデリング手法の開発

研究課題名(英文) Quantifying the shadow price of water irrigated under alternate wetting and drying systems

研究代表者

高橋 太郎 (Takahashi, Taro)

東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・農学共同研究員

研究者番号：20540876

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：節水型稲作は、世界的な人口増加に伴う水需要の増加や、気候変動に伴う水供給の不安定化への有効な対応策として期待されているが、節水に伴う限界便益と限界費用の厳密な推計方法は未だ確立されておらず、このことが各地域において節水型稲作を進めることが社会的に望ましいかどうかの判断を困難にしている。本研究は、節水型稲作の中でも費用対効果が高いと報告されている間断灌漑法を対象として、(1) 当該技術を利用した栽培において水収支を正確に計測できる作物・土壌モデルを開発した上で、(2) そのモデルを用いることにより、節水型稲作が社会的に望ましいための必要十分条件を明らかにしたものである。

研究成果の概要(英文)：Although water-saving technologies is recognised to have the potential to contribute to global food security, their marginal costs and benefits are seldom quantified through rigorous economic methods. This research aimed to develop a modelling framework to enable such estimation for the case of alternate wetting and drying irrigation, one of the most promising water-saving technologies for rice production systems.

研究分野：農業経済学

キーワード：農業経済学 節水型稲作 作物モデリング

1. 研究開始当初の背景

世界の水供給 (淡水) のうち 70% が農業によって利用される中、世界的な人口増加や気候変動に伴う水供給の不安定化により、世界の水需要は増加の一途を辿っていた。したがって、長期的に持続可能な食料生産システムを実現するためには、より少ない水投入によって行うことのできる農業生産技術を確立する必要があった。

農業の中でも、稲作は世界の水供給の約 30% を使用する水資源集約的な産業であり、水利用効率の改善が求められていた。本研究開始以前に研究代表者が示したように、稲作において水需要が過剰な原因の一つとしては、制度経済学的な意味での市場の失敗も存在したが、伝統的な湛水稲作を行う以上、蒸散・表面流出・下面漏出による水損失を完全に防ぐことはできないため、抜本的な水利用効率の改善の実現は難しいとされていた。

このような背景の下、水田の常時湛水を避け、間断的に土壌水分を飽和させる栽培方法である間断灌漑法 (alternate wet and dry irrigation: AWDI) は、各種提案されている節水型稲作技術の中でも湛水稲作と比べて収量の低下が小さい技術として着目されていた。本研究開始時点において、AWDI を試行した圃場実験の報告は成功例・失敗例とも複数存在したが、どのような生産環境の下において、またどのような頻度で間断灌漑を行えば AWDI が成功しうるのかという成功のための条件については、世界的に見ても未だ深い議論が行われていなかった。また、農業経済学の立場から AWDI の費用対効果を計測し、また農業用水の潜在価格を推計することによって、水市場を始めとする農業関連市場への最適な介入方法を探索しようという動きも見られていなかった。

2. 研究の目的

節水型稲作が地球規模での持続可能な食料生産システムの実現に大きく貢献することが予想されるにも関わらず、これらの研究が滞っている原因としては、(1) 湛水時の嫌気呼吸と非湛水時の好気呼吸の双方を考慮しなければならない AWDI 用の作物生育モデルの設計には、多大な労力かつ失敗のリスクが伴うこと、また (2) 灌漑方法に関する離散的な選択肢が数多く存在する AWDI の下での水の潜在価格の推計においては、解析的方法を用いることができず、その推計のためのプログラミングにも多大な労力かつ失敗のリスクが伴うこと、があると考えられた。

本研究は、これらの労力とリスクを請け負うことにより、作物学・農業経済学の双方において節水型稲作の分析に関わる新しい方法論の開発を目指すと共に、社会的にも将来に渡り安定的な食料生産システムの実現に資することを目的とした。

3. 研究の方法

上述の通り、節水型稲作は世界的な人口増加に伴う水需要の増加や、気候変動に伴う水供給の不安定化への有効な対応策として期待されていたものの、節水に伴う限界便益と限界費用の厳密な推計方法は未だ確立されておらず、このことが各地域において節水型稲作を進めることが社会的に望ましいかどうかの判断を困難にしていると考えられた。そこで本研究は、節水型稲作の中でも費用対効果が高いと報告されている AWDI を対象として、(1) 当該技術を利用した栽培において水収支を正確に計測できる作物・土壌モデルを開発した上で、(2) そのモデルを用いることにより、節水型稲作が社会的に望ましいための必要十分条件を明らかにし、さらには

(3) 農業用水の潜在価格 (shadow price) を計測するための新しい学術的方法を提案する、という段階的な研究手法を採択した。

4. 研究成果

プロジェクト 1 年目の平成 26 年度は、東京大学西東京フィールドの実験圃場において、土壌モジュール用の詳細なデータの取得を目的とした生育実験を行った。ここでは、作物を植えない状態において、複数パターン (灌漑頻度、灌漑水量) の灌漑ルールに基づいた AWDI と通常の湛水管理の双方を施し、それぞれの処理の下での土壌各層の水分および養分の時系列的推移を記録した。また、先行研究における節水型稲作のモデリング方法について詳細に調査した。

プロジェクト 2 年目の平成 27 年度は、東京大学西東京フィールドの実験圃場において、土壌モジュール用の詳細なデータの取得を目的とした生育実験を行った。前年度に実施した作物を植えない状態における実験の成果に基づき、本年度は稲を植えた状況にて複数パターン (灌漑頻度、灌漑水量) の灌漑ルールに基づいた AWDI と通常の湛水管理の双方を施し、それぞれの処理の下での土壌各層の水分および養分の時系列的推移を記録した。また、前年度に行った先行研究における節水型稲作のモデリング方法に関する詳細なレビューの結果を基に、水の潜在価格の推計という本研究の目的達成に最も相応しい経済モジュールを設計するためのアルゴリズムの検討を行った。

節水のメカニズム自体は温帯であれ熱帯であれ変わることがないが、世界的に見て節水型稲作の効果が最も大きいのは、日射量が強く蒸発散量の大きい熱帯地域である。このことを鑑み、プロジェクト 3 年目の平成 28 年度はコロンビアの稲作地帯に位置する実

験圃場において、土壌モジュール用の詳細なデータの取得を目的とした生育実験を行った。ここでは、稲を植えた状況にて複数パターン (灌漑頻度、灌漑水量) の灌漑ルールに基づいた AWDI と通常の湛水管理の双方を施し、それぞれの処理の下での土壌各層の水分および養分の時系列的推移を記録した。また、前年度までに行った先行研究における節水型稲作のモデリング方法に関する詳細なレビューと水の潜在価格の推計に最も相応しい経済モジュールを設計するためのアルゴリズムの検討の結果を基に、実際に経済モジュールを設計した。

プロジェクト 4 年目 (最終年度) の平成 29 年度は、前年度までに開発した作物・土壌モデルを利用して、AWDI の費用便益分析を行った。ここではまず、離散選択問題としての農家にとって最適な灌漑パターンを、(1) 生物学的水利用効率、すなわち水 1ML 当たりの収量を最大にする場合と、(2) 様々な水準の水価格の下で農家所得を最大にする場合、さらにはモデル内の炭素循環のアルゴリズムから算出される温室効果ガスの排出量を考慮して、(3) 様々な水準の水価格および温室効果ガスの排出権価格の下で社会厚生を最大にする場合、のそれぞれについて導出した。繰り返し実験に当たっては、研究代表者が独自に開発した確率的生物経済モデルを用いた。

なお、研究代表者の海外異動に伴う科研費応募資格の喪失を事由に、本研究は平成 30 年 2 月をもって早期終了した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計0件)

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況 (計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

該当なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

高橋 太郎 (Takahashi, Taro)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・

農学共同研究員

研究者番号: 20540876

(2)研究分担者

佐藤 赳 (Sato, Takeshi)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・

助教

研究者番号: 30756599

(3)連携研究者

該当なし

研究者番号:

(4)研究協力者

該当なし

研究者番号: