

水稲生産者の気候変動適応策と水資源の競合／調和関係の評価 Assessment of trade-off/synergistic relationship between water resources and climate change adaptive strategies for paddy rice production

○高田亜沙里* 吉田武郎* 石郷岡康史** 丸山篤志*** 工藤亮治****

Asari Takada*, Takeo Yoshida*, Yasushi Ishigooka**, Atsushi Maruyama***, Ryoji Kudo****

1. はじめに 気候変動に対して脆弱な農業分野においては、様々な適応策が提案されているが、現在の気象条件下では有効な適応策でも、気候変動下で生じ得る他分野からの制約を受けて実施が難しくなる場合がある。日本では、農業用水の約9割の水資源が河川水に依存しており、水利用と水資源が互いに制限を受けながら水利用に関するルールが発展してきた。水稲生産においては、出穂期や登熟期の高温による白未熟粒の発生が品質低下の大きな要因となっており、それを回避するために移植日の変更や高温耐性品種の導入等の適応策が検討されている。水利用と水資源が互いに制約を受けている実情を踏まえると、適応策の実施により、両者のバランスが予期しないまま崩れる可能性がある。そこで本研究では、両者に対する影響を加味した適応策の評価の枠組みを提示し、農業水利用が卓越した典型的な流域である信濃川に適用した。

2. 対象流域 信濃川流域は、国営・県営事業等で水利施設が整備された広大な水田地帯が展開されている。山間部には世界有数の豪雪地帯があり、積雪が灌漑期(5~9月)の水資源として見込まれていることから、気候変動が利用可能な水資源に影響をもたらす可能性が高い。近年では、出穂期(8月)の高温による水稲の品質低下が懸念されており、高温耐性品種の導入や移植時期の分散等のリスク低減が検討されている。

3. 二つの利害関係者間の相互影響評価の枠組 本研究では、ある適応行動が二つの利害関係者(X, Y)に及ぼす影響をもとに適応策を評価した。適応行動が両者に利益をもたらす場合を「調和的」、一方に利益をもたらす適応行動が他方に損害を及ぼす場合を「競合的」とした。「X: 農業便益」と「Y: 渇水リスク」の関係を例に、評価手法の流れを説明する。①水稲生産によって得られる便益(収量, 品質等)と水資源のリスク(10年確率渇水量, 取水制限日数等)を評価可能なプロセスモデルをそれぞれ準備する。②複数の適応行動を想定し、それらに基づいて「X: 農業便益」と「Y: 渇水リスク」を各モデルで計算する。③計算結果を図1のようにプロットで描く。プロットが右肩下がりであれば両者は「調和的」、右肩上がりであれば「競合的」と評価する。

本研究では、他の適応策に比べて、低コストですぐに実施可能である移植日の変更が

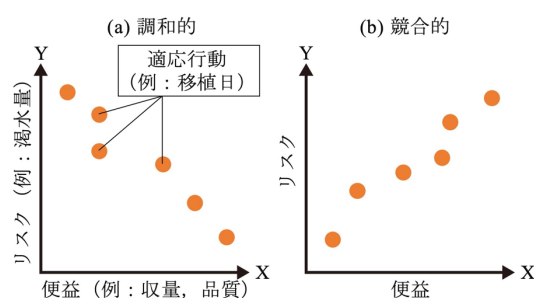


図1 適応策の影響評価プロット

*農研機構 農村工学研究部門／Institute for Rural Engineering, NARO **農研機構 北海道農業研究センター／Hokkaido Agricultural Research Center, NARO ***農研機構 農業環境研究部門／Institute for Agro-Environmental Sciences, NARO ****岡山大学大学院環境生命科学研究科／Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University

キーワード：移植日変更, 適応の限界, 水循環モデル, 水稲生育収量予測モデル, 渇水, 高温障害

「X：農業便益」と「Y：渇水リスク」に及ぼす影響を評価した。高温障害への適応策として、現在の移植日から1週間毎に最大±5週間まで変更した場合を想定し、両者を分布型水循環モデル（吉田ら，2021）と水稲生育収量予測モデル（Ishigooka et al., 2017）で計算した。渇水リスクの評価指標として、利水基準点の小千谷観測所における灌漑期間の正常流量を下回った量の累積値（以下、「渇水量」）を、農業便益の指標として、総収量および高温による外観品質の低下リスクが低い米の収量（以下、「外観品質良好米の収量」）を移植日毎に算出した。気候変動シナリオとして、3つの全球気候モデルによる Historical（1981～2000年）、RCP 2.6 および RCP 8.5（2011～2030年，2031～2050年）シナリオの気象予測値を用いた。

4. 適応策が農業便益と渇水リスクに及ぼす影響評価 Historical と RCP 2.6 シナリオにおいて、移植日を変更した場合の総収量—渇水量および外観品質良好米の収量—渇水量の関係性を図2に示す。総収量—渇水量は右肩下がりの

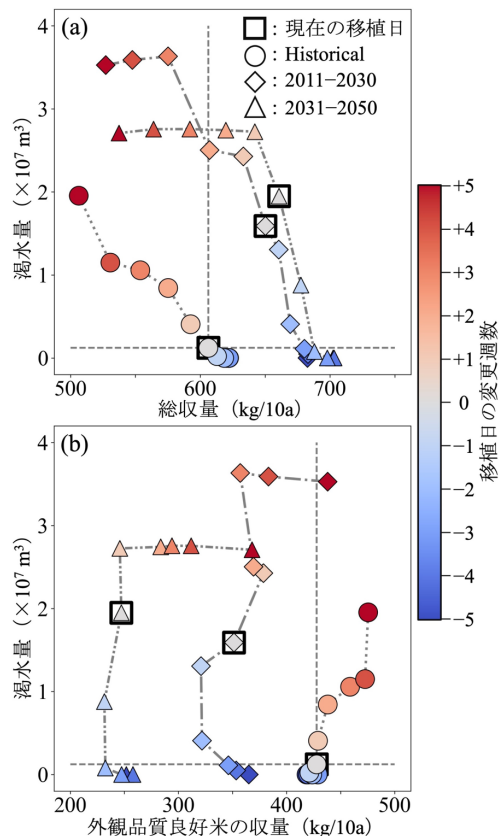


図2 Historical と RCP 2.6 シナリオにおける農業便益と渇水リスクの関係

プロットを描いており、総収量が増加する移植日を選択すると渇水量も減少する調和関係が示された。一方、外観品質良好米の収量—渇水量は右肩上がりプロットを描いており、外観品質が向上する移植日を選択すると渇水量が増加する競合関係が示された。将来期間では、総収量が増大するように移植日を選択すれば渇水量も低下できる。一方で、2011～2030年には+5週間で現在と同程度の外観品質を担保できるものの渇水量が28.9倍まで増加すること、さらに、2031～2050年には+5週間でも現在より外観品質が低下することが示された。すなわち、移植日の変更は、2011～2030年において+5週間により外観品質が現状値を維持できるという点で対象地区での有効性は認められるが、同時に渇水リスクを高めることから、移植日の変更を実行するとき、渇水リスクによってその実現が阻害される可能性を示している。これは、日本の水資源と水稲生産の間で生じ得る「ソフトな適応の限界」の一例であり、2031年以降には移植日を変更しても現状と同程度の外観品質を担保できないことから、移植日の変更という漸進的な適応策ではなく、品種改良等の変革的な適応策が必要になると考えられる。

5. おわりに 本研究は、農業者の選択次第（総収量 or 外観品質）で適応策の実現しやすさが変わり、動機の変化に気づかぬまま適応策を実施すると「適応の限界」に直面する可能性を示している。

謝辞 環境研究総合推進費（JPMEERF20S11814）、文科省・気候変動予測先端研究プログラム領域課題4（JPMXD0722678534）、JSPS 科研費（21K20606；22K14966）の助成を受けた。記して謝意を表す。

参考文献 Ishigooka et al., *J. Agric. Meteorol.*, 73(4), 156-173, 2017.; 吉田ら, *応用水文*, 33, 11-20, 2021.