

水稻生産における適応行動の潜在的障壁：ソフトな適応限界を予測する枠組み

Potential Barriers to Adaptive Actions in Water-Rice Coupled Systems in Japan: A Framework for Predicting Soft Adaptation Limits

○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。有効な適応策でも、気候変動下で生じ得る制約や社会に内在する要因（行政、制度、政策など）が潜在的な障壁となってその実施が難しくなる場合がある。このような状況を IPCC 第 6 次評価報告書では「ソフトな適応限界」と呼んでいる。Takada et al. (2024) は日本の水稻生産におけるソフトな適応限界を予測する枠組みを構築した。

その枠組みでは、気候変動シナリオを入力値として水稻生育モデルと分布型水循環モデルによる解析を行い、水稻の品質と河川の渇水の関係に基づき、適応策の実施が河川水を利用する行政的な制度によって制限されるかどうかを評価する。この枠組みを信濃川流域に適用した結果、2031 年以降にソフトな適応限界に直面する可能性を示した。本報告では、Takada et al. (2024) の枠組みの詳細を紹介する。そして、2023 年夏に信濃川流域で生じた水稻品質に対する被害の状況をその枠組みに基づいて解釈する。

2. ソフトな適応限界を予測する枠組み ある気候変動シナリオの下で、現在の移植日を前後 5 週間まで 1 週間ずつずらす実験を、水稻生産の便益と農業用水の渇水リスクを評価するための 2 つのプロセスモデルで実施した。農業用水の取水期間も移植日の変更日数に応じて動かした。そして、各移植日における水稻生産の便益と渇水リスクをプロットで表現した（図 1）。適応策が両者に有益である場合には（プロットが右下がり分布）、その適応策は「調和」関係を生み出す（図 1a）。しかし、一方のステークホルダーに利益をもたらさず適応策が、もう一方にリスクをもたらす場合には（プロットが右上がり分布）、その適応策は「競合」関係を生み出す（図 1b）。図 1 のオレンジ色の水平破線は、制度的に許容されるリスク（渇水量）の閾値である。この 2 つの

典型的な関係性のうち、競合関係では、便益を増加する適応策がリスクの上昇に繋がり、リスクの閾値が障壁となってソフトな適応限界に直面する可能性が高い。

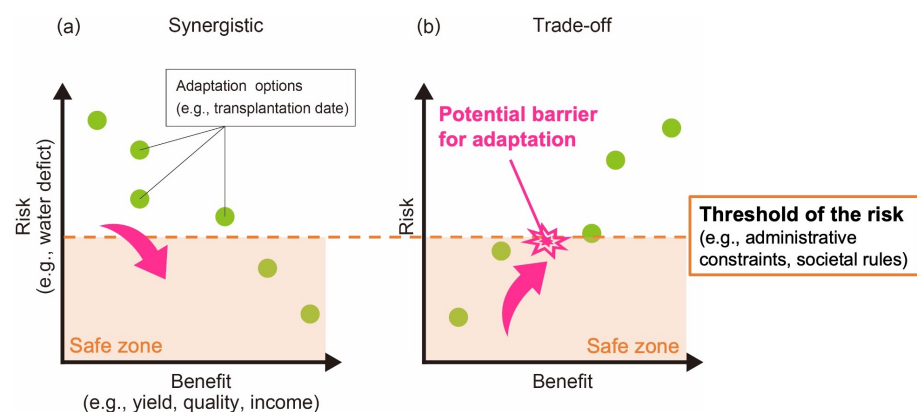


図 1 適応策の影響評価プロット (Takada et al., 2024)

*農研機構 農村工学研究部門 **農研機構 農業環境研究部門 ***岡山大学大学院環境生命科学研究科
キーワード：気候変動、適応の限界、水循環モデル、水稻生育モデル、渇水、高温障害

3. 信濃川流域への適用結果 Historical と RCP 2.6 シナリオにおいて、移植日を変更した場合の外観品質と渇水量の関係性を図 2 に示す。いずれの期間においても、外観品質と水不足量は競合関係だった。すなわち、外観品質を向上させるために移植日を遅らせることが、渇水量の増加に繋がる関係にある。その理由は、信濃川は典型的な夏渇水の河川であることによる。将来期間（2030 年以降）には、水稻の適応策が渇水量の増加という障壁によって、ソフトな適応限界に直面する可能性を示している。

4. 2023 年夏の水文気象的概略とその解釈

2023 年 8 月は記録的な猛暑に見舞われた（図 3）。その結果、新潟県産米の品質は大幅に低下し、うるち米全体の 1 等米比率は 15.7%と平年値の 74.7%を大きく下回った。5～9 月の降水量は少なく、特に 8 月は歴史的な少雨を記録し、新潟県内の 12 地点で月降水量が史上最低だった。これにより、信濃川では渇水傾向が強まり、番水の強化などの渇水対応が例年を上回る規模や水準で実施された。

2023 年の夏は、長期化したラニーニャや偏西風の蛇行などの複合的な要因によって高温がもたらされたとの報告がある。ただし、2030 年以降は、排出シナリオによらずこのような高温がより高頻度で発生する可能性が高い（図 3）。そのため、水稻生産への現実的な解決策への関心が高まっている。2023 年のコシヒカリの出穂期は 8 月 3 日で、出穂後 20 日間の平均気温は 30.75℃と、外観品質の低下（白未熟粒の発生）の目安値の 26℃を大きく上回った。水稻の移植日を 5 週間遅らせる適応策を実施した場合、出穂期の高温を避けることができ、水稻品質は向上すると考えられる。ただし、新潟県内のダムの貯水量が 8 月には最低水準を記録していたことを考えると、灌漑期後半への水供給はより困難になると推察できる。さらに、こうした状況が常態化すれば、水稻生産に適切な時期に取水時期を変更することは河川管理上の制約が障壁となるだろう。こうした状況を、ソフト的な対策（作付けパターンの変更等）のみで乗り切れるかどうかは、今後詳細な検討を必要とする。

5. おわりに 本報告では、水稻生産による便益と河川の渇水流況の関係から、気候変動のソフトな適応限界の発生可能性を評価する枠組みを提示した。また、その枠組みによって予測されるソフトな適応限界と類似する現象が、2023 年に信濃川流域で発生していたことを報告した。

参考文献 Takada et al., Water Resources Research, 2024 (accepted).

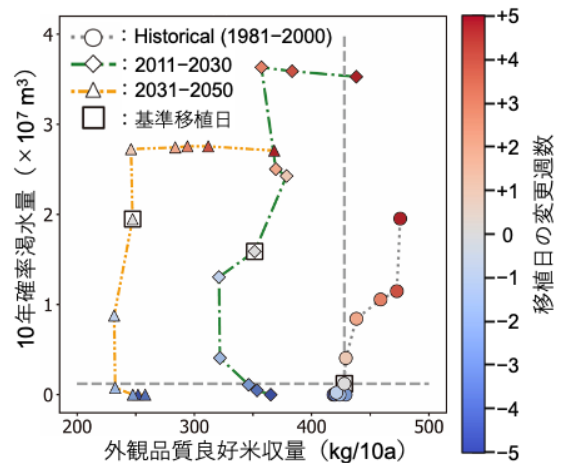


図 2 Historical と RCP 2.6 シナリオ（2011～2050 年）における外観品質と渇水量の関係（Takada et al, 2024）

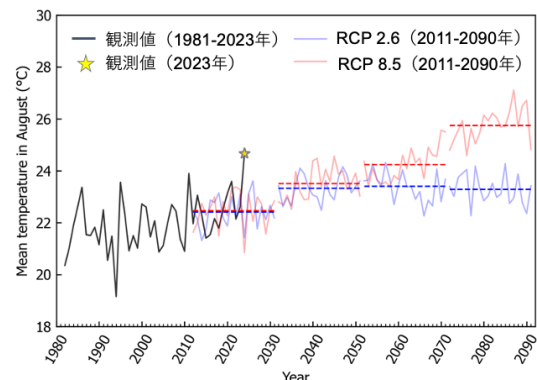


図 3 2023 年 8 月の日平均気温の観測値と気候変動シナリオ予測値との比較