

ダム灌漑の供給逼迫が水稲生育に与える影響を考慮した渇水に関する気候変動影響分析
 Climate Change Impact Analysis on Drought
 Considering the Effect of Dam Irrigation Supply Shortage on Paddy Rice Growth

○井上湧太・堀智晴・山田真史

○Yuta INOUE, Tomoharu HORI, Masafumi YAMADA

Previous climate change impact studies on drought in Japan have assessed water resource deficit and paddy rice growth independently. Therefore, this study constructed an interdependent model that combined a rice growth model with a dam irrigation model and analyzed the agricultural drought under climate change in one agricultural district in Mie Prefecture, focusing on the relationship between dam irrigation supply shortage and rice cultivation. 150-year trend analysis under RCP8.5 (4K warming scenario) and large ensemble experiment with d4PDF estimated the disappearance of the yield incremental trend around 2070 and the future insufficient irrigation supply. Considering the change of the transplanting date as a countermeasure against climate change, earlier transplanting was projected to bring more rice yield amount and irrigation supply shortage than the current.

1. はじめに

日本における気候変動が水資源と水稲生育に及ぼす影響を分析した例として、小槻ら (2013) や高田ら (2024) が挙げられる。しかし、上記の既往研究では水資源量と水稲収量を独立に評価するにとどまっている。そこで本研究では、水稲生育モデルとダム灌漑モデルを組み合わせたモデルを用いて、気候変動が農業渇水に与える影響を評価する。このために、まず 1950 年から 2099 年までの連続した 1 シナリオの実験を実施して傾向の変化を分析し、その後 d4PDF を用いたアンサンブル実験により妥当性を検証した。また、気候変動適応策として移植日の変更を評価した。

2. 使用したモデルについて

本研究では三重県津市・亀山市の中勢用水地区を対象に、地区内の圃場と農業用ダムを模したモデルを構築した。構築したモデルのスキームを図-1 に示す。水稲生育モデルは水稲生育段階に応じた圃場水需要量をダムに要求し、ダムは圃場需要量を基にダム放流量を決定して圃場に水を供給する。以上を日単位で繰り返すことで水稲収量を推定する。水稲生育モデルは FAO が提供する AquaCrop をベースとして、日本の水田灌漑に適用できるように改良したモデルを用いた。ダムモデルには実際に模した取水制限ルールを導入している。

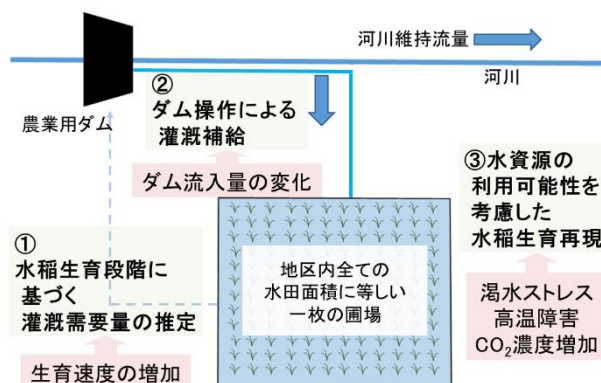


図-1 構築したモデルのスキーム

3. 150年連続実験結果

ここでは 1950 年から 2099 年まで連続した 1 シナリオの実験を行った結果を示す。なお、実験では RCP 8.5 シナリオに基づく 4 度上昇を仮定している。図-2 に各年の過去 10 年間の平均収量の推移を示す。現行移植日 (4 月 25 日) を考えると、収量は 2070 年ごろまで増加する傾向にある一方で、2070 年以降は増加傾向がみられない。次に、図-3 に現行移植日での AWD (Averaged water Withdrawal to Demand Ratio) の期間別累積相対頻度を示す。なお、AWD は圃場日需要量 d に対するダム日供給量 w の比 (w/d) の灌漑期間平均値であり、1.0 の場合には供給逼迫が生じておらず、値が小さいほど供給逼迫傾向にあることを示す。図-3 より 2052 年以降の将来気候では AWD が 0.85

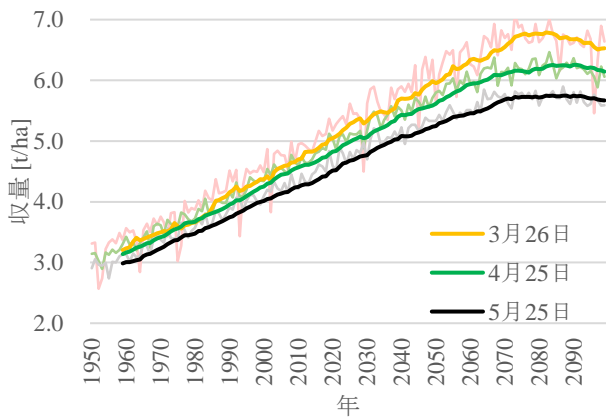


図-2 収量 10 年移動平均値

未満の相対頻度が大きくなっており、灌漑供給の逼迫傾向が読み取れる。また、図-2 より移植日を現行から±30 日変更することを考えると、移植日を早めた場合に平均収量が大きくなるのが分かる。一方、図-4 に示す 2052 年から 2099 年までの AWD の累積相対頻度を見ると、移植日を早めた場合は AWD が 0.85 未満である相対頻度が大きく、供給が逼迫しやすくなる傾向が読み取れる。

4. アンサンブル実験結果

ここでは 5km 解像度 d4PDF を用いた実験結果を示す。なお、HPB は過去再現実験、HFB_2K は 2 度上昇実験、HFB_4K は 4 度上昇実験結果を示す。図-5 より、収量は気候変動に伴って増加傾向にあることが分かる。また、図-6 において現行移植日について AWD の 50, 75 パーセンタイル値から、気候変動に伴い水資源逼迫度は高まることが分かる。移植日の変更を考えると、図-5 より移植日を早めた場合に収量が増加する一方で、図-6 より移植日を早めた場合に水資源逼迫度が高まることが読み取れる。以上の結果は 150 年連続実験結果に符合している。

謝辞

愛媛大学農学部佐藤嘉展准教授より各種データをご提供いただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 小槻ら 2013. 気候変動が日本の水資源に与える影響統計 (II) —水需要・米生産変化と適応策—. 水文・水資源学会誌, 26(3), pp. 143-152.
- 高田ら 2024. 気候変動下における水稻の作付時期の変化が農業水利用に及ぼす影響の全国評価. 土木学会論文集, 80(16), 印刷中.

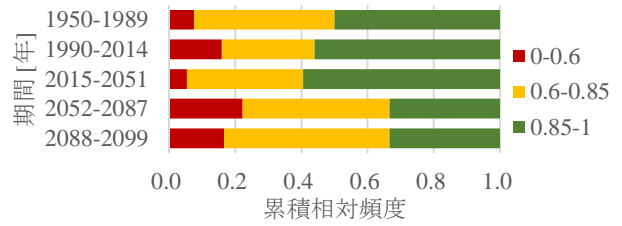


図-3 現行移植日での期間別 AWD 累積相対頻度

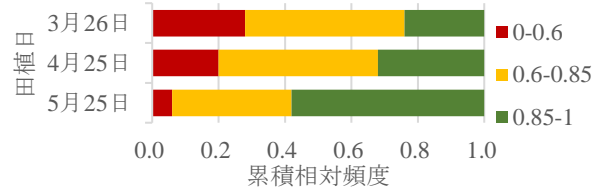


図-4 2052 年から 2099 年の AWD 累積相対頻度

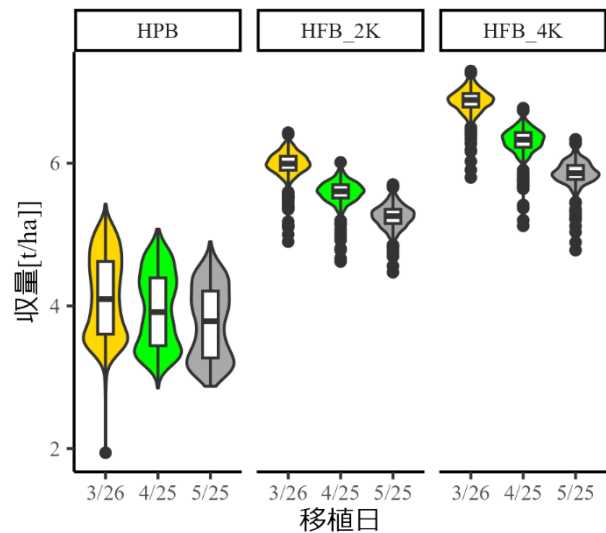


図-5 水稻収量のバイオリンプロット

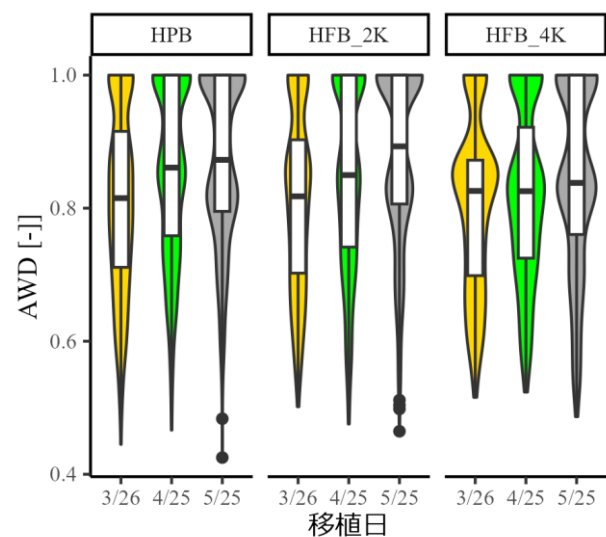


図-6 AWD のバイオリンプロット