

カンボジアの水稲生産量に対する農家経験知と気候変動科学知の定量的評価と その不確実性の検討

Assessment of climate change impact and farmer's empirical knowledge on rice production in Cambodia with consideration of uncertainties

○辻本久美子*・栗屋奈那・大野晃太郎

○Kumiko Tsujimoto*, Nana Kuriya, Kotaro Ono

1. はじめに 気候変動に対する農業への影響評価や適応策が各地で検討されている。将来気候の予測は、想定するシナリオに基づいて気候モデル(GCM)で計算されるが、GCMやシナリオ自体に不確実性が含まれることに加え、営農管理など人間活動に含まれる不確実性、過去の気候・農業に関する検証データの少なさから生じる不確実性など、将来予測情報には様々な不確実性が含まれている。一方でカンボジアでは、灌漑整備率が低く降水への依存度が高い農業を、古来からアジアモンスーンの年々変動を受けながら行っており、自然環境の年々変動に経験的に適応して営農管理を行ってきたとみられる。本研究では、熱帯域の天水稲作において収量の主な制約となる渇水/洪水ストレスに着目し、1)水利条件と作付時期の過去の年々変動・関係性を解析することで、気象環境に対するこれまでの農家の適応特性を調べた¹⁾。また、2)気候変動下で予測される将来気候条件を解析し、その下での水稲生産量を計算するとともにその不確実性を評価した²⁾。1)-2)を通して、今後、不確実性の含まれる将来気候予測情報のもとで対策すべき事項について検討・考察した。

2. 方法 1)では、人工衛星搭載MODISから得られる植生指数EVIを用いて2013~2019年の各年・各農地(500m格子)の作付日を推定した。また、衛星搭載センサAMSR2の毎日の土壌水分量データから水利条件を得た。作付日の年々変動・空間分布に対して、土壌水分量がどのように影響を与えているのかという観点から、天水田の作付時期と雨季開始期がおおよそ一致する4~7月に着目して解析した。2)では、まず35のGCMによる気候変動予測結果(CMIP5)について、対象領域の過去期間のGCM計算降水量を同期間の観測降水量と比較し、空間相関と二乗平均平方根誤差を指標に評価して上位5GCMを選択した。次に、選択した各GCMの過去期間に対する降水量の誤差情報に基づいて、各GCMの将来期間の降水量をバイアス補正し、統計的にダウンスケーリングした。RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5の3シナリオに対する将来降水量についてこれらの処理を行った。こうして得た過去・将来の降水量を、分布型水循環モデル(WEB-DHM)と水稲生育モデル(SIMRIW-rainfed)の結合モデルに入力して計算し、過去・将来の土壌水分量、河川流量、水ストレスを考慮した水稲生産量を計算した。

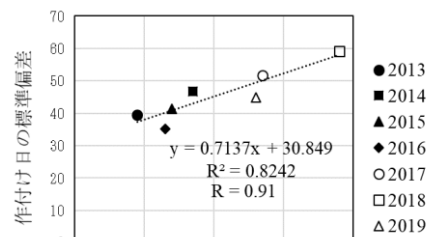


図-1. 湿潤日数と作付日標準偏差の関係¹⁾

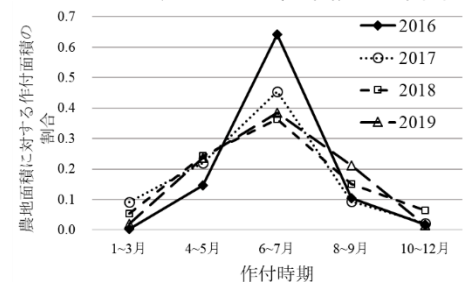


図-2. 各時期に対する作付率の年別比較¹⁾

*岡山大学大学院環境生命科学研究科 Graduate School of Life and Environmental Science, Okayama University

キーワード：農地環境，土壌，大気，水環境，リモートセンシング

3. 結果 1) 過去の作付時期の傾向については、平均では6月後半の作付日であった。4~5月の土壌水分量が20%を超える日が増えると、作付日の空間的ばらつきは大きくなり(図-1)、このような年(2017, 2018, 2019年)の4~5月の作付率は平年よりも大きくなっていった(図-2)。農家は4~5月の土壌水分量が20%を超える時期を経験的に判断し、その期間に作付けを進めていることが示唆された。2) 将来については、降水再現性が良かった上位12のGCMによって予測された将来期間(2041~2060年)の平均月降水量をみると(図-3)、雨季(5~9月)の降水量が増加し年降水量も増加が予測されていた。図-4~6は上位5GCMによる気候変動予測データからWEB-DHM+SIMRIWを用いて計算した結果のうち、水稲収量および土壌水分量が15%を下回る干ばつ日数を示す。過去気候で推定した収量と比較して、5つのGCM入力のうち3つは収量減を、2つは明瞭な増減無しを示した。収量減を示したGCMのうちMPI-ESM-LRとMIROC5は収量の年々変動が大きいことで平均収量が下がっており、干ばつ日も増加していた。年降水量が増加する一方で干ばつ日数も増加していることから、降水特性の違いが収量予測結果に影響しているとみられる。

4. おわりに 本研究では4~5月の土壌水分量が20%を超える日に対して、農家は作付け日を早期に移行していることが示唆された。将来的に極端化するであろうとされる気候条件下において、こうした人の生活史による経験的な判断がどう収量に影響するのか、またどのような判断基準の変化を必要とするのか、という観点から収量に対する影響評価を議論していくことが必要と考えられる。将来気候条件下における水稲生産量への影響評価からは全GCMで年降水量の増加傾向が確認されたが、これらから計算した水稲生産量の増減傾向はGCM間で異なっており、収量評価に対して各GCMの降水特性が強く影響している状況が明らかになった。

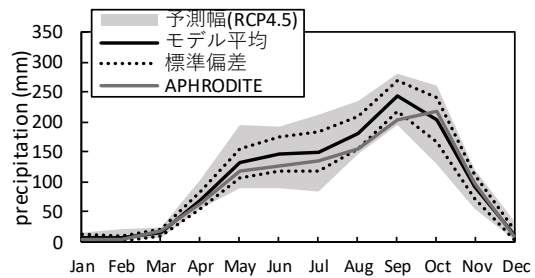


図-3 将来期間の月降水量(RCP4.5, 2041-2060年)²⁾

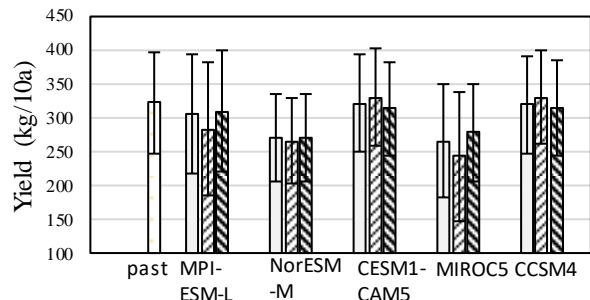


図-4 将来期間の水稲収量計算結果(2041-2060年)²⁾

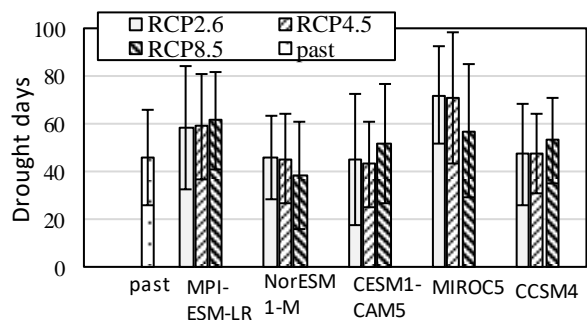


図-5 図-4と同様。ただし干ばつ日数に関するもの²⁾

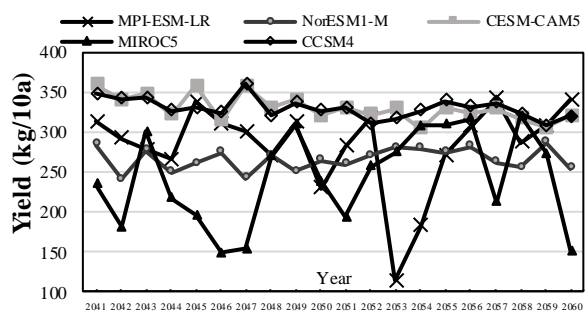


図-6 予測された水稲収量の年々変動(2041-2060年)²⁾

が必要と考えられる。将来気候条件下における水稲生産量への影響評価からは全GCMで年降水量の増加傾向が確認されたが、これらから計算した水稲生産量の増減傾向はGCM間で異なっており、収量評価に対して各GCMの降水特性が強く影響している状況が明らかになった。

引用文献 1)大野晃太郎(2020)天水稲作の作付日に着目したカンボジアにおける気候変動適応策の検討, 岡山大学環境理工学部環境管理工学科 2019年度卒業論文, 2)栗屋奈那(2020)カンボジアの水稲生産量に対する気候変動の影響とその不確実性の評価, 同卒業論文

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP16K06503, JP19KK0171 及び JAXA 地球観測共同研究 PI No.ER2GWF101 の助成を得て実施しました。ここに記し謝意を表します。