

温暖化における棚田水源流域の低水流量変化

Changes in low-flow frequency under global warming in Tanada catchments

○竹下伸一・Rudzani Tshiswaise・瀬尾公之

○TAKESHITA Shinichi, Rudzani TSHISWAISE, SEO Hiroyuki

1. はじめに

山間地で水稻栽培を営む棚田の多くは、その灌漑用水を近くの溪流から取水している。水源となる溪流の集水域は小さいため、降雨の変動は直ちに灌漑用水量へ影響する。とくに灌漑期の少雨の影響は、灌水量の不足をもたらし、収量・品質へ影響を及ぼす。そこで、気候変動に対する棚田における水田営農の適応策を検討することを目的に、本研究では極端気象現象が棚田水源流域の低水流量に与える影響を検討した。

2. 対象地

宮崎県日南市に位置する図 1 の流域（溝口谷川，北緯 31.667°，東経 131.215°）を対象流域とした。面積は 47.4ha，標高 330～960m の山岳流域で，被覆のほとんどが飢肥杉林となっている。流域末端部に取水堰が設けられ，堰板の操作により取水し，1.6km の用水路により坂元棚田へ配水している。坂元棚田では，傾斜 1/7 に整然と並ぶ 110 枚の水田約 6ha で稲作が営まれており，灌漑期は 5 月～9 月である。

取水堰および用水路に水位計を設置して，流量，取水量を 2011 年より計測・算出し，棚田内では雨量，気温，湿度，風速，日射を 2011 年より 10 分間隔で計測している。また約 4km 南西にある深瀬アメダスの雨量計測値も適宜使用した。

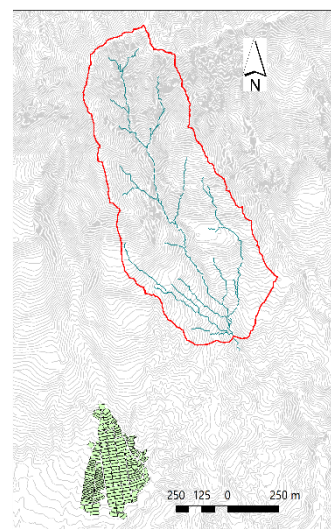


図 1 対象流域と坂元棚田

3. 解析方法

本研究では水源流域の降雨流出応答関係を TOPMODEL(Beven and Kirkby,1979)にて再現し，温暖化気象値を入力して，温暖化時の溪流量を算出して，これを解析した。

TOPMODEL については，標高データ（国土基盤情報 10m）より QGIS を用いて，対象流域の Topographic Index を算出し，2012～2013 年の降水量，流出量の観測値および，観測気象値より Penman-Monteith 式にて算出した蒸発散量を用いて，パラメータを同定した。同定には進化戦略（藤原ら，2004）を用い，目的関数には RMSE と R^2 を使用した。2015～2016 年の降水量，流出量，蒸発散量を使用して再現性を検証して（RMSE 12.70mm/d， R^2 0.74）以後の解析に用いた。

所属〔宮崎大学農学部〕 所属〔Faculty of Agriculture, University of Miyazaki.〕

キーワード〔坂元棚田，d4PDF，極端気象現象〕

温暖化気象値には d4PDF (The Database for Policy Decision Making for Future Climate Change)の、RCMによる対象流域近傍値点の降水量、潜熱フラックス値を使用した。d4PDFは多数のアンサンブルメンバーを持つため、確率密度分布に基づく極端現象の議論が可能なのが大きな特徴である(Mizuta et al., 2017)。そこで、過去実験値については3000メンバー、将来実験値については5400メンバーを使用した。なおd4PDF過去実験値と、深瀬アメダスとのバイアスチェックを行ったところ、年降水量についてd4PDF値が400mmほど過小出力されていたが、確率密度分布はほぼ同型であったためバイアス補正は行わずに解析に用いた。

4. 結果と考察

灌漑期降水量の確率密度分布を検討した所、過去実験値よりも将来実験値の分布は少雨側と多雨側に広がっていた。灌漑期溪流の確率密度分布についても図2に示すとおり、1,200~1,600 mm/d付近にあった過去実験の頻度ピークが、将来実験では下がり、低流量側と、高流量側にやや広がっている。過去実験の平均流量は1,453mmであったが、将来実験では1,477mmとほぼ変わらなかった。しかし、流量900mm以下となる割合が過去実験7%から、将来実験10%と低くなった。

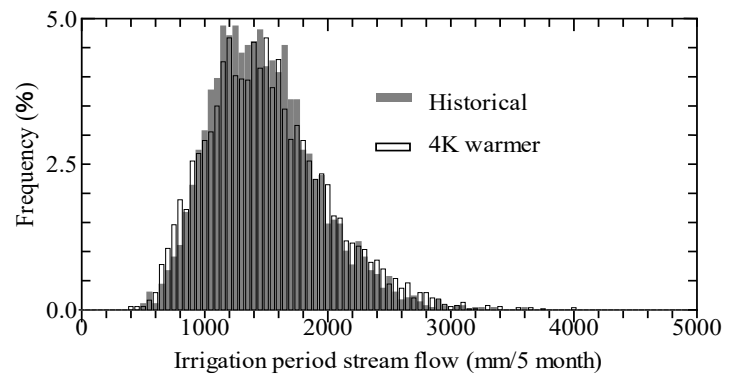


図2 灌漑期溪流の確率密度分布

灌漑期間の流況曲線を作成し、クオンタイル値95の低水流量について、再現期間を図3のように算出した。過去実験において、低水流量2.5mm/dは利水安全度10年を示すが、将来実験では5.5年と大幅に確率が上昇することがわかった。

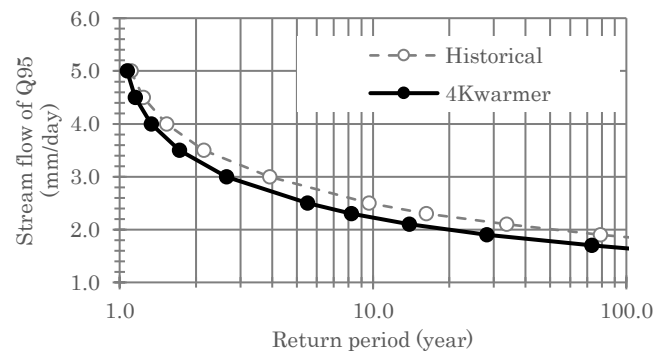


図3 クオンタイルQ95のリターンピリオド

5. まとめ

温暖化により棚田水源溪流の低水流量発生リスクが上昇することが示された。この低水流量によって制限された取水量を定量化し、水稻栽培への影響度合いを明確にすることが今後の課題とされる。

文献：Beven and Kirkby, 1979, Hydrol. Sci. Bull., 24, 43-69, 藤原ら, 2004, 農土論集 230, 179-186, Mizuta et al., 2017, Bull. Amer. Meteor. Soc., doi:10.1175/BAMS-D-16-0099.1

本研究はJSPS 科研費 JP17K08006 の助成および文部科学省委託事業統合的気候モデル高度化研究プログラムの支援を受けて実施されたものです。