

気候変動が積雪流域の灌漑期水資源へ及ぼす影響 Climate change impact on water resources during irrigation period in a snow-dominated watershed

○吉田武郎*, 工藤亮治**, 相原星哉*, 皆川裕樹*
Yoshida Takeo, Kudo Ryoji, Aihara Seiya, and Minakawa Hiroki

1. **はじめに** 気候変動による融雪の早期化や無降雨継続日数の長期化が指摘され、これまで以上に水資源の適切な管理が求められる。豪雪地域を抱える信濃川流域における過去 40 年の気象値による統計的予測から、少雪（4 月 1 日の積雪水当量の流域平均が 300 mm 以下）の影響は、農業用水の利用期間（5～9 月）の渇水リスクを増大させる傾向にあること、また、4～6 月の累積降水量の流域平均が 400 mm を下回ると少雪の影響が夏季まで持続することが示された（吉田ら，2021）。本報告では、信濃川水系の利水基準点（小千谷地点，**図 1**）を対象に、気候変動に伴う積雪量の減少・融雪の早期化による灌漑期の渇水リスクの変化を評価した。

2. **方法** 流域内の水利施設（貯水池・頭首工）の操作，農業用水の取水・還元を陽的に表現する分布型水循環モデル（吉田ら，2012）を信濃川水系に適用し，人間活動の影響を受ける流量観測地点における河川流況，特に低水流況を精度良く解析できることを確認した。渇水の指標として，モデルで算出した河川流量が利水基準点の正常流量を下回る日数（以下，渇水期間）および正常流量を下回った量の累積値（以下，渇水量）を用い，気候変動の影響を評価した。ここでは，信濃川流域下流の利水基準点である小千谷地点での正常流量（145 m³/s）を用いた。気候シナリオとして，全球気候モデル MRI-AGCM3.2S の 150 年連続ランのうち，3 期間（現在期間：1981-2010；近未来：2015-2044；21 世紀末：2050-2079）を抽出してそれぞれ野期間ごとにバイアス補正を実施し，各期間の気象値，積雪水当量，渇水指標の変化を調べた。

3. **結果** 信濃川流域に適用した分布型水循環モデルを用いて，灌漑期（5 月 1 日～9 月 30 日）の水資源評価を行った。小千谷地点での灌漑期の流況曲線を 3 期間ごとに比較すると，現在期間から近未来，将来にかけて，正常流量を下回る期間が長期化することが見て取れる。渇水期間・渇水量の変化傾向を調べると，年平均の渇水期間は現在期間の 6.75 日か

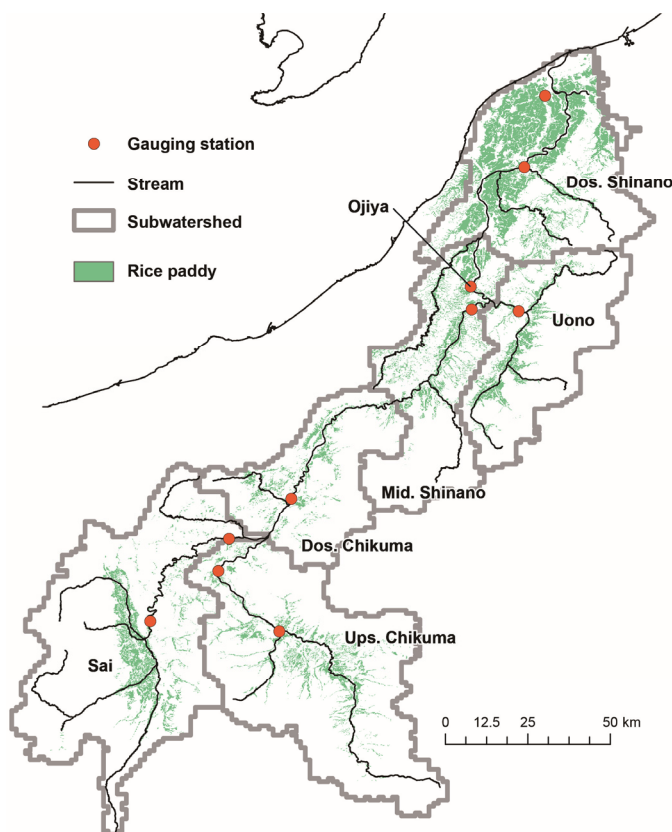


図 1 信濃川流域の全体像と支流の区分。

* 農研機構，** 岡山大学

キーワード：気候変動，積雪，水資源，分布型水循環モデル

ら、近未来：10.2日、21世紀末17.4日のように長期化した。また、渇水期間の長期化のみならず、渇水量自体も増大する結果が得られ、年平均渇水量は現在期間の682万 m^3 から、近未来：1,383万 m^3 、21世紀末：2,876万 m^3 のように増加した（図2）。また、21世紀末にはこれまでに想定されない80日を超えるような極端な渇水の発生も予測されていることに注意を払いたい。

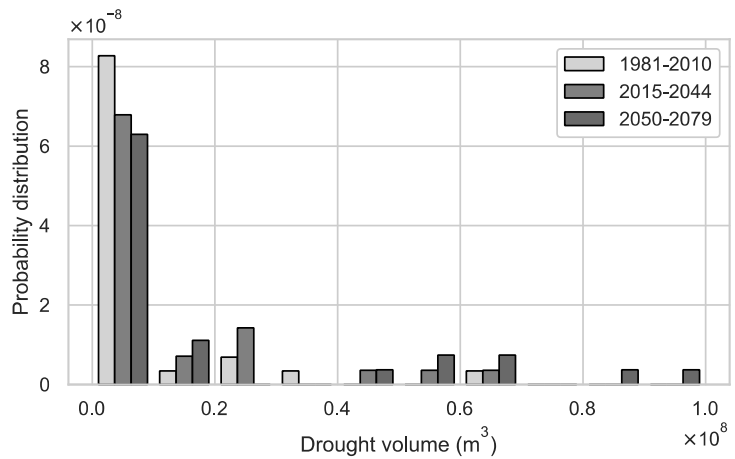


図2 小千谷地点での渇水量の変化。

次に、予備的な検討で示された渇水に影響する因子を検討する3時期で比較した（図3）。第一に、積雪水当量（4月1日の積雪水当量の流域平均）は、少雪渇水の可能性が高まる閾値（300mm）を下回る頻度が増え、21世紀末にはほぼ全ての年（30年のうち29年）で閾値を下回った。第二に、灌漑前期の降水量の閾値（400mm）に関する明瞭な変化傾向は見いだせなかった。ただし、同時に閾値を下回る年は、現在期間で30年のうち1年であるのに対し、近未来では3年、21世紀末には5年に増加した。これは、少雪の影響が夏季まで持続する頻度の増加を示唆する。実際に、20日以上渇水の発生は現在期間で30年のうち5年であるのに対し、近未来では7年、21世紀末では10年と増加する結果となった（図3中で強調されたプロット）。

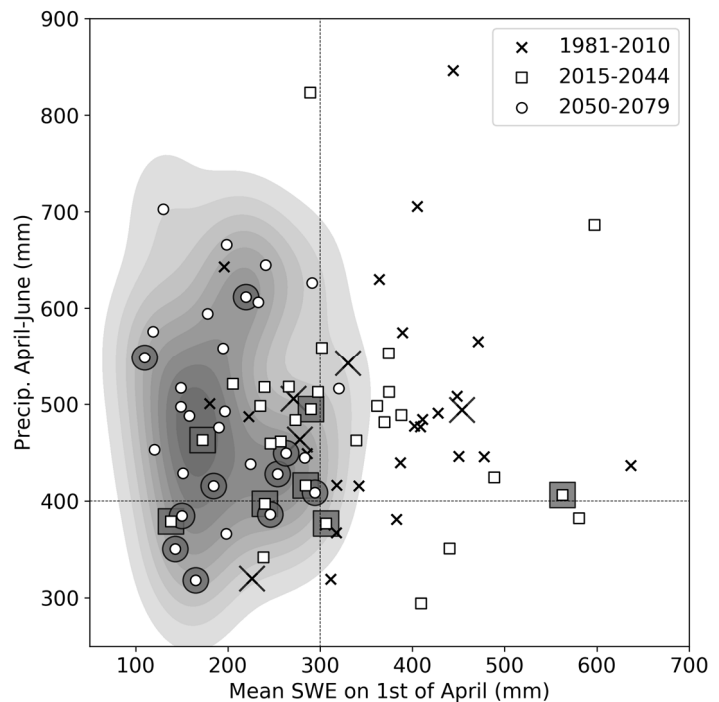


図3 渇水に影響する因子の変化：各年4月1日の積雪水当量と灌漑期前半の降水量の関係。グレーで強調したプロットは20日以上渇水が生じた年、等高線は21世紀末（2050-79）の確率密度を示す。

4. **おわりに** 本報告では、150年連続ランのうち一部の期間を抜き出して変化の傾向を把握した。今後、過去から将来への連続的なデータの分析を行うとともに、渇水の発生時期を特定してより精緻な農業用水の利用への影響を評価する。さらに、水稻の作付時期の変更に伴う水利用時期の変化との関係性を検討する。

引用文献：吉田ら（2012）農業農村工学会論文集 277, 9-19；吉田ら（2021）応用水文 33, 11-20。