

灌漑開始期における扇状地の乾湿状態が区間流入量に与える影響

－鬼怒川扇状地の事例－

Influence of dry conditions on inflow in an alluvial fan during the early irrigation period: A case study of the Kinu river alluvial fan

西浦 廉*、吉田 武郎**、高田 亜沙里**、宮島 真理子***、山崎 由理****、清水 克之****
Ren Nishiura, Takeo Yoshida, Asari Takada, Mariko Miyajima, Yuri Yamazaki and Katsuyuki Shimizu

1. はじめに

扇状地の地下水は流域の水循環に重要な役割を担う。特に、水田灌漑が行われる扇状地においては一度涵養された地下水が伏流し、再度下流で利用されることが多く、地表水と地下水の交流現象に着目した研究が数多く行われてきた。鬼怒川（流域面積 1,761 km²）の扇状地では、扇央部付近に設置された佐貫頭首工とその下流の二基の頭首工（上流側から岡本、勝瓜）により取水された農業用水が扇状地上の水田に配分される。涵養された地下水は扇端付近で湧水を形成し、五行川や小貝川等の支流河川に流入して、下流農地における灌漑用の水源となっている（宮島ら、2018）。こうした伏流水、湧水を水源の一部とする下流水田における用水供給は上流水田に比べて不安定であり、渇水時にしばしば用水の不足が生じる。

本研究では、佐貫頭首工と勝瓜頭首工の間において扇状地から鬼怒川に流入する水量（以下、区間流入量）の変化に着目し、灌漑開始期に鬼怒川扇状地上の区間流入量に扇状地の乾湿状態が与える影響について検討した。具体的には、区間流入量を河川の水収支から推定するとともに、扇状地の乾湿状態を表すいくつかの指標を河川流量や地下水位から作成し、それらと区間流入量の相関から関連の強い因子を抽出した。

2. 使用データの概要

対象期間（1998～2018 年）中の 4～5 月について、日平均河川流量（鬼怒川 3 地点：佐貫、岡本、勝瓜各頭首工、小貝川 2 地点：三谷、黒子）を取得した。また、同期間の佐貫頭首工の計画取水量、岡本頭首工の実績取水量の日平均データを取得した。さらに、関東農政局が観測した流域内の地下水位（上三川、二宮、八千代、石下）の日データを収集し、地盤から地下水面までの距離（地下水面深度）を算出した。

3. 基底流量の抽出と区間流入量の推定

降雨等の区間流入量への影響を避けるため、式 (1) (Eckhardt, 2005) により河川流量を平準化し、得られた流量の時系列に対し、さらに逆方向からも同じ処理を行って平準化させたものを基底流量とした。

$$Q_b(t) = a \cdot Q_b(t-1) + \frac{1-a}{2} (Q(t) - Q(t-1)) \quad (1)$$

ここで、 Q ：河川流量 (m³/s)、 t ：時間ステップ (日)、 Q_b ：基底流量 (m³/s) である。なお、パラメタ $a=0.925$ とした。区間流入量は、佐貫－勝瓜間の河川部の水収支から推定した。具体的には、勝瓜頭首工の基底流量（取水前）から、佐貫頭首工の基底流量およ

* 鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科 Graduate school of Sustainability science, Tottori university

** 農研機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO*** サンスイコンサルタント株式会社 Sansui Consultant Co.Ltd**** 鳥取大学農学部 Faculty of Agriculture, Tottori University

キーワード：河川流量、地下水位、相関分析

び佐貫・岡本頭首工の取水量を減ずることで算出した。

対象期間は佐貫頭首工における取水が開始される 4 月 16 日から 5 月 15 日までの一ヶ月間を対象とし、半旬ごとに区間流入量を平均化した。ただし、豪雨後の影響を削除するため、前半旬に 100 mm 以上もしくは同半旬に 20 mm 以上の降雨が発生した年のデータは除外した。算出された半旬区間流入量と、上述の水文指標の相関から関連性の強い因子を抽出した。

4. 結果と考察

1) 区間流入量の変化：対象期間中の区間流入量の変化を **Fig. 1** に示す。4 月第 4 半旬の区間流入量は年変動が大きく、最大値と最小値の差は約 20 m³/s である。取水開始直後は区間流入量の年変動が大きかったが、時間の経過とともにそのばらつきは小さくなった。また、区間流入量の中央値は時間とともに増加する。これは、扇状地への灌漑により、流域が湿潤化した結果であると推察される。

2) 区間流入量と水文指標との相関：区間流入量の年変動が大きい取水開始直後（4 月第 4 半旬）に着目し、それを説明しうる変数を、相関関係から 4 つに絞り込んだ。具体的には、扇状地を流れる河川の基底流量（三谷、黒子）と扇状地の地下水面深度（上三川 [1 号井]、二宮 [2 号井]）である (**Fig. 2**)。基底流量や地下水面深度は流域の乾湿状態を示す指標として知られ、これらの結果は、扇状地が乾燥状態である年に区間流入量が少ないことを意味する。4 つの指標全てが整合していることは、区間流入量と扇状地乾湿の関係の強さを示唆し、これらの指標により、区間流入量の年変化を予測できる可能性を示す。また、時間の経過とともに区間流入量の年変動が小さくなり、それに伴って 4 指標との相関係数も低下することから、流域の乾湿状態が区間流入量を説明できる期間は灌漑開始直後に限定的で、およそ 10~15 日であることを示している。

5. おわりに

扇状地の乾湿状態を河川流量や地下水位によって定量化し、鬼怒川扇状地上の区間流入量に扇状地の乾湿状態が与える影響について検討した。灌漑開始時である 4 月下旬の区間流入量を予測する時に、扇状地の初期乾湿は重要な説明因子になりうる。

参考文献 宮島真理子ら (2018). 農業農村工学会論文集, 86(2). Eckhardt (2005) Hydrological Processes:19.2

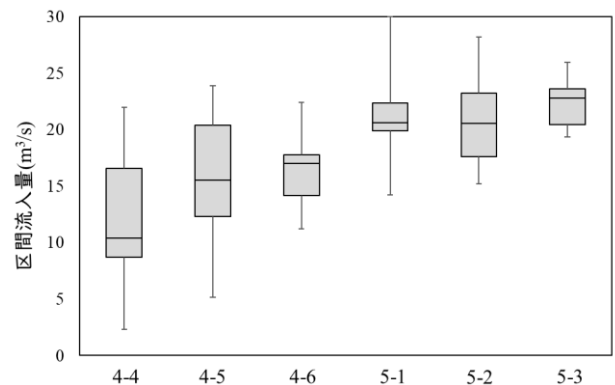


図 1 区間流入量の時間的変化
(ここで、4-4 は 4 月第 4 半旬を表す)

Fig. 1 Temporal variation of inflow

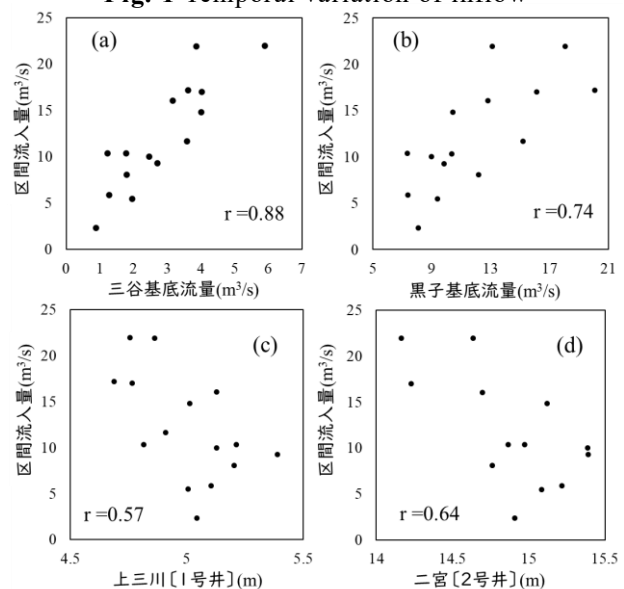


図 2 4 月第 4 半旬の区間流入量と関連の強い変数. 基底流量 (a: 三谷、b: 黒子) と地下水面深度 (c: 上三川 [1 号井]、d: 二宮 [2 号井])

Fig. 2 Variables strongly related to sectional inflows on April 16-20