

## 水田灌漑地区の取水量に対する河川への還元率推定法 Procedures for estimating ratio of return flow in irrigated paddies to intake amount of water

○吉田武郎\*・増本隆夫\*・堀川直紀\*・工藤亮治\*・皆川裕樹\*  
YOSHIDA Takeo, MASUMOTO Takao, HORIKAWA Naoki,  
KUDO Ryoji and MINAKAWA Hiroki

1. **はじめに** 大規模な水田灌漑地区を有する河川流域では流域内の複数地点で用水が取水され、一部は河川へ還元して下流で繰り返し利用されることから、その水循環は複雑な様相を呈する。このように上流の農業水利用の変化が下流の取水可能量に及ぼす流域での水利権更新や灌漑計画策定に当たっては、取水・還元量といった農地水循環に関する諸量の把握とそれらの流域水循環への影響の評価が必要である。しかし、これまで提案されてきた集中型モデルを利用した各種推定法の適用は、観測データの豊富な特定流域に限られていた。そこで、水田灌漑地区における取水や水配分・還元等の物理過程を表現する分布型の流域水循環モデルを活用し、水田灌漑地区から河川への還元量の算定アルゴリズムを提案するとともに、その手法を実河川流域に適用した結果を報告する。

2. **用水配分・管理モデルを実装した流域水循環モデル**：用水配分・管理モデルは広域の水田灌漑地区を有する河川流域を対象に、貯水池運用、取水や水配分等の人為的な水循環過程を表現するモデルである。同モデルを分布型水循環モデルに実装することにより、流域内の任意地点の取水可能量、水田灌漑地区の取水・水配分・還元状況を時系列的に表現できる。モデルの詳細およびその実河川への適用は吉田ら（2012）を参照されたい。

3. **水田灌漑地区からの還元率算定アルゴリズムの開発**：ここで提案する水田灌漑地区からの還元率とは、地区の取水量に対する灌漑起源の還元量が占める割合とする。ただし、水田灌漑地区から河道への還元量には、降雨および灌漑水を起源とする水が混合している。この降雨と灌漑水の混合比（降雨・灌漑水比）は地区内の異なる流出経路や滞留時間を反映して時間的・空間的に変化するため、その推定は容易ではない。そこでここでは経路や滞留時間に起因する降雨・灌漑水比の時間的変動を一括して扱うために還元率の算定期間を長期間とり、その期間内の降雨・灌漑水比は一定であると仮定する。

また、大規模な水田灌漑地区では、地区外から水が流入する地点（流入地点）および地区から水が流出する地点（還元地点）の数が多くなる。そこで、流域水循環モデルの河道網と灌漑地区の位置情報から灌漑地区の流入・還元地点を探索するアルゴリズムを開発し、水田灌漑地区の流入地点、還元地点を特定するとともに、同一の還元地点に流下する流入地点をグループ化する。

提案する還元率の算定手順は、まず、特定した流入・還元地点ごとに河道を通じた地区への流入量および流出量を算定期間ごとに積算し、流出量から流入量を差し引いた量を水

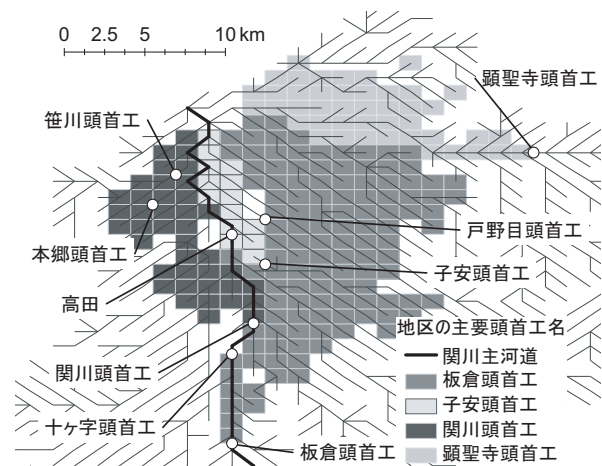


図1 関川下流域のメッシュ分割と主要な灌漑地区・取水施設（図中の直線はモデル河道網を表す）

\*（独）農研機構 農村工学研究所，Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：水田灌漑，水循環，還元率，分布型水循環モデル

地区名 (頭首工名)	流入 地点数	還元 地点数	メッシ ュ数
板倉	33	21	121
関川	25	8	40
子安	11	5	14
顕聖寺	23	7	43

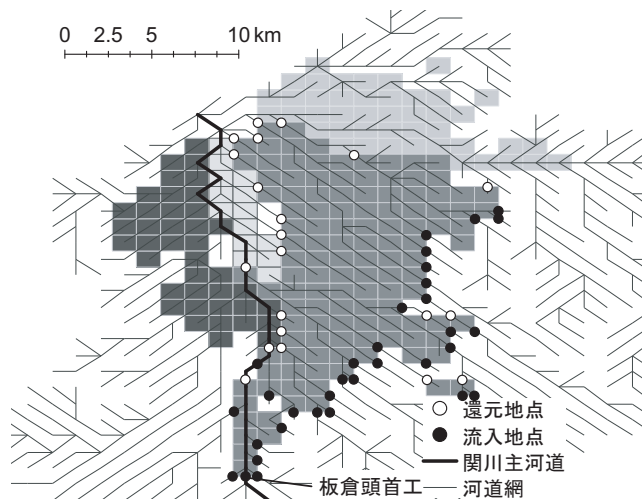
田灌漑地区から河道への還元量を得る。次に、河道への還元量に降雨・灌漑水比を乗じ、還元量に占める灌漑起源の水量を算出する。最後に、得られた諸量から還元率を算定する。

**4. 実河川流域への適用方法：**上記の手法を新潟・長野両県に位置する関川流域(面積 1,140km<sup>2</sup>，**図 1**)に適用した。関川流域下流の約 9,000ha の灌漑水田は 4 つの主要な地区に分割でき、**図 1** に示した取水施設から用水を供給している。モデル流路網から特定した水田灌漑地区における流入・還元地点数を**表 1** に、板倉頭首工から用水供給される灌漑地区の流入・還元地点を**図 2** に示す。なお、還元率算定期間は取水期間(4月 25 日～9月 10 日)とし、1976～2008 年を対象に算定した。

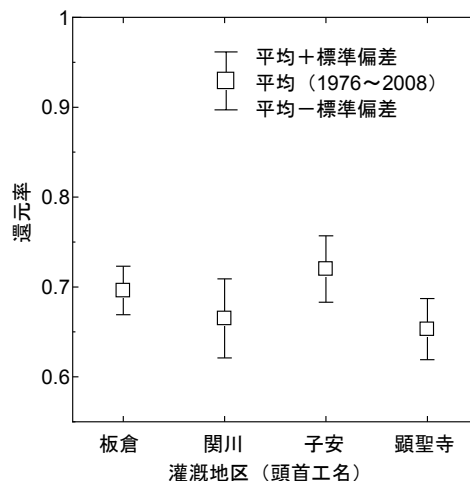
**5. 還元率の算定結果：**各水田灌漑地区で算定した還元率の 33 年平均は 65～70%であった(**図 3**)。なお、本モデルでは、水田灌漑地区の要求水量が少ない時期(例えば降雨が連続した時期)にも、取水可能量(河川流量)が充分ある場合には水利権量を全量取水する設定であるため、還元量が過大に算定された可能性がある。

次に、水田灌漑地区からの還元量を地点ごとに整理した(**図 4**)。本川上(**図 1** の関川主河道)に位置する地点では、河川流量に還元量が占める割合は下流ほど大きく、その値は 0.2 以下であった。一方で支流河川に位置する地点での値は本川上の地点より大きく、平均値が 0.6 以上となる地点もあり、上流水田からの還元水が支流河川の流況に及ぼす影響をモデルで定量的に表現できることを意味する。

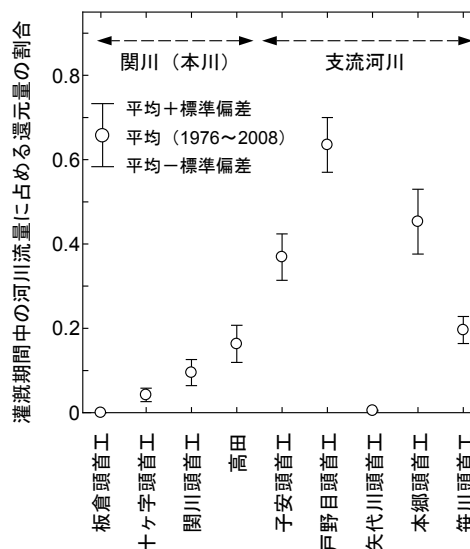
**6. おわりに：**本報告では流域水循環モデルを活用して灌漑地区の取水量に対する還元率を推定する手法を提案した。本解析で得られた推定値は、水利権更新や灌漑計画策定に有用である。参考:吉田ら(2012):農業農村工学会論文集 277, 9-19



**図 2** 板倉頭首工から用水供給を受ける灌漑地区の流入地点および還元地点



**図 3** 各灌漑地区における還元率



**図 4** 灌漑期間中の河川流量に占める還元水量の割合