

水田地帯の水循環の複雑性と水循環変動要因の特定の難しさ Complexity of Water Circulation in Paddy Districts and Difficulty of Specifying its Variation Factors

○谷口智之*

○TANIGUCHI Tomoyuki

1. はじめに

水田灌漑は、①取水量が多い、②用水が水田内で貯留される、③取水された水が河川に還元する、④排水は水田地域内や流域内で反復利用されるなどの特徴があり、これらは流域水循環に大きな影響を及ぼす。その影響を評価するため、水田灌漑の特徴を考慮した水循環モデルの開発も進んでいる(例えば、吉田ら、2012)¹⁾。

一方で、水田地帯の水循環は複雑かつ多様であるため、それをモデルで再現する際には課題もある。ここでは、水田灌漑の複雑性とそれが流域水循環に及ぼす影響を整理することで、水田地帯の水循環のモデル化について検討する。

2. 水田地帯での水動態と水管理

図1の低平水田地帯を対象に、地区内の用水配分状況と地区からの排水量を連続観測した。図2は、地区東側を流れる幹線用水路(受益面積約1,100 ha)内での各日における全取水量に占める各水田ブロック(B1~B4)への配水量の割合である。図の右端には各ブロックの面積割合を示しているが、実際の取水量割合は面積に無関係に変動しており、一定の傾向も見られない。これに関して、谷口(2013)²⁾では幹線用水路と各支線用水路の流量の相関関係から、規模が大きい支線用水路の分水工ほど操作頻度が小さいことを示した(図3)。1本の支線用水路からは多数の水田が取水するため、すべての受益水田の用水需要に応じて配水量を調整することは不可能であり、分水工は開放状態で維持される。その場合、支線用水路への配水量は幹線用水路の水位に応じて決まるはずだが、支線用水路の受益地内での取水量が少ない場合、支線用水路下流では流量が通水能力を超過し、

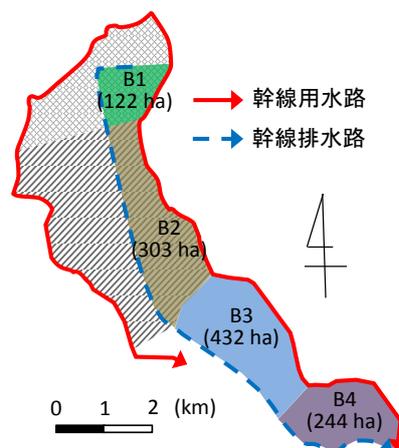


図1 水路系統と水田ブロック
Canal network and paddy block

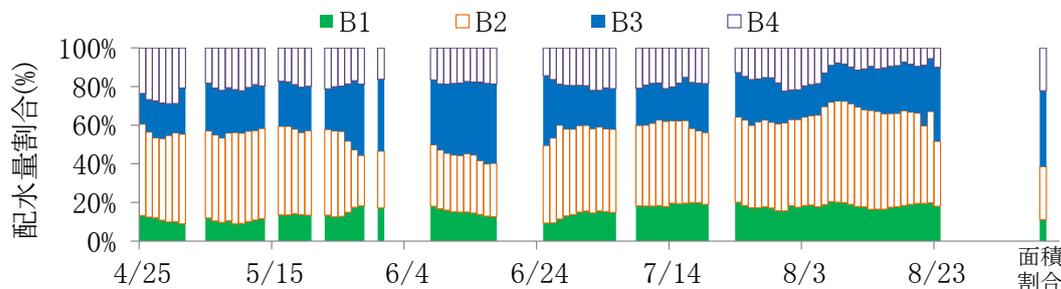


図2 幹線用水路の各水田ブロックの配水量割合
Delivery water rate of each paddy block from main irrigation canal

*九州大学大学院農学研究院 Faculty of Agriculture, Kyushu University

キーワード：水田，水管理，水動態，モデル

溢水する。この場合、農家は分土工を操作し、配水量を調整せざるを得ないが、そのタイミングは農家の判断によるため支線用水路への配水量は一定の傾向を示さない。

また、図1の網掛け地域での留保水量(取水量と流出量の差)と蒸発散量の関係を検討したところ、平常時は留保水量と蒸発散量がほぼ等しく推移するが、無降雨期間が長期化すると徐々に留保水量が蒸発散量よりも多くなった。平常時は各水田で取水・止水が行われるため、水田ごとの取水量と消費水量(低平地であるため浸透量は比較的少ない)の関係はばらつくが、地区全体では平均化するので、消費水量と留保水量はほぼ等しくなる。しかし、無降雨期間が長期化すると徐々に地区全体として取水・貯水の意識が高まるため、留保水量が消費水量を上回ったと考えられる。

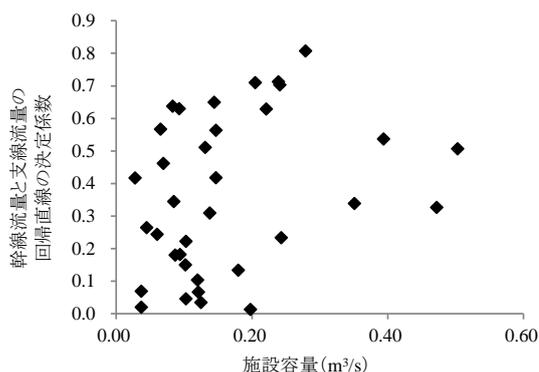


図3 支線用水路の施設容量と支線流量と幹線流量との回帰直線の決定係数の関係 (谷口, 2013)
Relationship between the capacity of branch canals and the determination coefficient of discharges of main canals and branch ones

3. 水田地帯の水循環をモデル化することは必要か？可能か？

水田地帯の水循環をモデル化する場合、消費水量、取水量、湛水位などの要素を考慮する必要がある。しかし、水田地帯では人為的な影響が卓越しており、また、それは地域や水利施設、時期によっても様々なのでモデル化が極めて困難である。もちろん、すべてをモデルで再現する必要はなく、平均的な水田管理の状況を再現できればよいと考えることもできる。実際、多くのモデルはそのような構造となっている。しかし、その場合には複雑な水田地帯の水循環をモデル化する意義が問われる。例えば、河川流量だけを再現するのであれば、CB法のように水田地域内の蒸発散量と減水深の影響だけを考慮し、河川からの取水地点とその取水能力、さらに水田地帯から河川への還元地点の情報を考慮すれば十分であろう。また、モデルの検証値(流量、湛水位、蒸発散量など)は各水路や各水田で観測せざるを得ない。これらの観測値と水田地帯の水動態を平均化したモデル推定値では当然乖離が大きいため、再現性を評価することも困難である。このように考えると、流域内の水収支の観点では、水田地帯の水循環をモデル化する必要性はそれほど高くない。

一方、水質変化を評価する際には、水田地帯での水循環を考慮することが必要である。例えば、水田地域内の水温変化には、水路の流下経路・流下速度、水田内の滞留時間、排水路への流出経路などが決定的に影響する(新村ら, 2014)³⁾。これは化学的な水質についても同様であろう。また、水質の場合は水田地域の平均値だけでなく、特定の地点での突出した値が重大な問題を引き起こすこともあり、その点からも詳細なモデルが必要である。

ただし、現地観測でさえ把握が困難な現象をいかにモデル化するかという課題がある。モデルの限界を見極めながら不足する情報を観測で補完する、逆に観測できない点をモデルで推定するなど、今後はモデルと観測の併用が重要な研究課題になると考えられる。

謝辞：本研究は、文部科学書のテニュアトラック普及・定着事業により支援された。

引用文献：1) 吉田武郎ほか, 2012, 広域水田灌漑地区の用水配分・管理モデルの実装による流域水循環のモデル化, 農工論集, 80(1), 9-19, 2) 谷口智之, 2013, 兼業化稲作地域における用水配分と水田管理, 農工論集, 81(1), 67-73, 3) 新村麻実ほか, 2014, 水田地域における用水・排水の温度変化, H26 農業農村工学会大会講演要旨集, 448-449.