

水・物質収支解析による低平地水田地帯の排水路管理と流域水環境への影響 Water environmental assessment of impact with drainage management in lowland paddy fields through water and material balance analysis

加藤 亮, 小美野 聡子, 岩本 智寛, アジズ ムラメドフ

KATO Tasuku, OMINO Satoko, IWAMOTO Tomohiro, MURAMEDOV Aziz

1. はじめに

印旛沼は水質汚濁が進んだ湖沼であるが、主たる理由に面源と呼ばれる過剰な施肥による畑地からの排水、地下浸透に関する対策が進まないことに一因がある。一般的に、地下水の水質浄化対策は困難であり、施肥規制や環境保全型農業の水深等による長期的な対策は考えられるが、短期的には効果が見えづらい。その一方で、印旛沼流域の地形の特徴として谷津田と台地が入り組んでおり、台地には住宅地や畑地、低地には谷津田や、スケールの小さい水田が立地している。このことは、台地からの地下水の流出が水田もしくは灌漑の用排水路に混入するような状況にある。結果として、水田の用水路は栄養塩濃度が高い水質になることが予測されている一方で、水田の窒素除去機能も大きくなる可能性もあるが、これまでの結果では、濃度から検討すると、さほどの効果が示されていないことがわかっている。水田の多面的機能を水環境保全対策に有効活用することが望まれているが、その機能を流域スケールで、どの程度発揮させるかについての条件はいまだ不明な点が多い。本発表では、水田の1圃区を対象に、表面水、地下水、排水路の3つの水収支、物質収支を検討し、その流出特性を明らかにすることを目的とする。

2. 現地観測および水収支分析

モニタリング（2015年11月～2017年現在）を行ったのは、印旛沼流域にある鹿島川上流の水田ブロックである。約1haの圃区を対象とした。灌漑は図の南東部にあるポンプにより鹿島川から汲み上げ、圃区北辺から開水路を通じて各プロットは取水し、圃場排水は南辺から排出後、鹿島川沿いの主排水路に流れる。灌漑ブロック全体として、ほぼ同様の作付けスケジュールであることから、圃区全体の取水量は、ポンプの受益地面積からの比率で求め、小排水路、および主排水路においてモニタリングを実施した。加えて、圃区周辺の4箇所および、図には無いが圃区の外側にも4箇所、計8箇所の地下水のモニタリングを実施した。その他、蒸発散量は千葉気象台のデータから求めた。

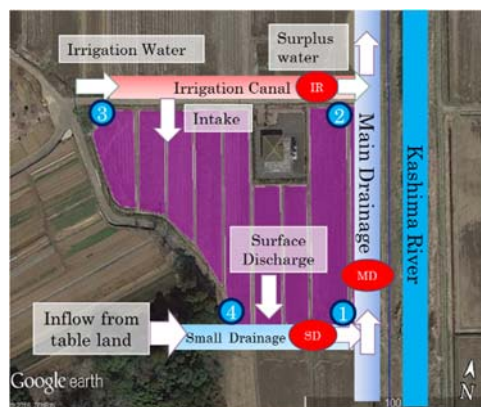


Fig.1 対象水田圃区

用いた収支式は下記のとおりである。排水路、表面水、地下水の3つの式である。

$$Q_{gw} = Q_{MD} - Q_{UP} - Q_{SD} \quad (1)$$

$$\Delta S_{surf} = IR + R - P_{perc} - ET - D_{surf} \quad (2)$$

$$\Delta S_{soil} = Q_{gup} + P_{perc} - Q_{gw} \quad (3)$$

東京農工大学農学府 Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, 水収支, 物質収支, 水田モデル, 地下水, 表面水

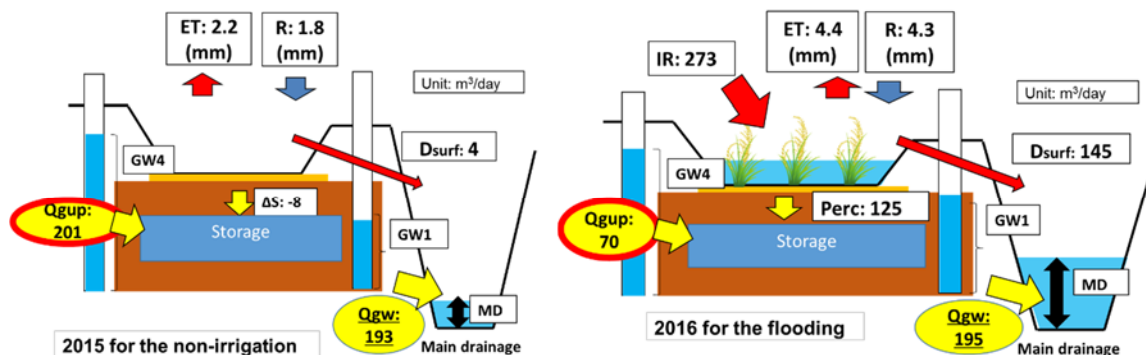


Fig.2 水収支の結果

ここで、 Q_{gw} は浸透水と地下水の主排水路への流出量、 Q_{MD} は、主排水路の流量、 Q_{up} は排水路上流からの流入量で、 Q_{sd} は小排水路からの流入量、 ΔS_{surf} は表面湛水変化量、 IR が灌漑用水量、 R が降雨量、 $Perc$ が浸透量、 ET が蒸発散、 D_{surf} が表面排水、 ΔS_{soil} が圃区地下水の変化量、 Q_{gup} が台地からの流入地下水量である。 ΔS_{surf} 、 $Perc$ 、 ΔS_{soil} 、 Q_{gup} 以外の項目を観測した。

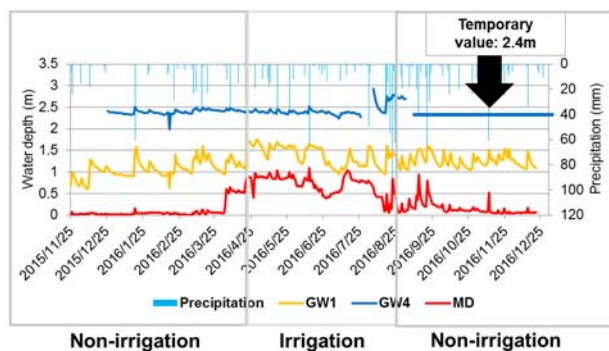


Fig.3 地下水水位の変化

この圃区の特徴として、農作業管理の省力化のため灌漑期に掛け流しとなっている場合が多く、過剰に取水された用水がそのまま排水路に流出していた。結果として、灌漑期間において ΔS_{surf} および ΔS_{soil} をそれぞれ無視しうる期間があり、 $Perc$ および Q_{gup} を求めることができた。また、 ΔS について地下水面のモニタリング結果を合わせて示し、排水路水位の変動によって圃区地下水の挙動を検討する。

3. 結果およびまとめ

灌漑期には台地からの地下水流入量が少なく、非灌漑期に地下水流入量が増加することが示された。これは、本地区の排水路水位は下流地区での循環灌漑に利用されるため、人為的に高く制御されているからであり、結果として水田排水の地下浸透量が多くを占めるため、上流部からの地下水が抑制されたと考えられる。その後、落水が始まり、排水路水位も減少すると、台地からの地下水も増加するという現象があるように考えられる。地下水面自体は、灌漑期、非灌漑期通じて大きく変化しているとはいいがたく、おそらくは排水路への流入量が灌漑期、非灌漑期通じて大きく変化しないのは、地下水面自体は概ね安定しているためである。

水質面から見ると、GW1とGW4は灌漑期に全窒素で 1.78(mg/l)、2.51(mg/l)、と低く非灌漑期に 3.57(mg/l)、4.16(mg/l)であり、明らかに非灌漑期に濃度が高くなる傾向がある。このことは、地下水面において脱窒された窒素濃度が比較的低い水田の浸透水が、圃区下層構造全体に広がり、非灌漑期になると、台地からの地下水が支配的になるため濃度が上昇することを示唆していると考えられる。このことから、水田の下層構造を含めた水文流出過程の一端が明らかになり、水田地帯の水質水文モデルの開発の一助となりうる。