

低平地の水循環システムに関する研究 ―水田における水収支―

佐賀大学理工学部	学生会員	白水 梓
佐賀大学低平地防災研究センター	正会員	荒木 宏之
佐賀大学理工学部	正会員	古賀 憲一
佐賀大学理工学部	学生会員	波江 純一郎

1. はじめに

佐賀低平地では、流域内の水田面積率が高く、灌漑用水の水収支に占める割合も高い。一部の地域では、水資源の不足により、地下水の過剰揚水による地盤沈下が問題となっている。また、表流水・地下水あるいは有明海の水質問題など幅渡る課題も多い。このような佐賀低平地における水システムの在り方や水循環から見た水管理を考える際、水田の持つ機能やシステムの中での位置付けを評価することが重要と考えられる。

本研究では、佐賀低平地における水循環システムの定量的な把握を目的として、水田の水収支、水田内及び周辺クリークの水質特性について調査し、検討を加える。

2. 調査・分析

調査は、佐賀県農業試験研究センター（佐賀県川副町）内にある水田及びライシメーターを用いて行った。図-1 に示す 42m×10m の水田 A、B で、三方の畦畔はコンクリートで整備されており、水路側の畦畔はビニールシートで覆われている。取水は主要幹線水路からポンプにより行う。排水は A、B 水田間の排水溝でなされる。排水口は中干し・落水時以外、常時一定の堰高に設定してあり、灌漑はこの堰を越えない範囲でおこなわれる。排水は一旦緩衝用クリークへ流出し、一定の水位になると排水用クリークへ流出する。ライシメーター（有底箱）は、1.3m×1.6m のコンクリート製で、作土は粘土、砂の各 2 枚、計 4 枚である。施肥に関しては、水田 A は全量元肥で緩効性肥料を代かき前に、水田 B の施肥は 5/31、7/8、8/10、8/17 の 4 回、道路からクリーク方向に向かって施肥量を減らすかたちで行った。

水収支調査：代かき期を除く普通期の水田の水収支を模式的に表すと、図-2 のようになり、次式で表される。

$$\text{貯留量変化} = \text{降水量} + \text{灌漑量} - (\text{蒸発散量} + \text{浸透量} + \text{排水量}) \quad (1)$$

排水量は、中干し、かけ流し及び落水などの栽培管理排水量、降雨越流量である。

本研究では、灌漑量、栽培管理排水量は、灌漑時・落水時の前後で水位測定を行い、その間（2 時間程度）の降水量、蒸発散量、浸透量をゼロと仮定し、その貯留量変化をそれぞれ灌漑量、栽培管理排水量とした。貯留量変化は水田の水位変化、蒸発散量はライシメーターの湛水時における減水深、降雨量は試験場内にある雨量計データから、降雨流出量は田面水位の連続式から求めた。浸透量は、これらの値を用いて式（1）の残量として求めた。圃場、ライシメーターにおいてはコンクリート畦畔の縁からの水位、クリークは設置した標尺の水位を測定した。

水質調査：圃場内、クリークの水質については、水位観測時に図-1 に示す L-1~L-6、D-1、D-2 において、DO、pH、水温の測定を行い、また週 3 回採水、水質分析を行った。灌漑水の水質は取水口付近で測定、採水を行った。ライシメーターについては圃場採水日に田面下約 1m に設置されている管を用いて採水を行った。水質分析項目は T-N、T-P、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ であり、クリーク水と灌漑水は COD も分析した。また、施肥時は圃場内採水を L-3'、L-4' においても行った。

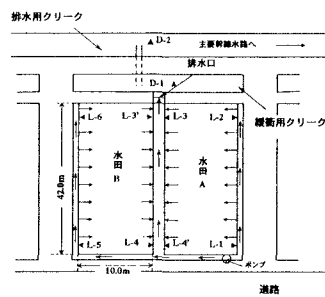


図-1 調査圃場図

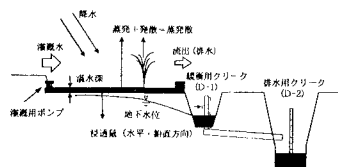


図-2 水田圃場の水収支模式図

3. 結果及び考察

調査水田の水収支：田植え前日から稲刈りまでの水田の水収支の結果を図-3に示す。全灌漑水量の半分350mmが8月のみに行われた。降水量は、平年値と比べ約1.4倍程度多い。6月下旬から7月初旬までのまとまった降雨により、田植え後3週間は、灌漑を行う必要がなく、また、9月にも比較的まとまった降雨があり、かけ流しは2回行った。排水量は、田植え直前・中干し・落水・2回のかけ流しにより生じ、それぞれ70、69、66、133mmであり、合計で338mmである。

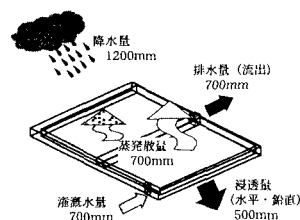


図-3 水田の水収支

水質分析の結果：7月から9月上旬までのD-1、D-2のT-N、T-P及びCODの変化を図-4に示す。D-1、D-2ともに稲作期間中を通じて、COD濃度は10-15mg/ℓ、T-N濃度は1-8mg/ℓ、T-P濃度は0.4-1.5mg/ℓと比較的高い値となっている。特に7月中旬のCOD濃度の上昇は、水位低下によってクリーク水が滞留し、pHの上昇から見て藻類の増殖によるものである。また落水後のかけ流し(9/5)及び雨水による田面流出(9/22, 24)にともなうCOD、T-N、T-Pの上昇が顕著に現れている。D-2において9月下旬から稲刈りまでは、水位低下による流れの滞留が生じたため、各濃度が上昇した。

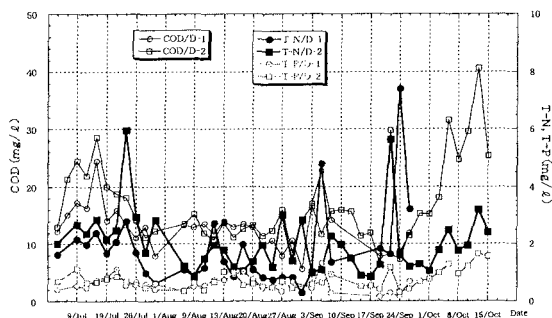


図-4 COD、T-N、T-P/D-1、D-2

8/10の午前中に灌漑を行い、午後から水田Bに対して穂肥として窒素分のみ施肥を行った。施肥前後における田面水のT-N、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の濃度変化を図-5に示す。L-4、L-5は、施肥の影響からともに急激な濃度の上昇が見られる。しかし、施肥3日後のそれぞれの濃度は、ほぼ施肥前の値になっていることから、植物体の吸収、地下への浸透が起こったと考えられる。また図-4において、施肥後D-1でのT-Nの上昇が見られることから、L-6付近から水平浸透により窒素分が流出したと思われる。

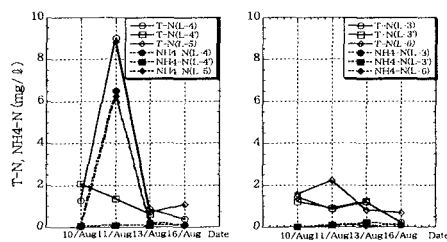


図-5 8/10の施肥前後のT-N、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$

水田Aの田面水のT-N、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度を図-6に示す。湛水期間を通じて緩効性肥料が溶出する時期である7月上旬及び中旬に若干のT-Nの上昇が見られるが、全体的に変化は小さい。また図-4、6には、7/23においてD-1でL-2、L-3から溶出した窒素分の影響が見られる。

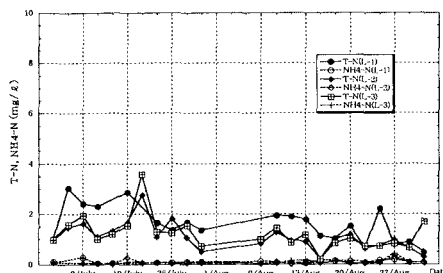


図-6 湛水時の水田2内のT-N、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$

4. 結論

調査水田において図-3に示す水収支を得た。水質に関しては、施肥後の田面水流出は起こらずとも、水平浸透により緩衝用クリークへ窒素、リンが流出するようである。また、落水後の排水及び流出により周辺クリークに与える影響は比較的大きいことが明らかになった。

今後、水田内における窒素・リンの土粒子への吸着等のメカニズムをふまえ、水田による地下水質への影響を考慮し、流域水循環の他のパラメータとの統合を試みる予定である。