

循環灌漑による北印旛沼へのTN流出負荷量削減効果の経年変動

岩手大学農学部 ○飯田俊彰
東京大学大学院農学生命科学研究科 大田脩斗
近畿大学農学部 木村匡臣

1. はじめに

印旛沼の周辺には1946年から進められた国営印旛沼手賀沼干拓事業で造成された水田地帯が広がっている。また、高度成長期の流域の急激な都市化等により汚濁が進み、湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼に指定されている。農林水産省により2010年度から進められている国営印旛沼二期農業水利事業では循環灌漑が導入された。以前は水田からの排水は直接印旛沼へ排出されていたが、循環灌漑導入後には排水は基本的に低地排水路へ集められ、印旛沼からの取水と併せて繰り返し用水として利用される。循環灌漑によって印旛沼への総排水量の削減や水田での栄養塩類の消費が促進され、印旛沼への栄養塩類の流出負荷量が削減される副次的効果が期待されている(大久保ら(2014))。これまでに、低地排水路と印旛沼とでの水の出入りについては高頻度で観測されているが、水質に関しては基本的に月単位の観測データしか無く、降雨イベントや営農活動に伴う短周期での水質変動は把握されていなかった。したがって、印旛沼への流出負荷量の計算値の信頼性にも疑問が有った。飯田ら(2019)および玉川ら(2020)は、北印旛沼東岸に新設された白山甚兵衛機場掛かり地区を対象として週2回の高頻度での水質データを得て、北印旛沼への差し引き排出負荷量を定量的に示すとともに、農地からの排水や低地排水路での栄養塩類濃度の変動特性を示した。本報では、栄養塩類負荷量の経年変動を把握することを目的とし、同じく白山甚兵衛機場掛かり地区を対象として観測を継続し、北印旛沼への窒素流出負荷量の循環灌漑による削減効果を3灌漑期に亘って求め、比較を行った結果を報告する。

2. 方法

2.1 対象地区

白山甚兵衛機場はφ700mmのポンプ3台と13,000m³の吐出水槽を備えた用水機場で2015年4月に供用開始された。供用開始以降は、周辺の水田からの排水は低地排水路に集められて本機場へ戻り、用水として再利用される。低地排水路の水位が設定値より低いと北印旛沼から低地排水路へ自然勾配で導水され、降水等で低地排水路の水位が設定値より高くなった時には隣接する県営大竹排水機場によって低地排水路から北印旛沼へ排水される。

2.2 水質試料の採取と分析

白山甚兵衛機場掛かりの用排水系で、(1)水田からの排水が直接流出する小排水路1地点、(2)白山甚兵衛機場内の低地排水路、(3)北印旛沼から白山甚兵衛機場への取水口付近の北印旛沼内、の3地点で、2020年5月下旬から8月下旬までの灌漑期に、週に2~3回の水質試料の採取を、採水地点(1)直近の水田を耕作している農家と白山甚兵衛機場の運転手に委託した。また、採水地点(1)の小排水路へ排水している水田を耕作している2軒の農家へ聞き取り調査を行い、営農暦、施肥の状況、灌漑期間中の水管理の状況を把握した。

水質試料は採取後直ちに冷凍され、随時、東京大学水利環境工学研究室へ持ち帰られて、TN、NO₃+NO₂-N、NH₄-N、その他の水質項目の濃度が分析された。降水量には大竹排水機場での降水量データまたは近隣のアメダス観測点のデータを用い、流量には運転記録から得た白山甚兵衛機場と大竹排水機場の吐出量を用いた。

3. 結果および考察

玉川ら(2020)と同様の方法で、北印旛沼への正味の流出負荷量を算定した。低地排水路の濃度をCd、北印旛沼の濃度をCI、低地排水路からの取水量をQd、北印旛沼からの取水量をQI、低地排水路から北印旛沼への排水量をDdとし、北印旛沼に対する排水負荷量CdDd、取水負荷量CIQIを日単位で求めた。灌漑期を通した排水負荷量と取水負荷量との差である北印旛沼への総差し引き排出負荷量を、 $\Sigma CdDd - \Sigma CIQI$ で計算した。一方、仮に循環灌漑を行わないとし、低地排水路からの取水量が北印旛沼から取水されたと仮定し、それに相当する水量が低地

排水路から北印旛沼へ排水されたと仮定した場合の、北印旛沼への総差し引き排出負荷量を $\Sigma Cd(Dd+Qd)-\Sigma Cl(Ql+Qd)$ で求めた。

循環灌漑ありとなしの場合での総差し引き排出負荷量の差が循環灌漑の効果を表す。算出された2020年の循環灌漑による削減負荷量は、1灌漑期の平均値でTNでは8.88(kg/d)だった。2018年(飯田ら(2019))と2019年(玉川ら(2020))の灌漑期での値と併せて、TN削減負荷量を図-1に示す。2018年灌漑期での削減負荷量が約6kg/dと少し低かったが、他の2灌漑期の削減負荷量は約9kg/dと推定され、循環灌漑の導入による窒素削減の効果が定量的に把握された。

図-2に、3灌漑期のTN削減負荷量の日変化を示す。5月下旬には、基肥の影響と考えられる低地排水路でのTN濃度の上昇が起こるが、循環灌漑によって北印旛沼へのTN排出負荷量は削減されていることが読み取れる。また6月中にも削減負荷量は正の値であり、追肥の流出も削減されていると考えられる。一方で7月以降は、削減負荷量は正負の間で変動しており、循環灌漑による削減効果は低下すると考えられる。

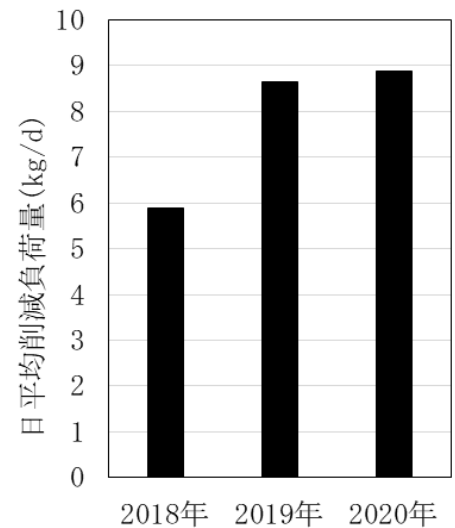


図-1 TN削減負荷量の年変化

4. おわりに

3灌漑期にわたる高頻度の水質データを用いて、循環灌漑によって北印旛沼への窒素排出負荷量が削減されている状況が定



図-2 TN削減負荷量の日変化

量的に把握された。窒素の流出負荷量削減効果は毎年5月下旬に大きく発現しており、6月にも削減効果がみられた。循環灌漑により基肥による窒素の北印旛沼への流出が抑制されるとともに追肥による窒素の流出も抑制されているものと考えられた。今後は、降水イベントや営農活動などと照らし合わせて、窒素の動態についてさらに詳細な考察を行うことが必要である。

【謝辞】 本研究を遂行するにあたり、一般社団法人土地改良建設協会による令和2年度国営事業地区等フィールド調査学生支援事業による支援を受けた。記して謝意を表す。また現地での調査にご協力を頂いた、印旛沼土地改良区および対象農家に厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 1) 大久保卓也, 佐藤祐一, 東善広 (2014): 栄養塩濃度の高い用水を反復利用する水田群での窒素・リンの動態. 水環境学会誌 37(5), 177-187.
- 2) 飯田俊彰, 矢田部沙羅, 木村匡臣, 皆川裕樹 (2019): 循環灌漑による北印旛沼への栄養塩類負荷量の削減効果. 水文・水資源学会 2019年度研究発表会要旨集, 220-221(P61).
- 3) 玉川怜史, 飯田俊彰, 木村匡臣, 久保成隆 (2020): 印旛沼循環灌漑地区の排水系での水および溶存物質の動態解析. 2020年農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 271-272.

キーワード: 栄養塩類負荷, 循環灌漑, 水田, 農地排水, 印旛沼