

# 北印旛沼循環灌漑地区における数日間隔での水質変動の解析 Analysis of water quality fluctuation at several days' interval in the Kita-Imbanuma cyclic irrigation area

○矢田部沙羅\* 飯田俊彰\*

○Sara YATABE\*, Toshiaki IIDA\*

## 1. はじめに

千葉県北部の印旛沼では国営印旛沼二期農業水利事業が進められ、白山甚兵衛機場では新たに循環灌漑が導入された(図 1)。従来、対象地の農業用水は全て印旛沼からの取水で賄われ、水田排水は直接印旛沼へと排出されていた。循環灌漑導入後は水田排水が低地排水路に集められ、沼からだけ



図 1 白山甚兵衛機場掛かり地域での循環灌漑 (引用元: ARIC 情報 No.124 pp.52, 宮森俊光, 2017 年 1 月)

Fig.1 Cyclic irrigation in the Shiroyama-Jimbei pump station area (copied from: ARIC 情報 No.124 pp.52, T. Miyamori, Jan. 2016)

だけではなく低地排水路からも取水されている。水田の脱窒作用などから、循環灌漑による印旛沼への窒素やリンの流出負荷量削減効果が期待されているが、実測データは十分に得られておらず、循環灌漑による栄養塩類負荷量の削減効果を定量的に評価する必要がある。負荷量を評価するに当たって、流量データは日単位で存在するのに対し、水質データの測定頻度は月 1 回程度だった。しかし、水質の変動要因となる現象はより短時間間隔で起きており、水質自体もより短時間間隔で変動していると考えられるため、水質データも流量データと同程度の頻度で取得した方が印旛沼への負荷量を正確に定量化できると考えた。

**2. 方法** 白山甚兵衛機場掛かりの流域で灌漑期に水質データを週に 2、3 回の高頻度で取得し、気象条件や 2 軒の農家への聞き取り調査で得られた営農記録等を考慮しつつ、濃度変動を解析し、印旛沼への負荷量変動を算出した。降水量は白山甚兵衛機場に隣接する大竹排水機場の雨量計のデータを、流量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。農家への聞き取りでは施肥の日程と内容および水管理を調査した。採水地点として次の(1)-(3)の 3 点を設けた:(1)水田からの排水が直接出てくる小排水路、(2)白山甚兵衛機場内の低地排水路、(3)印旛沼から白山甚兵衛機場への取水口付近の沼内。各採水地点での週に 2、3 回の水試料の採取を、農家とポンプ場の運転手に委託した。試料は農家の自宅および白山甚兵衛機場内で採取後直ちに冷凍保存され、これを随時実験室へ持ち帰って SS、TOC、TN、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-+\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、TP、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  濃度を分析した。

\*東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo キーワード: 水田灌漑、水質制御、排水管理、水環境、循環灌漑

### 3. 結果

7つの分析項目それぞれの経時変動から、3点の考察を行った。第1に、流出元の水田で中干しを行っていた6月16日から28日頃には小排水路での $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- - \text{N}$ 濃度が上昇し、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 濃度が下降したことから、水田で中干し期に脱窒が抑えられたものと考えられた(図2)。第2に、今回得られた白山甚兵衛機場の取水口付近の沼内でのSS、TN、TP濃度を千葉県による公共用水域水質測定の本印旛沼中央地点での2017年の同時期の測定結果と比較すると、取水口付近での濃度は一貫して中央地点での濃度を下回った。従って、印旛沼内の水は平面的に混ざりにくいと考えられた。第3に、濃度を補間して、印旛沼に対する差し引き排出負荷量を求めた。低地排水路の濃度を $C_b$ 、沼の濃度を $C_s$ 、沼からの取水量を $Q_s$ 、低地排水路からの取水量を $Q_b$ 、低地排水路から沼への排水量を $D_b$ とし、日単位での沼に対する取水負荷量 $C_s Q_s$ 、排水負荷量 $C_b D_b$ を求めた(図3)。灌漑期を通じた排水負荷量と取水負荷量との差である沼への総差し引き排出負荷量を、 $\Sigma C_b D_b - \Sigma C_s Q_s$ 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を印旛沼からのものに置き換え、それに相当する水量が低地排水路から沼へ排水されたと仮定した場合の、総差し引き排出負荷量を $\Sigma C_b (D_b + Q_b) - \Sigma C_s (Q_s + Q_b)$ で計算した。その結果、 $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- - \text{N}$ を除く全ての項目で、印旛沼への総差し引き排出負荷量は循環灌漑によって削減されると算出された。

1灌漑期での総削減量は、SSが160930 kg、TOCが15405 kg、TNが2065 kg、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ が2387 kg、TPが244 kg、 $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ が103 kgだった。また、SSと $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ を除く項目では、循環灌漑を行わないよりも行う方が高い負荷削減効果を得られ、1灌漑期での総差し引き排出負荷量の差はTOCで2382 kg、TNで610 kg(図4)、 $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- - \text{N}$ で940 kg、TPで2 kg、 $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ 37 kgと算出された。

低地排水路での栄養塩類濃度が沼での濃度を上回ることも多く、低地排水路の水は可能な限り用水にまわすことが望ましいと考えられた。また、沼内の水を平面的に混ぜることが印旛沼の水質保全に繋がると考えられた。

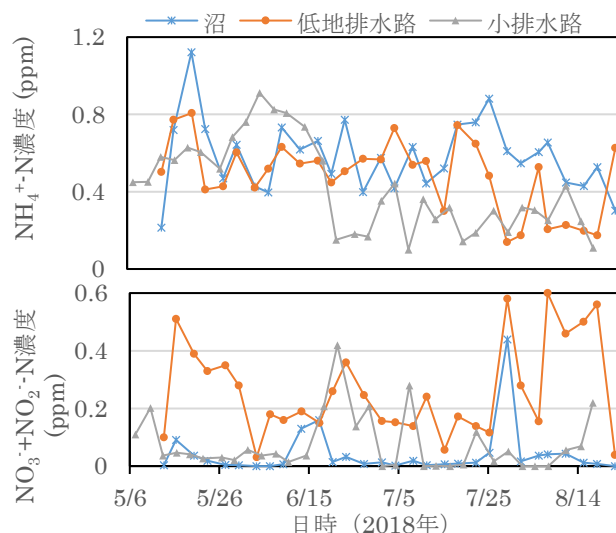


図2  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  および  $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- - \text{N}$  濃度変動  
Fig.2 Changes in  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  and  $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- - \text{N}$  concentration

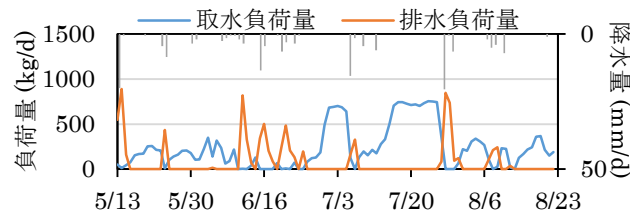


図3 循環灌漑時の沼に対するTN取水・排水負荷量  
Fig.3 TN intake and effluent load towards Imbanuma lake during cyclic irrigation

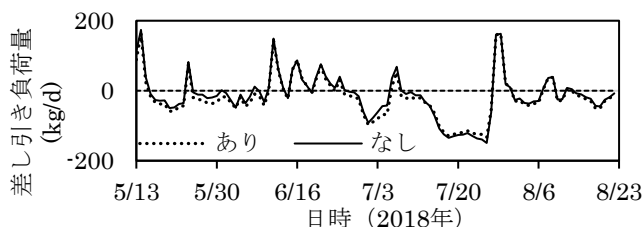


図4 循環灌漑の有無による沼へのTN差し引き排出負荷量  
Fig.4 Difference between intake and effluent load of TN (net effluent TN load) with and without cyclic irrigation