

市民と協働で行った水田による硝酸性窒素浄化調査

小倉久子 飯村 晃 小島博義

1 はじめに

富栄養化がすすんでいる印旛沼では近年窒素、特に硝酸性窒素濃度が増加傾向にある。水田には硝酸性窒素を浄化する働きがあるとされているので、印旛沼流域において実際に耕作している冬期湛水田と慣行水田（乾田）を用いて、硝酸性窒素がどのように浄化されるのかを市民・農業者・行政・研究者が協働で調査した。

2 調査内容

2・1 調査期間

2005 年度から 2009 年度の 5 年間を調査期間とした。5 ヶ年のうち初年度は冬期湛水の試験田においても慣行法にて耕作を行い、2 年目以降について冬期に湛水し、慣行田との比較調査を行った。水質調査は 1 ヶ月～2 ヶ月に 1 回、計 24 回、土壌調査は毎年稲刈り後に実施した。

2・2 調査対象水田と調査地点

調査は印旛沼流域（佐倉市）の冬期湛水水田及び慣行水田各約 90 a において、水田所有者が稲作を行う中で実施した。

水質調査は図 1 に示す 18 地点で行った。

観測井は底面から 0.5m の部分にストレーナーを開けた塩ビ管を地表面から約 1.2m の深さに差し込んだもので、調査時には、水位測定後、たまっていた水を汲み出した後、新しく滲み出てきた地下水を採取した。

2・3 調査項目

現地調査項目：観測井水位、水温

水質分析項目：pH、電気伝導率(EC)、溶存酸素量*、酸化還元電位*、硝酸性窒素(NO₃-N)、亜硝酸性窒素(NO₂-N)、アンモニア性窒素(NH₄-N)

* 調査期間の前半のみ測定

3 水質調査結果

18 調査地点の中で NO₃-N が最も高濃度であった

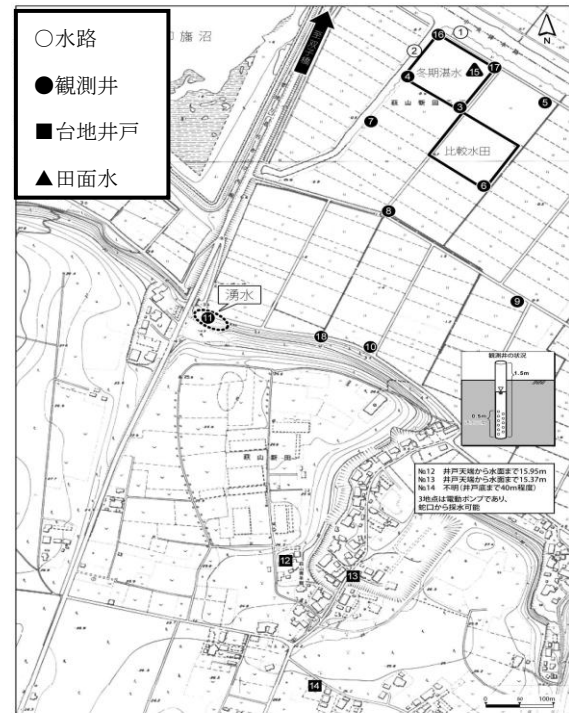


図 1 調査地点図

のは崖下地下水で、変動幅が非常に大きいがほとんど 20mg/L を超えていた。次に高かったのが台地上の民家井戸で、年間を通して 5～10mg/L であった。一方、水田エリアの地下水では NO₃-N 濃度は低く、最大でも 2mg/L 程度であった。

水田エリアの観測井について詳細に検討したところ、灌漑期(5月～8月)には全ての水田で NO₃-N 濃度は 0.2mg/L 未満であったが、冬期湛水期間中は、比較水田の NO₃-N は 1～2mg/L に上昇しているのに対し、冬期湛水田では 0.1mg/L 未満であった。なお、冬期湛水田においても、水を落す稲刈り時期には NO₃-N 濃度が比較水田と同様に 1～2mg/L に上昇した。

田面水の NO₃-N 濃度は、冬期湛水直後に揚水元の河川水と同じ濃度であった他は、概ね不検出であった。これは、底面界面における脱窒反応のほか、糸状藻類(アオミドロの仲間)や植物プランクトンによる吸収等によるものである。

4 考 察

以上に述べたように、台地上の民家井戸及び崖下の地下水の $\text{NO}_3\text{-N}$ は 10mg/L 弱から 30mg/L 超という非常に高い濃度であったが、水田エリアでは 10 分の 1 以下にまで減少していた。

水田エリアの観測井 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を、水田の種類別・稲作期間別に平均し、模式的に表したものが図 2 である。

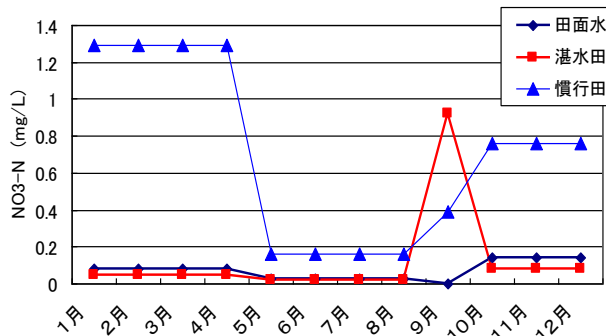


図 2 水田観測井の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度 (平均値)

湛水期間の短い慣行田では、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度がかんがい期: 0.26mg/L 、非かんがい期: $0.76\sim 1.29\text{mg/L}$ なのに対し、冬期湛水田では、かんがい期: 0.02mg/L 、非かんがい期: $0.05\sim 0.08\text{mg/L}$ で、稲刈り時期(9月)を除いて常に 0.1mg/L 未満であった。図 2 からわかるように、湛水の有無によって $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は比較的速やかに変化していたことも特徴的であった。

以上の $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度変化は、マクロとミクロの 2 つの流動に分けて、以下のように考えることができる。マクロの流動とは、地下水が台地から水田エリアの地下を経て最終的に西印旛沼に向かって移動する流れ、また、ミクロの流動とは水田の中で田面水が地下浸透する鉛直方向の流れである。マクロの流動により移動する台地井戸または崖下湧水の $10\sim 30\text{mg/L}$ の $\text{NO}_3\text{-N}$ は、水田エリアに到達した時点で水田下の嫌気的なゾーンに入り、脱窒反応によって $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が $1\sim 2\text{mg/L}$ に減少する。水田エリアの地下は非灌漑期においても畑地等と比較して還元的な環境であると考えられ、その結果、マクロの流動によって生じる $\text{NO}_3\text{-N}$ の浄化(脱窒)は通年で期待できる。

灌漑期の水田エリアでは田面水の地下浸透による希釈作用及び界面で生じる脱窒のため、地下水

の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度はさらに低下し、ほぼ不検出になる。また、稲刈り期には冬期湛水田も水を落としているため、観測井の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は $1\sim 2\text{mg/L}$ のオーダーが維持される。

このメカニズムにより、印旛沼の周囲にある水田地帯は、地下水の硝酸性窒素を浄化してから沼に送り込む浄化施設の役割を果たしているといえる。また、この脱窒反応は水田の地下が還元的になっていることが必要のため、かんがい期のみ湛水する慣行田よりも湛水期間の長い冬期湛水田のほうが、硝酸性窒素の低減には効果が大きいことが明らかになった。

5 稲の収量、生物多様性への影響

水質調査と同時に行われた県印旛農林振興センターの稲の収量調査によると、冬期湛水による稲作は慣行法の収量と同等以上であった。また、生物調査から、冬期湛水田のほうが生物多様性の面からも優れていることが明らかになっている。

6 まとめ

印旛沼周辺の水田地帯において、地下水中に含まれる硝酸性窒素が水田下の還元的環境域を通過すること(マクロの流動)によって脱窒反応が起こり、硝酸性窒素濃度が約 10 分の 1 に低下することが明らかになった。

また、田面水の地下浸透(ミクロの流動)によって、灌漑期の水田エリアではさらに硝酸性窒素濃度が減少し、この効果は湛水期間の長さに対応するため、冬期湛水が効果的であると考えられた。

この調査は印旛沼流域水循環健全化会議の「みためし行動」の一つとして、たくさんの方の協働のもとで実施したものです。耕作者の三門増雄氏、千葉県印旛沼土地改良区、指導者の千葉県千葉金子文宣副技監をはじめ、みなさまに深く感謝いたします。

「水質調査隊」：耕さない田んぼの会(宮部恵子、小高純子、平井幸男、ほか)、環境パートナーシップちば(加藤賢三、桑波田和子、荒尾繁志)、千葉県環境研究センター、事務局(千葉県河川環境課、パシフィックコンサルタンツ(株)の皆様

参考資料

小倉久子、他：「ふゆみずたんぼ報告」第 2 回生物多様性シンポジウム要旨集、2009