

水田の窒素除去が集水域の水質に与える影響

The Influence on Water Quality in a Catchment by Nitrogen Removal in Paddy Fields

鹿崎 隆広* 加藤 亮* 黒田 久雄* 中曽根 英雄*

SHIKAZAKI Takahiro, KATO Tasuku, KURODA Hisao and NAKASONE Hideo

1.はじめに

窒素濃度の高い灌漑用水の場合、水田による窒素除去量が大きくなることが知られている。本研究では、畜産の影響により窒素負荷の大きい A 集水域内の試験水田での窒素除去量を算出するとともに、水田の窒素除去機能が集水域に与える影響について考察する。その際に、田淵が提案する窒素除去式¹⁾の適用を行い、循環灌漑の効果についてのシミュレーションを行うこととする。

2. 調査地概要と調査方法

対象とする集水域は北浦へ流入する山田川支流の A 集水域である。集水域上流部の水田群では、掛け流し灌漑が行われており、下流部の水田群では、集水域末端に設けられたため池の水を用いた循環灌漑が行われている。本集水域内に試験水田 (13m²) を設け稲作を行い、この水田の水口と水尻で週 1 回の採水、測定を行った (Fig.1)。水口と水尻にはパーシャルフリュームを設置し、1 時間ごとの流入水量と流出水量を求めた。水質項目は、報告では各態窒素が中心であるが、他にリン、COD 等についても調査を行った。調査期間は 2003 年 6 月 2 日から 12 月 31 日までとし、調査期間中に 1 時間間隔の集中調査を 3 回行っている (9/2、9/22、12/10)。なお、調査開始から稲刈りを行った 9 月 30 日までを稲作期とし、10 月 1 日からを非稲作期とした。



Fig.1 調査地概要図

3.除去量の計算

硝酸態窒素除去量を、調査結果から求めた。この実測値を用いて窒素除去式の、各パラメータを決定した。求めたパラメータを使った窒素除去式で集水域全体の水田による除去量を求めることにする。使用した窒素除去式を以下に示す。

$$R = F \cdot P \cdot X_0 (1 - \exp[-a_0 \cdot A/Q]) \cdot Q/A \cdots (1)$$

ここで、R:硝酸態窒素除去量 (g・m⁻²・d⁻¹), F:

植生係数, P:田面効率係数, a₀:除去係数

(=0.000011T²+0.005 T:水温), X₀:硝酸態窒素初期濃度 (mg・L⁻¹), Q:流量 (m³・d⁻¹), A:面積 (m²) である。

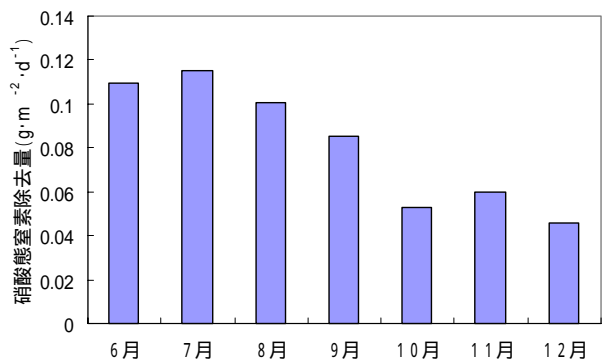


Fig.2 月別硝酸態窒素除去量 (2003)

* 茨城大学農学部 College of Agri., IBARAKI Univ. キーワード 硝酸態窒素, 窒素除去式, 循環灌漑

試験水田での月別の硝酸態窒素の除去量を Fig.2 に示す。水温の最も高くなった 8 月が最大の除去量となると予想された。しかし、8 月の降水量が過去 10 年間の平均降水量の 3.7 倍となったため、流量が増加し湛水時間が短くなり試験水田での除去量が小さくなってしまったものと考えられる。硝酸態窒素除去量は、稲作期平均 $0.103\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 、非稲作期平均 $0.053\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ となり、稲作期には非稲作期の約 2 倍の除去量となった。

4. A 集水域の植生係数

試験水田の測定値から求められた硝酸態窒素除去量、水温と流量をもとに、窒素除去式に適用し、月ごとの植生係数 F を決定した。その結果、 F は稲作期で 2.7~3.9、非稲作期で 2.1~2.9 となった。なお、田面効率係数は水田の形状から 0.75 と仮定した。A 集水域は、谷津田地形を成しており水田によってかなり日照条件が異なるため、日陰の部分は植生による吸収量が低下すると考えられる。よって A 集水域の植生係数は、試験水田で求めた月ごとの値に 10% を減じた値とした。

5.A 集水域に対するシミュレーション

決定したパラメータを用い、水田を灌漑用水の水源別(ため池,湧水)に分類し、A 集水域全体の水田による硝酸態窒素除去量を算出した(Table 1)。非稲作期に、水田に湛水すると仮定した場合、A 集水域全体の水田では平均値で約 $3.2\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$ の硝酸態窒素除去が見込まれる。

A 集水域の水田面積は 7.5ha であるが、そのうち集水域末端のため池を用水源とした循環灌漑が整備された水田群の面積は 5.0ha である。現状では、ため池は、稲の倒伏防止のため集水域からの排水と山田川の水を混合し、硝酸態窒素濃度を低下させている。よって、この水田群の用水源であるため池の硝酸態窒素濃度を高濃度にした場合、A 集水域の水田による硝酸態窒素除去量はさらに大きくなると考えられる。これは、窒素除去式が硝酸態窒素濃度の比例式になっているからである。そこで、非稲作期に高濃度の硝酸態窒素の排水を、直接灌漑用水にして循環灌漑を行った場合についてシミュレーションした(Table 2)。この場合、ため池の硝酸態窒素濃度は排水路の濃度と等しくなると考える。これによると 10 月から 12 月の除去量は、現状の約 3 倍に当たる $9.9\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$ (平均値) となることが試算された。非稲作期には高濃度の硝酸態窒素を含む水を水田に循環灌漑させることで、より大きな除去量となると考えられる。

6.まとめ

試験水田の調査結果から窒素除去量を算出することができ、さらに田渚の窒素除去式を用いることで、A 集水域での水田による窒素除去量を算出することができた。非灌漑期には水田を用いて窒素負荷流出削減を行っていくことが重要であると考えられるが、その場合の効果について定量的に表すことができた。

< 引用文献 >

- 1) 田渚俊雄:水田除去機能付き窒素流出モデル,土壌の物理性 第 78 号 p11-17(1998)

Table 1 月別硝酸態窒素除去量

	除去量 ($\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$)
6月	9.4
7月	10.6
8月	9.1
9月	5.9
10月	3.4
11月	3.9
12月	2.2
稲作期	8.7
非稲作期	3.2

Table 2 排水路の水を灌漑用水とした場合の硝酸態窒素除去量

	除去量 ($\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$)
10月	10.6
11月	12.2
12月	6.8