

[成果情報名] 冬期掛け流し灌漑を行う場合の水田の硝酸性窒素除去能の推定式

[要約] 水田において通年掛け流し灌漑によって硝酸性窒素除去を行う場合、脱窒活性の低い冬期においては降下浸透による除去量が表面流去のそれを上回る。提案した推定式を用いれば、降下浸透水の寄与を考慮したうえで、水田の硝酸性窒素除去能力を推定できる。

[研究単位] 静岡農試・海岸砂地分場

[分類] 学術

[背景・ねらい]

台地に茶園を有する地域では、過去の多施肥によって茶園下の深層に集積した高濃度の硝酸性窒素が河川へ流出することが問題となっている。こうした河川水の窒素除去には水田・休耕田の脱窒機能を活用することが有効である。この地域では、河川水の硝酸性窒素濃度は年間を通して一定であるのに対し、水田における窒素除去速度は低温期に低下するために、窒素除去に活用する水田面積は冬期の除去能力に基づいて算出する必要がある。そこで冬期における休耕田に対応した除去能の推定式を提案する。

[成果の内容・特徴]

1. 通年掛け流し灌漑した休耕田の脱窒作用によって河川の硝酸性窒素の除去を図る場合、田面水での除去能力は低温期に低下する(図1)。このため、冬期においては滞留時間が長い降下浸透水中での窒素除去が重要となる(図1)。降下浸透水中での窒素除去能力は、みかけ上は温度に依存せず、水温が $2 \sim 40$ の範囲で硝酸性窒素濃度はほぼ環境基準値以下となる(図2)。
2. 降下浸透水に関しては水温に関わらず十分な硝酸性窒素の除去が行われるとし、流入水のうち降下浸透水を差し引いた表面流去水中の硝酸性窒素が温度に依存して除去されるモデルを作成した。すなわち、浸透を考慮した水収支に基づいて、降下浸透水が考慮されない既往の「水田除去機能付き窒素流出モデル(式1、田淵ら(1996))」を拡張すると式 2a が得られる。ここで A : 水田面積, Q : 流入水量, x_0 および x : それぞれ流入および流出水中の硝酸性窒素濃度, P : 降下浸透水量, T : 水温である。除去係数 a は水温 T と関連付けた式 3 から求める。
3. これらの式を用いると水温が $2 \sim 37$ の範囲で表面流去水の硝酸性窒素濃度を満足のいく精度で予測できる(図3)。さらに式 2a を水田面積 A について解いた式 2b を用いれば水温、硝酸性窒素濃度および水量が既知の河川水において、硝酸性窒素濃度を目標値まで低下させるために必要な水田面積を求めることができる。

[成果の活用面・留意点]

1. 水田・休耕田を活用した水質浄化対策を立案する際に基礎資料として活用できる。
2. 河川の硝酸性窒素流出量には大雨時の流出量は含まれない。
3. 調査期間は 1997 年 6 月～2005 年 10 月、調査圃場は 50m^2 の掛け流し水田、土壌は表層グライ灰色低地土に、1998 年 9 月以降、有機物を鋤きこまず裸地管理している。
4. モデルの作出に用いた各パラメータの範囲は x_0 ($18 \sim 33\text{mgN/L}$), A ($17 \sim 50\text{m}^2$), Q ($0.2 \sim 10\text{m}^3/\text{d}$), T ($2.4 \sim 37$) である。

[具体的データ]

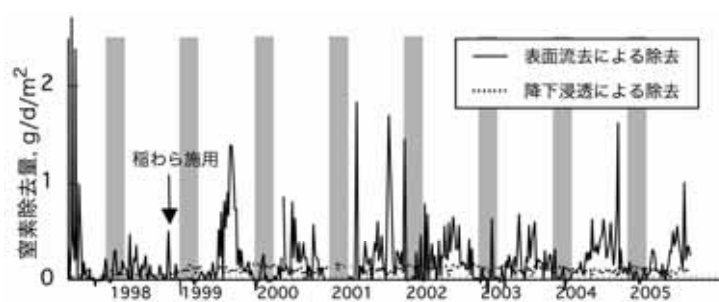


図1 表面流去水と降下浸透水の硝酸性窒素の除去量

網かけは冬期（12～2月）を示す。流入水、流去水、降下浸透水、不明流出水の平均速度はそれぞれ56、34、5.2、10mm/d。流入水、流去水の速度は水口、水尻に取りつけた水道メーターから求めた。降下浸透水の速度はN型減水深測定器を耕盤（20cm）まで挿入し、得られた減水深速度から蒸発速度を差し引いた値。不明流出水の速度は水口と水尻からの水の出入りを止めた際の水田全体の減水深速度から降下浸透水速度と蒸発速度を引いた値。蒸発速度は水田近傍に埋設した有底容器中の水の減水速度から求めた（降下浸透水速度、不明流出水速度は2005年8月～10月の平均値）。表面流去および降下浸透による流出水中での窒素除去量は以下の式から求めた。ただし表面流去速度に関しては測定毎の実測値を、降下浸透水に関しては一定値（5.2mm/d）を用いた。

窒素除去量＝（流入水の窒素濃度－流出水の窒素濃度）×流出水量

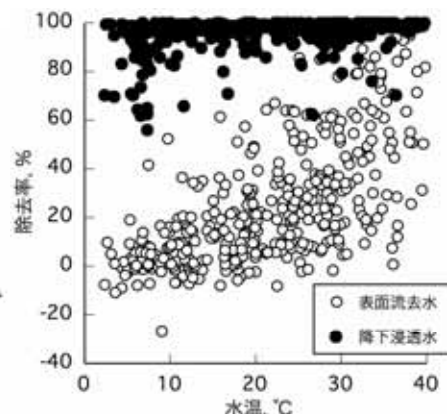


図2 表面流去水と降下浸透水の窒素除去率の温度依存性

各プロットは7日毎の測定値を示す。破線は硝酸性窒素濃度が10mgN/Lとなる除去率。流入水の窒素濃度は8年間の平均で27mgN/L。除去率の求め方は以下のとおり。

除去率＝（流入水の窒素濃度－流出水の窒素濃度）／流入水の窒素濃度

$$x = x_0 \exp\left(-\frac{aA}{Q}\right) \quad (\text{式1})$$

$$x = x_0 \exp\left[-\frac{a}{P} \ln\left(1 - \frac{AP}{Q}\right)\right] \quad (\text{式2a})$$

$$A = \frac{Q}{P} \left[1 - \left(\frac{x}{x_0}\right)^{\frac{P}{a}}\right] \quad (\text{式2b})$$

$$a = 0.000593T - 0.00198 \quad (\text{式3})$$

x : 流出水の硝酸性濃度(mg/L) A : 水田面積(m²)
 x_0 : 流入水の硝酸性濃度(mg/L) Q : 流入水量(m³/d)
 a : 除去係数 P : 降下浸透水量(m/d)
 T : 温度(°C)

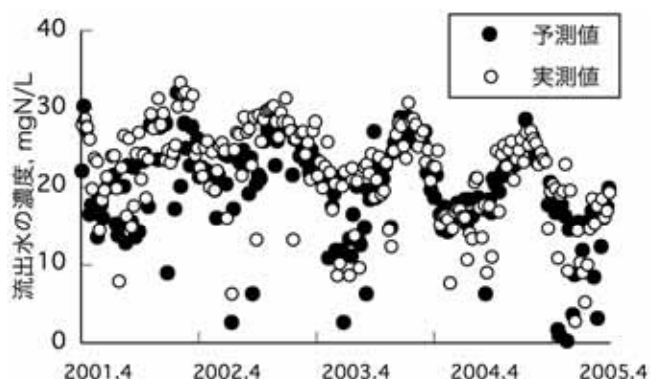


図3 表面流去水の硝酸性窒素濃度の推定値と実測値の比較

[その他]

研究課題名: 地形・地目連鎖(海岸砂地－水田低地－茶園台地)系を活用した環境負荷物質除去技術の開発に関する研究

予算区分: 指定試験

研究期間: 1999～2005 年度

研究担当者: 高橋智紀, 新良力也(中央農研), 前田守弘(中央農研), 杉浦秀治, 渥美和彦(静岡県農林大学校), 宮地直道(日本大学)

発表論文等:

1) 新良ら(2005)土肥誌: 76, 901-904