

流入負荷と水田の窒素除去量の関係について

The relation between the amount of nitrogen removal on paddy fields and inflow loads

○黒田久雄*, 高石梨沙*, 吉田貢士*, 北村立実**, 吉尾卓宏**, 広瀬浩二**

○KURODA Hisao*, TAKAISHI Risa*, YOSHIDA Koshi*, KITAMURA Tatsumi**, YOSHIO Takahiro**, HIROSE Kouji**

1. はじめに

平成 19 年度茨城県銚田川（旭橋）の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素濃度は、年間平均値で 11mgL^{-1} の値を記録した。この濃度の高い原因は、主に畜産および面源系からの汚濁負荷が複雑に絡み合いながら流出していることにあると考えている。それは、この銚田川流域では、畜産からのふん尿処理に伴い多くの有機質肥料（堆肥と呼ばれている）が生産され、それを利用して全国でも有数のメロン、イチゴ、トマト栽培に利用しているからである。その結果、畑地土壌の地下には高濃度の硝酸態窒素が蓄積され長期間にわたって流出している。これらの窒素浄化対策として、畑地への投入施肥削減が最も重要であるが、土壌中の蓄積窒素から流出する硝酸態窒素は施肥削減後も時間遅れを伴って流出し続けるため、施肥削減後も除去する必要がある。これらの面源由来の高濃度硝酸態窒素を長期間にわたって除去するためには、低エネルギーでかつ低コストな対策、つまり自然浄化機能を利用することが最善策であると考えている¹⁾。

2. 調査地概要および調査方法

調査地は、前回報告した茨城県銚田市の銚田川流域上流部の 4 カ所の複田した休耕田を利用した²⁾。今回利用するデータは、通年でデータ収集ができた水田 I，水田 II，水田 III，水田 IV の試験区を対象とした。2010 年は全ての水田試験区，2011 年は水田 II と水田 IV の試験区でデータを収集したので、2 年間で窒素除去に関する年間データを 6 個収集することができた。流入水量は、試験区上流付近の排水路に堰を設けて水位を上昇させ、畦畔を通した塩ビパイプから流入させた。流出は、水田に塩ビのエルボーを用いて湛水深約 30cm になるように調整した。流入口は大きな降雨があると枝葉やゴミなどで目詰まりするなどして安定した流量にならない時も多かった。調査は、毎週一回行い、流入・流出水量、EC、pH、DO 濃度、SS 濃度、TN および各態窒素濃度、TP および溶存態リン濃度、COD 濃度、TOC 濃度を測定した。水田 IV では自動採水器を用いて毎日正午に採水を行った。今回は窒素除去という観点から TN 濃度と流量のみを検討対象とすることとした。Table 1 に各水田の面積と流入と流出単純平均 TN 濃度を示した。水田 II と水田 IV 区の TN 濃度は、左側が 2010 年、右側が 2011 年の平均濃度である。

Table 1 試験水田の概要

	水田 I	水田 II	水田 III	水田 IV
面積 (m ²)	978	669	600	1,432
流入平均 TN 濃度 (mgL ⁻¹)	9.8	16.1 13.8	14.5	11.5 11.4
流出平均 TN 濃度 (mgL ⁻¹)	6.3	5.2 5.4	10.7	7.7 7.9

*茨城大学農学部(College of Agriculture, IBARAKI University), **茨城県霞ヶ浦環境科学センター(IBARAKI Kasumigaura Environmental Science Center)

キーワード: 窒素除去, 水田, 流入負荷量

3. 調査結果

2年間の水田の流入負荷量と差引排出負荷量の関係を Fig.1 に示す。流入負荷量と流出負荷量には流入入口の目詰まりなどの影響でサンプリングができずに欠測となった時があった。その場合、前後の週の値の平均値から負荷量を算出した。欠測が2週間以上続いた場合は、欠測データの前後の週の値を日数で比例配分して補正した。Table 1 に示した流入平均 TN 濃度では、ほぼ $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以上の高い窒素濃度の流入水が入っていたことがわかる。TN 濃度に占める D-TN（溶存態全窒素）濃度の割合は、94%~98%であった。水田 II は生活排水の影響あるためアンモニア態窒素が他より高いが、他は硝酸態窒素濃度が高かった。流入と流出の平均 TN 濃度差をみると、2010 年はそれぞれ、 $3.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $10.9 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $3.8 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $3.8 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、2011 年は $8.4 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ （水田 II）、 $3.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ （水田 IV）となり、水田 II を除くと TN 濃度差は $3.5\sim 3.8 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ であった。水田 II の濃度差が大きいのは、他の水田に比較して流入水量が少なく滞留時間が長かつ流入 TN 濃度が高いことより、窒素浄化がすすみ濃度が低下したと考えられる。しかし、窒素除去の総量としてみた場合、流入負荷量が小さいため総除去量には大きな差異があるとはいえない。

Fig.1 に流入負荷量と差引排出負荷量の関係図を示した。Fig.1 をみると流入負荷量と差引排出負荷量の間には -0.96 と高い相関係数があることがみてとれる。サンプル数が 6 と少ないことを考慮に入れても流入負荷量の大きさが窒素除去に与える影響が大きいことが推察される。流入濃度に大きな差異が生じていなかったことを考えると、流入負荷量の大きさは流量に依存し、濃度があまり変わらない場合は、差引排出負荷量は流量の影響があることが示唆される結果となった。

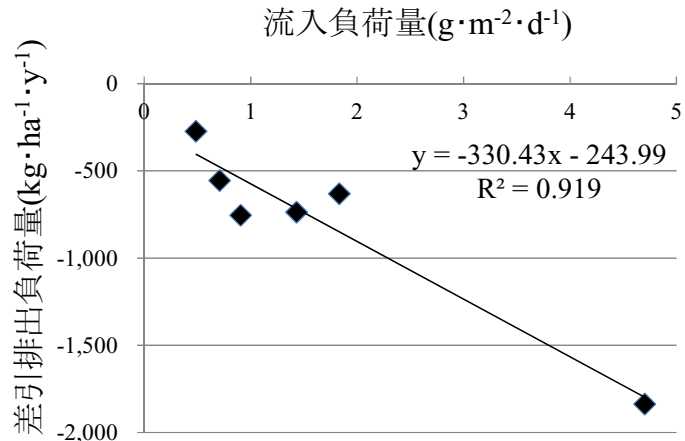


Fig.1 流入負荷量と差引排出負荷量の関係

4. おわりに

今回の調査から、1)流入と流出の TN 濃度差は、今回の調査では $3.5\sim 3.8 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 程度の範囲であった。2)水田 II の結果から滞留時間が長くなると窒素浄化がすすみ流出濃度は低くなるが、総除去量にはあまり差がない。3)流入負荷量と差引排出負荷量の間には高い関係がある。以上のことがわかった。

本研究は、茨城県との共同研究および科学研究費補助金基盤研究 (C) 21580291 により行った。

参考文献

- 1) 田淵俊雄, 篠田鎮嗣, 黒田久雄, 休耕田を活用した窒素除去の試み, 農土誌, 第 61 巻 12 号, pp.19-24(1993)
- 2) 黒田久雄, 勝又香織, 加藤亮, 吉田貢士, 北村立実, 根岸正美, 流入水質の異なる水田の窒素除去能力について, 平成 22 年度農業農村工学会大会講演会要旨