

水田による窒素除去が利根川上流域の水質へ及ぼす影響

群馬工業高等専門学校環境都市工学科
 群馬工業高等専門学校環境都市工学科
 群馬工業高等専門学校専攻科環境工学
 群馬工業高等専門学校環境都市工学科
 群馬工業高等専門学校環境都市工学科

学生会員 ○佐藤マイケル
 学生会員 平田悠介
 学生会員 高瀬陽彦
 正会員 宮里直樹
 正会員 青井透

1. はじめに

利根川水系は日本最大の流域面積と流域人口を持ち、首都圏の水源としての役割を担っている。しかし、群馬県内の利根川上流部では、清澄な溪流にも関わらず窒素濃度が高いと報告されている¹⁾。加えて、利根川の無機態窒素濃度は前橋市などの都市部を流下するに従い徐々に高くなり、利根川の中間点に位置する利根大堰で最大濃度になると青井ら²⁾により報告されている。また、2008年~2009年の利根大堰における利根川の無機態窒素濃度の経日変化を調査したところ、夏季と冬季で無機態窒素濃度が変化し、河川の流量による影響は小さく、水田による影響が考えられると報告されている。

そこで、本研究グループでは利根川を水源とする群馬県内の水田が持つ環境保全機能について調査を行い、水田流出水の無機態窒素濃度が流入水の無機態窒素濃度より低くなることを報告した³⁾。しかし、群馬県内の水田がどの程度の無機態窒素を除去し、利根川にどういった影響を与えているのかはわかっていない。

本研究では、群馬県内の水田による利根川の無機態窒素濃度への影響を検討することを目的とした。そのため、群馬県内の利根川を対象として河川水の採取・水質分析を行い、無機態窒素濃度の経日変化を調査した。また群馬県内で最大の水田面積を持つ前橋市の水田を対象として流入水および流出水の水質分析を行い、水田による無機態窒素除去量を算出した。以上の結果から前橋市の水田が利根川の無機態窒素濃度に及ぼす影響について考察したので報告する。

2. 研究方法

(1) 調査対象

a) 利根川河川水の調査および採取試料

利根川の無機態窒素濃度の経日変化を調査するため、県内中流部の中央大橋で灌漑期には1回/週、その後は1回/月採水した。東部地域水道事務所で2回/週程度採水を行った。

b) 農業用水と水田の調査および採取試料

水田による無機態窒素の収支を調査するため、前橋市内の水田1面(高専の隣:面積は約2600m²,最大水深約

4cm)を対象として、水田への流入・流出水を採取し、水田への流入流量を図-1に示す。自作した60°三角堰(全長30cm,幅16cm,堰高2cm)と水位センサー(HUBO U20 Water Level Logger)及び、JIS公式の60°三角堰の流量算出式(1)を用いて流量を算出した。

$$Q = \left(\frac{0.577}{60} k h^2 \right)^{\frac{5}{2}} \times k = 83 + \frac{1.978}{B \cdot R w^2} R w = 0.1 h \sqrt{h/v} \quad (1)$$

(Q:流量[m³/sec],h:越流水深[m],B:堰幅[m],k:流量係数,Rw:レイノルズ数,V:動粘性係数[水=10⁻⁶m²/sec])

水田は、利根川(前橋市の上流)を水源とし、天狗岩用水を流れる水を農業用水としており、住宅地を流下するため、家庭排水の一部が流入している。また、二毛作のために田植えは6月下旬に、稲刈りは10月に行われている。水田所有者のご協力のもと、ほぼ毎日水田水の採水を行い、三角堰の水位を30分毎に計測し、流量を算出した。



図-1 流量測定に用いた60°三角堰

(2) 水質分析

利根川河川水を採取後、現地で水温と電気伝導度(EC)の測定を行った。その後直ちに研究室に持ち帰り、各態窒素(NH₄-N,NO₃-N,NO_x-N,T-N)をオートアナライザー(ブランルーベ社,ACCS-II)を用いて分析を行った。すぐに分析できない場合は冷蔵庫にて4℃で保管した。

(3) 前橋市内の水田による利根川無機態窒素濃度への影響の検討

調査対象とした水田において窒素削減量を算出した。その結果を群馬県の水田が持つ窒素削減量と仮定し、群馬県の水田による窒素削減効果が利根川河川水の無機態窒素濃度に及ぼす影響について検討した。また、水田

キーワード 水田, 利根川, 無機態窒素濃度, 無機態窒素除去量

〒371-0845 群馬県前橋市鳥羽町580 群馬工業高等専門学校 TEL027-254-9000 E-mail:nmiyazato@cvl.gunma-ct.ac.jp

における水収支を検討するうえで、“流入水量=流出水量”とし、水田に流入する農業用水全てが、利根川に戻る
と仮定した。

3. 調査・水質分析結果および考察

(1)利根川の河川水の水質分析結果

図-2 に中央大橋,東部地域下水道および利根大堰での無機態窒素濃度の経日変化を示す。中央大橋地点,東部地域下水道,利根大堰のいずれにおいても,夏季(6月~9月)に無機態窒素濃度が低く,10月から冬季(11月~12月)にかけて無機態窒素が上昇する傾向であった。

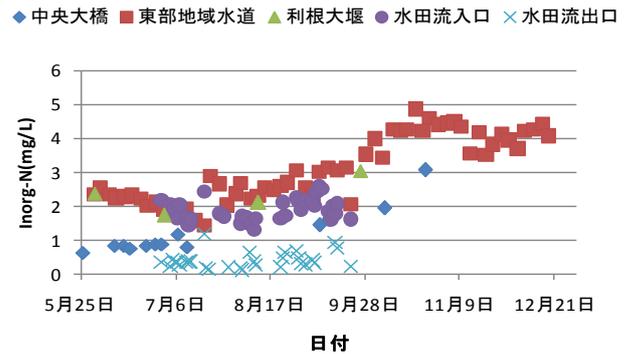


図-2 利根川と水田の無機態窒素濃度の経日変化

(2) 水田流入・流出水の水質分析結果

図-2 に調査対象とした前橋市内の水田の無機態窒素濃度の経日変化を示す。前橋市内の水田では流入水の無機態窒素濃度の算術平均値 1.86mg/L に対し,流出水の算術平均値が 0.36mg/L であり,全採水日において流入水の無機態窒素濃度より流出水の無機態窒素濃度が低くなっていた。このことから,水田を通過することにより無機態窒素濃度が低下したことが確認できた。

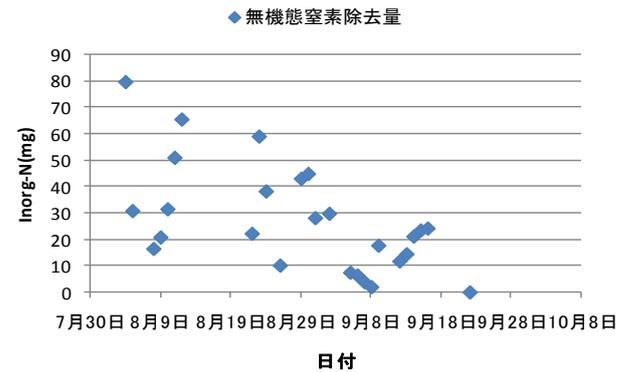


図-3 水田の無機態窒素除去量の経日変化

(3)前橋市内の水田による無機態窒素除去量の算出

調査対象とした水田において,60° 三角堰を用いて水田に流入する農業用水の測定を行った。調査は 8 月 4 日から 9 月 30 日までの 58 日間実施し,調査対象の水田に流入する無機態窒素量を無機態窒素濃度と流入流量の積で求めた。さらにその結果から,水田の流入口と流出口の無機態窒素量の差から調査対象の水田による無機態窒素除去量を算出した(図-3)。水田の無機態窒素除去量の経日変化の平均値を単位面積当たりの除去量としたところ,約 11.8mg/m²/day となった。これを前橋市の水田が持つ無機態窒素除去量とした。

(4)群馬県の水田による無機態窒素除去量

求めた無機態窒素除去量(仮定)を用いて,8月~9月の群馬県内の水田による無機態窒素除去量を算出した。群馬県内の作付面積データは農林水産省の統計情報から 2010 年のデータ(約 18000ha)を使用し,検討を行った。

計算の結果,2010年8月~9月の2ヶ月間で約 120t を除去しているという結果となった。この結果より,群馬県の水田が利根川の無機態窒素濃度に影響を及ぼしていることが高いと考えられた。

4. まとめ

今回の調査結果から,以下のことが示唆された。

①利根川河川水の水質分析の結果,中央大橋,東部地域下水道,利根大堰のいずれにおいても,夏季(6月~9月)に無

機態窒素濃度が低下し,10月から冬季(12月)にかけて無機態窒素が上昇する傾向があった。

②水田流入・流出水の水質分析の結果,流出水の無機態窒素濃度は全測定日において流入水の無機態窒素濃度より低くなっていた。

③調査対象とした水田から無機態窒素除去量を算出し,群馬県の水田が利根川無機態窒素濃度に与える影響を検討したところ,8月~9月の2ヶ月間で約 120t の無機態窒素を削減している可能性が示唆された。

謝辞：本研究の一部は(財)河川環境管理財団の平成 22,23 年度河川整備基金助成事業一般的助成によって実施いたしました。河川水の採水においては東部地域下水道事務所にご協力をいただきました。膨大な水質分析は本研究室岸分析主任によるものであります。また,現地調査においては本研究グループのメンバー、水田所有者の清水氏にご協力いただきました。お世話になった全ての方々に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1)森邦広ら：谷川岳を含む利根川最上流から利根大堰までの栄養塩濃度の推移と流出源の検討,土木学会環境工学研究論文集,vol.39,pp.235-246,2002.
- 2)青井透ら：利根川最上流谷川岳から最下流利根河口堰までの流下に伴う窒素濃度の変化,土木学会第 47 回環境工学フォーラム講演集,vol47,pp.58-60,2010
- 3)宮里直樹ら：利根川上流域の水質へ影響を及ぼす水田の環境保全機能の検討,土木学会第 47 回環境工学フォーラム講演集,vol47,pp70-72,2010.