

B-16 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

○宮里 直樹^{1*}・高瀬 陽彦²・森 邦広³・青井 透¹

¹群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580)

²群馬工業高等専門学校 専攻科環境工学専攻 (〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580)

³登山愛好家 (〒371-1305 群馬県利根郡みなかみ町後閑29-6)

* E-mail: nmiyazato@cvt.gunma-ct.ac.jp

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2700万人の水源の役割を担っている。しかし群馬県内の利根川上流部は、清澄な溪流にもかかわらず窒素濃度が高いと報告されている¹⁾。これまで本研究室では数年、利根川源流域の湯檜曾川について継続的に水質調査を行い、群馬県の広範囲にわたって窒素飽和現象が発生している可能性があることを報告した²⁾。

窒素飽和現象とは、大気から森林への窒素化合物の降下量が、森林生態系において必要とされる窒素量を上回る状態と定義されている。このような状態である利根川の河川水を農業用水として、群馬県では稲作(多くは二毛作)が行われている。水田の面積は29,457ha(作付面積は19,200ha)であり、群馬県の農地面積の37.6%を占めている。利根川から農業用水が引かれ、張り巡らされた水路によって水田へ輸送・利用され、再度利根川に戻されている。図-1に青井ら³⁾が報告した2008年～2009年の利根大堰における利根川の無機態窒素濃度と流量の経日変化を示した。無機態窒素濃度は冬期(3月まで)に3～4mg/lであったが、4月頃から1～1.5mg/l程度まで低下していた。6月頃下旬頃に一旦上昇するものの再度低下し、10月頃

に再び上昇していた。夏季における畑地や樹木による吸収も考えられるが、急激な濃度の変化は説明しにくい。一方、田植え前の田おこしや水張りの時期に水田から栄養塩類等の流出量が増加するといわれている。また多くの研究者によって水田が有する窒素除去能が報告されており、水田が利根川の無機態窒素濃度に少なからず影響を及ぼしていることが考えられる。

そこで本研究では、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、無機態窒素の濃度変化を調査した。また実際の水田および模擬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、水田による窒素除去の及ぼす利根川への影響を検討したので報告する。

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

図-2に河川水採取場所を示す。群馬県内の利根川を対象として、無機態窒素濃度の経日変化を調査するため、中流部(前橋市で週1回)で河川水を採取した。

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流出状況を調査するため、実際の水田を対象として、水田への流入・流出水を採取した。調査の対象は図-2に示した川場村(1面は約450m²)と前橋市(高専の隣、1面は約1,000m²)の水田1面である。川場村の水田は人家の無い山からの河川水を水源としており、田植えは5月上旬に行われている(図-3)。前橋市の水田では、天狗岩用水を流れる利根川の河川水を水源としているが、住宅地を流下するため家庭排水が流入しており、二毛作のために田植えは6月下旬に行われている。両方の水田とも所有者から了承を得たうえで、川場村では月

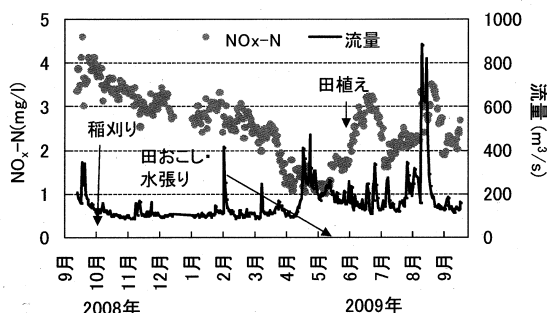


図-1 無機態窒素濃度と河川水量の経日変化(利根大堰)³⁾

c) 模擬水田による無機態窒素除去の検討

群馬県の水系図

(20万分の1地勢図「高田」「日光」
「長野」「宇都宮」より作成)

※左から水耕栽培，ソルチ焼土＋腐葉土，ため池底泥

(2) 水質分析

3. 調査・分水質析結果および考察

(1) 利根川河川水の水質分析結果

(2) 水田流入・流出水の水質分析結果

● 前橋市

日付	Inorg.-N (mg/l)
4/10	0.95
4/20	0.98
4/30	0.90
5/10	0.65
5/20	0.85
5/30	0.70
6/9	0.72
6/19	0.98
6/29	1.05
7/9	1.32
7/19	1.25
7/29	1.72
8/8	1.20

図-5 利根川(前橋市地点)の無機態窒素濃度の経日変化

ることがわかる。流入水の無機態窒素濃度の算術平均値($n=4$)が 1.57mg/l に対して、水田出口では 0.64mg/l (奥)および 0.93mg/l (手前)であった。流入する用水に比べて水田を通過することにより、無機態窒素濃度が低くなったことがわかる。稲による無機態窒素の吸収や土壌へ蓄えが考えられた。水田用水合流場所は水田を通過しない用水と水田流出水が合流する個所であるが、ここでも無機態窒素濃度の低下を確認できた。

一方、約1ヶ月遅れで田植えを行った前橋市の水田でも、採水開始直後(田植え後)では流入水に比べ流出水(出口(流出)側)の無機態窒素濃度が高い値であった。川場村と同様の理由が考えられた。また図-5で示した利根川(前橋市)の無機態窒素濃度では6月下旬に高い濃度を示しており、2毛作で稲作を行っている水田の影響が示唆される。その後は出口(流出)側で流入水に比べて低い値となった。前橋市の水田でも稲の成長に伴う無機態窒素

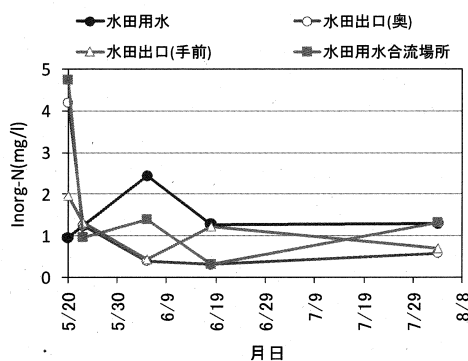


図-6 川場村水田の無機態窒素濃度の経日変化

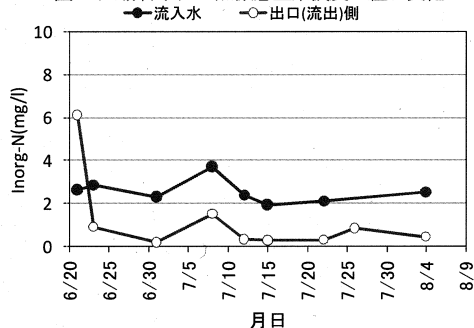


図-7 前橋市水田の無機態窒素濃度の経日変化

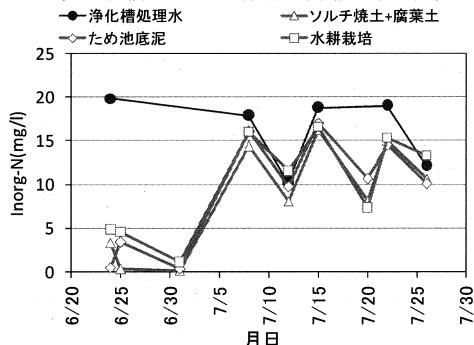


図-8 模擬水田の無機態窒素濃度の経日変化

の吸収などが考えられた。

(3) 模擬水田流出水の水質分析結果

図-8に模擬水田流入水(浄化槽処理水および)流出水の無機態窒素濃度の経日変化を示す。6月24日(田植え当日)の水質分析の結果では無機態窒素濃度に急激な減少が見られたが、流出水を田植え直後(流入開始後)に採取したためプラ舟内に滞留していた水であることが考えられた。流入水からの減少とは考えにくい。そのため、この日を除いた結果($n=5$)を用いて水田による窒素除去量を検討した。流入水の無機態窒素濃度の算術平均値は約 15.8mg/l であった。各水田による流出水の無機態窒素の算術平均値を求めたところ、A(高専内ため池底泥)で 13.6mg/l 、B(市販のソルチ焼土+腐葉土)で 13.0mg/l 、C(水耕栽培)で 15.0mg/l という結果であった。流入・流出量は 3L/h であり、一様に水田を通過中に減少すると考え一日の除去量を試算すると、A(高専内ため池底泥)≈ 160mg 、B(市販のソルチ焼土+腐葉土)≈ 200mg 、C(水耕栽培)≈ 60mg となった。この減少はC(水耕栽培)においては稲の成長による吸収・同化であると考えられるが、A(高専内ため池底泥)やB(市販のソルチ焼土+腐葉土)では水田内に浮草や藻が存在していたことから同化(有機化)などが考えられた。また土壌中の微生物による脱窒や異化(アンモニア化)も考えらる、稲の成長による無機態窒素濃度の低下のみとは考えにくいと思われた。

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)河川水の水質分析の結果、機態窒素濃度は4月から5月下旬に低下する傾向を示し、一度増加するが再度低下することが示唆された。
- (2)水田流入水および流出水の水質分析の結果、田植え後に流出する無機態窒素濃度は高くなるが、その後低下し、流入水よりも濃度は低くなる。
- (3)模擬水田による実験結果から、無機態窒素減少量を試算したところ、最大で 200mg/day であった。稲による吸収だけではなく、土壌自体も含めた水田全体による除去が示唆された。

謝辞：本研究は(財)河川環境管理財団の平成22年度河川整備基金助成事業によって実施いたしました。ま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。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) 宮里直樹ら：利根川上流域湯曾川における窒素の流出と窒素飽和現象の検討，環境工学研究論文集，Vol. 46, pp. 437-443, 2009.
- 3) 青井 透ら：利根大堰での毎日採水による群馬県からの窒素流出量の実測，第44回日本水環境学会年會講演集 p. 337, 2010.