

灌漑期と非灌漑期における水田からの汚濁流出特性に関する調査

鳥取大学大学院 学生会員 ○竹谷 直起  
 鳥取大学 正会員 増田 貴則  
 鳥取大学 正会員 史 承煥  
 鳥取大学 正会員 細井 由彦

1. 背景と目的

非特定汚染源からの負荷を算定する際に用いられている原単位法は、汚濁流出の影響因を捉えた設定がなされていないという問題が指摘され、より詳細な調査と多様な原単位策定の必要性が唱えられている<sup>1,2)</sup>。しかし、多様な原単位を設定するだけでは雨天時の流出評価や期別・日別の流出評価を行うことは出来ない。よって汚濁流出のメカニズムを捉えた上での定式化が必要であると考えられる。そこで本研究では水田の栄養塩流出を対象に、汚濁流出にどのような特性があるかを把握しようとした。

2. 調査概要と測定方法

鳥取市湖山池流域に存在する水田について、高低差のある地形によって上部水田の排水を下部水田の灌漑用水として利用する棚田系1つを直列多段型、また河川に排水を落とす排水分離型水田4つ(水田A,B,C,D)を並列平面型としてここでは定義し調査の対象にした。灌漑期における調査期間は、2001年5月12日から9月8日までで、非灌漑期については2001年12月12日23時から翌13日12時40分までの雨天時観測である。灌漑期において施肥後などは密に、それ以外では定期的に灌漑用水、表面排水、暗渠排水を採水し、非灌漑期では表面排水、暗渠排水を採水し、T-N、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、T-Pを測定した。

3. 結果および考察

3.1 灌漑期の流出特性

測定の結果、特徴的な結果が見られたT-Nについて報告する。灌漑用水のT-N濃度と表面排水のT-N濃度の関係を示したものが図-1である。図-1では田植え、施肥、農薬散布時など濃度に影響を与えるイベント時のサンプルは省いてある。図-1を見てみる

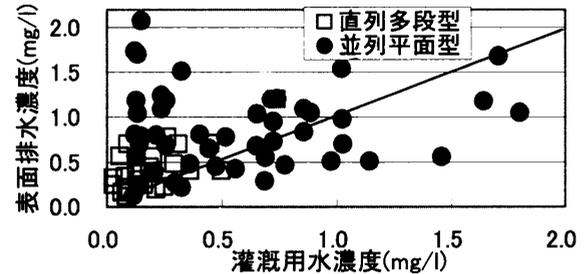


図-1 灌漑用水濃度と表面排水濃度の関係

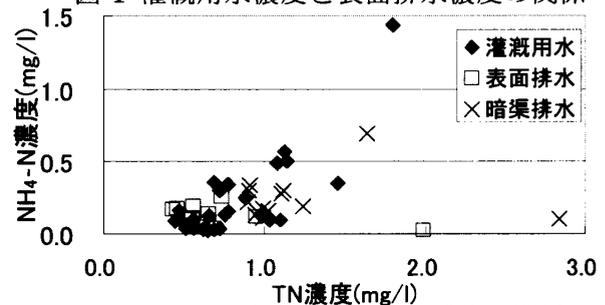


図-2 T-N 濃度と NH<sub>4</sub>-N 濃度の関係

と、灌漑用水の濃度がおよそ1.0mg/lよりも高くなると灌漑用水と同じくらい、もしくはそれよりも減少して排出され、灌漑用水の濃度が低いと表面排水の濃度が高くなる傾向があることを確認できた。これは灌漑用水の濃度が低い場合、土壤に結合していたNH<sub>4</sub><sup>+</sup>の溶脱がその一因と考えられる。しかし、直列多段型と並列平面型を比較した場合、並列平面型は灌漑用水濃度が低く表面排水濃度は高くなっているが、直列多段型は並列平面型に見られるほど濃度が高くなっていない。直列多段型の場合、上部水田の排水による影響が下部水田に出る。湛水深を維持するために直列多段型では灌漑用水を流入させすぎの傾向がある。そのため直列多段型の水管理が並列平面型に比べて困難と言える。豊富な灌漑用水により土壤から溶出したNH<sub>4</sub><sup>+</sup>が希釈されたため排水濃度が低くなったと考えられる。

次に灌漑用水の濃度が1.0mg/lを超えたときに、なぜ濃度減少が見られたのか検討してみた。図-2は

キーワード 水田, 栄養塩, 非灌漑期, 流出特性

連絡先 〒680-8550 鳥取市湖山町南4-101 鳥取大学工学部社会開発システム工学科  
 開発情報工学研究室 TEL 0857-31-5337 e-mail:98t7033@sse.tottori-u.ac.jp

灌漑用水に比べて表面排水の濃度減少が多く見られた水田1枚を取り上げ、灌漑用水と表面排水、暗渠排水のT-N濃度とNH<sub>4</sub>-N濃度の関係をプロットしたものである。この図を見るとT-N濃度にはほぼ関係なく表面排水と暗渠排水は安定しており、平均値は表面排水が0.18mg/l、暗渠排水が0.25mg/lである。ところが、灌漑用水はT-N濃度の増加に伴ってNH<sub>4</sub><sup>+</sup>濃度も増加している。T-N濃度がおおよそ1.0mg/l以上の時、灌漑用水のNH<sub>4</sub><sup>+</sup>濃度が表面排水や暗渠排水のNH<sub>4</sub><sup>+</sup>濃度を上回ることが分かる。これはNH<sub>4</sub><sup>+</sup>が硝化されることで濃度減少を引き起こしたためと考えられる。また、土壌への吸着もその原因ではないだろうかと考えられる。

### 3.2 非灌漑期の流出特性

非灌漑期の雨天時における暗渠排水の流出特性についてみる。図-3を見てみると、水田B、Cの暗渠排水は、流量の変動がほとんど見られず、負荷量は濃度に依存しているといえる。それに対して水田A、Dの暗渠排水は、流量とともに負荷量が増加しているため負荷量は流量に依存していると言える。次に図-4を見てみると流量の変化に対してNH<sub>4</sub><sup>+</sup>濃度はほぼ一定であると言える。しかし、水田B、Cは水田A、DのNH<sub>4</sub><sup>+</sup>濃度に比べて高いことが分かる。これは、水田B、Cの流量が小さく、変動も小さいことから土壌の空隙中に雨水がたまり暗渠まで浸透する時間が長いから、土壌NH<sub>4</sub><sup>+</sup>が溶けやすくなったのではないかと考えられる。それに対して、流量が大きく、変動も大きい場合は雨水の流動性が高く、土壌との接触時間が短くなるためNH<sub>4</sub><sup>+</sup>が溶脱しにくいのではないかと考えられる。

### 4. 結論

施肥等の行われていない通常時においては、水管理の困難さが濃度変化に影響を与えていると言える。従って、灌漑期における水田からの負荷を算定するには、直列多段型・並列平面型の違いによる水管理の特性を押さえておかなければならない。さらに濃度減少が見られる水田では、T-N濃度の減少にNH<sub>4</sub><sup>+</sup>の硝化や、土壌からのNH<sub>4</sub><sup>+</sup>溶出が少ないことが大きな要因であると言える。

非灌漑期における汚濁流出には2通りあり、流量に依存するタイプと、濃度に依存するタイプがある。流量に依存するタイプは、雨水が土壌に浸透し流出

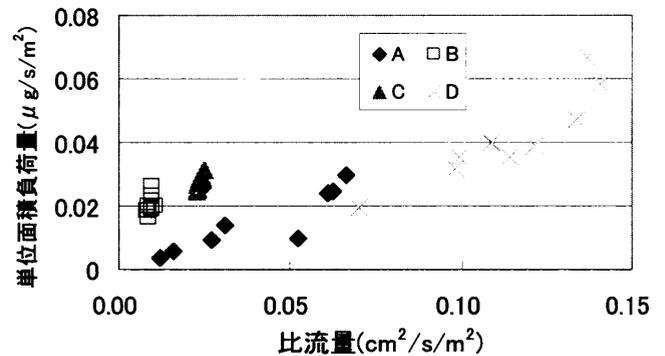


図-3 暗渠排水における単位面積T-N負荷量と単位面積流量の関係

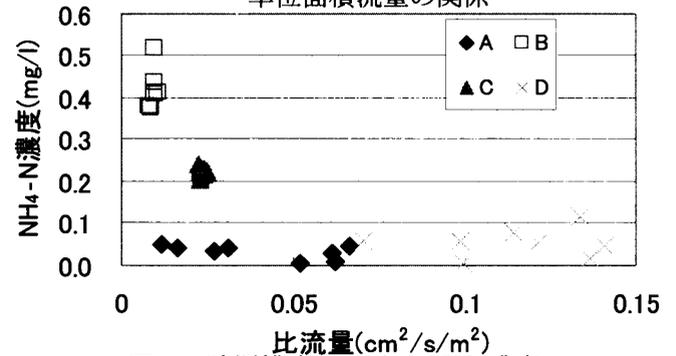


図-4 暗渠排水におけるNH<sub>4</sub>濃度と単位面積流量の関係

するまでの時間が短いからNH<sub>4</sub><sup>+</sup>の溶脱が少なく、濃度は低くなっている。濃度に依存するタイプは、土壌に浸透してから流出するまでの時間が長いからNH<sub>4</sub><sup>+</sup>が溶脱しやすく、濃度が高くなっている。非灌漑期において、雨水の浸透性によって汚濁流出パターンが異なり、浸透性が雨天時における汚濁流出の大きな要因となっていることが分かる。

灌漑期と非灌漑期の汚濁流出に共通することは、非灌漑期では浸透率とその大きな要因となることが分かり、灌漑期においても表面排水の濃度減少が見られる水田においては浸透率が影響しているのではないかと推測される。灌漑期の流出特性を把握するには水管理だけでは不十分であり、水田からの汚濁流出を把握するには、土壌特性や浸透性の評価も行っていくことが今後必要となってくる。

### 謝辞

本研究の実施に当たり、(財)日本生命財団、(財)クリタ水・環境科学振興財団の助成を受けた。ここに記して謝意を表す。

### 参考文献

- 1) 國松孝男(1998) 第1回日本水環境学会シンポジウム講演集 188-189
- 2) 國松孝男(2000) 第3回日本水環境学会シンポジウム講演集 108-109