

水管理による水田からの汚濁負荷削減効果

鳥取大学大学院工学研究科 学生会員 ○小川愛子

鳥取大学工学部 正会員 増田貴則、細井由彦、赤尾聡史

1.はじめに

現在、特定汚染源からの汚濁負荷削減対策が進んでいるが、湖沼の水質は依然改善していない。また、2006年の改正湖沼法の施行により、流域対策地区の指定制度ができ、流出対策すなわちノンポイント対策の具体化が求められている。そのノンポイント汚染源の一つである水田は、肥料や水使用量が多く面的広がりがあり、湖沼への汚濁負荷流出に大きく影響していると考えられる。また、水田の汚濁負荷流出は耕作方法や水管理などの人的要因に左右されやすい。そのため、比較的容易かつ低コストで対策を行うことができると考えられる。さらに流下に伴う濃度変化を面的に把握することができれば、水田管理が必要な地点を明らかにすることができる。

そこで本研究グループでは、水田の諸現象を考慮した流下に伴う流量・濃度を算定する流域水田モデルを構築中である。それによって、水田管理の必要な地点に的確な水田管理を行い、流域の汚濁負荷流出削減を目指している。本報では、その中間報告として、一筆圃場を対象とし、水田管理の中でも水管理に注目し、水管理によるシナリオ解析の結果を報告する。

2.モデル概要

本研究グループで構築中である流域水田モデル(図1)は用排水路ネットワークモデルと圃場モデルの2つから構成される。

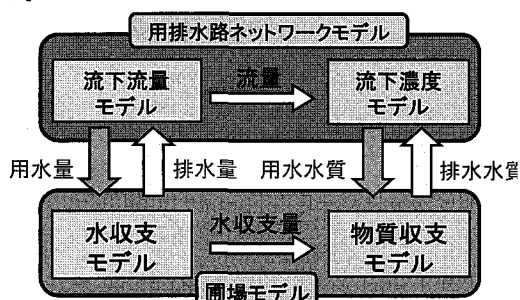


図1 流域水田モデルの構成

用排水路ネットワークモデルでは、流域全体の用排水路の流量および水質を再現する。一方、圃場モデルは水田内の諸現象を物理的・化学現象を再現している。この圃場モデルは、用排水路ネットワークモデルにより算定された流量・濃度を受け取る。そして、水田の水収支を計算し、

水田からの排水量を算定する。また、水収支計算で求めた各種水量を利用し、水田内での物理・化学現象を基に排水に伴う負荷量を算定する。

図2に圃場モデルで考慮している水田内の窒素形態変化を示す。水田を3層に分けて考えており、それぞれの層で図のような形態変化が生じ、各水質項目の物質量を出力することができる。リンも同様に形態変化を考慮した。

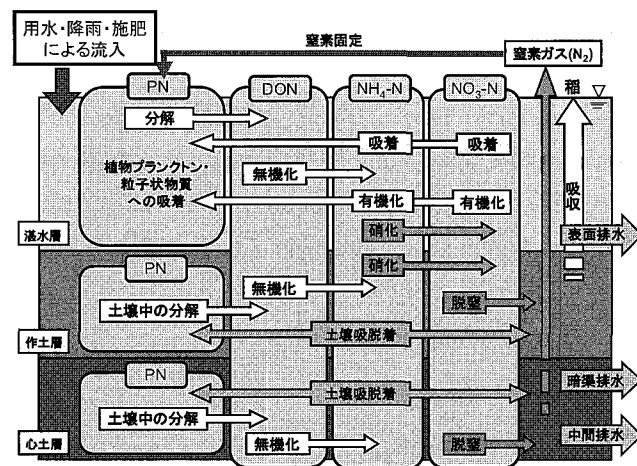


図2 窒素の形態変化

このような圃場モデルと流域水田モデルを結合し、流下に伴う流量・濃度の変化を算定することによって、どの地点でどのような水田管理を行えば良いかを把握することができる。これによって、効率的な汚濁負荷削減対策を提案することができる。

3.水管理によるシナリオ

本研究では、圃場モデルの検証を行った上で、一筆圃場を対象とし、表1のような水管理によるシナリオで解析を行った。

表1 水管理によるシナリオ

シナリオ項目		詳細
水管理	浅水代かき	湛水を浅くして代かき
	取水管理	中干し後3日に1度取水
	堰上げ	堰の高さを調整

浅水代かきシナリオは、できるだけ湛水の深さを浅くし代かきを行うことで、過剰な水の落水や代かきに伴うオーバーフローを防ぐことができるので、汚濁物質の流出の抑制が期待できる。取水管理シナリオは、中干し後の水田への取水を3日に一度とした。通常、中干し後は間断灌漑が推奨されているが、実際の農家では掛け流しの取水管理が

多いため、間断灌漑の効果を明らかにするため行った。取水管理シナリオは、水田に流入する取水量を抑制することで農業イベントや降雨時に余分な排水に伴う汚濁負荷が流出するのを防ぐ。堰上げシナリオは、灌漑期の代かきや中干しなど農業イベント時や非灌漑期雨天時の田面表面に堰を通常より高く設けることで表面排水を防ぐ。慣行の堰の高さは維持湛水深(40~50mm)に設置している。堰上げシナリオでは、堰の高さを80mmとしてシナリオ解析を行った。また、湛水時間が長くなり、水田土壌が嫌気的狀態に保たれることで、脱窒が生じ窒素ガスが大気へ還元される効果が期待される。

4.結果と考察

表 2 農業イベント日と用水量

農業イベント	日数(日目)	日付(2005年)	用水量(mm)
代かき	139	5/19	100
田植え	140	5/20	20
田植え後~中干し前	141~185	5/21~7/4	16
中干し中	186~199	7/5~7/19	0
中干し後取水	200	7/20	60
中干し後~収穫前落水前	201~241	7/21~8/29	16
収穫前落水~収穫前	242~249	8/30~9/6	0
収穫	250	9/7	0

本モデルでは、乾田で土壌の種類が壤質の一筆圃場を設定し、タイムステップは一日で2005年の気象条件でシミュレーションした。また、代かきや強制落水の時期(表2)と施肥量は、鳥取市六反田地域でのアンケート結果を基に決定した。本報は削減効果の大きかった取水管理シナリオと堰上げシナリオを紹介する。

取水管理シナリオは、7月上旬の中干し以降の取水を3日に一度にして、汚濁負荷削減の効果を見た。図3に取水管理シナリオによる全窒素負荷量の結果を示す。

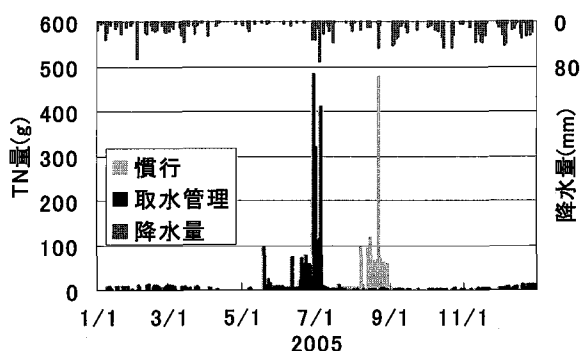


図 3 降水量と取水管理シナリオの TN 量

慣行では大きく2つの負荷量のピークが存在する。7月上旬のピークは中干し前落水によるものである。中干しは、一度水田内の水を抜き、田面を乾燥させ根に十分な酸素を供給するものである。中干し以降の取水を抑制した結果、中干し以降の窒素負荷量が削減された。総排水量が慣行の約2割削減されたのに対し、窒素負荷量は慣行の約3

割削減できた。このような結果から取水管理をすることで大幅な汚濁負荷量削減効果が得られると言える。

図4に堰上げシナリオの全窒素負荷量の結果を示す。堰上げシナリオは、灌漑期に田面に堰を設けて、表面排水を抑制するものである。

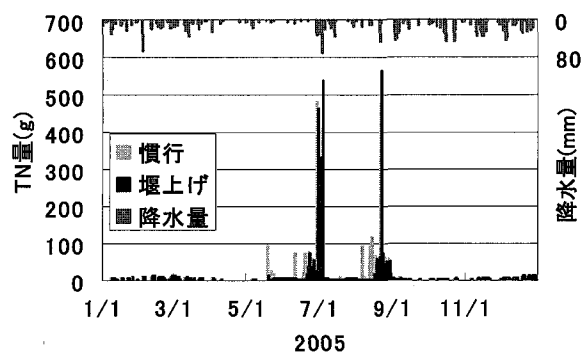


図 4 降水量と堰上げシナリオの TN 量

堰上げシナリオでは、慣行と比べ総排水量に変化がなかったが、全窒素負荷量は約1割削減された。堰上げによって中干し前落水と収穫前落水の2つのピークに大きな削減は見られなかった。しかし、それら強制落水前に負荷量が削減された。図7に排水口別に比較した全窒素負荷量の結果を示す。

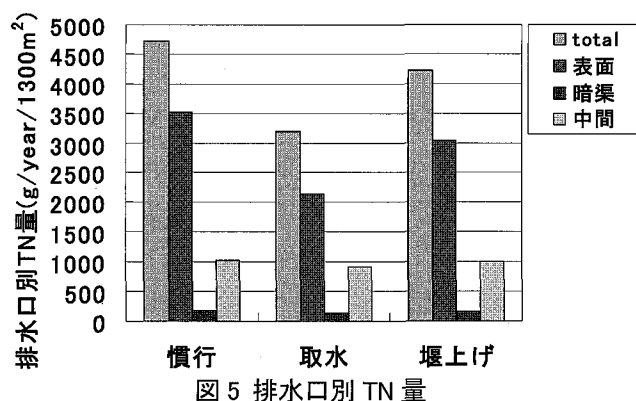


図 5 排水口別 TN 量

中間排水量と暗渠排水量は慣行とシナリオで変化がなかった。取水管理・堰上げシナリオともに表面排水量が削減されたことにより、慣行に比べ全窒素負荷量が削減されたことが分かる。

5.まとめ

シナリオ解析を行った結果、取水管理シナリオが最も汚濁負荷削減効果が見られた。堰上げシナリオでは、排水量に慣行と変化がなかったのにもかかわらず、負荷量が削減された。このような結果から、水田への取水をこまめに管理し、無駄な表面排水が生じないようにすることが重要である。また、中干し前落水や収穫前落水の前に負荷量を大量に含んだ排水を抑制することで年間の汚濁負荷流出を抑制できることが分かった。