

水田圃場における溶質移動観測と気候変動対応

Measurements of Solute Transport in Paddy Fields and Responses to Climate Change

○中村公人*, 濱 武英*, 渡部慧子*, 東岡秀高**, 柳 讚錫*

Kimihito Nakamura, Takehide Hama, Satoko Watanabe, Hidetaka Higashioka, Chan Seok Ryu

1. はじめに 水田管理と気候変動問題を考えるとき、①地球温暖化を抑制するための水田管理はいかにあるべきか、②気候変動に対応した水田管理はいかにあるべきか、③石油エネルギーの代替エネルギー利用に果たす水田の役割の3点が大きな課題となろう。①は水田の気候緩和機能の発揮や水田から発生しうる温室効果ガスを抑制するための管理が中心的課題である。②では、気温上昇やCO₂濃度上昇に伴う収量への影響、気温上昇に対応した最適な作付け時期の検討の他、豪雨頻度の増加に伴う水田の水・物質収支変化への対応などが考えられる。③では、メタン発酵を利用したバイオマスエネルギー利用の際に排出される消化液の水田での液肥利用技術開発などがある。これまで数年にわたって、環境負荷抑制のための水田水管理とメタン発酵消化液を投入した水田土壌中の窒素動態に関する研究を行ってきた。本報告ではこれらの観測結果を紹介し、気候変動対応との関連性をそれぞれ上記②の豪雨頻度増加対応と③の消化液投入の観点から考察した。

2. 観測概要

(1)循環灌漑実施水田地区 滋賀県守山市木浜地区は流域面積約150haの水田地区で、2004年度より地区内の排水を用水として再利用する循環灌漑システムが導入された。地区内の排水のみを用水として利用できるクローズドタイプの循環灌漑が中干し前まで実施されている。2004年度より調査を開始し、2007年度以降は1日間隔で排水路の自動採水を行った。地区外への流量は流量計によって自動計測される。主要分析項目はT-NとT-Pである。

(2)田越し灌漑実施水田圃場 滋賀県高島市鴨川流域内の水田圃場において、低平地水田での田越し灌漑が環境負荷削減、節水へ寄与するか否かを2007年度より検討している。ここではとくに降雨時の排水特性が田越し区(4筆)と対照区(1筆)で異なることに着目し、降雨時に2時間間隔で田面水の採水を行った結果を示す。1筆圃場は約3,000m²(圃場整備済み)であり、田越し区では圃場境界の畦に2ヶ所の畦飛ばしを設けた。水質分析項目は窒素、リン項目の他、各種イオン濃度である。

(3)メタン発酵消化液投入水田圃場 京都府南丹市では地区内の家畜糞尿や食品残渣の処理をメタン発酵施設で行っているが、その副産物である発酵消化液を液肥として農地で利用することなしには、持続的な施設運営、循環型社会形成はありえない。2005年度から消化液に含まれる有機態成分の無機化特性を考慮した施肥設計を明らかにするための実証試験を行っている。2008年度には、従来の田植え1週間前の消化液投入に加え、2,3週間前の投入試験を行った。無施肥区と化学肥料区も設置した。土壌は各圃場から原則月2回の頻度(田植えまでは2~3日間隔)で採取し、KCl溶液抽出のT-N, NH₄-N, 水抽出のNO₃-N, 及び乾式燃焼法によるT-N, T-Cを分析した。また、幼穂分化期と出穂期の葉・茎の窒素含量とNDVI値、収量、食味値を測定した。2008年度の栽培品種はキヌヒカリである。

* 京都大学農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University

** 農林水産省 Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries

Keywords: 水田水管理, 循環灌漑, 田越し灌漑, メタン発酵消化液, 気候変動

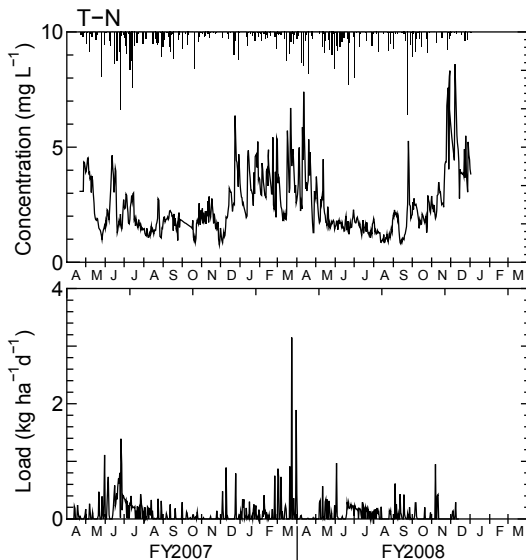


Fig.1 木浜地区の幹線排水路内の T-N 変化と流出負荷量変化
Temporal changes in concentration and effluent load of T-N in the main drainage canal in Konohama district.

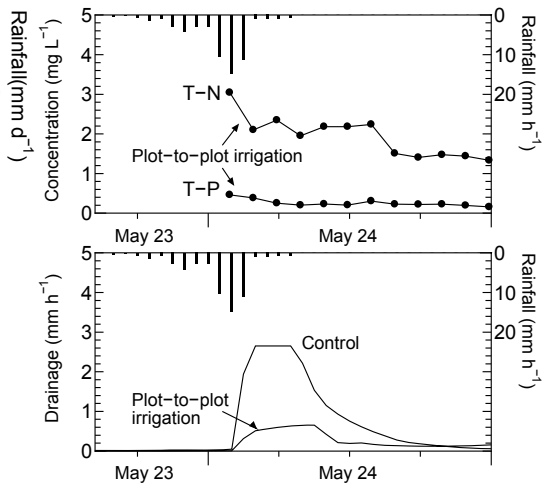


Fig.2 鴨川流域内田越し灌漑区における降雨時の田面水濃度変化と排水量変化
Temporal changes in concentrations and the amounts of drainage at the rainfall event in plot-to-plot irrigation paddy plot in Kamogawa basin district.

3. 結果

(1)水田地区内排水路の濃度変化と負荷量変化 2007年4月～2008年1月の木浜地区の幹線排水路の T-N と流出負荷量の変化を **Fig.1** に示す. 代かき, 田植え期や非灌漑期に濃度が高く, 琵琶湖からの逆水灌漑が行われる中干し以降では濃度が低下する. 濃度は降雨時に一時的に上昇する傾向が見られる. 循環灌漑実施のために幹線排水路両端にゲート(下段・上段の2段構造)が設けられ, 通常下段ゲートが閉じた状態であるため, 地区内の貯留効果により流出量が抑制されていると推測される.

(2)降雨時の田面水濃度変化と排水特性 **Fig.2** に, 2008年5月23～24日にかけての降雨時における田越し区の田面水濃度変化(対照区は欠測)と田越し区, 対照区の地表排水量変化を示す. 降雨強度ピーク時に田面水濃度は高い値を示し, その後徐々に低下している. また, 田越し区では対照区に比べて排水ピーク時間が遅れ, 排水量が抑制される. よって, 田越し区では流出負荷量の抑制が期待できる.

(3)メタン発酵消化液投入後の土壌内窒素動態 2008年度の測定結果から, 6月12日の土壌内 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と出穂期の葉・茎の窒素含量, NDVI 値との正の相関が見られ, これらは収量と正の相関があり, 6月12日の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は5月29日の溶存態有機態窒素(DON)濃度と正の相関がある. 収量確保のためには, 田植え約18日後の土壌内 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を高くする, 田植え約5日後の DON 濃度を高くするような投入が有効ではないかと考えられる.

4. 考察 気候変動対応の1つとして, 豪雨頻度増加に対する水田水管理のあり方としては, 循環灌漑や田越し灌漑のようなストック型水管理が洪水防止機能発揮や環境負荷抑制にとって有効ではないかと考えられる. ただし, 滞留時間の増加による内部生産には留意が必要であり, 晴天時でのフロー型水管理の組み込みも考慮しなければならない. また, バイオマスエネルギー開発において農地は有機物分解, 吸収の場として重要であり, 水田の利用が可能であることを示したが, 温室効果ガス放出への影響についての検討が必要である.

5. おわりに 将来予測される気候変動幅の拡大に対して, 収量が確保され, 多面的機能が発揮される柔軟な管理が行われるためには, 長期間の観測データの蓄積が不可欠である.