

琵琶湖沿岸水田域における循環灌漑と浄化型幹線排水路の環境負荷削減効果

Effect of Cyclic Irrigation System and Modified Main Drainage Canal on Agricultural Effluent Loads Reduction in Riparian Paddy Fields of Lake Biwa

高田知佳*, 中村公人*, 三野 徹*

TAKADA Chika, NAKAMURA Kimihito and MITSUNO Toru

1. はじめに これからの農業では、営農に伴う水質汚濁という環境への負のインパクトをいかに抑制するかが問題である。滋賀県守山市木浜地区では、琵琶湖赤野井湾・木浜内湖の水質保全のため循環灌漑施設、浄化池が整備され、幹線排水路が浄化型（自然護岸・水生植物）に改修された。本研究では、浄化型幹線排水路（以下、浄化池を含む）と循環灌漑の流出負荷削減効果について検討を行った。

2. 調査概要 流域面積は約 148ha で、ほとんどが水田である (Fig.1)。農地からの排水は、地区東側 8 本 (E0~E7)、西側 5 本 (W0~W4)、北側 1 本 (N) の小排水路を経て、地区の中心を南北に縦断する全長約 1.5km の幹線排水路に集まり、南北の水門を介して地区外へ流出する。豪雨時は地区外東側から地区内への流入が見られた。



Fig.1 調査地区の概要と採水地点
Outline of the investigation area

水田では 2004 年 4 月下旬から代かき・田植えが行われた。6 月下旬の中干しまでは循環灌漑，中干し後から 8 月下旬の落水までは琵琶湖湖水を取水して逆水灌漑が行われた（従来は全期間逆水灌漑であった）。Fig.1 の灰色部分は転作田であり，6 月上旬にコムギが収穫され，その後作付けられたダイズは 11 月下旬に収穫された。転作田への灌漑は行われなかった。

南北水門は上下 2 段ゲートからなる。下段ゲートのみが下げられるとゲート上端は琵琶湖標準水位に設定される。北部水門は中干しまで全閉，中干し後は下段ゲートのみが下げられ，南部水門は基本的に下段ゲートのみが下げられていた。落水後は両水門とも全開で，12 月下旬に再び下段ゲートのみが下げられた。

3. 調査方法 5 月初めから 1 週間に約 1 回の頻度で水質分析・流量測定を行った。調査地点を Fig.1 に示す。分析項目は、水温、pH、EC、DO、COD、TOC、pH4.8 アルカリ度、各種イオン： Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、TN、DTN (1 μm 以下)、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、TP、DTP (1 μm 以下)、 $\text{PO}_4\text{-P}$ である。流量は流速計測と断面積測定によって計算した。揚水量はポンプ稼働時の吸込み口での流量計測値から推定した。また、降雨量、気温、風速、相対湿度は琵琶湖博物館（欠測箇所は国土交通省水文水質データベースの堅田）のデータを利用し、日照時間は気象庁のデータ（大津）を利用した。

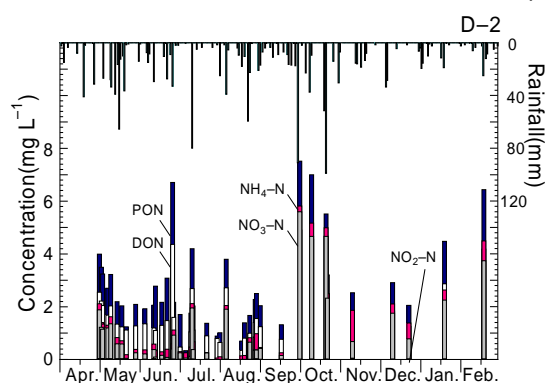


Fig.2 窒素の濃度変化 (D-2: 南部末端)
Changes in nitrogen concentrations at the south end of the main drainage canal (D-2)

* 京都大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University

Keywords: 水田，環境負荷削減効果，循環灌漑，浄化型幹線排水路

4. 結果と考察

a) **水質濃度変化** Fig.2 に南部末端(D-2)での窒素濃度変化を示す．循環灌漑期間中の代かき・田植期は各態窒素濃度が高く，その後は TN 約 2mg L^{-1} で推移し，無機態成分の農地での吸収・分解・貯留による濃度低下が見られた．逆水灌漑期は清浄な琵琶湖水導入のため濃度は低下した．ただし，降雨時は転作田からの流出による濃度上昇が見られた．小排水路水質濃度は，その集水域に占める水田と転作田の割合に影響される傾向にあった．

Table 1 代表的な調査日における流出負荷削減効果 [水門閉：下段ゲートのみ閉，開：全開]
Effect of effluent loads reduction in representative days

時期	調査日	24h前積 算降雨量 (mm)	水門	ポンプ	TN					TP				
					総流入負 荷量(kg h ⁻¹)	総流出負 荷量(kg h ⁻¹)	流出負荷 削減率	削減効果の寄与率(%)		総流入負 荷量(kg h ⁻¹)	総流出負 荷量(kg h ⁻¹)	流出負荷 削減率	削減効果の寄与率(%)	
									循環灌漑	幹線排水路			循環灌漑	幹線排水路
循環灌漑期	5月14日	39.0	閉	稼働	7.6	2.2	0.72	114	-14	1.0	0.3	0.74	104	-4
	6月4日	0.0	閉	稼働	4.2	0.0	1.00	93	7	0.3	0.0	1.00	83	17
	7月29日	0.0	閉	稼働	1.5	0.1	0.90	-	100	0.1	0.0	0.92	-	100
逆水灌漑期	8月5日	40.5	閉	停止	5.9	1.1	0.82	-	100	0.6	0.1	0.89	-	100
	8月19日	0.0	閉	停止	1.3	0.1	0.96	-	100	0.1	0.0	0.96	-	100
非灌漑期	10月9日	6.0	開	停止	14.9	15.7	-0.06	-	100	0.7	0.6	0.19	-	100

b) **循環灌漑と浄化型幹線排水路の効果** Table1 に代表的な調査日における流出負荷削減効果を示す．循環灌漑期は，ポンプ稼働に伴い幹線排水路内の流速が大きくなるため，幹線排水路による削減効果は小さくなり，循環灌漑による削減効果が大きくなる．5月14日の循環灌漑の削減効果寄与率は 100%を超えていることから，幹線排水路に蓄積されていた負荷の一部も汲み上げていることがわかる．逆水灌漑期は，循環灌漑期と比べて流速が小さいため，幹線排水路による削減効果が発揮される．また，水門の開閉が幹線排水路の削減効果に大きく影響し，水門を閉じることで大きく流出負荷を軽減できることがわかった．

c) 循環灌漑の効果

循環灌漑期のある期間（5月7日～6月20日）の水収支及び物質収支，同期間に従来通りの逆水灌漑を想定した場合の水収支及び物質収支を概算した．物質収支を Fig.3 に示す．逆水灌漑から循環灌漑に切り換えることよって，TN で 75% ,TP で 76% ,COD で 78% の削減効果が得られたことが推定された．これは地区外への流

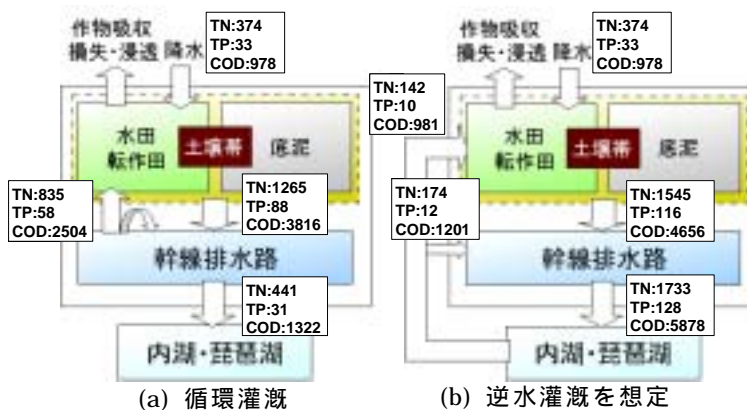


Fig.3 地区内の物質収支(kg)

Calculations of material budget in the case of cyclic irrigation (a), and in the case of hypothetically traditional irrigation (b)

出水量自体が，循環灌漑により逆水灌漑を行った場合に比べて約 80%抑制された影響が大きい．ただし，循環灌漑時の幹線排水路内の物質量は多くなるため，降雨に伴う流出時には高い流出負荷が生じていた可能性がある．

5. おわりに

本研究により，循環灌漑と浄化型幹線排水路が地区外への流出負荷削減に寄与していることがわかった．幹線排水路内の堆積物を地区外に流出させないためには，水門下段の開放を極力避けるべきであり，水門開放時や降雨時には流出負荷が増大する可能性が考えられる．今後降雨時を中心にした連続的な調査を行う必要がある．

謝辞 近畿農政局，滋賀県，守山市，木浜土地改良区，木浜農業組合の調査ご協力に感謝申し上げます．