

循環灌漑を実施する水田流域の物質収支 Mass Balance in the Paddy Field District Using Cyclic Irrigation

○濱 武英*, 中村公人*, 三野 徹*

○HAMA Takehide, NAKAMURA Kimihito and MITSUNO Toru

はじめに 琵琶湖沿岸部の一部の水田流域では、環境負荷の流出削減を目的として、循環灌漑が実施されている。これまで著者らは水田流域を調査し、循環灌漑による環境負荷の流出削減効果を確認した。昨年2006年には、自動採水器を用いた水質の経時変化の把握や底質の分析を行った。ここでは、2006年の調査・分析によって得られた知見について報告する。

1. 調査概要

a) 調査地 調査対象地は琵琶湖南湖の東岸に位置し、南部と西部にはそれぞれ赤野井湾と木浜内湖がある (Fig.1)。流域面積は約148haであり、ほとんどが水田として利用されている (約1/3は転作が実施され、ムギ・ダイズが作付けされた)。農地からの排水は、地区の中央を南北に縦断する長さ約1.5kmの幹線排水路に集められる。

当地区では、水質保全対策として、基本的に代かき・田植えから中干し前まで、幹線排水路の両端にあるポンプを利用して循環灌漑が実施される。中干し後は、北部のポンプのみを利用し、外湖から取水する逆水灌漑が行われる。

b) 調査方法 現地調査は基本的に週1回の頻度で、用排水路を中心に行った。現地での主な測定項目は、濁度、pH、EC、DO、流速、水深である。地点St.1では、自動採水器を用いて、8時間間隔で採水を行った。また、月に1度の頻度で幹線排水路の底泥を採取し (Fig.1のm1~m6)、底泥中のTNとTPを分析した。

南北の水門には流量計と水位計を設置し、地区からの排水量を連続的に計測した。気象データは、地区南部に設置した雨量計等の計測値を利用した。

2. 循環灌漑と逆水灌漑の水文・水質特性

Fig.2は、地区からの流出水量と排水中のTNの経時変化である。まず、中干し前の循環灌漑期では降雨時を除いて流出がほとんどないことがわかる。一方、中干し後の逆水灌漑期では、晴天時にも約15mm d⁻¹前後の流出が見られた。この違いは、循環灌漑が水田に供給されなかった余剰水の流出を削減するためである。次に、TNの変動では、4月末~5月上旬の代かき期と降雨時に高い値が見られた。特に7/17~7/21には合計で約270mmの

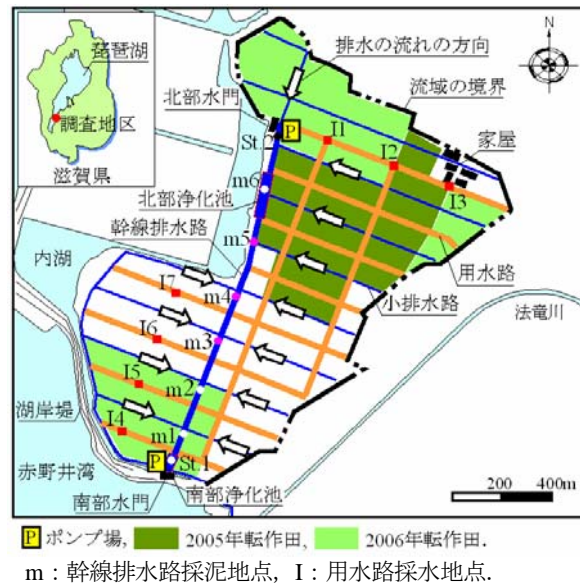


Fig.1 調査地の概要および調査地点
Study site and the investigation points

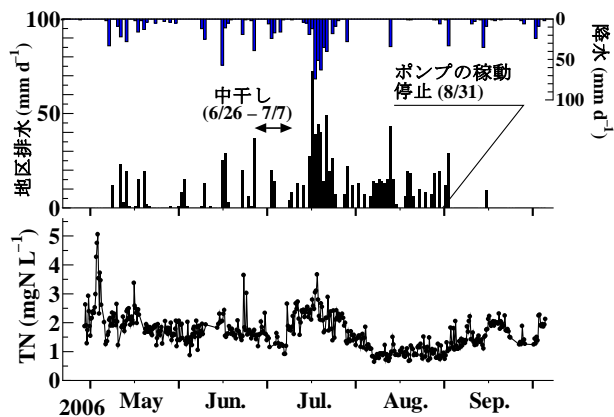


Fig.2 流出水量とTNの経時変化
Runoff water and temporal variation in TN

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

Keywords : 循環灌漑, 逆水灌漑, 物質収支

降雨があり、長期間にわたり高い値が確認された。普通期に着目すると、循環灌漑期の TN は、外部から清純な湖水が流入する逆水灌漑に比べて高く、平均的には、循環灌漑期で約 2mg L^{-1} 、逆水灌漑期で約 1mg L^{-1} を示した。この傾向は、SS, TP でも見られた。

3. 循環灌漑と逆水灌漑の物質収支構造の違い

Table 1 に TN の物質収支を示す。ただし、脱窒や窒素固定など化学変化は考慮していない。時期区分において、中干し期は逆水灌漑期に含めた。ここで、流入負荷の項目のうち、「内湖取水」とは排水路の水を補うための隣接する内湖からの水門操作による取水である。また、「外湖取水」とは逆水灌漑時の遠方からの湖水の取水を意味する。なお、2006 年は、循環灌漑期間中の水不足を内湖取水ではなく逆水灌漑との併用により一部を補ったため、循環灌漑期の外湖取水の項に数字が現れている。

循環灌漑期の流出負荷（地区排水）は、逆水灌漑期に比べてかなり少なく、循環灌漑による流出削減効果（余剰水の流出削減効果）が示唆される。

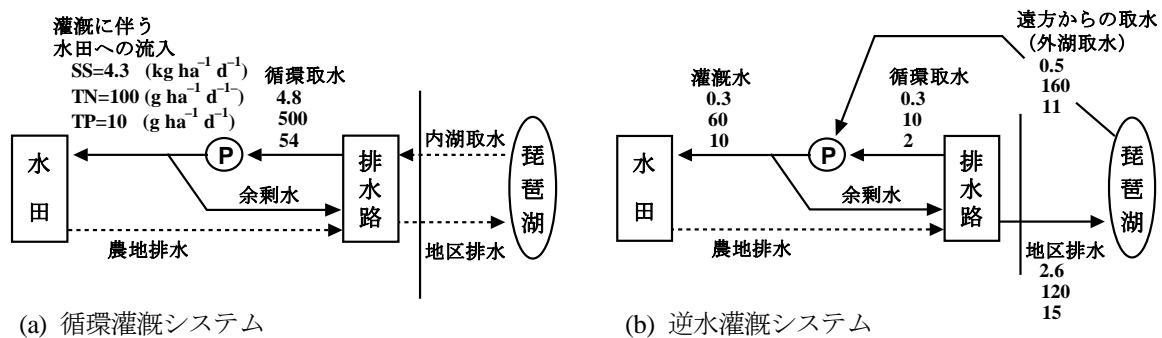
底泥の変化量は、灌漑期間中、正の値をとっており、底泥への窒素の蓄積が示唆される。蓄積した窒素は、非灌漑期に流出することが懸念されるため、落水後の浚渫が望まれる。

Table 1 TN の物質収支 (kg ha^{-1})
Mass Balance of TN (kg ha^{-1})

時期区分*	流入				流出	
	肥料	内湖取水	降水	外湖取水	地区排水	底泥変化量
循環灌漑期 (代かき期)	15.1 (12.5)	0.1 (0.1)	1.4 (0.7)	1.0 (0.5)	4.4 (2.1)	2.0 (1.5)
逆水灌漑期 (豪雨の期間)	35.9 (0)	0.0 (0.0)	4.7 (2.4)	4.5 (0.0)	14.0 (5.1)	4.9 (-)
合計	51.0	0.1	6.1	5.5	18.4	6.9

注) * 循環灌漑期 (代かき期) = 4/24~6/25 (4/24~5/31),
逆水灌漑期 (豪雨の期間) = 6/26~8/31 (7/17~7/21).

Fig.3 は、普通期の循環灌漑と逆水灌漑システムの物質 (SS, TN, TP) のフローを示したものである。図中の値は日平均値であり、同一の灌漑形態が実施された期間を抽出して計算した。2006 年は逆水灌漑期間に南部ポンプの稼動があったため、Fig.3(b)中に循環取水がある。



注) 点線の矢印は負荷がほとんどないことを示す。

Fig.3 灌漑システムと物質のフロー
Flow diagram of SS, TN, and TP in the irrigation systems

Fig.3(a)の循環灌漑システムでは地区排水が生じておらず、余剰水量から計算して、それぞれ約 $65\text{g ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ 、約 $7\text{g ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ の TN と TP の流出を削減したと推定される。代かき期の排水中の物質濃度は普通期よりも高いため、代かき期の循環灌漑による環境負荷の流出削減効果はさらに大きいと考えられる。一方、Fig.3(b)の逆水灌漑システムでは、TN と TP それぞれ約 $120\text{g ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ 、約 $15\text{g ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ の負荷が流出していた。特に TP では、約 $12\text{g ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ が排水路から発生した負荷であり、循環灌漑期に蓄積したリンが逆水灌漑によって流出した可能性が示唆される。

おわりに 循環灌漑システムによる環境負荷の流出削減効果を確認した。しかし、その後の逆水灌漑システムによって、排水路内に蓄積していた栄養塩類の流出が懸念された。したがって、水質保全の観点からは、灌漑期間を通じての循環灌漑ならびに落水後の浚渫が望まれる。

今後は、これまで得られた計測データから濁水や栄養塩類の流出負荷のモデル化に努めたい。