

循環灌漑による琵琶湖への環境負荷軽減効果

Assessment of Environmental Loadings to Lake Biwa as Affected by Cyclic Irrigation Management

○中村公人*・高田知佳**・三野 徹*

Kimihito NAKAMURA, Chika TAKADA and Toru MITSUNO

1. はじめに 循環灌漑が地区外への流出負荷量を軽減するための有効な手段であることは長谷川ら（1982）等によって明らかにされている．循環灌漑の効果を高めるためには，再利用水量の増加が課題となるが，ポンプの維持管理費の増大や排水を用水として使うことに対する心理的な反発などの問題により，とくに環境に配慮するために新たに設置された循環灌漑システムにおいては，容易に他の清浄な用水が得られる（得る権利を有する）ために，循環灌漑を持続的に管理運用することが困難であるのが一般的である．しかし，滋賀県の流域型環境直接支払い制度や国レベルの地域資源保全施策といった制度整備により，環境配慮型農業に対する直接支払いが行われるようになり，このような制度を積極的に活用して循環灌漑をより効率的に運用することが可能になるものと考えられる．したがって，循環灌漑の効果を定量的に明らかにし，より適切で持続的な管理法を見出すことが重要になる．本報告では，水質保全対策として循環灌漑施設が整備され，2004年度から運用が開始された滋賀県琵琶湖赤野井湾に隣接する水田地区を事例にその効果を検討した．

2. 調査地概要 対象地区は滋賀県守山市木浜地区である（Fig.1）．地区の流域面積は148haで，ほぼ水田が占めている（転作田30%：ムギ・ダイズ）．従来は北部ポンプ（NP）から琵琶湖水を取水して逆水灌漑を行っていたが，南部ポンプ（SP）を新設し，両ポンプから幹線排水路の排水が地区内に用水として利用できるようになった．農地排水および用水の余水は，地区内を南北に流れる全長約1.5kmの幹線排水路に集まる．幹線排水路の南北の末端部は，水門を介してそれぞれ堤脚水路とそれにつながる木浜内湖に接し，さらに琵琶湖へと通じる．



Fig.1 木浜地区概要（2005年度）
Schema of Konohama district in 2005.

2004年度は，中干し前まで循環灌漑が行われ，中干し後はイネの品質維持のため逆水灌漑が行われた．

2005年度は，中干し前までに降雨量が少なかったため，循環灌漑と逆水灌漑が併用され，中干し後は逆水灌漑が行われた．ただし，落水直前に琵琶湖における藻の発生により取水困難となったため循環灌漑が行われた．両水門の高さは基本的に琵琶湖標準水位に設定されてせき上げられるが，全閉や水門を介しての取水を行うために開放する時期も見られた．

3. 調査概要 5月初めからおよそ1週間に1回の頻度で用排水路において調査を行った．調査は各地点での水質分析・流量測定である．主分析項目は，窒素（TN，DTN，NH₄-N，NO₃-N），リン（TP，DTP，PO₄-P），全有機炭素である．流量は流速と断面積測定によっ

て計算した。地区内外水位，南部水門での流量，降水量，気温，風速，相対湿度の自動計測も行った。気象データの欠測値は琵琶湖博物館のデータで補完した。

4. 水・物質(窒素・リン)収支 地区に出入りする水収支成分の定量化を試みた。外湖取水，循環取水量，水門を介しての流入出量は極力計測値を用いた。浸透量は圃場レベルの水収支調査から推定し，蒸発散量はPenman式に作物係数（イネ，ムギ，ダイズ）を乗じて推定した。

灌漑期には東側の地区外から小排水路を通して流入が見られ，幹線排水路内水量変化を考慮した収支の差引で与えた（土壤水分変化を無視したため，その誤差が含まれる）。

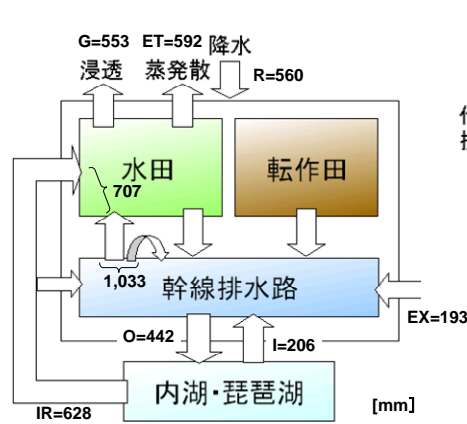


Fig. 2 灌漑期水収支 (2005年度)

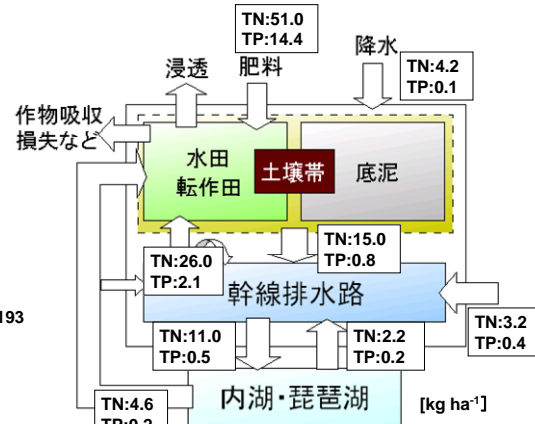


Fig. 3 灌漑期全窒素・リン収支 (2005年度)

物質収支は水収支成分に測定した物質濃度を乗じて求めた。2005年度の灌漑期の結果をFigs. 2, 3に，期間別の結果をTable 1（水・TN収支）に示す。

Water balance during irrigation period in 2005. TN, TP balances during irrigation period in 2005.

Table 1 灌漑期期間別水・全窒素収支 (2005年度)

Water and TN balances during each stage during irrigation period in 2005.

| (a) 水収支 | | 2005 | (mm) | 降水 R | 水門 流入 I | 外湖 取水 IR | 地区外 流入 EX | 蒸発散 ET | 浸透 G | 水門 流出 O | 循環 取水 | 農地 導水 |
|-----------|---------|------|------|---------|---------------|----------------|-----------------|-----------|---------|---------------|----------|----------|
| 4/28-5/15 | 代かき・田植え | 96 | 31 | 38 | 35 | 86 | 104 | 8 | 310 | 133 | | |
| 5/15-6/14 | 中干し前 | 35 | 96 | 89 | 37 | 127 | 127 | 3 | 522 | 221 | | |
| 6/15-7/5 | 中干し | 153 | 23 | 43 | 6 | 71 | 103 | 48 | 85 | 67 | | |
| 7/6-9/10 | 中干し後 | 278 | 56 | 458 | 116 | 307 | 218 | 382 | 116 | 285 | | |
| 4/28-9/10 | 灌漑期 | 560 | 206 | 628 | 193 | 592 | 553 | 442 | 1033 | 707 | | |

| (b) TN収支 | | 2005 | (kg ha ⁻¹) | 降水 R | 水門 流入 I | 外湖 取水 IR | 地区外 流入 EX | 肥料 F | 浸透 G | 水門 流出 O | 循環 取水 | 農地 導水 |
|-----------|---------|------|------------------------|---------|---------------|----------------|-----------------|---------|---------|---------------|----------|----------|
| 4/28-5/15 | 代かき・田植え | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.9 | 12.5 | - | 0.4 | 11.0 | 4.8 | | |
| 5/15-6/14 | 中干し前 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 2.6 | - | 0.1 | 11.6 | 4.9 | | |
| 6/15-7/5 | 中干し | 1.1 | 0.4 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | - | 1.1 | 1.4 | 1.2 | | |
| 7/6-9/10 | 中干し後 | 1.8 | 0.8 | 3.3 | 1.8 | 35.9 | - | 9.5 | 2.0 | 3.0 | | |
| 4/28-9/10 | 灌漑期 | 4.2 | 2.2 | 4.6 | 3.2 | 51.0 | - | 11.0 | 26.0 | 13.9 | | |

比較して約40%であり，逆水灌漑だけではなく，水門を介しての流入によって地区内に水が補給されたことがうかがえる。流出量・流出負荷量も低く抑えられ，代かき濁水が発生する時期に両水門を全閉にして，その後，標準水位あるいは北部水門の開放操作は水・物質管理からみて適切であったと考えられる。一方，中干し後から落水期には，地区外への流出量・流出負荷量が多い。これは逆水灌漑を行って，農地に導水されなかった余水分が地区外に流出したためである。琵琶湖への総流出負荷量のうち，TNで86%，TPで80%は中干し後に流出した負荷であることから，中干し後に循環灌漑を継続して行えば琵琶湖への環境負荷をさらに削減できると考えられる。また，灌漑期を通して従来の逆水灌漑を行ったと仮定した場合と比較すると，循環灌漑を行ったことにより，琵琶湖への流出水量を約65%削減でき，総流出負荷量は少なくともTNで43%，TPで58%が削減できたと推定された。これは，2004年度の推定結果とほぼ一致している。

5. おわりに 循環灌漑を中干し後にも稼働させることに対する作物学・水管理・維持管理費の面からの検討が必要と考えられる。引用文献 長谷川ら(1982): 滋賀県農業試験場研究報告, 24, pp.65-78