

循環灌漑が琵琶湖沿岸水田域の排出負荷特性に与える影響 Effects of Recycling Irrigation on Effluent Loads from Paddy Fields around Lake Biwa

○櫻井伸治* 林友紀** 堀野治彦* 中桐貴生* 木山由希*

○Shinji SAKURAI*, Yuki HAYASHI**, Haruhiko HORINO*, Takao NAKAGIRI*, Yuki KIYAMA*

1. はじめに 琵琶湖沿岸の一部の水田域では、用水の節約や農地からの負荷削減を目的とした循環灌漑が導入されている。しかし、灌漑期間中における平常時の水田排出負荷の軽減が期待されるものの、降雨時における一時的な排出負荷の増大や非灌漑期における農地の集積負荷排出などにより、必ずしも排水再利用によって軽減された負荷のポテンシャルが活かされているとは限らない。したがって、持続的な環境保全を評価する場合、灌漑期だけでなく、非灌漑期も含めて長期に渡って、循環灌漑による排出負荷への影響評価を行う必要がある。本研究では、負荷収支に占める降雨や非灌漑期の影響も考慮し、循環灌漑による排出負荷の実態を解明することを目的として、年間を通じた検討を行った。

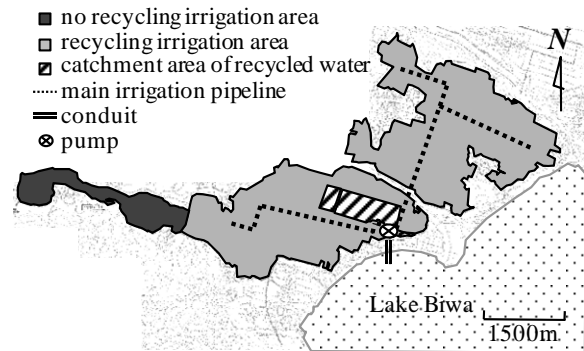


Fig. 1 Outline of the study site.

2. 調査方法 滋賀県高島市の琵琶湖沿岸水田域では、受益地の一部の水田排水と湖水の混合水が用水としてパイプラインにより逆水灌漑されている。この全循環灌漑域(647ha)の、排水集水水田域の圃場(53ha;以下、循環地区)と、この地区の近傍で渓流水を用水源として重力灌漑を行う水田域の一部の圃場(5.7ha;以下、非循環地区)を対象として、2012/4/26~2013/8/31の期間に用排水量・水質調査を行った(Fig.1)。両地区における用水量および排水量を経時的に計測するとともに、灌漑期にはおよそ週1度、非灌漑期にはおよそ月に1~2度の頻度で、同用排水を定期的に採集した。また、循環地区の排水路末端部に自動採水器を設置し、水質への影響が大きいと予想される代かき、中干し、落水などの各営農時期に1日2回(7:00, 19:00)、加えて、5mm/h以上の降雨時に、非灌漑期では1時間に1回、灌漑期は2時間に1回の頻度で連続的な採水を行った。主となる水質分析項目は、TOC, T-N, T-Pなどである。なお、負荷に関わる気象項目として降雨量の測定と大気降水物の採集も行った。

3. 結果及び考察 (1)水収支 灌漑期間を地区の平均的な灌漑初期(代かき期)、普通期中干し前、普通期中干し後の3期に大別し、両地区の2012年度灌漑期および循環地区の2013年度灌漑期の水収支をこれらの期別に

Table 1 Daily mean irrigation/drainage and precipitation in each farming stage in each study area.

	灌漑初期 (代かき期)			普通期中干し前			普通期中干し後		
	循環地区		非循環地区	循環地区		非循環地区	循環地区		非循環地区
	2012	2013	2012	2012	2013	2012	2012	2013	2012
用水量	14.8	19.2	34.5	22.2	24.2	27.1	18.9	15.0	27.1
排水量	14.4	12.5	17.5	19.2	13.4	27.0	15.9	13.2	26.7
降水量	2.1	1.7	2.6	6.4	2.9	6.4	5.3	4.9	5.7
循環取水率	7.9	5.1	-	3.8	5.3	-	4.6	9.3	-

用排水量および降水量:[mm/d], 循環取水率(=排水の再利用量/全循環灌漑域用水量):[%]

整理したところ Table

1のようになった。両地区とも灌漑期を通じて比較的排水量が大きくなっているが、これは排水路に浸出した田面浸透量も含まれていることが一因

* 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 Grad. School of Life and Environmental Sciences, Osaka Pref. University

** 株式会社三祐コンサルタンツ Sanyu Consultants Inc.

キーワード: 循環灌漑 負荷収支 降雨出水

と思われる。また、特に、非循環地区の中干し後に降雨量+用水量に占める排水量の割合が若干大きくなっているが、これは農家が同期間に好んで掛け流し灌漑を行っていることに起因する。全体的に、用排水量とも非循環地区の方が大きい。これは圃場の土壌特性が関係していることも考えられるが、循環灌漑を導入した農家は、総じて節水意識が高いことが窺える。また、循環取水率は約4~9%となり、再利用可能な農地排水の集水面積が、全受益地の約8%であることを考慮すると、この循環取水率は決して小さくないと思われる。

(2)負荷収支 営農期別の総負荷量を算出した結果を2012年度灌漑期のT-PについてFig.2に例示する。ここで、正味の排出負荷とは再利用されず系外へ流出した排水の負荷を意味する。また、削減負荷とは農地に還元された排水の負荷とし、循環灌漑による負荷の割増し分については考慮していない。流入負荷は非循環地区の方がわずかに大きい。年間の負荷収支をみると両地区とも比較的小さい。一方で、流入負荷に対する総排出負荷(正味の排出負荷+削減負荷)の比は循環地区の方が若干大きかった。TOC, T-Nについても同様の傾向がみられた。また、総排出負荷自体も循環地区の方が顕著に大きく、灌漑期全体では、TOC, T-N, T-P それぞれに対し、83kg/ha, 21kg/ha, 6.0kg/haであった。しかし、削減負荷がそれぞれ34kg/ha, 8.7kg/ha, 2.4kg/haと評価され、いずれの成分も約4割の削減が達成されていることから、地区外への正味の排出負荷は循環地区の方が少なくなった。

(3)降雨出水時の影響 循環地区では、いずれの水質項目についても降雨による出水時の濃度上昇が確認された。Fig.3は2012年度における年間の排出負荷量を日降雨量R[mm/d]によって、無降雨日(R<1), 少雨日(1≤R<10), 多雨日(10≤R)に分けて集計したものである。ここで多雨日の負荷量は灌漑期、非灌漑期別にL-Q式を作成して求めた。少雨日、無降雨日の負荷量算出方法はFig.2と同様とした。多雨日は日数が少ないが、いずれの項目も降雨による排出負荷への影響が大きいことがわかった。また、非灌漑期の無降雨日に注目すると、1日当たりの排出負荷は小さいものの、日数が多いことから、その影響は小さくないと思われる。さらに、年間に対する非灌漑期の総負荷量は、TOCが34%, T-Nが48%, T-Pが21%であり、非灌漑期であっても農地からの流出(排水)の影響は小さくないと思われる。本研究で対象とした循環地区のように、非灌漑期でも排水が生じる場合には、その負荷量も考慮して検討すべきと考えられる。非循環地区については非灌漑期でのデータの欠測期間が長く、総負荷量を算出できなかった。しかし、その排水量は目視では、ほとんど認められなかったため、循環地区と比較して小さいと思われる。

4. おわりに 循環灌漑による節水効果が確認され、さらに循環地区の方が見かけの排出負荷は大きかったものの、削減負荷も大きく、地区外への排出は抑制されることがわかった。一方、降雨出水時や非灌漑期における排出負荷の影響は決して小さくなく、循環灌漑による循環保全効果の詳細な検討には、年間を通じた調査や分析の継続が重要であると考えられる。

謝辞 本研究は、鴨川流域土地改良区の協力、(財)日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(A)課題番号23248041)によって遂行された。ここに謝意を記す。

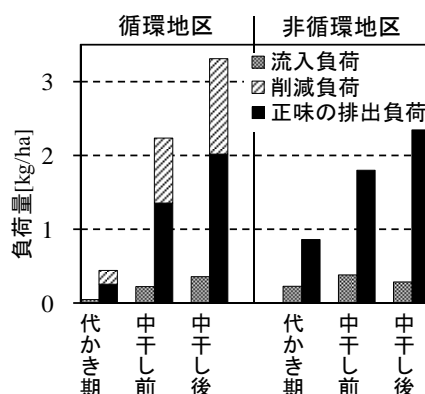


Fig.2 Load balance of T-P in each study area

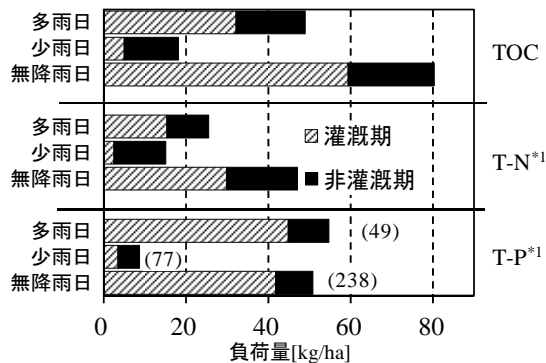


Fig.3 Annual effluent loads classified by daily rainfall amount. Numbers in parentheses; days.

“無降雨日”:R<1, “少雨日”:1≤R<10, “多雨日”:10≤R R[mm/d]; daily rainfall amount.

*1 T-N:[×2 kg/ha], T-P:[×10 kg/ha]