

排水路の堰上げによる水田からの流出負荷削減効果 Reduction Effect of Load Runoff from the Paddy Field by Using a Weir on the Drainage

○東岡 秀高*, 山本 新*, 中村 公人*, 三野 徹*

○HIGASHIOKA Hidetaka, YAMAMOTO Arata, NAKAMURA Kimihito and MITSUNO Toru

はじめに 今日、水田からの窒素負荷を削減することが重要視されている。その方法の1つとして排水路の堰上げが考えられている。排水路の堰上げによって圃場の地下水位が上昇し、下方浸透量の削減による節水効果や土壌中の脱窒効果による水田からの流出負荷削減が期待されている。本研究では滋賀県近江八幡市に水田試験圃場を設け、排水路の堰上げによる流出負荷削減効果について検証した。

1. 地区概要

調査対象水田の概要を Fig.1 に示す。一圃場は約 3,000m² である。排水路に三角堰 Wa (堰高 80cm), Wb (堰高 50cm) が設けられた。代かき、田植えは4月下旬から5月上旬に行われ、中干しは6月中旬から1ヶ月程度行われた。その後は収穫まで間断灌漑が行われた。中干し期において堰は Wa の一旦開放された。その後は9/7に Wa, Wb ともに収穫準備のために開放された。基肥は4月下旬、穂肥は7月上旬、収穫は9月中旬に行われた。

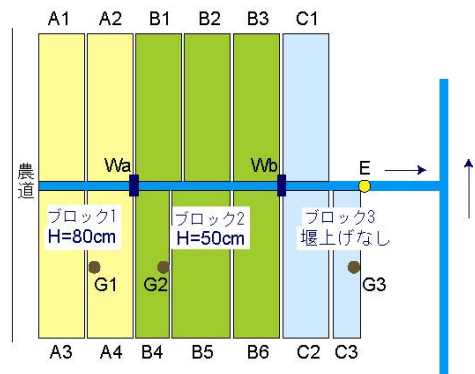


Fig.1 調査地の概要
Study site

2. 調査概要

2006年4月下旬から Fig.1 に示す各圃場について表面水、用水、地下水 (G1-3), それぞれの堰直上流 (Wa, Wb), 排水路下流 E において採水を行った。地下水はストレーナ位置が約 1.5m のパイプを設置して採水した。現地では水温, pH, EC を測定し、実験室で SS, 窒素項目, リン項目, 各種イオン濃度を測定した。灌漑期の調査間隔は1週間である。

地下水位および Wa, Wb 堰水位は、圧力式水位計を設置し、5分間隔で測定した。堰流出量は、三角堰公式により推定した。用水量は、用水取水口に設置した積算流量メータから値を得た。降雨は現地で計測し、蒸発散は滋賀県農業技術振興センターの気象データよりペンマン式を用いて推定した。

3. 結果と考察

a) 地下水に及ぼす影響 地下水位変化を Fig.2 に示す。基準面は G1 地表面とした。G3 は G1, G2 と比べて地下水位が相対的に約 20cm 低い。よって、G3 方向に向かっての地下水流動の存在が示唆される。

中干し期および非灌漑期の地下水の透減曲線に注目し、透減域の地下水位 h の経時変化を以下の式で表した¹⁾。

$$h = h_1 + (h_0 - h_1) \exp(-at)$$

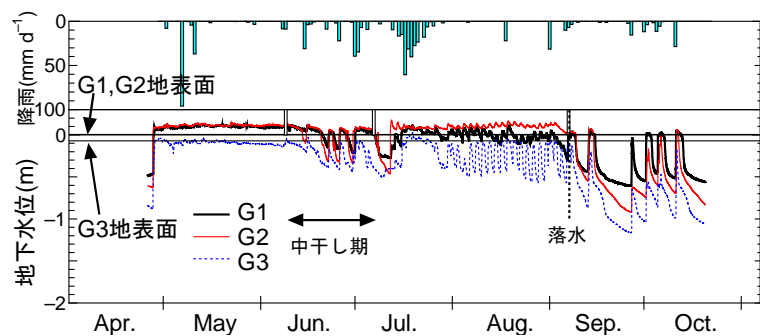


Fig.2 地下水位の経時変化
Temporal changes in groundwater level

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

Keywords : 堰上げ, 滞留時間, 浸透量, 負荷削減

h_0 , h_1 はそれぞれ通減開始時, 終了時の地下水位(m), α は通減係数(d^{-1}), t は時間(d)である.

通減係数の逆数にあたる時定数は地下水の平均的な滞留時間とみなすことができる. 各地下水位観測地点の通減係数と滞留時間を **Table 1** に示す. 中干し期の堰上げ圃場の滞留時間は非灌漑期に比べて長くなっている. また, 堰上げが行われていない G3 においても滞留時間の延長が生じたことがわかった. これは堰上げによって堰上げなし圃場への地下水流動が生じ, 地下水位変化を緩やかにしたものと推察される.

b) 用水量に及ぼす影響 各圃場の用水量を **Table 2** に示す. 堰上げの行われている

圃場	A1	A2	B2	B3	C1	
(4/27-9/7)用水量(mm)	595	749	1156	453	348	
圃場	A3	A4	B5	B6	C2	C3
(4/27-9/7)用水量(mm)	2744	2665	536	394	288	(1088)

注) 表中の()は参考値を示す.

るA1, A2は水持ちが良く, 中干し以前の取水は少なかった. 一方, A3, A4においては多量の取水が行われた. この原因は, 排水路が堰上げにより水没しているため圃場からの畦畔漏水の発生を把握できず, 過剰取水になってしまったことや, この圃場の地盤高は最も高く, 地下への浸透量が大きかったためと考えられる. また, C3においては調査時に掛け流しの状況になっていたこともあり, 用水量が増えている. このように, 圃場ごとの水管理の影響が強く, 堰上げによる用水量の抑制効果は明確に確認されなかった.

c) 浸透量に及ぼす影響 各時期において, 用水や地表流出などの影響が少ないと考えられる期間を複数箇所選出し, 地下水位と田面水位が一致しているときの地下水位計の値から浸透量を推定した. 結果を **Table 3** に示す. 中干し期までにおいて, G3の浸透量に比べ, G1,G2での浸透量が抑えられている. 一方で, 中干し後は堰上げによる浸透量の差が見られない. これは, 堰上げ圃場においても, 中干しによって亀裂が生じるなど土壌構造が変化し, 浸透量が増大したためと考えられる.

Table 3 推定浸透量
Estimated infiltration rates

(mm/day)	G1	G2	G3
中干し前	18.3	18.7	63.0
中干し期	12.8	22.8	71.4
中干し後	65.7	69.7	65.2
落水後	41.8	58.3	—

d) 窒素濃度に及ぼす影響 排水路 (Wa, Wb) と用水の窒素濃度を比較すると, 代かき期を除き, WaとWb及び用水TN濃度には大きな差はみられない. しかし, その構成要素に関しては異なっており, 用水では NO_3-N の占める割合が高いのに対して, 堰からの排水では懸濁態窒素の濃度の割合が高い. その理由は NO_3-N が水田内での還元反応によって減少するためと考えられる. また, その一方で, 圃場あるいは排水路を通過する際に懸濁態を伴って流下することがわかる.

e) 流出窒素負荷に及ぼす影響 堰から流出した窒素負荷を計算し, 用水として流入した負荷量と比較した (**Table 4**). ブロック 1は上流側堰上げ圃場, ブロック 2は中央の堰上げ圃場である (**Fig.1**). 両ブロックにおいて, 用水に比べTN, NH_4-N の負荷量は増加したが, NO_3-N は減少した. また, ブロック 1における NO_3-N 負荷量の低下の程度がブロック 2よりも大きい. つまり, 別途分析した土壌中の NO_3-N 濃度がほぼ 0であったことから, 浸透に伴う負荷量が無視できることを考えると, 水田湛水中, 水田土壌中, あるいは排水路内における脱窒, 吸収作用がブロック 1で大きかったものと考えられる. これは上述したようにブロック 1では圃場内の水の滞留時間が長いこと, また, 排水路の開始点がブロック 1にあるため, 排水路内の滞留時間も長いことが原因と考えられる.

4. おわりに 排水路の堰上げでは表面水の水収支のみに影響を与えるのではなく, その地区の地下水流動に大きく影響する. 今後は地下水の挙動に注目した継続的な調査を行う予定である.

1)三野徹,長堀金造: 吉井堰周辺の地下水収支構造 (I) - 現況地下水位変動の分析 -, 農土論集,127,pp.27-33,1987