

印旛沼白山甚兵衛地区における循環灌漑の水収支解析

Water balance Analysis of a circulated irrigation in Inbanuma Shiroyama Jinbei district

○栗原加奈*, 加藤亮**, 大倉芙美***, 亀井明日香****

○Kana Kurihara*, Tasuku Kato**, Fumi Okura***, Asuka Kamei****

1. はじめに

千葉県北西部の印旛沼では水質の悪化が問題視されており, 国営印旛沼第二期農業水利事業では, 循環灌漑の導入による農業水利システムの整備が行われた。循環灌漑とは農地からの排水をポンプによって揚水し再び灌漑用水として供給する灌漑方法であり, 水の反復機能による節水効果に加え, 地区排水が直接河川や湖沼に流出することを抑えることによって周辺流域への排出負荷を減らす効果が期待されている。世界的な人口増加に伴う水資源の枯渇や自然環境の悪化に対

処するために, これからの農業には循環灌漑のような持続的な農業システムの構築が求められるが, 循環灌漑の流出特性は明らかにされておらず, 他地域への応用が難しくなっている。そのため, 本発表では地区レベルで水収支の解析と水質分析を行うことで流出特性について明らかにすることを目的とする。

2. 方法

対象地区は, 印旛沼の白山甚兵衛機場における循環灌漑地区である(図1)。同機場によって揚水された水は, 機場北部の白山地区と南部の甚兵衛地区に供給される。循環地区からの排水は低地排水路に集められた後, 印旛沼からの取水と共に再び揚水される。対象期間は水供給が行われる2023年の4月17日から8月23日までの129日間とする。機場前の貯水プールについての水収支式は次のように示すことができる。 $0 = In + Qa + Qb - DP$ (1) ここで, In : 印旛沼からの取水量, Qa, Qb : 白山(a)甚兵衛(b)循環地区からの排水量, D : 降雨時の印旛沼への大竹排水機場からの排水量, P : ポンプによる揚水量である。灌漑ブロックスケールでは白山(または甚兵衛)循環地区での水収支は, 浸透量を考慮し次式とする。

$$\Delta Sa = IRa + R - Qa - ET \quad (2) \quad \Delta Sb = IRb + R - Qb - ET \quad (3)$$

ここで, $\Delta Sa, \Delta Sb$: 白山(a)甚兵衛(b)地区内の浸透による土壌水の変動 (+で浸透, -

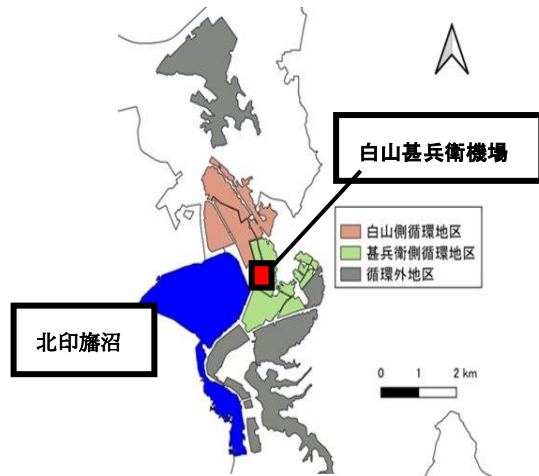


図1 対象地区

*東京農工大学(Tokyo University of Agriculture and Technology)、**東京農工大学連合農学研究科(United Graduate School of TUAT)、***国際農林水産業研究センター(Japan International Research Center for Agricultural Sciences)、****関東農政局印旛沼二期農業水利事業所(Kanto Regional Agricultural Administration Office, Inbanuma Second Phase Agricultural Water Utilization Office) Keywords:水収支, 循環灌漑, 電気伝導度, 流出特性, ポンプ排水

で地下水流入) IRa, IRb : 白山(a) 甚兵衛(b)循環地区への灌漑量, R : 降雨量, Qa, Qb : 白山(a) 甚兵衛(b)循環地区からの排水量, ET : 蒸発散量である。また、水質評価のため電気伝導度の測定を行った。機场内低地排水路の 2 箇所に電気伝導度計を設置し 1 時間単位での計測を行った。加えて、対象期間中、月に 2 回の頻度で北印旛沼にて電気伝導度の直接測定を行った。

3. 結果と考察

機場における 2023 年の水収支結果をまとめ、過去に研究室で取得した 2021 年, 2022 年の結果を合わせたものを表 1 に示す。数値はそれぞれの期間の合計値である。白山甚兵衛機場によるポンプ揚水量のうち、地区からの排水が占める割合は 2021 年では 56.6%, 2022 年では 42.4%, 2023 年では 46.1%となり、どの年も印旛沼

の自然水の利用を削減することができた。甚兵衛側の水利用効率($ET / (IRb + R - Q)$)は 2021 年では 27.7%, 2022 年では 36.3%, 2023 年では 30.0%であるのに対し、白山側の灌漑効率は 2021 年では 21.6%, 2022 年では 38.6%, 2023 年では 44.8%となった。2022 年と 2023 年は白山側の効率が低い結果となったが 2021 年は甚兵衛側の方が高くなった。浸透量は年、場所によって変化が見られた(表 2, 表 3)。2022 年, 2023 年は作付け時期が少雨であったため、白山側において浸透量が減った。特に日単位では、 ΔS の値が周辺や印旛沼からと考えられる地区内への地下水流入によりマイナスの値をとる日が存在し、浸透量が減少した。これは、2022 年と 2023 年は 2021 年に比べて低地排水路の水位が低くなっていることから、白山側の場合、低地排水路の水位低下により水田表面の水はけがよくなったことから、表面排水や横浸透が増えたため流出量 Qb が増え浸透量が減少したものと考えられる。次に電気伝導度の測定結果を図 2 に示す。4 月から 6 月中旬までは甚兵衛側の方が電気伝導度が高く、それ以降は白山側の方が高くなった。これは排水量が少ない時は地区内に水がとどまりやすく、有機物などの汚濁物質の分解速度が遅くなっているため電気伝導度が高くなっていると考えられる。また、排水の電気伝導度は北印旛沼より高いことがわかった。ここから、水田排水の循環利用は、印旛沼への排出負荷を抑制していると考えられる。

4. 結論及び今後の課題

今回の研究で、平坦で低平な水田における流出特性は、地表水と地下水の流れが関与するために複雑であり、排水路システムの存在によってさらに複雑になっていることが示された。この発見は他地域での灌漑プロジェクトの開発に貢献する可能性がある。今後は地下水の挙動を詳しく解析すると同時に、地下水と水質との関係についても調査する必要がある。

表 1 ポンプ場の流出入量・流入量

		流入量($10^3 m^3$)			流出量($10^3 m^3$)	
		In	Qa	Qb	D	P
2021/4/17-8/22	全体	8,035	1,614	2,261	2,666	9243
	1日あたり	63	13	18	21	72
2022/4/17-7/14	全体	4,929	1,934	1,330	492	7701
	1日あたり	55	22	15	6	93
2023/4/17-8/23	全体	9,110	2,144	2,059	3,581	16,104
	1日あたり	71	17	16	28	125

表 2 白山循環地区の水収支

		流入量(mm)		流出量(mm)		差分量(mm)
		R	IRa	Qa	ET	
2021/4/17-8/22	全体	785	2,280	697	511	1,856
	1日あたり	6.1	17.8	5.4	4	14.5
2022/4/17-7/14	全体	323	1,485	836	375	597
	1日あたり	3.6	16.7	9.4	4.2	6.7

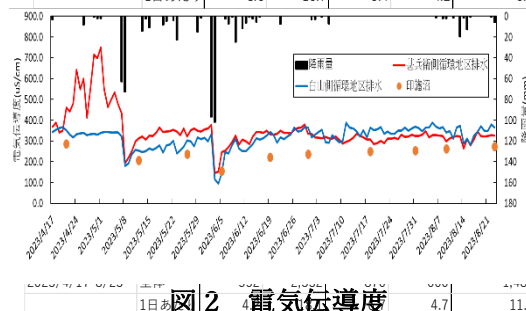


図 2 電気伝導度