

自動給水栓を利用した水田の差し引き排出負荷量について

On the balance load of paddy field using automatic irrigation system by ICT

○黒田久雄*, 紺野ちひろ*, 林 暁嵐**, 前田滋哉*, 吉田貢士*, 大内孝雄***, 北村立実***

○KURODA Hisao*, KONNO Chihiro, LIN Xiaolan*, MAEDA Shigeya*, YOSHIDA Koshi*, OOUCHI Takao, KITAMURA Tatusmi

1. はじめに

2020年3月に公表された「スマート農業の展開」(農林水産省, 2020)の活用例の中に、「水田の水管理を遠隔・自動制御する圃場管理システムの開発」があげられている。農研機構では、農家が管理する給水栓から、土地改良区等が管理するポンプ場・分水工など支線・配水施設までを連携して一つのシステムとして扱える水管理制御システム(iDAS (Irrigation and Drainage Automation System) (中矢, 2018))を開発した。このシステムを利用することで約4割の節電効果が得られることを明らかにした。本システムは、このような節電効果ばかりでなく、節水効果、水管理の労力削減効果など多様なメリットがある。本報告では、iDASに接続した圃場を対象に、ICTを利用した自動給水栓の節水効果に注目し、節水かんがいによる流出負荷削減効果を定量化することとした。これは、本調査地が霞ヶ浦流域にあることから、水田の流出負荷削減による富栄養化対策にもつながり、本システムが農業の多面的機能に貢献できると考えたからである。

2. 研究方法

本システムは一般的に大区画圃場での効果が期待される。しかし、今回は小規模な谷津田を対象に調査を行った。調査対象水田は、茨城県行方市の揚水機場がかりの谷津田地区に2019年からiDASを導入し、年度毎に自動給水栓を増やす予定である。今回は、図1に示す自動給水栓を設置した圃場(節水区:S区0.22ha)と隣り合う従来の給水栓を用いた圃場(対照区:T区0.20ha)の2筆を対象とした。両圃場とも落水口には水位調整型排水調整器を設置した。

流入水量は、S区は自動給水栓に自記水圧計を設置し水圧-流量曲線から、T区は給水栓からの流入水量の実測値と揚水機場の運転時間(5分間隔)から求めた。流出水量は、落水口に自記水圧計を設置し、水位-流量曲線から流出水量を求めた。また、降水量は、近傍のアメダス(銚田)データを用い、蒸発散量はペンマンモンティス式にアメダスデータを利用して求め、蒸発散係数を乗じて実蒸発散量を推定した。水質は、揚水機場と両圃場末端に自動採水器を設置し、1日に1本を採水した。また、揚水機場に降水水質用のバルクサンプラーを設置し、各圃場50cm深さに土壤溶液採取器を設置し、週1回の採水を行った。暗渠排水のある時には直接採水した。



図1 節水区の概要

全てのサンプルは、実験室に持ち帰り原則JIS0102に則り水質分析を行った。

*茨城大学農学部(College of Agriculture, IBARAKI University), **東京農工大学大学院連合農学研究科(United Graduate School of Agricultural Science Tokyo University of Agriculture and Technology), 茨城県霞ヶ浦環境科学センター(Ibaraki Kasumigaura Environmental Science Center)

キーワード: スマート農業, 自動給水栓, 差し引き排出負荷量

流入負荷量は、揚水機場の水質データに圃場の流入水量を乗じて求め、流出負荷量は、各圃場の落水口の流出量に各水質データを乗じて求めた。また、降水負荷と浸透負荷もそれぞれ算出した。

調査期間は、両圃場の農作業日が異なることから、S区は2019年5月8日から9月12日、T区は2019年5月22日から9月25日までとした。本圃場の水収支と物質収支(COD, T-N, T-P)を求め、差し引き排出負荷量を算出し比較することとする。

3. 調査結果と考察

水収支の結果を Table 1 に示す。比較として同じ土地改良区内で循環灌漑を行っている霞ヶ浦沿岸の低平地水田の結果(北村ら, 2010)と比較した。循環灌漑とは調査年が異なるが、用水量は節水区>循環灌漑>対照区となり、自動給水栓を設置した節水区が最も大きな値を示した。排水量は、節水区>対照区>循環灌漑となり、用水量の大きな節水区が大きな値となった。

差し引き排出負荷量は、COD は対照区>節水区>循環灌漑、T-N は対照区>節水区>循環灌漑、T-P は節水区>循環灌漑>対照区となった。節水区と対照区の比較では、T-P 以外は節水区の方が差し引き排出負荷量は小さかった。しかし、循環灌漑の差し引き排出負荷量と比較すると、両区とも差し引き排出負荷量は大きくなった。

今回の調査結果からは、節水灌漑の優位性があまり認められなかった。そこで、治多ら(2015)が示した日本の慣行農法の値と比較することとした。治多らの結果は、正味負荷量で示されているため降水負荷量(節水区と対照区の平均値)を考慮して、差し引き排出負荷量を算出した。この結果、平均値は、COD25 kg ha⁻¹、T-N4.4 kg ha⁻¹、T-P2.06 kg ha⁻¹となり、COD は今回の調査地の値が大きかったが T-N と T-P では節水区、対照区、循環灌漑のどれもが比較すると小さな値となった。

しかしながら、節水区の差し引き排出負荷量の値が大きいことは確かなことである。この理由として、本圃場の落水口に設置した水位調整型排水調整器を農家が有効に活用していなかったことがあげられる。つまり、本来は落水口の高さを高くしておくことで基準水位まで到達した時に自動給水栓からの流入が止まるのだが、農家は落水口の高さを低くしていたため給水が止まる回数が減ったのだと思われる。節水灌漑では吸水栓の管理に注目しがちだが、落水口の管理も同様に重要であることが今回の調査からわかった。今回は、落水口の高さを農家に調整してもらわなかったが、次年度は農家と相談して積極的な調整を行うことで自動給水栓の節水効果をあげるつもりである。

4. おわりに

本研究は、茨城県からの受託研究で行った。玉造南部土地改良区高塚祐二氏、農研機構中矢哲郎氏、積水化学工業株式会社田中正氏のご協力に感謝します。

引用文献 農林水産省、スマート農業の展開について、<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/attach/pdf/index-83.pdf> (2020年4月1日時点)、中谷哲郎、土地改良施設の管理における ICT の活用、材料と施工 56, 33-41(2018)、北村立実、黒田久雄、石井裕一、吉尾卓宏、山本麻美子、小松伸行、渡邊圭司、本間降満、田淵俊雄、代かき田植え期における用排水機場からの負荷特性、水環境学会誌 34(5), 73-80 (2011)、治多伸助、須戸幹、江口定夫、大久保卓也、黒田久雄、武田育郎、藤原拓、山本忠男、人見忠良、白谷栄作、横田久里子、井上隆信 (2015) : 水田からの窒素、リン、COD 流出負荷の実態と課題

表 1 水収支(mm daiy⁻¹)

	用水	排水	降水	蒸発散	浸透他
節水区	8.67	7.91	4.96	3.70	2.02
対照区	7.00	6.46	5.05	3.71	1.88
循環灌漑	7.90	6.30	4.30	5.00	0.90

表 2 差し引き排出負荷量(kg ha⁻¹)

	COD	T-N	T-P
節水区	+63	-0.88	+0.10
対照区	+105	+0.44	-0.60
循環灌漑	-34	-7.6	-0.11