

水稻自動給水機の効果

松長崇 秋山勉

Effect of auto water dispenser in the rice crop fields

MATSUNAGA Takashi, AKIYAMA Tsutomu

要 旨

水稻栽培における作業のうち水管理は、水稻の適正な生育を制御するための、重要な作業である。しかしながら、近年は経営が大規模化や高齢化等により、ち密な水管理ができず、粗放的な管理となっている場合も多い。そこで、開水路に対応する比較的安価な給水機が上市されていることから水稻の水管理への自動給水機の利用を検討した。その結果、所内では水管理に係る作業時間を18～38%削減でき、収量は慣行の水管理よりも多くなった。現地では、水管理の作業時間を20～80%削減できた。

キーワード：開水路，自動給水機，水稻

1. 緒言

水稻栽培には様々な作業があるが、その中でも水管理作業にかかる労働時間は、地域やほ場の規模によって異なるものの、総労働時間の約3割を占めるとされており（農林水産省，2018），最も時間を費やす作業となっている。これは、田植えや収穫，調整の作業は機械化が進み、防除や除草作業は機械化に加えて新しい薬剤が普及したことによって作業時間が減少傾向にあることに対し、水管理に対する作業は以前と変わらず人手に頼っていることが原因である。また、近年ではドローンを使った防除やロボット機能の付いたトラクタ・田植機といったスマート農機の導入（愛媛県，2023）により水管理以外の作業では更に労働時間は減少している。

水管理は、田植えから収穫までの間、生育ステージに合わせて湛水や落水を繰り返すうえ、品種や栽培方法に合わせた水管理が必要になるため機械化が難しい。また一部地域でしかパイプラインが整備されておらずそのほとんどが開水路といった本県の条件も水管理の機械化を妨げる要因の一つとなっている。

そこで、本試験では比較的安価で購入可能な開水路対応自動給水機を用い、その有効性について検討した。

なお、本試験はスマート農業技術開発・普及促進事業（2022年国補，2023年県単）で実施した。

2. 材料および方法

2.1 給水方法の違いによる自動給水機の効果の検討

2022年に愛媛県農林水産研究所内の同一水系（A区）に「ホース遮断型」「弁調整型」を、これとは異なる水系（B区）に「ホース上下型」の開水路対応自動給水機を設置し、その効果について検討した（表1）。供試品種は愛媛県で育成した‘ひめの凜’とし、施肥は緩効性肥料を8kgN/10a施用し基肥一発で行い、栽植密度は15.2株/m²で稚苗移植した。水管理は‘ひめの凜’栽培指針に基づき移植30日後から10日間中干し、以降湿潤気味の間断灌水としたが、出穂20日前～傾穂期は湛水とした。

50%が出穂した日を出穂期とし目視で判断し、成熟期は黄変率が90%となった日とした。倒伏程度は成熟期3日前に無(0)から甚(5)までの6段階で目視により評価した。成熟期に稈長、穂長、穂数、茎数を調査し、各試験区100株を刈取り風乾、脱穀、籾摺りしたのち1.8mmで篩選し、水分率14.5%により精玄米重、屑米率、千粒重を測定した。玄米タンパク含有率は静岡

水稻自動給水機の効果

表1 自動給水に利用する機械およびほ場

	試験区	利用機械	入水部断面積 (cm ²)	供試ほ場	移植日 (月/日)
A区	ホース遮断型給水区	farmo「水田ファーモ」	78.5	A98	6/09
	弁調整型給水区	北菱電興「アクアポート」	40.3	A99	6/09
	慣行区	-	255.0	A100	6/10
B区	ホース上下型給水区	農匠「ポセイデン」	88.2	A35	6/03
	慣行区	-	332.2	A34	6/03

表2 現地実証試験の場所及び耕種概要

年度	地帯区分	設置場所	供試品種	ほ場面積 (a)	移植日 (月/日)	栽植密度 (株/m ²)	施肥N成分量 (kg/a)	ほ場までの 距離 (km)
2022	東予平坦地	西条市	ヒノヒカリ	19	6/12	15.9	0.83	3.6
	東予中山間地	今治市	ひめの凜	20	5/28	15.2	0.81	3.0
	中予平坦地	松山市	コシヒカリ	17	6/17	16.0	0.64	0.5
	中予中山間地	久万高原町	コシヒカリ	31	5/12	18.5	0.36	0.6
	南予中山間地	西予市	キヌヒカリ	9	5/29	15.2	0.63	1.2
	南予平坦地	宇和島市	ひめの凜	30	6/10	12.1	0.90	1.0
2023	東予平坦地	西条市	ヒノヒカリ	28	7/02	11.1	0.80	1.5
	東予中山間地	今治市	ひめの凜	20	5/27	15.5	0.81	3.0
	中予平坦地	東温市	コシヒカリ	15	5/08	15.1	0.32	0.2
	中予中山間地	久万高原町	コシヒカリ	17	5/05	11.1	0.38	1.0
	南予中山間地	西予市	キヌヒカリ	10	6/20	13.9	0.60	0.4
	南予平坦地	宇和島市	コシヒカリ	10	4/08	12.3	0.32	0.4
	農林水産研究所	松山市	ひめの凜	21	6/09	15.2	0.80	0.4

注) ほ場までの距離は生産者自宅からの距離

表3 自動給水装置による給水制御が生育に及ぼす影響

		出穂期	成熟期	倒伏程度	稈長	穂長	穂数	茎数(本/m ²)	
		(月/日)	(月/日)	(0-5)	(cm)	(cm)	(本/m ²)	移植後30日	最高分げつ期
A区	ホース遮断型給水区	8/28	10/12	0	88	19.3	356	384	442
	弁調整型給水区	8/28	10/12	0	85	18.2	377	416	478
	慣行区	8/28	10/12	0	83	18.4	367	403	463
B区	ホース上下型給水区	8/27	10/03	0	80	19.8	263	384	379
	慣行区	8/27	10/03	0	78	19.7	256	369	361

※ 倒伏は0(無)～5(甚)

表4 自動給水装置による給水制御が収量及び品質に及ぼす影響

		精玄米重 (kg/a)	慣行比 (%)	屑米率 (%)	千粒重 (g)	粒厚 (mm)	玄米タン パク質含 量(%)	外観品質(%)		検査等級
								整粒	未熟粒	
A区	ホース遮断型給水区	62.1	112	6.4	22.5	1.92	6.5	74.4	23.0	1.7
	弁調整型給水区	61.3	110	6.3	22.2	1.91	6.5	77.6	20.8	1.0
	慣行区	55.6	100	6.7	22.4	1.92	6.1	72.3	25.0	1.3
B区	ホース上下型給水区	48.0	102	7.1	24.8	1.98	6.5	74.4	16.2	1.0
	慣行区	47.2	100	5.1	25.0	1.98	6.3	75.9	15.2	1.2

※ 玄米重, 千粒重は1.8mm以上

製機株式会社製食味分析計TM-3500により、穀粒品質および粒厚は株式会社サタケ製穀粒判別機RGQI110で測定し、検査等級は日本穀物検定協会に依頼した。

A区については設置及び管理に要する時間を、B区については落水までの推移をそれぞれの作業項目に分けて計測した。

2.2 現地実証

ホース遮断型給水機を用い西条市（東予平坦地）、今治市（東予中山間地）、松山市（中予平坦地）、久万高原町（中予中山間地）、西予市（南予中山間地）、宇和島市（南予平坦地）、農林水産研究所（2023年のみ）で2022年および2023年に実証した（表2）。供試品種、栽培法は地域慣行により行った。

各試験地を担当する普及指導員の目視により成熟期、倒伏程度について評価するとともに、農林水産研究所で乾燥・脱穀・調整し、等級、整粒割合（2023年のみ）について調査した。また、作業時間と使用した後の意見を生産者からの聞き取りした。

3. 結果

3.1 自動給水機の効果の検討

慣行区と比較して、すべての試験区で、出穂期、成熟期は変わらなかった。稈長、穂長については、ホース遮断型自動給水区が若干長かったが、穂数および茎数はやや少なかった。一方、弁調整型給水区やホース上下型給水区の稈長、穂長、穂数、茎数は大きな差はなかったものの、B区における穂数はホース上下型自動給水区が263本/㎡、慣行区が256本/㎡で目標穂数（320～340本/㎡）より少なくなった（表3）。

収量は、慣行区と比較してホース遮断型給水区が112%、弁調整型給水区が110%、ホース上下型自動給水区が102%といずれも多くなった。屑米率は、慣行区と比較してホース上下型給水区がやや高かった。千粒重と粒厚はほぼ同等、玄米タンパク質含量は自動給水区がやや高くなった。外観品質は、ホース遮断型給水区や弁調整型給水区で整粒割合が高く、未熟粒割合が低くなったが、ホース上下型給水区では、整粒割合が低く、未熟粒割合が高くなった。なお、

A区と比較してB区は収量は一割以上劣るが、千粒重、粒厚ともに自動給水区のほうが高かった（表4）。

B区で調査した水位について、ホース上下型自動給水区では、慣行区に比べ、水位の変動が比較的少なかった（図1）。水路に水が十分にある状況であれば、水位が下がった際にセンサーが感知して、自動給水による入水が行われることが確認され、また、止水忘れによって必要以上に入水しほ場を超えて水が溢れることを防ぐことができた。

なお、水管理に要する作業時間は自動給水区は慣行区と比較してホース遮断型自動給水機で初年度は約23%、2年目は38%、弁調整型自動給水機で初年度は約18%を削減できた（表5）。

3.2 現地実証

成熟期、倒伏については自動給水区、慣行区と差はみられなかった（表6）。生産者からの聞き取りによる水管理の作業時間は、自動給水区が慣行区と比較して20～80%削減されたという評価であった（表6）。収量は、試験区で除草剤が効いてなかった2023年の西条市以外はほぼ変わらなかった。整粒割合はほぼ同等であるが、今治市や東温市のようにやや自動給水区が優るほ場も見られた。検査等級については、自動給水区および慣行区ともに同等であった（表7）。

生産者からは、設置や管理が簡易であるうえ、スマホを見ながら水位の状態を把握し水管理ができるので大いに省力化ができたとの声がある一方、常に取水できる等条件の良い田では有効であるが、適した田が少ないといった声もあった（表8）。

4. 考察

自動給水機を利用するためには、水が必要な時、水路には水が常に流れており、その水を自由に利用できる状況であることで効果は高くなる。一方、水が十分に得られないほ場については水路に堰を入れることで水量を確保する必要がある。

これらの条件を満たしたほ場で自動給水機を設置した自動給水区では、慣行区に比べ、水

水稻自動給水機の効果

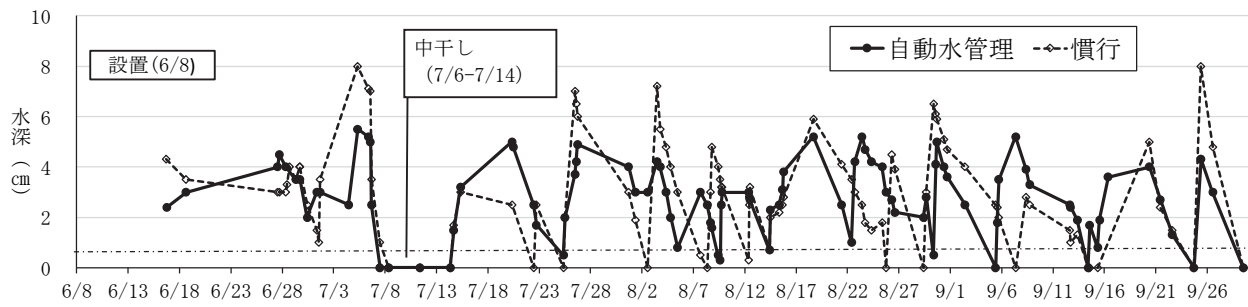


図1 慣行区および自動給水区の水位の推移

表5 自動給水機の設置及び管理に要する作業時間

(分)

		機器設置	取水口部改良	アプリ設定	水管理	合計
ホース遮断型自動給水区	2022年	55	30	15	620	720
	2023年	25	0	10	560	595
弁調整型自動給水区	2022年	10	35	0	720	765
	2022年	0	0	0	930	930
慣行区	2023年	0	0	0	960	960

表6 ホース遮断型給水装置の利用水田における管理と生育

年度	調査地点	機器設置日 (月/日)	設定水位 (cm)	成熟期 (月/日)		倒伏		水管理時間 削減率 (%)	備 考
				自動給水区	慣行区	自動給水区	慣行区		
2022	西条市	7/03	4	10/09	10/09	0	0	20	
	今治市	6/04	5	10/13	10/13	0	0	50	
	松山市	6/23	5	9/15	9/15	0	0	20	
	久万高原町	6/13	3	6/14	9/14	0	0	30	
	西予市	6/20	5	9/24	9/24	0	0	80	
	宇和島市	6/09	4	10/03	10/03	4	4	80	台風による倒伏
2023	西条市	7/08	5	10/08	10/10	2	1	20	
	今治市	6/11	5	10/05	10/05	0	0	60	
	松山市	6/08	3	8/28	8/28	0	0	50	
	久万高原町	5/11	3	9/12	9/12	0	1	60	
	西予市	6/20	5	9/15	9/15	0	0	50	
	宇和島市	5/01	10	8/03	8/03	2	2	70	
	農林水産研究所	6/26	5	10/06	10/06	0	0	40	

※ 水管理時間削減率は生産者聞き取りによる

表7 ホース遮断型給水装置の利用水田における収量および品質

年度	調査地点	収量 (kg/a)		整粒割合 (%)		検査等級		備 考
		自動給水区	慣行区	自動給水区	慣行区	自動給水区	慣行区	
2022	西条市	48.5	48.0			1	1	
	今治市	54.0	52.0			1	1	
	松山市	52.0	52.0			2	2	
	久万高原町	48.0	48.0			1	1	
	西予市	45.0	45.0			1	1	
	宇和島市	26.0	26.0			3	3	ごま葉枯病の発生
2023	西条市	17.0	42.0	89.0	90.4	1	1	自動給水区で雑草の多発生
	今治市	54.5	52.9	85.7	80.6	1	1	
	東温市	39.0	40.3	87.0	77.9	1	1	
	久万高原町	42.6	45.6	86.6	89.5	1	1	
	西予市	47.5	45.0	70.6	-	1	1	
	宇和島市	53.1	48.0	68.2	67.1	2	2	
	農林水産研究所	48.6	50.0	86.3	86.5	1	1	

※ 収量は実収量

表8 生産者の意見（普及指導員による聞き取り）

設置	設置は簡易であり時間を要さなかった。
	データの通信に利用する基地局をほ場から離れた位置に設置したが、操作に問題はなかった。 ほ場によって設置条件が異なるため、補強や改良は必要となる。
運用	スマホアプリで水管理と圃場の状況が判るので安心感があり便利である。
	常時水路に水が流れないため取水堰の管理が必要であり、実際は自動管理とならなかった。
	水位センサーが藻や葉等の障害物により異常値を示すことがあった。
	スマホを使って水位を確認、ゲートの操作が自動で行えるため、大きな省力化ができた。
	適切な水管理ができ、雑草の発生が抑えられた。
課題	筆数の多い水田や棚田などの水管理では労力軽減機材として活用が見込まれる。
	コストを考慮すると、水位センサーを単独設置して、水位をモニターし水口の開閉は人が行うのが現実的。
	豊富な水量のある解放水路に接続したほ場で使用する必要がある。
	取水口の径に柔軟に対応できるアタッチメントの開発が必要。
	水量、水が流れている時間帯、下流のほ場との関係等、設置条件は十分に検討しておく必要がある。
	外的要因によるセンサーの誤作動をなくすために、センシング部を確保する必要がある。
	水位センサーの計測部位に茎葉が干渉し、異常値を示すことがあった。

位の変動が比較的少なかった。水路に水が十分にあれば、水位低下時に自動給水で入水されることが実際に確認され、止水忘れによるオーバーフローも防ぐことができる。また水管理に対する作業時間については、大幅に削減可能となった。さらに、水稻の生育状況や品質はほぼ同等であり、収量については水管理が適切に行えたことから増収した。これらのことから、自動給水装置の利用は有効であると言える。

現地においても、収量や品質を低下させることなく省力化が実証されているうえ、設置や運用に関しても簡易で使いやすいという評価を得ることができた。豊富な水量が常にあり通作距離が長いほど効果が高いことを踏まえて、今後は生産現場へ自動給水機の利用が望まれる。

謝 辞

本試験を実施するにあたり、現地実証については、現地実証受託農家、各地方局産業振興課、各支局地域農業育成室などの稲作担当者等各位からご協力をいただいた。関係各位の御協力に対し深謝する。

引用文献

- 農林水産省（2018）農業経営統計調査 平成 28 年産米生産費，http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/seisanhi_nousan/#r1
- 愛媛県（2023）愛媛県スマート農業推進方針，<https://www.pref.ehime.jp/h35500/smartnougyou/smartnougyou.html#:~:text=Accessed2023.11.1>