

サトイモ省力防除技術について

橘卓三 香口智宏 芝田英明* 市川剛士 毛利幸喜**

Labor-saving of control method technique for taro cultivation

TACHIBANA Takumi, KOUGUCHI Tomohiro, SHIBATA Hideaki, ICHIKAWA Takeshi and
MOURI Kouki

要 旨

サトイモの大規模省力生産技術に資するため、ハイクリアランス仕様の乗用管理機を用いて生育の進んだサトイモ圃場において防除作業を試みたところ、農機の機体下部とサトイモ茎葉の接触・損傷による減収は、圃場全体で最大でも4%に留まり、作業時間は1/3～1/6に短縮できた。次に、難防除病害のサトイモ疫病に対してアミスルブロム・シモキサニル顆粒水和剤のドローンによる高濃度・少量散布を行った結果、地上散布に比べ薬害は少なく薬効は高いことが認められた。

キーワード：乗用管理機，ドローン，省力化

1. 緒言

愛媛県のサトイモは、連作障害回避のため、主に水稻との輪作により生産している。また、当県のサトイモの出荷量は令和5年産で8,500 tの全国第4位であり（農林水産省，2024），水田営農における高収益品目として県下全域で産地振興の取り組みを進めている。

県内におけるサトイモの管理作業は、全期マルチ栽培が主流となり、溝の土をはね上げ畝上部の高温・乾燥を防ぐための土入れ作業や病害虫防除のための農薬散布作業など、夏季を中心として気温上昇後に重労働を要する作業が多い（東予地区さといも協議会，2024）。さらに、県内でも2015年8月にサトイモ疫病が初確認されたことで発病前の予防散布および発病後の応急防除が必須となり、生産者の労働負担は増加している（愛媛県，2020）。こうしたことが、サトイモの新規導入や規模拡大を図ろうとする生産者の障壁となっており、今後、更なる産地規模拡大に向け、管理作業の省力化が喫緊の課題となっている。そこで、これらの課題を解決すべく、愛媛県では県単事業、戦略的試験研究プロジェクトの「サトイモ大規模省力生産技術開発事業（2021～2023）」において、各種作業の機械化省力技術の確立に取り組んだ。

また、防除回数を増大させる主要因となって

いるサトイモ疫病に対し、芝田ら（2023）はアミスルブロム・シモキサニル顆粒水和剤に高い防除効果を認めており、本剤のドローンを用いた高濃度・少量散布の適用拡大に向けて現地試験に取り組んだ。

本稿では、上記の事業成果から、生産現場への早期定着が待たれるサトイモの省力防除技術の検討結果を報告する。

2. 材料および方法

2.1 ハイクリアランス仕様の乗用管理機の利用による省力防除

ハイクリアランス仕様（従来機種よりも車高が高い仕様）の乗用管理機について、サトイモ圃場での防除作業時に機体が跨いで走行し接触したサトイモ個体への影響および作業時間の削減効果について検討した。

2022年、サトイモ品種「愛媛農試V2号」を栽培する県内のA圃場（西条市小松），B圃場（西条市小松），C圃場（今治大西町），D圃場（松山市北条）の4カ所で現地実証した。定植は、各圃場3月10日から4月6日に実施した。防除作業（乗用管理機走行日）は、A圃場で7月24日，7月29日，9月1日，B圃場で8月12日，8月31日，C圃場で8月4日，D圃場で7月27日，8月25日に行った。

* 現 愛媛県立農業大学校

** 現 愛媛県南予地方局農業振興課

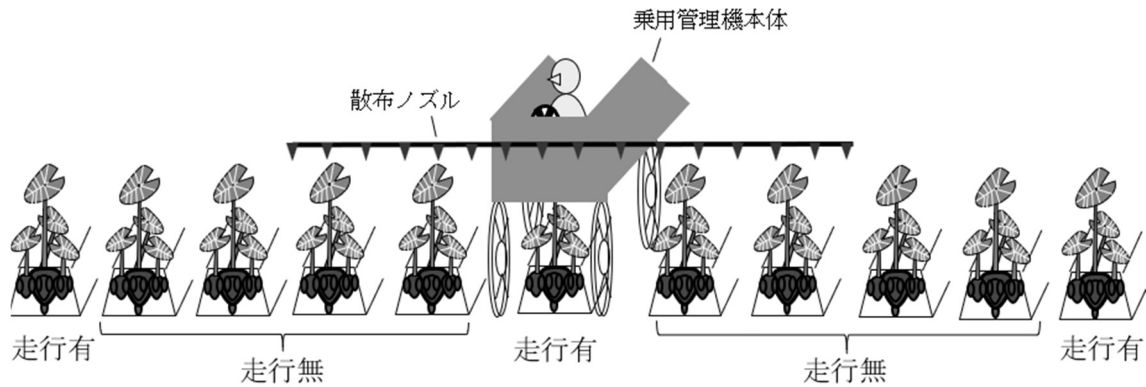


図1 乗用管理機利用による試験区の設定（模式図）

乗用管理機は、BSA-501シリーズ（株式会社丸山製作所社製）およびJK14-H120GWT（井関農機株式会社製）を供試した。試験区は、走行有区として機体が跨いで走行し機体と茎葉の接触があった区、走行無区として散布ノズルのみがサトイモ個体の上方を通過し機体と茎葉の接触がなかった区を設けた（図1）。各区3株×2カ所を調査した。同年8月には草丈、葉柄長、葉長、葉幅、子茎数を調査し、11月に芋部収量を調査した。また、一般的な防除方法である動力噴霧器を用いた地上散布と乗用管理機を利用した際の作業時間の比較について、A、B、C圃場の各生産者から聞き取りした。なお、作業時間は、当該農機が圃場到着から圃場を離れるまでとした。

2.2 ドローンの利用による省力防除

サトイモ疫病を対象病害とし、産業用マルチローター（以下、ドローン）による高濃度・少量散布により、アミスルブロム・シモキサニル顆粒水和剤の防除効果および薬害の発生程度について検討した。

2020年、サトイモ品種‘愛媛農試V2号’を栽培し、サトイモ疫病が発生している四国中央市内において3月1日から3月10日の間に定植したA圃場およびB圃場の2カ所で実施した。

アミスルブロム・シモキサニル顆粒水和剤を20倍（散布量：1.6 L/10 a）または40倍（散布量3.2 L/10 a）希釈しドローン散布する区、対照の地上散布では、同剤を2000倍希釈し背負式動力噴霧器で300 L/10 a 手散布する区および水のみを背負式動力噴霧器で300 L/10 a 手散布する対照区を設けた。各区反復は取らず、ドローン散

布区は20 m×4 m、地上散布区は20 m×1.25 mの面積とした。ドローン散布にはDJI社製のAGRAS MG-1、地上散布には丸山製作所社製のMSB1500Liを用いた。散布は、7月16日（発病前）と7月29日（発病後）に実施した。発病度および薬害発生度は、各区40株選定し、7月17日、7月20日、7月28日、7月31日、8月6日、8月12日に調査した。防除効果は、0：病斑なし、1：小病斑（直径3 cm以下）が1～2個、2：病斑が3～10個、3：葉柄を含む株全体の5%以下の発病、4：葉柄を含む株全体の6～25%以下の発病、5：葉柄を含む株全体の25%以上の発病として対照区に対する防除価で評価した。また、薬害指数は、0：認められない、1：軽微な薬害症状を認める、2：中程度の薬害症状を認める、3：重度の薬害症状を認めるの4段階として、薬害発生度を Σ （薬害発生度別葉数×指数）÷（調査葉数×3）×100により算出した。10月30日には各区10株選定し、芋部の収量調査を実施した。

3. 結果

3.1 ハイクリアランス仕様の乗用管理機の利用による省力防除

地上部生育について、全ての圃場の草丈においてはC圃場を除き、葉柄長ではB、C圃場を除いて走行有区で走行無区に比べ低い傾向であった（表1）。一方、乗用管理機の走行による葉長、葉幅、子茎数へ与える影響は小さかった。

また、芋部収量について、B圃場およびD圃場の1株あたりの子・孫芋重において、走行無区に比べ走行有区で小さくなり、最大で2割の減収となったが、A圃場およびC圃場の子・孫芋重に

において、走行有区と走行無区の違いは見られず、同等の収量であった（表2）。

一方、乗用管理機と動力噴霧器の作業時間の比較では、動力噴霧器を用いた防除作業は、最短で60分/10 a、最長で90分/10 a の散布時間を

要したが、乗用管理機を用いた防除作業は、最短で15分/10 a、最長で25分/10 a と、動力噴霧器に比べ作業時間は40～75分/10 a 短縮された（表3）。

表1 乗用管理機の走行の有無による地上部生育の比較（8月）

試験区		草丈 (cm)	葉柄長 (cm)	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	子茎数 (cm)
A圃場	走行有	162	142	51.9	37.7	5.9
	走行無	186	158	57.9	42.6	4.7
B圃場	走行有	154	133	57.1	42.1	4.2
	走行無	162	134	52.9	39.6	3.5
C圃場	走行有	191	161	57.4	43.1	4.6
	走行無	193	162	56.5	43	4.6
D圃場	走行有	171	142	54	41.6	5.8
	走行無	185	155	56.9	44	5

表2 乗用管理機の走行の有無による芋部収量の比較（11月）

試験区		親芋重 (g)	子芋		孫芋		子・孫芋重 (g)
			数 (個)	重量 (g)	数 (個)	重量 (g)	
A圃場	走行有	502	7.7	869	20.7	1,348	2,217
	走行無	652	7	862	27.3	1,407	2,269
B圃場	走行有	500	7.5	557	28.3	1,260	1,817
	走行無	605	8.5	810	32	1,535	2,345
C圃場	走行有	792	6.6	783	16.4	1,260	2,043
	走行無	702	8.4	902	16.6	853	1,755
D圃場	走行有	446	7.7	641	16	1,207	1,848
	走行無	544	7.6	718	16.3	1,422	2,140

表3 防除作業時間の比較

試験区	動力噴霧器利用	乗用管理機利用	時間差
	(分/10 a)	(分/10 a)	(分/10 a)
	①	②	①—②
A圃場	90	15	-75
B圃場	60	20	-40
C圃場	80	25	-55

注) 動力噴霧器利用は、地上散布で実施

3.2 ドローンの利用による省力防除

サトイモ疫病の初発生は、B圃場で7月20日、A圃場で7月28日に確認し、8月12日には発病度でA圃場23.5（少発生）、B圃場58.5（多発生）となった（表4）。防除効果について、防除価では7月28日のB圃場ではドローンで散布した区で比較的高く両倍数区ともに63.6であり、8月12日のA圃場ではドローン40倍区が97.9、背負噴霧2000倍区が51.1、B圃場ではドローン20倍区が63.2となり、背負噴霧2000倍区が30.8となった（表4）。

アミスルブロム・シモキサニル顆粒水和剤の散布による薬害の発生について、ドローン20倍区およびドローン40倍区では確認されなかった。一方、両圃場の対照区およびA圃場の背負噴霧2000倍区において、葉身の中央部にリング状の薬害症状が発生したが実用上問題なかった（表5）。

芋部収量について、両圃場ともに、対照区および背負噴霧2000倍区では、ドローン20倍区およびドローン40倍区に比べ子・孫芋重が小さくなった（表6）。

表4 ドローン利用による薬剤散布におけるサトイモ疫病に対する防除効果（2020）

試験区	防除価											
	A圃場（少発生圃場）						B圃場（多発病圃場）					
	7/17	7/20	7/28	7/31	8/6	8/12	7/17	7/20	7/28	7/31	8/6	8/12
ドローン20倍	-	-	0	100	91.3	91.5	-	100	63.6	90	86.8	63.2
ドローン40倍	-	-	100	100	100	97.9	-	100	63.6	86.3	82.6	60.7
背負動噴2000倍	-	-	74.4	100	91.1	51.1	-	0	47.7	95	71.1	30.8
対照区の発病度	0	0	2	5	11.5	23.5	0	0.5	22	40	60.5	58.5

注）対照区は水のみを散布

表5 ドローン利用による薬剤散布における薬害の発生状況（2020）

試験区	薬害発生度											
	A圃場（少発生圃場）						B圃場（多発病圃場）					
	7/17	7/20	7/28	7/31	8/6	8/12	7/17	7/20	7/28	7/31	8/6	8/12
ドローン20倍	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ドローン40倍	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
背負動噴2000倍	1.6	0	1.7	11.7	0	0	0	0	0	0	0	0
対照区	5.8	0	10.8	5.8	3.3	0.8	1.7	0	2.5	14.2	3.3	5.8

注）対照区は水のみを散布

表6 ドローン利用によるサトイモ疫病防除圃場における芋部収量（2020）

試験区	A圃場（少発生圃場）				B圃場（多発病圃場）			
	親芋重	子芋重	孫芋重	子・孫芋重	親芋重	子芋重	孫芋重	子・孫芋重
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
ドローン20倍	498	721	972	1,693	632	899	1,265	2,164
ドローン40倍	374	801	803	1,604	776	867	1,184	2,051
背負動噴2000倍	289	580	680	1,260	650	827	818	1,645
対照区	304	582	583	1,165	458	668	785	1,453

注）対照区は水のみを散布

4. 考察

ハイクリアランス仕様の乗用管理機は、防除作業の機械化技術の1つとして水稻だけでなく露地野菜など多様な品目への導入が進められている（小出，1999；中谷，2018）。一方，県内で栽培されているサトイモは最大2m程度まで草丈が伸長するため，生育期間中に乗用管理機で作業を実施すると，農機の機体とサトイモ茎葉の接触が避けられず，損傷および芋部収量への影響が懸念された．本試験の結果からも，乗用管理機が走行した畝の草丈は低く，子・孫芋重は最大2割減収する結果となり，損傷による影響と推察された．しかしながら，今回供試した乗用管理機は，散布幅が約7～16mあり，同時に5～11列の畝を作業できることから，乗用管理機の走行による収量への影響があったとしても，圃場全体で最大でも4%に留まることが判った．さらに，一般的な動力噴霧器による防除作業に比べ大幅に作業時間や労力を短縮できたことから，大規模経営体を中心に現場実装可能な技術であると断言できる．また，5～6月に畝上部へ土を載せる「土入れ」作業において，乗用管理機（本試験と同機種）およびロータリカルチの利用により，歩行型管理機に比べ作業時間を45～71%まで削減でき，作業者の省力化に繋がることが既に報告されており（市川ら，2023），装備品を変更すれば複数の管理作業に同機を用いることができ，サトイモ作業への汎用性の高さが示された．

サトイモの葉は撥水性を持ち（Barthlott and Neinhuis, 1997），水をはじきやすい特徴があるとともに，‘愛媛農試V2号’は葉柄頸部の屈曲がほとんどなく，葉柄と葉はほぼ直角に位置している（中川ら，2015）ため，葉の中央部には雨水や薬液などが溜まりやすく，リング状の薬害が発生しやすい．また，黒木（2017）は，展着剤のみ加用した薬液を散布しても展着剤の種類や気温条件によって薬害が発生することを報告しており，サトイモの薬害が必ずしも殺虫・殺菌剤成分によって引き起こされるものではないことを示している．以上のことから，本試験で薬液または水を背負式動力噴霧器で地上散布した区では，葉中央部の滞水により葉焼け症状が発生したと考えられる．一方，ドロー

ンでは散布する液量が少なかったことで，薬液が速やかに乾燥し薬害の発生が無かったものと推察した．加えて，芋部収量についてもドローン散布による低下は認められないばかりか，疫病に対する高い防除効果から，本剤を用いた本病に対するドローンによる高濃度・少量散布は有効と判断した．

本プロジェクトは生産現場との連携活動を重視し，試験段階の新技术の積極的な現地実演やセミナー開催により，新技术の開発と普及を迅速かつ効果的に進めた．新技术の現地実演は，延べ12地域で約270人の参加があり，参加した生産者のうち3経営体において乗用管理機の購入を後押ししてきた．また，県内のドローンによるサトイモ防除面積は，プロジェクト実施前の30 a（2020年実績）から922 a（2023年実績）に拡大している．このことは，愛媛県全体のサトイモ生産振興の熱量や生産意欲の高まりを示す成果となったものと考えている．今後，農業従事者の高齢化や担い手不足等による産地規模縮小が危惧される中，本プロジェクトで開発した省力生産技術が生産者の規模拡大に大きく貢献できるものと確信するとともに，水田農業における所得向上にも繋がることが期待される．

謝 辞

本試験を実施するにあたり，株式会社中セキ中四国の川端富士雄氏，明賀昌幸氏，矢守愛史氏には，乗用管理機の防除作業への利用に係るご助言をいただいた．また，日産化学株式会社の富江哲也氏，蓮沼奈香子氏には，ドローン利用による薬剤試験でご協力いただいた．農林水産研究所の奈尾雅浩氏，元農林水産研究所農業研究部の浅海英記氏には，本プロジェクト実施に係る関係機関との連絡調整やご指導をいただいた．農林水産研究所企画戦略部の大澤利春氏，渡部伸貴氏，田中大道氏には，所内の試験圃場の栽培管理，現地実証のオペレータなどを担当いただいた．加えて，県内サトイモ生産現場の普及指導員，JA営農指導員，サトイモ生産者の皆様には，現地試験やデモ実演の開催など多大なご協力をいただいた．ここに記し，各位に厚く御礼を申し上げる．

引用文献

- 農林水産省（2024）：令和5年産都道府県別の作付面積，10a当たり収量，収穫量及び出荷量，さといも，令和5年産野菜生産出荷統計，東予地区さといも技術協議会（2024）：技術員向けさといも「伊予美人」栽培マニュアル Ver5，
愛媛県（2020）：サトイモ疫病対策マニュアル <https://www.pref.ehime.jp/uploaded/attachment/27251.pdf>
芝田英明，毛利幸喜，中川建也，篠崎毅，井上智絵，奈尾雅浩（2023）：サトイモ疫病の効果的な薬剤防除法，愛媛県農水研報，15，6 - 12.
市川剛士，吉田宏，藤井栄一，橘卓三，菊池啓一（2024）：ハイクリアランス農機によるサトイモ品種「愛媛農試 V2 号」における土入れ作業の省力化，愛媛県農水研報，16，33 - 38.
中谷清（2018）：野菜作機械の取組み「機械化一貫体系」，農業食料工学会誌，80（4），214 - 220
小出哲也（1999）：キャベツ生産の機械化最前線，農業機械学会誌，61（5），4 - 12
Barthlott, W. and C. Neinhuis（1997）：Purity of the sacred lotus, or escape from contamination in biological surfaces, *Planta*, 202, 1 - 8.
中川建也，浅海英記，玉置学（2015）：サトイモ新品種「愛媛農試 V2 号」の育成とその特性，愛媛県農水研報，7，16 - 20.
黒木修一（2017）：サトイモの葉に対する展着剤による薬害の発生と温度条件，宮崎県総農試研報，51，19 - 26.

Abstract

In taro production area, for establishing large-scale cultivation, when we used a high-clearance riding machine, the loss of revenue due to contact and wound between the underside of agricultural machine and stems and leaves of taro could be reduced by up to 4% in the cultivated field. Furthermore, the work time could be decreased by one-third to one-sixth. On the other hand, high concentration-low volume spray using drone application of amisulbrom cymoxanil granule hydrate at 20 or 40 times dilution to control taro phytophthora blight caused by *Phytophthora colocasiae*, it was showed to be less chemical injury and more effective than ground spray application at 2000 times dilution.

Keywords : Riding machine, Drone, Labor-Saving