

揺動ブラシ式歩行型除草機の開発と特徴

島根県農業技術センター
栽培研究部
安達 康弘

はじめに

我が国では2021年5月に持続可能な食料システムの構築に向けた「みどりの食料システム戦略」（農林水産省2021）が策定され、これを受けて全国的な有機農業推進の機運が高まっている。本県においては「島根県農林水産基本計画2020～2024年度」（島根県農林水産部2020）の中で「有機農業の拡大」を重点推進事項に掲げ、2019年に0.4%であった耕地面積に対する有機JAS認証ほ場の割合を2024年に1%以上に高めることを目標に有機農業の推進を図っている。この目標を達成するためには、本県の農作物作付面積の約60%（2021年）を占める水稻での拡大が重要である。しかし、水稻の有機栽培では雑草との競合による収量の不安定さが大きな課題となっており、雑草防除に費やす労力やコストが面積拡大の妨げになっている。

雑草発生を抑制する技術としては米ぬか散布や再生紙マルチなどが普及しているが、発芽した雑草に対しては機械除草による防除が主流になっている。有機栽培で利用できる除草機の種類には、乗用型除草機（宮原2007；吉田2015）やチェーン除草機（古川2011）などが挙げられ、乗用型除草機の中には移植された水稻苗の条間を除草するロータに加えて、株間を除草できる株間除草レーキなどを備えた機種がある。しかし、株間除草は水稻の欠株やダメージを考慮する必要がある

ため、株間除草レーキを用いても除草効果がやや低いとの指摘がある（荒井・酒井2005；三浦ら2015）。

また、水稻で有機JAS認証を取得する場合には、隣接する慣行栽培ほ場との距離や用水路からの取水順を考慮して、谷間の用水路上流の水田を選定される事例がみられる。このような立地の水田は、本県のような中山間地を多く抱える地域に多く、不整形で小区画となる場合が多い。そのため、大型の乗用除草機ではその能率を十分に発揮できず、生産者から小回りが効く小型除草機の開発が切望されていた。

そこで、当センターは株間の除草効果が高い小型除草機の実用化を目指して、2013年に揺動ブラシ式除草機

構（特許第7019132号、水田用除草機、島根県）を考案し開発に着手した。2019年からは、みのる産業株式会社との共同研究により試作と性能試験を進め、2021年に揺動ブラシ式歩行型除草機（商品名：歩行型ブラシ水田除草機、図-1）として同社から発売された。ここでは、本除草機の開発経過、特徴及び本県における現地実証結果を報告する。

1. 開発経過と除草の仕組み

揺動ブラシ式除草機構は、当センターが2013年に考案した仕組みを元に試作機を製作した後、性能試験と改良を繰り返して、2017年には除草機構

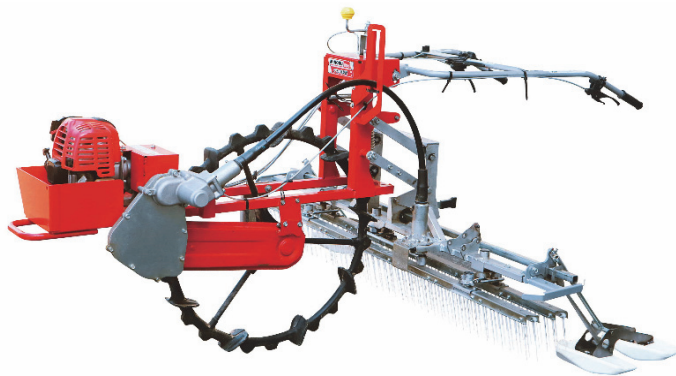


図-1 揺動ブラシ式歩行型除草機



図-2 揺動ブラシ式除草機構（2017年試作機）



a 電動除草・手押し走行タイプ



b 電動除草・エンジン走行タイプ

図-3 揺動ブラシ式歩行型除草機の2019年試作機



図-4 市販機の樹脂製ブラシ

の形がほぼ定まった。除草の仕組みは、前後2列に配置されたブラシ(図-2)が左右にスライドして土壌表層をかき混ぜ、雑草を土に埋め込む又は浮かせて除草する。2017年当時のブラシ素材は園芸作物の誘引に用いるエステル線とした。この素材はある程度の弾力性があるため、水稻苗を引っかきにくく、稲わら等の浮遊物を引きずりにくい特徴をもつ。このため、本除草機構は水稻の欠株やダメージが少なかったことから、株間も条間と同じ機構で除草する仕組みとした。この除草機構は2017年までの試験結果が良好であつ



図-5 市販機のフロート

たことから、2018年に特許出願した。2019年には、いずれも電動で除草を行う手押し走行タイプ(図-3a)、エンジン走行タイプ(図-3b)の両タイプを試作した。この年からみのる産業株式会社との共同研究により、エンジン走行タイプを元に本格的な市販タイプの試作を進め、性能試験と改良を繰り返した。市販タイプはエステル線と同様に弾力性がある樹脂製ブラシ(図-4)を用い、フロート(図-5)で除草部を支えることにより除草深さを調整できるようにした。また、動力はエ

ンジンで走行と除草の両方を担う仕組みとした。市販タイプは除草効果や水稻欠株率等の試験結果が良好であったため、2021年5月に同社から歩行型ブラシ水田除草機として発売された。

2. 主要諸元と特徴

製品化された本除草機の主要諸元を表-1に示し、その主な特徴を紹介する。機体寸法は全長1820mm、全幅1420mm(条間30cm・出荷時)、全高1000mm、重量は68kgであり、新規格の軽トラックに積載できる。車輪は1輪であるため、旋回時の稲株の踏み倒しが少ない。適応条数は4条であり、田植機は4又は8条仕様が適する。オプションで6条キットAY(除草部の左右に1条ずつ追加)を装着することにより、6条田植機にも適用できる。条間は組替え式により30cmと33cmの両方に対応できる。

3. 除草作業のポイント

本除草機の対象草種は種子から発生するノビエ、コナギ、イヌホタルイ等である。塊茎等で増殖するクログワイやオモダカといった多年生雑草には効果が期待できないので、これらの雑草が多発するほ場ではその草種に対応した除草技術を組み合わせる必要がある。

除草時期の目安は1回目を移植後5~7日、2回目を1回目の7~10日後に行うのを基本とし、必要に応じて3回目を2回目の7~10日後に実施

表-1 揺動ブラシ式歩行型除草機(商品名:歩行型ブラシ水田除草機)の主要諸元

型式名	BW-4
機体寸法(mm)	全長1820×全幅1420(条間30cm・出荷時)・1540(条間33cm時)×全高1000
重量(kg)	68
エンジン	EH025AA、空冷4サイクルガソリンエンジン
エンジン出力	定格0.5kW{0.7PS}/7000rpm、最大0.7kW{1.0PS}/7000rpm
使用燃料	自動車用レギュラーガソリン
燃料タンク容量(L)	0.5
始動方式	リコイルスタータ式
車輪径(mm)	680
走行速度(m/s)	~0.39
作業能率(分/10a)	45~(4条)
適応条数	4条
適応条間	30・33cm(組替え式)

注)主要諸元はみのる産業株式会社のカatalogから転載。



図-6 コナギの葉齢と揺動ブラシ式歩行型除草機の除草時期



図-7 現地ほ場での除草作業

する。なお、雑草が多発するほ場では、1回目を移植後5日、2回目を1回目の7日後、3回目を2回目の7日後に実施する。本除草機による除草効果を高めるポイントは1回目の除草を適期に行うことである。有機栽培ほ場で優占する頻度が高いコナギは、葉齢の進展にともなって引き抜き抵抗力が指数関数的に急激に上昇し除草効果が低下する(安達・内野 2021)。このため、1回目の除草は遅くとも本除草機の適用限界であるコナギが1葉期に達する前に行う必要があり、除草適期は子葉期～0.5葉期である(図-6)。移植後日数で示した除草時期はあくまでも目安であり、コナギは代かき後日数や水温等の条件により除草適期である子葉期～0.5葉期に達する移植後日数が異なるため、各ほ場におけるコナギの葉齢進展に応じて除草時期を決めることが重要である。

除草深さはブラシの先端が土壌に2～3cm入るように除草深さ調節レバーを設定する。除草深さを安定させ

るためには、ハンドルの高さ調整機能や土壌の硬さに対応する感知ハンドルを用いて、機体の前後バランスを水平に保つよう心がける。なお、本除草機を使用できる耕盤の深さは30cm以内である。

ほ場の全面又は一部に藻類や浮き草等の浮遊物がある場合には欠株が発生する恐れがあるので、必ず試運転を行い、欠株の発生がないことを確認した上で作業を行う。

4. 現地実証結果

2021年に県内4ヶ所の生産者ほ場において、本除草機の実証及び調査を行った(図-7、表-2)。移植後40～41日の雑草乾物重は、ほ場Bで11.8g/m²とやや多くなったものの、他のほ場は3.1～7.3g/m²に抑えられた。水稻の収量に影響を及ぼさない雑草の許容限界について、野田ら(1968)は理論的な許容域は考えられないとし、笠原(1961)や宮原(1992)は

水稻雑草重量群落比を用いて示している。一方、植木・松中(1972)は草種や調査時期によって異なるため厄介と前置きしながらも、風乾重で10～20g/m²が限界としている。実証ほ場の雑草乾物重3.1～11.8g/m²は、この報告で示された風乾重に換算すると水分差により値がやや大きくなると推察されるものの、許容限界の上限20g/m²よりかなり低い値であり、許容限界以内であったと考えられた。達観では、各ほ場とも株間と条間で除草効果に大きな差は認められなかった。残草がやや多かったほ場Bは、代かき日から除草日までの期間が13日と長く、除草日にコナギが1.5葉期に達していたため、除草効果が低下したものと推察された。これらのことから、本除草機は、適期に除草作業を行うことにより、機械除草で課題となっている株間を含めて、雑草発生量を水稻の収量に大きな影響を及ぼさない水準にまで抑制できると考えられた。

除草2回による水稻の欠株発生率は、ほ場B、Dでそれぞれ15.7及び9.5%とやや高くなったが、他のほ場は0.3及び4.0%と本県で目標としている5%以内に抑えられた(表-2)。ほ場B、Dで欠株発生率がやや高くなった原因は、除草機本体の沈み込みにより除草深さが深くなったこと、前年作水稻の刈り株などの大きな浮遊物をブラシで引きずって苗を埋め込んだ

表-2 揺動ブラシ式歩行型除草機の現地実証結果(2021年)

ほ場	所在地 (島根県)	ほ場面積 (a)	標高 (m)	雑草乾物重 (g/m ²)	除草2回による 欠株発生率(%)	除草作業時間(分/10a)	
						1回目	2回目
A	雲南市	6.6	140	5.8	0.3	55	58
B	大田市	10.8	240	11.8	15.7	66	60
C	美郷町	11.8	50	3.1	4.0	36	37
D	邑南町	13.8	290	7.3	9.5	61	59

注1) 雑草乾物重は移植後40～41日に30×30cmの調査枠を用いて各ほ場2ヶ所で調査した。

注2) 欠株発生率は(除草1回目実施前から2回目実施後の期間に発生した欠株数)/調査株数200株×100により各ほ場2ヶ所で調査した。

ことによるものであった。欠株発生率を目標とする5%以内に抑えるためには、耕盤が深くならないほ場管理を心がけるとともに極端に深いほ場や部分での使用を避けること、代かきを浅水で行い前年作水稻の刈り株等を土壌中に埋め込むことが必要であると考えられた。

現地実証ほ場はいずれも中山間地域に位置し、ほ場面積が6.6～13.8aと小さく(表-2)、中には不整形なほ場もあった。本除草機はこのようなほ場においても除草1回当たりの作業時間が36～66分/10aとなり、小型除草機としては効率的な作業を実施できた(表-2)。また、実証農家が本除草機を運搬する際には、軽トラックに積載して移動できたことから、運搬時の利便性が高いと考えられた。

おわりに

今回の現地実証において、本除草機は適正な条件で除草作業を行うことで、十分な除草性能を発揮できることが確認された。本除草機の操作方法、

除草作業のポイント指導に当たっては、当センターや県普及組織、みのる産業株式会社が実証農家に対して事前に説明し理解を得ることで、一部を除いて適正な除草作業を行うことができた。今後は、本除草機の操作方法や作業のポイントだけでなく、育苗方法や複数回代かき、深水管理など耕種的な抑草技術と組み合わせた総合的な除草体系について生産者への指導、普及が急がれる。

中山間地域の小規模ほ場における水稻有機栽培において、収量の安定化と低コスト化は避けては通れない課題である。今回の現地実証で確認された本除草機の除草性能や利便性を活かすことで、水稻の有機栽培に取り組みやすくなると考えられ、今後の有機農業の拡大に寄与することが期待される。

引用文献

- 安達康弘・内野彰 2021. コナギの葉齢と引き抜き抵抗力との関係および高精度水田用除草機の除草効果に及ぼすその影響. 雑草研究 66(4), 169-174.
- 荒井義光・酒井孝雄 2005. 福島県浜通り地域における水稻有機栽培の実証(第1報

有機栽培初年目の深水・除草機による雑草防除の効果). 日作東北支部報 48, 17-18.

古川勇一郎 2011. イネ・水田(除草剤以外・本田・チェーン除草). 農業総覧病害虫防除・資材編第9巻追録17号, 800の27の2-7.

笠原安夫 1961. 作物と雑草との競争に関する実験的研究(2). 農学研究 49, 9-47.

三浦重典ら 2015. 機械除草と米ぬか散布等を組み合わせた水稻有機栽培体系の抑草効果と収量性. 中央農業総合研究センター研究報告 24, 55-69.

宮原益次 1992. 水田雑草の生態とその防除. 全国農村教育協会, pp.117-119.

宮原佳彦 2007. 機械除草技術開発の動向. 東北の雑草 7, 1-6.

野田健児ら 1968. 水稻の雑草害に関する研究. 雑草研究 7, 49-54.

農林水産省 2021. みどりの食料システム戦略. <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/index.html#sakutei>, 2022年10月14日アクセス確認.

島根県農林水産部 2020. 島根県農林水産基本計画2020～2024年度. <https://www.pref.shimane.lg.jp/industry/norin/info/kihonkeikaku/index.html>, 2022年10月14日アクセス確認.

植木邦一・松中昭一 1972. 第4章 雑草害, 第3節 雑草害の診断. 雑草防除大要. 養賢堂, pp. 65-68.

吉田隆延 2015. ミッドマウント型高能率水田用除草装置の開発—確認しながら除草作業が可能. 機械化農業 2015(10), 17-20