

植調

第56巻
第10号

JAPR Journal

《特集》

機械・ロボット等を利用した除草技術の現状と課題

小型除草ロボットの開発状況と課題ー水田用及び畑用ロボットの開発状況などー 吉田 隆延

畑地用ロボット除草機の海外における開発状況 保田 謙太郎

揺動ブラシ式歩行型除草機の開発と特徴 安達 康弘

乗用型水田除草機の開発と市場展開 鈴木 祥一



公益財団法人日本植物調節剤研究協会

JAPAN ASSOCIATION FOR ADVANCEMENT OF PHYTO-REGULATORS (JAPR)

エフィーダ含有除草剤ラインアップ

4成分が魅せる、防除効果の神髄。

NEW シンズイZ

皇帝の品格。

エンペラー

この除草剤、ベッカク。

ベッカク

除草効果優先、使いやすさ優先。

プライオリティ

水田除草の未来を切り拓く。

アバンティ

移植も直播も飼料稲にも。高い安全性。

ベルーガ

水田除草に、新たな風。

新規有効成分エフィーダ®とは

新しい成分「エフィーダ®」配合/水稻用除草剤シリーズ

白化作用を示し、SU剤抵抗性雑草を含めた幅広い雑草に優れた効果があります。

飼料用イネや多収米にも品種を問わず使用できます。

新しい水稻用除草剤をぜひお試しください。



®はクミアイ化学工業(株)の登録商標

- 使用前にはラベルをよく読んでください。
- ラベルの記載以外には使用しないでください。
- 本剤は小児の手の届く所には置かないでください。
- 防除日誌を記載しましょう。

JAグループ
農協 | 全農 | 経済連

自然に学び 自然を守る
クミアイ化学工業株式会社
本社:東京都台東区池之端1-4-26 〒110-8782 TEL:03-3822-5036
ホームページ: <https://www.kumiai-chem.co.jp>



イネリーグ

イネを守る実績の3成分、
イネリーグ®の除草が
頼もしい!

水稻用初・中期一発処理除草剤「イネリーグ」

- | | |
|---|---|
| 1 3成分で高い除草効果 | 5 特殊雑草に対する高い除草効果(クサネム・イボクサ) |
| 2 広い散布適期幅 1キロ粒剤(田植同時~ノビエ3葉期)、フロアブル・ジャンボ®(移植直後~ノビエ3葉期) | 6 水稻に対する高い安全性(田植同時散布可能:1キロ粒剤) |
| 3 ノビエへの高い除草効果(殺草効果・残効性) | 7 直播水稻に使用可能 1キロ粒剤(イネ1葉期~ノビエ2.5葉期)、フロアブル・ジャンボ®(イネ1葉期~ノビエ3葉期) |
| 4 SU抵抗性雑草に対する高い除草効果(ホタルイ・コナギ・アゼナ等) | 8 無人航空機による処理可能(1キロ粒剤・フロアブル) |

●使用前にはラベルをよく読んで下さい。●ラベルの記載以外には使用しないで下さい。●本剤は小児の手の届く所には置かないで下さい。
®イネリーグはバイエルグループの登録商標 (R)ジャンボは(公財)日本植物調節剤研究協会の登録商標

バイエル クロップサイエンス株式会社

東京都千代田区丸の内1-6-5 〒100-8262 <https://cropsience.bayer.jp/>

お客様相談室 ☎0120-575-078 9:00~12:00,13:00~17:00
土日祝日および会社休日を除く



雑草防除の省力化と除草剤の使用量削減（その2）

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 専務理事

高橋 宏和

2023年の干支は卯。卯年は飛躍が期待される年といわれています。希望のある新しい景色の見える年であることを祈念いたします。

昨年に続き雑草防除の省力化と使用量削減についてももう少し触れたいと思います。水稲用除草剤を水稲生育初期、中期、後期に使用して効率的に防除する防除体系が全盛であったのが1975年で、手取り除草時代の10アール当たり除草労働時間50.6時間を8.4時間まで減らすことができました。さらなる除草剤の合理的使用方法を検討し、使用量を必要最低限にとどめる方策すなわち一回の使用で除草を完結することを目標とした「一発処理剤」の普及が始まったのが1982年であり、普及拡大に伴い、現在の除草労働時間は1.4時間まで減少しています。

その間の水稲用除草剤の出荷量、使用量については、当協会調査データによると、出荷量を基に算出した有効成分の推定使用量は1970年で約14,600トンでしたが、2000年になると約3,600トン、2020年には約2,660トンと1970年比で18%にまで減少しています。これは主に低成分活性物質の開発とそれらを利用した一発処理剤の普及拡大による除草剤使用回数の削減によるものです。水稲用除草剤の出荷量についても1989年には10.7万トンだったものが2022年には2.2万トンに減少しています。これは水稲用除草剤の新たな剤型の開発と普及によるもので、1992年以前は10アール当たり3kgを散布する粒剤が主体でありましたが、1992年以降は1kg粒剤（1kg/10アール散布）に置き換わっていったことによります。さらに画期的省力散布が可能となったジャンボ剤（10アール500g以下）やフロアブル剤（500mL以下）が開発普及されるなど省力化と並行して出荷量も削減されてきました。当協会小林元会長がジャンボ剤の拡散の様子とその効果を見て「ジャンボ剤は化学製品であっても精巧なロボットそのものである」と驚いていたのを思い出します。

水稲用除草剤の出荷量は2000年以降暫時減少状態となっており、剤型ごとの普及割合をみると地域や場面によって上手に使い分けられている状況が伺えますが、農業従事者の高齢化や散布の省力化に注目する次世代の方などを背景にジャンボ剤など省力散布できる剤の割合が少しずつ増えていま

す。今後さらに雑草防除の省力化をはかり除草剤使用量を減らす、すなわち必要最低限な除草剤使用による防除を可能とするためには、水田での適正水管理の徹底とそのための圃場・畦畔整備とともに、防除困難な雑草を減らすことを徹底し、低いレベルの雑草発生量に抑えておくこと、そのうえで圃場に発生する雑草種や発生量に応じて適切に防除技術・除草剤を選択することが重要であると考えます。

一方、水田耕作面積の約5.5%、中山間地では10%以上に相当する畦畔では、雑草管理は刈り取りに負うところが多く、なかなか省力化が進んでいません。このことが水田農業における経営規模の拡大を阻害する要因にもなっているようです。昨年、畦畔管理の状況についてアンケート調査を行ったところ、25年前に比べ、刈り取りに除草剤使用を組み入れた管理が増えている傾向が伺えます。道路のり面、中央分離帯など緑地管理場面においても刈り取り管理に除草剤管理を加えて省力化、管理コスト低減が図られています。このように畦畔や緑地管理場面では今後除草剤使用が拡大していくと思われますが、これらは土壌流出防止などの観点から裸地管理ではなく植生を維持しつつ管理労力の低減が求められる分野です。そのためにも植物を枯らすことなく草丈の伸長を長期間抑制する「抑草剤」の利活用が図られると考えます。また、この分野は景観維持、管理の省力化を目的にノシバなどカバープランツの導入が図られています。例えばノシバを張った後、定着までおよび定着後の雑草管理を行う必要があり、うまくいかないと2～3年後にはノシバが見当たらないような残念な状況となってしまいます。手取り除草、刈り取りだけで良いのか、除草剤や抑草剤を組み合わせたほうが良いのかは立地条件や発生する雑草種、どのくらい手間と労力をかけられるかによると考えます。

近年は自動刈り取りする除草ロボットが開発されており刈り取り労力の軽減に期待がもたれていますが、ある種の問題雑草に対しては除草剤で徹底防除した後で刈り取り管理に移すほうが効率的である場面もあります。薬剤による防除、刈り取り防除、あるいはその組み合わせなど、現場の管理目的、植生に応じた手段が選択できるよう、多様な手段をそろえていくことが重要と考えます。

小型除草ロボットの開発状況と課題 ー水田用及び畑用ロボットの開発状況などー

農研機構農業機械研究部門
無人化農作業研究領域
吉田 隆延

はじめに

農林水産省は、令和3年5月12日「みどりの食料システム戦略」を策定、公表した（農林水産省 2021a）。さらに、これに伴い令和4年7月1日「みどりの食料システム法」が施行された。本戦略では具体的な達成目標値として、①農林水産業のCO2ゼロエミッション化の実現（温室効果ガス削減）、②化学農薬の使用量（リスク換算）を50%低減、③輸入原料や化石燃料を原料とした化学肥料の使用量を30%低減、④耕地面積に占める有機農業の取組面積の割合を25%（100万ha）に拡大（現状は0.5%、2018年）などを掲げており、「食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現する」と公表している。一方、日本の農業生産現場では、農林水産省「2020年農林業センサス」（農林水産省 2021b）によれば、

2020年の基幹農業従事者数は136万人、平均年齢67.8歳である。同じく農林水産省「2010年世界農林業センサス」（農林水産省 2011）の2010年の基幹農業従事者数205万人、平均年齢66.2歳と比較しても、農業従事者の大幅な減少と高齢化が進んでいるのが現状であり、農業の担い手の更なる減少と労働力不足等が重要な課題となっている。

上記の生産現場が抱える高齢化、労働力不足の問題と、「みどりの食料システム戦略」が掲げる化学農薬50%削減、有機農業の取組面積を25%に拡大という目標を達成するためには、栽培管理に係る作業、特に除草作業の省力化は解決すべき重要な問題である。本稿では主に、現在、除草作業の省力化を目指して、農研機構農業機械研究部門で研究開発を進めている水田及び畑用小型除草ロボットについて紹介する。

1. 日本の化学農薬使用量と有機農業取組面積の現状

農研機構 NARO 戦略開発センターが、農業工業会の「農業年度出荷実績」を基に作成した日本の農薬の種類別出荷量の推移と2020年出荷量を図-1、図-2に示す。2005年から20年までの5年毎の農薬出荷量の推移より、野菜・畑作の殺虫剤と水稻の殺虫殺菌混合剤は、近年面積当たりの使用量が減少している傾向が確認できる。また、水稻における除草剤の使用量は、作付面積の減少により減少している。一方、野菜における殺菌剤の使用量は横ばい状態が続いている。また、野菜・畑作における殺虫剤と殺菌剤の出荷量は、各々全出荷量の65%と68%を占め、割合が高い。また、水稻における殺虫殺菌混合剤と除草剤の出荷量は、各々前出荷量の85%と65%を占める。このデータより、「みどりの食料システ



図-1 農薬の種類別出荷量の推移

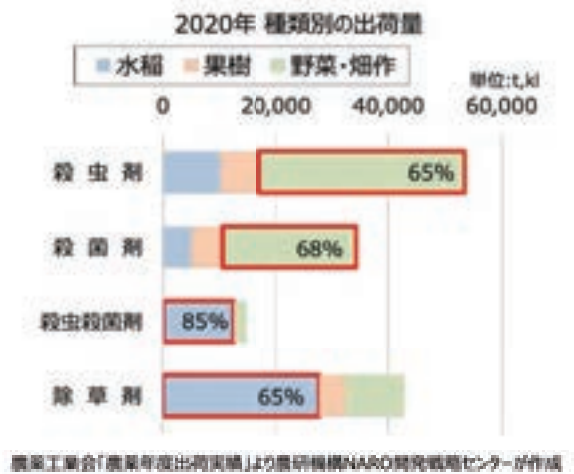


図-2 2020年の農薬の種類別出荷量



図-3 水田ほ場を自律走行する水田用小型除草ロボット

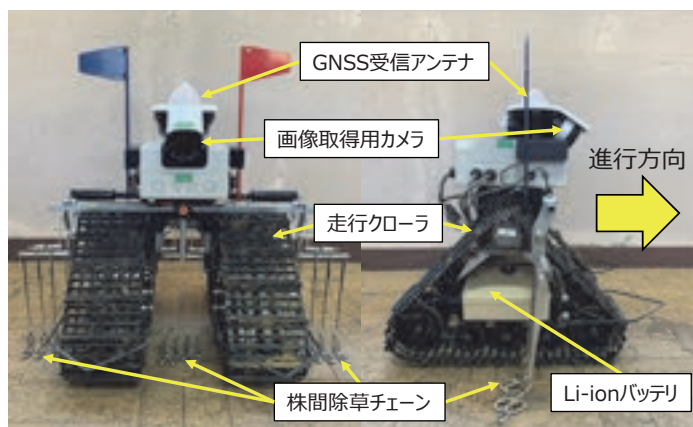


図-4 水田用小型除草ロボットの構成

ム戦略」の目標値である「化学農業の使用量（リスク換算）を50%低減」を達成するためには、野菜・畑作における殺虫剤及び殺菌剤の使用量と水稲における除草剤の使用量を削減することが重要な課題と考えられる。

日本における有機農業の取組面積は、2009年から2018年までの間に45%増加し、そのうち有機JASを取得している農地は20%増加しているが、有機農業取組面積の総面積は耕地面積の僅か0.5%（237,000ha（2018年））である（農林水産省 2021a）。有機農業の取組面積を25%まで拡大するためには、水稲の有機農業取組面積を拡大する必要がある、そのためには除草剤を使用しない雑草防除技術の開発が必要不可欠である。また、野菜における有機栽培でも、除草剤を使わないため除草作業に関する作業時間が長く、有機農業に取り組んでいる生産者の多くが重労働な管理作業として除草作業をあげている。水田及び畑作ともに有機栽培を行うためには、除草作

業の省力化が重要な課題である。

2. 水田用小型除草ロボットの開発

現在、農研機構では、みのる産業（株）、（株）NTT ドコモ、島根県農業技術センターと共同で水田用小型除草ロボットを開発中である（図-3）。本ロボットは、みのる産業が開発中の水田用小型除草ロボット（愛称：アイガモロボット）（飯田 2021）をベースに、棚田等の不定形な水田ほ場における自律走行を可能にするため、カメラによる取得画像を利用した自律走行 AI システムと、ネットワーク RTK-GNSS による位置情報を組み合わせた走行システムを利用している。

(1) ロボットの構成と自律走行

本ロボットは、画像取得用のカメラ、走行クローラ、DC モータ、モータドライバ、Li-ion バッテリ、走行制御を行う ECU、自律走行 AI システム、

GPS 受信アンテナ、リモコン等で構成される（図-4）。カメラで取得した画像を基に、自律走行 AI システムによりイネ苗列を自動認識し、走行方向を自動で判断する。この自律走行 AI システムの情報から、モータドライバを介して走行モータを随時制御しながらイネ列を踏まないように自律走行を行う。イネ列の終端認識と停止は、現在画像から AI システムを介して行う終端認識と、ネットワーク RTK-GNSS を利用する位置情報を基にした終端認識の2つの方法で行っている。現状では、画像と AI システムによる終端認識と比較して、位置情報による終端認識の方がより精度が高い。自律旋回は、イネ列終端を認識後に停止、IMU（慣性計測装置）のジャイロセンサによりイネ列終端認識の直前の進行方向の情報を基に90度旋回、次に走行予定のイネ列まで移動（移動距離は変更可能）、停止後にさらに90度旋回して走行予定のイネ列までゆっくり移動、イネ列を自動認識してイネ列追従走行を行う。終端認識してから次に走行予定のイネ列までの旋回は、右右→左左→右右または左左→右右→左左を繰り返してほ場全体の自律走行を繰り返す。自律走行 AI システムを利用した自律走行性能については、現状ではイネ列追従率は欠株等がなければ、ほぼ100%を達成している。さらに、自律旋回成功率はほ場の土壌硬度に大きく左右されるが、現在約80～100%である。また、本ロボットはリモコンによる手動操作も可能な仕様となっている。

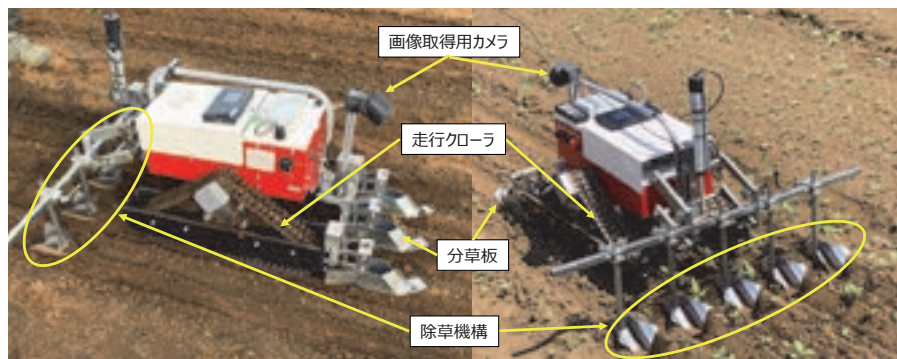


図-5 畑用小型除草ロボットの構成



図-6 畑用小型除草ロボットの自律走行 AI システム

(2) 除草方法及び作業能率など

本ロボットの除草方法は、イネ活着後（移植後約3日くらい）から、週2回（約3日に一度）程度の間隔で8回程度走行することで除草効果が得られる。除草は、条間は走行クローラ、株間は除草チェーンにより行う。本ロボットの作業能率は、10a/h程度で1回の充電で30a以上の除草作業が可能である。株間用の除草チェーンは、

ほ場条件に合わせて脱着ができる仕様である。本ロボットを利用した実証試験では、除草剤を利用する慣行栽培と比較して、8～9割程度の収量が確保できることが明らかとなっている。

3. 畑用小型除草ロボットの開発

農研機構では、みのる産業（株）、（株）NTTドコモ、群馬県農業技術センター、

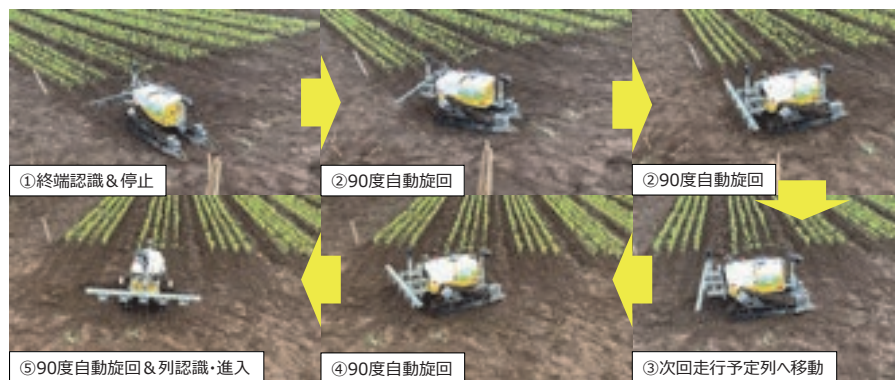


図-7 畑用小型除草ロボットの自律旋回の様子

鹿児島県農業開発総合センターと共同で畑用小型除草ロボットを現在開発中である。本ロボットは、カメラによる取得画像を利用した自律走行 AI システムによりほ場内を自律走行しながら、後部に装着した除草機構により自動で除草するロボットである。

(1) ロボットの構成と自律走行

本ロボットは、画像取得用のカメラ、走行クローラ、DC モータ、モータドライバ、Li-ion バッテリ、走行制御を行う ECU、自律走行 AI システム、除草機構、分草板、リモコン等で構成される（図-5）。自律走行 AI システムは、水田用小型除草ロボットとほぼ同じ仕様となっており、カメラで取得した画像を基に自律走行 AI システムにより作物列を自動認識し、走行方向を自動で判断する（図-6）。この自律走行 AI システムからの情報を基に、モータドライバを介して走行モータを随時制御しながら作物を踏まないように自律走行を行う。また、終端認識も画像からの情報を基に制御されており、一定距離間（認識距離は変更可能）に作物列が確認できないと終端と認識して停止し、自動旋回を開始する。自動旋回は水田用小型除草ロボットと同様に、作物列終端を認識後に停止、IMU（慣性計測装置）のジャイロセンサにより作物列終端認識の直前の進行方向の情報を基に 90 度旋回、次に走行予定の作物列まで移動（設定移動距離は変更可能）、停止後にさらに 90 度旋回して走行予定の作物列までゆっくり移動、

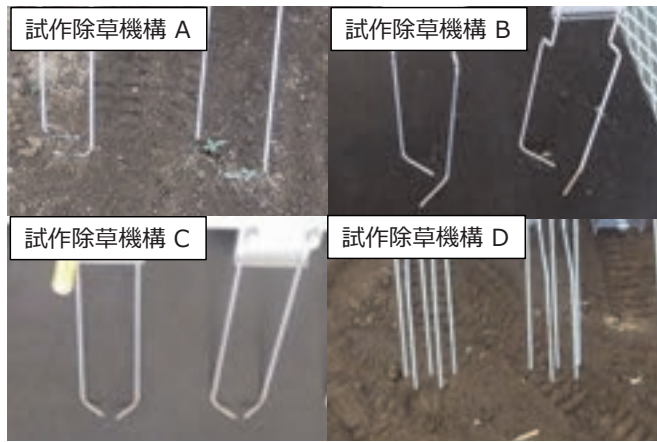


図-8 試作した畑用小型除草ロボットの各種除草機構

作物列を自動認識して作物列に侵入、自律追従走行を開始する（図-7）。終端認識してから次に走行予定の作物列までの巡回順序は、水田用小型除草ロボットと同様に右（左）→左（右）→右（左）を繰り返して、ほ場全体を自律走行する。本ロボットの作物列追従率は、作物苗の大きさに左右されるが、作物列が目視で十分確認できればほぼ 100%に近い結果が得られている。一方、自律巡回成功率は、土壌硬度等のほ場条件にも左右されるが、現状では 66%～80%程度である。今後はさらに自律巡回成功率を向上させる必要がある。そのためには、自律走行システムの性能向上とともに、巡回を可能にするほ場条件等の栽培体系を明らかにする必要がある。また、本ロボットもリモコンによる手動操作が可能仕様となっている。

(2) 除草機構及び作業能率など

現在までに、数種類の除草機構を試作し、除草試験を行って除草効果を検討してきた。その一例を図-8に示す。除草機構については、主に除草機構のレーキ部分の形状等について検討を行い、除草効果試験を行ってきた。図-8の各種除草機構の除草効果試験（対象作物ホウレンソウ）の結果では、試作除草機構 A、B、C、D の除草率

は各 77.9%，79.4%，79%，70%であった。除草機構については、レーキの形状の差異や作業深度などにより除草効果が異なり、さらなる除草効果の向上を目指して現在も研究開発中である。また、作物の種類によって除草機構を変更することも検討しており、実用化の際には栽培する作物に合わせて除草機構を変更できる仕様を想定している。本ロボットの作業能率は 3a/h 程度、1 回の充電での稼働可能時間は 3～4 時間程度である。

おわりに

本稿で紹介した水田用小型除草ロボット及び畑用小型除草ロボットについては、現在、実用化を目指して研究開発中である。本ロボットについては、「みどりの食料システム戦略」が策定、公表される以前より既に研究開発を進めていた経緯がある。農研機構では、これまでも環境保全型農業に寄与する機械や技術の開発を行ってきた。当研究部門でも、有機農業に役立つ高精度水田除草機や高能率水田除草機を農機メーカーと共同開発して実用化しており、これらの水田除草機は現在、生産現場に普及している。本除草ロボットの研究開発も、これらの農研機構の研究方針の一環として行ってきた。今後

の日本の農業の現状と地球温暖化防止を含めた世界的な環境保護の潮流を鑑みて、これからの技術開発は「みどりの食料システム戦略」を考慮せざるを得ない。本戦略の目標達成のためには、関連研究機関及び農業生産現場との幅広い連携と共同研究がさらに重要になると考える。

謝辞

本稿で紹介した研究は、農研機構の農業機械技術クラスター（2018～2022 年度）及び農林水産省委託プロジェクト「国際競争力強化技術開発プロジェクト」のうち「AI を活用したスマート除草システムの開発」（2021～2023 年度）により実施されたものである。

最後に、本稿で紹介した小型除草ロボットの研究開発において、共同研究に参加していただいている、みのる産業（株）、（株）NTT ドコモ、島根県農業技術センター、群馬県農業技術センター、鹿児島県農業開発総合センターの関係者の皆様に心より厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 農林水産省 2011. 2010 世界農林業センサス. <https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/2010/houkokusyo.html>
- 農林水産省 2021a. みどりの食料システム戦略. <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/>
- 農林水産省 2021b. 2020 農林業センサス. <https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/2020>
- 飯田一博 2021. 自動で水田雑草を除草するアイガモロボットの開発. 農業食料工学会 83(6), 437-442.

畑地用ロボット除草機の海外における開発状況

秋田県立大学
アグリイノベーション教育研究センター
保田 謙太郎

はじめに

ロボット除草機は、圃場内を自動で走行し、何らかの手段で雑草を自動で除草する農業機械である。畑地用、水田用、畦畔用などの用途にあわせて様々なロボット除草機がある。著者は、圃場内を自動で走行する機能を有するものを第1世代型とし、自動走行に加えて作物と雑草とを識別し、雑草だけを狙って除草する機能を有するものを第2世代型とした（保田 2018）。畑地用のロボット除草機は、ドイツやフランス、オーストラリアなどの農業先進国で開発が進められていることもあり（表-1）、すべて第2世代型である（保田ら 2020）。各国の研究者が独自に開発

を進めているが、自動化や機体の特徴に類似点は多い。本稿では、第2世代型の畑地用ロボット除草機の除草方法や自動走行の方法、機体の特徴について解説する。

1. 自動での除草方法

畑地用ロボット除草機で採用されている除草手段は、化学的防除と物理的防除の2種類である。化学的防除は、非選択性除草剤の雑草へのスポット散布であり、物理的防除はレーキやホーなどの機具の利用やマイクロウエーブの照射である。化学的防除と物理的防除では除草手段として大きく異なるが、自動化の機構は似ている。基本的な機構は、①カメラによって作物と雑草を撮影する（図-1）。②撮影した画

像を解析し、作物と雑草を識別する。③雑草であると識別したものを除草するのである。この①→②→③の行程のくり返しである。

それぞれの行程を見ていくと、①の撮影では機体下部に取り付けられたカメラを利用する。地面に対して垂直方向に撮影するので、作物および雑草の画像は真上からの構図となる（図-2）。また、太陽光は機体によって遮られることになるが、各機体ともLEDなどの照明によって明るさを確保して撮影する。照明装置を機体に内蔵する必要があるが、光の強さを一定にでき、夜間でも運用できる利点がある。

②の解析では画像処理プログラムが活用される。画像処理プログラムには各機体とも独自のプログラムを採用している。雑草の検出精度は高く、ecorobotic社（スイス）で開発されているAVOでは85%以上の精度で条間および畦間にある雑草を特定できる。また、クイーンズランド大学（オーストラリア）で開発されているAgBot IIでは90%以上の正確性で

表-1 畑地用ロボット除草機の名称と除草方法

機体名称	除草方法	開発母体	国
Deepfield Weeding Robot*	物理的防除	Deepfield Robotics (Bosch)	ドイツ
AVO	化学的防除	ecorobotix	スイス
DINO	物理的防除	NAÏO TECHNOLOGIES	フランス
Kilter AX-1**	化学的防除	Kilter	ノルウェー
AgBot II	両方***	クイーンズランド大学	オーストラリア
RIPPA	化学的防除	シドニー大学	オーストラリア

*先に発表されたBoniRobから機体サイズや除草方法を大きく変更。

**ASTERIXから改名された。AXはASTERIXの略。機体の形状は変わらず。

***除草剤による化学的防除およびマイクロ波やホーを用いた物理的防除に対応

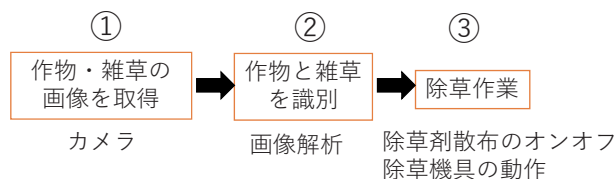


図-1 畑地用ロボット除草機での自動除草の行程
①②③の行程を高速でくり返す。

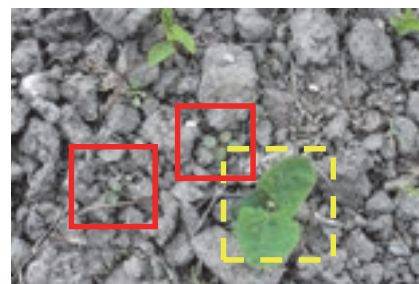


図-2 カメラによる画像の取得と作物・雑草の識別

垂直方向からの撮影によって画像を取得する。さらに、画像解析によってダイズ（点線四角、黄色）と雑草（実線四角、赤色）というように作物と雑草を識別する。

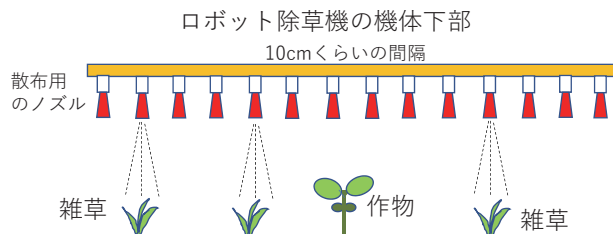


図-3 畑地用ロボット除草機の除草剤散布のイメージ図
機体下部に複数のノズルが進行方向に対して直角に配置される。対応するノズルより非選択性除草剤が雑草にピンポイントで噴射される。

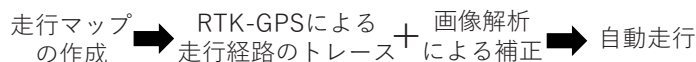


図-4 畑地用ロボット除草機での自動走行の方法

作物と雑草の種類を見分けられると報告されている。プログラムの開発にはニューラルネットワークといったAI技術が活用されており、今後も性能が上がっていくと考えられる。

③の除草では化学的防除と物理的防除について説明する。化学的防除では雑草に対して、除草剤が散布されるように噴射のオンオフが行われる。例えば、AVOでは除草剤散布用のノズルが機体下部に10cmくらいの間隔で進行方向に対して直角に位置されている(図-3)。認識された雑草に対応したノズルより除草剤がピンポイントで噴射される。さらに、Kilter社(ノルウェー)で開発されているKilter AX-1では散布方法に工夫がある。除草剤を噴射するのではなく、滴下するのである。Drop-on-Demand (DoD) systemと名付けられている(Utstun *et al.* 2018)。このDoDシステムの利点は、作物や土壌に除草剤が飛び散らない(ドリフトしない)点とわずかな量の除草剤で雑草を枯らすことができる点である。除草剤の使用量を全面散布に比べて5%に削減できることが報告されている。一方で、物理的防除では認識された雑草に対してホーやハロー、チゼルなどの除草機具が接触するように上下、左右に動作させる。NAÏO TECHNOLOGIES(フランス)で開発されているDINOでは使用状況に応じて除草機具(ホーとハロー)を取り替えられる。①と②の行程は、化学的防除と物理的防除で同じであ

り、③の行程も車速と雑草の位置から「噴射のオンオフ」と「除草機具の動作」のタイミングを計算して動かしており、機械的には似ているといえる。AgBot IIではその似ている特徴を生かして、除草ユニットを交換することによって化学的防除および物理的防除のどちらにも対応できるようになっている。

2. 自動走行の方法

畑地用ロボット除草機の一般的な自動走行の方法は、事前に設定した走行ルートをRTK-GPSを用いてトレースし、さらに、カメラ画像によって作物やその条を検出して走行を補正する方法である(図-4)。この方法では走行マップを事前に作成する必要がある。しかし、車の自動走行とは異なり、ロボット除草機の走行場所は圃場であり、多くても10筆程度であり、数は限られる。そして、走行マップを事前

に設定しておけばルートの逸脱などの事故防止ができる利点があり、採用していると考えられる。また、自動走行にはRTK-GPSだけでなく、カメラ画像による補正も加わる。RTK-GPSは高精度であるが、数cmの誤差は生じることになる。わずかな数cmの誤差であっても、条間が狭い場合には車輪によって作物を踏みつける可能性がある。このような事態を回避するためカメラ画像によって作物の位置および条を把握して補正しているのである。ちなみに格納庫から圃場への移動や圃場間の移動については、自動走行は確立されておらず、トラクターでの牽引や運搬である。

3. 機体の特徴と1日あたりの除草面積

機体の外観は、機体下部に画像取得用のカメラや除草機具を装着し、ま

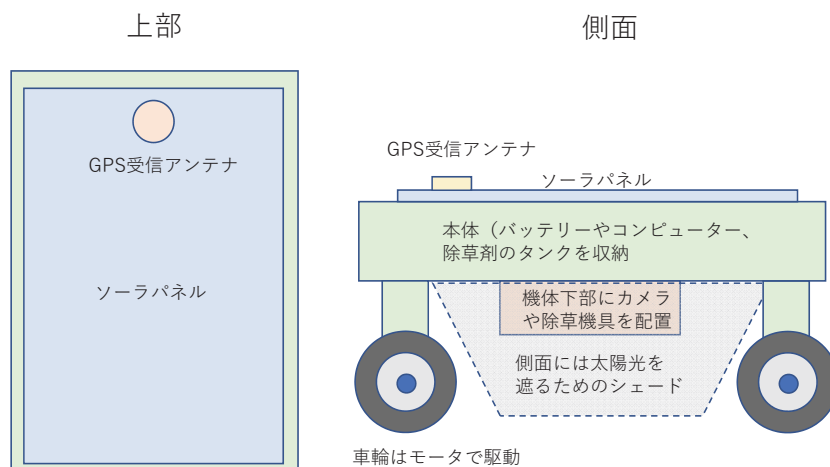


図-5 畑地用ロボット除草機のイメージ図

た、作業者が乗る場所を設けていないこともあり、似ており、イメージ図の様な形状である（図-5）。機体形状は、乗用車を縦方向に短く、横幅を長くしたような感じであり、重さはそれよりは軽い。例えば AVO では $3.75 \times 2.45 \times 1.3\text{m}$ （縦横高）であり、重量は 750kg である。動力は電気エネルギーであり、バッテリーが内蔵されている。充電は、バッテリーの交換や内蔵の発電機による発電、上部に付けられたソーラーパネルによる発電である。機体上部が空いていることもあり、上部にソーラーパネルを装着した機体は多い。走行手段はタイヤである。畑地での走行性はクローラタイプの方が高いと考えられるが、旋回性の高さやメンテナンスの簡便性などからタイヤが選択されていると考えられる。タイヤはモータで駆動し、四輪駆動や四輪操舵である場合が多い。

化学的防除を採用する AVO では 1 時間あたりの除草面積は 0.6ha であり、1 日では 5ha である。また、物

理的防除を採用する DINO でも除草面積は 1 日あたり 5ha である。他の除草機についての情報はないが、AVO や DINO と同程度の機体サイズを有していることから考えれば、1 日あたり数ヘクタールの除草は可能であると考えられる。

おわりに

ここまで第 2 世代型の畑地用ロボット除草機の自動化や機体の特徴を見てきたが、残されている課題としては完全自動化の達成である。現時点では、格納庫から圃場への移動の自動化や除草剤の補充の自動化は達成されておらず、ソーラーパネルを活用したエネルギーの完全自給化も一部の機体で未達成である。このような点を除けば、ほぼ完成の域に達していると考えられる。また、1 台あたりの除草面積も数ヘクタール規模であり、十分に実用に耐えうる広さである。実際に商業化されている機体もある。ただし、急速な

普及拡大は起こっていない。機体の価格や除草以外には活用できないという特殊性がネックになっていると考えられる。化学的防除を採用したロボット除草機のアピールポイントは、除草剤のスポット散布による少量使用と不要な場所には散布しないことである。物理的防除を採用したロボット除草機のアピールポイントは有機農業で利用できることである。いずれも環境への配慮をアピールポイントとしている。このような価値がより認められてくれば、ヨーロッパやオーストラリアなどの農業先進国で普及が進んでいくことになると考えられる。

引用文献

- Utstumo, T. *et al.* 2018. Robotic in-row weed control in vegetables. *Computers and Electronics in Agriculture* 154, 36-45.
- 保田謙太郎 2018. 除草ロボットの開発. 山口裕文監修, 宮浦理恵, 松嶋賢一, 下野嘉子編集『雑草学入門』pp.212-222.
- 保田謙太郎ら 2020. 農業先進国での畑地用ロボット除草機の開発状況. 秋田県立大学ウェブジャーナル A8, 91-96.

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、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



図-5 市販機のフロート

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ター線とした。この素材はある程度の弾力性があるため、水稻苗を引っかけにくく、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

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。市販タイプはエスター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つたため、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、イヌホタレイ等である。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ー確認しながら除草作業が可能. 機械化農業 2015(10), 17-20

乗用型水田除草機の開発と市場展開

株式会社オーレック
開発部
鈴木 祥一

はじめに

(株)オーレックは福岡県八女郡に本社および生産工場、営業拠点を全国に9拠点、米国においても現地法人を置き、農業機械・緑地管理機械の開発、製造、販売を手掛けている。「明るい未来づくりに貢献する」という社是のもと小型自走草刈機(スパイダーモア、ウィングモア、ハンマーナイフモア等)や、乗用草刈機(ラビットモア)等を開発し国内外の市場に供給している。

当社は2017年より水田除草機WEEDMAN(ウィードマン)(図-1)の販売を開始しており、本機について除草の仕組み、使用方法、効果、市場展開について解説をする。

開発着手のきっかけは当社社長の「世の中に有機農産物を増やしたい」という強い思いからであった。2008年より筆者が開発を担当し、以降除草機構、機体の確立を目標に全国の生産者の協力を得ながら試作・テストを繰り返した。検討した試作機は合計約19機種、改良、変更なども含めるとそれ以上になる。毎年様々な機構の試作機を製作しながらテストを行い、筆



図-1 WEEDMAN(ウィードマン)

者が考えるほとんどの機構を試したと思っている。その間失敗の連続であったが、ユーザーが満足できる除草能力を目指し最終的に現在の機構にたどり着き、開発着手から約10年でようやく発売することができた。

1. 水田除草の課題

水田の除草において除草区間を2つに分けることができる。ひとつは稲と稲の間の「条間」、もうひとつは稲の根元付近の「株間」である(図-2)。

条間は稲が無いので除草は容易だが、株間は稲が存在するため条間と同様な除草は出来ず容易ではない。条間のみの除草でもよいのではないかとこの考えもあるだろうが、条間のみの場合除草区間は5~6割程度となり、残りの部分は草が発生する。雑草は株間のみ発生していても養分を吸収、繁茂し稲の成長を阻害する。したがってこの株間の除草をいかに実現するかが水田除草機において極めて重要な課題と

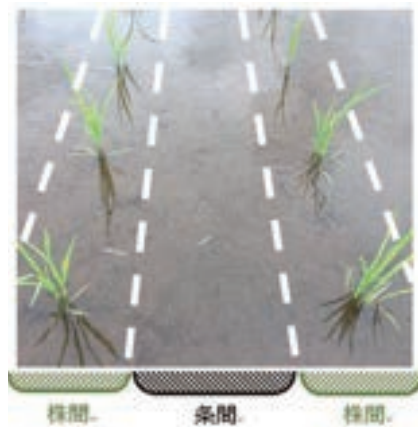


図-2 条間・株間の区分

なる。

2. 除草の仕組み

(1) 株間除草の仕組み

WEEDMANは「稲を残したままに雑草だけを取り除く」ことが可能な「回転レーキ」機構を搭載している。これにより稲を抜くことなく除草できる。その仕組みについて説明する。

回転レーキは土中の稲の根の深さより浅い層で棒(レーキ)を回転させることで雑草の根を引っ掛け除草する(図-3)。水稻の栽培初期で問題になる雑草(ヒエ、コナギ、ホタルイなど)の多くは表面近くの土中で発芽する。一方、稲は田植えによりそれより深い層に根がある。回転レーキはこの雑草と稲の根の深さの違いを利用した除草の仕組みである。一見稲も抜いてしまいそうであるが、この棒(レーキ)の深さをコントロール出来れば稲が抜けることを防ぐことが出来る。よってこの深さのコントロールが回転レーキにおいて重要であり、浅過ぎれば雑草



図-3 株間除草部(回転レーキ)

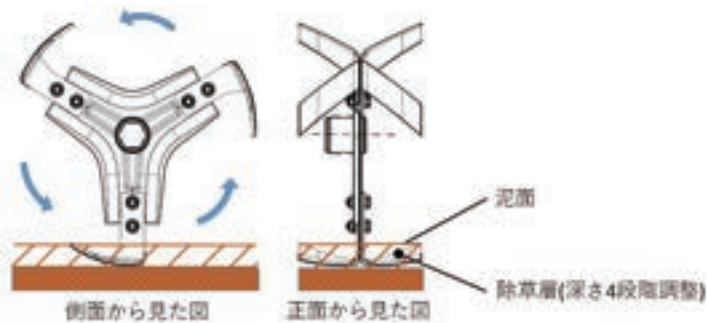


図-4 条間除草部(条間ローター)

が除去出来ず、また深過ぎれば稲の根を損傷する、あるいは抜いてしまう。そのためこの繊細な深さ調節は電子制御を利用しコントロールしている。当初の試作はコントロールケーブル(ワイヤー)を使用し、油圧バルブをコントロールするアナログ式を採用していたが、追従が追いつかずコントロールが難しかった。また、任意の深さにするための調整機構もシビアになり使い勝手が良くなかった。電子制御を採用することで追従性も良くダイヤルで容易に深さ調整を行うことが出来るため、精度と使い勝手が飛躍的に向上した。

回転レーキは車速の変動に合わせて回転速度も調整される。車速の上昇に合わせて回転レーキの回転速度も上昇する。したがって車速が変化しても稲に対して一定の負荷で作業ができる。稲の成長段階で回転レーキに耐えうる回転速度は異なり、3日時期が異なるだけでも最適な設定が変わる場合がある。また、回転レーキの回転速度が速いほど除草効果は高いが稲のダメージも大きくなるため、成長段階に合わせた設定が重要である。その設定の如何によって最終的には収量を左右することとなる。

(2) 条間除草の仕組み

条間の除草は鉄製の刃を回転させ除草する「条間ローター」を採用している(図-4)。耕耘とは異なり表土数センチを削ぐことで除草する(深さは0・

15・30・50mmより選択可能)。昔から水田除草で用いられてきたいわゆる「回転式のガン爪」とは異なる。ガン爪は条間の草を攪拌し埋める、または浮かすなどで除草するものであり、基本的に人力で押して作業することを前提としているのではないかと考えており、いかに少ない労力(押す際の抵抗)で除草効果を上げるかということに関して良く考えられたものと思う。しかし WEEDMAN での条間除草の場合は動力を使用し回転させるため、発想の切り替えが必要ではないかと考えた。条間は稲が無いためどのような形状でも除草が可能であり、且つ実際の圃場では雑草が繁茂している圃場もありより強力な除草方式が必要と考え、行き着いた結果が本機に搭載した水田除草用の刃である。表土数センチを均一に削ることで最低限の負荷でやや大きな雑草でも根を切り泥ごと攪拌しほぼ確実に除草することが可能である。この機構で雑草はどのように除去されるかという作業時の水位によって違いがある。

水位が高い場合は、雑草の根が泥から剥がされ、水面に浮かぶ。逆に水位が低くごく浅い状態(いわゆるヒタヒタ状態)の場合では雑草が泥の中に混ざ込まれる。雑草を泥に混ぜ込んだ場合、土中の雑草の再成長が心配されたが、ほぼ成長することは無く除草効果が高いことが確認された。

しかし、あまりにも草丈が長い雑草が

密集し繁茂している場合は、除草は出来るものの条間ローターに雑草が巻き付き周囲のカバー部が破損する可能性があるため注意が必要である。また、畔から伸びるほふく性の雑草(イボクサ、アシカキ、キシウスズメノヒエなど)も条間ローターに巻き付き可能性があるため注意が必要である。多い場合は事前に除去するなど対策が必要になる。

3. 除草のタイミング

(1) 除草1回目のタイミング

除草1回目は除草2回目以降よりも重要である。なぜなら1回目で除去出来なかった雑草は2回目の除草時にはさらに成長し除去出来る割合が減るからである。

除草作業が可能な条件としては「回転レーキに稲が耐えられる」ことが挙げられる。すなわち「稲が活着している」ことが条件となる。稲が活着しており、設定(回転レーキの深さ、回転速度)が適正であれば稲が抜けることなく、除草が可能である。よって1回目の作業が稲の活着後となると田植後およそ1週間で作業可能な場合が多い。しかし、地域、天候、田植え時期により、作業時期の調整が必要である。例えば田植えが早く4月などの場合は、稲の活着も遅くなり田植後1週間では早過ぎることなどがある。

また、植物は基本的に萌芽よりも先に根が伸びる為雑草はなるべく小さいうちの方が除草効果は高い。回転レー

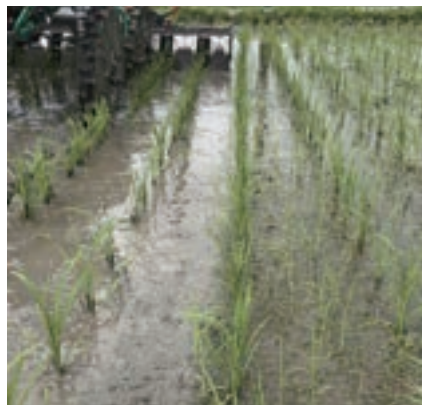


図-5 水位が低い状態での作業の様子（雑草が目視出来る）

キである程度の大きさの雑草も除去出来るがやはり、雑草が小さいうちに除草するということが基本である。稲と雑草の成長差が大きい状態が除草1回目の良いタイミングと言える。

(2) 除草2回目以降のタイミング

除草2回目の以降の作業可否判断の条件は稲がしっかり立っているかどうかである。よって極論を言えば、除草作業直後でも稲がしっかりしていれば再度除草が可能である。雑草があるようであれば可能な限り早めに2回目の除草作業を行う方が効果は高い。しかし、実際は作業面積の関係で各圃場の除草を一巡してから2回目の除草となるため、2回目の作業が1週間以上後となることが多い。作業1回目で雑草がよく除去出来ていれば2回目の作業まで余裕ができる。毎回の作業を丁寧に行うことが重要で、特に1回目の除草が重要である。

4. 除草時の水位

(1) 水位が低い場合（ヒタヒタ状態）

除草時の水位は可能な限り低くすることを推奨している。理由は雑草の様子を目視確認できるからである（図-5）。開発当初は水田には水があるため雑草を浮かし除草することばかりを



図-6 雑草が繁茂した圃場での作業風景

考えていたが、ある時水位の低い圃場（水位はほとんど無いが、泥は水分を含んだ状態）で作業することがあった。初めは稲の損傷を懸念していたが問題無く作業を行うことが出来た。しかも本来、水に浸かって目視出来ない雑草が目視可能になったことで、作業中に株間の除草具合を確認しながら作業深さ、回転レーキ回転速度の再調整を容易に行うことが出来る。除草作業時の「水が濁って株間の雑草が取れているかどうか分からない」という不安から解放された。水位が高い場合は作業時に水が濁り圃場全体の除草具合は、翌日以降水が澄んでからしか確認出来ず、場合によっては深さ調整などが適正でない状態で作業を継続し失敗する可能性がある。相手（雑草）を「見える化」することで失敗のリスクを軽減することが出来、作業者自身も不安無く、雑草が除去される様子を確認しながら作業を行える。個人的な感想であるが、特に雑草が多く繁茂している圃場ほど雑草が除去される様子がはっきり確認でき、除草能力を体感出来ると感じている（図-6）。

その他、ユーザーからは除草後1～2日後に入水すると、より除草効果が高いとの声もある。完全に除去出来ずに泥に浅く埋没した状態の雑草は泥が落ち着いてから（ある程度乾いてから）入水すると、そのまま泥が乗っ



図-7 水位が高い状態での作業後の様子（株間の雑草の除草具合が目視出来ない）

た状態で再成長出来ずに枯れるとの見解であり、作業直後に入水した場合は、浅く埋没した状態の雑草は覆い被さった泥が水に溶解再成長しやすい状態になるのではと推測される。今後このような除草における最適な水の管理法も確立させていきたい。

(2) 水位が高い場合

水位が高い状態（約5cm以上）で作業を行う際の一番の課題は、先述した泥を攪拌することにより水が濁り株間の除草が確実にできているかどうかが目視出来ないことである。条間ローターで除去した雑草のみ浮いている状況が往々にしてある。しかし水が豊富に使用出来ず、水位を低く出来ない状況も多い。その場合に推奨する使用法を二つ紹介する。

一つ目は作業中に降車し（必ずエンジンを停止させる必要がある）株元の泥をすくい株間の雑草が除去できているか、稲に損傷は無い（回転レーキの除草深さ、回転速度は適切か）を確認する方法である。確認作業の有無で、除草効果に大きな差が出てくる場合が多く、最終的に収量に影響する。雑草が浮いている状態でも株間の雑草が除去出来ているかどうかは確認が必要で、水面に浮く雑草の状況のみで判断するべきではない（図-7）。

二つ目は作業をしながら株間の作業

表-1 雑草量及び収量の実証試験結果

圃場	残草 生体重 (g/m ²)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏程度 (0-5)	精玄米重 (kg/10a)	千粒重 (g)	一穂粒数 (粒)	登熟歩合 (%)	整粒歩合 (%)
有機実証圃場	228	86.4	19.1	359	1.3	495	20.1	81	89.6	70.3
慣行圃場 (参考)	(未調査)	89.9	18.2	375	0	571	20.2	83	92.5	70.1

※残草調査：2020年6月29日

の様子を確認する方法である。水が澄んでいる状態であれば水中の回転レーキが泥を掻いている様子を目視することが出来る。株間の泥を攪拌している様子が確認でき、且つ稲が抜けていなければおよそ問題無いと判断して良い。また、回転レーキの深さは「作業深さ」のダイヤルで1メモリずつ(1メモリで約5mm変動する)深くしていき稲が倒れるひとつ手前の深さで設定する。また、同一圃場でも部分的に稲や泥の状態が異なる場合もあり、作業中においても「1メモリ深くする」「回転を速くする」などの微調整を行い稲が倒れるひとつ手前の設定であるかを確認することで、ムラの無い作業をすることが出来る。しかし繰り返しになるが、水深が高い圃場での作業は水が澄んでから結果が分かるため、この場合でも適宜設定が合っているか確認しながらの作業を推奨する。

水田は稲や雑草、泥等の状態が様々であるため、水田除草機においては「稲を極力損傷しない方法で、且つ意のままに素早く調整ができること」が重要であると考え。本機は設定次第で稲を抜いてしまうことにもなるが、設定次第でギリギリの除草条件を設定することが出来るともいえる。これが一番の特徴であり、本機は株間の回転レーキの深さ、回転速度共に手元の操作で簡単に調整することを可能としている。雑草は手強く、適切に対処しなければいとも簡単に繁茂し稲が負けてしまう。それを試作機での除草テストを通じて何年も経験した(実際

に負け続けた)。その積み重ねによりWEEDMANは雑草に勝つために考えられるすべての機能を搭載できたと自負している。

5. 除草データ

(1) 有機圃場での残草及び、収量調査

表-1は雑草量及び収量の実証試験データである。有機肥料を使用し、除草後米ぬか散布を計2回行っている。

移植5/21、除草1回目6/2、除草2回目6/12の計画で行い、結果は残草の生体重228g/m²、精玄米量495kg/10aとなった。テスト圃場隣りの同品種慣行栽培区では精玄米量571kg/10aであり、試験圃場の収量は慣行の約87%という結果である。また、直線作業部の除草による欠株率は1%以下で収量減少に影響を与えたとされる5%を下回った(滋賀県農政水産部食のブランド推進課2021発表より抜粋)。

(2) 収量比較検証

本実証は、紙マルチ栽培と比べWEEDMANを使用した圃場の収量が極端に下がったとの情報があったため、原因調査と改善のため検証を行ったものである(2019年福島県にて実施)。

収量が下がった前年の除草は計3回実施しており、3回目は田植1ヵ月後であった(田植5月末、6月中に除草3回)。除草機の設定は深めであった。これらの状況より、作業深さが深



図-8 図-8 除草1回目前の田面状態(田植後12日目)

く除草時にイネの根が損傷し収量減に繋がったとの仮説を立て、イネの根に極力影響がないような方法で実施することとした。

まず除草機の設定は浅めに設定、株間の深さは基本の1～2cm、条間の深さは15mmの深さとした。次に除草回数を前年より減らし2回とし、田植後約1ヵ月後の除草となる3回目の作業を無しとした(田植5/23、除草1回目6/4、2回目6/13)。

除草1回目(田植後12日目)の除草直前の雑草調査では、オモダカ(本葉展開)、コナギ(発生初期)、ホタルイ、ノビエであった(図-8)。水稻の活着は良好で、除草作業による根の損傷は見られなかった(図-9)。

除草2回目(田植後21日目)、除草作業前後で稲株を調査比較した結果、作業後に根の欠け(折れ)等は見られなかった(図-10)。この結果により1回目、2回目の除草ともイネの根の損傷が無いことが確認された(両作業共、株間回転レーキ深さ1～2cm付近、速度1～2、条間ローター深さ15mmで作業を実施)。



図-9 除去したオモダカ(右)と除草作業後の稲(左)



図-10 2回目の除草前後の稲の比較(田植後21日目)



図-11 根の様子(田植後28日目)

6月20日(田植後28日目)に雑草の発生状況(観察)とイネのうわ根(表層根)の状態を調査した。雑草対策は、2回の除草作業で十分な効果があったとみられる。うわ根の長さは平均17.4cm、最長20.5cmであった(図-11)。6月28日(田植後36日目)調査では、コナギの残草がわずかに見られるが、水稻の生育は良好な状態であった。うわ根の長さは平均24.0cm、

表-2 成熟期調査・実収

調査区	稈長(cm)	穂長(cm)	穂数(/株)	実収(kg/10a)
WEEDMAN	94.2	18.5	20.9	360
紙マルチ	99.7	18.8	21.0	360



図-12 根の様子(田植後36日目)



図-13 成熟期の様子 紙マルチ栽培区(右)とWEEDMAN 除草区(左)

最長28.5cmであった(図-12)。成熟期(10/4)調査ではWEEDMAN区と紙マルチ区の雑草対策の違いによる生育差はわずかで、最終的な実収は360kg/10aとなり紙マルチと同等であった(図-13、表-2)。こちらの生産者は収量を360kg/10aの目標で栽培されており目標を達成することが出来た。

これらの結果を踏まえると前年の収量減の要因として次の2点が考えられた。①回転レーキ、条間ローター共に深さの設定が深すぎた。②3回目の作業時期に①の設定(深め)で作業を行い、イネの根を損傷していた。

以上のことから、作業深さは深過ぎれば除草出来ないばかりでなく稲を損傷するため注意が必要と言える。また本検証では3回目の除草は未実施で

あるが、草の発生状態により3回目の作業が必要な場合もあることを補足する。

4. 市場展開

農林水産省「有機農業をめぐる事情 令和2年9月」によると①有機栽培や特別栽培等を行っている者が取組面積を縮小する際の理由は、「労力がかかる」が最大。②有機農業と慣行農業との経営比較では、有機農業は除草を含む作業時間が慣行農業より長く、時間あたりの所得は慣行より不利となっている。※同資料 令和元年8月版では「水稻の除草に掛かる10aあたりの除草に関わる労働時間は慣行農業は1.3時間、これに対し有機農業が7.0時間」という調査結果。③有機栽培の取組移行調査では慣行栽培従事者の55.1%が有機農業に「取り組みたい」又は「どちらかといえば取り組みたい」と回答している。

①～③をまとめると、多くの栽培従事者が有機栽培に対して「面積を増やしたい」又は「取り組みたい」が、除草の労力負担が大きく二の足を踏んでいる状況と言える。

水田除草機WEEDMAN(SJ800:8条タイプ)の作業時間は10aあたりおよそ20分、作業回数は2～3回程度である。仮に3回としても10aあたり合計1時間程度の作業時間となる(先に挙げた紙マルチとの収量比較調査では除草回数2回で紙マルチ栽培と同等の収量が得られている)。ま

た乗用型のため、身体への負担も少ない。以上のことから、WEEDMANは水稲における有機栽培の普及に貢献できると考えている。

令和2年時点における日本の有機農業の取組面積は全耕地面積の約0.6% (25,200ha) (農林水産省 令和4年7月より) となっており、対象となる水田除草機の市場規模はさらに限定的である。しかし、それは新しい技術で変えることができると考えている。新しい技術で生産者、消費者の選択肢が増えそれがお互いに望むものであれば徐々に普及していくと考える。

当社では有機・無農薬栽培、慣行栽

培問わず実演デモを行っている。ぜひお近くの農機販売店にお問い合わせ頂き、除草能力を実際にご確認頂きたい。

おわりに

現在、世界的にSDGsが掲げられ生産活動においてはサステナブルな方法への転換が急速に求められている状況である。農業においてはその一つが環境負荷の低減に寄与する有機農業である。今後、WEEDMANが有機農業拡大及び有機農産物普及の一助になれば幸いである。

最後に WEEDMAN は開発に協力

頂いた生産者の存在があつてこそ実現した除草機であるといえる。収量減等のリスクがありながらも惜しめない協力を頂いた全国各地の生産者の方々に感謝を申し上げる次第である。

引用文献

- 滋賀県 2021年3月「オーガニック近江米」の手引き
農林水産省 令和2年9月 有機農業をめぐる事情
農林水産省 令和元年8月 有機農業をめぐる事情
農林水産省 令和4年7月 有機農業をめぐる事情

田畑の草種

雀の帷子 (スズメノカタビラ)

日本の五大昔話の一つに「舌切り雀」がある。原型は宇治拾遺物語の「腰折れ雀」にあるとされているが、昔話としてはいくつものあらすじがあり、おおよそは次のような話である。

あるところにお爺さんとお婆さんが住んでいた。ある時、お爺さんはケガをした雀を家に連れて帰り看病する。元気になった雀は、ある日、お婆さんが作った大事な洗濯糊を食べてしまった。怒ったお婆さんは、お爺さんがいない間に雀の舌を切って家から追い出してしまう。

家に帰ってきたお爺さんは、家を追い出された雀を探し回り雀のお宿にたどり着く。お爺さんはそこで歓待を受け、帰りに大きな葛籠つづらか小さな葛籠か持ち帰るように言われて、年寄りだからと小さな葛籠を持ち帰る。家に帰って葛籠を開けると中には宝物が詰まっていた。

これを見てお婆さんも雀の宿に押しかけて、強引に大きな葛籠を持ち帰る。途中で開けてはダメだといわれながらもお婆さんは途中で葛籠を開けてしまうと、中には蛇や毒虫が入っていた。

このお話は、「欲張ったり無慈悲なことをしたりするもので

(公財)日本植物調節剤研究協会
兵庫試験地 須藤 健一

はない」との教訓みたいなものにつながっていくのだが、問題はそこではなくて、この時お婆さんが作っていた糊は、お爺さんや自分、そしておそらくこの雀のための新しい「帷子かたびら」を作るため、古着を洗い張りするための糊だった、ということである。だからお婆さんは怒ってしまった。

スズメノカタビラはイネ科イチゴツナギ属の一年草～越年草。全国の道端、畑、空き地などの人里に生育する代表的な草種。やや湿った所を好み、田植前の田んぼでは一面に出ることもある。背丈は5cm～30cm、株全体が黄緑色で柔らかい。葉は長さ4cm～10cmの線形で、先端が舟形になり尖る。これはイチゴツナギ属の特徴。花序は円錐花序で通年出穂するが、主に春から初夏に開花する。小穂は卵形、長さ3mm～5mm、ときに紫色を帯びる。葉鞘や護穎ひとえの縁が薄い透明な膜質で、重なり合ったところが単衣ひとえの着物の胸元を思わせるところから名づけられた。

悔い改めたお婆さんは、この雀のために改めて「スズメノカタビラ」を作ってやった、ということである。

植物の記憶 (3) 様々な記憶の形, そして忘却

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
技術顧問

與語 靖洋

映画『ジュラシックパーク』の中では、最新の科学技術を駆使することによって、今からおよそ6,600万年前、白亜紀終期に絶滅した恐竜を復活させた。また、現代の鳥が恐竜から進化したことはほぼ定説化しているものの、進化における同じ系統樹上に存在する生物の形態が何故このように大きく異なるのだろうか？ それは、同様の遺伝子を“記憶”しつつも、その表現形が異なるためである。「緒」No.8 (與語 2022a) とNo.9 (與語 2022b) では、植物における短期と長期の記憶やエピジェネティック・プライミングについて紹介した。今回は、記憶に関するその他の知見や忘却について概説する。

1. 動く記憶“トランスポゾン”

遺伝子発現のエピジェネティック制御の一つに細胞内を動き回るトランスポゾンがある (與語 2022c, d)。トランスポゾンには、核内のDNA塩基配列内に存在し、単純にゲノム上の別の位置に転移する“DNA型 (クラスII) トランスポゾン”と、そのものを元の位置に残したまま逆転写によって他の位置に転移する“RNA型 (クラスI) トランスポゾン”，いわゆる“レトロトランスポゾン”がある (伊藤 2013)。それぞれの型において、複数の種類と様々な転移メカニズムがあるものの、大まかに言えば、トランスポゾンは環境ストレス等によって活性化され、ゲノム内のある位置に挿入されると、新しい遺伝子として振舞ったりする。また、トランスポゾンは増殖したり、次世代まで保存されることもある。まさに記憶である。

一方、トランスポゾンは挿入部位の遺伝子を破壊する等、表現形質の変異原にもなるため、種を保存したい宿主植物はトランスポゾンの活性化を抑制する機能を有している。一つはトランスポゾンの遺伝子発現そのものを抑制するDNAメチル化やヒストン修飾等のエピジェネティック制御である。もう一つはトランスポゾンの転移をブロックする機能であり、ノンコーディングの小分子RNAの関与が示唆されている。分子生物学の論文でよく出てくるRNA指令型DNAメチル化機構 (RNA-directed DNA methylation; RdDM) もその一つである。RdDM

は植物で最初に見いだされたが、この機構によってトランスポゾンは世代を超えた転移ができなくなる。

2. セントラルドグマにおける一時記憶“転写調節因子”

“転写”は「DNAからRNAへの情報伝達であり、DNAを鋳型としてRNAポリメラーゼが相補的にRNAを合成する反応」であり、まさにセントラルドグマにおける複製に続くステップである (與語 2022d)。その反応はRNAポリメラーゼ以外にも以下に挙げた様々なものが複合的に関与して制御される。執筆にあたり関連資料を調べたものの、統一的な専門用語を見つけることができなかった。そのため、以下はあくまでも私なりにまとめたものである (図-1)。

・DNA配列：上流から以下の順で並んでおり、遺伝子情報がhnRNAに転写される。その後スプライシングされ、コンパクトなmRNAになる。

- ①エンハンサーまたはサイレンサー：遺伝子の転写量をそれぞれ増加または抑制させる作用を有する領域。エンハンサーには後述する転写調節因子であるアクティベーター、サイレンサーにはリプレッサーが結合して機能するが、結合する塩基配列は複数存在し、転写調節因子の種類や組み合わせの違いにより、遺伝子発現が多様に制御される。また、これらはプロモーターからの距離や位置、方向に関係なく働く。
- ②プロモーター：転写制御を担う領域。続く遺伝子領域をhnRNAに転写する。
- ③遺伝子領域：遺伝情報 (エクソン部分) が格納された場所。ここにはイントロン等、タンパク質合成に不要な配列も含まれている。

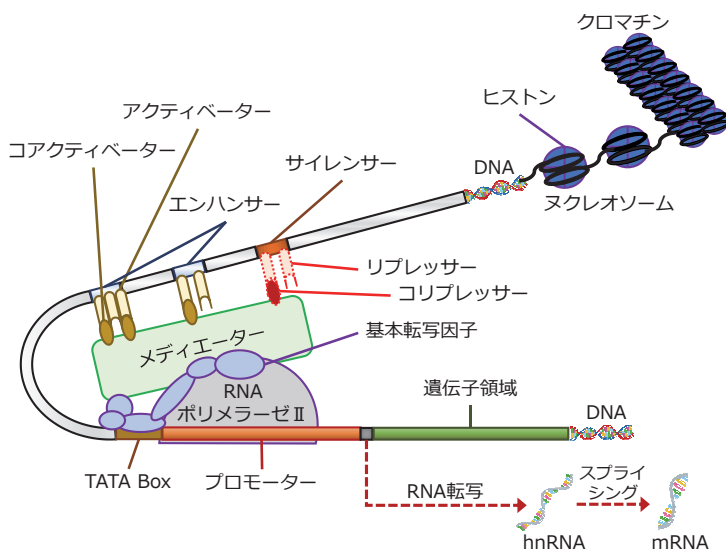


図-1 転写のメカニズム (DNA から mRNA へ)

・転写因子：RNAポリメラーゼの他に転写に必要なタンパク質。

▶ 基本転写因子：DNAのプロモーター上で、RNAポリメラーゼと転写開始前複合体を形成することにより転写を開始する。この因子は真核生物だけに存在する。

▶ 転写調節因子（転写制御因子）：DNAに結合し、転写を調節、すなわちスイッチをオン・オフするタンパク質。全ての生物に存在し、転写を促進する転写活性化因子（アクティベーター）と、抑える転写抑制因子（リプレッサー）がある。

・転写共役因子（コファクター）：コアクチベーターやコアプレッサー等。ヒストンのアセチル化やメチル化などを介したクロマチンの状態、つまり転写因子のDNAへの結合のしやすさを制御する。

・仲介因子（メディエーター）：DNAに直接的に結合しないものの、転写調節因子やRNAポリメラーゼ等を仲介して転写の促進または抑制に寄与するタンパク質複合体。

前述のように、全ての細胞には同じ遺伝情報が格納されている。一方、生物には様々な形態がある。植物では、根、茎、葉、花等であり、それぞれしかる時期にしかるべきところに形成され、個体が成長する。つまり、植物の部位や成長段階に伴って、転写調節因子等が格納された遺伝情報のうち必要なものを必要な時期に発現し、不要なものとは抑制することによって、それぞれの部位で記憶された特徴的な形態が形成される。

3. 環境ストレスに対する記憶

「緒」No.8において、細胞のエピジェネティックな記憶の一例として、日長に応答する気孔の開閉について紹介した。容易に想像できるように、この気孔開閉は環境ストレスとも関連が深い。

植物は乾燥ストレスに対して、アブシシン酸（ABA）を産生することで気孔を閉じる。つまり、植物は乾燥ストレスを受けるとABAを補足する内生的変化がカスケード的に起こり、転写因子がリン酸化されることにより、ABA応答性遺伝子の転写が活性化され、結果として気孔閉鎖等が起こる（Nguyen *et al.* 2022）。また、植物は乾燥ストレスを受けると、クロマチンの状態をエピジェネティックに記憶することによって、連続する乾燥条件にも耐えることができるだけでなく、次世代にその記憶を引き継ぐ。

一方、植物は高温に対しても適応または順化する。植物は、高温に晒された記憶を数日間保存することで、その後続く高温状態への適応や順化の能力を高める等、将来の

温度応答機能を発達させる。それら適応や順化に転写因子、miRNA、ヒストン修飾酵素、クロマチン再構成複合体等が重要な機能を果たしている（Yamaguchi 2021）。さらに、植物は温度を地理的分布や季節の重要な環境要因の一つとして成長の引き金にするだけでなく、ストレスとしても認識する。そこにエピジェネティックな転写記憶が関与することにより、繰り返すストレスへの耐性を獲得する（Xie *et al.* 2021）。

4. 忘却

“忘却”は記憶と表裏一体の関係にある。記憶の長さは、短期から長期、またエピジェネティック・プライミングにおいても同世代内から世代を超えるまで様々あり、それらが過ぎれば忘却することになる。

動物における脳神経の話だが、相手の話を聞きながらメモを取る短期記憶や、思い出話のような長期記憶まで、記憶の形は様々である。そこには“シナプスの可塑性（synaptic plasticity）”と記憶の形成がある。シナプスはニューロン同志を繋いで情報伝達するが、シナプスの結合強度、すなわち情報伝達が変化することがシナプスの可塑性である。シナプスのサイズが大きくなるまたは数が増えるほど、結合強度が高まり、より多くの情報を授受・記憶できる。また、動物の脳神経には記憶だけでなく、忘却の機能もある。つまり、シナプスの可塑性を利用して記憶する情報を断捨離、すなわち忘却する。神経細胞やシナプスの数は限られており、全ての記憶をずっと維持し続けることはできないので、容量オーバーしないためには、忘却は極めて重要である。では植物ではどうだろうか？

植物の忘却（forget）について調べていると、回復（recovery）、リセット（reset）、初期化（initiation）に突き当たる。情報を体系的に整理できなかったものの、それらの応答には3つの種類があるように思う。なお、以下の分類はあくまでも私見である。

一つは“受動的応答”であり、「緒」No.8で取り上げた短期記憶としての食虫植物ハエトリグサの捕虫葉はこれに該当する。カルシウムイオン濃度が時間とともに拡散等によって薄まれば、バネが作動しないため、葉も閉じない。

次に“ストレスや環境への応答”であり、エピジェネティック・プライミングや転写調節因子がこれに該当する。これらの記憶には様々な様式があるが、外部環境が変化すると、現在の環境に適した遺伝子発現が転写調節因子等によって抑制され、その応答記憶は失われる。

最後に“自律的応答”である。精子（父親）がその個体が生育した環境の記憶を忘れることである。これは、次世代の個体が、卵（母親）の個体が生息する環境に生育する可能性が

表-1 記憶と忘却（回復・リセット）
（Crisp *et al.* 2016 の図 6 を和訳して表形式に改訂）

	利点（ベネフィット）	欠点（コスト）
記憶	将来のストレスへの保護 環境変化への柔軟な適応	資源（エネルギー・資材等）の浪費 成長や発達の遅延 生物量の減少 不適応な記憶のリスク
忘却 （回復・リセット）	良好な条件下で最大の成長 生物量の増加	過度・連続のストレスへの感受性 枯死のリスク

高いためである。花粉が風や虫によって遠くまで運ばれるのに対して、種子は一部が風や動物等によって遠くに運ばれることがあるものの、その多くは母親の近くで出芽することを考えると、それなりに理にかなった生存戦略である。

さて、植物の精子クロマチンにおいては、哺乳類の精子クロマチンにおける大規模な再構築と異なり、DNAは脱メチル化されず、ヒストンは保持されたままである。そこでカギを握るのがヒストン修飾の一つである“H3K27me3”である。まず、この記号について説明する。DNAがヒストンに巻き付いたヌクレオソームはH2A/H2B/H3/H4の4種類のヒストンで構成されている。そのうちH3の27番目のリジン残基（K）がトリメチル化（m3）したものを示している。H3K27me3は、冬の間に開花を制御する遺伝子に蓄積（記憶）される。Borg *et al.* (2020) は、このH3K27me3が精子の中で完全に消失、すなわち記憶を忘却することによって、次に冬が到来しても、直ぐに開花しないような仕組みを持つことを発見した。これは“エピジェネティック・リセット”ともいい、開花以外にも多くの遺伝子発現がリセットされる。

ここまで述べてきた記憶と忘却は、何れも季節や生育環境への適応力向上のための戦略と言えるものの、それぞれ利点と欠点がある（Crisp *et al.* 2016, 表-1）。記憶することによって環境適応度を高めることができるものの、そのための資源やエネルギーを消費、コストをかけることによる生育量の低下、または記憶したものと異なる環境に遭遇するリスク等の欠点がある。一方、忘却またはリセットすれば、生育に適した環境において最大の成長を望めるものの、ストレス耐性が低下して生育不良を引き起こし、最悪の場合は枯死に至る。

3回にわたって植物の記憶について紹介した。執筆を進める中で、関連情報を調べれば調べるほど、その奥深さと研究進展の速さを強く感じた。結果として、記憶について包括的にまとめることができず、尻切れトンボになってしまったことをご容赦願いたい。次号以降の「緒」においては、全く別の視点から、除草剤による雑草管理に結びつく情報を紹介したい。

参考文献等

- Borg, M. *et al.* 2020. Targeted reprogramming of H3K27me3 resets epigenetic memory in plant paternal chromatin. *Nature Cell Biology* 22, 621-629.
- Crisp, P.A. *et al.* 2016. Reconsidering plant memory: Intersections between stress recovery, RNA turnover, and epigenetics. *Science Advances* 2, e150134.
- 伊藤秀臣 2013. 環境ストレスとゲノム進化—トランスポゾンの生物学的意義—. *化学と生物* 51(9), 603-608.
- Nguyen, N. H. *et al.* 2022. Transcriptional stress memory and transgenerational inheritance of drought tolerance in plants. *International J. Molecular Sciences* 23, 12918.
- 與語靖洋 2022a. 植物の記憶 (1) 短期記憶と長期記憶. *植調* 56(7), 21-23.
- 與語靖洋 2022b. 植物の記憶植物の記憶 (2) エピジェネティック・プライミング. *植調* 56(9), 17-18.
- 與語靖洋 2022c. 遺伝について. *植調* 56(1), 11-13.
- 與語靖洋 2022d. セントラルドグマと形質発現. *植調* 56(2), 7-9.
- Xie, W. *et al.* 2021. Transcriptional memory and response to adverse temperatures in plants. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)* 22(10), 791-804.
- Yamaguchi, N. 2021. Heat memory in plants: histone modifications, nucleosome positioning and miRNA accumulation alter heat memory gene expression. *Genes & Genetic Systems* 96, 1-7.

日本産ヒエ属植物の変異—稈と葉の形状—

元草地試験場
清水 矩宏

日本のヒエ属野生植物の種ごとの特性と種内の変異幅を把握するため、今回は、前回示した草型の要因の一つとなる稈長・草丈と葉の形状について述べる。

1 節 稈の形状

草丈、稈長、草高の関係

イネ科の場合、植物体の大きさを表すのに草丈と稈長がよく使われる。ここでは出穂後における株基部から止葉の先端までの長さを草丈として測定し、稈長は主稈の地際から穂首までの長さとした。草高は自然状態での植物体の高さで、葉の垂れ方の違いによる草型の影響を受ける。出穂期における草丈と稈長の関係は図-1に示す。

タイヌビエ：葉の垂れ方に系統間で差があるため草丈と稈長の相関関係は高くない。

ヒメタイヌビエ：直立型であるため、両者に高い相関関係があり、常に草丈より稈長が低い。

イヌビエ：両者で有意な相関があるが、草丈の低い系統では稈長が上回り、高い系統では草丈が上回る。

ヒメイヌビエ：サンプル数が少ないため明確なことは言えないが、イヌビエと似た傾向を示す。

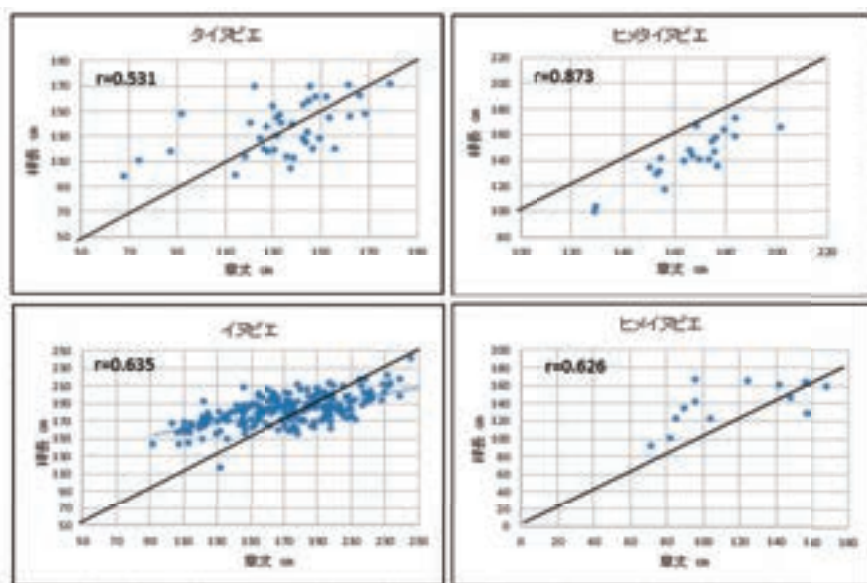
稈長と稈径の関係

出穂期の稈長と稈径からみた種・系統間差異は、いずれの種でも両者の相関が高く（図-2）、茎の大きさは稈長と稈径で示される。なお、ここでの稈径は、最下位伸長節間の中央部の長径を測定した。

イヌビエ（供試系統の平均値で稈長 182cm / 稈径 8.2mm）は、タイヌビエ（同 135cm / 5.9mm）・ヒメタイヌビエ（同 141cm / 6.8mm）、ヒメイヌビエ（同 138cm / 6.8mm）に対して稈長は高く、稈径も太く大型である。ヒメタイヌビエはタイヌビエと稈長は平均値でほぼ同じであるが、稈径は太い。ヒメイヌビエはイヌビエより稈長が低い系統が多い。

稈長の年次間差異

稈長は、生育期間の気温が異なる調査年（1978 年及び 1980 年）で差異がみられ、気温の影響の程度において種間差が認められた（図-3）。本講座の序章で示したように、生育期間（4 月～9 月）の平均気温は 1978 年が 19.3℃であったのに対し、1980 年は 17.9℃であり、特に 7 月から 8 月



注) 実線は等長線

図-1 出穂期における草丈と稈長の関係
(1978 年 4 月播種)

	平均値		稈長・稈径 相関係数
	稈長cm	稈径mm	
タイヌビエ	135.1	5.9	0.718
ヒメタイヌビエ	141.6	6.8	0.742
イヌビエ	182.0	8.2	0.622
ヒメイヌビエ	137.6	6.3	0.623

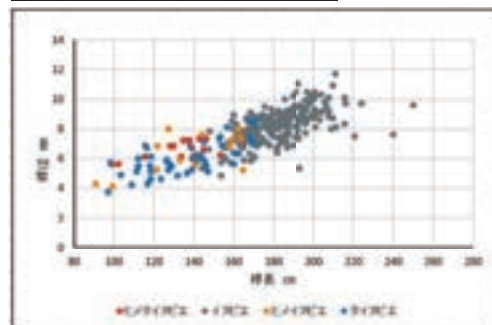
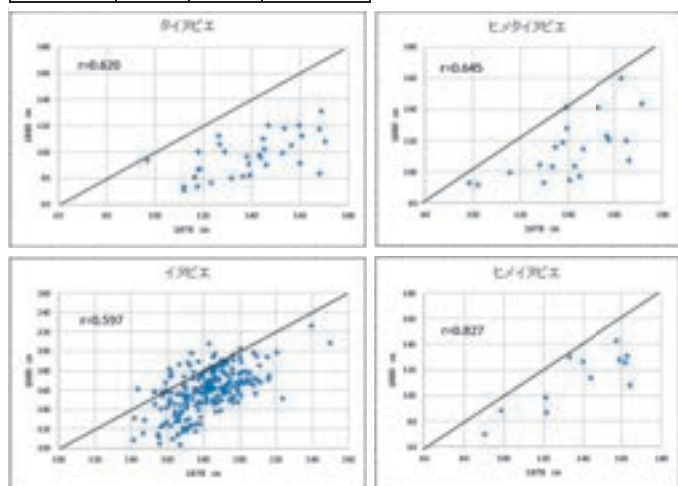


図-2 稈長と稈径の関係
(1978 年 4 月播種)

	稈長 cm		
	1978	1980	1980/1978比(%)
タイヌビエ	135.1	98.7	73.1
ヒメタイヌビエ	141.6	120.2	84.9
イヌビエ	182.0	158.3	87.0
ヒメイヌビエ	137.6	111.7	81.2



注) 斜実線は等長線

図-3 1978年と1980年の稈長
(1980年5月播種)

においては1978年の25.3℃に対し21.4℃と1980年は厳しい冷夏であった。

稈長は、両年の間には緩い相関が認められるが、いずれの種においても1980年には稈長は減少している。しかし、その程度は種間差が認められ、イヌビエが最も影響が小さく1978年比で87.0%であったが、タイヌビエは最も影響が大きく73.1%まで減少していた。気温低下の影響の度合いは、イヌビエ<ヒメタイヌビエ<ヒメイヌビエ<タイヌビエの順で大きかった。

伸長節間数

伸長節間数は、ほぼ出穂期における主稈の展開葉数である。伸長節間数と出穂期との関係を図-4に示す。タイヌビエ、イヌビエ、ヒメイヌビエでは伸長節間数は出穂期と高い相関を示し、出穂期が遅い(晩生)ほど多くなった。一方、晩生のみで出穂期の幅の小さいヒメタイヌビエは、他の種とは異なり伸長節間数の変異が小さかった。種ごとに系統の伸長節間数を平均すると、ヒメタイヌビエが最も多く8.8節間であったが、イヌビエ・タイヌビエの系統の中にはヒメタイヌビエの変異と同等のものがあつた。ヒメイヌビエが最も少なく5.2節間であった。

伸長節間数及び稈長の地理的変異

伸長節間数は、採種地点の緯度との関係でみると、タイヌビエにおいて明瞭な地理的クラインが認められ、イヌビエにおいても高緯度地域では少なく、低緯度地域では変異が大きくなる傾向がみられた(図-5)。

稈長は、全国に分布するタイヌビエ、イヌビエでは、採種

	伸長節間数	出穂まで日
	平均値	数との相関
タイヌビエ	6.8	0.697
ヒメタイヌビエ	8.8	0.159
イヌビエ	7.7	0.867
ヒメイヌビエ	5.2	0.809

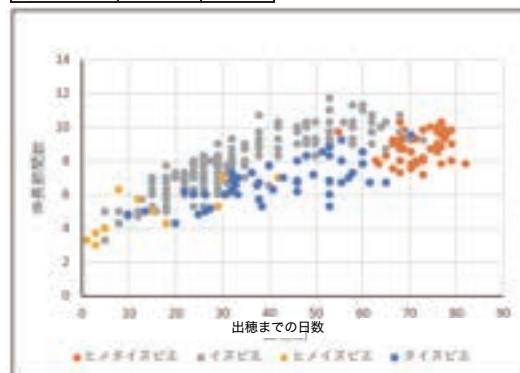


図-4 伸長節間数と晩性の関係
(1980年5月播種)

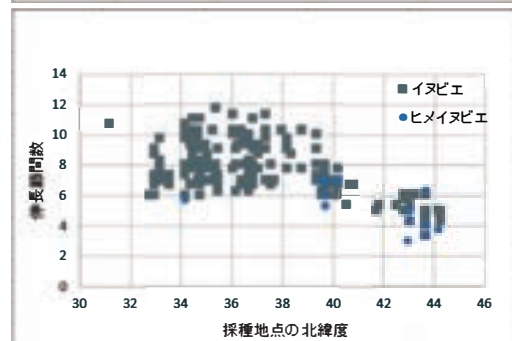
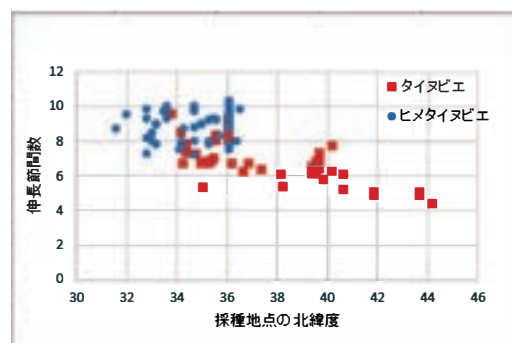


図-5 伸長節間数の地理的変異
(1980年5月播種)

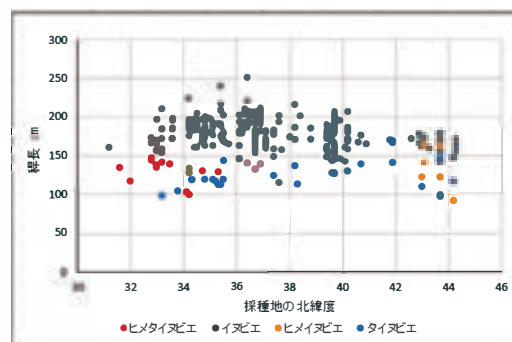


図-6 稈長の地理的変異
(1978年4月播種)

1) タイヌビエ

2) イヌビエ

3) ヒメタイヌビエ

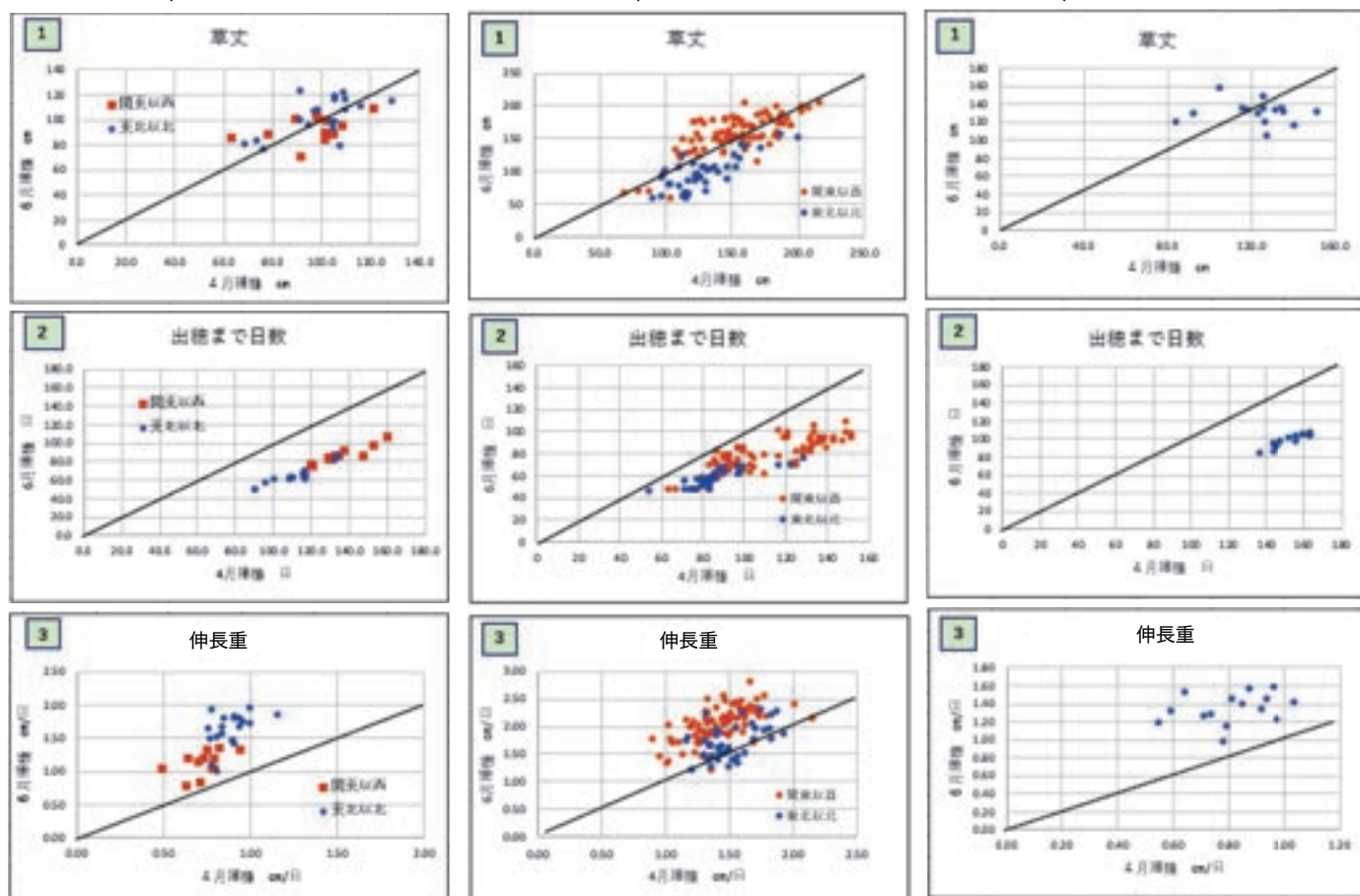


図-7 播種期移動に伴う草丈、至穂日数および伸長量の変化と地理的変異
(1979年、4月播種と6月播種の比較)

地点の緯度に関連した地理的変異は見られない。ヒメタイヌビエは、関東以西に限られた地域にしか分布しておらず、稈長の変異は小さい(図-6)。いずれの採種地点においても、イヌビエではタイヌビエやヒメタイヌビエよりも稈長は大きい。

播種期移動に伴う草丈の反応における地理的変異

1979年に、播種期移動による草丈の変動について地理的変異の面から調査した。播種期は4月播種(イヌビエは4月11日、タイヌビエ・ヒメタイヌビエは同10日)と6月播種(イヌビエは6月8日、タイヌビエ・ヒメタイヌビエは同11日)である。

種ごとの草丈と至穂日数および伸長量における両播種期間の関係を図示したのが図-7である。

タイヌビエは図-7-1)に示すように、4月播種でも6月播種でも草丈は変わらず差はない(①)。しかし、両播種期では、出穂まで日数すなわち生育日数は大きく異なる(②)。そこで、草丈をこの生育日数で除して1日当たりの草丈伸長量をみると、6月播種の伸長量が4月播種よりも明らかに大きくなっている(③)。これは、両播種期における生育期間の平均気温の差(4月播種:19.4℃, 6月播種:22.8℃)に起因

すると考えられる。この関係を採種地について東北以北産と関東以西産に区別してみると、東北以北産は関東以西産よりも6月播種の伸長量が大きくなり、地域間差がみられる。

イヌビエも図-7-2)に示すように、全体でみれば両播種期で草丈は変わらないが、採種地間で差がみられた。すなわち、東北以北産は4月播種の草丈が6月播種よりも大きくなることが認められた①。ただイヌビエでは、6月播種の伸長量が4月播種のそれより大きくなることはタイヌビエと同様であったが、伸長量がタイヌビエとは逆に関東以西産が東北以北産より大きくなった③。ヒメタイヌビエも図-7-3)に示すように、上記2種と同様に両播種期間で草丈に大きな差は認められなかったが、これは4月播種では生育日数が長く、逆に伸長量が小さくなり、6月播種では生育日数が短く、1日当たりの伸長量が大きくなることで、草丈に両播種期で差がないことにつながっている。ヒメタイヌビエは採種地が関東以西に限られているため地域的な変異はない。

2節 葉の形状

葉の形状については、1978年の止葉のデータである。

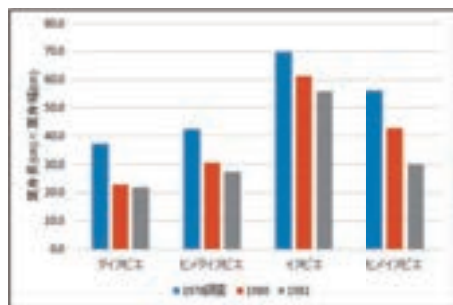


図-8 止葉の大きさ（葉身長×葉身幅）の年次間差

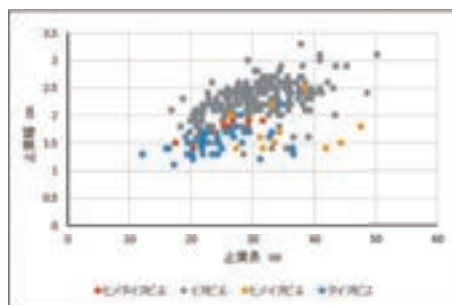


図-9 止葉長・止葉幅の系統間差異（1978年4月播種）

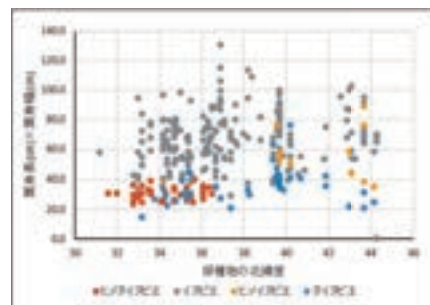
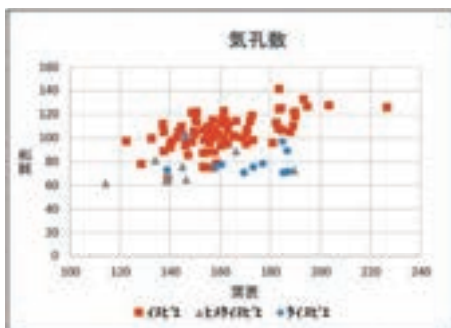


図-10 止葉の大きさ（葉身長×幅）の地理的変異（1978年4月播種）



注）気孔数は1.5mm当たり

図-11 止葉の表裏における気孔数（1978年4月播種）

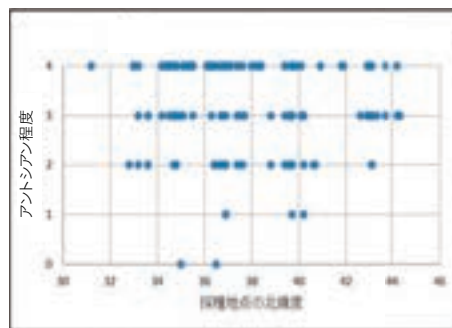


図-12 イヌビエ葉鞘のアントシアンの地理的分布（1978年4月播種）

表-1 初期生育時期（3葉期）におけるアントシアンの発色程度（1978年4月播種）

種名	調査数	葉鞘					葉身					農事試験場			
		発色程度					発色程度					発色程度			
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3
タイヌビエ	39	37		2			39					35	3		1
ヒメタイヌビエ	21	10	5	5	1		21					19	2		
イヌビエ	227	2	3	29	60	133	73	107	37	10	0	55	84	41	47
ヒメイヌビエ	13	0	2	3	5	3	7	4	1	1	0	2	7	3	1

発色程度：0＝無～4＝多

止葉の大きさの種間差異

止葉の大きさ（止葉長×止葉幅）では図-8に示すように種によって異なり、イヌビエが最も大きく、次いでヒメイヌビエがつづき、タイヌビエ、ヒメタイヌビエは明らかに小さかった。年次によって大きさは変わるが、種間差異は年次間で変わらず固有の形質と言える。

止葉の系統間差異

止葉長と止葉幅の系統間差を示したのが図-9である。止葉の長さや幅において、種によってそれぞれ異なる分布を示した。タイヌビエとヒメタイヌビエでは、葉長は同様の差異であるが、葉幅がヒメタイヌビエの方が広い。タイヌビエとイヌビエでは、イヌビエがタイヌビエより葉身、葉幅ともに大きい。イヌビエとヒメイヌビエでは、葉身の差異は同様であるが、葉幅はヒメイヌビエが明らかに小さい。

地理的変異

止葉の大きさ（止葉長×幅）を北緯度との関係を見ると、いずれの種も地理的変異は認められなかった（図-10）。

気孔数

光合成に関与する気孔数の葉の表裏の存在は、図-11に示すように、イヌビエが葉の表裏において他の種に比較して差異が大きい。一方、タイヌビエ、ヒメタイヌビエは葉裏ではイヌビエとは差がなかったが、葉表では明らかにイヌビエより少なかった。

アントシアン

アントシアンの発色程度を初期生育時に、葉鞘と葉身について調査した。表-1に示すように、種による差異が認められた。タイヌビエの葉鞘、葉身にはともにほとんど認められなかった。ヒメタイヌビエは、葉身には見られないが、葉鞘には若干見られる系統があった。一方、イヌビエ、ヒメイヌビエには、葉鞘、葉身ともに明瞭に認められたが、系統間の差異も大きかった。これらの種間差は、同系統を用いた農事試験場において水田で調査された結果とも一致した。

系統間で差異の大きかったイヌビエの葉鞘において、アントシアンの発色に地理的変異はなかった（図-12）。

（次回につづく）

2022 年度緑地管理関係 除草剤・生育調節剤試験判定結果

(公財) 日本植物調節剤研究協会 技術部

2022 年度緑地管理関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は、2022 年 10 月 20 日(木)～21 日(金)に Zoom を用いた Web 会議において開催された。

この検討会には、試験場関係者 27 名、委託関係者 45 名ほか、計 88 名の参集を得て、裸地管理区分 27 薬剤(177 点)、

緑地維持区分 1 薬剤(2 点)について、試験成績の報告と検討が行われた。

その判定結果および使用基準については、次の判定表に示す通りである。

2022 年度緑地管理関係除草剤・生育調節剤試験 判定

A. 裸地管理 (1) 一般

薬 剤 名 有効成分および含有率(%) [委託者]	ねらい	判定	判定内容
1. DBN 4.5 粒 DBN:4.5% [アグロカネショウ]	一般/土壌/発生前(2回処理)/アレチウリ/ 初年目	継	継) ・効果の確認
2. HCW-201 フロアブル DCMU:50% [保土谷UPL, 北興化学工業]	一般/茎葉兼土壌/生育期(膨潤状態時)/イ シクラゲ/2年目	実	実)[一年生雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・1～2mL<100mL>/m ² ・茎葉処理 [ゼニゴケ] ・生育期 ・0.5～1.0mL<100～200mL>/m ² ・茎葉兼土壌処理 [イシクラゲ] ・生育期(膨潤状態) ・0.5～1.0mL<100～200mL>/m ² ・茎葉兼土壌処理 注)イシクラゲに対する効果の発現には2週間以上 要する場合がある。
3. JC-401 粒 (IENHS-50) 塩素酸ナトリウム:50% [日本カーリット]	根絶一般/株頭/生育期/クズ/初年目	継	継) ・効果の確認
4. SBH-207 粒 (IENHS-50) 塩素酸塩:50% [エス・ディー・エス バイオテ ック]	一般/土壌/秋冬期/スギナ/初年目	実・継	実)[タケ類] ・生育期 ・45～60g/m ² ・土壌処理 [スギナ] ・秋冬期 ・30～40g/m ² ・土壌処理 継) ・スギナ秋冬期処理に対する薬量30～40g/m ² での 年次変動の確認 ・スギナ秋冬期処理に対する薬量20g/m ² での効果 の確認 ・スギナ冬期処理(1月以降)での効果の確認 ・タケ類の低薬量(30g/m ²)での効果の確認 ・ササ類での効果の確認

A. 裸地管理 (1) 一般

薬 剤 名 有効成分および含有率(%) [委託者]	ねらい	判定	判定内容
8. Hoe-866 液 グルホシネート:18.5% [BASFジャパン]	一般/茎葉/生育期(草丈2m以下)/アレチウリ/2年目	実・継	実) [一年生イネ科雑草, 多年生雑草] ・生育期(草丈30cm以下) ・1~2mL<100mL>/m² ・茎葉処理 [一年生広葉雑草] ・生育期(草丈30cm以下) ・0.5~2mL<100~200mL>/m² ・茎葉処理 [アレチウリ] ・生育期(草丈1.5m以下) ・0.5~1mL<100mL>/m² ・茎葉処理 継) ・薬量等の再検討(コケ類) ・一年生イネ科の薬量0.5mL/m², 水量100~200mL/m²での効果の確認 ・多年生雑草生育期の水量200mL/m²での効果の確認 ・アレチウリ生育期(草丈1.5m以下)の薬量0.5~1.0mL/m², 水量100mL/m²での年次変動の確認 ・アレチウリ生育期(草丈1.5m以下)の水量200mL/m²での効果の確認 ・アレチウリ生育期(草丈2m以下)での効果の確認
9. KUH-913 液 ビスピリバックナトリウム塩:3.0% [理研グリーン]	一般/茎葉/生育期(草丈2m以下)/アレチウリ/初年目	実・継	実) [ハリエンジュ] ・生育期(1.5m以下) ・1mL<100~200mL>/m² ・茎葉処理 [クズ] ・生育期 ・0.5~1mL<100~200mL>/m² ・茎葉処理 [アレチウリ] ・生育期(草丈2m以下) ・0.5~1.0mL<100~200mL>/m² ・茎葉処理 継) ・年次変動の確認(ハリエンジュ) ・クズ生育期に対する散布水量200mL/m²での年次変動の確認 ・アレチウリ生育期(草丈2m以下)での年次変動の確認

A. 裸地管理 (1) 一般

薬 剤 名 有効成分および含有率(%) [委託者]	ねらい	判定	判定内容
10. NH-007 フロアブル グリホサートイソプロピルア ミン塩:30.0% ピラフルフェンエチル:0.16% [日本農薬]	一般/茎葉/生育期(草丈2m以下)/アレチウ リ/2年目	実・継	実) [一年生雑草, 多年生雑草(スギナを除く)] ・生育期(草丈50cm以下) ・0.5~1mL<100mL>/m ² ・茎葉処理 [スギナ] ・生育期(草丈20cm程度) ・1~2mL<100mL>/m ² ・茎葉処理 [スギナ;根絶効果] ・生育期(草丈20cm程度) ・3~4mL<100mL>/m ² ・茎葉処理 [タケ類;根絶効果] ・生育期(秋期) ・10~20mL/個体(原液) ・注入処理 <参考> ・効果の確認されたタケ類:マダケ, ナリヒラダケ [アレチウリ] ・生育期(草丈2m以下) ・0.5mL<100mL>/m ² ・茎葉処理 継) ・スギナに対する2mL処理での根絶効果の確認 ・アレチウリ生育期(草丈2m以下)薬量1.0mL/m ² , 水量100mL/m ² での効果の確認
11. NP-55 乳 セトキシジム:20% [日本曹達]	一般/茎葉/生育期(草丈30cm以下)/一年生 イネ科(スズメノカタビラ除く)/初年目	継	継) ・効果の確認
12. NP-65 液 トブラメゾン:3.6% [日本曹達]	一般/茎葉/生育期(草丈2m以下)/アレチウ リ/初年目	実・継	実) [一年生雑草] ・生育期(草丈30cm以下) ・0.15~0.3mL<100mL~200mL>/m ² ・茎葉処理 [アレチウリ] ・生育期(草丈2m以下) ・0.15~0.3mL<100mL~200mL>/m ² ・茎葉処理 継) ・アレチウリ生育期(草丈2m以下)での年次変動の 確認
13. S-3100 EC エピリフェナシル:5.4% [住友化学]	一般/茎葉/生育初期(草丈20cm以下)/一年 生/初年目	実・継	実) [一年生雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・0.04~0.08mL<100mL>/m ² ・茎葉処理 注) 低薬量では, イネ科雑草に効果が劣る場合があ る。 継) ・一年生雑草生育初期(草丈20cm以下)に対する年 次変動の確認 ・低薬量でのイネ科雑草に対する効果の年次変動 の確認

A. 裸地管理 (1) 一般

薬 剤 名 有効成分および含有率(%) [委託者]	ねらい	判定	判定内容
14. ZK-122 液 グリホサートカリウム塩: 44.7% [シンジエンタ ジャパン]	一般/茎葉塗布/生育期(草丈1m以下)/アレ チウリ/初年目	実・継	実) [一年生雑草] ・生育期(草丈50cm以下) ・0.25～0.5mL/10mL(10mL専用ノズル使用)50～100mL/m² ・茎葉処理 注) 50mL/m²散布は専用ノズルの使用が望ましい。 [多年生雑草] ・生育期(草丈50cm以下) ・0.5～1.0mL/10mL(10mL専用ノズル使用)50～100mL/m² ・茎葉処理 注) 50mL/m²散布は専用ノズルの使用が望ましい。 [一年生広葉雑草] ・生育期(草丈50cm以下) ・2倍希釈液(0.1mLを1～3か所/株) ・茎葉塗布処理 注) 専用塗布器を使用する [スギナ, ススキ, ササ類, クズ, 雑かん木, ヒレハリソウ, マツヨイグサ類, タケ類については省略] 継) ・スギナ, ススキ, ササ類, クズ, 雑かん木, ヒレハリソウ, マツヨイグサ類, タケ類については省略

A. 裸地管理 (2) 家庭用

薬 剤 名 有効成分および含有率(%) [委託者]	ねらい	判定	判定内容
1. HAT-2201 粒 ターバシル:0.5% ヘキサジノン:0.5% [保土谷アグロテック, 保土谷化学工業]	家庭/土壌/発生前/一年生/初年目	継	継) ・効果の確認
	家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年 生・多年生広葉・スギナ/初年目		
	家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/多年 生イネ科/初年目		
2. HAT-2202 粒 テブチロン:0.6% ヘキサジノン:1.0% DCMU:3.0% [保土谷アグロテック, 保土谷化学工業]	家庭/土壌/発生前/一年生/初年目	継	継) ・効果の確認
	家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年 生・多年生・スギナ/初年目		
	家庭/土壌/生育期(草丈30～40cm)/一年 生・多年生・スギナ/初年目		
3. MBH-063 粒 ブロマシル:3% MCP:2% [丸和バイオケミカル]	家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年 生・多年生/初年目	実・継	実) [一年生雑草] ・発生前 ・5～10g/m² ・土壌処理 [一年生雑草, 多年生広葉雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・10～30g/m² ・土壌処理 [スギナ] ・生育初期(草丈20cm以下) ・15～30g/m² ・土壌処理 注) ・大型多年生雑草(ススキ, セイタカアワダチソウ, イタドリ等)を対象としない場面で使用する 継) ・一年生雑草発生前に対する効果の年次変動の確認 ・多年生イネ科雑草生育初期に対する効果の確認 ・一年生, 多年生雑草生育期(草丈40cm以下)に対する効果の確認 ・薬量10g/m²での一年生雑草, 多年生広葉雑草生育初期に対する年次変動の確認
	家庭/土壌/生育期(草丈30～40cm)/一年 生・多年生/初年目		

A. 裸地管理 (2) 家庭用

薬 剤 名 有効成分および含有率(%) [委託者]	ねらい	判定	判定内容
4. MBH-2201 粒 プロマシル:3% DCMU:3% [丸和バイオケミカル]	家庭/土壌/発生前/一年生/初年目 家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年生・多年生/初年目 家庭/土壌/生育期(草丈30～40cm)/一年生・多年生/初年目	継	継) ・効果の確認
5. MBH-2202 粒 フルボキサム:0.25% プロマシル:2.5% [丸和バイオケミカル]	家庭/土壌/発生前/一年生/初年目 家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年生・多年生/初年目 家庭/土壌/生育期(草丈30～40cm)/一年生・多年生/初年目	継	継) ・効果の確認
6. MBH-2203 粒 プロマシル:2% DCMU:2% [丸和バイオケミカル]	家庭/土壌/発生前/一年生/初年目 家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年生・多年生/初年目 家庭/土壌/生育期(草丈30～40cm)/一年生・多年生/初年目	継	継) ・効果の確認
7. MBH-2204 粒 プロマシル:1% DCMU:1.5% [丸和バイオケミカル]	家庭/土壌/発生前/一年生/初年目 家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年生・多年生広葉/初年目	継	継) ・効果の確認
8. MBH-2205 粒 プロマシル:1.2% DCMU:1% [丸和バイオケミカル]	家庭/土壌/発生前/一年生/初年目 家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年生・多年生広葉/初年目	継	継) ・効果の確認
9. SB-219 粒 カルブチレート:2% アミカルバゾン:1% メコプロップPカリウム塩:1.5% [エス・ディー・エス バイオテック]	家庭/土壌/生育期(草丈30～40cm)/一年生・多年生/初年目	実・継	実)[一年生雑草, 多年生雑草] ・発生前 ・5～10g/m ² ・土壌処理 [一年生雑草, 多年生雑草, スギナ] ・生育初期(草丈20cm以下) ・10～20g/m ² ・土壌処理 [一年生雑草, 多年生雑草] ・生育期(草丈40cm以下) ・20～40g/m ² ・土壌処理 [ササ] ・生育期(草丈30cm以下) ・30～50g/m ² ・土壌処理 注) ・大型多年生雑草(ススキ, セイタカアワダチソウ, イタドリ等)を対象としない場面で使用する 継) ・発生前処理でのスギナに対する効果の確認 ・生育期処理でのススキに対する効果の確認 ・一年生, 多年生雑草生育期(草丈40cm以下)に対する年次変動の確認

A. 裸地管理 (2) 家庭用

薬 剤 名 有効成分および含有率(%) [委託者]	ねらい	判定	判定内容
10. SB-237 粒 カルブチレート:2% DCMU:2.5% アミカルバジン:1% [エス・ディー・エス バイオテック]	家庭/土壌/生育期(草丈30～40cm)/一年生・多年生/初年目	実・継	実) [一年生雑草] ・発生前 ・5～10g/m² ・土壌処理 [一年生雑草, 多年生広葉雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・10～30g/m² ・土壌処理 [多年生イネ科雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・20～30g/m² ・土壌処理 [一年生雑草, 多年生雑草] ・生育期(草丈40cm以下) ・20～40g/m² ・土壌処理 [ササ類] ・生育期(草丈70cm以下) ・30～50g/m² ・土壌処理 注) ・大型多年生雑草(ススキ, セイタカアワダチソウ, イタドリ等)を対象としない場面で使用する 継) ・多年生イネ科雑草生育初期(草丈20cm以下)の薬量10g/m²での効果の確認 ・一年生, 多年生雑草生育期(草丈40cm以下)に対する年次変動の確認
12. SB-257 粒 カルブチレート:2.5% DCMU:2% アミカルバジン:0.8% [エス・ディー・エス バイオテック]	家庭/土壌/発生前/一年生/初年目 家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年生・多年生広葉/初年目 家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/多年生イネ科/初年目 家庭/土壌/生育期(草丈30～40cm)/一年生・多年生/初年目	実・継	実) [一年生雑草] ・発生前 ・5～15g/m² ・土壌処理 [一年生雑草, 多年生広葉雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・15～30g/m² ・土壌処理 [多年生イネ科雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・20～40g/m² ・土壌処理 [一年生雑草, 多年生雑草] ・生育期(草丈40cm以下) ・20～40g/m² ・土壌処理 注) ・大型多年生雑草(ススキ, セイタカアワダチソウ, イタドリ等)を対象としない場面で使用する 継) ・一年生雑草発生前, 一年生, 多年生雑草生育初期, 一年生, 多年生雑草生育期(草丈40cm以下)に対する年次変動の確認
13. UPH-005 液 グルホシネート:0.56% [ユーピーエルジャパン]	家庭/茎葉/生育初期(草丈20cm以下)/一年生/初年目 家庭/茎葉/生育初期(草丈20cm以下)/多年生/初年目 家庭/茎葉/生育初期(草丈20cm以下)/スギナ/初年目	継	継) ・効果の確認

棚田の面積と地域別分布

棚田については、農林水産省は、「傾斜地に等高線に沿って作られた水田であり、田面が水平で棚状に見えるもの」として定義し、農林業センサスで調査してきたが、2005 年センサス以降は中断している。

その 2005 年の調査結果をみると、全国で 54,388 か所、面積 137,578ha で、水田全体の 6.6% を占めている。中国地域では水田面積の 40.7% を占めている。続いて、九州、北陸に多く分布する。都道府県別では、棚田面積では広島県が最も多く、新潟、岡山、島根、佐賀、熊本の各県が続いている。

棚田には長い歴史があり、平野が少ない山間部や海岸部の食料自給にとどまらず、国土の保全、良好な景観、伝統文化の継承等に大きな役割を果たしてきている。しかし、その耕作効率の悪さや米余りの影響、さらには担い手の減少や農家の高齢化等により、従来のような保全活動が難しくなり、作付けが放棄されるなど、荒廃の危機に直面している。

そこで、国は棚田地域振興法を 2019 年に施行した。本法は、内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、国土交通省、環境省の 6 府省が共管し、内閣府が主管となっている。その趣旨

に基づいて、棚田地域の振興に向けた、棚田栽培米のブランド化やオーナー制導入、機械化などにより棚田を保全する取組が広がっている。

2022 年には、ポスト棚田百選（1999 年）として、改めて優良な棚田、全国 271 か所を「つなぐ棚田遺産」に認定している。選定の基準として、①積極的な維持・保全の取組がなされ、今後もその取組が継続される見込みがあること、②原則として、勾配が 20 分の 1 以上の一団の棚田が 1 ha 以上あること、③棚田を含む地域の振興に係る取組に多様な主体・多世代が参加していることを要件としている。それぞれの認定地域が力を入れている取組として、棚田を核とした地域の振興が 48%、国土の保全・水源の涵養 23%、農産物の供給の促進 14%、良好な景観の形成 9%、自然環境の保全 5%、伝統文化の継承 3% となっている。

棚田は、英語では rice terraces と表現される。また、棚田が一望の下にある場合は千枚田とも呼ばれる。棚田と同様に傾斜地を段状にした畑は、段々畑といわれる。（K. O）

表 棚田の面積と地域別分布

地 域	棚 田		水 田	水田面積に 占める棚田 の割合 (%)	つなぐ棚田 遺産※ 認定か所数
	か所数	面積 (ha)	面積 (ha)		
全国	54,388	137,578	2,084,015	6.6	271
北海道	-	-	226,115		3
東北	2,797	7,827	550,965	1.4	19
北陸	7,458	19,331	253,905	7.6	50
関東・東山	3,172	7,071	334,543	2.1	24
東海	1,292	3,245	121,887	2.7	23
近畿	5,540	11,366	135,326	8.4	34
中国	20,646	58,539	143,681	40.7	32
四国	2,531	3,745	66,832	5.6	18
九州	10,952	26,454	250,126	10.6	68
沖縄	-	-	633		

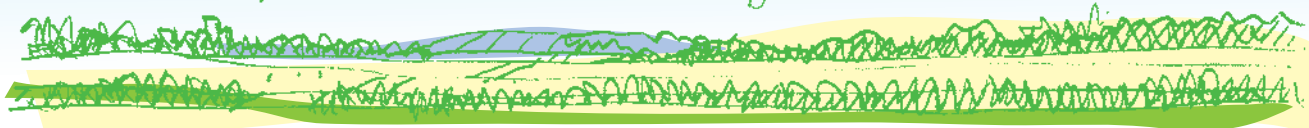
2005 年農林業センサスより

※ つなぐ棚田遺産：https://www.maff.go.jp/j/nousin/tanada/nintei.html

カターの青い芝

同志社大学特別客員教授
サイエンスライター

渡辺 政隆



「幸運は用意された心のみに宿る」というルイ・パスツールの言葉には、いくつもの言い換えがある。そのいずれにしても、幸運の女神は誰にでも微笑むわけではない、偶然の発見は単なる幸運ではなく、それなりの心の準備をしていたものにしか訪れないという意味である。つまり、偶然とされる発見も、その多くは「たまたま」ではないということだ。

この格言が当てはまる例としてよく引き合いに出されるのが、イギリスの細菌学者アレグザンダー・フレミングによるペニシリンの発見だろう。

第一次世界大戦で戦傷者の治療にあたっていたフレミングは、傷口から感染した細菌による敗血症による死者が多いことに心を痛めていた。戦後、ロンドン大学の細菌学研究室に着任したフレミングは、誤って青かびに汚染されたブドウ球菌の培地に注意を引かれた。アオカビの周囲のブドウ球菌コロニーが溶けてなくなっていたのだ。培地がカビで汚染されたのは、休暇で不在にしていたからだという話や、単なる不注意だったという話もあるが、それは置いておこう。フレミングの慧眼は、その培地をそのまま廃棄せずに、「これは変だ、なぜ？」という疑問を抱いたことだった。

うっかりが生んだ発見

研究用温室で栽培している植物への水やり。責任体制が曖昧だと、いつの間にか怠ってしまいがちだ。これから紹介するのは、それが思わぬ発見につながったという話である。いわばフレミングの発見の植物版。

それは、アメリカ中西部に位置するネブラスカ州の首都リンカーンにあるネブラスカ大学の温室でのこと。温室の管理人からかかってきた、そちらの研究室で管理している鉢植えの雑草をなんとかしてくれという電話が始まりだった。温室を見に行った研究者は、そこで驚きの光景を目にした。振り返れば2カ月ほど水やりを忘れていた植物なのに、元気に育っていただけでなく、隣の鉢まで占領しそうな勢いだったのだ。

その植物の名前はサワズメノヒエ（学名はパスパルム・ヴァジナトゥム *Paspalum vaginatum*）。耐塩性で亜熱帯の海



図-1 沖縄の岩礁に自生するサワズメノヒエ（シーショアパスパルム）
（Wikipedia より）



図-2 シドニー植物園に設置されたシーショアパスパルムの芝
（Wikipedia より）

岸などに自生していることから英名はシーショアパスパルム（以下、パスパルムと省略）で、この名で暖地のゴルフ場の芝としても利用されている。

もともとパスパルムが乾燥にも強いことは知られていた。しかし2カ月もの乾燥に耐えられるとは、研究者も想像していなかった。そこで、同じイネ科の作物であるトウモロコシと比較して、どのくらいの悪条件に耐えられるのかを調べることにした（Sun *et al.* 2022）。

すると、植物の成長に欠かせない肥料である窒素やリンを与えない条件では、トウモロコシは当然のごとく成長が悪かったのに対し、パスパルムは何の問題もなくすくすくと育っていた。これはいったいどういうことなのだろう。

そこで研究チームは、パスパルムのゲノム情報とその発現のしかたを調べてみた。その結果わかったのは、パスパルム



図-3 シーショアパサルムのピッチ上に立つ 2022 FIFA ワールドカップ アルゼンチン代表チーム (Wikipedia より)

は、窒素やリンが欠乏すると、トレハロースという糖の生産を倍増させるということだった。つまりパサルムの栄養素欠乏に対する耐性の鍵を握っているのはトレハロースらしいということになる。

トレハロースは、2 個のグルコース（ブドウ糖）が結合した 2 糖類で、さまざまな動植物において、低温や乾燥、塩ストレスなどに対する耐性に関係していることが知られている。昆虫の血糖はトレハロースで、それを分解酵素トレハラーゼによってグルコースに変えてエネルギー源にしている。

トレハロースの機能として有名なのが、乾燥状態ではグルコースをトレハロースに変えて休眠（乾眠）する現象である。極限環境に強いとされるクマムシがその代表格で、アフリカの乾燥地帯に生息するネムリユスリカ、塩湖に生息する甲殻類のアルテミア（シーモンキー）、水で戻すと活性化するパン酵母などもトレハロースを体内に蓄積することで乾眠している。

トレハロースは、甘さは砂糖の 45% で、あとを引かない甘味料として重宝されている。それを可能にしたのが、澱粉の 80% をトレハロースに変換する製法を開発したバイオ企業の林原である。林原は特別プロジェクトチームを組織し、有用な土壌細菌を探索することで、澱粉をトレハロースに変換する反応経路を有するアルスロバクター属の細菌を 1995 年に発見したのだ。

資源リサイクルシステムの重要性

ならば、トウモロコシのトレハロース量を増やしてやれば、トウモロコシも少ない肥料で育つようになるのだろうか。これまで、トウモロコシやイネにトレハロース生合成遺伝子を導入する研究はされていた。そして、乾燥耐性の向上は確認されていた。しかし、遺伝子導入によるトレハロース蓄積量の増加はごくわずかにとどまっていた。

ここでネブラスカ大学の研究チームは逆転の発想をした。植物体中のトレハロースの生産量を増やすかわりに、分解を止めてやればどんどん蓄積するのではないかと考えたのだ。

さっそくトレハロース分解酵素であるトレハラーゼを阻害する抗生物質をトウモロコシに作用させたところ、窒素肥料がなくても生育がよくなった。

この発見にはさらなる展開もあった。細胞内リサイクルシステムとも呼ばれるオートファジーで重要な働きをしている遺伝子 *atg12* のスイッチをオフにしたところ、トレハロース量が増加しても、窒素肥料欠乏下での生育向上は見られなかったのだ。これはつまり、トレハロースを蓄積させてトウモロコシの生育を向上させる仕組みには、オートファジーが大きく関与しているらしいということだ。

オートファジーを制御する遺伝子群 *ATG* を 1990 年に発見した大隅良典さんは、2016 年にノーベル生理学賞を受賞した。*ATG* 発見後の研究で、動物細胞が飢餓状態になるとオートファジーが起きてアミノ酸がリサイクルされる仕組みも見つかっている。

生体のリサイクルシステムはみごとに仕組みられているが、人間による天然資源のリサイクルシステムは破綻をきたしつつある。天然鉱物に依存しているリン酸肥料には枯渇の可能性があるし、窒素肥料やリン酸肥料の大量消費が環境汚染を引き起こしている。

その意味で、作物のトレハロース蓄積を促進することによって必須肥料が節約できる可能性は朗報である。今後の研究の進展に注目したい。

ところでシーショアパサルムは、カタールで開催された 2022 FIFA ワールドカップのサッカー競技場の芝に採用されていた。砂漠の国に建設されたすべての試合会場を青い芝で覆うことができたのは、シーショアパサルムあればこそだったのだ。三笥薫選手の 1 mm の奇跡を実現した芝が、もしかしたら第二の緑の革命を起こすかもしれないと考えると、感慨深いものがある。

参考文献

Sun, G. *et al.* 2022. Genome of *Paspalum vaginatum* and the role of trehalose mediated autophagy in increasing maize biomass. *Nat. Commun.* 13, 7731. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-35507-8>

協会だより

緑地管理研究会（リモート開催）

日時：2023年2月22日（水）10:00～17:00

オンライン（Zoom）によるライブ配信

プログラム：

講習会（午前）：緑地管理用薬剤の効果的で安全性の高い利用方法について

1) 緑地管理用除草剤・抑草剤の効果的な使用方法（日本植物調節剤研究協会）

2) 緑地管理用農薬を使用する上での注意点（緑の安全推進協会）

講演会（午後）：各利用場面における課題紹介

1) 「草で草を制す！ グリーンインフラにおける被覆植物の利用と管理」

① センチピードグラス導入地における初期管理の省力化検討（ネクスコ東日本エンジニアリング）

② 地被植物利用による緑地省力管理の現状と課題（中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京）

③ 植物成長調整剤による誘導植生のその後（中部電力）

④ 芝の維持に向けた初期段階での植調剤等の活用（河川財団）

⑤ 沿道におけるカバープランツを活用した雑草抑制の取組み（南西環境研究所）

⑥ ノシバと薬剤を用いた水田畦畔や空き地の省力的雑草管理（日本植物調節剤研究協会）

2) 国有地における雑草管理の現状と課題（財務省理財局国有財産業務課）

3) 薬剤紹介（各社からのプレゼンテーション）

参加費：無料（事前申込み者に参加URLを配付）

参加申込み：協会ホームページに掲載の開催要領を参照の上、2月8日（水）までにEメールにて下記宛に申込書をお送り下さい。

連絡先：植調協会 総務部企画課

E-mail: kikaku@japr.or.jp TEL: 03-3832-4188

2023年度植物調節剤の研究開発事業に関わる試験研究課題の募集について

日本植物調節剤研究協会では、植物調節剤の有効利用及び作物・雑草の生理・生態等の研究啓発を目的に、大学、国立研究開発法人、都道府県の試験研究機関との共同研究の一環として試験研究を委託している。

2023年度「植物調節剤の研究開発事業に関わる試験研究課題」を以下のとおり募集する。

1. 対象試験研究課題

除草剤、生育調節剤等の有効利用及び作物・雑草の生理・生態の解明に関わる課題とする。

2. 対象者

都道府県試験研究機関、大学、国立研究開発法人、民間企業等関係者とする。

3. 期間

原則として1事業年度（4月1日～翌年3月31日）とする。

4. 試験研究費

原則として1課題当たり50万円（税込み）を上限とする。

5. 応募方法

当協会理事長宛に申込み文書及び試験研究実施計画書を提出する。

6. 審査方法

書面審査により採択課題を決定する。併せてヒアリング審査を実施する場合もある。

7. 成果の報告

試験研究の成果は当該年度末までに当協会理事長宛に提出する。また、「植調」誌に記事を寄稿する。

8. 申込み

期限：2023年3月末日（必着）

宛先：植調協会 総務部企画課（担当：村岡）

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6

TEL：03-3832-4188 FAX：03-3833-1807

E-mail：kikaku@japr.or.jp

必要書類：応募申請書、試験研究実施計画書

（必要書類の様式については、企画課にお問合せ下さい）

人事異動

2023年1月1日付

任	事務局技術部	青木 梨乃
命	事務局総務部総務課長	志知 昇
命	研究所試験研究部長	金久保 秀輝
命	研究所試験研究部	飯村 太玖巳

植調第56巻 第10号

■ 発行 2023年1月25日

■ 編集・発行 公益財団法人日本植物調節剤研究協会
東京都台東区台東1丁目26番6号
TEL 03-3832-4188 FAX 03-3833-1807

■ 発行人 大谷 敏郎

■ 印刷 (有)ネットワン

© Japan Association for Advancement of Phyto-Regulators (JAPR) 2016
掲載記事・論文の無断転載および複写を禁止します。転載を希望される場合は当協会宛にお知らせ願います。

取 扱 株式会社全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6（植調会館）
TEL 03-3833-1821

株式会社エス・ディー・エス バイオテックの水稲用除草剤有効成分を含有する「新製品」

イザナギ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボSD (ベンゾビシクロン)
 カイシMF1キロ粒剤 (ベンゾビシクロン)
 バットウZ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ (ベンゾビシクロン)
 アシュラ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/400FG (ベンゾビシクロン)
 ウィードコア1キロ粒剤 (ベンゾビシクロン)
 ダンクショットフロアブル (ベンゾビシクロン/カフェンストロール)
 天空1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/エアー粒剤 (ベンゾビシクロン)
 パピリカ1キロ粒剤/フロアブル (ベンゾビシクロン/テニルクロール)
 ゲパード1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤 (ベンゾビシクロン/ダイムロン)
 ホットコンビ200粒剤/フロアブル/ジャンボ (ベンゾビシクロン/テニルクロール)
 レプラス1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤 (ダイムロン)
 ジカマック500グラム粒剤 (ベンゾビシクロン)
 ツルギ250粒剤/フロアブル/ジャンボ (ベンゾビシクロン)
 アネシス1キロ粒剤 (ベンゾビシクロン)
 ジャイロ1キロ粒剤/フロアブル (ベンゾビシクロン)
 テッケン/ニトウリュウ1キロ粒剤/ジャンボ (ベンゾビシクロン)
 イネヒーロー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ (ダイムロン)
 ベンケイ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ (ベンゾビシクロン)
 銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ (ダイムロン)
 月光1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ (カフェンストロール/ダイムロン)



ベンゾビシクロンはSU抵抗性雑草やアシカキ、イボクサにも高い除草効果を示します。

「ベンゾビシクロン」含有製品

アールタイプ/シュナイデン (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	タンボエース (1キロ粒剤/ジャンボ/スカイ500グラム粒剤)
イッテツ (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	トビキリ (ジャンボ)
イネキング (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	ナギナタ (1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ)
オークス (フロアブル)	ハイカット/サンパンチ (1キロ粒剤)
キクトモ (1キロ粒剤)	半蔵 (1キロ粒剤)
クサビ (フロアブル)	フォーカスショット (ジャンボ)/ブレッサ (フロアブル)
サスケ粒剤200 (200グラム粒剤)	ブルゼータ (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)
サスケ-ラジカルジャンボ/レオンジャンボパワー (ジャンボ)	フルイニング (ジャンボ/スカイ500グラム粒剤)
忍 (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	プレキープ (1キロ粒剤/フロアブル)
シリウスエグザ (1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒)	ピラクロエース/カリュード (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)
シロノック (ジャンボ)	モーレッツ (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)
スマート (1キロ粒剤/フロアブル)	ライジンパワー (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)
ダブルスター-SB (1キロ粒剤/顆粒)	



根も止める

有効成分「アルテア」は、多年生雑草の地上部を枯らすだけでなく、翌年の発生原因となる塊茎の形成も抑えます。日本の米づくりを根本から進化させる新しい効き目、「アルテア」配合の除草剤シリーズに、どうぞご期待ください。

これからの日本の米づくりに

アルテア®

配合除草剤シリーズ

<https://www.nissan-agro.net/altair/>





オモダカ



ホタルイ



コナギ



イボクサ

サイラ®とは 「サイラ/CYRA」は有効成分の一般名：シクロピリモレート (Cyclopyrimorate) 由来の原体ブランド名です。

サイラは、新規の作用機構を有する除草剤有効成分です。オモダカ、コナギ、ホタルイ等を含む広葉雑草やカヤツリグサ科雑草に有効で、雑草の根部・茎葉基部から吸収され、新葉に白化作用を引き起こし枯死させます。新規作用機構を有することから、抵抗性雑草の対策にも有効です。また、同じ白化作用を有する4-HPPD阻害剤(ピラジレート、テフリルトリオン等)と相性が良く、混合することで飛躍的な相乗効果を示します。

除草剤分類 33 除草剤の作用機構分類(HRAC)においても新規コード33 (作用機構:HST阻害)で掲載され、注目されています。

新規有効成分サイラ配合製品ラインナップ

水稲用一発処理除草剤

ジエイソウル®

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

ジヤスタ®

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

ワサウエポン®

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

ウルティモZ®

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

水稲用中・後期処理除草剤

バイスコープ®

1キロ粒剤

ルナグロス®

1キロ粒剤



三井化学アグロ株式会社

東京都中央区日本橋1-19-1 日本橋ダイヤビルディング
ホームページ <https://www.mitsui-agro.com/>

各剤の
詳しい情報は
こちら



®を付した商標は
三井化学アグロの
登録商標です。

協友アグリ省力化技術

FG

FG剤で田んぼの除草が変わる。

水稲用一発処理除草剤 FG剤ラインナップ

アツパレZ

バッチリLX

アットカZ

サラブレッドKAI

ガツントZ

その他もラインナップたくさん >>>> アシュラ ジェイフレンド バッチリ ビクトリーZ

●使用前にはラベルをよく読んでください。 ●ラベルの記載以外には使用しないでください。 ●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。 ●空袋は圃場などに放置せず、適切に処理してください。

JAグループ
農 協 | 経済連

協友アグリ株式会社 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町6-1

お問い合わせ
<https://www.kyoyu-agri.co.jp/contact/>

®は協友アグリ(株)の登録商標です。



詳しくはこちら
FG
畦畔散布OK
トローン散布OK

協友アグリ FG剤

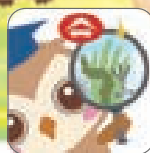


病害虫雑草の
プロを手の中に!

写真を撮るだけで
病害虫雑草診断
ができる

有効薬剤
がわかる!

診断履歴を
管理・分析
できる!



スマートフォン用アプリ

レイミーの

AI病害虫雑草診断

通送料を除く
無料!

※画面は開発中のものです。

対応作物が増えました!!



■本アプリケーションで使用されているAI診断学習モデルは(株)NTTデータCCSと日本農業(株)の共同開発です。■本システムは農林水産省の農業界と経済界の連携による生産性向上モデル農業確立実証事業「防除支援システム研究会(H30~R1)」の成果を社会実装したものです。■学習に用いたデータは、農林水産省委託事業「人工知能未来農業創造プロジェクト・AIを活用した病害虫診断技術の開発」および、「官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)」の成果である「病害虫被害画像データベース」を用いた。

開発 日本農業株式会社

NTT DATA 株式会社 NTTデータ CCS

アプリの
無料
ダウンロード
はこちら

日本農業ホームページから
日本農業 検索



参加 日産化学株式会社 日本曹達株式会社 三井化学アグリ株式会社 株式会社 イスリー・イス バイオテック (MBC) 丸和バイオケミカル株式会社

豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤



湛水直播の除草場面で大活躍！

非SU系水稲用除草剤

ブレキープ[®] 1キロ粒剤
フロアブル

- ・は種時の同時処理も可能！
- ・非SU系の2成分除草剤
- ・SU抵抗性雑草に優れた効果！



ノビエ3.5葉期、高葉齢のSU抵抗性雑草にも優れた効き目

ゼンイチ[®] MX 1キロ粒剤 / ジャンボ[®]

フルパグ[®] MX 1キロ粒剤 / ジャンボ[®]

スーパ[®] A 1キロ粒剤

ヒエケル[®] A 1キロ粒剤

フルチア[®] ジャンボ[®]

フルイニ[®] ジャンボ[®]

タイズド[®] 1キロ粒剤

乾田直播 専用 **ハードパンチ[®] DF**

石原バイオサイエンスの
ホームページはこちら▶



●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。

ISK 石原産業株式会社

販売 **ISK 石原バイオサイエンス株式会社**

ホームページ アドレス
<https://ibj.iskweb.co.jp>



雑草調査のプロに必携の 雑草図鑑

植調 雑草大鑑

WEEDS OF JAPAN IN COLORS

浅井元朗 著

企画：公益財団法人 日本植物調節剤研究協会
B5判 360ページ 定価 10,560円(税込)
ISBN978-4-88137-182-4

ひとつの雑草種について種子、芽生え、幼植物、生育中期、成植物から花・果実までのすべてを明らかにした図鑑。研究者から農業関係者まで、雑草調査のプロにお役にたつ図鑑です。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL.03-3839-9160 FAX.03-3833-1665

<http://www.zennokyo.co.jp>

私たちの多彩さが、
この国の農業を豊かにします。

®は登録商標です。

〒103-6020 東京都中央区日本橋2丁目7番1号 お客様相談室 0570-058-669 農業支援サイト 農力 <https://www.i-nouryoku.com>

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●小児の手が届く所には置かないでください。●空袋・空容器は廃棄等に放置せず適切に処理してください。



大勢のみなさんへ
sco GROUP

住友化学

大好評の除草剤ラインナップ

- 新登場!**
ゼータジャガー 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル
- 新登場!**
バットウZ 1キロ粒剤
シヤンボ
- 新登場!**
ゼータプラス 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル 200Fg
- マスラオ** 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル
- ゼータタイガー** 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル 300Fg
- ズエモン** 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル
- メガゼータ** 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル 400Fg
- オサキニ** 1キロ粒剤
- 忍** 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル
- イッテツ** 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル
- ドニチS** 1キロ粒剤

農耕地から緑地管理まで
雑草防除に貢献します。

畑作向け除草剤

アタックショット 乳剤 **ムギレンジャー** 乳剤
丸和 **ロックス**®

果樹向け除草剤

シンバー® **リバー**®

芝生向け除草剤

アトラクティブ® **ユニホッフ**®
サベルDE ハレイDE

緑地管理用除草剤

ハイバーX 粒剤 **パワーボンバー**

除草剤専用展着剤

サファソフトWK 丸和 **サファソフト30**

MBC 丸和バイオケミカル株式会社

〒101-0041 東京都千代田区神田須田町2-5-2
TEL03-5296-2311 <https://www.mbc-g.co.jp>

第56巻 第10号 目次

1 巻頭言 雑草防除の省力化と除草剤の使用量削減(その2)

高橋 宏和

《特集》 機械・ロボット等を利用した除草技術の現状と課題

2 小型除草ロボットの開発状況と課題—水田用及び畑用ロボットの開発状況など—

吉田 隆延

6 畑地用ロボット除草機の海外における開発状況

保田 謙太郎

9 揺動ブラシ式歩行型除草機の開発と特徴

安達 康弘

13 乗用型水田除草機の開発と市場展開

鈴木 祥一

18 〔田畑の草種〕 雀の帷子(スズメノカタビラ)

須藤 健一

19 〔緒(いとぐち)〕 No.10 植物の記憶(3) 様々な記憶の形,そして忘却

與語 靖洋

22 〔植調講座〕 「ノビエ」の個性を見極める3.

日本産ヒエ属植物の変異—稈と葉の形状—

清水 矩宏

26 〔判定結果〕 2022年度緑地管理関係除草剤・生育調節剤試験判定結果

(公財)日本植物調節剤研究協会 技術部

32 〔統計データから〕 棚田の面積と地域別分布

33 〔連載〕 第31回 カタールの青い芝

渡辺 政隆

35 広場

No.93

表紙写真 《スズメノカタビラ》



道ばた,空き地,畑地や冬の水田,芝地など,人里に生育する代表的なイネ科の冬生一年生雑草。真冬と真夏以外ほぼ一年中出穂する。
(写真は©浅井元朗,©全農教)



第1葉。線形で垂直に開出する。



花序。中軸は横に開く。



分枝。下部は曲がり,上部は斜上する。

小穂。扁平な楕円形。

