

# 高能率水田用除草機を活用した 水稲有機栽培体系 標準作業手順書





# 目次

はじめに	1
免責事項	2
<参考情報> 有機農業に関する情報	2
<b>I 高能率水田用除草機を活用した水稲有機栽培体系</b>	<b>3</b>
1. 有機栽培体系の概要	3
2. 本体系の普及対象と特長	5
(1) 普及対象	
(2) 本体系の特長	
<b>II 高能率水田用除草機について</b>	<b>7</b>
1. 高能率水田用除草機の特長	7
2. 高能率水田用除草機の導入対象と圃場条件	8
3. 高能率水田用除草機の価格、購入など	9
<b>III 圃場・品種の選定と作業計画</b>	<b>10</b>
1. 圃場の選定	10
(1) 圃場の選び方	
(2) 圃場条件の把握と資材等の確認	
2. 品種の選定	11
<参考情報> 有機 JAS 規格について	12
3. 移植時期と作業計画	12
<b>IV 本田の準備と土づくり</b>	<b>14</b>
1. 本田の準備	14
(1) 圃場の均平化と漏水対策	

(2) 土壌診断		
2. 土づくり	.....	15
(1) 堆肥等有機物施用による土づくり		
(2) 塩基類、ケイ酸資材等の施用による土づくり		
(3) 緑肥作物の活用		
3. 施肥	.....	18
<b>V 育苗</b>	.....	<b>19</b>
1. 種子の選別と消毒（温湯種子消毒）	.....	19
(1) 種子の選別		
(2) 温湯種子消毒		
<参考情報> 種子消毒法について	.....	21
2. 育苗箱による中苗育苗法	.....	21
(1) 培土		
(2) 播種		
(3) 育苗管理		
3. プール育苗	.....	23
4. 屋外でのプールまたは水田での育苗	.....	24
(1) 屋外でのプール育苗		
(2) 水田での育苗		
5. 育苗ポットによる成苗育苗法	.....	26
<b>VI 代かき、移植（田植え）</b>	.....	<b>27</b>
1. 代かき	.....	27
2. 移植	.....	27
3. 米ぬかなどの抑草資材の散布	.....	28
<参考情報> 粒状の米ぬかを散布するための側条施肥装置の改良	.....	29

<b>Ⅶ 高能率水田用除草機による除草作業</b>	.....	<b>30</b>
1. 作業計画と圃場の準備	.....	30
2. 作業前の除草部の調節	.....	30
(1) 除草部（フロート）の高さの調節		
(2) フロートの油圧感度の調節		
(3) ローターの深さの調節		
(4) ツースの速度の調節		
(5) 株間への水流の調節		
3. 作業手順	.....	33
(1) 作業開始直後の確認		
(2) 作業のポイント		
(3) 残草の状況確認		
(4) 枕地での旋回		
(5) 作業が終わったら		
4. 除草効果と欠株率	.....	35
(1) 除草効果		
(2) 欠株率		
<参考情報> 高精度水田用除草機	.....	37
<b>Ⅷ 耕種的な抑草技術</b>	.....	<b>38</b>
1. 2回代かき（複数回代かき）	.....	38
(1) 技術の概要と抑草メカニズム		
(2) 有効な草種、有効でない草種		
(3) 作業のコツ		
2. 米ぬか等有機物の表面散布	.....	40
(1) 技術の概要と抑草メカニズム		
(2) 有効な草種、有効でない草種		

(3) 作業のコツ		
3. 深水管理	.....	41
(1) 技術の概要と抑草メカニズム		
(2) 有効な草種、有効でない草種		
(3) 作業のコツ		
4. その他の耕種的抑草技術	.....	42
5. 有機栽培で問題となる水田雑草の生態と防除法	.....	43
(1) ビエ		
(2) コナギ		
(3) ホタルイ類		
(4) アゼナ類		
(5) クログワイ		
(6) オモダカ		
<b>IX 有機栽培で問題となる病害虫の発生と防除</b>	.....	<b>46</b>
1. 主要な虫害と抑制技術	.....	46
(1) イネツトムシ (イチモンジセセリ)		
(2) 斑点米カメムシ類		
(3) ウンカ類 (セジロウンカ、トビイロウンカ、ヒメトビウンカ)		
(4) イネミズゾウムシ		
(5) イネドロオイムシ		
2. 主要な病害と抑制技術	.....	50
(1) いもち病		
(2) 苗立枯病・もみ枯細菌病		
(3) ばか苗病		
(4) 紋枯病		
(5) 稲こうじ病		

<参考情報> 有機 JAS 認証圃場で利用可能な農薬	.....	37
<b>X 中干し期以降の栽培管理と収穫</b>	.....	<b>54</b>
1. 中干し、追肥、畦畔管理	.....	54
(1) 中干し		
(2) 追肥		
(3) 畦畔や法面の管理		
2. 収穫および収穫後の圃場管理	.....	55
(1) 収穫、乾燥、調製		
(2) 収穫後の圃場管理		
<参考情報> カバークロップの種子等について	.....	56
<b>XI 有機栽培体系の収量性・経済性の評価</b>	.....	<b>57</b>
1. 収量性・経済性の評価対象と視点	.....	57
2. 実証経営の概況	.....	57
3. 実証試験における除草効果と収量性	.....	57
4. 労働時間	.....	58
(1) 作業別の労働時間		
(2) 時期別の労働時間		
5. 生産費用	.....	60
(1) 10 アール当たりの生産費用		
(2) 60kg 当たりの生産費用		
(3) 販売価格との比較検討		
<b>XII 普及事例～兵庫県豊岡市～</b>	.....	<b>62</b>
1. 補助事業の概要	.....	62
2. 生産者の取組状況	.....	63
(1) 経営概要		
(2) 除草作業		

- (3) 高能率水田用除草機の評価
- (4) 高性能水田用除草機のさらなる普及に向けて

<b>参考資料、引用文献</b>	.....	<b>66</b>
<b>担当窓口、連絡先</b>	.....	<b>67</b>

## はじめに

有機農産物に対する需要は増加傾向にありますが、有機米の生産量（有機 JAS 格付数量）は約 1 万トン（全生産量の 0.2%程度）と横ばいの状況です。この原因の一つとして、汎用性が高く安定した収量が得られる水稻の有機栽培技術、体系が十分に確立していないことがあります。

農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）では、科学的なデータに基づく有機栽培技術や体系の開発に取り組んでおり、「有機農業をやってみたい」という生産者に対して、栽培マニュアルの作成などによりさまざまな情報提供を行っています。水稻の有機栽培に関しては、2015 年に「機械除草技術を中心とした水稻有機栽培技術マニュアル」を Web 上に公開し、研究会、研修会の開催などにより技術普及を進めてきました。しかしながら、化学合成農薬や化学肥料を使用しない水稻の有機栽培では、労力がかかることや収量や品質が不安定であるなどの課題に直面している生産者は未だ多く、主な技術的要因として雑草対策があげられているのが実状です。

そこで、農研機構では上記のマニュアルをベースに、関係機関と連携のもとに開発した「高能率水田用除草機」を活用した水稻栽培体系の現地試験を行ってきました。この中では、除草効果や水稻の収量性だけでなく、生産者組織での共同利用を前提とした経済性についても調査、解析しました。これらに基づき、2020 年 3 月に「高能率水田用除草機を活用した水稻有機栽培の手引き」を作成、公開しました。

本手順書は、手引きでは十分に紹介できなかった点について、マニュアル等に記載された事項や試験結果をもとに、より詳しい情報を掲載したものです。有機栽培の技術を普及・指導される皆様、生産者の皆様が、本手順書に記載のデータをご活用いただき、生産現場の状況にあわせて創意工夫を加えていただくことで、安定的な水稻の有機栽培を目指していただければ幸いです。

## ■ 免責事項

- 本手順書に記載の技術の利用により、この通りの効果が得られることを保証するものではありません。
- 農研機構は、利用者が本手順書に記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果や損害について、一切責任を負いません。
- 本手順書に記載された栽培・作業暦に示したスケジュールは主に関東地域の平坦部で試験、調査したデータをもとに作成しています。地域や気候条件等より変動することにご留意ください。
- 各製品の取り扱いにあたっては、製品に付属するメーカーの取扱説明書に準拠して使用して下さい。

### <参考情報> 有機農業に関する情報

①有機農業に関する施策や有機農業の現状や課題などの「有機農業関連情報」は、以下の農林水産省のホームページで閲覧、ダウンロードできます。

<https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/yuuki/>

②有機米など有機農産物等の格付実績や有機 JAS 圃場の面積などについては、以下の農林水産省のホームページをご覧ください。

[https://www.maff.go.jp/j/jas/jas\\_kikaku/yuuki\\_old\\_jigyosya\\_jisseki\\_hojyo.html](https://www.maff.go.jp/j/jas/jas_kikaku/yuuki_old_jigyosya_jisseki_hojyo.html)

# I. 高能率水田用除草機を活用した水稲有機栽培体系

## 1. 有機栽培体系の概要

高能率水田用除草機を活用した水稲有機栽培体系の概要は図1-1のとおりです。

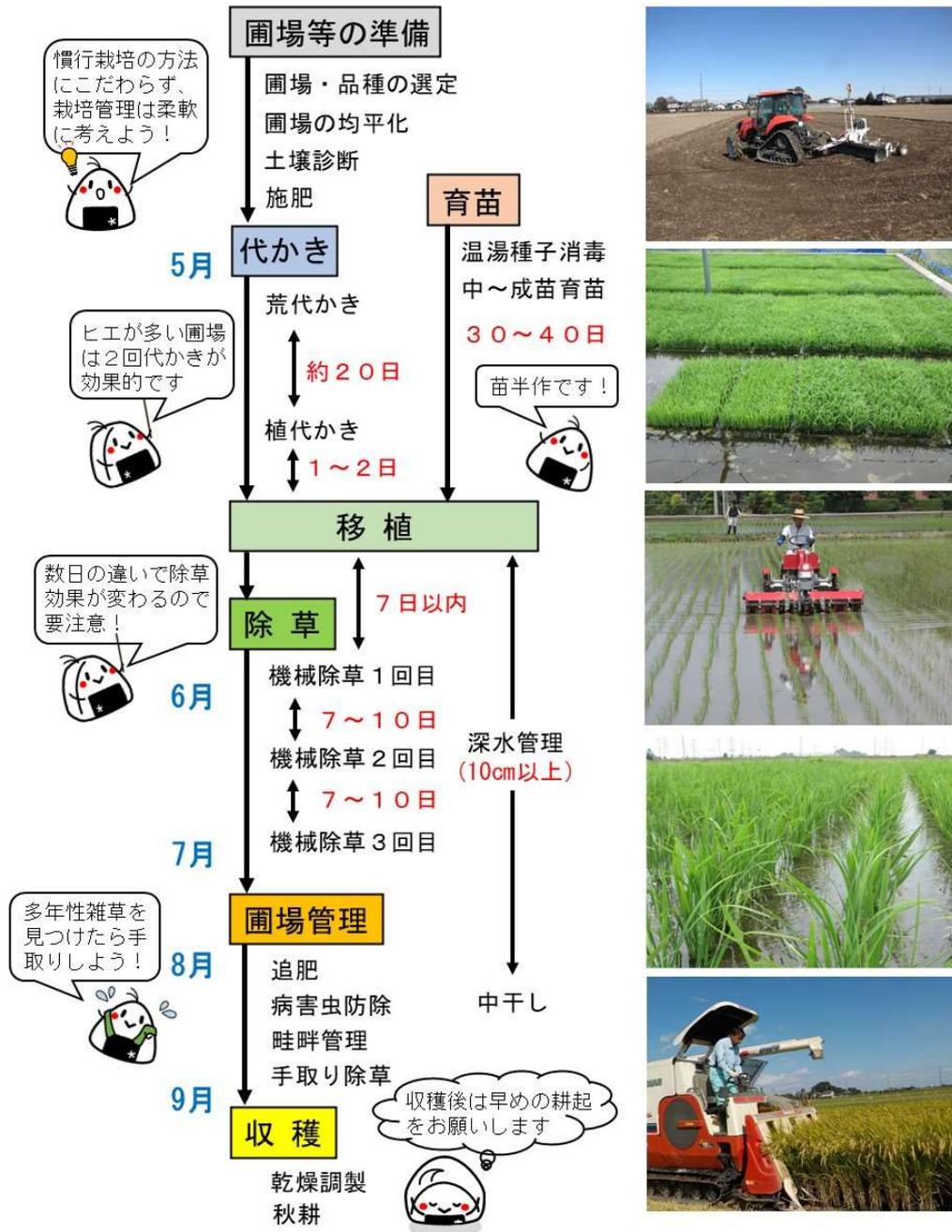


図1-1 高能率水田用除草機を活用した有機栽培体系の概要

図中の「月(青字)」は茨城県南部でコシヒカリを栽培する場合の目安を示したものであり、栽培する品種や地域の気象条件等によって変動する。

本体系では、機械除草作業に適した長方形で**深水管理が可能な圃場を選定**し、主要な病害（いもち病や縞葉枯病など）に抵抗性を持つ品種の導入を検討します。初春までの農閑期には、必要に応じて圃場の均平化や堆肥の施用などを行います。本田での施肥は、比較的早く肥効が現れる資材を慣行栽培での施用量または 1 割程度多く施用します。

種もみは、塩水選後に専用の消毒機で温湯種子消毒（湯温は 60℃、浸漬時間は 10 分）を行います。有機栽培では、移植直後から水位をできる限り上げる必要があることなどから、**中苗以上の充実した苗づくりが必須**です。このため、育苗日数は慣行栽培よりやや長い 30～40 日間で、草丈 20cm 以上の苗を育成します。葉色の低下がみられたら、有機質肥料を早めに施用します。

**植代かきは、移植の 1～2 日前に行います。**植代かきから移植までの期間が長くなるほど雑草の発芽と生育が進み、除草機による除草効果が低下するので注意します。使用する田植機は、必ず除草機と同じ条数のものとし、苗の「かきとり量」を通常より多めに設定して移植時の欠株が最小限になるよう調整します。移植後は、可能な限り**水位を上げ（深水管理）、地面が露出しないようにします。**

高能率水田用除草機による除草効果を高めるためには、水稻が活着し雑草が 2 葉期を迎える前に 1 回目の除草作業を行うことが最も重要です。このため、**1 回目の除草作業は移植後 7 日以内に必ず実施します。**その後、7～10 日間隔で 2 回目、3 回目の除草作業を行います。作業時の水深は 3～5cm 程度とし、欠株や苗の損傷を起こさないために除草作業（特に 1 回目）は 0.3～0.5m/s（ゆつくり歩くくらいの速さ）で行います。

中干しは、還元状態の土壤に酸素を供給することで根の生育を健全にする効果があり、有機栽培においても有効です。中干し期には、追肥や手取り除草を実施します。畦

畔管理は、刈り払い機などを利用して 3～4 週間間隔で作業を行いましょ。ただし、イネの出穂前後 10 日間は、カメムシなどの害虫を本田に追い込んでしまうので作業を控えるようにしてください。

収穫作業は、基本的には慣行栽培に準じて行います。ただし、慣行栽培と兼用している機械（コンバインや乾燥機など）は丁寧に清掃し、有機栽培圃場の米に慣行栽培圃場の米が混入しないように注意しましょ。水稻の**収穫後は、できるだけ早く耕起**を行ってください。秋耕することで、コナギやオモダカなど収穫時に未成熟な雑草の成熟種子（イモ）量を減らすことができ、稲わらや根などの分解が促進されます。

## 2. 本体系の普及対象と特長

### (1) 普及対象

本体系は、水稻の有機栽培を実施中または新たに実施したい生産者のうち、**高能率水田用除草機が導入可能な圃場条件（8 ページ参照）を有する全国の生産者を普及対象**としています。ただし、土壌や気候条件等より作業時期を変更するなど、地域に適した栽培体系となるよう工夫してください。

### (2) 本体系の特長

- ① 高能率水田用除草機による除草作業と耕種的な抑草技術を組み合わせることにより、**8 割以上の雑草が除去**できます。
- ② 高能率水田用除草機による除草作業後の**欠株率は、高精度水田用除草機（多目的田植機の後部に接続するタイプの除草機）と比べて、概ね半分以下（2～3%）**となります。
- ③ 適切な品種の選択や栽培管理を行い、病虫害等による被害がでなければ、本体系では**慣行栽培の 9 割程度の収量が得**られます。

④本体系の本田除草に係る労働時間は、収穫期の手取り除草などを含め10アール当たり4時間程度であり、既存の有機栽培（約10時間）に比べ半分以下となり省力的です。

⑤本体系による60kg当たりの費用合計は、慣行栽培の3割増程度です。無農薬米や有機米の現状の販売価格（慣行栽培の7～8割増）が維持されれば、本体系は慣行栽培に比べて有利性をもちます。

## Ⅱ. 高能率水田用除草機について

### 1. 高能率水田用除草機の特長

高能率水田用除草機は、「農業機械等緊急開発事業」（農林水産省）を活用して 2014 年に農研機構とみのる産業株式会社などが共同で開発した 3 輪タイプの乗用型除草専用機で、4 条用、6 条用及び 8 条用が市販されています（図 2-1）。本機は、3 輪型乗用管理機の車体中央に除草部が搭載され、ベース車両からの PTO（パワーテイクオフ：エンジン動力を作業機械用の動力として取り出すための機構）により駆動します。車体の中央に除草部があることから、オペレーターが除草部や稲株を目視で確認しながら作業することが可能なため、高精度な除草作業が可能です。除草部は条間が駆動ローター式、株間が揺動ツース（進行方向に対して横方向に動くレーキ）式（図 2-2）で、揺動ツースは揺動速度を 2 段階に調整することができます。また、除草部の高さも細かな設定が可能です。作業速度は最大 1.2m/s（歩行型の約 4 倍）です。オプションで車体後部にチェーンや米ぬか散布機（図 2-3）を取り付けることが可能です。本機を利用した除草作業と、深水管理やチェーン除草などを併用することによりさらに高い除草効果が得られます。



図 2 - 1 高能率水田用除草機のラインアップ

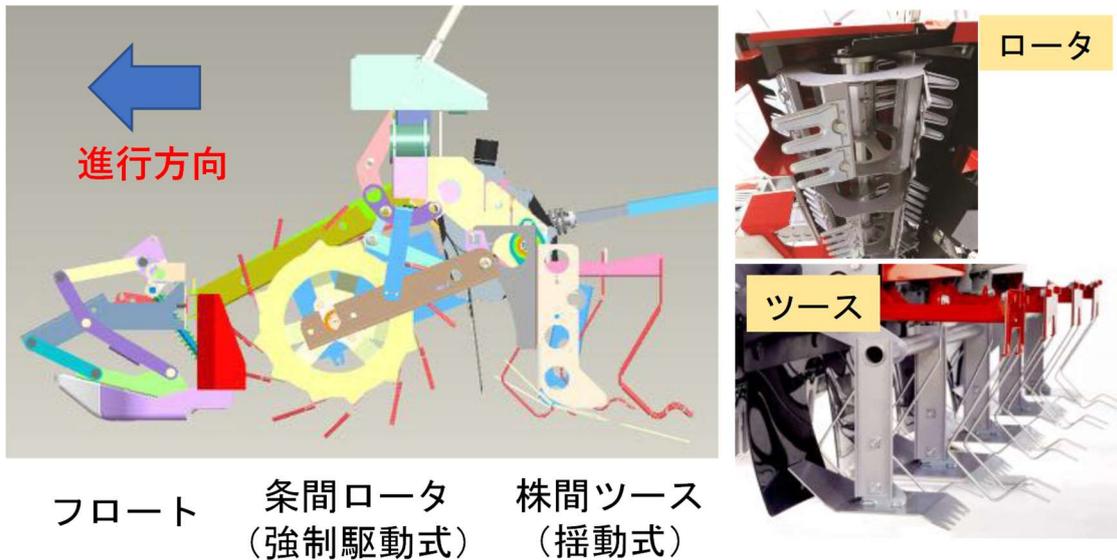


図 2 - 2 高能率水田用除草機の除草機構



図 2 - 3 高能率水田用除草機のオプション

## 2. 高能率水田用除草機の導入対象と圃場条件

高能率水田用除草機は、小規模から大規模までの農家への導入が可能です。導入する圃場の条件は、以下のとおりです。

- ①除草作業の際、機械の旋回によって枕地の水稻が傷みやすいので、縦長の長方形圃場が最も適しています。
- ②移植時と除草時をあわせて機械（田植機と除草機）の車輪が 3～4 回同じ位置（轍）を走行するので、これに耐える耕盤を有した圃場が望ましく、機械の沈みこみが大きい湿田などは適しません。
- ③水管理が可能な圃場を選ぶこと。移植後に土壌表面が露出すると雑草の生育が

旺盛になり、引き抜き抵抗が高まって、除草機による除草効果（特に株間）が低下します。10 cm 程度の水深が維持できる圃場であることは必須です。レーザーレベラーで圃場の均平化を図ることで、除草効果が安定します。

④藻類の発生が多い圃場では、イネの欠株が多くなる場合があります。

### 3. 高能率水田用除草機の価格、購入など

高能率水田用除草機は、みのる産業株式会社より4条用、6条用、8条用の3タイプが販売されており、税込価格は185～230万円です(2021年4月時点)。お手持ちの田植機の条数と同じ条数のタイプを必ず選択してください。適応条間は30 cmと33 cm（ポット苗田植機用）の2型式です。除草機の購入に当たっては、みのる産業株式会社のホームページを参照いただくか、本社またはお近くの営業所までお問い合わせください。除草機の操作については、メーカーの取扱説明書に従ってください。

[http://www.agri-style.com/product\\_guide/?cat2=3](http://www.agri-style.com/product_guide/?cat2=3)

みのる産業株式会社本社：岡山県赤磐市下市 447

電話：086-955-1122（代表）

## Ⅲ. 圃場・品種の選定と作業計画

### 1. 圃場の選定

#### (1) 圃場の選び方

有機栽培を行う圃場は、畦畔などで慣行栽培圃場と明確に区別されている必要があります。また、慣行栽培圃場で使用した農薬や化学肥料の成分を含む水が流入しないよう注意します。例えば、慣行栽培圃場が隣接している場合にはあぜを高くし、あぜ塗を毎年行う、降雨時に排水路から水が逆流しないよう水路の清掃に努める（逆流がおりやすい圃場は選択しない）などの対策を行います。

- ① 周囲圃場の生産者に有機栽培を行うことを連絡し、農薬などが飛散しないよう要請します。周囲圃場の生産者と良好な関係を築くことが重要です。
- ② 深水管理ができ、減水深ができるだけ少ない圃場を選びます。最大水深は 15 cm 以上となる圃場が理想ですが、少なくとも 10 cm 程度の水深が幼穂形成期（中干し時期）頃まで常時確保されることが条件です。
- ③ 慣行の栽培ごよみで中干し期や登熟後期に用水供給が制限される地域では、有機栽培で必要な時期に用水を確保しにくい状況が想定されるため、用水管理者と事前に打ち合わせを行う必要があります。
- ④ 病害虫の常発圃場やクログワイやオモダカなどの多年生水田雑草が多く発生する圃場は、有機栽培に適しません。
- ⑤ 高能率水田用除草機で除草作業を行う圃場は、長方形で面積が広い圃場が適しています。機械の沈みこみが大きい湿田などは適しません。

#### (2) 圃場条件の把握と資材等の確認

- ① 有機栽培開始前に土壌診断（14 ページ参照）を行い、圃場の pH や養分状

態を把握してください。

②圃場に投入する予定の資材をすべてリストアップし、有機栽培で使用できるものかどうか確認してください（有機 JAS 認証機関などで確認が可能です）。

③各作業を記録できるよう記帳簿やパソコンソフトなどを準備してください。圃場ごとに作業日、作業者名と内容、使用した機械名、使用した資材名と使用量などを記録する必要があります。これらの記録は、有機 JAS 認証を申請する際には不可欠ですし、申請しない場合でも、栽培管理やトレーサビリティの向上に役立ちます。

## 2. 品種の選定

有機 JAS 規格では、圃場に使用する種子は、有機栽培で生産されたものを使用することが原則です。しかし、現状では有機栽培で生産された種子は流通量が少なく入手が困難なため、有機栽培を新たに始める場合や種子更新が必要な場合には、市販されている無消毒種子を利用することが認められています。各県の奨励品種を利用することにより、種子が容易に入手可能です。有機栽培に適した品種の特性としては、以下の点があげられます。

①いもち病や縞葉枯病など病害の発生が懸念される地域では、対象病害の抵抗性を有している品種を選択してください。

②有機栽培で使用される有機質資材（肥料や堆肥）は、含有する成分や気象条件等により肥効が変動します。このため、生育が旺盛となり倒伏しやすくなる場合もあるので、耐倒伏性の強い品種を選択することも有効です。

③通常より遅い時期に移植する場合には、極早生品種の選択は避けてください（初期生育量が十分に確保できないため）。

④有機栽培では、初期の分けつが増加がゆるやかで莖数や穂数が少なくなる傾向が

みられます。このため、中～晩生（移植から出穂までが長い）品種や穂数の不足を補える穂重型（一穂粒数が多い）品種が有利と考えられます。

### <参考情報> 有機 JAS 規格について

日本農林規格等に関する法律（JAS 法）に基づき、有機農産物の日本農林規格（有機 JAS 規格：農林水産省告示）において、有機農産物の生産の方法についての基準等が定められています。この有機 JAS 規格に適合した生産が行われていることを農林水産大臣の認可を受けた登録認証機関が検査し、その結果、認証された事業者のみが有機 JAS マーク（右）を貼ることができます。



一方、「有機 JAS マーク」がない農産物と農産物加工食品に、「有機」、「オーガニック」などの名称の表示や、これと紛らわしい表示を付すことは法律で禁止されています。

詳細については、農林水産省のホームページ（下記）を参照してください。

[https://www.maff.go.jp/j/jas/jas\\_kikaku/yuuki.html](https://www.maff.go.jp/j/jas/jas_kikaku/yuuki.html)

## 3. 移植時期と作業計画

移植時期は作業競合や病害虫の発生危険度を考慮して決定します。特に、1 回目の除草作業（移植後 7 日以内）が確実に実施できるよう育苗や各圃場の作業計画を立ててください。選択した品種の移植および栽培適期を慣行栽培の「栽培ごよみ」などで確認します。有機栽培では、慣行栽培に比べてやや遅めに移植し栽培を行う場合が多いですが、その場合でも栽培適期内に移植することが茎数や収量を確保する上で重要です。慣行栽培より移植を遅らせることは、以下の点で有効です。

①水稲の初期生育が早まるため雑草との競合に有利に働き、抑草効果が向上します。遅植えした方が米ぬかなど有機物散布による抑草効果が高まることも報告されています。

②抑草（特にヒエ類）対策としての複数回代かきを行う期間が確保できます。

③野外でプール育苗（→23 ページ）を行う期間が確保できます。

④イネミズゾウムシやイネドロオウムシの被害を軽減できる場合があります。

一方で、イネツトムシ（イチモンジセセリの幼虫）やイネアオムシ（フタオビコヤガの幼虫）の多発が懸念される地域では、移植が遅いと被害が大きくなることがあります。この場合は早期に移植することで、葉食害を軽減することが可能です。

## IV. 本田の準備と土づくり

### 1. 本田の準備

#### (1) 圃場の均平化と漏水対策

有機栽培では水管理が最も重要であり、入水後、圃場内の水位にばらつきがでないよう準備をする必要があります。特に、移植直後に土壌表面が露出していると、多くの雑草が発生、定着し、機械除草などの効果が低くなってしまいます。このため、2～3年に1回はレーザーレベラーにより、圃場の均平作業を行うことをお勧めします。レベラーによる作業で、土壌表面だけでなく耕盤の凹凸も少なくなり、機械除草作業がしやすい圃場となります。また、畦畔からの漏水を防ぎ深水管理を行うために、あぜ塗り機などにより高い畦畔（15cm以上が目標）を造成します。あぜ塗りは、降雨のあとなど土壌に一定の水分がある状態で実施してください。

#### (2) 土壌診断

適切な肥培管理のために3～4年に一度は土壌診断を行ってください。土壌診断は、圃場の数か所から作土（深さ0～10cmの土）を採取し、JAや民間の分析機関に依頼すると1～2か月程度で診断結果がわかります（診断項目や料金などの詳細は各機関にお問い合わせください）。土壌のpHや養分の過不足について正確に把握し、不足する養分がある場合には、適正値になるよう有機栽培で使用可能な資材を施用します。堆肥などを投入しすぎると、pHの上昇や養分バランスの悪化などが起こることがあります。慣行栽培に比べて、有機栽培ではpHを下げたり過剰な養分を適正化することが困難な場合もあるので、診断結果を参考にして施用する有機物等の種類や施用量を決めてください。

## 2. 土づくり

土づくりは、水稻の根が良く伸長するように土壌環境を整え、それによって作物の生産力を維持・向上させることが目的です。土づくりの方法は、主に①堆肥等有機物の施用、②土壌改良資材の施用、③緑肥作物の活用の3点です。

### (1) 堆肥等有機物施用による土づくり

有機栽培での堆肥等有機物の施用による土づくりは、その圃場で生産された農産物の残さ（稲わら、稲わら堆肥）や地域の循環資源である家畜ふん堆肥の施用が基本です。

#### 1) 稲わらすきこみ

地力維持効果は比較的大きいですが、その効果は入水時までの稲わらの分解・腐熟の程度によって大きく異なり、未分解のままだと還元障害や窒素飢餓により水稻生育に悪影響を及ぼします。稲わらの施用量は、乾田では全量（600～700 kg/10 a）すき込みが可能です。一方、半湿田では半量（300～400 kg/10 a）、湿田では全量の稲わらを圃場外に持ち出し、堆肥化した後に還元しましょう。

稲わらの分解・腐熟には、窒素を施用することが重要です。米ぬか等分解を促進する資材とともに稲刈り後なるべく早い時期に土中にすき込みます。

#### 2) 稲わら堆肥

1 トン/10 a の施用で地力維持効果は稲わらとほぼ同程度です。堆肥の腐熟程度や添加する資材の違いによって肥効が異なるので注意します。

#### 3) 家畜ふん堆肥

家畜ふん堆肥は、稲わらや稲わら堆肥に比べ、窒素・リン酸・カリに富むことから、地力増進効果の他、化学肥料代替効果が期待できます。リン酸やカリは、植物に利用されやすい状態で堆肥中に存在するため、リン酸では堆肥中の50～70%、カリでは90%の肥効が施用当年中に期待できます。

一般に地力維持効果は牛ふん堆肥で大きく、発酵鶏ふんで小さくなり、化学肥料代替効果は発酵鶏ふんや豚ふん堆肥で高く、牛ふん堆肥で小さくなります。窒素肥料代替効果は、堆肥の原料、腐熟の程度などによって大きく異なります。牛ふん堆肥で堆肥中の窒素が施用当年中に有効化する割合は 10～30%程度、豚ふん堆肥で約 30%、鶏ふんで 30～60%程度とされます。堆肥中の窒素の肥料代替効果を把握する方法として、堆肥の全窒素含量（JA などに分析を依頼するか堆肥の購入元に確認）から堆肥中の窒素の有効化率を算出する方法があります<sup>文献 1)</sup>（表 4-1）。

窒素肥料代替効果は施用する時期によっても異なりますので、使用する堆肥の特性をよく把握して使用しましょう。また、未熟な堆肥の施用は、水稻の生育に悪影響を及ぼしたり、雑草の種子を持ち込む恐れがあるので、使用しないでください。

**表 4 - 1 堆肥の原料と全窒素含量に基づく肥効判断指標（宮城県古川農試）**

主な原料	全窒素含量 (現物当たり%)	窒素有効化率 ±標準偏差(%)
牛ふん	1%未満	10±4
	1～1.5%	18±6
	1.5～2%	27±7
鶏ふん	2%未満	31±6
	2～3.5%	45±7
	3.5～4%	56±8
豚ふん	0.6～4%	32±6
食品残さ	1～3.5%	34±7

#### 4) 連年施用の効果

堆肥などの有機物は、施用した年に全ての養分が無機化し水稻に利用されることなく、翌年以降も肥効が継続して現れます。したがって、連用が進めばそれだけ過年度に施用された有機物からの窒素供給量が多くなり、同じ施肥設計で長期間継続すると倒伏やいもち病の発生を招くこととなりますので地力の向上に応じて施肥量を適宜削減していくことが必要となります。

### (2) 塩基類、ケイ酸資材等の施用による土づくり

水田には多量のかんがい水が使われるため、かんがいを經由して供給される養分も多く、特にカルシウムやケイ酸が多量に供給され、カリやマグネシウムも供給されます。これらの成分は水系によってその濃度は異なります。土壌分析を活用し不足する成分を補います。

稲わらや籾殻のケイ酸含有率はそれぞれ約 10%、約 20%であり、特に水稻は一作で 100 kg/10 a ものケイ酸を吸収することから、ケイ酸を多く含む稲わらのすき込み、稲わらや籾殻を原料とした堆肥あるいはケイカルなどのケイ酸質資材（有機 JAS 規格に適合したもの）の施用が有効です。

### (3) 緑肥作物の活用

冬～春期間にレンゲ、ヘアリーベッチ、ライムギなどの緑肥作物（カバークロープ）を栽培することで、地力を維持、向上させることができます。緑肥作物の活用法と効果については、「緑肥利用マニュアル」（下記 URL）を参照下さい。

[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134374.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134374.html)

### 3. 施肥

有機質肥料は微生物に分解された後に水稻に吸収されるため、緩効的に肥効が現れます。また、化学肥料の7～8割の窒素肥効率となることが一般的です。

秋に有機質肥料を施用する場合は、稲刈り後、稲わらの分解促進のため米ぬかやボカシ肥料を10a当たり100kg程度散布し、浅く(5～10cm)耕耘します。これを元肥部分とします。移植後生育が悪い場合は速効性のある有機質肥料を追肥します。

入水前や移植時に有機質肥料を元肥として施用する場合は、菜種油粕や有機アグレット666特号など比較的速く肥効が現れるものを慣行栽培での標準施肥量または標準施肥量より1割程度多めに施用します。施肥量は、前年までの水稻の生育状況などを参考に判断してください。有機質肥料の肥効は、使用する製品や気象条件等で異なるので、追肥で生育を調整するようにします。

## V. 育苗

※本章で記載している葉令は、不完全葉を除いた葉数を示しています。

### 1. 種子の選別と消毒（温湯種子消毒）

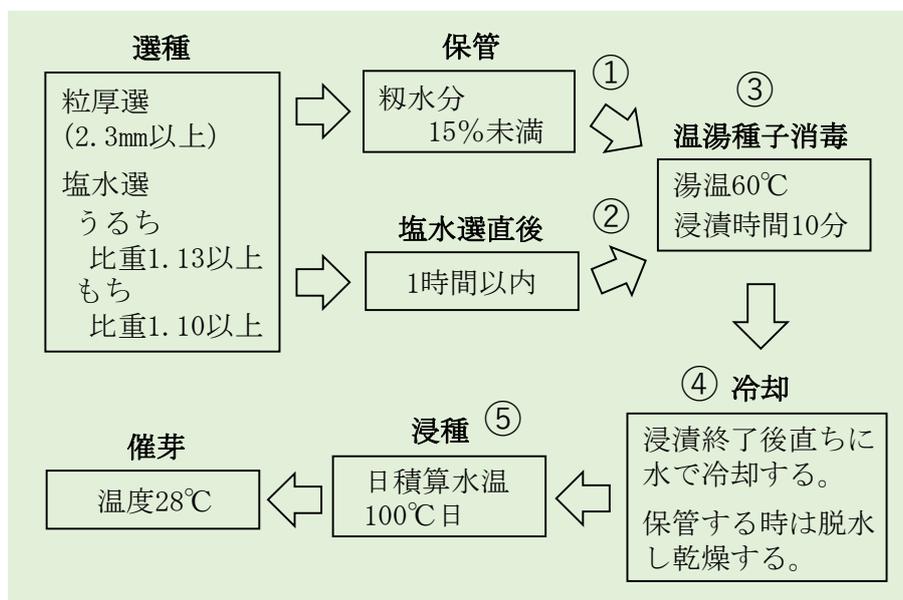


図5-1 種子の選別から催芽までのフロー

#### (1) 種子の選別

有機栽培では化学農薬による防除ができないため、種子伝染性病害に罹病していない種子を用いることが慣行栽培より重要となります。このため、自家採種、購入種子を問わず選種は必ず行います。種もみは粒厚選（篩目 2.3mm 以上を推奨）を行った後、塩水の比重はうるちが 1.13 以上、もちが 1.10 以上で塩水選による選種を行います。比重 1.13 に必要な食塩の量は水 10 リットル当たり 2.1kg、比重 1.10 に必要な食塩の量は水 10 リットル当たり 1.6kg になります。

#### (2) 温湯種子消毒

温湯種子消毒は温熱を利用した物理的防除法で、適切に行なえば高い防除効果が得られます。いもち病、ばか苗病、籾枯細菌病、苗立枯細菌病、イネシンガレセンチュウに有効であることが確認され、全国的に普及しています。その一方、不適切な処理

で防除効果不足や発芽不良といった問題点も指摘されています。そのため、導入に際しては、以下の点に注意することが必要です。

- ①種子の籾水分は 15%未満の乾籾で行います。高水分籾、割れ籾は温湯種子消毒により発芽率が低下しやすいので使用しないでください。
- ②塩水選に続いて温湯種子消毒を行う場合には、塩水選後 1 時間以内に行います。塩水選から時間が経過した後に温湯種子消毒を行う場合には、籾水分を 15%未満まで乾燥した後に行います。
- ③温湯種子消毒は湯温 60℃、浸漬時間 10 分で行います。温湯種子消毒は保温機能のついた専用機を使用します。湯温、時間を厳守してください。湯温や時間を間違えると消毒効果の低下や発芽率の低下につながります。種子量は温湯種子消毒機の能力に対応した量を厳守し、できるだけ小分けにして網袋に入れることで温度ムラが起こらないようにします。
- ④温湯種子消毒後は、速やかに冷水で種籾を冷却します。冷却後は、種籾を十分に乾燥して低温低湿度で保管、またはそのまま浸種します。保管する場合は、種籾が病原菌に再汚染されないよう保管場所の環境などに注意を払いましょう。
- ⑤浸種・催芽は慣行栽培に準じます。この際、未消毒の種子に接すると病害に感染する危険があるため、未消毒種子とは必ず分けて浸種・催芽します。浸種は、15～25℃程度の水温で積算水温 100℃・日を目安とし、催芽温度は 28℃とします。
- ⑥保管していた温湯消毒済み種子は、浸種前に発芽率を確認することをお勧めします。また、もちほうちりに比べ温湯種子消毒により発芽率が低下しやすいので、有機 JAS に適合した微生物農薬による消毒を行うことをお勧めします。

## ＜参考情報＞ 種子消毒法について

より高い防除効果が見込まれる種子消毒法については下記のものがあります。

①温湯種子消毒と有機 JAS に適合した微生物農薬の「エコホープ」（クミアイ化学）や「タフブロック」（出光興産）と温湯種子消毒との併用

②「事前乾燥処理を組み込んだ防除効果の高い水稲種籾の温湯消毒技術」

[https://www.naro.go.jp/laboratory/brain/innovation/inobe\\_result\\_2019\\_kaihatsu\\_28\\_28030C.pdf](https://www.naro.go.jp/laboratory/brain/innovation/inobe_result_2019_kaihatsu_28_28030C.pdf)

## 2. 育苗箱による中苗育苗法

### (1) 培土

#### 1) 市販の有機栽培用培土

培土は、自作も可能ですが、有機 JAS に適合した市販の育苗培土を利用すると発芽、生育が概ね安定します。ただし、製品によって特性（吸水性や窒素肥効率）が異なるので注意が必要です。

#### 2) 市販の有機質肥料や発酵鶏糞を用いた自作培土

市販されている有機質肥料や発酵鶏糞と無肥料の土と混合して安価な育苗培土ができます。箱当たり窒素分量は 2.5 g 程度とします。発酵鶏糞を用いる場合、窒素含有量 4 %程度の発酵鶏糞を用います。無肥料培土と有機質肥料や発酵鶏糞との混和は、白カビが発生しやすいため極力播種当日に、床土入れは播種当日に行います。

#### 3) ぼかし肥料で作る自作培土

菜種油粕、米ぬか、魚粕などを混合・発酵させたぼかし肥料と無肥料の土を混合して安価な育苗培土ができます。ぼかし肥料の作製は播種 1 ヶ月前から行い、保温や切り返しなどの管理が必要です（原材料例：米ぬか 40%、菜種油粕 30%、魚

粕 30%)。ぼかし肥料は育苗箱当たり窒素 3g 程度とし、ぼかし肥料と土との混合は白カビ防止のため播種前日～当日に行います。また、ぼかし肥料の pH が高いため、pH 未調整のピートモスとぼかし肥料混合済みの培土を容積比で 7 対 3 を目安に十分混合します。使用する土は有機栽培圃場や過去 3 年以上化学農薬等の使用・飛来がない山土などを用います。

## (2) 播種

有機栽培では抑草のため移植直後から深水管理することが必要なため、中苗以上の充実した活着の良い苗が必要とされます。播種量は 1 箱当たり乾粕 70 g 程度（吸水粕で 80～100g）とします。すじ播きのできる播種機であれば、すじ播きにすることで少ない播種量でも移植時の欠株を少なくすることができます。育苗日数は播種量が減るほど長くなり、30 日～40 日程度です。10 a 当たりに必要な箱数は株間 18 cm で移植する場合は約 30 箱です。床土と覆土の量は、1 箱当たり約 3.5～4.0 L 準備します。

## (3) 育苗管理

### 1) 温度管理

有機栽培では病害を予防するため慣行栽培以上に温度管理を徹底する必要があります。出芽は 28℃以下とし、本葉第 1 葉展開期までは日中 25℃、夜間 10～15℃、本葉第 1 葉展開期以降は日中 20℃、夜間 10～15℃を目安に温度管理します。ハウス内で育苗する場合は、高温で苗が徒長しないよう注意が必要です。

### 2) 追肥

葉色の低下がみられたら、有機アグレット 666 特号などの肥料を早めに箱当たり窒素成分 1～1.5 g を目安に施用します。苗が黄色くなってから追肥しても回復は困難です。

### 3. プール育苗

水稲有機栽培の育苗では、育苗期間の病害防除、培土の肥効発現、水管理省力化のためプール育苗が適します。プール育苗は、苗床に遮光性のビニールなどで湛水槽を作り、そこに育苗箱を設置して行う育苗方法です。この育苗法により、育苗期に発生するもみ枯細菌病および苗立枯細菌病の発病抑制が可能です。一方で、一旦病害が発生すると、プールの水を介してプール内すべての箱に感染する恐れがあります。このため、種子消毒や育苗温度管理などの病害対策を十分に行う必要があります。

**表5-1 パイプハウスにおけるプール育苗の作業項目と留意事項**

作業名	作業項目	留意事項
置床準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>置床の幅は、育苗箱をならべる幅より両側を各々5cm程度広くします。</li> <li>置床をできるだけ水平に整地します。</li> <li>土、角材、Lアングル等で置床の周囲を5～10cm程度高く囲みます。</li> <li>置床幅より80cm程度広いビニールを敷きプールとし、水位調整ができるよう水尻を設けます。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>置床に傾斜がある場合はプール枠の中に仕切板等を入れ、各仕切内の水深差が少なくなるようにします。</li> <li>病害の危険があるため置床の整地に粗殻は用いないようにします。</li> </ul>
床土つめ 出芽・緑化	<ul style="list-style-type: none"> <li>発根量が多いので育苗箱に根止め用の敷き紙をするか、底面の穴の少ない育苗箱を使用します。</li> <li>加温出芽の場合は、温度の目安を28度とします。無加温出芽の場合でも床土内の温度に注意します。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新聞紙では根止めになりません。</li> <li>芽を伸ばしすぎないようにします。</li> <li>緑化までは慣行栽培に準じた温度、水管理を行います。</li> </ul>
入水方法 (育苗期間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>入水は、緑化終了後～本葉1.5葉期（根が箱の底に届いた時期）に行い、水深は培土表面くらいの高さとしします。</li> <li>苗の生育に応じて水位をあげ、育苗箱の縁より1～2cm上の水深で管理します。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>入水後は苗が水没しないよう注意します。</li> </ul>
温度管理 (育苗期間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>慣行育苗に比較し苗が徒長しやすいので、従来のハウス育苗温度より低め（昼間は20℃、夜は10℃を目安）に管理します。</li> <li>極端な低温時を除いて、昼夜ともサイドビニールを開放し管理します。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>霜や低温注意報がでているなど翌朝のハウス気温が5℃以下と予想される時はサイドビニールを閉め、水深を深くして苗を保温します。</li> <li>気温が30℃以上になる場合は、水を掛け流して入れ替え水温を下げます。</li> </ul>
追肥	<ul style="list-style-type: none"> <li>葉色の低下が見られたら、2.5葉期頃に有機質肥料を箱当たり窒素1～1.5g追肥します。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プールの水位を下げて追肥します。</li> </ul>
落水 移植	<ul style="list-style-type: none"> <li>移植時に運搬しやすいように移植の2～3日前に落水します。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>落水後、乾燥しすぎないように注意します。</li> </ul>

注)表中の葉令は不完全葉と除いた葉数を示す

苗立枯細菌病などの発病を抑制するためには、入水開始時期と常時湛水がポイントです<sup>文献2)</sup>。適期の入水開始は緑化終了後とし、水位を育苗箱の培土表面くらいの位置にします。入水開始時期が遅れると培土内で病原菌の生育が促進され、発病の危険性が高まります。一方で早すぎたり、水深が深く苗が水没すると生育不良の原因となるので注意します。湛水深は苗の生育に応じてあげ、育苗箱の縁より 1~2 cm 上の水深に管理します。1.5 葉期以降は水位が育苗箱の縁を下回ったらその都度入水します。パイプハウスにおけるプール育苗の主な作業と留意事項は表 5-1 を参照してください。

## 4. 屋外でのプールまたは水田での育苗

温暖地や暖かい時期にハウス内で育苗を行うと軟弱で徒長した苗になりやすいため、屋外での育苗が最適です。

### (1) 屋外でのプール育苗

屋外でのプール育苗法は、概ねパイプハウスでの育苗法（表 5-1）と同様ですが、以下の点に注意してください。

- ①晴天日の昼間は、苗や水面からの蒸発散量が多くなるので、少量の水をかけ流しにすると水位と水温が安定します（図 5-2）。
- ②プール育苗開始初期で、夜温が 5℃以下になると予想される場合には、不織布などをかけておけば低温障害を回避・軽減できます。
- ③著しい鳥害が予想される場合には、プールの周囲に防鳥ネットを張るなどの工夫が必要です。



図 5 - 2 屋外でのプール育苗のようす

## (2) 水田での育苗

プール育苗と同様に湛水状態で行う水田内での育苗が可能です。水田での育苗のメリットは水管理を省力化でき、プールを設置する必要がない点です。使用する水田は水の便が良く、苗の運搬や見回りに便利な農道沿いの圃場を選びます。苗を搬入するまでの準備として、代かきを行い、高低差がないように均平にします。育苗箱を水田に出す時期は、緑化期と播種直後の 2 通りがあります。また、水田に移した後、根を土壌に張らせる方法と張らせない方法があります。

ここでは、緑化期に水田に移し、根を土壌に張らせない方法を紹介します。育苗箱は、穴の少ない稚苗用育苗箱または根止め用の敷き紙を用います。播種から緑化期までの管理は、ビニールハウスで通常の育苗と同様に行います。出芽が揃い 1 葉期（不完全葉は除く：以下同じ）頃になったら、水田へ運びビニールを敷いて並べます（図 5-3）。水位は育苗箱の縁より 1 cm 程度高く保ちます。追肥や注意点などはプール育苗に準じます。



図 5 - 3 苗を水田へ移動する時期（左）と水田でのプール育苗（右）

## 5. 育苗ポットによる成苗育苗法

ポット成苗とは、専用のポット育苗箱を使って葉齢 4.5 葉（草丈約 20 cm）以上に育苗した苗のことです。1 株 1 株が充実した土付き苗であるため、植え傷みが少なく田植後速やかに活着するのが特徴です。また深水管理でも良好な生育ができる育苗方法です。なお、ポット成苗を移植するためには、専用の田植機が必要です。本法については、以下（みのる産業の Web サイト）を参照ください。

<http://www.minoru-sangyo.co.jp/minorupot/>

## VI. 代かき、移植（田植え）

### 1. 代かき

代かきには荒代かき（入水後の早い時期に行う代かき、省略されることもある）と植代かき（移植前に行う最後の代かき）がありますが、ヒエ類が多い圃場では、複数回代かき（荒代かき＋植代かき）が有効です（→38 ページ参照）。代かきは、水田ハローで浅めに行います。特にレーザーレベラーで均平化した圃場では、土がなるべく移動しないよう丁寧に作業してください。植代かき時には、雑草は発芽の準備が整っています。このため、植代かきは移植の1～2日前に行うようにしてください。植代かきから移植までの期間が長くなるほど、除草機による除草効果が低下しますので、注意してください。

### 2. 移植

有機栽培では、生育初期に無機化している窒素量が少ない傾向にあることなどから慣行栽培に比べて莖数が減少する傾向にあります。また、機械除草では一定の欠株が生じます。このため、栽植密度は、株間18cm以下（60株／坪以上）を基準にし、莖数を確保するようにしてください。特に、移植時期が遅い場合には、疎植では十分な莖数（穂数）が得られず、収量が減る原因となります。

移植は、植代かきから2日以内に行います。使用する田植機は、必ず除草機と同じ条数のものを使用してください。播種量が少ないため標準の設定では植付時に欠株が生じてしまいます。苗取り量調整レバーを調整し、1株当たり3～5本となるよう「かきとり幅」を通常より多めに設定（もしくは「横送り回数」を少なく設定）してください

（図6-1）。目安としては、株間18cmで移植する場合は10a当たり約30箱の苗が必要です。

機械除草を精度よく行うためには、隣接条合わせ（直前に植えた4～8条とこれから植える4～8条との間）が $30\pm 5$  cm以内になるよう注意して移植します。移植後は、可能な限り水位を上げ、地面が露出しないようにします。



図6-1 移植作業前の田植機の調整

### 3. 米ぬかなどの抑草資材の散布

抑草を目的に米ぬかやくず大豆などを散布する場合は、移植直後に動噴などを利用して散布します。施肥機能が付いている田植機では、側条施肥装置を改良し、粒状の米ぬかを施肥ボックスに入れることで、田植えと同時に米ぬか散布ができます（図6-2）。粒状米ぬかは「米の精」などの商品名で販売されており、JA などから入手できます。ただし、米ぬかは除草剤ではありません。抑草効果が出ない場合があることを理解した上で利用してください（→40 ページ参照）。



図6-2 田植え同時米ぬか散布の状況

## <参考情報> 粒状の米ぬかを散布するための側条施肥装置の改良

側条施肥装置は肥料を土壌中に施用するための装置です。米ぬかは土壌表面に散布する必要があることから、装置の一部を改良する必要があります。改良は簡易なものですが、メーカーの保証が受けられなくなる場合があるので注意してください。具体的な改良の方法や作業時の留意事項などについては、「機械除草技術を中心とした水稲有機栽培技術マニュアル」（下記 URL）を参照下さい。

<https://ml-wiki.sys.affrc.go.jp/Organic-Pro/kikai-sousa/kouseido>

## Ⅶ. 高能率水田用除草機による除草作業

### 1. 作業計画と圃場の準備

高能率水田用除草機による除草効果を高めるためには、水稻が活着し雑草が 2 葉期を迎える前に 1 回目の除草作業を行うことが最も重要です。このため、1 回目の除草作業は移植後 7 日以内に必ず行います。2 回目は 1 回目の 7～10 日後、3 回目は 2 回目の 7～10 日後に作業を行います。作業時の水深は 3～5cm 程度が適切です。深水管理を行っている場合は、作業前までに水深を 5cm 程度まで下げておきます。水深が深すぎると、除草部が浮き上がるなどにより上手く除草できない場合があります。

### 2. 作業前の除草部の調節

前進で圃場内に入り、除草部を下ろした後、以下の手順で調節します。

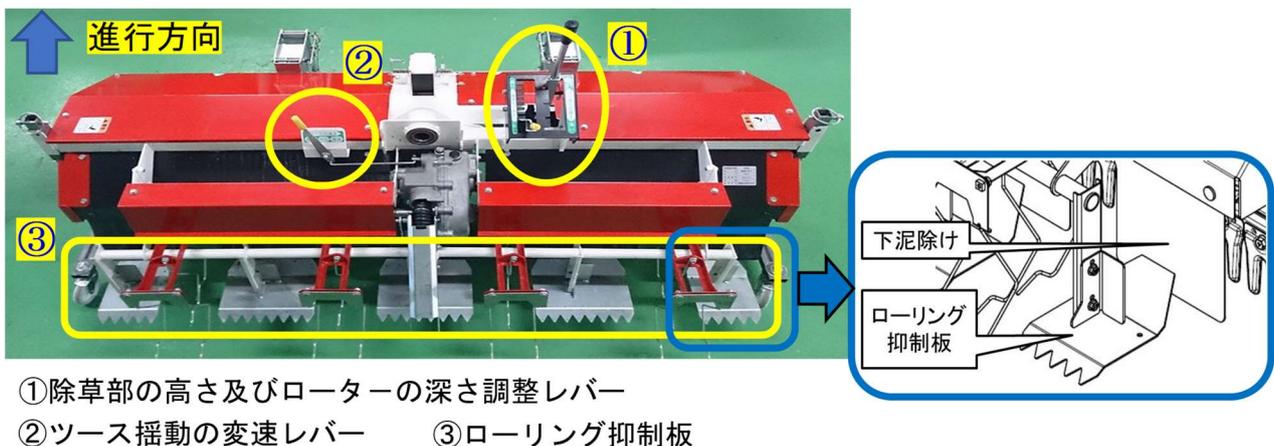


図 7 - 1 高能率水田用除草機の除草部の構造

## (1) 除草部（フロート）の高さの調節

除草部の高さ調節レバーを操作して除草部（フロート）の高さを調節します。高さはツースの山が田面に合うように調節します（図 7-2）。

## (2) フロートの油圧感度の調節 ※通常は調節不要です

田面の状態に合わせてフロートの油圧感度を除草部前方の感知バネで調節します。通常は一番下にセットし、田面が硬い場合は田面をフロートが捉えるよう感知バネを上、田面が柔らかい場合はフロートが泥を押し、泥が苗を埋めないよう感知バネを下にします（図 7-3）。

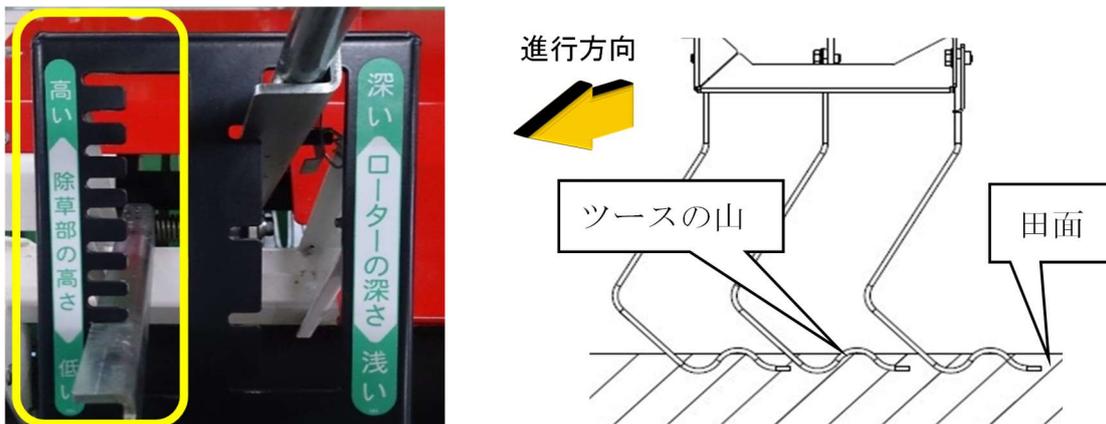


図 7 - 2 除草部の高さの調整

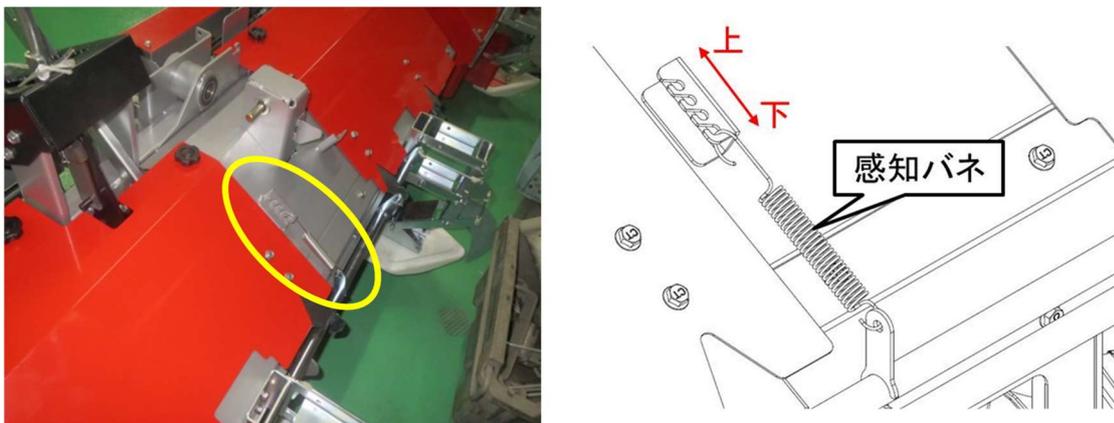


図 7 - 3 フロートの油圧感度の調節

### (3) ローターの深さの調節

ローターの爪が確実に田面に当たるよう、ローターの深さ調節レバーでローターの深さを調節します（図 7-4）。

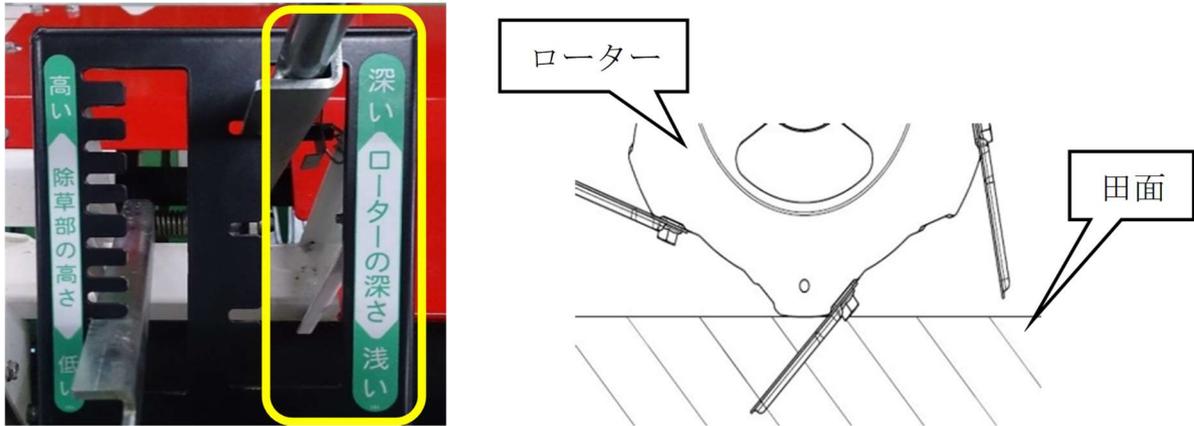


図 7 - 4 ローターの深さの調節

### (4) ツースの速度の調節

残草や苗の活着状態に合わせてツース変速レバーでツースの速度を調節します（図 7-5）。株間に残る草が多いようなら高速に、苗の活着が悪く欠株が発生する場合は低速にします。株間の除草が必要ない場合は、「中立」に設定します。



図 7 - 5 ツースの速度の調節

### (5) 株間への水流の調節

株間に集まる水流は、下泥除けをローリング抑制板の上に載せると減少し、ローリング抑制板の上に載せないと株間に水流が集まります。欠株の有無、苗の活着具合で使い分けます。

### 3. 作業手順

#### (1) 作業開始直後の確認

作業開始直後は、低速で前進した後一度停止して水稻の状況や雑草が浮き上がっているかを確認します（図 7-6）。苗が少しなびく程度の状態であれば問題ありませんが、苗が立っている状態で雑草が浮かんでこなければ、ローターやツースが田面に当たっていない可能性があります。また、引っかかり音（安全クラッチが作動している）がしたり、ローリング抑制板が土を押している場合は、ローターが深く入りすぎています。エンジンを停止して、除草部の高さやローターの深さを適切な位置に再調節してください。



図 7 - 6 降車しての状況確認と  
浮かび上がった雑草



#### (2) 作業のポイント

高能率水田用除草機は最速 1.2m/s で作業を行うことが可能ですが、欠株や苗の損傷を起こさないために、特に 1 回目の除草では 0.3 ~0.5m/s（ゆっくり歩くくらいの速度）で作業してください。一筆の中でも田面の高低や耕盤の起伏があるので、作業中も苗の状況などを確認しながら、こまめな調整を行

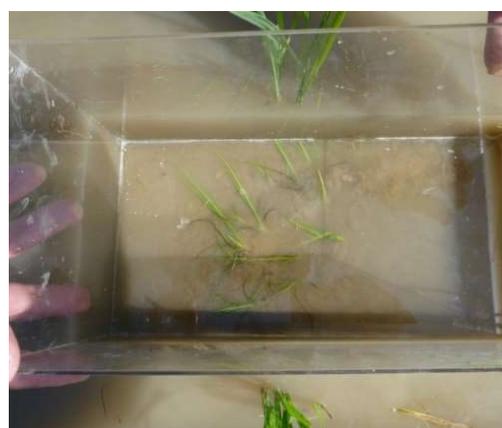


図 7 - 7 アクリルケースを利用した  
雑草の状況の確認

ってください。前記の速度でも、10 アール当たり約 30 分（6 条タイプの場合）で作業することができます。

### （3）残草の状況確認

作業中に残った草の状況を確認するためには、アクリルケースを沈めることで濁っていても雑草を確認できます（図 7-7）。

### （4）枕地での旋回

旋回時に切り返しを行うと欠株の増加につながります。旋回後に前輪が入る場所に目印を付けることで旋回がスムーズに行えます。例えば、先端に色をつけた割り箸を立てておけば、除草機に乗ったままで前輪が入る場所がわかります（図 7-8）。

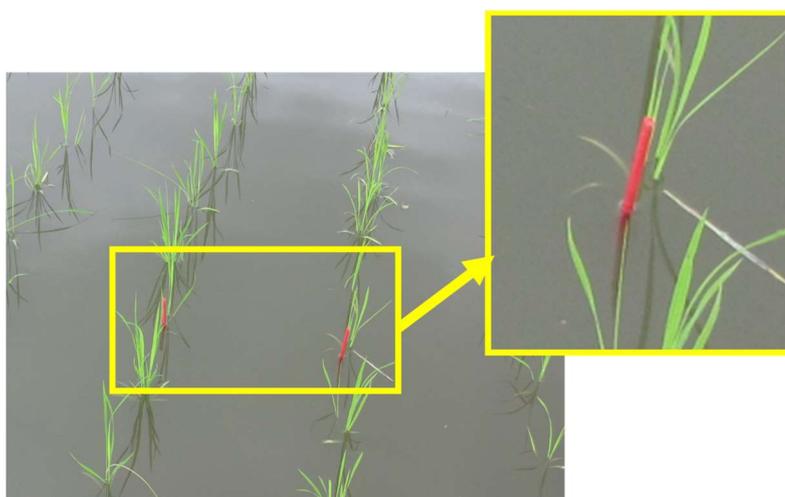


図 7 - 8 旋回時の目印の付け方例

### （5）作業が終わったら

除草部を固定フックにかけ、後進でゆっくりと圃場から出てください。乗車したまま前進すると転倒事故につながる可能性があります。除草作業後は、速やかに深水管理に戻してください。

## 4. 除草効果と欠株率

### (1) 除草効果

高能率水田用除草機による除草作業を適期に実施し、深水管理などの耕種的な雑草防除技術を組み合わせることで、8割以上の雑草を除去することができます（図7-9）。収穫期まで残ったノビエなどの雑草は、次年度以降の発生量を少なくするために手取り除草を行い、できるだけ除去することをお勧めします。

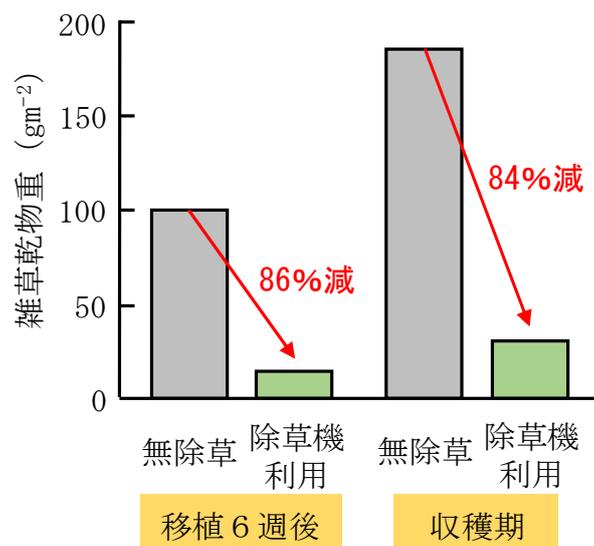


図7-9 除草作業後の雑草残存量

現地実証圃場（埼玉県内）における調査データ  
（2017～2019年の平均値）

### (2) 欠株率

高能率水田用除草機は、除草装置が車体の中央に配置されています。このため、作業中に運転席から稲列が確認しやすく、少しのハンドル操作では除草機的位置がほとんど変わらないので、イネを傷めにくくなっています。高精度水田用除草機（多目的田植機の後部に接続するタイプの除草機）と比べると、本機の作業による欠株は少なくなる傾向にあります（図7-10）。

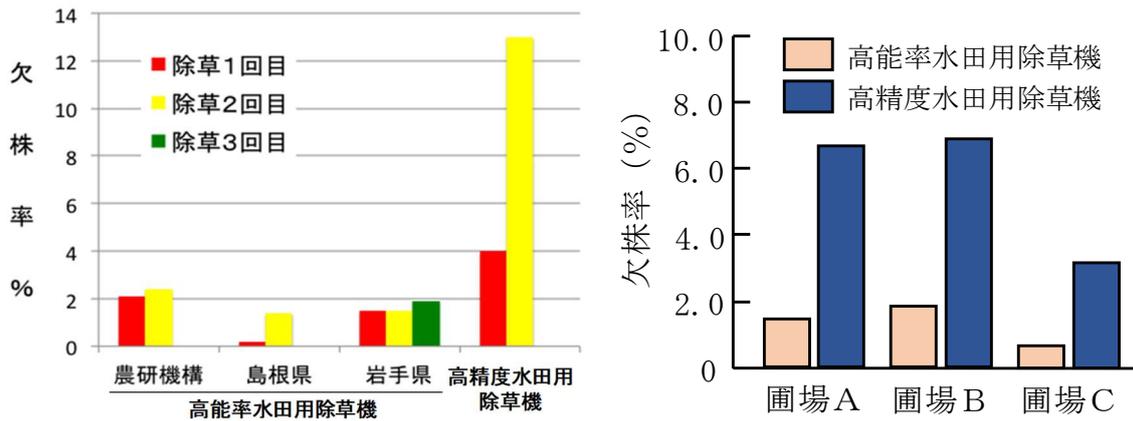


図 7 - 1 0 除草作業後の欠株率

左図：試作機により複数の県等で除草作業を実施したデータ（2014 年）

右図：農研機構中央農研圃場で除草作業を 2 回実施した後のデータ（2016 年）

注）欠株率には機械が旋回する枕地部分の欠株は含まない

本機の作業で欠株が増える要因としては、苗の活着が悪い、除草部の位置設定が深すぎる、作業速度が速すぎる、藻類の発生が著しいなどが考えられます。また、前年の稲株などが多く残っているとローターやツースに絡まることで欠株が増えるので、秋耕などにより稲株や稲わらは十分に分解させておく必要があります。

## ＜参考情報＞ 高精度水田用除草機

VII章に記載のある「高精度水田用除草機」は、乗用型多目的田植機の機体後部に PTO を介して接続可能な除草装置です（図 7-11）。本装置は、農研機構生研センター（現革新工学センター）と農機メーカーが「農業機械等緊急開発事業」で共同開発したものです。本装置には、高速回転する横軸回転ローターで水稻の条間を除草し、水平左右に揺動するレーキで株間を除草する方式の除草機構が採用されています。現在、乗用型多目的田植機および除草装置は、6 条用と 8 条用が井関農機株式会社、株式会社クボタ、ヤンマー株式会社の 3 社より販売されています。



図 7 - 1 1 多目的田植機による移植作業（左）と高精度水田用除草機による除草作業（右）

## Ⅷ. 耕種的な抑草技術

有機栽培においては、機械除草だけでは十分な抑草効果が得られない場合があります。このため、耕種的抑草技術との組み合わせが重要になります。各技術の特徴を知った上で、現地の状況にあわせて技術をうまく組み合わせ、効率的な雑草防除を行ってください。

### 1. 2回代かき（複数回代かき）

#### （1）技術の概要と抑草メカニズム

水稲移植前の代かきを複数回行うことにより雑草を抑制する技術です。各代かきは3週間程度の間隔を空け、代かきと代かきの間は湛水状態を保ち、田面が露出しないよう注意します。入水、代かきによって水田雑草を一旦出芽させ、もう一度代かきをすることで出芽した雑草を土中に埋め込んだり、水中に浮かせたりすることで防除します。

#### （2）有効な草種、有効でない草種

ノビエには有効ですが、コナギには効果がありません（図 8-1）。ノビエは1回目の代かきによって土中種子の多くが出芽し、出芽せずに土中に残る種子も、2回目の代かきまでに徐々に死滅あるいは休眠します。このため、2回目の代かき以降は出芽数が減少します。一方、コナギは土壌のごく表層の種子だけが出芽するため、1回目の代かき後も土中に多数の未発芽種子が残ったままとなります。2回目の代かきによって土中種子が表層に移動すると、これらの種子から新たな出芽が始まります。このことからコナギには複数回代かきの効果が期待できません。

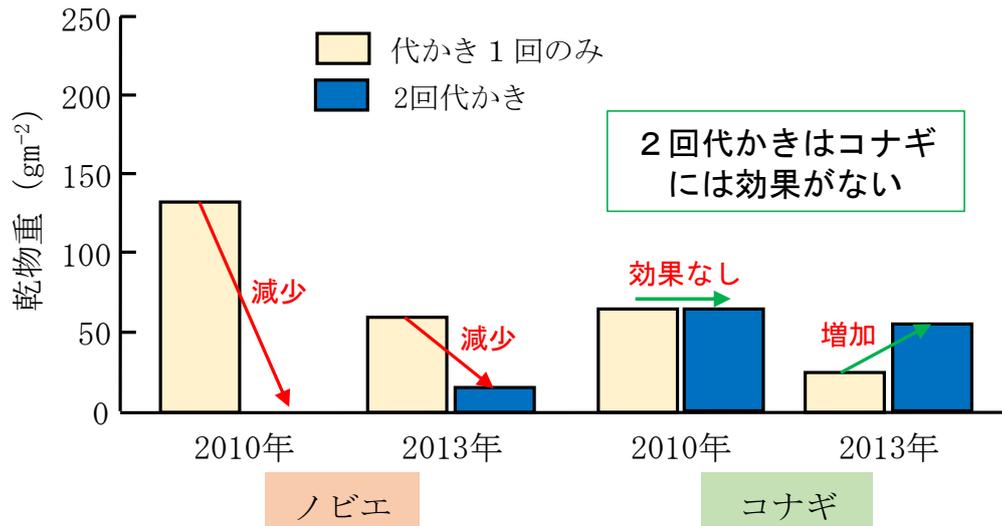


図 8 - 1 ノビエとコナギに及ぼす 2 回代かきの影響

ポット試験のデータ。2010 年は 5/12 に 1 回目、6/9 に 2 回目の代かき、2013 年は 5/21 に 1 回目、6/19 に 2 回目の代かきを行い、調査は 9 月に行った。

### (3) 作業のコツ

1 回目の代かきの後にできるだけ多くの雑草種子を出芽させ、2 回目の代かき後には、それまでに出芽した雑草が残らないようにするのが大切になります。1 回目の代かき時には水を多めに代かきを行い、土中の雑草種子を表面に浮かせるようにします。また代かきと代かきの間は水尻を止めて湛水状態を維持し、雑草の出芽を促すようにします。出芽した雑草は 2 回目の代かきで土中に練り込みますが、浅水で代かきを行って効率良く雑草を練り込むか、深水で代かきを行って雑草を水面に浮かすようにします。2 回目の代かき後に水面に浮いた雑草は、再び活着しないよう、掛け流しを行うなどして雑草を水田の片側によせて、早めにすくい取るようにします。2 回目の代かき時までには雑草が大きくなりすぎると、代かきでうまく練り込めない場合がありますので、1 回目の代かき後は水深を深めに維持して雑草の生育を抑えるようにします。1 回目と 2 回目の代かき間隔は 3 週間程度が目安ですが、3 週間以上の間隔をあける場合は、植代かきの前に更に 1 回多く代かきを行って大きな雑草を埋め込んでおくと、植代かき後に雑草が残りにくくなります。

## 2. 米ぬか等有機物の表面散布

### (1) 技術の概要と抑草メカニズム

移植後の出来るだけ早い時期に米ぬかやくず大豆などの有機物を土壌表面に 散布して雑草を抑制する技術です。雑草が出芽した後には効果が低下するため、代かきと移植の間隔を短くして、移植当日に撒く方が高い効果が得られます。施用量は、利用法（単独の抑草資材か機械除草等と組み合わせるのか、肥料効果を期待するのか等）によって異なります。

有機物を土壌表面に散布すると土壌表層が強還元状態になるため、発芽に酸素を必要とする多くの雑草が出芽できなくなります。また、散布後に土壌表層に蓄積する有機酸も雑草抑制に効果があるとされますが、その詳細は今のところ明らかになっていません。

### (2) 有効な草種、有効でない草種

発芽に酸素を必要とする水田雑草（アゼナ、タマガヤツリ、キカシグサなど）には高い効果があります。低酸素条件でも発芽する水田雑草（コナギ、ノビエ、イヌホタルイなど）には効果が大きく変動します。コナギに対する効果は、土壌の種類などによって異なります（図 8-2）。また、土壌の種類が同じでも地域や有機栽培の継続年数などによって効果が変わる場合もあります。一方、作期が遅いほど効果が安定する傾向があります。

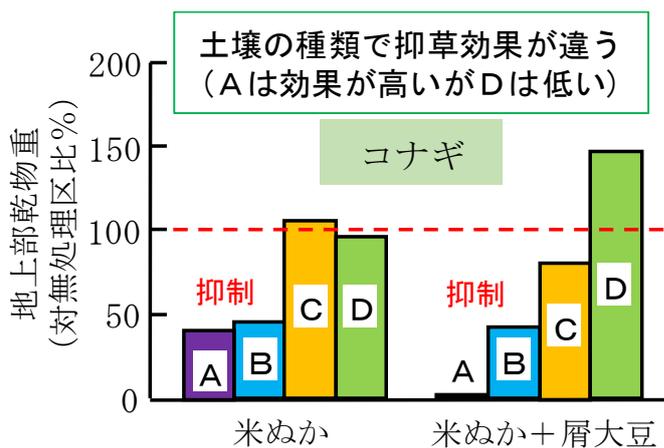


図 8 - 2 土壌の違いによるコナギ抑草効果の比較

ポット試験のデータ。A～D は土壌の種類。代かき 2 日後に米ぬか、くず大豆を散布し、4 週後に残草量を調査。米ぬかは 100kg/10a、米ぬか + くず大豆は各 50kg/10a 相当を施用。

### **(3) 作業のコツ**

米ぬかをそのまま使うのは、風で吹き寄せられるなどして作業性が悪いことから、ペレット化あるいは粒状化したものを使用すると均一に撒くのが容易になります。くず大豆はそのまま撒く、あるいは軽く破碎して撒くなどします。散布後は水尻を止めて湛水状態を保ち、掛け流しは避けてください。活着前後に除草作業によって茎葉部が土壌表面に倒伏し、苗が水没したままになると回復しない場合があります。

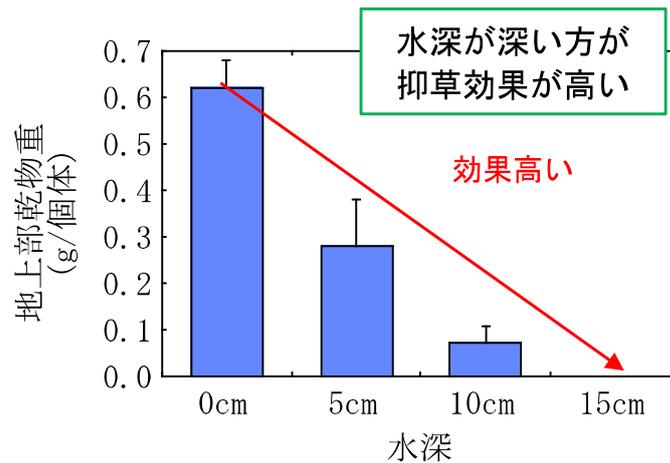
## **3. 深水管理**

### **(1) 技術の概要と抑草メカニズム**

移植後から湛水を維持し、10～15 cm 程度の水深を維持して水稻を栽培します。移植直後は水稻が水没しない 5 cm 程度の水深とし、水稻の生育にあわせて徐々に水深を深くするようにします。水中では酸素の拡散が遅いため、雑草の生育が緩慢になります。また特にノビエでは、水面上に葉が抽出して十分な酸素が得られないと葉齢進展が極めて遅くなることから、水没した状態が続くと多くの個体が枯死します。

### **(2) 有効な草種、有効でない草種**

ノビエには有効ですが、コナギには効果がありません（図 8-1）。ノビエは 1 回目の代かきによって土中種子の多くが出芽し、出芽せずに土中に残る種子も、2 回目の代かきまでに徐々に死滅あるいは休眠します。このため、2 回目の代かき以降は出芽数が減少します。一方、コナギは土壌のごく表層の種子だけが出芽するため、1 回目の代かき後も土中に多数の未発芽種子が残ったままとなります。2 回目の代かきによって土中種子が表層に移動すると、これらの種子から新たな出芽が始まります。このことからコナギには複数回代かきの効果が期待できません。



**図 8 - 3 深水管理がノビエの生育に及ぼす影響**  
 ポット試験のデータ。6月に移植したノビエの1ヶ月後の生育量

### (3) 作業のコツ

水田を出来るだけ均平にし、代かき後に田面が露出することのないようにします。また発生するノビエの葉先に注意して、葉先が水面にでない程度の水深を中干し期まで維持します。深水管理中に残存しているノビエは、徒長し引き抜きやすい状態になっているので、機械除草と組み合わせることで除草効果が高まります。

## 4. その他の耕種的抑草技術

クログワイやオモダカなどの多年生水田雑草に対しては、上記のいずれの耕種的抑草技術もあまり高い効果を示しません。クログワイやオモダカがある場合は、水稻刈り取り後の出来るだけ早い時期に耕起を行うことで、土中の塊茎量を減らすことができます。クログワイの塊茎は乾燥で死滅するため、暗渠などによる乾田化や、耕起によって土中の塊茎を表面に出して乾燥させることが塊茎の死滅に有効となります。オモダカは塊茎の寿命が1~2年と短いため、大豆などとの輪作の効果も期待できます。塊茎から出芽する多年生雑草については、耕種的抑草技術の中に除草剤並の高い防除効果をもつものがないので、その防除には作期中にこまめに手取りに入るなどの作業が重要となります。

## 5. 有機栽培で問題となる水田雑草の生態と防除法

### (1) ノビエ

全国的に発生が多い一年生イネ科雑草。一般にノビエと呼ばれますが、タイヌビエ、イヌビエ、ヒメタイヌビエ、ヒメイヌビエの総称です。水田ではヒメタイヌビエを除く3種のノビエが問題となります。

湛水条件には、イヌビエよりタイヌビエやヒメタイヌビエの方が適応していますが、10～15cmの深水栽培を行うと、どの草種に対しても防除効果があります。また2回代かき（複数回代かき）も有効です。



図8-4 ノビエ

### (2) コナギ

一年生広葉雑草で8月末頃に葉の間に紫色の花を咲かせます。生育盛期の葉はハート型で、根は青紫色をしています。種子によって繁殖し、種子は水田土壌中で10年以上生き残ります。

出芽は、土壌表面（深さ数mm程度まで）にある種子に限られます。それより深いところにある種子は、土壌攪拌等で表面に移動すると新たに出芽します。このため、2回代かきなど土壌攪拌による防除法があまり有効ではありません。嫌気的な環境にも強いいため、機械除草と米ぬか散布など複数の技術を組み合わせて防除します。



図8-5 コナギ

### (3) ホタルイ類

一般にホタルイ類と呼ばれますがいくつかの種の総称です。全国的にはイヌホタルイが多く、東北ではタイワンヤマイも多く見られます。多年生のカヤツリグサ科雑草ですが、多量の種子を生産するため、実際の水田では種子発生が問題となります。



一見するとクログワイと似ていますが、7～9月に長楕円形の小穂を数個つけるため、その時期であれば小穂の有無で区別できます。

図8-6 ホタルイ類

効果の高い耕種的防除法は知られていませんが、機械除草の防除効果が比較的高いことから、機械除草を基本として総合的に対策します。

### (4) アゼナ類

アゼナ、アメリカアゼナ、タケトアゼナなどの一年生広葉雑草の総称です。茎は四角柱状で10～20cmほどの高さになります。白～青紫色の小さな花をつけ、大量の種子を生産します。葉の縁に鋸歯（ぎざぎざ）がないのがアゼナ、明瞭な鋸歯があるのがアメリカアゼナ、鋸歯が明瞭でなく、葉の基部が茎を抱く形になっているのがタケトアゼナです。種子の発芽には酸素が必要なため、米ぬかななどの有機物を散布して、水田表面を嫌氣的条件にすると発生を抑えることができます。



図8-7 アゼナ類

## (5) クログワイ

水田雑草の中では最も防除困難な雑草の一つです。多年生のカヤツリグサ科雑草です。黒い塊茎を地下に形成して増殖し、生育期間中も分株を作って旺盛に増殖します。発生期間も非常に長く、10月まで発生が見られます。塊茎は土壌表層から30cmの心土層まで形成され、塊茎の寿命は他の多年生雑草より長く、5～7年とされます。

慣行栽培でも防除が難しい雑草で、有機栽培ではさらに防除が困難です。冬期に耕起・反転を行い、塊茎を低温・乾燥状態にさらすと塊茎が死滅しやすいとされています。



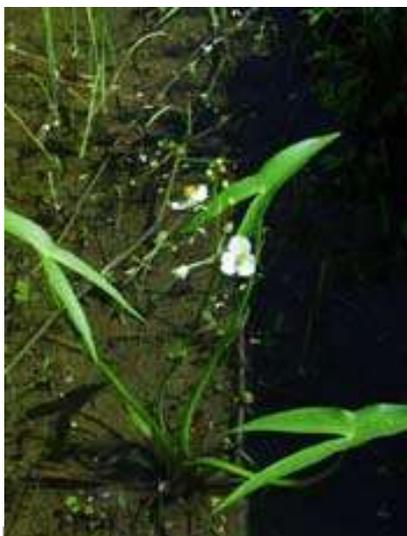
↑ クログワイの塊茎

図8-8 クログワイ

## (6) オモダカ

多年生の難防除雑草です。矢尻葉が特徴的で白い花を咲かせます。白い塊茎の他に種子も作りますが、通常の水田では塊茎からの発生が問題となります。塊茎は2、3年でほぼ死滅するため、適切な防除を2、3年行えば塊茎からの発生がなくなります。

有機栽培では防除が困難ですが、塊茎の寿命が短いため、1～2年畑作に転換すると塊茎からの発生数が大きく減ります。



↑ オモダカの塊茎

図8-9 オモダカ

## IX. 有機栽培で問題となる病害虫の発生と防除

有機栽培では、化学合成農薬が使用できず、病害虫が発生、蔓延した後に防除可能な手段（微生物資材など）は限られていることから、病害虫を発生させない栽培管理が重要です。有機栽培を始める前に抵抗性品種の導入や作期の移動などを視野に入れた病害虫対策を検討しましょう。以下、有機栽培で問題となる病害虫の発生と防除について概説します。

### 1. 主要な虫害と抑制技術

#### (1) イネツトムシ（イチモンジセセリ）

##### 1) イネツトムシの発生状況

イネツトムシの幼虫は、数枚のイネの葉をつづり合わせたツトを作り、その葉を食害します（図9-1）。関東～西日本では、主に7月下旬～8月中旬に発生する第2世代幼虫の食害が問題になります。この時期に幼虫が1株当たり0.5～3頭いると5%減収するとされています<sup>文献3)</sup>。被害は、移植時期が遅い場合、飼料イネなど窒素施肥が多い場合で増加するとされています。



図9-1 イネツトムシの老齢幼虫（左）と成虫（右）

## 2) 移植時期を早くする

関東～西日本では、5月中旬以前に移植することで、イネツトムシによる被害を抑えることができます。一方で、移植時期が遅くなると、幼虫の発生量が増加する場合があります。5月中旬以前に移植をした場合、7月の幼虫の発生時期のイネの葉は硬くなっているため、若齢幼虫が葉に食いつきづらくなることや、生育が進んだイネには成虫があまり産卵しないこと等の理由で被害が出ないと推測されています。

## 3) 微生物殺虫剤（BT 水和剤）の利用

JAS 有機認証下で利用可能な BT 水和剤（商品名：チューンアップ顆粒水和剤）の散布によってイネツトムシの被害を効果的に抑えることが可能です。希釈倍率は 2,000～4,000 倍、散布量は 60～150L/10a となっています。防除時期は、化学合成農薬と同様に若齢幼虫発生期ですが、中齢幼虫発生期や、さらに遅い中～老齢幼虫発生期に防除を行っても効果がみられます（図9-2）。ただし、イネツトムシは終齢幼虫になると摂食量が大幅に増加し、被害のリスクが高まることから、中齢幼虫発生期までに防除を行ってください。なお、BT 水和剤は、イネアオムシ、コブノメイガにも登録があります。

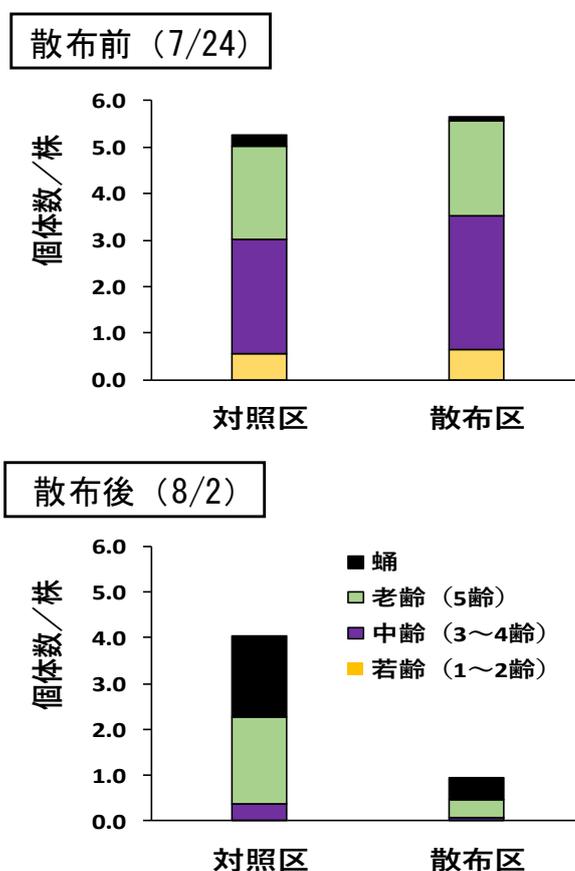


図9-2 イネツトムシ中老齢幼虫期における BT 水和剤の防除効果

品種「ゆめひたち」、散布濃度：4000 倍、散布量：100L/10a  
茨城県内の生産者圃場でのデータ  
(2018 年)

## (2) 斑点米カメムシ類

斑点米の原因となるカメムシ類の種類は多いのですが、天敵は少なく有効な微生物資材もないのが現状です。収穫後の玄米を色彩選別機にかけることで斑点米を物理的に除去できますが、色彩選別機の導入にはコストがかかります。このため、耕種的な方法により、被害を最小限に抑制する必要があります。

### 1) 水田内外の除草を確実に実施する

斑点米カメムシ類は、イネ科植物の穂を餌としているため、イネ科植物が生えている牧草地、耕作放棄地、雑草地など様々な場所が発生源となります<sup>文献4)</sup>。また、畦畔のイネ科植物は斑点米カメムシ類の発生源になるだけでなく、他の発生源から水田へ侵入する際の中継地にもなり、斑点米被害に及ぼす影響が大きいとされています<sup>文献4)</sup>。このことから、畦畔のイネ科植物の除去（除草）を行い、出穂期における斑点米カメムシ類の水田への侵入を抑えましょう。ただし、出穂期直前に除草を行うと、餌がなくなったカメムシ類が餌（イネ）を求めて水田内へ侵入してしまうため、出穂10日前までに除草を行うようにします。

また、水田雑草は水田内の斑点米カメムシ類の密度を高め、斑点米被害を助長する原因となります。このため、機械除草などにより、出来る限り水田内の雑草密度を下げることは、斑点米被害の軽減にも有効です。

### 2) 割れ粃を生じさせない

斑点米カメムシ類のうち、小型のカスミカメムシ類（アカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメなど）は、粃の内穎と外穎に隙間が生じた割れ粃を主に加害します<sup>文献4)</sup>。したがって、カスミカメムシ類が問題となる地域では、割れ粃を生じさせないことが重要な対策となります。割れ粃の発生率にはイネの品種間に差があることから、割れ粃が発生しやすい品種（あきたこまち、ササニシキなど）よりも発生しにくい品種（コシヒカリ、ひとめぼれなど）を選ぶことは有効な対策になります。

また、イネに対して供給可能なケイ酸が少ないと割れ粃が発生しやすくなるため、土壌中のケイ酸供給力が低い地域ではケイ酸資材を施すことも有効です<sup>文献5)</sup>。この場合、出穂3週間前頃にケイ酸資材を追肥で投入します。ケイ酸資材としては、JAS 有機対応の鉾さいケイ酸質肥料（ケイカル）、熔成りん肥（熔リン）あるいは400～600℃の低温で焼却した粃殻灰<sup>文献5)</sup>などがあります。

### **(3) ウンカ類（セジロウンカ、トビイロウンカ、ヒメトビウンカ）**

セジロウンカやトビイロウンカは、イネに窒素肥料を与えすぎると、発生量が増加しやすくなります<sup>文献6)</sup>。そのため、過剰な窒素施肥を行わないよう注意しましょう。また、これらのウンカ類は疎植にすると、発生量が少なくなると言われています<sup>文献6)</sup>。ただし、極端な疎植は収量に影響するので注意してください。

トビイロウンカには、抵抗性品種の導入も有効な対策となりますが、現在利用可能な抵抗性品種には、それらを加害できるトビイロウンカが出現している地域もあるので、他の対策と組み合わせることが必要です。

ヒメトビウンカについては、吸汁害よりも本種が媒介するイネ縞葉枯病の被害が問題となります。イネ縞葉枯病に対しては抵抗性を持つ品種がありますので、それらを利用するのが最も確実な方法です。また、秋冬期にひこばえ（再生イネ）から病原体を獲得したヒメトビウンカの一部が、水田内外のイネ科雑草に移動して越冬します。そのため、収穫後は早めに耕起してひこばえを残さないようにしたり、水田畦畔のイネ科雑草を除去することも有効とされています<sup>文献6)</sup>。

### **(4) イネミスゾウムシ**

越冬したイネミスゾウムシの成虫は、移植開始後、主に歩行により水田に侵入してきます。そのため、畦畔際に「畦畔板」を設置することで歩行による水田への侵入を阻止できます<sup>文献7)</sup>。畦畔板はあぜなみシートなど成虫が登りづらい素材を選択してください。幅30～35cmの畦畔板を田面全体にすき間なく、畦畔から20～30cm離して設置して

ください。水面からは少なくとも 10 cm 以上は出るようにします（図 9-3）。また、越冬した成虫が水田に移動してくる時期よりも移植時期を遅らせることでイネミズゾウムシの被害を低減できることがあります。

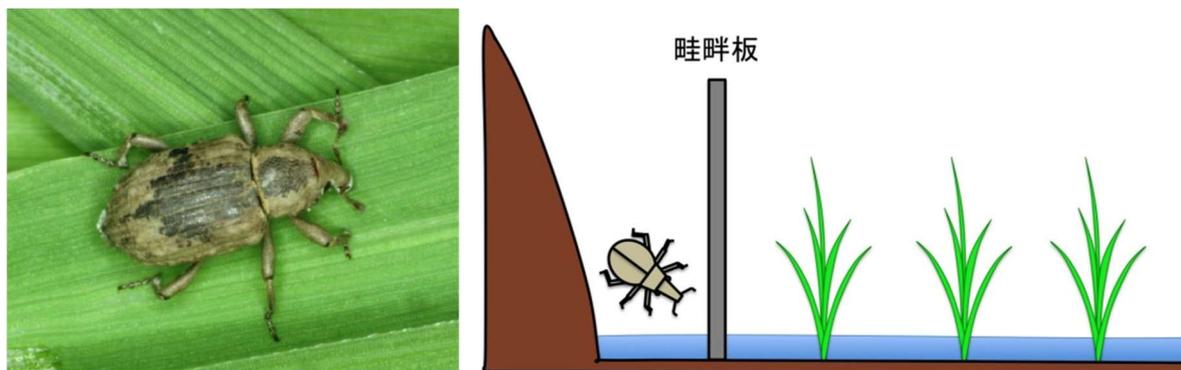


図 9 - 3 イネミズゾウムシ成虫（左）と畦畔板を利用した防除法（右）

## （5）イネドロオイムシ

寒冷地や山間部を中心に発生します。水田周辺の雑草地や雑木林の落葉下などで越冬し、越冬成虫が移植後の水田に侵入してきます。幼虫による葉への食害が主体であり、通常 6 月中下旬が最盛期となります。早植えにより越冬成虫の侵入機会が増加するため、移植時期を遅らせることが被害を未然に防ぐためには重要です。また、水稻が窒素過剰になると本種による被害が大きくなるため、多肥栽培を避けて健全な稲体づくりをすることを心掛けてください。コイの放流により本種の密度が低下する可能性があることも報告されています。圃場外での対策としては、越冬場所である雑草地などの適切な環境整備により、生息地での密度を減少させることが有効です。

## 2. 主要な病害と抑制技術

### （1）いもち病

いもち病の発生を抑制するためには、病原菌を持ち込まないことが最も重要なので、健全な種子を用いるようにします。種子消毒は、温湯消毒（60℃10 分）が基本です。有機 JAS 規格に適合した微生物農薬では、種子消毒時には「エコホープ」（クマイイ化

学) や「タフブロック」(出光興産)、また、穂ばらみ期～刈り取り前まで使用できる「ボトキラー水和剤」(出光興産) があります。なお、種子消毒剤は一部の苗立枯病などの病害にも適用されています。いもち病に対する抵抗性品種の利用や、窒素の過剰施肥を避けケイ酸供給を十分に行うといった管理もいもち病対策として有効です。



図9-4 葉いもち(左)と穂いもち(右)の症状

## (2) 苗立枯病・もみ枯細菌病

苗立枯病の原因としてはフザリウム属菌、ピシウム属菌、リゾプス属菌などが知られていますが、その多くが土壌中に生息しているため、培土に使用する土は山土や市販の焼土など病原菌の混入の可能性の低い土壌を使用します。また、培土の pH は 5 程度に調整します。もみ枯細菌病は種子伝染するため、塩水選や種子消毒(いもち病の項参照)を確実にを行います。プール育苗はこれらの病害に対する発生抑制効果が認められていますが、入水開始時期(緑化終期)から常時湛水で管理することが重要です。

## (3) ばか苗病

苗に糸状菌が感染し、菌が分泌する植物ホルモン様物質の影響で徒長・黄化して使い物にならなくなります。病原菌は種子伝染、および汚染された催芽・育苗環境から侵入するので、前述のいもち病、苗立枯病への対策と同様に、種子消毒と催芽・育苗環境の衛生管理を徹底することで防除できます。

#### (4) 紋枯病

土壌中に生息する糸状菌（リゾクトニア属菌）による病害で、病原菌が30～32℃程度の比較的高い温度を好むため、夏季に高温になる地域で被害が大きくなります。病原菌は罹病植物表面に耐久生存体である菌核（ネズミの糞状の菌の固まり）を形成し、これは植物組織の枯死・脱落后も土壌中で極めて長期間生存し、移植時の入水とともに田面水を漂って稲の地際部に付着、菌糸を伸ばして感染を上位葉へと広がります。田面水に浮遊する稲わらなどの罹病残渣を除去することで、伝染源となる菌核の密度を下げるすることができます。

感染すると、葉鞘に病斑ができ、その拡大とともに植物にダメージを与え、品質低下や減収を起こします。比較的高温を好む性質は前述のいもち病と対照的ですが、窒素施肥の過多や圃場の風通しの悪さで発病が増える、ケイ酸施肥で発生が抑制される<sup>文献8,9)</sup>、などの共通点もあります。

#### (5) 稲こうじ病

穂に病原菌の厚膜胞子と菌糸からなる黒い団子のような構造（病粒）が形成され、小穂が破壊される病害で、多発するとかなりの減収になります。病粒は耐久生存体として水田土壌中で越冬し、翌年以降の伝染源となります。伝染様式として、従来、病粒上に形成される胞子・菌核による小穂への感染が推定されていましたが、近年の研究から土壌中の病原菌の根や茎への感染（土壌伝染）の重要性が指摘されています<sup>文献10)</sup>。有機 JAS 圃場で防除に利用可能な農薬として、Z ボルドー粉剤 DL の登録があり、安定した予防効果が知られています。

<参考情報> 有機 JAS 認証圃場で利用可能な農薬

IX章で記載した有機 JAS 認証圃場で利用可能な農薬の概要は下記のとおりです。使用に当たっては、最新の農薬登録情報ならびに有機認証資材リストをご確認の上、各農薬の使用説明書を必ずお読みください。

対象となる病害虫	薬剤の名称	商品名	発売元	使用時期、使用法等	参考価格	備考（注意事項など）
フタオビコヤガ、コブノメイガ、イネツトムシ	BT水中和剤	チューンアップ顆粒水中和剤	SDSバイオテック、アグロカネシヨウ	若齢幼虫期（但し収穫前日まで使用可）、希釈倍率2000～4000倍、使用液量60～150L/10a、散布	10アール当たり(2000倍) 620円～700円 10アール当たり(4000倍) 310円～350円	イチモンジセセリに対しては、中老齢幼虫発生期でも防除効果が認められるが、老齢(5齢)幼虫になると食害量が急増し被害のリスクが高まるため、中齢幼虫発生期までに散布することが望ましい。
いもち病、ごま葉枯病、苗立枯細菌病、苗立枯病、ばか苗病、もみ枯細菌病	トリコデルマアトロピリデ水和剤	エコホープ	クミアイ化学	催芽時または浸種前～催芽前に200倍希釈液に24時間種子を浸漬する等	10アール当たり 275円～440円	
褐条病、ばか苗病、いもち病、苗立枯細菌病、もみ枯細菌病、苗立枯病	タラロマイセスラバス水和剤	タフブロック	出光興産	催芽時に200倍希釈液に24時間種子を浸漬する等	10アール当たり 350円～560円	
いもち病	バチルスズブチリス水和剤	ポトキラー水中和剤	出光興産	穂ばらみ期～刈取前に1000倍希釈液を200～300L/10a散布する	10アール当たり 3,400円～5,100円	
稲こうじ病	銅粉剤	Zボルドー粉剤DL	日本農薬	出穂期10日前までに3～4kg/10aを散布する	10アール当たり 1,300円～1800円	出穂期以降は葉害が生じやすいので出穂10日前以降の使用は避ける

注) 有機JAS認証圃場での使用に際しては、認証機関への確認をお願いします

## X. 中干し期以降の栽培管理と収穫

### 1. 中干し、追肥、畦畔管理

#### (1) 中干し

中干しは、還元状態の土壌に酸素を供給することで根の生育を健全にする効果があり、有機栽培においても有効です。有機栽培では、移植後深水で管理することなどから目標茎数となる時期が遅くなる場合があります。このため、生育を強く抑制するような早い時期や長い期間の中干しは避けます。中干し期には、多年生雑草の手取り除草を行ってください。一方、有機栽培では、中干しを遅らせたり、行わなかったりする場合があります。この理由として、茎数の確保、生き物（トンボの羽化など）や環境への配慮、後発雑草の抑制などがあげられます。

#### (2) 追肥

収量、品質を高めるため、有機栽培においても追肥は必要です。施用時期や量は、慣行栽培と同様に茎数や葉色などを参考に判断します。有機栽培で使用できる肥料や資材は化学肥料に比べて利用率が低いので、施肥量は慣行栽培と同じかやや多めに設定します

#### (3) 畦畔や法面の管理

有機栽培では、本田周辺の畦畔や法面の管理にも除草剤を使用することはできません。刈り払い機などを利用して 3～4 週間間隔で除草作業を行いましょう。近年では、傾斜 30°くらいまでの法面でも利用可能なリモコン式の除草ロボットが販売されています。なお、イネの出穂前後 10 日間は、カメムシなどの害虫を本田に追い込んでしまうので、除草作業は控えるようにしまししょう。

## 2. 収穫および収穫後の圃場管理

### (1) 収穫、乾燥、調製

収穫および乾燥・調製作業は、基本的には慣行栽培に準じて行いますが、以下の点に留意してください。

- ①慣行栽培圃場で使用したコンバインやバインダーを有機栽培圃場で使用する時は、十分に洗浄して、付着した土などを完全に取り除いてください。
- ②有機栽培圃場の米に慣行栽培圃場の米が混入しないようコンバインのグレインタンクは使用前に丁寧に清掃してください。
- ③乾燥機、ホッパー、色彩選別機などの乾燥・調製設備についても、慣行栽培圃場の米が混入しないよう使用前に清掃してください。

### (2) 収穫後の圃場管理

#### 1) 秋耕

水稻の収穫後には、できるだけ早く秋耕（ロータリ耕）をおこなってください。秋耕には以下のようなメリットがあります。

- ①雑草の埋土種子量の増加を抑えます。例えば、コナギやオモダカは水稻収穫時には種子（イモ）が未成熟な個体が残存しており、その後徐々に成熟します。早めの耕起により成熟種子数を減らすことができ、次年度の雑草防除に有利になります。
- ②稲わらや根などの分解が促進されます（特に温暖地の排水性が高い圃場）。稲わらや根などが分解されず翌春まで残ると、機械除草を行う際に、ローターやツースに絡んで作業の妨げと欠株の原因になります。
- ③刈り株やその周辺で越冬している病害虫を防除できます。

#### 2) カバークロップの播種

冬～春期間にレンゲやヘアリーベッチなどのマメ科のカバークロップを播種することで、冬期の雑草の発生を抑制し、翌年の有機物（窒素）施用量を減らすことが可能にな

ります。これらのカバークロープは、寒冷地ではおおむね 10 月上旬頃、温暖地では 10 月下旬頃までに播種する必要があります。播種後は浅めに覆土してローラーで鎮圧すると発芽が安定します。排水性が悪く、滞水するような圃場では発芽、生育が著しく劣るので、栽培しないでください。各草種の播種量やすきこみ時期については、種苗会社や普及センターにお問い合わせください。



図 10 - 1 窒素施肥量の削減に有効なカバークロープ°

#### <参考情報> カバークロープの種子等について

カバークロープの種子の購入や播種適期等に関する情報については、各種苗会社のホームページ（下記）を参照してください。

雪印種苗(株)

[https://www.snowseed.co.jp/use/category/use\\_manure/](https://www.snowseed.co.jp/use/category/use_manure/)

カネコ種苗(株)

<http://kanekoseeds-p.jp/products/feedgreen-manure-crop/>

# XI. 有機栽培体系の収量性・経済性の評価

## 1. 収量性・経済性の評価対象と視点

埼玉県内のA組合では、除草作業に多くの時間を投入し無農薬米（有機JAS認証は取得していない）の栽培に取り組んでいましたが、雑草抑制が上手く行かず十分な収量が得られていませんでした。このため、高能率水田用除草機を導入した有機栽培体系の現地実証試験を2016～2019年に実施しました。当初（2016年）に組み立てた体系では、十分な除草効果と収量が得られなかったことから、2017年からは栽培管理法を本書の体系（→3ページ：有機実証体系）に変更し、除草効果や収量性を調査、解析しました。また、労働時間、特に除草時間に注目して評価を行うとともに、生産費用の面からも高能率水田用除草機の導入によって得られる経済性を検討しました。なお、高能率水田用除草機の導入費用の計算は実証経営が参画しているA組合構成員での共同利用を前提として行っています。

## 2. 実証経営の概況

対象とした実証経営の経営者は定年帰農によって就農し、経営面積は現在475aで圃場数は39筆に及び1筆当たり面積は12.2aです。機械利用組合に加入しておりトラクターを共同利用しています。

なお、実証試験の田植時期は5月第3半旬で、栽培品種は、いもち病と縞葉枯病に抵抗性を持ち、耐倒伏性が高い「彩のかがやき」（埼玉県奨励品種）を用いています。

## 3. 実証試験における除草効果と収量性

有機実証体系（2017年～2019年）では、高能率水田用除草機による3回の除草作業と深水管理などの耕種的な除草技術との組み合わせにより、移植6週後（幼穂形成期頃）と収穫期ともに、対無除草区比で8割以上の雑草（乾物重ベース）を除草可能です（→35ページ参照）。3年間の平均の収量及び収量構成要素をみると、有機実証体系では、穂数が少ない傾向にあるものの、坪刈り収量は慣行栽培と同等となります。圃場全体の収量は、除草機が巡回する枕地部分の欠株や残草の影響などがあるため、慣行栽培の概ね9割程度となります（表11-1）。

**表 1 1 - 1 有機実証体系と慣行栽培の収量、形質及び収量構成要素**

栽培体系	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本 $m^{-2}$ )	1穂粒数 (粒)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米収量		倒伏 程度
							坪刈り ( $gm^{-2}$ )	圃場全体 ( $gm^{-2}$ )	
実証体系(A)	83.1	22.7	309	93.8	85.0	21.4	539	442	0.3
慣行栽培(B)	79.8	21.2	419	77.1	79.5	21.4	528	500	0.0
A/B	1.04	1.07	0.74	1.22	-	1.00	1.02	0.88	-

- 注1) 実証体系、慣行栽培とも2017年～2019年の3年間の平均値、品種は「彩のかがやき」  
 2) 実証体系の圃場面積は17a、5月中旬移植、栽植密度は30×18cm  
 3) 慣行栽培は埼玉県農業技術研究センター(熊谷市)で実施された試験データより計算  
 4) 慣行栽培の玄米収量(圃場全体)は埼玉県東部の平年単収(全品種込み)

## 4. 労働時間

### (1) 作業別の労働時間

作業別に10a当たりの労働時間を整理すると、実証経営は統計値と同様に有機実証体系の「管理」や「生産管理労働」が慣行栽培に比べて長くなっています。その中で、「除草」を見ますと、統計値では10.0時間となっているのに対し、実証経営では3.7時間に抑えられています。除草の労働時間において統計値対比で大幅な省力効果が得られることがポイントです（表11-2）。

なお、本表に示した実証経営の有機実証体系の除草時間は、高能率水田用除草機による田植後 3 回の除草とあわせ補助的な手取り除草の時間を加えたものです。高能率水田用除草機による機械除草のみの場合はより一層の省力化が見込まれます。

**表 1 1 - 2 作業別の 10 a 当たり労働時間**

	実証経営		統計値	
			環境保全型農業推進 農家の分析調査 (2003・全国)	
	有機実証 体系	慣行 栽培	有機 栽培	慣行 栽培
種子予措・育苗	3.8	2.8	3.3	3.2
耕起整地	4.6	4.6	3.6	3.2
基肥	1.1	0.8	1.2	0.9
田植	2.9	2.9	3.1	3.1
追肥	1.5	0.7	0.4	0.6
除草	3.7	1.2	10.0	1.6
管理	7.2	6.3	7.0	4.1
防除	0.0	0.0	0.2	0.8
刈取・脱穀	3.0	3.0	2.8	2.8
乾燥	1.1	1.1	1.3	1.5
生産管理労働	3.7	0.6	1.7	1.1
上記計	32.6	24.0	34.7	23.0

## (2) 時期別の労働時間

時期別の労働時間を整理すると、5 月に大きな労働ピークが形成されていることがわかります（図 11-1）。実証経営での機械オペレーターは一人で、この時期の様々な作業を行っています。具体的には代かき（荒代・植代 2 回掛け）を 4/25～5/25、田植を 4/29～5/26、慣行栽培圃場における除草剤散布を 5/17～6/8 に実施しています。高能率水田用除草機による機械除草をこの合間に行います。高能率水田用除草機の有効利用に向け、田植後の適期に除草ができる計画的な作業管理がポイントです。

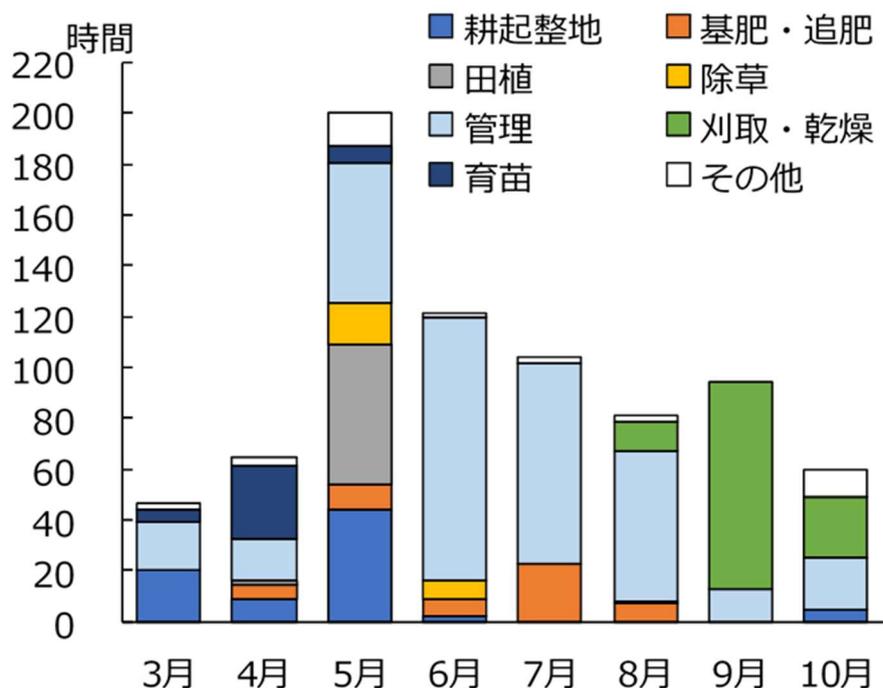


図 1 1 - 1 時期別の労働時間

注：実証経営 475a 全体の労働時間を集計したものである。

## 5. 生産費用

### (1) 10 アール当たりの生産費用

実証経営の水稻の生産費用を整理すると、10a 当たり費用合計で有機実証体系が 142,174 円、慣行栽培が 123,849 円となります。両者を比較すると有機実証体系の方がおよそ 1.8 万円高くなります（表 11-3）。

慣行栽培に比べた費用の掛かり増しの内訳は次のとおりです。

#### ・物財費

農機具費 0.6 万円程度…高能率水田用除草機の導入

その他諸材料費 + 肥料費 0.4 万円程度…有機培土や堆肥、有機質肥料の投入

#### ・労働費

1.4 万円程度…労働時間の延長

**表 1 1 - 3 生産費用**

	有機実証 体系	慣行栽培	差（有機実証 体系体系－慣 行栽培）
費用合計（A+B）（円）	142,174	123,849	18,325
物財費（A）（円）	90,868	86,071	4,797
うち種苗費	1,581	1,525	56
肥料費	13,100	11,037	2,063
農業薬剤費	0	5,503	-5,503
光熱動力費	5,638	5,638	0
その他の諸材料費	3,150	1,500	1,650
土地改良及び水利費	2,986	2,986	0
賃借料及び料金	4,153	4,153	0
物件税及び公課諸負担	4,212	3,955	257
建物費	7,143	7,143	0
自動車費	8,342	8,342	0
農機具費	39,792	33,518	6,274
生産管理費	771	771	0
労働費（B）（円）	51,306	37,778	13,528
10あたり収量（kg）	442	500	-58
60kgあたり費用合計（円）	19,300	14,862	4,438

### （2）60kg 当たりの生産費用

圃場全体の玄米収量（慣行栽培＝500 kg、有機実証体系＝442 kg）をもとに60 kg当たりの生産費用を算出すると、慣行栽培は14,862円、有機実証体系は19,300円で、慣行栽培対比で130%です。

### （3）販売価格との比較検討

実証経営での無農薬米の販売価格は慣行栽培の177～182%となっています。このことから、現状の販売価格が維持されれば有機実証体系が有利性をもつとみられます。米の販売価格を踏まえた導入判断がポイントです。

## XII. 普及事例 ～兵庫県豊岡市～

### 1. 補助事業の概要

豊岡市は2005年4月に、兵庫県の北東部に位置する1市5町が合併してできた兵庫県で面積が最大の市です。豊岡市とみのる産業は、「コウノトリ育む農法」を推進するため、無農薬栽培技術等の向上を図ることを目的とした協定を2013年12月に締結しました。この協定に基づいて、ポット成苗と高能率水田用除草機を組み合わせた「みのる式有機栽培」の有利性を検証するソフト面に関する事業が実施され、その後、高能率水田用除草機の普及を図るために、農業機械の購入に係るハード面に関する補助事業が実施されました。

2017年度から開始された補助事業の内容は、高能率水田用除草機のみを購入する場合は購入金額の1/2を補助、ポット苗専用田植機も同時に購入する場合は、全体の購入金額の2/3を補助するものです（表12-1）。これにより、高能率水田用除草機15台が普及し（表12-2）、有機栽培の面積も増加しています。

**表12-1 高能率水田用除草機の普及と関係する事業（豊岡市）**

	実証事業	チャレンジ事業
事業の位置付け	調査・研究栽培	試験栽培
事業年度	2014～2016年度	2015～2017年度
取組農業者数 (合計取組面積)	5 (1.2ha)	16 (16.5ha)
対象	豊岡市が農業者を選定し、生産を委託。	「みのる式有機栽培」の取組意向を持つ農業者。約1haの規模で取り組む必要あり。参加費は3,000円/10a。
事業内容	みのる産業の指導の下、「みのる式有機栽培」を実践しポット成苗とマット苗の圃場における単収や食味値を比較する。	・ポット苗専用田植機と高能率水田用除草機の貸出し、栽培指導。 ・単収や食味値、抑草状況等のデータを豊岡市に提供する。

**表 1 2 - 2 補助事業による除草機等の普及台数（2017～2019 年）**

	ポット苗 専用田植機		高能率 水田用除草機		
	4 条	8 条	4 条	6 条	8 条
条数	4	6	4	2	9
台数	4	6	4	2	9

注：本事業により、オーレック（株）の乗用型除草機（6条）も3台が普及している

## 2. 生産者の取組状況

高能率水田用除草機を大規模の面積で導入している有限会社グリーンいずし代表の狩野誠一さんの事例を紹介します。

### （1）経営概要

2019 年度の水稲経営面積は 64.5ha であり、豊岡市における中心的な農業経営体です。このうち、「コウノトリ育む農法」の面積は 24.7ha、慣行栽培は 31.2ha、特栽米は 7.6ha、合鴨農法は 1ha です。表 12-3 は「コウノトリ育む農法」の内訳です。ポット成苗の 6.8ha の面積で高能率水田用除草機を使用しています。

**表 1 2 - 3 「コウノトリ育む農法」の内訳と取組面積（2019 年度）**

	合計	うちポット成苗	うちマット苗
有機 JAS	7.5ha	2.6ha	4.9ha
有機栽培	4.2ha	4.2ha	0
減農薬栽培	13.0ha	0	13.0ha

## (2) 除草作業

先述の豊岡市の補助事業を活用して、2018 年度にポット苗専用田植機と高能率水田用除草機（いずれも 8 条）を購入しました。表 12-4 は、2019 年度の作業スケジュールと除草に要した時間の一部のデータを示したものです。高能率水田用除草機による除草時間は、10a あたり 11～20 分となっています。除草作業は狩野さんが一人で担当し、移植日からちょうど一週間後に一回だけ実施しました。これは、圃場の様子を見て一回で十分であるという判断をしたためでした。

しかし、除草作業後にヒエが発生したため、2020 年度は最低でも除草作業を二回は実施しようと考えています。特に、条間は除草効果があったが、株間の除草が不十分であったと感じているようです。とはいうものの、日照不足の影響などもあったにも関わらず、2019 年度の単収は、有機 JAS（やまだわら）が 8.5 俵、有機 JAS（コシヒカリ）が 6 俵、有機栽培（コシヒカリ）が 7 俵で、慣行栽培の概ね 8 割以上の収量が得られました。

**表 12-4 作業スケジュールと作業時間（2019 年度、一部）**

栽培方法	移植日	除草作業日	面積(a)	除草時間(分)	時間(分/10a)
有機 JAS	6/3	6/10	55.2	65	11.8
有機 JAS	6/3	6/11	55.6	110	19.8
有機 JAS	6/4	6/11	55.9	70	12.5
有機栽培	5/31	6/8	48.3	75	15.5
有機栽培	5/31	6/8	54.5	65	11.9
有機栽培	5/31	6/7	35.0	45	12.9
有機栽培	6/1	6/8	55.9	70	12.5

注：ポット苗と高能率水田用除草機を組み合わせた体系。品種は全てコシヒカリ。

### **(3) 高能率水田用除草機の評価**

先述の豊岡市の補助事業を活用して、2018 年度にポット苗専用田植機と高能率水田用除草機（いずれも 8 条）を購入しました。表 12-4 は、2019 年度の作業スケジュールと除草に要した時間の一部のデータを示したものです。高能率水田用除草機による除草時間は、10a あたり 11～20 分となっています。除草作業は狩野さんが一人で担当し、移植日からちょうど一週間後に一回だけ実施しました。これは、圃場の様子を見て一回で十分であるという判断をしたためでした。

### **(4) 高能率水田用除草機のさらなる普及に向けて**

雑草を抑制するには、初期の除草が非常に重要なので、イネが活着したらできるだけ早く除草作業を行いたいとのこと。狩野さんは「ポット成苗は移植してから約 3 日で活着するため、ポット成苗と高能率水田用除草機を組み合わせた除草体系がベストだ」と考えています。しかし、ポット成苗を使用する場合は、ポット苗専用の育苗箱や田植機も合わせて購入しなければならないため、初期投資がかさみます。狩野さんご自身は必要な投資であるという判断をされましたが、経営規模が比較的小さい農業経営体などでは導入しにくいのではないかとのことでした。

## 参考資料

- 1) 高能率水田用除草機を活用した水稻有機栽培の手引き  
[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134805.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134805.html)
- 2) 機械除草技術を中心とした水稻有機栽培技術マニュアル Ver.2020  
<https://ml-wiki.sys.affrc.go.jp/Organic-Pro/> (Web版のみ公開)
- 3) 農林水産省 食料産業局 食品製造課 (2016) 有機農産物の JAS 規格別表等資材の適合性判断基準及び手順書  
[https://www.maff.go.jp/j/jas/jas\\_kikaku/attach/pdf/list-1.pdf](https://www.maff.go.jp/j/jas/jas_kikaku/attach/pdf/list-1.pdf)
- 4) 高能率水田用除草機を活用した水稻有機栽培体系  
[https://www.naro.go.jp/project/results/4th\\_laboratory/carc/2019/19\\_018.html](https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/carc/2019/19_018.html)
- 5) 吉田ら「除草機」特許第 6240957 号 (2017 年 12 月 6 日)

## 引用文献

- 1) 宮城県古川農業試験場 (2010) たい肥の主原料と全窒素含量に基づく水田での簡易肥効判断指標. 宮城県普及に移す技術 85 : 31-35  
<http://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/69774.pdf>
- 2) 岩手県農研センター、宮城県古川農試 (1996) プール育苗のイネもみ枯細菌病苗腐敗症およびイネ苗立枯細菌病の発生に対する影響. 東北農業研究成果情報  
<https://www.naro.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H08/tnaes96028.html>
- 3) 石崎摩美 (2019) イチモンジセセリの発生生態と防除. 植物防疫 73 : 187-191
- 4) 樋口博也 (2010) 斑点米被害を引き起こすカスミカメムシ類の生態と管理技術. 日本応用動物昆虫学会誌 54 : 171-188

- 5) 農林水産技術会議事務局 (2013) 第1章 寒冷地での水稲有機栽培技術、有機農業実践の手引き. (独)農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター刊 : 1-19
- 6) 松村正哉 (2017) ウンカ防除ハンドブック, 農山漁村文化協会, 東京
- 7) 松木伸浩・三田村敏正 (2010) 物理的障壁によるイネミズゾウムシ越冬後成虫の水田内侵入抑制効果. 北日本病害虫研究会報 61 : 95-98
- 8) 早坂剛 (2012) 近年の農業へのケイ酸利用と研究 4. ケイ酸の病害虫防除効果とその防御機構、日本土壌肥料学雑誌 83(6) : 706-713
- 9) 早坂剛 (2013) ケイ酸の病害虫抵抗性強化における利用と展望、植物防疫 67:411-415
- 10) 芦澤武人 (2013) イネ稲こうじ病の発生生態と今後の防除技術の開発に向けて. 植物防疫 67:133-136

## 担当窓口、連絡先

外部からの受付窓口 :

農研機構 中日本農業研究センター 研究推進室 広報チーム 029-838-8421



「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。