

植調

JAPR Journal

第58巻

第3号

改正植物防疫法に基づく雑草リスク管理の枠組みとそれを実現するための課題 黒川 俊二

xarvio[®]フィールドマネージャーの

大豆雑草管理プログラムを活用した帰化アサガオ類防除効果の検証 浅見 秀則

静岡県内の有機栽培茶園における雑草植生の特徴と除草技術の開発 市原 実

〔新連載〕 弥生時代から続く日本の稲作 その1

弥生時代の水田はどのように水管理されていたのか 稲村 達也



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)



草刈りの回数を減らしましょう!

雑草の生育を長期間抑制し、草刈りの労力を軽減します。

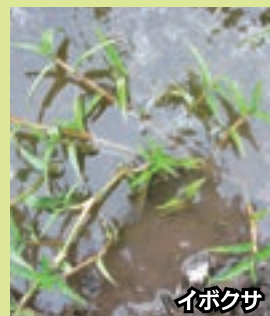


グラスショット散布26日後の抑草効果 (ヨモギ、スギナ、セイタカアワダチソウ等)

やっかいなクズやイボクサは枯らします。



クズ



イボクサ

雑草を「枯らす」のではなく、「抑える」ことで、理想的な畦畔管理を実現!

抑草剤 **グラスショット®** 液剤

●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。●防除日誌を記帳しましょう。



©:クミアイ化学工業(株)の登録商標



ストレングス® 1キロ粒剤

イネ1葉期から使える。
直播も一発!



4葉期のノビエも、枯らす。
あなたの除草は、強くなる。

- 1 3成分で高い除草効果
- 2 ノビエへの高い除草効果 (殺草効果・残効性)
- 3 SU抵抗性雑草に対する高い除草効果 (ホタルイ・コナギ・アゼナ類・ミスアオイ等)
- 4 匍匐性雑草への高い除草効果 (キシュウスズメノヒエ・エゾノサヤヌカグサ・アシカキ)
- 5 難防除雑草への高い除草効果 (クログワイ オモダカ コウキヤガラ・アメリカセンダングサ等)
- 6 広い散布適期幅 (移植後5日~ノビエ4葉期)
- 7 速い殺草スピード (クサネム・イボクサ・アメリカセンダングサ)
- 8 直播水稲にも使用可能 (イネ1葉期~ノビエ4葉期)

●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。
© ストレングスはバイエルグループの登録商標。TM コルテバ・アグロサイエンスならびにその関連会社商標



1kg



4kg

製品のより詳しい
情報はこちら!



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://cropsscience.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



水稲除草剤抵抗性雑草初発のころの追憶

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 理事

関東支部長

酒井 長雄

長野県のスルホニルウレア系除草剤（以下SU剤）抵抗性水田雑草について初発の確認は、湛水直播栽培におけるコナギであった。私（長野県農事試験場（当時名称））は、平成11、12年頃から現地の普及員を通じてコナギの残存が尋常でない状況を聞き、抵抗性雑草のことが頭をよぎったものの、当時は関東エリアでも発生は散発的であったため、強く疑うことがなく、まずは水管理の不備、除草剤の処理時期など確認いただくようお願いした。

平成13年にこの地域で直播種栽培の現地検討会があり、外部の先生方にコナギの多発圃場も含めて見ていただく機会があった。雑草防除専門のある先生は、コナギの多発水田と隣接した2、3の水田をものの数分見ただけで「酒井君これは、確実にSU剤抵抗性だぞ。すぐに検定と次年度の対処をしたほうがいい」との助言をいただいた。コナギの多発圃場を発生源として、その隣接圃場では、馬入れ（トラクター等機械の進入口）からコナギの侵入拡散の始まりが見て取れ、この水田も次年度は激発となることは容易に想像できた。「コナギだけ特異的に残存」という基本的な点も含め先生から示唆された作業機による拡散の経路にも大いに納得がいった。

私は、さっそく現場から土を持ち帰り、その秋から検定に取り掛かった。1/5000のワグネルポットに充填した土から埋土種子を発芽させて高倍率の除草剤を処理する方法をとった。先生の予告通りであったことは言うまでもなく、SU剤（単剤）の10倍量処理では無処理区並みに1ポット当たり200本程度のコナギが発生した。さらに100倍処理でも60%程度の本数が発生し、真っ白な土壌表面に発生した緑色のコナギのコントラストは今でも鮮明に憶えている。

この地域の湛水直播栽培は平成初期に始まり、平成13年当時までSU剤を連用し、同一の初中期除草剤を10年近く連用していたことも普及員の聞き取りによって明らかとなった。現場の発生状況、検定、除草剤の使用歴のすべての条件が「クロ」となり、公表等の対応は後回しにしても、ともかく次年度から確実に効果のあがるSU剤抵抗性コナギの防除対応試験を行うこととした。

翌平成14年、私は専門技術員（普通作物担当）に転出し、中央農研雑草研究室、植調協会、農業メーカーの皆さんから

関連情報の提供もいただきながら現地の普及員とともに県植防協会の協力も仰ぎ、発生源とみられる多発圃場を舞台の除草剤の効果確認試験を設置した。

その結果、試験1年目でプロモブチドなどいくつかの有効成分を含む湛水直播に適用登録のある初中期除草剤の実用性が確認され、次年度からは普及員や地元のJA等とも情報共有し、農業者の理解も得て地域全体で有効除草剤の散布に切り替えていただいた。このことによって、数枚の圃場で多発し、まん延が始まりつつあったコナギは初発確認から3、4年目には問題が解決に向かった。

これら初発確認から課題解決の経過については、平成15年以降、植調協会の関東支部雑草防除研究会など何度か防除の成功例として報告した機会があったが、私の心の中では常にある種の「負い目」を感じていた。それは初発当時SU剤抵抗性雑草をまだ他人（県）事ととらえていたこと、現場を見ている普及員の話を詳しく聞いていたにもかかわらず、除草剤処理の不備といったありきたりのことを先に考えたこと、加えて現地検討会での先生の的確な助言がなければどうなっていたらろう・・・などのことが入り混ざったものであった。この時期、初任から4年間の普及員を経て試験場に転出し、ほぼ10年目頃の出来事であり、まだまだ研鑽、場数を踏む必要があると自戒を忘れないよう、強く念じた。

さて、私が経験した県として初めての抵抗性雑草への対応は、公表等情報提供も慎重に行った。現在、抵抗性雑草は水田作、畑作においても複数の雑草が生じてはいるものの、検定方法の進化、抵抗性バイオタイプの発生機構に関する研究、防除対応が可能な除草剤の研究開発も日々進んでいる。

問題を恐れず、包み隠さず、わからなければ有識者や先輩や仲間聞く、そして協力を得たり、情報共有に努めるといった姿勢は、重要なことだと思う。そして何よりもその問題に早く着手することが肝要だと考える。そして、これらのことにより雑草防除の課題は早期に解決へ向かうものと信じている。

改正植物防疫法に基づく雑草リスク管理の枠組みとそれを実現するための課題

京都大学
農学研究科農学専攻雑草学分野
黒川 俊二

はじめに

水田農業を中心とした日本の農業現場において、農業就業人口の激減によって大規模化・大区画化が余儀なくされており、雑草管理が適切に行えない状況が進んでいる。また、難防除外来雑草の侵入や除草剤抵抗性雑草の出現などにより雑草リスクが増大している。一方で、農林水産省が2021年5月に策定したみどりの食料システム戦略では、農薬使用量の削減や有機農業の推進などの数値目標が掲げられており、これまで雑草管理において重要な位置付けであった除草剤の使用も削減が求められる方向にある。たしかに化

学農業への依存は抵抗性を出現させるリスクを増大させることから、そうした状況を生み出さないため、化学農業だけに依存することなく総合的な管理手法が求められるだろう。しかし、単に除草剤使用量を削減することだけに重点が置かれると、さらなる雑草リスクの増大を招くことになりかねない。短絡的に手段の目的化に陥って数値目標に踊らされることなく、総合的な雑草管理をどのように行っていくかという観点でみどりの食料システム戦略を捉える必要があるだろう。

こうした状況の中、2023年4月に改正植物防疫法が施行された。有害植物の定義に「草」が追加され、ついに雑草が病害虫と同様にペストとして認

識されることとなった。雑草リスク管理にとって大きな転換点となることは間違いない。しかしながら、植物防疫法が雑草に適用されることで具体的にどのように雑草リスク管理が行われることになるのか、また、いくつかある有害植物のカテゴリーがそれぞれどのような目的で定められているのか、雑草分野にとっては馴染みが薄く分かりづらい点が多い。

そこで本稿では、植物防疫法の改正によって雑草リスク管理がどのような枠組みで行われうるのかについて、法律の内容に基づいてできるだけ分かりやすく有害植物のカテゴリー別に整理することを試みた(図-1)。また、植物防疫法に基づいた雑草リスク管理を

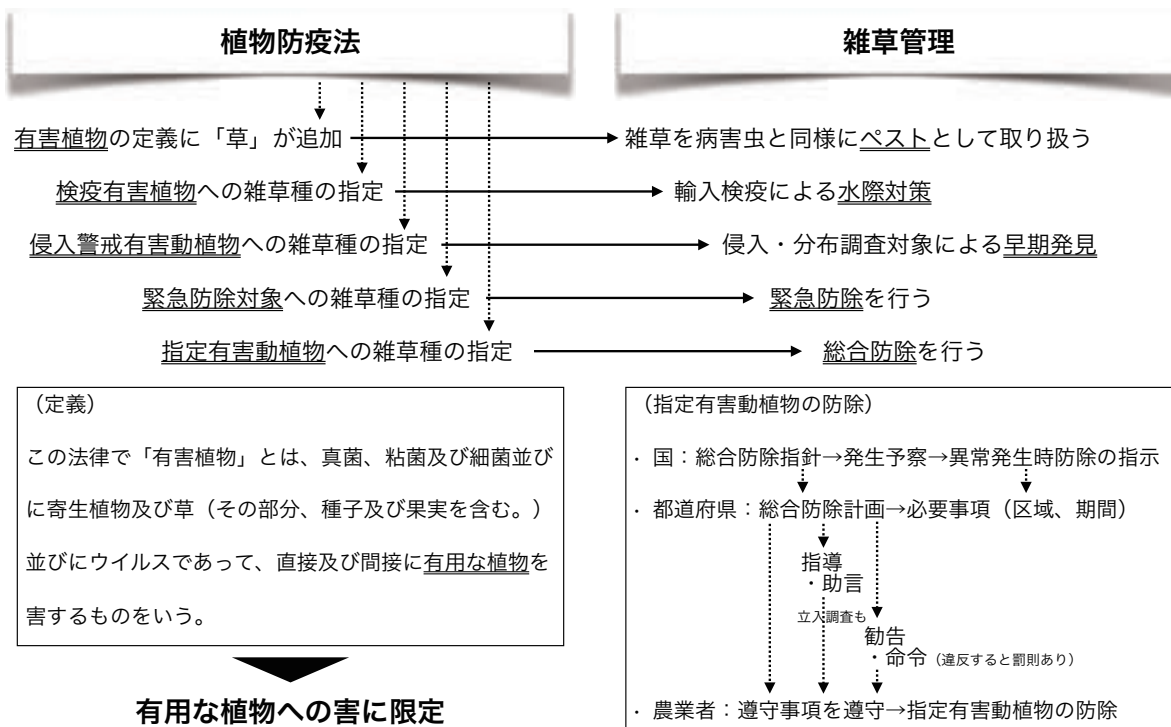


図-1 植物防疫法の改正によって変わりうる雑草管理

効果的に実現するために今後必要な事項についても整理したい。

1. 「有害植物」の定義に「草」が追加

植物防疫法改正前後の、「有害植物」の定義は以下のとおりである。

（植物防疫法第二条第二項より）

改正前：

この法律で「有害植物」とは、真菌、粘菌、細菌、寄生植物及びウイルスであつて、直接又は間接に有用な植物を害するものをいう。

改正後：

この法律で「有害植物」とは、真菌、粘菌及び細菌並びに寄生植物及び草（その部分、種子及び果実を含む。）並びにウイルスであつて、直接又は間接に有用な植物を害するものをいう。

改正前の定義を見ると「有害植物」という言葉からそこに雑草が含まれないというのはそもそも非常に違和感があった。今回の法改正は、その定義がほぼ言葉通りになったに過ぎない。たったこれだけのことではあるが、日本の雑草リスク管理にとって大きな転換点となりうる重要な改正である。これまでから日本は国際的な枠組みである国際植物防疫条約（IPPC; International Plant Protection Convention）の締約国であった。国際植物防疫条約においては、“Pest”の定義として“any species, strain

or biotype of plant, animal or pathogenic agent injurious to plants or plant products”となっており、雑草も病害虫と同様にペストに含まれるものであった。今回の植物防疫法の改正によってようやく国際植物防疫条約との整合性が取れ、諸外国に追いついたということになる。しかしながら、これだけで具体的に雑草リスク管理が直接変化することはない。次項以降に示すさまざまな管理上のカテゴリーに雑草種が追加されうる準備が整ったということに過ぎない（図-1）。

ペストのリスク管理は予防原則に基づくものである。植物防疫法においても新たなペストの侵入を防ぐための国際植物検疫から国内植物検疫、緊急事態への対応、そして重要なペストの総合防除や異常発生への警戒、といったペストの一連の侵入段階に応じた管理体制が設定されている。一方で、今回の法改正によって「有害植物」の定義に「草」が追加されたものの、その他の改正部分については従来通り病害虫を対象とした対策であることからそのまま雑草リスク管理において有効な対策となりうるかどうかは不明である。病害虫との共通性と相違性を踏まえて管理の枠組みをさらに検討していく必要があるだろう。

2. 「検疫有害動植物」への雑草種の指定について

「検疫有害動植物」は、予防原則において最も優先されるべき新たなペス

トの侵入を未然に防ぐ、という目的のための輸入検疫の対象となるものである。国際貿易のルール上指定できる種には条件があり、すでに日本に定着・まん延している種は指定できない。WTOのSPS協定によると、衛生植物検疫措置は十分な科学的根拠に基づいて行われることが求められるとともに、ペストのリスク評価については国際機関によって作成された方法を考慮することが求められる。検疫措置が必要以上に貿易を制限するものではないことを確保することが必要である。予防原則上最も重要である一方で、植物検疫措置に関する国際基準（ISPM; International Standard for Phytosanitary Measures）に則った種の指定が求められる。植物防疫法の中の「検疫有害動植物」の定義は以下のとおりであり、これは国際ルールに則ったものとなっている。

（植物防疫法第五条の二より）

「検疫有害動植物」とは、まん延した場合に有用な植物に損害を与えるおそれがある有害動物又は有害植物であつて、次の各号のいずれかに該当するものとして農林水産省令で定めるものをいう。

- 一 国内に存在することが確認されていないもの
- 二 既に国内の一部に存在しており、かつ、この法律その他の法律の規定によりこれを駆除し、又はそのまん延を防止するための措置がとられているもの

このように国際的ルールに則った輸入規制をかけるためには、雑草については基本的な科学的知見が不足しており、リスク評価手法や国内におけるまん延状況の把握についても具体的な対応が必要である。

検疫有害動植物に雑草種が指定された場合、輸入検疫での検疫措置の対象となる。具体的な検疫措置についてはすでに雑草種子を対象として検疫を行っている諸外国の例が参考になるだろう。輸入品目に混入する雑草種子に対して輸出国への要求する事項としては、検疫有害動植物の除去、不活化処理が主なものとなる。対象となる輸入品目が栽培用の種子の場合、熱処理等の不活化処理ができないため、基本的に ISTA (International Seed Testing Association) の基準に則った純度分析を求める場合が多い。輸入時に検疫有害動植物が検出された場合には、基本的には除去、廃棄又は返送となるが、場合によって放射線処理や熱処理などの不活化処理が要求措置となっている場合がある。

3. 「侵入警戒有害動植物」への雑草種の指定について

「侵入警戒有害動植物」は、予防原則からすると「検疫有害動植物」の輸入検疫での侵入予防に次ぐ侵入初期段階での対策の対象として位置付けられるだろう。具体的には、国内植物検疫に位置付けられ、以下のとおり定義されている。

(植物防疫法第十六条の六より)

「侵入警戒有害動植物」とは、まん延した場合に有用な植物に重大な損害を与え、又は有用な植物の輸出を阻害するおそれがある有害動物又は有害植物であつて、次の各号のいずれかに該当するものとして農林水産大臣が指定するものをいう。

- 一 国内に存在することが確認されておらず、かつ、国内への侵入を特に警戒する必要があるもの
- 二 既に国内の一部の地域に存在しており、かつ、国内の他の地域への侵入を特に警戒する必要があるもの

これに指定されたものは国内への侵入又は国内での分布の状況を調査する事業（侵入調査事業）の対象となり、早期発見・早期対策を目指すものとなる。侵入調査の結果などを踏まえ、緊急防除が必要となった場合には、農林水産省令で対象種や防除方法などの緊急防除実施基準を定め緊急防除を行うこととなる。これまで雑草種についてはこうした侵入調査は行われてこなかったため侵入や分布状況の把握が難しく、先述の検疫有害動植物への指定とともに、この侵入警戒有害動植物の指定も難しい。雑草種を新たに指定する前に、候補を決めて全国的な侵入・分布状況の調査を行う必要があるだろう。

4. 「指定有害動植物」への雑草種の指定について

予防原則に基づいた対策の最後の段階として、国内における分布が局地的でないもの、あるいは今後局地的でなくなるおそれがあるもので、急激にまん延して農作物に重大な損害を与えるものについては「指定有害動植物」として農林水産大臣によって指定されることとなる。この段階では被害の拡大を防ぐためのまん延防止が目的となる。指定有害動植物に指定されたものは国が定める総合防除基本指針に従って総合防除を推進することとなる。都道府県知事はその総合防除基本指針に即して、また地域の実情に応じて、総合防除計画を定めることとなっている。2022年11月15日に新たに定められた総合防除指針を見ると、総合防除の実施については、予防、判断、防除の各段階において利用可能な選択肢の中から経済性を考慮しつつ適時に適切な方法を選択して実施することとなっている。なお、基本的な事項については、病虫害と同様に、発生源を除去することや圃場内の見回りにによって発生や被害状況を把握すること、防除にあたっては化学農薬のみに依存せず、多様な防除方法を活用することなどが定められている。ただし、雑草は埋土種子を形成することで永続的な発生につながることなど病虫害とは対策が異なる点があるため、現在の総合防除基本指針は雑草リスク管理に十分対

応されているとまでは言えない。

また、指定有害動植物については早期対策を可能とするため、発生予察事業が行われる。発生予察事業とは「有害動物又は有害植物の防除を適時で経済的なものにするため、有害動物又は有害植物の繁殖、気象、農作物の生育等の状況を調査して、農作物についての有害動物又は有害植物による損害の発生を予察し、及びそれに基づく情報を関係者に提供する事業」とされている。指定有害動植物が異常な水準で発生した場合には、その急激なまん延を防止するため異常発生時防除が行われる。その際には国が定める総合防除基本指針に即し、地域の実情に応じて策定される総合防除計画に基づいて農業者に対し指導・助言などが行われる。それでも遵守事項に即した防除が行われない場合には、必要に応じて勧告・命令が行われる。それに違反した場合の罰則規程も設けられている。このように、農業者に対する管理責任の強化も今回の植物防疫法改正のポイントの1つとなっている。雑草についてもまん延圃場を放置することによって地域全体に急速に被害が拡大するものもあるため、農業者の管理責任となりうることを現段階から認識しておく必要があるだろう。

5. 改正植物防疫法において雑草リスク管理を実効性あるものにするための課題

以上のように、「有害植物」の定義に

「草」が追加され、雑草がペストとして認識されることになったため、病害虫と同様に予防原則での対策が取られることとなる。最も優先すべき「検疫有害動植物」の指定による輸入検疫での侵入防止、「侵入警戒有害動植物」の指定による早期発見・早期対策、「指定有害動植物」の指定による総合防除対策、という段階に応じた対策を雑草についても行っていくこととなる。しかしながら現状では「有害植物」の定義に「草」が入っただけに過ぎず、実質的な対応ができる仕組みはまだできていない。ペストとしての雑草のリスク管理を実効性のあるものにするためにはいくつか課題がある。以下にその課題を列挙する。今後関係機関が総力をあげて対応していく必要があるだろう。

- 1) 「検疫有害動植物」をはじめとするさまざまな規制カテゴリーに雑草種を指定するためには国内における発生状況を明確にする必要がある。全国的な分布調査を公的に行う必要がある。
- 2) 有用植物に対する有害性を評価する方法を確立する必要がある。病害虫や寄生植物のように有用植物に対して直接的な損害が発生するのは異なり、雑草による被害の多くは競合による減収など間接的な被害である。そのためどの農作物に対してどのような有害性があるのか、それを定量的に評価する手法を確立する必要がある。
- 3) 1) および2) に基づき、輸入検

疫措置を講じる対象となる「検疫有害動植物」となりうる雑草種をリストアップする。

- 4) 3) でリストアップされた雑草種が入りうる輸入品目の特定およびその輸入量と当該雑草種の混入率に基づく定量的評価を行う。
- 5) 1) および2) に基づき、「侵入警戒有害動植物」及び「指定有害動植物」となりうる雑草種をリストアップする。
- 6) 「指定有害動植物」となりうる雑草種の生態等の科学的知見の収集、及び地域の実情に応じた総合防除に資する技術開発、現地実証などを行う。
- 7) 以上のことを実施できるようにするため、国、都道府県、市町村の植物保護を担当する部署への雑草専門家の配置および育成を行う。
- 8) これまで以上に大学等の試験研究機関による農業者団体、農業者への雑草に関する専門的知識の普及・啓発を行う。

おわりに

以上のように、植物防疫法の改正により今後の雑草リスク管理の枠組みがどのようになるか、また、それを実現するためにはどのような課題があるかについて整理してきた。これまで雑草分野においては様々な雑草の生物学的・生態的特性の解明や雑草防除技術の開発が行われてきた。しかしながら、そ

これらの多くは雑草問題が生じてからの対応がほとんどであった。本稿で見てきたとおり、雑草がペストとして認識されることによって、対策が徹底した予防原則に基づくものになることがわかる。そうした観点から、今後は問題が生じる前に雑草のリスクを評価し、リスクの高い種に対する予防的管理を徹底するという考え方に変わる必要がある。雑草のリスク評価を行うためには、様々な作物やその栽培体系の中での雑草の生態を理解し、それに基づく有害性の評価や、個体群動態モデルに基づく個体群の持続性の評価、さらには分布拡大モデルに基づく被害の拡大リスクの評価などを行っていく必要があるだろう。また総合防除に資する多様な防除技術の開発も進める必要がある。それに加え、病害虫で実用化されてきた抵抗性育種を雑草に対しても展開する必要があるだろう。雑草は病害虫のような直接的被害をもたらすわけではないため、これまで雑草との競合下でも減収しない能力（雑草耐性）および雑草に対して競合性を発揮する雑草抑制能力の2つの観点で研究されてきた（Rasmussen *et al.* 2021; Fradgley *et al.* 2017 など）。最近日本でも雑草の生育を抑制する開帳型のイネの開発などもされてきている（Inagaki *et al.* 2021）。作物によっては

農業上重要な形質と競合する可能性もあり簡単にはいかないかもしれないが、防除技術と組み合わせることで発揮できる形質の改良も考えられる。今後も多様な防除技術開発の一環としてそのような取り組みも重要となるだろう。植物防疫法が改正されたからといって自動的に雑草管理が改善されるわけではない。予防原則に則った雑草リスク管理の枠組みの中で必要とされている課題に対して関係者が総力をあげて取り組んでいく必要があるだろう。本稿がその契機になれば幸いである。

なお、植物防疫法の目的はあくまで作物など有用植物を有害動植物から守るためのものである（図-1）。しかしながら、雑草がもたらす害は有用植物以外にも、獣害・危険害虫の誘因、事故の原因、災害の原因、景観の悪化、生態系への悪影響など多様である。こうした雑草害に対しては依然として対応できていない。広い意味でペストとして雑草を捉えた時に、今回の植物防疫法の改正を契機として、それら様々な雑草害への対応へと発展していくことも期待される。

参考文献

- みどりの食料システム戦略. <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/>
- 植物防疫法. <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=325AC0000000151>
- 国際植物防疫条約. <https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/ippc.html>
- SPS 協定. <https://www.maff.go.jp/j/syouan/kijun/wto-sps/>
- 植物検疫措置に関する国際基準. <https://www.maff.go.jp/pps/j/law/ispm/ispm.html>
- ISTA. <https://www.seedtest.org/en/home.html>
- 指定有害動植物の総合防除を推進するための基本的な指針. <https://www.maff.go.jp/pps/j/law/houki/kokuji/230112.html>
- Rasmussen J, Jensen SM, Mariegaard Pedersen T. 2021. A new approach to quantify weed suppression, crop tolerance and weed-free yield in cereal variety trials without weed-free plots. *Weed Research* 61, 406–419.
- Fradgley NS, Creissen HE, Pearce H, Howlett SA, Pearce BD, Döring TF, Girling RD. 2017. Weed Suppression and Tolerance in Winter Oats. *Weed Technology* 31, 740–751.
- Inagaki N, Asami H, Hirabayashi H, Uchino A, Imaizumi T, Ishimaru K. 2021. A Rice Ancestral Genetic Resource Conferring Ideal Plant Shapes for Vegetative Growth and Weed Suppression. *Frontiers in Plant Science* 12, 1–12.

コナスビという名が付けられているがナス科ではない。サクラソウ科オカトラノオ属の多年草。全国の低地から山地の原野、道端、庭、畑、草原などに普通に見られる。茎は5～20cmで紫褐色を帯び株元から地を這うように四方へ広がる。茎や葉全体に軟毛がある。葉は対生、有柄、広卵形で10～25mm、全縁で先は短く尖る。花期は5～6月。葉腋に、径5～7mmほどの黄色い小花を1個ずつ付ける。花柄は3-8mmで、合弁花であるが花弁が5つに深く切れ込んでいるため5枚のように見える。花が終わると下方を向き小さな丸い実をつけるが、この果実が、ふくらみ始めた茄子に似ているということで小茄子の名が付けられた。果実は4～5mmの球形の蒴果で、熟すと裂けて多くの種子を散らす。

紀元前7世紀から紀元前3世紀ころ、古代ギリシアにマケドニアという王国があった。マケドニア王国が最も栄えたのはアレクサンドロス3世（大王）の治世であった。彼は若くしてギリシアからインド北西部に至る大帝國を建設した戦術・戦略の天才であった。

そのアレクサンドロスには多くの側近護衛官が従っていたが、その中の一人にリュシマコスという男がいた。リュシマコスは勇猛な戦士であると同時に思慮深い男であり、軍の統率に優れた力を発揮していた。

アレクサンドロスが32歳で亡くなると、護衛官たちは帝國を分割統治し、リュシマコスはバルカン半島東部のトラキアの王となり、ディアドゴイ戦争を経て王としてトラキアを含むマケドニアを支配するようになった。

リュシマコスがトラキア王の時のことであった。戦役から戻り祝勝の宴を開いていると突然何頭かの牛が暴れだした。そのうち一頭の牡牛が猛り狂って、止めに入った者どもを押し退けてリュシマコスへと迫ってきた。周りの者たちは必死に牛を止めようとしたがリュシマコスは慌てず、自らが座っている周りにある黄色い花の咲いた草を両手で千切れるだけちぎって牡牛の鼻先へと振り撒いた。するとあれほど猛り狂っていた牡牛が

須藤 健一

鼻を左右に数回振りひねると急におとなしくなった。周りの者たちは牡牛を鎮めたリュシマコスの落ち着いた勇敢さを褒め称えた。

リュシマコスが牡牛の鼻先へ振り撒いた草が、ハーブとしても用いられることがあるヨーロッパ原産の *Lysimachia nummularia* L.（和名コバンコナスビ）ではなかったかと思えるが、今では日本でも北海道や一部の地域に帰化している。その属名の *Lysimachia* はこのトラキア王のリュシマコス（Lysimachos）を称えてリンネが名付けた。

一方、日本の在来種に、コバンコナスビと同属別種のコナスビがある。学名を *L. japonica* Thunb. と言い、これはリンネの弟子であるツンベルクが日本の出島に滞在した折に、将軍への謁見のため江戸入りしたが、その際に箱根で採集し、命名したとされる。

日本のどこにでも生えているコナスビであるが、学名から「*japonica* 日本の」「マケドニア王リュシマコス」、さらに、アレクサンドロス大王や古代ギリシアへと想像の翼が広がっていく。



xarvio[®] フィールドマネージャー の大豆雑草管理プログラムを活用 した帰化アサガオ類防除効果の 検証

農研機構 西日本農業研究センター
浅見 秀則

背景

国内のダイズ圃場では難防除雑草の発生に伴う収量低下が問題になっており、特に帰化アサガオ類は雑草害によるダイズの減収だけでなく、ダイズへの絡みつきによる倒伏や、コンバインへの絡みつきによる収穫作業能率の低下を引き起こす厄介な草種である。近年の国内のダイズ栽培圃場においては、主要な帰化アサガオ類として、アメリカアサガオ、マルバアメリカアサガオ（アメリカアサガオの変種）、ホシアサガオ、マメアサガオ、マルバルコウ等の侵入が確認されている（平岩ら 2007; 池尻ら 2015; 河野ら 2020; 浅見ら 2021a）。

帰化アサガオ類に対しては有効な除草剤に限られており、化学的防除の難度が高い。土壌処理剤の効果は低く（Crowley *et al.* 1979; 住吉・保田 2011）、ダイズ作で使用可能な広葉用の選択性茎葉処理剤であるペンタゾン液剤、フルチアセトメチル乳剤およびイマザモックスアンモニウム塩液剤も単剤では高葉齢個体の枯殺は困難である（澁谷ら 2006; 杉浦・平岩 2008; Asami *et al.* 2021）。また、帰化アサガオ類の出芽は長期間に及ぶことから、帰化アサガオ類に有効な複数種の茎葉処理剤および中耕培土等の耕種的防除手段を組み合わせた体系処理を適切な時期に実施することにより、高い防除効果が得られることが明らかになっている（Asami *et al.* 2021; 浅

見ら 2021b; 浅見 2022）。

近年、農地の集積に伴って複雑化する作業計画の立案や圃場管理に対して、ICTを活用した経営管理支援システムの活用が推進されている。すでにKSAS（株式会社クボタ）やアグリノート（ウォーターセル株式会社）等が普及しつつあるが、これまでにダイズの雑草防除管理に関して経営管理支援システムを活用した報告は少ない。そんな折、2021年にサービスを開始したxarvio[®] フィールドマネージャー（以下、ザルビオ FM）にはダイズ作の最適な雑草防除体系を提示する雑草管理プログラムが実装された。そこで、本研究では帰化アサガオ類が蔓延する複数のダイズ生産者の圃場において、本プログラムに基づく防除体系の帰化アサガオ類に対する防除効果を検証することを目的とした。なお、本稿は浅見ら（2024）の内容を一部抜粋、変更して再編集したものである。

材料および方法

(1) xarvio[®] フィールドマネージャー

ザルビオ FM は、品種、栽培方法、気象状況、人工衛星画像など、さまざまなデータを AI（人工知能）が解析し、施肥、防除などの作業時期を知らせるシステムである。国内では、JA 全農と BASF Digital Farming GmbH（独）（BASF デジタルファーマーミング社）が 2021 年 4 月より水稻および大豆でサービスを開始し、現在は小麦、大麦

や園芸作物、緑肥など 18 作物に対応している。ザルビオ FM はパソコンやスマートフォンで利用でき、主な機能は①人工衛星画像による生育や地力状況の見える化と可変施肥マップの出力および農機連携、②作物の生育ステージ予測機能、③大豆雑草管理プログラムや病害アラートによる防除支援機能である。高精度な予測を実現するために国内外の生育に関するデータおよび学術論文の文献データを基に機械学習によって強化された AI が搭載されており、生産者の栽培管理上の意思決定をサポートする。

ザルビオ FM は、地力マップと生育マップにより圃場を可視化し、地力マップでは過去の 10 年分の衛星画像を分析し、生育マップでは、同衛星画像から算出した葉面積指数（LAI）に基づいて、圃場内の作物の生育状況を色分けで表示する（図-1）。生育差を視覚的に確認することで、適切な時期に追肥や灌水を行うことができる。また、これらの情報を基に可変施肥マップを出力することで、対応している農機ではそのまま可変施肥が可能になる。

作物の生育ステージ予測機能は水稻、大豆、小麦、大麦、馬鈴薯（北海道）、甜菜で実装されており、品種、天候などから作物の生育ステージの推移を予測する。ザルビオ FM に品種や播種日/移植日を入力すると AI が栽培期間中の作物の生育ステージを予測する。これにより、水稻の幼穂形成期や出穂期、麦の開花期など防除重点時期を事前に予測できるため、水稻の病害虫防除対

地力マップ



過去の衛星画像の解析から
地力を可視化したマップです。

生育マップ



日々更新される衛星画像データを元に
圃場内の生育状況を可視化したマップです。

図-1 ザルビオ FM の地力マップと生育マップ (BASF ジャパン株式会社より提供)

雑草管理プログラム

大豆向け



雑草の発生リスクと防除作業の推奨時期をアラートでお知らせします。

アラートで作業遅れを防止して雑草被害を最小限に抑える

圃場に合わせた雑草管理プログラムを登録しておく。圃場の気象状況などをもとに対象雑草の発生リスクが通知されるため、早期の防除対応が可能になります。

- 登録内容に応じた作業時期をアラートで通知し、作業モレを防止。
- 地域や作付体系に合わせた「雑草プログラム」が登録されており設定しやすい。
- 自分の圃場に合わせた独自の防除体系をカスタム登録も可能。

対処すべき雑草に合わせて防除体系を提案し、適切なタイミングをアラート!

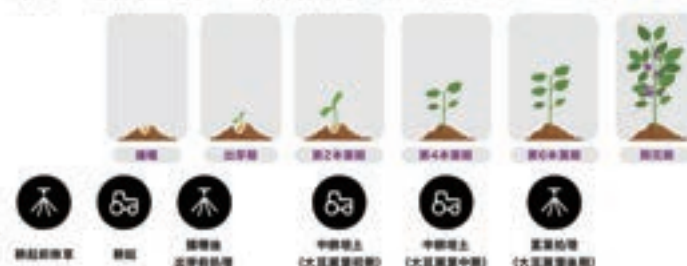


図-2 ザルビオ FM の雑草管理プログラム (BASF ジャパン株式会社より提供)

策など適切な防除計画が策定できる。

大豆では、最適な雑草防除体系を提示する雑草管理プログラム機能が実装されており、ザルビオ FM に当該圃場で問題となる雑草種や栽培条件(品種、播種日、土質、畦幅等)を登録することによって、圃場ごとに最適な雑草防除体系が提示され、大豆の生育ステー

ジに応じて適期に防除作業を行うようにアラートを通知する(図-2)。これによりダイズ圃場の雑草種に応じた最適な薬剤選択や最適なタイミングでの除草剤散布、中耕培土などの防除作業を効率よく行うことが可能になる。

(2) 現地実証試験での防除効果の検証

現地実証試験は2022～2023年に兵庫県たつの市および岡山県美作市の帰化アサガオ類が蔓延したダイズ圃場計6グループで実施した(表-1)。本試験で防除対象とした帰化アサガオ類

表-1 現地実証試験概要

年次	実証地	グループ	品種	栽植密度	条間	播種日	防除対象の帰化アサガオ類
2022	兵庫県たつの市	A	たつまろ	狭畦	25cm	7/28	マメアサガオ
2022	兵庫県たつの市	B	たつまろ	狭畦	25cm	7/28	マメアサガオ, マルバアメリカアサガオ
2022	兵庫県たつの市	C	たつまろ	狭畦	25cm	8/3	マメアサガオ
2023	兵庫県たつの市	D	たつまろ	狭畦	25cm	7/23	マメアサガオ
2023	兵庫県たつの市	E	たつまろ	狭畦	25cm	7/18	マメアサガオ, アメリカアサガオ
2023	岡山県美作市	F	在来品種	普通畦	60cm	6/25	マメアサガオ, マルバルコウ

表-2 実証した除草体系

実証地	処理	大豆の生育ステージ						
		播種後	1葉期	2葉期	3葉期	4葉期	5葉期	6葉期
兵庫県	慣行	BPL				←	B,Q (適宜)	→
たつの市	ザルビオ	BPL	I		B,FP		F	
岡山県	慣行	DL				←	B,Q,H (適宜)	→
美作市	ザルビオ	DL	I		T*	T		B,FP

BPL：ベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン乳剤，B：ベンタゾン液剤，Q：キザロホップエチル水和剤，I：イマザモックスアンモニウム塩液剤，FP：フルアジホップP乳剤，F：フルチアセトメチル乳剤，DL：ジメテナミドP・リニュロン細粒剤，H：手取り除草，T：中耕培土。*：雨天により中止。

はマルバルコウ，アメリカアサガオ，マルバアメリカアサガオ，マメアサガオであった。ダイズの栽培体系は地域の慣行に準じ，たつの市ではダイズ品種「あきまろ」を条間25cmの狭畦密植栽培で7月18日～8月3日に播種した。美作市では在来のモチダイズ品種を条間60cmの普通畦で6月25日に播種した。

1グループの試験につき，慣行の防除を実施した圃場（以下慣行区）とザルビオFMが提示した防除体系を実施した圃場（以下ザルビオ区）の隣接2圃場を実証圃場とし，圃場の面積はいずれも15～30a程度であった。また，各圃場に3地点ずつ，2.7m²（幅1.8m×長さ1.5m）の対照区（土壌処理のみ）と完全除草区（手取り除草）をランダムで設置した。各調査項目について，圃場内3地点のデータの平均を圃場の代表値としてその後の解析に用いた。

除草剤または中耕培土等による防除体系を表-2に示す。土壌処理剤は生産者の作業工程の都合で変更できな

かったため，ザルビオ区も生産者の慣行の土壌処理剤を供試した。たつの市の慣行区（狭畦）ではダイズ播種後にベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン乳剤（以下BPL剤）を土壌処理し，ダイズ4～6葉期頃にベンタゾン液剤（以下B剤）およびキザロホップエチル水和剤（以下Q剤）を散布した。同市のザルビオ区ではダイズ播種後にBPL剤を土壌処理し，ダイズ1葉期にイマザモックスアンモニウム塩液剤（以下I剤），3葉期にB液剤およびフルアジホップP乳剤（以下FP剤），5葉期にフルチアセトメチル乳剤（以下F剤）を散布した。美作市の慣行区（普通畦）ではダイズ播種後にジメテナミドP・リニュロン細粒剤（以下DL剤）を土壌処理し，ダイズ4～6葉期頃にB剤およびQ剤を散布，あるいはそれ以降も適宜手取り除草を実施した。

9月に残草調査を行い，1m²の雑草地上部を草種毎に刈り取って，地上部乾物重を測定した。2022年は帰化アサガオ類のみ，2023年は全雑草種に

ついて調査した。11月に1.8m²のダイズを収穫し，風乾後に脱穀した。ダイズの子実水分率および子実重量を測定し，水分含量15%に換算してダイズの子実収量とした。また，美作市では収穫時の手取除草を含めた収穫作業に係る工数（従事人数および作業時間）を調査した。同市のザルビオ区ではダイズ播種後にDL剤を土壌処理し，ダイズ1葉期にI剤散布，4葉期に中耕培土，6葉期にB剤およびFP剤を散布した。ザルビオの提示した防除体系では中耕培土を2回（3～5葉期の間）実施する計画であったが，天候不良が続いたため4葉期に1回のみ実施した。

結果および考察

(1) 雑草管理プログラム

ザルビオFMの雑草管理プログラムはダイズの生育ステージ（ダイズ葉齢）を予測し，除草タイミングを提示する。本研究では雑草管理プログラムの予測を基に防除日を決定したが，防除

表-3 9月の残草調査時の草種別地上部乾物重 (g m⁻²)

処理	帰化アサガオ類	イヌビユ	アメリカセンダングサ	アメリカタカサブロウ	オオイヌダデ	ヒロハフウリンホオズキ	クサネム	シロザ
対照	331.2	0.0	18.7	0.9	4.3	0.9	0.1	0.1
慣行	127.7	39.4	0.0	9.4	0.0	0.0	0.5	0.0
ザルビオ	8.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.0

処理	アゼガヤ	ノビエ	メヒシバ	カヤツリグサ	クルマバザクロソウ	エノキグサ	計
対照	1.0	1.3	1.3	0.3	0.1	0.0	360.3
慣行	19.2	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	202.5
ザルビオ	0.7	1.0	0.0	0.8	0.0	0.1	11.8

2023年に試験を実施した3グループの平均値。帰化アサガオ類の内訳はマルバルコウ、マメアサガオ、アメリカアサガオ、マルバアメリカアサガオ。各処理区の除草体系は表-2を参照。

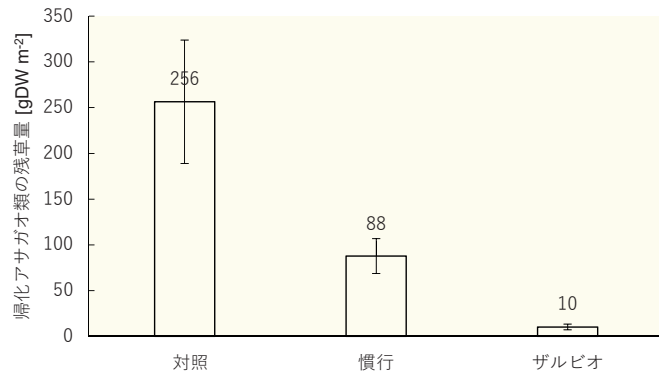


図-3 帰化アサガオ類平均残草量 (2022 ~ 2023 年)
6 グループの平均値を示す。帰化アサガオ類の内訳はマルバルコウ、マメアサガオ、アメリカアサガオ、マルバアメリカアサガオ。エラーバーは標準誤差 (n=6)。各処理区の除草体系は表-2を参照。

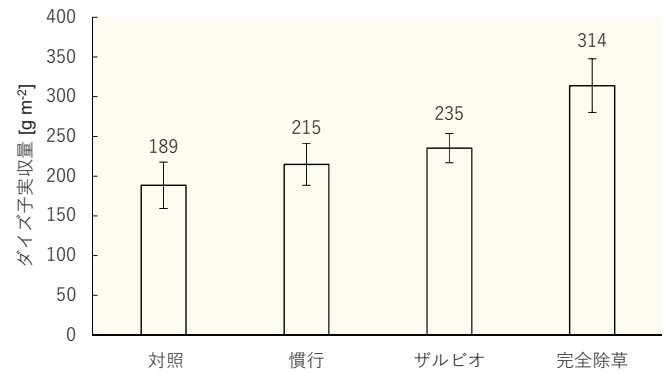


図-4 平均のダイズ子実収量 (2022 ~ 2023 年)
6 グループの平均値を示す。エラーバーは標準誤差 (n=6)。各処理区の除草体系は表-2を参照。

作業当日の圃場のダイズ葉齢は予測値の±1葉期程度であった(データ略)。圃場内での個体差を考慮すれば十分実用可能な範囲であると考えられ、浅見ら(2021a)が提案したダイズの葉齢進展モデルと同程度の推定精度であった。ただ、ダイズの生育が進むにつれて葉齢進展の推定精度はやや低下し、特に茎葉処理後の初期葉害によってダイズの生育が遅延した場合は実葉齢よりも高い葉齢を推定するケースも確認された。

(2) 除草効果

ザルビオ FM の雑草管理プログラムが提案した防除体系は帰化アサガオ類に対して高い除草効果を示した。兵庫県たつの市および岡山県美作市で2022~2023年に実施した計6グループの帰化アサガオ類平均残草量を図-3に示す。平均残草量は対照区では

256g m⁻² (145 ~ 579g m⁻²)、慣行区では88g m⁻² (45 ~ 166g m⁻²)、ザルビオ区では10g m⁻² (1 ~ 18g m⁻²)であり、ザルビオ区の残草量は対照区比で96%、対慣行区比で88%それぞれ減少した。本研究で雑草管理プログラムを使用した時点では、防除対象となる帰化アサガオ類の草種が異なる場合であっても同様の防除体系を提示する仕様になっていたが、帰化アサガオ類の草種によって残草程度が異なることはなく(データ略)、いずれの帰化アサガオ類草種に対しても高い除草効果が認められた。

また、ザルビオ FM の雑草管理プログラムが提案した防除体系は帰化アサガオ類以外の雑草種に対しても有効であった。2023年に調査した3グループの残草量を表-3に示す。ザルビオ区の平均残草量の合計11.8g m⁻²のうち、帰化アサガオ類が8.5g m⁻²で全

体の72%を占めたことから、ザルビオ区の残草は主に帰化アサガオ類であり、対照区や慣行区で残草したイヌビユやアメリカセンダングサ、アゼガヤ等の他の雑草種についても本防除体系で十分に防除が可能と推察された。

(3) ダイズ収量への影響

ザルビオ区のダイズ子実収量は対照区や慣行区と比較して増加する傾向であった(図-4)。ザルビオ区の平均収量は235g m⁻² (174 ~ 291g m⁻²)であり、対照区の189g m⁻² (57 ~ 262g m⁻²)と比較して平均25%、慣行区の215g m⁻² (105 ~ 282g m⁻²)と比較して平均10%増収した。一方、完全除草区の平均収量は314g m⁻² (181 ~ 409g m⁻²)であり、ザルビオ区の平均収量は完全除草区の75%に留まった。ザルビオ区で供試したI剤やF剤はダイズに対して初期葉害

表-4 手取り除草作業を含むダイズ収穫作業工数、人件費（2023 年、岡山県美作市）

処理	圃場面積 (a)	従事人数 (人)	作業時間 (分)	工数 (人・分 10a ⁻¹)	人件費* (円 10a ⁻¹)
慣行	26.4	5	140	265	6,187
ザルビオ	29.5	5	20	34	791

*：時給1400円で計算。各処理区の除草体系は表-2を参照。

による減収リスクが報告されており (Asami *et al.* 2021; 浅見ら 2021b; 農研機構 2019), ザルビオ区では短期間に複数の茎葉処理を実施した結果, 初期葉害によって完全除草区と比較して収量が低下したと推察された。

2023 年の岡山県美作市での試験事例では, 10a あたりのダイズ収穫前の手取り除草を含む収穫作業の工数 (従事人数 × 作業時間) が, 慣行区の 265 人・分に対してザルビオ区では 34 人・分で 87% 減少し, 手取り除草および収穫作業に係る人件費も 5,396 円 10a⁻¹ 削減された (表-4)。ザルビオ区ではダイズ生育初期 (播種後～ダイズ 6 葉期) に除草作業の回数が増えたことで, 慣行と比較して追加の除草剤費用や散布に要する人件費が増加した。一方, ダイズの増収分および手取り除草の作業時間短縮による人件費削減を考慮すれば単位面積当たりの収益性はザルビオの導入によって向上することが可能と考えられた。

(4) 終わりに

本研究ではザルビオ FM の雑草管理プログラムに基づく防除体系の帰化アサガオ類に対する除草効果を検証し, 慣行除草体系と比較して帰化アサガオ類を含むダイズ雑草全般に対して高い防除効果が認められた。また, 収穫前の手取り除草作業を省略あるいは簡略化できたことで手取り除草に係る人件費を 87% 削減し, ダイズ子実収量も慣行除草と比較して平均 10% 増加し

たから, 本技術の導入はダイズ作の帰化アサガオ類対策あるいはダイズ生産性向上に寄与すると考えられた。これまで防除対象草種毎に最適な除草剤の種類および散布タイミングを提案する防除支援ツールは普及途上だったが, ザルビオ FM の雑草管理プログラムのような技術が生産現場で活用されることで, これまで構築されてきた帰化アサガオ類を含むダイズ作難防除雑草対策の防除体系の除草効果がより向上し安定することが期待される。

謝辞

本研究の一部は全国農業協同組合連合会および BASF ジャパン株式会社の研究予算で実施した。BASF ジャパン株式会社には xarvio® フィールドマネージャーに関する情報を提供して頂いた。また, 本研究を遂行するにあたり, 農研機構技術支援部西日本第 1 業務科の伊達勇太氏, 西川允雲氏をはじめとする諸氏にご協力頂いた。ここに記して心より御礼申し上げます。

参考文献

- Asami H., Tachibana M., Homma K. 2021. Chemical and cultural control of *Ipomoea hederacea* var. *integriscula* in narrow-row soybean in southwestern Japan. *Weed Biology and Management*, 21, 135-145.
- 浅見秀則・高橋英博・奥野林太郎・橘雅明・本間香貴 2021a. ダイズの葉齢進展モデルを活用した多筆圃場における帰化アサガオ類の適期防除. *雑草研究*, 66, 1-10.
- 浅見秀則・橘雅明・本間香貴 2021b. 温暖地のダイズ狭畦栽培におけるイマザモックス

- アンモニウム塩を導入したマルバアメリカアサガオの防除. *雑草研究*, 66, 48-58.
- 浅見秀則 2022. マルバルコウおよびマメアサガオの生態的特性の差異がダイズ作における新規選択性茎葉処理剤の除草効果に及ぼす影響. *雑草研究*, 67, 129-138.
- 浅見秀則・加藤良晃・眞鍋陽平 2024. xarvio フィールドマネージャーの雑草管理プログラムを活用したダイズ作の帰化アサガオ類防除. *日本雑草学会講演要旨集* 63, 69.
- Crowley, R. H., Teem, D. H., Buchanan, G. A., Hoveland, C. S. 1979. Responses of *Ipomoea* spp. and *Cassia* spp. to preemergence applied herbicides. *Weed Science* 27, 531-535.
- 平岩確・林元樹・濱田千裕・小出俊則 2007. 愛知県田畑輪換水田ほ場における帰化アサガオ類の発生状況. *愛知県農業総合試験場研究報告* 39, 25-32.
- 池尻明彦・片山正之・杉田麻衣子・井上浩一郎 2015. 山口県のダイズ圃場における成熟期の残草実態. *雑草研究*, 60, 137-143.
- 河野礼紀・柿原千代文・近乗偉夫・松尾光弘・西脇亜也 2020. 大分県のダイズ作における雑草の発生実態. *雑草研究*, 65, 31-40.
- 農研機構 2019. 大豆用新規茎葉処理除草剤フルチアセットメチル乳剤の雑草種別効果と初期葉害.
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/furutiruaseto190314ver2.pdf
- 澁谷知子・浅井元朗・與語靖洋 2006. ダイズ作における一年生広葉夏畑雑草のベンタゾン感受性の種間差. *雑草研究*, 51, 159-164.
- 杉浦和彦・平岩確 2008. 帰化アサガオ類に対するベンタゾン感受性の検討. *東海作物研究* 138, 16.
- 住吉正・保田謙太郎 2011. 帰化アサガオ類に対する各種除草剤の防除効果. *日本作物学会九州支部会報* 77, 47-50.

静岡県内の有機栽培茶園における雑草植生の特徴と除草技術の開発

静岡県農林技術研究所
市原 実

はじめに

近年では、海外において有機栽培茶の需要が高まっており、静岡県では有機栽培茶の生産を推進している（静岡県 2022）。2021 年には「みどりの食料システム戦略」が農林水産省により策定され、全国的にも有機農業の推進が図られている。一方、有機栽培茶園では化学合成農薬が使用できないため、雑草対策が大きな課題となっている。茶園周縁部やうね間に生育する雑草は、茶園管理作業の妨げや収穫物への異物混入源、害虫の増殖源として問題となる（市原ら 2020）。有機栽培茶園では肩掛け式刈払機や手取りにより除草しているため、雑草防除に多大な労力がかかっている。有機栽培の推進のためには、有機栽培茶園における雑草植生の特徴を明らかにし、これに対応した雑草防除技術を開発する必要がある。

国内の茶園で雑草発生実態を調査した事例はこれまで少なく、静岡県内では 1948～1949 年（青野・中山 1949a,b, 1951）、1969～1970 年（小幡 1973）に雑草発生実態が調査されており、近年では 2019 年の夏期（市原ら 2020）および 2021 年の春期（市原ら 2022a）に雑草植生の調査が行われた。市原ら（2020）が、静岡県内の主要茶産地の慣行栽培茶園周縁部（計 50 地点）において夏期の雑草植生を調査したところ、20 科 34 種の雑草が確認され、メヒシバまたはオ

ヒシバが優占していることが明らかとなった。一方、これまでに国内の有機栽培茶園と慣行栽培茶園において雑草植生を比較した研究はなく、有機栽培茶園における雑草植生の特徴は不明である。そこで筆者らは、(1) 有機栽培茶園における雑草植生の特徴を明らかにするために、有機栽培茶園と慣行栽培茶園における周縁部とうね間において夏期の雑草植生を比較した（市原ら 2022b）。さらに、(2) 有機栽培茶園における省力的で効果的な雑草防除技術の構築に向けて、静岡県と農業機械メーカー（株式会社寺田製作所）の共同研究により、茶園用除草機を開発した（山根ら 2022; 市原ら 2024、図

-1）。本稿では、これらの研究成果について紹介する。

1. 有機栽培茶園における雑草植生の特徴

静岡県牧之原市および島田市内の有機栽培茶園および慣行栽培茶園（計 4 圃場）において、2020 年 7 月 31 日、8 月 20 日および 9 月 14 日に植生調査を行った。各茶園の栽培管理および雑草管理の概要は、表 -1 のとおりである。茶園周縁部とうね間において、コドラート法に基づく植生調査を行い、コドラート（1m² または 0.5m²）内の植被率（全雑草の占める面積割

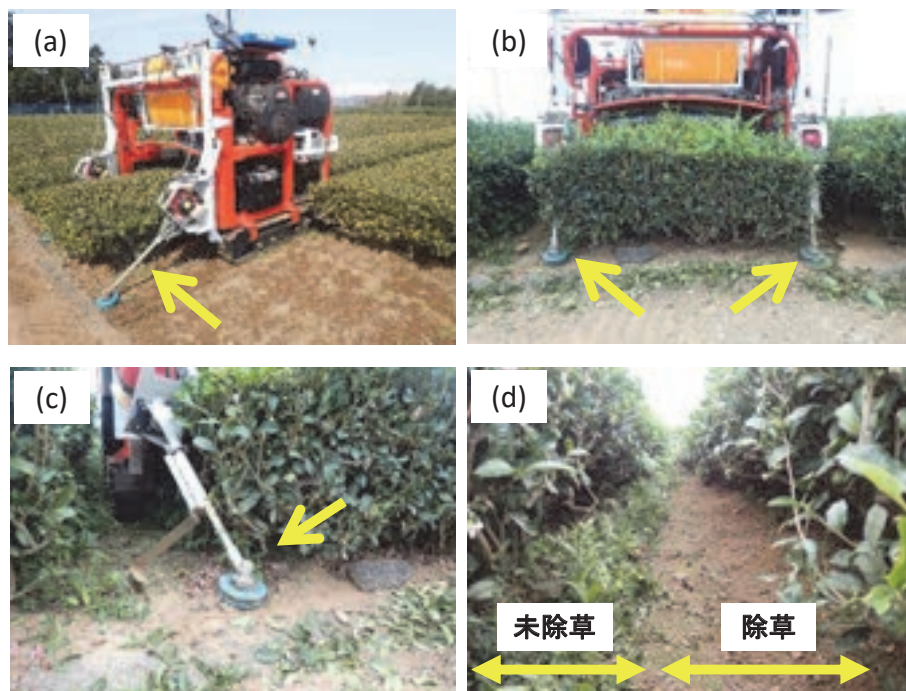


図-1 (a) 乗用型摘採機の後部に装着した刈払機（矢印部分）と、(b) 刈払機を後方から見た様子、(c) 刈払機の除草部分の拡大、(d) 茶園用除草機による除草部分と未除草部分の様子（市原ら 2024）

表-1 調査茶園における栽培管理および雑草管理（市原ら 2022b）

有機栽培茶園			
牧之原市		島田市 ¹⁾	
品種・系統名	静7132	品種・系統名	やぶきた
圃場面積	6 a	圃場面積	33 a
摘採	5/14, 5/17, 8/1, 8/27	摘採	5/15, 10/25
施肥	なし	施肥	2/10, 3/9, 4/13, 7/18, 8/17
中耕	9月	中耕	3/20, 7/25, 8/27
うね間除草	4月, 7/24, 8/10, 10/11(草刈りと手取り)	うね間除草	7/10, 9/24(手取り)
周縁部除草	7/24, 8/10, 10/11(草刈りと手取り)	周縁部除草	4/20, 6月, 7/20, 9/15(草刈り)

慣行栽培茶園			
牧之原市		島田市	
品種・系統名	やぶきた	品種・系統名	やぶきた
圃場面積	5 a	圃場面積	8 a
摘採	5/7, 6/17, 10/2	摘採	5/2, 6/23~24, 10/15
施肥	2/5, 3/7, 4/10, 8/19, 9/28	施肥	2/11, 3/5, 3/30, 4/22, 9/19
中耕	2/6, 3/8, 4/11, 8/20, 9/29	中耕	3/2(浅耕)
うね間除草	8/10(手取り)	うね間除草	適宜手取り
周縁部除草	4/14, 5/29, 7/16, 9/17(グリホサート散布)	周縁部除草	4/16, 6/9, 8/25(グリホサート散布), 6~8月に草刈1回

1)島田市の有機栽培茶園では6月中旬にチャ樹の中切り(地上30~50cmの幹の太いところで剪除する更新法)が行われたが、7月31日の調査時には樹冠の多くの葉が展開していた。

合)と、各草種の被度(各草種の占める面積割合)および最大草高を調査した(被度1%以上の草種を調査)。被度と草高を乗じることにより乗算優占度 $\{MDR(m^3 m^{-2}) = \text{被度}(m^2 m^{-2}) \times \text{草高}(m)\}$ を算出した。また、各茶園の周縁部およびうね間の植生について、帰化率 $\{=(\text{帰化植物の種数} / \text{出現種数}) \times 100\}$ および多年生植物の割合 $\{=(\text{多年生植物の種数} / \text{出現種数}) \times 100\}$ を算出した。

本研究より、有機栽培茶園の周縁部では慣行栽培茶園と比べて出現種数が多く、植被率が高く、多年生植物の割合が高いことが確認された(表-2)。慣行栽培茶園周縁部の雑草管理は非選択性除草剤(グリホサート系除草剤)の散布が主体であったのに対して、有機栽培茶園では草刈りが主体であり(表-1)、本結果はこのような雑草管理の違いによるものと考えられる。静岡県内の慣行栽培茶園の周縁部では夏期にメヒシバまたはオヒシバが優占することがわかっており(市原ら 2020)、本研究においても慣行栽培茶園ではメヒシバのMDRが比較的高かった(表-2)。なお近年、静岡県内の一部の慣行栽培茶園周縁部では、グリホサートに対する抵抗性が疑われ

るオヒシバ等の雑草が確認されている(市原ら 2020; 松尾 2020)が、本調査における慣行栽培茶園では抵抗性の疑われる雑草は確認されなかった。一方、有機栽培茶園においては、島田市ではメヒシバが優占していたが、牧之原市ではコセンダングサが優占していた。牧之原市の有機栽培茶園では草刈り高が10cm程度であり、島田市の有機栽培茶園(地際付近での草刈り)よりも高かった。水田畦畔においては、草刈り高の高い条件では低い条件よりも広葉雑草が増加し、イネ科雑草が減少することが明らかになっており(Inagaki *et al.* 2020)、茶園周縁部でも同様の傾向があることが示唆された。帰化率については、静岡県内の慣行栽培茶園周縁部では6.3~42.9%であり(市原ら 2020)、本研究も同様の結果(0.0~40.0%)となったが、有機栽培茶園と慣行栽培茶園において明瞭な傾向は認められなかった(表-2)。

茶園内のうね間では周縁部と比べて、植被率が低く、出現種数も同程度か少なかった(表-2, 3)。茶園のうね間は、茶樹により強く被陰されており、中耕が行われる。このため、茶園のうね間は多くの雑草にとって生育に不適な環境と考えられる。また、うね

間では有機栽培茶園と慣行栽培茶園において出現種数や植被率に明瞭な傾向が認められなかった。有機栽培茶園と慣行栽培茶園ともに、うね間では除草剤が使用されておらず、手取りや中耕によって除草されていた(表-1)ことがその要因と考えられる。しかし、うね間では雑草が少ないとはいえ、ベニバナポロギクやダンドポロギク等の草高の高い雑草が散在していた(表-3)。このような大型の雑草は茶園管理作業の妨げや収穫物への異物混入源となるため、適宜除草する必要がある。なお、牧之原市の有機栽培茶園のうね間では、他の茶園と比べて植被率が高かった(表-3)。この理由としては、本茶園では全ての雑草を除草するのではなく、大型雑草の選択的な抜き取りや高草刈り(刈り高10cm程度)によって雑草が管理されていたことが考えられる。なお本研究は、有機栽培茶園と慣行栽培茶園とも各2圃場のみの調査であったため、有機栽培茶園における雑草植生の詳細な特徴を明らかにするためには、より多くの圃場で調査を行う必要がある。さらに、農地の雑草植生に対してランドスケープ(Aavik and Liira 2010; Srithi *et al.* 2017)やコオロギ類等による雑草種子捕食

表-2 有機栽培茶園と慣行栽培茶園の周縁部における出現草種の被度と乗算優占度 (MDR) (市原ら2022b)

表-2 有機栽培茶園と慣行栽培茶園の周縁部における出現草種の被度と集算優占度(MDR) (市原5-2022b)																
					有機栽培茶園(牧之原市)					慣行栽培茶園(牧之原市)						
科名	種名	学名	生活史	帰化種	7月		8月		9月		7月		8月		9月	
					被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)
トウモロコシ科 サトイモ科 カヤツリガサ科 イネ科	スギナ	<i>Equisetum arvense</i>	多年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	カラスビシャク	<i>Phellia ternata</i>	多年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	コゴメガヤツリ	<i>Cyperus iria</i>	一年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	イヌムギ	<i>Bromus catharticus</i>	多年生	○	0.6	0.0035	0.6	0.0034	0	0	0.4	0.0023	0	0	0.6	0.0014
	オヒシバ	<i>Eleusine indica</i>	一年生		0	0	0	0	0.6	0.0012	0	0.2	0.0004	0	0	0
	ヌカホ	<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i>	一年生		0.6	0.0018	0.6	0.0012	0	0	0.4	0.0010	0	0	0	0
	キンエンコノロ	<i>Setaria pumila</i>	一年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	タチスズメノヒエ	<i>Paspalum urvillei</i>	多年生	○	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	メシシバ	<i>Digitaria ciliaris</i>	一年生		1.8	0.0054	0.6	0.0019	0.6	0.0007	1.0	0.0027	1.2	0.0022	0	0.4
	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年生		20.0	0.1976	15.5	0.1959	3.0	0.0180	12.8	0.1372	0	0	0	0
タデ科	アシボソ	<i>Microstegium vimineum</i>	一年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	スイバ	<i>Persicaria longiset</i>	一年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒユ科 サクロウ科 トウダイゴサ科	ヒナタイゴツチ	<i>Rumex acetosa</i>	多年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	サクロウ	<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>fauvriei</i>	多年生		11.1	0.0741	11.1	0.0883	22.5	0.1277	14.9	0.0967	0	0	0	0
	トウダイゴサ	<i>Triglochotheca stricta</i>	一年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	コニシキソウ	<i>Euphorbia maculata</i>	一年生	○	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	エノキガサ	<i>Acalypha australis</i>	多年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	アカメガサ	<i>Mollis japonica</i>	多年生		0.6	0.0015	0	0	0	0	0.2	0.0005	0	0	0	0
	カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i>	多年生		0	0	0.6	0.0007	1.2	0.0011	0.6	0.0006	0	0	0	0
	バラ科	<i>Potentilla indica</i>	多年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	アブラナ科	<i>Cardamine occulta</i>	一年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	アヘナ科	<i>Paederia foetida</i>	多年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
オオバコ科 キク科	オオバコ	<i>Plantago asiatica</i>	多年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ヨモギ	<i>Artemisia indica</i> var. <i>maximowiczii</i>	多年生		7.5	0.0533	7.5	0.0458	12.5	0.0563	9.2	0.0518	0	0	0	0
	オオアレチナギク	<i>Erigeron sumatrensis</i>	一年生	○	8.7	0.0910	1.2	0.0066	0	3.3	0.0325	0	0	0	0	0
	セイカタウダソウ	<i>Solidago altissima</i>	多年生	○	9.0	0.0649	3.0	0.0274	3.6	0.0177	5.2	0.0366	0	0	0	0
	チチコサモドキ	<i>Gnaphalium pennsylvanicum</i>	一年生	○	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ハキダメギク	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	一年生	○	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ヒコサンギサ	<i>Bidens pilosa</i> var. <i>pilosa</i>	一年生	○	62.5	0.3475	62.5	0.5181	53.5	0.2975	59.5	0.3877	0	0	0	0
	雑草率(%)				87.5		87.5		87.5		87.5		1.8		0	0.8
	帰化率(%)				40.0		40.0		25.0				0		0	
	多年生植物の割合(%) ¹⁾					60.0		60.0		62.5		0		—		
出現種数					10		10		8		2		0		1	
調査3回を通じた出現種数					12		12				2					

表 -3 有機栽培茶園と慣行栽培茶園のうね間における出現草種の被度と乗算優占度 (MDR) (市原ら 2022b)

科名		種名	学名	生活史	帰化種	有機栽培茶園(牧之原市)						慣行栽培茶園(牧之原市)											
						7月			8月			9月			7月			8月			9月		
						被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)		
ヤマノイモ科 イネ科	ヤマノイモ	メシハ	<i>Dioscorea japonica</i>	多年生	○	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			<i>Digitaria ciliaris</i>	一年生	○	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		コチザミザサ	<i>Opismenus undulatifolius</i> var. <i>undulatifolius</i> f. <i>japonicus</i>	多年生	○	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ヒユ科 キク科	ヒナタイノコヅチ		<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>fauriei</i>	多年生	○	50.5	0.3414	35.6	0.2625	13.5	0.0563	33.2	0.2201	0	0	0	0	0	0	0	0		
	ベニハナボロギク		<i>Crassocephalum crepidioides</i>	一年生	○	18.0	0.0558	15.6	0.0329	3.6	0.0132	12.4	0.0340	0.6	0.0008	0	0	0	0	0.2	0.0003		
	ダントボロギク		<i>Erechtites hieracifolius</i>	一年生	○	0	0	3.0	0.0239	0	0	1.0	0.0080	0.6	0.0009	0	0	0	0	0.2	0.0003		
	コセンダングサ		<i>Bidens pilosa</i> var. <i>pilosa</i>	一年生	○	7.5	0.0339	3.6	0.0065	7.5	0.0248	6.2	0.0217	0	0	0	0	0	0	0	0		
	オニタビラコ		<i>Youngia japonica</i>	一年生, 多年生	○	0	0	3.0	0.0027	0	0	1.0	0.0009	0	0	0	0	0.6	0.0009	0.2	0.0003		
	ノゲン		<i>Sonchus oleraceus</i>	一年生	○	0.6	0.0011	0.6	0.0006	0	0	0.4	0.0006	0	0	0	0	0	0	0	0		
		植被率(%)				72.5		58.0		21.6		50.7		1.2		0		0.6		0.6			
		帰化率(%)				75.0		66.7		66.7		100				—		0		—			
		多年生植物の割合(%) ¹⁾				25.0		16.7		33.3		0				—		0		—			
		出現種数				4		6		3		2				0		1		3			
		調査3回を通じた出現種数						6															

科名		種名	学名	生活史	帰化種	有機栽培茶園(島田市)			慣行栽培茶園(島田市)											
						7月			8月			9月								
						被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)	被度 (%)	MDR (m ³ m ⁻²)							
ヤマノイモ科 イネ科	ヤマノイモ	ヤマノイモ	<i>Dioscorea japonica</i>	多年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0.0003						
	メシハ		<i>Digitaria ciliaris</i>	一年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0.0011						
	コチヂミザサ		<i>Opismenus undulatifolius</i> var. <i>undulatifolius</i> f. <i>japonicus</i>	多年生		0	0	0	0.6	0.0025	0.2	0.0008	0	0	0					
ヒユ科 キク科	ヒナタイノゴツチ		<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>fauriei</i>	多年生		0	0	0	0	0	0	0	3.0	0.0113	0	0	1.0	0.0038		
	ベニハナボロギク		<i>Crassocephalum crepidioides</i>	一年生	○	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.0023	0	0	0.2	0.0008	
	ダントボロギク		<i>Erechtites hieracifolius</i>	一年生	○	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.0028	0	0	0.2	0.0009	
	コセンダングサ		<i>Bidens pilosa</i> var. <i>pilosa</i>	一年生	○	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	オニタビラコ		<i>Youngia japonica</i>	一年生, 多年生		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ノゲン		<i>Sonchus oleraceus</i>	一年生	○	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		植被率(%)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		帰化率(%)				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		多年生植物の割合(%) ¹⁾				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		出現種数				0	0	0	0	1	1	1	0	4	1	0	0	0	0	0
		調査3回を通じた出現種数							1							5				

1) 多年生植物の割合の算出にて、オニタビラコは多年生植物に含めなかった。

(Ichihara *et al.* 2011,2012,2021) が影響しうることが指摘されており、今後はこれらの影響も明らかにする必要がある。

2. 茶園用除草機の開発

茶園うね間に生育する雑草は、茶園管理作業の妨げや収穫物への異物混入源となり栽培上問題となるため、省力的・効果的な除草技術の開発が求められている。そこで、静岡県では農業機械メーカー（株式会社寺田製作所）との共同研究により、茶園うね間の雑草を機械的に除草する茶園用除草機を開発した（山根ら 2022）。本除草機は、乗用型摘採機（株式会社寺田製作所、TT-180）の後部に刈払機（手押し式刈払機の刈払機部分、株式会社 ASALITE, AS-35HLRH）2 台をアタッチメントとして搭載したものであり、これらの刈払機で茶樹を挟み込むように走行することにより、うね間の雑草を刈払うことができる（山根ら 2022; 市原ら 2024, 図-1）。刈払機の除草部分には、ナイロンカッター（三陽金属株式会社、エルバカッター極薄オート）を用いた。除草作業に要する時間は、圃場条件にもよるが、0.2～0.3 m/s の速度であれば、10a あたり 1 時間程度である。

静岡県静岡市内の有機栽培茶園（コチザミザサおよびイヌビエ優占）において、8 月下旬に本除草機を 0.3 m/s で処理した結果、除草前はうね

間における雑草の植被率が 75.0% であったのに対して除草直後は 7.0% と有意に低下し、除草 1 ヶ月後においても植被率が 13.0% と低い状態が維持された（市原ら 2024）。次に、静岡県農林技術研究所茶業研究センター内の茶園（コハコベおよびカタバミ優占）において、3 月から 9 月まで 2 ヶ月ごと（3, 5, 7, 9 月）に除草機を処理（速度 0.2 m/s）した結果、各茶期摘採時期におけるうね間の雑草の植被率は 50% 以下、各草種の最大草高は 15 cm 未満に抑えられ、一番茶期から秋冬番茶期まで雑草を効果的に抑制できた（市原ら 2024）。本除草機は有機栽培茶園の雑草を省力的・効果的に除草できるため、有機栽培の推進に大きく貢献することが期待される。一方、慣行栽培茶園では除草剤が使用される場合がある（徐 2016）が、除草剤の連用により抵抗性雑草が出現する可能性がある（Peiris and Nissanka 2016; 市原ら 2020; 松尾 2020）ため、慣行栽培茶園においても、本除草機による機械除草など除草剤以外の手段も組み合わせる防除していくことが重要となるだろう。今後は、茶園周縁部の雑草を省力的に除去できる除草機の開発など、茶園の雑草防除技術の研究をさらに推進していく必要がある。

引用文献

Aavik, T. and J. Liira 2010. Quantifying the effect of organic farming, field boundary type and landscape structure on the vegetation of field boundaries.

Agric. Ecosyst. Environ. 135, 178-186.
青野英也・中山仰 1949a. 牧の原茶園雑草目録（第一報）. 茶業技術研究 1, 37-42.
青野英也・中山仰 1949b. 牧の原茶園雑草目録（続報）. 茶業技術研究 2, 34-35.
青野英也・中山仰 1951. 茶園雑草の生態に関する調査. 茶業技術研究 4, 39-42.
Ichihara, M. *et al.* 2011. Quantifying the ecosystem service of non-native weed seed predation provided by invertebrates and vertebrates in upland wheat fields converted from paddy fields. Agric. Ecosyst. Environ. 140, 191-198.
Ichihara, M. *et al.* 2012. Postdispersal seed predation by *Teleogryllus emma* (Orthoptera: Gryllidae) reduces the seedling emergence of a non-native grass weed, Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). Weed Biol. Manag. 12, 131-135.
市原実ら 2020. 静岡県内における茶園周縁部の植生および茶摘採面上の蔓性雑草の発生実態. 雑草研究 65, 114-117.
Ichihara, M. *et al.* 2021. Quantifying the ecosystem service of non-native weed seed predation in traditional terraced paddy fields. Weed Biol. Manag. 21, 192-201.
市原実ら 2022a. 静岡県内の茶園周縁部における春期の雑草植生. 雑草研究 67, 21-24.
市原実ら 2022b. 静岡県内の有機栽培および慣行栽培茶園における雑草植生. 雑草研究 67, 25-30.
市原実ら 2024. 新たに開発した茶園用除草機による茶園うね間および樹冠下の除草効果. 茶業研究報告（印刷中）
Inagaki, H. *et al.* 2020. Effect of mowing height on dominance of annual Poaceae plants. J. Ecol. Eng. 21, 8-13.
松尾喜義 2020. 牧之原台地北部の茶園で目立つ難防除雑草について. 東海作物研究 150, 3-4.
小幡兼男 1973. 牧之原南部地域の茶園雑草について. 静岡県茶業試験場研究報告 5, 35-53.

Peiris, H.M.P. and S.P. Nissanka 2016. Affectivity of chemical weed control in commercial tea plantations: a case study in Hapugastenne estate, Maskeliya, Sri Lanka. *Procedia Food Sci.* 6, 318-322.

徐錫元 2016. 除草の風土〔30〕静岡県中・

西部の茶園およびその周辺部での雑草防除. 雑草研究 61, 157-158.

静岡県 2022. 静岡県茶業振興計画 (2022～2025 年).

https://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/_page_001/027/277/chagyoushinkokeikaku2.pdf

Srithi, K. *et al.* 2017. Weed diversity and uses: a case study from tea plantations in northern Thailand. *Econ. Bot.* 71, 147-159.

山根俊ら 2022. 茶園用走行型管理装置. 特願 2022-167216.

統計データから

指定野菜（だいこん、にんじん、ねぎ、たまねぎ）の季節区分別の作付面積

指定野菜であるだいこん、にんじん、ねぎ、たまねぎの季節区分毎（主たる収穫・出荷期間）の作付面積を表-1に示した。

品目別に令和4年産（2022年）の全国の作付面積を平成25年（2013年）に対する推移でみると、だいこんでは83.4%、にんじんでは89.2%と減少している。ねぎでは減少傾向は穏やかで94.8%。一方、たまねぎの作付面積は9年前と変わらない。

各品目を季節区分毎に都道府県別の作付面積をみると、作付の最も多い秋冬だいこんでは鹿児島県、宮崎県、千葉県、新潟県が1,000haを超えている。春だいこんでは千葉県の985haがトップである。夏だいこんでは北海道と青森県で全体の約6割を占める。

にんじんでは、最も作付の多い冬にんじんで千葉県（2,300ha）が3割強を占めている。秋にんじんは北海道が単独で8割強を

占めている。春夏にんじんは徳島県（925ha）がトップである。

ねぎでも秋冬ねぎの作付が最も多く、埼玉と千葉県が1,000ha以上の作付がある。春および夏ねぎともいずれも茨城県がトップである。

たまねぎの収穫・出荷期間は、北海道産は8～3月、都府県産は4～3月となっている。北海道の作付面積は全国の58.7%、出荷量は65.3%を占める。都府県産のうち、佐賀と兵庫県がその作付面積の36%、出荷量の48.7%を占めている。

なお、以上4品目の野菜は、国内生産量が多い野菜ではあるが、たまねぎ、にんじんは輸入量が多い野菜でもある。とくに、輸入たまねぎは全体の3割強を占め、加工原料用や業務用に使われている。（K. O）

表-1 指定野菜（だいこん、にんじん、ねぎ、たまねぎ）の季節区分別の作付面積

品 目	季節区分 (月)	全国の作付 面積 (ha)	都道府県別の作付面積 (ha) の上位 5 道県									全国の作付面積 (ha) の推移			
												H25	R4	R4/H25	
春だいこん※	4～6	4,076	千 葉	985	青 森	440	鹿児島	327	茨 城	276	北海道	206	33,700	28,100	83.4%
夏だいこん※	7～9	5,710	北海道	2,010	青 森	1,370	岩 手	310	群 馬	257	熊 本	180			
秋冬だいこん※※	10～3	18,800	鹿児島	1,630	宮 崎	1,580	千 葉	1,470	新 潟	1,190	神奈川	960			
春夏にんじん※	4～7	3,930	徳 島	925	青 森	661	千 葉	485	熊 本	300	長 崎	274	18,500	16,500	89.2%
秋にんじん※	8～10	5,020	北海道	4,158	青 森	295	福 井	3	—	—	—	—			
冬にんじん※※	11～3	7,430	千 葉	2,300	茨 城	600	鹿児島	554	長 崎	503	熊 本	398			
春ねぎ※	4～6	3,330	茨 城	523	千 葉	484	大 分	236	埼 玉	164	福 岡	133	22,900	21,700	94.8%
夏ねぎ※	7～9	4,720	茨 城	657	北海道	340	埼 玉	293	大 分	284	千 葉	281			
秋冬ねぎ※※	10～3	13,700	埼 玉	1,670	千 葉	1,220	茨 城	867	群 馬	742	長 野	605			
たまねぎ	4～3	25,400	北海道	14,900	佐 賀	2,130	兵 庫	1,650	長 崎	762	愛 知	468	25,200	25,200	100%

注) [※] 令和5年産春野菜、夏秋野菜（令和6年4月30日公表作物統計調査）

^{※※} 令和4年産秋冬野菜（令和5年8月30日公表作物統計調査）



弥生時代の水田はどのように水管理されていたのか

公益財団法人日本植物調節剤研究会奈良試験地 主任
奈良県立橿原考古学研究所特別指導研究員

稲村 達也

弥生時代やそれ以前の人々が使っていた矢尻や土器の破片が現在の水田面で見つかることがある。これらの矢尻や土器などを含む地層は長期間におよぶ土砂などの堆積によって現在の土壌表面より深いところに存在するのに、なぜ今の水田で見つかるの？ それは、土砂などの堆積がすすむ土層を絶え間なく耕作（耕起）することで、当時の土壌とともに矢尻や土器などを現在の水田の地表面まで徐々に引き上げてきたからなのである。このことは、たゆまざる農地管理が同じ場所で少なくとも弥生時代から現在に至るまで続けられてきたことを物語っているのである（図-1）。今日、私たちが目にする水田地帯の景観は、先祖がコメを得るために作り上げてきた履歴そのもののなのである。このことを、古島（1947）は「土地に刻まれた歴史」と呼んでいる。

稲作が中国大陸から伝来してからの長い間、稲は同じ場所で作られ続けられ、多くの人口を養い続けてきた。それには水田の非常に高い生産性、安定性、持続性、扶養力などを発揮させる稲と水田の特異な性質が隠されているのである。

生産性は年間の単位土地面積当たり収穫量とその品質および販売単価とに支配される。収穫量は、労働力、灌漑水、肥

料・農薬、有機資材などの投入量と作物の遺伝的能力、および地力に支配される。投入量は労賃や販売単価の影響（最近のように社会情勢の影響もある）を受け、作物の遺伝的能力は投入量と気温や降水量などの気象（近年では地球温暖化に伴う異常気象が問題です）および地力の挙動の影響を受けることで変動し、生産性の経年推移に変動が生じるのである。この変動に対して安定性（安定または不安定）が定義される。持続性は、生産性の水準が経年保たれることである。地力の低下および生産活動による環境への負荷が大きな場合において、適切な対応がなされなければ持続性は失われるのである。さらに、後継者問題が持続性に大きく関与することになってきている。最後の属性である扶養性は、単位土地面積当たり年間の総農業生産物で年間扶養できる人数を人が年間に必要とするエネルギー量から算出したものである（稲村 2005）。

本シリーズでは、主に奈良盆地における水田稲作の過去と現在の姿を取り上げて、連綿と続く日本の水田稲作のひみつを上記で述べた生産性、安定性、持続性と扶養性の視点から6回の連載としてお届けする。初回は、弥生時代前期の水田遺跡を対象に、生産性と安定性の視点から水田の管理で重要な湛水に関連する水田の構造と湛水機能との関係を概説する。なお、本シリーズは、稲村・中川(2001)および稲村(2023)をもとに、大幅に加筆・修正して取りまとめたものである。

1. 弥生時代の水田はどのように水管理されていたのか ー秋津遺跡の事例解析からー

弥生時代の初期水田稲作を対象とした調査では、水田の形状・大きさ・配置、水利施設の変遷などが解析されている（藤原 1989; 高谷・工楽 1988; 岡田 2017; 大庭 2018）。また、DNA 分析によって弥生時代の稲品種の特性解析が進められている（佐藤 2007）。しかし、この時代の稲の生育の場が稲を育てるためにどのように形成・管理されていたかは詳細に明らかにされているとは言えない。人々は水田に水を蓄えることで、雑草の抑制、灌漑水由来の種々の栄養素の蓄積、および乾燥害からの回避などを図ってきた。弥生時代前期の水田は、あぜによって囲まれていることから水を蓄える



図-1 旧奈良県農業試験場（橿原市四條町）の適2試験圃場に隣接する圃場に刻まれていた連綿と続く水田稲作の歴史
縄文時代の石の矢じり（左図上、1985年頃に水稻作後の小麦圃場で著者が拾う）、2022年の橿原考古学研究所の発掘調査（北山ら 2022）で現れた弥生時代中期前葉の小区画水田（左図下、白線が畦畔）と中世の素掘り小溝（右図、水田を畑として利用した時の畝間の溝、遠景は畝傍山）。

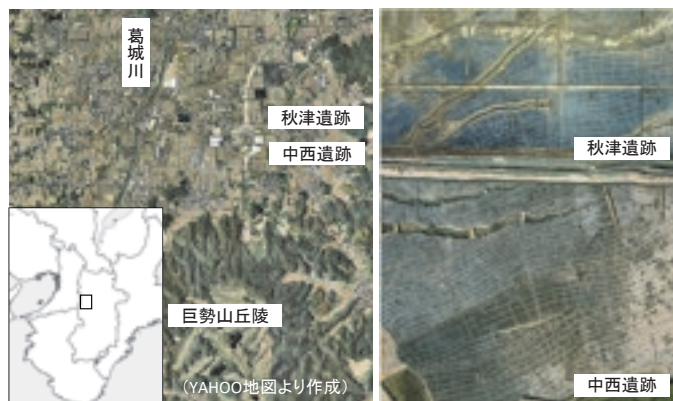


図-2 中西遺跡・秋津遺跡の立地（左図）と全景（右図：奈良県立橿原考古学研究所提供）

役割を期待したものであったと考えられる。しかし、このような弥生時代の個々の水田を対象とした湛水に関する考古学的調査や農学的調査の事例は極めて少ない。そこで、著者らは、弥生時代前期の個々の水田と連続する水田群を対象に、水田の管理で最重要な湛水に関連する水田の構造と湛水との関係を農学的・考古学的視点から調査・解析することで、弥生時代前期における水田の構造とその管理の変遷の一部を明らかにしようとしてきた（稲村ら 2013; 稲村 2014; 稲村 2018）。

1. 弥生時代の水田は小区画

京都・奈良・和歌山を結ぶ京奈和自動車道の建設に伴う奈良県立橿原考古学研究所による調査が奈良県御所市において 2009 年に始まり、中西遺跡・秋津遺跡から約 40,000m²の弥生時代前期の水田群が検出された（図-2）。これらの水田は、あぜによって 10m²前後の長方形に区画される小区画水田である。まるで魚の鱗を見るようである。この様な小区画水田は全国の多くの遺跡で検出されており（高谷・工業 1988）、登呂遺跡や滋賀県の大中ノ湖南遺跡の調査例をもとに考えられていた大きく区画された水田とはかけ離れたものである。

中西遺跡・秋津遺跡の水田は、紀元前 6 世紀初頭にはじまり紀元前 4 世紀前葉で廃絶している（岡田、金原 2020）。水田稲作が大陸（長江下流域）から伝わった最初期の水田が大規模に出現したとして注目されているのが中西遺跡・秋津遺跡なのである。この遺跡は、奈良盆地の西南端部に位置し、巨勢山丘陵を南にひかえる扇状地上に立地しており、南西から北東へむかう緩傾斜面にある（図-2）。遺跡の西約 1km

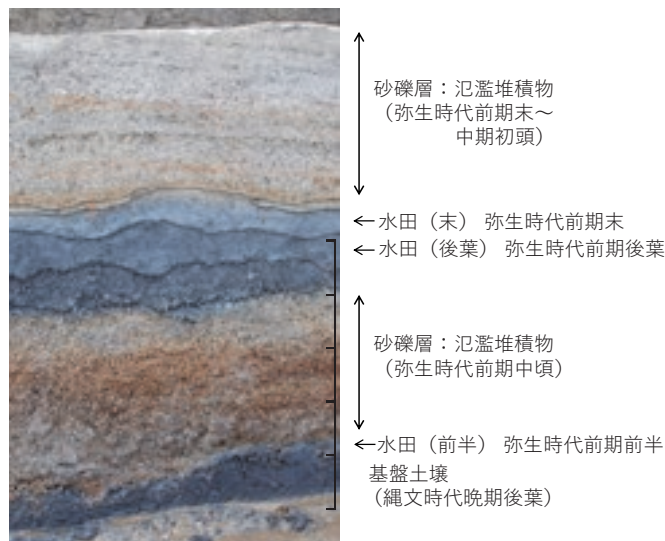


図-3 秋津遺跡の 3 層の水田を含む遺構断面（写真／奈良県立橿原考古学研究所）

には葛城（かづらぎ）川が北流しており、遺跡にもっとも近い主要河川である。また、遺跡内には西から東へ向かう小さな流路が数条あり、これらは過去から現在に至るまで周辺の水田を潤し、またある時には水田を埋没させたようである。そして、両遺跡が所在する場所は条理地割に組み込まれている。

2. 調査した小区画水田は 3 層に重なっていた

調査対象とした水田は洪水砂層を挟んで、地表面から順に弥生時代前期末、同前期後葉、そして弥生前期前半の 3 期分残存している（図-3）。それぞれの遺構面で残存している水田を、新しいものから（上層から）順に水田（末）、水田（後葉）および水田（前半）と呼ぶことにする。

水田（末）と水田（後葉）との間には時として薄い細砂層があり、両者の水田の形やあぜの方向と位置はほぼ同一で、水路の位置なども踏襲されている。水田（後葉）と水田（前半）との間は厚い砂礫層である。水田（前半）の形は水田（末）や水田（後葉）とほとんど変わらないが、あぜの位置と方向が異なっている。第 4a 遺構面（弥生前期前半）では、第 3b-1 遺構面（弥生時代前期末）や第 3b-2 遺構面（同前期後葉）で検出された水路や堰などは確認されていない（図-4）。これらのことから、弥生時代前期前半に緩い傾斜面に最初の水田（前半）が拓かれた後、氾濫によって水田が深く埋没し堆積した砂礫層の上に、再び水田（後葉）が拓かれたのだと考えられている。その後、水田（後葉）の上面に薄い砂層が堆積するが、その量は地形を一変させるようなものではなく、先にあった水田の畦の位置を継承しながら再び水田（末）が形成されたようである。

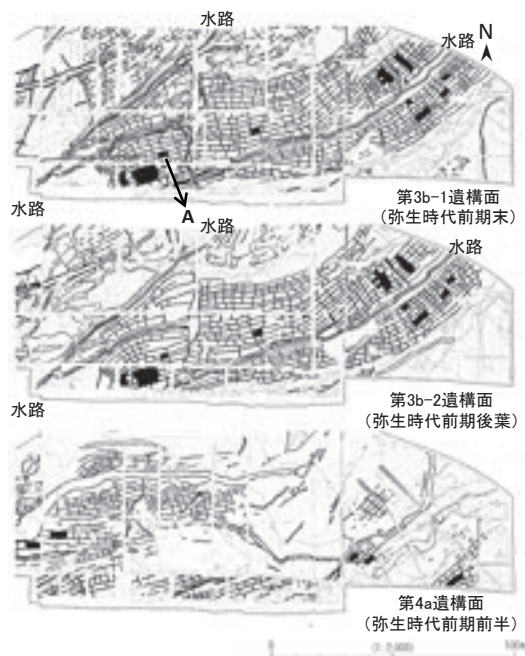


図-4 小区画水田を含む秋津遺跡の3層の遺構面と調査対象の小区画水田（黒塗り）（奈良県立橿原考古学研究所提供画像を改変）

3. どのようにして水を蓄えていたのか

弥生時代前期前半、同前期後葉そして同前期末にかけて、小区画水田の湛水に関する構造がどのように変化したかを知るために、水田（末）、水田（後葉）および水田（前半）における湛水に関連する水田構造の形質と湛水面積割合を表-1に示した。保存状態が良好な小区画水田を調査の対象とし、その数は水田（末）、水田（後葉）および水田（前半）で、それぞれ32、32および7である。

図-5に基づいて求めた作土表面の均平化の程度は、水田（前半）に比較して水田（末）および同（後葉）で高くなり、同様に作土の厚みも水田（前半）に比較して水田（末）および同（後葉）で増していた（表-1）。このことから、弥生時代前期前半に比較して弥生時代前期末および同前期後葉において、個々の水田内において作土底面が高い場所では作土の厚みを薄く、そして作土底面が低い所では作土の厚みを増すことで、作土表面の均平化を積極的に図っていた可能性がうかがえた。一方、作土表面の高低差に水田（末）、水田（後葉）、水田（前半）の間における改善は認められなかったが、あぜの高さは水田（末）および同（後葉）において水田（前半）に比較してやや高い傾向が認められた（表-1）。

湛水面積割合（表-1の注4）を参照）は水田（末）と水田（後葉）において水田（前半）に比較して大きく向上していた。そして、水不足がちな水田（湛水機能の劣る水田）で優占するとされるC4植物（松中1999）に起源する炭素の割合は、水田（前半）に比較して水田（後葉）から水田（末）へと低

表-1 湛水に関連する諸形質と湛水面積割合の3層の水田間比較

			水田 (前半) (N=7)	水田 (後葉) (N=32)	水田 (末) (N=32)
水田の 形状 ^{注1)}	長辺の長さ	cm	353	286	286
	短辺の長さ	cm	211	174	174
作土と あぜの 特性	作土の厚み	mm	20.1	41.2	35.9
	作土表面の均平度 ^{注2)}		0.111	0.384	0.351
	作土表面の高低差	mm	45.1	54.6	41.7
	作土表面の傾斜	m/m	0.0047	0.0139	0.0146
作土土 壤の化 学性	あぜの高さ	mm	34.9	62.3	53.5
	全窒素	%	0.071	0.087	0.051
	全炭素	%	1.108	1.264	0.689
	C4植物起源炭素の割合 ^{注3)}	%	35.9	26.8	10.3
	湛水面積割合 ^{注4)}	%	29.8	46.7	56.5

表中の数字は平均値

注1) あぜを含まない水田表面の形状

注2) 図-5参照、作土面の均平度=1-回歸直線の傾き（図5では0.4481）

注3) 米山（1996）により分析

注4) 水尻側のあぜの平均高まで湛水した場合、湛水する水田表面の面積割

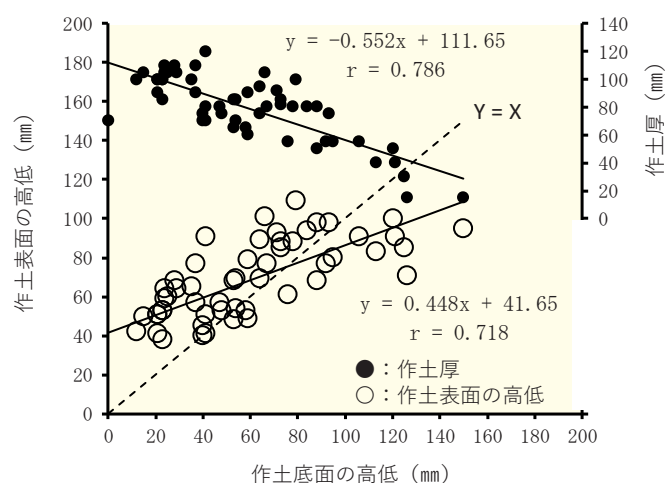


図-5 作土底面の高低と作土表面の高低および作土厚との関係（図-4の水田A）

くなっていた。このように、弥生時代前期前半の水田（前半）では、湛水面積割合が低く、そしてC4植物起源炭素の割合が高い傾向にあることから、水不足がちな状態であったと想定された。

この様に、弥生時代前期前半の水田（前半）では水を貯える機能が劣っていたが、同前期後葉から同前期末になると、作土面の高低差を小さくすると共に、あぜの高さを高くする管理が実施され湛水機能が向上していた可能性が示唆された（図-6）。すなわち、先祖たちは、弥生時代前期に水田を拓き、より多くのコメを得るために水を制御することで水田の生産性と安定性の向上を図っていたのであろう。

なお、調査したすべての小区画水田において、すき床が検出されていない。水田での湛水の程度は、水田への流入する水量と水田から流出する水量とのバランスで決まる。すなわち、すき床が無い水田（縦方向への水の流出が大きい水田）では、灌漑施設が改良され水田への流入水量が少々増加して

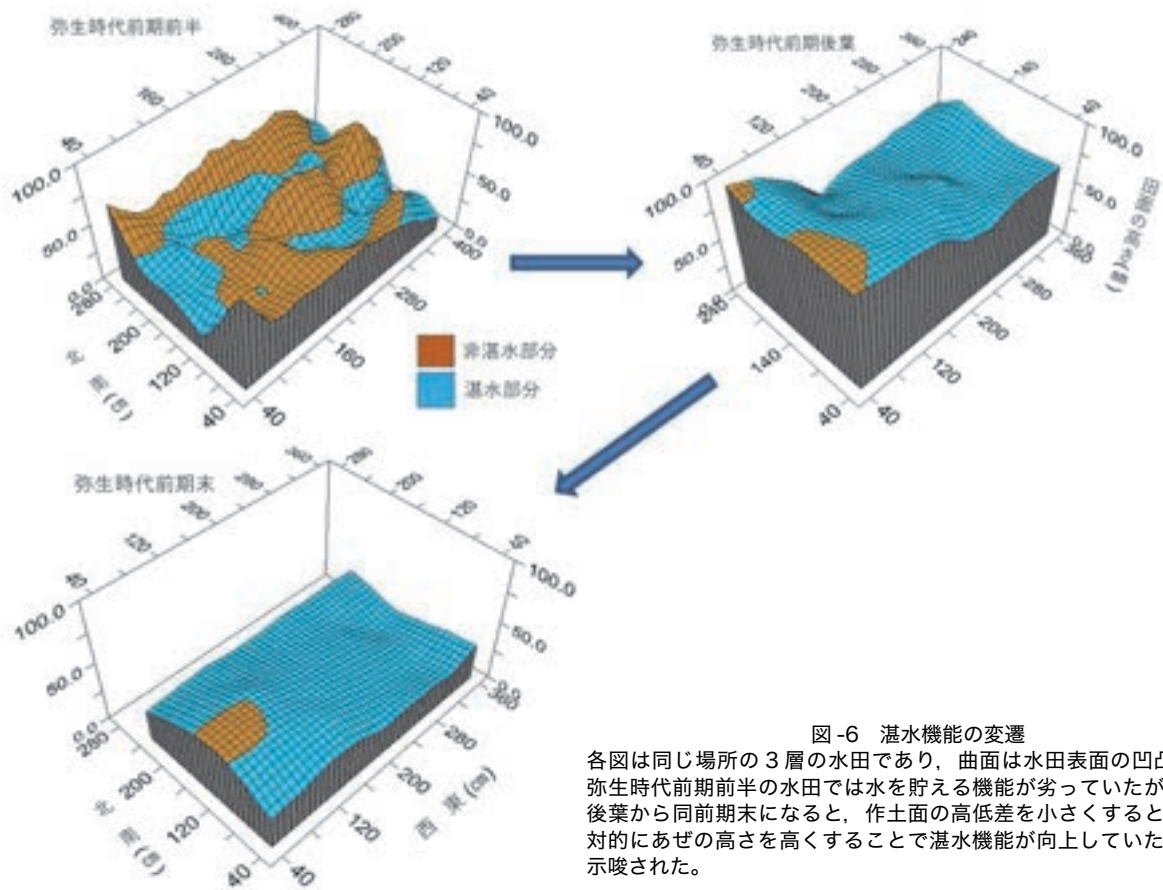


図-6 湛水機能の変遷

各図は同じ場所の3層の水田であり、曲面は水田表面の凹凸を表す。弥生時代前期前半の水田では水を貯える機能が劣っていたが、同前期後葉から同前期末になると、作土面の高低差を小さくすると共に、相対的にあぜの高さを高くすることで湛水機能が向上していた可能性が示唆された。

も、水田が相対的に大きすぎればその表面を水で覆い隠すことはできない。水田の形状と大きさは立地する地形（等高線の形状）と当時の技術に大きく依存し、小区画水田もこれらの結果と考えられるが、当時の水田の区画が小規模となった要因としてすき床の有無も無視できないと考えられた。

4. 弥生時代前期前半の水田はどのような水田だったのか

弥生時代前期前半の小区画水田は、湛水にかかわる水田の構造（水田面の均平化、あぜの高さ）と水田の湛水機能が劣っていた。すなわち、作土表面の均平度が低いにもかかわらず、作土表面の高さに対して相対的にあぜの高さが低いことがあげられた。更に、弥生時代前期後葉・同前期末の小区画水田で検出された水路や堰などが確認されていない。これらのことから、弥生時代前期前半の小区画水田では積極的に灌漑するのではなく、灌漑水を降雨にたよる天水田（図-7）のような利用形態であった可能性が示唆されると考えられた。このような水田は、後の時代の律令制において口分田として給される場合に2倍の面積が与えられた生産性が低く安定性に劣る易田に相当するひとつの形と考えられた。

5. あとがき

この調査で特に苦労したのが、小区画水田の構造を明らかにするための小区画水田内における3層の水田作土とあぜの表面および底面の標高を求めるための調査であった（図-8）。検土杖（長谷川式大型検土杖）を用い、水田作土またはあぜを含む土柱（φ17mm）を調査水田において40×40cm間隔で採取し、土柱の土壌表面から作土とあぜの表面および底面までの長さを計測した。そして、別途レーザーレベルで測定した各土柱採取地点での土壌表面の標高に基づいて作土とあぜの表面と底面の標高を求めた。この場合、調査予定の水田の作土表面を破損しないように発掘作業を作土表面の手前で止めてもらい、降雨が予想される時には、調査地をテントで覆っていただいた。なお、土柱採取の地点数は2,200に及んでいた。

謝辞

奈良県立橿原考古学研究所の本村充保、岡田憲一ならびに絹畠歩の各氏には現地調査ならびにデータ解析において多くのご助言・ご協力を頂いた。また、京都大学大学院農学研究科の元学生、墨川明德君、足立紘一君ならびに田中貴君には現地調査、土壌分析ならびにデータ解析の補助をお願いした。



図-7 東北タイの天水田

手前の水田は標高が高く、奥（写真の上）へと標高が低くなり雨水がよく溜まり水稻の生育が良好になる。作付けが放棄された手前の圃場に続く2圃場で、水不足により水稻の生育が極めて不良で不揃いである。

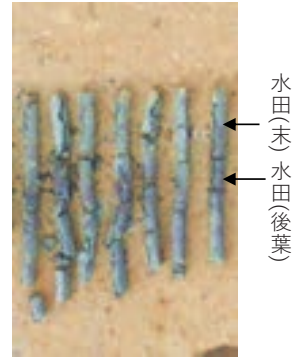


図-8 発掘状況（左図上）、検土杖による土柱採取（右図上）、2層の水田を含む土柱（右図下）およびレーザーレベルによる土柱採取地点の高さの計測（左図下）

奈良県立橿原考古学研究所の故菅谷文則所長には本研究の端緒を開いていただいた。

本研究は、JSPS 科研費 25580167 および 15K12945 の助成を受けた。

引用・参考文献

- 藤原宏志・佐々木 章・俣野敏子 1989. 先史時代水田の区画規模決定要因に関する検討.『考古学と自然科学』21 日本文化財科学会 23-33.
- 古島敏雄 1947. 日本農業技術史 上, 時報社 1-296.
- 稲村達也・中川重年 2001. イネとスギ. 岩波書店 1-75.
- 稲村達也 2005. 栽培システム学. 朝倉書店 1-195.
- 稲村達也・村田資治・岡田憲一・本村充保・田中貴・足立紘一 2013. 弥生時代前期における小区画水田の構造と機能. 第 235 回日本作物学会講演会要旨, 66.
- 稲村達也 2014. 日本における初期イナ作の姿を探る. 農業 1586, 46-54.
- 稲村達也 2018. 日本における初期水田の構造と湛水機能の時空間的変異—秋津遺跡の事例解析から—.『橿原考古学研究所論集 第十七』奈良県立橿原考古学研究所 八木書店 東京 3-9.
- 稲村達也 2023. 弥生時代から連綿と続く日本の水田稲作の秘密. 農業

1699, 44-53.

- 北山峰生・鈴木一議・前田俊雄・内藤元太 2022. 藤原京右京四・五条七〜九坊, 慈明寺遺跡, 四条シナノ遺跡.『奈良県遺跡調査概報 2021 年度（第二分冊）』奈良県立橿原考古学研究所 111-194.
- 工楽善通 1991. 水田の考古学. 東京大学出版会 1-138.
- 松中昭一 1999. きらわれものの草の話. 岩波ジュニア新書 1-321.
- 岡田憲一 2017. 第 3 節 弥生時代前期の水田遺構の調査結果.『中西遺跡 I』奈良県立橿原考古学研究所調査報告書 123 冊 奈良県立橿原考古学研究所 517-518.
- 岡田憲一・金原正明 2022. 中西遺跡・秋津遺跡の弥生時代前期水田遺構の変遷とその特質. 橿原考古学研究所紀要 45, 21-38.
- 大庭重信 2018. 東西日本の水田灌漑システムと土地利用. 境界の考古学, 211-222.
- 佐藤洋一郎 2007. DNA 分析からみた弥生時代の稲作. 広瀬和雄編『弥生時代はどう変わるか 歴博フォーラム 炭素 14 年代と新しい古代像を求めて』学生社 56-68.
- 高谷好一・工楽善通 1988. 水田遺構集成. 農耕文化研究振興会 1-250.
- 米山忠克 1996. 土壌有機物の $\delta^{13}C$ 値から植生の変化を読む. Radioisotopes 48, 57-58.

繊細な体で水田環境に生き続ける ミズハコベ

森田 弘彦

水稻関係除草剤適2試験の成績書であらかじめ記入欄に指定された以外の雑草種が記載されることがあり、その植物の動向に興味を惹かれる。オオバコ科のミズハコベ (*Callitriche palustris* L. 図-1) はその一例で、ここ数年間植調上川試験地の成績書には広葉雑草の中に別記されてきた(楠目俊三植調 57(6), 2023)。東北地方の数県の適2試験ほ場にも発生するが、複数の試験区に均等に出るほどではないようで、こちらは成績書には載らない。ミズハコベは全国に分布するものの、現在は水田雑草としては稀な存在となったようだ。

日本で初めてリンネの分類体系に従った「草木圖説前篇(飯沼慾齋, 1856)」の巻一で図解されてから(図-2A)、大正中期にかけて刊行された植物書にも収録された(図-2B~D)。「草木圖説」には「水田池澤ノ中ニ生ス。」とあるし、日本で最初の雑草図鑑である「雑草(阪庭清一郎, 1907)」の「水田中^{たのなか}に生ずる雑草」でも以下の解説があることから、かつては普通の水田雑草であったと類推できる。

形ハコベに似、莖細く、その節毎に、多くの根と芽とを出し、水面に浮びて成長し、根は泥中に強く接着す。花は二片より成り、白色にして極めて小さく、これに雄蕊二と雌蕊一とを具へて、葉腋に着く、二三月頃より開き初め、其の果實は、一個に四子を蔵す。此草の苗代に蕃殖する時は、一は水中の養分を貪り、一は水面を蔽ひて日光の透射を妨げ、その、稲苗に及ぼす害は、實に渺からざるなり。蕃殖は莖と種子に由る。



図-1 水田の水路に生育するミズハコベ (1990年頃、福岡県筑後市)

除草=幼き時に、手にてこれを掻集め、取棄つるを良とす。その苗代内にあるものは、除くに甚だ困難なり。

長野県南部で植物の分布や方言名を研究された浅野一男氏は「下伊那の人々の生活圏にあつて、希少種の多くを除いた絶滅または絶滅の危険度の高い449種(亜種・変種・品種を含む)」の中に「アワゴケ科 ミズハコベ(絶滅)」を記した(「植物への挽歌」, 1997)。2,4-Dに弱い雑草種に含まれる(佐本啓智「稲作りと倒伏の防ぎ方」, 1961)など、除草剤の影響もあったろうが、1970年代からの機械移植栽培での箱育苗(施設育苗)や、それに先行した畑苗代の普及で、手植え移植栽培の時代にミズハコベの住処であった水苗代がなくなったことが、水田雑草として稀になった要因と思う。

ミズハコベは、田面の土中から狭線形の沈水葉が対生する細い茎を伸ばして水面に長楕円形の浮葉を集め、花卉のない、2花柱の雌花と1雄ずいの雄花を別々につける特徴で(図-3)、水田とその周辺では他の種と見誤られることはないが、1字違いの和名のミゾハコベ (*Elatine triandra* Schk.) とはしばしば共存するので(図-4)、その場合には「ミズ・ミゾハコベ」とひとまとめにされることがある。

ミズハコベの日本での学名は表のように変遷した。飯沼慾齋は「2花柱の雌花と1雄ずいの雄花」を根拠に「按林那氏一綱二目ノ篇ニ於テ四属ヲ擧ク。皆本条ニ的當セズ。蓋シ此品吾一新属ニカヽル」と、リンネの分類体系には該当種なし

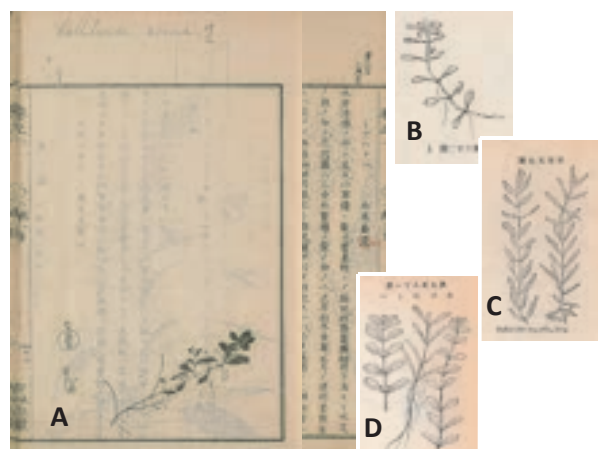


図-2 江戸末期から大正中期にかけての植物書でのミズハコベの図解、A:「草木圖説前篇(飯沼慾齋, 1856) 国立国会図書館デジタルアーカイブ」、B:「雑草(阪庭清一郎, 1907)」, C:「植物圖鑑(東京博物學研究會, 1908)」, D:「増訂最新圖説 内外植物誌(齋田功太郎他, 1917)」

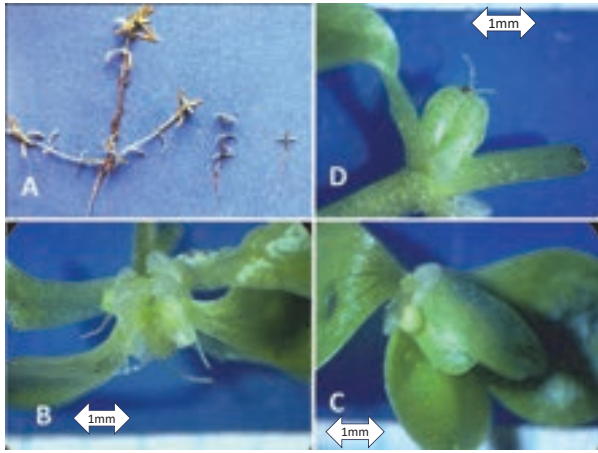


図-3 ミズハコベの幼植物 (A), 雌花 (B), 雄花 (C) および未熟な果実 (D)

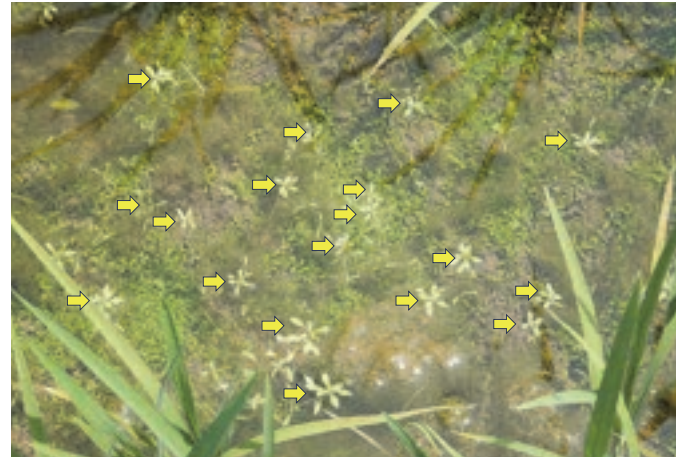


図-4 水田の田面から茎を伸ばして水面に葉を広げるミズハコベ (矢印) と植物体が田面にほふくするミゾハコベ

表 植物・雑草図鑑など主な植物書でミズハコベに充てられた学名

採用された学名	主な植物書 (著者名、刊行年)
<i>C. verna</i> Kutz.	新訂草木圖説 (飯沼慾齋 田中芳男・小野職愨増訂、1874)
<i>C. stagnalis</i> Scop.	日本植物名彙 (松村任三編纂、1884)
	再訂増補 増訂草木圖説 草部 (飯沼慾齋著 牧野富太郎再訂増補、1907)
	植物圖鑑 (東京博物學研究會編纂、1908)
	雑草學[日本雑草目録] (半澤 洵、1910)
	帝國植物名鑑 下巻 顕花部 後編 (松村任三、1912)
	改訂 植物名彙 後編和名之部 (松村任三、1916)
	増訂最新圖説 内外植物誌 (齋田功太郎・佐藤禮介・矢部吉禎・大賀一郎、1917)
	大植物圖鑑 (村越三千男、1925)
	科属検索大日本植物志 (田中貢一・牧野富太郎、1928)
	北海道に於ける水田雑草 (田中一郎・岩垂 悟、1931)
<i>C. fallax</i> Petrov	訂正増補 日本植物總覧 (牧野富太郎・根本莞爾、1931)
	内外植物原色大圖鑑 5 (村越三千男、1933)
	牧野日本植物圖鑑 (牧野富太郎、1940)
<i>C. verna</i> L.	牧野新日本植物図鑑 (牧野富太郎 前川文夫・原 寛・津山 尚改訂、1961)
	雑草図鑑 (升尾洋一郎・土井康生、1966)
	日本植物誌 (大井次三郎、1953)
	原色日本植物図鑑 中 (北村四郎・村田源、1961)
	日本雑草図説 (笠原安夫、1968)
<i>C. palustris</i> L.	日本原色雑草図鑑 (沼田眞・吉沢長人、1968)
	日本水生植物図鑑 (大滝末男・石戸 忠、1980)
	日本の野生植物 草本 III 合弁花類 (佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亙理俊次・富成忠夫、1981)
	世界の雑草 II 離弁花類 (竹松哲夫・一前宣正、1993)

と考えて学名を付さなかったが(前掲書)、「新訂 草木圖説 (田中芳男・小野職愨増訂、1874)」では田中芳男が「・・・其羅甸名ノ如キハ横須賀在留醫士佛人ドクトル、サヴチエー氏ニ訂シ・・・」と依頼した結果、「CALLITRICHE VERN KUTZ.」の学名が付された。医師で植物学者の Ludovic Savatier (1830-1891) は、帰化植物フラサバソウ (*Veronica hederifolia*) の「サバ」に名を遺す。Savatier の示した学名は著者名が不正確であったためか、その後の植物書では *C. stagnalis* Scop. が充てられ、「牧野日本植物圖鑑、1940」

で *C. fallax* Petrov, 「日本植物誌 (大井次三郎、1953)」で *C. verna* L., 「日本の野生植物 草本 III (佐竹義輔他、1981)」で *C. palustris* L. とされて現在に至る。大井 (1953) は、*C. stagnalis* を誤用とし、それ以外をシノニム (異名) とした。

山梨県富士吉田市のクレソン (オランダガラシ) 栽培田に繁茂したミズハコベに類似した雑草が、1996 年末に筆者に届いた。この植物には、葉の幅がミズハコベより広く、3-5 本の葉脈が明らかで、沈水葉と水面の葉がほぼ同型、果実は



図-5 クレソン水田に繁茂する帰化種イケノミズハコベ (*Callitriche stagnalis* : 1997 年 4 月, 山梨県富士吉田市)

扇平な円形で縁に波状の翼を持つなどの特徴があり、神戸大学理学部の角野康郎先生の確認をいただいて、*Callitriche stagnalis* Scop. と同定し、新たに和名をつけた (図-5, 森田弘彦・李 度鎮 新帰化植物イケノミズハコベ (新称; アワゴケ科), 山梨県のクレソン水田に出現 植物研究雑誌 73, 1998)。明治年間から昭和年間の初期までミズハコベに誤用されてきた *C. stagnalis* の本物が日本に登場したことになる。

ミズハコベの利用としては、「熱帯魚用水草として輸入されている (大滝末男・石戸 忠 「日本水生植物図鑑」, 1980)」や「食用部: 葉 (市村 塘・安田作次郎 「石川県下野生有用植物」, 1941)」の程度であった。しかし近年、異形葉の分子生物学的研究に用いられて、ジベレリン・エ



図-6 オランダ, スキポール空港付近の水路に生育するミズハコベあるいはその近縁種 (2009 年 9 月)

チレン・アブシジン酸のミズハコベの狭線形の沈水葉形成への関与が解明された (Koga, H. *et al.* Identification of the unique molecular framework of heterophylly in the amphibious plant *Callitriche palustris* L. The Plant Cell 33, 2021)。モデル植物として貢献する路が開けたといえよう。

2009 年の 9 月, オランダのアムステルダム・スキポール空港の近くの水路でミズハコベかその近縁種らしい植物を見かけた (図-6)。日本の水田でミズハコベが再び問題雑草となることはなさそうだが, 生物多様性の観点からは, オランダのように小河川や水田周辺で普通にミズハコベを見ることが出来る環境が保存されるのが望ましい。

活性酸素種から見た除草剤の作用点

地球上の大気は、現在0.04%弱の二酸化炭素 (CO₂) を含む。半世紀前はCO₂濃度を0.03%としていたので、毎年2 ppmずつ上昇した計算になる。一方、その他の大気中成分としては、酸素は約21%、窒素は78%、それ以外は1%弱のアルゴンとなり、諸説あるものの、1万年程前から安定している。そのうち、酸素の大部分は光合成生物の酸化反応によって生成したものであり、その後CO₂を固定、つまり、炭水化物に還元する。このように酸化還元反応 (oxidation-reduction, oxidoreduction, redox reaction) は植物の体内で通常に行われている。

作用点について情報検索しているときに、ひとつの総説 (Traxler *et al.* 2023) に出会った。この総説において、除草剤の作用点を活性酸素種 (Reactive Oxygen Species, 以下、ROSとする) との関係から整理していたので、ここで紹介する。除草剤の個別の作用点の解説はもう少しお預けになるが、ご容赦願いたい。

1. 酸化と還元

酸化と還元は物質の化学的変化を表す言葉だが、理解しやすくするために、酸化剤と還元剤の違いとして下記に示した (表-1)。酸化剤は相手を酸化する作用を有する物質である。そのため、酸化剤自体は還元される。物質の授受から考えると、相手に酸素を与える (自分は失う)、または相手から水素や電子を受け取る (奪うともいう)。逆に、還元剤は相手を還元する物質なので、還元剤自体は酸化され、相手から酸素を受け取る、または水素や電子を与える。

2. 活性酸素種の種類と電子の流れ

一言で“活性酸素”といっても表-2に示した4種類があり、一般に活性酸素種 (ROS) という。Traxler *et al.* の総説では、ROSは細胞膜、葉緑体、ミトコンドリアで発生するが、過酸化水素 (H₂O₂) だけがペルオキシソームでも発生するとしている。一方、H₂O₂以外のROSもペルオキシソームだけでなく、グリオキシソームや小胞体でも発生するとした総説 (Janků *et al.* 2019) もある。また、半減期も論文または条件によって様々であるものの、H₂O₂は半減期が長い。といっても1ミリ秒程度で、その他は極めて短命で1μ秒程度である。

ROSは、非ラジカル (一重項酸素 (¹O₂), H₂O₂) とフリーラジカル (スーパーオキシド (O₂⁻), ヒドロキシラジカル ([•]OH)) に分かれ、1電子を受け取りながら、非ラジ

表-1 酸化還元反応 (酸化剤と還元剤)

物質	自分	相手	酸素(授受/数)	水素	電子
酸化剤	還元される	酸化する	与える/減少	受け取る	受け取る
還元剤	酸化される	還元する	受け取る/増加	与える	与える

表-2 活性酸素種の種類と特徴
(Traxler *et al.* 2023 の Table 1 に若干追記して、和訳した)

種類	スーパーオキシド (O ₂ ⁻)	ヒドロキシラジカル ([•] OH)	過酸化水素 (H ₂ O ₂)	一重項酸素 (¹ O ₂)
半減期 (μ秒)	1~4	<1	1000	1~4
細胞内発生源	細胞膜、葉緑体、ミトコンドリア (過酸化水素のみペルオキシソームも発生源)			
作用機構	redox 活性タンパク質 (*1) と反応	全ての生体内分子と強く反応	タンパク質の酸化と O ₂ ⁻ からの [•] OH の形成	タンパク質、不飽和脂肪酸、DNA の酸化
DNA との反応	なし~極めて低い	極めて高い	なし~極めて低い	極めて高い
タンパク質との反応	鉄 (活性中心) を経由	極めて高い	システイン残基を攻撃	複数のアミノ酸 (*2) 残基を攻撃
生成酵素	オキシゲナーゼ, オキシダーゼ			
スカベンジャー	スーパーオキシドディスムターゼ (SOD)	ビタミン C/E, βカロチン, ポリフェノール類, グルタチオン	カタラーゼ グルタチオンペルオキシダーゼ	カロテノイド類 (α/βカロチン)

*1: redox (酸化還元) 活性を有するタンパク質のこと。鉄硫黄タンパク質等がある。

*2: システイン, チロシン, トリプトファン, ヒスチジン, メチオニン

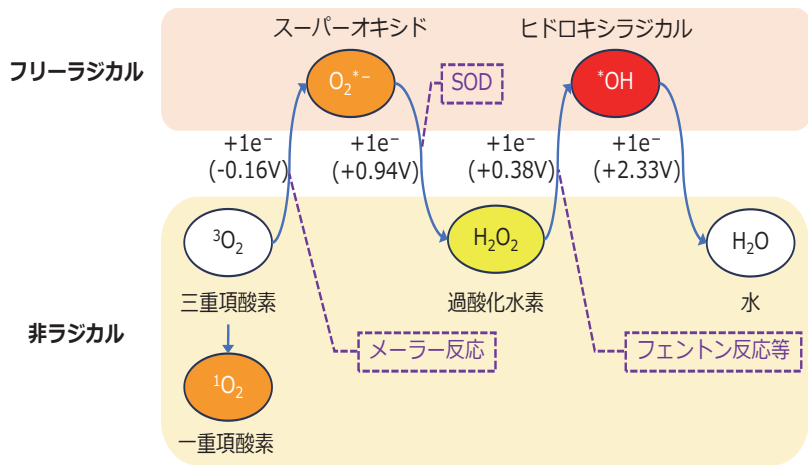


図-1 活性酸素種と電子の流れ

(Traxler *et al.* 2023 の Figure 1. A を和訳し、反応等を追記した)

活性酸素種（ROS）の色：全体的な反応性（黄＝低い、オレンジ＝中間、赤＝高い）

括弧内に示した還元電位は、Imlay 2003 の研究による。

SOD：スーパーオキシドディスムターゼ

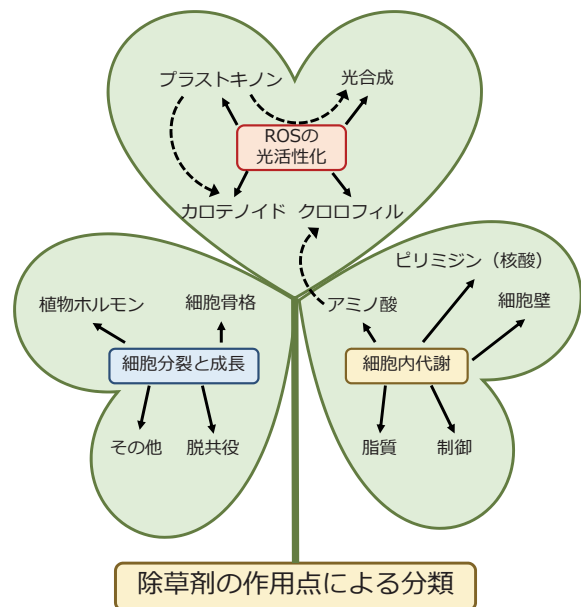


図-2 活性酸素種と電子の流れ

(Traxler *et al.* 2023 の Figure 2 を和訳した)

実線・矢印：除草剤と表記プロセスとの直接的な相互作用

破線・矢印：間接的な影響

カルとフリーラジカルが交互に生成し、最終的に水 (H_2O) になる (図-1) (浅田 2003)。つまり、この流れでは“酸化剤”に相当する。なお、酸素分子は基底状態、すなわち最もエネルギーが低い状態では三重項酸素 (3O_2) である。

ROSは生体内の様々な分子と反応して、それらの機能を喪失させ、膜等の構造を破壊する。そのため、ROSを消去する役割を果たす抗酸化物質（スカベンジャー）の存在が重要となる。スカベンジャーには酵素と低分子化合物があり、それぞれ消去対象となるROSが異なる。

一方、近年、特に植物において、リン酸化酵素とカルシウムイオンによって、ROS生成酵素が活性化され、生じたROSを微生物の感染を防ぐ等に利用することがわかってきた。そのため、健全な生物体内において、ROSは生体内に一定の濃度またはバランスよく存在すると推測されている (橋本ら 2024)。

3. ROSと除草剤の作用点との関係

Traxler *et al.* は、除草剤の作用点を3つに分類している (図-2)。この分類は「緒」No.15 (與語 2023c) で解説したHRACコードのポスターの上部にも示されている。

第一に、ROSの光活性化であり、光合成や関連する色素（カロテノイド、クロロフィル）およびプラストキノン（以下PQとする）が直接または間接的に関与する。間接的としたのは、PQが、光化学系IIの構成要素以外にもカロテ

ノイド生合成の酸化還元の前因子であること、またアミノ酸の一つグルタミン酸から10数ステップを経てクロロフィルが生合成されるためである。

第二に、細胞内代謝であり、各種成分（アミノ酸、脂質、核酸）や細胞壁等が関与する。

第三に、細胞分裂と成長であり、植物ホルモン、細胞骨格および脱共役が関与する。

表-3は、上記の3つの分類に除草剤の作用点（HRACコード）を具体的に当てはめるとともに、酵素（EC）番号の最初である反応の特異性と、一次・二次の代謝レベルを追記したものである。表の一番右の列はROSが植物の生育に負の影響を与える程度を表しており、星の数が多いほど強く関与することを示している。

個別の作用点の中には、EC番号の最初が“1”，つまり反応の特異性が“酸化還元”に分類されているものがある (與語 2023a)。ROSも電子の流れが関与するものの、ROSの光活性化に分類された作用点は必ずしも酸化還元酵素ではない。

4. ROSの光活性化に分類された除草剤

ここに分類された除草剤には1) 光合成阻害剤、2) 色素生合成阻害剤、3) 真の白化剤、4) アミノ酸生合成阻害剤の4つがある。ROSとの関連から大まかに見てみよう。

一番目の光合成阻害剤には、光化学系IとIIを阻害するものがあり、いずれもROSが直接的に関与する。光化学系

表 -3 HRAC による除草剤作用点の分類と活性酸素種 (ROS) との関連
(Traxler *et al.* 2023 の Table 2 を改変・追記して、和訳した)

大分類	除草剤の作用点	HRAC コード ^d	EC ^a	代謝 ^b	ROS ^c
活性酸素種 (ROS) の光活性化	光合成(光化学系 II, セリン 264)	5	1	1	***
	光合成(光化学系 II, ヒスチジン 215)	6	1	1	***
	グルタミン合成酵素	10	6	1	***
	フィトエン脱飽和酵素	12	1	1	
	1-デオキシ-D-キシルロース-5-リン酸合成酵素	13	2	2	
	プロトポルフィリノーゲン酸化酵素	14	1	1	***
	光合成(光化学系 I): ラジカル形成	22	—	1	***
	4-ヒドロキシフェニルピルビン酸ジオキシゲナーゼ	27	1	1	
	ソラネシルニリン酸合成酵素	32	2	1	
	ホモゲンチジン酸ソラネシルトランスフェラーゼ	33	2	1	
細胞内代謝	ACCase アセチル CoA カルボキシラーゼ	1	6	1	*
	ALS アセト乳酸/アセトヒドロキシ酸合成酵素	2	2	1	*
	5-エノールピルビルシキミ酸-3-リン酸合成酵素(EPSPS)	9	2	1	*
	超長鎖脂肪酸伸長酵素(細胞分裂)	15	2	1	
	ジヒドロプテロイン酸合成酵素	18	2	1/2	
	ジヒドロオロト酸デヒドロゲナーゼ	28	1	1	
	細胞壁(セルロース)合成	29	2	1	*
	脂肪酸チオエステラーゼ	30	3	1	
	セリン/スレオニン特異的ホスファターゼ	31	3	1	(**)
細胞分裂 と成長	微小管重合阻害	3	—	—	
	インドール酢酸様活性(合成オーキシン)	4	—	—	*
	オーキシン移動阻害	19	—	—	
	有糸分裂/微小管形成阻害	23	—	—	
	脱共役	24	—	—	***

a: EC 番号のうち、最初の反応の特異性のみ。

それぞれ 1. 酸化還元, 2. 転移, 3. 加水分解, 4. 脱離, 5. 異性化, 6. 合成, 7. 転送

b: 1 = 一次代謝, 2 = 二次代謝

c: 植物の生育に対する ROS の負の影響: 主たる機構 = ***, 二次的機構 = **, 間接的 = *

(注) リコペン β-シクラーゼ (HRAC コード = 34) と作用点不明 (同 = 0) は表から除外した。一方, セリン/スレオニン特異的ホスファターゼ (同 = 31) を追記し, ROS の関与を推定した。

I の阻害, HRACコード=22の代表的な除草剤には, ビピリジウム系のパラコートがある。この酸化還元電位は-300~-700 mVであり, 光化学系 I からNADPHへの電子の流れを奪い取り, O₂⁻やH₂O₂が発生する。また, 光化学系 II の阻害, HRACコード=5と6においては, PQにおける電子の授受の安定と不安定の平衡状態を乱した結果として¹O₂が蓄積する。

二番目の色素生合成阻害剤には, HRACコード=14がある。細胞質内のプロトポルフィリンIXの光励起で¹O₂が発生するため, ROSが細胞質に蓄積し, その後脂質の過酸化が生じる。

三番目の真の白化剤には, 大きく分けて2種類ある。一つは, テルペノイド生合成の直接的阻害剤である。HRAC

コード=12はカロテノイド, HRACコード=13はイソプレノイド1-デオキシ-D-キシルロース-5-リン酸の生合成を阻害する。何れもROSの発生は極めて限定的である。もう一つは, PQの生合成阻害剤である。HRACコード=27はいわゆるHPPD阻害で, PQの前駆物質であるホモゲンチジン酸の生合成を阻害する。HRACコード=32もPQの前駆物質であるソラネシルニリン酸の生合成を阻害する。HRACコード=33は前二者の前駆物質の下流に当たるPQの手前の物質の生合成を阻害する。PQは電子伝達系やカロテノイド生合成に必要であるが, 一部を除いて植物の生育に負の影響反応を引き起こすほどのROQは発生しない。

最後に, とても珍しいのがアミノ酸生合成阻害剤, といっ

でもROSの生成に大きく関与するのはグルホシネートに代表されるHRACコード=10のグルタミン生合成阻害である。グルホシネートはグルタミン生合成だけでなく、光呼吸を阻害する結果として、光存在下で多量なROS蓄積と続く脂質の過酸化が植物の成長を阻害する主な作用となる。

なお、HRACコード=34もここに分類されていたが、HRACコード自体削除された（與語 2023c）。

5. 細胞内代謝に分類された除草剤

ここに分類された作用点には様々な生合成系が含まれる。ここではROSが主たる機構となる作用点はないものの、様々な関係がみられる。

アセチルCoAカルボキシラーゼ（HRACコード=1）阻害剤（與語 2023b）は、脂質の過酸化に関与し、結果としてROS（ H_2O_2 ）が過剰に発生する。アセト乳酸/アセトヒドロキシ酸合成酵素（HRACコード=2）、いわゆるALS阻害剤は、細胞膜や抗酸化酵素には直接影響しないものの、酸化ストレスへの応答力低下の結果としてROS（ H_2O_2 , $O_2^{\cdot-}$ ）が増加する。グリホサートは5-エノールピルピルシキミ酸-3-リン酸合成酵素（EPSPS, HRACコード=9）を阻害するが、これも植物体内の酸化状態を変化させた結果としてROS（ H_2O_2 ）を蓄積する。細胞膜（セルロース）合成（HRACコード=29）阻害剤とROSの関係は他と異なる。つまり、少量のROSは植物ホルモンのシグナル伝達分子等として必要である。ここを阻害する除草剤処理で発生するROSは $O_2^{\cdot-}$ である。脂肪酸チオエステラーゼ（HRACコード=30, FAT）阻害剤であるシンメチリンはROSに関与しないものの、メチオゾリンは関与する。それは同じ作用点を阻害するにもかかわらず、阻害様式に違いがあるためと推測されている。セリン/スレオニン特異的ホスファターゼ（HRACコード=31）阻害剤は、エンドタールだけだが、ほぼ全ての細胞過程に関与し、ROSを二次的に蓄積する。

一方、超長鎖脂肪酸伸長酵素（HRACコード=15）やジヒドロプロテイン酸合成酵素（HRACコード=18）、さらにジヒドロオロト酸デヒドロゲナーゼ（HRACコード=28）の阻害剤については、ROSとの関連性は現時点では明らかにされていない。

6. 細胞分裂と成長に分類された除草剤

ここに分類された除草剤は、特定の高分子や植物ホルモンを介した細胞分裂や成長が作用点である。

インドール酢酸様活性、いわゆる合成オーキシシン（HRACコード=4）の阻害剤は、パーオキシソームやミトコンドリア

の機能障害によるROSの過剰生成を引き起こす。その結果、細胞壁や脂質の過酸化によって細胞膜の構造が破壊され、電解質が溶出し、細胞死に至る。一方、2,4-Dの組織特異的な酸化ストレスや他の合成オーキシシンではこのような脂質の過酸化は起こらない。正確には、アセチルCoA酸化酵素による部位特異的なROS（ H_2O_2 , $O_2^{\cdot-}$ ）の増加や蓄積はあるものの、抗酸化酵素によって通常状態に戻される。

酸化的リン酸化の脱共役剤（HRACコード=24）では、ROSの多大な蓄積と続く脂質の過酸化による膜破壊が生じる。この阻害剤は、ミトコンドリアだけでなく、葉緑体における光合成電子伝達系や光呼吸にも影響することから、この総説では“ROSの光活性化”に分類しても良いと結論している。

このように除草剤の作用点をROSとの関係から整理すると、HRACコードで取り上げた3つの分類において、ROSの光活性化に分類されている除草剤は必ずしもROSを蓄積しない。一方、細胞内代謝や細胞分裂と成長に分類されている除草剤でも、ROSを直接的または二次的に増加させるものもあり、ROSの観点からは別の分類の方が相応しいものもある。

除草剤の作用点は、本来直接的または一次的なものを示しており、続く二次的、三次的影響がカスケード的に生じた結果として、除草剤は植物を生長阻害または枯死に至らしめる。その一次作用点の観点から考えると、今回取り上げた除草剤分類自体を見直したほうが良いかもしれない。

参考文献等

- 浅田浩二 2003. 植物の活性酸素生物学. 化学と生物, 41, 254-26.
- 橋本貴史ら 2024. 植物の活性酸素種生成酵素の活性化メカニズムを解明. 東京理科大学, プレスリリース, https://www.tus.ac.jp/today/archive/20240124_7312.html
- Imlay, J. A. 2003. Pathways of oxidative damage. Annual Review of Microbiology, 57, 395-418.
- Janků M. *et al.* 2019. On the Origin and Fate of Reactive Oxygen Species in Plant Cell Compartments. Antioxidants, 8, 105.
- Traxler, C. *et al.* 2023. The nexus between reactive oxygen species and the mechanism of action of herbicides. Journal of Biological Chemistry, 299-11, 105267.
- 與語靖洋 2023a. 植物代謝から見た除草剤の作用点（2）代謝と酵素. 植調 57(6), 30-32.
- 與語靖洋 2023b. 植物代謝から見た除草剤の作用点（3）アセチルCoAカルボキシラーゼ. 植調 57(11), 17-20.
- 與語靖洋 2023c. HRACにおける作用点分類の更新. 植調 57(12), 11-13.

福井試験地

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
福井試験地 主任
山瀬 孝一

はじめに

福井県大野市は、福井県の北東部に位置し、東と南は岐阜県と接している(図-1)。県で一番広い面積を誇る市であるが、その約9割を森林が占める。日本百名山である荒島岳をはじめ、四方を白山の支脈に囲まれた盆地である。山々に降った雨や雪が地中へしみ込み、湧き水として市の至る所でみられ、田畑を潤している。大野市民は湧き水を「清水」と呼ぶ。環境庁が選定する名水百選に選ばれた「御清水」、平成の名水百選に選ばれた「本願清水」が今もなお、こんこんと湧き続けている。市民、約3万5千人のうち約8割は上水道ではなく、地下水をそのまま生活用水として使っている。大野市は国土交通省により特別豪雪地帯に指定されている(国土交通省 2010)。市街地での過去30年の最深積雪の平均値は83センチ(気象庁ホームページ)。盆地特有の気候で、日格差が大きく、米の味はおいしい。自称特Aの味がする。

1 沿革

福井試験地は初代の土屋氏、平坦地で試験田を所有していた高橋氏、山間地で試験地を担った斉藤氏、その後、平坦地で試験地を担った尾嶋氏から引き継いで、山の斜面に試験田を所有する私で5代目である。



図-1 植調福井試験地の位置(地理院地図より)

2 試験地の概要

福井試験地は、標高884メートルの飯降山の東麓に位置している。我が家は、生活用水として、上水道でも地下水でもなく、山水を使っている。伝統的な棚田のイメージとは違うが、階段状に水田が作られているため、上に位置する農地からの湧水が、下に位置する田畑やビオトープから見られる。試験田が隣接するビオトープからも水が湧き、稲が花をつける頃、ホタルが舞う姿が見られる。山つきで、山おろしの風は強く、試験田に並べた鉄の足場が飛ばされてしまうため、固く縛り付けている。また、冬季は吹き返しもあり、市街地より積雪は多く、午後4時を過ぎると山影に入るため、雪解けも遅い。

飯降山山系からの湧き水が集まる赤根川(あかねがわ)の河岸段丘の上にあり、河川より3メートル以上の高さがあるため、水害の恐れはほとんどない。土壌は粘土質で、減水深は0.5センチ/日、薬効が高く、薬害の発生しにくい土壌である。区画は長辺100メートル、短辺90メートルの台形型の圃場である。土地改良により大区画圃場にして25年が経過している。

3 発生する雑草草種

発生する草種は、主にヒエ、コナギであり、ホタルイは少々、オモダカ、ウリカワ、セリの発生はない。水稻は、イクヒカリを作付けしている。

4 作業

試験地の代かきは、2mハローを使用。代かき後、縦波板を、田植え前に田植え機を使い設置(図-2)。横波板は、田植え後に、手作業で入れている。田植えと波板入れは5月10日頃、家族に加え、知り合いにアルバイトをお願いし実施している。

灌水はパイプラインで1区画ごとに入水可能。ため池には他の圃場からの排水が入るため、無処理区はパイプライン



図-2 田植え機を用いた縦波板入れ作業とシバザクラ



図-3 筆者とシバザクラ

を使わず、バケツで山水を入れている。

試験地には地面から 30 センチ程度上にあげた足場板で、観察用通路を整備している。試験地は自宅の前にあるため、日に 2 回は巡回観察している。

農地、作業舎、農機具、すべて私個人の所有であり、普及員として長年勤務していたため、米の生産技術は身についているが、75 歳を過ぎ、体力・知力に衰えを感じながらの作業、運営である。調査にあたり多くの助言をしてくれる妻にこの場を借りて謝辞を申し上げたい。

5 試験地を取り巻く社会情勢

福井試験地のある地域では、少子化が進み、小中学校の統合が行われている。高齢化も深刻で、自宅に住まわず、養護施設に住まう者も増加している。若者でも住民票はあるが実際に住んでいない家も見られ、高齢化と農家離れが進んでいる。担い手不足を、GPS を使用したトラクター 100 P S や、ドローンによる除草剤散布、走行アシスト田植機が補っている。

ここ 3 年は、米価下落、生産資材や燃料の高騰、増税により、10 アールあたり人件費を除き 4 万円の支出増が続いている。

農家には厳しい状況の中、稚苗の供給、カントリーの利用、生産組合、これらが普及してきており、苗づくりから乾燥までできる米農家は日本にいったいどれくらい残っているのだろうか、と日本の伝統的農法の次世代への継承について不安を感じる。

6 観光のご案内

北陸新幹線が 2024 年 3 月 16 日、金沢から福井県敦賀駅まで延伸した。東京、長野方面から北陸新幹線 1 本で福井駅まで来ることができるようになった。福井駅から大野市までの公共交通は、従来通り、バスまたは電車のどちらかが 1 時間に 1 本走っている。しかし、不便であるため、福井試験地へお越しくださる方は、福井市でレンタカーを借りることをおすすめする。見どころは、「天空の城」である。11 月から 3 月の湿度が高く、放射冷却が起こるような寒暖差が大きい日の朝には、大野盆地内に霧が溜まる。すると、小高い丘の上に立つ大野城が、まるで雲の上に浮かんでいるように見えるのである。試験地からも天空ではないが、日中、大野城を遠くに見ることはできる。試験地周辺では、4 月下旬から 5 月の連休にかけて、畦に植栽されたシバザクラが開花し、畦がピンク色に染まり見事である。飯降山には新緑が萌え、ピンクと若草色のコントラストが美しい。そして、水田も景観の大切な一部である。今年は 4 月 20 日が満開であった (図-3)。

隣の勝山市には、世界的に有名な福井県立恐竜博物館がある。入場料は 1000 円。見学には 1 時間は必要。また、曹洞宗大本山永平寺も近い。入場料は 700 円。こちらも、見学には 1 時間必要。

参考文献

国土交通省 2010. <https://www.mlit.go.jp/crd/chisei/fukui.html>, 最終確認 2024/4/23.
気象庁 ホームページ . https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/nml_amd_ym.php?prec_no=57&block_no=0573&year=&month=&day=&view=p1, 最終確認 2024/4/23.

協会だより

2023年度事業及び会計の監査

2024年5月10日（金），2023年度事業及び決算について当協会監事による監査を受け，適正との結果を得た。

第32回理事会開催

2024年5月16日（木），植調会館会議室において第32回理事会が開催され，次の事項について承認を得た。

【議案】

1. 2023年度事業報告及び決算の承認

【報告事項】

1. 役員賠償責任保険契約の報告
2. 代表理事・業務執行理事の職務の執行の状況の報告

第13回評議員会開催

2024年5月31日（金），浅草ビューホテル「駒形の間」において第13回評議員会が開催され，次の事項について承認を得た。

【報告事項】

1. 2023年度事業報告

【決議事項】

1. 2023年度決算の承認
2. 理事・監事の選任（任期満了に伴う改選）

再任理事 岩田 浩幸，大谷 敏郎，腰岡 政二，
小林 浩幸，酒井 長雄，品田 裕二，
伊達 寛敬，田中 浩平，長澤 裕滋，
濱村 謙史朗，横山 幸徳

新任理事 田中 十城，村岡 哲郎，吉田 修一

再任監事 大倉 祐介，松本 宏

退任理事 高橋 宏和，田中 良

3. 評議員の選任（任期満了に伴う改選）

再任評議員 秋森 吉樹，氏家 敬，岡山 雄太，
小國 浩一，奥村 博，加藤 良晃，
関野 景介，瀧井 新自，早川 伸一，
早川 泰弘，原田 孝則，平井 康弘，
藤本 博明，渡邊 賢

新任評議員 阿部 光市，瓜原 一郎，福盛田 共義，
堀江 幹也
退任評議員 大川 哲生，芳賀 俊郎，横田 因，
吉田 潔充

第33回理事会開催

2024年5月31日（金）に開催された第13回評議員会閉会后，浅草ビューホテル「吾妻の間」において第33回理事会が開催され，次の事項について承認を得た。

【議案】

1. 代表理事及び業務執行理事の選定

代表理事 （理事長） 大谷 敏郎
代表理事 （専務理事） 濱村 謙史朗
業務執行理事（常務理事） 村岡 哲郎
業務執行理事（常務理事） 田中 十城

2. 重要な使用人の選任

事務局長の選任 濱村 謙史朗

人事異動

2024年5月31日付

任 技術顧問 高橋 宏和
委嘱 研究所長 田中 十城
委嘱 信頼性保証部長，企画課長 村岡 哲郎

試験成績検討会

●2023年度秋冬作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会（Web会議）

日時：2024年7月17日（水） 13:00～17:00

研究会等

●2024年度緑地管理研究会現地見学会

日時：2024年9月3日（火） 13:00～19:00

場所：

見学会内容説明・情報交換会

Aスクエア（山陽小野田市民活動センター）
厚狭駅と山口宇部空港からの送迎あり

現地見学会

山口県内の一般県道，市道，国道および公園施設

日程：12:30～ 受付

13:15～ 見学内容説明

14:15～ 現地見学

17:00～ 情報交換会

19:00 解散

詳細は植調第58巻 第4号に掲載予定

除草カタログ（試行版）公開のご案内



植調協会は Web サイト**除草カタログの試行版**を公開しました。(https://joso-catalog.japr.or.jp/ 上記の二次元コードからアクセスください。)

除草カタログは、難防除雑草や外来雑草など様々な問題雑草ごとに有効な除草剤の処理時期・処理方法や各種技術と組み合わせた防除体系などとともに、全国各地で取り組まれた問題雑草防除の実践レポートが掲載された Web サイトです。

問題雑草で困っている農家や技術普及担当の方々に少しでも早くご活用いただきたいと考え、現時点では掲載草種数等が少ない状態ですが、試験運用を開始しました。

つきましては、本サイト改善のためのご意見やご要望を、サイト下部にある「当サイトへのご要望」リンク（下記 URL）からお寄せいただきますようお願いいたします。

ご要望受け付け URL

<https://forms.gle/nvkFNSNDR7WKqZZy7>

植調協会技術部企画課

植調第 58 巻 第 3 号

- 発 行 2024 年 6 月 19 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

Quality & Safety

食の安全と環境保護に配慮した製品を提供し、
安定した食料生産に貢献してまいります。

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製品

アピロファースト1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)

グッドラックジャンボ/150FG(ベンゾピシクロン)

ダンクショットフロアブル/ジャンボSD/200SD粒剤(ベンゾピシクロン/カフェンストロール)

イザナギ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボSD/200SD粒剤(ベンゾピシクロン)

イネヒーロー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/エアー粒剤(ダイムロン)

ウィードコア1キロ粒剤/ジャンボSD/200SD粒剤(ベンゾピシクロン)

ラオウ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)

カイシMF1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)

バットウZ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾピシクロン)

アシュラ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/400FG(ベンゾピシクロン)

天空1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/エアー粒剤(ベンゾピシクロン)

ゲバード1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤(ベンゾピシクロン/ダイムロン)

レプラス1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤(ダイムロン)

ホットコンビ200粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾピシクロン/テニルクロール)

アネシス1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)

ジャイロ1キロ粒剤/フロアブル(ベンゾピシクロン)

テッケン/ニトウリュウ1キロ粒剤/ジャンボ(ベンゾピシクロン)

ベンケイ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾピシクロン)

銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)



軽量・少量自己拡散製剤 Swift Dynamic製剤(SD製剤)の製品

Swift Dynamic

イザナギジャンボSD
イザナギ200SD粒剤



ウィードコアジャンボSD
ウィードコア200SD粒剤



ダンクショットジャンボSD
ダンクショット200SD粒剤





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(ピラゾレート、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

ジェイソウル

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

ジャスタ

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ・400FG

リサウェポン

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ・400FG

ウルティモZ

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ・350FG

水稲用中・後期処理除草剤

バイスコープ

1キロ粒剤

ルナクロス

1キロ粒剤

ソニックブームZ

1キロ粒剤

ガンクロスZ

1キロ粒剤

ソニックブーム

ジャンボ

ガンクロス

ジャンボ



**三井化学クロップ&ライフ
ソリューション株式会社**

東京都中央区日本橋 1-19-1 日本橋ダイヤビルディング
三井化学アグロ(株)はグループ内企業を再編し社名変更いたしました。



®を付した商標は三井化学クロップ&ライフソリューション(株)の登録商標です。

植物成長調整剤

花類の節間伸長抑制に

ビーナイン®

ダミノジッド 顆粒水溶剤

ぶどうの品質向上、新梢管理の省力に

日曹 フラスター® 液剤

メピコートクロリド

除 草 剤

イネ科雑草の防除に。－8葉期まで使用できます－

生育期処理
除草剤

ナブ® 乳剤

セトキシジム

たまねぎ・だいず・あずき・ばれいしょ・てんさい・かんしょ・
いんげんまめ・やまのいも・にんじん・そば（他40作物以上に登録）

より強く、よりやさしく。進化した、畑作除草のキラ星－たまねぎは定植前（雑草発生前）でも使用できます－

フィールドスター®P 乳剤

ジメテナミドP

強さと、優しさで守る！ 飼料用とうもろこし専用除草剤

日曹 アルファード® 液剤

トブラメゾン

日本曹達株式会社

〒100-7010 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
お問合せ (03) 4212-9655 (平日9～12時、13～17時 土日祝日を除く)

このアプリで
一気に問題解決!!

見つけて
AI診断・AI予測で
作物の問題を診断・早期発見

調べて
豊富なデータベースから
問題を検索・確認

対処する
問題に最適な農薬を紹介

スマートフォンのアプリ

レイミーのAI病害虫雑草診断

農作物に被害を及ぼす病害虫や雑草を写真からAIが診断し、
有効な薬剤情報を提供する、スマートフォン用の防除支援ツールです。

無料!

※画面は開発中のものにつき、実際の仕様とは異なる場合があります。

■本アプリケーションで利用されている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。

開発 **NICHINO**
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

日本曹達株式会社

MBC 丸和バイオケミカル株式会社



図鑑.jpのご案内

<https://i-zukan.jp>

「日本の生き物を調べる・わかる 図鑑.jp」は、電子書籍化した図鑑類が読み放題になる会員制サービス（ジャンルごとの年会費制）です。各出版社が発行している日本を代表する専門図鑑を中心に、すでに絶版となった図鑑や公共機関などが発行した一般には入手が困難な図鑑も提供します。

複数の図鑑を和名・学名・科名で横断検索できるだけでなく、ユーザが投稿写真を加えることで図鑑が補完され、図鑑とユーザ投稿を合わせて「究極の図鑑」を目指すサービスです。

図鑑.jpでは、個人でご利用いただく通常コースに加えて、会社・研究機関・NPO等で複数人でリーズナブルにご利用いただける法人ライセンスもございます。

こんな方におすすめ

- ✓ 複数の図鑑を楽々閲覧したい
- ✓ 野外で、タブレットやスマホで図鑑を見たい*
- ✓ 会社で、複数の担当者で同時に図鑑を使いたい

*利用には通信回線が必要です。

あの図鑑を一気に検索

植物ジャンルラインナップ

(2017年3月現在)

図鑑名	出版社名
山溪ハンディ図鑑1 野に咲く花 増補改訂新版	山と溪谷社
山溪ハンディ図鑑 山に咲く花 増補改訂新版	山と溪谷社
山溪ハンディ図鑑 樹に咲く花 合弁花・単子葉・裸子植物	山と溪谷社
山溪ハンディ図鑑 樹に咲く花 離弁花 1	山と溪谷社
山溪ハンディ図鑑 樹に咲く花 離弁花 2	山と溪谷社
山溪ハンディ図鑑 増補改訂 日本のスミレ	山と溪谷社
山溪ハンディ図鑑 日本の野菊	山と溪谷社
日本帰化植物写真図鑑	全国農村教育協会
日本帰化植物写真図鑑2	全国農村教育協会
原色図鑑 芽ばえとたね	全国農村教育協会
日本水草図鑑	文一総合出版
日本の水草	文一総合出版
日本のスゲ	文一総合出版
神奈川県植物誌 2001	神奈川県立生命の星・地球博物館

野鳥ジャンルも提供中（個人 3000 円 / 年、法人 2600 円 / 年）
ジャンル、掲載図鑑は順次拡大予定

植物ジャンル年会費（税別価格）

個人向けコース 1 ユーザ 3 端末 5000 円 / 年

1 ~ 2 ユーザ 5000 円 / 年 × ユーザ数

法人向けコース

3 ~ 49 ユーザ 4500 円 / 年 × ユーザ数

50 ユーザ以上 個別見積

※個人向けコースはクレジットカードのみの決済になります。
※法人向けの場合で見積書などが必要な場合はご連絡ください。
※法人向けは1ユーザあたり2.5端末を基本に切り上げます。
※上記以外のユーザ数・利用方法はお問い合わせください。

推奨環境

【PC】 Windows / MS IE11、MS Edge 最新版、
Chrome 最新版、Firefox 最新版
Mac / Safari 最新版、Firefox 最新版

【スマートフォン・タブレット】

iPhone、iPad mini、iPad / Safari 最新版
Android / Chrome 最新版

詳しくはサイトへ

<https://i-zukan.jp>

お問い合わせ先

図鑑.jp 事務局 03-6744-1908（山と溪谷社内）
i-zukan@yamakei.co.jp

豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤

ISHIHARA
BIO
SCIENCE



ランコトリオンナトリウム塩がSU抵抗性雑草に効く!

- ・3.5葉期までのノビエに優れた効果
- ・SU抵抗性雑草に優れた効果
- ・無人航空機による散布も可能(1キロ粒剤)



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

セナイチ MX 1キロ粒剤 / ジャンボ

フルパグー MX 1キロ粒剤 / ジャンボ

スガイチ A 1キロ粒剤

ヒエックル A 1キロ粒剤

フルチャージ ジャンボ

フルイニグ ジャンボ

タイズミドル 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

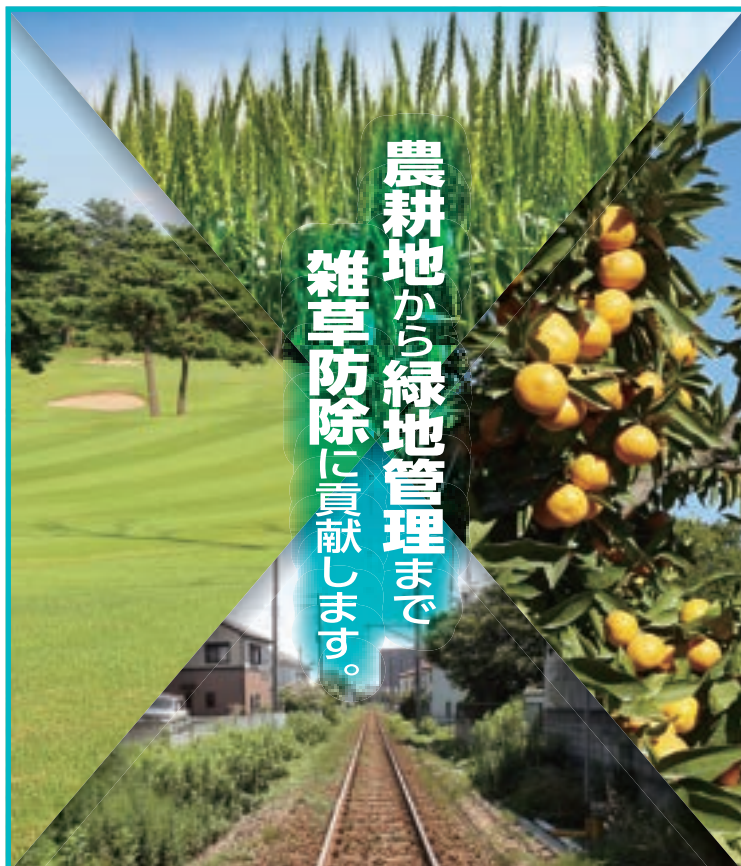
企画：公益財団法人 日本植物調節剤研究協会
B5判 360ページ 定価 10,560円(税込)
ISBN978-4-88137-182-4

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>



畑作向け除草剤

アタックショット 丸和 乳剤
ロックス

ムギレンジャー 乳剤

果樹向け除草剤

シンバー **リーバー**

芝生向け除草剤

アトラクティブ **ユニホップ**
サベル **ハーレイ**

緑地管理用除草剤

ハイバー 粒剤 **パワーボンバー**

除草剤専用展着剤

サファガードWK 丸和 **サファガード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>

2024年度 水稲除草剤適正使用キャンペーン

水稲用除草剤《散布後7日間》は田んぼの水※を外に出さない

※「水田水」、「田んぼの水」は稲の栽培期間中に水田に張る田面水のこと。

薬剤成分の流出を防止し、安定した除草効果が得られます。

このキャンペーンに協力、推進しています。

アピロクロウMX
1キログラム・ジャンボ・エアー粒剤

イザナギ
1キログラム・フロアブル・ジャンボSD
200SD粒剤

イネリーグ
1キログラム・フロアブル・ジャンボ

ウィードコア
1キログラム・ジャンボSD・200SD粒剤

エンペラー
1キログラム・フロアブル・ジャンボ 250

エナジー
1キログラム・フロアブル・ジャンボ

カウンタウン
1キログラム・フロアブル・ジャンボ

カブト
1キログラム・フロアブル・ジャンボ 400FG

カブト
1キログラム・フロアブル・ジャンボ 400FG

カブト
1キログラム・フロアブル・ジャンボ 400FG

カブト
1キログラム・フロアブル・ジャンボ 400FG

サラブレッドGO
1キログラム・フロアブル・ジャンボ 400FG

シラ
1キログラム・フロアブル・ジャンボ 400FG

ゼータミャー
1キログラム・フロアブル・ジャンボ

ゼータプラス
1キログラム・フロアブル・ジャンボ 200FG

ゼンイチMX
1キログラム・ジャンボ

ダクショット
フロアブル・ジャンボSD 200SD粒剤

デオール
1キログラム・フロアブル・ジャンボ/顆粒/エアー粒剤

バットゥZ
1キログラム・フロアブル・ジャンボ

フリアーMX
1キログラム・ジャンボ

ラオウ
1キログラム・フロアブル・ジャンボ

レオゼータ
1キログラム・フロアブル・ジャンボ

五十音順

ラベルを
よく読み、
適正に散布

7日間
かけ流しをしない

除草剤散布

自然減水

水田水がなくなった後、かけ流ししないように静かに給水する。

除草剤散布後、
水田水がなくなるまで
給水しない
止水管理を提案します

2024年度キャンペーン協賛会社

ISK 石原産業株式会社

アドニス エスチーエスバイオテクノロジー

KAKEN 科研製薬株式会社

協友アグリ株式会社

クミアイ化学工業株式会社

CORTEVA agriscience

syngenta

住友化学

日産化学株式会社

NICHINO 日本農薬株式会社

バイエル

北興化学工業株式会社

三井化学クロップ&ライフソリューション株式会社

五十音順

田植前及び播種前の
散布でも、散布後7日
間は落水しない!

畦畔のひび、穴等を
補修し、事前に水持
ちを確認する!

詳細はHPへ! <https://www.japr.or.jp/>

公益財団法人日本植物調節剤研究協会

第58巻 第3号 目次

- 1 巻頭言 水稻除草剤抵抗性雑草初発のころの追憶
酒井 長雄
- 2 改正植物防疫法に基づく雑草リスク管理の枠組みとそれを実現するための課題
黒川 俊二
- 7 〔田畑の草種〕^{くさくさ} 小茄子(コナスビ)
須藤 健一
- 8 xarvio[®] フィールドマネージャーの
大豆雑草管理プログラムを活用した帰化アサガオ類防除効果の検証
浅見 秀則
- 13 静岡県内の有機栽培茶園における雑草植生の特徴と除草技術の開発
市原 実
- 18 〔統計データから〕 指定野菜(だいこん, にんじん, ねぎ, たまねぎ)の
季節区分別の作付面積
- 19 〔新連載〕 弥生時代から続く日本の稲作 その1
弥生時代の水田はどのように水管理されていたのか
稲村 達也
- 24 〔連載〕 雑草のよもやま 第36回
繊細な体で水田環境に生き続けるミズハコベ
森田 弘彦
- 27 〔緒(いとぐち)〕 No.16 活性酸素種から見た除草剤の作用点
與語 靖
- 31 〔連載〕 研究センター・試験地紹介(11) 一福井試験地一
山瀬 孝一
- 33 広場

No.110

表紙写真 《コナスビ》



道ばたや空き地, 畦畔などの草地に生育し, しばしば畑地にも入り込むサクラソウ科の冬生多年草。5~7月に葉腋に隠れるように7~10mmの黄色い花をつける。(写真は©浅井元朗, ©全農教)

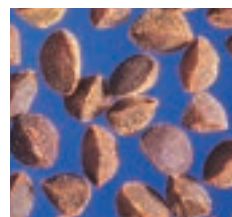


子葉は広卵形~三角状広卵形, 先端は尖らない。

さく果は下向きにつき, 径4~5mmの球形。



茎は地を這い, 冬期はしばしば赤紫色となる。



種子は長さ約1mm, 光沢のない黒色または紫褐色。