

植調

第55巻

第1号

JAPR Journal

《特集》

地球温暖化が及ぼす作物や雑草への影響

稲の高温障害対策・活用技術の開発—地球温暖化に立ち向かう稲作り— 中野 洋

温暖化によるイネ科多年生雑草チガヤの分布拡大と雑種形成 富永 達

環境変化が雑草や除草剤の効果に及ぼす影響 與語 靖洋

気温上昇のもとでの水田雑草の動態変化を考える 森田 弘彦

夏期に猛暑、少雨となった2018年における筑後川下流域での
水田雑草発生の実態調査 大隈 光善



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)

新提案!「中期にジャンボ」ラクラク散布!

新技術

ソニックスプレッド®

テクノロジーだから

拡散力が違う!

ノビエ

コナギ

ホタルイ

クログワイ

オモダカ

各種雑草に幅広い効果!

水稲用中期除草剤

セカンドショット®



ジャンボMX

農林水産省登録
第23867号

動画を
チェック!



アトカラ®



ジャンボMX

農林水産省登録
第23866号

アジムスルフロン・ペノキスラム・メソトリオン粒剤

セカンドショット、アトカラ、ソニックスプレッドは三井化学アグロ(株)の登録商標です。



三井化学アグロ株式会社

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

ソニックスプレッド® テクノロジーとは……

独自のキャリアーと数種の界面活性剤の絶妙な配合によって、拡散性能を飛躍的に向上させた三井化学アグロ独自のジャンボ剤新製剤技術です。

○使用前にはラベルをよく読んでください。 ○ラベルの記載以外には使用しないでください。 ○小児の手の届く所には置かないでください。 ○容器・空袋などは圃場などに放置せず、適切に処理してください。 ○防除日誌を記録しましょう。



ドリフ®

1キロ粒剤

効き目で応援! 使いやすさで応援!
一発除草のイトコドリフ。



ドン! ドン! ドリフ! ドン! ドン! ドリフ!



- ノビエに対する高い除草効果
- 難防除多年生雑草への高い除草効果
- 特殊雑草にも有効
- 田植同時散布可能
- WCS用イネに使用可能

●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。 ⑧ドリフはバイエルグループの登録商標

バイエル クロップサイエンス株式会社

東京都千代田区丸の内1-6-5 〒100-8262 <https://cropscience.bayer.jp/>
お客様相談室 ☎0120-575-078 9:00~12:00、13:00~17:00
土・日・祝日を除く



発酵と雑草—SDGsへの対応—

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 理事長

大谷 敏郎

わが国は、酒、醤油、味噌、納豆、干物、漬物など伝統的な発酵食品の宝庫である。さらに近年では、チーズやビール、ワイン、ウイスキーなど様々な開発が進み、世界でも注目される高品質の発酵食品を送り出せるようになった。発酵食品は、微生物の代謝系を利用して、糖や蛋白質を分解し、アルコールやアミノ酸、核酸などに変換することで、元の素材になかった味や香り、うまみを付与する食品である。現代では味や香りが強調されることが多いが、歴史的には、干物や漬物、納豆などに代表されるように、食品を保蔵するための方法として工夫されてきた。発酵食品は、世界中の様々な地域で、地場の素材と微生物を使って、多様な食品が作られている。日本の納豆と同じような香りのする豆の発酵食品がアフリカ中央部にあったり、インドネシアには菌糸で覆われた豆の発酵食品（テンペ）がある。ビールは、アルコールを多少含ませることにより、中世の兵士が腐らず長時間携行できる安全な水として、また戦いの際の気分高揚ために利用したとの説がある。チーズも、貴重な蛋白質の保存食品として、牛や羊、ヤギなど、様々な動物の乳から、様々な菌を使って作られ、多様な味と香りが楽しめる。さらに、世界一臭いと言われるスウェーデンのニシンの発酵缶詰（シュールストレミング）、カナダ・エスキモーが海鳥をアザラシの皮の中で発酵させたキビヤック、日本のくさやの干物など、発酵食品には強烈な臭いと味のものも多い。

ところで、食品における「発酵」と、ものが腐る「腐敗」の違いをご存知だろうか？

実は、現象は同じで、食べられるか、食べられないかが、両者の分かれ目になっている。食べられれば「食品」、食べられなければ「腐った」と言うことになる。「腐敗」でも、病原菌が繁殖した場合、すべての人に害があり、文字通り食べられないが、文化の違いや慣れ、好みの問題で食べられないものは「腐った」とは言えないのが難しいところだ。

「雑草」という言葉も同じように思える。植物に興味のない多くの人にとっては、その人にとって必要なければ「雑草」、何かに活用できれば「野草」と考えているのではないだろうか。同じ植物であってもずいぶん異なる印象である。

現在、2015年に国連が定めたSDGs（Sustainable Development Goals、持続可能な開発目標）の実現に向けて、各国が政策や企業活動を進めようとしている。わが国においても、特にこの数年重要視されるようになった。各省庁が施策に反映させはじめ、産業界もESG投資（Environment, Social, Governanceの観点からの投資）を強化することでSDGsを後押ししようとしている。農業分野においても、令和元年度食料・農業・農村白書にSDGsが取り上げられ、都道府県行政の関心も高い。2021年5月には、農林水産省で「みどりの食料システム戦略」が策定される予定である。この戦略には、「食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現」との副題が付けられ、「今後、SDGsや環境を重視する国内外の動きが加速していくと見込まれる中、わが国として持続可能な食料供給システムを構築し、国内外を主導していくことが急務」とされている。EUは、2020年5月に公表した「Farm to Fork戦略」の中で化学農薬や化学肥料の削減目標を打ち出した。今回の「みどりの食料システム戦略」でも重要業績評価指標（KPI: Key Performance Indicators）として、リスクの高い農薬からリスクの低い農薬への転換、総合的な病害虫管理などにより2050年までに化学農薬使用量（リスク換算）の50%低減、有機農業（広義）の取り組み面積の25%までの拡大などが示されている。

このような状況や、再評価制度の導入や登録審査の見直しを含む農薬取締法の一部改正への対応など、当協会の役割や運営方法も大きな変革期を迎えている。特に、除草剤分野では、従来多かった除草剤による完全枯殺から、抑草剤の活用、要防除水準に基づく薬量の低減、スポット散布、スマート農業体系への組み込み、それらを実現する新剤の開発などへの対応、さらに、従来は効能効果の判定が難しかった植物成長調整剤の評価方法などについて再検討や研究・開発を進める必要がある。雑草を有効に活用し、様々な草と上手に付き合う、と発想することが、多くの人の除草剤のイメージを変え、除草分野での無理のないSDGsの実現に繋がるのではないかと考えている。

除草剤適正使用キャンペーンについて

公益財団法人日本植物調節剤研究協会

当協会では、水稲用除草剤の効果の安定と水田外への流出防止のため、散布前後の水管理の徹底を啓発する活動を行っています。

一般に、水稲用除草剤は、散布後有効成分が水中に溶け出し、水田水を介して水田土壌の表層に拡がって除草効果を発揮します。このため、散布後に止水し、水田外への成分の流出を防ぐことは、除草効果を安定させるととも

に環境への影響を小さくすることになり、特に散布後 7 日間落水、かけ流しをしないことが重要です。

この点について注意を促す内容のキャンペーン広告を、会員会社の協力を得て、水稲除草剤の散布時期に新聞に掲載するとともに、当協会ホームページでも紹介しています。こうした適正使用キャンペーンは、平成 15 年（2003 年）から毎年継続して実施し、

現在に至っています。

キャンペーン広告では、かけ流しをさせないための水管理法として、当協会が推奨している「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」を平成 24 年（2012 年）より紹介しています。これらの水管理法の詳細については、当協会ホームページ (<https://www.japr.or.jp/tekisei/>) をご覧ください。

2021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。

アトカラ MX
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ・300FG

アピログロウ MX
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

アルビート
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

イッポン
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

イッポンD
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

エンペラー
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ 250

グレイズ
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

カウンシル エナジー
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

カウンシル コンプリート
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

カウントダウン
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

ネオバ
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

クワートリー DX
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

コメット
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

セーグタイガー
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ・300FG

セーグプラス
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

セカンドジョット
1キロ粒剤・ジャンボ MX

ゼンイチ
1キロ粒剤・ジャンボ

ザンジョット
フロアブル

デルタアクト
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

ルバタックス
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ/400FG

アタラシ
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

ホットコンビ
フロアブル・ジャンボ 200

ポテガードプロ
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

トキ
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

トキ
1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ 五十百

ラベルをよく読み、適正に散布

7日間
かけ流しをしない

1 2 3 4 5 6 7

除草剤散布

自然減水
自然減水

通常の水管理

水田水がなくなったら、かけ流ししないように静かに給水する。

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！

2021年度キャンペーン協賛会社

ISK 石原産業株式会社

ASAHI エスアイエスバイオテクノロジー

DAIICHI 科研製薬株式会社

DAIICHI 協友アグリ株式会社

DAIICHI 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

日本農薬株式会社

バイエル

北興化学工業株式会社

三井化学アグロ株式会社

五十百

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

稲の高温障害対策・活用技術の開発 —地球温暖化に立ち向かう稲作り—

農研機構 九州沖縄農業研究センター
暖地水田輪作研究領域

中野 洋

はじめに

世界平均気温は、産業革命以降の二酸化炭素等温室効果ガス濃度上昇の影響等により、上昇を続けている（IPCC 2014）。今世紀末にかけては、シナリオによって異なるが、およそ1～4℃の上昇が予想されている。このため、気温の影響を強く受ける農業分野では、気温上昇への対策技術の開発が喫緊の課題となっている。

これまでに、農研機構の稲の分野では、稲が稔っていく登熟期間の高温に耐える技術開発に係る研究に取り組み、高温環境下で登熟しても、玄米外観品質の低下が少なくなる追肥診断技術及び収穫適期診断技術の開発や品種の育成を行ってきた。また、最近筆者らのグループでは、高温を利用するといった発想に立ち、長い生育期間を必要とする再生二期作栽培で極めて高い収量を得ることに成功した。今回は、稲の分野における高温に耐える技術及

び高温を利用する技術について紹介する。

1. 高温に耐える技術

(1) 白未熟粒等の発生の影響

近年、登熟期の高温や日照不足により、玄米が白色不透明化した白未熟粒や玄米に亀裂の入った胴割粒等の被害粒が多発している。白未熟粒や被害粒歩合が高く整粒歩合が低い米は、検査等級を決める際の品位、精米歩留まりや炊飯米の食味等の低下を引き起こすため、生産者、実需者及び消費者といった米のフードチェーン全体に影響を及ぼす問題となっている。

(2) 高温登熟環境下でも白未熟粒の発生を抑制できる追肥診断技術

高温で発生する白未熟粒は、白濁する部位によって分類される（図-1）。玄米は、胚に近い部位が基部、胚と同じ側面が腹、その反対の側面が背とそ

れぞれ呼ばれている。整粒は全体が透き通っているが、基部未熟粒は基部が白色不透明化し、背白粒は背側の側面が白色不透明化している。

基部未熟粒や背白粒は、登熟前半（出穂から20日間）の平均気温が26℃を上回り（高温登熟）、登熟期の葉色が薄いと多発することが知られている（森田 2011）。稲の栽培では、籾の数を増やしたり、粒を大きくしたりするために、出穂およそ20～5日前に追肥（穂肥）を行う。このため、登熟前半の気温が高い中でも、十分な穂肥を施用していれば、基部未熟粒や背白粒の発生を抑制できる。

そこで、筆者らのグループでは、基部未熟粒等の発生特性と気象予報とを組み合わせ、年次による気象の違いに対応しつつ、基部未熟粒等の発生を抑制する技術を開発した（森田 2015, 図-2）。この技術では、出穂20～5日前の穂肥時に葉色を診断し、その時点の気象予報（農研機構開発のメッシュ気象データ）で登熟前半が高温に

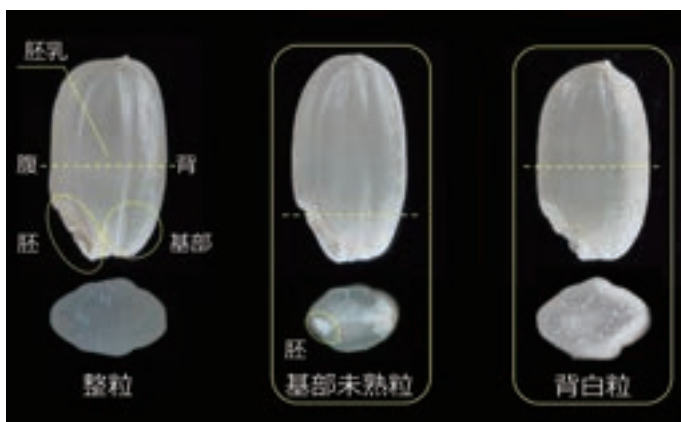


図-1 登熟期の高温で発生する基部未熟粒及び背白粒



図-2 高温登熟環境下でも基部未熟粒の発生を抑制できる追肥診断



図-3 高温登熟耐性品種「にこまる」
(宮崎県えびの市, 農研機構坂井真氏提供)



図-4 異常高温年に農研機構九州沖縄農業研究センター(福岡県筑後市)で収穫された玄米(農研機構坂井真氏提供)無作為にサンプリングした玄米100粒について白未熟粒及び整粒に分類

なると予想されれば、葉色に基づき穂肥を増量し、反対に、常温～低温になると予想されれば、慣行に基づいた穂肥を施用する。こうした取り組みにより、高温登熟条件下でも基部未熟粒等の白未熟粒歩合の低い米を生産できる。なお、元肥一発肥料を利用している生産者には、穂肥の作業が加わることになるが、近年、水口から流し込みできる肥料も開発・普及されているため、こういったものを利用すれば、大きな負担にはならないと考えられる。

(3) 高温登熟耐性品種

農研機構九州沖縄農業研究センターでは、登熟期の高温や日照不足に耐性を持つ「にこまる」を2005年に育成し(坂井2007)、現在、長崎県、岡山県、愛媛県、熊本県や大分県等において普及が拡大している(図-3)。「にこまる」は、高温や日照不足といった不良登熟環境下においても、乳白粒や心白粒等の白未熟粒の発生が少なく、玄米外観品質が優れている。

九州地域では、基幹品種の「ヒノヒカリ」を6月下旬に移植すると8月下旬に出穂し、籾の中に澱粉が十分に詰まった10月上旬に収穫する。全国的に記録的な夏季の高温に見舞われた2010年の九州沖縄農業研究センター(福岡県筑後市)における「ヒノヒカリ」

の登熟前半の日平均気温(ほ場周辺)は、平年に比べ2℃も高い28℃に到達した。このため、九州を中心に作付けされている「ヒノヒカリ」の1等米比率は平年値(最近10か年の平均値)の46%から16%に低下した(図-4)。しかし、「にこまる」の1等米比率は平年値(60%)とほとんど変わらない59%に留まり、実力を発揮することになった。

九州各県では、高温登熟耐性品種のさがけとなる「にこまる」が育成された後、独自の耐性品種の育成が進み、福岡県では「元気つくし」や「実りつくし」、佐賀県では「さがびより」、熊本県では「くまさんの力」や「くまさんの輝き」、宮崎県では「おてんとそだち」、鹿児島県では「あきほなみ」や「なつほのか」等が育成され、現在、普及が拡大している。なお、「実りつくし」及び「なつほのか」は、「にこまる」を片親として育成された品種であり、特に「なつほのか」は育成地の鹿児島県だけではなく長崎県でも栽培面積を拡大している。

農研機構では、「にこまる」を育成した後、トビイロウンカ、いもち病及び縞葉枯病といった各地で問題となっている病害虫の抵抗性に関与するゲノム情報を整備し、それを利用した育種を進めてきた。その結果、高温登熟耐

性に縞葉枯病抵抗性を付与した「恋の予感」(2014年)及び「にじのきらめき」(2018年)や、高温登熟耐性にトビイロウンカ、いもち病及び縞葉枯病抵抗性を付与した「秋はるか」(2017年)等を育成することに成功し、現在、普及面積が拡大している。

(4) 高温登熟環境下でも胴割粒の発生を抑制する収穫適期診断技術

胴割粒は、登熟初期の気温が高く、登熟期の葉色が薄く、収穫時期が遅れると多発することが知られている(長田ら2004)。高温環境下で、初期の澱粉の蓄積がうまく進まないことが関係していると考えられる。

そこで、農研機構西日本農業研究センターでは、胴割粒の発生特性と気象予報を組み合わせ、年次による気象の違いに対応しつつ、胴割粒の発生を低減する技術を開発した。胴割粒歩合が10%を超えると精米歩留まりが低下し始めるため、この技術では、この値を超えると予想される日の前日を収穫晩限日として知らせる仕組みになっている。出穂15日後から予測が可能で、刈り遅れが防止できるようになり、高温登熟条件下でも胴割粒歩合の低い米を生産できる。

2. 高温を利用する技術

(1) 九州地域の稲の生育可能な期間

九州地域は、国内のほかの地域に比べて、春や秋の気温が高く稲の生育可能な期間が長い、すなわち、早く移植



図-5 切株から発生してきた「ひこばえ」(緑色の葉)

して遅く収穫できるといった特徴がある。このことに加えて、近年、地球温暖化の影響で春や秋の気温も上昇しており、今後、生育可能な期間が一層長くなると予想される。

(2) ひこばえを育てる再生二期作

国内で栽培されている稲は、多年生の性質(稲は複数年にわたって生存する性質を持つが、国内では冬の寒さで枯死してしまう)を持つため、収穫後にひこばえ(植物の切株から再生して出てくる芽)が発生する(図-5)。ひこばえを栽培・収穫すると、その分だけ収量が増えると考えられるが、収穫に至るまでの十分な気温を確保することが必要である。再生二期作は、2回の収穫を要するものの田植えは1回だけであり、2回の田植えを行う二期作に比べて低コストになる。また、1回の田植えで1回の収穫を行う通常の栽培と比べると、多収による低コスト化が期待できる。再生二期作は、これまでに国内においても栽培事例があるが、近年育成された多収品種・系統や最近の気象条件での収量性の検討等は十分に行われていなかった。

そこで私たちの研究グループでは、稲の生育可能な期間が長いといった九州地域の地の利を活かした再生二期作で、1回目の稲の収穫時期や高さを工夫することにより、1回目の稲と2回目の稲の合計でどれだけの収量が得ら

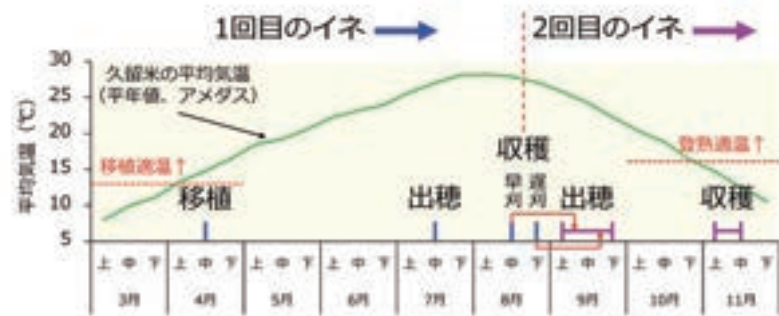


図-6 再生二期作栽培における栽培管理方法(2017年及び2018年)

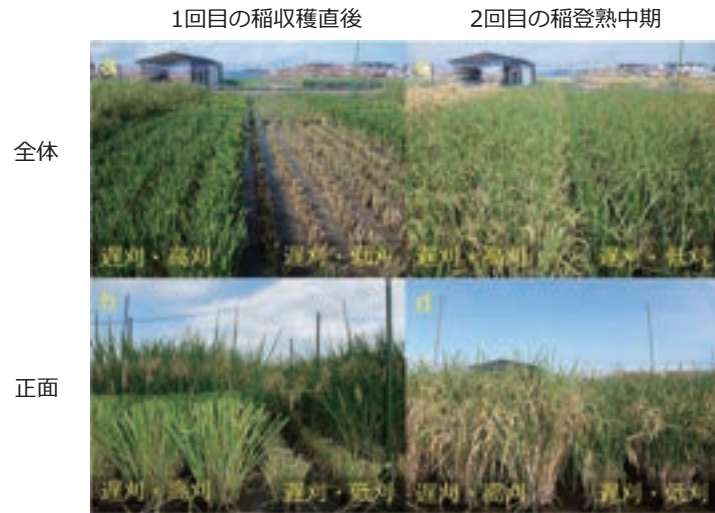


図-7 再生二期作栽培における1回目の稲の収穫直後及び2回目の稲の登熟中期の様子(2017年及び2018年)

れるのかを、多収系統を用いて明らかにした(Nakano *et al.* 2020)ので、その研究成果を紹介する。

(3) 栽培管理

今回の試験は、九州沖縄農業研究センター(福岡県筑後市)の圃場において、生育期間の気温が比較的高かった2017年及び2018年に、研究用に開発された多収系統(インド型多収品種「北陸193号」の生育期間を短く改良した系統)を用いて行った。両年とも、3月中旬に苗箱に播種・生育させた苗を4月中旬に移植し、1回目の稲を8月中旬(早刈、出穂からの積算温度900°C)又は下旬(遅刈、出穂からの積算温度1200°C)に地際から50cm(高刈)又は20cm(低刈)の高さで収穫した後、2回目の稲を11月上旬に収穫した(図-6、-7)。また出穂は、

1回目の稲が7月中旬で、2回目の稲が1回目の稲を早刈すると9月上旬に、遅刈すると9月中下旬になった。なお、稲体の窒素を常に高く保つため、追肥を1~2週間毎(窒素成分量で合計37kg/10a)に行った。

(4) 1回目の稲の収穫時期及び高さの影響

1回目の稲を遅刈すると、1回目の稲は早刈に比べて登熟が良くなり、増収した(図-8、-9)。また、このときの2回目の稲は、早刈に比べて出穂が遅れ、気温の低下により登熟が悪くなったものの、非構造炭水化物(澱粉やショ糖等の栄養分)が増加し、僅かな減収に留まった(図-10)。このため、1回目の稲と2回目の稲の合計収量は、遅刈が早刈よりも多くなった。

1回目の稲を高刈すると、2回目の

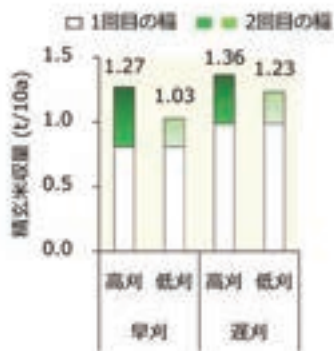


図-8 再生二期作における1回目の稲の収穫時期及び高さが1回目の稲及び2回目の稲の収量に及ぼす影響 (2017年及び2018年)

稲は低刈に比べて非構造化炭水化物や緑葉が切株に多く残った影響で籾数が増加するとともに登熟も良くなり、増収した(図-8、-11)。

以上のことから、1回目の稲を十分に成熟させた時期に地際から高い位置で収穫することにより、1回目の稲と2回目の稲の合計で多収(2年間の平均で1.36t/10a)となることが明らかになった。なお、生育期間を通じて気温が高く日射量が多かった2018年には、1.44t/10aの超多収が得られた。

(5) 切株に残る非構造化炭水化物や緑葉の役割

今回の筆者らの研究グループの研究結果やこれまでの研究報告から、栄養分である非構造化炭水化物は、切株で眠っている芽、すなわち、休眠芽の覚醒を助けるのではないかと考えられる。また緑葉の役割については、明確にされていないが、再生芽への窒素の供給源となるとともに、光合成を行って炭水化物を蓄え休眠芽の覚醒を助けているのではないかと考えられる。現在、私たちの研究グループでは、緑葉の役割を明らかにするために、圃場試験を行っている。

(6) 今後の普及に向けて

今後、筆者らの研究グループでは、今回得られた知見を基に施肥技術の開

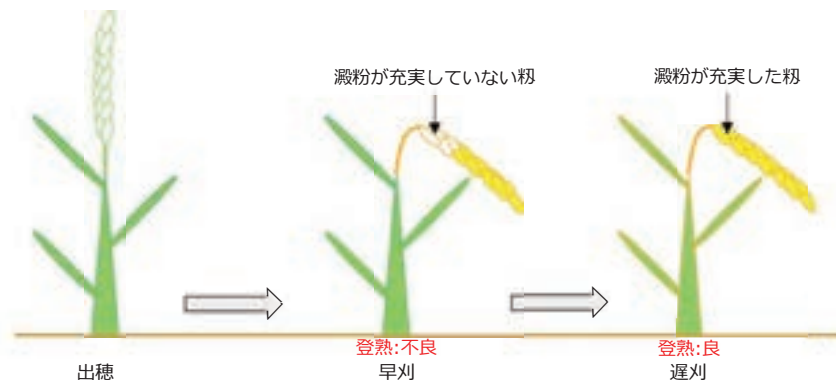


図-9 再生二期作における1回目の稲の収穫時期が収量に及ぼす影響の概念図

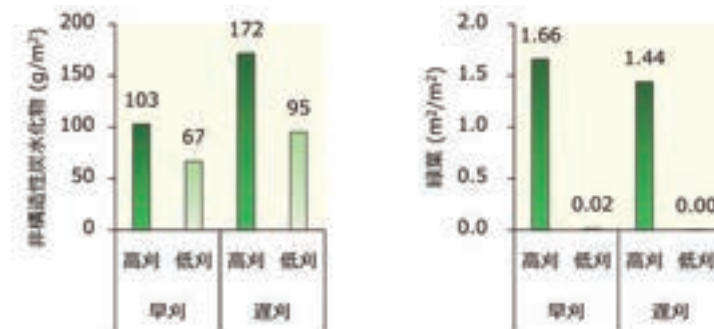


図-10 再生二期作における1回目の稲の収穫時期及び高さが切株の非構造化炭水化物及び緑葉の面積に及ぼす影響 (2017年及び2018年)

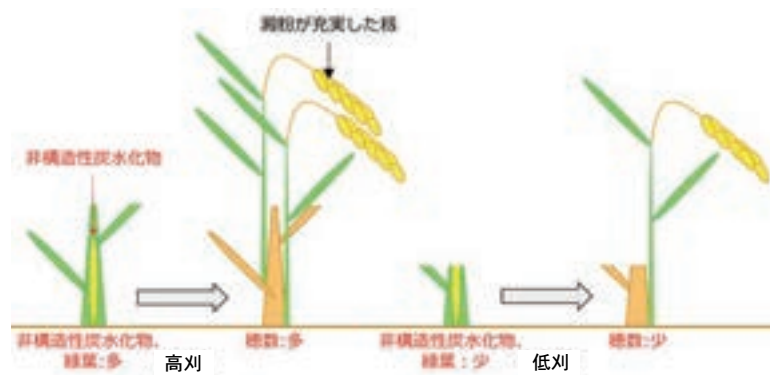


図-11 再生二期作における1回目の稲の収穫高さが収量に及ぼす影響の概念図

発を行った後、現地実証試験を行い、加工用米や業務用米の画期的な低コスト生産技術として九州地域を中心に普及させていく計画である。また、地際から50cmの位置で刈り取ることは、汎用型コンバインでは可能だが、自脱型コンバインでは困難である。しかし、自脱型コンバインでも、10cmよりも20cm、20cmよりも30cmと高くした方が2回目の稲の多収が得られると考えられる。

本成果は、地球温暖化の進行に対応

した画期的な農業技術であり、今後の世界食料需給の逼迫が予想される中で、米の安定供給や、国内の加工用米や業務用米の低コスト生産への貢献が期待される。そのほか、再生二期作では、自然災害等に伴う国内外の米の需要に応じ、二期作目の実施の可否を判断することもできると考えられる。また将来的に、地球温暖化に伴う気温の上昇が続くと考えられるので、再生二期作の収量の増加や適地拡大が予想される。

引用文献

IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core writing team, P.K. Pachauri & L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC. Geneva.

森田敏 2011. イネの高温障害と対策. 農文協. 東京.

森田敏ら 2015. 高温による基部未熟粒の発生を軽減する「気象対応型追肥法」の最適追肥量の決定手法. 第239回日本作物学会講演会講演要旨集, 145.

長田健二ら 2004. 登熟初期の気温が米粒の胴割れ発生に及ぼす影響. 日作紀 73, 336-342.

Nakano, H. *et al.* 2020. Breaking rice yield

barrier with the ratooning method under changing climatic conditions: A paradigm shift in rice cropping systems in southwestern Japan. Agron. J. 112, 3975-3992.

坂井真 2007. 玄米品質に優れる暖地向き良食味水稻品種「にこまる」の育成について. 育種学研究 9, 67-73.

統計データから

農業経営の継承に関する意識・意向調査

農業経営の継承に関する意識・意向調査は、令和2年8月に、認定農業者のいる農業経営体（家族経営体）の経営主である60歳代の農業者を対象に実施し、690人から回答を得た結果である（<https://www.maff.go.jp/j/finding/mind/index.html>）。

現在の経営を継承する（他者に引き継ぐ）意向について（表-1）は、「経営資産の全体または一部を継承する」と回答した割合が50.1%と最も高く、次いで「決めていない」の34.6%、「何も継承しない」の7.8%の順である。また、継承する意向がある者において、「後継者が決まっている（本人の同意を得ている）」と回答した割合が40.1%、「後継者は決まっていない」と回答した割合が9.9%となっている。

後継者の属性では「同居の子」が72.9%、「非同居の子」が23.5%であった。「後継者は決まっている」と回答した農業者のうち、「候補はいる」との回答は72.1%で、「子（同居）」36.7%、「子（非同居）」34.7%である。ただし、候補者に経

営継承の同意を得られると考えているかとの質問には、「現状のままで可能」は29.4%にとどまり、「現状のままで難しい」が63.2%となった。その理由でもっとも多かったのは「農業所得が不足している」で76.7%。次いで「施設・機械が老朽化している」が34.9%となっている。

次に、経営資産の全体または一部を継承する意向がある者において、後継者に継承したい資産は、「農地」と回答した割合が94.8%と最も高く、次いで「施設・機械等の有形資産」の86.4%、「生産技術・ノウハウ」の61.0%の順であった（表-2）。

また、経営を継承しない意向の者の理由については、「地域に農地の受け手となりうる農業者がいないため」と回答した割合が29.6%と最も高く、次いで「地域に農地の受け手となりうる農業者はいるが、これ以上農地を引き受けきれない状態のため」の24.1%となっている。（K. O）

表-1 経営継承の意向及び後継者の有無

区分	回答者数	経営資産の全体または一部を継承する				農地のみ継承	何も継承しない	決めていない
		計	後継者は決まっている	後継者は決まっていない	無回答			
農業者	人 690	% 50.1	% 40.1	% 9.9	% 0.1	% 7.4	% 7.8	% 34.8

表-2 後継者に継承したい資産

区 分	回答者数	農 地	施設・機械等の有形資産	生産技術・ノウハウ	販 路	生 物（乳用牛、繁殖母豚・樹体等）	従業員	その他	無回答
農業者	人 346	% 94.8	% 86.4	% 61	% 37.9	% 16.8	% 9.2	% 0.9	% 0.6

温暖化によるイネ科多年生雑草 チガヤの分布拡大と雑種形成

元京都大学農学研究科

富永 達

イネ科多年生雑草チガヤ (*Imperata cylindrica* (L.) Raeusch.) は、熱帯から温帯地域に広く分布し、世界の最重要害草 10 種のうちの 1 種にあげられている (Holm *et al.* 1977)。また、国際自然保護連合・種の保全委員会が 2000 年に発表した「世界の侵略的外来種ワースト 100」にもリストされており、国際的にも侵略的で防除が困難な害草であると認識されている。日本では、路傍や畦畔、芝地、果樹園などに広く生育し、種子と根茎によって繁殖する。チガヤは自家不和合で、風媒によって他殖し、種子を形成する。小穂の基部には絹毛が密生し、種子は風散布によって時には海峡を越えることもあるという (Holm *et al.* 1977)。チガヤの根茎は地中を縦横に走り、根を除く個体全乾物重の 40% 以上を占めている (Tominaga *et al.* 1989a)。このため、一度定着すると、根茎によって旺盛に栄養繁殖し、密な個体群を形成する。

日本列島は、北海道から沖縄県まで南北に長く、気候、とくに温度環境が大きく異なる。たとえば、札幌市の年平均気温が 8.9℃、1 月の日最低気温の平均値は -7.0℃であるのに対して、那覇市の年平均気温は 23.1℃、1 月の日最低気温の平均値は 14.6℃である。分布が広範囲にわたる植物は、それぞれの生育地の環境に適応した生態型に分化している例が多い。生育地の気候に関して、とりわけ緯度 (温度) にともなったクラインや生態型の分化が生活史特性に関わる形質で認められ

ている。

日本に生育するチガヤは、分布域や生活環、外部形態の差にもとづき、北海道から東北地方北部に分布する寒冷地型、東日本以西に分布する普通型および奄美大島以南に分布する亜熱帯型の 3 気候生態型に大別される。普通型の稈の節は有毛で、寒冷地型は無毛であるので両者を容易に識別できる (図-1)。普通型は、寒冷地型と比較すると大型で、より侵略的な特性をもつ (Tominaga *et al.* 1989b)。一方、この寒冷地型は、普通型が分布する東日本以西にも局所的に生育しており (富永ら 2007)、松村・行村 (1980) が濃尾平野で報告した出穂期が普通型より 1 か月程度早く、より湿った場所に生育する早生型に相当すると考えられる。この寒冷地型の分布の中心が北海道と東北地方北部であるため、Tominaga *et al.* (1989b) では「寒冷地型」と称したが、これら以外の地域にも局所的に分布し、遺伝的にも大きな分化が認められないこ



図-1 チガヤの普通型 (左) および寒冷地型 (右) の稈の節の毛

と (水口ら 2004) から、より詳細に検討する余地が残されているものの、先に報告された「早生型」 (松村・行村 1980) と称するのが妥当であるかもしれない。本稿では、松村・行村 (1980) の早生型および Tominaga *et al.* (1989b) の寒冷地型をまとめて「寒冷地型」と称する。

東北地方では、チガヤは冬季には地上部が完全に枯死し、根茎で越冬する (Tominaga *et al.* 1989b)。冬季の低温に対する耐性の差が普通型と寒冷地型の東北地方における分布を決定している。寒冷地型の根茎の空隙部分は、普通型のそれと比較して著しく大きく (Nomura *et al.* 2020)、この根茎の構造的な特徴も、冬季に地上部が完全に枯死することとともに、寒冷地型の低温耐性を高めているのかもしれない。

東北地方では、100 年あたり $1.29 \pm 0.74^{\circ}\text{C}$ の割合で年平均気温が上昇している。夏季の気温に関しては有意な上昇傾向にはないが、春季および秋季から冬季の気温について有意な上昇傾向がみられ、冬季の最低気温は、過去 100 年間のうちに日本海側で 1.72°C 、太平洋側で 1.46°C 上昇している (竹川 2007)。東北地方におけるチガヤの普通型と寒冷地型の分布は、温暖化、とくに冬季の最低気温の上昇によってどのように変化しているのだろうか。東北地方において 1980 年代初めに採集し、栄養繁殖で維持してきた個体と 2008 年以降に新たに採集した個体を普通型と寒冷地型に識別し、それらの分布を比較することによってチガヤの

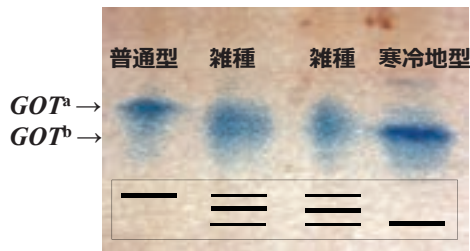


図-2 チガヤの GOT アロザイム (2 量体) における変異

東北地方における分布に与える温暖化の影響を探究した。

チガヤの普通型と寒冷地型は、共優性遺伝する GOT アロザイムにおける変異 (図-2, 水口・西脇 2001) と葉緑体 DNA (cpDNA) の *trnL* (UAA) 3'exon - *trnF* (GAA) 領域にみられる 21 塩基の挿入・欠失 (図-3, 芝池ら 2002) によって識別できる。すなわち、GOT アロザイムは 2 量体で共優性遺伝するので、電気泳動のバンドパターンから普通型の遺伝子型を GOT^a/GOT^a ホモ、寒冷地型を GOT^b/GOT^b ホモ、両者の雑種を GOT^a/GOT^b ヘテロと容易に判読できる (図-2)。また、cpDNA における挿入・欠失変異にもとづき、雑種個体の種子親が普通型あるいは寒冷地型のいずれであるのか判別した。これらにもとづき供試個体の種子親と花粉親を決定した (Miyoshi *et al.* 2011)。

チガヤは、西日本では路傍や畦畔でごく普通にみられる。しかし、1981 年の北海道および東北地方北部の調査では、これらの地域におけるチガヤの生育はまれで、とくに北海道ではチガヤの分布は海岸砂丘に限られていた。北海道や東北地方北部の路傍や畦畔には、牧草地から逸出したチモシーやオーチャードグラスが優占していた (Tominaga *et al.* 1989b)。これらの地域のチガヤは寒冷地型であった。寒冷地型は、北海道と東北地方北部以外にも長野県および群馬県の標高の高い地域に分布し、全国的にも局所的に生育が確認された。普通型の分

布の北限は北緯 39 度付近で、それ以南には広く分布していた (Tominaga *et al.* 1989b)。また、東北地方や群馬県、長野県で普通型と寒冷地型の雑種の生育を確認した。この雑種は、他の地域でも散発的に認められた (芝池ら 2002 ; Miyoshi *et al.* 2011)。

温暖化にともない、普通型の分布の北限が 1980 年代初めより北上していると予想して 2008 年から東北地方における採集調査を再びおこなった。1981 年の調査では東北地方北部におけるチガヤの生育はまれであったが、2008 年以降の調査では路傍や畦畔、休耕田、放棄水田などでチガヤの生育が普通に認められ、とくに、休耕田や放棄水田におけるチガヤの優占化が顕

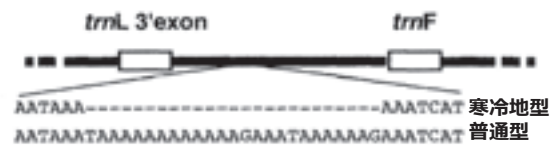


図-3 チガヤ葉緑体 DNA の *trnL* (UAA) 3'exon - *trnF* (GAA) 領域に認められる 21 塩基の挿入・欠失 (芝池ら (2002) を一部改変)

著であった。東北地方北部におけるチガヤの分布拡大は明らかであった。

東北地方で新たに採集した個体の遺伝子型を解析した結果、ほとんどの個体が普通型と寒冷地型の雑種であることが明らかとなった (図-4, Miyoshi *et al.* 2011)。東北地方北部で分布拡大したチガヤは、当初想定した普通型ではなく、普通型と寒冷地型の雑種であった。青森県、秋田県および岩手県に分布する雑種の種子親は寒冷地型である割合が高く、山形県では普通型である割合が高かった (Miyoshi *et al.* 2011)。チガヤの普通型は西日本では 5 月に、寒冷地型は 4 月に出穂・開花するため、生殖的に隔離されている。しかし、普通型の分布北限である東北

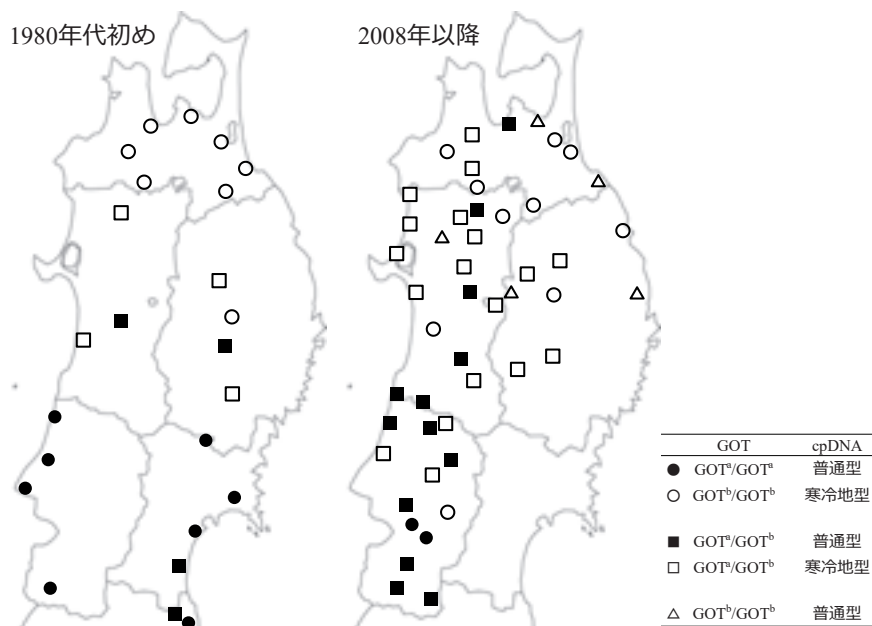


図-4 東北地方における 1980 年代初め (左) と 2008 年以降 (右) のチガヤの分布 (Miyoshi *et al.* (2011) を一部改変)
● : 普通型, ○ : 寒冷地型, ■, □ : 雑種

地方では、両者ともに出穂・開花期が遅くなり、両者の開花期が重なり、雑種が形成されたと推定される。その後、この雑種のほとんどすべてが F_1 であることが明らかになった (Nomura *et al.* 2020)。

チガヤは風媒で種子は風散布されるが、種子よりも花粉の方がより遠方へ飛散する。このため、普通型が多く分布する地域では普通型が種子親となって雑種が形成される頻度が高く、寒冷地型が多く分布する地域では寒冷地型が種子親となって雑種が形成される頻度が高いと考えられる。1980年代初めの調査において普通型の生育を認めることができなかった青森県で2008年以降の調査で種子親が普通型である雑種が存在していた理由として、普通型が存在する東北南部で形成された雑種の種子が飛散して定着した可能性、街路樹の根鉢などに混入した普通型が種子親となって雑種が形成された可能性、あるいは、種子親が普通型である雑種が根鉢などに混入して定着した可能性が考えられる。また、2000年代初めまでチガヤの種子が緑化用に市販されていたため、これに起因する可能性もある。雑草の分布拡大には、自然条件よりも人為的な影響が大きく関わっている場合も多い。

GOT 遺伝子型が寒冷地型で cpDNA が普通型の個体が数個体認められた。普通型が種子親となり、寒冷地型と繰り返して交雑すればこのような組合せの雑種が生じるが、これらの起源については不明で、今後の検討

を要する。

普通型と寒冷地型を人為的に正逆交雑し、雑種を育成すると、これらは幅広い変異を示し、両親の普通型および寒冷地型より草丈が高く、乾物生産量が多い個体も出現する (Miyoshi & Tominaga 2017)。チガヤは自家不和合で他殖するため、実生は多様な変異を示す (Tominaga 2003)。普通型と寒冷地型の間で雑種が形成されると、両親よりも適応度が高い個体が生じる可能性は高く、これらが温暖化にともなって分布を拡大した可能性がある。

西日本ではチガヤは通常春に出穂・開花する。東北北部では、西日本より出穂・開花の時期が遅くなり、7月初旬に出穂・開花する場合もある。しかし、各地で秋に出穂するチガヤが存在することが知られており、これらを和歌山県串本町で移植栽培しても秋に出穂・開花した (Tominaga *et al.* 1989b)。同じ結果は、長野県南箕輪村、京都府精華町および京都市での移植栽培でも認められ、遺伝的に決定されている。これらの秋に出穂・開花するチガヤが普通型と寒冷地型の F_1 であることが明らかになった (Nomura *et al.* 2020)。チガヤの種子は休眠性をもたず、埋土種子集団は形成されない (Matumura *et al.* 1983; 富永ら 2007)。秋に結実した F_1 の種子が発芽しても、実生は冬季までに根茎を十分に発達させることができず、冬季の低温により越冬できないため、後代が生き残らないと考えられる。

まとめ

チガヤには、北海道から東北地方北部に分布する寒冷地型と東日本以西に分布する普通型が認められ、遺伝的に分化している。1980年代初めに採集し、栄養繁殖で維持してきた個体と2008年以降に新たに採集した個体の遺伝子型を確定し、東北地方における両者の分布の変化を検討した。1980年代初めにはチガヤの出現頻度が低かった東北北部でも2008年以降の調査ではチガヤの生育が普通に認められ、温暖化の影響によってチガヤがより北方へ分布を拡大したと考えられた。さらに、1980年代初めと比較して2008年以降は普通型が北上していると予想したが、両者の F_1 が広範囲に分布拡大していることが明らかになった。チガヤは自家不和合で他殖するため、形成された F_1 のうち両親よりも適応度が高い個体が分布を拡大していると推定される。チガヤの種子は風散布される。路傍や畦畔に生育していた親個体から散布された種子が休耕田や放棄水田に侵入・定着し、根茎による旺盛な栄養繁殖によって大きな個体群を形成したと推定される。この F_1 は秋に出穂する。「茅花ながし」は、チガヤの穂が風になびく様子を表現し、初夏の季語である。また、万葉集には「戯奴がため我が手もすまに春の野に抜ける茅花ぞ食して肥えませ」と詠まれている。 F_1 が優占するようになった東北では、この風景を愛でる機

会が確実に減少している。

温暖化は、作物と雑草の相互作用や除草剤の吸収・移行・代謝など様々な場面で複雑な影響を与える（富永2001）。チガヤの防除計画を策定する際、従来よりも侵略性の高い雑種が分布拡大していることを考慮する必要がある。

引用文献

- Holm, L. G. *et al.* 1977. *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. In "The World's Worst Weeds, Distribution and Biology" ed. by L. G. Holm *et al.* University Press of Hawaii, Honolulu, pp. 62-71.
- IUCN Species Survival Commission 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. <http://www.issg.org/database/welcome/>.
- 松村正幸・行村徹 1980. チガヤ種内2型の比較生態. (I) 植生からみた普通型及び早生型チガヤの生育地特性. 岐阜大学農学部研究報告 43, 233-248.
- Matumura, M. *et al.* 1983. Fundamental studies on artificial propagation by seeding useful wild grasses in Japan. IX. Seed fertility and germinability of the intraspecific two types of Chigaya (Alang-alang), *Imperata cylindrica* var. *koenigii*. Journal of Japanese Grassland Science 28 (4), 395-404.
- Miyoshi I. ら 2011. Range expansion and hybridization between two ecotypes of cogongrass (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) in Japan. The 23rd Asian-Pacific Weed Science Society Conference. Queensland, Australia.
- Miyoshi, I. & T. Tominaga 2017. Growth of hybrids between the common and early ecotypes of *Imperata cylindrica*. Grassland Science 63 (2), 128-131.
- 水口亜樹・西脇亜也 2001. チガヤの集団間及び集団内におけるアロザイム変異. 日本草地学会誌 47 (別), 8-9.
- 水口亜樹ら 2004. 日本列島のチガヤにおけるアロザイム変異. 日本草地学会誌 50 (別), 58-59.
- Nomura, Y. *et al.* 2020. Drastic shift in flowering phenology, an instant reproductive isolation mechanism, explains the population structure of *Imperata cylindrica* in Japan. bioRxiv: doi.org/10.1101/2020.06.30.179440.
- 芝池博幸ら 2002. 日本産チガヤ (*Imperata cylindrica*) の分布と遺伝的類縁関係の解析. 雑草研究 47 (別), 174-175.
- 竹川元章 2007. 温暖化 —東北の現状—. 日本気象学会 東北支部だより 1-2.
- Tominaga T. *et al.* 1989a. Seasonal change in the standing crop of *Imperata cylindrica* var. *koenigii* grassland in the Kii-Ohshima Island of Japan. Weed Research, Japan 34 (3), 204-209.
- Tominaga T. *et al.* 1989b. Geographical variation of *Imperata cylindrica* in Japan. Journal of Japanese Grassland Science 35 (3), 163-170.
- 富永達 2001. 温暖化による雑草の発生と分布の変化. 研究ジャーナル 24: 31-35.
- Tominaga T. 2003. Growth of seedlings and plants from rhizome pieces of cogongrass (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.). Weed Biology and Management 3 (3), 193-195.
- 富永達ら 2007. 雑草モノグラフ 5. チガヤ (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.). 雑草研究 52 (1), 17-27.

環境変化が雑草や除草剤の効果に及ぼす影響

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
技術顧問

與語 靖洋

はじめに

北欧のスウェーデンにあるストックホルムレジリエンスセンターは、2009年に『地球の限界（プラネタリー・バウンダリー, Planetary boundary, PB）』（Steffen *et al.* 2015）という概念を提唱した（図-1）。これは、人間活動が環境に及ぼす影響について、9つのプロセスごとに回復力（レジリエンス）の視点から示したものである。すでにPBを超えているプロセスには、窒素やリンの循環の変化や、生物多様性の喪失がある。

それに続くものとして、気候変動や土地利用変化があるものの、これらはPBを確実に超えるまでには至っていない。しかし、今世紀末の気候変動である「地球温暖化」は、人間活動を主

因とする極めて急激な変化であり、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）と当時のアメリカ合衆国副大統領のゴア氏が2007年にノーベル平和賞を受賞したように、世界的注目度は極めて高い。環境省が公開した『気候変動影響評価報告書』（2020）においても、「気温の上昇は、雑草の分布域を変化させ、農作物の被害を拡大させることが想定される」等、重大性、緊急性、確信度ともに高いとしている。

ここでは、平成29年度日本農学会シンポジウム「大変動時代の食と農」において話題提供した「環境変動が雑草の生態や管理に及ぼす影響」（與語 2018）をベースにして、地球温暖化を中心とした環境の変化に対する雑草の反応と除草剤の効果について概括する。なお関連した総説（Amare 2016; Ramesh *et al.* 2017）があるので参考にしていただきたい。

1. 雑草管理の基本的な考え方

環境影響の話題に入る前に、雑草管理に関する基本的な考え方を紹介する。

(1) 雑草の侵入・蔓延と対策

雑草は浮遊植物を除いて、土壌に根付くまたは植物に寄生するため、それ自体“動けない”ものの、種子や塊茎・根茎等の栄養繁殖器官が、風、水、動物等によって他の場所に受動的に運搬される。

オーストラリア連邦科学産業研究機構（CSIRO）のHobbs *et al.* は、外来植物の侵入・蔓延程度や影響の時間的変化を4段階に分けた（図-2, Hobbs and Humphries 1995; Department of Primary Industries 2013; Arthur *et al.* 2015; Invasive Plants and Animals Committee 2017）。ここでの主たるメッセージは“早めの対策”である。各段階ごとに便益と費用の比をみると、第1段階（侵入阻止・早期発見）では1:100、第2段階（根絶）では1:25、第3段階（隔離・拡散スピードの抑制）では1:5～10、第4段階（負の影響の抑制・防除）では1:1～5であり、時間が経過するとともに、労力や費用多くして益が少ないことがわかる。この概念は外来植物の大陸間移動を主に念頭に置いているが、対象生物も昆虫や病原菌を含む外来生物全般から在来の草本類や木本類まで、また移動距離も大陸間から地域内や圃場間のような近距離まで、様々なケースに適用できる。

(2) わが国における外来雑草の侵入リスク

今回のテーマからは若干逸脱するように思えるが、環境変動に対する雑草の反応やその対策は、外来雑草対策との類似性が極めて高い。西田ら（2013, 図-3）は、自然植生保全地域における緑化植物を対象として、管理優先順位を、雑草リスクと防除コストからマトリックス形式で表している。雑草リスク評価は、そもそも侵入前の外来植

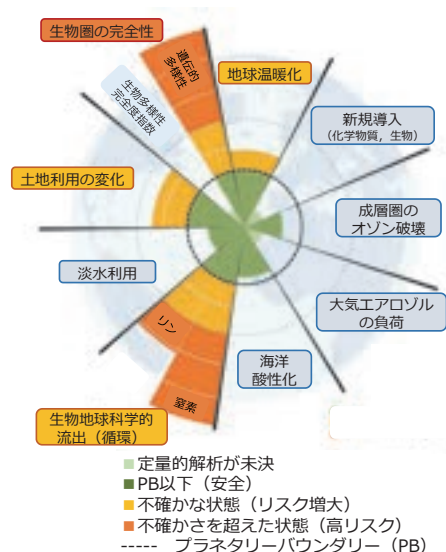


図-1 地球の限界（プラネタリー・バウンダリー, PB）
Steffen *et al.* (2015) の図を和訳

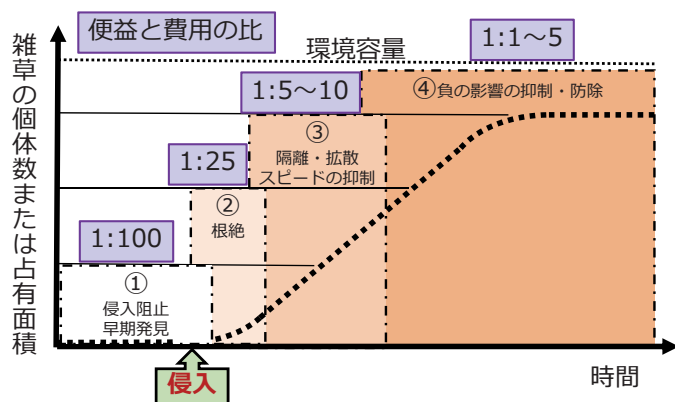


図-2 雑草の侵入・蔓延程度や影響の時間的変化
Biosecurity Strategy for Victoria (2009) の図を
和訳してさらに改変した。

		防除コスト				
		極小	小	中	大	特大
雑草リスク	極小	6	6	6	6	6
	小	5	5	5	5	5
	中	3	4	4	4	4
	大	2	3	4	4	4
	特大	1	2	3	3	3

図-3 雑草リスクと防除コストから得られる外来植物の管理優先順位
1. 直ちに根絶のための防除を実行
2. 根絶のための防除を実行（開始までは拡大阻止管理を実行）
3. 拡大阻止管理を実行
4. 通常管理で対応
5. 通常のモニタリング
6. 通常より低い頻度でモニタリング
（西田ら，2013）

物に対して雑草性を評価する目的で開発されたものであるが、この研究はその対象を外来緑化植物にしたものである。雑草リスクは、植物の影響の大きさや、対象地域における生育可能面積から格付けを行う。対象植物は、それぞれ異なる生物学的・生態的特性を有しており、対象地域の環境やその変動によって適応性、すなわち侵入・定着・蔓延のしやすさが異なるため、結果としてこのリスクの大きさも異なる。一方、防除コストは、防除費用と防除に伴う周辺環境への影響や、対象地域内の現存面積から格付けする。この対象地域の現存面積は、時間軸は示していないものの、Hobbs *et al.* が提示した4つの段階に関連する。このことからわかるように、地球温暖化等の環境変動が植物の分布に及ぼす影響の推定にも応用できるであろう。

(3) バイテク農作物のリスク

これも、今回のテーマとは直接関係ないように思えるものの、バイテク農作物における最近の導入形質は、環境の適応策や緩和策と密接に関連している。Conko *et al.* (2016, 図-4) は、バイテク農作物を対象として、リスクの大きさを推定している。ここでは、影響度（有害性、ハザード）と発生頻

度（化学物質ならば曝露程度）をそれぞれ4段階に分けて、その組み合わせからリスクの大きさを4段階に分けている。このリスク推定の考え方は、“スタンフォードモデル”という様々なハザードや環境リスクに対応した評価ツールが元になっている。このモデルは、実験室実験の安全性から地球温暖化の影響まで、あらゆる場面で利用できる。なお、彼らは、現在商業化されているバイテク農作物における影響度と発生頻度は明確であるとともに、多くの場合リスクの大きさは僅かであり、無視できると推定している。一方、Barton *et al.* (1997) は、バイテク農作物のリスク評価をする前に、寄主となる農作物を栽培（導入）するリスクを評価すべきとしている。彼らによると、果樹を含む20種類の農作物の侵入およびヒトの健康被害を含むリスクの大きさ、並びにリスク管理の必要性に関して解析したところ、そのほとんどがConkoのモデルでは“僅か”に相当するものであった。ただし、寄主となる農作物のリスクは、対象地域によって異なる。たとえば、わが国におけるツルマメは大豆、メキシコにおけるテオシントはトウモロコシの祖先種であるため、それらの地域では交雑性の観点から潜在的リスクは高い。

2. 環境変化が雑草や除草剤の効果に及ぼす影響

(1) 総論

Peters *et al.* (2014) は、気候変動に対する雑草の反応を、スケール（階層）ごとに、移動（Mitigation）、順化・順応（Acclimation）、適応（Adaptation）の段階に分けて示した（図-5）。

移動は、雑草が過ごしやすい環境に生息域を移すまたは拡大することであり、ここでの雑草の主たる反応は、前節で述べた受動的運搬である。この運搬が景観スケールの雑草分布に変化をもたらす。景観スケールは、たとえば農耕地、森林、草地、湖沼、居住地等、様々な生態系がモザイク状に分布した空間である。大まかには、ヒトが見渡せる規模をイメージすればよいが、こ

		推定リスク			
発生頻度	極めて高い	低	中	高	高
	高い	僅か	低	高	高
	低い	僅か	低	中	高
	極めて低い	僅か	僅か	低	中
		極小	小	中	大
		影響度（有害性）			

図-4 リスクレベル推定のための影響度と発生頻度
Conko *et al.* (2016) を和訳

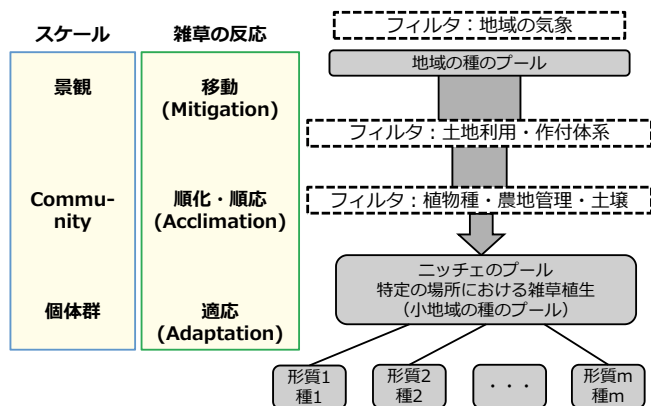


図-5 気候変動に対する雑草の反応
Peters *et al.* (2014) の図を和訳して改訂した図 (與語 2018) をさらに改訂

ここではさらに広い大陸間移動も含まれている。この運搬の原動力は様々にある。たとえば、渡り鳥が食べた植物の種が消化しないまま、渡った先の地域で糞として拡散することがある。渡り鳥の移動先は地球温暖化や湿原の喪失等でも変わるため、雑草の分布域も自ずと変化する。また、洪水が原動力になる場合、種子や栄養繁殖器官、場合によっては雑草個体そのものが水とともに下流域に移動して定着する。そうやって、それぞれの生息地の種のプール、一年生雑草であれば埋土種子集団ができるとともに、年単位で変化する。ただし、雑草種子には休眠性が高いものや寿命が長いものも多く、その変化は病害虫に比べてゆったりしている。その後、土地利用や作付体系等のフィルタ（篩）、すなわち、環境条件の制限を介して、そのプールが縮小しながら次の段階に移行する。

順化や順応は、周辺環境の変化に対して、遺伝情報が変ることなく、表現形質が変化できる範囲で適応することである。“メンデル性遺伝”で知られているように、全ての生物は遺伝（DNA）情報に支配されている。この情報が書き換わっていくことが進化である。一方、外部刺激によって、DNA 情報を表現形質として発現するスイッチが ON/OFF することがある。このような DNA 配列の変化を伴わない遺伝子発現の制御・伝達の変化を

“エピジェネティックな変化”という。この段階では、生息環境やその変化に対して、雑草が耐えるまたは回避することに対応する。具体的には、土壌の乾湿や気温の変化に対して気孔開度を変える、ストレス環境下で生殖成長への移行を早めて種子や栄養繁殖器官の生産を早める、他植物との光競合を優位にするために主茎やツルの伸長を速めること等が挙げられる。これらのことを考えると、“動けない植物”では、この順化や順応の能力が他の生物に比べて長けているように思う。また、このような変化は、景観よりも小さな Community、いわゆる生態学的群落のスケールで起こり、作物種や農地管理方法、さらには後述する土壌条件の違いがフィルタとなって、種のプールがさらに縮小する。

適応は、前述したメンデル性遺伝のことである。つまり、新しい形質を遺伝的に獲得したり、既存形質の最大限の利用によって、個体が遺伝的に変化すること、いわゆる自然淘汰である。一つの集団（個体群）の中には、異なる遺伝形質を有するバイオタイプ（生物型）が存在する。その中で、当該環境に適したまたは競合力が高い形質を有する個体が生き残る。また、それらが獲得した形質が、自然交雑によって後代に伝達される結果として、個体群スケールの変化が起こる。そこにおける種のプールは、いわゆる“ニッチ”

であり、Community よりも更に小さい。話は少し変わるが、メンデル性遺伝以外にも、トランスポゾン、エンドファイト、ウィルス等が植物の遺伝形質を変化させたり、共生したりすることもある。このような適応が単独または積み重なって、交配可能な範囲の小進化や、交配が困難な大進化が起こる。

これらはすべて生存のための変化（広義の適応）であるが、適応できない変化（Damage shift）もある。雑草ではないが、日本では、天然ブナ林の減少もその 1 つであり、その要因として地球温暖化が挙げられている。後述するギンカエデ（*Acer saccharinum*）でも同様なことが起こっている。

(2) 各論

ここからは、環境要因として、温度、二酸化炭素（CO₂）および土壌環境と、雑草の反応や除草剤の効果との関係を取り上げる。ただし、実際は、これらの単独および相互作用に加えて、様々な要素が直接的・間接的、または相乗的・拮抗的に影響しあうこと、これらの変化が複雑かつ非定常な環境下で起こるため、以下の内容はその一部を切り出したものであることを最初に述べておく。

1) 温度

気温の変化は、雑草の生活史における休眠、出芽、成長、開花、結実、枯死に至るまで、各段階に影響する。環

表-1 水稻用アミド系除草剤のタイヌビエに対する残効期間に及ぼす温度の影響

除草剤名	処理量*	残効期間 (日)			
	(g a. i. /ha)	推定値 (**)		実測値 (***)	
		20℃	30℃	20℃	30℃
プレチラクロール	×1/4~1	26~37	12~27	22~32	11~22
メフェナセット	×1/4~1/2	29~40	17~32	16~24	13~22
テニルクロール	×1/4~1	15~31	12~21	8~22	5~12

* : 既定量に対する比率 (プレチラクロール=600 (g 有効成分 /ha), メフェナセット=1,200, テニルクロール=200を既定量とした)
 ** : 薬剤感受性値 (50%阻害, 浅井ら 1997) と本試験の田面水中薬剤濃度から求めた推定値
 *** : 茎葉長が対無処理区比の10%程度まで回復するまでの日数を残効期間の実測値とした。(與語ら 2006)

境変化に対する雑草の反応に関する国内の情報は、このシリーズにおける森田氏や富永氏らの記事をご覧くださいこととして、ここでは海外の事例を若干紹介する。といっても、外来雑草の侵入との関連性が極めて高いことは前述のとおりである。近年、アメリカ合衆国では、アフリカやアジア由来の Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*, ツノアイアシ) や、トウモロコシの寄生植物である Witchweed (*Striga* spp.) 等、熱帯地域由来の雑草が蔓延している。また、すでに侵入しているスイカズラ (*Lonicera japonica*) やクズ (*Pueraria montana*) はその北限を拡大している。

Padalia *et al.* (2015) は、現地調査による生息情報と環境データから動植物の生息適地を推測する MaxEnt (Maximum Entropy) モデルと、気候モデルの1つであるハドレーセンター結合モデルを用いて解析し、ニオイニガクサ (*Bushmint*, *Hyptis suaveolens*) の2050年の潜在分布を高い精度で推測した。ここで興味深いのは、降雨と気温で主成分分析した結果、この雑草の在来地、すなわち元々の生息地と侵入地の分布域(気象のニッチ)が異なっていると推定されたことである。

気候変動による植物の侵入リスク評価には、プロセスベースモデルとニッチベースモデルがある。プロセスベースモデルとしては、個体群動態モデルが有名であるが、対象生物の生理・生態情報を利用した時間的・空間

的分布域の変化過程を解析する。一方、ニッチベースモデルとしては、上述の MaxEnt モデルに代表されるように、生育適地等を推定する。Morin and Thuiller (2009) は、2つの気候変動シナリオにおいて、ギンカエデの2000年の状況と2100年の推測について、それぞれの年の在不在や消失・定着についてプロセスベースモデルとニッチベースモデルで比較した。ここでは分布域が北上するという全体の傾向、すなわち温暖化を反映している点では同様の結果を得たものの、具体的な空間分布は気候変動シナリオよりもモデル間で大きく異なっていた。このことから、それら2つのモデルを統合して侵入リスクを評価することがより正確な推定に寄与するとしている(Branley *et al.* 2010)。

除草剤の効果に及ぼす温度の影響について、著者ら(2006)は、20℃または30℃に設定した人工気象室内で、水稻用アミド系除草剤を田面水に処理し、田面水中の除草剤の減衰とタイヌビエの残効性を調べた。除草剤の田面水中濃度と雑草の除草剤感受性値から求めた推定値と、タイヌビエの生育阻害の実測値のいずれも、残効期間は20℃に比べて30℃で短かった(表-1)。土壌処理型除草剤を考えると、温度の上昇とともに除草剤の有効成分の土壌中分解が早まる。また、雑草の発生期間は、温度の上昇とともに前後に延長する。その両方の要因によって、発消長の後期に発生する雑草への効果が低下することで、残効期間が短く

なり、雑草の蔓延を助長する。

このような理論構築は、上記の試験結果をベースとしたものの、農耕地における除草剤に対する雑草の反応はさらに複雑である。雑草の根部または茎葉部から吸収された除草剤は、作用点まで移行して阻害作用を引き起こす。温度上昇とともに、除草剤の吸収量が増大することで作用点により多く蓄積する一方で、高温ストレスが生じない範囲であれば、その解毒代謝能も高まる。また、雑草自体の成長も早まり、結果として処理時期の遅れによる吸収量の低下や、回復力も高まると想定される。除草剤には、約30種類の異なる作用点があり、また、それとは別に環境中や植物体中の挙動も異なる。さらに水稻用除草剤の場合、混合剤も数多くあることから、地球温暖化が除草効果にどのような影響を及ぼすかは簡単に推測することはできない。

2) 二酸化炭素 (CO₂)

CO₂ は、地球温暖化係数 (GWP, Global Warming Potential) は低いものの、大気中濃度が極めて高く、長寿命温室効果ガス全体で考えると主たる温室効果ガスである。また、光合成をする植物である雑草に目を向ければ、大気中 CO₂ 濃度は極めて重要であり、その濃度に対する反応は、C3植物とC4植物で異なる。これは、両者におけるリブローズ -1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼ / オキシゲナーゼ (Rubisco) の特性が異なり、C3植物に比べてC4植物で葉内の CO₂ 濃度を高く維持できるため、結果として光

合成能力が高まる。つまり、C4 植物では大気中に高濃度の CO₂ は必要ない。しかし、CO₂ 濃度の上昇に伴う C3 植物と C4 植物の優位性については、調べた範囲では明確な知見はなかった。一方、エンバク (*Avena sativa*) とカラスムギ (*A. fatua*)、栽培稲と野生または雑草稲 (いずれも *Oryza* spp.) のように、作物と同種の野生種や栽培しない種が競合する場合、すなわち、光合成機構が同じ C3 または C4 植物同志では、CO₂ 濃度の上昇で雑草の成長が勝ることが多い。また、栄養繁殖する雑草も大気中 CO₂ 濃度の上昇に反応して分布拡大するという報告もある。一般に、雑草は作物に対して競合力が強い印象が強いものの、そのメカニズムについてもまだ不明確なところが多い。

次に、除草剤の効果に及ぼす大気中 CO₂ 濃度の影響について、CO₂ 濃度上昇、たとえば現在の濃度 +160ppm によって効果が低下する、また CO₂ と温度の影響は相加的であるとの報告があるものの、原因は明らかではない。さらに、大気中 CO₂ 濃度の上昇は、土壌の炭素蓄積にも寄与するといわれており、そのことが雑草の成長を助長し、雑草防除効果の低下に結びつくことが考えられるものの、これについても明確な知見はない。

3) 土壌環境

ここでは、土壌と水との関係を、水と土壌の移動 (動的関係) と土壌水分 (静的関係) の 2 つに分けて記述する。

水の移動については、短距離輸送と

長距離輸送がある。短距離輸送の主たるものは縦浸透 (リーチング) である。土壌処理型除草剤の処理直後は、除草剤がまだ土壌にしっかりと吸着していない。そのため、その時期に多量の降雨があると、土壌表層の処理層 (除草剤の濃度が高い部分) が薄まり、その下層の濃度が高まる等の変化が生じる。結果として、土壌表層に分布する雑草の効果が低下する。一方、土壌混和処理の目的を考えると、そのような条件下では、土壌の深くから発生する雑草への効果は高まるようにも思える。また、処理後にしばらく乾燥が続いた後に、十分な降雨があると雑草への効果が高まることもある。これはその時期に雑草が急激に出芽・成長して、除草剤を一気に吸収するためとも考えられるが、実際はそんなに単純ではなさそうである。

次に、長距離輸送である。移動するものとして水と土壌がある。水の移動については、雑草種子や栄養繁殖器官はその流れとともに移動する。イヌホタルイ (*Schoenoplectus juncooides*) やコナギ (*Monochoria vaginalis*) 等の水田雑草の種子は、水に浮遊し、排水路などを經由して、別の水田に移動する。Shi et al. (2021) は、ほとんどの雑草種子は浮力を持ち、それはその微細構造によって決定されるとしている。具体的には、種子の形、通道組織、柔組織、木化した組織が関与し、浮遊性を利用して種子を除去する雑草対策を提案している。また、アレチウリ (*Sicyos angulatus*) の種子や、

ナガエツルノゲイトウ (*Alternanthera philoxeroides*) の茎や根の断片等の栄養繁殖器官は、河川の流れを利用して下流域に移動し、土壌や底質に付着・定着することで、分布域を広げる。しかし、これらの種子や栄養繁殖器官は、それ以外にも用水路等を利用して別の流域にも分布域を広げる。そのため、当初の分布源より高いところにも蔓延する、つまり孟子が唱えた「水の低きに就くが如し」とは、必ずしもならない。

続いて、土の移動である。「地球温暖化」において、農業や人間生活に最も大きな影響を及ぼすのが「極端気象」である。この極端気象では、地球規模で見れば、豪雨と乾燥が大きな揺れ幅で生じる。温暖化によって、大気中水分が上昇するため、このような現象が生じるのは想像に難くない。豪雨等による土壌侵食によって、土壌とともにそこに混入した雑草種子や栄養繁殖器官が運ばれる。運ばれた種子等は、土壌が移動した地点で発芽・出芽・成長して、さらに分布範囲を広げる点では、水の移動と同様である。なお、極端気象といえば、河川の氾濫が想定され、そこでは土壌も水も大きく移動するが、ここでは割愛する。

次に、畑作における土壌水分 (静的関係) の影響である。土壌中の水分が過度に多いと、畑作物の生育障害や遅延、いわゆる湿害が生じる。そのことにより、作物の被度が低下するとともに、湿害に強い水陸両用の湿生雑草の競合性が高まる。逆に、カラスムギの

ように、湛水条件に弱い雑草もあり、そのような雑草に対しては、田畑輪換によって埋土種子量を減少させることができる。一方、乾燥は大陸性気候の畑作地帯でよく起こる現象であるが、乾燥に弱い浅根性の作物の生育が遅延し、乾燥に強い深根性の雑草の生育が作物との競合に優位となる。

除草剤の効果に及ぼす土壌水分の影響について、雑草は土壌溶液を介して除草剤を吸収するため、土壌水分が少ないとその分除草剤を吸収しにくくなる。実験室実験等において、土壌全体が均質に適度な畑水分条件を維持すれば、どの深さからの雑草も一斉に発芽するものの、発生深度が浅い雑草が先に出芽し、その後発生深度が深い雑草が追従する。しかし、現場の畑圃場では、土壌水分は土壌の深さごとに異なるとともに、特に土壌表面は日変化が激しい。そのことが雑草の発消長に大きく影響する。たとえば、土壌表面が乾燥した条件では、土壌の深いところから発生する個体が、土壌表面近くから発生する個体と同時に、場合によっては先行して出芽することもある。そのような場合、除草剤の吸収部位が土壌表面近くにあると、薬剤との接触が少ないまま出芽することになる。

おわりに

近年の地球温暖化（気候変動）に対して、国内外および国際協調として、“CO₂のゼロエミッション”のような緩和策を目指した取り組みがなされて

いる。また、冒頭に書いた『地球の限界（プラネタリー・バウンダリー）』は、持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals）、いわゆるSDGsとも密接に関係しており、その目標13は「気候変動に具体的な対策を」と主張している。しかし、それらの目標を目指しつつも、現実的には地球温暖化をある程度享受しつつ、並行して適応策を進める必要があろう。

そこでは、雑草の環境適応能力と人間の適応策や緩和策の実行力との競争になるが、その際雑草には土壌侵食防止等のメリットもあり、昨今問題となっている新型コロナウィルス、鳥インフルエンザ、豚熱の感染問題とはアプローチも異なると思われる。そのことから、環境変化と雑草管理については、俯瞰的に捉えつつ、対象地域の状況に応じた総合的管理体系を構築することが強く求められる。

参考文献

- Amare, T. 2016. Review on Impact of Climate Change on Weed and Their Management. *American J. of Biol. and Environ. Stat.* 2, 21-27.
- Arthur, T. *et al.* 2015. A Comparison of the Costs and Effectiveness of Prevention, Eradication, Containment and Asset Protection of Invasive Marine Species Incursions. *ABARES*. 1-46.
- Barton J. *et al.* 1997. A model protocol to assess the risks of agricultural introductions, *Nature Biotechnology*, 15, 845-848.
- Bradley, B.A. *et al.* 2010. Predicting plant invasions in an era of global change. *Trends in Ecol. and Evol.* 25, 310-318.
- Conko G. *et al.* 2016. A risk-based approach to the regulation of

- genetically engineered organisms. *Nature Biotechnology* 34 (5), 493-503.
- Department of Primary Industries, a division of NSW Department of Trade and Investment, Regional Infrastructure and Services 2013. New south wales Biosecurity Strategy 2013-2021, 1-47.
- Hobbs R. J. and S. E. Humphries 1995. An Integrated Approach to the Ecology and Management of Plant Invasions. *Conservation Biol.* 9, 761-770.
- Invasive Plants and Animals Committee 2017. Australian Weeds Strategy 2017-2027, 1-43.
- 環境省 2020. 気候変動影響評価報告書、総説 (pp.91) および詳細 (pp.466)
- Morin, X. and W. Thuiller 2009. Comparing niche- and process-based models to reduce prediction uncertainty in species range shifts under climate change. *Ecology*, 90, 1301-1313.
- 西田智子ら 2013. 自然植生保全地域における緑化植物の生態的影響と管理. *雑草研究* 58, 85-89.
- Padalia, H. *et al.* 2015. How climate change might influence the potential distribution. *Environ. Monit. Assess.* 187, 210.
- Peters, K. *et al.* 2014. Impact of climate change on weeds in agriculture: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 34, 707-721.
- Ramesh, K. *et al.* 2017. Weeds in a Changing Climate: Vulnerabilities, Consequences, and Implications for Future Weed Management. *Front. in Plant Sci.* 8, Article 95.
- Shi, X. *et al.* 2021. Microstructure determines floating ability of weed seeds, *Pest Management Science* 77, 440-454.
- Steffen, W. *et al.* 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347 (6223), 1259855.
- 與語靖洋 2018. 第3章 環境変動が雑草の生態や管理に及ぼす影響, シリーズ21世紀の農学「大変動時代の食と農」日本農学会編, 養賢堂, 41-58.
- 與語靖洋ら 2006. 水稲用アミド系除草剤のタイムピエに対する残効期間に及ぼす温度の影響. *雑草研究* 51(別), 142-143.

気温上昇のもとでの水田雑草の動態変化を考える

森田 弘彦

2007 年の IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第 1 作業部会報告書によると、「今後 20 年間の気温の上昇は 10 年あたり約 0.2℃」と予測された。この予測値は平均値であるので、特定の地域については、一時的な気温の低下を含めた気候変動幅の増大として現れることが懸念された。日本付近では 100 年後に地上年平均気温の上昇が東北以南で 3～4℃、東北以北で 4～5℃と予測された（清野 1999）。さらに、2013 年公表の第 5 次評価報告書で上記部会は「気候システムの温暖化は疑う余地はない」として「今世紀末の世界平均気温変化（1986～2005 年の平均値に対して）は RCP2.6 シナリオによれば 0.3～4.8℃の範囲（環境省 2014）」との可能性を示した。温暖化を中心とする気候変動に対しての雑草科学の主要な課題は、①雑草の種構成と分布、②雑草の個生態、個体群生態および群落生態、③化学的手段を中心とする防除方策、への影響を解明して対応策を構築することである。ここでは、主に水田雑草防除への気温上昇の影響を、雑草の種構成と分布の変化および水田の主要雑草である雑草ヒエの葉齢進展速度の変動の面から考える。

（本稿は、2009 年 12 月に開催された植物保護シンポジウム「気候変動と農業科学—植物保護を考える—」における話題提供要旨「地球温暖化と水田雑草の動態の変化」に加筆・修正したものである）

1. 温暖化による雑草種の分布の変化

日本に分布する水田雑草の種の構成や特徴に関しては、笠原（1968）が詳細に調べ、「水田雑草は 191 種。そのうち 160 種が朝鮮・中国と共通、特に畦畔雑草に共通種が多く、日本列島が大陸から離れた当時の共通自生種。」とし、また、「61 種が中国中南部から東南アジア方面からの史前帰化植物。水田への帰化植物は近年（1950～60 年代）、アメリカアゼナ（*Lindernia dubia*）、ウキアゼナ（*Bacopa rotundifolia*）、ヒレタゴボウ（*Ludwigia decurrens*）、キシウスズメノ

ヒエ（*Paspalum distichum*）、ホソバヒメミソハギ（*Ammannia coccinea*）などが侵入した。歴史時代を通じて帰化植物が侵入した畑雑草とは異なる水田雑草の特徴。」とした。史前帰化植物については、縄文時代晩期から中世にかけての農耕地遺跡の埋土種子の分析で検証された（笠原 1982）。

すなわち、日本の水田雑草は、①中国中南部から東南アジアにかけての地域から稲作の導入時に史前帰化植物として侵入した「在来雑草種」、②南北アメリカ大陸から帰化して 1950～60 年代に定着した「帰化雑草種」で構成されてきた（図-1）。②としては、上記の帰化雑草種に加えて、オオクサキビ（*Panicum dichotomiflorum* 1920 年

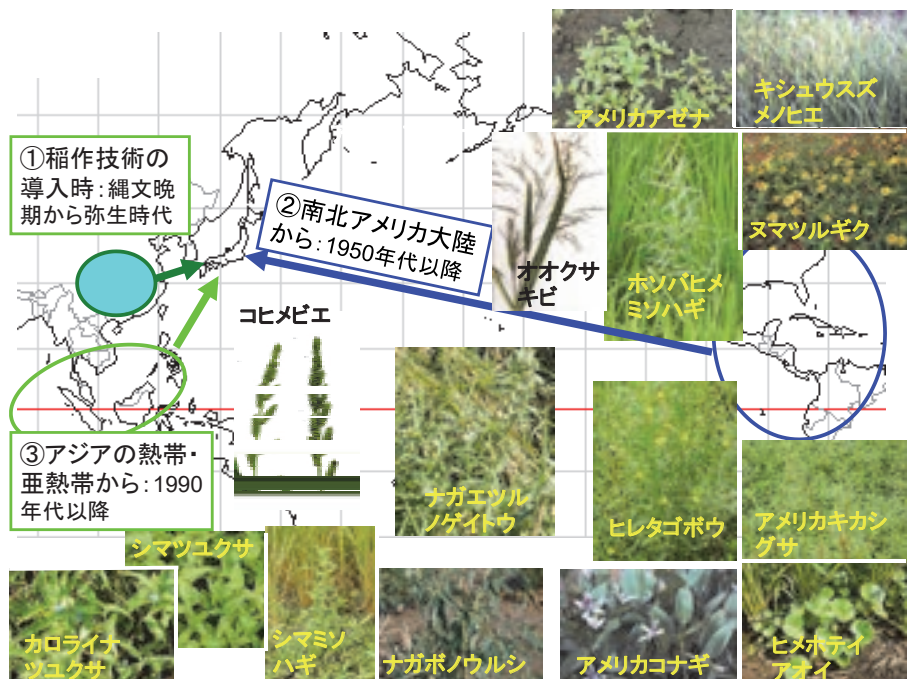


図-1 日本の稲作への水田雑草の侵入に関する概略のイメージ（笠原 1968, 1982 など进行参考）

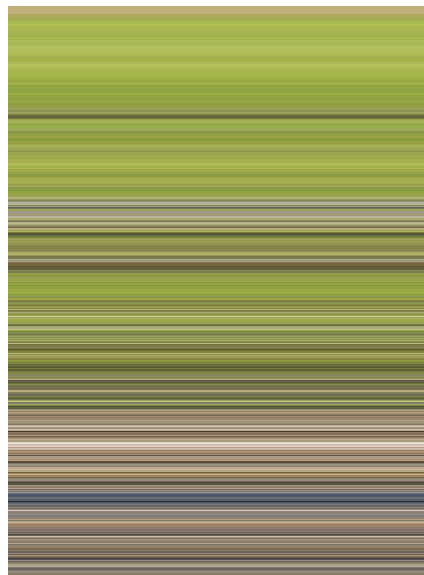


図-2 イネの収穫後に畦畔と水田内で出穂する関東地方のアゼガヤ（茨城県取手市 2017 年 10 月）

表-1 関東・北陸地方各県における水田雑草アゼガヤの植物誌などでの記録と観察情報（森田 2019 を再編・加筆）

県	県単位の植物誌などでの記載内容	筆者による水田地帯での観察(場所・年)
茨 城	茨城県植物誌(1981) まれ（常陸太田市、加波山）	取手市吉田(畦畔:2017) 牛久市(研究所ほ場:2015)
埼 玉	1998年版 埼玉県植物誌(1998) 県内の台地・低地の水田の畦など（分布図:西部山岳地帯を除き、東部平坦部に分布の点）	行田市(直播田:2015) 鴻巣市(試験ほ場:2019)
千 葉	千葉県自然誌 別編4 千葉県植物誌(2003) 県内では少なく、南部にはみられない。用水路や池の岸辺に生育。	我孫子市(畦畔、刈り跡水田:2019、2020)
栃 木	宇都宮市の水辺の生物 I —池沼・湧水・湿地—(1996) 記載なし	下野市(農道、畦畔:2020)
長 野	長野県植物誌(1997) 標本:長野市松岡 分布:北部、県内では上記の標本のみ。	須坂市(農試ほ場:2018)
石 川	石川県植物誌(1983) 記載なし	金沢市千田町(畦畔:2018)
新 潟	新潟県植物分布図集～第20集(～2000) 記載なし	三島郡与板町(現長岡市、移植田:2004) 上越市稲田(試験ほ場:2019)
神奈川	神奈川県植物誌 2001(2001) 水田、池沼のほとり、湿地に生える。「神植誌88」の調査時には横浜市金沢区と小田原市下曾我で採集されたのみだったが、今回の調査で新たに10地点で見つかり、県内ではさほど稀ではないことがわかった。	(観察の機会を得ず)
群 馬	群馬県植物誌(1987) 産地:桐生市など各地。備考:畦、湿地。ややまれ。	
山 梨	山梨県植物誌(1981) 記載なし	
富 山	富山県植物誌(1983) 記載なし	
福 井	福井県植物誌(1998) 記載なし	

1) 森田(2019)の表1、表2を再編・加筆して作成。

代), ナンゴクヒメミソハギ (*Ammannia auriculata* 1960 年代), アメリカコナギ (*Heteranthera limosa* 1970 年代), ヌマツルギク (*Spilanthes amerciana* 1970 年代), ショクヨウガヤツリ (*Cyperus esculentus* 1980 年代) などの帰化植物が水田雑草に加わり, その後もアメリカカキカシグサ (*Rotala ramosior* 1990 年代) やヒメホテイアオイ (*Heteranthera reniformis* 1990 年代) などが関東地方の水田にも発生しており, 日本の水田で雑草となりうる植物の南北アメリカ大陸からの侵入が続いている。さらに上記の②に加えて, コヒメビエ (*Echinochloa colona* 1990 年代), カロライナツユクサ (*Commelina caroliniana* 2010 年代), シマツユクサ (*C. diffusa* 年代不詳) など史前帰化植物の時期には侵入しなかった熱帯・亜熱帯の水田雑草種が侵入し, 新たな③「東南アジアなど熱帯・亜熱帯からの帰化種」とみなすことができる。この帰化種の例としては, 1920 年に山口県で記録されたシマミソハギ (*A. baccifera*) が関東地方の水田で見られるようになり (森田 2020), 1965 年に熊本県で

記録されたナガボノウルシ (*Sphenoclea zeylanica*) が福岡県北部 (田中・後藤 2020) や長崎県, 鹿児島県 (私信 林伸英氏 2020; 濱崎翔悟氏 2021) の水田に出現した。これらの例では初めに確認された場所からの拡散か, それとは別の経路からの侵入かという点が解明されていないものの, 帰化が知られてから長い年月の後に国内での分布を広げつつあるようにみえる。熱帯アメリカ原産で東南アジアなど熱帯に広く分布しているナガエツルノゲイトウ (*Alternanthera philoxeroides* 1980 年代) は関東地方の水田にも侵入しており (嶺田・芝池 2019), 上記の②, ③の両方の可能性をもつ種と言える (図-1)。上記の植物種について, ②ではアクアリウムなどでの水草からの逸出, ③では「輸入園芸用土由来」などが主な侵入経路と考えられる (植村 2012)。[ここでの主要な種の帰化年代は「日本帰化植物写真図鑑 2001, 同 第 2 巻 増補改訂 2015」などに拠った。]

「在来雑草種」の動態の変化も課題となる。熱帯・亜熱帯から日本の温暖

地にかけての水田に発生するアゼガヤ (*Leptochloa chinensis*) は, 北陸地方と関東地方の一部の県では概ね 2000 年頃までの県植物誌などに記載のない状況であったが, 近年これらの県の水田での生育が観察されており, 分布の東進が認められる (森田 2019, 表-1)。千葉県や茨城県での筆者の観察では, 水田内部ではイネ収穫後に繁茂・出穂が見られる (図-2) ことから繁殖体 (種子) が水田内に存在すると考えられるが, イネの立毛中で繁茂・出穂する九州地方や中国地方とは発生活長を異にする可能性がある。

ここで述べた海外からの雑草種の帰化や「在来雑草種」の国内での分布の変化について, 温暖化・気温上昇との因果関係はほとんど解析されていない。例えば, 北海道の水田用除草剤適用性試験では, 全国的に主要な雑草種のうちコナギ, ミズガヤツリおよびクログワイが対象外である, 前の 2 種は北海道にも分布する (合田 2004) ことから, 気温上昇やイネの栽培技術の変化は北海道でのこれら雑草種の顕在化を促す要因となり得る。それぞれ



図-3 熱帯・亜熱帯の水田に広く生育するコヒメビエ（フィリピン ルソン島中部 2008 年 8 月）

の地域における水田雑草種の動態の変化の把握・集積・解析・発信を継続的に担う体制づくりが求められる。

2. 熱帯・亜熱帯産の雑草ヒエ、コヒメビエの侵入と定着への気温上昇の影響予測

熱帯・亜熱帯を原産地とする植物が日本の水田で雑草となるためには、繁殖体の再生産と越冬能力が必要となる。そこで、1990 年代に九州地方の熊本県や宮崎県に侵入した、熱帯・亜熱帯の強害雑草であるコヒメビエ（図-3）につき、繁殖体である種子の越冬性を温度条件から解析した（森田 1996, 1999a）。

熊本県玉名市産コヒメビエ種子は -5°C の温度条件で死滅したことから、「九州地方のある地点において、冬季の 11 月から翌年の 3 月までに最低気温が -5°C 以下となる日数を求め、1988 年から 1992 年までの 5 年間の総日数が 4 日以上となる場合に、その地点ではコヒメビエは定着できない」と仮定した。冬季の気温の得られた 114 地点のうち、コヒメビエの定着が不可能と推定された地点は、対馬



① 1988～92年の気温値



②「①」の日最低気温 1°C 上昇
A~C: 1993 年時点での分布確認地点

図-4 凍結処理での死滅温度を基に推定した、九州地方におけるコヒメビエ種子の越冬不可能な地点（●）と可能な地点（●）（森田 1996 を改編）

北部、九州山地や筑紫山地、島原半島の山地など 32 地点であり、コヒメビエが実際に発生している玉名市および佐土原町を含めた平野部のほとんどの地点ではコヒメビエは定着できると推定された。一方、毎日の最低気温が 1°C 上昇した場合を想定すると、定着不可能と推定した 32 地点のうち 7 地点ではコヒメビエは定着可能となると推定された（図-4）。

2006 年から 2007 年にかけての、九州地方の水田とダイズ栽培圃場でのコヒメビエの発生状況の調査では、ダイズ圃場を中心に全域での分布が確認され、熊本県と大分県では上記の「定着不可能と推定された地点」でも確認されたことから、地点の外部からの恒常的な種子の供給や種子の越冬条件の変化の可能性が論じられた（住吉・保田 2009）。

熱帯・亜熱帯から侵入する雑草種の越冬・定着には多くの要因が関与すると考えられるので、他の要因を踏まえたより実証的な検討が必要である。

3. 水稻関係除草剤適用性試験などにおける雑草ヒエの葉齢進展の早進化

ノビエと総称される雑草ヒエの葉齢は水田用除草剤の処理適期の晩限として使用基準に明記されていることから、現時点においても気温上昇による雑草ヒエの葉齢進展の早進化で適期処理を逸し、除草効果の低下を招くことが懸念されている。

富山県では、農林水産総合技術センター農業研究所（富山市吉岡）の水田で 1987～2008 年を前後の 11 年に区切ると、1998～2008 年でのノビエの葉齢展開がそれ以前より 2 日程度早進化した（守田 2008, 図-5）。アメダス：富山の気温値から算出すると、5 月の月平均気温の 11 年間の平均値は前半で 16.5°C 、後半で 17.7°C となる。

（公財）日本植物調節剤研究協会（植調協会）の「水稻関係除草剤 適用性試験」について、1989 年から 2015 年までの期間を 3 区分し、移植日から「ノビエ」の発生始期、2 葉期、4 葉期に達するまでの日数が北海道から

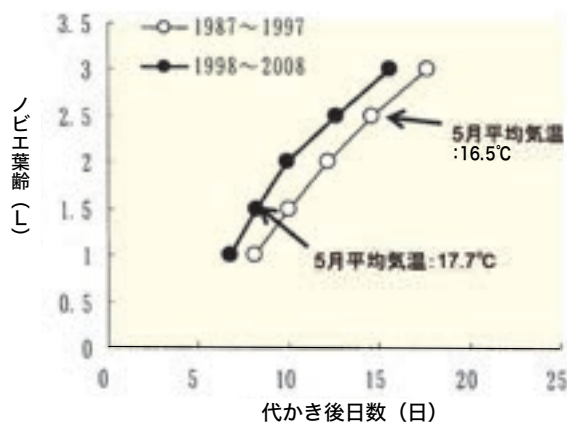


図-5 富山県農業研究所における水田雑草「ノビエ」の葉齢展開の早進化（守田 2008，植調 42(9)に気温値を加筆）

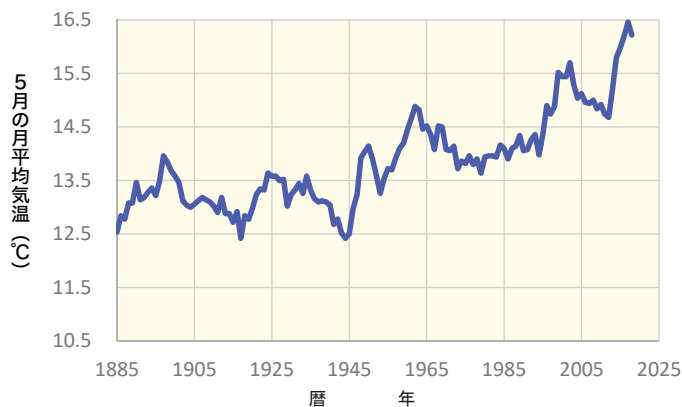
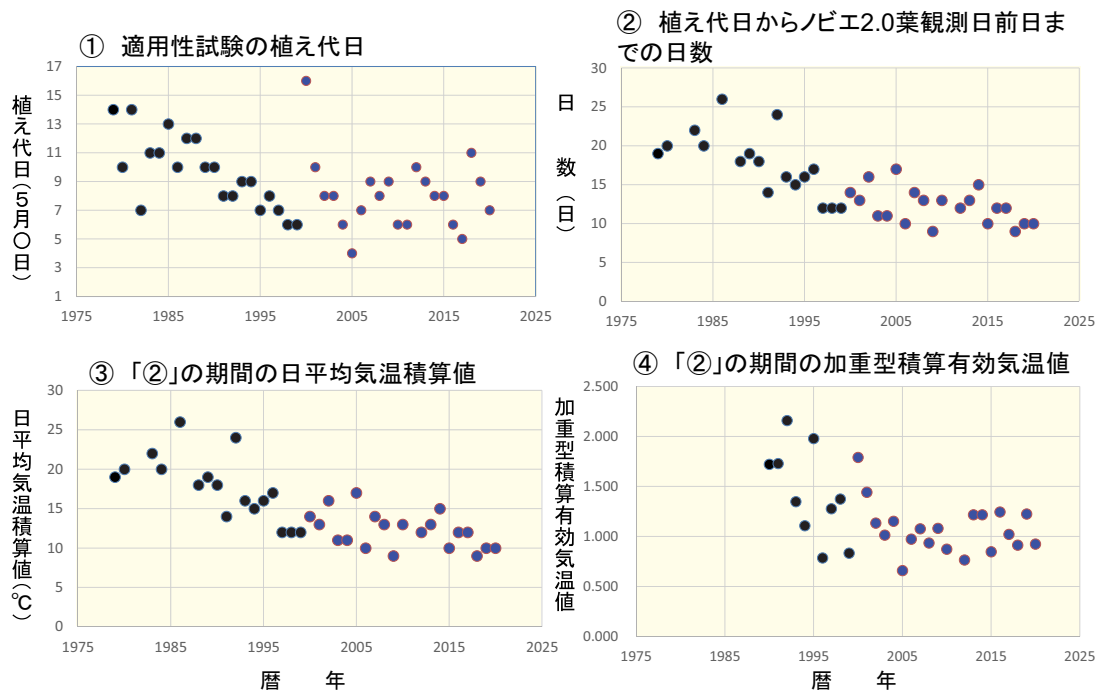


図-6 秋田県秋田市における 5 月平均気温の推移（気象庁 HP，アメダス「秋田」のデータを前後 2 年を含む 5 年の移動平均として作成）

九州までの地域ごとに解析され、「各地域とも明らかに早まり、特に北陸地域（約 25 年間での上記ノビエ生育期の早進日数・以下同：1，4，6 日），関東・東海地域（2，3，5 日），東北地域（2，3，4 日）での前進化が目立った。」，「葉齢進展が早まった要因としては，地球温暖化により代かきや移植時期の気温・地温や水温が高まったことがまず挙げられる。」とされた（濱村 2016）。

期間を区切った解析とともに，雑草ヒエの葉齢進展について変動する気温条件を通した把握も必要である。植調協会の委託により，秋田県農業試験場作物部（1999 年までは秋田市仁井田，2000 年に秋田市雄和に移転）で 1979 年から 2020 年までに移植栽培で実施された「水稻関係除草剤 適用性試験」において，植え代日（図-7 ①）から「ノビエ」の最大葉齢 2.0 の観測日の前日までのデータを用いて，年次

変動の気温値からの解析を試みた。秋田市における 1888 年以降の 5 月の月平均気温（該当年の前後 2 年間を含む 5 年の移動平均）は，約 10 年の期間内では低下する場合もあるものの，長期的には上昇傾向にある（図-6）。上記期間の日数および日平均気温の積算値は，秋田農試の移転前後を通して，長期的には暦年の進行，すなわち気温の上昇に伴って短縮する傾向にある（図-7 ②，③）。このことは，「一定の



●：秋田市仁井田 ●：秋田市雄和

図-7 秋田県農業試験場における植え代日から「ノビエ」の最大葉齢 2.0 の観測日の前日までの日数，日平均気温積算値および積算有効気温値の推移（同場での水稻新除草剤適用性試験・移植栽培のデータおよびアメダス「秋田」の気温値より作成）

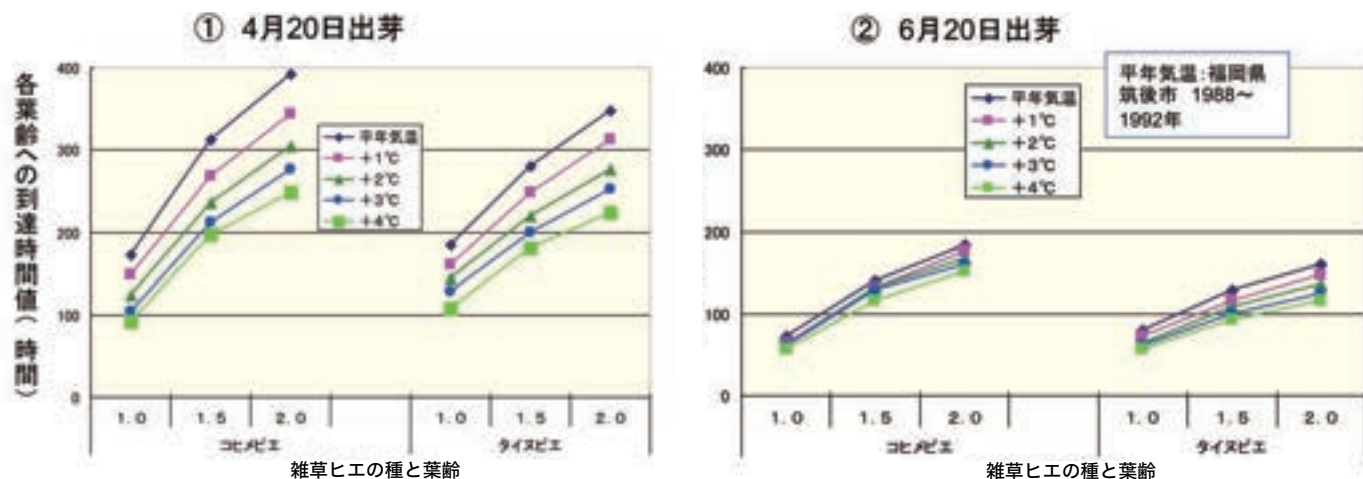


図-8 加重型積算有効気温により推定したコヒメビエとタイヌビエの葉齢進展に及ぼす気温上昇の影響（森田 2004 を改編）

葉齢に達するのに要する積算温度が気温の上昇に伴って減少する」のではなく、「葉齢の進展に無効な気温値が積算温度に含まれる」ことを意味する。そこで、 0.1°C きざみの1時間ごとの気温値を葉齢進展の有効度に換算し、一定の葉齢進展に必要な期間に経過した1時間気温値の換算値の積算値として表示する、加重型積算有効気温（森田 1999b, 2004, 2017）でこの期間を示すと（「ノビエ」をタイヌビエとして算出）、2000年頃までは不明の要因で変動したものの、2002年以降では気温上昇を伴う暦年に関わらずほぼ一定の幅に収まる傾向（図-7④）を示すことから、加重型有効積算気温値は気温の変動のもとで一定性を維持する指標となりうる。〔公財 日植調協会と秋田県農試には水稻関係除草剤適用性試験でのノビエ葉齢のデータ使用を承諾いただいたので、お礼申し上げます。〕

雑草ヒエの葉齢進展についての長期間にわたるデータは（公財）日本植物調節剤研究協会の「水稻関係除草剤適用性試験」に蓄積されている。適用性試験で集積された大量のデータは今後も多様な視点から解析されることが考えられるが、気温変動の条件下でも一定性を示す指標は温暖化の影響の解析に有効と考えられる。

4. 気温上昇が雑草ヒエの葉齢進展に及ぼす影響を加重型積算有効気温で試算

想定される温暖化での気温上昇による水田雑草、特に雑草ヒエの生育の変動を予測することは効果的な防除法の策定に必要となる。雑草ヒエの葉齢進展を積算温度で示す多数の関係式が提示されており（森田 2016）、これらの式に平年値など基準となる温度値と想定される上昇温度値を用いることでその変動を予測できる。ここでは、1時間気温値の雑草ヒエの葉齢進展への換算値を積算値とする加重型積算有効気温（森田 1999b, 2004, 2017）を用いた予測の例を紹介する。

(1) 気温上昇による葉齢進展への影響のタイヌビエとコヒメビエの種間差異

タイヌビエとコヒメビエの出芽から2.0葉期に達するまでの加重型積算有効気温値を実験的に求め、九州北部の福岡県筑後市（現：農研機構 九州沖縄農研センター筑後・久留米研究拠点（筑後））での1988～92年の5年間の4月から6月の1時間気温値の平年値を基準（平年値）とし、毎時 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$ の気温上昇を設定して、温暖化

の葉齢進展への影響を算出した（森田 1999a, 2004）。

北部九州での水稻早期栽培にあたる4月20日の雑草の出芽を想定した場合、 4°C の気温上昇により、2.0葉期への到達は平年値に比べてコヒメビエで144時間、タイヌビエで128時間早まるが、普通期栽培にあたる6月20日の出芽の場合には、平年値からの短縮はコヒメビエで32時間、タイヌビエで44時間と試算された（図-8）。すなわち、葉齢進展速度への気温上昇の影響は雑草ヒエの出芽（概ねイネの移植時に相当）時期により異なり、また温帯産のタイヌビエと熱帯・亜熱帯産のコヒメビエ間でも異なった。2葉期までの雑草ヒエに有効な除草剤を使用する場合、 4°C の温暖化によりその処理晩限が、コヒメビエでは早期栽培での6日から普通期栽培での1.3日、タイヌビエでは同様に5.3日から1.8日早まることになる。本試算による葉齢進展の促進は除草剤の使用条件からみると大きな変動であり、作期によって雑草ヒエ種間で変動の程度が異なることは、将来両種が共存した場合などに問題となる可能性がある。なお、温暖化に伴って、イネの作期やイネの生長速度など雑草の発生生態に強く影響を及ぼす要因も変動する



図-9 湛水土壤中直播水田における最大葉齢 3.0 (⇒) のタイヌビエ群落 (円内: イネ, 秋田県由利本荘市 2013 年 6 月)

ため、具体的にはこれら要素の変動と本結果を併せた検討が必要である。

(2) 湛水土壤中直播水田におけるタイヌビエの葉齢進展への気温上昇の影響

水稻の直播栽培の雑草制御では除草剤の適正使用が成否の要となることから、雑草ヒエの葉齢進展の把握が移植栽培の場合よりさらに重視される(森田 2016, 図-9)。水稻直播研究会では技術情報提供の一環として、東北地方 6 県と北陸地方 4 県の主要なアメダス 120 地点における 1988 年から 2017 年まで(欠測年などを除く)の毎時気温値を平均して「平年値」を算出し(気象庁の HP には毎時気温値の平年値がないため)、秋田県由利地域振興局管内の実測値から得た湛水土壤中直播水田でのタイヌビエの葉齢進展と加重型積算有効気温値との関係式(森田ほか 2014)を組み合わせた「タイヌビエの最大葉齢 2.0, 2.5, 3.0 への到達日を予測」するエクセルファイルを作成した。予測対象の年について、毎時気温値の「平年値」を当日の前日までのアメダス毎時気温値に置き換えることにより、当日以降が平年値で推移した場合の各葉齢への到達日を算出するファイルで、水稻直播栽培に取り組む関係者などに配布している(入手など詳細は水稻直播研究会事務局: 電話 03-6379-4534 に照会されたい)。

表-2 東北地方、北陸地方などのアメダス地点における、5 月 1 日仕上げ代とした湛水土壤中直播水田でのタイヌビエの葉齢到達日の気温上昇による変動の試算¹⁾

アメダス地点	青森			弘前			盛岡			紫波			秋田			本荘		
タイヌビエの葉齢	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0
葉齢到達の平年値(5月〇日)	26	29	32	24	27	30	23	26	29	24	27	30	21	23	26	22	24	27
平年値 ²⁾ 1時間気	1℃	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4
からの前 温値の上	2℃	7	8	8	6	7	8	6	6	7	7	7	5	5	6	6	6	6
進(日) 昇幅	3℃	10	10	11	9	10	11	8	9	10	9	10	7	7	8	8	8	9
アメダス地点	仙台			古川			山形			鶴岡			福島			若松		
タイヌビエの葉齢	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0
葉齢到達の平年値(5月〇日)	19	22	24	21	24	26	18	20	23	19	21	23	15	17	20	17	20	22
平年値 ²⁾ 1時間気	1℃	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2
からの前 温値の上	2℃	5	5	5	5	6	6	5	5	6	5	5	4	3	5	4	5	5
進(日) 昇幅	3℃	6	7	7	8	8	8	6	6	8	7	7	5	5	6	5	6	6
アメダス地点	新潟			高田			富山			砺波			金沢			輪島		
タイヌビエの葉齢	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0
葉齢到達の平年値(5月〇日)	16	18	21	15	18	20	14	16	19	15	18	20	14	16	18	18	20	23
平年値 ²⁾ 1時間気	1℃	2	2	2	2	3	2	2	1	2	1	2	2	2	2	3	3	3
からの前 温値の上	2℃	4	4	5	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	5	5	5
進(日) 昇幅	3℃	5	5	6	4	5	6	4	4	5	4	5	4	4	5	6	6	7
アメダス地点	福井			敦賀			穂高			揖斐川			四日市					
タイヌビエの葉齢	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.5	3.0			
葉齢到達の平年値(5月〇日)	13	15	17	13	15	17	17	20	22	12	14	16	13	15	17			
平年値 ²⁾ 1時間気	1℃	2	1	2	2	1	2	3	2	1	1	1	2	2	2			
からの前 温値の上	2℃	3	3	3	3	3	4	5	5	2	2	3	3	3	3			
進(日) 昇幅	3℃	3	4	4	4	4	6	7	7	3	4	4	3	4	4			

1) 1時間気温値を用いた加重型積算有効気温(森田 1999b, 2004, 2017)による。

2) 気象庁HPの1988年から2017年(欠測などを除く)の「毎時(1時間)気温値」の平均値。

上記 10 県の各 2 地点に、水稻直播研究会との連携のある長野県安曇野市(アメダス:穂高)、岐阜県大野町(同:揖斐川)、三重県菰野町(同:四日市)を加えた 23 地点について、5 月 1 日を仕上げ代日とし、毎時気温値を「平年値」から 1, 2, 3℃の上昇幅に想定した場合のタイヌビエの最大葉齢 2.0, 2.5 および 3.0 への到達日を、「平年値: 5 月〇日」と「平年値からの前進日数」として試算した。「青森」から「四日市」にかけての地点での各葉齢への前進日数は、1℃の上昇で 4 日～1 日、2℃で 8 日～2 日、3℃で 11 日～3 日と試算され、前進する日数は低緯度の地点より高緯度の地点で大きくなり、地点間の比率では気温の上昇幅の影響は小さい、などの傾向を認めた(表-2)。タイヌビエの各葉齢への到達日に対する気温上昇の影響が高緯度の地点で大きいことに関しては、加重型積算有効気温での「葉齢進展の有効度」で 11.9℃以下の気温値を有効度 0 に設定しているため、気温上昇で毎時気温値が有効な温度域となることが要因と考えられる。このことは、

上述の「(約 25 年間のノビエ生育期について)北陸地域、関東・東海地域、東北地域での前進化が目立った(濱村 2016)。」との地域間差異の解析の一助となる。

水稻直播栽培での仕上げ代日や播種日はそれぞれの地点における気温条件などの変動を考慮して微調整されることから、いきなり本試算のような変化が起きるものではないが、温暖化対応技術の長期的見通しの策定での活用を期待したい。

水田雑草の生態と制御の研究において、温度要因に関しては主に、種子の発芽・出芽や栄養繁殖体の萌芽、幼植物の成長との関係で多くの研究成果が蓄積されてきたが、これらの成果を気温上昇への対応の視点から活用しているとは言えない状態にある。一方、夏季に高温となる年が続いていることから、気温上昇の影響予測とその検証を並行して行うことの可能な段階に至っていると言えよう。「温暖化」は気温以外の要素も関わるため、二酸化炭素の排出削減に寄与する雑草制御手段な

どの気温上昇を回避する技術開発と併せて、植物防疫の関連分野との連携の下に気候変動に対応した雑草科学の展開をはかる必要がある。

引用文献

- 合田勇太郎 2004.『北海道植物誌—北海道植物分布記録保存集—』, 中西出版, pp.333, 343.
- 濱村謙史朗 2016. 水稲除草剤試験からみたノビエの葉齢進展の変化, 植調 49(10), 319-320.
- 環境省 2014.『IPCC 第5次評価報告書の概要—第1作業部会(自然科学的根拠)—』, http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wgl_overview_presentation.pdf (2021年2月9日アクセス確認)
- 笠原安夫 1968.『日本雑草図説』, 養賢堂, pp.1-10.
- 笠原安夫 1982. 出土種子からみた縄文・弥生期の稲作, 歴史公論 74 (1), 78-89.
- 嶺田拓也 2015. 荒川中流域の埼玉県川島町・桶川市におけるヒメホテアオイ (*Heteranthera reniformis* Ruiz et Pavon) の定着, 雑草研究 60(1), 9-12.
- 嶺田拓也・芝池博之 2019. 水田に侵入したナガエツルノゲイトウの防除体系の検討, 日本雑草学会第58回大会講演要旨集, 37.
- 森田弘彦 1996. 九州地方に発生したコヒメビエの小穂と穂の形態と低温での種子の死亡条件から推定した定着不可能地点, 雑草研究 41(2), 90-97.
- 森田弘彦 1999a. 温暖化と外来雑草の定着, 『河野昭一・井村治編 環境変動と生物集団』, 海游社, pp.109-119.
- 森田弘彦 1999b. 1時間気温値の加重型有効積算気温を用いた野生ヒエとイヌホタルイの葉齢進展, 雑草研究 44(3), 218-227.
- 森田弘彦 2004. 発生生態の解明と実用的識別法に基づくイネ科水田雑草の制御戦略に関する研究, 九州農研報告 44, 1-53.
- 森田弘彦ら 2014. 秋田県由利地域振興局管内の湛水直播水田におけるタイヌビエおよびイヌビエの葉齢進展, 雑草研究 59(3), 175-179.
- 森田弘彦 2016. 雑草ヒエの葉齢推定指標としての積算有効温度, 植調 49(10), 310-318.
- 森田弘彦 2017. 湛水土中直播水田における雑草ヒエの重要性和葉齢進展の年次変動の試算, 水稲直播研究会誌 40, 53-60.
- 森田弘彦 2019. 雑草のよもやま 15 水田の一年生雑草アゼガヤの東進—東日本での目撃情報—, 植調 52(11), 694-695.
- 森田弘彦 2020. 雑草のよもやま 22 水田雑草の「ヒメソハギ類」に加える, 古参の帰化種シマミソハギ, 植調 54(9), 262-263.
- 守田和弘 2008. 富山県における水田雑草防除の現状と問題, 植調 42(9), 361-365.
- 清野 裕 1999. 環境変動と農林業生態系, 『河野昭一・井村治編 環境変動と生物集団』, 海游社, pp.1-16.
- 住吉 正・保田謙太郎 2009. 九州地域の水田地帯における2006～2007年のコヒメビエの分布状況, 雑草研究 54(2), 96-98.
- 田中秀一・後藤栄治 2020. 福岡県におけるナガボノウルシの新産地, 植物地理・分類研究 68(2), 147-149.
- 植村修二 2012. 帰化植物とつきあうには何が大事なのか—特に近畿地方における帰化植物の分布の動態, 現状と関連して—, 雑草研究 57(2), 36-45.

田畑の草種

長実雑芥子・長実雑罌粟 (ナガミヒナゲシ)

ケシ科ケシ属の一年草または越年草。北海道南部以南の、畑地、牧草地、樹園地、荒地、路傍から都市部のコンクリートの隙間まで、温暖で日当たりのいい、乾いた肥沃地で生育する。背丈は肥沃度によって異なり、15cm程度から60cm以上にも。花色は朱赤色、花弁は4枚。果実は2cmほどの円柱状で、先端に7～9本の放射状の柱頭が残って蓋になり、熟すとそのすぐ下に窓が開きその隙間から種子を散布する。

春から初夏にかけて、公園や畑、路傍やコンクリートの隙間などに赤から朱色のポピーの花が咲き誇る。公園や花壇などのポピーはヒナゲシ、路傍のポピーはナガミヒナゲシ。前者は江戸時代に観賞用として持ち込まれ、後者は輸入穀物などに混じって日本に入り込んできたとされ1960年代に東京で確認された。

東京で最初に確認されてからの広がりは速かった。ナガミヒナゲシはヒナゲシより少し小ぶりで、花色も赤というより朱赤色から橙色ではあるが、見た目は可憐なヒナゲシである。近所

(公財)日本植物調節剤研究協会
兵庫試験地 須藤 健一

に住む園芸好きの女性たちが「まあ、可愛い」とばかりに種子を持ち帰ったであろうことは想像に難くない。そうして居場所を確保したナガミヒナゲシは隣近所をはじめ次々とテリトリーを広げていった。種子が「芥子粒」のごとく小さい上に表面が凸凹していて車のタイヤなどに引っ付きやすく、車に運ばれて全国へと広がっていったとされる。その結果、20年後の1980年には関東以西、50年後の2010年には北海道南部以南の全国にまで広がった。

そんなナガミヒナゲシを詠った歌人がいる。2009年に短歌研究新人賞を受けたという「やすたけまり」氏の歌から3首。

ある年の数字がならぶ『ナガミヒナゲシ 発見』と検索すれば
六月の信号待ちのトラックの濡れたタイヤにはりつく未来

ちいさくてかるいからだはきづかれずきづつけられず運ばれてゆく
コロナ禍の中で今年も春が巡ってきた。我が家のナガミヒナゲシのロゼットも冬を越した。間もなく花茎を立ち上げてくるはずである。

夏期に猛暑、少雨となった2018年における筑後川下流域での水田雑草発生の実態調査

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
九州支部

大隈 光善

背景および目的

近年、地球温暖化の進行により、国内でも毎年のように今までに経験したことのない記録的な気象災害に見舞われており、農業分野でもその被害は年々顕在化している。特に九州では台風や豪雨等による影響は甚大で、また、最近では35℃を上回る猛暑がここ数年続いており、その影響が懸念されている。

2018年の夏（7～8月）は全国的に例年にない猛暑となり、また、筑後川下流域では記録的な少雨（表-1）となった。このため、水田転換畑大豆では過乾燥による出芽不良や生育不良が散見された（図-1）。なお、水田では一般的に湛水状態で管理するため、高温、少雨による影響は少ないものと



図-1 猛暑、少雨の影響で出芽不良の大豆圃（2018年 佐賀県上峰町）



図-2 水田雑草発生の実態調査地域

予想されていたが、8月中旬頃から通常では見られないようなアゼガヤやクサネム等の草種が水稻群落から抽出し目立ってきた。

そこで、図-2に示すような筑後川下流域の水田地帯で雑草発生の実態調査を行った。ここでは2018年のデータを中心に、翌年の2019年のデータと対比して解析した。

材料および方法

2018年8月29日～9月7日に佐賀県東部（1市3町）及び福岡県筑後南部地域（3町）の水稻圃場を対象に

調査を行った。調査点数は市町単位でそれぞれ67～108筆、合計で752筆であった。対象雑草は茎葉、穂が水稻群落から上に出ており、道路からでも容易に達観調査が可能な草種に限定した。雑草発生量は、草種別にA「全面に繁茂」、B「圃場内の周縁部で繁茂」、C「点々と発生（ほぼ1、2時間程度で手取り可能）」、D「ほとんど発生無」の4区分とした。また、2019年9月2、3日に同一市町管内で、それぞれ113～162筆の合計948筆を調査し、2018年と対比した。

結果および考察

2018年はA「全面に繁茂」及びB「圃場内の周縁部で繁茂」の割合が多く、この合計では図-3に示すとおり、20%程度にもなった。なお、比較対象とした2019年はA+Bで5%以下であった。筆者は、この管内の水田を

表-1 7月3半旬～8月3半旬の最高気温の平均値と降水量合計

最高気温の平均値 (℃)				降水量合計(mm)			
2018年	2019年	2003～2005年	2018～2020年	2018年	2019年	2003～2005年	2018～2020年
37.8	32.9	31.3	34.3	48	623	936	1125

注) ①久留米のアメダスデータ。②筑後川下流域の普通期での水稻移植時期は6月下旬頃であるが、6月5半旬～7月2半旬は梅雨時期でデータが大幅に変動するため、この間のデータは除外した。

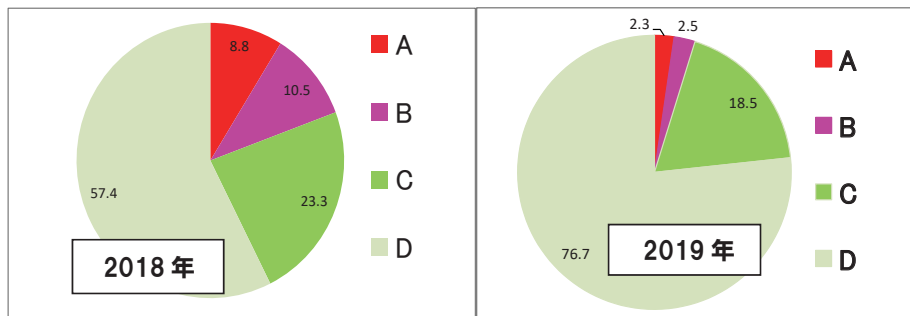


図-3 水稲での2018年及び2019年の雑草発生程度別割合

表-2 2018年及び2019年の雑草別発生割合 (A + B%)

草 種	2018年	2019年
アゼガヤ	12.0	2.2
ノビエ	5.7	3.3
クサネム	2.4	0.3
ヒレタゴボウ	1.5	0.0
ヒメミソハギ	1.1	0.0
カヤツリグサ	0.4	0.0
タカサブロウ	0.4	0.0



図-4 アゼガヤが圃場全面に繁茂「A区分」



図-5 クサネムが圃場全面に繁茂「A区分」



図-6 ノビエ、ヒレタゴボウが圃場周辺に繁茂「B区分」

十数年来観察してきているが、通常年は2019年の結果に近い印象がある。

また、草種としては表-2に示すように特異的にアゼガヤ(図-4)の発

表-3 調査市町(土性)別の発生程度A+Bの割合(%)

市 町	土 性	2018年	2019年
佐賀県 東 部	上峰町 SL, L	25	8
	吉野ヶ里町 SL, L	24	4
	三根町 L, CL	15	5
	神埼市 SL~CL	18	3
福岡県 筑後 南 部	城島町 SL, L	21	7
	三猪町 L, CL	20	5
	大木町 CL	7	2
	平均値	19	5

生が目立ち、発生割合はA区分とB区分の合計では調査圃場の12%に達していた。ついでノビエ、クサネム(図-5)、ヒレタゴボウの順に多かった。なお、2019年はノビエやアゼガヤが2、3%程度の発生で、その他の発生はほとんど見られなかった。

次に表-3には調査場所別のA+Bの発生割合をみたが、砂壤土(SL)水田の割合が多い上峰町、吉野ヶ里町、城島町で雑草発生量が多く、一方、大半が埴土(CL)である大木町では雑草発生量が少なかった。

この地域間差は、砂壤土では一般的に減水深が大きく、埴土では小さいことによる水持ちの良否等が関与しているものと考えられる。なお、田面から

の蒸発量や水稲の茎葉からの蒸散量は気温の2乗に比例するという説(川口ら1974)があり、2018年は夏期7、8月の最高気温が連日35℃以上の日が続き、かつほとんど降雨がなかったため、灌水後も1、2日で水がなくなり、田面が露出した状態が続いたものと予想される。このため、湛水状態では発生しにくいアゼガヤ(住吉ら2007)、クサネム(佐合ら1983)等が発生し易くなったものと考えられる。このような年では灌水回数を増やし、最高分げつ期頃までは湛水状態を保つように務める必要がある。

次に、参考資料として九州地域の福岡県、佐賀県、長崎県及び宮崎県の4県での主要な水田雑草の発生状況をここ3カ年平均と過去15～17年前の3年平均値を比較してみた。ノビエ、コナギなど主要な一年生雑草はやや減少傾向にあり、ウリカワ、マツバイ、ミズガヤツリ、ヒルムシロ、セリ等は概ね半分以下に減少していた。こ

参考資料 九州4県*での主要な水田雑草発生面積の推移 (ha)

草 種	2003～2005 年平均	2018～2020 年平均
ノビエ	86050	△74981
コナギ	58165	△49044
カヤツリグサ類	28222	△25363
アゼナ	53700	△48812
キカシグサ	28318	△20877
ホタルイ	35871	34680
アブノメ	4689	△1368
ミゾハコベ	9773	△6675
イボクサ	3056	△2464
ヒメミソハギ	7778	20027
タカサブロウ	13303	13904
クサネム	8452	10067
チョウジタデ	1249	6124
アゼガヤ	9762	13389
マツバイ	10176	△4480
ウリカワ	11392	△6456
ミスガヤツリ	13867	△7930
クログワイ	12270	△5780
オモダカ	6497	△4563
コウキヤガラ	872	1721
ヒルムシロ	554	△174
セリ	12537	△6617
キシウスズメノヒエ	31415	32256
藻 類	37330	36625

注) ①*: 福岡県、佐賀県、長崎県、宮崎県の4県 (水稻作付面積 92173ha) ②このデータは九州地域除草剤技術実証 (展示) 圃報告書から引用、集計したものである。

れは最近の10年間にそれぞれ特徴を持った数多くの新規成分が開発され、それらの複数の組み合わせによる効果が高い一発処理剤の開発普及 (濱村2020) によるところが大きいと考えられる。また、ホタルイ、キシウスズメノヒエや藻類はほとんど増減がなかった。一方、ヒメミソハギ、タカサブロウ、クサネム、チョウジタデ、アゼガヤ及び多年生のコウキヤガラは増加していた。これらの一年生草種は、ヒメミソハギ以外は畦畔際や田面が露出している部分で出芽、生育しやすい (浅井2015) ことから、増加の主要因としては田面の露出が考えられる。また、最近の殺草幅が広く効果の高い除草剤の普及拡大に伴い、農家が

除草剤に対する反応 (中山ら 1991) 等が考えられる。また、九州地域ではスクミリンゴガイが多発生し、イネ苗だけでなく水田雑草もよく食べるが、ヒメミソハギはセリ、キシウスズメノヒエ、イヌホタルイと同様に好んで食べる草種ではない (大隈ら1994) ことなども関与していると思われる。今後、一層温暖化が進む中で、温度が高いとノビエの葉齢進展が早い (村上ら1987, 森田1999, 内野ら2002), 多日照条件下ではノビエの除草効果に変動しやすい (大隈2018), 田面の高低差でノビエに対する除草効果に変動 (大隈2017) などの報告があるように、水田では雑草管理の基本技術として、田面の均平化、きめ細かな水管

理及び有効な除草剤の適期処理が一層重要になってくるであろう。

引用文献

- 川口桂三郎ら 1974. 新版改訂土壌学. 朝倉書店
- 佐合隆一ら 1983. 水田におけるクサネムの生態と防除. 雑草研究 28 (2), 30 - 35.
- 村上士朗ら 1990. タイヌビエの葉齢進展の推定法とプレチラクロールの散布適期の表示方法. 雑草研究 35, 253 - 260.
- 中山壮一ら 1991. 団地普通期水田におけるホソバヒメミソハギの発生消長と発芽特性. 雑草研究 36(別), 104 - 105.
- 大隈光善ら 1994. スクミリンゴガイの水田雑草食性と水稻苗の被害防止. 雑草研究 39 (2), 109 - 113.
- 森田弘彦 1999. 1時間気温値の加重型有効積算気温を用いた野生ヒエとイヌホタルイの葉齢進展. 雑草研究 44(3), 218-227.
- 小荒井晃ら 2001. 水田の代かき後の数種一年生雑草の発生消長と出芽深度. 雑草研究 46 (1), 5 - 12.
- 内野彰ら 2002. 水田地温による寒冷地のタイヌビエ (*Echinochloa oryzicola* Vasing.) の葉齢進展と発生終期の推定. 雑草研究 47(2), 66-73.
- 住吉正ら 2007. アゼガヤ (*Leptochloa chinensis* Nees) の冠水に対する生育反応. 雑草研究 52(4), 185-189
- 浅井元明 2015. 植調雑草大鑑.
- 大隈光善 2017. 田面の高低差がある水田でノビエに対する除草剤の効果安定化を目指して. 植調 51 (6), 19-23.
- 大隈光善 2018. 水稻除草剤処理前に日照時間が多いとノビエに対する効果が低下しやすいか?. 植調 52(4), 467-469.
- 濱村謙士郎 2020. 水稻作における過去30年間の雑草および薬剤作用機構の変遷—除草剤作用機作の変遷—. 植調 53 (11), 2-10.

2020 年度春夏作野菜花き関係 除草剤・生育調節剤試験判定結果

(公財) 日本植物調節剤研究協会 技術部

2020 年度春夏作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は、2020 年 12 月 15 日(火)～16 日(水)に Zoom を用いた Web 会議において開催された。

この検討会には、試験場関係者 56 名、委託関係者 23 名ほか、計 95 名の参集を得て、除草剤 20 薬剤(183 点)、生

育調節剤 2 薬剤(3 点)について、試験成績の報告と検討が行われた。

その判定結果および使用基準については、次の判定表に示す通りである。

2020 年度春夏作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験 判定

A. 野菜関係 除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
1. BAH-0805 乳 ジメテナミトP:19.7% ペンディメタリン:23.1% [BASFジャパン]	ヤマノイモ	植付後萌芽前(北海道)	実	実) [春夏作、露地;一年生雑草] ・植付後萌芽前、雑草発生前 ・200～400mL/水量100L/10a ・土壌処理(全面)
	ヤマノイモ	植付後萌芽前		
2. Hoe-866 液 グルホシネート:18.5% [BASFジャパン]	シソ	耕起または定植前	実	実) [春夏作;一年生雑草] ・耕起または定植前、雑草生育期(草丈30cm以下) ・300～500mL/水量100～150L/10a ・茎葉処理(全面)
	シソ	定植直前(倍量)		
	ミョウガ	萌芽前処理	継	継) ・効果・薬害の確認
	ミョウガ	萌芽直前(倍量)		
	ミョウガ	畦間処理		
	ミョウガ	畦間処理(倍量)		
	ギボウシ	畦間処理	継	継) ・効果・薬害の確認
	ギボウシ	畦間処理(倍量)		
	サヤエンドウ	畦間処理	継	継) ・効果・薬害の確認
	サヤエンドウ	畦間処理(倍量)		

A. 野菜関係 除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
2. Hoe-866 液 つづき	サヤイン ゲン	耕起または播種前	継	継) ・効果・薬害の確認
	サヤイン ゲン	播種直前(倍量)		
	サヤイン ゲン	耕起または定植前		
	サヤイン ゲン	定植直前(倍量)		
	サヤイン ゲン	畦間処理		
	サヤイン ゲン	畦間処理(倍量)		
	サトイモ	耕起または植付前	実・継 従 来 通 り	実) [春夏作; 一年生雑草] ・生育期 雑草生育期 ・200～500mL<水量100L>/10a ・茎葉処理(畦間) 注) ・雑草の草丈20cm以下で散布する ・作物に飛散しないように散布する 継) ・草種と薬量について(畦間処理) ・耕起または植付前での効果・薬害の確認
	サトイモ	植付直前(倍量)		
3. HSW-1801 フロアブル ピロキサスルホン:3.5% メトプロムロン:25.9% (w/w) [ホクサン]	タマネギ	定植後雑草発生前(北海道)	実	実) [春夏作、露地; 一年生雑草] ・定植後、雑草発生前～始期 ・300～500mL<水量100L>/10a ・土壌処理(全面)
	タマネギ	定植後雑草発生前(北海道)		
4. JEA-2001 液 グルホシネート:18.5% [Joy Consulting]	ネギ	耕起または定植前	実・継	実) [春夏作; 一年生雑草] ・耕起または定植14日以前、雑草生育期(草丈30cm以下) ・300～500mL<水量100～150L>/10a ・茎葉処理(全面) [春夏作; 一年生雑草] ・ネギ生育期、雑草生育期 ・300～500mL<水量100～150L>/10a ・茎葉処理(畦間) 注) ・雑草の草丈30cm以下で散布する ・作物に飛散しないように散布する 継) ・効果・薬害の年次変動の確認(耕起または定植前処理・畦間処理)
	ネギ	畦間処理		
5. NC-360 フロアブル キザロホップエチル:7.0% [日産化学]	ゴボウ	イネ科3～6L(北海道)	実 従 来 通 り	実) [春夏作、露地; 一年生イネ科雑草(スズメノカタビラを除く)] ・ゴボウ生育期、イネ科雑草3～8葉期 ・200～300mL<水量100L>/10a ・茎葉処理(全面)
	ゴボウ	イネ科6～8L(北海道)		
6. NFH-131 液 (IEMRS-195) グリホサートイソプロピルアミン塩:41% [ニューファム]	カリフラ ワー	耕起または定植前	継	継) ・効果・薬害の確認
	ミズナ	耕起または播種前	継	継) ・効果・薬害の確認
	シシトウ	耕起または定植前	継	継) ・効果・薬害の確認

A. 野菜関係 除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
7. NP-55 乳 セトキシジム:20% [日本曹達]	ハクサイ	イネ科6～8L(北海道)	実・継 従 来 通 り	実) [春夏作、露地;一年生イネ科雑草(スズメノカタビ ラを除く)] ・ハクサイ生育期、イネ科雑草3～5葉期 ・150～200mL<水量100～150L>/10a ・茎葉処理(全面) [春夏作、露地;一年生イネ科雑草(スズメノカタビ ラを除く)] ・ハクサイ生育期、イネ科雑草6～8葉期 ・200mL<水量100L>/10a ・茎葉処理(全面) 継) ・薬量200mL<水量150L>/10aのイネ科雑草6～8 葉期処理での効果、薬害の確認
	ブロッコ リー	イネ科6～8L(北海道)	実・継 従 来 通 り	実) [春夏作、露地;一年生イネ科雑草(スズメノカタビ ラを除く)] ・ブロッコリー生育期、イネ科雑草6～8葉期 ・200mL<水量100L>/10a ・茎葉処理(全面) 継) ・薬量200mL<水量150L>/10aでのイネ科雑草6～8 葉期での効果、薬害の確認
	アスパラ ガス	イネ科6～8L	実・継	実) [春夏作、露地;一年生イネ科雑草(スズメノカタビ ラを除く)] ・アスパラガス生育期、イネ科雑草3～5葉期 ・150～200mL<水量100～150L>/10a ・茎葉処理(全面) [春夏作、露地;一年生イネ科雑草(スズメノカタビ ラを除く)] ・アスパラガス生育期、イネ科雑草6～8葉期 ・200mL<水量100L>/10a ・茎葉処理(全面) 継) ・イネ科雑草6～8葉期処理の効果、薬害の確認(薬 量200mL<水量150L>/10a)
8. S-28 乳 ブタミホス:50% [住友化学]	カボチャ	定植前マルチ後(北海道)	実・継 従 来 通 り	実) [春夏作、露地;一年生雑草(キク科を除く)] ・定植前、雑草発生前 ・300～500mL<水量100L>/10a ・土壌処理(全面) 継) ・草種と薬量について ・定植前・マルチ後処理での効果・薬害の確認 (200mL<水量100L, 150L>, 400mL<水量100L>/10a)
9. S-482 顆粒水和 フルミオキサジン:50% [住友化学]	アスパラ ガス	萌芽前(北海道)	継	継) ・効果・薬害の確認
	アスパラ ガス	萌芽前		
	アスパラ ガス	収穫打切り後(北海道)		
	アスパラ ガス	収穫打切り後		

A. 野菜関係 除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
10. SCC-010 液 グルホシネート:18.5% [日本アグロサービス]	トマト	耕起前または定植前	実	実) [春夏作; 一年生雑草] ・ 耕起または定植前、雑草生育期(草丈30cm以下) ・ 300～500mL/水量100～150L/10a ・ 茎葉処理(全面) [春夏作; 一年生雑草] ・ トマト生育期、雑草生育期 ・ 300～500mL/水量100～150L/10a ・ 茎葉処理(畦間) 注) ・ 雑草の草丈30cm以下で散布する ・ 作物に飛散しないように散布する
	サヤインゲン	畦間処理	実 従 来 通 り	実) [春夏作; 一年生雑草] ・ 耕起または播種前、雑草生育期(草丈30cm以下) ・ 300～500mL/水量100～150L/10a ・ 茎葉処理(全面) [春夏作; 一年生雑草] ・ 耕起または定植前、雑草生育期(草丈30cm以下) ・ 300～500mL/水量100～150L/10a ・ 茎葉処理(全面) [春夏作; 一年生雑草] ・ サヤインゲン生育期、雑草生育期 ・ 300～500mL/水量100～150L/10a ・ 茎葉処理(畦間) 注) ・ 雑草の草丈30cm以下で散布する ・ 作物に飛散しないように散布する
11. UPH-004 液 グルホシネート:18.5% [ユーピーエルジャパン]	レタス	耕起または定植前	継	継) ・ 効果・薬害の確認
	レタス	畦間処理		
	スイカ	耕起または定植前	継	継) ・ 効果・薬害の確認
	スイカ	畦間処理		
	メロン	耕起または定植前	継	継) ・ 効果・薬害の確認
	メロン	畦間処理		
	カボチャ	耕起または定植前	継	継) ・ 効果・薬害の確認
	カボチャ	定植直前(倍量)		
	トマト	定植直前(倍量)	実	実) [春夏作; 一年生雑草] ・ 耕起または定植前、雑草生育期(草丈30cm以下) ・ 茎葉処理(全面) ・ 300～500mL/水量100～150L/10a [春夏作; 一年生雑草] ・ トマト生育期、雑草生育期 ・ 茎葉処理(畦間) ・ 300～500mL/水量100～150L/10a 注) ・ 雑草の草丈30cm以下で散布する ・ 作物に飛散しないように散布する
	ナス	耕起または定植前	継	継) ・ 効果・薬害の確認
	ナス	定植直前(倍量)		
	ピーマン	耕起または定植前	継	継) ・ 効果・薬害の確認
	ピーマン	定植直前(倍量)		
	ピーマン	畦間処理		
	イチゴ	耕起または定植前	継	継) ・ 効果・薬害の確認
	イチゴ	定植直前(倍量)		
	イチゴ	畦間処理		

A. 野菜関係 除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
11. UPH-004 液 つづき	ダイコン	耕起または播種前	実	実) [春夏作; 一年生雑草] ・ 耕起または播種3日以前、雑草生育期(草丈20cm以下) ・ 300～500mL<水量100～150L>/10a ・ 茎葉処理(全面) [春夏作; 一年生雑草] ・ ダイコン生育期、雑草生育期 ・ 300～500mL<水量100～150L>/10a ・ 茎葉処理(畦間) 注) ・ 雑草の草丈20cm以下で散布する ・ 作物に飛散しないように散布する
	ダイコン	播種直前(倍量)		
	ダイコン	畦間処理		
	ニンジン	耕起または播種前	継	継) ・ 効果・薬害の確認
	ニンジン	畦間処理		
12. リニュロン 水和 リニュロン:50.0% [TKI社]	ニンジン	ニンジン6L～広葉生育初期	実・継 従 来 通 り	実) [春夏作; 一年生雑草] ・ 播種後出芽前、雑草発生始期～生育初期 ・ 100～150g<水量70～150L>/10a ・ 土壌処理(全面) [春夏作; 一年生雑草] ・ ニンジン本葉3葉期以降、雑草発生始期～生育初期 ・ 100～150g<水量70～150L>/10a ・ 土壌処理(全面) 継) ・ 春まき栽培について

B. 2020 年度 春夏作分 野菜関係 除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
1. NP-55 乳 セトキシジム:20% [日本曹達]	アスパラ ガス	イネ科雑草6～8葉期(北海道)	—	上記参照
3. UPH-004 液 グルホシネート:18.5% [ユービーエルジャパン]	ニンジン	畦間処理	—	上記参照

C. 花き関係 除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
1. GL-61 フロアブル グリホサートイソプロピ ルアミン塩:23.0% MCPAイソプロピルアミン 塩:4.3% フルミオキサジン:3.0% [住友化学園芸]	ツツジ・ サツキ	樹間・樹冠下	継	継) ・ 効果・薬害の確認
	ツバキ・ サザンカ	樹間・樹冠下	継	継) ・ 効果・薬害の確認
	ベニカナ メモチ	樹間・樹冠下	継	継) ・ 効果・薬害の確認

C. 花き関係 除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
2. HCW-201 フロアブル DCMU:50% [保土谷UPL 北興化学工業]	キク	畦間処理	継	継) ・効果・薬害の確認
3. JEA-2001 液 グルホシネート:18.5% [Joy Consulting]	ツツジ・ サツキ	樹間・樹冠下	継	継) ・効果・薬害の確認
	ツバキ・ サザンカ	樹間・樹冠下	継	継) ・効果・薬害の確認
	ベニカナ メモチ	樹間・樹冠下	継	継) ・効果・薬害の確認
4. LGO-R02 液 グルホシネート:18.5% [ハート]	ツツジ・ サツキ	樹間・樹冠下	継	継) ・効果・薬害の確認
	ツバキ・ サザンカ	樹間・樹冠下	継	継) ・効果・薬害の確認
	ベニカナ メモチ	樹間・樹冠下	継	継) ・効果・薬害の確認
5. NC-622 液 グリホサートカリウム 塩:48% [日産化学]	サクラ	散布水量5～6L	継	継) ・効果・薬害の確認
	ツツジ・ サツキ	散布水量5～6L	実・継 従 来 通 り	実) [(ツツジ・サツキ);一年生雑草] ・生育期、雑草生育期 ・200～500mL<25～100L>/10a ・茎葉処理(樹間・樹冠下) 注) ・作物に飛散しないように散布する ・雑草草丈30cm以下で使用する ・水量25～50L/10aは専用ノズルを使用する 継) ・その他樹種への拡大 ・多年生雑草を対象に薬量500mL<水量5L、6L>、薬 量1000mL<水量5L、6L>における効果・薬害の確認
	ツバキ・ サザンカ	散布水量5～6L	継	継) ・効果・薬害の確認
6. NECO-001 くん蒸 (IIBC-069) メチルイソチオシアネー ト:30% [日本液炭]	キク	耕起後くん蒸	実	実) [春夏作;一年生雑草] ・キク定植前、雑草発生前 ・20～40kg/10a ・土壌くん蒸処理 注) ・土壌くん蒸処理には、厚さ0.05mm以上の被覆材 を用いる ・処理後は7日間被覆し、定植は耕起せずに被覆除 去3日後以降に行う
	ユリ	耕起後くん蒸	継	継) ・効果・薬害の確認
7. SBH-207 粒 塩素酸塩:50% [エス・ディー・エス バ イオテック]	キク	前年処理(当年耕起前)	継	継) ・効果・薬害の確認
	リンドウ	前年処理(当年耕起前)	—	(試験中)
8. UPH-004 液 グルホシネート:18.5% [ユーピーエルジャパン]	キク	畦間処理	継	継) ・効果・薬害の確認
	ヒマワリ	畦間処理	継	継) ・効果・薬害の確認
	ユリ	畦間処理	継	継) ・効果・薬害の確認

D. 2019 年度 春夏作分 花き関係 除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
1. SBH-207 粒 塩素酸塩:50% [エス・ディー・エス バ イオテック]	キク	耕起(春期)前の前年秋冬期処理 (前年収穫後秋期耕起後の処理も可)	—	上記参照

E. 野菜関係 生育調節剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
1. AF-3 錠 1-メチルシクロプロペ ン:0.63% [アグロフレッシュジャ パン]	ブロッコ リー	収穫物劣化抑制	継	継) ・効果・薬害の確認

2020 年度水稻関係生育調節剤試験判定結果

(公財) 日本植物調節剤研究協会 技術部

2020 年度水稻関係生育調節剤試験成績検討会は、2020 年 12 月 18 日（金）に、Zoom を用いた Web 会議において開催された。この検討会には、試験場関係者 31 名、委託関係者 15 名ほか、計 66 名の参集を得て、健苗育成を目的としたものの 3 剤（適用性 14 点）、登熟向上を目的としたものの 3 剤（適

用性 15 点）、倒伏軽減を目的としたものの 1 剤（適用性 4 点）、その他 2 剤（適用性 15 点）について、試験成績の報告と検討が行われた。

その判定結果および使用基準については、次の判定表に示す通りである。

2020 年度水稻関係生育調節剤試験 判定一覧

＜健苗育成＞

No.	薬剤名 有効成分 [委託者]	ねらい	判定	判定内容
1	IK-160 水和 タラロマイセス フラパス SAY-Y-94-01株孢子: 3×10^8 cfu/g [エス・ディー・エス バイオテック]	育苗箱処理による根部の生育促進効果および移植後の活着促進効果の検討	継	継) 効果・葉害の確認
2	SB-9232 顆粒 水和 ダイムロン: 20% [エス・ディー・エス バイオテック]	育苗箱処理による根部の生育促進効果	実・継	実) 根部の生育促進 ・播種時 ・200倍<500mL/箱> ・土壌灌注処理 継) 根部の生育促進効果の年次変動の確認
3	イソプロチオラン 水和 イソプロチオラン: 40.0% [日本農薬]	①根の伸長及び発根促進効果の検討 ②苗の充実度の向上効果の検討 ③移植後の活着促進効果の検討	実・継 (従来通り)	実) 根の伸長及び発根促進 ・緑化始期 ・50倍液<500mL/箱> ・土壌灌注処理 継) ・100倍処理での根の伸長及び発根促進効果の確認 ・苗の充実度向上効果の確認 ・移植後の活着促進効果の確認

＜登熟向上＞

No.	薬剤名 有効成分 [委託者]	ねらい	判定	判定内容
4	NGR-072 粒 イソプロチオラン:12.0% エチプロール:1.5% [日本農薬]	①高温登熟下における白未熟粒等発生軽減効果の検討 ②割れ粍発生軽減効果の検討	実・ 継 (従来通り)	実) 登熟向上 ・出穂前10～20日 ・4kg/10a ・湛水散布 継) ・高温登熟下での品質向上(白未熟粒等発生軽減)効果の確認 ・割れ粍発生軽減効果の確認
5	イソプロチオラン 粒 イソプロチオラン:12.0% [日本農薬]	3kg/10a処理での効果・薬害の検討(薬量拡大) ①登熟向上効果の検討 ②高温登熟下における白未熟粒等発生軽減効果の検討 ③割れ粍発生軽減効果の検討	実・ 継	実) 登熟向上、高温登熟下での未熟粒の発生軽減 ・出穂10～20日前 ・4kg/10a ・湛水散布 継) ・4kg/10a処理での効果の変動要因について ・3kg/10a処理での効果・薬害の確認
6	イソプロチオラン1kg 粒 イソプロチオラン:36.0% [日本農薬]	①高温登熟下における白未熟粒等発生軽減効果の検討 ②割れ粍発生軽減効果の検討	実・ 継 (従来通り)	実) 登熟向上 ・出穂10～20日前 ・1kg/10a ・湛水散布 継) ・高温登熟下での品質向上効果(白未熟粒等発生軽減)の確認 ・割れ粍発生軽減効果の確認

＜倒伏軽減＞

No.	薬剤名 有効成分 [委託者]	ねらい	判定	判定内容
7	SSDF-25 粒 ウニコナゾールP:0.0040%N-P-K=25-10-8 [住友化学]	直播水稻での側条施用における倒伏軽減および薬害の検討	継	継) 効果・薬害の確認

＜その他＞

No.	薬剤名 有効成分 [委託者]	ねらい	判定	判定内容
8 -1	SYJ-302 粉粒 過酸化カルシウム:19.0% [シンジェンタ ジャパン]	湛水直播水稻の土中(約1cm)播種での苗立ち安定効果の確認	実・ 継	実) 湛水直播の表面播種での苗立ちの安定 播種前 ・乾粍重量の0.5～等倍 ・乾燥種子に湿粉衣 継) 土中播種での効果の確認
8 -2	SYJ-302 粉粒 過酸化カルシウム:19.0% [シンジェンタ ジャパン]	湛水直播水稻の表面播種での苗立ち安定効果の確認		
9	タチガレン 液 ヒドロキシイソキサゾール:30.0% [三井化学アグロ]	生育ストレス条件下(除草剤起因等)における生育促進	継	継) 効果・薬害の確認

鬱々とした日々が続く中、せめてものの救いは、また春が巡り来て若葉が茂り、草木が花を咲かせてくれることだろう。しかしそうした緑にも危機が迫っているとしたらどうしたものか。

生態系のハルマゲドンか

過去 27 年間に、飛翔昆虫の数が 76% も減少した！ そんな衝撃のニュースが 2017 年に報じられた。ドイツの自然保護区 63 カ所に設置された飛翔昆虫用のトラップ（図-1）で採集された昆虫数の動態を分析したオランダ・ドイツ・イギリスの研究チームの論文内容を受けた報道だった。

この論文では、昆虫数減少の原因までは特定していなかった。しかし、トラップを設置した環境は一樣ではないことから、地球全体の環境変動の影響が否定できないという推測まで踏み込んでいた。研究チームの一人は、プレスリリースの中でのコメントで、「環境のハルマゲドン（終末）」に向かっていると警鐘を鳴らした。

その翌年には、プエルトリコの熱帯自然保護区のデータ解析から、過去 35 年の間に、その地の昆虫数は 75～98% も減少したとする論文が発表された。その地では、その期間に、平均最高気温が 2℃上昇していたという。このことから研究

者は、昆虫数減少の原因は気候温暖化のせいだろうと結論している。しかも、昆虫を食べるトカゲや鳥の数にも同じ現象が見られると報告している。

こうした研究結果をセンセーショナルに取り上げた科学ジャーナリストは、陸上生態系で全体の 3 分の 2 の種数を誇る「昆虫のアポカリプス（大崩壊）」が始まっているとし、環境破壊、気候温暖化の阻止を強く訴えた。ハルマゲドンやアポカリプスという、旧約聖書黙示録のキーワードが記事のタイトルを飾ったことで、地球生態系に対する懸念が喚起されることになった。

レイチェル・カーソンは、1962 年に出版した古典的名著『沈黙の春』で、残留農薬の影響を告発し、小鳥たちの歌声がしない春が来ると警告し、自然保護の重要性を訴えた。地球生態系は今、それ以来の危機を迎えているのだろうか。

人は、どうしても過去を美化する傾向がある。自分たちの子供の頃はよかったといった述懐は、勝手な思い込みに誘導されている場合が多い。たとえば、田舎のあぜ道でホタルを追いかけた記憶が懐かしく思い出されるにしても、それはたった一度の経験が過剰に肥大したものかもしれない。なので、昔は虫がもっとたくさんいたという印象の裏が取れることは少ない。

今回の危機喚起の裏付けは、ドイツとプエルトリコの自然保護区での定点観測のデータだった。したがって、それなりの信頼性はある。ただ、これをもって世界的な環境危機が証明されたというわけにはいかないだろう。実際、その後に公表されたたくさんの同様な研究データを総括し、「昆虫アポカリプス神話」の科学的検証を訴えるキャンペーンに乗り出した研究者もいる。気候温暖化の影響はあるには違いないだろうが、いたずらに危機を煽るのは適切なサイエンスコミュニケーションとは言えないというのだ。

訪れない夜

自然環境に迫る危機は、気候温暖化だけではない。スイスの研究者チームがこの 3 月に発表したのは、人工照明が植



図-1 調査区に設置された飛翔昆虫捕獲用のマレーズトラップ。テントにぶつかった虫は上へとよじ登り、最上部にしかけられた採集瓶の中に落ちる仕組みになっている。（Hallmann ほか 2017 より）



図-2 フクロウソウ属の *Geranium sylvaticum*
Pieter Withoos (1654-1693) 画



図-3 ワイルドアンジェリカ
Angelica sylvestris
Otto Wilhelm 1885 より

物の受粉に及ぼしうる危惧すべき影響だった。

現在、南極を除く地球上の陸地の 18.7% が何らかの夜間照明にさらされているという。しかもその明るさは年々増加しており、直接照明にさらされる地域の面積は年 2～6% の割合で増えているという。そのことが自然環境に影響を及ぼしていることは想像に難くない。夜になっても暗くならないことは、夜行性生物の行動や生理を狂わせているはずだ。そしてもちろん、植物の成長や花形成も影響を受ける。必ずしもマイナスばかりではないにしろ、生きものにとっては、その進化の過程で対応してきたこととは異質な環境にさらされていることになる。

そうした影響を研究した成果は数多く公表されているが、昼行性の訪花昆虫が受ける影響に関する研究はなかった。そこでスイスの研究チームは、自然の草地 12 カ所を選び、夜間に街灯用の ELD ランプを照らす場所と照らさない場所を半々ずつ設定した。そして、日中に訪花する昆虫の種数と数を調べることにしたという。

21 種類の花で確認した訪花数は 2384 回。そのうちの 984 回はハナアブ（膜翅目）、119 回はハエ（双翅目）、281 回が甲虫（鞘翅目）だった。夜間照明区で日中の訪花数が有意に減少した花は 1 種だったのに対し、3 種は有意な減少は見られなかった。おもしろいのは、訪花数の増減は認められないものの、訪花した昆虫の種類に違いが出た花があったことだ。たとえばフクロウソウ属の *Geranium sylvaticum*（図-2）は、ハナアブの訪花が減った分を甲虫の訪花が増えたことで、訪花数の増減がなかった。同じような傾向はヤグルマギク属 *Centaurea* とワイルドアンジェリカ *Angelica sylvestris*（図-3）でも見られた。前者では、ハチの訪花が減った分を甲虫の訪花増が補っていた。後者では、ハチの訪花が減った分をハナアブの訪花が補っていた。それに対してノラニンジン *Daucus*

carota は、訪花数が有意に増えていたのだが、その増分のほとんどはハナアブの訪花が増えたことによるものだった。

全体としては、調査区に生えていた植物種の 19% で、夜間照明による影響が日中の訪花数に見られた。ただし訪花数の増減は、植物種ごとに異なっていた。そして全体的に見ると、夜間照明によって日中の訪花数が顕著に増えたのは 1 種のみで、それ以外はみな、多かれ少なかれ、訪花数の減少傾向があった。どうやら、夜間照明は、夜行性昆虫による受粉だけでなく、昼行性昆虫による受粉にも、マイナスの影響を及ぼしうるようだ。

植物の受粉成功率という観点から見ると、昆虫の訪花数だけではなく、訪花昆虫の種類も重要である。たとえば大型のマルハナバチなどでは、受粉には貢献せずに蜜だけをもらっていき盗蜜行動が知られているからだ。それだけではなく、夜間照明によって植物の、花形質（花冠幅、花冠長、花茎高、花色、香り）が変わるとしたら、訪花昆虫の種類や数に変化はなくても、受粉率が下がるということはある。

さらには、草食性昆虫の行動変化が昼行性訪花昆虫の行動に影響を及ぼす可能性もあるという。訪花昆虫のなかには、葉が食害されている植物への訪花を避けるものもいるというのだ。夜間照明によって食害が増えるとしたら、受粉成功率も脅かされかねないのだ。

いずれにしろ、こうした問題には夜間照明の照度や波長の影響も絡んでくるはずであり、夜間照明によって未知の複雑な関係に狂いが生じる可能性があるのだ。

生物は、人間による環境変化に柔軟な対応を見せる。しかしその一方で、どこかで思わぬ破綻が生じている可能性もある。

そういえば、冒頭に記した「鬱々」という言葉の第一義は、「草木が盛んに茂っているさま」だという。物事には裏と表があるということか。ならばさまざまな警告を真摯に受け止め、ライフスタイルを変えることから始めようではないか。とりあえずは、むだな照明は消し、太陽と共に起き、太陽と共に床に就くとか。

協会だより

第24回理事会開催

2021年3月25日(木)、新型コロナウイルス感染症拡大防止対策として植調会館3階会議室他12箇所でのリモート会議による第24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. 2021年度事業計画書及び収支予算書等の承認
[2021年度事業計画書]

基本方針

定款に掲げる「植物調節剤(除草剤、植物成長調整剤及び植物の生育調整資材)の利用開発の試験研究を促進し、あわせてその成果の普及を通じて、農作物生産性の向上及び安定化と農作業の省力化を図り、農業の持続的発展並びに環境保全、食の安全に寄与する」ための事業を推進する。

1) 植物調節剤の検査・検定事業

- (1) 植物調節剤の薬効・薬害試験
- (2) 植物調節剤の作用特性試験
- (3) 植物調節剤の残留試験
- (4) 植物調節剤の永年蓄積残留試験
- (5) 検査・検定事業の運営と体制強化

2) 植物調節剤の研究開発事業

- (1) 重点研究課題
 - ① 直播水稻栽培における雑草防除技術の開発
 - ② 除草剤の低水量散布に関する研究
 - ③ 特定外来生物に指定された植物の防除技術の開発
 - ④ シズイを対象とした問題雑草一発処理剤の開発
 - ⑤ 畑地用除草剤の土壌混和处理による効果安定化技術の開発

- (2) 基盤研究課題
- (3) 委託研究課題
- (4) 受託研究課題

3) 植物調節剤の普及啓発事業

- (1) 植物調節剤の技術確認圃
- (2) 水稻除草剤の技術情報の公開
- (3) 植物調節剤の適正使用のキャンペーン
- (4) ホームページの整備
- (5) 植物調節剤に関する研究会・講習会の開催
- (6) 機関誌の刊行

4) 不動産の賃貸事業

[2021年度収支予算書]

収支予算額 1,214,971千円

2. 定時評議員会の招集の決定

日時：2021年5月28日(金) 13:30～

場所：植調会館3階会議室 他 (リモート会議)

■人事異動

2021年3月31日付

退職 参与

佐藤 悦史

退職 福島試験地

小澤 一夫

2021年4月1日付

任 研究所試験研究部

柴山 佳之

任 福島試験地

佐藤 誠

任 福岡研究センター

中尾 匠吾

任 福岡研究センター

田中 浩平

命 総務部総務課係長

志知 昇

命 研究所環境科学部環境第一研究室主査研究員

奥野 潤一

命 研究所環境科学部環境第二研究室主査研究員

溝渕 博之

命 研究所総務室係長

川村 明美

命 研究所業務室係長

寺田 昌功

命 研究所業務室係長

栗山 久

命 研究所千葉支所主査研究員

阿部 秀俊

命 北海道研究センター

福田 和明

命 十勝試験地主任

益村 哲

命 古川研究センター主査研究員

佐々木政彰

命 佐賀試験地主任

市丸 喜久

■試験成績検討会(リモート開催)

●2020年度常緑果樹関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：2021年6月1日(火) 13:30～17:00

●2020年度秋冬作芝関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：2021年6月3日(木) 13:00～17:00

新型コロナウイルス感染症拡大防止対策として、いずれもWeb会議形式にて開催いたします。

なお、通信障害リスクの軽減及び会議中の煩雑さ回避のため、参加人数は必要最低限に行います。

植調第55巻 第1号

■発行 2021年4月26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

SDSの水稲用除草剤有効成分を含有する「新製品」

アシュラ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/400FG (ベンゾビスシクロン)
 ウィードコア1キロ粒剤 (ベンゾビスシクロン)
 ダンクショットフロアブル (ベンゾビスシクロン/カフェンストロール)
 天空1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/エアー粒剤 (ベンゾビスシクロン)
 パピリカ1キロ粒剤/フロアブル (ベンゾビスシクロン/テニルクロール)
 イザナギ1キロ粒剤/フロアブル (ベンゾビスシクロン)
 ゲバード1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤 (ベンゾビスシクロン/ダイムロン)
 ホットコンビ200粒剤/フロアブル/ジャンボ (ベンゾビスシクロン/テニルクロール)
 レプラス1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤 (ダイムロン)
 サスケ粒剤200/サスケ-ラジカルジャンボ/レオンジャンボパワー
 (カフェンストロール/ダイムロン/ベンゾビスシクロン)
 ジカマック500グラム粒剤 (ベンゾビスシクロン)
 ツルギ250粒剤/フロアブル/ジャンボ (ベンゾビスシクロン)
 モーレツ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ (ベンゾビスシクロン)
 アネシス1キロ粒剤 (ベンゾビスシクロン)
 ジャイロ1キロ粒剤/フロアブル (ベンゾビスシクロン)
 テッケン/ニトウリュウ1キロ粒剤/ジャンボ (ベンゾビスシクロン)
 イネヒーロー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ (ダイムロン)
 ベンケイ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ (ベンゾビスシクロン)
 銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ (ダイムロン)
 月光1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ (カフェンストロール/ダイムロン)



「ベンゾビスシクロン」含有製品

SU抵抗性雑草対策に！アシカキ、イボクサ対策にも！

アールタイプ/シュナイデン (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	スマート (1キロ粒剤/フロアブル)
イッテツ (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	ダブルスターSB (1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒)
イネキング/クサバルカン (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	タンボエース (1キロ粒剤/ジャンボ/スカイ500グラム粒剤)
ウエス (フロアブル)	トビキリ (ジャンボ)
オークス (フロアブル)	ナギナタ (1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ)
カービー (1キロ粒剤)	ハーディ1キロ粒剤
キクトモ (1キロ粒剤)	ハイカット/サンパンチ1キロ粒剤
クサトリーBSX (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	半蔵1キロ粒剤
クサビ (フロアブル)	フォーカスショットジャンボ/ブレスサフロアブル
サンシャイン (フロアブル)	ブルゼータ (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)
忍 (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	フルイニング (ジャンボ/スカイ500グラム粒剤)
ジャイブ (スカイ500グラム粒剤)	プレキープ (1キロ粒剤/フロアブル)
シリウスエグザ (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/顆粒)	ピラクロエース/カリュード (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)
シリウスターボ (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	ライジンパワー (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)
シロノック (1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	



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/>



協友アグリおすすめの水稲用一発処理除草剤

効果も！コストも！
使って爽KA!!!

水稲用一発処理除草剤

サラブレッド

KAI 1キロ粒剤
フロアブル
ジャンボ



ノビエへの持続性を
さらに強化!!

水稲用一発処理除草剤

**バッチリ
LX** 1キロ粒剤
フロアブル
ジャンボ

デルタアタック

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

※バッチリLXとデルタアタックは同一成分です。

水稲用一発処理除草剤

アップルZ

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

いざ、問題雑草退治!

後発のノビエも
長く抑える!

ホタルイも
しっかり枯らす!

難防除雑草
にも!

手強い雑草に喝!
SU播種後
オモダカに喝!
SU播種後
ホタルイに喝!
クロクワイに喝!

水稲用一発処理除草剤

ジェイフレンド

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

®は協友アグリ(株)の登録商標です。 ※ジェイフレンドはJA全農の登録商標です。

JAグループ
農 協 | 全農 | 経済連

協友アグリ株式会社
東京都中央区日本橋小網町6-1
<https://www.kyoyu-agri.co.jp>

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

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

フラスター 液 剤
(メピコートクロリド)

除 草 剤

イネ科雑草の除草に。

-8葉期まで使用できます-

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)

生育期処理
除草剤 **ナブ** 乳 剤
(セトキシジム)

より強く、よりやさしく。
進化した、畑作除草のキラ星

フィールドスターP 乳 剤
(ジメテナミドP)

スズメノカタビラを含む
イネ科雑草の防除に

-たまねぎは2回まで使用できます-

ホーネスト 乳 剤
(テプラロキシジム)

強さと、優しさで守る!
飼料用とうもろこし専用除草剤

アルファード 液 剤
(トプラメゾン)



日本曹達株式会社

本 社 〒100-8165 東京都千代田区大手町2-2-1 ☎ 03-3245-6178
ホームページアドレス <https://www.nippon-soda.co.jp/nougyo/>

害虫・病害・雑草

稲の異変!?

写真を撮るだけ

レイミーがAI診断するよ

スマホでいつでも、写真からAI診断、有効薬剤をご紹介

病害虫・雑草を撮影

いもち病発生予測機能付き!

診断結果有効薬剤がわかる!

※画面は開発中のもののため実際と異なる場合があります

スマートフォンアプリ 無料ダウンロード
『レイミーのAI病害虫雑草診断』
日本農業ホームページから 検索

日本農業株式会社

■本アプリケーションで使用されているAI診断学習モデルは(株)NTTデータCCSと日本農業(株)の共同開発です。
 ■本システムは農林水産省の農業界と経済界の連携による生産性向上モデル農業確立実証事業「防除支援システム研究会(H30~R1)」の成果を社会実装したものです。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

日本農業株式会社は持続可能な開発目標(SDGs)を支援しています

全農教

観察と発見

シリーズ

好評発売中

陸生から水生まで、カメムシの全分野を網羅

カメムシ博士入門

安永智秀 前原諭 石川忠 高井幹夫 著 B5 212ページ 本体2,770円+税

◆日本原色カメムシ図鑑(陸生カメムシ類)一全3巻を発行してきた全農教が、読者の「より入門的な図鑑を」との声に応じてお届けするカメムシの基本図鑑。

◆数ある昆虫群のなかでカメムシのいちばんの特徴は「圧倒的な多様性」です。

- 陸生から水生まで、生息環境の多様性
- 肉食から植物食、菌食まで食性の多様性
- 微小種から巨大種まで形態の多様性
- 農業害虫、不快害虫から天敵まで人間との関係の多様性

◆本書はカメムシの分類から生態まで、採集から同定まで、カメムシの基本をすべて網羅し、多様性に富んだカメムシを理解するのに不可欠な入門書です。

第1章 カメムシの形とくらし 第2章 カメムシを探す

第3章 いろいろなカメムシ 第4章 カメムシ博士をめざして

〈付〉もっと知りたいカメムシの世界

全国農村教育協会

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

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6

TEL.03-3839-9160 FAX.03-3833-1665

エフィーダ含有除草剤ラインアップ

皇帝の品格。
エンペラー®

移植も直播も飼料稲にも。高い安全性。

ベルーガ®

水田除草の未来を切り拓く。

アバンティ®

除草効果優先、使いやすさ優先。

プライオリティ®

この除草剤、ベッカク。

ベッカク®

●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。



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

水田除草に、新たな風。

新規有効成分エフィーダ®とは

新しい成分「エフィーダ®」配合/水稲用除草剤シリーズ

白化作用を示し、SU剤抵抗性雑草を含めた幅広い雑草に優れた効果があります。

飼料用イネや多収米にも品種を問わず使用できます。

新しい水稲用除草剤をぜひお試しください。

©はクミアイ化学工業(株)の登録商標

豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤



湛水直播の除草場面で大活躍！

非SU系水稲用除草剤

ブレキープ® 1キロ粒剤
フロアブル

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



ノビエ3.5葉期、高葉齢のSU抵抗性雑草にも優れた効き目

ゼンイチ® MX 1キロ粒剤 / ジャンボ®

フルパグ® MX 1キロ粒剤 / ジャンボ®

スーパ® A 1キロ粒剤

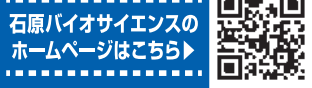
ヒエック® A 1キロ粒剤

フルチャージ® ジャンボ®

フルインガ® ジャンボ®

タイズドール® 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>

私たちの多彩さが、
この国の農業を豊かにします。

®は登録商標です。

〒104-8260 東京都中央区新川2丁目27番1号 お客様相談室 0570-058-669 農業支援サイト  <https://www.i-nouryoku.com>

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



大好評の除草剤ラインナップ

新登場!

ゼータプラス 1キロ粒剤
シヤンボ フロアブル

マズオ 1キロ粒剤
シヤンボ フロアブル

ゼータタイガー 1キロ粒剤
シヤンボ フロアブル 300Fg

ズエモン 1キロ粒剤
シヤンボ フロアブル

メガゼータ 1キロ粒剤
シヤンボ フロアブル 400Fg

オサキニ 1キロ粒剤

忍 1キロ粒剤
シヤンボ フロアブル

イッテツ 1キロ粒剤
シヤンボ フロアブル

ドニチS 1キロ粒剤

大塚のあふみ、まっすぐ人へ
sco GROUP

 住友化学

農耕地から緑地管理まで
雑草防除に貢献します。

畑作向け除草剤

アタックショット 乳剤
丸和 **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 ユニホッフ®
サベルDE ハレイDE

緑地管理用除草剤

ハイバーX 粒剤 **パワーボンバー**

除草剤専用展着剤

サファゾントWK 丸和 **サファゾント30**

 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
☎03-5296-2311 <http://www.mbc-g.co.jp/>

第55巻 第1号 目次

- 1 巻頭言 発酵と雑草—SDGsへの対応—
大谷敏郎

- 2 除草剤適正使用キャンペーンについて
公益財団法人日本植物調節剤研究協会

《特集》 地球温暖化が及ぼす作物や雑草への影響

- 3 稲の高温障害対策・活用技術の開発—地球温暖化に立ち向かう稲作り—
中野 洋

7 〔統計データから〕 農業経営の継承に関する意識・意向調査

- 8 温暖化によるイネ科多年生雑草チガヤの分布拡大と雑種形成
富永 達

- 12 環境変化が雑草や除草剤の効果に及ぼす影響
與語 靖洋

- 18 気温上昇のもとでの水田雑草の動態変化を考える
森田 弘彦

- 24 〔田畑の草種〕 長実雛芥子・長実雛嬰粟(ナガミヒナゲシ)
須藤 健一

- 25 夏期に猛暑,少雨となった2018年における筑後川下流域での水田雑草発生の実態調査
大隈 光善

- 28 2020年度春夏作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験判定結果
公益財団法人日本植物調節剤研究協会 技術部

- 35 2020年度水稻関係生育調節剤試験判定結果
公益財団法人日本植物調節剤研究協会 技術部

- 37 〔連載〕 道草 第24回 光あるうち光の中を歩め
渡辺 政隆

- 39 広場

No.72

表紙写真 《ナガミヒナゲシ》



1960年に侵入が確認されたが,全国に分布を広げている。市街地の道路沿いや空き地など乾いた土地に多く,畑地や畦畔にしばしば侵入する。一年生冬生雑草。4月から6月にかけて,茎の上部に長い花茎を出し,赤朱色の花を単生するので目立つ。(写真は©浅井元朗,©全農教)



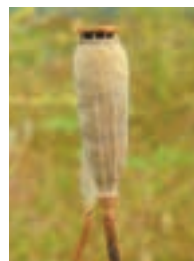
3葉期以降。表面に白毛を生じる。



花弁。4枚で十字対生。



越冬。ロゼット状に葉を広げる。



蒴果。狭卵形で無毛。