

# 植調

第57卷  
第9号

*JAPR Journal*

愛知県における特定外来生物ヒガタアシの駆除事例紹介

秋色アジサイの発色機構 小玉

温湿度がデルフィニウム切り花のチオ硫酸銀錯体処理液の吸収に及ぼす影響

学

葉と根を行き交うペプチドシグナルによる窒素吸収の調節機構

愛知県の水稲不耕起V溝直播栽培における

シハロホップブチル抵抗性ノビエの発生状況と対策について



公益財団法人日本植物調節剤研究協会

JAPAN ASSOCIATION FOR ADVANCEMENT OF PHYTO-REGULATORS (JAPR)



エィワダ 配合  
商品種類に広く深く!

水田除草の勝者と成る。

# ラオウ

1キロ粒剤 ジャンボ フロアブル



詳しい使い方、  
登録内容は  
こちらから

# 誕生

米づくりに、希望の光。

# アカツキ

1キロ粒剤 豆つば(250) ジャンボ フロアブル



詳しい使い方、  
登録内容は  
こちらから

## クミカの初・中期一発処理除草剤

- 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。
- ※商品画像はイメージです。®はクミアイ化学工業(株)の登録商標



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>



クミカの  
facebookは  
こちら



# カウンスル エナジー



製品情報の詳細は  
こちらから



®カウンスルはバイエルグループの登録商標  
®はクミアイ化学工業(株)の登録商標

雑草に負けてたまるか!  
除草力を鍛えた  
カウンスルエナジーがある。



- 1 3成分で高い除草効果
- 2 ノビエへの優れた除草効果
- 3 難防除多年生雑草への高い除草効果
- 4 多年生イネ科雑草に対する高い除草効果
- 5 SU抵抗性雑草に対する高い除草効果
- 6 田植同時散布可能(1キロ粒剤・フロアブル)
- 7 無人航空機での処理可能(1キロ粒剤・フロアブル)
- 8 水口施用可能(移植水稲・フロアブル)
- 9 拡散性に優れたジャンボ剤
- 10 直播水稲への適用性
- 11 新規需要米(WCS、飼料米等)に対する高い安全性

●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。

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  
土日祝日および会社休日を除く



## 農薬防除について思うこと

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 評議員  
クミアイ化学工業株式会社 取締役常務執行役員 研究開発本部長  
大川 哲生

農薬の研究開発業務に携わり40年ほどになるが、入社した頃の農薬は環境負荷低減を目的に一般粉剤からドリフトの少ないDL粉剤に切り替わる時期であり、毎日粉まみれになりながら製剤検討や散布試験などを行っていたことを思い出す。

水田防除の殺虫、殺菌剤は粉剤が主流で、時期になるとあちらこちらで白煙が上がっていたのを覚えている。少しでもドリフトを抑えるために開発されたのがDL粉剤であったが、現在と比べるとそのドリフト抑制は十分ではなかったと思う。除草剤は乳液剤の散布もあったが、粒剤が主流でありドリフトによる問題は殆どなかったが、粒剤を一杯に詰めた動力散布機を担ぎ、散粒ホースを持ち、足場の悪い圃場で薬剤処理する作業は重労働であったに違いない。以前は新しい散布方法、新しい製剤など、農家は現状からの変化を好まなかったが、高齢化、省力化、環境負荷低減、省資源化などの課題が取り上げられるようになり、農業分野でも徐々に変化が起こり始めた。

1990年代には、軽量化、省力化を目的に水稻除草剤フロアブルのボトル散布が行われるようになった。従来の様な散布装置を用いず、直接手で散布できたことから、農家の方も軽量化、省力化の観点から多く使用するようになった。有効成分の種類によっては水系のフロアブルに適さないものもあり、粒剤散布も行われていたが、軽量化、省資源化を目的に、従来の10アール3kg処理粒剤から10アール1kg処理粒剤が開発され、日本植物調節剤研究協会の後押しもありこの1キロ粒剤も普及し始めた。また日本植物調節剤研究協会からの提案もあり、更に省力化、省資源化を目的にジャンボ剤が開発されたのもこの時期であった。

このように農業の分野、特に水稻分野では古くから、高齢化、省力化、環境負荷低減、省資源化の課題に対し、ゆっくりではあるが着実に対応、改善を進めてきており、近年話題となっているみどりの食糧システム戦略は、まさしくこれまで対応してきたことの延長上にあると思われる。

この戦略では、これまでの課題を改善していくことは勿論であるが、更に生産性向上といった農家の収益性を向上させ

る課題も着目されるようになってきている。そのような中、スマート農業のように作物の管理、病害虫雑草の防除、農作物の収量増など新しいイノベーションによってこれらの課題を解決していくとしている。ICTやIoTなどのインターネットを活用した技術、耕作機械の自動運転などによる農作業の軽減などの研究が積極的に行われるようになり、従来の人が中心となった農業から、機械が中心となった農業に変わり始める転換期が来たと感じている。ひと昔前のように農業による防除は10アールあたり数百グラムの農薬成分の投下量が最近では数グラムから数十グラムと減少し、農薬製剤も10アールあたり数キログラムから数百グラムに減ってきている。この流れもAIを活用した農機の開発により、更に処理薬量も減少してくると推測される。

現時点ではドローンの様な既存の散布機を有効に活用し、自動で農薬を散布する研究が進められているが、近い将来、圃場に設置あるいはドローン等に搭載したセンサーにより、病害虫雑草防除、肥培管理も自動で行うようになってくると思われる。

このような機械化に伴い必要とされる農薬の製剤もいろいろ変わってくると思われるが、農薬の必要性は今後も変わらないと確信している。

例えばGM作物が開発されたとき、新しい農薬の開発は必要なくなったのではとの意見もあったが、同じものを長年使用することで抵抗性雑草が出現した。このように突然変異等で発生した抵抗性雑草などの防除のためには新しい作用機作を有する薬剤は必要である。

また環境負荷低減の観点からAIの進歩、自動運転等により効果的な散布が行われるようになり、処理薬量も大幅に減少することが予想される。

昔、手塚治虫の漫画「火の鳥」で、農作業を行うロボットが描かれていたが、本当に近い将来ロボットが種蒔きから、肥培管理、防除、収穫、出荷まですべてを行う時代が来るかもしれない。

# 愛知県における特定外来生物 ヒガタアシの駆除事例紹介

株式会社テクノ中部 環境技術センター  
日本スバルティナ防除ネットワーク  
花井 隆晃

## はじめに

ヒガタアシ (*Spartina alterniflora* Loisel.) は北アメリカ及び南アメリカを原産地とするイネ科の草本植物であり (Barkworth 2021), 2014年に特定外来生物に指定された侵略的外来生物である。国内では2008年に愛知県, 2010年に熊本県で侵入が確認され, 2020年には山口県において侵入が確認された (瀧崎 2012; 伊藤・米満 2011; 黒田ら 2023)。国内における観察では, 高さが3m程度まで成長する非常に大型な多年草であり, 潮位の変化の影響を受ける, 主に泥質の河口域や干潟に生育し, 非常に密な群落を形成する (図-1)。また, 耐塩性が非常に高く, 同様な環境に生育するヨシ (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) と生育場所で競合することもあれば, より潮下帯側に生育することも可能である。耐塩性の試験では, ヨシは12 psu以上では成長

できないが, ヒガタアシは塩分が29 psu以上でも生長できることが報告されている (Vasquez *et al.* 2006)。ヨシの生育帯よりも潮下帯側の領域は, シバナ (*Triglochin maritima* L. subsp. *asiatica* Kitag.) やウラギク (*Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobroc. z.) といった絶滅のおそれのある植物が生育することはあるが, 通常はほとんど植生がない。そのため, 競合相手はほとんどおらず, この領域がヒガタアシの草原と化してしまうことが懸念されている。ヒガタアシの草原となった干潟等では, 他の植物の生育は難しくなり, 河口域や干潟を利用するプランクトン類や底生生物の生息や, それらを餌とするシギ・チドリ類の採餌環境への影響も懸念される (木村ら 2016)。また, アサリ漁など干潟を活用する水産業に影響を及ぼすことも想定され, ヒガタアシの分布拡大は, 河口域や干潟の生態系や経済活動を一変させてしまう可能性がある。

## ヒガタアシの繁殖

ヒガタアシは発見当初, イネ科の不明種として取り扱われており, その日本における生態等についても, まったく情報がなかった。この植物が *Spartina alterniflora* と同定された2011年以降, 愛知県では県, 及び環境省中部地方環境事務所が中心となり, 本格的にヒガタアシの調査と対策の検討が始まった。外来生物の駆除においては, その繁殖方法を知ることが非常に重要となる。ヒガタアシは, 「地下茎の伸長による拡大」 (図-2a), 「種子の散布と発芽」 (図-2b), 「断片の散逸と再生」 (図-2c) の大きく分けて3つの繁殖方法をもつ。これらの特性について, 愛知県に定着していたヒガタアシを対象に調査を行ったところ, 年間0.55~2.6mの幅で群落が拡大成長し, 10~11月にかけて1つの花序から55個程度 (群落1㎡あたりに換算すると約7550個) の稔性



図-1 ヒガタアシ (*Spartina alterniflora* Loisel.)

- a: 円錐花序はあまり開かず, 槍の先のような姿になる。
- b: 群落は泥質の河口域や干潟にできる (鮮やかな緑色の植物がヒガタアシ, 左側奥のやや茶色がかった植物はヨシ)。
- c: 人の背丈を優に超える高さとなる。



図-2 ヒガタアシの分布拡大方法

- a: 拡大成長をもたらす地下茎は、長い時には 90cm 程度まで地下を伸長する。
- b: 発芽時の様子。
- c: 約 15cm の地下茎断片から再生したヒガタアシ。



図-3 愛知県梅田川河口域周辺におけるヒガタアシの分布面積の変化

種子を散布し（環境省中部地方環境事務所 2014）、15cm 程度の地下茎断片から株が再生する（ただし、5cm 以下の地下茎断片からの再生は見られなかった）ことが明らかとなった（愛知県 2013）。また、後の熊本県に定着したヒガタアシを対象とした発芽試験において、最も自然状態に近い条件（8 週間の低温湿層処理、明暗サイクルあり、温度サイクルあり、好気条件）で 65% 程度の発芽率があることも明らかになっている（Hayasaka *et al.* 2020）。こうした繁殖特性をもつヒガタアシの繁殖力は非常に強く、愛知県の梅田川周辺地域での航空写真判読の結果では、最初の定着が確認できた 2005 年から約 7 年間という短い期間で 10,164m<sup>2</sup>まで分布域を拡大していた（環境省中部地方環境事務所 2013）。

## ヒガタアシの駆除

ヒガタアシの駆除には、1) 人力による地下部までの「掘り取り」、2) 肩掛け式草刈り機を用いた「刈り取り」、3) 重機を用いた「掘削」、4) 防草シート等を用いた「被覆」、5) 除草剤を用いた「枯殺」の、主に 5 つの方法がある。これら 5 つの駆除方法についての検討も、繁殖特性の調査と同時に 2011 年から進められ、その効果や今後の方針を検討するための分布モニタリング調査も実施された（図-3）。この際、ヒガタアシの駆除活動が同所に生息・生育する希少な生物に対して影響を及ぼす懸念を示す意見があったが、ここでヒガタアシの分布拡大を食い止めなければ、日本の干潟生態系全てを危険に晒す可能性が十分に考えられた。こ

れを考慮し、愛知県では即座に大規模な駆除活動に移ったことが、比較的早期の根絶に至った大きな要因となったことを申し添えておく。

具体的な駆除活動が始まった 2011 年 10 月の駆除活動では、準備期間が短かったこともあり、掘り取りと刈り取りのみが実施された。作業場所には深い泥干潟が含まれており、足場を設置しなければ膝まで泥に埋まるような場所も多数あって、作業は難航した（図-4a）。地下部まで掘り取る作業の効率は非常に低く、3～5m<sup>2</sup>/人日の効率であった（図-4b）（ボランティアベースでは 0.3m<sup>2</sup>/人日のこともあった）（環境省中部地方環境事務所 2016）。刈り取りは、掘り取りに比べて地上部の除去に対して効率的に実施が可能である（図-4c）。このため、開花期である 9 月半ばから 10 月前半に実施することで、種子繁殖の抑制に高い効果が得られる。実際、2011 年 10 月に梅田川河口域周辺で実施された駆除活動は、「全域のヒガタアシについて、少なくとも地上部は除去する」という方針で実施され、この時点での種子繁殖はすべて抑え込んだ状況となった。しかし、3 日間で延べ 217 人という人数で行った作業によって、地下部から掘り取りできた個体は、実質的に 90 m<sup>2</sup>に留まり、年間の分布拡大面積に比べて明らかに少ない状況であった。



図-4 駆除時の様子

- a : 作業場所は足場が悪く、膝近くまで泥に埋まってしまうため、効率が上がらない。  
 b : 掘り取り状況。根や地下茎が地中深くにあるため、断片を残さず掘り取るのは非常に困難。  
 c : 刈り取り状況。地上部を除去するには効率は高いが地下部は残る。刈った後の植物体の搬出が大変。  
 d : 掘削の状況。ロングアームバックホウや河川敷の簡易的な埋め立てによって重機を入れて作業が行われた。  
 e : 防草シートの設置状況。干潟では地際での刈り取りが難しく、残った株でシートをフラットに張れない。  
 f : 熊本県で採用されたエンボスシートの設置状況。浮き上がりを抑える土嚢が多数設置されている。

ヒガタアシの定着・分布拡大を抑えることは絶望的と思われたが、2012年に行われた掘削によって状況は一変した(図-4d)。梅田川の河口域両岸において、ヒガタアシ生育範囲の約7500㎡が、バックホウ等の重機によって深さ1mで掘削され、翌年以降の再生は全く見られないほどの効果が得られた。この掘削により、ヒガタアシの分布範囲は大きく縮小したが、重機による掘削は堤防から近い範囲に限られ、堤防から距離のある泥の深い干潟では実施できない(重機が入ると沈んでしまう)という課題も明らかとなった。これを解消する方法として、2013年から被覆による駆除も開始された(図-4e)。この方法では、干潟付近の堤防までの資材の運搬・上げ下ろしはトラックや重機等を用いて行い、ヒガタアシの生育箇所までの資材運搬、被覆作業は足場を作って人力

で行う。作業は最初にヒガタアシを地際で刈り取ってから防草シートを被せる形で実施された。被覆もヒガタアシの駆除には効果が高く、被覆されたヒガタアシ1628㎡は、翌年～2年後には地下部まで枯死していることが確認された(環境省中部地方環境事務所2016)。ただし、シートをフラットに設置することが難しく、隙間からヒガタアシが生えてくるのを抑えたり、台風でシートが破れたりなど、メンテナンスに多くの労力を要した。後に熊本県で実施された被覆では、この方法が改良され、生分解性プラスチック製の固いエンボスシートで固定する方法によって(図-4f)、メンテナンスや撤去の課題が低減されている(環境省九州地方環境事務所2020)。

こうした努力の成果もあり、2017年に梅田川河口域周辺ではヒガタアシの根絶が達成された。駆除活動開始か

ら6年という、外来生物の駆除としては比較的早期に根絶を果たしたが、読売新聞(2017年11月22日朝刊)の報道によれば、1億円以上の費用を要したとされている。この間、除草剤を用いた枯殺についても何度も検討対象に上がった。駆除効果や時間的・費用的効率を考えた場合、除草剤を用いた枯殺は最も優位な方法と考えられ、海外ではイマザピル剤を使った駆除の事例もある(Patten 2002; Mo *et al.* 2022)。愛知県の事例でも、水域への流出を極力低減し、ヒガタアシに選択的に除草剤を塗布する方法など、具体的な手法まで検討が進んだが、関係行政や地元などとの合意に至らず見送られることとなった。

ここまでで紹介した駆除方法について、それぞれの特性と課題についてまとめた(表-1)。ここで示す通り、どれか一つの方法がヒガタアシの駆除に

表-1 主な駆除方法の特性と課題

駆除方法	特性	実施に関する課題
掘り取り	<ul style="list-style-type: none"> <li>・少人数でも実施可能</li> <li>・一度で地下茎まで完全に取り去ることは困難だが、年間2回程度の再生確認、掘り取りの実施で根絶可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大面積での実施は困難</li> <li>・搬出作業に大きな労力がかかる</li> </ul>
刈り取り	<ul style="list-style-type: none"> <li>・少人数でも実施可能</li> <li>・9月半ばから10月前半の実施で種子繁殖を抑制可能</li> <li>・地下部を取り除かないため、根本的な解決にならない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大面積での実施は困難</li> <li>・搬出作業に大きな労力がかかる</li> </ul>
掘削	<ul style="list-style-type: none"> <li>・群落の規模によって大がかりな工事となる</li> <li>・掘削深が深い（1m）場合は再生は見られないが浅い（0.3～0.5m）場合は再生が見られることもある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・費用が大きくなりやすい</li> <li>・土捨て場の確保が必要</li> </ul>
被覆	<ul style="list-style-type: none"> <li>・群落の規模によって大がかりな工事となる</li> <li>・地下部の伸長を考慮し、1m程度余分の被覆が必要</li> <li>・1, 2年の被覆で地下部を枯死させられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・費用が大きくなりやすい</li> <li>・シートの固定に工夫が必要</li> <li>・撤去時にも費用が発生する</li> </ul>
枯殺	<ul style="list-style-type: none"> <li>・少人数でも実施可能</li> <li>・1株に対する作業時間も短く、効率的に作業可能</li> <li>・薬剤の水域への流出に配慮した計画が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・関係者間の合意形成が実現しない場合が多数みられる</li> </ul>

とって最適ということではなく、ヒガタアシが生育している場所や規模によって、最適なものを選ぶことが肝要である。梅田川河口域周辺を対象とした分布拡大予測モデル（花井ら 未発表）では、異なる駆除方法を組み合わせること（例えば掘り取りと被覆）によって根絶が可能になるパターンが複数存在し、どのパターンで実施するかは費用対効果を考慮して選択すべきであることが示されている（環境省中部地方環境事務所 2014）。今後、他地域でヒガタアシ群落が確認された場合には、こうした愛知県で得られた知見や、熊本県及び山口県で実施されている事例をもとに、根絶に向けた手順について検討されることを期待したい。

## 今後のヒガタアシ管理

前述の通り、ヒガタアシが一度分布を拡大すると、これを完全に駆除するには多大な人的・経済的コストがかかる。それでは、ヒガタアシの侵入・定着を抑えるにはどうしたらよいか。これを検討するために、侵入経路や頻度について、遺伝子を用いた研究が行われた。この結果、日本に生育している

ヒガタアシは、中国に生育しているものが非常に低頻度で日本に侵入・定着している可能性が高いことが明らかとなった（Maebara *et al.* 2020）。また同報告では、国内への侵入・定着の頻度が低いことに着目し、ヒガタアシの防除については、検疫等で侵入そのものを食い止めるよりも、定着初期の群落を確実に駆除する方が効率的であることが示されている。実際、梅田川河口域周辺のヒガタアシは2017年に一旦根絶されたが、モニタリングを続けた結果、2020年に再び小規模な群落が確認され、数人の作業によって駆除されている。こうした年ごとのモニタリングと適切な駆除の実施が、ヒガタアシの管理には欠かせない。これはヒガタアシがまだ確認されていない沿岸部でも同様である。河口域やその周辺の泥が溜まった場所で、普段見慣れない大きな正円形の群落を見かけたら、まずはヒガタアシではないか疑って欲しい（図-5）。また、疑いのある植物を見かけた際には、地域所管の環境省地方事務所、または日本スパルティナ防除ネットワーク（JNPS；<https://jpnet-prev-spartina.jimdofree.com/>）にご一報いただき、適切な対処につい

て相談いただくことをお願いしたい。

## 引用文献

- 愛知県 2013. 平成 24 年度 ヒガタアシ防除手法調査業務報告書・名古屋, 26pp.
- Barkworth 2021. *Spartina alterniflora*. [http://floranorthamerica.org/Spartina\\_alterniflora](http://floranorthamerica.org/Spartina_alterniflora). (2023 年 8 月 13 日閲覧)
- Hayasaka *et al.* 2020. Seed germination characteristics of invasive *Spartina alterniflora* Loisel in Japan: implications for its effective management. Scientific Report 10, Article number: 2116.
- 伊藤・米満 2011. 日本に定着したスパルティナ属の 1 種～熊本の現状～. BOTANY 61, 30-42.
- 環境省中部地方環境事務所 2012. 平成 23 年度 愛知県の干潟等沿岸部外来種侵入状況調査報告書・名古屋, 73pp.
- 環境省中部地方環境事務所 2013. 平成 24 年度 愛知県の干潟等沿岸部侵入外来種対策調査報告書・名古屋, 76pp.
- 環境省中部地方環境事務所 2014. 平成 25 年度 愛知県の干潟等沿岸部侵入外来種対策調査報告書・名古屋, 122pp.
- 環境省中部地方環境事務所 2016. 平成 27 年度 愛知県の干潟等沿岸部侵入外来種対策調査報告書・名古屋, 117pp.
- 環境省九州地方環境事務所 2020. 令和元年度 熊本県大野川におけるスパルティナ属防除業務報告書. 熊本, 176pp.
- 木村ら 2016. 特定外来生物ヒガタアシの国内侵入とヨシ（在来種）との識別点. 日本ベントス学会誌 70, 91-94.
- 黒田ら 2023. 干潟に生育する大型草本スパルティナ・アルテルニフロラ *Spartina*



図-5 ヒガタアシ群落の拡大時の特徴  
正円状, またはそれらがつながった形で群落を形成する特徴を持つ。

*alterniflora*: 生態特性と山口県下関市における侵入. 保全生態学研究 28, 199-212.  
Maebara *et al.* 2020. Genetic Diversity of Invasive *Spartina alterniflora* Loisel. (Poaceae) Introduced Unintentionally Into Japan and Its Invasion Pathway. *Frontiers in Plant Science, Section Plant Systematics and Evolution* 11, Article number: 556039.  
Mo *et al.* 2022. Impact of applying

imazapyr on the control of *Spartina alterniflora* and its eco-environments in the Yellow River Delta, China. *Watershed Ecology and the Environment* 4, 211-218.  
Patten 2002. Smooth Cordgrass (*Spartina alterniflora*) Control with Imazapyr. *Weed Technology* 16, 826-832.  
瀧崎吉伸 2012. 愛知県豊橋市に帰化したヒガタアシ (新称) *Spartina alterniflora*

Loisel. について. 日本帰化植物友の会通信 9, 6-8.  
Vasquez *et al.* 2006. Salt tolerance and osmotic adjustment of *Spartina alterniflora* (Poaceae) and the invasive M haplotype of *Phragmites australis* (Poaceae) along a salinity gradient. *American Journal of Botany*, 93(12), 1784-1790.

# 秋色アジサイの発色機構

栃木県農業試験場  
小玉 雅晴

## はじめに

「秋色アジサイ」と聞いて、何色のアジサイをイメージするだろうか。一般的にアジサイは初夏に開花し、梅雨の季節を彩る日本を代表する花である。開花時の花は、装飾花と呼ばれる肥大化したがつ片が赤色、桃色、紫色、青色などに発色する。初夏に発色したがつ片（以下、夏色）は、経時的に緑色に変化し、さらに秋にかけて緑色に重ねて再び赤色や紫色に変化する（図-1）。このように、秋季に再び赤色や紫色が発色し、さらに緑色と混ざり合った複雑なグラデーションを呈したものを「秋色アジサイ」、または「アンティークアジサイ」と呼んでいる。その印象的な花色の特徴から、切り花はもちろんドライフラワーとしても流通し、フラワーアレンジメント、リース、スワッグなどに利用され人気が高まっている。

アジサイの夏色の花色を担う主要色素は、赤色、紫色および青色のいずれも同じアントシアニン色素のデルフィニジン3-グルコサイドである

(Asen *et al.* 1956)。一方、秋色アジサイの花色（以下、秋色）は、カメレオンアジサイ (*Hydrangea macrophylla* cv. Hovaria™ ‘Homigo’) の赤色の花色変化に伴う色素発現の研究から、夏色とは異なり、シアニジン系アントシアニンが担うことが報告されている (Yoshida *et al.* 2008)。そこで筆者らは、秋色でも異なる色調に発色した品種・系統について、花色変化の特徴や色素合成に関わる発色機構について調査した。本稿では、これらの結果をもとに、秋色の花色発現の特徴および夏色と秋色の発色機構の関連性について述べる。

## 1. 秋色の発現様式

アジサイの装飾花がつ片の経時的な花色変化の観察において、初夏に開花した夏色のがつ片は、7月頃に退色するとともに緑色に変化し、その後9月から10月にかけて緑色が消えないまま秋色を発色した（図-1）。夏色で赤色、紫色、青色などに発色した11品種・系統の秋色の花色は、それぞれ赤色、赤紫色、青紫色に発色した（図-2）。

秋色の発色は、がつ片の外縁部から

始まり、内側より外側の方が濃くなった（図-1C）。特に花房内部のがつ片は、外縁部がわずかに秋色を発色するが、がつ片全体には発現せず緑色が多く残る複色を示した（図-2）。また、がつ片が重なり合った部分は、緑色のまま秋色は発現せず、八重咲き品種で顕著に認められた（図-3）。夏色でがつ片の外縁部が白色模様になる覆輪品種の秋色への変化では、外縁部が緑色から赤色に発色し、着色が認められた（図-4）。

夏色では花房全体の装飾花がつ片が一樣に発色するが、秋色では花房内部のがつ片が発色しない現象が見られた。アジサイと同様にノリウツギは、秋色の変化がみられるが、秋色の発色には日平均 15,000 lx 以上の照度、および 0.300 mW・cm<sup>-2</sup> 以上の紫外線が必要であることを示している（穴澤ら 2021）。アジサイにおいても色素発現に光要求性を有するが、夏色と秋色では発色に必要な光量、波長が異なると考えられる。

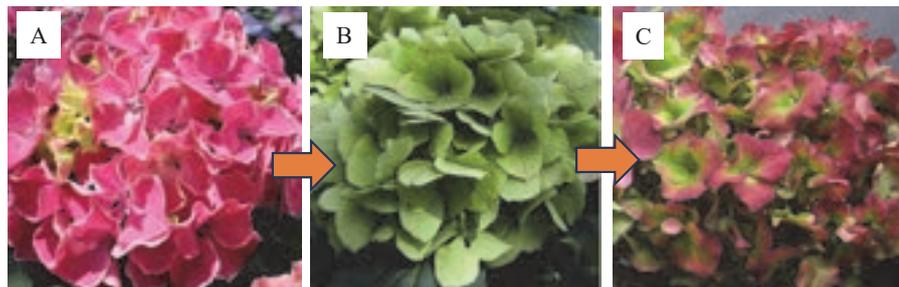


図-1 アジサイ「フラウヨシミ」の花色の季節変化  
(A) 夏色ステージ、(B) 緑色ステージ、(C) 秋色ステージ。小玉ら (2022) を改変。



図-2 様々な花色の秋色アジサイ

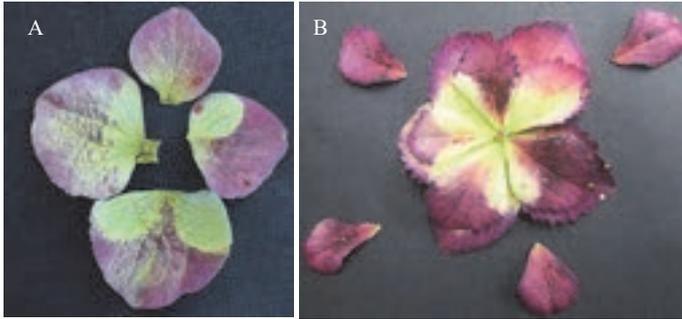


図-3 がく片部位による秋色発色の違い  
(A) 一重咲き, (B) 八重咲き。小玉ら 2022 より転載。

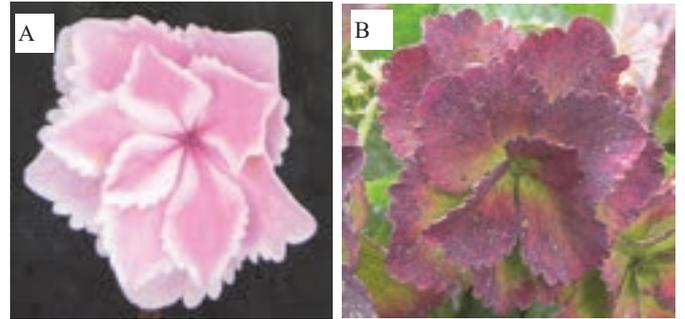


図-4 覆輪品種「きらきら星」の夏色と秋色の着色の違い  
(A) 夏色, (B) 秋色。小玉ら 2022 より転載。

また、夏色では白色の覆輪品種のがく片の外縁部も、秋色では着色が認められた現象は、他の覆輪品種の観察においても同様に認められた。ペチュニアでは、覆輪形成においてアントシアニンの生合成遺伝子 *CHS* の転写後抑制が関与することが報告されている (Morita *et al.* 2012)。アジサイの夏色の覆輪形成についても同様に転写後抑制の仕組みが関与していると推測される一方で、秋色の発色ではこのような制御が機能していないと考えられる (小玉ら 2022)。

## 2. 秋色がく片の細胞構成と色彩

秋色を発色した赤色品種・系統のがく片は、赤色の濃淡の異なる細胞で構成されていた (図-5A)。また、赤紫色および青紫色系統のがく片は、赤色から青紫色の色調と濃淡の異なる細胞で構成されていた (図-5B, C)。赤紫色系統に比べて、青紫色系統のがく片の細胞は、赤色の細胞の割合が低い一方で、色の濃い細胞の割合が高かった。

異なる秋色の色調に発色したのがく片の色相角は、赤色の6品種・系統が  $0^{\circ} \sim 19^{\circ}$ 、赤紫色の3系統は  $-17^{\circ} \sim -28^{\circ}$ 、青紫色の2系統は  $-20^{\circ} \sim -48^{\circ}$  の範囲であった (表-1)。また、明るさを表す  $L^*$  値は、赤色品種・系統が赤紫色および青紫色系統より高い値を示した。

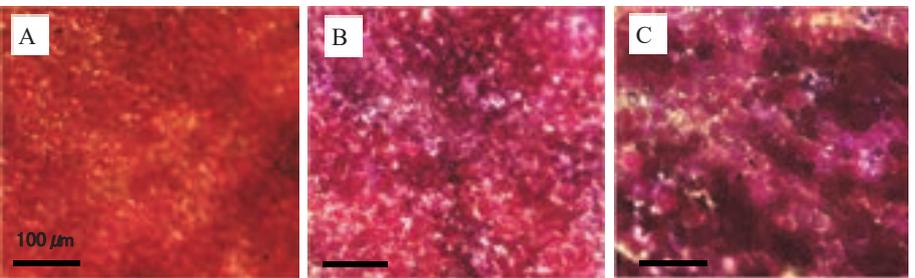
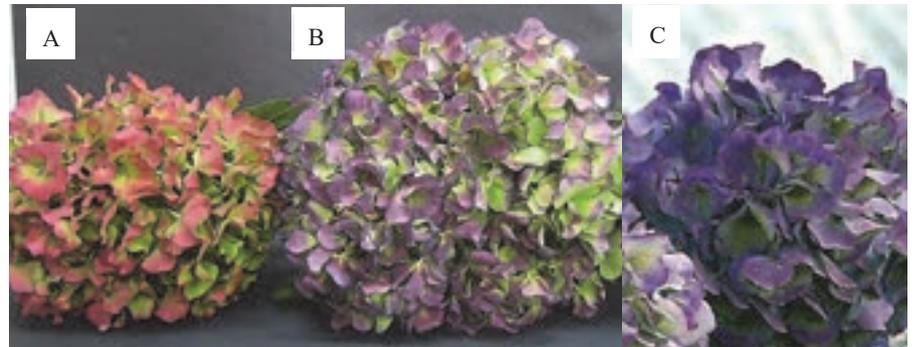


図-5 秋色ステージに発色した花房 (上) とがく片細胞の顕微鏡写真 (下)  
(A) 赤色品種「フラウヨシミ」、(B) 赤紫色系統「HH6」、(C) 青紫色系統「HH11」。小玉ら 2022 を改変。

がく片の吸収スペクトルは、赤色品種・系統が  $538 \sim 540 \text{ nm}$ 、赤紫色系統が  $538 \sim 546 \text{ nm}$ 、青紫色系統が  $554 \sim 565 \text{ nm}$  に吸収極大を示した (図-6)。赤紫色のがく片には赤色と青紫色の細胞が混在することで、吸収スペクトルも赤色と青紫色のがく片の特徴を合わせたパターンとなったと考えられる。また、全ての花色の品種・系統に共通して  $440 \text{ nm}$  付近と  $680 \text{ nm}$  付近に小さな吸収極大を示したが、これらは共存する緑色の発現に寄与するクロロフィルとカロテノイドによるものと考えられる。

## 3. 秋色の色素成分の特徴

秋色を発色したのがく片搾汁液の pH は、赤色品種・系統は  $4.7 \sim 4.9$ 、赤紫色系統が  $4.8 \sim 4.9$ 、青紫色系統が  $5.1 \sim 5.2$  であった (表-2)。がく片の pH と色彩には相関は認められなかった。

これらのがく片の色素組成を調査したところ、主にシアニジン 3- サンピオサイド、シアニジン 3- ラシロサイドの2種類の主要アントシアニンが含まれていた。これ以外に3種類

表-1 秋色がく片の色彩および吸収極大波長

品種・系統	夏色	秋色	色彩値 <sup>2</sup>			色相角 (°)	吸収極大波長 (nm)
			L*	a*	b*		
ピーチ姫	ピンク	赤	37.0 ± 2.3 ab <sup>y</sup>	41.5 ± 1.8 a	11.4 ± 0.4 a	15	539
Baudensee	ピンク	赤	43.1 ± 1.5 a	33.2 ± 1.4 b	7.1 ± 1.0 b	12	538
フラウヨシミ	赤	赤	30.2 ± 1.0 cd	40.1 ± 0.6 a	12.4 ± 0.9 a	17	539
フラウヨシコ	赤ピンク	赤	28.8 ± 0.8 cde	32.5 ± 2.1 b	11.0 ± 0.8 a	19	539
HH13	赤ピンク	赤	31.1 ± 0.9 bcd	30.9 ± 1.1 b	3.4 ± 0.5 c	6	539
城ヶ崎	赤ピンク	赤	33.4 ± 0.7 bc	31.1 ± 0.8 b	-0.2 ± 0.8 cd	0	538
HH2	紫	赤紫	26.0 ± 2.0 de	12.5 ± 0.9 cd	-3.8 ± 0.6 de	-17	546
HH20	紫	赤紫	25.1 ± 1.0 de	15.9 ± 0.6 c	-8.4 ± 0.8 fg	-28	544
HH6	青紫	赤紫	25.9 ± 0.6 de	13.7 ± 1.7 cd	-5.5 ± 0.4 ef	-22	553
HH12	青紫	青紫	22.7 ± 0.6 e	10.8 ± 0.6 cd	-4.0 ± 0.7 e	-20	562
HH11	青紫	青紫	27.2 ± 0.6 de	9.6 ± 0.5 d	-10.8 ± 0.7 g	-48	565

<sup>2</sup> 平均値 ± 標準誤差 (n=3)。<sup>y</sup> Tukey多重比較により異符号間に1%水準で有意差あり。小玉ら2022より転載。

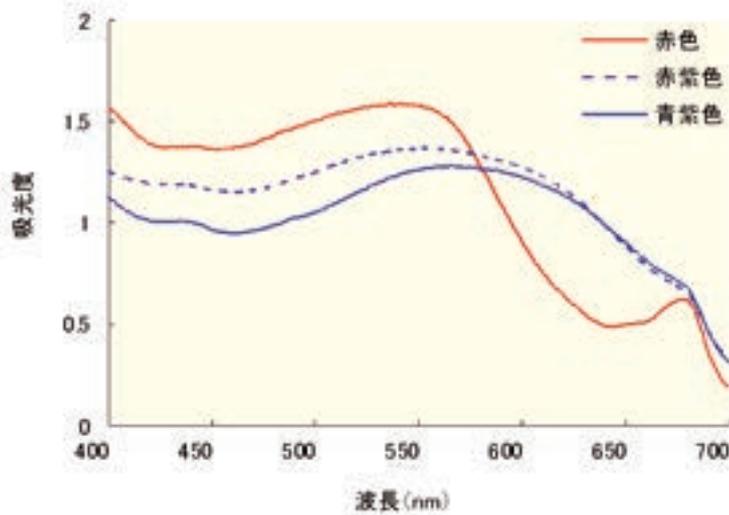


図-6 秋色がく片の吸収スペクトル  
赤色品種「フラウヨシミ」、赤紫色系統「HH6」、青紫色系統「HH11」。小玉ら2022より転載。

の微量アントシアニンとして、デルフィニジン3- サンプビオサイド、デルフィニジン3- グルコサイド、シアニジン3- グルコサイドで構成されていた。がく片の総アントシアニン含量およびアントシアニン組成と色彩の間には関連が認められなかった(図-7)。

アントシアニンの発色に影響を与える色素関連物質として、5-O- カフェオイルキナ酸、3-O- カフェオイルキナ酸、およびアルミニウムイオンの含量との関連を調査した。5-O- カフェオイルキナ酸含量は、赤色品種・系統が0.18 ~ 4.19  $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$  FW, 赤紫色系統が0.56 ~ 1.87  $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$  FW, 青紫色系統は1.05 ~ 1.28  $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$  FWであった(図-7)。5-O- カフェオイルキナ酸含量と色彩

表-2 秋色がく片のpHおよびアントシアニン含量

品種・系統	pH <sup>2</sup>	シアニジン3-	シアニジン3-	シアニジン3-	総アントシアニン <sup>2</sup> ( $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ FW)
		サンプビオサイド ( $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ FW)	ラシロサイド ( $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ FW)	グルコサイド ( $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ FW)	
ピーチ姫	4.9 ± 0.0	1.78	0.17	0.00	2.04 ± 0.23 a <sup>y</sup>
Baudensee	4.9 ± 0.0	0.10	0.15	0.05	0.30 ± 0.03 d
フラウヨシミ	4.8 ± 0.1	0.48	0.03	0.17	0.69 ± 0.87 cd
フラウヨシコ	4.9 ± 0.0	1.62	0.19	0.09	1.94 ± 0.12 a
HH13	4.7 ± 0.1	0.90	0.08	0.00	1.21 ± 0.10 bc
城ヶ崎	4.9 ± 0.0	0.15	0.01	0.00	0.18 ± 0.03 d
HH2	4.9 ± 0.0	1.03	0.02	0.00	1.12 ± 0.12 bc
HH20	4.8 ± 0.0	1.54	0.23	0.14	1.99 ± 0.30 a
HH6	4.9 ± 0.0	1.32	0.15	0.00	1.51 ± 0.15 ab
HH12	5.2 ± 0.0	0.54	0.05	0.00	0.66 ± 0.01 cd
HH11	5.1 ± 0.1	0.73	0.07	0.00	1.19 ± 0.04 bc

<sup>2</sup> 平均値 ± 標準誤差 (n=3)。<sup>y</sup> Tukey多重比較により異符号間に1%水準で有意差あり。小玉ら2022より転載。

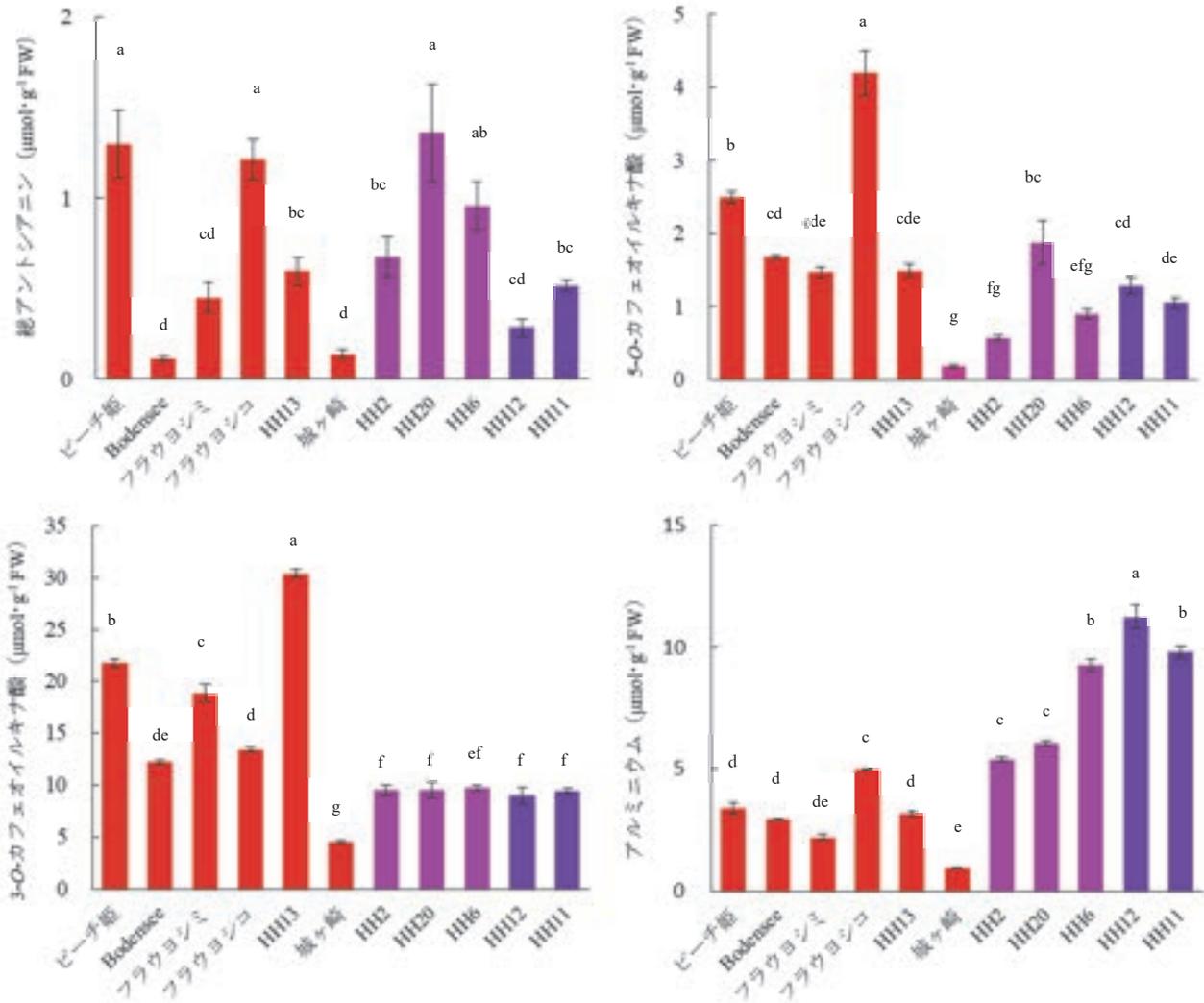


図-7 秋色の色素関連成分含量

図中縦線は標準誤差を示す (n=3)。また、異なるアルファベット間には Tukey 多重比較により 1%水準で有意差あり。小玉ら 2022 より転載。

の間には関連が認められなかった。また、3-O-カフェオイルキナ酸含量は、赤色品種・系統の  $4.51 \sim 30.37 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$  に対し、赤紫色と青紫色系統は  $9.37 \sim 9.65 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$  であった (図-7)。赤紫色と青紫色のがく片に含まれる 3-O-カフェオイルキナ酸含量は、「城ヶ崎」以外の赤色品種・系統のがく片における含量よりも少ない値を示した。さらに、アルミニウムイオン含量は、赤色品種・系統が  $0.94 \sim 4.96 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ 、赤紫色系統は  $5.38 \sim 9.26 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ 、青紫色系統は  $9.80 \sim 11.24 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$  であった (図-7)。青紫色系統は、赤色品種・系統および赤

紫色系統に比べてアルミニウムイオンの含量は有意に高い値を示した。

#### 4. 秋色の発色に与える色素関連物質の影響

秋色は夏色と対応した花色発現が見られることから、夏色と秋色の発色機構の類似性を検討した。そこで、秋色の主要アントシアニンであるシアニジン 3- サンプビオサイド溶液と色素関連物質のアルミニウムイオン、3-O-カフェオイルキナ酸、および 5-O-カフェオイルキナ酸をそれぞれ混合し、発色との関係を調査した (図-8)。シアニジン 3- サンプビオサイドの溶液

の吸収極大は 531 nm を示し、赤色を呈した (図-8A, Ba)。シアニジン 3- サンプビオサイドとアルミニウムイオンを混合した溶液の吸収極大は 556 nm を示し、赤紫色を呈した (図-8A, Bb)。シアニジン 3- サンプビオサイドとアルミニウムイオンおよび 3-O-カフェオイルキナ酸を混合した溶液の吸収極大は 561 nm を示し、青紫色を呈した (図-8A, Bc)。また、シアニジン 3- サンプビオサイドとアルミニウムイオンおよび 5-O-カフェオイルキナ酸を混合した溶液の吸収極大は 568 nm を示し、青紫色を呈した (図-8A, Bd)。アルミニウムイオンを加えることで、アントシアニンを

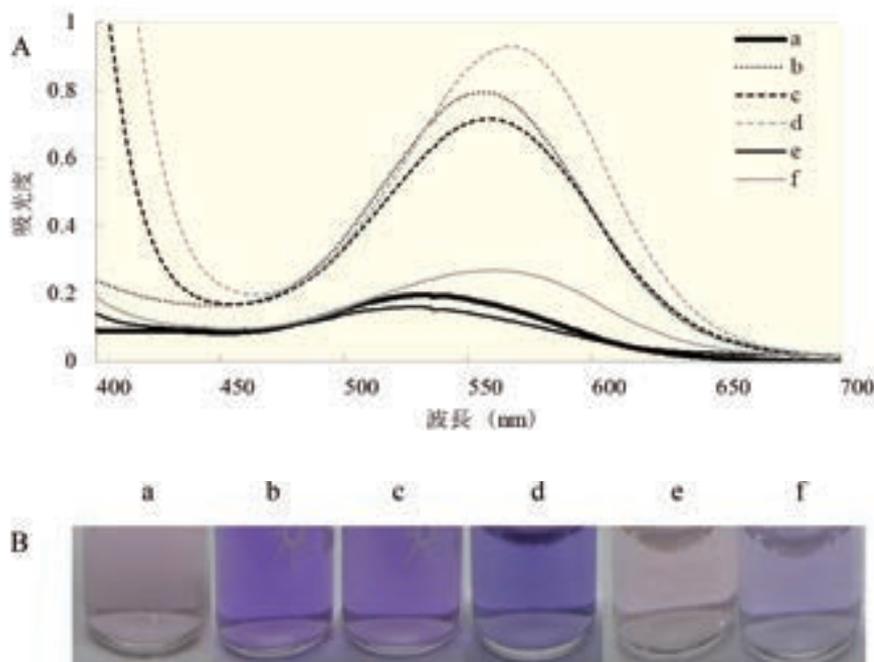


図-8 アントシアニン溶液に与える色素関連物質の影響  
 溶液 pH 4.8, アントシアニンの濃度は  $10 \mu\text{M}$ , 括弧の中の数値はシアニジン 3- サンプビオサイド, アルミニウムイオン, 3-O- カフェオイルキナ酸, 5-O- カフェオイルキナ酸の当量比を示す。(a) (1:0:0:0), (b) (1:5:0:0), (c) (1:5: 10:0), (d) (1:5:0:10), (e) (1:0:10:0), (f) (1:0:0:10)。小玉ら 2022 より転載。

含む溶液の吸収極大の値を長波長側に移動させて青色の色調が強くなるとともに、吸光度が増加し色が濃くなった(図-8A, B : a と b, e と c, f と d を比較)。

一方, シアニジン 3- サンプビオサイドと 3-O- カフェオイルキナ酸を加えた溶液の吸収極大は 528 nm で赤色を呈した(図-8Be)。シアニジン 3- サンプビオサイドと 5-O- カフェオイルキナ酸を加えた溶液の吸収極大は 561 nm で青紫色を呈した(図-8Bf)。5-O- カフェオイルキナ酸は 3-O- カフェオイルキナ酸に比べて溶液の吸光度を増加させ、青色の色調を強くする効果が認められた(図-8A, B : c と d, e と f を比較)。

夏色の主要色素であるデルフィニジン 3- グルコサイドとの混合では、5-O- カフェオイルキナ酸の異性体である 3-O- カフェオイルキナ酸は、このキレート阻害作用を持つ(Ito *et al.* 2009; 武田 2013)。従って、青

色の発色には 3-O- カフェオイルキナ酸の濃度が低い状態にある必要がある(Ito *et al.* 2009; Takeda *et al.* 1985; Yoshida *et al.* 2003; 2009)。秋色の主要色素であるシアニジン 3- サンプビオサイドとの反応においても同じ作用があることが示唆された。

アルミニウムイオン, および 5-O- カフェオイルキナ酸は、いずれも主要アントシアニンであるシアニジン 3- サンプビオサイド溶液に対して、青色の色調を強めるとともに、吸光度を増加させて色を濃くする効果が示された。また、これらの効果はアルミニウムイオンと 5-O- カフェオイルキナ酸を混合した場合に最も強く発現するという夏色と同様の効果が確認された(Kondo *et al.* 2005; Kodama *et al.* 2016; 小玉ら 2022)。秋色の色調とがく片に含まれる化合物の組成の特徴として、3-O- カフェオイルキナ酸の含量は、赤紫色と青紫色がく片で赤色がく片に比べて少ない傾向があり、夏

色と同様に含量と青色の色調に負の関係が示された。一方で、赤色および赤紫色のがく片に比べて青紫色のがく片のアルミニウムイオンの含量が高かったことで、夏色では無関係だったアルミニウムイオンの含量と青色の色調の発現に正の関係が示された。

## まとめ

アジサイの秋色の色調には、赤色、赤紫色、青紫色などがあり、夏色と対応した花色発現が見られた一方で、アントシアニンの構造, および生合成における光要求性および部位特異性といった色素生合成の制御機構が夏色とは異なることが示唆された。アジサイの装飾花を形成するがく片では、夏色から秋色までの月単位の時間経過において、花卉状の形態から葉状への形態的、機能的変化が生じ、色素生合成の制御機構も変化することが推察された。

秋色における青紫色の色調の発現は、夏色と同様にアントシアニンと補助色素である 5-O- カフェオイルキナ酸によるアルミニウムイオンのキレート構造の形成によることが示唆された。夏色の発色に関しては、細胞内に吸収されたリン酸が 3-O- カフェオイルキナ酸と同様にアントシアニンとアルミニウムのキレート結合を阻害し、赤色を安定化させる役割をもつことがわかってきた(Kodama ら 2016)。秋色の発色においても、赤色の色調の発現には、このキレート構造の形成を阻害する 3-O- カフェオイルキナ酸の

濃度が高いこと、およびリン酸などの化合物が関与していると推察される。このように、秋色のがく片では、夏色と類似の発色機構が機能することで、各品種で夏色と相関をもった色調が発色すると考えられる。

秋色アジサイの切花需要は増加傾向であるが、そのほとんどはオランダ、ニュージーランド、南米からの輸入である。いずれの産地もオランダで切花用に育種された品種を生産し、日本に向けて周年輸出されている（北村2023）。日本での生産が少ない理由として、高温多湿の気候が大きな要因になっていると考えられる。開花から秋色の発色までには梅雨時期の高湿度、その後は、湿度に加えて高温と強光により装飾花が傷みやすい。そのため、露地栽培では病害の発生、施設栽培ではそれに加え、ハダニなどの虫害が発生しやすく、品質を維持するためには長期間の防除、栽培環境の調整など高い栽培技術が必要である。一方で、日本には多様なアジサイの素材が存在することから、日本の気候に合った切花用アジサイの品種開発が求められる。

さらに、秋色の発色機構の解明を進めることで、秋色アジサイの幅広い色彩の制御を可能にし、安定生産のための技術開発に貢献できると考える。秋色アジサイが、新たな花き商材としての価値と魅力を高め、マーケットの拡大に繋がることを期待したい。

### 参考文献

- 穴澤拓未ら 2021. 遮光、紫外線および夜温がノリウツギの花色変化に及ぼす影響. 園学研 20 (4), 445-453.
- Asen, S. *et al.* 1956. Anthocyanin and other phenolic compounds in red and blue sepals of *Hydrangea macrophylla* var. Merveille. Proc. Am. Sot. Hort. Sci. 69, 561-569.
- Ito, D. *et al.* 2009. Chemical studies on different color development in blue- and red-colored cells of *Hydrangea macrophylla*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 73, 1054-1059.
- 北村嘉邦 2023. 最新農業技術花卉 vol. 15, 農文協, 東京, 83pp.
- Kodama, M. *et al.* 2016. Analyses of coloration-related components in *Hydrangea* sepals causing color variability according to soil conditions. Hort. J. 85 (4), 372.
- 小玉雅晴ら 2022. 秋色アジサイがく片における色素合成と発色機構. 園学研 21 (1),

73-81.

- Kondo, T. *et al.* 2005. Essential structure of co-pigment for blue sepal-color development of hydrangea. Tetrahedron Lett. 46, 6645-6649.
- Morita, Y. *et al.* 2012. Tandemly arranged chalcone synthase A genes contribute to the spatially regulated expression of siRNA and the natural bicolor floral phenotype in *Petunia hybrida*. Plant J. 70, 739-749.
- Takeda, K. *et al.* 1985. Blueing of sepal colour of *Hydrangea macrophylla*. Phytochemistry 24, 2251-2254.
- 武田幸作 2013. 植物色素フラボノイド. 文一総合出版, 東京, 45-270 pp.
- Yoshida, K. *et al.* 2003. Sepal color variation of *Hydrangea macrophylla* and vacuolar pH measured with a proton-selective microelectrode. Plant Cell Physiol. 44, 262-268.
- Yoshida, K. *et al.* 2008. Change of color and components in sepals of chameleon hydrangea during maturation and senescence. Phytochemistry 69, 3159-3165.
- Yoshida, K. *et al.* 2009. Blue flower color development by anthocyanins: from chemical structure to cell physiology. Nat. Prod. Rep. 26, 884-915.

# 温湿度がデルフィニウム切り花のチオ硫酸銀錯体処理液の吸収に及ぼす影響

北海道立総合研究機構  
花・野菜技術センター  
黒島 学

デルフィニウムは、青色を基調とし涼しげな色合いから夏秋期には欠かすことのできない重要な切り花品目となっている。一方、エチレン感受性の高い品目の一つでもあり、エチレンにより萼片や花弁が脱離し、観賞価値を失う (Ichimura *et al.* 2000)。これに対し、エチレン作用阻害剤であるチオ硫酸銀錯体 (Silver Thio-Sulfate Complex: 以下 STS) の収穫後の短期間処理が、萼片や花弁の脱離抑制に著しい効果があることが報告されている (後藤ら 1998; 中原・中村

2002; 宇田ら 1994)。

北海道のデルフィニウム産地は、夏秋期の出荷を担う主要な産地であり、STS 処理による確実な品質保持効果が求められている。しかしながら、STS 処理効果が不十分と思われる萼片や花弁の早期脱離によるクレームがしばしば問題となっている。

そこでこの拙稿では、デルフィニウム切り花における STS 処理技術と収穫前および STS 処理時における温湿度の影響について調査したので紹介する (黒島 2022)。

この 2 タイプにおいて、吸収された STS 処理液 (銀含量) と日持ちの関係を見るために、STS 処理液濃度、処理時間を組合せて STS 処理した。その結果、いずれのタイプにおいても、日持ち延長効果には切り花全体の銀含量よりも小花における銀含量が重要であり、シネンシス系品種においては  $2\mu\text{mol} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$  以上 (図-2 左)、エラータム系品種においては  $3\mu\text{mol} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$  以上 (図-2 右) の銀が小花に蓄積された切り花では、日持ちはほぼ一定となり最大の効果が得られた (黒島ら 2009; 2017)。小花における銀の蓄積は、処理開始時には急速に進むが、吸収された銀の小花への輸送割合は、次第に減少する傾向がみられ、低濃度 STS 処理液 (0.1mM) の長時間処理では、上述の銀含量に達しなかった。これらのことから、適正な

## 1. デルフィニウム切り花における STS 処理

現在、北海道で作付けされている主要なデルフィニウムは、シネンシス系およびエラータム系である (図-1)。



シネンシス系



エラータム系

図-1 デルフィニウム切り花

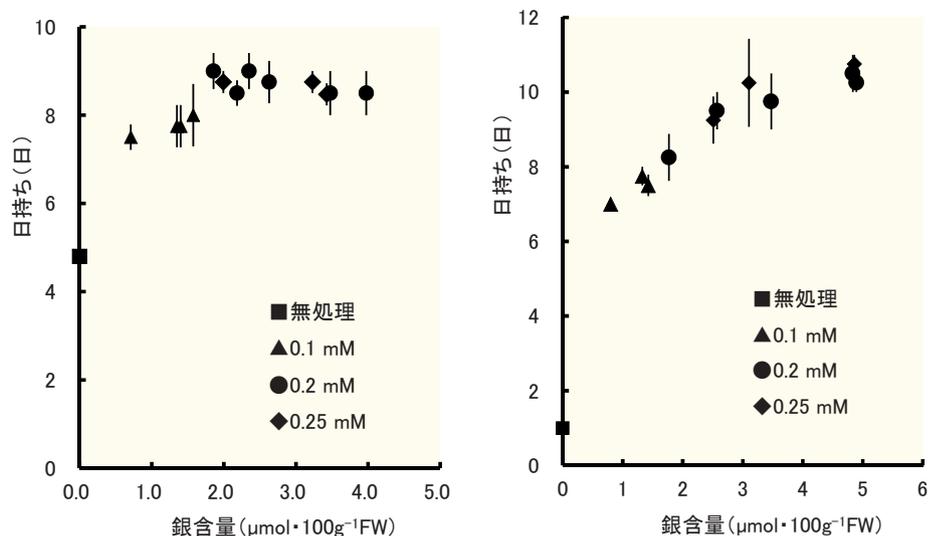


図-2 デルフィニウム切り花の小花における銀含量と日持ちの関係  
左：シネンシス系、右：エラータム系。図中の縦棒は標準誤差を示す。銀含量は、サンプル 2 点の平均値。(左：黒島ら 2009 より転載、右：黒島ら 2017 より転載)



図-3 市場でみられた花落ち事例  
2007年撮影エラータム系品種

濃度の STS 処理液 (0.2mM) で切り花の STS 処理液の吸収が盛んなうちに処理する必要性が明らかとなった。また、花穂部分が長く、小花数の多いエラータム系品種においては、収穫時には開花後数日が経過した小花から未開花の小花が花穂の中に混在している。離層の形成が進み萼片や花弁の脱離が始まった小花に対しては STS 処理効果を期待できないことが明らかとなった (黒島ら 2017)。これらの結果をもとに、デルフィニウム切り花の STS 処理方法がまとめられ、STS 処理は出荷前の必須の作業として北海道の生産現場に広く普及してきた (北海道農業協同組合中央会, ホクレン農業協同組合連合会 2020)。

## 2. 花落ちクレーム

夏季の出荷において、STS 処理効果が不十分と思われる萼片や花弁の早期脱離 (いわゆる‘花落ち’) により、出荷市場からクレームを受ける産地は少なくない (高橋・大西 2001)。実際、市場で花落ちがみられたエラータム系切り花 (図-3) の銀含量を調査したところ、日持ち延長効果が期待できる小花の銀含量を大きく下回り、銀含量の不足が花落ちの原因と推察された。クレーム発生の報告があった切り花の収穫前または収穫時の気象状況から、降雨が影響していると考えている産地が多い。収穫前のハウス内が多湿条件と

表-1 収穫前の相対湿度が STS 処理液の吸収量に及ぼす影響 (黒島 2022 より転載)

処理区	処理中の 相対湿度 <sup>2)</sup> (%)	STS処理液 吸収量 (g・100 g <sup>-1</sup> FW)	銀含量 (μmol・100 g <sup>-1</sup> FW)	
			切り花 全体	小花
なりゆき区	84.8	35.0	6.54	4.14
除湿区	59.4	32.0	5.47	3.52
有意性 <sup>3)</sup>		*	*	ns

<sup>2)</sup> 収穫前144時間の平均値

<sup>3)</sup> t検定により\*は5%水準で有意な差があること、nsには有意な差がないことを示す(n=8)

なり、収穫時の切り花が STS 処理液を吸収しにくい状態となっていた。あるいは、切り花出荷調製施設内が多湿条件によって STS 処理液の吸収が抑制されたなどが、銀含量の不足を招いた要因として考えられている。そこで、これらの要因について検証を行った。

## 3. 収穫前の湿度の影響

エラータム系品種を用いて、花穂の小花が開花し始めたポットを相対湿度条件の異なる人工気象室に移し、6日後に収穫し STS 処理することで、収穫前6日間の相対湿度の影響を調査した。北海道における一般的なデルフィニウム栽培ハウス内において、収穫前120時間以内に降雨があった条件の平均気温と相対湿度は、22°C、87%に達していた (黒島 2013)。そこで人工気象室を温度 22°Cとし、相対湿度を制御しない‘なりゆき’区 (平均相対湿度約 84%) と、除湿器を使用した除湿区 (平均相対湿度約 60%) に設定した。切り花の STS 処理液吸収量には顕著な差が認められ、相対湿度の高かったなりゆき区は、除湿区よりも多くなった (表-1)。また、切り花全体および小花における銀含量は、いずれもなりゆき区で多くなったが、小花の銀含量に有意な差は認められなかった。日持ち延長効果が最大となる小花の銀含量は、エラータム系品種では 3μmol・100g<sup>-1</sup>FW 以上であるが、

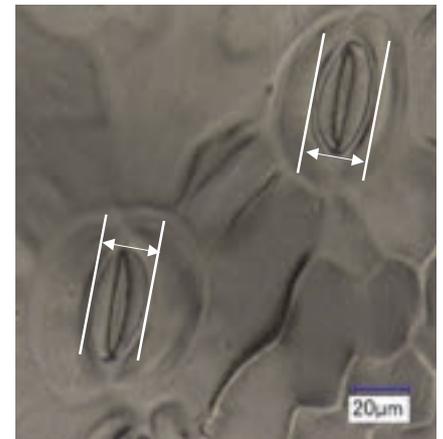


図-4 気孔径の測定部分  
エラータム系品種小花の萼片胚軸側。(黒島 2022 より転載)

いずれの処理区も小花にこれ以上の銀が吸収された。実験前は、雨天時の高相対湿度が、切り花の STS 処理液の吸収に影響し、吸収量を低下させることを予想していた。しかしながら、本結果からは、収穫前の相対湿度の影響は小さく、むしろ高湿度条件下の切り花の吸収量が増加する結果となった。

切り花の吸水の原動力は、主に蒸発散による蒸散流であり、気孔からの蒸散の割合が非常に高い。佐藤ら (2005) は、バラを相対湿度 60%および 85%で栽培した場合、85%区における葉の気孔径は 60%区より大きくなり、気孔抵抗が小さく、切り花の蒸散速度も高いことを報告している。また、中野 (2012) は、バラの栽培管理において、6g・m<sup>-3</sup>以上の飽差環境では植物体からの水分損失を抑えるため気孔が閉じることを述べている。そこで、収穫前の湿度条件がデルフィニウム切

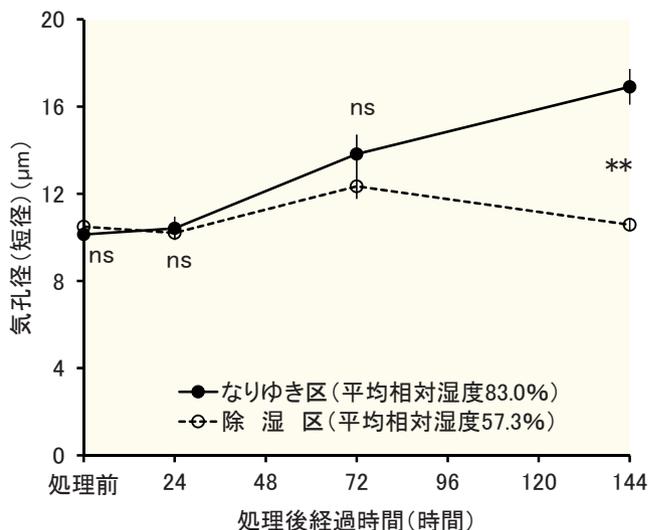


図-5 栽培期間中の相対湿度が萼片の気孔径に及ぼす影響  
 図中の縦線は、標準誤差を示す (n=5)。\*\* は、t検定により除湿区およびなりゆき区との間に1%水準で有意な差があり、nsは有意な差がないことを示す。(黒島 2022 より転載)

り花の萼片の気孔径に及ぼす影響について調査した。エラータム系品種を供試し、花穂の小花が開花し始めた段階で、前述の人工気象室に移した。なりゆき区および除湿区に移したそれぞれ5株を調査対象とした。開花直後の小花を1株当たり2花選び、人工気象室入室前、処理1日後、3日後および6日後に小花から萼片を1枚ずつ午前11時に採取し、孔辺細胞を含む気孔径(短軸)を測定した(図-4)。事前に萼片における気孔の分布状況を調査した結果、気孔は萼片の背軸側にはみられたが、向軸側にはみられなかったことから、気孔径の調査対象部位を萼片背軸側の中央部分とした。なりゆき区における気孔径は、処理中に拡がる

傾向がみられ、処理6日目には除湿区との間に有意な差が認められた(図-5)。本実験の除湿区における処理期間中の平均飽差は、約 $7.8\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ に達しており、萼片気孔からの水分損失を抑えるために気孔は閉じていたと考えられた。花穂に八重咲き的小花が多数着生するエラータム系品種においては、これら萼片の気孔径の差がSTS処理液の吸収量に影響したと推察された。

#### 4. STS 処理時の温湿度の影響

STS 処理時の温度および相対湿度が、STS 処理液吸収量に及ぼす影響を調査した。調査方法は、花・野菜

技術センター内の雨よけハウスで栽培したエラータム系切り花を供試し、花穂の小花が60~70%程度開花した株を収穫、調製しSTS処理を行った。STS処理は、蛍光灯点灯による明条件のもと23℃、相対湿度70%(以下23℃-70%区)、23℃、相対湿度80%(以下23℃-80%区)、30℃、相対湿度70%(以下30℃-70%区)および30℃、相対湿度80%(以下30℃-80%区)に制御した恒温室で行った。処理開始4時間後および8時間の処理終了後に速やかにSTS処理液吸収量を求めた。

処理開始後4時間では吸収量に有意な差は認められなかったが、8時間では飽差が大きい30℃-70%区の吸収量が最も多く、ついで30℃-80%区、23℃-70%区、飽差が最も小さい23℃-80%区の順に減少した(表-2)。同一の温度条件下では、相対湿度が低いほど含量が増加する傾向がみられた。また、飽差が近似する23℃-70%区( $6.2\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )と30℃-80%区( $6.1\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )の比較では、温度の高い

表-2 前処理時の気温および相対湿度がSTS処理液の吸収量および銀含量に及ぼす影響(黒島 2022 より転載)

温度 (°C)	湿度 (%)	飽差 ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	STS処理液吸収量( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$ )		銀含量( $\mu\text{mol}\cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$ )	
			4時間後	8時間後	切り花 全体	小花
23	70	6.2	20.2 a <sup>2)</sup>	35.2 b	6.03 b	2.84 a
	80	4.1	16.6 a	29.2 a	4.19 a	2.41 a
30	70	9.1	25.2 a	46.4 c	9.26 c	3.97 a
	80	6.1	22.0 a	43.2 c	7.21 b	3.05 a

<sup>2)</sup>異なる文字間には、Tukeyの多重検定により5%レベルで有意な差があることを示す(n=3)

表-3 収穫前および STS 処理時の相対湿度が STS 処理液吸収量および銀含量に及ぼす影響 (黒島 2022 より転載)

収穫前 <sup>2)</sup>	前処理中 <sup>3)</sup>	STS処理液	銀含量 ( $\mu\text{mol}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ )	
		吸収量 ( $\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}\text{FW}$ )	切り花 全体	小花
なりゆき区	低湿度区	49.5 c	8.17 c	4.06 b
	高湿度区	26.9 a	4.43 a	1.34 a
除湿区	低湿度区	40.8 b	6.82 b	4.07 b
	高湿度区	28.0 a	4.55 a	1.69 a

<sup>2)</sup> 収穫前144時間の平均相対湿度 なりゆき区82.3%, 除湿区65.1%

<sup>3)</sup> STS処理中6時間の平均相対湿度 高湿度区86.5%, 低湿度区62.5%

<sup>\*)</sup> 異なる文字間には, Tukeyの多重検定により5%レベルで有意な差があることを示す(n=8)

30°C -80%区で吸収量が増加した。切り花全体および小花における銀含量は, 飽差が大きい 30°C -70%区の含量が最も多く, 飽差が小さい 23°C -80%区が最も少なくなる傾向がみられた。同一の温度条件下での比較では, 吸収量と同様に相対湿度が低い区で吸収量が増加する傾向がみられた。

バラ切り花において相対湿度 99%条件で保持すると相対湿度 60%条件に比べて植物体からの蒸散および生け水の吸収が低く抑えられることが報告されている (土井ら 2000)。また, トルコギキョウ切り花において, 前処理溶液の吸収量は処理時の相対湿度の影響を受け, 低湿度ほど処理液の吸収量は増加したことが報告されている (湯本・市村 2007)。デルフィニウム切り花においても吸収量および銀含量は, 処理時の相対湿度および温度の影響を受け, 低湿度条件で吸収量が増加するトルコギキョウ切り花と同様の結果となった。なお, STS 処理後の気孔径の調査は行っていないが, 前述の実験における気孔径の変化は, 処理 1 日後にはみられなかったことから, 8 時間の STS 処理中に気孔径が変化し, 蒸散量に影響した可能性は小さいと推察された。これらのことから, STS 処理時の相対湿度および温度条件を変えることで STS 処理液の吸収量を増加させることができると考えられた。本

実験における処理条件の飽差と STS 処理液の吸収量および銀含量の関係は, 飽差が高いほど吸収量および銀含量が増加する傾向がみられた。飽差を高めるような環境制御が, 吸収量および含量の増加に効果的であり, 具体的には相対湿度を下げるまたは気温を上げる制御が考えられた。

## 5. 収穫前および STS 処理時の温湿度の影響

これまでの実験において, 収穫前数日を高湿度条件下で経過し収穫に至った切り花は, 萼片の気孔径が拡大したことで蒸散抵抗が低下し蒸散しやすい切り花の状況であり, 結果として STS 処理液の吸収量は低湿度条件下よりも増加した。一方, 高湿度条件下での STS 処理においては, 蒸散が抑制され STS 処理液の吸収が低湿度条件下より減少することが明らかとなった。そこで, 降雨時には栽培ハウス内および隣接する調製施設内も多湿条件となることが想定されることから, 収穫前数日と STS 処理時の相対湿度条件を組み合わせることで STS 処理液吸収量に及ぼす影響を調査した。

開花し始めた株を相対湿度の異なる人工気象室 (なりゆき区 (約 82%) と除湿区 (約 65%)) にそれぞれ移し収穫まで保持した。6 日後に収穫し速

やかに調製し, 各人工気象室の切り花を高湿度条件 (約 87%) と低湿度条件 (約 63%) に分けて 6 時間 STS 処理した。処理後速やかに前処理液吸収量および切り花の銀含量を求めた。

収穫前を相対湿度が高いなりゆき区で株を管理した切り花を低湿度条件下で STS 処理した区の吸収量が最も多くなった (表-3)。次いで, 収穫前を除湿区で管理し, 低湿度条件下で STS 処理した区が多かった。高湿度条件下で STS 処理した区の吸収量は低湿度条件下で処理した区よりも有意に少なく, 収穫前の湿度条件の影響はみられなかった。切り花全体の銀含量においても, STS 処理液吸収量と同様の傾向がみられた。低湿度区で処理したいずれの処理区の小花の銀含量は, 高湿度区の倍以上であり, 収穫前の湿度条件の影響はみられなかった。

これらの結果から, 高湿度条件下での STS 処理では, 切り花からの蒸散そのものが抑制されるため, 気孔径の大きさなどの切り花の状態が STS 処理液の吸収に及ぼす影響は小さいと推察された。また, STS 処理液吸収量および小花の銀含量を増加させるには, 収穫前のハウス管理よりも STS 処理時の環境制御が効果的であると考えられた。本実験において, 高湿度条件下での STS 処理における小花の銀含量は, 日持ち延長効果が最大と

なる銀含量  $3\mu\text{mol}\cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$  を大きく下回った。本実験の STS 処理時間は、他の実験より短く、処理時間の延長で小花の銀含量が増加する可能性が考えられた。しかしながら、STS 処理時間を長くすることで茎葉の銀含量は大幅に増加するが、小花の銀含量の増加はわずかであり、切り花に吸収された銀の小花への蓄積割合は次第に減少しており、仮に本実験の STS 処理時間を延長しても小花の銀含量が  $3\mu\text{mol}\cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$  に達する可能性は低いと考えられた。

北海道の夏秋期における栽培であっても、降雨時は湿度が高く、気温が低く推移することが多い。STS 処理時の対策として、切り花調製施設内の相対湿度を下げる、または気温を上げるなどの飽差を高める環境制御が考えられる。暖房による昇温は、切り花の呼吸量の増加にもつながり、収穫後の管理としては望まし

い状況ではない。従って、具体的な環境制御対策としては、切り花調製施設内の相対湿度を下げるために除湿器などを利用することがあげられる。

### 引用文献

- 土井元章ら 2000. 異なる水蒸気圧下で保持したバラ切り花の水関係に影響する要因. 園学雑 69, 517-519.
- 後藤理恵ら 1998. デルフィニウム切り花の老化におけるエチレンの役割. 園学雑 67 (別 2), 452.
- 北海道農業協同組合中央会・ホクレン農業協同組合連合会 2020. 8 低温輸送方法での鮮度保持技術. 北海道フラワーガイド その 28. 辻孔版社. 北海道, 94-98.
- Ichimura, K. *et al.* 2000. Soluble carbohydrates in Delphinium and their influence on sepal abscission in cut flowers. *Physiol. Plant.* 108, 307-313.
- 黒島学 2013. デルフィニウム切り花の前処理液吸収量に及ぼす栽培環境および前処理環境の影響. 園学研 12(別 1), 413.
- 黒島学 2022. 収穫前および前処理時の相対湿度がデルフィニウム切り花の STS 処理液吸収量および銀含量に及ぼす影響. 園学

研 21, 501-506.

黒島学ら 2009. デルフィニウム切り花における STS 処理後の花持ちの延長と銀含量. 園学研 8, 353-357.

黒島学ら 2017. エラータム系デルフィニウム切り花における STS およびスクロースを組み合わせた処理が収穫後の品質と日持ちに及ぼす影響. 園学研 16, 197-202.

中野明正 2012. 施設園芸 Q & A バラの管理に「飽差」を利用したいのですが?. 施設と園芸 157, 51.

中原亜理恵・中村広 2002. デルフィニウムの出荷技術. 農耕と園芸 891, 172-175.

佐藤公宣ら 2005. 栽培中の相対湿度がバラ切り花の収量, 品質, 日持ちならびに蒸散特性に及ぼす影響. 園学雑 74(別 2), 544.

高橋正行, 大西常裕 2001. 実務家から見た花きの日持ち保証の実態と分析. 農耕と園芸 890, 173-179.

宇田明ら 1994. 品質保持剤 STS の前処理が草花類の品質保持期間に及ぼす影響. 近畿中国農研 87, 32-35.

湯本弘子・市村一雄 2007. トルコギキョウ切り花においてスクロース前処理時の相対湿度およびスクロース濃度が葉の障害発生および日持ちに及ぼす影響. 園学研 6, 301-305.



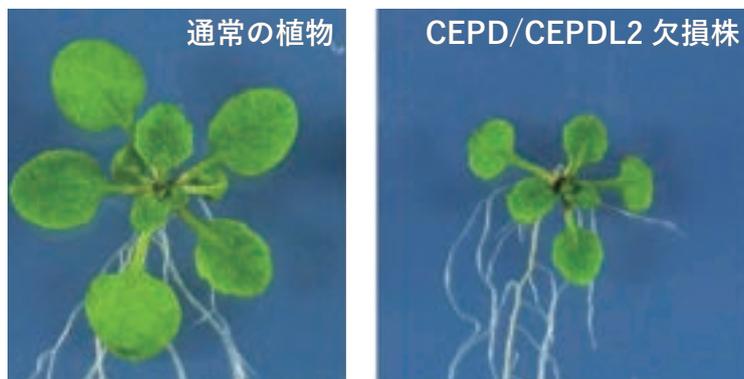


図-2 CEPD/CEPDL2 欠損株の地上部写真

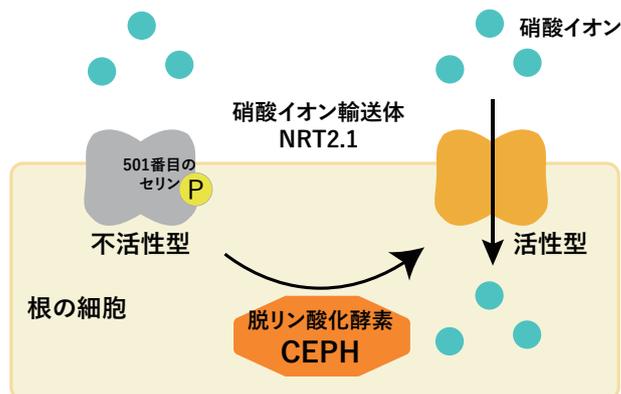


図-3 CEPH の作用機構

送体の量を調節しているようである。土壌中の硝酸イオンを感知するしくみについては、近年 NLP7 転写因子が硝酸センサーとして報告されたが(Liuら 2022), CEPD シグナルとの関係は分かっていない。

## 2. 葉の窒素要求を伝える CEPDL2 システム

上記の CEP-CEP 受容体-CEPD システムは、土壌中の不均一な窒素分布に応じてそれぞれの根における吸収量を適切に調節するシステムである。さらに植物は自身の窒素需要に応じて吸収を調整するシステムも持っている。地上部(葉)が成長する時期には窒素要求量が増加するため、根からより多くの窒素栄養を吸収する必要があるためだ。実は、モデル植物のシロイヌナズナには CEPD とよく似たポリペプチドが 21 個あるが、その中のひとつが地上部の窒素要求量を根に伝えて硝酸イオン吸収を促進することが明らかになった。

植物が葉を増やして大きく成長しようとする時期に、葉の師管では CEPD-like2 (CEPDL2) と呼ばれるポリペプチドが産生される (Otaら 2020)。CEPDL2 は CEPD と同様に葉の師管で特異的に作られ、師管を通過して根へ長距離輸送され、根で硝酸

イオン輸送体の発現を誘導する。しかし、CEPD と大きく異なるのは、根の窒素欠乏にはまったく反応しないという点である。植物の地上部と根を切り離し、地上部だけを窒素欠乏状態にする実験を実施したところ、葉における CEPD の生産量は変化しなかったのに対して、CEPDL2 の生産量は大きく増加した。すなわち、CEP-CEP 受容体-CEPD システムは根の窒素欠乏に応じて硝酸イオン吸収量を制御し、CEPDL2 は地上部の窒素要求量に応じて吸収量を制御する経路であることが明らかになった。CEPD および CEPDL2 を欠損した植物は著しい生育不良を示すことから、植物の生存に必須のシステムであることがわかる (図-2)。

## 3. 硝酸イオン輸送体を活性化する脱リン酸化酵素 CEPH

これまでに分かっている CEPD/CEPDL2 システムの主な役割は、根において硝酸イオン輸送体の発現を誘導することである。しかし、これは植物がまだ軽度の窒素欠乏状態であり、硝酸イオン輸送体を新規合成するために必要なアミノ酸が残っているからこそ可能な制御である。重度の窒素欠乏に陥った植物ではこのアミノ酸のストックが枯渇するが、このとき一体ど

のように硝酸イオン吸収を促進するのだろうか。

筆者らの最近の研究によって、重度の窒素欠乏時には、CEPD/CEPDL2 システムが硝酸イオン輸送体よりも脱リン酸化酵素 CEPH (CEPD-induced phosphatase) の産生を優先することが分かってきた (Ohkuboら 2021)。酵素 CEPH は窒素欠乏時に根で産生され、主要な硝酸イオン輸送体 NRT2.1 (この輸送体だけで根の硝酸イオン吸収の 70%以上を担う) の 501 番目のセリンを直接脱リン酸化している。実はこの 501 番目のセリンがリン酸化されると NRT2.1 は不活性型となり、硝酸イオン吸収活性が大幅に低下するのだが (Jacquotら 2020), CEPH は NRT2.1 を活性型へと切り替える働きを持つ (図-3)。実際に、CEPH を欠損した植物では根の硝酸イオン吸収活性が低下し、反対に CEPH を多く作る植物では吸収活性が増加する結果を得ている。植物は重度の窒素欠乏になってから硝酸イオン輸送体を大量に新規合成することはできないため、窒素があるうちに余分に硝酸イオン輸送体を不活性型で準備しておき、重度の窒素欠乏時には触媒量で済む CEPH を合成して予備の硝酸イオン輸送体を活性化する方針に切り替えているのである。このように、植物は窒素環境に応じて硝酸イオン吸

収量の制御方法を切り替えることで、  
個体全体での窒素恒常性を維持してい  
ることが明らかとなった。

## さいごに

植物は、成長に必須となる窒素栄養  
を適切に吸収するために、根と葉のあ  
いだで窒素情報をやりとりし、根に  
おける硝酸イオン吸収量を制御して  
いる。筆者らのグループが発見した  
CEPD/CEPDL2 および CEPH は、単  
子葉類・双子葉類問わず多くの植物種  
が持つ普遍的なシステムである。これ  
らのシステムを強化した作物を作出で  
ければ、肥料の使用量を抑えて効率よ  
く栽培できるようになるかもしれな  
い。一方でまだ解明できていない謎  
も多く残っている。例えば、土壌の  
窒素欠乏をどのように感知して CEP  
の産生に繋げているのだろうか。葉  
の窒素要求から CEPDL2 産生に繋が

るシグナル伝達も同様である。また、  
CEPD/CEPDL2 が硝酸イオン輸送体  
や CEPH の発現を誘導するしくみも  
分かっていない。これらの謎の解明が  
次なる課題である。

## 引用文献

- Drew, M.C. & Saker, L.R. 1975. Nutrient supply and the growth of the seminal root system in barley: II. Localized, compensatory increases in lateral root growth and rates of nitrate uptake when nitrate supply is restricted to only part of the root system. *J. Exp. Bot.* 26, 79-90.
- Ohshima, K., Ogawa, M. & Matsubayashi, Y. 2008. Identification of a biologically active, small, secreted peptide in *Arabidopsis* by *in silico* gene screening, followed by LC-MS-based structure analysis. *Plant J.* 55, 152-160.
- Tabata, R. *et al.* 2014. Perception of root-derived peptides by shoot LRR-RKs mediates systemic N-demand signaling. *Science* 346, 343-346.
- Ohkubo, Y., Tanaka, M., Tabata, R.,

Ogawa-Ohnishi, M. & Matsubayashi, Y. 2017. Shoot-to-root mobile polypeptides involved in systemic regulation of nitrogen acquisition. *Nat. Plants* 3, 1-6.

Liu, K.H. *et al.* 2022. NIN-like protein 7 transcription factor is a plant nitrate sensor. *Science* 377, 1419-1425.

Ota, R., Ohkubo, Y., Yamashita, Y., Ogawa-Ohnishi, M. & Matsubayashi, Y. 2020. Shoot-to-root mobile CEPD-like 2 integrates shoot nitrogen status to systemically regulate nitrate uptake in *Arabidopsis*. *Nat. Commun.* 11, 641-641.

Ohkubo, Y., Kuwata, K. & Matsubayashi, Y. 2021. A type 2C protein phosphatase activates high-affinity nitrate uptake by dephosphorylating NRT2.1. *Nat. Plants* 7, 310-316.

Jacquot, A. *et al.* 2020. NRT2.1 C-terminus phosphorylation prevents root high affinity nitrate uptake activity in *Arabidopsis thaliana*. *New Phytol.* 228, 1038-1054.

# 愛知県の水稲不耕起V溝直播栽培におけるシハロホップブチル抵抗性ノビエの発生状況と対策について

愛知県農業総合試験場  
作物研究部作物研究室  
柏木 啓佑



図-2 V直圃場におけるシハロホップブチル抵抗性ノビエ

## はじめに

愛知県の水稲作付面積は、28,500haであり（農林水産省 2022）、そのうち約 3,900ha が不耕起V溝直播栽培（以下、V直）による作付である。V直は農閑期である冬季の整地作業、および時速 5～6km 程度の高速播種が可能である高い省力性から、愛知県内の大規模水田作経営体における水稲栽培の基幹となっている。V直における除草体系は、イネ播種後出芽直前のグリホサート剤、入水 5 日前頃のシハロホップブチル剤、入水後の初中期一発処理除草剤（以下、一発剤）の 3 回の除草剤処理により構成される（愛知県農業総合試験場 2007）（図-1）。V直では中干しを行わないため、本体系で適切に雑草を防除できれば、その後湛水管理で雑草の発生を抑制できる。本体系は高い雑草防除効果からV直の

導入以来、20 年近く取り組まれてきた。特にシハロホップブチル剤はイネ科雑草に対する高い除草効果を有するほか、水稲との選択性も高いため、本県を含む日本各地で長らく使用されてきた。しかし近年、愛知県内の一部のV直圃場では入水前のシハロホップブチル剤処理後に枯死しないノビエが散見され、除草作業の負担増大や水稲の収量・品質低下等が問題となっており、有効な代替除草剤の選定が求められている（図-2）。シハロホップブチルに対する抵抗性をもつノビエは、米国（カリフォルニア州）でタイヌビエ（*Echinochloa oryzicola* Vasing.）（Ruiz-Santaelia *et al.* 2006）をはじめ、トルコでタイヌビエ（Altop *et al.* 2014）、韓国（Won *et al.* 2014）、ブラジル（Eberhardt *et al.* 2016）でイヌビエ（*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *crus-galli*）等が確認されている。日本国内では、岡山県の水稲

乾田直播圃場におけるヒメタイヌビエ（*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *formosensis* Ohwi）（那須・伊藤 2017）が確認され、近年複数の県でも報告されていることから、愛知県でもシハロホップブチル抵抗性ノビエの発生が疑われる。本稿では、2020～2022 年に実施した県内のシハロホップブチル抵抗性ノビエについての調査結果と、防除に有効な除草剤について紹介する。

## 試験 1 シハロホップブチル抵抗性が疑われた V 直圃場での現地調査

2020 年にシハロホップブチル抵抗性をもつイヌビエの発生が疑われた生産者の V 直圃場で、シハロホップブチルを含む複数の除草剤を供試し、防除効果を確認した。

イネ出芽前の 2020 年 4 月 23 日に圃場全面にグリホサートイソプロピルアミン塩 41.0% 液剤（500mL/50L/10a）を処理した後、5 月に表-1 のとおり各薬剤を処理した（各剤 60m<sup>2</sup>×2 反



図-1 水稲不耕起V溝直播栽培の雑草防除体系

表-1 各供試薬剤の処理時期および処理内容

供試した試験	処理時のノビエ葉齢	供試薬剤 (薬量/水量/10a)	略称
1, 2	5	シハロホップブチル30.0%乳剤(100mL/100L, 展着剤加用 <sup>1)</sup> )	C剤
1, 2	5	ペノキススラム3.6%水和剤(100mL/100L)	PE剤
1, 2	5	ビスピリバックナトリウム塩2.0%液剤(200mL/100L)	B剤
1	5	メタミホップ4.9%乳剤(200mL/100L)	M剤
1	3	プロバニル35.0%乳剤(1100mL/50L)	PR剤
2	5	フロルピラウキシフェンベンジル2.7%乳剤(200mL/100L)	F剤
3	8	フルアジホップP17.5%乳剤(100mL/100L, 展着剤加用 <sup>1)</sup> )	FP剤
3	8	キザロホップエチル7.0%水和剤(300mL/100L)	Q剤
3	8	セトキシジム20.0%乳剤(200mL/100L)	S剤
3	出芽前	ジメテナミドP64.0%乳剤(120mL/100L)	D剤
3	出芽前	ジメテナミドP8.5%・リニューロン12.0%乳剤(600mL/100L)	DR剤
3	出芽前	プロメトリン5.0%・ベンチオカーブ50.0%乳剤(1000mL/100L)	PB剤
3	出芽前	トリフルラリン44.5%乳剤(300mL/100L)	T剤

1) ポリオキシエチレンドデシルエーテル30%(300mL/10a)

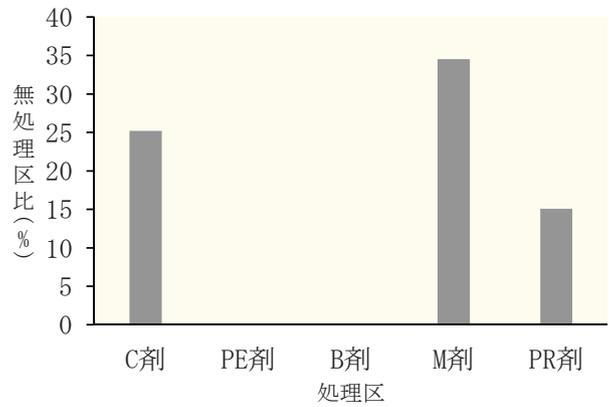


図-3 各区のイヌビエ地上部乾物重の無処理区比 (試験 1)

復)。処理時期は使用基準上のノビエの晩限葉齢とし、PR剤のみノビエ3葉期の5月5日に、C剤、PE剤、B剤、M剤の4剤はノビエ5葉期の5月14日に背負式手動噴霧器 (RW-15DX, KOSHIN) を用いて処理した。入水後の5月23日に全区にピリミノバックメチル0.45%・プロモブチド9.0%・ベンスルフロンメチル0.51%・ペントキサゾン2.0%粒剤(1kg/10a)を処理した。現地慣行の除草管理では、シハロホップブチル剤処理5日後に入水し、10日後に一発剤を処理するため、供試薬剤の防除効果のみを評価することが困難である。このため、本試験では一発剤処理10日後の6月2日に枯死していないノビエの地上部乾物重を調査し、無処理区の地上部乾物重で除した値を「無処理区比」として防除効果を評価した。なお、新葉まで枯れあがり、分けつの再生も見られず、生育が完全に停止したものを枯死個体と判定した。供試薬剤処理時の各区のノビエ発生本数は420本/m<sup>2</sup>程度であった。

試験結果を図-3、図-4に示す。C剤区では枯死しなかったイヌビエが見られ、無処理区比は25%であった。このため、試験圃場ではシハロホップブチル抵抗性イヌビエが発生していると考えられた。また、M剤区の無処

理区比は35%であり、C剤区と似た傾向を示した。このことから、試験圃場の抵抗性イヌビエはシハロホップブチルと同じアセチルCoAカルボキシラーゼ阻害剤(以下、ACCase阻害剤)であるメタミホップに対する抵抗性も有すると考えられ、メタミホップによる防除は困難であると考えられた。PR剤区でも枯死しなかったイヌビエが見られ、無処理区比は15%であった。目視による観察結果では、PR剤区で処理後のイヌビエに対する高い枯殺効果、および処理後入水前の後発イ

ヌビエの発生が確認された。以上のことから、PR剤区は3葉期処理で他剤と比べ処理時期が早く、入水までの期間が長かったため、後発のイヌビエが一発剤処理時に高葉齢となり、防除効果が低下したと考えられた。このため、V直の除草体系に組み込む場合は、岡山県のシハロホップブチル抵抗性ヒメタイヌビエに有効とされているブタクロール乳剤(Iwakami *et al.* 2015)等の土壌処理剤を活用し、入水まで除草効果を維持する方法を検討する必要があると考えられた。PE剤区、B剤区

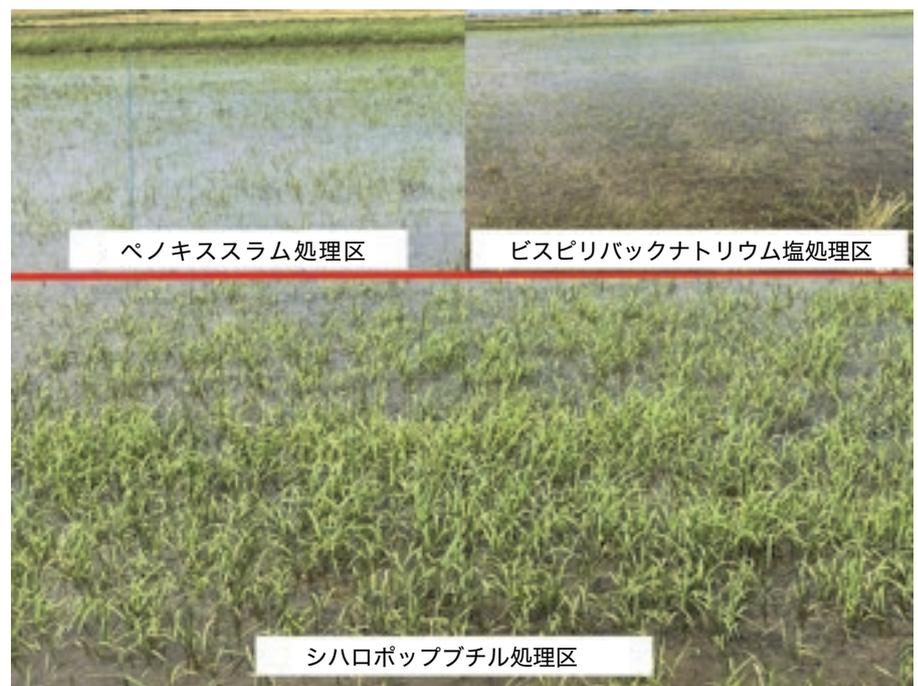


図-4 調査時のC剤区とPE剤区、B剤区の様子

では調査時にイヌビエが見られなかったため、これら2剤はシハロホップブチル抵抗性イヌビエの防除に有効であると考えられた。

## 試験2 愛知県内におけるシハロホップブチル抵抗性ノビエの発生状況と有効な代替除草剤に関する調査

愛知県内のV直圃場におけるシハロホップブチル抵抗性ノビエの発生状況を確認するため、県内各地から抵抗性が疑われるノビエを収集し、抵抗性の有無、および有効な代替除草剤を調査した。

2020年7月から9月に愛知県内各地のV直圃場でシハロホップブチル剤処理後に枯死しなかったノビエ複数個体から種子(小穂)を採取し、「植調雑草大鑑」(浅井 2015)を参考に草丈、花序の形状、芒の有無等、外観から種を同定した。採取圃場は農家への

聞き取りから、V直導入後10年程度シハロホップブチル剤を使用し、処理後に枯死しなかったノビエが多い圃場を県西部の尾張地域9地点(No.1~9)、中央部の西三河地域15地点(No.10~24)、東部の東三河地域2地点(No.25~26)の計26地点選定した。採取した種子は自然乾燥後に休眠打破処理として、4℃の水中で3か月程度保存した。

試験は2021年4月から10月にかけて、愛知県長久手市の愛知県農業総合試験場作物研究部のガラス温室において行った。ノビエ種子と水を入れたビーカーを30℃の恒温器に入れて発芽処理を行い、発芽後1葉期の時点で水稲育苗培土(くみあい肥鉄培土2号, JA あいち経済連)を深さ5cmに詰めたプラスチックバット(縦23cm×横40cm×深さ12cm)に10個体ずつ移植した。その後、全サンプルに対し、表-1のとおりC剤, PE剤,

B剤, F剤を処理した。処理20日後に10個体の枯死を判定するとともに地上部乾物重を測定した。対照には、愛知県農業総合試験場内で採種し、事前に全ての供試薬剤の有効性を確認した感受性イヌビエを用いた。

試験結果を表-2, 図-5, 図-6に示す。県内各地から収集したノビエはいずれもイヌビエであった。26地点中、尾張, 西三河, 東三河を含む18地点のイヌビエで枯死率が100%となら



図-5 シハロホップブチル抵抗性ノビエが確認された市町

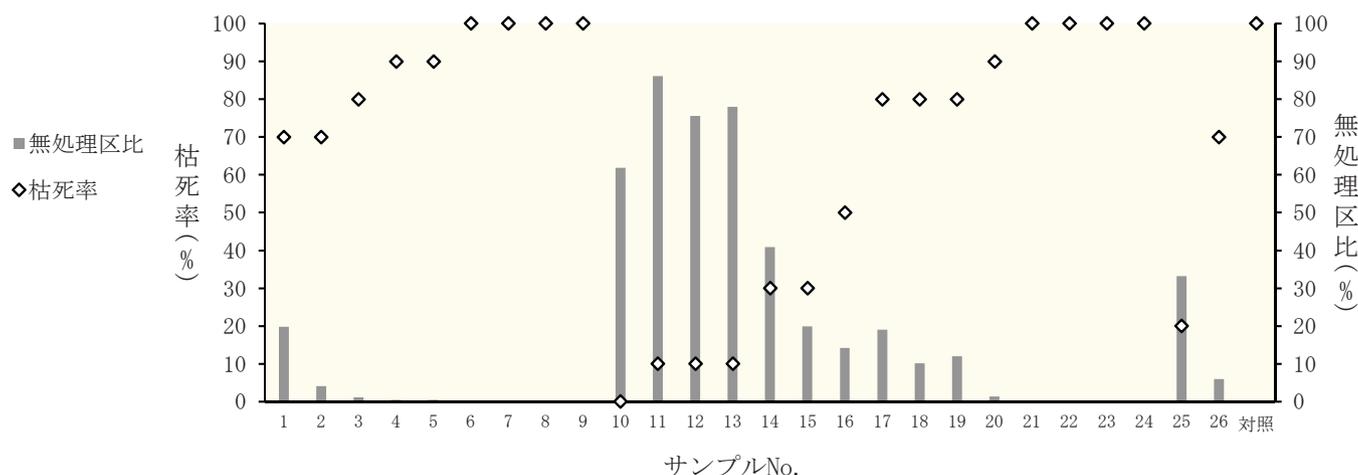


図-6 C剤処理における枯死率および無処理区比(試験2)

表-2 ノビエ分類と各薬剤に対する枯死率（試験2）

サンプルNo.	地域	ノビエ分類	C剤	PE剤	B剤	F剤
			枯死率	枯死率	枯死率	枯死率
			%	%	%	%
1	名古屋市	イヌビエ	70	100	100	100
2	稲沢市	イヌビエ	70	100	100	100
3	長久手市	イヌビエ	80	100	100	100
4	名古屋市	イヌビエ	90	100	100	100
5	稲沢市	イヌビエ	90	100	100	100
6	名古屋市	イヌビエ	100	100	100	100
7	名古屋市	イヌビエ	100	100	100	100
8	名古屋市	イヌビエ	100	100	100	100
9	名古屋市	イヌビエ	100	100	100	100
10	豊田市	イヌビエ	0	100	100	100
11	豊田市	イヌビエ	10	100	100	100
12	安城市	イヌビエ	10	100	100	100
13	刈谷市	イヌビエ	10	100	100	100
14	安城市	イヌビエ	30	100	100	100
15	安城市	イヌビエ	30	100	100	100
16	西尾市	イヌビエ	50	100	100	100
17	西尾市	イヌビエ	80	100	100	100
18	安城市	イヌビエ	80	100	100	100
19	豊田市	イヌビエ	80	100	100	100
20	豊田市	イヌビエ	90	100	100	100
21	知立市	イヌビエ	100	100	100	100
22	知立市	イヌビエ	100	100	100	100
23	西尾市	イヌビエ	100	100	100	100
24	岡崎市	イヌビエ	100	100	100	100
25	豊橋市	イヌビエ	20	100	100	100
26	豊橋市	イヌビエ	70	100	100	100
対照	農総試	イヌビエ	100	100	100	100

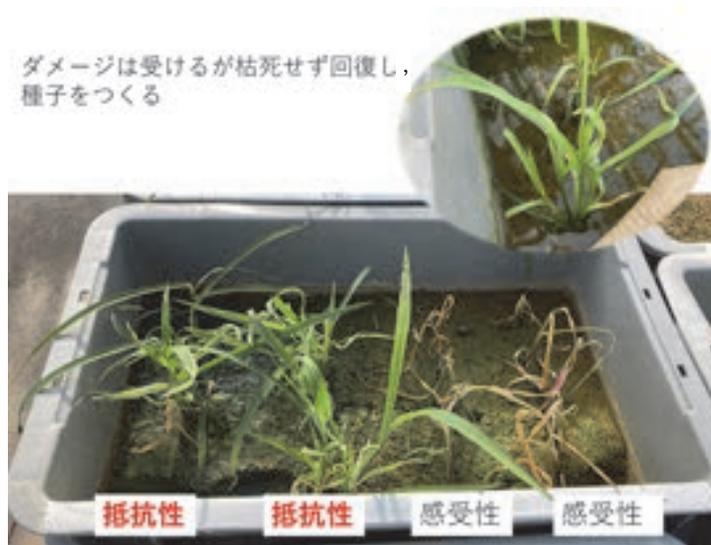


図-7 調査時のシハロホップブチル抵抗性ノビエの様子（試験2）

ず、これらの地域ではシハロホップブチル抵抗性イヌビエが発生していると考えられた。また、C剤処理による枯死率に0～90%の幅があり、同じ枯死率のサンプル間にも無処理区比にバラつきがみられた。したがって、抵抗性イヌビエに対するC剤処理による生育阻害程度は圃場間で異なると考えられた。岡山県ヒメタイイヌビエには抵抗性程度の異なる複数のシハロホップブチル抵抗性バイオタイプが存在することが報告されている(Iwakami et al. 2015)。以上のことから、愛知県内には抵抗性レベルの異なる複数のシハロホップブチル抵抗性バイオタイプが存在する可能性が示唆された。また、県内各地域でシハロホップブチル抵抗性イヌビエが確認されたことから、シ

ハロホップブチル剤を10年程度の長期にわたり使用することで、地域によらず抵抗性個体は発生し得ると考えられた。一方、防除に有効と考えられたPE剤、B剤に加え、F剤処理でもイヌビエの枯死率が100%となり、高い防除効果を示した。したがって、これら3剤はシハロホップブチル抵抗性イヌビエの防除に活用できると考えられた。

### 試験3 大豆作におけるシハロホップブチル抵抗性イヌビエに有効な除草剤の検討

愛知県では水稲-小麦-大豆の体系で輪作が取り組まれており、水稲作でシハロホップブチル抵抗性ノビエが発生した圃場では、大豆作においても発

生すると考えられる。大豆作においてはノビエ防除にシハロホップブチルと同じACCase阻害剤が用いられることがあり、防除効果の低下が懸念される。このため、シハロホップブチル抵抗性イヌビエに対し、複数の除草剤を供試し、防除効果を確認した。

試験は2022年4月から8月にかけて、愛知県長久手市の愛知県農業総合試験場作物研究部のガラス温室において行った。試験2でシハロホップブチル抵抗性を確認したノビエの種子、および上記サンプルの採取地点のうち、2022年産の大豆作圃場(No.13～15)で自生し、8月に作土ごと掘り上げたノビエを前述の方法によりプラスチックバットで栽培し、8葉期に表-1のとおりFP剤、Q剤、S剤をそ

表-3 枯死率および地上部乾物重 (試験 3 種子発芽個体)

サンプル No.	FP剤		Q剤		S剤	
	枯死率	無処理区比	枯死率	無処理区比	枯死率	無処理区比
	%	%	%	%	%	%
1	100	-	100	-	100	-
2	100	-	100	-	100	-
3	種子量不足により未実施					
4	100	-	100	-	100	-
5	100	-	100	-	100	-
10	40	54	70	39	100	-
11	0	65	80	13	100	-
12	0	72	10	44	100	-
13	10	67	100	-	100	-
14	10	48	30	40	100	-
15	100	-	100	-	100	-
16	100	-	100	-	100	-
17	100	-	100	-	100	-
18	100	-	100	-	100	-
19	100	-	100	-	100	-
20	100	-	100	-	100	-
25	100	-	100	-	100	-
26	100	-	100	-	100	-
対照	100	-	100	-	100	-

表-5 出芽数および出芽率 (試験 3)

サンプル No.	出芽数					
	無処理	出芽率(%)	D剤	DR剤	PB剤	T剤
	本	本	本	本	本	本
1	32	64	0	0	0	0
2	24	48	0	0	0	0
3	種子量不足により未実施					
4	24	48	0	0	0	0
5	16	32	0	0	0	0
10	19	38	0	0	0	0
11	46	92	0	0	0	0
12	48	96	0	0	0	0
13	46	92	0	0	0	0
14	41	82	0	0	0	0
15	42	84	0	0	0	0
16	39	78	0	0	0	0
17	49	98	0	0	0	0
18	45	90	0	0	0	0
19	47	94	0	0	0	0
20	27	54	0	0	0	0
25	17	34	0	0	0	0
26	44	88	0	0	0	0
対照	47	94	0	0	0	0

表-4 枯死率および地上部乾物重 (試験 3 現地掘り上げ個体)

サンプル採 取地点 No.	FP剤		Q剤		S剤	
	枯死率	無処理区比	枯死率	無処理区比	枯死率	無処理区比
	%	%	%	%	%	%
13	50	33	100	-	100	-
14	70	42	50	15	100	-
15	100	-	100	-	100	-
対照	100	-	100	-	100	-

それぞれ処理し、枯死率により防除効果を評価した。また、土壌処理剤であるD剤、DR剤、PB剤、T剤については、水稲育苗用のポット育苗箱に培土を詰め、同ノビエ種子を1ポット当たり1粒、各サンプル50粒ずつ播種、覆土し、覆土の上から表-1のとおり処理した。各区、処理30日後に出芽したノビエの数を数え、無処理区の本数を100%とした比率から、防除効果を評価した。灌水は育苗箱底面からの給水により行った。

試験結果を表-3、表-4、表-5に示す。茎葉処理剤については、No.10,11,12,14はFP剤、Q剤の2剤、No.13はFP剤のみで枯死率が100%とならず、そ

他のサンプルは全ての剤で枯死率が100%となった。また、現地大豆圃場から掘り上げたノビエも同様にNo.14はFP剤とQ剤、No.13はF剤のみで枯死率が100%とならなかった。このことから、本県のシハロホップブチル抵抗性イヌビエには複数のバイオタイプが存在し、一部はFP剤、Q剤に対し抵抗性を有すると考えられた。一方、S剤は全てのサンプルで枯死率が100%となり、高い防除効果を示した。FP剤、Q剤、S剤はいずれもACCase阻害剤であるが、化学的な分類では、FP剤、Q剤がシハロホップブチルと同じアシルオキシプロピオン酸エステル系(FOPs)、S剤

がシクロヘキサジオン系(DIMs)である。本試験においてS剤のみ高い防除効果が認められたことから、供試したサンプルの抵抗性はFOPsの代謝経路の変異によるものである可能性が高いと考えられた。

土壌処理剤については、出芽率が50%以下のサンプルもあったが、供試した4剤全てで出芽個体が見られなかった。したがって、これら4剤は防除に活用できると考えられた。

## 4 まとめ

本研究の結果、愛知県のV直圃場においてシハロホップブチル抵抗性イヌビエが発生していることが明らかとなり、防除に有効な代替除草剤として、ペノキスラム、ビスピリバックナトリウム塩、フロルピラウキシフェンベンジルの3剤が有効であると考えられた。また、シハロホップブチル抵抗性イヌビエは輪作の大豆作においても発生が認められ、大豆作においては、セトキシジム、および土壌処理剤であ

るジメテナミド,ジメテナミド・リニュロン,プロメトリン・ベンチオカーブ,トリフルラリンが有効であると考えられた。ただし,国内で複数の除草剤に対する交差抵抗性を持つヒメタイヌビエが報告されている(Iwakami *et al.* 2015)。抵抗性発達のメカニズムは未だ不明な点が多いが,複数年にわたる連用は大きな要因となりうる(深野ら 2021)ため,防除に当たってはこれらの剤を隔年で使用するほか,大豆作における中耕等の耕種的防除を組み合わせる等の対策が必要と考えられた。

本研究は公益財団法人日本植物調節剤研究協会「植物調節剤の研究開発事業に関わる試験研究課題」により実施した。本文や図表は日本雑草学会誌「雑草研究」68巻2号に掲載された内容

(柏木ら 2022)を一部改変した。

## 引用文献

- 愛知県農業総合試験場 2007. 不耕起V溝直播栽培の手引き(改訂第4版). 農業の新技术 No.74, 33-37.
- Altop, E.K. *et al.* 2014. Detecting ALS and ACCase herbicide tolerant accession of *Echinochloa oryzoides* (Ard.) Fritsch. in rice (*Oryza sativa* L.) fields. Crop Protection Volume 65, 202-206.
- 浅井元朗 2015. 「植調雑草大鑑」. 全国農村教育協会, 東京, 18-19.
- Eberhardt, D.S. *et al.* 2016 Barnyardgrass with multiple resistance to synthetic Auxin, ALS and ACCase inhibitors. Planta Daninha Volume34, 823-832.
- 深野祐也ら 2021. 除草剤抵抗性雑草の進化生態学的研究の現状と今後の展望. 雑草研究 66, 59-71.
- 柏木啓佑ら 2022. 愛知県の水稲乾田直播栽培におけるシハロホップブチル抵抗性イ

ヌビエ (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *crus-galli*) の防除に有効な代替除草剤の検討. 雑草研究 68, 55-59.

那須英夫・伊藤一幸 2017. 岡山県の水稲乾田直播水田におけるシハロホップブチル抵抗性ヒメタイヌビエに対する防除対策の構築. 植物防疫 72, 30-34.

農林水産省 2022. 作物統計調査(2022). (2023年10月13日アクセス確認). <https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/index.html>.

Ruiz-Santaelia, J.P. *et al.* 2006. Resistance mechanisms to cyhalofop-butyl in a biotype of *Echinochloa phyllopogon* (Stapf) Koss. from California. Journal of Plant Diseases and Protection 20, 95-100.

Won, O.J. *et al.* 2014. Identification of Herbicide-Resistant Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* var. *crus-galli*) Biotypes in Korea. Weed & Turfgrass Science 3, 110-113.

神様の名から洪水予知まで多くの「善し」と  
雑草の「悪し」の両面を備えるヨシ

森田 弘彦

新型コロナウイルス感染症のために3年間中断していた対面での日本雑草学会の大会・講演会が、2023年3月に滋賀県の龍谷大学農学部で開催された。多くの雑草研究者と久しぶりにお会いし、雑談を含めて様々な情報を直接いただくことの有難さを改めて実感した。琵琶湖を抱える滋賀県での開催とあって、この大会では「ヨシ群落と人の共生」をテーマに、地元滋賀県と岡山県でのヨシ (*Phragmites australis* Trin. ex Steud. 図-1) と人の係わりや保全に関する特別講演が持たれた。

アシとヨシの呼称には以下の説明がある(牧野富太郎「牧野日本植物圖鑑」,1940)。

和名あしハ蓋シ稈ノ變化セシモノナラント謂ヘリ はしハ稈ヲ指ス。よしハ元來本來ノ名稱ニ非ズあしヲ惡シト附會シ之レニ對シ緑起上之ヲ善シト爲セシニ外ナラズ。

「アシ」としては、8世紀初頭に成立した「古事記」の冒頭に「天地初發之時・・・次國稚如浮脂而 久羅下那洲多陀用幣疏之時 如葦牙因萌騰之物 成神名」として4番目の神様「宇麻志阿斯訶備比古遲神(古事記原文 雄山閣,

1936)」が登場して以来、日本人との係わりが続いてきた。日本の古い文献に登場する植物を研究した松田修氏は、アシが古事記に取り上げられた事情を以下のように説いた(記紀の植物, 植物と文化創刊号, 1971)。

あし(葦) イネ科

「記紀」の開巻最初に見えるのは、<sup>あしかび</sup>アシカビの名である。アシカビはアシの芽をいい、「記紀」には若葦、葦船、葦原<sup>なかつくに</sup>中国、豊葦原水穂国、葦原色許男神、葦那陀迦神、<sup>うましあしかびひこぎのみこと</sup>可美葦牙彦舅尊などという名が見えるから、上代はこの国にアシの類がたくさん生えていたことがわかるし、これはまた古代人の生活とも密接な関係があったことが考えられる。すなわち、水田の耕作にはアシの生えているような水湿地が必要であったろうし、この若芽はたべられるし、茎葉は屋根材、茎はスダレと、生活にも関係の深い草だからである。

古代、ヨシ原からヨシの根茎を除去して水田にするのは労力のいる大変な作業であったと思うが、日本人の生活に深くかかわった植物に違いないので、雑草学会の特別講演のテーマとなるのも無理はない。当日の演者の講演スライドにも登場した『西川嘉廣「ヨシの文化史 一水辺から見た近江の



図-1 ヨシ (*Phragmites australis*) の各部位  
A: 地下の根茎とその先端の萌芽(秋田県秋田市, 2014年),  
B: 萌芽時、「葦牙」の状態,  
C: 萌芽直後の若葦(千葉県流山市, 2023年),  
D: 穂(秋田市, 2013年)



図-2 ヨシの「善し」の側面を多数収録した「西川嘉廣 ヨシの文化史, 2002」の表紙

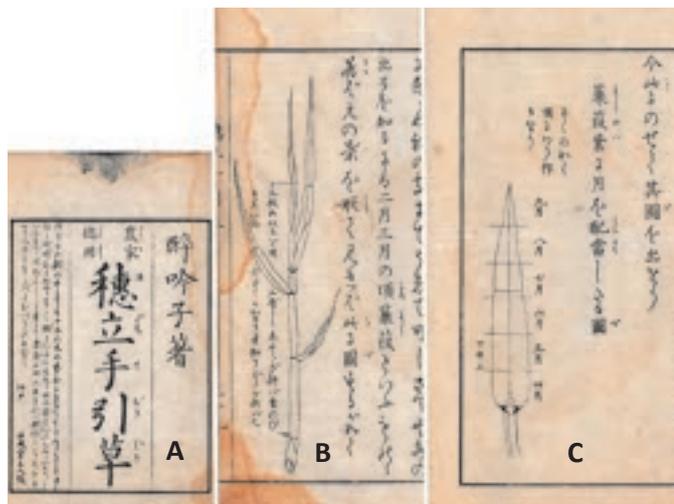


図-3 イネなどの穀類や農事の解説書「酔吟子 穂立手引草, 1828」に所収されたヨシの葉身の“くびれ”を使った洪水予知の方法 (A:扉, B:若ばえの3枚目以上の葉, C:“くびれ”の位置を月と上・中・下旬に配当)

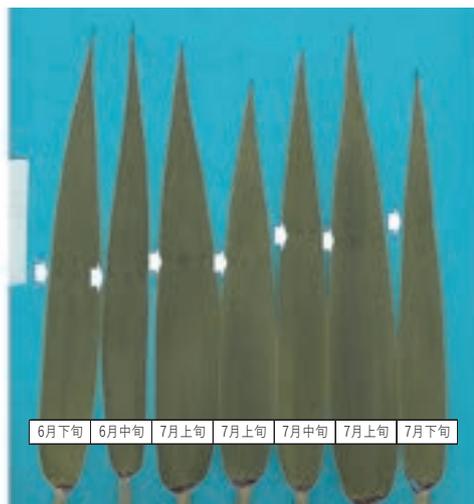


図-4 「穂立手引草」の記述(図-3)から、千葉県八千代市産ヨシの葉身の“くびれ(矢印)”を試みた洪水時期の推定(2022年4月)

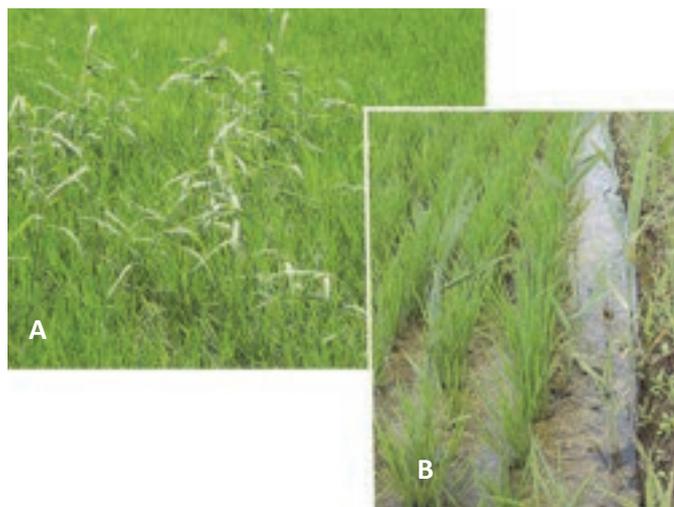


図-5 「水田の内部や畦畔沿いに生育する多年生雑草のヨシ (A:秋田県北秋田市, 2014年, B:千葉県柏市, 2022年)



図-6 アスファルトを突き破るヨシの萌芽(流山市, 2019年)

暮らし一」, 2002 図-2』では「第二章 ヨシのさまざまな用途」として、「食料 生薬原料 肥料 燃料 ヨシ紙 葦の尖筆 葦ペン 葦笛 リード楽器 ストロー 葦粽 リードクロス・葦つづれ・葦ボード 漁具 葦簀 葦戸 葦棚 垣根 葦葺屋根 葦舟」が挙げられた。

変わった用途として、江戸時代後期の文政年間には、ヨシの葉で出水・洪水の程度と時期を予知する方法があった。文政11(1828)年に江戸の酔吟子が著したイネなどの穀類や農事の解説書「穂立手引草」に以下のようにある(図-3)。

○第十 兼葭の葉にて出水を知る事

・・さて其水の出るを知るには二月三月の頃に兼葭といふもの若ばえの葉を取りて見れば此に圖するが如く葉にくせありて節阿る

ものなり 此節一ツあらば出水一度なり もし二ツあらハ二度三ツあらば三度水出ると志るべし 水の多き寡きは古の節はつきりとあらば一桠いづると志るべし もしかすかににあらば出水すくなく五合七合そ禮ハ節のありやうを觀て定む邊きなり 月を志るには<sup>よしのは</sup>芦葉を中央より二ツに折りて二枚となし そ禮を二枚のままにて又三ツに折りて開き見ればわりめ六段に付なり さてこ禮を月に配當するに正月より三月までハ<sup>しほついで</sup>出水の節に阿らず 十月より十二月までも亦水のいづる時に阿らざ禮ば春の三ヶ月と冬の三ヶ月とをバ捨て葉の中の折目に入れず 四月より九月までの六ヶ月を割付る事にして葉の本の方の一団を四月二段を五月と段々に九月まで順に配當して其月に當りたるころの節にて某月出水といふ事を知る 又その一ヶ月の中を上中下と十日づつ三ツに割りて見れば上旬の出水か下旬の出水かといふ古登を明白に分留古登にして・・(後略)

ここでの「葉にくせありて節ある」は、星川清親先生がイネで次のように解説された現象である（「図説イネの生長」、1975）。

葉身の先端から数 cm 基部寄りの部分は、少しくびれたようになっていて、ここでは葉脈も直線的でなく若干屈曲している。これは若い葉が発達するさい一つ下位の葉の葉身と葉鞘の境でしめつけられて生ずるものと考えられていて、イネに限らずムギ類その他イネ科の葉身に共通に認められる特性である。

つまり酔吟子氏によれば、「ヨシの若茎の3枚目以上の葉身を探って“くびれ”を観察する。“くびれ”が1ヵ所なら出水は1回，“くびれ”の程度が強いと激甚、さらに葉身を6等分して、基部から4～9月にあて、それぞれを3分して上・中・下旬とし，“くびれ”の位置で出水の時期を予知する。」ことになる。2022年春に千葉県北西部の川岸で7本の若茎の葉で“くびれ”の位置を測定したところ、出水の予測時期は「6月中旬から7月下旬（旧暦）」まで分散した（図-4）。「この方法は当たる」とは言い難いようである。

この植物の「悪し：アシ」の側面はやはり雑草となる場合で、「原色 雑草の診断（草薙得一、1986）」では「水路雑

草」として「全国の池沼、河川敷、用水路等の低湿地にふつうに見られ（中略）、休耕田など3年以上不耕起にするとヨシの群落に変わる。（中略）休耕田への侵入は用水路、畦畔などの周辺に生えているヨシの地下茎の伸長による場合が多い。（後略）」で、「新版・日本原色雑草図鑑（沼田真・吉沢長人、1978）」では「・・川岸や水湿地に広く群生するが、水田にもはえる。」とある。水田の中では、しばしば畦畔沿いなどに発生する（図-5）ものの、今のところイネの栽培期間中に有効な除草剤はない。「地下茎から出る芽は太く硬く、ビニールや塩化ビニール製の畦畔板もつき破る。（原色雑草の診断）」が、農地のみでなく道路のアスファルトも突き破る（図-6）。ヨシが繁茂した休耕田を復田する場合には、東日本大震災での原発被災水田を対象にした「除染後水田のヨシ防除対策」が農研機構から公開されている（[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/files/reed\\_control\\_in\\_CRPs.pdf](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/reed_control_in_CRPs.pdf)）。

この植物は人の都合でアシ・ヨシと使い分けられたが、フランスの哲学者ブレイズ・パスカルの格言「人間は考える葦である」では、今でも「ヨシ」ではなく「アシ」と読むのは、人間の性悪説を維持しているのであろうか。

## 田畑の草種

### 藎・井（イ）

イグサ科イグサ属の多年草。全国に分布し、農耕地周辺の湿地、溜池や水田の畦、湿った空き地などに生育するが、乾燥にもよく耐える。草丈は環境によって異なり40cm程度から1mを超えるものもある。茎は根茎として匍匐し節間は短い。葉は退化してほとんどなく、茎の基部で小さな葉鞘となる。茎は円柱形で、茎の先に花序をつけるが、その先に茎と同じような苞を付けるため花序が茎の途中についているように見える。花序は短い柄の先に多数つき、花序は淡緑色で目立たないがよく見ると花被片は6個で先が尖り、ユリなどの花と似ている。

「イ」というのが標準和名で、日本で一番短い植物名であるが「イ」だけでは分かりにくいこともあり「イグサ」と呼ばれることが多い。因みに、一番長い和名は海藻のアマモの別名の「龍宮の乙姫の元結の切り外し」で21文字になる。

日本の伝統的床材である畳は、表面の畳表と芯になる畳床で構成され、畳表には普通イグサが用いられる。畳は縄文時代にその端があるとされ、当初はマコモやアシなどを平織した筵のようなものであったようである。「畳」は畳めるものの意であり、古くは古事記にも畳の記述がみられるが、現存する最古の畳としてその表にイグサが用いられたのは正倉院に残る「御床畳」と呼ばれる畳で、今とほぼ同様の造りであった。この畳は、聖武天皇が使用していたとされる畳で、天皇は木製の台（御床）の上にこの畳を敷いてベッドとして利用していたようである。

その後、中世、近世、近代と現在のような形になり、一部の上流階級で使用されていただけであったものが、江戸時代中期

（公財）日本植物調節剤研究協会  
兵庫試験地 須藤 健一

以降には一般庶民にも畳が普及してきた。

イグサを畳表に用いるには、丈が1mほどで、また、途中で花序が付きそこで折れたり切れたりしやすいことから、栽培用品種として丈が1.5mほどもあり花が付きにくい「コヒゲ」が用いられている。

イグサは多くの変種や亜種に分類され、世界の温帯に広く分布している。ヨーロッパではビクトリア朝時代にイグサを使っていた記録がある。当時活躍していたシェイクスピアの戯曲「じゃじゃ馬ならし」の一場面に新婚の主人が花嫁を連れて帰宅する場面がある。その主人の言葉。「夕飯の準備はできているか、家は片付いているか、床にはイグサを撒いて蜘蛛の巣は払ってあるか」。床にイグサを撒くのはイギリスの古い習慣であったようで、女王、国王の謁見時や宮殿内の各部屋、民家の床にも撒かれていたそうである。今でいう赤絨毯の代わりであった。



# 日本産ヒエ属植物の変異—出穂と積算気温・ヒメイヌビエの扱い—

元草地試験場  
清水 矩宏

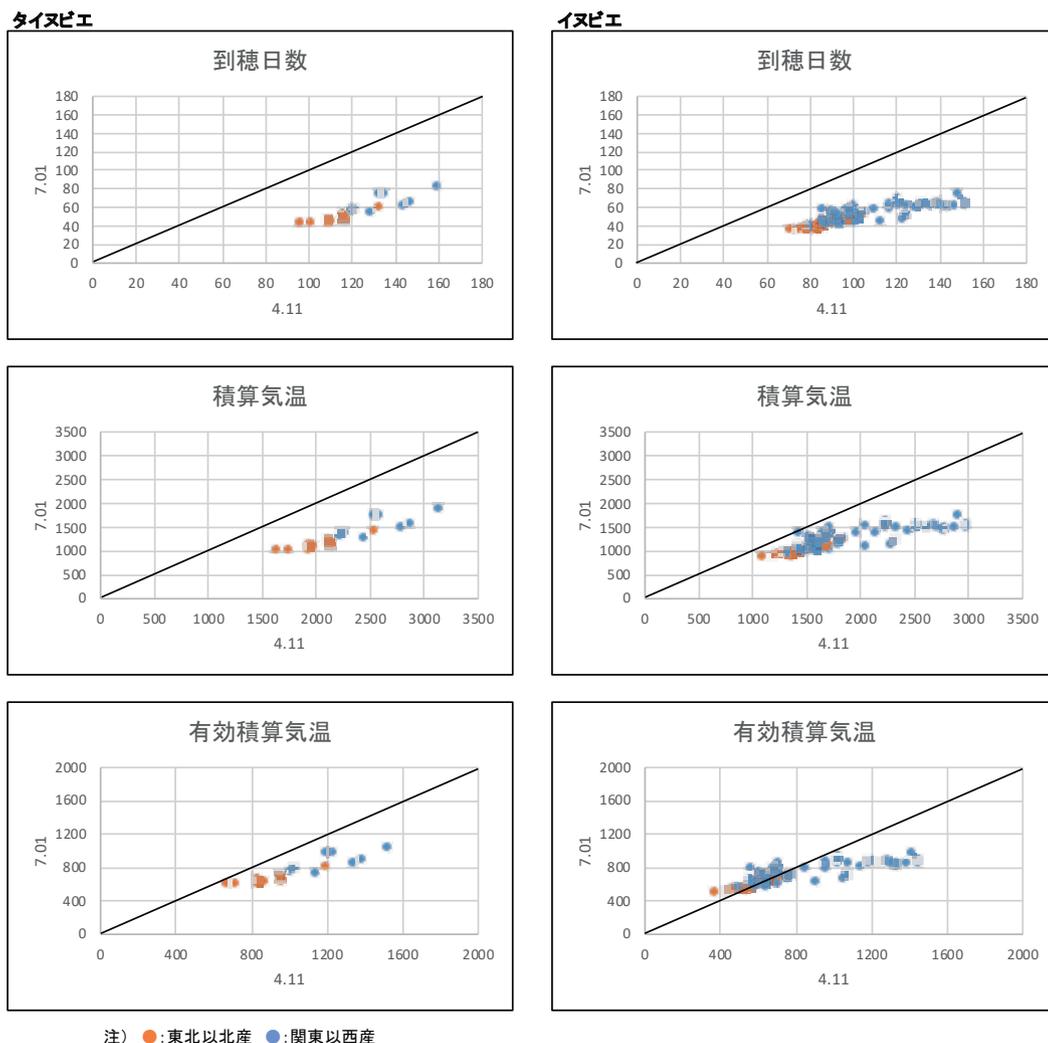
## 播種から出穂期までの期間と積算気温の関係

本講座5の早晩性の項において、播種期移動に伴って野生ヒエの各系統の出穂期は変動し、4月播種に対して播種期が遅くなるにつれて到穂日数が短くなることを示したが、この出穂期の変動を積算気温で説明できるか否かについては触れていなかった。

そこで、タイヌビエとイヌビエの収集系統について、出穂期の変動と積算気温の関係を、1979年4月11日播種（以

下本文、図を含めて「4.11」と略記）と1981年7月1日播種（以下同「7.01」）の2つの試験データを用いて解析した。なお、タイヌビエ及びイヌビエ系統の早晩性は採取地の緯度と負の相関関係を示していたため（植調57-1, 2023）、両種の系統を東北以北産と関東以西産に分けて、日平均気温およびそれから10°Cを控除した有効気温を用いた2つの積算気温の両播種期の差の程度を、到穂日数の差の程度と比較した。結果は図-1に示すとおりである。

本講座5で述べたとおりタイヌビエ、イヌビエともに、



注) ●:東北以北産 ●:関東以西産

図-1 4.11播種と7.01播種のタイヌビエとイヌビエにおける到穂日数およびその期間の積算気温と有効積算気温の関係

到穂日数は7月播種では4月播種より大きく短縮され、到穂日数が長くなるに伴い播種期間での乖離が大きくなっていた。一方、播種から出穂までの期間の積算気温（平均気温の積算値）では到穂日数に比べて両播種期の乖離が狭まり、特に有効積算気温（10℃以上の積算値）でその差がなくなる系統がみられた。

タイヌビエでは、有効積算気温が700℃前後で播種期間の差がなくなるが、その系統は北海道産の早生系統に限られていた。一方、イヌビエでは、有効積算気温が400-800℃で両播種期間の差がなくなっているが、特に、東北以北産の系統は4月播種の到穂日数が54-110日の早生で全てこの中に含まれていた。一方、関東以西産の系統は早晩性で異なり、4月播種の到穂日数が80-110日の早生系統では東北以北産と同様、有効積算気温が両播種期間で差がなかったが、113-152日の中-晩生系統では両播種期間の乖離がみられた。

以上のことから、タイヌビエ、イヌビエともに、一部の系統は有効積算気温を用いることで播種から出穂期の到穂日数の変動を説明可能と考えられる。

### ヒメイヌビエの扱いについて

本講座で用いたヒメイヌビエについて、小穂の長さの計測値がイヌビエと等しい平均値として示されたことから、小穂長に基づく両種の識別が不十分ではないかと指摘があった。

ヒメイヌビエの同定は収集元の記載に従ったが、小穂以外の識別指標となる形質（葉身縁など）は調査できなかったため、本講座で用いたヒメイヌビエとイヌビエは分類学的に正確に同定されたものではないことを留意頂きたい。

### おわりに

本講座を終えるにあたって、はじめにも書いたように、本講座で示したデータは約40年以上前のものであり、いまさらという感もある。しかし、この間野生ヒエの生息環境も大きく変わっており、この変化に対していかなる変異が生じたかは生物多様性の観点からも興味深い。本調査で供試した系統の種子は、農研機構の農業生物資源遺伝子バンクに保存し、いつでも利用できるため興味を示してくれる若手研究者に期待したい。

本講座も1年間にわたり続けてきたが、ヒエ属野生種の全容を示せたかははなはだ心許ない。しかし、諸兄のご鞭撻により一応手元のデータは提示することができた。

特に、森田弘彦氏には、全編にわたり目を通して頂き、数々のご助言を頂いた。氏の鋭い視点によりデータが生き返った点多々あり、深く感謝の意を表します。また、雑草学の専門家として、渡邊寛明氏、中谷敬子氏からも貴重なご助言をいただいたほか、植調誌編集部の仮谷道則氏、村岡哲郎氏からも多大のご尽力をいただいた。厚くお礼を申し上げます。

(完)

# 古川研究センター

公益財団法人日本植物調節剤研究協会  
古川研究センター所長  
神名川 真三郎

## 大崎市古川概況

古川は仙台市から北に40kmほどにあり、大崎市として近隣市町村と合併したのが2006年である。現在、大崎市の人口は12万人である。もともと古川は宿場町として栄え、歴史的な建物も多い。産業としては農業が盛んであり、米だけでなく最近は大豆の生産も盛んで県内1位の作付面積である。また「ササニシキ」や「ひとめぼれ」などの良食味の水稲品種を誕生させた宮城県古川農業試験場がある。現在は、新幹線の駅や高速道路も整備され交通の要所となっている。

気象の特徴として夏場は比較的気温が上がりやすい反面、ヤマセの影響も受けやすい。比較的気候が温暖な市内と鳴子温泉郷や鬼首スキー場のような豪雪地帯が混在している。ただ、ここ最近夏は猛暑続きで、特に今年は酷暑で、8月の最高気温の平均が32.9℃で平年より4.5℃も高かった。例年より出穂期、収穫期も早まり、作業的には慌ただしい年であった。

## 沿革

古川研究センター（2017年～）は、前身の植調古川試験地が1980年に設立されてから通算して43年になる。古川駅から西に4キロほどの田園地帯にあり、陸羽東線の塚目駅からは西南に約1キロ、東北自動車道のすぐ脇に事務所、



図-1 上空から見た古川研究センター全景

薬剤調製室、機械収納庫、試験圃場などが整備されている（図-1）。設立当初は資材倉庫と作業舎のみで電気もなかったが、現在は電気も電話線も引かれている。ただし、水道はなく井戸水を利用している。敷地の面積は、事務所等建物の敷地で約88㎡、試験圃場で約1.5haほどとなっている。職員は現在4名（正職員2名、嘱託職員2名）で、試験期間中には近隣の農家の方々を雇用して、試験区の設置や各種調査等の補助をお願いしている。

## 試験

試験は、適1・適2試験を始め土壌残留試験、GLP作物残留試験などを受け持っている。適1試験は、全国で7か所、東北地域では古川研究センターのみで担当している。

2023年度は移植水稲で50点（適1・適2）直播水稲で6点、緑地管理で6点、土壌残留試験で2点、GLP作物残留試験で6点実施した。難防除雑草としてはクログワイ（図-2）、オモダカを扱っており、自然発生条件を整えるため圃場を隔年で休耕し管理している。今年度より、シズイ試験の受託に向けての養成も初めている（図-3）。また畑では大豆と枝豆の圃場管理試験を行っている。今年はすべての試験区を合わせて約800区画を設けた（図-4、図-5）。試験点数が多い年だと1,000区画を超えることも珍しくなく、夜中に薬剤散布をすることもあった。

2021年度より重点研究課題として「シズイを対象とした問題雑草一発処理剤の開発」を担当している。難防除多年生雑草のオモダカ、クログワイ、コウキヤガラについては、それらを対象としたA-1S（問題雑草一発処理剤）区分での適2試験が実施され、実用性が判定された薬剤が市販されている。一方、シズイも難防除多年生雑草であるが、これを対象にA-1S区分で検討された薬剤はない。現場では体系処理を2～3年継続するシズイの徹底防除が推奨されているが、散布労力等の問題から中・後期剤を用いた体系処理による防除が徹底されておらず、当地域での発生面積は現在も増加している。本研究は、シズイを対象に一回の処理で防除可能な一発処理剤の開発を目指して、本種の発生消長から必要除草期間を明らかにするとともに、有望と思われる除草剤について



図-2 クログワイの発生状況



図-3 シズイの発生状況



図-4 試験区を畦畔版で仕切る



図-5 区割り直後の試験圃場

圃場試験を行いながら、A-1S区分での実用化判断の基準を策定することを目的にしている。

近年はジャンボ剤、フロアブル剤の拡散性を検討するため水口処理や中規模での試験も増えてきている。そのため、大区画ほ場を借りて試験を行っている。2023年は新たに43aと20aの水田を借り受けて検討した。中規模での検討は畦畔版の設置にも労力がかかり、漏水やオーバーフロー等の発生がないように留意する必要がある。また試験結果が、気象条件、特に風向、風速の影響を受けやすく、除草剤の適正な評価が得られるよう試験区の設営や処理時の気象条件に気を使いながら検討している。

### 東北地域での役割

当研究センターは、東北地域における除草剤適用性試験のリーダー的役割を担うことにも努めている。具体的には、各県の試験成績のとりまとめや東北支部主催の会議等のお手伝いがあり、2024年度は宮城県で水稲用除草剤の東北地域中

間現地検討会が開催されるので、その準備も担うことになっている。人手が少ない植調試験地への試験区設置の応援や、各県の試験担当者の希望に応じて行う概要書や試験成績の事前チェックも当センターの役割と考えており、次年度以降も試験区の設置支援など地域内での各種要請にできるだけ応えたい。事前に概要書や成績書を送っていただければ、その内容の事前確認等行うので、遠慮なくご相談いただきたい。

### 今後の課題

宮城県では二十数年前からJAが中心となり環境保全米の取り組みがなされている。化学肥料の窒素分が慣行の半分の3.5kg/10a以下と農薬成分が8成分以下という制約のなかで栽培している。なるべく農薬や化学肥料を削減して、環境の負荷を低減しようという取り組みである。除草剤の成分数は近年3成分の混合剤が多く、4成分の混合剤も登場している。除草剤の成分数の増加は、他の病害虫防除剤の使用に制限を加えることになる。残草量ゼロに越したことはないが、



図-6 緒絶橋周辺の佇まい

ほ場によっては多少の残草を許容せざるを得ない場面もある。現場の実情にあわせた視点も持ち合わせながら、除草剤の利用について検討を加えていきたいと考えている。

また、研究センターの運営という面では、作業を手伝ってくれる作業員の方たちの高齢化がすすんでおり、70歳以上の方がほとんどである。数の多い区画の設置など重労働も伴うので、安全には十分留意しながら業務を進めたい。目で見ただけでは覚えられない細かな作業はベテランの方から受け継ぎ、うまく世代交代をはかっていくのが良いのだが、適当な働き手を確保できないのが現在の現場の課題である。

## 最後に

自分自身、除草剤に関わるのは30年ぶりで戸惑うことも多いが、新しい知見を吸収しながら試験を行っていて毎日が新鮮である。

4名のスタッフと試験と一緒に支えてくれる作業員の方々と除草剤の発展のため日々励んでいるので、近くにお越しの際は是非立ち寄っていただき、ご意見を賜りたい。

また、緒絶<sup>おだえ</sup>の里など古い佇まいの建物もあるので(図-6)、古川の歴史についても触れてもらえれば、幸いである。

講演申込み方法：学会HP（<https://wssj.jp/>）内の参加・演題登録システムから申込み下さい。

【講演申込み締切日：2024年1月18日（木）】

事前参加申込み方法：学会HP（<https://wssj.jp/>）内の参加・演題登録システムから申込み下さい。

【事前参加申込み締切日：2024年2月23日（金）】

## 協会だより

### 試験成績検討会

- 2023年度リンゴ・落葉果樹関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会（Web会議）

日時：2024年1月29日（月） 10:00～17:00

### 研究会

- 2023年度緑地管理研究会（Web会議）

日時：2024年2月22日（木） 10:00～17:00

内容：

午前 講習会：緑地管理用薬剤の効果的で安全性の高い  
利用方法について

午後 講演会：（テーマ）緑地管理場面におけるタケ  
の防除

参加費：無料

参加申込み方法：1月15日（月）から植調協会HPの新着  
情報欄に掲載される申込フォームより申込み下さい。

【申込み締切日：2024年2月14日（水）】

## 研究会等

- 日本雑草学会第63回大会

主催：日本雑草学会

共催：宇都宮大学雑草管理教育研究センター

日時：2024年3月27日（水）～29日（金）

会場：3月27日（水） 学会シンポジウム

ライトキューブ宇都宮

（栃木県宇都宮市宮みらい1-20）

3月28日（木）～29日（金）

一般講演・ポスター発表，ランチョンセミナー，

ミニシンポ，会員総会等

宇都宮大学峰キャンパス（栃木県宇都宮市峰町350）

3月28日（木） 懇親会

ベルウィ宇都宮（栃木県宇都宮市宿郷5-21-15）

### 【お知らせ】

植調第57巻 第8号の訂正をお知らせいたします。

研究センター試験地紹介 #04北見試験地

p.27

右段 13行目

誤) ～ことから，1977年に

正) ～ことから，1980年に

p.28

表-1 注3)

誤) ～，ヒユ類（ホソアオゲイトウ等），

正) ～，ヒユ類，

右段 7行目

誤) ～，ヒユ類（ホソアオゲイトウ等），

正) ～，ヒユ類，

### 植調第57巻 第9号

■ 発行 2023年12月20日

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

TEL 03-3832-4188 FAX 03-3833-1807

■ 発行人 大谷 敏郎

■ 印刷 (有)ネットワン

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

取 扱 株式会社全国農村教育協会  
〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6 (植調会館)  
TEL 03-3833-1821

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

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)

ダンクショットフロアブル(ベンゾピシクロン/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(ベンゾピシクロン)

ゲパード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)

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)

レプラス1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤(ダイムロン)

ジカマック500グラム粒剤(ベンゾピシクロン)

ツルギ250粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾピシクロン)

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)



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

### 「ベンゾピシクロン」含有製品

アールタイプ/シュナイデン(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)

イネキング(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)

キクトモ(1キロ粒剤)

サスケ粒剤200(200グラム粒剤)

サスケ-ラジカルジャンボ

シルト(フロアブル)

忍(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)

シロノック(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)

トビキリ(ジャンボ)

ナギナタ(豆つぶ250/ジャンボ)

ハイカット/サンパンチ(1キロ粒剤)

半蔵(1キロ粒剤)

フォーカスショット(ジャンボ)/ブレッサ(フロアブル)

フルイニング(ジャンボ/スカイ500グラム粒剤)

プレキープ(1キロ粒剤/フロアブル)

ピラクロエース/カリユード(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)



株式会社 **エス・ディー・エス バイオテック**

〒101-0022 東京都千代田区神田練塀町3番地 AKSビル5階

TEL.03-6867-8320 FAX.03-6867-8329 <https://www.sdsbio.co.jp>



# 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<sup>®</sup>

配合除草剤シリーズ  
<https://www.nissan-agro.net/altair/>





オモダカ



ホタルイ



白く  
枯らす



コナギ



イボクサ

**サイラ<sup>®</sup>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・莖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<sup>®</sup>**

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

**ジヤスマ<sup>®</sup>**

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

**アサウエポン<sup>®</sup>**

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

**ウルティモZ<sup>®</sup>**

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

水稲用中・後期処理除草剤

**バイスコープ<sup>®</sup>**

1キロ粒剤

**ルナクロス<sup>®</sup>**

1キロ粒剤



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。



®を付した商標は登録商標です。

協友アグリ®の省力化技術

# FG

FG剤で田んぼの除草が変わる。

水稲用一発処理除草剤 FG剤ラインナップ

アツパレZ

バッチリLX

アットウZ

サラブレッドKAI

ガツンZ

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

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

JAグループ  
農協 経済連

協友アグリ株式会社 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町6-1

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

®は協友アグリ(株)の登録商標です。



詳しくはこちら



協友アグリ FG剤



レイミーが  
スマートに解決!



スマートフォン用アプリ

病害虫雑草の  
プロを手の中に!

## レイミーの AI病害虫雑草診断 無料!

写真を撮るだけで  
病害虫雑草診断  
ができる

診断履歴を  
管理・分析  
できる!

有効薬剤  
がわかる!

通信料を除く

※画面は開発中のものです。

対応作物が増えました!!



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

開発 日本農業株式会社 NTT DATA 株式会社 NTTデータ CCS

アプリの無料ダウンロードはこちら 日本農業ホームページから 検索

参加 日産化学株式会社 日本経済連株式会社 三井化学アグリ株式会社 農研機構 イノベーション7 丸和バイオケミカル株式会社

# 豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤



## 湛水直播の除草場面で大活躍!

非SU系水稲用除草剤

# プレキープ<sup>®</sup> 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!



ルビエ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<sup>®</sup> MX** 1キロ粒剤 / ジャンボ<sup>®</sup>

**フリパグ<sup>®</sup> MX** 1キロ粒剤 / ジャンボ<sup>®</sup>

**スリゲイ<sup>®</sup> A** 1キロ粒剤

**ヒイカツパ<sup>®</sup> A** 1キロ粒剤

**フリチロ<sup>®</sup> ジ** ジャンボ<sup>®</sup>

**フリイニグ<sup>®</sup>** ジャンボ<sup>®</sup>

**タイズドール<sup>®</sup>** 1キロ粒剤

乾田直播 専用 **ハードパンチ<sup>®</sup> DF**

石原バイオサイエンスの  
ホームページはこちら▶



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

**ISK** 石原産業株式会社

販売 **ISK** 石原バイオサイエンス株式会社

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



## 雑草調査のプロに必携の 雑草図鑑

# 植調雑草大鑑

WEEDS OF JAPAN IN COLORS

浅井元朗 著

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

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

全国農村教育協会

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

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

私たちの多彩さが、  
この国の農業を豊かにします。

®は登録商標です。

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

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●小児の手の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。



大塚のあふみ、まっまごへ  
SCC GROUP

 住友化学

大好評の除草剤ラインナップ

新登場!  
**ゼータジャガー** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル

新登場!  
**バットウZ** 1キロ粒剤  
フロアフルシヤンボ

新登場!  
**ゼータプラス** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル  
200Fg

**マズオ** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル

**ゼータタイガー** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル  
300Fg

**ズエモン** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル

**メガゼータ** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル  
400Fg

**オサキニ** 1キロ粒剤

**忍** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル

**イッテツ** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル

**ドニチS** 1キロ粒剤

農耕地から緑地管理まで  
雑草防除に貢献します。

畑作向け除草剤

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

果樹向け除草剤

**シンバード** **リバー**®

芝生向け除草剤

**アトラクティブ** **ユニホップ**®  
**サベルDE** **ハレイDE**

緑地管理用除草剤

**ハイバードX** 粒剤 **パワーボンバー**

除草剤専用展着剤

**サファグランドWK** 丸和 **サファグランド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>

第57巻 第9号 目次

- 1 巻頭言 農薬防除について思うこと  
大川 哲生
- 2 愛知県における特定外来生物ヒガタアシの駆除事例紹介  
花井 隆晃
- 7 秋色アジサイの発色機構  
小玉 雅晴
- 13 温湿度がデルフィニウム切り花のチオ硫酸銀錯体処理液の吸収に及ぼす影響  
黒島 学
- 18 葉と根を行き交うペプチドシグナルによる窒素吸収の調節機構  
大久保 祐里
- 21 愛知県の水稻不耕起V溝直播栽培における  
シハロホップブチル抵抗性ノビエの発生状況と対策について  
柏木 啓佑
- 27 〔連載〕 雑草のよもやま 第34回  
神様の名から洪水予知まで多くの「善し」と雑草の「悪し」の両面を備えるヨシ  
森田 弘彦
- 29 〔田畑の草種〕 蘭・井(イ)  
須藤 健一
- 30 〔植調講座〕 「ノビエ」の個性を見極める 追補-2  
日本産ヒエ属植物の変異-出穂と積算気温・ヒメイヌビエの扱い  
清水 矩宏
- 32 〔連載〕 研究センター・試験地紹介(5) -古川研究センター-  
神名川 真三郎
- 35 広場

No.104

表紙写真 〔イ〕



湿地、畦畔、水路沿い、湿った道ばたなどに生育するイグサ科の多年草。4~7月に萌芽し、花期は6~9月。地下を横走する根茎の各節から茎を密生して大きな株となる。(写真は©浅井元朗, ©全農教)



子葉鞘の先端に種皮をかぶる。

茎は径2~3mmの円柱形。葉は葉身が無い。



茎頂に集散花序をつける。蒴果は褐色に熟す。



種子は半透明な褐色で長さ約0.5mm。