

植調

JAPR Journal

第52卷

第11号

「青いキク」の開発と実用化に向けて 野田 尚信

アレロパシー研究の展開方法 藤井 義晴

りんご「シナノゴールド」の貯蔵に適した果実の条件と貯蔵期間 檜本 克樹



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

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。

動画を
チェック!



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。



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/>

○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・空袋などは農場などに放置せず、適切に処理してください。 ○防除日誌を記録しましょう。



カウントダウン®

雑草の無い水田へ

一発、カウントダウン。

JAグループ
農協 全農 経済連

® カウントダウンは、バイエルグループの登録商標 第6041397号
® はクミアイ化学工業(株)の登録商標 第6070948号

新登場



- 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 (1キロ粒剤・ジャンボ)
- 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)
- 7 無人航空機による散布または滴下登録あり (1キロ粒剤・フロアブル)
- 8 拡散性に優れたジャンボ剤
- 9 直播水稲への適用性(1キロ粒剤・ジャンボ)
- 10 新規需要米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・祝日を除く



植調GLP試験 —支部長活動を通じて感じたこと—

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 理事

近畿中国四国支部長

伊達 寛敬

植調協会では、GLP試験と言えば、皆さん作物残留試験を思い浮かべる。私もその1人である。GLPは、Good Laboratory Practiceの略であり、日本語訳では、試験の適正実施に関する基準あるいは優良試験規範とされる。そのGLP試験、すなわち作物残留試験と私との出会いは、2013年に近畿中国四国支部長を拝命し、支部長の業務の一つに、作物残留試験の信頼性保証部門の担当者ということが分かった時である。

その信頼性保証部門は、植調事務局に設けられており、その責任者を置くとともに、各地域の支部長が信頼性保証部門の担当者となり、当該地域の試験地で実施された試験の検査を行う体制となっている（植調五十年史より）。

近畿中国四国支部長は、当該地域の関係機関と植調協会との連絡調整の中で、地域水稲関係除草剤試験中間現地検討会とそれに続く支部研修会、水稲関係除草剤適2試験・技術確認圃の地域別検討会・報告会、支部管内の植調試験地主任者会議、次年度水稲適2試験設計会議の推進が主な業務であり、近年は作物残留試験の比重が大きくなっている。

植調協会における作物残留試験の件数は、2002年12月の農薬取締法改正後にそれまでの年間40～60件であったが、2004年度には147件と大きく増加した。その後、2005～2010年度は70～90件で推移した。一方、2008年3月に農薬登録ガイドラインにおいて、作物残留試験を実施する試験施設の条件が、農薬GLP基準に適合した試験施設に改正され、植調協会でも作物残留試験（以下、GLP試験）を受託、実施する体制を2011年度開始に対応し、整備した（植調五十年史より）。

その後、植調のGLP試験の件数は、一定水準で推移したが、2017年度から再び増加した。2018年度の近畿中国四

国地域のGLP試験については、圃場試験の実施機関として5つ、植調協会では岡山研究センター、京都試験地、京都園芸試験地、山口阿東試験地で、府県では島根県農業技術センターにお世話になっている。試験件数は27で、作目別では水稲10、だいず2、野菜13、果樹2と多作目で、たまねぎ、きゅうりなどの野菜が最も多かった。

植調協会におけるGLP試験は、協会で定めた「GLP試験の標準的な実施手順を定める要領（SOP）」に従って実施されている。圃場試験の担当機関では、GLP試験に関する多くの事務的な業務とともに、要領に適應できる施設・圃場の条件や対象作物の生育状況にする必要がある。試験によっては多くの処理や作物採取の時期が設定され、担当者にとって、天候や作物の生育状況に配慮しながらの苦労が多い業務となっている。

一方、私の担当である信頼性保証部門担当者の検査は、圃場試験における被験物質の調製・処理、作物の採取・調製・梱包・送付及び試験実施施設に係る3つの検査に分けられるが、その検査実施日については、毎年、天候や作物の生育によって大きく左右される。特に、2018年度の近畿中国四国地域では、西日本豪雨や台風の襲来等により、担当機関や関係者にとって大変苦労が多い年になったと感じている。

最後に、私も嘗て、作物残留試験を担当したことはあるが、一般の試験研究や農薬の薬効・薬害試験に比べて、決してやりがいのあるものとは思っていなかった。しかし、作物残留試験は、農薬登録や農薬の安全性の向上には欠かすことのできない業務である。今後とも、多くのGLP試験関係者の努力によって、作物残留試験が円滑に進み、生産者等に喜ばれる多くの農薬が登録され、生産現場の環境や生産性の向上に寄与することを期待したい。

「青いキク」の開発と実用化に向けて

農研機構 野菜花き研究部門
花き遺伝育種研究領域

野田 尚信

はじめに

キク (*Chrysanthemum morifolium*) は、バラに次いで世界的に生産量が多く、三大打り花の一つに数えられる。また、キクは日本において、切り花類の出荷量の約40%となる約15億本（農林水産省 2018a）、産出額の32%となる680億円（農林水産省 2018b）を占める花き産業において最も重要な品目である。このような地位にキクがあるのは、歴史的に日本人に愛されてきたことに加え、これまでの育種によるバラエティに富んだ品種の育成、優れた日持ち性、電照などを利用した開花調節技術による周年安定生産などによると考えられる。日本の切り花生産は、キク、バラ、ユリおよびカーネーションの4品目で総産出額の約55%を占める（図-1）。しかしながら、これらの品目では青い花をもつ交雑可能な近縁野生種が存在しない。このため、青い花色の品種を作出することは、交配や突然変異といった従来の育種方法ではできなかった。また、紫色、青色や水色といった青い花色をもつ切り花の流通割合は低く、仕入れに占める紫色の花の割合は6~7%、青色の花では1~2%となっている（宍戸 2010）。これらのことから、主要な花き品目に青い花色形質を付与するための新たな技術の開発が望まれていた。そこで、農業・食品産業技術総合研究機構（以下、農研機構）では、2001年から遺伝子組換え技術を用いて青い花色のキク

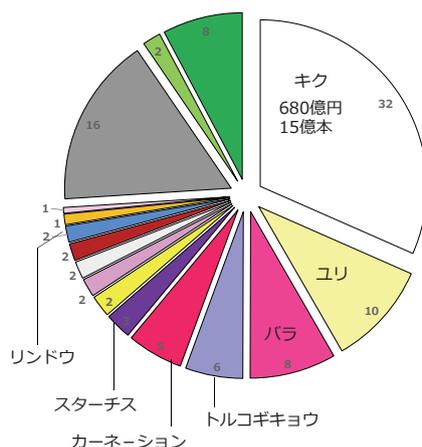


図-1 日本国内での切り花生産におけるキクの割合

農林水産省統計「平成28年花木等生産状況調査」「平成29年産花きの作付（収穫）面積及び出荷量」
円グラフ内の各数値は産出額の割合 (%) を示す。

クを作出する取り組みを開始した。まず遺伝子を導入するためのキク再分化系および形質転換系を確立し（間 2003; Aida *et al.* 2004）、サントリグローバルイノベーションセンター（株）と共同で、青色化に有効と考えられる様々な遺伝子を導入し研究を進めた。その結果、2017年にキクにあざやかな青い花を咲かせる技術の確立に成功した（Noda *et al.* 2017）。本稿ではキクに青色の花色を付与する技術の開発とその青色発色機構、そして現在の取り組みについて紹介する。

アントシアニン色素の基本骨格を改変

キクは交配や突然変異を利用した育種により、白、黄、オレンジ、ピンク、赤、

緑など、様々な花色が作出されている。赤色系はアントシアニン、黄色系はカロテノイド、および緑色はクロロフィルと呼ばれる色素が花卉に蓄積して発色する。これらの色素のうち、アントシアニンは基本骨格であるアントシアニジンに糖（グルコース、ガラクトース、キシロースなど）が結合した配糖体で細胞の液胞中に蓄積する。さらに、結合した糖に脂肪族や芳香族の有機酸が結合する場合もあり、アントシアニン色素の安定性向上や発色の多様性を生み出している。

アントシアニジンはA, B, C環の3つの環構造からなり、B環の水酸基(-OH)やメトキシル基(-OCH₃)の数により色調が異なり、B環の水酸化の程度により、ペラルゴニジン型、シアニジン型、デルフィニジン型の3タイプに分けることができる。キクの花弁の発色を担うのはシアニジン型アントシアニンである。色素の色調としては、水酸基の数が多いほど青みを増す傾向にある（図-2）。ペラルゴニジン型アントシアニンで青を発色している植物の報告例はなく、シアニジンやペオニジンといったシアニジン型アントシアニンでも非常に少ない。これまでにエゾエンゴサク (*Corydalis ambigua*)、ヤグルマギク (*Centaurea cyanus*)、ソライロアサガオ (*Ipomoea tricolor*)、青いケシ (*Meconopsis* spp.) 等の限られた青い花の主要色素としてシアニジン型アントシアニンが報告されている（Tatsuzawa *et al.* 2005; Yoshida *et al.* 2009）。紫や青

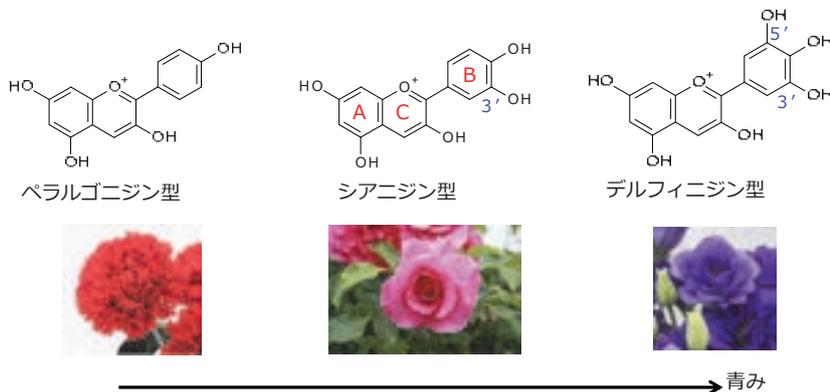


図-2 アントシアニンの基本骨格と花色

ベラルゴニジン型アントシアニンで発色するカーネーション、シアニジン型アントシアニンで発色するバラ、デルフィニジン型アントシアニンで発色するトルコギキョウ

などの青い花に含まれるアントシアニンの多くは、デルフィニジン、ペチュニジン、マルビジンといったデルフィニジン型である。

このデルフィニジンの生合成において鍵となる酵素は、フラボノイド 3', 5'-水酸化酵素 (F3' 5' H) である。この酵素はアントシアニンの生合成系において、デルフィニジンの前駆体であるフラバノンやジヒドロフラボノールの B 環 3' 位及び 5' 位の水酸化を触媒する。このフラボノイド 3', 5'-水酸化酵素をコードする遺伝子である F3'5'H が初めてクローニングされたのはペチュニアからであった (Holton *et al.* 1993)。その後、様々な植物種から当該遺伝子がクローニングされ、遺伝子導入によるデルフィニジンの人為的な合成が試みられた。多くの研究の結果、導入した F3'5'H の由来や宿主の違いにより、デルフィニジン型アントシアニンの生産性に違いがあることが判った。青い花がなかった花きにおいてデルフィニジン型アントシアニンを合成・蓄積させる上で最適な F3'5'H は、カーネーションではペチュニア (*Petunia hybrida*)、ブルーサルビア (*Salvia* spp.) やパンジー (*Viola* spp.) 由来、バラではパンジー由来であることが判っている (Tanaka and Brugliera 2013)。

キクでは、10 種類以上の F3'5'H を用いて検討したところ、キキョウ科のカンパニュラ (*Campanula medium*) 由来の F3'5'H が最適であった。カンパニュラ F3'5'H は、ユリ (田中ら 2012) やタバコ (Okinaka *et al.* 2003) の花卉でデルフィニジンを合成させる上でも適していることが報告されている。また、F3'5'H の発現を制御するために用いるプロモーター配列についても 10 種類以上を試験した。その結果、カンパニュラ F3'5'H を、キク由来のフラバノン 3-水酸化酵素 (F3H) 遺伝子のプロモーター配列とタバコなどのアルコール脱水素酵素 (ADH) 遺伝子の 5' 非翻訳領域 (ADH-5' UTR) を翻訳促進因子に用いて F3'5'H を発現させることで、花卉に含まれるアントシアニンのほぼ 100% をデルフィニジン型アントシアニンにできることを明らかにし、花色が紫～青紫色を呈するキクの作出に成功した (Noda *et al.* 2013)。

花の青色発色メカニズムの適用

キクの花弁で外来の F3'5'H を機能させてアントシアニンの基本骨格をシアニジンからデルフィニジンに改変することに成功したことから、次に、よ

りあざやかな青色を発色させるための研究を進めた。

青色の花の発色には大きく 2 通りのメカニズムがある。ひとつは、アントシアニンに 2 分子以上の芳香族有機酸 (芳香族アシル基) が結合したポリアシル化アントシアニンの蓄積である。アントシアニンと芳香族アシル基が分子内会合し相互作用することで青を発色する。このメカニズムにより青を発色する花の例として、リンドウ (*Gentiana* spp.)、デルフィニウム (*Delphinium* spp.)、キキョウ (*Platycodon grandiflorus*) などがあげられる (Yoshida *et al.* 2009)。ソライロアサガオでは、アントシアニンのポリアシル化に加えて液胞内 pH の弱アルカリ化も関係する (Fukuda-Tanaka *et al.* 2000)。もうひとつは、アントシアニンが他の化合物や金属イオンと共存して青くなる場合で、アントシアニンがフラボノイド類や有機酸エステル類といった助色素 (コピグメント) および金属イオンとの分子間相互作用または錯体形成により青を発色する。金属イオンが関係しない例としてはダッチアイリス (*Iris hollandica*) やトレニア (*Torenia fournieri*) など、金属イオンが関係する例としては、ツククサ (*Commelina communis*)、ヤグルマギク (*Centaurea cyanus*)、アジサイ (*Hydrangea macrophylla*)、青いケシ (*Meconopsis* spp.) などの青い花が該当する (Yoshida *et al.* 2009)。ツククサやヤグルマギクなどは金属錯体形成が青色発色の要因になってい

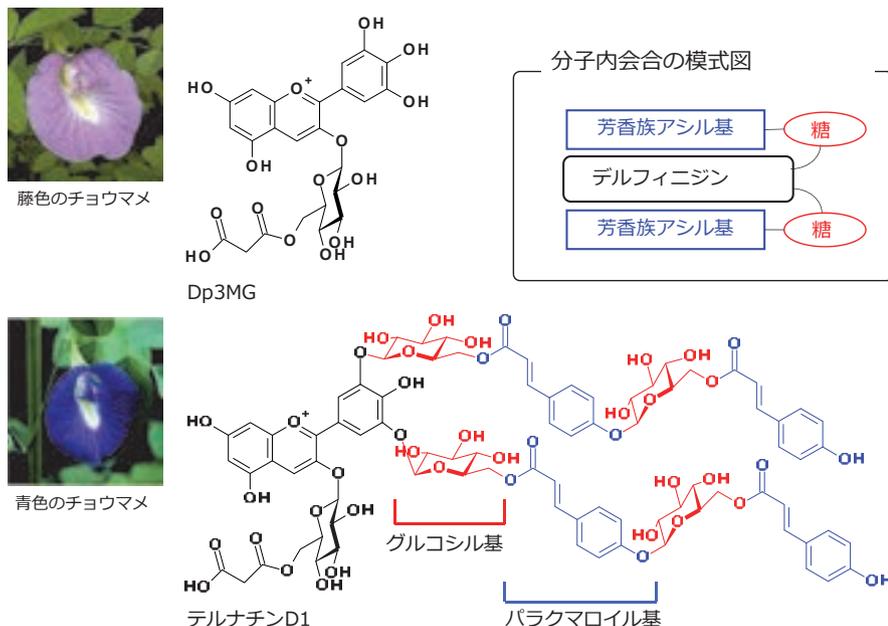


図-3 アントシアニンのポリアシル化による青の発色例

芳香族アシル基がデルフィニジンとサンドイッチ状に会合し相互作用することで青を発色すると考えられている (分子内会合の模式図)。Dp3MG: デルフィニジン 3-(6''-マロニル) グルコシド

る。このように、キクの花弁をあざやかな青に発色させるためには、*F3'5'H*を発現させることによりアントシアニンの基本骨格をデルフィニジン型に改変することに加えて、糖を介した複数の芳香族有機酸による修飾 (ポリアシル化) や、助色素や金属イオンとの共存といった青色発色メカニズムの導入が必要と考えられた。

筆者らは、マメ科のチョウマメ (*Clitoria ternatea*) の花色に注目した。チョウマメの青い花は、テルナチン類と呼ばれるポリアシル化アントシアニンの蓄積で発色している (Saito *et al.* 1985)。これまでに 15 種類報告さ

れているテルナチン類は、デルフィニジン 3-(6''-マロニル) グルコシド (Dp3MG) を共通の構造に持ち、デルフィニジンの B 環に位置する 3' 位および 5' 位の水酸基に、様々な長さでグルコシル基とパラクマロイル基が交互に結合している (寺原 1993)。この B 環の修飾が行われていない Dp3MG が花弁に蓄積している変異体の花色は藤色になる (Kazuma *et al.* 2003) (図-3)。また *F3'5'H* を導入して紫色に花色を改変したキク花弁の主要色素も藤色のチョウマメと同じく Dp3MG であった (Noda *et al.* 2013)。このことから、アントシアニ

ンの基本骨格をデルフィニジン型に改変することに加えて、糖を介した複数の芳香族有機酸による修飾を行い、テルナチン類を合成させれば、チョウマメのような青い花色にキクを改変できると考えられた。そこで、青を発色するテルナチン類の中で最も単純な構造であるテルナチン D3 [デルフィニジン 3-(6''-マロニル) グルコシド-3', 5'-ジ-(6'''-パラクマロイル) グルコシド] をキクで合成することを目指して研究を進めた。テルナチン D3 を合成するためには、*F3'5'H* に加え、3' 位および 5' 位の水酸基を共にグルコシル化するアントシアニン 3', 5'-グルコシル基転移酵素 (A3' 5' GT), 3' 位および 5' 位に結合したグルコシル基をアシル化するアントシアニン 3', 5'-アシル基転移酵素 (A3' 5' AT), そして A3' 5' AT のアシル基供与体である 1-O-アシルグルコースを合成するためのヒドロキシケイ皮酸 1-O-グルコシル基転移酵素 (アシルグルコース合成酵素, AGS) をコードする 3 つの遺伝子が必要である (野

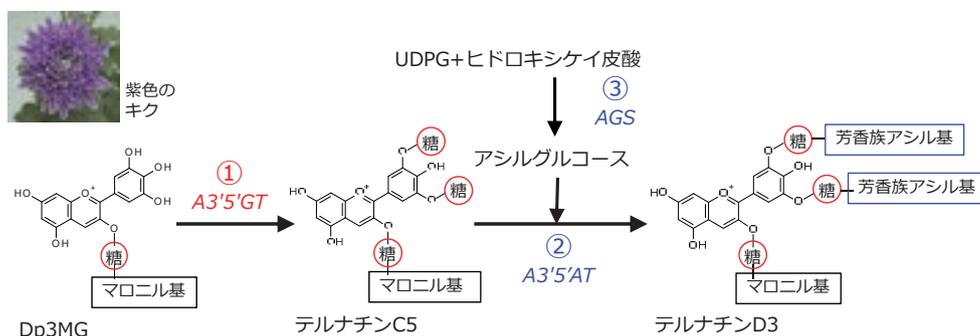


図-4 キクで青色色素テルナチン D3 をつくらせるために必要な酵素遺伝子

A3'5'GT: アントシアニン 3', 5'-グルコシル基転移酵素遺伝子, A3'5'AT: アントシアニン 3', 5'-アシル基転移酵素遺伝子, AGS: ヒドロキシケイ皮酸 1-O-グルコシル基転移酵素遺伝子 (アシルグルコース合成酵素遺伝子), 糖: グルコシル基, UDPG: UDP-グルコース



もとのピンクのキク
'セイショール'

青色のキク

図-5 カンパニュラ F3'5'H とチョウマメ A3'5'GT の導入によるキク花卉の青色化の例

田ら 2004, 2005, 2006) (図-4)。これらの遺伝子をキクへ導入したところ、意外なことに F3'5'H と A3'5'GT の遺伝子2つを働かせて、Dp3MG の3'位および5'位をグルコシル化したテルナチン C5 [デルフィニジン 3-(6''-マロニル)グルコシド-3', 5'-ジグルコシド] を合成させるだけで、キクの花弁が青色に改変できることが明らかになった (図-5)。花卉の青色は、英国王立園芸協会のカラーチャート (RHS カラーチャート) で Blue 100, Violet-Blue 97, 96, 95 等を、CIE (国際照明委員会) による L*a*b* 表色系の色相角において 230 ~ 290° を示した。

想定していたよりも少ない数の遺伝子を導入することで、キク花卉の青色化を達成することができたが、青の発

色には複数の芳香族有機酸により修飾する必要があったと考えていたため、青色発色のメカニズムは不明であった。また、これまでアントシアニンの3'位および5'位がグルコシル化されると、可視部の吸収極大波長が短波長側にシフトすることから、テルナチン C5 のようなアントシアニンが花卉に蓄積すると花色は赤くなると考えられていた。そこで次に、キクが青くなったメカニズムの解明を行った。

青いキクの主要色素であるテルナチン C5 を花卉搾汁と同じ pH5.6 の緩衝液に溶解したところ紫色を呈した。また、その吸収スペクトルを測定したところ、青い生花卉の吸収スペクトルと比べて、吸収極大波長が短波長側に

あり、600 ~ 620nm 付近の光の吸収が小さいことが示された。このことから、キク花卉の青色発色はテルナチン C5 の蓄積だけではなく、テルナチン C5 と相互作用することで吸収極大の長波長側へのシフトと 600 ~ 620nm 付近の光の吸収を増大させる助色素 (コピグメント) の関与が示唆された。

そこで、交差薄層クロマトグラフィー (交差 TLC) 法を用いて、青色花卉の抽出物に含まれるアントシアニンと共存するとアントシアニンの発色を青色方向にシフトさせるコピグメントの探索を行った。交差 TLC 法は、化合物の分離と混合を一度に行うことで、化合物間の相互作用を解析することができる (中山 2015)。花卉抽出

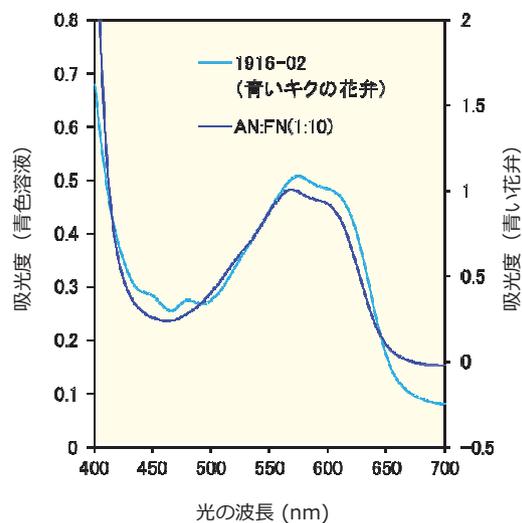
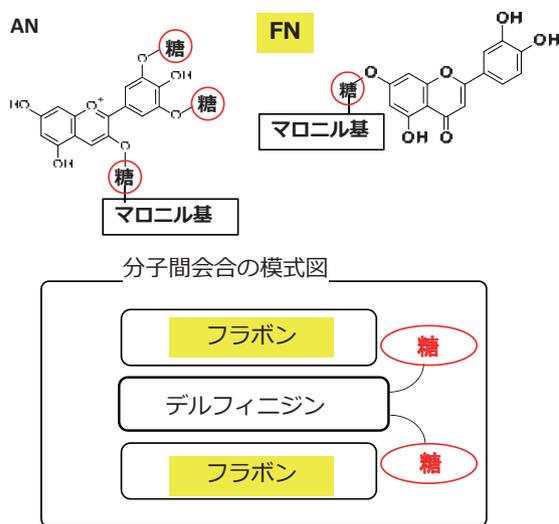


図-6 分子間コピグメンテーションによるキク花卉の青色発色

テルナチン C5 (AN) とコピグメントであるフラボン配糖体 (FN) との分子間会合による相互作用により青を発色する (左: 分子間会合の模式図)。AN と FN を 1:10 の量比で混合した青色溶液 [AN:FN(1:10)] と青い花卉の吸収スペクトル (1916-02) は、ほぼ同じスペクトルパターンを示す (右)。糖: グルコシル基

物を溶媒で展開した後、アントシアニンの赤いバンドが青や青紫に変化している部分に交差していた化合物をコピグメント候補として回収し、その分子量を液体クロマトグラフ質量分析計(LC/MS)で解析した。該当する分子量を持つ化合物を花卉から精製して構造を決定したところ、コピグメントはフラボン配糖体であるルテオリン7-(6'-マロニル)グルコシドおよびトリセチン7-(6'-マロニル)グルコシドであることが明らかになった。

これらのフラボン配糖体を pH5.6 の緩衝液中でテルナチン C5 の 5 ないし 10 当量混合した溶液は青色を呈した。この青色溶液の吸収スペクトルは青いキクの生花卉のものと同様のスペクトルパターンを示した(図-6)。このことから、青いキクの花弁に含まれるアントシアニンは、単独では紫色を呈するが、キクが花卉で合成・蓄積していた無色のフラボン配糖体との分子間相互作用(分子間コピグメンテーション)により、青色を発色することが明らかになった。フラボン配糖体は、アントシアニンとの相互作用により青い花色に寄与するコピグメントとして知られていたが、3',5'位がグルコシル化されたデルフィニジン配糖体とのコピグメンテーションで青を発色することは、筆者らの研究で初めて明らかになった。アントシアニンの3',5'位がグルコシル化されることで、フラボン配糖体との会合がどのように変化し、またどのような分子間相互作用により青色を発色するかを明らかにする

ためには、さらなる研究が必要である。

以上のように、カンパニュラ由来の *F3'5'H* とチョウマメ由来の *A3'5'GT* という2つの遺伝子を導入することによりキク花卉の青色化に成功した。遺伝子工学技術を用いて、このような青い花を開発したのは、世界で初めてであった。筆者らが確立した方法は、デージー咲き、デコラ咲き、ポンポン咲き、アネモネ咲きなど様々なタイプのキクに適用し青色花を作出することができる(能岡ら 2018)。

今後の展望

現在、農研機構では青いキクの実用化に向けた取り組みを進めている。遺伝子組換え技術により作出した青いキクを環境中での拡散防止措置を執らずに使用するためには、遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律(通称:カルタヘナ法)に従って、生物多様性影響評価の審査を受け、承認を受ける必要がある。この生物多様性影響評価の項目の一つには「交雑性」がある。この項目では、青いキクが近縁のキク野生種と交雑し、導入した遺伝子等が伝達することによって、野生種又は野生種の個体群の維持に支障を及ぼすおそれがあるか否かについて判断する必要がある(財務省他告示 2003)。日本には多様なキク野生種が自生している(谷口 2013)が、江戸時代より栽培菊との交雑が報告されており、雑種個体群に種小名が付けられた例もあ

る(中田 2013)。紫色や青色に花色を改変した形質転換キクは、日本国内に自生している野生種のノジギク(*Chrysanthemum japonense*)と人為的に交配すると後代が得られ、その後代には導入した遺伝子と花色形質が伝わることを確認されている(Aida *et al.* 2018)。これらのことから、青いキクとキク野生種との交雑による生物多様性影響リスクを低減するための技術開発を進めている。具体的には、花器官において雌蕊及び雄蕊の形成に関与するクラス C 遺伝子の機能を抑制することによる不稔形質の付与などである(佐々木ら 2018)。このような不稔化技術を用いて、不稔で青いキクの作出をこれまで花色改変に成功している品種や系統で進め、実用化を目指すにふさわしい青いキクの開発を進める。

おわりに

年間通じて流通可能で、花持ちのよい青い花は少ないのが現状である。キクの青色化の方法は、青い花色のない他の花きにも応用できる可能性がある。キク、ユリ、バラ、カーネーションといった主要な花きで、これまでに無かった「青」の新花色を実用化すれば、新たな価値を創造し、これからの花き産業の発展にも貢献できると期待される。

謝辞

本稿を執筆するにあたり貴重なご助

言を頂きました，農研機構の間竜太郎博士に感謝申し上げます。

引用文献

- 間竜太郎 2003. キク遺伝子組換えのモデル系の開発. 農業および園芸 78, 303-308.
- Aida, R. *et al.* 2004. Efficient transgene expression in chrysanthemum, *Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Kitamura, by using the promoter of a gene for chrysanthemum chlorophyll-a/b-binding protein. *Breed. Sci.* 54, 51-58.
- Aida, R. *et al.* 2018. Inheritance of bluish flower color of transgenic chrysanthemum by interspecific hybrids. *Jpn. Agr. Res. Q.* 52, 339-345.
- Fukuda-Tanaka, S. *et al.* 2000. Colour-enhancing protein in blue petals. *Nature* 407, 581.
- Holton, T.A. *et al.* 1993. Cloning and expression of cytochrome P450 genes controlling flower colour. *Nature* 366, 276-279.
- Kazuma, K. *et al.* Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry* 64, 1133-1139.
- 中田政司 2013. 栽培菊と外来ギクによる日本産野生ギクの遺伝的汚染. 栽培植物の自然史 II (山口裕文編著). 北海道大学出版会. pp.209-212.
- 中山真義 2015. 化合物の分離と混合を同時に行う交差 TLC 法の開発. 植物の生長調節. 50, 156-161.
- 野田尚信ら 2004. チョウマメにおいてテルナチン生合成に関与するアントシアニン 3', 5' 位グルコシル基転移酵素遺伝子の単離と機能解析. 第 45 回日本植物生理学会年会講演要旨集. 416.
- 野田尚信ら 2005. チョウマメにおけるテルナチン類の生合成に関与する 1-O-アシルグルコース依存性アントシアニン芳香族アシル基転移酵素遺伝子. 第 47 回日本植物生理学会年会要旨集. 189.
- 野田尚信ら 2006. チョウマメにおけるヒドロキシ桂皮酸 1-O-グルコシル基転移酵素遺伝子とポリアシル化アントシアニン生合成系遺伝子群の同調的な発現. 育種学研究. 8 (別 2), 341.
- Noda, N. *et al.* 2013. Genetic engineering of novel bluer-colored chrysanthemums produced by accumulation of delphinidin-based anthocyanins. *Plant Cell Physiol.* 54, 1684-1695.
- Noda, N. *et al.* 2017. Generation of blue chrysanthemums by anthocyanin B-ring hydroxylation and glucosylation and its coloration mechanism. *Sci. Adv.* 3, e1602785.
- 農林水産省 2018a. 平成 29 年産花きの作付(収穫)面積及び出荷量. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kaki/index.html>.
- 農林水産省 2018b. 平成 28 年 生産農業所得 統計 <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/nougyou_sansyutu/#r>.
- Okinaka, Y. *et al.* 2003. Selective accumulation of delphinidin derivatives in tobacco using a putative flavonoid 3',5'-hydroxylase cDNA from *Campanula medium*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 67, 161-165.
- Saito, N. *et al.* 1985 Acylated delphinidin glucosides and flavonols from *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry* 24, 1583-1586.
- 佐々木克友ら 2018. キクにおける不稔形質を付与するための技術開発. 園学研 17 (別 1), 237.
- 穴戸純 2010. 花色によるマーケティング. 農業技術体系花卉編第 4 巻追録第 12 号. pp. 89-100.
- 田中良和ら 2012. 花卉にデルフィニジンを含有するユリの生産方法. 国際公開公報 WO2012036290.
- Tanaka, Y. and F. Brugliera 2013. Flower colour and cytochrome P450. *Trans. R. Soc. B* 368, 20120432.
- 谷口研至 2013. イエギク. 栽培植物の自然史 II (山口裕文編著) 北海道大学出版会 pp.139-158.
- Tatsuzawa, F. *et al.* 2005. Cyanidin glycosides in flowers of genus *Corydalis* (Fumariaceae). *Biochem. Syst. Ecol.* 33, 789-798.
- 寺原典彦 1993. チョウマメ花色素について. FFI ジャーナル 155, 36-43.
- Yoshida, K. *et al.* 2009. Blue flower color development by anthocyanins: from chemical structure to cell physiology. *Nat. Prod. Rep.* 26, 884-915.
- 能岡智ら 2018. 実用化を見据えた宿主選抜と多様な色・形の青いキクの作出. 園学研 17 (別 1), 235.
- 財務・文部科学・厚生労働・農林水産・経済産業・環境省告示第 2 号 2003 遺伝子組換え生物等の第一種使用等による生物多様性影響評価実施要領.

アレロパシー研究の展開方法

東京農工大学大学院農学研究院
国際環境農学部門

藤井 義晴

はじめに

アレロパシー（他感作用）に関する研究の今後の展開方向としては、次の4つが考えられる。①根圏環境においてあるいは揮発性物質としてアレロパシーが実際にどのように寄与しているのかを明らかにする研究。②アレロパシー活性が強い植物自身を被覆植物として利用して雑草を抑制する研究。③アレロパシー活性の強い植物から新たな生理活性物質を同定し、新たな除草剤や植物成長調整剤の開発に役立てる研究。④侵入・導入植物（雑草）のアレロパシーを調べ、雑草が作物に及ぼす被害をアレロパシーの面から明らかにしたり、新たに侵入してくる外来植物や遺伝子組換えで作成された植物のアレロパシー活性を調べたりして、環境に及ぼす影響を評価する研究。

1. 根圏環境における、あるいは揮発性物質としてのアレロパシーへの寄与

著者らは2017年10月から開始されたCRESTプロジェクトに「根圏ケミカルワールドの解明と作物頑健性制御への応用（代表は杉山暁史京都大学准教授）」において、作物の生育に大きな影響を与える根の近傍（根圏）の植物由来の代謝物をメタボローム解析により分析し、根圏土壤に存在する微生物叢を、これらのデータを統合して人工知能技術で解釈することで、アレロケミカルの影響を評価する研究を

開始している。環境変動下でのいろいろなマーカーを検証して食料増産に貢献する作物頑健性制御に役立てたいと考えている。具体的には、被覆植物として実用性が高いヘアリーベッチの根圏環境に存在する物質のメタボローム解析と根圏微生物のメタゲノム解析を行っている（杉山2017）。また、根圏土壤を用いて植物生育阻害活性を調べる「根圏土壤法」（藤井2003；古林ら2003）による根圏に含まれるアレロケミカルが他の植物や微生物等に及ぼす影響を評価しようとしている。

揮発性のアレロケミカルは、圃場条件下では風の影響で寄与が低いと考えられているが、被覆植物や落葉、残渣などが堆積して密封状態になった場合には寄与する可能性がある。そこで、密封した容器内で植物体から放出される物質の他の植物への影響を評価する綿棒法（Cotton Swab Method）を開発し、揮発性のアレロケミカルの寄与を検定している。この方法を用いて、オクタナール（Mishyna *et al.* 2015）やサフラナール（Mardani *et al.* 2015）が揮発性アレロケミカルであることを報告している。

2. アレロパシー活性が強い植物自身の被覆植物としての利用

被覆植物は、緑肥や地被植物と概念が似ており、英語でground cover plantsと呼ばれる。被覆植物の利用場面としては、果樹園の下草管理、稲作・麦作に役立つものと、畦畔や法面

の植生管理に役立つものがある。前者については、中南米やアフリカで広まっているムクナ（ハッショウマメ）と、果樹園の下草管理から最近では稲作にも広がっているヘアリーベッチの今後の展望と、将来利用が増加しそうな法面における被覆植物について紹介する。

(1) ムクナ（ハッショウマメ）

ムクナ (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) は和名をハッショウマメといい、マメ科の一年生植物である。そのアレロパシー活性と作用物質L-DOPAについてはこれまでの総説で紹介した（Fujii 1999）。現在ムクナは中南米やアフリカ中部の熱帯～亜熱帯地域で利用が拡大している。これらの地方ではムクナを雑草防除のみならず、緑肥として、また、土壤のエロージョン防止に利用している。しかし、食用としての利用はほとんどない。ムクナの食用としての利用については、飯島が学位論文で研究し（飯島ら2009）、日本で昔利用されていた方法を元にいろいろな食品としての利用法が研究されている。今後、アフリカやアジアにおいて、食糧としても普及することが期待される（Fujii 1999；Fujii and Sarpong 2018）。

(2) ヘアリーベッチ

ヘアリーベッチ (*Vicia villosa*) は、和名をシラゲクサフジといい、マメ科の越年生植物である。そのアレロパシー活性と作用物質シアナミドについてはこれまでの総説で紹介した（藤井

1995)。現在、ヘアリーベッチは、秋田県立大学生物資源科学部の佐藤孝准教授らと大潟村の有機栽培農家の実践的な技術開発によって水田稲作における雑草抑制と有機栽培に実用化され、秋田県大潟村、滋賀県、青森県、北海道などの大規模農家で利用が広がりつつある（藤井 2007）。

(3) 今後利用が期待されるアレロパシー活性のある被覆植物

(3)-1 センチピードグラス

センチピードグラス (*Eremochloa ophiuroides*) は和名をムカデシバといいイネ科の多年草である。生物検定で強いアレロパシー作用を示し、作用成分としてある種のアミノ酸が関与していることを明らかにしたが、別のアレロケミカルも存在するようで、さらに詳細な研究が必要である。最近、マイナス20度まで耐える品種も開発され、河川敷や飛行場において雑草に強い芝として大規模な利用が広まっている。

(3)-2 ヒメイワダレソウとイワダレソウ

ヒメイワダレソウ (*Phyla canescens* あるいは *Lippia canescens*) は南米原産のクマツヅラ科の多年生植物で、日本には昭和初期に導入されたといわれる。花が長く美しく丈夫であることから、水田畦畔や水路周辺の法面管理に人気がある。しかし繁殖力が強くオーストラリア等で雑草化したとの報告もある。一方、イワダレソウ (*Phyla nodiflora* あるいは *lippia nodiflora*) は日本在来種であり、宇都宮大学の故・倉持仁志講師が沖縄から採取された系

統を改良したものが開発されて実用化されている。

(3)-3 イブキジャコウソウとクリーピングタイム

イブキジャコウソウ (*Thymus serpyllum* ssp. *quincecostatus*) はシソ科の匍匐生植物で日本原産であり、朝鮮、中国、ヒマラヤにも分布する。和名は滋賀県の伊吹山に多く芳香があることから名付けられた。一方、ヨーロッパからアジアに広く分布しているクリーピングタイム（セイヨウイブキジャコウソウ）(*Thymus serpyllum*) は被覆植物として優秀で、畦畔管理に利用されている。長期間被覆力が持続する性質があり、植栽後10年たっても衰退せず、すばらしい景観を作ることが兵庫県農業総合センター等の研究で明らかにされた。タイムの類は芳香成分チモール、カルバクロール、シメン、リナロールなどを含み、被覆植物として植えたとき、芳香があり、害虫や雑草が少なく緑化植物として適している。その病害への影響についての報告がある (Parisa *et al.* 2018)。

(3)-4 その他の有力な植物と今後必要な研究

これまでに評判となったものとしてアジュガ（セイヨウジュウニヒトエ）、コテングクワガタ、アークトセカ、シバザクラ、マツバギク、アップルミントなどがある。カメムシなど害虫の住みかにならないハーブや雑草に強いものが好まれている。これらの被覆植物の中には比較的最近導入された外来植物もある。今後、これらの植物が雑草

化したり、周辺の生態系へのリスクとなったりしないように、事前に十分研究することが重要である。雑草化の恐れがない優良植物については導入し普及することが期待される。

3. アレロケミカルを新たな除草剤や植物成長調整剤開発へ利用

(1) 新しい除草剤の開発

植物由来の天然生理活性物質の活性は弱く、合成農薬に匹敵するものはないと思われてきたが、近年、試験管内では、合成化学品を上回る強い生理活性を持つ物質が続々と発見されている。天然物であるアフラトキシンが強い毒性を持っているように、他感物質から未知の生理活性物質が発見される可能性がある。

水田用除草剤であるモゲトンは、クルミの他感物質として同定されたジグロンに、またシンメチリン (Cinmethylin) は、天然物の1,4-シネオールに構造が似ており、それぞれ天然物にヒントを得て開発された可能性がある。この他にも、シペリンはアシフルオルフェンに、ビアラホスはグルホシネートに、カンタリジンはエンドタールに構造が類似しており、類似の作用機構を持つと考えられている (藤井 2001)。また、最近、シンジェンタ社は、水田除草剤として日本でも販売されているメソトリオンが、アレロケミカルとしてオーストラリア原産のブラシノキから同定された天然物レプト

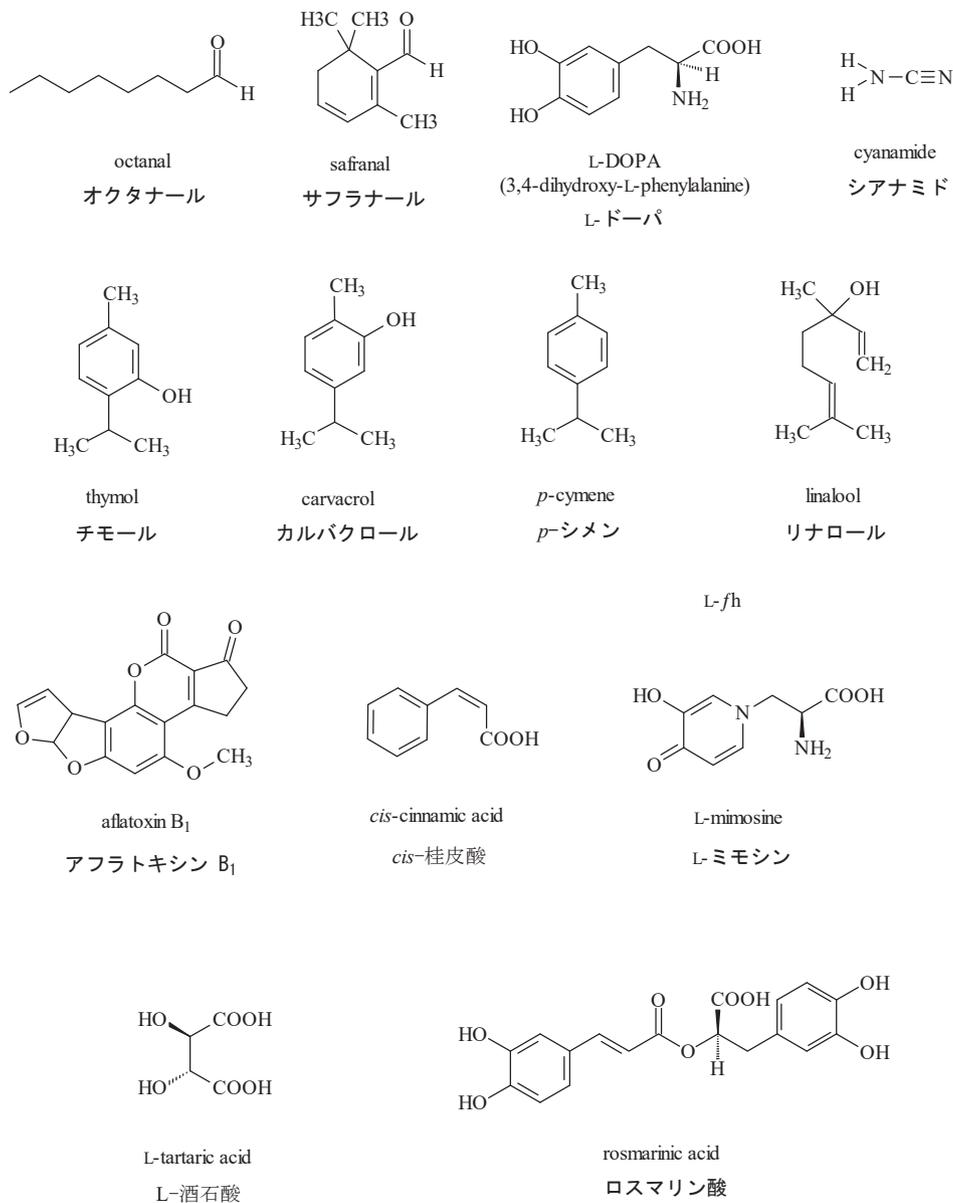


図-1 アレロケミカルの例

逆に重力に逆らって伸びようとする負の重力屈性を示す。重力屈性には植物ホルモンが関係し、植物には重力を感知する仕組みがあることが分かっているが、その仕組みについてはまだ完全には明らかになっていない。

現在、現場で最も問題となっているのは、クズやカナムグラなどの「つる性の雑草」である。また、後述する外来雑草においても、アレチウリや外来アサガオ類、アメリカネナシカズラなどのつる性の植物の被害が大きい。このようなつる性の雑草は、その巻きつきを防止できれば被害が少なくなることから、巻きつきを防止する物質の研究が重要である。つるの巻きつきには、重力屈性と、細胞壁の形成が重要であることがわかっている。我々はこれまでにこのような活性を持つ天然物をアレロパシーの探索する過程で見いだしたので現在、特許を申請している（藤井ら 2015a; 藤井ら 2015b）。これまでに室内試験を実施して作用が確実なものを選定し、逐次屋外試験に供試して巻き付き阻害活性を調べている。温室においては効果があっても屋外では展着剤や塗布方法等に問題がありまだ実用化には至っていないが、そのような技術を持つ企業との共同研究で問題を克服して実用化したいと願っている。このような物質は、クズのようなつる性植物を殺すことなく、被害のみを防止できる新たな雑草制御物質になると期待される（藤井 2016）。

スベルモに由来すると宣伝している（シンジェンタ 2018）。

(2) 新たな作用機構の開発

これまで除草剤の作用点として利用されてきたものは、動物にはない生化学機構に作用するものを目的としており、そのため、除草剤は殺虫剤や殺菌剤に比べて急性毒性が低いものが多い。しかしこれまで知られている植物に特異的な作用点はその一部にすぎない。他感物質などの天然物には、これ

までに報告されていない新たな作用点を持ったものが報告されており（藤井 2001）、このような物質から、新たな作用点を持つ植物化学調節剤が開発されることが期待される。

著者らは、日本在来植物であるユキヤナギ (*Spiraea thunbergii*) からアレロケミカルとして見出したシス桂皮酸に、重力屈性を阻害する活性があることを報告している。植物は重力の影響を受けて、根を重力の方向に伸ばし、これを正の重力屈性といい、地上部は

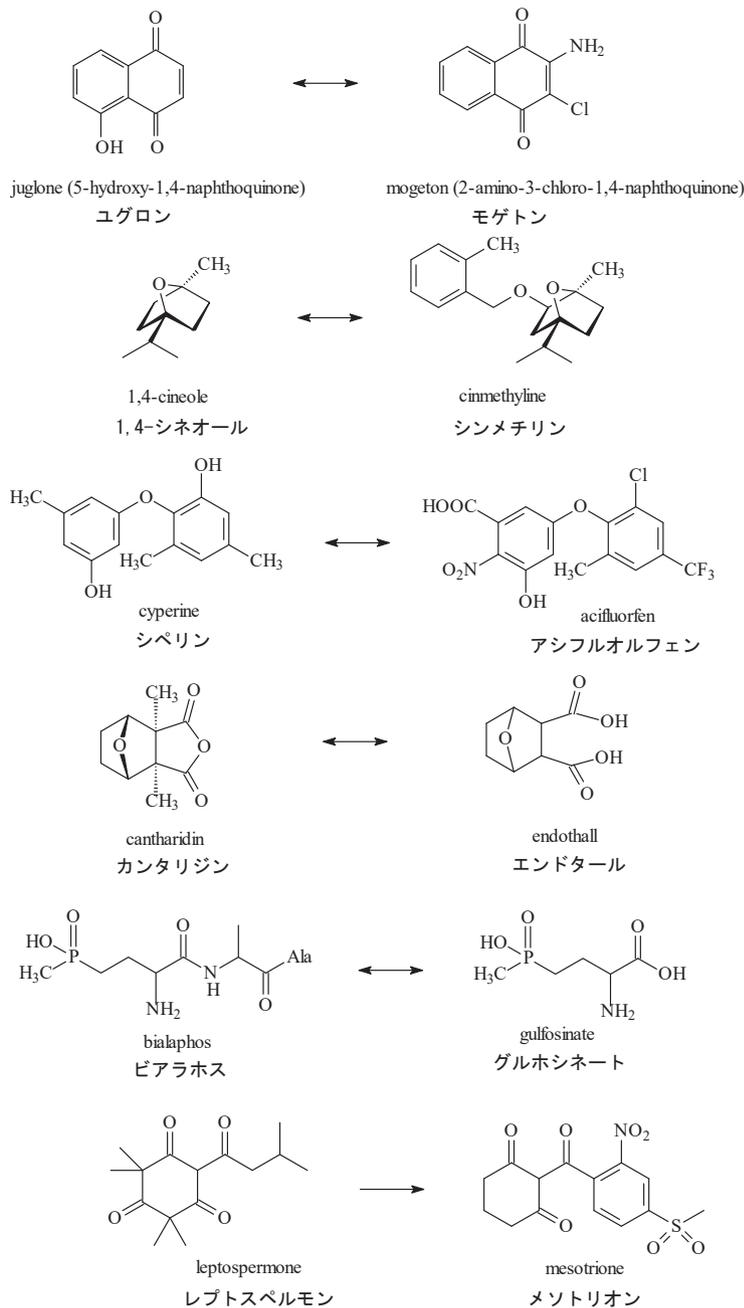


図-2 天然物 (左) と除草剤 (右)

外来植物を加えた合計 800 種の外来植物のアレロパシー活性を、これまでに開発した 3 つのアレロパシーに特異的な生物検定法で検定しデータベースを作成した。その結果、特定外来生物に指定されている植物はアレロパシー活性が強いことが明らかになった。アレロパシーの強い植物 80 種において関与する成分をデータベース化した。アレロパシー物質として、小笠原で繁茂する外来植物のギンネムから L-ミモシンを、アカギから L-酒石酸を、コンフリーからロスマリン酸を同定した (農業環境技術研究所 2005)。

(2) 外来植物の化学生態的特性の評価と注意すべき外来植物の選定

外来植物のアレロパシー活性の評価から、ナガミヒナゲシ、ツノアイアシ、ナンバンアカアズキ等を注意すべき外来植物として選定した (藤井 2009)。また、これらの外来植物に含まれるアレロケミカルとその毒性について報告した (Fujii 2017)。ナガミヒナゲシはその後全国に広がり、オレンジ色の目立つ花をつけることから、マスコミ等で注意すべき外来植物であることが広く宣伝された。

4. おわりに

アレロパシーの研究は、1937 年に日本からオーストリアに帰国したモーリッシュ博士が著書「Allelopathie」を出版して以来、81 年経つが、現在もあまり研究が盛んではない。国際ア

4. 侵入・導入植物・雑草のアレロパシーが作物や環境に及ぼす影響評価

著者らは文部科学省の競争的資金「科学技術振興調整費重要課題解決型研究プロジェクト」に「外来植物のリスク評価と蔓延防止策」の課題名で研究を実施した。この研究の結果、アレロパシー活性の強い外来植物のリスク

が高いことが判明した。

(1) 外来植物のリスク評価

FAO が開発した 13 項目の評価項目からなる雑草リスク評価方式を、既に日本に侵入している外来植物に当てはめて評価し、寄与率を検定して 10 項目からなる日本式雑草評価法を策定した。すでに導入された外来植物に、今後新たに導入・侵入する可能性のある

アレロパシー学会が1993年に設立されてから25年経つが、世界で研究している研究者は300人程度と推定される。日本では農林水産省農業環境技術研究所にこれを専門に研究する「他感物質研究室」が1981年に創設され、世界で一番早く国立研究機関で研究が開始されたが、現在はこの研究室は廃止され日本の国立機関にはこれを専門に研究する研究室はない。しかし、世界的には、アメリカ合衆国、中華人民共和国、ドイツなどヨーロッパ諸国でアレロパシー研究は盛んになっており、今後、アレロパシーのような植物自身が持つ機能が農業や医薬品に貢献すると期待されている。アレロパシー研究を開始したモーリッシュ博士は日本での経験が基になってこの分野を切り開いたと考えられる。日本においても、アレロパシーに関する研究が継続・発展することを願っています。

文 献

- 藤井義晴 1995. ヘアリーベッチの他感作用による雑草の制御－休耕地・耕作放棄地や果樹園への利用－. 農業技術 50,199-204.
- Fujii, Yoshihru 1999. Allelopathy of Velvetbean: Identification of Allelopathic Substances. In “Determination and Biologically Active Natural Products: Agrochemicals compounds: plants, microorganisms, and soil”. CRC Press.
- 藤井義晴 2001. 植物に由来する他感物質などの生理活性二次代謝物質の植物化学調節剤としての利用. 植調 35(1), 17-22.
- 藤井義晴 2003. 研究トピックス「根圏土壌を用いた他感作用の検定手法の開発」<http://www.naro.affrc.go.jp/archive/niaes/sinfo/publish/niaesnews/063/news06303.pdf> (2018.1218 確認),
- 藤井義晴 2007. ヘアリーベッチの他感作用と農業への利用. 「新しい水田農法へのチャレンジ-大潟村における産学協同の成果」庄子貞雄(監修) / 新しい水田農法編集委員会(編). 農山漁村文化協会, pp. 204-207.
- 藤井義晴 2009. 日本における外来植物の実態とそのリスク評価 http://www.spc.jst.go.jp/hottopics/0909ecosystem/r0909_fujii.html(2018.1218 確認)
- 藤井義晴 2015a. 新藤 充, 和佐野直也, 田村尚幸, シス桂皮酸類縁体, 重力屈性調節剤. 特願 2015-042924(2015年3月出願)
- 藤井義晴 2015b. 吉田昌裕, 和佐野直也, 田村尚幸, 新規化合物及び重力屈性調節剤. 特願 2015-104742 (2015年5月出願)
- 藤井義晴 2016. 植物の重力屈性に影響を与える物質の農業利用を模索する, 農耕と園芸 2016 (7), 54-57.
- Fujii, Yoshiharu 2017. Toxic Chemicals from Invasive Alien Plants. In “Plant Toxins”, Springer Science, pp.25-36.
- Fujii, Yoshiharu and Kwame Sarpong Appiah 2018. Allelopathy for Sustainable Weed Management. In “Weed Control: Sustainability, Hazards, and Risks in Cropping Systems Worldwide”, CRC Press.
- 古林章弘ら 2003. 根圏土壌を用いたアレロパシー活性測定法. 雑草研究 48(別), 142-143.
- 飯島久美子ら 2009. ムクナ属マメの調理性に関する研究(第1報)－煮豆としての浸漬・加熱条件－. 日本調理科学会誌 42, 93-101.
- Mardani, Hossein *et al.* 2015. Identification of safranal as the main allelochemical from Saffron (*Crocus sativus*). Natural Product Communications 10(5), 775-777.
- Mishyna, Maryia *et al.* 2015. Identification of octanal as plant growth inhibitory volatile compound released from *Heracleum sosnowskyi* fruit. Natural Product Communications 10(5), 771-774.
- 農業環境技術研究所 2005. 外来植物のリスク評価と蔓延防止策 <http://www.naro.affrc.go.jp/archive/niaes/project/plant-alien/> (2018.1218 確認)
- Parisa, Taheri *et al.* 2018. Alternative approach to management of Rhizopus rot of peach (*Prunus persica* L.) using the essential oil of *Thymus vulgaris* L., Mycosphere 9(3), 510-517.
- シンジェンタ社 2018. HP「天然由来の除草テクノロジー」MXシリーズ特設サイト http://www.syngenta.co.jp/cp/pages/item/special_content/mx_01/ (2018.1218 確認)
- 杉山暁史 2017. 根圏ケミカルワールドの解明と作物頑健性制御への応用 https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/project/1111090/1111090_11.html (2018.1218 確認)

りんご「シナノゴールド」の貯蔵に適した果実の条件と貯蔵期間

長野県果樹試験場
栽培部

植本 克樹

1. 背景および目的

りんごは元来貯蔵性の高い果実で、他の果物と比べ長期にわたって市場供給されている。そのため、鮮度保持に関する研究が古くから進められており、多くの知見が得られている。

りんごの鮮度を保持するために低温貯蔵が一般的に行われている。「つがる」では20～30日程度、「ふじ」では4ヶ月程度の品質が保たれる。

さらに鮮度保持効果が高い方法として低酸素状態で貯蔵するCA貯蔵技術がある。しかし、CA貯蔵を行うためには、多大な設備投資と運営費がかかるうえ、ガス濃度の調整に不具合があると果実の内部褐変や貯蔵やけなどの障害が発生することもある。また、正常に貯蔵できた場合でも出庫後の日持ち性が悪い。

このことが流通上の課題となり、1996年に米国において開発された1-メチルシクロプロペン（以下1-MCPとする）に関心が集まっている。収穫後のりんご果実は、自ら生成するエチレンによって老化が促進され果実品質が低下する。1-MCPはエチレン受容体に結合してエチレンの作用を抑制することで、りんご等の果実に対して極めて高い鮮度保持効果を示すことが知られている。1-MCPの実用化は、粉末状に加工する技術が開発されたことにより「スマートフレッシュくん蒸剤」として商品化され、2010年11月9日にりんご、なし及びかきを対象に収



図-1 「シナノゴールド」

穫果実の老化抑制を目的として農薬登録された。

CA貯蔵と異なり、多大な設備投資を必要としないことから、本剤に注目する生産者や流通業者は多い。

長野県オリジナル品種である「シナノゴールド」（図-1）は普通冷蔵で収穫3～4ヶ月後まで鮮度が保持される。春先のりんご販売の多品種化に向けて、「シナノゴールド」のより長期の貯蔵が望まれた。そこで、長野県果樹試験場では、スマートフレッシュくん蒸剤で処理した「シナノゴールド」の貯蔵可能期間と貯蔵に適した果実の条件を明らかにするため試験を行った。

2. スマートフレッシュくん蒸剤の「シナノゴールド」への鮮度保持効果

「シナノゴールド」は冷蔵で収穫3～4ヶ月後まで品質が保たれる。長野県果樹試験場では、スマートフレッシュくん蒸剤の処理が「シナノゴールド」の冷蔵での貯蔵性に及ぼす影響を検討した。エチレン排出量は処理区

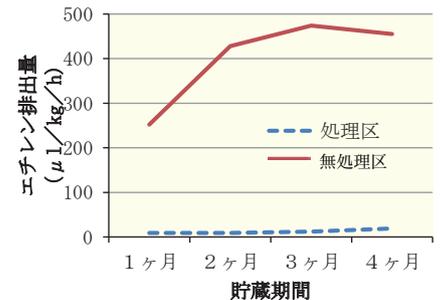


図-2 スマートフレッシュくん蒸剤の処理が「シナノゴールド」のエチレン排出量に及ぼす影響 (2002年, 長野県果樹試験場)

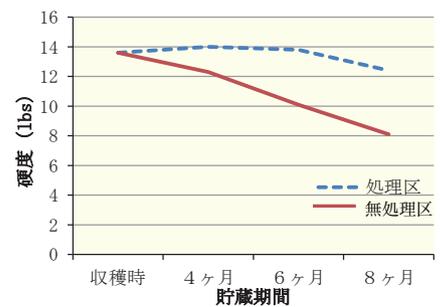


図-3 スマートフレッシュくん蒸剤の処理が「シナノゴールド」の硬度低下に及ぼす影響 (2006～2007年, 長野県果樹試験場)

で抑えられ（図-2）、硬度は無処理区では収穫4ヶ月後（2月下旬）から硬度低下が始まったが、処理区では収穫6ヶ月後（4月下旬）まで硬度は維持された（図-3）。収穫8ヶ月後（6月下旬）になると処理区でも内部褐変を生じる果実が発生したことから、「シナノゴールド」はスマートフレッシュくん蒸剤の処理を行うことで収穫6ヶ月後まで品質保持が可能であった。

3. 貯蔵に適する果実の条件

りんご「シナノゴールド」はスマー

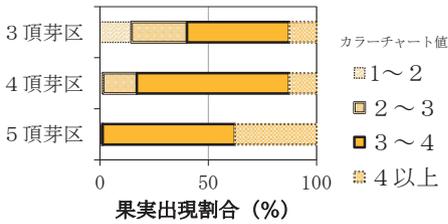


図-4 着果量の違いが収穫時の果皮色に及ぼす影響 (2014年, 長野県果樹試験場)

試験圃場: 長野果樹試 (標高 360m)

供試樹: シナノゴールド/M.9 ナガノ (2年生苗を2008年春定植) 満開日 5月3日

調査方法: 6月27日に頂芽数, 果実数を調査し, 6月30日に1果あたりの頂芽数が3~5芽になるように仕上げ摘果を行った。供試樹は3, 4頂芽区が3樹, 5頂芽区が4樹。10月17日(満開後167日)に一斉収穫し, 収穫時に果皮色を全果調査した。調査数は3頂芽区が254果, 4頂芽区が135果, 5頂芽区が162果。なお, 図表中のシナノゴールドカラーチャート値の1~2は1以上2未満, 2~3は2以上3未満, 3~4は3以上4未満を示す。

トフレッシュくん蒸剤の処理を行うことで, 収穫6ヶ月後まで貯蔵が可能であることを明らかとした。さらに貯蔵期間を延長するため, 貯蔵に適した果実の条件について検討した。

(1) 着果量が収穫時の果皮色に及ぼす影響

2014年, 着果量を果実1果あたりの頂芽数が3~5芽となるように設定した樹を供試した。供試樹の果実を10月17日(満開後167日)に一斉収穫した。一斉収穫した果実の果皮色を全果調査した結果, 3頂芽区はシナノゴールドカラーチャート値3未満の果実の割合が40%と高く, 4頂芽区は17%程度, 5頂芽区は1.2%となり, 5頂芽区は98.8%がシナノゴールドカラーチャート値3以上となった(図-4)。

以上から, 着果量が多くなると, 果皮の黄色化が遅く, 適正な着果量(4~5頂芽区)に比べると収穫が遅くなった。このため, 適期に果皮色がシナノゴールドカラーチャート値3.5程度となるようにするためには適正着果量(4~5頂芽に1果程度)とすることが重要である。

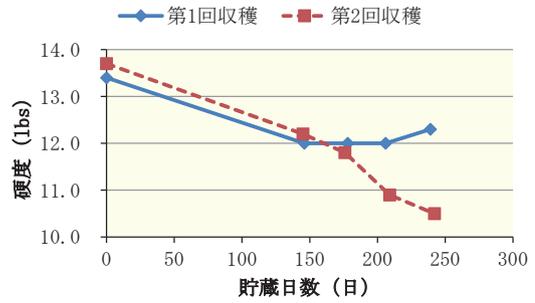


図-5 収穫時期の違いがスマートフレッシュくん蒸剤で処理した果実の硬度低下に及ぼす影響 (2013~2014年, 長野県果樹試験場)

供試樹: シナノゴールド/JM7 (2年生苗を2006年春定植) 満開日 5月4日

調査方法: ストッポール液剤1,500倍を10月4日に散布し, 10月15日(満開後164日)に収穫適期指標(シナノゴールドカラーチャート3.5以上)を満たした果実を収穫し(第1回収穫), その9日後の10月24日(満開後173日)に残りの果実を収穫した(第2回収穫)。第2回収穫の果実の中からシナノゴールドカラーチャート3.5程度になる果実を抽出した。それぞれの収穫日の果実を収穫翌日にスマートフレッシュくん蒸剤処理を室温下で24時間, 処理濃度1ppmで行った。スマートフレッシュくん蒸剤処理後, 4℃設定(実測値3~5℃)の静電誘導冷蔵庫で貯蔵し, 各調査日に1回10果の果実品質を調査した。

(2) 収穫時期の違いが貯蔵後の果実品質に及ぼす影響

2013年10月15日(満開後164日)に収穫適期指標(シナノゴールドカラーチャート値3.5以上)を満たした果実を収穫し(第1回収穫), その9日後の10月24日(満開後173日)に残りの果実を収穫した(第2回収穫)。それぞれの収穫日翌日にスマートフレッシュくん蒸剤で処理を行い, 4℃で冷蔵し, 貯蔵後の果実品質を調査した。その結果, 第2回収穫区は収穫209日後の調査時以降, 第1回収穫区と比較し, 硬度が低かった(図-5)。それに伴って食味指数も低下した。

以上から, スマートフレッシュくん蒸剤で処理をして収穫178日後(4月中旬)を超える長期貯蔵を行う場合は, 果皮の黄色化が早く, 第1回収穫(収穫期前半)で収穫できる果実を用いる方が, より長い期間果実品質が維持された。

(3) 収穫時の果皮色が貯蔵後の果実品質に及ぼす影響

一斉収穫した果実を未熟区(シナノ

ゴールドカラーチャート値が3未満), 適熟区(3以上~4未満)および完熟区(4以上)に分けて, スマートフレッシュくん蒸剤で処理を行い, 収穫8ヶ月後まで貯蔵した。その結果, 完熟区は他区と比べ硬度低下が早く, 収穫6ヶ月を超える貯蔵では障害果が確認された。未熟区は他区と比べ糖度が低く食味が劣った。適熟区は収穫8ヶ月後まで硬度が維持された。

(4) 貯蔵に適した果実の条件

りんご「シナノゴールド」における貯蔵に適した果実は, 適正着果量(4~5頂芽に1果程度)で栽培し, 2回収穫をした場合, 1回目の収穫で果皮色がシナノゴールドカラーチャート値3.5程度(適熟)となる果実である。

4. 貯蔵に適した果実の貯蔵可能期間

りんご「シナノゴールド」の貯蔵に適した果実をスマートフレッシュくん蒸剤で処理し, 3℃で冷蔵した。その結果, 収穫149日後から収穫240日後までスマートフレッシュくん蒸剤処

表-1 スマートフレッシュくん蒸剤の処理が冷蔵（3℃）したりんご「シナノゴールド」の貯蔵後の果実品質に及ぼす影響（2014～2015年、長野県果樹試験場）

調査日	1-MCP 処理	貯蔵 日数	果実重 (g)	果皮色 C.C. 値	ワックス 程度	硬度 (lb)	糖度 (Brix%)	滴定酸度 (g/100ml)	食味 指数	熟度 指数
10/14		0	321.2	4.1	0.6	13.7	16.6	0.51	3.5	3.2
3/11	処理	149	270.7	4.8	0.4	12.4	15.5	0.33	3.3	4.2
	無処理		269.8	5.3	1.6	9.8	15.4	0.28	2.7	4.9
4/4	処理	173	268.5	4.7	0.7	12.5	15.1	0.32	3.4	4.2
	無処理		267.3	5.0	1.8	10.3	15.0	0.31	2.9	5.0
5/11	処理	210	275.4	5.2	0.6	12.0	14.8	0.29	3.3	4.3
	無処理		264.1	5.2	2.4	10.2	14.5	0.27	2.4	5.0
6/10	処理	240	260.7	5.2	1.1	12.5	15.2	0.26	3.1	4.6
	無処理		269.4	5.3	1.7	9.1	15.1	0.21	1.4	5.0

理区は無処理区と比較し、硬度低下、ワックスの発生が抑えられ、食味が良好に維持された（表-1）。しかし、収穫240日後の調査では、貯蔵果実の

一部に過熟な果実が見られた。

貯蔵に適した果実にスマートフレッシュくん蒸剤を処理し、冷蔵（3～4℃程度）で貯蔵すると、無処理区と比べ

て3ヶ月間長く鮮度が保持され、収穫7ヶ月後（収穫210日後）まで硬度低下が抑えられ、食味が良好に維持できる。

農業登録内容

スマートフレッシュくん蒸剤

[一般名及び成分含量]

1-メチルシクロプロペン（1-MCP） 3.3%

[毒性]

人畜毒性：毒物、劇物には該当しない。

[対象作物に対する適用登録状況（2018年10月29日JPPネット確認）]

作物名	使用目的	希釈回数	処理時間	使用時期	適用場所	使用回数	使用方法	1-メチルシクロプロペンを含む 農薬の総使用回数
りんご (ふじを除く)	収穫果実の 熟期抑制	68mg/m ³	12～24 時間	収穫直後 ～10日後	倉庫等 施設内	3回以内	本剤の所定量をあらかじめ水に入れた容器に入れ、有効成分を発生させてくん蒸する	3回以内

雑草にも栽培植物にもなった野生植物

ヤブツルアズキ

秋田県立大学生物資源科学部
保田 謙太郎

ヤブツルアズキ（マメ科ササゲ属、*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi et H. Ohashi var. *nipponensis* (Ohwi) Ohwi et H. Ohashi) は、日本に自生する蔓性の一年生草本である（図-1）。5月下旬頃から出芽し、ヨモギやススキなどに蔓性の茎を巻きつけて生育する。開花は8月下旬からはじまり、黄色で、大きくよく目立つ花を着ける。莢は成熟すると黒色になり、弾けて種子を散布する。ヤブツルアズキは、アズキ（小豆）の野生祖先種である。また、雑草系統としてノラアズキ（雑草アズキ）がある（山口1994）。ノラアズキはヤブツルアズキとアズキの中間的な特徴を示し、栽培アズキからの逸出、ヤブツルアズキからの攪乱地適応、ヤブツルアズキとアズキとの雑種後代に由来すると考えられている。

■分布

ヤブツルアズキは日本、中国、韓国、台湾、ブータン、インド、ネパールなどの東アジアに広く分布する。日本では沖縄県と北海道を除く、全国に分布する。林縁のマント群落や河川斜面などの年に数回の草刈りが行われるような場所を好む。ノラアズキは、日本と韓国で確認されており、ヤブツルアズキよりも攪乱の多い場所となる畑の縁や路傍を好む。

■形態と見分けるポイント

地下子葉性であるため子葉は土中にある。同属のリョクトウやケツルアズキは地上子葉性である。第1葉と第2葉は対生する。それ以降に展開する葉は3出複葉である。蔓は2mくらいまで分枝を出しながら伸長する。草型はヤブマメに似るが、托葉の形状で見分けられる（保田2014）。ヤブツルアズキの托葉は細長く、ヤブマメは卵形である。ヤブツルアズキとノラアズキ間では形態変異が連続的であるため識別するのが難しい個体がある。一般には、ヤブツルアズキの茎は細く、赤紫色である。ノラアズキの茎はやや太く、緑色であり、半直立型の草型を持つ個体が多い。ヤブツルアズキの種子の長さは約4mmであり、種皮色は黒もしくは濃い茶色のまだら模様である（図-2）。臍（へソ）は白く、細長い。種子のサイズでもノラアズキの方がわずかに大きく、種皮色は黒斑、茶色や薄緑色、薄赤色など多様である。

■雑草としての情報

ダイズやアズキ畑に侵入しており、大分県や岩手県では情



図-1 農地周辺に生育するヤブツルアズキ
このような場所に生育する個体からの種子散布によって圃場内に侵入すると考えられる。

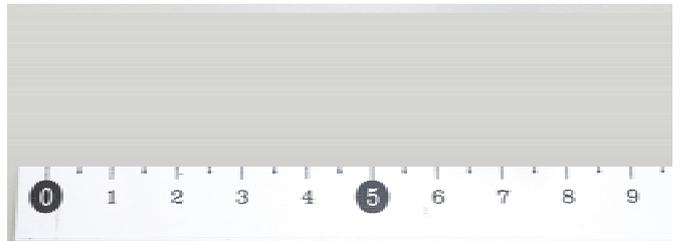


図-2 ヤブツルアズキ（左）、ノラアズキ（中央）、アズキ（右）の種子

報が県のウェブサイトに掲載され、注意が促されている。ヤブツルアズキによる雑草害は、作物への競合であり、蔓を巻き付けたり、群落上部を占有したりする。ノラアズキは、外見がアズキに似ているためアズキに間違われて成熟期まで残されることがある。異なった種皮色やサイズの種子の混入によってアズキの商品価値を低下させる。ヤブツルアズキおよびノラアズキとも種子には硬実による休眠性があるので埋土種子集団を形成する。圃場に侵入されると数年は注意を要する。

■防除に関連する情報

種子のサイズが他の畑雑草に比べて大きいので土壌処理除草剤の効果は低いと考えられる。中耕培土や非選択性除草剤の株間処理によって個体数を減少させ、復田によって埋土種子の密度を低下させられるとの報告がある（斎藤・小林2016）。また、種子が成熟するのは9月以降であり、雑草としては晩生である。種子を散布するまでの期間に手取り除草をすることも可能である。

■参考文献

- 山口裕文 1994. アズキの栽培化. 「植物の自然史」 岡田博ら編著 北大図書刊行会 pp 129-145.
- 保田謙太郎 2014. ヤブツルアズキ. 「原色雑草診断・防除事典」 森田弘彦・浅井元朗編著 農文協 pp. 145-147.
- 斎藤隆・小林伸英 2014. 大豆作付けほ場におけるヤブツルアズキの防除. 福島県農業総合センター 平成26年度に得られた研究成果. 大分県における大豆作難防除雑草の発生実態と対策 2017. https://www.pref.oita.jp/uploaded/life/1031484_1222851_misc.pdf
- いわてアグリベンチャーネット 2016. 農作物技術情報 第5号 畑作物 https://i-agri.net/agri/media/148/20160728-h28-05_hatasaku.pdf

平成 29 年度秋冬作野菜花き関係 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

平成 29 年度秋冬作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は、平成 30 年 7 月 18 日(水)に浅草ビューホテルにおいて開催された。

この検討会には、試験場関係者 32 名、委託関係者 18 名ほか、計 62 名の参集を得て、除草剤 11 薬剤(65 点)、生

育調節剤 3 薬剤(14 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。

平成 29 年度秋冬作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験 判定

A. 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. JAC-01 液 ベンタゾンナトリウム塩 :40.0% [日本アグロサービス]	タマネギ	広葉雑草3~4葉期処理	実	実) [秋冬作; 一年生広葉雑草] ・タマネギ生育期, 広葉雑草3~4葉期 ・茎葉処理(全面) ・60~120mL<70~100L>/10a
2. NH-007 フロアブル グリホサートイソプロピ ルアミン塩:30.0% ピラフルフェンエチル :0.16% [日本農薬]	タマネギ	畦間処理	実・継 (従来 どおり)	実) [秋冬作; 一年生雑草] ・耕起7日以前, 雑草生育期(草丈30cm以下) ・茎葉処理(全面) ・400~600mL<100L>/10a [秋冬作; 一年生雑草] ・タマネギ生育期, 雑草生育期 ・茎葉処理(畦間) ・400~600mL<100L>/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 継) ・耕起直前処理での効果, 薬害の確認 ・定植前処理での効果, 薬害の確認
3. NH-009 液 グルホシネート:18.5% [日本農薬]	タマネギ	定植前処理	実	実) [秋冬作; 一年生雑草] ・耕起または定植前, 雑草生育期(草丈15cm以下) ・茎葉処理(全面) ・300~500mL<100~150L>/10a [秋冬作; 一年生雑草] ・タマネギ生育期, 雑草生育期 ・茎葉処理(畦間) ・300~500mL<100~150L>/10a 注) ・雑草の草丈15cm以下で散布する ・作物に飛散しないように散布する
	タマネギ	畦間処理		
4. SCC-010 液 グルホシネート:18.5% [日本アグロサービス]	ブロッコ リー	耕起または定植前	実・継	実) [秋冬作; 一年生雑草] ・ブロッコリー生育期, 雑草生育期 ・茎葉処理(畦間) ・300~500mL<100~150L> 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) ・耕起または定植前処理における効果, 薬害の確認
	ブロッコ リー	倍量薬害(定植直前)		
	ブロッコ リー	畦間処理		
4. SCC-010 液 つづき	ハクサイ	耕起または定植前処理	実・継	実) [秋冬作; 一年生雑草] ・ハクサイ生育期, 雑草生育期

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
ハクサイ	倍量薬害(定植直前)			<ul style="list-style-type: none"> ・茎葉処理(畦間) ・300~500mL<100~150L>/10a 注) <ul style="list-style-type: none"> ・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
	畦間処理			
ハウレンソウ	耕起または播種前		実・継	実) [秋冬作;一年生雑草] <ul style="list-style-type: none"> ・耕起または播種前, 雑草生育期(草丈30cm以下) ・茎葉処理(全面) ・300~500mL<100~150L>/10a
ハウレンソウ	倍量薬害(播種直前)			[秋冬作;一年生雑草] <ul style="list-style-type: none"> ・ハウレンソウ生育期, 雑草生育期 ・茎葉処理(畦間) ・300~500mL<100L>/10a 注) <ul style="list-style-type: none"> ・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
ハウレンソウ	畦間処理			
タマネギ	耕起または定植前処理		実・継	実) [秋冬作;一年生雑草] <ul style="list-style-type: none"> ・タマネギ生育期, 雑草生育期 ・茎葉処理(畦間) ・300~500mL<100~150L>/10a
タマネギ	倍量薬害(定植直前)			注) <ul style="list-style-type: none"> ・雑草の草丈15cm以下で散布する ・作物に飛散しないように散布する
タマネギ	畦間処理			
ダイコン	耕起または播種前		継	継) 効果, 薬害の確認
ダイコン	倍量薬害(播種直前)			
ダイコン	畦間処理			
サヤエンドウ	耕起または播種前		実・継	実) [秋冬作;一年生雑草] <ul style="list-style-type: none"> ・耕起または播種7日以前, 雑草生育期(草丈30cm以下) ・茎葉処理(全面) ・300~500mL<100~150L>/10a
サヤエンドウ	倍量薬害(播種直前)			[秋冬作;一年生雑草] <ul style="list-style-type: none"> ・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<100~150L>/10a
サヤエンドウ	耕起または定植前			
サヤエンドウ	倍量薬害(定植直前)			継) <ul style="list-style-type: none"> ・畦間処理における効果, 薬害の確認
サヤエンドウ	畦間処理			
サヤエンドウ	倍量薬害(畦間)			

B. 平成 29 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. E-308-b 液 酢酸:10.0% [フマキラー]	パセリ	耕起または定植前	実・継	(実) [春夏作;一年生雑草] ・耕起または定植前, 雑草生育期(草丈10cm以下) ・茎葉処理(全面) ・150~200mL/m ² (希釈せずそのまま散布) 注) ・専用ボトルを使用する [春夏作;一年生雑草] ・パセリ生育期, 雑草生育期 ・茎葉処理(畦間) ・150~200mL/m ² (希釈せずそのまま散布) 注) ・専用ボトルを使用する ・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) ・耕起または定植前処理, 畦間処理の薬量100mL/m ² における効果と薬害の確認
	パセリ	倍量薬害(定植前)		
	パセリ	畦間処理		
	パセリ	倍量薬害(畦間)		
2. NH-009 液 グルホシネート:18.5% [日本農薬]	キャベツ	耕起または定植前(東北以南:2年目)	継	継) ・効果, 薬害の確認 継) ・効果, 薬害の確認 継) ・効果, 薬害の確認
	キャベツ	畦間処理(東北以南:2年目)		
	キュウリ	畦間処理(東北以南:2年目)		
3. SCC-010 液 グルホシネート:18.5% [日本アグロサービス]	キャベツ	耕起または定植前(東北以南:2年目)	継	継) ・効果, 薬害の確認
	キャベツ	畦間処理(東北以南:2年目)		
	サヤエンドウ	畦間処理(東北以南:2年目)	実 (前回 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20cm以下) ・茎葉処理(全面) ・300~500mL<100~150L>/10a [春夏作;一年生雑草] ・耕起または定植前 ・雑草生育期(草丈20cm以下) ・茎葉処理(全面) ・300~500mL<100~150L>/10a [春夏作;一年生雑草] ・サヤエンドウ生育期, 雑草生育期 ・茎葉処理(畦間) ・300~500mL<100~150L>/10a 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

C. 平成 29 年度 秋冬作分 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. JAC-01 液 ペンタゾン:40.0% [日本アグロサービス]	タマネギ	広葉雑草3~4葉期処理		上記参照

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. NH-009 液 グルホシネート:18.5% [日本農薬]	タマネギ	畦間処理		上記参照
3. SCC-010 液 グルホシネート:18.5% [日本アグロサービス]	ハウレンソウ	畦間処理		上記参照
	ハウレンソウ	倍量薬害(畦間)		
	タマネギ	畦間処理		上記参照

E. 平成 29 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. E-308-b 液 酢酸:10.0% [フマキラー]	ガーベラ	耕起または定植前	継	継) 効果・薬害の確認。
	ガーベラ	倍量薬害(定植直前)		
	ガーベラ	畦間処理		
	ガーベラ	倍量薬害(畦間)		

F. 平成 29 年度 春夏作分 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. S-327D 液 ウニコナゾールP:0.025% [住友化学]	トマト	育苗期の伸長抑制効果(子葉展開期)	実	実) [育苗期の伸長抑制効果] ・子葉展開期～本葉2葉期 ・100～200倍<50～100mL/セルトレイ(128穴)> ・茎葉散布
	トマト	育苗期の伸長抑制効果(本葉2葉期)		

G. 平成 29 年度 春夏作分 花き関係 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. ダミノジッド 顆粒水 溶 ダミノジッド:80% [日本曹達]	シクラメン	花梗、葉柄の伸長抑制	継	継) 効果、薬害の確認
	ハイドラ ンジア	育苗期の側枝の伸長抑制	実・継	実) [育苗期の側枝の伸長抑制] ・最終摘芯後10～30日後の1～2回処理 ・100倍～200倍<50～150L/10a> ・茎葉散布 継) ・最終摘芯後30日後の1回処理における効果、薬害 の年次変動の確認

H. 平成 28 年度 春夏作分 花き関係 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]	ラン	流通中の劣化防止	実	実) [流通中の劣化防止] ・約50～80%の開花時 ・300～1000ppb (1錠(1.25g)/3.5～10m ³) ・製剤から発生する気体に密封条件で4～6時間く ん蒸処理

平成 29 年度茶園関係 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

平成 29 年度茶園関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は、平成 30 年 9 月 4 日(火)に植調会館 3 階会議室において開催された。

この検討会には、試験場関係者 2 名、委託関係者 3 名ほか、

計 18 名の参集を得て、生育調節剤 1 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。

平成 29 年度茶園関係除草剤・生育調節剤試験 判定

A. 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. AKD-8147 水溶 1-ナフタレン酢酸ナトリウム :22.0% [アグロカネショウ]	茶	茶芽萌芽抑制効果	継	継) ・効果、葉害の確認

田畑の草種

小錦草・小二色草(コニシキソウ)

(公財)日本植物調節剤研究協会
兵庫試験地 須藤 健一

トウダイグサ科トウダイグサ属の一年草。全国の畦畔、畑地、路傍、鉄道沿線、人家周辺など至る所に普通。茎は根元から分枝し長さ 10～25cm。立ち上がらずに地面を這う。長さ 10mm、幅 5mm ほどの小さな葉は対生し、中央に筆で刷いたような暗紫色の斑があり、よく目立つ。花は汚れたような薄紅色の苞に包まれた小さな杯状花序で、雌性先熟、先に雌蕊 1 本だけの雌花が咲き、続いて雄蕊 1 本だけの雄花が咲く。

葉が目立つ割には葉腋に着く花は、花弁もなく華やかさも目立たない。目立たないから蝶も蜂も訪れてくれない。しかし、蝶や蜂が目立たなくても、蟻には甘い蜜の匂いで十分に目立っている。匂いに誘われた蟻は雄花の蜜を集めるときに頭に花粉を付け、その花粉が雌花の蜜を集めるときに雌蕊の先端につく。そうしてコニシキソウは受粉するが、熟してはじけ飛んだ種子はまた、蟻が別の場所へと運んでくれる。

裸地で地面にへばりつくように生育するコニシキソウにとっ

て、周りを背の高い草に覆われることは死活問題である。すなわちメヒシバなどがすぐ側で生育するとコニシキソウの生育が脅かされることになり、どうしても避けたいのである。そこはうまくできていて、このコニシキソウ、根から没食子酸とタンニン酸を分泌し、メヒシバなどの生育を阻害しながら自らの生育環境を確保している。

同属他種に在来のニシキソウがある。「錦草」とも「二色草」ともいわれるが、赤い茎と緑の葉を「錦」に譬えたとか。コニシキソウはニシキソウより小さいというほど小さくはないが、葉に斑紋があることからコニシキソウの方がより「錦草」に近いかも。

地面を這いまわるという、見てくれの悪いコニシキソウであるが、陽の光を燦燦と浴び蟻と共存しながら裸地を占有するという生活は「錦」であるのかもしれない。

水田の一年生雑草アゼガヤの東進
—東日本での目撃情報—

元(公財)日本植物調節剤研究協会
技術顧問
森田 弘彦

一年生イネ科雑草のアゼガヤ (*Leptochloa chinensis* Nees 図-1) は、日本では近畿・中国・四国地方と九州地方で水田の雑草として知られてきた。「植調」誌にも児嶋清氏 (36(8),2002) や住吉正氏 (44(4), 2010) の解説記事がある。近年は、上記

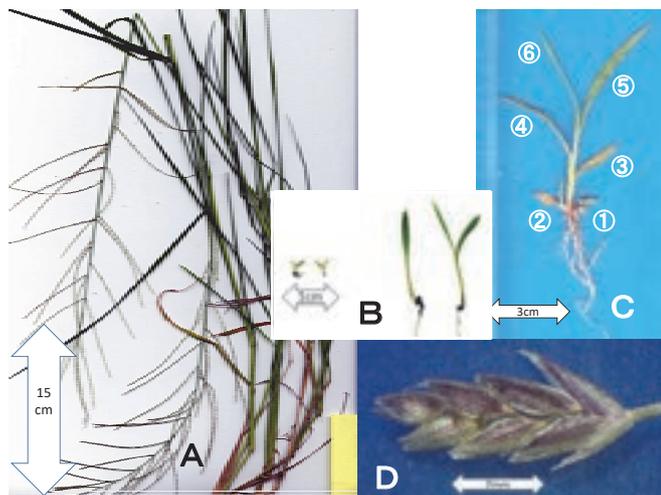


図-1 アゼガヤの形態 (A: 全形, B: 2葉期の幼植物・左の2本, 右2本はコヒメビエ, フィリピンのルソン島産, C: 6葉期の幼植物の葉順・金沢市産, D: 小穂・牛久市産)

の範囲にある岡山県でも目立ってきたようで、植調協会岡山研究センターがアゼガヤの生態と防除試験に着手した。

福岡県では、アゼガヤ発生水田の対水稲作付面積比率が約30% (2010年) と数値化されているものの、他の府県では判然としない。児嶋氏は、「・・・しかし、『植調』誌に掲載された地域における雑草発生状況に関する報告でも関東、近畿・中国・四国地域、兵庫県では図表中に『アゼガヤ』の記載はあるものの、本文に具体的な記述がない (2002)。」と指摘した。関東地方の某県の除草剤試験担当の方から「アゼガヤが〇〇県で増えていますよ。」と聞いたのは、1990年代の後半、筆者がつくば市に勤務していた頃であったが、自分で確かめる機会にはなかった。最近、「関東地方ではどうなっているのですか?」と問われたこともあり、筆者の目撃記憶などを頼りに、東日本の水田におけるアゼガヤの状況把握を試みた。

1975年から2003年までの期間について、関東・北陸・東北地方の県単位の植物誌などでのアゼガヤの記載の有無を抽出した (表-1)。北陸・東北地方をはじめとする10県ではアゼガヤの記載はなく、これを記載した県のうち、埼玉県では特記事項がないものの、群馬県・千葉県・茨城県・長野

表-1 1975～2003年にかけての関東・北陸・東北地方の植物誌などにおけるアゼガヤの記載

県名	文献名	刊行年	記載の概要
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曽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。
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)
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。
栃木 (宇都宮市)	宇都宮市の水辺の生物 I 一池沼・湧水・湿地—	1996	記載なし
	宇都宮市の植物	2001	記載なし
千葉	新版 千葉県植物誌	1975	松戸 (1933: 文献)、市原、館山
	千葉県の自然誌 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。
茨城	茨城県植物誌	1981	まれ (常陸太田市、加波山)
山梨	山梨の植物誌	1981	記載なし
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。
福井	福井県植物誌	1998	記載なし
石川	石川県植物誌	1983	記載なし
富山	富山県植物誌	1983	記載なし
新潟	新潟県植物分布図集 ~第20集	2000	記載なし
福島	福島県植物誌 1987	1987	記載なし
宮城	宮城県植物目録 2000	2001	記載なし
山形	新版 山形県の植物誌	1992	記載なし
秋田	秋田県植物分布図	1997	記載なし

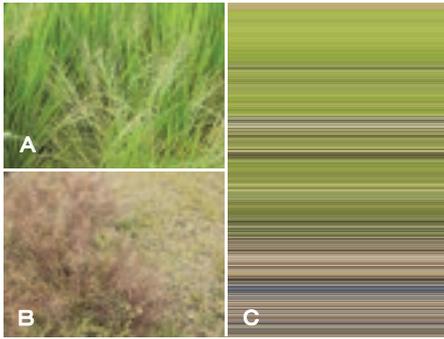


図-2 関東地方でのアゼガヤの目撃情報
(A:埼玉県, B・C:茨城県)



図-3 新潟県でのアゼガヤの目撃情報
(A:旧与板町, B:長岡市)



図-4 秋田県でのアゼガヤの目撃情報(にかほ市)

表-2 東日本におけるアゼガヤの目撃情報(筆者による)

地方	県	観察地(場所:年)	
関東地方	茨城	取手市吉田(畦畔:2017)	龍ヶ崎市大徳町(畦畔:2018)
		牛久市(研究所:2015)	
	埼玉	行田市(直播田:2015)	
	長野	須坂市(研究所:2018)	
北陸地方	石川	金沢市千田町(畦畔:2018)	
	新潟	三島郡与板町(現長岡市、移植田:2004)	長岡市寺泊(直播田:2017)
東北地方	秋田	にかほ市芹田(直播田:2011)	

県では「まれ、ややまれ」とされ、神奈川県では10年間で「見つかる地点が増えた」としている。おおよそ2000年くらいまでに編集・刊行されたこれらの資料の範囲では、アゼガヤは北陸・東北地方の各県には分布せず、関東地方では神奈川県や長野県での記載のように、「目につくようになってきた」状態にあったといえよう。

情報としての規模では上記の諸資料には及びもつかないが、筆者のアゼガヤの目撃体験を表-2に示した。関東地方での目撃情報は、上記資料の範囲内であったが、埼玉県では乾田直播田に繁茂しており、茨城県南部では水田内での生育は確認できなかったものの、穂で畦畔を覆う様は「畦ガヤ」そのものを思わせた(図-2)。北陸地方では、新潟県中越地方の移植田(与板町:2004)と湛水直播田(寺泊:2017)で観察した(図-3)。新潟県では、上越の妙高市(「花かおる妙高原」田地野政義 2004)や下越の新潟市(「新潟県越後平野の水田地帯に出現する水湿生植物—土地利用タイプ間における種数と種組成の相違—」石田真也ほか 保全生態学研究 19, 2014)の文献にも収録され、後者では水田環境ごとの出現地点数/調査地点数が、耕作田:2/68, 休耕田:0/68, 土水路:4/56, コンクリート水路:4/65と記録された。新潟県では、アゼガヤが密度は低いものの全県的に発生していることが伺える。石川県金沢市では畦畔で目撃した。東北地方では、秋田県の日本海側南端に位置するにかほ市の

湛水直播田で目撃したが(図-4)、時間をかけた十分な観察ではないので、定着しているかどうか定かではない。農業の研究機関では植物材料の人為的な移動が多く、長野県須坂市にある長野県農業試験場の水田試験圃場に生育するアゼガヤは移入されたもので

(図-5A)、同農試のS氏は「自分が持ち込んで試作したが、定着しているとは思わなかった。」とおっしゃった。茨城県牛久市の植調研究所の試験圃場にあるアゼガヤも持ち込まれたものと思う(図-5-B)。

個人の限られた場面での目撃情報ではあるが、「今後、転換畑面積や直播水稲栽培面積の増加に伴い発生が広域化する可能性が高いので、関係者にはその動向に注目して頂きたい。」との児嶋氏の指摘どおりに、アゼガヤは東日本の水田に進出しているようである。

水田ではないが、長岡市坂之上町と東京都台東区清川の界隈の空き地でアゼガヤを採集した(図-6)。いずれも、水稲除草剤適用性試験成績の地域検討会の会場に比較的近い場所である。ひょっとして、西の方のアゼガヤ分布地からの出席者がこのあたりを散歩でもして……? まさかねエ

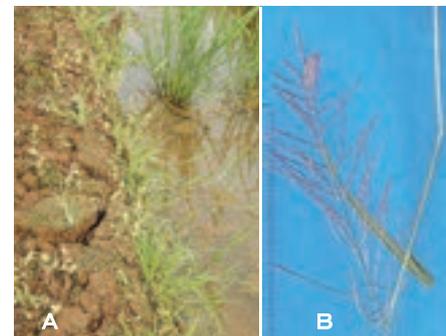


図-5 研究機関に発生するアゼガヤ(A:長野県農業試験場・長野県須坂市, B:日植調研究所・茨城県牛久市)



図-6 市街地の空き地に発生したアゼガヤ(A:新潟県長岡市, B:東京都台東区)

協会だより

■植物調節剤の研究開発事業に係わる試験研究課題の募集

当協会では、植物調節剤の有効利用及び作物・雑草の生理・生態の解明を目的とした共同研究の一環として、大学、国立研究開発法人、都道府県の試験研究機関に試験研究を委託しています。

2019年度「植物調節剤の研究開発事業に係わる試験研究課題」は、以下の要領で募集します。

1. 対象試験研究課題

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

2. 対象者

都道府県試験研究機関、大学、国立研究開発法人、民間企業等関係者とする。

3. 期間

原則として1事業年度(4月1日～翌年3月31日)とする。

4. 試験研究費

原則として1課題当たり100万円(税込み)を上限とする。

5. 応募方法

当協会理事長宛に申し込み文書及び試験研究実施計画書を提出する。

6. 審査方法

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

7. 成果の報告

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

8. 申込み

期限:2019年3月末日

宛先:総務部企画課 村岡哲郎

東京都台東区台東1-26-6

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

E-mail:muraoka@japr.or.jp

必要書類:申し込み文書、試験研究実施計画書

研究会等

■日本雑草学会第58回大会

期日:2019年4月19日(金)～21日(日)

場所:サンポート高松シンボルタワー

香川県高松市サンポート2-1

注)懇親会場は、JRホテルクレメント高松

(香川県高松市浜ノ町1-1)

内容:4月19日(金)評議員会、若手の会

4月20日(土)一般講演・ポスター発表、ミニシンポ、総会、学会賞受賞者講演、懇親会

4月21日(日)一般講演・ポスター発表、ミニシンポ

大会運営委員長:加藤 尚(香川大学農学部)

大会幹事:赤澤昌弘

((公財)日本植物調節剤研究協会 岡山研究センター)

詳しくは日本雑草学会ホームページの大会案内

<http://wssj.jp/conference/> をご参照下さい。

参加される方は上記ホームページからの参加事前登録にご協力下さい。

事前登録締め切り:2019年3月6日(水)

植調第52巻 第11号

■発行 平成31年2月25日

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

■発行人 宮下 清貴

■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」

- アネシス1キロ粒剤(ベンゾビシクロン)
- ジャイロ1キロ粒剤/フロアブル(ベンゾビシクロン)
- ツルギフロアブル(ベンゾビシクロン)
- ニトウリュウ/テッケン1キロ粒剤/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
- モーレツ1キロ粒剤/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
- クサビフロアブル(ベンゾビシクロン)
- ゲパード1キロ粒剤(ベンゾビシクロン/ダイムロン)
- 天空1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
- メルタス1キロ粒剤(ベンゾビシクロン)
- レプラス1キロ粒剤(ダイムロン)
- 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(ベンゾビシクロン)
- イネヒーロー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)
- ベンケイ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
- オオワザ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
- ザンテツ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
- 銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)
- 月光1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(カフェンストロール/ダイムロン)
- ホットコンビフロアブル(テニルクロール/ベンゾビシクロン)



「ベンゾビシクロン」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!

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------------------|
| 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) | テラガード(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/250グラム) |
| ウエスフロアブル | トビキリ(ジャンボ/500グラム粒剤) |
| オークス(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) | ナギナタ(1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ) |
| 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 |
| キチット(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) | 半蔵1キロ粒剤 |
| クサスイープ1キロ粒剤 | フォーカード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) | フォーカスショットジャンボ/ブレスサフロアブル |
| サスケ-ラジカルジャンボ/レオンジャンボパワー | プラスワン(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) |
| サンシャイン(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) | 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/ジャイブ/タンボエース(1キロ粒剤/ジャンボ/スカイ500グラム粒剤) |
| シリウスエグザ(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/顆粒) | プレキープ(1キロ粒剤/フロアブル) |
| シリウスターボ(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) | ビッグシュアZ1キロ粒剤 |
| シロノック(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) | 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) |
| スマート(1キロ粒剤/フロアブル) | ライジンパワー(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) |



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/>



 日産化学株式会社

東京都中央区日本橋二丁目5番1号 ホームページ <https://www.nissan-agro.net/> お客様窓口 TEL.03-4463-8271 (9:00~17:30 土日祝日除く)

水稲用一発処理除草剤

除草効果、安全性、使い勝手で選ぶなら…

バッチリ 1キロ粒剤
フロアブル
ジャンボ

バッチリ効果にノビエへの
持続性をさらに強化!!

バッチリ
LX 1キロ粒剤
フロアブル
ジャンボ



水稲用一発処理除草剤「公益財団法人 日本植物調節剤研究協会(日植調)」調べ
平成30年度普及面積1位133,578ha(平成29年10月～平成30年6月)
過去の日植調調べから、平成23年度～平成30年度8年連続普及面積1位
※普及面積はバッチリブランド(バッチリ、バッチリLX、デルタアタック)の合計です。
※バッチリLXとデルタアタックは同じ成分です。

®は協友アグリ(株)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
http://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。



省カタイプの高性能
水稲用初・中期
一発処理除草剤

問題雑草を
一掃!!

この一本が
除草を変える!

日農 **イッポン**®
1キロ粒剤75・フロアブル・ジャンボ



<写真はイメージです>



日農 **イッポンD**®
1キロ粒剤51・フロアブル・ジャンボ



DN協議会

事務局 日本農薬株式会社



新規有効成分フェノキサスルホンは発生前～2.5葉期までのノビエにしっかりと、長く効果を発揮し、一年生広葉雑草の後発生も抑えます。

フェノキサスルホン含有の新しい除草剤を、ぜひお試しください。

フェノキサスルホン含有除草剤ラインナップ

ガンガン

クサビ
(北海道のみ)

クマコ

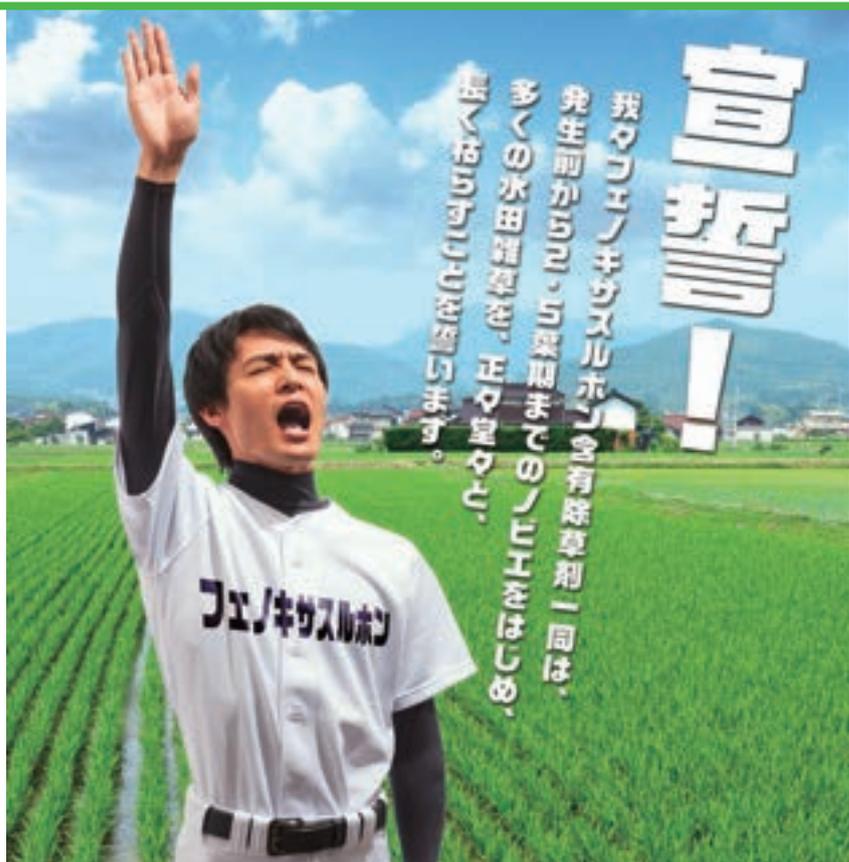
ベンケイ

ヤブサメ

- 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。●防除日誌を記録しましょう。



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 TEL03-3822-5036
ホームページ <http://www.kumiai-chem.co.jp>



宣誓!

我々フェノキサスルホン含有除草剤一同は、発生前から2.5葉期までのノビエにしっかりと、長く効果を発揮し、一年生広葉雑草の後発生も抑えます。

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®

フルパワー® MX 1キロ粒剤/ジャンボ®

スゲイチ® A 1キロ粒剤

ヒエカッパ® A 1キロ粒剤

フルパワー® ジャンボ®

フルパワー® ジャンボ®



フルセトスルフロロン剤
ラインナップ

ナイスドリ® 1キロ粒剤

乾田直播専用 **ハードパンチ**® DF

石原産業株式会社

販売 石原バイオサイエンス株式会社

ホームページ アドレス
<http://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。

- 大好評の除草剤ラインナップ
- ゼータタイガー[®] 1キログラム シャンボフロアブル
 - ゼータハンマー[®] 1キログラム シャンボフロアブル
 - ズエモン[®] 1キログラム シャンボフロアブル
 - カットダウン[®] 1キログラム 粒剤
 - ゼータワン[®] 1キログラム シャンボフロアブル
 - メガゼータ[®] 1キログラム シャンボフロアブル
 - ゼータファイヤ[®] 1キログラム シャンボフロアブル
 - ブルゼータ[®] 1キログラム シャンボフロアブル
 - オサキニ[®] 1キログラム 粒剤
 - シヨクリョクS[®] 粒剤
 -  1キログラム シャンボフロアブル
 - イッテリ[®] 1キログラム シャンボフロアブル
 - シヨクリョク[®] ジャンボ
 - ドニチS[®] 1キログラム 粒剤
 - クラッシュEX[®] ジャンボ

〒104-8260 東京都中央区新川1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、まっぴんへ
scc 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[®] ムギレンジャー[®]
乳剤 乳剤
丸和
DロックS[®]

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[®] ユニホック[®]
サベルDE[®] ハーレイ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

サファゴントWK[®] 丸和 サファゴント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52巻 第11号 目次

- 1 巻頭言 植調GLP試験—支部長活動を通じて感じたこと—
伊達 寛敬
- 2 「青いキク」の開発と実用化に向けて
野田 尚信
- 8 アレロパシー研究の展開方法
藤井 義晴
- 13 りんご「シナノゴールド」の貯蔵に適した果実の条件と貯蔵期間
檜本 克樹
- 16 〔こんな雑草こんな問題〕 ヤブツルアズキ
保田 謙太郎
- 17 平成29年度秋冬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
- 21 平成29年度茶園関係除草剤・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
- 21 〔田畑の草種〕^{くさくさ}小錦草・小二色草(コニシキソウ)
須藤 健一
- 22 〔連載〕雑草のよもやま・第15回
水田の一年生雑草アゼガヤの東進—東日本での目撃情報—
森田 弘彦
- 24 広場

No.47

表紙写真 〔コニシキソウ〕



明治20年(1889年)頃,日本に侵入した。全国の道ばた,空き地,庭などの裸地に張り付くようにして生育する夏生一年草。6~10月に杯状の小さな花をつける。葉の中央に紫褐色の斑点がつく。(植調雑草大鑑より。写真は©浅井元朗,©全農教)



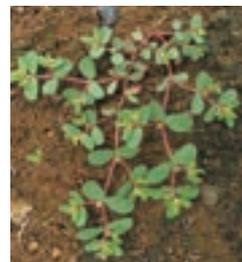
子葉柄。両側に水平に幼茎を出す。



花。薄紅色で,枝先や葉腋につく。



種子。3稜がある楕円形。



ニシキソウ。葉には黒斑がない。