

植調

JAPR Journal

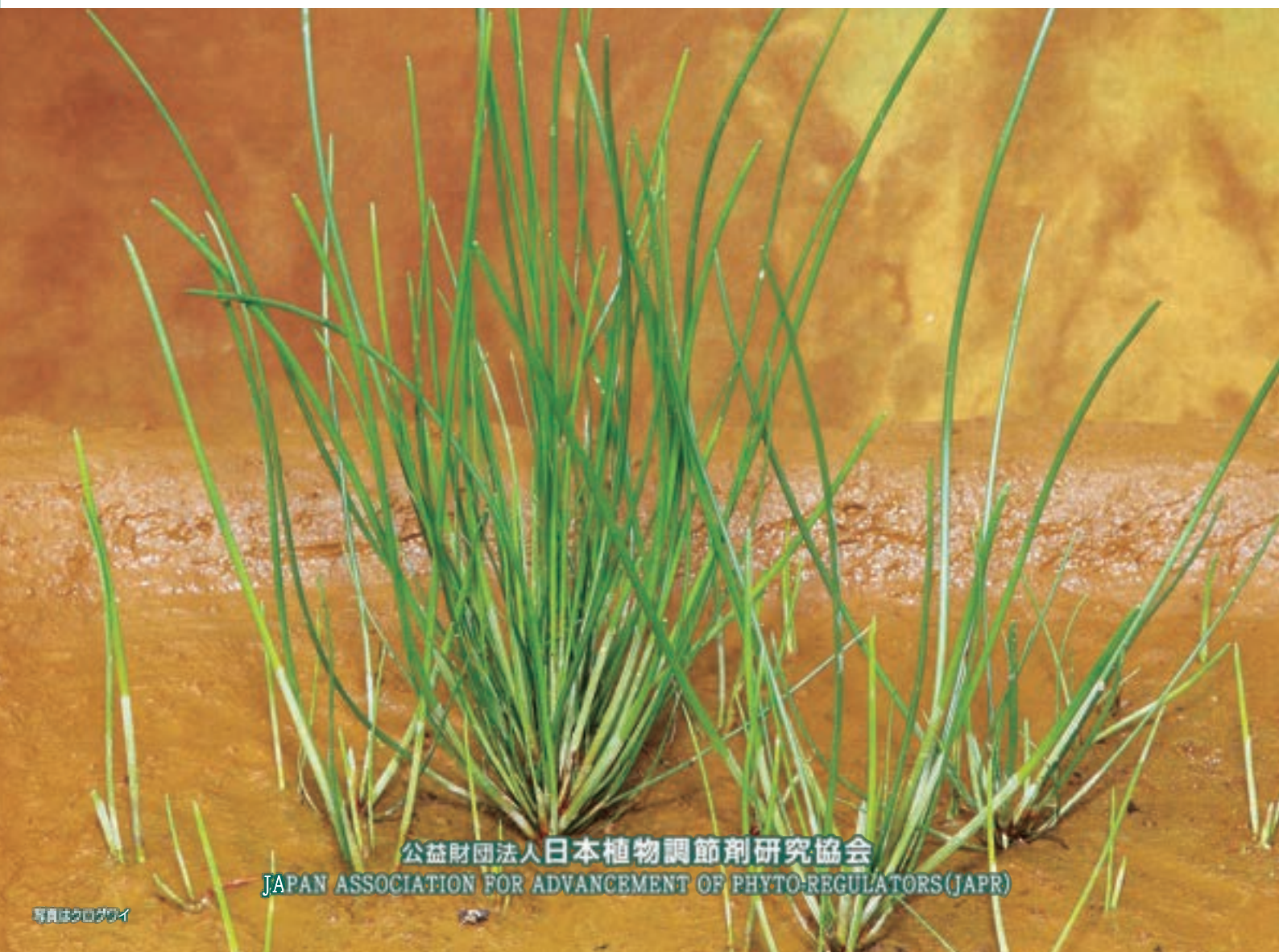
第52巻

第5号

加工・業務用ホウレンソウにおける機械収穫体系 石井 孝典

早咲きサクラ品種へのシアナミド剤散布によって可能になる年末年始のお花見 松田 健太郎

複数農薬のミクスチャー環境下における生態リスクの評価法 永井 孝志



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

クロクワイ

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



リベレーター®

「宣言」
麦づくりを
もっと先へ。

1年生の広葉雑草から、ジニトロアニリン系やスルホニルウレア系の
抵抗性イネ科雑草まで、幅広い殺草力と散布適期で、
麦づくりに新たな余裕と可能性を拓く
次世代の麦用除草剤リベレーターで雑草問題から解放し、
高品質な麦づくりをサポートします。

●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。 ●三井化学アグロ(株)の登録商標です。

麦用除草剤



リベレーター-G

リベレーター-アグロザル

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



「農薬」の社会貢献とイメージ

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 評議員
日産化学株式会社農業化学品事業部 企画開発部長
影島 智

「農業は人類最初の自然破壊行為である」。農学部入学直後、植物防疫概論の最初の授業で教授が発した、今でも記憶に残る一言である。当時は微生物学への興味から選択した農学部であり、深い意味などわからず聞き流していたが、30年以上農業や農薬ビジネスに携わる今でも常に認識しておくべき事実だろう。農業は、多くの都会生活者にとっては緑や「自然」をイメージしがちだが、明らかに不自然であり、人類によって創作された、単一植物栽培による食料生産行為、つまり農業という立派な産業である。地平線まで続くアメリカ・アイオワのコーン畑やブラジル・マッドグロッソの大豆畑で動く緑の大型農機を見ると、屋根や囲いのない作物工場であると強く感じるのは日本人だからだろうか。

江戸時代の日本では、農業は90%近くの国民が従事した重要産業で、今でも市街地を離れれば農業は近くにあると感ずることができる。初来日の外国人が成田空港から都心に移動する車窓から見える田畑の風景は、大都会TOKYOのイメージとは異なり驚いていることから、都会近くであっても農業は身近なものであることを証明している。北海道や八郎潟干拓地でみられる地平線に広がる農地を除けば、里地里山で営まれる農業は日本人が抱く農業イメージの中心であろう。そんな身近な農業だからこそ、農薬に対する負のイメージは強い。人類が食味や多収を求めて植物から改良した作物は、必ずしも病害虫に強いものばかりでなく、また、単一種の栽培も相まって防除が必要となる。現代の農業は雑草・病害虫防除が前提に成り立つ産業と考えて間違いなさそう。

安定的食糧生産のため、品種改良や栽培技術による耕種的防除、物理的防除の取り組みも盛んに進んでいるが、今でも植物防疫の中心は化学的防除、農薬の施用である。その農薬が商品として販売・使用されるための農薬登録制度は、科学の進歩と共に人畜・環境に対する高い安全性を要求している。農薬メーカーの製品開発に携わる者として、新化合物の

創薬開発のハードルが年々高くなり、要求試験実施のため年々費用が増していると強く感じる。農薬が草取り作業の労働生産性を飛躍的に改善し、農作物の収量増や品質向上に大きく貢献し、しかも現代科学の最新知見に照らし合わせても安全性が評価されている商品にもかかわらず、農薬に対する世間のイメージは決して前向きではない。

農薬は、一般市民がもつイメージと、社会貢献の実態との乖離が大きなものの典型例だろう。外資メーカー入社直後のバブル後期に、まことしやかな「無農薬」シールが貼られ2〜3割高で売られていた生鮮食品売場に立つたびに、きっと農薬の役割が正しく認められる時が来ると信じていた。そんなこともあって、小学校の父母会の宴席で自身の仕事の話になり、最初は自身の扱う商品を話すことに躊躇しながらも、ご近所さんに農薬の役割を熱く説明し、みなさんから感謝されたことを思い出す。一方、小中学校の授業で農薬に関する正しい知識が伝えられていないことを子供から聞かされるのは残念でならなかった。

身近な人が事実を伝え、知ってもらうことで周りの人のイメージは変えられるのかもしれないが、農業や農薬を知る人がいくら家族、親戚、友人に伝えても、伝えきれぬ数は足りない。メディアに多くを期待できない今、国の定める義務教育で事実を正しく教えることが、イメージを変える一歩なのかもしれない。

加工・業務用ホウレンソウにおける機械収穫体系

農研機構 九州沖縄農業研究センター
畑作研究領域

石井 孝典

はじめに

加工・業務用ホウレンソウは冷凍加工の原料、外食や中食産業で加熱調理などに利用されているホウレンソウである。加工適性の向上のため一般的に流通している青果用が草丈 25cm 程度であるのに対し 40cm 以上の大型に生育させて収穫が行われている（図-1）。

近年は消費構造の変化などからその需要は大きく伸びている。しかし国内産原料の伸びは生産全体の伸びと比べ小さく、中国産を中心とした輸入品が大きなシェアを占めている。国内生産による「高品質で安心安全」は消費者だけでなく外食産業、食品加工業者などの実需者にも広く理解されてきている。しかし農家戸数の減少や生産者の高齢化からその生産基盤は弱まってき

ており、こうしたニーズに対応できなくなっている。こうしたなか、手作業を中心とした生産体系から、収穫機械を中核とした機械化一貫体系が検討され、普及してきている。

1. 加工・業務用ホウレンソウ機械収穫体系

加工・業務用のホウレンソウは青果用の生産に比べ、大型規格で 1 株の重量が重く、洗浄、袋詰めせずにコンテナで出荷できるなど、収穫調整のための作業時間は大幅に少ない。それでも、冷凍加工用ホウレンソウ生産における作業時間の調査では手収穫体系において、収穫作業は若年労働者を雇用している農業法人で 40h・人/10a 程度、小規模な家族経営生産者では 100h・人/10a にも及ぶという結果と

なっている。収穫作業時間は圃場における作業時間全体の 60～80% 以上を占め、生産コスト削減には収穫の省力化を図ることが最も効果的大きいと考えられる。

収穫の省力化の最も有効な手段はやはり収穫機械の導入である。加工・業務用ホウレンソウ原料は手収穫の場合、包丁などで根を切り、株全体を収穫出荷し、加工工場で株元部分を切り落としている。原料としてはホウレンソウの葉身部分と葉柄分のみが使用されることから、圃場でホウレンソウの地上部のみを刈り取り収穫するタイプの収穫機が実用レベルでは開発され市販されている。現在、普及または導入が進んでいる加工用ホウレンソウ収穫機は 2 機種あり、松元機工株式会社の「野菜収穫機 MCV-8 型」（図-2）と株式会社ニシザワの「加工用野菜収穫機 NMSH-1300」（図-3）である。

(1) 大型乗用収穫機体系

大型乗用収穫機（野菜収穫機 MCV-8 型 松元機工（株）、図-2）は、ホウレンソウを回転輪で掻き込み、前方のレシプロ刃で株元から地上部のみを刈り取る。コンベアで後方に刈り取られた葉が送られ、車体後部に載せられた大型メッシュコンテナ内に落ちるといった方式で収穫が行われる。車体の後方部にはメッシュコンテナ昇降用リフトが装備されている。通常の作業体系ではオペレーターの他 2 名の補助者の 3 人組作業で作業を行う。1 名の補助者はメッシュコンテナに取り付



図-1 加工業務用ホウレンソウ栽培圃場



図-2 大型乗用ハウレンソウ収穫機(野菜収穫機 MCV-8 型 松元機工(株))



図-3 歩行型ハウレンソウ収穫機(加工用野菜収穫機 NMSH-1300 (株) ニシザワ)



図-4 大型乗用収穫機での収穫作業

表-1 各収穫体系の作業時間の比較

収穫体系	作業能率 (h/10a)	人員 (人)	作業時間 (人・h/10a)	作業速度 (m/h)
人力収穫	7.13	12	85.6	
大型乗用収穫機	1.08	3	3.2	1728
歩行型収穫機				
小型コンテナ方式	3.63	4	14.5	320
メッシュコンテナ方式	2.26	3	6.8	622

収穫作業は大型乗用収穫機(野菜収穫機MCV-8型)及び歩行型収穫機(加工用野菜収穫機NMSH-1300) 人力収穫は現地協力農家の作業を調査した。

大型乗用収穫機体系は平成26年宮崎県国富町における実証試験結果。歩行型収穫機体系及び人力収穫体系は平成27年 熊本県あさぎり町における実証試験結果

けた補助器具に乗り、コンテナに落ちてくるハウレンソウを一定量、均一に入るよう手で詰め込んでゆく。あと1名はホイロローダーを操作し、空のコンテナの配置や収穫物で満杯になったコンテナの圃場外への搬出を行う(図-4)。3人作業で収穫を行った場合に収穫能率は1.1h/10a、作業時間が3.2h・人/10a(表-1)である。

大型乗用収穫機の利用例は、大規模なハウレンソウ冷凍加工工場が原料調達を直営農場または加工工場の関連農業法人が受託作業で収穫を行うような契約栽培で利用されている。収穫機械の能率が高く、1台で1日50a程度の収穫が可能であり、収穫量の平均を3t/10aと仮定すると、1日15t程度の収穫が可能である。逆にこの収穫機の利用には1日の処理量が15t程度以上の処理能力を持つ加工工場の確保

と50aの収穫を可能する運用規模が必要であるとも言える。

(2) 歩行型収穫機体系

歩行型収穫機(加工用野菜収穫機NMSH-1300(株)ニシザワ、図-3)には「小型コンテナ横流れ方式」と「メッシュコンテナ・ベルトコンベア方式」の2つの収穫体系がある。生産状況等に合わせて利用することができる。

「小型コンテナ横流れ方式」ではハウレンソウを前方部のブラシで掻き込み、レシプロ刃で株元から刈り取られた葉は、後方へコンベアで送られる。機械側部にコンテナ供給台、後部にコンテナを横流れ部を取り付け、ユニット上に配置したプラスチックコンテナに収穫物を詰め込まれる(図-5)。作業は、機械操縦及びユニットへの空きコンテナの補充が1名、コンテナへ

の一定量の収穫物の詰め込みと収穫物コンテナを圃場へ下ろす補助者2名、収穫コンテナの圃場外への搬出やコンテナ供給部への空きコンテナの補充を行う補助者1名の4人組作業が基本となる(図-6)。この方式では作業能率が3.63h/10a、作業時間が14.5人・h/10aとなる(表-1)。

「メッシュコンテナ・ベルトコンベア方式」では収穫機後方取り付けのベルトコンベアユニットにより上部へ送り出し、メッシュコンテナを搭載したホイロローダーで収穫機側部を追従させ、ユニット上部から排出される収穫物を受け取る(図-7)。作業は収穫機械の操作1名、収穫補助者1名、ホイロローダー操作者の3人組作業となる。メッシュコンテナが満杯になったコンテナはホイロローダーにより圃場外に搬出する。この方式では作業能



図-5 歩行型ハウレンソウ収穫機の小型コンテナ横流れユニット



図-6 小型コンテナ横流れ方式での収穫作業



図-7 メッシュコンテナ・ベルトコンベア方式による収穫作業



図-8 タイプ除草機による除草

率が2.26h/10a, 作業時間が6.8人・h/10a(表-1)となる。

歩行型収穫機体系は能力、価格からも中小規模の加工ハウレンソウ生産が対象と考えられる。この収穫機はクローラの幅が広く、広い畝でも跨ぐことが出来、ポリマルチ栽培にも対応する。刈り株を踏みつけないため、この収穫機を利用し、収穫株を再生させて再収穫を行う刈り取り栽培体系が可能となる。また、バッテリー駆動仕様になっているため施設での利用もでき、加工・業務用ハウレンソウ以外の作物へも汎用性は高いと考えられる。

2. 機械収穫体系実施に向けた栽培管理

圃場の凹凸が大きい場合や低温期に

ハウレンソウがロゼット化した場合や生育遅れで草丈が十分でない場合などに低い位置の葉を収穫できず手収穫よりも収穫量が少なくなると考えられる。また、播種様式が収穫機の刈り取り幅と合わない場合に、刈り取り部での収穫物のつまりや収穫ロスが発生し収穫能率が落ちることが指摘されている。こうした問題解決のためには、機械収穫に対応した栽植様式、圃場管理方法、立ち型草姿など機械収穫適応性の高い品種の導入など機械収穫に合わせた栽培方法が必要となってくる。

(1) 品種

加工・業務用の専用品種はないため、青果用品種の中から加工適性の高い品種を利用している。加工品の仕上がりに影響するため葉色が濃緑色で肉厚の

品種が選定されている。機械収穫体系においては、さらに冬の低温期でもロゼット状になりにくく、立性強い品種を選定する必要がある。

(2) 栽培様式

機械化体系においては管理作業機や収穫機械の作業に考慮した播種様式をとる必要がある。特に、歩行型収穫機を利用する場合は機械の刈り取り幅が110cmでクローラの輪距は140cmなので、効率的に刈り取りを行うためには、ハウレンソウ株の位置ができるだけ畦中央部の75cm～90cm程度に収まるようにする。歩行型収穫機のクローラは刈り株の上を走行させると走行性が落ち作業効率が悪くなるため、必ずクローラが通る通路部分を確保する。そのためには畦間140cm以

上とし、畦中央部に条間 35 ～ 40cm の 3 条や条間 30cm の 4 条とする。畝面や通路となる部分はできるだけ凹凸のないようにする。凹凸があると機械収穫時に刈刃が土に食い込み、刈刃の損傷を引き起こすだけでなく、収穫物への土壌混入、ハウレンソウの切断面の汚れなどにつながる恐れがある。

大型乗用収穫機を利用する場合は、クローラの走行部の確保の必要はないが、圃場の凹凸については歩行型収穫機と同様に留意が必要である。

3. 異物混入対策の強化

機械収穫体系の導入過程で最も問題視されるのは収穫物への異物混入量の増加である。手取り収穫の場合、収穫時に収穫作業者の目視により黄化葉、雑草、虫、木の葉などの異物となるものは確認・選別されるため工場に搬入されるハウレンソウ収穫物への混入は少なくなっている。一方、機械収穫ではそうした異物はハウレンソウと同時に刈り取られ、収穫物に混入してしまう。機械収穫体系の導入のためには加工原料としての質の維持が必要であり、圃場選定から栽培管理までの耕種側と収穫後の加工実需側での両面からの異物対策強化の取り組みが必要になる。

(1) 耕種面からの異物混入対策

異物として最も多いものは雑草である。耕種面では圃場での雑草量を抑えることが最も重要となる。

まず、圃場を選定する際には、でき

るだけ前作で雑草の多かった圃場は避けて栽培を行う。休閑期には一定期間ごとに耕うんを行い雑草種子を減らしておく。投入するたい肥は雑草種子の混在しない完熟たい肥を利用する。

播種後にはハウレンソウに登録のある除草剤、レナシル水和剤（商品名：レンザー水和剤）、アシュラム液剤（商品名：アージラン液剤）などを散布し、雑草の発生を抑える。播種直後にレンザー水和剤、子葉展開期にアージラン液剤を散布することで、除草効果を向上させることもできる。

生育初期（本葉展開）以降は適応する除草剤がないので、条間の中耕などにより雑草管理を行う。効率的に行うにはタイン型除草機（キュウホー狭畦栽培用除草機など、図-8）をハイクリアタイプの乗用型管理機に取り付け利用する。タイン型除草機はタイン部分が圃場表面の雑草の根を切り、浮かせることで除草を行う。タイン型除草によっても、株間など十分に除草ができていなかった場合は人力による除草を行う。

(2) 実需側からの異物対策強化

機械収穫物の受入が進んでいる加工工場では雑草などの異物除去選別機の導入や収穫機導入により浮いた収穫のための労働力を工場内に再配置するなどの異物への対応策を採っている。中小の加工工場へ出荷している生産現場で機械収穫導入が遅れているのは、加工工場での異物への対応体制を取ることが出来ないことが大きな要因となっている。中小加工工場も利用出来る雑草除去ラインの構築な

どによる加工工場の体制作り、合わせて圃場での雑草対策強化による混入量の削減が収穫機の導入拡大のポイントとなると考えられる。

終わりに

加工・業務用ハウレンソウ生産において、収穫機械導入は収穫物の出荷形態、栽培管理方法、実需者の原料受入体制、加工工程など多岐にわたる部分に影響を及ぼすこととなる。導入にあたっては生産者と実需者が連携した機械収穫体制の構築が必要である。

謝辞

本課題に関連する調査・研究は「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業」（2014 ～ 2015 年度）および「農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業」（2014 ～ 2016 年度）の支援を受けて実施した。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 石井孝典 2015. 加工用ハウレンソウの機械化の現状と展望. 農耕と園芸 70(4), 16-19.
- 農研機構九州沖縄農業研究センター 2018. 加工・業務用ハウレンソウの機械収穫体系を利用した刈り取り再生栽培技術. 普及成果情報.
- 農研機構九州沖縄農業研究センター 2018. 加工・業務用ハウレンソウ機械収穫体系マニュアル.
- 野菜ビジネス協議会 2011. 加工・業務用野菜需要に向けた「品目別・用途別ガイドライン」, 10-11.

早咲きサクラ品種へのシアナミド剤散布によって可能になる年末年始のお花見

静岡県農業技術研究所
伊豆農業研究センター
(現在：静岡県病害虫防除所)

松田 健太郎

伊豆半島には、温泉や自然景観を求めて毎年多数の観光客が訪れている。しかし、近年では長引く景気の低迷などにより、観光交流客数は減少傾向であり（静岡県 2015）、誘客の安定化が重要である。

伊豆地域の早咲きサクラといえば、‘カワヅザクラ’が有名であり、早春の伊豆地域における最大の観光資源となっている。しかし、伊豆半島にはさらに早咲きのサクラが各地域に存在し（村田ら 2012）、この中でも伊豆市土肥地域のサクラは通称、土肥桜と呼ばれ、花色の濃淡が異なる2系統が存在する。この2系統はそれぞれ1月中旬および1月下旬から開花が始まることが知られている。この内、特に花色が濃い1系統については詳細な形質調査が行われ（村田ら 2012）、

‘伊豆土肥’（*Prunus* sp.）（登録番号15225）として品種登録が行われた（山田・勝呂 2007）。他方の1系統である土肥桜白花系統（*Prunus* sp.）（以下、“土肥白花”）は‘伊豆土肥’と比較して花色が薄いため（図-1、表-1）、品種登録は見送られたが、花色の異なるサクラが早期に、そして同時期に開花することは観光利用での活用価値があると考えられる。

一般に、花木の花芽には休眠期間があり、花芽が完成した後一定期間の休眠を経て開花に至る（大川 1995）。このため、休眠期間を短縮して出芽を早めることができれば、開花も早まる可能性がある。落葉果樹のブドウやニホンナシでは、自発休眠覚醒期間中にシアナミド（ H_2CN_2 ）剤を散布することで発芽を早める技術が確立されて

いる（ポジヤナピモンら 2008；黒木ら 2013）。この技術を土肥桜の2種にも応用し、年末年始に同時開花を可能にすることができれば、観賞価値の向上が期待できる。しかし、土肥桜2系統の自発休眠覚醒期は不明であるため、効果を得るためのシアナミド剤の散布時期について検討する必要がある。加えて、観光面での利用には、シアナミド剤が花の形質や葉芽に与える影響も明らかにして、観賞価値を低下させない散布方法を調査する必要がある。そこで、本研究では‘伊豆土肥’および“土肥白花”の開花促進を目的としたシアナミド剤の効果的な散布時期を検討するとともに、シアナミド剤散布が開花、展葉および花の形質に及ぼす影響について検討したので報告する。

材料および方法

供試樹木には静岡県伊豆市八木沢の丸山スポーツ公園内に露地植栽されている10年生以上、樹高4m以上で生育の揃った‘伊豆土肥’および“土肥白花”を用いた。シアナミド剤（CX-10、日本カーバイド工業（株））の散布量は、実験1では1垂主枝（1区）当たり約0.25 Lとし、実験2では立



図-1 本研究において供試したサクラ
松田ら（2018）を一部改変

表-1 ‘伊豆土肥’および“土肥白花”の開花特性^z

品種・系統	開花期 ^y	花径 (cm) ^x	花色			花形	花の開き方	花弁の脈の色	萼筒の形	n
			(JHSカラーチャート)	L* ^w	a*	b*				
伊豆土肥	1月中旬～2月中旬	2.6±0.4	紫ピンク (9203)	66.3±3.5	26.3±4.3	-6.8±1.4	一重咲	平開	目立つ	30
土肥白花	1月下旬～2月下旬	2.0±0.3	ピンク白 (0101)	82.6±3.4	6.1±3.7	-1.1±1.2	一重咲	平開	目立たない	30

^z 松田ら（2018）を一部改変。

^y 開花期は2年間（2010年11月～2011年3月および2011年11月～2012年3月）調査を行った。

^x 形態的特徴の調査は2012年2月21日に行った。

平均値±標準偏差。

^w 花弁中央部を色彩色差計（CR-200、コニカミノルタジャパン（株））により測定。

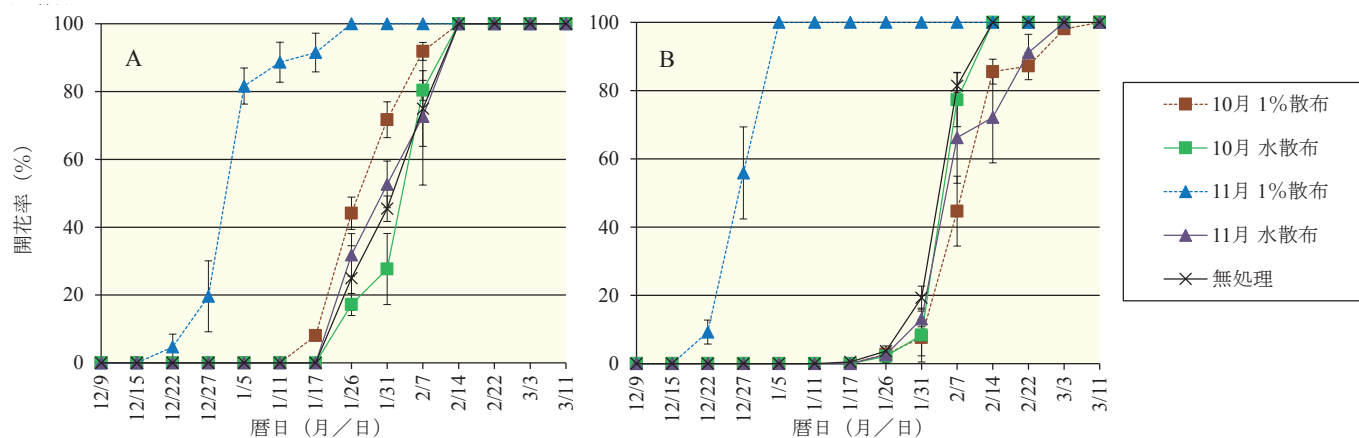


図-2 シアナミド剤散布時期および濃度が‘伊豆土肥’ (A) および“土肥白花” (B) の開花率に及ぼす影響
松田ら (2018) を一部改変

図中の縦線は標準誤差を示す (n = 3)。

2010 年 10 月 22 日および 11 月 11 日にシアナミド濃度 1% 希釈液および水道水を 1 枝当たり約 0.25 L、噴霧器を用いて散布した。

1 個の花芽のうち小花の蕾が 1 輪でも開いた状態で開花とした。

開花率 (%) = 開花芽数 / (花芽数 - 枯死花芽数) × 100。

調査した花芽数は‘伊豆土肥’で各区 66 ~ 167 個, “土肥白花”で各区 138 ~ 225 個。

木 1 樹当たり約 25 L とした。シアナミド剤の希釈および水散布区には水道水を用いた。シアナミド剤の散布は、降雨終了後 24 時間以上経過し、枝や葉に濡れないことを確認した後に噴霧機を用いて行った。なお、いずれの実験区においても散布後 48 時間以上、降雨は確認されなかった。

供試した垂主枝において、花芽のうち小花の蕾が 1 輪でも開いた日を開花開始日、葉芽のうち苞葉の頂部から葉が 1 枚でも確認できた日を展葉開始日とした。開花した小花のすべての花弁が脱離した日を開花終了とし、この日まで芽鱗に覆われたままの芽は枯死とみなして全芽数に対する割合を調査した。

実験 1 では 2010 年 11 月 11 日 ~ 2011 年 3 月 3 日、実験 2 では 2011 年 11 月 8 日 ~ 2012 年 3 月 14 日の期間、同調査地点の気温を 1 時間間隔でサーモレコーダー (RT-30S, エスベックミック (株)) により計測した。

開花した花芽数、展葉した葉芽数、気温の調査期間は、いずれもシアナミド剤散布日からすべての実験区の落花率が 100% となった日までとした。

1. 枝別散布におけるシアナミド剤処理時期の影響 (実験 1)

実験には、‘伊豆土肥’および“土肥白花”の各 3 樹を用いた。独立した 1 樹のうちの 1 垂主枝 (総枝長約 4m、花芽数 20 ~ 80 個、葉芽数 20 ~ 70 個の太さの揃った枝を供試) を 1 区として各区 3 反復で行った。シアナミド濃度 1% 区、0% 区 (水散布) および無処理区を設け、2010 年 10 月 22 日および 11 月 11 日にシアナミド剤を立木の垂主枝 3 本ずつに散布した。

2010 年 11 月 26 日 ~ 2011 年 3 月 3 日の期間、およそ 1 週間に 1 回、開花した花芽数および展葉した葉芽数を調査し、それぞれの割合を開花率および展葉率と表した。

2. シアナミド剤散布が花の形質に与える影響 (実験 2)

実験には、‘伊豆土肥’および“土肥白花”の各 8 樹を用いた。シアナミド濃度 1% 区および無処理を設け (各 4 樹)、2011 年 11 月 8 日にシアナミド剤を立木 1 樹全面に散布した。

供試樹から開花直後と判断される花を採取し、採取後 6 時間以内に各区 30 花の花径および花色を調査した。両種ともシアナミド濃度 1% 区では 2012 年 1 月 16 日、無処理区では同年 2 月 21 日に調査を行った。花色については花卉中央部の色差を、色彩色差計 (CR-200, コニカミノルタジャパン (株)) を用いて測定した。

結果および考察

1. 枝別散布におけるシアナミド剤処理時期の影響 (実験 1)

実験 1 では、‘伊豆土肥’および“土肥白花”におけるシアナミド剤散布時期について検討した。その結果、11 月 11 日の散布では両種で開花促進効果が認められたが、10 月 22 日の散布では‘伊豆土肥’でわずかに開花促進効果が認められたものの、“土肥白花”では開花促進効果は認められなかった (図-2)。シアナミド剤散布の効果は、自発休眠覚醒期間中が最も大きいため (松田・石井 2016)、10 月 22 日時点において、‘伊豆土肥’はわずかに自

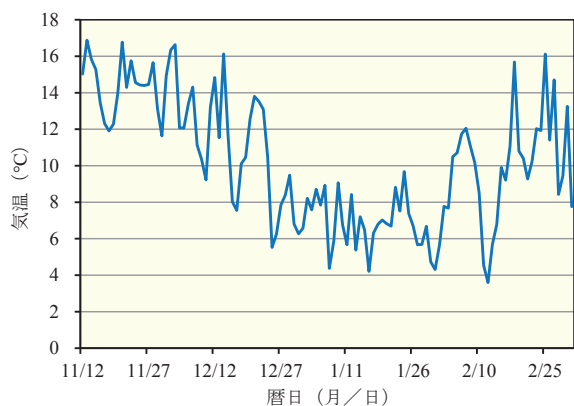


図-3 2010年11月～2011年2月の伊豆市八木沢における日平均気温の推移
松田ら(2018)を一部改変

発休眠覚醒期に移行し始めているが、“土肥白花”は自発休眠覚醒期に至っていない状態であると考えられた。これに対して、11月中旬の‘伊豆土肥’および“土肥白花”はいずれも自発休眠覚醒期間中であつたと考えられる。

実験1においてはシアナミド剤散布により、‘伊豆土肥’は開花開始日が35日早まり、開花率が100%に達した日が19日早まった。“土肥白花”は開花開始日が35日早まり、開花率が100%に達した日が40日以上早まった(図-2)。これらの結果から、‘伊豆土肥’および“土肥白花”へのシアナミド剤散布による開花促進効果は異なると考えられた。ポジャナピモン

ら(2008)は、ブドウ7品種に対してシアナミド剤処理の効果を調査した結果、低温遭遇量と品種によって休眠打破効果が異なつたことを報告している。本研究においても効果の違いがみられた要因として、品種間のシアナミド剤感受性の違いや自発休眠の深さの違いなどが考えられるが、これ以外の要因として、開花時期の気温の違いが影響している可能性も考えられる。すなわち、シアナミド剤散布により開花開始日は‘伊豆土肥’および“土肥白花”とも同様に35日早まったが、開花率が100%に達した日は‘伊豆土肥’で19日早まった一方で、“土肥白花”では40日以上早まり、大きな違いが

みられた。この違いは、1月5日～26日の月平均気温が10℃以下と低いことから、低温によるものと考えられる(図-3)。“土肥白花”の11月1%散布区は1月5日時点で既に開花率が100%に達していたため、低温の影響を受けなかったが、‘伊豆土肥’の11月1%散布区は開花率が100%に達していなかったため、一部の花芽の開花が大きく遅れたと考えられる。

展葉については、‘伊豆土肥’および“土肥白花”のいずれも11月散布では促進作用が認められたが、10月散布では促進作用は認められなかった(図-4)。“伊豆土肥”は、シアナミド剤の10月散布において、わずかに開花の促進効果が認められたが、展葉の促進作用は認められなかったことから、10月22日時点において、‘伊豆

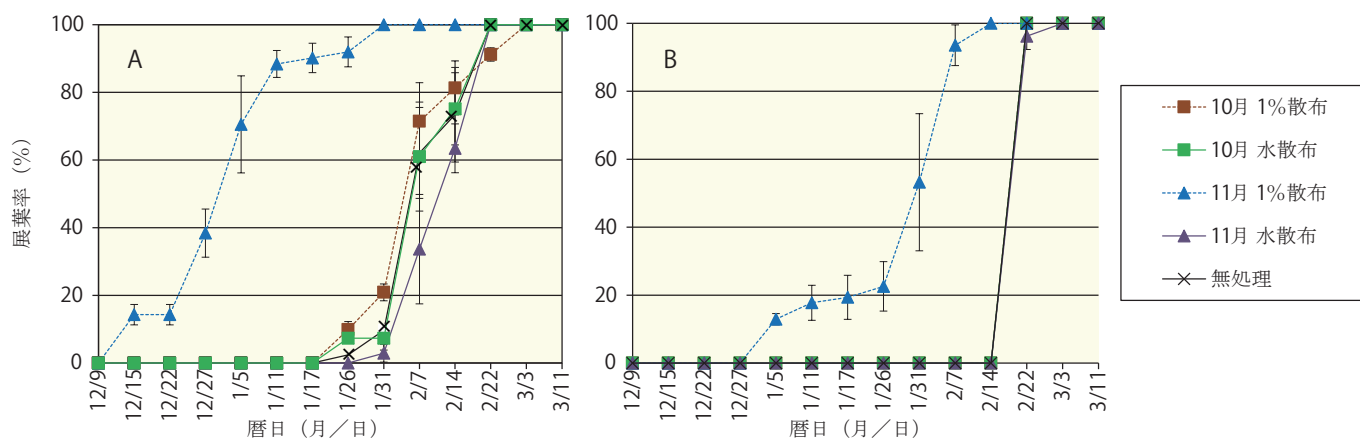


図-4 シアナミド剤散布時期および濃度が‘伊豆土肥’ (A) および“土肥白花” (B) の展葉率に及ぼす影響
松田ら(2018)を一部改変

図中の縦線は標準誤差を示す (n = 3)。
2010年10月22日および11月11日にシアナミド濃度1%希釈液および水道水を1枝当たり約0.25 L、噴霧器を用いて散布した。苞葉の頂部から葉が確認できた状態で展葉とした。
展葉率 (%) = 展葉芽数 / (葉芽数 - 枯死葉芽数) × 100。
調査した葉芽数は‘伊豆土肥’で各区91～177個、“土肥白花”で各区62～115個。

表-2 シアナミド剤散布時期が‘伊豆土肥’および“土肥白花”の芽の枯死率に及ぼす影響^z

品種・系統	散布日 ^y	散布濃度 (%)	枯死率 (%) ^x	調査芽数
伊豆土肥	10月22日	1	0.6±0.1	157
		0 (水散布)	0	252
	11月11日	1	1.1±0.1	279
		0 (水散布)	0	251
	無処理	—	0	271
分散分析 ^w	散布日		n.s.	
	散布濃度		n.s.	
	交互作用		n.s.	
土肥白花	10月22日	1	1.0±0.1	304
		0 (水散布)	0	290
	11月11日	1	8.0±1.8	200
		0 (水散布)	0	315
	無処理	—	0	281
分散分析	散布日		n.s.	
	散布濃度		n.s.	
	交互作用		n.s.	

^z 松田ら (2018) を一部改変。

^y 2010 年 10 月 22 日および 11 月 11 日にシアナミド濃度 1%希釈液および水道水を 1 枝当たり約 0.25 L、噴霧器を用いて散布した (n = 3)。

^x 開花終了時までに芽鱗に覆われたままの芽は枯死とみなした。

枯死率 (%) = 枯死芽数 / 調査芽数 × 100、各区 3 本の垂主枝の平均値 ± 標準誤差。

^w n.s. は 5%水準で有意差なし (arcsin 変換後、分散分析により検定)。

発休眠覚醒後の花芽および葉芽の発達には、気温の影響が大きいと推察された。また、“土肥白花”は、一定以上の温度条件下では一斉に展葉する特徴が認められたことから、温度管理により展葉速度を制御しやすい系統であると考えられた。

シアナミド剤散布時の芽の枯死については、著者らが‘カワヅザクラ’で報告している。‘カワヅザクラ’では、シアナミド濃度 2%で芽の枯死率が高くなったが、1%では枯死率は低く抑えられた (松田・石井 2016)。本実験においても、シアナミド濃度 1%で芽の枯死率は低く抑えられていたことから (表-2)、土肥桜に対するシアナミド濃度も 1%で問題ないと考えられた。

2. シアナミド剤散布が花の形質に与える影響 (実験 2)

実験 2 では、シアナミド剤散布が花の形質に与える影響について検討した。花径については、‘伊豆土肥’および“土肥白花”の両系統とも 11 月

土肥’の花芽はわずかに自発休眠覚醒期に移行し始めていたのに対し、葉芽は自発休眠覚醒期に至っていなかったと考えられた。‘伊豆土肥’および“土肥白花”の 11 月 1%散布区では、展葉開始日は 10 月水散布区、11 月水散布区および無処理区と比較して 42 ～ 47 日早まった。展葉開始後、‘伊豆土肥’は 1 月 5 日までは展葉率が急激に上昇した (図-4) が、それ以降 1 月 26 日までは上昇がゆるやかになった。また、“土肥白花”でも同じ期間に展葉率 13 ～ 23%で推移し、その

後上昇した。この期間は日平均気温が 10℃以下と低かったことから、展葉速度が緩慢になったものと推察される。また、無処理区における‘伊豆土肥’の展葉は、開花率が 100%に至る前から確認されたが、“土肥白花”の展葉は開花率が 100%に至った 8 日後に確認された。加えて、“土肥白花”は 11 月 1%散布区以外の区では、2 月 22 日にほぼ一斉に展葉が確認されている。これらの結果から、花芽および葉芽に対するシアナミド剤散布は、芽の自発休眠覚醒を早めるものの、自

表-3 シアナミド剤散布が‘伊豆土肥’および“土肥白花”の花径および花色に及ぼす影響^z

品種・系統	散布日 ^y	散布濃度 (%)	花採取日	花径 (cm) ^x	花色				<i>n</i>
					(JHSカラーチャート)	L* ^w	a*	b*	
伊豆土肥	11月8日	1	1月16日	2.7±0.3	紫ピンク (9203)	62.1±4.6	29.2±5.4	-5.7±1.3	30
	無処理	—	2月21日	2.6±0.4	紫ピンク (9203)	66.3±3.5	26.3±4.3	-6.8±1.4	30
t検定 ^v				n.s.	*	*	*		
土肥白花	11月8日	1	1月16日	1.9±0.2	ピンク白 (0101)	79.7±4.2	7.6±2.7	-0.7±1.1	30
	無処理	—	2月21日	2.0±0.3	ピンク白 (0101)	82.6±3.4	6.1±3.7	-1.1±1.2	30
t検定				n.s.	*	n.s.	n.s.		

^z 松田ら (2018) を一部改変。

^y 2011年11月8日にシアナミド濃度1%希釈液を1樹当たり約25 L、噴霧器を用いて散布した。

^x 平均値 ± 標準偏差。

^w 花卉中央部を色彩色差計 (CR-200、コニカミノルタジャパン (株)) により測定。

^v *は5%水準で有意差あり、n. s. は5%水準で有意差なし (t検定)。

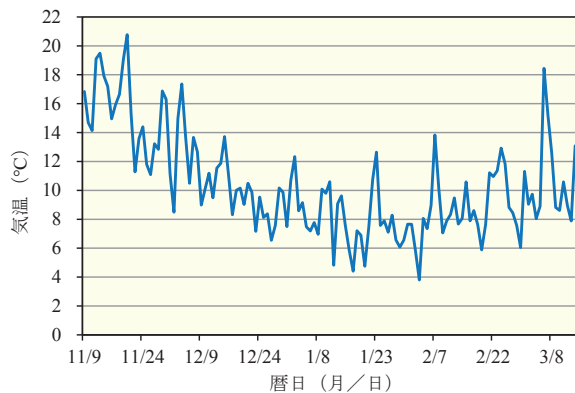


図-5 2011年11月～2012年3月の伊豆市八木沢における日平均気温の推移
松田ら（2018）を一部改変

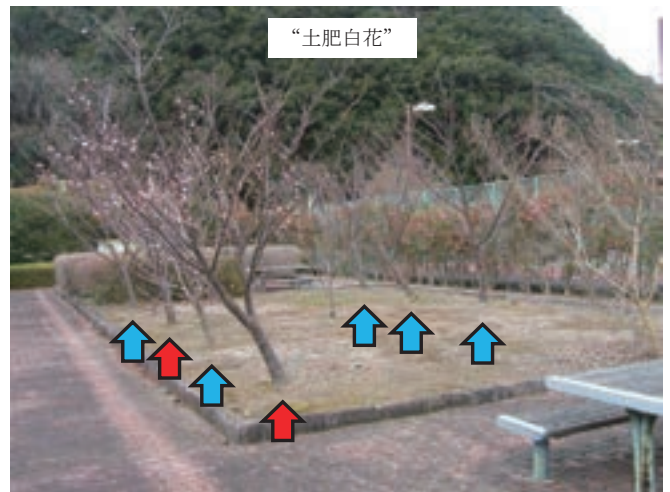
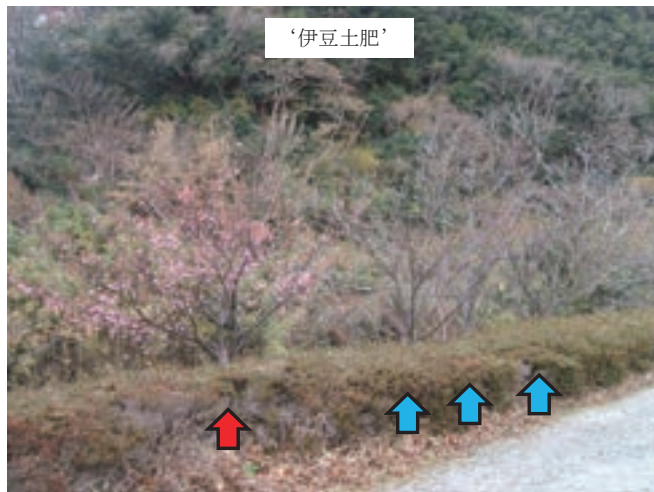


図-6 アナミド剤散布による‘伊豆土肥’および“土肥白花”の開花早期化の様子
2012年1月6日に撮影。
2011年11月8日にシアナミド濃度1%希釈液を1樹当たり約25L、噴霧器を用いて散布した。
図中の赤矢印がシアナミド剤散布樹、青矢印が無処理樹。

1%散布区と無処理区で差はみられなかった（表-3）。佐藤ら（2005）は、‘ケイオウザクラ’に対する温湯処理後のシアナミド1.0%処理により、花卉の萎縮などの葉害が起きたことを報告しているが、本実験においては花卉の異常は確認されなかった。花卉色差では、‘伊豆土肥’については、11月1%散布区において無処理区と比較して L^* が低く、 a^* および b^* が高かった。“土肥白花”については、11月1%散布区において無処理区と比較して L^* が低かった（表-3）。バラやスプレーグクでは、気温が下がるほど花のアントシアニン量が増加し、花色が濃くなることが知られている（野崎ら2005, 2006；志佐・高野1964）。本

実験では、11月1%散布区で1月16日、無処理区で2月21日に花を採取したが（表-3）、1月16日は2月21日より気温が低い（図-5）。このため、シアナミド剤散布により散布区の開花が早まり、無処理区よりも気温が低い時期を経て開花した（図-6）ことが花色の変化につながった可能性があるが、カラーチャートでの差はみられなかったことから（表-3）、観賞するうえでは問題ないと考えられた。

まとめ

以上の結果から、‘伊豆土肥’および“土肥白花”において、11月中旬の1%濃度シアナミド剤散布により、

‘伊豆土肥’および“土肥白花”ともに開花時期が35日早まることが明らかとなった。本技術の導入により、‘伊豆土肥’および“土肥白花”の年内開花が可能となることから、今後の観光面での活用が期待される。

引用文献

- 黒木克翁ら 2013, シアナミド処理がニホンナシ主要品種の自発休眠打破および開花期に及ぼす影響・園学研 12, 179-185.
- 松田健太郎・石井ちか子 2016, 南伊豆地域における‘カワヅザクラ’立木へのシアナミド剤散布が開花および展葉に及ぼす影響・園学研 15, 305-313.
- 松田健太郎ら 2018, シアナミド剤散布が‘伊豆土肥’および土肥桜白花系統の開花、展葉および花の形質に及ぼす影響・園学研 17, 61-72.
- 村田治重ら 2012, 南伊豆地域における早咲

きザクラの探索，増殖，生態解明および観光資源としての利用への貢献．園学研 11，433-438.

野崎香樹ら 2005. ピンク色花系スプレーグクの花色および開花に及ぼす栽培時期の影響．園学研 4，197-201.

野崎香樹ら 2006. アプリコットおよび覆輪花系スプレーグクの花色に及ぼす作期と栽培温度の影響．園学研 5，123-128.

大川清 1995. 花卉園芸学総論，p.165-184.

養賢堂，東京．

ボジヤナピモン チャイワットら 2008. 四倍体ブドウ 7 品種の芽の休眠打破に及ぼす低温遭遇量と化学物質の影響．園学研 7，261-268.

佐藤武義ら 2005. サクラ‘啓翁桜’の早期促成における温湯処理併用によるジベレリンおよびシアナミドの休眠打破処理効果．山形園研報 17，65-73.

志佐誠・高野泰吉 1964. バラの花色発現に

及ぼす温度ならびに光の影響．園学雑 33，140-146.

静岡県 2015. 平成 26 年度静岡県観光交流の動向．静岡県文化・観光部観光交流局 観光政策課．静岡．

山田和彦・勝呂信哉 2007. 伊豆土肥，品種登録 15225.

統計データから

平成 28 年主要部門の農業産出額（都道府県別）と特化係数

平成 28 年の農業総産出額は 9 兆 2,025 億円（対前年増減率 4.6% 増加）と平成 12 年以降で最も高い水準を示した。都道府県別の順位をみると，1 位が北海道で 1 兆 2,115 億円，次いで茨城県が 4,903 億円，鹿児島県が 4,736 億円，千葉県が 4,711 億円，宮崎県が 3,562 億円の順となっている。また，部門別の産出額では，畜産が約 35%，野菜が約 28%，米が 18%，花きが 4 % を占めている。

主要部門について，都道府県別の農業産出額のベスト 10 を

表-1 に示した。なお，麦類には小麦，六条大麦，二条大麦，はだか麦等が，豆類には大豆，いんげんまめ，小豆，らっかせい（からつき）が，いも類にはかんしょ，ばれいしょが含まれる。

また，農業産出額特化係数を表-2 に示したが，例えば A 県の Y 部門の構成比が全国の構成比より大きいときは，A 県の Y 部門の特化係数が「1.0」より大きくなり，A 県の農業産出額は全国に比べて Y 部門に特化していることを示す指標である。（K.O）

表-1 主要部門における都道府県別農業産出額(億円)

順位	合計	米	麦類	豆類	いも類	野菜	果樹	花き	畜産
	93,051(100%)	16,579(17.8%)	579(0.6%)	579(0.6%)	2,391(2.6%)	25,567(27.5%)	8,333(9.0%)	3,529(3.8%)	32,242(34.7%)
1	北海道 12,115	新潟 1,484	北海道 165	北海道 196	北海道 780	北海道 2,206	青森 853	愛知 572	北海道 6,986
2	茨城 4,904	北海道 1,167	栃木 42	千葉 101	茨城 306	茨城 2,150	和歌山 702	千葉 187	鹿児島 2,958
3	鹿児島 3,562	秋田 944	福岡 24	兵庫 27	鹿児島 266	千葉 1,927	山形 690	福岡 179	宮崎 2,206
4	千葉 4,711	山形 804	佐賀 23	宮城 21	千葉 235	熊本 1,321	長野 557	埼玉 178	岩手 1,578
5	宮崎 3,562	茨城 794	群馬 12	佐賀 21	長崎 129	愛知 1,127	愛媛 555	静岡 177	千葉 1,354
6	熊本 3,475	宮城 712	埼玉 11	福岡 21	宮崎 88	群馬 1,070	山梨 541	長野 150	茨城 1,257
7	青森 3,221	福島 692	熊本 6	秋田 16	徳島 84	埼玉 1,047	静岡 331	長野 140	熊本 1,141
8	愛知 3,154	千葉 666	茨城 5	茨城 16	熊本 50	栃木 964	熊本 314	鹿児島 130	群馬 1,124
9	栃木 2,863	栃木 608	愛知 5	滋賀 15	静岡 40	長野 897	福島 271	熊本 102	栃木 1,020
10	群馬 2,632	岩手 511	岡山 5	新潟 14	埼玉 14	青森 863	福岡 241	沖縄 101	青森 918

表-2 農業産出額特化係数

米	麦類	豆類	いも類	野菜	果実	花き	畜産
富山 3.78	佐賀 4.83	滋賀 3.75	長崎 3.17	高知 2.22	和歌山 7.02	愛知 4.78	鹿児島 1.79
福井 3.44	栃木 4.05	千葉 3.45	徳島 2.97	東京 2.18	山梨 6.72	東京 4.05	宮崎 1.78
新潟 3.22	北海道 3.76	北海道 2.60	北海道 2.51	神奈川 2.05	愛媛 4.62	沖縄 2.60	岩手 1.74

複数農薬のミクスチャー環境下における生態リスクの評価法

農研機構 農業環境変動研究センター

永井 孝志

はじめに

現在わが国では、農薬取締法に基づく「水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準」（以降、水産登録保留基準）の制度により、農薬の水産動植物に対するリスク評価に基づいた個別農薬の基準値の設定が順次進められている。一方で、実際の水環境では多種類の農薬が低濃度で存在している。例えば、茨城県桜川の農薬モニタリング調査によると、田植え後の水稲用農薬の使用ピーク時に最大で 30 種類以上の農薬の有効成分が同時に検出されている（Iwafune *et al.* 2010）。一つ一つの農薬が安全と評価されていても、このような複数農薬のミクスチャー環境下ではどうなるか、という懸念はぬぐえていない。諸外国ではミクスチャーを考慮した生態リスク評価に関する研究は大きなホットトピックとなっているが、日本ではあまり研究例が無いのが現状である。

米国や欧州では農薬の健康影響に関する複合影響の検討は比較的進んでいる状況である（化学物質評価研究機構 2013）。米国の Food Quality Protection Act（食品品質保護法）では、同一の作用機作を有する農薬の累積リスク評価（Cumulative Risk Assessment の訳）が要求され、5 つの農薬グループ（有機リン系、トリアジン系、酸アミド系、カーバメート系、ピレスロイド系）のそれぞれについての累積リスク評価が 2001 年か

ら 2011 年にかけて実施された。一方欧州では、2009 年の欧州理事会決定により、将来のリスク評価において化学物質の複合影響の考慮が必要とされることになった。これを受けて欧州委員会では、複合影響評価に関する現状や課題の解析を行っている。また、European Food Safety Authority では、農薬の残留基準の設定に複合影響を考慮するための手法論の検討が続いている（EFSA 2008）。

化学物質の生態影響においては、米国等で活用されている全排水毒性（Whole Effluent Toxicity, WET）が主な評価手法である。これは、様々な化学物質の混合物である排水そのものを使ったバイオアッセイ（WET 試験）に基づいて排水管理を行うものである。他にも複合影響に関する研究例は多数あるものの、主に 2 種類の化学物質の混合曝露下において、相乗効果や拮抗効果が見られるかどうかを調べた研究が多い。そこから先のリスク評価や管理に複合影響をどのように実装するか、というところまでは議論があまり進んでいない。本稿では、農薬の複合影響を考慮した生態リスク評価手法について紹介する。

1. 化学物質の複合影響の評価方法

複合影響を予測するモデルとして主なものに Concentration Addition モデル（CA モデル）と、Independent Action モデル（IA モデル）がある（de

Zwart 2005）。CA モデルは毒性で重み付けした濃度をそれぞれ加算していく方法であり、ダイオキシン類の毒性等量や水道水の水質管理目標設定項目で採用されている総農薬方式を計算する方法と同様の概念である。このモデルは作用機作が同様の物質間で用いられる。IA モデルは、毒性の発現が完全に独立に起こるという仮定の下で、影響を受けなかった割合を乗算していく方法であり（相乗効果とは異なる）、作用機作が異なる物質間で用いられる。両者ともに、それぞれの物質の濃度反応関係から累積影響率を計算することが可能である。これらのモデルについては、これまでに多くの実験的な検証が行われている。例えば、緑藻を用いた生長阻害試験において、18 種類のトリアジン系除草剤（作用機作は光合成の光化学系 II 阻害）を阻害率 1% の各濃度で混合した結果、47% の増殖阻害率が得られた。そして、CA モデルによる予測では 44%、IA モデルによる予測では 17% と、CA モデルによる予測とほぼ一致していた（Faust *et al.* 2001）。同様に、16 種類の作用機作の異なる薬剤を阻害率 1% の各濃度で混合した結果、18% の阻害率が得られた。そして、CA モデルによる予測では 75%、IA モデルによる予測では 15% と、IA モデルによる予測とほぼ一致していた（Faust *et al.* 2003）。他にも多数の複合毒性試験をレビューした研究が報告されている（Belden *et al.* 2007）。

上記の CA、IA モデルは元々単独種

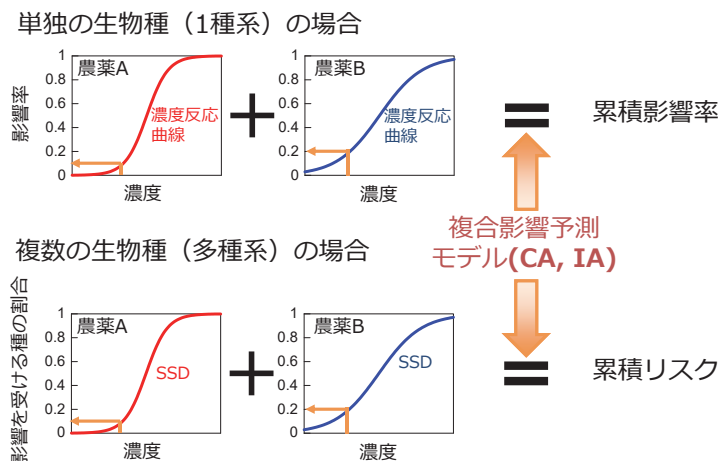


図-1 複合影響評価の概念

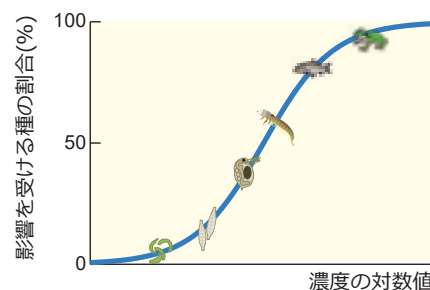


図-2 種の感受性分布の概念図
6種の生物を農薬によって影響を受けやすい順番に並べ、それぞれの種の毒性値に従って対数正規分布曲線に適合させた例を示す（注：この図はあくまで概念的な説明であり、生物種に対する感受性の順序は農薬の作用機作などにより大きく変化する）。

に対する毒性の予測手法である（図-1上段）。しかしながら、生態リスク評価は単独種への毒性をベースに行うものではなく、あくまで生態系・生物群集をターゲットとするものである。そこで有用な概念が種の感受性分布（Species Sensitivity Distribution, SSD）である（Posthuma *et al.* 2002）。経験則により、多数の生物種の感受性は対数正規分布に適合することが知られており、図-2のように累積確率分布で表現できる。つまり、一定以上の種数（例えばOECDのガイドランスでは5種以上）の毒性データが揃っていれば、環境中濃度と影響を受ける種の割合の関係を推定して表現できることになる。これが種の感受性分布の基本的な考え方である。すなわち、種レベルの影響から生物群集レベルの影響を予測（外挿）するモデルと捉えることもできる。SSD法は生態系への影響を濃度との関数として表すことができるので、定量的なリスク評価方法として活用できる。農薬の濃度がわかると影響を受ける種の割合が計算でき、この指標は生物多様性（種の多様性）にどれだけ影響があるか、という定量的な「生物多様性影響度指標」として位置づけることができる。詳しくは日本語で記載された技術マニュアルが公開されているため、そちらを参

照願したい（国立研究開発法人農業環境技術研究所 化学物質環境動態影響評価リサーチプロジェクト 2016）。

SSDの活用については、2012年に本誌に掲載された筆者による解説記事（永井 2012）を参照願いたい。近年推進されている環境保全型農業では、農薬の使用回数を指標としてこれを低減する努力がなされているが、本来は低減の対象は「農薬使用」ではなく、農薬使用に伴う「生態リスク」でなければならない。そこで、SSDを用いて農薬使用による生態リスクを防除体系毎に定量的に比較できるような新しいリスク評価手法を紹介した。ただし、その時点では複数農薬の複合影響を考慮したものとはなっていなかった。CA、IAの複合影響モデルは、SSDにも同様に適用することができる。それぞれの物質のSSDを濃度反応関係曲線と見なし、CAモデルやIAモデルを適用することで、複数物質によって影響を受ける種の割合（multi substance potentially affected fraction, msPAF）を計算することができる（図-1下段）。これを複数物質による累積リスクとみなす。多種類の農薬が混合している系で、同じ作用機作同士のものと異なる作用機作のものが混在している場合には、CA-IA混合モデルを用いる。図-3は例として

6つの農薬の混合下を想定し、農薬a, b, cが作用機作1、農薬d, eが作用機作2、農薬fが作用機作3の場合の累積リスクの計算の概念図である。まず、作用機作1の農薬a, b, cの累積リスク（ PAF_{MoA1} ）を、それぞれのSSDからCAモデルで計算する。次に、作用機作2の農薬d, eの PAF_{MoA2} を、それぞれのSSDからCAモデルで計算する。最後に、 PAF_{MoA1} 、 PAF_{MoA2} と農薬fの単独の影響率 PAF_{MoA3} から、IAモデルによってmsPAFを計算する。このように、混合物質数がいくつであっても同様の方法で計算することが可能である。

複数農薬のミクスチャー環境では、加算的以上の影響をもたらす相乗効果、もしくは互いに毒性を打ち消し合って加算的以下の影響になってしまう拮抗効果の発生も懸念される。CAモデルやIAモデルは、基本的にそのような相互作用を想定していない。この想定の下での複合影響の予測は妥当かという疑問も当然でてくるが、ここではファンネル仮説という考え方を紹介する。ファンネル仮説とは、Warne and Hawker (1995) によって提唱された複合影響に関する概念である（図-4）。混合の物質数が少ない場合、相乗もしくは拮抗効果によって、加算的モデルによる予測からの解離が大きい

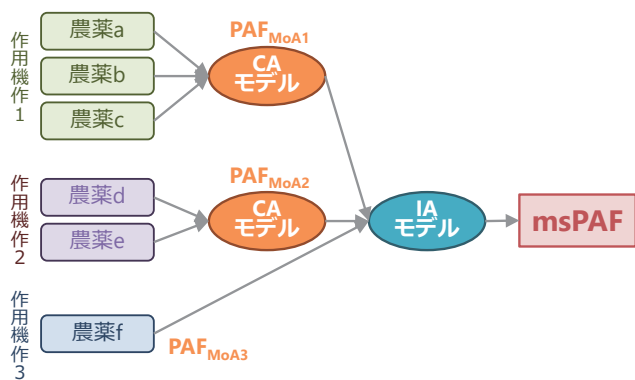


図-3 CA-IA 混合モデルによる累積リスクの計算

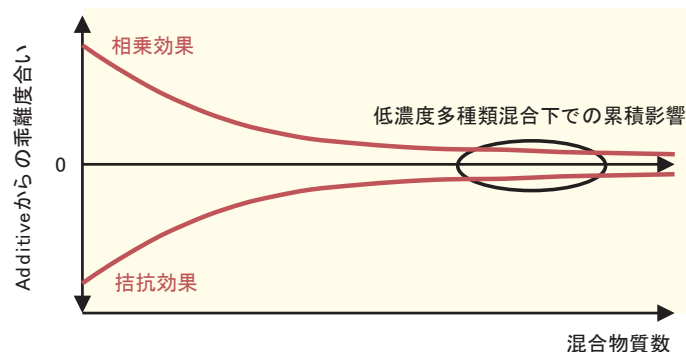


図-4 ファンネル仮説の概念図

ケースが多数出てくる（図-4の左側）。ところが、混合物質数が増えるにつれて、個々の組み合わせでは相乗や拮抗効果が起こるが、その組み合わせが多いためにそれらが互いに相殺されて、見かけ上加算的に近づいていくように見える（図-4右側）。この図-4のグラフが漏斗状に見えるためファンネル仮説と名付けられた。毒性学的に興味を持たれるのは、高濃度2種類の混合系で相乗あるいは拮抗効果を見いだし、そのメカニズムを探る研究である。しかしながら生態リスク評価で重要となるのは、むしろ実際の野外環境で見られる低濃度多種類混合下での累積影響である。このような場合、相乗や拮抗効果を重要視するよりも、全てファンネル仮説の下で加算的に計算できる方が効率的かつ実用的である。

除草剤の組み合わせとして、作用機作が同じ除草剤を5種類（プレチラクロール、ブタクロール、メフェナセット、カフェンストロール、フェントラザミド）混合した場合（複合1）と、作用機作が異なる除草剤を5種類（プレチラクロール、ベンスルフロンメチル、ピラクロニル、エスプロカルブ、シメトリン）混合した場合（複合2）の実験を設定した。また、5種類の除草剤の毒性寄与率が同じになるように、それぞれの除草剤の5種類の藻類に対する単独の毒性試験結果から解析したSSDの5、10、20パーセンタイルの濃度（HC5、HC10、HC20）で混合する3つの実験区を設定した。5種類の藻類（*Pseudanabaena galeata*, *Desmodesmus subspicatus*, *Achnanthes minutissimum*, *Nitzschia palea*, *Navicula pelliculosa*）を用いた

毒性試験はすでに公開されている試験マニュアル（独立行政法人農業環境技術研究所化学物質環境動態影響評価リサーチプロジェクト2014）に基づいて行った。このときのコントロール区の増殖速度を1とした場合のそれぞれの藻類の比増殖速度を図-5に示す。比増殖速度が0.5以下まで阻害を受けた場合にその種は影響を受けたと判定し、5種類の藻類のうち例えば1種のみが影響を受けた場合に1/5=20%の種が影響を受けた、と計算した（図-6の棒グラフ）。

この実験結果と、5種類の除草剤の個別のSSDと曝露濃度からCA・IAモデルで予測したmsPAFを比較した。結果、作用機作が同じ場合にはCAモデルによる予測精度が良好であり（図-6左）、作用機作が異なる場合にはIAモデルによる予測精度が良

2. SSD-複合影響モデルの実験的検証

生物1種系（図-1上段）の場合においては、ファンネル仮説を支持する実験結果はこれまで多数得られている。ただし、SSDを用いた多種系（図-1下段）においてはそのような研究例はこれまで報告されてこなかった。そこで、複合影響予測モデルをSSDに適用することが妥当かどうかを実験的に示すために、5種の藻類を用いて、5種類の除草剤を混合させた毒性試験を行った（Nagai 2017）。

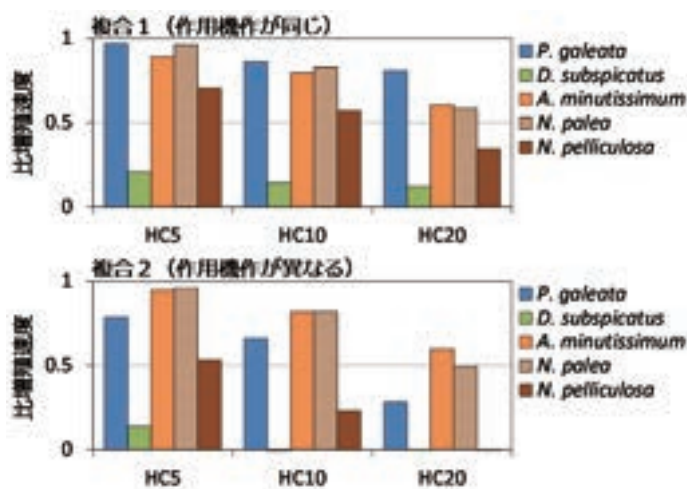


図-5 複合毒性試験における各種の比増殖速度

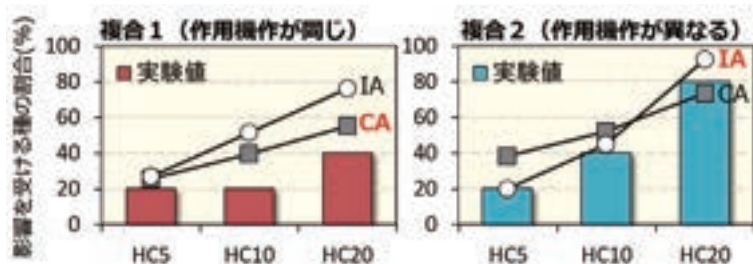


図-6 複合毒性試験結果とモデル予測の比較

好であった(図-6右)。このように、SSDを用いたmsPAFの計算においても、CAとIAモデルが適用可能であることを検証することができた。これは、SSDと複合影響モデルを組み合わせた累積リスク評価法の妥当性を示すものである。

3. 複数農薬の累積的生態リスク評価ツール NIAES-CERAP

これまでに、種の感受性分布の概念を用いて農薬の生態リスクを定量的に評価する手法を開発し、簡便な評価ツールを公開してきた(国立研究開発

法人農業環境技術研究所 化学物質環境動態影響評価リサーチプロジェクト 2016)。しかしこれは個別農薬のリスク評価にしか対応していなかった。そこで、CA、IAモデルを組み合わせ、多数の農薬の複合影響を計算できるように新たなリスク評価ツールを開発したものが「複数農薬の累積的生態リス

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J
		影響を受ける種の割合(%)	判定	計算結果が出力			環境中濃度を入力			
1	除草剤	10.1	リスク中							
4	分類	農薬名	作用機作	付着平均	対照標準偏差	付着標準偏差の作用機作平均	濃度(μg/L)	TU	SumTU	PAF, MsA
5	除草剤	ベンスルフロメチル	B	5.27	3.84	3.430	0.034	0.000	0.001	0.024
6		イマゾスルフロ	B	6.70	3.16		0.181	0.000		
7		ピラゾスルフロエチル	B	4.44	3.48		0.040	0.000		
8		シクロスルファミロン	B	5.91	4.36		0.010	0.000		
9		プロピリスルフロ	B	7.29	2.79		0.056	0.000		
10		ピリミスルファン	B	6.07	2.95		0.075	0.000		
11		ピリミルバクメチル	B	10.96	0.25		0.052	0.000		
12		シメトリン	C1	3.53	0.85	0.797	0.312	0.009	0.010	0.000
13		ペンタゾン	C3	9.66	0.75		13.091	0.001		
14		キノクラミン	D	3.79	0.76	0.762	0.513	0.012	0.012	0.000
15		オキサジアン	E	4.20	2.85	3.135	0.245	0.004	0.006	0.053
16		ベントキサゾン	E	2.69	3.28		0.021	0.001		
17		オキサジアルギル	E	3.29	3.24		0.005	0.000		
18		ピラクロニル	E	4.88	3.32		0.081	0.001		
19		カルフェントラゾンエチル	E	4.52	2.98		0.037	0.000		
20		ピラレート	F2	4.78	2.88	1.847	0.000	0.000	0.000	0.000
21		ベンゾフェナップ	F2	5.15	1.45		0.008	0.000		
22		デフリルトリオン	F2	10.40	1.45		0.182	0.000		
23		ピラゾキシフェン	F2	7.30	1.81		0.160	0.000		
24		プレチラクロール	K3	6.35	3.30	2.992	1.121	0.002	0.003	0.027
25		メフェナセット	K3	7.47	1.95		1.211	0.001		
26		カフェンストロール	K3	6.68	2.88		0.043	0.000		
27		ブタクロール	K3	6.25	3.17		0.160	0.000		
28		フェントラザミド	K3	7.25	3.27		0.046	0.000		
29		インドナフタン	K3	6.23	3.37		0.059	0.000		
30		ベンチオカーブ	N	6.64	2.25	1.478	0.580	0.001	0.001	0.000
31		エスプロカルブ	N	7.49	1.34		0.226	0.000		
32		モリネート	N	8.42	1.31		1.101	0.000		
33		ペンフレゼート	N	10.28	1.01		0.395	0.000		
34		クロメプロップ	O	5.42	1.31	1.310	0.001	0.000	0.000	0.000
35		プロモブチド	Z	9.72	0.72	0.717	2.704	0.000	0.000	0.000
36		ダイムロン	Z	8.45	0.94	0.940	0.874	0.000	0.000	0.000
37		クミルロン	Z	8.72	1.16	1.157	1.614	0.000	0.000	0.000

図-7 NIAES-CERAPを用いた除草剤33剤の累積リスクの計算例

ク評価ツール：NIAES-CERAP (Institute for Agro-Environmental Sciences, NARO-Cumulative Ecological Risk Assessment of Pesticides)」である (https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/laboratory/niaes/manual/079666.html からダウンロード可能)。本ツールは Microsoft Excel をベースとしており (図-7)、手持ちの環境中濃度を G 列のセルにそれぞれ入力すると、累積リスク指標の msPAF が C2 のセルに表示され、その判定が表示される。主な水稲用農薬 68 種の SSD のパラメータ (Nagai 2016) がすでに入力されているため、必要な情報は濃度のみである。今後、解析可能な農薬数は増やす予定である。濃度のデータが無い、もしくは評価対象としない農薬の濃度は空欄のままにすると、その農薬の寄与は無視される。殺虫剤・殺菌剤・除草剤は別々の計算シートとなっている。これは、感受性の違いから SSD の対象となる生物種がそれぞれ異なるためである。すなわち、殺虫剤は節足動物、殺菌剤は全水生生物、除草剤は一次生産者に対して影響を受ける割合を計算している。

4. 今後の展望

SSD と複合影響モデルの統合により、複数の農薬使用からなる防除体系毎の定量的なリスクの比較が可能となる。これにより、「農薬の使用量を減らす」、「より低毒性の農薬に切り替え

る」、「農薬の流出防止対策をとる」などの管理対策を行った場合のリスク低減効果を事前に定量的に評価して、効率的な管理対策を選択できるようになる。また、河川水などの環境中農薬濃度のモニタリングは各地で行われているが、個別の農薬濃度の基準値との比較のみでなく、農薬全体としてのリスクの大きさを定量的に把握できるようになる。例えば、過去に比べて農薬全体のリスクが減少してきていることを明示する根拠となりうるだろう。

ただし上記の手法は、過去と現在、地点同士、防除体系間のリスク比較など、相対的な比較には有用であるものの、例えば「msPAF が 10% であった」という計算がなされた場合に実際の野外での生態系に何が起こるのか？といった生態学的な意味付けについては現時点では不明確である。ここで計算した累積リスクの妥当性の検証のため、野外生物調査を行い計算結果と比較を行っていくことが今後の重要な課題となろう。しかし、実際の野外生態系では農薬以外の様々な影響も同時に受けるため、この検証は単純ではない。この課題についての近年の動向については、すでに別のレビュー (永井 2017) でも論じているので、そちらを参照いただきたい。このように、単独の農薬の影響→複数の農薬による複合影響→農薬以外の影響も考慮、という順番で、シングルストレスからマルチストレスの世界へと研究を進化させていく必要があるだろう。

参考文献

- Belden, J.B, *et al.* 2007. How well can we predict the toxicity of pesticide mixtures to aquatic life? *Integr. Environ. Assess. Manag.* 3, 364-372.
- EFSA 2008. Opinion of the Scientific Panel on Plant Protection products and their Residues to evaluate the suitability of existing methodologies and, if appropriate, the identification of new approaches to assess cumulative and synergistic risks from pesticides to human health with a view to set MRLs for those pesticides in the frame of Regulation (EC) 396/2005. *EFSA. J.* 704, 1-84.
- Faust, M. *et al.* 2001. Predicting the joint algal toxicity of multicomponent s-triazine mixtures at low-effect concentrations of individual toxicants. *Aquat. Toxicol.* 56, 13-32.
- Faust, M. *et al.* 2003. Joint algal toxicity of 16 dissimilarly acting chemicals is predictable by the concept of independent action. *Aquat. Toxicol.* 63, 43-63.
- de Zwart, Posthuma L. 2005. Complex mixture toxicity for single species and multiple species: proposed methodologies. *Environ. Toxicol. Chem.* 24, 2665-2676.
- 独立行政法人農業環境技術研究所 化学物質環境動態影響評価リサーチプロジェクト 2014. 河川付着藻類を用いた農薬の毒性試験マニュアル Ver. 1.0.
- 一般社団法人化学物質評価研究機構 2013. 平成 24 年度化学物質複合影響評価手法検討調査業務報告書.
- Iwafune, T. *et al.* 2010. Behaviour of paddy pesticides and major metabolites in the Sakura River, Ibaraki, Japan. *J. Pestic. Sci.* 35, 114-123.
- 国立研究開発法人農業環境技術研究所 化学物質環境動態影響評価リサーチプロジェクト 2016. 【技術マニュアル】農薬の生態

リスク評価のための種の感受性分布解析 Ver. 1.0.
永井孝志 2012. 環境保全型農業と除草剤（農業）の新たな生態リスク評価法. 植調 45, 451-459.
永井孝志 2017. 室内試験から野外での影響までの共通解析基盤としての種の感受性分布. 日本農業学会誌 42, 133-137.
Nagai, T. 2016. Ecological effect assessment of 68 pesticides used in

Japanese paddy field using species sensitivity distribution. J. Pestic. Sci. 41, 63-14.
Nagai, T. 2017. Predicting herbicide mixture effects on multiple algal species using mixture toxicity models. Environ. Toxicol. Chem. 36, 2624-2630.
Posthuma, L. *et al.* 2002. Species Sensitivity Distributions in Ecotoxicology (Environmental and Ecological Risk

Assessment), Lewis Publishers, CRC Press.
Warne, M.S.J. and Hawker, D.W. 1995. The number of components in a mixture determines whether synergistic and antagonistic or additive toxicity predominate: The funnel hypothesis. Ecotox. Environ. Saf. 31, 23-28.

田畑の草種

黒慈姑、葶薺、鳶薺、烏芋、久呂久和為（クログワイ）

（公財）日本植物調節剤研究協会
兵庫試験地 須藤 健一

単子葉植物カヤツリグサ科ハリイ属の多年生草本。ほとんど細長い花茎だけを伸ばす植物で、湿地に生育する。泥の中に長く地下茎を這わせ、あちこちから花茎を伸ばす。その花茎が真っすぐに立ち上がると一面のクログワイ群落になる。その時の花茎の本数は㎡当たり優に数千本を超える。花茎の断面は丸くて中空、各所に隔壁があり指でしごととプチプチ音がする。種子もつけるが泥の中の地下茎の先に黒っぽい塊茎をつけて増殖し、水田で難防除雑草とされる。

日本の在来種で、万葉の時代には「ゑぐ」と呼ばれ、歌に詠まれた。いずれも作者不詳であるが万葉集に2首。

君がため山田の澤にゑぐ摘むと
雪消の水に裳の裾濡れぬ（巻10）

あしひきの山澤ゑぐを採にゆかむ

日だにも逢はむ母は責むとも（巻11）

この「ゑぐ」、どちらも山田の澤にあるという。今でもクログワイは、平野部に一面に広がる灌排水設備が完備した田より、中山間部の排水の悪い谷地田などの方が多い。歌の「澤」を流れを溜めた「田」と解釈すれば、いずれの歌も愛しい人のために「田」の泥の中にある「ゑぐ」を摘みに行くのですよ、となる。「ゑぐ」の塊茎を食べるために摘むのなら、田はまだクログワイが萌芽してくる前がいい。「雪消」の冷たい水であっても、その方が塊茎はたくさん採れたに違いない。さらには「代掻き」のように泥をかき混ぜた後の方が摘みやすいし、よりたくさん採れる。

時代が少し下がって平安時代になると、宮廷歌人たちは「ゑぐ」に見向きしなくなった。平安期以降の名だたる歌集に「ゑぐ」

は出てこない。それでも探してみると、平安中期の「玉造小町子壮衰書」に、「田黒薺薺」（「田の黒き薺薺」）としてクログワイが出てくる。「壮衰書」は、老いさらばえた小野小町が旅の僧とやり取りする中で昔を偲ぶ漢詩文であるが、その中で、かつて都で一世を風靡した女流歌人である小野小町が、老いさらばえて持っていた食べ物が田で採ってきた「クログワイ」であった、という。

老いた小野小町が持っていたクログワイの塊茎はどのくらいであったのか。万葉人は山田の澤で如何ほどの「ゑぐ」を摘んでいたのか。

筆者は、40年ほど前、京都大原の三千院近くの棚田で、水稻収穫後にクログワイの塊茎採りをしたことがある。50cm×50cmの方形の中をヘラのようなもので掘っていく。クログワイの塊茎が出てくるたびに、方形の縦、横をX軸、Y軸に、深さをZ軸にあてて、その位置を記載していく。「君がため」でも「日だにも逢はむ」ということでもないが、観光客の不思議そうな視線を背中に受けてひたすら掘った経験がある。

今や水田の難防除雑草とされるクログワイである。あちこちの水田で簡単に塊茎は集められると思うが、筆者の植調兵庫試験地の試験圃場、その圃場に隣接する田もクログワイの宝庫である。裳裾を濡らさずとも、代掻きの後、「とんぼ」と呼ばれる整地用のレーキで数回かき集めれば、2,000個や3,000個の塊茎を集めるのは造作ない。それほど見事に、クログワイとイネだけから出来上がっている。おかげで、試験地の圃場もクログワイには事欠かない（笑）。

平成 29 年度常緑果樹関係 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 年度常緑果樹関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は、平成 30 年 6 月 5 日(火)にホテルラングウッドにおいて開催された。

この検討会には、試験場関係者 22 名、委託関係者 22 名ほか、計 52 名の参集を得て、除草剤 5 薬剤 (28 点)、生育

調節剤 4 薬剤 (13 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 年度常緑果樹関係除草剤・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. AK-01 液 グリホサートイソプロピル アミン塩:41% [TAC普及会]	カンキツ	マルバツユクサ	実・継 (従来ど おり)	実)[カンキツ:雑草全般] ・春～夏期 ・雑草生育期(草丈30cm以下) ・一年生雑草対象;250～500mL/10a ・多年生雑草対象;500～1000mL/10a 散布液量<25～50L/10a(専用ノズル使用), 50～100L/10a> ・茎葉処理(樹間・樹冠下) 継) ・多年生雑草に対する草種と効果の確認 ・マルバツユクサに対する効果・薬害の確認
	カンキツ	薬害試験		
2. MAH-1201顆粒水和 DCMU:80% [アダマ・ジャパン]	温州ミカン	一年生雑草	継	継) ・効果、薬害の確認
	不知火	一年生雑草		
3. NC-622 液 グリホサートカリウム塩:48% [日産化学工業]	カンキツ	一年生雑草	実・継 (従来ど おり)	実)[カンキツ:雑草全般] ・春～夏期, 雑草生育期(草丈 30cm 以下). 一年生雑草対象;200～500mL/10a, 多年生雑草対象;500～1000mL/10a, スギナ対象;1500～2000mL/10a <25～50L/10a(専用ノズル使用), 50～100L/10a>. ・茎葉処理(樹間・樹冠下) [カンキツ:マルバツユクサ] ・春～秋期 雑草生育期(草丈 30cm 以下) 500～1000mL/10a <25～50L/10a(専用ノズル使用), 50～100L/10a>, 雑草生育期(草丈 60cm 以下)1000～1500mL/10a <25～50L/10a(専用ノズル使用), 50～100L/10a> ・茎葉処理(樹間・樹冠下) 継) ・スギナに対する翌年の発生防止効果の年次変動確認 ・散布水量5～6L/10aでの効果、薬害の確認 (一年生と多年生)
	カンキツ	多年生雑草		
	カンキツ	薬害試験		
4. NH-009 液 グルホシネート:18.5% [日本農薬]	カンキツ	一年生雑草	継	継) 効果、薬害の確認
	カンキツ	多年生雑草		
	カンキツ (温州ミカン)	倍量薬害		
	カンキツ (温州ミカン を除く)	倍量薬害		

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
5. SCC-010 液 グルホシネート:18.5%	カンキツ	一年生雑草	継	継) ・効果、薬害の確認
[日本アグロサービス]	カンキツ	多年生雑草, スギナ		

B. 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. CS-22H 水和 炭酸カルシウム:91.0%	温州ミカン	低濃度拡大(浮皮軽減)	実・継 (従来 どおり)	実) [温州ミカン;浮皮軽減] ・着色初期 ・100倍 1~2回 十分量 ・散布(果実表面に十分付着するよう) 注) ・果実の表面に白色の汚れが残る場合がある 継) ・浮皮軽減を目的とした200倍での効果・薬害の確認 ・果皮水分減少促進を目的とした100倍での効果・薬害の確認
[白石カルシウム]	温州ミカン	果皮水分減少促進		
2. ジベレリン 水溶 ジベレリン:3.1%	カンキツ (愛媛果試 第28号)	水腐れ軽減	実・継 (従来 どおり)	・~H19 実) [不知火;水腐れ防止] ・着色終期 ・0.5~1ppm ・果実散布 [ボンカン;水腐れ防止] ・着色始期~3,4分着色期 ・0.5ppm ・立木全面散布 注) 着色が遅れることがある 継) ・温州ミカン, はれひめ, 愛媛果試第28号に対する 効果, 薬害の確認 ・ボンカン着色終期処理での効果, 薬害の確認
[愛媛県農林水産研究所 果樹研究センター]				
3. ジベレリン 塗布 ジベレリン:2.7%	レモン	新梢伸長促進	実・継	実) [温州ミカン(石地), レモン;新梢伸長促進] ・新梢萌芽期 ・100mg:1回/枝 ・新梢基部塗布 継) ・べにばえ, みはやにおける効果, 薬害の確認
[広島県立総合技術研究所]				
4. ジベレリン水溶, PDJ液 ジベレリン:3.1% プロヒドロジャスモン:5%	伊予柑	水腐れ軽減	実・継 (従来 どおり)	実) [ボンカン, 不知火;水腐れ軽減] ・着色始期 ・ジベレリン3.3~5ppm+PDJ25~50ppm 十分量 ・散布(果実を中心に全面散布) 注) ・使用時に混用する ・着色が遅延する事があるため貯蔵用の果実で使用する ・処理により緑斑を生じることがある 継) ・伊予柑, はるみにおける効果, 薬害の確認
[愛媛県農林水産研究所 果樹研究センター]				

平成 29 年度秋冬作芝関係 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 年度秋冬作芝関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は、平成 30 年 6 月 7 日(木)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 12 名、委託関係者 43 名ほか、計 63 名の参集を得て、除草剤 6 薬剤(25 点)、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 年度秋冬作芝関係除草剤・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. BEH-1301 フロアブル フルフェナセツ:42.4%	コウライ シバ	雑草発生初期	継	継) ・効果薬害の確認(コウライシバ, ノシバ)
[バイエルクロップサイ エンス]	ノシバ	雑草発生初期		
2. HPW-115 顆粒水溶 アシュラム:75%	コウライ シバ	雑草発生初期	継	継) ・効果薬害の確認(コウライシバ, ノシバ)
[保土谷UPL]	ノシバ	雑草発生初期		
3. NC-319 顆粒水和 ハロスルフロンメチル :75%	コウライ シバ	ヒメクグ生育期	実・継 (従来ど おり)	実) [秋冬作:(コウライシバ, ノシバ, ベントグラス, ブルーグラス) 広葉雑草] ・芝生育期, 雑草発生前~発生初期 ・0.03~0.05g<200~300mL>/m ² ・茎葉処理(全面) 継) ・実証試験での確認(コウライシバ, ノシバ, ベントグラス, ブルーグラス) ・芝生育期, ヒメクグ生育期処理での効果, 薬害の確認(コウライシバ, ノシバ)
[日産化学工業]	ノシバ	ヒメクグ生育期		
4. SAH-003 液 既知化合物:37%	コウライ シバ	雑草発生初期	継	継) ・効果薬害の確認(コウライシバ)
[住商アグロインターナ ショナル]				

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
5. SYJ-225 フロアブル アトラジン:43.9% メソトリオン:4.4% [シンジェンタジャパン]	コウライ シバ	雑草生育期	実・継 従 来 ど お り	実) [秋冬作:(コウライシバ, ノシバ) 一年生雑草, ウラジロチチコグサ] ・ 芝生育期(生育休止期), 雑草生育期 ・ 0.06~0.1mL/150~250mL/m ² ・ 茎葉兼土壌処理(全面) 注) ・ 「芝生育期(生育休止期)」とは, 茎葉の一部に緑色 が残っていても, 生育の停滞している時期を指す 継) ・ 薬量0.16~0.2mL/150~250mL/m ² での効果, 薬害の検討(コウライシバ, ノシバ) ・ 倍量薬害試験での確認(コウライシバ, ノシバ) ・ 連用薬害試験での確認(コウライシバ, ノシバ) ・ 実証試験での確認(コウライシバ, ノシバ) ・ 緑花木への影響の確認
	ノシバ	雑草生育期		

B. 平成 29 年度 春夏作分 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. SB-3651 顆粒水和 チウラム:30% テトラクロロイソフタロ ニトリル(TPN):50% [エス・ディー・エス バ イオテック]	ベントグ ラス	藻類発生初期	実・継 従 来 ど お り	実) [(コウライシバ) 藻類] ・ 芝生育期, 藻類発生前 ・ 2g<500mL/m ² 3回 ・ 土壌処理(全面) 注) 散布間隔は2週間を目安とする [(ベントグラス) 藻類] ・ 芝生育期, 藻類発生前 ・ 2g<200~500mL/m ² 2~3回 ・ 土壌処理(全面) 注) 散布間隔は2週間を目安とする 継) ・ 藻類発生初期での効果薬害の確認(ベントグラス) ・ 連用試験での確認(コウライシバ, ベントグラス) ・ 実証試験での確認(コウライシバ, ベントグラス) ・ 萌芽期薬害の確認(コウライシバ)

C. 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. NH-1732 乳 イソプロチオラン:40.0% [日本農薬]	ベントグ ラス	根の伸長および発根促進効果	継	継) ・ 効果薬害の確認(ベントグラス)

連載・雑草のよもやま 《第13回》

ヒトとつながるカヤツリグサ科植物 —シズイ：自然環境下では弱者、 水田では強害雑草—

元（公財）日本植物調節剤研究協会
技術顧問

森田 弘彦

シズイ *Schoenoplectus nipponicus* (Makino) Soják (= *Scirpus nipponicus* Makino) は、19 世紀の末に記載・命名されて以降、比較的稀な植物として保護の対象となる一方、1970 年代から水田の難防除多年生雑草として問題となる地域を徐々に拡大するという、二面性を持つカヤツリグサ科植物である（図-1）。シズイの二つの側面でのヒトとのつながり方を覗いてみよう。

シズイは 1895（明治 28）年に牧野富太郎先生によって以下のように記載された（植物学雑誌 102 号）。久内清孝先生によると、牧野先生の記載は磐城國八幡村および下總國間々産の標本に基づくという（植物研究雑誌 10(3) 1934）。

日本中部以北ノ地ニ産シカヤツリグサ科ニ属ス しずみ（新稱）
ト稱ズ 高サ二三尺稈并ニ葉ハ三稜ヲ成シテ其體柔軟ナリ 花叢
扶疎トシテ小穂ノ數多カラズ 皆小梗ヲ有シテ梗開出ス 毎花雄
蕊二個ヲ具ヘテ子房下刺ハ果粒ヨリ長シ 新定ノ學名ヲ *Scirpus*
nipponicus (nov.sp.) ト云フ

その後 1926（大正 15）年に牧野先生は、「しずみ一タビ大ニ繁茂シ翌年ハ忽然消エテ痕ナシ」という現象を報告された（植物研究雑誌 3(8) 1926）。

大正三年ノ夏武州井ノ頭ノ池畔ニ採集ニ行キシ時其池ノ下ノ小
流中ニしづみが實ニ無數ニ繁殖シテ褐色ノ花穂ヲ叢出シ殆ド其流
ヲ塞グバカリデアツガ翌年七月十日再ビ同處ニ到ッテ其小流ヲ

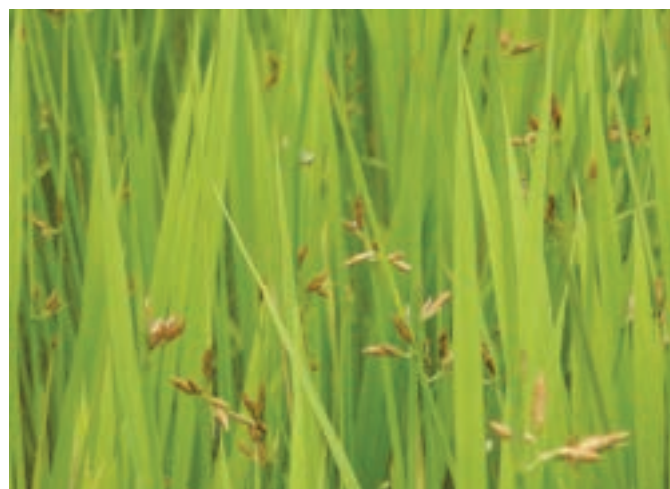


図-1 イネ群落中で出穂したシズイ

覗フニ去年アレホド在シしづるガ本年ハ實ニタダノ一本ダモ見エ
ズ僅ニかんがれるノ瘠小ナルモノ疎ラニ其處ニ生活シ居ルニ過ギ
ザリシ、昨ノ繁榮今日痕ナク倏忽ニシテ榮枯地ヲ換フルノ轉タ迅
カナルニ驚倒セザルヲ得ナカッタ

ヒトの生活圏近くに現れて短期間で消滅するという、このシズイの性質はよく知られていたようで、「雑草のよもやま第2回」で紹介した若き日の原 松次先生も次のように書かれた（武州向丘村植物誌 1936）。

字初山（現神奈川県川崎市）の池中に昭和十年に自生せるを發見した。相當の場面に群生してゐる。珍らしい品とされてゐるちふのは一ヶ所に毎年發生しないとかはれてゐるからとか。昭和十一年はどうであらうか。

基準標本の産地であり、別名「テガヌマイ」の手賀沼を有する千葉県でも、シズイの定着は難しかったようだ（「千葉県の自然誌 別編4 千葉県植物誌」2003）。

本種は牧野富太郎が 1893 年 8 月、下総真間で採集した標本に基づいて記載された。その後当地での生育状況は不明である。1991 年、長生村宮成の放棄田で本種の群生が発見された。この群落はその後ウキヤガラを増加を伴う遷移の進行で個体数は激減し、2001 年には消滅した。県内では現在ほかに生育地がない。

久内先生の論文（1934）では、シズイが北海道から九州まで分布することが標本写真と共に示され、また、同年には

表-1 都道府県のレッドリストにおけるシズイの位置付け

自治体名	位置付け	自治体名	位置付け
北海道	希少種	滋賀県	絶滅危惧増大種
茨城県	絶滅危惧Ⅱ類	京都府	絶滅危惧種
栃木県	準絶滅危惧（Cランク）	大阪府	絶滅
群馬県	絶滅危惧ⅠB類	兵庫県	Bランク
千葉県	最重要保護生物	奈良県	絶滅寸前種
東京都	絶滅	和歌山県	絶滅危惧ⅠB類
神奈川県	絶滅種	岡山県	絶滅危惧Ⅱ類
新潟県	準絶滅危惧	山口県	絶滅危惧ⅠB類
富山県	絶滅危惧Ⅰ類	徳島県	絶滅危惧Ⅰ類
石川県	絶滅危惧Ⅱ類	香川県	絶滅危惧Ⅱ類
福井県	県域絶滅危惧Ⅰ類	福岡県	絶滅危惧ⅠB類
長野県	絶滅危惧Ⅱ類	佐賀県	絶滅危惧Ⅱ類
岐阜県	絶滅危惧Ⅱ類	長崎県	絶滅危惧ⅠA類
愛知県	絶滅危惧Ⅱ類	熊本県	絶滅危惧ⅠA類
三重県	絶滅危惧ⅠB類	大分県	絶滅危惧Ⅱ類

日本のレッドデータ検索システム
(<http://jpnrdp.com/search.php?mode=map&q=06050306645>)
より作成、2018 年 7 月 17 日アクセス確認



図-2 萌芽後、子株形成のための根茎を伸長させるシズイの幼植物

「内外植物原色大圖鑑 第十卷 (村越三千男)」に原色の図を添えて掲載され、植物図鑑などを通して世に知られるようになった。しかし、自然の環境の中では「定着しにくい」ためか、2018年時点で30都道府県において「絶滅あるいはその危険性のある植物」に指定されている(表-1)。

一方、水田の雑草としてのシズイは、1977年に青森県天間林村(現七戸町)で初めて確認され、1985年頃には東北地方の各県でも認められるに至った(木野田憲久 植調22(7) 1988)。雑草としての性質を要約すると、「1株に形成される塊茎数は15～20個程度(ポット試験では1株に1,240個の形成例も)。翌年はその80%程度が萌芽する。防除しない水田では発生揃期には900～1,433個体/m²が発生し、雑草害によるイネの茎数に対する影響が大きく77%の減収となる(『【図解】水田多年生雑草の生態」工藤聡彦監修 宮原益次」1987)。萌芽後すぐに根茎を伸ばして子株を形成する特性(図-2)から、東日本の湛水直播栽培の水田では、特異的に繁茂することがある(図-3)。

通常の水田用除草剤では十分な除草効果を得られなかったために、適用性試験においては「特殊雑草」として通常の雑草種と別枠で検討され、筆者が植調協会の専門委員を担当した1990年代には専ら青森県でその試験が行われていた。しかし現在、「特殊雑草シズイに対する新除草剤の効果確認試験」は、青森県の他に岩手県、宮城県、山梨県と長野県で実施されるに至った。多種の雑草に効果を示す優れた除草剤成分が次々に実用化される中であって、地盤を広げるシズイに強害雑草としての底力を感じる。

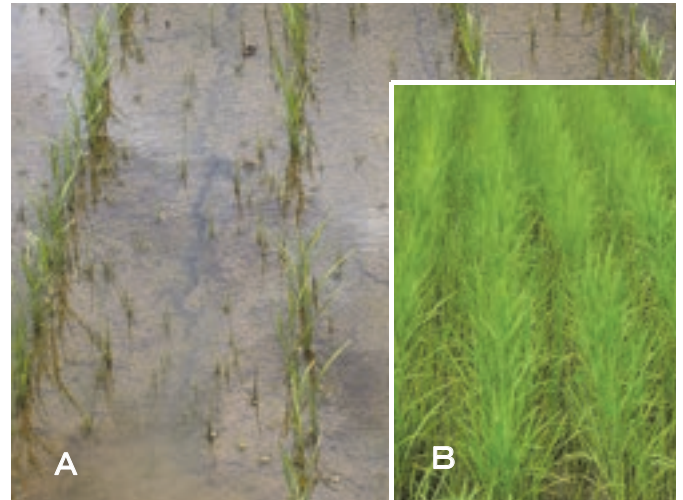


図-3 除草剤施用後の湛水直播水田に発生するシズイ (A:イネの生育初期、B:イネの生育中期)

久内先生は、「シズイ」の和名の意味について「水ノ中ノ井(蘭?)ト云フ意味ニテしづはしづく(水滴)ナドト縁ノアル語ノ由。」と、牧野先生の命名の意図を紹介された(前出 1934)。生産者の皆さんがこの雑草を何と呼ぶのか、が気になり、日植調協会の各種検討会などで関係の方に聞いてみた。北海道では、「サンカクイ」、一部で花序に注目して「シカノツノ」、東北地方の青森県では「ミカドサマ」、岩手県では「カヅキ」、秋田県では「ミカドグサ」と呼ぶそうだ。「ミカドサマ、ミカドグサ」は「三角草」ではなく、「帝のように手におえず(?)、草の王様である」とのこと、「カヅキ」の意味は不明であるが、山形県での「ガズキ」はマコモを指すので、これに関連するかもしれない。シズイの地方名は今後増えると思われる(ご教示いただいた関係の各位にお礼を申し上げます)。

シズイは、自然環境下では希少な種、水田内では強害雑草と人による評価の差の大きな植物である。久内先生は「本據ハあむうーる地方ナルベケレバ或ハ水禽ノ移動ニ伴ヒ其散布ヲ見ルニ非ザルナキ歟。(前出 1934)」と自然帰化植物の可能性を示唆された。中国の東北地方でも稲作技術の導入に伴って出現した(本種为我国新記録、近年来发现于东北北部三江平原地区、為稻田中有害之一種雑草。:「東北草本植物志 第11卷」遼寧省林業土壤研究所編著 1976)とのことである。シズイは、競争相手の多い自然環境から、除草剤でイネ以外の競争相手が排除された水田に安住の環境を見出した、したたかな植物のように思える。

協会だより

試験成績検討会

- 平成29年度茶園関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成30年9月4日（火） 13:30～15:00

場所：植調会館3階会議室

東京都台東区台東1-26-6 TEL 03-3832-4188

- 平成29年度冬作関係（麦類・いぐさ・水稻刈跡）除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成30年9月13日（木） 10:00～17:00

場所：ホテルラングウッド

東京都荒川区東日暮里5-50-5 TEL 03-3803-1234

研究会等

第14回除草剤抵抗性雑草研究会

日時：平成30年9月15日（土）受付14:00～

場所：京都大学北部構内農学生命科学研究棟1Fセミナー室

プログラム：

14:35～富永 達（京都大農学研究科）：はじめに

14:35～日本の稲作雑草防除における除草剤の利用
と課題：渡邊 寛明

15:50～蛋白質の立体構造と除草剤開発への応用
（仮題）：鈴木 倫太郎

16:50～総合討論

参加費：無料

申込み：9月1日（木）午前

注意：当日は、建物出入り口がロックされていますが、係の者が建物周辺で待機しています。

問い合わせ：富永（tominaga@kais.kyoto-u.ac.jp）

第33回報農会シンポジウム

「植物保護ハイビジョン2018」

ーわが国の農業に展望を拓けるか〈新しい技・強くて柔らかい心〉ー

日時：平成30年10月23日（火） 10:00～17:00

場所：「北とぴあ」つつじホール

東京都北区王子1-11-1 TEL 03-5390-1100

主催：公益財団法人報農会

講演：

- ①最近の雑草問題ー外来雑草・雑草イネ・除草剤抵抗性雑草ー
（農研機構 中央農業研究センター 黒川俊二）
- ②赤色ネットによる微小害虫防除
（神奈川県農業技術センター 大矢武志）
- ③高濃度炭酸ガスによるイチゴのハダニ類の防除技術の開発と今後の展望
（株式会社アグリクリニック研究所 村井 保）
- ④畑の健康診断“ヘソディム”によるアブラナ科根こぶ病防除対策
（三重県中央農業改良普及センター 鈴木啓史）
- ⑤わが国の水田農業に展望を拓くー横田農場の生産現場からー
（茨城県農業生産法人 有限会社横田農場 横田修一）

参加費：一般 2,000円、学生 事前申込み無料、当日1,000円

参加申込み：10月12日までに下記連絡先まで（EメールまたはFAXにて）（当日参加可能）

連絡先：公益財団法人報農会

TEL/FAX 042-452-7773

E-mail khono511@car.ocn.ne.jp

植調第52巻 第5号

■発行 平成30年8月27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

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(ベンゾビスクロン)
ジャイロ1キロ粒剤/フロアブル(ベンゾビスクロン)
ツルギフロアブル(ベンゾビスクロン)
ニトウリュウ/テッケン1キロ粒剤/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
モーレツ1キロ粒剤/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
クサビフロアブル(ベンゾビスクロン)
ゲパード1キロ粒剤(ベンゾビスクロン/ダイムロン)
天空1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
メルタス1キロ粒剤(ベンゾビスクロン)
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(ベンゾビスクロン)
イネヒーロー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)
ベンケイ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
オオワザ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
ザンデツ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
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/ベンゾビスクロン)



「ベンゾビスクロン」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/プレッサフロアブル
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)	ブレキープ(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/>



水稲用 中・後期除草剤

デツケン 1キロ粒剤

問題雑草に鉄拳!

ニトウリュウ 1キロ粒剤

二刀流で
問題雑草をバッサリ!

<写真はイメージです>

SN協議会

事務局  日本農薬株式会社

 イスター・バイオテック

水稲用 初・中期一発処理除草剤

ライジンパワー®

1キロ粒剤

フロアブル

ジャンボ

雷神パワーで
バリツと雑草退治

<写真はイメージです>

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

待望の新刊

全農教
観察と発見
シリーズ



陸生から水生まで、カメムシの全分野を網羅

カメムシ博士入門

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

- ◆日本原色カメムシ図鑑(陸生カメムシ類)一全3巻を発行してきた全農教が、読者の「より入門的な図鑑を」との声に応じてお届けするカメムシの基本図鑑。
- ◆数ある昆虫群のなかでカメムシのいちばんの特徴は「圧倒的な多様性」です。
 - 陸生から水生まで、生息環境の多様性
 - 肉食から植物食、菌食まで食性の多様性
 - 微小種から巨大種まで形態の多様性
 - 農業害虫、不快害虫から天敵まで人間との関係の多様性
- ◆本書はカメムシの分類から生態まで、採集から同定まで、カメムシの基本をすべて網羅し、多様性に富んだカメムシを理解するのに不可欠な入門書です。

第1章 カメムシの形とくらし 第2章 カメムシを探す
第3章 いろいろなカメムシ 第4章 カメムシ博士をめざして
〈付〉もっと知りたいカメムシの世界

全国農村教育協会
<http://www.zennokyo.co.jp>

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

しつこい畑地雑草を きれいに抑えます!



作用性の異なる3種の除草剤の混合剤です。

大豆、小麦・大麦、とうもろこし、ばれいしょ、にんじんの雑草防除に

クリアター

乳 剤 細粒剤F

細粒剤F

乳 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。 ●防除日誌を記録しましょう。



©クミアイ化学工業(株)の登録商標

豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤



湛水直播の除草場面で大活躍!

非SU系水稲用除草剤

ブレキープ® 1キロ粒剤フロアブル

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

ノビエ3.5葉期、高葉齢のSU抵抗性雑草にも優れた効き目



センイチ® MX 1キロ粒剤/ジャンボ®

フルパワ-® MX 1キロ粒剤/ジャンボ®

スヶガチ® A 1キロ粒剤

ヒエカツパ® A 1キロ粒剤

フルチア-ジ® ジャンボ®

フルイニ-グ® ジャンボ®



フルセトスルフロ-ン剤
ラインナップ

ナイスドイル® 1キロ粒剤

乾田直播 専用 **ハードパンチ® DF**

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
<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。

〒104-8260 東京都中央区新川2丁目27番1号 お客様相談室 0570-058-669 農業支援サイト 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・空容器は廃棄等々に適切に処理してください。



大塚のあふみ、まっすぐな心へ
sco GROUP

住友化学

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

ショウリョクS 粒剤

忍 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

ショウリョク シャンボ

ドニチS 1キログラム 粒剤

クラッシュEX シャンボ

畑作向け除草剤

アタックショット 乳剤
丸和 **DOCKUS**®

ムギレンジャー 乳剤

果樹向け除草剤

シンバー® **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X 粒剤 **パワーボンバー**

除草剤専用展着剤

サファゾントWK 丸和 **サファゾント30**

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

農耕地から緑地管理まで
雑草防除に貢献します。

第52巻 第5号 目次

- 1 巻頭言 「農薬」の社会貢献とイメージ
影島 智
- 2 加工・業務用ハウレンソウにおける機械収穫体系
石井 孝典
- 6 早咲きサクラ品種へのシアナミド剤散布によって可能になる年末年始のお花見
松田 健太郎
- 11 〔統計データから〕平成28年主要部門の
農業産出額(都道府県別)と特化係数
- 12 複数農薬のミクスチャー環境下における生態リスクの評価法
永井 孝志
- 17 〔田畑^{くさくさ}の草種〕黒慈姑, 葶薺, 鳶薺, 烏芋, 久呂久和為(クログワイ)
須藤 健一
- 18 平成29年度常緑果樹関係除草剤・生育調節剤試験判定結果
技術部
- 20 平成29年度秋冬作芝関係除草剤・生育調節剤試験判定結果
技術部
- 22 〔連載〕雑草のよもやま・13回 ヒトとつながるカヤツリグサ科植物
—サイズ: 自然環境下では弱者, 水田では強害雑草—
森田 弘彦
- 24 広場

No.41

表紙写真 《クログワイ》



水田や池沼, 水路などに生育し, 水田では強害草となる。水田では主に塊茎で繁殖し, 種子生産や種子由来の繁殖はまれである。ため池と水田で生態型が分化し, 異なる生活環をもつ。夏生の多年草で花期は7~9月。(植調雑草大鑑より。写真は©浅井元朗, ©全農教)



幼芽。最大出芽深度は30cm



基部。長さ3~4cmの葉鞘状の葉をつける。



塊茎。9月以降, 根茎の先端が肥大する。



花後の小穂。鱗片は狭長楕円形。