

植調

JAPR Journal

第58巻

第5号

発酵粗飼料専用の極短穂性イネ品種の特性と利用方法 中込 弘二

ジャスモン酸メチルによるバラの奇形花発生軽減 金枝 怜・半田 高

圃場におけるタイムラプスカメラの利用 好野 奈美子

植物の不思議を訪ねる旅 トウモロコシ 長田 敏行



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)

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。 ●本剤は小袋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
クマ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>

©クマイ化学工業(株)の登録商標



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。 ●本剤は小袋の手の届く所には置かないで下さい。 ●リベレーターはバイエルグループの登録商標

麦用除草剤



リベレーターと リベレータープロアブル

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 〒100-8282 <https://cropscience.bayer.jp/>

お客様相談室 ☎0120-575-078 9:00~12:00,13:00~17:00
土日祝日および会社休日を除く



雑草のことども

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 評議員
エフエムシー・ケミカルズ 株式会社 代表取締役社長
平井 康弘

大学を出て最初に入った会社は外資だった。不謹慎だがアグリビジネスというより、ずっとやっていた空手の練習を続けられるのが一番の理由だった。実はメーカーということもよく知らなかったのだから、その時の上司や今の就活生が聞いたら驚くだろう。いや怒るだろう。そのくらい世の中は寛容だった。会社に入って最初に言われたのが雑草の種類を覚えることだった。これがスズメノテッポウで、これがスズメノカタビラ。これはスギナでこれはヒメオドリコソウ。春草、夏草、一年生に多年生。ハルジオンにヒメジョオン。10m先から草の色や高さで草種が判別できるようになってくれと先輩から言われた。無理だろうと思った。

田んぼの畔に出て、草を眺めていると、時間はゆっくり過ぎていった。これから世の中コンピューターや携帯で忙しくなる時代でも、大地だけは変わらない時間が流れていた。春は天気がよく、暖かった。

雑草を覚えるのは簡単に進まなかった。先輩たちが全国のあちこちで問題雑草を拾ってきては、仕事のネタにしていた。地方の呼び名もあり、できればそれで呼んだほうがお客さんもピンとくるから、その呼び名も覚えろと言われた。その時、会社には神様と崇められていた雑草のエキスパートのお爺さんがいた。何を聞いても経験談と共に話してくれる。生態はもちろん、完璧な枯らし方までよく知っている。あとでその人が植調出身と聞いて、植調が眩しく見えるようになった。

やがて、雑草だけでなく害虫、病気にも追いかけてまわされた。海外で世界の市場を担当した時、私には病気の区別などつかず、スイスの畑でやはり葉の裏の病変を見て、それが何かすぐ分かるようになってほしいとスイス人から言われた。言うことはどこでも同じらしい。

海外の仕事も役に立った。イタリア人と喧嘩もしたが、ルッコラがもともと果樹園の雑草で、貧しいから食べるようになったのが起源だと教わったのもイタリア人だった。イタリア人の言うことだから本当かどうかは分からない。

ジャガイモの病気よりワイン（ぶどう）の病気の方が気になった。あまり行かないジャガイモ王国オランダの社長とも

よく口論になった。ポテトヘッドとは愚か者、馬鹿者という意味らしいが、危うくその単語を何度も発したい衝動にかられ、そのたびによくこらえた。あの時の感情の揺らぎが学習だったと今になってみればわかる。

種苗の仕事をしていた時は栽培、青果流通にも明るくなければ仕事にならなかった。餅は餅屋、本当に奥が深く、それぞれの業界と人がつながり、農産物が食卓に上がっていることを思い知った。

この業界での仕事は自分が何も知らないと痛感することの繰り返しだった。人から教わることへの感謝と謙虚さがなくては務まらない。全国、各方面の専門家の経験や知恵の上に自分の仕事が成り立っていた。今も人に聞いてばかりである。組織の力は専門性の掛け合わせがものをいうし、国の農業の力や将来もやはり同様のだろう。弊社のテクノロジーをベストな形で世に出すにあたり、植調の先生方の知見、ご支援には本当に感謝している。

日本の食卓は戦後、生産者の大変な苦労と経済力のお陰でしばらくは平和で、豊かな暮らしが守られてきた。これからはそうはいかない。食糧安保、地球環境、農業そのものももたないと言われている。2050年の食料自給率が19%になるという怖い話もある。豊かな時代から、私たちの子や孫が飢えないか、という切実な問題が見え隠れしている。

今が幻と言われないように、先人の知恵、業界の叡智を結集して、日本の農業を元気にしなければいけない。ユネスコに登録された「和食」のお陰で海外では猛スピードで日本食レストランが増えている。世界の「和食」という苗木がやがて大きな木となり、世界に冠たる料理になれば、日本の農産物がもっと旺盛に輸出され、農業にも元気がでるだろう。元気を出すには生産場面で山積する課題の解決、技術革新が今以上に欠かせない。農家の「賃上げ」は一丁目一番地だ。

弊社だけでは^{とうろう}蟬の^{おの}斧だが、できないと思ったら何もできない。社会全体で日本の食や農の未来は変えられるはずだし、その為に少しでも頑張ることがせめてもの恩返しだと思っている。

発酵粗飼料専用の極短穂性 イネ品種の特性と利用方法

農研機構中日本農業研究センター

中込 弘二

はじめに

稲発酵粗飼料（イネ WCS, イネホールクロップサイレージ）はイネの地上部全体を専用の飼料収穫機で収穫し、保存性や家畜の嗜好性を高めるために気密性を高めた容器内で乳酸発酵させ調製した粗飼料である（図-1）。近年、為替相場の変動や、主産地や新興国などでの需要の増加などによる輸入粗飼料の価格が上昇する一方で、主食用米の需要が減少している（農林水産省 2024a, 2024b）。その中で、稲発酵粗飼料は我が国の気象条件で容易に栽培可能で水田を有効活用できる作物であることから注目されている。その作付面積は、2000 年以降の継続的な行政支援もあり増加傾向にあり、2023 年にはおよそ 5.3 万 ha の作付けが行われた（図-2）。

稲発酵粗飼料は地上部全体を利用するものであるため、稲発酵粗飼料用の品種には子実部だけではなく茎葉を含

めた地上部全重が大きいことが求められる。また、多収化のための多肥栽培および効率的な収穫作業を行うための高い耐倒伏性が求められるほか、発酵粗飼料に調製された際には飼料としての良好な品質も求められ、良好な発酵に必要な高い糖含有率や、特にイネの子実とは牛体内での消化性が劣るため（新出 2010）、子実の割合が少なく、消化性が優れる茎葉が多収であることが求められる。

稲発酵粗飼料用品種の開発は 2000 年以降から行政支援のもとに行われ、「夢あおば」や「ホシアオバ」、「クサノホシ」など北海道から九州までの全国各地の気象条件に適応した品種が農業・食品産業技術総合研究機構（以下、農研機構）等により育成された。しかし、初期に開発された品種の多くは既存の子実多収品種をベースに育成され、茎葉だけでなく子実も増やすことにより地上部の多収を実現する品種であったことから、子実の消化性の改善など飼料の生産や給与面で多くの

課題があった（新出 2010）。その中で、2010 年に短穂遺伝子 *sp1* (Li ら 2009) により従来の品種より穂が短く小さい極短穂性を示す発酵粗飼料専用品種「たちすずか」が開発された（松下ら 2012）。「たちすずか」は、多くの子実を着ける従来品種と比較し、子実が少ないことにより未消化粗の問題が解決されただけでなく、極めて高い耐倒伏性を有すること（松下ら 2012）、発酵に必要な糖含有率が高く発酵品質が優れること（松下ら 2012; 山田・村田 2010）、牛に給与した際の粗繊維の消化性が優れること（河野ら 2014）など従来の品種と比較し飼料特性と栽培特性の両面で優れることが明らかとなり、同様の特性を持つ品種に対する需要が全国的に高まった。

農研機構では、栽培適地や収穫可能期間を拡大し良質な稲発酵粗飼料の生産を推進すべく、極短穂性で「たちすずか」と同じ長所を備えつつ早晚性や「たちすずか」の欠点である縞葉枯病抵抗性の改良を進め、これまでに発酵



図-1 稲発酵粗飼料の収穫風景

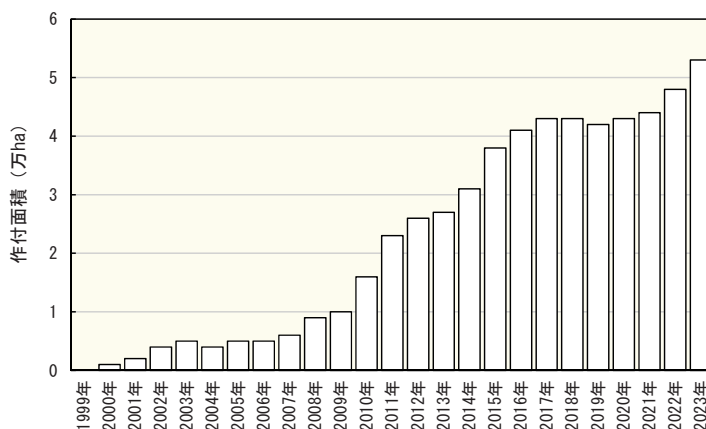


図-2 発酵粗飼料用イネの作付面積（農林水産省資料より作成）



つきはやか つきあやか たちあやか たちすずか つきすずか つきことか

図-3 極短穂性品種の草姿

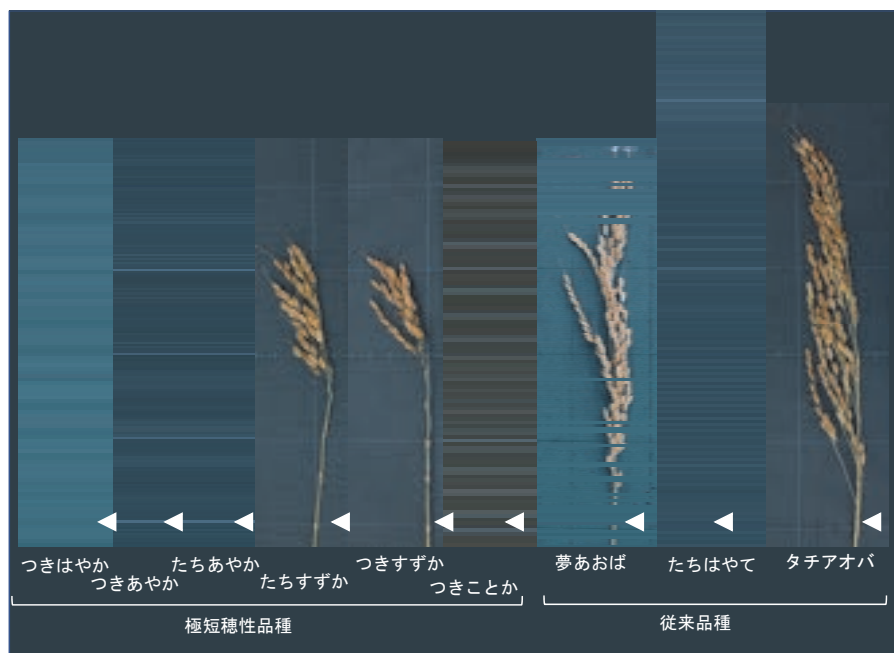


図-4 極短穂性品種と従来品種の穂相

△は穂首の位置を示す。sp1 を持つ極短穂性品種は穂首付近の穎花が十分に発達せず、短く小さい穂になる。

粗飼料専用品種として中生の「たちあやか」(Matsushita ら 2014, 2012 年育成), 縞葉枯病に抵抗性で早生の「つきはやか」(中込ら 2022a, 2020 年育成), 中生の「つきあやか」(中込ら 2022a, 2020 年育成), 晩生の「つきすずか」(中込ら 2018, 2016 年育成) や極晩性の「つきことか」(中込ら 2019, 2018 年育成) を育成した (図-3)。

本稿ではこれら極短穂性品種シリーズの普及や良質な稲発酵粗飼料の利用促進に資するよう、これらの極短穂性品種に共通する特性や各々の品種特性、品種の利用方法、今後の課題について紹介する。

1. 極短穂性品種の特徴

極短穂性の 6 品種に共通した特性を以下に紹介する。

1) 穂が小さく籾が少ない

従来品種は一般的に子実(籾)が凡そ 40 ~ 60 % を占める。イネの子実は難消化性の籾殻に覆われており、牛の第一胃内での分解速度が遅く、従来型の品種「クサノホシ」を用いて異なる時期に刈取、調製した稲発酵粗飼料を用いた試験では、牛に給与した際の糞中への子実排泄率は、登熟が進むにつれて高くなり黄熟期以降で 40 % 以上にのぼった(新出 2010)。そのた

め従来品種では高い子実排泄率が大きな養分損失となり、消化性の改善が求められていた。

極短穂性品種は短穂遺伝子の変異により穂基部を中心に籾の発育不全が起きることによって穂が短くなる(図-4)。その結果、極短穂性品種の穂重あるいは子実割合は、早生の「つきはやか」で 23 % 程度、その他の品種ではいずれも 10 % 以下と極めて少ない(表-1)。一方で、穂への転流が抑制された光合成産物が茎葉部に多く蓄積することにより(福島ら 2017, 中込ら 2022b), 地上部の全乾物重は従来品種と同等であり、消化性に優れる茎葉の収量が従来品種より 30 ~ 50 % 程度高い(表-1)。そのため極短穂性品種を用いることにより収量性を損なうことなく高い子実排泄率による養分損失の問題を解決できる。

2) 茎葉に糖分を蓄積する

飼料の発酵品質と材料草中の糖含有率との間には正の相関があり(山田・村田 2010), 良好な発酵粗飼料を生産するためには乳酸菌のエネルギー源となる糖が材料草の新鮮物中に 2 % 以上必要とされる(野中 2006)。しかし、例えば従来品種「夢あおば」の出穂後 40 ~ 50 日頃の糖含有率は 2.8 % (表-1)であり新鮮物中では 0.8 ~ 1 % (水分含有率 65 ~ 70 % で換算) と糖含有率が低い。そのため従来品種では発酵品質の低下やカビによる飼料変敗による廃棄ロスが問題となりやすかった。極短穂性品種の糖含有率は乾物当

表-1 極短穂性品種の生育特性

品種名	品種名	草型	調査 年次	出穂期 (月・日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	倒伏 程度	地上部 乾物重 (kg/a)	比較 比率 (%)	茎葉 乾物重 (kg/a)	比較 比率 (%)	穀重 割合 (%)	糖含有率 (%)
早生	つきはやか	極短穂	2016～ 2019年	8.04	101	19.7	225	0	152	96	117	149	23.0	11.9
	夢あおば	従来型		8.06	88	23.2	300	0	159	100	79	100	50.4	2.8
中生	つきあやか	極短穂	2016～ 2019年	8.14	113	12.8	336	0	177	101	169	142	3.4	15.7
	たちあやか	極短穂		8.16	113	14.0	326	0	167	95	163	137	2.7	15.6
	たちはやて	従来型		8.14	115	31.2	266	0	176	100	119	100	32.3	9.4
晩生	つきすずか	極短穂	2014～ 2016年	9.02	124	12.9	286	0	180	91	175	136	2.8	17.5
	たちすずか	極短穂		9.02	122	14.8	286	0	182	93	169	131	7.1	16.2
	タチアオバ	従来型		9.05	110	24.9	248	0.2	197	100	129	100	34.5	5.4
極晩生 (晩生)	つきことか	極短穂	2014～ 2017年	9.23	138	13.0	255	1.5	213	119	209	127	1.7	15.5
	たちすずか	極短穂		9.02	119	16.0	250	0.3	179	100	164	100	7.9	16.8

栽培地：西日本農業研究センター（広島県福山市）平均移植日6月4～6日，窒素施用量1.49g/㎡，栽植密度18.5～20.8株/㎡，植付本数3本。早生，中生品種：平均窒素施肥量：1.49g/㎡（基肥0.56g/㎡，移植16～27日後0.29g/㎡，28～33日後0.31g/㎡，41～42日後0.31g/㎡）。晩生品種：平均窒素施肥量：1.49g/㎡（基肥0.63g/㎡，移植25～28日後0.35g/㎡，39～49日後0.26g/㎡，49～57日後0.26g/㎡）。極晩生品種：平均窒素施肥量：1.49g/㎡（基肥0.61g/㎡，移植19～27日後0.33g/㎡，45～57日後0.28g/㎡，55～68日後0.28g/㎡）。「従来型」の草型は極短穂性を示さない一般的な形態の穂を持つ草型を示す。穂数には，全穎花が生育停止し出穂しない稈を含む。地上部乾物重は，出穂後40～50日頃に収穫した際の値。糖含有率は，HPLC法による分析（食品分析センターSUNATEC）。（引用：中込ら2018；中込ら2019；中込ら2022a）

たりでは10%以上であり（表-1），新鮮物中あたりに換算すると3%以上と，いずれの品種も新鮮物中に2%以上の可溶性糖が含まれている。以上のことから，極短穂性品種では良好な発酵が期待できる。

3) 倒伏に強い

倒伏は収穫時の作業効率を下げるばかりではなく，雨滴や露が乾きにくいことによる飼料原料の水分含有率の増加や泥の付着による品質低下につながる。極短穂性品種の耐倒伏性については極長稈の「つきことか」を除いては，いずれも“極強”である。松下ら（2012）は，「たちすずか」の第5節間中央部の挫折強度は，出穂後1か月では従来品種の「クサノホシ」と同等であるが，出穂後2か月では「クサノホシ」の挫折強度が低下するのに対して，「たちすずか」で向上したことを報告しており，「たちすずか」では茎葉中に糖分を多く蓄積するため稈の老化が抑制され耐倒伏性を長期間維持している可能性を指摘している。また，「たちすずか」や「たちあやか」では子実割合が小さく茎葉重が大きいことから，従来品種「クサノホシ」，「ホシ

アオバ」より地上部重心高が低いことも耐倒伏性に寄与している（松下ら2012; Matsushitaら2014）。これら稈挫折強度や重心高の特性は他の極短穂性品種に共通すると考えられ，極短穂性品種は従来品種より高い耐倒伏性を有していると考えられる。

4) 収穫適期が長い

食用米のように子実を収穫の対象とする場合は，十分に子実が登熟した成熟期が収穫適期となるが，稲発酵粗飼料の収穫適期の判断については，地上部の収量性や倒伏性の他，子実の消化性や水分含有率などの飼料品質を考慮し総合的に判断する必要がある。

極短穂性品種の地上部乾物重は，従来型の品種と同様に登熟が進むにつれて増加するが，出穂後30～40日に概ねピークに達するため（中込ら2022b），収量性の点からは出穂後30～40日以降が収穫適期と言える。特に極短穂性品種は耐倒伏性に優れるものが多いことから（表-2），収穫作業の点からは成熟期以降も収穫適期と言える。

飼料品質の点においては，良好な品質の発酵粗飼料を調製するには，稲体

の水分含有率を70%以下に抑えることが必要とされる（野中2006）。極短穂性品種の水分含有率は出穂後日数に伴い減少する傾向にあり，出穂1週間後程度の乳熟期では水分含有率が70%を超え不良発酵の要因となるが，出穂後30日以降では概ね70%以下になる（草ら2018; 福嶋ら2017; 中込ら2022b）。子実の消化性については，従来品種では成熟の進行にともない未消化率が高まり養分損失が問題となるが（新出2010），極短穂性品種では子実割合が極めて少ないため，収穫時期を考慮する必要がない。また，飼料成分含有率は出穂から出穂後30日までは非繊維性炭水化物（NFC）の蓄積により変動が大きい，出穂後30日以降では変動が少なく（福嶋ら2017; 中込ら2022b），収穫時期によらず安定した飼料成分の材料草が得られる。さらに，穂重割合が大きい従来品種では茎葉部の消化性が出穂期以降低下しやすいのに対して，穂重割合がやや小さい「たちすがた」や「リーフスター」，極短穂性品種の「たちすずか」では，出穂期から出穂後60～70日まで落ちにくいことが報告されている（日本草地畜産種子協会2022；

表-2 極短穂性品種の障害抵抗性

品種名	耐倒伏性	除草剤 耐性	いもち病 真性抵抗性 遺伝子型	葉いもち 圃場抵抗性	縞葉枯病 抵抗性
つきはやか	極強	非感受性	<i>Pia, Pi20</i>	やや弱	抵抗性
つきあやか	極強	非感受性	<i>Pib, Pia, Pi20</i>	かなり弱	抵抗性
たちあやか	極強	非感受性	<i>Pii, Pik, Pita-2, Pib, Pi20</i>	やや強	罹病性
つきすずか	極強	非感受性	<i>Pib, Pik-m, Pi20</i>	不明	抵抗性
たちすずか	極強	非感受性	<i>Pib, Pita, Pi20</i>	不明	罹病性
つきことか	やや強	非感受性	<i>Pib, Pik-m, Pi20</i> , その他不明	弱	抵抗性

注) 除草剤耐性：4 HPPD阻害型除草剤（ベンゾビスクロン、メソトリオン、テフリルトリオン）に対する反応。



図-5 極短穂性品種の栽培適地

名取・細谷 2016)。以上のことから、従来品種では収量性や子実の消化性などから黄熟期にあたる出穂後 25～40 日頃の限られた期間が収穫適期であるのに対して、極短穂性品種では出穂後 30 日以降の長い期間に渡って良質な発酵粗飼料の生産が可能である。

2. 品種ごとの特性

1) 「つきはやか」

極短穂性品種のシリーズ中では最も出穂期が早い早生の品種。イネ縞葉枯病に抵抗性である(表-2)。稈長は「夢あおば」より 13cm 長い長稈である(表-1)。籾重割合は 23% で従来品種「夢あおば」より明らかに低いが、他の極

短穂性品種と比較してやや高い。また、茎葉乾物重は「夢あおば」より 49% 多収である。おおよその栽培適地は東北中部以南である(図-5)。

2) 「つきあやか」「たちあやか」

中生の極短穂性品種。イネ縞葉枯病に対して「たちあやか」は罹病性、「つきあやか」は抵抗性である(表-2)。稈長は 110cm を超える長稈であり、籾重割合は 3% 程度である(表-1)。また、茎葉乾物重は従来品種の「たちはやて」より 40% 程度多収である。おおよその栽培適地は東北南部以南である(図-5)。

3) 「つきすずか」「たちすずか」

晩生の極短穂性品種。縞葉枯病に対

して「たちすずか」は罹病性、「つきすずか」は抵抗性である(表-2)。稈長は長く栽培法によっては 120cm 以上に達する(表-1)。また、籾重割合は 3～7% と低く、茎葉乾物収量は従来品種の「タチアオバ」より 30% 程度多収である。おおよそ栽培適地は関東以西である(図-5)。

4) 「つきことか」

極晩生の極短穂性品種。縞葉枯病に対して抵抗性である(表-2)。稈長は極めて長く栽培法によっては 140cm 近くに達する(表-1)。また、籾重割合は 1.7% と低く茎葉乾物収量は「たちすずか」より 27% 多収である。おおよそ栽培適地は東海、瀬戸内沿岸、九州である(図-5)。

3. 活用方法および栽培上の注意

晩生の「つきすずか」、「たちすずか」、「つきことか」と早生の「つきはやか」、中生の「たちあやか」とでは出穂特性が大きく異なる。「つきすずか」、「たちすずか」、「つきことか」は感光性が強く、出穂期は日長の影響を強く受けるため、育成地(広島県福山市)では移植時期を 5 月中旬から 7 月中旬の間で変えても「つきすずか」、「たちすずか」では 9 月上旬に、「つきことか」では 9 月末に出穂し、変動が小さい(表-3)。そのため、移植時期を早くすれば、出穂までの生育期間が長くなり多収になりやすい。反対に移植時期が遅

表-3 極短穂性品種の移植時期による出穂期と収穫適期

熟期	品種名		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	感光性
早生	つきはやか	普通期	●			▲		■	■	■	弱
		晩植		●		▲		■	■	■	
		極晩植			●		▲		■	■	
中生	つきあやか たちあやか	普通期	●			▲		■	■	■	弱
		晩植		●		▲		■	■	■	
		極晩植			●		▲		■	■	
晩生	つきすずか たちすずか	普通期	●				▲		■	■	強
		晩植		●			▲		■	■	
		極晩植			●		▲		■	■	
極晩生	つきことか	普通期	●					▲		■	強
		晩植		●				▲		■	
		極晩植			●			▲		■	

●：移植時期，▲：出穂期，■：収穫適期。西日本農業研究センター（広島県福山市）での試験結果をもとに作図。

くなれば生育期間が短くなり、少収になりやすい。一方で「つきはやか」、「つきあやか」、「たちあやか」の出穂は日長の影響を受けにくく、育成地で5月下旬移植した場合は、「つきはやか」では7月末に、「つきあやか」と「たちあやか」では8月上旬頃に出穂する。また、7月中旬移植した場合は「つきはやか」では9月上旬、「つきあやか」では9月中旬に出穂し、晩植した場合は晩生の「つきすずか」と同等かより遅くなることがある（表-3）。このような出穂特性を活用すれば様々な作付け体系を設定することが可能である。例えば、移植時期を早く設定できる地域であれば、生育期間を長く稼げる「つきすずか」や「つきことか」が多収になりやすく、麦後や食用品種の移植後など6月下旬以降の遅い時期にしか移植できなければ、生育期間が短くなり、「たちあやか」、「つきあやか」が収量的に有効である。また、出穂をできるだけ早め、早期収穫を行う必要がある場合には「つきはやか」の早期移植が有効である。

また、極短穂性を十分に発揮させるためには移植や施肥の時期に留意する必要がある。いずれの品種も到穂日数が短くなると穂重割合が高まる傾向にあるが、特に感光性が強い「つきすず



図-6 「たちすずか」の穂の変異（藤本ら 2016）

か」、「つきことか」等でその傾向は強い（中込ら 2020b）。そのためこの品種では晩植や極晩植で栽培しないよう注意する必要がある。また、「たちすずか」では基肥を少なくし穂肥を施用することで穂重割合が高まり、反対に穂首分化期までの生育前半の施肥で茎葉収量が高く子実収量が少なくなることが報告されている（保科・上藤 2011, 保科 2014, 勝場・藤本 2013）。子実を収穫する食用品種では穂肥の施用により子実収量を高める必要があるが、稲発酵粗飼料においては子実は未消化による栄養損失につながるため不要である。そのため飼料を生産する上では穂肥は施用せず、分けつや稈長を伸ばし茎葉収量を高めるため栄養生長期を中心とする施肥体系をとる必要がある。

4. 今後の課題

1) 効率的な採種方法開発

極短穂性品種は子実が少ないことで栽培面や飼料としてのメリットが多くある一方で、子実はイネの種子であることから採種効率が悪く、普及を円滑に進めるために効率的な採種方法の開発が課題となっている。これまでに、「たちすずか」や「たちあやか」は一般的な品種と異なり、地上部乾物重を増やすことにより種子収量を増やすことはできないことが報告されている（藤本ら 2016）。また、「たちすずか」、「たちあやか」では栽培方法により一穂粒数は大きく変動し（図-6）、収量構成要素のうち一穂粒数が最も種子収量に寄与することが報告されていることから（保科・上藤 2011；保科 2014；松下ら 2014；藤本ら 2016）、

極短穂性品種において種子収量を改善するには一穂粒数を改善することが最も効率的であると考えられる。

先行して育成された「たちすずか」では、生殖成長期間を中心とした施肥体系、つまり基肥を少肥とし、幼穂分化期以降の穂肥を施用する施肥体系や晩植、疎植栽培で一穂粒数や種子収量が増加することが報告されている（藤本ら 2016; 保科・上藤 2011; 保科 2014; 保科・高桑 2014; Matsushita ら 2013）。これらの知見をもとに種子生産用の栽培マニュアル（勝場・藤本 2013）が作成され、飼料用の栽培であれば 10kg/10a 程度の粒重であるのに対して、300～450kg/10a 程度の種子収量を得られるようになった。また、同様の技術により「つきすずか」や「つきことか」の効率的な採種も可能であることが報告されている（中込ら 2018, 2019）。

しかし、「たちあやか」と「つきあやか」では、上記の採種技術を活用しても安定した種子量を得ることが難しい。「たちあやか」を用いた試験においては幼穂形成期の低温により一穂粒数が増加するとの報告があり、高標高地や寒冷地での採種が有効との指摘もなされているが（中込ら 2020a）、十分に安定した採種方法の開発に至っていない。極短穂性品種の普及には、極短穂性品種に共通した統一的な採種方法の開発が必要であり、一穂粒数の変動に係るメカニズムを解明する必要がある。

2) いもち病抵抗性の強化

本稿で紹介した極短穂性を示す 6 品種はいずれも我が国で優占しているいもち病菌に対して強力な抵抗性を示す真性抵抗性遺伝子を有しているが、圃場抵抗性は不明あるいは弱いものが多い（表-2）。そのためこれらを侵害するいもち病菌が現れると感染が広がる恐れが高い。すでに同一の極短穂性品種の栽培を続けている地域においていもち病の発生が見られる事例がある。いもち病は多肥栽培で発生が多くなるが、稲発酵粗飼料は耕畜連携における畜産堆肥の多投や多収を得るために施用窒素量が多くなるケースが多い。また、農林水産省の「緑の食料システム戦略」においては農薬の使用量を 2050 年までに 50% 低減することが目標として掲げられている。そのため、極短穂性品種へのいもち病圃場抵抗性の付与は喫緊の課題となっている。これまでに *pi21* や *Pi39* などのいもち病圃場抵抗性遺伝子が同定されており、今後はこれらのゲノム情報を活用しいもち病抵抗性を強化した極短穂性品種の開発を行う必要がある。

5. 最後に

極短穂性の品種は 2023 年 5 月の時点で宮城県から大分県までの 23 県においていずれかの品種が飼料作物の奨励品種や優良品種などに指定され（農林水産省 2023）、普及が進んでいる。しかし、既存の食用品種や飼料用米兼用の品種を稲発酵粗飼料の生産に用い

ている産地が未だ主流と思われる。種子価格や耐病性等の課題も残されるが、専用品種の存在やその飼料としての優れた点を多くの畜産農家や耕種農家に知っていただき、さらなる普及を期待したい。

引用文献

- 藤本ら 2016. 短穂飼料用イネ品種の効率的種子生産方法の検討. 近中四研報 16, 13-27.
- 福嶋ら 2017. 東北地域におけるイネ WCS 用水稲品種の乾物特性および飼料成分. 日作紀 86, 1-6.
- 保科・上藤 2011. イネ発酵粗飼料用品種「たちすずか」の収量および収量構成要素に及ぼす施肥の影響. 日本作物学会第 231 回講演会要旨集, 260-261.
- 保科亨 2014. WCS 専用水稲品種「たちすずか」の子実収量に及ぼす晩植条件での栽植密度および窒素施用の影響. 日本作物学会第 237 回講演会要旨集, 38-37.
- 保科・高桑 2014. 発酵粗飼料専用水稲品種「たちすずか」の子実収量に及ぼす移植条件および窒素施用の影響. 日本作物学会第 238 回講演会要旨集, 8.
- 勝場・藤本 2013. 「たちすずか」の効率的種子生産技術. 高糖分飼料イネ「たちすずか」栽培技術マニュアル, 20-23.
- 河野ら 2014. 極短穂型飼料イネ品種「たちすずか」によるホールクロップサイレージの栄養価と第一胃内分解性. 日草誌 60, 91-96.
- 草ら 2018. 窒素施肥と収穫時期が稲発酵粗飼料用品種「たちすずか」の材料草およびサイレージの化学成分と発酵品質に及ぼす影響. 日草誌 64, 7-17.
- Li *et al.* 2009. Short panicle 1 encodes a putative RTR family transporter and determines rice panicle size. The Plant Journal. 58, 592-605.
- 松下ら 2012. 茎葉多収で消化性に優れた高糖分含量の飼料用水稲品種「たちすずか」の育成. 近中四農研報 11, 1-13.

- Matsushita *et al.* 2013. Effect of low planting density on the spikelet number in 'Tachisuzuka', a rice (*Oryza sativa* L.) cultivar with a short panicle for whole crop silage use. Grassl. Sci. 59, 124-127.
- Matsushita *et al.* 2014. Yield and Lodging Resistance of 'Tachiayaka', a Novel Rice Cultivar with Short Panicles for Whole-Crop Silage. Plant Prod. Sci. 17, 202-206.
- 松下ら 2014. 基肥、穂肥と栽植密度が稲発酵粗飼料用品種「たちあやか」の穂数に及ぼす影響。日本作物学会第237回講演会要旨集, 34.
- 中込ら 2018. 縞葉枯病抵抗性で糖含有率が高い稲発酵粗飼料用品種「つきすずか」の育成。農研機構報告西日本農研 18, 41-51.
- 中込ら 2019. 極晩熟期で茎葉乾物収量が高い発酵粗飼料専用イネ品種「つきことか」の育成および特性。育種学研究 21, 124-129.
- 中込ら 2020a. 極短穂性の発酵粗飼料用水稲品種「たちあやか」の効率的種子生産を目的とした一穂穂数に及ぼす温度条件の検証。日作紀 89, 211-217.
- 中込ら 2020b. 極短穂性を示すイネ品種系統の一穂穂乾物重に与える到穂日数の影響。日作紀 89(4), 317-324.
- 中込ら 2022a. 短穂性で縞葉枯病抵抗性の発酵粗飼料用イネ品種「つきはやか」と「つきやかやか」の育成および特性。育種学研究 24, 28-34.
- 中込ら 2022b. 西日本地域における極短穂性を有するイネ品種の出穂後の飼料成分含有率の変動とその要因。日作紀 91, 59-66.
- 名取・細谷 2016. 飼料用イネ専用品種の収穫時期別の消化性の推移。千葉畜産研報 16, 47-53.
- 日本草地畜産種子協会 2022. 稲発酵粗飼料の飼料特性とTMR調製。稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル 第7版, 98-118.
- 野中和久 2006. サイレージ。扇元敬司・桑原正貴・寺田文典・中井裕・清家英貴・廣川治, 新編畜産ハンドブック。講談社サイエンティフィク, 東京, 164-171.
- 農林水産省 2023. 飼料作物奨励品種等一覧 (<https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/shiryo/yuryouhinsyu/katsuyou.html#info>, 2024年5月閲覧)
- 農林水産省 2024a. 米をめぐる状況について (https://www.maff.go.jp/j/seisan/kikaku/attach/pdf/kome_siryou-154.pdf, 2024年5月閲覧)
- 農林水産省 2024b. 飼料をめぐる情勢 (https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_siryo/attach/pdf/index-1070.pdf, 2024年5月閲覧)
- 新出昭吾 2010. 乳牛における飼料イネ WCS 給与の課題。日草誌 44, 365-372.
- 山田・村田 2010. 稲発酵粗飼料の品質向上・増収技術の開発—飼料用イネの生育特性と熟期ごとの β -カロテン含量および糖含量—。福井県畜試研報 23, 51-56.

ジャスモン酸メチルによる バラの奇形花発生の軽減

明治大学農学部

金枝 怜

半田 高

はじめに

日本では、2022 年度に約1 億8,900 万本のバラが生産され、国内第3 位の切り花生産量となっている（農林水産省 2023）。しかし、近年では安価な輸入バラ切り花が増加しており、国産バラ切り花とのすみ分けが求められている。そこで近年、国産バラ切り花の優位性として、鮮度が重要となる芳香性品種の需要が高まっている。

日本で最も生産量の多い芳香性バラ切り花品種は‘イヴ・ピアッチェ’である。この品種は約 50 枚の桃色花弁

からなる牡丹に似た八重咲きの華やかな花形により人気があるが、開花中に花弁が向軸側に湾曲した奇形花弁が頻発する。この奇形花弁は正常な開花を妨げ、花の香りも変質して弱まり、切り花品質が著しく低下する。著者らはこの奇形花を「インカーブ花」と名付けた（図 -1A, B）。インカーブ花は‘イヴ・ピアッチェ’とその枝変わり品種群や、‘ホワイトクリスマス’などの花弁数の多い一部の品種でも同様に見られることが知られている。著者らの先行研究（富山ら 2013）で、インカーブ花は花弁表皮細胞の構造が凸レンズ状の立体構造であることから、開花段

階における花弁表皮細胞は未成熟である可能性が考えられる（図 -1C, D）。しかし、インカーブ花の発生機構については未だ明らかになっておらず、根本的な対策はなされていないのが現状であった。

オーキシシンやジベレリンなどの植物ホルモンは、細胞の分裂と肥大を制御するための重要な因子であり、花の発達においても多くの報告がなされている。そこで著者らは、花蕾発達時の花弁の内生酸性植物ホルモンを調査した（Kaneeda *et al.* 2024）。そして、収穫後のインカーブ花弁数を抑制し、正常に展開させるために、様々な植物ホルモンを活け水に添加し、その影響を調査した（Kaneeda *et al.* 2023）。また、栽培時においてインカーブ花の発生そのものを抑制するために、収穫前の花蕾に植物ホルモンを散布し、その影響を調査した（Kaneeda *et al.* 2024）。

1. 花蕾発達時の花弁の 内生酸性植物ホルモン

2021 年に明治大学の温室で栽培された‘イヴ・ピアッチェ’から花弁を採取し、内生植物ホルモンの測定に使用した。2021 年4 月から7 月まで、各発達段階（ステージ0～4、図 -2）の花から全花弁を採取した。ステージ1 は、萼片が90° に広がった未熟な花蕾を意味する。この段階では、正常花とインカーブ花の間に形態的な区別はない。ステージ2 は、萼片が180° に

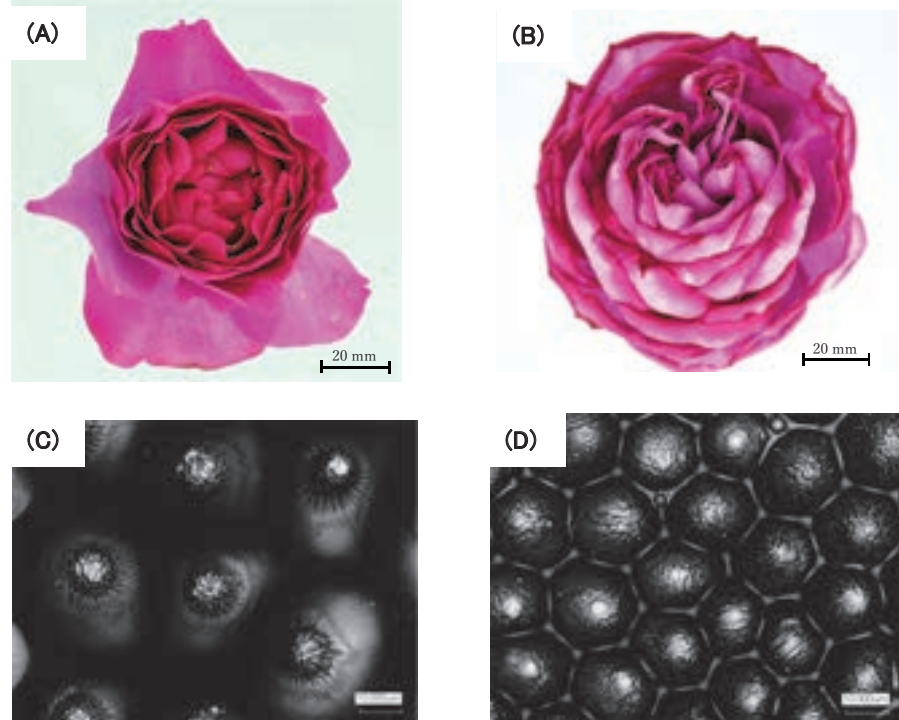


図-1 バラ‘イヴ・ピアッチェ’の (A) 正常花と (B) インカーブ花、および花弁縁部向軸側細胞のユニバーサルズーム顕微鏡写真 (150 倍) の (C) 正常花と (D) インカーブ花。(富山ら 2013)

※正常花は切り花長 70 cm、茎径 6 mm、インカーブ花は切り花長 60 cm、茎径 8 mm のものを使用



図-2 使用した開花ステージおよび正常花とインカーブ花の形態の違い (Kaneeda *et al.* 2024)

(A): ステージ 0, (B): ステージ 1, (C): ステージ 2, (D): ステージ 3,
(E) と (F): ステージ 4 の正常花, (G) と (H): ステージ 4 のインカーブ花.
※矢印はインカーブ花弁を示す
※ステージ 0 は正常花とインカーブ花の区別なし

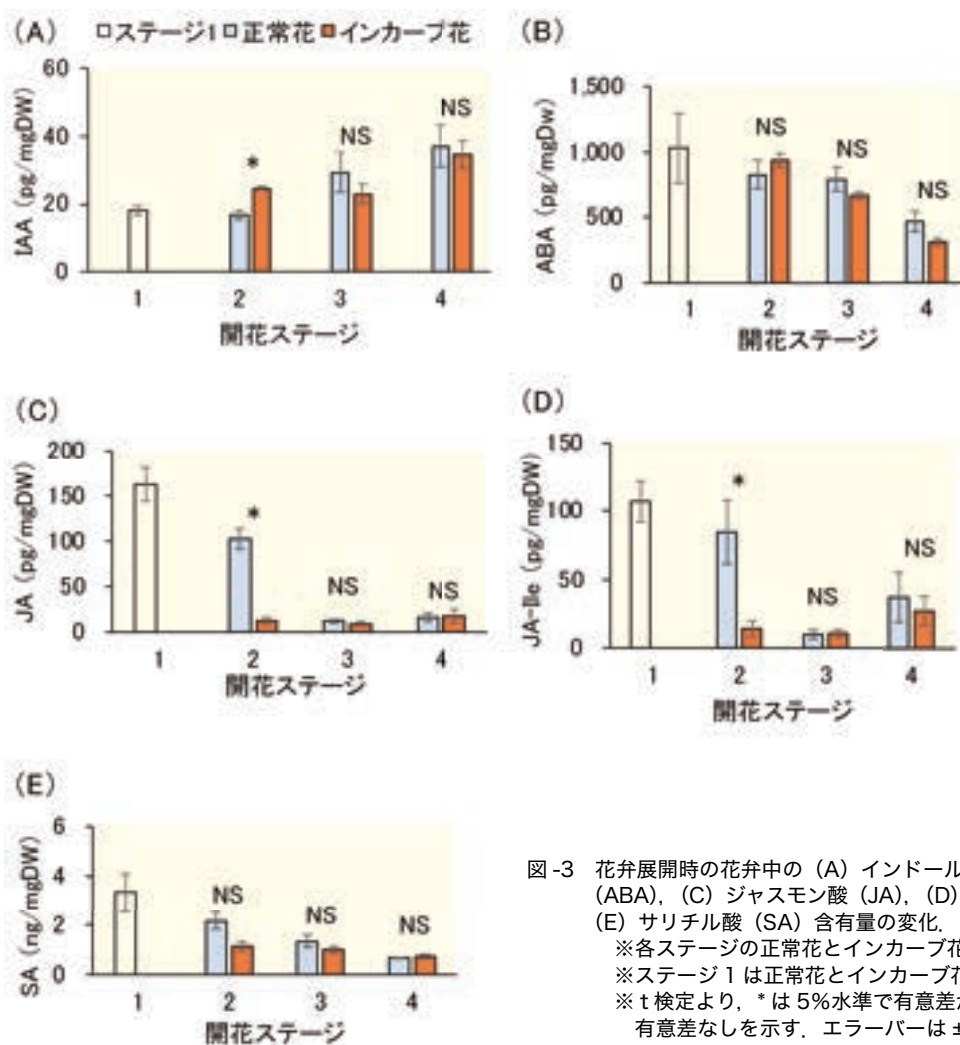


図-3 花弁展開時の花弁中の (A) インドール-3-酢酸 (IAA), (B) アブシジン酸 (ABA), (C) ジャスモン酸 (JA), (D) ジャスモン酸イソロイシン (JA-Ile), (E) サリチル酸 (SA) 含有量の変化. (Kaneeda *et al.* 2024).

※各ステージの正常花とインカーブ花ともに n=3.

※ステージ 1 は正常花とインカーブ花の区別なし.

※t検定より, *は5%水準で有意差があることを示し, NSは有意差なしを示す. エラーバーは±標準誤差を示す.

広がった、花弁が展開する直前の成熟花蕾を意味する。この段階では、シュート長と花床径の違いにより、正常花とインカーブ花を区別することができる。ステージ3は、外側の5枚の花弁が展開した開花段階で、インカーブ花がはっきりと確認できる。ステージ4では、外側の花弁10枚が展開して花の発達は完了する。採取後に花弁の新鮮重を計測し、液体窒素で凍結し、分析まで-80℃で保管した。分析は、ジベレリン酸 (GA1 および GA4)、インドール-3-酢酸 (IAA)、アブジン酸 (ABA)、ジャスモン酸 (JA)、ジャスモノイルイソロイシン (JA-Ile) およびサリチル酸 (SA) について、先行研究 (Kanno *et al.* 2016) の方法で実施した。

分析の結果、GA1 または GA4 は全ステージで検出されず、ABA および SA 含有量は全ステージにおいて正常花とインカーブ花との間に有意差はなかった (図-3B, E)。IAA 含有量はステージ2ではインカーブ花が正常花よりも高くなったが、ステージ3または4では有意差はなかった (図-3A)。JA 含有量は、正常花とインカーブ花の両方でステージ1から2にかけて減少し、インカーブ花は正常花よりも急激に減少した (図-3C)。その後、正常花の JA 含有量も急激に低下し、ステージ3および4では正常花とインカーブ花の間に有意差はなくなった。JA-Ile 含有量も、JA 含有量と同様の変化を示した (図-3D)。

以上の結果より、正常花とインカー

ブ花の間では、開花の初期段階であるステージ2で、IAA, JA, JA-Ile の含有量に有意差があることがわかった。これは、インカーブ花が開花初期段階に生じることを示唆している。バラの奇形花の一種であるブルヘッドは、低温や高温など不適切な温度条件下でバラを栽培した場合に頻発するが、ブルヘッド花では内生サイトカイニン活性が増加する一方、内生ジベレリン様物質の活性は減少することが報告されている (Zieslin *et al.* 1979)。このことから、開花開始時の何らかのストレスが、インカーブ花の内生植物ホルモンの変化を引き起こす可能性が考えられる。ステージ2では、インカーブ花の IAA 含有量が正常花よりも有意に高かったが、Aloni *et al.* (2006) は、シロイヌナズナの花蕾発達中の葯に含まれる高濃度の IAA が、花弁や蜜腺など葯に隣接する花器官の成長を遅らせて雄ずいと同期させることを報告している。したがって、本研究のステージ2においてインカーブ花の IAA 濃度が高いことは、花弁成長を制限する要因である可能性が考えられる。一方、ステージ2の JA および JA-Ile 含有量は、インカーブ花が正常花よりも大幅に低く、正常花のわずか約25%であった。シロイヌナズナの JA 合成に関与する *opr3* 遺伝子は、花弁サイズ、細胞の肥大、維管束の配置パターンの変化を引き起こすが、外生 JA 投与により *OPR3* 花弁の表現型を回復させた (Brioudes *et al.* 2009)。この結果は、花弁の発達中に JA によって開始され

るシグナルが、花弁成長の後期段階の細胞増殖と花脈形成の制御に関与していることを示唆している。ハクサイ (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*) の花弁変性変異体 (*pdm*) では、野生型 (FT) と比較して、JA 濃度が低下し、花弁長に影響を与えた (Peng *et al.* 2019)。また、JA 生合成部位が失われた八重咲きユリ品種 'Doubleen' では、花被片中の JA 濃度が低いと花被の伸長が強く抑制されるが、ジャスモン酸メチル (MeJA) を処理すると花被片は伸長した (Fukasawa *et al.* 2023)。これらの結果は、バラにおける花弁中の低濃度の JA がインカーブ花の形成に関与し、外生ジャスモン酸を処理することによってインカーブ花を抑制できる可能性を示唆している。

2. 収穫後におけるインカーブ花の抑制方法の検討

‘イヴ・ピアッチェ’の収穫後に内生植物ホルモンを施用することで、インカーブ花弁数の増減に与える影響を調査した (Kaneeda *et al.* 2023)。花茎を30 cm 長に切り、葉からの蒸散と転流糖の影響を避けるため、すべての葉を除去した。実験1では、花茎の基部を、対照区の0.005% (w/v) KathonTM CG (抗菌剤, Rohm and Hass 社) を含む脱イオン水、または MeJA パルス吸水処理用に500 μM MeJA (和光純薬工業株式会社) を加えた脱イオン水に置いた。MeJA パルス吸水処理は、切り花を500 μM

表-1 MeJA パルス吸水または SA 連続吸水処理した切り花の満開までの日数および花の日持ち.
(Kaneeda *et al.* 2023)

	処理区	満開までの日数 (日)	花の日持ち (日)
実験 1	対照区	3.33 ± 0.30	4.50 ± 0.20
	MeJA パルス吸水区	3.86 ± 0.13	4.86 ± 0.13
	有意差	NS	NS
実験 2	対照区	3.88 ± 0.30	5.52 ± 0.12
	MeJA パルス吸水区	4.56 ± 0.20	5.48 ± 0.14
	SA 連続吸水区	3.80 ± 0.18	5.40 ± 0.14
	有意差	NS	NS

MeJA 溶液に 24 時間置いた後、対照区と同じ溶液に移した。糖による開花への影響を避けるため、溶液に糖は加えなかった。切り花は処理ごとに 8 本使用し、50 mL 溶液の入ったメスシリンダーに個別に挿し、24±2°C、相対湿度 60±10%、16 時間明期 [光合成光量子束密度 (PPFD): 20 ~ 40 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$] に設定したインキュベーター (LH-80LED-DT, 日本医科器械製作所) に置いた。実験 2 では、実験 1 と同じ方法で切り花を処理ごとに 5 本使用し、以下の 3 処理区で実験 1 と同じ設定のインキュベーターに置いた: (1) 対照区の 0.005% (w/v) KathonTM CG を含む脱イオン水, (2) 0.005% (w/v) KathonTM CG を含む 500 μM MeJA パルス吸水処理区, および (3) 0.005% (w/v) KathonTM CG を含む 500 μM SA 連続吸水処理区。サリチル酸 (SA) は、花の日持ちが終了するまで切り花中のジャスモン酸の生合成を阻害するため、連続給水处理とした。満開までの日数は、花の中心部に雄ずいと雌ずいが見えた日と判定した。花の日持ちは、一般財団法人日本花普及センターの「切り花の日持ち評価レファレンステストマニュアル 2020 年版」(公益財団法人日本花普及センター 2020) に従い、花卉の萎れ、ブルーイング、花卉の変色により評価した。バラの一部の品種は開花後期に花卉が青く褪色することがあり、この現象はブルーイングと呼ばれる (Yasuda 1970)。各項目はマニュアルの A から D で評価し、C が 2 つ

※実験 1 の各処理区の切り花本数は n=8.

※実験 2 の各処理区の切り花本数は n=5.

※NS は有意差なしを示す(実験 1 は t 検定, 実験 2 は Tukey 法).
平均値±標準誤差を示す.

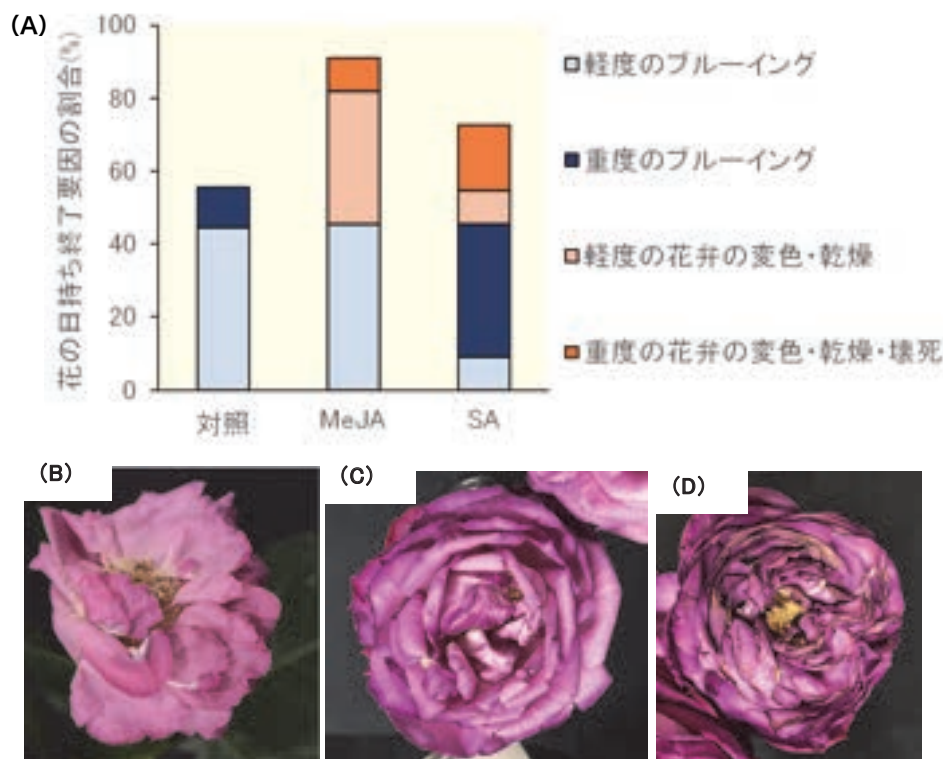


図-4 (A) MeJA または SA 処理した切り花の花持の日持ち終了時の要因の割合および日持ち終了時点の (B) 対照区, (C) MeJA パルス吸水処理区, (D) SA 連続吸水処理区の花弁の状態. (Kaneeda *et al.* 2023)

※各処理区の切り花本数は n=5.

以上、またはDが1つ以上になった時点で花の日持ち終了とした。実験2の花の日持ち終了時の各要因の割合は、各要因を生じた切り花の数を切り花総数で割ることで決定した。

実験1の結果、MeJAパルス吸水処理で花の日持ちは延長しなかったが、満開までの日数が半日長くなる傾向にあった(表-1)。先行研究でも、MeJA処理によりバラ切り花の開花が遅れることが報告されている(Horibe and Makita 2019; 2021)。実験2の結果、MeJAパルス吸水処理、サリチル酸(SA)連続吸水処理および対照区との3区間で花の日持ちに有意差は見られなかった(表-1)。また、実験1と同様にMeJAパルス吸水処理は、満開までの日数が増加する傾向を示した。以上より、MeJAパルス吸水処理区における満開までの日数の増加は、Horibe *et al.* (2013)の報告と同様、MeJAがバラ切り花の開花プロセスを遅らせたことを示唆している。バラ切り花の観賞価値はつぼみから満開までの開花過程にもあるため(Horibe and Makita 2019)、満開までの日数を長くするMeJA処理は切り花の品質を向上させる可能性がある。全処理区において、花の日持ち終了時の要因はブルーイングが最も一般的であったが、ブルーイングの程度は処理区間で異なった(図-4)。SA連続吸水処理区では、花卉のブルーイングが最も一般的であったが、MeJAパルス吸水処理区のブルーイングは軽度であった。MeJAパルス吸水処理区における花

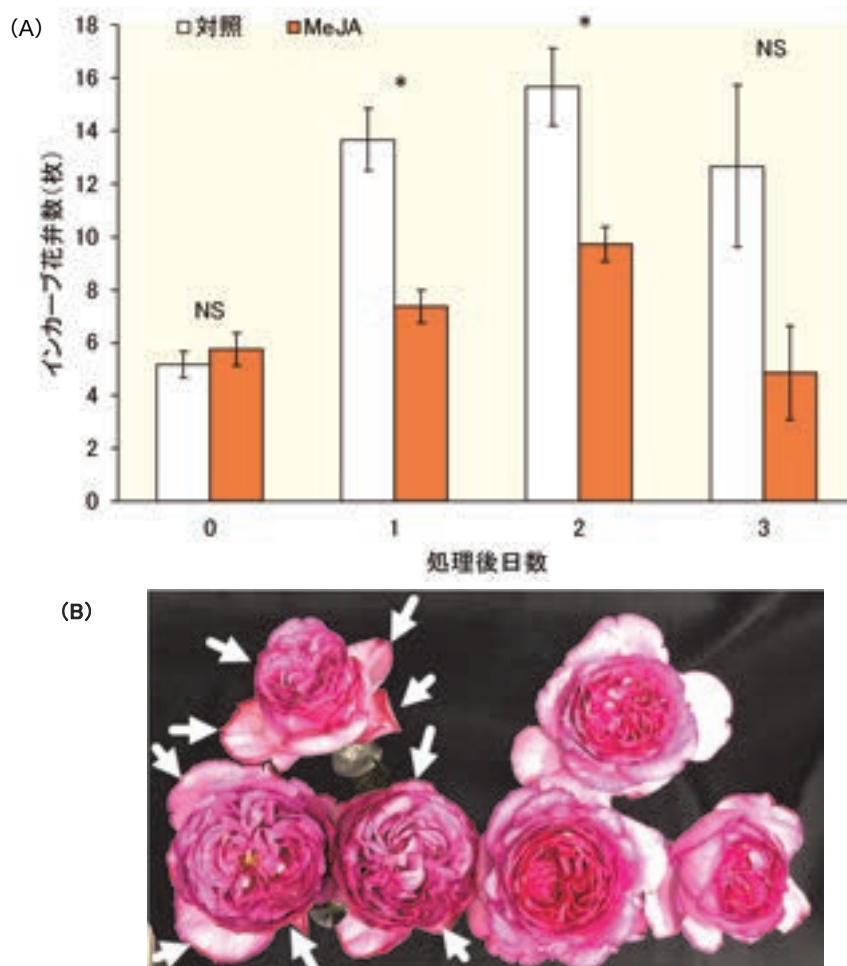


図-5 (A) 切り花へのMeJAパルス吸水処理後のインカーブ花弁数の推移および(B) 処理後3日目時点の各処理区(左3花:対照区 右3花:MeJA区)の切り花。(Kaneeda *et al.* 2023)

※各処理区の切り花本数はn=8.

※t検定より,*は5%水準で有意差があり、NSは有意差なしを示す.

エラーバーは±標準誤差を示す.

※矢印はインカーブ花弁を表す.

の日持ち終了の主要因は、花卉のわずかな変色であり、花卉の萎れやひどく変色した花卉はわずかであった(図-4A, C)。一方、対照区およびSA連続吸水区では花卉の変色や萎れがより多く見られ、対照区は、全処理区中で最も花卉の萎れがひどかった(図-4B, D)。

両実験において、MeJAパルス吸水処理区は、対照区と比較してインカーブ花弁数が大幅に減少した(図-5, 図-6)。著者ら(2019)は、インカーブ花の開花初期におけるインベルターゼ活性が急激に低下していることを示した。また、Horibe *et al.* (2013)は、

MeJA処理が切り花のインベルターゼ活性をより高いレベルで維持できることを報告している。したがって、本研究で、MeJAパルス給水がインカーブ花弁数の抑制に有効であったのは、開花初期のインベルターゼ活性の急激な低下をMeJAが抑制した可能性がある(Kaneeda *et al.* 2023)。また、SA連続吸水処理区は対照区と比較してインカーブ花弁数が増加した。SAは13S-ヒドロペルオキシシロレン酸から12-オキソ-フィトジエン酸への変換を阻害し、JA合成を阻害することでシグナル伝達経路を阻害することが知られている(Doares *et al.* 1995;

Pieterse *et al.* 2012)。また、SA はシロイヌナズナにおいて JA 経路に負のクロストークを及ぼすことが示されている (Proietti *et al.* 2013)。本研究の切り花における JA の生合成は SA によって阻害された可能性がある。ただし、正常花とインカーブ花の花弁中の SA 含有量は極めて少なく、両者に有意差もなかったことから、SA 自体はインカーブ花の発生には関与していない可能性が高い。インカーブ花の発生要因を解明するにあたって、今後は SA 以外の植物ホルモン処理によるインカーブ花弁の発生増加を試みる必要があると考える。また、今回の実験では、溶液に糖を添加しなかったため、対照区に比べて花の日持ちを有意に延長することができなかったと考えられるため、今後はインカーブ花弁の抑制および花の日持ち延長を目的として、植物ホルモンと糖の併用処理を試みる。

結論として、MeJA パルス吸水処理は、‘イヴ・ピアッチェ’において満開になるまでの日数を延長し、インカーブ花弁数を減少させることで切り花の品質を改善した。対照的に SA 連続吸水処理は、インカーブ花弁数を増加し切り花の品質を低下させた。これらの結果は、MeJA と SA が‘イヴ・ピアッチェ’におけるインカーブ花弁の発達に対して拮抗的な影響を及ぼすことを示唆している。

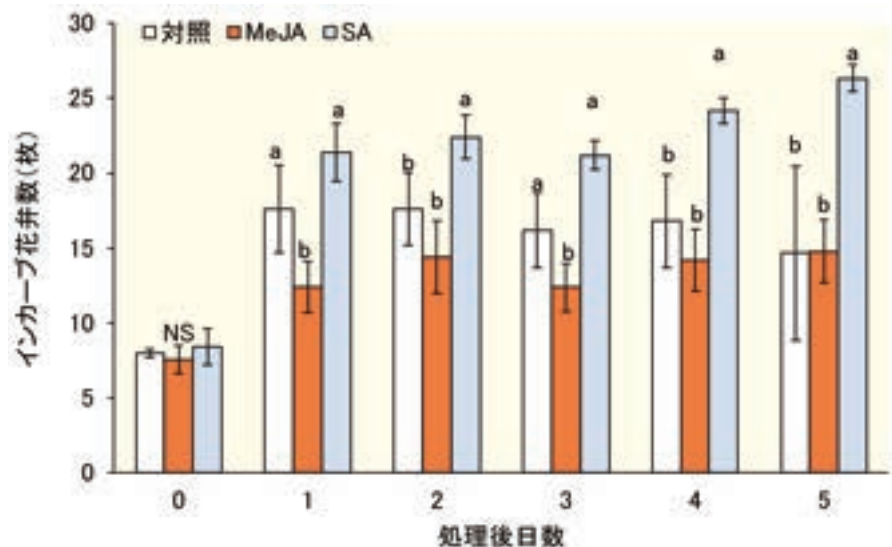


図-6 MeJA パルス吸水または SA 連続吸水処理した切り花品種のインカーブ花弁数の推移 (Kaneeda *et al.* 2023)

※各処理区の切り花本数は n=5.

※ Tukey 法より、各処理後日数における処理区の異なるアルファベット間には 5%水準で有意差があることを示し、NS は有意差なしを示す。

エラーバーは ± 標準誤差を示す。

3. 栽培時におけるインカーブ花の抑制方法の検討

先行研究より、バラ切り花では収穫後に酸性インベルターゼ活性が低下し、MeJA 処理がこの低下を抑制することが報告されている (Horibe *et al.* 2013)。したがって、花蕾への MeJA 散布処理は、収穫後に低下する酸性インベルターゼ活性を高い値で維持することが期待できると考えられる。そこで著者らは‘イヴ・ピアッチェ’の収穫前に MeJA の散布処理を行うことで、インカーブ花を減らすことを試み、切り花の品質に与える影響を調査した (Kaneeda *et al.* 2024)。

2020 年に、(1) 100μM MeJA 散布処理および (2) 対照区の脱イオン水散布処理を実施した。散布処理は、ベアサルシュートの花芽が直径 6 ～ 10mm に達し、がく片が破れて色付いた花弁が現れ始めたときに開始した (ステージ 0, 図-2)。その後、ステージ 4 まで花蕾に毎日 3 mL の噴霧液を

均一に湿らせる散布処理を行い、切り花を収穫した。収穫した花は、インカーブ花を特徴付ける形態として、インカーブ花の発生率 (%), インカーブ花弁数, 最大花径 (mm), 花弁新鮮重 (g), 雄ずい長 (mm), 雄ずい新鮮重 (g), 雌ずい長 (mm), 花床径 (mm), 花床新鮮重 (g), およびがく片新鮮重 (g) の 10 項目を測定した。MeJA 散布処理区は 34 本、対照区は 27 本の切り花を測定した。

実験の結果、栽培時の花蕾への MeJA 散布処理は、インカーブ花の発生率とインカーブ花弁数を減少させ、最大花径と雄ずい長を増大させた (表-2)。この結果は、JA がシロイヌナズナの花弁と雄ずいの伸長に必要であることを示す先行研究と共通している (Tabata *et al.* 2010)。また、栽培時の MeJA 散布処理は、収穫後の MeJA パルス吸水処理と比較して、インカーブ花の発生そのものを抑制するのに優れている可能性がある結果を示した。また、内生植物ホルモン含有量の測定結果より (図-3)、インカー

表 -2 栽培時の MeJA 散布処理が花器官に及ぼす影響. (Kaneeda *et al.* 2024)

処理区	対照区	MeJA 区	有意差
インカーブ花発生率(%)	77.78	23.53	—
インカーブ花弁数(枚)	6.26±1.77	1.53±0.71	* ^y
最大花径(mm)	84.60±2.45	96.14±2.04	*
花弁新鮮重(g)	11.69±1.30	10.05±0.69	NS
雄ずい長(mm)	8.67±0.43	8.82±0.27	*
雄ずい新鮮重(g)	0.17±0.02	0.14±0.01	NS
雌ずい長(mm)	9.79±0.69	9.44±0.27	NS
花床径(mm)	12.67±0.42	11.75±0.25	NS
花床新鮮重(g)	1.64±0.16	1.37±0.09	NS
がく片新鮮重(g)	0.33±0.04	0.31±0.02	NS

※各処理区の切り花本数は対照区 n=27, MeJA 処理区 n=34.
※t 検定より, *は 5%水準で有意差があり, NS は有意差なしを示す。
平均値±標準誤差を示す。

ブ花は正常花と比較して開花初期における IAA 含有量が高く、一方で JA と JAIIe 含有量が著しく低くなっている (図 -3A, C, D)。したがって、栽培時の MeJA 散布処理はこのジャスモン酸類の不足を補った可能性が考えられる。

生産者における栽培では、切り花は成熟花蕾であるステージ 2 で収穫されるため、多くの場合、インカーブ花弁が目視では確認されずに出荷および流通される。栽培時の MeJA 散布処理区をステージ 2 で収穫した切り花では、インカーブ花弁は出現せず、対照区の切り花でのみインカーブ花が観察された(データ未掲載)。したがって、栽培時の MeJA 処理は、潜在的なインカーブ花の抑制に効果的である。

栽培時の MeJA 散布処理区は対照区と比較して、開花までの日数や花の日持ちを有意に延長しなかった (データ未掲載)。本実験で花の日持ちを延長できなかったのは、開花のエネルギー源であり、浸透圧調節物質である可溶性糖類が不十分であった可能性が考えられる。したがって、今後の研究では、花の日持ちをさらに延ばすために、収

穫後の花瓶溶液に可溶性糖類を添加する実験が必要と考える。

結論として、栽培時の花蕾への MeJA 散布処理は、収穫時のインカーブ花を抑制することで切り花の品質低下を減少する効果があることが明らかになった。

まとめ

本研究では、収穫後における 500 μM MeJA パルス吸水処理により、インカーブ花弁数を抑制し、切り花の品質を向上させた。また、栽培時における花蕾への連続的な 100 μM MeJA 散布処理により、インカーブ花弁数を抑制し、インカーブ花の発生そのものも抑制した。インカーブ花の発生要因は、花弁が展開する直前のステージ 2 の段階における花弁中の IAA の高蓄積および JA, JAIIe の低蓄積であると考えられる。花弁中 IAA の高蓄積によって、インカーブ花では各形態が大型化した一方で、花弁細胞の肥大が抑制された可能性が考えられる。また、高濃度の IAA は、JAs の生合成を阻

害したことも考えられる。JAs の低蓄積により、インカーブ花ではインペルターゼ活性が維持されずに急落することで、花弁細胞への持続的な吸水が抑制されて細胞肥大が抑制された結果、花弁が向軸側に湾曲してしまう可能性が考えられる。

参考文献

Aloni, R., E. Aloni, M. Langhans and C. I. Ullrich 2006. Role of auxin in regulating *Arabidopsis* flower development. *Planta* 223, 315–328.

Brioudes, F., C. Joly, J. Szécsi, E. Varaud, J. Leroux, F. Bellvert, C. Bertrand and M. Bendahmane 2009. Jasmonate controls late development stages of petal growth in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 60, 1070–1080.

Browse, J. 2005. Jasmonate: an oxylipin signal with many roles in plants. *Vitam. Horm.* 72, 431–456.

Devoto, A. and J. G. Turner 2003. Regulation of jasmonate—mediated plant responses in *Arabidopsis*. *Ann. Bot.* 92, 329–337.

Doares, H. S., J. Narváez—Vásquez, A. Conconi and C. A. Ryan 1995. Salicylic acid inhibits synthesis of proteinase inhibitors in tomato leaves induced by systemin and jasmonic acid. *Plant Physiol.* 108, 1741–1746.

Fukasawa, T., M. Kojima, Y. Takebayashi, H. Sakakibara, K. Matsushima, K. Yasuba, Y. Yoshida, T. Goto and Y. Kitamura 2023. Low jasmonic acid accumulation causes the defect in the tepal expansion in double—flowered green lily cultivar, ‘Doubleen’. *Sci. Hortic.* 308: 111539. DOI: 10.1016/j.scienta.2022.111539.

Horibe, T., S. Yamaki and K. Yamada 2013. Effects of auxin and methyl jasmonate on cut rose petal growth

- through activation of acid invertase. *Postharvest Biol. Technol.* 86, 195–200.
- Horibe, T. and M. Makita 2019. Methyl jasmonate treatment delays flower opening and petal wilting of three cut rose cultivars. *J. Hortic. Res.* 27, 1–10.
- Horibe, T. and M. Makita 2021. Promotion of flower opening in cut rose cultivars by 1-naphthaleneacetic acid treatment. *Ornam. Hortic.* 27, 314–319.
- Kaneeda, R. and T. Handa. 2019. Changes in carbohydrate content in petal parts of incurved malformed flowers of fragrant cut rose variety ‘Yves Piaget’. *Acta Hort.* 1263: 119–124.
- Kaneeda, R., K. Hardie, K. Hoshino, C. Yoshida and T. Handa 2023. Suppression of malformed petals in cut rose ‘Yves Piaget’ flowers caused by pulse—uptake treatment of methyl jasmonate. *Hort. J.* 92, 335–341.
- Kaneeda, R., Y. Kanno, M. Seo, K. Hardie and T. Handa 2024. Inhibition of malformed incurved flowers in the cut rose cultivar ‘Yves Piaget’ by methyl jasmonate spray treatment of flower buds before harvest. *Hort. J.* 93, 216–223.
- Kanno, Y., T. Oikawa, Y. Chiba, Y. Ishimaru, T. Shimizu, N. Sano, T. Koshiba, Y. Kamiya, M. Ueda and M. Seo 2016. AtSWEET13 and AtSWEET14 regulate gibberellin—mediated physiological processes. *Nat. Commun.* 7: 13245. DOI: 10.1038/ncomms13245.
- 農林水産省 2023. 花卉の現状について. 農林水産省ホームページ. 組織・政策. 生産. 園芸作物 (野菜・果樹・花き). 花き振興コーナー. 公開資料. p. 4–19. <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kaki/flower/attach/pdf/index—14.pdf>.
- Peng, S., S. Huang, L. Zhiyong and F. Hui 2019. Mutation of ACX1, a jasmonic acid biosynthetic enzyme, leads to petal degeneration in Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*). *Int. J. Mol. Sci.* 20: DOI: 10.3390/ijms20092310.
- Pieterse, C. M., D. Van der Does, C. Zamioudis, A. Leon—Reyes and S.C. Van Wees 2012. Hormonal modulation of plant immunity. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* 28, 489–521.
- Proietti, S., L. Bertini, A. M. Timperio, L. Zolla, C. Caporale and C. Caruso 2013. Crosstalk between salicylic acid and jasmonate in Arabidopsis investigated by an integrated proteomic and transcriptomic approach. *Mol. Biosyst.* 9, 1169–1187.
- Tabata, R., M. Ikezaki, T. Fujibe, M. Aida, C. E. Tian, Y. Ueno, K. T. Yamamoto, Y. Machida, K. Nakamura and S. Ishiguro 2010. Arabidopsis AUXIN RESPONSE FACTOR 6 and 8 regulate jasmonic acid biosynthesis and floral organ development via repression of class 1 KNOX genes. *Plant Cell Physiol.* 51, 164–175.
- 富山久美子・池浦博美・半田高. 2013. 樹勢および花卉表面構造の違いがバラの香りに及ぼす影響. 園芸学研究 12 別 2 : 504.
- Yasuda, H. 1970. Studies on “Bluing Effect” in the petals of red rose, I. some cytochemical observations on epidermal cells having a bluish tinge. *Bot. Mag. Tokyo* 83, 233–236.
- Zieslin, N., G. Madori and A. Halevy 1979. Involvement of hormonal balance in the control of the ‘Bullhead’ malformation in Baccara rose flower. *J. Exp. Bot.* 30, 15–25.

圃場におけるタイムラプスカメラの利用

農研機構植物防疫研究部門

好野 奈美子

はじめに

近年、YouTube などで行われている動画公開や配信は一般的になった。それに伴い、動画を撮影したり編集したりする機器やアプリケーションも年々進化している。

動画配信でも頻繁に使われているタイムラプスカメラについて、筆者の研究グループでは圃場での様々な場면을撮影し活用している。タイムラプスカメラの特長と主要な設定、いくつかの利用場面を紹介する。

タイムラプスカメラとは

タイムラプスカメラ(time lapse camera)とは、一定のインターバル（時間の間隔）で撮影し、撮影画像を自動的に結合して動画を生成し出力するカメラである。ビデオカメラも撮影画像を結合させている点ではタイムラプスカメラと同じだが、1秒間に30回以上撮影しているため結合した動画が滑らかである。対してタイムラプスカメラは数秒から数時間に1回撮影するため、ビデオカメラの動画のような滑らかさではなく、いわゆる「カクカク」とした動画になる。

タイムラプスカメラの利点は、第1にビデオカメラや通常のカメラより限定的な機能のため消費電力が少なく、電池の交換回数が少なく済むことである。例えば日中1時間に1回撮影をする場合、単3乾電池4本で100日以

上撮影することができる。したがって、植物の生長など長期間にわたる内容を定点で記録し続けることができる。

次に、タイムラプスカメラで生成される動画のファイルサイズがビデオカメラに比べて大幅に小さいことである。動画のファイルサイズはおおよそ解像度と撮影枚数に左右される。例えば1分の動画をビデオカメラで撮影した場合、30枚/秒×60秒=1800枚の画像で動画が生成されるが、5秒インターバルのタイムラプスカメラで撮影した場合は12枚で生成される。この撮影枚数の差がファイルサイズの差となり、容量を節約できる。

2024年現在、筆者が所属する研究グループはbrinno社のタイムラプスカメラ、機種は主にTLC2020、他にはTLC200pro等を使用している（図-1）。これらの機種は画角が110°以上であるが、一部の旧機種は画角が60°以下で撮影できる範囲が狭く、圃場で

の撮影には向いていなかった。他社製品であっても圃場での使用は画角が広いものをお勧めする。

以下に、筆者がよく使う設定を説明する。

・インターバル設定

何秒ごとに撮影するかを設定できる。TLC2020では標準設定で3秒、5秒、などが用意されているが、カスタムにより3秒から24時間まで1秒単位で設定できる。TLC200proでは加えて、ASAP (as soon as possible, 1秒に1～4回) や2秒も選べるが、圃場で使用する場合はほぼ必要ない。

具体的なインターバル設定は使用目的で異なるため、後述の使用例で説明する。

・スケジュール設定

数日以上圃場に設置して撮影する場合、ファイルサイズやバッテリー



図-1 タイムラプスカメラの機体および防水ケース
(左から、TLC2020の防水ケース、本体、TLC200proの本体、防水ケース)



図-2 圃場での設置の様子

を節約するために不必要な撮影時間帯を除く、スケジュール設定を行う。TLC2020 では分単位での開始および終了時刻のほか、撮影の曜日等を選択できる。

・タイムスタンプ

動画の下方に撮影日時が挿入されるタイムスタンプは、筆者には解析や記録に有用なので必ず使用している。ただし、時計は1ヶ月使用した場合で数分ずれていることがあるため、時刻が重要な場合は電池を交換する毎に時刻合わせもした方が良好だろう。

・バッテリータイプ

TLC2020 や TLC200pro では単3形電池4本を使用するが、電池の寿命を活用するために使用する電池の種類を選択する。インターバルやスケジュールにもよるが、電池交換に行きやすい筆者所属の附属圃場で使用する場合はNi-MH（ニッケル水素電池）の充電電池（エネループ、Panasonic）を1週間毎に、交換に行きにくい現地農家圃場で使用する場合は大容量

のアルカリ乾電池（エボルタ NEO、Panasonic）を1～2か月毎に交換している。

・解像度

解像度はファイルサイズに直結するが、どのような使用場面でも解像度はできるだけ大きくした方が解析や公表などに使いやすい。ファイルサイズを減らしたい場合、筆者は解像度を下げずにインターバルを大きくしたりスケジュールを短くしたりして対応している。

・フォーカス

TLC2020 では手動でフォーカスを合わせる設定があるが、設定する場所が屋外であること、モニター画面が小さいこと、カメラ本体を屋外用ケースに入れていることなどから実際はフォーカスを合わせにくい。極端な近距離でない限りフォーカスを合わせなくても高解像度であれば解析できることが多いため、筆者は初期設定のまま使用している。

・再生 FPS

FPS (frames per second, フレーム

レート)は生成する動画の時間当たり画像数であり、ファイルサイズには影響しないが動画の再生時間が決まる。

ただし、2024年現在、例えばWindows標準のメディアプレーヤーなどでも動画の再生速度を変更できるため、解析のために特段のFPSを設定する必要はなく、筆者は最大の30FPSにしている。

・データサイズ

TLC2020の記録媒体であるmicroSDについて、本体に付属している小容量のものは長期間の撮影には向かず、大容量のmicroSDを別途購入する必要がある。その際、必要なmicroSDの容量、バッテリー寿命、動画の長さを算出するbrinno社のサイト(引用)が参考になる。

・その他

圃場などの屋外でタイムラプスカメラを使用する場合、防水仕様の機種あるいは防水ケースの使用は必須であり、TLC2020にも専用の防水ケースATH1000がある。ただし、年間を通して屋外で使う場合、1～2年で防水



図-3 タイムラプスカメラによる撮影画像
(附属圃場でのコムギ栽培におけるネズミギの出芽状況)
下図(11月8日)で鮮明に視認できるネズミギ個体の位置(図中矢印)を遡って確認することにより、出芽した日(上図、10月29日)を特定することができる。



図-4 タイムラプスカメラによる撮影画像
(現地農家圃場でのコムギ栽培における雑草の出芽状況)

ケースが劣化し雨水がケース内に入るので、筆者は防水ケースを頻繁に交換している。

タイムラプスカメラは通常のカメラと同様に三脚を用いて撮影することもできるが、圃場では強風で転倒しやすい。圃場に長期間設置する場合、地面に杭などを立てた上でクランプを用いて固定する方法を主に採用している(図-2)。

使用例

筆者がタイムラプスカメラを使用している場面について、以下の3例を紹介する。

1 出芽や生長の解析

筆者はコムギ栽培圃場におけるネズミギの出芽動態を調査しているが、出芽日や葉齢を確認するためにタイムラプス

カメラによる撮影動画を活用している。

図-3は筆者所属の農研機構福島拠点内枠圃場に設置したタイムラプスカメラ動画から1コマを抽出した画像である(以降、タイムラプス画像とする)。ネズミギの出芽個体は細いこともあり、撮影画像で認識できるのが2葉期以降のことが多い。しかし、タイムラプスカメラによる定点撮影により日付を遡って確認できるため、出芽や葉齢の日を特定することができる。このように作物や雑草の生長を詳細に追跡できることは、特に頻繁に確認に出向くことができない現地農家圃場では貴重な情報源となる(図-4)。

また、図-5は霜や融雪のタイムラプス画像だが、圃場の天候は近隣の気象観測記録とは異なったり、そもそも記録がなかったりする。圃場の天候や土壌水分などを併せて記録できるのもタイムラプスカメラの有用な点である。

なお、この例のように植物の生長を撮影する場合、朝露や悪天候で撮影画像が確認困難な時間帯があるため、1日に数回以上撮影することをお勧めする。筆者はフォーカスを設定せず、最大の解像度で日中1時間毎に撮影している。

2 行動の解析

筆者のグループでは自律型の草刈ロボットについて、年間を通して農地での進行パターンやエラー要因を記録している。図-6は草刈りしているロボットがメッシュ型防獣柵に衝突し進行方向を変化させる場面を5秒間隔で撮影したタイムラプス画像である。これらの画像ではロボットが柵に衝突している瞬間を撮影できていないが、前後の撮影画像よりおよそその位置に衝突したかが推測できる。この草刈ロボットの例のように、タイムラプスカ



図-5 タイムラプスカメラの画像で確認できる圃場の天候の例。
上：霜，下：融雪



図-6 メッシュ型の防獣柵周囲を自律型の草刈ロボットが走行する様子
(上図：柵に衝突する前，下図：柵に衝突した後に方向を変えて進行（上図の5秒後））



図-7 ドローンをを用いた農業散布試験の様子



図-8 カゴに取り付けたタイムラプスカメラによる作業記録の例

メラで行動を記録する場合、必要な情報を確認できるような適切なインターバルを選択することが重要である。

3 備忘録

タイムラプスカメラによる動画は映像による様々な情報を長時間記録できるため、圃場で何らかの作業や試験を実施する際には極力タイムラプスカメラを使用している。インターバルは撮

影時間や撮影内容を考慮して3～10秒を設定することが多い。

図-7はドローンによる散布試験を撮影したタイムラプス画像である。2コマの画像のみを抽出しているが、これらの画像だけでも点検者や運転者、点検内容や運転開始時刻、天候や雑草植生など多くの内容を確認できる。

また、図-8は草刈ロボットによるサッチを掃除機で回収している作業の様子だ

が、カゴにタイムラプスカメラを取り付けて持ち歩くことで雑草植生や作業手順などの多くの情報を記録できている。

今回の紹介事例が読者の役に立てば幸いである。

引用：

タイムラプス計算機 (brinno 社)
http://www.brinno.com/jp/support/time_setting_calculator

統計データから

農産物販売金額1位の部門別農業経営体の割合

農林水産省が公表した令和6年農業構造動態調査結果（令和6年2月1日現在）によると、全国の農業経営体数は88万3,300経営体で、9年前の平成27年の133万7,300経営体に比べ66.1%にまで減少している。このうち、個人経営体は84万2,300経営体で、9年前の62.7%に減少。他方、団体経営体は4万1,000経営体で、124.2%と増加している。

団体経営体のうち法人経営体数は、3万3,400経営体でその割合は81%となる。その内訳は、会社法人が2万2,400経営体で前年に比べ300経営体が増加し、農事組合法人は前年並みの7,800経営体である。

経営耕地面積規模別の構成割合をみると、10ha以上層が63.1%を占める。農業経営体の1経営体当たりの経営耕地面積は3.6ha（北海道34.1ha、都府県2.5ha）で、前年に比べ全国で0.2ha増加している。

農産物販売金額1位の部門別の農業経営体数の構成割合を

表-1に示した。全国では、稲作が最も多く52.4%を占め、次いで果樹類の14.3%である。農業地域別にみると、稲作が最も多いのは北陸で86.9%と大半を占める。次いで多いのが中国69.9%、東北62.7%、近畿60.9%となる。これらの地域では、果樹類がそれぞれ12.4%、14.6%、16.7%と続く。稲作が首位ではあるがその割合が5割を下回るのは、九州の38.5%で、果樹類、施設野菜、露地野菜の各部門が10%台を占め分散している。四国も43.9%で、果樹類が23.6%と特に多く、露地野菜、施設野菜が10%台である。関東・東山と東海は約45%で、露地野菜と果樹類がそれぞれ10%以上を占める。一方、北海道では畑作が25.3%と最も多く、稲作21.7%、酪農16.3%、露地野菜13.3%と部門が分散している。沖縄もさとうきびを中心とした畑作が45.6%と最も多く、肉用牛、果樹類に、いも類などのその他の部門が10%以上を占めている。

(K. O)

表-1 農産物販売金額1位の部門別にみた農業経営体数割合（全国農業地域別）

全国農業地域	経営体数	全経営体数に占める部門別経営体数の割合（%）							
		稲作	畑作※	露地野菜	施設野菜	果樹類	酪農	肉用牛	その他※※
全 国	814,600	52.4	5.5	11.3	7.0	14.3	1.4	3.0	5.1
北海道	30,000	21.7	25.3	13.3	8.7	2.7	16.3	3.7	8.0
東 北	148,100	62.7	2.6	8.2	3.6	14.6	1.1	3.6	3.4
北 陸	54,900	86.9	1.3	3.6	1.5	4.6	0.4	0.2	1.8
関東・東山	182,200	45.4	4.2	17.7	8.2	16.6	1.1	0.9	5.9
東 海	67,700	45.8	6.6	12.9	8.4	15.7	0.6	0.9	9.0
近 畿	75,900	60.9	3.2	9.7	4.7	16.7	0.4	1.7	2.9
中 国	70,100	69.9	1.9	7.4	3.6	12.4	0.6	1.9	2.4
四 国	49,900	43.9	2.6	13.8	10.4	23.6	0.2	0.6	4.4
九 州	127,700	38.5	9.0	10.2	12.0	13.0	0.9	8.9	7.4
沖 縄	7,900	1.3	45.6	8.9	6.3	11.4	1.3	13.9	11.4

注)「畑作※」は、麦類作、雑穀・いも類・豆類及び工芸農作物。
「その他※※」は、花き・花木、その他の作物、養豚、養鶏及びその他の畜産。

トウモロコシ

東京大学・法政大学名誉教授

長田 敏行

初夏になってトウモロコシが店頭に並ぶと夏が来たという想いが強くなるのは、子供のころからの記憶である。それにつけても、近頃のスイートコーンの甘さは驚くばかりであるが、子供のころ家の菜園の近くに家畜用のトウモロコシがあると、食べているトウモロコシの中に粒が大きいが甘くない粒が混じっていたことを思い出す。ただし、その意味を理解するようになったのは長じてからである。筆者はトウモロコシを研究材料にしたことはないが、これまでに接した友人や知人の中にトウモロコシの研究者がおり、この材料の特性を理解できるようになってきたことは不思議な思いがする。今回はそれを素材に紹介に努めたい。

トウモロコシの起原

1993 年には、5 年に一度開かれている国際植物学会議の第 15 回会議が横浜であったが、それにあわせたとされる一連の論文が筆者あてに送られてきた。送り主は米国ウィスコンシン大学の遺伝学教授イルティス (Hugh Illtis) 博士 (1925-2016) であり、その内容はトウモロコシの原産地とされるメキシコでトウモロコシがいかにして成立したかを推定した一連の歴史的論文であった (Illtis 1983)。概略は教科書的に知っていたが、トウモロコシがメキシコで原生種のテオシントから人の手を介して作られたのであろうと推定された当人である同教授からのオリジナル情報は心に響く点があった。そこに登場している要点は図-1 に示されている。種子数が多くなり、個々の種子も大きくなり、現在のトウモロコシに近づいていることが如実に分かる。これがメキシコに誕生した文明を支えたのであり、それはメキシコで発展したテオティワカン文明であり、マヤ文明、アステカ文明でもある。そして、その産物は今日アメリカ合衆国の主要農産物であり、われわれはそれを利用させてもらっている。これにより、トウモロコシの作物としての成立過程を辿ることができたが、それは遺伝学の誕生にもつながっていたのである。

筆者はイルティスという名前に全く別のコンテキストでも遭っている。遺伝学の祖メンデル (Gregor Johann



図-1 トウモロコシ成立の図

左は、野生のトウモロコシであるテオシント、中は、テオシントと栽培トウモロコシとの雑種、右は、現在の栽培トウモロコシ。野生から、栽培トウモロコシへ向かって、側枝の数が減り、主軸に集中していることが認められる。図は、イルティス博士が送ってこられた素描を転写した。

Mendel) に親しみ著書 (長田 2017) も出したが、別のイルティス (Hugo Illtis) に出会っているのである。1924 年に最初の「メンデル伝」が出されているが、その著者もイルティスである。このイルティス (1882-1952) はメンデルの故地チェコスロバキアのブルノに生まれ育ち、メンデルが教鞭を執った国立高等実科学校でも学び、後に遺伝学者となった。そして、メンデルの生涯を追跡して「メンデル伝」を刊行したのである (Illtis 1924)。ところが、彼はナチスの台頭に際して、政治的・民族的理由からアメリカへ亡命せざるを得なかった。判明したことは、その子供が冒頭に述べたイルティスだったのである。彼は父の後を襲って植物遺伝学者となったが、第二次世界大戦には連合軍の兵士としてヨーロッパ戦線へ従軍した。戦争終結後は、ブルノのセント・トーマス修道院を訪問して戦災の状況を見ており (長田 2020)、ドイツ語が堪能であったので、ナチスに対するニュルンベルク裁判の被告の通訳としても働いた。なお、父イルティスはアメリカへの亡命に際して、多くはコピーであったがメンデル資料を持ち出し、それはイリノイ大学図書館に保管されている。そのことを知ったので、2015 年にイリノイ大学の友人ウィドホーム (Jack Widholm) 教授を訪問した際にそれらを見せ

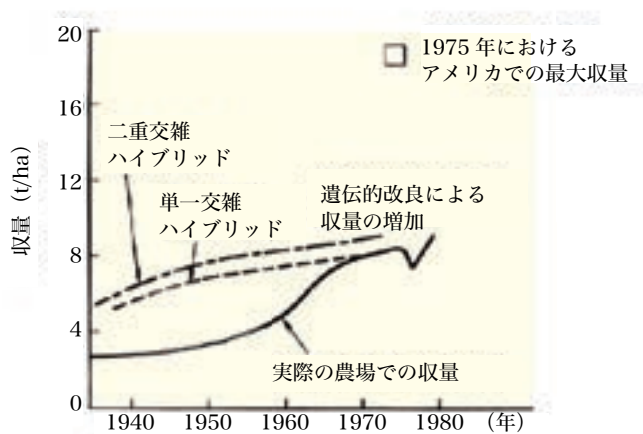


図-2 アメリカでのトウモロコシ生産

アメリカでのトウモロコシの生産量の変化を追ったものであるが、二重交配で収量が著しく上がっていることが示される。また、1977年の収穫量の減はゴマ葉枯れ病によるものである(長田 1993より)。

ていただいた。それは丁度1週間前にブルノのメンデル博物館に貸し出してあったものが戻ってきたということであり、ブルノでは展示に供されたということであった。筆者らは2016年に日本でメンデル法則発表150年を記念したメンデル展を企画したので、調査対象とさせて頂いた。結局、ブルノのメンデル博物館より直接資料の提供を受けたので、イリノイ大学のものは見せて頂いただけであった。しかし、これで、遺伝学の祖といわれるメンデルの研究とトウモロコシの遺伝学とは不思議な縁で繋がっていることを知った。

トウモロコシの生産性

トウモロコシは作物としての生産量は穀物の中では最も高いが、それはトウモロコシがC4植物であるため光合成能力が高いことが一因であるが、遺伝学を極限まで駆使した結果である。栽培化の中で生産量が増やされていったが、トウモロコシでは「雑種強勢(ヘテロシス)」の極限に近いまでの追及がそれを可能としている。これを略述させて頂くと、まず、4種類の近親交配を繰り返したトウモロコシを用意する。それらをAA, BB, CC, DDとして、まず、AAとBBとの交配から雑種ABを得る。また、CCとDDとの交配から雑種CDも得る。続いて、ABとCDを交配するとABCDが得られるが、それは「二重交配雑種」であり、その種子は極めて大きくなり、収量は出発点の種子と比較して目を見張るほどである。その成果は、アメリカでのトウモロコシ生産を支えている。それは統計データに如実に表れている(図-2)。しかも、その組み合わせは育種会社のみ知っているなので、交配の秘密はそこで保たれている。

ところで、「雑種強勢」とは何であろうか? 遺伝学の中では、最も解析の進んでいない遺伝現象であり、その命名はダーウィン(Charles Darwin)によってなされた。従来の説明で

は、両親の性質の補完という考え方が強かったが、最近の雑種植物における遺伝子発現のレベルを調べると、単なる相補ではなく、遺伝子全体にわたって変化が起こっており、未だ真の機構にたどり着くには間があるが、インプリンティングの効果も認められている(Marcia *et al.* 2010)。

これを実際に圃場で行うとすると、一方の親の除雄を行う必要があり、その作業は人力で行われるので大変な作業となる。そこで、工夫されたのが雄性不稔種を用いることであるが、それを用いると除雄作業が省けるので生産のための農作業は容易となる。ところが、そこで用いられた雄性不稔種はゴマ葉枯れ病菌(*Helminthosporium maydis*)に感受性が高く、大変な病害を生ずることになった。思わぬ落とし穴というべきかもしれないが、そのようなことはしばしば起こることでもある。続いてその病原菌に耐性の品種を見つけなければならなかったが、それは現在では克服されている。図-2に示されているように、1977年の収穫量の統計データにも顕著な落ち込みが見られるほど重大な影響をもたらした(長田 1993)。

その領域で論文を見ているうちに、活発に活動されているニュートン(Kathleen Newton)博士の名前を見ることとなったが、彼女とは深い関りがあることに気付いた。それは、筆者が1974年にドイツでフンボルト財団研究員としてマックス・プランク生物学研究所で研究を行っていた時に遡るが、数か月筆者の研究の手伝いをして下さった。当時、彼女はカリフォルニア大学バークレー校の学生であったが、大学の単位は全て取ってあるので、半年間ヨーロッパへ来たとのことであった。そのため、特に何かのテーマについて研究をしていただいたわけではなかったが、何らかの影響を与えていたようであった。その後何度か国際会議で出会ったが、筆者は何か特に研究上の指針を与えたのではなかったという。「私は、あなたの第一番目の弟子である」と主張されているので、何らかの影響を与えたのであろう。人との不思議なつながりの縁を感じている。現在は、ノーベル賞学者マックリントック(Barbara McClintock)に所縁のミズーリ大学の遺伝学教授で、トウモロコシの研究を進められている。ある時、この縁でマックリントックのポートレートを入手していただいた。

また、トウモロコシ栽培の直接の現場も見せていただいた

が、それは冒頭にふれたウィドホーム教授である。現在は名誉教授となっているが、1980年当時大学教授として勤勉ながら休暇を利用して農場を経営しており、アメリカ合衆国の中西部にあって、規模は小さいということであったが、トウモロコシとダイズを生産されていた。トウモロコシとダイズの畑が延々と続くイリノイ州をドライブして到達した彼の家ではシカゴの穀物市場と直通回線が通じており、その日の相場を見てトウモロコシ、ダイズの売却を行っている現場を見ることができた。アメリカの農業生産の現場の一部を垣間見ることができたという思いがした。

かくして、トウモロコシの遺伝学と栽培の現場を一寸だけ覗くことができたが、核心を知ることができた思いがしてい

る。日本でも家畜の飼料として大量のトウモロコシを輸入していることは知っているが、その背景に深層としてメンデル遺伝学があり、それを駆使してトウモロコシの生産性が支えられているということを人にも告げたいと述べて筆を置く。

文献

- Ilitis, Hugh.H. 1983. From teosinto to maize. Science 222, 866-894.
Ilitis, Hugo 1924. Gregor Mendel, Springer
長田敏行 1993. 植物プロトプラストの細胞工学, 講談社サイエンティフィク.
長田敏行 2019. メンデルの軌跡を訪ねる旅から 3. 生物の科学—遺伝 72, 189-193.
長田敏行 2017. メンデルの軌跡を訪ねる旅, 裳華房.
Marcia *et al.* 2010. Designing plants to meet feedstock needs. In Biotechnol. Agricul. Forestry Vol.66, Springer-Verlag.

田畑の草種

紫片喰・紫酢漿草 (ムラサキカタバミ)

イソップ寓話に「お百姓と子どもたち」というこんなお話がある。

＝あるお百姓が、年を取って死ぬ日も近くなったので、死ぬ前に自分の子どもたちにお百姓の仕事をしっかり覚えさせたいと思った。そこで息子たちを呼んでこう言った。

「わしはもうじきこの世におさらばするがな、お前たちは、わしがブドウ畑に隠しておいた物を探してみるといい。きつと、いい物が見つかるから。」

息子たちははてっきり父親が宝物をどこかに埋めたのだと思って、父親が死ぬとブドウ畑をすみからすみまで深く掘り返した。しかし、掘っても掘っても、宝物はさっぱり見つからない。でも、せっせと耕されたブドウ畑からは、いつもの年の百倍ものブドウがとれたのだった。

このお話は、人間にとって働く事こそ宝物であると教えている。＝

というお話であるが、実はこのお話には続きがある。

お百姓が子どもたちに託したブドウ畑には、何か所かに紫色した花が咲いているところがあった。子どもたちはその花には見向きもせず、花があろうがなかろうが掘りまわった。その結果、その紫色の花は消え失せて、ブドウの収穫量は増えたのだが、数年もすると、その紫色の花の草が畑中に広がり、その後はその紫色の花の草の管理に手こずるようになったのである。

事をなすときにはあらかじめ知識を得ておきたいものである。その草はムラサキカタバミであった。

ムラサキカタバミはカタバミ科カタバミ属の多年草。全国の畑地、道端、空地、公園、芝地、庭などで生育する。背丈は5cm-30cm。とはいえ茎があるわけではなく、葉はすべて根生し、葉柄は5cm-15cm。花茎も根生し葉よりも高く抜き出て30cmほどになる。葉は誰もが知っているハート形の3小葉が基部の尖ったところで合わさった掌状複葉。小葉は幅

須藤 健一

2cm-4.5cm、裏面の葉縁付近にシュウ酸塩が堆積した橙色の細点がある。花期は6月-7月頃であるが、地域によっては春から秋まで咲いていることがある。また、南西諸島では夏期には休眠し12月-4月頃に開花する。花色は淡紫紅色で、花弁は5枚、幅は狭く、基部に濃色の条線がある。花茎の先に約1.5cmの花を数花つける。両性花であるが花粉を形成しないため種子は付けず、日本やヨーロッパではもっぱら鱗茎による栄養繁殖を行う。

見つけたムラサキカタバミを退治し整地しようとして葉や花を抜き取ると、その時は葉も花もなくなり地表面はきれいになったようにみえるが、ムラサキカタバミの葉も花もすべて根生しているので葉柄、花柄から先を抜き取っただけで、根の部分はすべて地中に残っていることになる。その根のところに数個の鱗茎が整地時などに周りに広がり、翌年には新たな葉柄や花柄を伸ばし先に葉や花をつけることになる。ムラサキカタバミを退治しようとするなら、見つけ次第スコップ片手に引っっこ抜くことである。



2023 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

2023 年度秋冬作芝関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は、2024 年 6 月 27 日(木)に Zoom を用いた Web 会議において開催された。

この検討会には、試験場関係者 14 名、委託関係者 41 名

ほか、計 62 名の参集を得て、除草剤 2 薬剤(3 点)について、試験成績の報告と検討が行われた。

その判定結果については、次の表に示す通りである。

2023 年度秋冬作芝関係除草剤・生育調節剤試験 判定結果

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. MBH-2306 顆粒水和 既知化合物:50% [丸和バイオケミカル]	ベントグ ラス	効果・薬害の確認(藻類生育期)	-	(作用性)
2. SL-950 乳 ニコスルフロン:4.0% [石原産業 石原バイオサイエンス]	日 本 芝 (ノシバ)	適用性の検討(チガヤ生育期、当年の 効果薬害及び翌年の被度低下効果の 確認)	継	継) ・効果薬害の確認(コウライシバ、ノシバ、 バーミューダグラス)

2023 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

2023 年度秋冬作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は、2024 年 7 月 17 日（水）に Zoom を用いた Web 会議において開催された。

この検討会には、試験場関係者 19 名、委託関係者 25 名ほか、計 51 名の参集を得て、除草剤 4 薬剤（14 点）、生育

調節剤 1 薬剤（1 点）について、試験成績の報告と検討が行われた。

その判定結果については、次の表に示す通りである。

2023 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

A. 野菜関係 除草剤

薬剤名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
1. AK-01 液 グリホサートイソプロピ ルアミン塩:41% [TAC普及会]	タマネギ	生育期の一年生雑草を対象としたタ マネギ生育期での茎葉処理(畦間)に よる適用性の検討(東北以南, 2年目)	実・継	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) ・250~500mL<散布水量25~50L>/10a (専用ノズルを使用する) [秋冬作; 一年生広葉雑草] ・タマネギ生育期, 雑草生育期 ・茎葉処理(畦間) ・250~500mL<散布水量25~100L>/10a (25~50Lでは専用ノズル使用) 注) ・雑草の草丈20cm以下で散布する ・作物に飛散しないように散布する 継) ・耕起直前処理での薬害の確認 ・定植前処理での薬害について ・効果・薬害の確認(畦間処理, イネ科雑草)
2. NP-55 乳 セトキシジム:20% [日本曹達]	ブロッコ リー	生育期のイネ科雑草を対象とした茎 葉処理(全面)による除草効果および ブロッコリーに及ぼす影響の検討(処 方変更に伴う同等性比較)	—	(作用性)
	ダイコン	生育期のイネ科雑草を対象とした茎 葉処理(全面)による除草効果および ダイコンに及ぼす影響の検討(処方変 更に伴う同等性比較)	—	(作用性)

B. 2023 年度 春夏作 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. S-482 顆粒水和 フルミオキサジン:50% [住友化学]	アスパラ ガス	発生前の一年生広葉雑草を対象とし たアスパラガス収穫打切後の土壌 処理(全面)による作用性の検討(北海 道:薬量2.5g/10a初年目, 5~10g/10a 4 年目)	実・継 前 回 通 り	実) [春夏作, 露地; 一年生広葉雑草] ・萌芽前, 雑草発生前 ・5~10g<散布水量100L>/10a ・土壌処理(全面) ・収穫打切後(春どり栽培), 雑草発生前 ・5~10g<散布水量100L>/10a ・土壌処理(全面) 注) ・処理後に若茎の褐変, 湾曲が見られることがあ る 継) ・効果・薬害の確認(萌芽前, 薬量2.5g)

C. 2022 年度 秋冬作 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. AK-01 液 グリホサートイソプロピ ルアミン塩:41% [TAC普及会]	タマネギ	生育期の一年生雑草を対象としたタ マネギ生育期での茎葉処理(畦間)に よる適用性の検討(東北以南, 初年目)	上 記 参 照	

D. 2021 年度 春夏作 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. UPH-004 液 グルホシネート:18.5% [ユーピーエルジャパン]	イチゴ	生育期の一年生雑草を対象としたイ チゴ生育期の茎葉処理(畦間)による 適用性の検討(3年目)	継	継) ・効果・薬害の確認

E. 2023 年度 春夏作 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. UPH-007 顆粒水溶 (IHPW-115) アシュラム:82% [ユーピーエルジャパン]	ツツジ・ サツキ	ツツジ・サツキにおける生育期の一年 生雑草を対象とした茎葉処理(樹間・ 樹冠下)による適用性の検討。	継	継) ・効果・薬害の確認
	ツバキ・ サザンカ	ツバキ・サザンカにおける生育期の一 年生雑草を対象とした茎葉処理(樹 間・樹冠下)による適用性の検討。	継	継) ・効果・薬害の確認
	ベニカナ メモチ	ベニカナメモチにおける生育期の一 年生雑草を対象とした茎葉処理(樹 間・樹冠下)による適用性の検討。	継	継) ・効果・薬害の確認

F. 2023 年度 春夏作 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. SL-950 乳 ニコスルフロン:4.0% [石原産業 石原バイオサイエンス]	ツバキ・ サザンカ	ヤブツバキに対して, 樹冠上から散布 した場合の薬害確認	継	継) ・効果・薬害の確認
	ツバキ・ サザンカ	サザンカに対して, 樹冠上から散布し た場合の薬害確認		
	イヌツゲ	イヌツゲに対して, 樹冠上から散布し た場合の薬害確認	継 前 回 通 り	継) ・効果・薬害の確認
	ドウダン ツツジ	ドウダンツツジに対して, 樹冠上から 散布した場合の薬害確認	継 前 回 通 り	継) ・効果・薬害の確認

研究所 環境科学部

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
環境科学部長
中村 直紀

はじめに

茨城県牛久市にある公益財団法人日本植物調節剤研究協会研究所について、前回の試験研究部に引き続き今回は環境科学部を紹介する。

環境科学部は、残留試験関係全般を担当している。残留試験は、圃場などでの試料調製と、室内での分析試験に大きく分けられ、環境第一研究室では主に分析試験を、環境第二研究室では主に試料調製を担当している。

農業開発会社から受託する試験項目としては、作物残留試験、後作物残留試験、土壌残留試験、水質汚濁性試験、農薬使用者暴露試験など農薬登録申請用の試験の他、永年蓄積残留試験、薬効薬害要因解析試験など剤の開発や普及用のデータ取得のための試験がある。薬効薬害要因解析は多岐にわたっており、近年の委託試験実施例としては、農薬の田面水中拡散性試験、飛散（ドリフト）試験、製剤比較試験、土壌吸着試験、土壌水中濃度試験などがある。

また、上記受託試験の他にも、農薬の開発や雑草防除の現場における課題解決のための調査研究にも取り組んでいる。近年の課題例としては、「作物残留試験に用いるホールクロップサイレージ用稲品種の検討」、「作物残留分析試験における回収率改善化技術」、「畑作土壌における除草剤の土壌吸着性と生物評価」などがある。

1. 変遷

環境科学部は、当初は化学研究室という名称であったが、2005年4月から環境科学研究室、2008年4月から環境科学グループ、2010年4月からは環境第一研究室と環境第二研究室内の2研究室を有し現在に至る。

環境科学部には、今では職員10名、パート職員4名の14名が所属しているが、私が配属となった20年前は職員3名、パート職員2名を合わせた5名の研究室であった。その後、GLP試験の受託開始などがあり、作物残留圃場試験

棟の整備、施設栽培用ビニールハウスや分析機器の増設などを行ってきた。

2. 試験施設および試験圃場

<試験圃場>

研究所内圃場の他、研究所の北東に位置する岡見圃場、南南東に位置する女化圃場の3箇所が環境科学部で主に使用する圃場である。この他には、水田での土壌残留試験を受託した場合に使用する竜ヶ崎圃場がある。

<作物残留圃場試験棟>

作物残留圃場試験棟（図-1）には、圃場試験で使用する被験物質（供試薬剤）の保管、計量、希釈調製や器具の洗浄を行う部屋、散布器具の保管部屋および試料（圃場から持ち込んだ収穫物）を調製して梱包する部屋がある。各部屋は、出入口を含めて分離されており、被験物質と作物試料の動線が交わらないように配置されている。棟の外には作物試料の泥を洗い落とすための洗い場や乾燥させるためのガラス室がある（図-2）。

<土壌残留試験圃場>

土壌残留試験の水田試験（図-3）では、研究所内圃場の黒ぼく土、竜ヶ崎圃場の灰色低地土の2種類の土壌で実施できる態勢をとっている。畑地試験（図-4）では、黒ぼく土1種類ではあるが、近年の委託試験数の増加に対応できるよう2圃場を確保し、研究所内圃場もしくは女化圃場で試験している。土壌残留試験では通常施用量の倍量の農薬を圃場に処理する場合がある。また、土壌の採取を1年間継続する場合もあるため、土壌残留試験専用の圃場を用意して農業開発会社の委託希望に応じられるようにしている。

<水動態試験施設>

水質汚濁性試験は、研究所内に建設されている水動態試験施設（ライシメーター、図-5）にて行っている。この施設では、土壌中の農薬の挙動を調べることができる。土壌は火山灰土



図-1 作物残留圃場試験棟の外観



図-2 作物残留圃場試験棟に隣接する作物乾燥ガラス室

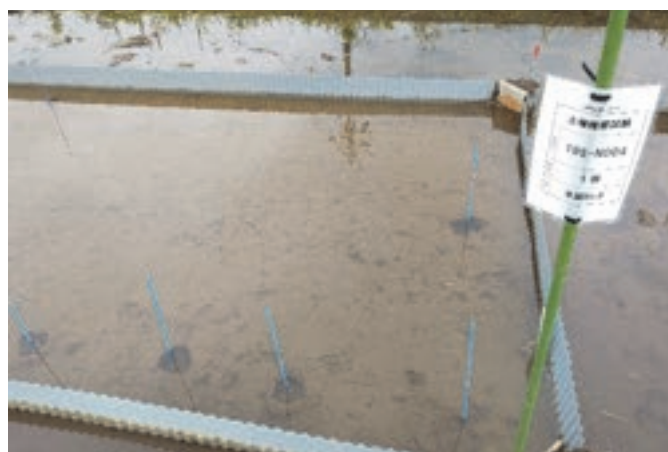


図-3 水田における土壌残留試験の様子



図-4 畑地における土壌残留試験の様子

壤（壤土）と沖積土壌（埴壤土）の2種類あり、薬剤を施用した後、経時的に田面水や浸透水を採取して薬剤濃度を測定し、土壌中での薬剤の移動や浸透程度を確認する。なお、植調研究所で使用するライシメーターは、一般的なものとは異なり、土の畦畔（幅 15 cm）を設置することによりコンクリート壁面からの直接的な漏水を回避して実際の圃場条件に近くなるように設計してある。

<永年蓄積残留試験圃場>

1 筆約 40 m²の水田 10 数筆を有する永年蓄積残留試験圃場（図-6）では、除草剤や生育調節剤を毎年連用することによる土壌への蓄積の程度や作物（水稻）への残留あるいは影響を調べている。これらの圃場のなかには、1974 年から約 50 年にわたって薬剤を施用し続けている圃場もあり、世界的にみてもとても貴重な水田である。土壌は火山灰土と沖積土の2種類。通常は、処理直後、処理 60 日後、収穫期および翌年春の耕起前の年 4 回、表層 10 cm までの土壌を採

取して残留量を分析する。

なお、これまで多くの薬剤で試験を行ってきたが、処理直後に最高値を示した後、速やかに減少し、翌年春の耕起前には一定のレベルまで低下するという減衰パターンを示す薬剤がほとんどである。また、いずれの薬剤についても水稻の生育や収量に与える蓄積的な影響は見られておらず、収穫した玄米と稲わらについて残留分析を行っているが、問題となるような蓄積傾向は見られていない。

なお、永年蓄積残留試験圃場は水田 1 枚 1 枚が小さく、田植え機の使用が難しいことから、環境科学部総出で水田に入り、水稻苗を手植えするのが毎年恒例となっている。

<分析施設>

研究所本館内には分析試験施設があり、受領した試料を前処理する部屋、抽出、精製および濃縮乾固を行う部屋、標準品を保管する部屋や秤量する部屋、分析機器 LC-MS/MS が 3 台並ぶ残留量の測定（図-7）を行う部屋などがある。作物

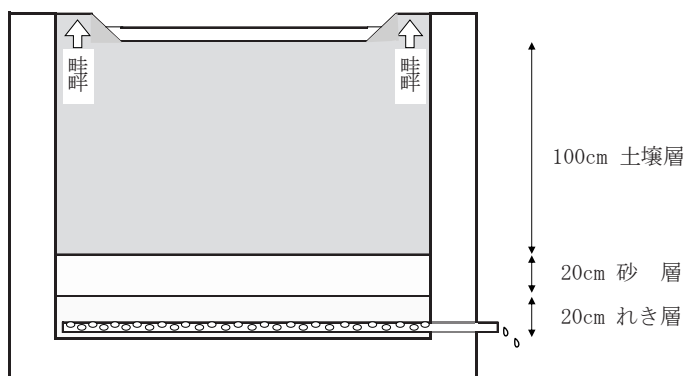


図-5 水動態試験施設（ライシメーター）



図-6 永年蓄積残留試験圃場の様子



図-7 分析操作の様子（LC-MS/MS での分析）

残留試験，後作物残留試験，土壌残留試験，水質汚濁性試験に加えて，2024 年度からは農薬使用者暴露試験の分析試験が行えるように整備し，大容量抽出容器を振とうできる大型振とう機や大型冷凍庫の他，吸引カラム用ポンプなどが設置してある。

おわりに

最近では再評価対応の影響が大きく，農業開発会社からの委託試験数が増加傾向にあり，環境科学部職員の増員や分析機器の増設を行ってきたが，委託希望全てを受けられるまでには至っていない。この点は今後の課題であり，改善してい

たいと考えている。

最後に，植調研究所周辺の観光地として三つ紹介する。一つは，日本で初めてブドウの栽培から瓶詰めまでを一貫して行ったワイン醸造場である「牛久シャトー」がある。二つ目は，世界一の高さを誇る青銅製仏像としてギネス世界記録に認定されている「牛久大仏」がある。苑内では，春には桜や芝桜，その他の季節には様々な花が楽しめます。花摘みができるものもある。三つ目は，「あみプレミアム・アウトレット」が牛久大仏から約 1km 超のところにあり，ちょっとしたショッピングや食事が楽しめる。植調研究所にお立ち寄りの際に足をのばしてみるのもお勧めである。

広 場

協会だより

試験成績検討会

- 2024年度茶園関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会 (Web会議)
日時：2024年9月26日 (木) 13:30～17:00
- 2024年度水稻関係除草剤作用性・拡散性・直播作用性・適1試験成績検討会 (Web会議)
日時：2024年10月16日 (水) 10:00～17:00
- 2024年度緑地管理関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会 (Web会議)
日時：2024年10月17日 (木) 10:00～17:00
18日 (金) 10:00～17:00

研究会等

- 第18回除草剤抵抗性雑草研究会
日時：2024年9月11日 (水) 14:30～17:05
場所：東京農工大府中キャンパス
農学部第2講義棟1F 11教室
参加費：無料 (要事前申込)
参加申込み：https://forms.gle/XPzzCQVMYH337F389
【9月6日 (金) まで】
内容：
「微生物がもたらす抵抗性」 松本 はるな (浙江大学)
「ヒエ属雑草における除草剤抵抗性検定法の開発」
吉川 学 (福島県農業総合センター)
「新規PPO阻害剤Rapidicil™の開発および抵抗性
Amaranthus類への効果とその展望 (仮)」
神 義伸 (住友化学株式会社)
- 日本植物防疫協会シンポジウム『農業現場が求める病虫害
防除の情報とは何か』
日時：2024年9月18日 (水) 10:00～17:30
場所：日本教育会館一ツ橋ホール
(東京都千代田区一ツ橋2-6-2)
会場及びオンラインでの参加 (ウェビナー)
参加費：無料
プログラム：
【講演】
「WAGRIが提供するAPIの説明と農業データアグリゲーション
スキームの構築」
二宮 芳継, 山中 武彦 (農研機構農業情報研究センター)
「兵庫県が行う生産現場に向けた病虫害防除に係る情報提供
とその課題」
神頭 武嗣 (兵庫県立農林水産技術総合センター
淡路農業技術センター)
「病虫害雑草の診断と予察におけるデータの活用と課題」
青島 正昂 (日本農業株式会社)

【パネラーによる情報提供・紹介】

- 「地域統一防除体系による、特別栽培りんごの産地確立」
横沢 勤 (岩手中央農業協同組合 (JAいわて中央))
- 「山陽薬品(株)が農家に提供する病虫害防除に係る情報とその
方法」
中山 博史 (山陽食品株式会社)
- 「2代にわたり戦う病虫害防除と天災～ピーマンの大産
地ならではの悩みとは～」
飯田 等 (株式会社agri new winds)
- 「数十年の農業経営を通じて病虫害防除用情報コミュニケー
ションについて思う」
木場 俊行 (株式会社いちごハウス木場)

【総合討論】

参加申込み：日本植物防疫協会ホームページのシンポジ
ウム・研修会 (<https://jppa.or.jp/event>) に掲載され
ている参加申込みフォームより申込み

【8月30日 (金) まで】

- 報農会第39回シンポジウム
『植物保護ハイビジョン2024』－「みどりの食料システ
ム戦略」に関する植物保護分野の重要課題－
日時：2024年9月25日 (水) 10:50～15:30 (終了後に
功労者表彰式、祝賀会あり)
場所：「北とびあ」つつじホール (東京都北区王子1-11-1)
(Zoomを用いたハイブリッド型開催)
プログラム：
「地球温暖化が病虫害発生に及ぼす影響」
山村 光司 (農研機構農業環境技術研究部門)
「地理情報システム (GIS) を活用した国内におけるミカン
キジラミの定着可能地域予測」
紺野 祥平 (農研機構果樹茶業研究部門)
「線虫剤を取り巻く状況 (市場と開発動向について)」
中村 元太 (アグロ カネショウ株式会社)
「Agroecology・アグロエコロジーそして農生態学：有害
生物管理における基礎的な話題から」
日鷹 一雅 (愛媛大学大学院農学研究科)
「トマト生産現場での取り組み：GAP, 振動による害虫防除」
瀬尾 誠 (株式会社未来菜園)
参加人数：200名 (先着順) ※定員になり次第受付終了
参加申込み：開催要領 ([https://honokai.org/archives/
6107](https://honokai.org/archives/6107)) にある申込用紙を用いて、メールまたはFAXで
申込み【9月10日 (火) 15:00まで】
参加費：3,000円 (講演要旨集 2,000円を含む、送料込み)
参加申込日から7日以内に銀行振込み
- 第43回農業製剤・施用法シンポジウム
主催：日本農業学会, 農業製剤・施用法研究会
協賛：農業食料工学会, 日本雑草学会, 粉体工学会, 日本
化学会, 高分子学会, 色材協会, 日本油化学会
日時：2024年10月 10日 (木) 13:00～17:30
11日 (金) 9:00～16:00

場所：つくば国際会議場（茨城県つくば市竹園2-20-3）
プログラム（予定）：

10月10日（木） 特別講演(3件)，ポスターセッション，
情報交換会

11日（金） 特別講演(2件)，技術研究発表

【特別講演】

「果樹病虫害防除におけるドローンの活用に関する技術開発」

塩谷 浩（農研機構果樹茶業研究部門）

「台湾における無人航空機による農業散布の現状と将来展望」

楊 尚唯(Yang, Shang-wei)

（台湾 農業部農業藥物試験所 資材研發組）

「日本国内における難防除外来雑草の発生実態と対策」

小荒井 晃（農研機構植物防疫研究部門）

「農業の連続合成と連続微粒子化技術の創出による高機能化」

小林 修（東京大学大学院理学系研究科）

「乳化の“適剤適処”～界面活性剤が無くなったら，どうする？～」

酒井 俊郎（信州大学大学院総合理工学研究科）

参加申込み：シンポジウムページ(<https://seizaiseyouhou43.peatix.com/>)から，参加登録事前準備，参加登録方法をご一読の上，参加登録・参加費のお支払いをお済ませください。【10月11日（金）まで】

参加費：通常料金：14,000円（税込）

※早期割引料金の登録期間は終了しました

●植物化学調節学会第59回大会

日時：2024年10月31日（木）～11月2日（土）

10月31日～11月2日 口頭発表

11月1日午後 授賞式，受賞講演，シンポジウム，懇親会

11月2日午後 ポスター発表，表彰式

場所：静岡市清水文化会館（マリナート）

（静岡市清水区島崎町214）小ホール，ギャラリーなど

静岡市東部勤労者福祉センター（清水テルサ）

（静岡市清水区島崎町223）大会議室，小会議室1

（講演・口頭発表は対面のみ，オンラインなし）

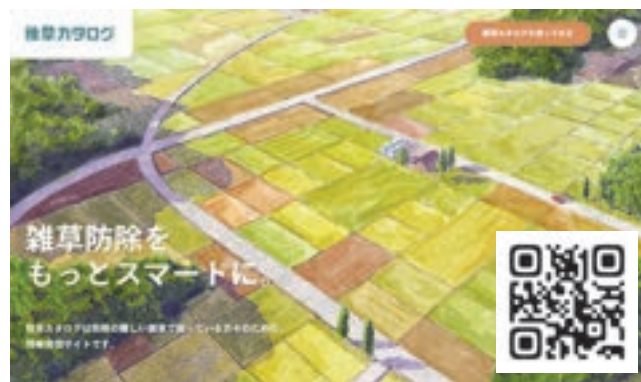
参加申込み：学会ウェブサイトから（<https://www.jsgrp.jp/meeting/registration2024.html>）

参加費：9月2日(月)まで早期割引料金（正会員 7,000円，非会員 8,000円），以後は通常料金（正会員 8,000円，非会員 9,000円）

懇親会は別途 8,000円，要旨集（冊子版）の予約は別途 1,000円（要旨集のPDF版は，参加申込者及び植化調会員は無料で入手可能の予定）

発表申込み：発表登録と要旨入稿を発表登録フォームより申込み【9月2日(月)まで】

■除草カタログ（試行版）公開のご案内



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

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

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

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

ご要望受け付け URL

<https://forms.gle/nvkFNSNDR7WKqZZy7>

植調協会技術部企画課

植調第 58 巻 第 5 号

■発行 2024 年 8 月 22 日

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

■発行人 大谷 敏郎

■印刷 (有)ネットワン

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

取 扱 株式会社全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東 1-26-6（植調会館）
TEL 03-3833-1821

Quality & Safety

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

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

アピロファースト1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)

グッドラックジャンボ/150FG(ベンゾピシクロン)

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

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

イネヒーロー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/エアー粒剤(ダイムロン)

ウィードコア1キロ粒剤/ジャンボSD/200SD粒剤(ベンゾピシクロン)

ラオウ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)

カイシMF1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)

バットウZ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾピシクロン)

アシュラ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/400FG(ベンゾピシクロン)

天空1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/エアー粒剤(ベンゾピシクロン)

ゲバード1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤(ベンゾピシクロン/ダイムロン)

レプラス1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤(ダイムロン)

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

アネシス1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)

ジャイロ1キロ粒剤/フロアブル(ベンゾピシクロン)

テッケン/ニトウリュウ1キロ粒剤/ジャンボ(ベンゾピシクロン)

ベンケイ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾピシクロン)

銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)



軽量・少量自己拡散製剤 Swift Dynamic製剤(SD製剤)の製品

Swift Dynamic

イザナギジャンボSD
イザナギ200SD粒剤



ウィードコアジャンボSD
ウィードコア200SD粒剤



ダンクショットジャンボSD
ダンクショット200SD粒剤





オモダカ



ホタルイ



コナギ



イボクサ

サイラ®とは 「サイラ/CYRA」は有効成分の一般名：シクロピリモレート (Cyclopyrimorate) 由来の原体ブランド名です。

サイラは、新規の作用機構を有する除草剤有効成分です。オモダカ、コナギ、ホタルイ等を含む広葉雑草やカヤツリグサ科雑草に有効で、雑草の根部・茎葉基部から吸収され、新葉に白化作用を引き起こし枯死させます。新規作用機構を有することから、抵抗性雑草の対策にも有効です。また、同じ白化作用を有する4-HPPD阻害剤(ピラゾレート、テフリルトリオン等)と相性が良く、混合することで飛躍的な相乗効果を示します。

除草剤分類

33

除草剤の作用機構分類(HRAC)においても新規コード33 (作用機構:HST阻害)で掲載され、注目されています。

新規有効成分サイラ配合製品ラインナップ

水稲用一発処理除草剤

ジェイソウル

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

ジャスマ

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ・400FG

リサウェポン

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ・400FG

ウルティモZ

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ・350FG

水稲用中・後期処理除草剤

バイスコープ

1キロ粒剤

ルナクロス

1キロ粒剤

ソニックブームZ

1キロ粒剤

ガンクロスZ

1キロ粒剤

ソニックブーム

ジャンボ

ガンクロス

ジャンボ



**三井化学クロップ&ライフ
ソリューション株式会社**

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



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

豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤

ISHIHARA
BIO
SCIENCE



ランコトリオンナトリウム塩がSU抵抗性雑草に効く!

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



ノビエ3.5葉期、高葉齢のSU抵抗性雑草にも優れた効き目

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

スーパースター A 1キロ粒剤

ヒエックル A 1キロ粒剤

フルチャージ ジャンボ

フルイニング ジャンボ

タイズミドル 1キロ粒剤

乾田直播 専用 **ハードパンチ** DF

石原バイオサイエンスの
ホームページはこちら▶



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

ISK 石原産業株式会社

販売 ISK 石原バイオサイエンス株式会社

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

好評発売中

陸生から水生まで、カメムシの全分野を網羅

カメムシ博士入門

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

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

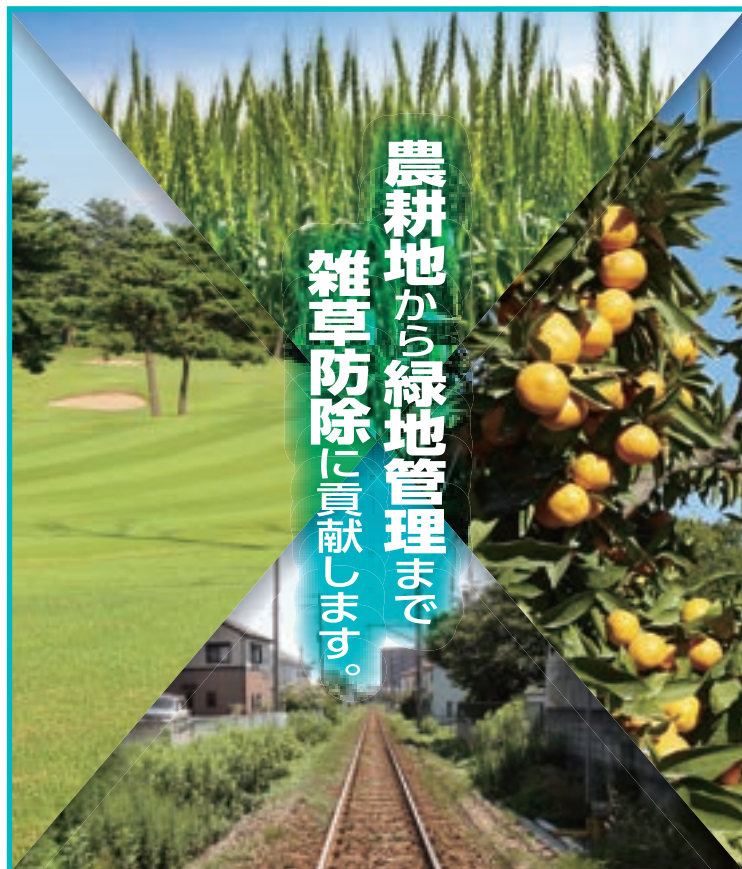
第1章 カメムシの形とくらし 第2章 カメムシを探す
第3章 いろいろなカメムシ 第4章 カメムシ博士をめざして
〈付〉もっと知りたいカメムシの世界

全農教
観察と発見
シリーズ



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



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
丸和 乳剤
ロックス

ムギレンジャー
乳剤

果樹向け除草剤

シンバー **リバー**

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IDE**

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

サファグントWK 丸和 **サファグント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
TEL03-5296-2311 <https://www.mbc-g.co.jp>



雑草調査のプロに必携の
雑草図鑑

植調 **雑草大鑑**

WEEDS OF JAPAN IN COLORS

浅井元朗 著

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

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

全国農村教育協会

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

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

第58巻 第5号 目次

- 1 巻頭言 雑草のことども
平井 康弘
- 2 発酵粗飼料専用の極短穂性イネ品種の特性と利用方法
中込 弘二
- 9 ジャスモン酸メチルによるバラの奇形花発生の軽減
金枝 怜・半田 高
- 17 圃場におけるタイムラプスカメラの利用
好野 奈美子
- 21 〔統計データから〕農産物販売金額1位の部門別農業経営体の割合
- 22 〔連載〕植物の不思議を訪ねる旅 第39回 トウモロコシ
長田 敏行
- 24 〔田畑の草種^{くさぐさ}〕紫片喰・紫酢漿草(ムラサキカタバミ)
須藤 健一
- 25 〔判定結果〕2023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
- 26 〔判定結果〕2023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
- 28 〔連載〕研究センター・試験地紹介 #13 研究所 環境科学部
中村 直紀
- 31 広場

No.112

表紙写真 『ムラサキカタバミ』



カタバミ科の多年草。江戸末期に観賞用に導入された。関東以西に拡がり、庭、樹園地、空き地などに生育する。種子は不稔で、多数の小鱗茎で増殖する。関東では5～10月に葉柄より長い直立した花茎の先端に数～10個の花をつける。(写真は©浅井元朗, ©全農教)



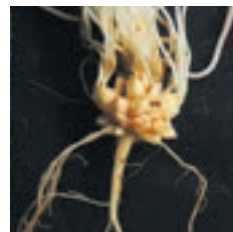
鱗茎から萌芽した新葉。



葉は倒心形の3小葉から成り、すべて根生葉。



花は淡紫紅色で径約2cmの5弁花から成る。



鱗茎の葉腋に形成された小鱗茎。