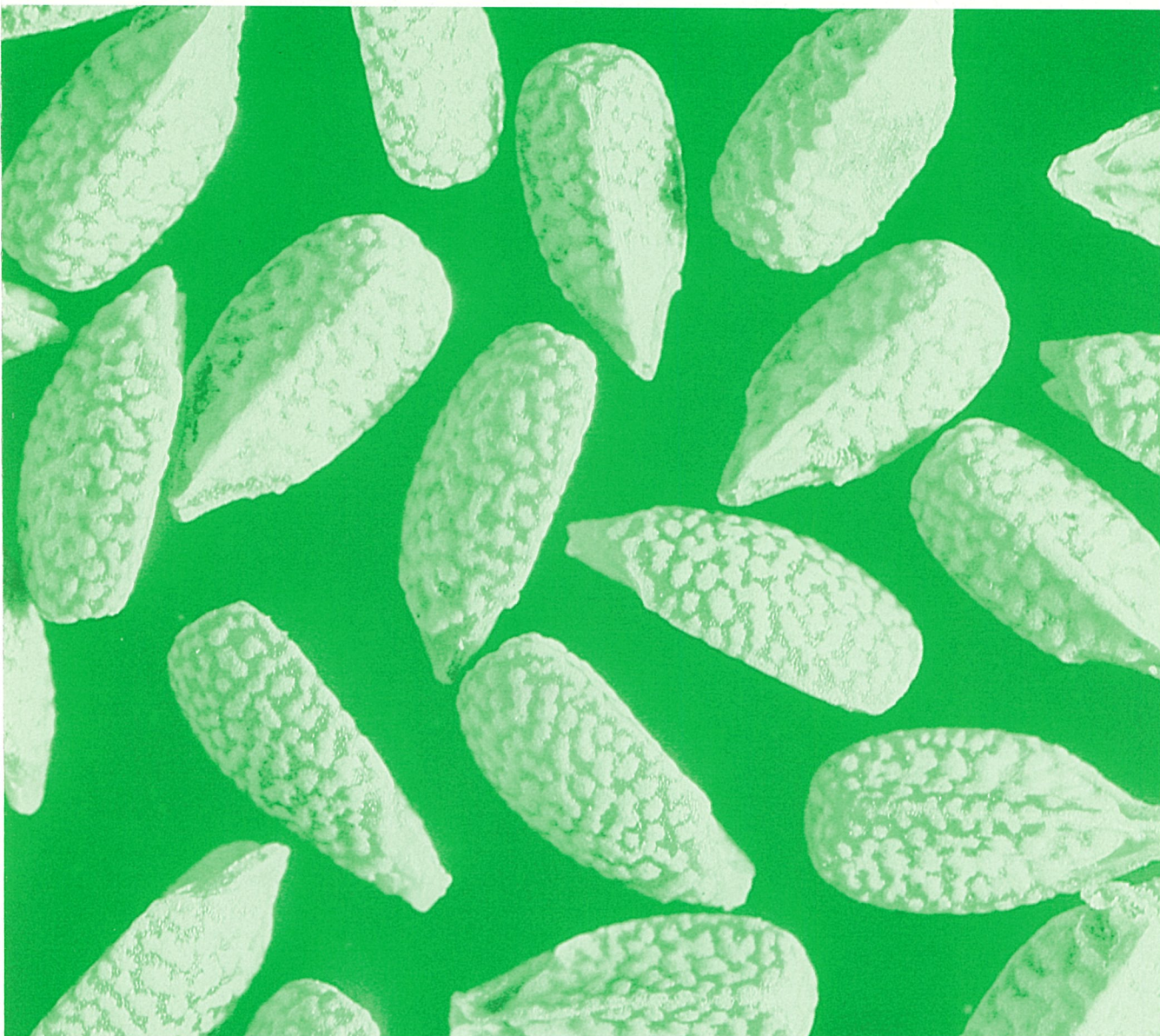


植調

第 48 卷第 4 号



ホトケノザ (*Lamium amplexicaule* L.) 長さ2mm

公益財団法人

日本植物調節剤研究協会

<http://www.japr.or.jp/>

より豊かな 農業生産のために。 三井化学アグロの除草剤



キクンジャベズ
1キロ粒剤・ジャンボ・フロアブル

イネキング
1キロ粒剤・ジャンボ・フロアブル

クサトリ-DX
ジャンボH/L・1キロ粒剤75/51・フロアブルH/L

シロノック
1キロ粒剤75・H/Lフロアブル・H/Lジャンボ

クサトリ-B SX
1キロ粒剤75/51

MIC スラッシャ
粒剤・1キロ粒剤

クサトッタ
粒剤・1キロ粒剤

クサスイフ
1キロ粒剤

MIC スウィーフ
フロアブル

オシオキMX
1キロ粒剤

フォローアップ
1キロ粒剤

クサファイター
1キロ粒剤

MIC ザーベックスDX
1キロ粒剤

MIC ザーベックスSM
粒剤・1キロ粒剤

草枯らしMIC



三井化学アグロ株式会社

東京都港区東新橋 1-5-2 汐留シティセンター
ホームページ <http://www.mitsui-agro.com/>



バスタ 液剤

畑の中で使えるという、安心。
多くの作物に登録がある、信頼。
雑草をしっかりと枯らせる、自信。
それが、茎葉処理型除草剤バスタです。

◎は登録商標

大切な作物のそばに。

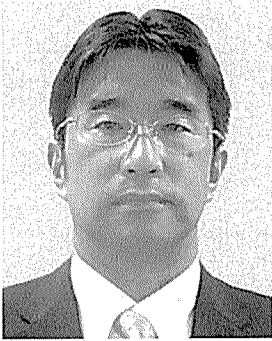


Bayer CropScience
バイエルクロップサイエンス株式会社

www.basta.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)

巻頭言



「世界の水稲栽培技術の将来とは」

(公財)日本植物調節剤研究協会 評議員

シンジェンタジャパン(株) 執行役員 研究開発本部長 橋野洋二

日本はアジアにおいてもっとも発達した機械化農業の実践国であることは言わずもがなであるが、特に、日本での水稲栽培の機械化や省力化技術の進歩はとどまるところを知らない。乗用田植え機による移植は一昔前に一般化し、肥培管理から病害虫・雑草防除に至るまでほとんどの初期管理は、田植えと同時に実施できるようになってきている。そして育苗箱作りも機械導入で省力化が進み、農薬処理も、苗箱に処理する虫菌混合の箱処理剤、出穂期までは長期残効で追加処理不要。そして補正防除も田んぼの中に踏み込まずにラジヘリを使うなどの省力化が進んできている。ここまで省力化に向けて進化してきた技術は世界中見渡してもどこにもないのではないかと感心してしまう。しかしながら、この技術進化は、比較的小規模な水稲農家を中心に進み、個々の農家が小型の機械を所有し、経営的には機械化は重荷になってきている。

私は、大学の頃、昆虫を題材にして進化論を考察したことがあるが、環境や競合に対応するため、派生的に異なる方向に進化が分化するが、いったん分化して進化を始めると逆戻りできない。前述したように、日本の水稲農業の技術進化は、過去数十年それほど派生的にはならず、小規模農家の移植水稲の省力化という一方向に進化してきた。最近、少し進化の方向性に違いが出てきたように感じるが、これは、今まで主流を占めてきた副業的農業に省力化を与える技術と、専業的かつ大規模化する水稲農業への分極化である。副業的農業は、ある程度のコスト受容はあるが、大規模農家ではコストの最小化が必要だ。最近、注目を浴びつつある、鉄コート種子を用いた直播技術は、大規模農家には新しい技術分化をもたらすものだ

と思う。今後、大規模経営を最適化する技術革新が進んでいくと思われる。

海外に目を向けると、伝統的栽培法として移植栽培が維持され、粗放栽培として直播技術が発達するといった双方向分化が進んでいる。移植栽培が主要な地域では、新興国の経済力向上により日本の機械移植技術が広まりつつある。最近の経済発展によって、新興国においても水稲移植作業は機械化に頼らざるをえないのが現状であろう。今後、新興国での省力化技術がどのように進化していくのか興味津々である。日本と同様に、田植え時期にできるだけ多くの省力化技術を集約化していくのか、シーズン中の散布や処理にも技術分散していくのであろうか。恐らく、新興国では、日本ほどの田植え時期の技術集約は進まないと考察する。というのは、病害虫の発生が日本ほどカレンダー的ではなく、発生量も非常に多く適時防除の考えが必要である。また、熱帯気候や高活性微生物が存在する土壌では、日本の長期残効技術の再現は困難であろう。やはりコストを意識した適時防除の考え方は残るであろう。また、直播栽培も長期残効技術を反映させにくいことから、適時防除で省力化できる技術が発達していくかもしれない。日本で普及したラジヘリが新興国にも普及するかどうかはわからない。経済力の発達を考慮しても、もっとコストの低い新たな処理技術が求められていくだろう。今後は、日本の農業メーカー、機械メーカーが、新興国にも進出し、その国の環境にあった技術を開発し普及していく使命を持っている。私自身、外資系メーカーに所属し、国内の高度技術に触れながら、新興国の技術発展に寄与できる立場にあり、是非、その立場を活用していきたい所存である。

目次

(第 48 卷 第 4 号)

巻頭言

「世界の水稲栽培技術の将来とは」..... 1

(公財)日本植物調節剤研究協会 評議員

シンジェンタジャパン(株) 執行役員 研究開発本部長 橋野 洋二

イタリアの稲作について..... 3

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター 北陸研究センター 笹原和哉

開花制御の最前線 ―電照菊とアンチフロリゲン―..... 10

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 花き研究所 花き研究領域 樋口洋平

マンダリン類果実の品質保持における収穫後温度の重要性..... 19

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所 カンキツ研究興津拠点 松本 光

新薬剤紹介 イプフェンカルバゾン (HOK-201) 26

北興化学工業(株) 製品企画部 竹内 崇

新刊書紹介「植物生態観察図鑑―おどろき編―」..... 32

第 29 回報農会シンポジウム 33

「話のたねのテーブル」より 気になる“植物の絶滅危惧種”(2) 34

廣田伸七

省力タイプの高性能 水稲用初・中期 一発処理除草剤シリーズ



問題雑草を 一掃!!

日農 イッポン®

1キロ粒剤75・フロアブル・ジャンボ

日農 イッポンD®

1キロ粒剤51・フロアブル・ジャンボ



この一本が 除草を変える!

田植同時 処理可能! (ジャンボを除く)

<写真はイメージです>

ライジンパワー®

フロアブル ジャンボ 1キロ粒剤



雷神パワーで バリッツと雑草退治



<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・空袋等は畑などに放置せず、適切に処理してください。

明日の農業を考える  **日本農薬株式会社** 東京都中央区京橋1丁目19番8号
ホームページアドレス <http://www.nichino.co.jp/>

イタリアの稲作について

(独)農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター
北陸研究センター 笹原和哉

1. イタリアの稲作の現状と歴史的展開

海外における水稲作について、労働費の高い欧米の稲作では大規模圃場での直播栽培が一般的である。その中で欧州最大のコメ生産国イタリアでは、13～14世紀から稲作が始まったといわれ、現在まで稲作が継続している。2010年の作付面積は24万haである。稲作の産地は北イタリアのミラノ、トリノ郊外にある。現地の気温は日本の北東北に近く、緯度は北海道北部にあたる。20世紀初頭から1960年代まで移植栽培が行われていたが、1970年代以降全面的に直播栽培となった。我が国の稲作が1970年代以降、機械移植機の普及に伴い直播栽培面積が急減したのとは、対照的な歴史を有する。

イタリア料理研究家の長本氏は、現在のコメの産地にはコメが入る以前から、既に麦の一種を用いた粒食があったことを指摘されている。イタリアでは昼食にコース料理を取ることが多いのだが、前菜の次の皿を「プリモピアット」と呼び、肉か魚料理の前に出される。プリモピアットは穀物主体の料理であり、ここでパスタやコメを用いるリゾットが食べられている。イタリアではスーパーマーケットで非常に種類のパスタが販売されているが、その中に米粉を麺にしたスパゲッティがあり、また、パスタの一種にデュラム麦を米粒の形に加工したものもある。つまりイタリアにおいては、コメとパスタ用の麦とは相互に代替性を持っており、コメのあるなしに関わらず粒食の文化が続いている。

日本では第二次世界大戦後農地改革が行われ、小作人が一斉に小規模な地主になり、労働、経

営、所有が単一の個人のもとにある形態になった。一方イタリアには、農地改革がなかった。このため労働者、経営者、地主は現在も明瞭に分かれている。その結果、地主層が残り、その後の規模拡大もやりやすくなったと考えられ、現在の稲作の環境に大きな違いをもたらしている。圃場の面積は平均で一筆2ha程度であり、campo (図-1) と呼ばれる数筆をまとめて作業し、その単位にて売買されるため、日本よりは分散錯雑状態にはなりにくい。

以下に示す三つの図には40ha台の経営規模において日本で比較的まとまっている例、イタリアで分散している例、まとまっている例を提示している。

地図上にて、日本におけるまとまっている経営とイタリアにおける分散している経営と圃場と拠点の位置関係を比較する。図-2には北陸地域における44ha規模の大規模経営の圃場と拠点(☆印)の関係を示した。この経営は機械庫等のある拠点から大半の圃場が半径1km以内と、日本の大規模経営としては農地が集中している方といえる^{注1)}。

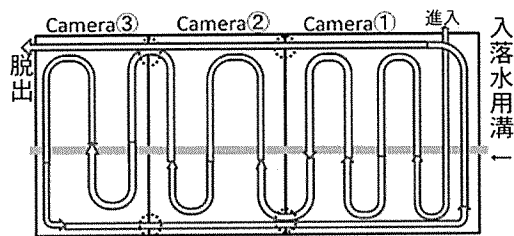


図-1 1campo 内の作業手順の例

注1) camera はイタリア語で圃場1筆のこと。campo は経営者が同一となる団地である。図では三つの camera が 1campo を構成し、使用品種と水系は同一である。収穫後も campo 単位で籾をまとめ、精米所では乾燥調製のデータを campo 単位で経営者に報告する習慣がある。

注2) 点線の丸印にて畦を乗り越え進む。

注1) 梅本(1993)は日本の大規模水田作経営の圃場の状況について15ha以上の経営では1割以上の圃場が10kmを超えている表を示している。

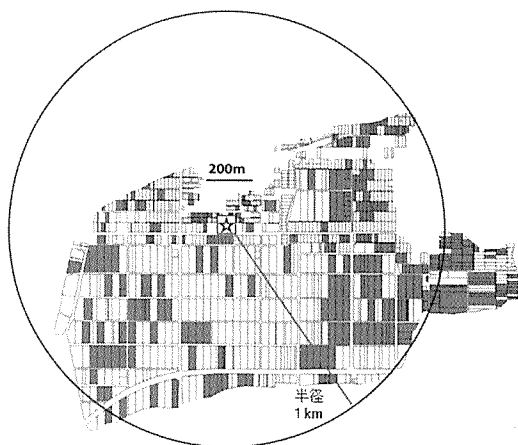


図-2 日本国内のある大規模経営の圃場（灰色部）と拠点（☆印）

経営者もまとまっている方と自己評価している。しかし、それでも道路を経由することで作業単位が別になるとすると、作業単位は数十にのぼってしまう。

一方、C経営は43haの経営面積と、イタリアでは平均的経営である。しかし、圃場がかなり分散している経営と評価されている。C経営は拠点を中心として四方に上述のcampoが点在している。ただし、作業単位は白枠で囲った13カ所となる（図-3）。平均3.3haとなる。

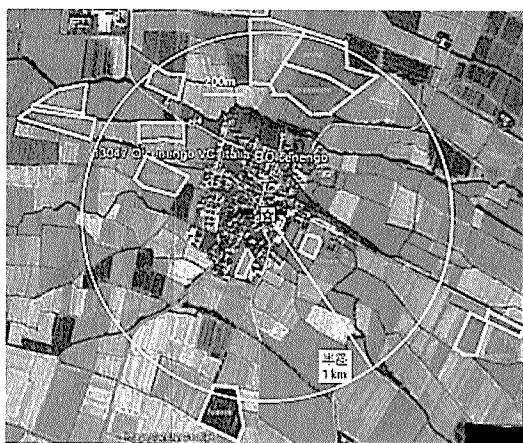


図-3 C経営の圃場分散状況と拠点
（太線枠内がC経営の圃場）

注：☆印にC経営の事務所、機械庫、乾燥調製施設がある。
円の半径は1km。



図-4 G経営が経営する120haのまとまり
注）中央の白四角内に機械庫、事務所、乾燥調製施設、労働者の住居がある。

図-4に、イタリアの基準で圃場がまとまった例を示している。120haの圃場のまとまりを1地主が保有し、1経営が用いる。またcameraについても、省力化するため合筆を徐々に進めており、拠点の斜め下に位置する1cameraは10haに達する。なお、他に240ha、360haといった規模で全水田圃場が隣接する農場が存在する。

2. 日本において直播を導入する上での技術的課題とイタリアの稲の特性

1) 直播導入における主要な3点の課題

一苗立ち、耐倒伏性、雑草イネー

日本では、直播栽培は苗立ちの安定性が低い、栽培管理は移植に比べて難しいと感じる生産者が多い。また、一般に日本の水稻直播は、移植より倒伏しやすく、それが普及のネックとなるという課題を抱えている。水稻直播栽培は全水稻作付面積の1%少々、約2万ha弱であり、今後、我が国の水稻栽培により安定する直播栽培技術体系を推進するためには、この二つの大きな課題に対処することが欠かせない。次に、海外でも直播が主流になると多くの場合雑草イネの問題が発生する。日本において水稻直播がもし増えることになれば、新たに雑草イネ問題の解決が重要課題となってくる。本節と次節において、この3点について検討する。

2) イタリアの稲の苗立ちに関する研究紹介

イタリアの稲作においては、乾田への条播も最近増加しているが、主流は無代かきの湛水中への籾の20kg/10aという多量なる散播直播である。籾は乾籾か、24時間浸種する程度である。多量であるゆえに、播きむらが生じにくい。一方、日本は通常、過酸化カルシウムや鉄粉をコーティングした種を3kg/10a程度投入する。

古畑（2013）は北陸研究センター（新潟県上越市）において、イタリアの品種と日本の品種双方について、イタリア型の播種と日本型の播種を行い、それぞれの条件で苗立ち率、浮き苗について調べている。イタリア型の播種とは20kg/10a相当の浸種種子を表面播種する方法であり、日本型の播種とは、代かき直後に籾3kg/10a相当の過酸化カルシウムによるコーティングを行った種子を表面播種する方法である。

すると古畑の実験における日本型の播種ではイタリアの品種と日本の品種に苗立ち率において明らかな差はないが、イタリア型で播種した場合、イタリアの品種は日本の品種よりも苗立ち率が顕著に高く、苗立ち本数が顕著に多いという結果を得ている。また、イタリア型の場合、イタリア品種は日本の品種に比べて浮き苗程度が軽微であった。つまり、苗立ちに関してイタリア品種は日本の品種よりも播種量が多い状況における適性があると考えられる。

3) イタリアの稲の直播における耐倒伏性に関する研究紹介

笹原・吉永（2014a）は耐倒伏性について、収穫時期にイタリアの圃場において3品種「Galileo」、「Creso」、「Ronald」について、収量、押し倒し抵抗、稈長、穂数のデータを比較した。坪刈りによる玄米換算収量は、600～700kg/10a^{注2)}で、日本での食用品種の収量の同等かそれ以上の水準であった。イタリアでは20kg/10aが播種されるため、平均的な個体密度が300本/m²程度と、日本人の感覚では極めて高く

なる。なお、穂数は個体数の2倍程度と分けつが少ない（表-1）。次にイタリアの品種は全体に稈長（地面から穂の下までの長さ）が短いという特徴がある。イタリアの品種は300本/m²程度の個体密度であっても稈長が60～65cmと短くなる（図-5）。イタリアの稲作では、稈長が短く倒れにくいことが明らかになっている。

4) その他の直播稲作にかかわる動物の害について

日本における水稻直播では苗立ちに鳥、貝の被害を受けることがある。これに対して、まずイタリアでは目立った鳥害はない。イタリアの水田には、日本同様カラス、サギ、カモ、ハト、スズメが生息している。なぜイタリアの水稻直播には鳥害が少ないのか理由はわかっていない。このため、特に対策はとられていない。また、イタリアにはスクミリンゴガイが生息していない。

なお、一部の生産者は甲殻類であるカブトエビ

表-1 イタリアの表面散播における収量・個体密度

品種	玄米収量 kg/10a	個体密度 No./m ²	押し倒し抵抗 g/茎	稈長 cm	籾収量 kg/10a	穂数 No./m ²
Galileo	773	214	47	67	966	348
Galileo	826	170	55	68	1033	349
Ronaldo	710	390	21	61	888	514
Ronaldo	761	237	39	64	951	465
Ronaldo	687	198	58	68	859	296
Creso	794	297	46	60	992	459

注1) 収量は水分換算14%。玄米収量は籾収量の8割とする。

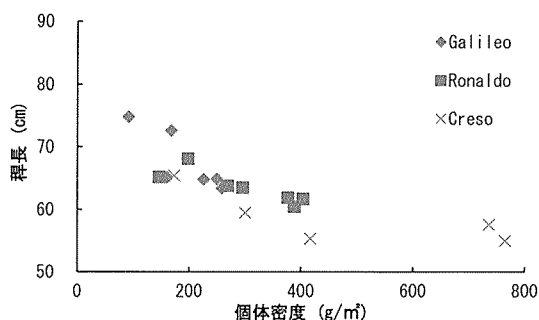


図-5 イタリアにおける個体密度と稈長の関係

注：イタリア品種：Galileo、Ronaldo、Creso、湛水無代かき表面散播栽培

注2) 表-1は坪刈りのデータである。参考に「creso」について、前年度のC経営の全刈り収量の平均値は、玄米収量（水分15%）に換算して605kg/10aであった。

の一種が表面播種した種を動かすことや、泥をかけることによって害があると述べているが、どの程度の実害があるのかはよくわかっていない。

3. イタリア稲作における除草剤使用

1) 播種前除草

イタリアにおいて雑草イネ対策は非常に重要な課題である。現在多くの農業経営者はイタリア独特の対策を行っている。4月に圃場に水を張って2週間から30日間くらい置く。そうすると雑草イネやほかの雑草が生えてくる。そこを狙ってイネを殺せる除草剤を投入し、その後排水する。用いる除草剤は「RONSTAR」であり、日本でも販売されていたものである^{注3)}。ただし、日本では播種2週間前といった時期から使用許可されている除草剤はない。このため、同じ薬剤が存在するにもかかわらず、この除草法を今すぐ日本に導入するというわけにはいかないという現状にある。イタリアでは排水直後にもう一度水を入れて、5月上旬から播種を開始する。

2) 播種後のヒエ対策

播種後は、通常30日後に水を落とし、液剤の除草剤を主にヒエを意識して散布する。「イヌビエ」、「タイヌビエ」をGiavoneと称して、雑草イネの次に重大な敵と扱っている。薬剤は「CLINCHER」が多く使用され、他に

「AURA」「DASH」など、日本にはなじみのない薬品名のもが使用されている(表-2)。除草剤散布は通常、状況を見てもう1〜2度行われる。

散布にあたってはトラクタにスプレーヤをつけ、それぞれ10〜20cmの厚さの鉄車輪をはめて水田中を通行する(図-6)。日本のブームスプレーヤなどに使う車輪よりもかなり大きく太い。ちなみに、播種および追肥を含めた施肥においても同様の車輪をトラクタとアタッチメントに装着して作業する。つまり、薬剤散布時と追肥時は、少なからぬ稲を踏みつぶしながら作業する。イタリア人の感覚としては、一部をつぶしながら行うことに抵抗感がない。ここは日本の稲作の感覚とはかなり異なるところである。コストは全般に日本のものより安いようである。

3) その他のイタリアの水田雑草

そのほかにある幾つかの雑草について紹介する。日本語では「表層剥離」などと表現される藻がAlgeeと呼ばれ、イネの初期生育に悪い影響を及ぼすとされている(図-7左上)。実際にこれが多い場所で栽植密度を測ったところ、120本/m²程度と少なくなっており、300本/m²程度が普通であるイタリアの苗立ち状況と比較すると、実害があることがわかる。

その他、よく水田にみられる雑草として、和名「ハナイ」がButomusと呼ばれて生息している。

表-2 イタリアにおいて使用される農業薬剤の例と費用

商品名	使用量 kg/10a or ℓ/10a	円/kg (1€=130円)	費用 (円/10a)	備考
雑草イネ対策「CADOU」	0.08	5,865	469	播種前雑草抑制、畦畔除草に使用
雑草イネ対策「RONSTAR」	0.08	2,607	203	播種前雑草抑制の中心となる薬剤
ヒエ対策「AURA」	0.05	18,248	958	有効成分はプロホキシジム剤
ヒエ対策「DASH」	0.08	1,564	123	「AURA」に添加すると、効果が高まる
ヒエ対策「CLINCHER」	0.13	6,517	855	日本と同じ薬だが濃度が異なるとみられる
広葉用「Fenoxilene」 [○]	0.05	1,303	65	有効成分がMCPA
殺菌剤「BEAM」 [○]	0.03	12,382	310	「トリシクラゾール」
広葉用「Buggy」 [*]	0.01	912	9	「グリホサート」
殺鼠剤			93	貯蔵室のネズミを防ぐため

[○]印の薬品は実績から半分の圃場に散布。^{*}印の薬品は圃場面積の2%に散布。

例えば「Fenoxilene」は散布箇所には0.1kg/10aを散布。「Buggy」は0.5kg/10aを散布。

注3) この播種時の場面をいったん模倣して雑草イネを退治する方法については、semina falsaと呼ばれている。直訳すると「二セの播種」という意味である。なおsemina falsaは有効だが、雑草イネの発芽は一斉ではないため、この方法のみで完全に除去できるわけではない。稲の播種以前および播種と同時期に発芽するものを抑えるための対策である。



図-6 播種1か月後の除草剤散布

和名「エゾノサヤヌカグサ」や、「ヒメカンガレイ」も生息していた(図-7)。

広葉の雑草では、「サジオモダカ」(図-8)が生息している。現地でもCuciaioという^{さじ}匙を意味する名で呼ばれている。有効成分MCPAを用いた除草剤「Fenoxilene」が用いられている(表-2)。このように水田雑草については日本と共通するものが多い。

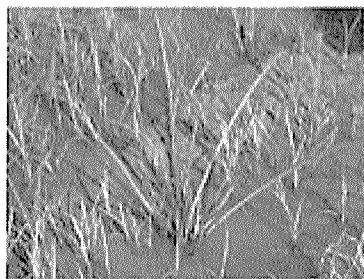
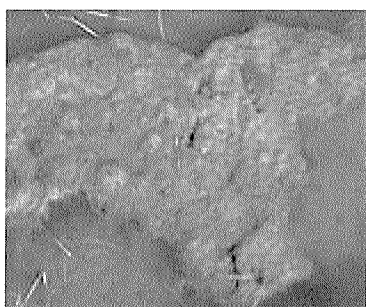


図-7 よくある雑草

菰類(上左)、ハナイ(上右)、エゾノサヤヌカグサ(下左)、ヒメカンガレイ(下右)



図-8 サジオモダカ

4. イタリアの生産方法と栽培ごよみ

イタリアにおける稲作は、除草に関しては播種1か月前から始まり、播種前1回と播種後2回程度の散布が行われる。図-9は典型的な稲作スタイルについて、元農業経営者で農学者であるDott. G.Sarasso氏が栽培暦風の図として整理したものである。除草剤以外の薬剤は、除草剤散布時にトラクタに別の散布機を装着するなどして、同時に散布している。

5月に始まる播種の後、1週間程度は発芽する頃まで湛水し、その後根の伸長を目的とした落水を行う。その後除草剤を投入するまでは浅く湛水している。最初の除草剤、追肥後は生育に合わせて湛水量を増やし、10cm程度に維持する^{注4)}。通常出穂が7月下旬であり8月中旬に落水する。収穫は10月に行っている。

注4) 一つのcameraは平均して2ha程度であり、レーザーレベラーを用いて均一にならすとしても、結果として浅いところと深いところには誤差が現れることに留意する必要がある。図-9の水位が10cmとは、1camera圃場内で5cmの水深の差があるとすれば、10cmから15cmの深さになるというイメージである。実際の管理においては、さらに圃場特性や経営者個人の差が反映される。なお、camera間のあぜは30cm程度に高く盛られている。あぜは日本のものより全般に幅広く大きく土を盛っている。コンクリート製のあぜはなく、またトタン板だけで区切るようなことはしない。あぜ塗はほぼ機械で行っている。

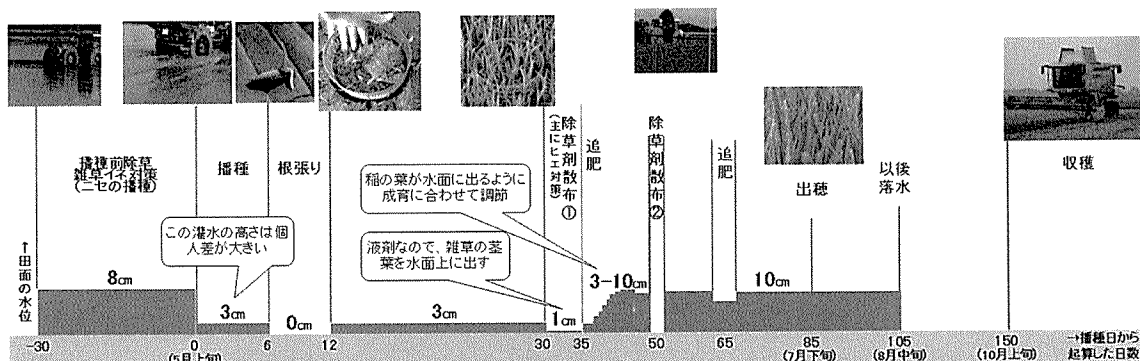


図-9 イタリア稲作の栽培暦

注) 図は Dott.G.SARASSO 作成、著者が邦訳とコメントを加筆した (笹原・吉永 2014b)

5. おわりに

イタリアでは粒食の文化があり、コメの生産が13世紀から続いている。近年はすべて直播となった。労働者、経営者、地主が明瞭に分かれており、日本と比較して圃場が分散せず、効率的に稲作が行われている。播種方式は、乾籾による無代かき湛水散播直播を行っており、播種量が20kg/10aと多い。生育後個体密度が300本/m²程度となる。イタリアの品種には、日本よりも苗立ちの安定性、耐倒伏性に優れた能力があると考えられる。収量は日本での食用品種と同等かそれ以上の水準であった。除草にあたっては、独特な雑草イネ対策を講じており、播種後のヒエ対策については「CLINCHER」等を使用している。

つまり、イタリアの稲作技術体系は日本の稲作

に直播を取り入れる際の主要課題（苗立ち、耐倒伏性、雑草イネ）に対して、改善に至るための指針を持っている。

引用文献

- 古畑昌巳 2013. イタリア型湛水直播栽培技術の評価－異なる品種と栽培型における出芽・苗立ちの解析－. 日本作物学会紀事 82(別1), 20-21.
- 笹原和哉・吉永悟志 2014a. イタリア水稻生産における特徴と低生産費化へのポイント. 2013年度日本農業経済学会論文集, pp.289-296.
- 笹原和哉・吉永悟志 2014b. イタリアに学ぶ高密度直播栽培の効果. 農業経営者 No.219, 6月号, 農業技術通信社, pp.36-39.
- 梅本雅 1993. 大規模水田作経営の展開方向. 農業経営研究, 31(2)(通巻76号), 12-21.

Quality & Safety

消費者・生産農家の立場に立って、安全・安心な食糧生産や環境保護に貢献して参ります。

SDSの水稲用除草剤有効成分を含有する「新製品」

ホットコンビフロアブル(テニルクロール/ベンゾビシクロン)
 ナギナタ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
 ライジンパワー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
 ブルゼータ1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル(ベンゾビシクロン)
 ツインスター1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル(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)
 銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)
 イネヒーロー1キロ粒剤(ダイムロン)
 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
 (カフェンストロール/ベンゾビシクロン)
 シリウスエグザ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/顆粒(ベンゾビシクロン)
 クサトリートBSX1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
 ビッグシュアZ1キロ粒剤(ベンゾビシクロン)
 ニトウリュウ/テッケン1キロ粒剤(ベンゾビシクロン)
 クサスイープ1キロ粒剤(ベンゾビシクロン)
 キクトモ1キロ粒剤(カフェンストロール/ベンゾビシクロン/ダイムロン)
 プレキープ1キロ粒剤/フロアブル(ベンゾビシクロン)

「ベンゾビシクロン」含有製品

SU抵抗性雑草対策に！アシカキ、イボクサ対策にも！

シロノック(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	カービー1キロ粒剤
オークス(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	ハイカット/サンパンチ1キロ粒剤
サスケ-ラジカルジャンボ	ダブルスターSB(1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒)
トビキリ(1キロ粒剤/ジャンボ/500グラム粒剤)	シリウスターボ(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)
イッテツ(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)/ボランティアジャンボ	シリウスいぶき(1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒)
テラガード(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル/250グラム)	半蔵1キロ粒剤
キチット(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	プラスワン(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)
スマート(1キロ粒剤/フロアブル)	プレステージ1キロ粒剤
サンシャイン(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	フォーカード1キロ粒剤
イネキング(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	イネエース1キロ粒剤
ピラクロエース(1キロ粒剤/フロアブル)	ウエスフロアブル
忍(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	フォーカスショットジャンボ/プレッサフロアブル
ハーティ1キロ粒剤	



株式会社 エス・ディー・エス バイオテック

〒103-0004 東京都中央区東日本橋一丁目1番5号 ヒューリック東日本橋ビル
 TEL.03-5825-5522 FAX.03-5825-5502 <http://www.sdsbio.co.jp>

開花制御の最前線 ー電照菊とアンチフロリゲンー

(独)農業・食品産業技術総合研究機構 花き研究所 花き研究領域 樋口洋平

光周性花成とフロリゲン・アンチフロリゲン

植物の開花時期は加齢などの内的要因に加え、温度や栄養、光環境といった外的な要因によって影響を受ける。中でも、植物が季節変化に伴う日照時間（日長）の変化を感知し、適切な時期に花を咲かせる性質は光周性花成と呼ばれる。1920年にアメリカ農務省のガーナーとアラードは、いくつかの植物が光の強弱や温度ではなく、日長を感知して花芽形成（花成）することを明らかにした（Garner and Allard 1920）。その後、植物には大きく分けて、日長が長い条件下で花芽分化する長日植物、日長が短い（夜が長い）条件下で花芽分化する短日植物、さらには花芽分化が日長の影響を受けない中性植物が存在することが明らかとなった。さらに、光周期を受容する器官は葉であり、適切な光周期下におかれた葉で合成された何らかの花成刺激が茎頂部まで移動し、花芽を分化させると考えられるようになった。1936年にロシアの植物学者チャイラヒャンは短日植物のキクを用いた接ぎ木実験から、日長に応答して葉で合成され、茎頂部へと長距離移動する花成誘導物質の存在を予言し、この物質をフロリゲンと名付けた（フロリゲン説の提唱）（Chailakhyan 1936）。その後、さまざまな植物においてフロリゲンの存在を示唆する実験結果が得られ、数多くの研究者が競ってフロリゲンの抽出を試みたものの、約70年間フロリゲンの実体は謎のままであった。わが国においても京都大学の今村や瀧本らを中心として短日植物のアサガオを実験材料とした研究が精力的に行われ、フロリゲンがどのような条件で合成され植物体内を移動するかなどに関して非常に重要な知見を数多くもたらした（Imamura 1967; 瀧本1998）。

1990年代以降、モデル植物のシロイヌナズナやイネを用いた分子遺伝学的な研究が盛んになってくると、フロリゲン研究は劇的な進展を迎える。1999年に京都大学の荒木らの研究グループとドイツの研究グループは長日植物のシロイヌナズナから遅咲き変異体の原因遺伝子として*FLOWERING LOCUS T (FT)*遺伝子を同定した（Kobayashi *et al.*, 1999; Kardailsky *et al.*, 1999）。*FT*遺伝子は長日条件下の葉で発現が誘導されること、さらに、FDと呼ばれるbZIP型の転写制御因子と複合体を形成し、花芽形成遺伝子の発現を誘導することが明らかとなった（Abe *et al.*, 2005; Wigge *et al.*, 2005）。興味深いことに、*FT*の発現は葉の維管束師部で誘導されるのに対し、*FD*の発現は茎頂部に限られていたことから、*FT*遺伝子産物が師管を通して茎頂部へと長距離移動するのではないかと予測された。その後、2007年にドイツの研究グループと奈良先端大の島本らの研究グループによってシロイヌナズナFTおよびイネのFT相同タンパク質であるHd3aが葉から茎頂部へと長距離移動することが示され、FT/Hd3aタンパク質がフロリゲンの分子実体であることが証明された（Tamaki *et al.*, 2007; Corbesier *et al.*, 2007）。さらに、2011年にはイネにおいてフロリゲン受容体(14-3-3タンパク質)が同定され、Hd3a (FT)が14-3-3を介してOsFD1 (FD)と結合し、フロリゲン活性化複合体として機能することが明らかとなった（Taoka *et al.*, 2011）。現在では、さまざまな植物種における研究から、FT相同タンパク質があらゆる植物種に共通する普遍的な花成ホルモン（＝フロリゲン）の分子実体であることが広く受け入れられている。

フロリゲン説が提唱されて間もなく、いくつか

の植物（ヒヨス、イチゴ、ドクムギ、キク、タバコなど）を用いた接ぎ木実験や局所的な光周期処理実験（植物体の一部の葉のみに短日処理や長日処理をおこなう実験）から、不適切な日長条件の葉で合成される長距離移行性の花成抑制物質の存在を示唆する結果が次々と示された。短日植物のイチゴでは、ランナー（ほふく枝）で繋がった親植物と娘植物に別々の光周期処理をおこなうと、一方を長日下に置いた場合にもう一方の花芽形成が抑制される（Guttridge 1959）。タバコでは、短日条件下でも花芽をつける中性品種に長日性品種を接ぎ木して短日条件で育てると、中性品種の花芽形成が抑制される（Lang *et al.* 1977）。この実験は、短日条件下において長日性品種の葉で合成される花成抑制物質の存在を明確に示すものである。これらの結果を受けて多くの研究者は、植物は花芽形成を促進する物質（フロリゲン）と抑制する物質（アンチフロリゲン）の両方を持っており、それらのバランスによって花芽を作るか否かが決まると考えるようになった。1990年代に入り、シロイヌナズナにおいてFTと同じPEBPタンパク質ファミリーに属するTFL1が花成抑制的に機能することが明らかとなった（Bradley *et al.* 1997）。TFL1は生殖成長期の茎頂部で発現し、FTと同様にFDタンパク質と相互作用することから、FTの機能と拮抗すると考えられた（Abe *et al.* 2005）。茎頂部で発現するTFL1はFT機能と拮抗することにより、花序分裂組織が全て花芽分裂組織に転換してしまうのを抑制し、無限花序を維持する役割があると考えられた。フロリゲンであるFTと拮抗的に働くことから、このTFL1ファミリータンパク質をアンチフロリゲンと呼ぶ機運も高まりつつあったが、当初いくつかの植物で想定されたような日長応答性や葉から茎頂部への長距離移行性といった条件を満たすものではなかった。2013年に筆者らの研究グループは、電照菊で知られ、かつフロリゲン説提唱のきっかけとなったキクを実験材料として、世界初となるアンチフロリゲンの同定に成功した。

キクで見つかったアンチフロリゲン

キクは、バラ、カーネーションと並び世界三大花きの一つに数えられ、日本における生産量は切花全体の約40%を占める重要品目となっている（2012年）。キクの商業生産が飛躍的に発展した背景には、光周性の知見を巧みに利用した開花調節技術の開発があった。キクは、昼が短く夜が長い環境下で花を咲かせる短日植物であり、多くの品種は日の短くなる秋に開花する。また、短日条件の真夜中に人工的に光を照射する（暗期中断）ことによって花芽分化を抑制し、栄養成長を維持することが可能である。この性質を利用したのがいわゆる電照菊栽培であり、シェードによる短日処理と組み合わせることによって周年生産が可能となっている。このことから、キクは光周性の基礎知見が農業生産の現場に最も効果的に応用されている好事例として高校生物の教科書にも採り上げられている。キクはその鋭敏な光周期応答性によって人為的な開花調節が可能となっているが、なぜ短日条件下で開花し、さらには夜間の電照によって効果的に花芽分化を抑制できるのか、その分子メカニズムについては全く明らかとなっていなかった。営利生産に用いられている栽培ギク品種は六倍体（ $2n=6x=54$ ）かつ自家不和合性であり、その複雑なゲノム構造から分子遺伝学的な解析は困難であった。この問題を解決するため、二倍体野生種のキクタニギク（ $2n=2x=18$ ）を栽培ギクのモデル系として用い、分子メカニズム解明にむけた取り組みが始まっている。

キクの花成反応の分子機構を理解する上でまず注目されたのが、フロリゲンをコードするFT相同遺伝子である。これまでにキクタニギクから3種類のFT様遺伝子が単離され、*CsFTL1*~3と名付けられた（Oda *et al.* 2012）。なかでも、*CsFTL3*の発現は短日条件下の葉において強く誘導され、茎や根および茎頂など他の組織では低く抑えられていた。さらに、*CsFTL3*を過剰発現する形質転換キクは通常開花しない長日条件下においても極早期に開花した。また、*CsFTL3*過剰発

現体と野生型植物体の接ぎ木実験から、*CsFTL3* 遺伝子産物が接ぎ木面を横断して茎頂部へと長距離移動し、花芽分化を誘導する作用をもつことも明らかとなった。これらの結果から、*CsFTL3* がキクの花ロリゲンをコードする遺伝子であると考えられた (Oda *et al.* 2012)。

キクと同じく短日要求性植物に分類されるアサガオでは、*FT* 遺伝子の発現は花成非誘導条件 (長日, 暗期中断) 下では非常に低く抑えられており、1回の短日暗期に速やかに応答して発現誘導されることが明らかとなっている (Hayama *et al.* 2007; Higuchi *et al.* 2011)。一方で、キクタニギク *CsFTL3* 遺伝子の発現は1回の短日暗期では速やかに誘導されず、短日条件を繰り返し与えることによって徐々に誘導された (Nakano *et al.* 2013)。また、転写産物の絶対定量の結果、*CsFTL3* は非誘導条件である長日条件下においても比較的多量に発現していることが明らかとなった。さらに、キクタニギク *FT* パラログの一つである *CsFTL1* の発現は、*CsFTL3* とは反対に長日条件や暗期中断条件下の葉において誘導され、その遺伝子産物は弱い花成誘導活性を持つことが明らかとなった (Higuchi *et al.* 2013)。これらの結果は、花ロリゲン遺伝子の発現動態のみではキクの質的な花成反応を十分に説明できないことを示しており、非誘導条件下における栄養成長の維持には積極的な花成抑制機構の存在を想定する必要があると考えられた。この考えは古典的な生理実験からも支持されており、キクを使った局所的な光周期処理実験から、長日葉で合成される花成抑制物質の存在を示唆する報告もなされている (田中1968)。

キクタニギクの花成誘導 (短日) 条件と非誘導 (暗期中断) 条件の葉における遺伝子発現をマイクロアレイによって網羅的に解析した結果、暗期中断条件の葉で特異的に発現が増加する遺伝子が見つかった。この遺伝子は、花ロリゲンである *FT* と類似の構造を持ちながら花成抑制活性を有する *TFL1* や *BFT* と非常に良く似たタンパク質をコードしていたことから、*Anti-florigenic FT*/



図-1 アンチフロリゲンによる開花抑制
通常のキク (左) が開花する短日条件においても、アンチフロリゲン (AFT) を過剰発現したキク (右) は開花しない。

TFL1 family protein (AFT) と名づけられた。キクタニギク *AFT* 遺伝子 (*CsAFT*) を過剰発現するキクは短日条件下においても開花せず、長期間にわたって栄養成長を維持したことから、*CsAFT* は強い花成抑制活性をもつことが確認された (図-1)。また、反対に *CsAFT* の機能を弱めたキクは暗期中断条件下において早期発蕾した。さらに、*CsAFT* 過剰発現体と野生型植物体の接ぎ木実験から、*CsAFT* タンパク質が接ぎ木面を横断し、茎頂部まで長距離移動して花芽分化を抑制することが明らかとなった (Higuchi *et al.* 2013)。

シロイヌナズナ *FT* は、茎頂部で発現する bZIP 型の転写制御因子 *FD* と複合体を形成し、花芽形成遺伝子である *API* や *FUL* の発現を誘導することが知られている。これまでキクから2種類の *FD* 様遺伝子 (*CsFDL1*, *CsFDL2*) が単離され、このうち *CsFDL1* 機能抑制体 (*CsFDL1-SRDX* 過剰発現体) は短日条件下において不開花となった。さらに、タンパク質間相互作用を解析した結果、*CsFTL3* および *CsAFT* は共に、*CsFDL1* と相互作用することが明らかとなった。プロトプラストにおける一過的遺伝子発現系を用いた解析から、*CsFTL3*-*CsFDL1* 複合体形成によりキク *API*/*FUL* 様遺伝子の発現が誘導されること、さらに、*CsAFT* は *CsFTL3*-*CsFDL1* 複合体形成を阻害することにより *API*/*FUL* 遺伝子の発現を抑制することが明らかとなった (Higuchi *et al.* 2013)。こ

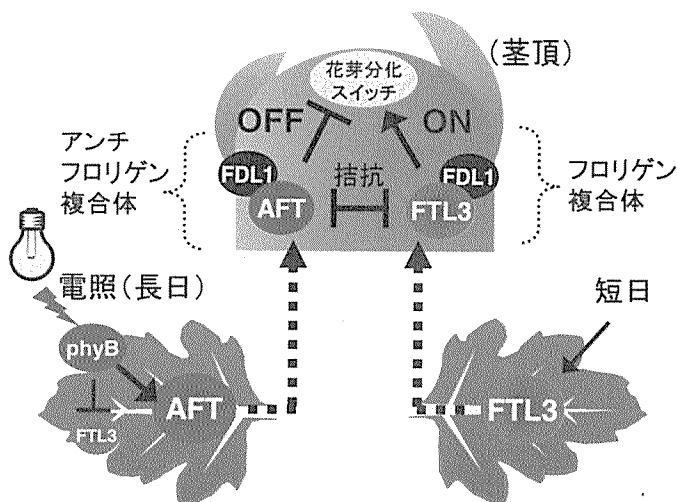


図-2 キクのフロリゲン (FTL3) およびアンチフロリゲン (AFT) 複合体による拮抗的な花成制御機構
電照 (長日) 下の葉で合成された AFT は茎頂部へと移動し、アンチフロリゲン複合体として花成を抑制する。フィトクロム B (phyB) が電照を感知する光センサーとして機能する。

これらの結果から、キクで見つかった AFT タンパク質が長距離移行性の花成抑制物質「アンチフロリゲン」の分子実体であり、フロリゲンである FTL3 の機能と拮抗することにより花成抑制的に機能することが明らかとなった (図-2)。

電照を感知する光センサーと体内時計

キクの暗期中断による花成抑制には赤色 (R) 光が最も有効であり、この R 光による抑制効果は直後の遠赤色 (FR) 光照射によって部分的に打ち消されることから、長らく赤・遠赤色光受容体であるフィトクロムの関与が示唆されてきた (Cathey and Borthwick 1957; Sumitomo *et al.* 2012; Higuchi *et al.* 2012)。この R/FR 可逆性は典型的な II 型のフィトクロム反応であることから phyB タイプのフィトクロムの関与が示唆され、実際に短日植物のイネにおいては phyB が暗期中断を感知する主要な光受容体であることが報告されている (Ishikawa *et al.* 2005)。これらの知見を踏まえ、キクタニギク *PHYB* 遺伝子 (*CsPHYB*) の機能解析を行った結果、*CsPHYB* の機能を抑制したキクタニギクは赤色光による暗期中断に低感受となり、開花を抑制できなくなった。さらに、この *CsPHYB* 機能抑制体では

通常の植物と比較して、フロリゲン (*CsFTL3*) の発現量が上昇し、反対にアンチフロリゲン (*CsAFT*) の発現量が減少していた (Higuchi *et al.* 2013)。このことから、*CsPHYB* がキクの暗期中断を感知する主要な光センサーとして機能すること、さらに、電照下ではフロリゲンの発現を抑制し、反対にアンチフロリゲンの発現を誘導することによって、積極的に花芽分化を抑制していることが明らかとなった (図-2)。

次に、赤色光シグナルによる *CsAFT* の発現誘導に最も効果的な時間帯を解析した結果、明期の長さに関わらず、暗期開始から一定時間 (8~10 時間) 後に現れることが明らかとなった。この時間帯は、キクタニギクにおいて暗期中断による花成抑制効果が最も高い時間帯と一致していた。また、非 24 時間周期下における花成反応を解析した結果、キクは明期の長さや明期・暗期長の比ではなく、絶対的な暗期の長さを認識していることが明らかになった (Higuchi *et al.* 2013)。これらの結果は、キクは暗期開始 (日没) から発動する何らかの体内時計によって夜の長さを計測し、日没から一定時間後に光に対して敏感な時間帯 (光感受相) が現れるように調節していることを意味している (図-3)。

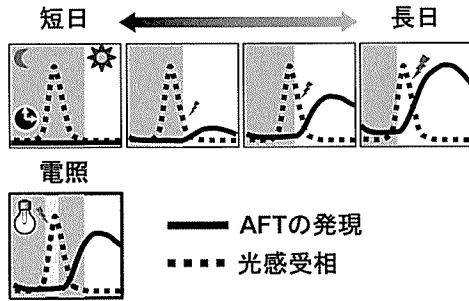


図-3 AFTの発現調節メカニズム

キクは暗期開始一定時間後から数時間だけAFTを誘導するための光情報を感じることができる(点線)。この時間内に光を感じるとAFTの発現が誘導される(実線)。

近年の研究から、シロイヌナズナ(長日植物)およびイネ(短日植物)の日長認識には、概日時計(約24時間周期のリズムを生成する体内時計)と外的な光シグナルの相互作用が必須であることが明らかとなっている。これらの植物では、暗期開始よりもむしろ明期開始のシグナルが重要であり、明期の長さを計測することによりFT遺伝子の発現を調節していることが明らかとなっている(Yanovsky and Kay 2002; Izawa *et al.* 2002)。一方で、絶対的短日植物のアサガオでは暗期開始のシグナルが重要であり、日没からの暗期継続時間に依存してFT遺伝子の発現が誘導されることが報告されている(Hayama *et al.* 2007)。これらの結果は、フロリゲンまたはアンチフロリゲン遺伝子の発現を制御する体内時計(概日時計)の同調メカニズムは植物種によって異なり、従って明期または暗期の認識機構もさまざまであることを示している。キクの暗期長計測メカニズムについてはアサガオと類似の計時機構が関与すると考えられるが、詳細については不明である。今後、キクにおいても概日時計関連遺伝子に着目した研究が進められ、暗期長計測メカニズムが明らかになることを期待している。

キクの開花調節技術への応用

開花時期を決めるアクセル役とブレーキ役の両方が明らかとなったことにより、植物の開花時期

を自由に制御する技術の開発に一步近づいたといえる。ただし、後述するようにフロリゲンもアンチフロリゲンもその実体はタンパク質であることから、直接投与による開花制御は直ちに実現できるものではない。応用展開の一つとしては、フロリゲンやアンチフロリゲンの遺伝子型に着目した作物の分子育種が挙げられる。これら遺伝子を効果的にDNAマーカー化することができれば、あらゆる作物品種の開花早晩性に関して迅速な選抜が可能となり、育種期間を大幅に短縮することが可能となる。また、キクの営利生産について言えば、新たな電照栽培技術の開発に直結する可能性を秘めている。例えば、アンチフロリゲンの光誘導相が、昼の長さに関わらず日没から一定時間後に現れるという発見は、電照時間帯を最適化する上で重要な意味を持っている。これまで短日植物の暗期中断が最も効果的な時間帯は暗期の中央付近とされ、慣行の電照菊栽培でも午前0時を中心として4~5時間程度の電照方法が広く普及している。最近になって、栽培ギクにおいて電照時間帯と花芽分化抑制効果の関係が詳細に調べられ、電照効果が最も高い時間帯は暗期の中心ではなく、後夜半に現れることが報告されている。秋ギク系品種では、電照効果の最も高い時間帯はアンチフロリゲンの光誘導相と同様に、昼の長さに関わらず日没から一定(9~10)時間後に現れること、さらに、限界日長が長い(限界暗期が短い)夏秋ギク品種では、暗期開始から電照効果の高い時間帯までの時間が秋ギクと比較して短い傾向にあることも明らかとなった(白山・郡山2013)。これらの結果は、野生ギクで得られた知見が栽培ギクにも適用可能であること、さらに、電照時間帯を最適化していくにあたっては、季節によって変動する日没からの経過時間を考慮に入れる必要があることを示している(図-4)。また、フィトクロムBが電照を感知する光センサーとして機能するという発見も、電照の光質を最適化する上で重要な意味を持つ。これまで電照用光源には白熱電球が主に用いられてきたが、今後はより消費電力の少ない蛍光灯やLED

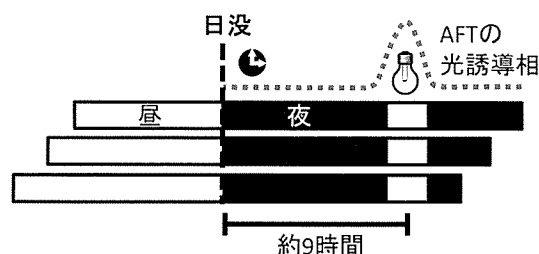


図-4 最適な電照時間帯の概念図

日没から一定時間後に最も電照効果の高い時間帯が現れる。

への切り替えが進むであろう。ここで注意すべきは、これら異なる光源からの光は人間の目には同じに見えても、含まれる波長成分が全く異なるという点である。消費電力を抑えつつ白熱球と同等かそれ以上の電照効果を実現するには、フィトクロム分子の吸光特性（主に赤色光領域）を十分に理解した上での電照用光源の開発・選択が重要となってくるであろう。これについては、キク電照栽培用の光源選定・導入の詳細な手引き書が農研機構・花き研究所HP (http://www.naro.affrc.go.jp/flower/research/light_source_guidance.html) にて公開されているので、興味のある方は参考にさせていただきたい。また、最近の研究から、キクを含めたさまざまな作物の成長・開花制御においては、照射する光の量だけでなく、光質（波長）とタイミング（時間帯）が重要であることが明らかとなっている（久松 2014）。今後は、あらゆる品目や品種ごとの光に対する反応を良く理解し、それぞれに対して最も効果的な電照方法を検討することにより、環境負荷を低減した次世代型の施設園芸栽培が普及していくことを期待している。

フロリゲン・アンチフロリゲン分子機能の普遍性

これまで解析が進んでいる多くの植物において、FTサブファミリーは花成促進的に、TFL1サブファミリーは花成抑制的に機能することが報告されている。最近では、バラおよびイチゴの四季咲き性を決定する遺伝子としてTFL1相同遺伝子が報告されている（Iwata *et al.* 2012）。イチゴ

は短日・低温条件下において花成が誘導される短日多年生植物であるが、花芽分化に短日を必要としない四季成り性品種が存在する。短日性の四季成り品種では、TFL1相同遺伝子であるFvTFL1の発現は長日条件下の茎頂部において高く、短日条件下では低く抑えられている。四季成り性品種ではFvTFL1の機能欠損により、長日条件下での抑制が解除されると考えられている（Koskela *et al.* 2012）。前述したように、イチゴでは古くから長日下の植物で合成されるアンチフロリゲンの存在が示唆されている。茎頂部で発現したFvTFL1自身が長距離移動するのか、それとも、他のFT/TFL1ファミリータンパク質がアンチフロリゲンとして機能するのかについては不明である。また、AFTと非常に良く似た遺伝子はブドウやタバコの遺伝子データベースからも見つかり、これら遺伝子の機能に関して今後の解析が待たれるところである。

また、キクにおけるTFL1相同遺伝子(CsTFL1)はAFTとは別に存在し、その発現は茎頂部において日長に関わらず観察されること、さらに、その過剰発現体は短日条件下においても不開花となることから、CsTFL1は局所的かつ恒常的な花成抑制因子として機能すると考えられる（Higuchi *et al.* 2013）。つまり、キクには不適切な日長下で葉において作られるAFTと、茎頂で局所的・恒常的に作られるTFL1による二重の開花抑制機構が備わっているといえよう。

以上のことから、FT/TFL1タンパク質の設計図とも言える遺伝子そのものは、ほぼ全ての種子植物で保存されていると考えられる。それら遺伝子がいつ・どこで機能するかといった発現制御機構の違い、さらにはアミノ酸の置換・欠失などによるタンパク質の活性変化が組み合わさることにより、さまざまな植物の多様な開花反応が生み出されていると考えられる。

植物化学調節剤による開花制御の可能性

フロリゲン・アンチフロリゲンの分子実体として明らかとなったFT/TFL1ファミリータンパ

ク質は分子量約20,000の水溶性タンパク質である。したがって単純にこれらを植物体に散布しても効率よく吸収されるとは考えにくく、これらを植調剤として使うのは今のところ現実的ではない。フロリゲン・アンチフロリゲン複合体の研究から示された可能性としては、これら複合体の活性を制御する低分子化合物の探索やデザインである。イネのフロリゲンであるHd3aは14-3-3タンパク質を介してOsFD1と結合し、フロリゲン活性化複合体を形成するが、これら因子の結合に重要なアミノ酸や結合面の立体構造も明らかとなっている (Taoka *et al.* 2011)。また、FTとTFL1の機能を逆転させるアミノ酸置換も複数見つかり、リガンド結合ポケット周辺の表面電荷が変化することによりTCP型の転写制御因子との結合性が変化すること、さらに未知の転写活性化因子や抑制化因子と複合体を形成する可能性も示されている (Ho and Weigel 2014)。また、ごく最近では、リン脂質の一種であるフォスファチジルコリンがFTと結合し、フロリゲン複合体の活性を制御することが報告されている (Nakamura *et al.* 2014)。以上のように、フロリゲンやアンチフロリゲン複合体をターゲットとし、これらの結合を阻害または強化するような低分子化合物を網羅的に探索し、さらには人工的にデザインすることができるようになれば、植調剤による開花制御も夢ではない。

謝 辞

本稿の作成にあたり、(独)農研機構花き研究所の久松完博士に貴重なご助言をいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

引用文献

- Abe, M., Y. Kobayashi, S. Yamamoto, Y. Daimon, A. Yamaguchi, Y. Ikeda, H. Ichinoki, M. Notaguchi, K. Goto and T. Araki 2005. FD, a bZIP protein mediating signals from the floral pathway integrator FT at the shoot apex. *Science* 309, 1052-1056.
- Bradley, D., O. Ratcliffe, C. Vincent, R. Carpenter and E. Coen 1997. Inflorescence commitment and architecture in *Arabidopsis*. *Science* 275, 80-83.
- Cathey, H.M. and H.A. Borthwick 1957. Photoreversibility of floral initiation in *Chrysanthemum*. *Bot. Gaz.* 119, 71-76.
- Chailakhyan, M.K. 1936. New facts in support of the hormonal theory of plant development. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR* 13, 79-83.
- Corbesier, L., C. Vincent, S. Jang, F. Fornara, Q. Fan, I. Searle, A. Giakountis, S. Farrona, L. Gissot, C. Turnbull and G. Coupland 2007. FT protein movement contributes to long-distance signaling in floral induction of *Arabidopsis*. *Science* 316, 1030-1033.
- Garner, W.W. and H.A. Allard 1920. Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. *J. Agric. Res.* 18, 553-606.
- Guttridge, C.G. 1959. Further evidence for a growth-promoting and flower-inhibiting hormone in strawberry. *Ann. Bot.* 23, 612-621.
- 白山竜次・郡山啓作 2013. キクの電照栽培における暗期中断電照時間帯が花芽分化抑制に及ぼす影響. *園芸学研究* 12, 427-432.
- Hayama, R., B. Aagash, E. Luley, R. King and G. Coupland 2007. A circadian rhythm set by dusk determines the expression of FT homologs and the short-day photoperiodic flowering response in *Pharbitis*. *Plant Cell* 19, 2988-3000.
- Higuchi, Y., K. Sage-Ono, R. Sasaki, N. Ohtsuki, A. Hoshino, S. Iida, H. Kamada and M. Ono 2011. Constitutive expression of the *GIGANTEA* ortholog affects circadian rhythms and suppresses one-shot induction of flowering in *Pharbitis nil*, a typical short-day plant. *Plant Cell Physiol.* 52, 638-650.
- Higuchi, Y., K. Sumitomo, A. Oda, H. Shimizu and T. Hisamatsu 2012. Day light quality affects the night-break response in the short-day plant chrysanthemum, suggesting differential phytochrome-mediated regulation of flowering. *J. Plant Physiol.* 169, 1789-1796.
- Higuchi, Y., T. Narumi, A. Oda, Y. Nakano, K. Sumitomo, S. Fukai and T. Hisamatsu 2013. The gated induction system of a systemic floral inhibitor, antiflorigen, determines obligate short-day flowering in chrysanthemums. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 110, 17137-17142.
- 久松完 (監修) 2014. 電照栽培の基礎と実践：光の質・量・タイミングで植物をコントロール. 誠文堂新光社.

- 東京, 240pp.
- Ho, WWH. and D. Weigel 2014. Structural features determining flower-promoting activity of *Arabidopsis* FLOWERING LOCUS T. *Plant Cell* 26, 552-564.
- Imamura, S. (ed.) 1967. Physiology of flowering in *Pharbitis nil*. Japanese Society of Plant Physiologists, Tokyo.
- Ishikawa, R., S. Tamaki, S. Yokoi, N. Inagaki, T. Shinomura, M. Takano and K. Shimamoto 2005. Suppression of the floral activator *Hd3a* is the principal cause of the night break effect in rice. *Plant Cell* 17, 3326-3336.
- Iwata, H., A. Gaston, A. Remay, T. Thouroude, J. Jeauffre, K., Kawamura, LH. Oyant, T. Araki, B. Denoyes and F. Foucher 2012. The *TFL1* homologue *KSN* is a regulator of continuous flowering in rose and strawberry. *Plant J.* 69, 116-125.
- Izawa, T., T. Oikawa, N. Sugiyama, T. Tanisaka, M. Yano and K. Shimamoto 2002. Phytochrome mediates the external light signal to repress FT orthologs in photoperiodic flowering of rice. *Genes Dev.* 16, 2006-2020.
- Kardailsky, I., VK. Shukla, JH. Ahn, N. Dagenais, SK. Christensen, JT. Nguyen, J. Chory, MJ. Harrison and D. Weigel 1999. Activation tagging of the floral inducer FT. *Science* 286, 1962-1965.
- Kobayashi, Y., H. Kaya, K. K. Goto, M. Iwabuchi and T. Araki 1999. A pair of related genes with antagonistic roles in mediating flowering signals. *Science* 286, 1960-1962.
- Koskela, EA., K. Mouhu, MC. Albani, T. Kurokura, M. Rantanen, DJ. Sargent, NH. Battey, G. Coupland, P. Elomaa and T. Hytönen 2012. Mutation in *TERMINAL FLOWER 1* reverses the photoperiodic requirement for flowering in the wild strawberry *Fragaria vesca*. *Plant Physiol.* 159, 1043-1054.
- Lang, A., MK. Chailakhyan and IA. Frolova 1977. Promotion and inhibition of flower formation in a day neutral plant in grafts with a short-day plant and a long-day plant. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 74, 2412-2416.
- Nakamura, Y., F. Andrès, K. Kanehara, Y. Liu, P. Dörmann and G. Coupland 2014. *Arabidopsis* florigen FT binds to diurnally oscillating phospholipids that accelerate flowering. *Nat. commun.* 5, 3553.
- Nakano, Y., Y. Higuchi, K. Sumitomo, T. Hisamatsu, 2013. Flowering retardation by high temperature in chrysanthemums: involvement of *FLOWERING LOCUS T-like 3* gene expression. *J. Exp. Bot.* 64:909-920.
- Oda, A., T. Narumi, T. Li, T. Kando, Y. Higuchi, K. Sumitomo, S. Fukai and T. Hisamatsu 2012. *CsFTL3*, a chrysanthemum *FLOWERING LOCUS T-like* gene, is a key regulator of photoperiodic flowering in chrysanthemums. *J. Exp. Bot.* 63, 1461-1477.
- Sumitomo, K. Y. Higuchi, K. Aoki, H. Miyamae, A. Oda, M. Ishiwata, M. Yamada, M. Nakayama and T. Hisamatsu 2012. Spectral sensitivity of flowering and *FT*-like gene expression in response to a night break treatment in the chrysanthemum cultivar 'Reagan'. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 87, 461-469.
- 瀧本敦 1998. 花を咲かせるものは何かー花成ホルモンを求めて. 中公新書, 218pp.
- Tamaki, S., S. Matsuo, HL. Wong, S. Yokoi and K. Shimamoto 2007. Hd3a protein is a mobile flowering signal in rice. *Science* 316, 1033-1036.
- Taoka, K., I. Ohki, H. Tsuji, K. Furuita, K. Hayashi, T. Yanase, M. Yamaguchi, C. Nakashima, YA. Purwestri, S. Tamaki, Y. Ogaki, C. Shimada, A. Nakagawa, C. Kojima and K. Shimamoto 2011. 14-3-3 proteins act as intracellular receptors for rice Hd3a florigen. *Nature* 476, 332-335.
- 田中豊秀 1968. キクの開花調節に関する研究ー調節物質の作用を中心として (第2報) 長日葉で形成される抑制物質の作用. 園芸学会雑誌 37, 83-88.
- Wigge, PA., MC. Kim, KE. Jaeger, W. Busch, M. Schmid, JU. Lohmann and D. Weigel 2005. Integration of spatial and temporal information during floral induction in *Arabidopsis*. *Science* 309, 1056-1059.
- Yanovsky, MJ. and SA. Kay 2002. Molecular basis of seasonal time measurement in *Arabidopsis*. *Nature* 419, 308-312.

クログワイ*の 根も止める！ 塊茎も減らす！

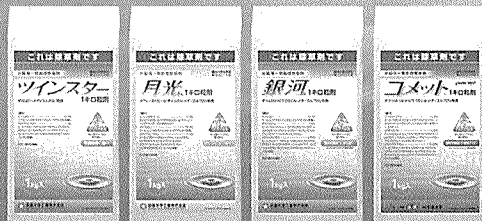
問題雑草・クログワイ*をはじめ、ホタルイ
など多年生雑草の地上部を枯らすだけで
なく、翌年の発生原因となる塊茎の形成
も抑えることができる。新成分「**アルデア**」※
配合の水稻用除草剤シリーズが新登場。
未来につながる雑草防除を、お勧めします。

* 剤型・地域によって登録雑草は異なります。

詳しくは、製品ラベルに記載されている適用表をご覧ください。

※アルデアはメタソルフロン愛称です。

誕生！ 多年生雑草も抑える新成分、
「**アルデア**」配合の除草剤シリーズ。



地上部だけでなく
地下部も…

ツインスター

1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ®

問題雑草に強い

(アルデア + ダイムロン)

月光

1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ®

ノビエにより長く

(アルデア + カフェンストロール + ダイムロン)

銀河

1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ®

抵抗性雑草*により強く

(アルデア + ピラクロニル + ダイムロン)

コメット

1キロ粒剤/ジャンボ®/顆粒

抵抗性雑草*に効果アップ

(アルデア + テフリトリオン + ピラクロニル)



日産化学工業株式会社

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-7-1 TEL: 03 (3296) 8141

<http://www.nissan-agro.net/>

®は登録商標 #SU(スルホニルウレア)抵抗性雑草

マンダリン類果実の品質保持における収穫後温度の重要性

(独)農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所
カンキツ研究興津拠点 松本 光

はじめに

収穫後のカンキツ果実は、貯蔵庫内のほか店頭陳列や輸送中などにおいて、低温から高温までさまざまな温度にさらされる。ウンシュウミカンなどのマンダリン類(皮が薄くてむきやすい品種)は、カンキツ果実の中でも収穫後、比較的、短期間で風味等の品質劣化が起こりやすい。このため、近年、マンダリン類における収穫後の品質劣化機構の解明と、風味などの内部品質保持に最適な収穫後条件の解明研究が進められている。

収穫後条件のなかでも貯蔵温度や収穫後の果実の取り扱い温度は、外観や風味などの果実品質に大きな影響を及ぼす。これまで、マンダリン類の最適貯蔵温度は、腐敗防止や外観保持の観点から、比較的、低温の3~5℃に設定されてきた。しかし、最近、マンダリン類を3~5℃で数ヶ月間、保存すると、見た目は良好に保たれているにもかかわらず、異常な香りが発生して風味が劣化し、食味が低下する場合があることがわかってきた。これまでに、いくつかの国の研究グループにより、マンダリン類の最適貯蔵温度と収穫後果実の取り扱い温度の再検討が行われているため、本稿で紹介する。

イスラエルとアメリカでの研究事例

イスラエルでは、近年、マンダリン類の需要が拡大し、マンダリン類の新品種の開発が積極的に行われている。イスラエルのカンキツ流通業者や輸出業者らは、腐敗のリスクを恐れてマンダリン類を3~4℃の低温で保存するが多いのが現状である。

これまでイスラエルの研究機関では、多様なマンダリンの既存品種や新品種について、最適な収

穫後の取り扱い方法を大規模に研究してきた。その中で彼らは、果実を低温貯蔵した際に起こる品質変化はマンダリンの品種によって異なり、低温に対して耐性がある品種と耐性がない品種があることを見いだした(Tietel *et al.* 2012)。すなわち、低温耐性があるマンダリン品種は、従来の最適保存温度(3~5℃)の低温で貯蔵しても外観や風味に問題が生じない。これに対して、低温耐性がないマンダリン品種を低温貯蔵すると、果皮障害が発生する前に(すなわち見た目は良好な状態で)、オフフレーバー(異臭)が発生して食味が低下する。このことは、果実が不適切な温度で貯蔵された場合、見た目が劣化する前に、香りや食味などの内部品質が先に劣化する場合があることを意味している。

風味の劣化が見た目で判断できない以上、果実を販売する側にとっても購入する消費者にとっても、これは大きな問題である。そこで彼らは、収穫後のマンダリン類における「香りの品質保持」に重点を置き、多様なマンダリン類の品質劣化機構の解明と品質保持に最適な貯蔵温度を明らかにする研究を開始した。

彼らは低温に対する耐性が異なる2種類のマンダリン品種 ‘Or’ と ‘Odem’ というマンダリン品種(どちらかというクレメンチンマンダリンに近い品種)を、収穫後、ワックス処理を行い(イスラエルでは、収穫後の果実に、防かび剤を含むワックス処理を行う場合が多い)、従来の最適貯蔵温度である5℃、それより低温の2℃、高温の8℃で果実を約1ヶ月間、貯蔵して、食味の変化を調査した。その結果、‘Or’ マンダリンは、どの温度でも食味や香りの劣化がほとんどなく良好な食味を維持していた(図-1)。一方、‘Odem’ マンダリンは、5℃や2℃で貯蔵すると

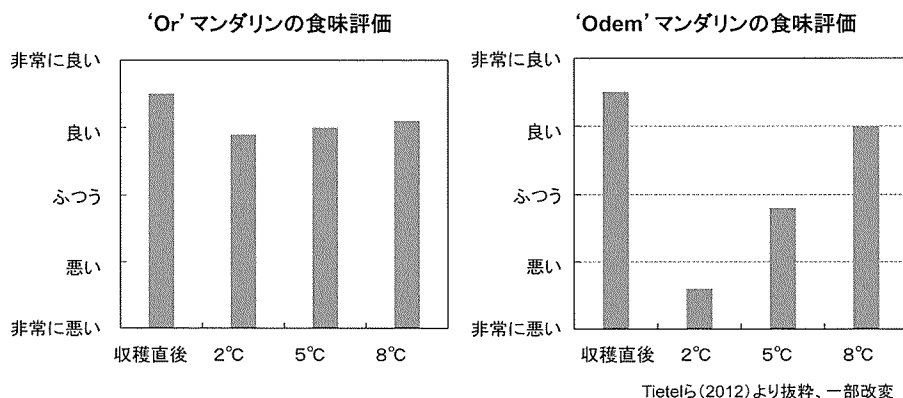


図-1 'Or' および 'Odem' マンダリンを1ヶ月間、保存した際の食味変化

オフフレーバーが発生し、特に2°Cでは著しく食味が劣化したが、8°Cで保存した果実ではオフフレーバーは発生せず、食味が良好に保たれた(図-1)。

これらの結果から、彼らは、低温に対するマンダリン類の感受性(低温耐性)には遺伝的素因が関与するため、個々の品種ごとに、品種固有の安全な貯蔵温度域(良好な風味を維持した状態で貯蔵できる温度域)を調査した上で果実を貯蔵・流通させる必要がある事を報告した(Tietel *et al.* 2012)。

これまで、カンキツ果実を貯蔵中に嫌気状態(酸素不足)に置くと、エタノールやアセトアルデヒドが果肉中に集積してオフフレーバーが発生することは知られていた。しかし彼らは、果実の低温保存中においては、エタノールやアセトアルデヒドのほかに、脂肪酸やアミノ酸が代謝されて発生する種々の香気成分が、オフフレーバーの一因となっている可能性があることを見いだした。そして、これらの成分は、収穫後の果実が、低温貯蔵中にエネルギー不足になった際、それを補うために異常な代謝変化を起こすことにより生成するのではないかと推測している(Tietel *et al.* 2011)。

さらに彼らは、低温耐性のある 'Or' マンダリンでは、低温貯蔵中に集積する香気成分が少ないのに対し、低温耐性のない 'Odem' マンダリンでは、オフフレーバーが発生する2°Cや5°Cの低温で特異的に増減する香気成分が多数あることを見いだした。 'Odem' マンダリンでは、香気成分のなかでもテルペン類の集積が貯蔵温度に

より制御されており、8°Cではテルペン類が集積しないのに対し、オフフレーバーが発生する低温では顕著に集積することから、テルペン類が 'Odem' マンダリンのオフフレーバーに何らかの寄与をしている可能性があることを報告している(Tietel *et al.* 2012)。

マンダリン類の貯蔵温度に関しては、アメリカのグループも、同様の現象を観察している。彼らは、 'マーコット' マンダリンを、0°C、4°C、8°Cで保存して食味変化を調査した。その結果、0°Cおよび4°Cで保存した果実に比べて、8°Cで保存した果実のほうが、香りや食味が良好に保たれた。このことから、 'マーコット' マンダリンの風味を損なわない最適保存温度は、従来の温度よりも高い8°C付近である可能性を報告した(Obenland *et al.* 2011)。

さらにObenland *et al.* は、 'マーコット' 等の幾つかのマンダリン品種を5°Cで短期間(1~4週間)貯蔵した後、果実を出庫し、低温の5°Cに置いた場合と室温程度の20°Cに置いた場合の食味変化を調査した。その結果、出庫後5°Cに置いた果実の食味は良好であったのに対し、出庫後20°Cに置いた果実の食味は急激に劣化し、この食味劣化は出庫前の貯蔵期間が長くなるほど著しいことを報告した(Obenland *et al.* 2013)。食味劣化に伴って、アルコールやエステル等の香気成分が果肉に集積するが、出庫後20°Cでは、たった1日でこれらの香気成分が著しく増加して食味が劣化す

る場合があった。また、果実を収穫後、低温貯蔵せず最初から20℃で短期間(1~4週間)おいた場合でも、香気成分が短期間で顕著に集積して食味が劣化した。

これらの研究結果は、マンダリン類の果実品質(特に香りの品質)を維持するためには、収穫後果実の取り扱い温度を注意深くコントロールする必要があることを示している。すなわち、品種固有の適切な貯蔵温度で果実を貯蔵するだけでなく、貯蔵前や貯蔵後(出庫後の流通段階など)の果実の取り扱い温度を適切に制御することが、高品質果実を消費者に供給する上で重要である。

ウンシュウミカンにおいて、収穫後の成分変化を最小限にする温度

ウンシュウミカンも貯蔵などの収穫後条件によっても、外観が良好であるにもかかわらず、異味異臭が発生して食味が低下する場合がある。我々は、ウンシュウミカンにおいて、異味異臭の発生などによる果実の食味低下を起こしにくい収穫後条件を見いだすためには、収穫後の成分変化を最小限にする条件を調査する必要があると考えた。すなわち、適切な時期に収穫した、とりたての果実には異味異臭は発生していないので、収穫直後の果実の生理状態をなるべく維持しやすい条件で貯蔵すれば、異味異臭は出ないであろうと判断したのである。

次に果実の生理状態を反映する成分として、我々は糖、有機酸、アミノ酸に着目した。これらの成分は生物の代謝の中心に位置する一次代謝成分であり、果実の生理状態が変化したり、果実がストレスを感じたりすると、含量が大きく変化することが知られている(Guy *et al.* 2008)。そこで、我々は収穫後の条件として温度に着目し、ウンシュウミカン異なる温度で保存して、糖・有機酸およびアミノ酸の含量変化を調査し、収穫後の成分変化が最も少ない温度(収穫直後の果実の生理状態をなるべく維持しやすい温度)を調査した(松本・生駒 2012)。

ウンシュウミカンとして‘青島温州’を用い

て、これまでウンシュウミカンの最適貯蔵温度とされてきた5℃と、それより高い10℃、室温程度の20℃、真夏のハウスミカン想定した30℃の4段階で2週間保存し、果肉中の糖(3種類)、有機酸(4種類)およびアミノ酸(20種類)の含量変化を調査した。その結果、糖と有機酸の総含量は、どの温度でもあまり変化しなかった。しかし、アミノ酸の含量は、温度の影響を大きく受ける種類が存在した(図-2)。図-2には、温度の影響を受けた特定のアミノ酸の含量変化率(2週間後の含量を収穫直後の含量で割った値)を示した。棒グラフが、横軸より上に伸びた成分は収穫後に含量が増加した成分、横軸より下に伸びた成分は含量が減少した成分である。

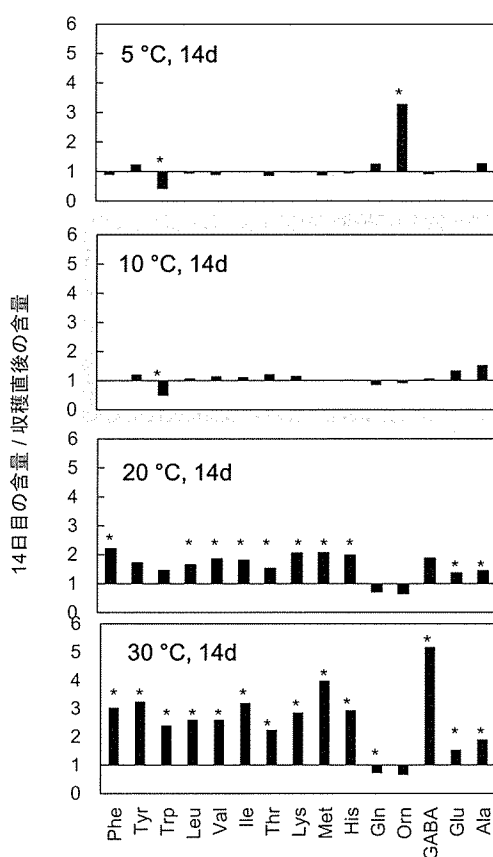


図-2 ‘青島温州’の果肉における収穫後の成分含量変化率

(* Student's t 検定により 5%水準で有意差あり, Orn: オルニチン)

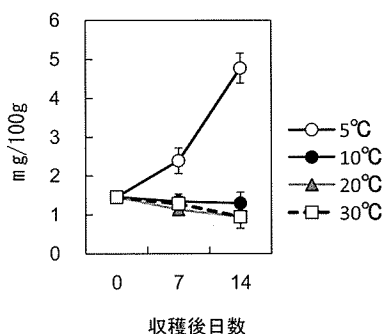


図-3 青島温州の果肉におけるオルニチン含量の推移

低温の5°Cで保存した果実では、アミノ酸の一種であるオルニチンが約3.3倍に急増し(図-2)、その含量は収穫時に約1.5mgであったのが、2週間で約5mgにまで増加した(図-3)。一方、20°Cや30°Cの高温では、フェニルアラニン、バリン、リジン等の特定のアミノ酸が急激に増加し、高温になるほど顕著に集積した(図-2)。これに対して、10°Cでは、このような急激なオルニチン等のアミノ酸集積は起こらず、収穫直後の成分含量をおおむね維持していた(図-2,3)。

一般的に、植物が低温や高温などの環境ストレスに晒されると、ストレスに対応するために、植物体内で代謝変化が起こり、特定のアミノ酸が集積することが知られている(Guy *et al.* 2008)。オルニチンは、低温ストレスや低温障害を受けた植物体内で集積することが報告されている。このことから、収穫後のウンシュウミカン果実においても5°Cという温度は、おそらく果実にとっては寒すぎる温度であり、果実内で低温ストレスに対応する代謝変化(異常代謝)が起こった結果、オルニチンが顕著に集積したと考えられる(図-3)。

植物が高温ストレスや高温障害を受けた場合でも、植物体内で特定のアミノ酸が集積することが知られている(Guy *et al.* 2008)。ブロッコリーなどの作物においても、収穫後、20°C程度の温度で保存するとタンパク質分解などの生理的变化が起こり、特定のアミノ酸が集積することが報告されている。このことから、収穫後のウンシュウミカン果実においても20°Cという温度は、おそら

く果実にとっては適温よりは高い温度であるため果実内で代謝変化が起こった可能性がある。

一方、10°Cという温度は、果実にとっては、おそらくストレスが少なく代謝変化を起こすが必要ない温度だったので、低温特異的なオルニチン集積や高温特異的なアミノ酸集積は起こらず、収穫直後の果実の成分含量を維持しやすかったのではないかと考えられる(図-2)。

次に、低温でのオルニチンの集積や高温でのアミノ酸集積が、‘青島温州’という晩生品種に特異的な現象なのか、ウンシュウミカンに共通している現象なのかを確認するため、‘宮川早生’ (早生品種)と‘シルバーヒル温州’ (中生品種)を、20°Cと5°Cで2週間保存して、糖・有機酸・アミノ酸の含量変化を調査した。その結果、20°Cでは、フェニルアラニン、トリプトファン、バリン、リジンおよびヒスチジンが3品種に共通して集積した(図-4)。5°Cでは、収穫直後に比べてオルニチン含量が‘宮川早生’で約3倍、‘シルバーヒル温州’で約4倍に増加した(図-4)。

このことから、5°Cでのオルニチン集積は、ウンシュウミカンに共通した現象であり、ウンシュウミカン果実において、収穫後の成分変化を最小限にする温度は、5°Cよりも高い、10°C付近である可能性が示された(松本・生駒 2012)。

尚、我々は低温での異常代謝により集積するオルニチンが、ウンシュウミカンの貯蔵臭の原因物質であるとは考えていない。低温での異味異臭は低温貯蔵後、2週間程度では発生せず、数ヶ月間経過して初めて発生するからである。今後、オルニチンが集積する条件下で、貯蔵臭に関連するどのような成分が発生しているのか、詳細に検討する必要がある。

一方で、イスラエルの研究グループが指摘している揮発性成分が、ウンシュウミカンの貯蔵臭の原因物質かどうかという点については、現状では明らかではない。イスラエルやアメリカの研究で使用されたマンダリンは、ウンシュウミカンとは風味がかなり違うほか、果実をワックス処理する

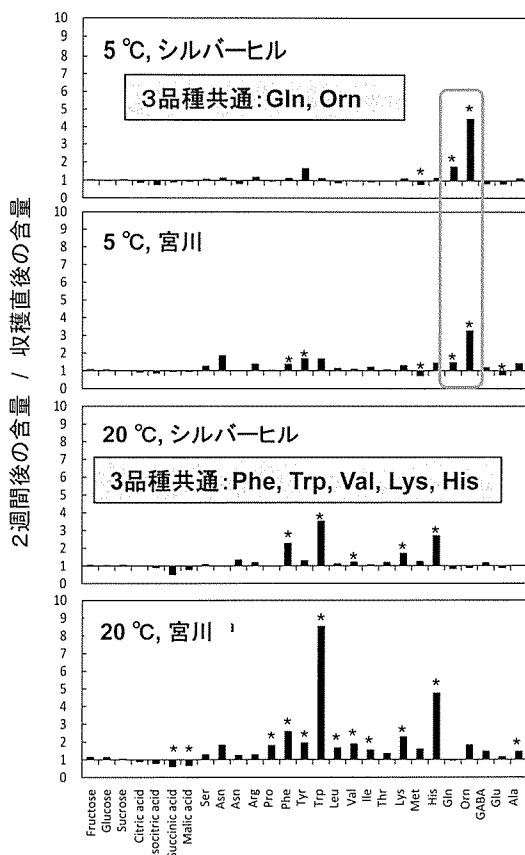


図-4 ‘シルバーヒル温州’ および ‘宮川早生’ の果肉における収穫後の成分含量変化率
(* Student's t 検定により 5% 水準で有意差あり,
Orn: オルニチン)

ため、日本において発生しているウンシュウミカンの貯蔵臭とは異なる可能性があり、今後さらなる研究が必要である。

生産現場での実例（冷風貯蔵庫）

近年、静岡県内で冷風貯蔵庫というウンシュウミカンの新しい貯蔵庫が普及し始めている。この貯蔵庫は、庫内を一定の温度に制御するだけでなく、送風方法を工夫して、庫内の隅々まで、常に微風を送ることにより、果実周囲の湿度を低くして、腐敗を少なくすることに役立っている。この冷風貯蔵庫の設定温度は8℃とされており、この温度は、静岡県内の良好な貯蔵庫が、8℃程度であったという実態調査に基づいて決定されている。

この貯蔵庫を用いることで、12月上旬に収穫した‘青島温州’を3～4ヶ月間、貯蔵して、果皮障害を起こさず見た目の鮮度を維持しつつ、貯蔵臭がなく良好な食味を維持して4月上旬まで出荷することに成功している(杉山 2012)。

この現場での成功事例からも、ウンシュウミカンの保存に適した温度は、従来の5℃よりは高く、長期貯蔵の場合は8℃付近が良いようだ。

おわりに

今回、ウンシュウミカン等のマンダリン類の果実品質に及ぼす収穫後温度の影響に関する最近の研究動向について、イスラエル、アメリカおよび日本での研究事例と、日本の生産現場での実例を紹介した(図-5)。これらの事例は、①外観だけでなく、食味や香りを維持しながら貯蔵できるマンダリン類の安全な貯蔵温度域は品種によって異なること、②品種固有の安全温度域を明らかにし、その範囲内において、なるべく低温で貯蔵することが香りや食味等の品質保持に重要であること、③ウンシュウミカンにおいて最適な貯蔵温度域は、従来の3～5℃よりもやや高い温度域の可能性があること、④マンダリン類の果実品質を維持するためには、貯蔵温度だけでなく、貯蔵前・貯蔵後(出庫後の流通段階など)の果実の取り扱い温度を適切に制御することが重要であることを示唆している。

近年、多様なカンキツ品種が開発されているが、個々の品種本来のおいしさ(食味や香り等)を消費者に届けるために、今後は腐敗防止や外観保

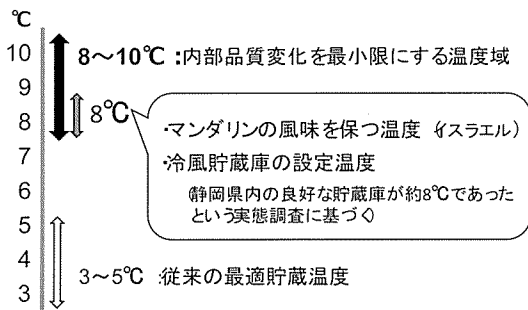


図-5 マンダリン類の最適貯蔵温度域

持だけでなく、食味や香りを保つという観点で、品種ごとに最適な収穫後の果実の取扱い方法(貯蔵温度等)を検討していく必要があると考えている。

引用文献

- Guy, C., F. Kaplan, J. Kopka, J. Selbig and DK. Hinda 2008. Metabolomics of temperature stress. *Physiologia Plantarum*. 132, 220-235.
- Matsumoto, H. and Y. Ikoma 2012. Effect of different postharvest temperatures on the accumulation of sugars, organic acids, and amino acids in the juice sacs of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60, 9900-9909.
- Obenland, D., S. Collin, J. Sievert and M. Lu Arpaia 2013. Mandarin flavor and aroma volatile composition are strongly influenced by holding temperature. *Postharvest Biology and Technology* 82, 6-14.
- Obenland, D., S. Collin, B. Mackey, J. Sievert and M. Lu Arpaia 2011. Storage temperature and time influences sensory quality of mandarins by altering soluble solids, acidity and aroma volatile composition. *Postharvest Biology and Technology* 59, 187-193.
- 杉山博茂 2012. 温暖化時代に対応する温州ミカンの貯蔵技術－冷風貯蔵技術－. *果実日本* 67, 60-65.
- Tietel, Z., E. Lewinsohn, E. Fallik and R. Porat 2012. Importance of storage temperatures in maintaining flavor and quality of mandarins. *Postharvest Biology and Technology* 64, 175-182.
- Tietel, Z., E. Feldmesser, E. Lewinsohn, E. Fallik and R. Porat 2011. Changes in the transcriptome of Mor Mandarin flesh during storage; emphasis on molecular regulation of fruit flavor deterioration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59, 3819-3827.

豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤



湛水直播の除草場面で大活躍!

非SU系水稲用除草剤

プレキープ[®] 1キロ粒剤
フロアブル

・は種時の同時処理も可能!

テーマは省カ化!! 美味しいニッポンの米づくりに

石原
ドウジガード[®]

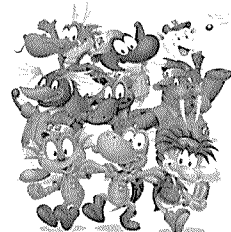
フロアブル/1キロ粒剤

- ・田植同時処理が可能で一発剤!
- ・SU抵抗性雑草、難防除雑草にも優れた効果!
- ・クログワイの発根やランナー形成を抑制!

高葉齢のノビエに優れた効き目



フルセトスルフロンの
ラインナップ



新発売 **ゼンイチ[®] MX 1キロ粒剤**

スケッチ[®]
1キロ粒剤

フルチャージ[®]
1キロ粒剤・ジャンボ

フルインガ[®]
1キロ粒剤

ナイスドール[®]
1キロ粒剤

そのまま散布ができる

乾田直播専用

アンカーマン[®]
DF

ハードパンチ[®]
DF

ISK 石原産業株式会社
〒550-0002 大阪市西区江戸堀1丁目3番15号

販売 ISK 石原バイオサイエンス株式会社
〒112-0004 東京都文京区後楽1丁目4番14号

ホームページアドレス
<http://bj.iskweb.co.jp>

雑草・病害・害虫の写真
15,000点と解説を
無料公開

病害虫・雑草の情報基地として
インターネットで見られます。
ご利用下さい。

Please access
boujo.net



<http://www.boujo.net/>

病害虫・雑草の情報基地

検索



電子ブックで公開

日本植物病害大事典

農業分野で重要な植物病害を写真と解説で約 6,200 種収録した最大の図書を完全公開。(1,248 ページ)

日本農業害虫大事典

農作物、花卉、庭木、貯蔵植物性食品を含む、害虫 1,800 種を専門家により、写真と解説で紹介した大事典を完全公開。(1,203 ページ)

ミニ雑草図鑑

水田・水路・湿地から畑地・果樹園・非農耕地に発生する 483 余種の雑草を幼植物から成植物まで生育段階の姿で掲載。(192 ページ)

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東 1-26-6
<http://www.zennokyo.co.jp>

新規除草剤

イプフェンカルバゾン(HOK-201)

北興化学工業(株) 製品企画部 竹内 崇

はじめに

イプフェンカルバゾンは、北興化学工業株式会社が新規に創製、開発したトリアゾリノン系水稻用除草剤である。本剤は、水稻栽培における問題雑草のノビエに対し2.5葉期までの処理で高い除草効果を示し、以下の特長を有する。

- 1) ノビエに対する長い残効。
- 2) 水稻に対する高い安全性。
- 3) 発生始めまでの一年生広葉雑草に対する高い除草効果。

これらの特長から、省力的な処理方法として注目されている田植同時処理に最適な有効成分として期待されている。

1. 発見、開発の経緯

北興化学工業株式会社は、新規水稻用除草剤として、1990年代後半からトリアゾリノン系化合物の探索を開始した。その結果、水稻に対する安全性が高く、安定した除草効果を持続するイプフェンカルバゾンを選抜した。本剤は2008年から(現)公益財団法人日本植物調節剤研究協会(以下植調協会)においてイプフェンカルバゾン1キロ粒剤(HOK-201)及びイプフェンカルバゾン・プロモブチド・ベンスルフロメチル混合剤(HOK-0801)の委託試験を開始し、2013年8月6日、イプフェンカルバゾン単剤「ファイター剤」、および同混合剤「ウィナー剤」の農薬登録を取得した。

2. 名称および化学構造

名称：ファイター1キロ粒剤

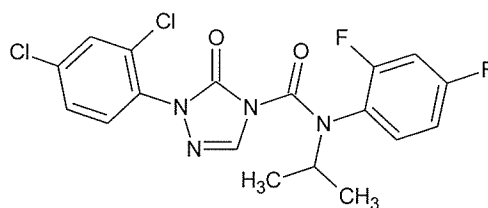
試験番号：HOK-201-1kg粒剤

有効成分：イプフェンカルバゾン

(ISO名：ipfencarbazone)

化学名(IUPAC)：1-(2,4-ジクロロフェニル)-2',4'-ジフルオロ-1,5-ジヒドロ-*N*-イソプロピル-5-オキソ-4*H*-1,2,4-トリアゾール-4-カルボキサニド

構造式：



化学式：C₁₈H₁₄Cl₂F₂N₄O₂

系統名：トリアゾリノン系

3. 物理化学性、安全性

物理的状态、形状：白色固体、微粉末

融点：133.8～137.3℃

蒸気圧：9.8×10⁻⁸ Pa(20℃)

水溶解度：0.515 mg/L(20℃)

急性毒性：

経口：ラット(雄、雌) LD₅₀ >2,000 mg/kg

経口：マウス(雌) LD₅₀ >2,000 mg/kg

経皮：ラット(雄、雌) LD₅₀ >2,000 mg/kg

水産動植物影響

魚類：コイLC₅₀(96 h) >0.848 mg/L

甲殻類：オオミジンコEC₅₀(48 h) >0.989 mg/L

藻類：緑藻 ErC₅₀(72 h) 0.0217 mg/L

4. 作用機作

本剤の一次作用点は極長鎖脂肪酸(VLCFA)生合成阻害と推定される。これにより細胞膜やクチュラ形成不全、細胞分裂抑制を引起し、植物は正常な成長が阻害され、枯死に至ると考えられる。

5. 殺草スペクトラム

本剤はノビエを中心に高い活性を示し、発生前～発生始めまでの一年生雑草、イヌホタルイなどにも有効である。高い活性を示す代表的な草種は、一年生イネ科(ノビエ)、カヤツリグサ科(イヌホタルイ(表層発生個体)、タマガヤツリ)、ミズアオイ科(コナギ)、ゴマノハグサ科(アゼナ類)(表-1)がある。また、スルホニルウレア系除草剤抵抗性(以下SU-R)雑草に対しても活性を示す。

6. 薬剤吸収部位

植調協会作-4試験に準拠し、水稻の各部位(根部、茎葉基部、茎葉部)よりイプフェンカルバゾンを吸収させた結果、水稻の生育に対する影響(生重)は、根部≧茎葉基部>茎葉部の順であり、イプフェンカルバゾンは主に根部および茎葉基部から吸収されていることが明らかとなった。

7. 土壌中移動性

イプフェンカルバゾンの土壌中移動性は小さく、土壌の種類にかかわらず表層から1cm付近までの層に存在することが明らかとなった。イプフェンカルバゾンは表層付近に安定した処理層を形成すると考えられる(図-1)。

表-1 イプフェンカルバゾンの殺草スペクトラム

処理時期	一年生雑草				多年生雑草			SU-R雑草		
	ノビエ	カヤツリグサ科	コナギ	アゼナ類	マツバイ	イヌホタルイ	ミズガヤツリ	イヌホタルイ	コナギ	アゼナ類
発生前	◎	◎	◎	◎	◎	◎*	○	◎*	◎	◎
生育期**	◎	◎	△	○	△	○*	×	○*	△	○

◎:極大、○:大、△:中、×:小

*表層発生個体に対する除草効果

**ノビエ 2.5葉期処理、その他雑草は2葉期処理

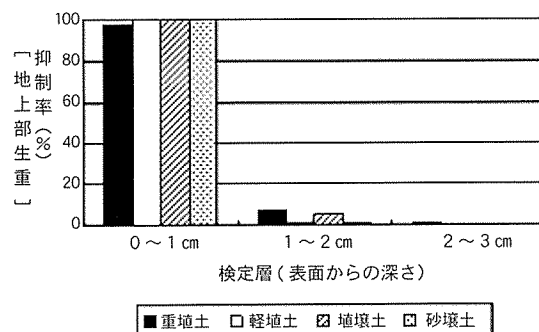
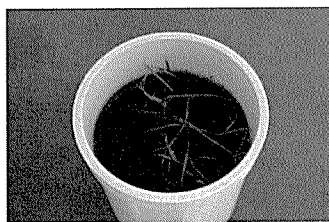


図-1 土壌中移動性

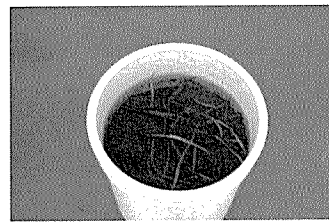
北興化学工業㈱開発研究所 ポット試験
分割カラムに各土壌を充填し、イプフェンカルバゾンを25gai/10a 処理した。その後、漏水(2cm/日×3日間)し、1cmごとにカラムを分割した。各層の土壌表面に検定植物(タイヌビエ)を播種、地上部生重(無処理区比抑制率)を調査し、薬剤の移動距離を推定した



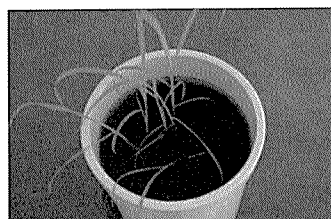
薬剤処理区(処理7日後)



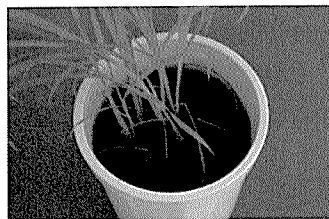
薬剤処理区(処理14日後)



薬剤処理区(処理21日後)



無処理区(7日後)



無処理区(14日後)



無処理区(21日後)

写真-1 イプフェンカルバゾンのノビエに対する除草効果
イプフェンカルバゾン 25gai/10a 処理 ノビエ 2.5葉期処理

8. ノビエに対する殺草症状および効果完成速度

イプフェンカルバゾンは処理後1週間で茎葉の濃緑化、出すくみ、捻転症状が発現し、処理後2～3週間で症状が進み効果完成に至る(写真-1、写真-2)。

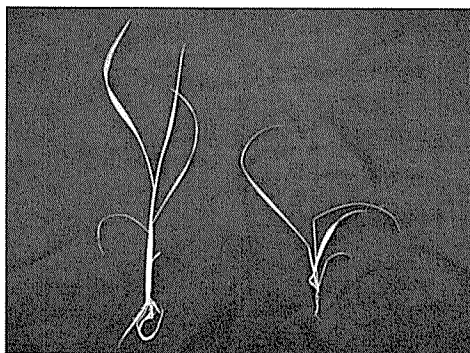


写真-2 薬剤処理6日後の殺草症状
北興化学工業㈱開発研究所 ポット試験
イプフェンカルバゾンを25gai/10a処理 ノビエ2.5葉期処理
(左: 無処理、右: イプフェンカルバゾン処理)

9. ヒエの種類と除草効果

イプフェンカルバゾンは代表的なヒエ類(タイヌビエ、ヒメタイヌビエ、イヌビエ)に対し、高い除草効果を示した(図-2)。

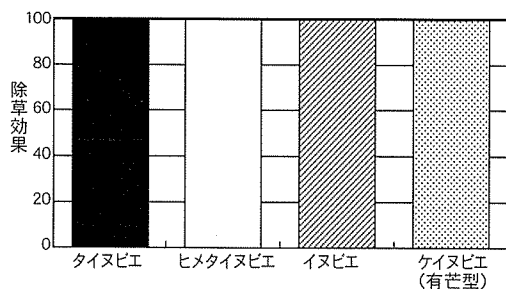


図-2 ヒエの種類と除草効果—2.5葉期処理—
北興化学工業㈱開発研究所 ポット試験
イプフェンカルバゾンを25gai/10a処理
処理27日後に達視調査 (0: 効果無し～100: 完全枯死)

10. ノビエに対する残効性

イプフェンカルバゾンはノビエに対し長期の残効を示し、安定した効果が確認された(図-3)。

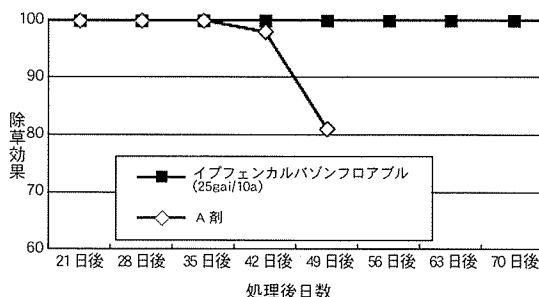


図-3 ノビエに対する残効性
北興化学工業㈱開発研究所 ポット試験
処理7日毎に土壌表層にノビエを播種し、播種21日後に達視調査 (0: 効果無し～100: 完全枯死)

11. ノビエの発生密度と除草効果

イプフェンカルバゾンはノビエの発生密度にかかわらず高い除草効果を示した(写真-3)。

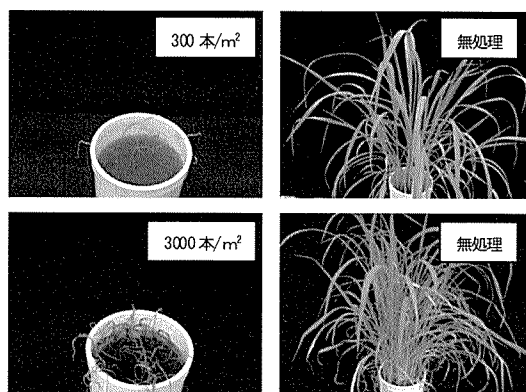


写真-3 ノビエの発生密度と除草効果 (処理35日後)
北興化学工業㈱開発研究所 ポット試験
ノビエの発生密度を㎡あたり300本、3,000本に調整後2.5葉期にイプフェンカルバゾンを25gai/10a処理

12. 漏水条件におけるノビエに対する除草効果

イプフェンカルバゾンは、漏水の有無にかかわらずノビエに対する除草効果が高く、漏水の影響を受けにくいことが示された(図-4)。

13. 土壌別のノビエに対する除草効果

イプフェンカルバゾンは土壌の種類にかかわらず、ノビエに対する除草効果の変動が小さいことが示された(図-5)。

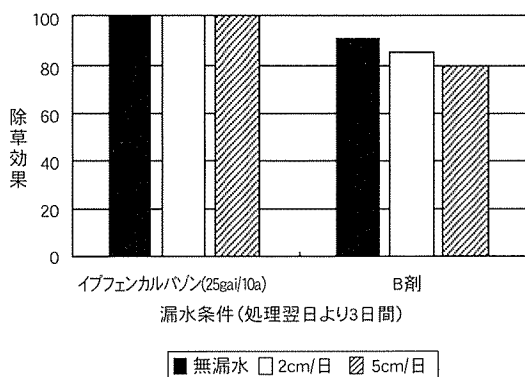


図-4 ノビエに対する除草効果—漏水条件—
北興化学工業㈱開発研究所 ポット試験 2.5 葉期処理
所定量の漏水を、処理翌日より3日間実施
処理21日後に達観調査 (0:効果無し～100:完全枯死)

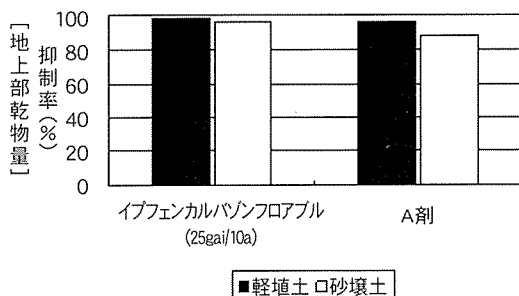


図-5 ノビエに対する除草効果—土壌別—
北興化学工業㈱開発研究所 ポット試験
2.5 葉期処理
処理28日後に地上部乾物重を調査

14. SU 抵抗性雑草に対する残効

イブフェンカルバゾンはSU抵抗性のアゼナ、コナギに対して40日を超える長期の残効を示した (図-6)。

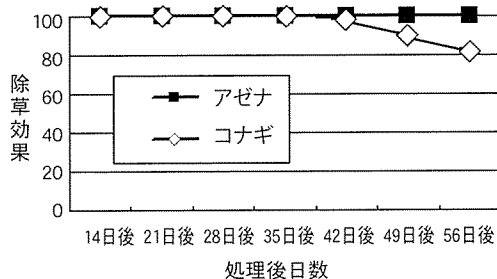


図-6 SU 抵抗性雑草に対する残効性
北興化学工業㈱開発研究所 ポット試験
イブフェンカルバゾンを25gai/10a 処理
処理後7日後に土壌表層に播種し、播種14日後に達観調査
(0:効果無し～100:完全枯死)

15. 薬剤処理時期と水稲に対する安全性

イブフェンカルバゾンは移植当日から移植10日後処理まで、水稲に対して高い安全性を示した (図-7)。

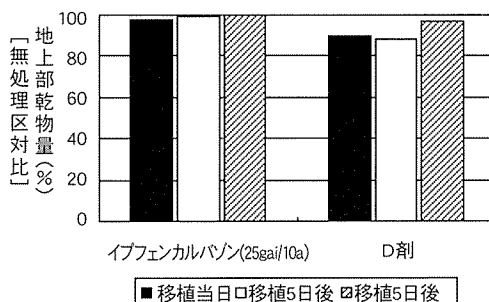


図-7 水稲に対する安全性—処理時期別—
北興化学工業㈱開発研究所 ポット試験
移植当日、5日後または10日後に処理し、
処理28日後に地上部乾物重調査

16. 土壌別の水稲に対する安全性

イブフェンカルバゾンは土壌の違いにかかわらず水稲に対し高い安全性を示した (図-8)。

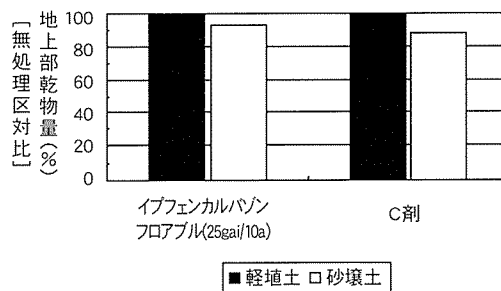


図-8 水稲に対する安全性—土壌別—
北興化学工業㈱開発研究所 ポット試験
処理28日後に地上部乾物重調査

17. 漏水条件における水稲に対する安全性

イブフェンカルバゾンは漏水の有無にかかわらず水稲に対し高い安全性を示した。また、土壌に関係なく漏水の影響は小さいことが示された (図-9)。

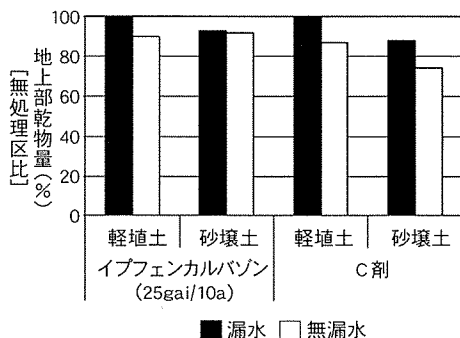


図-9 水稻に対する安全性－漏水条件－
北興化学工業㈱開発研究所 ポット試験
2cm/日の漏水を、処理翌日より7日間実施した
処理28日後に地上部乾物重調査

18. 田植同時処理における水稻に対する安全性

イプフェンカルバゾンの田植同時処理における薬害は極めて軽微であり、水稻に対する高い安全性が示された(図-10)。

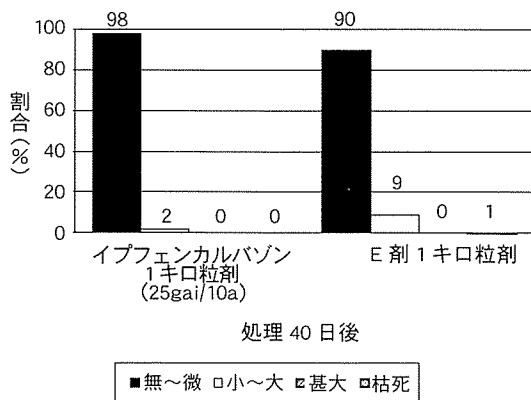


図-10 水稻に対する安全性－田植同時処理－
北興化学工業㈱開発研究所 圃場試験
田植同時処理機：「まくべえ」
移植40日後に全株遠視調査を行い、以下の基準で分類した。
無～微：薬害程度0～15 小～大：薬害程度16～79
甚大：薬害程度80～99 枯死：薬害程度100

19. 植調協会委託試験結果まとめ(平成20～21年)

イプフェンカルバゾンは、ノビエをはじめとする各種一年生雑草に対して高い効果を示した。また、薬害は移植直後からノビエ2.5葉期処理のいずれの区においても認められず、水稻に対して高

い安全性が認められた(図-11)。

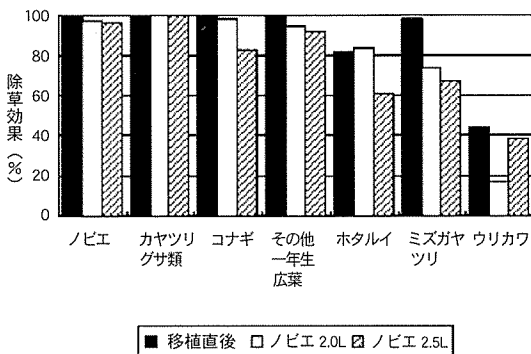


図-11 植調協会委託試験結果(平成20年, 21年度)
植調協会 委託試験(近畿・中国・四国地域)7例平均
各時期に処理し、所定の時期に除草効果(抑制率)および薬害*を調査した
*水稻薬害：水稻に対する影響は認められず、全ての試験地・処理時期で薬害は「無」であったため、データを省略した

最後に

新規水稻用除草剤イプフェンカルバゾンは水稻に対する優れた安全性を有し、ノビエに対して高い効果を発揮する。さらに、最大の特長として、ヒエ剤の中ではトップクラスの残効性を有することが挙げられる。近年、生産現場ではノビエに対する残効切れが問題となり、残効の長いヒエ剤が望まれている。このような背景からイプフェンカルバゾンは一発剤の混合母剤として、その特長を最大限に活かすことが可能と考えられる。本剤は、「安全、省力、長く効く」をコンセプトとして、水稻栽培の雑草防除場面で、ノビエ防除を中心としたニーズに貢献できるものと考えられる。

引用文献

- 日本植物調節剤研究協会(編) 2008. 平成20年度 夏作 関係除草剤作用性・適用性判定 試験成績総合要録(水稻編), 84(資料 - 178).
- 日本植物調節剤研究協会(編) 2009. 平成21年度 夏作 関係除草剤作用性・適用性判定 試験成績総合要録(水稻編), 88(資料 - 185).
- 木戸庸裕・沖田洋行・竹内崇・岡村充康・森田健 2004. 新規トリアゾリノン誘導体の合成と除草活性. 日本農薬学会大会講演要旨集(29), 58.

木戸庸裕・沖田洋行・岡村充康・近藤智・竹内崇・森田健 2008. 新規除草剤 HOK-201 に関する研究 第1報 関連化合物の合成および構造と活性. 日本農薬学会大会講演要旨集 (33), 36.

岡村充康・近藤智・本間百合子・竹内崇・武富巖・木戸庸裕・沖田洋行・森田健 2008. 新規除草剤 HOK-201 に関する研究 第2報 水稲用除草剤としての作用特性. 日本農薬学会大会講演要旨集 (33), 37.

近藤智・竹内崇・岡村充康・木戸庸裕・沖田洋行・松本宏・白井健二 2009. 新規除草剤 HOK-201(ipfencarbazono(iso)) に関する研究 第3報 HOK-201 がタイヌビエ主要代謝系に及ぼす影響. 日本農薬学会大会講演要旨集 (34), 64.

笠原達矢・竹内崇・岡村充康・木戸庸裕・沖田洋行 2010. 新規除草剤 HOK-201(ipfencarbazono(iso)) に関する研究. 第4報 水稲用除草剤としての作用特性 (2) 日本農薬学会大会講演要旨集 (35), 91.

笠原達矢・竹内崇・岡村充康・高畑好之 2011. 新規除草剤

HOK-201(ipfencarbazono) に関する研究 第5報 水稲用除草剤としての作用特性 (3) 日本農薬学会大会講演要旨集 (36), 72.

小山公平・兼松慧・笠原達矢・竹内崇・高畑好之・岡村充康 2012. 新規除草剤イプフェンカルバゾンに関する研究 第6報 水稲用除草剤としての作用特性 (4) 日本農薬学会大会講演要旨集 (37), 114.

兼松慧・小山公平・菱池宣弘・高畑好之・竹内崇 2013. 新規除草剤イプフェンカルバゾンに関する研究 第7報 水稲用除草剤としての作用特性 (5) 日本農薬学会大会講演要旨集 (38), 74.

近藤智・木戸庸裕・西田生郎・太田啓之 2013. 新規除草剤イプフェンカルバゾンに関する研究 第8報 イプフェンカルバゾンがタイヌビエの脂質に及ぼす影響. 日本農薬学会大会講演要旨集 (38), 104.

竹内崇 2013. 新規除草剤 イプフェンカルバゾン. 農薬春秋 90, 26-31.

◆救荒雑草とは、我々が日常食べている農作物が、干ばつ・冷害・水害などのために稔らなかった凶作の年に、飢えを凌ぐのに役立った雑草のことです。

◆とかく駆除の対象となりがちな雑草の中には、薬草や食用となる種が多く存在します。本書では、それらの中から史上記載のある種(救荒雑草)をまとめて掲載しました。

佐合隆一 著

救荒雑草

飢えを救った雑草たち

◆飽食の時代といわれる今日、戦中～戦後の食糧危機時を経験した世代が少数となり、救荒植物への興味が薄れ、スーパーや八百屋で販売されるものしか食べない世代へ変わりつつあり、食の歴史を考える上でも救荒植物として史実に残った植物を後世に残したい思いでつづった植物誌です。

◆身近な雑草を起点として救荒植物と接することができるように、草本植物を主に取りあげ、記載しました。

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

救荒雑草 [飢えを救った雑草たち]
著者/佐合 隆一

A5判 192ページ
(内カラー口絵32p)
本体価格1,800円

新刊書紹介

植物生態観察図鑑—おどろき編—

本多郁夫／著・写真



「コメントに困りました。」

本書を見た広告代理店の営業マンが、ふと漏らした言葉である。本書を手にした第一印象として、とても正直だといえよう。

本書冒頭に、ウマノスズクサの雌しべ（本文では柱頭）と雄しべの経時変化を示した6枚の連続写真がある。さらにその見開頁には雌しべと雄しべを、それぞれアップに観た画像が5枚ある。これら11枚の画像を目にすると「これはなんだろう？」と、しばし動作が止まることになる。やがて、本文と画像を付き合わせて、ようやく理解にいたる。

さらに、その雌しべと雄しべの変化と合わせて、花の内部の毛（があるのだ）に起こる変化も画像で見せている。

そこには、名前を知っている植物の変化する姿が示されており、その見知らぬ姿におどろきを感じる。そのおどろきが、ウマノスズクサだけではなく、掲載されている17種、すべての種に当てはまるのだ。

ウマノスズクサの章では、直径5mm弱の雌しべ（柱頭）の観察を行ったかと思うと、ミズバショウの章では、花序を喰い散らかした犯人を考える。イソスミレの章では、砂浜に生きるイソスミレがどのようにして大株になるのか、群落の経年変化を追いながら考える。オニバスの章では、複数の

文献から標準和名や地方名、学名の謂れを考え、また種子や花の構造、発芽から展葉・開花にいたるまでの生長過程を画像を多用して記している。観察の視点が多彩なのである。

本書の質を担保しているのは、このような著者の好奇心はもちろん、その撮影技術と観察技術にある。

クロモの章では、水面に立ち上がる直径2mm程の雄花と零れ落ちている花粉を画像で紹介している。ヤドリギの章では、果実の果肉が3種類の成分からなることを知り、切片を作成し顕微鏡で観察・撮影している。冒頭ウマノスズクサでは、花の一部を切除、カバーガラスを貼り付けて、内部での昆虫の様子を観察している。それら全てを焦点のあった画像で示している。画像を伴った解説は、理解しやすいのである。植物を解説する書籍は多々あるが、一つの事象に対して、これほど画像を多用して解説する書籍はあまり見られないだろう。

ただ、本書は忙しい方やせっかちな方には向かないかもしれない。

本書のおもしろさは、その画像が何を意味しているのか、読み解いてゆくところにある。別の言い方をすると、本文を読まないといわからない（画像がある）ようにできている。

これは何？と読み解くうちに、いつの間にか著者の視点と一緒に観察している（読み進めている）ことが、本書の魅力の一つでもあるのだから、時間に余裕のあるときに読んでもらいたい。

反面、紙面構成に工夫の余地がある書籍といえよう。続編が予定されているとのことなので、次作では簡単な要約があると、より多くの人に手にとってもらえるのではないか。

本体価格 2,950 円、発売：全国農村教育協会
(TEL 03-3839-9160, FAX 03-3833-1665,
メール hon@zennokyo.co.jp)

「話のたねのテーブル」より

気になる“植物の絶滅危惧種” (2)

廣田伸七

前回はイシモチソウやコモウセンゴケなど、生育地が湿地や湿原という限られた条件のものを絶滅危惧種の代表的なものとして取り上げたが、今回のオキナグサは全国で普通に見られた植物である。普通種は一般的に方言名が多く、オキナグサもウジノヒゲ（花巻）、オネゴジョ（鹿児島）、カエロッパ（茨城）、シラガグサ（静岡）など約 230 もあるとされる。

オキナグサくキンポウゲ科>

オキナグサは日当りのよい原野や芝地に生育する多年草で、根生葉は叢生して長い柄があり、葉は 2 回羽状複葉、根生葉や茎葉には長い白毛を密生する。4～5 月頃に茎先に直径 3cm ほどの鐘形の花を下向きに開く。萼片は 6 個で外面が長い毛に覆われ、内面は暗赤紫色を呈する。花弁はない。花後に花柱が伸

びて長い灰白色の毛をつける。花期の姿がきれいなので、採取され鉢植えの園芸植物としてよく売られる。

昔はふつうに山野に生育していたオキナグサがなぜレッドデータブックに記載されるようになったのか。茨城県の資料によると、以前は県内各地の山地、原野に生育していたが、現在はきわめて稀になった。原因は開発による破壊と草地の放置による荒廃、園芸用の乱獲によるとされている。春、山や草地を歩いていてオキナグサの独特な可憐な花に出会うとうれしいものである。オキナグサの保護対策を積極的にすすめるとともに、園芸用などの乱獲は厳に慎みたいものである。

(話のたねのテーブル No.229 より)



▲オキナグサの花期



▲花後のそう果は白い毛を密生する

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
電話 (03) 3832-4188 (代)
FAX (03) 3833-1807
<http://www.japr.or.jp/>

編集人 日本植物調節剤研究協会 理事長 小 川 奎
発行人 植 調 編 集 印 刷 事 務 所 元 村 廣 司

東京都台東区台東 1 - 26 - 6 全国農村教育協会
発行所 植 調 編 集 印 刷 事 務 所
電 話 (03) 3833-1821 (代)
FAX (03) 3833-1665

平成 26 年 7 月発行定価 540 円 (本体 500 円 + 消費税 40 円)
植調第 48 巻第 4 号 (送料 280 円)

印刷所 (株) ネットワン

私たちの多彩さが、
この国の農業を豊かにします。

®は登録商標です。

大好評の除草剤ラインナップ

- 新登場! **ゼータワン**® 1kg000g ジャンボフロアフル
- 新登場! **メガゼータ**® 1kg000g ジャンボフロアフル
- 新登場! **ゼータファイア**® 1kg000g ジャンボフロアフル
- 新登場! **ブルゼータ**® 1kg000g ジャンボフロアフル
- 新登場! **オサキニ** 1kg0 粒剤
- 新登場! **ショウリョクS** 粒剤
- 新登場! **グスモン** 1kg0 粒剤
- 新登場! **カットダウン** 1kg0 粒剤
- 忍** 1kg0 粒剤 ジャンボフロアフル
- イッテツ** 1kg0 粒剤 ジャンボフロアフル
- ショウリョク** ジャンボ
- ドニチS** 1kg0 粒剤
- バトル** 粒剤
- クラッシュEX** ジャンボ
- アワード** フロアフル

会員募集中 農業支援サイトi-農力 <http://www.i-nouryoku.com>

お客様相談室 0570-058-669

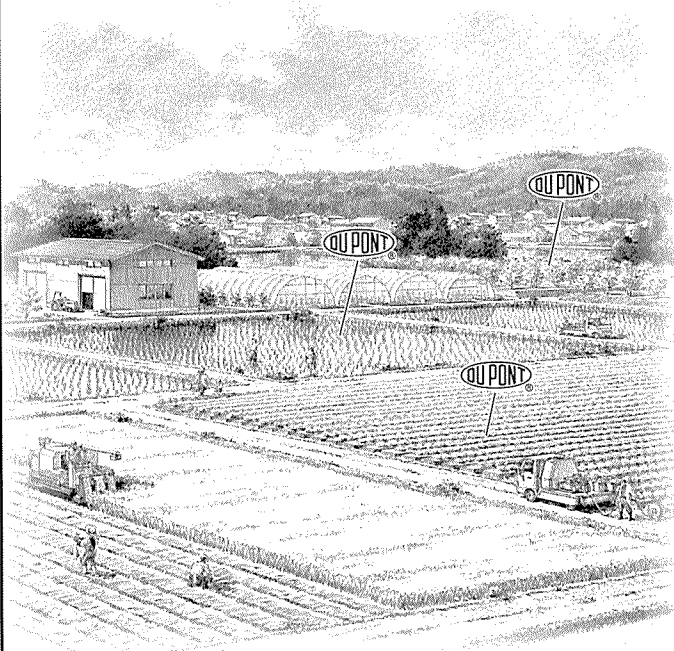
大地のめぐみ、ふくらみへへ
SCC GROUP

住友化学
住友化学株式会社

※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。※空缶、空容器は農薬等に放棄せず適切に処理してください。



powered by
RYNAXYPYR®



日本の米作りを応援したい。

全国の水稲農家の皆さまからいただく様々な声をお聴きして、これまで「DPX-84混合剤」はSU抵抗性雑草対策を実施し、田植同時処理、直播栽培など多様な場面に対応した水稲用除草剤を提供してまいりました。そしてさらに雑草防除だけでなく、育苗箱用殺虫剤「フェルテラ®」で害虫防除でも日本の米作りを応援したいと考えています。
— 今日もあなたのそばに。明日もあなたのために。



The miracles of science®

デュポン株式会社 農業製品事業部 〒100-6111 東京都千代田区永田町2-11-1 山王パークタワー

デュポンオパール®、The miracles of science TM、フェルテラ®、RYNAXYPYR®は米国デュポン社の商標および登録商標です。

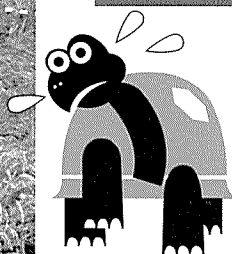
出穂まぎわに使える倒伏軽減剤「ビビフル」



【特長】

- ① 出穂まぎわに散布可能：倒伏が予測できるのでムダがありません。
- ② 新タイプ：茎葉処理タイプの倒伏軽減剤です。
- ③ 安定した効果：土壌や水管理に関わらず安定した効果を示します。
- ④ 環境に配慮：まわりの作物や後作物に安全です。

※本剤は倒伏防止剤ではありません。基本的な倒伏防止対策(施肥管理等)を行なっても、倒伏が予測される場合に、倒伏を軽減させる目的で使用していただく薬剤です。



ビビフルフロアブル ビビフル粉剤DL

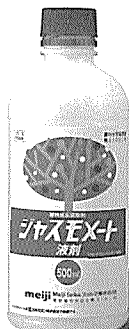
- 使用前にはラベルをよく読んでください。
- ラベルの記載以外には使用しないでください。
- 本剤は小児の手の届く所には置かないでください。

JAグループ
農協 **全農** 経済連

自然に学び 自然を守る
クミアイ化学工業株式会社
本社：〒110-8782 東京都台東区池之端1-4-26 TEL03(3822)5036

meiji
Meiji Seika ファルマ

温州みかんの栽培に新技術
GPテクノロジー

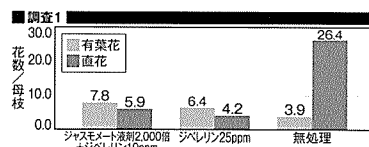


花芽抑制

収量安定に!!

花芽調査

愛知県農業総合試験場
2008年
[処理日]
1月15日(収穫7日後)
[調査日]
5月15日
[供試作物]
青島温州 12年生樹



■調査2

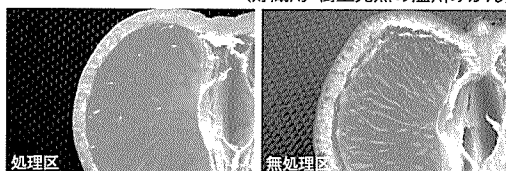
	ジャスモメート液剤2,000ppm +ジベレリン10ppm	ジベレリン25ppm	無処理
着果率(%) [調査日]6月13日	23.0	28.0	4.9
新梢数(本/母枝) [調査日]8月10日	4.2	4.3	1.4
新葉数(枚/母枝) [調査日]8月10日	25.6	27.7	7.1

直花の開花を抑制することで、適切な着果率・新梢数・新葉数を確保し、樹勢が維持された結果、翌年も安定した収量が見込めます。

浮皮軽減

品質向上に!!

(貯蔵用・樹上完熟の温州みかん)



着色前～虫尻期における適期散布の結果、浮皮が軽減され品質の向上につながります。

農林水産省登録 第6004号(ジベレリン明治)。第21051号(ジャスモメート液剤)
ジャスモメートは日本ゼンリン株式会社の登録商標です。

●使用前に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。●使用後の空袋、空容器は用水路などに放置せず、適切に処理してください。
[製品お問合せ] Meiji Seika ファルマ株式会社 〒104-8002 東京都中央区京橋2-4-16 TEL 03-3273-0177 <http://www.meiji-seika-pharma.co.jp/>