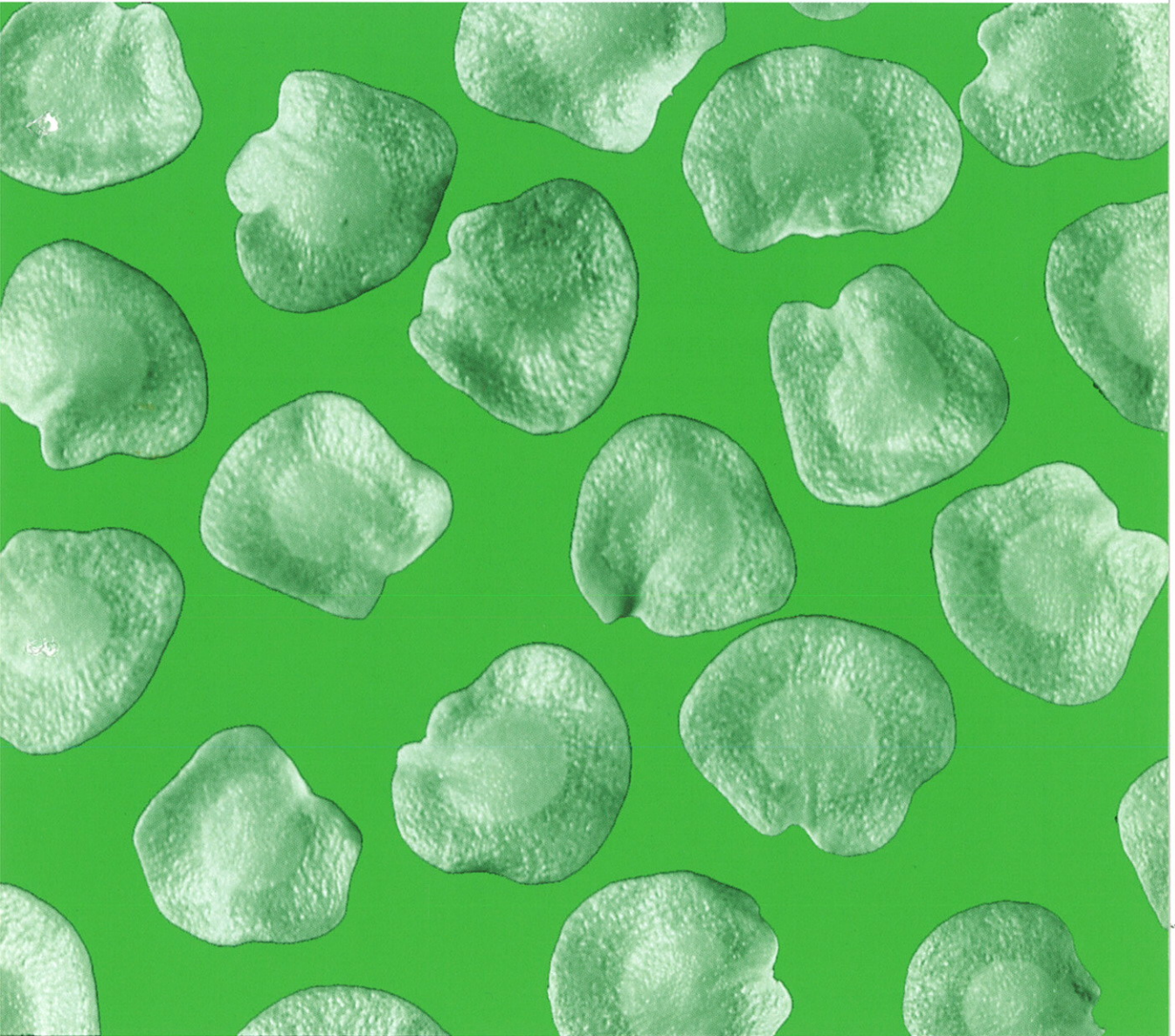


植調

第41巻第5号



キンギンナスビ (*Solanum aculeatissimum* Jacq.) 長さ5mm

財団法人 日本植物調節剤研究協会編
<http://www.japr.or.jp/>

中期・一発処理剤の効果安定につながる、 初期除草の定番！

新規水田用初期除草剤

初 **ペグサー**® **フロアブル**
1キロ粒剤

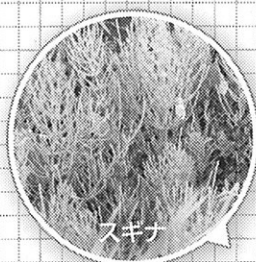
特長

- 発生前～始期の使用で、後に使用する中期剤・一発処理剤の効果をさらに安定させます。
- すぐれた経済性で、低コスト稲作に貢献できます。
- 人畜・水産動物・環境に低毒性です。

©科研製薬(株)登録商標

JAグループ
農協 **全農** 経済連
登録商標 第470239号

三井化学クロップライフ株式会社
三井化学グループ 東京都港区東新橋一丁目5番2号 汐留シティセンター



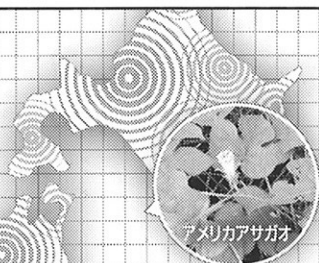
スギナ



イボクサ



マルバツユクサ



アメリカアサガオ



アメリカアワロ

茎葉処理型除草剤

バスタ®

液剤

大切な作物のそばに

®は登録商標



ツユクサ



イヌスギナ

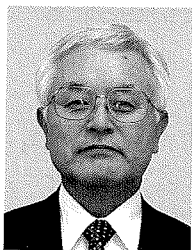
ちゃんと除草剤を使っても、なぜか雑草が残ってしまう。
すっきり枯れない経験はありませんか？
いまだに枯れにくかった“問題雑草”に強い、それがバスタ。
高い効果を発揮し、あなたの大切な作物を守ります。



Bayer CropScience

バイエルクロップサイエンス株式会社
www.bayercropscience.co.jp

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



： 卷 頭 言 ：

農薬の「安全・安心」について思うこと

(財)日本植物調節剤研究協会 監事
北興化学工業(株) 取締役執行役員 開発部長 森山 知

農業資材としての農薬を扱い、製造・提供する場に身を置いて30年程となりました。この間、農薬の開発研究・技術営業・農薬登録・製品開発などの業務に携わり、製品性能の高度化を追求するとともに、「安全・安心」を提供することの責任を感じて遂行してまいりました。製造・提供した農薬が農作物の病虫害や雑草からの被害を最小限に抑え、収穫を守るとは当然のことであり、生産者や消費者などにおける損害・被害は決して許されません。農薬を使用する人の健康に対する安全、生産された農作物を食する消費者の健康への安全、有用生物や自然生態系など環境への安全、農作物薬害など有用作物への安全といった安全性を確保しつつ、農薬が有効に活用されることへ細心の注意を払い、「安全・安心」を得るべく心掛けてきました。

農薬の「安全・安心」を提供するために、農薬を適正に理解することが大事であり、幾度か「安全・安心」について説明会などの機会を得てきました。農薬の安全性を担保するための農薬登録要件や毒性試験成績などを、また官民合わせての情報公開について紹介してきました。農薬に係る公開情報は、食品安全委員会での評価議事録や農薬評価書、農林水産省・厚生労働省・環境省などや農薬学会、農薬工業会、企業からの農薬情報などの科学的な裏づけのある資料から得ることが出来ます。これら情報は農薬の「安全」への理解に大いに役立っているものと思っています。しかしながら、「安全」への理解が「安心」への理解にまで至っていないのではといったジレンマがあります。

農薬の「安心」を得る上で、多分に感覚的な不安感が影響している側面があるとは思いますが、気になることの一つに法律があるのではと考えます。「肥料取締法」とともに、「農薬取締法」の

「取締法」なる字句が気になります。以前、本巻頭言でもご指摘がありましたが、私も何故「取締法」なのかについて同様の違和感を持っています。法律に関して門外漢ですので、専門家からみると何を戯けた事を、軽薄な事と思われるかも知れませんが、農薬は何故に取締りの対象なのかの素朴な疑問を持っています。六法全書から「取締法」なる字句の入った法律を拾い出してみますと、覚せい剤・麻薬などの取扱い、貨幣・紙幣・印紙類などの模造、銃刀法剣類や火薬の取扱いについての法律は、その目的で取締りや規制を行うこととしており、農薬に係る法律がこれらの法律と同列にあることに疑問を感じてしまう次第です。確かに、「農薬取締法」でも農薬を提供する側や使用する人の責務とそれへの罰則などが盛り込まれ、規制を行う旨の記載があります。この法律の目的について、「第一条 この法律は、農薬について登録の制度を設け、販売及び使用の規制等を行うことにより、農薬の品質の適正化とその安全かつ適正な使用を図り、もって農業生産の安定と国民の健康の保護に資するとともに、国民の生活環境の保全に寄与することを目的とする」であり、農薬の有用利用を図ることとしています。決して取締りの対象として位置づけておらず、「取締法」なる字句が必要な法律とは考えられません。「安心」が得られないことの一つが、こんなところにもあるのではないのでしょうか。農薬のあるべき姿を求める法律であれば、せめて「農薬法」とか「農薬に関する法律」で良いのではと思ってしまうところで

す。農薬の「安全・安心」を得るため、法律を遵守することや情報公開による農薬への理解を深めるといった基本に立ち返った取り組み努力の継続が大事なことを考えます。

目次

(第 41 卷 第 5 号)

巻頭言

- 農薬の「安全・安心」について想うこと 1
 <北興化学工業(株) 取締役執行役員
 開発部長 森山 知>

- 総合的雑草管理のための埋土種子診断 3
 <(独)農業・食品産業技術総合研究機構
 東北農業研究センター 福島研究拠点
 カバークロップ研究チーム 小林浩幸>

- 《シリーズ》 果樹の生育調節剤研究の現状(11)
 果実の成熟・品質の制御 14
 ーカルシウム等による生理障害の防止(カンキツ)ー
 <(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
 健康機能性研究チーム 生駒 吉識>

- 《シリーズ》 果樹の生育調節剤研究の現状(12)
 果実の成熟・品質の制御 23
 ーカルシウム等による生理障害の防止(リンゴ)ー
 <(独)農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所
 果実鮮度保持研究チーム 井上 博道>

- 展着剤の機能と応用 28
 <花王(株) ケミカル事業ユニット 川島 和夫>

- 平成 18 年度秋冬作野菜花き関係除草剤・生育調節
 剤試験成績概要 37
 <(財)日本植物調節剤研究協会 技術部>

- 植調だより 48

よりよい農業生産のために。三共アグロの農薬



- SU抵抗性雑草(ホタルイ等)に3成分で効果がある
 投げ込み型一発処理除草剤

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

- 白化させて枯らす
 非SU型初・中期一発剤!!

イネエース
 1キロ粒剤

- 効きめの長い
 初・中期一発処理除草剤!!

ラクダー-プロ
 フロアブル・Lフロアブル・1キロ粒剤75/51

- がんこな草も蒼白に
 初・中期一発処理除草剤!!

シロノック®
 1キロ粒剤75/51・H/Lフロアブル・H/Lジャンボ®

- 三共アグロの優れた製剤技術から
 生まれた グリホサート液剤

三共の草枯らし

- 移植前後に使える
 初期除草剤

シンク®乳剤

- 時代先どり、ジャンボな省力
 投げ込みむだけの一発処理除草剤

クサトリエース®Hジャンボ®
 Lジャンボ®

- ノビエ3.5葉期まで使える
 新しい中期除草剤

ザーベックス®DX 1キロ粒剤

- 使いやすい
 初期一発処理除草剤

ミスラッシャ®粒剤
 共 1キロ粒剤

- SU抵抗性の
 アゼナ・ホタルイに!

クサコント®フロアブル

●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。



三共アグロネット会員募集中!



三共アグロ株式会社
 三共化学 東京都港区東新橋 1-5-2 シブシブセンター

詳しくは、ホームページで!

<http://www.sankyo-agro.com/>

サービス 1



インターネット
 栽培履歴管理システム「かすが日記」

サービス 2



登録内容携帯電話チェック

サービス 3



登録情報メールサービス

無料

総合的雑草管理のための埋土種子診断

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
東北農業研究センター カバークロップ研究チーム 小林浩幸

はじめに

食の安全・安心、環境問題への関心の高まりなどを背景として、日本でも有機農業をはじめとした無除草剤・省除草剤栽培を試みる農業者が増えてきている。特に水稲栽培では既にアイガモ農法、紙マルチ栽培などさまざまな代替技術が試されており、一定の効果ありとして普及が進んでいる技術があるが、その一方で、他所で成功事例のある技術を試したところ、十分な効果が得られないのでやめてしまった、という事例もしばしば耳にする。畑作物栽培では水稲栽培ほどにはそのような試みは広がっていないが、研究レベルでは除草剤に替わる技術として狭畦・密植栽培、リビングマルチなど被覆作物の利用、帯処理など除草剤利用に関する技術、施肥関連技術、除草機など、さまざまなものが試されてきている。しかし、これらはいずれも効果の安定性に疑問があり、「万能技術の開発」はどうやら徒労に終わるであろうこと、そしてそうであるなら、より少ない除草剤散布も含めた複数の技術の適切な組合せによって効果を発揮させるべきものであろうとの共通認識が形成されつつあると思う。「総合的雑草管理」は、環境負荷の低減など経済的なメリット以外の視点も包含した概念だが（伊藤 1993）、実用的な意味では、それぞれの技術の脆弱さから、必然的に導き出された考え方であるようにも思われる。

私たちは、過去数年来、さまざまな技術を組み合わせることで除草剤を使わずに大豆の雑草防除ができないか検討をしている。これらの研究でもやはり圃場により、あるいは年次によってうまくいくときとうまくいかないときがあり、雑草防除効果の変動がなぜ生じるのか、その原因を明らかにすることの重要性を実感させられている。

一方で、私たちは雑草防除技術の開発に資するため、無除草剤・省除草剤栽培下での雑草の基礎的な生態を研究してきた。その過程で、雑草防除がうまくいかないのは多くの場合、もともとその圃場の土のなかにある雑草の種子（埋土種子）の量が多いためらしいということに気がついた。逆に、うまくいったと思われた防除技術も、実は埋土種子が少ない畑で試験をしたためであったと考えざるを得ないことも多くあった。埋土種子についての情報がないまま試験を行うことで、有望な技術が簡単に切り捨てられたり、逆にたいして防除効果のない技術が過大に評価されてしまうのは困ったことである。農業者には経営がかかっているのです、よかれと思って導入した防除技術が役立たずであっては大きな実害が伴う。

本稿で私は、総合的雑草管理のためには埋土種子に関する情報が重要であることを、私たちが手がけている大豆栽培での雑草防除や生態に

ついでの研究を例として説明するとともに、今後求められる技術開発の方向についての考えを述べたいと思う。

一年生雑草の生活史の一部としての種子世代

はじめに普通の畑で問題になる一年生雑草の生活史を少しおさらいしておきたい。総合的雑草管理のためには、雑草の個体群（雑草個体の集合体）を管理するという視点が必要だからである。

一年生雑草の生活史のスタートは土の中あるいは地表面にある種子（埋土種子）である。発芽した植物体が首尾良く地表面に現れ（出芽）、一定期間生育するといずれ花を咲かせて種子を散布する。新たに散布された種子は再び埋土種子となって翌シーズン以降の発生源になる（図-1）。雑草防除の対象は、普通は発芽後の個体である。作物を植えるときに予防的な意味で散布される土壌処理型除草剤も、出芽に向けて動き出した実生あるいは種子を殺すものである。

一方、埋土種子は目につきづらく、作物に直接害を与えることもおそくないので、植物個体と認識されることはなく、普通は直接の防除

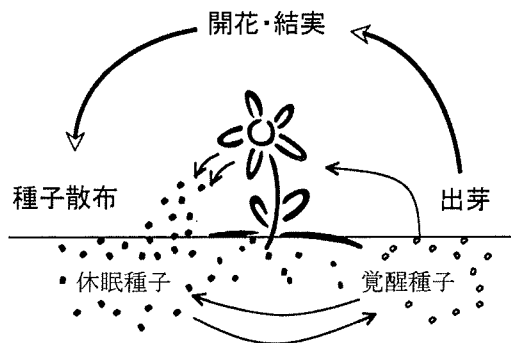


図-1 1年生雑草の生活史。埋土種子から発生（出芽）した植物体はしばらく栄養成長を続けたのちに開花・結実し、新たな種子を散布する。

の対象にもならない。しかし、耕地雑草には多産のものが多く、例えばメヒシバは中庸なサイズの個体で3万粒、スベリヒユは大きな個体だと実に20万粒もの種子を散布させるという（赤座 1940）。実際の畑では作物などとの競争があるのでこれほど多くの種子を散布するわけではないが、それでも大豆畑に生育するメヒシバは最大で1個体あたり4000粒の種子を生産したとの報告がある（野口ら 1983）。その結果、多くの耕地雑草では、出芽してくる個体数に比べて土中に存在する個体数、すなわち埋土種子数の方が桁外れに多いという現象が現れる（図-2）。メヒシバは耕地雑草のなかでは埋土種子集団が極端に小さい部類なのだが（Kobayashi & Oyanagi 2005）、それでも出芽数との間にこれだけの違いがある。個体数だけでなく、それぞれの個体の生活環を考えてみても、耕地雑草はかなりの期間を種子として土中で過ごすわけであり、地上部だけを観察するのはまさに氷山の一角だけを観察するのに等しい。実際、埋土種子数は植生遷移の初期段階ほど多い傾向があり（Roberts 1981）、頻繁に土壌が攪乱される農地は埋土種子が最も多い場所であると考えられて

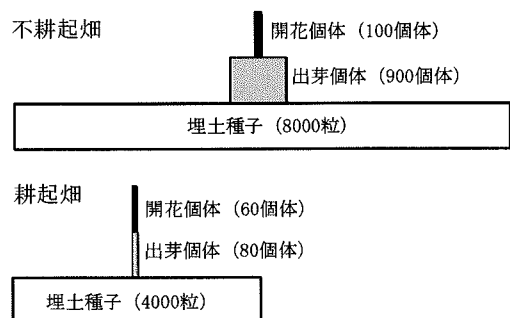


図-2 出芽個体は氷山の一角…メヒシバ個体群を構成する個体数の調査例(小林ら(2001)より作図)。年間の最大現存量(/m²)を示した。

いるのである。「雑草管理」の目的のために個体群の動きを明らかにしようとするのなら、種子の世代を無視するわけにはいくまい。

植物の個体群生態学、すなわち個体群の動きを調べる研究では、もちろん種子の世代が調べられて当然だが、後述するように、方法論的な難しさから、そのような基礎的な学問分野でも、特定の埋土種子集団の動態に関するまとまった情報はほとんどない (Silvertown 1987)。これが雑草防除のための研究となると、残念ながらほとんどの場合、埋土種子は無視されているのが現状だろう。埋土種子をとりあえずブラックボックスとして詳しい動きを端折るどころではなく、そもそも埋土種子などというものは存在せず、雑草はわいてでてくるもの、というような気分の実験さえも多く見られる。

そこで私は、総合的雑草管理の前提となる埋土種子に関する調査について、次のことを提案したい。第一に、今後の雑草防除試験では、実験に用いる圃場の埋土種子の量の初期値を調べるべきだと思う。第二に、総合的雑草管理の目的が、単に当作での雑草害を除くだけでなく、次のシーズン以降も雑草を増やさない（つまり埋土種子を増やさない）ことにもあるとするなら、雑草防除試験は1年だけでなく何年か継続するとともに、埋土種子の量の変化も継続的に調べていくべきだと思う。以上は、埋土種子の動きはとりあえずブラックボックスとして、そのストック量（あるいはその変化量）だけを調べようという試みだが、それをするだけでも、雑草防除試験の価値は飛躍的に高まるはずである。そして、次の段階として、いずれはブラックボックスにも光を当てるべきだと思う。つまり、埋土種子量の変動の要因を探るということであり、ストックだけでなく、フローの詳細も明らかに

しようとする試みである。これを明らかにできれば、埋土種子量、ひいては雑草個体群の動態予測に大きく寄与すると思うし、埋土種子に直接的に働く、新しい、効率的な防除手段の開発にもつながる可能性がある。繰り返して言うが、これらは個体群生態学では当たり前の研究プロセスである。それを作物の生産が行われる圃場に応用すべきである、と言っているに過ぎない。以下に、上述した3つの段階ごとにその意義と総合的雑草管理への応用の方向について説明をしていくことにする。

初期値としての埋土種子量を知る

雑草防除の効果は、無処理区に対してどれだけ雑草量が少ないかを割合で示すことが多い。例えば、雑草の乾物重が無処理区で100、処理区で20だったとすると、この処理による防除効果は80%となる。これは、雑草防除効果は無処理の場合の雑草量に依存している、ということを暗黙の了解としているからこそなりたつ考え方である。簡単なことをわざわざ難しくする必要はないと思うが、考え方をはっきりさせるために数式で書けば次のようになる。

防除効果(%) = $(1 - \text{処理区の雑草量} / \text{無処理区の雑草量}) \times 100$
したがって、

処理区の雑草量 = $(1 - \text{防除効果}/100) \times \text{無処理区の雑草量}$
すなわち、処理区の雑草量 $\propto$ 無処理区の雑草量

さらに、なにも防除手段を講じない場合の雑草発生量は、その畑の埋土種子量に比例するだろうことは、常識の範囲で理解をしていただけたと思う。とすれば、防除効果も埋土種子量の多寡に比例（反比例）することになる（厳密に言えば、雑草の生育が進んだ後では密度効果などにより埋土種子量と雑草量はリニアな関係にはならない）。除草剤が良い条件で散布された時に

は埋土種子量にかかわらず雑草の発生はびたりと抑えられ、埋土種子のことには考えが及ばないことも多い。しかし、除草剤の散布がうまくいかなかったり、除草剤を使わずに作物を栽培した場合には、圃場によっては草ぼうぼうになって、ああ、この畑は雑草の種子が多かったんだ、と気付くことがある。「雑草の種子が多い畑では雑草の発生も多い」。簡単なことなのだが、現実には栽培をしたり圃場試験をしたりしている張本人はそのことに気付かないこともある。良い防除法、例えば除草剤を施せば、どんなときにも十分な効果が得られるだろう、という漠然とした思いこみがそのような錯覚を助長する。数式で表せば、

処理区の雑草量＝（一定）。

特段の根拠は持ち合わせていないのだが、経験上、無除草剤あるいは省除草剤栽培での雑草量は、普通に除草剤を散布した場合に比べて特に埋土種子量の多寡に大きく依存しているように思う。防除効果が除草剤のそれよりもずっと低いので違いが目立ちやすいということなのかもしれない。

私たちは、大豆のリビングマルチ栽培を東北農業研究センターの本所（盛岡市）と福島研究拠点（福島市）に加えて、東北地域内为数か所の農家圃場で試し、慣行栽培と比較することでその雑草防除効果などを調べている（小林ら 2007）。リビングマルチ栽培とは、雑草防除効果をねらって秋まき性の高い麦類を大豆と同時に播種する技術である（井上ら 2000；三浦ら 2005）。麦類は最初旺盛な生育をするが、夏になって気温が上がると出穂することなく枯れ、敷きわら状になって雑草を抑える。ご協力をいただいた農家の中には、この新奇な技術に大いに期待し、毎年特別に雑草が多く発生する圃場

を用意してくださった農家もあった。

ところが、雑草防除に関する試験結果は評価の難しいものだった（小林ら 未発表）。農家の圃場なので無処理区を設けることができなかったこともその原因の一つだが、それ以上に、地区間の違いが非常に大きいことが、リビングマルチ栽培の雑草防除技術としての評価を困難にした。雑草が最も繁茂した8月下旬の雑草量^注は、慣行栽培が0.01～0.31 m³/m²、リビングマルチ栽培では0.05～2.13 m³/m²と、圃場によって実に40倍以上の差があった。圃場によるこうした雑草量の違いは、土壤中の養分や、温度などの気象条件とはさほど関係がなさそうだったが、上述した毎年雑草発生が多かったという圃場では明らかな失敗だったことから、埋土種子との関係が疑われた。実はリビングマルチ栽培の開始時に土壌を採取しており、後日、比重分離法（比重の高い塩類溶液を用いて種子を浮かせて回収する方法）によって埋土種子の数を計測した。実圃場なのでたくさんの種類の雑草の種子が抽出されたが、そのうち、地上部の雑草量の調査に基づいて、主要な雑草としてメヒシバ、イヌビエ、アキノエノコログサ、タデ類、ヒユ類、シロザを選定してそれらの埋土種子数と地上部雑草量の関係を調べた。結果は明瞭で、栽培開始時の埋土種子量が多い畑では地上部雑草量も多くなる傾向が認められた。地表から15cmの深さまでの土壌に含まれていたこれらの草種の種子数の合計は最も少ないところで約200粒/m²、最も多いところで約1万粒/m²だった。大豆の収量および地上部雑草量の調査から、

注）雑草量：単位面積当たりの雑草群落の空間占有体積。雑草の種類ごとに被度（m²/m²）と草高（m）を計測し、それらを乗じた値を全ての雑草種について足しあわせた。こうして算出される値は、地上部乾物重との相関が高いことが知られている（定ら 1999）。

雑草害の影響なしと判断されたのは4か所だったのだが、これらの圃場の埋土種子数はいずれも2000粒/m²未満だった。一方、雑草害が認められたそれ以外の5か所の圃場の埋土種子数は5000粒/m²を超えた。地上の個体数と埋土種子数にはあまり関係がないのが普通であるとされているが(Silvertown 1987)、定期的に土壌が攪乱される農耕地では両者に相応の対応があり、埋土種子の分析によって雑草の発生量を予測し得ると考えられている(佐合 1995; 高柳 2004)。私たちのリビングマルチ栽培での埋土種子数の調査は、ごく短時間で、圃場内の数カ所から掘り出した土壌を混合した試料を用いて行ったもので、また、地上部雑草量の調査地点は土壌採取地点とは一致していない。それでも地上部雑草量、雑草害との関係がこれほど明瞭に示されたことはむしろ意外だった。この試験結果は、埋土種子の分析によって将来の雑草発生量、さらには雑草害の程度を予測しようということを確認するのに十分なものであると考えている。

さて、埋土種子の数を計測する方法には大きくは2つの種類がある(表-1)。一つは「分離

同定法」、もう一つは水をやって発芽した実生の数を数える「発芽法」である。分離同定法には今回採用した「比重分離法」と、ふるいなどを用いて直接洗い出す「直接法」があるが、いずれも手法の細部については実験の目的によってさまざまで、どのような目的にもこれが一番、というものはない。圃場での発芽数と最もよく一致するのは播種時に採取した土壌を用いて発芽法で調べるやり方である(佐合 1995)。これはメヒシバのように種子休眠の浅い種類では特に有効なようで、私たちの試験結果でも春に採取した土壌を用いて発芽法によって推定されたメヒシバの埋土種子数は、畑での当年のメヒシバの出芽個体数と比較的よく一致していた(小林ら 1999)。分離同定法でも、播種時に土壌を採取すれば、少なくとも土壌採取地点のごく近傍における出芽個体数と埋土種子数の間には、雑草の種類によっては極めて高い相関が認められる(Rahman et al. 2006)。しかし、私たちがめざしているのは、圃場ごとに迅速・簡便に埋土種子数を推定することによって合理的な総合的雑草管理のための技術の組み立てを助けることにある。埋土種子数がわかるのが畑での発生と同

表-1 埋土種子を調べる主な手法の特徴の比較

手法の名前	手法の概要	手法の特徴	
		作業性	データの正確さ
分離同定法	種子を数える	×作業は繁雑 ○結果はすぐに出る	○回収率が高い ×圃場での発芽数と必ずしも一致しない
比重分離法	比重が高い溶液で浮かせて回収	○相対的に簡便、回収に必要な作業時間が短い	×発芽性が変化する恐れ
直接法	ふるいなどを使って直接回収	×回収に必要な作業時間が長い	○発芽性の変化が小さい ×小さな種子の回収は困難
発芽法	発芽させた実生を数える	○作業は単純 ×結果が出るのに時間がかかる	×回収率が低い ○時期を選べば圃場での発芽数とよく一致 ×時期により回収率が異なるなど再現性に問題

注) 利点と考えられる特徴には○を、欠点と考えられる特徴には×を付した。

じ時期になってしまうやり方は、私たちの目的にはかなわない。雑草発生量を事前に予測して、雑草管理法の策定に役立てるためには、遅くとも圃場で雑草が発生してくる前までには結果が分かっている必要はない。とすると、分析は季節はずれに行う必要があるわけで、外気温が発芽適温から外れている可能性が高いことや、多くの草種の埋土種子は休眠性が季節的に変動すること (Baskin & Baskin 1998) を考え合わせると、今のところ分離同定法に歩があるように思われるが、詳細な検討は今後の課題として残されている。

ここまで草種については特に説明をしてこなかった。分析を草種ごとに詳しくすればするほ

ど予測は正確になるが、現場で使える技術から遠くなっていく。分析をだんだんと詳しくしていくのではなく、実用上は、むしろ分析が必要な草種を可能な限り絞り込み、あるいは可能な限りひっくるめた分析としていく方向で検討を進める必要があると考えている。なお、実用上必要な情報はあくまでも雑草の発生や雑草害の予測値であって埋土種子数の推定値ではない。そのことからすると、必ずしも埋土種子数の推定を正確にすることを考える必要はなく、例えば前年のある特定の時期に生育している雑草の個体数や現存量など、埋土種子数以外のデータについても広く検討のまな板にのせる必要があるかもしれない。

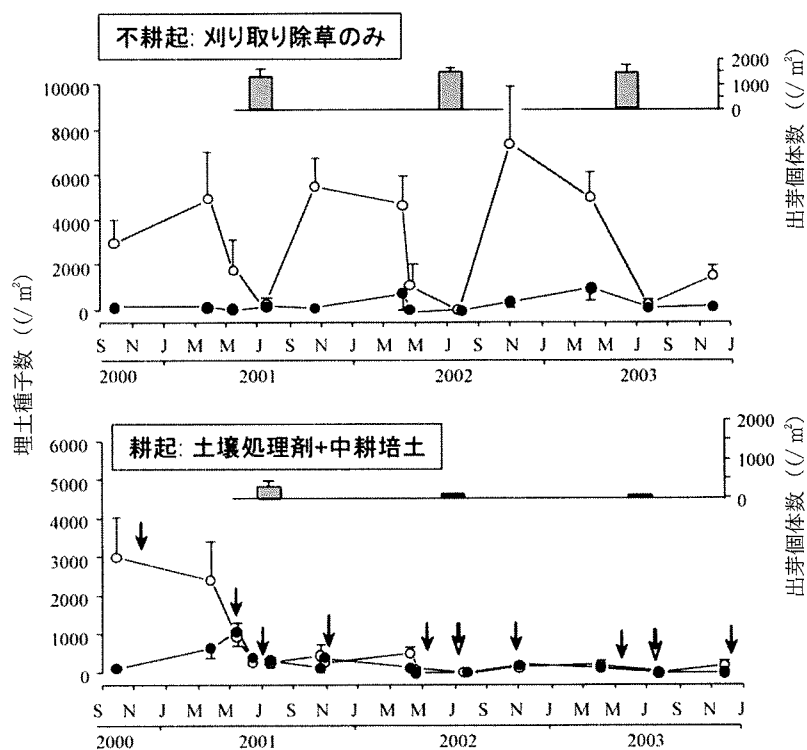


図-3 大豆畑での埋土種子数と出芽個体数の年次変化 (Kobayashi & Oyanagi (2005)より作図)。○: 地表面から5cmまで、●: 5cmから10cmまでの土層中の埋土数。↓は耕耘(中耕を含む)。

埋土種子量の増減を知る

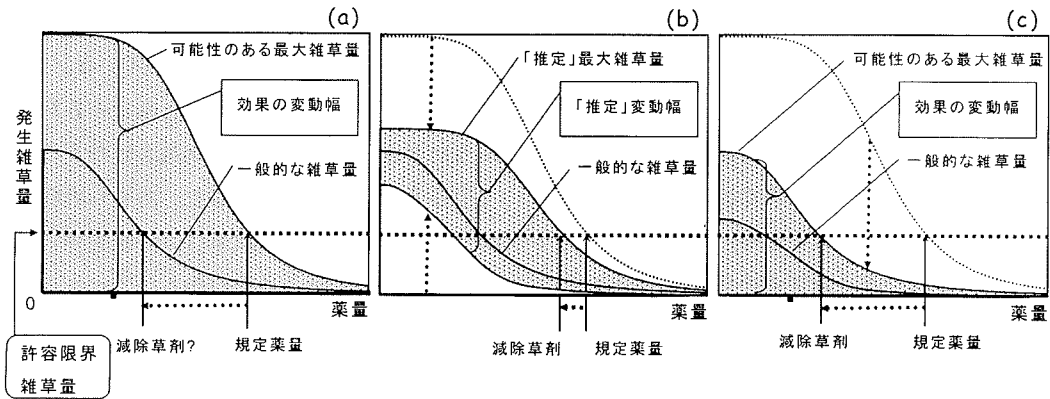
ここまでの話は、当作の発生雑草量や雑草害を、埋土種子数の事前の分析で予測するという単純な話だった。しかし、農業の持続的な生産を担保するためには、当作で雑草害が出なければ多少雑草が多くてもいいや、という考え方は許容されない。埋土種子を中長期的に適切な水準以下に管理するという視点がどうしても必要である。私たちの過去の研究から一つ例を示したい。

図-3は、異なる2つの栽培体系を3年間続けた大豆畑での埋土種子数の変化を示したものである。両体系で栽培された大豆の品種や栽植様式、播種・収穫日は同一だが、一方は不耕起栽培で除草は畦間の刈り取り除草により（不耕起体系）、もう一方は耕起栽培で、除草は土壌処理型除草剤と中耕によった（耕起体系）。大豆の収量は少なくとも2作目までは両体系で違いがなく雑草害の影響は認められなかった。つまり、当作だけの評価では、どちらの雑草防除法も問題がなかったと判断されるのだが、埋土種子数には大きな違いが認められた。すなわち、耕起体系では埋土種子数は年々減っていったが、不耕起体系では季節変動はあるものの、次第に増えていく傾向があった。生産の持続性という点ではこの不耕起体系は失敗だったと結論せざるを得ない。図を見て分かるとおりメヒシバは埋土種子の寿命が短く、大きな埋土種子集団を作らない種類なので、埋土種子量の増加はゆるやかなのだが、埋土種子の寿命が長い種類では、埋土種子は急速に増える可能性がある。このような、ある一定の栽培条件下での埋土種子量の長期的な変動についての知見は、中長期的な視点から雑草を適切に防除していくためにはどうしても必要なものなのだが、日本で、まとまった

データが取られた例はタイヌビエ(渡邊ら 2003)などごくわずかな種類にとどまっている。

ところで、雑草の発生がほとんどみられないようなときでも予防的に除草剤を散布することで生じる無駄なコストを抑え、あるいは環境への影響の低減という観点から「許容限界」という概念が用いられることがある。これくらいまでなら雑草が生えていても作物の収量・品質に影響がないから防除はやめよう、という雑草量の限界である。長期的な視点に立って、経済的な観点から設定される雑草量の許容限界は「Economic Optimum Threshold; 経済的最適許容限界」と呼ばれ、そのシミュレーションには埋土種子数がパラメータとして取り込まれる(Cousens 1987)。経済的最適許容限界の意義と限界については三浦(2005)によって要領よくまとめられている。それによれば、経済的最適許容限界は当作で雑草害が生じないための許容限界よりもはるかに厳しいため、残念ながら単純に経済的最適許容限界を採用しただけでは、毎年無条件に除草剤を散布する場合と比べて経済的な利点はあまりないことが、主要雑草を対象としたシミュレーションで明らかになってきている。

除草剤の薬量は、通常、効果の変動、つまり雑草量の変動を想定した上で、悪条件下でもそれなりに効果が得られるようなものとして決められる(Blackshaw *et al.* 2006)。許容限界という考え方が成立する根拠の一つである。つまり、多くの場合、除草剤は「結果として」やや過剰にまかれているので、不要な時にはそれを省略しようというわけである(図-4(a))。しかし、省略できるのはあくまでも不要なことが事前に分かっているときだけであり(図-4(b))、必要か分からないのに闇雲に除草剤を減らすの



図－4 除草剤の薬量反応曲線を用いて、「雑草発生予測」と「総合的雑草管理」の意義を考える。グラフの横軸は除草剤の薬量、縦軸は発生雑草量で、薬量が少ないほど発生雑草量は多くなる。許容限界雑草量は、作物収量や埋土種子量の増減の解析から別途設定される。

(a) なにも手段を講じないまま除草剤を減らしても問題がないこともあるが、効果は不安定になる。

(b) 埋土種子の分析等から雑草発生量を予測することで、効果を不安定にさせることなく減除草剤が可能になる。

(c) 総合的雑草管理の考え方で、除草剤以外の除草手段を組み合わせることで薬量反応曲線自体を下げれば(同じ薬量で発生する雑草量を減少させれば)さらに除草剤を減らすことができる。

では省除草剤「技術」とは言い難い。ここまで説明してきた埋土種子分析の第一の目的は、防除手段の遂行が不要か必要かを事前に知ることにはほかならない。ところが、上に述べたように、許容限界として経済的最適許容限界を採用したとすると、そのような省除草剤のメリットはどうやらあまりない。総合的雑草管理が必要とされる理由がここにある(図－4(c))。すなわち、これまで除草剤一辺倒だった雑草防除を、耕種的防除、機械防除など、それ以外の防除法を中核とした体系として組み替えるのである。そのためには、より少ない除草剤散布を含む複数の技術の組み合わせが求められるだろう。上述のように、耕種的防除技術等は除草剤よりも効果が弱いことが多いからである。このような複数の技術の組み合わせを試行する場合も、埋土種子の分析から雑草発生量を予測する手法はおそらく役に立つ。つまり、ある段階までは無条件で無(省)除草剤が可能、次いで、何らかの防除手

段を組み合わせれば無(省)除草剤栽培が可能。埋土種子量水準、さらに多くの防除手段を組み合わさなければいけない水準、慣行による除草剤栽培が望まれる水準、というように、圃場毎に、技術を組みたてるためのツールとしての利用が可能になると思われる。

増減の要因を探る

雑草発生量、もう少し具体的には雑草個体群の動態予測をあらかじめ正確に行い、ひいては雑草害の程度を正確に予測するためには、その変動要因を明らかにしていく必要がある。特に、長期に及ぶ予測のためには、埋土種子の動態に影響を及ぼす要因の解明が重要になる。埋土種子動態の要因解明は、予測モデルの作成に寄与するだけでなく、埋土種子量を直接低減させる技術の開発にも結びつくかもしれない。さて、埋土種子の増加の要因としては種子散布と他所からの移入が、減耗の理由としては発芽以外では

動物による摂食、発芽の失敗、種子の移出、加齢と病原菌による死亡が考えられる。種子散布と他所からの移入についてはトラップを仕掛けることでだいたいの評価はできるだろう。また、発芽の失敗や加齢、病原菌による死亡についても、それらの中身はブラックボックスとしても、それらを全て込みにした減耗率については多くのデータが出されている（ただし、これまでの試験では病気による死亡が過大評価されていた可能性が指摘されている（Van Mourik *et al.* 2005））。しかし、動物による摂食、種子の移動についてはなかなか信頼できるデータがそろわない。例えば、虫による摂食は時間的・空間的にばらつきがたいへん大きいので、減耗率を調べるための試験では、むしろそれを排除するような操作が行われてさえいた。さて、Salkhan (1974)が調べたキンポウゲ属3種の個体群動態データは発表から30年余を経た今でも多くの雑草学関係の教科書やレビューで引用されており、いわば個体群動態研究の古典的となっている。研究のなかで、彼は埋土種子の運命についても調べており、それによればそのうちの1種、ハイキンポウゲの種子の実に54%以上が食害によって失われたという。ところが、この論文を良く読んでみるとなんのことはない、どこかへ行ってしまうってしまった種子をとりあえず食害にあてているだけだということが分かる。しかし、当時から、食害は種子の損耗原因として相当重要視されていたことが分かって興味深い。現在では食害による種子の損耗についてはかなりのデータ蓄積がなされてきている。齧歯類や鳥、地表徘徊性の昆虫など様々な動物が散布された雑草の種子のかかなりの量を食えることが、より直接的なデータで明らかになってきており（例えば Cardina *et al.* (1996)）、同じ地点での

複数の動物の寄与をそれぞれ明らかにする研究（Westerman *et al.* 2003）も行われている。一方、種子の移動には、大型ミミズ類が摂食・排泄を通じて大きな役割を果たしているとの報告がある（Smiths *et al.* 2005）。今のところ、日本では動物が雑草種子の動態に及ぼす影響に関する研究は決定的に立ち後れているが、私たちは、ゴミムシ類（小林・山下 2006；山下・小林 2007）やミミズ類（内田・小林 2006）が雑草種子に与える影響について検討を少しずつ始めているところである。また、岩手県（中山ら 2007）、静岡県（市原ら 2007）などでも調査が行われており、これらのデータを見る限り、少なくとも不耕起条件ではゴミムシ類などによる摂食の効果は相当大きいようである。研究はどれも始まったばかりであり、まとまったデータが得られるのはもう少し先になりそうだ。

おわりに

雑草の個体群動態モデルや適切な雑草防除手段を探るためのモデルには単純なものから複雑なものまで、実に様々なものが提案されてきている（Cousens & Mortimer 1995）。モデルについては本稿では抽象的な議論に留めたが、どのようなモデルを採用するにせよ、必要なデータをもれなく詳細に採ることが、秀逸なモデルの作成の大前提となる。しかし、最終的に得られる予測モデルがたくさんのパラメータを必要とした複雑怪奇なものであるとするのなら、それは早晩ほこりにまみれることだろう。現象の本質をとらえつつも単純明快で、農家と一緒に対策を考えることができる、そのような分析ツールを私たちはめざしたい。詳細なデータは、モデルを複雑にするためにではなく、現象の本質を掘り下げること、モデルを単純化すること

に用いるのである。

引用文献

- 赤座光市 (1940) 農地雑草種子の早産性及び多産性. 農及園 15: 161-162.
- Baskin C. C. and Baskin J. M. (1998) Seeds Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination, Academic Press, Sandiego.
- Blackshaw R. E., O' Donovan J. T., Harker K. N., Clayton G. W. and Stougaard R. N. (2006) Reduced herbicide doses in field crops: A review. Weed Biol. Manage. 6: 10-17.
- Cardina J. Norquary H. M. Stinner B. J. and McCartney D. A. (1996) Postdispersal predation of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) seeds. Weed Sci. 44: 534-539.
- Cousens R. (1987) Theory and reality of weed control thresholds. Plant Protection Quarterly 2: 13-20.
- Cousens R. and Mortimer M. (1995) Dynamics of weed populations, Cambridge University Press, Cambridge.
- 市原実・鈴木智子・山下雅幸・澤田均・稲垣栄洋・木田揚一 (2007) 節足動物による圃場地表面のネズミムギ種子捕食量の推定. 雑草研究 52 (別): 16-17.
- 井上一博・宮川秀雄・佐々木和則 (2000) 大麦のマルチ効果を利用した大豆の省力栽培法 第1報 混播による大豆の生育及び収量. 東北農業研究 53: 103-104.
- 伊藤操子 (1993) 雑草学総論, 養賢堂, 東京.
- 三浦励一 (2005) 許容限界 (要防除水準) はどこへ行く? - ETからEOTへ-. 雑草研究 50: 340.
- 三浦重典・小林浩幸・小柳敦史 (2005) 東北地域における秋播き性オオムギを利用したダイズのリビングマルチ栽培. 日作紀 74: 410-416.
- 野口勝可・松尾和之・奈良正雄 (1984) 寒冷地畑作における雑草の増殖防止技術の確立に関する研究 2. 大豆栽培下における雑草の種子生産特性. 雑草研究 29(別): 15-16.
- Rahman A., James T. K. and Grbavac N. (2006) Correlation between the soil seed bank and weed populations in maize fields. Weed Biol. Manage. 6: 228-234.
- Silvertown J. W. (1987) Introduction of plant population ecology: second edition, Longman, London.
- 小林浩幸・中村好男・渡邊好和 (1999) 不耕起有機栽培におけるメヒシバの埋土種子数と夏作初期における消長. 東北雑草研究会99要旨集: 9.
- Kobayashi H. and Oyanagi A. (2005) *Digitaria ciliaris* seed banks in untilled and tilled soybean fields. Weed Biol. Manage. 5: 53-61.
- 小林浩幸・島崎由美・好野奈美子・内田智子・酒井真次・坂上修・小柳敦史 (2007) 東北地域におけるムギ類を用いたダイズのリビングマルチ栽培技術の開発と普及への取り組み. 雑草研究 52(別): 154-155.
- 小林浩幸・山下伸夫 (2006) 地表徘徊性昆虫クロゴモクムシ (*Harpalus niigatanus* Schauburger) はメヒシバの種子を好んで食べる. 雑草研究 51 (別): 164-165.
- 小林浩幸・渡邊好昭 (2001) メヒシバの出穂性に関する集団構造の不耕起および慣行栽培大豆畑の間の差異. 雑草研究 46(別): 74-75.
- 中山壮一・渋谷幸憲・天羽弘一・大谷隆二 (2007)

- 収穫損失により地表に散布されたナタネ種子の生存に対する耕起および湛水の効果. 雑草研究 52(別): 52-53.
- Roberts H. A. (1981) Soil seed banks in soils. *Ann. Appl. Biol.* 6: 1-55.
- 定由直・三浦励一・伊藤操子 (1999) 被度と草高に基づく雑草バイオマス量推定の可能性について. 雑草研究 44 (別): 106-107.
- 佐合隆一 (1995) 農耕地における埋土種子. 雑草研究 40: 252-261.
- Sarukhan J. (1974) Studies on plant demography: *Ranunculus repens* L., *R. bulbosus* L. and *R. acris* L. II. Reproductive strategies and seed population dynamics. *J. Ecol.* 62: 151-177.
- Smiths R. G., Gross K. L. and Januchowski S. (2005) Earthworm and weed seed distribution in annual crops. *Agric. Ecosyst. Environ.* 108: 363-367.
- 高柳繁 (2004) 関東黒ボク土地帯における主要一年生夏雑草の定量的発生予測. 中央農研報告 5: 23-58.
- 内田智子・小林浩幸 (2006) 休閑期も雑草が生育していた不耕起ダイズ畑ではミミズが多いーミミズと雑草植生の意外な関係ー. 東北の雑草 6: 33-36.
- Van Mourik T. A., Stomph T. A. and Murdoch A. J. (2005) Why high seed densities within buried mesh bags may overestimate depletion rates of soil seed banks. *J. Appl. Ecol.* 42: 299-305.
- 渡邊寛明・内野彰・橘雅明 (2003) 積雪寒冷地水田におけるタイヌビエの土中種子数の推移. 雑草研究 48(別): 52-53.
- Westerman P. R., Hofman A., Vet L. E. M. and van der Werf W. (2003) Relative importance of vertebrates and invertebrates in epigeic weed seed predation in organic cereal fields. *Agric. Ecosyst. Environ.* 95: 417-425.
- 山下伸夫・小林浩幸 (2007) ウスアカクロゴモクムシは地表のイヌビエ種子を食害するが, 地中の種子は殆ど食害しない. 東北の雑草 7: 17-20.



カヤツリグサ科入門図鑑

谷城 勝弘
A5変形判 定価2,940円(税込)

ごく普通に見られる約200種を取り上げ、大きな写真、
ていねいな写真説明でわかりやすく解説します。

- 第1部 カヤツリグサ科の形
- 第2部 カヤツリグサ科200種
- 第3部 カヤツリグサ科の生える環境
- 第4部 標本でみるカヤツリグサ科

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-27-11

TEL03-3839-9160 FAX03-3839-9172

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

果実の成熟・品質の制御 ーカルシウム等による生理障害の防止(カンキツ)ー

独立行政法人 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 健康機能性研究チーム 生駒吉識

1. はじめに

カンキツ栽培においては、浮皮や水腐れのような生理障害の発生が、古くから問題となってきた。近年、温暖化等による気象変動は、このような生理障害の発生を一層助長するのではないかと懸念されている。このような状況の中、果樹研究所の杉浦ら(2004)は、温暖化が現時点で果樹生産にどのような影響を及ぼしているのかについて、全国規模のアンケート調査を実施し、温暖化の影響、内容及び対策を明らかにした。その結果、温暖化の影響が現時点でみられないと回答した都道府県が0であったのに対し、温暖化の影響らしき現象(温暖化の影響と断定できない)が見られる、もしくは温暖化の影響が見られると回答した都道府県数は合わせて47となり、現時点でもすでに温暖化に起因すると推定される現象が、全国各地で発生していることを示唆した。さらに、本調査は、カンキツに対する温暖化の影響として、ハウスマカンの花芽分化の遅延、着色不良、生理落果の助長等の他に、果実に発生する生理障害として、浮皮や水腐れ果の発生を指摘している。

また、完熟栽培のような、樹上で果実を長く着生させる栽培方式の開発・普及が、生理障害の発生を助長していると考えられる。完熟栽培は、そもそも糖度の上昇をねらったものであるが、樹上に長く置くことで、浮皮が進み、さら

に、果皮の老化にともなって、水腐れが発生しやすくなる等の問題も生じている。前述のとおり、温暖化が一層進行していくと仮定するならば、完熟栽培における生理障害の発生は一層深刻になると予想される。

カンキツにおける生理障害の発生機構やその発生防止技術に関しては、多くの研究が実施され、実用的な技術として定着しているものも多い。ここでは、温暖化や高品質化に伴い、その発生が今後助長される懸念が有る浮皮や水腐れ症について、既に普及している技術や現在研究段階にある技術を概説する。

2. 浮皮

1) 発生要因

カンキツ類には、皮が手で簡単にむけるマンダリン類に属する品種と、皮が簡単に手でむけないオレンジ等の品種がある。マンダリン類の皮が簡単に手でむけるのは、果実の成熟が進んだ段階で果皮と果肉が分離してしまうことが原因で、寛皮性という品種特性に由来する。したがって、ウンシュウミカン等のマンダリン類には、寛皮性があるので、多少の差はあるが、果皮と果肉が分離してしまう現象が起こっている。浮皮とは、このような果皮と果肉の分離する現象が激しくなった状態を示し、農林水産省果樹試験場興津支場編カンキツの調査方法(1987)

によると、果皮と果肉の分離が果梗部周辺で観察される場合（発生程度：軽）、果梗部から赤道部にかけて観察される場合（発生程度：中）、果梗部から果頂部にわたる果実の全面で観察される場合（発生程度：甚）等のように、その発生程度を段階的に評価することが可能である。浮皮になると、果皮に傷が付きやすくなるため、貯蔵・輸送中に腐敗が多く発生し、貯蔵・輸送性が低下する。また、味が淡泊になる等の問題が発生する。

倉岡（1962）は、ウンシュウミカンの果皮と果肉の発育過程を組織学的に観察したところ、果肉の肥大速度に対して、果皮の発育が著しく活発な6月中下旬と9月中旬～10月下旬にかけては、果皮が顕著に肥厚するにも関わらず、果皮と果肉の間に空隙を生じないことを認めた。一方、11月下旬以降になると、アルベド組織（果皮の白色のスポンジ状の組織）が崩壊しはじめ、果皮と果肉の間に空隙が生じることを示した（図－1の第1段階）。尚、この組織の崩壊は、じょうのう（果肉部）に近い部分から始まり、漸次外側に向かって進行し、最終的にはフラベド組織（果皮のオレンジ色の色素を含む部分）に達するとしている。このような過程でアルベドが崩壊した果実が雨露に遭遇すると、果皮は水

分を吸収して膨潤し、その結果、果皮と果肉の間の空隙が増大して浮皮が著しくなるとしている（図－1の第2段階）。本報告の結果は、まず果実の成熟に伴ってフラベドの崩壊が起こり、その後、果皮による吸水膨潤により浮皮が発生するという過程を明らかにしており、成熟期の環境、特に雨露に由来する水分と浮皮の発現に密接な関係があることを示唆している。上記の結果に着目し、河瀬（1984a）は、樹上果を用いて、温度条件や果実周辺の湿度条件と浮皮発現との関係について検討した。その結果、①温度条件が同一で湿度条件が異なる場合には、高湿度ほど浮皮発生が助長されること、②湿度条件を同一にした場合には、高温区ほど浮皮発生が助長されること等を明らかにした。また、河瀬（1984a）は、採取果を用いて、10℃という低温条件下で湿度を調整し、浮皮発現に関する研究を実施したところ、10℃という条件下でも、高湿度条件で浮皮が発現することを示した。これらの結果から、河瀬（1984a）は、一般のウンシュウミカン産地では、成熟期に10℃前後以上の気温の日が多いことから、浮き皮発生の要因は、温度よりも園内の湿度条件が重要な要因となると結論づけている。

第1段階

アルベド組織の崩壊による果皮と果肉の間の空隙の発生

〔じょうのうに近い部分から始まり、漸次外側に向かって進行し、フラベド層に達する。〕



第2段階

果皮の水分吸収による膨潤と果皮と果肉の間の空隙の増大

〔雨露が付着した果実は水分を吸収し、膨潤。その結果、果皮と果肉の間の空隙が増大。〕

図－1 ウンシュウミカンにおける浮皮発生の過程
（倉岡ら（1962）の報告より作図）

表-1 ウンシュウミカンにおいて使用が認められている浮皮軽減に有効な生育調節剤

農薬の種類		農薬の名称	使用方法
カルシウム剤	炭酸カルシウム水和剤	クレフノン	収穫1か月前～収穫直前の時期に立木全面に1回散布
カルシウム剤	塩化カルシウム・硫酸カルシウム水溶液	セルバイン	8月下旬～10月中旬の時期に立木全面に20～30日間隔で2～3回散布
オーキシシン様活性物質	エチクロゼート乳剤	フィガロン乳剤	蛍尻期(1回目)とその2週間後(2回目)に立木全面散布

2) 防止技術

浮皮の発生防止技術として、表-1のような薬剤の利用があげられる。尚、表-1は、生育調節剤として登録されているものを列挙しており、カルシウム剤に関しては、これらの他にも、液肥として販売・使用されているものがある。また、ジベレリン・ジャスモン酸の混用処理のように、現在試験中のものについては表-1には記述していない。

(1) カルシウム

カルシウム剤は、塩化カルシウム、ギ酸カルシウム、硫酸カルシウム、キレートカルシウム等を主成分としたものが、販売・使用されている。牧田(1998a)は、カンキツに対するカルシウム剤の主な効果として、浮皮軽

減のほか、予措促進、こはん症のような果皮障害の発生抑制、えき病類似症(不知火では、高接後間もない樹や若い樹で弱い春枝が多発し、硬化する前に先端から枯れ込む症状)防止を挙げている。

クレフノンは、炭酸カルシウムを主成分とした薬剤である。河瀬(1984b)は、この薬剤を散布することで浮皮発生を軽減できることを示した。その抑制メカニズムは図-2のとおりである。この薬剤の抑制効果は、生理的作用ならびに物理的作用により発現すると考えられている。生理的作用については、河瀬(1984b)は、果皮組織に吸収されたカルシウムが、果皮組織の軟化・ぜい弱化を低く抑え、その結果、果皮組織の吸水膨潤を起こ

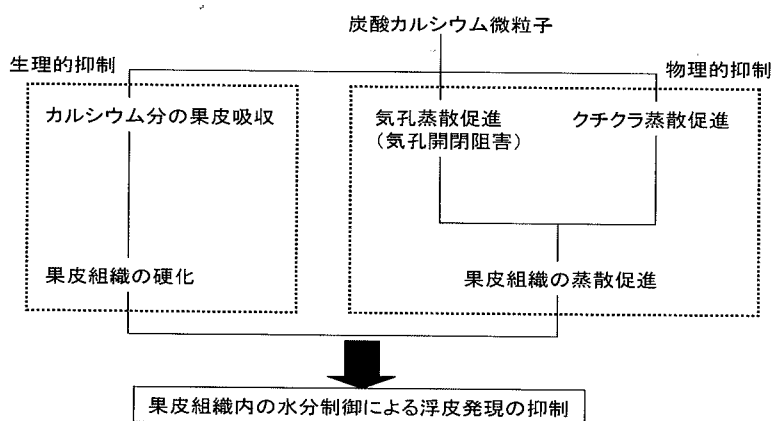


図-2 炭酸カルシウム水和剤による浮皮発生抑制機構
(河瀬(1984b)の図を改変して作成)

りにくくしていると推定した。しかし、その生理的作用が、具体的にどのような作用であるのかは不明であり、現在でもその作用機構は明らかにされていないと考えられる。一般的には、カルシウムは、細胞中層（細胞と細胞を接着している部分）に多量に含有されるペクチンを、イオン結合により架橋し、細胞どうしの接着を強固にしていると考えられている。このため、カルシウムが多量に存在すると、河瀬（1984b）が指摘しているように、果皮組織の軟化・ぜい弱化を抑制できる可能性もあると考えられる。事実、白石ら（1999）の透過型電子顕微鏡を用いた観察では、ウンシュウミカンの浮皮果とカルシウム剤散布果の果皮組織の中層には構造的な違いがあり、浮皮果では中層の崩壊が明確に認められたのに対して、カルシウム剤を散布した果実では、中層の崩壊はかなり抑制されていることを認めた。さらに、倉岡ら（1975）の果皮内ペクチン質ならびにカルシウム含量に関する研究では、アルベドのシュウ酸可溶性ペクチン分画におけるカルシウム含量が正常果よりも浮皮果で少ないことを報告している。このような結果から考えると、明確な結論には至らないが、カルシウムが中層のペクチン質に存在・作用し、ウンシュウミカンの浮皮低減に有効な生理的作用を発揮していると推定される。

物理的作用については、走査型電子顕微鏡を用いたいくつかの研究事例から、その作用が推定されている。クレフノンを散布すると、散布された果実は全面が炭酸カルシウム粒子によって白く覆われる。果皮表面の炭酸カルシウム微粒子の付着状態を走査型電子顕微鏡で観察したところ、気孔の分布も判らない程度に全面的に粒子が積層しており、気孔を観

察できる薄い部位でも、気孔内部に粒子が入り込み、開閉不能な気孔が観察される（鈴木ら、1976、河瀬、1984b）。これらの結果は、炭酸カルシウム粒子が、気孔を閉じられないようにするという物理的作用が、果皮からの蒸散を促進し、結果的に浮皮の発生を抑制する一因となることを示唆している。ただし、気孔蒸散の促進のみでなく、炭酸カルシウムが果面を覆うことによるクチクラ蒸散の促進も、果皮からの蒸散促進に寄与すると考えられている（河瀬、1984b）。さらに、図-2には示していないが、含有される固着剤により、果面への最大付着水量が減少する等の物理的作用も浮皮抑制に寄与するとされている（河瀬、1984b）。

セルバインは、クレフノンとは異なり、塩化カルシウムと硫酸カルシウムを主成分とした薬剤で、クレフノンでは、果実に「白斑状の汚れ」が生じるのに対して、セルバインでは、そのような汚れは発生しないという特徴を有する。この薬剤の作用特性についても、現状ではよく判っていないが、果皮に吸収された後、果皮が強固になり、そのことが浮皮を軽減するという生理的作用が想定されている（牧田 1998a）。一方、セルバインは、炭酸カルシウムのように果皮に石灰分が積層することは少なく、粒子が気孔に入り込み、気孔の開閉を不能にするというような効果は考えにくい。しかし、牧田（1998a）は、セルバインを夏秋季に3回散布した果実では、クレフノン散布と同程度の予措促進効果があること、セルバイン散布果実では、果皮のワックス量が減少していることを見出した。果皮ワックス量が少なくなると、果皮表面全体からの水分蒸散が多くなり、このことが予措促進や浮皮

軽減に影響していると考察している。

以上のように、カルシウム剤は、いずれのタイプでも、生理的作用による果皮組織の硬化と物理的作用による果皮からの蒸散促進により浮皮軽減効果を発揮していると考えられているが、その作用機構の解明（特に生理的作用）については必ずしも十分でなく、今後の研究が期待される。

(2) エチクロゼート

エチクロゼートは、 β -インドール酢酸と構造が類似し、オーキシン様活性を示す。本剤は、浮皮の軽減作用だけでなく、ウンシュウミカンの摘果剤並びに熟期促進剤としての作用も有する。摘果剤としての作用性は、ナフタレン酢酸も有するが、同剤は浮皮を助長する傾向があり、多数のオーキシン様物質の中で、熟期を促進し、かつ浮皮を軽減する作用を有する物質は、エチクロゼート以外に知られていない（河瀬ら、1985）。

エチクロゼートの浮皮抑制作用は、果実からのエチレン発生抑制を介して発現すると推定されている。間苧谷ら（1983）は、①ウンシュウミカン果実からのエチレン発生（エセホン処理によりエチレンを強制的に発生）に伴い、浮皮の発生が助長されること、②エチレン発生阻害剤の処理や脱エチレン剤とともに収穫果を保存することにより、浮皮の発生が抑制されることを認めた。一方、果実に処理したエチクロゼートは、エチレンの生成阻害活性を有する5-chloro-indazole carboxylic acidに植物体内で代謝されること（平田ら、1980）、その代謝産物を果実に処理すると、エチレンの生成を阻害することが明らかにされていること（禿ら、1982）から、河瀬ら（1985）は、エチクロゼートをウンシュウミカン果実に処

理すると、エチクロゼートは5-chloro-indazole carboxylic acidに代謝され、その結果、この物質によるエチレン生成抑制作用を介した浮皮発生軽減効果が発現すると推定した。

このような、エチレン生成抑制を介した浮皮発生軽減効果の発現機構は、カルシウム剤による浮皮発生軽減機構と様相を異にするとと思われる。間苧谷ら（1983）は、果皮の膨潤を促す高温（20℃）・多湿の容器内に果実を密封した場合でも、容器内のエチレン濃度を低下させると、浮皮の発生を抑制できることを示した。この結果は、浮皮発生過程において、果皮の膨潤の前提に、アルベドのぜい弱化が必要であり、そのぜい弱化にエチレンが関与していることを示唆している。したがって、カルシウム剤による浮皮軽減は、生理的作用による果皮細胞のぜい弱化の阻害と物理的作用による果皮からの蒸散促進が働いていると考えられているのに対して、エチレン生成抑制による浮皮発生軽減機構は、生理的作用による果皮細胞のぜい弱化の阻害が中心となると考えられる。

(3) ジベレリンとジャスモン酸の混用

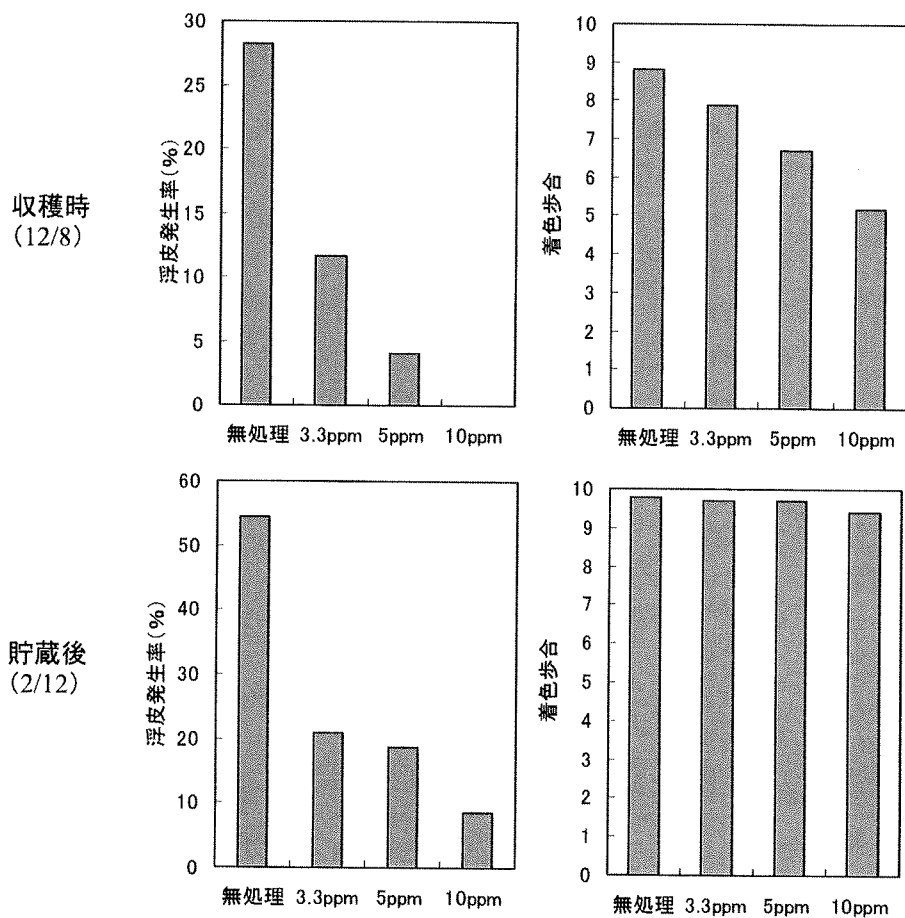
ジベレリンの浮皮軽減効果は、倉岡ら（1967）の研究のように、古くから知られていた。しかし、浮皮抑制効果は明瞭である反面、クロロフィルの分解抑制に基づく着色不良や、褐色の斑点を生じる等の薬害の問題から実用化が困難であった。近年、牧田ら（2004）は、9月4日にジベレリン及びジャスモン酸を混用処理すると、収穫時や貯蔵後のいずれでも浮皮発生率が低下すること、収穫時には処理果で着色の遅れが認められるが、貯蔵後には着色の遅れはなくなることを示した（図-3）。本結果は、貯蔵用果実に限定すれば、ジベレ

リン及びジャスモン酸を混用処理すると、着色不良を避けつつ、浮皮発生を軽減できることを示している。処理濃度については、総合的にみて3.3ppmもしくは5ppmが適切とされている。尚、ジベレリンとジャスモン酸の混用処理がどのような機構で浮皮発生を軽減や着色不良の改善に役立っているのかは、現時点では明らかにされていないが、その効果は実用化可能な段階となった。

3. 水腐れ症

1) 発生要因

成熟したナツミカンやポンカンの果皮に現れる生理障害である。一般に、果実の果梗部付近と果頂部付近に出やすく、赤道部周辺には出にくい。果実が樹上で越冬する晩生カンキツでは、冬季の低温によって一端果実肥大を停止するが、気温の上昇とともに果皮部の肥大生長が再開（二次肥大）される。水腐れ症は、二次肥大期のように果皮の老化がかなり進行した段階で発生しやすい。



図ー3 同濃度で混用したジベレリンとジャスモン酸処理（9月4日）による浮皮軽減効果
（平成16年度常緑果樹関係除草剤・生育調節剤試験成績集録の牧田らの試験より作図）

井上 (1967) は、ナツミカンを用いて、水腐れ症の発生原因が雨水の付着であることを実験的に解明した。まず、果皮片を水に浸漬すると果皮面に細かい亀裂が生じ、水よりあげ放置すると水腐れ症と同様の症状を呈することを明らかにした。さらに、人工的に果皮片を水浸漬し亀裂が生じ始めた時、表皮を剥離して顕微鏡観察したところ、小さな初期亀裂の約半数が孔辺細胞の部分であることを突き止めた。このような実験結果から、雨水が気孔から侵入し亀裂を発生させることが水腐れ症の第1次的原因であることを立証した。また、水浸漬前と水浸漬後亀裂を生じた時の、果皮細胞（表皮、下皮、フラベド）の大きさの比較により、下皮細胞及びフラベド細胞は水浸漬により著しく膨潤するのに対して、表皮細胞はほとんど膨潤しないことを突き止めた。この結果は、気孔を通じて侵入した雨滴が、下皮、フラベド細胞を急激に膨潤させ、膨潤しにくい表皮組織を物理的に開裂させることを示唆している。また、井上 (1967) は、ウンシュウミカンの果皮を用いて、水浸漬後に果面に亀裂が入るかどうかの実験も行った。ウンシュウミカンの果皮は基本的には亀裂は入りにくい、激しい浮皮果の果皮を用いた実験では亀裂を発生することを認めた。このことから、果皮組織の成熟の程度、園地の水分管理、窒素肥料の施用量等が水腐れ症の発生を左右することも示した。

このようにして、果面に多数の初期亀裂が形

成されると、これらの亀裂からさらに多量の雨水が浸入し、その周辺に新しい亀裂がつぎつぎと発生して、広範囲にわたる大亀裂網が形成される (松本 1980)。その後、晴天が多い場合には、亀裂部にコルク質が沈着してゆ傷組織が形成され、また、雨天が続く場合には、亀裂部から病原菌が侵入して、果実が腐敗することになる (松本 1980)。

2) 防止技術

水腐れ症の発生は、気孔より侵入した水分が下皮及びフラベド細胞を膨潤させ、その結果、それより外層の表皮を裂開させることが主因となるため、果実を不透水性の資材で袋かけする等の処理が発生防止に有効であることは明確である (井上, 1967)。しかし、樹上でポリエチレン等を用いて袋かけした場合には、糖や酸含量が低下し、品質的に好ましくないことが示されている。

米国では、1920年代にマシン油乳剤の夏季散布が普及するのに伴い、ネーブルオレンジに水腐れ症が大発生して問題となり、その後、果実の完全着色直後にジベレリン水溶液を果実に散布すると水腐れ症の発生が抑制されることが見出された。我が国でも、水腐れ症の発生しやすいポンカンを親とした交雑品種である「はるみ」、「不知火」において、水腐れ症が発生し、その防止技術として、ジベレリン散布が実用化されるようになった。現時点では、ジベレリン液

表-2 カンキツにおいて使用が認められている水腐れ軽減に有効な生育調節剤

農薬の種類	対象品種	使用時期	使用方法
ジベレリン液剤	はるみ	着色終期 (但し、収穫7日前まで)	果実に1回散布
ジベレリン水溶剤	はるみ	着色終期 (但し、収穫7日前まで)	果実に1回散布
ジベレリン水溶剤	不知火	着色終期 (但し、収穫90日前まで)	果実に1回散布

剤もしくは水溶剤として、「はるみ」、「不知火」の水腐れ症軽減を対象とした生育調節剤が登録されている（表-2）。具体的には、「はるみ」、「不知火」に対して、0.5～1 ppmの濃度で着色終期に果実に1回散布することとなっている。浮皮の防止技術の部分で記述したとおり、ジベレリンは着色の進行を阻害する作用がある。したがって、水腐れ症軽減のために使用する際にも、着色阻害の副作用を回避するため、処理時期は着色終期となっていることに注意を要する。

ジベレリンによる水腐れ症軽減の機構を解明するため、牧田（1998b）は、顕微鏡による観察を行った。その結果、亀裂を生じた気孔の比率は、ジベレリンを処理した果実よりも無処理果実で高くなることを明らかにした。これは、水腐れ症発生の引き金となる微細な気孔の亀裂発生をジベレリンが抑制することを示しており、ジベレリンによる水腐れ症発生の抑制効果は、水腐れの極めて初期段階ともいえる気孔部の微細な亀裂発生を抑制することが原因であると推察している。ジベレリンがどのような機構で、気孔部の微細な亀裂発生を抑制するのかは明らかでないが、井上（1967）の考察と考え合わせると、水分の侵入により膨潤しやすい下皮やアルベド細胞の膨潤を阻害するのか、それらの細胞が膨潤しても亀裂を生じない程度に表皮細胞が強固になるのかいずれかの機構が関与するものと推察される。

4. その他の生理障害

ここでは、温暖化の影響を受けやすい（成熟期に高温・高湿で発生しやすい）と考えられる生理障害である「浮皮」と「水腐れ症」に焦点を絞って記述した。カンキツには、これらの生理障害のほかに、裂果、日焼け、ユズハダ果、ス上

がり、こ斑症等の生理障害が知られており、いずれも経営的には無視できない重要な障害である。しかし、生育調節剤によるこれらの障害の制御は現時点では実用化されておらず、緻密な栽培管理を徹底する方法が主体となっている。但し、カルシウム剤については、生育調節剤としての登録はないが、液肥として販売・流通されており、実験的には、こ斑症の発生抑制に有効とするデータも得られている（宮田ら、1988）。

尚、本稿は、1989年に出版された山崎利彦、福田博之、広瀬和榮、野間豊編「果樹の生育調節」の記述を参考としつつ、ジベレリン・ジャスモン酸の混用処理による浮皮軽減等の近年の知見を加えて執筆したものである。

引用文献

- 1) 平田博明ら、1980. 日本農薬学会第5回大会講演要旨集. 103.
- 2) 井上宏. 1967. 香川大農学部紀要. 23: 1-59.
- 3) 禿泰雄ら. 1982. 園学要旨. 昭57春: 16-17.
- 4) 河瀬憲次. 1984a. 果樹試報D. 6: 41-56.
- 5) 河瀬憲次. 1984b. 果樹試報D. 6: 57-76.
- 6) 河瀬憲次ら. 1985. 園学雑. 54: 171-177.
- 7) 倉岡唯行. 1962. 愛媛大紀要第6部(農学). 8: 106-154.
- 8) 倉岡唯行ら. 1967. 園学要旨. 昭42春: 36-37.
- 9) 倉岡唯行ら. 1975. 園学雑. 44: 15-21.
- 10) 牧田好高. 1998a. 果実日本. 53(3): 24-27.
- 11) 牧田好高. 1998b. 静岡柑試研報. 27: 11-16.
- 12) 牧田好高ら. 2004. 平成16年度常緑果樹

- 関係除草剤・生育調節剤試験成績集録. 174-175.
- 13) 間苧谷徹ら. 1983. 園学雑. 52:238-242.
- 14) 松本和夫. 1980. 柑橘園芸新書. 300-305.
- 15) 宮田明義ら. 1988. 園学要旨. 昭63秋: 20-21.
- 16) 農林水産省果樹試験場興津支場. カンキツの調査方法. 1987.
- 17) 白石雅也ら. 1999. 園学雑. 68:919-926.
- 18) 杉浦俊彦ら. 2004. 平成16年度果樹研究成果情報. 25-26.
- 19) 鈴木邦彦ら. 1976. 果樹試興津年報(育・栽・貯・加). 昭50. 54-55.

SHIBUYA INDEX 2007年版 できました。 —12th Edition—

渋谷成美ほか／編集 A4判 978頁 定価45,150円(本体43,000円+税5%)

「SHIBUYA INDEX—12th Edition—」2007年版の特長

より新しい情報をという読者からの要望に応えるため、「SHIBUYA INDEX—12th Edition 2007年版」が発行になりました。2006年版以降に新規開発された単剤と混合剤を加え、さらに最新の登録状況も網羅しており、一般名・商品名もいっそう充実したものになりました。

- ①世界の農薬(殺虫剤, 殺菌剤, 除草剤, フェロモン剤, 殺そ剤等)の全てを網羅し、世界で最も簡単に利用できる画期的な資料です。
- ②各農薬が構造別に整理されているので、関連化合物を容易に見ることができます。
- ③一般名、商品名、コードナンバー、メーカー名、構造式、主要剤型と濃度、安全性、使用分野に区分し、剤の特性が一目で判ります。
- ④一般名、商品名のある古い剤は全て含むほか、構造の判明している新しい剤と各種混合剤も記載しています。
- ⑤日本での委託・登録状況が判ります(米国、英国、フランス、韓国等についても一部記載)。
- ⑥米国での再登録の現況も記載しています。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
電話 03-3839-9160 FAX 03-3839-9172

2007年版

〈最新〉除草剤・生育調節剤解説

企画・編集／(財)日本植物調節剤研究協会 B5判 203頁 本体5,000円(税別)

最近の水田除草剤25剤、畑地除草剤3剤を集め、最新情報に基づいて、特長、使い方、性質などを解説するほか、登録における試験の成績も紹介。使用基準についてもできるだけ、最新情報を収録。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
Tel.03-3833-1821 Fax.03-3883-1665
(出版部直通Tel.03-3839-9160 Fax.03-3839-9172)
<http://www.zennokyo.co.jp>

果実の成熟・品質の制御

ーカルシウム等による生理障害の防止(リンゴ)ー

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所
果実鮮度保持研究チーム 井上博道

リンゴ果実における生理障害の要因として、果実中のカルシウム欠乏が挙げられることが多い。そこで、カルシウムの土壌からリンゴ樹体内までの動きを整理するとともに、カルシウム欠乏の発生とその対策について考えることにする。

1. 土壌中でのカルシウム

カルシウムは土壌中で多く含まれる元素で、水素、酸素を除いた土壌中の元素組成を見ると、粘土鉱物の構成成分であるケイ素やアルミニウム、酸化物鉱物が多い鉄、有機物の構成成分である炭素、に次いで多く、中央値で見ると土壌中元素の1.5%がカルシウムである(表一

1)。ほとんどの土壌ではカルシウムは炭酸塩やリン酸塩の形態で多く存在している。通常1ha当たり20t以上のカルシウムがあり、そのうち4~5tは植物に吸収可能な形態で存在している(Baeber et al., 1963)。カルシウムは植物にとって多量必須元素でありながら、窒素、リン、カリウムのように毎年のように施肥が必要とされないのは、土壌に可給態の形態で多く含まれているためである。ただしカルシウムは土壌中の移動性が高く、雨水等により容易に溶脱する元素であるため、土壌表層(作土)の可給態のカルシウム(交換性カルシウム)が少なくなった場合には適宜散布する必要が出てくる。リンゴでは、土壌中に交換性カルシウムが十分量あっても、土壌・施肥管理や栽培管理などの問題により果実にカルシウム欠乏が発生する場合がある。

2. カルシウムの吸収、転流

カルシウムイオンの吸収は主にマス・フロー(mass flow; 作物の水吸収に伴って土壌溶液中の養分が移動)によって行われるが、拡散(土壌溶液中の濃度勾配に従って移動)によっても行われているように見える(Smith and Wallace, 1956)。土壌溶液中のイオン含量は土壌によって異なるが、一般的には全イオンの60-80%はカルシウムイオンである。

表一 土壌の元素組成の中央値と範囲

元素	中央値, mg/kg soil (範囲)
Si	330,000 (250,000-410,000)
Al	71,000 (10,000-300,000)
Fe	40,000 (2,000-550,000)
C	20,000 (7,000-500,000)
Ca	15,000 (700-500,000)
K	14,000 (80-37,000)
Mg	5,000 (400-9000)
Na	5,000 (150-25,000)
Ti	5,000 (150-25,000)
N	2,000 (200-5,000)
Mn	1,000 (20-10,000)
P	800 (35-5,300)
S	700 (30-1,600)
Ba	500 (100-3,000)
Zr	400 (60-2,000)
Sr	250 (4-2,000)

(浅見・茅野, 1983より抜粋)

代謝が活発に行われる葉、花、果実、頂端分裂組織は、カルシウムの「シンク」である。根から樹の他の器官への転流は、蒸散流（蒸散に伴う植物体内での水分の流れ）の度合いによって異なる。カルシウムの転流速度は遅い。カルシウムの転流は、半分はイオン、半分はリンゴ酸もしくはクエン酸との化合物として（Bradfield, 1976）特に木質部で起こっている（Levitt, 1969）ことが木質部と篩部樹液の分析から分かっている。イオン交換が転流中に行われている間、陽イオン交換容量が飽和したり、カルシウムが有機酸とキレート化したのであれば、転流速度は上昇する。その場合は、転流速度と蒸散速度が比例関係にあるようである（Geijn et al., 1979）。

カルシウムは細胞内に固定されるので、再転流しようとしてもほとんど移動できない。カルシウムの固定のため、古葉には十分にカルシウムが含まれていても、新葉や果実ではカルシウム欠乏が起こりうる（Meyer and Anderson, 1952）。古葉のカルシウム含量は果実のカルシウム含量に反映されない（Shear and Faust, 1971; Chiu and Bould, 1977）。このように、カルシウムは植物体内での移動性が低く、さらに再転流も起こりにくいため、果実へのカルシウム供給が継続的に行われない状況ではカルシウム欠乏による生理障害が発生しやすい。

3. 樹体内でのカルシウム分布と役割

年間ha当たり5-6tの乾物生産を行っているリンゴ樹では約25kg/haのカルシウムを必要としており、そのうち1kgは果実で、10kgは根、幹、枝で、15kgは葉で使われる。乾物重当たりで見ると、根と幹では1.2%、枝では0.6%、葉では1.0~1.5%、果実では0.02%のカルシウムが含ま

れている。樹全体で見ると果実におけるカルシウムの割合は低いので、果実生育期間中に、どれだけ継続的に果実へのカルシウム供給が行われるかが果実のカルシウム欠乏を防ぐ上で重要となる。

植物体内におけるカルシウムの役割は、細胞組織の構造維持、植物体内で生じた有機酸の中和、いくつかの酵素の活性剤などがある。細胞壁のペクチンを主成分とする中層にカルシウムは多く存在し、ホウ素とともにペクチンを架橋して生体膜の安定性を強化している。カルシウム欠乏下ではその中層が希薄になり、病原菌の養分になりやすいアミノ酸、糖などの細胞成分が細胞外へ流出し、侵入してきた病原菌が増殖しやすくなる。カルシウムは細胞内シグナル伝達機能のメッセンジャーとしての役割を持っており、生理的な病害抵抗反応のシグナル伝達にも関与している（Knight, et. al., 1991）。イネではケイ素によっていもち病を筆頭に各種病気の耐病性が高まることが近年明らかになっているが、リンゴにおけるカルシウムも同様の効果を持つと考えていいのかもしれない。

4. カルシウム欠乏

カルシウム欠乏の兆候は若い葉が丸まったり、クロロシスが現れることで6月初めに起こる（Shear, 1971）。ただしこれら葉の兆候が見られなくても、収穫期前あるいは貯蔵中に果実に斑点性生理障害が起こることもある。

斑点性生理障害のうち、ビターピットは果実の赤道面から下部のていあ部にかけての果皮に発生する2mmから10mm程度の浅くくぼんだ暗褐色の斑点のことで、斑点直下の果肉は3mm程度の深さまで褐変してコルク化している場合が多い。ビターピットの発生は収穫1ヶ月前頃

からみられ、収穫後の貯蔵中にも発生する。8月～9月初めに、果皮には変化はなく、果肉にコルク化した褐色小斑点の発生が現れる場合もあるが、これはコルクスポットとしてビターピットとは別に扱われている。ただしコルクスポットも発生要因としては果実のカルシウム欠乏が主要因と考えられている。

ビターピットの発生を予測する場合、幼果のカルシウム濃度が判断基準となる。1果300gの‘玉林’では7月上・中旬の幼果期に1果当たり5.5mgのカルシウムを含んでいれば安全で、少なくとも3.5mg以上のカルシウムが必要と考えられている(福元ら, 1987)。

ビターピットの発生を助長する栽培管理としては、窒素の過剰施肥、強剪定、大玉化、カリウム、マグネシウムの過剰などが挙げられる。‘陸奥’、‘玉林’などは収穫期が早すぎるとビターピットの発生が多くなる(蝦名, 2002)。窒素の過剰施肥と強剪定は樹の新梢や葉の生育を旺盛にし、新梢や葉が過繁茂状態になる。必要以上のこれら器官の繁茂により、本来果実へ供給されるべきカルシウムが葉や枝で使われることにより、結果的に果実のカルシウム欠乏につながる。摘果を強くし大玉化を目指す場合は1果当たりのカルシウムの供給が間に合わないことで、カリウム、マグネシウムの過剰供給は果実

へのカルシウムの供給を抑制することで果実のカルシウム欠乏につながる。

リンゴの貯蔵中に発生する果肉褐変には、果心部の方から褐変の始まる内部褐変と、果皮表面に近い果肉部位から褐変が進むゴム病と呼ばれる障害があるが、これらについても(特にゴム病は)果実のカルシウム含量低下が発生に関わっていると考えられている。ゴム病は果肉外層部に発生する障害で、果実のがくあ部から赤道部にかけての部位から発生することが多い。発生部位では果肉の軟化、褐変、維管束の濃褐色化が起こり、ゴムのような弾力性が感じられる。障害果の果皮、果肉中のカルシウム濃度は健全化よりも低く、発生が多い品種である‘紅玉’に7～8月に塩化カルシウムを散布することによって、7.5～18%発生していたゴム病が0～3.6%に抑えられたとの事例がある。

5. カルシウム欠乏の対策

ビターピットの発生を回避するためのカルシウム欠乏対策として、各種カルシウム資材の葉面(果面)散布が行われている。その資材は塩化カルシウム、硫酸カルシウム、炭酸カルシウム、蟻酸カルシウムなどである(表-2)。これらの資材はその主成分によって溶解度が大きく異なる(表-3)。リンゴ果皮にカルシウム資材を塗

表-2 葉面散布用カルシウム剤の例

銘柄	主成分	CaO(%)
カルシウムエキス	キレートカルシウム	8
カルハード	有機キレートカルシウム液剤	11
キレストCa	EDTA-Ca	8.9
スイカル	蟻酸カルシウム	42
セルバイン	クエン酸カルシウム、塩化カルシウム他	25
クレフノン	炭酸カルシウム	53
カルクロン	塩化カルシウム	38
アグリメイト	有機酸カルシウム(6)、塩化カルシウム(7)	13
リーフアップCa	蟻酸、酢酸、乳酸カルシウム	30
カルパワー	水酸化カルシウム液剤	4～8
ダーウィンFC100	硫酸カルシウム	31
アクアカル	酢酸カルシウム	12

表-3 カルシウム塩の溶解度

化合物名	(g/100g)
硝酸カルシウム	266
塩化カルシウム	59.5
酢酸カルシウム	52
蟻酸カルシウム	16.1
乳酸カルシウム	7.1
リンゴ酸カルシウム	0.92
水酸化カルシウム	0.185
硫酸カルシウム	0.16
クエン酸カルシウム	0.0849
炭酸カルシウム	0.0012
リン酸カルシウム	不溶

表-4 ビターピット対策としてのカルシウム剤の散布方法の例

銘柄	散布時期	散布倍率	散布回数	県名
カルクロン (塩化カルシウム)	6上～7下	330	4～5	青森, 山形
	6上～	250～500	3～4	福島
	6下～	250～500	4～5	長野
スイカル	7下～9中	300	3～5	青森
	7下～8下	300～500	3	岩手
	6～7中	1000	3～5	岩手
	6下～9下	1000+500	3+2	秋田
	7下～9中	300	3～5	山形
	8～9	200	3～5	山形
	6上～	300～500	3～4	福島
	落花10日～8下	100～300	3	長野
	落花10日～8下	1000	3～6	長野
セルバイン	6上～9上	400	3～5	青森
	6～8下	400～800	3～5	岩手
	6上～6下～9下	800+400	3+2	秋田
	6上～	400	3～4	福島
	落花10日～8下	400	3～5	長野
カルハード	7下～8下	1000	3	岩手
	6～7中	1000	3～5	岩手
	6下～9下	1000	3～5	秋田
	6上～	1000	3～4	福島

布した場合、無機カルシウム塩の方が有機カルシウム塩よりも吸収量が高いことが示唆されており(小松ら, 2006), 溶解度が高いほどリングに吸収されやすいわけではないが, 溶解度が高くかつ溶液中でカルシウムイオンの状態で存在する(キレート化していない)資材であれば, リングに吸収されやすいのではないと思われる。リングに吸収されやすい資材では使用方法によって葉害が現れる。特に, 溶解度の高い塩化カルシウムを主体としたカルシウム剤を8月以降に散布した場合では, 葉が褐変するなどの葉害が発生する。おそらく希釈した塩化カルシウムの水分が蒸発することによって葉に散布された薬剤が濃縮し, 塩素障害が現れるのではないかと推測される。そのため, リング生産各県においてはカルシウム資材の散布方法, 回数, 時期などを指導している(表-4)。またカルシウム資材によっては, その散布によりリング果面の油上がりの発生軽減や果実硬度を高めること

につながることを報告されている(青森県りんご試, 1990; 岩手県園試, 1995)。

植物体内での移動性が低く, 葉から果実へ十分に転流しないカルシウムの果実中濃度を高めるためには, 葉面散布よりも果面散布が有効である。さらに収穫後に発生するビターピットあるいは果肉褐変(ゴム病)の発生抑制のために, 収穫後の果実をカルシウム剤に浸漬する処理についても検討されている。浸漬剤として塩化カルシウムを用いる場合, 加圧浸透処理, 減圧浸透処理, 浸漬処理の順でリング果実へのカルシウムの取り込み量が多くなり, 病原菌による果実腐敗を減らすのに必要な濃度(0.8-1.0 mg / g Dry Weight)まで容易にカルシウム濃度を増加できるようである。欧米では収穫直後に4%塩化カルシウム液に数分間浸漬し, 果実のカルシウム濃度を高め, 特にゴム病の発生を抑えている。ただし, 塩化カルシウム溶液の収穫後処理によって果面障害が起こる可能性があること

が問題視されている。

現在、ピターピット軽減目的で生育調整剤の試験が行われているのは水溶性カルシウム95%のカルシウム剤で500倍希釈液を落花10日後から5回散布(7~10日間隔)で行っている。対象品種は‘ジョナゴールド’‘ニュージョナゴールド’‘王林’である。かつてボルドー液(硫酸銅+石灰)を散布していた頃に比べ、無ボルドーの薬剤散布体系にした園地ではカルシウム欠乏が発生しやすくなり、その対策として1%炭酸カルシウムを散布しているところが多い。リンゴの場合、土壌への施肥では効果が低く(遅く)、収穫後の果実への処理では問題があるカルシウムに関しては、生理障害の防止だけでなくカルシウムによる耐病性向上の面からも、現在の薬剤散布体系の中に適切なカルシウム剤を組み入れて定期的に散布することが現実的な対応策であらう。

謝辞 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所長の福元将志博士には本稿を校閲して頂きました。記して謝意を表します。

参考文献

- 浅見輝男・茅野充男. 1983. 環境無機化学. p.67-70.
- 青葉幸二. 1991. 吉田義雄ら編. 最新果樹園芸技術ハンドブック. p.270-273.
- 福田博之. 1985. 伊庭慶昭編. 果実の成熟と貯蔵. p.98-115.
- 加藤秀一. 2002. 季刊肥料, 92: 63-69.
- 前川和正・渡辺和彦. 2004. 日本土壤肥科学会編. 施肥管理と病害発生. p.115-124.
- Saure, M.C. 2005. *Scientia Horticulturae*, 105: 65-89.
- Vang-Petersen, O. 1980. *Scientia Horticulturae*, 12:1-9.
- #### 引用文献
- 青森県りんご試・化学部. 1990. 平成元年度東北農業成果情報, 4: 99.
- Baeber, S.A., Walker, J.M. and Vasey, E.H. 1963. *Agric. Food Chem.*, 11:204-207
- Bradfield, E.G. 1976. *Plant Soil*, 44:495-499.
- Chiu, T.E. and Bould, C. 1977. *J. Hortic. Sci.*, 52:19-28.
- 蝦名春三. 2002. 果実日本, 57(8): 26-29.
- 福元将志・青葉幸二・武藤和夫・榎村芳記・吉岡博人・藤本国夫. 1987. 土壤肥科学雑誌, 58: 691-695.
- Geijn S.C. van de, Petit, C.M. and Roelofsen, H.W. 1979. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 10:225-236.
- 岩手県園芸試験場・果樹部. 1995. 平成6年度東北農業成果情報, 9:109.
- Knight, M.R., Cambell, A.K., Smith, S.M. and Trewavas, A.J. 1991. *Nature*, 352: 524-526.
- 小松正孝・松橋宏和・伊藤正・飯島章彦. 2006. 土壤肥科学会講演要旨集, 52: 140.
- Levitt, J. 1969. *Introduction to Plant Physiology*. C.V. Mosby, St. Louis.
- Meyer, B.S. and Anderson, D.B. 1952. *Plant Physiology*. Van Nostrand, New York.
- Shear, C.B. 1971. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 96: 415-417.
- Shear, C.B. and Faust, M. 1971. *Plant Anal. Fert. Probl., Rec. Adv. Plant Nutr.*, R.M. Samish(Editor), 1:75-98.
- Smith, R.L. and Wallace, A. 1956. *Soil Sci.*, 82:9-19.

展着剤の機能と応用

花王株式会社 ケミカル事業ユニット 川島和夫

1. はじめに

農業分野では農薬散布時に展着剤が慣行的に添加されているが、現場ではその機能を十分に把握して使用されるケースは少ないのが実状である。従来の農薬散布においては葉裏にも薬液がかかる様に十二分の水量で散布する指導の下、展着剤は本来の機能を発揮せず、単なる濡れ剤としての位置付けであった。しかし、2006年5月29日にポジティブリスト制度が施行された後、周辺作物へのドリフト対策が講じられる中、散布水量の低減化やドリフトレスノズルの導入により、散布ムラ防止や薬効安定化のニーズが著しく高まっている。本報では展着剤の機能と応用例を紹介し、展着剤の機能が少しでも理解されて昨今の現場ニーズに対して展着

剤が活用される契機になることを大いに期待する。

2. 展着剤の機能

(1) 展着剤の分類

展着剤は農薬を散布する際に現場で添加する薬剤であり、農薬要覧2006によると、63種類の展着剤が農薬登録されている。展着剤を機能発現からみると、機能性展着剤（アジュバント）、一般展着剤、固着剤、飛散防止剤の4種類に分類することができる（図-1）。その中でアジュバントは農薬科学用語辞典によると、広義には補助剤全般を意味するが、一般的に農薬の有効成分が本来もっている作用を改良する目的に用いられる物質と定義されている。また、

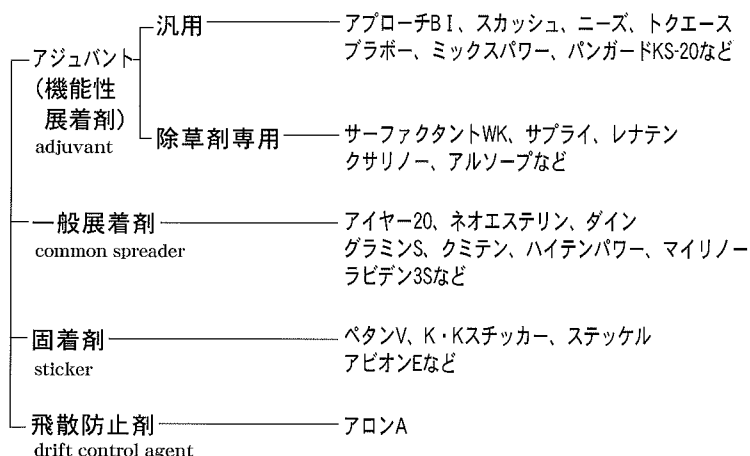


図-1 機能性からみた展着剤の分類

Holloway らはアジュバントを Spray modifier (濡れ性や拡張性の改善) と Activator (葉面吸収や生物活性の改善) の 2 つのカテゴリーに分類しており、ここでは後者の作用を有するものをアジュバントと解釈する。

アジュバントは高濃度で使用されて濡れ性を改善すると共に農薬の効果を積極的に引き出す剤であり、農薬を含む総経費の低減の利点が生産者に還元されるものである。アジュバントは一般的に浸透性の農薬との相性が良く、卓越した効果向上作用が期待できる。しかし、葉害の発生しやすい条件(高温、高湿など)や葉害の出やすい農薬との混用時には十分な注意及び予備検討が必要である。代表的な製品としてアプローチ B I、ニーズ、スカッシュ、ミックスパワー、パンガード KS-20 やサーファクタント WK などがある。

一般展着剤は、散布ムラをなくす観点から散布液の表面張力を下げることにより湿展性を改善し、低濃度で濡れにくい作物や病害虫などへの付着性を改善する。低泡性の機能のものや水和剤と乳剤などの混用性を改善する機能のものが、物理的性状の視点から現場の作業性を改善することができる。代表的な製品として Y-ハッテン、アイヤー、グラミン S、マイリノーなどがある。

固着剤は初期付着量を高めることにより、殺菌剤の耐雨性を高めて残効性を延ばすことができ、特に保護殺菌剤との混用により効果が期待できる。しかし、収穫間際の農薬散布は、作物残留に影響を及ぼすので製品ラベルに記載された使用基準の遵守が必要である。代表的な製品としてペタン V、K・K ステッカーやアビオン E などがある。飛散防止剤は、空中散布時のドリフト(飛散漂流)防止を目的として添加され、製

品としてアロン A がある。最近では地上散布におけるドリフト防止が大きな課題になっている。

(2) 界面活性剤の種類と機能

展着剤を有効成分からみると、展着剤の約 8 割に界面活性剤(活性剤と略す)が配合されている。石鹼に代表される活性剤は同じ分子内に親油基と親水基を併せ持つ両極性物質であり、気体/液体、液体/液体、液体/固体などの界面(表面)に配向し、界面の性質を著しく変える物質の総称である。親水基の電荷状態から活性剤を分類すると陰イオン性(アニオン)、陽イオン性(カチオン)、非イオン性(ノニオン)、両イオン性の 4 種類になる。活性剤は展着剤の有効成分だけでなく、広く農薬製剤用助剤としても配合されている。具体例として活性剤は乳剤向けの乳化、水和剤やフロアブル向けの湿潤や分散などの機能発現のためにも必須成分として配合されている。

展着剤の有効成分である活性剤は非イオン性が主体であるが、陰イオン性が配合されたものや、最近では陽イオン性が配合されたものもあり、非イオン性単独、陰イオン性配合、その他の 3 種類に分類することができる。63 品目の展着剤の中で 26 品目はノニルフェノール又はオクチルフェノールを原料とする非イオン性活性剤が有効成分である。これらのエーテル型非イオン性活性剤は上述したように農薬製剤において乳剤用乳化剤や水和剤用湿潤剤などとして機能している。

活性剤の基本的な特性として様々な界面に吸着し分子配向することで、界面エネルギーが減少して表面張力を著しく低下させる。活性剤はある濃度以上においてミセル(会合体)の形成が始まり、このミセル形成濃度を CMC と称しており CMC 近傍で活性剤の洗浄力、可溶化能

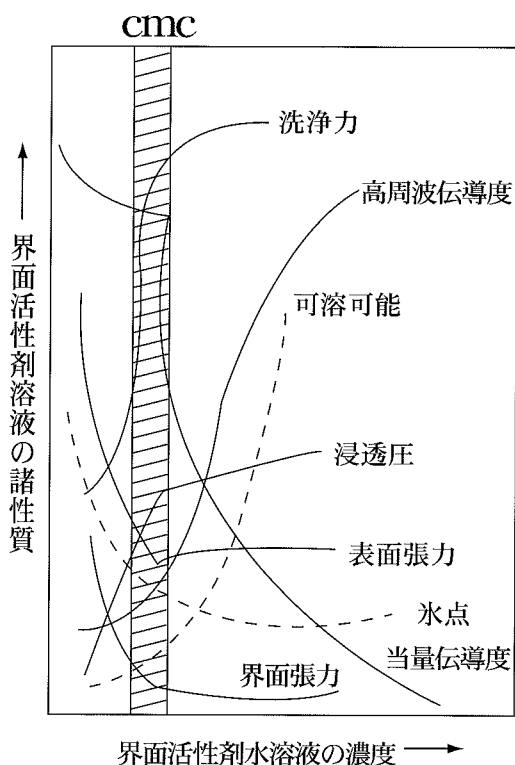


図-2 界面活性剤の濃度による溶液の性質変化

や表面張力などが著しく変化する(図-2)。国内において展着剤を使用するに当たり、CMCを意識した濃度設定に基づいて展着剤の本来の機能を引き出している事例は極めて少ない。界面科学の視点から農薬を散布した際の濡れをみると、付着濡れ、浸漬濡れ、拡張濡れの3つの型が同時に起きている(図-3)。乳剤や水和剤などを植物に散布すると薬液は茎葉の表面に

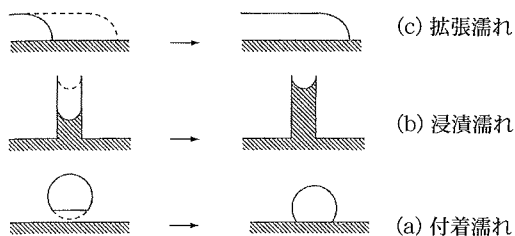


図-3 3つの濡れの型

付着し、この状態が付着濡れである。固着剤を添加する場合には付着濡れの機能が強く発現する。同様に農薬散布において茎葉上で薬液が横に広がる状態は拡張濡れであり、一般展着剤やアジュバントを添加する場合にこの機能が発現する。さらに植物の葉表の凹凸部へ薬液が縦に入り込む状態が浸漬濡れであり、アジュバントを添加する場合にこの機能が発現する。一般展着剤とアジュバントの相違は使用濃度にあり、上述したCMC以上の濃度で使用するものがアジュバントであり、様々な薬効増強作用がアジュバント添加により期待できる。

(3) 展着剤の出荷実績と対象作物

展着剤の出荷実績は農薬要覧2006によると約3000トンの出荷実績がある。地域別では北海道が最も多く21%を占有し、群馬・静岡・青森・長野と続く(表-1)。北海道では畑作全般に展着剤が使用される中、特に小麦の雪腐れ病対策で多用されている。昨今はドリフトレスノズル導入によって一般展着剤からアジュバン

表-1 日本における展着剤の出荷数量及び主用途

No.	地区	平成17農薬年度 平成13農薬年度		主用途
		出荷数量	出荷数量	
1	北海道	617	444	畑作全般
2	群馬	270	254	キャベツ、コンニャクなど
3	静岡	161	193	茶
4	青森	156	207	リンゴ
5	長野	130	234	落葉果樹
	その他	1645	1972	各種
合計		2979トン	3304トン	

トへの移行が加速している。一方、リンゴの産地では農薬散布回数の低減や一般展着剤使用の減少が起きているものと推察される。茶の産地では難防除害虫であるクワシロカイガラムシ対策を中心に使用されている。

過去のトレンドをみると農薬全体の出荷数量が減少する中、展着剤も明らかに減少している。しかし、地区別で展着剤の出荷数量を見るとリンゴや茶を主体とする地区と異なり北海道は上昇傾向にある。この背景として大規模経営が拡大する中で農薬経費のトータルコスト低減のための散布水量低減の動きと共にポジティブリスト制度導入後のドリフトレスノズル普及も大いに関係しているものと推察される。

3. 展着剤の応用例

(1) 効果向上作用

a. 小麦の雪腐れ病

小麦の雪腐れ病は北海道で長期間の残効性が望まれており、道内の普及センターにて5種類の展着剤が評価された(表-2)。3種類の殺菌剤混用系(トルクロホスメチル水和剤、イミノクタジン酢酸塩液剤、チオファネートメチル水和剤)に対して5種類の展着剤の添加効果が検討された結果、予想に反して固着剤添加区は最も発病度が高く防除効果が劣った。発病度が最も少なく効果向上作用が大きかったのは陽イオン性活性剤が配合されたタイプ及びエステル型非イオン性活性剤を有効成分とする展着剤で

あった。

b. トマトハモグリバエ

トマトハモグリバエは幼虫が葉の内部に潜入する肉食性害虫であり、現場では浸透性を高める機能性展着剤が求められていた。そこで奈良農業センターにて作用性の異なる8種類の殺虫剤を用いて5種類の展着剤の添加効果が検討された。供試した殺虫剤の中で、スピノサド、クロルフェナピル、フルフェノクスロン及びルフェヌロンは機能性展着剤添加によって殺虫効果が著しく向上した。特にクロルフェナピル、フルフェノクスロン及びルフェヌロンは浸透性が向上する機能性展着剤添加の影響が大きいと考察された。

c. 芝の除草剤

芝の除草作業においてスズメノカタビラ防除は重要な課題である。除草剤としてオキサジアルギル水和剤を用いてエーテル型非イオン性活性剤を有効成分とする展着剤を用いてポット栽培のスズメノカタビラ(1-2葉期及び3-4葉期)に対して検討された(表-3)。その結果、展着剤添加によって1-2葉期の雑草に殺草効果の向上が確認され、特に3-4葉期の雑草の場合に顕著な効果向上作用が認められた。エーテル型非イオン性活性剤を有効成分とする展着剤は除草剤用途に適している。

d. 茶の輪斑病

静岡県では茶の輪斑病のベノミル剤耐性菌に対して、その代替剤であるTPN剤などを一番

表-2 小麦雪腐れ病防除に及ぼす5種類の展着剤の添加効果

供試展着剤の種類	発病度
陽イオン性	8
エステル型非イオン性	9
陰イオン性	19
エーテル型非イオン性	26
パラフィン系	38

試験場所：北海道美幌地区農業改良普及センター
 処理薬剤：トルクロホスメチル水和剤×1000、イミノクタジン酢酸塩液剤×1000、チオファネートメチル水和剤×2000
 処理日：1999年11月10日
 調査日：2000年4月19日、各区50株を調査

表-3 スズメノカタビラ生育処理に及ぼす展着剤の添加効果

試験区	除草剤	無処理対比残草量(%)	
	g/a	1-2葉期	3-4葉期
展着剤添加区	5	1	2
	10	0	t
	20	0	0
無添加区	5	5	9
	10	1	5
	20	1	5
無処理	—	100	100

試験場所：丸和バイオケミカル つくば圃場
 供試展着剤：サーファクタントWK（エーテル型非イオン性活性剤）2000倍
 供試除草剤：オキサジアルギル水和剤
 処理時期：1997年11月11日（1-2葉期）、
 11月21日（3-4葉期）
 調査時期：1-2葉期（12月17日、12.04g）、
 3-4葉期（12月24日、13.31g）

茶の摘採と同時に散布しないと十分な効果が発現しないという問題があった。摘採と同時に散布することは作業上、極めて難しく、茶摘み後数日目にこれらの薬剤散布で薬効を発現させる浸透剤（機能性展着剤）が強く求められていた。そのような状況下で、静岡茶試と共同研究が行われた。薬効は現地圃場で調査され、エステル

型非イオン性活性剤を有効成分とする展着剤が効果的であることが確認された。しかし、展着剤添加により効果向上作用が確認されたため、現場では茶の農薬残留量について懸念が持ち上がった。堀川らによって作物残留試験が実施された結果、供試した展着剤は農薬残留を増大させる傾向のないことが明らかになった（表-4）。

（2） 散布回数低減

a. リンゴの斑点落葉病

リンゴ栽培において各種の難病害虫があり、適期の農薬散布が求められる中で、斑点落葉病に対して陽イオン性活性剤を有効成分とする機能性展着剤を用いて散布回数の低減化が岩手園試で検討された（表-5）。殺菌剤としてキャプタン・ホセチル水和剤を用いて慣行区は散布間隔10日で合計5回に対して、機能性展着剤添加区は15日間隔で合計4回散布が6月中旬から7月下旬まで実施され、8月中旬に調査された。その結果、機能性展着剤添加の15日間隔

表-4 展着剤添加によるTPN剤の茶中残留試験

試験区	茶浸出液から抽出(ppb)	荒茶からの直接抽出(ppb)
TPN水和剤800倍	89 *	584 *
TPN剤+アブローチBI 500倍	29	213
無処理区	検出されず	42

*：1%の危険率で有意差あり

試験場所：静岡茶業試験場
 供試展着剤：アブローチBI（エステル型非イオン性活性剤）

表-5 リンゴ斑点落葉病防除に及ぼす展着剤の添加効果（省力散布試験）

試験区	散布間隔	調査葉数	発病葉率(%)	100葉当り病斑数	薬害
ニーズ添加区	10日	339	13.4	19	無
ニーズ添加区	15日	320	16.5	27	無
一般展着剤添加区	15日	305	30.5	52	無
無添加区	10日	299	16.2	21	無
無添加区	15日	322	29.8	54	無
無処理区	—	208	82	432	無

試験場所：岩手園芸試験場
 供試殺菌剤：キャプタン・ホセチル水和剤 800倍
 供試展着剤：ニーズ（陽イオン性活性剤配合物）
 散布日：10日間隔（合計5回：6月16日、25日、7月5日、15日、27日）
 15日間隔（合計4回：6月16日、30日、7月15日、31日）
 調査日：1993年8月12日

散布は一般展着剤添加区及び展着剤無添加区の15日間隔より、防除効果が高く、また展着剤無添加の10日間隔散布区と同等な高い防除効果を示した。以上のように機能性展着剤添加により、15日間隔散布でも10日間隔散布並みの高い防除効果が認められて省力散布の可能性が示唆された。

b. ウリ類のうどんこ病

キュウリ、メロンやカボチャなどのウリ類のうどんこ病はEBI剤の耐性菌問題があり、現場では安定した効果と散布回数の低減化が重要な課題になっていた。陽イオン性活性剤を有効成分とする機能性展着剤を用いて九防協を通じて佐賀農試と鹿児島農試で検討された。TPN剤とEBI剤であるトリアジメホン剤を用いて機能性展着剤の添加効果が検討された結果、慣行の1週間間隔（一般展着剤添加）と同等以上の防除効果が認められて農薬散布間隔を1週間から2週間へ延長できることが示唆された。機能性展着剤添加は、殺菌剤が浸透性のないTPN剤よりも浸透性を有するEBI剤においてより顕著な防除効果の向上が認められた。

(3) 散布水量低減（茶赤焼け病）

茶の赤焼け病は晩秋から翌年の初春の低温期に発生する病気であり、一番茶への影響が大き

く、その防除には銅系殺菌剤が一般的に10a当たり400Lの水量で散布される。殺菌剤としてカスガマイシン・銅水和剤及び銅水和剤を用いて散布水量を200L、300Lに低減して陽イオン性活性剤を有効成分とする機能性展着剤の添加効果が検討された（表－6）。その結果、機能性展着剤を添加した区は散布水量を400Lから200L～300Lへ低減しても同等な防除効果が得られ、作業の軽減化と共に経済面の経費削減効果も期待できることが確認された。

(4) 耐雨性向上

a. ブドウの無核果

ブドウの品種デラウェアは植物ホルモン剤のジベレリン処理により、種なしブドウ（無核果）として広く実用化されている。長野農試ではジベレリン処理が梅雨時に当たるため、降雨対策が大きな問題になっていた。各種の展着剤の中でエステル型の非イオン性活性剤を有効成分とする機能性展着剤添加により、耐雨性効果が認められた。

b. カンキツの黒点病

カンキツの代表的な病害虫として黒点病とダニが挙げられる。殺ダニ剤としてマシン油乳剤が普及しているが、マシン油乳剤を機能性展着剤として利用する取組みが佐賀果試において行

表－6 茶赤焼病の体系防除における散布水量の低減に及ぼす展着剤の添加効果

試験区	発病葉数	発病葉率	防除率	一番茶収量	減収率	薬剤費
	(枚/m ²)	(%)	(%)	(Kg/10a)	(%)	(円/10a)
殺菌剤400L/10a	195.2	6(○)	63.1	541.7	13.7	5500
殺菌剤＋ニーズ400L/10a	216.8	6.7(○)	59	563	10.3	6200
殺菌剤＋ニーズ300L/10a	157.1	4.8(○)	70.3	575.1	8.3	5300
殺菌剤＋ニーズ200L/10a	215	6.6(○)	59.4	598.6	4.6	4300
無処理区	529.3	16.3(×)		484.9	22.7	—

試験場所：鹿児島茶業試験場（九防協委託試験）

処理日：2004年12月14日、2005年1月12日、2月8日、3月4日（合計4回）

供試殺菌剤：1回目はカスガマイシン・銅水和剤、2回目から4回目は銅水和剤

供試展着剤：ニーズ（陽イオン性活性剤配合物）

発病葉率：被害許容水準6.6%と比較し、水準～+0.3%まで○、+0.3%以上は×と判定

薬剤費：鹿児島県内流通概算価格

表-7 カンキツ黒点病防除に及ぼすマシン油乳剤の効果

試験区	薬剤散布日						発病度	防除価
	5/20	6/21	6/25	6/27	7/21	8/4		
累計降雨200-250mm	●	●		●	○	○	0.4	99
累計降雨200-250mm	○	○		○	○	○	10.7	76
累計降雨300-350mm	●		●		○	○	0.4	99
累計降雨400-500mm	●			●		○	10.4	77
無散布							45.0	—

●：マシン油乳剤添加，○：殺菌剤単独（マンゼブ水和剤）
試験場所：佐賀果樹試験場（1999年）

なわれている。すなわち、マンゼブ水和剤に展着剤としてマシン油乳剤を添加して殺菌剤の耐雨性向上が検討された（表-7）。マシン油乳剤を添加した場合、殺菌剤散布後の累積降雨量を300-350mm 間隔としても同 200-250mm 間隔と同等の高い効果が認められ、耐雨性が向上していることが示唆された。

（5）海外における展着剤の実情

a. 米国

米国のヘレナケミカル社によると、米国はアジュバント市場が最も大きく世界の40%を占有し、対象作物としてトウモロコシと大豆で全体の5割以上を占めている。アジュバントとして非イオン性活性剤、植物油濃縮剤、肥料配合物などがある。アジュバントは多様な効果が期待されており、効果増強、葉害軽減、散布液の改善、環境負荷の低減などが挙げられ、最近ではドリフト低減などの機能も検討されている。また、Foyによると、米国において市販されている農薬ラベルを調べた結果、19社の485品目の中で約49%にアジュバント推奨がラベルに明記され、5%がアジュバントの添加は不要と記載されており、農薬ラベルの5割以上にア

ジュバント情報が記載されている。

このようなアジュバント利用の最大の狙いは散布作業時間を含めた農業経費のコスト削減であり、米国の生産者が経営者としての視点を強く持っていることは特筆すべき点である。さらに高濃度少量散布のように散布水量が日本に比べて極少量のため、散布ムラが発生する中で効果向上作用のニーズが非常に高いものと推察される。

b. その他

International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals (ISAA2004)によると、1993年における西欧のアジュバントの出荷数量は20.3トと報告され、1998年には増加傾向にあると伝えている。この数字に肥料配合物や植物油濃縮物は含まれていない。ドイツのFederal Office of Consumer Protection and Food Safetyは農業と共にアジュバントの登録を管理しており、webサイトによると2006年で49社の81種類のアジュバントが登録されている。ドイツではアジュバントの目的は複数あり、薬効増強、湿展性向上、固着性向上や低泡性などがある。欧州は米国と少し異なり、環境

負荷の低減の視点から防除機と併せてアジュバントの利用が検討されている。

4. おわりに

日本では界面活性剤を有効成分とする展着剤が主流であるが、海外をみると活性剤以外の成分として植物油、マシン油、有機溶剤、無機物なども広く活用されている。一方、活性剤は様々な業種において使用されており、国内でも5千種以上が商品化されている中、農業関連はわずか3%にすぎない。すなわち、他業種で使用されている活性剤を含めて異なる機能を有する化学物質をアジュバントとして有効利用する余地が十分にあると言える。

展着剤の今後の課題として次の4点を挙げることができる。

- ① アジュバント普及における適用農業及び適用作物の整備
- ② 安全性データ（作物に対する薬害及び人畜・環境への影響）の整備
- ③ アジュバント活用による新しい散布技術の確立及び普及
- ④ リスクのより少ない機能性展着剤（アジュバント）の開発

冒頭にて述べたように、日本での農業散布は葉裏にも濡れるようにミスト化して十二分の水量で散布するのが慣行的であり、散布ムラは少なく、さらに散布回数の低減のみに重点を置いており、散布水量の低減化や登録範囲内の低濃度の活用（1000倍～2000倍であれば2000倍）に関しては十分な検討が行なわれていなかった。ポジティブリスト制度の施行により、ドリ

フト対策として初めて散布水量の適量化（低減化）及び散布液滴の粒径が大きくなる方向の中で一般展着剤ではなくアジュバント活用に注目が集まり、新たなニーズであるドリフト防止機能を有するアジュバントの開発も含めて日本におけるアジュバント普及が新たな時代を迎えようとしている。

今後、アジュバント技術を広く普及させるに当たり、指導機関の皆様から益々のご支援とご協力を切にお願いしたい次第である。

参考文献

1. 川島和夫, アグロケミカル入門, 米田出版 (2002)
2. 川島和夫, 植調, 37 (8) 250 (2003)
3. 川島和夫, 植物の生長調節, 42 (1) 100 (2007)
4. シンポジウム「21世紀の農業散布技術の展開」講演要旨, 日本植物防疫協会 (2000)
5. 農業要覧2006, 日本植物防疫協会 (2006)
6. Proceeding of the 7 Internatinal Symposium on Adjuvants for Agrochmicals (2004)
7. Peter J. Holloway, David Stock, Industrial Applications of Surfactant II .pp303(1990)
8. Chester L. Foy, 38,65,Pesticide Science (1993)
9. 井村岳男, 今月の農業, 10月号,46, 化学工業日報社 (2006)
10. 堀川知廣ら, 茶業研究報告, 57, 18 (1983)

選べる3剤型!!早めにつかって長く効く!

安心がプラス!

アゼナ、ホタルイ等への効果をプラス。

水稲用一発
処理除草剤

TREDDY
トレディシリーズの
トレードマーク



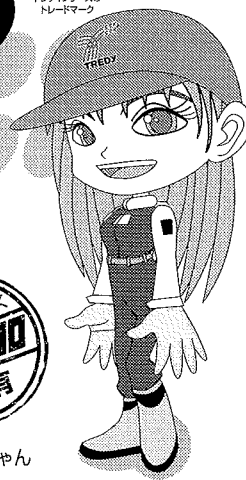
トレディプラス[®] 顆粒

トレディプラス[®] ジャンボ[®]

トレディプラス[®] 1キロ 粒 剤

ノビエに長く効く
M4-100
含有

トレフィちゃん



JAグループ
農 協 | 全農 | 経済連
登録商標 第1802445号

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 (興和一橋ビル)
TEL 03 (3296) 8141 <http://www.nissan-nouyaku.net/>

省力タイプの
高性能一発処理
除草剤シリーズ



問題雑草を 一掃!!

水稲用初・中期一発処理除草剤

ダイナマン

1キロ粒剤75

D1キロ粒剤51



水稲用初・中期一発処理除草剤

ダイナマン

フロアブル

ダイナマンフロアブル
ダイナマンLフロアブル

Dフロアブル



水稲用初・中期一発処理除草剤

ダイナマン

(ジャンボ)



投げ込み用 水稲用一発処理除草剤

マサカリ

(ジャンボ)

マサカリAジャンボ
マサカリLジャンボ



日本農薬株式会社

東京都中央区日本橋1丁目2番5号

ホームページアドレス <http://www.nichino.co.jp/>

- 使用前にはラベルをよく読んでください。
- ラベルの記載以外には使用しないでください。
- 本剤は小児の手の届くところには置かないでください。
- ※空容器は趣場に放置せず、環境に影響のないように適切に処理してください。

平成18年度秋冬作野菜花き関係 除草剤・生育調節剤試験成績概要

財団法人 日本植物調節剤研究協会

平成18年度秋冬作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は、平成19年7月12日(木)に滝川ホテル三浦華園において開催された。

この検討会には、試験場関係者36名、委託関係者23名ほか、計74名の参集を得て、除草剤17薬剤(153点)、生

育調節剤8薬剤(31点)について、試験成績の報告と検討が行われた。

その判定結果および使用基準については、次の判定表に示す通りである。

平成18年度 秋冬作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験供試薬剤および判定一覧

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	試験の 種類・継 続の別	試験担当場所 (数)	試験設計 [対象雑草; ねらい] ・処理時期 ・薬量g・mL<水量L>/10a ・処理方法	判定	判定内容
1. AK-01液 グリホサートイソPロピルアミン 塩 41% [TAC普及会]	タマシ	適用性 継続	植調研究所 和歌山農試 島根農試 南九州大学 佐賀白石 (5)	[一年生雑草] ・耕起前または定植前 雑草生育期(草丈30cm以下) ・全面茎葉処理 ・250mL<25, 50> 500mL<25> ・展着剤不要 対) 三共の草枯らし 250mL<50>	実 ・ 継	実) [秋冬作; 一年生雑草] ・耕起または定植7日以前 雑草生育期(草丈30cm以下) 全面茎葉処理 250~500mL<25~50L>/10a (専用ノズルを使用する) 継) 定植前処理での薬害の発生について
	タマシ	薬害 新規	植調青森 和歌山農試 (2)	[薬害試験] ・定植直前 ・全面茎葉処理 ・500, 1000mL<25> ・展着剤不要		
2. AKD-71637プロアフル 既知化合物 40% [アグロカネショウ]	野菜一 般	作用性 新規	植調研究所 (1)	[一年生雑草] ・播種後、定植前あるいは定植後 雑草発生前 ・全面土壌処理 ・50, 100, 200mL<100> ・対) トレファナサイド乳 200mL<100>	一	
3. AKD-7164水和 シアナジン 50% [アグロカネショウ]	ネギ	作用性 新規	植調研究所 (1)	[一年生雑草(ツクサを除く)] ・定植直後 雑草発生前 ・全面土壌処理 75, 150, 300g<100> ・活着後 雑草発生前~始期 ・全面土壌処理 75, 150, 300g<100> ・生育期 土寄せ雑草発生前 ・全面土壌処理 75, 150, 300g<100>	継	継) 効果、薬害の確認

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	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草; ねらい] ・ 処理時期 ・ 薬量g・mL<水量L>/10a ・ 処理方法	判 定	判定内容
AKD-7164水和	ネギ	適用性 新規	植調研究所<収量> (1)	[一年生雑草(ツクサを除く)] ・ 定植後 雑草発生前～始期 ・ 全面土壌処理 ・ 75, 100, 150g<100>		
4. ANK-553 (改) 乳 ペンディメタリン 30% [BASFファロ]	ラッキョウ	適用性 新規	植調研究所 (1)	[一年生雑草(イネ科, ツクサを除く)] ・ 植付後～萌芽前 雑草発生前 ・ 全面土壌処理 ・ 300mL<70, 150> ・ 500mL<70>	継	継) 効果、薬害の確認
5. BCH-0507ロアフル エトフメート 50% [ハイエル クロップ サイエ ン]	タマネギ	適用性 継続	植調研究所 兵庫淡路 佐賀白石 (3)	[一年生雑草] ・ 定植後 雑草発生前始期 ・ 全面茎葉処理 ・ 75, 100, 150mL<80> 参) ペンディメタリン乳 300mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認
6. NC-3607ロアフル キザノホップエチル 7% [日産化学工業]	タマネギ	適用性 新規	植調研究所 香川農試 佐賀白石 鹿児島大隅 (4)	[一年生イネ科雑草(スズメノカタビラを除く)] ・ タマネギ生育期 雑草生育期 (イネ科雑草3～5葉期) ・ 全面茎葉処理 ・ 200, 300mL<100> ・ 展着剤不要 比) ナブ乳	継	継) 効果、薬害の確認
	タマネギ	適用性 新規	植調研究所 香川農試 佐賀白石 鹿児島大隅 (4)	[一年生イネ科雑草(スズメノカタビラを除く)] ・ タマネギ生育期 雑草生育期 (イネ科雑草6～8葉期) ・ 全面茎葉処理 ・ 200, 300mL<100> ・ 展着剤不要		
7. NC-622液 グリホサートカリウム塩 48% [日産化学工業]	タマネギ	適用性 継続	植調研究所 兵庫淡路 和歌山農試 香川農試 佐賀白石 (5)	[一年生雑草] ・ 耕起前または定植前 雑草生 育期(草丈30cm以下) ・ 全面茎葉処理 ・ 200mL<25, 50, 100> 500mL<25> ・ 展着剤不要 対) ラウンドアップ 250mL<25>	実・ 継	実) [秋冬作; 一年生雑草] ・ 耕起または定植5日以前 雑草生育期(草丈30cm以下) 全面茎葉処理 200～500mL<25～100L>/10a (25～50Lは専用ノズル使用) 継) 定植前処理での薬害の発生に ついて
	タマネギ	薬害 新規	兵庫淡路 和歌山農試 (2)	[薬害試験] ・ 定植直前 ・ 全面茎葉処理 ・ 500, 1000mL<25> ・ 展着剤不要		

A. 野菜関係除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率 (%)	作物名	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草; ねらい] ・処理時期 ・薬量g・mL<水量L>/10a ・処理方法	判 定	判定内容
NC-622液 [委託者]	タマネギ	適用性 継続	植調研究所 香川農試 佐賀白石 長崎総農試 (4)	[一年生雑草] ・タマネギ生育期 雑草生育期 ・畦間茎葉処理 ・200mL<25, 50, 100> 500mL<25> ・展着剤不要 対) ラウンドアップ 250mL<25>	実	実) [秋冬作; 一年生雑草] ・生育期 雑草生育期 畦間茎葉処理 200~500mL<25~100L>/10a (25~50Lは専用ノズル使用) 注) 雑草の草丈30cm以下で散布する 作物に飛散しないように散布する
8. NH-0077ロアフル ピラフルフェニル 0.16%, グリホサートイソプロピルアミン 塩 30% [日本農薬]	タマネギ	適用性 新規	植調研究所 和歌山農試 佐賀白石 鹿児島大隅 (4)	[一年生雑草] ・耕起前または定植前 雑草生 育期 (草丈30cm以下) ・全面茎葉処理 ・400, 500, 600mL<100> ・展着剤不要 対) 三共の草枯らし 500mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認
	タマネギ	薬害 新規	植調青森 和歌山農試 (2)	[薬害試験] ・定植直前 ・全面茎葉処理 ・600, 1200mL<100> ・展着剤不要		
9. SYJ-100乳 プロスルカルブ 78.4% [シンジェンタ ジャパン]	タマネギ	適用性 継続	植調青森<春処理> 植調研究所 和歌山暖地園 佐賀白石 (4)	[一年生雑草] ・春期 雑草発生前~始期 (定植後土壌処理剤との体系処 理) ・全面土壌処理 ・400, 500mL<100> ・展着剤不要 対) ゴーゴーサン乳剤 春期全面土壌処理 (雑草発生前~ 始期) 300mL<100>	実	実) [秋冬作露地; 一年生雑草] ・定植後 雑草発生前 全面土壌処理 400~500mL<100L>/10a 生育期 春期雑草発生前~ 始 期 全面土壌処理 400~500mL<100L>/10a 注) 定植後土壌処理剤との体系 で使用する
10. SYJ-171液 バコート 12.4% [シンジェンタ ジャパン]	キャベツ	適用性 継続	植調研究所 京都丹後 長崎総農試 (3)	[一年生雑草] ・耕起前または定植前 雑草生 育期 (草丈30cm以下) ・全面茎葉処理 ・500mL<100, 150> 1000mL<100> ・展着剤不要 対) プリグロックスL 600mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認
	キャベツ	薬害 継続 (薬害 試験と しては 新規)	植調研究所 福岡農総試 (2)	[薬害試験] ・定植直前 ・全面茎葉処理 ・1000, 2000mL<100> ・展着剤不要		

A. 野菜関係除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率 (%)	作物名	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草; ねらい] ・ 処理時期 ・ 薬量g・mL<水量L>/10a ・ 処理方法	判 定	判定内容
SYJ-171液	キャベツ	適用性 継続	植調研究所 京都丹後 福岡農総試 長崎総農試 (4)	[一年生雑草] ・ キャベツ生育期 雑草生育期 ・ 畦間茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグロックスL 600mL<100>	実	実) [秋冬作; 一年生雑草] ・ 生育期 雑草生育期 畦間茎葉処理 500~1000mL<100~150L>/10a 注) 雑草の草丈30cm以下で散布する 作物に飛散ないように散布する
		適用性 新規	植調研究所 徳島農技 (2)	[一年生雑草] ・ 耕起前または定植前 雑草生育期 (草丈30cm以下) ・ 全面茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグロックスL 600mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認
	ブロッコリー	薬害 新規	植調研究所 徳島農技 (2)	[薬害試験] ・ 定植直前 ・ 全面茎葉処理 ・ 1000, 2000mL<100> ・ 展着剤不要		
		適用性 継続	植調研究所 千葉大環境健康ファ- ル 徳島農技 (3)	[一年生雑草] ・ ブロッコリー生育期 雑草生育期 ・ 畦間茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグロックスL 600mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認
	ハクサイ	適用性 継続	植調研究所 鹿児島大隅 (2)	[一年生雑草] ・ 耕起前または定植前 雑草生育期 (草丈30cm以下) ・ 全面茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグロックスL 600mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認
		薬害 継続	植調研究所 和歌山農試 (2)	[薬害試験] ・ 定植直前 ・ 全面茎葉処理 ・ 1000, 2000mL<100> ・ 展着剤不要		

A. 野菜関係除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率 (%)	作物名	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草; ねらい] ・ 処理時期 ・ 薬量 g・mL<水量L>/10a ・ 処理方法	判 定	判定内容
SYJ-171液 [委託者]	ハサヤ	適用性 継続	植調研究所 千葉大環境健康ファ- ル [*] 鹿兒島大隅 (3)	[一年生雑草] ・ ハサヤ生育期 雑草生育期 ・ 畦間茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグ ロックスL 600mL<100>	実	実) [秋冬作; 一年生雑草] ・ 生育期 雑草生育期 畦間茎葉処理 500~1000mL<100~150L>/10a 注) 雑草の草丈30cm以下で散布す る 作物に飛散しないように散布す る
	レス	適用性 新規	植調研究所 佐賀白石 (2)	[一年生雑草] ・ 耕起前または定植前 雑草生 育期 (草丈30cm以下) ・ 全面茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグ ロックスL 600mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認
	レス	薬害 新規	植調研究所 佐賀白石 (2)	[薬害試験] ・ 定植直前 ・ 全面茎葉処理 ・ 1000, 2000mL<100> ・ 展着剤不要		
	レス	適用性 継続	植調研究所 千葉大環境健康ファ- ル [*] 南九州大学 佐賀白石 (4)	[一年生雑草] ・ レス生育期 雑草生育期 ・ 畦間茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグ ロックスL 600mL<100>	実	実) [秋冬作; 一年生雑草] ・ 生育期 雑草生育期 畦間茎葉処理 500~1000mL<100~150L>/10a 注) 雑草の草丈30cm以下で散布す る 作物に飛散しないように散布す る
	ホレソリ	適用性 新規	植調研究所 広島農技 (2)	[一年生雑草] ・ 耕起前または播種前 雑草生 育期 (草丈30cm以下) ・ 全面茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグ ロックスL 600mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認
	ホレソリ	薬害 新規	植調研究所 広島農技 (2)	[薬害試験] ・ 播種直前 ・ 全面茎葉処理 ・ 1000, 2000mL<100> ・ 展着剤不要		

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	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草; ねらい] ・ 処理時期 ・ 薬量g・mL<水量L>/10a ・ 処理方法	判 定	判定内容
SYJ-17I液	ホレンソウ	適用性 継続	植調研究所 南九州大学 福岡農総試 (3)	[一年生雑草] ・ ホレンソウ生育期 雑草生育期 ・ 畦間茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグロックスL 600mL<100>	実	実) [秋冬作; 一年生雑草] ・ 生育期 雑草生育期 畦間茎葉処理 500~1000mL<100~150L>/10a 注) 雑草の草丈30cm以下で散布する 作物に飛散ないように散布する
	ネギ	適用性 新規	植調研究所<収量> 鹿児島大隅 (2)	[一年生雑草] ・ 耕起前または定植前 雑草生育期 (草丈30cm以下) ・ 全面茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグロックスL 600mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認
	ネギ	薬害 新規	植調研究所<収量> (1)	[薬害試験] ・ 定植直前 ・ 全面茎葉処理 ・ 1000, 2000mL<100> ・ 展着剤不要		
	ネギ	適用性 新規	植調研究所<収量> 福岡農総試 (2)	[一年生雑草] ・ ネギ生育期 雑草生育期 ・ 畦間茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグロックスL 600mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認
	ダイコン	適用性 新規	植調研究所 三重科学技術セ (2)	[一年生雑草] ・ 耕起前または播種前 雑草生育期 (草丈30cm以下) ・ 全面茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグロックスL 600mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認
	ダイコン	薬害 新規	植調研究所 三重科学技術セ (2)	[薬害試験] ・ 播種直前 ・ 全面茎葉処理 ・ 1000, 2000mL<100> ・ 展着剤不要		
	ダイコン	適用性 新規	植調研究所 三重科学技術セ (2)	[一年生雑草] ・ ダイコン生育期 雑草生育期 ・ 畦間茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグロックスL 600mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認

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	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草; ねらい] ・ 処理時期 ・ 薬量 g・mL<水量L>/10a ・ 処理方法	判 定	判定内容
SYJ-171液	サヤエンドウ	適用性 新規	植調研究所 植調三重 (2)	[一年生雑草] ・ サヤエンドウ生育期 雑草生育期 ・ 畦間茎葉処理 ・ 500mL<100, 150> 1000mL<100> ・ 展着剤不要 対) プリグ ロックスL 600mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認
11. ZK-122液 グリホサートカリウム塩 43% [シンジェンタ ジャパン]	ネギ	適用性 新規	植調研究所<収量> 奈良農総試 鹿児島大隅 (3)	[一年生雑草] ・ 耕起前または定植前 雑草生育期 (草丈30cm以下) ・ 全面茎葉処理 ・ 250mL<25, 50> 500mL<25> ・ 展着剤不要 対) ラウンド アップ ハイロード 250mL<50>	継	継) 効果、薬害の確認
	ネギ	薬害 新規	植調研究所<収量> (1)	[薬害試験] ・ 定植直前 ・ 全面茎葉処理 ・ 500, 1000mL<25> ・ 展着剤不要		
	ネギ	適用性 新規	植調研究所<収量> 福岡農総試 (2)	[一年生雑草] ・ ネギ 生育期 雑草生育期 ・ 畦間茎葉処理 ・ 250mL<25, 50> 500mL<25> ・ 展着剤不要 対) ラウンド アップ ハイロード 250mL<50>	継	継) 効果、薬害の確認
	レタス	適用性 新規	植調研究所 佐賀白石 長崎総農試 (3)	[一年生雑草] ・ 耕起前または定植前 雑草生育期 (草丈30cm以下) ・ 全面茎葉処理 ・ 250mL<25, 50> 500mL<25> ・ 展着剤不要 対) ラウンド アップ ハイロード 250mL<50>	継	継) 効果、薬害の確認
	レタス	薬害 新規	植調研究所 長崎総農試 (2)	[薬害試験] ・ 定植直前 ・ 全面茎葉処理 ・ 500, 1000mL<25> ・ 展着剤不要		
	ホレンソウ	適用性 新規	植調研究所 奈良農総試 (2)	[一年生雑草] ・ 耕起前または播種前 雑草生育期 (草丈30cm以下) ・ 全面茎葉処理 ・ 250mL<25, 50> 500mL<25> ・ 展着剤不要 対) ラウンド アップ ハイロード 250mL<50>	継	継) 効果、薬害の確認

A. 野菜関係除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率 (%)	作物名	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草; ねらい] ・ 処理時期 ・ 薬量 g・mL<水量 L>/10a ・ 処理方法	判 定	判定内容
ZK-122液 [委託者]	おひつり	薬害 新規	植調研究所 奈良農総試 (2)	[薬害試験] ・ 播種直前 ・ 全面茎葉処理 ・ 500, 1000mL<25> ・ 展着剤不要		
12. リニロン水和 リニロン 50% [デューボン]	ニンニク	適用性 新規	青森農総試<収量> 青森畑園試<収量> (2)	[一年生雑草] ・ 植付前7日前 雑草発生前 ・ 全面土壌処理 ・ 100, 150g<100> 対) ゴーゴロサン乳	継	継) 効果、薬害の確認

B. 平成18年度春夏作分 野菜関係除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率 (%)	作物名	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草; ねらい] ・ 処理時期 ・ 薬量 g・mL<水量 L>/10a ・ 処理方法	判 定	判定内容
1. ANK-553細粒 ベンチメタリン 2% [BASFアグロ]	レタス	適用性 継続 (H18春 夏作)	愛知農総試 兵庫淡路 福岡豊前	[一年生雑草(苺科、ワケサを除く)] ・ 定植前 雑草発生前 ・ 全面土壌処理 ・ 4, 5, 6kg 対) ゴーゴロサン乳 300mL<100>	実・ 継	実) [秋冬作; 一年生雑草(苺科、ワケサを除く)] ・ 定植前 雑草発生前 全面土壌処理 4~6kg/10a 継) 年次変動の確認
2. BAS-656乳 ジメチナミド-p 64% [BASFアグロ]	ブロッコリー	適用性 継続 (H18春 夏作)	京都丹後 福岡農総試	[一年生雑草(デコ科、アカサ科、アラナ科を除く)] ・ 定植後 雑草発生前 ・ 全面土壌処理 ・ 50, 75mL<100> 対) フィールドスター乳剤 100mL<100>	継	継) 効果、薬害の確認
3. NC-622液 グリホサートカリウム塩 48% [日産化学工業]	キャベツ	適用性 継続 (H18春 夏作)	福岡農総試	[一年生雑草] ・ 耕起前または定植前 雑草生育期(草丈30cm以下) ・ 全面茎葉処理 ・ 200mL<25, 50, 100>, 500mL<25> ・ 展着剤不要 対) ラウンドアップ液 250mL<25>	実・ 継	実) [春夏作; 一年生雑草] ・ 耕起または定植5日以前 雑草生育期(草丈30cm以下) 全面茎葉処理 200~500mL<25~100L>/10a (25~50Lは専用ノズル使用) 継) 定植前処理での薬害の発生について
	キャベツ	薬害 新規 (H18春 夏作)	福岡農総試	[薬害試験] ・ 定植直前 ・ 全面茎葉処理 ・ 500, 1000mL<25> ・ 展着剤不要		

C. 花き関係除草剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率 (%)	作物名	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草; ねらい] ・ 処理時期 ・ 薬量g・mL<水量L>/10a ・ 処理方法	判 定	判定内容
1. ANK-553 (改) 乳 ベン・イメタリン 30% [BAS777D]	チューリップ	適用性 新規	富山野菜花き試 山口農試 福岡農総試 (3)	[一年生雑草 (本科, ヲコサを除く)] ・ 植付後～萌芽前 雑草発生前 ・ 全面土壌処理 ・ 300mL<70, 150> ・ 500mL<70>	実 ・ 継	実) [秋冬作; 一年生雑草 (本科, ヲコサを除く)] ・ 植付後～萌芽前 雑草発生前 全面土壌処理 300～500mL<70～150L>/10a 継) 年次変動の確認
	チューリップ	自主 (H17)	富山野菜花き試	[一年生雑草 (本科, ヲコサを除く)] ・ 植付後～萌芽前 雑草発生前 ・ 全面土壌処理 ・ 300mL<70, 150> ・ 500mL<70>		
	チューリップ	薬害 新規	富山野菜花き試 福岡農総試 (2)	[薬害試験] ・ 植付後、萌芽前 ・ 全面土壌処理 ・ 500, 1000mL<70>		
2. TMZ-9911液 ヨ化メチル 99% [アリス ライフサイエンス]	サトイモ	適用性 新規	<広島農試> 鹿児島農総試 (2)	[一年生雑草] ・ 定植前 雑草発生前 ・ 土壌くん蒸処理 ・ 10, 15, 20kg 対) クロビ' クリン液 30L (3mL/穴) 処理方法) 被覆資材下に設置→くん蒸処理 (密閉し3日間放置)→被覆除去 →7日後を目安に耕起 (3日間放置)→定植	継	継) 効果、薬害の確認

E. 野菜関係生育調節剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率 (%)	作物名	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草; ねらい] ・ 処理時期 ・ 薬量g・mL<水量L>/10a ・ 処理方法	判 定	判定内容
1. AKD-8151 (L) 液 1-ナフタレン酢酸ナトリウム 0.2% [アグロネーション]	トマト	適用性 継続	茨城園研 千葉暖地園研 静岡農試 宮崎総農試 (4)	[果実肥大及びネット形成促進] ・ 縦ネット発生期～横ネット発生期 ・ 1000, 2000倍<100-200mL/株> (1回処理) ・ 株散布	実 ・ 継	実) [秋冬作; 果実肥大及びネット形成促進] ・ 縦ネット発生期～横ネット発生期 1000～2000倍<100-200mL/株> 2回以内 株散布 継) 1回処理での効果、薬害の年次変動の確認

E. 野菜関係生育調節剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草;ねらい] ・処理時期 ・薬量g・mL<水量L>/10a ・処理方法	判 定	判定内容
2. NSH-1液 シイタケ菌糸体抽出物 1% [野田食菌工業]	ニンニク	適用性 継続	青森畑園試<中間> 香川農試 (2)	[品質向上(肥大促進)] ・鱗片分化期1週間後から7日お き3回散布 ・鱗片分化期2週間後から7日お き3回散布 ・300倍×3回<100, 200> ・葉面散布 ・展着剤を加用する 対) サンキャッチ液剤 鱗片分化期3週 間後 300倍 1回散布	継	継) 効果の確認
3. Y4CPA液 ハ ⁺ ラクロロフェノキシ酢酸 (4-CPA) 0.15% [横山生化学]	トマト	適用性 新規	福岡農総試 (1)	[着果促進、果実肥大促進、熟期 促進] ・開花前3日～開花後3日位(1 花房で3～5花位開花した時期) ・高温時(20℃以上) 100倍 ・低温時(20℃以下) 50倍 ・1花房につき1回散布 対) トマトン	継	継) 効果、薬害の確認
	ナス	適用性 新規	福岡農総試 鹿児島農総試 (2)	[着果促進、果実肥大促進、熟期 促進] ・開花当日 ・50倍 ・1花房につき1回散布 対) トマトン	継	継) 効果、薬害の確認
4. ジベレリン水溶 ジベレリン 3.1% [日本ジベレリン研究会 (協和発酵工業)]	メロン	適用性 継続	<青森農総砂丘研> 熊本農研セ (2)	[着果促進] ・開花前日～翌日 ・ジベレリン200ppm+トマトン50倍、 トマトン50倍 ・花または子房部に1回散布 ・無処理区は人工交配区	実 ・ 継	実) [着果促進] ・開花前日～翌日 ジベレリン200ppm+4-CPA50倍 花または子房部に散布 継) 効果の確認

G. 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	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草;ねらい] ・処理時期 ・薬量g・mL<水量L>/10a ・処理方法	判 定	判定内容
1. DNK-01液 シアナミド 13% [電気化学工業]	レンギョウ	適用性 継続	山形農研農生技* 埼玉農総園研* 長野野菜花き試* 福岡農総試 (4) (*:春夏作で受付、 秋冬作で実施)	[休眠打破による発芽促進] ・休眠覚醒期(促成開始前) ・15, 20, 30倍 ・切枝全面散布(十分量)、 切枝全体を浸漬(15分以内)	実 ・ 継	実) [休眠打破による発芽促進] ・休眠覚醒期(促成開始前) 15～30倍 切枝全面散布(十分量)または 切枝全体を浸漬(15分以内) 継) 20～30倍での効果の年次変動 の確認
	ユキヤギ	適用性 自主	福岡農総試(自主) (1)	[休眠打破による発芽促進] ・休眠覚醒期(促成開始前) ・15, 20, 30倍 ・切枝全面散布(十分量)、 切枝全体を浸漬(15分以内)	継	継) 効果、薬害の確認

G. 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	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草;ねらい] ・ 処理時期 ・ 薬量g・mL<水量L>/10a ・ 処理方法	判 定	判定内容
2. JFR-010水溶 ジベリン 5% [丸和イイミカ]	キ	適用性 新規	山口農試 福岡農総試 鹿児島農総試 (3)	[草丈伸長促進] ・ 幼生育期 ・ 1000倍 (50ppm) 1回散布 1000倍 (50ppm) 2回散布 (散布間隔7-10日) 500倍 (100ppm) 1回散布 500倍 (100ppm) 2回散布 (散布間隔7-10日) ・ 茎葉処理 (十分量) 対) ジベリン粉末または液剤 幼生育期 50~100ppm 2回	継	継) 効果、薬害の確認

H. 平成18年度春夏作分 花き関係生育調節剤

薬 剤 名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	試験の 種 類 新・継 の 別	試験担当場所 (数)	試 験 設 計 [対象雑草;ねらい] ・ 処理時期 ・ 薬量g・mL<水量L>/10a ・ 処理方法	判 定	判定内容
1. ダミジッド水溶 ダミジッド 80% [日本曹達]	ジャクダ	適用性 継続 (H18春 夏作)	鳥取園試 福岡果樹苗木	[矮化効果及び花芽着生数増加] ・ 新梢伸長完了期を1回目として 3回処理 (1ヶ月間隔) 75倍→75倍→75倍 100倍→100倍→100倍 <100mL/5号鉢> ・ 茎葉処理	継	継) 効果、薬害の確認
2. NPK-063粒 フルアリミール 1% [日本農業]	ムクダ	適用性 新規	植調研究所 西日本G研	[新梢伸長抑制による剪定軽減] ・ 萌芽2週間前または新梢伸長開 始2週間前 ・ 10, 20, 30kg ・ 土壌混和处理	継	継) 効果、薬害の確認
	カメチ	適用性 新規	植調研究所		—	前回の判定どおり
	ネズミチ	適用性 新規	植調研究所 東日本G研		—	前回の判定どおり
	ザンカ	適用性 新規	植調研究所 東日本G研 2件		継	継) 効果、薬害の確認
	キョウチク ウ	適用性 新規	東日本G研		継	継) 効果、薬害の確認
	マサキ	適用性 新規	西日本G研		—	前回の判定どおり

植調協会だより

◎ 会議開催日程のお知らせ

・平成18年度冬作関係(麦類・いぐさ・水稻刈跡)除草剤・生育調節剤試験成績中央検討会

日時:平成19年9月12日(水) 10:00~17:00

場所:東京ガーデンパレス

〒113-0034

東京都文京区湯島1-7-5

TEL 03-3813-6211

編集後記

ーツバメのねぐらを奪うアレチウリー

外来雑草のアレチウリは各地の河川敷に大繁殖して問題になっているが、東京ではツバメがアレチウリにねぐらを奪われて話題になっている。

ツバメは春に南の国から渡ってきて子育てをする。初夏になると巣立ちを終えたツバメの若鳥たちは夜になると数千羽ときには数万羽の大群となって川原のヨシ原をねぐらとして夜を過ごす習性がある。初夏～



▲川原一面を覆いつくすアレチウリ

秋にかけて昼間は大空を駆け廻り夜は河原のヨシ原で集団で眠り、やがて秋には南の国に旅立って行く。

東京と神奈川の県境を流れる多摩川の川原にはこうしたツバメのねぐらに格好なヨシやオギの群生する場所が多くあり、昔からツバメの集団ねぐらとして利用されていた。ところが最近このヨシ原がアレチウリに占領されてツバメが休む場所を奪われ生態系に異変を起こしている。

アレチウリは茎の全長が数mから数十mにもなるつる性の1年草で、成長が早く、巻ひげを絡みつかせて茎は盛んに分枝して短期間に大群落を形成し、ヨシやオギの群落に覆いかぶさりヨシやオギを枯らしてしまうのである。

アレチウリは日本の生態系に異変を起こしている代表的な外来悪草の一つである。㊦

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 会長 小川 奎
発行人 植調編集印刷事務所 廣田 伸七

発行所 東京都台東区台東1-26-6 全国農村教育協会
植調編集印刷事務所
電話 (03) 3833-1821 (代)
FAX (03) 3833-1665

平成19年8月発行定価525円(本体500円+消費税25円)

植調第41巻第5号

(送料270円)

印刷所

(有)ネットワン

難防除雑草対策の新製品

イッテツ フロアブル
1kg粒剤
ジャンボ

期待の新製品

SU抵抗性雑草対応・
田植同時処理にも対応

ドニチS1kg粒剤 / ヨシキタ1kg粒剤

殺虫成分入り
(スクミリンゴガイ食害防止)

ショウリョクジャンボ 2成分の
ジャンボ剤 **ゴヨウダジャンボ**

大好評の既存剤

ポーンと
手軽に

クラッシュEXジャンボ

安定した効果の
初中期一発剤

ドニチ1kg粒剤

アピロイグル フロアブル

アワード フロアブル

キックバイ1kg粒剤

草闘力 ふろあぶる

クラッシュ1kg粒剤

シェリフ1kg粒剤

シーゼット フロアブル

バトル 粒剤

ロンゲット フロアブル

大地のめぐみ、まっすぐ人へ
SCC GROUP

住友化学

住友化学株式会社

お客様相談室 0570-058-669

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

米国生まれ、 米の国育ち。 おかげさまで **20**周年

DPX-84

ベンスルフロンメチル（我が国での試験番号:DPX-84）は
スルホニルウレア系化合物で、1980年に米国デュポン社で創成されました。
当時の水稲用除草剤に比べ1/10～1/50の低薬量でイネ科を除く
ほとんどの雑草に卓効を示す除草剤として、日本において1982年より
試験を開始し、1987年に登録を取得。その記念すべき製品は、
ウルフ、プッシュ、ザーク、ゴルボ、
翌年にはフジグラスが登録取得されました。

以来、20年間、粒剤、フロアブル剤、ジャンボ剤などの
多様な剤型や、抵抗性雑草対策剤、田植え同時剤など、
日本のさまざまな水田に応じた製品開発をしてまいりました。
今日でも日本の約60%*の水田で使われ、
瑞穂の国の農家の方々の除草作業をお手伝いしています。

*平成18年度出荷実績



デュポン ファーム ソリューション株式会社 〒100-6111 東京都千代田区永田町 2-11-1

DUPONT The miracles of science™

やっかいな雑草からしっかりガード!

3つの剤型で様々なニーズに適合します。

特長

1. 難防除雑草を含む広範囲の雑草に優れた効果
2. スルホニルウレア抵抗性のホタルイ類に対して高い効果
3. 陸畔からの侵入雑草にも効果が優れます。

新発売

水稲用 初・中期一発処理除草剤

テラガード®

250グラム・L250グラム(豆つぶ剤)
フロアブル・Lフロアブル
1キロ粒剤75・1キロ粒剤51

©:クミアイ化学工業(株)の登録商標

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



JAグループ

農協



経済連



自然に学び 自然を守る

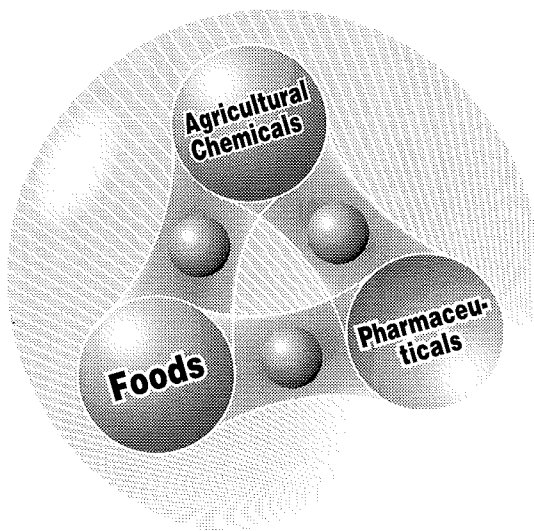
クミアイ化学工業株式会社

本社：東京都台東区池之端1-4-26 〒110-8782 TEL.03-3822-5036
http://www.kumiai-chem.co.jp

いのちの輝きを見つめる

Meiji

私たちは、夢と楽しさ、いのちの輝きを大切にし、
世界の人々の心豊かなくらしに、貢献します。



天然物で確実除草

ハービー®液剤



明治製菓株式会社

104-8002 東京都中央区京橋2-4-16
http://www.meiji.co.jp/nouyaku