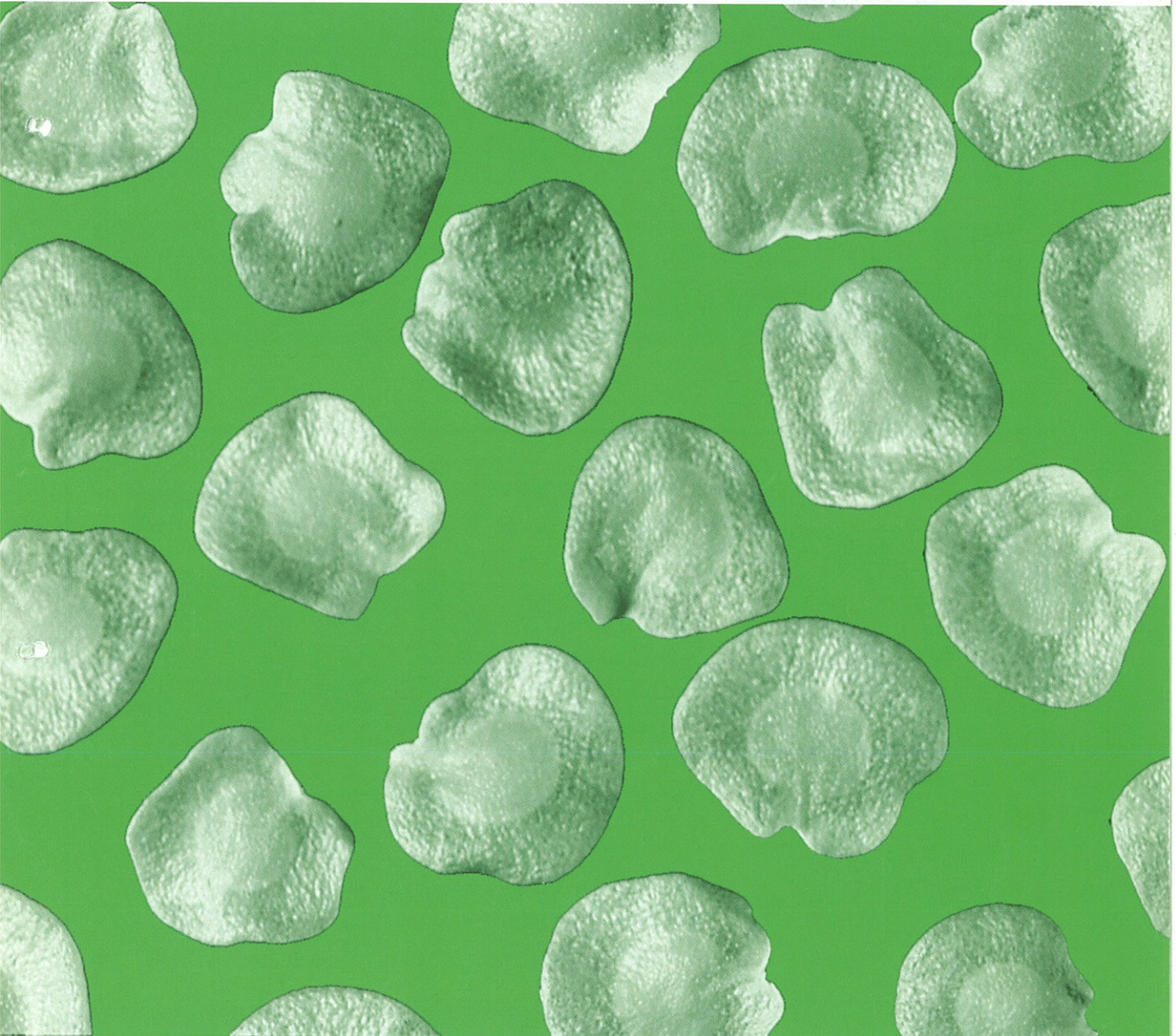


植調

第41巻第7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/>

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

●時代先どり、ジャンボな省力
投げ込み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[®]

●使いやすい
初期一発処理除草剤

ミ斯拉ッシャ[®] 粒剤
1キロ粒剤

●移植前後に使える
初期除草剤

シンク[®] 乳剤

●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

●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
三井化学
東京都港区東新橋1-5-2 汐留シティセンター

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「かすが目録」

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



これでスッキリ!! 麦畑

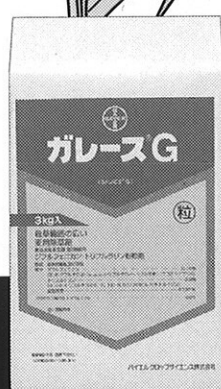
イネ科雑草から
広葉雑草まで

効果が
長期間
持続

粒剤は
手まきも
可能

広範囲の雑草にシャープな効果

ガレース[®] 乳 剤
G (粒剤)



G (粒剤)

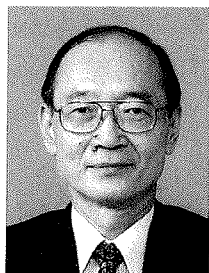


乳 剤



Bayer CropScience

バイエルクロップサイエンス株式会社
東京都千代田区丸の内1-6-5 〒100-8262
www.bayercropscience.co.jp



：卷頭言：

「競争理論だけではつまらない」

(財) 日本植物調節剤研究協会 評議員

(株) エス・ディー・エスバイオテック 取締役技術開発部長

安田 誠

来年 2008 年は進化論で有名なチャールズ・ダーウィンの生誕 199 年という微妙に中途半端な年となります。また、彼の書である「種の起源」出版から 149 年と、これまた微妙に中途半端な年となります。

ダーウィンの進化論は、このように世に出てから、およそ 150 年になろうとしているのに、いまだに進化説明の主役であり続けているようです。その理論は「自然淘汰」「適者生存」といった言葉で代表されるように、我々に競争という言葉的印象付けてきました。そして、単に進化を説明するだけでなく、人間社会の摂理の説明にも多く関わってきました。

現代社会はなぜか競争社会と言われ、そこから「勝ち組」「負け組」といった嫌な言葉まで生んでいます。そして、こうした言葉を我々が比較的抵抗無く受入れてしまう背景には、このダーウィンの理論が存在するのではないのでしょうか。競争で生物の進化を説明できるのであれば、進化したサルとしての我々も当然のこととして競争を受け入れる。

生物はそんなに毎日競争しているのでしょうか。日本の有名な生態学者である今西錦司氏は、ライオンに捕まったシマウマは、たまたま運悪く捕まったのであって、決して集団の中の弱者ではないとし、ダーウィンの理論を批判しています。拍手を送りたい気分ではありますが、どうもこの考えは、主流とはなっていません。

そもそも、生物には協力や利他的な行為は存在しないのでしょうか。その後の遺伝学の発達から、リチャード・ドーキンスの利己遺伝子理論に至っては、やや絶望的です。我々には一見利他的と見える行為も、遺伝子から見れば利己的行動と捉えられ、もはや主体は自己増殖を求める遺伝子にあり、競争も遺伝子レベルとなってきます。

でも、本当に進化は競争を原動力としているのでしょうか。進化の歴史における、種の爆発的な創生は、どうしても競争理論で説明しきれないと思われるのですが。

目を我々の世界に向けると、食糧生産における、雑草や害虫との闘いは、人類の歴史そのものと考えてもよいかと思います。つまり、人間は雑草・害虫との闘いの歴史を通じて進化の実験を行ってきた。その結果、長い戦いの歴史を通じて淘汰圧を受け続けた雑草や害虫は進化したでしょうか。確かに、化学農薬の発見以降、これらの薬剤に対し、抵抗性を発達させた雑草や害虫が確認されました。ただし、進化の定義を不可逆的な形態の変化と考えるならば、この現象は進化とは言えません。このように、我々の人類史をかけた進化の実験でも、競争・淘汰による進化を証明できてはいません。ただ、人類の歴史が進化の単位に比べれば極めて短いのかも知れませんが。

ダーウィンの進化論において、競争に勝つ為

にはまず、多くの個体を次世代に生き残らせる必要があります。生物の繁殖力は、生殖年齢に達するまで生き残る個体数とそこから生まれる子孫の数によって算出されます。この繁殖力を見ると、産卵数や種子の数にもよりますが、害虫・雑草は99%以上までが生殖年齢に達すまでに死亡してしまっても、1%が生き残れば、種や集団を維持できることになります。いや、それ以上に生き残ると、大変なことになってしまう。

本当に驚くべきことは、このように非常に高い潜在的増殖能力をもつこれらの生物が、なぜか食物連鎖網のなかで、特別の種のみが大ブレイクもせずに、長い時間でみると、個体数を比較的安定させていることです。実は極めてうまく調和が取られています。我々はこちらの現象にもっと目を向けるべきではないのでしょうか。

よくよく考えると、ダーウィンの理論を覆すことは極めて困難のように思われます。例えば、

どのような対立理論が出れば良いのでしょうか。生物は皆、手に手を取り合い、協力しながら進化を遂げた。こうした理屈でない限り、ダーウィン理論を凌駕したとは言えないのではないのでしょうか。いまや、ダーウィンの理論は後出しジャンケンのように、否定することは極めて困難とされます。

農業は共同作業性に基づく農耕文化を育んできました。その為、その基本には利他的要素を含んでいます。そして、生産性を上げるための雑草・病害虫管理方法も、競争的な考えに基づく防除の時代から、IPMの考え方等、協調的な考えに基づく保護の時代に変わってきています。我々の農業を基盤とする世界では、競争理論だけではつまらないといえ、そうした考え方の重要性が再認識される時代に来ているのではないのでしょうか。



目次

(第 41 巻 第 7 号)

巻頭言 「競争理論だけではつまらない」…………… 1 ＜(財)日本植物調節剤研究協会 評議員 (株)エス・ディー・エスバイオテック 取締役技術開発部長 安田 誠＞	《シリーズ》果樹の生育調節剤研究の現状(14) 新梢伸長の制御…………… 29 －生理活性物質による頂芽優勢の制御－ ＜(独)農業・食品産業技術総合研究機構本部 総合企画調整部 企画調整室 主任研究員 伊東 明子＞
国内に発生する雑草イネの現状と今後の課題 … 4 ＜(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 雑草バイオタイプ・総合 防除研究チーム 牛木 純＞	《シリーズ》果樹の生育調節剤研究の現状(15) 新梢伸長の制御…………… 36 －カンキツにおける夏秋新梢伸長の制御－ ＜農林水産省大臣官房企画評価課 研究調査官 草場新之助＞
簡易GSPを利用した宮城県における水田難防除雑草 の発生状況調査…………… 10 ＜宮城県古川農業試験場 水田利用部 植生生態班 大川 茂範＞	植調だより…………… 41
寒地ソバ作における雑草発生の現状とその防除 …… 19 ＜酪農学園大学 酪農学部酪農学科 資源植物学研究室 我妻 尚広＞	編集後記…………… 42 ＜全国農村教育協会 廣田 伸七＞

ジャンボ・フロアブル・1キロ粒剤 3 製剤そろった DX シリーズ

SU 抵抗性雑草に
3 成分で優れた効きめ!

水稲用 初・中期 一発処理除草剤

クサトリー® DX

●ノビエ2.5葉期まで使えます! ●ノビエに長い残効!
●プロモブチド配合で、ホタルイに有効! ●低温時でも安定した効きめ!

ジャンボ H・L フロアブル H・L 1キロ粒剤 75・51

農林水産省登録 第21173号(H)・第21175号(L) 農林水産省登録 第21535号(H)・第21537号(L) 農林水産省登録 第21423号(75)・第21425号(51)



クサトリーDX普及会 デュポンファームソリューション株式会社 (事務局) 三共アグロ株式会社

国内に発生する雑草イネの現状と今後の課題

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
雑草バイオタイプ・総合防除研究チーム 牛木 純

1. 雑草イネとはどんな植物か？

雑草は概して2つの視点から定義される。一つは「望まれないところに生える植物」などの人間側の価値判断からの定義、もう一つは「しばしば攪乱される場所に適応する植物」などの植物の側からの定義である(伊藤 1993)。後者の特性、いわゆる雑草性は、生き残るための様々な戦略を意味する。具体的には種子の休眠性、埋土種子の長い寿命、脱粒等の種子散布機構などがその例として挙げられる。さらにこれらの適応戦略は遺伝的変異と表現型の可塑性によって補強されている。

一方、雑草の起源は1) 自然の先駆種が農耕地に適応したもの、2) 栽培種と近縁野生種の交雑によって生じたもの、3) 栽培種の逸脱によるもの、などが考えられており、植物の栽培化と密接な関係にある(De Wet and Harlan 1975, 湯・森島 1997)。こうして生じた雑草は、a) 農業などの人間の活動に大きく依存しながら、あるいはb) ほとんど依存せずに自生することによって農耕地およびその周辺に定着している。前者の一例が随伴雑草とよばれる植物である。随伴雑草は、形態、生育周期などが作物と似ているために、除草が困難である点で特徴的な雑草である。随伴雑草の例としては、稲作におけるタイヌビエ(*Echinochloa oryzicola*)や麦作におけるカラスムギ(*Avena fatua*)など

があげられるが、栽培化された作物と同種でありながら上記の1)~3)のような起源によって生じ、望まれない植物として農耕地に適應する、いわば「雑草化した作物」も代表的な随伴雑草である。

雑草イネ(weedy/red rice)は典型的な随伴雑草の一つであり、大きく分けて以下の3つのグループ、①種子が赤色等を帯びるred rice、②栽培種の雑草化によるvolunteer rice、③多種のイネ属植物を含むwild riceに総称される(竹松・一前 1997)。雑草イネの分布域は栽培イネの分布域とほぼ等しく、アジア、南北アメリカ、ヨーロッパ、アフリカ、オセアニア等ほとんどすべての大陸におよぶ(LeRoy Holm *et al.* 1997, Labrada 2002)。特に、ブラジル、アメリカ、イタリア、マレーシア、韓国など、水稻直播栽培を行っている国において発生が深刻である(芝谷・林 1993, 森田 1998, Noldin 1999, Choi 2000, Watanabe 2000, Gealy 2002)。

雑草イネの営農上の問題点は以下のように要約される。

i) 雑草イネは栽培イネに紛れて生育し、光と養分の競合、あるいは収穫物への混入によって、栽培イネの収量と品質を低下させる。アメリカにおいては、雑草イネによる年間の被害総額は5千万ドルにおよぶと推定されている(Gealy 2002)。

ii) 雑草イネは他の水田雑草に比べて防除が困難である。一般的に水田雑草は除草剤あるいは物理的な除草作業によって防除されるが、雑草イネは栽培イネと同種であるため、除草剤の作用を受けにくいという、出穂に至るまで識別が難しいことから、効果的な防除が困難となっている。

iii) 雑草イネは栽培イネと交雑可能であるという特徴をもつ。イネは自殖植物であるが、条件によって一定の確率（通常は1%以下）で他殖する。具体的には、2002年から米国アーカンソー州において栽培されている除草剤抵抗性イネと雑草イネが交雑することにより、雑草イネが除草剤抵抗性を獲得する現象が圃場条件下で確認され、問題となっている（Burgos 2003）。

2. 日本に発生する雑草イネ

日本国内においては、雑草イネは、上記の①に該当する雑草性を有する赤米、あるいは②に該当する漏生による混種などの問題として認識されているが、③のような野生イネの存在は国内では確認されていない。歴史的にみれば、このような雑草イネの認識は明治時代以降浸透したと考えられる。それ以前においては、雑草イネと栽培イネの区別は必ずしも判然とせず、「とぼし」あるいは「こぼれ」と呼ばれる有色米あるいは脱粒性の強い在来種が各地で栽培されていた（嵐 1974）。しかし、明治以降、固定系統としての品種の確立と米の厳密な等級化によって、赤米などの異物混入が品質の劣化として強く意識されるようになり、全国的に駆除が徹底されるようになった。現時点で国内において雑草イネの発生が明らかとなっている地域は、白米の雑草イネが発生する岡山県（石井・赤澤 2003）と赤米の雑草イネが発生する長野県（酒井・齊

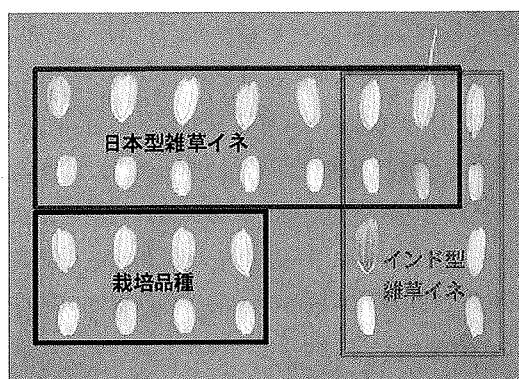
藤 2003）に限られている。

1) 岡山県に発生する雑草イネ

岡山県は1940年代から乾田直播栽培を行ってきた水稻直播栽培の先進地域であり、県南部の干拓地域を中心に約2,800haの直播栽培面積をもち、全国の直播栽培面積の約20%を占める（平成16年農林水産省統計）。この直播栽培を行う一部地域で、1980年代中頃から籾が著しく自然脱粒するイネ、すなわち雑草イネの発生が問題視されるようになってきている（石井・赤澤 2003）。歴史的にみると、岡山県では初期の直播栽培法である麦間直播が行われていた頃から、自然脱粒を起こす雑草イネが発生していたことが記録されている（定金 1952）。その後、1955年頃から耕起乾田直播が、1960年頃から不耕起乾田直播が行われてきたが、雑草イネの発生は特に問題視されていなかった。しかし1980年代中頃から、10～30年継続した耕起乾田直播水田、あるいは3～4年継続した不耕起乾田直播水田において、雑草イネの著しい発生が報告されるようになった。雑草イネの発生程度は地域によって異なるが、坪刈りした全穂数に対する雑草イネの穂数の割合が35.9%、㎡あたり約2万粒の籾が田面に落下していた地域も報告されている（石井・赤澤 2003）。現在は、播種時期を遅らせ非選択性除草剤を散布する、あるいは移植栽培や畑作に切り替えるなどの対策によって、雑草イネの発生は沈静化しているが、今後の動向に注意が必要である。以下、著者と共同研究者のこれまでの調査（牛木ら 2005）から明らかとなった、日本型およびインド型の雑草イネについて紹介する。

<日本型雑草イネ>

岡山県に発生する日本型雑草イネの特徴は、採取された圃場で栽培されていた品種に、出穂



図－１ 岡山県に発生した日本型およびインド型雑草イネと主な栽培品種の籾と玄米の比較
栽培品種は左からアケボノ、朝日、コシヒカリ、日本晴

期や稈長などの生理形態が極めて似ていることである。圃場における観察では、栽培品種と雑草イネは出穂直後まで見分けることができず、雑草イネの籾が登熟して自然脱粒することによって軽くなった穂が起きあがり、初めて両者を見分けることができる。また、雑草イネの籾の色や玄米色も一般の栽培品種とほぼ同じであり、脱粒した籾あるいは玄米が栽培品種の収穫物に混入しても全く見分けがつかない(図－１)。これらの雑草イネは岡山市を中心とした半径約10 kmの範囲にパッチ状に発生しており、次に述べるインド型雑草イネよりも分布範囲は広い(牛木ら 2005)。

各種分子マーカーによって解析した結果、これら日本型雑草イネと上記の栽培品種は生理形態だけでなく遺伝的にもほとんど違いが見られなかった(赤坂ら 2006)。すなわち雑草イネと栽培品種は極めて類縁性が高いことから、これらの雑草イネの起源は栽培品種から逸脱した異型(off type)であると推定される。例えば、最も広く分布する日本型雑草イネは栽培品種アケボノに酷似しているが、これはアケボノが長年にわたり岡山県で最も一般的な栽培品種であっ

たことを反映していると考えられる。この他、雑草イネの起源と推定される栽培品種(アケボノ、朝日、雄町)に共通する特徴は、近年Konishiら(2006)によって単離された脱粒性遺伝子 $qSH1$ が機能型であることである(赤坂・牛木 2007)。 $qSH1$ は籾基部の離層形成に必須な遺伝子であり、コシヒカリや日本晴などの国内の栽培品種は $qSH1$ が非機能型で、離層が形成されず難脱粒性(難脱穀性)あるのに対し、上記の栽培品種アケボノ、朝日、雄町およびそれらに対応する雑草イネは全て $qSH1$ が機能型で、離層が形成されるため易脱粒性(易脱穀性)である。ただし、これらの栽培品種は自然脱粒はせず、自然脱粒する雑草イネや野生イネとは脱粒程度が明らかに異なる。なお、近年野生イネから単離された別の脱粒性遺伝子 $sh4$ (Li et al. 2006)は、上記の栽培イネ、雑草イネともに非機能型であり(赤坂・牛木 2007)、これらの脱粒性の違いには関与していない。このように、日本型栽培品種からの「雑草化」を引き起こす脱粒性遺伝子は未だ明らかになっておらず、今後の研究課題として残されている。

＜インド型雑草イネ＞

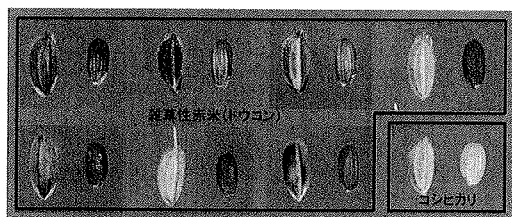
岡山県に発生するインド型雑草イネの特徴は、上記の日本型雑草イネとは逆に、栽培品種と生理形態が著しく異なることである(牛木ら 2005)。具体的には草型が極めて短稈(約50cm)あるいは極めて長稈(約130cm)であり、一部の系統の籾は目立つ黒灰色を帯びていることから、発生圃場で容易に識別することができる。玄米は日本型雑草イネと同じく白色であるがやや褐色を帯びる系統もあり、中～長粒であることから、栽培品種に混入した場合でも識別は可能である(図－１)。日本型雑草イネに比べると自然脱粒する籾の割合は少ないが、長

稈の雑草イネは倒伏することにより、短稈の雑草イネは穂がコンパインの脱穀にかからず、藁とともに圃場に排出されることにより、種子散布が行われていると考えられている（石井・赤澤 2003）。これまでの調査では、インド型雑草イネの発生は岡山市南部の半径1～2kmの地域に限られている（牛木ら 2005）。

インド型雑草イネはその生理形態が多様であるだけでなく、アイソザイム分析から複数のヘテロ型アイソザイムが確認されており、日本型雑草イネよりも遺伝的多様性は高い（牛木ら 2004）。一部の系統はインド型と日本型の中間的な性質を持ち、日印交雑の後代である可能性がある。また長稈のインド型雑草イネは日本の在来系統には確認されていない（Ishikawa *et al.* 2002）特異的な *Sdh1-1* 型を持っていた（Ushiki *et al.* 2004）。一方、短稈のインド型雑草イネはその草丈の低さから IR 系統などに導入されている半矮性遺伝子 *sd1* を持つと考えられる。このようにインド型雑草イネは日本型雑草イネに比べると複雑な遺伝的背景を持ち、その起源は不明であるが、これらの特徴的な遺伝子型がその解明の手がかりとなることが期待される。

2) 長野県に発生する雑草イネ

長野県では1960～70年代に善光寺平（更埴市から長野市篠ノ井、川中島、旧長野市の千曲川流域の平坦地）において、乾田直播栽培が1000ha以上普及していたが、この地域を中心に「トウコン」と呼ばれる雑草性の赤米が発生し、大きな問題となった（柳島 1965、宮島・高橋 1974）。その後、田植機の普及等によって乾田直播栽培は減少し、トウコンの発生も一時終息したが、1990年代以降、県内各地における湛水直播栽培の普及に伴い、再びトウコンの発生



図－2 長野県に発生した雑草性赤米（トウコン）とコシヒカリの籾と玄米の比較

が問題となりはじめた（酒井・斉藤 2003）。現在は県北部を中心に全県的に発生が拡大しつつあり、抜本的な対策が求められている。

長野県に発生するトウコンは、岡山県の雑草イネと同様に著しく自然脱粒するが、それによる収量の低下よりも、脱粒せずに穂に残った籾が栽培イネの収穫物に混入することによる品質や価格の低下が深刻な問題となる。出穂前までは圃場の栽培イネ（通常はコシヒカリ）と見分けることは困難だが、出穂後は稈長が数10cm高く、赤いふ先色や芒を持つ系統が多いことから、容易に見分けることができる。収穫時の玄米色は全て赤褐色でやや長粒（長幅比で2.0～2.1）で、籾は黒褐色、紫、通常の藁色など多様である（図－2）。これまでに収集した1970年代および2002年以降のトウコンについて調査した結果、全てのトウコンは日本型に判別された（Ushiki *et al.* 2004）。また、生理形態的特徴から類型化した結果、これらのトウコンには少なくとも7つのタイプが存在し（図－2）、2002年の主なトウコンの特徴を1970年代のそれと比較すると、自然脱粒性はほとんど同程度であるが、出穂が早く、草丈が短く、休眠性が深くなる傾向にあった（Ushiki *et al.* 2004）。すなわち、早期に出穂・脱粒し、埋土種子を蓄積する能力と、短稈で圃場内では見つかりにくい草型を兼ね備えた、より防除しがたい赤米が近年広がっている可能性が示唆される。

3. おわりに

現在、岡山県・長野県の両県においては、直播栽培水田における雑草イネの対策として有効な除草剤およびその使用方法について検討を続けているが、依然として移植への切り替えや手取り除草を余儀なくされている地域が少なくない。直播栽培を行う主な理由は、農家の高齢化等に伴う労働力不足の解消や、規模拡大による生産コストの低減をねらいとしていることから、現場においては直播栽培でも雑草イネに有効な除草剤処理体系の確立が求められている。海外(ex. アメリカ)においては、除草剤抵抗性イネの導入により、雑草イネを効果的に防除している事例もあるが、交雑による雑草イネへの除草剤抵抗性能力の付与を招くことが懸念されている(Burgos 2004)。一方、国内においては、減少し続ける米の消費量と拡大する米輸入のを背景に生産調整が続けられるなか、従来のイネ品種とは異なる有色米(赤米、紫黒米等)や飼料用イネなどの新規用途向けのイネ品種の栽培が拡大しつつある(農林水産技術会議 2003)。これらのイネについては、収穫時の脱粒から漏生、あるいは一般品種への有色米の混入などが懸念されているが、これまでのところ「雑草化」は確認されていない。しかしながら、大規模化、低コスト化、省力化の流れの中で粗放的な管理が継続されれば逸脱する可能性は残されており、今後も栽培管理には十分な注意が必要である。現在国内に発生している雑草イネの事例が、このような社会的、技術的背景のなかで多様化するイネの栽培管理に示唆を与え、新たに生じる問題の解決に役立つことを期待している。

参考文献

赤坂舞子・牛木 純・岩田洋佳・石井俊雄

(2006) イネ品種判別用 STS マーカーによる岡山県に発生した雑草イネと栽培品種の類縁性の解析, 育種学研究, 8 (別 1), 270.

赤坂舞子・牛木 純 (2007) 国内で発生する雑草イネの自然脱粒様式への脱粒性遺伝子 *qSH1* および *qSH4* の関与について, 育種学研究, 9 (別 1), 282.

嵐 嘉一(1974)「日本赤米考」, 雄山閣, 東京, pp.295
Burgos, N.R., V.K. Shivrain, M.M. Anders, O.C. Sparks, and S.N. Rajguru (2004)

Hybridization Between Clearfield® Rice and Red Rice Under Field Conditions, In "Rice Research Studies 2003", R.J. Norman, J.F. Meullenet, and K.A.K. Moldenhauer eds., Arkansas Agriculture Experiment Station, Fayetteville, 517, 103-109.

Choi, H.C. (2000) Ecology and Agronomical Variation of Korean Weedy Rice Accessions, In Proceedings of International Workshop on "Biology and Management of Noxious Weeds for Sustainable and Labor Saving Rice Production", Tsukuba, 22-39.

De Wet JMJ and Harlan JR. (1975) Weeds and domesticates: evolution in the man-made habitat, Econ. Bot., 29, 99-107.

Gealy, D.R., T.H. Tai, C.H. Sneller (2002) Identification of red rice and hybrid populations using microsatellite markers, Weed Science, 50, 333-339.

石井俊雄・赤澤昌弘 (2003) 岡山県の水稲乾田直播栽培と雑草イネ, 日本雑草学会代 18 回シンポジウム講演要旨, 7-16.

Ishikawa R., I. Nakamura, T. Nishihara, M. Kikuchi, M. Senda, S. Akada, T. Harada, M. Niizeki (2002) Origin of cytoplasm

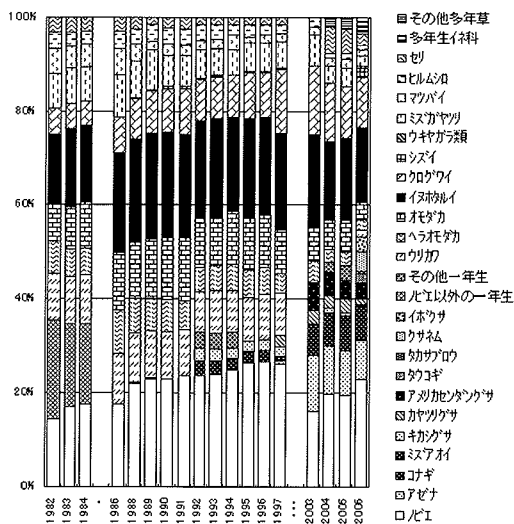
- substituted rice cultivars found in Japan. *Theor. Appl. Genet.*, 104, 1086-1091.
- 伊藤操子 (1993) 雑草の概念と起源, 「雑草学総論」, 養賢堂, 東京, 13-19.
- Konishi, S., T. Izawa, S.Y.Lin, K. Ebana, Y. Fukuta, T. Sasaki and M. Yano (2006) An SNP caused loss of seed shattering during rice domestication, *Science*, 312, 1392-1396.
- Li C., A. Zhou, T. Sang (2006) Rice domestication by reducing shattering, *Science*, 311, 1936-1939.
- LeRoy Holm, Jerry Doll, Eric Holm, Juan Pancho, James Herberger (1997) THE WILD RICES, In "WORLD WEEDS: Natural Histories and Distribution", John Wiley & Sons, Inc., New York, 531-547.
- 宮島吉彦・高橋信夫 (1974) 長野県産赤米の稲トウコン, *農業技術*, 29, 453-455.
- 森田弘彦 (1998) イタリアとハンガリーにおける直播稲作の雑草の種類と雑草問題, *植調*, 32, 85-93.
- Noldin, J.A. and T. Cobucci (1999) Red Rice Infestation and Management in Brazil, In Report of "Global Workshop on Red rice control", FAO, Rome, 9-12.
- Labrada, R. (2002) Chapter II. Major weed problems in rice - red/weedy rice and the *Echinochloa* complex, In "FAO Rice Information, Volume 3", Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, pp.226.
- 農林水産技術会議 (2003) 「新たな用途を目指したイネの研究開発」 農林水産研究開発レポート No.6, 農林水産技術会議監修, 1-14.
- 定金 章 (1952) 水稻の栽培技術に関する研究, *農学研究*, 40 (4), 179-190.
- 酒井長雄・斉藤 実 (2003) 長野県における雑草イネの発生状況と防除法, 日本雑草学会代18回シンポジウム講演要旨, 1-6.
- 芝谷得郎・林 伸英 (1993) ブラジルの水稻栽培と雑草防除, *植調*, 27, 334-341.
- 竹松哲夫・一前宣正 (1997) 世界の雑草—单子葉類—, 全国農村教育協会, 東京, 687-681.
- 湯 陵華, 森島啓子 (1997) 雑草イネの遺伝的特性とその起源に関する考察, *育雑*, 47, 153-160.
- 牛木 純・石井俊雄・石川隆二 (2005) 岡山県に発生した日本型およびインド型雑草イネの生理・形態的形質と分布の特徴, *育種学研究*, 7, 179-187.
- 牛木 純・石川隆二・石井俊雄 (2004) 岡山県に発生した日本型およびインド型雑草イネの遺伝的多様性, *育種学研究*, 6 (別1), 186.
- Ushiki, J., R. Ishikawa, T. Ishii, M. Tezuka, and N. Sakai (2004) Genetic polymorphism and possible origin of weedy rice strains found in Japan, WSSA Abstracts 2004 Meeting of the Weed Science Society of America, 44, 14.
- Watanabe, H., Azmi M., and Md. Zuki I. (1996) Ecology of weedy rice (*Oryza sativa* L., locally called Pdi angin) and its control, In "Ecology of Major Weeds and Their Control in Direct Seeding Rice Culture of Malaysia", MARDI / MADA / JIRCAS, Seberang Perai / Kedah / Tsukuba, 112-166.
- 柳島純雄 (1965) 雑草的立場から見た赤米(トウコン)の越冬と出芽について, *雑草研究* 4, 67-70.

簡易 GPS を利用した宮城県における水田難防除雑草の発生状況調査

宮城県古川農業試験場 水田利用部 植生生態班 大川茂範

○ はじめに

これまで宮城県内の耕地雑草の発生状況の把握は、各県が実施している日本植物調節剤研究協会への草種別の発生状況調査の報告値によっていた。これは各農業改良普及センター担当普及員（現在の普及指導員）の達観調査によるもので、該当作物作付面積当たりの各雑草種の発生面積の割合（発生率）を求めたものである。調査対象草種の組み替えが度々あったものの、各草種発生面積の相対的な推移を知る上では最も参考となる調査である（図－1）。



図－1 雑草発生状況調査（宮城県農業振興課まとめ）に基づく県内水田における各草種発生面積の相対的推移

※日本植物調節剤研究協会東北支部会報より作図

しかしながら、本県では本調査事業が過去に数年間途絶えた期間があった（1998～2002年）。この間に、水田でスルホニルウレア（以下SU）抵抗性雑草が発生し、塊茎繁殖する多年生雑草の把握も遅れ防除に苦慮するようになった。畑地・輪換田でも土地利用型作物を中心に帰化雑草種の蔓延があり、生産現場から雑草制御に関する情報を求める声が高まったため、普及指導員による調査を再開することになった。これにより、普及センターにおいて雑草発生量の面的な把握を行い、難防除雑草の発生が確認された場合には、試験場担当者がその詳しい状況把握と防除対策の支援を行う体制ができた。2005年度には、古川農業試験場水田利用部内に雑草制御に関する課題解決を担う植生生態班が新設され、この体制が更に強化された。当班では、雑草制御の原点は、何時、何処に、どのような雑草が、どれだけ発生するのか、という基本情報にあることを強く認識し、2006年より主に難防除雑草を対象とした独自の現地調査を行っている。この雑草発生状況調査においては、各雑草種の生育環境や発生消長の解析、さらには調査状況についての関係組織間の情報共有を容易にするために、簡易GPS（Global Positioning System；全地球測位システム）を用いて調査地点の正確な位置情報（経緯度座標）の測定を行っている。

本報告では、始めに、I. GPSを利用した現地調査について、その導入経過と特徴をまとめ、次に、2006年度に行った、II. 水田難防除雑草の発生状況調査の概要について説明する。

I. GPSを利用した現地調査について

GPSとは、複数の人工衛星からの時刻信号を受信することで地球上における位置（経緯度座標）を測定する装置であり、カーナビゲーションや携帯電話サービスの中で広く応用されているシステムである。現在は山登り等レジャー目的に利用できる安価な（1万数千円～）簡易GPSが市販されており、既に様々な現地調査に活用している研究者も多いと思われる。私自身も、中央農研センターの浅井氏が2005年秋に畑雑草の現地巡回調査に来県し、これに同行した際、同氏がプリンタ付きのGPSを持ち歩いているのを見て、また、各地点で採取した雑草標本に印字した経緯度情報を添付しているという話を聞き興味をもち、その後の現地調査でGPSを利用することを検討した。

○ GPS携帯電話を利用した現地調査

当初、直ちに簡易GPSを購入することは難しかったため、私が個人的に所有していた位置表示機能のある携帯電話（W32H; AU by KDDI）を試験的に利用してみた。この機種にはGPSが内蔵されており、田園地帯の見晴らしの良い地点であれば、10～50 m程度の誤差で経緯度座標を取得することができる。50 a（一般的に40 m×125 m）の圃場であれば、後日再び訪れた際、ほぼ正確に該当圃場を特定することが可能であった。取得した位置情報は即座に電子メールで職場のパソコンや、関係組織、あるいは、GPS機能付きの携帯電話へ送信可能である。パ

ソコンで受信した電子メールには経緯度座標が含まれたURLアドレスが付記されており、専用サイト（<http://eznavi.duogate.jp/map/>）で地図上の位置を確認できる。携帯電話は日常的に持ち歩くため、出張先や私用時に発見した雑草の発生地点をメモするのにも便利であった。しかし、携帯電話で取得した位置情報を地図上に表示したり、電子メールで送信するためには、地上アンテナとの通信が可能なエリアで無ければならないという制約もある。今回はGPS携帯の有用性を検証するために個人所有の端末および契約回線を利用したが、本格的な調査利用に際しては新たな端末・回線の利用契約が必要である。ちなみに、携帯を用いた様々な位置情報サービスについては、一部追加料金が必要なこと等もあり、一般にはあまり普及していない様である。ただし、緊急通報時の通報者位置の特定等のために総務省では普及を推進している。

○ 簡易GPSを利用した現地調査

2006年、日本植物調節剤研究協会東北支部による「雑草発生調査及び試験・展示圃設置運営支援事業」に申請し援助をいただき、ナビゲーション機能付きの携帯型GPS（GPSMAP60CS; GARMIN®）を購入することができた。当班では同年8月下旬からこの簡易GPSを水稻や大豆栽培圃場における雑草発生状況調査に用いている²⁾。本機種はレジャー向けとしては最上位のクラスで、測位精度はカタログ値で15 m、測定した経緯度座標をカラー画面地図上に表示可能で、内部メモリに最大1,000地点の情報を記録できる。現在地から目的地までのルート検索機能が付属しており、住所検索も可能なのでカーナビゲーションとしても使用できる優れものである。気圧高度計も内蔵しているが、精度はあまり高

くない。本体に記録したデータはパソコンにケーブル接続で転送し、専用アプリケーション MapSource®を通じて各種の地図上に表示したり、外部アプリケーションへの出力を行う。GPS本体に事前にアップロードする必要がある地図データは、標準で道路地図が付属しているが、標高データが含まれる地形図等は別売りとなる。当班の調査では各地点の緯経度の他、測位日時および高度の各データを抽出している。本機種は多機能ではあるがやや大型(約220g)で、パソコンに繋いでデータの抽出の操作が少々煩雑かもしれない。最大の欠点は電池(単3×2本)の消耗が早く、電源を入れたままにしておくと1日約8時間の調査でバッテリー切れとなるが、オプションパーツとしてカー電源用アダプターが用意されている。当班では、2007年8月末現在、約1年間の使用で150地点(反復調査は含まず)の位置情報を収集している。

○ GPS/GISの農業分野での利用

前述の様にGPSは経緯度座標を測定するための装置でしかない。これを様々な研究・調査の手段として用いるためには、位置情報を集積・解析・利用するためのGIS(Geographical Information System:地理情報システム)が必要となる。カーナビゲーションや前述の携帯電話によるGPS情報の送受信機能も一種のGISであるが、一般的には経緯度座標とその地点の付加情報(標高や地目、土壤分類や気象情報等)を結びつけたデータベース、これを利用するアプリケーションを指すことが多く、インターネット上で利用できる多機能マップ等、多数のGISが一般に提供されている(<http://www.gis.go.jp/>)。農業分野でも古くからGPS/GISの利用が研究されており、圃場内

の地力・排水性・雑草繁殖等の分布データに基づくきめ細かい管理作業を行う、いわゆるPF(Precision Farming; 精密農法)の基盤技術ともなっている⁶⁾。その他、家畜にGPSをつけて合理的な放牧管理や植生保全を目指す取り組み^{4) 10)}、野生動物の行動様式をGPSによる遠隔測定により把握し農林業被害を防ごうとする取り組み等も行われている¹¹⁾。未踏地における遺伝資源の探査や植生のモニタリングにも地理情報の数値化は有用である^{3) 7)}。最近では、消費者団体等が参加する田んぼの生き物調査においてGPSが利用されており¹²⁾、調査結果のデータベース化が進められている。外来雑草等、難防除雑草の実態調査と防除管理へのGPS/GIS利用の有効性については、渡辺氏⁸⁾や浅井氏¹⁾による解説があるので参考にさせていただきたい。

○ GPS/GIS利用の展望

今回の雑草発生状況調査においてGPSを用いたのは、特定雑草種が発生している圃場の位置を記録し、後日、再び訪れる際のナビゲーションに利用することが第一の目的であった。しかし加えて、正確な座標が記録されていれば、今後適切なGISを用い、その地点の土壤分類・栽培履歴・気象条件等の付加情報を重ね合わせることも可能であることから、対象雑草種の生態解析への応用も期待される。さらに今後、位置情報の通信手段としてGPS携帯電話等がより普及し、個別農家や関係組織も積極的にGISを利用できる環境が整えば、現地との情報共有も正確かつ迅速に行えるはずである。現在は、住宅地図等、低縮尺の地図に問題雑草の発生位置をマークしFAX等で情報伝達を行っているが、位置情報が数値化されることにより、口頭では伝えにくい現地への案内も自動化で

き、各問題事例の記録管理も容易になるであろう。当班では現地調査へのGPS利用は始まったばかりであるが、今後は、各調査事例の集積と解析を進めるなかで、問題雑草の防除対策に利用できるGISの構築を目指していきたい。

II. 水田難防除雑草の発生状況調査 (2006年)

本調査の開始当初、SU抵抗性のイヌホタルイ、コナギ・ミズアオイ等については、近年の各農協による広域的な取り組みもあり、各種対策剤が広く普及していることから、おそらくその激発は収束しつつあるのではないかと、いう期待があった。実際に、過去10年間に各種検定法により確認したSU抵抗性雑草の草種別の発生地点(全69地点)のうち、2004年以降の確認は7地点のみと、新たな報告は年々減少していた。しかし、かつての多発地域の状況について継続した調査は行っていなかった。一方で、ここ数年、塊茎繁殖する多年生雑草に関する問い合わせが増加しており、特に一発剤単用圃場や特別栽培への取り組み地域での増加が懸念されつつあった。前述の普及センターによる草種別発生状況調査における発生面積の相対的推移をみると、80年代後半のSU剤の登場以降、多年生雑草の大部分では減少傾向にあるため(図-1)、近年の状況は局所的な多発が問題となっていると推測された。しかし、その被害程度や多発要因は不明であった。さらに、特に直播圃場を中心に、イボクサやクサネムといった一年生の湿性雑草の増加も懸念されていたため、合わせてその発生状況や防除対策の実態を調査することにした。

○ 調査方法

2005年度末、予備的に各普及センター作物

担当普及員を対象に、その年度に異常残草した特定雑草、地域・圃場が無かったかをアンケート調査した。2006年度には、異常残草が認められた地域・圃場について普及指導員から随時報告を受けつけ、これら両年の情報をもとに各該当地点を可能な限り時期をずらして反復調査した。各調査地点においては、GPSを用い緯経度座標を測定、発生草種、発生程度および発生面積を確認した。耕作農家が特定可能な場合には普及センターを介して連絡を取り、過去の栽培履歴等も確認した。なお、今回報告する調査地点は、調査時に水稻の減収が予想された圃場、もしくは一定の発生密度の圃場が隣接している地域を1地点として扱っている。

○ SU抵抗性雑草

SU抵抗性が疑われるイヌホタルイ、コナギ・ミズアオイは、以前からの常発地においても、近年新たに報告された地域においても、今回の調査で多発が確認された。常発地においては対策剤が普及しているものの、その使用時期や散布後の水管理の不良によって多発していると見られる事例が多く、必ずしも対策剤の性能が十分発揮されてはいないことがうかがわれた。

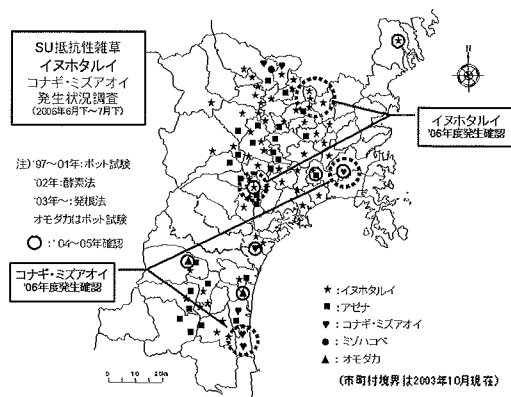


図-2 SU抵抗性草種の確認地点

イヌホタルイ

北部の常発地では、漏水が疑われる圃場内の農道に接した畦畔際や、水がかりが不十分であったと思われる圃場中央の田面が高い部分で特にひどい残草が確認されている。また、隣接している休耕田でも大型化している個体が多数みられた。

コナギ・ミズアオイ

最近SU抵抗性を確認した東部のコナギ多発圃場周辺では、ミズアオイの多発も新たに確認されており、これもSU抵抗性であることを確認している。ミズアオイは開花期までにイネと同程度の草丈まで大型化しており、減収被害はコナギよりもはるかに大きくなることが予想された。

○ 塊茎繁殖多年生雑草

シズイ

北部の、縦浸透量が大きく水もちの悪い黒ボク土壌の常発圃場では、農家によると、どのような一発剤もシズイに対する効果は低いとの評価であった。しかし、毎年6月中旬の早めにベンタゾン剤処理を行うとのことで、7月下旬の確認ではシズイがまったく見られず、後期剤を有効に利用した管理が行われていた。一方、2006年に農薬節減特別栽培に取組み始めた東部の泥炭土壌の圃場では、前年ベンタゾン剤の部分散布で対応可能であったシズイが、当年は同剤の全面処理でも押さえきれない状態となった。本地域はSU抵抗性コナギ・ミズアオイの多発地域でもあり、これらに効果の高い対策一発剤を使用したものの、シズイはむしろ増加したという。物理的防除として動力除草機もかけたが、攪拌され浮いた塊茎が出芽している状況も確認され、むしろシズイの拡散を促す結果と

なっていた。結局この圃場では、農薬成分数の制限により後期剤を利用できない本特別栽培の継続は途中で断念することになった。

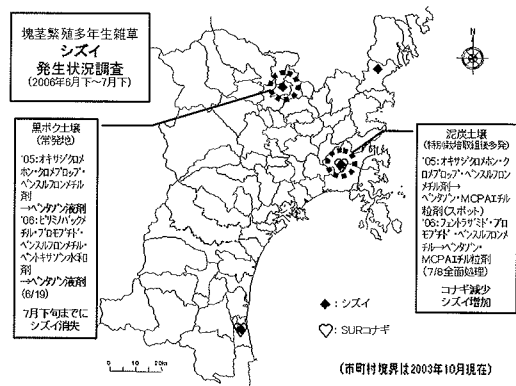


図-3 シズイの多発確認地点

コウキヤガラ・ウキヤガラ

現地ではシズイと混同されている事例が複数あった。常発地である沿岸砂質土壌の干拓田(塩田跡)等では、ベンタゾン剤を毎年散布することが水稻栽培継続の前提となっているという。北東部沿岸の常発地では、水稻移植後1週間でイネより大きな草丈となるほどコウキヤガラ・ウキヤガラの生育が早く、1ヶ月後には圃場全体を覆う程となったが、その後のベンタゾン剤処理でほぼ完全に枯死していることを確認した。一方、

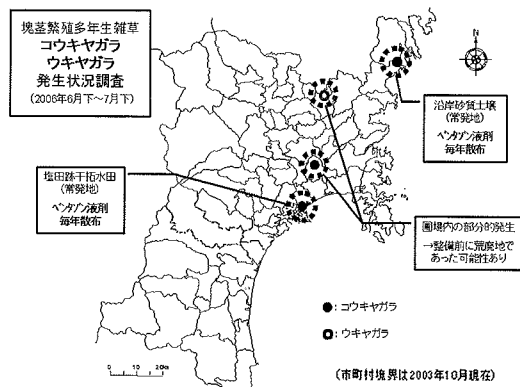


図-4 ウキヤガラ類の多発確認地点

内陸部でもウキヤガラ類を確認したが、これらは大区画圃場内の部分的な発生であり、圃場整備の際に取り込んだ荒廃地に由来することが示唆された。

オモダカ

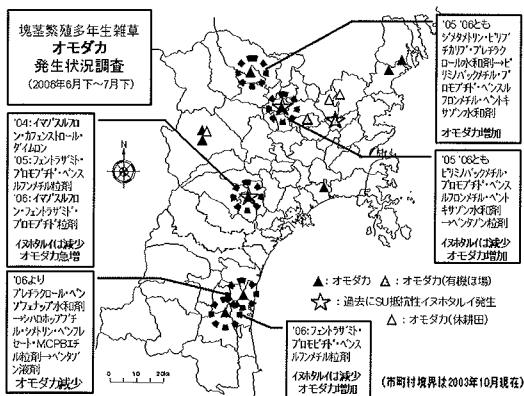


図-5 オモダカの多発確認地点



写真-1 オモダカ多発圃場 (7月19日撮影)

今回の調査で最も多発圃場が目立った草種である。既にSU抵抗性個体を確認している南部の地域では、当班の指導を元に初期にベンゾフェナップ剤を使用する体系処理が農協により推進され、地域全体としては減少傾向となっていた。しかし、過去にSU抵抗性イヌホタルイに苦慮し、対策一発剤の単用が中心となっていた。県内各地域の圃場で、オモダカの多発が多く

確認された。これら全ての地域について、検定を行ったわけではないが、単一草種が高い密度で発生している状況から、これらがSU抵抗性バイオタイプである可能性は高い。また、一般圃場でオモダカの発生がほとんど確認されていない地域であっても、有機栽培取り組み圃場や休耕田等には高い密度でオモダカが発生していることを確認しており、遺伝資源は依然地域内に潜在している。

クログワイ

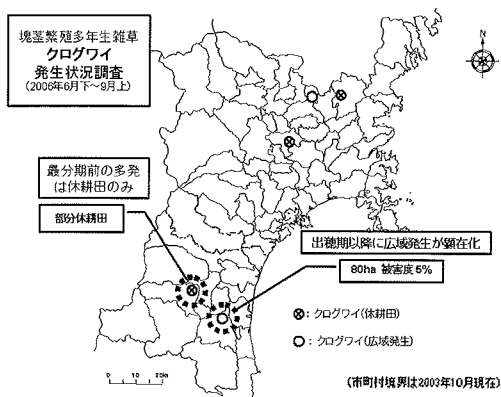


図-6 クログワイの多発確認地点



写真-2 クログワイ多発圃場 (9月4日撮影)

イネ最高分げつ期以前に多発が確認されたのは休耕田や部分休耕田のみであった。7月下旬以降にイネを越える草丈となり初めて多発が認

識され、特に出穂期以降に問題視されていた。9月上旬の調査では、県南内陸部において、減収率は5%未満と見られるものの、50ha規模の広域での多発が認められた。現在、卓効のある防除対策が無い草種であり、現地からは最も対策技術の開発が望まれている草種である。

○ 一年生湿性雑草

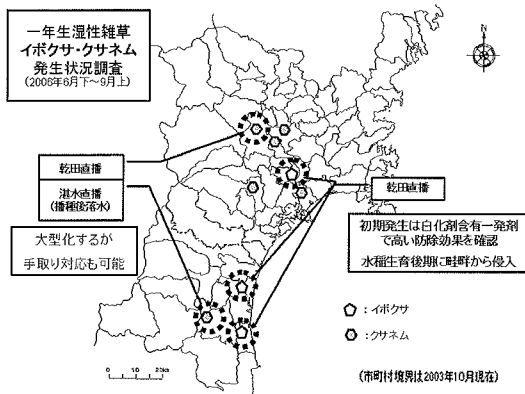


図-7 イボクサ・クサネムの多発確認地点
イボクサ

今回多発を確認した圃場は、いずれも乾田直播圃場であった。特にイネの出芽不良等で生じた空間（ギャップ）での繁茂が目立ち、収穫作業等への障害が予想された。移植栽培であっても7月以降に畦畔際から圃場への侵入が認められたが、湛水状態を保っている圃場内での繁茂は確認できなかった。南部の湛水直播地域では、ピラゾレートやベンゾピシクロン等の白化剤を（特に複数成分）含有する一発剤の防除効果が高いという情報が普及しており、初期に圃場内から発生する個体はほぼ完全に防除されていた。

クサネム

イボクサと同様、乾田直播圃場や播種後落水管理をする湛水直播圃場において多発が認めら

れた。また、6月下旬の中干期に落水田にて発芽している個体も多数確認した。収穫期までに大型化するが、比較的容易に抜き取ることが出来るため、最終的に手取り作業により防除している農家も多い。なお、移植圃場では、基盤整備後間もない地域や、多発休耕田の周辺地域での広域発生が見られており、荒廃地に由来して拡散している可能性も考えられた。

○ まとめ

SU抵抗性雑草については、対策一発剤は普及しているものの、その使用法や水管理の不良によって依然多発している圃場が点在している。

塊茎繁殖する多年生雑草については、一発剤単用圃場を中心に多発している傾向が確認された。オモダカについては、初期にベンゾフェナップ剤を使用する体系処理により防除に成功した地域も確認された。クログワイについては減収程度は小さいとみられるが広域での多発が出穂期以降に顕在化して問題となっている。

一年生湿性雑草のイボクサやクサネムは、直播栽培を中心に落水管理により多発してしていた。イボクサの防除には白化剤を含む有効な一発剤が活用されているが、クサネムは手取り除草による対応も行われている。

備考

本稿の一部は日本植物調節剤研究協会東北支部会報42号に掲載された内容と一部重複しています。また、本稿で紹介した雑草発生状況調査結果は、第8回東北雑草研究会（2006年8月、花巻市）、日本雑草学会第46回大会（2007年4月、那覇市）において発表したものの一部です。

謝辞

今回の雑草発生状況調査に際し、日本植物調節剤研究協会東北支部より「雑草発生調査及び試験・展示園設置運営支援事業」として、機器購入の支援をいただきましたこと、深く御礼申し上げます。

参考文献・資料

- 1) 浅井元朗 (2006) 麦作難防除雑草の現状と課題ー現場の問題と研究を繋ぐためにー. 植調 40 (2): 61-70.
- 2) 大川茂範・平智文・吉田修一 (2007) 宮城県の水稲栽培圃場における難防除雑草の発生状況. 雑草研究 52 (別): 126-127.
- 3) 加賀秋人・Oku-Kyu HAN・平島信也・Paramanathen SARAVANKUMAR・H.M.P.S.KUMARI・Miranda-Jonson GILDA・友岡憲彦・Duncan A. VAUGHAN (2002) 鳥取県におけるアズキ (*Vigna angularis*) 栽培ー雑草ー野生種複合集団の収集とモニタリング. 植探報 20: 61-74.
- 4) 川村健介・秋山侃・横田浩臣・安田泰輔・堤道生・渡辺修・汪詩平 (2005) 草原生態系の保全と持続的利用にむけて: 衛星モニタリングとGPS/GIS(特集2)大規模長期生態学研究とは何か?. 日本生態学会誌 55 (2): 327-335.
- 5) 平智文・大川茂範・吉田修一 (2007) 宮城県のダイズ栽培圃場における畑雑草の発生状況. 東北の雑草 7: 32-38.
- 6) 谷協憲 (1997) プレシジョンファーミングにおけるGPSの利用. 計測と制御 36: 559-562.
- 7) 本田裕・鈴木達郎・Andrey Sabitov・Olga Ivanovna Romanova (2006) ロシア・サハリンにおけるダツタンソバ等資源作物遺伝資源の共同調査収集. 植探報 22: 91-99.
- 8) 渡辺修 (2002) 雑草分布調査におけるGISの利用. 植調 36 (5): 406-414.
- 9) 渡辺修・黒川俊二・佐々木寛幸・西田智子・尾上桐子・吉村義則 (2002) 地理的スケールからみた外来雑草の分布と発生パターン. 日本草地学会誌 48 (5): 440-450.
- 10) 農林水産省農林水産技術会議事務局筑波事務所 (2007) 牛にGPSをつけて合理的な放牧システムを. 農林水産技術情報・計算センターニュース第10号
- 11) 農林水産省農林水産技術会議 (2006) 野生動物による農林業被害を防ぐ技術. 農林水産研究開発レポート No.17
- 12) 田んぼの生きもの調査プロジェクト (2005) 田んぼの生きもの調査・実践編 (生きもの調査16年度報告書). 農山漁村文化協会

新刊

シダ植物

村田威夫・谷城勝弘／著
A5判 136頁
定価: 1,905円＋税

「シダ」という植物は、わかりにくく難しいと思われがちですが、「くらし」と「かたち」を通して植物としての特徴をよく理解することによって、身近なものになります。本書はシダの形態、生態からシダの調べ方、身近なシダ90種の図鑑部を含む最適の入門書です。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL03-3839-9160 FAX03-3839-9172

ホームページ <http://www.zennokyo.co.jp>
Eメール: hon@zennokyo.co.jp

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



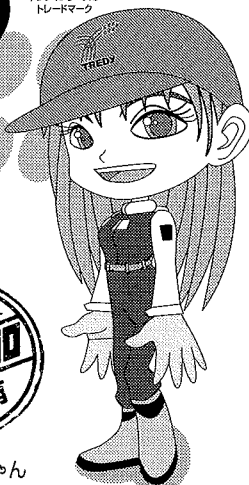
トレディプラス[®] 顆粒

トレディプラス[®] ジャンボ[®]

トレディプラス[®] 1キロ 粒 剤



トレフィちゃん



JAグループ
農 協 | 全 農 | 経済連
登録商標 第1902445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/>

水田除草は ホームラン剤でキメる!

頑固な雑草を
クリーンに
キメる!!

ミスター・ホームラン[®]

一発で
キメる。

一発で
キメる。

バツグンで
キメる。



1キロ粒剤75/1キロ粒剤51 フロアブル/フロアブル ジャンボ/ジャンボ

SU抵抗性
雑草防除の
切り札!!

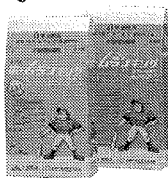
ホーク・ホームランキング[®]

新登場!

一発で
キメる。

一発で
キメる。

バツグンで
キメる。



1キロ粒剤75/1キロ粒剤51 フロアブル/フロアブル ジャンボ/ジャンボ

「低コスト」「省力」「安全」ニーズに応えるホームラン剤 **M4-100**

●ノビエ2.5葉期まで効果がある (ジャンボ剤は2葉期まで) ●ノビエに対する効果がなが〜く続く ●稲への安全性が高い

JAグループ
農 協 | 全 農 | 経済連
登録商標 第4702218号



北興化学工業株式会社
〒103-8341 東京都中央区日本橋本町4-4-20
ホームページアドレス <http://www.hokkochem.co.jp>

※登録商標

寒地ソバ作における雑草発生の現状とその防除

酪農学園大学 酪農学部酪農学科 資源植物学研究室 我妻尚広

1. はじめに

ソバはタンパク質やビタミンB群を多く含み、消化がよく美味しい穀物である。日本では古くから「めん」や「そばかき」として食べられてきた。また、動脈硬化や高血圧を抑えるルチンを含む機能性食品として国内消費は伸びている。一方、国内のソバ生産はその土地生産性の低さから敬遠され作付けが年々減少し、国内消費量の約80%を輸入に頼っている。しかし、北海道の空知北部や上川ではソバが水田転作の特定作物に取り入れられたことにより、水田の転作物として作付けが増加し、国産ソバの供給基地としての役割を果たしている。

一般に、ソバは吸肥力が強く、少肥条件でもある程度の収量は確保される。不良環境にも耐えるため、開墾地などに作付けされ、救荒作物として重視された。また、生育が早い被覆作物として、休耕地の雑草抑制や土壌侵食防止に用いられてきた。このことから、ソバは雑草の生育を抑制する働きが強いものと考えられる。しかし、近年これらの地域では圃場に雑草が増加し、収量低下の一因とされている。

そこで、国内の主要産地である幌加内町のソバ圃場における雑草発生の現状を調査し、その対策を検討した結果について紹介する。併せて、その雑草対策の経済性を考察した。

2. ソバ圃場における雑草発生の現状把握

幌加内町内ソバ圃場における雑草発生の現状を把握するために、雑草発生の現状調査をソバ圃場30ヶ所で行った。調査区は、各圃場内に3ヶ所の50cm方形枠をランダムに設けた。各枠内の出現種の種類、被度、最高草高とソバ収量を調査した。植生型の解析は各圃場の調査区における出現雑草の乗算優占度（被度×最高草高）についてウォード法でクラスター分析を行った。

ソバ圃場に発生する雑草のクラスター分析樹状図を図-1に示した。雑草の植生型は5つに分類し、植生型を優占種により、A；イヌビエ群落、B；オオイヌタデ群落、C；エノコログサ群落、D；その他の群落、E；ハルタデ群落と命名した。Dは優占種としてツユクサやイヌホオズキ等、それぞれ異なる優占種を有する圃場であった。5つの分類のなかで、Aのイヌビエ群落の圃場が最も互いに類似していた。異なる圃

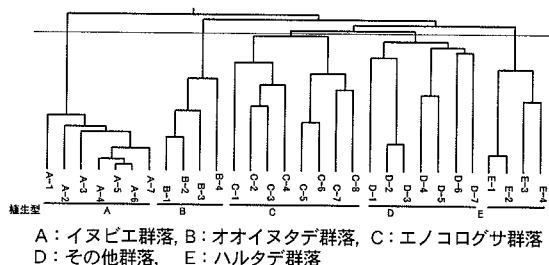


図-1 ソバ圃場に発生する雑草のクラスター分析樹状図

表-1 各圃場のアンケート調査結果

圃場番号	A							B							C							D							E						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4					
排水状態	△	○	△	○	○	○	△	×	×	×	×	○	△	△	△	×	△	△	△	△	△	×	△	△	△	×	△	△	○	○					
除草剤	1	無		1	1	無	1	無	無	1+2	1+2		1	1		無				1	1			1	1	1	1		無	1					
播種量 (kg/10a)	5	6.5		6	6	6.5	7	7.5	7.5	7	7		7			7				5	5			7	5		10		6	7					
耕起法	口+ ブ +心	口		ブ	ブ	口	口	口+ ブ ブ	口	口	口		口			口+ ブ				口+ ブ +心	口+ ブ +心		口 +心	口 +心	口+ ブ +心	口+ ブ +心		口 +心	口+ ブ +心		口+ ブ +心				

排水状態の○；良い，△；普通，×；悪い，除草剤の1；単子葉類に対する除草剤使用，2；双子葉類に対する除草剤使用，耕起法の□；ロータリー耕，ブ；プラウ耕，心；心砕をそれぞれ示す。

場でもイヌビエ群落であれば雑草種構成がある程度一定であると考えられる。また、オオイヌタデとハルタデは同じ科であり、日頃、圃場で見分けがつきにくい。しかし、BとEは樹状図の分岐点も互いに速く、オオイヌタデとハルタデは圃場単位で棲み分けられていた。

一方、各調査圃場の耕作者に対しアンケート調査を行うとともに圃場状況を確認した。アンケート調査では各圃場の、排水状態、ソバ播種量、除草剤散布の有無、耕起法を回答してもらった。各圃場のアンケート調査結果を表-1に示す。今回の調査で特徴的だったのは、排水状態の悪い圃場に形成されていた雑草群落のほとんどがオオイヌタデ群落であったことである。一般的にイヌビエもハルタデも土壌過湿に対して生育旺盛な雑草であるが、幌加内町のソバ圃場ではオオイヌタデが最も土壌過湿に適応していると考えられた。また、土壌過湿となる圃場で発生したイヌビエに対し、イネ科用選択性除草剤を連用した圃場ではオオイヌタデが急増することも、その後の継続的な調査の結果、観察された。

3. ソバの生育と雑草発生の関係

ソバの生育と雑草発生の関係を明らかにするために、土質の違うソバ圃場でソバの生育と雑草の発生状況を調査した。調査は幌加内町内の

グライ土、泥炭土、褐色低地土、褐色森林土から12ヵ所のソバ圃場を選び、1ヵ所当たり4ポイントの調査区を設けた。調査区の大きさは50 cm×50 cmとした。生育調査は1995年～1997年の6月下旬からほぼ2週間間隔で各5回実施し、調査区のソバ個体数および雑草の種類、個体数を調べた。ソバの生育は発芽期間(播種日～発芽期)、生長期間(発芽期～開花期)、登熟期間(開花期～収穫日)、開花期間(開花始め～開花終わり)の日数を調べた。収量は9月中旬に調査区のソバを刈取り、乾燥後に種子数、種子重を調べた。各圃場の耕種概要はアンケート調査によって耕作者から聞き取った。また、幌加内町の気象概要は空知地方地域気象観測旬報を参照した。

各圃場の作付け品種はいずれも‘キタワセソバ’であった。幌加内町における1995年～1997年の日照時間、降水量および平均気温の推移を図-2に示す。1995年、1996年に比較し1997年は降水量と平均気温の変化が激しかった。しかし、各年の日照時間、平均気温および降水量の合計では大きな差が見られなかった。1995年～1997年におけるソバ生育期間の比較を図-3に示す。各年のソバ生育は全生育期間の長さに差が見られなかった。しかし、各生育期間の長さに差が見られた。特に、発芽期間の長さは1997年で他年に比較し倍以上長

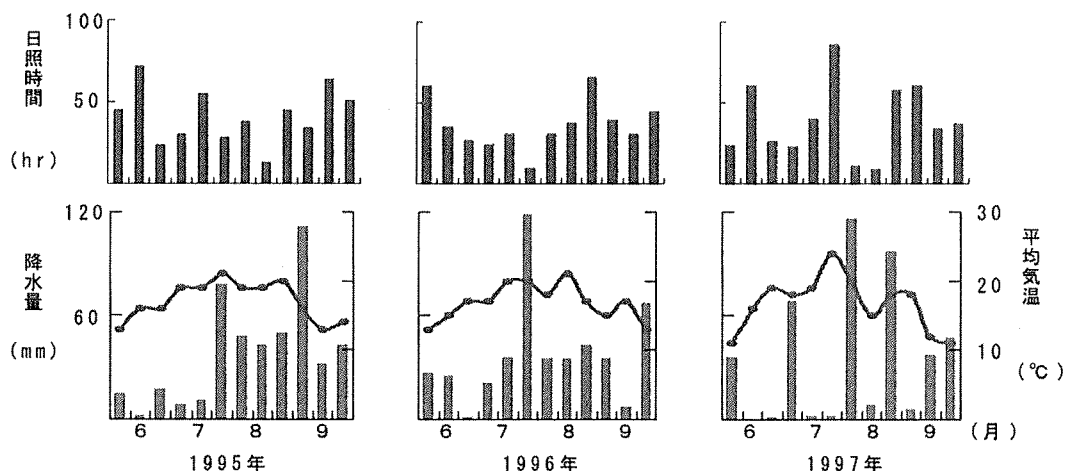
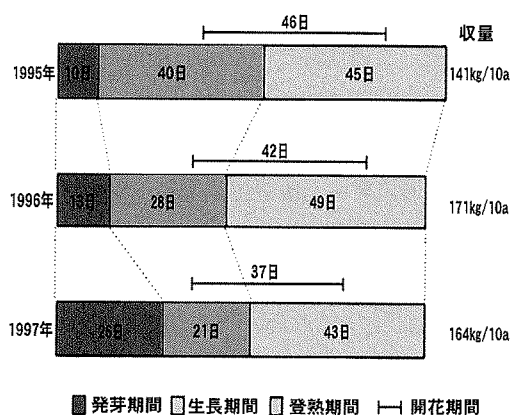


図-2 幌加内における1995年～1997年の日照時間、降水量および平均気温の推移



■ 発芽期間 □ 生長期 □ 登熟期間 ▭ 開花期間

図-3 1995年～1997年におけるソバ生育期間の比較

くなった。このことは発芽期の干ばつが影響をおよぼしたものと推測された。また、1995年の収量は他年に比較し141kg/m²と少なくなった。1995年～1997年における双子葉類雑草密度の推移を図-4に示す。雑草密度はグライ土と褐色森林土では各年とも低かったものの、泥炭土と褐色低地土では圃場により差が見られた。1995年～1997年におけるソバ収量と双子葉類雑草密度の関係を図-5に示す。雑草密度の低い圃場では収量が多く、雑草密度の高い圃場では収量が少なくなる傾向がみられた。し

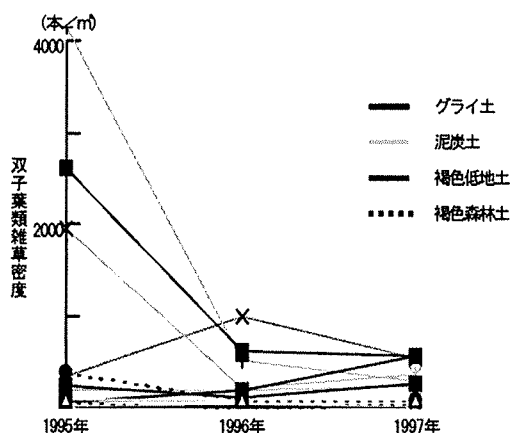


図-4 1995年～1997年における双子葉類雑草密度の推移

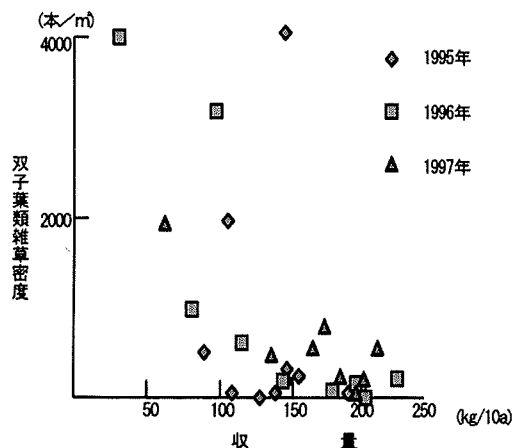


図-5 1995年～1997年におけるソバ収量と双子葉類雑草密度の関係

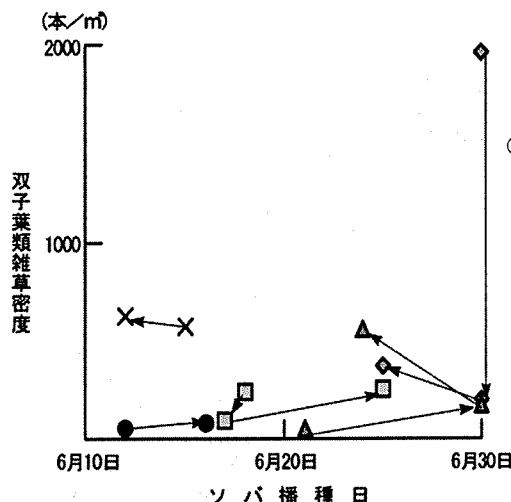


図-6 代表的調査地におけるソバの播種日と双子葉類雑草密度の推移

かし、同じ雑草密度でも圃場により収量に差がみられた。代表的調査地におけるソバの播種日と双子葉類雑草密度の推移を図-6に示す。雑草密度が低い圃場では播種日の早晩は雑草密度に影響をおよぼさなかった。しかし、雑草密度が高い圃場では、播種日を遅らすことで雑草は減少した。

以上の結果から、ソバの収量は気象条件の影響をあまり受けないことが明らかとなった。また、双子葉類雑草の密度が高まるとソバ収量は減少することが確認できた。ソバの播種日を遅くすると雑草の発生を抑制できる可能性が示された。

4. ソバの播種時期とソバ収量および雑草発生の関係

ソバの播種時期とソバ収量および雑草発生の関係を明らかにするために、ソバの播種時期を変えソバ収量と雑草発生の状況を調査した。試験は幌加内町字清月の幌加内町農業研究センター試験圃場において実施した。試験区は播種

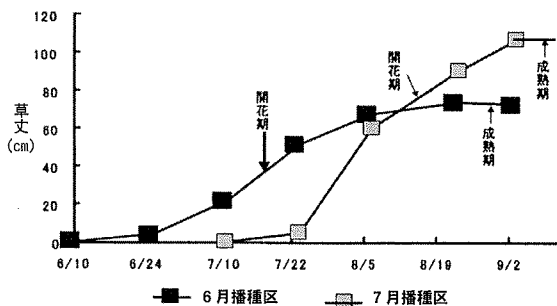


図-7 ソバの生育推移

日を6月10日と7月10日にした6月区と7月区に、それぞれに耕起後直ちにソバを播種したソバ区と、耕起後そのまま放置した放任区の合計4区を、各2反復設けた。1反復の面積は1aでソバ区には150粒/m²の‘キタワセソバ’を条播した。2週間毎に20cm方形枠を各5ヶ所設定し、出現雑草の種類、数、被度、最高自然高、ソバ草丈を調査した。また、ソバ開花期に50cm方形枠を4ヶ所設定し生産構造を調査した。さらに、スベリヒユ (*Portulaca oleracea*) を各区20個体採集して形態を比較した。同様に成熟期にシロザ (*Chenopodium album*) を採集し種子生産重を比較した。ソバの収穫は6月区を9月12日に、7月区を9月22日に、それぞれ50cm方形枠を4ヶ所設定し行い、風乾後個体数、種子重、茎葉重、種子重、千粒重を調査した。

ソバの生育推移を図-7に示す。ソバの草丈は7月区が6月区に比べて高くなった。また、播種時期の違いによるソバ収量の比較を表-2に示す。種子数と千粒重に有意差が認められたが種子重には差が見られなかった。ソバ開花期における雑草の出現状況を表-3に示す。ソバ開花期の雑草個体数は7月ソバ区で少なく、出現種数は7月区の放任区・ソバ区で少なかった。しかし、積算優占度による優占種は全試験区でほぼ共通していた。ソバ開花期におけるソ

表-2 播種時期の違いによるソバ収量の比較
(g/50×50cm)

試験区	個体数	種子数	茎葉重	種子重	千粒重
6月区	18.6±4.6	1440.4±492.3	68.0±23.4	41.7±14.1	29.1±1.3
7月区	21.8±2.7	2429.4±1127.4	68.3±23.6	65.6±28.7	27.2±1.0
有意差	NS	*	NS	NS	**

*:5% **:1%水準で有意差あり。NS:有意差無し。

表-3 ソバ開花期における雑草の出現状況

	6月放任区	6月ソバ区	7月放任区	7月ソバ区
平均個体数	11.6±36.8	10.9±4.9	10.8±7.1	4.9±3.5
出現種類数	8±1.4	7.5±4.9	5.5±0.7	5±1.4
SDR上位5種				
SDR1位	スベリヒユ	イヌビエ	スギナ	スギナ
SDR2位	シロザ	カラスビシャク	スベリヒユ	カラスビシャク
SDR3位	イヌビエ	ヒルガオ	カラスビシャク	シロザ
SDR4位	スギナ	シロツメクサ	ヒルガオ	スベリヒユ
SDR5位	オニノゲシ	カタバミ	シロザ	イヌビエ

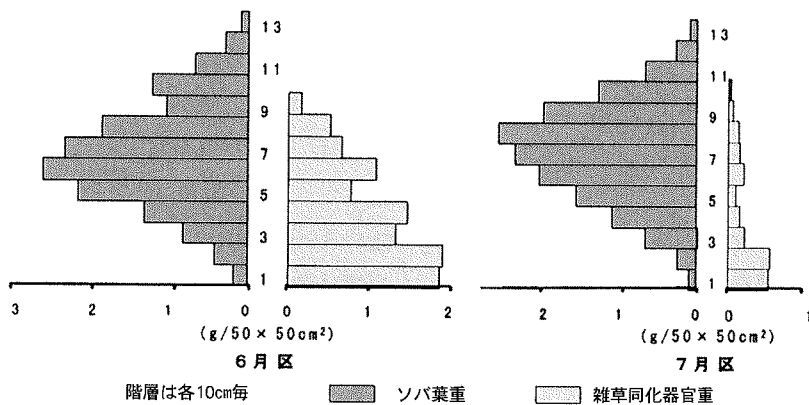
SDR:4要素(密度, 被度, 頻度, 最高自然高)による総合優先度を調査枠5区を1反復として算出し, 2反復の平均値で表示した。
調査枠は20×20cm

図-8 ソバの開花期におけるソバ・雑草の生産構造

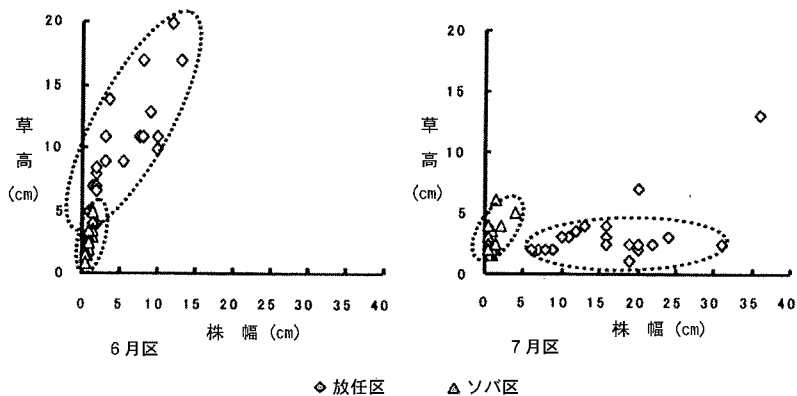


図-9 ソバの有無によるスベリヒユの形態比較

バ・雑草の生産構造を図-8に示す。ソバ区における生産構造を比較すると、播種期の違いに関わらず雑草はソバ葉がほとんど無い群落の下層に同化器官を集中させていた。また、7月ソバ区での雑草の同化部乾物重は6月ソバ区に比

べて少なかった。ソバの有無によるスベリヒユの形態比較を図-9に示す。全調査区で優占度の高いスベリヒユは、ソバ区の個体が放任区に比べて著しく小型で株幅が狭い直立型であった。また7月放任区の個体は草高を抑えた匍匐

表-4 シロザ種子生産量

(g/個体あたり)				
試験区	6月ソバ区	6月放任区	7月ソバ区	7月放任区
種子重	0.05±0.09	2.19±2.70	0.02±0.03	0.83±0.75

平均値±標準偏差

	6月ソバ区	6月放任区	7月ソバ区	7月放任区
6月ソバ区		**	NS	**
6月放任区			**	*
7月ソバ区				**
7月放任区				

最小有意差法による*:5% **:1%水準で有意差あり。NS:有意差無し。

型を示した。シロザの種子生産量を表-4に示す。シロザの種子生産量はソバ区が放任区より少なかった。6月ソバ区と7月ソバ区の間には有意な差は認められなかった。

以上の結果、播種期を遅らせる事で雑草は減少するが、優占種は変化しない事がわかった。ソバは随伴するスベリヒユの生育を抑圧し、スベリヒユはこれに適応して形態を変化させていると考えられた。形態の変化が放任区でも見られた事から、他の雑草からも抑圧を受けているものと推察される。ソバ区におけるシロザの種子生産量は播種期の違いに影響しないが、個体密度に差があるので埋土種子量は7月ソバ区で少なくなると言える。これらからソバは随伴する雑草の生育を抑制する可能性が推察された。また、播種期の違いは収量に影響せず、雑草の生態的防除法として有効であると考えられた。

表-5 ソバ収量におよぼす土壌過湿の影響

試験区	個体数	草丈(cm)	茎葉重(g)	種子数	種子重(g)
6月対照区	19.5±4.8	161.8±9.9	116.8±25.1	577.8±207.7	17.4±5.8
6月加水区	19.0±2.9	136.3±16.0	51.8±18.8	222.0±169.6	8.7±5.2
有意差	NS	*	**	*	*
7月対照区	31.3±4.3	101.3±6.6	47.9±8.6	683.3±180.3	18.6±4.5
7月加水区	28.0±4.8	106.8±9.8	34.4±10.3	519.0±250.6	17.7±9.1
有意差	NS	NS	NS	NS	NS

*:5%水準, **:1%水準で有意差あり。NS:有意差なし

調査枠:50×50cm

5. ソバ圃場の水分状態と雑草発生の関係

ソバ圃場の水分状態と雑草発生の関係を明確にするために、ソバ圃場に加水を行いソバ収量や雑草発生の状況を調査した。試験は幌加内町農業研究センター圃場で行った。試験区には6月10日に播種した6月対照区と1日おきに4時間ずつ散水した6月加水区、7月9日播種した7月対照区と1日おきに4時間ずつ散水した7月加水区を設けた。各試験区は1aとし2反復設けた。肥料には粒状配合肥料(BB121;N:1,P:2,K:1)を用い、40kg/10aを施用した。供試品種は‘キタワセソバ’とし、150粒/m²で条播した。ソバと雑草の生産構造は各試験区に調査枠(50×50cm)を4ヶ所設けソバの開花最盛期に調査した。また、同様に調査枠を設け調査枠内に出現した雑草種名とソバおよび雑草の個体数、被度、最高自然高、草丈を6月対照区および6月加水区では9月14日に、7月対照区および7月加水区では10月4日に調査した。調査後、ソバは収穫・風乾し、茎葉重、種子数、種子重を調べた。

ソバ収量におよぼす土壌過湿の影響を表-5に示す。6月対照区と6月加水区を比較すると個体数に違いは見られないが、草丈では161.8cm、136.3cmと6月加水区で低くなった。茎葉重は116.8g、51.8gと6月加水区で軽くなった。種子数は577.8粒、222.0粒と6月加水区で

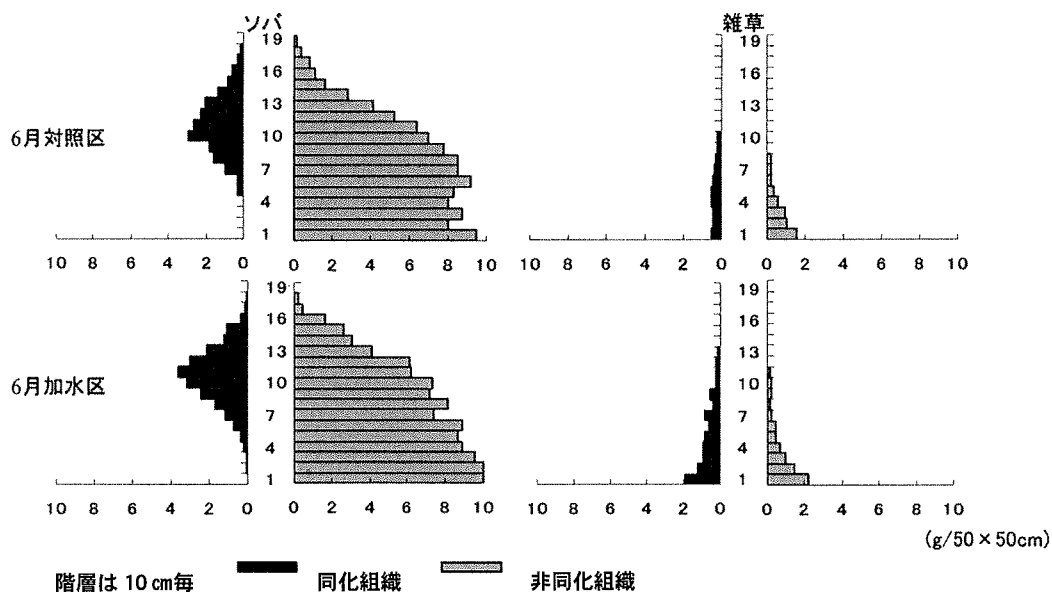


図-10 各試験区におけるソバおよび雑草の生産構造（ソバの開花最盛期）

少なかった。種子重は17.4g, 8.7gと6月加水区で軽くなった。一方, 7月対照区と7月加水区との間では全ての調査項目において有意な差は認められなかった。各試験区におけるソバおよび雑草の生産構造を図-10に示す。6月対照区と6月加水区を比較するとソバおよび雑草と

も6月加水区で下層の生産割合が高まる傾向を示した。各試験区のソバ収穫期における雑草の出現状況を表-6に示す。対照区に比較し加水区で雑草の出現種数および個体数が増える傾向を示した。積算優占度による雑草の優占順位は各試験区で異なっており, 加水区の優占上位は

表-6 各試験区のソバ収穫期における雑草の出現状況

6月対照区			6月加水区		7月対照区		7月加水区	
出現種数	6.0±3.6		7.0±2.3		6.8±1.5		9.5±1.7	
個体数	27.5±22.1		53.5±17.9		91.8±37.7		111.3±44.5	
SDR ₄ 順位	草種	SDR ₄ 値	草種	SDR ₄ 値	草種	SDR ₄ 値	草種	SDR ₄ 値
1	ソバ	100.0	ソバ	100.0	ソバ	100.0	ソバ	93.9
2	シロツメクサ	36.2	スギナ	43.6	スベリヒユ	76.1	スギナ	59.5
3	エノコログサ	34.2	カラスノビシャク	37.1	スギナ	47.9	ハチジョウナ	49.3
4	イヌビエ	30.0	ヒルガオ	35.7	ヨモギ	33.3	イヌビエ	39.3
5	カラスノビシャク	27.2	イヌホウズキ	34.8	イヌビエ	28.1	ヒメジョオン	34.9
6	ヒルガオ	23.2	エノコログサ	31.7	キレハイヌガラシ	21.6	エノコログサ	33.7
7	キンエノコロ	21.2	イヌビエ	31.6	シロザ	16.2	カラスノビシャク	31.4
8	カタバミ	18.1	ハチジョウナ	31.4	シロツメクサ	14.0	カタバミ	28.3
9	スギナ	17.0	イヌタデ	11.6	ハチジョウナ	8.1	キレハイヌガラシ	27.5
10	キレハイヌガラシ	13.7	キレハイヌガラシ	9.3	エゾノギシギシ	8.0	オオバコ	23.2
11	ガガイモ	11.3	ヤナギラン	9.0	ヒメジョオン	7.9	スベリヒユ	22.6
12	シロザ	6.9	ツユクサ	8.9	オオバコ	7.3	ヤナギ	21.6
13			スカシタゴボウ	8.8	アキメヒシバ	7.2	スカシタゴボウ	21.2
14			キレハイヌガラシ	9.3	セイヨウタンポポ	7.0	シロツメクサ	17.8
15			ヤナギラン	9.0	カラスノビシャク	6.8	エゾノギシギシ	15.9
16			シロツメクサ	7.1	スカシタゴボウ	6.8	ヒルガオ	13.3
17							シロザ	8.7
18							ヨモギ	7.9

SDR₄:4要素(密度, 被度, 頻度, 最高自然高)による積算優占度.

調査枠:50×50cm

湿潤土壌を好むスギナ、イヌビエ等が多かった。

以上の結果、土壌過湿でソバの収量は減少し、雑草は増加した。土壌過湿はソバ生育に悪条件であることが明らかとなった。

6. 有限伸育性ソバ品種（耐雑草性）の開発

ソバの有限伸育性形質を利用し、草型の改良によって多収性で耐倒伏性および耐雑草性を有する品種の育成を試みた。幌加内町で栽培されている‘キタワセソバ’から収集した有限伸育性個体（22個体）を材料に、有限伸育性が固定した有限伸育性集団を育成した。その集団から、主茎の栄養生長節が4～5節で一次分枝の発生が早く、一次分枝の開花が主茎とほぼ同時期となる個体の選抜を繰り返した。得られた選抜集団を有限伸育性ソバ系統「幌系3号（ほろみのりとして品種登録）」とし、その特性を調査した。‘キタワセソバ’と幌系3号の生育期を表-7に示す。幌系3号の生育期は‘キタワセソバ’に比較し、発芽期は1日早く、開花始日が3日早く、開花日数が8日間短く、成熟期が9日早くなった。‘キタワセソバ’と幌系3号の生

長および収量を表-8に示す。幌系3号の生長は‘キタワセソバ’に比較し、草丈は低くなり、主茎節数と栄養生長節数が少なく、一次分枝数が多くなった。また、幌系3号の収量は‘キタワセソバ’に比べ50%程度多くなった。また、草丈が低いことから耐倒伏性が、さらに一次分枝の発生が早いことから、早期に畝間を被覆し耐雑草性が‘キタワセソバ’より高いことが示唆された。

7. まとめ

ソバの損益分岐点を図-11に示す。土地を所有していて耕起耕耘作業と播種作業を自分で行い、収穫をコントラクターに依頼して乾燥調整を集出荷施設で行った場合、ソバ生産には10aあたり約18,000円の経費がかかる。幌加内町のソバの平均反収は約3俵として、1俵10,000円と考えた場合、10aあたり30,000円の収入となり、12,000円が所得となる。幌加内町産のソバは1俵10,000円程度で取引されているようであるが、個別乾燥・個別選別を行っている別の地域では1俵6,000円という話も聞

表-7 キタワセソバと幌系3号の生育期

	播種日	発芽期	開花始日	開花日数	成熟期
キタワセソバ	6月10日	6月24日	7月15日	42日	9月15日
幌系3号	6月10日	6月23日	7月12日	34日	9月6日

発芽期：発芽率が40～50%に達した日

成熟期：黒化率が80～90%に達した日

表-8 キタワセソバと幌系3号の生長および収量

	草 丈 (cm)	主茎節数	栄養生長節数	一次分枝数	収 量 (g/m ²)
キタワセソバ	131.7	12.2	6.5	3.4	70.9
幌系3号	102.8	8.6	5.4	4.2	102.4

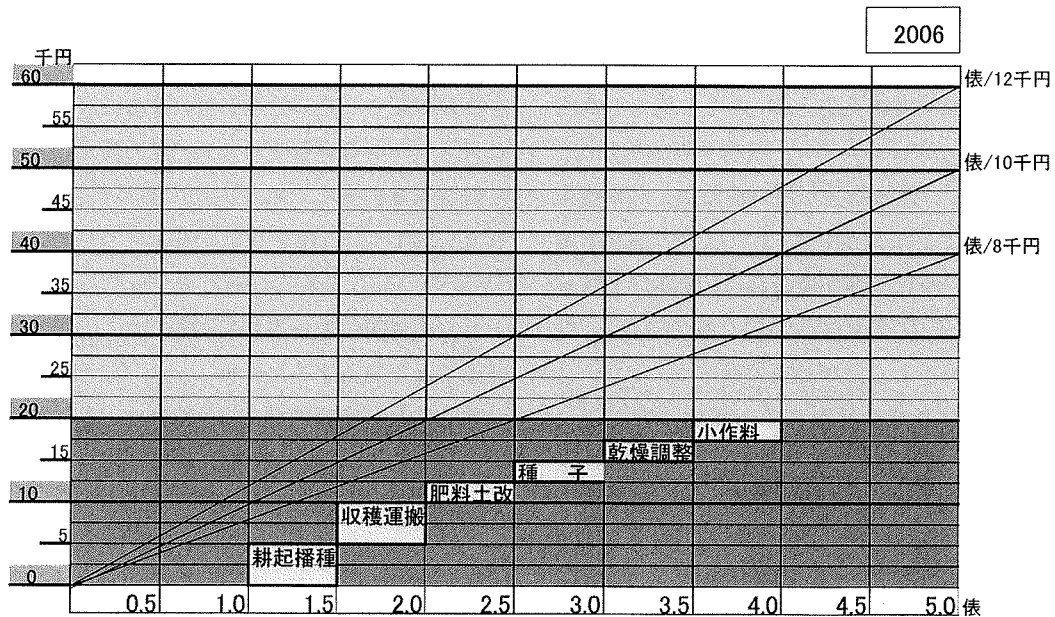


図-11 ソバの損益分岐点

いたことがある。この試算が妥当かは別にして、10aから得られる所得はわずかなものであることは確かである。反収が少なく、1俵あたりの価格の安いソバでは、反収を上げる努力も必要であるが、いかに経費を節減することが経営において重要となる。

これまでの結果から、ソバ圃場での雑草増加は、土壌が過湿になりやすい圃場で多く認められた。そのメカニズムは、ソバ生育が衰えた、または致死することによって圃場の中にソバの生育密度の低い場所や裸地が生じ、そこに雑草、特に土壌過湿条件に適応した種が侵入していったものと考えられた。併せて、連作の続く現状では、どの圃場でも雑草の埋土種子が蓄積されているものと考えられた。継続的にソバ収量に影響を与えるほどの雑草発生は、過湿になりやすい圃場に限られるが、その年の降水量によってどの圃場でもソバ収量に影響を与えるほどの雑草発生の可能性を秘めていることが推測

された。本報告では具体的なデータを上げていないが、特に、ソバは出芽後1～2週間の土壌過湿に非常に弱いことが明らかになっている。

一方、雑草は排水性がよい条件ではソバ播種により減少していくこと。ソバの7月上旬の播種が雑草量を減少させることが明らかになってきた。

このことから、ソバ圃場における雑草対策には圃場の排水性を改善することが考えられる。抜本的な対策はこの方法しか考えられない。しかし、この方法は莫大な経費がかかり、現状ではかなり難しい。連作されているソバ圃場ではサブソイラーなどの使用は過湿対策としては有効でありソバの生育を良好にするが、排水路が確保できない状況での効果は限定的なものとなる。

一方、播種前のグリホサートアンモニウム塩液剤の使用は雑草を減らすという点では非常に効果が高い。しかし、10aあたり約1,500円の

経費が先ほどの試算とは別にかかってしまう。イネ科雑草の多い圃場ではセトキシジム乳剤の使用も効果的であるが、10aあたり約1,200円の経費がかかってしまう。また、経済的理由だけではなく、選択制除草剤の使用は、対象雑草を減らすことはできても、それ以外の草種が増加するといった現象が認められ、危険性をはらんでいた。そのため、できる限り連用は避け、効果的に利用することが必要であろう。また、必要以上の経費をかけなくても播種時期を遅く(7月上旬に播種)することや碎土を荒くして播種量を増やすことなどで、雑草をある程度減少させることができる。しかし、除草剤の使用ほどの効果は得られず、天候などにも左右され

る。分枝発生の早い‘ほろみのり’などの作付けも一定の効果が認められている。しかし、いずれの対策も一長一短があり、雑草による減収と対策にかかる経費を考えて、自己経営にあった対策を選択することが大切であると考え。また、これらの対策をうまく組み合わせることで、その効果も高まるものと考えられる。今後、これらの対策が生産現場で利用され、効果を上げることが期待する。しかし、ソバなど粗放的な栽培体系の作物圃場では、雑草をゼロにすることは非常に難しい。作物の収量に影響を及ぼさない程度に雑草の生育を上手くコントロールする智慧を模索するべきではないかと考えている。



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		水稲用初・中期一発処理除草剤 ダイナマン		水稲用初・中期一発処理除草剤 ダイナマン		水稲用初・中期一発処理除草剤 マサカリ	
1キロ粒剤75		D1キロ粒剤51		ジャンボ		ジャンボ	
ダイナマンフロアブル ダイナマンDフロアブル		ダイナマンフロアブル ダイナマンDフロアブル		ダイナマン ジャンボ		マサカリ 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。
- *空容器は圃場に放置せず、環境に影響のないように適切に処理してください。

新梢伸長の制御 — 生理活性物質による頂芽優勢の制御 —

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構本部
総合企画調整部 企画調整室 主任研究員 伊東明子

1. 頂芽優勢とは

頂芽優勢とは、相関抑制 (correlative inhibition: 植物体の一部の器官や組織の成長が、他の部分の成長と関連して抑制される現象) の一種で、植物に頂芽と側芽(「腋芽」とも言う)が存在する場合、頂芽は旺盛に生育するが、側芽は成長が抑制されて「休眠」する現象を言う。側芽の休眠は、頂芽を取り除く(摘心)と解除される。また、頂芽がついていても、その成長が環境の変化や分裂組織の老化などによって停止すると、側芽は成長を開始する。

2. 頂芽優勢を制御する植物ホルモン

頂芽優勢を制御する植物ホルモンについては、一年生植物について多く研究されている。頂芽を取り除くと側芽が成長するが、その切り口にオーキシンを塗布すると頂芽があっても側芽の成長が抑えられる。一方、植物の側芽に直接サイトカイニンを塗布すると、頂芽があってもその側芽が伸長する。そこで、頂芽優勢はオーキシンとサイトカイニンのバランスで決定され、オーキシンを多量に産出している頂芽がなくなるとサイトカイニンの量が相対的に多くなり、その結果頂芽優勢が打破されると考えられている。このことは、一年生植物の突然変異体の解析からも裏付けられる。例えば、オーキシンに対する反応性が高い *axr3* 突然変異体では、頂芽

優勢が強まり分枝が減少するが、逆に、オーキシンに対する反応性が失われた *axr1* 突然変異体は頂芽優勢が弱まり分子が増える(Leyser, 1997)。一方、サイトカイニンを多量に生産する *amp1* は多くの分枝が発生する(Chaudhury et al., 1993)。また、オーキシン生合成を過剰にした組換え体 (*iaaH*, *iaaM*) では分枝が減少し(Sitbon et al., 1992)、逆にサイトカイニン生合成を過剰にした組換え体 (*ipt*) では分枝が増加する(Medford et al., 1989)。

一方、*Lupinus angustifolius* の側芽において、植物ホルモン(オーキシン、サイトカイニン、アブシジン酸)含量と伸長速度を比較すると、伸長速度はそれぞれ単独の植物ホルモン濃度とより、サイトカイニン/オーキシン比と高く相関した(Emery et al., 1998)。また、オーキシン生合成が過剰の組換え体とサイトカイニン生合成が過剰の組換え体をかけ合わせ、両方の産出が過剰の個体を作出すると、頂芽優勢は両親の中間となった(Klee and Estelle, 1991)。これらの結果は、頂芽優勢の制御にはオーキシンやサイトカイニン単独の濃度よりもその比が重要であることを示している。

頂芽優勢の制御に重要と考えられているこれら2種の植物ホルモンであるが、サイトカイニンの生合成がオーキシンによって制御されていることを示す実験成果が最近提示された。森ら

(2007)のグループにより、エンドウマメ茎組織から摘心によって発現が誘導される遺伝子群が単離されたが、その中にはサイトカイニン生合成の鍵酵素であるイソペンテニル基転移酵素をコードする遺伝子が含まれていた。さらに、この遺伝子の発現は、オーキシン含量の低下によって誘導された。つまり、頂芽の切除により茎内のオーキシン含量が減少すると、この減少に応答して茎でのサイトカイニンが増加し、側芽に運搬されて芽の伸長を誘導する、というスキームが考えられる。頂芽切除後に側芽に供給されるサイトカイニンは、その芽の近傍の茎で生合成されており、その芽の成長開始に深く関わっているものと考えられる。

3. 永年生植物における頂芽優勢

温帯に生育する木本植物などの永年生植物では、側芽の形成から成長開始(萌芽)の間に休眠を経由するため、萌芽の制御機構は一年生植物よりも複雑である。さらに、生活環が長い、組換え体作出が困難であるなど、実験上の不利もあり、頂芽優勢に関する研究は一年生植物に比べて非常に遅れている。しかし、永年生植物には一年生植物とは異なる頂芽優勢現象が見られる。ここでは温帯果樹を中心に、永年生植物の「頂芽優勢」についてこれまでの知見を整理して紹介する。

(1) 木本植物の同時枝

一年生植物では、頂芽が成熟して成長を停止したりあるいは頂芽を切除したりすると、ただちに側芽が萌芽するが、木本植物では通常、休眠現象が見られるため、芽は、形成されてから1年近くも萌芽しないままである。しかし、休眠期間においても、芽はリン片や花の器官など

を芽の内部に形成しながら、重量を増してゆく。多くの樹種において伸長中の頂芽を摘心すると側芽が萌芽する(Cline and Deppong, 1999)。また、リングでは、頂芽の伸長中にベンジルアデニン(合成サイトカイニン)を枝全体に処理すると側芽が萌芽・伸長して側枝となり、まるで鳥の羽毛のような樹の形になる。これは「フェザー(feather: 羽毛)」と呼ばれ、苗木生産に利用されている。一方、ポプラにオーキシン生合成に関わる遺伝子(*iaaM*と*iaaH*)を組み込み、内生オーキシン含量を高めると、野生型ポプラでは摘心により側芽の伸長が開始するのに対し、これら組換え体では摘心しても側芽の伸長がほとんど起こらなくなる(Tuominen et al., 1995)。これらの観察は、木本植物においても、草本植物と同様、オーキシン/サイトカイニン比によって側芽の伸長が制御されていることを示している。

また、特に頂芽を切除しなくても、頂芽の伸長と側芽の伸長が同時期に起こる場合がある。これを同時枝(sylleptic branching)という。対して、頂芽の伸長停止後(普通は冬季の休眠の後)に側芽が伸長してできる枝を先発枝(preoptic branching)という。同時枝は、多くの場合、旺盛に伸長している若い樹や枝で見られる。

同時枝発生の制御機構はほとんど研究されておらず、不明な点が多い。同時枝は、頂芽が節を形成する速度や節間を伸長させる速度が高いほど(Pfeiffer et al., 1998)、またその芽が形成された時点での樹の齢が若いほど(Tromp, 1996)多く発生する。通常、生育が旺盛な若い頂芽ほどオーキシンの産出も多いため、オーキシンが同時枝発生の抑制因子であるとは考えにくい。しかし、近年、ポプラにおいて、オーキシ

ンの感受性が高い個体では同時枝が発生しにくく、逆に感受性の低い個体では発生しやすいことが報告された (Cline and Kim, 2002)。これは、オーキシンの量ではなく、オーキシンのに対する感受性が同時枝発生を制御している可能性を示した最初の報告である。一方、Tromp (1996)は、地上部の成長が大きいと根の成長が抑制され、根の成長の抑制が今度は地上部の同時枝発生を抑制する方向に働くとの仮説を提唱し、そのシグナル物質がオーキシンとサイトカイニンである可能性を示唆している。しかし、この仮説の検証はまだ十分といえず、今後、さらに詳細な検討が必要である。

(2) 側芽の発達制御

頂芽が着生したままの茎を傾けたり弓なりに曲げたりしても、頂芽優勢が打破され、側芽が成長を開始する。偽休眠（一般に「夏季休眠」とも呼ばれる）のため、萌芽がおこらない状態の

木本植物でも、枝を曲げると側芽でリン片形成などの分裂成長が促進される。ニホンナシでは、その結果、休眠までの生育期間中に花器官を完成できる側芽が増え、花の数が増加する (図-1)。著者らは、枝の伸長が止まる7月頃に枝を傾けると、枝中の移行性オーキシン含量がそのわずか1日後には減少すること、また側芽中のサイトカイニン含量もオーキシン減少の3日後には増加することを見いだした (Ito et al., 1999; 2001a)。一方、花器官の形成は7月頃から開始し、枝の先端から基部の芽に向かって求基的に進行していくが、花器官の完成までには数ヶ月程度かかる。つまり、枝を傾けると、オーキシン/サイトカイニン比が急速に減少し、頂芽優勢が打破される。それにより、求基的に進行する花器官形成の開始時期と、その進行速度の両方が促進されるものと考えられる。

また、葉や芽を含む枝全体にオーキシン活性阻害剤を処理すると、側芽の活性型サイトカイ

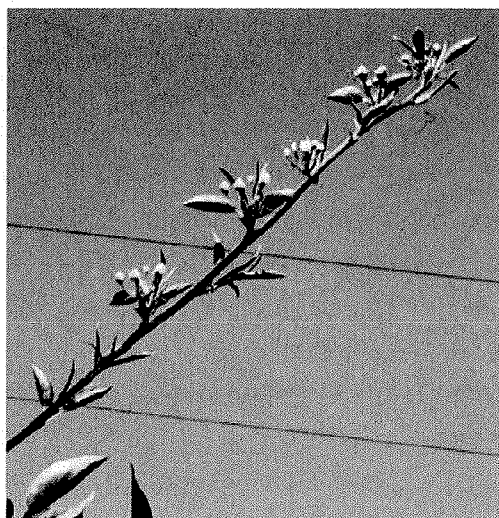
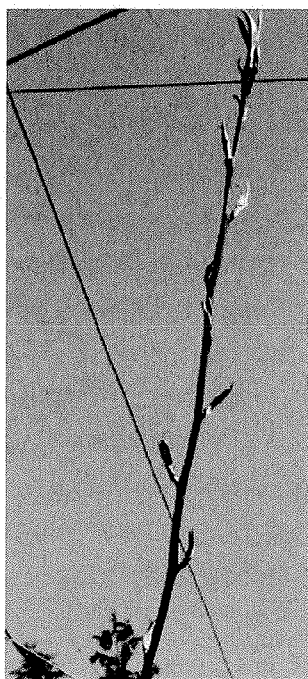


図-1 直立しているニホンナシ「幸水」枝(左)を斜めに傾ける(右)と、一枝あたりの花の数が増加する。

ニンが増加する一方でその前駆体の含量が減少した (Ito et al., 2001b)。つまり、枝内を移動するオーキシシンが減少すると、それがシグナルとなって側芽のサイトカイニン生合成が活発となり、活性型サイトカイニン含量が増加するものと考えられる。実験植物において、オーキシシンがサイトカイニンの生合成を制御していることがすでに明らかとなっているが、オーキシシンの作用点が根であるか、あるいは芽近傍の組織であるかが大いに論じられてきた経緯がある。われわれは、傾けた枝から根までの距離は数m以上にもなり、傾けた枝におけるオーキシシン産出減少のシグナルがいちど根を経由してから枝に伝達されるとは考えにくいこととあわせ、少なくともニホンナシなどの木本植物においては、オーキシシン作用点は芽近傍の組織であろうと考えている。

また、繁森らは、ニホンナシにおいて直立した枝と斜めに傾けた枝において、それらの側芽に含まれる成分をHPLCを用いて比較した結果、斜めに傾けた枝の先端側の側芽で顕著に増加している物質を見出し、その物質の単離に成功した (繁森ら, 2003)。二次元NMRおよびMS等のデータに基づいて、本化合物の構造解析を行ったところ、3,5-di-O-caffeoyl-quinic acidであることが明らかとなった。本物質の生理作用は現在検討中であるが、頂芽優勢の打破および花芽形成の誘導の制御に関わっている可能性が強く示唆されている。今後の研究の進展に期待したい。

(3) 頂生新梢と側生新梢

枝のなかの芽の位置により、休眠明け後の芽の生育は大きく異なる。これまで、伸長している枝の先端の芽を頂芽、頂芽が伸長しながら形

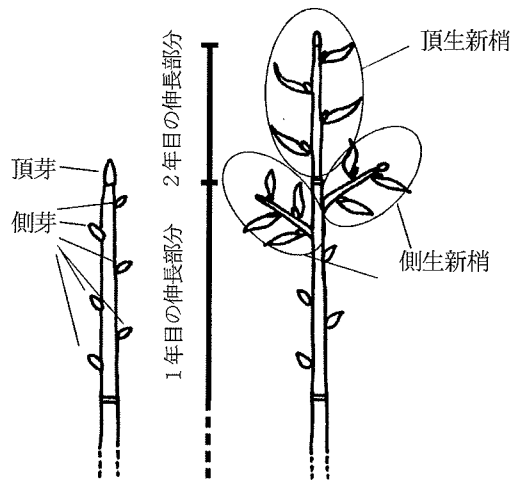


図-2 頂芽と側芽、および頂生新梢と側生新梢の関係。頂芽・側芽は一本の枝の中の位置関係を表す。それに対し、頂生新梢と側生新梢は、それぞれ前年に伸長した枝の頂芽と側芽が伸長してできた枝全体を指す。そのため、頂生新梢・側生新梢にも、それぞれ頂芽と側芽がある。

成される芽を側芽、と呼んだが、それらとの混同を避けるため、枝内の最も先端側の芽が伸長してできる枝を頂生新梢、それより基部に位置する芽が伸長してできる枝を側生新梢と呼ぶ (図-2)。

休眠明け後の芽は、そのすべてが伸長して枝になるのではなく、一部はそのまま成長を休止し、潜芽となる。また前年枝を休眠中に摘心すると、摘心の位置が低いほど頂生新梢の生育は旺盛となるが、新梢の発生本数は減少する。これもおそらく相関成長の一つであろうと考えられるが、その制御機構については明らかでない。ただし、摘心によって芽の数が減少するため、芽の間で限られた資源 (養分や植物ホルモンなどの生理活性物質) を分配する際に余裕ができ、残った芽の初期生育が旺盛になることもその一因であろうと想像される。

Cline (2000) は, white ash, green ash,

red oak の3種の樹を供試し、頂生新梢から運搬されるオーキシシンが側生新梢の伸長を抑制していることを明らかにした。また、頂生新梢の生育が非常に旺盛で、逆に側生新梢はほとんど伸長しないカラムナーリングは、一般的なリングに比べてオーキシシン含量が高く、頂生新梢による相関抑制が強まった形態と考えられている。

(4) 成長停止後の器官(古い器官)からの相関抑制

旺盛に伸長している枝では頂部を切除するだけで側芽が萌芽するが、ある時期を境に、頂部だけでなく葉も切除しなければ萌芽がおこらなくなる。また、さらに時期が進むと、芽近傍の枝組織からも抑制を受けるため、芽を枝から切り出さないと萌芽しなくなる。一年生植物では若く旺盛に成長している器官によってのみ萌芽が抑制されるが、永年生植物においては、このように成熟した器官(頂部や葉、リン片、枝など)によっても萌芽が抑制される。

木本植物では、成熟した頂部もオーキシシン・サイトカイニンを紹介して側芽の成長を抑制する。全摘葉したリングの枝は、頂部を切除すると側芽が萌芽するが、頂部の切り口にオーキシシンを処理すると萌芽が抑制される。また、側芽に直接サイトカイニンを処理しても萌芽する(Wang et al., 1994)。

一方、葉が萌芽を抑制する機構はこれまでほとんど研究されてこなかった。最近、永年生草本である *Euphorbia esula* を材料にした一連の研究報告により、その制御機構の一端が明らかになってきた。*E. esula* は、根に着生している芽(根生芽)を萌出させて栄養繁殖する。根生芽は通常、休眠状態にあり、地上部が枯死したりすると萌芽する。この植物では、根生芽の萌芽が地上部分裂組織(頂芽および側芽)と葉によ

り別々に抑制されていることが明らかとなった(Horvath, 1999; Horvath and Anderson, 2002)。分裂組織による抑制は、オーキシシン移行阻害剤の処理によって回避されたが、葉からの抑制はオーキシシン移行阻害剤では回避できず、ジベレリンによって回避できた。葉の抑制を担う物質の本体は、現在のところ不明である。しかし、①成熟葉が一定以上の枚数あると抑制がおこる、②抑制がおこるために光と二酸化炭素が必要である、③フィトクロームが関与していると考えられることから、光合成産物の糖である可能性が示唆されている(Anderson et al., 2001)。

(5) 自発休眠と偽休眠

冬季の休眠の深さは、加温開始から萌芽までにかかる日数の逆数で表されることが多い。休眠の深さは、自発休眠に先立っておこる偽休眠期間中の芽の状態に強く影響を受ける。たとえば、頂芽は側芽よりも自発休眠が深い、逆に休眠からさめるのも早い。同様に、枝を水平に倒したり、曲げたりして頂芽優勢を弱めると、萌芽しやすくなる(Crabbe and Barnola, 1996)。

また、芽の休眠の深さは時期によって異なる。秋の休眠導入期には休眠が比較的浅く、萌芽しやすいが、冬の初め頃には休眠の最深期を迎え、加温してもほとんど萌芽しなくなる。その後は低温遭遇時間が長くなるに伴い、休眠が浅く萌芽しやすくなる。この傾向はどの芽でも同じだが、休眠の深浅の幅が、枝の先端側の芽では大きく、逆に基部側の芽では小さいため、時期によって萌芽のしやすい芽の位置が変化する(Crabbe and Barnola, 1996)。

また、芽の上に枝組織がついている場合は、ついていない場合に比較して萌芽が遅くなる。こ

れは、自発休眠中の芽が枝による相関抑制を受けているためである。枝による萌芽抑制効果は、芽の直上で枝を環状剥皮すると失われる。さらに、休眠中の芽が萌芽するまでの日数は、植物成長調節剤であるプロマリン（サイトカイニン剤とジベレリンの混合剤）の処理によって短くなることも報告されている（Cook et al., 1998; 2000）。

4. 木本植物における「頂芽優勢」現象の今後 —まとめにかえて—

木本植物の「頂芽優勢」は、多様な要因が複雑に絡み合っており、それらの要因を切り離して考えることが困難であったため、これまで、制御機構の核心にはなかなか踏み込めずにいた。しかし、ポプラ属に関しては、現在アメリカでゲノムプロジェクトが進行中であり、木本植物におけるモデル植物としての地位を確立しつつある。ゲノム解読が完遂した暁には、詳細な解析が可能となるであろう。また、ポプラでは遺伝子導入による形質転換体の作出も比較的容易に行える。シロイヌナズナのサイクリン関連遺伝子をGUS遺伝子に連結してポプラに導入した植物では、成長制御刺激に反応した細胞分裂の開始をGUS活性により細胞レベルですばやく検出することができる。摘心による側芽の成長促進や、冬の休眠期における芽の成長活性の変化も本植物で検出できることが報告された（Rohde et al., 1997）。一方、ポプラのみならず、果樹を含めた多くの木本植物で、様々な表現型を示す個体の収集とその解析がすでに開始されている（Arora et al., 2003）。これらの新たな手法により、頂芽優勢現象が新たな光の下で再検討され、制御機構の解明に少しでも近づくことが期待される。

（本説は、「植物の知恵 化学と生物学からのアプローチ」（大学教育出版）の第3章第4節「永年生植物における頂芽優勢」を加筆・修正したものである）

文献

- Anderson, J. V., Chao, W. S. and Horvath, D. P. 2001. *Weed Sci.* 49: 581-589.
- Arora, R., Rowland, L. J. and Tanino, K. 2003. *HortScience* 38: 911-921.
- Chaudhury, A. M., Letham, S., Craig, S. and Dennis, E. S. 1993. *Plant J.* 4: 907-916.
- Cline, M. G. 2000. *Amer. J. Bot.* 87: 182-190.
- Cline, M. G. and Deppong, D. O. 1999. *J. Plant Physiol.* 155: 350-356.
- Cline, M. G. and Kim, D. I. 2002. *Ann. Bot.* 90: 417-421.
- Cook, N. C., Rabe, E., Keulemans, J. and Jacobs, G. 1998. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123: 30-34.
- Cook, N. C., Verhaegen, K., Keulemans, J. and Jacobs, G. 2000. *South African J. Plant Soil* 17: 108-112.
- Crabbe, J. and Barnola, P. 1996. A new conceptual approach to bud dormancy in woody plants, p. 83-113. In G. A. Lang, ed. *Plant dormancy: physiology, biochemistry and molecular biology*. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK.
- Emery, R. J. N., Longnecker, N. E. and Atkins, C. A. 1998. *J. Exp. Bot.* 49: 555-562.
- Horvath, D. P. 1999. *Weed Sci.* 47: 544-550.
- Horvath, D. P. and Anderson, J. V. 2002. *Weed Sci.* 50: 227-231.
- Ito, A., Hayama, H. and Yoshioka, H. 2001.

- Plant Growth Regul. 34: 151-158.
- Ito, A., Hayama, H., Kashimura, Y. and Yoshioka, H. 2001. Scientia Hort. 87: 199-205.
- Ito, A., Yaegaki, H., Hayama, H., Kusaba, S., Yamaguchi, I. and Yoshioka, H. 1999. HortScience 34: 1224-1228.
- Klee, H. J. and Estelle, M. 1991. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 42: 529-551.
- Leyser, O. 1997. Auxin: Physiol. Plant. 100: 407-414.
- Medford, J. I., Horgan, R., El-Sawi, Z. and Klee, H. J. 1989. Plant Cell 1: 403-413.
- 森 仁志 2007. 第3章 3. 頂芽優勢, 腋芽促進の機構。「園芸生理学 分子生物学とバイオテクノロジー」(山木昭平編, 文永堂)。38-48.
- Petracek, P. D. and Silverman, F. P. 2003. HortScience 38: 937-942.
- Pfeiffer, J. K., Pages, L., Genard, M. and Serra, V. 1998. Acta Hort. 465: 145-154.
- Rohde, A., Montagu, M. V., Inze, D. and Boerjan, W. 1997. Planta 201: 43-52.
- 繁森英幸, 山田小須弥, 長谷川宏司, 中島江理, 小林美由紀, 伊東明子. 2003. 第45回天然有機化合物討論会講演要旨集: 713-718.
- Sitbon, F., Hennion, S., Sundberg, B., Little, C. H. A., Olsson, O. and Sandberg, G. 1992. Plant Physiol. 99: 1062-1069.
- Tromp, J. 1996. Ann. Bot. 77: 63-70.
- Tuominen, H., Sitbon, F., Jacobsson, C., Sandberg, G., Olsson, O. and Sundberg, B. 1995. Plant Physiol. 109: 1179-1189.
- Wang, S. Y., Faust, M. and Line, M. J. 1994. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119: 1215-1221.

この草はなんだろう? 手軽に調べたい。

三二雑草図鑑

——耕地雑草ハンドブック——

廣田伸七／著

A5判 定価2,200円+税

新装版

原色 芽ばえとたね 図鑑

浅野 貞夫／著

A4判 定価9,000円+税

耕地には主要なものだけで150種を超える雑草が生えてきます。これら雑草の防除の第一歩は草を知ることです。本書は、農耕地や樹園地などによく見られる雑草500種を収録し、主要種は、幼植物・生育中期・成植物と生育段階を追った写真を掲載。また、似た草の見分け方を記載した、身近な植物を調べるための最適な図鑑です。

芽ばえの姿はどうなんだろう。本書は、植物の芽ばえのようすを克明に表した精密図版と、種・成植物の写真を組み合わせた植物の一生図鑑です。成植物のみの図鑑と異なり、芽ばえのようすから紹介しているため、植生などの調査にたいへん役に立つとの声が寄せられています。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL.03-3833-1821 FAX.03-3833-1665

新梢成長の制御

－カンキツにおける夏秋梢伸長の制御－

農林水産省大臣官房企画評価課 研究調査官 草場新之助

はじめに

カンキツ類において、7月から8月にかけて発生する枝を夏枝、その後9月頃まで発生する枝を秋枝と呼ぶが、発生時期が明確に分かれていないので、併せて夏秋梢と呼ばれることが多い。夏秋梢の発生程度は、その年の着果量に大きく左右され、着果量が多い場合は夏秋梢の発生は少なく、着果量が少ないと多く発生する。品種によってもその発生程度は異なり、高糖系温州など樹勢の強い品種は夏秋梢が発生しやすい。また、幼木や高接ぎ更新後間もなく栄養成長の度合いが強い樹、水田転換園等の耕土の深い園地や降雨・地下水等により土壤水分が多い状態などでは発生数が多くなる。ハウスミカンにおける早期加温型や隔年交互結実法の夏枝利用型、「はるみ」や「不知火」等の中晩柑では優良な結果母枝として積極的に利用している。しかし、慣行の露地温州ミカン栽培においては、夏秋梢の発生により糖度の低下や着色遅れ等果実品質の低下をもたらすため、その発生を極力抑制する管理が求められる。また、早期加温型のハウスミカン栽培では、6月のせん定の後10日頃から夏枝の伸長が始まるが、夏枝の伸長は1回にとどまらず発芽後40日で再発芽し、多いときには加温時期までに3回発生する。9月以降に発生した枝は充実が不十分であり結果母枝としては利用しにくく、加温後の花芽着生が不安定となる。

このため、夏枝の発生を最初の1回にとどめ、その枝を充実させて花芽を確保する必要が生じる。このように、夏秋梢は必要な場面とそうでない場面があり、その伸長を的確に制御することで、安定生産、高品質生産が図られると考えられる。

植調剤による夏秋梢の伸長制御の重要性

慣行の露地栽培温州ミカンの場合、早期摘果による着果負担の解除は連年生産への寄与は大きい。夏秋梢の発生による果実品質の低下ももたらす場合がある。これを避けるため、マルチシート被服による乾燥ストレスの付与や、摘果時期を遅らせて夏秋梢が発生しない時期に一举に摘果を行う後期重点摘果法などの導入により、夏秋梢の発生を抑制し、高品質果実を生産することが出来る。しかし、ハウスミカンにおいては、夏秋梢の遅伸びや再発芽を抑制し、優良な夏枝母枝を確保する必要がある。このための手法として自己せん定時期の地温を15℃に保つ地中冷却法や、土壤乾燥を組み合わせることがあげられる。しかしながら、そのための設備や労力・コストの面から、より効率的な植調剤による夏秋梢伸長の制御が重要である。

エチクロゼート

現在、カンキツ類の夏秋梢伸長抑制の目的で使用できる植調剤はエチクロゼートのみである。

本剤は1981年に摘果剤として登録され、2003年3月5日に夏秋梢伸長抑制にも適用拡大された。

エチクロゼートの使用に関しては、表-1に示した使用基準が定められている。温州ミカンの夏秋梢伸長抑制に対しては、新梢萌芽期に2000倍を1～2回（但し、収穫14日前まで）、あるいは、1000倍を1回（但し、収穫130日前まで）で、1000倍と2000倍をあわせた総使用回数は2回までである。使用方法是、立木全面散布で葉先からしたたり始める程度（250～500L/10a）となっている。なお、エチクロゼート乳剤は、摘果、品質向上目的のためにも用いられるため、これらを含めた総使用回数は4回以内（1000倍散布は1回以内）である。使用に際しては、処理時期によっては安定した効果が得られない場合があること、連年施用によ

り樹勢や生産力の低下が認められる場合があることに注意を要する。

早期加温ハウスミカンにおけるエチクロゼート乳剤の使用については、表-2の通りまとめられている。6月2日せん定、6月13日発芽の場合、7月22日のみの1回散布（1000倍）では再発芽が見られ、11月22日の加温では着花が少ないため8月24日に2回目の散布（2000倍）を行うか、加温を12月13日まで遅らせた方がよい。また、6月21日せん定、6月30日発芽の場合は、8月11日のみの1回散布（1000倍）でも、9月14日に2回目の散布（2000倍）を行った場合でも発芽はさほど見られないものの、11月22日の加温では着花が確保できないことから、12月13日の加温の方が安全であるとされている。表-2は原口早生を用いた成績から得られたもので、宮川早生等でエチクロゼート

表-1 エチクロゼートの使用方法（使用基準）

適用作物	使用目的	使用時期	使用回数	希釈倍率	散布液量	使用方法
温州みかん	夏秋梢伸長抑制	新梢萌芽期 (収穫14日前まで)	1～2回(1000倍希釈散布は1回以内)	2000倍	葉先からしたたりはじめる程度 (250～500L/10a)	立木全面散布
		新梢萌芽期 (収穫130日前まで)		1000倍		
かんきつ (温州みかん、 きんかんを除く)		新梢萌芽期 (収穫60日前まで)	1～2回	1000～ 2000倍		
きんかん						

表-2 早期加温ハウスにおけるエチクロゼート使用モデル（品種：原口早生）

6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
せん定	発芽	1 散布	再発芽		加温	花中
せん定	発芽	1 散布	2 散布		加温	花中
せん定	発芽	1 散布	再発芽			加温 花多
せん定	発芽	1 散布	2 発芽			加温 花多
せん定	発芽	1 散布			加温	花少
せん定	発芽	1 散布	2 散布		加温	花少
せん定	発芽	1 散布				加温 花中
せん定	発芽	1 散布	2 散布			加温 花中

せん定：6月2日 或いは 6月21日、 1散布：1000倍、2散布：2000倍、加温：11月22日 或いは 12月13日

の効果が出にくい場合は、加温時期と散布回数について調整が必要である（広瀬，2003）。

高原ら（2001）は、露地温州ミカンにおいてもエチクロゼートによる着花促進を確認すると同時に、散布後2～3週間、昼間の葉の水ポテンシャルが低下することを認めている。真子ら（1984）も、エチクロゼート散布により1～3週間吸水・吸肥が抑制され、地上部の生育が抑制されることを報告している。また、高原ら（1988）は、極早生温州ミカンに対するエチクロゼートの散布が、発根伸長中のものには散布直後の伸長抑制効果はないが、収穫後における抑制効果を確認している。土壤乾燥や発根停止はカンキツの着花を促進するとされており（井上，1989；Roedhy and Inoue，1990），新梢伸長と発根の抑制による同化産物の消耗回避が着花促進の一因であることが考えられる。

NAA（1-ナフタレン酢酸ナトリウム）

前述の通り、現在カンキツ類において夏秋梢伸長抑制の目的で使用が可能な植調剤はエチクロゼートのみである。本剤に効果の不安定性や樹勢低下をもたらす危険性があることから、他

の薬剤の開発・登録が急務であった。NAAは、かつて摘果剤として登録されていたが、1976年の農薬取締法改正に基づいて再登録を断念した。しかし、それ以前から発芽抑制効果も認められており、生産者サイドからの夏秋梢伸長抑制に対するNAAの登録の要望も高い。再登録のためには毒性データの整備のほか、効果の安定性や樹勢への影響など明らかにすべき事項が多いが、これらのことが検討され2006年12月に登録申請がなされた。今回の登録申請の内容は、温州ミカンの間引き摘果・全面摘果、温州ミカンの夏秋梢伸長抑制、およびナシの収穫前落下防止効果を含んでいる。

早期加温栽培の温州ミカンにおける夏秋梢伸長抑制効果については、杉原（2006）の報告によれば、NAA 22%水溶剤の1000倍溶液の散布はエチクロゼート乳剤1000倍と同様に効果が高く、結果母枝からの再発芽を抑制し、葉害も観察されていない（表-3）。また、加温後の発芽、および着花状況については、新梢の発芽については同等ながら、有葉花の増加が認められ、結果として総花数が増加する傾向が認められている（表-4）。薬剤処理後10週目に再度切

表-3 完全緑化後の夏芽母枝からの新梢の再発芽状況（杉原 2006 を改編）

薬剤	散布濃度 及び回数	結果母枝 長(cm)	結果母 枝節数	発芽節数	発芽節率 (%)	発芽母枝 率(%)	葉害
NAA 22%水溶剤	1000倍×2	15.9	8.7	0.0	0.0	0.0	—
エチクロゼート乳剤	1000倍×2	15.6	8.6	0.0	0.0	0.0	—

ハウス栽培21年経過の34年生宮川早生（カラタチ台）。せん定2005年6月22日。
加温開始2006年1月6日。薬剤処理日：8月11日、9月2日。

表-4 加温後の発芽及び着花状況（杉原 2006 を改編）

薬剤	散布濃度 及び回数	結果母枝 長(cm)	結果母 枝節数	発芽節数	発芽節率 (%)	結果母枝あたり新梢数・形質別花数			
						新梢	直花	有葉花	総花数
NAA 22%水溶剤	1000倍×2	15.9	8.7	5.6	64.6	0.9	3.8	3.2	7.0
エチクロゼート乳剤	1000倍×2	15.6	8.6	5.0	58.1	0.9	3.2	1.7	4.9

ハウス栽培21年経過の34年生宮川早生（カラタチ台）。せん定2005年6月22日。加温開始2006年1月6日。
薬剤処理日：8月11日、9月2日。

り返しせん定を行い、発芽させた新梢が完全緑化した後の葉面積と葉重に関しても影響は認められなかった(杉原, 2005)。他の植調協会の委託による試験成績からも、エチクロゼートとほぼ同等の夏秋梢発芽抑制効果が認められているのに加え、エチクロゼート以上の着花促進効果も認められており、加温時期を若干早くできる可能性もあると考えられる。また、NAA散布による夏秋梢伸長抑制効果は、新梢萌芽直前の散布が最も効果が高く、萌芽初期の散布では伸長が止まらない結果も得られており、新梢萌芽直前の散布が必要である。

NAAの使用に関しては、2年～2年半後には使用可能となる予定であるが、より迅速な普及、利用が図られることが望まれる。

その他の新梢伸長抑制剤

エチクロゼート、NAAはともにオーキシン様活性を持つ植調剤であるが、枝の伸長に最も影響を及ぼす植物ホルモンはジベレリンである。そのジベレリンの生合成を阻害することにより新梢成長を抑制する物質が各種見いだされている(腰岡ら, 2005)。それらのうち、現在カンキツで使用可能な薬剤はパクロブトラゾールのみである。パクロブトラゾールは、ジベレリンの前駆物質である *ent*-カウレンから *ent*-カウレノール、*ent*-カウレナール、*ent*-カウレン酸に至る3段階の酸化反応に関与する酵素の活性を阻害することによってジベレリンの生合成量を低下させる。パクロブトラゾールは、温州ミカン、特に西南暖地における旺盛な春枝伸長を抑制し、樹幹拡大を緩慢にすることによる省力化と安定生産を主な目的として使用されている。

おわりに

エチクロゼートが登録される以前に夏秋梢伸長抑制のために登録されていたマレイン酸ヒドラジッドコリン塩 (C-MH)は、品質劣化により遊離ヒドラジンが増加するため、2002年4月22日に販売中止、出荷品回収となったため現在は使用できなくなっている。エチクロゼートおよびNAAはともにオーキシン様活性を有する植調剤であり、本稿で述べた夏秋梢伸長抑制効果の他に摘果剤としても有効であるとともに、エチクロゼートは果実品質向上目的のためにも使用されている。エチクロゼートでは、樹勢の弱い樹への散布によりさらに樹勢低下を来す場合もあり、夏秋梢伸長抑制以外の使用目的を含む総使用回数は4回とされているものの、その使用については散布による樹体への影響を考慮した使用が望まれる。NAAに関しても、温州ミカンへの連用により樹がコンパクトとなり、隔年結果が軽減できるが、同時に根量の低下も招くことが報告されており(富永ら, 1981)、その使用についてもエチクロゼートと同様、樹勢の見極めが重要であると考えられる。

引用文献

- 広瀬和栄 (2003). 農業技術体系—カンキツ—, 技 396 の 1 の 13 – 15.
- 井上宏 (1989). 園芸学雑誌. 58 (3) : 581 – 585
- 腰岡政二・竹内安智・坂斎・禰泰雄 (2005). 植物の化学調節. 40 (2) : 111 – 123.
- 真子正史・広部誠 (1984). 神奈川園芸試験場報告. 31 : 10 – 15.
- Roedhy, P and H. Inoue (1990). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 59 (2) : 207 – 214.
- 杉原巧祐 (2005). 平成17年度関東東海北陸農

- 業研究成果情報. 242 - 243. 35 : 89 - 97.
- 杉原巧祐 (2006). 平成18年度常緑果樹関係除 高原利雄・広瀬和栄・岩垣功・小野祐幸 (1988).
草剤・生育調節剤試験成績収録. 日本植物調 果樹試験場報告D. 10 : 69 - 76.
- 節剤研究協会. 170 - 171. 富永茂人・工藤和典・小野祐幸・大東宏 (1981).
高原利雄・緒方達志 (2001). 果樹試験場報告. 四国農業試験場報告. 37 : 111 - 119.

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)



ジャンボ剤、フロアブル剤、1キロ粒剤など最近の水田除草剤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、性質などを解説し、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。

掲載した除草剤

(水田除草剤)

アピロスター	ザーベックスDX	ドニチS
アピロトップ	サラブレッドRX	フォーカスショット・ブレッサ
アピロファインD	シロノック	ボス
イッテツ	スピソ	ミスターホームラン
イネエース	ダイナマンD	ラクダープロ
キチット	ダイナマン	(畑地、樹園地除草剤)
クサカリテイオー	ダッシュワン	シンパー
クサトリードX	テラガード	ナブ
クラッシュEX	トップガンGT	ロックス

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

新刊

草地科学実験・調査法 A4判 611ページ 定価(本体7,000円+税)

「草地」に関わるさまざまな実験・調査法を横断的かつ体系的に集大成した大部。本書では、牧草等の実験・調査法にとどまらず、飼料、家畜、土壌、気象、統計法など草地全般にわたる手法の実験を解説する。さらに近年の機器やソフトウェアの進展に伴い、大きく進化している実験・調査法のすべてを取り込むことにより、研究の基礎から応用まで幅広い分野を網羅。

全国農村教育協会 〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6 ホームページ <http://www.zennokyo.co.jp>
電話(本社)03-3833-1821 (出版部)03-3839-9160 FAX 03-3833-1665

植 調 協 会 だ よ り

◎ 会議開催日程のお知らせ

- ・平成19年度常緑果樹関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成19年11月13日(火), 13:00~17:00
14日(水), 9:30~12:00

場所：メルパルク大阪

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区
宮原4-2-1

TEL 06-6350-2111

- ・平成19年度春夏作芝関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成19年11月28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

- ・平成19年度水稻関係生育調節剤試験成績検討会

日時：平成19年12月3日(月), 10:00~17:00

場所：植調会館

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6

TEL 03-3832-4188

- ・平成19年度畑作関係除草剤・生育調節剤試験成績中央検討会

日時：平成19年12月4日(火), 10:00~17:00
5日(水), 9:00~12:00

場所：東京ガーデンパレス

- ・平成19年度水稻直播栽培用除草剤適2試験成績検討会

日時：平成19年12月5日(水), 13:00~17:00

場所：東京ガーデンパレス

※判定会議は、中央判定会議(12月6日)にて行います。

- ・平成19年度水稻関係除草剤試験成績中央判定会議

日時：平成19年12月6日(木), 10:00~17:00
7日(金), 9:30~15:00

場所：東京ガーデンパレス

- ・平成19年度春夏作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成19年12月12日(水), 9:30~17:00
13日(木), 9:00~16:00

場所：東京ガーデンパレス

● 訂正とお詫び

第41巻第6号(42ページ)に掲載致しました平成19年度水稻関係除草剤適2試験・普及適用性試験(展示圃)地域別成績検討会開催日程表の中で、九州地域の開催場所に誤りがありました。

正しくは下記のとおりです。お詫びして訂正致します。

- ・平成19年度水稻関係除草剤適2試験・普及適用性試験(展示圃)地域別成績検討会開催日程表
＜水稻関係除草剤適2試験・普及適用性試験(展示圃)＞

区 分	場 所
九 州	R I T Z 5 (リッツ5) 〒812-0017 福岡県福岡市博多区美野島1-1-1 TEL 092-472-1122

※ 日時の訂正はありません。

編集後記

昔から「暑さ寒さも彼岸まで」と言われるように夏がいくら暑くとも9月の彼岸ともなると「ピタット」と涼しくなり、自然の摂理の妙を感じさせてくれるのだが今年は全く異常。

地球温暖化の影響が9月の彼岸を過ぎても連日30度を越す真夏日の連続。そのために数々の異常現象が起きている。九州地方では大量のアサリが死んでしまった。秋の味覚として出荷最盛期を迎える「カキ」を養殖棚から引き上げて見るとなんと半分は死んで「貝がら」だけ。原因はいずれも海水温がいつまでも高いために起きた現象のようである。また、有明海では例年なら彼岸過ぎに始まる「ノリ」の養殖網が海水温が高いので種つけができないために張れないなど異常現象が次々と報道されている。海だけではない。陸の畑でも変な現象が起きている。長野県北部や新潟県では9月の声を聞くと涼風が吹き秋の色が濃くなってくる。秋風が吹いて来るとナスやトマトの収穫も終りに近づき、特にナスは果実が小形になって諺に「秋ナスは嫁に食わすな」といわれるように独特の美味となり珍重されているのだが、今年は暑さが何時迄も続くのでナスは10月になっても旺盛な生育を続けて大きなナスを次々につけて農家を驚かせている。正に自然の摂理は狂ってしまった。

こんな状況の中、温暖化をあざ笑うように季節どおりのサイクルで生育している植物がある。それは別名でマンジュシャゲと呼ばれるヒガンバナである。ヒガンバナは「彼岸花」で秋に稲穂が色づく頃、毎年、秋の彼岸を知っているかのように必ず9月の彼岸になると田の畦や土手、道端に花茎を伸ばして真っ赤な花を咲かせる。ヒガンバナのサイクルは9月の彼岸の頃に葉よりも先に30～50cmの高さの花茎を伸ばし頂に5～6個の真っ赤な花を輪状に咲かせる。このときは葉はない。やがて花が終る頃、今度は葉が伸びてきて冬から春にかけて成長し鱗茎



▲ヒガンバナ

に養分を貯えて4～5月に枯れて姿を消す。つまりヒガンバナは花が咲いているときは葉がなく、葉が茂っているときには花がないというように葉と花は一緒に見るができない植物である。9月の始め頃はヒガンバナは地中に鱗茎として存在している。それが9月の彼岸になると確実に花茎を地上に伸ばして来る。何故彼岸を知っているのだろうか？或る人は日長の変化を察知して現れてくるのではという。しかし、鱗茎は土中であって日長の変化を知ることはできない筈である。また、ヒガンバナが毎年秋の彼岸に決って開花するメカニズムの一つは夏の

地温の変化によるとされ、花芽は葉が枯れる5月頃に形成され、地温が25度ぐらいになる8月下旬から花茎が伸びはじめ彼岸の頃に開花するという。この説は平年並みに気温が推移した年なら理解できるが、今年のように異常気象の年はどうなるのだろうか？8月から10月始めまでにかけて30度を越す暑さが続いたのに地温だけが今年も8月下旬には25度になったのだろうか。恐らく今年は地温も高かったに相違ない。それなのに今年も東京近郊では9月の彼岸に合わせて「彼岸花」は開花した。高温だったために今年は開花が彼岸より遅れたな

ら納得できるが、そうではなかった。正に謎の植物である。

日本のヒガンバナは3倍体で種子はできない。鱗茎が分球して殖える。地下茎を出して先に分球をつくるのならば附近に広がってもおかしくないが、ヒガンバナは鱗茎が2つに分かれて増えて行く。よく観察すると前にあった株からかなり離れた場所から新しい花茎が出てくるのをよく見かけるが何故だろう。親球から分かれた子供の鱗茎は根を伸び縮みさせて土の中を何年もかけて移動し適当な場所に定着して芽を出すという気の遠くなるような繁殖戦略で増殖する謎の植物である。④

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/>

平成19年10月発行定価525円(本体500円+消費税25円)
植調第41巻第7号 (送料270円)

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
印刷所 ㈲ネットワン

R100
全国紙産率100%再生紙を全面採用しています

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
フロアブル

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
ゴヨウダ[®]ジャンボ

大好評の既存剤

ボヘンと
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[®]ふるあぶる

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
SCG 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、ブッシュ、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

DU PONT The miracles of science™



特 長

《広範囲の雑草に有効》

雑草発生前の散布でほとんどの畑地一年生イネ科および広葉雑草を同時に防除します。

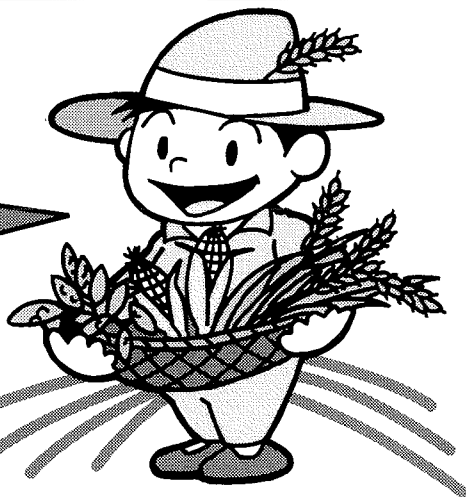
《安定した除草効果》

作用性の異なる3種の有効成分を混合することにより、幅広い草種に安定した除草効果を示します。

《長い持続効果》

本剤は土壌中の移動性が小さいため、長期間雑草の発生を抑えます。

しつこい畑地雑草を
きれいに抑えます。



大豆、えだまめ、小麦・大麦、とうもろこし、にんじん、ばれいしょの雑草防除に

クリアター

乳剤 細粒剤

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



JAグループ

農 協



経済連

®は登録商標



自然に学び 自然を守る

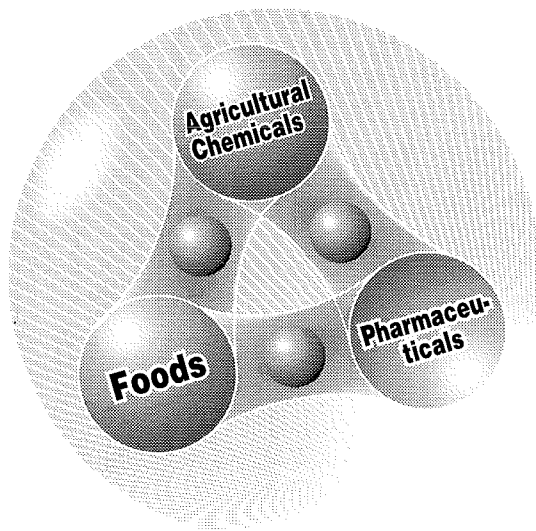
クミアイ化学工業株式会社

本社：東京都台東区池之端1-4-26 〒110-8782 TEL.03-3822-5131

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暮らしに、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>