

植調

第 48 卷 第 3 号



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

公益財団法人
日本植物調節剤研究協会

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

より豊かな 農業生産のために。 三井化学アグロの除草剤



キクンジャベズ
1キロ粒剤・ジャンボ・フロアブル

シロノック
1キロ粒剤75・H/Lフロアブル・H/Lジャンボ

クサトッタ
粒剤・1キロ粒剤

オシオキMX
1キロ粒剤

MIC ザーバックスDX
1キロ粒剤

イネキング
1キロ粒剤・ジャンボ・フロアブル

クサトリ-BSX
1キロ粒剤75/51

クサスイブ
1キロ粒剤

フォローアップ
1キロ粒剤

MIC ザーバックスSM
粒剤・1キロ粒剤

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

MIC スラッシャ
粒剤・1キロ粒剤

MIC スウィーブ
フロアブル

クサファイター
1キロ粒剤

草枯らしMIC



三井化学アグロ株式会社

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



ポッシブル

ポッシブルはこれまでにない水稲用一発除草剤。
2成分で、手強い雑草を幅広く防除。
白く枯らすから、効きめがハッキリ見える。



Bayer CropScience

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



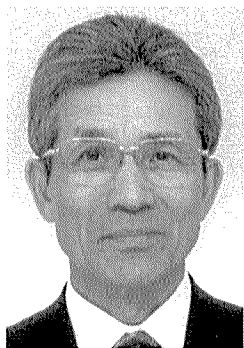
2成分で白く枯らす。
効きめが見える。

AVH-301

®はバイエルグループの登録商標

■ お客様相談室 ☎ 0120-575-078
9:00~12:00、13:00~17:00 土・日・祝日を除く

巻頭言



体温調整と健康

(公財)日本植物調節剤研究協会 北海道支部長 松川 勲

風邪やインフルエンザの前触れでゾクゾクとした悪寒がして初めて体温計を取り出すという、日頃健康な人が多いのではないだろうか。私も以前は2年に一度くらいしか体温計のお世話になることはなかった。そして、体温計が38～39℃を示すと急に病人になった気になり一昼夜くらい寝込み翌朝にはいつもと変わらぬ生活ができたものである。

1年くらい前から右肩から上腕がズキズキ不規則な痛みを感じずようになり、また、右腰の一点が就床とともに疼きだすようになった。整形外科で診察してもらったが原因が特定できず、適切な治療もないまま半年以上不眠症との戦いが続いていたが、昨年12月ごろに身体的基础体温を上げると体調がよくなる、その大きな要因が免疫力のアップによるものらしい、との話を聞いたことから不良体調の解消になるならば、と体温を上げる方法についてためしてみた。

まず、自分の体温はどのくらいか計ってみた。朝起きた直後は35.6℃、日中でも36.2℃。健康な人の平熱は36.5～37.1℃といわれているから36℃未満は「低体温」にはいるらしい。これから0.5℃ほど基礎体温を上げて免疫力を高めることができたなら腕や腰のいやな痛みが解消されるのではないかと期待を込めて目標に挑むことにした。

ところで、今から50年前の1960年頃の日本人の平均体温は36.9℃、現在の平均は36.2℃、50年間で体温の平均が0.7℃低下しているという。この体温低下の原因の9割は筋肉量の低下だといわれている。50年前に比べて手作業による掃除、洗濯など、また畑仕事や交通手段など、日常的な運動量は大幅に低下している。運動量の低下にともない筋肉量が減少した。筋肉は人体最大の熱生産器官なので筋肉が少なくなると体温も下がり基礎代謝も低下する。基礎代謝が落ちればカロリーが消費されなくなっ

て内臓脂肪が増加して肥満タイプがふえる。

筋肉量の減少以外では、運動不足に加えてエアコン生活によって汗をかきにくい環境であることも低体温の原因と言われる。また、日常生活で生じるストレスは50年前より複雑化しており、ストレスによって分泌されるホルモンは筋肉をやせさせてしまい、その結果、低体温をまねく。さらには、ストレスや精神面でのホルモンバランスの乱れなどによる自律神経の乱れも低体温の原因になっている。

それでは体温を上げるにはどうすればよいのか。最も効果的なのは1日30分以上歩くことのようなのだ。加齢による筋肉の減少率は年間で約1%、1日中動かないでいると1日で0.5%もの筋肉が失われるという。宇宙飛行士が無重力空間で数日過ごす地球に帰還した時には筋肉が衰えて歩くこともできない。筋肉を維持するには毎日の生活の中にウォーキングを習慣づけるのが良い。その他には、体を冷やさずに温める生活をする事で免疫力を活性化させる。入浴はシャワーですませずに湯船につかるようにする。ストレッチのなかにスクワットを取り入れる。食品もストレスを緩和する成分「GABA(γ-アミノ酪酸)」を多く含む玄米、かぼちゃ、じゃがいも、トマトなどを取ると効果が期待できる。

しかし、これらの方法のみでは低体温の改善が得られるまでにはかなりの時間がかかる。私は今、上記の方法に加えてある健康機器の利用により、体温測定を始めた時より0.3～0.4℃体温を上げつつある。そして肩、腰の痛みが薄らいだ夜はほぼ熟睡でき、そんなときは朝の体温も36℃を上回っている。まだ35℃代の体温の日もあるが少しずつ低体温から脱出しつつあるのを体感できている。

これまでほとんど気にとめていなかった体温をこれからは意識しながら健康を考えていきたい。

目次

(第 48 卷 第 3 号)

巻頭言

体温調整と健康.....	1
(公財)日本植物調節剤研究協会 北海道支部長 松川 勲	
カーネーションの全ゲノム解読がもたらすもの	3
(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 花き研究所 主任研究員 八木雅史	
除草剤耐性作物とグリホサート抵抗性雑草の現状と課題.....	12
モンサント・カンパニー John K. Soteres・Jose Rafael Prado	
日本モンサント(株) 脇森裕夫・山根精一郎	
田畑輪換圃場における問題帰化雑草の発生活消長 (3) ヒロハフウリンホオズキ	27
協友アグリ(株) 徐 錫元	
植調誌に寄せられた読者からのたより	32
水稻品種「農林1号」と並河顕彰を読んで	
福岡県筑後農林事務所南筑後普及センター 参事 三角孝幸	
新登録除草剤・植物成長調整剤一覧.....	34
植調協会だより.....	44

**省力タイプの高性能
水稲用初・中期
一発処理除草剤シリーズ**



**問題雑草を
一掃!!**

日農 イッポン®
1キロ粒剤75・フロアブル・ジャンボ

日農 イッポンD®
1キロ粒剤51・フロアブル・ジャンボ

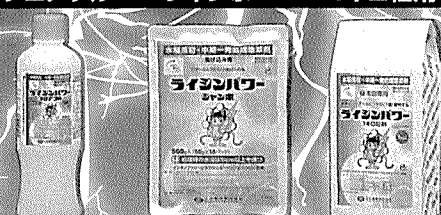


**この一本が
除草を変える!**

田植同時
処理可能!
(ジャンボを除く)

<写真はイメージです>

ライオンパワー®
フロアブル ジャンボ 1キロ粒剤



**雷神パワーで
バリツと雑草退治**



<写真はイメージです>

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

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

カーネーションの全ゲノム解読がもたらすもの

(独)農業・食品産業技術総合研究機構 花き研究所 主任研究員 八木雅史

はじめに

ゲノムとは生命の設計図と言われ、生物を形作る遺伝情報の全てと定義される。ゲノム解読とはゲノムを構成するDNAに含まれる4種類の塩基（アデニン（A）、グアニン（G）、シトシン（C）、チミン（T））の並びを明らかにすることである。植物では2000年にシロイヌナズナのゲノムが公開されて以降、ゲノム解読は単子葉植物の代表としてイネ（2004年）、木本植物の代表としてポプラ（2006年）などモデル植物と呼ばれるごく限られた植物だけであった。これらは大型の国際コンソーシアムにより1塩基ずつ解読が進められたことから、非常に高精度ではあるが、巨額の予算と多大な時間を投じて実現した。ところが、2000年代半ばから、次世代型と呼ばれるシーケンサーの誕生によりこの分野の世界は激変した。近年では、トマトやハクサイ、かんきつ、リンゴといった身近な野菜や果樹でも次々とゲノム解読が進められている。しかしながら、栄養繁殖性で遺伝的に雑ばくな花きの分野ではこれまで報告がなかった。今回、我々のグループが花きで初めてとなるカーネーションのゲノム解読に成功したので、その成果について紹介する。

1. 花き研究所におけるカーネーション研究

カーネーションは国内で毎年6万本が消費されるほど人気の高い品目であり、世界的にもキク、バラと並んで生産が多い3大切り花の一つである。国内の栽培は年々減少傾向にあり、コロンビアや中国といった産地で大規模かつ低コストに栽培された海外からの輸入品におされ、流通量の50%以上が輸入品で占められている。花き研究所では、こうした現状を打破し、輸入品に対抗する

ための方策の一つとして、病害抵抗性や日持ち性といった評価に時間がかかり、従来法では取り組みの難しい新しい形質をターゲットにした日本オリジナル品種の開発という育種面からのアプローチを試みてきた。2005年には従来品種の3倍長持ちする「ミラクルルージュ」、ミラクルシンフォニー」を育成した（小野崎 2006）。また、2010年にはカーネーションの重要病害である萎凋細菌病抵抗性育種に取り組み、15年以上の歳月をかけて交配と選抜を繰り返し、野生種 *Dianthus capitatus* ssp. *andrzejowskianus* 由来の抵抗性を導入した「花恋ルージュ」を育成した（八木ら 2010）。そのような評価に時間のかかる育種を効率化するため、萎凋細菌病抵抗性の選抜DNAマーカーの開発（Onozaki *et al.* 2004）、カーネーションで初めての連鎖地図作成（Yagi *et al.* 2006）、汎用性の高いSSRマーカーによる連鎖地図の作成（Yagi *et al.* 2012; 2013）、発現遺伝子情報の網羅的収集（Tanase *et al.* 2012）などのゲノム研究基盤を育種と並行して整備してきた。

2. カーネーションの全ゲノム解読

(1) 参画機関

今回の解読は花き研究所、かずさDNA研究所、東京農工大学、サントリーグローバルイノベーションセンター株式会社の産官学の4機関が共同して行った。かずさDNA研究所は千葉県の研究機関でありながら、日本から唯一シロイヌナズナのゲノム解読国際コンソーシアムに参画し、大きな成果を上げるとともに、近年では、トマトや食用のイチゴのゲノム解読に成功するなど、植物のゲノム研究に多大な実績を有している。カーネーションに関しては、「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」において「先端ゲノ

ム解析技術を利用した高度品種識別システムの開発」の中で、カーネーションのDNA品種識別データベースを構築している。東京農工大学の小関教授のグループは、カーネーションの主要な色素であるアントシアニンの生合成経路の遺伝子の単離やカーネーションの有する多様な模様へのトランスポゾンの関与について世界的な成果をあげている。サントリーでは、近年、不可能の代名詞であった「青いバラ」の開発に成功し、その過程では世界で初めて遺伝子組み換え技術による青い色素のデルフィニジンを含むカーネーション「ムーンダスト」を開発し、実用化している。これまでにない青みを持つカーネーションは、カーネーションに新たな需要をもたらした。

今回、これらカーネーション研究に関わりを持つ日本の研究機関が、カーネーション研究に新たな転換をもたらすことを目的に結集し、ゲノム解読に取り組んだ。

(2) ゲノム解読した品種「フランススコ」

今回の解読では、日本の赤色カーネーションの代表的品種である「フランススコ」(図-1)を用いた。カーネーションは品種の入れ替わりが早く、早いものは2〜3年で新しい品種へと更新されるが、「フランススコ」は、もともとイタリアで育種が行われ、1988年に日本で品種登録された。現在でも広く栽培が行われており、これほど長い



図-1 ゲノム解読した品種「フランススコ」

期間栽培が行われている品種は、カーネーションの中では数少ない。開花や生理的な特性など基本的なカーネーションの特徴を備えていることから、花き研究所では次世代シーケンス解析による発現遺伝子の網羅的収集とカタログ化を行い、基盤となる情報を整備していた (Tanase *et al.* 2012)。

(3) 配列データの収集

塩基配列の解読を行うための機械であるシーケンサーの発達が目覚ましく、2006年ごろに誕生した当時は次世代型と呼ばれていたが、その後、著しい改良が進んでおり、現在では、数キロにおよぶ配列が決定可能な第3世代型と呼ばれる1分子リアルタイムシーケンサーや、光以外の検出方法を用いる第4世代型が誕生しており、今後も情報量の拡大、高速化、低コスト化、機械の小型化が進むと期待されている。今回は、普及が最も進んでいる2種類の第2世代型のシーケンサー Hiseq1000 (イルミナ社) とGS FLX+ (ロシュ社) を用いた。Hiseq1000は読み取り長が100bp前後と短い、一度の解析でおよそ300Gb (ヒトゲノム100人分に相当) と多量の情報が収集可能である。GS FLX+は一度の解析で得られるデータは700Mbと少ないが、読み取り長が700bpと長く、解析精度の向上に有効である。

「フランススコ」の葉片からDNAを抽出し、断片長の異なる各種ライブラリーを作成した。Hiseq1000を用いて4種類のライブラリー (180bpのオーバーラッピングフラグメント (OF), 500bpのペアエンド (PE), 3kb, 5kb メイトペア (MP)) を、GS FLX+を用いて2種類のライブラリー (シングルエンド (SE), 4kbペアエンド (PE)) を解析した。最終的に各ライブラリーから収集したデータは、152.6Gb (OF), 127.7Gb (PE), 44.3Gb (3kb-MP), 47.5Gb (5kb-MP), 3.9Gb (SE) および589Mb (4kb-PE) であり、合計したゲノム配列は推定ゲノムサイズの604倍に相当する376.6Gbであった。

ゲノムサイズに関して、k-merの解析と呼ば

れる多数の配列の中から繰り返し読み取られる配列の頻度分布から推定する手法を用いて解析した結果、「フランセスコ」のゲノムサイズは622Mbであった。これまでフローサイトメーターを用いた解析では、異なる品種であるが、611Mb (<http://data.kew.org/cvalues/>) や685Mb (Agulló-Antón *et al.* 2013) などと報告により幅があったが、今回の解析で信頼性の高い新たな指標となりうる数値が得られた。

カーネーションのようなヘテロ性が存在している配列データを統合するための定法となる手法はまだ確立されていない。そのため、今回の解析でも様々なプログラムを組み合わせ、試行錯誤により最適化を図った。最終的に、各ライブラリーをNewbler, SOAPdenovo2, FERMI, ALLPATHSという4種類のプログラムを組み合わせアセンブルを行った結果、コンティグと呼ばれる、ほぼ完全なつながりをもつ88,654個の配列と、スキャフォールドと呼ばれる未解読の

配列を含む45,088個の配列が得られた。スキャフォールド配列をつなげた総延長は568.9Mbに達し、これは推定ゲノムサイズの91%に相当する量である(表-1)。最も長いスキャフォールドは1.28Mbであり、ゲノム解読の結果を評価する指標の一つであるN50サイズは60.7kbであった。この結果から、今回のゲノム解読で十分な情報量が得られたと考えられた。

さらにゲノムの特徴を評価するためにRepeatMasker, TransposonPSIの各プログラムを用いて、配列に含まれる繰り返し配列を解析した。その結果、今回のゲノム配列には33%に相当する165Mbの繰り返し配列が存在していた(表-2)。中身としてはRNA型のクラス1の転位因子93,924個、DNA型のクラス2の転位因子18,154個、SSR(単純反復配列)295,621個などであった(表-2)。東京農工大学のこれまでの研究から、カーネーションの多様な模様の形成にはトランスポゾンが関与していることが明らかになっている

表-1 カーネーション「フランセスコ」から収集したゲノム配列情報

	コンティグ ¹⁾	スキャフォールド ²⁾
数	88,654	45,088
総塩基長 (Mb)	500.2	568.9
N50 ³⁾ (bp)	16,644	60,737
最大長 (kb)	363	1,287
GC含量 (%)	36.3	-

¹⁾ 解読不能な塩基配列(ギャップ)を含まない一続きのDNA配列。

²⁾ ギャップを含んだ一続きのDNA配列。

³⁾ 配列を長い順に並べて上から順に足し、全体の長さの半分(50%)に達した時の配列の長さ。解読結果を評価する指標の一つ。

表-2 カーネーション「フランセスコ」に含まれる繰り返し配列

分類	数	長さ (Mb)	反復配列中の割合 (%)	全ゲノムにおける割合 (%)
転位因子	クラス1 レトロトランスポゾン型 (LTR、SINE、LINE等)	93,924	40.0	24.2
	クラス2 DNA型トランスポゾン等	18,154	4.4	2.7
	その他	48	0.02	0.01
	計	112,126	44.4	26.9
縦列反復	SSR、低複雑度配列等	354,632	20.4	12.5
未分類	新規	331,831	100.1	60.6
	計	798,589	165	100.0

(Itoh *et al.* 2002; Sasaki *et al.* 2012; Momose *et al.* 2013a)。「フランセスコ」のゲノム配列の中から、DNA型のトランスポゾンの一つであるCACTA型の*dTad1*やRNA型の*Ty1*と類似したトランスポゾンを探索した結果、すべての配列に1または数塩基の変異が挿入されていた。このことは、動くために必要なトランスポゼースを合成できなくなると、あるいはトランスポゼースが認識するトランスポゾンの末端の塩基配列に突然変異が入ってトランスポゼースが認識できなくなっていることを意味しており、すなわち、本来動くはずのトランスポゾンが「フランセスコ」では動けなくなっているという特徴が明らかになった。トランスポゾンは、育種の過程で多様なカーネーションを作り出すために積極的に使われてきた一方で、栽培の過程で勝手に動き出して変異が生じてしまっただけで、商品として成り立たないため、育種家が無意識あるいは意図してトランスポゾンが動かない個体を選抜したのではないかと推察された。このことから「フランセスコ」のトランスポゾンは動かないという特徴が、数万本の苗を生産したとしても変異を生じないという特徴につながり、これほど長い間安定して生産あるいは栽培されてきたのではないかと一つの可能性が示唆された。

3. 遺伝子領域の解析

収集したゲノム配列の中から意味のある情報がコードされていると考えられる遺伝子の領域の推定を行った。これまでに収集してきた発現遺伝子の情報を総合し、PASAおよびAugustusの各プログラムを用いて遺伝子領域を推定した結果、43,266カ所の遺伝子領域を明らかにした。各種代謝経路の遺伝子についてKEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genome) マッピング等により他の植物種と比較解析した結果、カーネーションに含まれると考えられる遺伝子のほとんどが今回の解析で明らかにできたと推定された。

(1) 色素合成関連遺伝子

カーネーションの花色はアントシアニンにより発現する。「フランセスコ」の色素分析の結果、主要な色素はペラルゴニジン3-マリルグルコサイド (Pg3mG) であった。これまでの報告から、この色素を含むカーネーションではアシルグルコース依存型アントシアニン糖転移酵素 (AA5GT) とフラボノイド3'-水酸化酵素 (F3'H) 遺伝子に変異し、機能が失われていることが考えられた (Nishizaki *et al.* 2011; Momose *et al.* 2013b)。そこで、「フランセスコ」の両遺伝子の配列を確認した結果、確かにF3'Hへの1塩基の挿入が確認され、フレームシフトにより遺伝子の機能が失われていること、また、AA5GTにはレトロトランスポゾンTydic1が挿入され、遺伝子が機能していないことが明らかになった。このように遺伝子における1塩基の変異も確認できたことから、今回のゲノム解読のデータの精度の高さをあらためて実感することができた。

近年、キク、バラ、トルコギキョウといった主要な花きにおいては、緑色の品種が誕生し、欠かせない花色の一つになっている。緑色の花色は、通常は花卉の発達に伴って消失するはずのクロロフィルがその後も残存することでその色を呈する。また、カーネーションの黄色の発色はフラボノイドの一種カルコンによるものであり、カーネーションにはカロテノイドを多く蓄積した濃黄色品種が存在しない (Ohmiya *et al.* 2013)。今回、ゲノム配列の中から、クロロフィルおよびカロテノイドの合成、代謝、分解に関係する遺伝子を探索した結果、これらに関わると考えられる遺伝子は全て含まれていた。これまでの発現遺伝子の情報からでは得られなかったカロテノイドの分解に関わるカロテノイド分解酵素 (CCD) 遺伝子についても、新たに特定することができた。花き研究所では、現在、カーネーションの花におけるクロロフィルおよびカロテノイドの制御機構の解明に取り組んでおり、今回のゲノム解読でその研究の前進が期待される。

(2) エチレン関連遺伝子

カーネーションの花持ち性にはエチレンが重要な働きをしている。今回の解説でエチレンの合成系に関しては、これまでに報告されていないACC合成酵素 (ACS) 遺伝子が6個、ACC酸化酵素 (ACO) 遺伝子が4個、ゲノム上に存在することが明らかになった。また、CTRやEIN2, EIN3といったエチレンの伝達系に関わるホモログ遺伝子も新たに明らかにした。花き研究所が育成した従来品種より花持ち性の3倍優れる品種「ミラクル」シリーズは、老化時に発生するエチレンが極めて少ないことが明らかになっているが、その原因となる遺伝子は明らかになっていない。今回の解説で新たに見つかった遺伝子の機能解析を進めることで、興味深い特徴を有するこれらの品種や系統の機構解明に迫りたいと考えている。

(3) 病害抵抗性遺伝子

病害抵抗性はカーネーションの重要な育種目標の一つである。カーネーションでは、かつての主力品種であったシム系品種群からフザリウム菌による萎凋病に抵抗性をもつ地中海系品種群に置き換わった歴史がある。病害抵抗性はR(Resistance)遺伝子に支配されており、多くがNBS (nucleotide-binding site) やLRR (leucine-rich repeat) といった特徴的なモチーフをもつことが知られている (Marone *et al.* 2013)。今回の解説で、ゲノム中にNBSを含む217種類の遺伝子を見つけることができた。また、多くの植物でR遺伝子の多くは、ゲノム中でタンデム (縦列) に並び、集中して存在する場所が存在することが知られている。カーネーションでも同様の傾向が認められ、およそ3割にあたる61個の遺伝子が8つのスキヤフォールドに含まれていた。花き研究所では野生種の抵抗性を利用した萎凋細菌病抵抗性品種「花恋ルーージュ」を育成しているが、その原因遺伝子はまだ明らかになっていない。現在、BAC (大腸菌人工染色体) ライブラリーを作成して遺伝子単離に取り組んでおり、本ゲノム情報を活用することで、早期の原因遺伝子の単離が期待される。

(4) 花卉の展開

バラやトルコギキョウの研究から、がくが緩んで花が満開に至る過程において、XTH (xyloglucan endo-transglucosylase/hydrolase) という遺伝子が重要な働きをしていることが知られている (Yamada *et al.* 2009; Ochiai *et al.* 2013)。XTHはキシログルカンという多糖分子のつなぎ変え反応、または切断反応を触媒し、細胞壁の構築や再編過程で中心的な役割を担うタンパク質ファミリーである。今回、カーネーションのゲノムには32個のXTH遺伝子が存在することを初めて明らかにした。そのうち11個は組織での遺伝子の発現が確認されている。従来の花持ち性は、花の満開からしおれるまでの老化に至る過程を中心に研究が取り組まれてきたが、つぼみから満開に到るまでの花の展開をコントロールすることができれば、つぼみからしおれまでのトータルの観賞期間を延長したカーネーションの作出が期待される。

(5) 香り

カーネーションには「ジャコウナデシコ」の別名があるように、昔は香水や料理の香りづけに利用されていたことが知られている。ところが現在のカーネーションは香りをイメージすることができないほど香りの弱い品種がほとんどである (Kishimoto *et al.* 2011, 2013)。「フランセスコ」は主要な香気成分として安息香酸メチルを含んでいる。これらの合成の鍵となる遺伝子として、SABATHファミリーに属するメチル基転移酵素をコードする遺伝子があげられ、今回のゲノム解析で11個を明らかにした。今後は、これらの遺伝子の機能を一つずつ明らかにしていくことで、カーネーションの香りを強めるきっかけとなる遺伝子が見つかるのではないかと期待される。

4. 今後の展望

これまではシロイヌナズナやイネといったゲノム情報が蓄積した植物の配列をもとに遺伝子単離を行う必要があり、遺伝子の特定には非常に時間がかかった。今回の解説により候補となりうる遺

伝子は明らかになったことから、原因遺伝子の特定も大きく進むと考えられる。花き研究所で育成した品種「ミラクル」シリーズや「花恋ルージュ」は育成までに10年、15年と非常に長い年月がかかっている。これは、花持ち性や病気の抵抗性は見た目では判断ができず、評価のために時間がかかるからである。ゲノム情報を活用し、原因となる遺伝子が特定できれば、DNAを抽出するだけで目的の特性の評価が可能になることから、これらの評価が小さな苗の段階で可能になり、品種の育成がスピードアップすることが期待される。

カーネーションは大きな分類ではナデシコ目に含まれる。ナデシコ目の植物のほとんどは、主要な色素としてベタレインを含んでいる。例外的にカーネーションを含むナデシコ科、スターチスのイソマツ科、ザクロソウ科のみにアントシアニンが存在する。アントシアニンを作る植物はベタレインを作らず、ベタレインを作る植物はアントシアニンを作らない、という排他的な機構が植物学の謎の一つとされている。偶然にも、我々がカーネーションのゲノム解読を論文公表した翌日に、

同じナデシコ目でヒユ科に属するテンサイのゲノムが公表された (Dohm *et al.* 2013)。テンサイはベタレインを蓄積することから、これら2つのゲノムを比較することで、この謎に迫れるかもしれない。

今回得られた全ての配列情報はデータベースにまとめ、公開している (<http://carnation.kazusa.or.jp>)。配列をクエリにしたBlast検索やアノテーション情報を基にしたキーワード検索が可能である (図-2)。非常に使いやすいデータベースであると自負しているのでは非、積極的にご活用いただきたい。

5. おわりに

カーネーションのゲノム解読は実際の開始は2012年の10月ごろであり、1年余りという非常に短期間でゲノムデータの公表に至ることができた。これは、かずさDNA研究所のゲノム解読における技術力の高さと、4つの研究機関がうまく連携を図りながら、これまでの実績を活かして配列の詳細な解析を効率的に行った結果である。シーケンサーやコンピューターなど機械の進歩は

図-2 カーネーションゲノムデータベースのホーム画面 (左) と BLAST 検索画面 (右)

日進月歩であり、それに対応するソフトやプログラムも様々な種類が開発され、一人の研究者あるいは単独の機関で対応するには非常にハードルが高い状況である。そのため、強みを活かした連携が重要であり、特に花き分野のようなそもそも研究勢力に乏しい分野では積極的に連携していくことがますます重要であると思われる。今後は、身近な実用植物のゲノム解読が完了し、基本となる配列データが整備され、個体間のレベルで全ゲノム領域を比較することが可能な時代が到来した。情報をうまく活用し、効果的に研究を進めるためには、研究の発想と手法の転換が求められる。

引用文献

- Agulló-Antón, M.Á., E. Olmos, JM. Pérez-Pérez and M. Acosta 2013. Evaluation of ploidy level and endoreduplication in carnation (*Dianthus* spp.). *Plant Sci.* 201-202, 1-11.
- Dohm, JC., AE. Minoche, D. Holtgräwe, S. Capella-Gutiérrez, F. Zakrzewski, H. Tafer, O. Rupp, TR. Sörensen, R. Stracke, R. Reinhardt, A. Goesmann, T. Kraft, B. Schulz, PF. Stadler, T. Schmidt, T. Gabaldón, H. Lehrach, B. Weisshaar and H. Himmelbauer 2014. The genome of the recently domesticated crop plant sugar beet (*Beta vulgaris*). *Nature* 505, 546-549.
- Itoh, Y., D. Higeta, A. Suzuki, H. Yoshida and Y. Ozeki 2002. Excision of transposable elements from the chalcone isomerase and dihydroflavonol 4-reductase genes may contribute to the variegation of the yellow-flowered carnation (*Dianthus caryophyllus*). *Plant Cell Physiol.* 43, 578-585.
- Kishimoto, K., M. Nakayama, M. Yagi, T. Onozaki and N. Oyama-Okubo 2011. Evaluation of wild *Dianthus* species as genetic resources for fragrant carnation breeding based on their floral scent composition. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 80, 175-181.
- Kishimoto, K., M. Yagi, T. Onozaki, H. Yamaguchi, M. Nakayama and N. Oyama-Okubo 2013. Analysis of scents emitted from flowers of interspecific hybrids between carnation and fragrant wild *Dianthus* species. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 82, 145-153.
- Marone, D., MA. Russo, G. Laido, AM. De Leonardis and AM. Mastrangelo 2013. Plant nucleotide binding site-leucine-rich repeat (NBS-LRR) genes: active guardians in host defense responses. *Int. J. Mol. Sci.* 14, 7302-7326.
- Momose, M., Y. Itoh, N. Umemoto, M. Nakayama and Y. Ozeki 2013a. Reverted glutathione *S*-transferase-like genes that influence flower color intensity of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) originated from excision of a transposable element. *Breed. Sci.* 63, 435-440.
- Momose, M., M. Nakayama, Y. Itoh, N. Umemoto, T. Toguri and Y. Ozeki 2013b. An active *hAT* transposable element causing bud mutation of carnation by insertion into the *flavonoid 3'-hydroxylase* gene. *Mol. Genet. Genomics* 288, 175-184.
- Nishizaki, Y., Y. Matsuba, E. Okamoto, M. Okamura, Y. Ozeki and N. Sasaki. 2011. Structure of the acyl-glucose-dependent anthocyanin 5-*O*-glucosyltransferase gene in carnations and its disruption by transposable elements in some varieties. *Mol. Genet. Genomics* 286, 383-394.
- Ochiai, M., S. Matsumoto and K. Yamada 2013. Methyl jasmonate treatment promotes flower opening of cut *Eustoma* by inducing cell wall loosening proteins in petals. *Postharvest Biol. Technol.* 82, 1-5.
- Ohmiya, A., K. Tanase, M. Hirashima, C. Yamamizo and M. Yagi 2013. Analysis of carotenogenic gene expression in petals and leaves of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.).

- Plant Breed. 132, 423-429.
- Onozaki, T., N. Tanikawa, M. Taneya, K. Kudo, T. Funayama, H. Ikeda and M. Shibata 2004. A RAPD-derived STS marker is linked to a bacterial wilt (*Burkholderia caryophylli*) resistance gene in carnation. Euphytica 138, 255-262.
- 小野崎 隆・池田広・柴田道夫・谷川奈津・八木雅史・山口隆・天野正之 2006. 花持ち性の優れるカーネーション農林1号 ‘ミラクルルージュ’ および同2号 ‘ミラクルシンフォニー’ の育成経過とその特性. 花き研報 5, 1-16.
- Sasaki, N., Y. Nishizaki, Y. Uchida, E. Wakamatsu, N. Umemoto, M. Momose, M. Okamura, H. Yoshida, M. Yamaguchi, M. Nakayama, Y. Ozeki and Y. Itoh 2012. Identification of the *glutathione S-transferase* gene responsible for flower color intensity in carnations. Plant Biotechnol. 29, 223-227.
- Tanase, K., C. Nishitani, H. Hirakawa, S. Isobe, S. Tabata, A. Ohmiya and T. Onozaki 2012. Transcriptome analysis of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) based on next-generation sequencing technology. BMC Genomics 13, 292.
- Yagi, M., T. Onozaki, M. Taneya, H. Watanabe, T. Yoshimura, T. Yoshinari, Y. Ochiai and M. Shibata 2006. Construction of a genetic linkage map for the carnation by using RAPD and SSR markers and mapping quantitative trait loci (QTL) for resistance to bacterial wilt caused by *Burkholderia caryophylli*. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 75, 166-172.
- 八木雅史・小野崎隆・池田広・谷川奈津・柴田道夫・山口隆・棚瀬幸司・住友克彦・天野正之 2010. 萎凋細菌病抵抗性カーネーション ‘花恋ルージュ’ の育成経過とその特性. 花き研報 10, 1-10.
- Yagi, M., T. Kimura, T. Yamamoto, S. Isobe, S. Tabata and T. Onozaki 2012. QTL analysis for resistance to bacterial wilt (*Burkholderia caryophylli*) in carnation (*Dianthus caryophyllus*) using an SSR-based genetic linkage map. Mol. Breed. 30, 495-509.
- Yagi, M., T. Yamamoto, S. Isobe, H. Hirakawa, S. Tabata, K. Tanase, H. Yamaguchi and T. Onozaki 2013. Construction of a reference genetic linkage map for carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). BMC Genomics 14, 734.
- Yamada, K., R. Takahashi, C. Fujitani, K. Mishima, M. Yoshida, DC. Joyce and S. Yamaki 2009. Cell wall extensibility and effect of cell-wall-loosening proteins during rose flower opening. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 78, 242-251.



農林水産大臣の登録を受けている非選択性除草剤ブリグロックス®は、朝まけば、その日にわかる! 即日除草。
畦の崩れを防ぎ、散布15分後の降雨でも安定した効果。
ミズなどの土壌生物に影響が少ない除草剤です。

作物産地のブランドを守るためにも...

「登録農薬を正しく使いましょう。」



農林水産省登録 第1632号

「農薬の使用に際しては、周辺の住民、環境への配慮が求められています。」

農林水産省・厚生労働省・環境省・都道府県が推進する
農薬危害防止運動実施中

●農薬は必ずカギをかけて保管しましょう。●ラベルをよく読んで正しく使いましょう。

農薬をご使用の際は、ご購入先、または当社ウェブサイトなどで最新の登録内容をご確認ください。
<http://www.syngenta.co.jp> ©はシンジェンタ社の登録商標 TMはシンジェンタ社の商標

ブリグロックス®

syngenta®

シンジェンタ ジャパン株式会社

OAT アグリオ株式会社

豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤

ISHIHARA
BIO
SCIENCE

湛水直播の除草場面で大活躍!

非SU系水稲用除草剤

プレキープ® 1キロ粒剤フロアブル

・は種時の同時処理も可能!

テーマは省力化!! 美味しいニッポンの米づくりに

石原
ドウジガード®

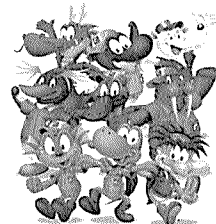
フロアブル/1キロ粒剤

- ・田植同時処理が可能な一発剤!
- ・SU抵抗性雑草、難防除雑草にも優れた効果!
- ・クログワイの発根やランナー形成を抑制!

高葉齢のノビエに優れた効き目



フルセツスフロアブル
ラインナップ



ゼンイチ® MX 1キロ粒剤

スゲイチ® 1キロ粒剤

フルチャージ® 1キロ粒剤・ジャンボ

フルインガ® 1キロ粒剤

タイスドル® 1キロ粒剤

そのまま散布ができる

乾田直播専用

アンカーマン® DF

ハドパンチ® DF

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

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

ホームページアドレス
<http://ibj.iskweb.co.jp>

除草剤耐性作物とグリホサート抵抗性雑草の現状と課題

モンサント・カンパニー John K. Soteres・Jose Rafael Prado
日本モンサント(株) 脇森裕夫・山根精一郎

はじめに

グリホサート耐性作物の導入は、雑草防除に大変革を起こし、農業生産者にとどまらず社会全体に対して大きな経済的・環境的恩恵をもたらした。「Roundup Ready®革命」とも呼ばれている。この技術は急速に普及し、雑草防除の主たる除草剤としてグリホサートが選ばれるようになった。この技術の急速な普及には、グリホサートの性能、利便性、経済性、作物に対する安全性などのグリホサートが持つ長所によるところが大きい。グリホサート耐性作物を栽培するとグリホサートを作物の生育期間中に散布できるため、不耕起栽培を含む減耕起栽培の拡大につながり、そのことが耕作地からの土壌および肥料等の流亡を抑制すると同時に、農作業から生じる二酸化炭素総排出量の削減を通じて環境面での重要な利点となっている。グリホサートは、他の除草剤や機械による除草作業を必要とせず、防除対象の雑草すべてを防除することができるため、多くの農業生産者は雑草防除にグリホサートだけを使用する傾向があった。他の除草剤や除草法を用いずに長年グリホサートのみに頼ったことが、グリホサートに抵抗性を持つ雑草が出現する原因になった。しかし、雑草群落におけるグリホサート抵抗性雑草の発生頻度は、他の除草剤と比較して多くの種で非常に低いと考えられている。グリホサート抵抗性雑草がこれ以上出現し拡大することがないよう、農業生産者に対し、官民セクターの専門家はより多様な雑草防除プログラムを使用するよう助言している。官民両セクターにとっては、雑草防除プログラムの成功事例とそのメリットを農業生産者に教育することが、最大の優先課題となっている。米国の最近の傾向では、グリホサート耐性作物に多

様な雑草防除プログラムを取り入れる動きが進んでおり、グリホサート耐性作物栽培システムがもたらしてきた多くのメリットを維持するのに役立つと期待されている。またグリホサート抵抗性雑草が出現した米国で得られた教訓は、グリホサート抵抗性雑草のリスクを回避し、問題が発生するのを予防する目的で米国以外の国でも共有されつつある。しかし、最近、複数の研究者が、グリホサート抵抗性雑草の出現を理由としてグリホサート耐性作物の利点に疑問を呈している。本稿では、グリホサート耐性作物に代表される除草剤耐性作物の導入状況を概説し、この技術がもたらすメリットを検証し、グリホサート抵抗性雑草問題に関する疑問に応え、使用場面での管理責任体制（スチュワードシップ）・プログラムと開発中の新しい除草剤耐性形質についても簡単に紹介する。

除草剤耐性作物の世界的状況

1996年以来、除草剤耐性は遺伝子組換え作物形質の主流となり、グリホサートへの耐性を付与する品種が主要な遺伝子組換え品種になっている。2012年の栽培面積は、除草剤耐性（HT）作物が1億50万ha（遺伝子組換え作物の総栽培面積の59%）で、除草剤耐性と害虫抵抗性（IR）を掛け合わせた（以下スタックと呼ぶ）作物が4,370万ha（26%）である（図-1）（James 2012）。除草剤耐性ダイズだけで全遺伝子組換え作物の47%を占め、次いで除草剤耐性と害虫抵抗性のスタックトウモロコシが23%を占めている（図-2）。1996年の商業栽培開始から2012年までの世界の遺伝子組換え作物による経済的なメリットの累積額は、1,020億ドル（10兆200億円）と試算されている（James 2012）。

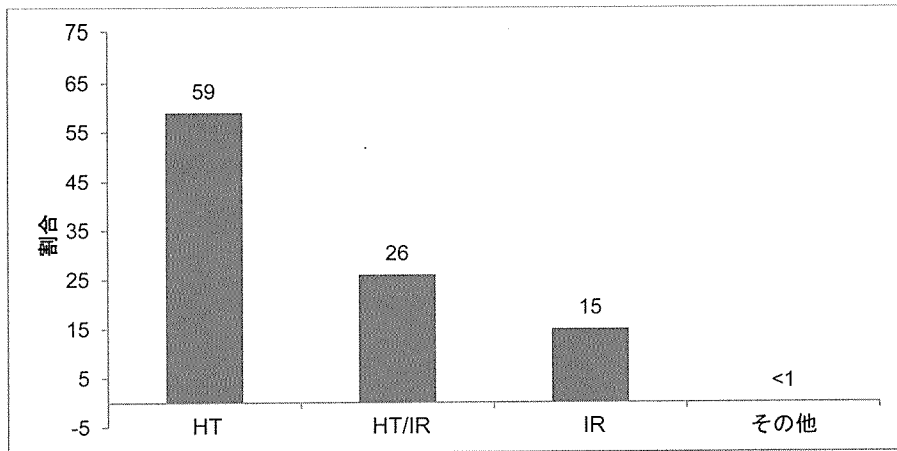


図-1 形質別に示した全遺伝子組換え作物の割合 (2012年)
HT = 除草剤耐性、IR = 害虫抵抗性、HT/IR = HT と IR のスタック形質。

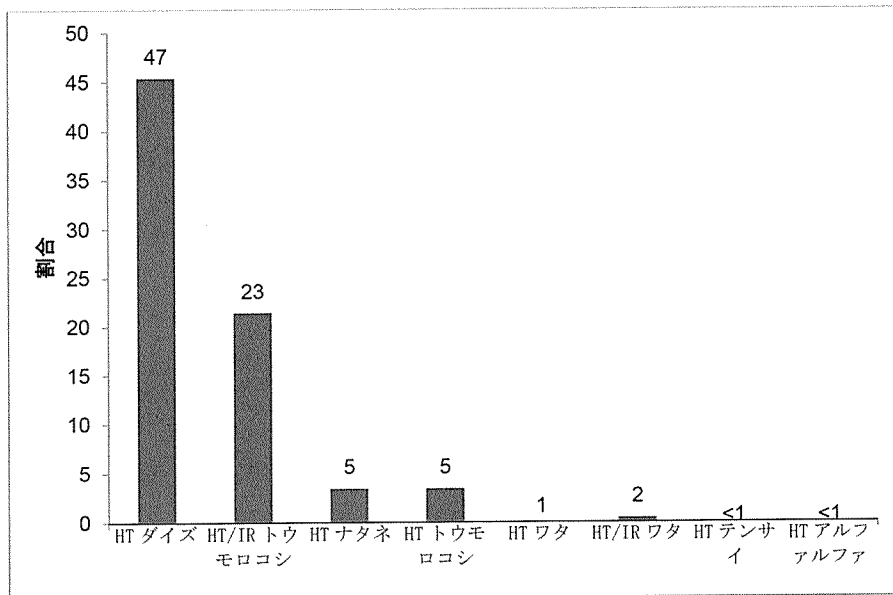


図-2 作物別、形質別に示した遺伝子組換え作物の割合 (2012年)
HT = 除草剤耐性、IR = 害虫抵抗性、HT/IR = HT と IR のスタック形質。

除草剤耐性作物のメリット

除草剤耐性作物の導入により、除草方法は選択性除草剤を複数使用する方法からグリホサートのような非選択性除草剤への移行が促された。この変化は、除草剤による薬害の軽減、雑草防除の改善、生産コストの低減、潜在収量が確保されることによる生産量の増加、不耕起栽培を含む減耕起

栽培（これ自体が環境に対する農業の影響を劇的に改善する）の拡大といった多くのメリットにつながっている。こうした除草剤耐性作物のメリットは、栽培管理、経済、環境の3つの分野のメリットに大別できる。

栽培管理におけるメリット

除草剤耐性作物が広く普及したのは、非選択性除草剤グリホサートによるところが大きい。グリホサートは、様々な生長段階の数百種のイネ科雑草および広葉雑草を防除する能力を持ち、グリホサート耐性遺伝子の導入により作物選択性が確立されてからは、より多くの農業生産者に選ばれる除草剤となった。初のグリホサート耐性作物が市場に出た時点で、すでに多くの雑草群落がALS阻害型やACCase阻害型をはじめとする選択性除草剤に抵抗性を持っていた。グリホサート耐性作物の栽培とグリホサートの使用は農業生産者にこれらの除草剤に代わるオプションを提供しただけでなく、雑草防除プログラム実施の利便性と柔軟性を向上させたのである (Dill, Cajacob *et al.* 2008)。除草剤耐性作物の普及は、多くの場合、比較的速いペースで進んだ (James 2012)。

雑草防除

除草剤耐性作物の主なメリットは、より効果的な雑草防除を可能にし、雑草防除システムがより簡素で便利になることである。除草剤耐性作物導入前は、農業生産者は土壌処理除草剤または茎葉処理除草剤、またはその両方を組み合わせて使っていたが、グリホサートやグルホシネートを除草剤耐性作物と組み合わせて使用することで、発生してきたすべての雑草をより安定的に防除できるようになり、雑草防除の柔軟性が増す結果となった。さらに、除草剤耐性作物のメリットは、大規模・小規模いずれの農業生産者の優先課題にも合致することであった。たとえば、最新の米国の調査によると、農業生産者の大多数は除草剤選択の重要な点として、収量確保、安定した雑草防除効果、作物に対する安全性、雑草のない農地（効果的な雑草防除）を挙げており、グリホサート耐性作物に散布されるグリホサートはこれらのすべてを備えている (Hurley 2009)。除草剤耐性作物を栽培する農業生産者を対象とした別の調査では、15～26%の農業生産者が除草剤耐性作物を導入した理由として雑草防除にかかる時間の削減を挙

げていた (Marra, Piggott *et al.* 2004; Fernandez-Cornejo and Caswell 2006)。

高い生産性、安定した収量、減収リスクの軽減

除草剤耐性作物の導入は、主に水分・土壌養分・日光を競合する雑草を防除することで作物損失を減らすことにより、生産性と収量の向上をもたらした (Gianessi 2008; Finger, El Benni *et al.* 2011)。最近の調査では、除草剤耐性作物を導入した農業生産者は従来型作物を栽培する農業生産者に比べて収量が増えることが多いことが示されている (Carpenter 2010)。別の調査でも、除草剤耐性ダイズ生産者の63%、除草剤耐性トウモロコシ生産者の67%、ワタ生産者の60%が除草剤耐性作物導入の理由として収量の増加を挙げている (Fernandez-Cornejo and Caswell 2006)。さらに、発展途上国の生産者は、先進国と比較して収量の増加が大きいと考えられる。たとえば、先進国では除草剤耐性ダイズの導入により平均7%収量が増加し、途上国では平均21%増加したといわれる。除草剤耐性トウモロコシを導入した途上国では85%という高い収量増も報告されている (Carpenter 2010)。小規模生産者と途上国の生産者で収量増加幅が比較的大きいのは、途上国では先進国の生産者よりも低い収量であり、その低い収量と比較したことによるためだと考えられる (Carpenter 2010; Gianessi and Williams 2011; James 2012)。

収穫物の質と作物に対する安全性の向上

除草剤耐性作物と合わせて導入される雑草防除プログラムは、雑草種子や収穫後の作物残渣など異物混入を減らすことによって、収穫物の質を向上させている (Shaw and Bray 2003)。たとえば、米国のダイズ生産者を対象とした調査では、収穫した除草剤耐性ダイズの異物混入は従来型ダイズより平均26%少ないことが示された。除草剤耐性ダイズの平均異物混入率は1～2%である。除草剤耐性作物の利用は、除草剤による薬害リスクも低減する。従来型の作物を生産する農地の雑草防除では、複数の茎葉処理除草剤の散布が必要であり、雑草の除去には効果があっても、作

物に害が出ることがしばしばあった (Padgett, Re *et al.* 1996; Carpenter and Gianessi 1999)。しかし、非選択性除草剤に対して耐性を持ち、作物が発芽した後でも使用できる除草剤耐性作物の導入によって改善された。

経済的なメリット

除草剤耐性作物を含めた遺伝子組換え作物の導入は、コスト削減と生産性の向上および収入の増大により、農業生産者の経済的利益を向上させた。1996年から2011年までの遺伝子組換え作物の導入による経済的なメリットの累積額は、全世界で982億ドル(9兆8,200億円)と推定されている (James 2012; Brookes and Barfoot 2013 a,b)。この期間中、遺伝子組換え作物からの経済的メリットが最も大きかったのは米国で436億ドル(4兆3,600億円)と推定され、次いでアルゼンチンの140億ドル(1兆4,000億円)となっている (James 2012)。しかし、2011年の単年度を見ると、経済利益の多くは発展途上国の生産者に移り、先進国の96億ドル(9,600億円)に対して途上国では101億ドル(1兆100億円)となった (James 2012)。特に除草剤耐性作物の導入は農地の内外いずれにも大きな経済的メリットをもたらしている (Gianessi 2008)。除草剤耐性作物は、生産コストおよび雑草防除コストを下げ、収量と収入の増加を後押ししている。

雑草防除コストの低減

除草剤耐性作物の導入でコスト削減ができるのは、除草剤と燃料費の削減による雑草防除コストの削減による。具体的には、1999年から2005年にかけてグリホサートの価格は大幅に下がり、農業生産者に雑草防除コストの低減と経済的メリットの増加をもたらした (Brookes and Barfoot, 2013 a,b)。アルゼンチンでは、除草剤耐性ダイズを導入した生産者は、生産コストが10%削減され、1ヘクタール当たり23ドルの追加収入を得ていると推定されている (Qaim and Traxler 2005)。これに加えて、使用する除草剤の種類が少なくなったこと、不耕起を含む減耕起によって

燃料使用が減ったこと、さらに除草剤散布の回数が減少したことなどからもコストが削減されている (Brookes and Barfoot 2013 b,c)。

1996年から2011年、除草剤耐性作物の導入は全世界の農業生産者の所得を増やし、経済的メリットは世界全体で累積で推定410億ドル(4兆1,000億円)増えたとされている (Brookes and Barfoot 2013 b)。また、農業上のメリットと同様、発展途上国の農業生産者は除草剤耐性作物の利用から最も大きな経済的メリットを得ていると見られる (Carpenter 2010; James 2012)。たとえば、アルゼンチンでは、除草剤耐性ダイズの導入により43%の除草剤コストが節約されたと推定される (Qaim 2005)。除草剤耐性ダイズの導入は、1996年から2011年までに全世界の農業生産者所得を322億ドル(3兆2,200億円)増やしたといわれる (Brookes and Barfoot 2013 a,b)。うち約106億ドル(1兆600億円)は、1シーズンに栽培できる作物が増えたことによる収量増によるものである。残りの216億ドル(2兆1,600億円)はコスト削減が理由である。2011年単年の除草剤耐性ダイズによる経済的なメリットは39億ドル(3,900億円)と推定される。一方、除草剤耐性トウモロコシの導入も農業生産者所得の増加につながっている (Brookes and Barfoot 2013 a,b)。1996年から2011年までの経済的なメリットの累積額は42億1,000万ドル(4,210億円)とされている。うち18%は収量の増加から、残りは生産コストの低減によるものである。2011年単年では全世界で15億4,000万ドル(1,540億円)の経済的なメリットが実現した。同様に、除草剤耐性ワタの利用により1997年から2010年で推定12億2,000万ドル(1,220億円)農業生産者所得が増えたとされている。90%近くがコスト削減によるものである。除草剤耐性ワタの2010年の経済的なメリットは、1億6,700万ドル(167億円)に上ると推定される。

アルゼンチンでは、除草剤耐性ダイズの導入により同じ生育期にもうひとつの作物を栽培できるようになることで、農業生産者所得が増えた

(Brookes and Barfoot 2005)。この農法は二毛作と呼ばれるが、耕起の削減または廃止に伴う時間節約により、ダイズ収穫の後に小麦など二作目の作物を栽培することが可能になり、この二毛作が推進されている。

同様な経済的メリットは除草剤耐性トウモロコシにも見られる (Brookes and Barfoot 2013 a,b)。たとえば、1997年以降、除草剤耐性トウモロコシ導入による米国での経済的なメリットの累積額は31億1,000万ドル (3,110億円) と推定され、2011年単年で8億8,500万ドル (885億円) である。また、ある研究では、除草剤耐性ダイズを導入した米国の生産者は平均して14.5%農作業に向けられた家族労働時間減らすことができ、これにより余暇の時間が増えたとの推定もある (Gardner, Nehring *et al.* 2009)。このデータは、除草剤耐性ダイズの米国における導入が農業以外での収入も増やすことにより、農業生産者所得全体をさらに増やしたとする研究結果とも一致する (Fernandez-Cornejo, Hendricks *et al.* 2005; Gianessi 2008)。

環境に対するメリット

除草剤耐性作物の導入は、温室効果ガス排出や燃料消費の削減、土壌の流亡の削減、良好な土壌の保持、生物多様性の増大などにより、環境に様々な重要なメリットをもたらしている。これらのメリットは、主に除草剤耐性作物の導入によるトラクターの運用削減と減耕起の普及によるものである (Cerdeira and Duke 2006)。現代の農業生産における耕起の第一の目的は雑草防除であり、除草剤は農業生産者が作物の栽培前後に耕起する必要性を削減できる道具である。グリホサートのような雑草発生後に使用できる非選択性除草剤と除草剤耐性作物を導入したことにより、減耕起の導入を促し拡大したことが示されており、これが多くの環境に対するメリットをもたらしている (Marra, Piggott *et al.* 2004; Qaim and Traxler 2005; Carpenter 2010; Fernandez-Cornejo 2012)。除草剤耐性作物の使用は土地の

生産性を高め、森林伐採の速度を減少させることにより生物多様性と野生生物の生息地を保護するのに寄与している (Raven 2010)。たとえば、除草剤耐性のような遺伝子組換え作物による生産性の向上がなかったとすると、トウモロコシ、ダイズ、ワタおよびカノーラの現在の収穫量を生産するのに2011年だけで1,550万ヘクタールの新たな農地の拡大が必要だった (PG Economics 2013; Brookes and Barfoot 2013 b)。

減耕起栽培のメリット

除草剤耐性作物の栽培においては、植え付け前の耕起と生育期間中の中耕 (in-crop cultivation) を削減したりあるいは完全に止めても、雑草防除が可能となるため、除草剤耐性作物の導入により減耕起栽培が拡大した。この農法は、耕起せず前作の植物残渣の中に直接播種するか、種子を播種するための溝を切り作物の種子を播くというものである。耕起作業を減らすことで土壌流亡とそれがもたらす水と空気の汚染という悪影響を減らすことができる。減耕起栽培では、植物残渣が農地に残され、土壌養分と有機バイオマスの量が増えることにより肥料の使用量も削減され、土壌の質が向上する。また不耕起栽培を含む減耕起栽培では土壌流亡が減少して養分の消失が抑えられ、土壌養分、土壌、除草剤の流亡等による水質汚濁を減少させることができる (Cerdeira and Duke 2006; Borggaard and Gimsing 2008; Shipitalo, Malone *et al.* 2008)。この栽培法はトラクターにより土壌表面から失う水分をおさえることにより土壌水分を保持することができる (Cerdeira and Duke 2006)。また土壌を耕す回数が減るため、土壌圧縮も軽減される (Cerdeira and Duke 2006)。不耕起・減耕起により昆虫の幼虫や土壌の有益な微生物の種類と数を増やすため、土壌の生物多様性が豊かになる。この土壌の生物多様性が、益虫や益鳥など農地内外の野生生物の多様性にも貢献している (Carpenter 2011)。

温室効果ガスの削減

除草剤耐性作物を導入すると、農薬散布回数

走行削減、燃料消費の節約に結びつき、温室効果ガス排出が削減された (Brookes and Barfoot 2013 b,c)。2011年単年でも、米国・アルゼンチン・ブラジルにおいて除草剤耐性ダイズの栽培により燃料消費が4億7,500万リットル減り、二酸化炭素排出量が12億6,700万kg減少した (年間56万3,000台の車を道路から排除するのと同等の効果)。さらに、耕起の減少により土壌中の炭素隔離 (二酸化炭素の放出抑制) が増加する。たとえば、米国・アルゼンチン・ブラジルでの除草剤耐性ダイズ利用による減耕起の導入により、2011年、土壌の炭素隔離は148億9,800kgと推定され、年間660万台の車を道路から排除するのと同等の効果があった (Brookes and Barfoot 2013 b,c)。

除草剤使用と環境プロファイル

現在の除草剤耐性作物のメリットは、非選択性除草剤に耐性があるという点であり、これにより1種類の非選択性除草剤で複数の選択性除草剤を置き換える事となる。除草剤耐性作物と合わせて使用される主要な除草剤であるグリホサートは、優れた環境プロファイルと安全性プロファイルを持っており、分解が早く、土壌に落ちると除草作用がない (Cerdeira and Duke 2006)。その結果、除草剤耐性作物の利用によって使用され

る除草剤の数量ともに低減されている (Gianessi 2008; Brookes and Barfoot 2013 b,c)。たとえば、1995年、米国で栽培されたダイズ栽培面積の5%以上に18種類もの除草成分が使用されていたが、2006年に栽培面積の5%以上に使用された除草成分はグリホサートと2,4-Dだけであった (USDA 1995, 2006)。同様の結果は、除草剤耐性ワタについても、1997年と2005年の比較で明らかになっている (Gianessi 2008)。世界全体では、1996年から2011年までの間に、除草剤耐性作物の導入により、2億3,500万キログラムの除草剤成分を削減されたと推定されている (図-3) (Brookes and Barfoot 2013 b,c)。米国においては、1996年から2011年の間に削減された除草剤成分の量は、除草剤耐性ダイズでは3,010万トン、除草剤耐性トウモロコシでは1億8,020万トンとされている (Brookes and Barfoot 2013 c)。

グリホサート抵抗性雑草

除草剤抵抗性とは、防除対象の雑草群落に通常の散布量 (ラベル表示量) の除草剤を散布しても枯れず、その生活環を全うすることができるようになる能力のことである。除草剤に抵抗性のある個体が多数を占める集団が出現する原因は、他の防除手段を使用しない状況下で、特定の除草剤に

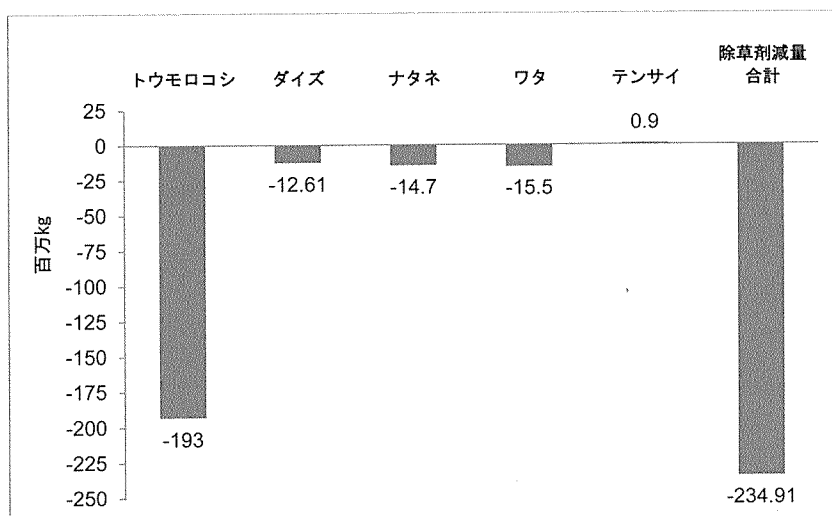


図-3 1996年から2011年にかけての世界における除草剤成分の使用量の変化 (単位: 百万 kg)

よる淘汰圧が繰り返えしかかったことによると考えられている。除草剤が植物に突然変異を生じさせて植物が抵抗性を持つようになるとは考えられておらず、むしろ集団の中で除草剤による自然淘汰が起きたと考えられている。また、雑草種が作物種と遺伝的・生殖的に和合性がある場合は除き、除草剤抵抗性の雑草群落は、遺伝子組換え作物から除草剤耐性遺伝子が伝播した結果ではない。こうした除草剤抵抗性雑草群落の出現は、今日使用されている除草剤の多くで確認されている(Heap 2012)。

特定の除草剤に対する抵抗性雑草が出現する速度は、抵抗性を付与しうる変異遺伝子の出現頻度、および淘汰圧によっている。すべての除草剤に対して均等に抵抗性雑草が出現する訳ではなく、ALS阻害型除草剤では導入後3~6年と比較的早く抵抗性雑草が出現したが、グリホサート除草剤では導入後20年以上と比較的遅く抵抗性雑草が出現している(Heap 2012)。グリホサート抵抗性雑草の出現が遅いことの理由は十分に解明されていないが、可能性としては(1)EPSPS酵素は非常に変異しにくいことと、(2)グリホサート抵抗性を発現するには遺伝子の複数部位の変異が必要であること、などが挙げられる。いずれにせよ、除草剤抵抗性雑草の対策において、雑草群落に対する除草剤の淘汰圧を管理することが鍵となる。作用機作が異なる複数の除草剤を使う、種々の機械除草や栽培法と組み合わせて除草剤を使用するなど、多様な管理を行うことが除草剤抵抗性雑草に対処する基本的な方法である(Norsworthy, Ward *et al.* 2012; WSSA 2012)。

グリホサート抵抗性雑草の出現は、1990年代中ごろにオーストラリアとマレーシアで初めて確認されている。最初の抵抗性雑草群落は従来からある非農耕地または多年生作物へのグリホサートの使用場面において発生したものだった。オーストラリアでは、ライグラス(*Lolium* spp.)のグリホサート抵抗性集団が、20年以上にわたってグリホサートを作物の作付け前に使用していた地域で見つかっている(Powles, Lorraine-Colwill *et*

al. 1998)。マレーシアでは、グリホサート抵抗性ヤムグラ(*Eleusine indica*)がオイルパームの雑草防除に15年以上グリホサートを使用したプランテーションで発見されている(Lee, Ngim *et al.* 2000)。いずれの事例も、グリホサートが長年にわたり唯一の雑草防除法になっていた。これら最初のグリホサート抵抗性雑草の出現が確認されて以来、グリホサート抵抗性を持つ雑草群落が各地で確認され、現在までに合計で24種の雑草にグリホサート抵抗性群落が報告されている(Heap 2012)。こうした事例から、ひとつの共通した要因が明らかになっている。それは、他の雑草防除方法(他の除草剤または機械除草)が使用されない中で、グリホサートだけがほぼ唯一の除草剤として、長年にわたって使用されていたことである。要するに、雑草防除方法としての多様性がほとんどなかったのである。この多様性の欠如という点が、1974年のグリホサート発売以来使用され続けていた地域と同様に、グリホサート耐性作物の場面でグリホサート抵抗性雑草が出現した原因であると考えられている。グリホサートが雑草防除のオプションとして農業生産者に選ばれている地域においては、雑草防除法の多様性の向上こそが、抵抗性雑草の出現を遅延または防止する方法である。抵抗性雑草の発生をモデル化した研究では、さらなる抵抗性雑草の出現を防ぐために、農業生産者がグリホサートの使用を中止したり、グリホサート耐性作物の栽培を中止したりする必要はないことが示されている(Neve, Diggle *et al.* 2003; Beckie 2011; Neve, Norsworthy *et al.* 2011; Neve, Norsworthy *et al.* 2011)。遺伝子組換え作物も含め、除草剤に対して耐性を持つ作物を栽培すること自体は除草剤抵抗性雑草の原因ではなく、全体的な雑草防除システムの中でどのように除草剤を使用するかが重要である(Owen, Pedersen *et al.* 2010)。これはグリホサートに限らず他の除草剤についても言えることであり、長期の圃場試験(Beckie and Reboud 2009)やモデル試験(Neve, Norsworthy *et al.* 2011; Neve, Norsworthy *et al.* 2011)でも立証されている。

グリホサート耐性作物によりグリホサートが使用できるようになる前は、農業生産者は多くの種類の雑草を除草するために除草剤を組み合わせる必要がある。トウモロコシについていえば、典型的な雑草防除法は作物の播種後出芽前に2種類の土壌処理除草剤散布、その後、土壌処理除草剤の効果の発現に必要な土壌水分が不足するなどの環境要因によって除草剤散布で早期に防除できなかった雑草を防除するために、茎葉処理除草剤の散布または中耕、またはその両方を行っている。同様のシナリオはダイズやワタでも見られるが、ワタではさらに2~3回の茎葉処理除草剤の散布が一般的であった。ワタは畦間に葉影が伸びるのが遅く、その間に雑草が発芽し生育するからである。グリホサート耐性作物の導入後、農業生産者はこれらの除草剤の代わりにグリホサートだけを使用して、雑草が発芽した後必要に応じて散布すればよいことを知った。多くの研究で、グリホサート単独の雑草防除システムに移行することによって農業生産者が作物をより効果的かつ経済的に管理できることが証明されている (Reddy and Whiting 2000; Culpepper *et al.* 2000; Nolte and Young 2002)。また、グリホサート単独の雑草防除システムは、不耕起栽培を含む減耕起栽培に適していることが分かり、土壌・水分・養分を保全できる重要な方法として活用され、農業生産者はより多くの面積をこの方法で耕作するようになった。これらの理由から、グリホサート耐性作物は、商品化されたすべての国で急速に広まったのである。

グリホサートが唯一の除草剤として長年にわたって使用され、かつ他の雑草防除法が使用されないグリホサート耐性作物の農地では、グリホサートによる淘汰圧が高まり、グリホサート抵抗性雑草群落が出現・拡大した。グリホサート耐性作物の栽培におけるグリホサート使用が原因となったグリホサート抵抗性雑草群落の最初の例は、2000年にグリホサート耐性ダイズ栽培で報告され、雑草はイズハハコ属 (アレチノギクの仲間) (*Conyza* spp.) であった。他の国でも、イズ

ハハコ属は最初にグリホサート抵抗性が出現することが多い雑草であり、グリホサート抵抗性が出現する可能性が高い属として知られている。この事例以降、2004年から2005年にグリホサート耐性ワタやダイズ栽培から、アマランサス属 (*Amaranthus* spp.) やブタクサ (*Ambrosia* spp.) にグリホサート抵抗性集団が報告された (Heap 2012)。どの地域においても、グリホサート除草剤抵抗性雑草の広がりに関する質的な推定は存在するが、正確に抵抗性雑草の発生面積を推定するには時間と費用を要することから一貫性のある基準による発生面積の推定はこれまでのところ行われていない。たとえば、あるカナダの市場調査会社は2012年に米国のグリホサート抵抗性雑草の発生面積はおよそ6,000万エーカー (2,400万ha) であると推定した (www.stratusresearch.com) が、これはグリホサート耐性作物の栽培面積の約30%にあたる。しかし、実際問題として、農業生産者にとって大切なのは、自分の農地に除草剤抵抗性雑草が存在するかどうか、そしてそれに対する適切な対策は何かということであって、抵抗性雑草の発生面積を正確に算出することは、抵抗性雑草の個体群がある地域にいつ出現するかを知ることに比べればさして重要ではない。一般に、抵抗性雑草が出現した後に広がる速度は、その雑草種の花粉の量や種子がどれだけ他の地域に移動しやすいかといった雑草種の生物学的な要因に依存している。たとえば、抵抗性のイズハハコ属 (*Conyza* spp.) は種子が風によって広範囲に広がるため急速に発生面積が拡大した。同様にアマランサス属 (*Amaranthus* spp.) は雄株と雌株が存在する他花受粉の植物であるため広範囲に大量の花粉が飛ぶことが知られている。

新しい抵抗性雑草群落や種が確認されるにつれ、モンサント・カンパニーおよび政府の雑草研究者は、雑草防除法を変更してもっと多様な雑草防除プログラムを積極的に実施するよう農業生産者に訴える努力を強化する必要があることを認識した。抵抗性雑草群落が拡大するのに伴い、農業生産者もグリホサートに抵抗性を持つ雑草を防除す

るために雑草防除法を変更する必要に迫られた。基本的な変更とは、グリホサート耐性作物が導入される前に使われていた耕作法や除草剤の一部を取り入れることであった。しかし、グリホサート抵抗性雑草群落を防除するために耕作法を変更しなければならなくなった農業生産者も、グリホサートを中心に雑草防除システムを構築する方が、グリホサートを使わないシステムに戻るよりも優れていると考えていることが明らかになっている (Piggott and Marra 2008)。これは、グリホサートが非常に多くの種類の雑草を防除出来るからであり、すべての農業システム (不耕起を含む減耕起、従来型耕起) において使用できる最も有効な製品だからである。また、抵抗性雑草群落が出現する前に予防的に実施すべき多様な雑草防除システムは、グリホサートの使用を中心としない雑草防除システムや、グリホサート抵抗性雑草が農地に定着してしまった後に実施すべき雑草防除システムよりも、除草剤の使用がより少なくて済むことが分かっている (WSSA 2012)。更に、グリホサート抵抗性雑草群落がすでに出現していたとしても、グリホサート耐性雑草防除システムの環境に対する主要なメリットは維持されていることも重要である。

グリホサート抵抗性雑草の影響

どのような除草剤であっても抵抗性雑草が出現・拡大すれば、生産者は雑草防除法の変更を余儀なくされる。この変更として考えられるのは、除草剤の切り替えや混合あるいは体系処理による除草剤の追加、中耕、被覆作物、他の作物との輪作など栽培法の変更などである。米国では、グリホサート抵抗性雑草群落の出現・拡大により、生産者は主にグリホサートを使用しながら、グリホサート耐性作物に別の除草剤または雑草防除法、またはその両方を使用している。これは、抵抗性雑草群落が出現しても、グリホサートの利用に生産者が価値を見出していることを意味する (Hurley, Paul D. Mitchell *et al.* 2009; Brookes and Barfoot 2013 a,b)。グリホサートと組み合わせる非グリホサート除草剤の使用を増やすこ

と (Culpepper, T.M. Webster *et al.* 2011; Prince, Shaw *et al.* 2012) は、ある地域内で抵抗性雑草群落が定着する前にその出現を防止または遅延させるために一般に推奨されている雑草防除法である (Norsworthy, Ward *et al.* 2012)。生産者が耕起および中耕の利用を増やすという傾向も一部にあるものの、地域は限定的であり、グリホサート耐性作物導入以来の不耕起を含む減耕起農法の採用で得られるメリットを継続していく方向性が取られている (CAST 2012)。作付けの前に深く耕やすようにという一部の研究者の助言に生産者が従った地域では、深い耕起により土壌流亡・養分流出が起これ、これを軽減するために被覆作物を栽培するなどの手段が取られている (Culpepper, T.M. Webster *et al.* 2011; CAST 2012)。

こうした多様な雑草防除プログラムを導入することにより、それまで順調に減っていた除草剤使用量が一部増加に転じた。これは、総合的な雑草防除プログラムにグリホサート以外の複数の除草剤を加え、雑草防除オプションの多様性を高める必要があるとする官民の雑草学研究者の意見に、農業生産者が従ったためである (Brookes and Barfoot 2013 b)。しかし、グリホサートを基本とした多様化した雑草防除システムは、総合的な雑草防除に必要な除草剤の数と量の点から見て、いまだに多くの状況下で非組換え作物に勝る利点を持っている。たとえば、非組換えテンサイ栽培において農業生産者は、雑草防除のために、最大4種類の除草剤を混合して2~5回散布している。遺伝子組換えグリホサート耐性テンサイの導入によって農業生産者は、グリホサート抵抗性雑草がない場合には4種の除草剤のかわりにグリホサートだけを散布することができる。また、グリホサート抵抗性雑草の出現した地域の場合は雑草防除に他の除草剤を添加するだけでよく、非組換え品種と比べれば実質的な除草剤の種類も量も削減できている。

米国では、グリホサート抵抗性雑草が出現する中、生産者は現在もグリホサート耐性作物により相当な経済利益を確保している (Brookes and

Barfoot 2013 a,b)。農業生産者がより多様な雑草防除プログラムを用いることにより雑草防除費用が増加した場合でも、グリホサート耐性ダイズの栽培による増収は農家生産者の経営に対するメリットとして実現している。たとえば、ダイズにおけるグリホサート抵抗性雑草の防除費用は地域と雑草の種類により1エーカーあたり7ドルから104ドルの範囲にあると推定される (Mueller, Mitchell *et al.* 2005 ; Carpenter and Gianessi 2010)。この高い方の数値は除草剤による防除ができないごく限られた面積の、手取り除草の費用が含まれていることによる。前述したように第二世代グリホサート耐性ダイズは2011年、収入を1ha当たり143.8ドル増やしたと推定されており、抵抗性雑草の出現があっても農業生産者はグリホサート耐性ダイズを栽培することで十分な利益を享受していることが認められる。また、グリホサート抵抗性雑草の出現後もグリホサート耐性作物のシェアは落ちておらず、これは農業生産者がその利点を認識し、今でも栽培の中心にしていることを示している。

使用場面での管理責任体制 (スチュワードシップ)

除草剤抵抗性雑草に対する対策の鍵が厳格なスチュワードシッププログラムの策定と実施であることは広く認識されている。スチュワードシッププログラムには、(1)農業生産者および農業指導者の教育研修プログラムの実施、(2)除草剤抵抗性雑草の早期検知を目的としたモニタリングプログラムの実施、(3)最善の雑草防除法を確立するための基礎研究・応用研究の実施、(4)除草剤抵抗性雑草の発生対策としての新規のツールおよび方策の研究と開発が含まれる。米国の企業、大学の普及機関、政府機関は、農業生産者を対象とした教育普及活動に相当な時間を割いてきた。現在までの知見によれば、グリホサート耐性作物において、推奨された抵抗性雑草対策が成功してきている。この証拠として、グリホサート耐性トウモロコシ、ワタ、ダイズにおける雑草防除法多様化プログラムの導入は、非グリホサート除草剤の使用量増加が示すとおり、最近5~10年で大きく進

んでいる (Brookes and Barfoot 2013 b)。たとえば、モンサント・カンパニーの調査によれば、2005年から2012年の間、グリホサート耐性トウモロコシ、ダイズ、ワタにおいて非グリホサート除草剤の使用が25%から35%増加している (未発表)。これら3つのグリホサート耐性作物で、主に使用されているグリホサート以外の除草剤は、土壌処理効果のある発芽前処理除草剤あるいは作物の生育期間中にグリホサートに混合して散布する茎葉処理除草剤である。さらに、モンサント・カンパニーの調査によれば、農業生産者がこれらの多様化した雑草防除法のなかで、抵抗性雑草を経験した後もそれ以前と同じレベルでグリホサートを使用し続けているという事実は、抵抗性雑草を経験した後もグリホサートの使用になお価値を見出していることを示している (未発表)。グリホサート耐性作物における雑草防除多様化プログラムの導入は、特にダイズでさらに進める必要があるが、希望が持てる傾向がはっきりと認められることから、モンサント・カンパニーは業界や学会と力を合わせ、農業生産者への普及活動とスチュワードシッププログラムの研究開発に取り組んでいく方針である。

新しい除草剤耐性形質

新しい除草剤耐性作物は、生産者が雑草防除多様化プログラムに使用する除草剤のオプションを増やす観点から、今後も必要に応じて拡大を続けるであろう (Green 2011)。過去20年以上にわたり新しい作用機作を持った茎葉処理除草剤が商業的に発売されておらず、複数の除草剤に抵抗性を持つ雑草群落の発生が増えているため、既存の除草剤への抵抗性の出現を防止または遅延するには、特定の作物における雑草防除のオプションを増やす方法の開発が必須になりつつある (Duke 2011)。複数の除草剤オプション、すなわち、生育期全体にわたり混合剤の散布または体系散布として、またはローテーションとして組み合わせることができるオプションを持つことにより、新しい抵抗性雑草の出現を防止または遅延することが期待できる。また、作物に対する安全性を高める

バイオテクノロジーの利用によって、作物に対する選択性が十分でない除草剤にも実用化の道を開く可能性がある。

複数の新しい除草剤耐性形質が米国その他の地域で開発の過程にある。これらには、ジカンバおよび2,4-D除草剤に対する耐性の他に、ACCase阻害型、ALS阻害型、HPPD阻害型の除草剤耐性などである (Green 2011)。開発中の除草剤耐性形質の中でも、ジカンバおよび2,4-Dへの耐性は、商業化が間近である。これらの除草剤は多くの広葉雑草に効果を持ち、グリホサートやグルホシネートとの相性も良く、グリホサートやグルホシネート抵抗性広葉雑草を防除するうえで、グリホサートまたはグルホシネートとの併用に優れたオプションとなる。また、これらの除草剤の主な対象となる広葉雑草は、複数の除草剤に対する抵抗性の発現が最も多い雑草である (Heap 2012)。

複数の除草剤耐性掛け合わせ (スタック) 作物

新しい除草剤耐性形質の実用化に伴い、モンサント・カンパニーをはじめとする種子企業は、別の除草剤を雑草防除プログラムに組み入れる複数のオプションを提供するため、同じ品種やハイブリッドに複数の除草剤耐性形質を掛け合わせることを計画している。モデル化研究および抵抗性雑草対策の理論によれば、農業生産者がこうしたより多様化した雑草防除プログラムに移行することで、抵抗性雑草の発生リスクはどの除草剤の場合も小さくなることが示されている (Gressel and Segel 1990; Wrubel and Gressel 1994)。

結 論

除草剤耐性作物は生産者に多大なメリットをもたらしており、近代的な農業生産が環境に与える負荷を抑えながら、収量を向上させることに役立っている。除草剤抵抗性雑草は、農業生産者の生産性と雑草防除に影響を与えているが、農業生産者は多様化雑草防除プログラムの実践によってこれに対策を採っている。この多様化雑草防除プログラムには、異なった作用機作を持つ除草剤の使用や、適切な機械農法や栽培法との組み合わせ

などが取り入れられている。除草剤抵抗性雑草はあらゆる除草剤にとっての難題である。米国においては官民両セクターの協力により、農業生産者が抵抗性雑草発生の重大性を認識し、抵抗性雑草に対応できるようにするための対策が進められている。バイオテクノロジーはこれまでと同様に、今後も最善の多様化した雑草防除プログラムを実施できる新しいツールを、農業生産者に提供していくと考えられる。新しい除草剤耐性形質が導入されれば、同じ品種に複数の除草剤耐性形質を掛け合わせる事ができ、農業生産者が利用できるオプションがさらに広がると期待される。

参考文献

- Beckie, H. J. and X. Reboud 2009. Selecting for weed resistance: herbicide rotation and mixture. *Weed Technology* 23(3), 363-370.
- Beckie, H. J. 2011. Herbicide-resistant weed management: focus on glyphosate. *Pest Management Science* 67(9), 1037-1048.
- Borggaard, O. K. and A. L. Gimsing 2008. Fate of glyphosate in soil and the possibility of leaching to ground and surface waters: a review. *Pest Management Science* 64(4), 441-456.
- Brookes, G. and P. Barfoot 2005. GM crops: the global economic and environmental impact - the first nine years 1996-2004. *AgBioForum* 8(2/3), 187-196.
- Brookes, G. and P. Barfoot 2013 a. The global income and production effects of genetically modified (GM) crops 1996-2011. *GM Crops Food* 4(1), 74-83.
- Brookes, G. and P. Barfoot 2013 b. GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2011.
- Brookes, G. and P. Barfoot 2013 c. Key environmental impacts of global genetically modified (GM) crop use 1996-2011. *GM Crops and Food: Biotechnology in Agriculture and*

- the Food Chain 4(2), 0-1.
- Carpenter, J. and L. Gianessi 1999. Herbicide tolerant soybeans: why growers are adopting roundup ready varieties. *AgBioForum* 2(2), 1-7.
- Carpenter, J. E. 2010. Peer-reviewed surveys indicate positive impact of commercialized GM crops. *Nat Biotechnol* 28(4), 319-321.
- Carpenter, J. E. 2011. Impact of GM crops on biodiversity. *GM Crops* 2(1), 7-23.
- Carpenter, J.E. and L.P. Gianessi 2010. Economic Impact of Glyphosate-Resistant Weeds. *Glyphosate Resistance in Crops and Weeds*, John Wiley & Sons, Inc., pp.297-312.
- CAST. 2012. Herbicide-resistant Weeds Threaten Soil conservation Gains: finding a Balance for Soil and Farm sustainability. CAST Issue Paper 49, from www.cast-science.org.
- Cerdeira, A. L. and S. O. Duke 2006. The current status and environmental impacts of glyphosate-resistant crops: a review. *J Environ. Qual.* 35(5), 1633-1658.
- Culpepper, A. Stanley, Alan C. York, Roger B. Batts, and Katherine M. Jennings. 2000. Weed Management in Glufosinate- and Glyphosate-Resistant Soybean (*Glycine max*). *Weed Technology* 14, 77-88.
- Culpepper, A. S., T.M. Webster, *et al.* 2011. Glyphosate-resistant Palmer amaranth in the United States. *Glyphosate Resistance in Crops and Weeds*. V. K. Nandula. New Jersey, John Wiley and Sons, p.195.
- Diggle, A. J., P. B. Neve, and F. P. Smith 2003. Herbicides used in combination can reduce the probability of herbicide resistance in finite weed populations. *Weed Res.* 43, 371-382.
- Duke, S. O. 2011. Why are there no new herbicide modes of action in recent years? Abstract. Weed Science Society of America Annual Meeting, Portland, Oregon.
- Duke, S. O. and S. B. Powles 2009. Glyphosate-resistant crops and weeds: now and in the future. *AgBioForum* 12(3/4), 346-357.
- Fernandez-Cornejo, J. and M. Caswell 2006. The First Decade of Genetically Engineered Crops in the United States. USDA, ERS Economic Information Bulletin (11).
- Fernandez-Cornejo, J., C. Hallahan, R. Nehring, S. Wechsler and A. Grube 2012. Conservation tillage, herbicide use, and genetically engineered crops in the United States: The case of soybeans. *AgBioForum* 15(3), 231-241.
- Fernandez-Cornejo, J., C. Hendricks, *et al.* 2005. Technology adoption and off-farm household income. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 37(3), 549-564.
- Finger, R., N. El Benni, *et al.* 2011. A Meta Analysis on Farm-Level Costs and Benefits of GM Crops. *Sustainability* 3(5), 743-762.
- Gardner, J. G., R. F. Nehring, *et al.* 2009. Genetically modified crops and household labor savings in US crop production. *AgBioForum* 12(3/4), 303-312.
- Gianessi, L. and A. Williams 2011. Overlooking the Obvious: The Opportunity for Herbicides in Africa. *Outlooks on Pest Management* 22(5), 211-215.
- Gianessi, L. P. 2008. Economic impacts of glyphosate-resistant crops. *Pest Management Science* 64(4), 346-352.
- Green, J. 2011. Outlook on Weed Management in Herbicide-Resistant Crops: Need for Diversification. *Outlooks on Pest Management* – June 2011, from www.pestoutlook.com.
- Gressel, J. and L. A. Segel 1990. Modeling the Effectiveness of Herbicide Rotations and Mixtures as Strategies to Delay or Preclude Resistance. *Weed Technology* 4(1), 186-198.
- Heap, I. 2012. International survey of herbicide resistant weeds. Retrieved June 10, 2012, from <http://www.weedscience.org/in.asp>.

- Hurley, T. M., P.D. Mitchell and G.B. Frisvold 2009. Characteristics of herbicides and weed-management programs most important to corn, cotton, and soybean growers.
- Hurley, T. M., Paul D. Mitchell, *et al.* 2009. Effects of Weed-Resistance Concerns and Resistance-Management Practices on the Value of roundup Ready Crops. *Ag.Bio.Forum* 12(3&4), 291-302.
- James, C. 2012. "Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2012. ISAAA Brief No. 44.
- Lee, L., J. Ngim, *et al.* 2000. A first report of glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica* (L) Gaertn) in Malaysia. *Pest Management Science* 56(4), 336-339.
- Marra, M. C., N. E. Piggott, *et al.* 2004. The net benefits, including convenience, of Roundup Ready soybeans: results from a national survey. Raleigh, NSF Center for Integrated Pest Management.
- Mueller, T.C., P.D. Mitchell, *et al.* 2005. Proactive Versus Reactive Management of Glyphosate -Resistant or -Tolerant Weeds 1. *Weed Technology* 19(4), 924-933.
- Neve, P., A. J. Diggle, *et al.* 2003. Simulating evolution of glyphosate resistance in *Lolium rigidum* I: Population biology of a rare resistance trait. *Weed Research (Oxford)* 43(6), 404-417.
- Neve, P., J. K. Norsworthy, *et al.* 2011a. Modeling glyphosate resistance management strategies for Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) in cotton. *Weed Technology* 25(3), 335-343.
- Neve, P., J. K. Norsworthy, *et al.* 2011 b. Modelling evolution and management of glyphosate resistance in *Amaranthus palmeri*. *Weed Research (Oxford)* 51(2), 99-112.
- Nolte, Scott A. and Bryan G. Young 2002. Efficacy and Economic Return on Investment for Conventional and Herbicide-Resistant soybean (*Glycine max*). *Weed Technology* 16, 388-395.
- Norsworthy, J. K., S. M. Ward, *et al.* 2012. Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. *Weed Science* 60(Sp1), 31-62.
- Owen, M. D. K., P. Pedersen, *et al.* 2010. Comparisons of genetically modified and non-genetically modified soybean cultivars and weed management systems. *Crop Science* 50(6), 2597-2604.
- Padgett, S. R., D. B. Re, *et al.* 1996. New weed control opportunities: Development of soybeans with a Roundup Ready gene. *Herbicide-Resistant Crops*. S. O. Duke. Boca Raton, CRC Press, 53-84.
- Piggott, N. E. and M. C. Marra 2008. Biotechnology adoption over time in the presence of non-pecuniary characteristics that directly affect utility: a derived demand approach. *Ag.Bio.Forum* 11(1), 58-70.
- PG Economics 2013. Global economics benefits of GM crops reach almost \$100 billion. Dorchester, UK, <http://www.pgeconomics.co.uk/page/35/> [Accessed June 6, 2014]
- Powles, S. B., D. F. Lorraine-Colwill, *et al.* 1998. Evolved resistance to glyphosate in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. *Weed Science* 46(5), 604-607.
- Prince, J. M., D. R. Shaw, *et al.* 2012 a. Benchmark study: II A 2010 survey to assess grower awareness of and attitudes toward glyphosate resistance. *Weed Technology* 26(3), 531-535.
- Prince, J. M., D. R. Shaw, *et al.* 2012 b. Benchmark study: III Survey on changing herbicide use patterns in glyphosate-resistant cropping systems. *Weed Technology*

- 26(3), 536-542.
- Qaim, M. 2005. Agricultural Biotechnology Adoption in Developing Countries. *American Journal of Agricultural Economics* 87(5), 1317-1324.
- Qaim, M. and G. Traxler 2005. Roundup Ready soybeans in Argentina: farm level and aggregate welfare effects. *Agricultural Economics* 32(1), 73-86.
- Raven, P.H. 2010. Does the use of transgenic plants diminish or promote biodiversity? *New Biotechnology* 27(5), 528-533.
- Reddy, Krishna N. and Kelly Whiting 2000. Weed Control and Economic Comparisons of Glyphosate-Resistant, Sulfonylurea-Tolerant, and Conventional Soybean (*Glycine max*) Systems. *Weed Technology* 14, 204-211.
- Shaw, D. R. and C. S. Bray 2003. Foreign material and seed moisture in glyphosate-resistant and conventional soybean systems. *Weed Technology* 17(2), 389-393.
- Shipitalo, M. J., R. W. Malone, *et al.* 2008. Impact of glyphosate-tolerant soybean and glufosinate-tolerant corn production on herbicide losses in surface runoff. *J. Environ. Qual.* 37(2), 401-408.
- USDA, U. S. D. o. A. N. A. S. S. 1995, 2006. Agricultural Chemical Usage - Field Crops and Potatoes.
- Wrubel, R. P. and J. Gressel 1994. Are herbicide mixtures useful for delaying the rapid evolution of resistance? A case study. *Weed Technology* 8(3), 635-648.
- WSSA. 2012. Weed Science Society of America (WSSA) website. Retrieved Accessed June 2012, from <http://www.wssa.net>.

クログワイ*の 根も止める！ 塊茎も減らす！

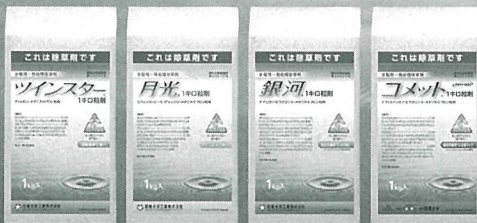
問題雑草・クログワイ*をはじめ、ホタルイ
など多年生雑草の地上部を枯らすだけで
なく、翌年の発生原因となる塊茎の形成
も抑えることができる。新成分「アルテア」*
配合の水稻用除草剤シリーズが新登場。
未来につながる雑草防除を、お勧めします。

* 剤型・地域によって登録雑草は異なります。

詳しくは、製品ラベルに記載されている適用表をご覧ください。

※アルテアはメタソスルフロン愛称です。

誕生！ 多年生雑草も抑える新成分、
「アルテア」配合の除草剤シリーズ。



地上部だけでなく
地下部も…

ツインスター

1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ®

問題雑草に強い

(アルテア + ダイムロン)

月光

1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ®

ノビエにより長く

(アルテア + カフェンストール + ダイムロン)

銀河

1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ®

抵抗性雑草*により強く

(アルテア + ピラクロニル + ダイムロン)

コメット

1キロ粒剤/ジャンボ®/顆粒

抵抗性雑草*に効果アップ

(アルテア + テフリルトリオン + ピラクロニル)



日産化学工業株式会社

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

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

®は登録商標 #SU(スルホニルウレア)抵抗性雑草

田畑輪換圃場における問題帰化雑草の発消長

(3) ヒロハフウリンホオズキ

協友アグリ株式会社 徐 錫元

近年、全国のダイズ畑では帰化アサガオ類 (*Ipomoea* spp.)、ヒロハフウリンホオズキ (*Physalis angulata* L.)、アレチウリ (*Sicyos angulatus* L.)、ホソアオゲイトウ (*Ammaranthus patulus* Bert. et Fiori)、イチビ (*Abutilon theophrasti* Medic) などの帰化雑草が多発し深刻な問題となっている(浅井 2005, 2009; 福見・山下 2005; 平岩ら 2007; 徐 2005, 2007, 2014a, b; 渡邊ら 2009)。

本報告のヒロハフウリンホオズキは、熱帯アメリカ原産で世界の熱帯から温帯にかけて広く帰化しているナス科の1年生草本である(清水ら 2001)。日本国内では、愛知県(徐 2010)、静岡県(木田ら 2007)、三重県(磯山 2010)、福岡県(半田ら 2014)、岐阜県および石川県(徐 未発表)などのダイズ畑で問題になっている。ダイズ畑におけるヒロハフウリンホオズキは、生育後半になるとダイズより草高が高くなり、茎が柔らかいため茎葉部の重みによりダイズに覆いかぶさるように倒伏しダイズの生育を阻害する(写真-1)。茎はよく分岐し四方に拡がり多くの果実を付けることから、少発生であっても問題となる。果実はホオズキ状のガクの中に包まれ、1個の果実からは150粒前後の種子を形成し(写真-2)大きなシードバンクを形成する。このため、一旦、ヒロハフウリンホオズキがダイズ畑に侵入するとその後の防除は困難となる。また、ダイズの収穫に際しては、果実中に多くの水分を含むために(写真-3)、収穫の際には汚粒発生の原因ともなっている。

東海地方のダイズ栽培は、主として田畑輪換圃場で行われている。田畑輪換圃場は、一定の畑条件(ダイズ、ムギ、野菜など)と湛水条件(水稻栽培)が組み合わさった条件であることから、圃



写真-1 収穫前のダイズの上に倒伏し多数の果実を形成したヒロハフウリンホオズキ



写真-2 ガクが破れ中の果肉が溶出した後のヒロハフウリンホオズキの種子

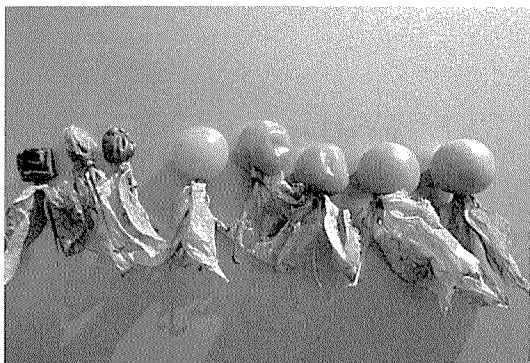


写真-3 ヒロハフウリンホオズキの果実
注) 左3つは乾燥した果実

場での雑草の発生活長については、ある1作物の栽培期間だけでの発生活長を明らかにするだけでは十分でなく、水稻と畑作物との輪作体系の中でその発生活長を捉えておく必要がある。著者はこのような考えから、田畑輪換圃場における問題雑草の発生活長を長期に渡って観察しており、これまでにアレチウリ（徐 2014a）、ホシアサガオとマルバアメリカアサガオ（徐 2014b）について報告した。本報告では、ヒロハフウリンホオズキについて報告する。

1. 調査圃場および調査方法

2010年9月にヒロハフウリンホオズキがダイズ圃場全面に多発していた三重県鈴鹿市内のA圃場を調査圃場とし、その後2013年7月までの間、農家の作物栽培および圃場管理状況、ならびにヒロハフウリンホオズキの発生状況を、随時、達観調査した。調査期間中の作物栽培は当地の慣行に従い行われた。

2. 調査結果と考察

2010年から2013年までの4年間のA圃場における調査時の栽培作物と生育ステージ・圃場状態、ならびにヒロハフウリンホオズキの発生状況についての観察結果は表-1に示した通りで、以後、経時的に説明する。

(1) 2010年（ダイズ）

ダイズの登熟期であった9月下旬、ヒロハフウリンホオズキは圃場に多発生し、ダイズよりも草高が高く、開花から果実発育期であった(写真-4)。ヒロハフウリンホオズキは茎が柔らかく、その後の風雨などの影響により収穫期までにはダイズに覆いかぶさるように倒伏した。収穫期には、多数の果実が形成されたが、一部には開花中のものもあった。

収穫後、圃場には多数の果実が散乱していたが、その後の耕起・整地に伴い、これらは土中に鋤き込まれた。それ以降は、翌春の水稻栽培まで耕作は行われなかった。

表-1 調査圃場における栽培作物とヒロハフウリンホオズキの発生状況

調査年月日		作物		ヒロハフウリンホオズキ	
年	月日	作物	生育ステージまたは圃場状態	発生程度	生育ステージ
2010	9月22日	ダイズ	登熟期	・圃場全面に多発生	・開花から果実発育期 ・草高はダイズより高い
	11月23日	ダイズ	収穫期		・ダイズの頭上を覆い倒伏 ・果実が圃場に落下し散乱
2011	5月26日	水稻	湛水	・未発生	
	9月17日	水稻	収穫直前	・散見される	・開花から果実発育期 ・草高は水稻より高い
	10月1日	—	刈跡	・圃場全面に多発生	・子葉期
	4月19日	コムギ	穂孕期	・未発生	
2012	5月31日	コムギ	登熟期	・圃場周縁部に多発生	・2葉期
	8月2日	ダイズ	1, 2葉期	・圃場の所々で散見される	・2葉期
	9月25日	ダイズ	登熟期	・圃場全面に多発生	・開花から果実発育期 ・草高はダイズより高い
	11月23日	ダイズ	収穫期		・枯死 ・果実が圃場に落下し散乱
2013	5月2日	コムギ	登熟期	・圃場周辺部に多発生	・1葉期
	6月29日	—	刈跡	・圃場全面に多発生	・生育初期から果実発育期



写真-4 多数のヒロハフウリンホオズキが発生したダイズ圃場 (2010年9月22日)



写真-6 イネ刈跡に発生したヒロハフウリンホオズキ (2011年10月1日)

(2) 2011年 (水稻一コムギ)

圃場では5月中旬に水稻が移植され、9月下旬に収穫された。収穫前の9月17日、圃場の所々に開花から果実発育中のヒロハフウリンホオズキが見られた(写真-5)。これらは、中干し期に発生したものと思われる。帰化アサガオ類(徐 2007, 2011, 2014b)やアレチウリ(徐 2014a)は、湛水期間中は発生しないが、一部は中干し期間中に発生する。畑雑草のヒロハフウリンホオズキがどのようなメカニズムで水田中で生育できるのかについては不明である。

収穫後、10月1日の刈跡では、多数の子葉期のヒロハフウリンホオズキが見られた(写真-6)。一般に果実は土壌に落下すると、その後時間の経過に伴う風雨によりホオズキ状のガクが破れ、また、中の果実の果肉が溶出し種子が現れてくる



写真-5 水田内で発生したヒロハフウリンホオズキ (2011年9月17日)

(写真-2)。これらは、耕起・整地などで果実が崩壊しバラバラに散らばれば、中の種子も土中にバラバラに散らばる。しかし、果実が崩壊しないで塊としてあるならば、中の種子も塊となって、写真のように一塊となって発生してくる(写真-6)。

これらの結果は、ヒロハフウリンホオズキの種子は耐湛水性が強く、1年間水稻栽培を行っても土中のシードバンクは死滅しないことを示している。これは、カラスムギが1シーズン of 水稻栽培でシードバンクがほぼ死滅するのとは大きく異なっている(木田・浅井2006)。なお、本調査では、それ以降の観察を行っていないためヒロハフウリンホオズキの開花の有無は確認できなかったが、他の調査では刈跡地でも開花が起きていることが確認されている(徐 未発表)。これらは、その後の耕起・整地により埋没死した。イネ刈跡では、その後、慣行に従いコムギが播種された。

(3) 2012年 (コムギ・ダイズ)

コムギ登熟初期の4月中旬ではヒロハフウリンホオズキの発生は見られなかったが、登熟期の5月末では圃場周縁部に多数見られた。これらは、まだ草高が低く、コムギでは問題にならない。コムギ収穫後、圃場は耕起・整地され、それまでに発生したヒロハフウリンホオズキは土中に埋没した。

7月中旬にダイズが播種された。ダイズの1,2葉期であった8月初旬、ヒロハフウリンホオズキは圃場内で発生が見られ2葉期であった(写真-7)。

その後、ダイズ登熟期の9月下旬、ヒロハフウリンホオズキは圃場内に多数見られた。これらは、1m程度の草高で、ダイズの草高よりも高く開花から果実発育期であった(写真-8)。

11月下旬、ダイズは落葉し収穫期になった。



写真-7 ダイズ圃場に発生したヒロハフウリンホオズキ
(2012年8月2日)



写真-8 ダイズ圃場で開花から果実発育中のヒロハフウリンホオズキ
(2012年9月25日)



写真-9 ヒロハフウリンホオズキの果実が圃場に散乱している収穫直前のダイズ圃場
(2012年11月23日)

ヒロハフウリンホオズキはダイズの上に倒れ枯死したが、多数の果実が形成され、一部は圃場内に散乱していた(写真-9)。

ダイズ収穫後、圃場は耕起・整地され、コムギが播種された。

(4) 2013年(コムギ)

コムギ登熟期の5月初旬、圃場周縁部ではヒロハフウリンホオズキが多数見られた。さらに、6月下旬の刈跡では圃場全面で多発生し(写真-10)、草高は20~30cmで生育初期から果実発育中であった(写真-11、写真-12)。前述しているように7月に発生している個体では草高が1m程度に達し開花・結実していることから、ヒロハフウリンホオズキは発生時期の違いによって草高が大きく異なり開花から果実発育が起きていることになる。これは、ヒロハフウリンホオズキは、一定以



写真-10 コムギ圃場周縁部に発生したヒロハフウリンホオズキ
(2013年5月2日)



写真-11 コムギ刈跡で多発したヒロハフウリンホオズキ
(2013年6月29日)



写真-12 コムギ刈跡で開花から果実発育中のヒロハフウリンホオズキ (2013年6月29日)

下の日長条件になると草高に関わらず開花する短日植物であるためと考えられる。

まとめ

三重県鈴鹿市内の田畑輪換のA圃場において、2010年から2013年まで、ヒロハフウリンホオズキの発生活長を調査・観察し以下の結果を得た。

1. 調査期間中の栽培作物は以下の通りであった。
 ダイズ (2010年夏)
 - 水稲/移植栽培 (2011年)
 - コムギ (2011年秋冬から2012年初夏)
 - ダイズ (2012年)
 - コムギ (2012年秋冬から2013年初夏)。
2. 畑地でのヒロハフウリンホオズキの発生は4月下旬から開始し9月頃まで継続した。
3. 麦刈跡で4月下旬頃に発生したヒロハフウリンホオズキは、6月下旬には草高が20から30cmで開花および果実形成が見られた。
4. 7月中旬にダイズが播種された圃場では播種と同時にヒロハフウリンホオズキが発生した。
 これらは草高がダイズの頭上を超え1m程度になり、9月下旬では開花から果実発育期で、ダイズに覆いかぶさり倒伏した結果、ダイズがこれらの陰に隠れた。また、収穫期には無数の果実が形成され大量の種子を形成した。
5. ヒロハフウリンホオズキ多発圃場における1年間の水稲栽培は、ヒロハフウリンホオズキのシードバンクを死滅させることは出来ず、その後のダイズ

栽培の際の発生防止策にはならなかった。

6. 水稲栽培において、ヒロハフウリンホオズキは中干し期と稲刈り後の刈跡に発生した。中干し期に発生した個体は、その後も成長し開花および果実肥大をするものもあった。

引用文献

- 浅井元朗 2005. 温暖地転作畑における最近の雑草問題—その背景と今後の課題. 関雑研会報 16, 18-23.
- 浅井元朗 2009. 1995年に輸入された乾草中に混入していた雑草種子. 雑草研究 54(4), 219-225.
- 福見尚哉・山下幸司 2005. 鳥取市の水田地帯における帰化アサガオ類の発生と生態. 雑草研究 50(別), 46-47.
- 平岩確・林元樹・濱田千裕・小出俊則 2007. 愛知県田畑輪換水田土壌における帰化アサガオ類の発生状況. 愛知農総試研報 39, 25-32.
- 半田浩二・大隈光善・山口晃・古賀巧樹 2014. 筑後地域における大豆圃で発生するヒロハフウリンホオズキの生育と種子生産. 雑草研究 59(別), 59.
- 磯山繁幸 2010. 三重県鈴鹿市の大豆栽培における雑草防除の課題. 植調 44(1), 17-23.
- 木田揚一・浅井元朗 2006. 夏期湛水条件がカラスミギおよびネズミムギ種子の生存に及ぼす影響. 雑草研究 51, 87-90.
- 木田揚一・稲垣栄洋・浅井元朗・市原実・鈴木智子・山下雅幸 2007. 静岡県中遠地域の転作圃場における夏期の管理条件とネズミムギ及びヒロハフウリンホオズキの発生の関係. 雑草研究 52(別), 22-23.
- 徐錫元 2007. 愛知県の農耕地における帰化アサガオ類の発生の現状と脅威. 植調 41(1), 17-23.
- 徐錫元 2010. 愛知県のダイズ畑に侵入した新たな問題雑草とグルホシネートによる防除. 雑草研究 55(別), 138.
- 徐錫元 2011. 湛水下におけるホシアサガオおよびマメアサガオの水中茎部からの不定根発生. 雑草研究 56(4), 235-237.
- 徐錫元 2014a. 田畑輪換圃場における問題帰化雑

草の発消生長 (1)アレチウリ. 植調 48(1), 19-24.
 徐錫元 2014b. 田畑輪換圃場における問題帰化
 雑草の発消生長 (2)ホシアサガオとマルバアメ
 リカアサガオ. 植調 48(2), 45-53.
 清水矩宏・森田弘彦・廣田伸七 2001. 日本帰化植物

写真図鑑. 全国農村教育協会, 東京, pp.242-250.
 渡邊寛明・澁谷知子・黒川俊二 2009. 大豆作お
 よびその周辺におけるアサガオ類等帰化雑草の
 発消生態に関する調査報告書. 中央農業総合研
 究センター. pp.2-17.

植調誌に寄せられた読者からの便り

水稻品種「農林1号」と並河顕彰を読んで

福岡県筑後農林事務所南筑後普及センター 参事 三角孝幸

植調誌 2014 年第 47 巻第 12 号の巻頭言の
 “水稻品種「農林1号」と並河顕彰”(種田貞
 義氏寄稿)を読んで感動しました。このよう
 な逸話は、恐らく遠く離れた地方に住む人は
 ほとんど知らないことだと思いますが、良い
 内容に感動し、自分自身に思うところがあり、
 感想をしたためてみました。

記事では、水稻「農林1号」の育成者であ
 る並河成資氏が研究上の悩みから享年 41 才
 の若さで不慮の死を遂げたこと、その死から
 12 年後に湧き上がった「3 人の遺児の救済」
 と「その功績を基にした顕彰事業」を目的に、
 市民までも巻き込んだ募金活動の広がりが
 紹介されています。

実は、私も仕事の上で色々とストレスを受
 けた時期がありましたので、並河氏の身の上
 には、身に詰まされる思いになります。そして、
 このような研究者を称える声が社会的運動に
 まで高まり、本当の意味での「浄財」が集まっ
 た力は、技術者の端くれとして、他人事であっ
 ても誇らしく感じます。

ところで、今年 2 月、二宮尊徳の 7 代目の
 子孫である中桐万里子氏(関西学院大学講師)
 の講演を、地元で拝聴しました。この中で、

印象に残ったことは、「宝物(たからもの)」
 とは、「田(た)からの贈り物(もの)」という
 意味であることや、尊徳像の姿が、「勤勉さ」
 「野良仕事の大切さ」に加え、「一步を踏み出
 す勇氣」を表していることを教わりました。
 この講演は、地元の小学校も参加していたの
 で、彼らや彼女らなりに感動したのではない
 かと思います。

このような農にまつわる逸話は、どしどし
 広めてもらいたいです。大きな節目に来てい
 る日本の農業に、新風を吹き込むことになると
 期待しています。

最後に、私の勤める南筑後普及指導センター
 は、筑後川と矢部川の下流域で、米・麦・大
 豆と園芸品目(ナス、イチゴ、アスパラガス
 及び温州ミカンが主)の生産が盛んな純農村
 地帯にあります。また、有明海を臨み、作曲家・
 古賀政男、詩人・北原白秋や、柳川の川下り、
 沿岸地区の養殖海苔生産が有名です。34 名の
 普及指導員が、本県のスローガン「幸福度日
 本一の県を目指して県政を推進しよう」の
 もと、日本一の普及事業を目指すべく頑張っ
 ております。



協和発酵バイオの
農薬です

植物成長調整剤

ジベレリン協和 粉末・錠剤・液剤
ジベレリン協和 パスト
フルメット 液剤

協和発酵バイオ株式会社

〒100-8185 東京都千代田区大手町1-6-1

TEL.03-3282-0083

<http://www.kyowahakko-bio.co.jp/products/agrochemical/>



植物成長調整剤

花類の節間伸長抑制に

ビーナイン[®]
(ダミノジッド) 顆粒水溶剤

ぶどうの品質向上に

日曹 フラスター[®] 液剤
(メピコートクロリド)

除 草 剤

イネ科雑草の除草に。

だいず・あずき・ばれいしょ・てんさい・かんしょ・
いんげんまめ・やまのいも
- 8葉期まで使用できます。-

生育期処理
除草剤 ナブ[®] 乳剤
(セトキシジム)

だいず・とうもろこし・キャベツ畑の除草剤

★フィールドスター[®] 乳剤
(ジメテナミド)

スズメノカタビラを含む
イネ科雑草の防除に
全面茎葉処理型除草剤

ホーネスト[®] 乳剤
(テブラロキシジム)

強さと、優しさで守る!
新・飼料用とうもろこし専用除草剤

アルファード[®] 液剤
(トプラメゾン)



日本曹達株式会社

本社 〒100-8165 東京都千代田区大手町2-2-1 ☎ 03-3245-6178
ホームページアドレス <http://www.nippon-soda.co.jp/nougyo/>

新登録除草剤・植物成長調整剤一覧

農林水産消費安全技術センターホームページ
農薬登録情報提供システムより

(1) 水稲作(移植・直播)

平成25年11月1日～平成26年3月31日

種類名	商品名	有効成分の種類 および含有量	剤 型	適 用 作 物 名	適用雑草、 使用目的	使用時期	適用 土壌	使用量	使用 方法	適用地帯	使用回数	会社名
イマゾス ルフロ ン・ピラ クロニル 粒剤	カットダ ウン1キ ロ粒剤	1-(2-クロロイミダゾ [1, 2-a]ピリジン-3- イルスルホニル)-3- -(4, 6-ジメトキシピ リミジン-2-イル)尿 素(0.90%) 1-(3-クロロ-4, 5, 6, 7-テトラヒドロピ ランロ[1, 5-a]ピリジ ン-2-イル)-5- [メチル(プロパ-2- イル)アミノ]ピラゾ ル-4-カルボニトリル (2.0%)	粒 剤	移植 水稲	水田一年生 雑草、マツバ イ、ホタルイ、ウ リ、ミズガヤツ リ、ヒルムシロ、セ リ、アオミドロ・藻 類による表層 はく離(関東・ 東山・東海)	移植時	砂壌土 ～ 埴土	1kg/10a	田植同 時散布 機で施 用	関東・東山・ 東海の普通 期及び早期 栽培地帯	本剤の使用 回数…1回、 イマゾスル フロンを含む農 薬の総使用 回数…2回 以内、ピラ クロニルを含む農 薬の総使用 回数…2 回以内	住友化 学㈱
							埴土～ 埴土			近畿・中国・ 四国、九州の 普通期栽培 地帯及び近 畿・中国・四 国の早期栽 培地帯		
						移植直後～ 2葉期ただし、移植 後30日まで	砂壌土 ～ 埴土		湛水散 布	関東・東山・ 東海の普通 期及び早期 栽培地帯		
イブフェ ンカル バゾン・ イマゾス ルフロ ン・プロ モブチド 粒剤	ゴエモン 1キロ粒 剤	1-(2, 4-ジクロロ フェニル)-2', 4'- ジフルオロ-1, 5- ジヒドロ-N-イソプロ ピル-5-オキソ-4 H-1, 2, 4-トリア ゾール-4-カルボキ サニリド(2.5%) 1-(2-クロロイミダゾ [1, 2-a]ピリジン-3- イルスルホニル)-3- -(4, 6-ジメトキシピ リミジン-2-イル)尿 素(0.90%) (RS)-2-プロモ- N-(α , α -ジメチル ベンジル)-3, 3-ジ メチルブチルアミド (9.0%)	粒 剤	移植 水稲	水田一年生 雑草、マツバ イ、ホタルイ、ウ リ、ミズガヤツ リ、ヒルムシロ、セ リ	移植時	砂壌土 ～ 埴土	1kg/10a	田植同 時散布 機で施 用	東北、関東・ 東山・東海 の普通期及 び早期栽培 地帯	本剤の使用 回数…1回、 イブフェン カルバゾン を含む農薬 の総使用回 数…2回以 内、イマ ゾスルフロ ンを含む農 薬の総使用 回数…2回 以内	住友化 学㈱
							埴土～ 埴土			全域(東北、 関東・東山・ 東海を除く) の普通期及 び早期栽培 地帯		
						移植直後～ 2.5葉期ただし、移 植後30日まで	砂壌土 ～ 埴土		湛水散 布	東北、関東・ 東山・東海 の普通期及 び早期栽培 地帯		
							埴土～ 埴土			全域(東北、 関東・東山・ 東海を除く) の普通期及 び早期栽培 地帯		

(1) つづき

種類名	商品名	有効成分の種類 および含有量	剤 型	適 用 作 物 名	適用雑草	使用時期	適用 土壌	使用量	使用 方法	適用地帯	使用回数	会社名
ビラクロ ニル・フ ルセトス ルフロ ン・メソ トリオン 剤	フルバ ワーMX 1キロ粒 剤	2-(4-メシル-2- ニトロベンゾイル)シク ロヘキサノン-1, 3-ジ オン(0.90%) 1-(3-[(4, 6-ジメ トキシピリミジン-2- イルカルバモイル)ス ルファモイル]-2-ピ リジル)-2-フルオロ プロピル=メトキシアセ テート(0.20%) 1-(3-クロロ-4, 5, 6, 7-テトラヒドロピ ラゾロ[1, 5-a]ピリジ ン-2-イル)-5- [メチル(プロパ-2- イニル)アミノ]ピラゾ ール-4-カルボニトリル (2.0%)	粒 剤	移植 水稲	水田一年生 雑草、マツバ イ、ホタルイ、ヘラ オモタカ(北海 道、東北)、ミ スガヤツ(北 海道を除く)、 ウリカワ、ヒルムシ ロ、セリ(東北を 除く)、アオト ロ・藻類による 表層はく離 (関東・東山・ 東海)	移植後5日～ビエ 3.5葉期 但し移 植後30日まで	砂壤土 ～ 埴土	1kg/10a	湛水散 布	全域(近畿・ 中国・四国、 九州を除く) の普通期及 び早期栽培 地帯	本剤の使用 回数…1回、 ビラクロニル を含む農薬 の総使用回 数…2回以 内、フルセト スルフロンを 含む農薬の 総使用回数… 2回以内、メ ソトリオンを 含む農薬の 総使用回数… 2回以内	石原バ イオサイ エンス (株)
						移植後5日～ビエ 3葉期 但し移植 後30日まで	砂壤土 ～ 埴土			近畿・中国・ 四国の普通 期及び早期 栽培地帯		
						移植後5日～ビエ 3葉期 但し移植 後30日まで	砂壤土 ～ 埴土			九州の普通 期及び早期 栽培地帯		
				直播 水稲	水田一年生 雑草、マツバ イ、ホタルイ、ミ スガヤツ、ウリ カワ、ヒルムシ ロ、セリ	稲1葉期～ビエ3 葉期 但し収穫90 日前まで	砂壤土 ～ 埴土			全域		
ビラゾス ルフロ ンエチル ・ピリフ タリド・ブ レチラク ロール ・メソトリ オン剤	ロータス MX1キ ロ粒剤	2-(4-メシル-2- ニトロベンゾイル)シク ロヘキサノン-1, 3-ジ オン(0.90%) エチル=5-(4, 6- ジメトキシピリミジン-2- イルカルバモイル)ス ルファモイル)-1-メ チルピラゾール-4- カルボキシラート (0.30%) 2-クロロ-2', 6' -ジエチル-N-(2- プロポキシエチル) アセトアニリド(4.5%) (RS)-7-(4, 6-ジ メトキシピリミジン-2- イルチオ)-3-メチル -2-ベンゾフラン-1 (3H)-オン(1.5%)	粒 剤	移植 水稲	水田一年生 雑草、マツバ イ、ホタルイ、ウ リカワ、ミスガヤ ツ(北海道を除 く)、ヘラオモタ カ(北海道、東 北)、ヒルムシ ロ、セリ、アオト ロ・藻類による 表層はく離(関 東・東山・東 海)	移植後3日～ビエ 3葉期ただし、移植 後30日まで	砂壤土 ～ 埴土	1kg/10a	湛水散 布	全域(近畿・ 中国・四国を 除く)の普通 期及び早期 栽培地帯	本剤の使用 回数…1回、 ビラゾスル フロンのエチ ルを含む農 薬の総使用 回数…1回、 ピリフタリ ドを含む農 薬の総使用 回数…2回 以内、ブレ チラクロー ルを含む農 薬の総使用 回数…2回 以内、メソ トリオンを 含む農薬の 総使用回数 …2回以内	シンジェ ンタ ジャパ ン(株)
							埴土～ 埴土			近畿・中国・ 四国の普通 期及び早期 栽培地帯		

(1) つづき

種類名	商品名	有効成分の種類 および含有量	剤 型	適 用 作 物 名	適用雑草	使用時期	適用 土壌	使用量	使用 方法	適用地帯	使用回数	会社名
ピラゾス ルフロ ンエチル・ ピリフタ リド・プレ チラク ロール・ メントリ オン粒剤	ロータス MXジャ ンボ	2-(4-メシル-2- ニトロベンゾイル)シク ロヘキサン-1, 3-ジ オン(2.25%) エチル=5-(4, 6- ジメトキシピリミジン-2- イルカルバモイルス ルファモイル)-1-メ チルピラゾール-4- カルボキシラート (0.75%) 2-クロロ-2', 6' -ジエチル-N-(2- プロポキシエチル) アセトアニリド(11.25%) (RS)-7-(4, 6-ジ メトキシピリミジン-2- イルチオ)-3-メチル -2-ベンゾフラン-1 (3H)-オン(3.75%)	ジ ヤ ン ボ	移植 水稲	水田一年生 雑草、マツバ イ、ホタルイ、ウ リカワ、ミスガヤツ リ(北海道を除 く)、ヘラオモダカ (北海道、東 北)、ヒルムシロ、 セリ	移植後3日～ル エ3葉期ただし、移植 後30日まで	砂壤土 ～埴土 埴土～ 埴土	小包装 (パッ ク)10個 (400g)/ 10a	水田に 小包装 (パック) のまま 投げ入 れる。	全域(北海道 を除く)の普 通期及び早 期栽培地帯 北海道	本剤の使用 回数…1回、 ピラゾスル フロエチルを 含む農薬の 総使用回 数…1回、ピ リフタリドを 含む農薬の 総使用回数… 2回以内、プ レチラクロー ルを含む農 薬の総使用 回数…2回 以内、メント リオンを含む 農薬の総使用 回数…2回 以内	シンジェ ンタ ジャバ ン㈱

(2)水田耕起前・水田畦畔・休耕田・水稲刈跡・畑作・野菜作・永年作物 他

種類名	商品名	有効成分の種類 および含有量	剤 型	適用 作物名	適用 雑草、 使用 目的	使用時期	適用場所・ 適用土壌	使用量・ 散布液量	使用方法	適用 地帯	本剤の使用回数	会社名
プロマシル・MC PP粒剤	こっばみじんV	5-プロモ-3- セコダグリープチ ル-6-メチルウ ラシル(1.5%) α-(2-メチル -4-クロロフェノ キシ)プロピオン 酸カリウム(0.70%)	粒 剤	樹木等	一年生 雑草	雑草発生前	公園、庭 園、堤とう、 駐車場、道 路、運動 場、宅地等	10~20g/m ² 20~40g/m ²	植栽地を除 く樹木等の 周辺地に全 面土壌散布	-	本剤の使用回 数...2回以内、プロ マシルを含む農 薬の総使用回数 ...2回以内、 MCPPを含む農薬 の総使用回数...3 回以内	レイ ン・ボ ー薬 品開
ジメテナミドP・リ ニユロン粉粒剤	エコトップP細粒 剤F	(S)-2-クロロ -N-(2, 4-ジ メチル-3-チエ ニル)-N-(2- メトキシ-1-メ チルエチル)アセ トアミド(1.0%) 3-(3, 4-ジク ロロフェニル)-1 -メトキシ-1-メ チル尿素(1.4%)	細 粒 剤	だいざ	一年生 雑草	は種後出芽 前(雑草発 生前)	全土壌(砂 土を除く)	4~6kg/10a	全面土壌散 布	金城(北 海道を除く)	本剤の使用回 数...1回、ジメテナ ミド及びジメテナ ミドPを含む農薬の 総使用回数...1 回、リニユロンを含 む農薬の総使用 回数...2回以内 (全面土壌散布は 1回以内、雑草茎 葉兼土壌散布は1 回以内)	日産化 学工業 株、丸 和バイ オケミ カル株
テブチウロン・D BN・DCMU粒 剤	ロニーV粒剤 草退治V粒剤	1-(5-tert- ブチル-1, 3, 4- チアジアゾ ル-2-イル)- 1, 3-ジメチル 尿素(0.70%) 2, 6-ジクロロベ ンゼニトリル (0.50%) 3-(3, 4-ジク ロロフェニル)- 1, 1-ジメチル 尿素(1.0%)	粒 剤	樹木等	一年生 雑草	雑草発生前	公園、庭 園、堤とう、 駐車場、道 路、運動 場、宅地等	10~20kg/10a 15~30kg/10a	植栽地を除 く樹木等の 周辺地に全 面土壌散布	-	本剤の使用回 数...3回以内 、テブチウロンを 含む農薬の総使 用回数...3回以 内、DBNを含む農 薬の総使用回数 ...3回以内、 DCMUを含む農 薬の総使用回数 ...3回以内	保土谷 アグロ テック 株、住 友化学 園芸開
カルフェントラ ンエチル水和剤	タスク39DF	(RS)-エチル 2-クロロ-3- [2-クロロ-5- (4-ジフルオロメ チル-4, 5-ジ ヒドロ-3-メチ ル-5-オキソ- 1H-1, 2, 4-ト リアゾール-1- イル)-4-フル オロフェニル]プロ ピオナート (39.0%)	顆 粒 水 和 剤	西洋芝 (ベント グラス)	コケ類	芝生育期(コ ケ生育期)	-	30~60g/10a 、希釈水量100~ 200L/10a	雑草茎葉散 布	-	本剤の使用回 数...6回以内 、カルフェントラ ンエチルを含む農 薬の総使用回数 ...6回以内	エフエ ムシー・ ケミカル ズ株、 ㈱理研 グリーン
リニユロン水和 剤	ロックス	3-(3, 4-ジク ロロフェニル)-1 -メトキシ-1-メ チル尿素(50.0%)	水 和 剤	りんご、 もも、か き	一年生 雑草	雑草発生前 ~発生始期 但し、収穫 30日前まで	-	300g/10a 、希釈水量70~ 150L/10a	全面土壌散 布	-	本剤の使用回 数...1回、リニユ ロンを含む農薬の 総使用回数...1回	TKI J APAN 株
				なし		雑草発生前 ~発生始期 但し、収穫 90日前まで						
				麦類(秋 播)		は種後~発 芽前(雑草 発生前~発 生始期)		100~200g/10a 、希釈水量70~ 150L/10a				
				だい ず、え だまめ		は種直後~ 出芽前(雑 草発生前~ 発生始期)					本剤の使用回 数...1回、リニユ ロンを含む農薬の 総使用回数...2回 以内(全面土壌散 布は1回以内、雑 草茎葉兼土壌散 布は1回以内)	
						本葉3葉期 以降(雑草生 育期(草丈 15cm以下) 但し、収穫 30日前まで			雑草茎葉兼 土壌散布 (畦間・株間 処理)			

(2)つづき

種類名	商品名	有効成分の種類 および含有量	剤 型	適用 作物名	適用 雑草、 使用 目的	使用時期	適用場所・ 適用土壌	使用量・ 散布液量	使用方法	適用 地帯	本剤の使用回数	会社名
リニュロン水和 剤 つづき	ロロックス	3-(3, 4-ジクロロフェニル)-1- メトキシ-N-メ チル尿素(50.0%)	水和 剤	いんげ んまめ	一年生 雑草	は種直後	-	100～150g/10a 、希釈水量70～ 150L/10a	全面土壌散 布	-	本剤の使用回 数…1回、リニュ ロンを含む農薬の総 使用回数…1回	TKI J APAN ㈱
				べにば ないん げん		は種後出芽 前(雑草発 生前)		75～100g/10a、希 釈水量70～ 150L/10a				
				らっか せい、と うもろこ し、飼料 用とうも ろこし		は種直後		100～200g/10a 、希釈水量70～ 150L/10a				
				ソルガ ム		は種直後 (雑草発生 前)						
				にんじ ん		は種直後						
						にんじん3～ 5葉期 但 し、収穫30 日前まで(雑 草発生始 期)		100～150g/10a、希 釈水量70～ 150L/10a			本剤の使用回 数…1回、リニュ ロンを含む農薬の総 使用回数…2回以 内(は種直後は1 回以内、にんじん3 ～5葉期は1回以 内)	
				かんしよ		苗移植5日 前頃まで		150～200g/10a 、希釈水量70～ 150L/10a			本剤の使用回 数…1回、リニュ ロンを含む農薬の総 使用回数…2回以 内(全面土壌散布 は1回以内、雑草 茎葉兼土壌散布 は1回以内)	
					一年生 広葉雑 草	生育期 但 し、収穫45 日前まで(雑 草発生揃 期)(草丈 10cm以下)		100～200g/10a 、希釈水量70～ 150L/10a	雑草茎葉兼 土壌散布 (畦間処理)			
				ばれい しよ	一年生 雑草	植付直後～ 萌芽前			全面土壌散 布		本剤の使用回 数…1回、リニュ ロンを含む農薬の総 使用回数…1回	
				さとい も、こん にやく		植付直後						
				やまの いも		生育期 但 し、収穫60 日前まで(雑 草発生前～ 発生揃期)			畦間土壌散 布		本剤の使用回 数…2回以内、リ ニュロンを含む農 薬の総使用回数 …2回以内(粒剤 は1回以内)	
				やまの いも(む かこ)		植付直後			全面土壌散 布		本剤の使用回 数…2回以内、リ ニュロンを含む農 薬の総使用回数 …2回以内	
						生育期 但 し、収穫60 日前まで(雑 草発生前～ 発生揃期)			畦間土壌散 布			
					アスパラ ガス	萌芽前(雑 草発生前～ 発生始期)		150～200g/10a 、希釈水量70～ 150L/10a	全面土壌散 布		本剤の使用回 数…1回、リニュ ロンを含む農薬の総 使用回数…1回	

(2)つづき

種類名	商品名	有効成分の種類 および含有量	剤 型	適用 作物名	適用 雑草、 使用 目的	使用時期	適用場所・ 適用土壌	使用量・ 散布液量	使用方法	適用 地帯	本剤の使用回数	会社名
リニユロン水和 剤 つづき	ロロックス	3-(3, 4-ジクロロフェニル)-1-メトキシ-N-メチル尿素(50.0%)	水和 剤	にんにく	一年生 雑草	植付前(マルチ前)(雑草発生前)		100～150g/10a 、希釈水量70～150L/10a	全面土壌散布		本剤の使用回数…1回、リニユロンを含む農薬の総使用回数…1回	TKI JAPAN ㈱
						植付後～萌芽前(雑草発生前)						
						定植後 但し、定植14日後まで(雑草発生前)			畦間土壌散布			
						あさつき	植付直後～萌芽前(雑草発生前～発生始期)	150g/10a 、希釈水量70～150L/10a	全面土壌散布			
						にら	植付培土後及び収穫後の2回(体系)	100～150g/10a 、希釈水量70～150L/10a			本剤の使用回数…2回以内、リニユロンを含む農薬の総使用回数…2回以内	
						らっきょう	種球植付後(雑草発生前)	150g/10a 、希釈水量70～150L/10a	畦間土壌散布		本剤の使用回数…1回、リニユロンを含む農薬の総使用回数…2回以内(種球植付後は1回以内、生育期は1回以内)	
							生育期 但し、収穫30日前まで		全面土壌散布			
						セルリー	定植後 但し、定植7日後まで(雑草発生前)	100～150g/10a 、希釈水量70～150L/10a	畦間土壌散布		本剤の使用回数…1回、リニユロンを含む農薬の総使用回数…1回	
						とうき	中耕・培土後 但し、収穫120日前まで	100g/10a 、希釈水量70～150L/10a			本剤の使用回数…2回以内、リニユロンを含む農薬の総使用回数…2回以内	
						たらのぎ	中耕・培土後(雑草発生前)					
						食用ゆり、わさびだいこん	植付後萌芽前(雑草発生前～発生始期)	100～150g/10a 、希釈水量70～150L/10a	全面土壌散布		本剤の使用回数…1回、リニユロンを含む農薬の総使用回数…1回	
						みつば	は種後出芽前(雑草発生前)					
						はつか	収穫120日前まで	100g/10a 、希釈水量70～150L/10a				
						おうぎ	は種後出芽前(雑草発生前)	100～150g/10a 、希釈水量70～150L/10a				
桑	4～10月	100～200g/10a 、希釈水量70～150L/10a										

(2)つづき

種類名	商品名	有効成分の種類 および含有量	剤 型	適用 作物名	適用 雑草、 使用 目的	使用時期	適用場所・ 適用土壌	使用量・ 散布液量	使用方法	適用 地帯	本剤の使用回数	会社名
フルボキサム水 和剤	グラブティ顆粒 水和剤	1-[4-クロロ- 3-(2, 2, 3, 3, 3-ペンタフルオ ロプロボキシメチ ル)フェニル]-5 -フェニル-1H -1, 2, 4-トリア ゾール-3-カル ボキサミド(50.0%)	顆 粒 水 和 剤	樹木等	一年生 雑草	雑草発生前	公園、堤と う、道路、運 動場、宅 地、のり面、 鉄道等	150～450g/10a 、希釈水量100～ 200L/10a	散布	-	本剤の使用回 数…2回以内、フル ボキサムを含む 農薬の総使用回 数…2回以内	日本曹 達㈱
ベンタゾン液剤	バサグランター フ	3-イソプロピル -2, 1, 3-ベン ゾジアジノン -(4)-2, 2- ジオキソドニナト リウム塩(44.0%)	液 剤	日本芝	一年生 雑草(イ ネ科を 除く)、ヒ メク	春夏期雑草 - 生育期(芝 生育期)	-	0.5～1ml/m ² 、希釈 水量100～200ml/ m ²	雑草茎葉散 布	-	本剤の使用回 数…3回以内、ベ ンタゾンを含む農 薬の総使用回 数…3回以内	BASF ジャパ ン㈱
プロメリン・S- メトラクロール水 和剤	コダールS水和 剤	2-メチルチオ- 4, 6-ビス(イソ プロピルアミノ)- s-トリアジン (26.6%) (S)-2-クロロ -2'-エチル -N-(2-メトキ シ-1-メチルエ チル)-6'-メ チルアセトアニ リド及び(R)-2- クロロ-2'-エ チル-N-(2- メトキシ-1-メ チルエチル)-6' -メチルアセトア ニリド(24.8%)	水 和 剤	だい ず、え だまめ	一年生 雑草	は種後出芽 前(雑草発 生前)	垣壊土	225～300g/10a 、希釈水量70～ 100L/10a	全面土壌散 布	全域	本剤の使用回 数…1回、プロメ リンを含む農薬の 総使用回数…1 回、メトラクロール 及びS-メトラクロ ールを含む農薬の 総使用回数…1 回	日本化 薬㈱
シアナジン・DC MU・MCPP粒 剤	クサブランカー DX粒剤 クサノンZ粒剤 クサダウンDX粒 剤 バランG粒剤	2-(4-クロロ- 6-エチルアミノ -1, 3, 5-トリア ジン-2-イルア ミノ)-2-メチル プロピオニトリル (2.0%) 3-(3, 4-ジク ロロフェニル)- 1, 1-ジメチル 尿素(4.0%) α-(2-メチル -4-クロロフェノ キシ)プロピオン 酸カリウム(4.0%)	粒 剤	樹木等	一年生 雑草 多年生 広葉雑 草、スキ ナ 一年生 雑草、 多年生 広葉雑 草、スキ ナ	雑草発生前 雑草生育初 期(草丈 20cm以下)	公園、庭 園、堤とう、 駐車場、道 路、運動 場、宅地等	7.5～30kg/10a 15～30kg/10a	植栽地を除 く樹木等の 周辺地に全 面土壌散布	-	本剤の使用回 数…3回以内、シ アナジンを含む農 薬の総使用回 数…3回以内、DCMUを含む農 薬の総使用回 数…3回以内、M CPPを含む農薬 の総使用回数… 3回以内	保土谷 アグロ テック ㈱、住 友化学 園芸 ㈱、北 興産業 ㈱、伊 吹正㈱

(2) つづき

種類名	商品名	有効成分の種類 および含有量	剤 型	適用 作物名	適用 雑草、 使用 目的	使用時期	適用場所・ 適用土壌	使用量・ 散布液量	使用方法	適用 地帯	本剤の使用回数	会社名
MCPB乳剤	マデック	2-メチル-4-クロロフェノキシ酢酸エチル (20.0%)	乳剤	かんきつ	冬期落葉防止	11月～1月 但し収穫10日前まで		希釈倍数2000～3000倍、水量300～400L/10a	立木全面散布	-	本剤の使用回数…1回、MCPBを含む農薬の総使用回数…1回	アグロカネショウ㈱
					へた落ち防止	収穫開始予定日の20～10日前						
					後期落果防止	着色期から収穫20日前まで						
				りんご	着色促進	収穫開始予定日の30～20日前		希釈倍数3000～4000倍、水量300～600L/10a			本剤の使用回数…1回、MCPBを含む農薬の総使用回数…2回以内	
					収穫前落果防止	収穫開始予定日の25日前及び15日前		希釈倍数6000倍、水量300～600L/10a			本剤の使用回数…1回、MCPBを含む農薬の総使用回数…2回以内	
					日本なし	収穫開始予定日の14日前		希釈倍数6000倍、水量200～300L/10a			本剤の使用回数…1回、MCPBを含む農薬の総使用回数…1回	
MCPB乳剤	マデックEW	2-メチル-4-クロロフェノキシ酢酸エチル (20.0%)	乳剤	かんきつ	冬期落葉防止	11月～1月 但し収穫10日前まで	-	希釈倍数2000～3000倍、水量300～400L/10a	立木全面散布	-	本剤の使用回数…2回、MCPBを含む農薬の総使用回数…1回	アグロカネショウ㈱
					へた落ち防止	収穫開始予定日の20～10日前						
					後期落果防止	着色期から収穫20日前まで						
DCMU水和剤	カーメックス顆粒水和剤	3-(3,4-ジクロロフェニル)-1,1-ジメチル尿素(80.0%)	顆粒水和剤	さとうきび(株出)	一年生及び多年生広葉雑草	雑草生育期(草丈15cm以下)にただし、収穫90日前まで	-	100～150g/10a、希釈水量100L/10a	雑草茎葉散布	-	本剤の使用回数…2回以内、DCMUを含む農薬の総使用回数…2回以内(土壌散布は1回以内)	マクテシム・アガン・ジャパン㈱
				水田作物(水田畦畔)	一年生雑草	雑草発生前～雑草発生揃期		150～300g/10a、希釈水量70～100L/10a	散布(茎葉兼土壌処理)		本剤の使用回数…1回、DCMUを含む農薬の総使用回数…1回	
グリホサートPプロピルアミン塩液剤	こっばみじんシャワー	イソプロピルアンモニウム＝N-(ホスホノメチル)グリシナート (0.40%)	液剤	樹木等	一年生及び多年生雑草	雑草生育期(草丈30cm以下)	公園、庭園、堤とう、駐車場、道路、運動場、宅地、のり面等	50～100ml/m ² (原液散布)	植栽地を除く樹木等の周辺地に雑草茎葉散布	-	本剤の使用回数…3回以内、グリホサートを含む農薬の総使用回数…3回以内	耕シール・エス
グルホシネートPナトリウム塩液剤	クロスリード液剤	ナトリウム＝L-ホモアラニン-4-イル(メチル)ホスフィナート (11.5%)	液剤	樹木等	一年生雑草	雑草生育期(草丈30cm以下)	公園、庭園、堤とう、駐車場、道路、運動場、宅地、のり面、鉄道等	500～1000ml/10a、希釈水量100～200L/10a	植栽地を除く樹木等の周辺地に雑草茎葉散布	-	本剤の使用回数…3回以内、グルホシネートP及びグルホシネートPを含む農薬の総使用回数…3回以内	Meiji Seikaファルマ㈱
					多年生広葉雑草			1000～2000ml/10a、希釈水量100～200L/10a				

(2)つづき

種類名	商品名	有効成分の種類 および含有量	剤 型	適用 作物名	適用 雑草、 使用 目的	使用時期	適用場所・ 適用土壌	使用量・ 散布液量	使用方法	適用 地帯	本剤の使用回数	会社名
シアナジン・DC BN・DCMU粒 剤	ワイドウェイEX 粒剤	2-(4-クロロ- 6-エチルアミ ノ-1,3,5-トリ アジン-2-イル アミノ)-2-メチ ルプロピオノ ニトリル (2.0%) 2,6-ジクロロ オベンザミド (3.0%) 3-(3,4-ジ クロロフェニ ル)-1,1-ジメチ ル尿素(6.0%)	粒 剤	樹木等	一年生 雑草	雑草発生前 ～生育初期 (草丈20cm 以下)	公園、庭 園、堤とう、 駐車場、道 路、運動 場、宅地、 鉄道等	7.5～15kg/10a 15～20kg/10a	植栽地を除 く樹木等の 周辺地に全 面土壌散布	-	本剤の使用回 数…3回以内、シ アナジンを含む農 薬の総使用回数 …3回以内、 DCBNを含む農薬 の総使用回数…3 回以内、DCMUを 含む農薬の総使 用回数…3回以内	保土谷 アグロ テック(株)
ジメテナミドP・ベ ンディメタリン・リ ニュロン乳剤	ブロールプラス 乳剤	(S)-2-クロロ -N-(2,4-ジ メチル-3-チエ ニル)-N-(2- メトキシ-1-メチ ルエチル)アセト アミド(6.7%) N-(1-エチル プロピル)-3,4- ジメチル-2, 6-ジニトロアニ リン(6.5%) 3-(3,4-ジ クロロフェニ ル)-1- メトキシ-1-メ チル尿素(11.4%)	乳 剤	だい ず、え だまめ	一年生 雑草	は種後出芽 前(雑草発 生前)	全土壌(砂 土を除く)	400～600ml/10a、 希釈水量70～ 150L/10a	全面土壌散 布	全地 帯	本剤の使用回 数…1回、ジメテ ナミド及びジメテ ナミドPを含む農 薬の総使用回数 …1回、ベンディメ タリンを含む農薬 の総使用回数…1 回、リニュロンを 含む農薬の総使用 回数…2回以内 (全面土壌散布は 1回以内、雑草茎 葉兼土壌散布は1 回以内)	BASF ジャバ ン(株)
テブチウロン・D BN・DCMU粒 剤	ネコソギエースT X粒剤	1-(5-tert- ブチル-1,3,4- チアジアゾ ール-2-イル)- 1,3-ジメチル 尿素(0.80%) 2,6-ジクロロ ベンゾニトリル(3.0%) 3-(3,4-ジ クロロフェニ ル)-1,1-ジメチ ル尿素(6.0%)	粒 剤	樹木等	一年生 雑草	雑草発生前 雑草生育初 期	公園、庭 園、堤とう、 駐車場、道 路、運動 場、宅地、 鉄道等	5～20g/m ² 7.5～20g/m ² 10～20g/m ²	植栽地を除 く樹木等の 周辺地に全 面土壌散布	-	本剤の使用回 数…3回以内、テ ブチウロンを含む 農薬の総使用回 数…3回以内、 DBNを含む農薬 の総使用回数…3 回以内、DCMUを 含む農薬の総使 用回数…3回以内	レイ ン ボー ー薬 品(株)

Quality & Safety

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

SDSの水稲用除草剤有効成分を含有する「新製品」

ホットコンビフロアブル(テニルクロール/ベンゾビシクロン)
 ナギナタ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
 ライジンパワー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
 ブルゼータ1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル(ベンゾビシクロン)
 ツインスター1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル(ダイムロン)
 月光1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(カフェンストロール/ダイムロン)
 銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)
 イネヒーロー1キロ粒剤(ダイムロン)
 フルイニング/ジャイブ/タンボエース1キロ粒剤/ジャンボ/スカイ500グラム粒剤
 (カフェンストロール/ベンゾビシクロン)
 シリウスエグザ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/顆粒(ベンゾビシクロン)
 クサトリ-BSX1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
 ビッグシュアZ1キロ粒剤(ベンゾビシクロン)
 ニトウリュウ/テッケン1キロ粒剤(ベンゾビシクロン)
 クサスイープ1キロ粒剤(ベンゾビシクロン)
 キクトモ1キロ粒剤(カフェンストロール/ベンゾビシクロン/ダイムロン)
 プレキープ1キロ粒剤/フロアブル(ベンゾビシクロン)

「ベンゾビシクロン」含有製品

SU抵抗性雑草対策に！アシカキ、イボクサ対策にも！

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

 株式会社 **エス・ディー・エス バイオテック**

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

植調協会だより

◎ 平成 25 年度事業及び会計の監査

平成 26 年 5 月 9 日(金)、当協会監事による監査を受け、適正との結果を得る。

◎ 第 6 回理事会開催

平成 26 年 5 月 16 日(金)、植調会館会議室において開催され、次の事項について承認を得た。

[議案]

平成 25 年度事業報告及び決算の承認

[報告事項]

代表理事・業務執行理事の職務の執行の状況の報告

◎ 第 3 回評議員会開催

平成 26 年 5 月 30 日(金)、浅草ビューホテル会議室において開催され、次の事項について承認を得た。

[報告事項]

平成 25 年度事業報告

[決議事項]

1. 平成 25 年度決算の承認
2. 役員報酬
3. 理事・監事の選任

再任理事 稲森 誠, 今林 惣一郎, 大嶋 保夫,
小川 奎, 竹内 安智, 伊達 寛敬,
田中 良, 種田 貞義, 平田 公典,
松川 勲, 松本 宏, 横山 昌雄

新任理事 佐藤 悦史, 高橋 宏和, 横山 幸徳

再任監事 駒井 良理, 佐合 隆一

退任理事 竹下 孝史, 生杉 佳弘

4. 評議員の選任

新任評議員 天野 徹夫, 加藤 保博, 川名 敏夫

退任評議員 池田 芳治, 上園 孝雄, 寺本 昭二

◎ 第 7 回理事会開催

平成 26 年 5 月 30 日(金)、浅草ビューホテル会議室において開催され、次の事項について承認を得た。

[議案]

1. 代表理事及び業務執行理事の選任

代表理事(理事長) 小川 奎(再任)

業務執行理事(専務理事) 横山 昌雄(新任)

業務執行理事(常務理事) 佐藤 悦史(新任)

業務執行理事(常務理事) 高橋 宏和(新任)

2. 重要な使用人の選任

◎ 人事異動

平成 26 年 5 月 30 日付

命 技術顧問 竹下 孝史

平成 26 年 6 月 1 日付

命 事務局長 林 伸英

命 総務部長 花岡 明人

命 総務部庶務課長 関 百合子

命 研究所信頼性保証部長 村岡 哲郎

◎ 会議開催日程のお知らせ

・平成 25 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

日時：平成 26 年 7 月 10 日(木) 13:30 ~ 17:00

場所：ホテルラングウッド

〒116-0014 東京都荒川区東日暮里 5-50-5

TEL 03-3803-1234

公益財団法人日本植物調節剤研究協会

東京都台東区台東 1 丁目 26 番 6 号

電話 (03) 3832-4188 (代)

FAX (03) 3833-1807

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

編集人 日本植物調節剤研究協会 理事長 小川 奎

発行人 植調編集印刷事務所 元村 廣司

東京都台東区台東 1-26-6 全国農村教育協会

発行所 植調編集印刷事務所

電話 (03) 3833-1821 (代)

FAX (03) 3833-1665

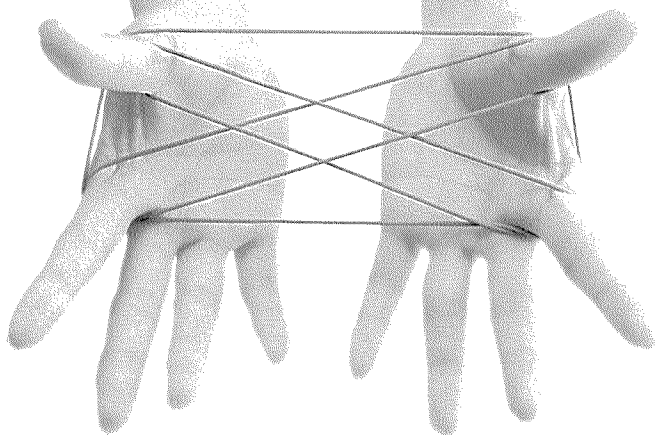
平成 26 年 6 月発行定価 540 円(本体 500 円 + 消費税 40 円)

植調第 48 巻第 3 号

(送料 280 円)

印刷所 (株)ネットワン

私たちの多彩さが、
この国の農業を豊かにします。



®は登録商標です。

大好評の除草剤ラインナップ

- 新登場!** **ゼータワン** 1kg000
ジャンボ
フロアブル
- 新登場!** **メガゼータ** 1kg000
ジャンボ
フロアブル
- 新登場!** **ゼータファイ** 1kg000
ジャンボ
フロアブル
- 新登場!** **フルゼータ** 1kg000
ジャンボ
フロアブル
- 新登場!** **オサキニ** 1kg0 粒剤
- 新登場!** **ショウリョクS** 粒剤
- 新登場!** **ズエモン** 1kg0 粒剤
- 新登場!** **カットダウン** 1kg0 粒剤
- 忍** 1kg0 粒剤
ジャンボ
フロアブル
- イッテツ** 1kg0 粒剤
ジャンボ
フロアブル
- ショウリョク** ジャンボ
- ドニチS** 1kg0 粒剤
- バトル** 粒剤
- クラッシュEX** ジャンボ
- アワード** フロアブル

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

お客様相談室 0570-058-669

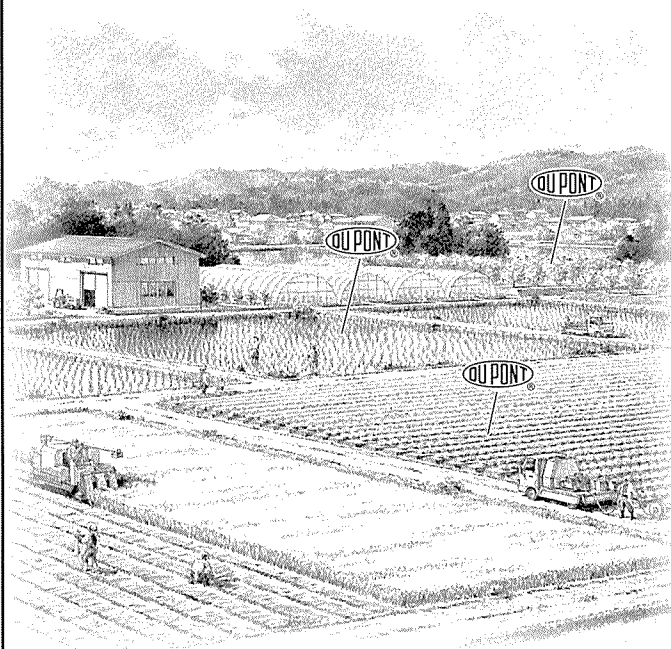
大地のめぐみ、まっすぐく人へ
SCC GROUP

住友化学

住友化学株式会社



powered by
RYNAXYPYR®



日本の米作りを応援したい。

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



The miracles of science®

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

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

畦畔等の法面の雑草管理でお困りの方へ!

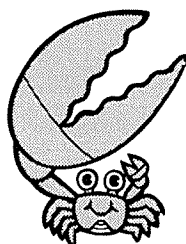
刈る。のびる。また刈る…重労働を強いられる、畦畔などの法面の雑草管理。
 雑草をのばさないグラスショットで省力化しませんか。

特長

- 刈り取り回数を減少化
- 作業を省力化・効率化
- 広範囲の雑草を長期間抑制
- 土壌崩壊・流亡を防止



グラスショット
 散布26日後の
 抑草効果
 1996年5月9日刈り取り、
 5月13日散布、6月26日撮影
 主な雑草：ヨモギ、スギナ、
 セイタカアワダチソウ



抑草剤 水田畦畔・農道・水路法面などに

グラスショット液剤

●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使用しないでください ●小児の手の届く所に置かないでください。



JAグループ

農

協

全農

経済連

◎は登録商標です。

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
 ホームページ <http://www.kumiai-chem.co.jp>

天下無草

新登場

非選択性茎葉処理除草剤

ザクサ

液剤

ザクサ普及会

北興化学工業株式会社

[事務局] Meiji Seika ファルマ株式会社
 〒104-8002 東京都中央区京橋2-4-16

ザクサ®はMeiji Seikaファルマ(株)の登録商標

