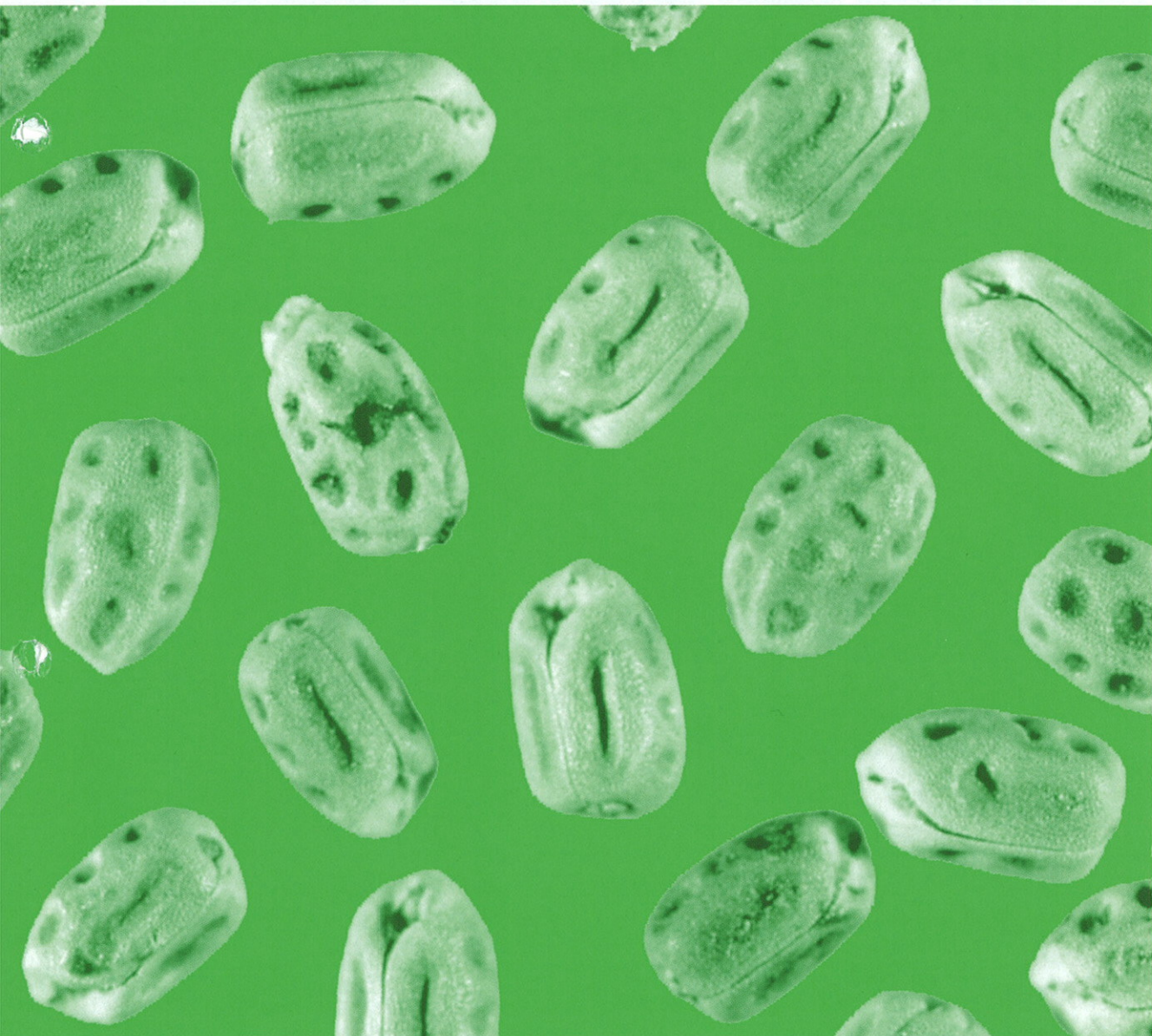


調 植

第 45 卷第 9 号



チャボタイゲキ (*Euphorbia peplus* L.) 長さ1.5mm

財団法人 日本植物調節剤研究協会編
<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



クサトリードX ジャンボH[®]/L[®]
1キロ粒剤75/51
フロアブルH/L

ラクダープロ フロアブル・Lフロアブル
1キロ粒剤75/51

イネキング 1キロ粒剤
ジャンボ
フロアブル

シング 乳剤

クサファイター 1キロ粒剤

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

イネ王国 1キロ粒剤

MICスウィープ フロアブル

フォローアップ 1キロ粒剤

MICシロノック 1キロ粒剤51

MICスラッシャ 粒剤
1キロ粒剤

イネエース 1キロ粒剤

MICザーベックスDX 1.5L

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



卷頭言

色々な直播栽培研究がありました

(財)日本植物調節剤研究協会 北陸支部長 種田貞義

直播栽培は低コスト稲作のキーテクノロジーとして全国的に積極的に推進されてきているところである。北陸地域は全国的にみても直播栽培が盛んな地域であり、なかでも福井県は3,300haで全国一の栽培面積となっている。

新潟県農業総合研究所においても設立以来、現在まで直播栽培は稲作研究の大きな柱の一つとして位置づけられ、多くの研究がなされてきた。ここで、新潟県での直播栽培研究の過去から現在を振り返ってみたい。

新潟農試での直播栽培の研究は明治 42,43 年に播種期試験及び移植栽培との比較試験を行ったのが始まりである。その後大正時代には直播用品種の選抜や播種密度の検討などが行われた。しかし、苗立の安定化や雑草などの問題が解決できず、大正末期で試験は中止された。昭和に入り水田除草剤 2,4-D の開発により、深水栽培と 2,4-D を組み合わせた深水湛水直播栽培が開発された。昭和 30 年中頃には新潟県の新潟県土壌に適応した小型耕耘機を基幹とした部分耕はさみ播き乾田直播法が開発された。続いて昭和 40 年代に入り小型トラクターを基幹とした溝付け折衷直播栽培の研究が取り組まれた。この研究以降、私も参画するようになった。当時、毎日、泥を頭から浴びながら作溝機についた泥をとるためにトラクターの後について圃場を歩き回ったことが思い出される。除草体系は播種前に N I P 粒剤、5～6 葉期に中耕除草と再び N I P 粒剤、更に 7～8 葉期に P A M 粒剤であった。この直播方式は現地の大規模生産集団で実証試験が行われ、その結果、移植栽培（手植え）に比べ大幅な労働時間の削減と、移植並の収量が得られた。また、溝播き折衷直播栽培の研究と並行して、昭和 45～47 年には約 10ha の大型機械化乾田直播技術体系の実証研究が行われた。初

年目には ha 当たり 64 時間の高能率技術体系を実証した。また、3 年目の 47 年には新潟県で植樹祭が行われ、昭和天皇が行幸された折り、当時としては画期的な大型機械化体系による乾田直播栽培をご覧いただく予定となっていた。しかし、その年は春先から連続降雨の不順な天候に見舞われ、乾田整地播種が不可能となり、急遽手植えに切り替え、大区画圃場の手植え水稻をご覧頂く結果となった。重粘土壌における乾田直播の降雨に対するもろさが露呈され、その後新潟県では乾田直播の研究は中断されてしまった。

平成に入り水稻生産の低コスト化が一層強く求められようになり、全国的にもカルパー粉粒剤をコーティングする苗立ち安定化を図った湛水土中直播が普及してきた。新潟県では湛水土中直播の苗立ちと倒伏抵抗性を高め更に安定した直播栽培を目指した湛水溝付け直播技術を開発した。

以上のように新潟県での直播栽培の研究は明治末期から現在まで連綿と続いている。

現在は、カルパー、落水出芽法の確立、更に直播栽培用の除草剤の開発など従来直播栽培で最も課題となっていた問題がある程度解決されてきている。しかし、直播栽培の普及面積は新潟県でわずかに1,300haで作付け面積の1%程度である。

直播栽培が普及しない理由は苗立ちや雑草の問題以上に現在の経営規模では生産者が直播栽培を本当に必要と感じていないことが最大の原因と考える。今後、TPPにより水稲経営規模の大規模化・低コスト化が避けて通れない問題として出てくる時、直播栽培の重要性が再認識されてくると思っている。また、そのとき長年蓄積された研究成果も活かされるものと期待している。



目 次

(第 45 巻 第 9 号)

巻 頭 言	植物細胞の分裂と伸長から見た個体サイズの制御機構 … 21
色々な直播栽培研究がありました …………… 1	＜(独)理化学研究所 植物科学研究センター 小牧伸一郎 杉本 慶子＞
＜(財)日本植物調節剤研究協会 北陸支部長 種田貞義＞	
第 23 回アジア・太平洋地域雑草学会に参加して… 3	後作物移行性試験に関する動向 …………… 32
＜(財)日本植物調節剤研究協会 山木義賢, 橋本匡人, 土田邦夫, 小川 奎＞	＜(財)残留農業研究所 飯島和昭＞
キュウリの単為結果と果実間での不均一な光合成産物分配	新登録除草剤・植物成長調整剤一覧 …………… 40
一果実成長と植物ホルモン …………… 11	＜農林水産省 消費・安全局 農産安全管理課＞
＜千葉大学園芸学研究科 彦坂晶子＞	植調協会だより …………… 52

**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** 日農

**この一本が
除草を変える!**

1キロ粒剤75・フロアブル・ジャンボ

イッポンD

**田植え
同時処理
可能!**
(ジャンボを除く)

1キロ粒剤51・フロアブル・ジャンボ

ダイナマンD

1キロ粒剤51 フロアブル

投げ込み用
マサカリ
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所には置かないでください。●使用後の空容器・空袋等は畑場などに放置せず、適切に処理してください。

第23回アジア・太平洋地域雑草学会に参加して

(財)日本植物調節剤研究協会 山木義賢, 橋本匡人, 土田邦夫, 小川 奎

第23回アジア・太平洋雑草学会(APWSS: Asian-Pacific Weed Science Society)が2011年9月26日から29日までの4日間にわたり、オーストラリア クイーンズランド州のケアンズで開催された。植調協会では小川会長を団長に20名の団体を編成し参加した。APWSSは隔年開催で、過去にも同様に参加してきたが、前回のパキスタン大会は地域情勢を考慮して参加を見合わせたので、スリランカ大会以来である。

観光都市 ケアンズの街

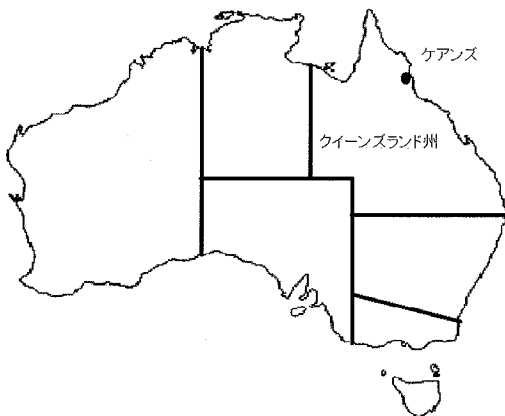
学会が開催されたケアンズは、オーストラリアの北東部、クイーンズランド州のヨーク岬半島の付け根に位置する北の玄関口である。人口約15万人で、オーストラリアの中では14番目に小さな都市である。日本からは約7,000km南方にあり、約7時間半のフライトで到着する。ケ

アンズは、世界最大の珊瑚礁のグレートバリアリーフや、世界最古の森として知られる熱帯雨林地域などの世界遺産の拠点であり、日本でも人気の高い観光都市である。

南半球のため日本とは四季が逆になるが、気候は海岸部のため、熱帯モンスーン地帯に属し、一年を通じて気温が高く、夏は23℃から31℃、冬は18℃から26℃である。雨季(11～3月)と乾季(4～10月)があり、雨季の夏は暑く湿度が高い。乾季の冬は穏やかで乾燥している。12月から3月にかけて、季節風サイクロン(台風)が来襲する。

訪れた9月下旬は春先で乾季に当たり、朝夕は多少涼しく感じるが、日中は赤道に近いせいか日差しが強く、日本の9月の残暑より暑い。しかし、カラリとしているので、ショートパンツ姿で、快適に過ごせる。

ケアンズの中心部は碁盤の目のように整然と区画され、歩き易い街並みである。公園や道路の緑地帯では、朝から灌水や落ち葉の掃除などが行われ、綺麗に手入れが行き届いている。住宅の庭の芝草も見事に生育し、緑化意識の高さを感じる。街中でも野鳥が多く、フルーツコウモリが街路樹のマンゴーの大樹に群れる。治安も良く、日本人留学生や観光客も多く、土産物屋では日本円で買い物ができる。公衆トイレも整備され、快適な滞在が楽しめる。



大会は盛況

大会開催当日の受付の混雑を避けるために、前日の夕方から受付が始まっていた。従来ならば、持ち帰るのに困るような分厚い資料などが渡されると聞いていたが、今回は講演要旨をpdfファイル（サイズ10Mb程度）としてCDに収録し、配布するという、非常に合理的でコンパクトなものになっていた。お陰で、帰りの手荷物の負担が軽くなり、有り難かった。ただし、大会中にCDを閲覧しようとする、パソコンの準備が必要になる。

大会はケアンズ市内のThe Sebel Cairnsホテルで開催され、今大会の立役者であるクイーンズランド大学のSteve Adkins氏の開会挨拶で幕を開けた。前大会のパキスタン大会は、参加国が少なく、9カ国から150人程度の参加で、90題程度の講演に止まったとのことであるが、今大会は6大陸26カ国から200人強の参加者があり、ポスター・口頭合わせて約150題の講演が行われるなど盛況であった。

本大会はアジア・太平洋地域における雑草問題として、1) 現在 雑草問題の解決に向けて（IWM, 生物的・生態的防除, 化学的防除, 雑草利用）、2) 将来へ 脅威とリスク（侵入雑草, 気候変動の影響, 雑草の蔓延, バイオセキュリティ）, 3) 挑戦と新たなアプローチ（除草剤抵抗性雑草, アレロパシー相互作用）が掲げられ、初日、二日、四日目は、午前中は基調講演、午後には3会場に分かれて一般講演が行われた。初日には香川大学の加藤氏が「アレロパシーとモミラクトン」をテーマに基調講演した。

一般講演では、GM作物栽培における除草剤抵抗性雑草に関する講演を聴いた。アメリカとオーストラリア両国では、グリホサート剤の常習的な使用が抵抗性雑草の発達を促し、グリホサートの3～4倍の耐性を持つ雑草（ヒメムカシヨモギ、イヌビエ等）が確認されている。不耕起栽培もこれに拍車掛けているようで、毎年その発生面積は増えつつあり、雑草管理上の深刻な問題として捉えている。その教訓から、抵抗性雑草のモニタリングや多様な防除手段を用意することの重要性が指摘され、印象に残った。

ポスター発表は61題のエントリーうち、当日キャンセルも目に付いた。ポスター展示は、ホテル内に十分なスペースを確保できないためか、講演会場内の側面を利用し、窮屈そうに設置されていた。それでも、ティータイムや昼食時を利用して、熱心に意見交換が行われていた。日本からは、私たちと同行した宮城県古川農業試験場の川大氏、兵庫県立農林水産総合技術セン

（以下略）



中央は大会会場の The Sebel Cairns ホテルと、手前建物はカジノ場



開会式

ター農業センターの須藤氏をはじめ全部で11題のポスター発表があった。口頭発表は秋田県立大の森田氏をはじめ5題の講演があった。ロビーには、クミアイ化学工業をはじめ、大会のスポンサーの展示ブースが設けられていた。その一角で日本雑草学会は英文誌を紹介していた。

「サイクロンと雑草問題」を巡るフィールドトリップ

大会三日目のフィールドトリップは、「熱帯雨林、牧草地および水系の雑草管理」、「熱帯農業での雑草管理」、「サイクロンの影響と雑草問題」の三つが企画された。我々はサイクロンの影響に関するツアーに参加し、ケアンズの南方約100kmのバビンダとインニスフィル地方を訪れた。

バビンダは、雨季に集中する年間降水量が5,000mmに達する世界でも有数の多雨地帯である。この辺りの住居は洪水への備えた「クインズランダー」と呼ばれる高床式の建物が目に付く。2006年にLarry, 2011年にYasiと言ういずれも風速80 m/sの猛烈なサイクロンの直撃を受け、特にLarryは大きな被害、影響を及ぼした。

サイクロンの被害は、農作物は勿論のこと、森林にも及び、生態系攪乱の要因となっている。強



洪水への備え、高床式の住居「クインズランダー」

風によって損傷した斜面には、つる性の植物が蔓延し、優占種となっている。熱帯雨林が茂るボウルダーズ溪谷には、約3,000の多くの植物種が存在するが、そのうちの1/3はオーストラリアの固有種である。この熱帯雨林もサイクロンの被害を受け、あちこちで大きな樹木の倒木が見られる。ぽっかりと空いた倒木跡の空間には、光が地表に差し込み、新たな植生が芽生える。その後、どのような植生の変遷を経て、生態系が回復するのかをモニタリングし、環境保護に関連する研究を地道に行っている。特に、サイクロン損傷後に外来植物・雑草の侵入・蔓延を許すと、固有種の生態系が取って代わられるリスクがあるので、警戒している。

地理的隔離と気候の多様性が生んだ、オーストラリアの生態系は非常に個性的である。そのため、政府はコアラ、カンガルーに代表される多くの固有の生物を守るために、厳しい検疫を行っている。その一環として、侵入雑草の対策にも力を入れている。ミコニア、シャムウィード、ポンドアップルなどは environmental weed と言われ、生態系上問題となる植物として警戒されている。

ミコニアは南アメリカ原産の中型の灌木で、タヒチでは在来植生の60%が駆逐されるなど、世界中で脅威となっている。シャムウィードは北アメリカ原産の蔓性の雑草で草原に広がる。現在アジアやアフリカをはじめ世界中で問題になっている。芝生の種子に混入されて侵入したり、個人が鑑賞目的で持ち込んだりして拡がったと推測されている。

ポンドアップルは半落葉性の樹木で、最初はカスタードアップルの台木として導入されたが、サイクロンや洪水で攪乱を受けた後のパイオニア植物として、湿地、沼地、水路などに侵入、蔓



ポンドアップルに浸食された湿地

延する。現在 2,000ha に分布する。実際に蔓延し、防除の取り組みが実践されている現地を視察した。元は湿地の植生であったところが、今は一面 3～6 m の高さのポンドアップルの単一植生の覆われていた。果実はマンゴーに似て、カボチャと同じサイズ、形の種子を形成する。種子は野生ブタやカサワリ（世界で 2 番目に大きい鳥、ヒクイドリ）やフルーツコウモリの糞を

通じて、また、種子は海水中でも 4 年間は死滅しないため、海流に沿って移動し、広く分散する。発芽後は成長が早く 3～5 年で成木に生長する。その防除・管理マニュアルは良くできしており、樹木の大きさ、広がり、地形、クロコダイルの危険性等々に応じたきめ細かい具体的な内容になっている。その駆除の方法として、小さい場合は手取り、除草剤の茎葉散布、火炎処理



先程のポンドアップルの林を駆除し、湿地植生の回復を試みているところ

を、大きい場合には伐採、グリホサート剤の樹幹注入や切断面への塗布処理を施す。

これらの雑草については、市民向けに、写真入りのカード「これらの植物を見かけたら、クインズランド州政府の担当部署に連絡を！」を作成して協力を呼びかけている。このように、環境保全に関連した雑草分野の研究や蔓延防止に向けた取り組みは先進的である。

平地の農業地帯では、サイクロンの影響を受けたチーク材のプランテーションを視察した。サイクロンが襲来するこの地帯でのチークやユーカリの栽培はなかなか成功しないようで、3社あった会社も次々撤退し、森林関係者は残念がっていた。

オーストラリア北東部の農業に触れる

学会参加の合間を利用して、ケアンズ近郊のキュランダとマリーバ、アサートンを訪れた。キュランダ村は、ケアンズから北西にある熱帯雨林に囲まれた観光地で、バロン溪谷の景観が楽しめるキュランダ観光鉄道で登り、帰路は熱帯雨林のジャングルの真上を移動するスカイレールを楽しんだ。

マリーバやアサートンは、ケアンズから西に40kmの高原地帯に位置する。海岸部のケアンズの年間降水量が2,000mmに対して、マリーバは800mmとやや乾燥地帯である。したがって、近づくにつれその植生の変化、つまり次第に樹木の草丈が低くなり、その密度も疎らになってくる様子がよく分かる。乾季にはブッシュファイアーと呼ばれる自然の山火事が頻発するようで、バスの車窓からも1週間前の山火事の跡が延々と見られた。この地域は、マンゴー、ライチ、バナナ、パパイヤ、マンゴー、パインアップルなどの熱帯果樹や、メロン、スイカ、カボチャ、コー

ヒーやナッツ類、サトウキビ、麦類、牧草などが栽培される農業地帯である。広大な農地のあちこちに灌水用のモンスターのような移動式散水装置が整備されている。

我々が視察したコーヒー農園は、生産する傍ら、自らコーヒー豆の焙煎機などを備え、直売も営んでいる。コーヒーの収穫は7月から8月上旬の間に行われる。経営の担い手は、80歳過ぎの老人3人とその娘であるが、高齢化をものともせず、収穫作業では1tもの大型コンバインを操り、何ら問題ないとのこと。我が国の担い手の高齢化を思うにつけ、農作業の省力化を進めることは重要なことに違いない。さらに、相当古い機械類を大事に使っており、この点でも低コストになっている。また、直売しているハンドメイドの高品質コーヒーは、大量生産方式とは異なって、手で丁寧に選別している。因みに、購入したコーヒー500gは16豪州ドルした。日本円だと1,400円程度に相当する。

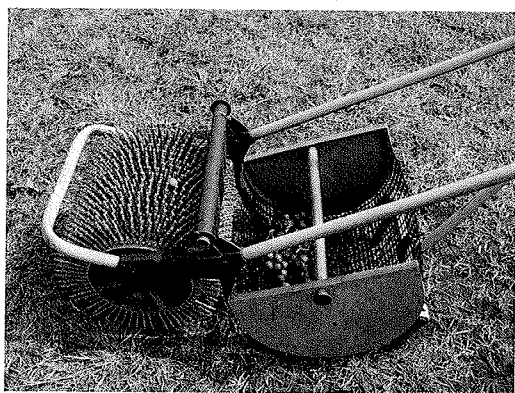
オーストラリアはワインの生産が多いが、アサート高原は気温が高すぎてブドウの栽培が難しく、今回訪れたワイナリーでは、ライチ、マンゴー、パッションフルーツなどを原料としたワインを生産している。



84歳のオールドファーマーが操縦するコーヒー用の大型コンバイン



マカデミアナッツの圃場、落ちた実を収穫し易いように通路の中央部が凹状に整地されている

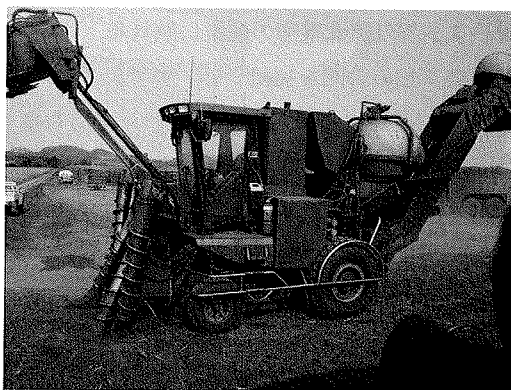


回転ブラシを用いた収穫機のミニチュア、実際はトラクターが牽引する大型機械で収穫する

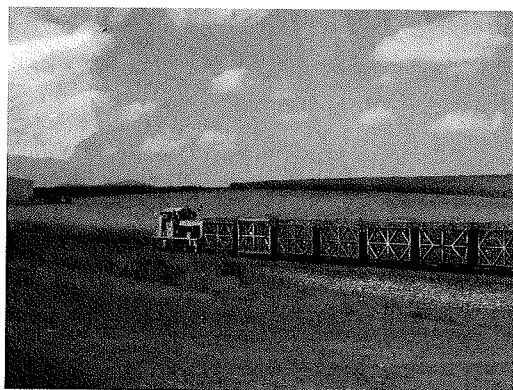
三番目に訪れたマカデミアナッツの農園は、2006年のサイクロンによって5,000本の木が被害を受け、そのサイクロン対策として超密植栽培（慣行の230本/haに対し2,000本/ha）の試験を試みている。ナッツの収穫は、自然に通路に落ちた実を回転ブラシのようなスペシャルマシンで回収するが、実が通路の中央部に集まりやすいように、凹型に整地している。通常、通路の雑草はそのまま、収穫時に除草する。殻などの残渣は、ナッツ工場の燃料や、粉碎してクレンザー、洗顔料、段ボールの原料などに、無駄なく資源利用している。

オーストラリア北部は、ブラジルに次ぐサトウキビの大産地であり、ケアンズ周辺もサトウキビ畑が目立つ。収穫は6～12月の乾季に行われる。大型コンバインで収穫され粉碎された原料は、畑のすぐそばまで専用のサトウキビ列車のレールが引き込まれており、一気に製糖工場まで運ばれる。そして、ケアンズの港には、まるで石油の備蓄基地かと勘違いしてしまいそうな26万tの粗糖が貯蔵できるシュガーターミナルが整備され、輸出の一大基地となっている。その一連のシステムは、工場生産そのものである。

お米は、「サンライズ」という現地ブランド米として売られていたが、スーパーマーケットでの価格は10kg袋で15豪州ドルである。日本円



サトウキビ用のコンバイン



製糖工場に直行するサトウキビ列車

では約 1,300 円に相当し、日本の国産米との価格差は少なくとも 3～4 倍はある。

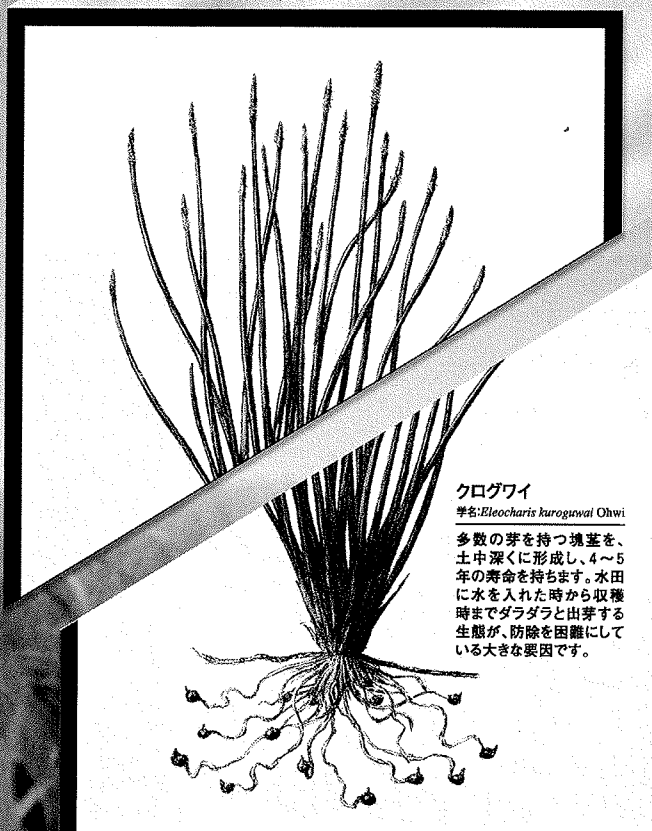
日本農業を脅かしそうな稲作や麦作の産地を見る機会には恵まれなかったが、熱帯雨林に足を踏み入れたり、オーストラリア固有の生態系を守るという国の姿勢や、垣間見たに過ぎないが大規模な農業にも触れることができ、非常に有意義な学会参加ツアーであった。学会の懇親

会はホテルのプールサイドで開かれたが、オードブルなどの料理はなく、ワイン 1 杯以外は有料と驚くことや、幾つかの小さいハプニングはあったものの、病気や事故もなく、団員のチームワークもよく、大変気持ち良い旅を終えることができた。今大会の参加にあたり、お世話ご協力いただいた各位に対して、ここに感謝申し上げます。



熱帯雨林、ボウルダース溪谷にて

クログワイの悩み、ス。パツと解決。



クログワイ

学名: *Eleocharis kurogumai* Ohwi

多数の芽を持つ塊茎を、土中深くに形成し、4～5年の寿命を持ちます。水田に水を入れた時から収穫時までダラダラと出芽する生態が、防除を困難にしている大きな要因です。

適用拡大で
さらに
使いやすく!

初期剤との体系で、クログワイもしっかり防除。
一発剤よりも遅い時期の散布で、徹底的にたたきます。

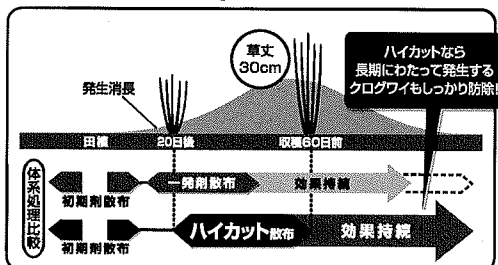
水稲用除草剤

ハイカット®

1キロ粒剤

- ノピエの3.5葉期まで防除
- SU抵抗性雑草にも有効 ●難防除雑草に卓効

【クログワイ防除の体系処理比較】



®は日産化学工業(株)の登録商標

★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-agro.net/>

キュウリの単為結果と果実間での不均一な光合成産物分配 ー果実成長と植物ホルモナー

千葉大学園芸学研究科 彦坂晶子

はじめに

一般的なキュウリ栽培は長期間にわたるため、誘引や整枝、防除などの多くの労力と費用がかかる。栽培を短期間とし、高い収量をあげるためには、株あたりに多数の雌花が着生する品種、例えば図-1のように1節に複数の雌花が着生する複雌花性品種や、全ての節が雌花となる全雌花性品種が提案されている(Denna, 1973; Fujieda et al., 1982; Hikosaka and Sugiyama, 2004; Nandgaonkar and Baker, 1981; Uzcategui and Baker, 1979)。しかし、多数の雌花が着生する場合、単為結果性であっても長期間の栽培期間中に一部の節位の果実が成長せずに黄化・枯死する「流れ果」という現象(図-2)が

生じる(Hikosaka and Sugiyama, 2003)。この流れ果の発生は一般的なキュウリ品種でも不規則に発生することが知られ、果実収量に周期的に大きな変動をもたらすため、キュウリの安定生産や安定雇用の妨げとなっている(Hikosaka and Sugiyama, 2003; Marcelis, 1992; Schapendonk and Brouwer, 1984)。筆者らは、流れ果の軽減が計画的な安定生産につながると考え、この流れ果発生のメカニズムについて研究を行っている。

不均一な果実成長(不均一な光合成産物分配)

キュウリに限らず、流れ果や落果とは、複数の果実が着生し光合成産物量が不足する場合に、葉と果実間あるいは果実間で光合成産物に対す

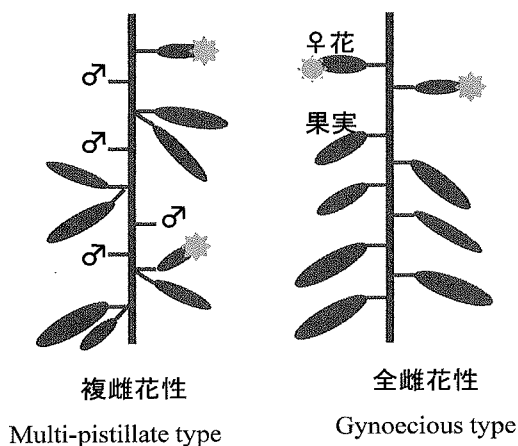


図-1 多雌花性キュウリ

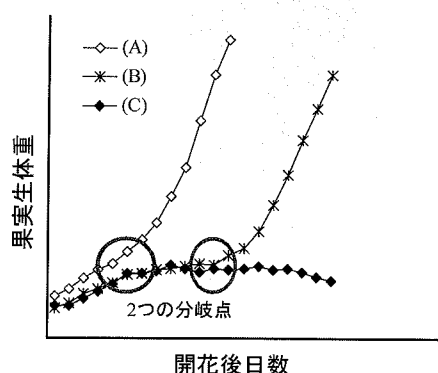


図-2 流れ果または黄化果
(Fruit abortion)

る競合が起こり、光合成産物が不均一に分配されることで、一部の果実の成長が停止し、黄化または落果する現象である (Marcelis, 1992; Schapendonk and Brouwer, 1984)。この現象は、株あたりの着果数を制限することで、先に受精 (着果) した果実が種子を確実に充実させるまで光合成産物を十分に享受できるように、後から着果した果実を排除する植物の戦略のようにみえる。

非単為結果性のトマトやメロン (一部のキュウリ品種も) では、受精の有無で着果とその後の果実成長の成否が決まる。この場合、受精 (着果) さえ正常であれば、その後の落果はほとんどみられない。一方、単為結果性のキュウリでは、受精 (着果) という選抜過程がなく、どの果実も成長する能力がある。しかし、実際には上述のように開花後に果実成長の成否を分ける選抜過程があり、全ての果実が成長するわけではない。キュウリの開花後の果実成長は3つの相 (成長, 停滞, 落果) に分けられ、開花後一定期間内に成長の相に入らなかった果実は落果する (図-3) (Hikosaka and Sugiyama, 2003)。

この開花後一定期間内に生じる「流れ果」とい



(A) 成長 (Phase I)、(B) 停滞から成長 (Phase II → I)、(C) 停滞から落果 (Phase III)

図-3 開花後のキュウリの果実成長パターン

う選抜メカニズムを理解する上で念頭におかなければならないのは、「小さな子房 (果実) が成長するのに必要な光合成産物量は非常に少ない」、「果実は自身の発生順位や植物体中の位置、光合成産物に対して競合する他の果実や器官 (シンク器官) の存在、葉面積 (ソース器官) や日射量などを認識して、成長の可否を判断することができない」ことである。つまり、単為結果性のキュウリの場合、わずかな光合成産物量さえあれば成長できる (と思われる) 開花直後の小さな子房 (果実) は、外部から何らかの情報 (伝達物質?) を受けて成長の可否を決められている (決めている) と考えられる。すなわち、キュウリでは植物体あたりの着果本数を制限するために、果実間あるいは果実と葉との間で相互作用を行っていることが示唆される。

このような光合成産物の不均一な分配のメカニズムを説明するために、これまで数多くの理論が提唱されてきた。光合成産物の分配は果実内の植物ホルモンの違いによるとする説 (Bangerth, 1989, 2000; Bangerth et al., 2000; Bertin, 1995; Schapendonk and Brouwer, 1984), あるいはシンクサイズ (例えば果実あたりの細胞数) によるとする説 (Bertin et al., 2002; Jullien et al., 2001), あるいは果実の発生順位 (ontogenetic order) によるとする説 (Egli and Bruening, 2002; Marcelis, 1996) などである。Ganeshaiah and Shaanker (1994) は、シンクの発達のために流入する光合成産物が自己触媒的あるいはフィードバック制御 (the autocatalytic or feedback regulation) されていることを示唆している。

単為結果や果実成長メカニズム研究の中でも果実内の植物ホルモンの違いが原因と予測する研究者は多く、これまで植物の成長調節剤や外

生ホルモンを与える研究がされてきた。本稿では、筆者らの結果も含め、古くから重要視されてきた植物ホルモンに関する研究を紹介したい。

1. 単為結果と植物ホルモン

近年のキュウリ品種の多くは単為結果性であり、ホルモン処理や交配作業なしに着果する。しかし、古くは非単為結果性の品種が多く存在し、トマトやメロンなどの果菜類と同様に単為結果や果実成長のメカニズム解明に関する研究に用いられてきた。これまでの研究の多くは非単為結果性キュウリに外生ホルモンや成長調節剤を与え、受粉した果実より着果および果実成長が促進されるかを調査したものである。

オーキシンであるインドール3酢酸 (IAA) (林ら, 1970), オーキシン輸送阻害剤である 2, 3, 5-triiodobenzoic acid (TIBA) (浜本ら, 1998; Kim et al., 1992), サイトカイニンであるベンジルアデニン(BA) (穴戸ら, 1990), ジベレリン酸(GA₃) (Ogawa et al., 1989; 清水, 1967) などがキュウリやトマトの単為結果性を誘導すると報告されている。果実内の濃度が高まる順序としては、ジベレリン, サイトカイニン, オーキシンと考えられており (実証はないが), Kimら (1992) はどの外生ホルモンを非単為結果性キュウリに施用しても、最終的にオーキシン濃度が果実や果柄で高まり、単為結果すると報告した。ここで、オーキシン輸送阻害剤 TIBA を果実や果柄に施用した場合でも果実が単為結果した理由として、Kimら (1992) は以下のように説明した。まず、単為結果には果実内のオーキシン濃度がある程度高まる必要があるが、非単為結果性品種ではこの濃度が常に低く、さらに果実内のオーキシンは導管や師管を經由して、他の果実や器官へ移動したり、他の器官から流

入する。そのため、TIBAを果実や果柄に施用すると、果実内で生産されたオーキシンが他の果実や器官へ移動するのを防ぐことになり、果実内のオーキシン濃度を維持することができた。逆に、TIBAによって他の果実や器官から移動してきたオーキシンが果実内へ流入することもなくなり、オーキシン過剰による着果不良や果実成長の抑制がなくなった可能性もあると考察している。しかし、これまでの成長調節剤の施用では、植物体あたりに1果のみ着果させた実験系が多く、また、上述のように非単為結果性の品種を用いている。従って、単為結果性の植物体に連続的に果実を着果させた場合の成長調節剤施用の影響は現在でも不明である。

彦坂ら (投稿中につきデータ未提示) は連続的に着果させた単為結果性キュウリについて、TIBAが果実成長を促進し、流れ果を軽減するという結果を得ており、Kimら(1992)と一致した。ただし、単為結果性キュウリにIAAを施用した場合、果実成長は抑制され、流れ果が増加した。オーキシンには細胞分裂や細胞伸長などといった成長に促進的に働く重要な機能があることが知られているが、その反面、頂芽優勢や休眠などの成長に抑制的に働くことも知られている。よってIAAが適当な濃度範囲であることが単為結果に重要であると考えられる。以上のことから、単為結果性キュウリは非単為結果性品種よりも内生IAA濃度が高い状態にあり、外生IAAの施用は果実内のIAA濃度を過剰にする可能性が考えられた。

非単為結果性のニガウリの仲間を使用したYuら (2001a, b) の研究では、単為結果にはNAA (オーキシン類) やGAよりも外生サイトカイニンであるCPPUが効果的であり、開化後4日のCPPU区の細胞数が受粉区よりも大となったと

報告した。さらに CPPU 施用をした場合の果実内生 IAA やサイトカイニンを測定したところ、果実成長の速い CPPU 区で受粉区より濃度、含有量ともに低かった。このことから、CPPU が細胞分裂や細胞伸長に影響して着果を促進した後、フィードバック機能により、内生サイトカイニン類濃度が減少したものと考察している。

2. 単為結果と受粉結果による果実成長の違いと植物ホルモン

果実成長と植物ホルモンとの関係に注目した論文は多いが、これまでのキュウリを用いた外生植物ホルモンの実験では、株あたりに1果のみ着果させた実験系が多く、また、上述のように非単為結果性の品種を用いている。つまり、着果の成否と果実成長の成否を分離できる実験はほとんどない（上記の論文も初期の果実成長までを調査しているが、あくまでも単為結果性の誘導として扱っている）。

Yu (1999) は上述の非単為結果性のニガウリの仲間を使用した実験で、予め受粉した果実の後から外生ホルモンを施用し、果実成長について調査した。その結果、果実長は CPPU と GA 施用区で NAA と受粉区より大となった。よって CPPU 施用は受粉処理よりも着果および果実成長を促進することが示された。

この実験で興味深いのは、受粉区では植物体あたり 2.9 本の果実が収穫されたのに対し、CPPU 施用区では、施用した本数（1果おき、または全ての果実）に比例して収穫本数が 6.5 本～9 本まで増加した。ただし、CPPU 施用の 2 区で植物体あたりの総果実重量が同じであった。このことから、CPPU 施用をすることで単為結果と果実成長が促進され、着果したすべての果実が成長したものの、葉の光合成産物の供給量の

限界があるために、着果数の多い区ほど 1 果生体重が小となったと考えられた。

Boonkorkaew ら (2008) は、単為結果性のキュウリで受粉と無受粉の果実成長を比較した。その結果、単為結果した果実は受粉した果実の約 2 日遅れで果実成長を開始し、生体重、細胞面積も受粉した果実の約 2 日遅れで同様に推移した（図-4）。ただし、単為結果した果実では受粉した果実よりも細胞数と分裂活性が低く（図-4, 図-5）、単為結果した果実は開花後の細胞分裂が受粉した果実よりも低いことで果実成長に遅れが生じたものと推察した。

この時の内生サイトカイニン濃度（図-6）と IAA 濃度（図-7）は、果実成長の開始が早い受粉果で無受粉果より低かった。この結果は上述の Yu ら (2001a) の結果と一致し、受粉した果実では単為結果や CPPU 施用よりも内生 IAA 濃度やサイトカイニン濃度が低い状態で果実成長が促進されることを意味している。

受粉した果実に比べ、単為結果した果実が果実成長を開始するまでに約 2 日の遅れがみられ、開花後すぐに果実が成長相に入るか停滞相に入るかが分かれるのも、開花後 2-3 日である（図 3）。このことから、キュウリの果実成長には開花直後の環境条件や光合成量、植物ホルモン濃度などが重要と考えられる。

穴戸 (2008) は、非単為結果性キュウリにサイトカイニンである BA を施用し、着果と果実成長を促進した。その時の 14CO_2 の取り込み量から果実の相対的シンク強度 (RSS) を測定したところ、RSS は開花までは高く維持され、全区で開花日から開花後 1 日まで急激に低下し、果実が成長しなかった無受粉区を除き、開花後 3 日以降に回復した。また、同時に内生 IAA 濃度をアベナテストで測定した結果、開花前と開花日

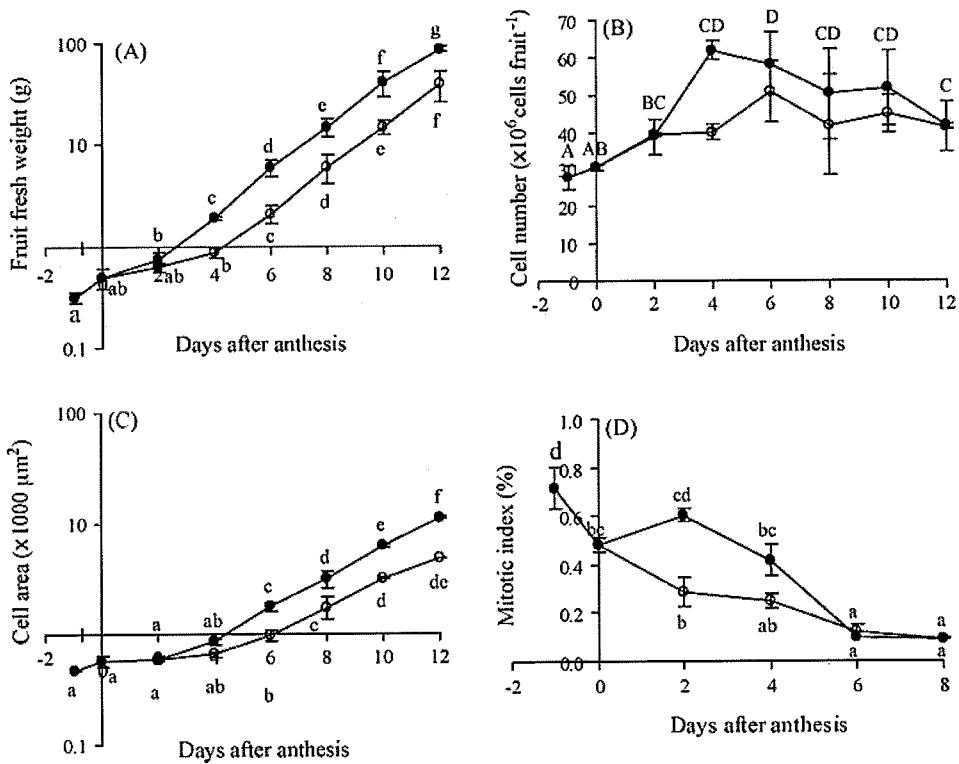


図-4 単為結果性キュウリ品種における受粉の有無が果実成長 (A), 細胞数 (B), 細胞面積 (C), 分裂指数 (D) に及ぼす影響 (Boonkorkaew ら, 2008)

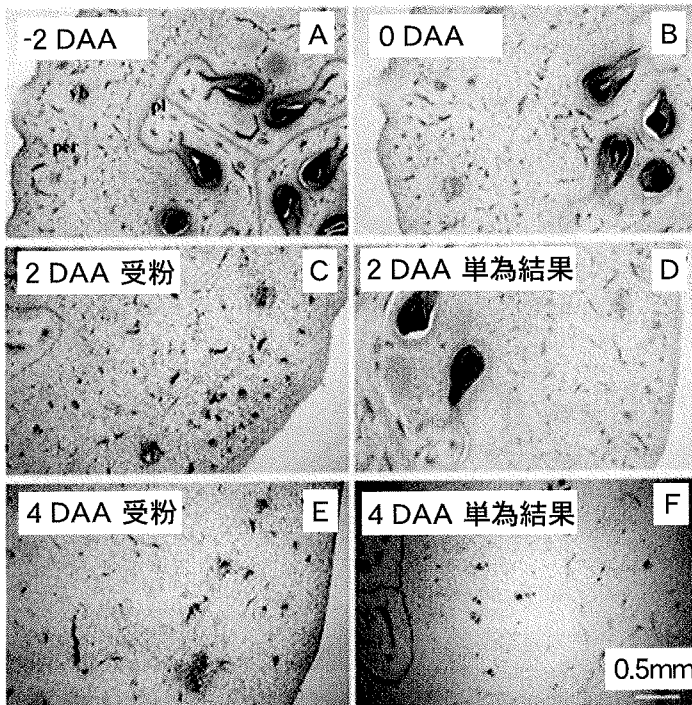


図-5 単為結果性キュウリ品種における受粉の有無が果実細胞内の Histone H4 (分裂活性の指標) の発現に及ぼす影響。開花 2 日前 (A), 開花日 (B), 受粉 2 日後 (C) および 4 日後 (E), 単為結果 2 日後 (D) および 4 日後 (F)。(Boonkorkaew ら, 2008)

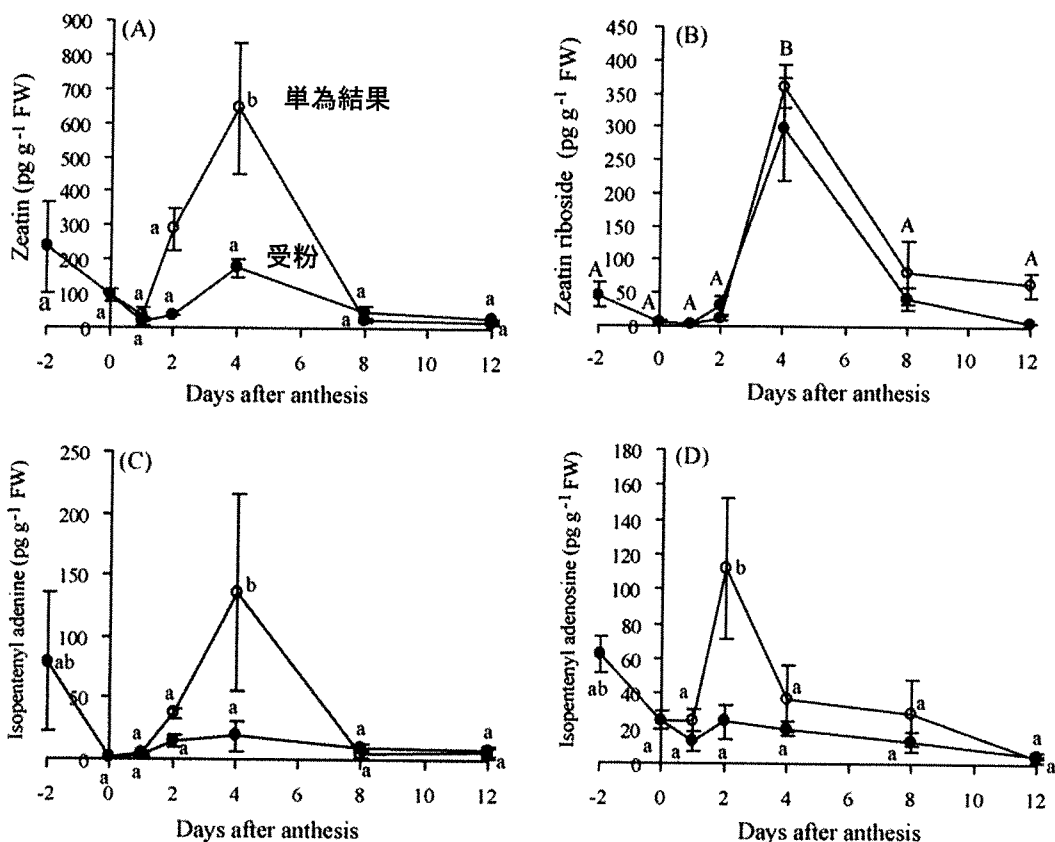


図-6 単為結果性キュウリ品種における受粉の有無が果実内のサイトカニン類に及ぼす影響
白抜きは単為結果，黒抜きは受粉果 (Boonkorkaew ら, 2008)

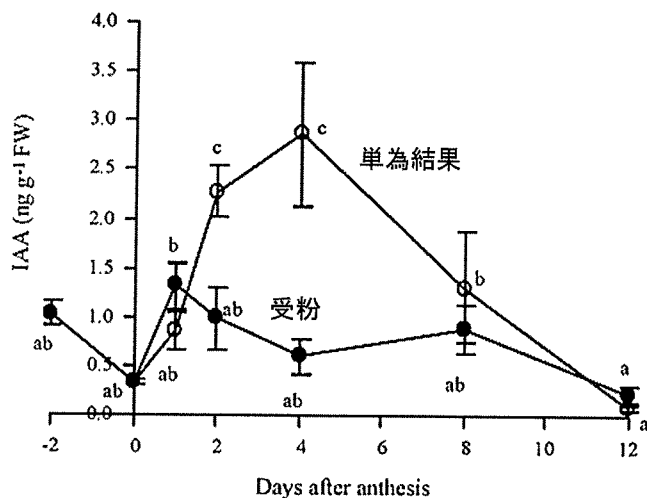


図-7 単為結果性キュウリ品種における受粉の有無が果実内のオーキシン (IAA) に及ぼす影響
白抜きは単為結果，黒抜きは受粉果 (Boonkorkaew ら, 2008)

とでIAA濃度に差はなく、開花後は果実が成長した区のRSSと同様の傾向を示した。このことは、開花まではすべての子房が同じ速度で成長するのに対し、開花後1-3日で果実成長の成否が決まる現象(Hikosaka and Sugiyama, 2003)とよく一致している。この開花後1-3日の間は子房の細胞分裂が活発な時期とも一致する(図4)。この間、果実が何の情報を受け取り、果実成長の成否を決めているのかは明らかでない。

以上のことから、キュウリの光合成産物の不均一な分配は、果実成長の成否によって決まっており、開花後1-3日が成否を分ける最初の分岐点(図-3)であることが示唆される。この期間の果実のシンク能を高めるにはサイトカイニン類の施用が効果的であり、単為結果性キュウリではIAAの施用は逆効果と考えられる。

また、単為結果性のキュウリでは停滞相に入っても、一定期間内であれば(季節によるが、例えば7~14日間)、成長相へ回復できる(図-3)。この2つの分岐点はおそらく同じ情報を介して制御されていると予想されるが、詳細は不明である。

このように、果実内の植物ホルモンは光合成産物の分配や果実成長の成否に大きく影響していると考えられる。しかし、これまで見てきた植物ホルモンの変化は、果実成長の成否や光合成産物の分配の優先順位(優劣)が決まった後の状態であり、それらを定める最上流の要因が何かは明らかでない。筆者らは植物をとりまく外部環境(気温や光環境など)がどのように伝達されて果実成長を制御する植物ホルモンの変化につながるのか、今後も地道に研究を重ねていく予定である。

Literature Cited

- Bangerth, F. 1989. Dominance among fruits/sinks and the search for a correlative signal. *Physiol. Plant.* 76: 608-614.
- Bangerth, F. 2000. Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. *Plant Growth Regul.* 31: 43-59.
- Bangerth, F., C. J. Li and J. Gruber. 2000. Mutual interaction of auxin and cytokinins in regulating correlative dominance. *Plant Growth Regul.* 32: 205-217.
- Bertin, N. 1995. Competition for assimilates and fruit position affect fruit set in indeterminate greenhouse tomato. *Ann. Bot.* 75: 55-65.
- Bertin, N., H. Gautier and C. Roche. 2002. Number of cells in tomato fruit depending on fruit position and source-sink balance during plant development. *Plant Growth Regul.* 36: 105-112.
- Boonkorkaew, P., S. Hikosaka and N. Sugiyama. 2008. Effect of pollination on cell division, cell enlargement, and endogenous hormones in fruit development in a gynoeceous cucumber. *Sci. Hortic.* 116: 1-7.
- Denna, D. W. 1973. Effects of genetic parthenocarpy and gynoeceous flowering habit on fruit production and growth of cucumber *Cucumis sativus* L. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98: 602-604.
- Egli, D. B. and W. P. Bruening. 2002. Flowering and fruit set dynamics at phloem-isolated nodes in soybean. *Field Crop Res.* 79: 9-19.
- Fujieda, K., Y. Fujita, Y. Gunji and K. Takahashi. 1982. The inheritance of plural-pistillate flowering in cucumber. *J. Japan.*

- Soc. Hort. Sci. 51: 172-176.
- Ganeshaiah, K. N. and R. U. Shaanker. 1994. Seed and fruit abortion as a process of self organization among developing sinks. *Physiol. Plant.* 91: 81-89.
- 浜本浩・穴戸良洋・古谷茂貴・安場健一郎. 1998. トマト果実の生育に及ぼす果柄処理 2,3,5-トリヨード安息香酸(TIBA)の影響. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 67: 210-212.
- 林亮策・木下恵介・渋谷茂. 1970. キュウリの単為結果とホルモン処理. *農業および園芸*. 45: 1849-1850.
- Hikosaka, S. and N. Sugiyama. 2003. Fruit growth patterns and abortion in multi-pistillate type cucumbers. *J. Hort. Sci. Biotech.* 78: 775-779.
- Hikosaka, S. and N. Sugiyama. 2004. Characteristics of flower and fruit development of multi-pistillate type cucumbers. *J. Hort. Sci. Biotech.* 79: 219-222.
- Jullien, A., N. G. Munier-Jolain, E. Malezieux, M. Chillet and B. Ney. 2001. Effect of pulp cell number and assimilate availability on dry matter accumulation rate in banana fruit [*Musa* sp. AAA group 'Grande Naine' (Cavendish subgroup)]. *Ann. Bot.* 88: 321-330.
- Kim, I. S., H. Okubo and K. Fujieda. 1992. Endogenous levels of IAA in relation to parthenocarpy in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Sci. Hortic.* 52: 1-8.
- Marcelis, L. F. M. 1992. The dynamics of growth and dry matter distribution in cucumber. *Ann. Bot.* 69: 487-492.
- Marcelis, L. F. M. 1996. Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. *J. Exp. Bot.* 47: 1281-1291.
- Nandgaonkar, A. K. and L. R. Baker. 1981. Inheritance of multi-pistillate flowering habit in gynoeocious pickling cucumber. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106: 755-757.
- Ogawa, Y., N. Inoue and S. Aoki. 1989. Promotive effects of exogenous and endogenous gibberellins on the fruit development in *Cucumis sativus* L. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58: 327-331.
- Schapendonk, A. H. C. M. and P. Brouwer. 1984. Fruit growth of cucumber in relation to assimilate supply and sink activity. *Sci. Hortic.* 23: 21-33.
- 清水賢午. 1967. 夏秋キュウリに対するジベレリンの処理効果. *農業および園芸*. 42: 1855-1860.
- 穴戸良洋・堀裕・鹿野昭一. 1990. キュウリ果実の着果・肥大期における光合成産物の転流・分配に及ぼすベンジル・アデニンの影響. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 59: 129-136.
- 穴戸良洋. 2008. 野菜の収量と光合成産物の転流・分配 [9]. トマトの果実肥大に及ぼすトマトトーンの影響一. *農業および園芸*. 83: 502-508.
- Uzcategui, N. A. and L. R. Baker. 1979. Effects of multiple-pistillate flowering on yields of gynoeocious pickling cucumbers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104: 148-151.
- Yu, J.Q., Y. Li, Y. R. Qian and Z. J. Zhu. 2001a. Changes of endogenous hormone level in pollinated and N-(2-chloropyridyl)-N'-phenylurea (CPPU)-induced parthenocarpic fruits of *Lagenaria leucantha*. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 76: 231-234.

Yu, J.Q., Y. Li, Y. R. Qian and Z. J. Zhu. 2001b.
Cell division and cell enlargement in fruit
of *Lagenaria leucantha* as influenced by

pollination and plant growth substances.
Plant Growth Reg. 33: 117-122.

新登場!!
ホクコー
エーワン

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

雑草を白く枯らす!
ノビエを長く抑える!

2成分で雑草撃退!

強力な2つの成分

- 新規成分
雑草を白く枯らす
デフリルトリオン
(AVH-301)
- ノビエを長く抑える
オキサジクロメホン
L-400

SU抵抗性雑草・
特殊雑草に高い効果!

取扱 全農 製造 北興化学工業株式会社

エーワンは北興化学工業(株)の登録商標

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の水稲用除草剤成分 「ベンゾピシクロン」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(フロアブル/ジャンボ/1キロ粒剤)
オークス(フロアブル/ジャンボ/1キロ粒剤)
サスケ-ラジカルジャンボ
イッテツ(フロアブル/1キロ粒剤/ジャンボ)/ボランティアジャンボ
テラガード(フロアブル/1キロ粒剤/ジャンボ/250グラム)
キチット(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)

新製品 非SU ... スマート(フロアブル/1キロ粒剤)

新製品 非SU ... サンシャイン(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)

新製品 非SU ... イネキング(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)

新製品 非SU ... ピラクロエース(フロアブル/1キロ粒剤)

新製品 ... 忍(フロアブル/1キロ粒剤)

新製品 ... ハーディ1キロ粒剤

非SU ... テロス(フロアブル/1キロ粒剤/250グラム)

カービー1キロ粒剤

ハイカット/サンパンチ1キロ粒剤

ダブルスターSB(1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒)

新製品 ... シリウスターボ(フロアブル/1キロ粒剤/ジャンボ)

シリウスいぶき(1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒)

プラスワン(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)

ボス1キロ粒剤

非SU ... イネエース1キロ粒剤

非SU ... ウエスフロアブル

非SU ... フォーカスショットジャンボ/ブレッサフロアブル

株式会社 **イスター・イスター 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>

植物細胞の分裂と伸長から見た個体サイズの制御機構

(独)理化学研究所 植物科学研究センター 小牧伸一郎
杉本 慶子

動植物を含む多細胞生物では幹細胞が一定期間分裂したのち、一部の細胞が伸長・分化することで個体の形成が行われる。植物はこの細胞分裂が主に茎頂および根の先端でのみ起こるという特徴を持つことが知られている(図-1)。また、それぞれの細胞が堅い細胞壁に囲まれていることから、動物のように分裂後の細胞移動が起こらない。このため、各細胞の分裂回数や、分裂から伸長への移行のタイミングが最終的な個体のサイズや形に大きな影響を及ぼす。本稿では、植物細胞の分裂、伸長そしてその移行メカニズムが分子レベルでどのように制御され、最終的な植物の個体の大きさを決定しているかを概説する。

細胞増殖の維持機構

植物の細胞増殖がどのように維持されているかは、モデル植物であるシロイヌナズナを用いて盛んに研究が行われている。植物ホルモンの一種であるオーキシンは過去の生理学実験などから細胞の分裂を促進することが知られていた。近年、このオーキシンがシロイヌナズナ根端の細胞増殖の維持にも深く関わっていることが明らかに becoming つつある⁽¹⁾。根端ではオーキシンが別の植物ホルモンであるサイトカイニンと拮抗的に作用し、濃度勾配を作ることで分裂領域の決定に関与することが示されている⁽²⁾。このオーキシ

ンの濃度勾配に合わせて発現が誘導される遺伝子がPLETHORA (PLT) 転写因子ファミリーである。PLTの発現は根端においてオーキシンと同様に濃度勾配が形成されており、細胞増殖を正に制御することでオーキシン依存的な細胞増殖の中心的な働きを担っていることが示唆されている(図-1)⁽³⁾。しかしながら、これまでにPLTがどのように細胞増殖を制御するのか、その直接の下流遺伝子は何かといったことはわかっていなかった。筆者らの研究室では、このPLTにより直接発現が誘導される遺伝子としてHIGH PLOIDY 2 (HPY2) を明らかとした⁽⁴⁾。HPY2はSUMO (small ubiquitin-related modifier; 低分子ユビキチン様修飾因子) E3 リガーゼをコードしており、HPY2の機能欠損変異体では細胞増殖が維持できず、非常に矮小化することがわかった(図-1)。この結果はHPY2を介した基質タンパク質のSUMO化(タンパク質翻訳後修飾の一種であり、基質タンパク質にSUMO ペプチドを結合させる)が細胞増殖の維持に必須であることを意味する。SUMO化はタンパク質分解に関わるユビキチン化とは異なり、基質タンパク質の細胞質局在や相互作用など様々な機能変換をもたらす。今後、HPY2の基質タンパク質を見つけることで細胞増殖の維持に対するSUMO化の役割が明らかになると考えられる。また、転写因子であるPLTによって誘

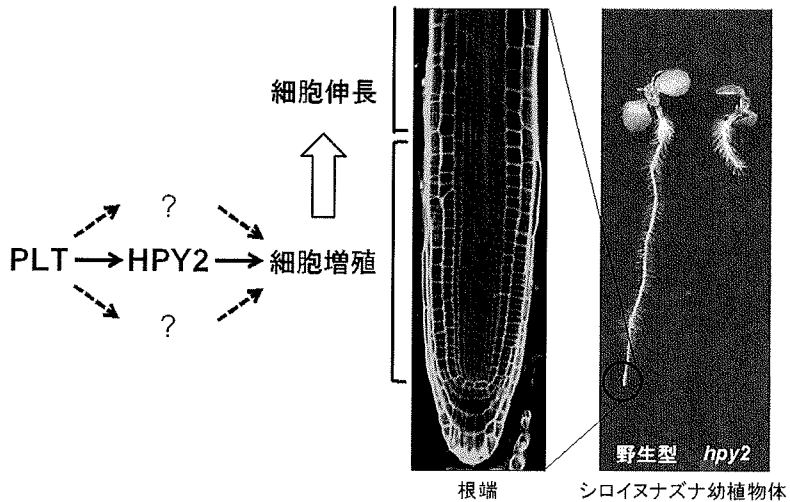


図-1 シロイヌナズナ根端における細胞増殖の維持機構

導される遺伝子はHPY2だけではないことが予想され、その他の直接の下流遺伝子群を明らかにすることで、オーキシンを介した細胞増殖制御の包括的な解明が期待される。

細胞分裂周期制御

ここでは細胞増殖をつかさどる、細胞分裂周期について解説する。細胞分裂周期はDNAの等分配を行う有糸分裂(M)期とそれ以外の間期の2

つに大きく分けられる。さらに間期はG1,S,G2と呼ばれる3つの周期から構成される(図-2)。S期は核内DNAの複製期間であり、核内のDNA量が2nから4nへと倍加する。M期とS期の間、そしてS期とM期の間の期間はそれぞれG1,G2期と呼ばれ、DNAの損傷や、複製が完了しているかを調べるチェックポイントとして働く。細胞分裂周期では、この4つの周期が1周するごとに新たな細胞が形成される。この細胞分裂周

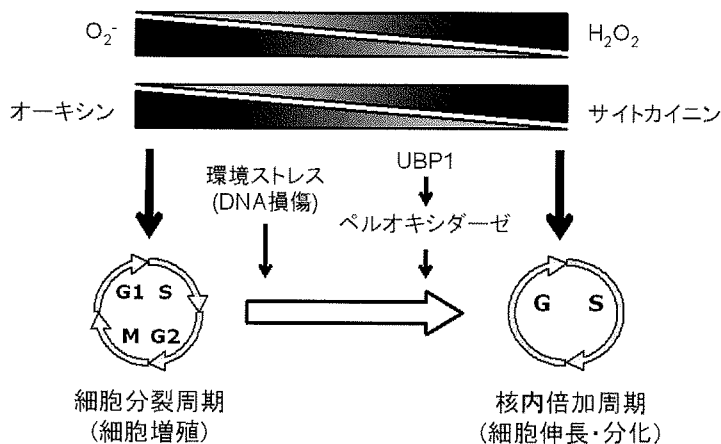
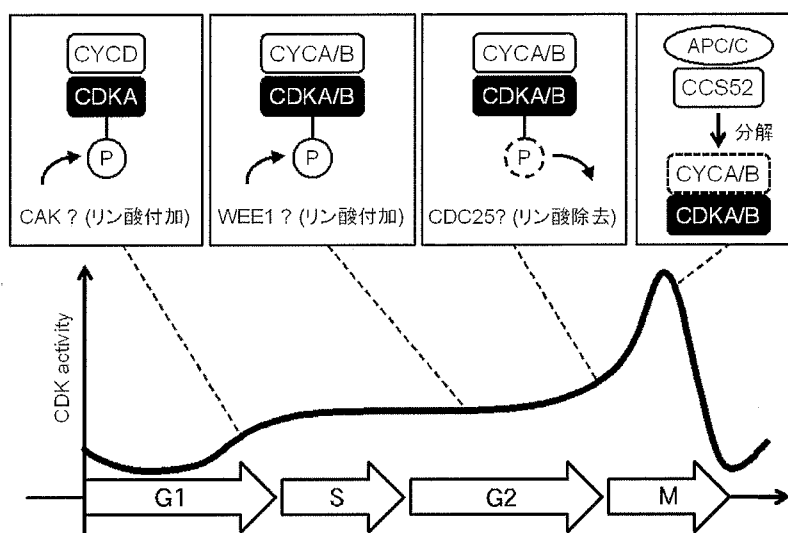


図-2 細胞周期移行の制御機構



図－3 細胞周期依存的な CDK のキナーゼ活性変動

期の進行に必要な遺伝子群は動植物で保存されているものが多い。サイクリン (CYC) とサイクリン依存性キナーゼ (CDK) の複合体は細胞分裂周期の進行で中心的な働きを担っており、このキナーゼ活性が G1/S 期および G2/M 期に高くなることが細胞分裂周期の進行に必要であると考えられている (図－3) ⁽⁶⁾。また、各周期には特有のサイクリンおよびサイクリン依存性 CDK が機能することも知られている。

これまでの研究から G1/S 期の移行時には S 期の遺伝子発現を制御する E2F/DP 複合体の活性化が必要であることがわかってきた。通常、E2F/DP 複合体は Rb-related gene (RBR) タンパク質によって不活性化されている。この不活性化状態の開放に必要とされているものが CYCD/CDKA 複合体である。CYCD/CDKA 複合体は転写レベルでの制御を受けると共に、CDKA がリン酸化されることがそのキナーゼ活性の上昇に必要であることが明らかとなっている。他の生物ではこの CDKA のリン酸化に CDK-activating kinase (CAK) が関わることが

知られているが、植物ではまだはっきりしていない (図－3)。キナーゼ活性を持った CYCD/CDKA 複合体は RBR をリン酸化することで E2F/DP 複合体から解離させ、S 期に必要な遺伝子群の発現を促す ⁽⁶⁾。

一方、G2/M 期の移行時に働くのが CYCA/B と CDKA/B から構成される複合体である。CDKA/B の機能は G2 期において ICK1/2 や WEE1 によって負に制御されている ⁽⁷⁾。ICK1/2 は植物が環境ストレスに晒されたときに生産される アブシジン酸 (ABA) によって発現誘導されることから、ABA シグナルの一部は ICK1/2 を介して細胞分裂周期を負に制御していることが示唆されている ⁽⁸⁾。WEE1 を介した負の制御は CDKA/B のリン酸化である。動物では、この CDKA/B のリン酸化が CDC25 によって脱リン酸化されることで、G2/M 期の移行が起こることが知られている。しかし、植物での G2/M 期の移行が同様の方法で制御されているかはまだわかっていない。これまでの生化学実験や遺伝

学的解析より、シロイヌナズナにおいても CDKA/B の脱リン酸化が G2/M 期への移行に必要であることは明らかにされている。だが、シロイヌナズナやイネのゲノム中に存在する CDC25 遺伝子にはその機能に必須とされている N 末のドメインが欠損している。また、シロイヌナズナの *wee1* 変異体および *cdc25* 変異体はいずれも大きな表現型を示さない。以上のことから植物では、G2/M 期の移行に関わる CDKA/B のリン酸化制御が複数のリン酸化酵素と脱リン酸化酵素によって冗長性を持って行われていることが示唆されている (図-3) ^(9, 10)。

CDKA/B のキナーゼ活性の上昇によって始まった M 期は、CYCA/B の分解による CDKA/B のキナーゼ活性の低下によって終了する。この CYCA/B の分解を担っているのが Anaphase-Promoting Complex / Cyclosome (APC/C) である。APC/C は生物種によって多少異なるものの、おおよそ 11 から 13 個のタンパク質で構成されており、シロイヌナズナには 11 個のタンパク質が保存されている⁽¹¹⁾。APC/C はユビキチン E3 リガーゼの活性を持ち、多くの細胞周期関連因子をユビキチン化することで分解を促進する。APC/C の基質特異性は補助タンパク質である CDC20 および CDH1 によって決定され、シロイヌナズナのゲノム中には 5 つの CDC20 (CDC20.1, CDC20.2, CDC20.3, CDC20.4, CDC20.5) および 3 つの CDH1 (CCS52A1, CCS52A2, CCS52B) が確認されている。CYCA/B は、このうち CDC20.1, CDC20.2, CCS52A1, CCS52A2, CCS52B との結合が確認されている^(12, 13)。また、APC/C を構成するタンパク質の変異体では、いずれも CYCA/B が異常に蓄積してしまう現象が観察されることから、植物においても APC/C を介した CYCA/B の分

解が M 期の終了に必要であると考えられている (図-3) ^(14, 15, 16)。

伸長・分化への移行

分裂が終了した細胞は伸長、そして特定の機能を有する細胞群へと分化を開始する。細胞移動の起こらない植物にとって、分裂から伸長への移行は最終的な形を作り上げる上で非常に重要なイベントである。この細胞状態の移行に合わせて、シロイヌナズナを含めた一部の植物では細胞周期が通常の細胞分裂周期から核内倍加周期へと移行することが知られている^(17, 18)。核内倍加周期では M 期が起らず、DNA の複製のみが繰り返されるために細胞あたりの核内 DNA 量が増加していく。この核内倍加周期への移行はどのように制御されているのであろうか？実は、近年の研究からこの周期移行にもオーキシンが深く関与していることが明らかになった (図-2)。先ほど紹介したとおり、オーキシンは根の先端において濃度勾配を形成しており、その濃度が低くなることで細胞の伸長、つまり核内倍加周期が始まることが分かった。また、オーキシンの合成や輸送に関与し、濃度勾配がうまく形成できない変異体では細胞分裂周期が維持できず、すぐに核内倍加周期が始まることも観察された。さらに、オーキシンと細胞増殖をつなぐ因子として発見された HPY2 の変異体でもやはり核内倍加周期が早い段階で始まっていた。これらの結果はオーキシンが細胞分裂周期を維持することで核内倍加周期への移行に対し、抑制的に働くことを示す。また、予想通りここでもサイトカイニンはオーキシンに対して拮抗的に働き、周期移行を促進することも明らかとなっている⁽¹⁹⁾。

それでは細胞分裂から伸長への移行はオーキ

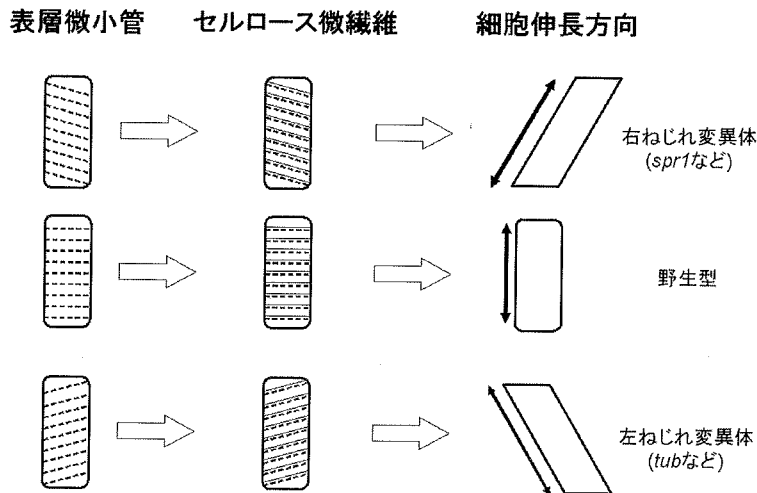
シンやサイトカイニンなどの植物ホルモンの濃度勾配によってのみ規定されるのだろうか？どうやらそうではないことが明らかになりつつある。オーキシン以外の移行シグナルの候補として挙げられるのが活性酸素種である。シロイヌナズナの根において細胞分裂から伸長への移行領域で強く発現している遺伝子群をマイクロアレイによって網羅的に解析し、その移行に関する遺伝子として単離されたものがUPBEAT 1 (UBP1) である⁽²⁰⁾。UBP1は、bHLH型の転写因子をコードしており、その下流でペルオキシダーゼ群の発現を介して活性酸素種シグナルを制御していることが明らかとなった(図-2)。シロイヌナズナの根における活性酸素種の蓄積を調べたところ、 O_2^- は細胞増殖領域に、そして H_2O_2 は細胞の伸長領域に強く蓄積していることが判明した。また、UBP1の発現はオーキシンやサイトカイニン処理によって変化せず、*ubp1*変異体においてもオーキシンやサイトカイニン経路の遺伝子発現に変化が見られなかった。つまり、細胞状態の移行はこれらの植物ホルモンシグナル以外にも、活性酸素種の濃度依存的に起こることが明らかとなった。残念ながら、*ubp1*変異体での細胞周期は調べられていないが、おそらく細胞状態の移行に合わせて、細胞周期の移行もおこっていると思われる。動物などでは活性酸素種によって細胞周期制御因子の発現が変動することが知られており、植物においても同様の周期制御機構が存在するかは今後の課題として残されている。

ここまでは通常の形態形成時における細胞周期移行に関して述べてきたが、植物では環境ストレスなどでも核内倍加周期が誘導されることが知られている。その要因の一つがDNA損傷である(図-2)。紫外線や放射線はDNAに損傷を

与えるが、通常は細胞周期のチェックポイントによって修復される。しかし、修復できないような致命的なDNA損傷が起こった場合、動物では細胞死が誘導され、積極的に除去する機構を備えている。一方、シロイヌナズナの根に紫外線やDNAに損傷を与える薬剤を処理したところ、細胞分裂周期が早期に終わり、核内倍加周期に移行することが確認された。これは、細胞壁により細胞移動が起こらない植物では、動物のように細胞死が起こってしまうと、その場所に細胞がなくなってしまうために、正常な個体形成ができなくなることが一因となっていると考えられる。そこで細胞死の代わりに起こるのが核内倍加であると思われる。核内倍加が起こった細胞は細胞サイズが大きくなるために、分裂の減少による器官のサイズダウンを補完する働きを持つとともに、ゲノムコピー数の増加によるDNA損傷に対する耐性上昇の役割も果たすことが予想されている⁽²¹⁾。

細胞の伸長方向の制御機構

細胞伸長の主な原動力は液胞の巨大化にあり、通常は堅い細胞壁が一時的に緩まることで、伸長を可能としている。また、細胞の伸長方向は細胞壁の主成分であるセルロース微繊維が伸長方向に対し直角に配向することで一種の「たが」となって決定される。セルロース微繊維の配向はその直下に存在する表層微小管によって制御されることが示唆されてきた(図-4)。表層微小管は植物に特有の構造物であり、細胞膜の内側を沿うように張り巡らされている。セルロース合成酵素は、この表層微小管に沿うように移動しながらセルロース微繊維を作り出していくことが電子顕微鏡の観察などから予想されていた。近年、セルロース合成酵素に蛍光タンパク質を



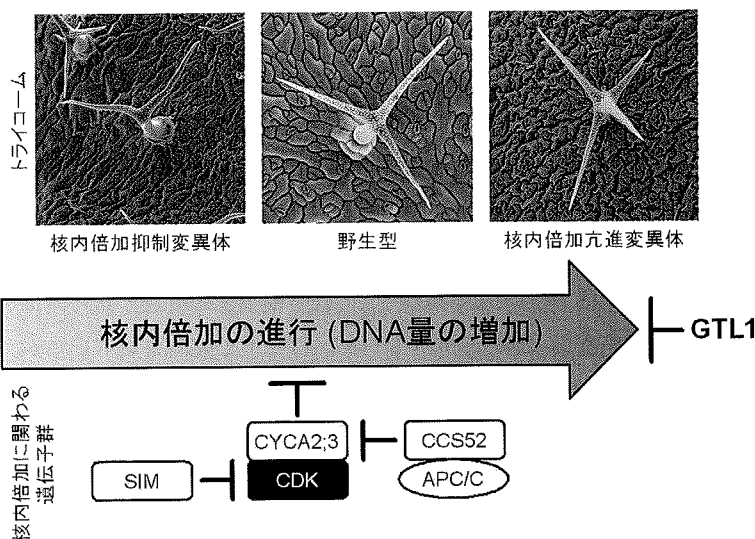
図－４ 植物細胞の伸長方向の制御

付加した研究から、表層微小管に沿って移動する動画が確認されている⁽²²⁾。この結果は、細胞の伸長方向の規定は表層微小管の配向によって決定されることを意味する。つまり、まっすぐに伸長する細胞では伸長方向に対して表層微小管が直角に配向される必要があるが、その制御方法は解明されていなかった。最近の研究から、配向の制御機構に関していくつかの知見が得られてきた。解析に使われたものは細胞がねじれてしまうシロイヌナズナの変異体である。これらの変異体では表層微小管が直角に配向できずに傾いてしまうために、セルロース微繊維も同様に傾くことで細胞の伸長方向がうまく制御できないと考えられている。この変異の原因となる遺伝子には微小管を構成するTubulin (TUB) タンパク質そのものや、微小管に付随するタンパク質など様々なものが含まれていた^(23, 24, 25)。その中の1つ SPIRAL 1 (SPR1) は植物に特異的な小さなタンパク質であり、変異体では表層微小管がうまく配向できず、細胞がねじれて伸長してしまう(図－4)。また、SPR1の細胞内局

在を調べたところ、表層微小管上に観察された。さらに、SPR1は暗所で植物を生育させたときに急速に伸長する細胞において強く発現しており、細胞伸長における微小管制御の重要性を示す重要なデータとなっている⁽²⁶⁾。これらの結果は微小管そのものの動態やそれに付随するタンパク質群による制御など、さまざまな次元での制御が表層微小管の配向に関与することを意味し、さらなる研究が待たれる。

細胞伸長の進行と終了

一端、核内倍加周期に入った細胞はDNA量の増加につれ細胞伸長も進み、一定のところでDNA量および細胞伸長が停止する。この核内倍加の進行、及び終了時期の制御機構はこれまでほとんど解明されていなかったが、近年シロイヌナズナの葉に生えているトライコームと呼ばれる細胞を用いた研究が盛んに行われている。トライコームは単一の細胞で構成されており、核内倍加を繰り返すことでその分岐数が増えていき、通常は三叉の細胞となることが知られて



図－5 核内倍加周期の進行と停止

いる(図－5)。これまでのところ、核内倍加の進行に関わる因子として考えられているものがM期の進行にも機能するCCS52タンパク質である。細胞分裂周期においてAPC/Cの基質特異性に関わるCCS52は、核内倍加周期に入った細胞においても周期を回すために必要であるようで、*ccs52*変異体では核内倍加の程度が低下するとともにトライコームの分岐数が減少する。一方、CCS52を過剰発現させた植物では核内倍加が異常に亢進するとともに分岐数の増加したトライコームが観察される⁽²⁷⁾。また、CCS52は複数のM期サイクリンと結合することが示されていることから、APC/Cを介したこれらサイクリンの分解を制御することで核内倍加の進行に関与していると考えられている。中でもCYCA2;3はプロテアソームを介した分解が確認されており、変異体では核内倍加が亢進する。一方、過剰発現体では核内倍加が低下することから、CCS52の基質タンパク質であるとともに、核内倍加を負に制御する因子であると考えられている(図－5)⁽²⁸⁾。

核内倍加周期を制御するその他の因子として

SIAMESE (SIM) が知られている(図－5)。*sim*変異体では通常は分裂しないトライコームにおいて分裂面が観察され、核内のDNA量も低下している。また、*ccs52*変異体と掛け合わせるとその表現型が促進されることが明らかとなった⁽²⁹⁾。SIMは植物に特異的なCDKインヒビターであり、サイクリン依存的CDKの活性を抑えることで細胞分裂を抑制し、核内倍加の進行に働くと考えられる。事実、*sim*変異体のトライコームでは分裂活性を示すCYCB1;1の発現が観察され、サイクリン依存的CDKの活性が増加していることがわかった⁽³⁰⁾。以上のことから、核内倍加周期においても通常の細胞分裂周期と似通った遺伝子群が働くことで、M期の進行を抑え、DNA量の増加を促進していることが示唆されている。

では核内倍加周期はどのようにして停止するのであろうか？これまでは周期の停止を積極的に行う機能があるかどうか分かっていなかったが、最近、筆者らの研究室では核内倍加周期の終了に関わるトライヘリックス型の転写因子、

GT-2-LIKE 1 (GTL1)を発見した(図-5)⁽³¹⁾。GTL1はトライコームの発生後期に発現するため分岐数やトライコーム自体の数の制御には関わらない。このため *gtl1* 変異体では核内倍加が過剰に亢進することで、トライコームの細胞サイズが通常より大きくなってしまふことが明らかとなった。さらに、変異体では核内倍加の進行に関係すると思われる細胞周期制御遺伝子の発現に変化がみられた。これらの結果は、植物が核内倍加周期を積極的に終了していることを意味する初めての発見であった。GTL1が実際にどのようにして核内倍加周期を終了させているかはいまだ分かっていないが、その発現は花卉や根の伸長領域でも確認できることから、トライコーム以外の細胞においても核内倍加の制御に関わっていることが示唆されている。

核内倍加と個体サイズ

これまで述べてきたように、核内のDNA量と細胞のサイズには一定の相関がみられる。この相関性は器官および個体レベルでも観察されている。たとえば、トマト果実の肥大には核内倍加が深く関与していることが示されている。このときの核内倍加周期の進行にもCCS52が必要であり、CCS52の発現を抑制すると、果実における核内倍加の程度が低下し、果実肥大も抑制される⁽³²⁾。この核内DNA量の増加による細胞の肥大は作物の収量を上げることに広く用いられている。現在、我々が目にするリンゴ、バナナ、ブドウといった作物はいずれも倍数体が使用されている。この倍数体は核内倍加とは異なり、その生物の基本となる染色体の数が倍化している現象を指し、2倍になっているものを2倍体、3倍になっているものを3倍体、というように呼ばれている。こういった倍数体においても

核内倍加と同様に核内のDNA量が増加することで細胞が大きくなり、結果として作物の収量が良くなると考えられている。倍数体のメリットとして、個体が大きくなるばかりでなく、果実や種が大きくなることや、耐寒性や耐病性の向上といったことが知られている。一方、稈性の低下や果実の成熟、開花時期の遅延といったデメリットも確認されているが、このような現象がどのような遺伝的背景で起こるかはまだまだ研究の余地が残されている。

総括

本稿では、植物がどのように細胞の分裂と伸長を制御することで個体の大きさを作り上げていくかを概説した。動物と異なり、分裂後に細胞移動が起こらず、個体自身も移動できない植物では、分裂領域を規定する方法や細胞伸長への移行制御、そして堅い細胞壁をもった細胞の伸長方法において、いずれも植物独自の機構が働くことが明らかになりつつある。さらに多くの植物で引き起こされる核内倍加は細胞伸長の促進そして環境ストレスへの対応と、様々な優位な点があることが分かり始めている。一方で、この核内倍加はすべての植物で起こるわけではなく、タバコをはじめ一部の植物ではどの組織においても核内倍加を介さず細胞伸長が起こることが知られている。つまり核内倍加による核内DNA量の増加は必ずしも細胞サイズを決定するわけではなく、むしろその最大許容量を規定するものであるのかもしれない⁽³³⁾。これまで、細胞周期と形態形成の研究それぞれが別々に進められており、それらをつなぐ研究はほとんど進んでいなかった。近年になってようやくこの2つの現象をつなぐ研究が行われるようになり、細胞内の現象がどのように個体の形成ま

で至るかの全貌が示されつつある。核内倍加の研究はまさにこれにあたるとされる。今後は環境ストレス時における核内倍加の制御方法や部位特異的に起こる制御方法を明らかにしていくことで、作物への応用研究につながる事が期待される。

参考文献

- 1)Blilou I, Xu J, Wildwater M, Willemsen V, Paponov I, Friml J, Heidstra R, Aida M, Palme K, Scheres B. : *Nature*, 433, 39 (2005).
- 2)Dello Ioio R, Linhares FS, Scacchi E, Casamitjana-Martinez E, Heidstra R, Costantino P, Sabatini S. : *Curr. Biol.*, 17, 678 (2007).
- 3)Aida M, Beis D, Heidstra R, Willemsen V, Blilou I, Galinha C, Nussaume L, Noh YS, Amasino R, Scheres B. : *Cell*, 119, 109 (2004).
- 4)Ishida T, Fujiwara S, Miura K, Stacey N, Yoshimura M, Schneider K, Adachi S, Minamisawa K, Umeda M, Sugimoto K. : *Plant Cell*, 21, 2284 (2009).
- 5)De Veylder L, Larkin JC, Schnittger A. : *Trends Plant Sci.*, 21, Epub ahead of print (2011).
- 6)Inzé D, De Veylder L. : *Annu. Rev. Genet.*, 40, 77 (2006).
- 7)Francis D. : *New Phytol.*, 174, 261 (2007).
- 8)Wang H, Qi Q, Schorr P, Cutler AJ, Crosby WL, Fowke LC. : *Plant J*, 15, 501 (1998).
- 9)De Schutter K, Joubès J, Cools T, Verkest A, Corellou F, Babiychuk E, Van Der Schueren E, Beeckman T, Kushnir S, Inzé D, De Veylder L. : *Plant Cell*, 19, 211 (2007).
- 10)Spadafora ND, Doonan JH, Herbert RJ, Bitonti MB, Wallace E, Rogers HJ, Francis D. : *Ann Bot.*, 107, 1183 (2011).
- 11)Capron A, Okrész L, Genschik P. : *Trends Plant Sci.*, 8, 83 (2003).
- 12)Fülöp K, Tarayre S, Kelemen Z, Horváth G, Kevei Z, Nikovics K, Bakó L, Brown S, Kondorosi A, Kondorosi E. : *Cell Cycle*, 4, 1084 (2005).
- 13)Kevei Z, Baloban M, Da Ines O, Tiricz H, Kroll A, Regulski K, Mergaert P, Kondorosi E. : *PLoS One*, 4, e20618 (2011).
- 14)Kwee HS, Sundaresan V. : *Plant J.*, 36, 853 (2003).
- 15)Capron A, Serralbo O, Fülöp K, Frugier F, Parmentier Y, Dong A, Lecureuil A, Guerche P, Kondorosi E, Scheres B, Genschik P. : *Plant Cell*, 15, 2370 (2003).
- 16)Pérez-Pérez JM, Serralbo O, Vanstraelen M, González C, Criqui MC, Genschik P, Kondorosi E, Scheres B. : *Plant J.*, 53, 78 (2008).
- 17)Verkest A, Manes CL, Vercruysse S, Maes S, Van Der Schueren E, Beeckman T, Genschik P, Kuiper M, Inzé D, De Veylder L. : *Plant Cell*, 17, 1723 (2005).
- 18)Dewitte W, Scofield S, Alcasabas AA, Maughan SC, Menges M, Braun N, Collins C, Nieuwland J, Prinsen E, Sundaresan V, Murray JA. : *Proc Natl Acad Sci U S A.*, 104, 14537 (2007).
- 19)Ishida T, Adachi S, Yoshimura M, Shimizu K, Umeda M, Sugimoto K. : *Development*, 137, 63 (2010).
- 20)Tsukagoshi H, Busch W, Benfey PN. : *Cell*, 143, 606 (2010).

- 21) Adachi S, Minamisawa K, Okushima Y, Inagaki S, Yoshiyama K, Kondou Y, Kaminuma E, Kawashima M, Toyoda T, Matsui M, Kurihara D, Matsunaga S, Umeda M. : *Proc Natl Acad Sci U S A*, 108, 10004 (2011).
- 22) Gutierrez R, Lindeboom JJ, Paredes AR, Emons AM, Ehrhardt DW. : *Nat Cell Biol*, 11, 797 (2009).
- 23) Thitamadee S, Tuchihara K, Hashimoto T. : *Nature*, 417, 6885 (2002).
- 24) Yao M, Wakamatsu Y, Itoh TJ, Shoji T, Hashimoto T. : *J Cell Sci*, 121, 2372 (2008).
- 25) Nakamura M, Hashimoto T. : *J Cell Sci*, 122, 2208 (2009).
- 26) Nakajima K, Furutani I, Tachimoto H, Matsubara H, Hashimoto T. : *Plant Cell*, 16, 1178 (2004).
- 27) Larson-Rabin Z, Li Z, Masson PH, Day CD. : *Plant Physiol*, 149, 874 (2009).
- 28) Imai KK, Ohashi Y, Tsuge T, Yoshizumi T, Matsui M, Oka A, Aoyama T. : *Plant Cell*, 18, 382 (2006).
- 29) Kasili R, Walker JD, Simmons LA, Zhou J, De Veylder L, Larkin JC. : *Genetics*, 185, 257 (2010).
- 30) Churchman ML, Brown ML, Kato N, Kirik V, Hülskamp M, Inzé D, De Veylder L, Walker JD, Zheng Z, Oppenheimer DG, Gwin T, Churchman J, Larkin JC. : *Plant Cell*, 18, 3145 (2006).
- 31) Breuer C, Kawamura A, Ichikawa T, Tominaga-Wada R, Wada T, Kondou Y, Muto S, Matsui M, Sugimoto K. : *Plant Cell*, 21, 2307 (2009).
- 32) Mathieu-Rivet E, Gèvaudant F, Sicard A, Salar S, Do PT, Mouras A, Fernie AR, Gibon Y, Rothan C, Chevalier C, Hernould M. : *Plant J*, 62, 727 (2010).
- 33) Breuer C, Ishida T, Sugimoto K. : *Curr Opin Plant Biol*, 13, 654 (2010).

新装版

原色 芽ばえとたね

—植物3態／芽ばえ・種子・成植物—

浅野貞夫／著

A4判 280頁

定価:9,000円+税

ISBN978-4-88137-115-2

芽ばえの細密図・種子のクローズアップ写真・成植物の生態写真、これら3態セットで植物の一生を表現。草本類480種、木本類160種を掲載した他に類のない植物図鑑。



全国農村教育協会

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

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

豊かな稔りに...



確かな技術で、ニッポンの米作りを応援します。

高葉齢のノビエにすぐれた効き目!
フルセトスルフロン

NEW 石原の新規水稻除草剤

スケッチ 1キロ粒剤

フルチャージ 1キロ粒剤
ジャンボ

フルフォース 1キロ粒剤

フルニンガ 1キロ粒剤

ナイスドリ 1キロ粒剤

アンカーマン DF

ハードパンチ DF

石原は「食の安全」を大切にします

ISK 石原産業株式会社
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 <http://www.iskweb.co.jp/ibj/>

日本雑草学会創立50周年企画

ちょっと 知りたい 雑草学

沖 陽子・岩瀬 徹・露崎 浩・村岡 哲郎・高橋 宏和・田中 十城／著
日本雑草学会／編・発行 A5判 152ページ 定価1,995円

- ◆「雑草とは何か」についてわかりやすく解説。
- ◆除草剤の正しい知識を普及する格好の書。
- ◆それぞれ独自の見識とアプローチを持つ著者陣により、多彩な内容を展開。



本書の内容

- 第1章 雑草のくらし
- 第2章 雑草から学ぶ自然のしくみ
- 第3章 雑草をコントロールする
- 終章 座談・雑草との共存を目指して

発売

全国農村教育協会
<http://www.zennokyo.co.jp>

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

後作物移行性試験に関する動向

(財) 残留農薬研究所 飯島和昭

1. はじめに

我が国の残留基準値にポジティブリスト制が導入されたことにより、適用外農薬の残留基準値には一律基準値が設定された¹⁾。ポジティブリスト制の導入当初は、残留基準値違反事例において、農薬散布時のドリフト問題や農薬散布の誤用などが原因として話題となることもあったが、今日では生産者に対する農薬の安全使用などの啓蒙活動が浸透し、残留農薬問題に関しては国産農産物の方が輸入農産物よりも安全安心であるという消費者意識が定着してきた感がある。しかしながら、農業生産現場から消費者に至る各工程での残留農薬検査においては、極少数ではあるが一律基準を超える原因特定の困難な残留農薬の違反事例も報告されている。施設内での連作などで収益性を高めている日本の集約農業においては、原因特定が困難な残留農薬の違反事例の一因として、後作物における農薬の残留問題が潜在的な要因として懸念されている。しかしながら、後作物における農薬残留のメカニズムについては未解明の領域が多く、因果関係の有無を検証する科学的な知見が十分ではないため、後作物残留が疑われる問題事例についても解釈が難しいのが現状である。本稿においては、我が国をはじめ、OECD 504²⁾などの諸外国における後作物残留に関する試験指針や残留調査事例を参考として、現在の後作物残留

問題に関する課題を整理する。

2. 後作物残留試験のガイドライン

現行の農薬の国内登録制度^{3, 4)}においては、「当該農薬使用後1年以内に栽培されるもの」を後作物と定義した上で、土壤残留試験における半減期により、後作物残留試験の必要性が判断される。具体的には、土壤残留性試験における当該農薬の有効成分等の推定半減期が、原則として100日を超えない場合には、当該農薬の土壤残留性の程度等からみて、その使用に係る農地において適用農作物の後に栽培される農作物が当該農薬の成分物質等により汚染されるおそれがないものと判断され、後作物残留試験成績の提出は必須要求項目ではなくなる。即ち、現行の国内における後作物残留試験においては、一般的な農業形態の中での後作物への前作に使用した農薬の影響が無いことを確認することを意図して整備されており、残留基準値にポジティブリスト制が導入される以前に関しては、特段の問題が生じることも無く運用されてきていた。

OECD試験指針504においては、「収穫前に農薬が処理されたことのある全ての畑地や水田で収穫されるもの」を後作物と定義した上で、次の3つの調査パターンに分けて後作物への残留性を評価する。なお、OECD試験指針において

は、別途規定される標識化合物を用いた後作物の代謝運命試験結果⁵⁾において、作物および種子への農薬の残留値の蓄積が主に土からの取込みに起因することが示唆された場合に、後作物残留試験を実施する。

一つ目は、栽培ミスや近接栽培など、農薬使用時のワーストケースを想定した場合で、圃場に最大施用量の農薬を散布した後、7～30日後に作付した後作物での農薬の残留性を評価する。この調査パターンでは、農薬の処理を間違えた後に新たに作付される後作物や、順調に発芽・成長しなかった作物の栽培を初期段階で中断して新たに栽培される後作物、近接圃場で処理された農薬に暴露した圃場（裸地）で新たに栽培される後作物（隣接圃場に農作物があればドリフト問題となる）、栽培初期段階での若葉の収穫や間引き菜（つまみ菜）などの実際の農業現場で起こりうるワーストケースが想定されている。この最短期間での後作物残留調査は、播種から収穫までが数週間で完了するコマツナなどの短い栽培周期で農作物を連作する際の残留農薬のリスク評価にも有効と考えられる。なお、この調査パターンでの後作物残留調査は、除草剤などの葉害発生時には適用できないことに留意が必要である。

二つ目は、標準的な農業慣行に従い農薬使用を想定した調査パターンで、圃場に最大施用量の農薬を散布した後、60～270日後に作付した後作物での農薬の残留性を評価する。この後作物の作付周期は、典型的な農作物の栽培を想定したものであり、現行の国内における後作物残留試験は、概ねこの調査パターンに相応する。

三つ目は、農薬の経年使用を想定した調査パターンで、継続的に散布する栽培条件下での後作物での農薬の残留性を評価する。具体的には、

諸外国では季節毎に異なる種類の牧草などの飼料用作物を栽培・収穫する場合での後作物での残留性評価事例^{6,7)}がある。なお、後作物残留性試験においては、アスパラガス、バナナ、ベリー類、イチジク、ブドウ、キーウィ、キノコ、柑橘類、仁果類、核果類、パイナップル、木の実などの永年作物（準永年作物を含む）での後作物残留性は、評価対象としていないことを補足しておく。

本項では、農薬を処理後の後作物の作付時期の調査パターンについて解説してきた。土壌に処理された農薬は、各種の環境要因により分解し、移行拡散して減衰するので、後作物の作付時期の相異は、土壌中の残留農薬濃度と後作物での残留農薬との関係を反映すると考えられる。しかしながら、実際の後作物残留試験における作付時期の変化は、季節的な変化でもあるため、単純な土壌残留濃度と後作物残留性との比較実験とはならない。例えば、夏季に農薬を圃場に処理した後に、作付時期を1, 2, 3ヶ月後と変化させて後作物（比較的栽培期間の短いコマツナなど）を栽培した場合には、図-1に示すように作付時期が遅くなるにつれて、冬季にわたる栽培となるため栽培期間も長くなる。そのため、後作物が土壌中の残留農薬を取り込む期間が長

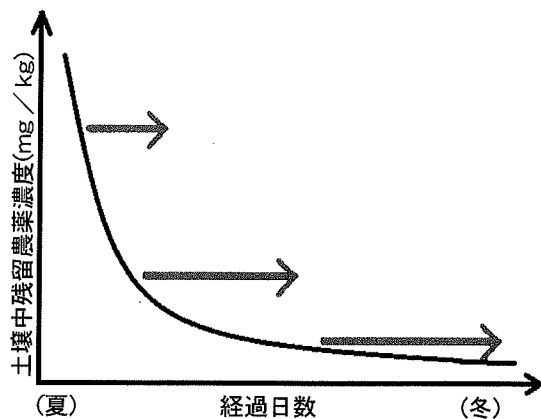


図-1 土壌残留濃度と作物の栽培期間の例

くなり、土壌残留農薬濃度が低い状態で栽培した後作物中での残留農薬濃度の方が高くなる場合も生じてくる。

後作物残留試験のOECD試験指針では、供試作物として土壌と可食部が接触するニンジンやカブなどの根菜類、一般的な葉菜類、および小麦や大麦などの小粒穀類の3種類の後作物での試験を推奨し、さらに各地域における代表的な後作物での試験も推奨している。また、土壌残留農薬の作物残留問題の代表的事例としては、ディルドリンなどのシクロジエン系POPs農薬のウリ科野菜への特異的な取込みが知られている^{8,9)}。後作物の栽培土壌については、異なる2種の土性での試験を推奨し、その一方はSandy Loamとすることを推奨している。

3. 後作物残留に関する既存データ

農薬の残留基準値の設定に際しては、後作物に対する安全性を評価するための試験成績も必要に応じて提出されている。そこで、食品安全委員会で公開されている農薬評価書(約200報)¹⁰⁾における植物体内運命試験および後作物残留試験の報告事例を閲覧し、それぞれ表-1および表-2に整理した。土壌からの植物体への取込みの可能性を調査することを目的とした植物体内運命試験での調査事例では、11例の内の9例で植物体中への取込みが報告されていた。なお、一般に植物体内運命試験での検出事例は、総放射能量(TRR)で報告されるため、必ずしも有効成分である農薬そのものの残留性を示すものではないこと、また、その試験目的から標準的な投薬量よりも多い農薬量が処理される場合があることに留意する必要がある。一方、標準的な農業慣行に従い栽培した後作物中での残留性を調査することを目的とした後作物調査事例で

は、20例の内の19例について残留性が無いことを報告していた。その内、唯一の検出事例であるクロランスラムメチルについても、通常の残留性調査では分析対象としない麦わら試料においてTRRとして0.004 ppm相当が残留との報告であった。残留性の有無の評価が相反するこれらの報告事例から、農薬を処理した土壌で栽培した植物体中には一定量の農薬が取り込まれる可能性が確認されているが、標準的な農業慣行に従い栽培した後作物中では農薬の残留性は認められない程度であると解釈できる。

さらに、我々は弊所における作物残留調査事例の内(非公開資料)、除草剤等の土壌処理剤での検出事例の有無と農薬の水溶解度およびオクタノール/水分分配係数(log POW)との関係を整理した。その検出事例の有無と水溶解度および分配係数との相関性を図-2に示す。土壌処理剤での作物残留調査事例131例の内、75例については、何らかの残留値の検出事例(一部の試験条件や作物種)が確認されていた。この解析結果では、水溶解度10 g/L以上またはlog POW -4以下の農薬については全て検出事例が確認されたが、それ以外の領域では検出事例と不検出事例が混在していた。但し、これらの調査対象農薬には登録が抹消された製剤や、調査実施年が古いデータも含まれることから、その試験条件が必ずしも現行の登録要件に沿っていない場合が相当数含まれることに留意が必要である。また、当該調査事例での定量限界または検出限界は多様であったことから、本データ解析においては、検出/不検出の評価にあたり一律基準(0.01 ppm)への配慮は行わなかった。これらの調査結果から、土壌へ農薬を処理した後、短期間の内に後作物の栽培を開始して後作物残留調査を行った場合には、相応数の農薬と

表-1 植物体内運命試験での後作物調査事例

農薬名	施用量 (g ai/ha)	作付時期	後作物	残留値 (mg/kg)	備考 (収穫期)
1 [dif-14C]ルフェヌロン (ポット: t1/2=140-d)	150	2ヶ月後	レタス 春小麦 玄麦 わら とうもろこし にんじん 根 葉部	0.047 <0.01 0.023 <0.01 0.023 <0.01	処理 126-d 処理 161-d 処理 126-d
[dif-14C]ルフェヌロン (圃場: t1/2=154-d, 1-d: 0.279mg/kg --> 519-d: 0.134mg/kg)	150	76-d 126-d 306-d	レタス 冬小麦 玄麦 麦わら てんさい とうもろこし 茎	<0.001 <0.001 0.004 <0.001 0.003	
2 メトキシフェノジド標識体	2240	31, 91, 364-d	カラシ はつか大根 冬小麦 葉 根/葉 茎葉/根	0.009 ~0.033	OECD-504準拠
3 [4me-14C]ペンディメタリン	9169	4-m	わた だいず 種子 子実	0.016 0.06	
4 14C-フルフェニルエチル	60	31, 89, 221-d	キャベツ にんじん 小麦 葉 根/葉 子実 飼料 麦わら	<0.004 <0.004 <0.002 0.013 <0.001	OECD-504準拠
5 [phe-14C]-フルシラゾール	60	30, 120-d	キャベツ かぶ 大麦 大豆 葉 根/葉 穀粒/わら 子実	0.02~ 2.16	(大豆, 大麦穀粒~ 大麦わら)
6 ピリプロキシフェン標識体	250	30, 120-d	キャベツ かぶ 大麦 大豆 葉 根/葉 穀粒/わら 子実	0.02~ 2.16	(大豆, 大麦穀粒~ 大麦わら)
7 ピコリナフェン標識体 (通常散布×2倍)	100	30-d, 11-m	にんじん えんどう てんさい ひまわり 大豆	0.006 <0.003 0.004 <0.003 0.005	根/葉部 根 茎葉
8 ニトラピリン標識体	560	20, 120, 365-d	小麦 エン麦 大豆 レタス カラシナ	ND ND ND ND ND	6-CPAは検出
9 ジチオピル標識体	120	2-w	にんじん 根 葉部	0.052 0.022	
	120		きゅうり	0.001-0.002	
	75		小麦	0.002	
9 14C-ジクロロイミド	560	30, 120, 365-d	小麦 にんじん 大豆	0.017-0.295 0.038 0.019-0.039	OECD-504準拠
10 14C-ジクロスラム		120-d	小麦 ばれいしょ レタス ふだんそう	<0.01 <0.01 <0.01 <0.01	
11 ¹⁴ C-イソキサフルトール	200	34, 123, 365-d	レタス ソルガム はつか大根 小麦	det. 0.13-0.24 det. det.	OECD-504準拠

出典：農薬評価書：http://www.fsc.go.jp/fscis/evaluationDocument/list?itemCategory=001/ 2011年2月18日閲覧

表-2 国内での後作物残留試験の調査事例

農薬名	施用量 (g ai/ha)	作付時期	後作物	残留値 (mg/kg)	備考
1 イミダクロプリド			水稻, 大根	<0.005	
2 インドキサカルブ			レタス, ニンジン, 小麦, 大豆	<0.01	
3 ウニコナゾール-P			小麦, 大豆, ばれいしょ, 大根, 白菜	<0.01	
4 オキシリニック酸			きゅうり, キャベツ, にんじん, 小麦,	<0.01	
5 クロマフェノジド			はつか大根, 大根, こまつな	<0.005	
6 クロランスラムメチル	55	120-d	小麦, レタス, ばれいしょ	0.004	賞行×1.6, TRR, 麦わら 調査対象薬剤
7 クロラントラニリブロール			大根, 白菜, キャベツ, 小麦	<0.01	
8 ジクロシメット	300, 120×3		小麦, 大豆, 大根, 白菜, きゅうり	<0.01	
9 ジメトモルフ			だいこん, はくさい	<0.01	
10 シロマジン			チンゲンサイ, きゅうり, カブ	<0.005	
11 トリフロキシストロビン		30-d	きゅうり, かぼちゃ	<0.02	
12 バクロブトラゾール			にんじん, さやえんどう	<0.01	
13 ピメトロジン			白菜, 大根	<0.005	
14 ピリダリル			白菜, 大根	<0.01	
15 ププロフェジン			大根, 小麦	<0.01	
16 フルオピコリド			きゅうり, 大根	<0.01	
17 フルベンジアミド			大根, レタス	<0.01	
18 [bzt-14C]メフェナセット	4.8 mg/ポット		大根, なす, トマト, 水稻の可食部でND		
19 マンジプロバミド			カブ, ホウレンソウ	<0.01	
20 メタフルミゾン			レタス, 大根	<0.01	

出典：農薬評価書：http://www.fsc.go.jp/fscis/evaluationDocument/list?itemCategory=001/ 2011年2月18日閲覧

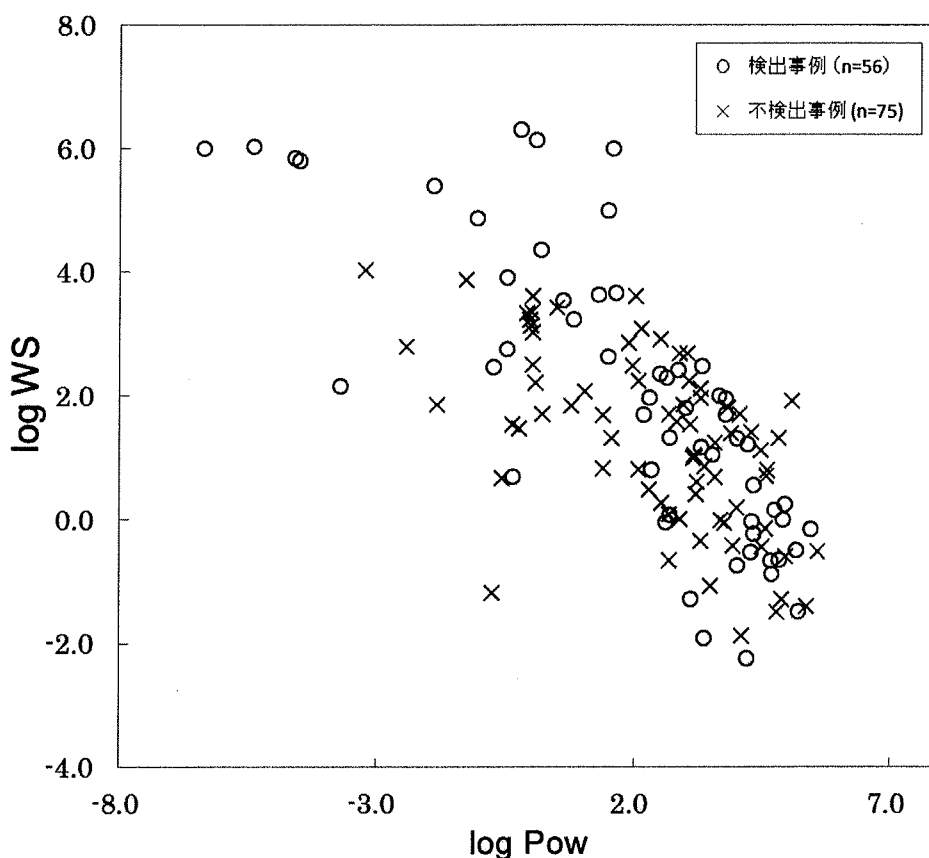


図-2 土壌処理剤での検出事例の有無と水溶解度および分配係数との相関
残留調査事例と水溶解度 (WS, mg/L) および分配係数 (log Pow) との相関

作物の組み合わせで後作物中での農薬の残留性が確認される可能性が示唆された。そして、比較的水溶解度が高い農薬では、後作物残留調査での検出頻度が高くなることが予測された。しかしながら、土壌から作物への農薬の取込みは、農薬の施用条件（濃度、回数、時期・・・）、作物種、栽培条件（施設）土壌および気象条件（気温、降水量・・・）等の広範な試験条件の影響を受けることから、農薬の物理的・化学的特性値による後作物残留性の予測は難しいものと推察された。

4. 土壌残留農薬の根からの吸収移行

昨年10月に、「土壌中に残留する農薬等化学物質の根からの吸収移行」をテーマとしたセミナー¹¹⁾と、「土壌残留農薬の挙動と農作物および周辺環境への影響」をテーマとしたシンポジウム¹²⁾が相次いで開催され、後作物残留に関連した話題の社会的な関心の高まりが伺われた。これらの講演会における神戸大学の乾秀之氏の講演「残留性有機汚染物質の植物による吸収および蓄積機構の解明」¹¹⁾や、農業環境技術研究所の大谷卓氏の講演「POPs農薬の土壌残留メカニズムと作物吸収」¹²⁾では、残留性有機汚染物質（POPs）の吸収・蓄積メカニズムの解明事例が紹介され、ファイトレメディエーション法の開発やPOPsの吸収抑制技術の開発に及ぶ詳細な科学的な知見が紹介された。

また、日本植物防疫協会の藤田俊一氏の講演「土壌中残留農薬の後作物移行に関する実態」¹¹⁾では、多くの後作物残留調査事例に基づき、後作物へ移行し易い農薬として、比較的水溶性が高く後作物に取込まれ易い農薬や、土壌中での半減期が比較的長く土壌中から継続的に後作物に取込まれ易い農薬があることが紹介された。

弊所での後作物における調査事例においても、藤田らの報告と同様の傾向が確認されており、後作物に吸収され易い農薬を予測することも容易な印象を受けるかも知れない。しかしながら、土壌中での半減期が比較的長く土壌中から継続的に後作物に取込まれ易い農薬の多くは非極性の農薬であり、他方の後作物に取込まれ易い農薬である比較的水溶性が高い農薬であり、この相反する農薬の特性の兼ね合いを的確に予測することは容易ではない。

前述の他にも後作物に関連した土壌残留農薬の根からの吸収移行に関する報告事例は多く、個々の事例については科学的なメカニズムの解明も進んできている。しかしながら、広範な物理的・化学的性質を有する多数の農薬について、多種多様な農作物における後作物の残留性を予測するには、さらに多くの科学的な知見の集積が必要と考えられる。

5. まとめ

後作物残留試験の動向におけるキーポイントは、OECD試験指針504に準じた短周期（7～30日間）での後作物残留試験への対応と考えられる。施設内での短い周期での連作で生産性を高めている我が国の近郊農業において、前作に使用した農薬の後作物への残留に対する懸念を排除するためには、短周期での後作物残留試験による影響評価の導入は必要なものと考えられる。しかしながら、このワーストケースを想定した短周期での後作物残留試験の安易な導入には、多くの課題が存在する。具体的には、ワーストケースを想定した短周期での後作物残留試験では、非常に多くの農薬と作物の組み合わせで残留性を示唆する調査結果が得られる可能性が高く、残留基準値のポジティブリスト制度を採

用している我が国においては、一律基準に対する多くの見直しが必要となることも想定しなければならない。また、農薬登録における安全性評価データの増大は、使用可能な農薬の減少を招くことから、生産量の少ない農作物に使用可能な登録農薬が不足するマイナー作物問題が拡大し、農作物の栽培に必要な不可欠な農薬の確保が困難となる可能性も想定しなければならない。

ワーストケースを想定した短周期での後作物残留試験の導入の影響を小さくする方策としては、農薬の物理的・化学的特性値等により後作物での残留性を予測し、実際に後作物での残留性調査が必要な農薬に限定してデータを要求することが考えられる。しかしながら、土壌から作物への農薬の取込みは、農薬、作物種、栽培および気象条件などの広範な要因の影響を受けることから、農薬の物理的・化学的特性値による後作物残留性の的確な予測には、さらなる科学的な知見の集積を要すると考えられる。仮に、JMPRでの評価事例のように後作物残留に配慮した残留基準値を設定して行く場合には、農作物をグループ化して設定する方策なども検討する必要があると考えられる。その他、前作での農薬使用後の後作物の植付禁止期間を設定などの方策も考えられるが、そのためには栽培周期の後作物残留への影響に関する科学的な知見の集積が必要となると考えられる。

本稿では、後作物残留問題の課題であるワーストケースを想定した事例を中心に解説したため、ネガティブな論調に終始してきた感がある。しかしながら、冒頭で述べたとおり、近年では多方面での農薬の安全使用に対する尽力の成果として、国産農産物への消費者の安心感が定着してきている。このような状況下で、後作物残留が疑われる事例報告は極少数であることから、

複数の要因が重なりあった場合に後作物残留問題は生ずる可能性があるものと考えられる。従って、生産者に対する農薬の安全使用における啓蒙活動として、後作物への残留農薬問題への関心を高めていくことで、後作物残留が疑われる問題事例をさらに減少させていくことが可能と考えられる。具体的には、短周期での連作時には前作での使用農薬についても配慮する必要があること、隣接した圃場に作物が無い状態であっても農薬散布のドリフトにより残留農薬問題が派生する可能性もあること、マルチ農法で農薬を植穴処理した場合に同一の植穴での連作は後作物残留のリスクが高いことなどを周知していくことが大切であろう。そのためには、生産者、行政、農薬メーカー、研究者などの各関係者の連携と協力が重要と思われる。

[謝辞]

本報で紹介した一部の調査事例は、農林水産省の「平成22年度の農薬的資材安全性評価情報整備事業」の一環として実施されました。なお、本報告内容に関しては、著者の責任において取りまとめたものであり、関係機関等の見解を示すものではありません。

[参考資料]

- 1) 厚生労働省告示第497号, 平成17年11月29日.
- 2) The Organization for Economic Co-operation and Development. Residues in Rotational Crops. OECD Test Guideline No. 504, Paris, France, 2007.
- 3) 環境省告示第80号, 平成20年10月22日.
- 4) 農林水産省農産園芸局長通知 12農産第8147号, 平成12年11月24日 (最終改正平成23年4月1日, 22消安第10015号).

- 5) The Organization for Economic Co-operation and Development. Metabolism in Rotational Crops. OECD Test Guideline No. 502, Paris, France, 2007.
- 6) Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues Rome, Italy, 9-18 September 2008: FAO PLANT PRODUCTION AND PROTECTION PAPER 193.
- 7) Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues Geneva, Switzerland, 16-25 September 2009: FAO PLANT PRODUCTION AND PROTECTION PAPER 196.
- 8) Hashimoto, Y.: Reduction of dieldrin concentration in cucumber fruits using Cucurbita rootstocks and activated carbon. *J. Pestic. Sci.* 32, 229-234 (2007).
- 9) Otani T and Seike N. Rootstock control of fruit dieldrin concentration in grafted cucumber (*Cucumis sativus*). *J. Pestic. Sci.* 32, 235-242 (2007).
- 10) 食品安全委員会, <http://www.fsc.go.jp/fscis/evaluationDocument/list?itemCategory=001/> 2011年2月18日閲覧.
- 11) 第11回IETセミナー資料集, 財団法人残留農薬研究所, 平成22年10月15日.
- 12) 農薬環境科学研究第18号, 第28回農薬環境科学研究会シンポジウム講演集, 日本農薬学会, 平成22年10月28日.

雑草・病害・害虫の写真 15,000点と解説を 無料公開

病害虫・雑草の情報基地として
インターネットで見られます。
ご利用下さい。



Please access
boujo.net

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

病害虫・雑草の情報基地

検索



電子ブックで公開

日本植物病害大事典

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

日本農業害虫大事典

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

ミニ雑草図鑑

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

全国農村教育協会

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

新登録除草剤・植物成長調整剤一覧

農林水産省 消費・安全局 農産安全管理課

(1) 水稲作(移植・直播)

平成23年4月1日～平成23年10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	適用地帯	適用 土壌	使用量	使用時期	使用 方法	使用回数	登録 会社
プロモブ チド・ベ ンスル フロンメ チル・ベン チオ カーブ・ メフェナ セット粒 剤	パワーウ ルフ1キ ロ粒剤7 5	(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%, メチル= α -(4,6-ジメキシビリジニル)-2-イルカルバモイルスルファモイル)-オートルアト...0.75%, S-(4-クロベンジル)-N,N-ジエチルチオカーバメート... 15.0%, 2-ベンゾチアゾール-2-イルオキシ-N-メチルアセトアニリド...4.5%	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、 ミスガヤツリ(東 北)、ヘラオモダ カ、オモダカ(東 北)、クログワイ (東北)、シズイ (東北)、ヒルムシ ロ、セリ、アオミ ドロ・藻類による 表層はく離	北海道、東北	砂壤土 ～ 埴土	1kg/10a	移植直後～ 2.5葉期但し、移植 後30日まで	湛水散 布	本剤の使用 回数...1回、 プロモブチド を含む農薬 の総使用回 数...2回以 内、ベンスル フロンメチル を含む農薬 の総使用回 数...2回以 内、ベンチオ カーブを含む 農薬の総使 用回数...1 回、メフェナ セットを含む 農薬の総使 用回数...2 回以内	クマイ化 学工業 ㈱
				直播 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、ヘ ラオモダカ、ヒル ムシロ、セリ		埴土～ 埴土		イネ1葉期～ 2.5葉期 但し、収 穫90日前まで			
プロモブ チド・ベ ンスル フロンメ チル・ベン チオ カーブ・ メフェナ セット粒 剤	パワーウ ルフ1キ ロ粒剤5 1	(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%, メチル= α -(4,6-ジメキシビリジニル)-2-イルカルバモイルスルファモイル)-オートルアト...0.51%, S-(4-クロベンジル)-N,N-ジエチルチオカーバメート... 15.0%, 2-ベンゾチアゾール-2-イルオキシ-N-メチルアセトアニリド...3.0%	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、 ミスガヤツリ、ヘ ラオモダカ(九 州)、オモダカ (関東・東山・ 東海、近畿・ 中国・四国、 九州)、クログ ワイ(関東・東 山・東海、近 畿・中国・四 国、九州)、コ キヤガラ(九 州)、ヒルムシ ロ、セリ、アオ ミドロ・藻類による表 層はく離	全域(北海 道、東北を除 く)の普通期 及び早期栽 培地帯	砂壤土 ～ 埴土	1kg/10a	移植直後～ 2.5葉期但し、移植 後30日まで	湛水散 布	本剤の使用 回数...1回、 プロモブチド を含む農薬 の総使用回 数...2回以 内、ベンスル フロンメチル を含む農薬 の総使用回 数...2回以 内、ベンチオ カーブを含む 農薬の総使 用回数...1 回、メフェナ セットを含む 農薬の総使 用回数...2 回以内	クマイ化 学工業 ㈱
				直播 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、ヒ ルムシロ、セリ、ア オミドロ・藻類による表 層はく離	全域(北海 道、東北を除 く)			イネ1葉期～ 2.5葉期 但し、収 穫90日前まで			
ベンスル フロンメ チル・ベン チオ カーブ・ メフェナ セット粒 剤	クマイウ ルフエ ース 粒剤25	メチル= α -(4,6-ジメキシ ビリジニル)-2-イルカルバ モイルスルファモイル)- オートルアト...0.25%, S-(4- クロベンジル)-N,N-ジエチ ルチオカーバメート...5.0%, 2-ベンゾチアゾール-2- イルオキシ-N-メチルアセ トアニリド...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、 ミスガヤツリ、ヘ ラオモダカ、ヒルム シロ、アオミドロ・藻 類による表層はく離、 エゾノサ ヤスカサ(北海 道)、シズイ(東 北)、セリ、オモ ダカ(東北)、クロ グワイ	北海道 東北	砂壤土 ～ 埴土 但し、移 植直後 ～移植 後4日の 砂壤土 は除く	3kg/10a	移植直後～ 2.5葉期但し、移植 後30日まで 移植直後～ 2.5葉期但し、移植 後30日まで	湛水散 布	本剤の使用 回数...1回、 ベンスル フロンメチル を含む農薬 の総使用回 数...2回以 内、ベンチ オカーブ を含む農薬 の総使用回 数...1回、 メフェナ セットを含む 農薬の総使 用回数...2 回以内	クマイ化 学工業 ㈱

(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	適用地帯	適用 土壌	使用量	使用時期	使用 方法	使用回数	登録 会社
ペンシル フロンメ チル・ペ ンチオ カーブ・ メフェナ セット粒 剤	クミアイ ウルフ エース17 粒剤	メチル=α-(4,6-ジメチル ピリジン-2-イルカルバモイ ルスルファモイル)-o-トルア ート...0.17%, S-(4-クロロベ ンジル)-N,N-ジエチルチオ カーバメート...5.0%, 2-ヘ ンゾチアゾール-2-イルオキシ N-メチルアセトアニリド... 1.0%	粒 剤	移植 水稻	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、クロ グワイ、オモダカ、 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、近畿・ 中国・四国、 九州の早期 栽培地帯	砂壤土 ～壇土 但し、移 植直後 ～移植 後4日の 砂壤土 は除く	3kg/10a	移植直後～ビエ 2葉期但し、移植後 30日まで	灌水散 布	本剤の使用 回数...1回、 ペンシルフロ ンメチルを含 む農薬の総 使用回数... 2回以内、ペ ンチオカーブ を含む農薬 の総使用回 数...1回、メ フェナセット を含む農薬 の総使用回 数...2回以 内	グアイ化 学工業 ㈱
				直播 水稻	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、ヒル ムシロ、セリ、アオ ミドロ・藻類によ る表層はく離	全域(北海 道、東北を除 く)の普通期 栽培地帯	壇土～ 壇土		移植直後～ビエ 2.5葉期但し、移植 後30日まで			
						北陸、関東・ 東山・東海、 近畿・中国・ 四国			イネ1葉期～ビエ 2葉期 但し、収穫90 日前まで			
ペンシル フロンメ チル・ペ ンチオ カーブ・ メフェナ セット粒 剤	クミアイ ウルフ エース1 キロ粒剤 75	メチル=α-(4,6-ジメチル ピリジン-2-イルカルバモイ ルスルファモイル)-o-トルア ート...0.75%, S-(4-クロロベ ンジル)-N,N-ジエチルチオ カーバメート...15.0%, 2- ベンゾチアゾール-2-イルオ キシN-メチルアセトアニ リド...4.5%	粒 剤	移植 水稻	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、ヘラ オモダカ、ヒルムシ ロ、クログワイ、セ リ、エゾノササカ グサ(北海道)、シズ イ(東北)、オモダカ(東 北)、アオミドロ・ 藻類による表 層はく離	北海道 東北	砂壤土 ～壇土 但し、移 植直後 ～移植 後4日の 砂壤土 は除く	1kg/10a	移植直後～ビエ 2葉期但し、移植後 30日まで	灌水散 布	本剤の使用 回数...1回、 ペンシルフロ ンメチルを含 む農薬の総 使用回数... 2回以内、ペ ンチオカーブ を含む農薬 の総使用回 数...1回、メ フェナセット を含む農薬 の総使用回 数...2回以 内	グアイ化 学工業 ㈱
									移植直後～ビエ 2.5葉期但し、移植 後30日まで			
ペンシル フロンメ チル・ペ ンチオ カーブ・ メフェナ セット粒 剤	クミアイ ウルフ エース1 キロ粒剤 51	メチル=α-(4,6-ジメチル ピリジン-2-イルカルバモイ ルスルファモイル)-o-トルア ート...0.51%, S-(4-クロロベ ンジル)-N,N-ジエチルチオ カーバメート...15.0%, 2- ベンゾチアゾール-2-イルオ キシN-メチルアセトアニ リド...3.0%	粒 剤	移植 水稻	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、クロ グワイ、オモダカ、 ヒルムシロ、セリ、コ ウキヤカラ(九 州)、アオミドロ・ 藻類による表 層はく離	全域(北海 道、東北を除 く)の普通期 及び早期栽 培地帯	砂壤土 ～壇土 但し、移 植直後 ～移植 後4日の 砂壤土 は除く	1kg/10a	移植直後～ビエ 2.5葉期但し、移植 後30日まで	灌水散 布	本剤の使用 回数...1回、 ペンシルフロ ンメチルを含 む農薬の総 使用回数... 2回以内、ペ ンチオカーブ を含む農薬 の総使用回 数...1回、メ フェナセット を含む農薬 の総使用回 数...2回以 内	グアイ化 学工業 ㈱
				直播 水稻	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、ヒル ムシロ、セリ、アオ ミドロ・藻類によ る表層はく離	全域(北海 道、東北を除 く)	壇土～ 壇土		イネ1葉期～ビエ 2.5葉期 但し、収 穫90日前まで			

(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	適用地帯	適用 土壌	使用量	使用時期	使用 方法	使用回数	登録 会社
ビリスルファン・フェントラザミド粒剤	ゴール1キログラム	(RS)-2'-[(4,6-ジメチルピリジン-2-イル)(ヒドロキシメチル)-1,1-ジフルオロ-6'-(メキシメチル)メタン]スルホンアミド...0.50%, 4-(2-クロロフェニル)-N-シクロヘキシル-N-エチル-4,5-ジヒドロ-5-オキソ-1H-テトラゾール-1-カルボキサミド...3.0%	粒剤	移植 水稲	水田一年生雑草、マツバ、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、オモダカ、クログワイ(北海道を除く)、シズイ(東北)、コウキヤガラ(東北・関東・東山・東海、九州)、アオミドロ・藻類による表層はく離	全域(九州を除く)の普通期及び早期栽培地帯 九州の普通期及び早期栽培地帯 全域の普通期栽培地帯及び関東・東山・東海、近畿・中国・四国の早期栽培地帯	砂壤土～壇土 壇土～壇土	1kg/10a	移植直後～ヒエ3葉期(砂壤土は移植後3日～ヒエ3葉期)但し、移植後30日まで 移植直後～ヒエ3葉期(早期及び砂壤土は移植後3日～ヒエ3葉期)但し、移植後30日まで 移植時	湛水散布 田植同時散布機で施用	本剤の使用回数...1回、ビリスルファンを含む農薬の総使用回数...2回以内、フェントラザミドを含む農薬の総使用回数...1回	パイエルロップサイエンス(株)
オキサジクロメホン・ピラクロニル・ピラゾスルフロネチル・ベンゾビシクロン粒剤	シリウスエグザ1キログラム	3-[1-(3,5-ジクロロフェニル)-1-メチルエチル]-3,4-ジヒドロ-6-メチル-5-フェニル-2H-1,3-オキサジノン-4-オン...0.40%, 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-イル)アミノ]ピラゾール-4-カルボニトリル...2.0%, エチル=5-(4,6-ジメチルピリジン-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-カルボキシレート...0.30%, 2-(2-クロロ-4-メチルベンゾイル)-2-フェニルチオビシクロ[3.2.1]オクタ-2-エン-4-オン...2.0%	粒剤	移植 水稲	水田一年生雑草、マツバ、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、アオミドロ・藻類による表層はく離(関東・東山・東海、近畿・中国・四国)	北海道、九州の普通期栽培地帯 東北、北陸、関東・東山・東海の普通期及び早期栽培地帯、近畿・中国・四国の普通期栽培地帯 北海道、九州の普通期栽培地帯 東北、北陸、関東・東山・東海の普通期及び早期栽培地帯、近畿・中国・四国の普通期栽培地帯	壇土～壇土 砂壤土～壇土 壇土～壇土 砂壤土～壇土	1kg/10a	移植時 移植直後～ヒエ2.5葉期 ただし、移植後30日まで	田植同時散布機で施用 湛水散布	本剤の使用回数...1回、ビリスルファンを含む農薬の総使用回数...2回以内、フェントラザミドを含む農薬の総使用回数...1回	日産化学工業(株)
ビリスルファン・ベンゾビシクロン粒剤	ザンテン1キログラム	(RS)-2'-[(4,6-ジメチルピリジン-2-イル)(ヒドロキシメチル)-1,1-ジフルオロ-6'-(メキシメチル)メタン]スルホンアミド...0.67%, 3-(2-クロロ-4-メチルベンゾイル)-2-フェニルチオビシクロ[3.2.1]オクタ-2-エン-4-オン...2.0%	粒剤	移植 水稲	水田一年生雑草、マツバ、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	北陸、関東・東山・東海の普通期及び早期栽培地帯 全域(北陸、関東・東山・東海を除く)の普通期栽培地帯及び九州の早期栽培地帯	砂壤土～壇土 壇土～壇土	1kg/10a	移植後3日～ヒエ3葉期 但し、移植後30日まで	湛水散布	本剤の使用回数...1回、ビリスルファンを含む農薬の総使用回数...2回以内、ベンゾビシクロンを含む農薬の総使用回数...2回以内	クアイ化学工業(株)、(株)エス・デー・エス・バイ・オテック
ピラゾレート・プロピリスルフロロン粒剤	キクンジャーZ1キログラム	4-(2,4-ジクロロベンゾイル)-1,3-ジメチル-5-ピラゾール-p-トルエンスルホネート...15.0%, 1-(2-クロロ-6-プロピルイミダゾ[1,2-b]ピリジン-3-イル)スルホニル)-3-(4,6-ジメチルピリジン-2-イル)尿素...0.90%	粒剤	移植 水稲	水田一年生雑草、マツバ、ホタルイ、ヘラオモダカ(北海道、東北)、ミスガヤツリ(北海道を除く)、ウリカワ、ヒルムシロ、セリ(関東・東山・東海、九州)	関東・東山・東海の普通期及び早期栽培地帯 全域(関東・東山・東海を除く)の普通期及び早期栽培地帯	砂壤土～壇土 壇土～壇土	1kg/10a	移植後5日～ヒエ3葉期 但し、移植後30日まで	湛水散布	本剤の使用回数...1回、ピラゾレートを含む農薬の総使用回数...2回以内、プロピリスルフロロンを含む農薬の総使用回数...2回以内	三井化学(株)

(2) 水田耕起前・水田畦畔・休耕田・水稻刈跡・畑作・野菜作・永年作物・非農耕地対象

平成22年11月1日～平成23年10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	適用 地帯	適用場所・ 適用土壌	使用量・ 散布量	使用時期	使用方法	本剤の使用回数	会社名
1-メチルシクロプロペンくん蒸剤	スマートフレッシュくん蒸剤	1-メチルシクロプロペン…3.3%	くん蒸剤	りんご	収穫果実の熟期抑制	-	倉庫等施設内	68mg/立方m	収穫直後～6日後	本剤の所定量をあらかじめ水を入れた容器に入れ、有効成分を発生させてくん蒸する	本剤の使用回数…1回、1-メチルシクロプロペンを含む農薬の総使用回数…1回	ロート・アド・ハース・ジャパン ㈱
				なし、かき				34～68mg/立方m	収穫直後～2日後			
S-メトラクロール乳剤	デュアールゴールド	(S)-2-クロロ-2'-エチル-N-(2'-メキシ-1-メチルエチル)-6'-メチルアセトニリド及び(2S)-2-クロロ-2'-エチル-N-(2'-メキシ-1-メチルエチル)-6'-メチルアセトニリド…83.7%	乳剤	とうもろこし、飼料用とうもろこし	一年生雑草	全域	-	70～130mL/10a、希釈水量70～100L/10a	は種後発芽前(雑草発生前)	全面土壌散布	本剤の使用回数…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	シンゲンタ ジャパン ㈱
				かんしよ					播苗後 但し、収穫90日前まで(雑草発生前)			
				えだまめ、だいず、つつみせい					は種後発芽前(雑草発生前)			
				いんげんまめ、さやいんげん		北海道、東北						
				てんさい(移植栽培)		-		70～100mL/10a、希釈水量70～100L/10a	定植後 但し、収穫90日前まで(雑草発生前)			
				キャベツ		全域		40～60mL/10a、希釈水量70～100L/10a	定植直後～定植15日後まで(雑草発生前)	畦間株間土壌散布		
				ばれいしよ		東北		100～130mL/10a、希釈水量70～100L/10a	播付後萌芽前(雑草発生前)	全面土壌散布		
				こんにゃく		全域			播付後又は培土後萌芽前(雑草発生前)			
アトラジン・S-メトラクロール水和剤	ゲザンゴールド	2-クロロ-4-エチル-6-ニトロプロピルアミド…27.8%、(S)-2-クロロ-2'-エチル-N-(2'-メキシ-1-メチルエチル)-6'-メチルアセトニリド及び(2S)-2-クロロ-2'-エチル-N-(2'-メキシ-1-メチルエチル)-6'-メチルアセトニリド…26.4%	水和剤	とうもろこし、飼料用とうもろこし	一年生雑草	-	-	140～260mL/10a、希釈水量70～100L/10a	マルチ前・は種前(雑草発生前)	全面土壌散布	本剤の使用回数…1回、アトラジ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	シンゲンタ ジャパン ㈱
									は種後発芽前(雑草発生前)			
									生育期(とうもろこし2～4葉期)			
				ソルガム					は種直後			
デスメディファム・フェンメディファム・S-メトラクロール乳剤	ベタダイヤS乳剤	エチル-3-フェニルカルバマールオキシカルバネート…2.3%、3-メチルカルバマール-2-フェニル-N-(3'-メチルフェニル)カルバネート…10.0%、(S)-2-クロロ-2'-エチル-N-(2'-メキシ-1-メチルエチル)-6'-メチルアセトニリド及び(2S)-2-クロロ-2'-エチル-N-(2'-メキシ-1-メチルエチル)-6'-メチルアセトニリド…7.5%	乳剤	てんさい(移植栽培)	一年生雑草	北海道	全土壌(砂土を除く)	500mL/10a、希釈水量60～100L/10a	移植活着後の雑草発生播期但し、収穫90日前まで	散布	本剤の使用回数…1回、デスメディファムを含む農薬の総使用回数…2回以内、フェンメディファムを含む農薬の総使用回数…3回以内、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	ホクサン ㈱
シアナジン・DCBN粒剤	カルコーンDX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-メチルプロピオニル…5.0%、2,6-シクロプロチオヘンサミド…2.5%	粒剤	樹木等	一年生広葉雑草、スギナ	-	公園、庭園、堤どう、駐車場、道路、運動場、宅地、墓地等	10～20kg/10a	雑草生育初期(草丈20cm以下)	播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	保土谷化学工業 ㈱
					一年生イネ科雑草			15～20kg/10a				
シアナジン・DCBN粒剤	HUPLカルコーンDX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-メチルプロピオニル…5.0%、2,6-シクロプロチオヘンサミド…2.5%	粒剤	樹木等	一年生広葉雑草、スギナ	-	公園、庭園、堤どう、駐車場、道路、運動場、宅地、墓地等	10～20g/m ²	雑草生育初期(草丈20cm以下)	播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	保土谷UPL ㈱
					一年生イネ科雑草			15～20g/m ²				

(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	適用 地帯	適用場所・ 適用土壌	使用量・ 散布液量	使用時期	使用方法	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- ホキシ-1-ナチル尿素… 50.0%	水 和 剤	りんご、もも	一年生雑 草	-	-	300g/10a、希釈 水量70～ 150L/10a	雑草発生前～ 発生始期 但 し、収穫30日前 まで	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	丸和ハイゲミ カ4種、日本農 薬株式会社、オクサン 群
				なし				300g/10a、希釈 水量70～ 150L/10a	雑草発生前～ 発生始期 但 し、収穫90日前 まで			
				うめ					雑草発生前～ 発生始期 但 し、収穫60日前 まで			
				かき					雑草発生前～ 発生始期 但 し、収穫30日前 まで			
				にんにく				100～ 150g/10a、希釈 水量70～ 150L/10a	植付前(マルチ 前)(雑草発生 前)			
				ねぎ(本郷)					植付後(雑草発 生前)			
				あさつき					定植後 但し、 定植14日後ま で(雑草発生 前)	畦間土壌散布		
								150g/10a、希釈 水量70～ 150L/10a	植付直後～萌 芽前(雑草発生 前～発生始期)	全面土壌散布		
				にら				100～ 150g/10a、希釈 水量70～ 150L/10a	植付培土後及 び収穫後の2 回(体系)		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	
				セルリー					定植後 但し、 定植7日後まで (雑草発生前)	畦間土壌散布	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	
				ソルガム				100～ 200g/10a、希釈 水量70～ 150L/10a	は種直後(雑草 発生前)	全面土壌散布		
				とうき				100g/10a、希釈 水量70～ 150L/10a	中耕・培土後 但し、収穫120 日前まで	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	
				たらのき					中耕・培土後 (雑草発生前)			
				食用ゆり、 わさびだい いこん				100～ 150g/10a、希釈 水量70～ 150L/10a	植付後萌芽前 (雑草発生前～ 発生始期)	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	
				べにばな いんげん				75～100g/10a、 希釈水量70～ 150L/10a	は種後出芽前 (雑草発生前)			
				みつば				100～ 150g/10a、希釈 水量70～ 150L/10a				
				らっきょう				150g/10a、希釈 水量70～ 150L/10a	種球植付後(雑 草発生前)	畦間土壌散布	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…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		
				おうぎ				100～ 150g/10a、希釈 水量70～ 150L/10a	は種後出芽前 (雑草発生前)	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		
				桑				100～ 200g/10a、希釈 水量70～ 150L/10a	4～10月			

(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	適用 地帯	適用場所・ 適用土壌	使用量・ 散布液量	使用時期	使用方法	本剤の使用回数	会社名
グルホシ ネットPナ トリウム塩液 つづき	ザクサ液剤	ナトリウム-L-ホモアラニン-4-イ ル(メチル)ホスフィート... 11.5%	液 剤	水田作物	一年生雑 草	-	-	500mL/10a、希 釈水量 100L/10a	播種15日前ま で(雑草生育 期:草丈30cm 以下)	雑草茎葉散布	本剤の使用回数...1 回、グルホシネットPを含む 農薬の総使用回数...1 回	明治製菓、 北興化学工 業㈱
				水田作物 (水田畦 畔)	一年生雑 草、多年 生雑草	-	水田畦畔	500～ 1000mL/10a、 希釈水量100～ 150L/10a	収穫7日前ま で(雑草生育 期:草丈30cm以 下)	雑草茎葉散布	本剤の使用回数...2回 以内、グルホシネットP及 びグルホシネットPを含む 農薬の総使用回数...2回以内	
				樹木類	一年生雑 草	-	-	300～ 500mL/10a、希 釈水量100～ 150L/10a	雑草生育期(草 丈30cm以下)	雑草茎葉散布	本剤の使用回数...3回 以内、グルホシネットP及 びグルホシネットPを含む 農薬の総使用回数...3回以内	
				樹木等	多年生雑 草	-	公園、庭園、場 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 1000～ 2000mL/10a、 希釈水量100～ 200L/10a	植栽地を除く (雑草発生期) 樹木の周辺 地に雑草茎葉 散布	雑草茎葉散布	本剤の使用回数...2回 以内、イペサビルを含む 農薬の総使用回数...2 回以内	
DCMU水 和剤	ダイロンゾ ル	3-(3,4-ジクロロフェニル)- 1,1-ジメチル尿素...50.0%	水 和 剤	ばれいしょ	一年生雑 草	全 域	-	100～ 200mL/10a、希 釈水量 100L/10a	植付後萌芽前 (雑草発生前～ 始期)	土壌散布	本剤の使用回数...2回 以内、イペサビルを含む 農薬の総使用回数...2 回以内	北興化学工 業㈱
				やまのいも	-	-	-	-	植付後萌芽前 (雑草発生前～ 始期(イネ科雑 草3葉期まで))	茎葉兼土壌散 布	本剤の使用回数...2回 以内、イペサビルを含む 農薬の総使用回数...2 回以内	
				だいず	-	-	-	150mL/10a、希 釈水量 100L/10a	は種後出芽前 (雑草発生前)	土壌散布	本剤の使用回数...2回 以内、イペサビルを含む 農薬の総使用回数...2 回以内	
				水田作物 (水田畦 畔)	-	北海道、 九州を除く全 域	水田畦畔	200～ 250mL/10a、希 釈水量 100L/10a	雑草発生前～ 生育初期(草丈 15cm以下)	茎葉兼土壌散 布	本剤の使用回数...2回 以内、イペサビルを含む 農薬の総使用回数...2 回以内	
メタミホップ 乳剤	グラスホップ	(R)-2-[4-(6-クロロ-1,3- ペンタキソギニル)-2-イルオ キシ]フェニル]-2'-フルオロ N-メチルプロピオンアミド... 10.0%	乳 剤	日本芝に うらいし(ゴ シキ)	一年生イ ネ科雑草	-	-	100～ 300mL/10a、希 釈水量100～ 200L/10a	春夏期雑草生 育期(芝生育 期)	雑草茎葉散布	本剤の使用回数...3回 以内、メタミホップを含む 農薬の総使用回数...3 回以内	住商アグロ ンターナシ ョナル ㈱、丸和バ イオ ケミカル
ホラムスル フロン水和 剤	トリビュート OD	1-(4,6-ジメチルピリミジン- 2-イル)-3-[2-(ジメチルカル バミル)-5-ホルムアミド]フェ ニルホル...2.2%	水 和 剤	日本芝	一年生雑 草、多年 生広葉雑 草	-	-	200～ 250mL/10a、希 釈水量100～ 200L/10a 150～ 250mL/10a、希 釈水量100～ 200L/10a	春夏期雑草生 育期(芝生育 期) 秋冬期雑草生 育期(芝生育 期)	雑草茎葉散布	本剤の使用回数...3回 以内、ホラムスル フロンを含む農薬の総使用 回数...3回以内	バイエルクロ ップ サイエンス
エテホン液 剤	プロキシ液 剤	2-クロロエチルホスホニ 酸...21.5%	液 剤	西洋芝(ベ ントグラス)	スズメノ カタビラ出 穂抑制	-	-	1.0～1.5mL/ ㎡、希釈水量 100～200mL/ ㎡	スズメノカタ ビラ出穂前	雑草茎葉散布	本剤の使用回数...3回 以内、エテホンを含む農 薬の総使用回数...3回 以内	バイエルクロ ップ サイエンス
インダノファ ン水和剤	グラスガード フロアブル	(RS)-2-[2-(3-クロロフェ ニル)-2,3-エポキシプロピ ル]-2-エチルヘキサン-1,3-ジ オール...10.0%	水 和 剤	小麦(秋 播)	一年生雑 草	北海道 を除く全 域	全土壌(砂土 を除く)	300～ 500mL/10a、希 釈水量 100L/10a	は種後～小麦 2葉期(イネ科 雑草1葉期まで)	雑草茎葉散布 又は全面土壌 散布	本剤の使用回数...2回 以内、インダノファ ンを含む農薬の総使用回 数...2回以内	日本農薬
				小麦(秋 播)	一年生雑 草				は種後出芽前 (雑草発生前)			
									は種後～小麦 2葉期(イネ科 雑草1葉期まで)			

(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	適用 地帯	適用場所・ 適用土壌	使用量・ 散布液量	使用時期	使用方法	本剤の使用回数	会社名
インダノファン・ジフルフェニカン水和剤	ガルシアフロアブル	(RS)-2-[2-(3-クロロフェニル)-2,3-エポキシプロピル]-2-エチルインタン-1,3-ジオール-2-(α, α, α -トリフルオロ-m-トリクロキシ)コチンアミド...4.0%	水和剤	小麦(秋播)	一年生雑草	北海道	全土壌(砂土を除く)	150~250mL/10a, 希釈量100L/10a 100~200mL/10a, 希釈量100L/10a	は種後出芽前(雑草発生前) 小麦出芽直前~小麦3葉期(雑草発生前~発生始期)	全面土壌散布 雑草茎葉散布又は全面土壌散布	本剤の使用回数...1回、インダノファンを含む農業の総使用回数...2回以内、ジフルフェニカンを含む農業の総使用回数...1回	お茶の間
グリホサートイソプロピルアミン塩液剤	クサクリア	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...41.0%	液剤	果樹類(ハイチアップルを除く)	一年生雑草 多年生雑草	-	-	250~500mL/10a, 希釈水量:通常散布50~100L/10a, 少量散布25~50L/10a 500~1000mL/10a, 希釈水量:通常散布50~100L/10a, 少量散布25~50L/10a	収穫7日前まで(雑草生育期:草丈30cm以下)	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業の総使用回数...3回以内	宇都宮化成工業株式会社
				だいず	一年生雑草			250~500mL/10a, 希釈水量:通常散布50~100L/10a, 少量散布25~50L/10a	は種7日前まで(雑草生育期) は種後出芽前まで(雑草生育期:草丈30cm以下)		本剤の使用回数...2回以内、グリホサートを含む農業の総使用回数...2回以内	
				えだまめ					は種7日前まで(雑草生育期)		本剤の使用回数...1回、グリホサートを含む農業の総使用回数...3回以内	
				小麦	多年生イネ科雑草 一年生雑草 多年生雑草 一年生雑草			250~500mL/10a, 希釈水量25~100L/10a 500~1000mL/10a, 希釈水量100L/10a	耕起前又はは種前まで(雑草生育期:草丈30cm以下) は種後出芽前(雑草生育期)		本剤の使用回数...3回以内、グリホサートを含む農業の総使用回数...3回以内 本剤の使用回数...1回、グリホサートを含む農業の総使用回数...3回以内	
				麦類(小麦を除く)			圃場内の周縁部	250mL/10a, 希釈水量25~100L/10a	収穫7日前まで(雑草生育期)		本剤の使用回数...3回以内、グリホサートを含む農業の総使用回数...3回以内	
				かんしよ				250~500mL/10a, 希釈水量100L/10a	耕起又はは種7日前まで(雑草生育期)		本剤の使用回数...1回、グリホサートを含む農業の総使用回数...1回	
				だいこん					耕起又はは種7日前まで(雑草生育期)		本剤の使用回数...1回、グリホサートを含む農業の総使用回数...2回以内	
				キャベツ					耕起又はは種7日前まで(雑草生育期)		本剤の使用回数...1回、グリホサートを含む農業の総使用回数...1回	
				はくさい				250~500mL/10a, 希釈水量:通常散布50~100L/10a, 少量散布25~50L/10a	定植後畦間処理 但し、収穫30日前まで(雑草生育期)		本剤の使用回数...3回以内、グリホサートを含む農業の総使用回数...3回以内	
				ねぎ							本剤の使用回数...1回、グリホサートを含む農業の総使用回数...2回以内	
				茶				250~500mL/10a, 希釈水量:少量散布25~50L/10a	摘採7日前まで(雑草生育期)		本剤の使用回数...1回、グリホサートを含む農業の総使用回数...2回以内	

(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	適用 地帯	適用場所・ 適用土壌	使用量・ 散布流量	使用時期	使用方法	本剤の使用回数	会社名		
グリホサート インプロビル アミン塩液 剤 つづき	クサクリア	イプロビルアンモニウム-N- (ホスホノメチル)グリシナート… 41.0%	液 剤	水田作物 (水稲を除く)、移植水 稲	一年生雑 草	-	-	250～ 500mL/10a、希 釈水量 100L/10a	耕起20～10日 前(雑草生育 期)	雑草茎葉散布	本剤の使用回数…1 回、グリホサートを含む 農業の総使用回数…1 回	宇都宮化成 工業㈱		
					直播水稲						本剤の使用回数…1 回、グリホサートを含む 農業の総使用回数… 耕起栽培は2回以内(耕 起前は1回以内)、乾田不 耕起栽培は2回以内			
				水田作物 (水田刈 跡)	一年生雑 草		水田刈跡	250～ 500mL/10a、希 釈水量25～ 100L/10a	雑草生育期		本剤の使用回数…1 回、グリホサートを含む 農業の総使用回数…1 回			
					多年生雑 草									
				水田作物 (水田畦 畔)	一年生雑 草		水田畦畔	250～ 500mL/10a、希 釈水量:通常散 布100L/10a、少 量散布25L/10a	収穫14日前ま で(雑草生育 期:草丈30cm以 下)		本剤の使用回数…2回 以内、グリホサートを含 む農業の総使用回 数…2回以内			
					多年生雑 草									
				水田作物、 畑作物(休 耕田)	一年生雑 草		休耕田	250～ 500mL/10a、希 釈水量:通常散 布50～	雑草生育期(草 丈50cm以下)					
					樹木類									
				樹木等	-		公園、庭園、堤 どろ、駐車場、 道路、運動場、 宅地、のり面、 鉄道等	500mL/10a、希 釈水量:通常散 布100L/10a、少 量散布25L/10a	雑草生育期	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 む農業の総使用回 数…3回以内			
					多年生雑 草									
				ススキ	-		造林地(地ご らえ)	1000mL/10a、 希釈水量:通常 散布100L/10a、 少量散布 25L/10a	生育盛期	雑草木茎葉散 布				
				林木										
				ススキ、ササ 類、クサ等 の多年生 雑草	クサ		林地	原液又は2倍 液、使用液量1 ～2mL/株	春期又は秋期	株頭注入処理	本剤の使用回数…、 グリホサートを含む農業 の総使用回数…			
					樹木等									
プロピザミド 水和剤	カーブSC	3,5-ジクロロ-N-(1,1-ジメ チル-2-プロピニル)ベンズアミ ド…36.0%	水 和 剤	日本芝	一年生雑 草(ヤブ科 を除く)	-	-	0.4～0.6mL/ ㎡、希釈水量 200～300mL/ ㎡	芝生育期(雑草 発生前)	全面土壌散布	本剤の使用回数…2回 以内、プロピザミドを含 む農業の総使用回 数…2回以内	ダウケミカル日 本㈱		

(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	適用 地帯	適用場所・ 適用土壌	使用量・ 散布液量	使用時期	使用方法	本剤の使用回数	会社名
ジチオビル 乳剤	ディメンシ ンEW	S,S'-ジメチル-2-ジチオ ビル-4-イソプロピル-6-トリ フルオロメチル-3,5-ジ カルボキシート...24.0%	乳 剤	日本芝	一年生イ ネ科雑草	-	-	0.1~0.2mL/ ㎡、希釈水量 200~300mL/ ㎡	春夏期雑草発 生前	全面土壌散布	本剤の使用回数...2回 以内、ジチオビルを含む 農薬の総使用回数...2 回以内	テラ・ダカ日 本薬
					一年生広 葉雑草			0.2~0.3mL/ ㎡、希釈水量 200~300mL/ ㎡	秋冬期雑草発 生前			
					一年生雑 草			0.1~0.3mL/ ㎡、希釈水量 200~300mL/ ㎡	芝生育期(雑草 発生前)			
				西洋芝ブ ルーグラス	一年生雑 草			0.1~0.2mL/ ㎡、希釈水量 200~300mL/ ㎡				
グリホサート イソプロピル アミン塩液 剤	ネコノキプロ ン液剤	イソプロピルアンモニウムN- (ホスホリル)グリホサート... 41.0%	液 剤	樹木等	一年生雑 草	-	公園、庭園、堤 とう、駐車場、 道路、運動場、 宅地、のり面、 鉄道等	0.5mL/㎡、希釈 水量:100mL/㎡	雑草生育期(草 丈50cm以下)	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	レイナー薬品 ㈱
					多年生雑 草			1mL/㎡、希釈 水量:100mL/㎡	生育期(草丈 100cm以下)			
					ススキ			1~2mL/㎡、希 釈水量:100mL/ ㎡	生育期(草丈 100cm以下)			
					スギナ			2mL/㎡、希釈 水量:100mL/㎡	生育期(草丈 20cm以下)			
					ササ類			1~2mL/㎡、希 釈水量:100mL/ ㎡	生育期(草丈 50cm以下)			
				林木	竹類		林地、放置竹 林	原液、使用液量 5~15mL/本	夏~秋期	竹稈注入処理	本剤の使用回数...、 グリホサートを含む農薬 の総使用回数...、	
ダミノジッド 水溶剤	家庭園芸用 ピーナイン 水溶剤	N-(ジメチルアミ)ダミノジ ッド...80.0%	水 溶 剤	きく(切花 用)	節間の伸 長抑制	-	-	500~5000倍、 使用液量50~ 150mL/㎡	生育期	茎葉散布	本剤の使用回数...4回 以内、ダミノジッドを含む 農薬の総使用回数...6 回以内	日本曹達㈱
					花首の伸 長抑制			1000~1500倍、 使用液量50~ 150mL/㎡	発蕾期~摘蕾 期		本剤の使用回数...2回 以内、ダミノジッドを含む 農薬の総使用回数...6 回以内	
				きく(ポツマ ム)	節間の伸 長抑制			200~400倍、5 ~10mL/5号鉢	摘芯後10~7 日又は定植3 日後から発蕾 初期		本剤の使用回数...3回 以内、ダミノジッドを含む 農薬の総使用回数...3 回以内	
				ハドランジ ア				100~200倍、使 用液量50~ 150mL/㎡	定植後3~30 日		本剤の使用回数...2回 以内、ダミノジッドを含む 農薬の総使用回数...2 回以内	
				ボインセア					定植後3日目		本剤の使用回数...1 回、ダミノジッドを含む農 薬の総使用回数...1回	
				はばたん					定植後2週間 目			
				ベージュア								
				アサレア				150倍、使用液 量50~150mL/ ㎡	摘芯後30~40 日		本剤の使用回数...1 回、ダミノジッドを含む農 薬の総使用回数...3回 以内	
								200~400倍、使 用液量50~ 150mL/㎡	摘芯後30~ 120日		本剤の使用回数...3回 以内、ダミノジッドを含む 農薬の総使用回数...3 回以内	
				あさがお				400~800倍、使 用液量50~ 150mL/㎡	本葉5~7枚の 時		本剤の使用回数...1 回、ダミノジッドを含む農 薬の総使用回数...1回	
				しゃくなげ	節間の伸 長抑制、 着蕾数増 加			75~100倍、使 用液量 100mL/5号鉢	新梢伸長完了 期を1回目とし て3回処理(17 日間隔)		本剤の使用回数...3 回、ダミノジッドを含む農 薬の総使用回数...3回	
トリフルラシ ン・IPC乳 剤	HCCシナ ジオ乳剤	α,α,α-トリフルオロ-2,6- ジエトキシ-N-ジプロピル パラトリン...33.0%、イ ソプロピル-N-(3-クロロフェ ニル)カーバメート...11.0%	乳 剤	小麦	一年生雑 草(コナギ 科、カブ タ科、セ リ科、ア ザミ科を除く)	全域(北 海道を 除く)	全土壌(砂土 を除く)	300~ 400mL/10a、希 釈水量 100L/10a	は種後出芽前 (雑草発生前)	全面土壌散布	本剤の使用回数...1 回、トリフルラシンを含む 農薬の総使用回数...2 回以内、IPCを含む農薬 の総使用回数...1回	保土谷化学 工業㈱、タウ ケカル日本㈱
				大麦				300~ 400mL/10a、希 釈水量 100L/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	適用 地帯	適用場所・ 適用土壌	使用量・ 散布液量	使用時期	使用方法	本剤の使用回数	会社名
ジメチナミド P・プロマシ ル剤	かれるくん	(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%, 5-プロモ-3-セコナリ-プナル-6-メチルウラン...1.0%	粒剤	樹木等	一年生雑草、多年生広葉雑草	-	-	15~30g/m ²	雑草生育初期(草丈20cm以下)	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...1回、ジメチナミド及びジメチナミドPを含む農薬の総使用回数...1回、プロマシルを含む農薬の総使用回数...1回	丸和ハイテック、カネボウ、レイコ、薬品株式会社
プロヘキサ ジオンカル シウム塩塗 布剤	ビビフル ペースト	カルシウム=3-オキシド-5-オキソ-4-プロピオニルシクロヘキサ-3-エンカルボキシレート...1.0%	塗布剤	日本なし	果実肥大促進	-	-	20~30mg/1果(シレリッパペースト剤との混合物として40~60mg/1果)	満開30~40日後	シレリッパペースト剤と等量混合して果梗部塗布	本剤の使用回数...1回、プロヘキサジオンカルシウム塩を含む農薬の総使用回数...1回	メダ化学工業株式会社
グルホシ ネットPナ トリウム塩液 剤	東日本大震災により津波被害を受けた農地専用ザクサ液剤	ナトリウム-L-ホモアラジネ-4-イミド(メチル)ホスフィナート...11.5%	液剤	水田作物、畑作物(休耕田)	一年生及び多年生雑草	-	青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県内の東日本大震災により津波被害を受けた農地及びその農地に隣接する道路、のり面、堤とう等	4倍、使用液量2L/10a 8倍、使用液量4L/10a	雑草生育期	無人ヘリコプターによる雑草茎葉散布	本剤の使用回数...3回以内、グルホシネット及びグルホシネットPを含む農薬の総使用回数...3回以内	Meiji Seikaファルマ株式会社
グリホサート イソプロピル アミン塩液 剤	東日本大震災により津波被害を受けた農地専用草枯らしMIC	イソプロピルアミン塩=N-(ホスホメチル)グリホサート...41.0%	液剤	水田作物、畑作物(休耕田)	一年生及び多年生雑草	-	青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県内の東日本大震災により津波被害を受けた農地及びその農地に隣接する道路、のり面、堤とう等	2倍、使用液量0.8L/10a 3倍、使用液量1.2L/10a	雑草生育期	無人ヘリコプターによる雑草茎葉散布	本剤の使用回数...2回以内、グリホサートを含む農薬の総使用回数...2回以内	三井化学アグリファルマ株式会社
グリホサート カリウム塩 液剤	東日本大震災により津波被害を受けた農地専用アップマップスロード	カリウム=N-(ホスホメチル)グリホサート...48.0%	液剤	水田作物、畑作物(休耕田)	一年生及び多年生雑草	-	青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県内の東日本大震災により津波被害を受けた農地及びその農地に隣接する道路、のり面、堤とう等	2倍、使用液量0.8L/10a	雑草生育期	無人ヘリコプターによる雑草茎葉散布	本剤の使用回数...2回以内、グリホサートを含む農薬の総使用回数...2回以内	日産化学工業株式会社

*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・非農耕地対象の新規登録薬剤は、前回第45巻第3号に平成22年11月1日～平成23年3月31日分の掲載を失念致しましたので、平成23年4月1日～平成23年10月31日分と併せて掲載致しました。

植 調 協 会 だ よ り

◎ 会議開催日程のお知らせ

・平成23年度草地飼料作関係除草剤・生育調節
剤試験成績検討会

日時：平成24年1月27日(金) 10:00～14:00

場所：植調会館

〒110-0016

東京都台東区台東1-26-6

TEL 03-3832-4188 (代)

・平成23年度リンゴ関係除草剤・生育調節剤試
験成績検討会

日時：平成24年2月8日(水) 13:00～16:00

場所：ホテルメトロポリタン盛岡

(NEW WING)

〒020-0033

岩手県盛岡市盛岡駅前北通2-27

TEL 019-625-1211 (代)

・平成23年度落葉果樹関係除草剤・生育調節剤
試験成績検討会

日時：平成24年2月1日(水) 13:00～17:00

場所：浅草ビューホテル

〒111-8765

東京都台東区西浅草3-17-1

TEL 03-3847-1111 (代)

財団法人 日本植物調節剤研究協会
東京都台東区台東1丁目26番6号
電話 (03) 3832-4188 (代)
FAX (03) 3833-1807
<http://www.japr.or.jp/>

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

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

平成23年12月発行定価525円(本体500円+消費税25円)

植調第45巻第9号

(送料270円)

印刷所

(有)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。

大好評の除草剤ラインナップ

新登場! **ゼータワン** 1キロ粒剤
ジャンボフロアブル

新登場! **メガゼータ** 1キロ粒剤
ジャンボフロアブル

アビロイグ フロアブル

アワード フロアブル

イッテツ 1キロ粒剤
ジャンボフロアブル

キックバイ 1キロ粒剤

クラッシュEX ジャンボ

ゴウダ ジャンボ

シェリフ 1キロ粒剤

忍 1キロ粒剤
ジャンボフロアブル

ショウリョク ジャンボ

テイクオフ 粒剤

ドニチS 1キロ粒剤

バトル 粒剤

ヨシキタ 1キロ粒剤
ジャンボフロアブル

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

お客様相談室 ☎ 0570-058-669

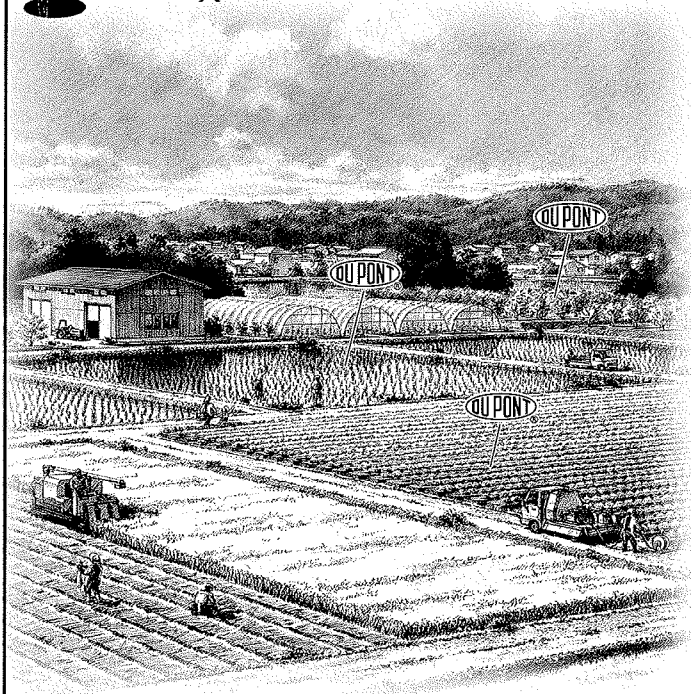
■農業は正しく使おう! ●使用前にはラベルをよく読んで下さい。●ラベルの記載以外には使用しないで下さい。●小売の手の届く所には置かないで下さい。

大地のめぐみ、まっすぐ人へ
SCC GROUP

◆ **住友化学**
住友化学株式会社



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。

新発売

少数精鋭 2成分・一発 &ワイド除草

MP-100
ビシミスルファン

水稻用 初・中期一発処理除草剤

マイウェイ®

1キロ粒剤・豆の250・ジャンボ



田植同時処理には

マイウェイゼロ®
1キロ粒剤

自然に学び 自然を守る



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



JAグループ

農協 | 全農 | 経済連

自然に学び 自然を守る

®はクミアイ化学工業(株)の登録商標



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 〒110-6782 TEL03-3822-5036
ホームページ <http://www.kumiai-chem.co.jp>

新登場

非選択性茎葉処理除草剤

ザクサ®

液剤

天下無草

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

平成三十三年十二月発行