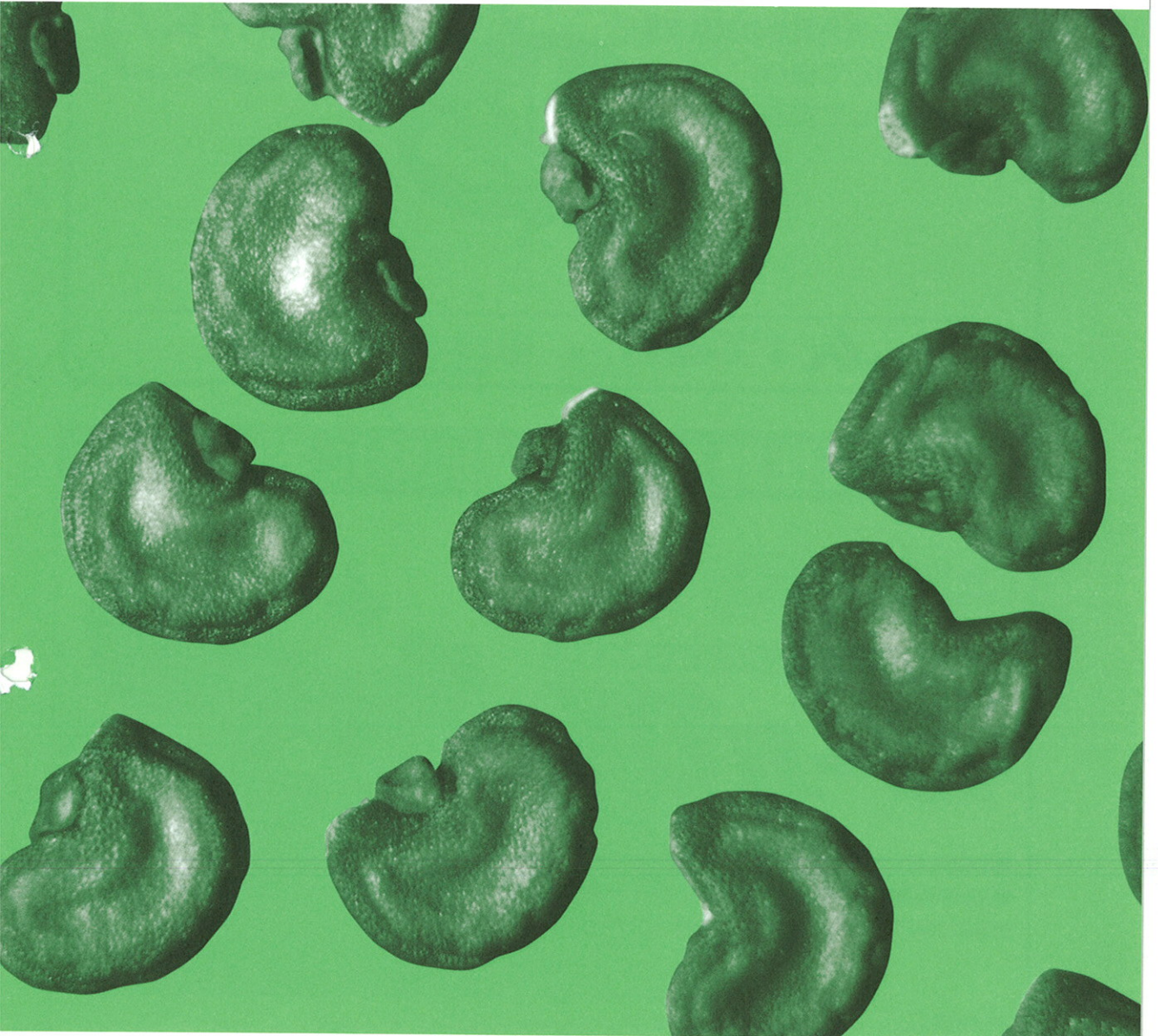


植調

第38巻第9号



ケチウセンアサガオ(アメリカチウセンアサガオ)の種子(*Datura meteloides* Dunal)長さ5mm

財団法人 日本植物調節剤研究協会編

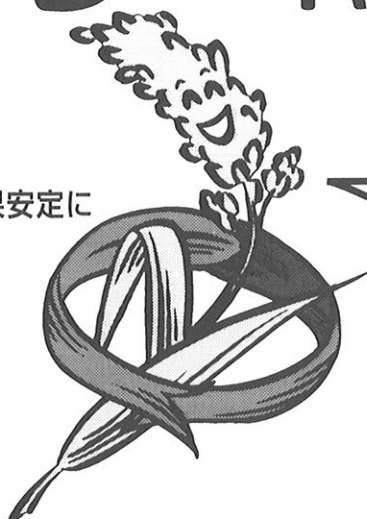
新規水田用初期除草剤

初ベクサー® フロアブル 1キロ粒剤

® 科研製薬(株) 商標登録

特長

- ◆すぐれた経済性
- ◆中期剤・一発処理剤の効果安定に
- ◆水稻に対して安心
- ◆環境に対して安心



低コスト
稲作に!



JAグループ
農協 全農 経済連
◎は登録商標です



三井東圧農薬株式会社
東京都中央区日本橋1-12-8

SU抵抗性雑草*も、田植同時におまかせ!

SU抵抗性
ホタルイに!

SU抵抗性
アゼナ類に!

SU抵抗性
コナギに!

SU抵抗性雑草に効く、田植同時処理除草剤

バイエル

イナバー[®]DX

1キロ粒剤

- 田植後に行っていた従来の除草作業が省略できます。
- 田植同時散粒機で均一散布が可能。安定した効果が期待できます。
- 田植と同時に除草剤散布が完了。散布適期を逃しません。

ムラなくまけて、効果長もち



®は登録商標

* SU抵抗性雑草とは? 多くの水稲用除草剤に含まれるSU剤(スルホニルウレア系除草剤)に、抵抗性を持つ雑草のことを「SU抵抗性雑草」と呼んでいます。

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



Bayer CropScience

バイエルクロップサイエンス株式会社
東京都港区高輪4-10-8 〒108-8572
www.bayercropscience.co.jp

巻頭言

目覚しい進化について


 (財)日本植物調節剤研究協会 理事
 三井化学株式会社 農業化学品事業部長

谷 直都

外房のとある知人宅に車で行かなければならない事情があり、8年ぶりに車の運転をすることになった。先方で車を手配してもらうことも考えたが、日頃世話になっている上に、さらに手間を煩わせるのも忍びないので、レンタカーを借りることにした。

運転の方は、AT車だからどうにかなるとして、心配なのはルートである。それも、地図を見た限りでは、複雑怪奇にしか見えない首都高の突破が、私には一番の難題のように思えた。

目的地は、外房のM市である。そこに行くには、京葉道路がベストである。京葉道路に行くためには、葛西JCTを目指せばよいのだが、手がかりとなるはずの道路標識が、私には殆ど用をなさないという問題がある。最初から「M市方面」などという親切な標識は無いだろうから、ポイントとなるJCTを順次目指していくことになるが、それらの地名と位置関係を未だ全く把握できていないものであるから、たとえ懇切丁寧な標識があったところで、結局は役に立たないのである。あの首都高を、標識と地図を頼りに行くことは、さすがに自信が持てなかった。

実のところ、首都高の経験が全く無いわけではない。横浜に居る時は、妻子をつれて、何度も浦安方面に出かけたし、M市から東京に異動する際も、間違いなく首都高を抜けてきた。途中、卒業式の晴着の女子学生に気をとられ、道を間違えてUターンしたところで、妻に引っ叩かれはしたが、それは一般道に下りてからのことである。昔は全く問題がなかったのである。しかし、8年のブランクは如何ともし難いように思えた。

せめて妻が、ナビをやってくれれば良いのだが、彼女は、家事一般を無難にこなす反面、地図を全く読めないという重大な欠陥を有している。でも、とりあえず、車の運転はできるので、私がナビを努めて妻が運転するのがベターということになった。

そんなわけで、久しぶりにロードマップを見ながらあれこれ思案していたら、「そんなの、カーナビの言うとおり運転すれば簡単ですよ」と職場の部下に言われたのである。

私は全く知らなかったのであるが、最近の車

はレンタカーも含めて、ナビ付きが普通となっており、機能も信頼性も抜群ということなのである。半信半疑ではあったが、他に頼る術もないことから、その言に素直に従うこととした。

当日の車は、シルバーのサニーであった。妻は自分が正真正銘のオバサンであることと、つれあいが救いようもないオジンであることを一向に介せず、「車がオジン臭い」といって文句を言ったが、それはさておき、驚嘆せざるを得なかったのは、聞きしに勝るナビの機能である。

まず、行き先(住所表示)を入力して、動き出したとたんに、「ただいま、千川通りです。前方交差点を左折してください」と優しい声が出て、さらには、「3キロ先渋滞です」と言っていて、次なる候補を瞬時に選んでくれるのである。交差点では取るべき車線、JCTではその構造と進むゲートを図示してくれ、まさに、何も考えずに声の命ずるがまま、ハンドルを操作していくだけでよいのである。8年間の技術の進歩は目覚しく、ハンドルが勝手に動き出す日も間近いとさえ思われた。

変化は、離れている方がよく気がつくものである。日頃顔を会わせている家族や職場の同僚の変化には気がつかないのに、数年振りに昔の友人に会うと、その変容ぶりに驚かされることがある。今回の私の驚きはまさにそのようなものであったと思う。

そのような観点に立つと、除草剤の変容ぶりもまた目覚しいものであることを改めて思い知る。

例えば投込剤についていえば、その技術革新において、あるいは市場の伸びにおいても、極めて穏やかで控えめな、むしろ緩慢とさえいえる進化をとげているような、そんな印象をずっと、私は抱いていたのであるが、それはたいへんな不見識であったと反省させられるのである。もし、数年のブランクを経て田んぼに出た人が、「豆粒」の如き少量散布剤を手にした時、その人は必ずや、私がナビに驚嘆した以上の声を発することになるだろう。いや、その前に、選り取り見取りの薬剤の選択肢に圧倒されるに違いない。東京に戻る道すがら、そんなことを考えた次第である。

目 次

(第 38 巻 第 9 号)

巻 頭 言

目覚しい進化について1
 < 日本植物調節剤研究協会 理事
 三井化学株式会社 農業化学品事業部長
 谷 直都 >

鉄コーティング湛水直播と環境保全3
 < 独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
 近畿中国四国農業研究センター
 山内 稔 >

メフェナセット開発物語11
 — その2: メフェナセットにたどり着くまで —
 < パイエルクロップサイエンス株式会社
 研究本部技術顧問 安井一臣 >
 [旧社名: 日本特殊農薬製造株式会社 (通称: 特農)]
 前社名: 日本バイエルアグロケム株式会社 (通称: NBA)]

シリーズ外来雑草は今... (14)19
 逆輸入雑草—アキノエノコログサ—
 < 独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
 近畿中国四国農業研究センター
 渡辺 修 >

ホウ素による植物細胞壁構造の安定化24
 < 独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
 九州沖縄農業研究センター 松永俊朗
 独立行政法人 森林総合研究所 石井 忠 >

新登録除草剤一覧35
 < 農林水産省消費・安全局農産安全管理課 >

植調協会だより44

■お詫びと訂正

先月号(第8号)の「シリーズ外来雑草は今... (17)」のタイトルの通しナンバーが間違っていました。正しくは「シリーズ外来雑草は今... (13)」です。お詫びして訂正いたします。(編集部)

よりよい農業生産のために。三共アグロの農薬



●時代先どり、ジャンボな省力
 投げ込むだけの一発処理除草剤

クサトリエース® Hジャンボ®
 Lジャンボ®

●効きめの長〜い
 初・中期一発処理除草剤

ラクダー®
 Hフロアブル・Lフロアブル

●効きめの長〜い
 初・中期一発処理除草剤!!

ラクダー® フロ
 フロアブル・Lフロアブル・1キロ粒剤75/51

●三共の優れた製剤技術から生まれた
 グリホサート液剤

三共の草枯らし®

●移植前後に使える
 初期除草剤

シング® 乳剤

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

クサトリ-DX® ジャンボ®H
 ジャンボ®L

●ノビエ3.5葉期まで使える
 新しい中期除草剤

ザーベックス® DX1 1キロ粒剤

●使いやすい
 初期一発処理除草剤

スラッシャ® 粒剤
 1キロ粒剤

●SU抵抗性の
 アゼナ・ホタルイに!

クサコント® フロアブル

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

 **三共アグロ株式会社**
 SANKYO 〒113-0033 東京都文京区本郷4-23-14
<http://www.sankyo-agro.com/>

鉄コーティング湛水直播と環境保全

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 近畿中国四国農業研究センター 山内 稔

1. はじめに

世界のイネは灌漑水田、天水田、深水水田および畑地において栽培されており、栽培面積の比率は53, 27, 8, 12%である。灌漑水田の単位面積当たりの収量が大きいこと、コメ生産量に占める比率はそれぞれ75, 18, 3, 4%となる。灌漑水田における稲作は代かきと苗の移植によって特徴付けられるが、最近、タイ、マレーシア、ベトナム、フィリピンを中心に移植栽培から直播栽培への切り替えが広がっている。

代かきは土壌を柔らかく均平にし、移植苗の活着を助ける。また土壌養分や水の保持能を高めるとともに雑草の発生を抑制する。このようなことから代かきは灌漑水田における高い生産性と環境保全の一翼を担っている。一方で、代かきは土壌の酸素不足や還元を引き起こし、イネ種子の発芽や初期生長を阻害することもある。本稿では近畿中国四国農業研究センターにおいて苗立ちを安定化させるために開発された鉄コーティング湛水直播技術について、特に既存の湛水直播技術と比較して環境保全との関係から概説する。

(1) 熱帯アジアの直播

熱帯アジアにおいて直播栽培の普及が進んでいる背景には、急速な経済発展に伴う人手不足がある。機械移植が導入されていないため、人力による移植となり重労働である。情報化が進

み高学歴化してきている社会では人手に頼った移植栽培を継続することは難しいであろう。加えて、近年における除草剤の開発と導入により、散播した水田での除草の省力化が可能になったことも直播栽培が普及した大きな要因である。熱帯アジアの直播技術は農家が経験に基づいて工夫を凝らして作り上げたものであり、さまざまな方法がありまた地域によっても異なる⁴⁾。

広く使われている播種方法では、代かき数日後に水を落とし人手または動力散布機で催芽または発芽した種子を土壌表面に散播する。この方法は英語でWet seedingと呼ばれる。類似した方法として、耕起と代かきを簡略にしたミニムムティレッジやそれらを省略した不耕起下での落水後の表面播種がある。

問題点としては、苗立ちの不安定さが上げられる。種子が地表に播かれるため、土壌との接触が弱ければ水欠乏になり枯死する。鳥害やネズミの害も多い。排水不良部分における浮き苗や高温障害、またジャンボタニシの食害なども原因となる。

雨季の終わりや乾季の初めにおいて排水が難しい水田では湛水条件下での表面播種が行われ、Water seedingと呼ばれている。水深が30~50cmにもなり、移植もできない水田で実施されている場合がある。播種後徐々に水位が下がり、苗立ちが完了する。本法では雑草が効率的に抑え

られるともいわれているが、浮き苗の発生に加えてカニやエビなどの水生動物による攪乱もあり、苗立ちは不安定である。本法は粗放な形態であり、作付け回数の多い集約性の高い地域では普及していない。

Wet seedingとWater seedingにおける播種量は大きく80~300kg/haである。苗立ちを確実にすると共に雑草害を抑制するためといわれている。収量は雑草が管理されていれば、移植栽培と同等かそれ以上である。移植における植え傷みの問題がなくなることおよび密植による穂数の増加が収量の増加に大きく貢献している。

直播栽培の普及に伴って雑草害が大きくなり、また問題となる雑草種が変わってきたといわれている。なかでも雑草イネの出現は重視されている。原因としてイネの雑草競合性が移植栽培の苗に比べて直播栽培の種子では小さいこと、また広く普及している落水播種においては雑草の発芽も活発になり、移植栽培に比べて除草剤の効きも低下していることが考えられる。

苗立ちの改善については、国際農林水産業研究センターとInternational Rice Research Institute（国際稲研究所）の共同研究において表面播種を土中播種にする技術開発が行われた。土中播種に適したイネ品種がスクリーニングされ²⁾、その生理特性が解明された^{3, 5, 6, 7)}。このような特性を持ったイネ品種はイネ遺伝資源のうち数パーセントを占める。改良された高収性品種の中から見出された土中播種に適した品種を使ってフィリピン、ベトナム、ミャンマーで栽培試験が実施され、その有効性が確認されている⁸⁾。

(2) 日本の直播

1960年代までは代かき水の中に催芽または発芽した種子を播く湛水表面播種が実施されたが、

安定な苗立ちを達成することができず広く普及しなかった。本播種法は熱帯アジアにおけるWater seedingに相当する。当時はイネ種子が土中に埋められると酸素不足に陥り腐敗すると考えられ、それを避けようとして代かき水が澄んだ状態で播種していたため浮き苗が発生していた。1970年代に機械移植技術が発展したこともあって直播栽培は普及しなかった。

一方、1950年代に過酸化カルシウムと水との反応によって発生する酸素を湛水土壤中に播かれたイネ種子に供給すれば生育が促進されることが見出された。その後技術開発が進展し、1980年代には普及技術になった¹⁾。現在確立されている播種方法ではイネ種子を催芽させ、種子の重さの2倍量の酸素供給剤（主成分は過酸化カルシウム）でコーティングする。代かきをした水田において土壌が柔らかいうちに水を落とし、土中約1cmの深さに播種する。播種量は30~50kg/haであり、熱帯アジアに比べて半分である。

出芽するまで落水管理を続け、その後水を入れ除草剤を散布する。播種深度が深いと出芽せず、また浅いと浮き苗になる問題がある。そのため、播種深度の精度を高めた条播および点播の湛水土中播種機が開発された。

酸素供給剤でコーティングした種子は時間がたつと発芽率が低下するため数日のうちに播種する必要がある、これに合わせて水田を代かきする。そのため農繁期に時間を追った作業が必要になる。作業軽減のため自動コーティングマシンが市販されている。

酸素供給剤で催芽種子をコーティングして播く技術は土中播種であり、表面播種に比べて、出芽前はスズメの食害を受けない、水を入れても浮き苗にならない、稲体の基部が土中にあり耐倒伏性を高めるというメリットがある。研究

者や技術者の多くは本技術は確立したと考えているが、現在のところ普及面積は日本の稲作の約1%である。海外では普及していない。

2. 鉄コーティング直播

(1) 開発の背景

日本ではコシヒカリを中心とする良食味品種が普及しているが、どれも土中播種に適していない。普及品種を酸素供給剤を使わずに土中に播いて出芽できる播種深度は種子が薄く泥をかぶる程度までであり、それ以上に深く播かれると出芽できずに死ぬ。そこで、代かき直後の泥水の中や直後に落水した土壌に普及品種の催芽種子を、薄く泥をかぶる程度の深さに播種する「無コーティング湛水直播」技術について検討した⁹⁾。その結果、この技術は試験圃場のように灌水や排水設備の整った良好な条件下で実施するとうまくいくが、水管理などに制約のある現地ではいつも成功するとは限らないことが判明した。また、浅播きであっても種子の生長は不安定になっており土壌の還元が進むと枯死することもある。

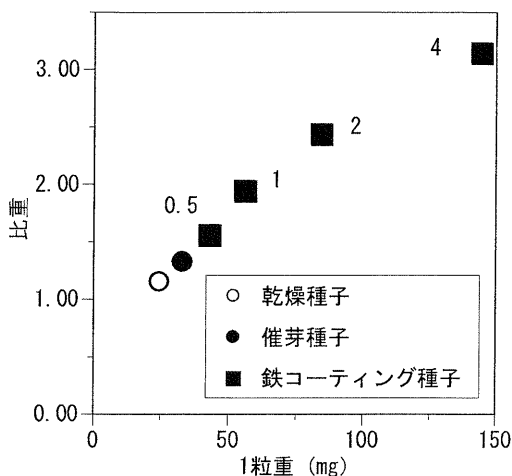
「無コーティング湛水直播」について現地試験を実施した結果、種子が土壌表面や薄く泥をかぶる程度に浅く播かれても浮き苗にならない技術が必要であることが判明した。また、生産者との意見交換により、同じ品種であっても種子源により発芽のスピードに大きな差があることが判明した。そこで、浮き苗にならない技術および発芽速度を高める技術の開発を行った。その結果、発芽速度の大きい乾燥種子を鉄粉でコーティングして土壌表面に播種するという鉄コーティング湛水直播技術が開発された。

(2) 技術の特色

鉄粉をイネ種子に付着させる原理として、金

属鉄粉粒子表面における急速な酸化（錆）を利用している。酸化促進剤として硫酸塩または塩化物を添加する。鉄粉の酸化時に発熱するので、コーティングした種子は薄く広げて放熱させる。

コーティング比（＝鉄粉の重さ／種子の重さ）が大きくなれば比重と重さが増し（図－1）、



図－1 乾燥種子、催芽種子、鉄コーティング種子の1粒重と比重の関係。品種：ヒノヒカリ。鉄コーティング種子の記号に付いている数字は鉄コーティング比（＝鉄粉の重さ／種子の重さ）を示す。

湛水条件下での表面播種であっても浮き苗の発生は抑制される¹⁰⁾。また落水播種においては、土壌表面が固めであっても通常の種もみを播いたときのように土壌表面に軽く乗っている状態にならずに、種子は土壌の表層にめり込んで土壌との接触は確実になる。

種子の発芽速度を上げる技術が開発された（写真－1）。種子は吸水という物理的プロセス、次に代謝の活性化という化学的プロセスを経て発芽する。そこで、代謝が活性化された段階で発芽を一時的に停止させた活力の高い乾燥種子の作製について検討した結果、種子を浸種催芽処理し、発芽直前に乾燥処理をすればよいということが判明した¹¹⁾。活性化種子を使うことにより播種から発芽までの時間が短縮される。

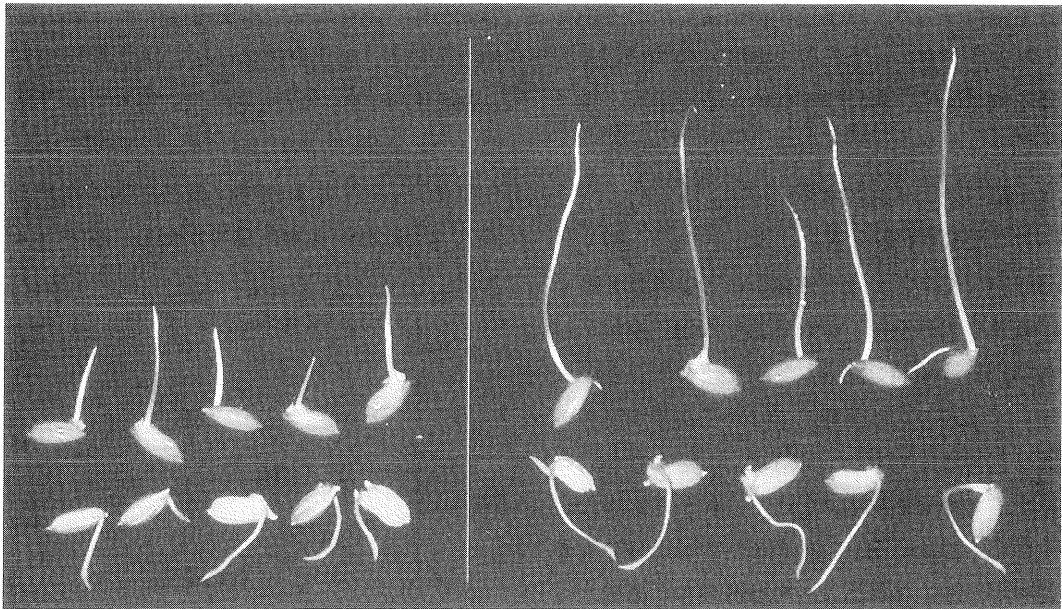


写真-1 普通種子（左）と活性化種子（右）の生育の違い。下側の種子はシャーレー中での生育。上側の種子は水中での生育。

活性化種子を鉄でコーティングして長期間保存できる鉄コーティング種子を作製しておけば、農繁期の作業を軽減できる。地域でコーティング種子をまとめて作製すれば配布でき、また移植苗のように販売も可能になる。

直播栽培において湛水状態ではカモ、落水状態ではスズメの被害があり、鳥害の回避は長年困難であった。ところが、鉄コーティング種子は落水条件下で地表面にあってもスズメの被害にあわないことが観察された¹²⁾。スズメは民家の近くで多くそのようなところでの直播栽培は難しかったが、鉄コーティング直播はそれを可能にしている。

(3) 実施手順^{13,14)}

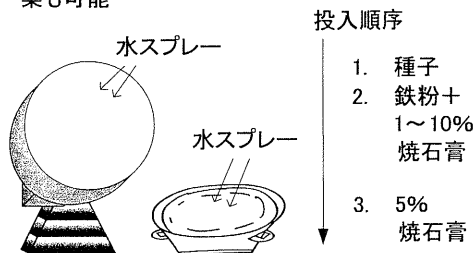
本技術に使われている種子の活性化の手順とコーティングの原理は簡単なものであり、現地状況に応じて様々な形態で実施できる。以下に実施例を示す。

① 活性化種子の準備：前年度に採種された発

芽率95%以上の種子を入手する。種子消毒（薬液に24時間浸漬）後、浸種催芽処理（種子を2倍量の水に漬けて15～20℃で1～2日放置）する。処理を停止する目安は粉殻を透して胚が白く膨れて見えるときから、鞘葉が粉殻から出現し始めるときである。直ちに種子を乾燥させる。乾燥機を使用するときは40℃で約3日間である。設備がないときは風乾する。

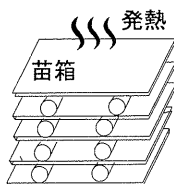
② 鉄コーティング：乾燥した活性化種子を種子重の0.1倍から1倍量の重さの鉄粉でコーティングする。図-2は酸化促進剤として焼石膏（鉄粉重量の1～10%量）を使う手順を示している。コーティング比が0.5倍以上のときはコーティングマシンを使う必要があるが、0.1～0.2倍のときは手作業でも行える。コーティングマシンまたはたらいなどの容器に、表面を湿らせた（約5分間水につけて水を切った）活性化種子を入れ、鉄粉と焼石膏の混合物を投入する。

コーティング作業 コーティングマシンを使用, コーティング比0.1~0.2ならば, たらいなどで手作業も可能

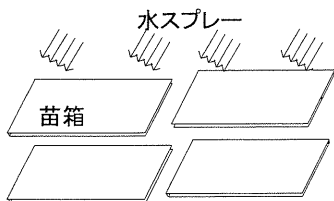


乾燥

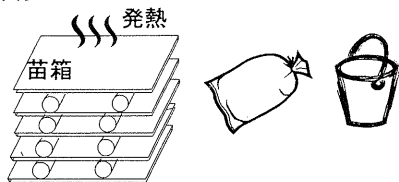
コーティング種子を苗箱に広げ, 一晚放置



コーティングの強化 水量の目安はコーティング種子が水を吸い取る程度



風乾後の保存 約1週間風乾後, そのまま苗箱に, または網袋やバケツなどに入れ密閉せずに保存



長期保存 一晚以上風乾した後, 40℃乾燥機で乾燥させてビニール袋で保存



発芽試験 発芽率90%以上を確認した後で播種

図-2 鉄コーティング種子の作製手順。コーティングの強化は省略可能。

水をスプレーして種子に鉄粉と焼石膏の混合物を付着させ, 造粒する。次に焼石膏を添加し, 造粒した種子の表面に付着させる。水分があると鉄粉の酸化が進み発熱する。そのためコーティングした種子は直ちに薄く広げて熱を逃がしつつ乾燥させる。

コーティングは一晩で固まるが, 播種機の機種によっては壊れることもある。そこでコーティングの強度を高める必要があるときは, 再度水をスプレーして酸化を進める。

コーティング時の発熱により種子が傷む可能性があるので, 仕上がったコーティング種子の発芽テストは不可欠である。風乾した活性化種子をコーティングに使えば1~2ヶ月は発芽率の大きな低下はない。乾燥機で乾燥させれば室温で1年ほどの長期保存が可能である。

コーティングに使う鉄粉の量については, 生産者が水田の土壌状態や代かき後の播種のタイミングなどを勘案して決める。初めて鉄コーティング直播を実施するときは0.5~1倍コーティングとし, それを播種したときの種子の状態(種子が土中に沈みすぎていないか, 浮き苗が発生しないか)や資材費の削減の観点から次回行うときのコーティング比を決める。

③ 水田の準備: 代かき後に異常還元にならないような土壌管理が重要になる。そのためには, 播種前の未分解有機物や緑肥の施用を避ける。また田面の均平化も図る。草押さえのための耕起を数回行い, 代かきは間隔をあけて2回またはそれ以上実施し, 湛水期間を長くして発芽阻害物質を分解させることが望ましい。

④ 播種と水管理: 表面播種とする。目安とし

て、播いた種子のうち半分が土壌表面に見え、残りが薄く泥をかぶる状態が望ましい。水管理および播種方法（散播または条播）との関係から次の3つの方法に大別できる。

A) カモが飛来しない地域では代かき後5時間～5日の間に湛水状態で散播し、同時に除草剤ピラゾレート粒剤（商品名：サンバード粒剤）を散布する。除草剤の効果が出る播種後5日目に自然減水を利用して、または強制的に落水する。

B) カモが飛来する地域では、代かき後サンバード粒剤を散布し雑草の発生を抑制しておく。除草剤の効果が出る5日目に落水する。散播は自然減水により水が少なくなってきたとき、または落水後に行い、カモ害を防ぐ。

C) 条播機を用いて表面播種するときはB)と同様な水管理および除草剤の散布をする。湛水状態で水が濁っているときは播種機の走行した位置を確認できないためである。轍が見える状態になったら水の有り無しにかかわらず播種できる。田植え機に装着する側条施肥機を利用した条播機を使って、鉄コーティング種子を土壌表面に自然落下させる。作溝と覆土をしないため、事前にそれらの装置を取り外しておく。

なお、ここに記載した除草剤の散布方法は試験栽培用のものであり、生産水田においては関係機関の指導に基づく。A)、B)、C)いずれにおいても出芽と初期生長期に落水して土壌の異常還元を回避しているが、土壌管理が良好でまた減水深が大きく異常還元が発生しない水田では、播種から苗立ちまで継続して湛水状態とすることができる。

⑤ 苗立ち～収穫：低温下では播種後3週間、温暖な条件では2週間で苗立ちが完了する。

苗立ちの不良部分があれば補植した後湛水し、移植栽培に使っていると同等の除草剤を散布する。収穫まで倒伏に注意して移植栽培と同様な栽培管理を行う。

(4) コスト

鉄粉の単位重量当たりの価格は酸素供給剤の約半分またはそれ以下である。また鉄粉は産業廃棄物としても産出されており、さらに低価格で入手できるであろう。ただし産業廃棄物の利用に当たっては汚染物質が混入していないことを事前に確認しておく必要がある。

コーティング比は資材費に大きな影響を与える。生産者は土壌の特性や作業条件を勘案してコーティング比を主体的に決めることができる。近畿中国四国農業研究センターにおける試験水田の結果では、鉄粉の使用量を種子重の0.1倍まで低減しても浮き苗や鳥害を抑制できている。また、0.1～0.2倍のように鉄粉の使用量が少ないときは手作業でコーティングできるため、コーティングマシンを必要としない。

以上から、鉄コーティングに要する経費は酸素供給剤のコーティングに要する経費に比べて低くなる。コメ生産費の低い国外においても本技術の実用化が期待できるであろう。

3. 環境保全

熱帯アジアおよび日本で実施されている直播栽培では、代かき水を強制的に落とす落水播種が一般的である。一方、鉄コーティング直播では湛水播種が可能であり、また土壌の異常還元やカモ害の回避のために落水しなければならないときは自然減水を利用できる。世界的に水資源の枯渇が危惧されている中で、鉄コーティング直播の導入は節水栽培への糸口となる。

一般に水田作は環境保全効果が高いが、代か

き時の窒素やリンなどの栄養塩類の流出に伴った環境負荷については問題があるといわれている。特に琵琶湖のような閉鎖系水域周辺の水田作では富栄養化につながっていることが指摘されており、その対策が求められている。この原因は窒素やリンを多量に含む代かき水が、機械移植をするために強制的に落水されることにあり、そのような地域では同じように代かき水を強制落水する直播方法は適しない。栄養塩類の流出は作物の生産性の観点からは養分の損失となり、環境保全の観点からは富栄養化となる。琵琶湖の環境保全を考えた滋賀県の生産者が鉄コーティング湛水直播の試験栽培を2003年および2004年に実施し、代かき水を強制的に落とすことなく良好な苗立ちを達成している。

落水播種では除草剤を適期に散布することが難しく、また除草効果も低下しやすいため散布回数が増えやすい。湛水条件下でも播種できる鉄コーティング直播では除草剤の散布適期が広く、またその効果が上がることが期待できる。

試験栽培では代かき水を利用して除草剤を効かす方法を採用している。この方法ではイネの出芽初期生長に害を与える除草剤を使えないため、散布できる除草剤の種類が限られるという欠点はある。しかし、その効果は大きく、現地や試験圃場において雑草が問題になっていない。

湛水播種と落水播種では出現する雑草種やその量に大きな違いがあるといわれている。熱帯アジアにおけるWater seedingのメリットのひとつとして雑草害の抑制が言われているが、苗立ちが不安定なため広く普及していない。鉄コーティングにより苗立ちが安定すれば雑草の生態学的な管理が可能になりうる。

酸素供給剤のコーティングでは農薬ヒドロキシソキサゾール・メタラキシル粉剤（商品名：

タチガレエース粉剤）やイミダクロプリド水和剤（商品名：アドマイヤー水和剤）の同時コーティングが行われている。一般に酸素供給剤は水と反応した後水酸化カルシウムを生成しコーティング資材はアルカリ性を示すといわれている。一方、鉄コーティング資材のpHは種子の発芽や初期生長期においても中性であり、より多くの種類の農薬を同時コーティングできる可能性がある。農薬の種子コーティングへの使用は、イネにとって効果的であるのみならず、水田への直接の散布に比べて環境に与える影響は小さい。

熱帯アジアや日本の温暖地の水田にはジャンボタニシが侵入してきており、直播栽培では移植栽培より被害が大きい。被害を回避する手法の一つに落水がある。鉄コーティング種子は重いため、落水条件下でも適度に播種深度を調節できる。今後ジャンボタニシの害を回避する視点からの鉄コーティング湛水直播の栽培試験が必要である。

参考文献

- 1) 姫田正美 1998 第1部 課題へのアプローチ p.1-103 水稻直播栽培の新展開 日本の農業—あすへの歩み— 205 農政調査委員会 120p.
- 2) Yamauchi, M., A.M. Aguilar, D.A. Vaughan, and D.V. Seshu 1993 Rice (*Oryza sativa* L.) germplasm suitable for direct sowing under flooded soil surface. *Euphytica* 67:177-184.
- 3) Yamauchi, M., P.S. Herradura, and A.M. Aguilar 1994 Genotype difference in rice postgermination growth under hypoxia. *Plant Science* 100:105-113.

- 4) Yamauchi, M., P.V. Chuong, and N.M. Chau 1995 Ecophysiology of rice-crop establishment in wet direct seeding in Vietnam with emphasis on anaerobic seedling growth. p.89-95. G.L. Denning and V.-T. Xuan eds. Vietnam and IRRI: A Partnership in Rice Research. International Rice Research Institute, Philippines, and Ministry of Agriculture and Food Industry, Hanoi, Vietnam. 353p.
- 5) Yamauchi, M. and P.V. Chuong 1995 Rice seedling establishment as affected by cultivar, seed coating with calcium peroxide, sowing depth, and water level. Field Crops Research 41:123-134.
- 6) Yamauchi, M. and T. Winn 1996 Rice seed vigor and seedling establishment in anaerobic soil. Crop Science 36:680-686.
- 7) Yamauchi, M. and J.K. Biswas 1997 Rice cultivar difference in seedling establishment in flooded soil. Plant and Soil 189 :145-153.
- 8) Yamauchi, M., D.V. Aragonese, P.R. Casayuran, P.C. Sta. Cruz, C.A. Asis, and R. T. Cruz 2000 Seedling establishment and grain yield of tropical rice sown in puddled soil. Agronomy Journal 92:275-282.
- 9) 山内稔 2001 鉄毒性の回避に基づいた水稻の無コーティング湛水直播栽培 日本作物学会紀事 70(別1号):10-11.
- 10) 山内稔 2002 湛水直播水稻における種子の鉄コーティングによる比重の増加と浮き苗回避 日本作物学会紀事 71(別1号):150-151.
- 11) 山内稔 2002 水稻の活性化種子の製造と湛水直播における利用 日本作物学会紀事 71(別1号):152-153.
- 12) 山内稔 2003 鉄コーティング湛水直播栽培の概要 日本作物学会紀事 72(別1号):4-5.
- 13) 山内稔 2004 イネ種子の鉄コーティング方法と湛水直播栽培 日本作物学会紀事 73(別1号):10-11.
- 14) 山内稔 2004 水稻の鉄コーティング湛水直播 農業および園芸 79:947-953.

写真で見る植物用語

岩瀬徹・大野啓一／著
A5判
定価(本体2,200円＋税)

図鑑にはさまざまな用語は使われていますが、読んでもよくわからない、といったことがあります。しかし、写真で見ると一目瞭然。本書は一つ一つの用語を実物の写真で表現した、見て分かる植物用語の図鑑です。好評発売中!

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

メフェナセット開発物語

ーその2：メフェナセットにたどり着くまでー

バイエルクロップサイエンス株式会社 研究本部技術顧問 安井一臣
[旧社名：日本特殊農薬製造株式会社（通称：特農）
前社名：日本バイエルアグロケム株式会社（通称：NBA）]

III メフェナセットの選抜

1 OCH_2CON を基本骨格に持つ化合物群に注目する

かねてよりバイエル社と特農の研究者たちは、 OCH_2CON を基本骨格に持つ化合物群の除草活性に着目していた。また、バイエルグループでは、伝統的に有機リン化学が一つの得意分野である。そのようなわけで、1970年代には、 OCH_2CON を基本骨格に持つ有機リン系化合物の合成とスクリーニングを進めていた。一方、当時のチバガイギー（Ciba-Geigy）社もこの分野で研究を進めており、既にピペロホスを選抜し、水稻用除草剤として開発を進める意向であるという情報を入手した。そこで、バイエルグループではこの分野の研究を続行し、性能的にピペロホスを越える化合物の発見を目指すか、あるいは方向転換するかという決断に迫られた。

ちょうどその頃、バイエル社の合成研究室長であったFörster（フェルスター）が、この系統に属する化合物のリン酸エステル部分を芳香族ヘテロ環に置換するというアイデアを思いつき、それらの化合物の誘導化研究に着手した。この誘導体として初めて我々のもとに送られてきたものの中に、水稻用除草剤として興味ある特性を示すFOE1976という化合物があった。この化合物は、主に一年生単子葉雑草に高い効果を持ち、移植水稻に安定した選択性を示すこと

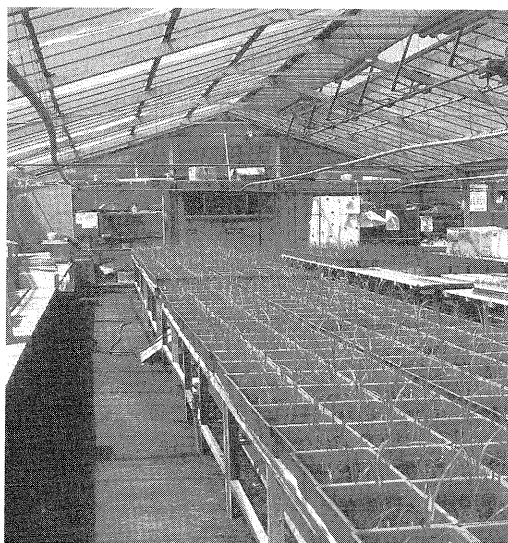


写真-1 メフェナセットを選抜したビニールハウス

が判明した。特に水田稲作の最強害雑草であるノビエ類（*Echinochloa*属3草種：タイヌビエ、ヒメタイヌビエ、イヌビエ）に対する効果が抜群で、その殺草徴候も従来剤にない目新しいものであった。私たちスクリーニング担当者の直感でも“これはいける”という感触を得たので、直ちにこの試験結果をバイエル社の担当者に連絡し、この化合物の更なる誘導化研究を強く要請した。それは1977年の秋のことであった（写真-1, 2）。

2 OCH_2CON を基本骨格に持つ化合物群の誘導化研究を推進する

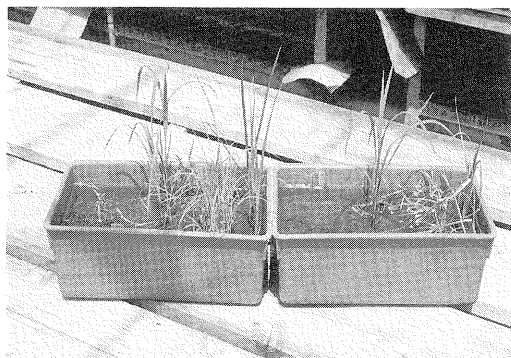


写真-2 メフェナセットを選抜したポット

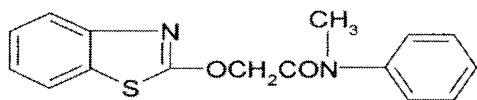
1977年秋のFOE1976の発見をきっかけに、よりよい化合物を求めて、バイエル社と特農の合成研究者がその誘導化研究をさらにスピードアップすることになった。

この化合物群は、

一般式： $R_1OCH_2CON(R_2)(R_3)$

で示することができる。もう少し詳しく述べると、 R_1 は芳香族ヘテロ環類、 R_2 は低級アルキル基、 R_3 はアルキル基、シクロアルキル基、フェニル基などをあげることができる。また、 R_2 と R_3 を結合した環状構造でも高い除草活性は維持される。

ちなみに、FOE1976は R_1 がベンゾチアゾール基、 R_2 がメチル基、 R_3 がフェニル基である。



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

本格的誘導化研究の開始当初から大きな鉾脈を掘り当てた如く、ノビエ類に高い活性を持つ誘導体が次々と見つかり始めた。我々は新しい誘導体が届けられるたびに、期待に胸を躍らせてその除草活性評価に取り組んだ。毎朝、研究所の門をくぐると先ず温室に直行し、しばらくの間試験ポットを眺めてから更衣室に向かうという状態で、汗と泥にまみれつつも、心を弾ま

せながらスクリーニングに取り組んでいた当時の頃を深い感慨をもって思い出すことができる。

1977年の秋から翌年の春にかけての数ヶ月間に、数百の誘導体が合成され、スクリーニング試験に送られてきた。その中から私たちは、特にノビエ防除活性と移植水稻に対する選択性に優れた数十点の化合物を、圃場試験候補化合物として選抜することができた。

3 殺草活性の基本特性を解明する

上述のような誘導化研究を進める一方で、リード化合物であるFOE1976を用いて、この化合物群の基本的除草特性の解明に着手した。その結果は以下のように要約できる。

- 湛水条件下の処理で、発芽期から3葉期までのノビエ類に対し、強い生育抑制作用をしめす(写真-3)。
- ノビエ類に対する生育抑制作用を外見的な時間経過として見ると、幼芽部の肥大・異常膨化 → 茎葉部・根部の生長停止 → 茎葉部の一時的濃緑化 → 茎葉部の黄化 → 茎葉部・根部の褐変という段階を経て枯死に至る。

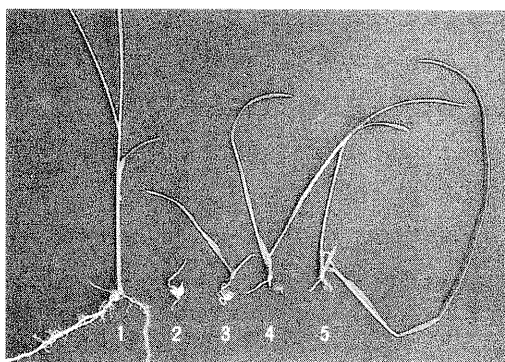


写真-3 メフェナセットのノビエに対する生育抑制作用

- 1 : 無処理
- 2 : ノビエ発芽前処理
- 3 : ノビエ1葉期処理
- 4 : ノビエ2葉期処理
- 5 : ノビエ3葉期処理

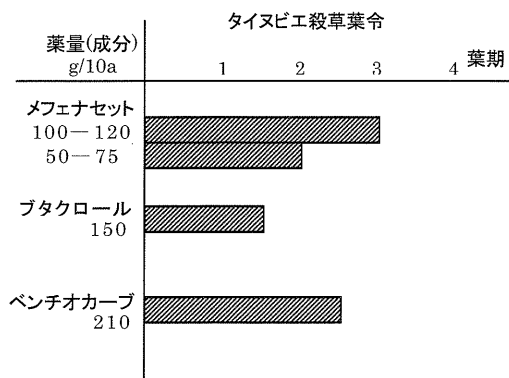


図-1 タイヌビエの生育ステージと殺草効果

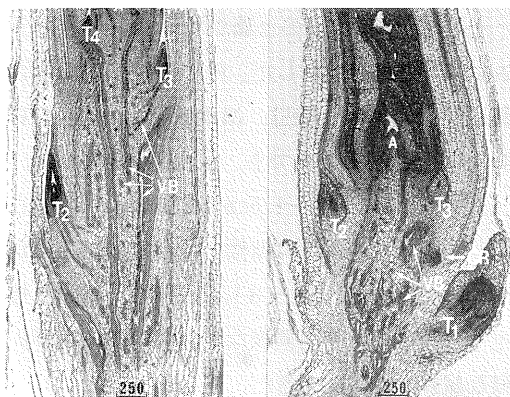


写真-4 メフェナセツを処理したノビエ幼芽部組織断面拡大写真 左: 無処理 右: 3葉期処理 分株芽も枯死している

- ノビエ類に対する殺草効果は、化合物の処理時期と薬量に相関し、50-75g, 100-120g/10aで、それぞれ1.5-2, 2.5-3葉期までのノビエの類を枯殺することができる(図-1)。
- ノビエ類の3葉期処理では、頂芽だけでなく、処理時に既に発生している分げつ芽に対しても安定した抑制効果を示す(写真-4)。
- 薬剤処理後のノビエ類に対する発芽抑制期間は、50-75g, 100-120g/10aの薬量でそれぞれ30日, 40日以上持続する(図-2)。
- 気温や水温, 土壌の種類, 圃場の減水深など, 多くの変動要因と生物活性との関係は相対的に低く, 種々の栽培条件下でも安定した除草効果と選択性を示す。

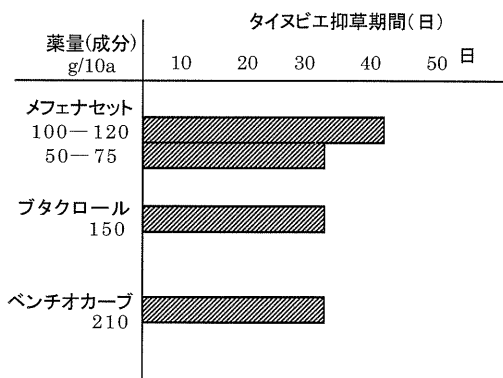


図-2 メフェナセツのタイヌビエに対する除草効果の持続性

- タマガヤツリやマツパイなど, カヤツリグサ科の一部雑草には高い除草効果を持つが, 双子葉雑草には概して効果が低い。
- 移植水稻に対する選択性は「生理的选择性」によるものではなく, いわゆる「位置選択性」によるものである。

4 実際の圃場試験で除草活性と選択性を確認する

前述のように, 1977年の秋から翌年の春にかけて取り組んだ誘導化研究において, 数十点の化合物を圃場試験用に選抜できた。これらの化合物については, 圃場試験に備え予備的な人畜毒性和魚毒性の評価を行い, 安全性を確認した後, 1978年の圃場試験に供試した。その結果, F0E1976を含む数個の化合物が, 圃場条件下でもノビエ類に対して, その発芽前から3葉期までの処理で安定した活性を示すことを確認した。中でも, F0E1976は卓越した除草効果と選択性を有していることが明らかになった。これらの結果から, 「処理適期幅の広い体系は正剤」の可能性に夢が膨らんだ(写真-5)。一方, 一年生広葉雑草や多年生雑草に対して, 効力が十分でないことも確認されたので, その対策が課題として残った。



写真-5 メフェナセットのノビエ防除効果（圃場）
左：無処理区 右：メフェナセット処理区 プロットの奥に健全に生育した移植稲が見える

FOE1976については単剤の評価と平行して、処理適期幅の広い体系は正剤を目指し、ナプロアニリド（MT101）やピラゾレート（SW751）との混合剤についても評価した。その結果、当時、初期一発剤として開発中のクサカリン粒剤（ブタクロール+ピラゾレート）やオーザ粒剤（ブタクロール+ナプロアニリド）と同等の高い性能を有することが明らかになった。更に、ノビエ類に対する処理適期幅の広さから、「初中期一発剤」という新しい分野を開拓できる可能性についても確認できた。しかし、いくつかの課題も見つかった。その一つは移植水稻に対する生育抑制の発生事例である。生育抑制が発生したプロットを詳しく観察すると、全稲株ではなく、わずか数株にその兆候が見られるに過ぎないが、その中には枯死に至るほど激しいものもあった。その原因究明のため、稲株の抜き取り調査を行った結果、生育抑制は植え付け深度が極端に浅い株に集中して観察され、通常の植え付け深度であれば、薬剤の影響を受けることはないことが明らかになった。

5 短所を矯めるより長所を伸ばす

前述したように、FOE1976の最大の除草特性

は、ノビエ類に対する安定した効果であるが、最大の懸念事項は移植水稻に対する選択性が、「位置選択性」に由来することである。即ち、FOE1976の移植水稻に対する選択性を十分に発揮させるためには、移植稲苗の茎葉基部（生長点）と根部が、直接、薬剤に接触しない条件が満たされなければならない。言い換えると、土壌中の薬剤移行性の詳細な検討、並びに、稲作現場における植え付け深度の正確な把握が重要である。

そこで、FOE1976の土壌中での移動性をカラム試験で詳細に検討した。その結果、この化合物は、沖積埴壌土では、減水深3cm/日・5日間という厳しい条件でも、土壌の表層から0.5cmまでに80%、0.5-1.0cmまでに19%が吸着され、それより下層には拡散・移行しないことが明らかになった（図-3）。さらに、黒ボク壤土や沖積砂壤土でも同様な傾向にあることが同様な試験から確認できた。

既にその当時、稲苗の機械移植技術が確立さ

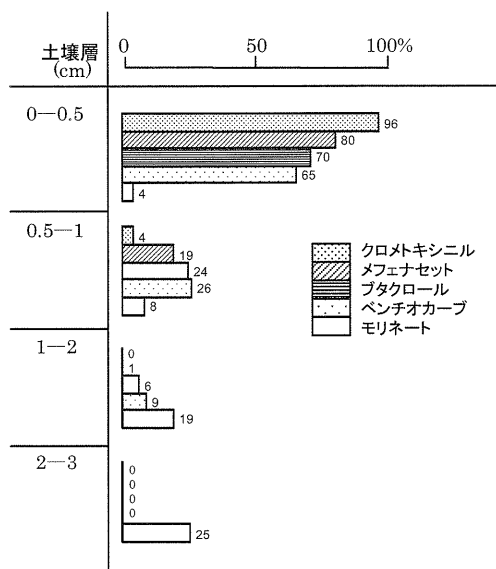


図-3 水田条件におけるメフェナセットの土壌中の移動性

れ、その技術は急速に拡大する社会状況にあった。そのため、将来の田植え作業は全面的に稚苗機械移植に移行すると想定し、実際に田植え機を用いて、植え付け深度の実情を確かめることにした。植え付け深度を測定してみると、実際の圃場では3～4 cmでほぼ一定していることが判明した。

また、各種土壌における水稻苗の植え付け深度と選択性の関係を、ポット試験で詳細に検討した結果、2 cm以上の植え付け深度を確保すれば、葉害の心配は無いことが明らかになった(図-4)。

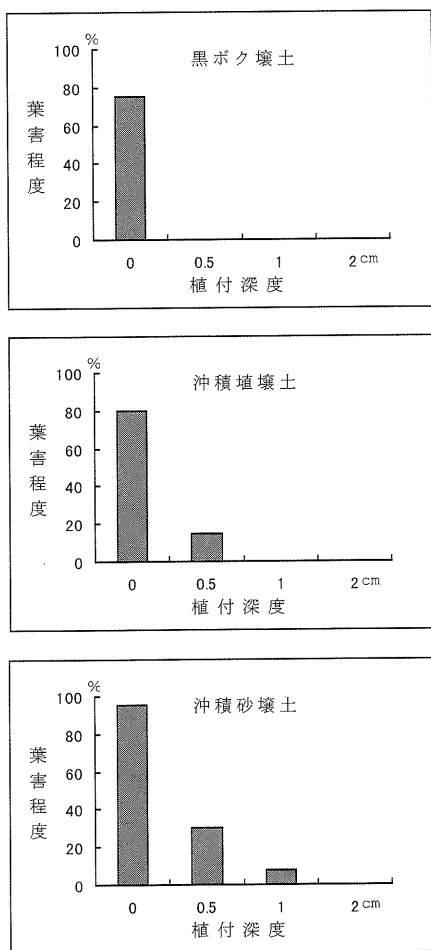


図-4 各種土壌における水稻の移植深度と選択性

以上のような試験結果から、私たちは、FOE 1976を初めとするこの系統の化合物が新しいノビエ防除剤として実際の稚苗機械移植栽培に適用できるという明るい見通しを立てることができた。しかし、この見通しに対しては、社内外の強い懸念や反論が多くあったことも忘れることができない。

6 開発戦略を構築する

このような検討を積み重ねる一方で、この系統の化合物の誘導化研究は休むことなく進められていたが、合成研究者たちの見解によると、前述の一般式で示される誘導体の数は、ちょっと考えただけでも数千に達し、その主要部分の誘導化研究だけでも数年の期間が必要と思われた。

そこで、今後の具体的開発戦略につき社内で検討を重ねた結果、誘導化研究の終了を待ってからは開発が大幅に遅れるので、1978年の圃場試験結果に基づいて選抜された数点の中から最優先開発候補として、1化合物を選び、実用化に向けた開発研究に進むべきかどうかを早急に判断するという結論に達した。私たち、スクリーニング担当者は、まだ化合物誘導化研究の途上でもあり、性能的にさらに優れた誘導体が見つかる可能性にも期待を寄せていたので、この時点で1化合物に絞ることには、ある種の“とまどい”を覚えたことも事実である。その一方、開発の可能性がある化合物をいつまでも手元で温めておいても「百害あって一利なし」ということも十分理解できたので、1化合物に絞るには、さらにどのような事項を検討しなければならないかを列挙して、それを一つずつ解明していくことにした。具体的検討事項として、今でも以下のような項目を直ちに思い出すことがで

きる。

- 除草活性を示すのは、化合物本体か、あるいはその分解物か？
- 化合物本体やその分解物が、周辺の田畑で栽培される稲以外の作物に害作用を及ぼす恐れはないか？
- 化合物本体やその分解物が、収獲物に残留したり、土壤中に蓄積する恐れはないか？
- 強還元などの特殊な栽培条件下でも、除草効果や選択性に変動はないか？
- 実用場面での使用に耐える製剤化の見通しは立てられるか？
- 原料の調達や大量製造の工程に見通しは立てられるか？
- 移植稲に対する選択性は、実際の場面で本当に問題ないか？

このような検討事項は、当然ながら私たち生物部門の担当者だけでは解明できないので、関連部署の若手研究者で小さなプロジェクト・チームを立ち上げて検討することになった。

7 社内連携により総合的に判断する

当時の特農の研究所は、同業他社に比べて、その規模は決して大きいものではなかったが、私たちにとってたいへん幸運だったのは、新しい農薬の研究開発に必要な部門が全て揃っていたことである。当時はこのような恵まれた仕事環境をあまり意識することはなかったが、今になって振り返ってみると、その有難さがよく理解できる。このような研究体制を作りあげたのは、歴代の研究所長、特に上遠章氏および久山真平氏の理念に基づくところが大きい。このような創造的な仕事の場を与えてもらったことに對して、深い感謝の念を禁じえない。

プロジェクト・チームで掲げた多くの検討課

題を、それぞれのチーム・メンバーがおのおのの担当部署に持ち帰って検討したり、バイエル社の担当者と協議を重ねたりした結果、開発の第一候補としてF0E1976が最適であるという結論に達した。それは1979年の早春のことであった。

以上のような経過を経て、特農はメフェナセット (F0E1976) の開発を本格的にスタートすることになったが、それは、当時バイエル社の合成研究室長・フェルスターのひらめきで合成したこの系統の第一号の化合物であった。第一号として合成したという背景からも明らかなように、メフェナセットの化学構造は、この系統化合物の中では最も簡単なものの一つである。その後も数年にわたって、バイエル社と特農の合成研究者はこの誘導化研究を続けてきた。その過程で誘導化された化合物を総計すると数千にも達する。その中には極めて低薬量で、高いノビエ防除効果を示すなど、興味ある特性を示すものもあったが、それらの除草活性や選択性、処理薬量と効果、処理適期幅、人畜や環境安全性、代謝分解物の残留・蓄積性、製造の難易度などを総合評価すると、水稻用除草剤としてメフェナセットを超える誘導体は結局見出せていない。以上のように、私たちはこのプロジェクトの最初の段階でメフェナセットに出会っている。顧みると、この頃から私たちの周りに“幸運”あるいは“ツキ”のようなものが巡って来はじめていたことに思い当たる。

メフェナセットの生物特性については、私たち生物研究部門が判断し、責任を負う事項であったが、当時の気持ちを正直に思い返すと、特に移植水稻に対する選択性については、必ずしも

100%の自信があつてこの化合物を推薦したわけではない。しかし、この化合物の開発を見送っても、その後、これほどの性能を持った化合物に巡り会う機会はほとんど無いだろうという感じも強く抱いていた。

その当時、社内の先輩諸氏から「君たちは本当にこの化合物を開発・普及できると思っているのか？」という質問（というより詰問）をしばしば受けた。そのようなとき、私たちは「開発できるかどうかという議論より、どうすれば開発できるかということに集中しています。一日でも早い登録取得を目指し、農家の稲作現場

で問題なく普及できるようにするために、どのような事柄を明らかにしておかなければならないかということに全力投球しているところです」と口答えをした。このような社内の雰囲気は私たちの「反骨精神」を後押ししてくれたのも事実であった。しかし、本心を述べると、科学的根拠に基づく自信と、神の采配による幸運を祈る気持ちだが、胸中で複雑に絡み合っていたと言っても過言ではない。当時、除草剤研究部門の総括責任者であった綾正弘室長の胸中はさらに複雑であったに違いない。その心情は察して余りある。

（以下、次号に続く）

省力タイプの
高性能一発処理除草剤
シリーズ

問題雑草を一掃!!

投げ込み用 水稻用一発処理除草剤

マサカリ ジャンボ

投げ込むだけ!!

水稻用初・中期一発除草剤

ダイナマン

フロアブル 1キロ粒剤75

ダイナマンにお任せ!!

少量拡散型 水稻用一発処理除草剤

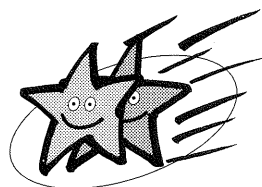
ダッシュパル

500グラム粒剤

容れ物を振らずに歩いただけ!!

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

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/>



水田一発処理除草剤

ダブルスター®

1キロ粒剤 ジャンボ® 顆粒

ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド 含有

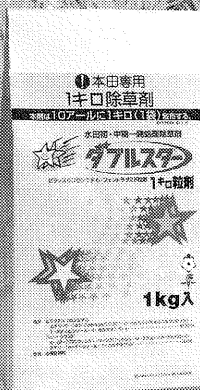


3つの剤型で水田除草革命宣言

あなたは、どのダブルスター？



顆粒



1キロ粒剤



ジャンボ®

特長

1.高い除草効果

ノビエなどの一年生雑草から、ホタルイ、ウリカワ、ミズギャツリ、ヘラオモダカ、ヒルムシロ、セリなどの多年生雑草に高い効果を示します。

2.問題の一年生雑草にも有効

最近問題となっている、アメリカアゼナやアゼトウガラシ等の一年生広葉雑草やタウコギ等のキク科雑草に対しても、発生前～発生初期の処理で高い効果を示します。

3.ゆとりのある使用時期

移植後5日から、ノビエ2.5葉期（ジャンボは2葉期）まで、長い期間にわたって使用できます。田植後、ゆとりをもって散布ができます。

4.長い残効性

各種雑草に対して通常40～50日間の残効が期待できます。特にノビエに対する残効性に優れた剤ですので、ノビエの後発生が問題となる寒冷地においても十分な効果を保ちます。

5.水稲に対する優れた選択性

水稲に対して選択性が高いので、通常の水田条件下では安心して使用できます。

ダブルスター協議会

バイエル クロップサイエンス(株)/日産化学工業(株)

〈事務局〉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)

シリーズ 外来雑草は今……(14)

逆輸入雑草ーアキノエノコログサ

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
近畿中国四国農業研究センター

渡辺 修

1. はじめに

アキノエノコログサ (*Setaria faberi*) は路傍や空き地など日当たりのよい環境に群生するイネ科の一年生雑草で、エノコログサと形態的に良く似ているが、エノコログサは花序が直立するのに対しアキノエノコログサは垂れ下がり、花序と草丈の形状から英名で Giant foxtail と呼ばれている (写真-1)。



写真-1 トウモロコシ畑に生育するアキノエノコログサ

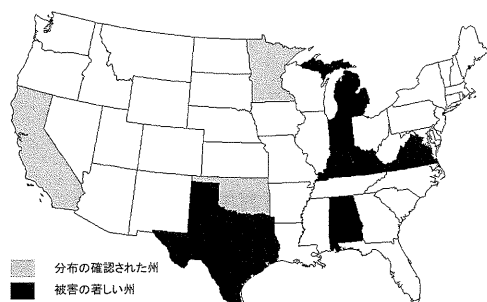
エノコログサは小穂と第二包穎が同長に対しアキノエノコログサは第二包穎が小穂より短く、第二小花の上部が裸出し光沢するため、種子の状態で容易に区別ができる。アキノエノコログサは日本、朝鮮半島、中国に分布し、国内

では当初 *S. autumnalis* という学名が使われ、日本固有種と考えられていたが、中国大陆に分布する *S. faberi* と同種であることが確認され、現在ではこの学名が用いられている¹⁾。日本国内では畑雑草として一部で問題となっているが、ほとんどの地域ではごく普通の人里植物として認識されている。国内ではあまり迷惑な雑草となっていないアキノエノコログサであるが、アメリカではトウモロコシやダイズ畑の強害雑草として大きな問題となっている^{4-7, 10, 11, 14-17)}。1962年にはトウモロコシやダイズと競合し減収を招く害草として認識されており⁶⁾、1977年には合衆国中東部における強害雑草として報告されている⁵⁾。また、ALS合成酵素阻害型除草剤、光化学系II阻害型除草剤、ACCase阻害型除草剤に対する抵抗性が報告されており、アメリカ、カナダ、スペインで見つかっている (表-1)。当初、光化学系II阻害型除の抵抗性が見つかり、

表-1 除草剤抵抗性アキノエノコログサが確認された国々の発見年代、サイト数および面積と除草剤反応系*

国名	年度	サイト数	面積(ヘクター)	反応系
カナダ	2003	1	1-5	ALS抵抗
スペイン	1987	1	11-50	光化学系II抵抗
アメリカ	1984	1	101-500	光化学系II抵抗
アメリカ	1991	1	11-50	ACCase抵抗
アメリカ	1992	2-5	11-50	光化学系II抵抗
アメリカ	1994	1	101-500	ACCase抵抗
アメリカ	1996	1	11-50	ALS抵抗
アメリカ	1999	1	51-100	ALS抵抗

*:<http://www.weedscience.org/in.asp>による



図－1 アメリカ合衆国におけるアキノエノコログサの分布*。
*: <http://invader.dbs.umd.edu/> より作成。

その後ACCase阻害型の抵抗性が出現し、近年ではALS阻害型の抵抗性が出ている。アメリカではfluazifop-Pやsethoxydimを使うトウモロコシ畑やニンジン、タマネギ畑に残存し¹⁴⁾、土壌処理剤でatrazineを使う場所でも残存するケースが報告されている¹⁰⁾。

このようにアメリカの畑雑草として厄介な存在となっているアキノエノコログサは、東アジアからアメリカに侵入した帰化雑草であり、1931年頃キビに混入したものが合衆国東部に帰化し、その後合衆国中部へと分布を拡大した¹⁵⁾。

アメリカ合衆国における最新の分布情報をUSDAの侵入種データベース<http://invader.dbs.umd.edu/>によって調べたところ、東部5州とテキサス州で被害が著しく、西海岸のカリフォルニア州にまで到達している(図－1)。

2. 日本への逆輸入の実態

1990年代に入り、国内で飼料畑を中心に帰化雑草が蔓延して深刻な被害が引き起こされていることから、平成5～8年度に農水省の特別研究「強害帰化植物の蔓延防止技術の開発」が実施された⁹⁾。1994年に鹿児島港に荷揚げされた輸入飼料に含まれている雑草種子の同定作業が進められた結果、イチビやアメリカイヌホオズキなど帰化雑草の種子が多数検出された中に、アキノエノコログサの種子も多数検出された^{2,3,12)}。

アメリカのコムギ、ダイズ、モロコシ、トウモロコシ、オーストラリアのルピナスの中からアキノエノコログサが検出され、メヒシバ、アキメヒシバ、コヒメビエ、イヌビエ、オヒシバ、キンエノコログサ、エノコログサなど日本で馴

表－2 1994年に鹿児島県に入港した輸入飼料に混入していたイネ科雑草の種子*

輸入国	アメリカ合衆国				カナダ		アルゼンチン		オーストラリア		中国	フィンランド	ドイツ	南アフリカ
飼料	コムギ	ダイズ	モロコシ	トウモロコシ	オオムギ	ナタネ	モロコシ	トウモロコシ	エンバク	ルピナス	モロコシ	ライムギ	ライムギ	トウモロコシ
混入雑草														
メリケンコキビ		●		●						●				
メヒシバ		●		●						●				
<i>Digitaria sanguinalis</i>				●			●							
アキメヒシバ	●			●						●				
コヒメビエ		●		●						●				
イヌビエ		●		●						●				
<i>Echinochloa muricata</i>		●		●						●				
オヒシバ		●		●						●				
ホソムギ		●		●						●				
イネ		●		●						●				
<i>Panicum sp.</i>		●		●						●				
オオクサキビ		●		●	●					●				
アキノエノコログサ	●	●	●	●						●				
キンエノコロ	●	●	●	●						●				
エノコログサ	●	●	●	●		●				●				
モロコシ		●		●				●		●				
セイバンモロコシ		●		●			●			●				
コムギ		●		●						●				
イネ科の一種												●		

* 榎本(1997)を引用³⁾

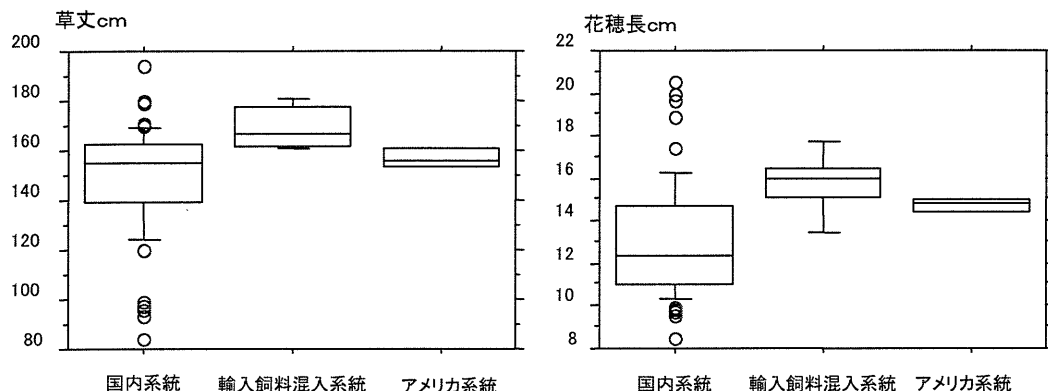


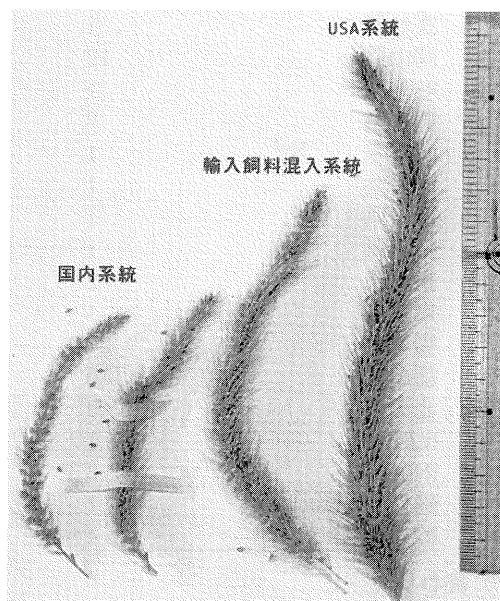
図-2 産地の異なるアキノエノコログサの草丈と花穂の特徴

染みのあるイネ科雑草も多数検出されている(表-2)。帰化植物の侵入実態を調査している過程で自生植物の種子が多数検出されたことは関係者に衝撃を与えた。日本に存在しない植物が発見された場合、その植物は帰化植物として認識され、原産地や侵入経路の特定が進められるが、自生種が海外を経由して侵入している実態は、これまで具体的な証拠がなかったが、清水ら^{2,8,9)}による輸入段階で侵入種を捕らえる作業によって初めて明らかとなった。輸入飼料に含まれる雑草種子は家畜の体内を経由し再び圃場にばらまかれるため、二次的拡散が大きな問題となっている^{8,9,12)}。アキノエノコログサのように東アジア原産の雑草がアメリカを経由して再び国内に侵入するケースは、言うならば逆輸入雑草として位置付けられる。日本車がアメリカ市場で洗練されて、再び日本に輸入されて国内を走り回るようなものであろう。

3. アキノエノコログサの形態的特徴

アキノエノコログサの外部形態の特徴を明らかにするため、国内で採集した64系統、アメリカで採集した4系統、輸入飼料に混入していた5系統を使い(表-3)、2000年夏に一系統当

たり6個体を栃木県西那須野町の畜産草地研究所の圃場で比較栽培した(渡辺未発表)。ここでは草丈と花穂長についてみると(図-2)、国内系統の平均草丈は149.3cmで、産地間の変動が大きく、北海道産の系統で80cm程度、愛媛県の系統で180cmを超えるものがあった。輸入飼料混入系統の平均草丈は169.4cm、アメリカの系統は156.9cmで国内の平均値よりもやや大きくなった。花穂長をみると、国内系統の平均

写真-2 標本と比較したアキノエノコログサの花穂
*: 日本帰化植物写真図鑑(2001)より引用¹³⁾

は13.0cm, 輸入飼料混入系統で15.8cm, アメリカ系統で14.7cmであった。アキノエノコログサの場合, 花穂の長さが15cmを超えるとかなり長く見えるイメージがある。栽培試験の結果から, 外来のアキノエノコログサは草丈がやや大きく, 穂も長いという傾向が見て取れる(渡辺未発表)。ただし, 国内系統の変異の中に値が含まれるため(図-2), 在来と外来を見分ける決め手にはなりにくいと考えられる。アメリカで採集した系統は, 採集標本をみると花穂が20cmを超えるものがあったが(写真-2), 圃場で栽培した限りでは15cm程度にしかならなかった。外部形態については土壌条件や施肥条件, 光環境など環境要因との関連を整理する必要がある, また遺伝解析による外来のアキノエノコログサを見分ける技術の確立を進める必要がある。

表-3 外部形態調査に用いたアキノエノコログサの産地.

産地	系統数
愛媛県	2
茨城県	1
岡山県	12
岐阜県	1
群馬県	2
三重県	1
山形県	1
秋田県	1
静岡県	1
長野県	2
東京都	1
栃木県	20
福島県	10
北海道	9
ILINOIS	1
INDIANA	3
輸入飼料Australia	1
輸入飼料USA	4

4. 終わりに

第159回国会において, 内閣提出の「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関す

る法律案」が成立し, 我が国で初めて, 生態系保全のための外来種規制を直接の目的とする法律が整備されることとなった。明らかに外国産として認識できる生物については防除対策等の取り組みを進めることができるが, 外国経由の在来種(逆輸入雑草)についての危険性に関する研究はほとんど進んでいない。在来系統と交配可能な外来種の侵入が続くことで, 国内の貴重な遺伝資源の崩壊を招くことになり, 資源植物学的にも大きな問題となるであろう。また, アキノエノコログサに限らず, 中国等から緑化資材で持ち込まれるヨモギやメドハギなども, 在来系統の攪乱を引き起こし, 大きな社会問題になりつつある。アキノエノコログサのようにアメリカやカナダで除草剤抵抗性を獲得しているバイオタイプがあり, 輸入飼料を経由して国内に持ち込まれる危険性が現実となっているため, 農業活動においても影響は小さくないであろう。

引用文献

- 1) 浅井康宏(1993)緑の侵入者たち. 朝日新聞. 東京. pp.118-121.
- 2) 榎本敬・清水矩宏・黒川俊二 (1996) 外国からの濃厚飼料原体に混入していた雑草種子の同定Ⅱ. 注目すべき種の特徴. 雑草研究 41(別), 214-215.
- 3) 榎本敬(1997) 雑草フロラをつくりあげる帰化植物. 「雑草の自然史-たくましさの生態学」山口裕文編. 北大図書. pp.22-23
- 4) Jason C.F., J.J.Kells, S.M. Swinton and K.A. Renner.1997.Giant foxtail(*Setaria faberi*)interference in nonirrigated corn (*Zea mays*). Weed Science 45:256-260.
- 5) Knake,E.L.1977.Giant foxtail : the most

- serious annual grass weed in the Midwest. Weeds Today 9:19-20.
- 6) Knake, E.L. and F.W. Slife. 1962. Competition of *Setaria faberi* with corn and soybeans. Weeds 10:26-29.
- 7) Lambert, W.L., T.T. Bauman, M.D. White, and R.A. Vidal. 1994. Giant foxtail (*Setaria faberi*) interference in corn (*Zea mays*). Proc North Cent. Weed Sci. Soc. 49:137-138.
- 8) 西田智子 2002. 飼料畑・草地における外来雑草の侵入—外来雑草の飼料畑・草地への侵入と蔓延—日草誌48(2):168-176.
- 9) 農林水産省技術会議事務局 (1998) 強害外来雑草の蔓延防止技術の開発. 研究成果 326, pp. 8-69.
- 10) Prado, R. de, E. Romero, J. Menendez, M. Tena, and R. De Prado. 1992. Mechanism of resistance to atrazine in *Setaria verticillata* and *Setaria faberi*. IXe Colloque international sur la biologie des mauvaises herbes, 16-18 September 1992, Dijon, France. : 457-463.
- 11) Shereiber, M.M. 1965. Effect of date of planting and stage of cutting on seed production of giant foxtail. Weeds 13:60-62.
- 12) 清水矩宏 (1998) 最近の外来雑草の侵入・拡散の実態と防止対策. 生態学会誌48:79-85.
- 13) 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. pp.131.
- 14) Stoltenberg, D. E. and R. J. Wiederholt. 1995. Giant foxtail (*Setaria faberi*) resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides. Weed Science. 43: 527-535.
- 15) USDA. 1971. Common weeds of the United States. Dover Publications, Inc. pp.82-83.
- 16) Wiederholt, R. J. and D. E. Stoltenberg. 1996. Absence of differential fitness between giant foxtail (*Setaria faberi*) accessions resistant and susceptible to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors. Weed Science. 44: 18-24.
- 17) Wiederholt, R. J. and D. E. Stoltenberg. 1993. Resistance of giant foxtail (*Setaria faberi* Herrm.) and large crabgrass (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.) biotypes to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors. Resistant Pest Management. 5: 17-18.


新刊

防除ハンドブックシリーズ

稲の病害虫と雑草

平井一男 本田要八郎／編
根本文宏 平井一男 森田弘彦／著

A5判 64頁 定価(本体1600円+税)

本書は稲作の病害虫・雑草の診断と防除を目的とした実用的な内容です。技術者・農家の方向けに、現場で扱いやすいコンパクトサイズになっています。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6 電話 03-3839-9160 FAX 03-3839-9172
ホームページ <http://www.zennokyo.co.jp> Eメール hon@zennokyo.co.jp

ホウ素による植物細胞壁構造の安定化

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 九州沖縄農業研究センター 松永 俊朗
独立行政法人 森林総合研究所 石井 忠

ホウ素 (B) が、植物の必須元素の一つであることは、20世紀初めに Warrington により報告された¹⁾。ホウ素が欠乏すると、頂芽や根端の伸長が阻害される。ホウ素の植物における機能については、糖輸送、細胞壁合成・構造維持、炭水化物・RNA・フェノール代謝、および膜機能への関与などが提案されてきた²⁾。しかし、最近まで、ホウ素の作用機作は分子レベルでは明らかにされていなかった。ホウ素の機能についてブレイクスルーとなった研究は、1996年の京都大学間藤らのグループによる、植物細胞壁からのラムノガラクトツロナンII-ホウ酸複合体 (dRG-II-B) の単離同定であった³⁾。細胞壁に含まれるホウ素の大部分は dRG-II-B であり、複合体内では、ホウ素が2分子の RG-II 単量体 (mRG-II) をホウ酸エステル形で架橋していた。この発見を契機にして、ホウ素機能研究は急速に進展し、今では、ホウ素の主な機能は、dRG-II-B 形成にあずかりペクチンを架橋することによる、細胞壁構造の安定化であることが、広く認められつつある。本稿では、この一連の研究について、我々の結果を中心に紹介する。本稿は8節からなり、1,2節が導入、3-5節が本題、6-8節が発展部分であるので、時間のない読者はまずは3-5節をご覧いただきたい。また、詳細については日本語の総説^{4, 5)}を上げておくので参考にしていただきたい。

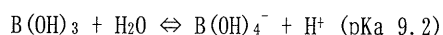
1. ホウ素の化学的性質

ホウ素は原子番号5、原子量10.81の元素である。安定同位体には¹⁰Bと¹¹Bがあり、天然存在比は、それぞれ19.9%と80.1%である。¹⁰Bと¹¹Bは、それぞれ核スピン3と3/2を持つので、核磁気共鳴 (NMR) 測定が可能である。総合相対感度 (¹³Cを1) は、¹⁰Bが22、¹¹Bが752であるから、通常は¹¹Bが測定対象核に選ばれる。周期表では、ホウ素は13 (3B) 属の第2周期に位置し、ベリリウムと炭素の間である。13属の一つ下の第3周期元素はアルミニウムだが、ホウ素は半金属元素、アルミニウムは金属元素であるなど両者の化学的性質には異なる点が多い。ホウ素は、むしろ同じ半金属元素である14属第3周期のケイ素と、中性pH水溶液中で電氣的に中性なオキソ酸である点などよく似ている。

ホウ素の存在度は、宇宙 (太陽系) では、原子番号3のリチウム、4のベリリウムとともに極めて小さく、原子番号2のヘリウム、6の炭素に比べて5桁以上小さい。これは、ビッグバン後の宇宙で、恒星内部の核融合により水素やヘリウムから元素合成が行われたとき、ヘリウム原子核3個が融合して一挙に炭素核1個が生成したからである⁶⁾。それに対して、リチウム、ベリリウム、ホウ素は、光速に近い速度で運動する陽子などの宇宙線が、炭素のような質量の大きい元素に衝突した際の核分裂により、形成され

た。ホウ素のクラーク数（地球表層の元素の存在度）は $1 \times 10^{-3}\%$ であり、41番目である。植物の必須元素の中では、亜鉛の $4 \times 10^{-3}\%$ （31番目）、モリブデンの $1.3 \times 10^{-3}\%$ （37番目）より小さく、最下位である。自然界に存在するホウ素は、ほとんどホウ酸塩鉱物であり、水環境中ではホウ酸である。代表的な鉱石には、ホウ砂（borax） $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ がある。

水溶液中では、ホウ酸 $\text{B}(\text{OH})_3$ はホウ酸陰イオン $\text{B}(\text{OH})_4^-$ との間で、



という平衡関係にある。土壌溶液や植物体内のpHは通常は中性から弱酸性であるから、そこでは遊離のホウ酸は、ほとんどが電氣的に中性なホウ酸として存在している。また、図-1に示すように、ホウ酸は、向きが同じで隣り合う2つの水酸基、すなわちシスジオール基を持つ化合物とエステルを形成することが知られている。このエステルは、-1の電荷を持つ。シスジオール基を持つ生体関連化合物としては、糖、糖アルコール、フェノール類、有機酸等がある。このことから、ホウ素の植物体内における機能は、ホウ酸と何らかのシスジオール化合物との結合に関連していることが予想されてきた。しかしながら、その実態は明らかにされていなかった。

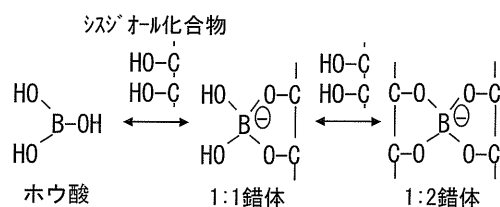


図-1 ホウ酸とシスジオール基を持つ化合物との反応

2. ホウ素と生物

太陽系は46億年前に、それまで宇宙で作られた元素からなる塵とガスから形成された。そして原始地球では、化学進化により有機分子が作られた。最近、リボースなど糖の化学進化に、それら糖のシスジオール基へのホウ酸結合が関与した可能性が報告されている⁷⁾。その後、約40億年前に生命が誕生し、約4億年前に動植物が上陸した。その間、生物は環境にある元素に適応しながら、誕生し進化してきた⁸⁾。そのため、必須元素は、その生物の生まれた環境で存在度が高かった元素、毒性元素は存在度が低かった元素という傾向が見られる。現在の海水のホウ素濃度は約5 mg/Lであり、微量元素の中では比較的高い。近年、生命は海底の熱水噴出孔で誕生したという仮説が提唱されている。その熱水中のホウ素濃度は、生命とホウ素の関係を知る上で手がかりになるだろう。

ホウ素の必須性は、すべての生物で認められているわけではない。ホウ素が必須であることが確実であるのは、種子植物（被子植物と裸子植物）である。種子植物では、農業現場でホウ素欠乏症が発生することがあり、ホウ素入り肥料が市販されるほど、ホウ素要求量が多い。それに対して、動物や微生物に対するホウ素の必須性は、これまで認められてきていなかった。しかし近年、いくつかの動物（ヒトを含む）や微生物についてホウ素の必須性や有用性を示唆する結果が得られ始めている^{4, 9)}。将来、動物や微生物においても、ホウ素は必須元素とされるようになるかもしれない。その場合でも、動物や微生物では種子植物ほどのホウ素量は必要とされないだろう。一方、他の多くの必須元素と同様に、ホウ素も過剰であれば、生物に毒性を示す。ホウ酸団子が、ゴキブリ退治に使われ

ることは、その一例である¹⁰⁾。

3. 植物体内の水溶性と水不溶性のハウ素

図-2は、カボチャ幼苗を $10\mu\text{M}$ のハウ素を含むホーグランド水耕液で1週間栽培後、半数を $25\mu\text{M}$ のハウ素を含む水耕液（対照）、残り半数をハウ素を含まない水耕液で、さらに1週間栽培したときの、葉の全ハウ素量と細胞壁（水不溶性）ハウ素量の分析結果である¹¹⁾。全ハウ素量と細胞壁ハウ素量との差が、水溶性ハウ素量ということになる。ハウ素 $0\mu\text{M}$ の第2～4葉では生育が大きく阻害された。ハウ素 $0\mu\text{M}$ の葉の全ハウ素量は、上位葉ほど対照に比べて減少した。また、対照では水溶性ハウ素量は細胞壁ハウ素量と同程度存在していたが、ハウ素 $0\mu\text{M}$ の障害葉では、水溶性ハウ素量は見られず、葉中のハウ素はほとんど細胞壁ハウ素であった。

このように、植物体内のハウ素には、大きく分けると、水溶性ハウ素と細胞壁中の水不溶性ハウ素とがある。そして、ハウ素欠乏組織では、

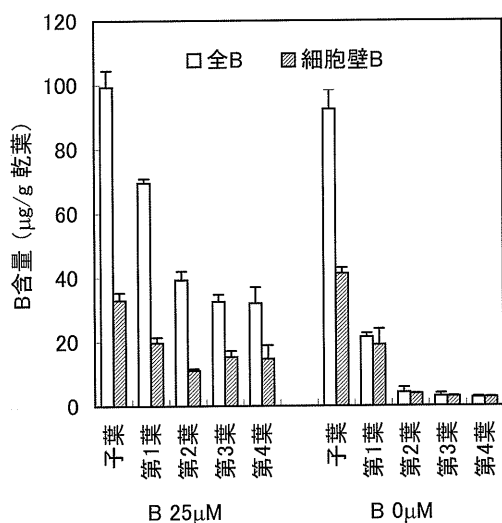


図-2 カボチャ葉の全ハウ素と細胞壁中ハウ素含量

文献11より作成。Bを $10\mu\text{M}$ 含む水耕液で1週間栽培後、半数をBを $25\mu\text{M}$ 含む水耕液、残り半数をBを含まない水耕液に移してさらに1週間栽培した。

細胞壁ハウ素のみが存在する。この結果は以前から知られていたが、このことは、ハウ素が細胞壁で何らかの機能を果たしている可能性を示唆している。植物組織をin vivo ^{11}B NMR測定すると、水溶性ハウ素、すなわちハウ酸と、ハウ酸-低分子ジオール化合物の1:1および1:2エステルとに由来するピークが観測された¹²⁾。一方、細胞壁はハウ素を含んでいるにもかかわらずピークを与えなかったことから、細胞壁中のハウ素は、分子運動性が低い状態で存在していると考えられる。

4. ラムノガラクトツロナンⅡ-ハウ酸複合体の単離

間藤らは、細胞壁中にハウ素と結合している物質があると予想して、その精製を試み、ダイコン根細胞壁のペクチン分解酵素処理液から、ハウ素-多糖複合体を単離した¹³⁾。そして、多糖部分はラムノガラクトツロナンⅡ (RG-Ⅱ) であること、ハウ素はハウ酸-ジオールエステル (1:2) を形成していること、および複合体は、ハウ酸が2分子のRG-Ⅱ単量体 (monomeric RG-Ⅱ, mRG-Ⅱ, 図-3) をハウ酸エステル結合によって架橋しているラムノガラクトツロナンⅡ-ハウ酸複合体 (dimeric RG-Ⅱ-B, dRG-Ⅱ-B, 図-4) であることを明らかにした³⁾。

植物の細胞壁は、セルロース微繊維とマトリクス多糖から構成されており、マトリクス多糖の1つにペクチンがある。RG-Ⅱ^{5,14)}は、ペクチンの主成分であるホモガラクトツロナン (HG) とともに、ペクチンの微量構成成分である。RG-Ⅱは、多様な構成糖からなる4種類の側鎖がガラクトツロン酸直鎖に結合した多糖であり (図-3), mRG-Ⅱの分子量は約 5×10^3 である。RG-Ⅱは、Darvillらによりシカモアカエデ培養細胞

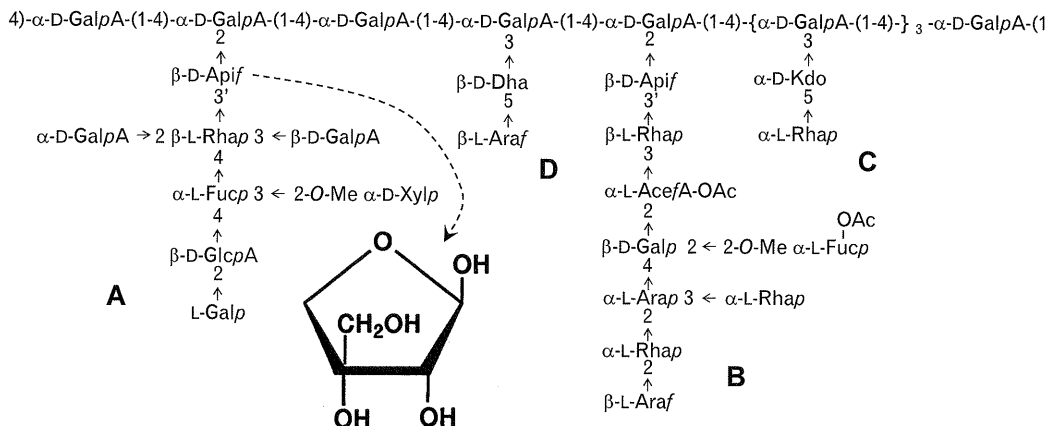


図-3 RG-II単量体の糖鎖構造

GalA主鎖への側鎖A-Dの結合位置は確定されていない。dRG-II-B複合体中では、側鎖AのApi残基同士がホウ酸エステルにより結合されている。

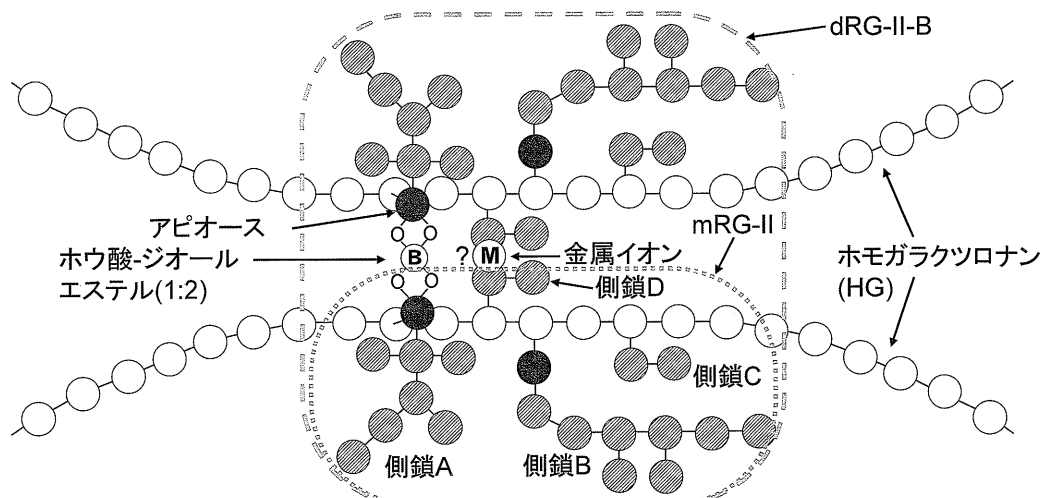


図-4 dRG-II-B複合体の模式図

文献5より一部改変。側鎖A-Dの相互配置および金属イオンの結合位置は不明。

の細胞壁から初めて単離同定された¹⁵⁾。植物が多くのエネルギーと酵素を用いて、複雑な構造のRG-IIを生合成していることから、RG-IIは何らかの重要な生理的役割を担っていると予想されていた。しかしながら、その実態は長く不明のままであった。

5. dRG-II-B複合体の細胞壁での機能

dRG-II-B複合体は、細胞壁の酵素分解液から

単離され、2分子のRG-II単量体がホウ酸エステル結合により架橋された構造であった。RG-IIは、ペクチン分子中で主成分のHGと結合していると信じられていたので、ホウ素は細胞壁中でペクチン分子を架橋して働いていることが予想された。そこで、我々はその実証を試みた。

まず、シュガービート細胞壁をイミダゾール-塩酸抽出して、ホウ素を含む分子量十数万の高分子ペクチンを得た¹⁶⁾。このペクチンをHGを

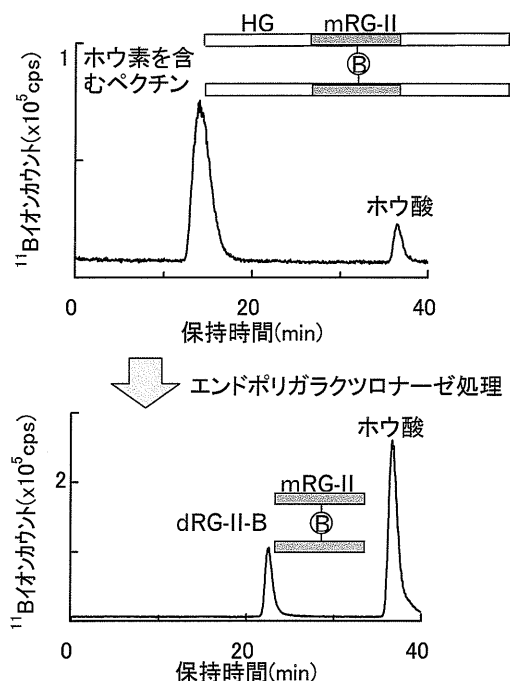


図-5 イミダゾール抽出ペクチンとそのエンドポリガラクトナーゼ処理物のサイズ排除HPLC/ICP-MSクロマトグラム
文献16より作成。

分解するエンドポリガラクトナーゼ (EPG) で処理したところ、dRG-II-Bが得られた。図-5に、ホウ素を含む高分子ペクチンとそのEPG処理物を、サイズ排除カラムを用いた高速液体クロマトグラフィー/誘導結合プラズマ質量分析法 (HPLC/ICP-MS) により分析したときのクロマトグラムを示す。サイズ排除カラムでは、分子量の大きな分子の保持時間が小さく、分子量の小さな分子の保持時間が大きい。ICP-MSでホウ素特異的に検出することにより、分子量十数万の含ホウ素高分子ペクチンのHG部分が加水分解されて、分子量1万のdRG-II-Bが生じる様子がよく分かる。この結果は、ホウ素を含む高分子ペクチンのホウ素はdRG-II-Bに由来していること、およびRG-IIはHGと共有結合していることを示している。

次に、カボチャをホウ素が十分にある培地

(25 μ M) で水耕栽培したとき、葉の細胞壁中RG-IIは、大部分がdRG-II-B複合体であった (図-6 B+) ¹¹⁾。一方、ホウ素を除いた培地で栽培したとき、ホウ素欠乏症状を示した葉の細胞壁中RG-IIは大部分がmRG-IIであり、細胞壁が膨潤していた (図-6 B-)。そのホウ素欠乏植物を、 $^{10}\text{B}(\text{OH})_3$ をエンリッチした培地に移すと、吸収された $^{10}\text{B}(\text{OH})_3$ はdRG-II- ^{10}B の形で多く取り込まれた (図-6 B- + ^{10}B)。そしてそれに伴い、膨潤していた細胞壁が引き締まることが観察された。さらに、ホウ素欠乏植物をゲルマニウム酸を含む培地に移すと、ゲルマニウムは細胞壁に多量に蓄積された¹⁷⁾。しかし、RG-IIの大部分はmRG-IIのままであり、dRG-II-Geの生成割合は少なかった。

以上のことから、我々は、ホウ素の主な働きは、細胞壁でペクチンをdRG-II-Bの形で架橋して、細胞壁構造を安定化することであると結論した (図-7)。ホウ素が欠乏すると、dRG-II-B生成によるペクチン架橋が不十分となり、細胞壁構造が弱まり生育障害が起きるのである。同様な結論は、RG-II生合成変異株を用いた研究によっても得られている。O'Neillらは、GDP-D-mannose-4,6-dehydratase欠損により地上部にFucを含まないアラビドプシス変異株*mur1*を用いた¹⁸⁾。普通のホウ素量では、*mur1*は矮性で、細胞壁中のdRG-II-B割合は約50%しかなく、単離されたdRG-II-Bは野生株に比較して不安定であった。より多くのホウ素を与えると、*mur1*は野生株と同様に生育し、dRG-II-B割合も野生株の95%に近づいた。このことから、側鎖A (後述するようにホウ酸結合側鎖) のFuc残基が、*mur1*ではL-Galに置換されたことにより、安定なdRG-II-B複合体が形成されず、ペクチンの架橋が不十分となり、成長が阻害されたと結論さ

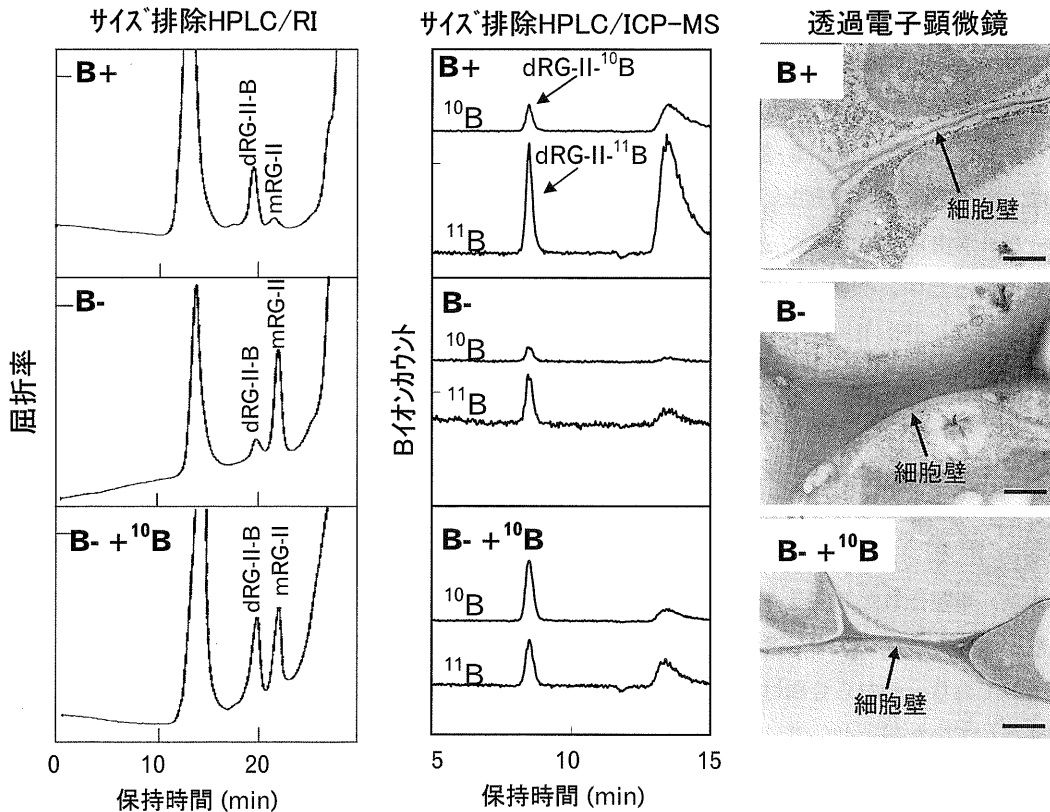


図-6 カボチャ葉細胞の細胞壁の酵素分解液のサイズ排除HPLCクロマトグラムと透過電子顕微鏡写真
B+:対照, B-:B欠乏処理, B- + ¹⁰B:B欠乏処理後, ¹⁰B処理(HPLC:7時間, 透過電顕:5時間)。HPLC/RI:Superdex-75
カラム, HPLC/ICP-MS:Diol-120カラム。透過電顕写真中のバーは1 μ m。文献IIより作成。

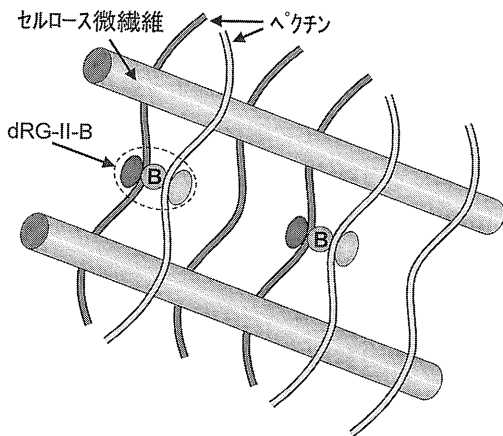


図-7 ホウ素による細胞壁構造の安定化イメージ図

れた。また, 細胞接着の弱いタバコ変異株 *nolac-H18* では, RG-II の側鎖Aを構成するGlcAを欠くためRG-II の80%以上がmRG-II として存在して

いたが, 相補体ではすべてのRG-II がdRG-II-Bを形成していた¹⁹⁾。このことは, dRG-II-B生成が, 細胞接着にも関与していることを示している。

6. dRG-II-B複合体の化学構造

これまでに単離されたホウ酸エステル化合物は, boromycinなど分子内エステル構造を持つ化合物に限られていた²⁰⁾。それなのに, 分子間エステル構造を持つdRG-II-Bが, 単離されるほど安定であるということは実に不思議なことである。その安定化機構を知るためには, dRG-II-Bの化学構造を明らかにする必要がある。

そこで, dRG-II-Bを数段階化学修飾し, 部分

加水分解後、GC/MS測定した²¹⁾。その結果、ハウ酸は、RG-IIの側鎖AとBの2個のアピオースのうち、側鎖Aのアピオース同士と結合していた(図-3)。また、dRG-II-Bに含まれるハウ素量は、サイズ排除HPLC/ICP-MS測定により、シュガービート由来で1.0mg/g、赤ワイン由来で1.3mg/gであった²²⁾。dRG-II-Bの分子量は9,000程度であるからdRG-II-B 1分子当たりのハウ素は約1個と算出された。これらの結果から、dRG-II-B中では、1分子のハウ酸がmRG-IIの側鎖Aのアピオース同士とエステル結合することで2分子のmRG-IIを架橋していると言える(図-3, 4)。

また、単離されたdRG-II-Bには、Ca, Sr, Ba, Pbなどイオン半径が大きい2価の金属イオンが結合しており、それら金属はdRG-II-Bの安定化に寄与していた²¹⁾。dRG-II-Bに含まれる金属量は、サイズ排除HPLC/ICP-MSにより測定した結果、1分子のdRG-II-B当たりCa 約1個, Sr, Ba 約0.1個, Pb, La 0.01個以下であった²²⁾。次に、dRG-II-Bを各種金属で処理したとき、Sr, Ba, PbまたはLaは、dRG-II-Bに結合していたCa, Sr, Baを交換結合した。一方、mRG-IIには、Laなどランタノイド金属だけが結合した。部分加水分解処理mRG-IIとLaを混合すると、Laは、部分加水分解により生成したmRG-II主成分ピーク分子だけに結合した。そのときのLa結合量は、側鎖の加水分解にともない減少した。この結果は、mRG-IIのランタノイド結合サイトは、単独の側鎖や主鎖、およびそれらの断片ではなく、複数の側鎖と主鎖から成ることを示唆している。最近、mRG-IIの¹H NMRスペクトルにおけるピークの帰属が進められている²³⁾。今後、mRG-IIの¹H NMRピークのEuなどによるシフトを測定することにより、金属イオン結合部位が特

定されていくだろう。さらに、NMR測定と分子化学計算により、mRG-IIおよびdRG-II-Bの立体構造が解明されていく²⁴⁾中で、dRG-II-Bの高い安定性の謎が解き明かされていくことが期待される。

7. RG-IIと植物進化

5節で述べたように、植物でのハウ素の主な機能はdRG-II-Bを生成してペクチンを架橋することによる細胞壁構造の安定化である。そして、その機能が植物のハウ素必須性の理由であると言えよう。一方、細胞壁を持たない動物や、細胞壁はあってもペクチンを含まない微生物では、細胞壁におけるペクチン架橋という、植物で明らかにされたハウ素の機能はあり得ない。

これまで、RG-II (あるいはdRG-II-B) は多くの種子植物から単離されており、種子植物でハウ素が必須であることと符合している。単子葉植物イネ科のハウ素要求量が少ないのは、細胞壁のペクチン量が少ないからであろう。陸上植物は、コケ植物、シダ植物そして種子植物の順に進化してきたと考えられている。しかしながら、シダ植物やコケ植物のハウ素必須性やRG-IIの存在についての報告は、2種のシダ植物についてハウ素必須性を示した例²⁵⁾とシダ植物*Adiantum* d細胞壁からのdRG-II-B様物質の検出例²⁶⁾しか見あたらなかった。

そこで、多種多様なシダおよびコケ植物の細胞壁の酵素分解液を、サイズ排除HPLC/ICP-MS測定してみた結果、シダ植物からは種子植物と同程度量のdRG-II-Bが検出された²⁷⁾。さらに、シダ植物細胞壁からはdRG-II-Bが単離・同定され、RG-IIの構造は、側鎖Bの糖組成の小さな変異以外は種子植物と同様であった。一方、コケ植物細胞壁からもdRG-II-Bが検出されたが、その量

はシダ植物の1/100程度でしかなかった。これらの結果から、dRG-II-B生成とホウ素の必須性は、シダ植物と種子植物を合わせた維管束植物で普遍的であると考えられる。陸上植物進化の過程で、シダ植物の祖先は、どのようにしてRG-IIの大量合成能を獲得したのか、またコケ植物細胞は極微量のdRG-II-B生成だけでなぜ生育可能なのかなど、興味深い。

8. おわりに

本稿で述べたように、植物（維管束植物）でのホウ素の主な機能はRG-IIと結合して細胞壁の構造維持に働くことである。しかし、多量のカルシウムが植物細胞壁の構造維持に寄与する一方、微量のカルシウムが細胞内でセカンドメッセンジャーとして働いているように、より微量なホウ素が他の何らかの生理・生化学的な機能を有している可能性がないとはいえない。その可能性を探る上で、ホウ素を含む生体分子を見出すことは一つの有力な手段である²⁰⁾。同じことは、動物や微生物に対するホウ素必須性を考える上でも言えよう。最近、細菌細胞間の情報伝達物質の一つのAI(autoinducer)-2は、リボース誘導体のホウ酸エステルであることが報告された²⁸⁾。ホウ酸は、五単糖の5員環のシスジオール基と最も安定にエステル結合するが、その構造を持つ糖は自然界ではリボースとアピオースしか知られていない²⁾。上述したように、植物細胞壁dRG-II-B中で、ホウ酸はRG-II側鎖のアピオース残基と結合している。生物体中には、多種多様なリボース関連化合物が存在するが、それら化合物とホウ酸のエステルが実在していて、何らかの機能を有しているかもしれない。

参考文献

- 1) Warington, K., The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants, *Annals of Botany*, 37, 629-672 (1923)
- 2) Loomis, W. D., and Durst, R. W., Chemistry and biology of boron, *BioFactors*, 3, 229-239 (1992)
- 3) Kobayashi, M., Matoh, T., and Azuma, J., Two chains of rhamnogalacturonan II are cross-linked by borate-diol ester bonds in higher plant cell walls, *Plant Physiol.*, 110, 1017-1020 (1996)
- 4) 藤原徹・高野順平・小林正治・三輪京子, 生物におけるホウ素の輸送と機能—植物を中心に—, 植物の生長調節, 37, 99-109 (2002)
- 5) 石井忠・松永俊朗, 植物細胞壁多糖ラムノガラクトuronan IIの化学構造と機能, 木材学会誌, 49, 153-160 (2003)
- 6) Sneden, C., and Cowan, J. J., Genesis of the heaviest elements in the Milky Way Galaxy, *Science*, 299, 70-75 (2003)
- 7) Ricardo, A., Carrigan, M. A., Olcott, A. N., and Benner, S. A., Borate minerals stabilize ribose, *Science*, 303, 196 (2004)
- 8) Nielsen, F. H., Evolutionary events culminating in specific minerals becoming essential for life, *Eur. J. Nutr.*, 39, 62-66 (2000)
- 9) Devirian, T. A., and Volpe, S. L., The physiological effects of dietary boron, *Crit. Rev. Food Sci. Nutri.*, 43, 219-231 (2003)

- 10) Cochran, D. G., Toxic effects of boric acid on the German cockroach, *Experientia*, 51, 561-563 (1995)
- 11) Ishii, T., Matsunaga, T., and Hayashi, N., Formation of rhamnogalacturonan II-borate dimer in pectin determines cell wall thickness of pumpkin tissue, *Plant Physiol.*, 126, 1698-1705 (2001)
- 12) Matsunaga, T., and Nagata, T., In vivo ^{11}B NMR observation of plant tissue, *Anal. Sci.*, 11, 889-892 (1995)
- 13) Matoh, T., Ishigaki, K., Ohno, K., and Azuma, J., Isolation and characterization of a boron-polysaccharide complex from radish roots, *Plant Cell Physiol.*, 34, 639-642 (1993)
- 14) O'Neill, M. A., Ishii, T., Albersheim, P., and Darvill, A. G., Rhamnogalacturonan II: structure and function of a borate cross-linked cell wall pectic polysaccharide, *Annu. Rev. Plant Biol.*, 55, 109-139 (2004)
- 15) Darvill, A. G., McNeill, M., and Albersheim, P., Structure of plant cell walls VIII. A new pectic polysaccharide, *Plant Physiol.*, 62, 418-422 (1978)
- 16) Ishii, T., and Matsunaga, T., Pectic polysaccharide rhamnogalacturonan II is covalently linked to homogalacturonan, *Phytochemistry*, 57, 969-974 (2001)
- 17) Ishii, T., Matsunaga, T., Iwai, H., Satoh, S., and Taoshita, J., Germanium does not substitute for boron in cross-linking of rhamnogalacturonan II in pumpkin cell walls, *Plant Physiol.*, 130, 1967-1973 (2002)
- 18) O'Neill, M. A., Eberhard, S., Albersheim, P., and Darvill, A. G., Requirement of borate cross-linking of cell wall rhamnogalacturonan II for Arabidopsis growth, *Science*, 294, 846-849 (2001)
- 19) Iwai, H., Masaoka, N., Ishii, T., and Satoh, S., A pectin glucuronyltransferase gene is essential for intercellular attachment in the plant meristem, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 99, 16319-16324 (2002)
- 20) Dembitsky, V. M., Smoun, R., Al-Quntar, A. A., Ali, H. A., Pergament, I., and Srebnik, M., Natural occurrence of boron-containing compounds in plants, algae and microorganisms, *Plant Science*, 163, 931-942 (2002)
- 21) Ishii, T., Matsunaga, T., Pellerin, P., O'Neill, M. A., Darvill, A. and Albersheim, P., The plant cell wall polysaccharide rhamnogalacturonan II self-assembles into a covalently cross-linked dimer, *J. Biol. Chem.*, 274, 13098-13104 (1999)
- 22) Matsunaga, T., and Ishii, T., Characterization of the metal binding properties of rhamnogalacturonan II from plant cell walls by size-exclusion HPLC/ICP-MS, *Anal. Sci.*, in press
- 23) Rodriguez-Carvajal, M. A., du Penhoat, C. H., Mazeau, K., Doco, T., and Perez, S., The three-dimensional structure of the mega-oligosaccharide rhamnogalacturonan II monomer: a combined molecular modeling and NMR investigation, *Carbohydr. Res.*, 338, 651-671 (2003)

- 24) Perez, S., Rodriguez-Carvajal, M. A., and Doco, T., A complex plant cell wall polysaccharide: rhamnogalacturonan II. A structure in quest of a function, *Biochimie*, 85, 109-121 (2003)
- 25) Bowen, E. B., and Gauch, H. G. (1965) The essentiality of boron for *Dryopteris dentata* and *Selaginella apoda*, *Amer. Fern J.*, 55, 67-73
- 26) Matoh, T., and Kobayashi, M., Boron and calcium, essential inorganic constituents of pectic polysaccharides in higher plant cell walls, *J. Plant Res.*, 111, 179-190 (1998)
- 27) Matsunaga, T., Ishii, T., Matsumoto, S., Higuchi, M., Darvill, A., Albersheim, P., and O'Neill, M. A., Occurrence of the primary cell wall polysaccharide rhamnogalacturonan II in pteridophytes, lycophytes, and bryophytes: Implications for the evolution of vascular plants, *Plant Physiol.*, 134, 339-351 (2004)
- 28) Chen, X., Schauder, S., Potier, N., Van Dorsselaer, A., Pelczar, I., Passler, B. L., and Hughson, F. M., Structural identification of a bacterial quorum-sensing signal containing boron, *Nature*, 415, 545-549 (2002)

「緑と稔りを約束する、石原の水田除草剤」

●時代に先駆け環境にやさしい紙バックで登場!
フロアブルタイプの初・中期一発剤

キングダム®フロアブル
Lフロアブル

●どっしり、安定… しっかり、効くゾウ!!
抵抗性アゼナ類にも効果の初・中期一発剤

ウィードレス* 1キロ粒剤 **A36 S1**

●低コスト稲作に300mlボトルの初期剤登場!
頑固なイヌホタルイで困っている水田に最適!

ワンベスト®フロアブル

●コンパクトになってビッグな手応え!
抵抗性アゼナ類に卓効の初期一発剤

ワンオール®S1キロ粒剤



製造 石原産業株式会社
販売 石原バイオサイエンス株式会社

〒102-0071 東京都千代田区富士見2丁目10番30号
問合せ先 03-3230-7656

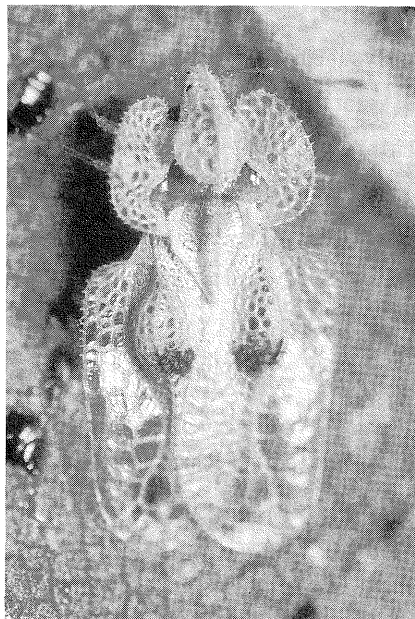
石原友の会 会員募集中!

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

(こぼれ話)

— 都内のスズカケノキ(プラタナス)が —
SOSを発信している

東京には街路樹や公園樹としてスズカケノキ別名プラタナスが多く植えられている。このスズカケノキ(プラタナス)にここ2~3年異変が起きている。本来スズカケノキは春先に芽ぶき、新緑から夏にかけて緑色の大きな葉を広げて私達に涼しさを感じさせ、やすらぎを与え、秋に黄色に染まって落葉するこれが通常のサイクルである。ところがここ2~3年、新緑の頃から葉が白っぽくなり夏には樹全体の葉が白くなってひどい場合は夏に枯れてしまうような樹が目立つようになった。これを見て人によっては大気汚染の影響ではないかと思ったと言う。実はこれはプラタナスグンバイムシ *Corythucha ciliate* (Say) という新しい侵入害虫(外来種)の仕業である。白っぽくなった葉を取って裏面を見ると、そこには長さ2~3mmの黒っぽいプラタナスグンバイムシの幼虫が無数にいるのを見ることができる。やがて幼虫は写真のような成虫となって、他の木に飛んで移り、そこで産卵、孵化、幼虫、成虫というサイクルで広がっていく。今年は都内のプラタナスの街路樹のある所では被害樹が目立っている。(S)

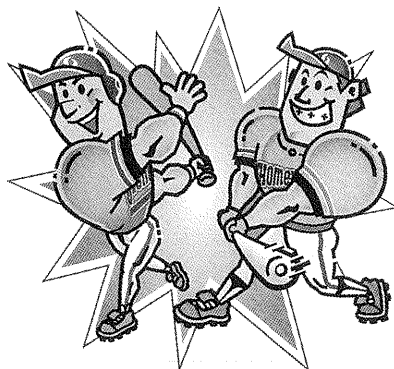


▲プラタナスグンバイムシ成虫

8剤勢揃い。水田除草は ホームラン剤でキメる!

一発で
キメる。水稲用初・中期
一発処理除草剤ホ-ムラン A1キロ粒剤36
1キロ粒剤51一発で
キメる。

新登場

水稲用初・中期
一発処理除草剤ミスターホ-ムラン
1キロ粒剤75/1キロ粒剤51一振り
で
キメる。水稲用初・中期
一発処理除草剤ミスターホ-ムラン
フロアブル/Lフロアブルバックで
キメる。水稲用一発
処理除草剤ミスターホ-ムラン
新登場 ジャンボ粒剤 ジャンボ草者一掃!
ホームラン剤

「低コスト」「省力」「安全」ニーズに応えるホームラン剤 MY-100

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



JAグループ

農 協

経済連

全日本農協連
登録商標 第1902445号

北興化学工業株式会社

〒103-8341 東京都中央区日本橋本町4-4-20
http://www.hokkochem.co.jp/

◎は登録商標

新 登 録 除 草 剤 一 覧

農林水産省消費・安全局農産安全管理課
平成16年6月1日～平成16年10月30日

(1) 移植水稻

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・ 場所	適用雑草	適 用 地 帯	適 用 土 壤	使用時期	10 a 当り 使用量	使用方法	登録会社
ジメタメ トリン・ ピラゾレ ート・ブ レチラク ロール・ プロモブ チド粒剤	クサトッ タ1キロ 粒剤	2-メチルチオ-4-エチル アミノ-6-(1,2-ジ メチルプロピルアミノ) -s-トリアジン ・・・0.60% 4-(2,4-ジクロロ ペンシル)-1,3- ジメチル-5-ヒドロ キシル-プロピルエンスルホネ ート ・・・12.0% 2-クロロ-2',6'- ジエチル-N-(2-ブ ロモキシエチル)アセトア ニリド ・・・4.5% (RS)-2-ブプロモ-N -(α , α -ジメチル ペンシル)-3,3- ジメチルプロピルアミド ・・・6.0%	粒 剤	移植水稻	水田一年 生雑草 マツバイ オタカイ ウリカワ ミスガヤツリ ヘラオモダカ (東北) ヒルムシロ(北 陸を除 く) セウ(近畿・ 中国・四 国) アオミドロ・ 藻類によ る表層は く離	全域(北 海道を除 く)の普 通期及び 早期栽培 地帯	砂壤土 ～埴土	移植直後 ～移植後1 0日 (/ヒエ2葉 期まで)	1kg	湛水散布 本剤の使用 回数1回 ジメタメリンを 含む農薬の 総使用回数2 回以内 ピラゾレート を含む農薬の 総使用回数1 回 ブレチラロール を含む農薬の 総使用回数2 回以内 ブプロモチド を含む農薬の 総使用回数1 回	九州三共 興
ジメタメ トリン・ ピラゾレ ート・ブ レチラク ロール・ プロモブ チド粒剤	クサトッ タ粒剤	2-メチルチオ-4-エチル アミノ-6-(1,2-ジ メチルプロピルアミノ) -s-トリアジン ・・・0.20% 4-(2,4-ジクロロ ペンシル)-1,3- ジメチル-5-ヒドロ キシル-プロピルエンスルホネ ート ・・・4.0% 2-クロロ-2',6'- ジエチル-N-(2-ブ ロモキシエチル)アセトア ニリド ・・・1.5% (RS)-2-ブプロモ-N -(α , α -ジメチル ペンシル)-3,3- ジメチルプロピルアミド ・・・2.0%	粒 剤	移植水稻	水田一年 生雑草 マツバイ オタカイ ウリカワ ミスガヤツリ ヘラオモダカ ヒルムシロ(東 北,北陸 及び関東 以西の普 通期栽培 地帯) アオミドロ・ 藻類によ る表層は く離	東北, 北陸, 関東・東山 ・東海の普 通期及び 早期栽培 地帯	壤土～ 埴土 (減水深 2cm/日 以下)	移植直後 ～移植後1 0日 (/ヒエ2葉 期まで)	3kg	湛水散布 本剤の使用 回数1回 ジメタメリンを 含む農薬の 総使用回数2 回以内 ピラゾレート を含む農薬の 総使用回数1 回 ブレチラロール を含む農薬の 総使用回数2 回以内 ブプロモチド を含む農薬の 総使用回数1 回	九州三共 興
						近畿以西 の普通期 及び早期 栽培地帯	埴土～ 埴土 (減水深 1.5cm/ 日以下)				

(1) 移植水稻 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・ 場所	適用雑草	適 用 地 帯	適 用 土 壌	使用時期	10 a 当り 使用量	使用方法	登録会社
カフェン ストロー ル・ダイ ムロン・ ベンスル フロシメ チル水和 剤	クサトリ エース L フロアブ ル	N,N-ジエチル-3-メ チルスルホニル-1H- 1,2,4-トリアゾール -1-カルボキサミド ・・・5.5% 1-(α , α -ジメチ ルベンジリル)-3- (パラトリル)尿素 ・・・10.0% メチル- α -(4,6- ジメトキシピリミジ ン-2-イルカルボモ イルスルファモイル)- オートメト ・・・1.0%	水和 剤	移植水稻	水田一年 生雑草 マツバ イ オタ イ ウリ カ ミズ ガ ヤ ツ ヒル ム シ ロ オモ カ ク ロ ク ワ イ (北陸を 除く) セ リ コ ウ キ カ ラ (九州の 普通期栽 培地帯) アオミ ト ロ ・ 藻類によ る表層は く離	北陸、関東 ・東山・東 海の普通 期栽培地 帯	砂壤土 ～埴土 (減水深 2cm/日 以下)	移植後3～ 15日まで (/ビエ2.5 期まで)	500mL	原液湛水散 布又は水口 施用 本剤の使用 回数1回 カフェンスト ロールを含 む農薬の総 使用回数1 回 グアイモンを 含む農薬の 総使用回数 3回以内(本 田期は2回以 内) ベンスルフ ロシメチル を含む農薬 の総使用回 数2回以内	三共アグ ロ㈱
						関東・東山 ・東海の早 期栽培地 帯	砂壤土 ～埴土 (減水深 1cm/日 以下)				
							埴土 ～砂壤 土 (減水深 2cm/日 以下)				
						近畿・中国 ・四国の早 期栽培地 帯	砂壤土 ～埴土 (減水深 1cm/日 以下)				
						近畿・中国 ・四国の普 通期栽培 地帯	砂壤土 ～埴土 (減水深 1.5cm/ 日以下)				
						九州の普 通期及び 早期栽培 地帯	砂壤土 ～埴土 (減水深 2cm/日 以下)				
				直播水稻	水田一年 生雑草 マツバ イ オタ イ ミズ ガ ヤ ツ	北陸	砂壤土 ～埴土	湛水直播 の稲1.5葉 期～/ビエ 2.5葉期ま で(但し、 収穫90日 前まで)			
カフェン ストロー ル・ダイ ムロン・ ベンスル フロシメ チル粒剤	クサトリ エース 1 キロ粒剤 51	N,N-ジエチル-3-メ チルスルホニル-1H- 1,2,4-トリアゾール -1-カルボキサミド ・・・3.0% 1-(α , α -ジメチ ルベンジリル)-3- (パラトリル)尿素 ・・・6.0% メチル- α -(4,6- ジメトキシピリミジ ン-2-イルカルボモ イルスルファモイル)- オートメト ・・・0.51%	粒 剤	移植水稻	水田一年 生雑草 マツバ イ オタ イ ウリ カ ミズ ガ ヤ ツ ヒル ム シ ロ オモ カ ク ロ ク ワ イ (関東・東 山・東 海、九 州) コ ウ キ カ ラ (九州) アオミ ト ロ ・ 藻類によ る表層は く離	北陸 関東以西 の普通期 及び早期 栽培地帯	砂壤土 ～埴土	移植後5～ 15日 (/ビエ2.5 葉期まで)	1kg	湛水散布 本剤の使用 回数1回 カフェンスト ロールを含 む農薬の総 使用回数1 回 グアイモンを 含む農薬の 総使用回数 3回以内(本 田期は2回以 内) ベンスルフ ロシメチル を含む農薬 の総使用回 数2回以内	三共アグ ロ㈱

(1) 移植水稻 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・場所	適用雑草	適用地帯	適用土壌	使用時期	10a 当り使用量	使用方法	登録会社
シハロホップ・ピラゾスルフロニエチル・フェントラザミド粒剤	トリプルスター 1 キロ粒剤	ブチル(R)-2-[4-(4-シアノ-2-フルオロエノキシ)フェニル]プロピオン酸 ・・・1.5% エチル=5-(4,6-ジメトキシベンジリジン-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-カルボキシアート ・・・0.30% 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 ・・・2.0%	粒剤	移植水稻	水田一年生雑草 マツバ オタカイ ウリカ ミズガヤツリ (北海道を除く) ヘラオモタカ (北海道・九州) ヒルシロ(北陸を除く) セリ(北陸を除く) アオミドロ・藻類による表層はく離(北陸、関東・東山・東海を除く)	北海道	壤土～埴土	移植後5～25日 (/ヒエ3葉期まで) 移植後5～20日 (/ヒエ3葉期まで)	1kg	湛水散布 本剤の使用回数1回 シハロホップ・ブチルを含む農薬の総使用回数3回以内 ピラゾスルフロニエチルを含む農薬の総使用回数1回 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(株) タケウケミカル 日本(株)
オキサジクロメホン・クロメプロップ・シクロスルファミロン粒剤	草仁ジャンボ	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-オキサジン-4-オン ・・・2.0% (RS)-2-(2,4-ジクロロ-6-トリクロロシ)プロピオンアミド ・・・14.0% 1-[2-(シクロプロピルカルボニル)フェニル]スルホニル]-3-(4,6-ジメトキシベンジリジン-2-イル)尿素 ・・・1.8%	粒剤	移植水稻	水田一年生雑草 マツバ オタカイ ウリカ アオミドロ・藻類による表層はく離	関東・東山・東海の普通期及び早期栽培地帯	砂壤土～埴土	移植後1～15日 (/ヒエ2葉期まで)	10個 (250g)	水田に小包装(パック)のまま投げ入れる 本剤の使用回数1回 オキサジクロメホンを含む農薬の総使用回数2回以内 クロメプロップを含む農薬の総使用回数2回以内 シクロスルファミロンを含む農薬の総使用回数1回	BASFアグロ(株) 全国農業協同組合連合会
オキサジクロメホン・クロメプロップ・ダイムロン・ペンシルフロニエチル粒剤	ホクコーミスターホームランド L ジャンボ	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-オキサジン-4-オン ・・・1.2% (RS)-2-(2,4-ジクロロ-6-トリクロロシ)プロピオンアミド ・・・7.0% 1-(α , α -ジメチルヘキシル)-3-(パラトリル)尿素 ・・・9.0% メチル= α -(4,6-ジメトキシベンジリジン-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-カルボキシアート ・・・1.02%	粒剤	移植水稻	水田一年生雑草 マツバ オタカイ ウリカ ミズガヤツリ ヒルシロ セリ アオミドロ・藻類による表層はく離(九州)	北陸 関東・東山・東海、近畿・中国・四国の普通期及び早期栽培地帯 九州の早期及び普通期栽培地帯	壤土～埴土 砂壤土～埴土 壤土～埴土	移植後～3～10日 (/ヒエ2葉期まで)	10個 (500g)	水田に小包装(パック)のまま投げ入れる 本剤の使用回数1回 オキサジクロメホンを含む農薬の総使用回数2回以内 クロメプロップを含む農薬の総使用回数2回以内 ダイムロンを含む農薬の総使用回数3回以内(本田期は2回以内) ペンシルフロニエチルを含む農薬の総使用回数2回以内	北興化学工業(株) デューン(株) 全国農業協同組合連合会

(1) 移植水稻 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・場所	適用雑草	適用地帯	適用土壌	使用時期	10a 当り使用量	使用方法	登録会社
クロメブロップ・テニクロール・ベンゾビシクロン水和剤	草若丸フロアブル	(RS)-2-(2,4-ジクロロ- <i>m</i> -トリルキシ)プロピオンエリト ・・・5.7%	水和剤	移植水稻	一年生広葉雑草 マツバ オカ ワカ ワカ(九州を除く) ミズガヤツリ(北海道を除く) ヘオモダカ(北海道、東北、九州)	北海道	壤土～埴土	移植後3～20日 (/ヒ ² エ2.5葉期まで)	500mL	原液湛水散布 本剤の使用回数1回 クロメブロップを含む農薬の総使用回数2回以内 テニクロール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	八洲化学工業(株)トキマ
		2-クロロ-N-(3-メキシ-2-テニル)-2',6'-ジメチルアセトエリト ・・・4.8%				東北、北陸		移植後3～15日 (/ヒ ² エ2葉期まで)			
		3-(2-クロロ-4-メシルペンゾイル)-2-フェニルチオビシクロ[3.2.1]オクタ-2-エン-4-オン ・・・3.8%				関東・東山・東海の普通期及び早期栽培地帯	砂壤土～埴土	移植後3～15日 (/ヒ ² エ2.5葉期まで)			
						近畿・中国・四国の普通期栽培地帯	壤土～埴土				
カフエンストロール・ベンゾビシクロン水和剤	テロスフロアブル	N,N-ジエチル-3-メシルチオホル-1H-1,2,4-トリアゾール-1-カルボキサミド ・・・4.2%	水和剤	移植水稻	水田一年生雑草 マツバ オカ ワカ ワカ(北海道を除く) ヒルムシロ ヘオモダカ(北海道、東北)	北海道、東北	壤土～埴土	移植後3～15日 (/ヒ ² エ2葉期まで)	500mL	原液湛水散布 本剤の使用回数1回 カフエンストロールを含む農薬の総使用回数1回 ベンゾビシクロンを含む農薬の総使用回数2回以内	タミイ化学工業(株)エス・ディール・エス・バイオテック
		3-(2-クロロ-4-メシルペンゾイル)-2-フェニルチオビシクロ[3.2.1]オクタ-2-エン-4-オン ・・・4.0%				北陸、関東以西(近畿・中国・四国を除く)の普通期及び早期栽培地帯		移植後3～12日 (/ヒ ² エ2葉期まで)			
						近畿・中国・四国の普通期栽培地帯	砂壤土～埴土				
カフエンストロール・ベンゾスルフロメチル・ベンゾビシクロン水和剤	テラガードフロアブル	N,N-ジエチル-3-メシルチオホル-1H-1,2,4-トリアゾール-1-カルボキサミド ・・・6.0%	水和剤	移植水稻	水田一年生雑草 マツバ オカ ワカ ワカ(東北) ヘオモダカ(北海道) ヒルムシロ ゼリ アオミドロ・藻類による表層はく離	北海道	壤土～埴土	移植後5～20日 (/ヒ ² エ2.5葉期まで)	500mL	原液湛水散布 本剤の使用回数1回 カフエンストロールを含む農薬の総使用回数1回 ベンゾスルフロメチル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	タミイ化学工業(株)エス・ディール・エス・バイオテック
		メチル=α-(4,6-ジメチルシビリシ)-2-イソカハチモリスルファモイル)-オートメト ・・・1.5%				東北		移植後5～15日 (/ヒ ² エ2.5葉期まで)			
		3-(2-クロロ-4-メシルペンゾイル)-2-フェニルチオビシクロ[3.2.1]オクタ-2-エン-4-オン ・・・4.0%									

(1) 移植水稻 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・場所	適用雑草	適用地帯	適用土壌	使用時期	10a 当り使用量	使用方法	登録会社
カフェンストロール・ベンズスルフロンメチル・ベンゾビシクロン水和剤	テラガー ドLフロ アブル	N,N-ジエチル-3-メ チルスルホニル-1H- 1,2,4-トリアゾール- 1-カルボキサミド ・・・4.2% メチル-α-(4,6- ジメチルピリミジン -2-イルカルバモイルス ルファミル)-オトリア ート ・・・1.0% 3-(2-クロロ-4-メシ ルペンゾイル)-2-フ ェントザミドシクロ[3, 2,1]オクタ-2-エン- 4-オン ・・・4.0%	水和 剤	移植水稻	水田一年 生雑草 マツバイ オタカイ 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(近畿・ 中国・四 国、九州)	北陸、 関東以西 (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	壤土～ 埴土 砂壤土 ～埴土	移植後3～ 15日 (/ヒ ² エ2.5 葉期まで)	500mL	原液湛水散 布 本剤の使用 回数1回 カフェンスト ロールを含 む農薬の 総使用回数 1回 ベンズスル フロンメチ ルを含む農 薬の総使用 回数2回以 内 ベンゾビシ クロンを含 む農薬の総 使用回数2 回以内	クマヰ化学 工業㈱ ㈱エス・デ ィーエス ハイツ テック
ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド・ベンゾビシクロン粒剤	ダブルス ターSB ジャンボ	エチル-5-(4,6-ジ メチルピリミジン-2 -イルカルバモイルスル ファミル)-1-メチルピ ラゾール-4-カルボキ サミド ・・・0.70% 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 ・・・6.7% 3-(2-クロロ-4-メシ ルペンゾイル)-2-フ ェントザミドシクロ[3, 2,1]オクタ-2-エン- 4-オン ・・・6.7%	粒 剤	移植水稻	水田一年 生雑草 マツバイ オタカイ ウリカワ ミスガヤツリ (北海道 を除く) ヘラオモタカ (北海道、 東北) ヒルムシロ セリ アオミドロ・ 藻類による 表層はく 離(北陸 を除く)	北海道 東北、 北陸 関東・東 山・東 海の普 通期及 び早期 栽培地 帯	壤土～ 埴土	移植後1～ 20日 (/ヒ ² エ2.5 葉期まで) 移植後1～ 15日 (/ヒ ² エ2.5 葉期まで) 移植後1～ 12日 (/ヒ ² エ2葉 期まで)	10個 (300g)	水田に小包 装(パック) のまま投げ 入れる 本剤の使用 回数1回 ピラゾスル フロンエチ ルを含む農 薬の総使用 回数1回 フェントラ ザミドを含 む農薬の総 使用回数1 回 ベンゾビシ クロンを含 む農薬の総 使用回数2 回以内	日産化学 工業㈱ ハイツクロ ップサイエ ンス㈱
ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド・ベンゾビシクロン粒剤	ダブルス ターSB 1キログ 粒剤	エチル-5-(4,6-ジ メチルピリミジン-2 -イルカルバモイルスル ファミル)-1-メチルピ ラゾール-4-カルボキ サミド ・・・0.30% 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% 3-(2-クロロ-4-メシ ルペンゾイル)-2-フ ェントザミドシクロ[3, 2,1]オクタ-2-エン- 4-オン ・・・2.0%	粒 剤	移植水稻	水田一年 生雑草 マツバイ オタカイ ウリカワ ミスガヤツリ (北海道 を除く) ヘラオモタカ (北海道、 東北) ヒルムシロ セリ アオミドロ・ 藻類による 表層はく 離(北 海道、東 北、九州)	北海道 東北 北陸、 関東以西 の普通 期栽培 地帯、 関東・東 山・東 海及び 九州の 早期 栽培地 帯	壤土～ 埴土	移植後5～ 20日 (/ヒ ² エ2.5 葉期まで) 移植直後 ～15日 (/ヒ ² エ2.5 葉期まで) 移植後5～ 15日 (/ヒ ² エ2.5 葉期まで)	1kg	湛水散布 本剤の使用 回数1回 ピラゾスル フロンエチ ルを含む農 薬の総使用 回数1回 フェントラ ザミドを含 む農薬の総 使用回数1 回 ベンゾビシ クロンを含 む農薬の 総使用回 数2回以 内	日産化学 工業㈱ ハイツクロ ップサイエ ンス㈱

(1) 移植水稻 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・ 場所	適用雑草	適 用 地 帯	適 用 土 壌	使用時期	10a 当り 使用量	使用方法	登録会社
ピリミノ バックメ チル・ブ ロモブチ ド・ベン スルフロ ンメチル ・ベント キサゾン 粒剤	トップガ ンGT1 キロ粒剤 75	メチル=2-(4,6-ジ メトキシ)リジン-2 -イルオキシ)-6-(1- メトキシミノエチル)ペ ンゾエート ...0.45% (RS)-2-プロモ-N -(α , α -ジメチル ペンゾル)-3,3- ジメチルプロピルアミ ド ...9.0% メチル= α -(4,6- ジメトキシ)リジン -2-イルカルバモイルス ルファモイル)-オート ...0.75% 3-(4-クロロ-5-シ ロペンチルオキシ)-2- フルオロフェニル)-5-イ ソプロピリデン-1,3- オキサゾリジン-2, 4-ジオン ...2.0%	粒 剤	移植水稻	水田一年 生雑草 マツハイ オタカイ ウリカワ ミスガヤツリ (東北) ヒルムシロ セリ ヘラモダカ アオミドロ・ 藻類によ る表層は く離	北海道	壤土～ 埴土	移植後3～ 25日 (1ヒエ3葉 期まで)	1kg	湛水散布 本剤の使用 回数1回 ピリミノバック メチルを含む農 薬の総使用 回数2回以内 ブロモブチドを 含む農薬の 総使用回数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 ベントキサゾン を含む農薬 の総使用回数2 回以内	クマイ化学 工業㈱ 科研製薬 ㈱ デュボン㈱
						東北		移植後3～ 20日 (1ヒエ3葉 期まで)			
ピリミノ バックメ チル・ブ ロモブチ ド・ベン スルフロ ンメチル ・ベント キサゾン 粒剤	トップガ ンGT1 キロ粒剤 51	メチル=2-(4,6-ジ メトキシ)リジン-2 -イルオキシ)-6-(1- メトキシミノエチル)ペ ンゾエート ...0.45% (RS)-2-プロモ-N -(α , α -ジメチル ペンゾル)-3,3- ジメチルプロピルアミ ド ...9.0% メチル= α -(4,6- ジメトキシ)リジン -2-イルカルバモイルス ルファモイル)-オート ...0.51% 3-(4-クロロ-5-シ ロペンチルオキシ)-2- フルオロフェニル)-5-イ ソプロピリデン-1,3- オキサゾリジン-2, 4-ジオン ...2.0%	粒 剤	移植水稻	水田一年 生雑草 マツハイ オタカイ 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	北陸、 関東・東山 ・東海の普 通期及び 早期栽培 地帯	壤土～ 埴土	移植後3～ 20日 (1ヒエ3葉 期まで)	1kg	湛水散布 本剤の使用 回数1回 ピリミノバック メチルを含む農 薬の総使用 回数2回以内 ブロモブチドを 含む農薬の 総使用回数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 ベントキサゾン を含む農薬 の総使用回数2 回以内	クマイ化学 工業㈱ 科研製薬 ㈱ デュボン㈱
						近畿・中国 ・四国の普 通期及び 早期栽培 地帯	砂壤土 ～埴土				
						九州の普 通期及び 早期栽培 地帯		移植後3～ 17日 (1ヒエ3葉 期まで)			

(1) 移植水稻 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・場所	適用雑草	適用地帯	適用土壌	使用時期	10a当り使用量	使用方法	登録会社
ピリミノバックメチル・プロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン剤	トップガンシジャンボ	メチル-2-(4,6-ジメトキシピリジン-2-イル)オキシ-6-(1-メトキシイノエチル)ペンゾエート ...1.8% (RS)-2-プロモ-N-(α , α -ジメチルペンシル)-3,3-ジメチルプロピルアミド ...36.0% メチル- α -(4,6-ジメトキシピリジン-2-イル)カルバモイルスルファモイル)-オートレート ...3.0% 3-(4-クロロ-5-シクロペンチル)オキシ-2-フルオロフェニル)-5-イソプロピルピリジン-1,3-オキシゾリジン-2,4-ジエー ...8.0%		移植水稻	水田一年生雑草 マツバ オタカイ ウリカワ ミズガヤツリ(東北) ヘオモガカ 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	壤土～ 埴土	移植後3～20日 (/ヒ)2.5 葉期まで)	10個 (250g)	水田に小包装(パック)のまま投げ入れる	クマイ化学工業㈱ 科研製薬㈱ デュボン㈱
						東北	砂壤土～ 埴土	移植後3～15日 (/ヒ)2.5 葉期まで)		本剤の使用回数1回 ピリミノバックメチルを含む農薬の総使用回数2回以内 プロモブチドを含む農薬の総使用回数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 ペントキサゾンを含む農薬の総使用回数2回以内	
ピリミノバックメチル・プロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン剤	トップガンシジャンボ	メチル-2-(4,6-ジメトキシピリジン-2-イル)オキシ-6-(1-メトキシイノエチル)ペンゾエート ...1.8% (RS)-2-プロモ-N-(α , α -ジメチルペンシル)-3,3-ジメチルプロピルアミド ...36.0% メチル- α -(4,6-ジメトキシピリジン-2-イル)カルバモイルスルファモイル)-オートレート ...2.0% 3-(4-クロロ-5-シクロペンチル)オキシ-2-フルオロフェニル)-5-イソプロピルピリジン-1,3-オキシゾリジン-2,4-ジエー ...8.0%		移植水稻	水田一年生雑草 マツバ オタカイ ウリカワ ミズガヤツリ ヒルムシロ(近畿・中国・四国を除く) セリ アオミドロ・藻類による表層はく離(近畿・中国・四国、九州)	北陸、 関東・東山・東海、九州の普通期及び早期栽培地帯	砂壤土～ 埴土	移植後3～15日 (/ヒ)2.5 葉期まで)	10個 (250g)	水田に小包装(パック)のまま投げ入れる	クマイ化学工業㈱ 科研製薬㈱ デュボン㈱
						近畿・中国・四国の普通期及び早期栽培地帯	壤土～ 埴土			本剤の使用回数1回 ピリミノバックメチルを含む農薬の総使用回数2回以内 プロモブチドを含む農薬の総使用回数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 ペントキサゾンを含む農薬の総使用回数2回以内	
カフェンストロール・ベンスルフロンメチル・ペンゾピシクロン剤	テラガード250グラム	N,N-ジエチル-3-メチルスルホニル-1H-1,2,4-トリアゾール-1-カルボキサミド ...12.0% メチル- α -(4,6-ジメトキシピリジン-2-イル)カルバモイルスルファモイル)-オートレート ...3.0% 3-(2-クロロ-4-メシホペンチル)-2-フルエニチオピシクロ[3.2.1]オクタン-2-エン-4-オン ...8.0%		移植水稻	水田一年生雑草 マツバ オタカイ ウリカワ ミズガヤツリ(東北) ヘオモガカ(北海道) 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	壤土～ 埴土	移植後5～20日 (/ヒ)2.5 葉期まで)	250g	湛水散布又は湛水周縁散布	クマイ化学工業㈱ ㈱エス・ディー・エス・バイ オテック
						東北		移植後5～15日 (/ヒ)2.5 葉期まで)		本剤の使用回数1回 カフェンストロールを含む農薬の総使用回数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 ペンゾピシクロンを含む農薬の総使用回数2回以内	

(1) 移植水稻 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・ 場所	適用雑草	適 用 地 帯	適 用 土 壌	使用時期	10 a 当り 使用量	使用方法	登録会社
カフェン ストロー ル・ベン スフロ ンメチル ・ベンゾ ビシクロ ン剤	テラガー ドL25 0グラム	N, N-ジ ¹ エチル-3-メ チルスルホニル-1H- 1, 2, 4-トリアゾール -1-カルボキシミド ・・・8.4% メチル=α-(4, 6- ジ ¹ メトキシ ² リジン -2-イルカルバモイルス ルファミル)-オート ート ・・・2.0% 3-(2-クロロ-4-メ ルヘンゾ ¹ イル)-2-フ ェニルオビ ² シクロ[3, 2, 1]オクサ-2-エノ 4-オン ・・・8.0%		移植水稻	水田一年 生雑草 マツバイ おたけ ウリカ ミ ¹ ガ ² ヤツ ヒルムシ セ アオミ ¹ ロ 藻類によ る表層は く離(近 畿・中国・ 四国・九 州)	北陸、 関東・東山 ・東海の普 通期及び 早期栽培 地帯	壤土～ 埴土	移植後3～ 15日 (/ヒ ¹ エ2.5 葉期まで)	250g	湛水散布又は湛水周縁 散布 本剤の使用 回数1回 カフェンストロー ルを含む農薬の 総使用回数1 回 ベンスフロ ンメチル を含む農薬 の総使用回 数2回以内 ベンゾ ¹ ビ ² シクロ ンを含む農薬 の総使用回 数2回以内	クマヤ化学 工業(株) 特 ¹ ス・テ ² イ ー・エス ³ バ ⁴ イ オテック
ジメタメ トリン・ ピラゾス ルフロン エチル・ ピリフタ リド・ブ レチラク ロール粒 剤	アビロフ アインD ジャンボ	2-メチルチオ-4-エチル アミノ-6-(1, 2-ジ ¹ メチルプロピ ² ル ³ アミ ノ)-8-トリアジン ・・・2.0% エチル=5-(4, 6-ジ ¹ メトキシ ² リジン-2 -イルカルバモイルスル ファミル)-1-メチル ³ ラゾール-4-カルボキ シラート ・・・0.70% (RS)-7-(4, 6- ジ ¹ メトキシ ² リジン -2-イルチオ)-3-メ ル-2-ヘンゾ ¹ フラン 1(3H)-オン ・・・5.0% 2-クロロ-2', 6'- ジ ¹ エチル-N-(2-ブ ロホ ² キシエチル)アセト アミド ・・・15.0%		移植水稻	水田一年 生雑草 マツバイ おたけ ウリカ ミ ¹ ガ ² ヤツ (北海道 を除く) ヘラモタ ³ カ (北海道, 東北) ヒルムシ セ アオミ ¹ ロ 藻類によ る表層は く離(北 陸, 関東・ 東山・東 海を除 く)	北海道	壤土～ 埴土	移植後5～ 25日 (/ヒ ¹ エ3葉 期まで)	10個 (300g)	水田に小包 装(パック)の まま投げ入 れる 本剤の使用 回数1回 ジメタトリンを 含む農薬の 総使用回数2 回以内 ピリフタリドを 含む農薬の 総使用回数1 回 ブレチラク ロールを 含む農薬の 総使用回数2 回以内	シンジエンタ シヤパン(株) 日産化学 工業(株)

(2) 水田耕起前・水田畦畔・休耕田・水稻刈後・畑作・野菜作・永年生物・非農耕地対象

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・ 場所	適用雑草	適 地 用 帯	適 用 土 壌	使用時期	10 a 当り 使用量	使用方法	登録会社
カルフェ ントラゾ ンエチル 水和剤	タスク D F	(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]ア ロビオナート ・・・36.5%	水 和 剤	小麦 (秋播)	ヤムグサ	関東以 西	全土壌 (砂土 を除く)	ヤムグサ 2～4葉期 (但し、 収穫30日 前まで)	3～4g 希釈水量 100～200L	雑草茎葉散布 本剤の使用回 数2回以内 カルフェントラゾンエチ ルを含む農薬 の総使用回数 2回以内	石原ハ イ サイエンス(株)
				日本芝	一年生広 葉雑草	—	—	秋期芝生 生育期 (雑草発 生始期～ 生育初 期) (雑草3葉 期まで)	10～20g 希釈水量 100～200L	散布 本剤の使用回 数2回以内 カルフェントラゾンエチ ルを含む農薬 の総使用回数 2回以内	
ピアラホ ス液剤	S Tハー ビー液剤	既登録薬剤に同じ									住化武田 農薬(株)
グリホサ ートイソ プロピル アミン塩 ・ピラフ ルフェン エチル水 和剤	キングス ター	イソプロピルアンモニウム =N-(ホスホノメチル)グ ラシナート ・・・30.0% エチル=2-クロロ-5-(4- クロロ-5-ジフルオロメ トキシ-1-メチルピラゾ ール-3-イル)-4-フルオ ロフェニルセグメント ・・・0.16%	水 和 剤	公園 庭園 堤とう 道路 宅地 運動場 鉄道 のり面等	一年生及 び多年生 雑草	—	—	雑草生育 期 (草丈50c m以下)	500～1000m L 希釈水量 100L	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 ピラフルフェンエチル を含む農薬の 総使用回数3 回以内	㈱ニチノ緑 化

新刊

草地科学実験・調査法

 A4判 611ページ
 定価(本体7,000円+税)

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

全国農村教育協会

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

植調協会だより

◎ 人事異動

平成16年11月30日付

退職 十勝試験地

森井 和男

平成16年12月1日付

任 嘱託

坪 存

◎ 会議開催日程のお知らせ

- ・平成16年度非農耕地関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成17年1月25日(火) 10:00～17:00

場所：池之端文化センター

〒110-0008 東京都台東区池之端1-3

TEL 03-3822-0157 (代)

- ・平成16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17年1月27日(月) 10:00～17:00

場所：鈴乃屋ホール

〒110-8537 東京都台東区上野1-20-11

TEL 03-3833-1001

- ・平成16年度リング関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成17年2月1日(火) 10:00～17:00

場所：ホテルメトロポリタン盛岡（本館）

〒020-0034 岩手県盛岡市盛岡駅前通1-44

TEL 019-625-1211 (代)

- ・平成16年度牧野草地関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成17年2月3日(木) 13:30～16:30

場所：植調会館

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6

TEL 03-3832-4188 (代)

編集後記

平成16年10月23日夕刻、突如新潟県中越地方を激震が襲った。台風の発生は25個を越えそのうち数回は日本列島を縦断し、豪雨による洪水、土砂崩れなどによって各地に激甚な被害をもたらし、さらに夏台風で東北、北海道では風による塩害で農作物が枯れるなど、2004年は大変な災害を被った年であった。被災地の皆様には心からお見舞い申し上げます。

台風による風雨や水害により、農作物の被害は大きく、そのために野菜や果物が大きな

打撃を受け異常なまでの値上がりとなった。これを反映して今までは見向きもされなかった風水害により傷ついた果物や、形が小さかったり悪かったりした野菜を、インターネット上で販売したら、好評を拍したと報じられた。こんなことがきっかけとなって、農産物の大切さや傷ついた果物、形の悪い野菜、大きさなどは味には関係のないことを理解し、納得する機会となったとしたら、農業にとって明るい話題であった。 ☺

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

編集人 日本植物調節剤研究協会 会長 小林 仁

発行人 植調編集印刷事務所 広田 伸七

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

E-mail: hon@zennokyo.co.jp

印刷所 新成印刷(株)

平成16年12月発行 定価525円(本体500円+消費税25円)

植調第38巻第9号

(送料 270円)

難防除雑草
対策の新製品

サラブレッド®
RXフロアブル

イッテツ®
フロアブル

期待の新製品

使いやすさの大本命

サラブレッド®フロアブル

ノビエ3葉期
まで使える

アピロイーグル®
フロアブル

ポ〜んと手軽に

クラッシュ® EX ジャンボ

安定した効果の
初中期一発剤

ドニチ®1kg粒剤

大好評の既存剤

ザ・ワン®フロアブル
1kg粒剤

キックバイ®1kg粒剤

アワード®フロアブル

ロンゲット®フロアブル

シェリフ®1kg粒剤

リーディング®

クラッシュ®1kg粒剤

バトル®粒剤



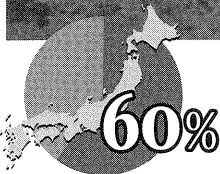
住化武田農業株式会社

〒104-0033 東京都中央区新川一丁目16番3号



The miracles of science™

デュポン社が開発した
ベンスルフロンメチル「ロンダックス®」は、
日本の美味しい米作りと食の安全を支えています。



「ロンダックス®」は低薬量かつ1回の処理で除草ができる自然に
やさしい環境負荷低減型除草剤。

様々な有効成分と混合し、使いやすい薬剤として、日本における
水稲面積の約60%※の除草作業をお手伝いしています。

※平成15年度出荷実績



上記のマークがついている除草剤には
ロンダックス®(DPX-84)が含まれています。

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 電話 03-5521-8410 Fax.03-5521-2470 ⑥は米国デュポン社の登録商標です。

水稲用初・中期一発除草剤

パワーウルフ

新発売

てごわい雑草
パワーで勝負!!

1キロ粒剤



特 長

- ご好評のウルフエースがパワーアップしました。
- スルホニルウレア抵抗性のホタルイ類に対して高い効果があります。
- 難防除雑草を含む広範囲の雑草に効果が優れています。
- 水稲や環境に対する安全性が高い薬剤です。

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

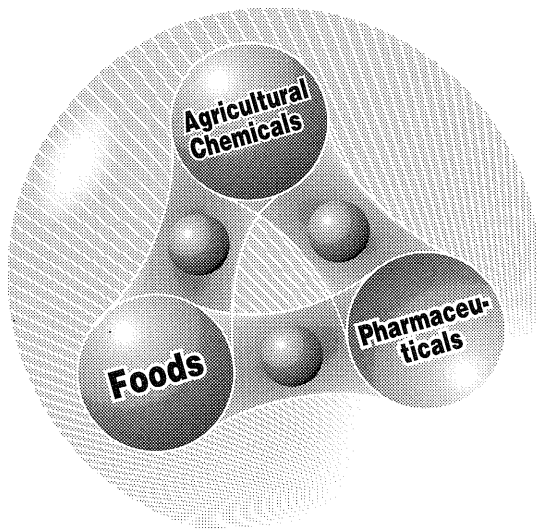
本社:東京都台東区池之端1-4-26 〒110-8782 TEL:03-3822-5036
ホームページ: <http://www.kumiai-chem.co.jp>



いのちの輝きを見つめる

Meiji

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



天然物で確実除草

ハービー® 液剤



明治製菓株式会社

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