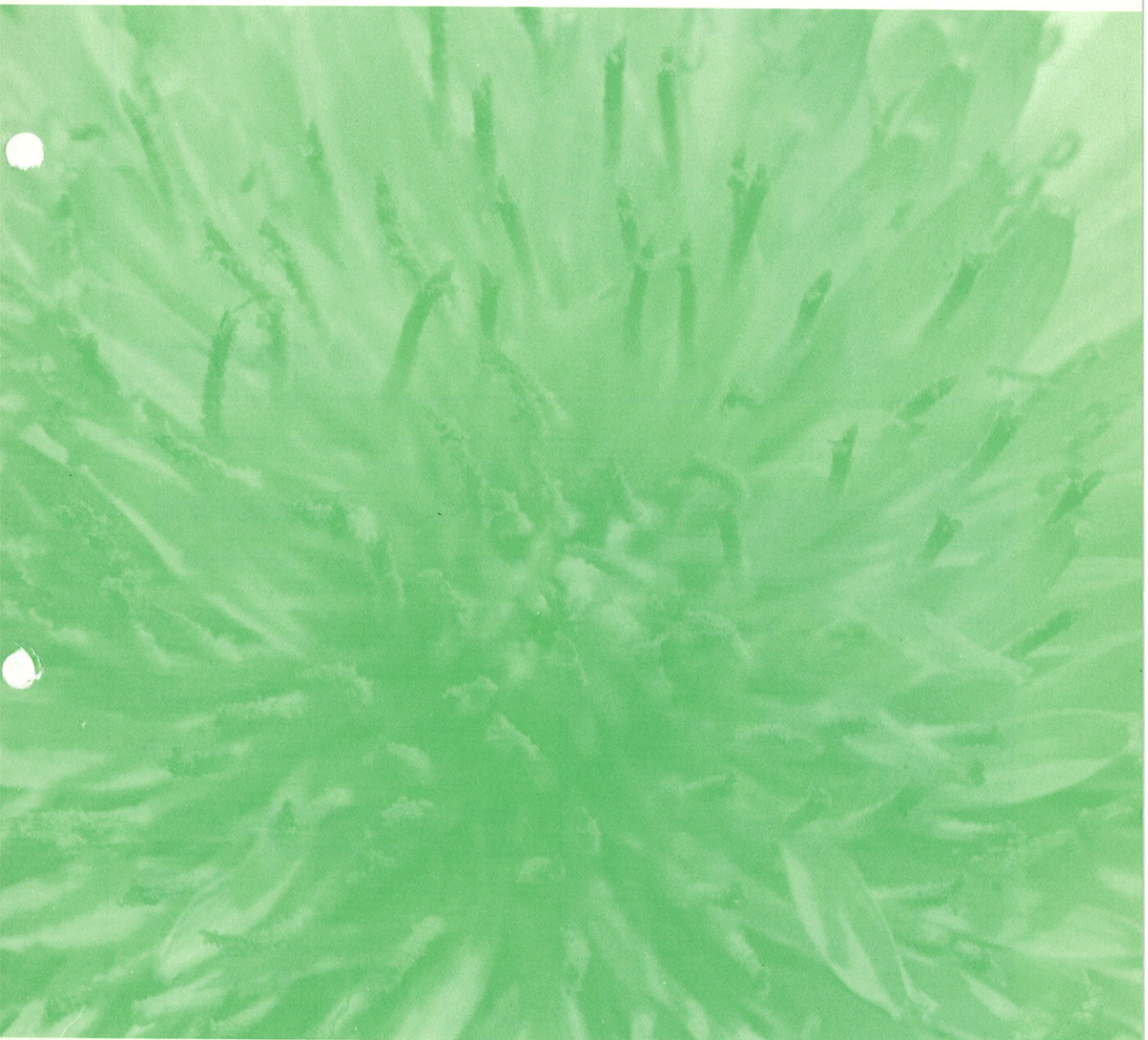


植調

第25卷第6号



財団法人 日本植物調節剤研究協会編



名指揮者

数多くの音楽を演出する指揮者。
激しく、または柔らかくタクトを振り、
それぞれの音楽を上手に創り上げます。
農作業場面も多種多彩。
それぞれの場面に応じられる指揮者が必要です。
三井東圧化学は、
農作業場面の指揮者として、
除草、殺虫、殺菌など、
それぞれの場面にあった農作業を
上手に演出します。

経済的な初期除草剤

MO粒剤-9

ホタルイ等に卓効を示す初期除草剤

ショウロンM粒剤

水田初・中期一発処理剤

シンザン粒剤



三井東圧化学
東京・大阪・名古屋・福岡・札幌



苗にやさしく

雑草に強い水田初期除草剤

- 効めが長く、すばらしい殺草力を発揮。
- 低温でもイネに対して安全。
- 人畜毒性、魚毒性ともにきわめて低く、安心。
- 田植前に使用の場合は散布後3日以上の間隔をあけて田植する。
- 田植後に使用の場合は田植後8日(ノビエ1葉)までに散布する。
- 散布後3日間以上は止水にし、かけ流しはしない。

エックスゴーニ[®]
粒剤

®は日本農薬と石原産業の共有登録商標

エックスゴーニ協議会



ISK

石原産業株式会社

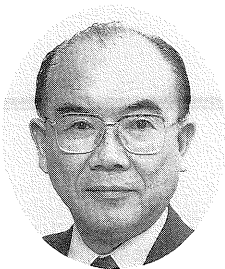
〒102 東京都千代田区富士見2-10-30



日本農薬株式会社

〒103 東京都中央区日本橋1-2-5

○本剤のシンボルマークです



巻 頭 言

飢 餓 は 来 な い か ？

日産化学工業株式会社 農薬事業部長 早川 充

「中学入学以来、50周年になるので、この秋に地元で盛大に同級会をやる。勤労働員と一緒にだった女学生も参加するので是非出て来い。」という葉書が舞い込んだ。

我々の入学は太平洋戦争が始った年であり、急速に戦時色が強まっていった時であった。出征兵士のいる農家の手伝いということで、毎年春、秋、それぞれ一週間位、農村に麦刈、田植、そして稲刈脱穀と勤労奉仕に出掛けた。昼食に農家で出して呉れる純米のお握りは、天下の美味であったが、腰を曲げての長時間作業は何んともつらい仕事であった。

あれから50年近くが経つわけであるが、農業の機械化、省力化は随分進んだものである。資料によると、これらの作業は、1949年で10a当たりそれぞれ35～70時間位かかっているが、40年後にはその1/5～1/10になっている。

除草作業は、伸び盛りの身体には無理があるとされたのか、幸いにして奉仕作業でやることはなかったが、前記の様に比較すると50時間余かかっていたものが、除草剤の発達と普及によって3時間を切るまでになっている。

これ丈省力化されても、農作業は重労働であり、且つ一部の例外を除いて報酬が多いとは言えず、農業継承者の減少、高冷化は進む一方である。1989年には新卒の農業就業者は2,000人、一方65才以上の農業従事者は29%に達しているという。

先日、NHK教育テレビ「地球環境と農業」なるフォーラムがあった。冒頭、メンバーの一人から、ワールド・ウォッチ研究所のW.ブラウン博士の問題提起の紹介があった。「米国では毎年、240億トンの農地表土が風蝕されてお

り、カリフォルニア中心に水不足傾向も強まっている。

車及び工場の排ガスによる大気汚染で、5～10%の作物の減収が見られている。早魃は中東、中国でも進行しつつある。一方、現在、約54億の世界人口は、毎年9千万人増え、100～120億までは増える。これをどう考え、どう対処すべきか」ということであった様に思う。しかし議論は、地球レベルから日本に移り、「環境に優しい農業」となり、お定りの有機農業礼讃、化学肥料、農薬を出来るだけ使わない農業、となって、スケールの大きい議論を期待しただけに失望を禁じ得なかった。

確かに我々は飽食の時代において、飢餓など殆んど意識にないのが事実であろうが、ブラウン博士の指摘する問題点や、中東油田の大火災、ピナトゥボ山の大噴火の影響等も考えると、何時迄も、現在の様に食糧の供給状態が安定しているかどうか保証はないわけである。更に我が国の農業を思う時、農水省の「2000年農産物長期見通し」通りに国内生産が続け得るものか、心もとない気持ちになってしまう。

こうした思いの中で最近読んだ大内力氏の「農業の基本的価値」は示唆に富んでおり感銘深かった。農産物の自由貿易が何如に地球環境を破壊するか、を歴史的に考察し、又農林業保護こそ、その防止に肝要であること、現在の食糧過剰も不均衡と不平等に由来するものである、と指摘されている。

当り前のことであるが、我が国の農業は絶体を守らねばならず、作物保護の重要性は増し、農薬の価値も、安全性も、更めて見なおされる日が来るに違いないと信じた。

目次

(第 25 卷 第 6 号)

巻 頭 言

飢餓は来ないか? 1

＜日産化学工業㈱ 農薬事業部長

早川 充＞

除草剤の残効と残留 3

— 土壌処理剤を中心に —

＜農業研究センター 杉山 浩＞

雑草種子の発芽における不斉一性の要因 14

＜筑波大学生物科学系 鷺谷いづみ＞

除草剤抵抗性遺伝子の作物への導入 22

＜農業生物資源研究所 細胞育種部

細胞育種研究室長 石毛光雄＞

平成2年度秋冬作野菜花き関係除草剤・

生育調節剤試験成績概要 30

＜(財)日本植物調節剤研究協会 技術部＞

文 献 抄 録 38

＜(財)日本植物調節剤研究協会

技術顧問 金澤 純＞

人 事 往 来 41

表紙説明: 第25巻の表紙はセイヨウタンポポの花の拡大です。

豊かな収穫が見えてくる。



三 共 の 農 薬



三共株式会社

北海道三共株式会社
九州三共株式会社

●水田初期除草剤

サンバード® 粒剤

●水田初期一発処理剤

クサカリン® 粒剤25

●水田初期一発処理剤

クサホープ®D 粒剤

●初・中期一発処理(除草)剤

ザークD17 粒剤

ザーク25 粒剤

除草剤の残効と残留

—土壌処理剤を中心に—

農業研究センター 杉山 浩

1. はじめに

これまでに多くの除草剤が開発され、普及に移され、農業生産の向上に貢献している。その一方で内外の研究者が除草剤の効果変動によせる関心は高い。除草剤処理後の効果が一定しない問題があるからである。そしてそれは除草剤と環境との相互作用についての膨大な資料や報告にも拘らず、除草剤の活性が環境要因によって蒙る影響メカニズムについて不明な点が多いからである。除草剤の使用現場では一定の効果を持続させるために必要以上の量を投下せざるをえない状況にあることも事実である。そこで除草剤の残効と残留についての考え方を整理しておくことも除草剤の合理的利用技術を目指すうえで重要と考える。本稿では土壌処理剤に焦点をあててその残効と残留について、厳密に言えば除草剤の残留量と効果の関係についてのべてみたい。

2. 残効性と残留性について

一般には農薬の残効性と残留性は同じ意味に使われているが、残効性のイメージとしては農薬の活性を生物的に測定した効果を思いうかべ、残留性という場合には残留している農薬量を化学的に定量したものをイメージする。ところが、除草剤には残効性除草剤 (residual herbicide) と残留性除草剤 (persistent herb-

icide) という用語がある (改訂 雑草学用語集)。前者は処理後一定期間土壌中に残留して雑草の発生を抑えるものであり、後者は通常の薬量で処理しても後作物に悪影響を及ぼすような土壌残留の大きなものをいう。一般にいう農薬の残効性は効果の持続性に関連してのイメージをもち、残留性は概してマイナスイメージをうける。除草剤では残効性除草剤と残留性除草剤のもつイメージは逆である。このように農薬使用場面の違いによってうけとる意味も異なるというのが、率直に言って現在のわれわれの状況である。

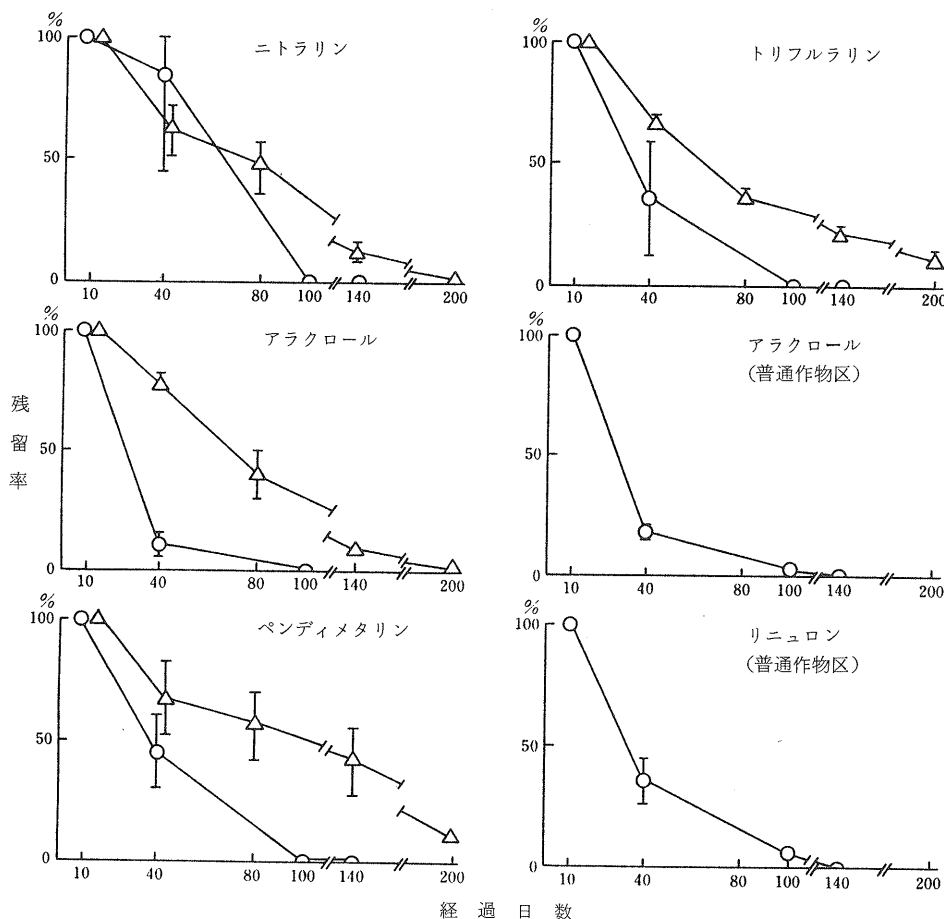
3. 残留型の多様性

水稻用除草剤：わが国における水稻用除草剤の土壌および環境中の残留 (土壌中の動態も含む) に関しては多くの論文があるが、まとめられたものとしては鋤塚 (1977)、山田 (1984)、山田 (1985) および日本植物調節剤研究協会 (1990) の論文あるいは総説が優れている。鋤塚 (1977) は室内試験を中心に 7 グループ、11 除草剤の土壌系における吸着、代謝等について調べ、また植物への吸収、移行、代謝、選択作用性についても調べている。そして除草剤の湛水、畑地状態における半減期などを算出している。湛水状態における CNP やクロメトキシニルの半減期は平均 15 日、ベンチオカーブは 40 日

だが、畑地状態では前2者は50日以上と長くなり、一方ベンチオカーブは26日と半減期はむしろ短くなる。山田(1984)は圃場におけるベンチオカーブとエチルエーテル系除草剤の動態について調べ、ベンチオカーブについては脱塩素ベンチオカーブの生成と水稻矮化症発生との関係を明らかにした。また、土壌中のCNPの平均残留率は地域によって異なり、北海道で高く東北地方を経て西南暖地に行くほど低くなり平均気温と逆の相関をしめすことを明らかにしている。同じ地域においても、また土性によっても残留率は異なる。土壌をはじめ環境、とくに水路、河川および水棲生物における除草剤の動

態に関する総説もまとめられている(山田, 1985)。日本植物調節剤研究協会(1990)の水稻用除草剤(畑地用除草剤を若干含む)の永年使用による土壌中での動向に関する報告も大きな示唆を与えている。10年以上にわたる実用量使用での除草剤の土壌残留分析を積み重ね、供試した全ての除草剤の土壌への蓄積が認められなかったという結果を提示しているからである。また水田圃場における除草剤の半減期も報告されている。

畑地用除草剤： 使用されている除草剤はいろいろな系に分類される化合物であり、土壌中の残留に関しては多くの報告がある。土性のち



第1図 土壌中における除草剤残留量の変化

—○—夏作 —△—冬作

(杉山ら, 1987)

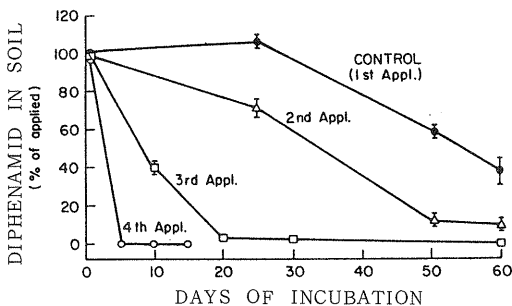
がいをはじめ降雨、温度、湿度、光などさまざまな環境要因によって残留の態様も異なる。半減期の算出によってそれぞれの除草剤の性質をつかむ手段もあるが、ここでは残留の変動を5つのタイプに分けてみた。

1) 季節的変動

第1図は夏作の野菜畑と普通作畑及び冬作の野菜畑に処理した粒状除草剤の土壤残留率を示したものである。夏作に処理した4種類の除草剤、トリフルラリン、ニトラリン、アラクロールおよびリニュロンは100日あるいは140日で検出されなくなる。一方冬作の場合は200日経過しても残留する(杉山ら, 1987)。夏作と冬作にみられる残留率の違いは地温の差に起因すると考えられ、それはまた、土壤微生物の活性にも影響されているといえるだろう。

2) 施用回数による変動

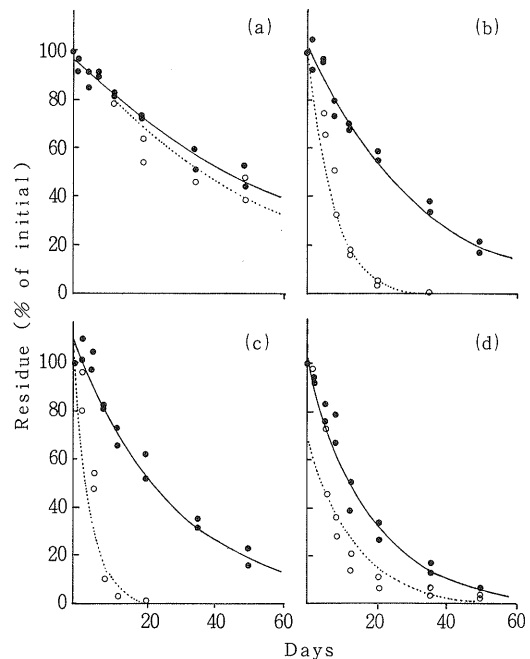
室内試験の結果だが、ジフェナミドを繰り返し施用したのちの土壤中の残留率の変化を第2図に示した。1回施用のときは60日後でも当初量の40%が残留する。2回施用では10%となるが、3回施用すると20日後には検出されなくなる。4回施用すると5日後に検出されなくなる。メチルプロマイドくん蒸処理土壌や殺菌剤処理



第2図 ジフェナミド(5 μ g/g)の連続施用がその分解におよぼす影響 (Rehoveer 土壌, 室内試験)

(AVIDOV ら, 1988)

土壌ではジフェナミドの加速分解はみられなくなる (AVIDOV ら, 1988)。また、圃場において慣行量の除草剤を4回施用したのち、この土壌を室内にもちかえりさらに除草剤を処理してその残留率を調べた結果が第3図である (WALKER and WELCH, 1991)。プロピサミドとリニュロンの残留率は低くなり前者は20日、後者は40日後に検出されなくなる。また、アラクロールの減衰もはやくなる。しかしながらシマジンの残留率は施用回数に影響されないようである。ミカン園に連年使用したブロマシル剤の残効期間と土壤残留を調べた報告もある (高橋ら, 1978)。ブロマシルを7年間連年使用した土壌では処理後3カ月以降は初処理土壌に比べて殺草効果が劣る。また、処理後3カ月における土壌中のブロマシル残留量は初処理土



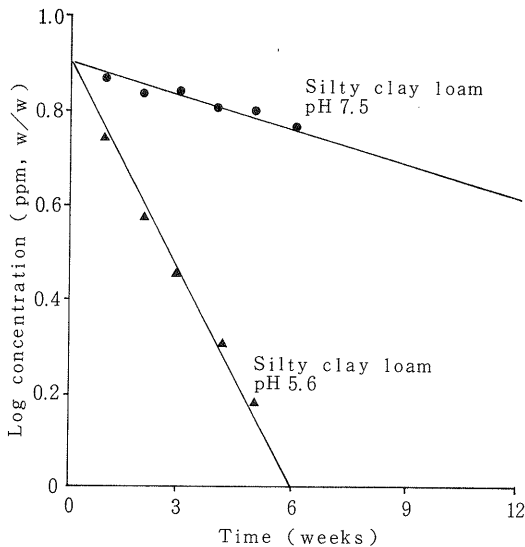
第3図 シマジン(a), プロピサミド(b), リニュロン(c)とアラクロール(d)の分解

● 除草剤を処理しない圃場の土壌
○ 適量を4回前処理した圃場の土壌 (WALKER and WELCH, 1991)

壤の14%に減少するという。チオカーバメート除草剤を処理した土壤に butylate や EPCT を処理してその残効性を調べた報告もある (TUXHORN ら, 1986, BEAN ら, 1988 a, 1988 b)。上述した例はほんの一例であるが、これらの現象は除草剤の分解が土壤微生物によって行われており、反復施用によって分解菌の活性が誘導されることも明らかになっている (山田, 1986)。

3) 土壤 pH による変動

一般にスルフォニルウレア系化合物の溶解度は pH 依存性である。chlorsulfuron の残留量が土壤 pH の違いで異なる例を第 4 図 (FREDICKSON and SHEA, 1986) に示した。これは埴壤土の場合だが埴土においてもここに示した結果と同様に土壤 pH が低いと chlorsulfuron 濃度は急激に減衰する。土



第 4 図 pH 5.6 と pH 7.5 の埴壤土における chlorsulfuron の分解

回帰直線 pH 5.6 $Y = -0.16X + 0.94$
($r^2 = 0.99$)

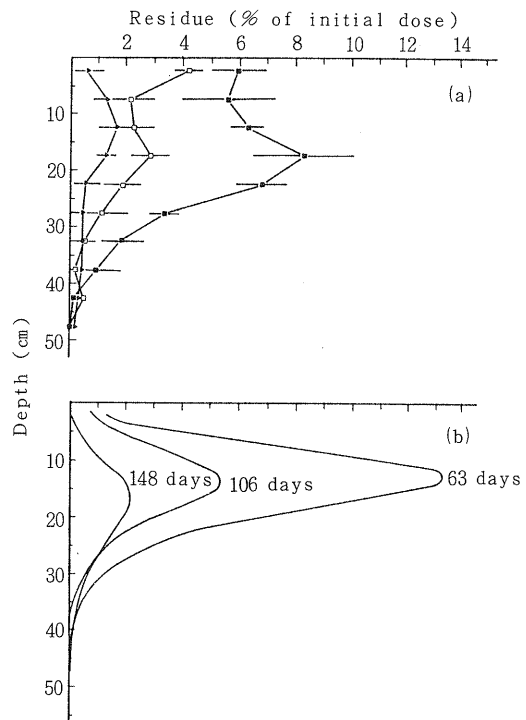
pH 7.5 $Y = -0.03X + 0.95$
($r^2 = 0.87$)

(FREDICKSON and SHEA, 1986)

壌への吸着が pH に依存することもイマザキンと imazethapyr とで調べられている (RENNER ら, 1988)。これらの化合物の土壤吸着は pH が 8 から 3 に低下するに従って増大する。

4) 垂直分布

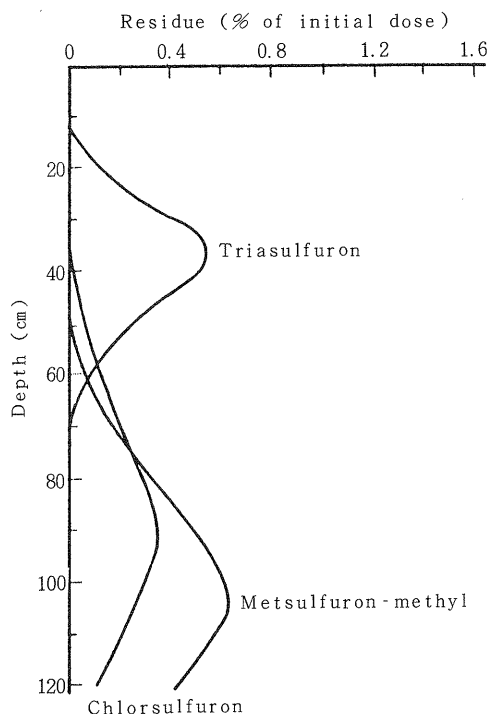
除草剤散布後、土壤中残留率の垂直分布を調べた報告がある。スルフォニルウレア系除草剤の 3 化合物, chlorsulfuron, metsulfuron, および triasulfuron である。第 5 図は春期に処理した chlorsulfuron の垂直分布と残留率である。(a) は実測値, (b) は計算値である。150 日後の残留率は 2% 程度で表層から 10~20 cm 下にピークが認められる。第 6 図は



第 5 図 春季、圃場に処理した chlorsulfuron 残留の垂直分布

(a) 実測値 ■ 63日後, □ 106日後, ▲ 148日後
(b) 計算値

(WALKER and WELCH, 1989)



第6図 処理後355日のchlorsulfuron met-sulfuronおよび Triasulfuron 残留の垂直分布

(WALKER and WELCH, 1989)

3化合物の処理後355日後の垂直分布と残留率

である。地表から40cmにtriasulfuronのピーク、他の2化合物は100cmにピークが移動する。

垂直分布の季節的変動も調べられている(WALKER, 1987)。5月に処理したプロピサミドは表層から1cmにピークがみられ、そのまま減衰し125日後の残留率は5%程度となる。一方10月に処理した場合は174日後、地表下5cmのところにピークが認められ残留率はやはり5%である。

5) 連用による土壌蓄積

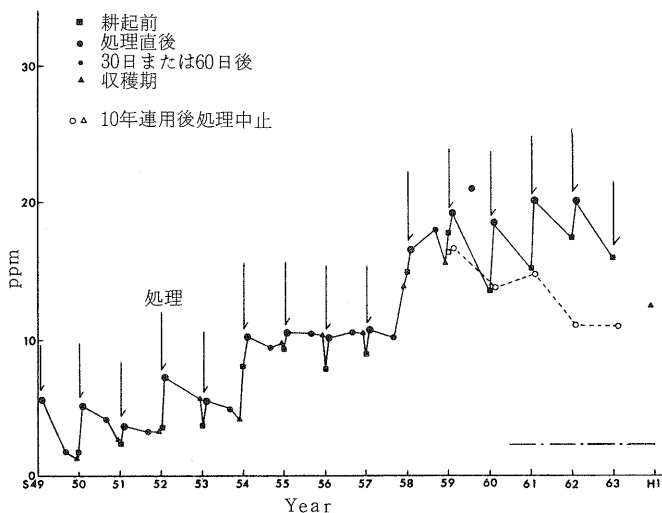
化合物の特性から土壌にイオン吸着する除草剤の例としてはパラコートがあり第7図に示した。パラコートの土壌蓄積は連用11年以降はプラトーとなりその濃度も15ppm程度で地表下10cm以内にとどまる(日本植物調節剤研究協会, 1990)。また、茶園に5年間連用したパラコート及びジクワットはそれぞれ4~7ppm, 5~9ppmで他の除草剤に比べて残留率が高い(中村, 1990)。

このほか土性や土壌中の有機物含量の違いによる除草剤の吸着, 残留量, 残留率についての

第1表 効果の変動要因

環境要因	除草剤が受けるプロセス
大気温度	除草剤成分の土壌中の保持の多少
相対湿度	
放射強度	
降水量	植物への取り込み
風	
地温, 水温	移動
土壌水分	
土壌微生物 など	代謝
	土壌中の効力
	土壌からの流出
	土壌への吸着 など

(DEVINE, 1988 一部改変)



第7図 パラコートの牛久水田土壌中の残留量の推移

(日本植物調節剤研究協会, 1990)

報告は非常に多い。第1表に環境諸要因と除草剤が蒙るプロセスの諸項目 (DEVINE, 1988) をあげたがこれらの要因の組み合わせによって除草剤の残留には予期しない結果があらわれるかもしれない。

4. 残留量と作用性はパラレルか

1) 土壌からの除草剤の抽出

除草剤の残留型の多様性を水稲用および畑地用除草剤についてみてきた。そこではふれなかったのが土壌中の除草剤の抽出法である。除草剤の残留分析では土壌中にある微量の除草剤成分を抽出し精製し分析に供する。微量の成分を効率よく抽出するためにいろいろな溶媒が使われる。常法としては数種の有機溶媒が用いられているが、多くの除草剤は含水アセトンで抽出できる。CNP, クロメトキシニル, オキサジアゾン, ピラゾレート, ピラゾキシフェンなどの抽出には酸性アセトンが用いられる。またダイムロンは含水メタノールで抽出される。最も苛酷な方法で抽出されるのはパラコートやジクワットである。18N硫酸で加熱抽出される。これらの化合物は土壌吸着が強く、またこのような方法によっても安全なためである。前項残留型の多様性のところであげたすべての除草剤は有機溶媒 (パラコートおよびジクワットは18N硫酸加熱抽出) で抽出されている。

2) 濃度の表現

土壌中の除草剤濃度の分析値は乾土重量当たりの濃度 (ppmまたはppb) で表現されている。性状の異なる土壌を扱う場合この表現が常識的であり、また都合がよいことが多いのである。ところが除草剤の効果、土壌中の残効期間等を考える場合、乾土重量当たりの濃度の表現では解釈できない場面に遭遇する。とくに土壌処理

除草剤では除草剤成分と植物の器官、とりわけ根や生長点等の機能と密接な関係がある。そしてなによりも注目しなければならないことは植物の生育に必要な土壌容積と土壌水分ではなからうか。前項でとりあげたすべての除草剤の土壌中の濃度表現は乾土重量当たりの濃度あるいは土壌重量当たりの当初施用量に対する残留率で表現されている。

3) 残留量と作用性がパラレルでないいくつかの例

残留が土壌pHに依存する chlorsulfuron はpHが7.5や8.0と高くなると分解は遅く、5.6や6.3と低いときには分解は速い (FREDICKSON and SHEA, 1986)。ところがこのような土壌でソルガムを5週間栽培すると chlorsulfuron処理量に拘らずpHが高くなると生育量も上昇しpH 7.5では無処理区との差はみられなくなる。しかしpH 5.9では大きな差がみられた。この現象は土壌中の残留濃度と全く反対である。この理由としてpHが高くなると chlorsulfuronの効果がなくなるか、またはソルガムへの吸収が容易でなくなるためであるとしている。

つぎに同じ chlorsulfuronの残留率を地表下の垂直分布として調べた分析値とその圃場におけるレタスおよびてんさいを供試してバイオアッセイしその残効を比べた報告 (WALKER and WELCH, 1989) の例をもうすこし詳しくみてみよう。高薬量区 (32 g/ha, 慣行量は7.5 g/ha) では処理後12ヵ月後でも薬害を示し、残留率は当初量の0.5%以下であったが、垂直分布の分析値とバイオアッセイによる供試植物の生育量とが予想された結果と一致しない。この理由として供試植物がきわめて感受性であること、土壌残留の量が理想的条件下の栽培試

験では供試植物にとっては厳しいこと、土壌の極めて表層に残留している痕跡量も考慮にいれる必要があるとしている。そして春季に慣行量を使用しているかぎりでは後作物に影響はないとしている。

チオカーバメート系除草剤 butylate の土壌残留量とバイオアッセイの結果が一致しない例もある (TUXHORN ら, 1986)。すでに butylate を前処理させた土壌では butylate 分解が速いことはさきにのべたが、燕麦を用いたバイオアッセイの結果は残留量の化学分析の結果と一致しない。すなわち butylate を前処理しない土壌の butylate の殺草活性は分析値の 3~4 倍高い活性を示し、butylate を前処理した土壌では 20~30 倍高い活性を示す。butylate の残留量とバイオアッセイとの結果が一致しない理由として土壌中において butylate のスルホキシル化が生じ、この変成物による殺草活性がバイオアッセイの結果にあらわれたものとしている。

私たちの研究室においても除草剤の土壌中の残留量の分析値と植物の生育量との相関を調べているが、常法 (アセトン抽出) による除草剤成分の抽出による分析値は植物に対する作用性 (生育量を指標にして) との相関が低い (杉山ら, 未発表)。すなわち夏作における大豆栽培にメトラクロール乳剤を処理した土壌 (観音台, 淡色黒ボク土) のアセトン可溶態濃度 ($\mu\text{g}/\text{ml}$ 生土壌) とその土壌による植物 (イタリアンライグラス) の生育量との相関を調べると Y (生育量, 無処理対比) = $82.0813 - 24.4771 \ln X$ ($r = -0.5995^*$) で相関係数は低い。ところがメトラクロール処理土壌を蒸留水で抽出した水可溶態濃度 ($\mu\text{g}/\text{ml}$ 生土壌), さらに土壌水分率から算出した土壌水分当たりの水

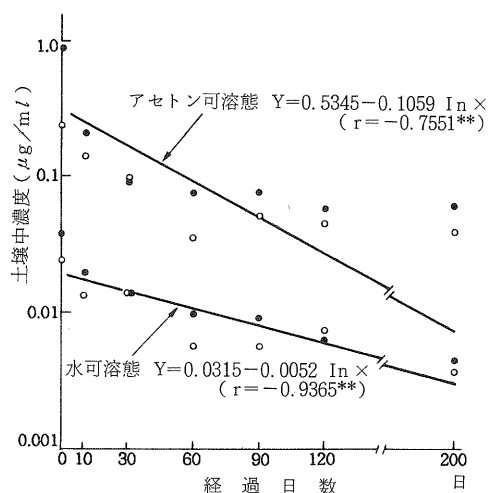
可溶態濃度と生育量の関係を見ると前者は $Y = 29.3054 - 20.4179 \ln X$ ($r = -0.8935^{**}$), 後者は $Y = 51.4642 - 21.359 \ln X$ ($r = -0.8925^{**}$) と高い相関を示す。

ソルガムに対するアラクロールの葉害を土壌の諸要因との関係で調べた報告 (REINHARDT and NEL, 1988) ではアラクロールの活性は土壌中の有機物含量や粘土含量と逆の相関を示すが、土壌水分含量はその活性と正の相関を示すという。

土壌処理剤にとってその効果, あるいは残効を支配している大きな要因のひとつは土壌水分中の除草剤濃度ではないだろうか。

4) 土壌水分中の除草剤濃度と作用性

第 8 図に小麦作にペンディメタリン粒剤を処理した土壌 (観音台, 淡色黒ボク土) のペンディメタリン濃度と処理後の経過日数との関係を, また第 9 図には処理土壌の除草剤濃度と植物 (イタリアンライグラス) の生育量との関係を示した (杉山ら, 1990b)。土壌中のペンディ

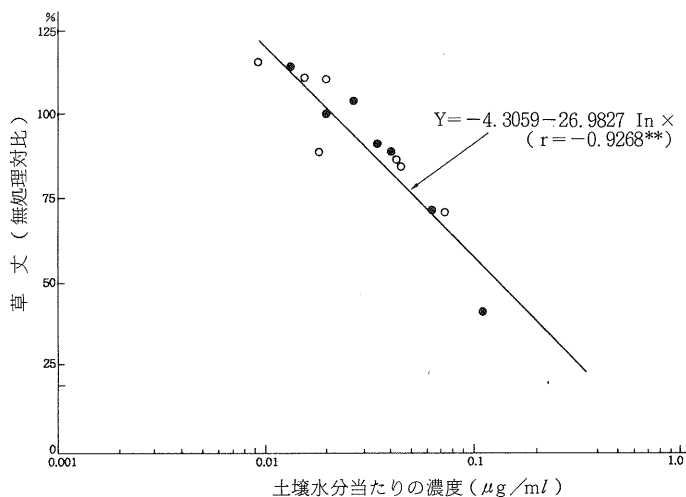


第 8 図 土壌中のペンディメタリンのアセトンおよび水可溶態別濃度 (観音台圃場)

○ 細粒剤 4kg/10 a

● 細粒剤 8kg/10 a

(杉山ら, 1990)



第9図 土壌水分当たりの水可溶態ペンディメタリン濃度とイタリアンライグラスの生育量（観音台圃場）

○ 細粒剤 4kg/10 a, ● 細粒剤 8kg/10 a

（杉山ら, 1990b）

メタリンは処理後の経過に従って減衰するが、経過日数との相関はアセトン可溶態に比べて水可溶態の方が高い。また、アセトン可溶態濃度から水可溶態を引いたものは蒸留水では抽出できないもの、言い換えれば植物には利用されにくいものであるといえよう。土壌水分当たりのペンディメタリン濃度と植物の生育量との相関も高い。またペンディメタリンの雑草種子生育濃度は無菌MS培地においてスベリヒユで 0.01 ppm, メヒシバでは 0.005 ppm で生育抑制する（江森・杉山, 1986）。

水稲用除草剤の場合も、これは酸アミド系化合物という限られた除草剤（ブタクロール、プレチラクロール、メフェナセット）の試験結果だが、土壌中濃度と稲に対する作用性との関係をみるとアセトン可溶態濃度よりも、水可溶態濃度、さらには土壌水分当たりの水可溶態濃度との相関が高い（杉山ら, 1990 a, 1990 c）。また作用性は埴壌土よりも砂壌土の方に強くあらわれるが、そのときの土壌水分当たりの除草

剤濃度も砂壌土の方がやはり高い。

一般にパラコートやジクワットは土壌吸着が強く、一度吸着されると植物への作用性はなくなるとされているが、高濃度が施用された場合、とくに火山灰土では作物薬害を生じる（中村, 1991）。これらの除草剤処理土壌を30%塩安で抽出し、溶出濃度が2 ppm（パラコート）、あるいは5 ppm（ジクワット）を越えると小麦に生育障害をおこすという（宮原ら, 1988）。

連年施用や、高濃度施用の場合、パラコートやジクワットも土壌水中に溶出する可能性を示唆していると言えよう。

土壌中の除草剤を蒸留水や低濃度イオン水で抽出することは常識的でない。もっとも低濃度イオン水（0.01 M CaCl_2 など）で抽出した例はいくつかある（HANCE, 1976, HANCE and EMBLING, 1979, WALKER, 1987, BLAIR and MARTIN, 1988, CLAY, 1988）。しかし、いずれも土壌吸着に関連した試験のなかで行われている。除草剤の効果との関係からみれば、土壌水分に注目しこれらの結果を土壌水分当たりの除草剤濃度をバイオアッセイの結果との関係で見直すことによってそれぞれの除草剤の土壌中の物理化学的性状と作用性との関係も明らかになると考える。残効や残留を考える際に、とくに除草剤の場合は土壌水分という要因を加えることが重要ではなかろうか。

5. 再び残効性と残留性について

一定期間効果が持続する残効性除草剤が、様々な環境要因によっては後作物にも悪影響を及ぼす残留性除草剤に転化する可能性はある。しかしながら、近年開発され、普及に移されている除草剤は速分解、非残留、低毒性という範疇にはいるものばかりである。しかも今後は低薬量化がますます指向されるであろう。多様に変化する環境要因、複雑に組み合わさった環境条件下においても効果の変動を小さくし、効果の持続性を保つためには除草剤の主成分の性状も重要だが製剤の大部分を占める補助剤が大きな役割をはたしているのではないだろうか。除草剤の製剤技術の急速な進歩のなかで既存の成分を見直し新しい製剤技術によってその価値を高めようとする考え方も強まっている（中村，1989）。補助剤の役割に一層注目すべきであろう。

6. お わ り に

除草剤の効果の持続性を予測し、その適正使用を奨めるために内外の多くの研究者が「残効と残留」の問題に取り組んでいる。

本稿ではふれることができなかったが、栽培形態との関係、たとえば不耕起栽培と関連した除草剤の効果と残留などについても欧米を中心に多くの研究報告がある。いずれにしても除草剤の効果の予測、効果の定量化は土壤中の除草剤の化学的定量化とともに生物的定量化という複雑な研究手法をあわせて駆使した新しい体系が確立されなければならないだろう。道程は遠いように見えるが近年の先端技術、素材に関する研究の成果などの導入によりその実現を早めたいものである。

引 用 文 献

- 1) AVIDOV, E., N. AHARONSON and J. KATAN (1988): WEED SCIENCE **36**, 519-523.
- 2) BEAN, B. W., F. W. ROEH, A. R. MARTIN and R. G. WILSON (1988 a): WEED SCIENCE **36**, 70-77.
- 3) BEAN, B. W., F. W. ROEH, A. R. MARTIN and R. G. WILSON (1988 b): WEED SCIENCE **36**, 524-530.
- 4) BLAIR, A. M. and T. D. MARTIN (1988): proc. EWRS symp. p 289-294.
- 5) CLAY, D. V. (1988): proc. EWRS symp. p 301-306.
- 6) DEVINE, M. D. (1988): proc. EWRS symp. p 219-226.
- 7) 江森 京・杉山 浩 (1986): 雑草研究, **31** (別), 39-40.
- 8) FREDICKSON, D. R. and P. J. SHEA (1986): WEED SCIENCE **34**, 328-332.
- 9) HANCE, R. J. (1976): WEED RESEARCH **16**, 317-321.
- 10) HANCE, R. J. and S. J. EMBLING (1979): WEED RESEARCH **19**, 201-205.
- 11) 鉄塚昭三 (1977): 農薬誌 **2**, 201-213.
- 12) 宮原克祐他 7 名 (1988): 第12回農薬残留分析研究会 資料集 p. 50-52.
- 13) 中村完治 (1988): 「農薬の製剤技術と基礎」日本植物防疫協会, 東京. pp 103-126.
- 14) 中村幸二 (1990): 農薬誌 **15**, 271-281.
- 15) 日本植物調節剤研究協会 (1990): 植調 **24**, 388-402.
- 16) REINHARDT, C. F. and P. C. NEL (1988): proc. EWRS symp. p 251-256.
- 17) RENNER, K. A., W. F. MEGGITT and D. PENNER (1988): WEED SCIENCE **36**, 78-83.

- 18) 杉山 浩・江森 京・佐藤桃子 (1987): 雑草研究 **32**, 104-111.
 19) 杉山 浩・駒宮一雄・小林勝一郎 (1990 a): 雑草研究 **35**, 116-121.
 20) 杉山 浩・駒宮一雄・小林勝一郎 (1990 b): 雑草研究 **35**, 122-128.
 21) 杉山 浩・駒宮一雄・小林勝一郎 (1990 c): 雑草研究 **35**, 180-182.
 22) 高橋健二・坂井義春・原田 豊・広瀬和栄 (1978): 雑草研究, **23**, 28-31.
 23) TUXHORN, G. L., F. W. ROETH, A. R. MARTIN and R. G. WILSON (1986): WEED SCIENCE **34**, 916-965.
 24) WALKER, A. (1987): WEED RESEARCH **27**, 143-152.
 25) WALKER, A. and S. J. WELCH (1989): WEED RESEARCH **29**, 375-383.
 26) WALKER, A. and S. J. WELCH (1991): WEED RESEARCH **31**, 49-57.
 27) 山田忠男 (1984): 雑草研究 **29**, 179-187.
 28) 山田忠男 (1985): 雑草研究 **30**, 1-20.
 29) 山田忠男 (1986): 「微生物と農業」岸・大畑編 全農教, 東京 pp371-383.

【ポラリス】 だったら、 5満足。

ポラリスはここが満足。
数えたら、5つありました。

- ① いろいろな雑草に効きます。
- ② 効きめじっくり、効果は長持ち。
- ③ サラッと撒いて、ラクに使えます。
- ④ 人にも自然にも安心成分です。
- ⑤ 値段もお手頃、経済的です。

● 詳しい資料をご希望の方は、下記住所までご請求ください。

ポラリス普及会 塩野義製薬株式会社・北興化学工業株式会社

事務局 日本モンサント株式会社 アグロサイエンス事業部 〒100 東京都千代田区丸の内3-1-1 国際ビル Tel.(03)287-1251

水田・畑・家まわりの除草に。
黄色いボトルで新登場。



新刊

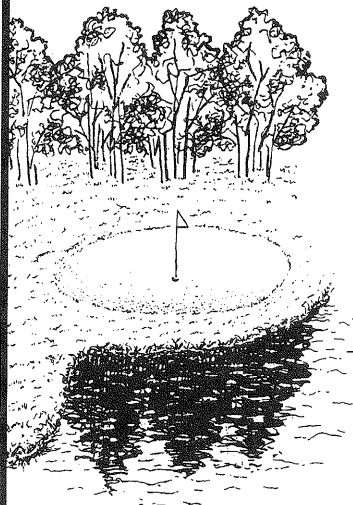
改訂 雑草学用語集

日本雑草学会／編集・発行 B5判 234頁 定価7,210円(税込)

呈内容見本

全国農村教育協会 〒110 東京都台東区台東1-26-6(植調会館) 電話/03-3833-1821 FAX/03-3833-1665

さらに、美しいコースのために。



■バシッとパッチをコントロールノ
ラージパッチ、ブラウンパッチ、葉枯病に卓効

バシパッチ® 水和剤

■カヤツリグサ科雑草をシャットアウトノ
ヒメクグ、カヤツリグサ科に優れた効果

トーンナツプ* 液剤

■広い殺草スペクトラム、高い安全性ノ
長い残効性が期待できる、土壌処理除草剤

ウェイアップ* フロアブル

 **株式会社 理研グリーン**

本社 東京都台東区上野2-12-20 NDK ロータスビル

TEL 03(3833)6321

支店 仙台・東京・静岡・名古屋・大阪

●農薬は正しく使いましょうノ

鋭い一発
雑草ハンター



GORB  **17/25**

水田雑草の除草に

武田 **ゴルボ** 粒剤 **17/25**



水田除草、新時代

ゴルボ普及会

武田薬品・日本チバガイギー・デュポン ジャパン リミテッド

雑草種子の発芽における不斉一性の要因

筑波大学生物科学系 鷲谷いづみ

「ひとたび種子が落ちれば、数年間は草取りの苦勞」と言う意味の西洋のことわざがある。雑草の種子が土壌中で長期間にわたって寿命を保ち、少しずつ芽生えを出現させるという厄介な性質をもっていることは、畑仕事や庭仕事をしたことのある誰もが身をもって知ることでもある。種子集団を構成する種子の発芽の時間的ばらつき、すなわち発芽の不斉一性は、程度の差こそあれ、植物の種類を問わず、どのような種子集団にも認められる。しかし、雑草種子の場合には特にそれが著しい。

生態的・進化的要因

セイヨウタンポポは、無性生殖によって遺伝的に均一なクローン種子を生産するという一風変わった種子繁殖を行うことで有名である。著者は、同じ場所に生育する多数のセイヨウタンポポ個体から種子を採集して、発芽に最適な温度条件のもとで発芽させ、発芽に要する時間の分散分析を行ってみたことがある。その結果では、同一親個体が生産したクローン種子間（同一親個体内）には、親個体間をはるかに凌ぐ発芽時間のばらつきが存在することが示された（鷲谷、未発表）。つまり、遺伝的に均一な種子集団内に不斉一性のかなりの部分が存在するのである。また、一般的に、同一個体の生産する種子集団の中に休眠の状態が大きく異なるも

のが存在していることもめずらしいことではない。その典型的な例は、キク科、マメ科、イネ科などの植物で多く報告されている種子の形態的多型や形成位置と結びついた休眠水準の変異である（Fenner, 1985）。

これらの事実は、種子の発芽の不斉一性を、親個体の戦略、すなわち「適応進化によって獲得された性質」、として捉える必要があることを示している。さて、生産した種子に由来する芽生えが一個体でも成熟して種子生産を行なえば、親個体の繁殖はとりあえず成功したといえる。それに対して、すべての子が成熟前に死亡すれば親個体の繁殖は失敗である。芽生え期になんらかの壊滅的な攪乱や物理的ストレスが生じるときには、一斉発芽は子个体群の絶滅をもたらし親の繁殖を失敗に終わらせる可能性が大きい。雑草は、そのほとんどが生態学的には、攪乱依存種（ruderal）に属する。攪乱の頻度の高い立地を生育場所とするだけに、発芽の不斉一性の意義が大きいことは以下のような考察からも明らかである。

個々の種子の発芽時期は個体の適応度に大きな影響を与える。芽生えの生存率が高い安定した環境のもとでは、発芽時期が早ければ早いほど高い適応度が達成される（鷲谷, 1991）。それは、成熟に至るまで長い成長期間が享受できるために大きなバイオマス蓄積が可能なこと、

および早期の成長開始は種内および種間の競争において優位にたつための重要な要件であること、の二つの理由による。しかし、攪乱や物理的ストレスが時間的に大きく変動する現実の野外の条件のもとでは、芽生えの死亡率がそれらに応じた時間変動を示し、必ずしも早期発芽が有利とばかりはいえない状況が生まれる。例えば、夏季一年生植物の種子は早春から春にかけて発芽するが、発芽時期が早い個体ほど、霜害をうけて死亡する可能性が高いであろう。また、生育期のいずれかの時期になんらかの大きな攪乱に見舞われてそれ以前に発芽した個体が全滅することも、雑草がハビタットとしている立地ではそれほどめずらしいことではないであろう。そのようなハタビツで親の繁殖が確実に成功するためには、子の発芽の不斉一性は、発芽時間のばらつきが年オーダーで記述できる程度に大きく、永続的シードバンクが形成されることが必須である。たとえ千年に一度でも、すべての種子が発芽して植物体を形成した後に壊滅的な攪乱が起これば、永続的なシードバンクを持っていない限り、どのような一年生植物の系統も絶滅せざるをえない。永続的なシードバンクを形成するためには、散布直後の種子集団内に休眠種子の割合が多く、休眠解除の要求性が大きくばらついていることが必要となる。シードバンクを形成し得るような大きな発芽の不斉一性は、攪乱に依存した生活史を発達させた雑草にとって、本質的な戦略の一つであるともいえる。

野外環境の不均一性に由来する発芽の不斉一性

野外に種子を播種すると、実験室での発芽実験に比べてはるかに大きな発芽の不斉一性が観

察されることは、種子を扱う仕事をしている誰もが経験することである。その原因は、個々の種子にとっての微環境が異なること、すなわち環境の空間的不均一性に帰することができるであろう(鷲谷, 1989)。

発芽には十分な水分が必要であるが、小さい種子にとっては土壤表面の僅かな凸凹は、非常に大きな水分条件の違いをもたらす可能性がある(Harper et al., 1965; Oomes and Elberse, 1976)。また、種子が地表面から露出しているか、わずかでも土やリーターをかぶっているかといったささいな違いが、種子が発芽に利用できる水分の供給状況に大きな影響をあたえるであろう。そのため、野外では、個々の種子のおかれたマイクロサイトの水分条件の違いが発芽の不斉一性の重要な原因の一つとなる。

図1には、野外の裸地に播種したセイヨウタンポポ種子の発芽のタイムコースと室内で発芽の最適な温度に近い18°Cで発芽させた場合のタイムコースを示してある。室内実験では発芽の不斉一性はそれほど小さくなく、発芽開始から2日後にはほぼ80%の種子が発芽している。また、シャーレ(レプリケーション)間の発芽のばらつきも少なく、発芽率の標準偏差の値は無視しうほど小さい。これに対して、野外では、不斉一性が大きくなっており、毎日給水を行って水分条件のばらつきを少なくした場合でも、方形区(レプリケーション)間の発芽のばらつきはかなり大きい。また、播種した種子の40%発芽するのに発芽開始から5日間を要している。給水をせず、天然の降雨だけに水分供給をまかせた方形区ではさらに大きな不斉一性が認められ、発芽は降水パターンに依存して徐々に起こるだけでなく、方形区間の発芽のばらつきを示

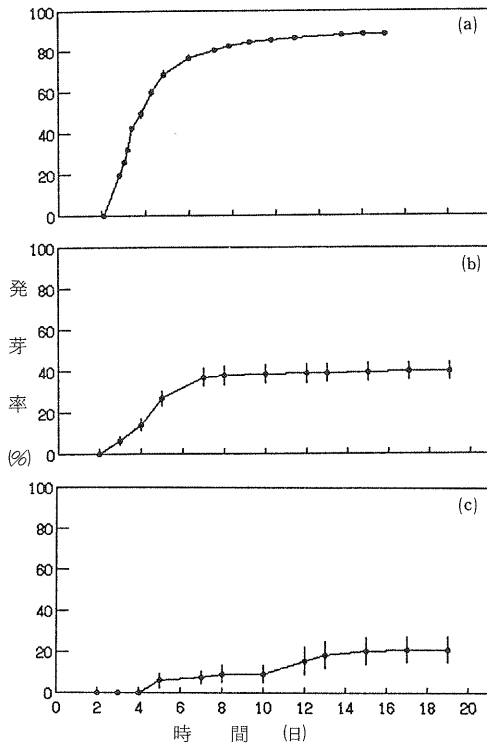


図1. 18°Cの制御環境下(a), 野外の裸地の給水条件下(b)および非給水条件下(c)での発芽のタイムコース.

(a)では、50種子6レプリケーション, (b)ならびに(c)では100種子4レプリケーションの平均値(黒丸)と標準偏差(縦棒)をプロットした.

す発芽率の標準偏差も非常に大きな値をしめす。このような比較から、水分条件の空間的不均一性が野外での不斉一性の一つの要因となっていることが示唆される。

環境条件の空間的不均一性は水分についてだけでなく、温度についても認められる。その不均一性のうち最も顕著なのは、土壌内鉛直方向への系統的溫度変化であり、地表面付近では特に著しい変化が見られる。図2には、裸地の地表面および地下2cmの深さにおいて、熱電対を用いて連続的に温度を測定した結果の一例を示した。4月の一カ月間のデータである。地表面では、日較差が大きく、晴れた日にはそれが

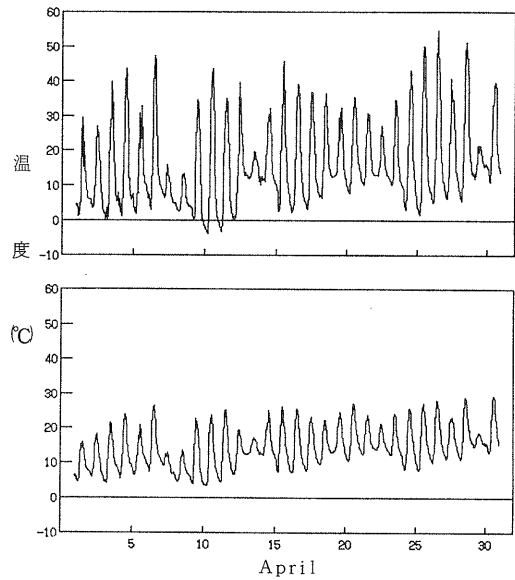


図2. 4月の裸地の地表面(上)および地下2cmの深さ(下)における温度変化.

50°Cにも及ぶが、地下2cmでの日較差は高々18°C程度である。温度交代(変温)は、多くの雑草種子の休眠を打破する重要な環境シグナルであり、変温幅や低温相と高温相の温度範囲に種特異的な要求性が認められる。有効な条件では短時間(少ない温度交代回数)で休眠が解除されるが、それほど有効ではない変温条件では休眠解除に長い時間を要する。休眠解除に変温を要求する雑草種子にとっては、個々の種子の土壌中垂直方向における位置のcmオーダーさらにはmmオーダーでの差異が休眠解除に差をもたらし、発芽の不斉一性の大きな要因となるであろう。日変化だけでなく季節変化にもみられる大きな温度の不均一性は、休眠の誘導や解除の差異を介して発芽の不斉一性の重要な原因となると考えられる。

積算温度は非休眠種子の発芽の遅速を支配する大切な要因であるが(鷺谷, 1987), 図2にデータを示した期間についてのみ計算した積算温度(基準温度5°C, 最大制限温度35°C)は、

地表面では 7,420 Kh (Kelvin・hour), 地下 2 cm では 6,830 Kh, 日平均積算速度はそれぞれ約 250 Kh/日および 230 Kh/日である。さて, セイヨウタンポポの種子に必要な積算温度はおおよそ 1,000~2,000 Kh であり, 1,000 Kh で種子集団の約 30%, 1,900 Kh では約 80% の種子が発芽する (Washitani, 1984)。仮に水分条件が一様に好適であったとして, 地表面と地下 2 cm で 80% の種子が発芽するのに要する時間を計算してみると, それぞれ 7.6 日および 8.3 日となる。垂直方向の温度条件の違いによる非休眠種子の発芽速度の違いは, 不斉一性の要因としてはそれほど重要ではなさそうである。

フィトクロームを介して種子の休眠状態を大きく支配する光質 (赤色光/遠赤色光比) は, 種子の上方にある一枚の葉によって大きく変化する (Washitani et al., 1989)。種子を覆うものは, 土であれ生葉であれ枯葉であれ, 種子の微環境を大きく変えることになるのである。そのような微環境の違いは種子の挙動に大きな違いをもたらす可能性がある。たとえば, 植被下の地表面に置かれたホソアオゲイトウの種子集団と地下 10 cm の深さに埋めた種子集団とでは, その運命が大きく異なり, それが種子発芽の緑陰感受性によるものであることが明らかにされている (Washitani, 1985b)。

このように, 野外では, いろいろな環境因子に大きな空間的不斉一性が伴うが, 種子の垂直方向への分布のレンジのきわめて大きい耕地では, 個々の種子のおかれる環境の違いは非常に大きなものとなり, それに応じた種子の発芽の不斉一性も極めて大きなものとなりうるであろう。

非休眠種子の発芽の不斉一性

種子の生理的性質に由来する不斉一性の要因

は, 実験室で分析することができる。これは大きく二つにわけて理解することができる。非休眠種子の発芽にみられる不斉一性と, 休眠に関連した不斉一性である。

発芽の研究では発芽のタイムコース, すなわち種子集団の発芽率の経時変化, を基本的データとして解析することが普通に行われるが, これは種子の反応の時間的ばらつきにはかならない。著者らは各種温度条件下におけるホソアオゲイトウ (Washitani and Takenaka, 1984ab), セイヨウタンポポ (Washitani, 1984), アメリカフウロ (Washitani, 1985a) などの種子の各種温度条件における発芽タイムコースを詳しく分析することにより, 非休眠種子の発芽挙動のばらつきは 2 つの要因にわけて理解することができることを明らかにし, 併せて非休眠種子集団の発芽の温度時間依存性を記述する一般モデルを提唱した (Washitani, 1987)。

二つの要因のうちの一方は, 発芽の高温側あるいは低温側限界温度の種子集団内でのばらつきである。詳しい解析がなされた例ではいずれの場合も, 限界温度は種子集団内で正規分布していることが示された。限界温度と種子集団内でのそのばらつきは, 生体膜の相状態や流動性が発芽に及ぼす作用によって説明される。発芽過程の開始や維持に関与する膜結合の制御因子の活性あるいは機能水準はその因子のコンホメーションに大きな影響を与える磷脂質二重層膜の状態や流動性によって支配される。生体膜を構成するりん脂質の組成のわずかな違いにより, 膜の流動性などの性質に不連続的な変化が生ずる温度 (相転移温度など) が種子ごとに微妙に異なり, 発芽限界温度にばらつきが生じることは想像に難くない。

不斉一性の原因として重要なもう一つの要因は、種子間の発芽速度のばらつきである。発芽速度は、発芽に要する時間の逆数として定義される。環境条件の時間変動の著しい野外では、発芽に好適な条件が長続きするとは限らないので、野外での発芽速度のばらつきは制御環境下におけるそのばらつきに比べるとかなり大きいものとなることはすでに述べた。しかし、実験室内で測定される発芽速度およびそのばらつきと野外における発芽速度との間には明らかに相関があり、実験室における発芽速度の分析が野外における非休眠種子の発芽の不斉一性を理解するためには重要である。

発芽に要する時間あるいは発芽に必要な積算温度 (θ) は、多くの場合、種子集団内で正の歪度をもった分布を示し、その分布関数は次のような経験式で近似することができる (Washitani, 1987; 鷲谷, 1987)。

$$F(\theta) = 1 - [3D^{-3}(\theta - m + D)^3 + 1]^{-1/2} \quad \dots\dots\dots(1)$$

なお、 m は分布のメジアン、 D は集団の発芽開始から 50% 発芽までの時間あるいは積算温度である。したがって、 D が非休眠種子の発芽の不斉一性をあらわすパラメータとなる。

実験で得られたタイムコースに合うように分布関数のパラメータを簡便に決定するには、最終発芽率の 30%, 50% および 70% が発芽するのに要する時間 (T_{30} , T_{50} , T_{70}) をタイムコースから読み取り、

$$m = T_{50} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$D = (T_{50} - T_{30}) / 0.3 \quad \dots\dots\dots(3)$$

あるいは、

$$D = (T_{70} - T_{50}) / 0.5 \quad \dots\dots\dots(4)$$

として求めればよい。なお、上記分布式での近似が有効である限り、(3)(4)のいずれをもちいて

も同じ D の値がもとめられるはずである。なお、前歴温度条件によって発芽に必要な積算温度の分布、すなわち、 m や D の値が変化することがカントウタンポポの種子で認められた (Washitani and Ogawa, 1989)。冷湿条件にさらされることによって起こるその変化は、発芽の不斉一性をいっそう大きくするようなものであった。

種子の休眠状態のばらつきに由来する不斉一性

非休眠種子の性質のばらつきよりもっと大きな発芽の不斉一性の原因となるのが種子の休眠解除に必要な環境条件要求性のばらつきである。この原因による雑草種子の発芽の不斉一性の時間スケールは 100 年にも及ぶことが、種子寿命に関する実験として有名な Beal 博士の実験の結果から伺い知ることができる (Kivilaan and Bandurski, 1981)。メマツヨイグサやピロードモウズイカなどの雑草の種子集団のなかには 100 年余も休眠状態で寿命を保つものが含まれていることが明らかにされた。

休眠機構の多様性に応じて、その不斉一性のありかたも多様である。しかし、休眠の生理・生化学的機構が十分には解明されていないので、不斉一性が生じる理由も十分には理解されていない。したがって、ここで紹介できるのは現象論だけである。

冷湿条件によって解除される休眠は、野外で春に発芽する温帯植物の種子に広く認められる性質である。普通 10°C 以下の温度が必要であるとされるが (Bewley and Black, 1982)、休眠解除に必要な最短の処理時間 (限界処理時間) は種子集団内の種子ごとにかなりばらついているのが普通である。エゾノギンギシの種子集団においては、その限界処理時間が正規分布

していることが報告されている (Totterdel and Roberts, 1979)。特定の温度領域の温度による休眠解除および誘導は、雑草種子に広く見られる現象であるが、いずれの場合にも、種子集団内の種子が一斉に反応して休眠状態を変えるというよりは、時間の経過とともに休眠解除あるいは誘導される種子の割合が増大するというパターン (Washitani and Kabaya, 1988) が一般的である。

生態学的には裸地検出機能の意義をもつ変温 (交代温度) 要求性は、雑草種子に広くみられ

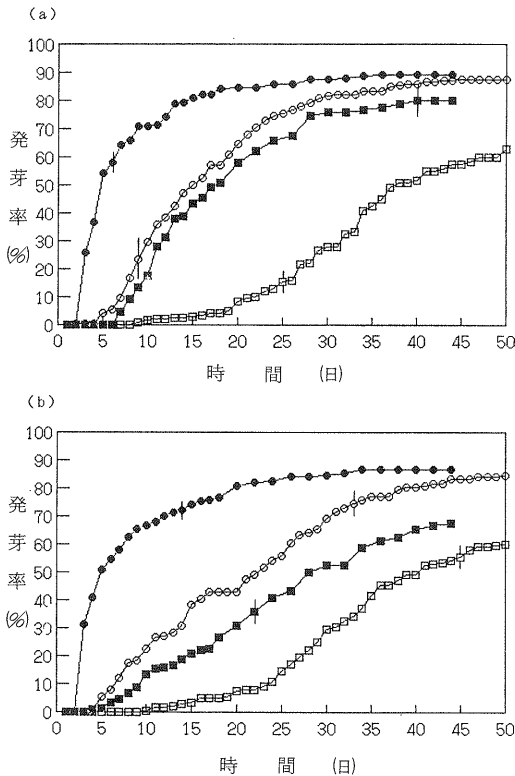


図3. 異なる前処理を行ったオオブタクサ(a)およびブタクサ(b)種子の、10℃/30℃の交代温度条件下での累積発芽曲線。

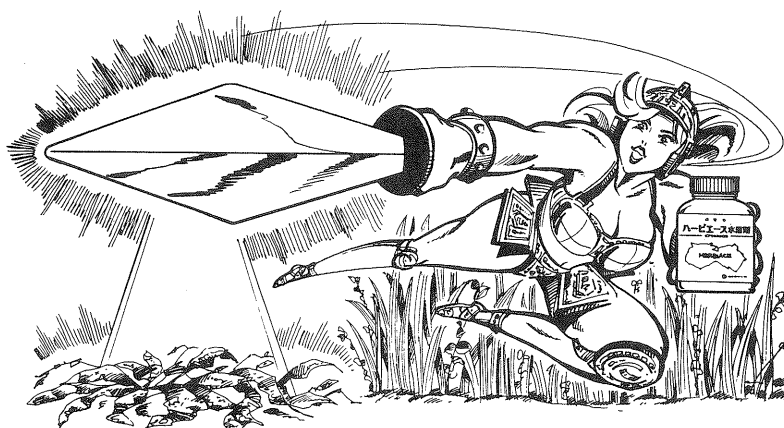
○: 冷湿処理・4週間, □: 冷乾処理・4週間,
●: 冷湿処理・3カ月, ■: 冷乾処理・3カ月,
縦棒は各条件下での発芽率の標準偏差の最大値を示す。

る性質である (Bewley and Black, 1982)。変温の温度幅や低温相あるいは高温相の温度とそれにさらされる時間など、休眠解除の有効性に関連のあるいろいろなパラメータが指摘されているが、多くの場合、温度交代の回数を重ねるにつれて休眠が解除され、発芽可能となる種子が増大する。その例として図3に示したのは、一定期間冷湿処理を施したオオブタクサ種子集団ならびにブタクサの種子集団の交代温度条件下での発芽のタイムコースである (Washitani and Nishiyama, 未発表)。これらブタクサ属の植物の種子の休眠解除条件は複雑で、冷湿条件と交代温度条件がある程度相加的に休眠解除をもたらす。なお、冷乾処理も長く行えば休眠解除種子の割合が増加するが、その効果は冷湿処理に比べると小さい。比較的十分な冷湿処理をほどこした種子集団では、交代温度条件に移すとほとんどの種子が比較的短期間のうちに発芽する。そのような種子集団では、多くの種子がすでに非休眠状態にあったと解釈できよう。これに対して冷乾処理1カ月の種子集団では交代温度下でも発芽の不斉一性はかなり大きく、時間とともに発芽種子が少しずつ増え続ける。これは、交代温度に移す前には種子集団中の大部分の種子が休眠状態にあり、温度交代が回を重ねるにつれて休眠から醒めて発芽する種子が増大することを示している。発芽時間のばらつきが非常に大きく、非休眠種子の発芽時間の分布とはかなりパターンを異にしているのがその特徴である。

引用文献

- Bewley, J. D. & Black, M. (1982) Physiology and biochemistry of seeds. Springer-Verlag press, Berlin Heidelberg New

- York.
- Fenner, M. (1985) Seed ecology. Chapman and Hall, London.
- Harper, J. L., Williams, J. T. & Sagar, G. R. (1965) The behaviour of seeds in soil. Part I. The heterogeneity of soil surface and its role in determining the establishment of plants from seed. *Journal of Ecology* **53**, 275~286.
- Kivilaan, A. & Bandurski, R. S. (1981) The one hundred-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. *American Journal of Botany* **68**, 1290~1292.
- Oomes, J. J. M. & Elberse, W. T. (1976) Germination of six grassland herbs in micro-sites with different water contents. *Journal of Ecology* **64**, 745~755.
- Totterdell, S. & Roberts, E. H. (1979) Effects of low temperature on the loss of innate dormancy and the development of induced dormancy in seeds of *Rumex obtusiflorius* L. and *Rumex crispus* L. *Plant Cell & Environment* **2**, 131~138.
- Washitani, I. (1984) Germination responses of a seed population of *Taraxacum officinale* Weber to constant temperatures including the supra-optimal range. *Plant cell & Environment* **7**, 655~659.
- Washitani, I. (1985a) Germination rate dependency on temperature of *Geranium carolinianum* seeds. *Journal of Experimental Botany* **36**, 330~337.
- Washitani, I. (1985b) Field fate of *Amaranthus patulus* seeds subjected to leaf-canopy inhibition of germination. *Oecologia* **66**, 338~342.
- Washitani, I. (1987) A convenient sereening test system and a model for thermal germination responses of wild plant seeds: behavior of model and real seeds in the system. *Plant Cell & Environment* **10**, 587~598.
- Washitani, I. & Kabaya, H. (1988) Germination responses to temperature responsible for the seedling emergence seasonally to *Primula sieboldii* E. Morren in its natural habitat. *Ecological Research* **3**, 9~20.
- Washitani, I., Kishino, M. & Takenaka A. (1989) A preliminary study of micro-spatial heterogeneity in the light spectral environment of seeds and seedlings in a grassland. *Ecological Research* **4**, 399~404.
- Washitani, I. & Ogawa, K. (1989) Germination responses of *Taraxacum platycarpum* seeds to temperature. *Plant Species Biology* **5**, 123~130.
- Washitani, I. & Takenaka, A. (1984a) Germination responses of a non-dormant seed population of *Amaranthus patulus* Bertol. to constant temperatures in the suboptimal range. *Plant Cell & Environment* **7**, 353~358.
- Washitani, I. & Takenaka, A. (1984b) Mathematical description of the seed germination dependency on time and temperature. *Plant Cell & Environment* **7**, 359~362.
- 鷲谷いづみ. (1987) 種子発芽の温度による制御……非休眠種子の発芽の温度反応. 種子生態 **17**, 1~18.
- 鷲谷いづみ. (1989) 種子発芽の生態学……方法論と展望の模索. 種生物学研究 **13**, 1~17.
- 鷲谷いづみ. (1991) 植物の繁殖の季節性の進化と種子の休眠. 遺伝 **45** (4), 85~89.



自然には、
自然から生まれたバイオ除草剤

りんご、なし園の下草防除によるハタニ類の防除に適用拡大!

- 確かな効きめです。
- 効きめが速く、長続きします。
- 土壌を汚染しません。
- 果樹等の根元まで除草できます。
- より高い安全性を追求しました。
- 新製剤——顆粒状水溶剤です。

明治ハービエース水溶剤

果樹園、野菜畑、桑園、水田、非農耕地に!

明治製薬株式会社

新刊

待望の植物生態図鑑 遂に完成

日本

山野草・樹木生態図鑑

シダ類・裸子植物・被子植物(離弁花)編

監修/沼田 真

編者/浅野貞夫・桑原義晴

B5判・664頁・オールカラー・定価25,000円(本体24,272円)

内容見本進呈

収録植物1602種類

植物の種類数が豊富

写真と図を併用した生態図鑑で植物が一目で判る

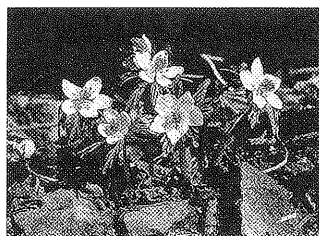
特色

生活型を記載した

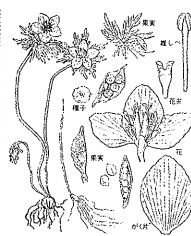
類似種の区別が容易

北海道から沖縄まで日本列島に生育する
シダ植物、山野草、雑草、帰化植物、樹木の
ほとんどについて、カラー写真2,655点、
図版830点をつかい、生育環境や生活型、
個々の種の特徴や類似植物との区別点などを
追究した、今までに類を見ない植物生態図鑑。

全国農村教育協会 東京都台東区台東1-26-6 〒110
TEL 03-3833-1821 FAX 03-3833-1665



参りく、製法の順に花が咲くので、モツラングワという



1980.3.11 埼玉県秩父 (1201)

1980.3.9 埼玉県秩父 (1202)

セツブンソウ

【キンポウゲ科】

Setsubunso

Shibatanthus pinnatifida Satake et Okuyama

夏緑性多年草。成長期間2-5月。山地の落葉広葉樹林の林

小葉片は線形で鈍形。葉は直立し、長さ5-15cm。葉上部に
無柄の苞葉がつく。茎、葉ともに軟弱で無毛。【花・果実】花
期は2-3月。花は茎先の苞葉の上に1個つく。花の径2-3
cm、花弁の幅は5mm、白色で線形、長さ1-1.5cm。花弁は

除草剤抵抗性遺伝子の作物への導入

農業生物資源研究所 細胞育種部 細胞育種研究室長 石毛光雄

1. はじめに

人が地球上で作物生産を開始して何千年が経過したのだろうか。作物の生産性をあげるために品種改良、肥培管理等多くの努力がなされてきた。作物と競合する雑草を除くためにも多大の労力を使ってきた。雑草防除の方法にも多くの工夫がされてきており、人力にたよっていた時代から、機械力の導入、そして除草剤の使用が普及してきた。

除草剤による雑草防除は画期的な技術であったため、先進国を中心に急速に普及してきた。薬剤散布により障害となる雑草を簡単に防除できるので、非常に効率的な方法である。除草剤は簡便で安易に使用できる技術であるために、除草剤の大量散布によるいくつかの問題点も生まれてきており、自然環境を保つための社会的要望が高まってきている。そのためには、不必要な除草剤の使用を控えるのは当然として、環境に優しい除草剤の開発や作物に新たな除草剤耐性を導入し、より安全な除草剤による雑草防除を可能とする技術開発が望まれている。

除草剤は植物の生理反応の特定のカ所を阻害する化学物質であり、この作用により選択的に雑草の生育を抑制することにより防除効果を発揮する。したがって、除草剤抵抗性の植物はその薬剤によっては生育に影響を受けないなんらかの別の代謝系を持つ必要がある。そうした代

謝系に関与する遺伝子がいくつか知られており、この遺伝子を作物に導入することにより除草剤耐性の作物を育種する試みがされており、こうした実験例は増加している。

抵抗性を作物に付加するための方法はいくつか試みられており、組織培養中の変異を除草剤入りの培地で選抜する「細胞選抜法」、野生の雑草中に存在する抵抗性を通常の交雑にはよらずに体細胞融合によって導入する「細胞融合法」、遺伝子組換えにより外来の除草剤抵抗性遺伝子を作物に導入する「形質転換法」がある。ここでは、これらの技術を使った作物への除草剤抵抗性の導入の例とこれらの技術上の問題点について述べてみたい。

2. 細胞選抜

植物の組織培養中、特にカルス培養中に突然変異が生じることはよく知られている。この突然変異の中から除草剤に抵抗性の変異体を選抜しようとする考え方がある。一般に突然変異育種では目的とする突然変異の頻度が極めて低いので数万を越す植物体のスクリーニングが必要となる。これに比べ細胞レベルでの選抜は格段に多くの細胞をとり扱うことが可能であるので、選抜効率は非常に高い。この細胞選抜の考え方は、バクテリア等での栄養要求性や薬剤耐性変異株の選抜で大きな成果をあげてきた手法であ

り、これを植物細胞レベルの選抜に適用する試みがなされている。

Swanson (1989)¹⁾らは、ナタネにおいて半数性の花粉培養と ethyl nitrosourea (ENU) による突然変異処理の技術を使って imidazoline 40 $\mu\text{g}/\text{l}$ の選抜圧で細胞選抜を行い、除草剤「Assert」, 「Pursuit」, 「Scepter」に抵抗性の植物を作出した。この植物は圃場での散布実験でも明らかな抵抗性を示すとともに F₁ hybrid でも抵抗性を示した。ここで使われた半数性の細胞で選抜し、その後染色体数を倍加する手法は、細胞選抜の効率を高めることができ、またホモ固定系統を得ることが容易なので細胞選抜では有力な方法といえよう。同様な手法で Schenck and Robbelen (1985)²⁾もナタネにおいて「Bentazon」に抵抗性の系統を作出している。

Sigematsu (1988)³⁾らは、タバコの培養細胞から 100 μM のアトラジンを含む培地で細胞選抜を行った。アトラジン耐性には葉緑体ゲノム (cpDNA) が関係しているが、この選抜された変異体は特定のアミノ酸残基が Serin から Threonin に変化していることが判明し、これまでの抵抗性の cpDNA と異なる場所でのポイント mutation であった。このように細胞選抜で明らかな抵抗性を獲得した細胞でのゲノム変化が明らかになった場合にはこの遺伝子をクローニングし、他の植物に導入できるので非常に有効であるが、一般には細胞選抜で得られた変異体についての遺伝的な解析が不十分な場合が多い。

Hauptmann (1988)⁴⁾らは、N-glyphosate に対するニンジンの細胞選抜により 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate (EPSP) 合成活性が 8.7 倍高い細胞を選抜

した。この細胞は EPSP をコードする遺伝子のコピー数が増加していることがサザンブロット分析から確認された。しかしながらこの増加したコピー数が再分化植物でも安定的に保たれているかは不明である。

細胞選抜では培地で多数の細胞に選抜圧がかかるので抵抗性細胞が得られやすい。例えば Taylor (1989)⁵⁾らは、赤クローバにおいて 2,4-D 抵抗性の細胞を選ぶことに成功している。また、Lupotto (1989)⁶⁾らは、トウモロコシにおいて体細胞胚分化の培養系を用いて、「Basta」に抵抗性の細胞を選抜した。これを再分化させたが、その抵抗性は植物体レベルでは明確でなかった。

細胞選抜はその原理や手法が簡単でカルスを経て再分化する培養系が開発できれば (プロトプラスト系、液体培養、花粉培養等) 適用できる範囲は広い。しかしながら、アイデアとしては簡単であるが、そこで起きている抵抗性獲得のメカニズムについては不明な点が多い。また、細胞レベルで抵抗性を示しても再分化した植物では抵抗性を示さない場合もあるし、再分化当代では抵抗性を示したとしても、種子繁殖した次代では抵抗性を失う場合もある。作物生産では遺伝的に安定した種子生産が不可欠であり、この点が細胞選抜の手法で解決すべき問題として残っている。細胞選抜の長所としては、形質転換作物はまだ一般圃場栽培が認可されていないが、細胞選抜された作物は、社会的に受け入れられやすいことがある。

3. 細胞融合

植物においては、種子繁殖の過程で自然交雑や人工交雑によりゲノムの組換えが起こり、新しい遺伝子の組合せを持つ植物が創られる。こ

の原理を明らかにしたのはメンデルであるが、メンデルの法則に基づいて異なる性質をもつ2つの親を人工交雑して、望ましい遺伝子の組合せをもつものを人為的に選抜する「交雑育種法」が現在でも最も強力な品種改良法となっている。しかしながら、この方法では交雑できる種の間でしか遺伝子の組換えを達成できないので、遠縁の種に利用したい遺伝子があったとしても利用できない。この種の壁を破ることを目的として開発されたのが、細胞を人工的に融合させ交雑不可能な種からも遺伝子を導入しようとする細胞融合法である。

Brassica 属や *Solanum* 属の野生種にはアトラジン等に抵抗性を持つ変異種があることが知られており、これらの野生種の除草剤耐性を細胞融合によって栽培種に導入する実験が行われている。

Barsby (1987)⁷⁾らは、ナタネにおいて非対称細胞融合で細胞質遺伝するトリアジン抵抗性 (cpDNA にコードされる) と細胞質雄性不稔 (CMS, mtDNA にコードされる) を合わせもつ系統を作出した。細胞融合後、再分化した植物は圃場での検定の結果トリアジン抵抗性を示した。また、このCMSを母親として交雑した次代の F₁ hybrid においても抵抗性を示したので、この系統を用いて除草剤耐性をもつ F₁ 雑種の採種体系を作ることができるようになった。彼らのグループは Chung (1988)⁸⁾らにおいても半数性の細胞間の細胞融合を実施し同様に細胞質雄性不稔でアトラジン抵抗性のナタネを作出した。

Jourdan (1989-1⁹⁾, 1989-2¹⁰⁾らは、*Brassia oleracea* と *B. napus* あるいは *B. oleracea* と *B. canpestris* との細胞融合により合成 *napus* で、トリアジン抵抗性の系

統を作った。融合細胞の選抜では、50mMのアトラジンで処理した。融合植物のなかで、アトラジン耐性でCMSのものは、ミトコンドリアゲノム (mt DNA) か *B. oleracea* で cpDNA が *B. canpestris* であり、細胞質の混在が確認された。GURI and SINK (1988)¹¹⁾は *Solanum nigrum* の変異体と *Soanum melongena* (ナス) を細胞融合し 0.1mM のアトラジンで細胞選抜し再分化個体を得た。アトラジン耐性を示した融合植物の cpDNA の一部が *S. nigrum* に由来することが確認された。しかし、花粉は、不稔で次代の種子が得られなかった。種子を得るには、1対1融合では種が遠縁すぎたためと思われる。

JAIN (1988)¹²⁾らは *S. nigrum* とトマト (*Lycopersicon esculentum*. L) とを融合し *S. nigrum* の細胞質 (この場合 cpDNA) を導入し、アトラジン耐性植物を得た。*S. nigrum* は、野生の雑草なので、トマトのプロトプラストを back fusion させて、よりトマトに近い除草剤耐性植物を得る方法を使用した。これまで細胞融合でとりこまれている除草剤耐性はトリアジン系除草剤に関するものがほとんどであった。これは、この耐性が cpDNA にコードされていて、葉緑体を導入するだけでよいから比較的容易であるためと思われる。細胞質の導入の場合は一方の核のみを不活化して融合する技術を使うことができる。しかしながら、細胞質でもミトコンドリアのゲノムは Erichsa and Kemble (1990)¹³⁾が示すように不安定であるので、注意をはらう必要がある。

Xiao (1986)¹⁴⁾らと Reith and Straus (1987)¹⁵⁾らが示したように、トリアジン耐性の cpDNA は、serine が glcine への一つのアミノ酸残基の置換の結果であることが判

明しており、これは、アラビトプシスや *S. nigrum* のトリアジン耐性のものと同様であった。

細胞融合は交雑不可能な種より除草剤耐性を導入するには強力な方法である。特に細胞質にコードされるものについては現在の形質転換では遺伝子を細胞質に導入することができないので有効である。また、遺伝子がクローニングされていなくても、適当な選抜システムがあれば抵抗性を導入できる利点もある。しかしながら、通常の1対1の融合では、除草剤耐性以外の形質も融合してしまうため、融合植物が望ましくない形質を多くもっていたり、種が遠すぎて次代の種子が生産できない場合もある。非対称融合や部分融合の技術の開発が望まれるが、現在のところ特定の形質のみを細胞融合でとり込むことは困難である。この点の技術開発が細胞融合法についての重点課題であろう。細胞融合では、ゲノムが両親の合計したものとなり、染色体数が多すぎるため不稔になる場合もあるので、半数性細胞の融合によりゲノムの倍加を防ぐのも重要な技術である。

4. 形 質 転 換

生物においては、遺伝子(DNA)からRNAへの転写、翻訳、タンパク質の合成を役で形質の発現がされる。したがって、遺伝子を取り出しそれを別の種に導入したらどうなるかという興味は誰でももつ。1970年代以降、生化学的手法特に分子生物学的手法が一段と発展し、まず微生物において遺伝子クローニング、形質転換の技術が確立した。植物では、形質転換をおこなう為の手法開発が遅れていたが、土壌中の細菌 *Agrobacterium tumefaciens* による形質転換系が確立して以来、急速に形質転換

技術が普及してきた。しかし *Agrobacterium* は一般に双子葉植物にだけ感染するのでイネ科等の植物には有効な手段とはなり得ない。

Agrobacterium が使えない場合の手段として、細胞壁を酵素処理して溶かしプロトプラスト状態にした細胞に電気パルスで小さな穴をあけDNAを注入するエレクトロポレーションの技術も確立した。また、プロトプラスト培養が困難な作物についてはDNAをまぶした微細な金属粒子を鉄砲で打ち込んで植物細胞に入れて形質転換する手法も報告されている。形質転換技術は除草剤耐性などのように比較的小数の遺伝子で制御される形質の導入には好適なものである。ただし、まだ開発されて間もない為、今後解決しなければならない問題もいくつかある。

除草剤「Bialaphos」は広い殺草スペクトラムを持ち作物除草剤としては有望であるが、作物をも殺してしまう。*Stereptomyces hygroscopicus* の株からとられた *bar* 遺伝子はこの Bialaphos に抵抗性を示す phosphinothricin acetyltransferase (PAT) をコードしている。この遺伝子を植物細胞中で働く遺伝子プロモーターと結合した後、植物に形質転換して Bialaphos 耐性の植物を作出する実験が進められている。Block (1987)¹⁶⁾ ら、Greef (1989)¹⁷⁾ らは、*bar* 遺伝子とカリフラワーモザイクウィルス 35Sプロモーターをつなげ、*Agrobacterium* をベクターとする形質転換でタバコ、トマト、バレイショに導入した。形質転換細胞の選抜にはカナマイシンと phosphinothricin (PPT) を用いた。形質転換したタバコにおいては除草剤「Basta」に対して除草剤処理によって通常引き起こされるアンモニアの蓄積もみられず、*bar* 遺

伝子が確実に働くことが証明された。ただし、PAT活性はいくつか再分化した形質転換体の間で大きく異なることも明らかになった。その後、形質転換したタバコとバレイショは圃場での試験がされ、タバコにおいては4,000 g/haのPPTに対して形質転換体は健全であったが、形質転換していない原品種は1,000 g/haの処理でネクロシスを起こし10日以内に死滅した。またPPT処理と無処理の場合を比較して形質転換体では、農業特性に有意な差は認められなかった。バレイショにおいては、品種Bintje, Berolina, Desireeを形質転換してbar遺伝子を導入した。形質転換体においては、除草剤の散布による影響はなかった。また、散布しなかった原品種との比較においても、大きな差は認められなかった。しかしこの試験は *In vitro* で育てたバレイショを直接畑で栽培した結果であり、収量性に関してはさらに大きな試験規模で通常の種イモからの栽培試験を行う必要があろう。Spener (1990)¹⁸⁾らと Gordon-Kamm (1990)¹⁹⁾らはbar遺伝子と35SプロモーターをつないでPUC19プラスミドに組込んだものをタングステン粒子(1.2 μ m)に混ぜて、トウモロコシのカルスにガンで打ち込んだ。1mg/lのbialaphosで形質転換した細胞を選抜しその後も細胞選抜を続けた。その後、再分化した植物を調べた結果bialaphosに抵抗性を持ち、遺伝することも確認された。しかしながら、この方法ではDNA打ち込み後、細胞がキメラ状態になり形質転換していない細胞から再分化する可能性があるので確実な細胞選抜系を使用することが重要であろう。

5-enolpyruvyl shikimate-3-phosphate (EPSP) synthase geneは除草剤glyphosate「Round up」に抵抗性を持つ

ことが知られている。Shah (1986)²⁰⁾らはペチュニアの細胞選抜の中からEPSPを多量に生産するcell lineを確立し、EPSP geneをクローニングし35Sプロモーターとつなげて*Agrobacterium*の系を用いてペチュニアにふたたび形質転換した。形質転換した植物は明らかに抵抗性を示した。同様の試みはアマでもJordan and McIlughen (1988)²¹⁾によって試みられ、抵抗性植物の作出に成功している。これらの実験で使われた遺伝子がもとは細胞選抜で得られた抵抗性細胞からクローニングされたことは興味深い。

アラビドプシスのなかからchlorsulfuron耐性の植物が見い出されこれに関与するacetyl-coA carboxylase (ACS) 遺伝子がクローニングされている。Haughn (1988)²²⁾らは、ACSをタバコに*Agrobacterium*の系を用いて形質転換し、1 μ Mでも抵抗性を示す植物の作質に成功している。同様の手法でMcHughen (1989)²³⁾はアマで抵抗性植物を作出している。

2,4-Dは、除草剤として古くから用いられてきたが、Lyon (1989)²⁴⁾およびStreber and Willmitzer (1989)²⁵⁾らは、*Alcaligenes eutrophus*から2,4-D monooxygenase 遺伝子(TFDA)をクローニングし、35Sプロモーターとつないでタバコに形質転換した。形質転換したタバコは3,000 ng/lの2,4-Dに対しても明らかな抵抗性を示した。

除草剤bromoxynil「Buctril」は、光合成系IIを阻害するが、Stalker (1988)²⁶⁾らは、これに抵抗性を示すbxn遺伝子を*Klebsiella ozaenae*からクローニングした。これをタバコに形質転換した結果、抵抗性植物の作出に成功した。

このように形質転換による除草剤耐性遺伝子の導入と発現にはタバコを中心として多くの成功例が報告されている。今後も作物の形質転換技術の進歩にともなって、除草剤耐性を付加した多くの作物が作出されよう。ただし形質転換によって、除草剤耐性を付加した作物が実用化されるにはまだいくつかの問題がある。形質転

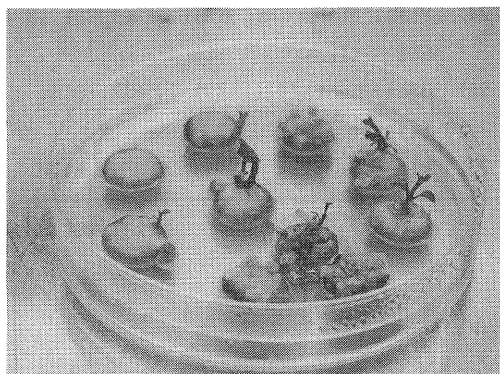


写真1. パレイシヨのチューバディスクからの形質転換体の再分化

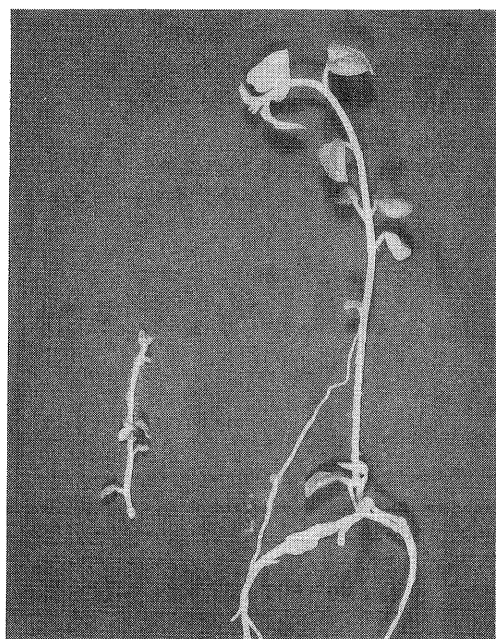


写真2. 形質転換体（右）と通常のパレイシヨの薬剤耐性（カナマイシン）（品種メイクイン）

換によって一般的な農業特性（収量、品質、耐病性）が悪化してはならないし、形質転換体が遺伝的に安定であることも非常に重要である。

Ishige (1991)²⁾（写真1, 2）らが示したように形質転換体はおなじ実験処理から再分化したとしても導入した遺伝子のコピー数、発現量が大きく変異することが多い。したがって、かなり多数の形質転換体を得て、通常の育種と同様な圃場での特性評価が必要となってくるであろう。これまでの形質転換では常時遺伝子発現をうながす35Sプロモーターを使用したものが多いが、本来除草剤耐性遺伝子は常に発現する必要はないし、除草剤の大量散布を防ぐ為にも、今後は遺伝子の発現調節の面でこれに代わるプロモーターが必要かもしれない。遺伝子組換え作物が社会的に認知され、除草剤耐性を付加した作物が品種となって生産されるのは、時間がかかるかもしれない。しかしながら、少なくとも本来人間にとって不必要な遺伝子の発現は極力おさえ込むような形で形質転換技術を確立する必要がある（例えば形質転換したあとの細胞選抜に用いるカナマイシン耐性等）。そうしなければたとえ安全性が動物テスト等で確認されたとしても消費者の理解は得られにくいのではないだろうか。形質転換技術は基礎技術が確立したばかりであり、今後各種の応用に向けての技術開発が急速に進むと思われる。最後に、本稿をとりまとめるに際し、斉藤博子さんの多くの協力に感謝する。

引用文献

- 1) T. A. G. (1989) 78 : 529-530.
- 2) Guruciferae News Letter (1985) 10 : 90-91.
- 3) M. G. G. (1988) 214 : 358-360.
- 4) M. G. G. (1988) 211 : 357-363.

- 5) T. A. G. (1989) 78: 265-270.
- 6) Maize Genetic Cooperation News Letter (1989) 63: 31-33.
- 7) T. A. G. (1987) 73: 809-814.
- 8) M. G. G. (1988) 211: 197-201.
- 9) T. A. G. (1989-1) 78: 271-279.
- 10) T. A. G. (1989-2) 78: 445-455.
- 11) Plant Science (1988) 58: 51-58.
- 12) Plant cell Tissue and Organ Culture (1988) 12: 189-192.
- 13) M. G. G. (1990) 222: 135-139.
- 14) T. A. G. (1986) 71: 716-723.
- 15) T. A. G. (1987) 73: 357-363.
- 16) EMBO Jornal (1987) 6: 2513-2518.
- 17) Biotechnology (1989) 7: 61-64.
- 18) T. A. G. (1990) 79: 625-635.
- 19) Plant cell (1990) 2: 603-618.
- 20) Science (1986) 233: 478-481.
- 21) Plant cell Reports (1988) 7: 281-284.
- 22) M. G. G. (1988) 211: 266-271.
- 23) Plant cell Reports (1989) 8: 445-449.
- 24) Plant Molecular Biology (1989) 13: 533-540.
- 25) Biotechnology (1989) 7: 811-816.
- 26) Science (1988) 242: 419-422.
- 27) Plant Science (1991) 73: 167-174.

**速くて、
しっかり**

ダブル
W効果の除草剤

- 速く効く、長く効くバスタ
- 人、作物、土、環境に優しいバスタ
- なんでも枯らすバスタ ●使いやすいバスタ

バスタ[®]液剤

© ドイツ ヘキスト社の登録商標

バスタ普及会 石原産業／日本農薬／日産化学

〈事務局〉ヘキストジャパン株式会社 〒107 東京都港区赤坂8-10-16 ☎03(3479)4382

新刊 山野草・樹木生態図鑑

シダ類・裸子植物・被子植物(離弁花)編 監修/沼田 真
編者/浅野貞夫・栗原義晴

B5判・664頁・オールカラー・定価25,000円(本体24,272円)

北海道から沖縄まで日本列島に生育するシダ植物、山野草、雑草、帰化植物、樹木について、カラー写真 2,655点、図版 830点をつかい、生活型、個々の種の特徴や類似植物との区別点などを追究

姉妹編 沼田真・吉沢長人／編集

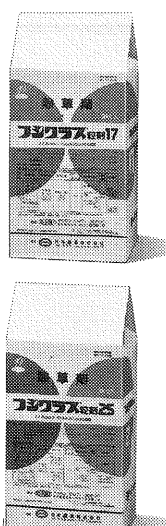
日本原色雑草図鑑

B5判／414頁(カラー1,020点)

定価10,094円(本体9,800円)

全国農村教育協会

東京都台東区台東1-26-6(植調会館)
〒110 TEL.03-3833-1821(代)



水田除草に一発解答。

効きめに、安全性に、
実績が光るフジグラス。



初・中期一発処理除草剤 **フジグラス[®]粒剤**

®:「フジグラス」は登録商標です。

●フジグラス粒剤の特長

- ①幅広い雑草にすぐれた効果を示します。
- ②多年生の難防除雑草にもよく効きます。
- ③処理適期幅が広く、散布に余裕がもてます。
- ④抑草期間が長く、一発処理ができます。
- ⑤水稲に安全性が高く、安心して使えます。

●使用薬量

10アール当り 3kg。

●使用適期

田植後5日～15日(ノビエ2.5葉期)が使用時期ですが、ノビエ2葉期の処理がもっともすぐれた効果を発揮します。



フジグラス普及会
日本農薬株式会社 デュポン ジャパン リミテッド
アイ・シー・アイ・ジャパン株式会社
事務局: 日本農薬株式会社 東京都中央区日本橋 1 丁目 2 番



水田除草、新時代。

「確かさ」で選ぶ… バイエルの農薬

新しい時代のヒエ斉[®]

ヒノクロア[®]粒剤

水田初・中期一発処理除草剤
処理適期幅が広く効果的



ザーク[®]粒剤



シンザン[®]粒剤



アクト[®]粒剤

水稲用中期除草剤
クロアSM[®]粒剤

®は登録商標

Bayer



日本バイエルアグロケム株式会社
東京都中央区日本橋本町2-7-1 ☎103

バイエル農薬をお届けして50年。
日本特殊農薬の社名が変りました。

平成2年度秋冬作野菜花き関係 除草剤・生育調節剤試験成績概要

財団法人 日本植物調節剤研究協会 技術部

平成2年度秋冬作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は、平成3年7月16～17日、メルパルク熊本（熊本市水道町15-11）において開催された。

この検討会には、試験場関係者50名、委託関係者等49名、計99名が参集し、前回来検討を含

め除草剤14剤（延べ12作物、41点）、生育調節剤17剤（延べ15作物、57点）について、試験成績の報告後、慎重な検討が行われた。

その判定結果については、次表に示すとおりである。

平成2年度 秋冬作野菜・花き関係依頼試験判定一覧

A. 野菜関係除草剤

薬剤名・剤型 （商品名） 〔委託者名〕	有効成分 および含 有率（％）	作物名 （品種）	試験の 種類 新 規 継 続	試験実施 場所 （ ）＝中間 または試験 中（微）	試験設計〔作型；対象雑草〕 処理時期；散布薬量＜水量 l＞/a；処理方法等	今 回 判 定	判 定 内 容
1. NCS 液 （NCS） 〔東京有機化学工業〕	N-メチル ジチオカル バミン酸ア ンモニウム ………50	タマネ ギ（苗 床）	適用性 継 続	和歌山農 試、兵庫 淡路、佐 賀白石・ (3)	〔秋播露地苗床；一年生雑草 全般〕 ①表面散布（ジョウロ）後 被覆、7日後に表面を攪拌 （ガス抜き）し、7日以上 放置後播種；3l＜90＞； 散布被覆、②散布土壌混和 （トラクター）後被覆、7 日後耕起（ガス抜き）し、 7日以上放置後播種；3l ＜9＞；散布被覆。	実	実 〔秋播露地苗床；一年生 雑草全般〕 ・播種2～4週間前。 ・3l/a機械散布＜9l/a＞、 ・ジョウロ散布＜90l/a＞。 ・全面土壌処理、土壌混和 処理。 注）処理後1～2週間被覆 し、7～10日間ガス抜き 後播種。
2. ANK- 553細粒 （ゴーゴース ン） 〔ゴーゴース ン普及会（事 日本サイアナ ミッド）〕	ペンディメ タリン…2	ニンニ ク	適用性 新 規	北海道中 央、（青森 農試*）、 長野野菜 花き試、 香川農試、 佐賀上場。 (5)	〔普通露地；一年生雑草全般 （但し、ツユクサ、キク科 を除く）〕 秋期植付後雑草発生前； 400, 500, 600 g；全面土 壌処理。 比）トレフェノサイド粒剤 （秋期）500 g。	継	継 〔年次不足。 ・効果、薬害の確認。〕

薬剤名・剤型 (商品名) [委託者名]	有効成分 および含 有率 (%)	作物名 (品種)	試験の 種類 新 規 継 続 の 別	試験実施 場所 ()=中間 または試 験中 (数)	試験設計 [作型; 対象雑草] 処理時期; 散布薬量<水量 l>/a; 処理方法等	今 回 判 定	判 定 内 容
3. CAT 顆粒性水和 (シマジン) [日本チバガ イギー]	CAT...50	タマネ ギ	適用性 新 規	長野野菜 花き, 和 歌山農試, 兵庫淡路, 香川三木, 佐賀白石. (5)	[慣行栽培; 一年生雑草全般] ①移植後; 5g<10>; 全 面土壌処理, ②移植後; 10 g<10>; 全面土壌処理. 比) CAT水和剤①定植後; 5g<10>, ②定植後; 10g<10>.	継	(継)・効果, 薬害の確認.
4. グリホサ ート 液 (ラウンドア ップ) [日本モンサ ント]	グリホサ ート.....41	タマネ ギ	適用性 継 続	長野野菜 花き, 愛 知園研, 和歌山農 試, 兵庫 淡路, 佐 賀白石. (5)	[秋播露地移植; 一年生雑草 全般] 耕起(移植)7日以前の雑草 生育期; 25, 50ml<2.5>, 50ml<10>; 茎葉処理. 比) ジクワット・パラコー ト L; 80ml<10>.	実	(実) [秋播露地移植; 一年生 雑草全般] ・耕起(定植)7日以前. ・雑草生育期. ・25~50ml/a<2.5l/a> (専用ノズル使用). ・50ml/a<10l/a>. ・全面茎葉処理.

B. 前回未提出分または中間成績分(野菜関係除草剤)

薬剤名・剤型 (商品名) [委託者名]	有効成分 および含 有率 (%)	作物名 (品種)	試験の 種類 新 規 継 続 の 別	試験実施 場所 ()=中間 または試 験中 (数)	試験設計 [作型; 対象雑草] 処理時期; 散布薬量<水量 l>/a; 処理方法等	今 回 判 定	判 定 内 容
1. ANK- 553細粒 (ゴーゴーサ ン) [ゴーゴーサ ン普及会(事; 日本サイアナ ミッド)]	ペンディメ タリン...2	ネ ギ	適用性 継 続	大分農技. (1)	[春~夏播露地移植; 一年生 雑草全般(但しキク科, ツユクサは除く)] 定植後, 雑草発生前; 400, 500, 600g; 全面土壌処理.	実	・前回判定済.
2. CAT 顆粒性水和 (シマジン) [日本チバガ イギー]	CAT...50	キャベ ツ	適用性 新 規	愛知園研, 鹿児島大 隅.	[春~夏播露地移植; 一年生 雑草全般] ①定植前, ②定植後; 各 5, 10g<10>; 全面土壌処理.	継	・前回判定済.
3. NC-302 ① フロアブル (タルガ) [日産化学工 業]	キザロホッ プエチル10	セルリ ー	適用性 継 続	愛知園研. (1)	[春~夏播露地移植; 一年生 イネ科雑草(但し, スズメ ノカタビラは除く)] イネ科雑草 3~6葉期; 8, 10, 12ml<10>; 全面茎 葉処理.	実	・前回判定済.

薬剤名・剤型 (商品名) 〔委託者名〕	有効成分 および含 有率 (%)	作物名 (品種)	試験の 種 類 新 規 の 別	試験実施 場所 ()=中間 または試 験中 (数)	試験設計〔作型; 対象雑草〕 処理時期; 散布薬量<水量 l>/a; 処理方法等	今 回 判 定	判 定 内 容
4. BGX- 816 水溶 (インパルス) 〔明治製菓・ 日本モンサ ント〕	ピアラホス ……………8 グリホサ- ート……………16	イチゴ	適用性 新 規	福井農試, 島根農試. (2)	〔露地普通; 一年生雑草全般〕 耕起(または定植)7日以 前, 雑草生育期; 40, 50, 60 g<10>; 全面茎葉処理.	継	・前回判定済.
5. グリホサ- ート 液 (ラウンドア ップ) 〔日本モンサ ント〕	グリホサ- ート……………41	イチゴ	適用性 新 規	福井農試, 島根農試. (2)	〔露地普通; 一年生雑草全般〕 耕起(または定植)7日以 前, 雑草生育期; 25m/ <2.5>, 25, 50m/<10>; 全面茎葉処理.	継	・前回判定済.
6. Hoe- 86610 液 〔ヘキストジ ャパン〕	グルホシネ- ート …100g/l	キャベ ツ	適用性 新 規	大阪農技. (1)	〔春~夏播露地移植; 一年生 雑草全般〕 ①定植前, 雑草生育期(草 丈20cm以下); 全面茎葉処 理, ②定植後, 雑草生育期 (草丈20cm以下); 畦間茎 葉処理; 各50, 75, 100m/ <5~10>.	実・ 継	・前回判定済.
		ネギ	適用性 新 規	大分農技. (1)	〔春~夏播露地移植; 一年生 雑草全般〕 ①定植前, 雑草生育期(草 丈20cm以下); 全面茎葉処 理, ②定植後, 雑草生育期 (草丈20cm以下); 畦間茎 葉処理; 各50, 75, 100m/ <5~10>.	実・ 継	・前回判定済.
		ダイコ ン	適用性 新 規	奈良農試. (1)	〔春~夏播露地直播; 一年生 雑草全般〕 播種前, 雑草生育期(草丈 20cm以下); 50, 75, 100 m/<5~10>; 全面茎葉処 理.	実・ 継	・前回判定済.
7. Mon- 8794 液 (ポラリス) 〔ポラリス普 及会(事; 日 本モンサント)〕	グリホサ- ート……………20	ハクサ イ	適用性 継 続	宮城農試, 鳥取農試. (2)	〔春~夏播露地移植; 一年生 雑草全般〕 耕起(または定植)7日以 前, 雑草生育期; 30, 40, 50m/<2.5>, 30, 50m/ <5>; 全面茎葉処理.	実・ 継	・前回判定済.
		ダイコ ン	適用性 継 続	奈良農試. (1)	〔春~夏播露地直播; 一年生 雑草全般〕 耕起(または播種)7日以	実・ 継	・前回判定済.

薬剤名・剤型 (商品名) 〔委託者名〕	有効成分 および含 有率 (%)	作物名 (品種)	試験の 種 類 新 規 の 別	試験実施 場所 ()=中間 または試 験中 (効)	試験設計〔作型; 対象雑草〕 処理時期; 散布薬量<水量 I>/a; 処理方法等	今 回 判 定	判 定 内 容
7. Mon- 8794 液 (つづき) 〔ポラリス普 及会(事; 日 本モンサント)〕					前, 雑草生育期; 30, 40, 50ml<2.5>, 30, 50ml <5>; 全面茎葉処理.		
8. MW-851 液 〔明治製菓〕	ピアラホス ………18	キャベ ツ	適用性 新 規	大阪農技. (1)	〔春～夏播露地移植; 一年生 雑草全般〕 ①定植前, 雑草生育期; 全 面茎葉処理, ②生育期, 雑 草生育期; 畦間茎葉処理; 各30, 50, 75ml<10~15>.	実 ・ 継	・前回判定済.

C. 野菜関係生育調節剤

薬剤名・剤型 (商品名) 〔委託者名〕	有効成分 および含 有率 (%)	作物名 (品種)	試験の 種 類 新 規 の 別	試験実施 場所 ()=中間 または試 験中 (効)	試験設計〔ねらい〕 処理時期; 散布薬量<水量 I>/a; 処理方法等	今 回 判 定	判 定 内 容
1. E-1 水和 〔農作物栽培 工学研究会〕	糖質……99.5	レタス	適用性 継 続	三重農技, 兵庫淡路, 香川農試. (3)	〔生育促進, 収量増, 品質向 上(葉色の濃度向上等)〕 ①育苗期; 第1本葉展開時 より3回→本圃; 生育初期 より15日間隔2回, ②育苗 期; 第1本葉展開時より3 回→本圃; 生育初期より15 日間隔3回; 800倍; 茎葉 散布.	継	(継)・薬量および効果の確認.
2. JC-703 液 (アミグロー) 〔アミグロー 普及会(事; 日本カーリッ ト)〕	アミノ酸類 ………0.3 微量元素等 ………1	ハクサ イ	適用性 継 続	茨城園試, 愛知園研, 岐阜高冷 地, 鳥取 園試, 香 川三木. (5)	〔生育促進, 品質向上〕 ①定植時1回, 生育期間中 10日～14日毎5回, ②結球 始期および前後10～14日毎 3回; 500倍; 茎葉散布.	継	(継)・効果の確認.
3. MT-133 乳 (純グリーン) 〔三井東圧化 学〕	パラフィン 系化合物 ………37.7	キャベ ツ	作用性 新 規	植調研. (1)	〔萎凋防止, 活着促進〕 移植1～2日前; 40, 60倍; 茎葉散布.	—	
			適用性 新 規	宮城園試, 三重農技, 和歌山農 試, 香川 三木. (4)	〔萎凋防止, 活着促進〕 移植1～2日前; 40, 60倍; 茎葉散布.	継	(継)・効果の確認.

薬剤名・剤型 (商品名) [委託者名]	有効成分 および含 有率 (%)	作物名 (品種)	試験の 種類 新 規 継 続	試験実施 場所 ()=中間 または試 験中 (数)	試験設計 [ねらい] 処理時期; 散布薬量<水量 l>/a; 処理方法等	今 回 判 定	判 定 内 容
4. MGO-1 水和 [万田発酵]	野生果実発 酵物	トマト	作用性 新 規	植調研, 山梨農試, 広島島し よ. (3)	[根量, 生育量, 収量] 定植後 (3, 7, 33, 63, 67, 93, 97日); 2,000, 1,000, 500ppm<10>; 茎葉散布.	—	• 作用性にて検討.
5. A5号 [神協産業]	アミノ酸	イチゴ	作用性 継 続	野菜試久 留米, 広 島農試. (2)	[品質向上, 収量増] 第1果房着果後2週間置灌 注; ①水, ②液肥, ③本剤 のみ, ④本剤+液肥; 500 倍<300cc/株>; 土壌灌 注.	—	• 効果の発現について.
6. AR-1 液 [トモエ化学 工業]	メナジオン 亜硫酸水素 ナトリウム 付加物...10	イチゴ	適用性 継 続	栃木分場, 岐阜農総 研, 岡山 農試, 福 岡園研. (4)	[早期収量の増大, 増収] ①定植2週間後→4週間後; 0.5, 1ml/m ² l, ②定植後 →定植2週間後→4週間後; 1ml/m ² l; 土壌灌注.	継	(継) • 効果の確認.
7. MGC- 140 液 (サンキャッ チ) [三菱瓦斯化 学]	塩化コリン30	イチゴ	適用性 継 続	茨城園試, 栃木分場, 千葉野菜 研, 福岡 園研, 佐 賀農試. (5)	[早期収量の増大] ①定植翌日→2週間後, ② 定植2週間後→4週間後; 300倍<10>, ③定植翌日 →2週間後, ④定植2週間 後→4週間後; 200倍 <10>; 茎葉散布.	実	(実) [早期収量増加] • 定植翌日+2週間後また は, • 定植2週間後+4週間後. • 200倍<10l/a>. • 茎葉散布.
8. OKY- 500 液 [アルム]	12種類生薬 抽出物	イチゴ	適用性 新 規	野菜試久 留米, 岡 山農試, 広島農試. (3)	[健苗育成, 増収効果] ①育苗期→定植→収穫期, ②育苗期のみ, ③定植→収 穫期のみ; 育苗期; 育苗開 始時より10日毎; 500倍液 <100~150ml/1ポット>; 土壌灌注; 定植→収穫期; 定植前日; 500倍; 土壌灌 注(または当日ドブヅケ); 定植後; 原液 2ml/m ² <3l /m ² >灌水施用; 施用回数 収穫開始まで月1回, 収穫 開始時から月2回.	継	(継) • 年次不足. • 効果(とくに初期生育) の確認.

D. 前回未提出分または中間成績分（野菜関係生育調節剤）

薬剤名・剤型 (商品名) [委託者名]	有効成分 および含 有率 (%)	作物名 (品種)	試験の 種類 新 規 の 別	試験実施 場所 (—中間 または試 験中 徴)	試験設計〔ねらい〕 処理時期; 散布葉量<水量 I>/a; 処理方法等	今 回 判 定	判 定 内 容
1. イソプロ チオラン 水和 (フジワン) [日本農薬]	イソプロチ オラン…40	イチゴ	作用性 新 規	野菜茶試 久留米. (1)	〔株冷蔵栽培に適した健苗育 成〕 冷蔵処理30日前; 0.025, 0.05, 0.1, 0.2 g<100ml/ 鉢径12cm>(4,000, 2,000, 1,000, 500倍); 土壌灌注.	—	・前回判定済.
2. SB-710 粒 [エスディー エスパイオ テック]	DCIP ………30	イチゴ	適用性 継 続	野菜茶試 久留米, 茨城園試, 栃木分場, 奈良農試, 兵庫中央 農技, 島 根農試, 福岡園研. (7)	〔生育促進〕 定植7日前; ①1.5, 3 kg (単用処理), ②クロルピ クリン処理→1.5, 3 kg(体 系処理); 土壌混和处理.	継	(継)・効果の確認.
3. S-327D 液 [住友化学工 業]	ユニコナゾ ールP …0.025	野菜一 般	作用性 新 規	野菜茶試. (1)	〔野菜分野での適用場面への 基礎検討〕 一任; 100, 50, 20倍; 茎 葉散布.	—	
		イチゴ	作用性 新 規	野菜茶試 久留米. (1)	〔生産性に及ぼす影響〕 ①低温処理(15℃)直前, ②低温処理7日前; 各50, 20倍<10ml/株>; 茎葉 散布.	—	
			適用性 新 規	福岡園研, 佐賀農試, 長崎総農 試, 大分 農技. (4)	〔徒長防止による健苗育成〕 ①低温処理直前, ②低温処 理7日前; 各50, 20倍<10 ml/株>; 茎葉散布(低温 処理温度13~15℃, 低温処 理期間18日前後).	実・ 継	(実)〔徒長防止による健苗育成〕 ・低温暗黒処理前7日~直 前. ・20倍<10ml/株>. ・茎葉散布. (継)・濃度, 効果の確認.
4. A2号液 [神協産業]	アミノ酸	イチゴ	作用性 新 規	福岡園研, 佐賀農試. (2)	〔花芽分化促進〕 花芽分化期, ①-45, -38, -31日, ②-45, -38, - 31, -24, -17日; 各 1,000, 500倍; 土壌灌注.	—	・前回判定済.
5. BAS-113 水和 [ビーエーエ スエフジャパン]	成分未公開 ………50	トマト	基 礎 新 規	大分農技. (1)	〔着果促進, 肥大促進〕 開花期; 20, 40, 80ppm; 花 房散布.	—	・前回判定済.

薬剤名・剤型 (商品名) [委託者名]	有効成分 および含 有率 (%)	作物名 (品種)	試験の 種類 新 規 の 継 別	試験実施 場所 ()=中間 または試 験中 (数)	試験設計 [ねらい] 処理時期; 散布薬量<水量 I>/a; 処理方法等	今 回 判 定	判 定 結 果
5. BAS-113 水和 (つづき) [ビーエーエ スエフジャ パン]		ナス	基 礎 新 規	佐賀農試. (1)	[着果促進, 肥大促進] ①開花期; 単花処理, ②第 4 花開花期以降 2 週間隔; 全面茎葉処理; 各40, 80, 120 μ m.	—	・前回判定済.

E. 花き関係除草剤

薬剤名・剤型 (商品名) [委託者名]	有効成分 および含 有率 (%)	作物名 (品種)	試験の 種類 新 規 の 継 別	試験実施 場所 ()=中間 または試 験中 (数)	試験設計 [作型; 対象雑草] 処理時期; 散布薬量<水量 I>/a; 処理方法等	今 回 判 定	判 定 結 果
1. ANK-553 細粒 [ゴーゴーサ ン普及会(事; 日本サイアナ ミッド)]	ペンディメ タリン…2	チュー リップ	適用性 新 規	新潟園試, 富山農技, 京都山城, 島根農試. (4)	[普通露地; 一年生雑草全般 (但し, キク科, ツユクサ は除く)] 植付後雑草発生前; 400, 500, 600 g; 全面土壌処理.	継	(継)・年次不足. ・効果の確認.
2. ELH-201 粒 [ダウエラン コ日本]	トリフルラ リン……2 イソキサベ ン……0.5	緑化木	適用性 継 続	埼玉花植 木, 千葉 花植木研, 神奈川相 模原, 三 重花植木. (4)	[普通露地; 一年生雑草全般] 秋期雑草発生前; 600, 800 ml; 全面土壌処理. 比) トレファノサイド 2.5 g; 500ml.	実	(実) [普通露地; 一年生雑草 全般] ・秋期雑草発生前. ・600~800 g/a. ・全面土壌処理.

F. 花き関係生育調節剤

薬剤名・剤型 (商品名) [委託者名]	有効成分 および含 有率 (%)	作物名 (品種)	試験の 種類 新 規 の 継 別	試験実施 場所 ()=中間 または試 験中 (数)	試験設計 [ねらい] 処理時期; 散布薬量<水量 I>/a; 処理方法等	今 回 判 定	判 定 結 果
1. SI-101 [出光興産]	VA 菌根菌	サイネ リア	作用性 新 規	福岡園研. (1)	[健苗生育; 開花促進] 鉢上げ後表面施用; 1, 2, 3, 4, 5 g.	—	・適用性にて検討.
		シクラ メン	作用性 新 規	福岡園研. (1)	[生育促進, 葉数, 花数増化] 鉢上げ後表面施用; 1, 3, 5 g.	—	・適用性にて検討.

G. 前回未提出分または中間成績分（花き関係生育調節剤）

薬剤名・剤型 (商品名) 〔委託者名〕	有効成分 および含 有率 (%)	作物名 (品種)	試験の 種類 新 規 継 続	試験実施 場所 ()=中間 または試 験中 (微)	試験設計 〔ねらい〕 処理時期; 散布薬量<水量 l>/a; 処理方法等	今 回 判 定	判 定 結 果
1. イソプロ チオラン 水和 (フジワン) 〔日本農薬〕	イソプロチ オラン…40	カーネ ーション	適用性 継 続	福岡園研. (1)	〔分枝促進〕 定植時: 5, 10, 15g/㎡ <3l/㎡>; 土壌灌注.	実	(実) 〔分枝促進〕 ・定植時1回処理または定 植時とその2ヵ月後の2 回処理. ・5~10g/㎡<3l/㎡>. ・土壌灌注.
2. KUH-833 F ㊤ フロアブル	プロヘキサ ジオンCa ………25	ハボタ ン	適用性 継 続	千葉暖地, 福岡園研. (2)	〔草姿向上(茎の伸長抑制, 葉の小型化, 発色促進)〕 ①双葉期, ②仮植後; 各 500, 250倍, ③双葉期+ 仮植後; 500倍; 全面茎葉 処理.	実・ 継	(実) 〔小型化による草姿向上〕 ・仮植後1回処理. ・250倍. ・双葉期+仮植後2回処理. ・500倍. ・茎葉処理. (継) 薬量と処理回数について.
〔クミアイ化 学工業〕		ポット マム	適用性 継 続	埼玉園試. (1)	〔草姿向上(小型化)〕 ①摘心後1回処理; 200, 100倍, ②摘心後10日間隔 2回処理; 200倍; 全面茎 葉処理.	実・ 継	・前回判定済.
		キク (切花)	適用性 新 規	愛知園研. (1)	〔花首伸長抑制による草姿向 上〕 発蕾時期; 400, 200, 100 倍; 頂部茎葉処理.	継	・前回判定済.
3. KP-1 〔協和発酵工 業〕	成分未公開	バラ (切花)	作用性 新 規	千葉暖地, 静岡農試. (2)	〔鮮度保持〕 0.01%, 0.05%, 0.1% (15~20時間), 0.25%, 0.5% (4~6時間); 収穫 後直ちに10分間水に漬け, その後所定の濃度に所定の 時間浸漬する.	—	・前回判定済.

☆ショートレビューが新しくなりました☆

Short Reviews of Herbicides & PGRs 1991

B 5 判/384頁/定価25,000円(税込)

特徴

1. 除草剤のほか、新たに成長調節剤を加えました。

最新の情報により現在、世界各国で使われている植物成長調節剤 (plant growth regulator) 131剤の各種データを記載しました。

2. 除草剤のデータがいっそう充実しました。

前回版、発行後に発表された45化合物を加えました。また、従来の剤についても新しいデータを加え、いっそう充実させました。

取扱

全国農村教育協会

東京都台東区台東1-26-6(植調会館)

〒110 ☎03-833-1821

文 献 抄 録

ジフェニルエーテル除草剤の作用機構におけるプロトポリンIXの役割

The Role of Protoporphyrin IX in the Mechanism of Action of Diphenyl Ether Herbicides.

Duke, S.O., Becerril, J.M., Sherman, T.D., Lydon, J., Matsumoto, H.

Pestic. Sci. **30**, (4), 367~378 (1990).

光漂白性のジフェニルエーテル、サイクリックイミド、オキサジアゾール除草剤は protoporphyrinogen oxidase (protox) を阻害し、蓄積したプロトポフィリノーゲンのプロトポフィリン IX (proto) への非酵素的酸化は制御できなくなる。プロトポフィリン IX の蓄積はヘム合成の妨害によるポフィリン回路の規制解除により刺激される。ヘム (heme) は proto 生成物で、 δ -アミノレブリン酸合成の帰還阻害剤である。数品種でいろいろの条件 (例えば、無傷の植物における散布、あるいは葉円板による取り込み) で、proto の蓄積とこれらの除草剤により引き起こされる殺草被害の程度との間に強い相関が見い出された。

クロロフィルの前段階物質、Mg-proto, Mg-proto monomethyl ester の含量は殺草被害に有意な関連はなかった。速度論的なデータはこれらの除草剤の処理による組織中のクロロフィル前駆物質の含量の上昇は、proto が高いレベルまで蓄積した後にだけ現われることを明らかにした。このように proto は他の細胞部位が飽和された後、かなりの程度までポ

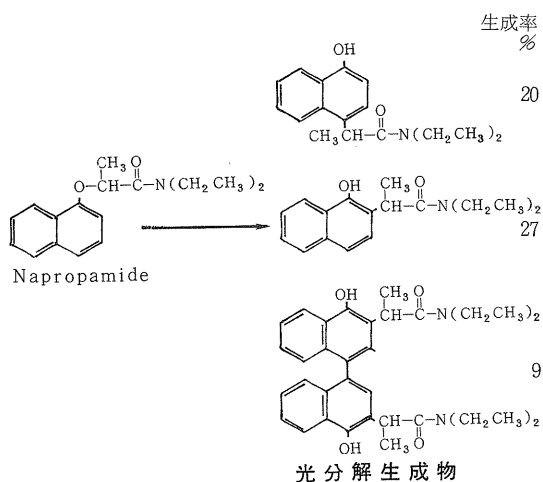
ーフィリン回路に再侵入することは明らかである。蛍光顕微鏡は除草剤を処理した細胞の色素体の外側にかなりの量の proto が蓄積していることを示した。すべてのデータは、proto が protox 阻害性除草剤の作用機構において光合成色素として決定的な役割を果たしていること、および proto の誘導体でクロロフィルの前駆物質はこれらの除草剤の作用機構において重要ではないとする仮説と矛盾しない。

ナプロパミドの水中光分解

Aqueous Photolysis of Napropamide.

Chang, L.L., Griang, B.Y., Lee, K.S. and Tseng, C.K.

J. Agric. Food Chem. **39**, (3), 617~621 (1991).



除草剤ナプロパミドの水中光分解を25°Cの pH 7 の緩衝液中で、キセノンアークランプを照射して調べた。光分解は擬一次反応に従い、半減期は 5.7 分、速度定数は 1.2×10^{-1} /分 であった。三つの主要な光分解産物が20%、27%、9%まで生成した。三つの光分解産物を高速液体クロマトグラフィーで分離し、それらの構造を NMR および質量分析計で同定した。

除草剤メトラクロールの微生物による脱塩素

Microbial Dechlorination of the Herbicide Metolachlor.

Liu, S. Y., Freyer, A. J. and Bollag, J. M.

J. Agric. Food Chem. **39** (3), 631~636 (1991).

四種の微生物, *Streptomyces* sp., *Phanerochaete chrysosporium*, *Rhizoctonia praticola*, *Syncephalasterum racemosum* によるメトラクロールの分解を 0.35mM 含む培養液中で研究した。すべての培養液によりかなりの量の除草剤が脱塩素され、高速液体クロマトグラフィーと質量分析計により 7 種の脱塩素生成物が検出された。変換機構は脱塩素に続いてクロロアセチル基の水酸化であり、さらに進んだ反応はアセチル基とベンジルエチル側鎖との間の環形成であった。脱塩素と同時に N-アルキル置換基における脱メチルとアラキル側鎖における水酸化もまた観察された。*Streptomyces* はメトラクロールを脱塩素する最も活性の高い微生物で、培養 16 日後、加えた除草剤の 41% が脱塩素体として回収された。*P. chrysosporium*, *R. praticola*, *S. racemosum* による脱塩素体は添加したメトラクロールのそれぞれ 28.4, 26.8, 13.5% であった。

スルフォニル尿素系除草剤による冬小麦の障害に及ぼす要因

Factors Influencing Winter Wheat (*Triticum aestivum*) Injury from Sulfonylurea Herbicides.

Ferreira, K. L., Baker, T. M. and

Peeper, T. F.

Weed Tech. **4** (4), 724~730 (1990).

冬小麦のスルフォニル尿素系除草剤による障害に及ぼす要因を明らかにするため圃場試験を行った。小麦は除草剤を発芽後、11月に処理するか、あるいはマラソンとタンクで混ぜて処理した時に障害を受けた。CGA 131036 の 28 g/ha, あるいは 56 g/ha の処理は chlorsulfuron の 26 g/ha, あるいは DPX-G 8311 の 53 g/ha の処理よりも障害は少なく、また chlorsulfuron および DPX-G 8311 の発芽前処理は、植え付け前の処理、あるいは発芽後処理よりも障害は少なかった。小麦の生育期、処理後の毎日の最低温度、処理後の日温度変化の合計値、処理後の最初の降雨と小麦の障害との間に関係があった。放牧と品種の選択は障害には影響しなかった。

湛水直播水稻における新除草剤の混合施用による作物感受性と雑草防除

Crop Response and Weed control from New Herbicide Combinations in Water-Seeded Rice (*Oryza sativa*).

Hill, J. E., Roberts, S. R., Bayer, D. E. and Williams, J. F.

Weed Tech. **4** (4), 838~842 (1990).

1986 年から 1988 年まで 5 回の圃場試験において、湛水直播水稻における雑草防除のために除草剤を単独および混合して評価した。ペンスルフロンをモリネートか、チオベンカルブのいずれかと混合して水稻の二葉期に水田水に施用すると、広葉雑草とカヤツリグサ科雑草のすべてと初期の水草の 92% 以上の防除できる。これ

らの混合物は、二葉期に市販のモリネートの標準施用と、その後の分けつ中期に落水した水田へのベンタゾンの施用に相当する効果を示し

た。

(財)日本植物調節剤研究協会 技術顧問 金澤 純

雑草を食うずい虫

1964年に、ミズガヤツリをポットに植えて塊茎形成時期を調べていた。秋になったら急にミズガヤツリが枯れ出したので見ると、茎にずい虫がいた。虫害研究室を通して農業技術研究所の専門研究室に調べてもらった。メイガ科の幼虫で、蛾を調べれば同定できるだろうということであった。これはイトトガの幼虫だったようで、これは後にミズガヤツリの生物的防除手段となり得るかに関心を持たれた(坂本ら、雑草

研究16, 1973)。

その後、研究室でタイヌビエの種子生産量を調べた際に、殺虫剤を散布しないとタイヌビエもニカメイガかその近縁のものの幼虫に被害されるのが見られた。この報文の表題は「タイヌビエの種子生産量」であったが、本当は「殺虫剤を散布した場合の」という条件を付ける必要があるのではないかと、同僚と話し合った。

(財)日本植物調節剤研究協会 技術顧問 片岡孝義)

雑草の種子を食う動物

テレビで雑草の種子を貯蔵するクロナガアリの生態を詳しく見る事ができた。昆虫写真家栗林慧氏の撮った映像である(1991年3月11日, NHK, 「地球ファミリー」)。秋に巣穴にメヒシバ・キンエノコロ・スズメノヒエなどのイネ科雑草の種子やキク科雑草の種子を働きありが1日に千数百個も運び込む。クロナガアリのえさは植物だけで、幼虫も働きありの消化液で軟らかくなった雑草の実を食って成長する。

見ていて、以前早春に田にまき散らしたタイヌビエの種子が鳥にきれいに食われたことを思い出した。数アールの試験田にタイヌビエの風

乾種子を春先にかなりの量まいたが、その後この田では雑草が発生しない方がよい試験を行うことになった。どうなることかと心配して代かき前に田面をよく見るとヒエの種子は大抵いだけが残っている状態であった。田植えをしてからもタイヌビエの発生は特別多くはなかった。ヒエの種子はスズメなどの鳥のえさになったようである。

雑草の種子は耕地やその周辺に多量に落ちるが、鳥や昆虫などの動物の食う量はどのくらいであるのか、見当もつかない。

(財)日本植物調節剤研究協会 技術顧問 片岡孝義)

人 事 往 来

〈武田薬品工業㈱〉(平成3年7月1日付)

小西 忠彦 アグロ事業部副事業部長兼農薬開発部長

松井 機 アグロ事業部副事業部長兼動物薬研究所長

松田 高明 アグロ事業部業務部長

足立 隆昭 アグロ営業本部農薬営業推進部長

中田益荒男 アグロ営業本部農薬営業推進部部長

岩崎 桂三 アグロ営業本部農薬営業推進部第一グループマネジャー

金井 広中 アグロ営業本部農薬営業推進部第二グループマネジャー

田村 博一 農業科学研究所副所長

棚林 力 農業科学研究所主席研究員

吉川 治利 農業科学研究所主席研究員

(平成3年8月1日付)

千葉 勇 アグロ営業本部農薬営業推進部課長

柏田 雄三 アグロ営業本部農薬営業推進部第一グループ課長

〈タケダ園芸㈱〉(平成3年7月1日付)

近藤陽一郎 代表取締役社長

〈日産化学工業㈱〉(平成3年7月21日付)

河村 雄司 農薬事業部営業統轄部長

岡本 恵勝 農薬事業部営業統轄部普及部長

大矢 恒彦 農薬事業部緑化部長

平井 康市 農薬事業部緑化部課長

小林 正一 農薬事業部海務部長

猪飼 隆 農薬事業部企画開発部長

小野 博 農薬事業部企画開発部主査

〈北興化学工業㈱〉(平成3年7月22日付)

嘉数 久 取締役営業部長

堀井 正顕 技術普及部普及課長

〈クミアイ化学工業㈱〉(平成3年8月1日付)

杉山 弘成 研究開発本部副本部長兼新農薬創成本部推進部長

若森 堇熙 研究開発部長

中村 重義 営業推進部長

近藤 和信 国外部長

高山 彬 東京支店長

水谷 信 営業推進部次長兼営業推進部技術普及室長

三田村 敏 営業推進部技術普及室主査

〈八洲化学工業㈱〉(平成3年8月1日付)

遠藤 尚志 企画部部長代理兼関東工場再開発室

大久保清作 開発部部長代理

牛口 良夫 研究所第二グループ

高原 清光 開発部

〈三 共 ㈱〉(平成3年8月16日付)

中神 和人 農薬開発普及部次長

清山 高正 農薬営業部次長

越智 節 農薬東京営業所長

浅輪 達也 農薬大阪営業所長

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 東京(03)3832-4188(代)

編集人 日本植物調節剤研究協会 会長 櫛 湖 欽 也

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 東京(03)3833-1821番(代)

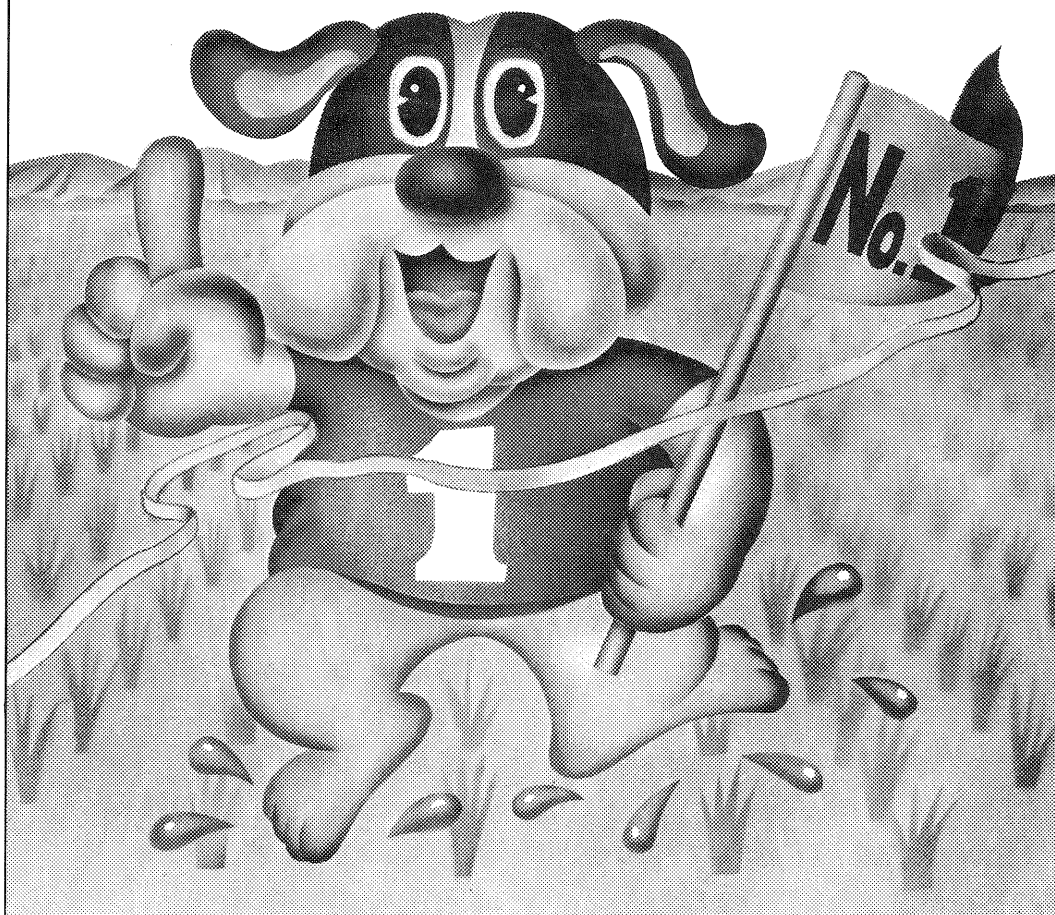
平成3年9月発行

定価412円(送料210円)

植調第25巻第6号

(本体400円,消費税12円)

流れは一発、ワンオール



水田初期一発処理除草剤

ワンオール[®]粒剤



農 協
経 済 連
全 農

ワンオール協議会

全国農業協同組合連合会

日本チバガイギー株式会社

石原産業株式会社

八洲化学工業株式会社

事務局 石原産業株式会社

東京都千代田区富士見2-10-30

チョットつけるだけ。 タップリかける時代の終りです。

ラウンドアップ®の特徴を活かした新しい
除草法です。(少量散布技術)

●薬量が250mlと少なく経済的。

通常の散布方法で10アール当り500mlの薬量が必要な
場面でも、250mlで同じ効果を出すことができ経済的です。

●散布水量が25ℓ(今までの $\frac{1}{3}$ ～ $\frac{1}{2}$)
と少なく省力的。

除草剤の散布は薬剤によって10アール当り100ℓあるい
は200ℓの散布水量が必要でしたが、専用ノズルを取り
替えるだけでわずか25ℓで済み散布、準備、水の運搬、
薬剤の調合が楽になり省力的です。

●ラウンドアップを詳しく説明したパンフレットを差しあげております。
下記の住所までお申し込みください。



しっかり枯らす。
長〜く抑える。ラウンドアップ®

ラウンドアップ普及会
クミアイ化学工業(株)・三共(株)

事務局 日本モンサント株式会社 アグロサイエンス事業部
〒100 東京都千代田区丸の内3-1-1国際ビル Tel.(03)287-1251

®米国モンサント社登録商標

自信の選択。



水田除草、新時代。

※
水田除草に新しい時代をひらいたDPX-84剤

ブッシュ®

ウルコ

ザーワ®

ゴルボ®

フジワラス®

※DPX-84の一般名はベンシルフロンメチル

(登録番号順)



デュポン ジャパン リミテッド 農薬事業部
〒105 東京都港区虎ノ門2-10-1 新日産ビル・デュポンタワー TEL.(03)224-8683

力と技の

ウルコ **エース**

頑固な雑草に必殺一発パンチ!

これぞ
水田除草剤の
定番!!



農協・経済連・全農



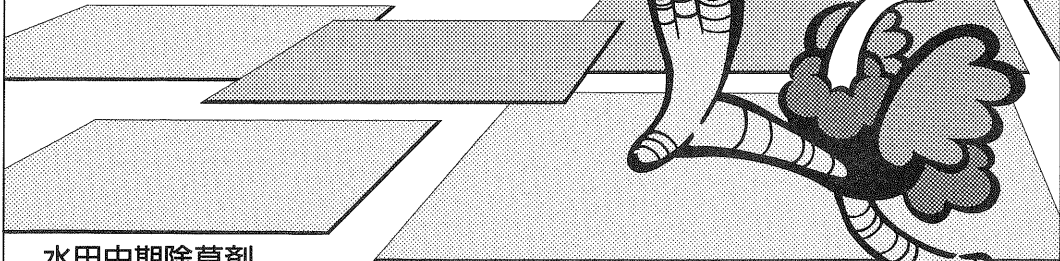
自然に学び 自然を守る

クミアイ化学工業株式会社



効きめ、あざやか。

「初期」から「中期」への絶妙のバトンタッチ。



水田中期除草剤

マメット[®]SM 粒剤

●ノビエの3.5葉でも効果バッチリ!

●多年生雑草にも効果抜群!

■雑草の発生に合わせて姉妹品もどうぞ。

マメット[®]粒剤/オードラム[®]粒剤/エスドラム[®]粒剤/ナクサー[®]粒剤



農 協
経 済 連
全 農

モリネット普及会

八洲化学/三笠化学/アイ・シー・アイ・ジャパン/トーメン

事務局 八洲化学工業株式会社 〒103 東京都中央区日本橋本町1-9-4