

植調

第43巻第4号



ヒメミカンソウ (*Phyllanthus matsumurae* Hayata) 長さ1mm

財団法人 日本植物調節剤研究協会編
<http://www.japr.or.jp/>

より豊かな農業生産のために。 三井化学アグロの除草剤

4月1日

「三共アグロ」から「三井化学アグロ」へ。
社名が変わりました。



クサトリードX ジャンボH/L
1キロ粒剤 75/51
フロアブルH/L

クサトッタ 粒剤
1キロ粒剤

イネエース 1キロ粒剤

シング 乳剤

ザーベックスDX 1.5L

カービー 1キロ粒剤

シロノック 1キロ粒剤
H/Lフロアブル
H/Lジャンボ

ミスラッシャ 粒剤
1キロ粒剤

イネキング 1キロ粒剤
ジャンボ
フロアブル

ミスウィーブ フロアブル

ザーベックスSM 粒剤
1キロ粒剤

ワイドアタックSC

ラクダーフロ フロアブル・Lフロアブル
1キロ粒剤 75/51

クサカリテイオー
フロアブル・Lフロアブル・1キロ粒剤 75/51

サンシャイン 1キロ粒剤・ジャンボ
フロアブル

ベクサー フロアブル
1キロ粒剤

クサファイター 1キロ粒剤

三共の草枯らし



三井化学アグロ株式会社

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



バスタ 液剤

畑の中で使えるという、安心。
多くの作物に登録がある、信頼。
雑草をしっかりと枯らせる、自信。
それが、茎葉処理型除草剤バスタです。

◎は登録商標



大切な作物のそばに。

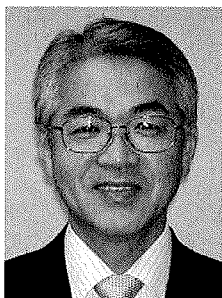


Bayer CropScience

バイエルクロップサイエンス株式会社

www.basta.jp/

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



： 卷 頭 言 ：

「山村と棚田の維持」

(財)日本植物調節剤研究協会 評議員
デュポン(株)農業製品事業部長

後藤周司

田舎に住む両親は、後期高齢者であり副業的農家である。大幅赤字を承知の上で農業を続けるのは「そこに農地があるから」であり、孫や子供達や親戚に自家製の米や野菜を届けたいからだろう。かつて基盤整備により集筆された水田は只同然で近所の農家に貸し、自分たちは小規模の農業を続けている。生涯現役を感じながら楽しく気楽に出来る規模で農業をこのまま続けて欲しいと願っているのだが、そうした農家を守ることも日本農業にとって必要ではないだろうか。

わが国の農業就業人口は約360万人でその内60歳以上が67%である。昨年の農業構造動態調査によると農家は175万戸あるが、65歳未満の人がいる主業農家は僅か2割だ。日本の農業の主役は両親を含む零細な兼業農家である。1.5ha程の平均的な水田経営から得られる収入は約42万円。年金と併せて約300万円の収入を確保する為には、少なくとも5haの水田が必要となる。それでも大規模農家には程遠い。

1970年に米の生産調整が始まり、今や全水田面積の40%を超える約100万ha以上の減反と約500万tの米の減産がなされている。自給率を増やし国民の食生活レベルを維持するには、農地の確保や生産性・付加価値の向上が必要なのは明白である。耕作放棄地全体調査結果によると、現在の耕作放棄地面積28.4万haの内、農地として再生可能と判断された面積は15万haだ。その内の2/3を農地に復活させるべく、耕作放棄地再生利用緊急対策として150億円の予算が付けられる。減反された100万haの1/10でしかないが、狭い日本では貴重だ。

国際米価の高騰をよそに自国の米価と消費は細るばかりで、食料自給率向上を叫ぶ一方700万tの麦を輸入し、米の輸入関税と引換えにおよそ77万tのミニマムアクセスを受入れている。昨年12月の政府試算では、米を重要品目とするとミニマムアクセス量は100万t以上に増えるらしい。また、生産調整を更に強化し10万haを追加減反すると、農家の手取り価格は約1割増加するとも試算している。稲作農家を守る為に水田を潰すのかもしれないが、農地は直ぐには再生できない。輸入麦やトウモロコシを、国産米のエネルギーで賄う方法は無いものか。

地球規模で食糧不足が叫ばれる中で、穀物自給率28%（熱量自給率40%）と低迷しているにも関わらず、日本は年間1.2億tの食料供給・2,000万tの廃棄と豊かな(?)国となった。貿易収支の観点から農産物の輸入は必要かも知れないが、食料以外の品目で収支のバランスをとることを考え始める必要は無いだろうか。日本の狭い国土とコスト高では日本農業が国際的な競争力を持つのは不可能にさえ思えるが、今年度1兆302億円の補正予算が農業の担い手への農地集積および経営支援、水田フル活用目的で計上された。元気のある農業の担い手と企業の経営農業を育成し、更にはバイオテクノロジー等科学技術の導入で競争力のある「強い」農業の実現に期待する一方で、更に増加する高齢零細農家を所得保障等で守ることで、経営効率は悪くともこれまで日本を支えてきた美しい山村や棚田等も維持され、全体として調和のとれた農業の実現を望みたい。

目次

(第 43 巻 第 4 号)

巻 頭 言	滋賀県における環境こだわり水稲栽培と水田雑草防除技術 … 28
「山村と棚田の維持」 …………… 1	＜滋賀県農業技術振興センター 栽培研究部 鳥塚 智＞
＜(財)日本植物調節剤研究協会 評議員 デュポン(株) 農業製品事業部長 後藤周司＞	
根寄生雑草の生理生態と制御 …………… 3	京都府における水稲の雑草防除の現状と問題 …… 32
＜宇都宮大学名誉教授・客員教授 竹内安智＞	＜京都府丹後農業研究所 大橋善之＞
サツマイモを原料とした焼酎廃液濃縮液の水稲栽培への利用研究 … 13	文部科学省プロジェクト「外来植物のリスク評価と蔓延防止策」
＜九州沖縄農業研究センター	ー新たに導入する外来植物の蔓延リスク評価用データ
九州水田輪作研究チーム 住吉 正＞	ベースの構築ー
	ーシバムギ等寒地型植物の防除技術の現地実証と生物
草生栽培等による畑地からの赤土流出防止 …………… 21	多様性影響調査ー …………… 36
＜沖縄県農業研究センター 名護支所 高江洲賢文＞	＜雪印種苗(株)研究開発本部 暖地牧草・飼料作物
	研究グループ 入山義久＞
	植調だより …………… 44

省力タイプの 高性能一発処理 除草剤シリーズ



問題雑草を 一掃!!

水稲用初・中期一発処理除草剤

イッポン®

1キロ粒剤75 フロアブル

**田植え
同時処理
可能!**

**この一本が
除草を変える!**



水稲用初・中期一発処理除草剤

ダイナマンD

1キロ粒剤51 フロアブル



投げ込み用 水稲用一発処理除草剤

マサカリL

マサカリLジャンボ

投げ込むだけ!!





日本農薬株式会社
 東京都中央区日本橋1丁目2番5号
 ホムページアドレス <http://www.nichino.co.jp/>

●使用前にはラベルをよく読んでください。

●ラベルの記載以外には使用しないでください。

●本剤は小児の手の届くところには置かないでください。

※空容器は滅菌に放置せず、環境に影響のないように適切に処理してください。

根寄生雑草の生理生態と制御

宇都宮大学名誉教授・客員教授 竹内安智

被子植物の1%に相当するおよそ4,000種の植物が他の植物の茎葉や根に寄生する寄生植物である。そのうち極限られた種類が主要作物に寄生する。世界の農業に大きな被害をもたらしている代表的な根寄生雑草は、ハマウツボ科 (Orobanchaceae) に属するオロバンキ類 (*Orobanche* spp.) とストライガ類 (*Striga* spp.) である。

オロバンキ類は20種以上が知られているが、その殆どは北半球のアジア、地中海沿岸とヨーロッパの南部、東部及びアフリカに分布している。葉緑素を欠き全寄生性で、トマト、ヒマワリ、タバコ、ニンジンなどの広葉作物に寄生する。特に地中海沿岸諸国で大きな被害を与えており、最近数十年間に発生地域が大きく拡大した。主なものに *O. crenata*, *O. aegyptiaca*, *O. ramosa*, *O. foetida*, *O. minor*, *O. cernua*, *O. cumana*, *O. coerulescens* などがある。

ストライガ類は熱帯アフリカ、特にサハラ砂漠以南に広く分布している。葉緑体を有し半寄生性であるが宿主に栄養分の多くを依存しており、オロバンキ類と同様に、単独では生存できない完全寄生性である。主にソルガム、ミレット、トウモロコシ、イネなどのイネ科作物に寄生する。およそ50種のストライガ類が知られているが、農業被害を与えるものはその1/4で、主なものに *S. hermonthica*, *S. asiatica*, *S. aspera*, *S. forbesii*, およびカウピーなどのマメ科植物に寄生する *S.*

gesnerioides などがある。

ストライガ類はアフリカの半乾燥地で貧しい小農の痩せた畑に発生して作物収穫が皆無になるほど甚大な被害を及ぼしている。ストライガによる汚染が著しく、宿主となる作物が栽培不可能な畑は放棄され、砂漠化の一因となっている。農民は、根寄生雑草の複雑な生理生態やそ



写真-1 ストライガ(*Striga hermonthica*)に汚染されたスーダンのソルガム畑
(神戸大学 杉本幸裕教授撮影)



写真-2 オロバンキ(*Orobanche crenata*)に汚染されたイスラエルのニンジン畑
(宇都宮大学 米山弘一教授撮影)

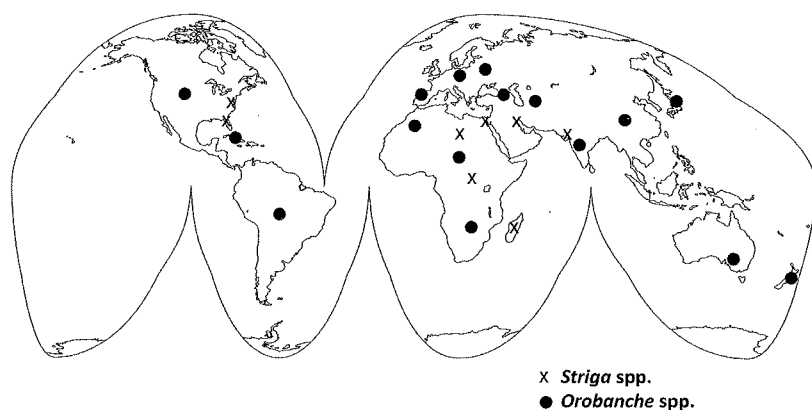


図-1 根寄生雑草ストライガとオロバンキの世界的分布の図 (文献にもとづき作成)

の防除についての情報を殆ど持っていないため、エイズ禍とともに食糧不足という2つの大きな災厄に苦しんでいる。

アフリカには同じハマウツボ科に属する根寄生雑草 *Alectra* spp. も生息している。*Aeginetia indica* (ナンバンギセル) はかつて東南アジアでサトウキビやリクトウなどに大きな被害を与えたが、現在でも一部の地域に残っている。なお、*Orobanche*, *Striga*, *Alectra*, *Aeginetia* などの根寄生雑草はハマウツボ科 (Orobanchaceae)

とゴマノハグサ科 (Scrophulariaceae) に分類されていたが、現在はすべてハマウツボ科に分類される。

ここでは、根寄生雑草の生理生態と制御の現状について紹介する。

I ハマウツボ科根寄生雑草の生理生態的特徴

ハマウツボ科根寄生雑草の種子は 0.2 ~ 0.35 mm と微小で、幼芽や子葉を持たず、短い幼根と小さな胚を有し、発芽後寄生確立までの数日

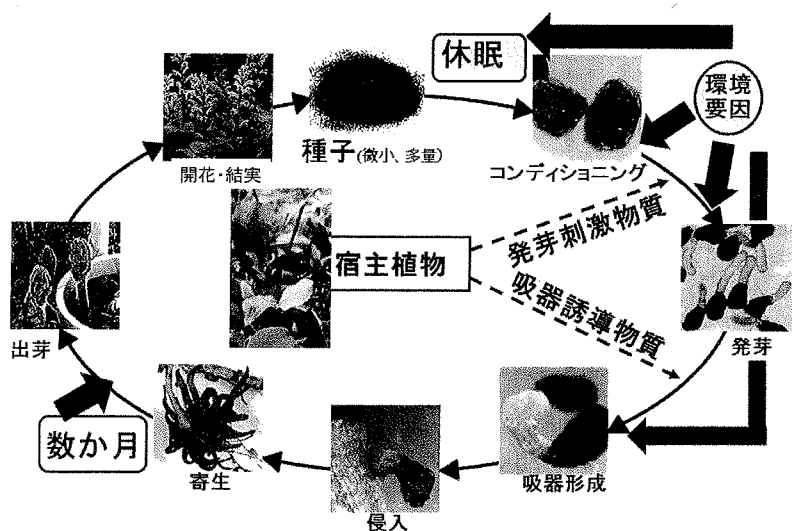


図-2 オロバンキ類 (*O. minor*) の生活環の進行とそれに関わる要因

表―1 根寄生雑草における特異な性質

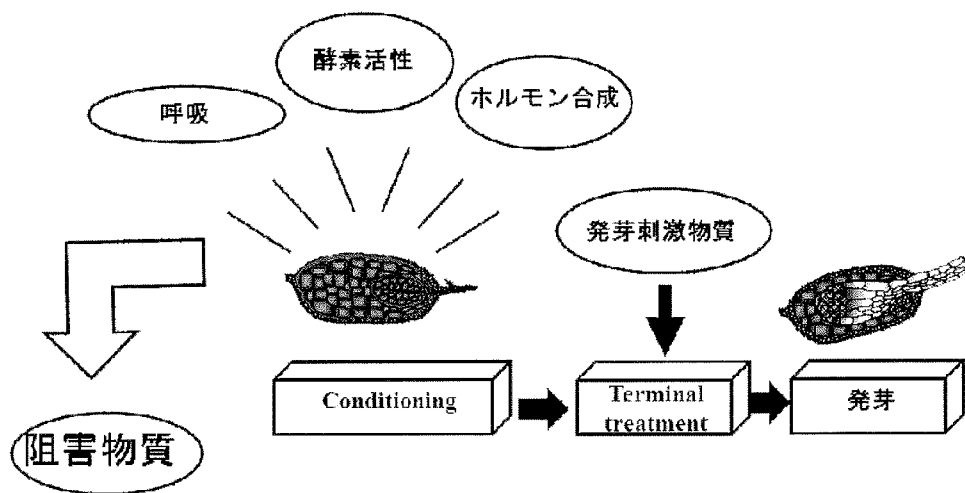
1. 半乾燥地、貧栄養土壌で進化。
微細種子の多量生産(風散布)、長い休眠期間
2. 種子発芽にコンディショニングが必要
3. 不良環境条件による二次休眠が極めて迅速
4. 宿主から発芽刺激物質、吸器形成物質を得る
5. 根寄生後、シュートが地上に現れるまでに長期間
6. 宿主から同化産物(栄養分)と水を奪う
7. 貧栄養下で多発
8. 気孔の連続開放(*Striga*)

間の生存を支えるだけの僅かな貯蔵栄養分(主に脂質)を含む。発芽後、幼根を宿主の根の近傍まで伸ばして接着すると、宿主との物理的かつ生理的な接続器官である吸器を形成し、宿主の根に侵入し、宿主の維管束と自身の維管束を連結し、寄生を確立する。1個体の寄生雑草が複数の吸器を形成して異なる宿主と連結することもある。その後、侵入部位にストライガでは幼植物、オロバンキでは小塊茎を形成し、土壤中でそれぞれ数週間から数か月間成長・肥大する。やがて日長とは無関係に出芽し、開花・結実する(図―2)。

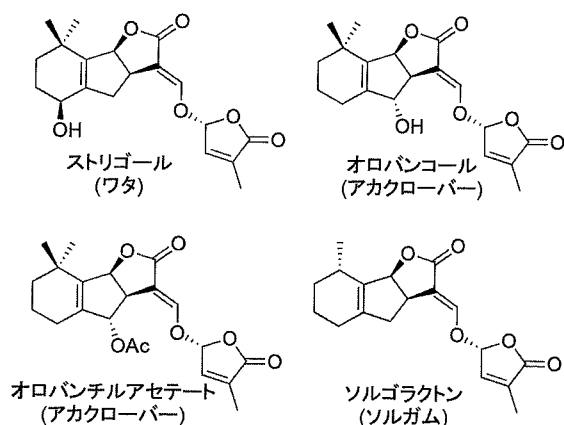
1. 種子の休眠と後熟

種子は形成後、ストライガ類では数か月間、オロバンキ類では数週間休眠するが、この期間中にその後の発芽の準備を整えるための代謝過程が進行する(後熟)。

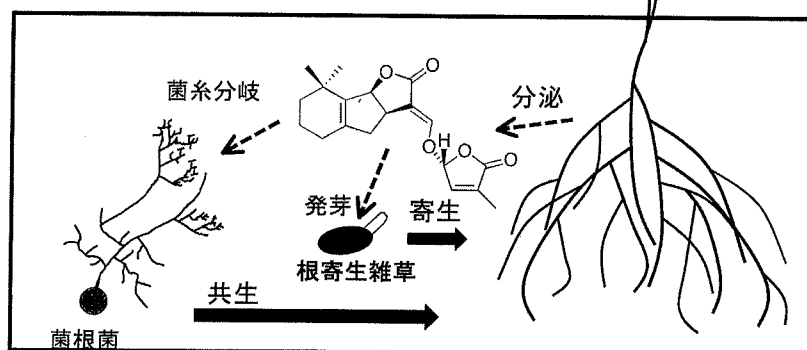
種子が発芽に適した温度・湿潤条件に数日間保たれると発芽刺激物質に反応可能な、ある種の「待機状態」に入る。これはそれぞれが発芽に不可欠な一連の事象からなる複雑な代謝および発生の過程で、「コンディショニング」と呼ばれる。しかし、この後種子が数日以内に発芽刺激物質に巡り合わないと再び休眠(二次休眠、あるいはwet dormancyと呼ばれる)に入る(図3)。このような速やかな二次休眠性によって、種子は土壤中で数十年間の生存が可能である。コンディショニングに対して、ウニコナゾールなどのジベレリン(GA)生合成阻害剤は阻害作用を、GAやフルリドンなどが促進作用を示す。



図―3 根寄生雑草種子のコンディショニングにおける生理的变化



図－4 根寄生雑草の発芽刺激物質ストリゴラクトン



図－5 ストリゴラクトン類と根寄生雑草の発芽及び菌根菌との関わり
(米山 香織 博士原図)

2. 発芽刺激物質

植物の根から分泌され $10^{-15} \sim 10^{-7}$ M という低濃度でオロバンキ類やストライガ類の種子発芽を誘導するストリゴラクトンは、植物の重要な共生菌であるアーバスキュラー菌根菌 (AM 菌) の宿主認識シグナルでもある (図－4, 図－5)。また、植物の枝分かれを制御する新規の植物ホルモンであることも明らかにされた。サイトカイニン、ジャスモン酸、数種類のアミノ酸、ピロールやコチレニンなども発芽刺激活性を示す。大部分のストライガ類とオロバンキ類の *O. ramosa* などでは、ストリゴラクトンによって誘導されるエチレン合成が発芽の引き金となる

が、*O. minor* などのオロバンキ類の種子発芽はエチレンによって誘導されない。

宿主植物は貧栄養、特にリン酸や窒素欠乏の条件下でストリゴラクトンを多量に生産・分泌する。

3. 吸器形成

発芽後幼根を数 mm 伸長させて宿主の根に到達すると吸器を形成する。ストライガ類の吸器形成では、幼根の先端部分に生ずる過酸化水素が宿主根表層の細胞壁を酸化し、2,6-dimethoxy-1,4-benzoquinone (DMBQ) のような吸器分化誘導活性を示すベンゾキノン類が生成される。幼根先

端部の分裂組織の細胞分裂が軸方向から放射状に変わって膨化し、ストライガ類では毛状突起物を形成する。

4. 付着と侵入

吸器は粘着物質を分泌し宿主の根に付着する。根内部への侵入のメカニズムはオロバンキ類とストライガ類で若干異なっているが、両方ともに各種の細胞壁分解酵素を分泌して宿主根細胞壁の化学組成や物理的性質を変えることによって根に侵入して最終的に導管と結合する。オロバンキ類はさらに師部とも結合する。この侵入の過程で、宿主の根ではフェノール性物質やリグニン類の蓄積が観察されており、感受性の宿主であっても根寄生雑草を「異物」として認識している。根寄生雑草の吸器が宿主の根に侵入を始めた時点で、宿主と根寄生雑草の間の活発な情報交換と相互作用が開始される。

5. 宿主と根寄生雑草の相互作用

ストライガ類は宿主の導管と結合しているが、師管との明確な結合は確認されていない。ストライガは光合成能を有するが、自身の光合成によって獲得するエネルギーは *S. gesnerioides* では殆どゼロに近く、*S. hermonthica* でも 30～40%程度であり、大部分を宿主に依存している。オロバンキ類は宿主の導管および師管と結合しており、師部から大部分の栄養を摂取している。これらの根寄生雑草はいずれも強力なシンクとして宿主から養水分を収奪しているが、シンク能を維持するために細胞内にマンニトールを蓄積している。導管液や篩管液の組成が宿主と根寄生雑草では明確に異なっていることから、宿主と根寄生雑草を連結している吸器細胞では、選択的な能動輸送が行われていると考えられている。

6. 種子生産と伝搬

ストライガ類は土壤中でシュートの形成を始めて6週間位で地上に現れ、その6週間以内に日長とは関係なく開花する。オロバンキ類は土壤中で数か月間を過ごし、出芽後2週間で日長に関係なく開花する。受粉の2週間後には成熟した種子を1個体当たり20万粒、時には50万粒も生産するので、宿主の根寄生雑草に対する耐性機構を回避できる変異種や栽培方法の変化にも対応できる変異種が容易に現れる。種子は微細で遠方まで容易に移動し、家畜が食しても死滅しない。根寄生雑草の種子の拡散は、収獲物、植物残さや耕作機械の移動など、人為的な原因によるものが大部分である。

II ハマウツボ科根寄生雑草の制御

種子の形成・休眠・発芽、吸器の形成・宿主への侵入・維管束との結合や開花・結実のどの成長段階を抑えても制御に繋がるが、雑草害が特に大きい初期段階を制御することが重要である。

1. 耐性品種

根寄生雑草耐性品種の利用は最も低コストで、収量も確保できる。特に寄生の初期段階で耐性を示すものが望まれる。その形質として「発芽刺激物質を分泌しない」、「種子発芽を阻害する」、「吸器形成を誘導しない」、「吸器形成を妨げる」、「宿主への付着を抑える」、「根に侵入した吸器を抑える」、「維管束と結合してもその後の成長を抑制する」などが注目される。

ヒマワリとヒマワリに特異的に寄生するオロバンキ (*O. cumana*) では、耐性品種の開発と、その耐性を打ち破るオロバンキのバイオタイプの出現が繰り返されてきた。耐性品種の作出には遺伝的に多様性に富んだ近縁野生種を遺伝資源として利用する場合が多い。耐性形質に関与す

る遺伝子の数が少ない場合には、短期間でその耐性を感受性にしてしまう根寄生雑草のバイオタイプが出現するからである。

カウピーではストライガ (*S. gesnerioides*) の耐性の系統が見出され、耐性遺伝子が育種に利用されている。ソルガムでは品種間でストライガに対する発芽刺激物質の分泌量(実際には根滲出液の発芽刺激活性)に差異が認められ、育種に利用されてきた。耐性種のソルガムを適期に播種することにより、根寄生雑草による被害を減らし、ある程度の収量を確保できる。しかし、イネ科作物では農家に喜んで受け入れられるほど耐性の高い品種は得られていない。さらに多くの場合、耐性の程度はストライガの品種によって異なることから交雑育種による耐性品種開発は困難をきわめている。一方近年、分子生物学、分子遺伝学の進歩による耐性品種の開発に大きな期待が寄せられている(後述)。

2. 化学的防除

現在、宿主作物に薬害を与えず根寄生雑草を選択的に防除できる除草剤は少ないが、研究は進展しつつある。

オロバンキ類：グリホサート、イミダゾリノン類とスルホニルウレア類(スルホスルフロン、クロルスルフロン、リムスルフロン)が使用される。根寄生雑草の生育初期の実生から小さな植物体の時除草剤が処理されると防除効果が高い。オロバンキ類は作物の生育期間を通して連続的に発芽するので、2～4週間間隔で連続処理する必要がある。除草剤は以下の3方法により使用される。a. 茎葉処理除草剤：根寄生雑草防除には一般雑草に比べて低薬量で使用される。グリホサートはセリ科、アブラナ科やマメ科作物中では低薬量を連続的に処理するが、作物の病原菌抵抗性を低下させる恐れもある。イマザピックとイマゼタピルも数

種の作物で使用される。b. 土壌処理除草剤：スルホニルウレア類がトマトやジャガイモの畑で根寄生雑草の発芽時から寄生後間もないうちにドリップやスプリンクラーによる灌水と一緒に散布される(chemigation)。トマト畑では茎葉処理剤が使用された後さらにスルホスルフロンやリムスルフロンも使用される。c. 除草剤耐性作物：グリホサート耐性ナタネ、クロルスルフロン耐性タバコやアシュラム耐性タバコなどの作物では除草剤使用によって全く薬害なく、オロバンキ(*O. aegyptiaca*)防除ができる。

ストライガ類：ダイカンバはトウモロコシ畑で発生前処理剤として使用されるが、薬害を起こす場合がある。ストライガ発芽前のメトラクロール+プロメトリンと発生後のアシフルオルフェンの体系処理でトウモロコシの減収を防げる位の大きな防除効果が得られる。エチレンは、ストライガの休眠覚醒種子に「自殺発芽」を誘導することができるが、アフリカに多い *S. hermonthica* は、*S. asiatica* よりも休眠が深いため、効果が低い。アメリカではエチレンの土壌くん蒸によって *S. asiatica* をほぼ根絶することができたので、アフリカでもその使用について工夫する余地があろう。

カウピー、ソルガムやパールミレットの種子を除草剤のイマザキンで粉衣処理(seed dressing)することによりストライガの防除が可能である。しかし、土壌水分によって効果が変動し易い。遺伝子組み換えの除草剤耐性作物は防除効果だけでなく作物収量も確保できる。南アフリカで導入された遺伝子組み換えグリホサート耐性トウモロコシはストライガ防除に有効である。しかし大部分のアフリカ諸国では、遺伝子改変作物の使用も試験も制限されている。一方、組み換え体でないALS阻害型除草剤耐性のトウモロコ

シをストライガ防除に使用するという新たな試みが行われている。残効性の長いイマザピルとピリチオバックの種子粉衣処理は特に効果が高く、作物収量も3～4倍に高まる。種子粉衣では、トウモロコシ畑で間作として作られるカウピーに薬害を与えずにストライガを防除できる。種子粉衣処理は、特別な散布方法や器具を必要とせず、除草剤使用薬量も少ないため、コストも抑えられることから、将来、アフリカのストライガ多発地帯では小農にも受け入れ易い技術であろう。ただし、他の防除法と組み合わせて、除草剤抵抗性バイオタイプの発生を極力抑えることが重要である。

サリチル酸(SA)、あるいはサリチル酸による誘導抵抗性のシグナル伝達に關与する物質(全身獲得抵抗性誘導剤、BTHなど)もオロバンキ類、ストライガ類に対する耐性を増大する。宿主の維管束周辺のリグニン化による吸器の侵入防止、あるいは吸器の形態異常誘導による根への侵入防止などが観察されている(図-6)。しか

し、MJ(メチルジャスモン酸)は耐性を向上させない。

カロテノイド生合成を阻害するフルリドンを、作物に白化を起こさない程度の薬量で処理することによってストリゴラクトンの分泌量を低下させ、オロバンキ類とストライガ類の寄生数を減少することが可能である。またフルリドンはオロバンキ類の種子の二次休眠の覚醒と二次休眠導入阻害作用によって埋土種子を低減することができる(図-7)。さらにフルリドンは *S. asiatica* 種子の発芽・吸器形成を誘導すること、薬用寄生植物ニクジュヨウの発芽・吸器誘導、宿主への寄生を促すなど注目すべき作用が見出され、今後の利用研究が期待される。

3. 埋土種子の根絶

根寄生雑草対策として、発生してくる雑草の制御と同時に埋土種子の減少、根絶も重要である。オロバンキでは夏季、土壌を湿潤にしてポリエチレンフィルムでカバーし、4～8週高温に保つと土壌表層の種子が死滅する。臭化メチル

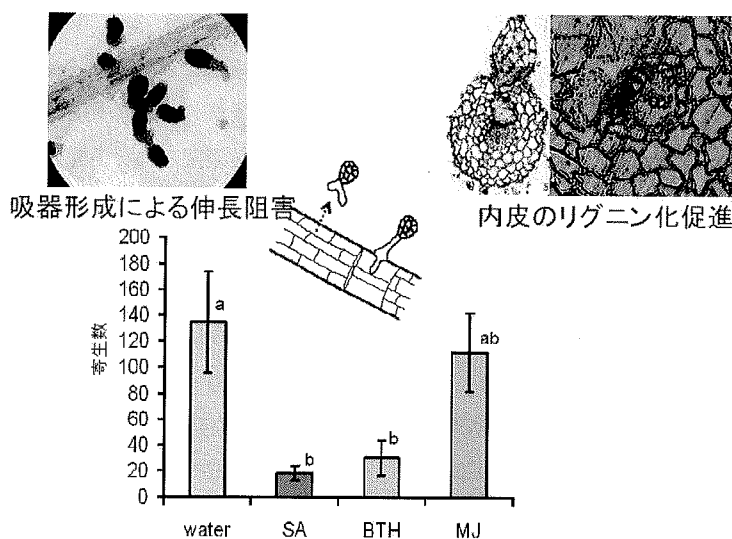


図-6 抵抗性誘導剤を処理したアカクローバー根に対する *Orobanche minor* の寄生数 (kusumoto ら)

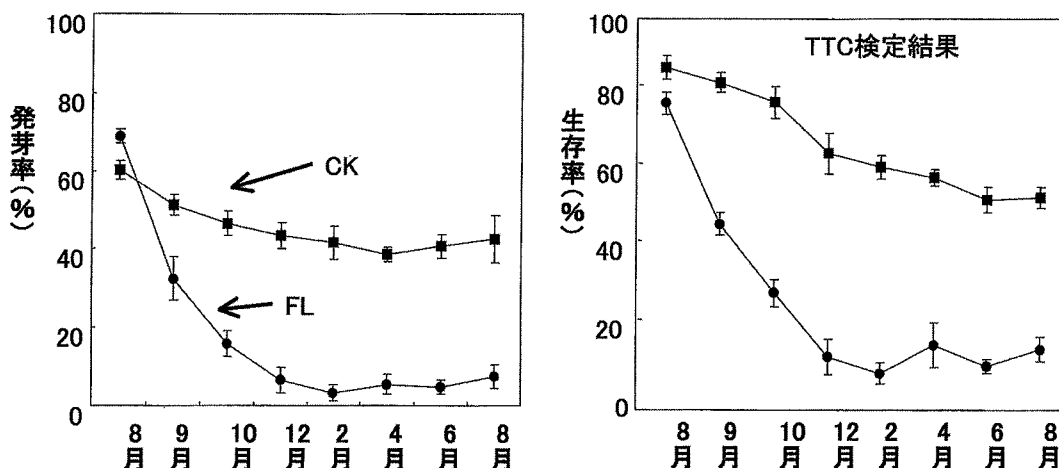


図-7 フルリドン (FL, 300ppmw) を8月末に土壌混和处理 (5cm) した圃場における *Orobanche minor* 種子の発芽率と生存率の変化。発芽率は圃場から採取した種子をコンディショニング後ストリゴールを処理することにより調べた (C0=6/963.haes ら)。

による土壌くん蒸が最も効果的であるが、現在では使用が禁止されている。メタムナトリウム塩とダゾメットは土壌中10~20 cmまで混合・灌水すると、メチルイソチオシアネートを生成して殺種子効果を発現する。エチレンジプロマイド、ヨウ化メチルや1,3-ジクロロプロペンも殺種子に有効である。しかし広い圃場のくん蒸処理は非常に高価である。

4. 生物防除

オロバンキ類の生物防除には、昆虫では、狭食性のハモグリバエ (*Phytomyza orobanchia*) が効果的であるが、食害するのは地上部であり、根寄生雑草の被害を低減するというよりも、種子生産の防止に利用できるであろう。ストライガ類の種子生産を減らす昆虫もいるが効果に変動があって防除法としての利用は難しい。オロバンキ類およびストライガ類に対する病原微生物は多いが、特にフザリウム属菌 (*Fusarium oxysporum*) は宿主特異性が高く、種子から開花期までの総ての生育ステージで強い病原性を示す。また、フザリウムを数種混合すると圃場

でも防除効果の変動が少ない。残念ながら、フザリウムによる防除効果は農民が満足するレベルには達していない。また、全身獲得抵抗性誘導剤のBTHなどを混用すると防除効果が高まる。いずれにしても病原微生物の輸入は難しいので、自国で調達し、発酵、製剤や使用法を確立しなければならない。

5. 総合防除

根寄生雑草による被害を最小に抑えるためには根寄生雑草の生育の初期段階に効果の高い制御対策が必要である。多発圃場では、発生防止、発生後の防除に加え、埋土種子の減少対策を長期的に行うことが重要である。基本は、根寄生雑草種子が混入していない作物種子・耐性品種の使用、手取り除草、輪作、トラップクロープ・キャッチクロープの使用、土壌肥沃度の改善、くん蒸処理、生物防除、選択的除草剤、除草剤耐性作物、自殺発芽誘導などの制御戦略の適切な組み合わせの実施である。

オロバンキ類の防除には寄生雑草種子を含まない作物種子、とくに耐性品種、除草剤および

手取り除草に重点がおかれる。しかし耐性のオロバンキが出現し易いので、その防止のために種子の生産・拡散を抑える必要があり、シーズンの終わりまで除草剤や手取り除草を確実に行うことも重要である。

ストライガ類防除にも寄生雑草種子に汚染されていない作物種子の利用、輪作（効果的なトラップクロープも）などの耕種法に加え、耐性品種、選択性除草剤や微生物除草剤などの組み合わせによる総合防除が望まれる。例えば、除草剤耐性トウモロコシとイマザピルを使用し、さらに微生物除草剤も使用すると一層高い効果が得られる。貧栄養土壌では窒素固定する非宿主作物のセスバニヤなどを休閑作物として利用する。トウモロコシでは多くの労力を必要とするが晩生品種苗の移植により寄生数を減らすことができる。またトウモロコシやソルガムでは、AM菌の接種によって *S. hermonthica* の寄生数が大幅に減少し、収量が増加した。これにはAM菌共生による耐性付与と、共生確立後におけるストリゴラクトン生産・分泌量の低下が関与しているものと予想され、今後、より積極的な利用についての検討が期待される。土壌中のストライガ種子の低減には感受性のイネ科作物と非宿主作物（根寄生雑草の発芽を誘導するが寄生されない）との輪作が有効である。しかしアフリカの自給自足農家では食糧生産が最優先であり、休耕や輪作は殆ど不可能である。そこで市場性が高い非宿主作物を見出す必要がある。

ストライガ対策としてアフリカで広がっているのが「プッシュ・プル(push-pull)」である。これは、トウモロコシに対してストライガと同じように甚大な被害を与えているニカメイチュウも同時に回避する方法である。具体的には、トウモロコシ畑の外周にニカメイチュウを誘引す

るネピアグラスやスーダングラスを植える。トウモロコシの畝間には、ストライガの発芽刺激物質を分泌するが宿主とはならないマメ科飼料作物のデスマディウム (*Desmodium*) を栽培する。このマメ科植物は、ストライガの生育阻害活性とニカメイチュウに対する忌避作用も兼ね備えている。さらにマメ科植物は窒素固定を行い、土壌の肥沃度を上げる。以上のような複合的な作用によって、このプッシュ・プルは大きな効果を上げつつある。

現在、ストライガとオロバンキの網羅的な遺伝子解析が進められており、今後、遺伝子情報に基づいた新しい防除法、回避法の創出が期待される。例えば、根寄生雑草の侵入部位で根寄生雑草に特異的な毒素を発現させたり、根寄生雑草に移行して鍵となる代謝遺伝子の発現を抑制するような RNAi を作物に導入するなどが試みられている。

根寄生雑草は経済的に恵まれない発展途上国の特に最貧国を中心に発生しており、多くの地域では経費の掛る防除方法は受け入れられない。アフリカの多発地帯は貧困のために情報の収集が困難な上、制御手段も持てないのが現状である。

根寄生雑草は独特の生存戦略を持ち、防除困難で大きな農業被害をもたらす大変厄介な雑草である。世界的な物流ネットワークの拡大と高速化に伴って、根寄生雑草は発展途上国だけではなく、オーストラリア、ドイツ、フランス、アメリカなどの先進国の農業にも影響を及ぼし始めている。今後、地球規模での温暖化、乾燥化、交易の拡大に伴って根寄生雑草が世界の農耕地に拡散する恐れがあり、注視していかねばならない。未然に侵入を防ぎ、発生が確認された時は徹底的封じ込め作戦を行う必要がある。

今こそ、人類の英知を結集してこの問題解決に向けた早急な取り組みが望まれる。

謝辞

本稿の作成に当たり、多大な御助言を頂きました宇都宮大学雑草科学研究センター長米山弘一教授に深謝申し上げます。

参考文献

- 1) Abstracts of 5th International Weed Conference, Vancouver, Canada, June 23-27, 2008.
- 2) Chae S. H., K. Yoneyama, Y. Takeuchi and D. M. Joel 2004. Fluridone and norflurazon, carotenoid-biosynthesis inhibitors, promote seed conditioning and germination of holoparasite *Orobancha minor*. *Physiol. Plant.* 120: 328-337.
- 3) Ejeta G. and J. Gressel 2007. Integrating New Technologies for *Striga* Control. World Scientific, Singapore.
- 4) Kusumoto D., S. H. Chae, M. Mukaida, K. Yoneyama, K. Yoneyama, D. M. Joel and Y. Takeuchi 2006. Effects of fluridone and norflurazon on coditioning of *Striga asiatica* seeds. *Plant Growth Regul.* 48: 73-78.
- 5) Kusumoto D., Y. Goldwasser, X. Xie, K. Yoneyama, Y. Takeuchi and K. Yoneyama 2007. Resistance of red clover (*Trifolium pratense*) to the root parasitic plant *Orobancha minor* is activated by salicylate but not by jasmonate. *Ann. Bot.* 100: 537-544.
- 6) Joel D. M., Y. Hershenhorn, H. Eizenberg, R. Aly, G. Ejeta, P. J. Rich, J. K. Ransom, J. Suerborn and D. Rubiales 2007. Biology and management of weedy root parasites. In: Janick, J. ed. *Horticultural Reviews*, Vol. 33. John Wiley & Son, NewYork. pp. 267-349.
- 7) López-Ráez, J. A., R. Matusova, C. Cardoso, M. Jamil, T. Charnikhova, W. Kohlen, C. Ruyter-Spira, F. Verstappen, and H. Bouwmeester 2009. Strigolactones: ecological significance and use as a target for parasitic plant control. *Pest Manag. Sci.*, in press.
- 8) Parker C. and C. R. Riches 1993. *Parasitic Weeds of the World. Biology and Control.* CAB International, Wallingford.
- 9) Paker C. 2009. Observations on the current status of *Orobancha* and *Striga* problems worldwide. *Pest Manag. Sci.*, in press.
- 10) Umehara, M., A. Hanada, S. Yoshida, K. Akiyama, T. Arite, N. Takeda-Kamiya, H. Magome, Y. Kamiya, K. Shirasu, K. Yoneyama, J. Kyojuka, and S. Yamaguchi. 2008. Inhibition of shoot branching by new terpenoid plant hormones. *Nature*, 455: 195-200.
- 11) 竹内安智 1994. 寄生雑草の生物学と防除. 日本農薬学会誌 19: S183-195.
- 12) 米山香織, 関本均 2007 植物の根に関する諸問題 [170] -根が分泌する根寄生植物およびAM菌の宿主認識シグナル-. 農業および園芸 82: 1025-1030.
- 13) 米山弘一 2001. 根寄生植物の実態とその防除. 植調 35: 421-429.

サツマイモを原料とした焼酎廃液濃縮液の 水稻栽培への利用研究

九州沖縄農業研究センター 九州水田輪作研究チーム 住吉 正

お酒好きの人にとってはもちろん、(あるいはそうでない人にとっても)九州は言わずもがな”焼酎王国”である。焼酎の原料にはその土地の特産物が用いられ、熊本では米焼酎が、大分では麦焼酎が、そして、宮崎、鹿児島では芋焼酎が好まれている。本研究の発端となった宮崎県都城市には霧島酒造株式会社の焼酎醸造工場があり、主に芋焼酎を生産している。

焼酎は発酵させた原材料を蒸留して製造するため、蒸留後には大量の廃液(焼酎廃液、焼酎粕)が排出される。多くの場合この廃液は海洋投棄され、有効には活用されていなかったが、霧島酒造(株)では芋焼酎廃液を特殊肥料として、主に飼料作物畑に全量還元していた。窒素が0.2%程度含まれることから、施肥量は10 t/10 aほどである。この焼酎廃液を連用した畑で、「どうも雑草が少ならしい」ということが聞かれるようになり、「雑草防除にも使えるのではな

いか」という発想が生まれた。

その後の法規制の強化により、海洋投棄や、焼酎廃液そのものを直接農地に還元することが制限されることとなったことから、霧島酒造(株)と九州沖縄農業研究センターの協力の下に、焼酎工場におけるゼロエミッションの実現と地域有機物資源の利用促進を目的とした、焼酎廃液の資材化プロジェクトが開始された³⁾。そして、その一環として雑草防除を含めた水稻栽培への利用に関する研究が行われた。

1. 濃縮液の開発

サツマイモを原料とした焼酎廃液は、そのままの状態では有機物含量が高く、ドロドロとして扱い難いだけでなく、非常に腐敗しやすい。また、農地への還元では10 t/10 aと非常に大量の施用量となる。そこで、固形分を取り除いて液体部分のみを濃縮し、減量とともに扱い易くした濃縮液の開発が行われた。この焼酎廃液濃縮液(写真-1)は、元々の焼酎廃液を凡そ12倍に濃縮したものである。高濃度となったことから腐敗し難く、保存性も改善された。また、表-1に示されるように、3要素を比較的高濃度で含有し、

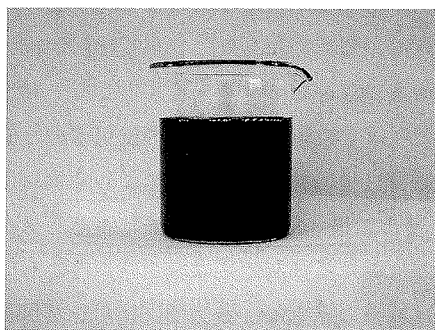


写真-1 焼酎廃液濃縮液

表-1 焼酎廃液濃縮液の成分¹⁾

pH	窒素	リン酸	カリ	含水率
4.0	1.16%	0.74%	2.15%	67%

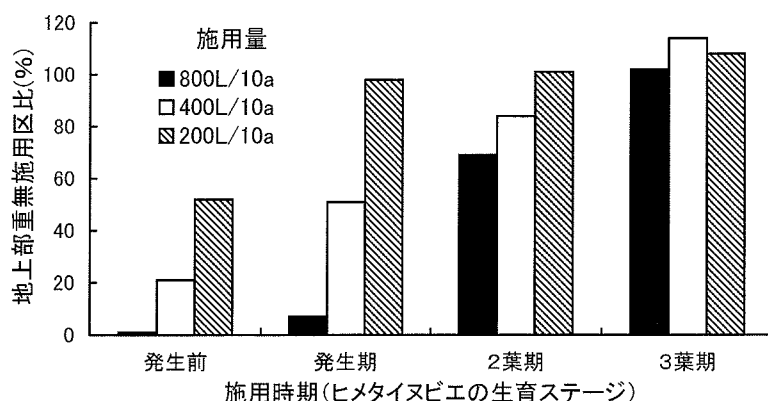


図-1 ヒメタイヌビエに対する抑制効果に及ぼす施用量と施用時期の影響

2004年6月14日に播種し、1カ月後に生育量を調査した。

特殊肥料（焼酎粕諸蜜；しょうちゅうかすもろみつ）として届け出がされている³⁾。

現在では、霧島酒造（株）の焼酎工場の一角にプラントが建設され、焼酎廃液を固形分と液体に分離し、その一部をメタン発酵させてエネルギー源とし、濃縮に用いるというゼロエミッションの設備が稼動している。

2. 焼酎廃液濃縮液に含まれる植物生理活性物質について

サツマイモを原料とした焼酎廃液の抽出物によって、レタスの種子発芽に対する阻害活性が確認された⁵⁾ことから、焼酎廃液に含まれる植物生理活性物質の探索と特性解明が、奥野らによって精力的に行われた。そして、焼酎廃液の成分の一つであるカフェ酸エチルがレタスやメヒシバ、ホソアオゲイトウの種子の発芽阻害と根の伸長阻害活性を示すことが明らかとなった⁶⁾。この物質は原料であるサツマイモ塊根には含まれておらず、焼酎製造工程の二次仕込み段階で生成されることも明らかにされた⁶⁾。また、焼

酎廃液濃縮液にはこれらの他にクエン酸や酢酸なども含まれ、種子の発芽阻害に寄与していることが示された。

3. 焼酎廃液濃縮液の水稻栽培への利用研究

以下の研究で用いられた焼酎廃液濃縮液は、サツマイモを原料とした焼酎製造過程で排出された廃液を、前記のプラントで濃縮液に加工されたもので、霧島酒造（株）より提供されたものである。

1) 水田雑草防除効果

まず初めに、焼酎廃液濃縮液の水稻栽培における雑草防除への利用の可能性を探るため、水田条件での雑草抑制効果について検討が行われた。対象雑草をヒメタイヌビエとして、発生と生育に及ぼす焼酎廃液濃縮液の施用時期と施用量の影響についてポット試験によって検討された⁹⁾。その結果、焼酎廃液濃縮液によるヒメタイヌビエに対する抑制効果は施用時期によって異なり、雑草の発生前～発生期に施用した場合に高く、2葉期以降では劣った（図-1）。200～

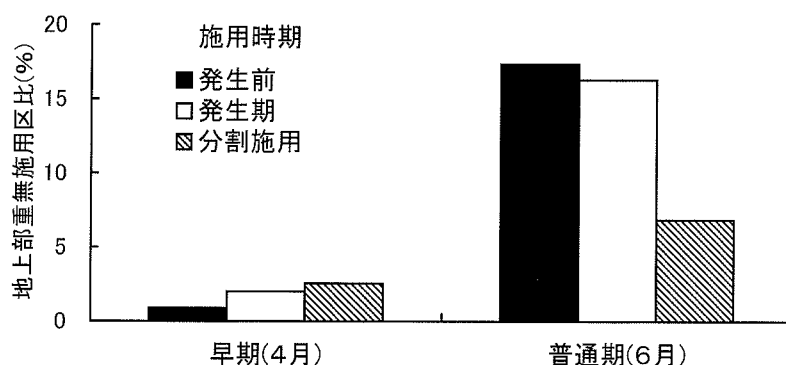


図-2 ヒメタイヌビエに対する抑制効果に及ぼす分割施用の影響

焼酎廃液濃縮液は 400L/10a を施用し、分割施用では発生前と発生期に 200L/10a ずつ施用した。
2006 年 4 月 17 日及び 6 月 20 日に播種し、施用後 4 週間目に生育量を調査した。

800L/10a の範囲では、施用量の増加に伴って抑制効果の増大が認められ、十分な雑草防除効果を得るには 400L/10a 以上の施用が必要であった。また、この場合、雑草の発生前と発生期に 200L/10a ずつに分割して施用しても同等の効果が得られた(図-2)。これらのことから、焼酎廃液濃縮液の雑草抑制効果は、雑草の発生を抑制する効果は高いが、既に発生して生育が進んだ雑草を抑制する効果は低いと考えられた。

次に、焼酎廃液濃縮液が雑草種子の発芽に及ぼす影響について発芽試験によって検討された。その結果、焼酎廃液濃縮液によって水稻種子と

数種雑草種子の発芽が抑制されたが、抑制に有効な希釈濃度は草種によって異なった(表-2)。すなわち、コナギ種子は 100 倍に希釈した溶液中でも全く発芽しなかったが、水稻及びクサネム種子では、10 倍に希釈した溶液でもほとんど発芽抑制は認められなかった。なお、湛水深 4cm の田面水に焼酎廃液濃縮液を 400L/10a 施用すると、100 倍に希釈される計算になる。

以上のことから、水稻栽培において焼酎廃液濃縮液を雑草防除に利用することが可能であるが、十分な雑草防除効果を得るためには、雑草の発生前～発生期に 400L/10a 以上施用する必

表-2 水稻と雑草種子の発芽に及ぼす影響

草 種	施用濃度(各倍率となるように水で薄めて施用)				
	対照(水)	× 1/1000	× 1/100	× 1/10	× 1
水 稻	100	100	100	82	0
ヒメタイヌビエ	100	104	92	22	0
イヌホタルイ	100	27	70	54	0
コナギ	100	103	0	0	0
クサネム	100	105	109	86	0

値は対照区(水)を100とした時の各濃度の発芽率の割合(%)。

要があることが明らかとなった。

2) 水稻の初期生育に及ぼす影響

焼酎廃液濃縮液が雑草に対して強い抑制効果を示すということは、逆に、水稻に対しても影響を及ぼす可能性があり、水稻生育への影響についても検討が行われた。すなわち、直播水稻の苗立ちと初期生育、移植水稻の初期生育に及ぼす施用時期と施用量の影響についてポット試験によって検討された⁷⁾。その結果、直播水稻で

は播種から出芽前(+2)までの施用で苗立ち率が低下したが、出芽期(+3)以降の施用では苗立ち率への影響は認められなかった(図-3)。直播水稻の初期生育は、焼酎廃液濃縮液の施用によって抑制されたが、播種直後(+0)よりも再入水後(+7)の施用では影響が小さかった(図-4)。また、この再入水後の施用では、施用量が多いほど水稻の生育量が大きくなり、焼酎廃液濃縮液の肥料としての効果が現れた結果となった。

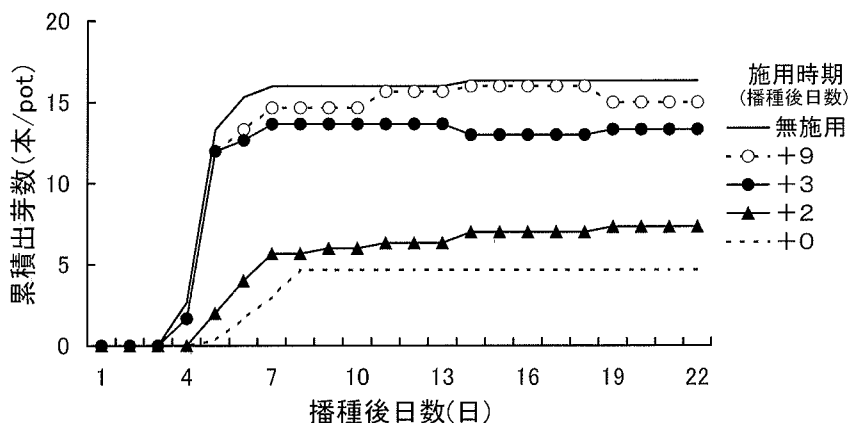


図-3 直播水稻の苗立ち数に及ぼす影響

品種：ヒノヒカリ、2005年6月8日播種、直後に落水、+7再湛水。
焼酎廃液濃縮液は各時期とも800L/10aを施用した。

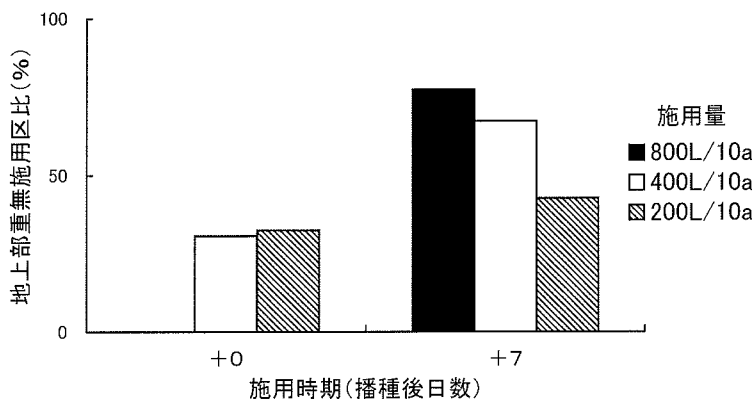
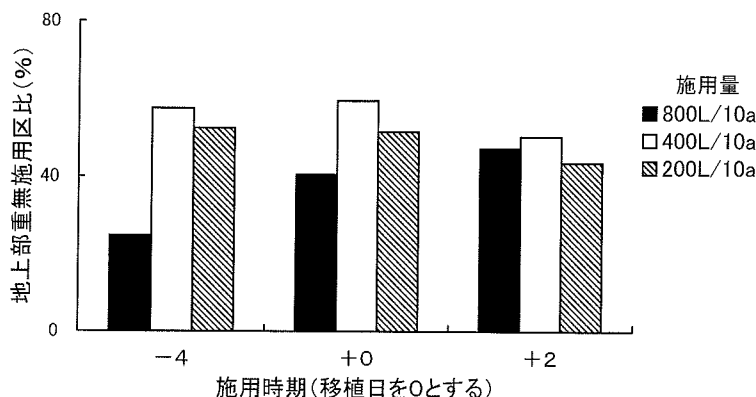


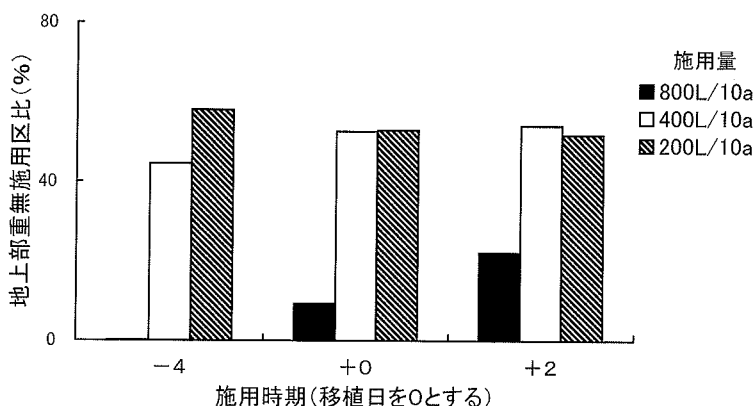
図-4 直播水稻の初期生育に及ぼす影響

品種：ヒノヒカリ、2005年6月6日播種、播種1カ月後に調査。



図－5 早期移植水稻の初期生育に及ぼす影響

品種：キヌヒカリ、2005年4月18日移植、移植1カ月後調査。



図－6 普通期移植水稻の初期生育に及ぼす影響

品種：ヒノヒカリ、2005年6月21日移植、移植24日後調査。

次に、移植水稻に対する影響であるが、早期栽培と普通期栽培の双方において生育抑制が認められた（図－5、図－6）。いずれも代かき直後（－4）、移植直後（＋0）及び活着直前（＋2）の3時期に施用したが、800L/10aの施用では、施用時期が早いほど抑制が大きい傾向であった。200～400L/10aの施用量では、早期栽培と普通期栽培のいずれの施用時期においてもほぼ同程度の生育量となったが、これには焼酎廃液濃縮液による生育抑制と、肥料としての相反する効果が関与したものと推察される。

以上のことから、焼酎廃液濃縮液は水稻の初期生育を抑制するが、肥料効果の発現などによって回復が進行するとともに、施用時期や施用量の調整如何では、抑制自体を回避できる可能性があるものと推察された。

3) 水稻収量に対する肥料効果について

前述のように、焼酎廃液濃縮液は特殊肥料としても届け出られており、適正な量の施用によって水稻の肥培管理が可能と考えられる。そこで、水稻収量に対する肥料効果を2カ年の圃

場試験によって検討した¹⁰⁾。その結果、焼酎廃液濃縮液を施用した区では水稻の初期生育抑制が認められたが、8月中旬以降窒素吸収量が多くなり、生育の回復傾向が認められた。水稻収量は焼酎廃液濃縮液の施用量の増加によって向上し、200～800L/10aの範囲では、800L/10aの施用で最も高い収量となり、化成肥料で窒素を8kg/10a施用した場合と同等となった(表-3)。また、基肥として400L/10a、中間追肥及び穂肥期に200L/10aずつ追肥施用した場合に、基肥として800L/10aを一括施用した区よりも収量が高く、化成肥料を分施した場合と同等の収量が得られた。これらのことから、水稻収量に対する焼酎廃液濃縮液の施用効果は、100L/10a=1kg/10aの窒素施肥に相当すると考えられた。なお、玄米窒素含有率は化成肥料施用区よりも若干高めとなったものの、「ヒノヒカリ」の基準値1.3%を越えず、精粒歩合等にも有意差はなかったことから、品質に与える影響はほとんど無いものと推察された。

以上のことから、水稻栽培において焼酎廃液濃縮液の有機質肥料としての利用が可能である。

しかしながら、雑草防除効果をも期待した活用においては、前述のように雑草発生前～発生期の施用が必要であり、より早期の施用が望まれるため、水稻への初期生育抑制回避との両立が課題となろう。

4. おわりに

現在、各地で有機農業が推進されている。しかしながら、どうしても雑草防除が問題との声が多く聞かれる。有機水稻栽培における雑草防除技術としては、米ヌカなどの有機物施用や深水管理、多数回の代かきや除草機による機械的防除、アイガモなどの生物的防除など様々な防除手段が実践されているが、それぞれに一長一短があり、いずれも単独では十分な効果が得られないというのが衆目の一致する所であろう。

これまで見てきたように、焼酎廃液濃縮液は水田条件で用いた場合、施用条件によっては非常に高い雑草抑制効果を発揮する。しかしながら、水稻に対する影響や除草効果の持続期間、必要とされる施用量などを考えた場合、現状では除草剤に代替し得る資材とは言い難いのも事実

表-3 移植水稻の収量等へ及ぼす影響

施 用 量	穂 数 (本/㎡)	籾/わら 比	玄 米 重 (kg/10a)	玄米窒素 含有率(%)	窒素吸収量 (kg/10a)
焼酎廃液濃縮液					
200 L/10a	296	0.88	369	1.17	6.7
400 L/10a	266	0.90	380	1.20	7.2
800 L/10a	326	0.95	417	1.23	8.5
400+200+200 L/10a	332	0.94	452	1.28	9.7
化成肥料(窒素成分量)					
4 kg/10a	295	0.78	378	1.15	6.9
8 kg/10a	317	0.83	433	1.16	7.9
4+2+2 kg/10a	350	0.82	457	1.20	9.2

2006年6月22日、「ヒノヒカリ」稚苗機械移植。

焼酎廃液濃縮液及び化成肥料(16:16:16)は、全量元肥施用または分割施用(基肥+中間追肥+穂肥)。焼酎廃液濃縮液の基肥施用は移植5日後に行った。

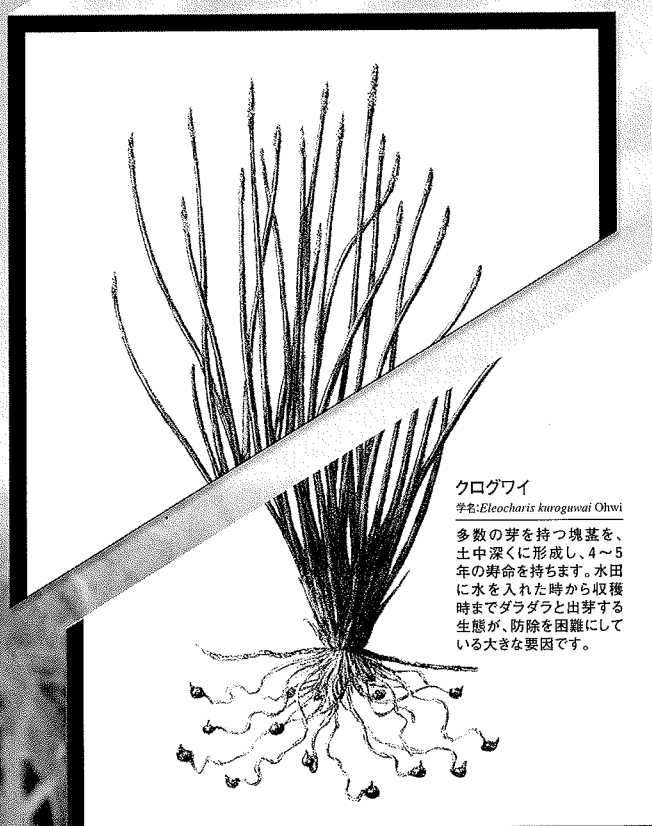
である。ならば、どう使うべきか？その答えの一つが有機水稻栽培ではないかと思うのである。複数の防除手段を用い、それぞれの欠点を補完するような技術の組み立てが要求される有機水稻栽培においては、焼酎廃液濃縮液の欠点は、それほど大きな問題とはならないと期待している。

焼酎廃液濃縮液を用いた水稻の安定生産のためには、肥料成分の有効化に関する変動要因の解明や、雑草防除効果と水稻の生育抑制回避を両立させる施用法の確立、水田における省力的な散布技術の開発などが必要であり、まだまだ乗り越えなければならないハードルも多いが、地域資源の利用促進と有機水稻栽培における技術改善には避けて通れない道のりでもある。今後の展開が待ち遠しい限りである。

5. 参考文献

- 1) 小林透・安達克樹・鈴木崇之 (2007) サツマイモ焼酎粕濃縮液の施用が雑草の発生に及ぼす影響. 九州沖縄農研報告 48, 49～57.
- 2) 中嶋祐二・金森伸彦・松森信 (2008) 水稻における焼酎粕肥料の利用. 第71回九州農業研究発表会専門部会発表要旨集, 6.
- 3) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (2008) 農林水産バイオリサイクル研究－農水産エコチーム－. 研究成果 464, 46～52.
- 4) 大段秀記・住吉正・小荒井晃 (2004) 雑草防除を目的とした水田条件へのサツマイモを原料とした焼酎廃液の処理時期および処理量の検討. 九州の雑草 34, 15～19.
- 5) 奥野成倫・吉元誠 (2002) レタス種子発芽に及ぼすカンショ焼酎廃液抽出物の影響. 九州農業研究 64, 43.
- 6) 奥野成倫・田原秀隆・浮田和貴・森山和之・平井伸博・吉元誠 (2006) サツマイモ焼酎廃液に含まれる植物生長阻害物質カフェ酸エチルの単離と同定. 日本食品科学工学会誌 53, 207～213.
- 7) 住吉正・大段秀記・小荒井晃・保田謙太郎 (2006) 焼酎廃液由来濃縮液が水稻の出芽と初期生育に及ぼす影響. 雑草研究 51(別), 58～59.
- 8) 住吉正・保田謙太郎・大段秀記 (2006) 焼酎廃液由来濃縮液の水稻初期生育に対する肥料代替効果の推定. 第69回九州農業研究発表会専門部会発表要旨集, 27.
- 9) 住吉正・大段秀記・保田謙太郎 (2007) 焼酎廃液由来濃縮液がヒメタヌビエの発生と生育に及ぼす影響. 雑草研究 52(別), 254～255.
- 10) 土屋一成・住吉正・古畑昌巳 (2008) サツマイモ焼酎蒸留粕濃縮液の施用が水稻「ヒノヒカリ」の生育・収量・品質に及ぼす影響. 日作九支報 74, 1～5.
- 11) 上野秀人・鈴木孝康 (2005) 水稻有機栽培における焼酎廃液資材と米ぬかの抑草効果および養分供給特性. 農作業研究 40, 191～198.

クログワイの悩み、ス。パツと解決。



クログワイ
学名: *Eleocharis kurogumii* Ohwi

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

NEW

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

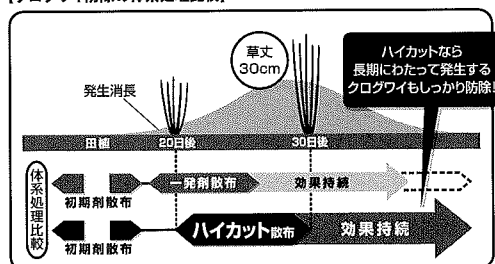
水稲用除草剤

ハイカット®

1キロ粒剤

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

【クログワイ防除の体系処理比較】



Ⓔは日産化学工業(株)の登録商標

★日産化学工業株式会社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-7-1 (興和一橋ビル) TEL 03 (3296) 8141 <http://www.nissan-nouyaku.net/>

草生栽培等による畑地からの赤土流出防止

沖縄県農業研究センター 名護支所 高江洲賢文

はじめに

沖縄県は我が国で唯一の亜熱帯に属する県で、熱帯性の赤色土壌である国頭マージが沖縄本島北部や八重山地域に多く分布している¹⁾。これらの地域では沖縄県の主要作物であるサトウキビ畑等の畑地から赤土が流出し、耕土の薄層化、養分・有機物の流出により生産性を低減させている。また、赤土の微細粒子が河川や沿岸に流出し、動植物の生育相を攪乱するとともに、写真-1のように流出域を赤黄色に一変させて景観を著しく損なうために海浜、沿岸を観光資源とする沖縄県にとってその影響は大きく、その流出防止対策が求められている。

沖縄県における赤土等の流出源は主に開発事業、米軍基地、農地と言われてきたが、県文化環境部は平成13年度に赤土等流出源実態調査を行

い、USLE 式を用いて各流出源の年間赤土流出量の推定と赤土流出防止対策を評価した²⁾USLE 式はアメリカ農務省で用いられている方法で、 $A=R \times K \times LS \times P \times C$ で算出されるものであるがPの保全係数は濁水発生源対策係数×濁水流出対策係数×最終処理係数で求められる値で、対策係数の数値の妥当性には賛否両論があるものの、現在のところではベターな方法としてUSLE 式を用いている。その結果は、農地からの推定流出量は222,900(t/年)で全流出量299,400(t/年)の74%を占めて、流出量の大部分は農耕地に由来することが明らかにされた。さらに、農地の中の作目別推定年間流出量と割合を見るとサトウキビ畑が90,900(t/年)、41(%)と最も高かった。しかし、単位面積当流出量はパイナップル畑の40.2(t/年・ha)が最も多く、さとうきび畑は花・野菜、葉タバコ、樹園地より少なかった。このようにサトウキビ畑は単位面積当流出量は多くはないものの、栽培面積が広いために推定年間流出量と割合は最も高くなっている。

沖縄県における赤土問題に関する本格的な取り組みとしては九州農業試験場が沖縄県農業試験場等の協力のもとで「南西諸島における海洋への土砂流出発生機構の解明と防止技術に関する研究(平成3年～平成7年) および「亜熱帯地域での農地からの細粒赤土流出防止技術の確立

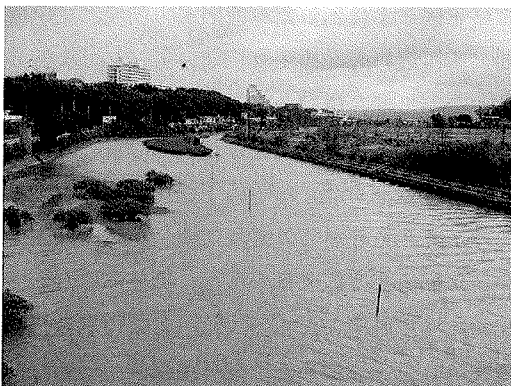


写真-1 赤土が流入した河川

と海洋生態系への影響解明に関する研究（平成8年～平成12年）」と2度にわたるプロジェクト研究が実施された。最初の南西諸島プロでは農地や隣地からの土砂流出発生機構の解明と土砂流出防止技術の開発、流域管理手法の開発がおこなわれ、2回目の亜熱帯プロでは初回プロで残された赤土細粒部分の流出防止技術の開発と、これらの個別技術を組み合わせた実証試験により農地からの赤土流出防止技術を確立するとともに、赤土の流出する沿岸生態系における赤土流出許容量を把握して、赤土流出防止基準の設定を試みている。その中で、赤土（土砂）流出防止技術については、サトウキビとパイナップルの栽培圃場で、圃場の斜面下部に設置した植生帯による土壌流出低減の効果は大きく、ススキマルチと草生帯を併用することにより大きな効果が得られた。サトウキビ畑では不耕起からミニマムティレッジ（最少耕耘法）による土壌攪乱の省略または減少による効果も示された。また、振動式全層振動型破碎機による土壌破碎で降雨水の浸透性が改善された。

これらのプロジェクト研究等により多くの個別技術の成果が提示された。これらの技術はススキマルチと下部植生帯の併用により大きな効果が得られたように、実用にあたっては複数技術を組み合わせることによって効果は高くなるので、サトウキビ畑において、圃場傾斜下部の植生帯と植付け時の部分耕起、植え溝部分草生等の併用による赤土流出対策について検討した。また、パレイショは沖縄本島北部の宜野座村や国頭村が産地となっており、この地域は国頭マージ（赤土）が分布しているので、パレイショ栽培においても赤土流出防止の対策が必要である。しかし、パレイショ栽培における圃場内や通路からの赤土流出防止対策技術はまだできて

ないので、それについても検討した。

サトウキビ畑の赤土流出対策

沖縄県宜野座村松田真平原の国頭マージ土壌畑で、斜面長50m、約4度の1方向傾斜の圃場で①植生帯区：斜面下部で幅2mに被覆植物を植える。②密植栽培区：畦間60cmと90cmを繰り返す。③部分耕起区：前作収穫後の畦間または株条だけを耕起する。④植え溝全面草生区：植え溝全面に被覆植物を植える。⑤植え溝部分草生区：植え溝10m毎に1mの被覆植物を植える。②から⑤の各処理区の斜面下部には①の植生帯を設置した。各処理は4畦～5畦とし、中畦の表面流去水の流出量と濁度を測定した。供試作物のサトウキビは農林8号と同9号で、セタリアグラスを斜面下部の植生帯に用いた。夏植は9月植えて、斜面下部の植生帯と、部分草生、全面草生を行い、春植は3月植えて、下部植生帯と、部分耕起、密植栽培を行なった。夏植は1年半後、春植は1年後の収穫まで調査した。（春植、夏植の収穫後に残った株の萌芽茎を仕立てる株出し栽培は赤土流出量が最も少ないことが明らかにされているので、ここでは流出量の多い春植と夏植で試験をした）

その結果、夏植における表面流出水の濁度の推移を図-1に示した。流出水の濁度は測定機器の設置遅れのため生育初期のデータは欠測であったが、植え付けから高培土が終了する翌年の7月まで高く、その後は茎葉部の被覆が完成し、耕起処理もなくなるので収穫まで濁度は低くなった。7月までの濁度は植生帯区と全面草生区、部分草生区で低かった。春植での表面流出水の濁度を図-2に示した。3月植の春植での濁度は9月頃まで高く、部分耕起区、密植区で低い傾向にあった。サトウキビ畑における赤土

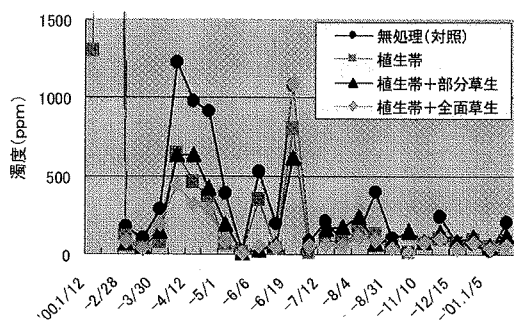


図-1 サトウキビ畑流出水の濁度の周年変化(夏植)

流出は夏植では植え付けから翌年の7月頃までの約1年間、春植では9月頃までの約6ヶ月間に多く、その間が赤土流出の対策を必要とする期間となる。濁度は植生帯+密植区と植生帯+部分耕起区が低く、濁度低減の効果が認められた。密植と部分耕起による生育収量に対する影響としては、表-1のように密植区では茎径がやや小さく、1本重も軽かったが、茎数が多いため収量は23.5%増加した。部分耕起では茎長が短く、茎数も少ないため、収量はやや減少した。土壌流出は植え付け直後から生育初期に多いので、密植は早期に茎数と被度を確保できるため土壌流出防止に有効であると考えられる。密植する場合は苗数が多くなるため苗代が高くなるが収量の増加によって補うことができる。しかし、畦幅が狭くなるので管理は耕耘機でやるか、または密植専用の管理機が必要となるので密植専用管理機を農業試験場で開発した。しかし、密植栽培では培土の高さが普通栽培よりも低くなるため倒伏しやすくなるという問題点もあった。

表-1 密植, 部分耕起によるサトウキビ生育収量への影響

処 理	茎長 (cm)	茎径 (mm)	茎数 (本/a)	Brix 1 (%)	1本重 g	収量 (kg/a)	収量比 (%)
部分耕起	230	25.4	688	21.4	971	682	93.1
密 植	241	24.4	968	21.0	953	905	123.5
対 照 区	245	25.3	685	21.6	1087	733	100

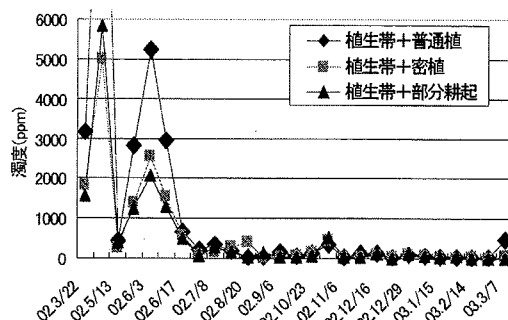


図-2 サトウキビ畑流出水の濁度の周年変化(春植)

草生栽培法による濁度への影響は、図-3のように植え溝への全面草生、部分草生とも濁度は低く、部分草生でも低減効果があった。そして、図-4に示すように部分草生における草種による濁度低減効果はフルーツグラス、マルチムギ、ムラサキカタバミの順に高かった。フルーツグラスとマルチムギは冬生1年生で夏には自然枯死するので、サトウキビへの競合による被害は少ないが、毎年秋には種子を播く必要がある。ム

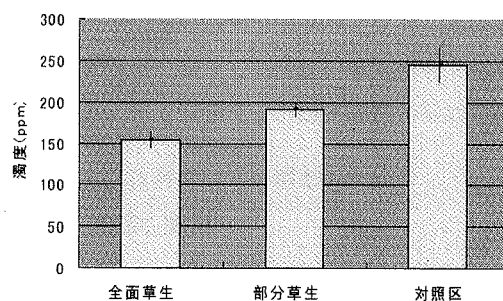


図-3 草生栽培の方法による流出水濁度の低減

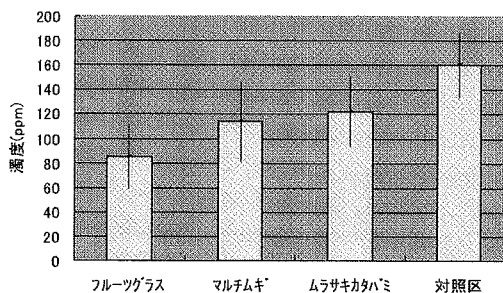


図-4 草生栽培の草種による流出水濁度の低減

ラサキカタバミは冬生多年生雑草であるが生育型はロゼット型で草丈は低いため、サトウキビが生長した後は雑草害は少ない。ムラサキカタバミをサトウキビ生育初期の植え溝に部分的に残すことによって、赤土流出防止に活用できる可能性がある。

このように、サトウキビ栽培においては①圃場内では密植栽培または部分耕起栽培を行い、②植溝には部分草生栽培をする。また、③圃場の斜面下部には植生帯を作る。これらが赤土流出防止に有効であることを明らかにした。すでに明らかにされている心土破碎や株出し栽培とこれらの栽培管理法を組み合わせればさらなる赤土流出防止効果が期待される。

バレイショ畑の赤土流出対策

バレイショ畑における草生栽培に適した草種を検討するため、これまでの試験で使われた草種の外に、道路法面や樹園地の植栽種等を加えて圃場試験で生育特性を検討した。

草生栽培試験は傾斜3.5%のバレイショ圃場で、傾斜に沿って畦立した畦間に、マルチムギ

の全畦間草生区（畦長21mの畦間全面播種）と部分草生区（畦間7m毎に1mづつ播種）を置き、部分植生区ではフルーツグラスとマルチムギの草種比較区も設定した。1区1畦の3反復とし、各畦の下部にビニルを敷いて流去水を誘導・採取して濁度を測定し、受け皿に堆積する粗粒土砂量を測定した。植生帯試験はセントオーガスチン等8種の被覆植物を用いて、輪作試験区の畦の下部で、高さ60cmのあぜシートで畦間を仕切って被覆植物を植え付け、畦間を流下する表流水を導き、草生栽培試験と同様に濁度と粗粒土砂量を測定した。

まず、沖縄県内の各地で、道路法面や樹園地、公園等の植栽地を含めて現地調査を行い、被覆植物に有望な草種を選定、採集した。その後、圃場試験で生育特性調査し、植生帯被覆用としてセンチピードグラス、セントオーガスチン、ツルメヒシバ、通路等の早期被覆用としてオガサワラスズメノヒエ、アメリカハマグルマを選定した。これらの草種と被覆植物として使われている購入種を用いて植生帯試験を行い、その結果を表-2に示した。濁度を低く押さえている

表-2 被覆植物の生育と赤土流出防止効果

	被度 %	草高 cm	生育 型 ¹⁾	生育 ステージ ²⁾	濁度 ppm	対照区 比 %	赤土堆 積量g	対照区 比 %
①センチピードグラス	95	16.8	p	G・Fr	241	22.9	1061	27.7
②セントオーガスチン	83	18.3	p	G	327	44.7	730	19.0
③ツルメヒシバ	98	18.3	p	G・Fr	224	30.1	891	21.9
④ダライアントラ	62	5.3	(p)	G	351	45.8	1293	33.7
⑤アメリカハマグルマ	99	30.0	pl	G・Fr	257	35.1	801	20.9
⑥オガサワラスズメ	97	49.0	p	G・Fr	300	41.0	887	23.1
⑦フルーツグラス	78 ³⁾	65.3	t	D	315	29.4	1039	27.1
⑧マルチムギ	48 ³⁾	58.0	t	Fr・D	270	36.9	750	19.6
⑨無植生	-	-	-	-	732	100	3833	100

1) t：叢生型、p：ほふく型、pl：ほふく+つる型

2) G：生育期、Fr：結実期、D：枯死期（6月調査）

3) 枯死茎葉を含めた被度

のはツルメヒシバ、センチピードの匍匐型芝類と、フルーツグラス、マルチムギの叢生型1年草であり、これらは赤土堆積量も少ない傾向を示し、赤土流出防止に有効であると思われた。アメリカハマグルマ、オガサワラスズメノヒエは匍匐型で、草高が高く、早期に被覆したが、濁度は高く赤土流出防止効果は低かった。これらは匍匐枝の節から出る分枝は叢生型となって繁茂し、被度は高くなるが地表面の被覆が少なく、分枝の発生位置もまばらとなるため、土砂粒子の流出を防ぐフィルター効果は小さくなったと考えられる。

表-3は畦間草生栽培による濁度とバレイショ単収への影響を示した。畦間部分草生区と畦間全面草生区の単収は対照区とほぼ同じであったが、濁度は対照区より低いので赤土流出防止は認められた。しかし、全面草生は堀取り時にマルチ除去の障害となったことから部分草生が実用的であると思われた。表-4はマルチムギとフルーツグラスによる畦間部分草生栽培

の結果である。両種とも生育良好で、流出水の濁度を50～80%、赤土堆積量を32～38%まで落とし、赤土流出防止に有効である。両種とも冬生の一年草で、5月～6月に一斉に枯死するので畑の後作利用にも好都合である。

したがって、バレイショ畑の内部ではフルーツグラスとマルチムギを用いた部分草生により、十分な赤土流出防止の効果があり、斜面下部には生育型がほふく型(p)多年草のツルメヒシバ、センチピードグラス、セントオーガスチンの3草種や叢生型(t)一年草のフルーツグラス、マルチムギのいずれかを使って植生帯を設置することが有効であると考えられた。

植生による通路からの赤土流出防止

畑地からの赤土流出は栽培エリアだけでなく、作業用通路等のその周辺からの流出も注意する必要がある。植生帯による作業用通路からの赤土流出対策について検討した。サトウキビ赤土試験圃場の通路でローズグラス等による植生被

表-3 畦間草生栽培による濁度とバレイショ単収への影響

草生栽培	濁度 ppm	対照比 %	単収 kg/10a	対照比 %
部分草生	108	42.4	3176	98.5
全面草生	83	32.6	3345	103.7
対照区	255	100	3227	100

表-4 畦間部分草生栽培の草種による赤土流出防止効果

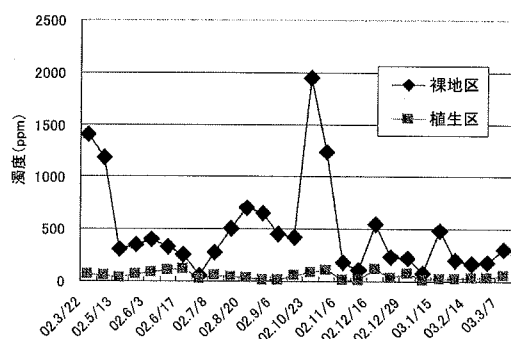
草生植物	濁度 ppm	対照区 比 %	赤土堆 積量 g	対照区 比 %	被度 %	草高 cm	生育 ステージ ¹⁾
フルーツグラス	48.7	49.8	1109	32.2	100	33.0	D
マルチムギ	77.6	79.5	1300	37.8	100	41.3	G・Fr
無植生	97.7	100.0	3439	100	-	-	-

1) G: 生育期、Fr: 結実期、D: 枯死期

覆区と裸地区の濁度の周年変化を調査したのが図－5である。半年前に被覆植物を植え付けて、被度が高くなって以後の調査であるが、梅雨や台風等の降雨量に伴って濁度の増減する裸地区に比較して植生区の濁度は常時低く推移し、植生被覆の赤土流出防止効果は顕著であった。そこで、表－2で選定されたツルメヒシバ等と在来雑草のオガサワラスズメノヒエ等を加えて試験行い、その生育概況と赤土流出防止効果を表－5に示した。全面植生のオガサワラスズメノヒエ、セントオーガスチン、マルチムギは十分な被度で被覆し、流去時間は長く、濁度が低く、堆積赤土量も少ないこと等から赤土防止効果が明らかであった。オガサワラスズメノヒエは表－2の距離の短い植生帯区では効果はでなかつ

たが、距離の長い通路区では防止効果があった。センチピードグラスとツルメヒシバの部分植生区は被度がまだ30～40%と低く、濁度の低減には効果を出していないが、流去時間は長く堆積赤土量は少ないので、被度が高まれば濁度にも効果がでると思われた。

以上の結果、通路や畦畔等では植生被覆による赤土流出防止効果は大きく、全面植生であればどの草種でも効果はあるが、草丈が高いと通交、移動の妨げになるので、低い草丈を維持しつつ植生率を確保するにはセントオーガスチン等の匍匐型がよいと思われた。また、同じ匍匐型でもオガサワラスズメノヒエのように分枝が叢生型となる時には、草丈は50cm位までは伸びるので除草管理が必要である。



図－5 通路の植生被覆による流出水濁度の低減

おわりに

沖縄県における畑地からの赤土流出防止対策としてサトウキビ畑とバレイショ畑の対策を検討したが、この他に問題になるのがパイナップル畑である。パイナップルは酸性の国頭マージ土壤（赤土）で主に栽培され、単位面積当たりの流出量が最も高い作物畑である。その大きな要因となっている古株更新時の表土剥ぎ取りを止めて、残った茎葉等の残渣をすき込めば、緑肥・

表－5 通路における被覆植物の生育概況と赤土流出防止効果

被覆植物*	被度 %	草高 cm	濁度 ppm	対照区 比 %	流去時 間 秒	対照区 比 %	赤土堆 積量 g	対照区 比 %	備 考
①オガサワラスズメノヒエ	99	22	13.4	11.3	825	363.4	685	18.9	全面植生
②セントオーガスチン	99	9	22.7	19.1	680	299.6	606	16.7	全面植生
③マルチムギ	75	51	28.4	23.8	510	224.7	745	20.6	全面植生
④ツルメヒシバ	40	10	182.7	153.5	385	169.6	1316	36.3	部分植生
⑤センチピードグラス	30	24	140.7	118.2	339	149.3	2291	63.1	部分植生
⑥無植生			119.0	100.0	227	100.0	3630	100	

* マルチムギのみ一年生叢生型でその他は多年生匍匐型

有機物として有効であるとともに、赤土流出防止にも役立てることが出来る。心土破碎や部分耕起、畦間や通路の草生栽培、斜面下部植生帯の防止効果が明らかにされており、パイナップル畑でも植生を取り入れた赤土流出対策が示されている。

沖縄県における赤土流出防止技術として個別技術やそれらを組み合わせた複合技術が提示され、赤土流出防止に向けて技術的な準備はできつつある。土壌の流出によって、耕土の薄層化や養分・有機物も流出し、生産性をしだいに低減させることになるが、これは長い時間を経て徐々に進行することであり、適度な堆肥の補給等によりある程度の回復を図ることが可能である。最も大きな問題は河川や沿岸海域の景観や生態系の攪乱である。発生源となっている農耕地と被害の発生する場所が異なるため、発生源における対策が打ちにくいことである。これを

解決するには、発生源における問題の啓発を十分に行うと共に、地域住民と行政者が観光や漁業等河川や沿岸の関係者の協力を得ながら、有効な対策を講ずる必要がある。

引用文献

1. 沖縄県農林水産部 2008 沖縄県の農林水産業
2. 沖縄県 2003 沖縄県における赤土等流出源実態調査報告書
3. 農林水産技術会議事務局 1999 研究成果 336 南西諸島における海洋への土砂流出の発生機構の解明と防止技術に関する研究
4. 農林水産技術会議事務局 1999 研究成果 390 亜熱帯地域での農地からの細粒赤土流出防止技術の確立と海洋生態系への影響解明に関する研究

牧草・毒草・雑草図鑑

編著：清水矩宏・宮崎茂・森田弘彦・廣田伸七

B6判 288頁 カラー写真 800点
定価2,940円(本体2,800円+税5%)

最近、草地や飼料作物畑に外来雑草が多くなったり、有毒植物による家畜の中毒が散見されることから、牧草・毒草・外来雑草を1冊にまとめた図鑑が要望されています。本書は牧草および飼料作物80種、有毒植物40種、外来雑草を主とした草地雑草180種を収録した、畜産のための植物図鑑です。

発行／社団法人 畜産技術協会

販売／全国農村教育協会 電話 03-3839-9160 FAX 03-3839-9172

滋賀県における環境こだわり水稻栽培と水田雑草防除技術

滋賀県農業技術振興センター 栽培研究部 鳥塚 智

1. 滋賀県の水田作農業

本県の農林水産業は、県土の6分の1を占める「琵琶湖」の恵みを受けて発展するとともに、食料等の生産をはじめ、豊かな県土や地域文化を創造している。農業産出額の約6割を占める米は、昔から全国でも著名な産地として「近江米」で名を馳せ、平成20年度33,300ha（耕地面積の約90％が田）で作付され、農業生産における米への依存度は高くなっている（農業産出額の二位は「近江牛」が代表の畜産）。

現在の担い手の状況は、特定農業団体、法人、農作業受託組織の合計が454経営体、認定農業者1,718経営体となっており、水田輪換畑における麦・大豆等の転作作物の栽培はこれらの担い手によってブロックローテーション方式で取り組まれている。

2. 水田雑草防除の現状と課題

1) 環境こだわり農業

本県は、近畿圏1400万人の水源地である「琵琶湖」を抱え、「環境こだわり県」として行政施策を推進してきた。農業分野では、平成13年に「環境こだわり農産物認証制度」を策定し、さらに平成15年には、より安全で安心な農産物を消費者に供給するとともに、環境と調和のとれた農業生産の確保を図り、本県農業の健全な発展と琵琶湖等の環境保全に資することを目的として、

全国に先駆けて「環境こだわり農業推進条例」を制定し、農薬および化学肥料の使用量を慣行の5割以下に削減するとともに、「琵琶湖」をはじめとする環境への負荷を削減する「環境こだわり農業」を推進してきた。

この「環境こだわり農業」における米づくりは、平成20年産では約1万haとなり、水稻作付面積の約3割を占めるまでになった（図-1）。栽培に当たっては、平成19年度以降は主に全国的な制度である「農地・水・環境保全向上対策」を活用して農業者等への支援を行っているが、農林水産省が発表した同対策の本年度の取組状況では、本県は全国一の取組面積となっており、全国の環境保全型農業をリードしている。なお、この環境こだわり栽培による環境負荷低減効果についての評価も行い、県ホームページ等で公表している。

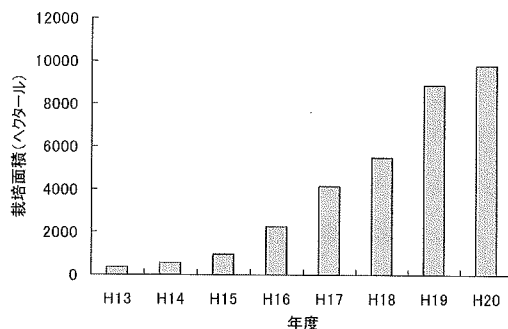


図-1 環境こだわり農産物(水稻)栽培面積の推移

2) 水田雑草防除に関する指導

「農作物病害虫雑草防除基準」において、環境負荷低減のため農業に過度に依存しない総合防除を推進し、水田除草剤については雑草の多い水田を除き一発処理剤による一回散布を基本としている。

周辺環境へ配慮するため、初期除草剤は田植え前には使用しないように指導し、剤型に関しても、農家の経営形態等に合わせた導入が図られ、ジャンボ剤等の省力タイプの利用も多くなっているなか、フロアブル剤については省力的ながらも水口施用は同様な理由で行わないように指導している。

畦畔雑草防除面では、水田畦畔に隣接する農道や排水溝法面は草刈り、被覆（マルチ）、グラウンドカバープランツで対応し除草剤は使用しないように、水田畦畔においてもできる限り除草剤を使用しないこととし、使用する場合は栽培管理上必要な畦畔平面、水田法面側に限るよう指導している。

3) 水稲作で問題となっている雑草

本県でも、普及部門においてSU抵抗性検定装置「発根法ITOキット」を用いた調査が行われ、抵抗性の「コナギ」、「イヌホタルイ」、「アゼナ」の農家水田における発生が確認されている。また近年特に、主として畦畔に生育していた雑草が本田に侵入することも多くなっており、「イボクサ」やイネ科多年生雑草が問題となっている。

水稲作期間には、「クサネム」など、主に畦畔沿いや不陸部分となったところ、中干し時期以降に田畑共通に発生、生育する雑草もかなり問題となってきており、転作面積の増加や複年転作が増加を助長しているものと考えられている。近年問題となってきた何れの草種についても、



図－2 環境こだわり水稲栽培であることを示す看板

担い手構造の変化等により管理不十分や、除草剤の適期散布が難しいこと等により被害が拡大している場合もあるとみられる。

一方、有機栽培ではタイミングの良い機械除草が主要な除草技術となっているが、残草の主体となりやすい「コナギ」対策が多くの圃場で求められている。

4) 環境こだわり水稲栽培における雑草防除技術

環境こだわり水稲栽培では、漏水防止対策の実践や作業体系の見直しなどによる濁水流出防



図－3 成熟期の本田に生育するイボクサ



図－４ 排水路における漏水防止対策（止水板）

止を主体とした農業排水対策を進め、環境負荷低減では一定の成果が見られる。

しかし、本田除草剤の使用場面では、成分数削減のため剤型の異なる同一成分剤の使用が推進され、加えて抵抗性雑草対策剤の導入により除草剤成分の偏り（集中）が生じ、水系で偏った使用が行われた場合、集中豪雨等により土壌吸着性の劣る成分の一時的な琵琶湖への流入負荷が高まることも懸念しており、剤のローテーション防除等が重要となっている。

一方、平成18～19農業年度の流通量10 t以上の薬剤についてみると、通常初期剤との体系処理には中期剤にシメトリン含有剤が選択され

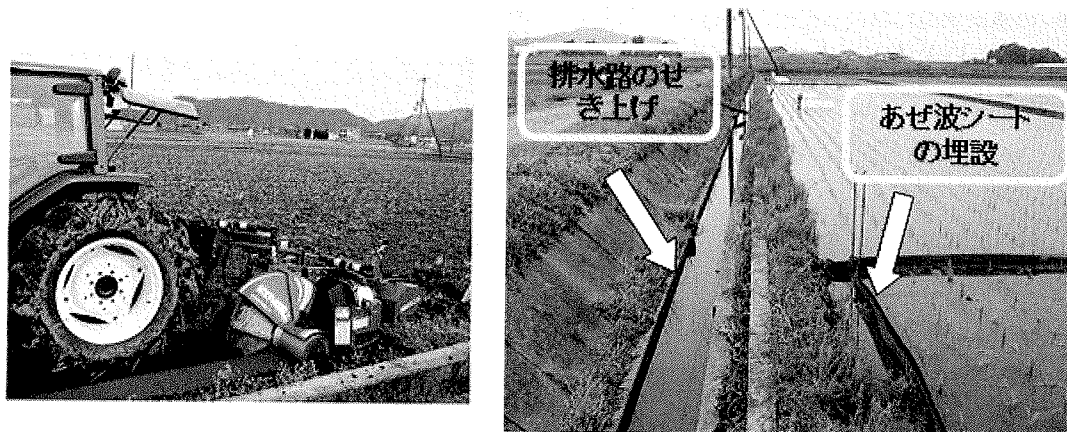
るが、初期剤、一発処理剤の選択場面において、ジメタメトリン含有剤の比率が高くなっており、農家の藻類に対する配慮が窺える。これは、水田からの濁水等流出防止のための技術対策の徹底により、水深保持が向上した結果、藻類の発生に有利な条件が揃ったことも関係しているとみられる。

5) 水稲直播栽培における一発処理剤による効率的雑草防除

不耕起栽培などの省力的な栽培技術が県内各地で試験的に、あるいは実用化されており、このなかで水稲直播栽培は平成20年度約570ha（県農業経営課調べ）で行われているが、近年栽培面積は横ばい傾向である。

湛水直播栽培の除草体系は、移植栽培と同じく一発処理剤による1回の防除を基本に指導している。このため、一発処理剤を適期に効果的かつ効率的に処理するため、気温に基づくノビエの葉齢予測技術を応用しているが、雑草の増えてしまった直播栽培ほ場では、体系処理等の高度な雑草防除対策が必要になっている。

直播栽培に登録のある一発処理剤は稲1葉期以降の登録剤が多いが、稲1葉期にはノビエ葉



図－５ あぜ塗り、排水路のせき上げ、あぜ波シートの埋設による畦畔漏水防止

齢はかなり進み、除草剤の散布適期幅が狭い(または無い)ため播種後に使用できる水稲への安全性が高く、残効の長い一発処理剤が望ましく、低コストな体系処理剤も期待されている。

3. 環境こだわり水稲栽培を支える雑草防除技術

1) 一発処理剤の効果的な使用

省力で環境負荷低減につながる低成分一発処理剤の一回散布における雑草防除効果の安定、向上のためには、あぜ塗り、あぜ波シートの埋設、排水路のせき上げなどの漏水防止対策技術、レーザーレベラーによる均平化、水田ハローによる浅水代かきなどの効率的で精度の高いほ場均平化技術と、適期散布技術の組み合わせが重要である。

一方、近年、低成分一発処理剤を使用した水田において残草が多い、あるいは、SU抵抗性雑草対策成分を含む一発処理剤を使用した水田において抵抗性雑草が残るという事例があり、残草の原因は一発処理剤の雑草の生育にあわせた適期散布が出来ていないためではないかと推定された。このため、多年生雑草「イヌホタルイ」防除に配慮した一発処理剤の適期散布について検討した。

場内において、2005年から2007年の3年間、移植4日前に代かきを行った5月上旬および下旬移植ほ場を設け、代かき日から「イヌホタルイ」が2葉に到達する日までの日数を調査したところ、2007年の5月下旬移植が最も短く、代かき日から数えて10日目で、移植後5日目であった。「タイヌビエ」との葉齢進展の相対関係については、「イヌホタルイ」より「タイヌビエ」

が1～4日早く2葉に到達した。

これらの調査より、「タイヌビエ」2.5葉以上の散布幅を持つ、「イヌホタルイ」2葉期までが散布適期の一発処理剤では、使用時期の晩限処理は「イヌホタルイ」の散布適期を過ぎることになり、また、使用時期の早限が「イヌホタルイ」の葉齢からみた処理晩限となることも想定された。防除効果の安定のためには、可能な範囲で代かきから移植までの日数を短縮し、適草種、使用時期の幅が広く、雨の影響を受けにくいなど効果発現の安定した成分や剤型を状況に応じて選択することも重要と考えられた。

今後、環境こだわり水稲栽培の推進に当たっては、これまで重点を置いて指導してきた畦畔からの漏水防止対策の実施に加えて、一発処理剤の散布適期に関する農家の認識を高め、適期に、適正に除草剤散布が行われるよう啓発が重要と考えている。

2) 省力的で環境への負荷のより少ない除草剤開発への期待

水田雑草防除は、温暖化等の気象や水田農業の担い手構造の変化に対応し、消費者の安全・安心志向に応え、水田から流出しにくい等、環境に及ぼす影響のより少ない、安全性の高い除草剤の開発ならびに防除技術の開発が植調協会を中心に促進されることを期待する。

参考文献

- 滋賀県 2008 平成20年度農作物病害虫雑草防除基準
- 日植防協 2007 農業要覧
- 日植防協 2008 農業要覧

京都府における水稻の雑草防除の現状と問題

京都府丹後農業研究所 大橋善之

1. SU 剤抵抗性雑草

京都府において SU 剤抵抗性雑草が最初に発見されたのは、1997 年現京丹後市大宮町におけるアゼトウガラシである（杉本ら 1999, 図-1）。その当時、SU 剤抵抗性雑草は北海道や東北、北陸、関東地方のみで報告されており、西日本では初めての発見であった。農家の話では「数年前から除草剤に効かない雑草があるように思っていた」とのことで、それ以前から SU 剤抵抗性雑草が出現していたものと思われる。そこで、SU 剤抵抗性雑草と疑わしい雑草が残っている場合に耕種概要や観察状況からなる 6 項目の判定項目を作成し、SU 剤抵抗性雑草の可能性が大きい場合には、体系処理による防除を指導した（平成 10 年度普及に移す研究成果）。その後、京都府では府北部の日本海側を中心にコナギ、



図-1 SU 剤抵抗性アゼトウガラシの発生状況

アゼナ類、イヌホタルイが確認され（大橋ら 2006）、2007 年には府南部地域でもアゼナで確認されている。現在では、各農薬メーカーから SU 剤抵抗性雑草に対する対策剤が、各地域の防除こよみに数多く導入されるようになっているため、水田によっては SU 剤抵抗性雑草があるという報告があるものの、地域全体に残草しているというような状況はみられていない。

2. 直播栽培

京都府の直播栽培は、平成 20 年産米において 131a と水稻栽培面積の 0.83% を占めており、そのほとんどが湛水直播栽培である（図-2）。京都府では 1998 年から水稻の省力・低コスト化に向けて、打込み式代かき同時土中点播栽培の実用化に向けた試験を実施し、2000 年に初めて京都府綾部市において打込み播種機が導入され、現在、府全体で 17 台の播種機が稼働している。

打込み式代かき同時土中点播栽培は、播種数日前に荒代かきを行い、播種するときに代かきをしながら、その後部に装着した播種機によって、土中にカルパーコーティングした種子を 5～6 粒づつ打ち込む方法である。この打込み方式によって、5～10mm 程度の播種深が確保され、耐倒伏性が向上し、コシヒカリのような倒伏しやすい品種でも直播栽培が可能となった。打込み式代かき同時土中点播栽培では、荒代か

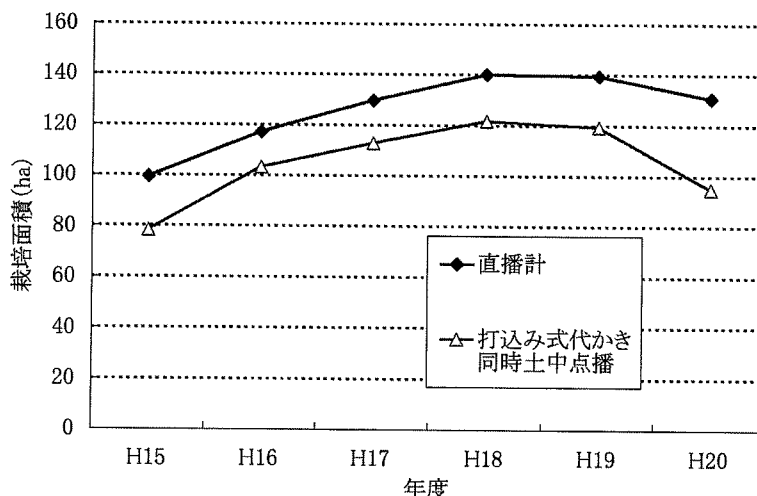


図-2 京都府における直播面積の推移

きを行った後、発芽してきた雑草を播種時に行う代かきによって土中に埋め込むため、イネと雑草の発芽がほぼ同時にスタートする。多くの直播用除草剤では、イネ1葉期～ノビエ3葉期が散布適期であるが、当所の水稲除草剤適2試験（2006～2008年）における直播栽培でのイネ1葉期～ノビエ3葉期の期間は、播種後11～19日の9日程度であった（図-3）。直播用除草剤の散布始期であるイネ1葉期には、ノビエが1.5葉期頃であるため、イネ1葉期を確認し、直

ちに除草剤を散布すれば、極大の除草効果が得られる。しかし、9日間程度の散布適期では、大規模農家や多数の水田を持つ農家にとっては、散布適期を逃す恐れが大きい。さらに、他の雑草の葉齢の進展を考慮すると散布適期がさらに短くなる。例えば、ホタルイを2葉期までに処理することになると適期幅は4日しかない（図-3）。このように、打込み式代かき同時土中点播栽培においても除草剤の散布適期幅が狭いことから、適期を逃さないように、イネ1葉期を

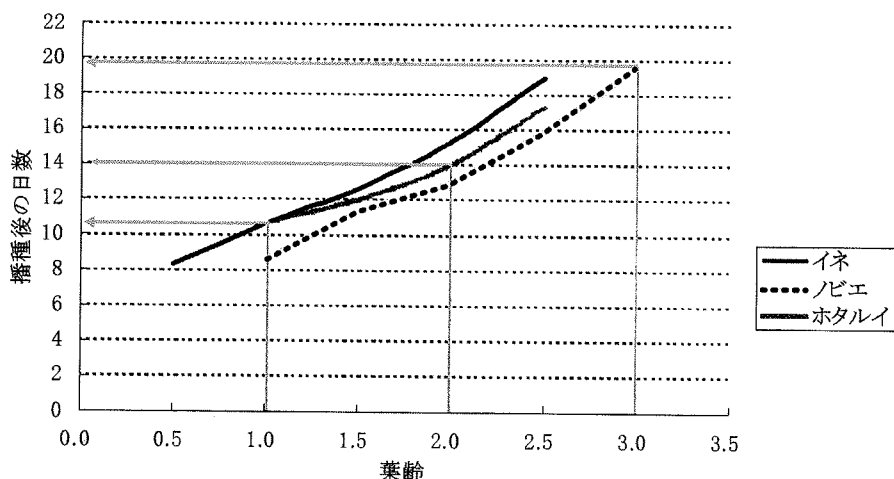


図-3 打込み式代かき同時土中点播における水稲と雑草の葉齢の推移

確認した直後に除草剤を散布する必要がある。生産現場においては、5月中旬播種の場合は、播種後10日間の落水の後、入水を行い、湛水状態が確保できた3日後（播種後13日目）に除草剤散布を行うように指導したところ、圃場条件による原因を除いて、ほぼ満足できる雑草防除が可能となっている（杉本ら 2007）。

一方、近年の直播機の導入状況を見ると、打込み播種機よりも多目的田植機による直播方式が多くなっている。これは田植機のアタッチを換えることによって高精度に播種できる方式である。ところが、この方式では移植栽培と同様に代かきを行い、その数日後に播種することから、ノビエなどの雑草の発生が打込み式代かき同時土中点播栽培よりも数日早くなる傾向がある。そのため、除草剤の散布適期はさらに短くなることから、イネ1葉期を確認後、速やかに除草剤を散布することを徹底するとともに、散布時期の拡大や省力的な中期除草剤（ジャンボ剤やフロアブル剤）の開発と登録が待たれている。

3. 除草剤の使用状況と水田管理

京都府における除草剤の使用状況は、体系処理は少なく、8割以上が一発処理剤と推定される。一発処理剤の剤型別の使用状況は、ジャンボ剤50.1%、1キロ粒剤26.5%、粒剤11.9%、フロアブル剤11.2%とジャンボ剤やフロアブル剤の省力散布型の除草剤が、61%を占めている（図-4）。

一方、水田管理の省力化の進展によって、本田管理以外の畦畔除草や畦塗り作業等が軽視される傾向にある。特に、畦塗りや畦シートなどによる畦畔からの水漏れを防ぐ方策が十分に講じられていないことが、拡散性の高いジャンボ剤やフロアブル剤の有効成分の流亡を招いてい

ることが懸念される。イネの出穂期以降にノビエが繁茂している水田が見られることがあるが、このような水田では、畦畔からの水漏れが多く、湛水状態を確保できない状態である場合が多い。本府のようにジャンボ剤やフロアブル剤の使用割合が高い地域では、水田からの水漏れを防止し、除草効果を高めるためにも適切に畦畔の管理を行うことが重要である。

4. 特別栽培米の増加

米の販売価格が下落し、消費者の安心・安全や食味への志向が高まる中、京都府では地域の特徴や資源を生かした特別栽培米の生産を推進している。これらの特別栽培米では、農薬と化学肥料を地域の慣行栽培から半減することが必要とされている。特に農薬では、使用農薬の総成分数を半減させることが求められている。そのため、特別栽培米で除草剤を使う場合でも、1～2成分の剤を使用されることが多い。この場合、特定の難防除雑草やSU剤抵抗性雑草が残ることも想定され、これらへの対応が今後の課題に

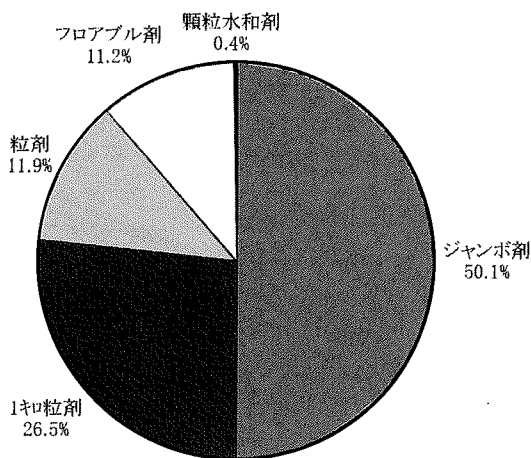


図-4 京都府における一発処理剤の使用状況

なるものと考えられる。また、特別栽培米における農薬の低減については、環境に与える影響を考慮すると、成分数だけの制限ではなく、投入薬量を低減する必要があると考えられ、そのためにも低薬量で高い除草効果がある除草剤の開発を期待している。

引用文献

杉本充・大橋善之・河瀬弘一（1999）京都府におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性水田雑草の出現と数種除草剤の効果。近畿作育研

究 44：43-48.

京都府農林水産技術会議（2000）スルホニルウレア系除草剤抵抗性雑草の簡易判定法と防除対策。平成10年度普及に移す研究成果：2
大橋善之・富永達（2006）京都府における水田雑草のスルホニルウレア系除草剤抵抗性生物型の出現状況。近畿作育研究 51：49-50

杉本充・藤田守彦・河合哉・大砂古俊之（2007）打込み式直播の栽培指導資料として作成した「チェックリスト」。農業および園芸 82：1281-1289

石原の水稲除草剤

- 非SU系 水稲用一発処理除草剤
トビキリ手軽で、トビキリ広がる。
トビキリ効くのは

トビキリ[®] ジャンボ **新発売**

- 水田初期除草剤
抵抗性ホタルイ防除に！

ワンベスト[®] フロアブル

- 水田一発処理除草剤
抵抗性雑草、イボクサにも
ビッグな手応え！

ワンオール[®] S 1キロ粒剤

- 水田一発処理除草剤
これぞ王様のフロアブル

キングダム[®] L フロアブル

- 水田後期除草剤
難防除多年生雑草に

グラスジーン[®] M
ナトリウム 液剤/粒剤

- 安心、実績の水田後期除草剤

2,4-D剤/MCP剤

ラベル記載の用法・用量を守りましょう
使用時期、使用回数を守りましょう
石原は「食の安全」を大切にします



石原産業株式会社
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

ホームページ <http://www.iskweb.co.jp/ibj/>

文部科学省プロジェクト「外来植物のリスク評価と蔓延防止策」
 —新たに導入する外来植物の蔓延リスク評価用データベースの構築—
 —シバムギ等寒地型植物の防除技術の現地実証と生物多様性影響調査—

雪印種苗(株) 研究開発本部 暖地牧草・飼料作物研究グループ 入山義久

1. はじめに

海外から新たに導入した植物が、雑草化した
り、日本固有の植物と交雑したりすることにより、農業生態系や自然生態系に副次的な悪影響を及ぼすことが懸念されている。

環境にこのような影響を及ぼす可能性のある外来植物を水際で防ぐためには、本邦での生育や繁殖特性を明らかにし、どの植物が問題となる可能性があるかを見極めるデータベースの構築とその対策が必要になる。そこで、このプロジェクトでは海外からの侵入および導入が予想される植物805種を輸入し、これらの発芽特性、生育の速さ、出穂および開花の時期、越冬性、採種性、栄養繁殖性の有無などを調査することにより生育特性を明らかにし、リスク評価用データベースを構築した。

さらに、農業生態系や自然生態系に悪影響を及ぼすことが懸念される外来植物が本邦に侵入或いは導入され、その蔓延が危惧される場合は、速やかな防除が必要となる。そこで、既に北海道を中心とした北方地域において、自然生態系、耕作放棄地、草地等に蔓延している外来植物のうち、シバムギおよびカモガヤを対象とした現地における防除試験を行い、これらの外来植物の防除方法を明らかにした。

2. 新たに導入する外来植物の蔓延リスク評価用データベースの構築

(1) 2005年栽培試験(試験1)

千葉県千葉市の試験圃場において、海外より輸入した外来植物605種を、土中に埋めた直径30cmビニルポットに、2005年7月に播種した。窒素 5.0- リン酸 5.0- カリ 5.0kg/10a を施肥し、生育状況を調査した¹⁾。

605種のうち発芽したものは314種であり、最も早く発芽したものは播種後2日目に発芽した *Amaranthus lividus* など20種あった。播種当年に出穂或いは開花したものは93種であり、最も早く開花したものは播種後23日目に開花した *Trigonella foenumgraecum* であった。また播種1ヶ月後の生育量調査で50cm以上の生長を見せたものは、*Ipomoea quamoclit* など8種あった。ビニルポットを掘り返し、根系の調査も行ったが、ポットという特異的な環境下でも、*Hirschfeldia incana* は根系が81cmまで生長した。また地下茎、塊茎、根茎、匍匐枝、萌芽など、栄養繁殖に関係する器官が43種で確認された(表-1)。

(2) 2006年栽培試験(試験2)

試験1に供した外来植物に、新たに200種を加えた805種を供したが、このうち寒地型と推測される種は、予め低温処理を施した。2006年

表-1 外来植物 605 種の生育特性 (試験 1)

科名	調査 種数	発芽 種数	発芽 個体率 (%)	平均 種子 100粒重 (g)	広がり 10cm 以上の 種数	草高 20cm 以上の 種数	栄養 ^{注)} 器官を 有する 種数	蔓性を 示す 種数	低木 となる 種数	根粒を 有する 種数	トゲを 有する 種数	播種当年に 出穂・開花 した 種数
イネ科	116	70	60.3	0.61	2	42	5	0	0	0	0	29
キク科	83	44	53.0	0.93	6	20	2	0	0	0	3	10
アブラナ科	49	25	51.0	0.30	3	3	0	0	0	0	0	3
マメ科	41	36	87.8	2.00	3	18	5	3	5	10	0	9
シソ科	22	8	36.4	0.39	3	3	0	0	0	0	0	3
ナデシコ科	22	8	36.4	0.09	2	3	2	0	0	0	0	1
セリ科	22	6	27.3	0.30	0	1	1	0	0	0	0	1
タデ科	18	8	44.4	0.60	2	4	0	0	0	0	0	0
ナス科	16	10	62.5	0.29	0	2	2	0	0	0	2	2
トウダイグサ科	14	10	71.4	0.62	0	8	5	0	2	1	0	3
ゴマノハグサ科	14	7	50.0	0.03	0	4	0	0	0	0	0	2
バラ科	13	4	30.8	0.53	1	2	0	0	1	0	0	0
キンボウゲ科	13	3	23.1	0.42	0	0	0	1	1	0	0	0
アオイ科	12	11	91.7	0.40	1	7	0	0	0	0	0	4
ヒルガオ科	12	11	91.7	2.10	9	0	2	6	1	0	0	5
その他	138	53	38.4	0.43	9	20	19	3	4	0	8	20
合計	605	314			41	137	43	13	14	11	13	92
平均			53.5	0.69								

注) 栄養器官は、塊茎、根茎、匍匐枝など

3月より育苗を開始し、同年4月に千葉県千葉市の試験圃場において、1種当たり、畦幅75cm、畦長1mに10株を定植した。窒素5.0-リン酸5.0-カリ5.0kg/10aを施肥し、生育状況を調査し、出穂、開花したものは、採種して、1株当たりの種子生産量を調査した。

寒地型と推測される130種のうち、低温処理を施さずに発芽したものは104種あり、低温処理後に発芽したものは106種あった。このうち発芽に際して低温処理を必須とするものは、*Digitalis ferrugine*など8種があった。

定植1ヶ月後の初期生育では、イネ科およびアブラナ科の種の生育が旺盛であったが、梅雨期から夏期にかけて、暖地型の種が急激な生育を示した。特にヒユ科の *Amaranthus rudis*、

Amaranthus palmeri、暖地型イネ科の *Pennisetum glaucum*、*Sorghum bicolor*、*Echinochloa crusgalli*は、1ヶ月間で100cm以上生育した(表-2)。定植後1ヶ月以内には23種が出穂或いは開花し、特にアブラナ科の *Capsella bursapastoris*、ナデシコ科の *Spergula arvensis* および *Cerastium frontanum*、マメ科の *Trifolium hybridum*が定植直後に開花した(図表省略)。

単位面積当たりの種子生産量が10万粒を越えたものは、ヒユ科、ゴマノハグサ科、ミソハギ科、タデ科であり、最も多かったものはヒユ科の *Amaranthus patulus*で種子生産量は100万粒/m²を越えた(表-3)。

また805種のうち536種については、種子の形態、布への付着性、風による飛散程度を調査した²⁾。篩による選別では、種子を異なる大きさの篩に通し、篩に残った種子量を測定して、何mmの篩で通過するかを加重平均で示した。布への付着性は、綿、麻、ポリエステルの布に種子を散布し、付着程度を調査した。飛散程度は、長

表-2 急激な生長量を示した種 (試験 2)

学名	科名	草丈		
		6/8 (cm)	7/24 (cm)	生長量 (cm)
<i>Amaranthus rudis</i>	ヒユ科	17.2	155.0	137.8
<i>Amaranthus palmeri</i>	ヒユ科	8.5	124.0	115.5
<i>Pennisetum glaucum</i>	イネ科	15.2	129.0	113.8
<i>Sorghum bicolor</i>	イネ科	32.0	144.0	112.0
<i>Echinochloa crusgalli</i>	イネ科	31.0	143.0	112.0

表-3 単位面積当りの種子生産量 (試験2)

科名/学名	調査 種数	種子 生産量 (粒/m ²)	種子 100粒重 (g)	科名/学名	調査 種数	種子 生産量 (粒/m ²)	種子 100粒重 (g)
ヒユ科	11	223,204	0.050	トウダイグサ科	2	17,962	0.415
<i>Amaranthus patulus</i>		1,362,441	0.015	シソ科	5	13,721	0.170
ゴマノハグサ科	9	213,977	0.037	セリ科	6	11,999	0.223
<i>Digitalis purpurea</i>		581,619	0.006	バラ科	4	11,278	0.368
<i>Verbascum blattaria</i>		527,778	0.020	ネムノキ科	1	11,091	0.520
<i>Verbascum thapsus</i>		678,635	0.008	マメ科	19	10,413	0.893
ミソハギ科	1	121,252	0.027	アオイ科	10	9,003	0.347
タデ科	4	104,190	0.195	ナデシコ科	6	8,112	0.119
ヒルガオ科	6	78,412	2.529	オオバコ科	1	7,449	0.130
ナス科	5	72,180	0.195	ムラサキ科	4	5,763	0.344
イグサ科	1	64,350	0.019	キンボウゲ科	2	4,427	0.717
アカザ科	6	51,717	0.155	スミレ科	3	3,802	0.060
アカバナ科	2	48,639	0.045	マツムシソウ科	3	2,457	0.268
キク科	31	35,914	1.377	スベリヒユ科	1	2,268	0.045
イネ科	75	34,169	0.394	クマツヅラ科	1	1,764	0.239
オミナエシ科	1	30,552	0.071	フウロソウ科	4	1,089	0.273
アブラナ科	15	28,999	0.259				

表-4 外来植物種子の形態と付着性、飛散程度 (試験2)

科名	調査 種数	種子 100粒重 (g)	篩選別 平均 (mm)	種子の形態 ^{注)}	付着性			飛散程度		
					綿 (%)	麻 (%)	ポリエステル (%)	飛距離 (cm)	中心 (cm)	幅 (cm)
アオイ科	15	0.444	1.63	D2,D3,D4	16	15	16	69	15	12
アカザ科	18	0.273	1.05	D3,D3丸,D4	5	5	5	65	16	10
アカネ科	8	0.447	1.31	D3丸,D3	5	5	5	60	16	11
アカバナ科	7	0.045	0.97	D3	10	10	7	74	17	12
アブラナ科	56	0.246	1.10	D3,D3丸主体	4	4	3	82	16	12
イネ科	17	0.376	1.36	D3主体	19	19	19	71	15	12
カヤツリグサ科	12	6.165	2.31	D1,D2,D3,D4	18	18	18	89	25	15
キク科	97	1.232	1.44	D1,D3主体	19	20	19	74	16	12
キンボウゲ科	15	0.344	1.40	D3主体	10	10	11	68	17	11
ケシ科	7	0.418	1.02	D1,D3,D4	1	1	1	78	15	12
ケマンソウ科	5	0.293	1.47	D3丸	0	0	0	32	13	8
ゴマノハグサ科	5	0.066	0.79	D3主体	8	8	6	88	21	12
シソ科	23	0.115	0.90	D3,D3丸,D4	5	5	4	72	15	11
セリ科	31	0.444	1.74	D3,D4主体	16	14	16	63	17	10
タデ科	24	0.590	1.82	D2,D3主体	11	12	15	61	16	11
トウダイグサ科	15	1.986	1.55	D3丸	1	1	1	71	13	12
ナス科	17	0.271	1.33	D3,D3丸	5	5	3	80	15	13
ナデシコ科	26	0.102	1.09	D3,D3丸	7	7	7	92	16	11
バラ科	17	0.408	1.44	D3,D3丸,D4	19	19	17	66	15	11
ヒユ科	14	0.065	0.61	D3丸	1	1	1	105	14	14
ヒルガオ科	16	2.157	2.21	D3主体	0	0	0	82	17	15
フウロソウ科	9	0.262	0.97	D3,D3丸	18	19	8	52	17	11
マツムシソウ科	6	0.470	1.56	D1,D3,D4	9	9	8	59	14	8
マメ科	57	1.521	1.79	D3丸主体	3	3	3	98	16	12
ムラサキ科	13	0.771	1.73	D3主体	10	10	14	50	14	11
ユリ科	6	1.819	2.37	D3,D3丸	8	8	8	84	16	13

注) 繁殖型・散布器官型の分け方とその記号³⁾

D1: 果実や種子が微細で軽かったり、冠毛、羽毛状、翼などをもって、風や水によって運ばれるもの

D2: 果実が動物に食べられて種子だけが排泄されたり、カギ、針、粘液などで動物や人体に付着して運ばれるもの

D3: 機械的に果皮の裂開力によって散布するもの

D4: 特に散布の仕組みがなく、重力に従って、その周辺に落下するもの

さ160cmの風洞に3m/sの風を送り、最長飛距離と、飛散範囲の中心までの距離および飛散範囲の幅を測定した。

種子100粒重が最も軽い種は、アカバナ科、ヒユ科、ゴマノハグサ科に多く、篩選別により1.0mm以下の種子が多いものは、ヒユ科、ゴマノハグサ科、シソ科、アカバナ科、フウロソウ科に多かった。布の材質による種子の付着程度の差は少なく、イネ科、カヤツリグサ科、キク科、バラ科がどの種類の布にも付着しやすかった。一方、飛距離が長いものは、ヒユ科、マメ科、ナデシコ科、カヤツリグサ科、ゴマノハグサ科に多く、種子の飛散と種子の重さ、大きさには殆ど相関が認められず、種子の飛散には種子の形態が大きく関与するものと考えられた(表-4)。

3. シバムギ等寒地型植物の防除技術の現地実証と生物多様性影響調査

(1) 簡易更新によるシバムギ駆除試験(試験3)

シバムギ(*Agropyron repens*)は、地中海原産の多年生のイネ科植物で、本州北部以北に野生化し、作物の強害雑草の一つに挙げられている。切断された地下茎からの再成長も旺盛で^{4,5)}、シバムギ侵入草地から得られるグラスサイレージは、サイレージ適性、即ち発酵品質が低く、家畜の嗜好性の低下原因とされている。そこで、グ

リホサート剤処理を併用し、簡易播種機を用いて不耕起で播種した現地試験圃場において、牧草の収量および植生割合を調査し、シバムギの防除効果を検討した⁶⁻⁸⁾。

試験場所は、北海道内4箇所(別海町、弟子屈町、阿寒町、浦河町)の農家圃場とし、3処理を施した。簡易播種機区は、グリホサート剤処理(グリホサートアンモニウム塩41%液剤を1,000ml/10a散布)後に簡易播種機(ブレド社製ブレド12510)で播種した。これを、従来の草地更新法である完全更新区および播種しない既存の草地である無処理区と比較した。完全更新は、グリホサート剤処理後に、プラウ耕起し、ロータリーハローで整地した後に、グラスシーダー(プリリオンSSP-8)で播種した。試験面積は、1処理当たり1ha程度とし、1箇所当たり2~3haとした。播種に際しては、共通して、窒素4.0-リン酸10.0-カリ10.0kg/10aを施肥し、2005年8月上旬から9月上旬に、チモシー(*Phleum pratense*)を25~30kg/ha播種した。

3カ年の収量調査の結果、簡易播種機区では無処理区に比較して牧草の収量性が改善され、シバムギの割合も低下し、グリホサート剤処理を併用した簡易播種機による簡易更新法の有効性が実証された(図-1)。また、簡易更新法は従来の完全更新に比べ、作業量や作業時間、経費

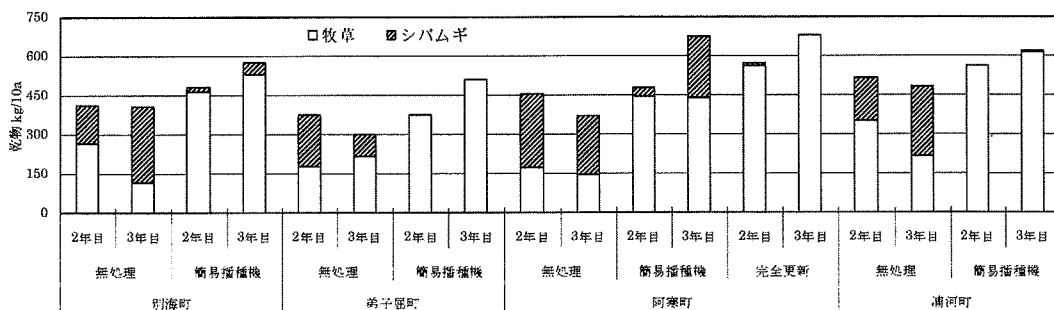


図-1 簡易更新によるシバムギ駆除試験 2年目および3年目の収量調査の結果(試験3)

表-5 土壌微生物(細菌群集)の多様性に対する除草剤の影響(2006年)(試験3)

処理名	処理条件	多様性指数(シャノンの指数)			
		処理前	2週目	4週目	8週目
無処理	地際刈取り条件	2.64 ± 0.04	2.34 ± 0.06	2.45 ± 0.07	3.13 ± 0.03
フルアジホップP剤散布処理	地際刈取り条件	2.63 ± 0.02	2.39 ± 0.09	2.52 ± 0.04	3.25 ± 0.06
無処理	被覆条件	2.63 ± 0.02	2.34 ± 0.07	2.49 ± 0.04	3.27 ± 0.08
フルアジホップP剤散布処理	被覆条件	2.65 ± 0.02	2.49 ± 0.05	2.46 ± 0.02	3.26 ± 0.08

注) 多年生イネ科植物の条件

MEAN ± SE (n=3)、処理時期毎に処理間に有意差なし (Tukey 5%)

表-6 土壌微生物(細菌群集)の多様性に対する除草剤の影響(2007年)(試験3)

処理名	処理条件	多様性指数(シャノンの指数)			
		処理前	2週目	4週目	8週目
無処理	裸地条件	2.63 ± 0.07	2.90 ± 0.02	3.07 ± 0.14	2.82 ± 0.03
グリホサート剤散布処理	裸地条件	2.02 ± 0.46	3.07 ± 0.06	3.19 ± 0.02	3.05 ± 0.09
フルアジホップP剤散布処理	裸地条件	1.56 ± 0.23	3.04 ± 0.04	3.08 ± 0.07	2.96 ± 0.06

注) MEAN ± SE (n=3)、処理時期毎に処理間に有意差なし (Tukey 5%)

を軽減させることも可能であり、農家の負担を軽減できることも明らかになった。

年次反復試験として、2006年および2007年にも同様の現地試験を行ったが、何れの試験においても、簡易更新法の有効性が実証された。しかし泥炭土壌や粘土質土壌では、本試験で使用した簡易播種機(ブレド社製ブレド12510)では作業性が劣るため、播種機の軽量化が今後の課題として残された。

この簡易更新では、シバムギの防除に除草剤を利用している。そこで、除草剤の利用がどの程度、土壌微生物に影響を与えるかを調査した。多年生イネ科植物が被覆する条件、多年生イネ科植物を地際で刈取った条件、裸地の条件で、フルアジホップP剤(0.6ml/m²、水量150ml/m²)およびグリホサート剤(1.0ml/m²、水量100ml/m²)を散布した後、土壌微生物のDNAを抽出しPCRで増幅、DGGE法により微生物群集解析を行い、多様性指数(シャノンの指数)の変化を調査した。

多様性指数はいずれの経過日数においても処理間に有意差は無く(表-5、表-6)、本試験

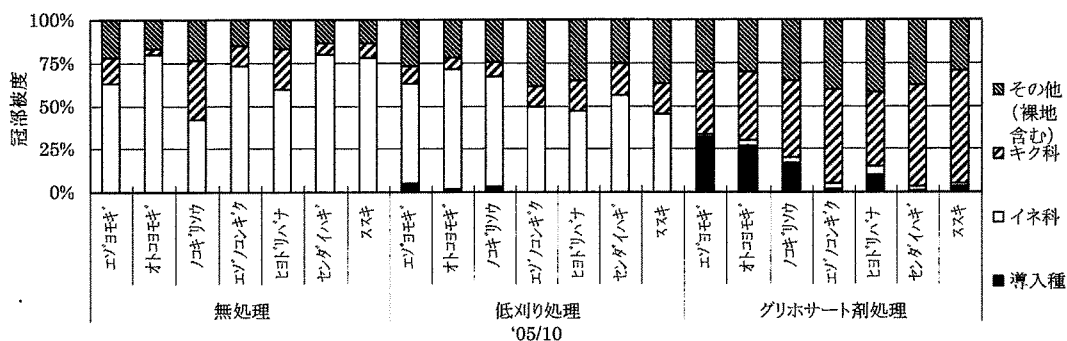
の環境下では、除草剤散布によって土壌微生物の多様性指数が変化しないことが明らかになった。

(2) 北海道在来野草による植生復元(試験4)

カモガヤ(*Dactylis glomerata*、英名:オーチャードグラス)は、多年生のイネ科植物で、ヨーロッパから西アジアが原産とされ、良質の牧草として明治時代に北米より輸入され、日本全土に広く野生化している⁹⁾。そこで、オーチャードグラスが繁茂する法面を、在来野草が優占する植生に遷移させる方法を検討した¹⁰⁻¹²⁾。

北海道北広島市のオーチャードグラスが主体のイネ科牧草法面を、予め播種前処理として、A:無処理、B:低刈り処理(地際刈取り)、C:グリホサート剤散布処理(グリホサートアンモニウム塩41%液剤を1ml/m²散布し、枯死残渣を除去)を施した。2005年7月に1区10.2m²の3反復とし、北海道の在来野草7種の種子を各1,000粒/m²播種した。

翌年以降は、毎年5月に窒素6.1-リン酸7.9-カリ5.6kg/10aの追肥を施し、また試験処理と



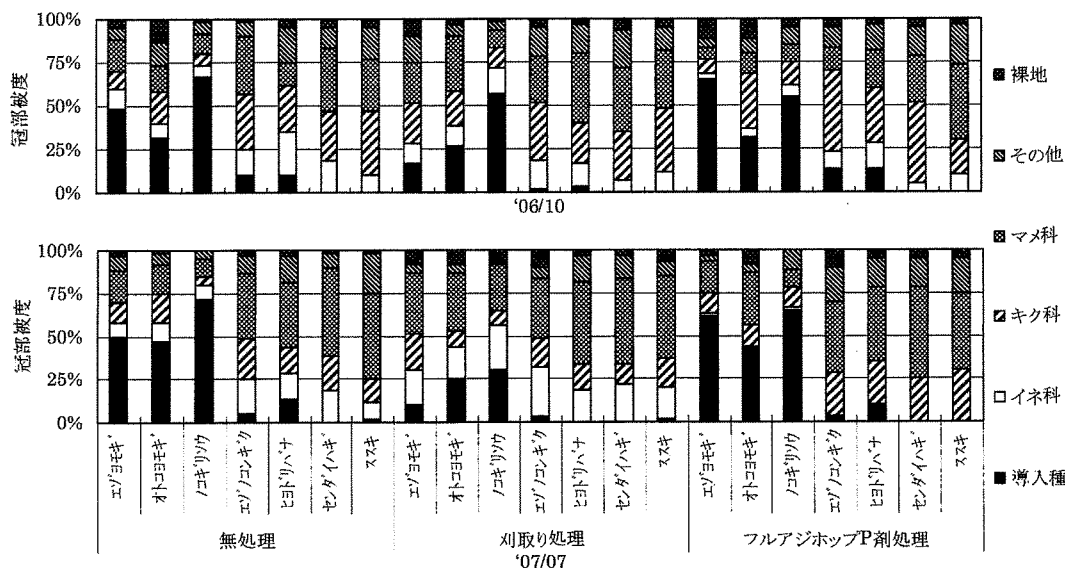
図－2 播種前処理の違いと導入種およびその他各植生の冠部被度の関係（試験4）

して、播種前処理A、B、Cのそれぞれにおいて、1区を3分割し、a：無処理、b：刈取り処理（6月に高さ5cmで刈取り）、c：フルアジホップP剤散布処理（6月にフルアジホップP17.5%乳剤を0.5ml/m²散布）を施した。各植生の被度を調査し、有望種およびその導入方法を検討した。

造成時の3処理を比較すると、C：グリホサート剤散布処理では在来野草が発芽し、特にエゾヨモギ、オトコヨモギ、ノコギリソウの発芽率が高かった。グリホサート剤散布処理により、既存植生が枯殺され、キク科雑草が一時的に優

占した。一方、他の処理区では、在来野草は殆ど発芽後に定着しなかった（図－2）。

播種2年目以降は、A：無処理およびB：低刈り処理では、在来野草の定着は僅かであり、C：グリホサート剤散布処理では在来野草の定着が認められた。この処理Cにおいて、播種2年目以降の処理を比較すると、b：刈取り処理では、在来野草の被度が低く、刈取りに強いイネ科植物の被度が増加する傾向にあった。一方、c：フルアジホップP剤散布処理およびa：無処理では、導入した在来野草、特にエゾヨモギ、オトコ



図－3 播種前グリホサート剤散布処理（処理C）における播種2年目処理の違いと導入種およびその他各植生の冠部被度の関係（試験4）

ヨモギ、ノコギリソウの被度が高まった。なお a: 無処理では、シバムギなどのイネ科植物が残存したが、イネ科植物のみを枯殺する c: フルアジホップ P 剤散布処理では、これらのイネ科植物を衰退させ、導入した在来野草および周辺からの侵入種を主体とした植生へと誘導することができた (図-3)。

4. おわりに

本研究は、外来植物のリスク評価手法および防除技術の確立を目標としている。

「新たに導入する外来植物の蔓延リスク評価用データベースの構築」では、海外から 805 種を輸入し、生育特性および種子の特徴を調査した。特に種子の形態、布への付着性、風による飛散程度などは、植物の伝播の範囲や衣服や動物への付着による移動など、外来植物が本邦で雑草化する方法についての貴重な知見を得た。本試験で得られた知見は、外来植物のリスク評価のためのデータベースとして、外来植物図鑑 (非売品) にとりまとめた (写真-1、写真-2)。

「シバムギ等寒地型植物の防除技術の現地実証と生物多様性影響調査」では、シバムギおよびカモガヤを対象とした防除試験を行い、除草剤処理を併用した外来植物の防除方法を明らかにした。「簡易更新によるシバムギ駆除試験」では、簡易更新法により、効率的にシバムギを防除することが可能となり、草地の生産性を回復させることができた。また「北海道在来野草による植生復元」では、発芽、初期生育の早さ、被度の高さからみて、エゾヨモギ、オトコヨモギ、ノコギリソウを有望種として選定し、またその導入方法として播種前のグリホサート剤散布と翌年以降のフルアジホップ P 剤散布の組合せが有効であった。

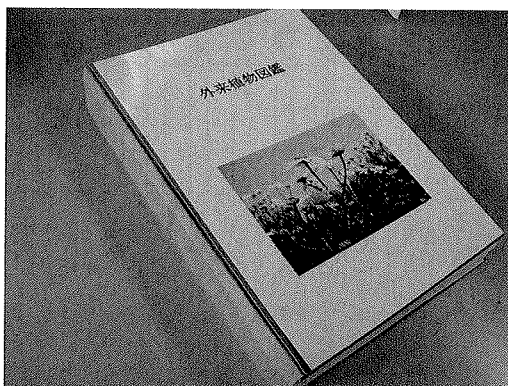


写真-1 外来植物図鑑

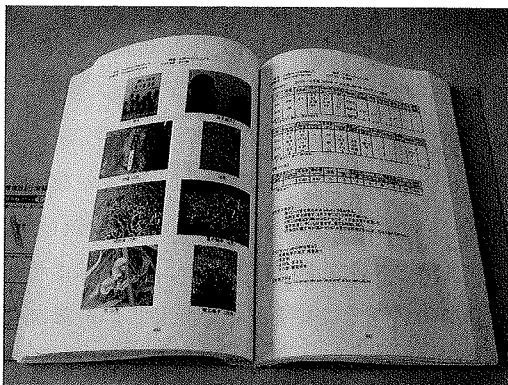


写真-2 外来植物図鑑

本研究では、外来植物の防除技術として、グリホサート剤およびフルアジホップ P 剤を利用したが、DGGE法による微生物群集解析の結果、これらの除草剤を散布しても土壌微生物の多様性指数は変化しないことが明らかになった。

最後に、本研究は、科学技術振興調整費 重要課題解決型プロジェクト「外来植物のリスク評価と蔓延防止策」により得られた成果の一部であることを付記しておく。

引用文献

- 1) 平井久雄・橋爪 健・菅野真実・藤井義晴 (2006) 新たに導入する外来草花類の圃場における生育特性、雑草研究 51 (別): 120.

- 2) 平井久雄・橋爪 健・菅野真美・藤井義晴
(2007) 新たに導入する外来草花類の雑草性
調査、雑草研究 52 (別) : 158-159.
- 3) 沼田 真・吉沢長人 (1978) 新版・日本原色
雑草図鑑、全国農村教育協会、414pp.
- 4) 本江昭夫・八木沢祐介・福永和男 (1980) 土
壌中における切断したシバムギ地下茎からの
shoot の生長、雑草研究 25 (2) : 49-52.
- 5) 本江昭夫 (1982) 土壌中に埋没したシバム
ギ地下茎からの苗条の生長-とくに地下茎の齡
と施用窒素レベルの影響について、帯大研報
13 : 51-55.
- 6) 龍前直紀・谷津英樹・篠田英史・壹岐修一・
北村 亨・三輪哲哉・高山光男 (2007) サイレ
ージ不良発酵農家の問題と対策 第5報 簡易
更新による対策事例の紹介、日草誌 53 (別) :
242-243.
- 7) 龍前直紀・谷津英樹・篠田英史・壹岐修一・
北村 亨・三輪哲哉・高山光男 (2006) サイ
レージ不良発酵農家の問題と対策 第4報
簡易更新によるシバムギ対策事例の紹介、北
海道草地研究会報 41 : 38.
- 8) 龍前直紀・谷津英樹・壹岐修一・北村 亨・
高山光男 (2007) サイレージ不良発酵農家の
問題と対策 第6報 簡易更新によるシバム
ギ対策事例の経過、北海道草地研究会報 42 : 57.
- 9) 長田武正 (1972) 日本帰化植物図鑑、北隆館、
215.
- 10) 入山義久・高山光男・橋爪 健・村岡哲郎
(2007) 在来野草等を導入したシバムギ草地
およびイネ科牧草法面における植生の遷移、
日本緑化工学会誌 33 (1) : 203-206.
- 11) 入山義久・高山光男・橋爪 健・村岡哲郎
(2008) 在来野草等を導入したシバムギ草地
およびイネ科牧草法面における植生の遷移
(その2)、日本緑化工学会誌 34 (1) : 219-222.
- 12) 入山義久 (2008) 北海道の在来野草を利用
した外来植物の防除と植生回復法の検討、農
業技術 63 (11) : 507-512.

新 刊

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

草地学用語辞典

日本草地学会/編 (社)畜産技術協会/企画 A5判 120頁 定価4,200円(税込)

- バイオ燃料の急速拡大、輸入飼料価格の高騰によって、わが国における土地利用型畜産の推進が重要になってきた。
- このような状況の中、牧草、飼料作物の生産・利用にかかわる幅広い分野を網羅した草地学用語の決定版として本書が誕生した。
- 対象利用者として研究者のみならず、学生、実務家など幅広い層を想定し、わかりやすく記述されている。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-27-11
TEL 03-3839-9160 FAX 03-3839-9172

植物こぼれ話

一夜の華・月下美人

花火は夏の風物誌である。夏の夜空に大輪の花を開いてさっと消えていく。一瞬の美しさであるが人の心に安らぎを与えてくれる。

これと同じように一晩だけ、しかもほんの2～3時間だけ写真のような純白でなんとも言えない芳香を放って大輪の花を咲かせ、眺める人の心を慰め安らぎを与えてくれる植物がある。その名を「月下美人」という。

「月下美人」 優雅な名前の植物である。中南米原産のサボテン科クジャクサボテン類の一種で、茎は緑色扁平、高さ1.5～2mにもなり、長楕円状で厚みのある葉を多数つける。夏から秋に葉の縁から花芽を出し、それが次第に大きくなって葉の縁から長さ20cm前後の細長い花筒を伸ばし、その先に直径20cm、

花卉20枚前後の純白の大輪の花を咲かせ芳香を放つ。花は夕方から蕾が野球のボールぐらいの大きさにふくらみはじめ、午後の8時頃に満開になる。やがて夜の12時過ぎには閉じて、翌朝には完全にしぼんでしまう。花の咲いている時間はほんの2～3時間。正に夜の花「月下美人」の名にふさわしい。見事な花を咲かせ、見事な雌しべ雄しべが揃っているが実は結ばない。普通植物が花を咲かせるのは種子を結実させて子孫を残すためであるが、月下美人の花は種無しの無駄花で植物の常識からはずれている不思議な植物である。

多数の花がいつせいに咲く姿は実に壮観で、人の心をなごませるためにだけ咲く人間孝行な植物である。月下美人に感謝、感謝。

(廣田伸七)



▲月下美人、美人薄命といわれるように、月下美人の花もわずか2～3時間の命。

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

編集人 日本植物調節剤研究協会 会長 小川 奎
発行人 植調編集印刷事務所 元村 廣司

発行所 東京都台東区台東1-26-6 全国農村教育協会
植調編集印刷事務所
電話 (03) 3833-1821 (代)
FAX (03) 3833-1665

平成21年7月発行定価525円(本体500円+消費税25円)

植調第43巻第4号

(送料270円)

印刷所

(有)ネットワン

難防除雑草対策の新製品

イッテツ フロアブル
1kg粒剤
ジャンボ

期待の新製品

SU抵抗性雑草対応・
田植同時処理にも対応

ドニチS1kg粒剤 / ヨシキタ1kg粒剤

殺虫成分入り

(スクミリンゴガイ食害防止)

ショウリョク ジャンボ

2成分の
ジャンボ剤

ゴヨウダ ジャンボ

大好評の既存剤

ポーンと
手軽に

クラッシュEX ジャンボ

安定した効果の
初中期一発剤

ドニチ1kg粒剤

アピロイグル フロアブル

アワード フロアブル

キックバイ1 キロ粒剤

草闘力 ふろあぶる

クラッシュ1kg粒剤

シェリフ1kg粒剤

シゼット フロアブル

バトル 粒剤

ロンゲット フロアブル

大地のめぐみ、まっすぐ人へ
SCG GROUP

住友化学

住友化学株式会社

お客様相談室 0570-058-669

農業支援サイト i-農力 <http://www.i-nouryoku.com>

DU PONT The miracles of science™

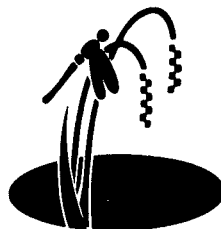
米国生まれ、 米の国育ち、DPX-84

1987年に上市したベンスルフロンメチル(DPX-84)は、

- 抵抗性雑草対策場面でも
- 田植え同時でも
- 直播栽培でも

多様な剤型で、これからも日本の
水田除草をお手伝いします。

®は米国デュポン社の登録商標です。



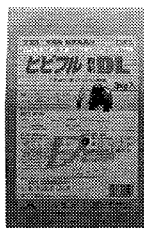
上記マークがついている除草剤
にはDPX-84が含まれています。

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

出穂まぎわに使える倒伏軽減剤「ビビフル」

ビビフル処理区

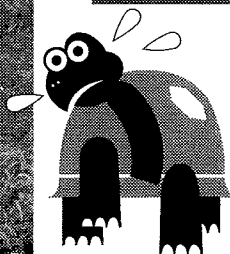
無処理区



【特長】

- ① 出穂まぎわに散布可能：倒伏が予測できるのでムダがありません。
- ② 新タイプ：茎葉処理タイプの倒伏軽減剤です。
- ③ 安定した効果：土壌や水管理に関わらず安定した効果を示します。
- ④ 環境に配慮：まわりの作物や後作物に安全です。

※本剤は倒伏防止剤ではありません。基本的な倒伏防止対策(施肥管理等)を行なっても、倒伏が予測される場合に、倒伏を軽減させる目的で使用していただく薬剤です。



ビビフル[®]フロアブル ビビフル[®]粉剤DL

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

JAグループ

農 協 | 全 農[®] | 経 済 連

自然に学び 自然を守る

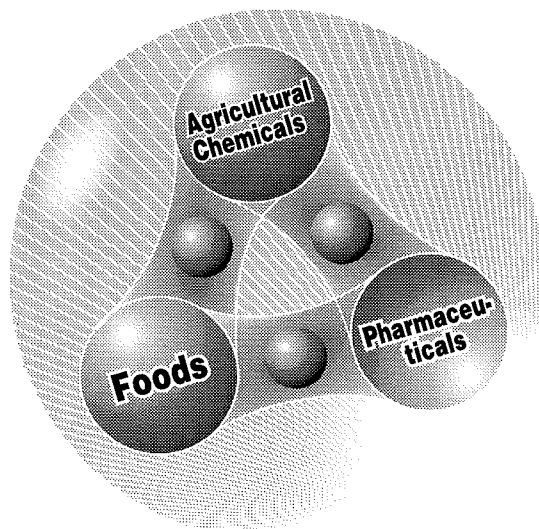
クミアイ化学工業株式会社

本社：〒110-8782 東京都台東区池之端1-4-26 TEL03(3822)5131

いのちの輝きを見つめる

Meiji

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



天然物で確実除草

ハービー[®]液剤



明治製菓株式会社

104-8002 東京都中央区京橋2-4-16

<http://www.meiji.co.jp/nouyaku>