

除草剤開発の思い出⁽³³⁾

(財)日本植物調節剤研究協会 顧問 吉沢長人

抑草剤の開発研究の経過

ここでいう抑草剤とは、①生育調節剤のうち矮化剤など植物の伸長を抑制するもの、②除草剤（茎葉処理剤、土壌処理剤）、③除草剤のなかで抑制効果が利用できるもの、これらを組み合わせ混合化した新しい剤のことを指します。

その目標とするところは、畦畔・農道等の農耕地周辺、道路法面・中央分離帯、鉄道沿線の法面、堤とうなど今まで草刈りに頼ってきた場所に発生する雑草を、美観を損なわない程度に抑制し、長期間低い草丈で維持することであり、抑制する高さは対象とする場所で異なりますが、大体雑草が5～30cm程度になった時に抑草剤を散布し、この時の草高を維持することが出来ないかと思ったわけです。

抑草剤を使うことの意義として草刈りの労力・経費を節減できることが最も大きいところですが、草をなくさず低いままで地面を覆うことで異常降雨などによる畦畔・法面その他の崩壊が避けられること、水田などの農耕地まわりではカメムシ等の害虫や、葉鞘褐変病等の病原菌の繁殖源になることを軽減することなども重要な意義であります。

このようなことから平成4年8月から当協会内に「抑草剤の開発・利用に関する研究会」を発足し、傘下の各メーカーから薬剤を供給していただき、研究を進めているものである。この

研究については、当協会事務局の横山君、研究所の土田君の両名が中心となって開発を進めている次第です。

以下両君がまとめた試験結果や資料をもとに開発の経過概況を説明することになります。

(1) 雑草地管理の現状

水田を囲む畦畔や農道の雑草の管理については未だほとんどが草刈りに依存しているようです。

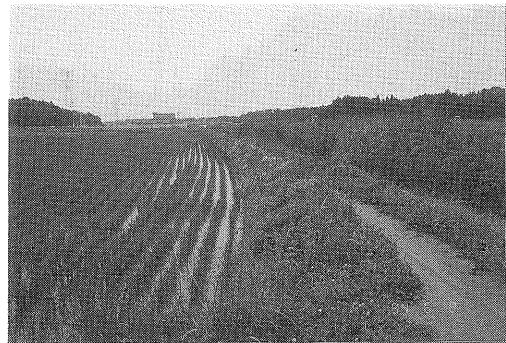


写真1. 水田畦畔・農道の雑草



写真2. 高速道路中央分離帯の雑草



写真3. 高速道路法面の雑草

除草剤散布も行われていますがその回数は少なく、平成4年の植調協会のアンケートによりますと水田畦畔の雑草防除は全国平均で年間3.8回、そのうち除草剤散布は1.1回であり、水稲への飛散による薬害への懸念からか水稲移植前での使用にはほぼ限られているようです。1回の草刈にかかる時間は水田10aにつき50分で、除草剤散布の26.3分の約2倍の時間がかかっている。

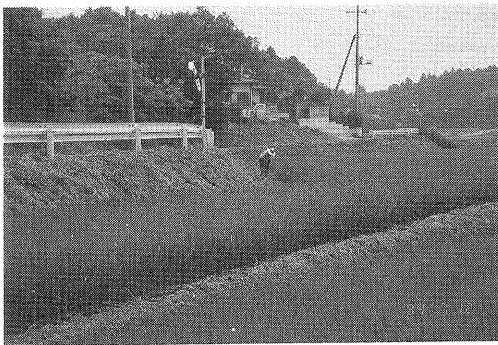


写真4. 水田畦畔の草刈作業



写真5. 高速道路中央分離帯の草刈作業

ます。

水田面積は平成4年には280万haで、畦畔はそのうち約17万haと全体の6%を占めており、単純に計算して年間およそ45万haが草刈りされている計算になります。また作業時間でみると10a当たり2時間45分の年間作業になり、水田内の除草作業時間1.6時間に比べいかに非効率的であるかがわかります。

さらに草刈を中心とした従来型の畦畔雑草管理では兼業化・高齢化による労働力不足に追いつけないばかりでなく、経営規模の拡大を図る上での大きな障害にもなっています。

また高速道路をはじめとした道路周辺や鉄道沿線、堤とうなどの非農耕地場面でも、草刈は必須の作業であります。人件費の高騰により年々維持管理費のなかの草刈費用の占める割合が高くなってきています。これらの場面では法面が多く、除草剤の使用が難しいことからほぼ全面的に草刈に頼っているのが現状ですが、ちなみに草刈に要する費用は、刈草の処分も含め高速道路で㎡あたり60～130円、JR沿線では100～200円もかかるといわれています。さらに、作業の危険性、車線規制による交通障害、沿線の住民・自治体からの苦情などの問題があり、その対応が求められているようです。

(2) 抑草剤利用場面の雑草の区分

研究会では現在、畦畔・農道および道路周辺を中心に検討を行っていますが、これらの場面ではさまざまな草種が出現し、また有用植物が混生している場合があります。抑草剤の使用を考える上では場面ごとの草種についてある程度の区分が必要となってきます。

水田畦畔は比較的低い草高で維持したい場所ですが、ススキ、ヨシ、セイタカアワダチソウ

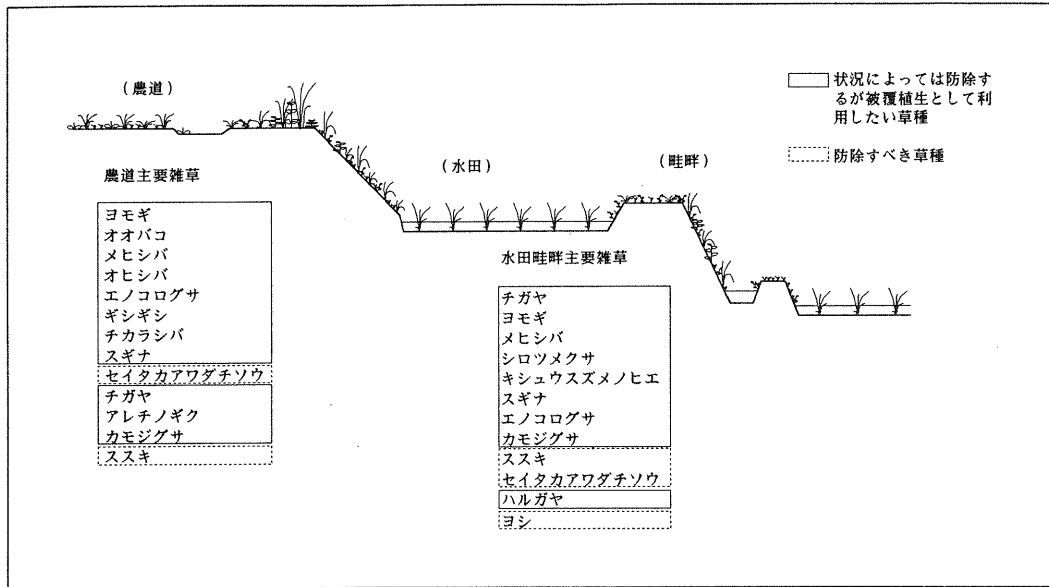


図1. 水田畦畔－農道の雑草とその区分

(草種は平成4年植調協会アンケート結果から発生の多い順に表した)

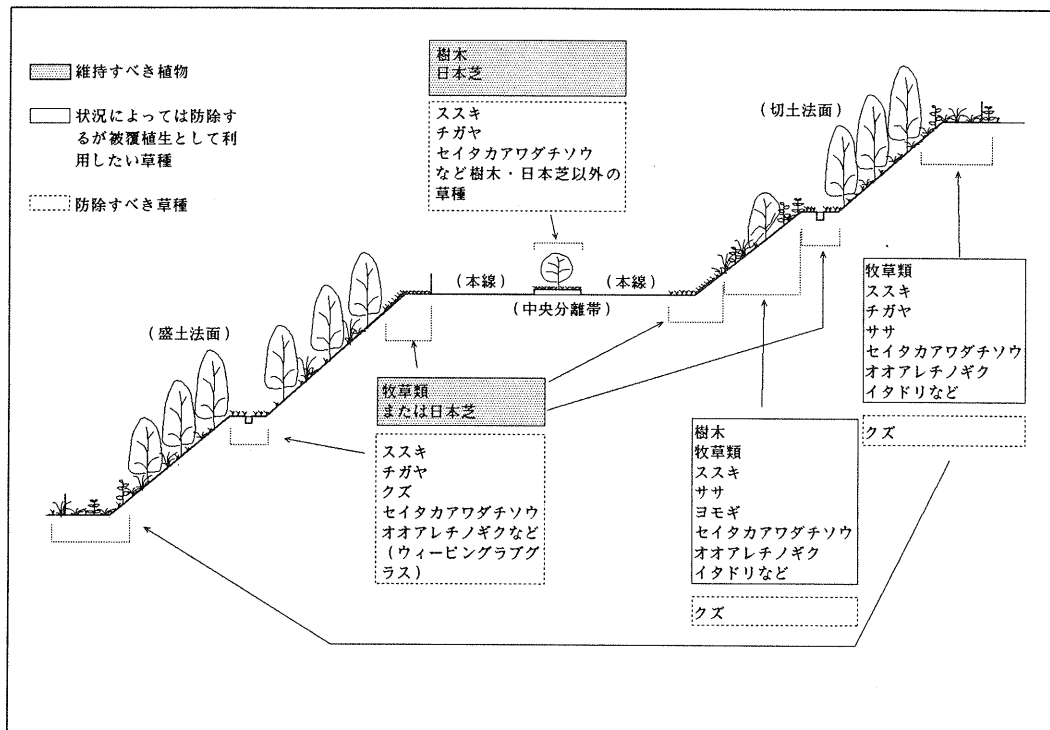


図2. 高速道路の雑草とその区分

(草種は平成5年10月常磐自動車道谷田部IC～那珂ICにおける調査による)

等の大型の雑草は、放置するとその制御が困難となり、作業上も障害を生じやすいため、これから草種は畦畔から排除すべきではないかと考えられます(図1.)。また、現状の植生が利用できるのであれば、比較的小型の植物を残し、それらの伸長を抑制しながらこれを積極的に被覆植生として活用することが効率的と思われる。

道路周辺の代表として関東近辺の高速道路の典型的な植生を図2に示しました。高速道路内の植物は、基本的には保護されるべき草種と、排除すべき草種に区分されます。中央分離帯、法面などに植栽された樹木は維持されなければならない。芝生および牧草類に関してはこれらの単一の群落で維持できれば望ましい植生となりますが、芝生、牧草類以外の草種が優占する状態においては必ずしもこれらのみで維持される必要はなく、これら全体の草高を低く抑制しながら被覆植生として活用することも可能である

と考えられます。

したがって抑草剤の利用にあたっては、管理目的に応じ、現状の植生、目的とする植生または許容される植生を把握した上で薬剤の選択、使用方法を決定する必要があります。

(3) 各種薬剤の抑草効果

さて、ひとつの薬剤がすべての草種に同じように抑制効果があり、長期間その効果が持続できればよいのですが、単剤で活用できるに十分なものは今のところあまり見つかってはいません。従って、既存の剤の作用を十分把握した上で、そのなかから有効な組み合わせの混合剤を作ることが必要となってきます。

そのため、初年度は研究所温室内で生育初期の畑地一年生雑草を供試し、抑草剤として可能性のあると思われる生育調節剤と除草剤計32剤について単剤の作用性を検討しました。

表1. 各種薬剤の一年生雑草に対する抑制作用の分類 (平成4年度試験結果より)

- ① 供試全草種に対して抑制効果があり、葉色その他にほとんど影響のないもの。
- ② 供試全草種に対して抑制効果があるが、一部の草種に変色・葉枯れ等が生じるもの。
- ③ イネ科または広葉のみに抑制効果があり、葉色その他にほとんど影響のないもの。
- ④ 抑制する草種はあるが、一部の草種は枯殺するもの。
- ⑤ 枯殺効果を利用するもの。

①	*	②	*	③	*	④	*	⑤	*
EL-500	1	C-MH	2	BAS-083(イネ科)	1	AC-252	2	アシュラム	4
PP-333	1	GRH-631	1	CCC(イネ科)	1	DPX-6025	2	DCMU	4
S-327D	1	OMH-K	2	CG-186(イネ科)	1	DPX-T76	2	Dowco-233	4
				TFP(イネ科)	3	イマザキン	4	Hoe-171	2
						KUH-913	2	Hoe-866	4
						MON-39	4	MCP	4
						NC-311	2	MW-831	4
						SC-224	4	NC-302①	2
						SL-160	2	NP-55	2
						SL-950	2	フェノチオール	4
						TH-913	2	SL-236	2

温室内ポット試験, 供試草種メヒシバ, イヌビエ, シロザ, アオビユ, 雑草生育初期処理.

注) *: 検討薬量

1. 通常使用量の1/2~2倍
2. 通常使用量の1/4~1/1
3. 通常使用量の1/6~2/3
4. 通常使用量の1/20~1/5

その結果、供試した薬剤は大きく次の5種類に分類されました。①供試全草種に対し抑制作用があり、葉色等にはほとんど影響のないもの3剤、②供試全草種に対し抑制効果があるが、一部の草種に変色・葉枯れ等が生じるもの3剤、③イネ科または広葉雑草のみに抑制作用があり、葉色その他にはほとんど影響のないもの4剤、④抑制する草種はあるが、一部の草種は枯殺するもの11剤、⑤抑制効果は期待できないが、枯殺作用を利用できるもの11剤(表1)。

生育調節剤ではE L-500(フルルプリミドール)水和剤、S-327D(ウニコナゾールP)乳剤、PP-333(パクロブトラゾール)フロアブルといったジベレリン生合成阻害作用を持つ薬剤が各草種に抑制力が強く、除草剤ではスルホニルウレア系の薬剤やイミダゾリノン系の薬剤などいわゆるALS阻害剤やMON-39(グリホサートイソプロピルアミン塩)液剤、SC-224(グリホサートトリメシウム塩)液剤などアミノ酸生合成阻害作用を有するものに伸長抑制作用がみられる傾向がありました。

ALS阻害剤は幼植物に散布するとこれを枯殺しますが、生育期のものに対しては除草効果は小さくなり生育の抑制効果として現れました。

MON-39液剤、SC-224液剤は散布薬量

を通常使用量の1/5~1/20の少量にすると、雑草の生育は速やかに停止しその後も枯死しない状態が続きました。

除草剤のなかでもMW-831(ビアラホス)水溶液、Hoe-866(グルホシネート)液剤のようなアンモニア代謝阻害剤やDCMU水和剤などの光合成阻害剤は、薬量を1/20まで少なくしても茎葉の一部に枯れが生ずるのみで伸長は抑えないという結果でした。

抑制作用の発現の早さに薬剤による違いも見られました(図3)。トールフェスク、ウィーピングラブグラスを主対象に行った圃場試験では、S-327D原体、PP-333フロアブルの作用の発現は遅く、処理後15日頃から伸長抑制が始まり、その後約60日間抑制作用が持続しましたが、それに対し、MON-39液剤、KUH-913(ビスピリバックナトリウム塩)液剤散布区では効果の持続期間は短いものの、処理直後より伸長抑制作用が認められました。

初年度の試験は良い剤を選び出すという目的もありましたが、どの剤はどのような利用方法が有るかということを考える上で重要な試験であり種々の薬剤の利用方法の方向性が示されたといえます。

平成5~6年には多くの草種を対象に圃場試

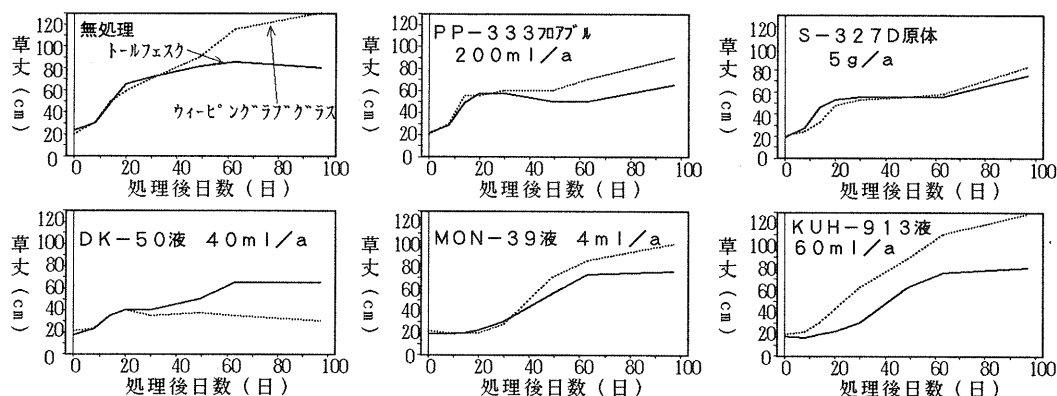


図3: 伸長抑制作用の発現の遅速(市道脇、平成5年5月25日処理)

験を行いました(5年度25剤, 6年度19剤), 以下に主な剤についての特徴と試験結果の概要を述べることにします。

E L-500水和剤, S-327 D乳剤, P P-333フロアブル剤はジベレリン生合成阻害作用を有する生育調節剤で, 細胞の伸長を抑制するため植物は矮化症状を呈し, それにともなって葉色が濃緑化します。それぞれの成分は様々な分野で既に登録されておりE L-500は芝生, 非農耕地でグリーンフィールド水和剤・粒剤として, S-327 Dは水稻倒伏軽減剤のロミカ, スミショート粒剤および花卉類のスミセブン乳剤, P P-333は水稻倒伏軽減剤のスマレクト粒剤, 果樹, 芝生, 非農耕地のバウンティーフロアブル粒剤, 花木のボンザイフロアブル剤などがあり, またP P-333はメフルイジドとの混合剤であるトリミッドフロアブル剤としても登録されています。

研究所での試験の結果, これら3剤は種々の雑草草種に対して伸長抑制効果が発現しました。薬剤により微妙に効果の違いはあるようですが, メヒシバ, イヌタデ, ツユクサをはじめとした一年生雑草やヨモギ等の一部の多年生雑草に対して2~3カ月間伸長を強く抑制した結果となっています。多くの草種に抑制作用があり, 茎葉の変色等の症状もほとんど目立たないことから種々の場面で汎用性のある基幹剤として有望と考えられます。しかしススキ, チガヤ, セイタカアワダチソウ等の多年生雑草には効果が大きく変動しています。また, これらの薬剤は, 主に植物の根から成分が吸収されることによって活性を示すため, 雑草の生育期の処理では抑制効果が発現するまで時間がかかること, 乾燥条件下では効果が劣ること, また雑草が大きくなるほど効果が小さくなるなどの問題点もわか

ってきました。

K U H-913(ビスピリバックナトリウム塩)液剤はクミアイ化学の薬剤で, 雑草生育期の茎葉処理で速効的にススキ, セイタカアワダチソウ等の多年生雑草を抑制し1~2カ月効果が持続します。一方メヒシバ等の一年生雑草は枯死することがあり, クズやイタドリ等の多年生雑草に対しては根絶はしないがかなりの枯殺力が見られました。本剤は平成3年度より非農耕地のススキ, クズ対象の除草剤として植物協会の委託試験で検討してきた剤であります。除草効果を検討するなかで除草効果を期待するよりも伸長抑制力を利用した方がよいのではという評価がなされ, 抑草剤としてあらためて検討されており, 水田畦畔, 非農耕地で平成6年度に実用化の判定が下された薬剤であります。なお, 牧草類に対しては作用が小さく, そのため牧草類を維持したい場面などでは効果的であろうと思われます。

A C-252(イマザピル)液剤は日本サイアナミッドが開発し, チョッパーという商品名で平成6年より発売を開始しており, 鉄道沿線等で使用されています。本剤は一年生雑草は枯殺する人が多いものの, 多年生雑草に対しては抑制効果としてはたらし, とくにセイタカアワダチソウ等の広葉雑草に対して高い効果を示します。本剤の成分は, 非農耕地用除草剤のアーセナル液剤と同一成分であり, 製剤中の有効成分の割合を1/25程度に少なくして抑草効果をねらったものです。

D K-50 ㊦液剤の有効成分のテトラピオンは, 林地, 非農耕地のササやススキ等の多年生イネ科雑草の防除を目的とした商品名フレノック液剤・粒剤の有効成分であります。フレノック剤を秋冬期に散布すると翌年の発生量が少な

く除草効果としては高いものの、当年の生育期として利用できないかという話が保土谷化学工業を通じてあり、研究会で取り上げているものという短所がありました。この性質を逆に抑草剤であります。現在はダイキン化成成品販売が開発

表 2. 平成 6 年度抑草剤連絡試験検討薬剤と組合せのねらい

① 生育調節剤+生育調節剤

薬 剤 名	組合せのねらい *
EL-500水和+GRH-631フロアブル	a b

② 生育調節剤+除草剤(除草効果よりも抑制効果を利用したもの)

薬 剤 名	組合せのねらい *
EL-500水和+AC-252液	a b
EL-500水和+DK-50㊸液	a
EL-500水和+KUH-913液	a b
PP-333フロアブル+NC-311水和	a b
S-327D乳+KUH-913液	a b
S-327D乳+TH-913水和	a b

③ 生育調節剤+除草剤(除草効果を利用したもの)

薬 剤 名	組合せのねらい *
EL-500水和+DOWCO-233液	c
EL-500水和+MON-39液	c
EL-500水和+MW-851液	c
PP-333フロアブル+MCP(Na)液	c
PP-333フロアブル+SC-224液	c
S-327D乳+BAS-3510(Na)液	c
S-327D乳+MCP(Na)液	c
S-327D乳+MW-851液	c

④ 生育調節剤+除草剤(抑制効果を利用したもの)+生育調節剤

薬 剤 名	組合せのねらい *
EL-500水和+DK-50㊸液+GRH-631フロアブル	a b

⑤ 生育調節剤+除草剤(抑制効果を利用したもの)+除草剤(抑制効果を利用したもの)

薬 剤 名	組合せのねらい *
EL-500水和+DK-50㊸液+AC-252液	a b
EL-500水和+DK-50㊸液+KUH-913液	a b

* 組合せのねらい

- a: それぞれ異なる草種に有効な剤同志を混合し、多くの草種に有効な剤にする。
 b: 土壌処理剤に茎葉処理剤を混合し処理適期を広げる、持続性はあるが速効性のものと持続性はないが速効性の剤を組み合わせ効果の発現が早くかつ実質的な持続期間を長くするなど、異なる作用性を示す剤同志の混合により、それぞれ単剤では限られていた処理条件を広げたり、効果の変動を小さくする。
 c: 例えば広葉雑草、あるいは大型になる多年生雑草を枯殺し、できるだけ単純で草高の低い群落を形成しながら他剤でその殖生を抑制する。

を担当し、非農耕地の作用性、適用性試験を実施し、平成6年度に実用化の判定が出ています。本剤を生育初期（4月頃）のススキに散布すると、効果の出方は遅く生育は完全に停止しないものの、2～3カ月間ススキの伸長は緩慢となります。しかし日本芝、牧草類は生育期に散布しても抑制のみにとどまらず枯死するものが多い様です。

(4) 混用処理での抑草効果

平成5～6年には研究所だけでなく試験地の圃場においても2種あるいは3種の薬剤の組み合わせで混用処理試験（5年度31組合わせ、6年度35組合わせ）を行っています。これは研究

所での基礎試験で有望と思われたものについて北海道、岩手、広島、岡山、島根、福岡、熊本の各試験地において、その地域の代表的な草種を供試して連絡試験を実施しました（表2）。

以下に主な混用処理の結果を紹介します。

EL-500水和剤、S-327D乳剤、PP-333フロアブル剤に関する混用処理ではススキ、セイタカアワダチソウ等多年生雑草に効果の高いKUH-913液剤、AC-252液剤との混用で良好な結果が得られています（図4）。これらの混用処理は有効草種の拡大とともに、抑制効果の早期発現、処理適期の拡大が可能となりました。この組合せにDK-50①液剤を加え3種混合にすると更にススキに対する効果の持

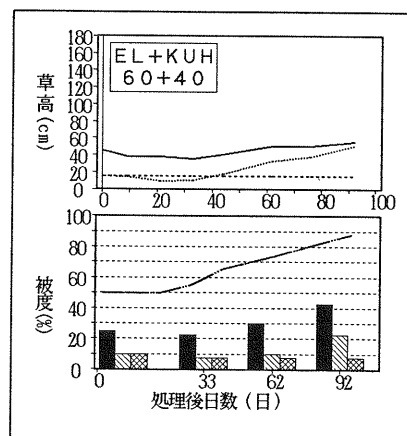
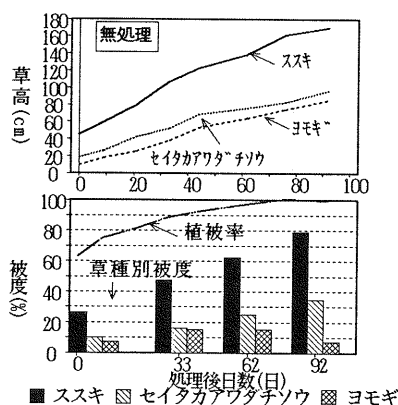


図4. 混用処理による抑草効果の例-1

（常磐自動車道法面、平成6年4月27日処理）

図中略号 EL: EL-500水和剤, KUH: KUH-913液剤, 薬量 g・ml/a

続性が向上しました。DK-50①液剤とAC-252液剤の組合せでは、多年生雑草に対する抑制効果は高いものの（図5），処理後に発生するメヒシバ、ヒメジョオン等の一年生雑草に対しては抑制力が小さく、後に一年生雑草の優占地となる試験例もみられました。

また、上記ジベレリン生合成阻害剤を基幹とし、除草剤との組合せを検討しましたが、特定

の草種を枯殺し、残存草種を被覆植生として活用しかつ抑制するためには、MCP(Na)液剤、DOWCO-233（トリクロピル）液剤等の広葉防除用薬剤との組合せで良好な結果が得られています。

水稻移植前の水田畦畔の慣行防除は通常冬～春雑草および越冬した多年生雑草の防除のために草刈または非選択性茎葉処理剤の散布を行う

こととなりますが、この時期に MW-851 (ピアラホス) 液剤, MON-39 液剤, SC-224 液剤に S-327 D 乳剤または PP-333 フロアブル剤を混用することによって既発生の雑草を枯殺し、後に発生した一年生雑草および再生した多年生雑草の伸長を強く抑制する結果が得ら

れています (図 6.)。

また薬剤により使用に適する草種が異なるため、植生に応じた剤を選定し、管理体系を作ることが必要と考え、各種体系処理についても検討中であります。そのひとつとしてヨシ、セイタカアワダチソウ等大型の多年生雑草優占の畦

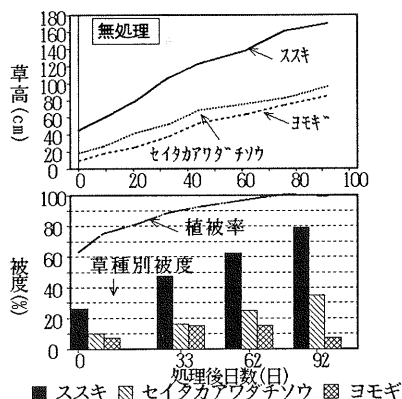
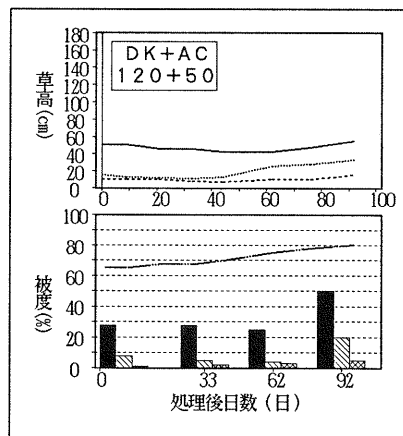


図 5. 混用処理による抑草効果の例-2

(常磐自動車道法面, 平成 6 年 4 月 27 日処理)

図中略号 DK: DK-50D 液剤, AC: AC-252 液剤, 薬量 ml/㎡



畔において実施した試験では、刈り取りのみの管理ではこれらの多年生雑草が優占化し植生に大きな変化はなかったのに対し、MON-39 液剤の水稲移植前処理 (4 月) の後に S-327 D 乳剤の体系処理 (6 月) を行ったところ、前処理により多年生雑草が減少し、かわってメヒシバ、エノコログサ等の一年生雑草が優占となり、かつそれらが抑制され、長期間低い草高の群落で維持された事例もあります (図 7.)。

また水稲生育期の畦畔への処理は、水稲に対する安全性の面で薬害の比較的小さい KUH-913 液剤と S-327 D 乳剤の組合せによって一年生および多年生雑草を抑草し、良好な試験結果が得られています。

道路、鉄道沿線等では、刈り取りのみならず

刈草の搬出およびその処分がむしろ問題となっているようです。平成 6 年に日本道路公団の協力をいただき常磐自動車道の法面 (ススキ優占でセイタカアワダチソウ、ヨモギ等が混生している場所) で試験を実施しましたが、4 月下旬に抑草剤を処理し、秋期 (10 月) に刈取り調査を行ったところ、3 カ月以上の長期間にわたり抑草効果が認められた処理区においては、刈り取り重量が無処理区に比べ概ね 30~40% 程度に削減され、刈草量の軽減効果が顕著に認められています (表 3.)。

以上のように、今までは大体が草刈であったため次の草刈りをするまで 30~50 日と短い期間であったものを、抑草剤の使用により畦畔で 60

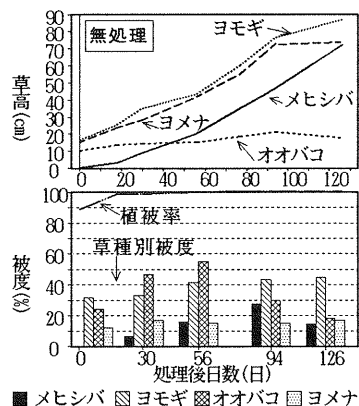


図 6. 混用処理による抑草効果の例-3 (水田畦畔, 平成6年5月2日処理)

図中略号 S: S-327D乳剤, MW: MW-851液剤, 薬量 ml/a

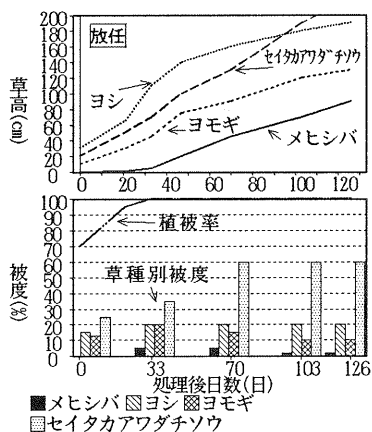
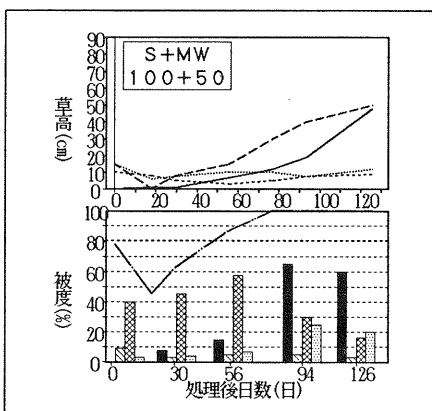


図 7. 除草剤と抑草剤との体系 (水田畦畔)

図中略号 MON: MON-39液剤, S: S-327D乳剤, 薬量 ml/a

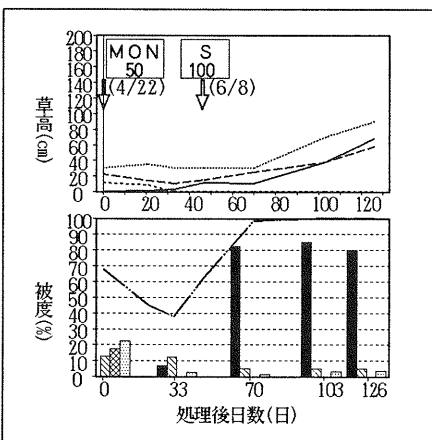


写真 6. 抑草剤処理後60日の状況

(水田畦畔, 左: 無処理区, 右: 処理区)



写真 7. 抑草剤処理後160日の状況

(高速道路路面, 左: 処理区, 右: 無処理区)

表 3. 刈草量の軽減効果

平成6年度道路周辺対象連絡試験実施場所における刈取り重量調査結果

- ・常磐自動車道盛土法面, ススキ優占でセイタカアワダチソウ, ヨモギが混生.
- ・4月27日処理, 1区4×4m=16㎡, 処理時ススキ草高30~45cm.
- ・10月14日刈取り調査(無処理区生重27.8kg/区).

試験区(薬量g, ml/a)	生草重対無処理区比(%)						処理時 株数*	抑草 期間**
	0	20	40	60	80	100		
PR-23㊦フロフ ⁷⁷ ㊦(200)							3	30
EL-500水和(60)							5	20
GRH-631フロフ ⁷⁷ ㊦(100)							5	20
EL+GRH(60+100)							3	30
EL+GRH(80+100)							3	60
EL+DK-50㊦液(60+80)							4	50
EL+DK(60+120)							3	90
EL+DK+GRH(60+80+100)							4	60
KUH-913液(40)							3	50
EL+KUH(60+20)							5	70
EL+KUH(60+40)							6	90
EL+DK+KUH(40+80+20)							3	80
EL+DK+KUH(40+80+40)							3	100
EL+AC-252液(60+50)							3	60
DK+AC(120+50)							3	100
EL+DK+AC(40+80+25)							5	45
EL+DK+AC(40+80+50)							4	70
EL+DK+AC(40+80+75)							6	90
MW-851液(50)							3	25
EL+MW(60+50)							4	35
EL+MW(80+50)							4	40
MON-39液(50)							5	80
EL+MON(60+50)							7	100
EL+MON(80+50)							3	140

注) *: 処理時に試験区内にあった直径50cm以上のススキの株の数, 無処理区は4.7個.

**: 群落の草高が60cmになるまでの日数.

■: 抑草期間が90日以上区.

~90日, 道路法面で90~120日と長くすること
の可能性が出てきた次第であります。

しかし一方で, 例えば発生時期の遅いクズなど一部の不効草種が後に優占化すること, 場面によっては景観上問題があること, 剤によっては低コスト化が難しいことなどの問題点もあり, このような問題点に対しては逐次解決を図ると

ころであります。

また, 今後更に長期間の抑草を目標とすると
ころであります, 剤の開発にあたっては人畜
・魚介類に対する安全性, 土壌残留性, 周辺環境に及ぼす影響, 水系への流出等に問題のない
剤を選択することが当然のことながら必要であると
考えております。