

ISSN 0289-5285

# 林業と薬剤

No. 129 9.1994

社団法人 林業薬剤協会



目 次

複層林施業における除草剤使用に関する調査について(Ⅰ) ..... 御橋 慧海 1

日本における林業とその科学的省力化(Ⅱ) ..... 竹松 哲夫 6

新農薬紹介

伐倒木用くん蒸処理剤「キルパー」 ..... 川畑 昭博 17

● 表紙の写真 ●

穿入孔から排泄された木屑でおおわれているカシノナガキクイムシ被害木 (アカカシ) (鹿児島県下)

複層林施業等における除草剤使用に関する調査について(Ⅰ)

御橋 慧海\*

まえがき

我が国経済社会の成熟化に伴い、森林の持つ公益的機能の高度発揮への関心、木材需要の多様化等森林に対する国民的な期待が高まっている。

このような森林・林業をめぐる情勢の変化に対応して、森林施業の面においても、種々な変革がなされてきている。なかでも、多様な森林の整備を指向した複層林の造成、天然林施業の展開及び広葉樹林の造成等、21世紀に向けて森林のあるべき姿への模索が続いている。

現在、成林途上にある単層の人工林が1千万ヘクタール強と林野面積の40%を占めているが、これらの人工林の今後の取扱いや、次代の更新対策面にも及ぶ問題だけに、大きな関心が寄せられている。

特に、森林生産の増大をはかりつつ、更新経費の低減労働力の節約、さらには環境保全との調和などが強く求められているなか、複層林施業はこれらの目的を達する有効な施業法の一つとして注目されている。

しかしながら、森林空間を巧に利用する複層林施業を確実に実施するためには、極めて高度の技術と経験、きめの細かい管理が必要であり、この技術は現段階では必ずしも確立されているとはいえず、解明すべき課題も少なくない。

いうまでもなく、複層林施業は更新の初期において植生の制御と光環境のコントロールによって稚樹・幼樹の着床・生育条件の整備ができるかどうかにかかっているといても過言ではない。着床・生育にとつ

ての好条件を造り出すためには、単に人力のみならず、除草剤を利用して植生を防除あるいは制御することは極めて有効な手段であり、労働力・労働強度の軽減のみならず、場合によってはササの抑制作用に見られるような、人力では成し得ない効果も期待できる。

このような経緯から、林野庁の委託調査として「複層林施業等における除草剤使用に関する調査」を昭和62年度より継続調査試験として5カ年にわたり実施した。その結果は要旨次のようである。

- ① 除草剤による植生(主としてササ)の防除・抑制は樹下であっても十分な薬効が期待できる。したがって複層林施業の場合でも現行の使用方法で適用が可能である。
- ② 植生の防除・抑制により、地床の光環境は大幅に改善され、その結果、地表照度は当初の1.4倍~3.4倍(光線量で650~900ルクスの増加)まで向上する。
- ③ 複層林施業において下層木の育成には、前提として地表照度のみならず樹冠調整を含めた林内全体の光環境を適度に保つことが絶対必要要件である。

このなかで③については、試験地の環境条件が十分でなかったこともあり、多くの更新手段(植込、播種等)が実らず、不本意な結果に終わったことが残念である。

もともと5年という歳月は、極めて長期を要する複層林施業からみれば、調査期間としては余りにも短期であり、このことから除草剤と複層林施業についての全体的な方針を結論づけることは当を得ないが、幸いにも照度の少ない樹下散布であっても、除草剤による地床植生の除去、抑制等の地表処理は十分な効果を発揮し、複層林施業への導入は可能であることが確認できたことは大き

\*社林業薬剤協会

MIHASHI Ekai

な収穫であった。

今後、時代の要請を受けて多くの場面で複層林施業が展開されることになるが、今回の調査結果が参考となり、森林内容の充実に貢献するならば幸いと見え、林野庁のご了解を得て、ここにその調査結果の概要をまとめて報告するものである。

本調査は林野庁の委託を受けて、昭和62年度より平成3年度にわたり、本会が実施したものである。調査の実施にあたり終始適切なご指導とご助言を賜った林野庁の担当官をはじめ候補林分の選定、現地の調査・植栽及び資料の提供等について種々のご指導、ご協力をいただいた前橋、東京、長野の各営林局、ならびに河津、上松の両営林署の関係の方々に厚くお礼申し上げる次第である。

1. 目的

本調査は複層林施業における更新を確実にを行うため、除草剤を使用して地床植生を処理し、稚樹の発生及び生育を促す手法等に関する資料を収集し、除草剤による作業方法を検討するとともに、除草剤使用の推進に資することを目的とする。

2. 試験地の調査実施内容

(1) 試験地の設定

本調査の目標とする複層林型として、下木はヒノキ、上木にヒノキ及びカラマツという2つのタイプを想定し、現地調査の結果、長野営林局上松営林署のヒノキ、カラマツ林分、及び東京営林局河津営林署のヒノキ林分の3箇所に試験地を設定することとした。

このうち上松営林署のヒノキ及びカラマツの2林分は昭和62年に設定し、また河津営林署ヒノキ林分については昭和63年度に追加して試験地の設定を行い、既設定の2林分と併せて、3試験地の地況・林況等の調査を行った。その後の経過調査は夏(7月)、秋(10月)の2回実施し、以後毎年同様の方法をとった。

また、植生の推移や稚幼樹の発生活長を追跡するため、各試験地について固定調査区を設定し経年調査を行った。

(2) 樹冠および照度調査

複層林施業では林内の明るさがまず問題となる。これは下層を構成する林木は上層を形成する林木の庇陰下にあつて下層木の生長が主として明るさによって支配され生長するため、林内の光環境は複層林施業上の最も重

表-1 調査の経過一覧表

項目	年度	昭和62	昭和63	平成元	平成2	平成3	備考	
調査	基本計画の策定						8 営林署12林分 河津・上松営林署3 試験地 4 薬剤9 試験区 ha当り1,200~1,500本 樹種 ヒノキ	
	候補林分の選定・調査							
	試験地の設定・調査							
	除草剤の散布及び刈払							
	植込及び改植							
	補完作業							獣害対策、播種
	地況・林況調査							
	上層木調査							
	除草効果関連調査							
	稚樹関連調査							
樹冠調査								
照度調査								
植栽木調査								
播種調査								
その他							補完調査	

要な因子とされている。

下木の光環境の調節は、通常上木の間伐か枝打ち等で行うが、試験地はすでに間伐後の人工林であつて当面次の伐採計画がない。そのため上部の樹冠調整は本試験には組込まず、林内の光環境は与えられた前提条件として調査を進めることとした。調査はまず経年による林内の光環境の変化を知る指標として、樹冠調査(主として調査期間前後の樹冠投影図の作成)と相対照度調査\*を行った(表-2)。

なお照度についてはデジタル照度計IM-2Dを使用し、毎年真夏の晴天で正午近い時間帯を選び、入射光と林内光の同時測定の方法をとった。

(1)、(2)を通じ対象林分は上木ヒノキの林分が2、カラ

マツの林分が1の計3箇所で、いずれも植生としてはササが全域を覆っていることもあつて、除草剤を使用する複層林としては妥当なところといえる。

ただ、いずれの林分も過去数年以内に間伐あるいは除伐Ⅱ類を実施しているというものの林内の照度は低く、稚樹の着床や生長には照度不足といわざるを得ない。特に河津営林署のヒノキ林分ではケヤキの大径木が上層を覆い、中層以下が極端に照度が低いことが特徴である。このことが今後の複層林施業にどう影響し、そのためにどのような対策を必要とするのかの検討も必要と思われた。

\*入射光と林内光を同時に測定して、入射光に対する林内光の百分率として示したものを相対照度という。

表-2 試験地の概要

項目	試験地	上松ヒノキ林	上松カラマツ林	河津ヒノキ林
設定・調査年月		昭和63年2月	昭和63年2月	昭和63年8月
位置		長野県木曾郡上松町 上松営林署 193い	長野県木曾郡上松町 上松営林署 195ろ	静岡県賀茂郡東伊豆町 河津営林署 329い
樹種・林齢		ヒノキ 人工林 64年生	カラマツ 人工林 31年生	ヒノキ 人工林 50年生
標高(m)		1360 1249~1450	1380 1213~1528	830 800~850
傾斜・方位		中~急 SE(一部E)	中 S	中~急 S
土性・土壌型		SL BD	SL BD	L BD
平均胸高直径(cm)		15 (15)	10 (15)	16 (20) 《38》
平均樹高(m)		12 (11)	8 (12)	12 (12) 《17》
ha当り蓄積(m³)		340 (220)	110 (168)	250 (165) 《119》
植生		ササ 被度 90% 平均稈高 90cm 密度 40本/m²	ササ 被度 100% 平均稈高 195cm 密度 45本/m²	ササ 被度 62% 平均稈高 140cm 密度 28本/m² 岩石地・裸地 被度 29% 草本・シダ類 被度 9%
樹冠投影面積率%		69.5	73.4	83.5
相対照度%		11.4	8.3	1.7
施業経過		昭和62年3月 間伐実施	昭和59年 除伐Ⅱ類実施	昭和58年1月 間伐実施
試験地の区画・面積		1区 20×20m=400m² 区数 4 1600m²	1区 20×20m=400m² 区数 4 1600m²	1区 20×20m=400m² 区数 4 1600m²

(注)1. 林齢は試験地設定時のもの。

2. 直径、樹高、蓄積は小班単位の数値である。試験区の数値を( )書で記載。

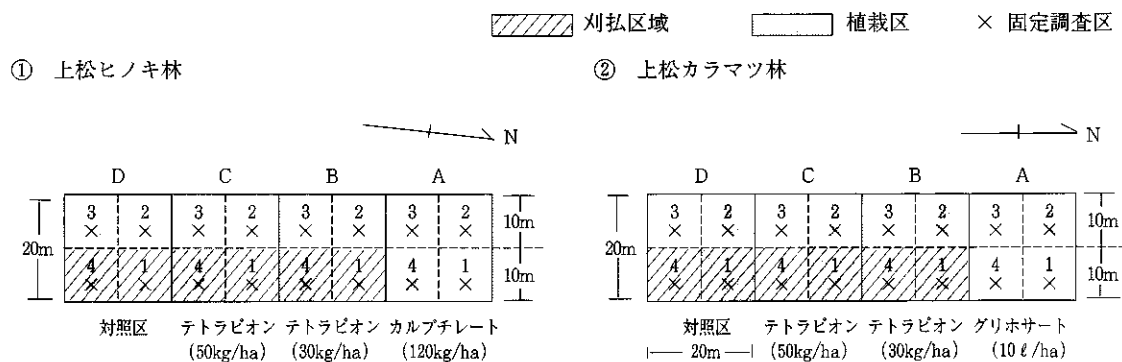
ただし、河津については造林木ヒノキを( )書し、ケヤキを《 》書。

3. 樹冠投影面積率、相対照度は昭和63年夏の調査結果。

表一 除草剤の散布および植栽・播種

試験地	指向する林型 (上木) 〔下木〕	試験区名	除草剤 散布					
			薬剤名	散布量 (ha当り)	散布面積 m <sup>2</sup>	散布方法	散布前処理	散布年月日
上松 ヒノキ林	〔ヒノキ〕	A	カルブチレート 4% 粒剤	120kg	400	手まき (土壌処理)	無刈払	63.07.06
		B	テトラピオン 10% 粒剤	30kg	400	手まき (土壌処理)	200m <sup>2</sup> 刈払後散布	63.10.26
		C	テトラピオン 10% 粒剤	50kg	400	手まき (土壌処理)	200m <sup>2</sup> 刈払後散布	63.10.26
		D	(対照区)	—	(400)	—	200m <sup>2</sup> 刈払	63.10.26
上松 カラマツ 林	〔ヒノキ〕	A	グリホサート 液剤	10ℓ (200)	400	散布機 (茎葉処理)	無刈払	63.09.14
		B	テトラピオン 10% 粒剤	30kg	400	手まき (土壌処理)	200m <sup>2</sup> 刈払後散布	63.10.26
		C	テトラピオン 10% 粒剤	50kg	400	手まき (土壌処理)	200m <sup>2</sup> 刈払後散布	63.10.26
		D	(対照区)	—	(400)	—	200m <sup>2</sup> 刈払	63.10.26
河津 ヒノキ林	〔ヒノキ〕	A	テトラピオン 10% 粒剤	30kg	400	手まき (土壌処理)	200m <sup>2</sup> 刈払後散布	63.11.01
		B	テトラピオン 10% 粒剤	50kg	400	手まき (土壌処理)	200m <sup>2</sup> 刈払後散布	63.11.01
		C	(対照区)	—	(400)	—	200m <sup>2</sup> 刈払	63.11.01
		D	テトラピオン トリクロピル 粉粒剤	100kg	400	手まき (茎葉処理)	無刈払	63.08.31

(注) 1. 液剤の散布量の ( ) 書は散布液量  
 2. 対照区(無処理区)の散布年月日欄は刈払年月日  
 3. 上松営林署の2試験地の植栽木については、カモシカ被害対策として、平成元年11月に忌避剤の塗布を実施

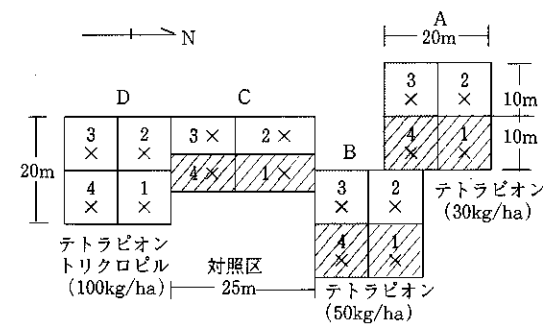


図一 試験区の配置

面積	植 栽		播 種 個所数	植栽・播種 年 月 日
	樹種 苗 齢	実本数 (ha当り本数)		
800m <sup>2</sup> (各試験区 の 1/2)	ヒノキ 3年生	127本 (1,588本)	11	1. 10. 4
800m <sup>2</sup> (各試験区 の 1/2)	ヒノキ 3年生	131本 (1,638本)	11	1. 10. 3
800m <sup>2</sup> (各試験区 の 1/2)	ヒノキ 3年生	101本 (1,263本)	14	1. 10. 26

した。

③ 河津ヒノキ林



(3) 除草剤の散布

除草剤については、主な対象植生がササであるため、テトラピオンを主とし、その外に3薬剤を使用した。なおササを対象とした場合、塩素酸ソーダの使用は有効であり、今後機会があれば取り上げてみたい課題である。

散布は、現地の状況、植栽樹種、散布時期等を考慮し、テトラピオンを中心とし、カルブチレート、グリホサートの単剤と、テトラピオン・トリクロピル混合剤の4種類を用いることとし、テトラピオン区については、効果の比較のため、区域の1/2を刈払った後に散布した。薬量は通常の使用量で、テトラピオンについては2薬量とした。散布は7~11月にわたって実施した。なお、植生の推移をみるため対照区についても区域の1/2を刈払った(表一3、図一1)。

(4) ヒノキの植込と播種

更新を確実にし樹下植栽の生長経過を追跡するため、除草剤散布翌年(平成元年)にヒノキ苗の植込を実施した。

植栽は試験区の1/2の面積に対してha当り1,200~1,600本を秋期に実施するとともに、上松ヒノキ林と上松カラマツ林2試験地に対してカモシカの食害を避けるための忌避剤の塗布を行い、植栽したヒノキ苗木の活着・生長状態を調べた。

また、天然下種によるヒノキの発芽・着床状況を知るため、ヒノキ種子の播種を試み、その推移等についても調査を行った(表一3)。

(つづく)

## 日本における林業とその科学的省力化 (II)

竹松 哲夫\*

### (イ) 林業地の制御対象雑草

日本の林業地は気候が温暖で先進国中最も雨量に恵まれている。凡そ他の先進諸国の2倍に相当している。そのためスギ、ヒノキ等造林木の生育に良い環境であるとともに植栽地では多様な雑草木が良く育つ。これは農耕地と同じ生長のパターンで一般に春暖とともに生長をはじめ6月の梅雨期とそれにつづく夏の高温と相まってまさに爆発的生長が起こる。そして残暑と秋の台風によって多量の水分を得て秋の降霜の頃まで生長が行われる。そのうち1~2年生のいわゆる草本性雑草は林業地では大型のものを除き制御の対象とは考えられていない。林業地には多年生のイネ科(タケ亜科等を含む)のササ類(ネマガリダケ、チマキザサ、スズタケ、ミヤコザサ、アズマネザサ等)が全国的に広く分布している。さらにススキもササ類と同様である。これは林地では制御すべき最大の対象である。つまり単子葉植物ではこの二つ(ササ類とススキ)に限っても過言でない。他方双子葉植物は極めて多数のものが混在しており、イネ科のようにはいかない。大きく分ければ常緑と落葉樹であるが、これらは混在し、わが国の南部には常緑が多く北へ行くほど少なくなり反対に落葉樹は北に多くなる。常緑で制御対象になるものは次のようである。アリドウシ(アカネ科)、テイカカズラ(キョウチクトウ科)、シヤシヤンボ、アセビ(ツツジ科)、カクレミノ、キズタ(ウコギ科)、ヒサカキ、サカキ、ツバキ(ツバキ科)、クロガネモチ(モチノキ科)、ユズリハ(トウダイグサ科)、バク

チノキ、リンボク(バラ科)、ヤブニツケイ、シロダモ、クスノキ、タブノキ(クスノキ科)、キジョラン(カガイモ科)、シキミ(モクレン科)、ミヤマシキミ(ミカン科)、マテバイシ、アラカシ<sup>\*1</sup>、シラカシ<sup>\*1</sup>、アカガシ(ブナ科)、イヌガヤ(イヌガヤ科)等がその主なものである。他方落葉樹で制御対象となるものは次のようにその数は多い。イヌコリヤナギ、バツコヤナギ(ヤナギ科)、クマヤナギ(クロウメドモ科)、シラカバ、ダケカンバ、クマシデ、アカシデ、サワシデ、イヌシデ、ツノハシバミ、ヒメヤシヤブシ、ヤシヤブシ、ハンノキ、ヤマハンノキ(カバノキ科)、オニグルミ(クルミ科)、クスギ<sup>\*2</sup>、クリ<sup>\*2</sup>(ブナ科)、ケヤキ、エノキ(ニレ科)、メギ(メギ科)、イヌビワ、ヤマゲワ、コウゾ(クワ科)、ホオノキ、コブシ(モクレン科)、ニガキ(ニガキ科)、ボタンヅル(キンボウゲ科)、ツツラフジ、カミエビ(ツツラフジ科)、アブラチヤン、カナクギノキ、クロモジ(クスノキ科)、ウツギ、ノリウツギ、マルバウツギ、ガクウツギ、ヤマアジサイ、タマアジサイ、イワガラミ(ユキノシタ科)、ヤマザクラ、イヌザクラ、ウワミズザクラ、カマツカ、ナナカマド、クマイチゴ、キイチゴ、エビガライチゴ、ノイバラ、ヤマブキ、コゴメウツギ(バラ科)、ハリエンジュ、ネムノキ<sup>\*2</sup>、ジャケツイバラ、クズ<sup>\*2</sup>、ヤマハギ<sup>\*2</sup>、ヤマフジ<sup>\*2</sup>(マメ科)、イヌザンショウ、サンショウ、カラスザンショウ、コクサギ(ミカン科)、アカメガシワ(トウダイグサ科)、ハゼノキ、ヤマハゼ、ヤマウルシ、ヌルデ、ツタウルシ(ウルシ科)、ツルウメドモキ、マユミ(ニシキギ科)、ミツバウツギ、

\*宇都宮大学名誉教授  
植物科学研究所長

TAKEMATU Tetsuo

\*1 テトラピオンで制御のみられるもの  
\*2 テトラピオンに感受性

ゴンズイ(ミツバウツギ科)、イタヤカエデ<sup>\*2</sup>、ハウチワカエデ<sup>\*2</sup>、ウリカエデ<sup>\*2</sup>、ウリハダカエデ<sup>\*2</sup>(カエデ科)、アワブキ(アワブキ科)、ヤマブドウ、エビズル、ノブドウ(ブドウ科)、サルナシ、マタタビ、ミヤママタタビ(マタタビ科)、ウリノキ(ウリノキ科)、シナノキ(シナノキ科)、キブシ(キブシ科)、タラノキ、オカウコギ、ハリギリ(ウコギ科)、ヤマボウシ、ミズキ<sup>\*2</sup>(ミズキ科)、リョウブ(リョウブ科)、ヤマツツジ<sup>\*2</sup>、ネジキ(ツツジ科)、エゴノキ、ハクウンボク(エゴノキ科)、サワフタギ(ハイノキ科)、アオダモ、ヤマダモ(モクセイ科)、クサギ、ムラサキシキブ<sup>\*2</sup>、ヤブムラサキ<sup>\*2</sup>(クマツツラ科)、ガマズミ、ミヤマガマズミ、ツクバネウツギ、ハコネウツギ(スイカズラ科)、サルトリイバラ(ユリ科)等である。以上のように単子葉植物のササ類、ススキ類と双子葉植物の常緑~落葉低木本に加えて暖地とくに太平洋岸に多いシダ植物のウラジロ、コシダがある。以上がわが国造林地の制御対象植生である。

### (ロ) 制御対象植物の研究不十分

前述のように制御の対象植物は極めて多数種を含んでいるが、これが北海道から沖縄に至るまで地域毎にどのような組成であるかは漠然とした知識しかない。さらにこれに変動を与える要因にもとづく総合的な知見もない。ましてや個々の種について徹底的に究明したもの(世界的に通用する学名と和名、分類上の地位や変種、分布(世界と日本)、年生、形態、繁殖、好んで生育する所、林業上の重要性、利用場面等)はほとんど見当たらない。とくに生理、生態的研究が欠けている。さらにどのような生活史を行っているか。種子繁殖のものはどの位種子を生産し、それは何年位生存しているのか。伝播はどのように行われるか。発芽はいつでどの位の温度が必要か。日長、光の強さはどう関係しているか、光合成能力、炭水化物生産量、水分代謝等々の研究もない。刈取り後の再生力、造林木との競合機構、アレロパシーの面からの検討、土壌水分と発生量、生育量、肥沃度、PH、林業上の施業との究明等数え上げれば問題は一杯ある。超省力造林でしかも森林環境を守り、森林土壌の流出を起こすことなく、完全な経済林を次々に育てるための基礎条

件ともいべきこの問題が解明されていないのである。たかが下刈、地拵ということではできない。世界の農業は林業で行う下刈に相当する農耕地の除草問題について草取りの合理化、徹底した省力化を行わない限り、現在のよう近代化はできなかったのである。そのために世界中の科学者、研究者は戦後50年に及び努力を重ね、研究会、学会をつくり、相互に交流して大きな成果をあげてきた。その結果最先端の技術を用いれば(剤の発明と施用法(とくにフロアブル))ha当り10分間で水田除草のは完了する。しかも水田に入らず、散布器具もいらぬ。この方法は筆者により昭和60年に学会報告され、平成6年には大面積にひろがり、今後水田に関しては世界的に拡大化すると考えられる。勿論一回の処理で収穫まで水田に人が入る必要がない。昭和20年代には水田除草は500時間以上/haであるから凡そ1/3,000に短縮したわけである。水田除草は限りなくゼロに近いほど省力化した。畑作除草はそれ以前に欧米の茎葉処理から日本的な土壌処理方法への大転換(昭和24年筆者発表、土壌処理層理論)が30年代に先進国で実用化、現在世界における農耕地除草はこの土壌処理法が殆どである。林業でもこうしたことは可能であり、既に大きな成果をあげている。空散を行えば日本の林業地の雑草木制御は現在でも水田や畑作の最先端技術と同様の効果であるといえる。しかし対応する制御対象植物に対する基礎的知見はお寒い限りである。農耕地除草の制御対象については著しく研究が進んでおり、多いものは一個の農耕地雑草について世界で数百以上に及ぶ研究発表が報告されている。今後は重要造林木を農業におけるイネ、トウモロコシ、ムギと同様に取扱い、その薬害防止を第一とし、植栽地に混生する雑草木の個々のもの、および集団について精細かつ徹底した研究の集積が大切である。そのためには研究会をつくり、やがて学会に生長させ雑草木制御に関連する凡ゆる諸学から知識を入れて総合的な学会として発展させるべきであろう。その実行が今重要である。

### (ハ) 林業用除草剤の開発

先にも述べたように林業地の雑草木制御は何とんでも微粒剤~粒剤による土壌処理方式が中心である。土壌処

理できる所では液剤等による散布では到底抵抗できない。液剤では地上部に附着するから生理的な選択性がなければ(ザイトロンフレノック剤は選択性大)大規模利用は不可能となる。これに反し粒剤それ自体は造林木の莖葉につかないよう人為的な選択性が与えられている。これからの主力は土壤処理方式で粒剤～微粒剤であることは明白である。しかしながら、少なくとも世界の農耕地に用いられている土壤処理剤は極めて浅く土壤表層に処理層を確実に形成するものしか利用されていないので、農耕地除草剤は林業地では殆ど利用することができない。それでは林業地は今までどうしてきたか? 今日林業地除草剤はそのほとんどが非農耕地向けの除草剤の林業地への転用に外ならない。始めから林業を目指した除草剤の開発は少ない。しかも、制御の相手は多年生の本木植物やタケ亜科植物という難防除植生である。さらに土壤処理する除草剤の作用機構も農耕地とは基本的に異なっている。現在低位に留まっている林地除草剤の使用実績から見ても、このままでは開発に何十億を要するといわれている除草剤の新規開発は望むべくもない。

林業地での除草剤の使用は水田、畑地のように平坦なところは極めて少なく、多くは傾斜地である。林地土壤の保全(流失防止)のためには水田畑地のように完全に近い雑草の防除を目的としていない。むしろ林業地ではタケ亜科を中心とするササ類やススキ、落葉～常緑低木本の草丈を制御して造林木を被圧することなく地表面を保護させ表層土を流出させないことが重要である。しかも造林木には無害であることが条件である。つまり選択的矮化である。現在この方向を狙った有効なものも見られる。

今まで築き上げた1,000万haに及ぶ人工林、及び今後増加する育成天然林を適正に育成管理してゆくためには

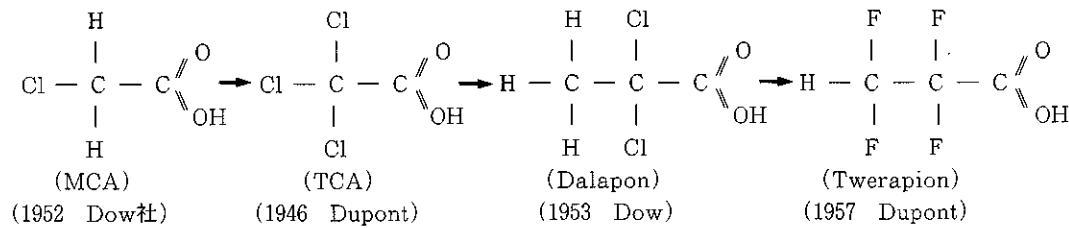
地拵, 下刈, 刈出, つる切, といった薬剤対象の造林作業面積も年100万haを越えると試算されている。このためにも制御効果, 無薬害, 土壤保全のために有効な除草剤及び使用技術の開発への一層の努力が望まれる。

(二) 林業除草剤の支柱はテトラピオン

日本の人工造林地はいずれも同じでササ類やススキの繁茂する所である。放任すればたちまちこれらイネ科植物に圧倒されてしまう。これは造林地の普遍的な大敵である。この防除には戦前から「笹枯し」の異名をもつ塩素酸ソーダが活躍してきた。現在でも部分的に使用され効果を挙げて来ている。しかし今では全国的に圧倒的にテトラピオンが制御の中心である。今後も含めテトラピオンはわが国の造林事業に不可欠な重要資材と考えられる。テトラピオンを用いてササ類やススキの徹底的な防除も可能であるが、薬量調節で制御を長期にわたり行う矮化剤としての利用もできる等多様な生理活性が示されている。この薬剤の基礎的な性質について述べてみる。

① 開発の経過

MCA(モノクロロ酢酸)は昭和27年にDow社が開発し、トリクロロ酢酸はこれより早く昭和21年にDupont社が開発した。面白いことにMCAはイネ科に害が少なく広葉雑草に有効で接触枯殺作用であった。トリクロロ酢酸(TCA)は蛋白凝固作用があり、イネ科防除作用が莖葉処理で示され広葉植物に害がないという特性が発現し、ワタ、クローバー、タマネギ、サトウダイコンに利用された。薬量は300～600g/10aと多い。3番目はグラボンで昭和28年にダウ社が開発した。グラボンはイネ科全体に効果的でとくにイネ科多年生にも効き、広葉作物に無害なものがあるためクローバー、ルーサン、



図一 テトラピオンまでの道のり

サツマイモ等を対象にイネ科雑草の防除に使われた。林業地ではススキ防除にスポット的に用いられている。MCAを除きTCA, グラボン, テトラピオンは水に易溶な点と土壤中の移動は何れも大きいこと、およびイネ科に対する作用が共通で、次第に強まっていることが理解される。そして開発が進むほど土壤中での残効が長くなっており、MCAは土壤中で塩素が外れて効力がなくなるので残効性は短い。TCAは残効5,000g/10aで30日と長くなる。グラボンは、200g/10aで20～40日と薬量大幅に減少しても残効は長くなる。最後のテトラピオンは更に少量の施用量でイネ科防除力は大きく2～3カ月と残効は最も長い。MCA, TCA, グラボン, テトラピオンとも水に極めて良く溶ける点は互いに共通している。ここで考えられるのはテトラピオンのような脂肪酸系除草剤は何故に昭和32年 Dupont社で開発されながら20年近く除草剤としてその後展開していないかという疑問である。調べてみると諸外国でもかなり試みているし、実は私もダイキン工業研究陣や現クミアイ化学の前身の一つである東亜農業等と共同研究したことがあるが、どんなに構造を変えてもテトラピオンを超えるものがないばかりか、甚しく除草能力の劣るものばかりで新しい開発を止めた経験をもっている。恐らく作用機構からみてもテトラピオン以上のものは開発不可能と考えられる。テトラピオンは40年近い昔にアメリカで合成されながら、実際の利用場面はわが国のダイキン工業による使用特許と毒性試験によるものである。この意味で日本の貢献は大きい。

② テトラピオンの主な性質

テトラピオン(商品名フレノック)は2,2,3,3-テトラフルオロプロピオニック酸で白色の粉末状を呈している。分子量は小さく146.4, ナトリウム塩になると、168.02といわれる。沸点は133～135℃, ナトリウム塩はさらに165～167℃と高くなる。熱には非常に安定な化合物である。それでいて水には極めて良く溶け易溶とう言葉で示される。また親水性の溶媒には溶けるが反面親油性溶媒には大変溶け難い。これらの性質は土壤中を流れて移動量の大きいこと、同時に動物等に毒性を示さない

ことを示していると考えられる。1974年ダイキン工業研究部と住友化学生化学研は共同で研究を行った。この研究は宮本純之主任研究員(現常務理事)の指導下で精密に実施された。放射性同位元素<sup>14</sup>Cをラベルしたテトラピオンを使って動物(♀ラット)に経口注入し経時的に採尿, 採糞を行い放射能分析を行っている。結果をみると投与後14日間にテトラピオンは尿中に雄62%, 雌71.7%, 糞中には雄31%, 雌21%が排出された。また別の研究では雄97.3%, 雌94.7%とテトラピオンのほとんどが体外に排出された。排泄物中にはテトラピオンの代謝物はなく、テトラピオンの酸または塩そのものが排泄された。また解剖して組織器官(血液, 腎, 肝, 心臓)における放射能も測定しているが、14日以後はすべてなくなり体外に排出されていた。このように動物細胞に取り入れられずに尿や糞から排出されるために生理作用の起る余地がないといえる。随って慢性毒性はないといえる。急性経口毒はLD<sub>50</sub>で雄ラットで12,000mg/kg, 雌で10,600mg/kgと著しく低く、食卓塩(3,320mg), ビタミンC(5,200mg), 重曹(6,500mg)にくらべても2～4倍も安全である。もちろん普通物である。同様に魚類に対しても極めて安全でA類になっている。他の昆虫類鳥類や土壤動物にも安全性は極めて高いし、また慢性毒についても試験は完全に終了している。

③ テトラピオンの土壤中の挙動

テトラピオンはザイトロンフレノック微粒剤のように莖葉散布されると莖葉とくに若い葉や茎からも吸収されるが、そのほとんどは森林表層に落下し、そこから降雨等により垂直に土壤中に下降し、土壤中に深いテトラピオン処理土壤を形成する。次の図は1969年「除草剤の森林生態系におよぼす影響とその調査方法に関する特別研究」の一員として筆者が担当した研究報告中 T. F. P. (テトラピオン)の土壤中の移動を測定したものである。これによると埴土(火山灰性)を用いたモデル実験でテトラピオン1kg/10a(実験のためやや高い薬量)を土壤表面に施し、その後人工降雨を20～50mmを徐々に土壤に与えたとき、20mm降雨では地下14cmまでテトラピオンが認められた。一方50mm区は地下16cmまで下



降した。20mm区の濃度の山は地表下4~6cmに最も濃密で、地表下9~12cmに及んで認められた。また20mm区は地表より0~2cm区、50mm区は地表下5~7cmの所は人工降雨で溶脱されて存在しないか、著しく少ないことが何回も認められた。その一例を図に示した。つまり20~50mmの雨量でテトラピオンは粒剤~微粒剤のいずれで施されても粒の崩壊に伴い土壤中に移行して、むしろ表層はうすくなり土壌深部の方が濃厚に分布することを示している。1973年ダイキン工業研究部は林地圃場条件下で1,000g/10a、750g/10aを傾斜地に施し7日、14日、1カ月、2カ月4カ月に表層土壌から5cm毎に土壌をとり土壌中のテトラピオン量を定量分析しその動態を明らかにした。これは野外実験であり、自然降雨の下で行われた。研究開始は10月1日で10月が約4週間と少し(1カ月)、11月8週間と4日位(2カ月)で、最後は16週間(約4カ月後)であった。雨量は1カ月間は65.3mm、次の2カ月は79.8mm、そして4カ月間の合計は145.1mmであった。このような条件下で分析したところ、750~1000g/10aのいずれも1週間では土壌表層から10cmまでが最も多く(12.2~13ppm)、15cm以下では著しく少ないが25~30cmまで微量(0.1~0.4ppm)が示された。2週間後も同じ傾向であり、750g区は地表下30~35cmの所は検出されていない。しかし1,000g区は35~40cmの所でも0.6~1ppmを検出した。1カ月後は両処理区とも表層(0~5cm)が溶脱でうすくなり、表層から5~15cmが2.2~3.9ppmと大幅に減少するが分布濃度はこの層が最も多い。750g

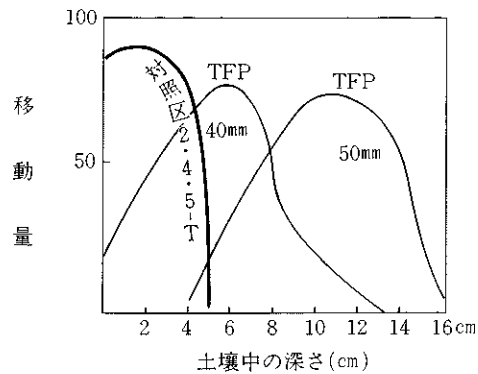


図-2 TEP 1kg/10aにおける雨量別土壌分布 (宇大, 1969)

区は30cm以下は検出なく、1,000g区は0~40cmまでテトラピオンは検出せず消滅している。1,000g区は30~40cmで0.7ppmを検出、そして2カ月後は750g区は0~15cmまでで未検出または0.2~0.3ppmとなり、この傾向は地表下40cmまで及んでいる。しかし4カ月後には消滅に近いことは明らかである。さてこの長期に及ぶ分析結果は筆者らの基礎研究と同じ傾向であるが、これから分かることはテトラピオンは施されたはじめは土壌表層に多いが、降雨で徐々に下降し、地下35~40cmまではひろがる。そして更に降雨が多くなると表層は洗われて薄いppmとなり1カ月後には10~20cm位の所が比較的濃く分布する。2カ月たっても同一の傾向で表層0~10cmはなくなるか著しく少なくなる。つまりテトラピオンの除草剤処理層は0~40cm位に形成されると考えてよい。しかも降雨量に伴って処理層は移動しこの処理土壌の中で植物に容易に根から吸収される。そのときヒノキ、スギ等の造林木には或濃度の範囲内で見事な生理的選択性があり、ササ類やタケ亜科およびススキ類は枯死~抑制を起こすわけである。1969年(昭44)に筆者らが実施した特別研究(農林省)の中のテトラピオンの土壌処理による造林木の感受性の差の結果をみると薬量が標準よりも4倍のテトラピオンを最初から土壌に良く混ぜて、その中にアカマツ、スギ、ヒノキを植えつけて生育抑制、害徴等をみた所、アカマツは最も弱く18週で赤変枯死したが、ヒノキは当初やや対照よりも生育抑制がみられたが、その後は次第に回復した。スギはヒノキよりやや感受性であったが、これも途中で抑制や害徴

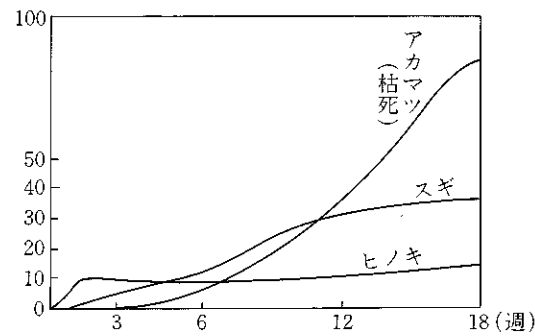


図-3 TFP 2kg/10a土壌混和の薬害 (宇大, 1969)

が徐々に回復した。つまりテトラピオンに最も強いものはヒノキ、ついでスギでアカマツは最も弱い。但しこの研究は標準の4倍近くの薬量であるのでヒノキ、スギとも実用上(薬害)は問題ないと考えられる。

④ テトラピオンの植物体での移動と不活性化

植物体に吸収された(ほとんどは根系からの吸収)テトラピオンは、その後どのように体内を移動して植物の器官毎にどのように分布しやがて分解~不活性化を辿るであろうか?。この点については1971年前述のダイキン工業研究部と住友化学農業研究部の共同研究により概ね明らかになっている。これによればテトラピオンには土壌中の水に良く溶けて植物の根系(群)の分布している随所から根毛を通して水とともにたやすく吸収される。さらに吸収されたテトラピオンは蒸散流に乗って地上部の茎、葉、新芽等に移行する。その結果蓄積は生長盛んな新しい葉や新芽の部分により多くなる。上昇移行したテトラピオンを含む樹液は生長が活発(細胞伸長と分裂の旺盛)な部位により多く移行し、樹液中の水分は蒸発し去るがテトラピオンは葉とくに新芽等により多く残るようになる。これは感受性のある植物ではしばしばテトラピオン処理後新しい葉が展開するのがおくれたり、新しい芽が止まっているのはこの部位にテトラピオンが多く集まるからである。植物の根は水や無機有機成分の吸収のみでなく根から分泌物を出したり、有害物質を排出している。テトラピオンはイネ科植物には有害であるのでトウモロコシはワタ(耐性)の15倍量も根から吐き出していたという。しかしその絶対量は少ない。ワタはテトラピオンに強いために根からの吐き出しがより少ないものと考えられる。一方テトラピオン処理後10日や20日という短期間ではトウモロコシやワタからは植物体内での代謝分解は認められず、分析の結果はテトラピオンの酸又は塩であることが推定されている。次にススキを対象としたテトラピオンの土壌処理(600g/10a)の時ススキ体内でのテトラピオンの経時的な変化を追跡した研究をあげておきたい。この研究はダイキン工業研究部による分析である。昭和47年初冬(11月末)にススキ自生地(宇大)に土壌処理し、昭和49年夏にかけて調査した。それに

よると翌年春(48年)になりススキが生長するにつれて土壌中からテトラピオンの吸収が盛んになりススキ体内のテトラピオン量は急速に増え続けた。同年6月末(散布後214日)にはススキ全体(根、茎、葉)の乾物量当り139.4ppmの濃度を示した。その後同年の夏秋冬を経て49年春(土壌処理後475日)に分析した所ススキの体内には全くテトラピオンは存在(検出)しなかった。これは植物体内で分解~不活性化したものといえよう。さらにススキの葉、茎、根の器官毎に分けて経時的に分析してみると、根系部では土壌処理後214日目(翌年6月)20~50ppm/乾物重を示した。しかし同年の12月~翌年春には全く検出されなかった。基部では処理翌年6月(214日目)には108.28ppm/乾物重を示し、その後減少しつづけ冬を越して処理475日の分析では全く検出していない。葉部では土壌処理の翌年6月(214日目)には287.53ppm/乾物重を示したが、冬を越えて次の春(処理後475日)までに減少をつづけ春の分析では検出なしとなった。これをみるとやはりテトラピオン吸収後地上部に送り出す根からの量は最も少なく(20~50ppm)、ついでススキの茎に108.28ppm、最も多く含まれている所は葉の部分で287.53ppmであった。概測すると根部を平均して35ppmとすると茎部は根の3倍、葉部は約8.2倍である。こうしてテトラピオンは植物体内でイネ科に選択的除草力を発揮しやがて不活性化~消失することが明らかとなった。しかしながらその代謝~不活性化物質については今日推定の域を出ていない。

⑤ テトラピオンのイネ科、カヤツリグサ科選択防除の「からくり」

ここではテトラピオンはどうしてイネ科植物(林地地ではササ類、タケ類、ススキ)やカヤツリグサ科を選択的に防除または抑制し、大部分の双子葉低木木(常緑・落葉樹や草木類)等に無害であるかについて述べる。この選択性の「からくり」については1948年(昭23)にN. O. KaplanおよびF. Lipmannにより補酵素が発見されたことに関係する。補酵素はCoenzyme A、助酵素A、コエンザイムAとも呼ばれている。通常はCoAと略して呼ぶ。この補酵素は酵素と共同して作用する。

(酵素は動植物の生体内でつくられ、生体内で営まれるすべての生化学反応にあずかっている高分子蛋白質の一種で分子量は大きく1万から100万位もある。生き物の体の中では極めて多数の生化学反応が同時にかつ長い鎖のように連続して営まれる。この酵素による触媒反応には特異性があり一つの反応にはある特定の一つの酵素が働くようになっていく。そしてそれが長い鎖をつないだように進行していく。したがって1つの反応(鎖の1つの輪)が何等かの原因で動かなくなると連続した生化学反応はそこから先の反応が動かなくなり遂には生物の死を導くことになる)。或人は「生命とは生命体の中で多数の生化学反応が円滑に連続して営まれている精緻な一大化学工場のようなものだ。しかもこの生化学反応は近代化学工業のように高温や高圧は必要なく常温、常圧で行われている。生命は生体保持の必要上外部からエネルギー化するためのあらゆる物質を取り組み、新しい物質の生合成、貯蔵、分解、消費の全過程を整然とした統一に極めて効率の高い生体触媒(=酵素および補酵素)の働きの下で精度の高い自動調節装置(フィードバックコントロール)で行っている」と酵素や補酵素の重要性について語っている。

さて補酵素(CoA)はどんな働きをするかという酵素(酵素の蛋白質部分をアポ酵素という)とこの酵素作用の発現に活力を与えるには補酵素と結合して複合体をつくるのが重要である。酵素だけでも補酵素のみでも単独では酵素活性は発現しないのである。随ってCoAは極めて大切な物質である。補酵素は酵素にくらべ

て遥かに低分子量の化合物でCoAの外DPN, TPN, グルタチオン, ビタミン, チトクローム, ADP, ATP等多数の補酵素がある。補酵素CoAの化学構造は次に示す通りである。図に示すようにCoAはパントテン酸, 2-メルカプトエチルアミン, 及びアデノシン3'-リン酸からなっている。さて、パントテン酸をCoAの中の中から取り出してみるとこの部分はガラボンやテトラピオンの化学構造と大変良く似ている。しかもこれが細胞液にとけこんで体内を動いている。そしてパントテン酸の代わりにこれらハロゲン化カルボン酸(TCA, ガラボン, テトラピオン)がCoAの構造の中に入りこむとCoAとは似て非なる物質となり, CoAの生合成は著しく阻害される。その結果TCAサイクル(1973年にKrebsによって解明されたのでクレーブスサイクルとも呼ぶ)は光合成による含水炭素をはじめ, グリセロール, 脂肪酸, アミノ酸などが細胞内のミトコンドリアに流れ

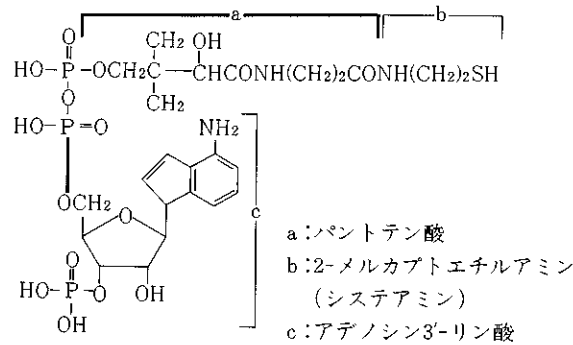


図-4 CoAの構造

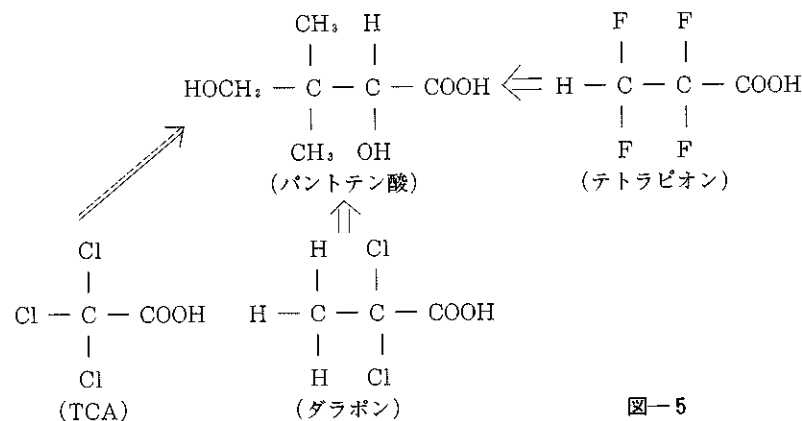
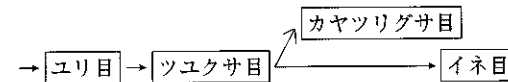


図-5

こむ。このTCAサイクルの廻転でエネルギー生産が営まれているが、これらはすべて酵素や補酵素の助けなしには反応は全く進まない。そのなかでもCoAはTCAサイクルで重要な働きを行っている。主な機能は脂肪酸の酸化や合成, ビルビン酸の酸化, アミノ酸代謝等においてアシル基(COOHのOHを取ったもの-CO-R)を転位する作用である。前述のようにCoAとは似て非なる化学物質がテトラピオンやガラボンで生成されるとTCAサイクルは阻害されて植物のエネルギー代謝は正常に進まないことになる。その結果植物はエネルギーを失い、やがて枯死することになる。しかし、植物には生命を守りためと考えられるが、エネルギー代謝経路にいくつかの別経路もあり、一方が阻害されると他方が作動して生命を保全している。このようにTCAサイクルの機能は植物の科属種により多少のちがいがあ。むしろ科よりもさらに大きい分類の双子葉植物と単子葉植物の差は大きいようである。テトラピオンのような脂肪酸系除草剤に非常に弱いイネ科(タケ亜科を含む)とカヤツリグサ科雑草は単子葉植物の進化の頂点にある。筆者らの研究によれば(1987~1994・世界の雑草(I~II)竹松・一前共著)単子葉植物の中のイネ科の進化を分かりやすく書くと次のようになる。



つまり単子葉の陸生植物はユリ目を元祖として進化し、ツクサ目をつくり上げた、その後二つの異なる方向に分化し、一つはイネ目となりイネ科は変異を重ねて600属5,000種と巨大な分化進展をとげ、今日では単子葉植物進化の頂点に立っている。今やイネ科植物は地球上を覆い、その中にはイネ、ムギ、トウモロコシをはじめ人類生存の不可欠な重要食用作物を含んでいる。また、有用作物と競合して農耕地や林業地で最も防除困難な雑草木群でもある。エネルギー代謝の主要経路はパントテン酸を化学構造の中を含むCoAによって行われているといわれている。随って脂肪酸系除草剤テトラピオンはCoAの生合成を阻害してイネ科植物全体に甚大な被害を与え、その施用量によっては根絶させることができ

る。このことをイネ科植物ではじめて発表したのは1959年(昭34)でアメリカのヒルトン氏である。このときの材料除草剤はガラボンである。「ガラボンはイネ科植物に吸収されると植物の生長に極めて重要な働きをするパントテン酸の合成が著しく阻害される」と報じている。しかし双子葉植物にはほとんど害のないことについては明確な説明はなかった(以上、拙著、薬剤防除法、昭33, 昭53)。その後分かったことは双子葉植物の大部分はパントテン酸を構成要素とするCoAの経路の外、別のエネルギー代謝経路を持っているため、テトラピオン等に耐性が大きいといわれている。今日でもカヤツリグサ科(イネ科に系統進化の上で近縁)にテトラピオンが有効なことからくりは説明されていない。また双子葉植物中にもテトラピオンに感受性の高いものがあるがその原因も未解明である。いずれにせよ上記のような「からくり」によってテトラピオンは選択防除剤(林地において造林木に害なく)としてササ類、ススキ等をコントロールする資材として極めて的確で重要な除草剤であることが分かる。

① 総合林地制御剤の展開過程

以上述べたようにテトラピオンのササ類、ススキ制御の技術は既に完全といえる。しかしながら筆者はテトラピオン単剤では極めて短期間に落葉低木本や常緑低木本に植生が転換して造林木を被圧することを何回もみてきた。この頃農林省林業試験場(目黒)には除草剤研究室が設けられ四国支場から眞部氏が室長として赴任した。筆者は除草剤関係の顧問となり、その後10年間林業除草剤関係を指導することになった。眞部氏は筆者と同様に実験実証派の研究者であり、そのうえ林地植生や土壌に詳しく、しかも現地試験に力を注いだのでそれに深く期待していた。その一つとして「ヨウジ」にピクロラムを吸収させてクズの茎に挿すとクズが枯れましたという報告を受けたので直ちに林試として新薬特許を出すように連絡し、これが「ケイピン」となった。さらにガラボンとテトラピオンの製剤がクズに有効だということも分かりこれも「クズノック」として実証的林地圃場研究の成果が得られた。さらに赤沼試験地等で苗圃のカヤツリグ



サ科ハマスゲ防除にテトラピオンが効果の高いことも見つけてくれた。その後筆者の経験からどうしてもササ類、ススキとともに常緑及び落葉低木本を含めた総合的な防除可能な除草剤を求めつづけた。昭和56年に非農耕地用カーブチレートと昭和電工から検討を依頼されて、筆者の所有する平地林に土壤処理してみた。落葉高木(樹齢30~40年)は全部落葉し強い非選択性を示したが、陽光の入るようになった跡地を観察するとヒノキの幼木が2~3本全く無害で光を受けて生育することを知った。直ちに宇大演習林や県林試などでヒノキ、スギ等の苗木で実験したがヒノキは殆ど影響なく、スギは少害を生じた。これらの研究は昭和57年林業と薬剤 (No.79) に公表し、昭和58年「カーブチレートのヒノキ造林地における選択除草活性」として日本雑草学会で発表した。これが「カーブチレート」の造林(ヒノキ)地における発表の最初である。この頃筆者は長年(昭和15年より)の植物ホルモン研究から2,4,5-T消滅後これに代るフェノキシ系に注目していたがトリクロピル(DOW社, 1975年)がかなりこれに近いことを知り、保土谷化学にテトラピオンとの合剤(微粒剤)を勧めた。その結果精力的な研究により総合林地制御剤の第一号が完成した。トリクロピルは2,4,5-Tと殆ど生理作用が同じでヒノキ、スギに影響が少なく茎葉からも吸収されるほか、土壤中でもかなり下方移動して深く(テトラピオンより少ない)処理層をつくる。そのうえ残効性もかなり長く2カ月位は十分に持続する。除草力は広葉雑草に広く効果を発揮する。クズにも卓効を示し、空中散布に適している。これは省力造林に大きな光明を与えた。その後非農耕地用除草剤の中からテトラピオン合剤でスギ、ヒノキ対象に総合林地制御剤を完成すべく「エチジムロン」をもつ日本カーリットにはテトラピオン配合剤を(商品名「イーティー微粒剤」)、カーブチレートは薬害軽減とササ類防除力補強のためテトラピオンとの微粒剤(商品名「シタリガンT」)を、また「イマザビル」を有する保土谷化学にはテトラピオンとの微粒剤(HW-623, 登録手続中)を助言指導してきた。いずれにもこれらは林地除草剤研究30年、植物ホルモン、除草剤、雑草研究56年の実験と観察からの見通しに過ぎない。今後は林業地の選択性向

上とササ類、ススキ、常緑~落葉低木本を選択的に矮化させ林地から土壤流失を絶対に起こさせない研究に努力してほしいと願っている。紙数の関係上詳しくは将来に記述することにする。

(ハ) 最後に

筆者は数年前より「樹木根系図説」(菊住昇氏著)を入手し熟読してきた。これは稀にみる貴重な研究で筆者の林業地雑草制御の基礎的な考え方に多大の影響を与えた。出来得れば私共の制御対象とする幼少木の段階で根系図がほしいと念願している。この図説は誠に貴重であり、是非読んで頂きたい。

引用・参考文献

- 1) 竹松哲夫・黒上泰治: 発芽抑制による粟の貯蔵力増進に関する研究, 園藝学会誌(16巻)(1947)
- 2) 竹松哲夫: 新しい植物ホルモン検定及び定量法とその応用, 第一回植物ホルモン講演会(1949)
- 3) ———: 2,4-Dによる本邦畑地雑草防除に関する基礎的研究, 2,4-D普及会(1951)
- 4) ———: 2,4-Dによる本邦畑地雑草防除に関する基礎及び応用研究, 宇都宮大学農学部(1952) (第59報), 2,4-Dの土壤中における分解~不活性化に関する研究 (第62報) 2,4-Dの土壤中の移動に関する研究
- 5) 竹松, 早乙女: Chlorate系除草剤による本邦陸地雑草防除基礎及び応用試験研究, 宇都宮大学農学部(1953) (第9報), Sodium chlorateの土壤中の移動に関する研究 (第11報), NaClO<sub>3</sub>の土壤中における還元分解消失に関する研究 (第19~20報), Sodium chlorateによるネザサ, チガヤ防除試験
- 6) 竹松哲夫: Phenoxy系除草剤の土壤中における分解~不活性化に関する研究, 「2,4-Dの研究」p.18~22(1955)
- 7) 竹松哲夫: 各種除草剤の土壤中における分解~不活性化に関する研究, 全国農協中央会(1955)
- 8) 竹松・近内: シアン系除草剤による本邦耕地雑草防

- 除に関する基礎的研究 宇都宮大学農学部(1956)
- 9) 竹松哲夫: 「最新薬剤除草法」(畑地及び非農耕地編) 博友社(1958)
- 10) 竹松・近内: 除草剤による本邦耕地雑草防除に関する基礎的研究 農林省報告(1958) (162報), Dowpon及びFW-450の土壤中の分解~不活性化 (163報), Dowponの生理作用に関する基礎的研究
- 11) 竹松哲夫: 新除草剤DPA(ダウボン), 今月の農薬(1961, 3P)
- 12) 竹松・高沢: スルファミン酸アンモンの除草性に関する基礎的研究, 宇都宮大学農学部(1961)
- 13) 竹松哲夫: 除草剤とその動向—林業に関連して—, 林業と薬剤No.6(1963)
- 14) ———: 林業除草剤に関する基礎的研究(I), 林野庁(全85頁)(1964)
- 15) ———: ———(II), 林野庁(全86頁)(1965)
- 16) ———: ———(III), 林野庁(全113頁)(1966)
- 17) ———: ———(IV), 林野庁(全99頁)(1967)
- 18) 竹松哲夫: NaOCN+MCP, MCPP混合剤林地除草剤試験結果, NAP林野除草研究会(1967)
- 19) 竹松・近内: スルファミン酸系除草剤の基礎的研究, 林業と薬剤, No.28(1969)
- 20) 竹松・近内・竹内: 除草剤が林木の生育におよぼす影響, 林業と薬剤, No.39(1969)
- 21) 竹松哲夫: わが国における農林業と除草剤, 植物の化学調節4(2)(1969)
- 22) 竹松・近内: 除草剤の森林生態系におよぼす影響とその調査研究(残留と転流), 農林水産技術会議資料(1970)
- 23) 竹松哲夫: 除草剤の森林生態系におよぼす影響とその調査方法に関する特別研究, 林野庁(1970)
- 24) 竹松哲夫: 林業用除草剤に関する基礎的研究, 林野庁(1970)
- 25) ———: わが国における林業除草の基礎的問題, 林野庁(1970)
- 26) ———: 林業用除草剤と毒性問題, 造林情報15(9)(1970)
- 27) ———: 林地除草剤の作用特性と適用技術, 林業講習所No.11(1970)
- 28) ———: 林業除草剤の研究と将来, 林業技術No.347(1970)
- 29) ———: 新しい林業除草の芽生え, 造林情報15(12)(1970)
- 30) ———: 林業用除草剤の作用特性~処理条件による活性発現, 植物化学調節学会発表記録集, p.83~85(1970)
- 31) ———: 林業除草剤の問題と将来の見通し, 林経協月報No.121(1970)
- 32) 竹松・近内・竹内・津久井: 脂肪酸系除草剤の作用特性検定, 植物化学調節学会発表記録集, p60~62(1970)
- 33) 竹松・近内: 除草剤の森林生態系におよぼす影響とその調査方法に関する研究(残留と転流), 農林水産技術会議資料(1971)
- 34) ———: ———, 農林水産技術会議資料(1972)
- 35) 竹松・近内・眞部: ———, 農林水産技術会議資料(1973)
- 36) 竹松・近内・一前: 林業用除草剤の土壤中における行動解析に関する研究, 植物化学調節学会発表記録集(1973)
- 37) 竹松哲夫: 塩素酸ソーダと森林生態系, 農薬, p.70~73(1973)
- 38) 竹松・近内・竹内: 林業用除草剤の土壤中の残留および移動に関する基礎的研究, 宇都宮大学学報9(1)(1974)
- 39) 竹松・石井・眞部: ハマスゲに対するSK-23, glyphosateおよびTFP, glyphosateの混合効果, 雑草学会講演要旨(1974)
- 40) 竹松・近内・竹内・一前・鴨居: アカマツ天然更新林におけるDCPA・NACの選択落葉作用, 雑草学会講演要旨(1974)
- 41) 竹松・土屋・竹内: オーキシシン阻害剤による多年生雑草防除に関する研究(第6報) 林業地におけるMHの応用, 植物化学調節学会発表記録集(1976)
- 42) 竹松哲夫: 新多年生雑草木休眠剤DPX-1108(Krenite), 林業と薬剤No.59(1977)
- 43) 竹松・伊藤・谷井: 林業地, 樹園地の雑草制御をめぐる諸問題, 植物の化学調節(1977)
- 44) 竹松・近内・竹内: 休眠深化剤による多年生の雑草木の制御に関する研究, 宇都宮大学学報(10)-1(1978)
- 45) 竹松哲夫: 「最新薬剤除草法」畑地及び非農耕地,

- 増訂版, 博友社 (1978)
- 46) ———: 「除草剤研究総覧」博友社 (1980)
- 47) ———: 農耕地雑草の系統分類と除草剤, 植調 (15-2) (1981)
- 48) 竹松・高橋・石塚・増山: 雑かん木 (クマイチゴ) 防除法に関する試験, 栃木県酪農試研究報告No.108 (1982)
- 49) 竹松・近内・一前: 農耕地雑草の系統進化と除草剤の選択活性相関 (第2報) 雑草研究 (別)27 (1982)
- 50) 竹松・近内・竹内: Karbutilate の土壤中の行動, 雑草研究 (別)27 (1982)
- 51) 竹松・近内: Karbutilate の林業地における高度選択活性, 林業と薬剤No.79 (1982)
- 52) 竹松・近内: Karbutilate のヒノキ造林地における選択活性, 雑草研究 (別)28 (1983)
- 53) 竹松・松尾・竹内・青木・米山: 林業地における除草剤の土壤中の行動, 雑草研究 (別)29 (1984)
- 54) 竹松・近内: 「畑除草の理論と実際」, 博友社 (1987)
- 55) 竹松・近内・松尾・竹内: イマザピル (アーセナル) のヒノキ造林地への利用に関する基礎研究, 林業と薬剤No.99 (1987)
- 56) 竹松・近内・松尾・米山・青木・竹内: 光合成阻害型除草剤カルブチレートとエチジムロンの林地土壌中における行動, 林業と薬剤No.100 (1987)
- 57) 竹松: 雑草防除学の確立を目指す農耕地雑草とその制御の基礎研究, 学術月報41(5) (1987)
- 58) 竹松: 世界の農耕地雑草制御における除草剤処理層理論とその発展, 植物科学研究報告(2) (1990)
- 59) 竹松: Basic Studies on World Agricultural Land Weeds and Their Controls, THE JAPAN ACADEMNY (1990)
- 60) 竹松: 世界の農耕地雑草とその制御に関する基礎的研究——Raphanus Test とその展開概要, 植物科学研究報告(3) (1990)
- 61) 竹松: 日本における林業とその科学的省力化, 林業と薬剤No.125 (1993)
- 62) 荻住 昇: 新装版「樹木根系図説」誠文堂新光社 (1990)

〔ご案内〕

緑化樹木の病害虫 一見分け方と防除薬剤一

A 5 版 119ページ, 写真-31, 表-43

発行: 社団法人 林業薬剤協会

〒101 東京都千代田区岩本町2-18-14 藤井第一ビル

☎ 30-3851-5331 FAX 03-3851-5332

領 価 実 費

本書は緑化木に発生が多い病害虫を対象として, 被害の見分け方, 病原菌や害虫の生態などをわかりやすく解説し, それぞれの病害虫用として登録された薬剤の名前と使用方法をあげてあり, 緑化木の病害虫と防除薬剤を関連させた特色のある図書です。また, 農業についての知識も平易に記載されております。

緑化木の生産者, 病害虫防除業者, ゴルフ場・庭園管理者の方々にお役に立つと思います。

(緑化木の種類)

ツツジ・サツキ類, ツバキ・サザンカ, 常緑カシ類, シャリンバイ, モクセイ類, マツ類, サクラ・ウメ類, ネズミモチ, ミズギ類, サンゴジュ, モチノキ類, ツクバネウツギ, 落葉カシ類, カエデ・モミジ類, ドウダンツツジ, マキ類, シイノキ類, トベラ, サカキ類, ヤナギ類, サルスベリ, スズカケノキ, ヒマラヤスギ, ヒノキ・サワラ

(病害虫の種類数) 159

新農業紹介

伐倒木用くん蒸処理剤「キルパー」

川 畑 昭 博\*

はじめに

松くい虫による松枯れの被害は, 昭和54年度をピークに減少傾向ではありますが, いまだに毎年莫大な被害木が発生しているのが実情です。

松枯れの原因であるマツノザイセンチュウ及びその伝播, 媒介虫であるマツノマダラカミキリを駆除する手段の一つとして伐倒木処理が重要な位置を占めているのは周知の事実です。

最近, 実用化された『キルパー』を用いたくん蒸処理は発生したガスが被害材内部まで拡散することにより, 秋期, 冬期及び春期の時期を選ばず卓越した防除効果が期待できます。

ここに本剤の特徴および試験成績を取りまとめましたので, ご利用いただければ幸いです。

1. 開発の経緯

キルパーは, ジチオカーバメート系化合物に分類されます。1951年オランダのユトレヒト大学の H. L. Klopping によりその殺菌作用が報告され, また米国の Dorman と Lindquist により土壌くん蒸剤として開発されました。

国内では, 1984年三菱商事により米国バックマン社より導入され, 『KW-02』の試験名でマツノマダラカミキリ, マツノザイセンチュウを対象に1988年より林業薬剤協会委託試験を開始しました。1991年には伐倒木用くん蒸処理剤として, 0.5~1.0ℓ/m<sup>3</sup>を散布し, ビニールシー

ト等で7日間以上被覆して, くん蒸する使用方法により実用化が認められ, バックマンラボラトリーズ株式会社申請により, 平成5年12月1日付で農薬登録を取得しました。

2. 化合物および物理化学的性状

◎名 称: キルパー

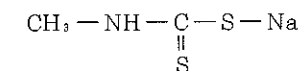
◎種類名: カーバムナトリウム塩液剤

◎有効成分および含有量:

・ナトリウム=メチルジチオカルバマート……30.0%

・その他成分(水等)……………70.0%

◎構造式:



◎外 観: 黄色水溶性液体

◎比 重: 1.17 (20℃)

◎pH: 11.9 (20℃)

3. 安全性および使用上の注意事項

◎魚毒性: A類相当

魚 種	原 体	水 温
コ イ TLm(48hr)	>236ppm	25℃
ミジンコ TLm(3hr)	>236ppm	25℃

\*サンケイ化学㈱

KAWABATA Akihiro

◎人畜毒性：普通物

試験項目	供試動物	原体	製剤
急性経口	マウス♂	571mg/kg	1,023mg/kg
	マウス♀	640 ♫	951 ♫
	LD <sub>50</sub> ラット♂	1,116 ♫	1,838 ♫
	ラット♀	1,431 ♫	2,024 ♫
急性経皮	LD <sub>50</sub> ラット♂	13,230mg/kg	>2,000mg/kg
	ラット♀	2,113 ♫	>2,000 ♫
吸入毒性	LD <sub>50</sub> ラット♂	2.72mg/ℓ	—
	ラット♀	2.90 ♫	—

◎使用上の注意事項

- くん蒸する場合は、本剤のガス化効率を充分確保するため日光のあたる所を選んで下さい。寒冷地又は日陰の場合には、くん蒸期間を長くして下さい。
- 被覆するビニールシート等が、風によりめくれないうようにシートの裾は充分土等で押さえて下さい。
- 使用後の器具の金属部分は腐食する場合がありますので、充分水洗して下さい。
- 本剤は、直射日光の当たらない低温な場所に密栓して保管して下さい。
- 本剤は、眼に入らないように注意して下さい。
- 本剤は、皮膚に対して弱い刺激性がありますので皮膚に付着しないよう注意して下さい。付着した場合には、直ちに石けんでよく洗い落として下さい。

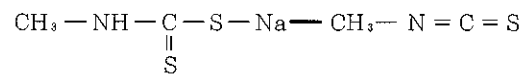
●散布の際マスク、保護メガネ、不浸透性手袋、長ズボン・長袖の作業衣、ゴム長靴等を着用して下さい。また、作業後は直ちに手足、顔等を石けんでよく洗い、うがいをするともに衣服を交換して下さい。作業時に着用していた衣服等は他のものとは分けて洗濯して下さい。

4. 適用害虫の範囲および使用方法

表一参照。

5. 作用機構

カーバムナトリウム塩は水溶性で、アルカリ性側では比較的安定ですが、伐倒集積木に散布後、速やかに分解してメチルイソチオシアネートを遊離し、ガス状となって拡散、浸透して殺虫活性を示します。



その作用機構は、メチルイソチオシアネートのガスが生体内で神経系に作用して効果を発揮するか、循環器系ないし呼吸酵素に作用して効果を発揮すると云われています。

6. 特長

- ① 処理が簡単で完璧な効果が得られます。  
キルパーを処理するには、散布器具を使用することなく、集積した被害材の上に直接振りかけ、シートで被覆するだけで、発生したガスが被害材内部まで拡散し、完璧な効果が得られます。
- ② 安心して使用できます。  
カーバムナトリウム塩は毒性が低く普通物なので、作業時の安全性が高く、刺激臭もほとんどありません。また、魚毒も低く、集積した被害材の上から直接処理する薬剤ですので、他へ飛散する心配もなく安心して使用できます。
- ③ 周年使用が可能です。  
キルパーの使用時期は、被害材からマツノマダラカミキリ成虫の羽化脱出前であれば、いつでも処理できます。

7. 使用方法

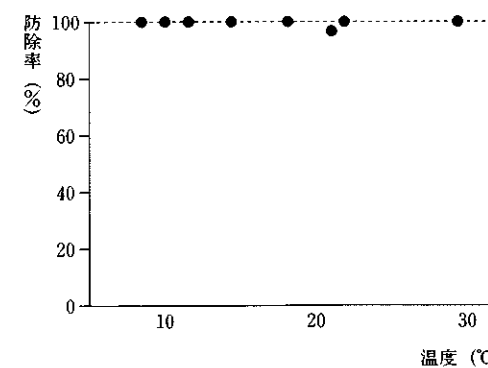
- ① マツノマダラカミキリ成虫脱出前の被害材を集積しやすい長さ（1～2m）に玉切りします（図一2）。



図一2

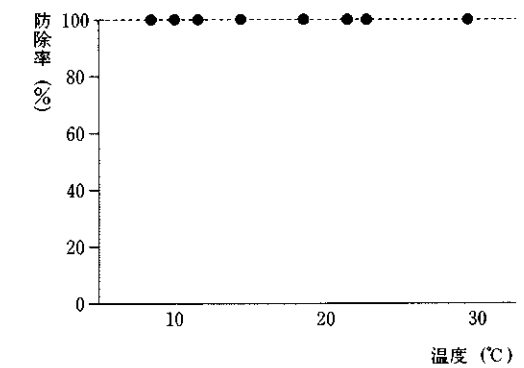
I. シート内温度とマツノマダラカミキリ防除率

試験条件：キルパー0.5ℓ/m<sup>3</sup>・7日間被覆



II. シート内温度とマツノザイセンチュウ防除率

試験条件：キルパー0.5ℓ/m<sup>3</sup>・7日間被覆



図一1 キルパー処理条件と効果

表一1 キルパーの適用害虫の範囲および使用方法

適用場所	作物名	適用害虫名	使用量	使用回数	くん蒸期間	使用方法
林内空地	まつ	マツノマダラカミキリ(幼虫)	被覆内容積 1㎡当り 原液	—	7日間以上	加害された伐倒木を集積し本剤の所定薬量を散布し、直ちにビニールシート等で密閉し所定期間くん蒸する。
	伐倒木	マツノザイセンチュウ	0.5～1ℓ			

② 玉切りした被害材を地面に密着しないように枕木等を入れて、シートで完全に被覆できる大きさに集積します。また、シートを破る恐れのある枝条や突起物は、子め内側（中心部）に積みませす（図-3）。

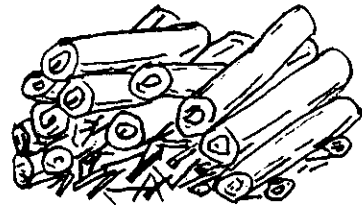


図-3

③ 薬剤処理後、直ちに被覆・密閉できるように、シート及び裾を押さえる資材を準備します。

④ 被覆したシートの内部容積1m<sup>3</sup>当り、本剤0.5~1.0ℓを容器から直接集積した被害材の上に振りかけます（図-4）。

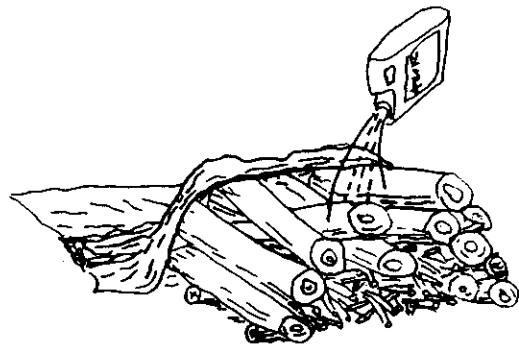


図-4

(注) 処理薬量は、材積ではなく、集積した材を被覆した場合を想定して、被覆内容積で決定して下さい。

⑤ 処理後は直ちに被覆用シートを被せ、裾を土壌等で完全に『密閉』します（図-5）。

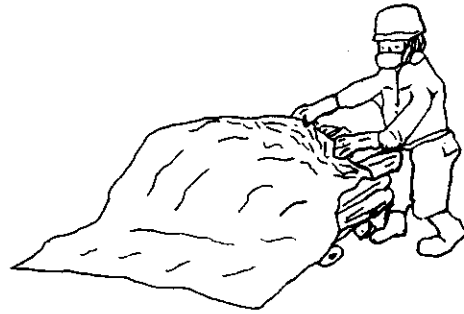


図-5

(注) シートを押さえる資材の確保が困難な場合は、予めシートの上に被害材を集積し、薬剤処理後に被害材全体を包むようにして『密閉』して下さい。

⑥ くん蒸期間は7日間で充分ですが、集積場所が寒冷地または日陰の場合にはくん蒸期間を長くして下さい（図-6）。

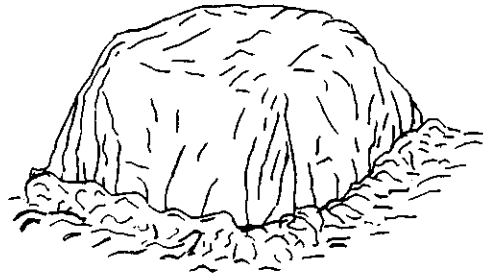


図-6

8. 効果

I. 秋処理における防除試験成績

・試験場所：群馬県榛東村（群馬県林業試験場構内） ・試験月日：昭和63年10月21日

試験区	被覆期間	マツノマダラカミキリに対する効果			マツノザイセンチュウに対する効果		
		生存虫数	死亡虫数	防除率(%)	処理前	処理後	防除率(%)
キルバー0.5ℓ/m <sup>3</sup>	7日	1	91	98.9	152	0	100
	14日	0	134	100	181	0	100
キルバー1.0ℓ/m <sup>3</sup>	7日	0	95	100	141	0	100
	14日	61	3	—	148	125	—
無処理区	7日	61	3	—	148	125	—
	14日	78	6	—	327	368	—

(注) 線虫数は乾材1g当りの換算値

II. 冬処理における防除試験成績

・試験場所：岐阜県林業センター構内 ・試験月日：平成2年2月2日

試験区	被覆期間	マツノマダラカミキリに対する効果			マツノザイセンチュウに対する効果		
		生存虫数	死亡虫数	防除率(%)	処理前	処理後	防除率(%)
キルバー0.5ℓ/m <sup>3</sup>	7日	0	61	100	90.9	0	100
	14日	0	40	100	162.6	0	100
無処理区	7日	40	3	—	231.2	78.8	—
	14日	43	5	—	177.1	29.7	—

(注) 線虫数は乾材1g当りの換算値

III. 春処理における防除試験成績

・試験場所：山形県寒河江市（山形県立林業試験場構内） ・試験月日：昭和63年3月31日

試験区	被覆期間	マツノマダラカミキリに対する効果			マツノザイセンチュウに対する効果		
		生存虫数	死亡虫数	防除率(%)	処理前	処理後	防除率(%)
キルバー0.5ℓ/m <sup>3</sup>	7日	0	10	100	1,675	1.6	99.9
	14日	0	15	100	89	0	100
キルバー1.0ℓ/m <sup>3</sup>	7日	0	6	100	104	0	100
	14日	0	10	100	225	0	100
無処理区	7日	12	0	—	112	115	—
	14日	7	0	—	105	88	—

(注) 線虫数は乾材1g当りの換算値

# 安全、そして人と自然の調和を目指して。

## 幅広い適用害獣

ノウサギ、カモシカ、そしてシカに忌避効果が認められた初めての散布タイプ忌避剤です。

## 散布が簡単

これまでに無いゾル剤で、シカ、ノウサギの樹幹部分の皮剥ぎ被害に予防散布が行えます。

## 長い効果

薬液は素早く乾燥し、降雨による流出がなく、被害を長期にわたって防止します。

## 安全性

有効成分のジラムは、殺菌剤として長年使用されてきた低毒性薬剤で普通物です。



野生草食獣食害忌避剤  
農林水産省登録第17911号

# ユニファ<sup>®</sup>水和剤

造林木を野生動物の食害から守る

販売

DDS 大同商事株式会社

本社/〒135 東京都江東区門前仲町2丁目3番8号 (ミタケビル)

☎03-3820-9363(代)

製造

保土谷アグロス株式会社

カタログのご請求は、上記住所へどうぞ。

禁 転 載

平成6年9月26日 発行

編集・発行/社団法人 林業薬剤協会

〒101 東京都千代田区岩本町2-18-14 藤井第一ビル8階

電話 03(3851)5331 FAX 03(3851)5332 振替番号 東京00140-5-41930

印刷/株式会社 ひろせ印刷

領価 515円 (本体 500円)



安全で環境汚染の少ない、松枯れ防止・樹幹注入剤

# グリーンガード<sup>®</sup>・エイト

## Greenguard<sup>®</sup> Eight

幸せは一人ひとりの健康から

ファイザー製薬株式会社

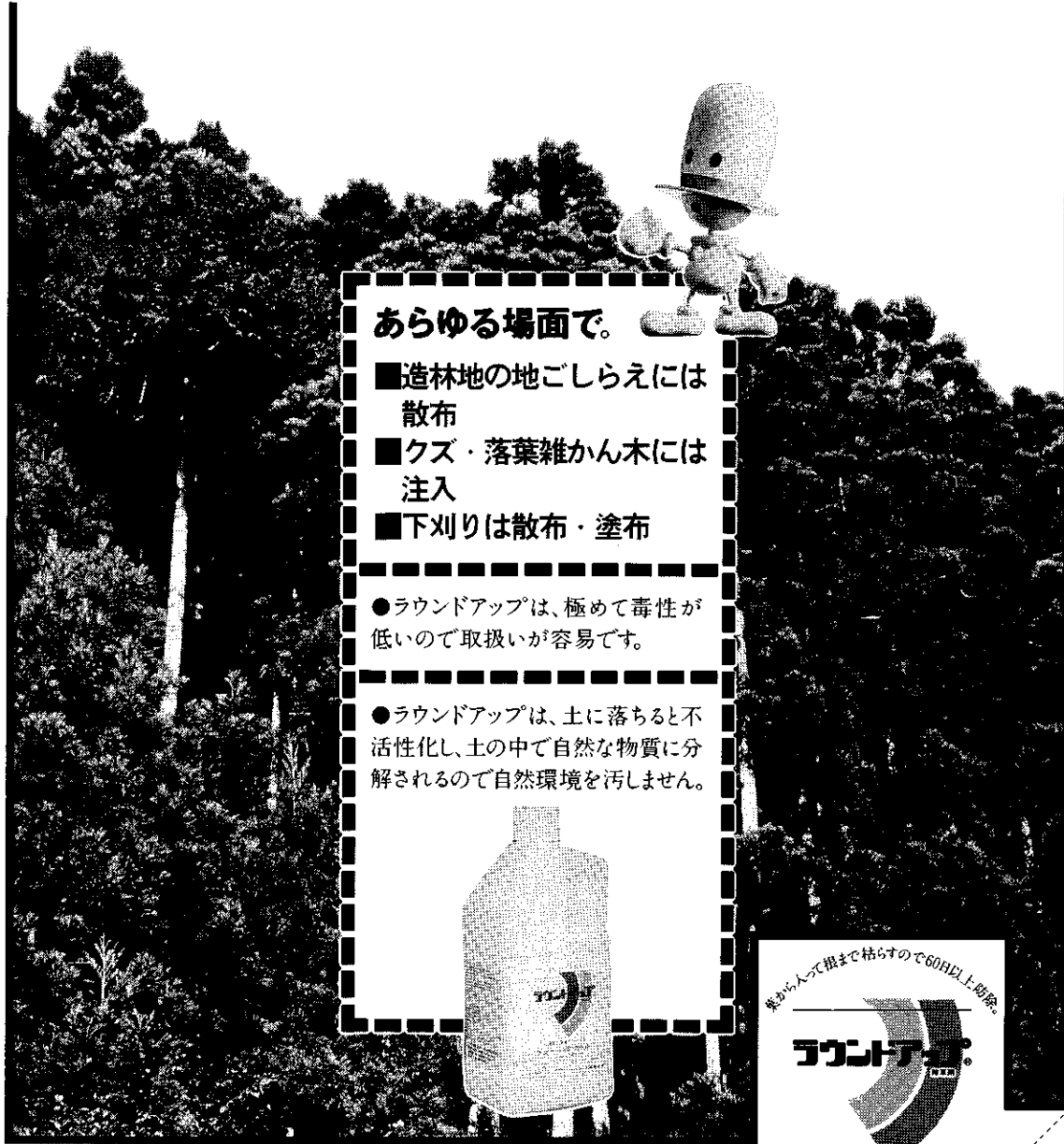
東京都新宿区西新宿2-1-1 〒163-04

☎(03)3344-7409



# 雑草、雑かん木を根まで枯らし、 長期間管理するラウンドアップ。

—クズ・ササ・ススキ・雑かん木に効果的—

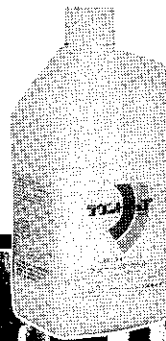


## あらゆる場面で。

- 造林地の地ごしらえには  
散布
- クズ・落葉雑かん木には  
注入
- 下刈りは散布・塗布

●ラウンドアップは、極めて毒性が低いので取扱いが容易です。

●ラウンドアップは、土に落ちると不活性化し、土の中で自然な物質に分解されるので自然環境を汚しません。



葉から入って根まで枯らすので60日以上効果。

### ラウンドアップ

© 日本モンサント株式会社

ラウンドアップ普及会 事務局 日本モンサント株式会社  
〒107 東京都港区赤坂1-12-32 アーク森ビル31階

詳しい資料ご希望の方は資料請求券貼付の上、左記へ。

資料請求券  
日本モンサント株式会社

# 林業家の強い味方



スギ  
ヒノキ  
カモシカ  
野ウサギ

スギ、ヒノキなどの頂芽、小枝、樹皮を守ります。  
安全で使いやすく効果の持続性が長い。  
お任せください大切な植栽樹。  
人に、樹に、優しい乳液タイプ。人畜毒性普通物

農林水産省農薬登録第16230号  
野生動物忌避剤

## 東亜ブラマック

TOA 東亜道路工業株式会社

本社 ☎03(3405)1811(代表) 技術研究所 ☎045(251)4615(代表)



## スギ作まっすぐ育てよ。

クズ・雑かん木は  
大切なスギやヒノキの大敵。  
安全性にすぐれた  
鋭い効果のザイトロン微粒剤に  
おまかせください。



林地用除草剤

### ザイトロン\*

微粒剤

ザイトロン協議会

石原産業株式会社 日産化学工業株式会社  
サンケイ化学株式会社 保土谷アグロス株式会社  
(事務局)ニチメン株式会社 ダウ・ケミカル日本株式会社  
\*ダウ・ケミカル登録商標



ニホンジカ  
カモシカの忌避剤  
ノウサギ

野生獣類から、  
大切な植栽樹  
を守る!!

# ヤシマレント®

忌避効果、残効、  
安全性に優れ、簡  
便な(手袋塗布)ペ  
ースト状の忌避塗  
布剤です。  
(特許出願中)  
〈説明書・試験成績進呈〉

農林水産省農薬登録第 15839号 人畜毒性：普通物。(主成分 = TMTD・ラノリン他)

大切な日本の松を守る、効果と安全性の高い薬剤。人畜毒性普通物

● 予防と駆除〔MEP乳剤〕

ヤシマスミパイン乳剤  
農薬登録第15,044号

● 駆除〔MEP油剤〕

ジャコサイドオール 農薬登録  
第14,344号  
ジャコサイドF 農薬登録  
第14,342号



## ヤシマ産業株式会社

本社：〒150 神奈川県川崎市高津区二子757-1 YTTビル  
電話 044-833-2211 代  
工場：〒308 茨城県下館市大字折本字板堂540  
電話 0296-22-5101 代

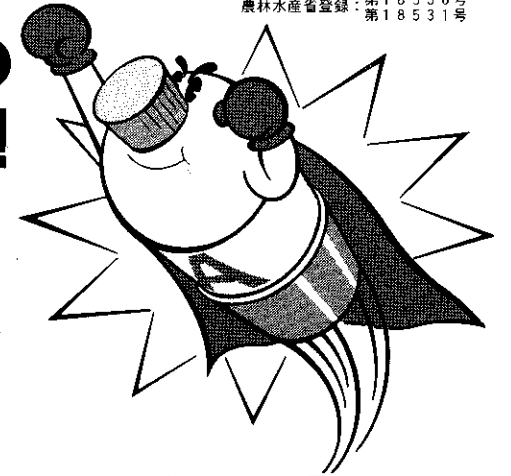
◎ 緑日本の松の緑を守る会推奨

農林水産省登録：第18530号  
第18531号

新発売

# 松枯れ防止の スーパー・ヒーロー!

分量がアップして、効果は強力。  
コンパクトになって、作業がラクラク。



松に点滴

# センチュリー・エース 注入剤

センチュリー普及会

保土谷アグロス株式会社

〒105 東京都港区虎ノ門1丁目4番地2号 TEL. 03-3504-8561 (代)

ロ・ア・ブ・ラン油化アグリ株式会社

〒106 東京都港区六本木1-9-9六本木ファーストビル TEL. 03-5570-6061 (代)

提携/ヤンセンファーマスーティカ(ベルギー)

「確かさ」で選ぶ…  
バイエルの農薬

根を守る。 苗ほのコガネムシ幼虫対策に

トクテオン® 微粒剤F  
バイジット® 粒剤

タキシストン®・バイジット® 粒剤

松を守る。 松くい虫対策に

ネマノール® 注入剤

● マツノサイセンチュウの侵入・増殖を防止し松枯れを防ぎます。



日本バイエルアグロケム株式会社  
東京都港区高輪4-10-8 ☎106

林地用除草剤

# イーティー粒剤

使用方法 全面に均一に散布してください。

適用雑草名	使用時期	1ヘクタール当り使用量
ササ類	3月~4月 (雑草木の出芽前~ 展葉初期)	60~80kg
落葉雑かん木 ススキ等の 多年生雑草		80~100kg

特長

- 裸地化しないで長期間抑制します。
- いろいろな雑草木に広く効果を発揮します。
- 雑草木の発芽または展葉前に散布するので、作業が容易です。
- 1日中いつでも散布できます。
- スギ、ヒノキに薬害がありません。
- 人畜・魚介類に対して安全です。

三共株式会社 北海道三共株式会社  
九州三共株式会社  
日本カーリット株式会社

下刈りの代用に

**林地除草剤**



すぎ、ひのきの下刈りに。

# シタガリン<sup>®</sup>T 粒剤

製造 株式会社 **イスデー・イスバイオテック** 販売 丸善薬品産業株式会社 大同商事株式会社

マツクイムシ防除に多目的使用が出来る

## スミパイン<sup>®</sup> 乳剤

マツクイ虫被害木伐倒駆除に

### パインサイド<sup>®</sup>S 油剤C 油剤D

伐倒木用くん蒸処理剤

## キルパー<sup>®</sup>

松枯れ防止樹幹注入剤

### グリーンガード<sup>®</sup>・エイト

スギノアカネトラカミキリ誘引剤 マツノマダラカミキリ誘引剤

## アカネコール<sup>®</sup> マダラコール<sup>®</sup>

**サンケイ化学株式会社** <説明書進呈>

本社 〒890 鹿児島市唐湊4丁目17-6 TEL(0992)54-1161(代)

東京本社 〒110 東京都台東区東上野6丁目1-7 MSKビル TEL(03)3845-7951(代)

大阪営業所 〒532 大阪市淀川区西中島4丁目5-1 新栄ビル TEL(06)305-5871

福岡営業所 〒812 福岡市博多区博多駅東2丁目17-5 モリメンビル TEL(092)481-5601

# ササが「ゆりかご」!/?

フレノック粒剤でササを枯らさずに長期抑制するとかん木雑草の侵入を防ぎ、植栽木に十分な陽光と水分が与えられスクスク丈夫に育ちます。



抑ササ長期抑制剤!!

●6年後のヒノキ植栽木の生長は、慣行下刈りに比べてこのように差がつかしました。

※詳しい資料請求は右記へ!!

	フレノック散布区	慣行下刈区	差
平均樹高 cm	205~210	175	30~35
平均地際直径 cm	3.5~4.0	2.5	1.0~1.5

森林総合研究所関西支所(1978~84年)

**フレノック** 粒剤  
ネトラビオン除草剤

**フレノック研究会**

株式会社 三共緑化  
〒101 東京都千代田区神田錦町3-4  
藤和神田錦町ビル ☎03-3219-2251


保土谷アグロス株式会社  
〒105 東京都港区虎ノ門1-4-2  
☎03-3504-8561

ダイキン化成品販売株式会社  
〒101 東京都千代田区神田東松下町19  
興亜第一ビル ☎03-5256-0165

## 日本の自然と緑を守るために お役に立ちたいと願っています。

新発売!

- ・松くい虫予防地上散布剤  
T-7.5 プロチオン乳剤
- ・クズにワンプッシュ  
クズコロ液剤



明日の緑をつくる

## 井筒屋化学産業株式会社

本社・工場 熊本市花園1丁目11-30 〒860 ☎(096)352-8121(代)

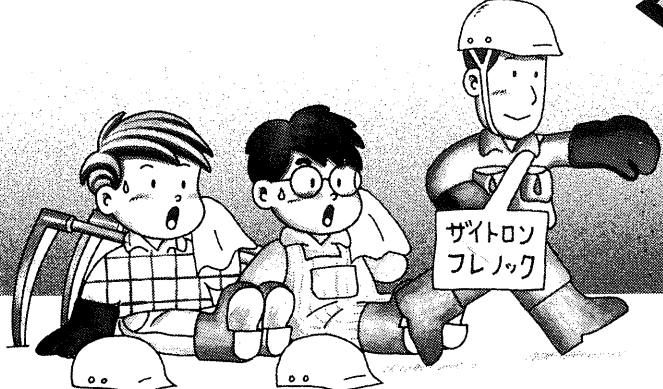
東京事務所 東京都千代田区飯田橋3丁目4-3坂田ビル6F 〒102 ☎(03)3239-2555(代)

\*ダウ・ケミカル登録商標 ®ダイキン工業株式会社登録商標

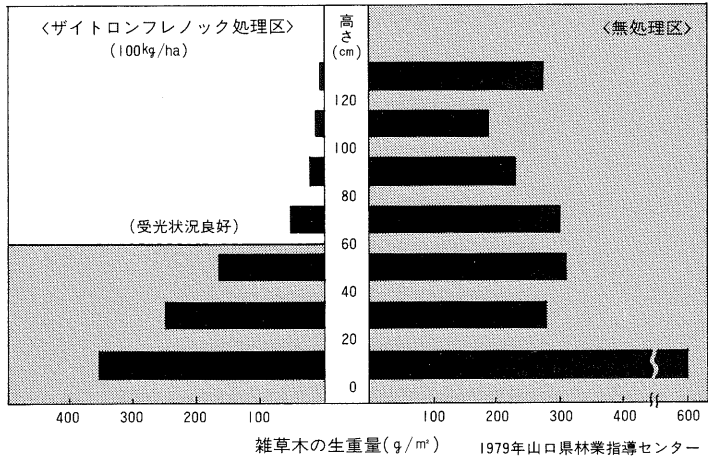


# カマ・カマ・クスリ しませんか？

人手がない方にも、人手がある方にも耳寄りなお話。  
 あなたの事情にあわせて、下刈作業を“より安く、より  
 楽に”変えてみませんか。たとえば1年目はカマで下刈、  
 2年目もカマ、3年目はクスリを散布、クスリの効き目  
 が持続する4年目は作業はお休み。「カマ・カマ・クスリ」  
 はほんの一例。あなた独自のプランを作ってみて下さい。  
 ザイトロン・フレノック微粒剤がお手伝いします。



散布一年後の雑草木の防除状況(無処理区対比)



散布一年後の処理区では、造林木の生長に影響を与える高さ60cm以上の雑草木を非常に良く防除し、造木林に光が良く当たっています。一方60cm以下の下層は適度に雑草が残り土壌水分が保持されています。

## ザイトロンフレノック協議会

三共株式会社  
 〒104 東京都中央区銀座3丁目10番17号  
 ダイキン工業株式会社  
 〒160-91 東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

保土谷アグロス株式会社  
 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目4番2号  
 ダウ・ケミカル日本株式会社  
 〒140 東京都品川区東品川12-2-24 天王洲セントラルタワー