

ISSN 0289-5285

# 林業と薬剤

No. 132 6.1995

社団法人 林業薬剤協会



## スギ黒粒葉枯病の生態と防除

庄司 次男\*

## 目 次

スギ黒粒葉枯病の生態と防除.....庄司 次男	1
林地用混合除草剤の効果判定について.....佐藤 明・奥田史郎・酒井 敦	7
日本における樹木マイコプラズマ病研究の現状.....楠木 学・塩見敏樹	12
林業用苗畑除草剤一覧表.....	18
きのご関係登録殺菌剤一覧表.....	20

● 表紙の写真 ●

○太いマタタビが巻きつき、つる処理作業  
が必要なヒノキ造林木

### I. はじめに

数あるスギ病害のなかでも、山全体が真っ赤になって今にもスギが枯れると思うほど派手に発生する病害は黒粒葉枯病を置いて他にない。しかし病樹が枯れるのはごくまれで、6月頃には新葉が展開しその全貌を覆い隠して、一見回復したように見える。だが内実、2～3年生の活性葉がほとんど枯れるので、その年の成長は皆無に等しい<sup>20) 11)</sup>。とくに慢性的被害地では樹高も胸高直径成長も激しく減退する<sup>20)</sup>。

黒粒葉枯病に関しては、病原菌の生理・生態的性質、病原性などその全容が明らかにされ公表されてきたが<sup>18) 19)</sup>、ここでは未発表の資料を加えて再度紹介することにした。この機会を与えて下さった、林業薬剤協会にお礼を申し上げる。

### II. 病原菌の生態

病原菌 (*Chloroscypha seaveri*) の生態をごく簡単に述べる。病原菌はスギのあるところに普遍的に分布し、下枝の枯葉や衰弱葉に大きさ0.5mm程度の黒色、盃状の小さい子のう盤を形成している。6～7月頃(気温10～20℃)、成熟した子のう胞子は降雨日や霧の日に盛んに放出され、スギ針葉に感染する。これが少雪地帯でのありふれた生態である。ところが多雪地帯(積雪量1m以上)では初夏には子のう盤が全く見られず、秋になって形成される。この理由は、少雪地帯よりも病徴進展が2ヵ月ほど遅く、やっと病葉が子のう盤形成可能な時期

にはすでに盛夏であり、高温が子のう盤形成に障害となる(25℃以上では成熟しない)ため、子のう盤形成適温の10～20℃になる秋にずれ込むのである。秋形成の子のう胞子は一見成熟しているように見え、低温下でも放出するが発芽せず、約3ヵ月間の加齢を必要とする特性を持っているため、越冬後に高率に発芽する。このように春、秋と子のう盤形成時期が異なるが感染時期は共に春である<sup>19)</sup>。

### III. 立地条件と被害発生

黒粒葉枯病の広域的大発生は、気象的要因、特に寒風害などが誘因となる。風しょう地形あるいは土壌条件などの立地条件も密接な関係にあつて、時に激発を誘う<sup>5)16)17)2)</sup>。

ここでは環境条件、特に積雪環境の異なる2林分を対比し発生誘因を精査した結果を紹介する。一つは、少雪地帯の宮城県気仙沼市(平均積雪期間50日、平均積雪深18cm)、他は豪雪地帯の岩手県湯田町(平均積雪期間150日、平均積雪深195cm)である。積雪環境が相反する環境下でありながら1971年に共に激発した場所である。

気仙沼市の発生状況を見ると(表-1)、標高別では、尾根部の標高350m付近では被害が多く、中・激害木が87%を占めた(被害指数3.2)。この場所では、寒害による枯死木が目立った。中腹から谷部にかけて激害木が少なく、半数以上が微害木であった(被害指数1.1～1.9)。尾根部の土壌はB<sub>B</sub>型を示しA層が浅く乾燥しており、スギの成長が劣っていた(平均樹高3.1m)。中腹から谷部での土壌はB<sub>D</sub>(d)～B<sub>D</sub>(w)型でA層が深く成長が良好であった(平均樹高4.5～5.1m)。湯田町では、被

\*前森林総合研究所東北支所保護部 SHOJI Tsugio

表1 気仙沼市と湯田町における黒粒葉枯病の被害実態 (1971)

調査地	標高 (m)	調査本数	樹齢 (年)	罹病本数率 (%)	被害程度 (%)				被害指数	平均樹高 (m)	土壌型
					激害	中害	微害	健全			
気仙沼	350	199	9	100	54	33	13		3.2	3.1	BB
	300	259	9	99	14	22	63		1.9	4.5	BD(d)
	200	239	9	78	5	12	61		1.1	5.1	BD(w)
湯田	320	100	8	100	60	35	5	0	4.0	1.8	BB
	270	100	9	99	38	46	15	1	3.4	2.4	BD(d)
	220	100	9	83	41	36	16	7	3.3	2.8	BD(w)

害は尾根部から谷部まで林分全体に発生していたが、被害程度は尾根部で高く(被害指数4.0)、中腹と谷部では尾根部に比べて若干低いものの(被害指数3.4~3.3)大差なく、それでも微害木と健全木が多かった。土壌は尾根部がBB型で乾燥しておりA層が浅く、スギの成長が劣っていた(平均樹高1.8m)。中腹から谷部にかけて土壌はBD(d)型で、尾根部よりも条件が良く、成長が優っていた(平均樹高2.4~2.8m)(表一)。

この二つの試験地の発生誘因を考えると、気仙沼市では、寒害による枯損木が発生していることから異常気象による影響が推測された。そこで被害が発生した前年(1970年)の冬季の気象条件を調べると、11月下旬に強い寒波の襲来があり、当地方では記録的な低温に見舞われ、気仙沼市では最低気温-9.0℃を記録した。引続き1971年2月まで平年を下回る低温が記録されている<sup>9)</sup>。したがって、寒風害が誘因で被害が大発生したものである。

一般的に、病害発生は気象条件に影響される。とくに黒粒葉枯病が広域的に異常発生する場合は寒風害が誘因となる<sup>4)5)14)</sup>。これには以下のように説明されている。前年の寒風害がスギに対して実害を及ぼすほどでなく、比較的軽害で推移したものの生理的に衰弱していれば、これが本病を誘発する<sup>5)</sup>。多くの調査例でも寒風害と異常発生に高い相関が認められている<sup>12)</sup>。また、スギの生育限界に近い高海拔の斜面、風しょう面でも異常発生するという報告<sup>2)</sup>がある。一方、湯田町の異常発生は、多雪地帯に植栽されたスギ品種系統に関係があると推測される。当地の発生状況を見ると、オモテスギと中間型が著しい被害を受けているのに比べ、ウラスギでは健全か

表二 湯田町における被害程度とスギ品種との関係

被害程度	調査本数	スギ品種 (本)		
		ウラスギ	中間型	オモテスギ
健全	8	8	0	0
微害	12	9	2	1
中害	10	0	3	7
激害	10	0	3	7

微害程度であった(表二)。したがって、スギ品種系統の選択の誤りが本病の発生を助長したといえる。

これらの気象要因の他に、気仙沼市と湯田町で共通する要因が見られる。土壌条件の不良な尾根部では被害程度が高く、中腹から谷部にかけての土壌の肥沃な場所では被害程度が低いという傾向である。このことは土壌環境の良い場所では、本病に対する抵抗力と回復力が強いために被害が軽減されるからである。このような例は他の病害、特にスギ枝枯性病害にも見られる<sup>15)</sup>。

IV. 予防と防除

一般的に、林地病害の防除は、薬剤などによる直接的防除よりも、下刈り、除伐、間伐、林地肥培などの保育管理により林内環境を改善することに加えて抵抗性品種の植栽で実害の少ない程度に発生を抑える間接的防除(林業的防除)が指向される。

本病に対して林地で薬剤防除試験を行った報告があるが、その効果は、病原菌の生態を考慮しなかった点や散布の翌年に被害が終息してしまったために評価ができなかったといわれている<sup>11)9)</sup>。薬剤防除は慢性化した林地で伝染源の密度を急激に下げることが必要が生じた場合には有効であり、試してみる価値があるだろう。この場合、

表三 スギ黒粒葉枯病の防除試験 (気仙沼国有林, 1983~1985)

処理	調査年	被害指数		平均樹高 (m)		平均根元径 (mm)	
		A	B	A	B	A	B
下刈り	1983	3.2	3.4	3.5	2.8	57	44
	1984	4.2	4.5	3.6	2.9	57	44
	1985	1.8	3.5	4.2	3.3	63	50
下刈り + 施肥	1983	3.5	3.9	2.8	2.4	35	34
	1984	3.5	4.0	3.0	2.7	46	38
	1985	1.9	1.7	3.8	3.4	59	51
無処理	1983	3.0	3.3	3.7	4.1	57	64
	1984	4.8	4.3	3.8	4.1	57	65
	1985	3.9	4.3	4.4	4.7	61	69

処理は3年間連続実行、施肥: 5~7月、⊕スーパー200kg/ha, A, B: 繰り返し  
被害指数=健全x0+微害x1+中害x3+激害x5+ / 調査本数

表四 スギ品種別の被害解析 (1978)

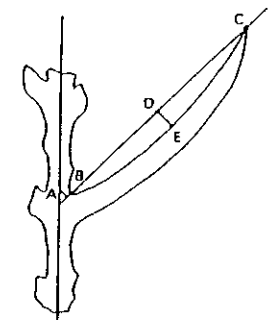
品種	地形	平均樹高 (m)	平均根元径 (cm)	全枝葉重 (g)	枯死枝葉重 (g)	枯死枝葉率 (%)
ウラスギ	尾根部	1.75	2.7	3560	2803	10.1
	谷部	3.02	4.8	3910	367	9.0
	平均	2.17	3.9	3280	324	5.5
オモテスギ	尾根部	1.83	2.8	975	515	53.0
	谷部	2.82	4.5	2533	1240	49.0
	平均	2.42	3.8	1910	950	51.8

湯田町民有林(高橋氏所有林), 各区5本の平均

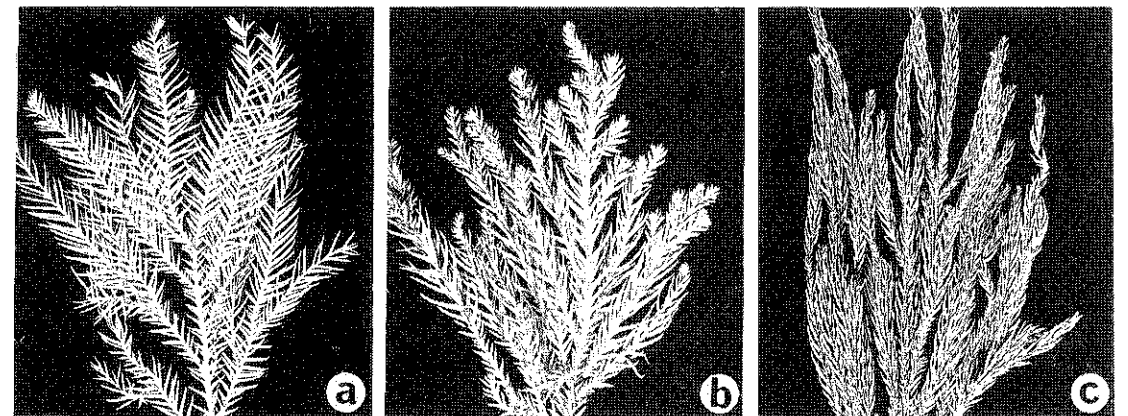
本病は感染から発病までほぼ1年間の潜伏期間があるという生態を十分考慮に入れねばならない。林地肥培による樹勢回復で被害軽減を図った試験例がある<sup>1)</sup>。筆者も慢性的に被害が発生している気仙沼国有林の7年生スギ林で3年間試験を行ったので紹介する(表三、未発表)。これによると下刈り区や下刈り+施肥区の平均被害指数が減少するのに対して、無処理の被害指数は現状維持であり、肥培や保育管理を実施することによって被害が軽減することを実証した。

本病に抵抗性または感受性の品種系統が存在するのは以前から分かっていた<sup>3)13)14)15)16)</sup>。ここでは湯田町の調査例で品種系統と被害発生との関係を解説して見よう。

スギの品種分類の一つの方法として針葉形態が



スギの針葉形態



図一 湯田町有林におけるスギ品種

a: オモテスギ: 針葉角度(∠A)が大きく、針葉が直線的である  
b: 中間型: 針葉角度がオモテスギより小さく、わん曲度(DE/BC)がウラスギより小さい  
c: ウラスギ: 針葉角度が小さく、わん曲度が大きい



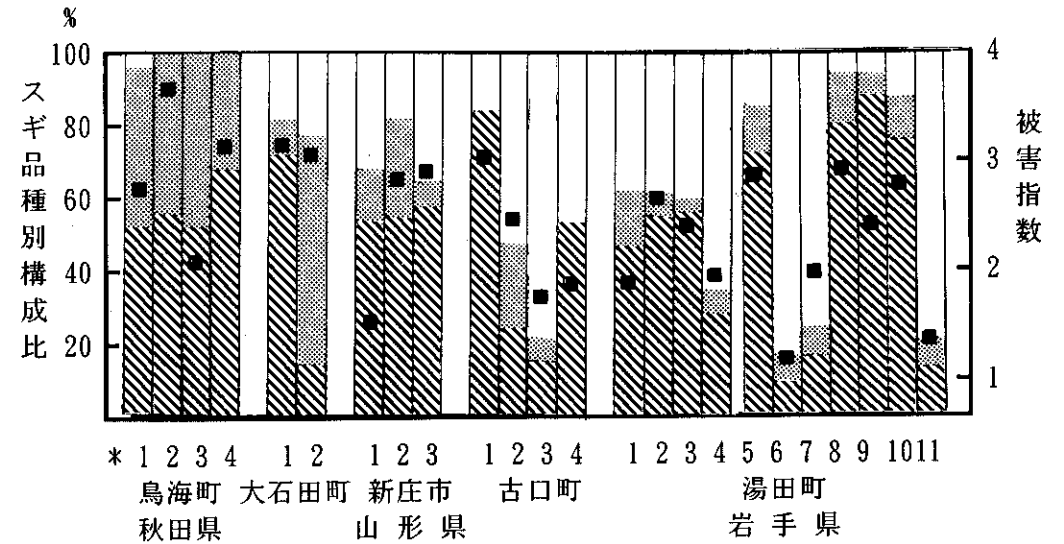
図一 黒粒葉枯病に対する抵抗性(b)と感受性品種(a)  
気仙沼国有林の被害林内に植栽された品種  
a: サンプスギ b: トウドウスギ

調べられる。特に形態の中、針葉角度と針葉の湾曲度が重視される<sup>6)7)</sup>。これに従って分類すると、本林分のスギはオモテスギ、ウラスギおよび中間型<sup>8)</sup>の3種類に分けられた(図一)。そしてウラスギには健全木と微害木が多く、オモテスギと中間型には中害木と激害木が多いことが分かった。

また、同町の民有林で同一斜面に隣り合わせて植栽されたウラスギ(アキタスギ系統の地スギ、6年生)とオモテスギ(オモテスギ系統の購入苗、4年生)の林地があり、遠望して明らかに被害発生に差が見られた。そこで枯死枝率を比較した結果(表一4)、オモテスギが全枝葉の52%に被害があったのに比べ、ウラスギでは5%の被害であった。筆者らの湯田町で実際に植栽して試験した結果でも、オモテスギは激害であったのに対してウラスギでは微害程度で実害がほとんどなく、両者間に明瞭な差が認められた<sup>12)</sup>。

多雪地帯ではオモテスギ・中間型が本病に著しく感受

性であり、ウラスギが抵抗性である<sup>9)10)</sup>。東北地方で観察されたこれらの品種系統の他に、抵抗性を示す品種はエンドウスギ、トウドウスギ、クマスギ、ウバスギ、アキタスギとウラ系スギの精英樹である。感受性品種ではヨシノスギ、サンプスギ、ボカスギ、オビアカなどオモテ系スギが知られている<sup>10)15)</sup>。またサンプスギは特に本病に弱く(図一2)、少雪地帯(宮城県気仙沼市)でも多雪地帯(山形県真室川町)でも弱い品種であった。サンプスギは千葉県山武地方の優良品種であるが、郷土から遠く離れるほど諸害に弱くなる品種なのであろうか。1林分内におけるスギ品種別構成比と本病の発生との関係からもこれらのことが裏付けられ(図一3)、オモテスギの混入割合が増加するほど被害指数が高まる。例えば、秋田県鳥海町(調査地2)では、オモテスギと中間型が優占した林分の被害率は高く(被害指数3.8)、ウラスギが80%を占めた岩手県湯田町(調査地6)の林分では低かった(被害指数1.3)。その他の林分でも同様の傾



図一 3 一林分内におけるスギ品種別構成比と黒粒葉枯病の発生との関係

□ ウラスギ    ▨ 中間型    ▩ オモテスギ    \* : 調査林分を示す  
■ : 1林分当たりの平均被害指数

向が見られる。

なお、スギ品種の分類は、針葉形態だけでウラ、オモテと2分する分類には無理があるとの批判もある<sup>11)</sup>。しかし、樹病関係者から見ると、針葉形態で病害抵抗性または感受性を判断できれば簡便でまことに都合がよいことも事実であり、利用したい方法である。

以上のように、スギの葉・枝枯性病害に対する防除法は、多くの識者が提言しているように、立地条件、土壌条件を考慮し、抵抗性品種を植栽して、その後十分な保育管理を行えば実害のない程度に病気を抑え込むことができるというのが結論である。

引用文献

- 1) 新井雅夫・中村克哉(1970) スギ黒粒葉枯病に対する施肥および薬剤散布の効果に就いて。81回日林講 251~253
- 2) 千葉 修(1975) 樹病学。地球社
- 3) 遠田 武・井沼正之(1983) 豪雪地帯におけるスギ針葉形態と枝枯性病害との関係について。日林東北支誌 35: 82~84
- 4) 伊藤一雄(1951) スギの黒粒葉枯病—スギの奇病として騒がれている—。山林 809: 16~18

- 5) 伊藤一雄(1965) スギの黒粒葉枯病と黒点枝枯病—大被害発生にちなんで—。森林防疫ニュース 14: 38~40
- 6) 村井三郎(1949) 杉針葉形態の樹齢変化に就いて。日林誌 31(1, 2): 1~6
- 7) 村井三郎(1950) 杉針葉外部形態の変化と個樹着生部位との関係。日林誌 32(8): 263~268
- 8) 中村賢太郎(1958) 育林学, 金原出版, p. 105
- 9) 日本気象協会(1970) 宮城県気象月報
- 10) 野原勇太・熊井正善・佐野広太・高橋広明(1957) スギ黒粒葉枯病の防除試験について。67回日林講 260~263
- 11) 野村静男(1970) 森林諸被害による林木成長減退に関する研究(1) スギハダニ被害と黒粒葉枯病による被害と成長損失比較。81回日林講 276~279
- 12) 作山 健・小林清雄・庄司次男・横沢良憲(1984) 豪雪地帯におけるスギ精英樹クローン等の黒粒葉枯病の発生。日林東北支誌 36: 237~238
- 13) 佐藤邦彦(1970) 東北地方における造林樹種とその品種の病害抵抗性(4)。東北の林木育種 25: 1~6
- 14) 佐藤邦彦(1972) 東北地方におけるスギ枝枯性病害と黒粒葉枯病—黒粒葉枯病の異常発生にちなんで—。

- 山林 1057 : 34~44
- 15) 佐藤邦彦 (1978) 実践森林病理。農林出版 pp. 248
- 16) 下川利之 (1964) スギ黒粒葉枯病の被害について。森林防疫ニュース 13 : 227~229
- 17) 庄司次男 (1985) スギ黒粒葉枯病の発生動向と寒・干害との関係。森林防疫 34 : 22~25
- 18) 庄司次男 (1994) スギ黒粒葉枯病の発生生態。森林防疫 43 : 203~208
- 19) 庄司次男 (1994) スギ黒粒葉枯病の発生生態に関する研究—特に病原菌の生理・生態的性質と病原性。森林総研研報 368 : 23~63
- 20) 庄司次男・横沢良憲 (1987) スギの成長におよぼす黒粒葉枯病の影響。日林誌 69 (5) : 192~194
- 21) 遠山富太郎 (1960) オモテスギとウラスギ。鳥根農科大研報 8A : 141~149
- 22) 横川登代治・野村静男・今成正利 (1966) スギ黒粒葉枯病の林木成長におよぼす影響について。77回日林講 312~316

## 林地用混合除草剤の効果判定について

佐藤 明・奥田 史郎・酒井 敦\*

### 1. はじめに

近年、クズノック微粒剤、ザイトロンフレノック微粒剤、イーティー粒剤、シタガリンT粒剤など多くの林地用混合除草剤が開発、登録され、利用されている。

混合除草剤は、除草効果を高めるために、複数の有効成分を混合した形態で使用されるものである。混合することによる利点としては、異なる生理作用をもつ除草剤を混合することにより殺草スペクトル（効果を与える雑草木種の範囲）を拡大することができること、また、タイプの異なるものを混合することなどにより処理適期を広げたり、効果の発現期間を長くすることができること、さらに混合したことによる相乗作用によって雑草木に対する抑草効果、殺草効果を増大することができることなどがあげられる。これらによって森林の初期管理における省力化が可能となるほか、相乗作用のある組み合わせを見出すことにより少ない薬量で十分な効果を得ることが可能となり、安全性の面でも環境への負荷を少なくできるなどの利点をもつと考えられる。

混合効果の判定法は、除草剤の場合容易でない面はあるものの、ほぼ確立しているといつてよいだろう。しかし、林業用の除草剤、特に林地での地拵え・下刈り用除草剤の場合、雑草木の種数、バイオマス量、土壌のタイプや地形の違いといった多くの要素が組合わさっていて、均一で精度の高い試験地を設定することは不可能に近い。こうしたこともあって林地用混合除草剤における混合効果の判定法は十分とはいえない。

ここでは、すでに示されている代表的と思われる混合効果の判定法に触れるとともに、林地で実施した2種を混合した林地用除草剤の混合効果について調査解析を試みたので、その一部について報告する。

### 2. 混合効果について

相互作用については、生態学的観点ばかりでなく、経済学的観点からも解析されているが、除草剤における混合効果の場合も同様に、相乗（共力）作用、相加作用、拮抗作用に分けられる（図-1）。

ここで雑草学用語集（1991）からそれらの意味を拾うと、相加作用は、2種以上の薬剤が同時に作用するとき、その効果がそれぞれが単独で示す効果の和として現れるもの、また、それぞれが単独で示す活性から予測されるものより小さいものを拮抗作用、大きいものを相乗（共

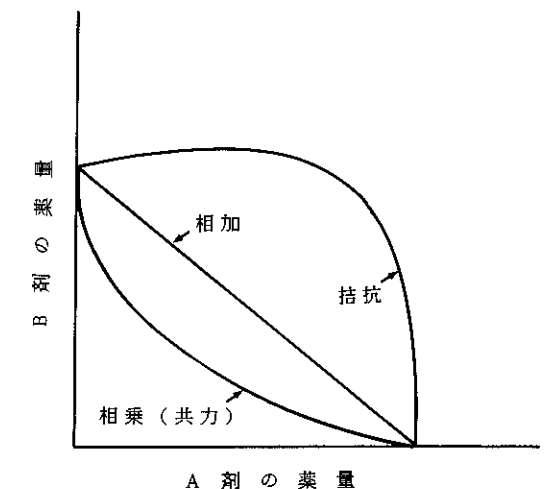


図-1 等効果線による相互作用の種別 (千坂 (1972) より改図)

\* 森林総合研究所生産技術部  
SATO Akira, OKUDA Shiro and SAKAI Atsushi

### 〔ご案内〕

#### 緑化樹木の病害虫 —見分け方と防除薬剤—

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

☎ 03-3851-5331 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、農薬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、ミズキ類、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

力)作用というたされる。

したがって林地用混合除草剤の場合、相乗的効果が認められなければその存在意義は乏しいといえよう。

3. 混合効果の判定法

これまでに報告された混合効果の判定法を以下に述べる。さらに詳しくは、それぞれの原典を参照されたい。

(1) Colby の方法

この方法は、1967年に S. R. Colby によって紹介されたものである。彼は、混合除草剤の効果判定が恣意的になされているとして、反応(雑草木の生重量、乾重量や種数など)に対する期待値を計算することにより判定することとした。2種の除草剤の混合による反応の期待値は、以下のように算出される：

除草剤Aの散布量pによる成長抑制百分率をX、B剤の散布量qのときの成長抑制百分率をYとし、両除草剤(A+B)による(p+q)の散布量での期待される成長抑制百分率をEとするならば、Gowing (1960)により

E = X + Y (100 - X) / 100 ..... (1)

として示され、

E = X + Y - XY / 100 ..... (2)

となる。このEが、ここでの期待値となる。

得られた反応が、期待値より大きいときは相乗的な効果、期待値より小さいときは拮抗的な効果といえ、実測値と期待値が一致すれば、相加的な効果と判定されることになる。

ところで、枯死率と生存率(=1-枯死率)との関係に相当するように(2)式における“成長抑制百分率”の替わりに、全体の100から成長抑制百分率を引いた残りの値を“非抑制百分率(対無処理区百分率)”として、それをを用いるならば、期待値の算出が簡便化できる。

すなわち、除草剤Aで散布量pによる非抑制百分率をX<sub>1</sub>、B剤で散布量qのときの非抑制百分率をY<sub>1</sub>とし、両除草剤(A+B)による(p+q)の散布量での期待される非抑制百分率をE<sub>1</sub>とするならば、

E<sub>1</sub> = 100 - E, X<sub>1</sub> = 100 - X, Y<sub>1</sub> = 100 - Y

となり、(2)式にこれらを代入すれば

E<sub>1</sub> = 100 - (X + Y - XY / 100)

さらに、X、Y、を先のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>に置き換えれば

E<sub>1</sub> = X<sub>1</sub>Y<sub>1</sub> / 100

が得られる。これにより期待値(ここではE<sub>1</sub>)の算出が、(2)式に比べて右辺の項が減って楽になる。

ちなみに、3種混合(上記のA、B剤にさらに散布量rのC剤を加え、その成長抑制百分率をZとするとき)の除草剤の場合、その期待値は

E<sub>1</sub> = X<sub>1</sub>Y<sub>1</sub>Z<sub>1</sub> / 10000 ..... (3)

となる。そこで、期待値の算出法を一般式化すれば

E<sub>1</sub> = s / (100)<sup>t-1</sup> ..... (4)

となる。ここでtは混合する単体除草剤の総数、sはそれぞれの単体除草剤における非抑制百分率の積を示す。

繰り返しのある試験では、実測値と期待値の間に有意差があるかどうかをカイ自乗検定により統計的に検定することができる。

(2) 等効果線による方法

本法は、混合剤による、ある一定の反応(効果)量に焦点をあて、その反応量を達成するのに混合剤の成分がそれぞれいくらか必要かを図示して、混合効果を視覚的に判定しようとする方法である(千坂, 1972)。

手順としては、まず、混合剤のそれぞれの成分の薬量を、母剤が0の場合(単用処理)も含めて各段階に組み合わせ処理し、A剤の薬量が一定のときのB剤の薬量反応曲線およびB剤の薬量が一定のときのA剤の薬量反応曲線を描く。そこで、所定の効果、例えば生育抑制p%のときの値を数点求め、図-1のようにX軸にA剤の薬量、Y軸にB剤の薬量として先に得られた値をプロットし、線を結べば生育抑制p%のときの等効果線が描ける。

つぎに、A、B剤単用の場合の薬量反応曲線から、所定の効果を示す薬量を求め、それぞれの値をX、Y軸上に示し、両点を結べば相加的效果を示す直線が得られる。条件によっては、直線ではなくある幅を持って示されることもあるが、実用上は図のように直線で表しても問題ない。得られた等効果曲線が、図-1に示すように相加的效果の線より下にあれば相乗的、上にあれば拮抗的效果を表していると判断できる。

この方法は、さらに相性の良い薬剤を選定し組み合わせたり、薬量・薬価を最少にする、あるいは殺草性を最大にする混合比・混用薬量を推定できるなど実用性が高いとされている。

ところで、薬量反応曲線を求めるための実験にあたり、試験方法、検定条件の設定が重要であり、実験には周到な管理を要することが指摘されている(千坂, 1981)。その解説では、同時に、複数の雑草木を対象にする場合、個々の種類ごとに求めた等効果線をまとめて総合等効果線(図-2)として描きそれを利用することを提案している。しかし、総合等効果線が凹の形をしているからといって、単純に相乗的效果だということはできないとし、その理由として、各植物のそれぞれの相加的效果線を組み合わせた場合も、まとめて描くと凹の形をとる総合等効果線が描かれることが普通であるということをあげている。

さらに、千坂(1975)は、薬剤間の相互作用の概念は単一種に対する概念であって、複数種を同時に対象として相乗的效果、拮抗的效果の用語を用いるのは不適当で

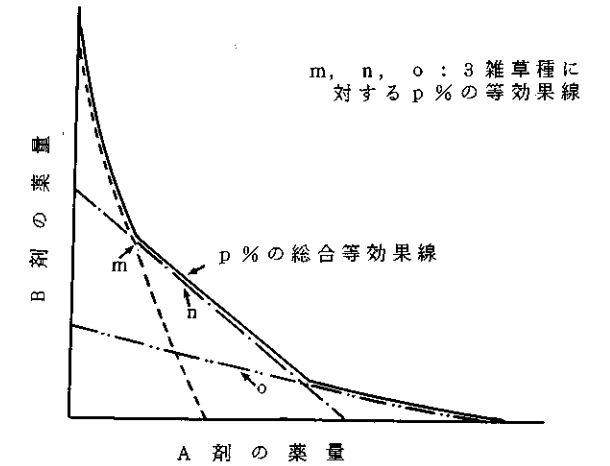


図-2 雑草木複数種における総合等効果線 (千坂(1973)より改図)

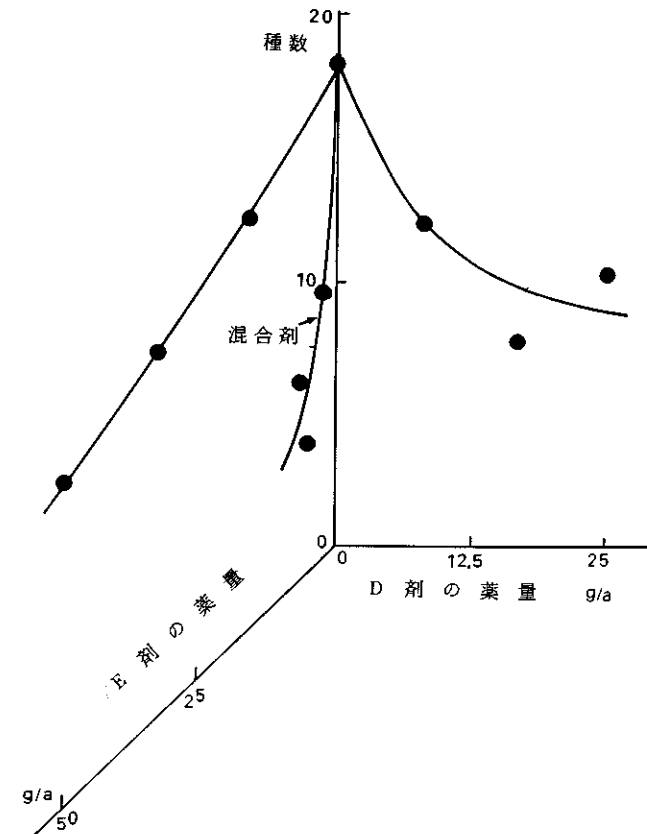


図-3 D、E 剤の薬量と出現種数の立体図



あると述べている。このことは、野外での調査に本法の適用は限界があると考えべきなのかもしれない。

(3) 改良型等効果線による方法

林地のように多くの植生から成っているところでは、上述のように種々の問題が存在する。しかし、林地における混合除草剤の評価を避けて通るわけにはいかない。指摘された総合等効果線における問題点は認識しつつも、林地用混合除草剤の効果判定を実用に供し得るようにと試みたものを次に紹介する。

ここでは、まず、D剤、E剤の散布量をX軸、Y軸とし、薬剤反応（効果）量をZ軸とする立体図を考える（図-3）。散布量を変えた単体除草剤およびD剤とE剤を混合した除草剤の反応量をプロットする。単体除草剤の場合はX軸とZ軸で構成するXZの面上、もしくはYZの面上に示されることになる。よって、散布量と反応量の関係は、それぞれの面に直線、あるいは曲線で示される。一方、混合除草剤の場合はD剤、E剤のそれぞれの散布量に応じた3次元空間にプロットされる。対照（無処理）区の結果は、Z軸上に現れる。

Z軸は反応量を表すことから、等効果線はZ軸（縦軸）と垂直に交わり、X軸とY軸で構成する水平面と平行な平面上に描かれることになる。そこで、任意の反応値を選び、それぞれの単剤のXZ、YZ面上にある2点を結び水平面に直線が描ける。次に、該当する反応値を示すときの混合剤について、D、E薬剤の量を求め両者の値の交点を求める。その点が先の水平面に描いた直線の上にある場合、それを相加的な効果と呼ぶ。薬剤反応による効果が抑制的に働く項目では、その点が直線より原点側にあれば相乗的、遠いほうにあれば拮抗的效果といえる。効果が能動的に生じる要因（例えば林床上の明るさなど）については、この関係は逆になる。

したがって、三次元空間での相加的な効果は、各単剤の散布量と反応量の関係が1次関数、すなわちXZ面とYZ面で直線が描かれる場合を除き、傾きを持った1つの平面を形成することはない。それは、反応値の違いによってそれぞれで描く線が切片、傾きを変えることによるためである。

一方、抑制的に働く項目での相乗的な効果は、三次元

的に見ると明瞭な谷状の面が形成される。同様に、拮抗的な効果では、混合状態の領域で抑制効果が乏しくなるので、尾根状に張り出すような形状を示すとみなされる。

こうした立体図を等高線を入れた地図のように平面図に書き改め、等効果線の状態から混合除草剤の効果判定する方法を改良型等効果線法と呼ぶこととする。

4. 改良型等効果線による林地用混合除草剤の解析例

ここで、高萩営林署管内の小松沢共同試験地で実施した混合除草剤の散布試験の結果を改良型等効果線法に当てはめて解析した例を示す。

試験はD剤、E剤とDとEを混合したものをを用いた。それぞれの薬剤の散布量は基準量をもとにし、それを多区、その3分の2量、3分の1量の中区、少区として、春に散布した。調査区は2m×2mの大きさで3回繰り返しがある。調査は秋に、調査区内に生育している植物種、その高さ、被覆度および要下刈り度等を調べた。

図-3は、出現種数の立体図であり、これを平面化し等効果線を描いたものが図-4である。D剤、E剤に対して中に入り込んだ等効果線であることから、混合剤のほうが種数は減少し、両剤の相乗的效果によって殺草スペクトルは広がっているとみることができよう。

図-5は、現存植生量について描いたもので尾根状の等効果線を示した。このことから、D剤とE剤による混合剤では現存量については拮抗的效果を示す傾向にあると判断される。種の消失による競争関係の変化が、残った種の繁茂を促した結果といえるのかも知れない。これらについては今後も解析をすすめたい。

さらに項目によっては、薬量など条件によって等効果線が直線に近い状態であったり曲線の状態が大きく変化するなどの現象も認められた。これらの状態を詳しく解析することにより、相乗的效果を効率的に得るための条件が明瞭となるかも知れない。

以上のように効果項目や散布条件等によって混合剤の効果の判定に違いが生じた。これは、等効果線法においてすでに指摘されている問題点でもある（千坂，1973）。今回の目的は、実用を前提とした判定法を考えることに

という例があった。これでは混合除草剤のほうが薬剤効果が高いとはいえない。

混合効果の判定は、現在も行われている（李ら，1992）。しかし、それらの多くは精度の高い試験設定が可能な条件下で行われており、林地のような多くの要因が入り交じった環境では詳しい解析がなされてこなかった。相互作用の検定は、多くの問題が含まれていて解析が困難というのも事実であるが、混合除草剤の利点が多いなか、早期に混合効果の適正な判定法の確立が望まれる。

今後は、一層の情報交換をはかり、よりよい判定法の確立を目指したいと考えている。今回の試験にあたり多くの方々のご協力を得た。あらためて感謝の意を表するとともに、皆さまがたのご助言、ご批判をお願いしたい。

引用文献

- 1) 千坂英雄 (1972) 除草剤の混用における相互作用—相互作用の概念と検定法—雑草研究14: 12-18.
- 2) 千坂英雄 (1973) 等効果線法による除草剤混用の相互作用検定—考え方と利用のしかた—, 雑草研究15: 16-77.
- 3) 千坂英雄 (1975) 等効果線法による除草剤の相互作用検定の実際例, 雑草研究19: 72-77.
- 4) 千坂英雄 (1981) 混合効果の判定法, 109-116, 農業実験法 3 除草剤編, ソフトサイエンス社, 東京.
- 5) Colby, S. R. (1967) Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. Weeds 15: 20-22.
- 6) Gowing, D. P. (1960) Comments on tests of herbicide mixtures. Weeds 8: 379-391.
- 7) 宮原益次 (1960) 雑草学用語集, 日本雑草学会, 234pp. 東京.
- 8) 李 度鎮, 白井健二, 松本 宏, 石塚皓造 (1992) 発芽直後のイネ幼苗の生育に対するジメピペレートと数種除草剤との混合処理効果, 雑草研究, 38(2): 112-114.

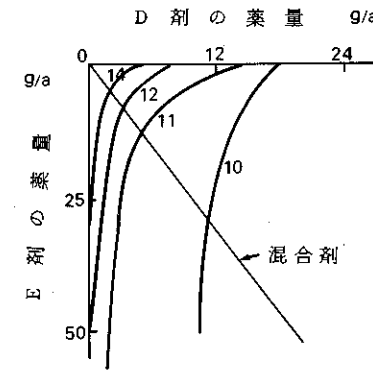


図-4 D、E剤の薬量と出現種数の等効果線図（図-3の平面図）

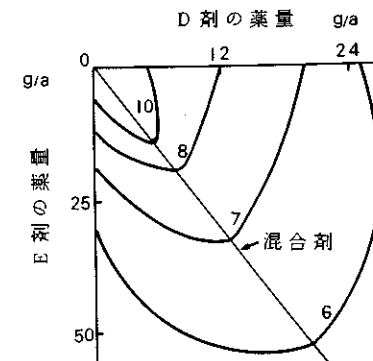


図-5 D、E剤の薬量と現存植生量\*の等効果線図 (\*現存植生量(×10<sup>3</sup>)=高さ(cm)×被覆度(%)×100)

あり、下刈りの省力という観点に立てば、殺草スペクトルの拡大よりも雑草木の抑制効果の大小を判定することが重要だといえよう。ここで示した等効果線は、先の総合等効果線がもつ問題点を同じように内包しているが、同様の見地から、雑草木の抑制判定に再現性が認められれば、実用上差し支えない判定法と考えられる。

5. おわりに

林地用混合除草剤の混合効果を実際に調査してはじめて分かったことであるが、混合剤を構成する1成分の薬量とその成分のみからなる単剤の薬量が、濃度的には異なっているものの10a当たりの散布薬量ではともに同じ

# 日本における樹木マイコプラズマ病研究の現状

楠木 学\*・塩見 敏樹\*\*

## 1. はじめに

マイコプラズマ様微生物 (MLO) による植物病害が明らかにされ<sup>1)</sup>てから既に20数年が経過した。この間現在までに温帯～熱帯地方各地の単子葉植物、双子葉植物を含む約600種におよぶ植物でマイコプラズマ病 (MLO病) が報告され、わが国においては7種の樹木 MLO<sup>2)</sup>病を含む約50種の MLO 病が記載され<sup>3)</sup>ている。それらの病害が農林業に重大な影響を与えていることは、改めて記すまでもない。一方、幾多の分離培養の試みにもかかわらずいまだに MLO の人工培養には成功していない。MLO は大変取り扱いの厄介な病原体であるため、他の病原微生物研究に取り得る様々な手法が使えず、ウイルス病や細菌病と比較して研究がやや取り残された感があつた。最近遺伝子工学の様々な手法が MLO 研究にも応用されるようになり、新たな展開を見せつつある。最近における MLO 病研究ならびに日本における樹木 MLO 病研究の現状について報告したい。

## 2. MLO ならびに MLO 病害の特徴

MLO は蛍光顕微鏡では感染植物の葉柄や茎の切片あるいは感染組織の酵素処理<sup>4)</sup>や吸汁中のヨコバイの口針から得られた師管液<sup>5)</sup>を DAPI (4'-6-DIAMIDINO-2-PHENYLINDOLE)<sup>6)</sup>等で染色を行えば異常蛍光を発する組織あるいは MLO 本体を何とか観察できるが、通常の光学顕微鏡では観察できない。透過型電子顕微鏡

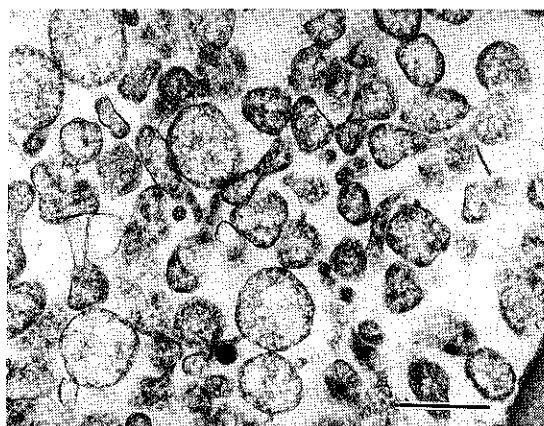


写真1 キリてんぐ巢病に罹病したキリの葉柄の師管内に充満するMLOスケール: 500nm

では感染植物の師管内に写真1に示すような細胞壁を欠き、体の周囲を単位膜で囲まれ、体内に核酸の糸状構造を有する大きさ数10～数100nmの球形あるいは糸状などのいわゆる多形性を現す微生物として観察できる。MLO は人工培養が困難であるため、培地成分にコレステロールを必要とするかどうかといった栄養要求性等は不明である。電子顕微鏡による微細構造は動物寄生性のマイコプラズマと多くの共通点があるため MLO と称されているが、それら近縁と考えられている微生物群の分類学的な位置付けを図1に示す。正確な属の位置付けは今後の研究に待たなければならないが、Mollicutes 綱の一属という見解は今後も変わらないと考えられる。

MLO 病は海外でイエロース病 (Yellow's disease) と呼ばれるように病徴には一定のパターンがあり、黄化、萎縮、てんぐ巢、葉化 (phyllody) 等の共通した病徴を現す。草本では植物全体、樹木では一部の枝が萎縮し、葉は小型化したり細葉となって黄化し、不定芽等を分化

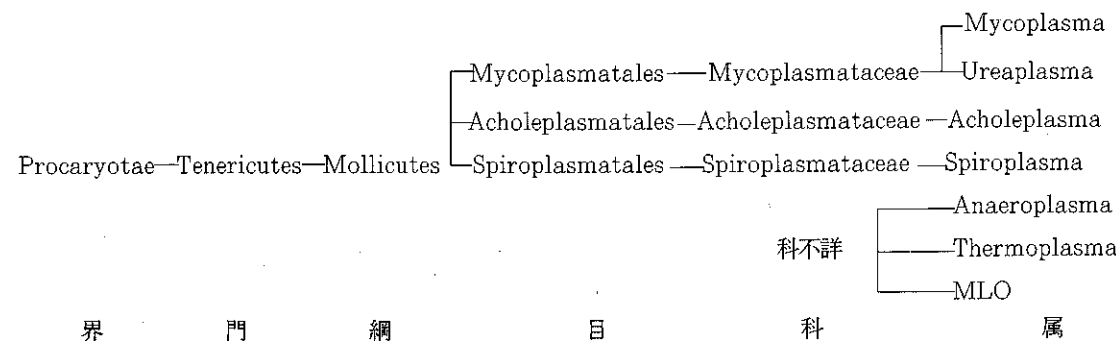


図1 植物マイコプラズマ病に関連する微生物群の分類学上の位置 (Bergy's Manual of Systematic Bacteriology; 1984 による)

し、全体的にてんぐ巢病徴を現す例が多い。また発病の初期段階では葉脈が透けて見えるようないわゆる葉脈透明病徴を現すこともある。葉化は本来花になるべき器官が感染により花弁が葉に退化して起こるものである。写真2はキリてんぐ巢病の病徴で、枝の一部から不定芽を多数分化し、黄化した葉を密生しててんぐ巢病徴を現したものである。定植1、2年目の若い樹が本病に感染すると樹全体が枯死する例が多い。

## 3. MLO をめぐる最近の研究

MLO は多くの細菌や糸状菌などと違って人工培養できずまたウイルスのように遠心分離による純化も困難であることから、MLO 相互の類縁関係は媒介昆虫の種類、虫媒接種や接ぎ木伝染などによる寄主範囲や病徴の比較に基づき地道に行われてきた。しかし、最近における遺伝子工学の進歩はめざましく感染植物から抽出された微量の MLO 由来の核酸を使って様々な手法により MLO の類縁関係の解明がされつつある。主なものとしては RFLP と 16SrRNA のシーケンス解析がある。RFLP (restriction fragment length polymorphism) の研究例をあげると、北米やヨーロッパ原産の Aster yellows (AY), Tomato big bud (BB), Clover phyllody (CPh), Chrysanthemum yellows (CY) など15種類の MLO 株について RFLP 解析を行った結果 AY を代表とする群 (クラスター), western AY や CY を代表とする群, それに CPh を代表とする群に分かれるという報告<sup>19)</sup>, さらに日本産のヒメフタテンヨコバイ伝搬性のミツバてんぐ巢病, シュンギクてんぐ巢



写真2 幹の基部から発生した枝がてんぐ巢病に罹病したキリ。不定芽を多数分化し、葉に黄化と細葉病徴を現す

病, ナス萎縮病, トマト萎縮病, マーガレット萎縮病 MLO が AY と同じ群に, キマダラヒロヨコバイ伝搬性のリンドウてんぐ巢病, ツブキてんぐ巢病が X 群 (peacheastern X-disease) と同じであったとする報告<sup>20)</sup>などがある。

一方 16SrRNA のシーケンス解析から MLO はマイコプラズマ属やスピロプラズマ属よりむしろアコレブ

\* 森林総合研究所・森林生物部 KUSUNOKI Manabu  
\*\* 農業研究センター・病害虫防除部 SHIOMI Toshiki



表1 日本に発生する主要なマイコプラズマ病とその媒介虫

群	主要病害	関連病害	媒介虫	参考文献	
				病害	媒介虫
I	ミツバてんぐ巢病		ヒメフタテンヨコバイ	33	33
		レタス萎黄病	同上	32	40
		シュンギクてんぐ巢病	同上	44	44
		セリ萎黄病	同上	44	44
		タマネギ萎黄病	同上	21	21, 45
クワ萎縮病		ヒシモンヨコバイ	3	35	
		ヒシモンモドキ		5	
キリてんぐ巢病		クサギカメムシ	3	42	
		タバコメクラカメムシ		15	
		<i>Halyomorpha holys</i>		36	
II	ジャガイモてんぐ巢病		キマダラヒロヨコバイ	3	22
		香料ゼラニウムてんぐ巢病	同上	30	46
		リンドウてんぐ巢病	同上	32	41
		ツブキてんぐ巢病	同上	7	7
		ジャガイモ紫染萎黄病	同上	22	22
III	イネ萎黄病		ツマグロヨコバイ	28	37
			タイワンツマグロヨコバイ		37
		サトウキビ白葉病		1	24
IV	ナツメてんぐ巢病		ヒシモンヨコバイ	9	16
		群未詳			
群未詳	サツマイモてんぐ巢病		クロマダラヨコバイ	4	38
		マメ類てんぐ巢病	ミナミマダラヨコバイ	4	39

ラズマ属との共通配列が多く<sup>20, 25)</sup>、日本産 MLO は表1に示すI~III群<sup>25)</sup> それに韓国産ナツメてんぐ巢病 MLO がこれまでのグループとは異なるIV群<sup>26)</sup>に分かれることが報告されている。このような 16SrRNA のシーケンス解析に基づき1994年に開催された国際マイコプラズマ学会では MLO に対して *Phytoplasma* の属名が提案<sup>27)</sup>されている。また、前述の RFLP 解析結果とシーケンス解析結果はほぼ一致した結果となっており、媒介虫などとの対応もほぼすっきりしていることから今後これらの群が種名などに反映されると考えられるが、まだ具体的な種名の提案には至っていない。

4. 日本に発生する樹木の MLO 病

表2にこれ迄に日本で発生の記録された樹木の MLO 病を示す。全部で7種しか記録されておらずしかも媒介虫の種類が不明なものや被害実態、分布など断片的にしか分かっていないものが多い。また、樹木の MLO 病の媒介虫は野菜や花などの MLO 病の媒介虫と種類が異なる点やナツメてんぐ巢病<sup>9)</sup>のように海外の媒介虫試験結果<sup>15)</sup>と異なる点などがあり興味深い。防除法についてはクワ萎縮病<sup>6)</sup>、キリてんぐ巢病<sup>10)</sup>で抗生物質を使った研究があるが、実用上は困難な点が多い。樹木の MLO

表2 日本に発生する樹木のマイコプラズマ病

病名	媒介虫	分布	文献
キリてんぐ巢病	クサギカメムシ	日本, 中国, 台湾, 韓国	3, 42
	タバコメクラカメムシ		15
	<i>Halyomorpha holys</i>		36
クワ萎縮病	ヒシモンヨコバイ	日本(本州, 九州)	3, 35
	ヒシモンモドキ		5
クリ萎黄病	不明	茨城県*1	31
ナツメてんぐ巢病	ヒシモンヨコバイ*2	福井県, 岐阜県	9, 16
ケケンボナシてんぐ巢病	不明	愛知県, 岐阜県	13
ヌルデ萎黄病*3	不明	日本(関東, 九州各地), 韓国	11, 17
トラノキ萎縮病	不明	山梨県	17

\*1:九州各地にてんぐ巢病徴を現す野生クリが見出されるが、MLO が確認されておらず本病との異同も不明。  
 \*2:韓国ではナツメてんぐ巢病はヒシモンヨコバイにより伝染するとされているが、日本での追試には成功していない。  
 \*3:日本では萎黄病として最初に報告された。本病との異同は不明であるが韓国ではてんぐ巢病と報告されている。

病については今後未知病害が見つかる可能性が高い。

5. キリてんぐ巢病をめぐる最近の研究

キリは主に家具材としての根強い需要があり、ここ10数年は1立方メートルあたり約10万円前後の高値で取り引きされており、国内需要の約90%は中国を始め海外からの輸入に依存している<sup>28)</sup>。キリてんぐ巢病は西日本ではキリ栽培そのものを脅かす存在として、また東北地方ではふらん病等の病害の侵入門戸<sup>29)</sup>として重視されている。最近キリてんぐ巢病 MLO (PWB) についても遺伝子工学的手法が取り入れられ、着々と成果を上げつつある。16SrRNA のシーケンス解析から PWB-MLO はI群に属し<sup>25)</sup>、AY-MLO との類縁関係がきわめて近く<sup>40)</sup>、PWB-MLO を獲得吸汁させたクサギカメムシ<sup>41)</sup>やミツバてんぐ巢病 MLO を獲得吸汁させたヒメフタテンヨコバイにより伝染させたキリ<sup>29)</sup>から PCR (Polymerase chain reaction) により MLO 遺伝子が検出され、これらの昆虫による MLO の伝搬を裏付けるデータが得られている。一方、II群に属するウド萎縮 MLO がキマダラヒロヨコバイによりキリに伝染するという報告<sup>10)</sup>もあり、今後の成果が注目される。

6. 終わりに

これまで人工培養ができないことや師部局在性などのために研究が行き詰まった感のあった MLO 研究が遺伝子工学的手法を取り入れることにより急速に進展してきた。野菜等の農作物の病原 MLO と樹木の病原 MLO との異同やそれらをつなぐ媒介虫の解明、また迅速な MLO の診断や同定など今後の研究に期待がもたれる。

引用文献

- 1) 荒井啓・氏家邦博:種子島に発生したサトウキビ白葉病, 鹿大農学術報告39:9-16(1989)
- 2) 浅利寛ら:マイコプラズマ様微生物(MLO)によるウドの新病害萎縮病, 日植病報47:399(1981)
- 3) 土居養二ら:クワ萎縮病, ジャガイモてんぐ巢病, Aster yellows 感染バチユニアならびにキリてんぐ巢病の罹病茎葉師部から見出された Mycoplasma 様(あるいは PLT 様)微生物について, 日植病報33:259-266(1967)
- 4) 土居養二ら:サツマイモてんぐ巢病及びマメ類てんぐ巢病の罹病茎葉に見出される Mycoplasma 様微生物について, 日植病報33:344(1967)
- 5) 石島嶺:クワ萎縮病のヒシモンモドキによる媒介,

- 日蚕雑 40 : 136-140 (1971)
- 6) 石家達爾ら : クワ萎縮病の病徴発現におよぼすテトラサイクリン系抗生物質の影響, 日植病報 33 : 265-275 (1967)
- 7) 加藤昭輔 : 最近発生した花のマイコプラズマ病, 植物防疫 47 : 59-63 (1993)
- 8) Kawabe, S et al : Detection of mycoplasma-like organisms in phloem sap collected from rice plants with yellow dwarf disease, Ann. Phytopath. Soc. Japan 57 : 274-277 (1991)
- 9) 川北弘ら : ナツメてんぐ巢病のわが国における初発生と病原 MLO のヒシモンヨコバイによる伝搬試験, 日植病報 53 : 411 (1987)
- 10) Kim, S. I. et al : Control of witches'-broom disease of paulownia with oxytetracycline injection(1), Research Reports of the Forest Research Institute Korea 26 : 115-119 (1979)
- 11) Kim, Y. H. : Studies on mycoplasma-like organism associated with witches' broom of *Rhus javanica*, J. Korean Forestry Society 47 : 1-15 (1980)
- 12) 小池賢治ら : 新潟県におけるウド萎縮病の発生とキマダラヒロヨコバイによる伝搬, 日植病報 49 : 83(1983)
- 13) Kusunoki et al : Hovenia(*Hovenia tomentosa*) yellows, caused by mycoplasma-like organisms (MLOs) in Japan, J. Jpn. For. Soc. 76 : 78-83 (1994)
- 14) 楠木学ら : キマダラヒロヨコバイ伝搬性 MLO のキリ実生苗への伝染, 日植病報 60 : 746 (1994)
- 15) La, Y. J. et al : Transmission of Paulownia witches'-broom virus by tobacco leaf bug, *Cyrtopeltis tenuis* Reuter, Korean J. Plant Pro. 5 : 1-8 (1968)
- 16) La, Y. J. and Woo, K. S. : Transmission of Jujube Witches'-broom Mycoplasma by the leafhopper *Hishimonas sellatus* Uhler, 韓国林学会誌 48 : 29-39 (1980)
- 17) Lee, J. T. ら : 薬用植物ウイルス病の研究 3. オダマキ, フクジュソウなどのウイルス病ならびにヌルデ, タラノキ, センキユウなどの MLO 病について, 日植病報 49 : 83 (1983)
- 18) Lee, I-M. and Davis, R. R. : Phloem-limited prokaryotes in sieve elements isolated by enzyme treatment of diseased plant tissues, Phytopathology 73 : 1540-1543 (1983)
- 19) Lee, I-M. et al. : A genotype-based system for identification and classification of mycoplasma-like organisms (MLOs) in the aster yellows MLO strain cluster, Phytopathology 82 : 977-986 (1992)
- 20) Lim, P. O. and Sears, B. B. : 16SrRNA sequence indicates that plant-pathogenic mycoplasma-like organisms are evolutionarily distinct from animal mycoplasmas, J. Bacteriol. 171 : 5901-5906 (1989)
- 21) 宮原和夫ら : マイコプラズマ様微生物によるタマネギ萎黄病(新称)の発生について, 日植病報 48 : 551-554 (1982)
- 22) 村山大記ら : 馬鈴薯紫染萎黄病に関する研究, 北大農紀要 6 : 231-273 (1967)
- 23) 中野達夫 : キリ材利用の作今, 木材工業 47 : 2-8 (1992)
- 24) 中島一雄ら : DNA プローブを用いたサトウキビ白葉病 MLO の検出, 日植病報 59 : 96 (1993)
- 25) 難波成任 : 16S rRNA 遺伝子の PCR 増幅による植物病原 MLO の検出と分類, 植物防疫 47 : 86-93 (1993)
- 26) 難波成任 : 韓国産および本邦産 MLO の分子系統学的比較, 日植病報 59 : 726 (1993)
- 27) 難波成任 : 世界に発生する Phytoplasma の系統学的解析, 日植病報 60 : 746 (1994)
- 28) 那須壮兆ら : イネ萎黄病の病原について, 日植病報 33 : 343-344 (1963)
- 29) 西村典夫ら : ミツパてんぐ巢病ファイトプラズマのキリへの感染, 日植病報 60 : 746 (1994)
- 30) 奥田誠一ら : 香料ゼラニウムのてんぐ巢病, ホウレ

- ンソウの萎黄・叢生症状およびカナダ産イチゴてんぐ巢病の病原について, 日植病報 35 : 389 (1969)
- 31) 奥田誠一ら : クリ萎黄病ならびにレタス, セルリーおよびニチニチソウの萎黄病に見いだされたマイコプラズマ様微生物, 日植病報 37 : 194 (1971)
- 32) 奥田誠一ら : レタス萎黄病による芯止まり症状, リンドウてんぐ巢病およびシュンギクてんぐ巢病について, 日植病報 38 : 215 (1972)
- 33) 奥田誠一・西村典夫 : ミツパてんぐ巢病, 日植病報 40 : 439-451 (1974)
- 34) 奥田誠一ら : 数種 MLO 病の PCR による MLO-DNA の検出と相互関係, 日植病報 59 : 96 (1993)
- 35) 酒井績 : ヒシモンヨコバイ (*Eutettix disciguttus* Walker) ノ媒介ニヨル桑樹萎縮病ノ伝染ニ就テ, 長野県蚕業試験場報告 39 : 1-14 (1937)
- 36) Shao, P. H. et al : Studies on the insect vector of paulownia witches'-broom. 1. Transmission by *Halyomorpha halys* (Stal) and electron microscope observation, Shandong Forest. Sci. Technol. 1 : 42-45 (1982)
- 37) 新海昭 : イネウイルス病の虫媒伝染に関する研究, 農技研報 C14 : 1-112 (1962)
- 38) 新海昭 : 甘藷天狗巢病に関する研究報告, 琉球政府経済局農務課特別報告 : 1-44 (1964)
- 39) 新海昭 : マメ類てんぐ巢病の寄主範囲 第 1 報, 日植病報 38 : 216 (1972)
- 40) 新海昭 : レタス萎黄病の媒介昆虫, 日植病報 39 : 172 (1973)
- 41) 新海昭 : リンドウてんぐ巢病の虫媒伝染および寄主範囲 (第一報), 日植病報 40 : 231 (1974)
- 42) 塩沢宏康 : クサギカメムシによるキリてんぐ巢病の伝搬, 日本植物防疫協会研究報告 4 : 45-50 (1986)
- 43) 塩沢宏康ら : 16SrRNA 遺伝子の PCR 増幅によるキリてんぐ巢病 MLO のクサギカメムシからの検出, 日植病報 59 : 308 (1993)
- 44) 塩見敏樹・杉浦巳代治 : 石川県に発生したセリ萎黄病(新称)およびシュンギクてんぐ巢病, 日植病報 49 : 367-370 (1983)
- 45) 塩見敏樹ら : 兵庫県に発生したタマネギ萎黄病の寄主範囲および伝搬機構, 日植病報 49 : 425 (1983)
- 46) 上原等ら : 香料ゼラニウムてんぐ巢病とその媒介昆虫, 植物防疫 25 : 151-154 (1971)
- 47) Russell, W. C. et al : A simple cytochemical technique for demonstration of DNA in cells infected with mycoplasma and viruses, Nature 253 : 461-462 (1975)
- 48) 脇部秀彦ら : タマネギ萎黄病の寄主範囲とヒメフタテンヨコバイの伝搬様式, 日植病報 49 : 424-425 (1983)
- 49) Yoshikawa N. et al. : Amplification and nucleotide sequences of ribosomal protein and 16S rRNA genes of mycoplasma-like organism associated with paulownia witches' broom, Ann. Phytopath. Soc. Japan 60 : 569-575 (1994)

林業用苗畑除草剤一覧表

(平成7年5月現在)

種類名 (成分含有量) (商品名)	安全性評価		適用作業	適用雑草木	使用時期	使用方法及び 使用量	使用上の 注意
	人畜毒	魚毒					
トリフルラリン乳剤 (44.5%) (トレファノ) サイド乳剤	普	B-s	まきつけ床 スギ・ヒノキ・アカマツ・カラマツ	畑地1年生雑草 但しツクサ、カヤツリグサ、アブラナ、キク科を除く	雑草発生前 (播種後～生育 中春草・夏草 対象)	土壌表面散布 300ml/10a 散布液量 100ℓ/10a	・まきつけ床では、発芽直後の使用は避ける。
			床替床 スギ・ヒノキ・アカマツ・カラマツ	同上	雑草発生前 (床替後～生育 中)	同上	
			緑化木苗畑 ツバキ、ツツジ、ツゲ、カイヅカイブキ	同上	植付後・生育期	土壌混和 300ml/10a 散布液量 100ℓ/10a	
トリフルラリン粒剤 (2.5%) (トレファノ) サイド粒剤 2.5	普	B-s	床替床 スギ・ヒノキ・アカマツ	畑地1年生雑草	床替前	土壌混和 4kg/10a	
			緑化木苗畑 ツバキ・ツツジ・エゾマツ・トドマツ	同上	植付後・生育期	土壌表面散布 4～5kg/10a	・植栽木にかからないように丁寧にうね間、株間に散布。
ベンチオオカーブ乳剤 (50%) (サターン乳) 剤	普	B	床替床 スギ・ヒノキ・エゾマツ・トドマツ	畑地1年生雑草	雑草発生前 (床替活着後)	土壌表面散布 600～800ml/10a 散布液量 200～300ℓ/10a	
アミプロホスメチル水和剤 (60%) (トクノール) M水和剤	普	B	マキツケ床 スギ・ヒノキ	畑地1年生雑草	雑草発生前 (播種後および 生育期)	土壌表面散布 150～250g/10a 散布液量 200～250ℓ/10a	・まきつけ床では、スギ、ヒノキの発芽時の使用はさける。
			床替床 スギ・ヒノキ	同上	雑草発生前 (床替後および 生育期)	同上 300～350g/10a 散布液量 200～250ℓ/10a	
アミプロホスメチル粒剤 (5%) (トクノール) 粒剤	普	B	床替床 スギ・ヒノキ・アカマツ	畑地1年生雑草	雑草発生前 (床替後および 生育期)	土壌散布 4～6kg/10a	
ペンディメリタン乳剤 (30%) (ゴーゴーサ) ン乳剤30	普	B	床替床 スギ・ヒノキ	畑地1年生雑草	雑草発生前 (床床後)	土壌表面散布 400～500ml/10a 散布液量 100～200ℓ/10a	

種類名 (成分含有量) (商品名)		魚毒	適用作業	適用雑草木	使用時期	使用方法及び 使用量	使用上の 注意
シアナジン水和剤 (50%) (グラメック)	普	A	床替床 スギ・ヒノキ	畑地1年生雑草	雑草発生前 (生育初期)	土壌表面散布 200～300g/10a 散布液量 100～200ℓ/10a	・特に広葉雑草に優れた効果を示す。
クロルフルリム水和剤 (50%) (ダイヤメー) ト水和剤	普	A	床替床 スギ・ヒノキ・アカマツ・クロマツ・カラマツ	畑地1年生雑草	雑草発生前 (生育初期)	土壌表面表面 400～600g/10a 散布液量 150ℓ/10a	
トリフルラリン・プロメトリン乳剤 (14%+6%) (コワーク乳) 剤	普	B-s	床替床 スギ・ヒノキ	畑地1年生雑草	雑草発生前 (床替後および 生育期)	土壌表面散布 1000ml/10a 散布液量 100～150ℓ/10a	
フルアジホップ乳剤 (35%) (ワンサイド) 乳剤	普	B	床替床 スギ・ヒノキ	畑地イネ科雑草 (但しスズメノカタビラを除く)	イネ科雑草発生 始期 (2～5葉期)	全面茎葉散布 75～100ml/10a 散布液量 100～150ℓ/10a	・イネ科雑草と広葉植物との間の選択性が明瞭でありイネ科優占地で使用する。
セトキシジム乳剤 (20%) (ナブ乳剤)	普	B	床替床 スギ・ヒノキ	畑地イネ科雑草 (但しスズメノカタビラを除く)	イネ科雑草生育 期 (3～5葉期)	全面茎葉散布 150～200ml/10a 散布液量 100～150ℓ/10a	・イネ科雑草と広葉植物との間の選択性が明瞭でありイネ科優占地で使用する。
カーバム剤 (50%) カーバム (くん蒸剤) (NCS)	普	B	播種床 スギ	畑地1年生雑草 及び多年生雑草	播種前 (3週間前)	1穴当たり原液 3～5ml 耕起整地後チドリ状に穴 (30cm間隔、深さ15cm)をあげ注入、ビニール等で10～15日間被覆、除去後ガス抜き7～10日間	
ピラゾスルフロリエチル水和剤 (5%) [アグリー ン水和剤]	普	A	床替床 スギ・ヒノキ	ハマスゲ等カヤツリグサ科雑草	雑草生育期 (6～9月 苗木植栽前)	全面茎葉散布 200～300g/10a 散布液量 150ℓ/10a	

きのこ関係登録殺菌剤一覧表

(平成7年5月現在)

種類名 (商品名)	剤型	有効成分の種類と含有量 %	主な適用病害虫等	使用方法 (時期・回数・使用量・回数)	安全の評価	
					人畜毒	魚毒
チアベンダゾール液剤 (ピオガード液剤)	液	チアベンダゾール 10	トリコデルマ菌によるほだ木の障害 (しいたけほだ木)	植菌直後～梅雨明け 3回以内 ほだ木に散布 100～200倍	普	A
			トリコデルマ菌による生育障害 (なめこ・えのきたけ・まいたけ・しいたけ菌床栽培)	培地調整時 1回 培地混和 なめこ 培地重量の0.05～0.1% えのきたけ 培地重量の0.05% まいたけ 培地重量の0.30% しいたけ 培地重量の0.10%		
			カラマツ先枯病 (からまつ苗木)	植付前苗木浸漬 16～24時間 100～250倍		
チアベンダゾール水和剤 (パンマッシュ)	水和	チアベンダゾール 60	トリコデルマ菌によるほだ木の障害 (しいたけほだ木)	植菌直後～梅雨明け 3回以内 ほだ木に散布 1,000倍	普	B
			トリコデルマ菌による生育障害 (なめこ・ひらたけ・えのきたけ・まいたけ・しいたけ菌床栽培)	培地調整時 1回 培地混和 なめこ・ひらたけ 培地重量の0.02～0.03% しいたけ・えのきたけ 培地重量の0.02% まいたけ 培地重量の0.05%		
ベノミル水和剤 (ベノレート水和剤)	水和	ベノミル 50	トリコデルマ菌によるほだ木の障害 (しいたけほだ木)	植菌直後～梅雨明け 3回以内 ほだ木に散布 1,000倍	普	B
			トリコデルマ菌による生育障害 (なめこ・ひらたけ・えのきたけ・しいたけ菌床栽培)	培地調整時 1回 培地混和 なめこ・ひらたけ 培地重量の0.01～0.02% えのきたけ 培地重量の0.008% しいたけ 培地重量の0.02%		

社団法人林業薬剤協会会員会社

平成7年5月29日現在

クミアイ化学工業株式会社	フマキラー株式会社
石原産業株式会社	アースバイオケミカル株式会社
三共株式会社	八洲化学工業株式会社
日産化学工業株式会社	三菱化学株式会社
日本曹達株式会社	大塚化学株式会社
北興化学工業株式会社	ゼネカ株式会社
保土谷アグロス株式会社	日本ヒドラジン工業株式会社
三井東圧化学株式会社	ローヌ・プーラン油化アグロ株式会社
ヤマシマ産業株式会社	大日本除虫菊株式会社
株式会社エス・ディー・エス バイオテック	日本サイアナミッド株式会社
武田薬品工業株式会社	王子緑化株式会社
日本カーリット株式会社	住友林業株式会社
井筒屋化学産業株式会社	森林開発公団
サンケイ化学株式会社	全国森林組合連合会
東京ファインケミカル株式会社	日本林業経営者協会
東京有機化学工業株式会社	全国山林種苗協同組合連合会
塩野義製薬株式会社	大塚薬品工業株式会社
ダイキン工業株式会社	アグロ・カネショウ株式会社
住友化学工業株式会社	丸善薬品産業株式会社
日本バイエルアグロケム株式会社	大同商事株式会社
科研製薬株式会社	株式会社理研グリーン
日本農薬株式会社	チバフク株式会社
ダウ・ケミカル日本株式会社	日本林業肥料株式会社
ファイザー製薬株式会社	正和商事株式会社
日本モンサント株式会社	新富士化成薬株式会社

# 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、降雨による流亡がなく、食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。

ニホンジカ

ノウサギ

カモシカ

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 / 〒105 東京都港区浜松町 1-10-8 野田ビル

☎03-5470-8491

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 7 年 6 月 20 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

額価 515 円 (本体 500 円)

松と自然に  
やさしく調和。



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

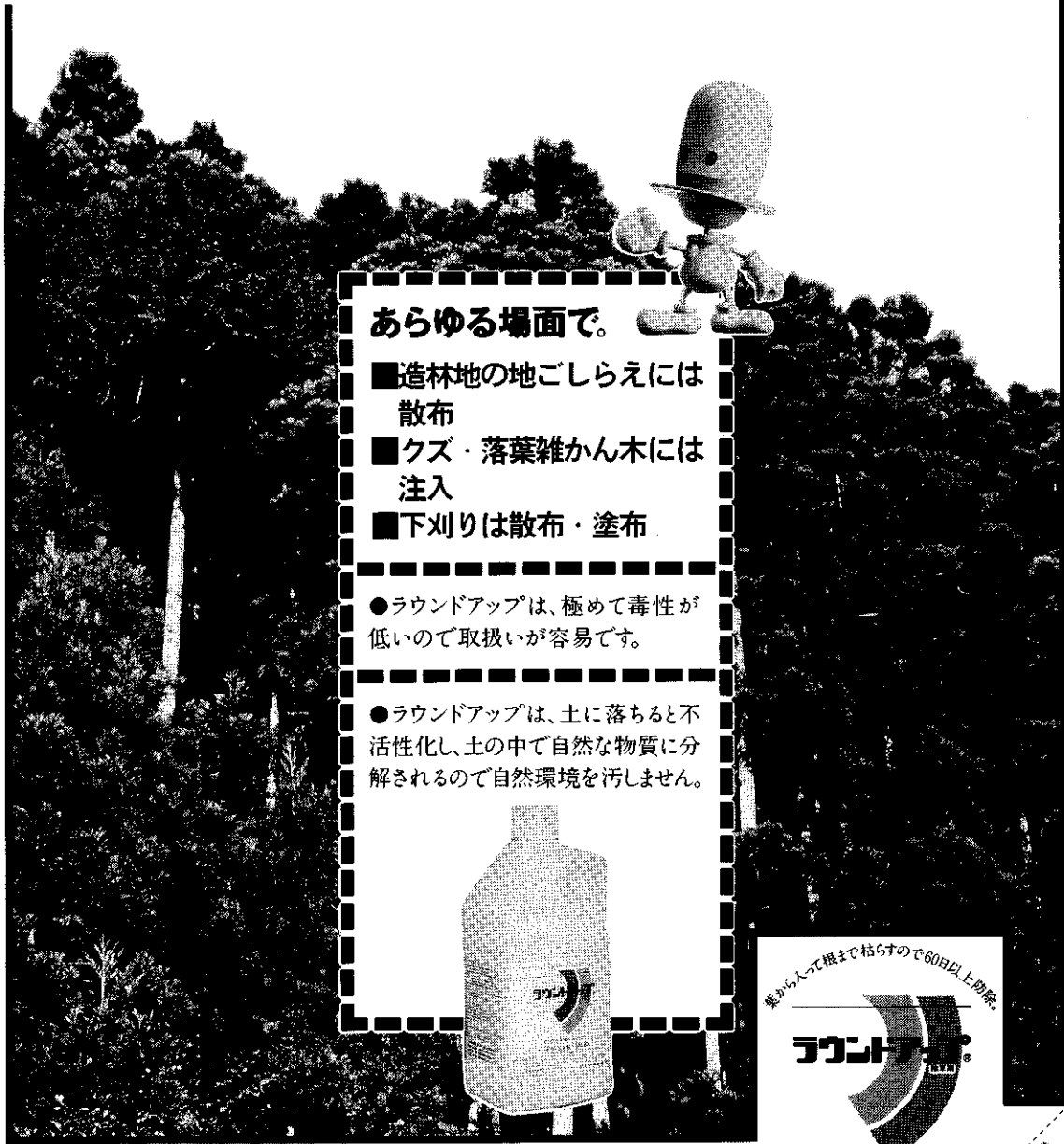
東京都新宿区西新宿2-1-1 〒163-04

☎(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—

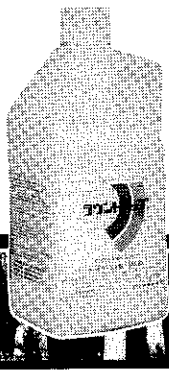


## あらゆる場面で。

- 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日以上防除。

### ラウンドアップ

© 日本モンサント株式会社登録商標

資料請求券  
日本モンサント株式会社

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。

# 林業家の強い味方



シロツグ  
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 タウ・ケミカル日本株式会社  
\*タウ・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〕

● 駆除〔MEP油剤〕

ヤシマスミパイン乳剤  
農薬登録第15,044号

ジャコサイドオル 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

日本松の緑を守る会推奨

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

ロ-マ-ア-ラ-ン油化アグロ株式会社

〒210 川崎市幸区堀川町66-2 TEL. 044-549-6656

〒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/ケンセンファーマスーティカ (バルギー)

「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

トクチオン® 細粒剤

バイジット® 粒剤

ダイシストン®・バイジット® 粒剤

松を守る。

松くい虫対策に

ネマローン® 注入剤

● マツノザ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

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。

株式会社 三共緑化 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。



抑制期間!!

●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**  
テトラピオン除草剤

**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  
〒210 川崎市幸区堀川町66-2  
☎044-549-6656

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18  
☎03-5258-0165

## 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 熊本県花園1丁目11-30 〒860 ☎(096)352-8121(代)

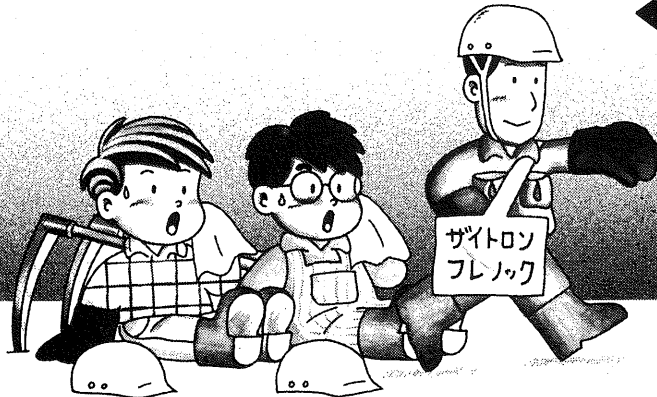
東京事務所 東京都千代田区飯田橋2丁目8-5 多幸ビル九段6F 〒102 ☎(03)3239-2555(代)

\*ダウ・ケミカル登録商標 ©ダイキン工業株式会社登録商標

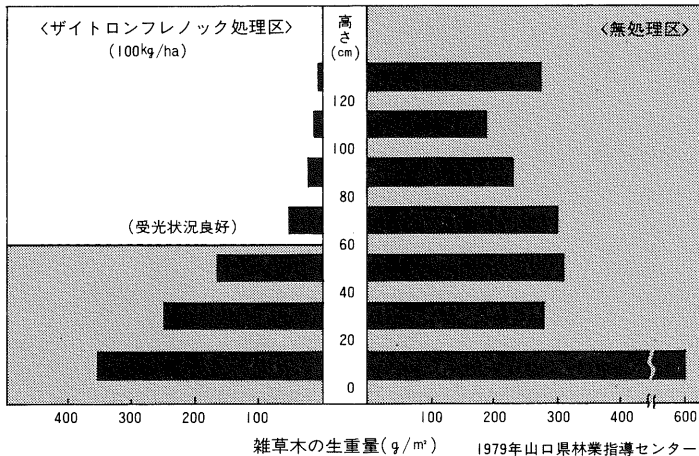


# カマ・カマ・クスリ しませんか？

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  
 〒210 川崎市幸区堀川町66-2  
 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