

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 120 6.1992



スギ・ヒノキ葉枯らし材と風倒木に穿孔するキクイムシ類(II)

野 淵 輝*

目 次

スギ・ヒノキ葉枯らし材と風倒木に穿孔するキクイムシ類(II).....野淵 輝 1

天敵微生物による森林害虫の防除.....島津 光明 7

下刈りの省力化の検討.....児玉 重信 15

● 表紙の写真 ●

誘引剤トラップ(矢印)によるアメリカシロヒトリ誘殺試験風景(街路樹プラタナス)

4. 主要種の検索, 形態, 生態

1) ナガキクイムシ科^{81,108)}

熱帯に起源があり, 日本からはトゲナガキクイムシ亜科のトゲナガキクイムシ属 (*Diapus*) の1種, ナガキクイムシ亜科のオオナガキクイムシ属の7種, ナガキクイムシ属の10種が記録されている⁸⁸⁾。普通広葉樹に穿孔するが, 針葉樹にも穿孔することがある。雄は穿入孔近くにいるので雌より採集される機会が多く, 雄の上翅斜面部にある各種突起により種類を同定することが多い。

ナガキクイムシ科の主要種の検索

1. 前脚基節は基部で互に接する (ナガキクイムシ亜科) 2
 —前脚基節は基部で互に離れる (トゲナガキクイムシ亜科, トゲナガキクイムシ属) トゲナガキクイムシ *Diapus aculeatus* Blandford (図-11)
2. 前脚脛節の外面は雄では龍骨状の横皺列をそなえ, 雌では横皺列が全部か, あるいは一部において小顆粒群に置き換えられる (図-10左)。下唇鬚は1節からなる (オオナガキクイムシ属) 3
 —前脚脛節の外面は雌雄ともに横皺列をそなえる (図-10右)。下唇鬚は2節からなる (ナガキクイムシ属) 10
3. 腹部の第1腹板**は1本の棘をそなえる 4
 —腹部の第1腹板は棘をそなえない 7
4. 体は大きく5.7~6.5mm。上翅は赤褐色で時に後方が暗色味を帯び, 点列部は細く凹む 5
 —体は小さく4.5mm以下。上翅は淡黄色で, 基部,

先端と会合線付近は暗褐色。点列部は第1点列部を除き凹まない 6

5. 上翅後縁の外角は短く突出する。腹部の第1腹板の棘は短い。前胸背は大きな点刻に被われる。第5腹板は中高。前脚脛節の外面はほとんどが顆粒に被われる。後脚の脛節は外面に有扇状列歯をそなえない ヤチダモノナガキクイムシ *Crossotarsus niponicus* Blandford ♀
 —上翅後縁の外角は長く突出する。腹部の第1腹板の棘は長い。前胸背は細かい点刻に被われる。第5腹板は中央で凹む。前脚脛節の外面は横の龍骨状突起をそなえる。後脚の脛節は外面に有扇状列歯をそなえる ヤチダモノナガキクイムシ *Crossotarsus niponicus* Blandford ♂ (図-17)
6. 上翅は短く, 外縁角は鋭い棘となって突出する カシノコナガキクイムシ *Crossotarsus simplex* Murayama ♂ (図-12)
 —上翅は長く, 外縁角は尖がらず鈍い。カシノコナガキクイムシ *Crossotarsus simplex* Murayama ♀
7. 雄。上翅の第3列間部は点刻される。斜面部の点列部は明瞭に凹み, 列間部は隆起し1列の瘤をそなえ, 外縁は後方か下方に突出する。前脚脛節は外縁に約7個の横の龍骨状突起をそなえる。腹部第5腹板は中央で低くなる 8
 —雌。上翅の第3列間部は基部に顆粒をそなえる。斜面部の点列部はほとんど凹まず, 列間部は弱く隆起し瘤列をそなえず, 外縁は突出しない。前脚脛節は外縁の基部1/3に不規則な顆粒をそなえる。腹部第5腹板は中高 9
8. 上翅は斜面部側方に1個の細かい明瞭な凹みをそ

* 林業科学技術振興所筑波支所 NOBUCHI Akira
 **見かけの上の腹部第1腹板で真の第3腹板のこと。以下同様に略する。

なえ、側縁は後方で内方に強く曲る。斜面部は中高、点列部は細いが、深く凹む。先端の凹陷部は細く、外角は鈍く下方に突出する。前頭は凹んだ中央線をそなえる。マルオナガキクイムシ *Crossotarsus emancipatus* Murayama ♂ (図-13) —上翅は斜面部側方に凹みがなく、側縁は後方で内方に強く曲らない。斜面部は弱く中高、点列部は広いが

浅く凹む。先端の凹陷部は幅広く、外角は尖がり、後方に突出する。前頭は隆起した中央線をそなえ、これは時に中央で消える。ソトハナガキクイムシ *Crossotarsus externedentatus* (Fairmaire) ♂ (図-14) 9. 前頭は黒色の凹んだ中央線をそなえる。前胸背正中線後方の中溝は前方で単に広がる。上翅の斜面部は明瞭な棘をそなえる。マルオナガキクイムシ *Crossotarsus emancipatus* Murayama ♀ —前頭は黒色の下側で隆起した中央線をそなえる。前胸背正中線後方の中溝は前方で2分岐する。上翅の斜面部は細かい棘をそなえる。ソトハナガキクイムシ *Crossotarsus externedentatus* (Fairmaire) ♀ 10. 上翅の点列部は通常凹む。もし凹まない場合は斜面部の後縁はえぐられず、また外後角が突出しない。体は頑丈。 —上翅の点列部は第1点列部を除き凹まないが、細点刻の列はある。斜面部の後縁はえぐられ、外後角は突出する。体は細長い。 11. 腹部の第4腹板は後縁に2本の尖がった強い棘をそなえる。上翅斜面部の開始点には第1列間部に大きな棘を、第3, 5, 7列間部には小さな棘をそなえ、外角は垂直な矩形の片となって突出する。前胸背は大き

な心臓形の点刻による斑紋をそなえる。体長は約5.5mm。ルイスナガキクイムシ *Platypus lewisi* Blandford ♂ (図-19) —腹部の第4腹板は棘を欠く。 12. 上翅斜面部の頂上は第2列間部が強く突出し、第3列間部が後方に短く突出する。他の列間部は合体して先端の出っ張りとなっている。前胸背は小孔や点刻による斑紋がない。体長は約4.5mm。カシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus* (Murayama) ♂ (図-20左) —上翅斜面部の頂上には突起を欠く。 13. 前胸背は中溝の両側に3ないし4の丸い小孔をそなえ (図-21), 点刻斑を欠く。体長は約4.6mm。カシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus* (Murayama) ♀ (図-20右) —前胸背は小孔群を欠き、中央後方に点刻斑をそなえるか、またはいずれも欠く。 14. 上翅の両側縁は後方に強く狭まり、長い後端の突起となる。前胸背は点刻斑を欠く。体長は約5.3mm。シナノナガキクイムシ *Platypus severini* Blandford ♂ (図-22左) —上翅の両側縁は強く狭まらず、後端は単純に幅広く丸まる。 15. 前胸背の点刻斑は明瞭。上翅の点列部は後方で細くならずかつ隆起しない。斜面部は瘤を欠き、第8列間部は薄板状にならない。 —前胸背は点刻斑を欠く。上翅の点列部は後方で細く隆起する。斜面部の第3列間部は小さい尖がった突起をそなえる。第8列間部は薄板状になり細鋸歯状。体長は約5.1mm。チュウガタナガキクイムシ *Platypus modestus* Blandford ♂ (図-15) 16. 上翅は基部から先端まで剛毛に被われる。前頭は比較的深く凹み、押圧された中央線の両側に円形の1小孔をそなえる。点刻斑は心臓形で、点刻は前方で小さくなる。体長は約5.5mm。チュウガタナガキクイムシ *Platypus modestus* Blandford ♀ —上翅は後方に剛毛をそなえる。前頭は平坦か、いくらか凹む。小孔は欠く。 17. 上翅の第2, 4列間部は基方で短絡する。前頭は平坦。前胸背は心臓形の点刻斑をそなえる。体長は約5.8mm。ルイスザイノキクイムシ *Platypus lewisi* Blandford ♀ —上翅の第2, 4列間部は基方で短絡しない。前頭は凹む。前胸背の点刻斑は長形。体長は約5.1mm。シナノナガキクイムシ *Platypus severini* Blandford ♀ (図-22右) 18. 上翅の斜面部はえぐられ、斜の押圧された面となり、平滑で光沢が強い。斜面部の周縁は隆起し、いくらか外方にめくれ返る。前胸背は中溝の側方に細いわずかな点刻斑をそなえる。雄。 —上翅の斜面部はえぐられず、顆粒をそなえ光沢が弱い。斜面部は小さく、周縁は隆起しない。前胸背の点刻斑は楕円形か心臓形。雌。 19. 上翅の斜面部は卵形で、下部の湾入部は浅く、斜面部の中央まで達しない。体長は約3.5mm。ヨシブエナガキクイムシ *Platypus calamus* Blandford ♀ (図-18左) —上翅の斜面部は三日月形で、下部の湾入部は深く、斜面部の中央に達する。体長は約3.8mm。カギナガキクイムシ *Platypus hamatus* Blandford ♀ (図-16) 20. 上翅の斜面部外方の突起は先端が丸まる。前胸背の点刻斑は心臓形で、前1/3が細くなる。体長は約3.9mm。ヨシブエナガキクイムシ *Platypus calamus* Blandford ♀ (図-18右) —上翅の斜面部外方の突起は三角形に尖がる。前胸背の点刻斑は楕円形ないし長心臓形で通常後方に丸く狭まる。体長は約4.0mm。カギナガキクイムシ *Platypus hamatus* Blandford ♀ (図-16) ヤチダモノナガキクイムシ *Crossotarsus niponicus* Blandford (図-17) (形態) 19,29,30,66,76 成虫：体長は雄で約5.9mm, 雌で約6.3mm。円筒形。色彩は光沢ある赤褐色で上翅先端は黒ずむ。前胸背の背面は点刻群を欠く。上翅の先端は少し狭まり、外縁角が後方に突出し、後縁は弧状をなして凹む。見かけ上の腹部第1腹板は中央に1本の尖がった長い棘をそなえる。

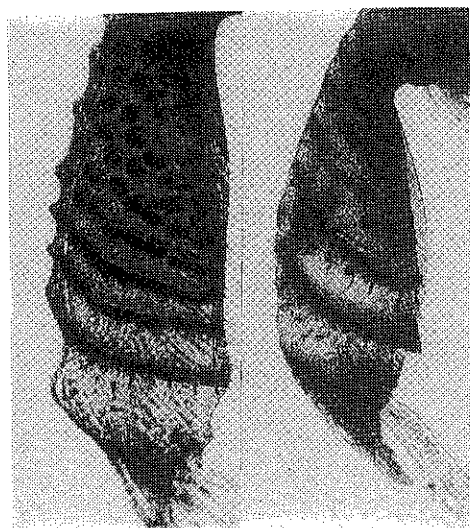


図-10 前脚脛節
左：ソトハナガキクイムシ 雌
右：カシノナガキクイムシ 雌

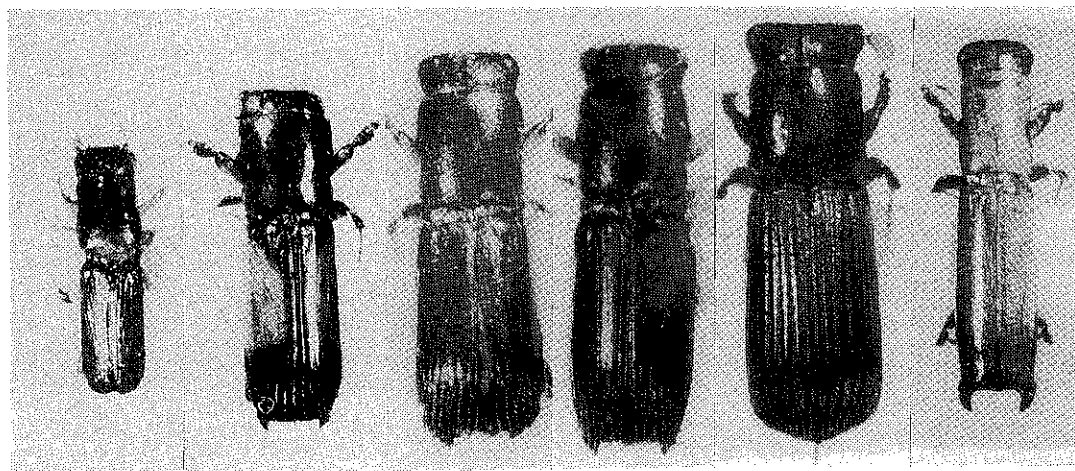
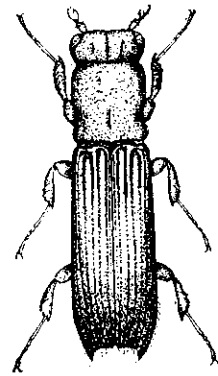


図-11 トゲナガキクイムシ 雌
図-12 カシノコナガキクイムシ 雄
図-13 マルオナガキクイムシ 雄
図-14 ソトハナガキクイムシ 雄
図-15 チュウガタナガキクイムシ 雄
図-16 カギナガキクイムシ 雄



図—17 ヤチダモノナガキクイムシ 雄
(村山より)

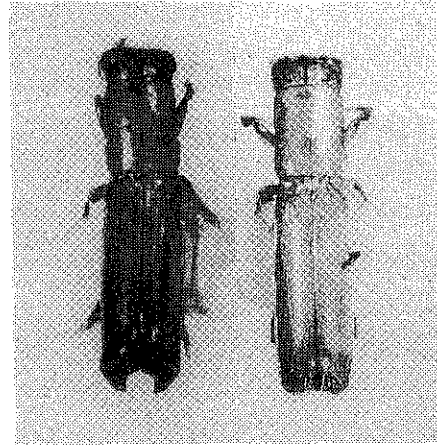
雌の上翅外縁角の突起や腹部の棘は雄に比較して短い。
〔生態と被害〕 26,27,28,29,32,33,34,35,36,57,58,59,60,61,63,65,67,69,70,72,74,76,81)

日本全土に分布する。各種の広葉樹に穿孔する普通種で、ブナ丸太の重要穿孔虫になっている。1年1世代。成虫は5~10月に発生するが、最盛期は7~8月、直径20cm以上の伐採直後の新鮮な大径丸太に穿孔し、樹皮から材の中心部に向い5~12cmの深さの孔道を掘る。この孔道は普通年輪に沿って分岐する。産卵は孔道の先端や分岐孔内で長期間にわたるため、巣の中には各虫態のものが見られる。孵化幼虫は孔道から上下に短孔の個室(幼虫室)を作り、その中で蛹化する。一夫一妻性で雄は穿孔孔近くに、雌は巣の内部にいる。巣建造中には穿孔孔から細繊維状の木粉を排泄し、穿孔孔の周囲にうず高く積まれる。孔道の直径は約2mmで壁面周辺の材はアンブrosiア菌で黒変するが、その外方は環状に白色となる。

ヨシブエナガキクイムシ *Platypus calamus* Blandford (図—18)

〔形態〕 19,29,30,66,76)

成虫：体長は雄で約3.5mm, 雌で約3.9mm。細長い円筒形。光沢ある黄褐色ないし赤褐色, 上翅の後方は暗褐色となる。雄は前胸背の中央線両側に幅狭い点刻群をそなえる。上翅斜面部は斜に裁断され、卵形でその縁は



図—18 ヨシブエナガキクイムシ
左：雄 右：雌

高く隆起して角張り、下部後縁は斜面部の長さの約1/3に達する凹陷部をそなえる。雌の前胸背の点刻群は幅広い心臓形となり、上翅斜面部は小さく雄に見られるような特徴は縮小する。

〔生態と被害〕 32,33,34,35,36,57,58,59,60,61,63,65,68,69,81,96)

日本全土に分布し、各種の広葉樹につくほか、モミからも記録されている。年1世代。成虫は6~9月に出現し、樹皮を通過して材の中心に向って穿孔して産卵する。幼虫は短孔を掘って発育し、老熟するとその先端で蛹化する。孔道の直径は1mmであるが、幼虫室は10~20cmの深さのところ縦横に作られる。

本種に近縁のカギナガキクイムシ (*Platypus hamatus* Blandford) (図—16) は体が大きく(3.6~4.0mm), 雄成虫の上翅斜面部の凹陷部は深く大きく、斜面部の半分に達し、その両側角は長く突出する。北海道、本州、九州に分布し、各種の広葉樹に穿孔する。生態はヨシブエナガキクイムシに類似するが、個体数はやや少ない。

ルイスナガキクイムシ *Platypus lewisi* Blandford (図—19)

〔形態〕 19,76,66,81)

成虫：体長は雄で約5.5, 雌で約5.8mm。細長い円筒形。前胸背は中央線周辺に小点刻群による心臓形の斑紋をそなえ、これは雌では大きくなる。雄は上翅後方の斜

ナガキクイムシ同様な材部に穿孔する。

カシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus* Murayama (図—20, 21)

〔形態〕 19)

成虫：体長は雄で約4.5mm, 雌で約4.6mm。細長い円筒形。光沢ある暗褐色。雄の前胸背はやや長方形で背面基部に短い中央線をそなえるが、小孔や点刻群を欠く。上翅は側縁の基方2/3が平行し、その後先端に狭まり、第2列間部は斜面部の開始点で強く突出し、第3列間部では後方に短く突出する。これより外方の列間部は合体して後端の出っ張りを形成する。雌では前胸背の中央線周辺に心臓形の平坦部があり5~10個の黒線で囲まれた円孔をそなえる(図—21)。上翅斜面部は雄に見られるような突起を欠き単純となる。

〔生態と被害〕 21,22,29,36,57,58,59,60,61,63,65,81,104,113,114,121)

本州、四国、九州、沖縄に分布し、加害樹はクスギ、ナラ類、カシ類、シイ類、カナクキノキ、ナナメノキ、サクラなどのほかスギからも記録されている。1年1世代。成虫は5月下旬~10月に出現するが、盛期は6~7月である。一夫一妻性。成虫は樹皮を通り中心に向い、心材に達すると年輪に沿って曲る。14cmぐらい穿孔すると彎曲部から反対方向に年輪に沿って約12cmの孔道を穿ち、さらに分岐孔を作る。幼虫は分岐孔から短孔を掘り

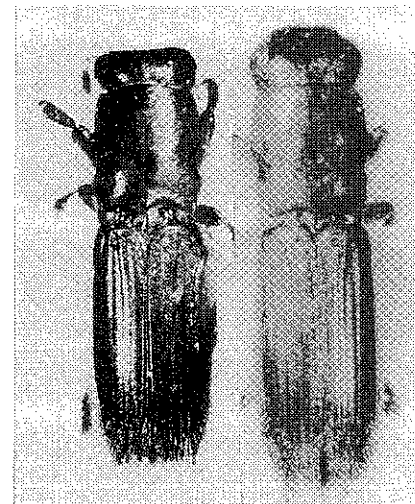


図—19 ルイスナガキクイムシ 雄

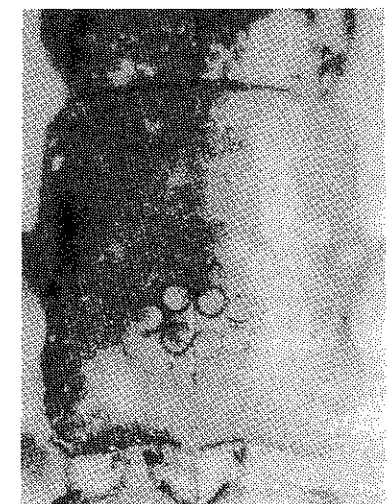
面部の開始点に第1列間部では大きな棘を、第3, 5, 7列間部には小さな棘をそなえ、外角は垂直の矩形片となって突出する。雌ではこれらの棘や突起を欠く。見かけ上腹部第4腹板は後縁に2本の尖がった強い棘をそなえる。

〔生態と被害〕 29,36,58,59,60,61,63,65,81)

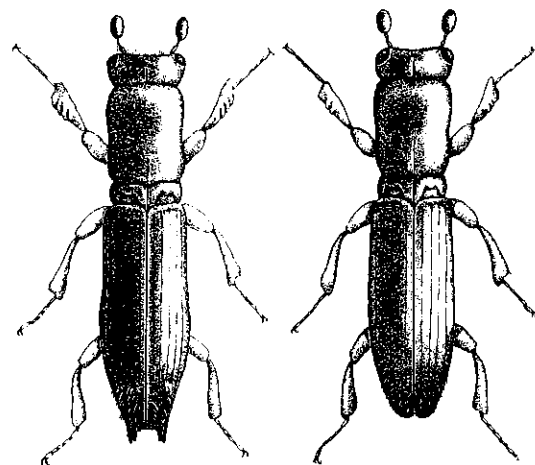
北海道、本州、九州の各地に生息するが、分布の広いわりには個体数があまり多くない。カンバ、ブナ、ナラ類、カシ類、クリ、トチノキ、ハリギリなどの広葉樹に穿孔するほか、モミ、スギからも記録されている。他の



図—20 カシノナガキクイムシ
左：雄 右：雌



図—21 カシノナガキクイムシ 雌
前胸背の小孔群



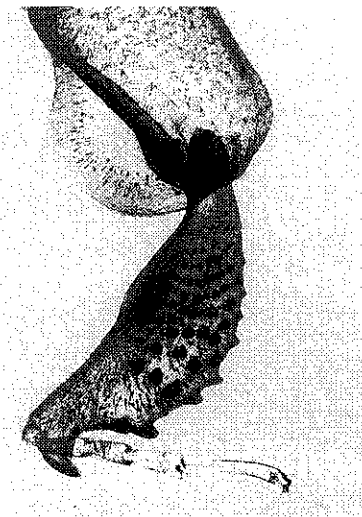
図—22 シナノナガキクイムシ
左：雄 右：雌
(農林省林業試験場北海道支場より)

蛹化する。一般に乾燥の進んでいない伐倒丸太を好む。緑葉のついたマテバジイ、ナラ類の生立木に穿孔して集団枯損を発生させることもあるが^{21,22,55,113,114,121}、これらは、少なくとも本州日本海沿岸で筆者の見た範囲では、老齡過熟木やナラタケ病被害木などなんらかの原因で衰弱した木に穿入したものである。

シナノナガキクイムシ *Platypus severini* Blandford
(図—22)

[形態]^{29,30,66}

成虫：体長は雄で約5.3mm, 雌で約5.1mm。円筒形。光沢ある赤褐色ないし暗褐色, 上翅の後方は黒色。前胸



図—23 ミカドキクイムシ前脚

背はやや長形で側縁が凹み, 雌では中央線両側に長円形の点刻群がある。雄の上翅は徐々に先端に細くなり, 左右2個宛ての歯状突起になる。雌の上翅は先端が単純に丸まる。

[生態と被害]^{29,30,31,32,33,34,35,36,55,56,57,58,59,60,61,63,65,68,69,76,81,96}

北海道, 本州, 四国, 九州に分布し, 各種の広葉樹に穿孔する。1年1世代。成虫は5~9月に出現し, 最盛期は7~8月, 新鮮な伐倒木などの樹皮を通り材の中心部に向って直径1.5mm長さ6~7cmぐらいの直孔を掘るが, 中には深く10数cmにおよぶものや左右に曲ったり分岐することもある。孵化幼虫は孔道から縦軸方向の上下に7~10本の分岐孔を作り, この先端で蛹化する。食痕は長梯子孔を形成する。

つづく



天敵微生物による森林害虫の防除

島津 光明*

I はじめに

昆虫も他の動物と同様, さまざまな病気に侵される。昆虫に致命的な病気を引き起こす病原微生物は, 生態的あるいは応用的な観点からみると, 一般に天敵微生物と呼ばれることが多い。また, 天敵微生物を利用した害虫の防除法を, 微生物的防除法と呼ぶ。

農林業の害虫を防除するために天敵微生物を用いる考え方は古くからあり, 中国ではかなり昔からカイコの病原糸状菌を使ったという記録が残っている (Li and Yang, 1988)。病原微生物と害虫の名前が明らかな最初の記録は Metschnikoff (1879) で, これを皮切りに, その後各国で微生物的防除の研究が科学的に行われるようになった。ところが, 第2次世界大戦以降は, 合成化学農薬が使用されるようになり, その的確な効果と即効性により急速に普及し, 薬剤が害虫防除法の主流となった。しかし, 化学農薬一辺倒の使用は, しばしば指摘されているとおり, 各種の問題を引き起こしたため, 近年再び, 微生物を含む天敵を利用した害虫の生物的防除法が見直されつつある。また, 生物工学的手法で改良された天敵微生物も利用され始めている。

II 微生物的防除法の特徴

化学農薬に頼った害虫防除は, 以下のような問題を引き起こした。①薬剤やその分解物の残留により環境を汚染する。②薬剤が天敵類に悪影響をおよぼし, 害虫を殺すことが目的であるにもかかわらず, かえって次世代の害虫を増加させる (リサージェンス)。同様の原因で, 別の昆虫が害虫化する。③薬剤の連用で殺虫剤抵抗性の害虫が出現する。

*農林水産省森林総合研究所 SHIMAZU Mitsuaki

一方, 天敵微生物は化学農薬に比べ次のような長所をもっているため注目されている。①選択性が高く, 天敵相に対する悪影響が少ない。②人畜に対する安全性が高い, また, 自然物なので環境を汚染しない。③害虫が抵抗性を獲得しにくい。

しかし, 同時に次のような短所もある。①選択性が高いため, 適用害虫に限られ, 複数害虫の同時防除がしにくい。②BT剤などの例外を除き, 即効性に欠ける。③量産が難しく, 現状ではコストが高い。

このような長所, 短所があるため, 天敵微生物はその特徴を活かした使い方をすべきであり, 化学農薬にとって代わって天敵微生物だけでいつでも害虫防除ができる, というのは過剰な期待である。

III 天敵微生物利用の考え方

微生物的防除に利用される天敵微生物は, 病原力, 生産性, 安全性, 保存性, 野外での生存力, 農薬の影響等を考慮して選定され, 次のような方法で利用される。

一つは, 天敵微生物を害虫個体群密度抑制要因として新しく導入し, 定着を図る方法 (微生物導入) である。この方法は害虫の被害許容密度が比較的高い場合に用いられる。

もう一つは化学農薬と同様に, 一時的に大量の天敵微生物を処理して害虫を駆除し, 天敵微生物の定着は期待しない方法 (短期的防除) で, このような使い方をすると天敵微生物製剤は微生物殺虫剤と呼ばれる。

このほかに, 両者の中間的な方法を接種的導入という場合もある。最近では, 天敵微生物を農薬的に使うやり方が多い。これは人工的に導入した病原で自然界に流行病を起こすことが, かつて期待されていたほど多くないことがわかってきたためと, 最近では微生物防除材の生産

に私企業が参画することが多くなってきたためであろう。農業分野では1年生の作物が多く、環境が耕耘などで毎年作り替えられることが多いので、天敵微生物の利用法はほとんど必然的に農薬の使用法になる。林業苗畑も農業と類似の考え方ができる。これに対し森林では、永年作物で、環境も余り変わらない、材を直接加害するものを除き害虫の被害許容密度が高い、などの理由から、いずれの方法も可能であり、さらに微生物的防除の場としては好適であるといえる。

IV 天敵微生物の種類と特性

昆虫の病原微生物としては、ウイルス、細菌、糸状菌、原生動物等がある。また、昆虫寄生性線虫も微生物ではないが、しばしば含めて扱われる。ここでは、これらの応用上の特徴を記すが、生物学的特徴や病理のメカニズムなどは、教科書(福原, 1979)等を参照されたい。

1. ウイルス

昆虫に寄生性を持つウイルスを昆虫ウイルスと呼ぶ。主要なものは表-1のような種類があり、この他にマイナーな昆虫ウイルスが何種類かある。この中でNPVとGVはウイルス粒子が封入体に包埋されていて保存性がよく、また流行性も強いので、害虫防除にとくによく利用され、商品化された製剤も多くある。また、CPVやOBVも防除剤として利用されることがある。

昆虫ウイルスは、一般的に宿主特異性が高いという特徴がある。しかし、特異性が高すぎて、同属の宿主でも別種には感染しないことも多く、これが欠点の一つになっている。また、ウイルスは生細胞でしか増殖しないため、量産のためには宿主昆虫を大量飼育する必要があり、コ

スト高の原因となっている。培養細胞での増殖も試みられている(Hink, 1982)が、培地が高価なことや培養細胞で増殖したウイルスは病原性が低いなど、まだ現状では問題が多い。

2. 細菌

主要な昆虫寄生性の細菌を表-2に示す。この中で、害虫防除に利用されているものの大部分は*Bacillus*属で、中でもとくに多く使われているのは*Bacillus thuringiensis* (B.t.)である。

B.t.は、鞭毛抗原の血清型やエステラーゼ型を異にする多くの変種に分けられている。本菌は、芽胞形成と共に、菌体の中にδ内毒素と呼ばれるタンパク性の結晶を作る。この結晶は、通常は鱗翅目昆虫の幼虫に、特別の変種では双翅目や甲虫目に対して強い殺虫力がある。δ内毒素の他にも、α外毒素やβ外毒素と呼ばれる別の毒素を生産する変種もある。自然界で昆虫個体群に流行病を引き起こすことは少ないが、培養性・保存性・安全性が高いうえ、即効性があるので各国で生産され、BT剤と呼ばれて微生物殺虫剤の代表的存在になっている。

微生物殺虫剤としては、本菌の生菌を含む製剤と、生菌を殺して毒素だけを有効成分とした製剤がある。最近の研究では、δ内毒素形成の遺伝子を植物体に組み込み、害虫に対する抵抗性をもたせる育種方法が開発されている(Vaech et al., 1987)。また、遺伝子導入により、別種細菌*Pseudomonas fluorescens*にδ内毒素を生産させ、そのまま菌体内に封入させ、マイクロカプセル化する方法も開発されている。この方法による製剤は、野外試験の結果、普通のBT製剤より残効が大きく延び、コナガの防除効果も優っている(Soars, 1991)。

表-1 主要な昆虫ウイルスの種類と性状

科名	属名	和名	略称	核酸	粒子の形態	封入体	宿主
Baculoviridae	<i>Baculovirus</i>	核多角体病ウイルス	NPV	複鎖DNA	棒状	多角体	鱗翅目, 膜翅目など
		顆粒病ウイルス	GV	〃	〃	顆粒体	鱗翅目
		マレー病ウイルス	OBV	〃	〃	なし	タイワンカブトムシ
Reoviridae	<i>Cypovirus</i>	細胞質多角体病ウイルス	CPV	複鎖RNA	正20面体	多角体	鱗翅目, 双翅目など
Poxviridae	<i>Entomopoxvirus</i>	昆虫ボックスウイルス	EPV	複鎖DNA	れんが状	楕円体・紡錘体	甲虫目, 鱗翅目など
Iridoviridae	<i>Iridovirus</i>	イリデッセントウイルス	IV	複鎖DNA	正20面体	なし	鱗翅目, 甲虫目など
Parvoviridae	<i>Densovirus</i>	濃核病ウイルス	DNV	単鎖DNA	正20面体	なし	鱗翅目, 膜翅目など

このほかに、本属では、カの幼虫に寄生する*Bacillus sphaericus*, コガネムシの幼虫に寄生する*Bacillus popilliae* (乳化病菌)などが利用されており、後者はマメコガネの殺虫剤として市販されている。

3. 糸状菌

表-3に主な昆虫病原性糸状菌を挙げておく。宿主特異性は高いものから低いものまで菌種により異なる。一部の特異性の高いものを除き、培養は容易である。菌種

表-2 主要な昆虫病原性細菌の種類と性状

科名	属名	グラム染色性	形態
Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	+	桿菌
Enterobacteriaceae	<i>Serratia</i>	-	桿菌
Pseudomonaceae	<i>Pseudomonas</i>	-	桿菌
Streptococcaceae	<i>Streptococcus</i>	+	球菌
Rickettsiaceae	<i>Rickettsiella</i>	-	桿菌

表-3 主要な昆虫病原性糸状菌

亜門	綱	目	科	属	宿主
鞭毛菌	Chytridiomycetes	Blastocladales	Coelomomycetaceae	<i>Coelomomyces</i>	双翅目
	Oomycetes	Lagenidiales	Lagenidiaceae	<i>Lagenidium</i>	双翅目
接合菌	Zygomycetes	Entomophthorales	Ancylistaceae	<i>Conidiobolus</i>	鱗翅目, 半翅目など
			Entomophthoraceae	<i>Entomophaga</i>	鱗翅目, 直翅目など
				<i>Entomophthora</i>	双翅目, 半翅目など
				<i>Erynia</i>	鱗翅目, 半翅目など
			<i>Massospora</i>	半翅目	
			<i>Strongwellsea</i>	双翅目	
			Neozygitaceae	<i>Neozygites</i>	半翅目, ダニなど
子のう菌	Pyrenomycetes	Clavicipitales	Clavicipitaceae	<i>Cordyceps</i>	鱗翅目, 甲虫目など
		Ascosphaerales	Ascosphaeraceae	<i>Ascosphaera</i>	ミツバチ
		Laboulbeniales	Laboulbeniaceae	<i>Laboulbenia</i>	甲虫目
担子菌	Hymenomycetes	Septobasidiales	Septobasidiaceae	<i>Septobasidium</i>	半翅目
不完全菌	Coelomomycetes Hyphomycetes	Sphaeropsidales	Nectrioidaceae	<i>Aschersonia</i>	半翅目
				<i>Akanthomyces</i>	鱗翅目など
				<i>Aspergillus</i>	鱗翅目, 甲虫目など
				<i>Beauveria</i>	鱗翅目, 甲虫目など
				<i>Fusarium</i>	半翅目など
				<i>Gibellula</i>	クモなど
<i>Hirsutella</i>	鱗翅目, 半翅目など				
<i>Hymenostilbe</i>	鱗翅目, 脈翅目など				
<i>Metarhizium</i>	甲虫目, 鱗翅目など				
<i>Nomurea</i>	鱗翅目				
<i>Paecilomyces</i>	鱗翅目, 甲虫目など				
<i>Verticillium</i>	鱗翅目, 甲虫目など				

により異なるが、疫病菌類や一部の硬化病菌は流行病を起こす。微生物的防除材として重要なものには以下のようなものがある。

昆虫疫病菌類(Entomophthorales)は、不完全菌の硬化病菌類と並んで、昆虫病原菌の中で最も重要なグループといえる。その名のとおりに昆虫にしばしば激しい流行病を起こすので、半翅目、鱗翅目、双翅目、直翅目などに対して微生物的防除への利用が試みられている。

培養は容易ではないが大部分の種について可能である。

大部分の昆虫病原性不完全菌類は、感染した虫を硬化させるので総称して硬化病菌類と呼ばれる。培養は普通きわめて容易で、病原性も強いものが多い。多くのものが微生物防除剤として利用されている。不完全菌類の内*Aschersonia aleyrodes*は硬化

病菌類とは異なり、分生子果不完全菌綱に属するもので、カイガラムシやコナジラミの防除に利用されている。

糸状菌は、一般に高い湿度を要求し環境により防除効果変動しやすい。しかし、経皮的に感染する、という他の病原にない特徴があるほか、多くは、培養が容易で宿主域が比較的広い等の利点があり、微生物的防除の素材としては重要である。中でも *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii* および *Hirsutella thompsonii* は製剤化されて市販されている。

4. 原生動物

原虫ともいう。生活様式や増殖法などは非常に複雑で、一つの種でも宿主により形態や増殖法が異なる場合がある。昆虫に病気を起こす主な原虫の種類を表-4に示す。マイナーな属は省略したが、主要な種は微孢子虫門に多く含まれている。このグループのものには経卵巣伝染するものもある。宿主に対する特異性は比較的高い。

微生物的防除への利用が研究されているのは *Nosema* 属で、*Nosema bombycis*, *Nosema heterosporum*, *Nosema locustae* などを、マツカレハ、バッタ等の防除に利用した例がある(長谷川・小山, 1937; Wilson, 1982)。*N. locustae* は *Noloc* という名で製

表-4 主要な昆虫病原性原生動物

門	綱	属	宿主
微孢子虫	Microsporea	<i>Pleistophora</i>	甲虫目, 双翅目など
		<i>Thelohania</i>	〃
		<i>Nosema</i>	鱗翅目, 直翅目など
真孢子虫	Sporozoea	<i>Mattesia</i>	甲虫目, 鱗翅目など
		<i>Lankesteria</i>	甲虫目, 直翅目など
		<i>Adelina</i>	甲虫目, 双翅目など

表-5 主要な昆虫寄生性線虫

綱	目	属	殺虫機作	宿主
双器類	Dorylaimida	<i>Romanomermis</i> など	寄生による機械的破壊	鱗翅目, 双翅目など
双腺類	Rhabditida	<i>Steinernema</i>	共生細菌による敗血症	鱗翅目, 甲虫目など
		<i>Heterorhabditis</i>	〃	〃
		<i>Deladenus</i>	卵巣破壊による不妊化	膜翅目

剤化されている。

5. 線虫

微生物ではないが、昆虫寄生性のものは天敵微生物に含めて扱うことが多い。重要なものは表-5のとおりである。感染は経皮(糸片虫類)または経口・経肛門(*Steinernema* 類)。死因は糸片虫では線虫脱出による出血, *Steinernema* 類では共生細菌の増殖による敗血症, *Deladenus* では直接の殺虫ではなく宿主の卵巣に寄生するため次世代の卵を殺す。

Romanomermis culicivora はカの微生物防除に利用されている(Finney, 1981)。*Steinernema feltiae*(= *Neoplectana carpocapsae*), *S. kushidai* などが微生物的防除に利用が試みられており(Kaya, 1985, Koizumi et al., 1988), 前者は腐肉等を材料にした培地で生産され, 生物農薬として市販されている。*Deladenus siricidicola* はオーストラリアでマツを加害するキバチ *Sirex noctilio* に寄生し, 雌の宿主卵巣内の卵を殺すため, キバチの微生物的防除に用いられた(Bedding and Akhurst, 1974)。

V 林業における天敵微生物の利用

天敵微生物による防除の成功例は数多くあるが、ここでは森林・林業に関連した実例を示す。

1. ウイルスの利用

(1) マイマイガに対するNPVの利用

マイマイガは各種樹木を食害し、大発生しやすいので世界各地で重要な森林害虫となっている。本種が大発生するとしばしばNPVによる流行病が発生し、個体群崩壊の重要な要因になっ

ていることが多い。このため、NPVを防除に利用する試みは各国で行われてきた。

アメリカ合衆国では、マイマイガはヨーロッパから19世紀中頃に侵入した害虫であるが、NPVの利用は1960年代から研究が開始された。1960年代から1970年代前半は、主に人工飼料の開発、生物検定法の確立と、それによるウイルス系統の選抜が行われた。凍結乾燥による製剤化の方法も確立された。最初の野外試験は1963年に地上散布により行われ、処理区では幼虫の死亡と、翌年の卵塊の減少がみられた。1970年代から本格的な野外試験が行われ、添加物、ウイルス濃度、散布時期・回数、ノズルの種類などの最適条件が決定された。そして、1978年にはこの製剤はGypchekという名前でアメリカ環境保護庁から登録許可された。本剤は食樹の葉が一部展開して1、2齢幼虫がいる時期と、その5~10日後で4齢前の2回、2.5×10¹¹多角体/haの割合で空中散布することが推奨され、1979年にはアメリカの6州で合計4,000haの森林に使用された。本剤の散布で、食害防止、次年度の卵塊数の減少などについて、多くの場合満足すべき効果が得られている(Lewis, 1981; Cunningham, 1982; Bell et al., 1981; Shapiro et al., 1981)。

マイマイガNPVはこのほかにもソ連、カナダ、イタリア、西ドイツ、ルーマニア、ユーゴスラビアなどでも防除に利用されている(Cunningham, 1982)。

(2) その他森林害虫に対するウイルスの利用

ベイマツ等を加害するドクガの一種、*Orgyia pseudotsugata* のNPVはTM Biocontrol-1の名前でアメリカで登録されている。森林害虫では、マツを加害するハバチ類、ハマキガの一種でトウヒの害虫、*Choristoneura fumiferana*、日本の各種広葉樹の害虫クワゴマダラヒトリ、そのほかNPVによる防除例は多くある(Cunningham, 1982; 国見, 1986)。

その他、GVもハマキガの一種、*Choristoneura fumiferana* や、日本では森林害虫ではないが樹木害虫のリングコカクモンハマキ、チャノコカクモンハマキ、チャハマキ(Sato et al., 1986)などの防除に利用されている。

CPVを害虫防除に利用した例としては、わが国にお

ける、マツカレハとハラアカマイマイの防除例がある。マツカレハCPVは、マツケミンという名でわが国の林業薬剤として登録されている。本剤はCPVを接種して飼育したマツカレハ幼虫を磨砕、濾過して得られたCPVの多角体にシリカ粉末と展着剤、乳化剤を加えたものである(Katagiri, 1981)。また、ハラアカマイマイの場合は、NPVとCPVの混合物を散布した結果、はじめはNPVが、のちにCPVによる病気が流行し、さらに羽化した成虫もCPVを保有していた(片桐, 1977)。

2. 細菌の利用

(1) *Choristoneura fumiferana* に対するB.t.の利用

Choristoneura fumiferana は北米大陸でモミ・トウヒ類を食害するハマキガの一種で、防除にB.t.が最もよく利用されている森林害虫の一つである。カナダでは1970年代からBT剤の空中散布による本種の防除試験が行われ、これら一連の防除試験についてMorris(1982)がまとめている。それによるとThuricideとDipelの2種類のBT剤を用いて10億国際単位/ha前後の量のB.t.を空中散布したところ、最高で個体群の90%以上の減少、食害の完全防止という好結果が得られた。この効果は樹種により異なり、*Abies balsamia*の方が*Picea glauca*より効果が高かった。これは樹種によって葉への付着量や葉の腐朽速度のちがいによる芽胞の残効が異なるためと考えられた。1970年代後半には、acephateなどの化学殺虫剤やキチナーゼを添加する試験が行われ、殺虫効果・食害防止に相乗効果がみられた。

3. 糸状菌による防除

(1) コガネムシ類幼虫に対する*Beauveria brongniartii*, *Metarhizium anisopliae* の利用

コガネムシ類幼虫は、ヒノキなどの苗畑で根切虫と呼ばれ最も重要な害虫であるが、1950年代には有効な防除手段がなかった。林野庁は、長谷川・小山(1941)がコガネムシ幼虫から分離し、*Isaria kogane*と命名した菌を(のちにde Hoog(1972)により*B. brongniartii*の異名とされた)根切虫の防除剤として事業生産し、全国の苗畑に配布することを計画した。量は1950年から長野県と愛知県の2カ所の微生物培養所で行われ

た。液体培地で培養した種菌を乾燥蚕蛹に植えて増殖し、乾燥した後、袋詰めして製品として出荷された。*I. kogane* を培養した蚕蛹は、長野と愛知で1953年までに合わせて約182トンが生産され、全国約150の苗畑で使用された。しかし、施用直後から効力がない、環境による相違が著しい等の理由で、生産は1953年で中止された。

一方、1952年、長野の培養所ではオースボラと呼ばれる病原性の強い菌を分離した。この菌は、その特徴から今日の *M. anisopliae* だと考えられる。室内実験と野外実験ののち、3営林局における試用で好評を得たので、*I. kogane* の方法・施設をそのまま使ってこの菌の生産が始められ、1956年までに約89トンが生産された。営林局苗畑での実用結果のアンケート調査で、全体の86%がこの製剤の効果を認めた。しかし、ちょうど同時代に出現した化学殺虫剤が著しく安価であったのに対し、価格の高価な培養菌は特別会計制度(国有林野事業)下にそわないとの理由でこの培養事業は1956年で終了した。この事業に関して、さらに詳しくは報告書(下島, 1957 a; b; 1958a; b; c; 浜, 1959)を参照されたい。

その後、林業試験場で、新しい分離菌株を使用して防除試験が行われ、(串田ら, 1974, 1981; 藤下ら, 1974, 1975; 青木ら, 1975)、パーク堆肥への混入、米による培養、ホホワイトカーボン(シリカ粉末)による後培養等の方法が開発された。

ヨーロッパでもコフキコガネの一種 *Melolontha melolontha* に対して *B. brongniartii* を利用した防除が行われ、分生子の土壤注入で流行病と次世代までの病気の残存を引き起こした(Ferron, 1978)。

(2)マツカレハに対する *Beauveria bassiana* の利用
かつてはマツカレハは日本のマツの最も重要な害虫であった。日高(1933)は天敵を利用した本種の防除法を研究し、その一つとして、*B. bassiana* の利用法を開発した。菌の増殖は、自然発生したマツカレハ幼虫を採集し、それに病死虫上に形成された *B. bassiana* 分生子を水に懸濁したものを散布接種し、多数の病死虫を得ることにより行った。これをマツカレハ発生地の風上の尾根に、2~3mおきに針金で枝に固定することにより施用した。その結果、平均で70%、最高で91.5%の死亡

率が得られた。

中国では、今日でもマツカレハ類は重要害虫で、これらの防除に卵寄生蜂と共に、*B. bassiana* を利用している。散布は、通常の地上散布や空中散布のほか、足場の悪いところでは花火のように砲筒から打ち上げて、空中で炸裂させる方法も用いられているという。

(3)その他害虫への糸状菌の利用

マツ材線虫病の病原の媒介者、マツノマダラカミキリに対して *B. bassiana* 等の利用法の研究が行われてきた(片桐・島津, 1980; 島津・串田, 1980; 島津ら, 1982, 1983)。被害木以外への菌の広がりを抑えるため、対象となる枯損木だけに穿入するキクイムシに菌を媒介させたり(遠田ら, 1989)、種駒状のものに菌を培養して枯損木に打ち込む等の新しい施用法も開発されている。森林害虫ではないが樹木害虫では、クワを加害するキボシカミキリ、果樹や緑化樹を加害するゴマダラカミキリ等に *B. brongniartii* を施用する研究も行われ、非常に高い防除効果が上がっている(河上・島根, 1986; 柏尾・氏家, 1988; 橋本ら, 1989; 柏尾・堤, 1990; 堤ら, 1990)。

VI おわりに

化学農業に頼ってきたこれまでの害虫防除法のもたらす様々の問題から、微生物的防除法への期待は今後ますます高まってゆくにちがいない。とくに森林は、微生物的防除法を利用するには適した条件にある。このためにも今後とも天敵微生物を利用した防除試験のデータを蓄積する必要がある。現状では、天敵微生物は、宿主範囲や即効性等で使いにくい面があり、また、的確性やコストなどまだ化学殺虫剤に比べ劣る面をもっている。後者については、より効果的・確実に、害虫を殺す施用方法や条件を見つけたり、生産法を改良することによりコストダウンをはかるなど今後改善できるであろう。前者については、広い宿主範囲をもつ、あるいは即効性がある、などの点に優れた新種の天敵微生物が自然界から今後発見されることは、あまり期待できない。そこで、現状の欠点を補うには生物工学的手法を利用した微生物育種等により解決してゆくことになろう。しかし、その結果、

微生物が化学殺虫剤に完全にとって代わり、農業が不用になるとは考えられない。むしろ、天敵微生物に化学農業のような即効性などを求めるのではなく、今後はそれぞれの特徴を活かした使用方法をすべきだし、それらを組み合わせた防除体系を確立する必要がある。また、強力な微生物の作出ばかり狙うことはすべきではない。新しい技術で化学殺虫剤並の力を備えた人工微生物を創って害虫を全滅させることがたとえてきても、もはや天敵の利用とはいえないし、やがてはかつての化学殺虫剤が引き起こしたと同様に、その時点では気づかなかった新たな問題を後に引き起こすことになりかねない。生物的防除法の本来の主旨は、生態系のバランスを保とうとする自然の力を利用することだ、ということをお忘れなくにしたい。

引用文献

- 1) 青木襄児・片桐一正・串田 保 (1975): コガネムシに寄生する3種糸状菌. 応動昆 19: 17-22.
- 2) Bedding, R. A., and R. J. Akhurst (1974): Use of the nematode *Deladenus siricidicola* in the biological control of *Silex noctilio* in Australia. J. Aust. Ent. Soc. 13: 129-135.
- 3) Bell R. A., C. D. Owens, M. Shapiro, and J. R. Tardif (1981): Development of mass rearing technology., In "The Gypsy Moth: Research Toward Integrated Pest Management", Doane C. C. and M. L. McManus eds., USDA A Technical Bulletin 1584, USDA, Washington D. C., pp. 599-633.
- 4) Cunningham, 1982: Field trials with baculo virus: Control of Forest insect pests., In "Microbial and Viral Pesticides" (E. Kurstak ed.) Marcel Decker, Inc., New York, pp.335-386.
- 5) 遠田暢男・五十嵐正俊・福山研二・野淵 輝 (1989): キイロコキイムシを伝播者としたポーベリア菌によるマツノマダラカミキリの防除(予報). 100回日林論 579-580.
- 6) Ferron, P. (1978): Biological control of insect pests by entomogenous fungi. Ann. Rev. Entomol., 23: 409-442.
- 7) Finney, J. R. (1981): Potential of nematodes for pest control., In "Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980", H. D. Burges ed., Academic Press, New York, pp. 595-601.

- 8) 藤下章男・串田 保・片桐一正 (1974): 糸状菌による苗畑コガネムシの防除 (II) -適用試験-. 85回日林論 215-216.
- 9) 藤下章男・串田 保・片桐一正 (1975): 糸状菌による苗畑コガネムシの防除 (III) -土壌全面混和による実用化試験-. 86回日林論 374-376.
- 10) 福原敏彦 (1979): 「昆虫病理学」, 学会出版センター, 東京, 218pp.
- 11) 浜 武人 (1959): 一わが国において応用された一寄生菌によるコガネムシ類幼虫の防除法. 長野林友 12月号 22-45.
- 12) 長谷川孝三・小山良之助 (1937): 森林害虫の病原に関する調査並に其応用的価値に就て(予報). 帝室林野林試報 3: 1-26.
- 13) 長谷川孝三・小山良之助 (1941): 森林害虫の生物学的駆除特に虫寄生伝染性病原体の応用に関する研究. 帝室林野林試報 4: 1-74.
- 14) 橋本祥一・柏尾具俊・堤 隆文 (1989): 昆虫病原菌 *Beauveria brongniartii* によるゴマダラカミキリの生物的防除に関する研究. 第2報 ウレタンフォーム培養菌の樹幹バンド処理の効果. 九病虫研会報 35: 129-133.
- 15) 日高義實 (1933): 天敵應用松枯蝨駆除に就て. 林学会雑誌 15: 91-101.
- 16) Hink, W. F. (1982): Production of *Autographa californica* nuclear polyhedrosis virus in cells from large-scale suspension cultures. in "Microbial and Viral Pesticides", E. Kurstak ed., Marcel Decker, Inc., New York, pp. 493-506.
- 17) Hoog, G. S. de (1972): The genera *Beauveria*, *Isaria*, *Tritirachium* and *Acrodontium* gen. nov.. Stud. Mycol. Baarn 1: 1-41.
- 18) 柏尾具俊・氏家 武 (1988): キボシカミキリ由来の天敵糸状菌 *Beauveria tenella* のゴマダラカミキリに対する病原性と殺虫効果. 九病虫研会報 34: 190-193.
- 19) 柏尾具俊・堤 隆文 (1990): 昆虫病原糸状菌 *Beauveria brongniartii* によるゴマダラカミキリの生物的防除に関する研究. 第3報 菌の施用方法と殺虫効果. 九病虫研会報 36: 169-172.
- 20) 片桐一正 (1977): ハラアカマイマイのウイルス病の生態に関する研究. 林試研報 294: 85-135.
- 21) Katagiri, K. (1981): Pest control by cytoplasmic polyhedrosis viruses., In "Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980", H. D. Burges ed., Academic Press, New York, pp.433-440.
- 22) 片桐一正・島津光明 (1980): マツノマダラカミキリの天敵微生物. 森林防疫 29: 28-33.

- 23) 河上 清・島根孝典 (1986): 昆虫病原菌 *Beauveria tenella* を利用したキボシカミキリの微生物的防除. 日蚕雑, 55: 227-234.
- 24) Kaya, H. K. (1985): Entomogenous nematodes for insect control in IPM systems., In "Biological Control in Agricultural IPM Systems", Hoy, M. A., and D. C. Herzog eds., Academic Press, New York, pp.283-302.
- 25) Koizumi, C., T. Kushida, and J. Mitsuhashi (1988): Preliminary field tests on white-grub control by an entomogenous nematode, *Steinernema* sp. 日林誌, 70: 417-419.
- 26) 国見裕久 (1986): クワゴマダラヒトリ核多角体病の病理生態学的研究. 東京蚕試報 2: 1-93.
- 27) 串田 保・片桐一正・藤下章男 (1974): 糸状菌による苗畑コガネムシの防除(I) -施用菌の増殖-. 85回日林誌 214-215.
- 28) 串田 保・片桐一正・島津光明 (1981): 育苗における根切虫防除のための天敵微生物使用形態について. 92回日林誌 355-356.
- 29) Li, Yunwei, and J. Yang (1988): Prospects for the use of entomogenous fungi against forest pests., In "Study and Application of Entomogenous Fungi in China Vol.1" Division of Entomogenous Fungi, Chinese Society of Mycology Editorial Board for Study and Application of Entomogenous Fungi in China eds. Academic Periodical Press, Beijing, pp.10-14.
- 30) Lewis, F. B. (1981): Control of gypsy moth by a baculovirus., In "Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980", H. D. Burgess ed. Academic Press, New York, pp.363-377.
- 31) Metschnikoff, E. (1879): Diseases of the larva of the grain weevil. Insects harmful to agriculture (series). Issue III, The grain weevil. Published by the commission attached to the Odessa Zemstvo office for the investigation of the problem of insects harmful to agriculture. Odessa. 32.
- 32) Morris, O. N. (1982): Bacteria as pesticides: Forest applications., In "Microbial and Viral Pesticides", E. Kurstak ed., Marcel Decker, Inc., New York, pp.239-287.
- 33) Sato, T., N. Oho, and S. Kodomari (1986): Utilization of granurosis viruses for controlling leafrollers in tea fields. JARQ 19: 271-275.
- 34) Shapiro, M., R. A. Bell, and C. D. Owens (1981): In vivo mass production of gypsy moth nuclearpolyhedrosis virus., In "The Gypsy Moth: Research Toward Integrated Pest Management", Doane C. C. and M. L. McManus eds., USDA Technical Bulletin 1584. USDA, Washington D.C., pp.633-655.
- 35) 島津光明・串田 保 (1980): 天敵微生物によるマツノマダラカミキリ防除試験 -被害材の処理-. 32回日林誌 93-94.
- 36) 島津光明・串田 保・片桐一正 (1982): 天敵微生物によるマツノマダラカミキリ防除試験 -脱出直前の被害材の処理-. 93回日林誌 399-400.
- 37) 島津光明・串田 保・片桐一正 (1983): 天敵微生物によるマツノマダラカミキリ防除試験 -成虫後食期の散布-. 94回日林誌 485-486.
- 38) 下島武人 (1957a): コガネムシの幼虫防除に応用したオースボラ菌効果調査報告書 (一). 長野林友, 11月号 35-45.
- 39) 下島武人 (1957b): コガネムシの幼虫防除に応用したオースボラ菌効果調査報告書 (二). 長野林友, 12月号 20-29.
- 40) 下島武人 (1958a): コガネムシの幼虫防除に応用したオースボラ菌効果調査報告書 (三). 長野林友, 1月号 46-55.
- 41) 下島武人 (1958b): コガネムシの幼虫防除に応用したオースボラ菌効果調査報告書 (四). 長野林友, 2月号 38-47.
- 42) 下島武人 (1958c): コガネムシの幼虫防除に応用したオースボラ菌効果調査報告書 (終). 長野林友, 3月号 22-33.
- 43) Soars, G. G. (1991): MVP Bioinsecticide, a novel, bioengineered product for the management of Lepidopteran pests. Proc. XII Int. Pl. Prot. Cong., Rio de Janeiro, August 1991.
- 44) 堤 隆文・柏尾具俊・橋本祥一・行徳 裕・甲斐一平・植原 稔 (1990): 昆虫病原糸状菌 *Beauveria brongniartii* によるゴマダラカミキリの生物的防除に関する研究. 第4報 圃場におけるウレタンフォーム培養菌の枝かけ処理の効果. 九病虫研会報 36: 173-176.
- 45) Vaeck, M., A. Reynaerts, H. Hofte, S. Jan sens, M. deBauckeleer, C. Dean, M. Zabeau, M. van Montagu, and J. Leemans (1987): Transgenic plants protected from insect attack. Nature, 328: 33-37.
- 46) Wilson, G. G. (1982): Protozoans for insect control. in "Microbial and Viral Pesticides", E. Kurstak ed., Marcel Decker, Inc., New York, pp.587-600.

下刈りの省力化の検討

— 児玉重信*

I. はじめに

おおよそ20~30年前から造林作業員の不足は言われていた。しかし、当時は余り現実的ではなかったが、この近年は農山村部を離れることのできない農民以外には山の働き手を失った。この原因は、高齢化で山に行けなくなったのと、農業の減反政策による農山村の人口減少が作業員の不足に深く関係していると思っている。

一方、最近の造林現場は奥地化しているのと、他の職種に比べて重労働であるので嫌われている。また、刃物を使って行う仕事が多いため危険性を伴っており、安易に素人の作業員で補充できないことも原因している。

このような状況の中で、特に造林作業で多くの労力を要する下刈りは、夏季の炎天下の労働であることから省力化の要望が強い。これまでも下刈りの省力化に関する研究事例はいくつかあるが、立地および植生などの違いによって殆ど実用化されていないのが現状である(赤井など:1987, 伊藤など:1982, 永井:1987)。今回、木本性及び草本性植物とミヤコザサを中心とした植生条件が異なったヒノキ造林地で、下刈り期間を通して除草剤の使用などを組み合わせた下刈り方法を検討したので紹介する。なお、本報の一部は第40回日本林学会中部支部大会において報告を行った。

II. 試験地の概況

試験地は、当社社有林の稲妻及び上野山林内の2カ所

である。稲妻山林は、三重県阿山郡大山田村字稲妻に所在して海拔高は約500m、傾斜は30°前後で、東向き斜面の谷に近い位置にある。上野山林は、三重県上野市諏訪に所在して海拔高は約600m、傾斜は10~15°の西向き、緩傾斜の尾根筋である。両山林とも昭和60年の秋から冬にわたって、前生樹のクロマツ及びアカマツの人工不成績林とその林内に混生していた天然生低質広葉樹を伐採し地拵え後、昭和61年4月に4,000本/haのヒノキに改植した造林地である。植生は、稲妻山林が部分的にミヤコザサ及びスズタケ(以下ササとする)が見られたが、大半は木本性植生であった。上野山林は、ミヤコザサ(以下ササとする)が中心であったが、コナラ、ヤマツツジ、ネジキ等の瘦地に見られる木本性植物が混生していた。

III. 試験地の設定ならびに調査方法

昭和61年5月にヒノキ造林木の活着を確認した上で表-1に示す各種の方法で試験地を設定した。プロットの大きさは、各処理区では100㎡(10×10)としたが、無下刈り区では50㎡(7.1×7.1m)にして2カ所を設けた。そして、下刈りは稲妻山林では手鎌で、また、上野山林では動力下刈機を用いて、それぞれ調査後に行った。供試薬剤はカルブチレート4%粒剤(商品名「タンデックス」)で散布量120kg/haとして3月末に土壌表面に散布した。調査は毎年7~8月に行い、草量は1×1mの大きさのプロット3カ所で刈り取ってササ、木本性ならびに草本性植生(ススキ、ワラビなど)に分けて生重量を測定した。また、ヒノキの樹高測定も同時に行って成長量を比較した。

* (王子製紙(株)林木育種研究所 亀山研究室)
KODAMA Shigenobu

表一 下刈り方法

下刈り方法	1	2	3	4	5 (年)
無下刈	-	-	-	-	-
毎年下刈	○	○	○	○	○
隔年薬剤	○	●	-	●	-
隔年下刈	○	-	○	-	○
薬剤・下刈	○	●	-	-	○

(注) ○:刈払い ●:薬剤 -:放置

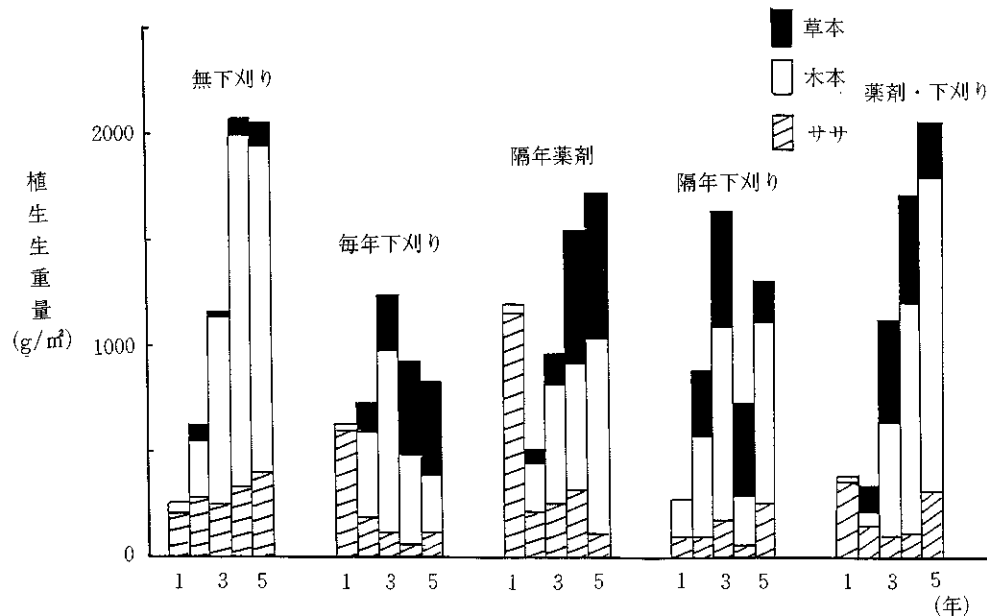
IV. 結果

1. 稲妻山林

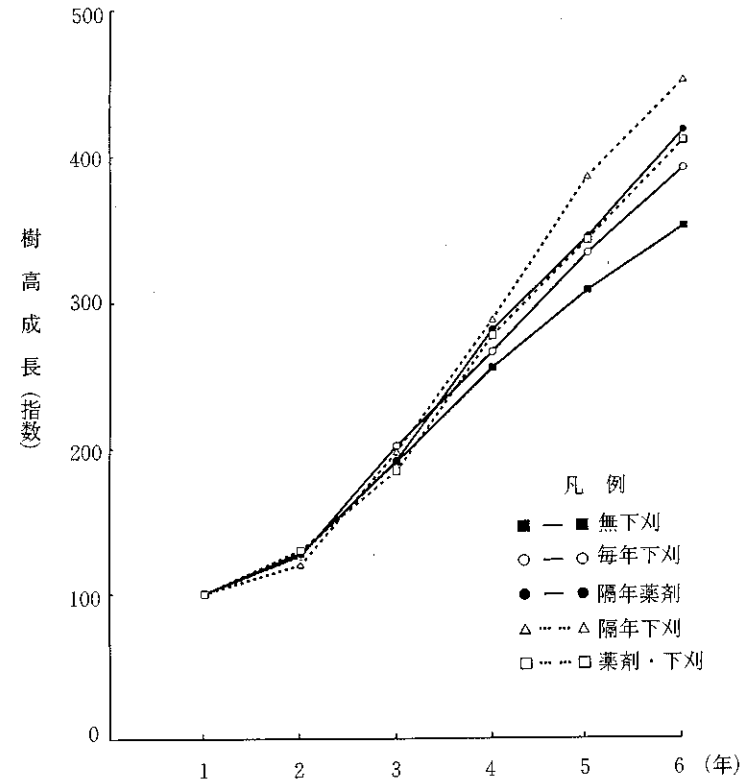
造林1年目には、ササとクロモジ、ムラサキシキブ、タラノキ、タニウツギ、カナクギノキ、モミジバイチゴ等の木本性植生が生育して、草丈はササで20~50cm、木本性は30~80cmであった。そして、これらの占有率はプロットによって多少差があるが80~100%であった。

1) 各下刈り方法毎の植生重量の推移を図一に示した。これによると無下刈りで5年間放置すると、当初少なかった植生は造林3年目から増加してきて、4~5

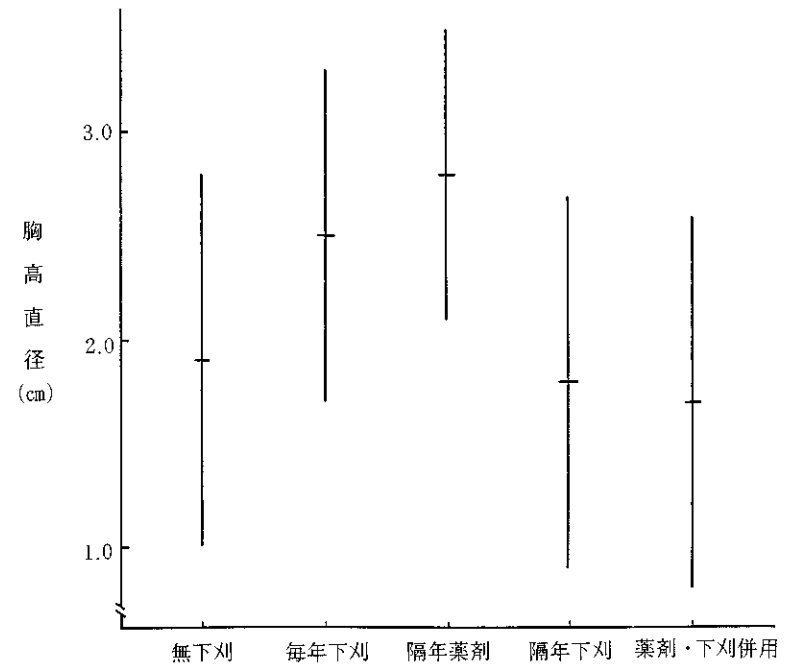
年目には主に木本性のものが2,000g/m²の量になる。ササ及び草本類は木本性の被圧によって生育が抑制されて密度が減少する傾向が見られた。しかし、ヒノキには被圧による枯死害は見られなかった。毎年下刈り区では、下刈りによってササは減少する傾向であり、これに代わって木本性植物が増加するが5年目には全体の植生量は800g/m²になった。隔年薬剤区は、薬剤によってササ等の密度は減少するが、薬剤を散布した翌年には、薬剤もれの木本性及び草本性植物がササに代わって増加する。そして、造林4年目に再び薬剤を散布したが、初回散布のような結果は見られなくて効果は低く、このため5年



図一 植生重量の推移 (稲妻山林)



図二 ヒノキの樹高成長推移 (稲妻山林)



図三 造林6年目胸高直径成長量

目には1,700g/m²の植生量に増加した。隔年下刈り区は、造林後の年数の経過とともに木本性と草本性が増加し、5年目には1,300g/m²の植生量になった。しかしながら、下刈りの翌年には全体の植生量が下刈りによる効果で成長は抑制されて減少する傾向が見られた。薬剤・下刈り併用区は薬剤によってササの密度は減少するが、ササに代わって薬剤もれの木本性及び草本性植生が増加する。また、薬剤を散布して2年間放置した3年目の植生量は、無下刈りと同等以上の2,500g/m²の植生量になったが、その大半は木本性植生が占めていた。

2) ヒノキの樹高成長の推移を図二に示した。この結果によれば、造林2年目及び3年目の成長量は各下刈り方法とも殆ど差は見られなかった。しかしながら4年目からは次第に差が生じて隔年下刈り区で優れた成長量を示し、これは6年目においても持続した。一方、ヒノキと競合する植生量が少ないのもっとも優れた成長が期待された毎年下刈り区は、4年目において隔年薬剤区及び薬剤・下刈り併用区の成長量を下回り、これが6年目にも続いた。また、無下刈り区では3年目からその他の下刈り方法よりも成長量が下回って6年目には

大きく低下した。

3) ヒノキの胸高直径成長量を図-3に示した。調査は造林6年目に行った。この結果によれば、隔年薬剤区と毎年下刈り区の成長量が他の下刈り方法よりも優れた。また、隔年下刈り及び薬剤・下刈り併用区は無下刈りと同等の成長量で小さかったが、成林に支障がないと判断でき問題なかった。

2. 上野山林

造林1年目には、ササがもっとも多く70~80%の占有率であった。ササ以外にはコナラ、ヤマウルシ、ナツハゼ、ネジキ、リュウブ、ヤマツツジ、クリ、ハゼ等の木本性と草本性植生が点在していた。草丈はササで約40cm、また木本性と草本性は50~80cmであったが、この時点において無下刈りを除く他のプロットは下刈りを行った。

1) 各下刈り方法毎の植生の生重量の推移を図-4に示す。これによると無下刈りで放置すると当初800g/m²と少なかった植生量が、造林後の経過年数とともに増加してくる。そして、造林4~5年目には2,000~2,500g/m²の量になり、ヒノキは完全に被圧されるが、枯死

害は発生しなかった。毎年下刈り区では、下刈りによる効果で植生量が800g/m²前後に安定すると同時に、草丈もあまり高くないらしい。したがって、ヒノキは3年目頃から雑草木より大きくなった。隔年薬剤区は、薬剤の散布当年よりササ及び木本性植生の密度が減少し、翌年には薬剤もれの木本性植生が生育したが量は少なかった。そして、造林4年目に再び薬剤を散布するとササは完全に消失して裸地率が高くなったが、薬剤もれの木本性植生が生育して1,200g/m²の量になった。しかし木本性植生の樹高は大きくなるが、点在した密度なのでヒノキの成長に影響はなかった。隔年下刈り区は、ササ及び木本性植生がほぼ半々を占め、下刈りの翌年には植生量は少なくなるが、造林後の経過年数とともに増加して5年目には約1,500g/m²になった。薬剤・下刈り併用区は、薬剤の効果でササ及び木本性植生の密度は減少し、これに代わって薬剤もれの木本性植生が増加する傾向が見られたが、それでも5年目の植生量は約850g/m²と少なかった。

2) ヒノキの樹高成長の推移を図-5に示した。この結果によると造林2年目の成長量は薬剤・下刈り併用区

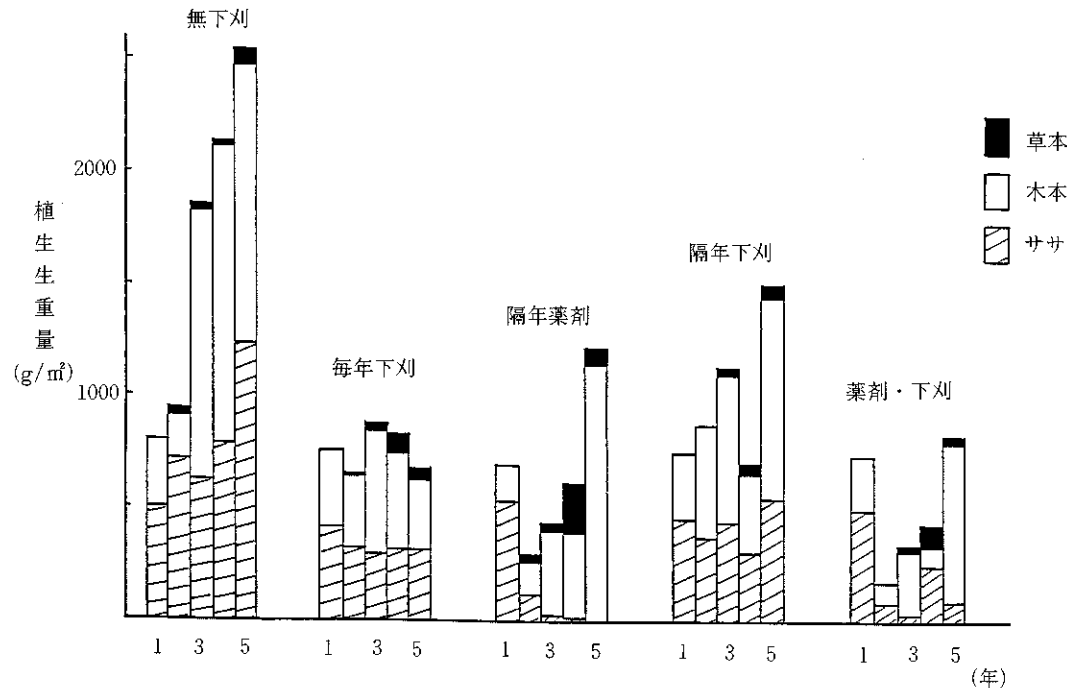


図-4 植生重量の推移 (上野山林)

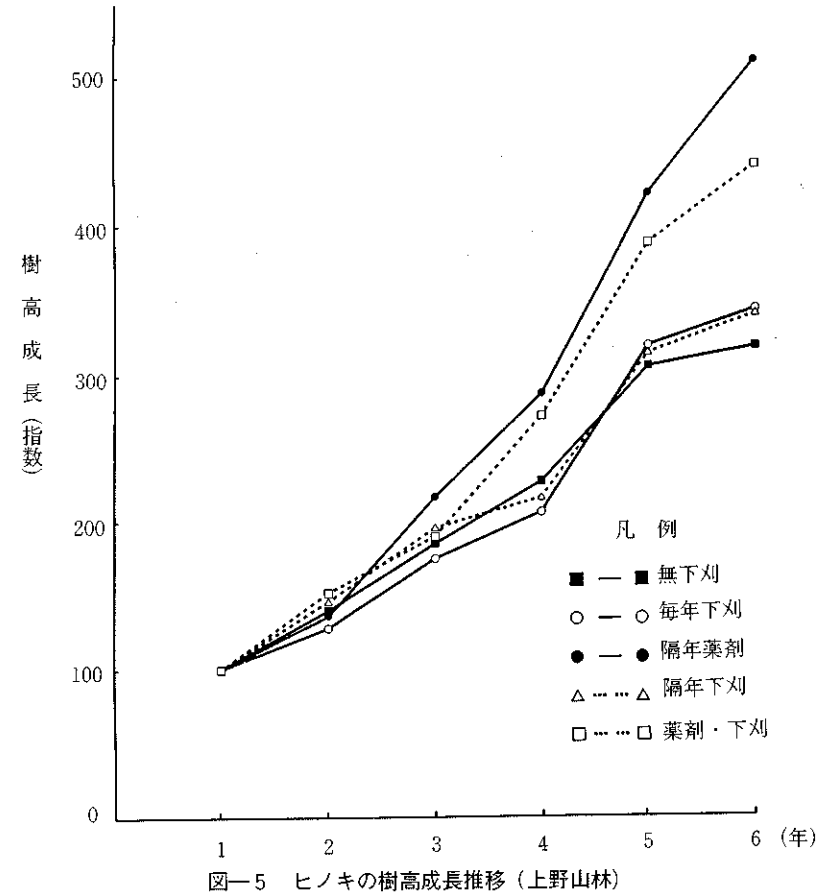


図-5 ヒノキの樹高成長推移 (上野山林)

がわずかに優れて毎年下刈り区が劣ったが、大きな差は見られなかった。しかしながら、3年目には、隔年薬剤区が際立った成長量を示して他の下刈り方法に比べて明らかに差が生じた。そして4年目には薬剤を利用した隔年薬剤区及び薬剤・下刈り併用区での成長がよく、これは6年目においても持続した。一方、もっとも大きな成長が期待された毎年下刈り区は、2年目から無下刈り区よりも低くなったが、5年目にはこれをわずかに上回った。しかしながら、隔年薬剤区及び薬剤・下刈り併用区に比べて大きな成長差が生じた。

3) ヒノキの胸高直径成長量を図-6に示した。調査は造林6年目に行い、直径成長量が優れたのは隔年薬剤区と薬剤・下刈り併用区である。また、逆に成長量が劣ったのは毎年下刈り区、隔年下刈り区及び無下刈り区で樹高成長の傾向とほぼ一致した。

3. 下刈り人工数及び経費比較

下刈り方法別経費の比較を行った結果を表-2に示した。下刈り人工数7人/haは、当社の一般的な工期である。また、薬剤散布の人工数1.5人/haは、本試験地の上野山林における薬剤運搬及び散布の実工期であるが、当試験地は

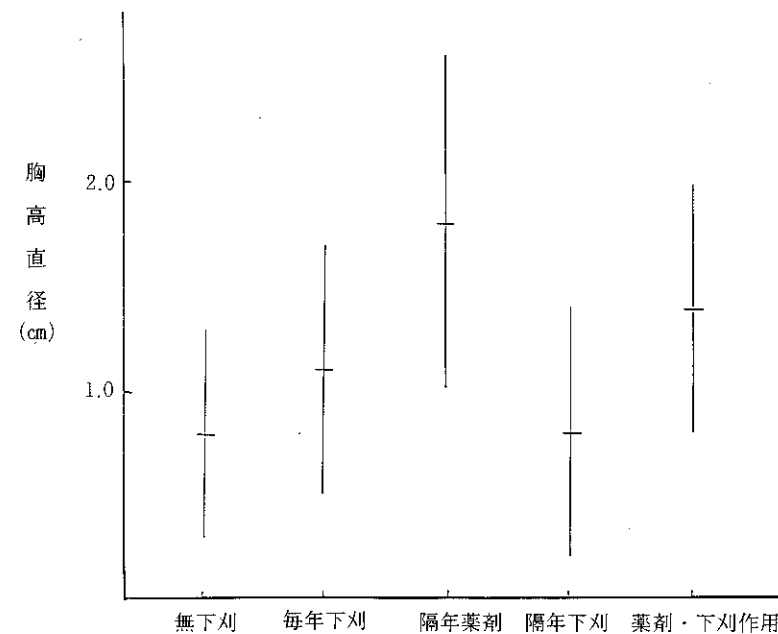


図-6 造林6年目胸高直径成長量 (上野山林)

表一 下刈り人工数及び経費比較

下刈り方法	人工数 (人/ha)					合計		
	1	2	3	4	5 (年)	人工数 (人/ha)	薬剤費 (円/ha)	金額 (円/ha)
無下刈	-	-	-	-	-	0	0	0
毎年下刈	7	7	7	7	7	35		350,000
隔年薬剤	7	1.5	-	1.5	-	10	288,000	388,000
隔年下刈	7	-	8.4	-	8.4	23.8		238,000
薬剤・下刈	7	1.5	-	-	9.1	17.6	144,000	320,000

*作業賃金は10,000円/人・日 *薬剤費は1,200円/kg *隔年下刈りの工期は、毎年下刈りの20%増しとした。
*薬剤・下刈併用の下刈り工期は毎年下刈りの30%増しとした。

林道から約100mと近かったため、薬剤の運搬には大変便利であった。この結果、5年間の下刈り経費を比較すると隔年下刈りの方法がもっとも省経費である。また、隔年薬剤による方法が薬剤費が加えられるので下刈り経費は高くなるが、もっとも人工数を省くことができることが解った。

V. 考 察

従来のヒノキの造林では、毎年下刈りによる方法がもっともよい成長を考えると考えられていた。しかしながら実際には、稲妻山林のような木本類を中心とする植生地では、隔年下刈り区で最も良好となり、次いで隔年薬剤区及び薬剤・下刈併用区の順となって、毎年下刈りよりも優れていた。千葉等(1968)は、耐陰性のあるヒノキは雑草木が繁茂していても樹高成長には影響が少ないことを指摘しているが、本試験において隔年下刈り区及び薬剤散布区等の樹高成長が良好であることも同様の原因によるものと思われる。一方、このような省力的な下刈り方法でも造林6年目には完全に樹冠がうっ閉しており、成林には支障がなかった。従って、本山林のような灌木性を中心とする植生地では従来行われているような潔癖な下刈りを行わなくても隔年下刈りあるいは、薬剤散布によって毎年下刈りを行うのと同じ程度に効果があることが明らかとなった。しかしながら、隔年薬剤区のように下刈りを造林1年目に行ってから、薬剤散布のみで下刈りを仕上げる方法は薬剤もれのヤマノイモ、トコロ、

ヘクソカズラ等のツル類が繁茂してヒノキの多くに絡まった被害が見られた。薬剤に下刈り期間すべてを任せるとは、場所によって問題があるように思われる。

一方、上野山林のようなササ植生地においても、当然大きな成長量が期待されたのは毎年下刈り区であったが、隔年下刈り及び無下刈り区と同等な成長量で、これらは薬剤を用いた方法、すなわち隔年薬剤及び薬剤・下刈併用区に比べて大きく低下した。この原因は、本試験がササの占有率が高い植生であるために、下刈り区では土壌が乾燥して固くなっているだけでなく、ヒノキの根系の発達を阻害しているなどが考えられる。したがって、薬剤を用いた方法は、ササ及び木本性植生の地上部と地下部が枯殺されるので、土壌中ではヒノキと養分供給等で競合していた植生が少なくなると同時に、枯死した有機物が土壌の物理性および化学性を改善(高木など:1968)するのでヒノキの成長がさらに良好になったものと推察される。このようにササを中心とする植生地では薬剤を用いる方法が大変有望であったが、隔年薬剤区のように、下刈りを必要とする5年間に2度に亘って薬剤を散布することは、表土の流亡等林地の保全上に問題が生じる林地もありうる。しかしながら、下刈り期間内に1度の薬剤処理、すなわち薬剤・下刈併用区等の方法であれば表土の流亡等林地に及ぼす影響は殆ど問題にならないようである。

VI. おわりに

今回の試験結果から、斜面中腹の低質木本類を中心とした植生地のヒノキ造林地では、下刈りを隔年に行う方法で従来行われている毎年下刈りと樹高成長に変わりがなく、その上到下刈り期間を通して約40%程度人工数を省く効果があることが明らかとなった。一方、斜面中腹から尾根筋のミヤコザザを中心とした植生地では、ササ等に幅広く殺草性を表わす除草剤を造林2年目頃に散布すると、その薬効によって下刈り作業を1~2年間省く効果と、枯死した有機物が土壌の理化学性を改善するのでヒノキの成長が促進されることが明らかとなった。今回の造林樹種はヒノキであったが、スギの造林地では立地的にも植生の種類が違うので、さらに検討することが必要かと思われる。

なお、冒頭に述べたように造林作業員の減少は年々加速度的に進んでおり対策が求められている。

特に、労働条件の良くない下刈り作業については薬剤の開発で人力作業に代わる空散等による体系化を図らなければならない。また、地上散布の場合には、本試験の供試薬剤は春季の植生開葉前に土壌表面に散布して下刈り時期に薬効を示すので、従来の夏季炎天下の茎葉部の散布剤に比べると作業員の労働負担が軽減されており、省力化が期待できる。

これまでも有望な薬剤がいくつか開発されているが、利用の範囲がごく小面積に限られているように思われる。この原因として、実際の林地で空散等のように大面積に利用する場合の周辺環境への影響が考えられる。しかし現行の農業の検査・登録制度からみれば、安全性は保証されているのであるが、何か遠慮がちな使い方といわざるを得ない。たとえば、水質汚染の問題があるのであれば、より安全性の高い薬剤を開発して頂きたいし、散布量に問題があるのであれば使用可能な散布基準を早急に確立して頂きたいと思っている。さらに、薬剤メーカー及び林業薬剤の関係者の方は、薬剤の安全性をこれまで以上に普及と宣伝に努力して貰い、われわれユーザーが遠慮することなく使用できるようにして頂きたいと感じている。

VII. 謝 辞

本研究を進めるに当たり御理解を頂いた当研究室長柴田勝博士ならびに御指導を賜った伊藤昌樹博士に感謝の意を表す。また、調査に御協力頂いた(株)エス・ディー・エスバイオテックの放生課長ならびに丸善薬品産業(株)名古屋支店の小野田氏、そして資料の取りまとめに御援助頂いた当研究室の森川久美嬢に御礼申し上げる。

参 考 文 献

- 1) 赤井龍男・吉村健次郎・青木隆, 1987. 下刈りを省いた若い造林木の生長について(1)——多雪地帯の広葉樹繁茂地におけるスギの生長, 98回日林論: 285~286.
- 2) 赤井龍男・吉村健次郎・岡田寛, 1987. 下刈りを省いた若い造林木の生長について(1)——少雪地帯の広葉樹繁茂地におけるヒノキの生長, 98回日林論: 287~288.
- 3) 千葉春美・石井邦作・石井幸夫, 1968. 下刈りの高さによる植栽木の育成について, 79回日林論: 76~78
- 4) 伊藤昌樹・児玉重信, 1982. 除草剤を取り入れた下刈りの体系化, 30回日林中支論: 51~53.
- 5) 高木武夫・安盛博, 1968. 林地除草剤の効果と林木の生長, 79回日林論: 146~148.
- 6) 安永邦輔, 1987. 充実大苗による無下刈り造林, 林業技術 545: 20~23.

禁 転 載

平成4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2-9-3 第2片山ビル
電話 03(3851)5331 振替番号 東京4-41930
印刷/株式会社 ひろせ印刷 頒価 515円(本体 500円)

安全、そして人と自然の調和を目指して。

巾広い適用害獣

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、降雨による流しがなく、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。



野生草食獣食害忌避剤

農林水産省登録第17911号

ユニファース水和剤

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

保土谷化学工業株式会社

カタログのご請求は、上記住所へどうぞ。

見つける、かける、枯れる。

ただそれだけのクズ専用除草剤。

- ① 殺草力が強力。
- ② 選択殺草性が高い。
- ③ 処理適期幅が広い。
- ④ 降雨による影響が少ない。
- ⑤ 効果の発現が早い。
- ⑥ 高い安全性。



新容器の採用により、直接霧下するだけですぐれた効果を発揮します。

クズにワンプッシュ/
クズコロ液剤

〈クズコロ普及会〉

井筒屋化学産業株式会社

チバフク株式会社

丸善薬品産業株式会社

株式会社エス・ディー・エスパイオテック

東京都港区東新橋二丁目12番7号

日本カーリット株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目2番1号

“すぎ”の穿孔性害虫“ヒノキカワモグリガ”

- 成虫防除にはじめて農薬登録が認可されました。
- すぎ材の価値をおとす害虫防除に！



G-SUBIN[®] くん煙剤

製造元

新富士化成薬株式会社

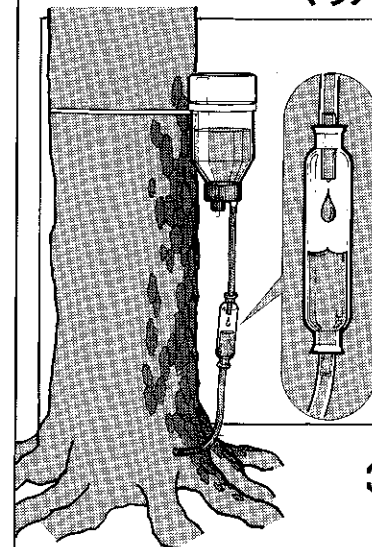
本社・工場 埼玉県蕨市中央7-15-15 電話 (0484) 42-6211(代)



農林水産省登録 第16262号 第16263号

センチュリー 注入剤

マツノサイセンチュウ防除用樹幹注入剤



本剤の特長

安定した効果

注入後、速やかに松の枝先まで浸透し、マツノサイセンチュウの侵入増殖を防止し、効果は二年間持続します。

注入状況が一目でわかる

医療システムを応用した点滴注入により注入状況が一目でわかります。

迅速確実な薬剤施用

加圧注入により松の木一本一本に、確実にしかも速やかに薬剤を注入することができま。

穴の数が少ない

注入器の先端は、6mm又は9mm穴兼用に工夫してあります。

高い安全性

人や動物に危険性が少なく、松への薬害の心配もなく、安心して使用することができま。

センチュリー普及会

保土谷化学工業株式会社

〒105 東京都港区虎ノ門一丁目4番地2号

☎03(3504)8565(代)

三菱油化株式会社

〒100 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

☎03(3283)5250

造林地の下刈り除草には！

ヤマグリーン®

かん木・草本に

A 微粒剤
D 微粒剤

○毒性が低く、引火性、爆発性のない安全な除草剤です

クズの株頭処理に

M 乳剤

○下刈り地ではスギヒノキの造林地で使用してください

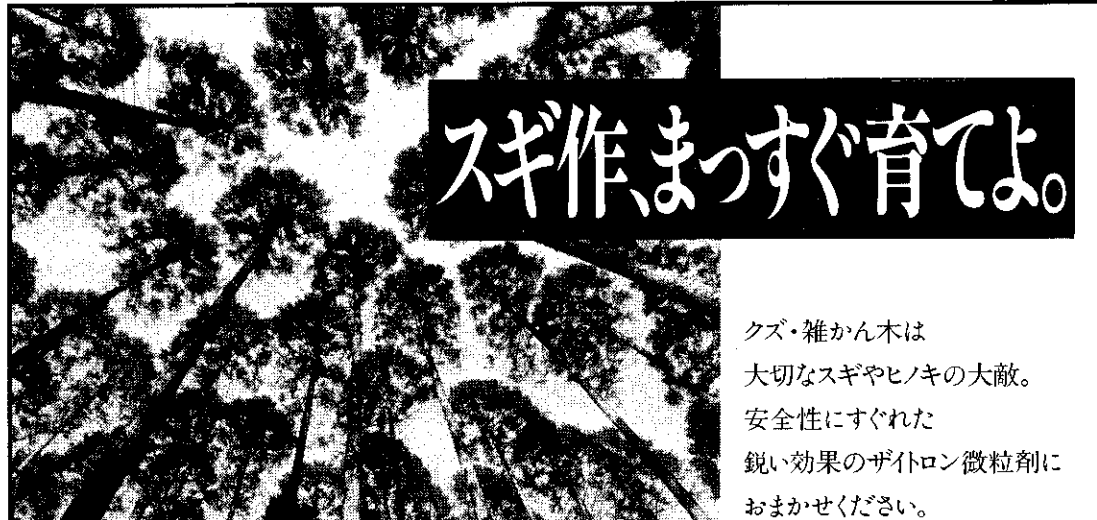
2,4-D協議会

ISK 石原産業株式会社

大阪市西区江戸堀上通1丁目11の1

★ 日産化学工業株式会社

東京都千代田区神田錦町3の7



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。



——— 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 保土谷化学工業株式会社
(事務局)ニチメン株式会社 ダウ・エランコ日本株式会社
*ダウ・エランコ登録商標

松くい虫防除には最も効果的で
取扱いが簡単な

マチナロン® K2



特 長

- 殺虫、殺線虫効果の高い、優れた薬剤です。
- 常温でガス体なので虫孔深く浸透し効果を発揮します。
- 沸点が低く、冬期でも十分消毒できます。
- 現場の状況により、処理量が自由に調節できます。

適用病害虫の範囲及び使用方法

適用場所	作物名	適用害虫名	使用量	くん蒸時間	くん蒸温度
貯木場 林内空地	ま っ (伐倒木)	マツノマダラ カミキリ (幼虫)	被覆内容積 1㎡当り 60~100g	6時間	被覆内温度 5℃以上

林木苗床の土壌消毒には

クノヒューム®

詳しくは下記までお問合せ下さい。

帝人化成株式会社

〒105 東京都港区西新橋1-6-21 (大和銀行虎ノ門ビル) TEL (03)3506-4713
〒530 大阪市北区梅田1-3-1-700 (大阪駅前第一ビル) TEL (06) 344-2551
〒812 福岡市博多区博多駅前1-9-3 (福岡MIDビル) TEL (092) 461-1355

カモシカ ノウサギの忌避剤

農林水産省農薬登録第15839号

ヤシマレント®

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 東京都渋谷区恵比寿西1-18-4アムズ・ワンビル3階
電話 03-3780-3031(代)
工場：〒308 茨城県下館市大字折本字板堂540
電話 0296-22-5101(代)



野生獣類から、
大切な植栽樹
を守る!!

忌避効果、残効、
安全性に優れ、簡
便な(手袋塗布)ク
リーム状の忌避塗
布剤です。
(特許出願中)
<説明書・試験成績進呈>

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

「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

ネマローン® 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
東京都中央区日本橋本町2-7-1 1013

新しいつる切り代用除草剤

クズ防除剤

ケイピン

(トーデン含浸)

* 一米®(タウケミカル社登録商標)

特長

- ① ごく少量の有効成分をクズの局所に施用することにより、クズの全体を防除できます。
- ② 年間を通じて処理できますが、他の植生が少ない秋~春(冬期)が能率的です。
- ③ 特殊木針剤であり、持ち運びに便利で能率的に作業ができます。
- ④ 通常の使用方法では人畜、水産動植物にたいする毒性はありません。

ケイピン普及会

保土谷化学工業株式会社

東京都港区虎ノ門1-4-2

石原産業株式会社

大阪市西区江戸堀通1-11-1

ご存じですか?

林地除草剤

ひのき造林地下刈や地ごしらえに長い効きめの

タンデックス®粒剤

ササ・灌木等に御使用下さい。

製造 株式会社 **イスデー・イス バイotech** 販売 丸善薬品産業株式会社

お問い合わせは丸善薬品産業㈱へ

本社 大阪市東区道修町2丁目 電話(206)5500(代)
 東京支店 東京都千代田区内神田3-16-9 電話(3256)5561(代)
 名古屋支店 名古屋市西区那古野1-1-7 電話(561)0131(代)
 福岡支店 福岡市博多区奈良屋町14-18 電話(281)6631(代)

札幌営業所 電話(261)9024
 仙台営業所 電話(22)2790
 金沢営業所 電話(23)2655
 熊本営業所 電話(69)7900

マツクイムシ防除に多目的使用が出来る

スミパイン® 乳剤

マツクイムシ被害木伐倒駆除に

パインサイド® S 油剤C 油剤D

スギ林などのスギカミキリ(材質劣化害虫)被害の予防に

スギバンド®

松枯れ防止樹幹注入剤

グリーンガード®・エイト

林地用除草剤

ザイトロン®* 微粒剤



サンケイ化学株式会社 <説明書進呈>

本社 〒890 鹿児島市郡元町880番地 TEL(0992)54-1161
 東京本社 〒101 東京都千代田区神田司町2-1神田中央ビル TEL(03)3294-6981
 大阪営業所 〒532 大阪市淀川区西中島4丁目5の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番5号モリメンビル TEL(092)481-5601

フレック® 粒剤

テトラピオン除草剤

ササ長期抑制剤!!

ササが「ゆりかご」!?
 ササは枯れずにちぢこまり
 落葉小枝があたためて
 ササのゆりかご出来ました
 かん木雑草寄せつけず
 水をいっぱい抱きしめて
 幼い苗木に陽が当たると
 スクスク丈夫に育ちます



フレック®が作った「ゆりかご」で育てたヒノキの方が、手刈よりも早く大きくなるという試験データ*が発表されました。
 *「林業と薬剤」No.103、104、105、106、107、108、109、110、111、112、113、114、115、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126、127、128、129、130、131、132、133、134、135、136、137、138、139、140、141、142、143、144、145、146、147、148、149、150、151、152、153、154、155、156、157、158、159、160、161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255、256、257、258、259、260、261、262、263、264、265、266、267、268、269、270、271、272、273、274、275、276、277、278、279、280、281、282、283、284、285、286、287、288、289、290、291、292、293、294、295、296、297、298、299、300、301、302、303、304、305、306、307、308、309、310、311、312、313、314、315、316、317、318、319、320、321、322、323、324、325、326、327、328、329、330、331、332、333、334、335、336、337、338、339、340、341、342、343、344、345、346、347、348、349、350、351、352、353、354、355、356、357、358、359、360、361、362、363、364、365、366、367、368、369、370、371、372、373、374、375、376、377、378、379、380、381、382、383、384、385、386、387、388、389、390、391、392、393、394、395、396、397、398、399、400、401、402、403、404、405、406、407、408、409、410、411、412、413、414、415、416、417、418、419、420、421、422、423、424、425、426、427、428、429、430、431、432、433、434、435、436、437、438、439、440、441、442、443、444、445、446、447、448、449、450、451、452、453、454、455、456、457、458、459、460、461、462、463、464、465、466、467、468、469、470、471、472、473、474、475、476、477、478、479、480、481、482、483、484、485、486、487、488、489、490、491、492、493、494、495、496、497、498、499、500、501、502、503、504、505、506、507、508、509、510、511、512、513、514、515、516、517、518、519、520、521、522、523、524、525、526、527、528、529、530、531、532、533、534、535、536、537、538、539、540、541、542、543、544、545、546、547、548、549、550、551、552、553、554、555、556、557、558、559、560、561、562、563、564、565、566、567、568、569、570、571、572、573、574、575、576、577、578、579、580、581、582、583、584、585、586、587、588、589、590、591、592、593、594、595、596、597、598、599、600、601、602、603、604、605、606、607、608、609、610、611、612、613、614、615、616、617、618、619、620、621、622、623、624、625、626、627、628、629、630、631、632、633、634、635、636、637、638、639、640、641、642、643、644、645、646、647、648、649、650、651、652、653、654、655、656、657、658、659、660、661、662、663、664、665、666、667、668、669、670、671、672、673、674、675、676、677、678、679、680、681、682、683、684、685、686、687、688、689、690、691、692、693、694、695、696、697、698、699、700、701、702、703、704、705、706、707、708、709、710、711、712、713、714、715、716、717、718、719、720、721、722、723、724、725、726、727、728、729、730、731、732、733、734、735、736、737、738、739、740、741、742、743、744、745、746、747、748、749、750、751、752、753、754、755、756、757、758、759、760、761、762、763、764、765、766、767、768、769、770、771、772、773、774、775、776、777、778、779、780、781、782、783、784、785、786、787、788、789、790、791、792、793、794、795、796、797、798、799、800、801、802、803、804、805、806、807、808、809、810、811、812、813、814、815、816、817、818、819、820、821、822、823、824、825、826、827、828、829、830、831、832、833、834、835、836、837、838、839、840、841、842、843、844、845、846、847、848、849、850、851、852、853、854、855、856、857、858、859、860、861、862、863、864、865、866、867、868、869、870、871、872、873、874、875、876、877、878、879、880、881、882、883、884、885、886、887、888、889、890、891、892、893、894、895、896、897、898、899、900、901、902、903、904、905、906、907、908、909、910、911、912、913、914、915、916、917、918、919、920、921、922、923、924、925、926、927、928、929、930、931、932、933、934、935、936、937、938、939、940、941、942、943、944、945、946、947、948、949、950、951、952、953、954、955、956、957、958、959、960、961、962、963、964、965、966、967、968、969、970、971、972、973、974、975、976、977、978、979、980、981、982、983、984、985、986、987、988、989、990、991、992、993、994、995、996、997、998、999、1000

フレック研究会
 三共株式会社
 〒104 東京都中央区銀座3-10-17 ☎03-5565-8237
 保土谷化学工業株式会社
 〒105 東京都港区虎ノ門1-4-2 ☎03-3504-8550
 タ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19 ☎03-5256-0164

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



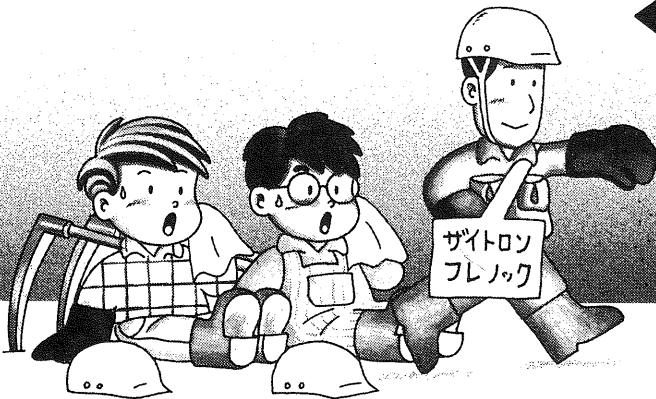
明日の緑をつくる 井筒屋化学産業株式会社

本社・工場 熊本市花園1丁目11-30 ☎(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 ☎(03)3239-2555(代)

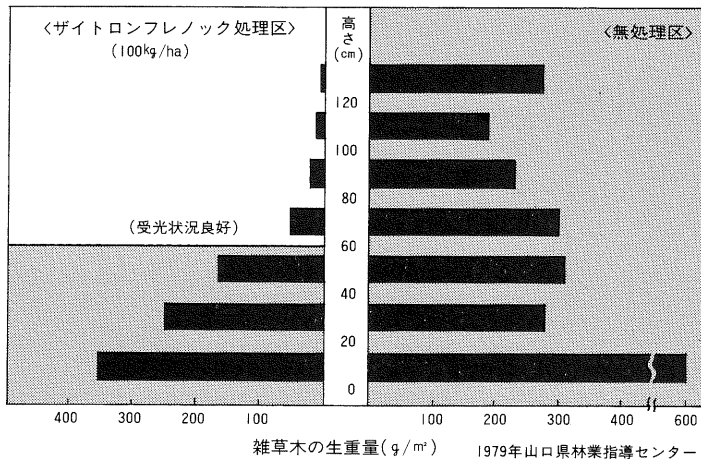


カマ・カマ・クスリ しませんか?

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、造林木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

保土谷化学工業株式会社
 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目4番2号
 ダウ・エランコ日本株式会社
 〒105 東京都港区芝浦1-2-1 シーパンスN館