

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 126 12.1993



目 次

森林の土壌動物 伊藤 雅道 1

テトラピオン剤によるブナ育成試験(I) 糸川 昭夫 11

くん煙剤によるヒノキカワモグリガの防除効果 佐藤 重穂・久保園正昭 17

森林の土壌動物

伊藤 雅道*

I はじめに

土の中の動物という一般にはミミズとかモグラを連想されるであろう。しかし、実際の土の中の様子はこれほど単純ではなく、小はアメーバから大はモグラまでおびただしい種類と量の動物が生息している。これらの動物たちを総称して「土壌動物」と呼んでいる。この土壌動物に微生物が加わって土壌中には気の遠くなるような複雑な生物群集が形成されており、そうした群集は森林のエネルギーや物質の循環にきわめて大きな働きをしているのである(図-1)。この働きはひとことであるが、この過程ははっきり目に見える形ではおこなわれないためにこれまで林業上からはあまり注目されていなかったようである。

最近の傾向として森林を木材生産の場としてだけでなく、様々な公益的機能をもった自然生態系としてとらえることが多くなり、とくに環境問題との関連でますますその傾向は強くなってきている。天然更新技術などに注目が集まっているのはこうした傾向のあらわれでもあろう。こうなってくると、森林における物質循環とそこに生息するいろいろな動物群集の存在様式との関係についての知識が要求されてくるし、とくにこれまであまり知られていなかった土壌中の生物に関する知識も今以上に必要性が大きくなってくるものと思われる。森林における土壌動物の機能などというとき筆者のごとき駆け出しの研究者には少々荷が重いテーマなのであるが、本稿は森林における土壌動物研究のアウトラインを紹介し、今後の問題点を整理するというご許し願いたい。

*森林総合研究所関西支所昆虫研究室 ITO Masamichi

II 土壌動物の主要な採取法と構成メンバー

土壌動物に関しては、他の動物群ではほぼ常識化しているようなごく基本的な情報すら欠落している場合が多い。微小な動物が多く肉眼での同定が困難であること、自然状態での生態や行動の観察がきわめて困難であることなど、舞台が土の中であるというハンディは大きい。とくに、分類学的研究が遅れていることは土壌動物研究上の最大のネックである。土壌動物に関しては生態学的研究をおこなう場合であっても、本人が分類学者であるか、または、分類学者との密接な共同がおこなわれるかのどちらかが必要不可欠である。

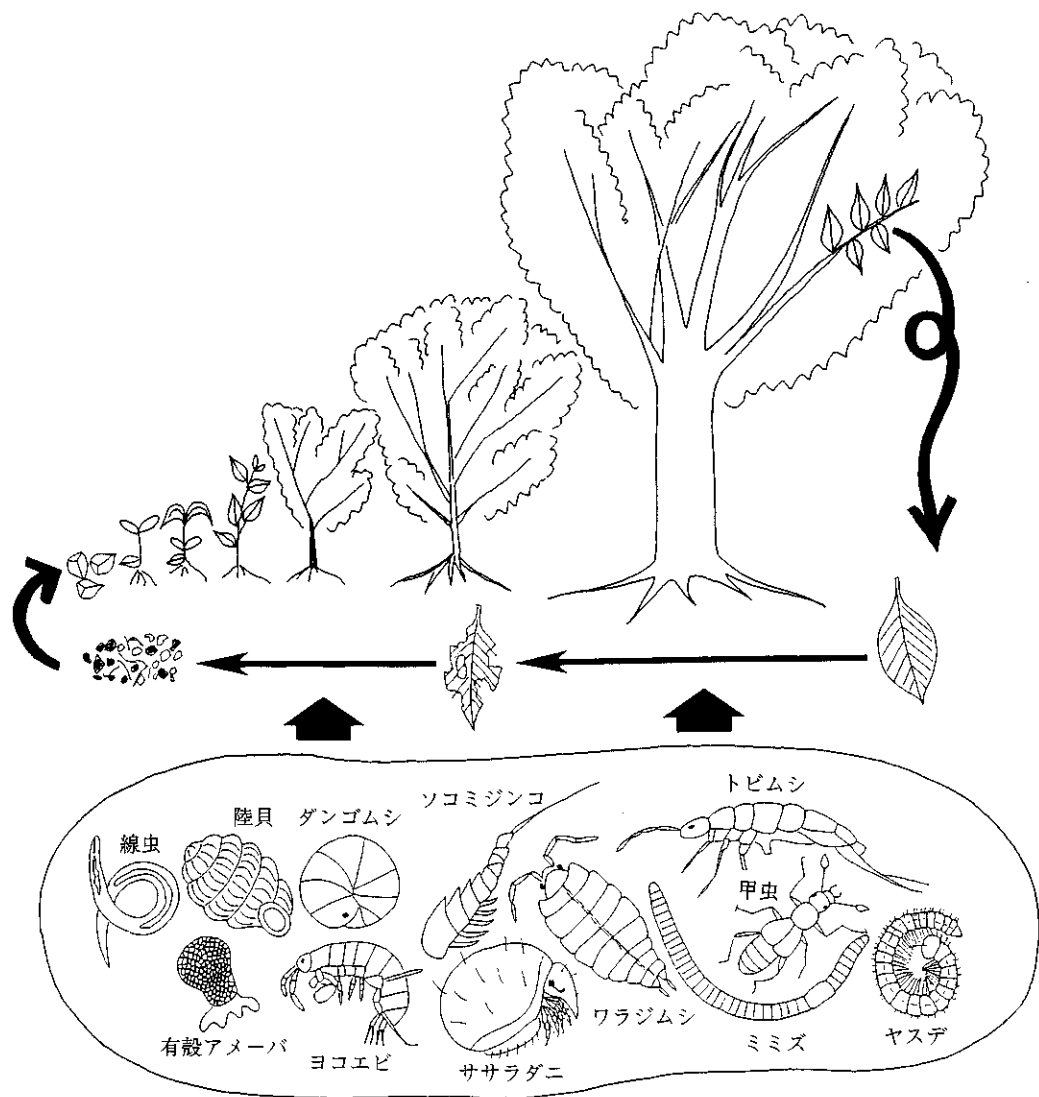
上述したように土壌動物の野外での観察はほとんどおこなわれていない。土壌動物を研究するにはまず採集しなければならぬ。ここでは、土壌動物の主要な採集法を紹介し、それぞれの方法で採集される主な動物をあわせて紹介することにする。というのも、土壌動物の便宜的な類別はおもに採集法のちがいにともづくことがほとんどだからである。

1) ハンドソーティング法

土壌を白色のビニールか布の上にひろげて手で土をかきまわしながら動物を探し、見つけた動物は吸虫管等で採集する。肉眼で動物を探すため比較的大型の動物しか採集されないが、大量の土壌サンプルを短時間で処理することが可能である。この方法で採集される動物は、ミミズ類、ヤスデ類、ムカデ類、ヨコエビ類、ワラジムシやダンゴムシなどの等脚類、甲虫類(幼・成虫)、双翅類幼虫など、肉眼的な大きさの動物がほとんどであり大

● 表紙の写真 ●

ヒノキ球果につくチャバネアオカメムシの防除試験風景。



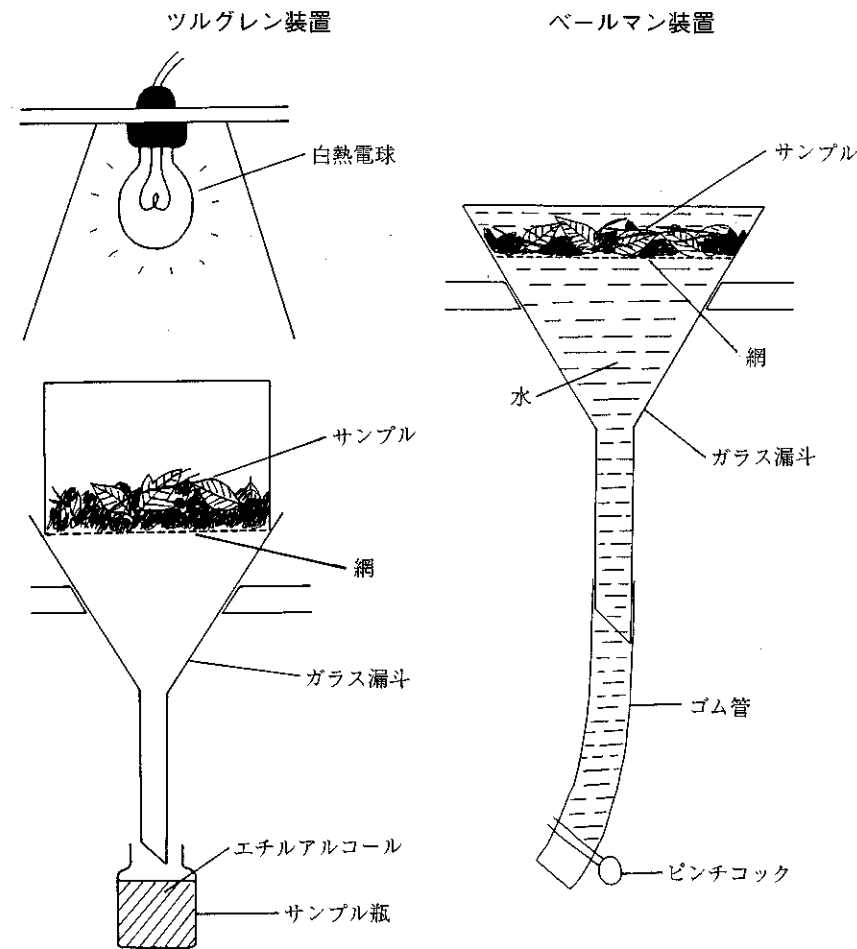
図一 森林における土壌動物の働き
 様々な土壌動物が活動することによって落葉・落枝は分解され、
 土壌が肥沃化し、結果として林木は成長し森林が維持される

型土壌動物と総称されることが多い。この中でもミミズ、ヤスデ、ヨコエビ、等脚類などは個体数も多く落葉落枝の分解者としてきわめて重要なメンバーである。とくにミミズは土壌動物の代表選手といえる重要な動物であり、ヨーロッパにおいては土壌動物学はミミズ学であるといってもいいほどの盛況であるが、日本ではきわめて遅れている分野の一つである。最大の原因は分類学的研究が遅れていることで、日本産のミミズの大半は種名がわから

ないというのが現状である。

2) ツルグレン法

ツルグレン装置(図一2左)という抽出装置を用いた採集法。メッシュ上に置いた土壌サンプルに上から電球を照らして熱を加え下に移動してきた動物を漏斗で小瓶に集める方法である。抽出には通常2~3日かかる。ツルグレン装置の大きささと数によって処理するサンプル量



図一2 ツルグレン装置(左)とベールマン装置(右)

は異なるが、基本的には100ccから500cc程度のサンプルから小型の節足動物類等を抽出するために用いられる。一部の研究者が用いているマクファーディエン法も基本的な原理はこのツルグレン法と同じである。この方法で抽出される動物は、トビムシ類、ダニ類、カマアシムシ類、カニムシ類、コムカデ類、エダヒゲムシ類など、小型の節足動物が多く土壌小型節足動物と総称することが多い。体長数ミリ以下の比較的小型の動物で、同定に顕微鏡は欠かせない。このグループは現在日本で最も分類研究が進んでいる分野であるといってもよい。もちろん、それでもまだまだ新種は出現するが、トビムシ、ダニ、カマアシムシ等は専門家の協力さえあれば少なくとも過半数は種まで同定することが可能であろう。これらの動物はひとつの林分に数多くの種が生息し、複雑な群集を

形作っているため、森林環境の指標としても有効であると考えられている(後述)。

3) ベールマン法

ベールマン装置(図一2右)を用いて主に土壌線虫を抽出するための方法で、材線虫の抽出にも用いられるため林業関係者には一番馴染みのある方法かもしれない。原理は単純でガラス製漏斗の末端にゴム管をつないで先端にピンチコックを取り付け、漏斗内部に円形のメッシュをセットして土壌サンプルをその上において水を注いで水没させる。線虫等の動物は水中に泳ぎ出てきてゴム管の底にたまる。これをピンチコックをひらいて一網打尽にするという方法である。この方法で採取される動物は線虫類をはじめ有殻アメーバ類、ワムシ類、クマムシ類、

陸生ミジンコ類、ユスリカ類幼虫など、土壌間隙水に依存する動物がほとんどでこれらを総称して土壌湿性動物と呼んでいる。顕微鏡的な微小動物がほとんどである。ヒメミミズ類も採れないことはないがこれに関してはオコーナー法という専用の方法のほうが効率的である。また、この動物群については最近では遠心分離器もよく使われているようである。線虫は個体数では最大の土壌動物である。森林土壌で線虫の生息数は平方メートル当たり10万頭は下らないとされているが、分類学的研究は遅れていて種名の決定はきわめて困難である。他の動物も似たりよったりで、筆者はクマムシ類の分類学が専門であるが調査の度に未知種が多く出現する。このうちいくつかの種は記載したが(Ito, 1991他)、なお分類学的整理は遅々として進んでいない。

Ⅲ 土壌動物の個体数と多様性

前述したように土壌中、とくに森林土壌中にはきわめて多くの土壌動物が生息している。「多くの」というのは個体数と種数の両方を含めてそういっているのであるが、まず、土壌動物の森林土壌における個体数についてこれまでの成果を紹介する。この種の研究は現在ではあまりおこなわれていないが、生産生態学華やかなりし1970年前後には数多くの調査が実施された。このような研究例で最も大がかりなものは1968年から73年までIBP(国際生物学事業計画)の一環として長野県志賀高原の亜高山帯針葉樹林でおこなわれたものであろう(KITAZAWA ed., 1977)。日本国内のほとんどすべての土壌動物研究者が動員されたといえるこの研究以降これ以上の大規模な調査研究はおこなわれていない。これによると、1平方メートル当たり、大型土壌動物で最も多かったコメツキムシ類幼虫が60~70頭、ミミズ類は少なく1~5頭、ツルグレン装置で抽出された動物ではダニ類が約8万頭、トビムシ類が3~4万頭、パールマン装置で抽出された動物では線虫類が約100万頭、ヒメミミズ類が1~2万頭というところである。個体数でいえば線虫の個体数は圧倒的であるが、亜高山帯針葉樹林の特徴としてダニ類、トビムシ類が相対的に高い個体数割合を示す。これに対して暖温帯の照葉樹林ではかなり状況が異

なる。ダニ類、トビムシ類の個体数はそう大きくは変わらないが、大型土壌動物のミミズ類と等脚類の個体数がきわめて多くなるのである。平方メートル当たりでミミズ類の個体数が50~100頭と志賀高原の約10倍、等脚類も多いところで1000頭を超えることがある。数の上ではダニやトビムシ、線虫に及ぶべくもないが1頭当たりの体重が大きいので現存量での優位は圧倒的である。

次に1つの林分に生息する土壌動物の種数についてみる。もっとも前述したように分類研究が遅れている動物群もあり正確な種数はわからないわけであるが、ダニ類、トビムシ類といった代表的な小型節足動物だけに話を限定してもその種数の多さはやはり驚きである。前述の志賀高原のデータではダニ類が88種、トビムシ類が80種となっている。筆者の富士山麓での調査例ではダニ類の中の1つのグループであるササラダニ類の種数だけで65を数え(Ito, 1987)、神奈川県照葉樹林での例ではやはりササラダニ類だけで98種を数えている(伊藤・青木, 1987)。もっとマイナーなグループであるクマムシ類でも筆者の経験では20種を超えることがある。一見してみると土壌は単純な環境であるように見え、そこに生息する動物にこれだけの多様性が見られるのはやはり不思議である。

この土壌動物の多様性がどうして生じたのかというのは土壌動物学の中心的なテーマの1つである(ANDERSON, 1975)。この問題を考える上で重要なポイントは土壌の環境がはたして本当に単純なのかということと、土壌動物にとっての基本的な資源である枯死有機物がどのように利用されているかという2点であろう。森林土壌は巨視的に見れば確かに一様な環境であるように見えるが、実際に森林へ行き林床の状態を細かく観察すればかなり複雑なものであることが直ちに納得されよう。林床に年毎に供給される植物の枯死有機物も落葉、落枝、球果、倒木など様々であるしそれぞれが樹種によっても形状が異なっている。それらが林床に落ちるとただちに生物的な分解を受けるが、結果として土壌表層の有機物ほど新しく、深くなるほど有機物は分解が進んで古くなるという序列ができあがる。林床に積もった落葉を1枚1枚はがしてゆくとまさに1枚ごとに色や湿り気に変化

するのを観察することができる。筆者はかつて森林の土壌表層から地中5センチまでの温度の日周変化を測定したことがあるが(伊藤, 1990)、表面と地中5センチの温度は最大で9℃ものひらきがあった(図-3)。土壌中の小動物にとって土壌は環境条件の異なる小さな生息場所単位が一定の序列をもちながら配列されているかなり複雑な場所であるということがいえそうである。土壌動物の生息場所はまた同時に彼らの餌資源でもある。生息場所の環境の複雑さは餌資源の多様性にもつながっている。

土壌動物はこの土壌中の環境の変化に対応して分布している。青木(AOKI, 1967)は榛名山麓の広葉樹林にて倒木、土壌、球果、岩上コケなどの「微小生息場所」

ごとにササラダニ類の種類組成が異なることを示し、その後ササラダニ類でいくつかの事例が報告されている(HAMMER, 1972; FUJIKAWA, 1974; 野口・原田, 1979)。トビムシでも武田(TAKEDA, 1978; 1979; 武田, 1979)によって土壌の生息場所の分割が報告されている。筆者は落枝に着目し、その分解程度とササラダニ類の生息との関係について調査し、分解程度が異なると種類組成も異なってくることを示した(Ito, 1987)(図-4)。

一方最近になって土壌動物の細かい食性の違いを明らかにし、資源の分割のありさまを明らかにする研究も盛んになってきている。金子ら(KANEKO, 1988; 角南・金子, 1993)はササラダニ類の口器(鋏角)の構造や腸管内容物の組成と食性との関係について研究している。

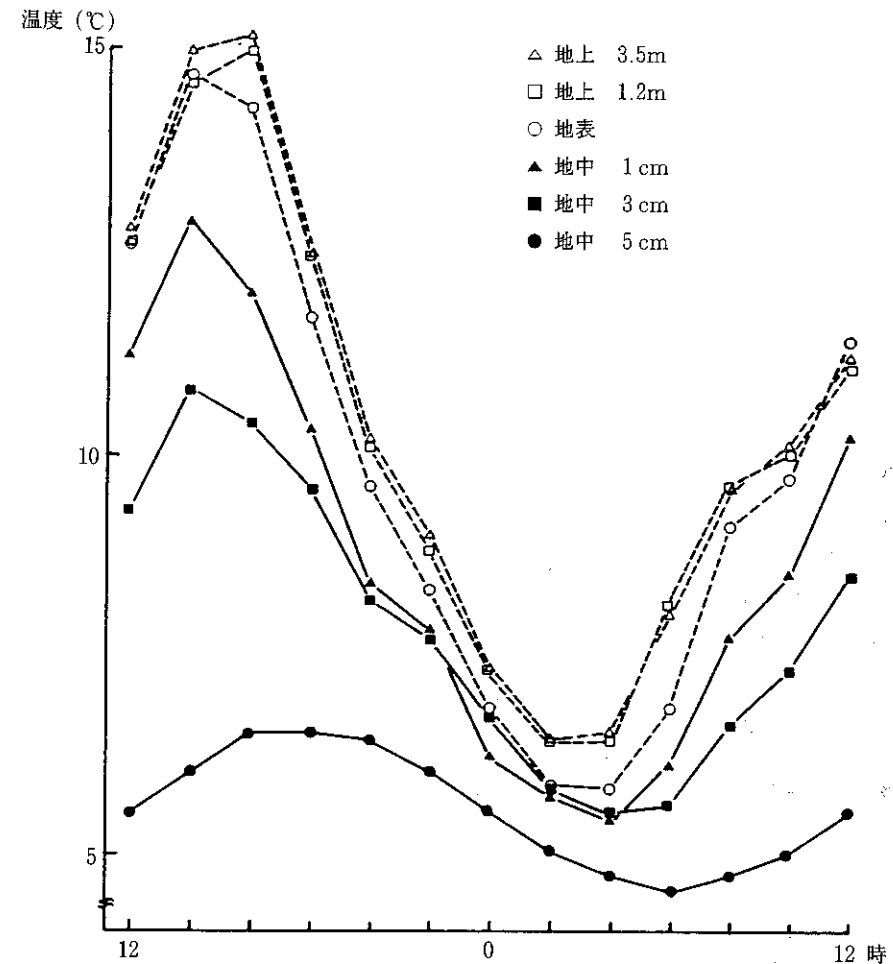


図-3 1983年5月22日~23日の富士山麓調査地内6地点における温度の日周変化(伊藤, 1990)

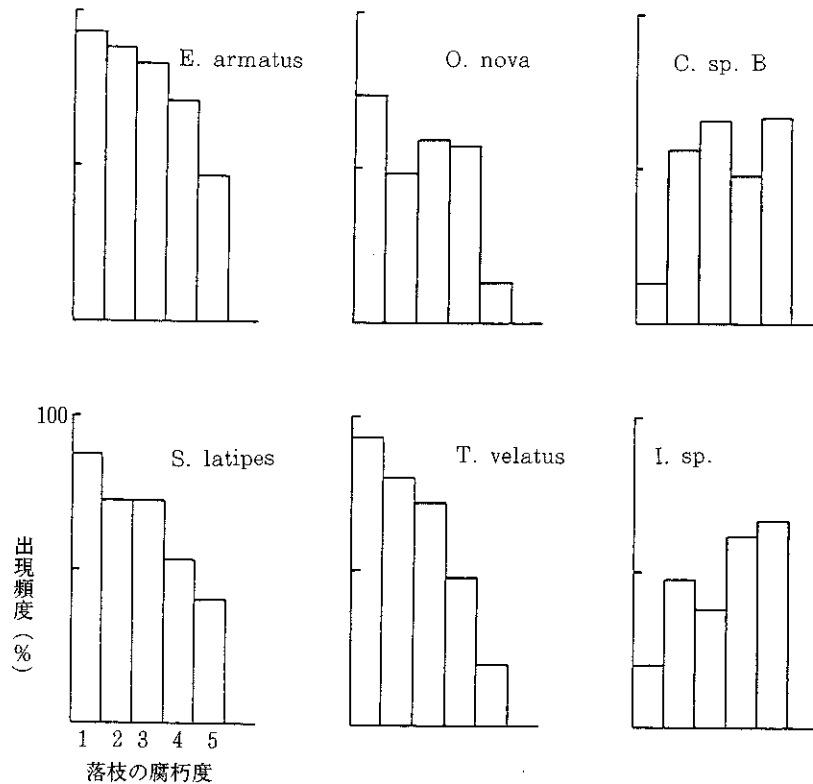


図-4 落枝の腐朽度（5が最も新しい）とササラダニ6種の出現頻度（Ito, 1987）

リターバッグ等を用いた実験的研究も金子（金子, 1984）により先鞭がつけられ落葉の分解程度とササラダニ等との関係が明らかにされた。また、筆者らも現在リターバッグを用いて落葉の種類や置かれた条件と小型節足動物類の関係について調査を開始したところである。実験的手法は今後も土壌動物学のなかで重要な位置を占めてゆくものと思われるが、それによりいままでもほとんどわかっていなかった土壌動物相互間の種間関係や菌類との相互関係が明らかにされ、土壌動物の多様性についての実験的な把握が進んでゆくものと期待される。

IV 土壌動物の機能—粉碎と耕耘

自然界における土壌動物の機能について最初の記述はギルバート・ホワイトの「セルボン博物誌」(1789)に見られる。そこでは、ミミズの働きについてかなり正確な理解が示されている。このホワイトに影響を受けたといわれるダーウィンの「ミミズと土壌の形成」(1881)

ではすでにミミズの土壌耕耘作用の量的な推定がなされている。近年では土壌動物は生態系における分解者として位置づけられ（たとえば北沢, 1973）、その存在の重要性が指摘されている。しかし、「分解者」という言葉だけでは土壌動物の機能の正確な理解はできないのではないかとも思われる。分解者としての土壌動物の機能でとくに重要なのは落葉落枝等の機械的な粉碎であるが、ミミズなどの土壌耕耘作用もまた土壌の肥沃化につながり重要である。粉碎作用にかかわるのは主にワラジムシ、ダンゴムシなどの等脚類、ヨコエビ類、ヤスデ類、ササラダニ類などである。この作用を確かめるのは簡単に広葉樹の落葉数枚と等脚類数匹を容器中で一緒にしておく数日で葉が穴だらけになるのを観察することができる。しかし、自然の林床ではこの過程はもっと複雑である。前項でも述べたが落葉、落枝、倒木など有機物の種類ごとにアタックする動物の種類は異なる。新鮮な落葉をバリバリと食べる動物がいる一方で、少し腐った落葉を好

む動物、さらには一度動物の体内を通過して粉碎された有機物粒子を好む動物もいる。これらの動物にさらに微生物による分解が加わり、その微生物を摂食する動物もいる、といった具合に多様な動物群集による複雑な過程を経て落葉等は細かい腐植へ変質してゆく。照葉樹林などの暖かい場所の森林では等脚類やヤスデ類が多くこれらの大型動物たちの直接の摂食で落葉が粉碎されるが、針葉樹林では大型動物は比較的少なく、例えばスギ人工林ではスギの落葉はイレコダニ類というササラダニ類のなかの1グループのダニが小さな穴を開けて落葉内部に入り込み内部から粉碎されることがわかってきた（金子ら, 1990; FUKUYAMA & ITO, 1992）。このような多種多様な動物による枯死有機物の資源分割については前項でも多様性とのからみで述べたが、これらを明らかにするとともに、土壌動物の粉碎作用を研究する場合とくに必要なのは、粉碎にかかわる鍵となる種（key stone species）を割り出してその摂食活動の動態と落葉の消失過程との関係を飼育等を通じて明らかにしてゆくことであろう（たとえば相馬, 1990）。このような動物の代表はおそらく等脚類であろうが、布村（NUNOMURA, 1983他）の努力により分類研究が進化したためこの方面の成果は大いに期待できる。

土壌耕耘作用の担い手は、セミ類幼虫、コガネムシ類幼虫、アリ類などもあるが、何といたってもミミズの力が圧倒的であるといつてよい。ミミズは落葉層から土壌中の深さ10センチ位までの間をトンネルを掘りながら往復して土や腐植をほとんど選択なしに摂食し、団粒状の糞を排出する。ヨーロッパや東南アジアのミミズは大きな糞塊を地表に積み上げる種があることが報告されているが、日本ではこのような種は見当たらない。渡辺（WATANABE, 1975）によると京都でのクソミミズの糞排出量は平方メートルあたり38キログラムに上り、実際の土壌耕耘量はさらにこの値より多くなるという。ミミズの活動の結果、土壌中の無機物と腐植などの有機物がかまぜられる。いわば天然の耕耘機である。また、ミミズの糞の排出により土壌は団粒化し、ミミズのトンネルと相まって土壌の保水性、透水性を高める。ひとこといってミミズの作用によって土壌は肥沃化するのであ

る。松本ら（1991）による最近の研究ではミミズの活動によって土壌の生物的活動性が著しく高まることが理化学的なレベルで定量化されている。また、新島ら（NIJIMA & NARIOKA, 1990）はミミズのトンネルのバタンを軟X線撮影とコンピュータによって解析した。土壌動物の機能に関する研究では今後このような理化学的な手法を用いた研究も盛んになるであろう。

ここで問題となるのは日本のミミズが分類学的にほとんど解明されていないという点であろう。日本のミミズは多くがフトミミズ属（*Pheretima*）という単一の属に属する種であるがこの属の種はごく少数を除いてきわめて困難で新種も数多く含むものと考えられている。この属の分類研究が進まない限り日本のミミズ研究も進まないのであるが、現在のところ陸生ミミズ類の現役の分類研究者は日本には存在しない。日本の土壌動物学の最大のアキレス腱といつてもよいであろう。

V 土壌動物を用いた森林環境の指標化

森林土壌中にはきわめて多種の土壌動物が生息している。上述したが、比較的研究所の多いササラダニ類に限定しても1つの林分での生息種は数十から100種に達する。そして、この土壌動物の種組成を植生タイプごとに比較するとかなり大きく変化することがわかってきた（青木, 1961）。青木らはササラダニ類を材料にとくにこの分野の発展に力を注ぎ、類似の研究は数多く実施されたが（青木, 1963; 1963; 青木・原田, 1981; 原田・青木, 1978; 原田・押尾・青木, 1977; Ito et al., 1987他）、この過程でササラダニ類各種は、どこにでも出現する分布の広い種群、ある特定の植生からしか出現しない分布の狭い種群、その中間的な種群などいくつかのグループに分けられることがわかってきた。これを応用すれば、土壌動物の種組成構造を環境指標として使うことができる。たとえば自然林と結び付きの強い種群がその森林にどのくらい生息しているかを調べることによりその森林の自然度を示すことができる。そもそも土壌動物はその群集構造が安定的であり（武田, 1986）調査に季節を問わないし、熱帯降雨林から南極のコケ、都会の植え込みに至るまであらゆるところに生息しているので環

境指標に使う材料としてはきわめて優れているといえるのである(青木, 1989)。

人為的影響が強い環境での土壌動物の調査例(道路建設について青木, 1971: NIJIMA, 1976: 青木・栗城, 1978, 都市について青木, 1988, 踏圧について ITO, 1980)は人為的影響が強くなると分布の広い種群しか見られなくなることを示し, 指標化の可能性を一層高めた。林業方面でも福山ら(FUKUYAMA & ITO, 1992)は林齢の異なるスギ人工林のササラダニ類を比較し林齢によって種組成がことなることを示した(図-5)。青木(青木, 1989)はこれまでの成果に立脚して日本産ササラダニ属それぞれに評点をつけ(自然度の高い環境にしか生息していない属に高い点をつける)当該箇所のササラダニ属組成からその環境を点数化する手法を提案した。この方法は都市環境から自然林まで広い範囲に適用されるものであり, 森林環境に適用範囲を絞って改良する(たとえば対象を属でなく種にする, 地方ごとに異なる評点を与えるなど)ことによりよりよい指標化システムができるものと考えられる。

環境指標の持つ側面として重要なのは, 指標化システムはあくまで実用的である必要があるということである。

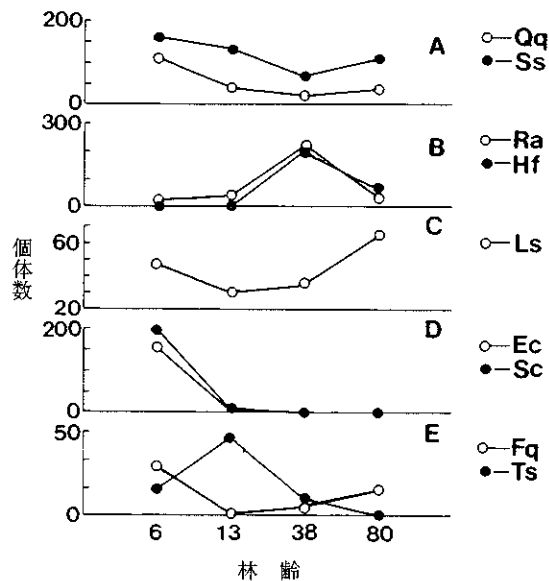


図-5 スギ人工林の林齢にともなう優占的ササラダニ種9種の個体数の変化(FUKUYAMA & ITO, 1992)

この点で土壌動物がたとえば指標生物の「先輩」である水生昆虫と比べて不利な点は同定が困難なことである。分類研究者が同定容易な検索システムを作成する努力をすることはもちろんであるが, 最近の傾向として種レベルの同定にはそれほどこだわらずおおまかなグループ組成で環境を指標化しようとする試みも行われている。大型土壌動物の大まかな群組成(たとえば甲虫, ムカデ, ダンゴムシといった程度のレベル)を指標化に使う試みは古くから行われ点数化システムも提案されている(青木, 1985)が, やや大まかすぎるきらいもある。ササラダニ類を3つの大きなグループにわけその群組成を指標化に応用する試みは注目される(MGP分析, 青木, 1993)。筆者は同様にクマムシ類について主要なグループの組成が森林環境とよく対応することを示した(Ito & UTSUGI, 1992)。今後いろいろな動物群で類似の研究例がおこなわれ, 実用的な指標化システムが提案されることが期待される。

引用文献

1) ANDERSON, J. M. (1975): The enigma of soil animal species diversity. In: VANEK, J. (ed.), Pro Gress in soil zoology. Academia, Prague, pp. 51-58.
 2) 青木淳一(1961): 植生の異なる土じょう(壤)中におけるササラダニ相の比較—国立におけるクヌギ林とアカマツ林の場合. 応動昆, 5: 81-91.
 3) 青木淳一(1963): 奥日光のササラダニ群集構造と植生および土壌との関連. IV. 植生とササラダニ群集構造. 日生態会誌, 13: 139-151.
 4) AOKI, J. (1967): Microhabitats of oribatid mites on a forest floor. Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo, 10: 133-138.
 5) 青木淳一(1971): 人為開発の影響—とくに自動車道(スバルライン)の建設による環境の変化が土壌動物におよぼす影響. 富士山総合学術調査報告書, 富士急行, 東京, pp. 727-731.
 6) 青木淳一(1976): 富士山の森林限界付近のササラダニ相. Edaphologia, 14: 1-6.
 7) 青木淳一(1983): 三つの分類群の種数および個体数の割合によるササラダニ群集の比較(MGP分析). 横浜国大環境研紀要, 10: 171-176.

8) 青木淳一(1985): 土壌動物. 指標生物—自然をみるものさし—. (財)日本自然保護協会編, 思泉社, 東京, pp. 252-257.
 9) 青木淳一(1988): 都会にすみつく“森”のダニ. 採集と飼育, 50: 431-435.
 10) 青木淳一(1989): 土壌動物を指標とした自然の豊かさの評価. 都市化・工業化の動植物影響調査法マニュアル1989. 千葉県, pp.127-143.
 11) 青木淳一・原田 洋(1981): 愛鷹山・天城山・箱根山のブナ林土壌のササラダニ相の比較. 国立科博専報, 14: 85-93.
 12) 青木淳一・栗城源一(1978): 森林内に作られた道と土壌中の小形節足動物相の変化—福島県土湯温泉附近の調査例. 横浜国大環境研紀要, 4: 165-174.
 13) DARWIN, C. (1881): The Formation of vegetable mould through the action of worms. (渋谷寿夫訳, 「ミミズと土壌の形成」, たたら書房, 米子)
 14) FUJIKAWA, T. (1974): Comparison among oribatid faunas different microhabitats in forest floors. Appl. Ent. Zool., 9: 105-114.
 15) FUKUYAMA, K. & M. ITO (1992): Succession of oribatid mites (Acari: Cryptostigmata) community in soil and in needle litter after reforestation of *Cryptomeria japonica* in Japan. J. Acarol. Soc. Jpn., 1: 113-126.
 16) HAMMER, M. (1972): Microhabitats of oribatid mites on a Danish woodland floor. Pedobiologia, 12: 412-423.
 17) 原田 洋・青木淳一(1978): 隠岐島(島後)の異植生下土壌におけるササラダニ群集の種組成. 横浜国大環境研紀要, 4: 155-164.
 18) 原田 洋・押尾伊麻子・青木淳一(1977): 横浜国立大学構内のさまざまな植生下にみられるササラダニ群集. 横浜国大環境研紀要, 3: 135-145.
 19) 長谷川元洋・武田博清(1992): アカマツ針葉の分解にともなう菌糸量とトビムシの食性の変化—2年目の結果より—. 第15回日本土壌動物学会大会講演要旨集: 32.
 20) ITO, M. (1980): Trampling impact on soil fauna at the summit of Mt. Jimba. Edaphologia, 21: 5-15.
 21) ITO, M. (1987): Occurrence of six oribatid mite species (Acari: Oribatida) in relation to

decomposition of dead branches on forest floor. Edaphologia, 37: 1-7.
 22) 伊藤雅道(1990): 土壌動物のすみ場所の温度条件は? —24時間連続測定の実データより—. Edaphologia, 42: 42-43.
 23) ITO, M. (1991): Taxonomic study on the Eutardigrada from the northern slope of Mt. Fuji, Central Japan. I. Families Calohypsibiidae and Eohypsibiidae. Proc. Japan. Soc. Syst. Zool., 45: 30-43.
 24) 伊藤雅道・青木淳一(1987): 大磯高麗山自然林のササラダニ類. 神奈川県指定天然記念地域動物調査報告書, 神奈川県教育委員会, pp.161-169.
 25) ITO, M., KOSAKU A. & M. KONDOH (1987): Oribatid fauna (Acari: Oribatida) in several different vegetations of Ishigaki Island, Okinawa, Japan. Biol. Mag. Okinawa, 25: 13-20.
 26) ITO, M. & K. UTSUGI(1992): Genus *Diphasco* (Tardigrada) from Japan. Zool. Sci., 9: 1297.
 27) 金子信博(1984): 土壌小形節足動物のリターバッグへの侵入過程. 95回日林論: 271-272.
 28) KANEKO, N. (1988): Feeding habits and cheliceral size of oribatid mites in cool temperate forest soils in Japan. Rev. Écol. Biol. Sol., 25: 353-363.
 29) 金子信博・片桐成夫・三宅 登(1990): ササラダニによるスギ落葉の分解過程. 日林誌, 72: 158-162.
 30) 北沢右三(1973): 土壌動物生態学. 生態学講座14, 共立出版, 東京.
 31) KITAZAWA, Y. ed.(1977): Ecosystem analysis of the subalpine coniferous forest of the Shigayama IBP area, Central Japan. JIBP synthesis vol. 15, University of Tokyo Pres, Tokyo.
 32) 松本貞義・津村明秀・高 亨・葛西善三郎(1990): 土壌の肥沃化とミミズの働き. Edaphologia, 43: 41-49.
 33) NIJIMA, K. (1976): Influence of construction of a road on soil animals in a case of subalpine coniferous forest of Mt. Fuji. Rev. Écol. Biol. Sol, 13: 47-54.
 34) NIJIMA, K. & H. NARIOKA (1990): Soil mac-

ropores made by soil animals. Trans. 14th Internat. Congr. Soil Sci., vol. 3, pp. 275-276.

35) 野口良子・原田 洋 (1979): 林床堆積物などの種類別サンプリングによるササラダニ群集調査. 横浜国大環境研紀要, 5: 167-177.

36) NUNOMURA, N. (1983): Studies on the terrestrial isopod crustaceans in Japan. I. Taxonomy of the families Ligiidae, Trichoniscidae and Olibrinidae. Bull. Toyama Sci. Mus., 10: 23-68.

37) 相馬 潔 (1990): ハイマツ低木林におけるヤマトイレコダニ (*Phthiracarus japonicus* AOKI) の生活史. Edaphologia, 43: 25-30.

38) 角南桂子・金子信博 (1993): 三瓶演習林のコナラ林土壌におけるササラダニ3種の食性解析に関する研究. 日本土壌動物学会第16回大会講演要旨集: 16.

39) TAKEDA, H. (1978): Ecological studies of collembolan populations in a pine forest soil. II. Vertical distribution of Collembola. Pedo-

biologia. 18: 22-30.

40) TAKEDA, H. (1979): Ecological studies of collembolan populations in a pine forest soil. IV. Vertical distribution of Collembola. Res. Popul. Ecol., 21: 120-134.

41) 武田博清 (1979): アカマツ林土壌におけるトビムシの個体群の研究—ドビムシ群集について—, 個体群生態学会会報, 32: 39-57.

42) 武田博清 (1986): 最近の群集生態学の動向について—土壌動物群集の場合を例として—, 個体群生態学会会報, 41: 31-35.

43) WATANABE, H. (1975): On the amount of production by the Megascolecid earthworm *Pheretima hupeiensis*. Pedobiologia, 15: 20-28.

44) WHITE, G. (1789): The natural history of Selborne. (寿岳文章訳, 「セルボーン博物誌」, 岩波文庫, 岩波書店, 東京).

テトラピオン剤によるブナ育成試験 (I)

—— 糸川 昭夫*

はじめに

ブナは温帯を代表する樹種で, わが国に広く分布し, その蓄積は広葉樹の中で最も多い。また, ブナ林は木材生産はいうに及ばず, 国土保全, 水源涵養, 景観の形成・保持など多くの機能を有し, 国民生活から文化・教育の面まで幅広く社会に貢献している。

しかし, 我が国のブナ林は主として高山・積雪地帯に分布し, その殆どはササ型, ないしはササ落葉低木本型地床に成立しており, ブナ林の育成にはこれら競合するササを主とする植生を適度に抑制, 防除し, 生育に必要な陽光と空間を如何に確保するかが最大のポイントである。本試験に用いたテトラピオン剤は林地のササ, その他植生への抑制効果が高く, かつ持続性があるので, すでに人工造林地においては地拵, 下刈に広く使用されているところである。しかし, テトラピオン剤は一部の樹種には展葉阻害を起こす虞があることから, ブナ天然更新への適用には, なお慎重な検討が必要とされている。

本試験はブナの育成を図るためにテトラピオン剤の実用的な使用の可能性を追求することを目的として行ったもので, 天然更新済地のブナ稚樹を対象として薬量, 剤型, 使用方法, 及びブナ稚樹に与える影響について5年間にわたって調査, 検討し, 一定の結論を得たので報告するものである。

今後, ますます天然林施業, 広葉樹林の造成が積極的に推進されることが予想されるが, 本報告の結果が, 有効な手段の一つとして活用されれば幸いである。

この試験は青森営林局の技術開発の課題の一つとして

*社団法人林業薬剤協会 KUMEKAHA Akiwo

取上げられたものであり, 現地の調査・取纏は社団法人林業薬剤協会がフレノック研究会の協力を得て実施したものである。

長年月に亘りご指導, ご協力を賜わった青森営林局の関係の各位に厚く御礼申し上げる次第である。

1. 目的

母樹保残施業法による天然更新によって発生したブナ稚樹が生立する林地にテトラピオン剤を処理し, ササ, その他植生を防除・抑制することによって, ブナ稚樹の生育を促すとともに, ブナ稚樹に与える影響について調査し, ブナ天然下種更新地へのテトラピオン剤の実用的利用の可能性を検討する。

2. 試験地

(1) 位置

青森県青森市田代平 (青森市街南方約30km, 八甲田山北麓)

青森営林署 北駒込山国有林 206a, 207, 林小班 青森営林局ブナ施業指標林V地区

(2) 地況

標高 700m 方位 S 傾斜 0~3° (平)
土性 埴壤土 土壌型 B₀ 土壌湿度 適潤
A₀層の厚さ 4~5cm 基岩 熔結凝灰岩
年平均気温 9.5℃
年間降水量 1,700mm/1,500~2,000mm

新刊紹介

〔再考 山武林業〕

著者: 農学博士 青沼 和夫

B5版 151ページ

定価 1,600円 1993年3月20日発行

発行所 グリーン企画

〒206 東京都多摩市落合5-9-31-2 ☎0423-76-6870

〔内容〕

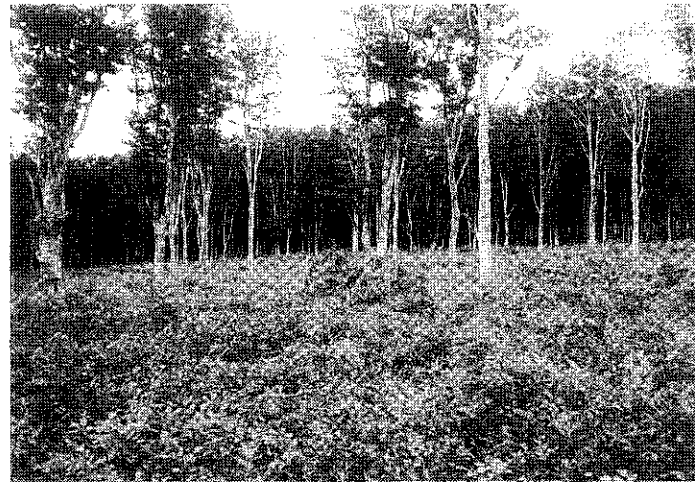
●山武地方のスギの生育環境 ●山武地方の各地域における林業とその流れ ●山武林業の変遷と社会的背景 ●山武林業のなかで育まれてきた技術 ●山武地方の挿しスギ

「いまなぜ山武林業か」と著者自身が問いかけてるように, 林業に少しでも携わって来た人々にとっては, 山武林業については一応の知識をお持ちの方が多いと思う。

著者はこの山武町に2度にわたって林業に係わる仕事にたずさわったことがあり, ここ数年の間に山武林業の中心地である山武町は一部では宅地化が進み, 徐々にスギ林は減少しつつあり, 残されたスギ林も林業としての関心が薄れてゆき, 手入れもされなくなりつつあり, 過去のこの町が美林にかこまれていた面影はなくなっているという。

しかしながら, 本書に紹介されている16世紀までさかのぼる山武林業技術の歴史の変遷とその背景を理解することにより, 現在の森林造成技術に取り入れられるものが多々あるものと考えられるので皆様方の一読をお勧めする。

(増田 昭美)



写真一 試験地全景 (平成2年9月)

I G ₁₀ -5 500	II G ₁₀ -3 300	10m
III G ₄ -2 500	IV G ₄ -2.5 625	

20m		20m
VI G ₄ -4 1000	V G ₄ -3 750	
VIII C-0 —	VII L ₃₀ -3 240	10m
10m		10m

凡例

G₄- テトラピオン 4%粒剤

G₁₀- テトラピオン 10%粒剤

L₃₀- テトラピオン 30%液剤

C - 対照区 (無処理)

記号の右の数字は薬量 kg, ai/ha, ml, ai/ha

記号の下段の数字は散布 (塗布) 薬量 g (ml)

図一 試験地配置図



写真二 プナ稚幼樹 (平成2年9月)

(3) 林況

施業指標林の伐採前の天然林は林齢210年のブナ単純林で、八甲田山一帯の代表的なブナ・チシマザサ群落であり、ブナの生育は良好で、本数 565本/ha、蓄積 330m³/haであった。

また、周辺のブナ天然林以外は各種試験地が設けられており択伐林、皆伐跡地、天然更新地などとなっている。

天然林の地床植生はチシマササ、チマキササが殆どであり、クロモジ、タムシバなどの低木類が生育している。皆伐跡地にはササが密生し、これにタラノキ、クロモジ、などの落葉低木本が混生して、一部にはシダ類、草本類が見られる。(写真一、写真二)

(4) 施業経過 (施業指標林のV区)

昭和49年 伐採前地床処理

昭和55年7月 母樹を保存して伐採

伐採前天然林 本数 670本/ha 蓄積375m³/ha

保存母樹 38本/ha 保存割合 本数7%,

材積18%

昭和57年 刈込

昭和58年 除草剤散布

ブナ稚樹の本数 約30万本/ha (昭和60年当時)

(5) 試験区の構成

試験区は施業指標林の試験地を利用し、20×20m=

400m²の区画を2箇所をあてた。これを縦、横それぞれ2分して、10×10m=100m²の区を8区設け、I~Ⅷ区とした。各区に調査対象ブナ稚樹をランダムに50本選定した。

試験区の設定・調査は昭和60年10月15日~16日である。(表一、図一)

(6) 試験区の植生

施業実験林のうち試験区を設けた場所は、昭和49年に地床処理、昭和55年に皆伐 (母樹保残) し、その後地上の植生を刈払等の処理を行ったところで、ブナの更新は良好で、随所にブナ稚樹が群状に密生している。

ブナ以外ではササ (チマキササ) が優占し (丈100~120cm)、一部には密生しているところもある。ススキは北部に僅か数株点在する程度であった。

これらに混じてタラノキ、クロモジ、オオカメノキ、ヤマウルシ、ホオノキなどの落葉低木本が生育し、特に前2者は最も目立っていた。樹高はササと同程度である。草本、シダ類も若干あるが調査の時点では、すでに黄褐色に変色または落葉しており、裸地状になっていた (表一)。

3. 薬剤処理

(1) 使用薬剤と薬量

使用薬剤はテトラピオン (商品名 フレノック) で、

表一 試験区の構成

試験区	記号	処理薬量 (有効成分量) kg, ai/ha	面積 10×10m ²	調査対象ブナ稚樹			植生別占有率					備考
				本数	平均樹高 cm	平均根元径 mm	ブナ %	ササ %	落低 %	草・シ %	ススキ 株	
I	G ₁₀ -5	5.0	100	50	75.58	11.92	40	30	10	20	3	昭和60年10月15日~16日設定・調査 落低・落葉 低木本 草・シ・草本・ シダ類
II	G ₁₀ -3	3.0	〃	50	72.00	10.40	60	15	15	10	4	
III	G ₄ -2	2.0	〃	50	73.24	11.72	50	15	10	25	2	
IV	G ₄ -2.5	2.5	〃	50	89.54	12.56	50	20	10	20	—	
V	G ₄ -3	3.0	〃	50	74.72	10.78	50	25	10	15	1	
VI	G ₄ -4	4.0	〃	50	79.68	11.44	30	45	15	10	—	
VII	L ₁₀ -4	2.88	〃	50	90.54	12.62	50	40	5	5	—	
VIII	C-0	(無処理)	〃	50	92.16	11.62	55	25	15	5	—	
計平均	8区	2.0~5.0	800	400	80.93	11.63	48	27	11	14	1	

剤型は通常林地で使われる粒剤を主とし、比較のため液剤を1区に用いた。有効成分の含有量は粒剤は10%、4%の2種類、液剤は30%である。

薬量については、一般に人工林ではササに対して使用する場合は、有効成分量（以下「ai」と表す）で3~5kg/haであること、ササの抑制効果とブナの薬害を回避することを狙いとした試験であることから本試験では3kg, ai/haを中心に、2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0kg, ai/haの薬量とし、3.0kg/ha区は10%、4%の両粒剤の2区とした。液剤についてはほぼ3.0kg, ai/haとなるように定めた（表-2）。

本報告書では本文、表、図において試験区の略号をこの表に用いた記号（G₁₀-3, G₄-2.5, L₃₀-3, ……）を使用する。

(2) 処理方法

粒剤は手撒きにより、土壌表面均一とし、液剤は曳行型塗布機*により莖葉に均一塗布を実施した。

*「曳行型塗布機」は林地で液剤を雑草木の莖葉に塗布する器具として開発試作されたもので、一辺約1cmの三角形のフレームにモップと太紐を装着し、これに薬液を滴らせたものを、曳行者が薬液のタンクを背負って雑草木の上を引いて歩くことにより薬液を付着させる器具。（「林業と薬剤」No.112, (1990) 参照）

(3) 処理年月日と天候

薬剤の散布及び塗布は昭和60年10月16日午後である。処理前日は晴で、処理当日は午前は晴、午後から曇りは増加して曇りとなったが風は特に吹いていなかった。その後夜半から翌朝にかけて強風を伴う降雨があり、明け方には降り止み、午前10時には晴となった。処理翌翌日は晴時々曇であった。使用薬剤が粒剤であることから、降雨による薬剤の流出など、効果に影響を及ぼすことはなかったと考えられる。

月日	前日 60.10.15.	当日 60.10.16.	翌日 60.10.17.	翌翌日 60.10.18.
天候	快晴~晴	晴後曇 夜雨	朝少雨 後晴	晴時々曇

4. 調 査

(1) 調査時期

調査は薬剤処理後3年間を計画した。処理翌年、処理翌翌年（以下単に1年目、2年目、……と記す。）は生育期（7月）及び生育終了期（10月）の2回実施し、3年目は生育終了期（9月）に実施した。なお、最終の確認、補完の目的で5年目の平成2年9月に主として観察調査を行った。

(2) 調査項目

- ブナ稚樹の生長（樹高、根元径）
- ブナ稚樹への薬剤の影響（薬害）の発生と消長

表-2 薬剤処理

試験地	記号	面積	使用薬剤			処 理 量			処理方法	備 考
			薬剤名 (商品名)	有効成分 含有量	剤型	ha当り 薬量	ha当り 有効成分量	処理薬量		
I	G ₁₀ -5	100m ²	テトラピオン (フレノック)	10%	粒剤	50kg	5.0kg	500g	手まき 土壌表面均一散布	処理年月日 昭和60年10月16日
II	G ₁₀ -3	〃	〃	10%	粒剤	30	3.0	300	〃	Ⅵ区の液剤処理は3倍に希釈したものを240ml塗布。有効成分量(kg)は比重1.2として算出。
III	G ₄ -2	〃	〃	4%	粒剤	50	2.0	500	〃	
IV	G ₄ -2.5	〃	〃	4%	粒剤	62.5	2.5	625	〃	
V	G ₄ -3	〃	〃	4%	粒剤	75	3.0	750	〃	
VI	G ₄ -4	〃	〃	4%	粒剤	100	4.0	1,000	〃	
VII	L ₃₀ -3	〃	〃	30%	液剤	8ℓ	2.88	240ml	曳行型莖葉塗布塗布機	
VIII	C-0	〃	(対照区)	—	—	(無 処 理)				
計	8区	800								

表-3 調査時期と調査項目

年次	時期	調査年月日	生長		害徴	葉の害徴	残留	冬芽	植生抑制等	備 考
			樹高	根元径						
0	昭和60年	設定時 処理等	60.10.15~16	○	○					○ 調査実施 △ 一部調査 平成2年の調査は確認のため観察調査
1	昭和61年	生育期	61.7.8~9	○	△	○	○		○	
		生育終了期	61.10.1~2		○	○		○	○	
2	昭和62年	生育期	62.7.8~9	○		○		○	○	
		生育終了期	62.10.1~2		○	○			○	
3	昭和63年	生育終了期	63.9.20~21	○	○	○		○	○	
4	平成元年									
5	平成2年	生育終了期	2.9.25	○	○	○			○	

- ブナの葉への害徴の発現型
 - ブナ稚樹の冬芽の形態と翌春の展葉
 - ブナの葉のテトラピオンの残留
 - ササ、その他植生への抑制防除効果（薬剤効果）
- 現地調査の時期及び調査項目を整理したものは表-3である。なお、本報告では第3項、第4項の調査結果については省略した。

(3) 調査方法

i) ブナ稚樹の生長

各試験区のブナ稚樹の集団の中から平均的な生育をしていると見られる一群からランダムに50本の調査対象木を選び、樹高および根元径を測定する。
なお、5年目には調査対象木の中から優勢木、中勢木を各区それぞれ4本を選び所要の測定を行った。

ii) ブナ稚樹の薬害

①処理1年目

害徴の発現状態を概観し、害徴に応じて軽微なものから重い方へ、無、微、中、多、甚の5区分とした。このうち「中」に該当するものは、出現頻度が多く、かつ今後の生長への影響の差が出ることも考慮し、薬害の軽微なものとはそれ以外のものとは2区分し、それぞれ中₍₄₎、中₍₃₎と表示した。また、無~甚の害徴区分を0, 1, 2, 3, 4, 5の記号を用いて表し、同時にこの数字を薬害度指数として薬害の数量化も試みた。

害徴の識別は葉の大きさ、色調、展葉状態（葉縁の波

打ち、萎縮、欠除、など）を因子とするほか、害徴が樹体の一部にとどまっているかどうか、稚樹の生長に与える影響の度合も勘案して総合的に判断するように努めた。また、判定にはできるだけ複数人が当り個人誤差を解消するように配慮した。
害徴別判定基準は次表による。

区分	記号 (葉の害徴)	樹体の概要	判定内容
無	0 (0)	健全	害徴が認められていないもの。極めて僅かに葉色が濃いものであっても旺盛に成長しているものは含める。
微	1 (1)	健全なものと殆ど変わりがない。	葉の異常は僅かである部分的に展葉の不十分のものが稀にある。害徴の現れている部分は全体の10%以下。
中 ₍₄₎	2 (2)	葉にやや害徴が目立つ。	葉の小型化したものがある。展葉の不十分なものが見られる。樹高生長は通常に近い。
中 ₍₃₎	3 (3)	全体の葉に害徴が現れる。	葉色、葉の大きさ、展葉に異常なものが見立つ。生長への影響が見られる。
多	4 (4)	樹体や枝に影響が見れる。	葉の異常が全面に現れる樹体は貧弱で生長への影響が出ている。
甚	5 (5)	貧弱で小型。	葉、樹体ともに大きく影響を受けている。衰弱は甚しい。

②処理2年目

害徴の判定は前年の判定基準による。しかし薬害は相当に回復してきており、害徴の残っているものでも、基準の「微」に該当するものが大部分であるので、前年基準の微(1)を便宜上2区分して、軽微なものを微_(小)(1-1)、それ以外は微_(大)(1-2)とした。微_(小)と微_(大)の判定は概ね次による。

区分	記号	薬害度指数	判定内容
微 _(小)	1-1	0.5	全体として健全なものと差は殆どない 葉の先端の極く一部に波打、縮葉の痕跡が見られる
微 _(大)	1-2	1.0	部分的に展葉不十分のものが稀にある 害徴の現れている部分は全体の10%以下

③処理3年目、5年目

調査対象のブナ稚樹の全数が回復し、害徴は認められないので特に記録はしない。

iii) ブナの葉への害徴発現型

テトラピオンのブナへの薬害は樹体全体で見れば、枝の先端、即ち生長点に集中して発現することが知られている。また、葉に対してやはり葉の基部よりも先端部に縮葉、欠除などが現れる。従って葉のどの部分にどれほどの害徴が出現したかを測定することによって、薬害程度と関連付けることが可能である。

このことから、ブナの葉ごとの害徴の発現タイプの測定を行った。

発現タイプ、測定方法及び調査結果は省略する。

iv) 冬芽の翌春の展葉

テトラピオン処理区(粒剤区 薬量3kg, ai/ha以上)で1年目の秋に形成された冬芽の中に色は黒褐色で、長

さはずんぐりして、先端が鈍化した異常なものが観察されたので、異常冬芽と翌春の展葉状態関係について調査を行った。

調査方法、調査結果については省略する。

v) 植生への効果

社団法人 林業薬剤協会の林地除草剤導入試験調査要領の効果判定基準に準拠する。ただし、本試験地は天然更新によって生立したブナ稚樹が群状に生育しているところであり、一般の人工植栽地とは態様が全く異なるので、実態に合うような方法とした部分がある。

vi) テトラピオンの残留

①処理1年目(昭和61年7月採取)

薬剤の樹体内の残留と害徴の関係を見るため、ブナの葉を採取・分析を行った。採取標本は薬量が最も多く、薬害も最も甚だしいI区《G₁₀-5》と、薬量も薬害も中間的と思われるV区《G₄-3》の両区から害徴別に採取した。

この外に、同一箇所に成立していて害徴の差の甚だしい2個体(害徴基準では微と中_(大))から両者を比較するために採取した。

②処理3年目(昭和63年9月採取)

さらに処理後の薬害の回復経過と残留の関係を知るため、前回と同じ試験区、I区及びV区からランダムに葉を採取した。いずれの区においても外観は葉に害徴は認められなかった。

この時点で害徴の残っていたものはI区の1集団の数本のみであったので、ここの9個体の標本の分析も試みた。

分析は両年ともにダイキン工業株式会社化学事業部研究開発部が担当した。

(つづく)

くん煙剤によるヒノキカワモグリガの防除効果

佐藤 重穂*・久保園正昭**

1. はじめに

ヒノキカワモグリガ *Epinotia granitalis* (BUTLER) はスギ・ヒノキ等の内樹皮を食害し、材内に食痕を残す穿孔性害虫である。本種は1980年代からおもに各地のスギ林で被害が多いことが知られるようになった。

本種に関しては生態の概要は明らかになったが、防除法についてはまだ研究段階で、総合防除法の確立に向けて施業による防除、抵抗性品種の探索、天敵による密度低減効果などの研究が行われている。薬剤を用いた防除法については、これまでに成虫を対象としたくん煙剤の散布^{1,2,3,4,5,6,7,8,9)}や航空散布、幼虫を対象とした薬剤散布^{10,11)}などの試験が行われている。このうち、成虫防除用に有機リン系のくん煙剤が農薬登録されている。

ここではまずヒノキカワモグリガの生態と被害の概略について述べ、次にくん煙剤散布による成虫の防除効果を調べる試験の結果を紹介する。

なお、森林総合研究所の吉田成章昆虫管理研究室長と同九州支所の牧野俊一昆虫研究室長、並びに熊本県林業研究指導所の宮島淳二主任技師には試験にご協力いただき、貴重な助言をいただいた。また、試験地とした林の所有者の各位には試験地利用の便宜を図っていただいた。併せて謝意を表する。

2. ヒノキカワモグリガの生態と被害

ヒノキカワモグリガはハマキガ科に属する小蛾の一種で、北海道南部から九州まで分布している。スギやヒノ

キなど、ヒノキ科の樹木の幹の樹皮下を食害する穿孔性害虫だが、近年、特にスギ造林地での被害が多いことが知られるようになってきている。

成虫は開長が約15mmの蛾である(写真-1)。幼虫は5齢の老熟幼虫で体長約10mm、頭部は黒褐色、胸部と腹部は黄白色のイモムシ状の形態をしている。

成虫は年1回発生で、関東地方の平野部では6月上旬から7月中旬に発生する。成虫はスギ、ヒノキ等の針葉、緑軸部に産卵する。

卵から孵化した幼虫は針葉の葉肉や緑軸に食い入り、内部を食害するが、食害部が枯死する前に脱出して、枝の上を歩いて別の場所に潜り込む。幼虫は加害部位の移動を何度か繰り返すうちに、徐々に枝の太い部分へ向かい、秋には枝の樹皮下で内樹皮を食害するようになる。冬の間、幼虫は枝の樹皮下や幹から枝が分かれる枝基部の樹皮下で越冬する。

越冬から明けた幼虫はさらに移動して、主に樹幹の樹皮下で食害するようになる。枝基部だけでなく、枝のな



写真-1 ヒノキカワモグリガ成虫

* 森林総合研究所九州支所 SATO Shigeo

** 熊本県林業研究指導所 KUBOZONO Masaaki



写真-2 ヒノキカワモグリガの食害痕

い樹幹部でも加害し、力枝より低い樹幹部へも降りて来る。一箇所でおよそ1~5cmを食害すると、食害部からヤニが出る前に、別の場所へ移動して加害する。このときの幹での食害痕が、その後、黒褐色のしみとなる。幼虫は老熟すると、粗皮のすき間で蛹になり、やがて成虫になる。

幼虫の食痕は、樹幹の組織がその部分を巻き込むようにして成長して、数年たつて完全に被害部が巻き込まれると、盛り上がって瘤になる。この瘤によって外観から材内に過去の食痕があることがわかる。

この虫による実質的な被害は、幼虫が幹を食害したあとにできる食痕である。食痕は黒いしみとなって材内に残り、材の価値を下げる(写真-2)。

なお、幼虫の加害によって木が枯死したり、木の成長が悪くなったりすることはないので、林地以外での緑化樹等では防除する必要はないと考えられる。

3. くん煙剤によるヒノキカワモグリガ成虫の防除効果

一般に幼虫が樹皮下や材内を食害する穿孔性害虫は、

薬剤を直接虫体に接触させるのが難しいので、薬剤防除が困難である。ヒノキカワモグリガの場合は、前述のように幼虫は樹皮下に穿入しているため、薬剤による防除は、成虫を対象として行うのが効果的であると考えられる。

ヒノキカワモグリガの成虫防除用として、クロルピリホス15%を有効成分とするゲーズバンくん煙剤が農薬登録されているが、その防除効果と最適な散布法を検討するために以下のような試験を行った^{3,4,5,6,7,9}。

(1) 試験方法

熊本県北部のヒノキカワモグリガの被害が大きいスギ林分に4箇所の試験地を設定してくん煙試験を行った。各試験地の概要は表-1の通りで、面積はそれぞれ約0.5haである。

くん煙試験はそれぞれの試験地で成虫発生期当り2~5回行ったが、くん煙の時期による防除効果を比較するために、約40日あるヒノキカワモグリガの成虫発生期の初期から終期まで全期間に対応できるように散布間隔を長くして行う方法(以下、全期間散布と呼ぶ)と、成虫発生ピーク時の前後に短い間隔で散布する方法(以下、集中散布と呼ぶ)とで行った。

全期間散布試験は小国試験地で行い、平均12日間隔で1発生期当り4回くん煙剤を散布した。南小国、鹿北第1、及び第2試験地では集中散布試験を行い、南小国では6日間隔で1発生期当り4回、鹿北第1と鹿北第2では3日間隔で1発生期当り3~5回(1991年の鹿北第2は6日間隔で2回)行った(表-2)。くん煙剤は1回につき2~3缶(1缶1kg)を日没時の前後の風のない時に散布した(写真-3)。

くん煙剤による殺虫効果を調べるために、試験地には

表-1 試験地の状況

試験地名	場所	標高(m)	品種	林齢	樹高(m)	DBH(cm)	密度(/ha)
小国	阿蘇郡小国町宇土谷	550	ヤブクグリ	21	11.0	15.0	
南小国	阿蘇郡南小国町赤馬場	650	ヤブクグリ	18	10.3	11.5	2000
鹿北第1	鹿本郡鹿北町茂田井	610	アヤスギ	23	9.0	15.0	1700
鹿北第2	鹿本郡鹿北町茂田井	550	ヤブクグリ	20	7.0	10.0	2500

(注) 林齢等は試験の初年度の値を示した。

表-2 成虫発生期毎のくん煙試験の状況

試験地名	年	くん煙回数	実施日	平均間隔(日)	天候
小国	1986	4	6/19, 7/1, 7/9, 7/28	13.0	やや良
小国	1987	4	6/10, 6/22, 7/6, 7/18	12.7	良好
小国	1988	4	6/13, 6/22, 7/4, 7/18	11.7	やや良
南小国	1989	4	6/26, 6/30, 7/5, 7/14	6.0	やや良
鹿北第1	1990	4	6/17, 6/20, 6/23, 6/27	3.3	やや良
鹿北第1	1991	3	6/18, 6/21, 6/24	3.0	良好
鹿北第1	1992	5	6/12, 6/15, 6/18, 6/21, 6/24	3.0	良好
鹿北第2	1991	2	6/19, 6/25	6.0	やや悪
鹿北第2	1992	5	6/12, 6/15, 6/18, 6/21, 6/24	3.0	良好



写真-3 くん煙剤の散布

子め林内に受け布(1.8m×2.0m)を張り、くん煙剤を散布した翌日に、死亡して受け布に落下したヒノキカワモグリガを数えた。

また、鹿北第1試験地と鹿北第2試験地では試験地の中央部(以下、これをくん煙区と呼ぶ)と試験地から約100m離れたくん煙剤が被煙しない林内(以下、対照区と呼ぶ)にそれぞれ吉田式ライトトラップ¹²⁾を設置して、くん煙剤散布前後のヒノキカワモグリガの誘殺数を

調べた。

(2) 結果

それぞれの試験でのヒノキカワモグリガの平均落下個体数は受け布1枚当り0.11~2.10頭で(表-3)、ha当りに換算すると304~5810頭であり、同じ試験地でも年によって差があった。

小国試験地と鹿北第1試験地では3年連続して同じ場所でもくん煙剤を散布して、どちらでも3年目にはくん煙によるヒノキカワモグリガ落下数が減少しているが、これは試験地によってヒノキカワモグリガの生息密度が異なること、くん煙剤散布の間隔の差、散布時の気象条件などが影響していると考えられるので、単にくん煙によるヒノキカワモグリガの密度低減効果とみることはできない。

(3) 考察

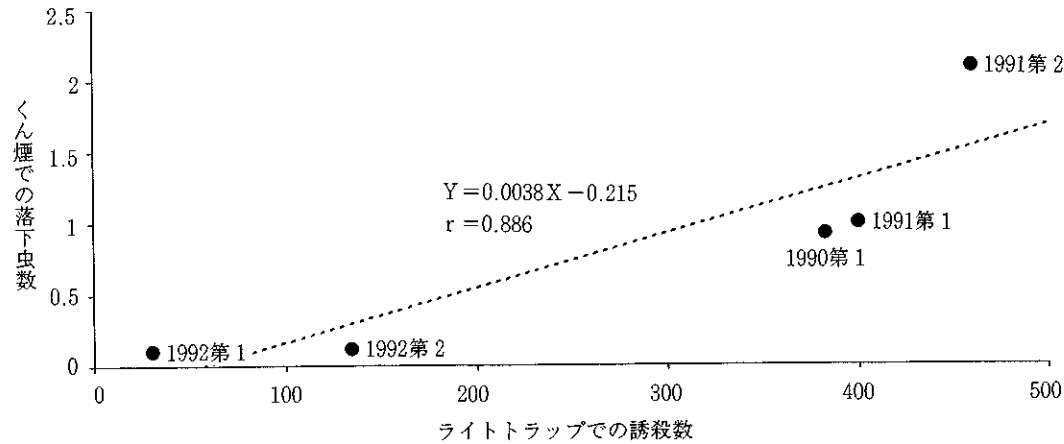
1) くん煙による殺虫効果

鹿北第1試験地、鹿北第2試験地の対照区に設置した年ごとのライトトラップでのヒノキカワモグリガ誘殺数(1発生期の累積)を、くん煙による落下虫数と比較すると、図-1のように正の相関が認められた。鹿北第1と鹿北第2試験地では、どちらも集中散布を行っている。ライトトラップでの誘殺虫数は生息密度を反映していると考えられるので、くん煙による落下死亡虫数の場所や年による違いはヒノキカワモグリガの生息密度の違いによるものと見ることができる。

表一 試験毎のヒノキカワモグリガ落下個体数

試験地名	年	受布数	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	合計	平均*	他虫#
小国	1986	20	1	20	0	7	—	28	0.35	26.8
小国	1987	20	1	10	15	5	—	31	0.39	22.5
小国	1988	20	0	1	8	7	—	16	0.20	16.7
南小国	1989	20	14	5	4	7	—	30	0.38	12.5
鹿北第1	1990	20	18	23	30	5	—	76	0.95	21.3
鹿北第1	1991	75	109	65	50	—	—	224	1.00	12.2
鹿北第1	1992	75	6	5	11	13	6	41	0.11	14.1
鹿北第2	1991	71	214	83	—	—	—	297	2.10	11.8
鹿北第2	1992	71	13	3	10	9	5	40	0.11	37.8

* : くん煙 1 回の受布 1 枚当りのヒノキカワモグリガの平均落下数
 # : くん煙 1 回の受布 1 枚当りのヒノキカワモグリガ以外の昆虫の平均落下数



図一 ライトトラップでの誘殺数とくん煙での落下数の関係

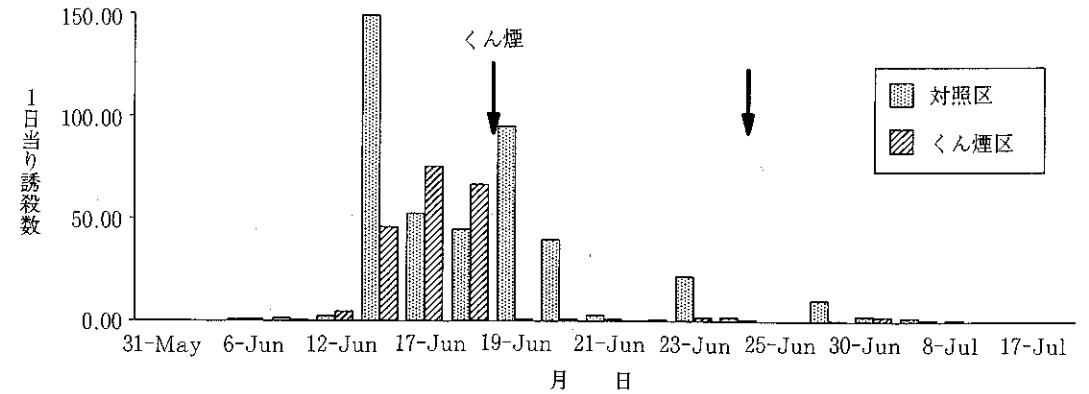
鹿北第2試験地の発生期毎のくん煙区と対照区のライトトラップ誘殺数の経時変化は図-2, 3に示す通りで、'91年, '92年とも1回目のくん煙剤散布まではくん煙区、対照区で誘殺経過に大差はないが、1回目の散布後から成虫発生期が終了して対照区で誘殺されなくなるまで、くん煙区ではほとんど誘殺されなくなった。

くん煙後にライトトラップに誘殺されなくなるのはくん煙によって成虫が防除されたことを示すとともに、くん煙区では新たに羽化する成虫もライトトラップに誘殺されなくなったことを意味する。すなわち、3日ないし6日のくん煙間隔の期間は残効があり、新たに羽化した成虫がすぐに死亡して、ライトトラップに誘殺されなくなったのか、あるいはくん煙剤が羽化直前の蛹に対しても殺虫効果があり、新たに羽化する成虫がなかったのか

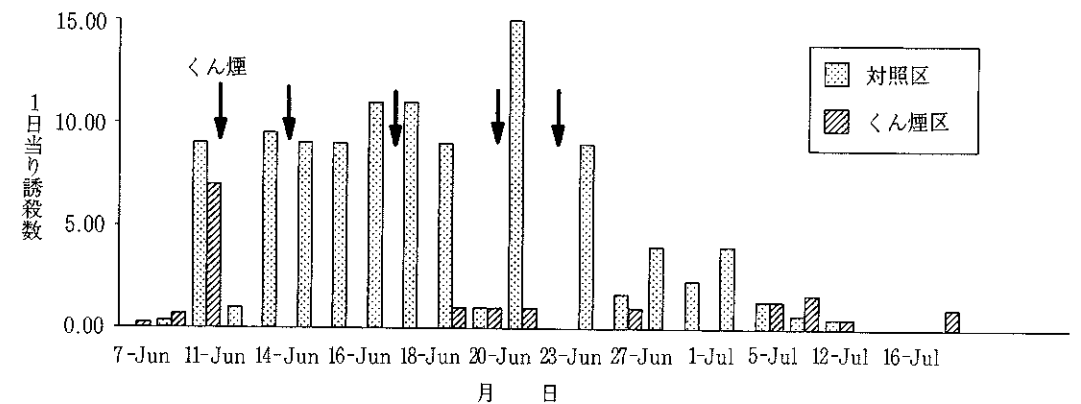
の、どちらかであると考えられる。いずれにしても、くん煙による殺虫効果があったのは明らかである。

2) くん煙の間隔

全期間散布を行った小国試験地と集中散布を行った鹿北第1試験地での3年間の試験結果を比較すると(表-3)小国では4回の散布のうちで2回目, 3回目の散布で落下したヒノキカワモグリガが全期間合計の72%を占めるのに対し、鹿北第1では1回目の散布が39%, 最終散布が18%であり、全期間合計の中で占める割合が大きい。全期間散布では2回目と3回目の散布での殺虫効果が大きいのに対し、集中散布ではすべての散布で殺虫効果があったことになる。小国試験地の1986年の3回目と鹿北第1試験地の1990年の4回目の試験時の天候が悪かったことを加味すれば、全期間散布と集中散布の効率の差



図二 成虫誘殺数 鹿北第2試験地 1991年



図三 成虫誘殺数 鹿北第2試験地 1992年

はさらに大きかった可能性もある。

図-2, 3の対照区の成虫誘殺経過が示すように、ヒノキカワモグリガの成虫発生は40~50日にわたるが、発生を始めてから10~20日目に大きなピークがあり、その後は誘殺数があまり多くない状態が続いて終息に至るので、この発生のピーク時に集中して数回くん煙剤を散布した方が、防除効果が高いと考えられる。

4. 終わりに

くん煙剤の散布によってヒノキカワモグリガを防除するには、成虫の発生する時期を的確に把握する必要があるとされている^{1,8)}が、今回紹介した試験の結果もこれを裏付けている。また、散布時の気象条件も重要で、降雨や風によって樹冠部に十分に被煙しないうちに薬剤が

流亡し、防除効果が得られないこともある。特にヒノキカワモグリガの成虫発生期は梅雨期に当たることが多いので、散布計画を立てるときは天候にも十分注意する必要がある。くん煙する時間帯は風の弱くなる早朝か夕方が望ましいと考えられる。

くん煙剤によって防除すると、防除当年は被害が減少するが、翌年以降は周囲に未防除の林分があるとそこから新たな成虫が侵入して来る可能性がある。被害を防ぐためには連続している被害林分をすべて防除すればよいが、スギ・ヒノキ人工林は広範囲にわたって連続している場合が多く、民有林の場合、所有者が異なるなどの理由ですべての林分で防除することは困難なことが多いと思われる。特定の林分でヒノキカワモグリガを防除する場合、くん煙剤を連年散布すれば、被害が防げる。磨

き丸太を生産する場合などはこの方法で伐期前の数年間防除すれば、表面に被害のない製品を得られることになる。しかし、すでに被害が発生している林分で並材を生産する場合は、くん煙で防除しても材内に蓄積している過去の被害が消えるわけではないので、くん煙に要する費用を考えると経済性に疑問がある。それぞれの林分でどのような材を生産するためにどういう施業方針でいくのかを個々に検討した上で、くん煙剤による防除を施業計画に組み込むように考えるべきである。

今回紹介した試験では死亡した成虫の落下数とライトトラップでの誘殺数によって防除効果を判断したが、最終的な効果の判定は材内の被害痕の数を割材して確認するべきである。くん煙剤によるヒノキカワモグリガの防除を総合防除法に組み入れられるようにするためには、くん煙の防除効果の判定に基づいた最適な散布方法をさらに検討する必要がある。

引用文献

1) 千原賢次・高宮立身・川野洋一郎：くん煙剤によるヒノキカワモグリガの3年連続防除効果，日林九支研論42，181-182,1989

2) 林洋二・山田詳生・松尾弘治：くん煙剤によるヒノキカワモグリガ成虫駆除試験，33回日林関西支講，237-238,1982

3) 久保園正昭：薬剤によるヒノキカワモグリガ防除試

験，日林九支研論40，185-186，1987

4) 久保園正昭：薬剤によるヒノキカワモグリガ防除試験（Ⅱ），日林九支研論41，155-156，1988

5) 久保園正昭・宮島淳二：薬剤によるヒノキカワモグリガ防除試験（Ⅲ），日林九支研論42,183-184,1989

6) 久保園正昭・宮島淳二：薬剤によるヒノキカワモグリガ防除試験（Ⅳ）—くん煙剤による成虫の殺虫効果—，日林九支研論43，149-150，1990

7) 久保園正昭・宮島淳二：薬剤によるヒノキカワモグリガ防除試験—くん煙剤による成虫の殺虫効果—，102回日林論，285-286，1991

8) 倉永善太郎・小林幸雄・和田剛介：くん煙剤によるヒノキカワモグリガ防除試験，林業と薬剤95，12-16，1986

9) 宮島淳二・久保園正昭・吉田成章・佐藤重穂：くん煙剤によるヒノキカワモグリガ成虫の防除試験（Ⅱ）—ライトトラップによる効果調査結果—，103回日林論，511-512，1992

10) 暇芳孝：ヒノキカワモグリガの予防試験，関西林木育種場山陰支場業務記録13，48-49，1974

11) 暇芳孝：ヒノキカワモグリガの予防試験（Ⅱ），関西林木育種場山陰支場業務記録14，42-45，1975

12) 吉田成章：ヒノキカワモグリガ成虫捕獲用ライトトラップ（Ⅰ），林業と薬剤124，1-5，1993

禁 転 載

平成5年12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 東京4-41930

印刷/株式会社 ひろせ印刷

頒価 515円 (本体 500円)

Pfizer
ファイザー

緑日本の松の緑を守る会推奨

松枯れ防止に新しい針路。

松枯れの原因とされるマツノザイセンチュウに対し、優れた防除効果を発揮する新しい樹幹注入剤です。

松枯れ防止・樹幹注入剤

グリーンガード®・エイト

Greenguard® Eight

科学を世界の向上のために———

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

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。



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。

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

○下刈り地ではスギヒノキの造林地で使用してください

クズの株頭処理に

M 乳剤

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

“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！



ダースバロン* 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)

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

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)

ジャコサイドオイル

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

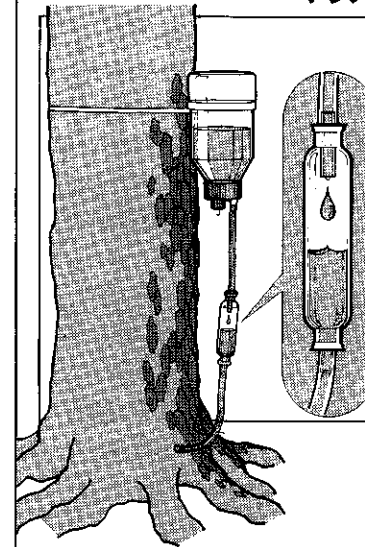
本社：〒150 東京都渋谷区恵比寿西1-18-4アムズ・ワンビル3階
電話 03-3780-3031(代)
工場：〒308 茨城県下館市大字折本字板堂540
電話 0296-22-5101(代)



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す。

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す。

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

「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® 微粒剤F

バイジット® 粒剤

タイシストン®・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 ☎108

新しいつる切り代用除草剤

クス防除剤

ケイピン

(トードン含浸)

* 米国ダ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・イスバイオテック** 販売 丸善薬品産業株式会社

お問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)	札幌営業所	電話 (261) 9024
東京支店	東京都千代田区神田3-16-9	電話 (3256) 5561(代)	仙台営業所	電話 (22) 2790
名古屋支店	名古屋市西区那古野1-1-7	電話 (561) 0131(代)	金沢営業所	電話 (23) 2655
福岡支店	福岡市博多区奈良屋町14-18	電話 (281) 6631(代)	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

マツクイ虫被害木伐倒駆除に

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DJ® 微粒剤



サンケイ化学株式会社 <説明書進呈>

本社	〒890 鹿児島市唐湊四丁目17番6号	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!!

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」503号P19-19A
資料請求は下記へ

ササが「ゆりかご」!?
ササは枯れずにちぢちぢの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若い苗木に陽が当たりスクスク丈夫に育ちます



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 ☎03-5505-8237
保土谷化学工業株式会社
〒106 東京都港区虎ノ門1-4-2 ☎03-3504-6559
ダイキン化成品販売株式会社
〒101 東京都千代田区神田東1-19 ☎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
- ・ クズにワンブッシュ
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

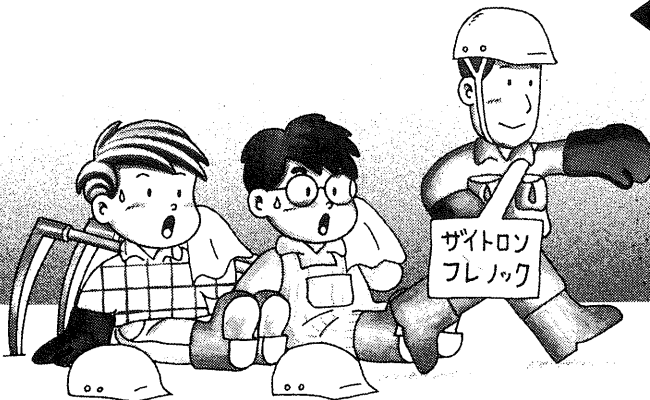
本社・工場 熊本市花園1丁目11-30 〒860 ☎(096)352-8121(代)
東京事務所 東京都千代田区飯田橋3丁目4-3 坂田ビル6F 〒102 ☎(03)3239-2555(代)



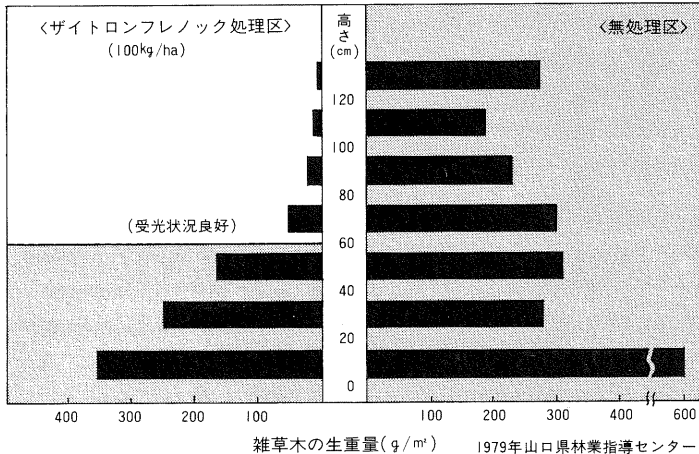
カマ・カマ・クスリ しませんか？

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。

効き目が
グリーンと持続する
総合下刈剤



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