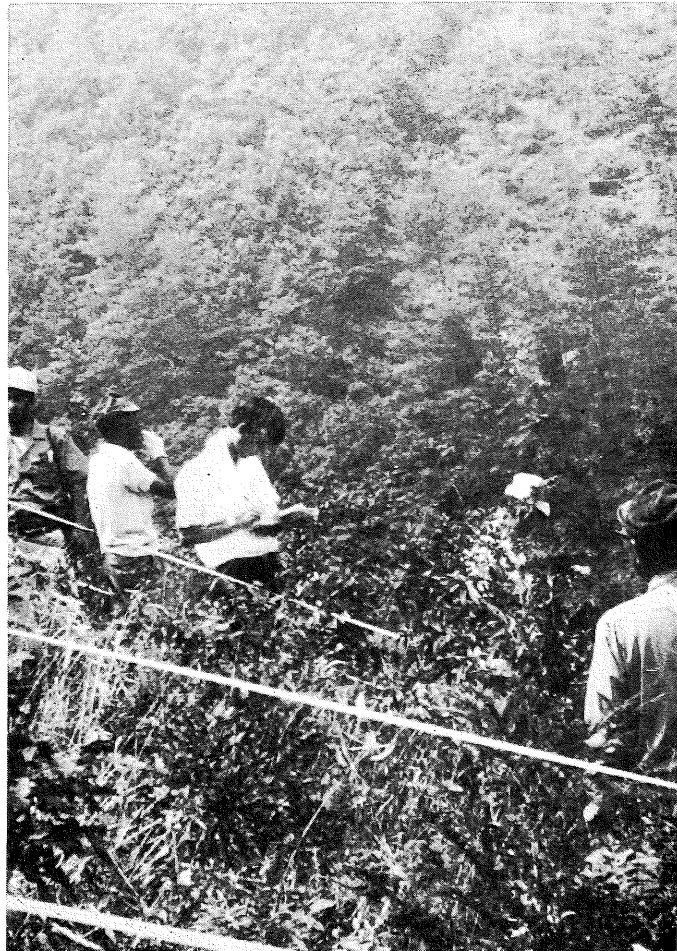


林業と薬剤

NO. 42 12. 1972



社団法人 林業薬剤協会

目 次

微生物殺虫剤 B T 剤について……………片 桐 一 正 1

緑化樹の病虫害 (III)……………小林享夫・山田房男 11

農薬と毒性シリーズ 3

農薬と毒性のはなし……………眞 木 茂 哉 16

森林昆虫の採集と標本の作り方 (1) …………… 19

海外ニュース - XX VIII - …………… 10

●表紙写真
林地除草剤散布展示林における
研修風景—福山

はじめに

B T 剤すなわち細菌 *Bacillus thuringiensis* を殺虫剤にした微生物農薬が、最近わが国でも注目されてきている。*Bacillus thuringiensis*(以下略して B T と書く)は、種々な名称で大分以前から認められていた菌であるらしく、パストゥールもこの菌をみているふしがあるという。B T という名称は最初 1915 年に BERLINER が、ドイツのチュウリングゲンの粉屋に発生したコナマダラメイガ *Anagasta kuhniella* の死体から分離記載したものである。これより前 1901 年、1902 年にわが国の石渡はカイコの卒倒病から卒倒病菌 *Bacillus sotto* を分離記載している。これは現在では B T の一亜種になっている。欧米諸国で B T の害虫防除への利用の試みがすでに 1920 年代の終りから 1930 年代にかけて始められているにもかかわらず、わが国の B T 剤の開発が遅れているのは、本来この菌が上述したようにカイコの伝染病病原菌と同じ種のものであり、その利用は養蚕業に好ましからざる影響を与えるであろうと判断されていたからである。しかし最近合成農薬による環境汚染や残留毒性への認識が高まり、にわかに無公害農薬あるいはより公害性の少ない農薬が求められるようになった機運に乗じて B T 剤が注目されるに至った。養蚕業に悪影響を及ぼさない B T 剤の使用法を中心に B T 利用の研究がいま集約的にされようとしている。林業においても、この B T を積極的に取り入れた森林保護、樹木保護の技術が研究開発されることが望ましいと考える。

本項は上述のような気運にあることを考慮して、B T について過大評価や無用な不安感を取り除き正しい概念を得てもらふ手助けのために、まず B T の細菌学的、病理学的特性について概観し、ついで害虫防除への利用について実例を参考にしながら問題点をみていこうと思う。なお詳細な知識を得るための参考文献の主なものを最後に掲げた。

I. 細菌学的特性

分類上の位置 昆虫病原細菌は芽胞 Spores をつくるものとつくりえないものに分けられるが、前者に重要なものが含まれる。芽胞形成性の病原菌は Bacillaceae に属する *Bacillus cereus* グループをその代表とする。このグループのものは高温(28°C~35°C)でよく生育する。多くのものは好気性で、芽胞は楕円体状から円筒状などいろいろある。芽胞を包んでいる芽胞嚢は必ずしもピヤダル形をしていない。グラム陽性菌である。B T はこの *B. cereus* に近い種類である。しかし B T は parasporal bodies (あるいはクリスタル毒素) という芽胞に似た結晶体様の顆粒体を産生する点で *B. cereus* と区別される。すなわち B T は増殖段階の菌体が桿状で時にはこれが鎖状をなしており、芽胞形成に当っては芽胞嚢の中に芽胞と内毒素に当るクリスタル毒素 (parasporal bodies) を産生する好気性菌である。

菌体の発育段階と産生物質 B T の培養を行なっていくと、少なくとも 5 つ以上の実体が認められる。菌体(増殖段階にあるもの)、芽胞、蛋白質性のクリスタル(結晶性内毒素)、外毒素類、各種の exoenzymes である。

① 増殖過程にある菌体 (vegetative cells): 菌体は単一の細胞よりなり、桿状、両端は丸味を帯びている。繁殖の旺盛な培養液中には 2 つまたはそれ以上連なっている場合が多い。前述したようにグラム陽性で、最適増殖温度は 20~30°C であるが、35°C でも増殖する。

② 芽胞 (spores) 芽胞の形は楕円体状から卵形である。染色されにくい。分裂能をもたない抵抗性の段階であるので、増殖段階の菌体より熱、化学物質、凍結・溶解作用等に強い。冷温貯蔵しておくとも何年間も活性を失わない。穀物倉やマユ貯蔵庫でも何年も生存している。芽胞に適当な環境を与えると発芽して増殖段階の菌体になる。

③ クリスタル (crystals または parasporal bodies) : 内毒素、結晶性毒素、 δ -内毒素などと呼ばれている。

* 農林省林業試験場浅川実験林 天敵微生物研究室

増殖段階の桿状菌体では産生されない。生長と核酸合成が中止され芽胞形成が始まると現われる。最初菌体からできる芽胞囊の中に芽胞とともに形成され、芽胞囊の溶解とともに外部に放出される。

クリスタルの形はダイヤモンド形、八面体形をしているものが多いが、系統により、あるいは条件によって変わり、三角形をしているもの、サイコロ形のものなどが報告されている。

大きさもまた系統によって異なる。ダイヤモンド形では $0.5 \times 1.0 \mu$ 以下、サイコロ形では 0.75μ 以下というのが普通である。クリスタルは後述するように昆虫に対して強い毒性を示すが、形や大きさと毒力との間には相関関係があって、不規則な形をしたクリスタルほど毒性が強いという報告もある。クリスタルは普通は1芽胞形成細胞内に1つ形成されるが、時には2, 3形成されることもある。この場合には大きさが小さくなるのが普通である。

クリスタルは酸性染料によく染まる。水に不溶性であるので、水に浮遊させて $3 \sim 5^\circ\text{C}$ に保存すると数年間も毒性を保つ。稀アルカリに可溶、また、ある種の還元剤の存在下では低い pH でも短時間に溶ける。毒性は熱や普通の蛋白変性剤で失なわれる。乾燥標本では、ほとんど無限に毒性を保つといつてよい。sotto のクリスタルを 3°C で暗所に保つと、10年経っても毒性を保つといわれる。

クリスタルは蛋白であるが、その化学的構成は各系統のものともほぼ同じである。このようなクリスタルは、もともと細菌細胞の代謝の老廃産物であろう。

④ β -外毒素または耐熱性毒素 (β -exotoxin, thermostable exotoxin): B T の培養液の遠心上澄みから分離される。しかし B T すべての系統 (後述) が産生するわけではない。産生する系統の菌を培養し、その細菌濾過液を虫体に注射すると死亡すること、また経口的に与えても死亡する場合もあることがわかっている。耐熱性毒素といわれるとおりに熱に対して耐性である。普通のオートクレーブ程度では失活しない。

この毒素成分は蛋白質ではない。一種のヌクレオチドである。

⑤ Exoenzymes: 菌体の増殖に伴って菌の栄養摂取に適するよう培地を調整する働きをする物質である。B T の毒性または寄生性に大いに関与するものが多いと考えられるが、直接の作用など不明なところが多い。

B T の分類 B T は均一な1種類のものではなく形も代謝の性質もまた特定な昆虫種に対する毒性、殺虫性などが異なる多くの系統または亜種のグループである。HEIMPEL と ANGUS は主として代謝の性質と毒性を基に多くの亜種に分けたが、DE BARJAC と BONNEFOI はこの分類を菌体表面にある鞭毛を抗原とした血清反応によって行ない11型を区別した。一方 NORRIS は菌体のエステラーゼのパターンが各分離株によって異なることに注目してエステラーゼ型による分類を行なった。幸いなことに、この3つの方法は互いに併立できるもので矛盾しない。

現在これらの分類法に基づく同定はほとんどがフランスのパストゥール研究所で行なわれているが、わが国でも九州大学生物防除研究施設で血清型による分類法に基づく同定手法の確立を急いでいる。

この鞭毛抗原 (これをH抗原という) による血清型のほかに、たとえば鞭毛を除去した菌体からつくるO抗原による方法など簡便で確実な同定方法の研究が進められている。

次表に主な系統の分類表を示す。

B T の分類

血清型 (H抗原)	エステラーゼ型	亜種
H ₁	Berliner	<i>B. t. var. thuringiensis</i>
H ₂	Finitimus	var. <i>finitimus</i>
H ₃	Alesti	var. <i>alesti</i>
	?	var. <i>kurustaki</i>
H ₄	Sotto	var. <i>sotto</i>
	Dendrolimus	var. <i>dendrolimus</i>
	Kenya	var. <i>kenyae</i>
H ₅	Galleriae	var. <i>galleriae</i>
H ₆	Entomocidus	var. <i>entomocidus</i>
		var. <i>subtoxicus</i>
H ₇	Galleriae	var. <i>aizawai</i>
H ₈	Morrison	var. <i>morrisoni</i>
H ₉	Tolworth	var. <i>tolworthi</i>
H ₁₀	?	var. <i>darmstadiensis</i>
H ₁₁	?	var. <i>thompsoni</i>

注: 鮎沢 (1972) より

バクテリオファージや抗生物質に対する感受性 B T は各系統ともそれぞれ特有のバクテリオファージに寄生される。また各種の抗生物質が B T に対して活性を示すものがある。TOUMANOFF ちや AFRIKIAN によると Actinomycetes からの抗生物質であるストレプトマイシン、オーレオマイシン、クロロマイセチン、テラマイシン、アクチノマイシン、エリスロマイシン、カナマイシン、アンフォマイシン、ネオマイシン等は B T に活性をもつ。しかし、Penicillium notatum からのペニシリンは B T の各種に活性をもたないという。B T 自身が Penicillinase を出すためであるといわれる。

また KUSHNER と HARVEY によると、植物の葉の中には B T の成長を阻害する物質があるという。この物質は昆虫の腸内にも見出される。彼らは針・広10種の樹木の葉から抽出したものが、B T や *B. Cereus* の生育に与える影響を調べて、細菌を抑える物質がこれらに含まれていることを認めた。SMIRNOFF ちも、そしてまた MORRIS もこれらの物質の存在とその働きについて報じている。

II. 病理学的特性

感受性昆虫の範囲 B T 感受性の昆虫すなわち B T のホストレンジは、病原微生物の中ではきわめて広い方で、現在わかっているだけでも数百種に及ぶが、その大部分は鱗翅目に属する昆虫である。後述するように殺虫性の基となるクリスタルが鱗翅目において活性を示すからである。一方また外毒素の方は鱗翅目のほかに、双翅目、直翅目、膜翅目、鞘翅目などに対して活性を示す。特に双翅目では *Musca domestica*, *Aedes aegypti* などが B T に感受性であるという報告がある。しかし、その詳細な感染発病様式は必ずしも明らかではない。SMIRNOFF ちはミミズの種類が *B. t. var. thuringiensis* によって死亡した例を上げている。

病理病徴 このように B T のホストレンジは広いので、病徴も宿主側の B T に対する反応様式も一様ではない。したがって共通した一般的病徴をあげるのは容易なことではない。

組織病理学的にみると、中腸上皮に変化が現われる。組織の破壊・離脱である。中腸の細胞がお互いにゆる

み、また基底膜からも剝離する。そして中腸筋肉がゆるみ、病的変質を起こし細胞組織が直接に腸内容物に接するようになる。特に中腸部の前部がクリスタル毒素の作用を最初に受ける。

B T の芽胞形成まで進んだ培養液を昆虫に与えた時に起こる体全体のマヒ現象は B T の影響の最も顕著なものである。このマヒはクリスタル毒素によって起こるもので、きわめて急速である。昆虫種によってはクリスタル食下後数十分で完全に活動不能になるものがある。

マヒが進むと血液の pH が高くなる。これはクリスタル蛋白が中腸皮膜に作用して、その浸透性を変え、高度に buffer された中腸内容 (カイコでは pH10.2~10.5) と比較的緩衝能の小さい血液 (pH6.8) とが釣り合うようになるためである。今もしカイコの血液を、ちょうどクリスタルでもたらされると同じように、毒性のない緩衝液でも用いて pH8.0 位のアルカリ性にするともマヒが起こる。したがって体全体に起こるマヒは毒素の直接の作用というよりも血液をアルカリ性にするという作用の結果であるといえる。このような現象はカイコ以外の昆虫でもしばしば見られるところである。

カイコ以外の昆虫の多くは、B T の食下によって挙動が鈍くなり、摂食を中止し、口から液を吐き、下痢をするという共通した病徴は認められるが、カイコのような体全体のマヒは起こっていない。血液の pH も高くなつてはこない。このような状態のものを X 線で調べてみると、腸の動きが停止していることがわかる。すなわち腸のマヒが起こっていることになる。こうなればその後24~48時間で死亡する。つまり腸管マヒによって死亡するということであり、前者のカイコ型の全身マヒとは明らかに異なった病徴であるといえる。

芽胞・菌体の宿主への作用 芽胞は食下されて適当な条件ができると発芽して菌体となる。食下以外の方法で宿主体内にとり入れられることはあったとしてもきわめて稀である。芽胞が腸内で発芽するのは pH がかなり低くなった過程であり、コドリンガでは腸の pH7.5~8.0 で芽胞が発芽し菌が増殖することが確かめられた。菌体の増殖が起これば、その代謝作用の結果、組織や器官が崩壊し宿主は死亡する。この最終的な結果は敗血症

と呼ばれているものである。したがって、BTによって最終的に敗血症による死亡が起きる過程で、クリスタル毒素による作用が大部分の場合決定的影響をもっていることがよくわかる。菌体は昆虫体液内に直接注射されると直ちに増殖して敗血症を起こすが、経口的に食下された場合は、増殖はするがそれ以上の発育はしない。その度合は腸条件に依存している。芽胞の方は食下されると、たとえば腸内を食物が通過する率、蛋白質加水分解酵素の存在の有無、腸内のpHなど多くの因子により発芽が左右される。しかし芽胞だけが昆虫に食下されても、クリスタルがなければ、中腸内容が強いアルカリ性なので発芽は緩慢で大部分は発芽しない。

クリスタルの作用 最初は青木・千賀崎が卒倒菌の培養液をカイコに与えるとマヒを起こすことを報告し、ANGUSはその原因がクリスタルにあることを示した。カイコではマヒに伴って体液はアルカリ性になる。クリスタルを食下するとすべてのBT感受性昆虫では摂食が停止される。これは腸マヒが起こっているためであり、このとき中腸上皮細胞が傷んでいる。時には中腸上皮の細胞が脱落して腸管内に出てくることもある。このようになると腸管のbasement membraneが露出されるので、菌体がここを攻撃する。クリスタル蛋白が作用する場所は中腸部に限られているようであり、毒効果の顕著なものの中腸上皮を崩壊せしめることである。

芽胞とクリスタルの複合効果 芽胞とクリスタルが同時に食下されると、まずクリスタルが溶けて中腸上皮に作用しこれを崩壊する。一方、芽胞は腸内の条件が成長に適するように変質すると発芽し増殖する。そして腸壁の破壊された部分を通して体腔内に侵入し、体液pHがアルカリ性になっている状態で増殖を繰り返し最終的には敗血症をもたらす。

耐熱性毒素(β -exotoxin)の作用 この外毒素については広く外方面に研究が進んでいるようである。昆虫に対する作用を簡単に述べると次のようである。最も普通にみられる病徴は蛹化の阻止、発育阻止、脱皮時の死亡、畸型発生などで、発育に関与するホルモンを阻害するものであろう。BENZはこれが核酸代謝の阻止剤のような働きをするのであろうと考えている。

この毒素は広い範囲の昆虫に活性を示す。たとえば、ハチ、ハエ類、蚊、バッタ、ハバチ、シロアリ、蝶、蛾の類等である。また、ある系統からのこの外毒素はダニのある種に致死効果があるといわれている。しかしこれらはいずれも相当高濃度の毒素が使われた場合である。

この毒素は耐熱性であるために、動物の体内を通過してもその活性をとどめている。したがってBTのこの外毒素を含むものを家畜の飼料と一緒に与えると、糞中に毒素が含まれるようになり、そこでのハエの発育を阻止する。これを与えられた家畜の方は何ら影響を受けない。この場合も毒素だけ取り出して与えるよりはBTの芽胞やクリスタルを含んだままのものを与える方が糞中のハエ阻止力は大きいという報告もある。

SEBESTAらは精製した外毒素を用いてハツカネズミで実験し、in vitroでRNA合成を著しく阻害することを見いだした。この毒素の活性はATPと拮抗するとされている。しかしこのような現象があるにしても、普通の鱗翅目を殺虫する程度のBT量の中では全くハチ類や動物に影響がない。安全性については後述する。

その他の産生物の作用 腸のpHが低くなってくるとlytic exoenzymesがBTから産生されるが、この働きによって菌体が体腔へ侵入し増殖するようになる。種々の有機物や昆虫の生きた組織などから菌が栄養を摂取するには外部の栄養素が吸収される形にされなければならない。この働きをするのがexoenzymesである。exoenzymesが宿主の組織に作用すると直接的にも毒素として働くことになる。

病徴からみた感受性昆虫の類別 BT感受性の昆虫は前述したように非常に多くの種類におよぶので病徴もさまざまである。HEIMPELとANGUSは感受性昆虫を病徴により次のような類別を行なった。

第I型：腸内pHが高い鱗翅目幼虫が属する型で、体液のアルカリ性が急激に上昇し、全身マヒが起こる。もちろん腸マヒも起こっている。ごく少量の毒素量の際にはこの類のものでも腸マヒだけがみられる。腸がマヒすると、腸内のアルカリ性が減少し、芽胞が発芽して菌が増殖し、これが体腔に侵入してさらに増殖し、敗血症となって死亡する。カイコがその典型である。

第II型：クリスタル食下後数分後に腸マヒが起こり摂食が止まる。全身マヒは起きない。また体液のアルカリ性も特に上昇しない。しかし腸内のpHは徐々に低下し、菌が急激に繁殖するようになり、敗血症状が起こって死ぬ。モンシロチョウがこの型を代表する。

第III型：コナマダラメイガにみられる型で、全身マヒも腸マヒも起こらない。しかし終局的には敗血症が起こって死ぬ。その過程の症状としては毒血症状を呈し下痢を起こす。HEIMPELによると菌が体液内に侵入する以前に毒素の影響が体腔中にみられるという。

以上の3つの型に加えて、フランスの研究者グループは次の型を挙げている。

第IV型：クリスタル毒素には感受性ではない。耐熱性毒素に感受性である。天幕ケムシmalacosomaの類では全くマヒ症状はみられない。しかし10日間食べつづけてから突然毒血症状で死亡する。BURGERZONとDEBARJACや、MARTOURETによると、クリスタル毒素と耐熱性毒素とが相乗的に働いて殺虫性をもつのだらうという。

III. 害虫防除への利用

1. 利用の目的と利用例

微生物を害虫防除に利用するには、すでに別のところで繰り返し述べてきたように大きく2つの方向がある。その1つは微生物を天敵の1つとし、害虫個体群と強く結びついた環境要因である。すなわち生物的な死亡要因の要素であるとする。この微生物要因を強調し助長し、時には導入によって新らしくこの要因を付加して個体群密度を低く抑えていくようにする方向である。したがってこの場合には微生物の働きの永続性が要求される。いわゆる生物的防除手段の典型的な形である。その2は微生物あるいはその産生物を殺虫剤として用いる方向である。ここでは速やかなる殺虫効果が重要視される。永続性は必ずしも重要な要因ではない。微生物の種特異性すなわち効果の選択性は動物への安全性と生態系の著しい破壊をもたらさない程度で要求される。殺虫剤への微生物の加工はこの方向の考え方に立ったものである。以下にこれら両方向の利用例をみえる。

永続的效果を求めた例 TALALAEVやGUKASYAN

等ソビエトの研究者によると、シベリヤマツカレハDendrolimus sibiricusの個体群にB.t. var. dendrolimusを導入したところ、永続的な防除効果が得られたという。TALALAYEVAによると森林に散布されたBTは、土中に、幼虫や蛹の死体の中に永くとどまっているという。またTALALAYEVAは針葉樹の害虫である。タカムクカレハの近縁種selenepheara lunigeraの野外個体群にBT病が大流行する現象を報告している。KURSTAKはコナマダラメイガの個体群にBT病が流行することを報告した。

フランスではGRISON等が、カラムツハマキの個体群を低密度に保つことを目的として、ハマキの個体群の密度の低い時に大面積にBTを航空機で散布して、その後の個体群の動きをみている。ドイツでもFRANZ等はカシワハマキ個体群でBTの個体群変動に及ぼす効果を実験したが、次年(次世代)での発病は認められていない。

一方、キャベツ畑でMamestra brassicaeに軟化病が大流行したが、BT以外の細菌によるものであったとSIRKO等が報告している。

このようにBTは1, 2の例を除いては、あまり永続的な流行病を起こす効果は期待できないと考えられる。ただし、これはたとえば理想的な選択性殺虫剤がもたらすような間接的な個体群抑制効果を否定するものではない。

殺虫剤的效果を求めた例 防除例がきわめて多くて全分野にわたって述べることはできないので、森林害虫に限ってみると、マイマイガに対してはわが国で筆者等も実験を行なったが、殺虫効果よりも食害阻止効果が大きかった。このことはLEWISとCONNOLAや、CONNOLA等によっても認められている。彼らはさらに再被害を防ぐためには再処理が必要であると述べている。そして効果を高めるためには幼虫の適期を選ばなくてはならないと指摘した。

マツカレハはあまり老熟になる前ならばBTの系統によってはよく効くことが確かめられた。アメリカシロヒトリにもBTはよく効く。BTの系統によっては摂食停止効果の少ないものもあるが、大部分は食害防止効果がきわめて大きい。しかも使用濃度が高いと死亡も1~2日

のうちに起こるものが多い。そのほかクスサン、ハマキ類等数種の鱗翅目幼虫を対象に防除が試みられている。

外国では針葉樹のハマキである *Choristoneura fumiferana* には室内試験によると著効があるが、野外試験では必ずしもよくいかない。

SMIRNOFF によると前述した phytocide (葉に含まれる殺菌作用をもつ物質) がこの防除効果の制限因子であるという。製剤を考えたり、繰り返し適用したりすることが高い効果を上げるのに大切であるようである。そのほかヘムロックの害虫 *Eranthis tiliaria* では著効が得られているし、*Malacosoma* (天幕ケムシ) の類も見込みが高い。特に MORRIS によると *M. pluviale* に B T 製剤を散布したら翌世代の密度が激減したことを報じている。カンの害虫 *Phryganidia californica*, カシワノハマキ *Tortrix viridana*, カラマツノハマキ *Eucosma dimiana*, *Cacoecia murinana*, 行列ケムシ *Thaumetopoea pityocampa*, *T. wilkinsonii*, ノンネマイマイ *Lymantria monacha*, *Panolis flammea*, *Archips crataevana* 等の B T 防除の有効性が見込まれている。

森林害虫以外の主な例をみると次のとおりである。B T 防除で好結果の得られた農作物害虫としては、シロチョウの一種 *Pieris brassicae*, モンシロチョウ *P. rapae* 等が挙げられる。

Tricoplusia ni では結果が一定しない。散布方法や濃度が重要な役割を果たしているようである。食害量を減少させるという点では有効であるという。タバコの害虫類に対しても米国では最近多量の B T 剤を用いているようである。ワタの害虫も *Alabana argillacea*, *T. ni* などが B T で防除される。また土中に B T を適用することによって *Pectinophora gossypiella* の越冬虫が激減することが知られている。そのほかトマトやサトウキビの害虫等多くのものが B T による防除が可能であるといわれる。

果樹では10種以上の果樹の20種以上の害虫が対象にされて試みられた。そのうちリンゴでは効果のあった害虫は、天幕ケムシ、アメリカシロヒトリ、コドリンガ等8種が挙げられる。反面ダニ類はほとんど変わらないことがわかった。

貯穀害虫ではタバコガ、コナマダラメイガ、アーモンドガ、ハチミツガ等が B T に感受性であるが貯穀害虫は全体として鞘翅目の害虫が多いので、鱗翅目にしか効かない B T は不利であると考えられている。予防的利用方法については今後の開発が待たれる点である。

衛生害虫の面では耐熱性毒素の利用が研究されており、特に飼料添加による排泄物でのハエ類の発生抑制の効果を注目している。

2. 効果に影響する因子

今まで述べてきたように B T は食毒剤であるので、害虫に食下されなければ効果が現われない。このことは害虫の生態的な習性や発育環、発生相などに対する知識が共通した基礎であることは言をまたない。

菌系統 はじめの方で述べたように、B T には血清型で11の型に分けられる多くの系統 (variety を仮にこうする) がある。したがって製剤がどの系統を使うかによって対象害虫が多少ちがってくる。ある製剤がある種の昆虫に対して有効であっても、ほかの昆虫に対してはあまり有効でなかったり、ある昆虫に対してある B T 剤はかなり有効であるが、別の B T 剤だとあまり効かなかったりということがある。筆著もいくつかの系統を比較してこのことを確かめた。

UV CANTWELL によると *B. t. var. sotto* のクリスタルは UV ランプ (紫外線灯) で120分まで照射してもカイコへの毒性を失なわなかったというが、RAUN 等は B T の芽胞やクリスタルが15W の殺菌灯で照射すると24時間で病原性が少なくなり72時間で全くなことを報告している。ガラススライド上では B T 芽胞の不活化は UV 照射で1分で12%、2分で50%、10分で99.9%であり、日光では30分で50%、60分で80%であった。細菌が散布されてから害虫に食下されるまでの間に受ける多くの物理的な不活化因子の中では、日光が最も重要な要因である。日光による不活化の程度は害虫の摂食習性や摂食量にも大いに関係している。食下されるまでの期間が長いほど不活化の程度は進んでしまうことになる。

筆者の研究室で調べたところによると、日光の直射を避けた室内で、B T 塗布の桑葉を用いて不活化の経時変化をみると塗布処理後4週間以上室内に放置した桑葉で

も、アメリカシロヒトリで検定したところ、ほとんど活性は落ちていなかった。

温度 防除効果における温度の役割を知るのには難しい。温度は芽胞のみならず害虫の方にもその生育状態に影響を与えるからである。ある種の製剤では乾燥状態で芽胞を10°C または30°C に200日間おいても活性は低くなっていないかったという。しかし10%の浮遊液にすれば、10°C で30日間で活性が減少する製剤もあれば、500日間活性の低下のみられない剤もある。芽胞は50°C では完全に破壊される。

B T の芽胞を食物と一緒に与えて *Spodoptera frugiperda* 幼虫を飼育すると、21°C よりも32°C の方が急速な高い死亡率が得られた。*O. nubilalis* という害虫でも20~27°C よりも34°C の場合の方が死亡率が高かったという。

B T の病原性は菌と昆虫の代謝率の最も速やかなときに最大となる。HERFS によると、野外害虫では18~20°C の気温のときに適用するのが最適であるという。

一般に低温だと食下される前に日光や雨等によって不活化したり流亡したりするが、高温だと不活化の前に食下されて殺虫すると考えてよい。

抗菌物質 前述したように植物の葉は菌の発育を阻止する物質を含んでいることが KUSHNER や HARVEY によって明らかにされた。MORRIS はこれらの物質が強い酸性のために、昆虫腸内のアルカリ度を下げクリスタルの融解を阻止するのであろう、そしてたとえクリスタルが溶けてもその腸内での菌の生長が阻害されると推定した。

製剤 展着剤、分散剤、固着剤、キャリアーの組み合わせ、付加物質、紫外線防除剤、賦活化剤等の良否・有無が、効果に大きく作用している。現に B T 効果を高める物質については CREIGHTON 等、GEERING 等、MEYER 等、DOANE 等、LEUIS 等々多くの研究者が研究している。

剤型による差も対象害虫対象作物によって評価が異なる。

その他 伝染性が前述したように期待できないので、散布の一様性も効果に影響をもつ要因であると考え

られる。

散布に用いる機具類も B T の最も効果的な散布の手段である点で大切な要因である。今まで使用されてきた農業用のものがそのまま適用されるかどうか、あるいはこれらの機具類を用いるためには如何なる点を考慮して製剤すべきか等、B T 適用技術の一つと考えてもよいであろう。

3. B T と他の防除手段との組み合わせ

B T の利用方法としては、必ずしも B T だけの手段で害虫駆除ないし防除を考える必要はないのであって、B T を含むさまざまな手段を総合的に組み合わせ、併用してよりよい効果を得るようにしなければならない。総合的防除法については別の機会にゆずることにして、ここでは B T といくつかの防除手段との組み合わせを試みた例をみてもみる。

B T とほかの微生物との組み合わせ 筆著等は B T を C P V と混合してマイマイガの防除を試みたが、室内における効果は著しくそれぞれ単独効果として得られると同じ死亡率を得るためには、それぞれの10%のものの混用で十分であることがわかった。野外での試験も行なっている。

STEINHAUS は、NPV と混用してアルファルファの害虫の防除をより効果的にした。STELZER は NPV との混用を天幕ケムシに適用して好結果を得た。マイマイガの NPV の流行地に B T を散布したが、特に効果が高められたという現象はみられなかったという報告もある。KRIEG 等によるとアメリカシロヒトリの顆粒病の潜在ウイルスは B T によって活性化されるという。KALYUGA は白きょう病菌と混用してシロチョウの防除をより有効にした。

一方 STICKER によると、B T はウメケムシの NPV の進行を阻害した。

合成農薬との組み合わせ 多くの農薬と併用できることが知られている。また多くの通常の展着剤等も使用可能である。しかし中には B T の作用を阻害するものもあるので使用に当たっては十分注意しなければならない。特に pH の高いもの、殺菌剤等との混用には注意を要する。

時にはBTと農薬とがお互いにその効果を高めあって働くこともある。VANKOVA や HERFS はこの面の業績を概説している。

現在までの農薬依存防除技術からの脱出のためのさし当てる手段として、BT剤の農薬との併用による農薬使用量の減少という方向は重要である。

不妊化法との組み合わせ アメリカで果樹園のコードリンガの防除例がある。MADSEN 等によるとコードリンガを不妊化法で防除すると、それまで農薬で抑えられていたハマキの一種 *Archips argyrospilus* が密度を高めてくる。この防除にBTが有効である。

誘引剤との組み合わせ ヨトウムシのような一般にBTに効きにくい種類でも、誘引ペイトを用いてBTを食下させるとかなり効果があると佐野はいつている。この方法も今後開発されなければならない方向であろう。特に耐熱性毒素の利用も考慮すべきである。

天敵昆虫類との組み合わせ BTは寄生者や捕食者を直接おかさない。したがって天敵昆虫類の放虫と組み合わせを行なうことができる。この場合には対象害虫が同じ場合と、天敵が対象としている害虫以外のものを主として対象とする場合とがある。GOULD 等によると、温室の総合防除にBTを天敵と組み合わせ用いて成功している。BTの直接の殺虫効果よりも寄生者や捕食者の効果を高める働きを重視する場合もある。

4. 効果の評価について

永続的效果を求める場合には永続性、伝染力などが効果の評価にとり入れられなければならないが、殺虫剤としての利用に関していえば、最も重要な要素は殺虫率である。殺虫率に直接かかわる問題として殺虫速度がある。BTは食毒剤なので害虫の加害期、大いの場合には幼虫期に食下させなくては効果が期待できない。BTは微生物剤といってもその殺虫性の主因はクリスタル毒素であるので、剤の性質としては合成農薬的である。したがって防除処理から死亡率判定までの期間は長くても幼虫期終了までとみられる。しかし最近シベリヤマツカレハ、テンマクケムシ、トウヒノシントメハマキ等々多くの害虫で、必ずしもすべての死亡が幼虫期のうちに起こるとは限らないで、蛹化後も時には羽化後にも起こる

ことが知られてきているので、死亡率の最終値は羽化産卵開始までの期間を対象とすべきであろう。

死亡率以外の表わし方も種々試みられているが、中でも最終収穫量、あるいは食害量による方法はBT剤の場合適当であろう。それはほかの死亡要因等の効果を高める効果や食害防止効果などの総合が表わされているからである。ただしこの方法は害虫個体群の動きには目を向けない方法なので、永続性を求めるための評価には適さない。

5. BTの人畜、カイコ、ミツバチに及ぼす影響

このいわゆる安全性については鮎沢等が最近詳しく報じている。これによると哺乳動物、鳥類および魚類に対する病原性はない、植物に対する病原性もないと結論されている。BTが哺乳動物に対する病原性株へ変異する問題は種々の方面から考究されて、この可能性がほとんど無いことが結論されていると報じている。特に耐熱性毒素の場合はきわめて高濃度では脊椎動物に対して影響があるのではないかと懸念されているが、BT剤のすべてに含まれているわけではなく、また含まれているものも、BT芽胞やクリスタル毒素等に比較してきわめて少量であり、実用上から何ら問題がないとしている。そして付加的に米国ではBT剤は毒性残留の問題から免除されていることを述べている。

次に養蚕に及ぼす影響についてはBTが元来カイコの病原菌であることから、BT菌が養蚕農家の蚕室に持ち込まれないよう工夫すれば、養蚕業への影響はないと考えられている。

ミツバチについては、東の業績もあり、BT剤のクリスタル毒素を主体とする製剤であれば全くミツバチに無害で問題はなからうといっている。

以上のようにBTそのものは毒性の点で全く安全なものである。

IV. BT製剤

対象害虫が鱗翅目に限られるとはいえ、ほかの微生物に比較すると広く、また人工培養が簡単にできる点、そして芽胞やクリスタルがかなり安定した実態である点等はこの製剤化を容易にしている。現在は5カ国12社以上がBT剤を製剤している。わが国でもここ1、2年急速

に製剤化の機運が高まっている。現在米国では年間数百トンのBT剤が生産され、その生産高は年々増大している。適用作物も20種以上の農作物、樹木害虫類20種以上に登録されている。コストもエーカー当たり1.75ドルから7.50ドルではば農業並みであるという。

1. 製剤・剤型

まず系統が選ばれる。液培地や固形培地で培養される。液培地を用いる場合は液が捨てられて菌体芽胞クリスタル等が採集される。固形培地ではすべての可溶性毒素も捕まえて用いることができるが、製剤に当たってさらに砕粉したり、ふるい分けしたりしなければならない。液培養では外毒素類は捨てられる。

このBTは水和剤、粉剤、乳剤などに加工される。芽胞やクリスタル毒素の失活を防ぐ努力がなされなければならない。

施用に当ってはBT剤も各種の展着剤や分散剤、凝集防止剤等を添加されなくてはならない。HERFS は製剤に必要な各物質とBTとの競合関係を調べ大部分のものがBT剤にも利用できることを認めた。

今までのところ大部分が液剤（水和剤）の型態をとっているが、少数例の結果ではあるが粉剤の方が好結果が得られるという報告もある。芽胞が乾いた状態の方が長い間活性を保つことができるためかもしれない。それに葉の裏面への付着は粉剤の方が多く、日光による不活化が起こらないためかもしれないと考えているものもある。

2. 力価検定

BT病中毒と敗血症の合併症である。したがって力価検定が難しい。まず基礎になる事項は単位重当りの生きた芽胞数、同じくクリスタル数、あるいはクリスタル蛋白の重さ、検定昆虫に対するクリスタルの毒力、外毒素の量などである。このいずれにも欠点がある。芽胞数はクリスタル量や毒力の標示には必ずしもならない。また生物検定の昆虫に均一性を求めることは不可能に近い。また生物種とBT系統との間に特異性が存在する。だが生物検定は芽胞とクリスタルの連合作用がみられる点で重要手段である。しかし理想としては生きた芽胞数の計数に加えて、化学的にクリスタル蛋白の効果を in

vitro で測ることができることである。

現在のところはフランスで確立されたシロチョウの一種 *Pieris brassicae* を用いた生物検定で70%摂食阻止の濃度を標準品と検定品とで比較する。パストゥール研究所の標準製剤 E-61 の1mg 当りの毒性を1,000単位として検定品の単位を標示する方法が国際単位とされている。しかし、必ずしもこの単位で標示されていない製剤もある。

3. 現在の主な製剤

フランスのGRISONがまとめた現在のBT製剤は次表のとおりである。血清型Iのものが多く使われている。

BT血清型	製剤名	国名	会社名
I	Biotrol	米	Nutritite
I. III. V	Thuricide	"	I. M. C.
III	Dipel	"	Abbott
I	Bakthane	"	Rohm and Haas
I	Agritrol	"	Merk
I	Parasporine	"	Grain Proc.
I	Biospor	ドイツ	Höchst
?	Sporéine	フランス	L. I. B. E. C.
I	Bactospéine	"	Roger Bellon ; Pechiney Progil
I	Bactospeine	"	Rhône Poulenc
I	Plantibac	"	Procida
I	Baktual	ユーゴ スラビア	Serum Zavod Kalinovica
I	Bathurin	チェコ	Spolana Neratovice
V	Entobacterin	ソ連	Near Moscow
IV	Dendrobacillin	"	at. Novosibirsk

おわりに

昆虫の細菌病は前世紀の中期ごろからわかっていたが、これを害虫防除に利用しようとしたのは今世紀に入ってからである。特にこの方面に貢献したのは昆虫病理学を体系づけたSTEINHAUSであろう。BT剤についても彼はかなり研究している。BT剤がはじめて生産されたのは1950年代の後半であるが、ここ10年ばかりのBT剤の進歩は著しいものがある。

わが国では昭和46年1月のBT剤の輸入解禁以来急速にその開発が進められてきている。しかしBTは上述してきたように多くの欠点をもっており、BHC代替の万能薬とはなり得ないものである。正しい理解のもとに、正しく利用することこそBT剤を活かす道であろう。

総合防除では、害虫個体群によってもたらされる被害量を経済被害水準と呼ばれる損のない程度以下に抑えるために個体群の密度をコントロールしようとするものであるが、その密度変動相の修正のためにBTの利用が考えられてよく、天敵と農薬を連結させるもの、双方の中をとりもつもの、また自然力、環境力の利用との接点で農薬に代り得るもの、あるいは農薬ではできない所まで接し得るものとBT剤を性格づけてその利用分野をより広く開拓していくことが必要であろう。

参考文献

BTに関する報告はばく大な数にのぼる。解説も種々な立場からなされている。これらを全部挙げることは困難である。本稿は主として次に掲げる文献を参考にして筆者の研究室における試験結果や経験も加えて解説したものである。また本稿の性格から、引用文献は本文中に

いちいち明示しなかった。

A. M. HEIMPEL & T. A. ANGUS : Diseases caused by certain sporeforming bacteria (STEINHANS 編 : Insect Pathology Vol. 2 p. 21~74, 1963年)
H. D. BURGESS & N. W. HUSSEY 編 : Microbial control of insects and mites, Academic Press 出版, 861頁, 1971年)
J. M. FRANZ : Biologische schädlinge-bekämpfung. Paul Paréy 出版, 全208頁 (1972年)
J. A. ANGUS : Bacillus thuringiensis as a Microbial Insecticide (M. JACOBSON & D. G. CROSBY 編 : Naturally occurring insecticides, 463~497, 1971年)
鮎沢啓夫 : 微生物殺虫剤 ; 化学の領域 26巻1号 (P47~53, 1972年)
———ほか : Bacillus thuringiensis の人畜・カイコおよびミツバチに及ぼす影響, 農薬 19(3) P. 22~31

違いを厳密に測定し、統計的に処理し、2種の殺虫剤を加えた前後で比較した。また、DDTとFenitrothionの残存量をガスクロで分析したものである。

その結果によると、殺虫剤の添加による好気性菌および嫌気性菌の数は1年間の培養で変化しなかった。また、微生物の構成比の変化を菌、細菌、放射状菌で観察したが変化はなかった。また殺虫剤のもたらした呼吸量への変化もなかった。一方、DDTおよびFenitrothionの残存量をみると、48mgの薬剤を初期にあたえたのが、針葉樹分解層土壌についてみると、Fenitrothionでは約1/750の64μに減少し、DDTでは1/20の4mgに減少した。広葉樹分解層でもほぼ同じ結果であった。つまりFenitrothionの分解はDDTの分解に比べ著しかった。

ところで殺虫剤の分解において、殺虫剤が好気性菌の炭素源となっていないだろうことは、呼吸量の違いに有意差がなかったことから想像されたところから、それでは殺虫剤の分解過程に嫌気性菌が働いているかどうかを論議し、この実験では十分な結論をあたえないとしても、何らかの関与があるだろうことは、有機層土壌(無気呼吸菌を含む土壌微生物が多い)と無機層土壌とで薬剤の分解に差があることにより明らかと思われた。

以上から、土壌中における有機層土壌と無機層土壌との残留性の差異はこの実験でも確かめられたが、両者を含めた分解に対して土壌微生物、とりわけ無機呼吸土壌微生物がそのカギを握っているのではないかと考えている。

(林試防疫薬剤研究室 松浦邦昭)

N-E-W-S-N-E-W-S-N-E-W-S-N-E-W-S-N

海外ニュース

XXVIII

N-E-W-S-N-E-W-S-N-E-W-S-N-E-W-S-N

森林土壌微生物に対するDDTとフェニトロチオンの影響

P. O. SOLONIUS : Effect of DDT and Fenitrothion Forest-Soil Microflora

Jour. of Econ. Entom 65(4) 1089~1090

森林土壌におけるDDTの残留について; WOODWELL (Persistence of DDT in a forest soil: Forest Sci. 7) は1961年に最初の報告を行なっている。それによると、1952年以来、DDT、Phosphamidon および最近になってFenitrothionが用いられるようになったヒメハキガの1種(spruce budworm)の空中散布による防除地域の土壌を分析し、DDTの残留は、有機層土壌の残留に比べ長いことを述べている。

SOLONIUS らのこの報告は、この地域でのそれら農薬の残留と微生物との関係を述べたものである。

農業土壌でのBRETHE(1967)の報告によると、いく種類かの有機層土壌殺虫剤はCO₂代謝速度と硝酸化成化速度を変えるが、有機層土壌殺虫剤には、そのような影響がないと述べている。この研究は表題のごとく、DDTとFenitrothionとを土壌の層ごとに混合し、一定条件下で1年間培養し、嫌気性菌と好気性菌の数と呼吸量の

6. ヒマラヤシーダーの病害

(1) すず葉枯病 (Rhizosphaera kalkhoffii)

6~7月ごろから新葉および旧葉に発生する。はじめ針葉の先端が黄褐色ないし赤褐色となり、しだいに基部に向かって進展し、針葉の1/2~1/3ぐらいいままで達する。緑色健全部との境は明瞭である。針葉が基部まで全体に変色する被害葉はしおれて落葉するが、基部に健全緑色部を残す被害葉は長く樹上にとどまるので、著しい被害樹では樹冠の下半部が黄変ないし赤褐変して、一見して異常がよく目立つ。また被害樹では結実のめだつ例がある。変色葉上には微細な小黒点(病原菌の柄子殻)が気孔列に沿って並ぶ(写真-21)。ルーペ(拡大鏡)で



写真-21 ヒマラヤシーダーすず葉枯病 x1.8 (陳野好之氏原図)

みるとこれは小黒粒として認められる。

本病の病原菌はマツすず葉枯病菌と同じ菌であり、したがって生活史もマツの場合と同様と考えられる。おそらく病葉の一部が落葉せずに翌春まで樹上に残って、その上の分生胞子が伝染源となるのであろう。また本病の発生には、マツと同様、宿主の生理的衰弱を招く何らかの誘因が関与するものと考えられる。

連年発生をみる樹には、過石灰または硫酸亜鉛加用ボルドー合剤もしくはジネブ剤を、4~6月に数回散布するとよい。

* 農林省林業試験場保護部

7. マサキの病害

(1) うどん粉病 (Oidium euonymi-japonicae)

5月ごろから新葉の表面および裏面に白色粉状の斑紋(病原菌の菌そうおよび分生胞子)が現われ、しだいに拡がってたがいにゆがみあい、ついに葉全面が白粉におおわれるにいたる(写真-22)。6月から7月の梅雨の時期が最も盛んにまん延し、よく目立つ。若い葉がひどく侵されるとしばしばいしくして奇形になる。8月以降になると病原菌の活動が衰えるようで、新たに展開した新葉上にはほとんど発生をみなくなる。また濃緑色となった成熟葉上の菌そうも、汚白色ないし灰色となって目立たなくなる。しかしながら、病葉は必ずしも落葉離脱することなく、多くは樹上に残ったまま冬を越す。翌春、気温の上昇、新葉の展開とともに病原菌が活動を開始し、胞子を分散して伝染をはじめる。

防除法としては、マンネブ剤かジネブ剤を春から夏に

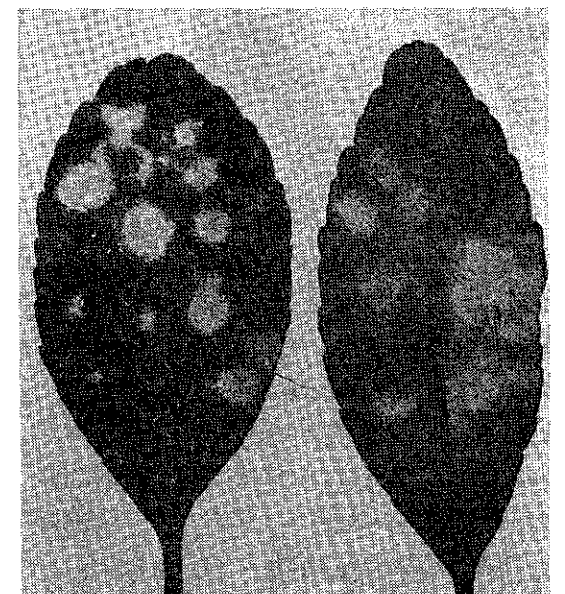


写真-22 マサキうどん粉病 x1.3

かけて月に1~2回散布する。

(2) 褐斑病 (*Cercospora destructiva*)

はじめ葉に褐色の径2~3mm やや円状の小斑点を形成する。のち褐色不整形斑紋をつくりながら拡がり、やがて中央が灰褐色で周縁緑色帯をもって健全部と区切られる10~20mm 大の病斑となる(写真-23)。ルーペで見ると病斑表面に淡緑色ないし暗緑色のすすかび状に多量の分生胞子塊が形成されている。病斑裏面はやや淡色で分生胞子の形成量は少ない。しばしば炭そ病と併発してたがいに混在する大病斑をつくる(写真-25)。秋までには病葉の大部分は落葉するが、一部病葉が樹上に残ったまま越冬する。翌春その上に新たに形成される分生胞子によって第一次伝染が行なわれる。

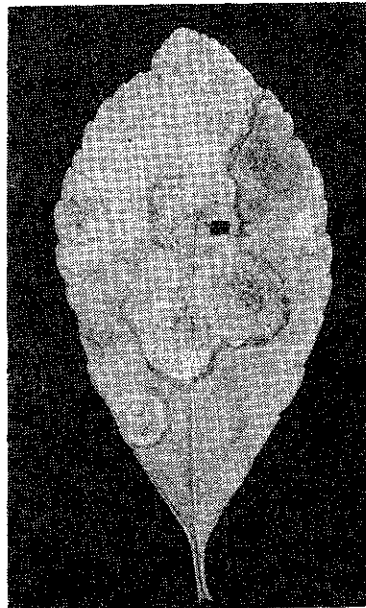


写真-23
マサキ褐斑病
×1.7

防除法としては4-4式ボルドー合剤またはマンネブ剤を5月から10月にかけて月に1回ぐらい散布する。また秋に病落葉を集めて焼却する。

(3) 灰斑病 (*Pestalotia gracilis*)

葉縁に褐色半円状の斑点を形成することが多いが、葉の中央部に円状斑をつくることもある。病斑はしだいに拡がって径10~20mm ぐらいとなり周縁やや不整形となる。病斑中央は灰褐色から灰白色となる。時にゆ合して大きい病斑をつくる。病斑上に多数の小黑点(病原菌の分生胞子層)を散生するが、時に輪紋状に形成される

(写真-24)。湿潤時にはこれから分生胞子の塊が小さい黒汁塊あるいは角状となって押し出される。病葉は比較的長く樹上についている。炭そ病や褐斑病など他の斑点性病害と併発することもある。

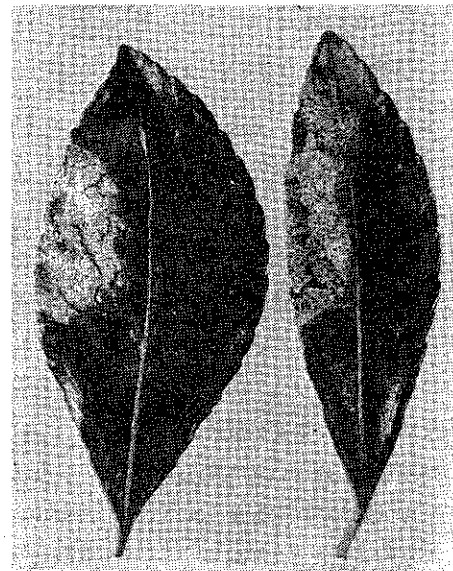


写真-24 マサキ灰斑病 ×1

それ程激しい病気ではないので、病葉を摘みとるか、落葉を集めて焼却すればよい。

(4) 炭そ病 (*Gloeosporium euonymicolum*)

葉に灰褐色の小斑が現われ、しだいに拡がって灰褐色ないし灰白色の不整形でさまざまな病斑となる。葉縁から発生したり、食葉性昆虫の食害痕から発生したりすることが多く、また褐斑病斑や灰斑病斑の周囲に発生して大きい混合病斑をつくることもある(写真-25)。病斑上には0.5~1mm 大の灰白色円状隆起(病原菌の分生胞子層)を生じ、成熟するとその中央が破れてやや桃色味をおびる。湿潤時にはそれから桃白色の分生胞子粘塊が押し出される。幼茎上にもたて長の斑紋状に病斑をつくり、病斑が茎をひとまきすると枯れる。病葉は長く樹上についているが、秋にはほとんど脱落する。幼茎および病落葉上の若い分生胞子層はそのまま越冬し、翌春その上に新しく分生胞子をつくるが、おそらくこれが第一次伝染源になるのである。

防除には病落葉を集めて焼却するほか、春から秋にかけてマンネブ剤、ジネブ剤あるいはダイホルタン剤を数

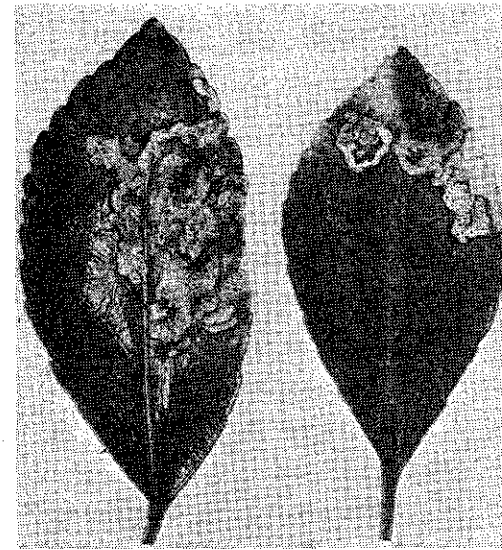


写真-25 マサキ褐斑病と炭そ病の併発病斑 ×0.9
回散布するとよい。

(5) モザイク病 (Virus)

葉に濃淡の部分ができてモザイク状を呈する。新葉ではきわめて顕著に認められるが、成熟葉ではみわけ難く、日光にすかしてみてようやくわかる程度である(写真-26)。また本病は全身病であるため、発生株には全葉同じような症状がみられる。したがって、本病の発生株がよくわかるのは6~7月の盛んに新葉を展開して伸長

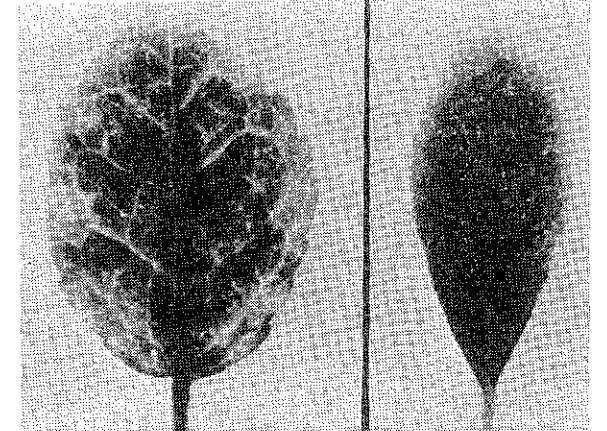


写真-26 マサキモザイク病
左:新葉 ×1 右:成熟葉 ×0.85

する時期で、夏以降翌春までの成熟葉が大部分の時期には、注意して観察しないと発生の有無をみわけることができない。本病がマサキに与える影響についてはまだ不明であるが、筆者の観察している1例では、本病発生を認めてから10年を経ている生垣で、いしゅくしたり枯れたりするものはなく、今までのところほぼ正常な生育をしている。しかし、さし木増殖を行なう時は、病株は避けて本病未発生の株からさし穂をとるのがよい。

(訂正: No. 41の5ページ、写真-19と写真-20をとり違えて印刷しましたので、お詫びして訂正します—印刷所)

〔虫害の部〕

山田房男*

5. ヒマラヤシーダー(ヒマラヤスギ)の害虫

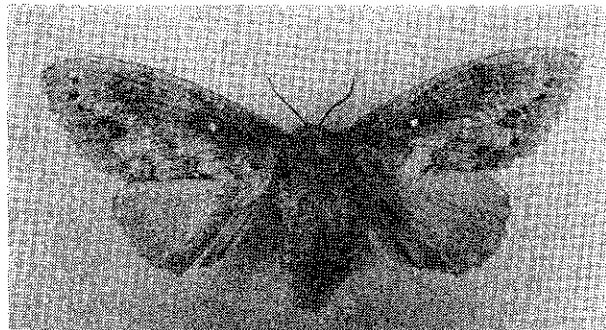
(1) ツガカレハ (*Dendrolimus superans*)

〔被害のかたち〕 幼虫は一見灰色で各節の背面に斑紋を有し、成長した幼虫の背面の紋はほぼ五角形の黒紋となってみえる。マツカレハ幼虫に似た体長80~90mmにもなる大型のケムシで、春から夏にかけて、トドマツ、エゾマツのほか、ヒマラヤシーダー、モミ、トウヒ、カラマツ、アカマツ、クロマツ等に対する被害ははなはだ

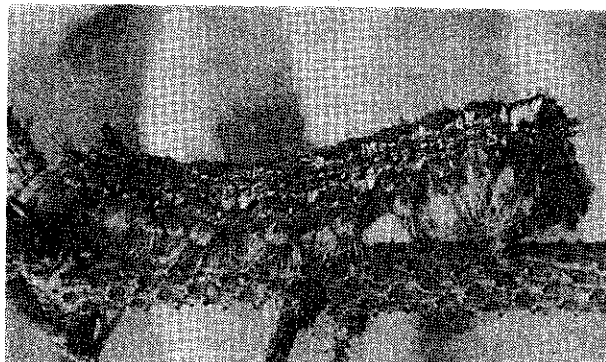
* 農林省林業試験場関西支場保護部

しい。大発生の場合、被害木が枯死することもある。成虫もマツカレハに似るが、前翅垂外縁(一番外縁のすぐ内側)の翅底に近い3紋が一直線上にないことがマツカレハと異なる。

〔生活史〕 本州以南では普通1年で1世代を完了するが、北海道では1年1世代の場合と2年1世代の場合とがある。成虫は7~8月頃に現われ、産卵は針葉上に塊状に行なわれる。ふ化した幼虫は10月頃まで針葉を摂食し、越冬時は幼虫の状態で、地表の落葉や雑草の間などの隙間に潜入して冬を越す。翌春ふたたび食害を始め、



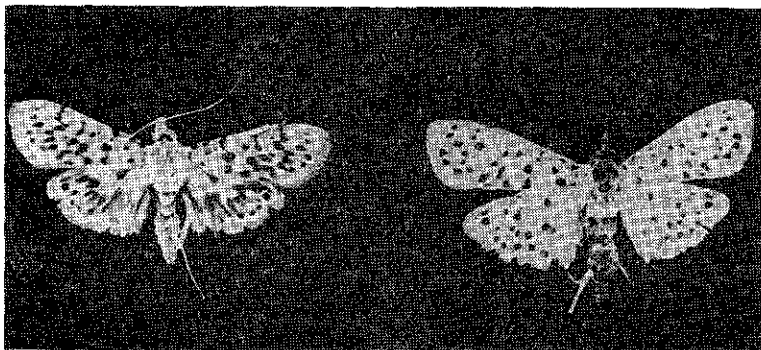
ツガカレハの成虫(雌)



ツガカレハの幼虫

6～7月頃に繭をつくってその中で蛹になる。

〔防除法〕 マツカレハに近い種類であるから、防除法もマツカレハに準じた方法が有効と考えられる。すなわち、殺虫剤を使用する場合は、なるべく幼虫の小さい時期に、スミチオン剤(粉剤、乳剤)、DEP剤(粉剤、乳剤)などの低毒性有機燐剤を散布する。そのほか、ワラ巻法その他マツカレハ(本誌 No. 40 参照)の場合に準ずる。



モモノゴマダラノメイガの成虫
左:針葉樹型(ゴヨウマツ) 右:果樹型(ナシ)

(2) モモノゴマダラノメイガ

(*Dichocrocis punctiferalis*)

〔被害のかたち〕 針葉樹型ではゴヨウマツ、ストロブ、モミなどの針葉を綴ってその中に幼虫がいて、次々と葉を綴りながら被害する場合が多いようである。スギの球果に食入加害するものもある。果樹型といわれるタイプはクリ、モモなどの果実の害虫として有名である。

〔生活史〕 小さい幼虫の状態、小枝に沿って葉を綴りあわせた筒状の室をつくり、その中で越冬し、春にふたたび針葉を食害する。針葉樹型と果樹型の2つのタイプがあり、果樹型では、成虫が5～6月および7～8月に現われ、針葉樹型の場合も暖地では2回発生と考えられるが、栃木県のモミ林で大発生した例では1年に1回の発生であったという。モミでは、はじめは幼虫が針葉に潜入して食害し、越冬も葉中で行なうというが、翌春以後は、針葉樹一般の場合と同じく、葉を綴って食害するようである。

〔防除法〕 果樹園においては、成虫の発生期に7日おきに低毒性有機燐剤乳剤(2,000倍ぐらいに稀釈)を散布して被害を避けているようである。庭木の場合は、木が小さければ、幼虫を捕殺するとともに、成虫の発生期に、果樹における場合に準じた方法をとることが考えられる。また、幼虫に対して、DEP剤、スミチオン剤などの低毒性有機燐剤の施用も効果があると思われる。

6. マサキの害虫

(1) ユウマダラエダシヤク

(*Trimeresia miranda*)

〔被害のかたち〕 幼虫は、黒い地色に黄色い斑点のあるシャクトリムシで、体長30mmぐらいの大きさになる。夏のはじめから被害が現われ、葉がほとんど食いつくされて枝ばかりになることもある。幼虫の摂食活動

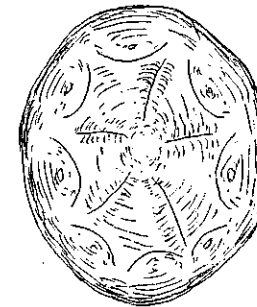
は夜間である。成虫の翅の色は白く、鉛色の斑紋があり、前翅の基部および後角の斑紋は濃色である。翅の開張は40mm内外。成虫の蛾は昼間弱々しく飛ぶのがみられる。

〔生活史〕 1年に2回の発生。植根などのマサキにしばしば大害を与える。幼虫の状態越冬し、成虫は5～6月および8～10月頃に出現する。本州、四国、九州に分布し、山形県および福島県が北限とされている。

〔防除法〕 DDVP、DEPなどの乳剤を1,000倍にして散布すると効果がある。なるべく幼虫の小さい時期に防除する。

(2) カメノコロウムシ (*Ceroplastes japonicus*)

〔被害のかたち〕 枝や幹に寄生して樹液を吸収し、また媒病を併発する。雌は楕円形、白色蠟物質でおおわれ、背面は亀甲状で、中央部がやや高く、外周に多数の突起がある。長径4mm内外。



カメノコロウムシ雌模式図

〔防除法〕 初夏の頃、若齢幼虫期に、スミチオン、マラソンなどの低毒性乳剤を、2～3回散布する。また、冬期機械油乳剤を5～6%にして散布すれば、非常に効果的である。

(訂正: No. 41 の7ページの写真は左右入れ違えて印刷しましたので、お詫びして訂正します—印刷所)

〔生活史〕 1年1回の発生。枝幹上で雌の状態越冬を越す。5月下旬頃産卵。卵は楕円形赤色、長径0.3mm。幼虫は扁平楕円形、赤褐色で6月下旬～7月上旬に出現し、新梢や葉裏などにも寄生し、9月ごろ成虫になり、交尾が行なわれる。

安全な効果の高い穿孔性害虫駆除剤

パインテックス

○ 駆除には
パインテックス[®]油剤C (包装単位 18ℓ缶)

農林省登録第11910号

○ 駆除・予防には
パインテックス[®]乳剤10 (包装単位 18ℓ缶・5ℓ缶 500cc 20本)

農林省登録第11705号

○ 輸入木材害虫駆除には
パインポート[®]油剤C (包装単位 20ℓ缶)

農林省登録第11948号



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 TEL (0992) 54-1161 (代)
 東京支店 〒101 東京都千代田区神田司町2-1 TEL (03) 294-6981 (代)
 福岡出張所 〒810 福岡市西中洲2街区20号 TEL (092) 77-8988 (代)
 宮崎事務所 〒880 宮崎市花ヶ島町柳ノ丸525-3 TEL (0985) 23-7051 (代)

真木茂哉*

1. はじめに

前報において塩素酸ソーダの生体毒性および魚毒性に関する試験成績等に検討を加えてきたが、本報においては農薬取締法改正の施行に伴い重要な事項である農薬の土壌残留性と塩素酸ソーダについて述べる。

2. 塩素酸ソーダの土壌中における挙動

塩素酸ソーダの除草剤としての特性などについては、これまで一応の考え方を述べてきたが、本報では土壌残留性の面からみて、塩素酸ソーダが除草剤として散布され、地表に落ちた薬剤が土壌中においてどのような動きをするものかについて、文献資料を参考にして述べる。

1) 土壌中のバクテリアと塩素酸ソーダ

文献によると、土壌中のバクテリアが塩素酸ソーダを消失していくという研究報告がなされている。たとえば、アスレンダー氏によると、*Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* の種類は、1/10N塩素酸ソーダ溶液を含有する乾草を食って生きることができると報告している。

また、ラデフ氏によると、麹菌、硝化菌、脱窒素菌などについて、塩素酸ソーダの濃度別による菌の繁殖、生存、死滅等の研究報告もあるが、これらを総合してみると、低濃度の塩素酸ソーダは土壌中のバクテリアの種類によっては消失されることがわかる。

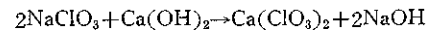
2) 化学反応と塩素酸ソーダ

(1) 石灰と塩素酸ソーダ

塩素酸塩系除草剤の使用上の注意書きなどによくみられる「石灰分の多い土壌や、薬剤の散布前後は石灰などを使用すると防除効果が減ることがあるので注意すること」の項があるが、これは実用上これまで問題になったことは殆どなかったが、やはり塩素酸ソーダと反応性

物質との関連から化学反応を考慮し、薬剤による防除効果の向上を期するためにある注意書だと思ふ。

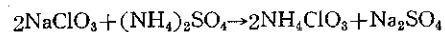
たとえば（イオン化傾向よりみて問題もあるが最悪条件を考慮して）



の化学反応も考えられ、水酸化ナトリウムの生成により、アルカリ側が大となって塩素酸塩の分解がおこりにくくなるため、防除効果が劣るような場合もありうるわけである。

(2) 肥料と塩素酸ソーダ

前項と同じように、本剤の散布前後に肥料をあたえたと防除効果を減ずるということは、肥料は一般に塩素酸ソーダと反応し易い物質が主体であるために、たとえば、硫酸を施肥した場合



の化学反応も考えられ、この場合は防除効果の減少のみならず、危険性の面からも十分注意を要することである。

すなわち、上記の化学反応から塩素酸アンモニウム (NH_4ClO_3) が生成された場合、塩素酸アンモニウムは塩素酸ソーダとちがひ、非常に不安定な性質をもっており、冷暗所においても自然に分解するものであり、土壌中において塩素酸アンモニウムは急激に分解し植物に吸収されないうちに消失してしまうため防除効果を減ずるものと考えられる。また、危険性の面からみた場合、WACHTER 氏の文献にみられる、塩素酸アンモニウムは 102°C で爆発的に分解するという事は、熱による安定度が低いことであり、また自然分解をすることは、反応熱の蓄積などを考えても安全性の面からみて十分注意しなければならない。

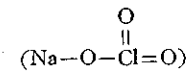
(3) 有機物と塩素酸ソーダ

文献にみられるように、塩素酸ソーダは有機物を酸化して塩化ナトリウム（食塩）にかかわるとの報告も塩素酸ソーダと有機化合物との化学反応であり、その過程にはいろいろなかたちも考えられるが、最終的には塩化ナトリウムが生成されるということであろう。

たとえば有機物すなわち有機化合物は複雑な構造をもっている炭素化合物で、その主成分は炭素、水素、酸素

の三元素で、そのほか窒素なども含んでいるものもある。炭素化合物の特徴である 1例をあげれば、炭素化合物に含まれている炭素と水素は、炭素は酸素と反応して $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2$ 、水素は酸素と反応して $\text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ となる。

一方、塩素酸ソーダは土壌に散布された場合、防除作用機作は別として、地表に落ちた塩素酸ソーダ



は加水解離、不活性化するが、その過程において酸素は有機化合物の酸化に消費され、最終的には塩化ナトリウムが生成されるということも考えられるわけである。

また、林英夫氏の研究報告「畜産技術」に、塩素酸ソーダによるササ枯殺に関する研究報告の中にも、最終的には塩化ナトリウムが検出されたと発表されている。

以上のように塩素酸ソーダの土壌中における挙動について述べてきたが、(2)石灰と塩素酸ソーダ、および(3)肥料と塩素酸ソーダの二項は使用上の注意事項に属するもので、したがってさげられるものである。

ここで、本報で述べようとする土壌残留性に関係あるものは、1)の土壌中のバクテリアと塩素酸ソーダおよび(3)の有機物と塩素酸ソーダであり、その他稀釈流亡などいろいろ考えられるが、現在使用されている通常使用量では、立地条件、環境条件などからみて、散布された塩素酸ソーダはその大部分は雑草木の防除に作用し、土壌中に残ったものは特殊な微生物によって消費されたり、有機化合物との反応により微量な塩化ナトリウムになって、流動水分によって稀釈流亡するものもあると考えられる。

3. 塩素酸ソーダの林地土壌中における残留期間測定
試験実施例

1) 試験場所の立地条件

標高：1,000m、傾斜：5~20°、土壌：褐色森林土、土性：壇壤土、基岩：花崗岩、下床植生：スズタケ

2) 試験設定条件

(1) 供試薬剤——塩素酸ソーダ：50% 粉剤、塩素酸ソーダ：50% 粒剤

(2) 対象植生——スズタケ、草高80~190cm、密生度120~220本/m²

(3) 散布年月日——一般試験区：昭和43年7月19日
夏季散布

特別試験区：昭和43年9月27日 秋季散布

注：特別試験区とは、試験区の四方に深さ50cmの木枠を打込み、薬剤の横への流亡を防止した試験区である。

(4) 薬剤散布量（カッコ内はプロット番号）

一般試験区：塩素酸ソーダ 50% 粉剤 150 (No. 13), 200 (No. 15), 250 (No. 16) kg/ha、割合、塩素酸ソーダ 50% 粒剤 150 (No. 17), 200 (No. 18), 250 (No. 19) kg/ha 割合

特別試験区：塩素酸ソーダ 50% 粒剤 150 (No. 1), 200 (No. 2) kg/ha 割合

(5) 試験区面積

一般試験区：1プロット 2×4=8m²

特別試験区面積：1プロット 1×1=1m²

3) 試験設定地の土壌理化学性調査

土壌採取は昭和43年7月で試験実施前

表-1 土壌の理化学性調査表

試料 検定項目	試料				備考
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	
pH (H ₂ O)	4.8	4.9	5.0	4.9	15分後の値
透水性(ml/min)	233	225	186	241	
最大溶水量 (重量)	72.6	68.9	62.5	73.5	
合計 N(%)	0.65	0.61	0.72	0.53	
磷酸吸収係数	1,652	1,742	1,679	1,697	

注：試料 No. 1 試験地の道側の尾根寄りの沢地
" No. 2 試験地の反対側の中腹
" No. 3 試験地の中間の沢地
" No. 4 試験地の道側の尾根

4) 調査

(1) 土壌採取時期——対象植生スズタケの地上部害徴の推移等を考慮に入れて適時に採取を行なう。

(2) 検定方法——O-tolidine法による。本検定値は乾土重当り濃度をもって示す。

5) 試験結果（試験は昭和43年）

(1) 試験成績——一般試験区は表-2のとおりである。特別試験区の試験結果は表-3のとおりである。

(2) 考察

本試験の目的である主成分塩素酸ソーダの土壌中にお

* 林業薬剤協会技術委員

表-2 NaClO₃ の検定値 (単位はppm)

採取月日 (経過日数)	試験区					
	No.13	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19
	50%粒剤	50%粒剤	50%粒剤	50%粉剤	50%粉剤	50%粉剤
	150	200	250	150	200	250
7.26 (7)	8.0	9.8	9.5	8.9	9.3	11.0
8.15 (27)	8.5	9.0	9.5	8.9	9.6	9.2
8.24 (36)	8.3	8.2	9.3	6.2	8.2	10.0
9.21 (64)	6.0	4.6	5.7	3.2	5.3	6.6
9.28 (71)	5.6	4.9	5.4	2.5	4.2	5.8
10.25 (98)	2.8	3.6	3.0	1.4	2.3	3.2
11.21(123)	1.3	4.4	3.3	0.8	1.3	2.0
11.30(132)	—	—	—	—	—	—

注：最終採取の試料には、いずれの試験区も NaClO₃ の検出は認められなかった。散布量は kg/ha

ける残留期間は、今回の試験結果では3ヵ月程度であることが認められた。なお、また残留塩素酸ソーダ濃度の変化は(ササ生地防除の場合、下刈り、地ごしらえ作業の差はあるが一般的な散布量では、散布当初の濃度は NaClO₃ 70~150ppm 程度のものと考えられる)、散布後1ヵ月程度で急速に減少し、10ppm以下のレベルでの残留期間が長く続く傾向を示している。

表-3 NaClO₃ の検定値 (単位はppm)

採取月日 (経過日数)	試験区	
	No. 1	No. 2
	50%粒剤	50%粒剤
	150	200
10. 14 (17)	8.1	8.7
10. 25 (28)	7.5	8.6
11. 25 (59)	4.6	5.0
12. 20 (84)	1.8	3.0
12. 31 (95)	—	—

注：最終採取の試料には、いずれの試験区も NaClO₃ の検出は認められなかった。

(名古屋大学農学部除草剤研究グループ三草会技術部会の共同試験)。

このほか、林地土壌中における塩素酸ソーダの残留期間に関する試験については、これまでいろいろな試験成績が発表されているので省略し、農耕地土壌中における塩素酸ソーダの残留期間に関する植物検定法による試験実施例については次号で報告する。

林地除草剤の実際

美装 変型新書判 (B6) 180P
定価 600円 千80

使用面、安全性への再点検が進められ、新薬剤が開発されている林地除草剤に関する最新の知識を集約したのが、本書である。実際家のポケットに1冊はしのばせていただきたい本である。

▶内容

第I編 主要植生と除草剤の使い方

使用上の基本的留意事項

1. ササ 2. ススキ 3. 広葉樹
4. つる類 5. シダ 6. 混生地

それぞれ分布・種類と立地、生態、薬剤名、使用の実際、残量・廃棄物の処理、残効期間について詳述。

第II編 主要林地除草剤

1. 塩素酸塩系除草剤 2. スルファミン酸塩系除草剤 3. ハロゲン化脂肪酸系除草剤 4. シアン酸塩系除草剤 5. 有機ヒ素系除草剤 6. ピリジン系除草剤

それぞれ原体、原体の物理・化学的性質、薬剤の性質、対象植生、毒性について詳述。

参考資料として、毒性の資料、関係法規、慣用語記号ならびに用語解説、薬剤一覧表。

申込先 社団法人 林業薬剤協会

東京都千代田区大手町 2-2-1 新大手町ビル 522号室
電話 (211) 2671~4 振替番号 東京 41930

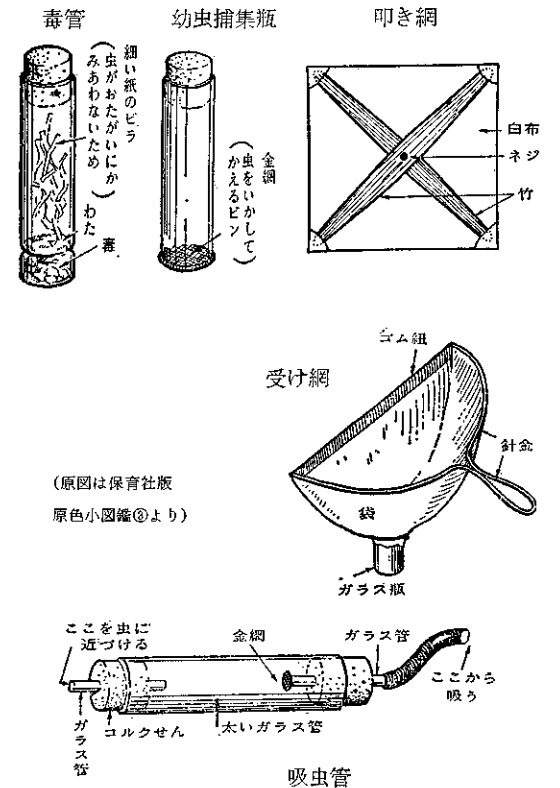
森林昆虫の採集と標本の作り方 (1)

森林には多くの昆虫が棲息するが、中には有益なものもある一方危害を与えるものも多い。樹種、あるいは加害部分の違いにより昆虫の種類は異なり、また成虫、幼虫で加害部分の異なる場合もある。このように林木はたえず有害昆虫に侵害されるもので、林業家としては、まず昆虫の正体(種類および生態)を見きわめ、常に動向を見張っていないといけない。そして常々採集した昆虫を標本として保管しておけば、林内あるいは苗畑においてたまたま遭遇した昆虫の種類が明らかになることによりその対策も自と講ぜられよう。それに害徴なども関連づけて勉強しておけば大変参考になるだろう。このような観点から、簡単な採集方法と標本の作成について述べることにした。

採集方法

1. 採集道具

採集に必要な道具としては捕虫網(ネット)、蝶、蛾を入れる三角紙と三角ケース。三角紙はパラフィン紙で、それを三角形に折りたたみ、その中へ軽く胸を押し殺した蝶、蛾を入れる。その他の昆虫を入れるのには毒管や毒つばを用いるが、これはガラスのビンにコルクの栓が付いているものであり、中に虫を殺すために酢酸エチル、四塩化炭素等を浸ませた脱脂綿を入れておく。これらの薬品がない場合はベンジンでもよい。また虫がおたがいかみあわないために、細長く切った紙を入れておくのもよいだろう。ほかに受け網といって図に示すようなゴム紐の部分の木におしつけて使うものだが、木の皮の下や、幹、キノコ等にいる虫を捕える時、下から受けるものである。吸虫管はガラスのビンにコルク栓をつけ、栓に細いガラス管かビニールパイプを2本さしこみ、その一方にゴム管をつないだものであり、小さい虫がいた時ゴム管を口にくわえ、もう一方を虫に近づけて吸うと虫がビンの中に吸いこまれるもので、微小昆虫を捕えるのに重宝なものである。



(原図は保育社版
原色小図鑑より)

シ、キバチ、ハバチ、ミバエ、アブラムシ、シリアゲムシ、カメムシ、タマムシ等があり、倒木や枯木にはゴミムシダマシ、ヒラタムシ、ゴキブリ等、朽木やキノコにはキノコムシ、ケンクスイ、ハネカクシ、アリの類、花には蝶、ハチ、コメツキ、ハナカミキリ、ハナアブ等が集まっている。またこれらの場所には天敵である補食性昆虫のオサムシ、カッコウムシ、サシガメ、テントウムシ、ヤドリバチ、寄生アブの仲間がやってくる。だいたいの成虫が現われるのは3月頃からであるが、中には成虫で越冬するものもあり、地面の中、皮の下、朽木の中等に潜んでいる。野外を歩いていると、動物の死がい、糞、ゴミ等の汚物に出会うが、動物や昆虫の死がいは、シデムシ、ハネカクシ、ニクバエ、アリ等によって始末され、糞にはクソムシ、エンマムシ、マグソコガネ等が集まっており、ゴミくずにはイエバエやゴミムシ類がいる。アリや鳥の巣の中にはアリザカムシやハネカクシが住みついている。水中にも虫がいてゲンゴロウ、ガムシ、ドロムシ、ミズスマシ等肉食性のものが多い。このように昆虫はどんなところにもいるから、細心の注意を払ってさがせばかなり多くの種類を見い出せることである。そして時期、天候、温度と昆虫の行動には密接な関係があり、昆虫を採集した時必ず日付、天候、場所、虫がついていた木草の名前等を調べ、これを記入したラベルを標本にした時つけるべきである。昆虫をみつけた時、すでに持っている種類であっても必ずとるべきである。なぜなら個体変異を調べる上においても重要だからである。

3. 特殊採集法

人為的に虫をおびきよせる方法で種類、数ともかなり豊富に集まり、わなをしかけた付近のおおまかな昆虫相がわかる。

○灯火採集

昆虫の中には集光性をもつものがあり、この習性を利用した方法で見晴らしのよい処に白い幕をはり、その前にアセチレンランプ、あれば電灯をつけると、あかりに飛んできた虫が幕にとまる。街灯や誘蛾灯を時々まわってみるのもよいだろう。主に蛾類や甲虫類、膜翅目、双翅目(カ、ハエ、ブヨの類)、カゲロウ、ヨコバイ、カ

メムシ等の昆虫が集まる。

○糖蜜採集

黒砂糖とアルコール(焼酎)をまぜて火にかけ、糖蜜をつくってこれを木の幹にぬったり、ビンに入れて埋めておいたりする。普通、夕方しかけて朝見にゆく。樹液に集まる甲虫や蝶、ハチ、アブの類が得られる。

○誘引採集

これは主に材に集まる昆虫を対象としたもので、マツならば、まつくい虫類(ゾウムシ、カミキリ、キクイムシ等)、スギならばスギカミキリ、ヒメスギカミキリ、スギハムシ、ゴミムシダマシ等、ケヤキならば各種タマムシ、コメツキムシ類等、樹種により昆虫の種類は異なるが、丸太にした材を日陰に数本設置しておき、これを時々見にゆくわけであるが、日数の経過に従って昆虫の種類や数も変動し、これを調査するのも面白いだろう。

(つづく)

禁転載

昭和47年12月25日発行
 頒価 125円
 編集・発行 社団法人 林業薬剤協会
 東京都千代田区大手町2-2-1
 新大手町ビル522号室(郵便番号100)
 電話(211)2671~4
 振替番号 東京41930

印刷 農林出版株式会社

林業用薬剤は

T.7.5

松くい虫駆除予防剤

T.7.5 バイエタン乳剤

T.7.5 ダイアエタン乳剤

松くい虫誘引剤

T.7.5_E

T.7.5ES

松毛虫・タマバエ防除剤

④井筒屋デップテレックス粉剤4

④井筒屋ダイアジノン微粒剤3

④井筒屋ダイアジノン粉剤2



全国発売元/井筒屋化学商事株式会社・製造元/井筒屋化学産業株式会社
 熊本市花園町108 TEL0963(52)8121~8125

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スの局所に施用することにより、クス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

石原産業株式会社

東京都港区芝罘平町2-1

大阪市西区江戸堀上通1-11-1

環境汚染の恐れなく、効果も安全性も高い非塩素系の松喰虫駆除予防薬剤

新時代の松喰虫防除薬剤を先取したヤシマ産業!!

これは常に松喰虫防除に情熱を持ち、たゆまぬ努力をつづけた研究陣の成果です。

農林省登録第11330号(46年2月許可)

スミバークE

適用：駆除・予防に。
農薬の種類：MEP・EDB乳剤。
人畜毒性：普通物。魚毒：B類。

農林省登録第11332号(46年2月許可)

林業用 スミナックE

適用：駆除・予防に。
農薬の種類：MEP・NAC・EDB乳剤。
人畜毒性：普通物。魚毒：B類。

農林省登録第11329号(46年2月許可)

スミバークオイル

適用：駆除に。
農薬の種類：MEP・EDB油剤。
人畜毒性：普通物。魚毒：B類。

これらは、長い年月と多大の研究費をかけ、基礎研究から最終的に28種類の新薬剤にしばらく、大規模な現地試験を行なった結果選ばれた、もっとも安全で効果の強い3薬剤です。それぞれ優れた特長を有しております。

私たちは、この快挙に満足することなく、さらに研究をつづけています。何卒ご支援とご指導の程をお願い申し上げます。

〈説明書・試験成績進呈〉

ヤシマ産業株式会社

川崎市二子757番地/郵便番号 213
電話 溝ノ口 (044)83-2211-4

すすきに良く効く

ダウポン*

※=米国ダウケミカル社登録商標

15%

粒 剤

出芽前～生育初期処理に

20%

微 粒 剤

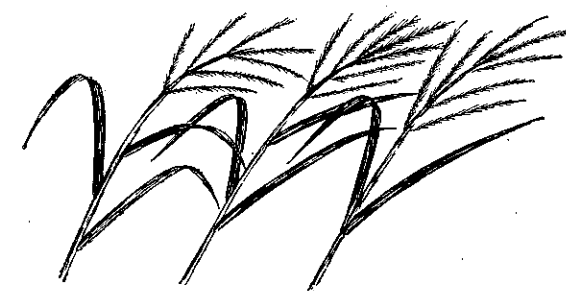
生育期処理に

カタログ進呈

ダウポン研究会

石原産業株式会社 日産化学工業株式会社 保土谷化学工業株式会社
大阪市西区江戸堀上通1-11-1 東京都千代田区神田錦町3-7-1 東京都港区芝罘平町2-1

いつも
良いものをと
願っている
あなたに



■すすき防除の特効薬

林 **フレノック** 液剤30
粒剤10

- イネ科、カヤツリグサ科雑草に選択的に効果があります。
- すすきには特に有効で僅かの薬量でもよく効きます。
- 仕事の暇な時に使用でき、一度の処理で2年以上も有効です。
- 人畜、魚貝類などに毒性はほとんどなく、安心して使用でき、目や皮フを刺激したり、悪臭を出したり、爆発、火災などの危険性も全くありません。



三共株式会社

農薬部 東京都中央区銀座3-10-17
支店営業所 仙台・名古屋・大阪・広島・高松

北海三共株式会社

九州三共株式会社

資料進呈

省力造林のにないて

クロレイト

ワサトール

デゾレイト

三草会



昭和電工



保土谷化学



日本カーリット