

森林防疫

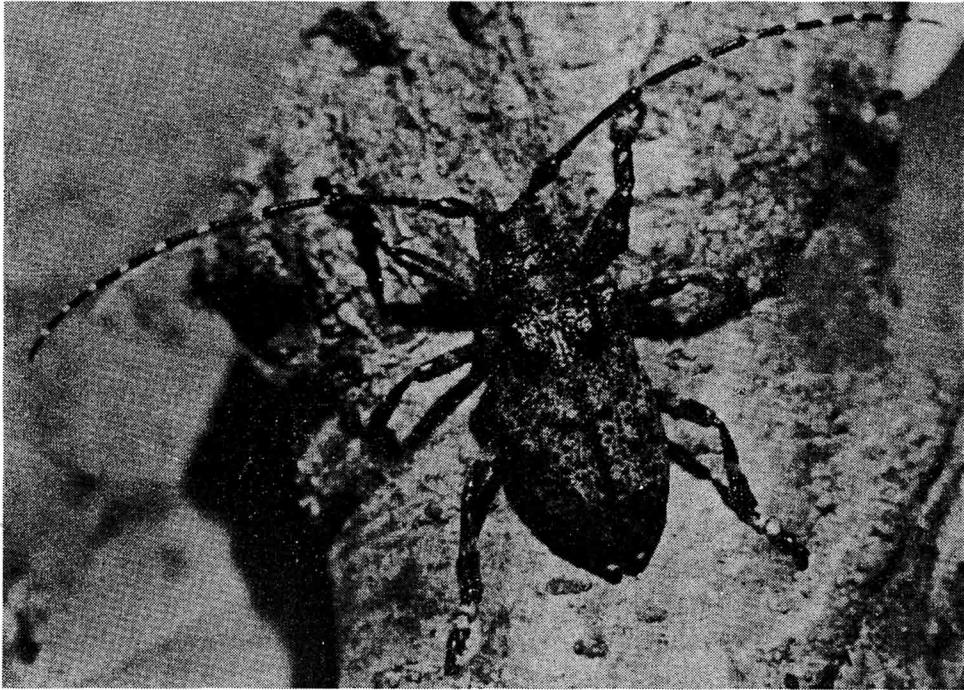
FOREST PESTS

VOL. 31 No. 11 (No. 368)

1982

昭和53年11月8日第三種郵便物認可

昭和57年11月25日発行(毎月1回25日発行)第31巻第11号



ハラアカコブカミキリの雄成虫

滝沢 幸雄

農林水産省林業試験場東北支場昆虫研究室長

近年シイタケほだ木の害虫として注目を浴びている害虫である。本虫は対馬、朝鮮、中国(旧満州、北支那)および東シベリアにかけて分布していたもので、対馬では薪炭材や広葉樹の伐採木などから採集されて珍種とされていた。しかるに、シイタケ栽培が盛んになるにつれて、ほだ木が餌木となって、本種は異常に増殖した結果、害虫化したものである。対馬からシイタケ原木を移入した大分県下で、本虫が定着繁殖して問題になっている。年1回の発生。主として成虫越冬。産卵の最盛期は5月。

幼虫は韌皮部を加害するため、シイタケ菌糸の伸長を阻害する。新成虫の羽化は8月下旬~10月上旬である。

目次

緑の破壊者—ニレ立枯病とその毒素(II).....	高井 省三	2
マイマイガの小面積激害が頻発する地帯の特徴.....	篠原 均・東浦 康友	8
海外森林昆虫学者のプロフィール(5).....	金光 桂二	11
海外森林昆虫学者のプロフィール(6).....	古田 公人	12
マツノザイセンチュウを追って(7).....	田村 弘忠	13
森林防疫雑記(16).....	伊藤 一雄	16
《新刊紹介》.....	小久保 醇	17
《被害速報》昭和57年9月の森林病虫害等発生状況.....		18

緑の破壊者—ニレ立枯病とその毒素(Ⅱ)

高 井 省 三

カナダ環境省林野庁五大湖林業試験場・農博

Ⅱ ニレ立枯病毒素セラトウルミン

セラトウルミンの発見

ニレの立枯病に対する感受性には季節的消長がある。発病最盛期には、菌の感染が起こってから発病までに1週間しかかからない²⁶⁾。このため、発病には病原菌が生産する毒素の関与が予測されていた。

1942年にさかのぼるが、ZENTMYER⁸²⁾はニレの切枝を病原菌の培養液にさすと、切枝がいちょうを起こすことを確かめ、病原菌が毒素を生産しているにちがいないと推論した。以来毒素検出のはげしい競争が始まり、最初に報告されたのは、米国のDIMOND²⁾等による培養液からの多糖類の抽出で、これらの物質は液のアルコール不溶分画から得られた。ところがFIELDMAN等³⁾は実際の毒性は、その分画にあるのではなく、アルコール可溶性分画にあると反論し、結局多糖類毒素説は影を消した。次に現われたのが糖ペプチドで、これはオランダで抽出された^{11,14)}が、不定分子量のため純化ができず、化学的定性が頓挫してしまった¹¹⁾。この物質は再び米国でとりあげられ、結局ペプチド・ラムノ・マンナン(ひも状ペプチドに、多数のラムノースを結合した、長いマンノース鎖が枝状についたもの)と同定された^{9,10)}。分子量は構成糖のつき具合によって一定しないが平均130,000である。この物質は、糖が分子の93%も占めるので親水性である。毒性は400 μ g/mlの濃度で樹液の通導を阻害し、いちょうを起こすとされた⁸¹⁾。因みにこの物質の培養液中の濃度は40~50 μ g/mlとはるかに低い²⁰⁾。

この代謝物がアメリカでとり上げられた頃、筆者は奇妙な物質が病原菌の振とう培養で生産されることに気付く、すぐさま単離を試みたが、いっこうに進展しなかった。その主な理由は、この物は変身が速く、単離を試みているうちに消えてなくなってしまったからである。つまり俗な表現をかりれば、この物質は忍者的性格もっていたわけである。こう書いたからには、その内容を今少し詳しく書く必要がある。

挙動不審な代謝物 そもそもこの物の存在に気付いたのは、病原菌の胞子と菌糸を分離しようとした時であった。菌の振とう培養を蔗糖密度勾配液の上において遠心すると、菌糸も胞子も密度勾配液にちがった割合で沈下した。ところが、その表層には白濁したうすい層が残った。不審に思って鏡検すると、何と無数の微小粒子が思い思いに踊っているではないか。細菌による汚染かという失望感が胸をよぎった。いくら入念に作った培養でも同じことが起こる。しびれを切りしてこの層から細菌の分離を試みたが時々培養菌が分離されただけで、細菌の回収はできなかった。こうなればこれは汚染ではなく、培養中にあるべくしてあるものと考え、そのものを取り出しにかかった。超遠心によってこのものを沈下させようとしたが、ある程度沈下したが遠心を止めると浮び上がって来てしまった。ただ遠心すると濁りの度合いが減るようには感ぜられた。そこでたくさん作った密度勾配遠心試料の上層を集めて遠心してみた。果たせるかな、この試

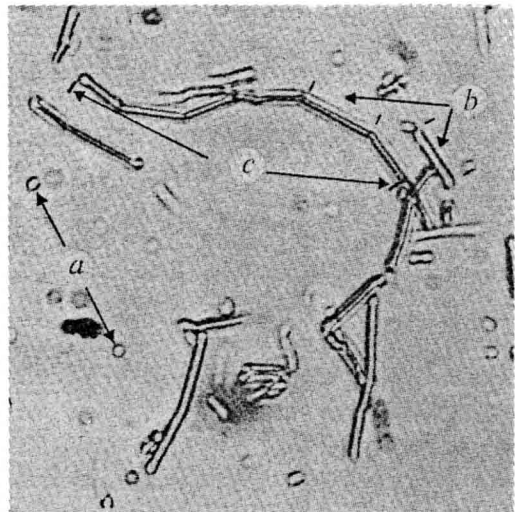


図-4 セラトウルミン合構造物の顕微鏡的形態
a; 単位粒子構造物(Unit), b; 桿状構造物(Rod),
c; せんい状構造物(Fibril) $\times 256$

料は透明になった。わけがわからなくなって思わず遠沈管を振っていたが、気がつくとき透明になった液が薄く濁りはじめている。さらに強く振ったら何と乳白色になってしまった。鏡検したら、以前みた粒子だけでなく、桿状のものもあればさらに大きなせんい状のものもある。これらが視野一杯にギッシリ列んでいた(図-4)。また遠心してみると液は澄清化し、鏡検では粒子だけが残って、後のものは姿を消していた。この謎をどう解いたものか。掴みどころの

ない思索と試行錯誤の長い旅が始まった。考えられたことは、液を振るということは、液中の相対的空気含量を増すことしかなかった。遠心は、それにより沈澱物は回収できていないので、遠沈後の試料にみられる粒子はさきの桿状物、せんい状物と因果関係がなければならない。遠心とは試料に何をすることか?—それは遠心力という圧力をかけることになる。加圧すれば液相内の相対的気相量は減少する。その際大型構造物は消失した。逆に気相量を増すために、ピペットで空気を試料液に送りつづけた。試料液は白濁した! 相対的気相量を増すために試料液を減圧下においたら—この際液内気泡は膨張し、結果として相対気相量がふえる。減圧により試料液は徐々に白濁し発泡した。泡は常圧に戻しても液内に帰らず、液面に白い浮游物として残った。鏡検すると、やはり粒子、桿状物、せんい状物のもとより、膜状物まで認められた。ではいったん白濁した試料液を密閉器中で加圧したら—試料は瞬時にして透明となった! 加圧←→減圧はとりもおさず液内相対気相量の減少←→増加を意味する。ではちがった手段で気相量を減らしたら? 含水アルコール中ではアルコールの高い親水性のため気泡の含量は微々たるものである。果たせるかな試料はアルコール存在下では振っても攪拌しても全然白濁しなかった。これらの所見をもとに、この物質の性行をまとめたのが図-5である。形態的には不可視の分子(Molecule)、分子が一定様式で会合して生ずると思われる可視の単位粒子(Unit)、単位粒子がつながって作ると思われる桿状物(Rod)やせんい状物(Fibril)などがある。会合は液内気相量の増加に応じて進行し、解離はその減少により促される。これらの変化はすべて可逆的である。

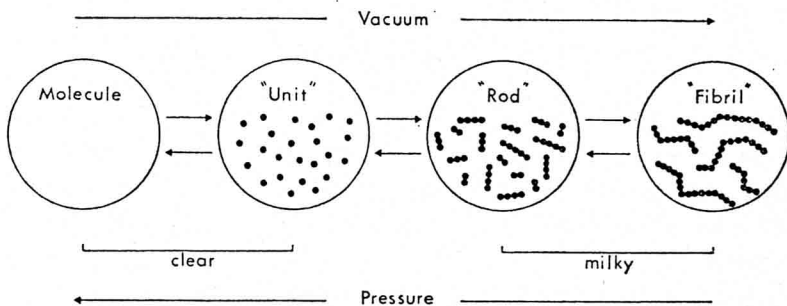


図-5 セラトウルミン(CU)の水溶液中における様態変化と変化に関連する主要条件の模式

円内はCUの顕微鏡的形態を示す。左から分子(Molecule)(不可視)、単位粒子(Unit)、桿状構造物(Rod)、せんい状構造物(Fibril)。

分子状、単位粒子状では液は透明であるが、桿状、せんい状では白濁状にみえる。系を減圧(Vacuum)下におけば会合の方に变化するが、加圧(Pressure)下におけば解離の方に变化する。

代謝物の抽出²⁹⁾ 謎の代謝物の忍者性のカラクリは解けた。次はその原理を利用して、そのものを培養液から抽出することとなった。それには真空泡立法(Vacuum effervescence method)を立案して応用した。分液漏斗中で培養液を予め振とうして液を白濁させる(この時には桿状、せんい状構造ができてい)。次にこの漏斗を減圧線につなぎ減圧し、液内で発泡させると白い泡が液面から沸き立つ。泡が漏斗一杯になった時、急に圧力を常圧にもどすと、液から飛び出した泡は急にしぼむが、液に再び戻れないで液面に残されて浮游する(“帰らざる河”ではなく“帰らざる泡”である)。漏斗の下のコックを開き、透明になった液を流下排出すれば残るは泡だけである。この泡こそが目指す謎の物質である。これを60~80%アルコールでとかして回収してしまう。

この方法はあまりにも単純で化学的ではないが、しかしまだにこれに優るよい方法がない。事実この物質の研究を始めた生化学者(カナダ)も物理化学者(米国)も異口同音にこの方法の優秀性を称えてくれている。この処理だけで、ペプチッドに限れば、単一になってしまう。前後するが、後にこの物質は蛋白質であることが判明した。これより先は限外濾過、透析、凍結乾燥を経て粉末状の粗代謝物を得、さらにセファデックス LH 60 上で60%アルコールを使用、分子濾過法で精製する。

さてこの物質を培養液中の濃度にうすめて、ニレの切枝に吸わせてみたら、切枝はいちょうを起こした。従って毒素の候補者として、これをセラトウルミン(cerato-ulmin)と名づけた。

毒素セラトウルミン(CU)

植物病理学上の毒素とは、病原体と宿主の接触場面

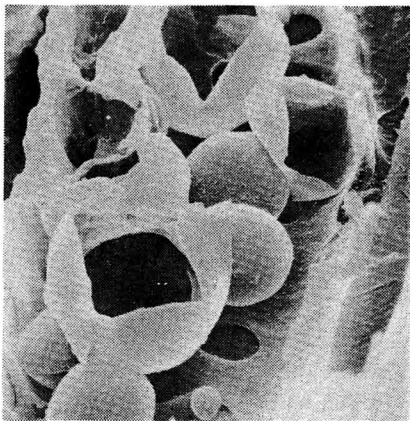
で、病原体側あるいは宿主側から分泌されるもので、宿主細胞に何らかの害作用を及ぼす物質の総称である⁹⁾。ではCUはこの定義に適合して毒素と称せられるであろうか？ニレ切枝にしおれを起こしたというだけでは、この定義のうち、“宿主細胞に何らかの害作用を及ぼす物質”に当たるだけで、“重要な病原体と宿主の接触場面”に関する情報に欠けている。そこでCU研究の長い旅が始まった。

CUの一般的性質 CUはニレ立枯病菌の細胞外に分泌される蛋白質(分子量約13,000)で約4%の糖を含有する。この分子は7個のS-S基によってペプチド鎖が連結され、球状の物理構造をなすと推定される^{13,19)}。極めて高い疎水性を有し、液体中の気泡をこの物質の単分子配列層でくるんでしまい、つまり表面活性剤の性質を有する¹³⁾。

既述のような液の白濁、発泡、その他の奇異な性行はすべてこの疎水性に由来し、化学的処理を極めて困難にしている(例えば水を主剤とするクロマト分離はほとんど不可能)。現在のところ、60~80%アルコールが最も使いやすい溶媒である。CUの蛋白質部分、糖部分は別々に、日本およびカナダの生化学者の協力により構造解析が進行中である。

この代謝物は、人工培地を用いた振とう培養上に生産(140mg/l)されるが、その生産は菌体生育の旺盛なときに行なわれる²²⁾。CUの抗血清を作ることができ、CUの特異的検出、定量が可能である⁵⁾。

CUのニレに対する毒性 毒性の検定にはCUの培養液中の濃度(140 μ g/ml)以下で用いた。CUに対する



図一六 ニレ立枯病菌の感染によってニレの導管内に形成されたチロース
チロースの破れ目から紋孔がみえる。チロースはセラトウルミン処理によっても容易に形成される。

アメリカニレの反応は、病原菌に対する反応(病徴)と酷似していた。

外的病徴:アメリカニレ切枝をCU水溶液にさし、CUを吸い上げさせる検定では、15 μ g/ml濃度で、8~24時間の間にいちょうを起こした。さらに、いちょう葉上には実際の病徴に類似の壊死斑や黄化斑を生じた。

内的病徴:CUを吸わせた切枝の木化部を剥皮すると、ニレ立枯病の典型的病徴である木質部褐変が認められた。木質部導管部がこの病気の主要サイトであるので、導管内を走査電顕で詳細に比較観察した。その結果罹病ニレでみられる10種の病徴型のほとんどすべてが、CUによって誘起されることが判明した。図一六はこの病気のもっとも典型的な病徴であるチロースを示すが、CU処理によっても容易に形成が誘起される²⁷⁾。ここで得られた観察結果は毒素の評価上極めて重要な資料となった。

生理的変調:

a) 蒸散阻害:CU処理アメリカニレ切枝にみられる統計的に有為な蒸散減少は、1 μ g/mlで8~24時間内、15 μ g/mlで2~8時間内、30 μ g/mlでは2時間内の吸い上げで起こった。

b) 呼吸の増昂:CUはニレ葉組織の呼吸を増加させる。このことは病葉についても認められている⁹⁾。さらにニレ立枯病に対し感受性であるアメリカニレではこの増加が著しいが、抵抗性のノニレではこの増加は僅少である²⁴⁾。

c) 膜透過機能の障害:CU処理によりニレ葉細胞から電解質の漏出が起こるようになる。これは細胞膜の透過機能に障害が起こり、細胞内電解質が保持されなくなり、膜外に流出してしまうのである。感受性のアメリカニレは、やはりこの点でも極めて鋭敏であるが、抵抗性のノニレはほとんど反応しない。

CUの非宿主植物に対する毒性 いちょう発現について行なった毒性の検定では、一定した傾向がみられなかった。しかし、毒性の強さからいけば、ニレに最も著しいようであった。毒性検定に汎用されるトマトは全然感応しなかった。

以上の結果をまとめると、CUはかなりの低濃度で宿主組織に作用し、その生理を攪乱、結果として実際の病気による病徴と類似の内的・外的病徴を発現させる。従ってCUは明らかに毒素といえる。ではその役割(毒素としての)を裏書きする、より多くの証拠がないであろうか。

毒素の生産

in vitro 生産:

a) *C. ulmi* は単一の CU 生産菌か。 *Ceratocystis* 属 5 種の菌について調べた結果では *C. ulmi* のみが CU を生産した。したがって最終的結論はできないが、*C. ulmi* が CU の特異的生産菌である可能性が高い²¹⁾。

b) *C. ulmi* 菌株の CU 生産と病原性との相関。世界諸国から集めた 47 の *C. ulmi* 菌株をテストした結果、強病原性菌株は CU 多生産、弱病原性菌株では CU 生産が測定できなかった²³⁾。この傾向は、その後米国の他の研究者によって追試確認された¹⁰⁾。分生子柄束 (synnema) の形成と CU 生産にもかなり高い相関が認められたが²³⁾、筆者をふくめて他研究者等^{4, 10)} によって発表されている分生子柄束形成と病原性の相関からみても、この傾向は信頼できる。

in vivo (病態内) 生産:

アメリカニレの種々の供試形態 (葉なし完全木化切枝・野外立木) と種々の接種法 (胞子による人工接種、ニレクイムシによる自然感染) を用いて作った試料からの抽出物中に CU があるかどうかを知るため、精製した抗 CU ウサギ抗体で検定した。いずれの試料にも CU が検出でき、CU がニレ樹体内で *C. ulmi* によって生産されることが証明された。病徴発現の初期 (樹冠の 50% 以下がいちょう) においても CU が検出できたことは特筆に値する。

以上の結果をまとめると、CU はニレ立枯病菌 *C. ulmi* の特異代謝物のようであり、その菌株の生産と病原性とは相関すると共に、初期病徴の発現時期に、すでに病態内で生産されていることが明らかになった。従って CU が病徴発現に関与しているのではないかとの疑をますます濃厚にした。

さてここで一般論に帰ろう。病徴発現に関与する毒素の中には、宿主に対して特異性 (宿主植物以外には毒性がない) のあるものもあれば、そのものの毒性は特異性がないが、宿主の中でないと病原菌によって生産されないものもあろう。参考のために、極端な例として宿主特異的毒素 (Host-specific toxin = HST) を考えてみよう。HST とは病原菌の生産する毒素で、その病原菌の宿主だけに特異的に働くものをいう。実験的な評価は、1) 宿主植物にのみ有毒、2) 病原菌の病原性の強弱と HST 生成能とが一致、3) 宿主植物の病害抵抗性と HST 耐性とが完全一致、4) 感染によって起こる病理生化学的変調は HST 処理によっても再現可能などの諸条件を充たすかどうかによる⁷⁾。

では CU に帰って、これらの条件につき検討してみよう。1) は完全に充たさないが、宿主であるニレに毒性

がもっとも強い点で、部分的充足としよう。2) は完全充足。3) は実験例が不足ながら充足。4) は充足。この結果は CU が HST にはなはだ近い性質を有することを示す。西村はその後これらの条件に、胞子発芽時にその毒素が生産されることを追加したが、CU についてはまだ検討していないので見解は差控える。以上 HST としての四つの条件のみならず CU は、1) 病原菌の特異的代謝物らしい、2) 病態中で生産される、3) 培養液液中の支配的な毒性代謝物²⁹⁾などが、この毒素が HST タイプのものであるとの考えをますます強める。しかし、毒性が完全に宿主特異的でない点を勘案して、現在のところ筆者は CU を HST と称することを控え、CU はニレ立枯病菌の病原性決定因子と考え、これがニレ立枯病毒素であるとしたい。

それでは既述の CU 以外の *C. ulmi* 毒素は CU と同様な病理学的意義をもつであろうか。まず第一にいえることは、いずれの毒素についても厳密な病理学的検討がなされていないので評価が困難である。だからといって、ある代謝物を大量投与したら異状が起こったから、これは毒素であるといえるであろうか。この点、これらいわゆる毒素には、毒素としての資質が見当たらない。それなのに発表を急ぐあまり、左様なことは無視されてしまったのである。前述のように、*C. ulmi* の培養液のアルコール可溶性分画に毒性があるとした FELDMAN 等³⁾ の見解には意味がある。もし彼らが用いた菌株が CU 生産能を持っていたならば、CU はこのアルコール可溶性分画に移行していたはずである。つまり、その毒性は CU 由来であったろうと推測される。

オランダおよび米国で研究されてきたペプチド・ラムノ・マンナン (PRM) はどうであろうか。この研究者らは供試菌株を明らかにしていないので結論的評価がむずかしい。しかし、生物学的特異性の欠如²⁰⁾ (宿主以外の植物にも同様な毒性のあることを指すらしい)、および細胞膜透過機能に影響がない³¹⁾ ことなどは、作用が“樹液の通導阻害”だから“毒素”とする主張を支持しない。加えて 400 μg/ml という大量投与に基づく生物検定が、果たして病態におけるこの毒素の実在濃度を代表できるものかとの疑問がわく。また供試菌株 (Cu 5F)⁹⁾ の病原性には疑いがある。この菌株の CU 生産の検定依頼が、これらの著者の一人から筆者に寄せられたことがある。筆者の検定結果では、この菌株による CU 生産は低すぎて測定できず、病原性も極めて微弱であった。つまり、このいわゆる毒素は微弱病原性菌株の代謝物なのである。この代謝物の抽出法は、微弱病原菌培養液には通用

するが、強病原性菌株培養液には通用しない。何故ならば後者にはCUが存在し、この代謝物抽出操作の一部を妨害するからである (IPSEN 私信)。裏返せば、これら研究者は強病原性菌株を供試したことがないと推定できる。もしそのような菌株を使っておれば、彼らの方法は改善されていたにちがいない。

さてこのような代謝物を病理学的毒素としてよいものであろうか。たとえそれが病態中で検出されたとしても¹⁵⁾……。 (病態中の二次代謝物は毒素だけではない)。このようなあいまいさにもかかわらず、このPRMはニレ立枯病菌毒素として、米国の代表的科学大衆誌 *Scientific American* に掲載され、それがさらに邦語訳誌サイエンスによって日本人読者にも紹介された。しかもその時まですでに数篇の報文で発表されていたCUの一片の引用もなくしてである。

問題点

CUがニレ立枯病菌の病原性決定因子であるからには、宿主一病原菌相互作用の場でどのような役割を果たしているであろうか。宿主一病原菌だけに限った場合、一般に病気はどのような過程を経て成立するのであろうか。まず病原菌は宿主を識別し、その特有の方法で宿主を攻撃し始める (病原性で総括)。それに対し、宿主も感応して変調を起こし (感受性で総括)、ここに病気が成立する。

宿主識別機構 ニレ立枯病の場合は、病原菌は媒介昆虫によって宿主体内に運び込まれるので、第一次宿主識別は媒介昆虫が代行する。第二次識別——運び込まれた木が宿主植物かどうかはもちろん病原菌自身が行なう。それが宿主植物であれば菌はすぐさまその個有の方法で宿主攻撃を始める。もしも媒介昆虫が誤まって非宿主植物カエデに菌を運び込んだら、菌は何もできないで終わってしまう。ここに宿主識別の問題がある。さてCUはいかようにしてこの機能に参画するのであろうか。

病原性獲得機構 病原菌はどうやって宿主組織に侵入し、宿主をして病原菌を広義に受け容れさせるのであろうか。*Alternaria* 属菌では菌の発芽胞子の放出するHSTの介入により病原菌は宿主体への侵入を果たす。つまり菌に病原性を与えているのはこの種毒素であり、この種の毒素を生産できないタイプは病原性をもたない⁸⁾。同様 *C. ulmi* 菌株でも、毒素生産と病原性が相関する。ではCUはどうやって病原菌の宿主体内での攻撃拠点作りを助けているのであろうか。この機構が判明すれば、筆者の夢である *C. ulmi* 病原性の去勢も不可能ではない。

CU生産制御機構—CU生産は遺伝的にどのようにに制

禦されているだろうか。多くの二次代謝物生産がそうであるように、プラスミッドの関与がありはしまいか。*C. ulmi* の病原性、CU生産、分生子柄形成のみならず、培養の特徴にまで共通のパターンによる分化があることは、どう解釈されるべきであろうか。遺伝子からの指令がどのような生化学的からくりで伝えられ、CU生産が完成されるのだろうかとの疑問はつきない。

宿主感応機構—すでに一部判ったようにCUは病原菌が宿主に起こす病徴 (形態的、生理的) と類似の病徴を誘起する。ではCUの宿主組織における作用点は何処か、そこで何が起こるかは知られねばならない。

以上のようなはなはだ広範かつ精細にわたる、宿主一病原菌の相互作用に関する情報がえられれば、病気成立の原理に立脚した、いわゆる理論的病害防除法の確立もあながち不可能ではないであろう。

後記

筆者は現農林水産省林業試験場に奉職し、樹病研究への病理化学的手法の導入を志したが、中道にして渡加した。現研究所でCUの研究を始めてからすでに10年余を経た。今回幸いにも Professional Development Leave (希望する他研究機関に出張研究する制度) を適用してもらい、現在名古屋大学農学部においていただき、当大学教職員学生の方々の間に入って、研究、討論に楽しい日々を過ごせてもらっている。

このたび筆者の古巣である国立林業試験場における輝かしい業績、マツノサイセンチュウによるマツ枯損の研究の詳細を学び、いまだに興奮が覚めないでいる。知れば知るほどニレ立枯病とマツ材線虫病には密接な共通点があることに驚かされる。世界に誇るべきこのマツ材線虫病の研究が一層進展し、防除の確立が達成されることを、異国から見守るしだいである。

この研究にご協力をいただいている日加の共同研究者諸氏、寄稿の機会を与えられた筆者の旧上司、元林業試験場保護部長 伊藤一雄博士、筆者の名古屋大学における後期滞在を可能にして下さり、かつ本稿作製に有益なご助言をいただいた、名古屋大学農学部教授 西村正暘博士に深甚の謝意を表する。

Department of Environment,
Canadian Forestry Service,
Great Lakes Forest Research Centre,
P. O. Box 490
Sault Ste. Marie, Ontario
CANADA

引用文献

- 1) BRASIER, C. M., and GIBBS, J. N. : Origine of the Dutch elm disease epidemic in Britain. *Nature (Lond.)* **242** : 607~609, 1973.
- 2) DIMOND, A. E., PLUMB, G. H., STODDARD, E. M., and HORSFALL, J. G. : An evaluation of chemotherapy and vector control by insecticides for combatting Dutch elm disease. *Conn. Agr. Exp. Stn. Bull.* **531**, 69 pp, 1949.
- 3) FELDMAN, A. W., CAROSELLI, N. E., and HOWARD, F. L. : Physiology of toxin production by *Ceratocystis ulmi*. *Phytopathology* **40** : 341~354, 1950.
- 4) HINDAL, D. F., and MAC DONALD, W. L. : Production of synnemata on defined media and its relation to pathogenicity of *Ceratocystis ulmi*. *Phytopathology* **68** : 571~575, 1978.
- 5) KRYWIENCZYK, J., TAKAI, S., and MATHIESON, B. A. : Cerato-ulmin, a wilting toxin of *Ceratocystis ulmi* : Development of antiserum against the toxin. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan.* **45** : 745~747, 1979.
- 6) LANDIS, W. R., and HART, J. H. : Physiological changes in pathogen-free tissue of *Ulmus americana* induced by *Ceratocystis ulmi*. *Phytopathology* **62** : 909~913, 1972.
- 7) 西村正暘 : 宿主特異毒素——植物病原糸状菌の宿主認識因子として. *化学と生物* **13** : 304~308, 1974.
- 8) ——— : 病原性と抵抗性 最新植物病理学概論 (平井篤造, 浅田泰治, 西村正暘, 井上忠男). 246ページ, 養賢堂, 東京 156ページ, 1976.
- 9) NORDIN, J. H., and STROBEL, G. : Structural and immunological studies on the phytotoxic peptidoglycanmannan of *Ceratocystis ulmi*. *Plant Physiol.* **67** : 1208~1213, 1981.
- 10) PUSEY, L., and WILSON, C. L. : Toxin production and pathogenicity of *Ceratocystis ulmi*. *J. Arboric.* **7** : 258~260, 1981.
- 11) REBEL, H. : Phytotoxins of *Ceratocystis ulmi*. Ph D Thesis, University of Utrecht. The Netherlands.
- 12) RONALD, E. B., and KONDO, E. S. : Disease resistant elm. *Shade Tree* 275, Canadian Horticulture Crops. Agriculture Canada, 1979.
- 13) RUSSO, P. S., BLUM, F. D., IPSEN, J. D., ABUL-HAJJ, Y. J., and MILLER, W. G. : The solubility and surface activity of the *Ceratocystis ulmi* toxin, cerato-ulmin. *Physiol. Plant Pathol.*, **19** : 113~126, 1981.
- 14) SALEMINK, C. A., REBEL, H., KERLING, L. C. P., and TCHERNOFF, V. : Phytotoxin isolated from liquid cultures of *Ceratocystis ulmi*. *Science* **149** : 202~203, 1965.
- 15) SCHEFFER, R. J., and ELGERSMA, D. M. : Detection of a phytotoxic glycopeptide produced by *Ophiostoma ulmi* in elm by enzyme-linked immunospecific assay (ELISA). *Physiol. Plant Pathol.* **18** : 27~32, 1981.
- 16) SCHREIBER, L. R., and TOWNSEND, A. M. : Viability in aggressiveness and cultural characteristics of isolates of *Ceratocystis ulmi*. *Phytopathology* **66** : 239~244, 1976.
- 17) SINCLAIR, W. A., and COWRANA, R. J. (Ed) : Dutch elm disease. Perspectives after 60 years, *Search Agric.* **8** : Plant Pathol. pp. 52, Cornell Univ. Agric. Exp. Stn., New York Sta. Coll. Agric. Life Sci. A Statutory Coll. Sta. Univ., 1978.
- 18) SMALLEY, E. B., and LESTER, D. T. : Sapporo Autumn Gold' elm. *Hort Science* **8** : 514~515, 1973.
- 19) STEVENSON, K. J., SLATER, J. A., and TAKAI, S. : Cerato-ulmin—a wilting toxin of Dutch elm disease fungus. *Phytochemistry* **18** : 235~238, 1978.
- 20) STROBEL, G., VAN ALFEN, N. K., HARPER, K. D., McNEIL, M., and ALBERSHEIM, P. : Some phytotoxic glycopeptide from *Ceratocystis ulmi*, the Dutch elm disease pathogen. *Biochem. Biophys. Acta* **538** : 60~75, 1978.
- 21) TAKAI, S. : Pathogenicity and cerato-ulmin production in *Ceratocystis ulmi*. *Nature (Lond.)* **252** : 124~126, 1974.
- 22) ——— : Cerato-ulmin, a wilting toxin of *Ceratocystis ulmi* : cultural factors affecting cerato-ulmin production by the fungus. *Phytopathol. Z.* **91** : 147~158, 1978.
- 23) ——— : Relationship of the production of the toxin, cerato-ulmin, to synnemata forma-

- tion, pathogenicity, mycelial habit, and growth of *Ceratocystis ulmi* isolates. Can. J. Bot. **58** : 658~662, 1980.
- 24) ———, and HIRATSUKA, Y. : Cerato-ulmin, a wilting toxin of *Ceratocystis ulmi* : some features for a pathotoxin. Proc. Can. Phyto-pathol. Soc. **45** : 41 (Abstr.), 1979.
- 25) ———, and ——— : Toxicity of cerato-ulmin (CU) to white elm. Phytopathology **71** : 225~226, (Abstr.), 1979.
- 26) ———, and ——— : Scanning electron microscope observations of internal symptoms of white elm. I. Following *Ceratocystis ulmi* infection. Can. J. Bot. (in press)
- 27) ———, and ——— : ditto. II. Following treatment with the toxin, cerato-ulmin. Can. J. Bot. (in press).
- 28) ———, and KONDO, E. S. : Seasonal development of Dutch elm disease on white elms in central Ontario, Canada. I. Following wound inoculation. Can. J. Bot. **57** : 341~352, 1979.
- 29) ———, and RICHARDS, W. C. : Cerato-ulmin, a wilting toxin of *Ceratocystis ulmi* : Isolation and some properties of cerato-ulmin from the culture of *C. ulmi*. Phytopathol. Z. **91** : 129~146, 1978.
- 30) ———, ———, HIRATSUKA, Y., and STEVENSON, K. J. : Cerato-ulmin, a semi-pathotoxin of *Ceratocystis ulmi*. In Recognition and Specificity in Plant Host-Parasite Interactions. Ed, DALY, M., And URITANI, I. Japan Science Soc. Press, Tokyo and University Press, Baltimore MD, pp. 147~151, 1979.
- 31) VAN ALFEN, N. K., and TURNER, N. C. : Influence of a *Ceratocystis ulmi* toxin on water relations of elm (*Ulmus americana*). Plant Physiol. **55** : 312~316, 1974.
- 32) ZEMTMAYER, G. A. : Toxin formation by *Ceratostomella ulmi*. Science **95** : 512~513, 1942.

(完)

(1982・3・15 受理)

マイマイガの小面積激害が頻発する地帯の特徴

—北海道における1972~'75年の記録から—

篠原 均・東 浦 康 友

北海道林務部造林課

北海道林業試験場

1 はじめに

マイマイガ (*Lymantria dispar*) は大面積に大発生する害虫として知られ、戦後、北海道では3回の大面積発生が記録されている。しかし、大面積発生ばかりでなく、数ha程度が丸坊主になる小面積の発生は頻繁に起こっている。ここ30年間の森林防疫被害速報で、北海道に発生が記録されていないのは7年間だけである(図-1)。

とくに今回報告する南上川地区(富良野市、中富良野町、上富良野町、美瑛町、東神楽町)は常発地帯で、1953~'61年の9年間に6回もの発生が継続的に起こっており、その後10年間の潜伏期を經過して1972~'75年に再び

大発生した。また、この時隣り合った林分が1980年に大発生した(東神楽町千代岡)。これらのいずれもが、若齢カラマツ造林地の発生であり、発生面積も激害地は数ha程度という共通した特徴をもっている。

このような小面積発生は今後も続発すると思われ、またその推移の記録がほとんどないので、1972~'75年の発生記録をとりまとめて報告する。

2 発生地区の概要

南上川地区は、北海道のほぼ中央で、旭川市の南に位置する。この地域は火山灰地帯で、国鉄富良野線に沿った丘陵地帯には、カラマツ造林地が連続している。な

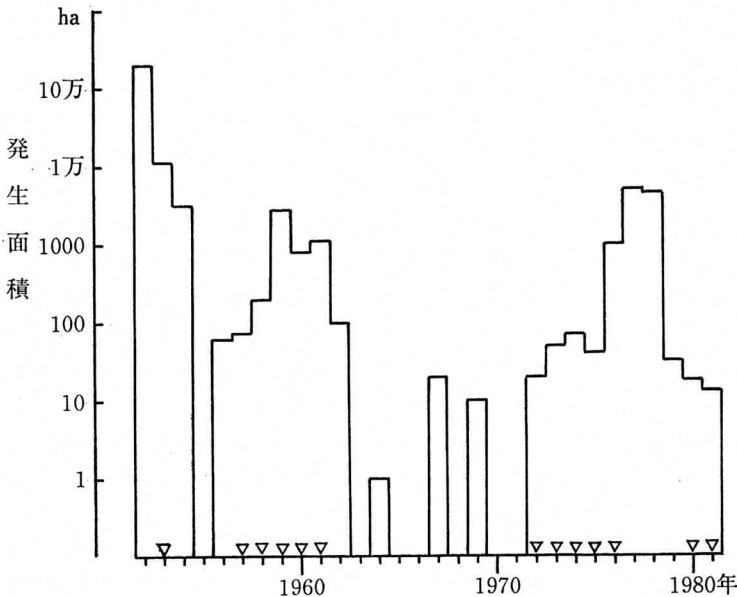


図-1 1952～1981年における北海道でのマイマイガ発生面積
—森林防疫被害速報の中害以上を集計。▽印は南上川地区で発生した年—

お、5市町村における1975年現在の人工林面積は19,120 haで、そのうち86%はカラマツで占められている。

3 発生の年次消長

今回の発生は1972年7月美瑛町、上富良野町、富良野市で激害林分が確認されたのが端緒であった。1973年には中富良野町および東神楽町に飛火的にひろがり、1974年の発生をピークに、1975年にはほぼ終息した。この間の発生記録を整理すると、図-2および表-1に示すとおりである。

この4年間の発生地は12か所、1か所の面積は3～20haにとどまり、そのうち激害（着葉量の70%以上の食害）を受けた面積は10ha以下であった。発生継続年数は2年が6か所で、他は1年かぎりまで終息している。しかし、いずれも激害を受けたのは1年だけであった。

これらの地区のうち、上富良野町日新、江花、美瑛町沼崎および東神楽町八千カ岡では、1953～61年の期間にも発生している。また、1980年に発生した東神楽町千代カ岡の林分は、1974年に発生した林分に隣り合った場所であった。このように、ほぼ同一場所でくり返して発生が起こっていることは興味深い。

篠原(1964)は1959～63年の空知中部地区発生の中心になった道有林歌志内事業区における被害の推移についてすでに報告した。ここでは、激害をうけた148林分のうち、激害が1年だけで終わったものが約80%、2年連続したのは15%、そして、3年連続したのは約5%にす

ぎなかった。この地域は広域的に大発生したところであり、今回報告する南上川地区の発生活消長とは著しく異なっている。しかし、同一林分が2年以上連続して激害を受けることが少ない点は共通している。マイマイガによる激害は普通は1年で、続いたとしても2年で終息すると考えられる。

4 薬剤防除と被害

今回激害が発見されてから薬剤防除を行なったところが4か所あった。東神楽町千代カ岡、美瑛町明治および中富良野町北星では1年のみ、富良野市中御料では2年連続してDEP粉剤による防除を実施している。しかし、表-1から明らかのように、発生の終息は薬剤防除とは

ほとんど関係なく起こっている。

ただ1回全葉食害されただけで、二次的にカラマツヤツバキイムシ (*Ips cembrae*) の寄生をうけて、小群状(約100本)ながら枯死した林分があった。東神楽町千代カ岡、上富良野町日新・江花および中富良野町北星がその例である。キクイムシによる被害発生は薬剤防除と関係なく起こり、またキクイムシによる被害以外で枯死した林分はなかった。

マイマイガの発生予察法はいまだ確立されておらず、激害林分が発見されてはじめて、大発生を知るという状態である。激害を受けてから薬剤防除を行なってもキクイムシの被害を防げない。また、それから1～2年で、NPV(核多角体病ウイルス)のまんえんや寄生性昆虫の働きによってその大発生は終息するのが普通である(東浦・上条 1975)。以上のことから、激害になってしまった林分に対する薬剤防除はほとんど必要がないと考えられる。

5 激害発生地の樹齢と斜面の方位

12か所のカラマツ林の樹齢と斜面の方位を表-2に示す。今回の発生は4齢級以下の若齢カラマツ造林地で起こり、激害地の大部分は2齢級の造林地であった。1953～61年の、この地域での発生も2～20年生の若いカラマツ林で起こっており、その多くは今回と同様2齢級であった。

斜面の方位は南向き(南東—南—南西)が8か所と半

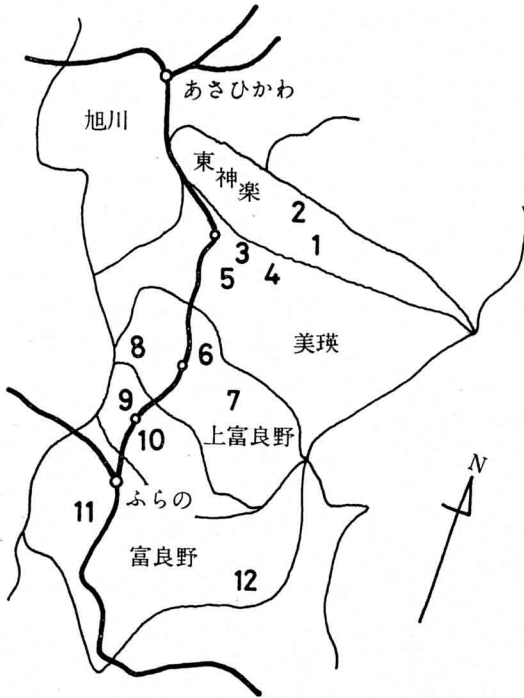
数以上を占めており、北向き（北東—北—北西）はわずか2か所にすぎない。斜面の向きは最高気温に大きな影響を与え、平均気温が16℃程度るとき、南斜面は北斜面

よりも最高気温が6℃も高いという報告がある（佐藤・吉良 1960）。

マイマイガの卵塊は樹幹のかなり下の方に産下される。ここでふ化した幼虫は幹を登って行って分散しつ葉（餌）にたどりつく。この期間の死亡率は50～90%と高い（東浦・上条 1975；古田 1976）。余語（1962）はふ化した幼虫が上昇をはじめるのは18℃以上の日で、ふ化後低温の日が続けば死亡率が高くなると推察している。低温が続いても、根元から直ぐ枝が出て、枝の枯れあがっていない若齢木では、すぐ餌葉に到達することができる。また、最高気温の高くなる南斜面は幼虫の分散行動のうえでも有利であろう。

古田（1976）はマイマイガの天敵のなかでも鳥類の重要性を指摘した。幼虫の分散時にすぐ餌葉にありつける若齢造林地が多く存在することは、地域全体にマイマイガの数を高いレベルに維持することになる。このような場合、鳥類などの捕食能力を超える大発生になる場合があると思われる。さらに大面積のカラマツ一斉造林地は鳥などの多食性捕食者が少ないことが知られている。それに加えて、若齢造林地では、幼虫の分散行動に有利な点でも発生の危険度が高いと考えられる。

この報告をまとめるにあたり、ご教示いただいた北海道林業試験場上条部長および資料の提供をいただいた上川支庁林務課造林係に厚くお礼を申しあげる。



図一 北海道南上川地区のマイマイガ発生地
—数字は表一1のNo. 相当—

表一 北海道南上川地域のマイマイガ年次別発生状況

発生場所	1972年		1973年		1974年		1975年	
	発生面積 ha	激害面積 ha	発生面積 ha	激害面積 ha	発生面積 ha	激害面積 ha	発生面積 ha	激害面積 ha
1 東神楽町千代カ岡					10.0	6.0	6.0	0
2 " 八千カ岡					10.0	2.5		
3 美瑛町明治	20.0	3.0						
4 " 沼崎			20.0	0				
5 " 向上					11.1	9.1		
6 上富良野町日ノ出	3.0	1.0						
7 " 日新			30.0	4.0	14.2	0		
8 " 江花					8.7	5.0	8.7	0
9 中富良野町北星			20.0	10.0	20.0	0		
10 " 旭中			5.0	3.0	3.0	0		
11 富良野市中御料	6.0	2.0	18.0	0				
12 " 西麓郷					29.5	5.0		
計	29.0	6.0	93.0	17.0	106.5	27.6	14.7	0

注・激害面積とは発生面積のうち、着葉量の70%以上の食害を受けた面積。番号は図一2の番号に相当。

表一 2 マイマイガ発生地のカラマツ樹齢と斜面の方位

図一 2 No.	発生場所	樹 齢	斜面方位
1	東神楽町千代カ岡	10年生	北西 向
2	〃 八千カ岡	7-12	南
3	美 瑛 町 明 治	8-15	南 西
4	〃 沼 崎	7-18	南 西
5	〃 向 上	12-15	南 西
6	上富良野町日ノ出	10	南
7	〃 日 新	8	南 西
8	〃 江 花	10-11	南 東
9	中 富 良 野 町北星	7	南西-北西
10	〃 旭 中	6	南
11	富 良 野 市 中御料	5- 8	東
12	〃 西麓郷	8-18	北 西

参 考 文 献

- 1) 佐藤治雄・吉良竜夫 (1960). 斜面の植物生産量 I. 受光量と収量との関係. 生理生態 9 ; 70-78.
- 2) 篠原 均 (1964). マイマイガの発生とカラマツ造林地の被害について. 75回日林講.
- 3) 東浦康友・上条一昭 (1975). マイマイガ終息過程の死亡要因. 北林試報 15 ; 9-16.
- 4) 古田公人 (1976). マイマイガとトドマツオオアブラの低密度個体群の動態に関する研究. 林試研報 276 ; 1-85.
- 5) 余語昌資 (1962). マイマイガの発生状況と被害予察の手順. 林試北支場年報 1962年 ; 1-11. (1982・1・14 受理)

第17回ユフロ世界大会に出席した

海外森林昆虫学者のプロフィール (5)

— Alf Bakke 博士* —

私とバック博士との最初の出会いは、遠く 22 年前の 1960 年 8 月、第 11 回国際昆虫学会議がオーストリアのウィーンで開かれた時である。その時バック博士は 30 歳を少し越えたぐらいの新進であった。会場となったウィーン大学の喫茶室で、オックスフォード大学の W. H. Thompson が、針葉樹に食入するキバチの天敵寄生蜂の行動分析を熱心に話しはじめ、バック氏と私とその話に聞き入ったように記憶している。

当時、オーストラリアの A. J. Nicholson が、昆虫個体群の自然調節機構について、生物要因による平衡理論を主張し、イギリスの A. Milne がその反対論をとなえて、Nicholson 理論に強烈にかみついていた頃で、天敵の役割が論争の渦中の時代であった。バック氏がその時どんな意見を述べたか記憶にないが、私には、ヨーロッパの昆虫生態学の最先端にふれた思いが、強い印象として残っている。

二回目の出会いは、1975 年 4 月にインドのニューデリ

ーで、FAO/IUFRO 主催の森林病虫害会議 (The 2nd World Technical Consultation on Forest Diseases and Insects) に出席した時であった。インドの暑い太陽の下で再会を喜び、お互いに頭髪が少なくなったことを歎きながら、ビールで旧交を暖めた。そして、昨年の京都大会が三度目の再会となり、その後のニュースなどを話し合っているうちに、彼の一番上の娘さんが先年結婚して子供ができたので、「とうとうおじいちゃんになってしまった」と歎きながら話したので、「それはおめでたい」と祝盃を重ねる仕儀となった。

アルフ・バック博士は 1927 年生れの生粋のノールウェイ人である。オスロ大学を 1953 年に卒業、その後しばらく同国の Agricultural Research Council の研究官を務め、1958 年から今日までずっと、ノールウェイ国立林業試験場に在職し、現在は森林保護部門の Chief Scientific Officer である。この間、1971~75 年には、ノールウェイ昆虫学会の会長を務め、また 1980 年からは国立農科大学の森林昆虫学教授を兼務し、森林の国ノールウェイの昆虫学会を代表する学者の一人となっている。

* Keiji KANEMITSU : Profile of foreign forest entomologists (5) —Dr. Alf BAKKE—

私の手許にあるバッキ博士の論文目録80編余をめくってみると、1955年の最初の論文は針葉樹球果の害虫に関するものであった。この仕事はその後も継続され、球果害虫とその天敵の生活と分布に関する集大成された論文が、1963年のノールウェイ昆虫学会誌に掲載されている。このほか、バッキ博士が大きく貢献した仕事は、北欧4か国の共同プロジェクトとして、*Hylobius abietis* (ゾウムシ科)の生態に関する研究がある。1970年以降はキクイムシ科の *Ips* 属の研究に没頭し、最近はそのフェロモンについて、野外での応用的な仕事を精力的に行なっている。

昨年9月京都で、同年8月に北海道中央部の森林が15号台風の被害をうけ、その風倒木を中心にして、ヤツバキクイムシ (*Ips typographus japonicus*) の大発生が憂慮されるという話になったとき、「防除にすぐ役立つかどうかかわからないが、われわれが開発中のノールウェイの *Ips typographus* のフェロモンを送っても良い」といってくれたことが思い出される。

金光 桂二 (東京大学農学部教授・千葉演習林長)



Alf Bakke 博士

第17回ユフロ世界大界に出席した

海外森林昆虫学者のプロフィール (6)

—H. Schmutzenhofer 氏*—

シュメッツェンホッファー (H. SCHMUTZENHOFER) 氏はアメリカ大陸、とりわけ中南米での活動歴の深い人なので、ブラジルかどこかの森林昆虫学者であるかのようと思われるが、実際はオーストリアの林業試験場技師である。

彼の活動は広範囲にわたっているが、なんといってもマツ類の虫害問題に関する第一人者であり、中南米に限らず、世界中の熱帯と亜熱帯のマツとその虫害に関する情報を広く収集している。また、殺虫剤にも詳しく、ヨーロッパトウヒヤダグラスファーに寄生するマツアナキゾウムシ (*Hylobius abietis*) を殺虫剤散布で防除する試験を手がけているほか、世界で最も殺虫剤を大量に使用 (単位面積比) している国の一つであるエルサルバ

ドルにおける殺虫剤使用の実態を、森林害虫、綿花害虫および衛生害虫なども含めて、法規制との関連で論じているように、社会的なアプローチの仕事もある。しかし、彼の活動を一言でいうならば、熱帯林業のコンサルタントというのが最も適切ではなからうか。

ところで、イギリスやヨーロッパ諸国の人々は、かつて植民地であった関係もあろうが、アフリカやアジアあるいは南米などでよく活躍している。もちろんその内容は多様で、純粋に学術研究の場合もあれば、シュメッツェンホッファー氏のような場合もある。わが国の森林昆虫学者にもマレーシアやフィリピンに出かけ、輝かしい成果をあげた例がない訳ではないが、しかし、その滞在期間は比較的短かったように思われる。グローバルに見て、東南アジアの森林は今後一層重要なものとなり、森林をとりまく情勢は益々厳しくなるようである。もっ

* Kimito FURUTA: Profile of foreign forest entomologists (5). —Mr. H. SCHMUTZENHOFER.—

と多くの研究者がそれらの地域で活躍することが望ましいと思われる。

一昨年の国際昆虫学会に続き、昨年のユフロ大会と、日本へは2年続けての訪問であり、彼と親しい人も多はずである。陽気で、ドイツ語なまりの英語で話す、その人柄に好意を抱いている人も少なくないであろう。そして、どこの国へも気軽に出張しているらしく、国際会議の常連の一人であるといえよう。

ところで、筆者は一昨年、昨年と二度にわたり、シュメツェンホフパー氏と同様、世界大会に出席する機会があったが、研究発表には総説あるいは解説的なものが多いのに若干失望した。国際会議とはいっても、もっと小さい研究集会の場合にはデータに踏み込んだ論議がされない訳ではなかろうが、世界大会ともなると、著名な学者が顔を揃える割には内容が薄いような気がする。研究がますます狭く、深くなるにつれて、方法論的に違いが大きくなることは止むを得ない。したがって、ある種の防除というような同じ目的で研究を進めていても、時には詳しい内容が理解できないこともある。したがって、総説のような発表が多いことにも一理はあるが、しかし、どうも著名なことと、よい研究をしていることとは必ずしも一致しないような気がしてならない。両者の関係がもし相関係数で表示できるならば、決して $r^2 = 1.00$ とはならない。案外、0.20や0.30であるかも知れないと、ふと思ってみたりする。シュメツェンホフ



講演中の H. Schmutzenhofer 氏 (1980年8月, 京都にて)

パーの陽気な人柄と大きい体は、「愛すべき男」という印象を与えて帰って行ったが、彼自身が何を心得て帰国したのか、それが気掛りである。

古田 公人 (東京大学農学部助教授)

ミズーリ便り

マツノザイセンチュウを追って (7)

田 村 弘 忠

農林水産省林業試験場保護部主任研究官・農博

Bolla たちの仮説

Bolla たちは線虫を接種して枯れたヨーロッパアカマツから特異的な4, 5種類の主要成分を抽出した。この主要成分で2年生のマツが5~10日間で枯れた。これをさらに個々の成分に部分純化し、2年生のマツで生物検定した結果、成分IIは単独でマツを枯らし(1ミリグラムで17~29日内, 22ミリグラムで5日), 成分I, III, IVの混合物は5~7日でマツを枯らした。後者の結果は萎

凋機構にいろいろな成分の付加または共力効果が働いていることを示しているという。

部分純化した主要成分のうち、成分IIの化学構造を決める過程でピネン、ベルペノンかミルテノールのようなモノテルペンの酸化物であることがわかり、最終的に成分IIは10-ヒドロキシベルペノンであることをつきとめた。合成した10-ヒドロキシベルペノン、ミルテノール、ミルテノールとベルペノンを45日生の幼苗で生物

検定した結果、0.5 ミリグラムの合成10-ハイドロキシンベルベノンは36日で苗を萎凋させたが、ほかの化合物は働かなかった。

マツの材線虫病において考えられるファイトアレキシンの働らきについて、Bolla たちはつぎのように考えている。

マツの枯死を早める毒性物質生産は、感染生物による直接的な合成によるか、マツのヤニ成分の代謝によって毒性のある最終産物か、毒素合成の前駆物質ができるかによる。つぎに感染によるモノテルペン物質の生産は、一つあるいは総ての侵入生物に対してひき起こされる、マツのファイトアレキシン反応を表わしていると考えられる。その可能性を確かめるために、2年生のヨーロッパアカマツに線虫を2万頭接種して、5、10、15、30、45日後に毒素の生産経過を調べたところ、5日目から毒素が検出され、完全に萎凋する30日目まで量が増加した。それから45日目まで苗の中の毒素の濃度が変らなかったということは、完全に枯れてしまうと毒素の生産は止まることを示し、またその量は減少しなかった。

つぎにマツノザイセンチュウの生長、発達、繁殖に対する毒素の影響をみるために二つの実験を行なった。1982年にBollaとJordanが考案した液体培地に、感染木および健全木からとった粗抽出物をいろいろな濃度で加えて線虫を培養した。3時間毎に動いている線虫、動かなくなった線虫および明らかに死んだ線虫を数えた。24時間培養では、健全木の抽出物が入っている培養と何も入っていない培養では差がなかったが、感染木の抽出物の入った培養では、3時間後に有意な効果が現われた。つまり、20マイクログラム以上の粗抽出物の入った培養では、対照区に比べて明らかに動かなくなった幼虫や成虫の数が多かった。また動かなくなった成虫、死んだ成虫の腸管は空になっていた。しかし、この効果は24時間後に消えた。動かなくなった線虫は感染木の抽出物の影響から回復して動き出し、摂食を開始して腸管は満たされていた。

Botrytis cinerea (灰色かび病菌)の培地に粗抽出液を加え、その上で菌の生長と線虫の繁殖を調べた結果、感染木と健全木の間で菌の生長には差はなかったが、線虫数の増加率は感染木抽出液によって有意に抑制された。

マツノザイセンチュウに感染されたヨーロッパアカマツから抽出した毒性物質は、マツの正常なヤニ成分から生じた酸化モノテルペン類であることがわかったので、毒素はマツの合成産物であると考えられた。これは毒素はマツが線虫に反応して直接合成することを示しているか、あるいはまたマツに対しては毒性はないが線虫に対

してファイトアレキシン活性をもつモノテルペン物質が、感染に反応したマツによって合成され、線虫はこの物質を代謝して無毒化し、無毒化された最終産物がマツに対して毒性をもつことを示しているのではないかという。線虫は樹体内を動きまわるから、ファイトアレキシン反応は樹体のあちこちで生ずると想像され、その結果もし生産される物質が低濃度ではマツに毒性を示さないとすれば、線虫に反応してこの物質が連続的に合成され、毒性レベルまで蓄積されると考えられる。もし毒素が線虫によるファイトアレキシンの無毒化でつくられるならば、感染木から抽出した物質は毒素の高濃度に比べ、低濃度の自然のファイトアレキシンしか含んでいないことが考えられる。このことで線虫の最初の麻痺とその後の回復が説明できるし、線虫が24時間培養後回復した事実は、ファイトアレキシンの毒素への代謝を示している、というのである。

以上がBollaたちの萎凋機構についての仮説である。

Morton Arboretum

5月14日から17日まで Millikan は私たち夫婦をイリノイ州の北西部に連れていってくれた。目的地であるSterlingの東部にあるSycamoreにいる祖父母のうちを訪ねるSusan嬢も一緒だった。彼女はMillikanの研究室の修士一年生で、2年前福岡の女子短大で一年間英語を教えたことがあり、とても日本語が上手なものには驚かされた。

コロンビアからSterlingまで10時間余、Millikanがひとり運転し、63才とは思えない体力ぶりであった。Susanの祖父はかなり高齢で、朝鮮戦争が始まった時、交渉のため日本に1年いたことがあり、とてもなつかしがっていた。Sterlingでは、Millikanの従兄で弁護士のBesse氏の家に泊めてもらった。かれは2年前に奥さんを失い、家の中はほとんどそのままにして一人で生活していた。毎日近所に住んでいるかれらの幼な友だちの方たちと楽しい食事をとった。

15日は、Susanの従兄でシカゴ大で中国史を専攻している院生も加わり、LisleにあるMorton Arboretumに案内された。この樹木園は1,500エーカーの広い土地に栽培樹木コレクションをもった生きた博物館といわれ、自然植生地でもあった。Arbor DayとMorton Salt Companyを創業したSterling Mortonの息子のJoy Mortonが1922年にこの樹木園を作った。研究室や図書館があり、また一般のひとたちのための教育施設もっていた。園内に網目のように小道がついていて観察できるようになっていた。シカゴで会ったこの樹木園の

職員である若い Green 博士がマツ園を案内してくれた。まず目に入ったのは見事な2本のアカマツであった。2本とも4, 5本に株分かれして庭園用に仕立てられているように見えた。この園内ではタカネゴヨウ *Pinus armandi* (Chinese White Pine) の枯死木からマツノザイセンチュウが最初に検出されていた。葉が退色したアカマツはどの部分からも線虫が検出されなかったらしい。

Pinus wallichina (Himalayan White Pine), *P. tabulaeformis* (Chinese Pine), *P. cembra* (Swiss Stone Pine), *P. heldreichii* (Heldreich Pine), ストローブマツ, *P. mugo* (モンタナマツ), ヨーロッパアカマツ, ヨーロッパクロマツ, *P. ponderosa* (ポンデローザマツ), *P. contorta* (スナマツ) などいずれも45年生以上の立派な木であった。Jeffrey pine の大きな木が1本枯れていたもので、Green 氏にマツノザイセンチュウによるものかたずねたが、忙しいためまだ調べていないということだった。暗雲がにわかにか垂れこめて雷鳴が響くなか、かれは車で広い林内を案内してくれた。かれと今後の接触を約束して樹木園を後にした。

16日カントリークラブでの昼食の時、同じ町に住む口腔外科医の Kenje Ogata と奥さんの Wilma が同席した。かれの両親は熊本近くの出身で、1898年に移住し、かれはここで生まれ、お母さんは92才で健在とのことであった。その夜は Besse のうちでまた皆で夕食を共にし、翌朝町を発った。途中 Millikan の生まれた町 Lyndon に立寄った後、Sycamore で Susan をピックアップし、イリノイ州を縦断してミズーリ州に入った。私は車窓から懸命にマツを探し、点々とした枯死木を幾度も目にした。マツの多くはヨーロッパアカマツで、ハイウェイ沿いに1列に5本から数十本植えられており、また農家の庭先や周りにはかなり大きなマツが立っていた。市街地に入るとその数も多かった。しかし圧倒的に多く、そして大きいカシの木に比べると、マツはそれほど目立たなかった。途中ハイウェイで突然サンダーstormに会い、しばらくほとんど視界がきかなくなった時は怖ろしかった。やがて西の地平が赤く映え、空には低く垂れこめた厚雲が大きな口を開け、それが一瞬一瞬を生きもののように姿を変えていく光景は、この世のものとは思えなかった。

Tick loves you !

5月27日、奥 八郎先生、Marc, Jay, Kieron と私は2台のライトバンで Ashland へ定期調査に行った。その日 Dropkin 先生夫妻はヨーロッパの旅に立った。

Ashland 近くの道路で、先に走っていた Kieron は陸生のカメを拾って見せてくれた。体長15センチ位あるこのカメの甲からギターピックを作るらしかった。Marc は、土地のひとたちはこのカメにつまづいて歩くと笑っていた。

この州のハイウェイの両端にはいつもおびただしい数の動物の死骸が転がっている。ウサギ、リス、スカンク、ポッサム、子ジカ、アナグマからカメ、鳥まで夜間車にひき殺されるのである。大型トラックのタイヤがバンクで飛び散り、あちこちに散らばっている光景は荒々しいこの国の一面を見せているようであった。

Ashland の試験林は野生鳥獣保護区であるため、植林した樹木は放置したままにされ、ターキー、ウズラ、シカ、ウサギなどたくさん生息している。そのため、一歩林地に踏み込むと途端に数種のマダニに襲われるのである。これを防ぐ方法はなく、スプレーも気休めにしかならない。この月の初めに昆虫のスタッフと州の中央部にある Mark Twain National Park にカヌーに行った時、アパートに帰ってそれとも知らずテントとスリーピングバッグを揚げたため、ベットの中にダニがのり込み3晩ほど喰いつかれ、家内と必死になって退治した。だれも前もってそのことを教えてくれなかったのである。後になって、Marc は、“Did you have tick trouble?” と涼しい顔で私にたずねた。まさに Kieron がいったように、“Tick loves you” というしかなかった。

昨春秋試験林に行ってから、先月末に久しぶりに行って、新たに枯れたヨーロッパアカマツを2本見つけた。今度は梢端枯れや枝枯れが目立って見えた。先月1本あったバンクスマツの枯死木からは線虫は検出されなかった。Shortleaf Pine の林で25年生の1本が枯死していた。

Shortleaf Pine はミズーリ州唯一の土着種で、州の南部に天然林があり、カヌーに行った時山の尾根を境に南斜面の湿潤なところにはカシ、北斜面に Shortleaf Pine が生育し、その下に稚樹が無数に生えていた。

バンクスマツはウイスコンシン、ミネソタ両州に天然林があり、ストローブマツは北東部のニューイングランドやニューヨークの高地に天然林があって、昔は帆船のマストに相当使われたらしい。

Ashland 試験林に植えられている21年生のヨーロッパアカマツは、シベリア、ノールウェイなど世界中の産地から集めて植えたものらしく、Marc は後に大学からその詳細な戸籍簿を入手した。Dropkin 先生も Marc もどのマツが生き残るか興味深いといっていた。

ヨーロッパアカマツの枯死木にはキクイムシが非常に多く、カミキリの侵入口や脱出口が意外に少ないようで

あった。Jay はカミキリの侵入口がよくキツツキに攻撃されているといていた。かれらは誘蛾燈をセットしたり、餌木を木から釣り下げてカミキリを集めようとしていたが、先月は成績が全く悪く、今月はパラコートに樹幹に注入したり、日本の国立林業試験場の池田氏たちが開発した誘引板を試みた。誘引板にはカミキリが全く集まらなかったが、パラコート注入木には産卵痕がたくさん見つかり、Jay は驚いていた。また、餌木にも相当数の産卵痕が見られた。Kieron はダニはものかわ、木によじ登って後食痕を調べていた。かれの悩みは、*Mono-chamus carolinensis* のほかに、同じ時期に後食するカミキリがいるために、区別が難しいことにあるようだった。

かれらの話によると、夏が高温乾燥であった一昨年、感染したマツは9月に枯死したが、例年のような夏であった昨年には、マツは10月から枯れ始め、今年の春にかけて枯死するものが多いということであった。

6月29日、Millikan は奥先生と私を Liking の州立苗畑に案内してくれた。私は主任の Dene や若い林木育種家 Hank と再会した。苗畑では、炎天下作業員たちがしゃがみながら除草していた。除草剤を撒いても生え

てくる雑草を1本1本抜かなければならないようであった。

3月に来た時見かけたヨーロッパアカマツの枯死木を見せてもらった。道路沿いにある成木林の外縁に数本ずつ2か所でマツが枯れていた。2~3年にわたって枯れた形跡があり、古い枯死木にはカミキリの脱出口が多数あり、昨年の枯死木には侵入口と脱出口、そして萎凋中の木には多数の産卵痕があった。折角ハンドドリルを持っていきながら、Millikan の車に置いてきてしまったので、サンプルをとることができなかった。私は、それが典型的なマツの材線虫病であると Dene に伝えたら、かれはいささか慌て、その処理法を真剣にきいていた。3月の時には“sapsucker が殺したのだらう”と笑っていたかれには気の毒な気がしたが、帰り道、Millikan は“Good news だよ”といてくれた。

c/o Department of Plant Pathology,
University of Missouri-Columbia,
108 Waters Hall, Columbia,
Missouri, 65211, U. S. A.

(1982・8・23 受理)

森林防疫雑記(16)

サビヒョウタンゾウムシ

最近農林水産省林業試験場東北支場山家敏雄氏の「苗畑害虫としてのゾウムシ類とケラおよびキリウジガガンボ」(林業と薬剤 No. 80, 1932)と題する記事に目を通して古いことを思い出した。

私がサビヒョウタンゾウムシなる害虫を初めて見たのはずいぶん昔のことで、それは林業試験場青森支場(当時)の故木村重義氏が新城苗畑で瓶の中で飼育していたものであった。何でも、これは農作物の害虫としてはよく知られているものであるが、林業苗畑での被害は氏によって初めて発見されたということのようであった。

当時の私は害虫にほとんど全く関心がなく、木村氏がとつとつと、そしてくわしくこの虫の生態について説明してくれたことは軽く聴き流していたが、その特異な性質の一つには強くひかれるものがあった。それ

は有機塩素系薬剤 γ -BHC の土壌施用によって根切虫(コガネムシ類幼虫)防除には著効が収められるが、このゾウムシに対しては効果をほとんど期待できないという点であった。

名にしおう殺虫剤 BHC にさえ抵抗するサビヒョウタンゾウムシに強い興味をいだいたためと、その人工飼育が比較的容易なためであろうか、木村氏は一時期すこぶる精力的にこの研究に打ち込んだ。ところがその後、アルドリン剤の出現によってゾウムシの被害は著しく軽減し、林業苗畑における根切虫とゾウムシ類はほとんど問題にならなくなったということであった。

さらに数年経過して私が保護部長就任後間もない頃、訪ねて来た木村氏に“ヒョウタンゾウムシ類の研究はどうなっているか”ときいたところ、“殺虫剤ア

ルドリンの施用以来、苗畑のゾウムシ類は著しく少なくなり、今では実験材料の入手さえ困難になった”という返事で、氏はこれに対する研究意欲をもはや全く失っている様子であった。それで私は“これまでとりあげた試験研究データの集積はかなりあるはずだから現在の被害の有無にかかわらず、とりまとめて公表するように”とすすめた。控え目で温厚なお人柄ゆえ、あえて反論はしなかったものの、もはやその被害が問題でなくなったものの研究結果を発表することに対するためらいの態度がありありと見受けられた。

ところで、昭和46年に農業規制が強化されて有機塩素系殺虫剤 BHC やルドリン剤の使用が禁止されて以来、農作物や林木苗木の根切虫とゾウムシ類の被害がふたたび問題になり、その防除に苦慮するような事態になった。こうなると被害防除の基礎になる研究成果が物をいうことになるわけであるが、木村氏の不慮の急死によって、その研究データの多くのものが公表されることなく、永久に埋もれてしまったであらうことは誠に惜まれてならない。

ザビヒョウタンゾウムシに関するささやかな経験と見聞から、私は次の二つのことを考えるようになった。その一つは有機塩素系殺虫剤の効果の卓越してい

る点で、永年にわたり林木苗木育成上最大の障害の一つであった根切虫とゾウムシ類はこれによってほとんど完全に防除されたことは、かくれもない事実である。しかるに、その強大な残留毒性の故に使用禁止の憂き目に会ったことから、かつての被害が再来した自然界の復元力の偉大さである。その二つは、時代の要請によってとりあげた研究課題が、その後の情勢変化によって世人から顧られなくなった場合の研究者の態度で、これは気の進まない、そして勇気のいることではあるが、得られた研究成果はとりまとめて公表し、その正しい評価は後世に待つ気概を持つことではあるまいか。

私自身の乏しい研究についていわせていただけるならば、いわゆる特用樹種の病害研究はまさにその一典型である。林業界に新たに登場した樹種の病害研究が早急に要請され、研究成果が得られた頃には、もうその樹種は世人の関心から遠ざかってしまっている。このような場合でも、得られた研究結果をあえて公表してきた私の態度は、果たしてそれでよかったのであろうか？

伊藤 一雄 (元農林省林業試験場保護部長)

新刊紹介

Penny N. D., & J. R. Arias: Insects of an Amazon forest (アマゾンの森林昆虫).

Columbia Univ. Press, New York, 1982, xxii + 269 pp, 約 12,000 円.

本書はブラジルのマナウス(アマゾン河口より約1,450 km上流)にある国立アマゾン研究所の著者達が、マナウスの北東26kmに位置する Ducke 保存林で、1977年9月から13か月間にわたり節足動物の種類構成、個体数、生物量等を調査した記録である。

調査地が設けられた Ducke 保存林は中部アマゾン流域における terra firme forest (台地林または乾燥地喬林、常にあるいは定期的に浸水する低地林とともにアマゾンの熱帯雨林はこの二つに大きく分けられる)を比較的よく代表するものとして選ばれたという。節足動物の採集方法として、地上1mと15mの場所に設置した小型ライト・トラップ(サクション・トラップを兼ねる。またドライアイスを用いることにより、光と炭酸ガスに誘引されるものを同時に採集することができる)、林床に

置いた羽化箱(土壌中あるいは表層から羽化してくるものを捕獲する)、2.5~3cm厚のソイル・リター・サンプル(バルレーゼ=ツルグレン装置にかけて土壌動物を抽出する)、フライト・トラップ(改良型マレーズ・トラップあるいはタウンゼント・トラップ)、ピットフォール・トラップ等が用いられた。

ライト・トラップで捕獲された節足動物の84~91%が双翅目、羽化箱では35%が双翅目で23%が膜翅目、フライト・トラップでは79%が双翅目で11%が膜翅目、ピットフォール・トラップでは34%が双翅目で25%が鞘翅目だったという。

調査期間中4回(4日)にわたり節足動物のすべての目(order)が記録されたが、その際の捕獲数は付録として巻末にまとめられている。

得られた節足動物は分類大系にしたがって、整理されており、13か月にわたる科(family)単位の個体数の変化が随所に93枚のグラフを使って示されている。そして、科・種類に関する限り、節足動物相は非常に豊富といえるが、生息個体数の密度は比較的低いのが特徴であると結論されている。

熱帯原生林の節足動物相について、このように総合的

かつ連続的な調査が行なわれた例はきわめて少ないので、貴重な資料といえよう。関心を持たれる方々に一読をおすすめする次第である。

(東京大学農学部森林動物学教室 小久保 醇)

中国林学会編

森林害虫生物防治論文集

iv+216ページ, 中国林業出版社
北京, 1981年 定価 1.45元 (約900円)

中国における森林害虫の生物的防除研究はすでに二十数年の歴史を有するという。生物的防除は数々のすぐれた点をもっているが、防除手段として用いる生物の生理・

生態の特性の解明, 大量増殖法, 野外放飼試験等, 実用に供されるまでには長期間の研究を必要とする。本論文集には昆虫(寄生者, 捕食者となるもの), 病原微生物, 鳥などが取り上げられているが, 病原微生物に関するものが全体の1/2以上を占める。

もう少し細かにみていくと, アリガタバチ, コマユバチ, クロタマゴバチに関する論文が各々2篇ずつ, キイロタマゴバチに関するものが3篇, テントウムシに関するものが4篇, 白きょう菌に関するものが3篇, ウイルスに関するものが9篇で, これらにキツツキについての1篇, 総論的なものなどを加えて計32篇の論文から成っている。キイロタマゴバチの増殖に用いる模造卵の研究が目を引く程度で, とくに目新しい論文があるわけではないが, 現在の中国で行なわれている生物的防除研究の一端を知るにはよい書物と思われる。

(東京大学農学部森林動物学教室 小久保 醇)

被害速報

昭和57年9月の森林病虫害等被害発生状況

昭和57年9月分の被害発生状況は国有林, 405 ha, 民有林2,485 ha, 計2,890 ha(報告枚数は国有林38枚, 民有林10枚, 計48枚)の被害です。

■マツカレハ 4 ha(すべて民有林)の被害です。
福井県福井市でマツ4 ha。

■スギタマバエ 43 ha(すべて民有林)の被害です。
岐阜県大野郡清見村でスギ43 ha。

■スギノハダニ 761 ha(すべて民有林)の被害です。
秋田県五城目町でスギ740 ha, 愛媛県西条市でヒノキ21 ha。

■野ネズミ 14 ha(すべて国有林)の被害です。
秋田県大館市(秋田局大館署)でスギ, キリ計5 ha, 群馬県桐生市で(前橋局大間々署)でヒノキ3 ha, 長野県東筑摩郡四賀村(長野局松本署)でヒノキ5 haに, 岐阜県益田郡小坂町(名古屋局小坂署)でヒノキ1 ha。

■カラマツ先枯病 44 ha(すべて国有林)の被害です。
北海道稚内市(旭川支局稚内署)でカラマツ44 ha。

■法定外の病害 61 ha(すべて国有林)の被害です。
枝枯病が北海道枝幸郡浜頓別町(旭川支局中頓別署)でトドマツ51 ha。

つちくらげ病が宮城県石巻市, 桃生郡矢本町, 鳴瀬町(以上青森局石巻署)でマツ計10 ha。

■法定外の虫害 1,886 ha(国有林209 ha, 民有林1,677 ha)の被害です。

エゾマツオオアブラムシが北海道上川郡愛別町(旭川支局旭川署), 朝日町(朝日署)でアカエゾマツ計12 ha, 北海道沙流郡日高町でアカエゾマツ10 ha。

トドマツオオアブラムシが北海道山越郡八雲町(函館支局八雲署)でトドマツ12 ha, 北海道沙流郡日高町でトドマツ25。

ブナアオジャチホコが北海道檜山郡厚沢部町(函館支局檜山署)でブナ10 ha, 青森県北津軽郡小泊村(青森局市浦署)でブナ37 ha, 秋田県鹿角市(秋田局花輪署)でブナ7 ha。

カラマツハラアカハバチが北海道勇払郡早来町, 厚真町, 鶴川町, 穂別町, 沙流郡日高町でカラマツ計1,420 ha。

ジャクガ科の1種が北海道勇払郡早来町でカラマツ15 ha。

カラマツアカハバチが山形県西村山郡朝日町(秋田局

昭和57年9月の森林病虫害等被害発生状況

(昭和57年9月16日～10月15日までに受理した)
森林病虫害等発生月報の集計である。

	松毛虫	スギ タマバエ	スギノ ハダニ	野ネズミ	カラマツ 先枯病	法定外の 病害	法定外の 虫害	法定外の 害
北海道					(2 44)	(1 51)	(4 34)	
青森							(1 37)	
岩手								(2 18)
宮城						(3 10)		
秋田			1 740	(2 5)			(1 7)	
山形							(3 131)	(1 0)
福島							1 57	
栃木								(1 3)
群馬				(1 3)				(2 9)
福井	1 4							
長野				(1 5)			1 150	
岐阜		1 43		(1 1)				(1 3)
三重								(1 0)
愛媛			1 21					
長崎								(6 17)
鹿児島								(4 27)
国有林計				5 14	2 44	4 61	9 209	18 77
民有林計	1 4	1 42	2 761				6 1,677	
合計	1 4	1 43	2 761	5 14	2 44	4 61	15 1,886	18 77

注：1 各欄の左はカード枚数，右は被害数量。数量の単位はすべてhaである。

2 () 害は国有林，その他は民有林である。

3 報告のない都道府県は省略してある。

寒河江署)でカラマツ23ha，福島県南会津郡館岩村でカラマツ57ha。

マツノクロホシハバチが寒河江市，最上郡大蔵村(以上秋田局寒河江署)でカラマツ計108ha。

カラマツマダラメイガが長野県北佐久郡立科町でカラマツ150ha。

法定外の獣害 77ha(すべて国有林)の被害です。

カモシカが岩手県下閉伊郡田老町(青森局宮古署)でスギ，マツ計18ha，栃木県塩谷郡藤原町(前橋局今市署)でヒノキ3ha，群馬県桐生市(前橋局大間々署)で

ヒノキ9ha，岐阜県中津川市(長野局坂下署)でヒノキ3ha。

ノウサギが群馬県桐生市(前橋局大間々署)でスギ30a，鹿児島県出水市，出水郡野田町，高尾野町(以上熊本局出水署)でヒノキ計27ha。

クマガが山形県南陽市(秋田局米沢署)でスギ20a，三重県尾鷲市(大阪局尾鷲署)でスギ14a。

シカが長崎県下県郡敵原町，美津島町，上県郡峰町，上対馬町(以上熊本局対馬署)でスギ，ヒノキ計17ha。

協会記事

森林防疫編集委員会

1. 年月日 昭和59年10月7日(木)
2. 議題
 - (1) 森林防疫第31巻第11号～第32巻第1号の編集
 - (2) その他
3. 出席者 古宮(林野庁), 永井(林野庁), 広谷(林野庁), 青島(林業試験場), 小林(享)(林業試験場), 山根(林業試験場), 野淵(林業試験場), 伊藤(防除協会), 久徳(防除協会)

森林防疫 第31巻第11号(通巻第368号)

昭和57年11月25日 発行(毎月1回25日発行)

編集・発行人 喜多正治
 印刷所 松尾印刷株式会社
 東京都港区虎ノ門5-8-12
 定価 400円(送料共)
 年間購読料 4,000円(送料共)

発行所

〒101 東京都千代田区内神田1-1-12(コープビル)
 全国森林病虫獣害防除協会
 電話 東京(03)294-9711番
 振替 東京 8-89156番

新

刊

森林防疫事業三十周年記念出版

森林病虫獣害防除技術

企画 全国森林病虫獣害防除協会
 農林水産航空協会
 林業薬剤協会
 編集 林業科学技術振興所
 発行 全国森林病虫獣害防除協会
 〒101 東京都千代田区内神田1-1-12
 コープビル8階
 電話 03-294-9711
 振替 東京 8-89156
 体裁 B5判 上製本 viii+352ページ
 定価 3,300円(送料実費)

本書は森林防疫事業発足30周年を記念、14名の専門執筆者を煩わして最新の防除技術を集大成したもので、各方面での活用が期待される。なお、本書の主要目次は次のとおりである。

第I部 主要病虫獣害の生態と防除

第1章 病害(稚病立枯病/つちくらげ病/スギ赤枯病・溝腐病/五葉マツ発疹さび病/カラマツ先枯病/トドマツ枝枯病) 第2章 虫害(スギカミキリ/スギノアカネトラカミキリ/スギノハダニ/スギザイノタマバエ/スギタマバエ/松くい虫/マツカレハ/マイマイガ/根切虫/トドマツオオアブラ/ヤツバキクイ/カラマツヤツバキクイ) 第3章 獣害(野ネズミ/野ウサギ/ニホンカモシカ)

第II部 松くい虫防除研究この10年

第1章 マツノ枯損原因材線虫の発見 第2章 マツノザイセンチュウの生態および病原性 第3章 マツノマダラカミキリの生理および生態 第4章 マツ枯損防止法 第5章 防除薬剤の環境に及ぼす影響