

「マツクイ虫の被害と防除」

司 会 林業試験場九州支場長 甲斐原 一 朗

司 会 者

マツクイ虫問題は九州林業の壁——想像外に厚くてしかも固い——でありその壁に当面して、研究者は研究者なりに、行政担当者あるいは経営実践者はそれなりに当惑しているのが現状である。しかも壁の厚さのゆえに九州林業はそれをさけて通るわけにはいかない。したがって研究者、行政担当者、実践家は緊密な協力の下で壁に直面し、それを破る努力を惜んではならないと思う。しかし前述の当惑の深さのゆえに、三者の信頼関係、協力関係が必ずしも充分でないのみでなく誤解さえあるという面を残念ながら否定できないというのが実情である。このシンポジウムがこうした誤解をとき協力関係を強める機会となることを期待したい。

初めに林試九州支場小杉孝蔵氏に生態学的な「研究経過と問題点」を、第2にこれと並行して進められてきた「防除技術の基礎研究とくに誘引、天敵、殺虫剤」を川内営業署安永邦輔氏に、第3に最大の森林経営者として自己の資金と責任で防除に懸命の努力をされている熊本営林局の吉井宅男氏に、「同有林における防除の経過」を御報告願うことに致します。それでは小杉先生をお願いします。

(一) 研究の経過と問題点

林業試験場九州支場 小杉孝蔵

1 はじめに

穿孔性害虫、いわゆる松喰虫によるマツの枯損という被害は地域からも、量からも森林保護上の最重要課題であることは論をまたない。

2 松喰虫被害の特殊性

広く全北区における穿孔虫による被害をみるに、先ず北海道を含む旧北北方のトウヒ・モミの被害がある。ヤツバククイ・トドマツクイその他によるこの被害は欧州から北海道まで同一種または近似種であるため、特に欧州ヤン聯では多くの研究が遂行され、重要な成果が公表されている。

新北区の北米大陸北方ではオオクイ類 (*Dendroctonus*) による針葉樹の被害がある。この属は旧北区では種類も少なく(1種)、北部欧州でやや被害が認められる程度であるが、新大陸では種類・生態共に変化が大きく、適応放散と考えられる点があるが被害が現在もなお続いている等松喰虫被害にやや類似する様に思われるが、クイ虫科のみの被害である等の異なる点も少なくないと思う。

松喰虫による被害は上記の被害と比較するとゾウムシ・カミキリ・クイムシ科による複合的な被害で最初の2科が主体をなし、広い地域にわたって猛威をふるっている等他に類のない被害と考えられる。

3 研究経過の概要

この害虫による被害は主として森林昆虫の研究者によって研究が行なわれ、大学における分類、林業試験場を中心とした官公立試験場での生態・防除に関するものを主軸に、北海道・樺太・朝鮮その他での結果と相まって進展した。

これらの研究成果を概観すると、松喰虫としてあげられる種類は少なくないが現在では主力を構成するのはゾウムシ科ではシラホソゾウ類の3種(3種間の加害の差は明らかでない)で、キボシゾウ類がこれにつき、他の諸属や穿材性の種類(オオゾウはやや多い)は被害の主体をなすとはみなしにくい。カミキリ科ではマツノマダラカミキリ以外のクワカミキリ亜科やその他の種類も重要なものは少ないと思われる。

全北区北方での被害の主力であるクイムシ科も松喰虫被害の場合はキロロククイが個体数が大きく、ツノクイ類 (*Ips-orthotomicus*)、マツノクイ類・スズクイ類の諸属は密度からみて同じく主体をなすとは考えにくい。

加害の主力は上記のように比較的少ないが、或いは過去においてはやや複雑であった害虫相が樹皮下または材中という閉鎖的環境にあって、競争があり更に棲み分けの結果として優占種が明確になったのではないかと推定される。

以上の諸種の生活史・発生回数・活動時期・枯死と寄生の過程等はほぼ解明されており、カミキリ・ゾウム

シの発生の多い夏～夏・秋型の被害が90%程度を占めておることが明らかになったが、ある種の発生回数や産卵初期（2～6月）に立木被害が殆ど発生しないが、産卵活動はその年の新しい立木被害が始まる時期（7月）以前に始まっているにもかかわらず被害が生じない等の解明されない問題もある。

この事について考慮に入れる必要があるのは穿孔虫による被害は食葉害虫のそれと異り寄生繁殖には寄生の生理的变化—いわゆる衰弱—という要因が生棲密度に加わらなければ被害が起りがたいと考えられている。松喰虫が2次性害虫といわれるのはこの点であるが、密度が甚しく増加すると1次性となり健全木をおかすといわれている。然し衰弱・1次性・2次性という考えは古くから論争の少なくない問題であり、この概念を明確にし出来ればその量的な規定が望まれている。

更に本州をみわたせば、信州の高地や東北地方の如くマツの蓄積が少なくないにもかかわらず被害の少ない地域についてその要因の解析もまた望ましい事であろう。

いくつかあげた如く問題点はなしとしないが、被害は寄主の衰弱という条件を前提に優占種の密度に依存するという事になると考えられる。このため防除は積極的に密度低下を目的に行なわれ、最近薬剤駆除が多く取り入れられてきたがほぼ満足すべき効果に達している。林分の予防については未解決の点が少なくない様に思う。

4 今後の問題点

すでにいくつかの問題点はあげたが、特に重要と思われるものは、個体生態的資料の不足が先ず考えられる。今後駆除から予防に発展しなければならない防除には個体群生態から発展して群集生態的研究を欠くことは出来ないが、その基礎として正しい個体生態的資料は必要と思う。

次に旧北区北方での穿孔虫被害では一我々に近い北海道での例をあげれば被害は防除効果や天敵の作用も少なくないと思うが、競争その他による効果が大きく働いて数年で密度低下をきたしほぼ平常にもどり、被害は密度に依存する事が報告されている。

現在の松喰虫被害はすでに述べたように北方のそれと異なるとしても被害が密度に依存するとすればこうした作用が働いているのではないかとこの事を考慮する必要があるやに思われる。換言すれば現在の様な被害が続いているのはこうした作用は認められず、懸命の防除作業にもかかわらずなお高い密度が持続されて

いる為にのみと考えるべきなのであろうかという事である。

最近1部の激害地において穿入密度が低いにかかわらず、枯損が生じつつあるという現象があるという事は、この疑問が必ずしも無視できない様に思われ、被害地の密度推定、その技術の確立を研究面においても要望したい。

こうした考えにたてば密度推定と共に寄主であるマツの生理的变化と穿入、或いは穿孔虫の穿入が誘引となって寄主がおこす作用—例えば穿孔虫が伝播する青変菌やその他の未知因子—例についても充分考慮しなければならないと思う。北米のオオキクイ類による被害もやや類似した問題点があるやに聞いている。

この研究は穿孔虫・植物病理・植物生理その他の専門家が、それぞれの立場から密接に協力する事が望ましく共同研究体勢の整理が必要な事は申すまでもないと思われる。

司会者 つぎに安永先生に「防除技術の基礎研究」についてお願いします。

(二) 防除技術の基礎研究

—殺虫剤・誘引剤・天敵—

川内営林署 安永 邦 輔

1 殺虫剤

松喰虫防除に現在使われている農薬は、有機合成薬剤、例えばBHCやEDB等が主剤でこの剤型が油剤、乳剤、粉剤にわかれ、速効、遅効性の現出の違いと予防にも使えるのも暫次出現している。

現在、すでに実用に供されている薬剤は数種あるが総べて接触作用で、その効果は何れも大差はなく、実用薬剤としては一応満足すべき時まで到来しているものと考えられる。然し薬剤による駆除のみに依存する現在の考えは次の欠陥がある。

- (1) その天敵を殺してしまう恐れがある。
- (2) その害虫に低抗性が生じる。
- (3) 駆除を実施してもその時期には既に一部の害虫は他の松に転移加害している事例が多い。
- (4) 材中深く穿孔しているものの駆除には完全を期し難い。

等実際の駆除効果には幾何かの疑問が残る。ことに移行性—浸透性の強い—薬剤の出現が希望されるので、たとえばオスモルはその1つである。

また、薬剤を散布して最初に死ぬ害虫は死にかかっ

た虫であり、次はよわよわしい虫であり、最後に生き残る虫は繁殖力も強大な虫であろうという事になれば農業を散布して殺そうとする試みは不利益な自然淘汰を促進するような致命的な問題を含む。ここに早期、確実な実行が要請される所以でもある。この点誘引剤は殺虫剤とは逆の順序で生命力の最も強いものから捕るので、毎年これを続けると害虫の淘汰は望むところとなり害虫はいつしかその勢力を失い林木と害虫との調和を保つようになるであろう。

2 誘引剤

松喰虫による被害は、加害が樹皮下であるために、剝皮焼却あるいは殺虫剤の使用による駆除の2つの方法が行なわれている。

しかるに現実には被害初期の徴候が現われて成虫が飛出すまでには、害虫の生活史から殊に春～夏にかけては数日～10数日の短期間のものが多く、実行面には大きな駆除効果を期待するのには困難性がある。また、その結果に関連して秋季の激害を被っているのもこれが大きな原因でもある。

従って、飛出した害虫を次の寄主に寄生しない以前に捕殺する方法を考えなければならなくなって、ここに誘殺剤の研究の必要性が生じた。

元来、松喰虫は松類以外にはほとんど寄生しない狭食性昆虫であることは松類特有の何等かの物質によって誘引されるものであることが考えられる。

松喰虫の誘引物質として糖類、グルコースが、嗅覚誘引物質として高級脂肪酸のメチルエステル、またはテルペン類の報告がある。

我々は本邦において最も被害が大きく加害の先駆虫であるキクイムシ類を使用してマツ樹皮から嗅覚誘引物質の検索とその誘導体についても検討し、得られた誘引物質の混合による誘引力の協力作用、更には野外において殺虫、展着剤混入による誘引展着殺虫剤として松との誘引力比較等について研究を行なった。

その結果、酸性物質中から主たる誘引物質を結晶状に分離し、これが安息香酸であることを確認した。

次に安息香酸の誘導体18種、高級脂肪酸とそのエステル12種、並びにテルペン8種について誘引物質を検討し、その結果、安息香酸関係では6種、高級脂肪酸関係では3種、テルペン類では3種の誘引物質を得た。

更にこれらの誘引物質の協力作用について検した結果は混合することにより誘引力は増大するが、その最大の誘引力を示す濃度は単用での場合の濃度より夫々が低濃度の混合において最も強く示す傾向にあった。

野外においての試験の結果は、松より強い誘引力を示し、更に殺虫、展着、活性、吸湿剤等を混入しても誘引力には影響はなく、これらを混合することにより有効期間が誘引物質単用の場合より10数日延長されることを確認した。

なお、誘引虫の種類は松喰虫のみでなくバッタ科、コオロギ科、カマキリ科、ヤガ科等が誘引されたことは興味深い。今後は虫の生活、行動等の主態面と誘引物質の混合量と設置、器具等の組合せによる実用化試験を行なう必要がある。またこれを激害地と微害地に試験したところ誘殺数は79：2となっている。

3 天敵

天敵を農薬代りとして使用する場合、天敵には所謂薬害に相当するものがなく、その散布技術は簡単で労力も実に低廉である。それに低抗性害虫などというものは現れない利点がある。

現在までの西日本における松喰虫で主たる天敵としては約19種ほど発見しているが、この天敵の夫々の寄別天敵はカミキリムシ類の幼虫に寄生、或は捕食するもの4種、ゾウムシ類の幼虫に寄生、或は捕食するもの10種、キクイムシ類の幼虫に寄生、或は捕食するもの17種、キクイムシ類の成虫を捕食するもの4種判明しているがその活躍は1～2例を除いては余り見るべきものは見当らない。それには今迄、土着の有力な天敵の発見、生活史の不明であったことで増殖、強力をはかることの研究は全く皆無といっても過言でなく、従ってこれが積極的手段を講じ得なかったことが大きな原因と推察される。

今後はさらに有力な天敵の発見と大量増殖を解明して、生物農薬の利用による理想的な防除法の確立を研究に期待したい。

しかし、既に過密度寄生となっている激害林分に対しては、天敵のみに害虫防除を放任しておくことは危険であるので、ここに他の方法との組合せを必要とする。

4 結 論

林業は農業と異なり害虫の人為的防除の困難性長伐期による企業利潤の低率等の特殊性からして今後の防除に対する考え方としては、まず、林木抵抗力を林業技術的に増大させて間接的に寄生条件を悪くし、たとえ寄生しても生育を弱体、矮小ならしめる。一方被害林分には農業等で直接的に早期に確実な実行をなすことによつて同一木での2世代繰返しによる勢力回復の場を押えるべきである。

また駆除に使用する薬剤は、その薬剤による欠陥を

最少限に留めるべく種類、使い方、時期等を充分研究し、微力な天敵を殺さず、農薬によって害虫を殺した残りを数量の上からその場合、有力になった天敵（あるいは移転入することによって）を充分活躍させ得るような方法を講じて駆除してもらったならば農薬の効果は実際以上に顕著なものとなって来る筈である。

すなわち、被害林地には、まず殺虫剤あるいは、誘殺剤等の薬剤で一時的に大量の殺虫を図って、その林分の個体数を速かに或る限度までに減少（密度低下）せしめ、次に残余の害虫は天敵の偉力（土着あるいは移輸入虫の増殖によって得た天敵の放飼）に依存し、林分に経済的な害を与えないように努めることこそ理想であろう。今後の研究に期待したい。

司会者 つぎに吉井先生に「国有株における防除経過」についてお願いします。

(三) 国有林における防除経過について

熊本営林局 吉井 宅男

1 はじめに

防除経過にはいる前に被害の経過と被害の状況について述べてみたい。

1) 被害の経過

昭和7年頃から漸次増加しつつあった被害は、昭和21年にいたり国有林では、278,000㎡に達し、当時官民を挙げての強力な態勢のもとに防除の結果、この年をピークに漸減し、昭和29年には34,000㎡に減少したが、昭和30年から再度増加の傾向をたどり、昭和38年には248,000㎡に激増するに至るよって、熊本営林局では、昭和38年12月、松喰虫緊急防除対策を樹立し駆除と予防の面との併行を強力に推進した処、昭和39年度における被害量は168,000㎡に減少したので、この機会に更に防除の徹底を期し、昭和40年度の発生量は、88,000㎡にぐいとめたいつもりである。

2) 被害の状況

松喰虫の被害木は、年中発生しているように見えるが、よく注意してみると、加害虫の種類により、その変色枯死する時期は次の二つの型に大別することができる。

(1) カミキリ、ゾウムシ型

加害虫は主としてマツノシラホシゾウムシ（マツノニセシラホシゾウムシを含む）、マツノマグラカミキリ、マツノクロキボシゾウムシ、キイロコキイムシでありこれらの幼虫に食害された被害木は、

主として、8月下旬から11月下旬に亘り変色枯死するのが、この種の型である。

(2) キクイムシ型

加害は主として、マツノキクイムシ、マツノコキクイムシ、キイロコキクイムシであり、これらの幼虫に食害された被害木は主として、1月から4月に亘り変色枯死するのが、この種の型であるが、マツノシラホシゾウムシ、マツノクロキボシゾウムシが加害している場合もある。

この二つの型のうち、カミキリ、ゾウムシ型の被害が年間発生量の約90%を占めているようである。なお、昭和39年度における激害地は日向、高鍋、西都、綾、内之浦、川内、鹿儿島営林署部内であった。

2 国有林における防除経過

1) 駆除時期の決定

1の2で述べた如く、カミキリ、ゾウムシ型の被害木に寄生加害中のマツノシラホシゾウムシで、5月中旬～6月下旬頃に産卵されたものは、8月中～9月上旬頃になれば、既に成虫となり、外界に飛び立ち産卵するし、マツノトビイロカミキリの幼虫で早いものは9月中旬頃になると木質部に穿入加害、越冬するので駆除が困難となり、またキクイムシ型の被害木に寄生加害中のキクイムシ類の成虫は、5月上旬頃から外界に飛び立つので原則としては、早期発見、発見と同時に駆除の方針を推進している。

2) 従来の防除法

従来の防除法としては、直営による駆除と駆除を条件とした立木処分による方法とを採用してきた。

直営の方法としては、当初剝皮焼却法によって来たのであるが、火災の危険があり再三山火事を起したことから昭和38年10月以降全面的に薬剤により駆除処理することにした。

駆除を条件とした立木処分による場合は、被害の発見から処分物件の引渡しまで、相当な期間を要し、駆除の時期を失する恐れがあったので、昭和35年12月から概算契約による立木処分の方法も取り入れて、早期駆除に努めて来た。

なお、被害木の駆除処理とともに松と広葉樹との混交林における広葉樹のみの先行伐採の禁止、台風、山火事などによる被害木の早期発見と早期処理など予防面にも留意したつもりであるが、まだなお、従来の方法では被害木の処理に追われ、予防面が欠けていたきらいがあったので、昭和37年度の後半から被害の優占種であるマツノシラホシゾウムシの成虫を対象として

被害木の駆除処理と同時に被害木の周辺にある生立木（被害木1本に対して10本の割合で）の地上3m位の高さまで薬剤による予防散布を行なうなど、予防の面にも重点をおいて防除を実施して来たのであるが、被害の現況から更に過去の防除法について、深く反省し、抜本的な防除対策を樹立のもとに防除を推進しなければならぬ事態が招来したので、昭和38年12月に松喰虫緊急防除対策として、次のような実施要領を樹立のもとに実行に移した。

3 防除方法

1) 直営防除

被害木の駆除処理に当り、被害木の枝と接触した隣接木外観的には健全木に見えても被害木とみなして、被害木と同時に伐採し、更にその周囲の生立木に対しては、地上3mの高さまで薬剤による予防散布を行ない伐採木に対しては、被害木と同様駆除処理を行なうこと。

激害地については、他の地域への蔓延防止のため、予防的な見地から地形界により皆伐するとともに、伐採木に対しては、被害木と同様駆除処理を行なうこと。

なお、予防伐採林分（皆伐林分）の選定に当っては、当局計画、利用、造林の三課が現地で立会協議の上決定すること。

2) 駆除を条件とした立木処分による防除

この場合は被害木の枝と接触した隣接木の伐採は行なうが、その周辺の隣接木への地上3mの高さまでの予防散布は行なわない。なお、被害物件は早期処理の必要があるため、処分方法としては、概算契約による方法を主体とするとともに、駆除を第1義として伐倒と同時に薬剤による駆除処理を実施すること。

3) 健全木の主間伐木に対する予防措置

マツ類の健全木の主、間伐に際してはその伐根や末木枝条を無処理のまま現地に放置するときは、これが被害蔓延の温床となり、防除の万全は期しがたい。

従って被害の軽微な地域かまたは全然認められない地域で主間伐の対象林分内に被害木が一本も認められない場合は、根株の処理に当っては、地上部に斧目を入れ、木口及び地上部の周囲に薬剤を散布することとし末木枝条にも薬剤を散布すること。

なお、その他の林分の主、間伐木に対しては、被害木と同様全面的に薬剤処理を実施すること。

なお、薬剤の使用に当っては、昭和27年に松喰虫駆除剤として、その当時では最も効果的なT-7.5 2号の如く（油剤）が新製品として市販され、使用した結

果、駆除効果としては、申し分なく、しかも速効性で人畜に無害ではあるが、次のような欠点があった。

- (1) 油剤であるため、散布の対象木がよく乾燥していなければ浸透性が悪く効果が減退する。（山林内では被害木が乾燥しにくい）
（長時間散布すると噴霧器の噴口が詰まる。）
- (2) 長時間散布すると噴霧器の噴口が詰まる。
- (3) 作業衣が汚染し洗濯がきかない。
- (4) 容器の罐が損傷しやすい。
- (5) 運搬費が高む。

T-7.5 2号は使用に当って以上のような欠点があるのでこれ等の点を改良した乳剤の開発について希望していた処、幸い昭和36年に上記の欠点を補ったT-7.5乳剤Aが生産されたので本剤を全面的に使用している。

本剤の最も利点とする処は人畜無害であること。その反面遅効性であるが（幼虫に対して）次の世代には繁殖しないので安心して使用出来る。ただ運搬費の軽減は出来たつもりではあったが、実行にあたっては、水がなくこまると云うことも聞くが、水の問題は工夫のしかたで解決できるので心配はいらないようである。実は出水営林署の経営課員、伊知地満明氏が考案された、巾1.8m、長さ8m位のビニールを現場に張り水溜を作れば容易に水は得られるし、動力噴霧機で揚げれば、作業の出来る範囲の傾斜までは送水することが出来る。

4 今後の防除法

被害木の早期処理は勿論今後は更に予防の面を重点的に実施することが必要であり、優秀な誘殺剤の開発と導入により、全面的な予防効果の実現を期待する。

司会者 これまで3先生の報告を終りますが、お聞の通り提起された問題はきわめて広汎である。これから自由な討議を通じてさらに問題の認識を深めたいと思うが、その際司会者の行動として必ずしも適当とは考えないが、討議のための交通整理の意味でわたくしなりにマツクイ虫問題を整理概観しておきたいと思う。ただしこのチャートは講師と打合せたものでもなく、従って間違いがあれば遠慮なく訂正願いたいし、またもともとまづい信号はかえて交通の邪魔ともなるので、その際は信号を無視して前進願いたい。

ところで数種類から成る1群の虫がマツに誘引されて侵入し、産卵活動を行ない、ふ化したさらに多数の成虫が脱出して他のマツに移り前の経過をくりかえすといういわばマツクイ虫のぼう大な流れの間にマツの被害が現われるというのがマツクイ虫問題の端的な表現だといえよう。このような一見きわめて簡単な現象を懸命の努力にもかかわらず克服できないところに前

述の当惑と結果としての混乱さえもおこっていると思う。「それはなぜか」の解明のためには場合によっては大膽な仮説をたてて現象にアプローチすることが必要だと考える。

第1に3講師がひとしく指摘され問題として、上述の虫の流れの強さとしての虫の密度がある。密度問題は基本的には人口法則の式

$$\frac{1}{n} \frac{dn}{dt} = \lambda(1 - n/N)$$

(n : 虫の現在数 N : 虫の可能最大数 λ : 固有増殖率 t : 時間)

であろう。この式からいえることは(i) n が大きくなると増殖率 ($\frac{1}{n} \frac{dn}{dt}$) は下がる (たとえば北海道風倒木の場合) (1・a) (ii) 防除はしたが不完全でかなり小さいが n が残った場合は増殖率は高く、従って高密度が維持される(1・b)それでは九州では(i) 密度はなお大きい(1・c)それとも(ii) 防除の結果密度は低下した(1・d)ということが問題となる。そこで虫密度の推定がポイントとなるが、同時にそれは防除体勢の強化・合理化にも通ずるといえる。防除の技術的手段として (i) n の引下げのための殺虫剤 (ii) λ の引下げのための薬剤あるいは天敵の発見→そのマス・プロが重要事項となる。第2に、侵入一産卵活動の問題である。(i) マツタイ虫が強い狭食性であること、ことに微害の場合林内で点々と被害木が現われることから虫が寄主に対して強い選択性をもつこと、逆にいって寄主に誘引性があることが考えられる。誘引物質の確定→その化学的合成が展望される技術的手段である。また虫の寄生が寄主の誘引性を強める(2・a)と考えねばならないかも知れない。(ii) 誘引性とは逆に虫が侵入を忌避する性質を寄主がもつ(2・b)あるいは産卵活動に抵抗する性質をもつ(2・c)とも考えられる。これから忌避・抵抗物質の確定→その強化ということ、あるいは品種の選択・進んでは品種の改良、育種という技術的手段が展望される。(2・b)(2・c)は虫が御木に立木よりも強く誘引されるということに1つのヒントをもつともいえそうだし、(2・a)の事実も虫の寄生によって忌避性や抵抗性が弱められる結果なのかも知れない。第3に産卵活動→枯死の問題である。まず虫の侵入から立木の枯死に至る期間が短い(3・a)のか長い(3・b)のかということで、これにはさらに個体生態的な研究を要するであろうが、これは「なぜ枯れるか」という問題とも関連する。虫が侵入すればきわめて「正確に」枯死する事実は否定できず、ここでは他の害虫とは異なった枯死に関する特別な機構を考えねばならないの

ではないかと思う。ことに(3・a)を考えればマツ自体に枯死の前提条件があったとも考えられるし、そうだとすればいわゆる衛生伐という技術手段が展望される。ただそれが健全・非健全という一般的な指標でよいのか(2・b)(2・c)のような特殊な指標を選ばねばならないかは1つの問題であろう。また(3・b)に重点をおけば産卵活動自体が枯死の前提条件——たとえば菌類・毒素等の導入によって生理障害がおこり、それが枯死に至らしめるとも考えられる。ここでは枯死予防剤といった第2の薬剤開発が課題となろう。さらに、このような生理障害が(2・b)(2・c)のような性質を弱めるというふうを考えねばならないのかも知れない。

質疑応答

司会者

最初に小杉報告に対するコメントとして九州大学の宮島先生

宮島 寛(九州大学) 育林の立場から質問したい。第一点は密度が高くなることによって被害の度を強めるということは、意見の一致するところだが、九州の場合、密度が低くとも被害が発生する事実も指摘され、それと関連して未知因子についての各分野からの研究の重要性を指摘されている。その1つとして虫の個体生態の研究も必要であろうが、同時に自然力がきわめて大きいという育林生産の特質から、育林の立場からの検討、林分環境と虫害との関連も重要と思う。環境と虫害という場合、気象条件・立地と虫害といった方向もあるが育林の観点から忌避、誘引性ということと関連して樹種(アカマツ、クロマツ)品種、林令、作業種等と虫害との関係についての統計的分析が強力に進めねばならないと思う。とくに将来ともマツの造林を進める場合、なんらかの示唆を与えるものとして重要であり、いわゆる保護学と実践的立場とのギャップを埋める研究としても重要だと思う。この点保護の研究者との緊密な連絡の下で、研究を進めねばならないが、それについて保護の立場からの具体的なご意見をお聞きしたい。

小杉 ご指摘の通りで司会者の意見等と関連して、その方向はきわめて重要だと思う。ことに2次性害虫であるという観点にたてばご指摘の方向、いわゆるエコロジカルあるいはシルビカルチュラル・コントロールは可能であり重要だと思う。ただ昆虫の立場から現在それを具体的に述べることは残念ながらできない。しかし幸いに、熊本局の御協力により今年からそのような試験に着手する次第で、むしろ今後試験の進

め方について先生方のご指導をいただきたい。

司会者 要するに、抵抗性の強い林分はなにかということかと思うが、この点について実践の側からデータはぬきにしてでも端的にご発言願いたい。

宮島 一例に過ぎないが演習林でアカマツ、クロマツ、テーダー、およびスラッシュマツの5年生の林分に成育盛んな6月頃枝打を行なったところ被害が発生した。アカマツでは健全木35%、クロマツ66%、テーダーでは一部衰弱という結果となったが、枝打が被害を激しくするのであり、樹種別にもこれだけの差がある。こうした取扱い方に対するデータの集積が大事だと思う。

小杉 自身では、そのような視察はもちあわせていないが、マツを衰弱させるなんらかの事情があって被害を発生させるということ、逆にいえば抵抗性の強い林分を作る手段が確定できれば少なくとも微害地では予防は可能と思う。

司会者 問題の抵抗性についても元来その強弱があるのかまたは、虫がつくと抵抗性が弱まるかの問題もあるかと思うが、抵抗性の強い林分があるのかなのかというような点について、現場を沢山知っておられる国有林の方からご発言願いたい。

吉井 (熊本営林局) 単純林と混こう林では、後者が強いということが一般に考えられる。しかし、大隅半島では老令のマツではあるが、広葉樹を多く混えた森林でも虫がつきはじめると急速に広がり全滅していく。また、海岸保安林にしても、とくに他と異なっているとは考えられない。吹上浜等で被害が発生している。これらの点から抵抗性の強い林分があるとは端的にはいええないと思う。ただし川内署苗畑のテーダーマツについてせん入孔はあるが、虫もいないし被害もないということは観察している。

渡辺貞敏 (熊本県) 行政の立場としては、マツクイ虫の被害がたえないことについて、ことに農業との対象においてきわめて苦しい立場にある。この点、宮島、小杉先生のご指摘のとおり、今後病理、造林等の研究者の協力を願って、総合的な研究の推進を希望する。

宮島 先ほど吹上浜の話がでたが、吹上高校のそばのマツ造林地で数年前、鹿大石窪先生が、餌木を設置されたが、当時数本の被害木があったがその後被害はでていない。また吹上の南のつづきで単木的な被害はでるが大きな被害がでない林分がある。これらの林分を考えると前述の安定した林分ではないかという気がする。

司会者 安全性の高い林分ということは、今後の研究の重点でもあるから、安全性の条件をもっと具体的にしたい。たとえば成長の大きい林分が安全といえるかどうか。

小杉 詳しいことはいえないが、成長が盛な林分だからマツクイムシに安全だということはいえないようだ。従来からいわれるように衰弱木だから、マツクイ虫に弱いということは必ずしもいえない感じがする。

司会者 この点について鹿児島県の川端さんに。

川端克己 (鹿児島県林試) 今年の塩害地についてだが、8月1日の台風のあと生理的に衰弱によると考えられる被害木がでていますが、東向きの斜面に非常に多く、上の平坦地には被害がでていないことを観察している。

石窪 繁 (鹿児島大学) 小杉先生は、カミキリ、ゾウムシ型の被害が90%に達すると報告されており、幼令林ではそうだが、向春、秋口ではクイムシの被害も相当ある。これに関連して、90%についての基礎を説明されたい。また、先ほどの問題となった虫が媒介する生理障害、たとえば青葉菌による障害ということは今後の研究の重点の1つと思うが、ポピュレーションの研究はもちろん重要だが、そういうものの媒体としての10%のクイムシはさらに見なおさるべきだと思うかどうか。

小杉 90%は実は、前任者小田技官の報告によるものである。先生のご指摘も重要であるが、カミキリ、ゾウムシ型を考えたい。理由の1つは小田技官のいうような生態的な考え方であり、個人的には系統論的な考え方をもっている。すなわち、カミキリ→ゾウムシ→クイムシというように進化したものであって、カミキリは虫の立場からいえば主体をなすもので、衰弱木に関しても広く入りうるものだと思う。クイムシはそれとは逆に密度効果にも最も弱く入る範囲もせまいのではないかと思う。わたくしも北海道ではクイムシを重視したが、九州ではクイムシの比重をおとして考えたいと思う。

司会者 前述の安全性と関連して安全ということについて、たとえば青葉菌の導入ということも考えるべきだということでしょうか。

石窪 幼令木の場合ではカミキリ、ゾウムシと考えてよいが、老令木あるいは大径木の場合、ことに向春、秋口の被害では、クイムシが優占種であることがあり、枝条部にあるクイムシによる青葉菌等の生理障害があることを観察しているということである。

小杉 ごもっとものご指摘ですが、われわれは逆の

場合を考えている。大径木の場合、キクイムシが入っていることは確かであるが、その侵入の時期を考えると、カミキリ、ゾウムシによる生理障害がおこった後にキクイムシが侵入したのではないかと考える。たとえば茂道松の被害調査ではそういう観察をしている。

司会者 生理障害が先行するという考え方でですか。

小杉 大径木の場合、そういうことがあるのではないかとということです。

司会者 安全性の低さということが、前提条件であるとしても、ある虫の侵入によってそれが急速に悪化するという議論になったのですが、これについて実践の側からご発言を願います。……別にないようですから安永報告に対するコメントとして鹿児島林試の川端さん。

川端克巳 (鹿児島林試)成虫がきわめて短期で脱出する場合があります、それが他の立木に侵入する前に誘殺する必要があります、そのため誘引物質として安息香酸やその誘導体がきわめて有効であるということです、その実用化がはかまわっている点についておたずねしたい。第2に餌木誘殺法をも含めて誘殺法は、被害木処理後の補助的な方法だと思うが、誘殺する場合の被害程度、その時期、方法についておたずねしたい。第3に、秋口の被害量が多いので秋駆除が終ると放置されることが多い。そしてシラホソゾウムシは脱出するが他の者は、冬期間越冬のため樹体内にとどまり移動しないので、シラホソゾウムシは冬期間餌木誘殺を行なう方法もあるので、冬の処理についておたずねしたい。

安永 第1点について誘引物質は最近発見されたばかりで、これの有効な利用には個体生態等の知識が必要なので、実用化には、なお時間を要すると思う。第2点については餌木法(誘引剤も含めて)は、補助的手段であり予防的見地から行なわれる。その前段として懸命の駆除にもかかわらず被害が減少しない原因として、駆除したときはすでに虫が出ており、新しい寄主木はまだ変色していない場合、あるいは薬剤駆除の際上側からは充分散布するが下側の虫には好適な条件のところは、見おとされ結局虫を逃しているという懸念が大きい。それでの確な実行と並行して被害木以外に潜在しているものの駆除ということが餌木、誘引剤の考え方だと思う。それから時期については、九州の害虫では3種類が重要だと思うが、それぞれ生活史がちがうので、実行についてはまず優占種を見わけることが必要である。それは少し変色したものを犠牲伐して剥皮調査すれば、その林分の優占種がわかるのでその生活史にてらして脱出前に餌木を設置することにな

る。そこで場所毎の観察が重要となってくる。従って餌木は産卵期までおけばよいという考え方になる。方法には伐倒のまま、あるいは玉切等いろいろな方法があるが、それは大差ない。それから先端地の微害地に有効だと思う。秋口の被害がおくれるということであるが、とくに6~8月期のわずかな変色の時期の駆除が最も重要で、それを逃がすと秋の被害が大きと思う。従って春から秋までの間に、とびだす虫については充分注意し越冬に入ったものは3月の脱出まで完全に駆除し残るのは餌木、誘引剤で誘殺することとをくりかえせば遠からず被害は減少すると思う。

司会者 小杉さんが行なっている誘引剤の試験について。

小杉 ポピュレーションの推定に使うという考え方で誘蛾燈式の誘引器で実施している。それは1日数10頭程度誘殺したが、現在薬剤のいろいろなコンビネーションで試験しているが1日5頭前後でポピュレーションの推定にもなお研究を要すると思う。端的にいえばおなミスされた物質があるのではないかとも思う。

司会者 誘引剤開発には、かなり消極論があるが、それは「性」誘引剤開発の困難を念頭においての議論ではないかと思う。それには確かにバージンのメスを数万数十万用意しなければならないし、それからえられる10ミリ前後の物質の構造を決定するという難しさがある。しかし、こんど場合はマツが含んでいる誘引物質の確定ということで、はるかに困難性が少ない点に留意しなければならないと思う。

安永 誘引剤の研究は実験中にも蒸気圧の違いで匂いが発散してしまったり、そのために濃度関係がぐらついたりする。また虫が距離的な関係で誘引物質が変わるのではないかというような未解決の課題もあり難しい点はある。マツから精晶として抽出できればその構造決定はできるが、結晶しないものについてはいろいろ困難があるし、数種類は確定できたが、実験の過程でミスしたものがあってもわからない。

司会者 安永さん、天敵問題についての可能性は。

安永 天敵については、辛うじて19種類ほどわかっただけで農薬との組合せというような問題があるが、まだ天敵の生活史とか、発生数は多いがそれを他に移入して定着するものかどうかというような実用段階の問題が、なお未解決で残されているのでなお研究を要する。方向としては、さらに有力な天敵をさがしてそれをどうして増殖するか(3つの方法がある)等を研究し、実行の面では天敵を無視したやり方ではあるが、天敵利用の前提として徹底した駆除によって害虫の密

度を下げることが必要だ。その上で、それと並行してそこでの有力な天敵を他の場所で増殖して駆除後に天敵を入れるということしか現在では考えられないのではないかと思う。

石窪 天敵の種類についてであるが一番厄介なマツノマダラカミキリについて寄生蜂のなかで先にあげられたもののなかで、確実につくと考えられるものがあるかどうか、もう一つは、ゾウムシの方でもクロキボシゾウムシ、キボシゾウムシ類には、寄生蜂も相当つくようであるが、肝心のシラホシゾウ属についてはわたくしの観察では確かなものが見当たらないがその点どうか。

安永 カミキリに対する寄生蜂は九州全体で40数ヶ所の資料によったがただ1ヶ所で、わずか1種しかない。ゾウムシ関係の寄生蜂では6種類あるが、これもただこの程度の個体数があつたというに過ぎない。

司会者 一般論ではなく、せん孔虫に限った場合、天敵利用の可能性は世界的に石窪先生どうでしょうか。

石窪 はっきりしたことはいえないが、前提として十分な駆除が行なわれて後に、その後のバランスは有力な寄生蜂が見つければ可能だと思う。ことに厄介な第1次加害虫についての天敵はわかっていないような気がする。

只木巳也 (林試九州支場) 昆虫研究者に聞いたところでは、ある年に大発生すると次の年にはさらに被害が拡大するかといえはそうはならない。それは初めの人口法則の式でわかるが逆に90%駆除されたとして残された10%はきわめて大きい増殖率を示すという。誘引剤、天敵を使っても100%駆除は困難だろうが、どの程度の残存率ならばよいのか。

小杉 ことに食葉性害虫については、環境抵抗ということで、理論的には80~90%になると思う。しかし、マツクイ虫の場合樹皮下の環境抵抗という考え方をいわねばならないし、そうすれば閉鎖環境下の抵抗ということで何%というように割切るわけにはいかないと思う。

司会者 きわめて通俗的な言い方ですが、絶滅することは困難だが、ある程度存在するが、それが猛威をふるうには至らない程度をねらうということで、それは食葉性の害虫の場合の程度とは違うということでしょうか。……別にご意見がなければ吉井報告に対するコメントとして長崎県の七条さん。

七条 滋 (長崎県) 最近国有林が技術的な防除法を実施されていることには敬意を表しますが、民有林側と

して、その良い点を採用したいということで検討しますと、若干の疑問もありますのでおたずねしたい。第一点は、1つの寄主から新しい寄主へ移ってゆく過程としての時期と範囲の問題、第二は、森林経営と虫害予防との関係をどういう時点で考えておられるかということです。まず第一点の時期について、早期発見、早期駆除が鉄則であることはもちろんですが1匹も虫がでないうちということであれで葉色のわずかに変化した時期の発見ということで、厳密な調査を要し民有林としては困難である。広い範囲の国有林の場合、実際にはどのような調査をされるのか。小田技官の説明では、冬前に脱出するのはシラホシゾウの一部で冬期間は被害木のなかに、シラホシゾウ90%、キヒロコクイ75%が未脱出していると報告されている。そうであれば冬期間の駆除は重要であろうし、早期発見が困難であれば冬期間駆除を徹底すれば、被害を減少できると思う。つぎに被害木の周辺の健全木についても駆除されているが、それは一部の虫の脱出を想定し、それが附近の立木におるということを前提とされているのか範囲の問題としておたずねしたい。つぎに、予防が重要なことには異議ないとしても、これと経済性との関連を森林経営の観点から民有林としては考えざるをえない。経済林には、あてはまらないとも考えている。長崎県としては、保安林的なもの、風致林的なものは是非ともマツを残さねばならないと考えて、こういうものに限定することになっている。経済林については、人工造林地において周囲の状況から見て、2~3年予防をつづければそれ以後は安全だというものに限って予防事業を行なっている。国有林では経済林についても、利用伐期令以前についても行なっておられるようだが、とくに利用伐期前のものについては経済性をどうように考えておられるのか。それから実行の時期であるが一応伐倒をやる8~9月に同時に予防をやられるようだが、予防と駆除を区別して考えれば薬剤の残効性の問題との関連で時期は一致しないと思う。長崎県では4~5月を予防事業の適期と考えているが、この点はどうか。またT7.5の残効性をどう考えてこの時期にやているのか。

吉井 早期発見だが虫1匹も、のがさないということは考えていないしできないと思う。従来のはわたくしの観察では、色が変わらなければキクイムシ、カミキリ以外の虫でそれが侵入していることを見付けることはできない。したがって早期発見というのは、マツの色が変わって色あせないしは黄色になったということではないと思う。食葉虫のマツカレハの場合は全林に現われ

るが、マツクイ虫の場合は単木的にでてそれが枯れる。そこで色が変わったらすぐに伐倒駆除するよう指導している。なるほど、シラホソゾウは5～6月に産卵したものは8月中旬から9月下旬にかけて成虫となって外にでるわけだが、それは全部ではないと思う。実際問題として変色前に木に登ってキクイムシの侵入孔を見つけることはできない。たとえば虹の松原では変色したら、すぐ駆除することを勵行しているが、その結果被害を絶滅することはできないが、山地に比べては格段の成果を収めている。宮崎の一つ葉海岸林についても上の方法で現在 ha 2 本程度の被害にとどまっている。鹿屋営林署毛無原海岸林も終戦直後上の方法を強行した結果被害をくいとめることができていた。冬期駆除の問題であるが、キヒロコクイは年数回シラホソゾウは2回といわれるが他のものは年1回である。シラホソゾウは5～6月に産卵したものは8～9月には大半でてしまい、それ以降産卵されたものは幼虫で越冬するものが90%程度だということで、これについては冬期駆除が重要だと思う。しかし、冬期駆除のみを考えるとそれ以前に脱出したものをミスすることになり、枯れはむしろその方が多いとも思える。この意味で9～10月と1～2月の2回駆除命令がでるが、やはりこの時期に駆除を徹底することが大切だと思う。それから予防の範囲であるが全面的に予防を実施しているのは直方、鹿児島、川内営林署の海岸保安林だけで高い木だから動力噴霧器を使っても困難なのが実情である。他のところでは被害木1本に対して周囲の10本に予防事業を行なっているが、これは39年以降の2,300本の被害木を調査したら1本が枯れると次の年位に隣りが枯れていくという傾向があったのでどれが枯れるかは、はっきりしないが一応上の基準を採用している。そして予防した木だけは残るしもしそれに虫が侵入すれば殺すことができるという考え方なのである。T7.5が1年以上（1年半ともいわれるが）の残効性をもつことは確かである。従って虫が入っていない場合を考えれば3月までに予防を行なえばよいということになる。高さ4 m位までの林分では撒布が可能だし、全面撒布を試験した結果では除伐してクロキボンゾウが沢山でていた林分であったが全く被害がでていない事例がある。しかし1 ha 2,000本とすると1本2ℓで薬代だけで12万円かかるという問題がある。時期としては、3月が最適であるが当該木の推定が困難であるので、国有林では駆除と並行して行なうということである。

七条 被害木の周囲を重点的にやっているのは、虫が

そう遠くにはいかないということか。そのデータは。

吉井 若干のデータはもっているが、枯れ方の一般の型からそう考えてよいと思っている。

司会者 国有林の方法はマツクイ虫に関する全ての知識を、もうらしての現在最高の方法の1つだと思うが、これを中心とした総合的なご意見を。

渡辺真敏 (熊本県) 現在法改正が考えられているが、国有林の場合に準じて民有林についても、健全木をも含めてマツ全部の皮付丸太の移動禁止、あるいは製紙工場等の固定土場における防除の義務づけというようなことが必要と思う。

吉井 現在のような激害の下では、健全木でも伐採後1週間もすれば虫が侵入するのでご指摘は当然と思う。なお健全木であっても、末木枝条と根株の薬剤処理についても国有林同様一層注意することが必要と思う。

塩谷 勉 (九州大学) 国有林の被害の経過を見ると、20年位のサイクルがあるようなのだが、これは駆除の強化の結果なのか、それとも虫自体の自然的なサイクルなのか。

吉井 環境抵抗の問題もあるかと思うが、やはり駆除の強化、停滞の関係が大きいと思う。長くなれば惰性的な駆除となり、つぎにそれに活をいれるということである。

司会者 虫害と立木の抵抗性ということは、やはり1つの問題のようですが九州の激害と造林事情についての総合的なご意見を九大の佐藤先生にお願いします。

佐藤敬二 (九州大学) 研究実績を持たないが、皮相な感じだけを申述べることが許されるならば、次の5点を私見として申し上げたい。

第1は樹種の問題であるが、海岸防風林などは別として、一般林地では可能な限り、マツの代りにヒノキを植えるようにしたい。とくに耐瘠地性ヒノキや耐乾性ヒノキの育種を進めて、ヒノキの造林を相対的に拡大したい。材の単価からいって、成長量が仮りに3分の1でもトントンになる勘定である。

立地条件のうえから、マツのほかに適当な樹種がない場合に、マツを採用することは止むを得ないと思うが、成るべくその集団面積に制限を加えることは、当面の問題として、とくに九州のような暖地では必要ではあるまいか。例えば風衝地は広葉樹林に委ねるとか、マツの造林地には広葉樹林帯を挟むとか、一定林令以上のマツ林にはヒノキを下木植栽するか或は広葉樹の下生えを育成するとか、工夫の余地があるように

思われる。混交林の場合でも、点々とあるマツがやられることは、日常目撃するところで耐虫性があるとはいえないが、土地利用の点から経済的な打撃を小さくするためには、混交林造成や下木植栽も一考に値するというべきであろう。

第2は品種の問題である。マツの耐虫性品種の育成は今後の課題であるが、容易ではあるまい。マツ地に適するヒノキの品種の育成の方が容易だと思う。この方はクローンの育成がきくからである。

しかし、さきに宮島さんの述べた九大演習林の実例であるが、アカマツ、クロマツが産地によって明らかに被害の程度を異にし、東北その他遠隔地産のマツほど被害程度が著しかったことは注目に値することで、抵抗性品種の選抜も全然望みなしとはいえない。

第3は林木の栄養状態をよくして、つねに樹勢を旺盛にしておくことである。外国の文献にも屢々述べられているが、樹勢が旺盛で樹脂の分泌が良好なことは、やはり虫との戦で有利ではないかと推察される。熊本県芦北地方のマツが成長旺盛で葉の緑色が特に濃いのは、その原因の一つは木場作にあると想像されたが、木場作が広く行なわれた時代には不思議に被害が少なく、最近木場作が2割程度に狭められるに至って虫害が殖えたように見えるが、私の感じがいに過ぎないだろうか。

第4は予防駆除の総合的実践である。駆除にキメ手のない現段階では、皮付丸太の移動禁止、傷害木、衰弱木の除去、末木、枝条、残材の完全処理、枯死、頻死枝の枝打、伐株の完全処理などの消極的方法と併せて、積極的に餌木利用、殺虫剤散布、誘引剤利用、天敵の応用など総合的に、しかも連け的に実行することが必要といえるだろう。

以上述べた生物的な方法や化学的な方法のほかに、物理的な方法としての「放射能利用」例えば放射線に

よる殺害若しくは不妊化などは、考えられないものだろうか。夢のような話ではあるが。

第5は、早期発見、早期処理の一斉励行であるが、これがマツ材の価格との関係で、民間では、言うべくしてなかなか実行困難だというのが現状であろう。

その徹底を期するためには人間の社会における「公衆衛生的な処置」と同様な立場から、国の直営による強行——一部の負担金は所有者から徴収するとしても——という断乎たる措置を講ずる以外に、この慢性化した虫害を絶滅する途はあるまいと思う。

対馬から猪を一匹残らず消し去った故事を、そしてその恩恵が今も続いている事実を、われわれは学ぶべきではあるまいか。

司会者 長時間の討議をつづけて参りましたが、結論は誠に残念ながら九州林業の壁はいぜんとして厚くかつ固かったということであったと思う。虫を中心にこれまでの研究はすでに相当に高い水準に達しており、駆除の方法としての薬剤開発も常識的な水準の効果を収めているといつてよいと思う。しかも激害は去らず、その厚い壁の前で当惑せざるをえないのが実情である。その当惑のなかからわれわれを第2段階の研究に進む必要を痛感するし、それはきわめて広い視野から多方面からのアタックとならざるをえないことをこの討議を通じてあらためて認識した次第です。従って今後の研究においては昆虫とは限らず病理、生理、化学、造林等諸般の研究者の総力をあげての共同動作が期待される次第です。そして第2段階の研究はおそらくさらに輝かしい成果を収めることでしょうが、それがどのようなものであれ、駆除の徹底→虫密度の低下が前提条件となるということにはご異議ないと思う。という意味で「徹底した駆除がなによりも先決」ということを再確認してこの討議を閉じます。