

上賀茂試験地におけるマツノマダラカミキリの 2年1世代虫の羽化消長について

中井 勇・二井一禎・古野東洲

ま え が き

マツ枯れの病原体マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus* STEINER & BUHRER, 以下センチュウ) の運び屋, マツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus* HOPE, 以下カミキリ) の動態に関しては, これまでに全国各地において数多くの調査, 研究が行われている^{1,2)}。筆者らも京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地 (約50 ha) で発生するマツ枯れについて, 過去20数年間の被害推移や駆除方法, カミキリの動態, あるいは保持センチュウ数などマツ枯れ防除対策を確立するための基礎問題を検討してきた^{3,4,5,6,7)}。

本試験地では天然林での被害木は毎年伐倒, 薬剤散布処理を施し, 人工林にあっては枝条も含めて被害木を搬出し, 焼却処理を続けている。従って基本的には林内にカミキリの発生源が存在しないはずであり, 被害の発生は少ないはずである。にもかかわらず, 今日もおお毎年約1,000本, 約300㎡余りのマツ枯れが発生している。これにはマツ枯れ木が完全に駆除されていない試験地周辺地域の林分からのカミキリの飛来や薬剤散布効果が十分でなかったこと⁴⁾が原因となっていると考えられるが, 現在の駆除対策の網目をくぐる何等かの要因が介在する可能性も考慮しなくてはならない。

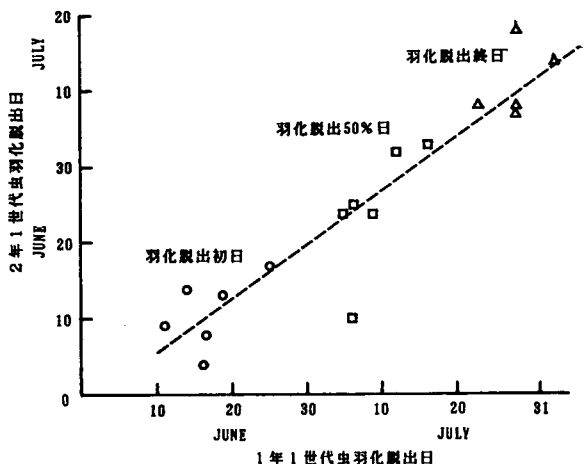
これまでの本試験地での冬期処理時において被害材の樹皮下にかなり多くのカミキリの幼虫が確認された。このことはこの時期になってもなお, 材内に穿入し蛹室を形成するという一般 (1年1世代虫) の越冬形態をとらずに樹皮下で越冬しているカミキリが存在することを明かにしている。樹皮下越冬した幼虫は2年1世代の生活史をたどることが知られている¹⁾。これを確認するために, 被害材を1年1世代虫の羽化脱出後も引続きケージに保管し調査を継続したところ, 産卵2年後の夏にカミキリの発生をみ, それらがマツノマダラカミキリであることが確認された。

上賀茂試験地でのマツ枯れにこの2年1世代虫がどのように関与するかは明らかでないが, 現行のマツ枯れの防除, 駆除対策に存在するかも知れない盲点について何等かの手がかりがつかめる可能性がある。

本報告ではこのような趣旨にそってマツノマダラカミキリ2年1世代虫の羽化消長に焦点を合わせ, 過去7年間の発生記録を取りまとめたものである。本論に先立ち, 本調査には当試験地職員の協力のあったことを記しておきたい。

Isamu NAKAI, Kazuyoshi FUTAI and Tooshu FURUNO

On the emergence of twice overwintered Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* HOPE, at Kamigamo Experiment Forest Station of Kyoto University



図一 カミキリの1年1世代虫と2年1世代虫の羽化脱出日の関係

残りの47.3~54.2%，平均で51.4%が雄であった。このうち1年1世代虫における雌成虫の比は平均で46.5%，2年1世代虫では平均で58.8%であり，その性比には12.3%あまりの差が認められるが，捕虫個体数の多少を考慮すれば1年1世代虫と2年1世代虫の性比には有意の差がないものとみてよからう。

2) 羽化脱出時期

羽化脱出時期は年度による変動があり，調査した7年間の資料に基づくと，1年1世代虫の羽化初日は6月2日から26日，50%脱出日は7月5日から16日，終日は7月25日から8月2日までの幅がみられる。一方，2年1世代虫の脱出は初日が6月4日から17日，50%脱出日が6月10日から7月3日，終日は6月30日から7月14日までの範囲であった。1年1世代虫と2年1世代虫のそれぞれの脱出日を図一に示した。この図はそれぞれ同じ調査年度における羽化脱出日を比較したもので，年によるバラツキはあるものの，脱出初日では約1週間，50%脱出日では約2週間，終日では3週間余り2年1世代虫の脱出が早いことを示している。しかしながら，捕虫個体数の多少により脱出日の分布に偏りをもたらす可能性が考えられるため，もっとも捕虫数の多かった1987年の被害材での1年1世代虫と，1986年の被害材からの2年1世代虫のいずれも1988年における調査結果を比較した。これによると2年1世代虫の方が脱出初日で3日，50%脱出日で4日，終日で7日早く脱出している。このように今回の調査から上賀茂試験地では2年1世代虫の脱出は1年1世代虫に比べて約1週間余り早く始まり，短い期間に羽化が集中することが明らかとなった。

考 察

カミキリの2年1世代虫の発生については，岸³⁾，吉田⁸⁾他多くの研究者^{9,10,11,12,13,14,15,16,17)}によって調査報告されている。これらの報告によると，カミキリの産卵時期が遅れた場合や冬の到来が早かったために孵化した幼虫が十分発育する前に冬を迎え，蛹室を形成することができぬまま樹皮下で越冬し，翌春暖かくなるとはじめて材内へ穿入するものが2年1世代虫の生活史をたどる

とされている。そのため2年1世代虫は暖かい地方ではほとんど発生せず、寒い地方に向かうほど多く発生することが知られている。このように幼虫の発育経過に対して相対的に早く到来した冬の低温が2年1世代虫を誘起するものと理解される。

上賀茂試験地で調査した2年1世代虫の総発生数は年度により差があり、総脱出数に対して4～40%の変動を示した。2年1世代虫の発生機構を明かにするには、越冬前の被害材の樹皮下での幼虫数や材内への穿入幼虫数を材ごとに調べておく必要がある。しかし、本調査対象木は継続した調査計画下にあったため、年度途中で割材して調査することができなかった。そこで、1991の9月下旬に1年1世代虫が脱出し終えたアカマツの被害材を割材して材内の幼虫数を調べた。調べた被害材は39本で、平均の長さは110cm、中央直径は13cmであった。それぞれの丸太には1～36個、平均すると13.5個の穿入孔があった。1年1世代虫の脱出孔は被害丸太の36本(92.3%)でみられ、平均6.5個の脱出孔で、脱出率は48%となる。割材により材内幼虫数を調べたところ18本の丸太で、 1.9 ± 1.4 頭の幼虫が確認された。

また、別途調査のため準備されたチョウセンゴヨウ (*Pinus koraiensis* S. & Z.)被害木について1989年と1990年の4月に同様の方法で調査した。調査対象木は、長さ1.2m、平均中央直径10cmの被害丸太72本であった。これら丸太の総穿入孔数に対する1年1世代虫の羽化脱出孔数の率は35%であり、2年1世代虫となるであろう穿入幼虫は調べた丸太の48%(35本)で、材1本当たり1～12頭(平均 2.8 ± 2.9 頭)確認された。なお、残る52%の材には幼虫は存在しなかった。

今回のアカマツ材からの1年1世代虫の脱出率の結果は(48%)、すでにアカマツの被害丸太で調べられた平均脱出率(25%)⁴⁾よりたかく、チョウセンゴヨウでの結果はこの中間の35%であったが、この差は年度あるいは被害丸太間でのバラツキとみてよからう。

割材によって確認された幼虫すべてが成虫となって羽化脱出することはなく、一部は生理死、あるいは捕食などによって減少するであろう。そこでその死亡率について検討してみた。調べた2年1世代虫となるであろう幼虫数は羽化脱出した1年1世代虫数に対して、アカマツでは13.7%、チョウセンゴヨウでは10.4%であり、この平均値で約12%である。一方、アカマツ被害材を対象に実施した1988年と1989年の調査結果によると、1年1世代虫の脱出数に対する2年1世代虫の羽化脱出数は5.4、5.3%であった。これらの値を比較すると、材内2年1世代幼虫の約半数が、成虫となつて脱出するまでに何等かの原因で死亡していることになる。各被害丸太ごとの調査結果を概観するために総穿入孔数と1年1世代虫の脱出孔数を平面上の2つの軸に、材内幼虫数を縦軸に表した3次元図上にプロットした(図-2)。

この7年間の調査期間における2年間にわたる各被害材からの成虫の発生には典型的な3つの羽化脱出消長がみられる。すなわち、1986年の被害材では総脱出数に占める2年1世代虫の割合が著しく高く、逆に1987～1989年の被害材ではその割合は5%以下ときわめて低かった。また1984年の被害材はこの中間の値を示した。ここではこれら3つの典型的な羽化消長が生じる要因について検討した。まず、これら3年(1984、1986および1987年)のデータを比較するため図-3を表した。ここでは1年1世代虫とそれにつづく2年1世代虫の羽化消長を連続的に描くため2年間の総脱出数を100%とし、各脱出時期ごとにそれまでの積算脱出数を総脱出数に対する比率として表している。この図から明らかなように、1984年の被害材からは翌年の6月2日に1年1世代虫の羽化脱出が始まり、比較的緩やかな羽化消長を辿りながら7月30日にこの年の脱出が終る。続いて翌1986年の6月9日に2年1世代虫の羽化脱出が始まり、7月7日にはすべてのカミキリの脱出が終る。同様に1986年の被害材では1年1世代虫の羽化脱出は翌年の6月16日に始まり、7月25日にはこの年の最終羽化脱出が記録され、つづく1988年の6月13日には2年1世代虫の脱出が始まり、7月18日に脱出が完了している。また1987年の被害材からは、総脱出数の

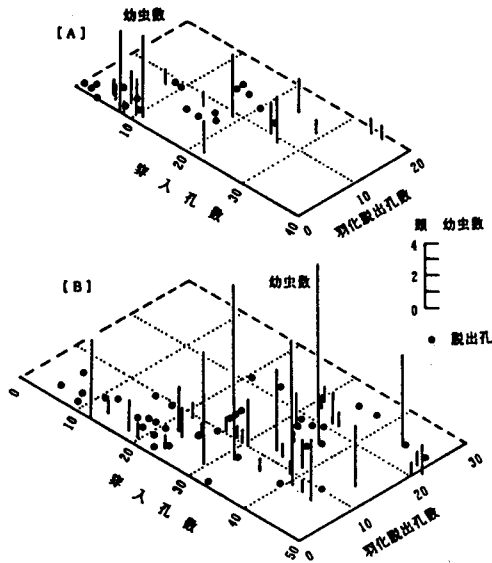


図-2 アカマツ [A] とチョウセンゴヨウ [B] でのカミキリ繁殖材における穿入孔と羽化脱出数および材内幼虫数の関係

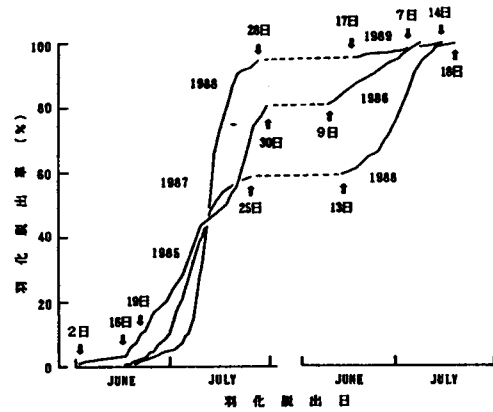


図-3 典型的な1年1世代虫と2年1世代虫の羽化脱出率

95%の成虫が1年1世代虫として1988年の6月19日から7月28日の間に羽化脱出を終え、残りの5%ほどの成虫が翌年の6月17日から7月14日の間に2年1世代虫として羽化脱出したにすぎない。

カミキリが産卵対象とする木は病原センチュウの感染によって樹勢の衰えた個体である。羽化脱出したカミキリは健全木の若い枝に対して後食を続けることによって生殖的に成熟し、その年の羽化脱出消長がほぼ90%に相当する時期にその年の最初に脱出したカミキリが産卵行動を開始するとされている。一方成虫の産卵に必要な発育零点は 21.3°C であるとされている。すなわち、 21.3°C 以上の気温条件下ではじめて産卵が可能である。図-4にはカミキリの羽化脱出率が90%に達した日を起点としてそれ以後の日平均気温の推移をプロットし、さらにその気温の変化を曲線で回帰した。すなわち、1984年の産卵開始時期は7月17日であり、1986年のそれは7月15日、1987年は7月16日でほとんど差はない。破線はカミキリの産卵に要する発育零点を示しており、回帰された曲線との交点までの期間産卵が可能であることを示している。この交点に相当する日は1984年と1987年の場合は9月24日で、1986年は9月25日になる。つまりこれらの日以後の気温は産卵発育零点を下回ることになる。この図から明かなように、この3年間のデータの間には産卵最終日に大きな差はない。

孵化は短期間に起こり、普通幼虫は秋には材内への穿入を開始し、蛹室を形成してそこで越冬する。孵化から越冬までの幼虫の発育零点は 12.5°C であることが明かにされている¹⁷⁾。これに基づき、図-5では10月1日から12月20日までの期間中の平均気温の推移を表し、これを曲線回帰した。破線は幼虫の発育零点 12.5°C を示している。上で述べた産卵期間の場合と同様に、回帰された曲線と破線との交点までの期間が幼虫の発育期間に相当している。この交点に相当する日、すなわち日平均気温が幼虫の発育零点を下回る日は1984年(11月7日)と1987年(11月9日)ではほぼ同じ日であるのに対して、1986年(10月24日)では2週間余り早く、この年には冬の到来が

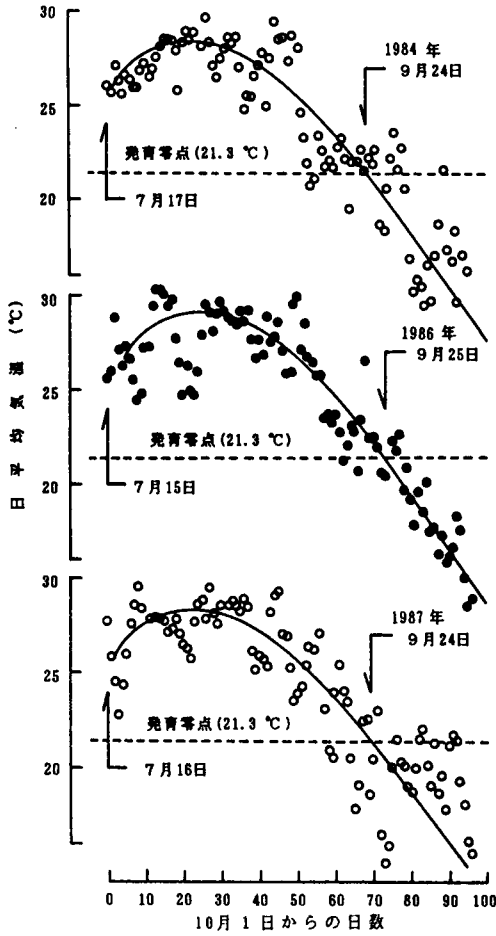


図-4 羽化脱出率90%に達した時点からの日平均気温の変化と産卵期間の関係

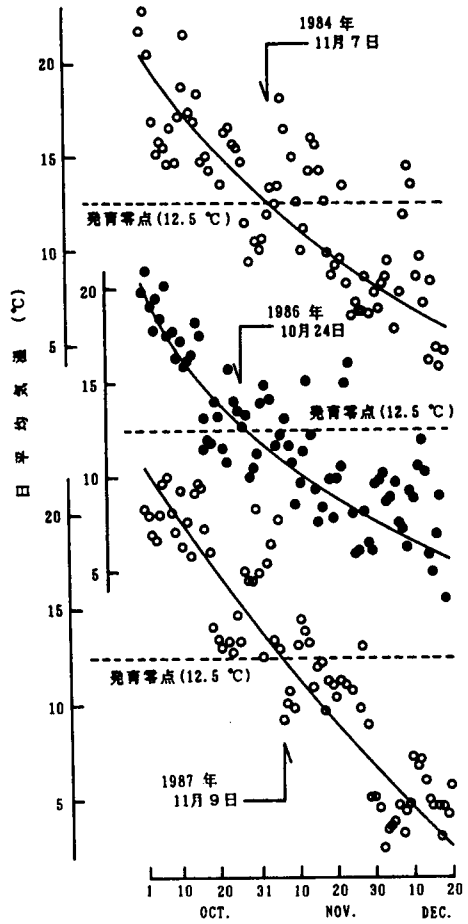


図-5 10月1日を起点とした日平均気温の変化と幼虫の発育期間の関係

他の年度より早かったことになる。このように冬の到来が早くなると、幼虫の発育期間が短くなり、材内への穿入、蛹室形成が不可能なまま樹皮下での越冬を余儀なくされるようになるものが多数発生することになると推測される。このようにして樹皮下越冬した幼虫は翌春になってようやく蛹室形成に至るが、その年のうちには羽化できずさらにもう一度越冬して2年1世代虫となる。以上のように1986年の早い冬の到来は、1988年における多数の2年1世代虫の発生をうまく説明することが可能になった。

あ と が き

上賀茂試験地におけるカミキリの2年1世代虫の発生について7年間にわたって調査した結果、総羽化脱出数に占める2年1世代虫数は年度により大きく変動し、その値は4.4~40.7%であった。上賀茂試験地の年平均気温15°Cの環境下では産卵時期が、年度により異なる初秋の気温

によって制御され、しかも冬の到来の早晩によて幼虫期の発育期間が左右されることが明かにされた。2年1世代虫が持ち出すセンチウ数やその病原性については明らかでないが、従来から2年1世代虫がもたらすマツ枯れ被害については注意を促す見解と無視しても差し支えないとする両極端の見解が述べられている。従って、今後上賀茂試験地におけるこの2年1世代虫の発生がマツ枯れにどのように関与するかをその羽化消長を踏まえてさらに究明する必要がある。

引用文献

- 1) 岸 洋一：マツ材線虫病—松くい虫—精説。292pp. トーマス・カンパニー 東京。1988
- 2) 林業科学技術振興所：森林病虫獣害防除技術 352pp. 全国森林病虫獣害防除協会。東京。1982
- 3) 二井一禎・中井 勇・吹春俊光・赤井龍男：マツの材線虫病の感染源に関する生態学的研究（Ⅰ） 枯損アカマツ樹体内における病原線虫の動態。京大演報 57. 1~13, 1986
- 4) 中井 勇・二井一禎・赤井龍男：マツの材線虫病の感染源に関する生態学的研究（Ⅱ） 非激害型アカマツ林分におけるマツノマダラカミキリの生態とその駆除方法について。京大演報 57. 14~25, 1986
- 5) 二井一禎・岡本憲和：マツの材線虫病の感染源に関する生態学的研究（Ⅲ）マツの材線虫病被害分布の拡大様式。100回日林論。549~550, 1989
- 6) 岡本憲和・渡辺政俊・中井 勇・古野東洲：上賀茂試験地におけるマツ枯れについて。—発生から1988年までの被害の経緯—。京大演集報 20. 26~43, 1990
- 7) 中井 勇・二井一禎・古野東洲：上賀茂試験地におけるマツノマダラカミキリの羽化消長とマツ枯れ発生の季節変化。京大演集報 22. 55~66, 1991
- 8) 吉田隆夫・近藤 聡：京都府におけるマツノマダラカミキリの生態。—自然条件下での2年1世代虫の発生とそのマツノザイセンチュウの媒介能力—。森林防疫 40. 71~75, 1991
- 9) 富樫一己：石川県におけるマツノマダラカミキリの越冬状態（予報）。石川県林試研報 10. 39~50, 1980
- 10) 奥田素男・柴田観式：マツノマダラカミキリの化性について。日林関西支講 24. 150~152, 1973
- 11) 中根 勳：2回越冬幼虫の状態とマツノザイセンチュウ保持状況。日林関西支講 26. 228~231, 1975
- 12) 遠田暢男：関東地方におけるマツノマダラカミキリ成虫のマツノザイセンチュウの保持数。日林関東支講 35. 155~158, 1983
- 13) 佐藤平典・作山 健：岩手県におけるマツノマダラカミキリの2年1世代の出現及び線虫保持数。95回日林論。461~462, 1984
- 14) 陣野好之・滝沢幸雄・佐藤平典：寒冷・高地地方におけるマツ材線虫病の特徴と防除法。75pp. 林業科学振興所 東京。1987
- 15) 在原登志男：東北地方におけるマツノマダラカミキリの有効産卵期間とマツの材線虫病。日林東北支会誌 31. 158~161, 1979
- 16) 岩崎 厚・竹谷昭彦：マツノマダラカミキリに関する研究（X X X II）—マツノマダラカミキリの産卵（1）—。日林九州支研論 33. 111~112, 1980
- 17) 奥田素男：マツノマダラカミキリの発育に関する温度試験。日林関西支講 24. 146~149, 1973