

マツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus* Hope 幼虫の 発音と成長

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者	泉, 進 岡本, 秀俊
巻/号	72巻3号
掲載ページ	p. 181-187
発行年月	1990年5月

論文 マツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus* HOPE 幼虫の
発音と成長^{*1,*2}

泉 進^{*3,*4}・岡本秀俊^{*3}

泉 進・岡本秀俊：マツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus* HOPE 幼虫の発音と成長 日林誌 72 : 181~187, 1990 マツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus* HOPEの幼虫期における発音の実態を明らかにするため、アカマツ丸木を成虫に与えて産卵させ、その丸木内部の幼虫が発生する音の聴きとりと成長調査を定期的に行った。その結果、発音は孵化後早い時期から始まり、辺材部での摂食がみられなくなるころに終わること、したがって、発音期間は摂食期間と重なることがわかった。また、発音回数には日周期性は認められなかった。日当たり発音回数は、産卵日から36日後をピークにして、その後減少した。その変化は体重・体長およびフラス排出量、樹皮下の摂食面積、ならびに穿入孔の大きさのそれぞれの変化と密接な関係がみられ、体重・体長、フラス排出量、樹皮下の摂食面積が顕著に増加するとき、日当たり発音回数が多くなり、穿入孔の大きさが急激に増加するころに減少した。

IZUMI, Susumu, and OKAMOTO, Hidetoshi: Larval sound production and growth of the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* HOPE J. Jpn. For. Soc. 72 : 181~187, 1990 To explain the sounds produced by the larvae of the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* HOPE, both sounds produced by the larvae inside logs and larval growth were observed periodically in logs of Japanese red pine (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.). Sound production started soon after hatching and terminated when the larvae started feeding less under the bark. As a consequence, larval sound production and feeding overlapped in time. No daily periodicity was found in the number of occasions when sound was detected. The number of sounds made by a larva per day peaked on the 36th day after oviposition and had a value of 4.2. It increased with increase in the larval body weight or body length, the amount of frass excretion, and the mean feeding area under the bark, whereas it decreased when the mean burrow length in the xylem increased rapidly.

I. はじめに

マツ類の急性萎凋病(いわゆる激害型松枯れ)はマツノザイセンチュウ, *Bursaphelenchus xylophilus* (STEINER et BUHRER) NICKLE^{*)}を病原生物とする感染症であること(7, 14), この線虫はおもにマツノマダラカミキリ, *Monochamus alternatus* HOPEによって媒介・伝播されること(11, 13, 16)が解明されて以来、マツノマダラカミキリについて、きわめて多数の研究成果が蓄積されてきた(6, 9, 10, 12, 15, 23~25)。しかし、本種の生態、とりわけ、幼虫期の問題は、幼虫の生活が立木内で展開されるために研究遂行が困難であることやマツノザイセンチュウを直接媒介しないために防除技術開発との結びつきが弱いことなどか

ら、成虫期の問題に比較すると研究未着手部分が多い。著者らはアカマツ, *Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC. およびクロマツ, *P. thunbergii* PARL. 異常木上における成熟期成虫の行動を研究した際、マツノマダラカミキリ幼虫が穿入、マツ樹(異常木)の樹体内で特異な発音(林内で明瞭に聴きとれる比較的大きな音で、擬音的に表記すると「ギィ」と聴こえる単位音を2秒前後の間隔で断続的に発生させる現象。経験的には、幼虫の発育にともなって音量は大きく、また、音程は低くなっていくように聴こえる)を行うのにしばしば遭遇し、この発音に大きな興味を感じた。そこで、まず、発音が幼虫の樹体内生活におけるどの時期に開始され、どの時期に終わるか、また、発音行動には日周期性があるのかどうかを幼虫の成長過程と関連させて研

*1 本論文の概要は第97回日本林学会大会で口頭発表した。

*2 マツノマダラカミキリ幼虫の生態に関する研究(I)

*3 香川大学農学部 Fac. of Agric., Kagawa Univ., Kagawa 761-07

*4 現勤務先: 大塚化学株式会社 Otsuka Chemical Co., Ltd., Naruto 772

*) 原著では *B. lignicolus* MAMIYA and KIYOHARA

究した結果について報告する。

II. 材料と方法

1. 幼虫の発音の調査

(1) 発音開始時期

1985年7月31日に香川大学農学部附属農場構内のアカマツ生立木を伐倒して長さ1mに玉切り, 8月18日~21日にケージ内で雌成虫(香川県大川郡大川町において野外採集した個体)に産卵させた。産卵後, 丸太を短く切断して小丸太当たりの産卵痕数が1個になるようにした。これらの丸太を実験室内にて管理し, 丸太内で生息する幼虫を供試幼虫とした。8月30日の正午から翌日の正午まで7本の小丸太(7頭の幼虫)を室内に静置し, 小丸太から3m以内の位置で幼虫が発する音(「ギィ」と聴こえる単位音の断続的な発生, すなわち「ギィ, ギィ, ギィ…」一つを1回の発音として数えた)を聴きとり, 記録した。

(2) 日当たり発音回数と発音終了時期

雌成虫に長さ50cmのアカマツ丸太(前記(1)の場所)で7月27日伐倒玉切り)を与えて7月31日~8月2日に産卵させた。産卵後, 丸太を屋外網室内に吊るして管理した。これらの丸太に生息する幼虫を用い, 8月16日(産卵日起算15日)から9月6日まで1週間おきに, その後11月1日まで8~16日間隔で日当たり発音回数を調査した。調査時間は各調査日の正午から24時間であり, その方法は発音開始時期の調査方法と同じであった。調査後, 丸太を剥皮・割材して生存幼虫を数えた。発音終了日は, この調査で発音回数が0となった日とした。

(3) 発音の日周期性

長さ50cmの1本のアカマツ丸太(前記(1)の場所で6月14日伐倒玉切り)に, 6月18日~19日に産卵させ, 丸太内で生息する幼虫を供試幼虫とした。この丸太を実験室内に静置し, 7月9日(産卵日起算21日)から8月6日まで1週間おきに, その後8月16日と8月23日に発音の日周期性を調査した。調査時間は各調査日の正午から24時間であり, 方法は発音開始時期の調査の場合と同じであった。また, 丸太からのフラス(木屑と糞の混合物)の排出の有無も同時に調査した。なお, 丸太には16個の産卵痕があり, 12月28日に剥皮・割材したところ, 7頭の幼虫が生息していた。

2. 幼虫の成長と摂食量の調査

(1) 成長, 摂食量および穿入孔の大きさ

日当たり発音回数と発音終了時期の調査において,

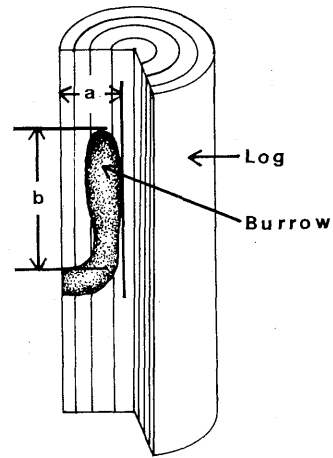


図-1. 穿入孔の大きさの測定法

Method of measuring burrow length

穿入孔の大きさ = $a + b$.

Note: Burrow length = $a + b$.

丸太から取り出した幼虫を供試幼虫とし, その体重を電子天秤(最小目盛0.1mg)を用いて個体別に測定した。体重の測定後, 幼虫を温湯で固定し, 直定規(最小スケール1mm)を用いて体長(頭部先端から腹部末端までの正中線部長)を測定した。これらの幼虫の樹皮下摂食面積を測定するために飼育丸太の辺材部表面のフラスをブラシで除去し, 摂食部の形状を透明ビニールフィルム(柘目入り)に写した。写し取った形状内の柘目を計数して樹皮下摂食面積を求めた。幼虫が穿入孔を形成した場合, その大きさ(深さ)(図-1に示した a と b の長さの合計)は, 直定規(最小スケール1mm)によって測定した。

(2) フラスの排出量

この調査には発音開始時期の調査に用いた幼虫を供試した。まず, 小丸太を1本ずつペトリ皿(直径15cm, 深さ3cm)の中に立て, 皿の中に排出されたフラスを調査日ごとに全部採取し, 電子天秤(前出)を用いてその重量(生重)を個体別に測定した。調査は, 9月13日(産卵日起算25日)から11月4日まで7~10日おきに実施し, 最後に12月26日に行った。

III. 結果

1. 幼虫の発音

(1) 発音開始時期: 本実験に用いた7頭の幼虫のうち, 3頭の発音を調査日に確認した(表-1)。この結果, 幼虫は産卵日起算11日ごろから発音を開始するこ

とがわかった。残り4頭の幼虫でも、その後観測を継続すれば発音を確認できたと思われる。

(2) 発音終了時期：幼虫の発音終了時期の調査結果を表-2に示した。幼虫は産卵日起算84日後とそれ以降には発音を行わなかった。この期間は10月24日~25日とそれ以降であった。しかし、本調査においては最後に発音を確認した産卵日起算68日以後、産卵日起算84日後までの間は調査を行っていないため、この日をもって厳密な発音終了日とするわけにはいかない。真の発音終了日は産卵日起算70日前後から85日

前後にあると考えるべきである。卵期間は、家入(3)によれば6~8日、五十嵐(4)によると8~9日とされている。これらの値をもとに推定すると、幼虫の発音期間は孵化後5日前後から70日前後までと考えられる。

(3) 日周期性(発音時刻)：1時間ごとの幼虫の発音回数とフラス排出の有無を幼虫の齢別に図-2に示す。図から明らかとなっており、幼虫の日齢にかかわらず、発音に日周期性は認められなかった。また、幼虫の発音はフラスの排出と無関係であった。

(4) 日当たり発音回数：幼虫の個体当たりの日当たり発音回数(1日間に何回発音するか)を齢別に表-2に示した(この数値を図-3~7で図示した)。個体当たりの日当たり発音回数は経日的に変化し、産卵日起算36日後(ピーク時)までは増大するが、この後は激減し、産卵日起算84日後以降は発音をしなくなった。

2. 幼虫の成長と摂食量

フラス排出量は同一個体を用いて継続的に調査した。しかし、幼虫の体重、体長、樹皮下の摂食面積お

表-1. 幼虫の初発音日
Date of initial sounds

Days after oviposition	Number of larvae	Number of larvae producing sound
10	3	0
11	1	1
12	1	0
13	2	2

表-2. 各調査日における供試幼虫数、供試丸太数、幼虫1個体の日当たり発音回数ならびに幼虫の体重、体長、樹皮下の摂食面積および穿入孔の大きさ

Number of sounds made by a larva per day and larval data

Observation date	Days after oviposition	Number of larvae	Number of logs	Larval density per log	Number of sounds per larva	Body weight (mg)	Body length (mm)	Feeding area (cm ²)	Burrow length (mm)
Aug. 16	15	10	1	10	1.3	49.9±19.4 (9)	17.2±3.1 (9)	7.0 (1)	—* (0)
Aug. 23	22	12	1	12	1.5	111.7±31.0 (10)	21.3±1.7 (9)	16.4 (1)	10.0 (1)
Aug. 30	29	5	1	5	0.8	159.7±42.0 (3)	26.8±3.5 (3)	42.5 (1)	20.0±0 (2)
Sept. 6	36	5	1	5	4.2	208.4±100.2 (5)	29.8±5.4 (5)	51.4 (1)	17.5±2.5 (2)
Sept. 17	47	6	1	6	1.5	360.3±72.3 (4)	37.4±5.1 (4)	71.6 (1)	15.0±8.4 (5)
Sept. 27	57	6	1	6	0.17	117.3±46.2 (3)	20.7±1.7 (3)	83.0 (1)	30.0 (1)
Oct. 8	68	19	3	6.33±2.05	0.05	249.7±84.7 (3)	26.0±2.9 (3)	71.5±18.4 (3)	35.0±14.1 (2)
Oct. 24	84	19	3	6.33±0.47	0	315.8±78.1 (4)	25.7±3.3 (5)	—* (0)	40.0±7.1 (3)
Nov. 1	92	13	3	4.33±0.94	0	—* (0)	30.0±5.0 (2)	84.2±34.2 (3)	—* (0)
Jan. 10	162	14	4	—*	—*	373.7±87.4 (10)	30.2±4.4 (10)	—*	57.1±9.2 (12)

表中の数値は平均値±標準偏差、括弧内数は測定標本数を表す。* 測定せず。

Note : Stated values and those in parentheses are means±standard deviations and the number of samples, respectively.

* Not measured.

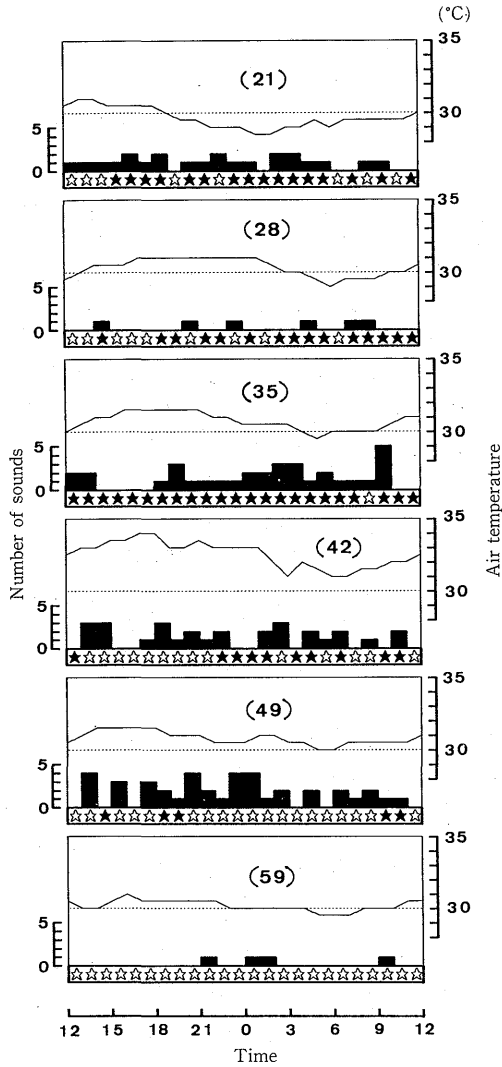


図-2. 日内の発音およびフラス排出ならびに気温
 Daily rhythm of larval sound production, frass excreting and the air temperature
 括弧内数は産卵日からの経過日数, 黒星はフラス排出, 白星は非排出を表す。
 Notes: Figures in parentheses are the number of days after oviposition. Black and white stars denote excreting and not excreting, respectively.

よび穿孔孔の大きさは調査日ごとに測定個体が異なっていた(表-2)。このため, 個体差によると思われる測定値の変動を小さくして全体的な変化の傾向を明らかにするために, 相連続する二つの調査日間の移動平均(2点間移動平均)によってそれらを図示した。

(1) 体重: 幼虫の体重の経日的変化は個体当たり

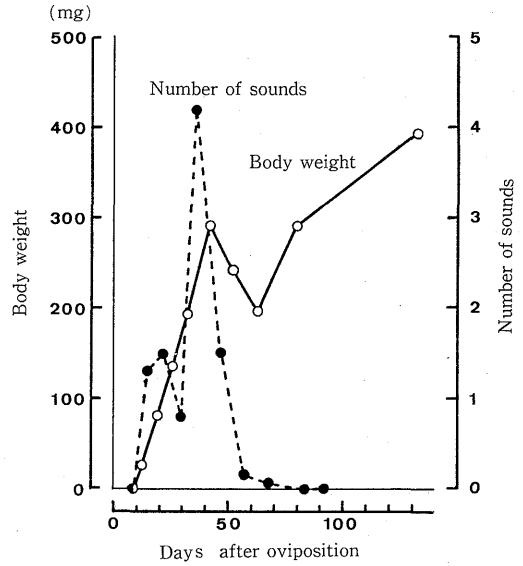


図-3. 幼虫の体重と日当たり発音日数の経日的変化

Successive changes in the body weight and the number of sounds made by a larva per day

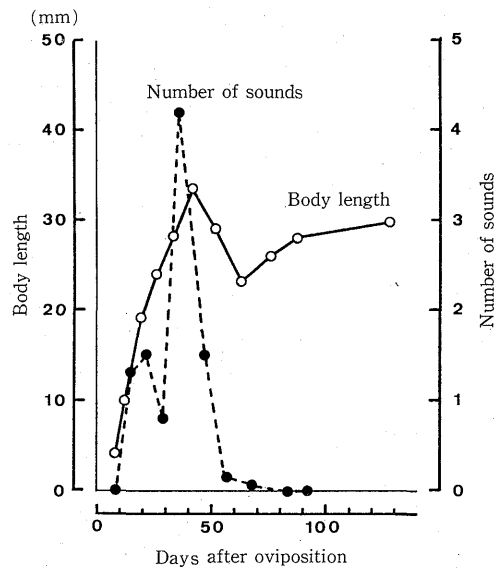


図-4. 幼虫の体長と日当たり発音回数の経日的変化

Successive changes in the body length and the number of sounds made by a larva per day

の日当たり発音回数とあわせて図-3に示した。幼虫の体重は, 孵化後まもなくから産卵日起算約40日後まで急激に増加する。その後, 体重の増加率は低下して

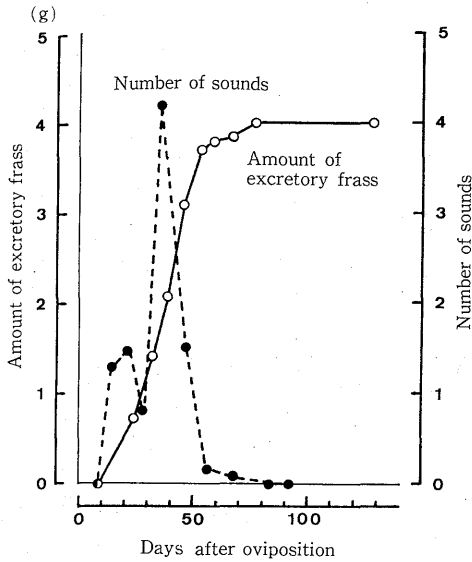


図-5. 幼虫のフラス排出量と日当たり発音回数の経日的変化

Successive changes in the cumulative amount of excretory frass from logs and the number of sounds made by a larva per day

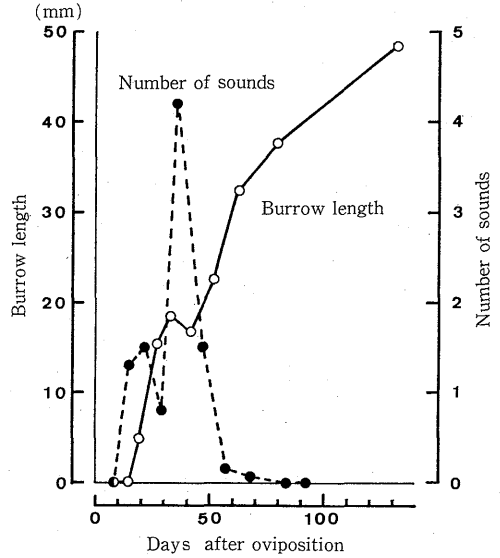


図-7. 幼虫の穿入孔の大きさと日当たり発音回数の経日的変化

Successive changes in the burrow length and the number of sounds made by a larva per day

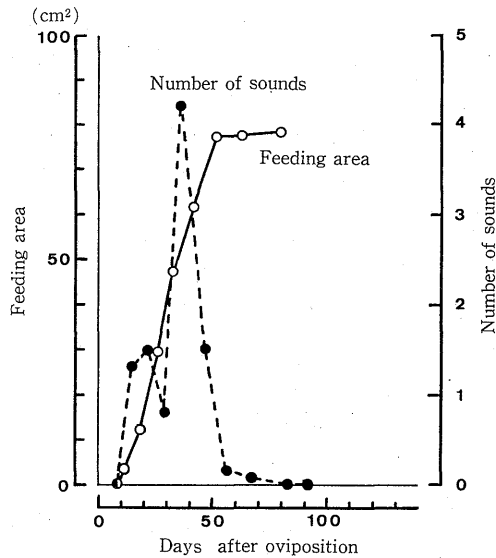


図-6. 幼虫の樹皮下の摂食面積と日当たり発音回数の経日的変化

Successive changes in the feeding area under the bark and the number of sounds made by a larva per day

いった。

(2) 体長：幼虫の体長は、孵化後まもなくから産卵日起算約40日後まで増加したが、その後はいったん縮小し、増加がみとめられなくなった(図-4)。

(3) フラス排出量：フラス排出量の経日的変化は図-5に示す。排出量は、孵化後まもなくから産卵日起算約50日後までの間は増加したものの、その後はほとんど増加しなかった。

(4) 樹皮下の摂食面積：幼虫の摂食面積の経日的変化を図-6に示した。摂食面積は、日数の経過にもなって増加したが、産卵日起算約50日後を境目として、その後は増加がみとめられなくなった。

(5) 穿入孔の大きさ：幼虫の穿入孔の大きさは、産卵日起算約50日後までは日数の経過にもなって増加し、その後はさらに増加が昂進していった(図-7)。

IV. 考 察

本種はフトカミキリ亜科に属し、同じ亜科ではキボシカミキリ、*Psacotha hilaris* PASCOEもクワ樹幹内の幼虫の発音行動が確認されている(1)。しかし、その他の種については研究がまったく行われていないので、フトカミキリ亜科のものが一般的にこのような発

音をするのかどうかは不明である。

マツノマダラカミキリの第1齡幼虫は6月から9月にかけてマツ異常木の内樹皮に産下された卵からおよそ1週間後に孵化する(3, 4)。孵化当初、内樹皮を摂食するとともに(3)、樹体外にフラス(木屑と糞の混合物)を排出しはじめる。第2齡末期になると樹皮下の辺材部表面も摂食するようになり、樹体外に排出するフラスには辺材部の繊維が混じるようになる(19)。多くの場合、第3あるいは4(最終)齡(17)になると摂食を続けながら材の内部に向かって深さ1~3 cm(2, 22)の穿入孔を掘りはじめ(この時期は孵化後約30~45日に相当する(17))、穿入孔を掘り終えるとその末端部を広げて蛹室をつくる。蛹室ができあがると摂食をやめ、越冬に入る(22)。この時期の幼虫の体重はおよそ500 mg前後である(5)。低温下で越冬した幼虫は、4~7月に蛹化し、幼虫期間を完了する。したがって、幼虫期間はおよそ10カ月前後に及ぶ。本研究で示されたように、本種幼虫の発音期間は、孵化5日後から70日後までのおよそ2カ月であるが、この期間は上述した10カ月に及ぶ幼虫の全生活期間と比較すると、かなり短い。しかし、この期間は幼虫の摂食、摂食部位の変更、穿入孔の形成開始、および齢期の更新などといった幼虫の生活にとって重要と思われる時期である。

摂食活動の指標として本研究で調査した項目は、樹皮下の摂食面積とフラス排出量である。樹皮下の摂食面積は発音期間を通じて増加しつづけたが、日当たり発音回数が増大となる少し後の時期を境目として増加の停止がみとめられ(図-6)、発音が顕著な時期を過ぎると、摂食活動が衰えはじめた。フラスの排出は発音期間中に限っており、日当たり発音回数が増大となる少し後になると排出が弱まった(図-5)。したがって、発音が頻繁に行われる時期には、樹皮下の摂食面積からだけでなく、フラスの排出からみても摂食が顕著であると考えることができよう。

摂食活動のもうひとつの指標として、穿入孔の開削もあげられるかもしれない。しかし、この行動は蛹室をつくる際の特異的な行動でもあるから、発育の進展の指標ともいえる。穿入孔の大きさは発音期間を通じて増加を続けるが、増加の傾向は樹皮下の摂食面積の場合と異なり、発音開始から少し遅れて増加が始まり、また、発音期間が過ぎてもこの増加は持続する。さらに、日当たり発音回数が増大となる少し後の時期に急増する傾向がみられた(図-7)。したがって、発音が頻

繁に行われる時期に穿入孔の大きさは増加しはじめ、発音が衰える時期に穿入孔の大きさの増加が顕著であることがわかる。

発音は幼虫の行動のなかでも、特異な行動であると思われる。発音時の幼虫は、摂食を行っているのではなく、フラス排出を行っているのではなく、また、穿入孔の開削を行っているのではない(泉ら、未発表)。しかし、幼虫の成長過程において、発音の盛衰は摂食の盛衰と同調しており、発音の衰退とともに穿入孔の開削は昂進していた。このようなことから、発音は材内に穿入するまでの、樹皮下で摂食活動を営む時期における特異な行動ではないかと思われる。

成長の進みぐあいとして本研究で調査した項目は、幼虫の体重と体長である。体重、体長の増加は発音期間中にほとんど終わっており、また、体重、体長の増加の時期は日当たり発音回数の増加の時期にほぼ一致した。さらに、日当たり発音回数が増大となる時期の直後から、体重の増加率が低下しはじめ、体長は減少をはじめた(図-3, 4)。これらの結果から、発音が衰える時期(回数的に)は、幼虫の体成長がほとんど終了する時期であることがわかる。

以上を考えあわせると、幼虫の発音期間ならびに発音の消長は、体成長が顕著であり、また、このような成長に不可欠な食物の摂取活動が活発な時期と強く重なっているように思われる。

マツノマダラカミキリ幼虫のような穿孔性昆虫にとって、食物の摂取は、同時に生活場所の確保とも考えられる。枯死木からサンプリングされた丸太では、産卵痕、幼虫が集中分布を示すが、穿入孔、脱出孔は一樣分布を示すことが明らかにされている(21)。このことから、脱出時に一樣分布を結果するような作用が食物摂取時期にはたらくことが考えられる。このような作用は、一般的には共食い(噛み合い)であると考えられている(8, 18, 20)。しかし、個体同士がお互いの距離をとりあうような作用の存在も考えられよう。そして、このような作用には、幼虫の発音が関連しているかもしれない。しかし、本研究ではこの問題を取り扱わなかったため断定はできないけれども、そういうこととの結びつきを研究する必要はあるだろう。

本研究に関し、香川大学農学部助教授市川俊英博士、市野隆雄助手、愛媛大学農学部教授渡辺博恭博士は著者の一人衆に対し種々有益な助言と激励を賜った。また、本研究の経費の一部には、財団法人野田共済会(高

松市錦町 2-3-6)による研究奨学寄付金を充当した。ここに記して心から謝意を表したい。

引用文献

- (1) 伊庭正樹・渡辺丈夫：樹幹内におけるキボシカミキリ幼虫の摩擦行動。29 回応動昆講：93, 1985
- (2) 家入 忠：マツノマダラカミキリの産卵痕数と羽化率について(II)。日林九支研論 27：171~172, 1974
- (3) ———：マツノマダラカミキリに関する研究(III)幼虫の食害量と成長。日林九支研論 32：275~276, 1979
- (4) 五十嵐正俊：東北地方におけるマツノマダラカミキリの生態(II)自然温度下における幼虫の発育経過。林試東北支年報 18：126~133, 1977
- (5) 木村重義・山家敏雄・五十嵐正俊：東北地方におけるマツノマダラカミキリの分布地域と生活史。林試東北支年報 16：101~108, 1975
- (6) 岸 洋一：マツ材線虫病—松くい虫—精鋭。292 pp, (有)トーマスカンパニー, 東京, 1988
- (7) 清原友也・徳重陽山：マツ生立木に対する線虫 *Bursaphelenchus* sp. の接種試験。日林誌 53：210~218, 1971
- (8) 小林富士雄：森林昆虫の密度および分布の調査法に関する研究(第1報)。マツの穿孔虫類の樹体内分布。林試研報 274：85~124, 1975
- (9) ———：松くい虫。森林防疫制度史, 林業科学技術振興所編, 133~151, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京, 1978
- (10) ———：マツノマダラカミキリの生理および生態。森林病虫獣害防除技術, 林業科学技術振興所編, 224~269, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京, 1982
- (11) ———・細田隆治・奥田素男・竹谷昭彦：各種穿孔虫からのマツ材線虫の分離。22 回日林関西支講：137~139, 1971
- (12) KOBAYASHI, F., YAMANE, A., and IKEDA, T.: The Japanese pine sawyer beetle as the vector of pine wilt disease. *Annu. Rev. Entomol.* 29: 115~135, 1984
- (13) MAMIYA, Y., and ENDA, N.: Transmission of *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda: Aphelenchoididae) by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). *Nematologica* 18: 159~162, 1972
- (14) MAMIYA, Y., and KIYOHARA, T.: Description of *Bursaphelenchus lignicolus* n. sp. (Nematoda: Aphelenchoididae) from pine wood and histopathology of nematode-infested trees. *Nematologica* 18: 120~124, 1972
- (15) 松枯れ問題研究会：松が枯れてゆく。30~134, 196~221, (株)オープランニングセンター, 東京, 1981
- (16) 森本 桂・岩崎 厚：マツノザイセンチュウ伝搬者としてのマツノマダラカミキリの役割。日林誌 54：177~183, 1972
- (17) ———・—————：マツノマダラカミキリに関する研究(X)幼虫の脱皮回数。85 回日林講：227~228, 1974
- (18) ———・—————：同上(XI)羽化率に対する密度効果。85 回日林講：229~230, 1974
- (19) ———・真宮靖治：マツ属の材線虫病とその防除。65 pp, 日本林業技術協会, 東京, 1977
- (20) 越智鬼志夫・片桐一正：松枯損木内でのマツノマダラカミキリの個体数変動とその要因。林試研報 303：125~152, 1979
- (21) SHIBATA, E.: Spatial distribution pattern of Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* HOPE (Coleoptera: Cerambycidae), on dead pine trees. *Appl. Entomol. Zool.* 19: 361~366, 1984
- (22) 富樫一巳：石川県におけるマツノマダラカミキリの越冬状況(予報)。石川林試研報 10：39~50, 1980
- (23) 山根明臣：いわゆる松くい虫研究の進歩。昆虫学最近の進歩, 石井象二郎編, 338~353, 東京大学出版会, 東京, 1981
- (24) ———：マツ枯損防止法。森林病虫獣害防除技術, 林業科学技術振興所編, 270~284, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京, 1982
- (25) ———：松くい虫。森林病虫獣害防除技術, 林業科学技術振興所編, 91~104, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京, 1982

(1988年11月30日受理)