

マツノマダラカミキリの産卵生態に関する研究

安佛 尚志

広島大学大学院生物圏科学研究科 環境計画科学専攻

Studies on oviposition biology of *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae)

Hisashi ANBUTSU

Graduate School of Biosphere Sciences, Hiroshima University,
Higashi-Hiroshima 739-8521, Japan

要 旨

マツノマダラカミキリは材線虫病の病原体であるマツノザイセンチュウの主要な媒介昆虫であり、その個体群レベルは本病の伝播に直接関わっている。本種の産卵生態を明らかにすることは、その個体群レベルを高く維持する機構を解明するために必要であり、将来貴重な森林資源となることが予想されるマツ林の保全にとっても有益な情報を提供するであろう。

マツノマダラカミキリは衰弱したあるいは枯死して間もないアカマツやクロマツに産卵する。雌成虫は樹皮を咬んで傷をつけ、そこから産卵管を挿入して樹皮下に産卵する。この傷は「産卵痕」と呼ばれ、マツの樹皮上で一様に分布することが知られている。しかし、一様分布の形成機構や生態学的な意義は不明である。本研究ではマツノマダラカミキリの産卵生態を調べ、産卵痕の一様分布の形成機構と一様分布の生態学的意義を明らかにすることを目的とした。

マツノマダラカミキリの産卵痕の空間分布およびその時間的変化

1. 野外における産卵痕の空間分布およびその時間的変化

東広島市内の野外アカマツ林で産卵痕の空間分布の時間的変化を調べた。産卵痕の分布集中度は樹皮上の10×50cmを1つの方形区として調べた。産卵痕の平均密度と分布集中度の時間的変化を見ると、時間の経過と共に産卵痕密度は上昇し、ほとんどの場合それに対応して分布集中度が急激に高くなった。その後さらに産卵痕密度が増加すると分布集中度は低下した。最終的な産卵痕密度と分布集中度の関係をみると、産卵痕密度が低い場合は産卵痕は一様分布から集中分布までの分布を示した。産卵痕密度が高い場合、それは極端に低い分布集中度と高い分布集中度を示さなかった。

2. 室内における産卵痕の空間分布およびその時間的変化

マツノマダラカミキリの成虫密度が産卵痕の空間分布の時間的変化に及ぼす影響を調べるために、1本のアカマツ丸太を入れた網箱内に雌雄1つがい、2つがいまたは4つがいを放して産卵痕

の空間分布の時間的変化を調べた。その結果、雌雄4つがい放了した場合に最も早く産卵痕の分布集中度が低下し、その後も安定して低かった。成虫密度が産卵痕の空間分布の一樣化に大きく寄与することが示唆された。

マツノマダラカミキリの産卵生態

1. 産卵痕、卵および幼虫が存在する産卵資源に対する産卵反応

産卵痕、卵および幼虫が存在するアカマツ丸太に対するマツノマダラカミキリの産卵を調べた。1頭の雌成虫または雌雄1つがいに1または3日間産卵させた丸太1本と未産卵の丸太1本を、1頭の雌成虫に与えた。48時間後、新しい産卵痕と卵の数を両方の丸太の間で比較した。丸太内の卵が孵化する前までは、同一または他の1頭の雌成虫によって、高密度の産卵痕が形成されていた丸太に対する産卵は抑制された。雌雄1つがいによって高密度の産卵痕が丸太上に形成されていた場合、他の雌成虫によって産卵された丸太では産卵が抑制されたが、同一の雌成虫によって産卵された丸太では産卵が抑制されなかった。また、幼虫を含む丸太に対する産卵は強く忌避された。

2. 卵を含む産卵痕に対する産卵反応

まずマツノマダラカミキリの産卵行動を観察した。雌成虫ははじめに大腮で樹皮を咬んで傷を作った。次に体を180度回転させて産卵管が傷の上に来るようにし、傷を通して産卵管を樹皮下に挿入した。その後、雌成虫は産卵管を引き抜いて体内に収納した。54回の観察のうち50回(93%)で、産卵管を引き抜いた直後に腹部先端を産卵痕にこすりつけた。これらの産卵痕のうち49個(98%)には1卵があった。こすりつけ行動を行わなかった4個の産卵痕のうち2個には1卵があったが、2個には卵がなかった。観察した54個の産卵痕のうち51個(94%)で、産卵管を挿入した孔の奥にゼリー状の物質が見つかった。これら51個の産卵痕には1卵があったが、ゼリー状物質のなかった3個の産卵痕には卵がなかった。

産卵場所を探索中の雌成虫の産卵痕に対する反応を調べるため、卵を含む産卵痕、卵を含まない産卵痕または人工の擬似産卵痕が1つある1本のアカマツ小丸太を1頭の雌成虫に与えた。雌成虫は産卵痕に遭遇すると歩行を止め、主に小腮鬚を使って産卵痕を触診した。産卵痕が卵を含んでいた場合、ほとんどの個体が触診後に離れた。卵を含んでいない産卵痕または人工の擬似産卵痕に対しては、ほとんどの個体が産卵痕を咬み始め、半分以上の個体はその産卵痕を利用して1卵を産んだ。卵を含む産卵痕に対する産卵の比率(0.10)は、卵を含まない産卵痕(0.64)や擬似産卵痕(0.57)に比べて有意に低かった。雌成虫が卵を含む産卵痕と含まない産卵痕を識別し、卵を含む場合は産卵せずに離れ、含まない場合はそれを利用して産卵することが示された。

3. 連続して形成された産卵痕の時間的・空間的間隔

産卵を終えた、または産卵痕に遭遇したマツノマダラカミキリが新たな産卵痕を形成するまでの時間的・空間的間隔を明らかにするために、長さ210cmのアカマツ丸太上に雌成虫1頭を放して行動を観察した。雌成虫が産卵を行った場合、その産卵痕と新たに形成された産卵痕の間の直線距離は平均26.5cmであった。一方、先に形成された産卵痕の中に卵がなかった場合、産卵痕間の直線距離は平均7.7cmであった。産卵痕間の距離の頻度分布は、先に形成された産卵痕に卵がある場合とない場合の間で有意な違いがあり、卵を産まないで産卵痕を離れた場合、次の産卵痕形成までの距離は、卵を産んだ場合に比べて短いことが示された。雌成虫が産卵痕から離れて新たに産卵痕の形成を開始するまでの時間も、雌成虫が産卵を行わずに産卵痕を離れた場合の方が、産卵を行ってから産卵痕を離れた場合よりも短かった。また、雌成虫が遭遇して触診した産卵痕と新たに形成した

産卵痕間の直線距離は平均32.4cmであった。産卵痕の触診後、新たに産卵痕の形成を始めるまでの時間は平均14.1分であった。

マツノマダラカミキリ雌成虫が産卵資源内の子孫を認識する機構

1. 雌成虫由来の物質が産卵痕内の卵の有無の認識に果たす役割

マツノマダラカミキリが産卵痕の孔に分泌するゼリー状物質が産卵抑制効果を示すかどうかを明らかにするために、ゼリー状物質を添加した擬似産卵痕がある小丸太を雌成虫に与えた。そのような擬似産卵痕に遭遇した20頭のうち16頭が触診の後に産卵痕を離れた。一方、ゼリー状物質を含まない擬似産卵痕に出会った21頭のうち16頭が擬似産卵痕を咬み始めて、最終的に13頭が産卵した。産卵の比率もゼリー状物質を含む擬似産卵痕の場合が有意に低かった (0.20対0.62)。

雌成虫の解剖の結果、受精嚢腺がゼリー状物質の分泌器官であると推定された。受精嚢腺のメタノール抽出物を添加した擬似産卵痕がある小丸太を雌成虫に与えると、それに遭遇した21頭のうち15頭は触診の後に産卵痕を離れた。また、受精嚢腺を除く生殖器官のメタノール抽出物を擬似産卵痕に添加した場合、それに遭遇した20頭のうち14頭が触診後に産卵痕を離れた。これに対してメタノールだけを擬似産卵痕に添加した場合、供試した22頭すべてが擬似産卵痕を咬み始め、最終的には16頭が産卵した。受精嚢腺のメタノール抽出物を含む擬似産卵痕 (0.19) と、受精嚢腺以外の生殖器官のメタノール抽出物を含む擬似産卵痕 (0.10) に対する産卵の比率は、対照の擬似産卵痕 (0.73) に比べて有意に低かった。

雌成虫が産卵痕内の卵の存在を認識してそこから離れる行動は、雌成虫の生殖器官から分泌された化学物質によって喚起されること、およびその物質が産卵痕の中央の孔に存在するゼリー状物質に含まれることが強く示唆された。

2. 幼虫のフラスからの抽出物が産卵場所選好に及ぼす影響

幼虫のフラス中に産卵抑制効果を持つ化学物質が存在するかどうかを明らかにするために、フラスのメタノール抽出物を塗布した処理丸太1本と、メタノールを塗布した対照丸太1本を同時に1頭の雌成虫に与えた。その24時間後に、産卵痕と卵の数を調べた。雌成虫は処理丸太には対照丸太より極めて少数の産卵痕しか形成せず (平均値±S.D.: 処理丸太=0.26±0.65, 対照丸太=2.32±1.95)、より少数の卵しか産まなかった (処理丸太=0.26±0.65, 対照丸太=1.42±1.80)。このことから、幼虫のフラスには産卵を抑制する化学物質が含まれることが示された。

3. マツノマダラカミキリ雌成虫の小腮鬚と下脗鬚の感覚子

雌成虫の小腮鬚と下脗鬚の感覚子を走査電子顕微鏡によって調べた。小腮鬚と下脗鬚の先端節の末端はクレーター状に凹んでおり、その内部に多数の感覚子が分布していた。そのうちコーン状の錘状感覚子の先端には、明瞭な1細孔が観察され、接触化学受容器であると考えられた。雌成虫が小腮鬚と下脗鬚またはそのどちらかで産卵抑制物質を感受していることが強く示唆された。

産卵の時間的差異と空間的距離が子の適応度成分に及ぼす影響

1. 同一の産卵痕を利用して産みつけられた2卵の位置と孵化時期がその後の生存率と成長に及ぼす影響

卵を含む産卵痕への重複産卵が卵や幼虫の生存と成長に及ぼす影響を明らかにするために、2卵をアカマツ丸太に接種した。重複産卵が0~24時間の間に行われたことを仮定した場合、幼虫初期

までの生存率は、樹皮下に並んで接種された場合でも産卵痕に対して点対称に直線的に接種された場合でも0.5前後であった。ほとんどの死亡要因は共食いであった。並列に接種された卵の生存率(0.44)は対照(1卵接種)の卵(0.85)よりも有意に低かった。重複産卵が96~144時間の間隔をおいて行われたことを仮定した場合、早く産まれた卵の生存率は並列接種(0.91)でも直列接種(0.85)でも高く、対照(0.88)との間で差がなかった。一方、遅く産まれた卵は共食いにより多くが死亡し、その生存率は並列接種で0.09と極めて低く、対照(0.85)との間で有意な差があった。一方、直列接種での生存率は0.38であった。この結果から、重複産卵が行なわれるとほとんどの場合で2卵のうち1卵しか生き残らないこと、遅く孵化する卵ほど生存率が低くなることが示された。また、共食いをして生き残った幼虫の生重は対照の幼虫より重かった。

2. 孵化の時間的差異と孵化幼虫間の距離が幼虫初期の生存、発育および成長に及ぼす影響

2頭の孵化直後の幼虫を2.5cmまたは10cmの間隔で同時に、または2週間の間隔をおいてアカマツ丸太に接種した。対照の丸太には幼虫を1頭ずつ接種した。接種完了の2週間後、幼虫の死亡率を調べた。2頭の幼虫を同時に2.5cm離して接種した丸太では、幼虫の死亡率は0.34であった。これは10cm離して接種した場合(0.08)に比べて有意に高かった。このような高い死亡率は幼虫間の咬み合いによるものであった。1頭のみを接種した場合の死亡率は0.12であった。2頭の幼虫を2週間間隔で接種した場合、早く接種された幼虫の死亡率は低かった。しかし、遅く接種された幼虫の死亡率は、早く接種された幼虫の接種場所の近く(2.5cm)に接種されたとき最も高く(0.31)、早く接種された幼虫の死亡率(0.05)よりも有意に高かった。2頭の幼虫を同時に接種したとき、その間の距離は幼虫初期の成長と発育に影響を与えなかった。2頭の幼虫を2週間あけて接種したとき、早く接種された幼虫は1頭接種の幼虫よりも発育と成長が早かった。

総 合 考 察

産卵痕の一様分布の形成過程は次のように考えられる。産卵した雌成虫は、さらに連続して産卵する場合一定以上の距離をおく。産卵場所を探索中に産卵痕付近に来ると、産卵痕に近づいて触診する。その産卵痕が卵を含む場合には、雌成虫が分泌したゼリー状物質に含まれる化学物質によって卵の存在を認識し、その産卵痕から離れ、一定以上の距離を移動してから産卵する。最初は好適な場所に産卵が集中するが、既に産卵された場所が避けられることにより産卵場所の分散が起こる。成虫密度が高いと産卵痕に遭遇する確率の増加や、雌成虫同志の物理的な接触によって雌成虫の分散が促進される。樹皮下で孵化幼虫が摂食を始めると、そのフラスに含まれる化学物質によってさらに産卵場所の分散が促進され、最終的に産卵痕の一様分布が形成される。卵を含む産卵痕への繰り返し産卵を避け、そこから離れて産卵する行動は、より多くの子孫を残す可能性を高め、雌成虫にとってより適応的であることが示唆された。