

ブナハバチ雌の前蛹期における休眠期間

谷 晋*・山上 明*・伴野英雄**

Prolonged Diapause in Prepupae of a Sawfly, *Fagineura crenativora* (Hymenoptera, Tenthredinidae)

Susumu TANI*, Akira YAMAGAMI* and Hideo BANNO**

要 旨

谷 晋・山上 明・伴野英雄：ブナハバチ雌の前蛹期における休眠期間 神奈川県自環保セ報告9:105-109, 2012 ブナハバチの前蛹における長期休眠の誘起率と休眠期間について調べた。丹沢山で2001年から3年間に採集した雌幼虫を実験室で飼育して繭を形成させ、堂平に埋めて自然条件で越冬させた。翌春に繭を回収して12℃恒温条件で飼育し、羽化を記録した。羽化しなかった長期休眠の繭は堂平に埋め戻した。すべての個体が羽化または死亡するまで、この操作を繰り返した。実験に供した982繭のうち、羽化したのは398個体(41%)であった。そのうち、繭を形成した翌年に羽化したのは294個体(74%)で、残り26%は羽化まで2年以上を要した長期休眠性をもつ個体であった。長期休眠の期間は最長の個体で4年であった。長期休眠の出現率は年により大きく異なっていたことから、たとえ毎年土中に加わる繭の密度が同じであっても、長期休眠率の変動により成虫の羽化数が3倍近く異なる場合がありうることもわかった。

I はじめに

ブナハバチの季節的発育については、これまでの観察や飼育実験により徐々に解明されている(Shinohara et al., 2000; 山上ほか, 2001; 山上ほか, 2005; 谷脇, 2007; 谷ほか, 2008)。すなわち、本種は次の生活環を有している。丹沢山堂平(標高1,200m)では成虫の出現時期は4月下旬から5月上旬で、羽化した雌成虫はすぐに交尾し、ブナの新芽に1卵ずつ産卵する。卵は7-10日で孵化し、幼虫はブナの新葉を盛んに摂食する。6月中旬までに、雄幼虫は4齢、雌幼虫は5齢の終わりで摂食を止め、地上に落下する。脱皮をして終齢となると、土中に浅く潜って繭を形成し、前蛹段階で休眠し越冬する。

翌春に蛹となり羽化するが、一部の個体は長期休眠性を持ち、2年目以後に羽化することが分かっている。ハバチ類ではこのような長期休眠が多く種の知られ、巢瀬(1983)はハバチ類の長期休眠性には休眠ステージがすべて前蛹であること、土中で堅固な繭に保護されて過ごすこと、時に大量発生することなどの共通の特性が見られるとしている。ブナハバチにもこれらの特性が備わっていると解釈される。さらに本種の突発的な大量発生は、長期休眠による繭の蓄積とそれら蓄積繭の一斉羽化により生じる可能性が指摘されている(谷ほか, 2008)。しかし、具体的な休眠期間はこれまでに明らかとされていない。ブナハバチの個体群動態を明らかにするには、長期休眠の生態解明が不可欠と考えられる。特

* 東海大学総合教育センター(〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4-1-1)

** 桜美林大学自然科学系(〒194-0294 東京都町田市常磐町3758)

に幼虫の発生量の観点からは産卵を行う雌の動態が重要となる。そこで本報告では、雌の前蛹の休眠期間とその割合を明らかにすることを目的に、2001年、2002年および2003年に雌幼虫を採取して繭を形成させ、2007年まで飼育実験を行った。この結果から、前蛹の長期休眠と成虫発生量との関係を検討したので報告する。

II 材料と方法

雌幼虫の採集は丹沢山から北北東方向に伸びる三峰尾根の標高1,350～1,400mで行った。2001年から2003年の6月に、摂食を終えてブナ樹上から地上に降りた雌5齢幼虫を毎年1,000個体程度採集した。ここでは食害指数で1.3～1.6の食害が起きていた。採集した幼虫は神奈川県平塚市北金目にある東海大学理学部の生物学実験室に持ち帰った。持ち帰った幼虫を底に土を5cmほど敷いた70Lポリバケツに入れ、繭を形成させた。ポリバケツは半月から1か月静置した後に繭を掘り出し、繭重を測定して10mg以上のものを生存個体とした。2mmメッシュの篩(直径20cm)で蓋をしないもの、1mmと10mmメッシュの篩(直径20cm)でそれぞれ同じメッシュの篩で蓋をしたものを用意し、その中に土とともに繭を7-15個体ずつ入れた。これらを8月中旬までに、堂平のブナ林(標高1,150m)の土中深さ約5cmに埋めた。翌年の4月初めに繭を回収し、12℃恒温条件で5月上旬まで飼育して、成虫の羽化を記録した。羽化がなかった繭は体重を再度測定し、生存と死亡を記録した。生存と判定された個体は1mmメッシュのステンレス籠(直径9cm、高さ7cm)に土とともに入れて、前年と同じ地点に埋めた。死亡と判定された個体はすべて繭を切り開いて死亡を確認した。2年目以後もこの作業を生存個体数が0となるまで毎年繰り返し行った。なお、野外での1年目の飼育では、篩の蓋で保護しなかった場合に穴あきや破れなど捕食と思われる痕跡のある繭が若干生じたが、2年目以降は観察されなかった。このような痕跡は蓋をした場合には目の大きさにかかわらずほとんど発生しなかった。

III 結 果

供試繭数は2001年が291個体、2002年が351個体、2003年が340個体、合計982個体であった(表1)。今回の実験で羽化した成虫はすべて雌であった。実験期間を通して羽化に至った個体は398個体(41%)で、残り584個体(59%)は死亡した。

各年のブナハバチ雌の前蛹飼育実験結果を図1に示した。休眠期間と羽化成虫数との関係は繭の由来年により異なった。すなわち、2001年由来の飼育群では、1年目の2002年春までの越冬期間中に291個体のうち154個体が死亡した。生存137個体のう

表1 ブナハバチ雌前蛹の積算成虫羽化数と積算死亡繭数

繭形成年	成虫羽化数	死亡繭数	供試繭数
2001年	112 (38%)	179 (62%)	291
2002年	121 (34%)	230 (66%)	351
2003年	165 (49%)	175 (55%)	340
合 計	398 (41%)	584 (59%)	982

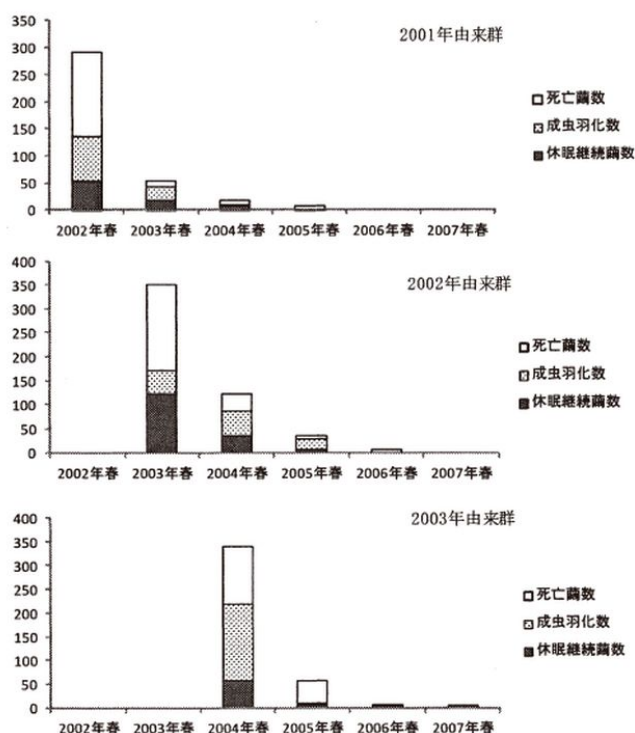


図1 ブナハバチ雌前蛹の羽化数と休眠継続繭数

ち84個体が羽化し、未羽化の個体は53個体であった。2年目の2003年春には生存44個体のうち26個体が羽化した。さらに、3年目の2004年春には生存8個体のうち2個体が羽化した、残り6個体は2004年春までにすべて死亡した。

2002年由来の飼育群では、2003年春までに351個体のうち179個体が死亡した。生存172個体のうち羽化したのは49個体のみであった。翌年の羽化は生存85個体のうち51個体であった。1年目の羽化率が低かったために、3年目の2004年春まで羽化せず生存した個体は28個体と多く、このうち21個体が羽化した。残り7個体は2001年由来群と同様に2005年春までにすべて死亡し、4年目の羽化はなかった。

2003年由来の飼育群では、1年目の2004年春までに340個体のうち121個体が死亡し、羽化は生存219個体のうち161個体で、未羽化個体は58個体であった。これらの未羽化個体は、2年目の2005年春までに48個体と多くが死亡し、生存10個体のうち3個体のみが羽化した。さらに3年目の2006年春の羽化を見送った6個体のうち、1個体だけが4年目の2007年春まで生存し、羽化に至った。

飼育期間中の生存率と羽化率を経過年ごとに表2に示した。期間生存率は17～86%と変動したが、休眠期間および年次との顕著な関係はなかった。すなわち、2001年と2002年由来群では、1年目の生存率は47%と49%でほぼ同率であったが、2003年由来群では64%と高かった。2年目の生存率は、2001年由来群が83%と最も高く、2002年由来群でも69%と1年目より高くなったが、2003年由来群は17%と大幅に低くなった。3年目の生存率は前年に高

率であった2001年由来群が44%と1年目とほぼ同じ程度まで減少したが、2002年由来群では82%と前年よりさらに高くなった。2003年由来群では残った個体数が10個体と少なかったが、未羽化7個体中6個体(86%)が生き残った。しかし、4年目までにはこのうち5個体が死亡したため、生存率は17%であった。

期間羽化率は0～100%と変動したが、期間生存率と同様に休眠期間および年次との顕著な関係はなかった。すなわち、1年目の羽化率は、2001年と2003年由来群では60%以上と高かったが、2002年由来群では半分以下の28%にとどまった。2年目の羽化率は、2001年由来群では59%と前年とほぼ同率であったが、1年目で低率だった2002年由来群では60%と高く、前年の羽化を見送った個体の多くが羽化した。1年目で生存しながら羽化に至らなかった個体を長期休眠性としたが、この割合は2001年由来群では39%と低かったが、2002年由来群では72%と倍近く高くなった。しかし、2003年由来群では26%と3年間で最も低くなった。

IV 考 察

飼育実験の結果から、野外で越冬するブナハバチの繭には、1年1化から最大4年1化のものが混在することが確かめられた。巢瀬(1983)はハバチ類の長期休眠が、食料供給の年次変動や乾燥など急激な環境変動に対する適応ではなく、地上の個体群が伝染病や食い尽くしにより壊滅的なダメージを被った時に、地中で捕食などの危険に会いながらも生存を続けて個体群の回復を図るために維持されてきた

表2 ブナハバチ雌前蛹の生存率と成虫羽化率(%)

繭形成年		2002年春	2003年春	2004年春	2005年春	2006年春	2007年春
2001年	期間生存率	47	83	44			
	羽化率	61	59	25			
2002年	期間生存率		49	69	82		
	羽化率		28	60	75		
2003年	期間生存率			64	17	86	17
	羽化率			74	30	0	100

とした。ブナハバチにおいても同様な生態学的意義が考えられるが、その実証は今後の課題である。

ブナハバチの長期休眠率は、2001年から2003年由来の3飼育群で39-72-26%と大きく異なった。これらから、野外でも長期休眠率が年次により、またおそらく場所によっても大幅に変動していると考えられる。このような違いをもたらす要因について神奈川県自然環境保全センターと共同研究を行っているが、長期休眠の決定や覚醒が遺伝的だけでなく、幼虫の栄養条件、越冬時の環境条件などに様々な要因に影響されている可能性があると考えられる。

2002年由来繭のように羽化率がばらつく死亡率は66%と高く、2003年由来繭のように1年目の羽化率が高いと死亡率は51%と低くなったが、その差は15%とそれほど大きくなった。これから、由来年により羽化率の年次変動パターンが変化し、それが結果的に各年の成虫羽化量の違いに反映されることが考えられる。

ある一定面積当たりで毎年生産され春先まで生存する繭数が一定とした場合、長期休眠率の変動により成虫の羽化数が、2002年から2004年でどう異なったかを表3に示した。前年に造られた繭が、毎年1,000個体春先まで生存するとして、表2の成虫羽化数を換算した。ただし、2002年と2003年では、羽化に加わる1999年と2000年由来群のデータがないため、2001年由来群の値を用いている。

成虫の羽化数の合計を見ると、2002年から2003年で385個体から236個体へと減少している。これは2002年由来の個体の羽化率が低く、羽化数が140個体と前年に比べて半減したためである。これとは逆に、2004年では2003年由来の羽化率が高く474個体が羽化したことに加え、2002年由来の羽化率が高

く、残存個体数も多かったために145個体が羽化して、合計は626個体となった。これは前年の羽化数の2.7倍である。山上ほか(2007)では、2003年の堂平の食害指数が1.0であったが、翌2004年では1.05と軽微な被害が生じたことが報告されている。このレベルの食害の発生は、ブナハバチの長期休眠率の機会的な変動で起きた可能性が考えられる。さらに、野外では供給される繭量も毎年変動するため、成虫の羽化数の年次変動はさらに大きくなることが想定される。今回の結果は、長期休眠する繭の蓄積により成虫の羽化量が年次で異なることが、ブナハバチの大量発生の要因の一つであるとした谷ほか(2008)の指摘を支持する結果となった。

V 引用文献

- 桐谷圭治 (2001) 昆虫と気象. 成山堂書店, pp. 177
- 巢瀬 司 (1983) 昆虫の長期休眠現象とその生態学的意義, 個体群生態学会会報37: 35-48.
- Shinohara, A., V. Vikberg and A. Yamagami (2000) *Fagineura crenativora*, a New Genus and Species of Sawfly (Hymenoptera, Tenthredinidae, Nematiniae) Injurious to Beech Trees in Japan. Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser.A, 26(3): 113-124.
- 谷 晋・伴野英雄・山上 明 (2008) ブナハバチの卵期および幼虫期における温度と发育速度の関係. 東海大学総合教育センター紀要, 29: 107-113.
- 谷脇 徹 (2007) ブナハバチの産卵特性と幼虫发育期間. 平成13~18年丹沢山地のブナ林衰退機構の解明に関する研究調査報告書. 神奈川県自然環境保全センター, 24-27.

表3 繭1,000個体あたりに換算した成虫羽化数の年次変動の推定

羽化年	1999年由来*	2000年由来*	2001年由来	2002年由来	2003年由来	合計
2002年	7	89	289			385
2003年		7	89	140		236
2004年			7	145	474	626

* 2001年由来の数値を使用

山上 明・谷 晋・伴野英雄 (2001) 丹沢のブナを
食い荒らすブナハバチ. 国立科学博物館ニュー
ス, 382 : 5-7.

山上 明・谷 晋・伴野英雄 (2005) ブナハバチの
性比と産卵数 (予報). 東海大学総合教育セン

ター紀要, 23 : 47-54.

山上 明・谷 晋・伴野英雄 (2007) ブナハバチ食
害によるブナ枯死とブナ林の衰退. 丹沢大山総
合調査団編「丹沢大山総合学術報告書」財団法人
平岡環境科学研究所, 神奈川県, 256-268.