

丹沢山地において大量発生したブナハバチ対策への取り組み

谷脇 徹*・山根正伸*・田村 淳*・相原敬次*・越地 正*

Approaches against the outbreaks of *Fagineura crenativora* in the Tanzawa Mountains

Tooru TANIWAKI*, Masanobu YAMANE*, Atsushi TAMURA*, Keiji AIHARA*
and Masashi KOSHIJI*

要 旨

谷脇 徹・山根正伸・田村 淳・相原敬次・越地 正：丹沢山地において大量発生したブナハバチ対策への取り組み 神奈川県自環保セ報告9:81-89, 2012 ブナハバチは丹沢山地における1990年代以降のブナ衰弱枯死への関与が指摘されている。しかし、被食軽減のための対策手法はこれまでに示されていない。そこで本種の生態を踏まえ検討してきた発生予察と防除手法を総括した。まず、発生予察のためのモニタリング手法開発に取り組んだ。そのうえで生態から整理した大規模被食の発生条件をモニタリングにより検証した。定点における繭モニタリングの結果、被食量の少ない地点で繭密度が低く推移し、大規模な被食発生地において繭が高密度で推移することが確認された。また繭の高密度地点での成虫およびブナ展葉モニタリングの結果、被食量の多い2007年は雌成虫羽化と展葉のタイミングが一致し、ピーク時の雌成虫発生量が多いことが確認された。これらの結果は短期の観測ながら今のところ大規模被食の発生条件仮説を満たしている。以上の検討結果から発生予察および防除の考え方を整理するとともに、現在検討している物理的および生物的防除手法を解説した。

I はじめに

丹沢山地の高標高域に成立するブナ林では1990年代以降、稜線部を中心に衰退が顕在化している。衰退の原因として、オゾン、水ストレスおよびブナハバチの複合影響が指摘されている(山根ら, 2007)。なかでもブナハバチはブナを衰弱させるだけでなく枯死に至らしめる要因として注目されており、被食量を軽減するための対策の必要性が高まっている。しかし、本種が新種として記載されたのが2000年(Shinohara et al., 2000)と最近のため生態に不明な点が多く、効果的な対策に結びついていないのが現状である。

一般に葉食昆虫の対策は、幼虫などの葉を食べる発育段階の発生量や発生時期を予測するための発生予察と大量捕殺等の防除からなる。すなわち、本種の生態に応じた発生予察と防除双方の効果的な手法開発が行われなければ、被食量の軽減に結びつけるのは難しい。

そこで本研究ではまず、これまでに明らかとなった本種生態を踏まえ各発育段階のモニタリング手法開発を試みた。そして、これらのモニタリングにより大規模被食の発生条件を検討した。これらを踏まえ発生予察の考え方を整理するとともに、防除についても考え方を整理したうえでいくつかの手法の検討状況を解説した。

II ハバチの生態と大量発生

1 分布

ブナハバチはブナおよびイヌブナの葉のみを食べる狭食性である (Shinohara *et al.*, 2000)。日本固有種であり、北海道、本州、四国、九州のブナ、イヌブナ林に広く生息する (Shinohara *et al.*, 2000)。本種の大量発生は秋田県八幡平や茨城県筑波山 (山上ら, 2005)、栃木県日光 (野澤, 2009)、東京都三頭山 (桃澤, 1999)、奈良県大台ヶ原 (日野ら, 2001) など関東地方を中心とする太平洋側のブナ、イヌブナ林で報告されている。ただしいずれの地域でも大量発生は突発的であり、丹沢山地のように繰り返しの大量発生とそれに伴うブナの衰弱や枯死 (越地, 2002; 越地ら, 2006, 2008; 谷ら, 2008; 山上ら, 2007) が生じる地域は他にない。

2 丹沢山地での大量発生

丹沢山地において本種の大量発生と被食に伴う失葉は、次のとおり1993年以降頻繁に観察されている (越地, 2002; 越地ら, 2006, 2008; 谷ら, 2008; 山上ら, 2007)。すなわち、1997年および1998年には丹沢山を中心に広域で大規模な被食が発生したが2000年にはいったん終息する。その後、2005年まで丹沢山や檜洞丸など局所的に小～中規模に発生する。2006年は被食が完全に沈静化した。翌2007年に檜洞丸を中心に広域で大規模な被食が再び発生する。その後、2008年と2009年は目立った被食は認められず、2010年に丹沢山や檜洞丸において小～中規模の被食、2011年に檜洞丸を中心とする大規模な被食が発生する。丹沢山地のなかでも西部に位置する三国山や菰釣山などでの被食は少ないが、近年では加入道山や大室山など檜洞丸より西方向へと被食が拡大している (谷ら, 2008; 山上ら, 2007)。また、丹沢山地で大規模な被食が発生した1997年と1998年には東京都三頭山 (桃澤, 1999) および奈良県大台ヶ原 (日野, 2001) で、2007年には栃木県日光 (野澤, 2009) でそれぞれ同調的に被食が発生している。

本種が大量発生した林分ではすべてのブナが同程度の被食を受ける訳ではなく、樹冠全体が失葉するブナからほとんど被食を受けないブナまでが混在す

る (越地, 2002; 越地ら, 2006; 山上ら, 2007)。ただし大量発生時の失葉は同一のブナで生じる傾向がある (越地ら, 2006; 山上ら, 2007)。度重なる被食により繰り返し失葉することで衰弱あるいは枯死する事例が丹沢山 (山上ら, 2007) および檜洞丸 (越地, 2002; 越地ら, 2006, 2008) で多数観察されている。丹沢山の堂平では1997～1999年の大量発生に伴う被食の影響と思われるブナの枯死が2000年以降増加し、今後も大量発生に伴う失葉が繰り返されれば枯死木が指数関数的に増加する可能性がある (山上ら, 2007)。このためブナハバチは1990年代以降のブナ林衰退における寄与程度が大きいと考えられる。

3 生活環と被食の関係

本種による失葉被害は突発的に生じることが知られており、これには本種の生活環 (Shinohara *et al.*, 2000) (図1) が関与する。丹沢山地の高標高域において雌成虫は5月中～下旬頃に土中の繭から羽化する。羽化した雌成虫が長くて10日～2週間生存する間 (山上ら, 2005)、展開途中のブナ若葉の葉裏葉脈に沿って一卵ずつ、平均35卵 (山上ら, 2005) を産卵する。産卵は気象条件の影響を受け、産卵を妨げない好天時に行われることになる (山上ら, 2005)。卵から孵化した幼虫は葉を食べて成長し、6月中～下旬に摂食を完了した幼虫は地上に落下し土中浅くに潜って繭を形成する。繭のまま越冬し翌春あるいは数年後の春に蛹化、羽化して成虫となる。

本種の突発発生の傾向は2007年に代表される。すなわち、前年の2006年には成虫、卵、幼虫のいずれもこれまでにないほど低密度にしか観察されていない (山上ら, 2007) にもかかわらず、2007年には大量発生が生じている (越地ら, 2008; 谷ら, 2008)。この原因として、2006年に羽化が抑制され休眠を継続した個体が多く (山上ら, 2007)、2007年になり蓄積された長期休眠繭が一斉に羽化した可能性がある (谷ら, 2008)。また、雌成虫は産卵対象として展開途中の若葉という一時的にしか出現しない資源を利用するので、雌成虫の発生とブナの展葉のタイミングは被食量を左右する要因の一つと考えられている (山上ら, 2007)。

4 大量発生のメカニズム

大量発生の原因に関する直接の調査は今のところ行われていないが、ブナ林の衰退やニホンジカの採食による林床植生の退行といった1990年代以降顕在化した森林環境の劣化(図2)により生態系のバランスが崩れたことで大量発生しやすくなっている可能性が指摘されている(越地ら, 2006; 山上ら, 2007)。このメカニズムは菌に着目すると考えを整理しやすい。後述のように大規模な被食の発生する地点は菌が高密度化しており、条件が揃えば大量発生が生じやすい状態、いわば大量発生ポテンシャルが高い状態にあると解釈できるためである。すなわち、菌の高密度化の原因を探ることが大量発生メカニズム解明の近道と考えられる。

菌の高密度化の原因を本種の生態から整理すると

次の3点に集約される。

一つ目は衰弱によるブナの抵抗力の低下である。ブナが衰弱することで展葉時期が遅れ産卵されやすくなるとともに、タンニンなど摂食阻害物質が減少することで孵化した幼虫の生存率が上昇した結果、菌密度も上昇した可能性がある。

二つ目は土壤環境変化による菌の生存と発育の促進である。高木が枯れ、林床が退行することで地面に太陽光が到達しやすくなり地温上昇と乾燥が起こる。予備調査では温度が高いほど成虫の羽化時期が早く、土壤の乾燥化は終齢幼虫による正常な菌形成を促進している(谷脇, 未発表データ)。

三つ目は森林の階層構造の単純化による天敵の減少である。鬱蒼としたブナの林から低木やササ藪のない開けた林に変化することで藪性の鳥類や小型哺乳

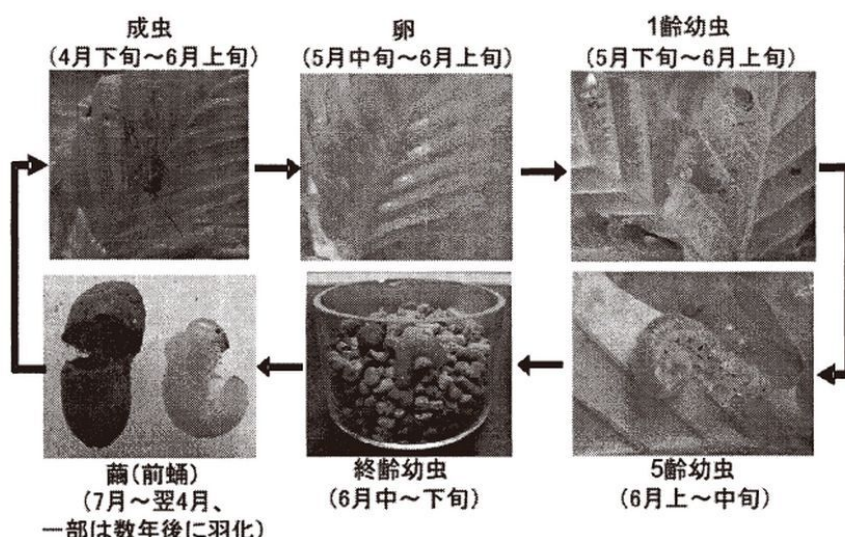


図1 丹沢山地の高標高におけるブナハバチの生活環

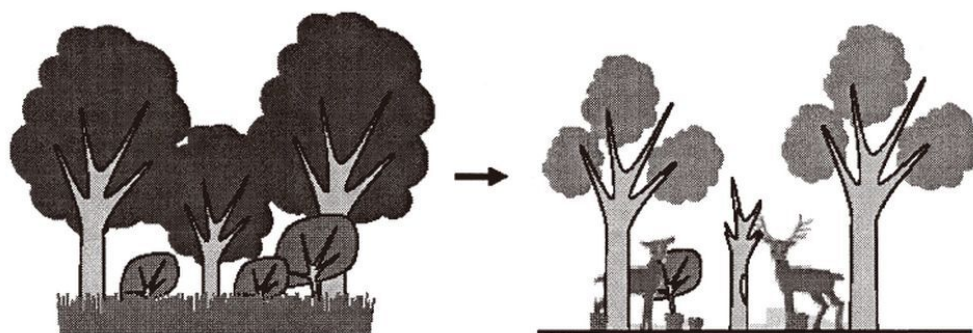


図2 丹沢山地における森林環境劣化の模式図

左が劣化前、右が劣化後を示す。

乳類、天敵昆虫類が減少するとともに、土壌が乾燥化することで寄生菌の活性が低下し繭期の生存率が上昇した可能性がある。

これらの仮説は現在、項目ごとの課題と既往成果を整理し、予備的な調査実験に着手している。

Ⅲ モニタリング手法の開発

1 大規模な被食発生条件

これまでに明らかとなった本種の生態を踏まえ、大規模な被食が発生する条件を次の3つに整理することができる。①繭が高密度で存在すること、②高密度に存在する繭から成虫が大量に羽化すること、③羽化と展葉のタイミングが一致することの3条件である(表1)。すなわち、大量発生に伴う大規模な被食はすべての条件が揃って初めて生じると考えられる。そこでこれらを検証するため繭と成虫、およびブナの展葉モニタリング手法を検討した。

表1 大規模なブナハバチ被食の発生条件

条 件	項 目
第1条件	土中に形成される繭が高密度化しているということ
第2条件	繭から大量の成虫が羽化してくるということ
第3条件	成虫の大量羽化時にブナの若葉が展開途中の状態にあるということ

2 繭モニタリング

繭モニタリングは三国山、菰釣山、大室山、檜洞丸および丹沢山で行った(図3)。いずれの山でも被食量調査が行われており、三国山と菰釣山は被食の少ない山、大室山、檜洞丸、丹沢山は被食の多い山である(谷ら, 2008; 山上ら, 2007)。これらの山はブナ衰退度や植生劣化あるいは回復、大気気象など様々なデータの蓄積があり、環境要素の本種への影響および本種の衰退への影響を解析しやすい。

ここで、山域における繭分布様式は十分に解明されておらず、山域間で繭密度を比較するための調査法が確立されていない現状がある。しかしモニタリングの緊急性が高かったことから、今回は山域のなかでも繭密度が特に高くなると考えられる立地環境に統一してモニタリングを行うこととした。すなわち、被食量は標高が高いほど(谷ら, 2008)、山の中腹よりも山頂や稜線で(谷ら, 2008)、北向き斜面よりも南向き斜面で(田村ら, 2005)それぞれ多くなる。このような地点は幼虫密度が上昇しやすく、各山域のなかでも繭密度が高くなる地点と解釈される。そのなかでもブナの生育密度が高い林分では繭密度はさらに高くなりやすいと考えられる。そこで、各山のモニタリング地点は山頂付近の南向き斜面に生育するブナ高密度林分とした。また、採取土壌は単木スケールにおいて繭が高密度になる樹冠下の地表近くの深さ2cm土壌(谷脇, 未発表データ)に統一した。

以上の手法を用いた繭モニタリングにより、大規



図3 ブナハバチモニタリングの調査地位置図

(a) 神奈川県における丹沢山地の位置、(b) 丹沢山地におけるモニタリング地点の位置

模な被食発生地では繭が高密度で推移することが確認された。すなわち、定点における繭モニタリングの結果、被食量の少ない三国山と菰釣山は繭が低密度で推移する一方、大規模な被食の生じる大室山、檜洞丸および丹沢山では繭が高密度で推移した(図4、谷脇、未発表データ)。さらに、近年発生の中心となっている大室山や檜洞丸では繭密度が上昇傾向にあることが把握された(図4、谷脇、未発表データ)。

このように各山域のなかでも繭密度が高いと考えられる立地環境においては、大規模な被食発生地で繭が高密度していること(条件①)が確認された。

3 成虫と展葉モニタリング

成虫モニタリングは繭高密度地点の一つである丹沢山で行った(図3)。事前調査において成虫を効率よく捕獲する手法を検討したところ、黄色のサンケイ式衝突板トラップを高木が枯れて林床が明るくなった環境(林冠ギャップ)に設置する手法が考案された(谷脇ら、2008)。黄色(Battisti and Rodeghiero, 1998; Digweed *et al.*, 1997; Rodeghiero and Battisti, 2000)や白色(Owens and Prokopy, 1978)にはハバチ成虫に対する誘引効果がある。本種の成虫は黄色、白色、黒色のトラップを設置すると黄色の捕獲数が多くなる(谷脇、未発表データ)ので、黄色には本種成虫を誘引する効果があると考えられる。また、雌成虫は産卵の経験の有無にかかわらず捕獲されるようである。このような生態を利

用したトラップ調査により、年次ごとの成虫発生量や発生時期に関する情報を得ることができる。今回は丹沢山山頂周辺の稜線沿いにある複数の林冠ギャップにトラップを1個ずつ設置した(写真1)。

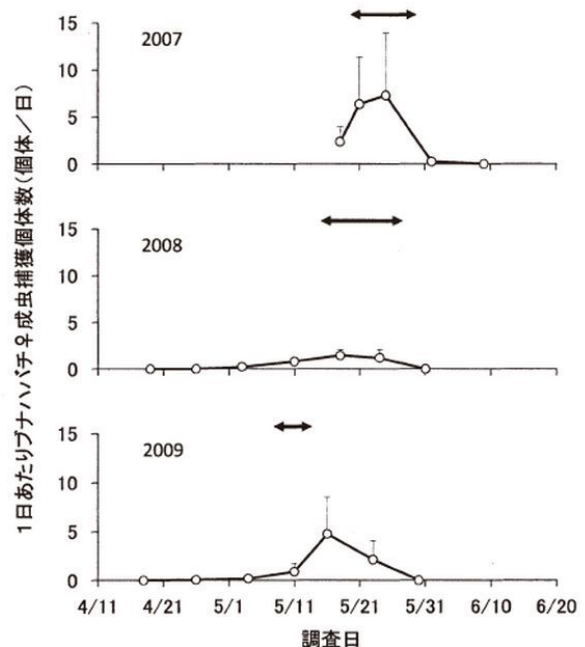


図5 丹沢山におけるブナハバチ雌成虫の捕獲消長(谷脇、未発表データ)

棒線は標準偏差、矢印は産卵可能なブナ若葉の出現ピークを示す。

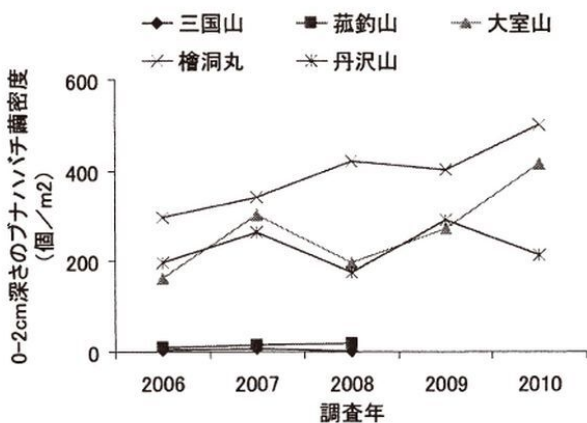


図4 定点におけるブナハバチ繭密度の年次推移(谷脇、未発表データ)

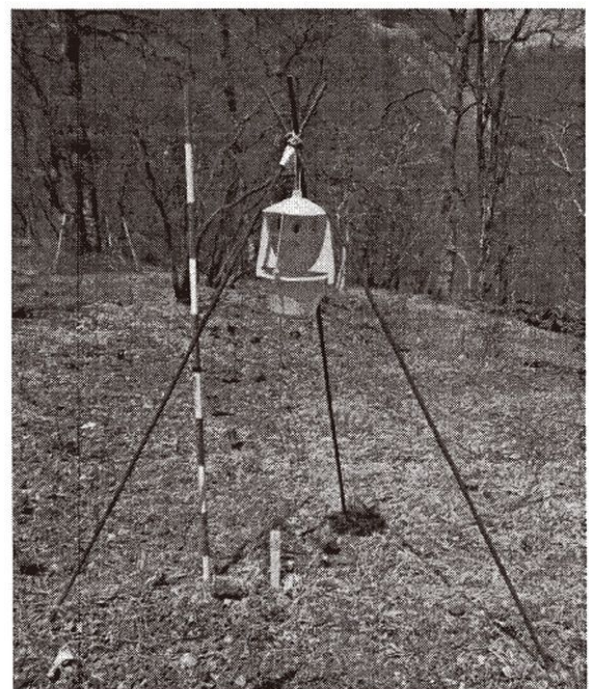


写真1 黄色の衝突板トラップの設置状況

また、トラップ設置箇所の周辺に生育するブナの展葉モニタリングを行った。モニタリング手法は田村ら(2005)の手法を用いた。すなわち、橋詰ら(1996)の6ランクの展葉判定基準により樹冠全体の各ランクの割合を判定し、各ランクに割合を乗じた値の合計を個体の展葉ランクの代表値とした。雌成虫の産卵対象は展葉ランク3(シュートは伸長し、縮んだ葉が半分程度冬芽の外側に現れる。)(写真2)である(Shinohara *et al.*, 2000)。ランク3の状態の葉は個体の展葉ランクの代表値が2~4の段階に出現する。そこで、林分の展葉ランクの中央値がランク2を超えた調査日からランク4を超えた調査日までを産卵可能な若葉が豊富にある期間、すなわち若葉の出現ピークとみなした。

成虫および展葉モニタリングの結果、産卵可能な若葉の出現ピークと雌成虫の捕獲ピークが一致(条件③)するとともにピーク時の捕獲量が多い(条件②)2007年の被食量が多く、雌成虫発生と展葉のフェノロジーが一致してもピーク時の捕獲量が少ない2008年とフェノロジーにずれが生じた2009年の被食量は少なかった(図5、谷脇、未発表データ)。2007年の若葉の出現ピーク中の雌成虫捕獲数は2008年の4~6倍程度、2009年の7~8倍程度であった。一方、2007年の雌成虫合計捕獲量は2008年の2倍程度、2009年の同程度と差は小さかった。このため被食量には雌成虫の発生期間を通じての合計発生量より、若葉の出現ピーク時の雌成虫発生量のほうが強く反映され则认为られる。

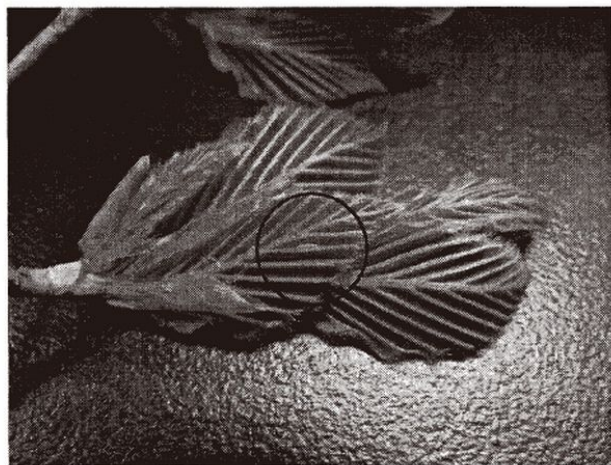


写真2 産卵対象となる展開途中のブナ若葉
円の中にブナハバチ卵がある。

4 モニタリングのまとめ

このように繭密度の高い(条件①)丹沢山における成虫および展葉モニタリングでは、羽化と展葉のタイミングが一致(条件③)し、そのときの成虫発生量が多い(条件②)2007年の被食が多くなった。この結果は大規模な被食が発生する3条件(表1)を満たしたことになる。ただし、モニタリング期間中に大規模な被食発生を確認したのはわずか1か年に過ぎず、検証は十分とはいえない。今後もモニタリングを継続し、これら条件を引き続き検証していく必要がある。また、今回の手法により発生量に関する情報を得ることができたが、繭や成虫の分布様式に関する情報はまだ不足している。分布様式調査を進めるとともに、分布に応じたモニタリング手法改良に取り組む必要がある。

IV 予察と防除

1 発生予察

昆虫管理において発生予察は、効果的な防除の時期や地点を予測するのに不可欠となる。また、長期にわたる発生予察としてのモニタリングはそのまま防除効果検証にも活用することができる。本種の場合これまでの生態解明を踏まえ、繭、成虫および展葉、卵モニタリングによる各種段階の被食発生リスク評価手法を検討している(図6)。

まず、各地点の潜在的な被食発生リスクを評価するには繭モニタリングにより繭密度の年次推移を継続的に監視する。これにより、例えば大量発生ポテ

繭密度の継続的な監視
(潜在的な被食発生リスクの評価)



成虫発生消長と展葉フェノロジーの監視
(林分の被食発生リスクの評価)



卵密度の監視
(単木ごとの被食発生リスクの評価)

図6 発生予察フロー

ンシャルの上昇や防除対策による大量発生ポテンシャルの低下を評価することができる。近年は丹沢山地における大量発生に伴う失葉被害が西に拡大傾向にある(谷ら, 2008; 山上ら, 2007)ので、繭モニタリングは拡大を監視するのに役立つと期待される。なお、被食モニタリングはブナ林の衰退リスク評価に役立つが、被食量は年次変動が大きいうえに繭密度と必ずしもパラレルには変動しない。このため、その年あるいは数年間被食量が少ないからといって被食発生リスクが低下したとは必ずしもいえない。各地点の潜在的な被食発生リスクは、被食量を参考にしつつではあるが原則として繭モニタリングから評価する必要がある。

次に、当年の被食発生を予察するには成虫と展葉モニタリングにより成虫の発生量および発生時期と展葉フェノロジーとのタイミングを毎年監視する。このモニタリングでは林分の被食発生リスクを評価することができる。また、林分内でも展葉時期には個体差があり、展葉の遅い個体が被食を受けやすいことが指摘されている(田村ら, 2005; 山上ら, 2007)。このため成虫モニタリングとあわせた展葉モニタリングは林分全体の被食発生リスク評価に加え、個木単位の被食発生予察を可能とする。

ただし、個木ごとの展葉の早遅は必ずしも被食量に反映される訳ではない(山上ら, 2007)。したがって個木単位の被食発生をより高い精度で予察するには個木ごとの卵モニタリングが必要となる。卵モニタリングは5月下旬~6月上旬の展葉の完了直後に葉を採取し、単位葉数あたりの産卵数を測定する(谷脇ら, 2008)。また、幼虫が孵化した後も産卵の痕跡は判別できるので、孵化後から落葉前まで葉の採取あるいはリタートラップによる落葉採取により事後のモニタリングが可能となる。

2 防除対策

一般的な昆虫の防除法として農薬散布がある。しかし、本種の大量発生が生じるブナ林には原生的自然が多く残され、地域固有の動植物と立地環境により多様な自然環境が形成されている。また、当該地域は国定公園や県立自然公園、鳥獣保護地区、保安林など様々な法制度により保護されている。このような地域では農薬散布のように環境負荷の大きい防

除法は原則として避けるべきである。止むを得ず実施する場合でも効果の出る最も低い濃度を事前に調査するとともに、農薬使用に関して関係各位との協議を経る必要がある。このように農薬利用には解決すべき課題が多い。しかし、防除法がなければ本種密度を抑制することができないのでブナの被食量の軽減は期待できない。

そこで環境負荷が小さく、かつ本種の生態に応じた防除法を開発する必要がある。現時点で本種を大量に捕殺できる手法は限られている。一つ目は粘着シートによる幼虫の捕殺である。本種の幼虫は十分に成長し葉の摂食を完了すると、いったん地面に落下したのちブナなどの樹幹によじ登る行動をとる(山上ら, 2001)。このような生態を利用し、樹幹地際に粘着シートを設置すると大量の幼虫を捕殺することができる(写真3)。この方法は摂食を完了した幼虫を捕殺するため当年の被食を回避することはできないが、繭形成密度を低減することになるため次世代の密度抑制には寄与することになる。

もう一つは、黄色のサンケイ式衝突板トラップによる飛翔成虫の捕殺である。前述のとおり、このトラップは産卵前の成虫を含めて誘引捕殺できると考えられるので、当年の卵密度を低下させ被食量の低減に寄与する可能性がある。ただし、これらの手法は設置方法や防除効果の検証が十分に行われている訳ではない。今後、新たな防除法の開発とあわせて検討を進める必要がある。

また、ブナ林衰退地で進めている自然再生事業による森林環境の復元には本種の密度抑制効果を期待できるかもしれない。この考え方は環境改良法と呼ばれる。環境改良法は生物的防除の一種であり、環境を操作することにより土着天敵の有効性を高める

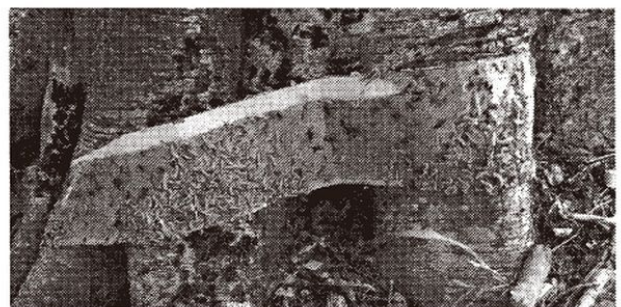


写真3 粘着シートによる幼虫捕獲状況

ことを目的とする(森・村上, 1981)。丹沢山地では森林環境の劣化により生態系のバランスが崩れたことが本種の密度増加を誘導した可能性が指摘されている(越地ら, 2006; 山上ら, 2007)。このことは逆説的に、森林環境を再生し生態系を復元することが本種の密度減少に繋がる可能性を示すものでもある。すなわち、長期的にみれば神奈川県で進めている土壌保全工や植生保護柵、ニホンジカ保護管理といった自然再生事業がブナ林を復元することで天敵を呼び戻し、本種の密度抑制作用が上昇し被食の軽減に寄与するかもしれない。このように自然再生事業は本種の防除対策と一体となったブナ林再生を実現する可能性を秘めている。現在、これら事業による本種の防除効果検証に取り組んでいる。

V 引用文献

- Battisti, A. and Rodeghiero, M. (1998) Monitoring spruce web-spinning sawflies *Cephalcia* spp.: the correlation between trap catches and soil sampling. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 88 (3):211-217.
- Digweed, S., Spence, J. and Langor, D. (1997) Exotic birch-leafmining sawflies (Hymenoptera: Tenthredinidae) in Alberta: distributions, seasonal activities, and the potential for competition. *The Canadian Entomologist* 129(2):319-333.
- 橋詰隼人・李廷鎬・山本福壽 (1996) ブナの開芽期の産地および家系による差異. *日林誌*78(4):363-368.
- 日野輝明 (2001) 森林における鳥をめぐる生物間相互作用ネットワーク. *日本鳥学会誌*50:125-144.
- 越地 正 (2002) 丹沢山地におけるブナハバチ大発生経過とブナの被害実態. *神奈川県自然環境保全センター研究報告*29:27-34.
- 越地 正・田村 淳・山根正伸 (2006) 丹沢山地におけるブナハバチの加害と影響に関するブナ年輪幅変動の解析. *神奈川県自然環境保全センター報告*3:11-14.
- 越地 正・谷脇 徹・田村 淳・山根正伸 (2008) 丹沢山地における2007年に大発生したブナハバチ被害とこれまでのブナの衰弱枯死経過. *神奈川県自然環境保全センター報告*5:3-9.
- 桃澤邦夫 (1999) 三頭山ブナ林における昆虫被害とその影響について. *日本森林学会関東支部論文集*50:87-88.
- 森樊須・村上陽三 (1981) 生物的防除における捕食・寄生性天敵の役割と利用. *昆虫学最近の進歩*(石井象二郎編). 東京大学出版会, 東京, pp279-295.
- 野澤彰夫 (2009) 栃木県におけるブナハバチによるイヌブナの食葉被害. *関東森林研究*60:221-223.
- Owens, ED and Prokopy, RJ (1978) Visual monitoring trap for European apple sawfly. *Journal of Economic Entomology* 71(4):576-578.
- Rodeghiero, M. and Battisti, A. (2000) Inter-tree distribution of the spruce web-spinning sawfly, *Cephalcia abietis*, at endemic density. *Agricultural and Forest Entomology* 2(4):291-296.
- Shinohara, A., V. Vikberg, A. Zinovjev and Yamagami, A. (2000) *Fagineura crenativora*, a new genus and species of sawfly (Hymenoptera, Tenthredinidae, Nematinae) injurious to beech trees in Japan. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. A*, 26(3):113-124.
- 田村 淳・越地 正・山根正伸・藤澤示弘・齋藤央嗣・内山佳美・笹川裕史 (2005) 丹沢山地におけるブナの展葉時期の違いが葉食昆虫(ブナハバチ)の摂食に及ぼす影響. *日林関東支論*56:127-130.
- 谷 晋・伴野英雄・山上 明 (2008) 丹沢山地におけるブナハバチの大量発生の再発とその被害状況について. *東海大学総合教育センター紀要*28:55-61.
- 谷脇 徹・越地 正・山根正伸・藤澤示弘・田村 淳・内山佳美・笹川裕史 (2008) ブナハバチの生息状況調査手法の検討. *関東森林研究*59:239-242.
- 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25：47-54.

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．丹沢大山総合調査学術報告書（丹沢大山総合調査団編）．財団法人平岡環境科学研究所，神奈川，pp. 256-268.

山根正伸・相原敬次・鈴木 透・笹川裕史・原 慶太郎・勝山輝男・河野吉久・山上 明（2007）ブナ林の再生に向けた総合解析．丹沢大山総合調査学術報告書（丹沢大山総合調査団編）．財団法人平岡環境科学研究所，神奈川，pp. 703-710.