

檜洞丸におけるブナハバチの大発生によるブナの衰弱枯死

越地 正*・谷脇 徹*・相原敬次*・山根正伸*

Severe damages on beech trees (*Fagus crenata*) caused
by the outbreak of a sawfly (*Fagineura crenativora*)
in Mt. Hinokiboramaru

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

要 旨

越地 正・谷脇 徹・相原敬次・山根正伸：檜洞丸におけるブナハバチの大発生によるブナの衰弱枯死 神奈川県自然環境保全センター報告9:95-104, 2012 ブナハバチの発生回数とその規模が大きかった檜洞丸周辺地域においてブナの衰弱枯死状況を調査した。その結果、ブナの衰弱枯死は現在も進行中であり、この過程でブナハバチ被害の影響を強く受けていることが考えられた。ブナの衰弱枯死にはブナハバチの繰り返し被害の影響が大きいといえるが、2007年のような大規模発生の場合には、被害範囲の拡大に伴って1回食害でも比較的高い割合で枯死個体が発生することがわかった。一方、固定調査地においてブナの衰弱枯死状況を調査した結果、ブナの衰弱枯死は最初にできたギャップを中心として周囲に拡大していくことがわかった。この調査地内でもブナハバチ被害の影響が強く関与して衰弱枯死が進行するとともに、大きいギャップの形成に伴ってオゾンや水ストレスの影響を受けやすくなり、衰弱枯死が加速されると推測した。

I はじめに

最近、丹沢山地におけるブナの衰弱枯死要因として、オゾンや水ストレスとともにブナハバチの大発生の影響が指摘されている(山根ら, 2007)。ブナハバチは1993年に初めて丹沢山地での発生が記録され、2000年に新種として記載されたものである(Shinohara *et al.*, 2000)。その後の調査研究によりブナハバチの生態が明らかにされている(山上ら, 2005, 2006; 谷脇ら, 2008)。また、ブナハバチの大発生に伴うブナの被害状況についても調査が行われ、その食害影響によりブナの衰弱枯死が認められることが判明した(越地, 2002; 越地ら, 2006, 2008; 山上ら, 2007; 谷ら, 2008)。

著者らはすでに丹沢山地におけるブナの衰弱枯死過程について報告している(越地ら, 2008)が、今回、丹沢山地でも特にブナハバチの発生頻度が高い檜洞丸において、ブナハバチ被害に伴うブナの衰弱枯死状況について継続観察してきた結果をとりまとめたので報告する。

II 調査方法

1 調査地

調査地は丹沢山地の西側にある檜洞丸の山頂(標高1,600 mから南西方向に延びる尾根の標高1,450 m付近まで)とした。このうち尾根から南斜面に生育するブナを中心に衰退度および食害度調査を実施

した。調査期間は丹沢山地でブナハバチの食害が初めて観察された1993年(越地, 2002; 山上ら, 2007)から2011年までの19年間とし、一部のブナでは写真撮影による樹形変化を追跡調査した。また、1500m付近の南向き斜面に約0.7haの固定調査地を設定して立木位置を記録し、1997年以降の衰弱枯死木の発生位置を記録した。これにより林分における林冠ギャップの拡大状況を記録した。

2 衰退度および食害度調査

衰退度の判定は個体ごとに目視により図1を参考にして、次の5段階区分により行った(図1)。

- ①衰退度0：健全な樹形をしている
- ②衰退度1：枝葉の減少がわずかにみられる
- ③衰退度2：枝葉の減少が部分的にみられる
- ④衰退度3：枝葉の減少が目立つ
- ⑤衰退度4：枯死または枯死寸前

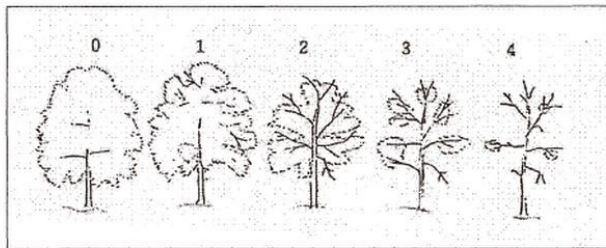


図1 ブナ樹形による衰退度区分(神奈川県, 1994)

食害度の判定は次の5区分により行った(越地, 2008)。

- ①激害：食害率90%以上
- ②大害：食害率50～90%
- ③中害：食害率25～50%
- ④微害：食害率25%以下
- ⑤無害：食害無し

Ⅲ 結果と考察

1 個体別の衰弱枯死状況

(1) ブナハバチの発生状況

2011年までの食害発生状況の概要を表1に示す。この表ではブナの樹勢に与える影響が最も大きい激害の発生率により、70%以上を大規模、30%前後を

表1 ブナハバチの発生状況

	檜洞丸周辺	丹沢山周辺
1993年	○	○
1994年	○	△
1995年	△	△
1996年	△	△
1997年	○	○
1998年	○	○
1999年	○	○
2000年	△	△
2001年	△	△
2002年	○	△
2003年	○	△
2004年	○	△
2005年	○	○
2006年	△	△
2007年	◎	○
2008年	△	△
2009年	△	△
2010年	△	△
2011年	◎	○

◎：大規模(激害発生率70%以上)
○：中規模(激害発生率30%前後)
△：小規模(激害発生率10%以下)

中規模、10%以下は小規模の3段階区分により表示した。1993年から2011年までの19年間の発生状況をみると、東丹沢に位置する丹沢山周辺では中規模発生が7回であるのに対し、西丹沢に位置する檜洞丸周辺では中規模発生が9回、大規模発生が2回と発生回数とその規模も大きかった。特に2007年は激害発生率が70%を越える大規模発生となった(越地ら, 2008; 山上ら, 2008)。さらに2011年にも2007年に匹敵する大規模発生となった。固定調査地での激害発生率は、2007年には77%であったが、2011年も68%と高い値を示した(図2)。

(2) 個体別の衰弱枯死状況

ブナの衰弱枯死状況を把握するため、1993年から2010年までの間に調査した結果を図3に示した。調査本数204本のうち枯死個体と枯死寸前の個体が含まれる衰退度4の占める割合は36%にあたる73本となった。「衰退度4」の73本のうち枯死個体は89%にあたる65本を占める。1996年から2010年の15年間に枯死した本数の年別推移をみると、枯死本数は近年増加傾向にある(図4)。また、これらの枯死個体のうち74%はブナハバチ被害を受けていること

から、ブナの衰弱枯死にはブナハバチ被害の影響が大きいことが考えられる。一方、枯死個体の26%はブナハバチ被害が認められなかった個体で、枯死原因が不明のものである。

この被害について、ブナハバチの食害回数と枯死の関係を明らかにするため、1996年から2007年までに枯死した個体と、2008年から2010年までに枯死した個体に区分して検討した。前者の時期は2002年から2005年までの大発生による被害の影響を受けている個体、後者は2007年の大発生による被害の影響を受けている個体である。前者の枯死個体は、図5に示したように2回以上食害を受けたものが64%を占め、2～4回の繰り返しの食害を受けており、枯死するまでに比較的長期間を要している(写真2)。一方、後者の枯死個体は、図6に示したように2007年に1回食害を受けたものが65%を占めた。この場合は2年程の短期間に枯死する個体が多かった。このように、ブナの衰弱枯死にはブナハバチによる繰り返し被害の影響が大きいといえたが、2007年のような大規模発生の場合は、被害範囲の拡大に伴って衰弱したブナも被害に遭うことになり、1回

食害でも比較的高い割合で枯死個体が発生したと考えられる(写真1)。

「衰退度3」の個体は衰弱がかなり進んでいるもので、調査本数全体の10%を占める。このうちの95%の個体がブナハバチ被害を受けている。これらの個体についても食害回数と衰弱との関係を検討した(図7)。その結果、2007年に1回の食害を受けて衰弱したものと、2007年以前に2～3回の食害を受けた

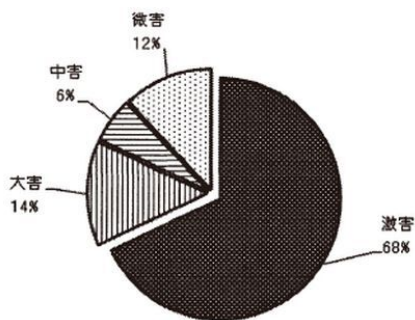


図2 固定調査地内の食害率(N=117)2011年調査

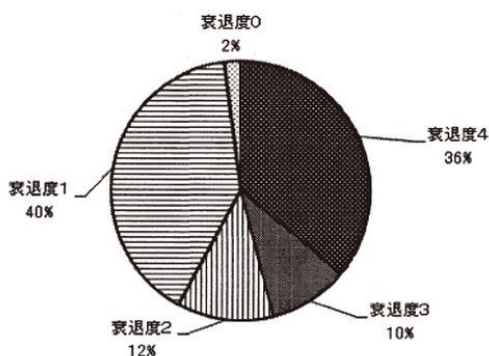


図3 ブナの衰退度別の割合構成(N=204) 2010年時点の集計値

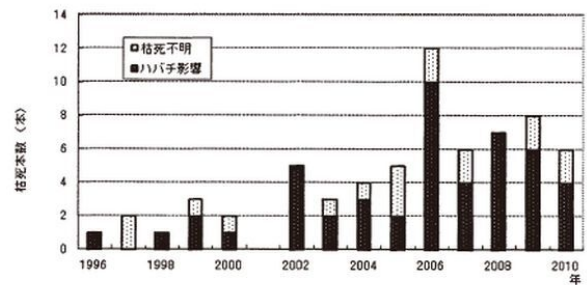


図4 年別の枯死本数の推移

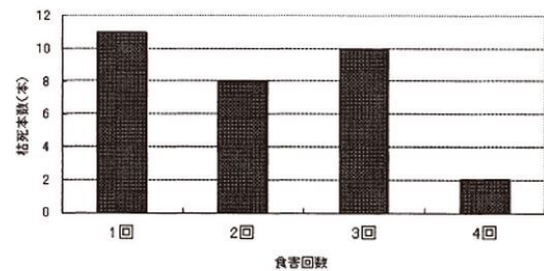


図5 食害回数別の枯死本数(1996～2007年)

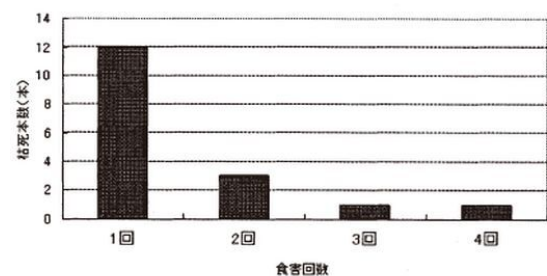


図6 食害回数別の枯死本数(2008～2010年)

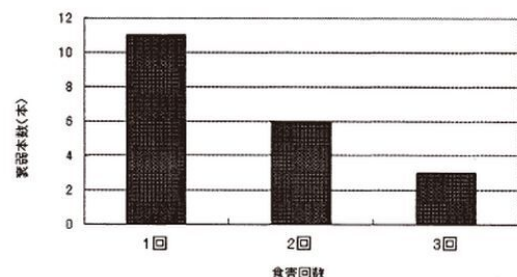


図7 食害回数別の衰弱本数

ものが約半分ずつを占めた。これらの個体の衰弱にもブナハバチ被害の影響が大きかったと考えられる。

「衰退度2」、「衰退度1」および「衰退度0」の比較的健全な個体は、調査本数全体の54%を占める。これらの個体のうちブナハバチ被害を受けたものは80%近くを占める。これらは2007年に被害を受けたものが多い。被害を受けた個体は2010年時点では回復している。健全個体の中には、3～5回食害を受けても衰弱しない個体が数本認められる（写真7）。これらの個体は樹勢が旺盛な個体であり、ブナハバチに対して抵抗力がある個体といえる。

以上によりブナハバチの食害がブナの衰弱や枯死に強く関与すると考えられた。2011年に大規模なブナハバチ被害が発生していることから、今後の衰弱枯死の進行が懸念される。

(3) ブナの衰弱枯死事例

ブナの衰弱枯死の代表的事例として8事例を取り上げ、衰弱枯死過程と写真撮影による樹形変化を追跡調査した。

①事例1：1回食害で枯死した個体（写真1）

本事例は2007年に「衰退度2」の状態でブナハバチの激害を受けた後、翌年の2008年7月に急に枯死した。この個体は枯死時点で幹の一部が剥がれており部分的に腐朽が進行していた。したがって、衰弱しつつあった状態で、全ての葉を消失する被害を受けたため短期間に枯死したものである。

②事例2：複数回の食害で枯死した個体①（写真2）

本事例は2004年時点は「衰退度1」の状態で大害の被害を受け、その翌年の2005年に激害の被害を受けた。2006年にはブナハバチ被害は発生しなかったが、葉量はかなり減少し、「衰退度2」の状態となった。2007年に再び激害の被害を受け「衰退度3」と衰弱が進み、その後、2008年に枯死寸前の状態、すなわち「衰退度4」となり、翌年の2009年8月に枯死した。これらの衰弱枯死過程では3回にわたるブナハバチ被害の影響は大きかったと考えられる。なお、この場所は南斜面の風当たりのよい場所にあり、オゾンや水ストレスの影響を受けやすい立地条件にあるため、これらの要因も衰弱を加速させた可能性がある。

③事例3：複数回の食害で枯死した個体②（写真3）

本事例は1993年にブナハバチの激害を受けた後、1999年に中害で「衰退度1」、2002年に大害で「衰退度2」、2004年に激害で「衰退度3」となり、衰弱が徐々に進行した。その後、2005年になると急速に葉量が減少し、枯死寸前の状態となり、翌年の2006年7月に枯死した。この事例は衰弱枯死までに18年の長期間を要した事例である。この間に4回のブナハバチ被害を受けたが、これらの影響が強く働いて枯死したものとする。この個体は尾根沿いにあるため、南西方向からの風を受けやすい。このため、事例2と同様にオゾンや水ストレスの影響も考えられる。

④事例4：複数回の食害で衰弱した個体①（写真4）

本事例は2本のブナのうち、左側のブナをA木、右側のブナをB木とする。2005年にはA木は激害、B木は微害で、いずれも「衰退度1」であった。2006年にはブナハバチ被害は発生しなかったが、A木は葉量が減少し、枝枯れが発生した。2007年にはA木は再び激害を受け「衰退度2」となった。2008年から2010年まではブナハバチ被害はほとんど発生しなかったが、この間にA木は2008年に「衰退度2」、2009年に「衰退度3」となった。2010年も「衰退度3」であるが、葉量が徐々に減少し、枝枯れも目立つようになり衰弱がさらに進行した。これに対してB木は被害の程度が軽かったことから「衰退度1」の状態を維持した。A木は2005年と2007年の2回にわたる激害を受けた影響が大きく、これにより衰弱が進行したと考えられる。本事例では2本の木が近接しているにもかかわらず、A木のみが強い食害を受けている。ある程度衰弱しつつある個体の方がブナハバチ被害を受けやすいといえる。このような事例はほかにも数例が認められた。

⑤事例5：複数回の食害で衰弱した個体②（写真5）

本事例は2002年に微害で「衰退度1」、2005年に大害で「衰退度1」、2007年に激害を受けて「衰退度2」となった。2007年には二次開葉がみられ樹勢は回復したが、2008年になると急激に葉量が減少し、「衰退度3」となり衰弱が進行した。その後、2009年から2010年にかけてさらに衰弱し、2011年には太い枝の枯死が目立つようになり「衰退度4」になった。この個体の周囲にはハウチワカエデの高木

があり、直接の風当たりは弱い場所にある。したがって、衰弱原因としては2005年と2007年のブナハバチ被害の影響が大きいと考えられる。

⑥事例6：複数回の食害で衰弱した個体③(写真6)

本事例は2本のブナのうち、左側のブナをA木、右側のブナをB木とする。2007年には両方の個体とも激害を受け、「衰退度1」の状態であった。2008年から2010年まではブナハバチ被害はほとんど発生しなかったが、2009年になるとB木の樹冠上部が枯死し、「衰退度2」となった。B木は南風を直接受け、オゾンや水ストレスを受けやすい条件下にあるため、これらの影響も加わり先端部の枝枯れが進行したと考えられる。B木は2011年にも激害を受けたため、さらに衰弱が進み、その年の秋には南側の太い枝が枯死、葉量も減少し、「衰退度3」となった。これに対してA木は、2007年に激害を受けたが、2011年の被害が微害であったこともあり、「衰退度1」を維持している。

⑦事例7：複数回の食害でも衰弱しない個体(写真7)

本事例は1999年に激害、2002年に中害、2005年と2007年に激害と4回の被害を受けている。しかし、激害を受けた翌年は葉量が一時的に減少するが、樹勢の回復が早く、2010年時点でも「衰退度1」と衰弱が進行していない。この個体は4回にわたるブナハバチ被害を受けても樹勢の低下がみられなかったことから、ブナハバチ被害に対して抵抗力が大きい個体といえる。

⑧事例8：食害を受けていない個体(写真8)

本事例は2007年より観察を始めている個体であるが、その後2010年までブナハバチの被害を受けていない。2010年時点で「衰退度0」と健全な状態を維持している。樹勢が旺盛で葉量も多く、開葉の時期が早いのでブナハバチ被害を受けにくいと考えられる。また、東斜面のやや凹地形の場所に生育していることから立地的にも有利な条件にある。

2 固定調査地での衰弱枯死状況

本調査地内では、1997年から2010年までに発生した枯死木は21本、衰弱木(衰退度4および衰退度3)は10本であり、衰弱枯死木の合計は26%にあたる31本となった。これらの衰弱枯死木31本のう

ちの29本がブナハバチ被害を受けている。今回の集計には1996年以前に枯死した個体は含まれていないが、これらの個体を含めると衰弱枯死の割合はさらに増加する。

これらの衰弱枯死木の発生位置を図8に示した。この図にあるA地区は1997年当時の最初に出来たギャップで約0.1haの大きさであった。その後、2007年までは、A地区の南方向のB地区、北方向のC地区、西方向のD地区への3方向に拡大した。これらのブナの枯死によりギャップの大きさは、A地区の約2倍となった(越地, 2008)。

その後、2010年時点では、D地区の周囲にブナの衰弱枯死が目立ち、ギャップはさらに拡大した。また、C地区も斜面上部方向に衰弱する個体が認められたが、これらの個体は枯死寸前の状態にある。2010年時点でギャップの大きさは約0.3haとなり、固定調査地全体の43%を占める面積となった。

以上の結果から、本調査地では最初に出来たギャップを中心にして、年々ブナの衰弱枯死が周囲に拡大していくことが明らかになった。また、この大きなギャップ形成跡地はシカの採食圧を受けて後継樹が更新できず、オオバイケイソウやマルバダケブキなどのシカの不嗜好性植物が繁茂した草地状態になっている。また、大きいギャップ形成に伴って、風当たりが良くなるなどの環境変化によりオゾンや水ストレスなどの影響を受けやすくなるため、これらの要因もブナの衰弱枯死を加速すると推測される。

IV まとめ

檜洞丸周辺はブナハバチの発生回数とその規模が大きい地域で、丹沢山地ではブナの衰弱枯死が最も進行している地域である。今回、このような場所でブナの衰弱枯死状況を追跡調査した結果、衰弱枯死の進行過程でブナハバチ被害の影響が強く関与していることが考えられた。ブナハバチ被害は、1993年から2005年までは中規模発生による被害の影響により、2～4回の繰り返しの被害を受けた個体が多く、枯死するまでに比較的長期間を要している。一方、2007年から2010年までは2007年の大規模発生による被害の影響により、2年程の短期間に枯死し

ている。ブナの衰弱枯死にはブナハバチの繰り返し被害の影響が大きいといえるが、2007年のような大規模発生の場合は、被害範囲の拡大に伴って1回食害でも比較的高い割合で枯死個体が発生することがわかった。

固定調査地において、ブナの衰弱枯死状況を追跡調査した結果、ブナの衰弱枯死は最初にできたギャップを中心として周囲に拡大していくことがわかった。この調査地内でもブナハバチ被害の影響が強く関与して衰弱枯死が進行するとともに、ギャップの拡大に伴ってオゾンや水ストレスの影響を受け

て衰弱枯死が加速されると推測した。

2011年には、2007年に匹敵するブナハバチの大規模発生が認められたことから、今後これらの食害影響によりブナの衰弱枯死がさらに加速する恐れがある。

しかし、現状では残存するブナの約半分がほぼ健全な状態にあるので、これ以上の衰弱枯死の進行をくい止めるためブナハバチの大発生を制御する技術を確立するとともに、ギャップを拡大させないため短期間に森林再生する技術を確立する必要がある。

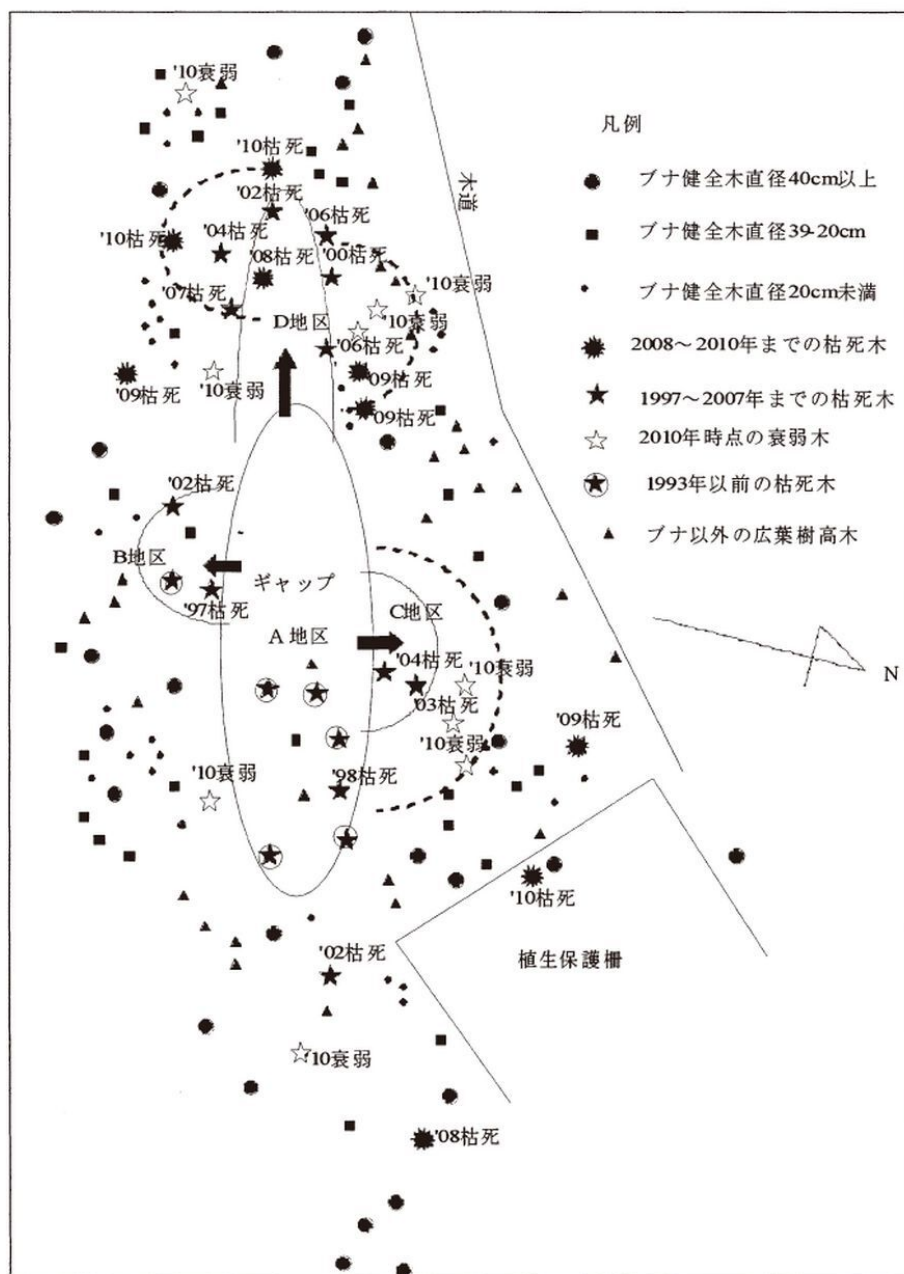


図8 固定調査地でのブナの衰弱枯死分布状況

V 引用文献

- 神奈川県 (1994) 酸性雨に係る調査研究報告書. 神奈川県環境部大気保全課 : 286pp.
- 越地 正 (2002) 丹沢山地におけるブナハバチ大発生の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第3号 : 11-24.
- 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過程. 神奈川県自然環境保全センター報告第5号 : 3-9.
- 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.
- 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・藤沢示弘・田村 淳・内山佳美・笹川裕史 (2008) ブナハバチ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 (2005) ブナハバチの性比と産卵 (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 (2006) ブナハバチ土中繭の生存と死亡. 第29回日本土壌動物学会大会講演要旨集.
- 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). 丹沢大山総合調査学術報告書 : 256-268, (財) 平岡環境科学研究所
- 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) ブナ林の衰退機構と再生の方向. 丹沢大山総合調査団編, 丹沢大山総合調査学術報告書 : 104-111, (財) 平岡環境科学研究所.



写真1-1 事例1、2007年8月(衰退度2)
激害発生、葉が全て被害された状態



写真1-2 事例1、2008年7月(衰退度4)
開葉はみられず、急激な枯死



写真1-3 事例1、2009年6月
枯死1年後、小枝の大部分落下
幹全体に樹皮剥離が進行



写真2-1 事例2、2005年7月(衰退度1)
激害発生、二次開葉あり



写真2-2 事例2、2006年9月(衰退度2)
やや葉量少ない



写真2-3 事例2、2007年7月(衰退度3)
激害発生、二次開葉なし



写真2-4 事例2、2009年8月
枯死



写真3-1 事例3、2002年7月(衰退度2)
大害発生



写真3-2 事例3、2004年7月
激害発生(衰退度3)



写真3-3 事例3、2005年7月(衰退度4)
枯れ寸前、生きた枝は下部の枝のみ



写真3-4 事例3、2006年7月
枯死



写真4-1 事例4、2005年10月(衰退度1)
A木は激害
B木は微害



写真4-2 事例4、2006年8月
ブナハバチ被害なし
A木は葉量減少(衰退度2)



写真4-3 事例4、2007年6月
A木は激害(衰退度2)
B木は中害



写真4-4 事例4、2009年6月
A木は衰退度3
B木は衰退度1



写真5-1 事例5、2005年7月(衰退度1)
大害発生



写真5-2 事例5、2006年8月
ブナハバチ被害なし



写真5-3 事例5、2007年7月
(衰退度2)、激害発生



写真5-4 事例5、2011年6月(衰退度4)
ブナハバチ被害なし



写真6-1 事例6、2007年6月(衰退度1)
広範囲に激害発生

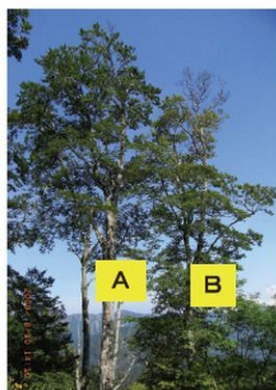


写真6-2 事例6、2009年8月
B木先端に枝枯れ発生(衰退度2)
A木は回復



写真6-3 事例6、2011年7月
B木に激害発生(衰退度2)
A木は微害(衰退度1)



写真6-4 事例6、2011年9月
B木の太い枝の枯死(衰退度3)



写真7-1 事例7、1999年7月
激害発生



写真7-2 事例7、2005年10月
激害発生



写真7-3 事例7、2007年8月
激害発生



写真7-4 事例7、2009年8月
(衰退度1)



写真8-1 事例8、2007年6月
ブナハバチ大発生年に被害なし



写真8-2 事例8、2009年10月
紅葉時期にも樹冠全体に葉がある



写真8-3 事例8、2010年6月(衰退度0)
葉量多く、自然樹形を保つ