

丹沢山地におけるブナ林衰退の現状

越地 正*・相原敬次*・山根正伸*・田村 淳*・谷脇 徹*

The Current State of Decline of Beech (*Fagus crenata*) Forests in the Tanzawa Mountains

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

1 丹沢のブナ林

日本列島においてブナ林は、北海道の渡島半島から九州の南端まで広範囲に分布している。ブナ林は多雪地帯に分布する日本海側のブナ林と、多様な樹種が混交する太平洋側のブナ林に大きく分けられる。太平洋側のブナは約一万年前からの後氷河期以降の気候温暖化過程のなかで、葉の小型化・狭葉化する形で適応してきたものである(安田, 1985)。丹沢のブナは太平洋側のブナ林に分類され、その形態的特徴を有しており、標高700~800 m以上の高標高域にみられる貴重な樹木である。丹沢では比較的まとまりのあるブナ林は、標高1,000 m以上の山地主稜線沿いの尾根筋や緩斜面にみられる。このような場所は火山灰が厚く堆積し適潤性の良好な土壌からなっている。ブナの生育状況は、ブナ高木のみを対象とした場合、平均すると胸高直径45 cm、樹高17 mで、1ヘクタール当たりの本数は約250本となる(表1)。ブナの樹齢については、40本のブナの年輪調査から胸高直径との関係式を作成した(図1)。この式から樹齢を推定すると、胸高直径45 cmで150年、胸高直径が80 cmを越えるものは300年以上となる。なお、年輪調査木中の最高樹齢は396年である。このように丹沢のブナ林は大径木の混じる高齢な森林が特色となっている。

2 丹沢ブナ林の衰退状況

丹沢ブナ林を構成する高木は、広葉樹ではブナ、

イヌブナ、カエデ類、シナノキ、サワグルミ、針葉樹ではモミ、ツガ、ウラジロモミ、ハリモミなどである。これらのなかで立ち枯れが目立ち、問題となっている樹種はブナ、モミ、ウラジロモミである。丹沢山地は急峻で崩壊地が多いため、山地全体の衰退状況を広域的に捉えるためには航空写真を利用するのが効率的である。1985年8月撮影の航空写真を用いて立ち枯れの状況を調べたところ、丹沢山地の主稜線と主稜線から派生する支尾根沿いに多いことがわかった(越地ら, 1996)。立ち枯れが目立つ場所は丹沢山、蛭ヶ岳、檜洞丸の山頂周辺である。標高別にみると、立ち枯れ木の85%以上が標高1,000 m以上にあり、その頻度は特に標高1,400 m以上で高くなる傾向がみられる。斜面方位では、立ち枯れは南ないし南東向きの斜面に多いが、北向きの斜面には少ない。また、立ち枯れが確認された範囲の面積は、標高1,000 m以上の面積の28%を占めている。その後、2002~2004年にブナ林の衰退調査をした結果でも、ブナの衰退が進行している場所は1985年時点の立ち枯れの多かった場所とほぼ一致している(山根ら, 2007 a、図2)。

丹沢ブナ林が衰退した時期を、塔ヶ岳、丹沢山、蛭ヶ岳、檜洞丸の各山頂付近においてほぼ5年おきに撮影した航空写真を用いて解析した結果、1980年の航空写真から異常が明らかに認められる衰退度2以上のブナの割合が増えている(神奈川県, 1994、図3)。

表1 丹沢山地の10か所におけるブナの生育状況(越地, 2002)

調査地	標高 m	傾斜度	傾斜方向	平均胸高直径 cm	平均樹高 m	ha当たり本数 本
丹沢山頂南面1	1440	22	SE	40.2	18.8	380
丹沢山頂南面2	1450	15	E	31.0	15.3	460
天王寺尾根1	1260	8	平坦～S	47.7	16.6	240
天王寺尾根2	1220	14	N	57.0	14.4	140
堂平上部	1190	20	S	74.2	23.4	100
堂平中部	1170	9	S	36.9	19.7	400
檜洞丸1	1530	20	S	50.4	15.7	180
檜洞丸2	1540	20	NW	39.8	16.3	120
前大室山	1520	30	SW	41.1	12.4	200
加入道山	1500	17	E	32.8	14.1	266

10×50mの標準地、ブナ高木(樹高10m以上)の占める割合が高い林分

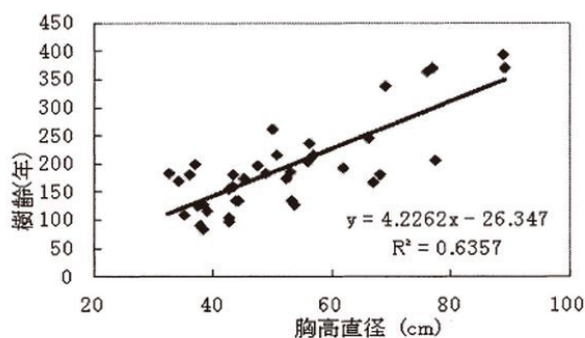


図1 ブナの胸高直径と樹齢の関係(越地, 2006)

(40本の個体の年齢解析による)

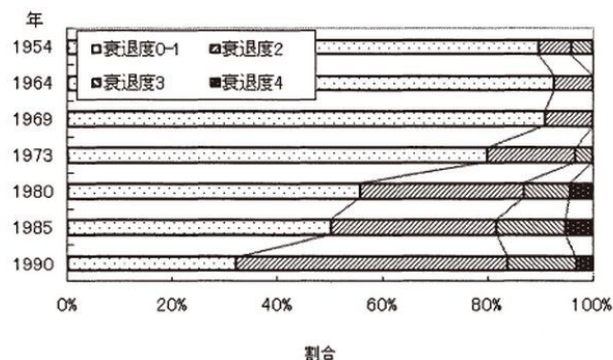


図3 蛭ヶ岳の航空写真判読によるブナ衰退度の経年変化(神奈川県, 1994)

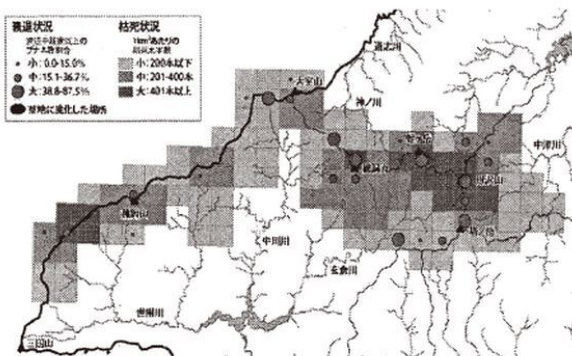


図2 丹沢山地のブナ林の衰退状況(山根ら, 2007a)

丸印は2002-2004年の現地調査による衰退状況
メッシュは1985年の航空写真判読による枯死状況
(モミ類を含む)

年輪には過去の気候や環境の変化などが刻まれており、これらの出来事を知る手がかりとして利用される。鈴木(1992)は衰退の問題となった大山モミや、神奈川県内各地のモミやスギの年輪にほぼ共通して1960年から1970年にかけて年輪幅が急激に減

少することを報告している。一般に年輪幅の変化は気象の影響を受けやすいとされているが、この場合は気象以外の要因が加わって生じたものとしている。そこでブナの年輪解析を行った結果、ブナはモミより正円性に欠けるのでばらつきは大きい、1970年から1980年頃にかけて環境変化により年輪幅が低下する個体が多く認められた(越地ら, 2006、図4)。航空写真の判読と年輪調査の結果から推測すると、1980年頃からブナの立ち枯れが目立ち始めたと考えられる。大山モミ林の場合は1960年代から1970年代前半にかけて立ち枯れが目立ったが、丹沢のブナ林の場合は大山のモミ林より10年以上遅れて衰退が進行したことになる。

ブナ林の衰退で特に問題となる点は、その衰退が現在も進行していること、衰退の跡地に後継樹が育たずギャップが拡大していることである(写真1、図2)。衰退が最も進んでいる檜洞丸山頂の南向き

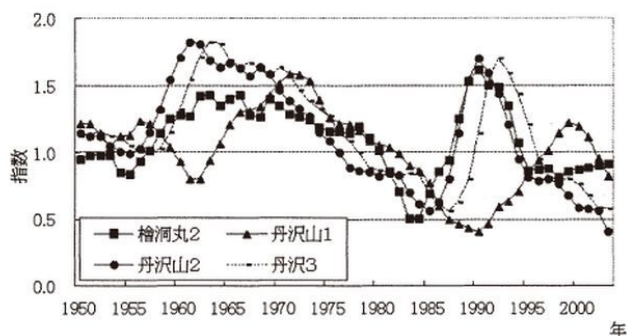


図4 丹沢山地ブナの年輪幅の変化(越地, 2006)

4本のブナを解析した。縦軸の指数は年輪幅の変化を最適指数曲線式にあてため、実際の年輪幅との比を求め年輪幅を標準化したもの。



写真1 檜洞丸におけるブナの立ち枯れ状況
(1991年8月2日鈴木清氏撮影)

斜面では調査区域内の20%が草地化している(神奈川県, 2009、図5)。これは1980年頃の衰退開始とともにブナ等の枯死が徐々に拡大したもので、その跡地がシカの強い採食圧を受けたため後継樹が育たず、オオバイケイソウやマルバダケブキなどシカの嗜好性植物が繁茂し、草地が拡大していったものである。

丹沢山地では標高1,200m以上になると、モミに代わってウラジロモミがブナ等に混じって分布している。ウラジロモミの立ち枯れもブナの立ち枯れと同じ頃から目立ち始めたと思われる。1990年代には高標高地にシカが増加したこともあり、ウラジロモミ、アオダモ、リョウブ等がシカにより樹皮剥ぎされた。高齢なウラジロモミには幹の全周が樹皮剥ぎされることにより枯死する個体が発生した(写真2)。最近ではウラジロモミの幹にネットを巻くことにより樹皮剥ぎを防いでいる。

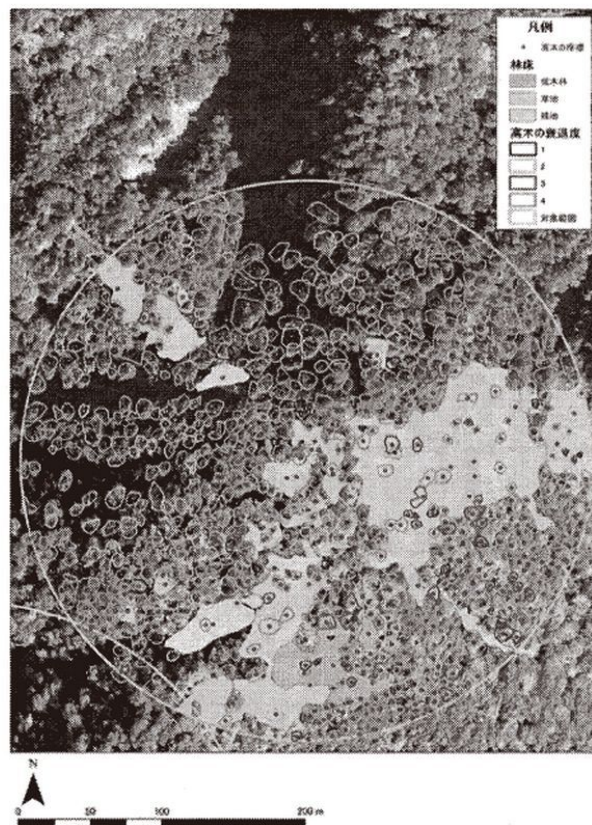


図5 檜洞丸山頂付近の草地化の状況(神奈川県, 2009)

大円(12.56ha)内の草地(白く抜けている部分: 2.5ha)が20%を占める。

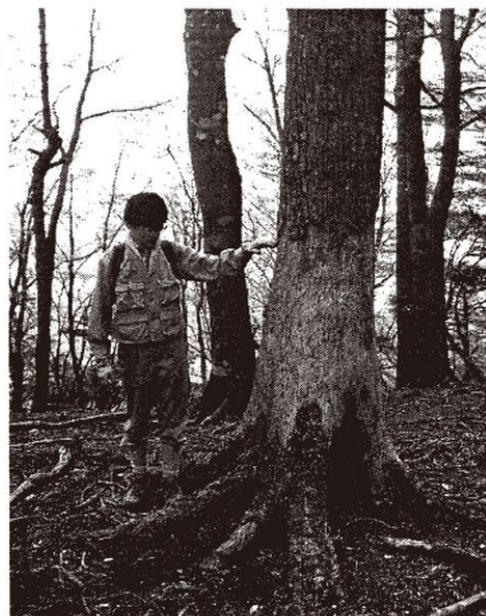


写真2 ウラジロモミのシカによる樹皮剥ぎ被害
(1995年12月撮影)

3 ブナ林の衰退原因

ブナの衰退が目立つ地域は、高標高地の尾根から南向き斜面にかけてという地形条件下にある場所であること、また、枯死する個体は直径の太いものから細いものまで広範囲にわたることから、衰退原因は老齢化など樹木自体の要因ではなく、何らかの外部要因が働いて起きていると思われる。ブナ林の衰退メカニズムは、全て解明されているわけではなく未解明の点も多いが、現時点では、大気汚染、病害虫被害（ブナハバチ）、水ストレスが主要な要因としてあげられている（相原ら、2004；山根ら、2007b）。

(1) 大気汚染

さまざまな大気汚染物質のうち樹木に大きな影響を与えるものとしては、二酸化硫黄、酸性雨、光化学オキシダント（オゾン）が主なものである（図6）。

ア 二酸化硫黄

二酸化硫黄は重油や石炭の燃焼など主として工場の生産活動から排出されるもので、かつては大気汚染の大きな原因になっていた。京浜工業地帯では1965年に硫黄酸化物の排出量が最大（神奈川県、1994）であり、1967年の京浜工業地帯の硫黄酸化物

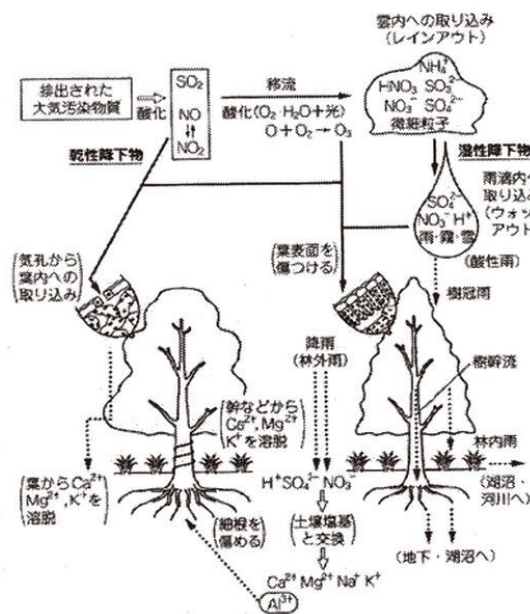


図6 樹木や土壌への大気汚染物質や酸性雨の影響（若松・篠崎、2001）

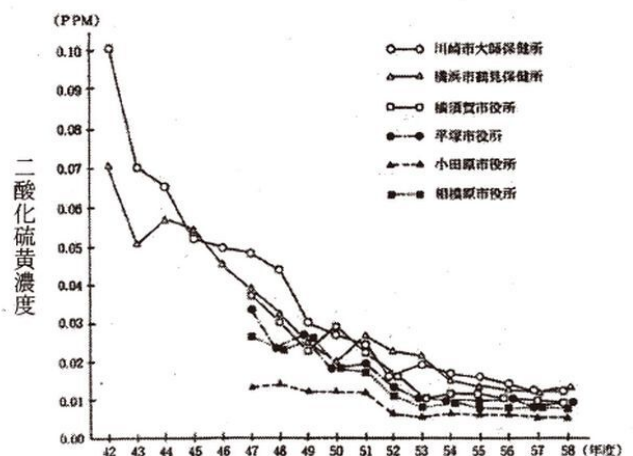
硫黄酸化物；SO₂、オゾン；O₃、酸性雨；湿性降下物

濃度は100ppbを超える高濃度を示す地区もあった（神奈川県、1984、図7）。当時の川崎市臨海部では樹木の葉に可視被害が認められている（鈴木ら、1973）。しかし、その後の排出源対策により硫黄酸化物濃度は徐々に低下し、2009年時点では二酸化硫黄濃度の年平均値が4 ppbときわめて低い濃度となっている（神奈川県、2010）。1960年代に京浜工業地帯から排出された二酸化硫黄等の汚染物質は、春から夏にかけて相模湾を介した海陸風循環により丹沢山地に移流する（相原ら、1982）と考えられ、丹沢山地に移流した高濃度の二酸化硫黄はブナ林の成長低下に影響を与えた可能性がある。

イ 酸性雨および酸性霧

酸性雨は1980年頃から樹木が衰退する原因ではないかとして調査研究が開始された。人工酸性雨を用いての実験では、pH2.0の酸性雨では多くの樹木に可視被害と成長低下が認められ、pH3.0の酸性雨では可視被害は広葉樹には認められるが、針葉樹では認められない（河野ら、1994）。このように酸性雨による樹木被害はpH3.0以下でないと現れないのに対し、現在降っている雨のpHは4.5前後であるため可視被害はみられない状況にある。

しかし、酸性雨が降り続くことによる土壌酸性化への影響も懸念されたので、この点を確認するために丹沢山地の主要な山頂で土壌の酸性度を測定したところ、丹沢山と塔ヶ岳でのpHは5.9、蛭ヶ岳は



昭和

図7 主要一般環境測定局における二酸化硫黄の経年変化（神奈川県、1984）

pH5.1を示し、特に酸性化している兆候は認められなかった(越地ら, 2005)。丹沢山地に分布する弱酸性の火山灰土壌は、酸性雨を中和する能力が高いため酸性化が進行しにくい一因になっている。

酸性霧は大気中での滞留時間が長く、雨と比べて霧滴の径が小さいため単位面積当たりの表面積が大きい。従って、酸性物質が溶け込みやすくなり、雨より酸性度が強く大気汚染物質の濃度も高くなる。このため、酸性霧は酸性雨より樹木への影響が大きいとされている(井川, 1992)。このことについて、神奈川県が大山下社で1990年から1992年の3年間にわたり酸性霧を観測した結果、pH3.0以下の酸性度の強い霧は6回観測され、その発生頻度は2.7%、最大の発生時間12時間、最低のpHは2.55であった。1960年代は京浜工業地帯から排出された二酸化硫黄等汚染物質の移流により、1990～1992年の調査時よりも酸性度の強い霧が発生し、森林衰退に影響を及ぼしたのではないかと推察されている(神奈川県, 1994)。

ウ オゾン

オゾンには成層圏オゾンと対流圏オゾンがある。成層圏オゾンは生物に有害な紫外線を防ぐオゾン層で「良いオゾン」といわれるのに対し、対流圏オゾンは地表付近では生物に被害を与える「悪いオゾン」といわれる。地表付近の悪いオゾンは工場や自動車から排出される窒素酸化物や炭化水素が太陽からの紫外線を受けて複雑な光化学反応を起こすことにより生成されるもので、酸化能力の強い有害な物質である。オゾンは現状の濃度レベルでも光合成速度に影響を与え、長期間の暴露によって成長が低下する。このことについて、武田・相原(2007)は、西丹沢犬越路においてブナの苗木を用い、大気中のオゾンを含んだ大気とオゾンを浄化した大気を暴露する比較実験を行い、実験3年目にオゾンの影響によるクロロフィルの減少と落葉が早まることにより、成長量が約60%低下することを示した。

一方、河野ら(2001)はオゾンと二酸化硫黄の複合影響の実験では、オゾン単独よりも二酸化硫黄を付加した場合にはさらに成長が低下するとしている(図8)。1960年代に京浜工業地帯で発生した高濃度の二酸化硫黄とともに、オゾンも丹沢山地に移流

し、ブナ林に複合的な影響を及ぼした可能性がある。神奈川県(1994)は、1960年代の二酸化硫黄濃度は、大山では1965年には10～20ppbであったと推定している。

また、1972年の神奈川県都市部のオゾン濃度は、年平均値で50ppbであったことから、大山ではこの値よりさらに高かったと推定している。これらの結果に基づいて、大山における1960年代の推定値を二酸化硫黄濃度20ppb、オゾン濃度60ppbとして、これらを複合影響の実験データ(河野ら, 2001、図8)に当てはめてみると、ウラジロモミやブナの苗を用いた場合、約40%の成長低下が読み取れる。現地に生育する高齢のモミに同じ程度の影響が現れるとはいえないが、当時の高濃度の二酸化硫黄とオゾンの複合影響により、かなりの成長低下が引き起こされるものと思われる。

神奈川県は都市部(一般環境大気測定局)に加え、山地の西丹沢犬越路(標高920mにある研究用測定局)でオゾン濃度を観測している。オゾン濃度の年平均値をみると山地は都市部の約2倍の高い濃度で推移している(図9)。実際、丹沢山地において暴露型パッシブサンプラーによりオゾン濃度を測定したところ、蛭ヶ岳、檜洞丸、丹沢山などの山頂付近の風当たりの良い地点でオゾン濃度が高まること、さらに標高が高くなるほどオゾン濃度が高まることわかった(阿相ら, 2007、図10)。山岳地帯においてオゾンを連続観測した事例はきわめて少ないが、神奈川県では電力中央研究所と共同で檜洞丸の山頂近く(標高1,540m)に、ソーラーパネルと風力発電機から電力を供給する方式でのオゾン観測を2004年から始めている(写真3)。2004～2005年の観測結果では、年平均値は42ppbであり、100ppbを超える高い濃度も観測されている。オゾン濃度は都市部では日中にピークがみられるのに対し、檜洞丸では日変化は小さいが、夏には夜間に高くなることわかった。また、ブナの衰退が南向き斜面に多くみられる原因には、地形に起因する局地風の影響が大きく、風速が強まることによりオゾン移流フラックスとして影響しているためではないかと推察されている(河野ら, 2007)。

大気汚染のうちでは、オゾンが最もブナ林の衰退に影響を及ぼしている可能性が高い。しかし、現状

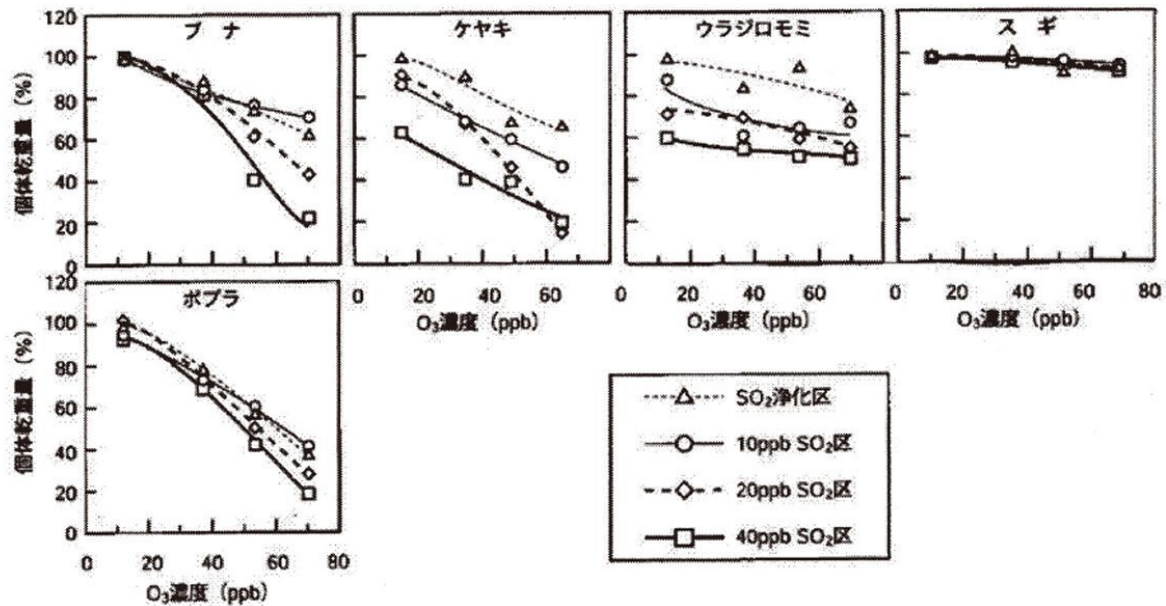


図8 個体乾重量に及ぼすオゾン(O₃)と二酸化硫黄(SO₂)の複合影響(河野ら, 2001: 一部抜粋)

ウラジロモミはSO₂の影響大
 ブナはSO₂とO₃との複合影響大
 スギは両者の影響小

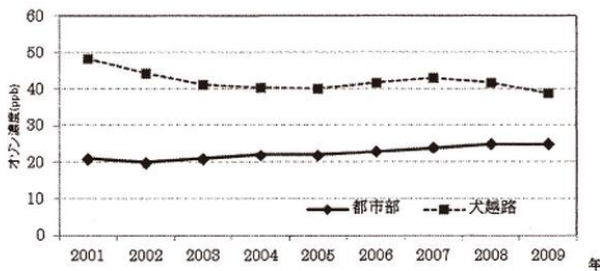


図9 都市部と犬越路のオゾン濃度(年平均値)の変化(神奈川県, 2010)

都市部: 60地点の平均値、犬越路: 1地点

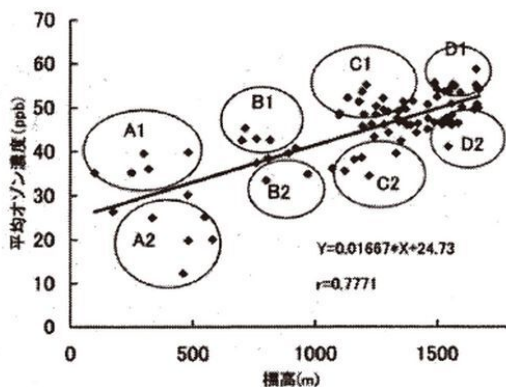


図10 標高とオゾン濃度との関係および調査地点の分類(阿相ら, 2007)

A1・B1・C1・D1: 尾根など風当たりの良い地点
 A2・B2・C2・D2: 谷筋や周囲に樹木が多い地点

のオゾン濃度ではブナの成長低下を引き起こすことはあっても、枯死するまでには至らないであろう。

(2) 病虫害(ブナハバチ)

丹沢山地では1993年に初めてブナハバチの大発生が記録されている。その後もたびたび大発生を繰り返し、2007年と2011年には今までにない大規模な発生となっている(表2)。ブナハバチは2000年に新種として記載された。これにより標本の比較が可能となり、全国のブナ林にも広く生息していることが判明している。丹沢山地以外でも大発生の記録はあるが、繰り返し大発生がみられるのは丹沢山地だけである。この幼虫はブナとイヌブナを食害するが、丹沢山地ではブナの方が食害される。ブナの被害はブナハバチの幼虫が5月下旬から約1か月間にわたりブナの葉を食害するもので、大発生時には6月中下旬頃ブナ林に行くと、終齢に近い幼虫の糞が雨のようにばらばらと音を立てて落ちるほどである。この頃にはブナの幹などに多数の幼虫が登っていく様子が観察できる(写真4)。

このような幼虫の食害を受けたブナは、葉を全て食べ尽くされ、丸坊主になる激害型の症状がみられる(写真5)。丸坊主にされたブナは8月になると

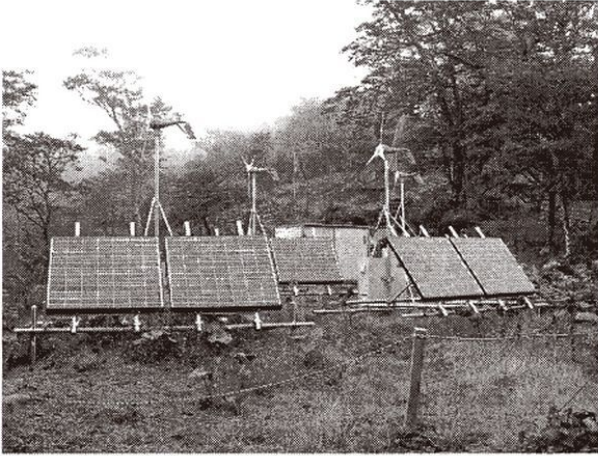


写真3 檜洞丸山頂近くのオゾン観測装置
(2005年8月12日撮影)

表2 丹沢山地でのブナハバチの発生経緯
(越地ら, 2012)

	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)

新芽(通常は翌年春に開く芽)から再び葉を展開させる。この二次開葉した葉はその年の成長を補うためのものであるが、夏の暑い時期に展開したばかりの柔らかい葉であるため光合成能力はかなり低下する。激害を受けても大部分のブナは二次開葉をするが、衰弱したブナには二次開葉しない個体もある。地形条件との関係では、ブナハバチによる被害は北

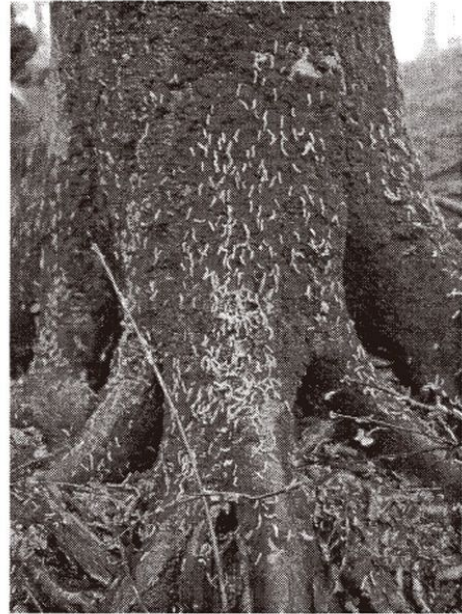


写真4 ブナの幹をよじ登るブナハバチの幼虫
(1997年6月11日撮影)

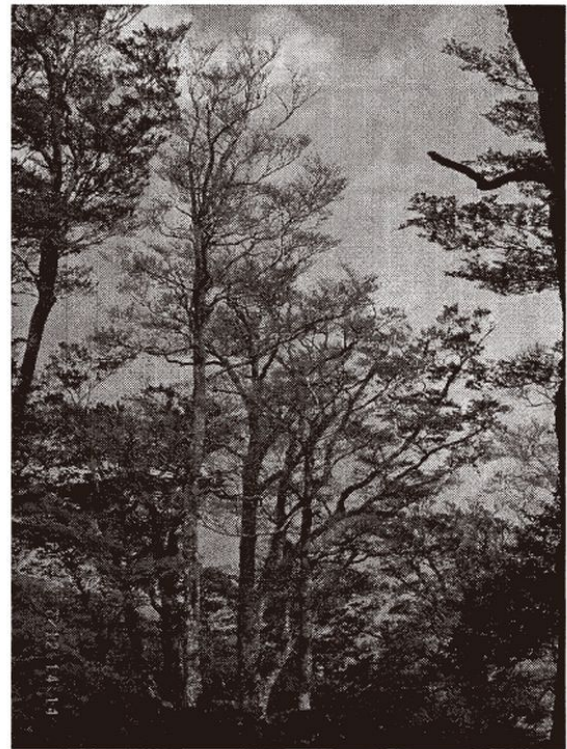


写真5 ブナハバチの食害で丸坊主にされたブナ
(2011年7月12日撮影)

食害直後は褐変する

向き斜面より南向き斜面に多く見られる。南向き斜面に生育するブナは開葉時期によるばらつきが大きい、とくに開葉の遅れる個体ほどブナハバチ被害を受けやすい傾向がある(田村, 2005)。ブナハバ

チによる激害を受けたブナは、短期間に全ての葉を失うことになるため、樹体内の同化物質の消耗が激しく樹勢が低下する。激害を受けたブナは翌年には枝枯れの発生がみられ、その後徐々に葉量が減少し衰弱していく経過をたどる。比較的健全なブナが、13年間に4回も食害を受けた後に枯死した事例もある。また、衰弱したブナでは1～2年の短期間で枯死する事例も観察されている。

一般的に広葉樹は昆虫による葉の食害を受けても枯死することはないとされているが、ブナハバチ被害の場合は同じ個体が繰り返し被害を受ける傾向があるため枯死する事例が認められる。檜洞丸の山頂付近のブナについて調査したところ、ブナハバチの発生が確認された1993年から2010年までの18年間に、調査本数204本のうちの32%にあたる65本のブナが枯死し、そのうちの46本がブナハバチの被害を受けていた(越地ら, 2012)。一方、東丹沢の堂平から丹沢山山頂までの調査ルートでは1997年から2006年までの10年間に調査本数98本のうちの16本のブナが枯死したと報告されている(山上ら, 2007)。これらの枯死事例はいずれも長期間の観察により判明したもので、ブナハバチによる繰り返しの食害を受けた影響が大きいとしている。

ブナハバチは2006年以前では大発生しても、激害の発生率が30%前後であったのに対し、2007年には70%以上のブナが激害を受けるという大規模な被害が檜洞丸や大室山など西丹沢を中心とする地域に発生している(谷ら, 2008; 越地ら, 2008)。さらに2011年にも2007年に匹敵する大規模な被害が発生した(越地ら, 2012)。特に衰退が進んでいる檜洞丸では、ブナハバチの大発生の回数が多いことも影響して、近年ブナの枯死が増加傾向にある。今後このような被害がたびたび発生することになるとブナの衰弱枯死が急速に進行する恐れがある。

(3) 水ストレス

都市域同様丹沢山地でも気温は上昇傾向にある。丹沢山地では長期間の観測データがないため、横浜地方気象台海老名観測点のデータを用いて検討すると、1980年から2010年までの31年間に年平均気温は約1.5℃上昇している(図11)。山地の気温は気温低減率(脚注: 標高100m上がるごとに気温が約0.6

℃下がること)により推定できることから高標高地でも同程度の気温上昇が推測される。その上、丹沢山地では1990年頃から少雪化の傾向が顕著になっている(山根ら, 2007b)。このように気温上昇、少雪化などにより山地全体としては乾燥化傾向にある。

ブナは水不足の状態すなわち水ストレスに敏感な樹種といわれている。南向き斜面に多くみられるブナの衰退地は、春から夏にかけて南からの風を受けやすい場所でもある。実際に南からの主風が吹き付

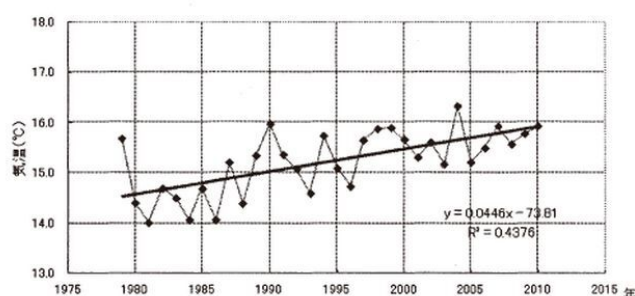


図11 海老名における年平均気温の変化

(横浜地方気象台公開データより作成)

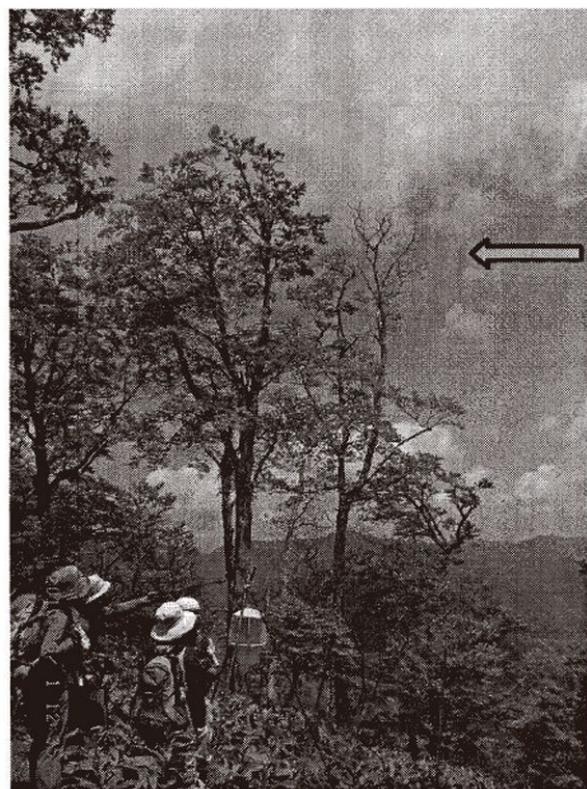


写真6 南風を受ける側から枝枯れが進むブナ(檜洞丸)(2010年6月1日撮影)

矢印方向からの風

ける面からブナの枝枯れが進み衰弱していく事例が認められる(写真6)。このような場所は水ストレスを強く受け衰弱が進むだけでなく、オゾンの影響も受けやすい。このことについて、伊豆田(2006)はオゾンと水ストレスの複合影響についての調査結果から、著しい成長低下がみられたとする事例を紹介している。しかし、水ストレスにより気孔閉鎖が起こればオゾンの吸収量を減少させるため、両者がそれぞれの影響を打ち消しあうように作用し、成長低下がみられなかったとする事例も紹介しており、必ずしも衰弱に結びつくとは限らない。

いずれにしても自然条件下では室内実験のように環境要因を制御できないため、現在、檜洞丸で水ストレスの単独要因がブナの衰弱にどの程度影響を与えているかを調べている。樹木が水ストレス状態にあるかどうかを評価するには水ポテンシャルという物差しが用いられる。水ポテンシャルは樹体内の水が引っ張り上げられている力を測定するもので、プレッシャーチャンバーという器械で測る。夜明け前の蒸散が始まる前に水ポテンシャルを測ることにより土壌の水分状態も評価することができる。檜洞丸で健全なブナと衰弱したブナの水ポテンシャルを測定したところ、衰弱したブナの水ポテンシャルは低下する傾向がみられ、水ストレスを受けていることがわかった(越地, 未発表)。この点については測定事例が少ないので、今後さらにデータを集積していく必要がある。

(4) 複合的要因

自然条件下にあるブナ林では、種々の要因が絡みあって森林衰退が起きている。ブナ林の衰退機構解明のためには、典型的な衰弱枯死事例を集積していくことも必要である。

ブナ林の衰弱枯死事例の一つとして、檜洞丸山頂付近の南斜面で約0.7haの調査区を設定し、衰弱枯死過程を調査した(越地ら, 2008; 2012)。調査開始時の1997年には、ブナ枯れの跡地に0.1haほどの大きさのギャップが形成されていたが、2007年にはギャップは2倍ほどに拡大した。さらに2010年になると、衰弱枯死区域が一層拡大した(図12)。ブナの枯死はギャップを中心にして周囲に広がっていくことがわかる。なお、本調査区域内では、1997年か

ら2010年までに発生した衰弱枯死木は31本であったが、このうちの29本がブナハバチ被害を受けており、ブナの衰弱枯死に大きい影響を及ぼしている。

ブナ枯れ跡地に大きいギャップが形成されると急激に林内環境が変化し、風やオゾンの影響を受けやすくなる。ギャップ周辺のブナは水ストレスを受けやすくなり、さらにブナハバチ被害も加わることでブナの衰弱枯死が進行する。その上、この場所はシカの採食圧により後継樹が更新できないことが草地の拡大に関係している。このように、複合的に要因が影響し、ブナが衰弱、枯死する過程を形成しているので、多角的な調査解析を継続させる必要がある。

4 まとめ

丹沢のブナ林について、大気汚染、病害虫(ブナハバチ)、水ストレスの各要因がブナ林の衰退にどのように関わっているかをみてきたが、実際にはこれらの要因が複雑に関連し合いながらブナ林の衰退現象が起きていると推測される(図13)。最近のブナ林の衰弱枯死は、高濃度オゾンや水ストレスを受けて樹勢が弱まったところにブナハバチの食害が追い打ちをかけることにより直接的なダメージを受けて進行していると考えられる。しかし、ブナハバチの大発生は1993年以後から確認されているもので、それ以前には発生の記録はない。1980年頃にみられたブナ林の衰退はブナハバチ以外の要因による可能性がある。1960年代の京浜工業地帯での高濃度の二酸化硫黄とオゾンが丹沢山地に移流することによる影響は大きかったと推測されるが、大気汚染の影響だけで衰弱枯死することはないであろう。1980年頃にみられたブナ林の衰退には病害虫の影響も想定されるが、現時点では関係資料がないため不明である。

衰退しつつあるブナ林を再生し、鬱蒼とした森林を回復させることは容易なことではない。今後もブナ林の衰退メカニズムを究明するとともに、高齢ブナの樹勢回復法、健康なブナやブナハバチに対する抵抗性ブナの増殖による活力ある森林再生法、短期間でのギャップ地の閉鎖促進法などの再生技術も平行して検討していく必要がある。

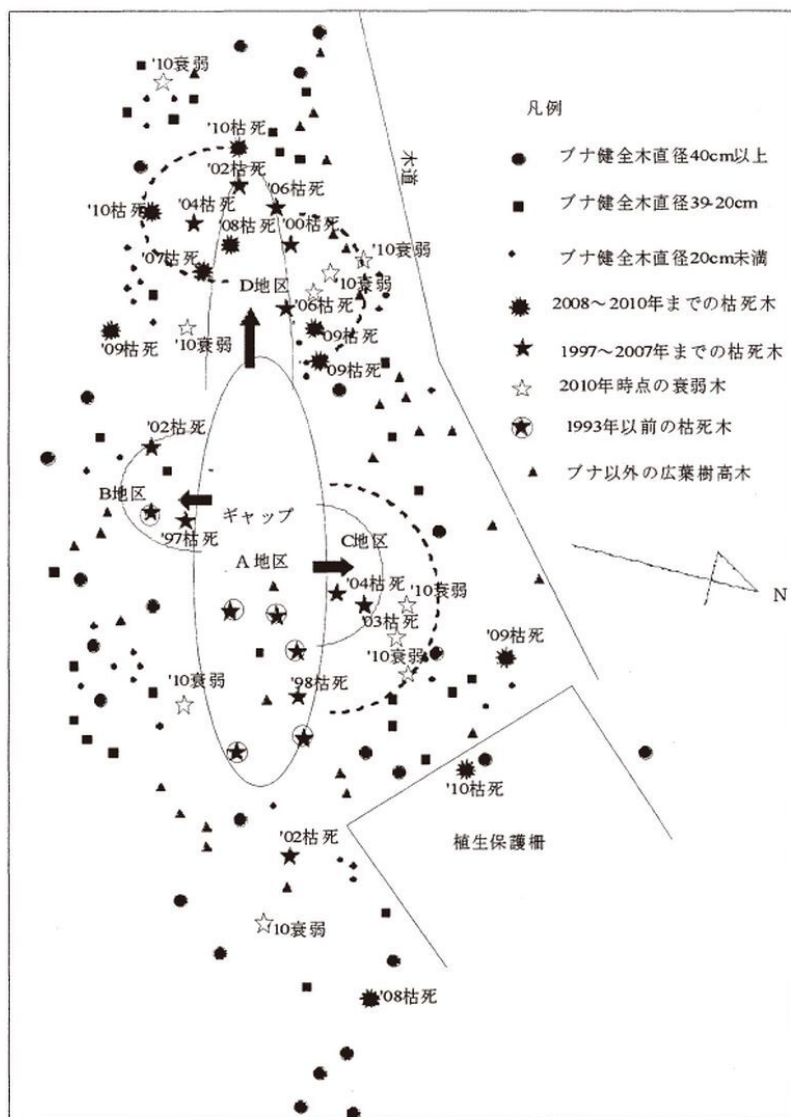


図12 固定調査地のブナの衰弱枯死分布

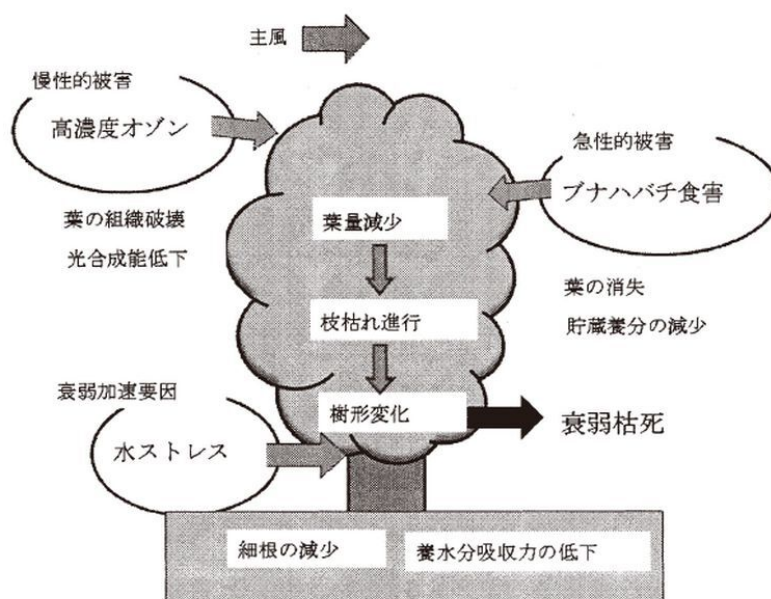


図13 ブナの衰弱枯死要因関連図

参考文献

- 相原敬次・三村春男・村松富美雄・篠崎光夫・長崎義一・関 清宣・氷見康二 (1982) 神奈川県西部地域 (西湘地域) の光化学大気汚染発生機構に関する調査研究 (1) 相模湾海風と局地汚染について. 神奈川県公害センター研究報告4: 1-13.
- 相原敬次・阿相敏明・武田麻由子・越地 正 (2004) 森林衰退の現状と取り組み (Ⅱ) 神奈川県の丹沢山地における森林衰退現象. 大気環境学会誌39 (2): 29-39
- 阿相敏明・内山佳美・山根正伸・越地 正・相原敬次 (2007) 丹沢山地のブナ着葉期におけるオゾン濃度分布. 丹沢大山総合調査団 (編). 丹沢大山総合調査学術報告書. 396-399, (財) 平岡環境科学研究所.
- 井川 学 (1992) 酸性霧とその環境影響. 森林立地 34 (1): 36-39.
- 伊豆田 猛 (2006) 植物と環境ストレス. コロナ社.
- 神奈川県 (1984) かながわ環境白書 (昭和59年度). 神奈川県環境部.
- 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.
- 神奈川県 (2009) 平成20年度丹沢山地ブナ林衰退状況現地調査報告書. 神奈川県自然環境保全センター・アジア航測株式会社.
- 神奈川県 (2010) 平成21年度神奈川の大气汚染. 神奈川県環境科学センター.
- 河野吉久・松村秀幸・小林卓也 (1994) 樹木の可視害発現におよぼす人工酸性雨の影響. 大気汚染学会誌29 (4): 206-219.
- 河野吉久・松村秀幸 (2001) 樹木への影響評価. 電中研レビュー第43号: 56-92.
- 河野吉久・須藤 仁・石井 孝・相原敬次・内山佳美 (2007) 丹沢山地周辺のオゾン濃度の実態とブナに対する影響. 丹沢大山総合調査団 (編). 丹沢大山総合調査学術報告書. 383-395, (財) 平岡環境科学研究所.
- 越地 正・鈴木 清・須賀一夫 (1996) 丹沢山地における森林衰退の調査研究 (1) ブナ、モミ等の枯損実態. 神奈川県森林研究所研究報告第22号: 7-18.
- 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第29号: 27-34.
- 越地 正・相原敬次・中島伸行・内山佳美・山根正伸・齋藤央嗣・田村 淳 (2005) 丹沢山地の主要山頂における土壌化学性の変化. 神奈川県自然環境保全センター報告第2号: 39-42.
- 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.
- 越地 正・谷脇 徹・相原敬次・山根正伸 (2012) 檜洞丸におけるブナハバチ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第9号: 99-108.
- 鈴木 清・川村優子・新田 肇・武田 正 (1973) 大気汚染の樹木に及ぼす影響ならびに緑化樹木育成に関する研究. 神奈川県林業試験場業務報告5: 1-10.
- 鈴木 清 (1992) 神奈川県大山のモミ林枯損経緯とその周辺地域の年輪幅の変化. 神奈川県林業試験場研究報告19: 23-42.
- 武田麻由子・相原敬次 (2007) 丹沢山地の大気中オゾンがブナ苗に及ぼす影響. 大気汚染学会誌42 (2): 107-117.
- 田村 淳・越地 正・山根正伸・藤沢示弘・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. 日本森林学会関東支部大会発表論文集56: 223-224.
- 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食害状況について. 東海大学総合研究センター紀要 28: 55-61.
- 若松伸司・篠崎光夫 (2001) 広域大気汚染—そのメカニズムから植物への影響まで—. 裳華房.

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 (2007a) ブナ林の再生に向けた総合解析. 丹沢大山総合調査団(編). 丹沢大山総合調査学術報告書.

703-710, (財)平岡環境科学研究所.

山根正伸・藤沢示弘・田村 淳・内山佳美・笹川裕史・越地 正・中島伸行・齋藤央嗣 (2007b) 丹沢山地における最近の気象の特徴. 丹沢大山総合調査団(編). 丹沢大山総合調査学術報告書. 375-382, (財)平岡環境科学研究所.

安田喜憲 (1985) 東西二つのブナ林の自然史と文明. 梅原猛他. ブナ帯文化. 思索社: 29-63.