

# 1 丹沢大山の自然環境の保全に関する研究開発

- (1) 課題名 1-1 ブナ林衰退の機構解明のための研究調査  
第1期ブナプロジェクト総括
- (2) 研究期間 平成13～18年度
- (3) 予算区分 県単
- (4) 担当者 岩見光一・山根正伸・藤澤示弘・田村 淳・内山佳美・笹川裕史・  
谷脇 徹・越地 正

## (5) 平成18年度取り組み概要

第1期ブナプロジェクトは、丹沢大山保全計画におけるブナ林の保全・再生対策の一環として、平成13～18年度までの計画で他機関等とも連携して試験研究を行った。最終年度である平成18年度は、丹沢大山のブナ林の保全・再生施策に研究成果を反映させるとともに、その資料として6年間の取り組みを取りまとめた。

### ①研究成果の施策への反映

「丹沢大山自然再生基本構想」への研究成果の反映

### ②取り組みの取りまとめ

プロジェクト全体の成果について冊子にとりまとめ発行した。

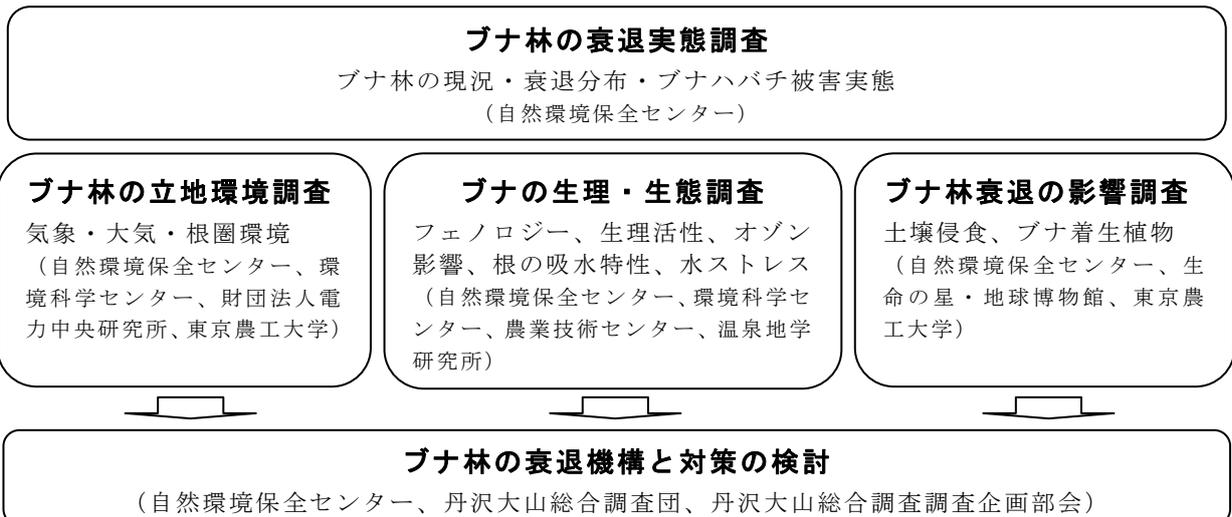
「平成13～平成18年度丹沢山地のブナ林衰退機構の解明に関する研究調査報告書」

## (6) 第1期ブナプロジェクト概要

### ①目的

丹沢山地のブナ林衰退に関しては、1990年代にブナの枯損木実態や大気・気象に関する調査が行われた結果、大気汚染、シカの採食圧、ブナハバチの影響等が指摘されてきたが、原因を特定するには至っていない。しかし、ブナ林の保全・再生の効果的な対策のためには、ブナ林の衰退傾向を把握するとともに寄与度の大きな原因を特定することが欠かせない。そこで、本プロジェクト研究では、ブナ林の保全・再生の効果的な対策をとるために、衰退実態を正確に把握し、寄与度の大きな衰退原因を絞り込むとともに、それに基づいて具体的対策の検討を行った。

### ②研究体系と実施体制



### ③目標（第1期プロジェクトのゴール）

- ・ ブナ林衰退機構の解明
- ・ ブナ林再生の適地判定マップ

④個別課題年次実績（自然環境保全センター実施分）

研究体系 による区分	個別課題	年次実績					
		13	14	15	16	17	18
衰退実態	広域樹勢調査		○	○	○	○	
	ブナハバチ被害調査			○		○	
立地環境	気象観測	○	○	○	○	○	○
	大気汚染（オゾンホラー）調査		○		*1	*1	
	大気汚染調査（オゾン濃度分布解析）					*2	*2
	土壌水分調査	○	○	○	○		
	菌根菌共生調査	○	○	○	○	○	○
生理活性	光合成機能	○	○	○	○	○	○
	フェノロジー		○	○	○	○	
	水分ストレス						○
	吸水特性		○	○			
衰退影響	ブナ着生植物調査					○	
	土壌侵食調査					*3	
全体	ツリータワー建設	○					
	総合解析						○

○：自然環境保全センター研究部業務報告に実績が掲載されている

\*1：環境科学センターと連携して実施し、環境科学センター年報に実績が掲載されている

\*2：業務委託により実施。委託報告書および丹沢大山総合調査学術報告書に実績が掲載されている

\*3：自然環境保全センター報告に実績が掲載されている

⑤個別研究課題と主な調査結果

A ブナ林の衰退実態調査

1990年代の調査によって、ブナ林の衰退要因として複数の要因が報告されてきたが、それには、ブナの樹勢が低下するものと枯死にいたるものとがある。そのため、ブナ林衰退要因の解明という観点では、枯死と衰弱を区別して実態を把握する必要がある。

そこで、2002年から2004年にかけて、丹沢山地のブナ林について、マクロ、メソ、サイトの3つの空間スケールでブナ林を現地調査し、林分構造および枯死と衰弱の両方を含んだブナ林衰退実態について把握した。そして、それを基にブナ林の衰弱と枯死の発生について空間分布における特性を明らかにした。

・ ブナ林の林分構造

丹沢山地のまとまったブナ林16地区を選定し現地で調査した結果、成立密度やDBHから大きく3つのタイプに分類できた。また、ブナ混交率は、4～48%と幅があるが大半が30%以下であった。

・ スケールごとの衰退の分布特性

マクロスケールで見ると、衰退は丹沢山地のブナ林全体で認められたが、進行状況は地区により偏りがあり、東丹沢の主稜線部で衰退が多く見られ、西丹沢では少ないか局所的であった。

メソスケールで見ると、丹沢山と檜洞丸の山頂付近の調査結果から、斜面上部に位置する南から西向き斜面で衰退がより多く見られた。また、ブナ以外の樹種にも衰退は見られたが、ブナ高木に衰退がより多く見られた。

サイトスケールで見ると、ブナ衰退木は、程度の差はあるが丹沢山地全体で見られた。衰退があまり進んでない地区でもスポット的あるいは単木的に衰退木が認められた。

・ ブナハバチによる被害実態

ブナハバチにより大きな被害を受けたブナと健全なブナで年輪幅の変動を比較した。健全なブナで年輪幅の低下は認められなかったが、被害木では、1980年代や2000年以降に年輪幅が低下する等、年輪幅の変動が見られた。さらに、2000年以降、繰り

返しのブナハバチの食害により枯死にいたる事例を複数確認した。

#### B ブナ林の立地環境調査（気象）

1993～1996年の丹沢大山自然環境総合調査の中で檜洞丸山頂等において気象観測が行われたが、ブナ林衰退との関連を把握するための実態解明にはデータ蓄積が不十分であった。そのため、檜洞丸、丹沢山、鍋割山、菰釣山の各山頂において携帯電話回線を利用したテレメータ山岳気象観測システムを順次構築し、気象観測を行った。観測データはリアルタイムでWeb公開するとともに、データセットとして、大気環境解析等に活用した。

#### C ブナ林の立地環境調査（大気）

気象と同様に、丹沢大山自然環境総合調査の中で酸性雨・霧、オゾンに関する調査が行われたが、ブナ林衰退との関連を把握するための実態解明のためには、データの蓄積が課題となっていた。そこで、衰退要因として特に有力視されていたオゾンについて、拡散型パッシブサンプラーにより丹沢山地の広域のオゾン濃度分布を把握するとともに、檜洞丸山頂でオゾン濃度の測定施設を設置し連続測定を行った。さらにそれら実測値に基づき、丹沢主稜線部のオゾン濃度分布解析を行った。

- ・ 拡散型パッシブサンプラーによるオゾン濃度分布実態  
平均オゾン濃度は、標高の高い丹沢山地の主稜線部で顕著に高かった。檜洞丸では、山頂から北西方向および南西方向に延びる尾根筋で相対的にオゾン濃度が高かった。丹沢山では山頂より南西の区域で相対的にオゾン濃度が高かった。
- ・ 檜洞丸におけるオゾン濃度連続測定結果  
檜洞丸、犬越路（環境科学センター測定局）では、オゾン濃度の日変化は平野部と大きく異なり、夜間でも日中の高い濃度が継続した。これら実測値から、丹沢山地に生育するブナは、クリティカルレベルに近いレベルのオゾン濃度によって潜在的なストレスを受けていると考えられた。
- ・ オゾン濃度分布解析  
丹沢山地中心部を対象に風況とオゾンの輸送解析を行った結果、オゾンの濃度分布よりも移流フラックスとして評価したほうがブナ林衰退の分布実態との対応が良好であった。

#### D ブナ林の立地環境調査（根圏）

丹沢山地のブナ林では、ブナ等の衰退だけでなく、ニホンジカの過密化・定着による林床植生の衰退も進行している。丹沢大山自然環境総合調査（1993～1996年）では、そのような箇所での土壌の乾燥化も指摘された。そこで、根圏環境調査として、土壌水分動態、菌類相等の調査を行った。

- ・ 土壌水分動態  
堂平ブナ林における植生保護柵内・外で土壌の層位別に含水率を測定した。その結果、植生の有無で測定値の有意な差は認められなかった。
- ・ 菌類相  
外生菌根菌相は、檜洞丸より丹沢山のほうが属に偏りが見られ、一般的にブナ林で見られるとされる種類ではなくかく乱を受けた後に出現するとされる種類が多かった。

#### E ブナの生理・生態調査

ブナ林衰退の要因として、大気汚染による光合成障害や土壌乾燥化、昆虫の過度な摂食などの要因が指摘されてきたが、同一林分内でも枯死木と健全木があることから、衰退要因に大して個体間の生理生態的な差異があることも考えられる。そこで、ブナの生理活性と年次変動やオゾンによる影響、展葉フェノロジーを調査した。

- ・ 生理活性  
堂平ツリータワーを用いて、5個体のクロロフィル蛍光、光合成速度、気孔コンダクタンス等を測定した。有意に異なる個体があったものの、衰退現象との密接な関係は認められなかった。また、ブナ苗にオゾンガスを暴露したところ、ニホンナシで報告されているのと同様に、暴露直後の転流パターンが変化し根や枝への転流量が低下した。

- ・ フェノロジー

標高、方位の異なる4林分の個体間のフェノロジー差異とブナハバチによる摂食の程度を調査した。2カ年の調査結果では、標高や斜面方位によるフェノロジーの傾向には、年ごとにばらつきがあった。個体ごとの展葉の早さを相対的に見ると標高、斜面方位によらず2年間で同調する傾向が見られた。

- ・ ブナ吸水特性

ブナ樹体内水と深度別に土壌水を採取し、水素と酸素の安定同位体比分析を行った。その結果、酸素同位体比は、深度50cmの土壌水をほぼ同じ値となった。水素同位体比も深度20、40、50cmの土壌水に近い値となった。このことから、試料としたブナは深度50cm付近より上層の土壌の水を多く吸水していることが示唆された。

#### F ブナ林の衰退影響調査

丹沢山地の自然環境の問題は複雑に絡み合っているため、ブナ林の衰退も相互に他の問題と関係している。中でも、着生植物への影響や土壌侵食との関係について調査した。

- ・ 着生植物への影響

丹沢山地東部の主稜線1000m以上の5ルートについて、200m間隔に調査地点を設けて着生種と生育環境を調査した。ルートごとに優先樹種や樹木衰退度は異なっていたが、標高の高いところほど着生種が多く、特に1300m以上で多く出現した。また、直径が大きい樹木に着生種が多く見られた。着生種と樹木の衰退との明瞭な関係は認められなかったが、現地を確認できた着生種の中でもマツノハマネグサとヤシヤビシヤクについては、その生育特性から、ブナ等の樹木の衰退・枯死の進行によってハビタットの縮小の可能性が考えられた。

- ・ ブナ林の土壌侵食

丹沢山地では特にブナ林のある高標高域にニホンジカが過密化・定着し、林床植生の衰退が進行している。そのような箇所での土壌侵食実態と林床植生、ブナからの落葉落枝の関係について調査した。土壌侵食は、林床植生の被度と大きく関係し、林床植生の被度が80%以上であると土壌侵食の発生はみられなかったが、林床植生の被度が1%の箇所では、平均で年間約4~9mmの表面土壌の侵食が見られた。しかし、直接的に土壌侵食を左右しているのは、ブナ等の高木から供給される落葉落枝による被覆であることが明らかになった。このことから、ブナ林内で土壌侵食を防ぐためには、高木からの落葉落枝を地表に留めることが重要であると考えられた。

#### G ブナ林の衰退機構と対策の検討（総合考察）

個別研究課題の調査結果から総合的にブナ林の衰退機構を整理した。さらに調査データの総合解析によりブナ再生適地マップの作成およびブナ林再生手法の検討を行った。検討にあたっては、丹沢大山総合調査団、調査企画部会政策検討ワーキンググループ、その他関係機関と連携して行った。

ブナ成木の衰退機構に関しては、現地の衰退分布には各衰退要因による特性が現れており、主にオゾンストレスを原因とする衰退は、稜線部等の特に移流フラックスが大きくなる立地条件で集団的に進行し、一方ブナハバチを原因とする衰退は、オゾンストレスを始めとした各種ストレスで衰弱したブナに追い討ちをかけるようにブナハバチの食害が特定のブナに集中することで単木的に進行すると考えられた。また、ブナ林でのシカの過密化は、ブナ稚樹の更新阻害や林床植生の衰退による土壌の乾燥化などにより、ブナ林の衰退に影響していると考えられた。

再生適地マップに関しては、ブナの生育の適地評価と衰退リスクの評価を組み合わせるマップ化しそれぞれの立地タイプに具体的対策手法を対応させた。その結果、具体的には、衰退の危険因子の程度と生育の適性応じた対策として、例えば「ブナ等植栽の実証事業」候補地は、大気汚染によるリスクが低くブナの生育適地である東丹沢の堂平地区を選定した。衰退リスク低減対策である防風を兼ねたオゾン吸着ネットなどによる「ブナ保護対策」候補地は、衰退が進みオゾンの影響リスクが高い場所である檜洞丸山頂や蛭ヶ岳山頂の南向きの尾根を含む区域を選定した。また更新阻害リスク低減として植生保護柵などによる稚樹保護対策を進める候補地は、シカ過密化が顕著な、蛭ヶ岳から丹沢山、鍋割山にかけ

ての既設の植生保護柵の多い主尾根部を候補地として選び、既設柵の維持管理と必要に応じた増設が考えられた。（詳細は、1-1A参照）

## (7) 今後の課題

- ① 今後のブナ林衰退の対策にあたり、研究サイトとしては実証試験とモニタリングを併せて行うなど、対策全体を順応的に進めるための取り組みが必要である。
- ② 丹沢山地のブナ林衰退は、シカの保護管理や希少動植物の生存にも影響することから、今後のモニタリングではそれらを総合的に把握していく必要がある。
- ③ オゾン等大気環境は、現地での実測期間が短く実態把握が不十分であるため、今後も測定を継続し、データを蓄積する必要がある。
- ④ 衰退要因は絞り込まれたが、ブナハバチの大量発生機構など未だ解明されていない点も残っていることから、衰退要因に関する調査は、今後もある程度継続する必要がある。

## (8) 成果の発表

- ① 齋藤央嗣(2003)丹沢山地におけるブナの衰退形態と簡易調査法.神奈川県自然環境保全センター研究報告30
- ② 山根正伸ほか(2004)神奈川県丹沢山地における広域レベルのブナ林衰退現況.第56回日本林学会関東支部大会
- ③ 笹川裕史ほか(2004)半自動化作業による空中写真を用いた神奈川県丹沢山地におけるブナ林衰退の把握,第56回日本林学会関東支部大会
- ④ 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) 神奈川県丹沢山地における樹木衰退現象 大気環境学会誌 第39巻(2)29-39
- ⑤ 笹川裕史,山根正伸(2005)丹沢山地ブナクラス域における樹冠粗密度の時系列変化,第116回日本林学会大会学術講演集
- ⑥ Hiroshi SASAKAWA et al., Identifying declining forests A case of Beech forests in Tanzawa Mountain, ACRS2005
- ⑦ 田村淳ほか(2004)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)の被食に及ぼす影響,第56回日本林学会関東支部大会
- ⑧ 齋藤央嗣ほか,丹沢山地におけるブナのクロロフィル蛍光の年次変動,第56回日本林学会関東支部大会,2004.10
- ⑨ 越地正,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,神奈川県自環境セ研報 29,27-34. 2002.3.
- ⑩ 越地正ほか,丹沢山地産ブナ苗に対する摘葉処理の影響,第56回日林関東支部大会,2004.10
- ⑪ 中嶋伸行・山根正伸(2002)山地気象観測装置のテレメトリー化ー西丹沢・檜洞丸山頂での事例ー.日林関東支論54,223-224
- ⑫ 中嶋伸行・山根正伸・高田康雄・豊長義治(2003)携帯電話回線を利用したテレメータ山岳気象定点観測.神奈川県自環境セ研報30
- ⑬ Masayuki Maki<sup>1</sup>, Koyuru Iwanami<sup>1</sup>, Sang-Goon Park<sup>1</sup>, Ryohei Misumi<sup>1</sup>, Hiroshi Moriwaki<sup>1</sup>, Kennichi Maruyama<sup>1</sup>, Mihoko Suto<sup>1</sup>, Isao Watabe<sup>1</sup>, Dong-In Lee, Min Jang, Hyo-Kyung Kim, V.N. Bringi, Hiroshi Uyeda, Masaru Wakabayashi, Madanobu Yamane (山根正伸), and Nobuyuki Nakajima(中嶋伸行)(2004) Observations of rainfall distributions over mountainous and metroplitan areas by X-band multi-parameter radar, 第6回気象レーダー応用技術国際シンポジウム

- ⑭ 中嶋伸行ほか, 丹沢山地のブナ林衰退地域におけるオゾン濃度の立地間比較. 第55回日林関東支部大会論文集, 2004.3.
- ⑮ 阿相敏明・内山佳美・斉藤央嗣, 丹沢のブナ衰退の機構解明のためのオゾン濃度分布調査, 第46回大気環境学会年会, 2005.9
- ⑯ 河野吉久・石井孝・相原敬次・内山佳美, 丹沢山系周辺のオゾン濃度, ドースとブナ, 第47回大気環境学会年会, 2006.9
- ⑰ 藤澤示弘(2002)丹沢山地のブナ林における外生菌根相. 日林講113,534
- ⑱ 藤澤示弘(2003)ブナ外生菌根の定量手法の比較. 日林講114,680
- ⑲ 藤澤示弘(2003)丹沢山地のブナ林における外生菌根調査,(1)林床植生の影響比較. 神奈川県自環保セ研報30
- ⑳ 藤澤示弘ほか, 摘葉処理がブナ苗木の外生菌根に及ぼす影響, 第115回日本林学会大会学術講演集, 2004. 4
- 21 藤澤示弘ほか, 開放系における外生菌根菌感染・非感染ブナ苗の作出とその後の成長, 第 56 回日林関東支部大会, 2004.10
- 22 内山佳美ほか, 丹沢山地ブナ林における土壌水分動態, 植生被覆状態の影響, 第 56 回日林関東支部大会, 2004.10
- 23 越地正ほか(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, 神自環保セ研報 3:11-24
- 24 山根正伸ほか(2007)丹沢山地における最近の気象の特徴, 丹沢大山総合調査学術報告書(印刷中)
- 25 河野吉久ほか(2007)丹沢山地周辺のオゾン濃度とブナに対する影響, 丹沢大山総合調査学術報告書(印刷中)
- 26 阿相敏明ほか(2007)丹沢山地のブナ着葉期におけるオゾン濃度分布, 丹沢大山総合調査学術報告書(印刷中)
- 27 山根正伸ほか(2007)丹沢山地のブナ林の現況ー林分構造と衰退状況ー, 丹沢大山総合調査学術報告書(印刷中)