

(1) ブナ林再生事業地の順応的推進手法の開発

- (1) 課題名 (1) ブナ林再生事業地の順応的推進手法の開発 —総括—
(2) 研究期間 平成 29～33 年度
(3) 予算区分 県単（特別会計 丹沢大山保全・再生対策事業費）
(4) 担当者 谷脇 徹・齋藤央嗣・田村 淳・内山佳美・相原敬次・西口孝雄

(5) 目的

県民の水源と生物多様性の源泉である奥山域のブナ林では、ブナ等高木の枯死とシカによる更新阻害により森林の疎林化や草地・裸地化が進行して問題となっている。そこで、第 3 期丹沢大山自然再生計画（平成 29～33 年度）に基づき、平成 29 年度から健全なブナ林環境を再生するため、ブナを保全するブナハバチ対策と更新木を保護・育成し、森林に再生する技術を効果的に組み合わせたブナ林再生事業を実施している。

各機関との連携を図り事業を推進するため、平成 29 年度は丹沢ブナ林再生指針の作成、ブナ林再生研究プロジェクトの推進、ブナ林再生に係る調整会議の開催、研究成果の報告、外部研究機関との連携に取り組んだ。

(6) 方法

ア. 丹沢ブナ林再生指針の作成

平成 29～33 年度の第 3 期丹沢大山自然再生計画と第 3 期かながわ水源環境保全・再生実行 5 年計画で本格的に実施するブナ林再生事業について、進め方を体系的に整理し、事業担当者間で広く認識を共有するための技術指針を作成した。

イ. 平成 29 年度ブナ林再生研究プロジェクトの推進

ブナ林再生事業の効果検証モニタリング等を推進するため、他機関・大学との個別課題およびプロジェクト全体計画について、昨年度成果と今年度の計画および成果に係る打合せ会議を実施した。

ウ. ブナ林再生に係る調整会議（所内ワーキング）の開催

植生保護柵、シカ捕獲、ブナハバチ防除、効果検証モニタリングを組み合わせるブナ林再生事業を効果的・順応的に実施するため、自然環境保全センター内の関係各課で事前調整するための所内ワーキングを開催した。

エ. 研究成果の報告

県民等関係者向けの研究成果報告会において、ブナ林再生研究に係る一連の成果と、長い期間取り組んできた大気・気象モニタリングの取りまとめ成果について報告した。

オ. 外部研究機関との連携

衰退要因であるオゾン、水ストレス、ブナハバチの各課題の解決と対策を効果的に実施するためのリスクマップ作成のため、県機関である環境科学センター、農業技術センター、東海大学、京都府立大学、酪農学園大学等と共同研究を実施した。

(7) 結果の概要

ア. 丹沢ブナ林再生指針の作成

平成 29 年 6 月に「丹沢ブナ林再生指針（発行 自然環境保全センター）」を作成し（図 1）、事業担当者、県の関係各課や市町村、関係団体等に配布することでブナ林再生事業の情報共有と推進を図った。



図 1 丹沢ブナ林再生指針

イ. 平成 29 年度ブナ林再生研究プロジェクトの推進

研究プロジェクトを推進するため、以下の会議を開催した。

(ア)平成 29 年度丹沢ブナ林再生に係るオゾン関係打合せ

日 時 平成 29 年 5 月 15 日 15 時 00 分～16 時 30 分

場 所 環境科学センター

出席者 自然環境保全センター、環境科学センター、農業技術センターの関係者 12 名

内 容 ブナ林衰退リスクマップにおけるオゾン解析方法、平成 29 年度の檜洞丸のオゾン観測計画（パッシブサンプラー）等について議論した。

(イ)平成 29 年度ブナ林再生研究プロジェクト打ち合わせ会議

日 時 平成 30 年 2 月 6 日 14 時 00 分～16 時 30 分

場 所 プロミティ厚木

出席者 自然環境保全センター、環境科学センター、農業技術センター、東海大学、桜美林大学、京都府立大学の関係者 14 名

内 容 平成 29 年度実施状況と平成 30 年度計画についてプロジェクト全体の説明後、各個別課題（7 件）について議論した。

ウ. ブナ林再生に係る調整会議（所内ワーキング）の開催

ブナ林再生事業における所内各課連携を推進するため、以下の会議を開催した。

(ア)平成 29 年度第 1 回ブナ林再生に係る調整会議

日 時 平成 29 年 6 月 27 日 9 時 00 分～11 時 00 分

場 所 自然環境保全センター2 階会議室

出席者 自然環境保全センター研究連携課、野生生物課、自然公園課、県有林経営課、県有林整備課、足柄出張所、自然再生企画課の関係者 12 名

内 容 今期のブナハバチ発生状況、重点地区（檜洞丸）における実施事業（土壌保全対策、シカ管理捕獲、モニタリング）の進捗状況、事業の PR 等について議論した。

(イ)平成 29 年度第 2 回ブナ林再生に係る調整会議

日 時 平成 29 年 9 月 27 日 9 時 00 分～11 時 00 分

場 所 自然環境保全センター2 階会議室

出席者 研究連携課、野生生物課、自然公園課、県有林経営課、県有林整備課、自然再生企画課の関係者 12 名

内 容 丹沢山地等の森林保全・再生技術の相互協力協定、関係事業（土壌保全対策、シカ管理捕獲、モニタリング、高標高人工林の土壌保全対策）の進捗状況等について議論した。

エ. 研究成果の報告

以下により、大学・研究機関との共同研究及び各課連携で実施しているブナ林再生と大気・気象モニタリングの研究成果を報告した。

タイトル 自然環境保全センター研究成果報告会

主 催 神奈川県自然環境保全センター研究連携課

日 時 平成 30 年 3 月 19 日（月）10:00～16:00（ブナ関係は 10:45～12:00）

会 場 神奈川工科大学 IT エクステンションセンター302 大講義室

定 員 80 名

報告内容 ブナ林再生の取組みと調査研究の概要 研究連携課長 西口孝雄
山岳地における大気・気象モニタリング 研究連携課 相原敬次

オ. 外部研究機関との連携

平成 29 年度は以下の機関と連携して調査を実施した。

(ア)庁内機関との連携

ブナ林への大気影響：環境科学センター

オゾン等の植物影響：農業技術センター

(イ)大学等への受託研究

ブナ林の水分生理調査：京都府立大学

丹沢山地森林変遷解析：酪農学園大学

(ウ)協定による大学等の連携

ブナハバチの生態解明と防除技術の開発：東海大学・桜美林大学

(エ)その他の共同研究

樹幹注入によるブナハバチ防除試験：長野県林業総合センター、サンケイ化学

ブナハバチ天敵調査：森林総合研究所、神奈川県生命の星・地球博物館

(8) 今後の課題

第3期の5か年計画の2年目にあたる平成30年度は、引き続きブナ林再生研究プロジェクトやブナ林再生に係る調整会議において、各機関や所内各課との連携を強化し、効果的・順応的なブナ林再生事業の進め方を確立していく必要がある。

(9) 成果の公表

各個別課題に記載の通り

(1) ブナ林再生事業の順応的推進手法の開発
 A. 総合モニタリングによるブナ林再生事業の効果検証

- (1) 課題名 **Aa. ブナ林再生事業地における植生モニタリング**
 (2) 研究期間 **平成24年度～**
 (3) 予算区分 **丹沢大山保全・再生対策事業費(ブナ林等の調査研究費)**
 (4) 担当者 **田村 淳・谷脇 徹・近藤博史・遠藤幸子**

(5) 目的

当センター研究連携課は、これまでに行ってきたブナ林の衰退機構の解明と再生技術の開発の成果をとりまとめて、平成 29 年 6 月に『丹沢ブナ林再生指針』を作成した。その中において、大ギャップで植生保護柵の設置やシカ捕獲、ブナハバチの防除を集中かつ連携して行うことにより森林が再生する道筋（再生ロードマップ）を提示した。本課題では、平成 29 年度からの重点対策地区とした檜洞丸の大ギャップにおける森林の再生ロードマップの検証の一環として、当センター関係各課が連携して事業を実施するとともに、森林の再生過程を追跡調査することとした。平成 29 年度は、調査地の設定と柵設置前の事前調査、既設柵内の植生調査を実施した。

(6) 研究方法

ア. 調査地

檜洞丸山頂付近の大ギャップ 2 箇所に植生保護柵を 3 基設置することとして、その内外に調査区を設定した（表 1；HF10, 14, 30）。各調査区は 2m×10m の帯状区を 2 セットとして、帯状区を 2m 間隔に区分して 2m 四方枠を 10 個とした。草本層の植生はシロヨメナなどの高茎草本から構成されている。また、調査区の周囲には既設植生保護柵が複数あり、柵 2 基の内部の小ギャップにも同様の調査区を設定した。

表 1 檜洞丸調査地の概要（田村ら 未発表より）

調査地名	柵内外	開空度(%)		草本層		更新木(高木種～低木種の稚樹)			
		高さ1m	高さ2m	高さ(m)	植被率(%)	種数(/4m ²)	種数(/40m ²)	個体数(/40m ²)	うち高木種
HF10	in予定	39	40	0.7	91	26	10	35	11
〃	out予定	57	60	0.9	92	24	1	22	0
HF14	in予定	61	63	0.8	93	20	4	46	1
〃	out予定	56	60	1.0	89	21	3	11	1
HF30	in予定	49	50	0.8	97	20	9	31	6
〃	out予定	59	62	0.7	98	22	8	72	21
既設No.1柵	in(ギャップ)	18	23	1.3	97	22	16	379	89
既設No.3柵	in(ギャップ)	13	15	1.5	81	25	19	459	297

in：柵内（HF10 と 14、30 は調査時点で柵無し）、out：柵外

イ. 調査方法

各調査区で光環境と植生、更新木を調査した。光環境は、各調査区の 5 地点（四隅と中央）で高さ 1m と 2m の位置で魚眼レンズ付デジタルカメラにより天空写真を撮影した。植生調査では、2m 四方枠ごとに高さ 1.5m 以下を草本層として全体の植被率と出現種の被度を記録した。更新木調査では、高木性及び小高木性樹木の稚幼樹について、5cm 以上の個体の脇にナンバリングテープ付針金を設置して樹高（鉛直高）を 1cm 単位で測定した。植生調査と更新木調査は 7～8 月に実施した。

(7) 結果の概要

大ギャップの開空度は高さ 1m 地点で 39～61%あり、小ギャップの開空度は 13～18%であった。樹木稚樹は、大ギャップの調査区で 1～10 種/40m² が生育しており、個体数は 11～35 本/40m² であったが、高木種の個体数は少なかった（表 1）。個体数の多かった樹種は各調査区に共通して小高木種のみヤマイボタであった。樹高階分布からも、小高木種が多く、高木種よりも上の階に達していた（図 1）。植生保護柵の設置により、柵内予定か所はヤマイボタなどの小高木種から構成される森林になる可能性がある。

小ギャップの調査区では 16～19 種/40m² の樹木稚樹が生育しており、個体数は 379～459 本/40m² であった（表 1）。個体数の多かった樹種はヒコサンヒメシヤラやアオダモ、ニシキウツギであり、ブナは個体数が数個体/40m² あった。樹高階分布から小ギャップにおいても小高木種が上の階に位置しており、3in ギャップ区では高木種の優占度が高かった（図 1）。林冠層に到達する樹種について、長期のモニタリングで判断する必要がある。

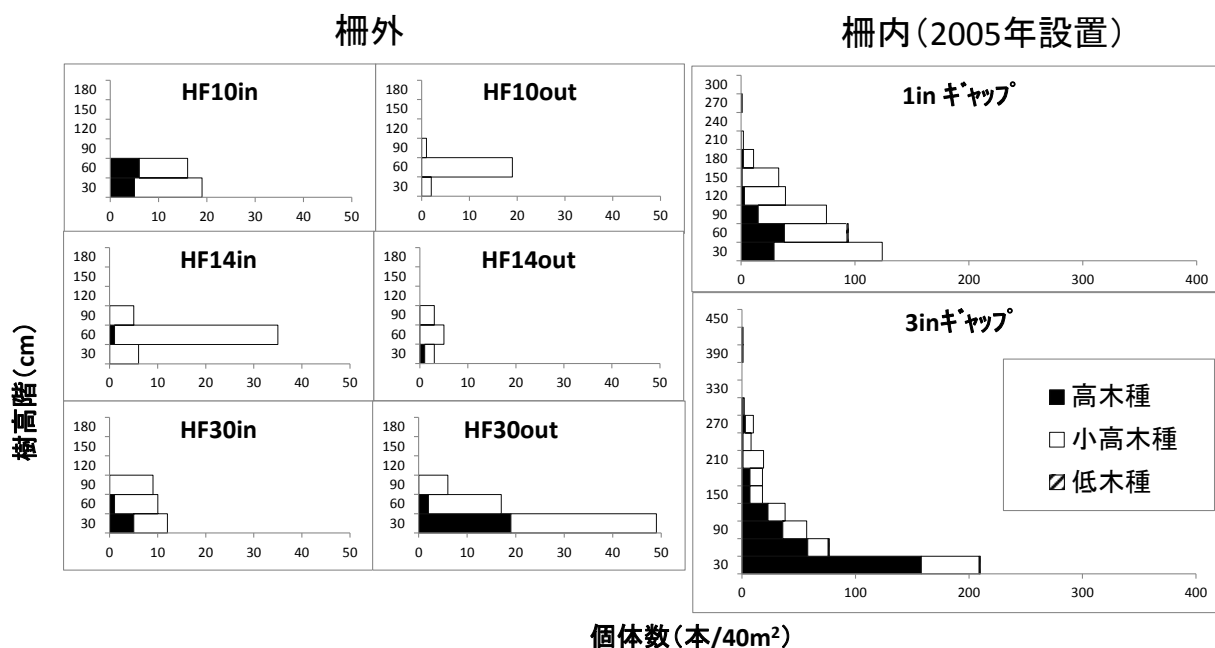


図 1 檜洞丸の各調査区における樹木稚樹の樹高階分布（田村ら 未発表より）
HF○は調査区名、in と out はそれぞれ柵内、柵外を示す。

(8) 今後の課題

継続調査。

(9) 成果の公表

Tamura Atsushi, Nakajima Kouichi (2017) Effects of 10 years of fencing under a gap and closed canopy on the regeneration of tree seedlings in an old-growth Japanese fir (*Abies firma*) forest overbrowsed by sika deer. *Journal of Forest Research* 22: 224-232.

(1) ブナ林再生事業地の順応的推進手法の開発
 A. 総合モニタリングによるブナ林再生事業の効果検証

- (1) 課題名 **Ab. ブナ林再生事業地におけるオゾンモニタリング**
 (2) 研究期間 **平成 29～33 年度**
 (3) 予算区分 **県単（特別会計 丹沢大山保全・再生対策事業費）**
 (4) 担当者 **谷脇 徹・田村 淳・相原敬次・西口孝雄**

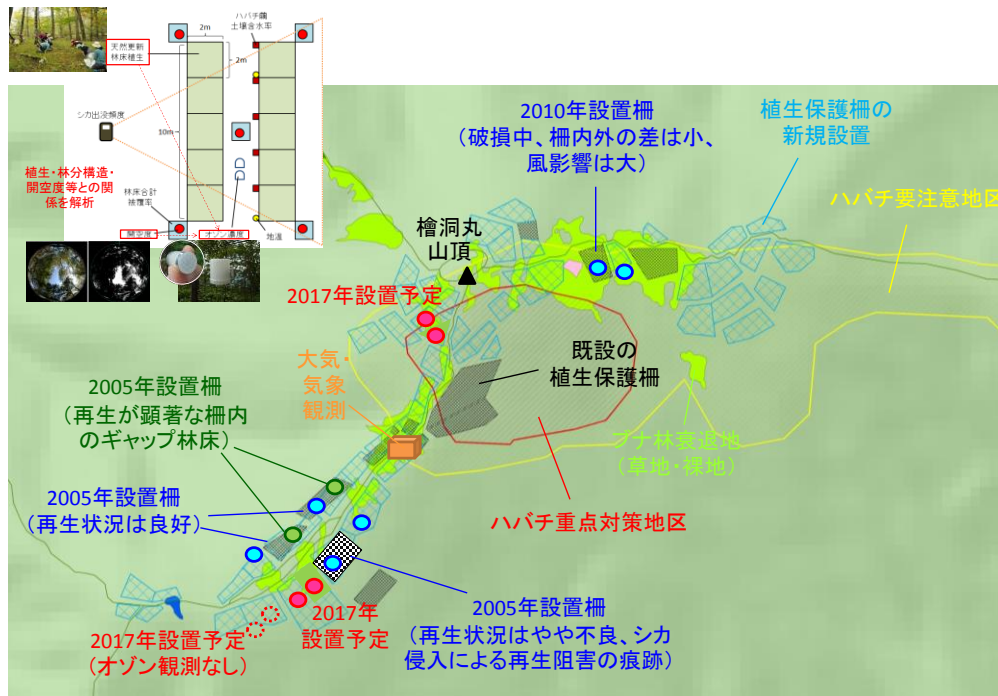
(5) 目的

「丹沢ブナ林再生指針」において丹沢山地の高標高で衰退が進むブナ林では、疎林化が進み、林床植生が退行することで林内の風通しがよくなり、ブナへのオゾン影響が大きくなると考えられている。このことは、ギャップ林床ではブナ等の更新木へのオゾン影響が大きい可能性を示している。大ギャップの再生ロードマップでは、低木林を形成しつつ、種子供給の多い林縁から徐々に再生していくことを目指しているが、更新木へのオゾン影響については明らかになっていない。

そこで、ブナ林再生における更新木へのオゾン影響を評価することを目的として、平成 29 年度からブナ林再生事業を開始した檜洞丸において、柵内外の異なる大きさのギャップ林床のオゾン濃度をパッシブサンプラーによって観測した。なお、本研究はブナ林再生研究プロジェクト（自然環境保全センター、環境科学センター、農業技術センター）における共同研究で実施しており、現地観測を自然環境保全センター、オゾン濃度の分析を環境科学センターが分担した。

(6) 方法

調査地は檜洞丸山頂付近のブナ林再生事業地とした（図 1）。ここでは事業効果を検証するための植生コードラートが 14 地点設置されている。このうちオゾン観測地点として、2005 年設置柵では柵内外 2 地点ずつと柵内の再生が顕著なギャップ林床 2 地点の合計 6 地点、2010 年設置柵では柵内外 1 地点ずつ合計 2 地点、2017 年設置柵では柵内外 2 地点ずつ合計 4 地点、全合計で 12 地点を選定した。各地点の環境としては、2010 年設置柵と 2017 年設置柵は大ギャップ内、2005 年設置柵は小ギャップ内及び林内であった。



コードラート新規4地点●と既設6地点●（柵内外）+再生地2地点●（柵内）

図 1 オゾン観測地点の位置図

オゾン濃度の観測にはパッシブサンプラーを用いた（図2）。このサンプラーは捕集用紙にガス状大気汚染物質を捕集する仕組みとなっている。拡散型パッシブサンプラーとフラックス捕捉型パッシブサンプラーを組み合わせることで、風速の影響を加味したオゾン濃度を観測することができる（武田ら 2012）。サンプラーの設置高さは、高標高域では更新木の樹高が1mを超えるのに10年程度を要すること、設置後7～12年経過した柵内でも観測すること、日当たりのよいギャップでは50cm程度の草本が繁茂することを参考に1mと2mに設定した。1地点あたりのサンプラー設置数は拡散型、フラックス型ともに各高さ2個ずつ合計8個とした。同じ高さでは1mの間隔をあけて設置した。設置期間は2017年6月2日～11月1日であり、交換日は6月26日、7月31日、9月4日、9月29日、11月1日（撤去、調査終了）とした。



図2 オゾンパッシブサンプラーの設置状況

(7) 結果の概要

調査期間中には、一部のサンプラーで原因不明の脱落や強風によるシェルターの消失が生じる場合があり、2010年設置柵外の風衝地では2m高さが両方とも台風の影響で欠損する期間があったが、ほとんどの場合は同じ高さのもう一方のサンプラーが無事であり、概ね問題なく観測することができた。回収したサンプラーは一時的に冷蔵保存したのち環境科学センターに渡した。サンプラーの分析結果については環境科学センターが集計・解析している。

(8) 今後の課題

今後は得られたオゾン濃度と植生や開空度、地形等のデータとの関係を解析する必要がある。また、ギャップの位置とオゾン濃度との関係を詳細にみていく必要がある。

(9) 成果の公表

なし

(1) ブナ林再生事業の順応的推進手法の開発
A. 総合モニタリングによるブナ林再生事業の効果検証

- (1) 課題名 Ac. ブナ林再生事業地の衰退状況モニタリング
(2) 研究期間 平成29～33年度
(3) 予算区分 県単（特別会計：丹沢大山保全再生対策事業費）
(4) 担当者 谷脇 徹・雨宮 有・山根正伸

(5) 目的

檜洞丸におけるブナ林再生事業地の衰退状況を把握し、事業の効果的実施に寄与することを目的として、UAV（Unmanned aerial vehicle、無人航空機、通称ドローン）を活用して山頂付近の航空写真を撮影し、オルソ画像、DSM（Digital Surface Model）データおよび目視判読による植生図を作成した。撮影およびデータ作成は（株）CTI アウラへの委託で行った。

(6) 方法

撮影に用いた使用機材および撮影条件は次のとおりである。

ア. 使用機材

使用機体：DJI PHANTOM4

カメラスペック：センサー1/2.3、有効画素数 1200 万画素

レンズ：FOV94° 20mm（35mm 換算）、f/2.8、∞フォーカス

撮影精度：1ピクセル 10cm（高度 100m 時）

イ. 撮影条件

撮影日：平成 29 年 8 月 9 日（晴れ、風速 1m 以下）、9 月 21 日に補足撮影

撮影場所：檜洞丸（標高 1,601m）の標高 1,500m 以上の地域

自動飛行：事前に設定した飛行ルート上を時速 40km で移動しながら 2 秒おきに撮影

撮影方法：地上高さ 100m から概ね 90%の重なりで 4,000×3,000 ピクセルの解像度で撮影

(7) 結果の概要

ブナ林再生事業地の現状把握撮影における撮影枚数は 1,331 枚、撮影対象面積は 32.4ha であった。得られた画像一式からオルソ画像、3D 画像（図 1）および DSM データ（1 画素あたり 0.4m×0.4m、6.25 ピクセル/m²）（図 2）を作成した。植生図はオルソ画像から高木林、低木林、草地、裸地および人工構造物を目視判読して作成した（図 3）。



図 1 3D 画像

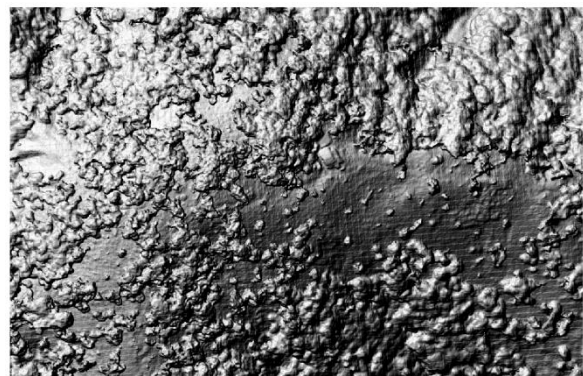


図 2 DSM データ

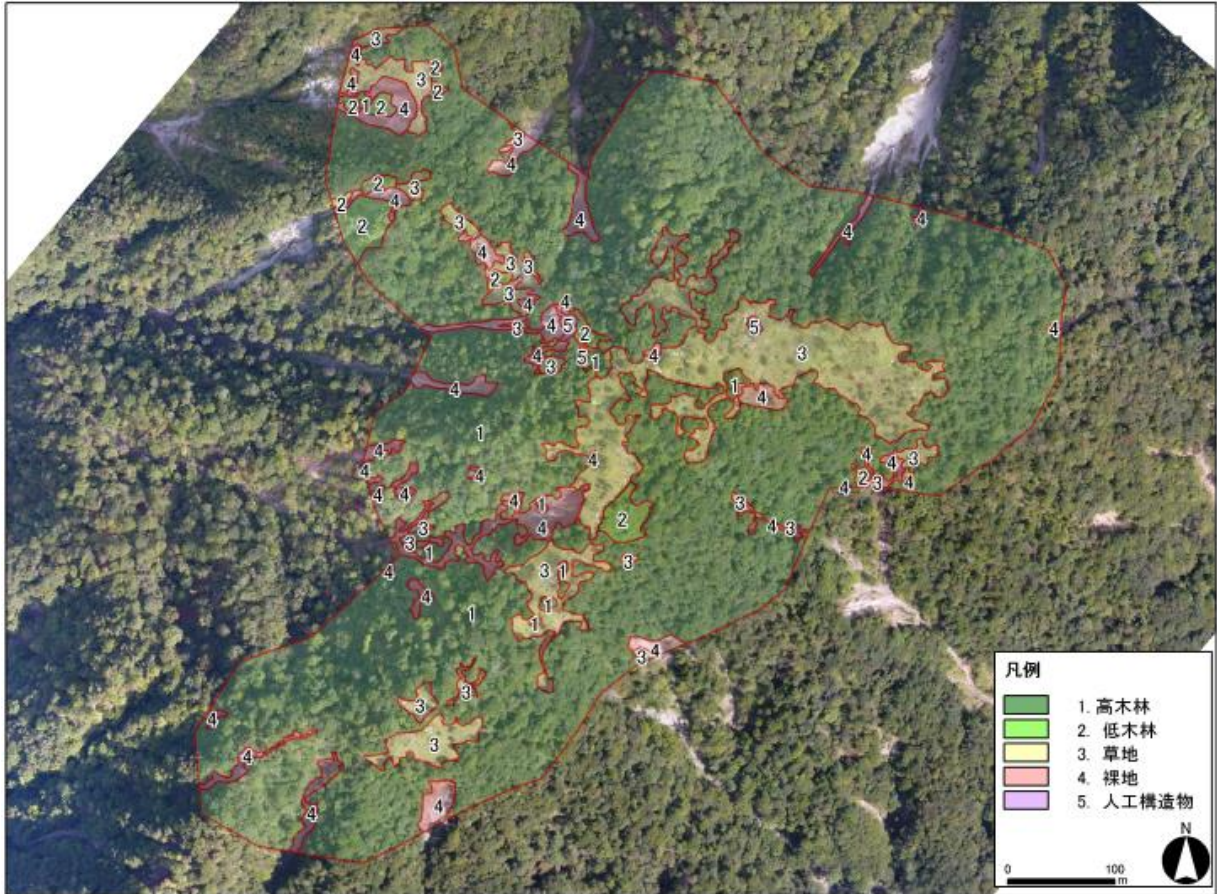


図3 植生図

(8) 今後の課題

なし

(9) 成果の発表

なし

- (1) ブナ林再生事業の順応的推進手法の開発
- B. ブナ林健全性評価と衰退リスクマップの更新

- (1) 課題名 Ba. ブナ林の大気環境解析（丹沢山地における気温の経年推移）
- (2) 研究期間 平成25～29年度
- (3) 予算区分 丹沢大山保全・再生対策事業費
- (4) 担当者 相原敬次・谷脇 徹・内山佳美・齋藤央嗣・西口孝雄・山根正伸

(5) 目的

丹沢山地のブナ林衰退への影響機構解明を目的に気象等の大気環境計測を実施している。これまでの観測地点は、1993年（平成5年）から2000年（平成12年）までに水沢（標高1100m）、堂平（標高1000m）、竜が馬場（標高1450m）およびワサビ沢（標高450m）で実施した。さらに、2002年（平成14年）8月からは大野山（標高570m：2016年3月まで）、丹沢山（標高1567m）、檜洞丸（標高1550m）、鍋割山（標高1272m）および菰釣山（1379m）での気象観測を継続している。今回、観測が十分に行われなかった2000年と2001年を除く1993年（平成5年）から2017年（平成29年）までの気温の観測結果を集計し、経年推移について検討した。

(6) 方法

ア. 月平均気温の集計

1993年（平成5年）から2000年（平成12年）までは、これまでに整理されている結果（*1、*2）を用い、観測地点の月平均気温とした。2002年（平成14年）以降は、時間値（毎正時10分間の平均値）から異常値、欠測値を精査した有効計測値から月平均気温を求めた。なお、月間の有効計測時間の割合が90%未満の月は集計対象から除いた。

*1 越地 正：丹沢山地の2,3の地点における気象観測資料の解析 (1) 神林試研報告21(1995)51-94

*2 越地 正、中嶋伸行：丹沢山地の2,3の地点における気象の特徴 (2) 神林試研報告23(1997)1-9

イ. 観測地点の平均標高（1,182m）による月平均気温

観測地点の標高による気温の差を統一するため、9ヶ所の観測地点の平均標高（1,182m）を基準にそれぞれの観測地点の月平均気温を換算（0.6℃/100m）し、平均標高による月平均気温を求めた。

ウ. 丹沢山地の月平均気温と年平均気温

各年の平均標高による月平均気温を丹沢山地の月平均気温とした。また1月から12月までの平均値を丹沢山地の年平均気温とした。なお、参考としてアメダスの横浜についても1993年から2017年までの月平均気温から年平均気温を求めた。

(7) 結果の概要

ア. 月平均気温

各観測地点の月平均気温を比較した結果、いずれの観測地点においても季節に応じた同様な変化を示した。標高1,000m以下の大野山とワサビ沢では冬期の1月、2月でも0℃以上と高く、夏期の7月、8月も20℃を越えていた。一方、標高1,000m以上の地点では冬には0℃以下で、夏期の7月および8月の平均気温は20℃未満と、観測地点の標高に対応した気温を示した（図1）。

イ. 平均標高による観測地点の月平均気温

平均標高（1,182m）による月平均気温は、冬期の1月、2月が-3℃から0℃、夏期の7月、8月が18℃から20℃と、各地点とも同程度の気温となった。このことから、基準となる標高、今回は1,182mに換算することによって丹沢山地としての気温の月変化、年推移の状況が把握出来ることを確認した（図2）。

ウ. 丹沢山地の月平均気温と年平均気温の推移

丹沢山地の月平均気温は、年による変動が認められるものの月および季節によりほぼ同程度の気温の幅で推移していた。しかし1996年と2008年の2月と2011年の1月で低く、1995年、2007年、2010年および2013年の8月に高い状況がみられるなど年による違いも認められた（図3）。

年平均気温の推移は、1993年の8.1℃から2017年の8.9℃まで年変化するものの、最低が1996年の7.5℃、最高が2016年の9.9℃と全体的には上昇傾向が認められた。年平均気温の推移をアメダス横浜でのそれと比較した結果、気温の低かった1993年、1996年および1997年や気温の高かった1994年および2017年の状況など、両者が近似して同期していることが確認できた。また、年平均気温の推移について、それぞれ回帰直線式を求め、得られた式の係数を比較した結果、いずれも正の値、すなわち気温の上昇傾向が認められるとともに、横浜の0.0267に比較して丹沢山地では0.0416と気温の上昇傾向が高いことがわかった(図4)。

(8) 今後の課題

観測の保守管理および質の向上。

(9) 成果の発表

なし

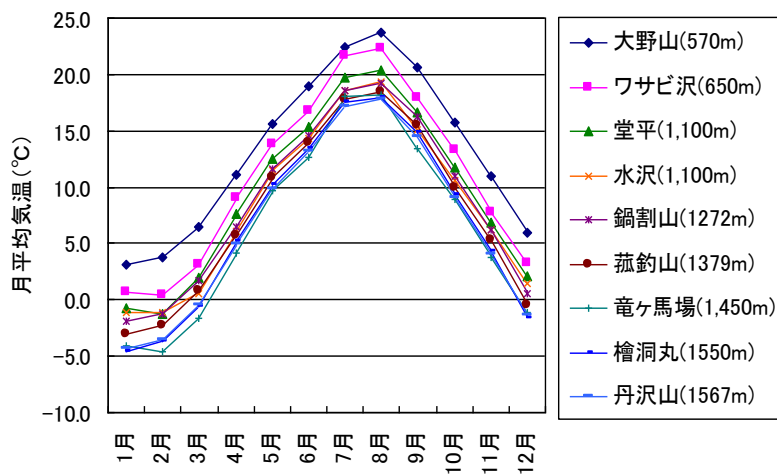


図1 観測地点(標高)の月平均気温

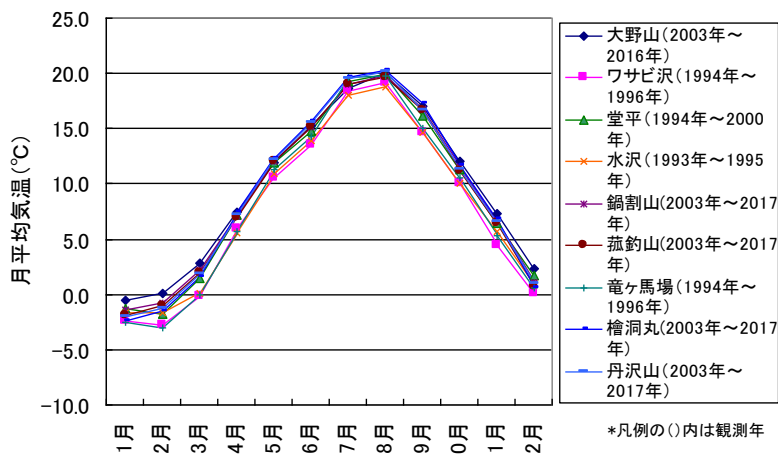


図2 観測地点の標高差を平均標高(1,182m)に換算した月平均気温

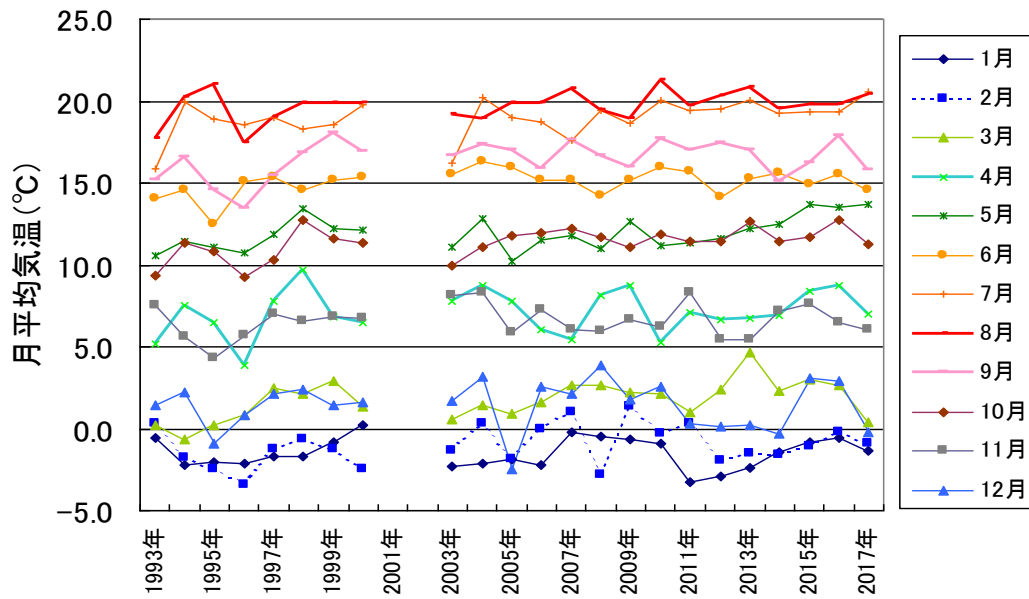


図3 丹沢山地の月平均気温

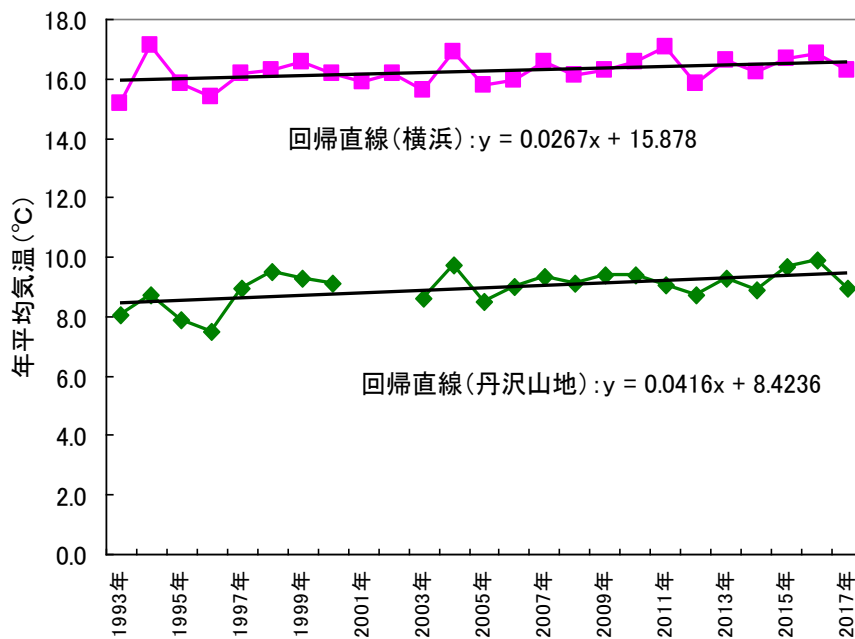


図4 丹沢山地および横浜の年平均気温の推移と回帰直線

(1) ブナ林再生事業の順応的推進手法の開発
B. ブナ林健全性評価と衰退リスクマップの更新

- (1) 課題名 Bb. ブナ林の水分生理調査
(2) 研究期間 平成 29～33 年度
(3) 予算区分 県単 (特別会計 丹沢大山保全・再生対策事業費)
(4) 担当者 谷脇 徹・齋藤央嗣・相原敬次

(5) 目的

丹沢ブナの衰退要因として、オゾン等の大気汚染物質、ブナハバチの食害と並び乾燥化等によって生じる水ストレスがあげられている。ブナ林の衰退における水ストレス影響を検討することを目的に、本年度はブナハバチとブナアオシヤチホコの食害を模した時期 (5 月と 6 月) に摘葉実験を実施したブナ枝の木部構造 (道管径等) を調査し、食害時期と水ストレス影響との関係を検討した。調査は京都府立大学の上田正文准教授との共同研究 (一部委託) で行った。

(6) 方法

厚木市七沢の自然環境保全センター苗畑の樹高 2.5～5m のブナ 12 個体を供試材料として選定した (表 1)。その中から 5 月摘葉処理 (桃色の番号札)、6 月摘葉処理 (赤色の番号札) および摘葉処理をしない対照区 (青色の番号札) を、サイズと配置に偏りが生じないように 4 個体ずつ選定した。処理時期は 5 月摘葉が 2017 年 5 月 18 日、6 月摘葉が 2017 年 6 月 22 日とし、ブナ樹冠全体の葉を対象に、全摘葉処理では葉丙のみを残すように、ハサミを用いて摘葉処理を行った (図 1、2)。枝の採取は夏期に実施し、採取枝の木部の解剖学的観察を行った (図 3)。

(7) 結果の概要

水分通導組織である道管は、5 月に摘葉処理した個体では、6 月に摘葉処理した個体および摘葉処理をしない対照区と比較して径が細く、密度が高くなる傾向にあった。葉の展開後の早い時期に生じるブナハバチ等による深刻な食害は、丹沢山地におけるブナ林の衰退が激しい地域に生育するブナの道管径の縮小に影響を及ぼす可能性があり、ブナハバチの食害を防除することが丹沢山地の生じているブナ林衰退を防ぐために有効である可能性が示された。

(8) 今後の課題

今後は、連年での摘葉処理がブナの水分通道組織構造におよぼす影響や、摘葉後の水分通道組織構造の回復経過について調査を行う必要がある。

(9) 成果の公表

なし

表 1 供試木の概要

処理区	処理区呼称	平均DBH (cm±SD)	平均樹高 (m±SD)
摘葉無し(対照)	青	4.8 ± 1.2	4.14 ± 0.41
5月全摘葉	桃	4.1 ± 1.1	3.91 ± 0.71
6月全摘葉	赤	4.7 ± 1.0	4.10 ± 0.44

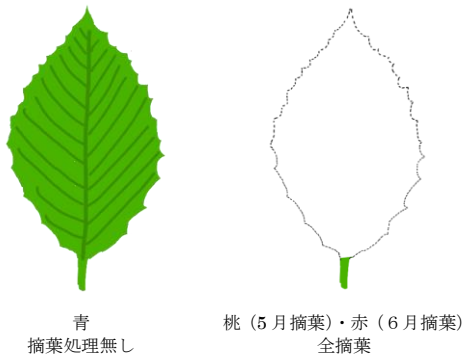


図1 摘葉処理



図2 摘葉処理の作業状況

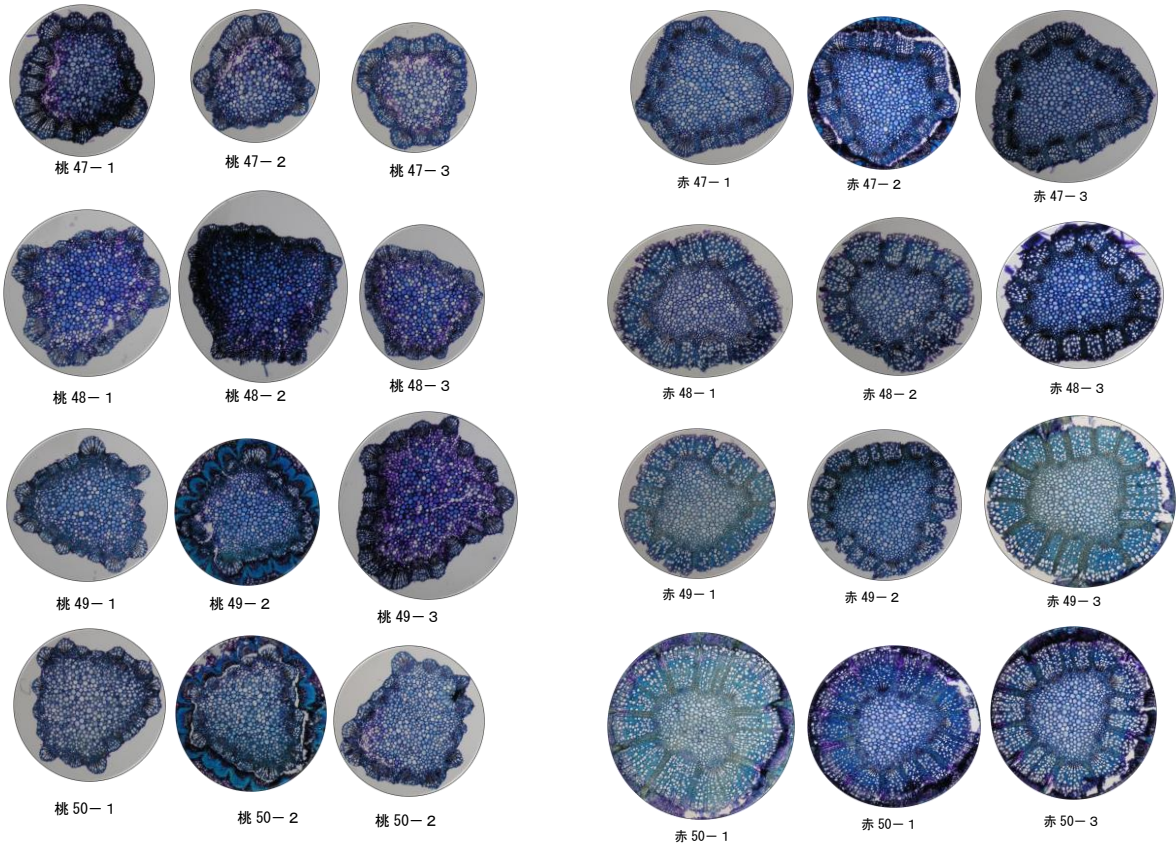


図3 ブナ枝の木部断面 (左5月摘葉、右6月摘葉)

(1) ブナ林再生事業の順応的推進手法の開発
 B. ブナ林健全性評価と衰退リスクマップの更新

- (1) 課題名 **Bc. ブナ林立地環境モニタリングー土壤侵食モニタリングー**
 (2) 研究期間 **平成 19～33 年度**
 (3) 予算区分 **県単（水源特別会計：森林環境調査）**
 (4) 担当者 **内山佳美**

(5) 目的

東丹沢堂平地区のブナ林においては、平成 16 年度からシカ影響による下層植生の衰退と土壤侵食実態調査、それに基づく新たな土壤保全対策手法開発と試験施工が行われ、土壤保全対策マニュアルにまとめられた。その後、試験施工地のモニタリング調査が継続的に行われ、特に平成 19 年度からは、流域スケールの土壤保全効果モニタリング手法開発を視野に、下流の溪流における浮遊土砂流出調査が合わせて実施されてきた。これらの詳細な研究は平成 28 年度で終了しているが、これまでの取得データを活用して当該地区の植生回復・土壤保全効果を長期的に把握するために一部の測定を継続して行う。

(6) 方法

ア. 調査地

東丹沢に位置する清川村宮ヶ瀬堂平地区において、平成 17～18 年度に自然保護公園部の協力により試験的に施工した土壤保全対策工を対象とした。

イ. 調査内容

現地調査は、既設の土壤保全工(A 群、B 群)の区画内及び土壤侵食実態調査(C 群)の既設調査枠について、各調査箇所施設の近景写真を 1 枚撮影し、さらに調査枠や保全工内に林床被覆に偏りのないよう 1m×1m のコドラートを 1～2 枠(土壤保全工は 2 枠、無施工地調査枠と土壤侵食量調査枠は 1 枠)置き、平成 29 年 7 月 28 日、8 月 29 日、9 月 25 日の 3 回、写真撮影を行った。

平成 29 年 8 月 29 日に撮影された写真の内、24 調査箇所の計 40 枚を対象として写真解析を行った。これらの現地調査及び写真解析については、新日本環境調査が受託して実施した。

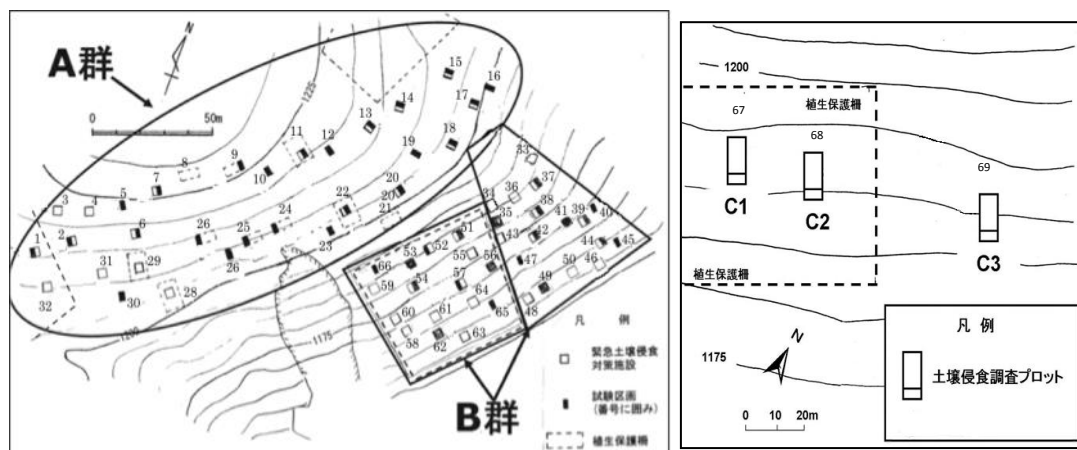


図 1 調査箇所位置(A 群、B 群と C 群)

表 1 調査地（対象群）ごとの施工内容および調査箇所数

調査地	施工内容	調査箇所数
A 群	H17 施工の各種土壤保全対策工と無施工地調査枠	32 箇所 (No. 1～32)
B 群	H18 施工の各種土壤保全対策工と無施工地調査枠	34 箇所 (No. 33～66)
C 群	H16 施工の土壤侵食量調査枠	3 箇所 (No. 67～69)

(7) 結果の概要

写真解析の結果は次のとおり。(詳細は、委託報告書参照)

表 2 林床被覆率解析結果

(単位:%)

対象地区	コドラートNo.	林床植生被覆率	リター被覆率	裸地	林床合計被覆率
1	01	22.63	68.64	8.73	91.27
	02	28.08	64.68	7.24	92.76
2	03	28.40	66.38	5.22	94.78
	04	16.14	78.12	5.74	94.26
5	05	14.39	58.85	26.76	73.24
6	06	28.68	64.48	6.85	93.15
	07	33.53	62.74	3.74	96.26
7	08	28.43	68.75	2.82	97.18
	09	18.53	78.70	2.77	97.23
9	10	54.44	43.04	2.52	97.48
	11	43.91	53.69	2.40	97.60
10	12	8.72	73.94	17.34	82.66
11	13	59.27	38.56	2.17	97.83
	14	67.47	29.95	2.58	97.42
12	15	21.79	69.36	8.85	91.15
13	16	4.73	82.35	12.92	87.08
	17	9.97	86.92	3.11	96.89
14	18	31.32	64.59	4.09	95.91
	19	17.64	79.53	2.83	97.17
15	20	23.27	74.97	1.76	98.24
	21	32.53	65.01	2.46	97.54
16	22	20.57	70.92	8.51	91.49
17	23	35.32	61.47	3.22	96.78
	24	24.20	73.40	2.40	97.60
18	25	13.19	84.72	2.10	97.90
	26	16.02	81.38	2.60	97.40
19	27	50.71	48.28	1.01	98.99
20	28	14.59	79.74	5.67	94.33
	29	6.63	89.06	4.31	95.69
22	30	46.92	50.31	2.77	97.23
	31	59.62	37.79	2.59	97.41
23	32	26.27	69.37	4.36	95.64
24	33	29.22	69.94	0.84	99.16
	34	43.92	54.71	1.37	98.63
25	35	68.45	30.86	0.69	99.31
	36	52.40	46.29	1.32	98.68
26	37	60.98	33.86	5.16	94.84
27	38	70.66	27.67	1.68	98.32
	39	67.06	31.02	1.91	98.09
30	40	49.06	47.39	3.55	96.45

	林床植生被覆率	リター被覆率	裸地	林床合計被覆率
最大値	70.66% (コドラートNo38)	89.06% (コドラートNo29)	26.76% (コドラートNo5)	99.31% (コドラートNo35)
最小値	4.73% (コドラートNo16)	27.67% (コドラートNo38)	0.69% (コドラートNo35)	73.24% (コドラートNo05)
平均	33.74%	61.54%	4.72%	95.28%
標準偏差	19.25	17.31	4.90	4.90

表 3 全コドラートの統計結果

(8) 今後の課題

堂平地区は、植生回復対策、シカ対策、土壌保全対策にかかる各種データの蓄積された箇所であることから、植生回復の推移等の最低限の基礎的な項目については、今後も長期的に把握していく必要がある。

(9) 成果の発表

初磊・石川芳治・白木克繁・若原妙子・内山佳美 (2010) 丹沢堂平地区のシカによる林床植生衰退地における林床合計被覆率と土壌浸食量の関係. 日本林学会誌 92:261-268.

海虎・石川芳治・白木克繁・若原妙子・畢力格図・内山佳美 (2012) ブナ林における林床合計被覆率の変化が地表流流出率に与える影響. 日本森林学会誌 94, 167-174

(1) ブナ林再生事業地の順応的推進手法の開発
B. ブナ林健全性評価と衰退リスクマップの更新

- (1) 課題名 **Bd. ブナハバチ成虫モニタリング**
(2) 研究期間 **平成29～33年度**
(3) 予算区分 **県単（特別会計：丹沢大山保全再生対策事業費）**
(4) 担当者 **谷脇 徹**

(5) 目的

丹沢山地の高標高ブナの衰弱・枯死原因となるブナハバチの葉の被食量を軽減するには、幼虫による葉の被食量を事前に予測し、効率的に防除を実施する必要がある。葉の被食量には、産卵期にあたるブナ展葉期における黄色の衝突板トラップによる雌成虫捕獲量が反映されることが示唆されている（谷脇ら 2013）。そこで 2017 年は、丹沢山地 6 地点で黄色の衝突板トラップにより雌成虫捕獲量を調査するとともに、2007 年、2011 年、2013 年と大規模な被食が発生し、ブナ展葉フェノロジー調査を実施している檜洞丸では、調査を開始した 2010 年以降の展葉期の雌成虫捕獲量を比較し、当年の被食量の予測を試みた。調査は（株）CTI アウラへの委託で行った。

(6) 方法

丹沢山、天王寺尾根、檜洞丸、大室山、菰釣山および三国山を調査地とした。成虫捕獲用のトラップには黄色のサンケイ式昆虫誘引器を用いた（図 1）。トラップの設置数は 5 個ずつとした。設置場所は尾根筋に沿って設定した 20m 間隔地点から最寄りの林冠ギャップの日当たりのよい場所であり、設置高さは地上高 1.5m とした。トラップ下部のバケツには保存用のソルビン酸と中性洗剤入りの水溶液を入れた。トラップの設置期間は 4 月上旬～7 月上旬とし、およそ週 1 回の頻度で捕獲昆虫を回収し、丹沢山、天王寺尾根、檜洞丸ではブナの展葉フェノロジーを調査した。

(7) 結果の概要

2017 年の雌成虫捕獲数は地点により平均で 0～75 個体であり、2012 年以降、全地点で最も少なかった（表 1）。2017 年の檜洞丸における産卵期にあたる展葉期の雌成虫捕獲数は、2010 年以降で最も少なかったが、参考としている卵密度が大規模の被食が発生した 2011 年に近い水準であった（表 2）。これらから 2017 年は小～中規模の被食が予測され、実際の被食程度は小規模であった。この予測を踏まえ、大発生時に予定していた緊急防除は実施しなかった。

(8) 今後の課題

なし

(9) 成果の発表

なし



図1 黄色の衝突板トラップ

表1 2012～2017年の黄色の衝突板トラップによる全期間の雌成虫捕獲数（平均±標準偏差）

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
丹沢山	82±40	237±119	73±38	399±183	36±26	20±15
天王寺尾根	12±10	54±30	8±5	37±19	14±10	3±2
檜洞丸	394±133	1,060±510	305±69	540±185	116±62	75±34
大室山	191±99	643±519	145±80	544±253	93±92	72±50
菰釣山	10±10	46±35	7±7	34±54	5±7	5±6
三国山	2±2	1±1	0±1	1±1	0±0	0±0

表2 檜洞丸における展葉期のブナハバチ雌成虫捕獲数と産卵密度（平均±標準偏差）

項目	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
展葉中の雌成虫捕獲数(個体)	92±38	226±87	93±29	451±234	95±32	151±30	56±24	50±28
卵密度(個/100葉)	24±30	35±31	23±16	80±71	20±19	81±88	12±12	32±47
予測				大	小～中	中～大	小	小～中
実際の食害規模	中	大	小	大	小	中	小	小

(1) ブナ林再生事業の順応的推進手法の開発
B. ブナ林健全性評価と衰退リスクマップの更新

- (1) 課題名 Be. ブナハバチ繭モニタリング
(2) 研究期間 平成29～33年度
(3) 予算区分 県単（特別会計：丹沢大山保全再生対策事業費）
(4) 担当者 谷脇 徹

(5) 目的

ブナ葉食昆虫のブナハバチは丹沢山地の高標高域におけるブナ林の衰退原因の一つと考えられている。ブナハバチの幼虫が大量発生すると多くのブナが失葉し、複数回の失葉を経験したブナにおいて衰弱や枯死症状が生じるためである。このことから、ブナハバチの葉食被害の軽減に向けた防除技術の開発が求められている。

防除には潜在的な被食発生リスクを被食発生前に事前に評価する必要がある、これには繭モニタリングが適していると考えられている（谷脇ら、2012）。ただし、大規模な被食は繭の密度が高くても毎年発生する訳ではなく突発的に生じる傾向があるため、繭密度は年次で変動することが予想される。このことから、潜在的な被食発生リスクを評価するには長期にわたり継続して繭モニタリングを実施する必要がある。

そこで、引き続き三国山、菰釣山、大室山、檜洞丸および丹沢山の定点で繭密度調査を実施した。

(6) 方法

各地点のブナ密度の高い林分の林床に20m×20mのコドラートを設定し、コドラート内を5m間隔に区切った9箇所の格子点を土壌採取箇所として設定した（図1）。2016年の10～12月に、各地点コドラートの各箇所において、リターを除去後に幅15cm×奥行き15cm×深さ2cmの土壌を採取した（図2）。採取箇所数はA、C、E、G、Iの5箇所とし、これら箇所が枯死によりギャップ内に位置するようになった場合は他の箇所に変更した（図1）。採取土壌を持ち帰った後、繭のソーティングを行い、土壌内に含まれる繭数を計測した。なお、ここでは繭内部での生死や、繭の穴の有無などの状態に関係なくすべての繭を計測している。

(7) 結果の概要

食害の規模が小さい三国山では、繭密度がこれまでと同様に低密度で推移した（図3）。一方、菰釣山の繭密度は、三国山と同程度の低密度で推移していたが2015年に124個/m²を記録したのち、2016年に53個/m²に低下したが、2017年には71個/m²に上昇した（図3）。菰釣山では今後の上昇傾向が危惧されることから密度推移を注視する必要がある。

大規模な食害が発生する大室山、檜洞丸、丹沢山では繭密度が高密度で推移し、2016年と比べて2017年の繭密度は、大室山が196個/m²から231個/m²に上昇し、檜洞丸が427個/m²から444個/m²に上昇し、丹沢山では436個/m²から311個/m²に低下した（図-3）。これら3地点の繭密度は、これまでで最も高密度を記録した2015年（大室山658個/m²、檜洞丸1,004個/m²、丹沢山489個/m²）からは低下傾向にあった（図3）。ただし繭密度が低下しても高い水準が維持されていることから、今後とも被食発生リスクを低下させる取り組みが必要となる。

(8) 今後の課題

なし

(9) 成果の発表

なし

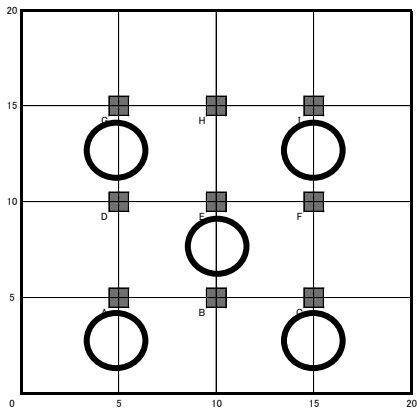


図 1. コドラート内の土壌採取箇所図

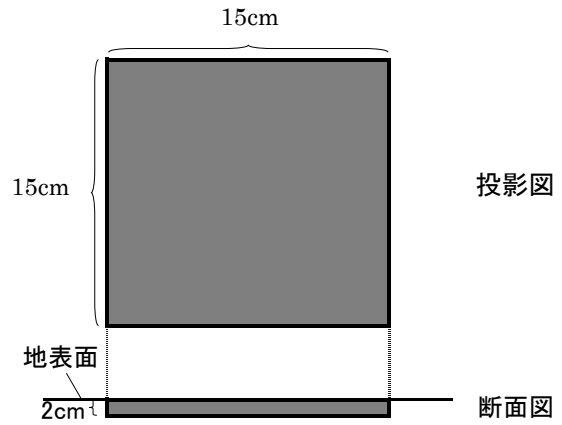


図 2. 土壌採取方法

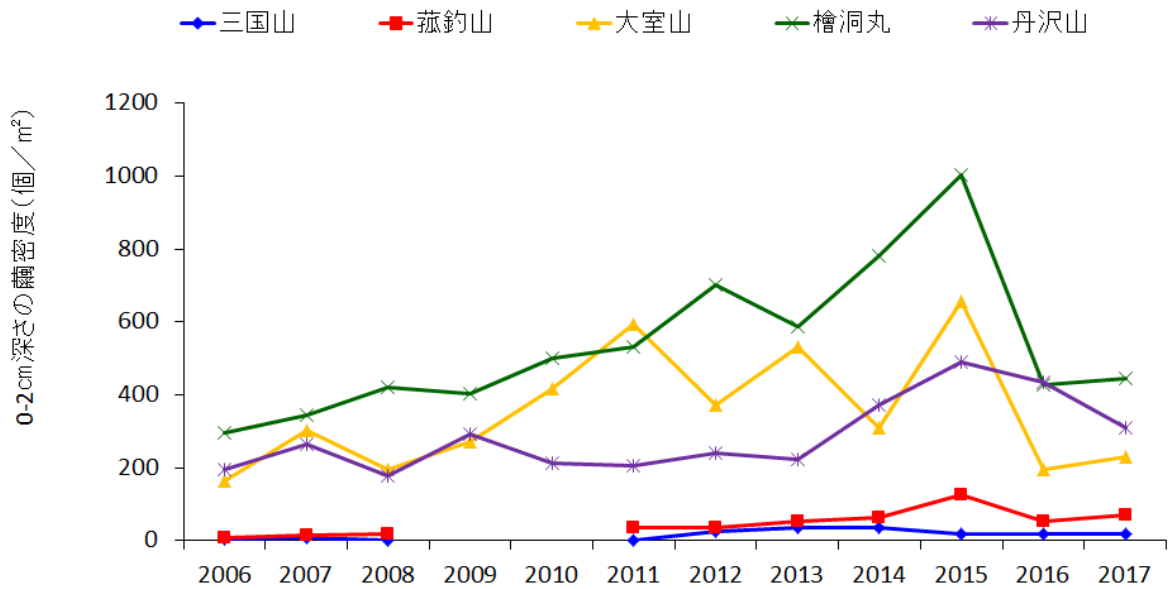


図 3. 定点における 0-2 cm 深さのブナハバチ繭密度の年次変動

(1) ブナ林再生事業の順応的推進手法の開発
B. ブナ林健全性評価と衰退リスクマップの更新

- (1) 課題名 Bf. ブナハバチの天敵調査 -鳥類-
(2) 研究期間 平成29~33年度
(3) 予算区分 県単(特別会計:丹沢大山保全再生対策事業費)
(4) 担当者 遠藤幸子・谷脇徹・三橋正敏・近藤博史・西口孝雄

(5) 目的

檜洞丸におけるブナ林衰退のひとつの原因として、ブナハバチ幼虫によるブナの葉への食害が指摘されている(谷脇ら 2016)。本業務では、ブナハバチの主要な捕食者であると予測される鳥類のブナハバチへの捕食圧を明らかにするための手法開発を実施した。なお、これらの調査は神奈川県内の許可のもとに実施した。

ア. 鳥類によるブナハバチ幼虫の捕食実態の解明

鳥類は、雛を育てる時期に餌生物の利用量が多くなることが予測される。そのため、ブナハバチ幼虫の出現時期と鳥類の子育ての時期が一致するかどうかは、ブナハバチ幼虫の被食量に関わる重要な要因のひとつであると考えられる。そこで本業務では、まず檜洞丸に巣箱をかけ鳥類の繁殖スケジュールを明らかにすること、そして実際に鳥類が子育てにブナハバチを利用しているのかどうかを明らかにすることを目的として野外調査を実施した。

イ. ブナハバチ幼虫の個体数推定手法の開発

捕食者による葉への食害が起こるメカニズムを明らかにするためには、幼虫の生息個体数やその季節的変化等を押さえる必要がある。そのため、野外において幼虫数を推定する手法の開発が必須である。幼虫の個体数を推定する手法のひとつとして、樹木から落下するフン数を計測し、その数から幼虫の個体数を推定する手法がある(久野 1986)。この手法は幼虫やブナを傷つけることなく実施できる。そこで本研究では、フン数を利用したブナハバチの幼虫数を推定するための手法の開発に取り組んだ。

(6) 方法

ブナハバチ幼虫の出現時期と鳥類の子育ての時期を含む4月から7月にかけて、檜洞丸山頂付近の標高1500mから1600m付近で実施した調査結果について報告する。

ア. 鳥類によるブナハバチ幼虫の捕食実態の解明

檜洞丸山頂に28個の巣箱を設置し、それらを利用し繁殖した鳥類の繁殖スケジュールを記録した。また育雛期の巣にビデオカメラを設置し、親鳥が巣に運んだ餌生物を録画した。

イ. ブナハバチ幼虫の個体数推定手法の開発

(ア) フントラップの開発とその設置手法の検討

樹木から落ちてくるブナハバチ幼虫のフンを採取するための道具として、ビニール傘を用いたフントラップを試作した。このトラップをかける際樹冠全体をカバーするように設置することが好ましいが、樹冠面積が大きいと困難であることが予測される。もし同個体の樹冠下においたトラップごとのフン数のばらつきが小さいようであれば、トラップの設置数を少なくすることが可能かもしれない。そこで、さまざまな樹冠面積をもつブナの木8個体にフントラップを設置し、採取できるフン数がトラップ間でどのくらいのばらつくのかを調べた。



(イ) フン数をもとにした幼虫数の推定~推定式の作成~

昆虫は変温動物のため、温度によって活動量が異なることが予測される。つまり気温によって幼虫による葉の摂食量が異なり、それにしたがってフンの排出量も異なる可能性がある。そのためフン数から幼虫数を推定する際には、気温による幼虫のフン排出量の変化を考慮する必要がある。そこで野外で捕獲したブナハバチ幼虫を実験室において一定温度(5・10・15・20・25℃)の状態に飼育し、フン数を計測した。また幼虫の齢によってフン排出速度が異なる可能性

があるため、飼育個体の齢の指標として頭幅の測定も行い解析に加えた。これらの結果を用いて、フン数から幼虫数を推定する推定式を作成した。解析には一般化線形混合モデルを用い、従属変数にフン数、目的変数に温度、頭幅、温度と頭幅の交互作用、offset項に観察時間、ランダム効果に幼虫をとった木のIDを含めた。誤差分布は、ポアソン分布とした。

(7) 結果の概要

ア. 鳥類によるブナハバチ幼虫の捕食実態の解明

山頂に巣箱を28個設置したところ、シジュウカラ3つがい、ヤマガラ3つがいが繁殖した。これらの初卵日は5月13日から6月5日にかけてであった。さらに、育雛期が確認された期間は6月2日から7月6日であった。なお、野外調査はおよそ1週間ごとに実施しているため、正確な育雛期間については今回の調査からは言及できない。

ブナハバチ幼虫は、少なくとも委託調査が実施された6月2日から6月22日までは生息していることが確認された（新日本環境調査 委託報告書）。これらのことから、ブナハバチ幼虫の出現時期とシジュウカラとヤマガラの育雛期は時期的に重なることが示唆された。

また、親鳥の餌運びの撮影に成功した3巣のビデオ解析から、3巣すべてにおいて親鳥がブナハバチ幼虫を運ぶのが観察された。これらのことから、檜洞丸の山頂においてはシジュウカラやヤマガラの雛の餌として利用されていることが示唆された。

イ. ブナハバチ幼虫の個体数推定手法の開発

(ア) フントラップの開発

同個体の樹冠下に設置したトラップ間での採取フン数のばらつきは大きかった。そのため少数のフントラップの設置では、推定個体数にかなりの誤差が出てしまう可能性が考えられた。これより、正確に個体数の推定を行うためには、樹冠をカバーする、できるだけ多くのトラップを設置する必要性が示唆された。

(イ) フン数をもとにした幼虫数の推定～推定式の作成～

幼虫の排出するフン数は、外部温度が高くなるほど多かった（GLMM; 温度, $\chi^2 = 19.7$, $df = 1$, $p < 0.001$, 図2）。その一方で、1時間あたりに排出されたフン数は幼虫の齢（頭幅）によって異ならなかった（GLMM; 頭幅, $\chi^2 < 0.001$, $df = 1$, $p = 0.99$, 温度と頭幅の交互作用, $\chi^2 = 0.15$, $df = 1$, $p = 0.69$ ）。

これより、1個体あたりの温度に応じたフン排出量の推定式は、 $\lambda = \exp(0.09x - 4.66)$ となった。

(8) 今後の課題

ブナハバチ幼虫の生息個体数と鳥類によって利用される幼虫の総数の推定を行うことで、鳥類によるブナハバチ幼虫への捕食圧を定量的に示すことが可能になるだろう。

(9) 成果の報告

なし

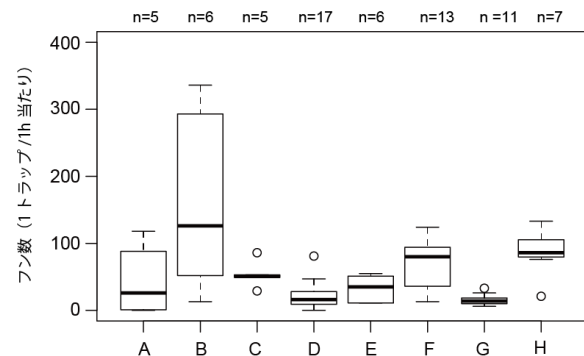


図 2. トラップごとのフン数のばらつき

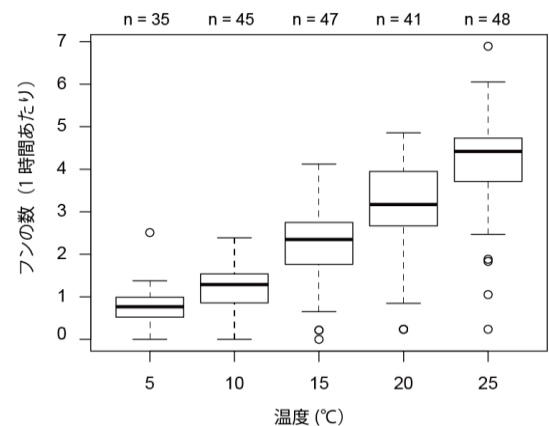


図 3. ブナハバチ幼虫の1時間あたりのフン排出数と温度との関係 (n = 216)

(1) ブナ林再生事業の順応的推進手法の開発
B. ブナ林健全性評価と衰退リスクマップの更新

- (1) 課題名 Bg. 丹沢山地森林変遷解析
(2) 研究期間 平成29～33年度
(3) 予算区分 県単（特別会計：丹沢大山保全再生対策事業費）
(4) 担当者 谷脇 徹・雨宮 有・山根正伸

(5) 目的

UAV を活用したブナ林再生状況モニタリングにおいて、対象とする調査項目や範囲に応じた適切な撮影の仕様を検討するため、異なる高さ、レンズおよび保存ファイル形式での撮影実験を実施した。解析は酪農学園大学の鈴木透准教授との共同研究として行った。

(6) 方法

実験に用いた使用機材および実験条件は次のとおりである。

ア. 使用機材

使用機体：DJI Inspire 1 Pro

カメラ：X5R

レンズ：DJI MFT 15mm F/1.7 ASPH（以下、X5R15mm）

OLYMPUS M. ZUIKO 25mm f/1.8 ASPH（以下、X5R25mm）

OLYMPUS M. ZUIKO 45mm f/1.8 ASPH（以下、X5R45mm）

使用アプリ：DJI GO、DJI GSPPro、Map Pilot for DJI

SfM ソフト：Agisoft Photoscan Professional（3次元点群データ

作成に使用）

イ. 実験条件

撮影日：平成30年2月20～21日

撮影場所：神奈川県自然環境保全センター樹木園（図1）

撮影方法：3種類のレンズ（X5R15mm、X5R25mm、X5R45mm）と3種類の高度（50m、100m、150m）の全組合せを画像フォーマット JPEG で撮影

X5R25m、高度50mに関しては画像フォーマット RAW でも撮影

検討項目：ギャップ、森林構造、ハバチ被害木、単木レベルの把握に適した UAV の仕様



図1 撮影実験の状況

(7) 結果の概要

撮影実験の結果、推奨される UAV の仕様は表1のとおりであった。ギャップの把握には解像度が約10cm/pixel のオルソ画像があればよく、大室山～鍋割山の稜線から200mの範囲を13回のフライトで撮影できると考えられる。森林構造の把握には解像度が2cm/pixel 弱のオルソ画像と DSM データが必要であり、ファイル形式もより細かな構造を把握できる RAW 形式が推奨される。ハバチ被害木の抽出には約3cm/pixel のオルソ画像が必要になる。単木レベルでは解像度が最も高く、RAW 形式で約0.5cm/pixel と高解像度のオルソ画像および DSM データが必要になる。

(8) 今後の課題

100m×100mあるいは200m×200mのプロット設定を行う森林構造、ハバチ被害木、単木レベルでは、正確な位置情報を把握するため、プロットごとに対空標識を用いた高精度 GCP の取得が必要になる。今後、実際に撮影を行うなかで、推奨される仕様の検証を行っていく必要がある。

(9) 成果の発表

なし

表 1 推奨される UAV の仕様

モニタリング		必要なデータ	画像解像度 ¹ (cm/pixel)	フライトプラン ²	ファイル形式	位置情報	実行可能性 ³	備考
対象	範囲							
ギャップ	大室山～鍋割山稜線から200m	オルソ画像	約 10cm/pixel	OL80% SL60%	JPEG	既存データからの位置情報	13回フライト (高度150m)	目視外飛行の許可必要
森林構造	プロットを想定 200m×200m	オルソ画像 DSM ⁴	2cm/pixel 弱	OL90% SL70%	RAW 推奨 ⁵	高精度 GCP ⁶	1プロット 1回フライト	カメラの俯角が異なる画像があったほうがよい
ハバチ被害木	プロットを想定 200m×200m	オルソ画像	約 3cm/pixel	OL90% SL70%	JPEG	高精度 GCP ⁶	1プロット 1回フライト	-
単木レベル	プロットを想定 100m×100m	オルソ画像 DSM ⁴	約 0.5cm/pixel	OL90% SL70%	RAW 推奨 ⁵	高精度 GCP ⁶	1プロット 10回フライト	実用可能性のさらなる検討が必要

1 機種ごとの解像度については「DJI 社製の UAV の画像解像度 (cm/pixel) と高度との関係」を参考

2 一般的な数値を記載 OL:オーバーラップ SL:サイドラップ

3 Phantom4Pro を使用し、DJI GSpro でフライトシミュレーションした結果

4 高精度の高い DSM を作成するため SfM ソフトの設定を最高にすること (Photoscan では高密度クラウドは最高に設定するなど)

5 RAW 画像の取得には専用アプリ (Map Pilot for DJI 等) が必要

6 高精度の位置情報を取得した地点で対空標識を設置することが必要

(1) ブナ林再生事業の順応的推進手法の開発
 C ブナ林生態系の再生技術の改良

- (1) 課題名 Ca. ブナ林生態系の再生技術の改良
 (2) 研究期間 平成24年度～
 (3) 予算区分 丹沢大山保全・再生対策事業費（ブナ林等の調査研究費）
 (4) 担当者 田村 淳・谷脇 徹・三橋正敏

(5) 目的

本課題の目的は、衰退状況の異なるブナ林において森林再生の可能性を明らかにすることである。平成18年度から継続実施しているブナ林再生実証試験では、ブナが衰退している7か所に天然更新試験地と3か所に植栽試験地を設定して、光環境と散布種子量、更新木、林床植生を調査してきた。天然更新の調査から、シカの多少に関わらずギャップが大きいと散布種子量は少なく、ミヤマクマザサ等が繁茂して実生が定着しないことがわかってきた。植栽木の追跡調査から、植栽木の生存率は丹沢山のサワグルミを除き高いこと、ブナの樹高成長は他の樹種と比較して緩やかであることがわかってきた。埋土種子の予備試験からは、土壌中にニシキウツギなどの低木種の種子が含まれていた。

平成29年度は、戦前から草原であった場所の1か所を含む計4か所において更新木や植生を追跡調査した。現地調査は新日本環境調査㈱に委託して行なわれた。

(6) 研究方法

ア. 調査地

本課題の調査地は、丹沢大山国定公園特別保護地区内の4か所である（表1）。このうち、不動ノ峰調査地はササ草原、檜洞丸調査地は高茎草原である。各調査地は柵内外の試験区をセットとして2m四方枠が10個ある。

表1 調査地の概要

調査地	不動ノ峰	丹沢山(津久井)	天王寺	檜洞丸
ギャップ	大	小		大
試験区数（柵内外）	2セット	3セット	2セット	1セット
標高（m）	1,510	1,540-1,553	1320	1550
林床植生型	ミヤマクマザサ	高茎草本	スズタケ退行	高茎草本
調査開始年	2012	2010	2008	2008
植生保護柵設置年	2013	2010	2007	2010
植栽木調査	—	—	—	○
天然更新木調査	○(2012-)	○(2010-)	○(2008-)	○(2008-)
種子散布量調査	—	—	○(2008-2013)	○(2008-2013)
種子播種	○(2013-)	—	—	—
ササ刈取り	○(2013-)	—	—	—

() 内は西暦年

イ. 調査方法

各調査地の2m四方枠で、植生と更新木、光環境を調査した。植生では、およそ高さ1.5m以下を草本層として全体の植被率と出現種の被度・群度、ササの最大稈長(cm)を測定した。更新木調査では、高木性及び小高木性樹木の稚幼樹について、5cm以上の個体の脇にナンバリングテープ付針金を設置して樹高（鉛直高）を1cm単位で測定した。光環境調査では、5地点で高さ1mのところ魚眼レンズ付デジタルカメラで天空写真を撮影した。植生調査は7～8月に、更新木調査は9月に実施した。不動ノ峰では、柵の有無とササ刈取りを組み合わせた試験区を設定して（8パターン）、当年生の実生の発生状況を6月と9月に調査した。檜洞丸では、植栽木の生残と樹高を調査した。

(7) 結果の概要

各か所ともに調査開始時点と比較して柵内外の更新稚樹は高くなる傾向があり、とくに柵内では顕著であった。天王寺調査地を例にすると、小ギャップのA区では当初全稚樹が34cm以下であり、柵設置後10年目にはイヌシデが約300cmに達していた(図1左)。閉鎖林冠下のC区ではA区ほどの伸長成長は示していないものの、順調に高くなっていった(図1右)。

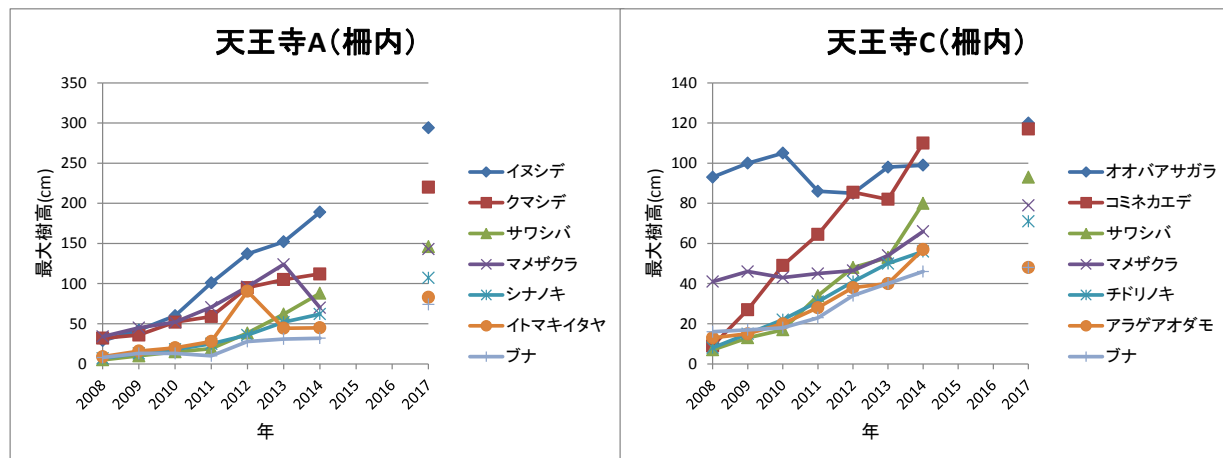


図1 天王寺調査地における天然更新による主要稚樹の最大樹高の推移

檜洞丸調査地の追跡調査から、天然更新稚樹および植栽木は、過年度(2015年秋以降2016年)の柵の破損によるシカの採食影響を受けて、2017年になって樹高が低下した樹種が多かった(図2)。その中で、柵の破損時に最大樹高150cmを越えていた植栽木のナナカマドはさらに樹高が高くなっていった(図2右)。

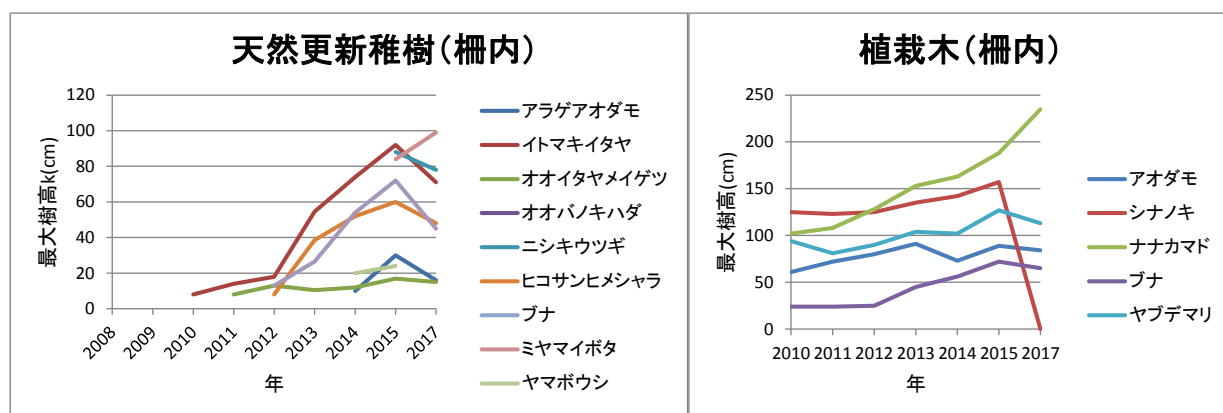


図2 檜洞丸調査地における天然更新による稚樹(左)と植栽木(右)の樹高の推移 縦棒は標準偏差を示す。

(8) 今後の課題

継続調査。

(9) 成果の発表

Tamura Atsushi, Nakajima Kouichi (2017) Effects of 10 years of fencing under a gap and closed canopy on the regeneration of tree seedlings in an old-growth Japanese fir (*Abies firma*) forest overbrowsed by sika deer. *Journal of Forest Research* 22: 224-232.

田村 淳・谷脇 徹・井田忠夫・中西のりこ・吉田直哉 (2016) 植生保護柵を用いた丹沢のブナ等冷温帯森林の再生. 神奈川県自然環境保全センター報告 14:67-73.

(1) ブナ林再生事業の順応的推進手法の開発
C. ブナ林再生手法の改良

- (1) 課題名 Cb. ブナハバチ等の葉食昆虫防除試験
(2) 研究期間 平成29～33年度
(3) 予算区分 県単(特別会計：丹沢大山保全再生対策事業費)
(4) 担当者 谷脇 徹・相原敬次・西口孝雄

(5) 目的

丹沢山地の高標高域のブナは、オゾンや水ストレスの影響を受けるなかでブナハバチによる葉食被害を受けることで衰弱・枯死する可能性があることから、食害の回避・軽減対策が求められている。そこで平成29年度は昨年を引き続き、檜洞丸山頂周辺のブナで薬剤の樹幹注入試験を行った(図1)。また、生態系への影響モニタリング手法検討の一環として、試験地における鳥類のつがい数調査を行った。

あわせて、神奈川県希少樹種であるシウリザクラ(絶滅危惧IB類)を衰弱・枯死させる葉食昆虫サクラスガについても薬剤の樹幹注入試験を実施した。本試験は東海大学の谷晋教授、桜美林大学の伴野英雄教授との共同研究により実施した。



図1 ブナの薬剤注入

(6) 方法

ア. ブナハバチ防除試験

試験地は檜洞丸山頂から南西方向にのびる尾根上の、山頂からおよそ200～600mの範囲にある標高1,500m以上の約5haの重点調査地区に設定した(図2)。注入本数は、同様の試験を行った昨年と同じ27本とした。なお、昨年は30本に注入したが、3本は前年の枯死木か当年の早い時期の枯死木であり、調査本数は27本となった。

注入する薬剤にはジノテフラン8%溶液(製品名ウッドスター)を用いた。注入時期は展葉前の2017年5月1～2日とした。注入量は胸高直径6～10cmで2ml、20cmで12ml、30cmで18ml、40cmで24ml、50cmで30ml、60cmで36mlであり、以降、直径10cm増す毎に6mlを追加した。注入高は地上1mとして、注入間隔は樹体影響や作業量の軽減を検討するため、樹幹周囲15cm間隔区と25cm間隔区の2種類を設けて、それぞれ胸高直径あたりの注入量を分割して注入した。それぞれの注入本数は15cm間隔区が13本、25cm間隔が14本であった。未処理の対照区は24本とした。

注入木でのブナハバチ幼虫の生息状況を把握するため、樹冠スィーピング調査を行った(図3)。スィーピングには口径50cmの捕虫網を装着した6m竿を用いて、ストローク幅2m程度で20往復ブナの梢を掬い、捕獲された幼虫数を計測した。調査本数は注入区5本、対照区5本とした。調査は6月2日、9日、15日、22日に行った。

食害度調査はブナハバチ幼虫の食害が終了した2017年7月6日に行った。目視判定により、食害によって消失した葉量を10%間隔で記録した。食害がほとんど見当たらず、明らかに10%に達しない場合は“+”として判定とした。

多くの鳥類は繁殖期に雌雄でつがいとなわばりを形成する。そこでテリトリーマッピング法によるつがい数調査を行った(図2)。調査時期はブナハバチ成虫と幼虫の出現期である5月11日、19日、25日、6月2日、9日、15日、22日の7回行った。種ごとの目視、さえざり、地鳴き地点と個体間の同時さえざり状況を地図に落として、なわばり範囲とつがい数を推定した。

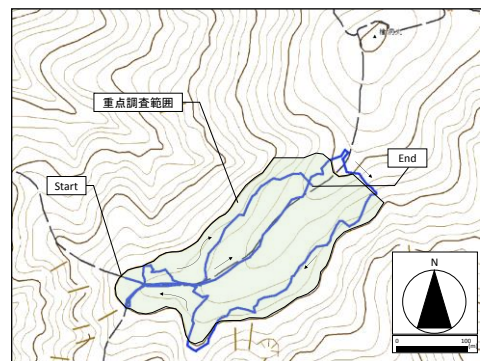


図2 試験地と鳥類マッピングループ



図3 樹冠スィーピング

イ. サクラスガ防除試験

薬剤の注入は、食害影響で衰退が進む堂平 B 地点において、展葉が完了した 2017 年 5 月 29 日に実施した(図 3)。対象木は糸で葉が綴られた単数が 5 月 4 日調査時に 19~41 のシウリザクラ 5 個体(注入区 3 個体、対照区 2 個体)を選定した(表 1)。胸高直径あたりの注入量はブナの 2 倍とし、15cm 間隔で分割して注入した。6 月下旬に食害状況を観察し、9 月 9 日には薬剤による状態異常の有無を観察した。



図 3 シウリザクラの薬剤注入

表 1 シウリザクラ薬剤注入試験

試験区	個体No.	直径 (cm)	周囲長 (cm)	注入量 (ml)	注入孔数 (箇所)	1箇所あたり注入量(ml)	5/4コロニー数
注入区	B32	31	97	37.2	6	6.2	15
	B38	28	88	33.6	5	6.7	24
	B42	31	97	37.2	6	6.2	25
対照区(水)	B16	37	116	44.4	7	6.3	29
	B33	25	79	30.0	5	6.0	41

(7) 結果の概要

ア. ブナハバチ

樹冠のブナハバチ幼虫は、対照区では木によって個体数は異なるものの、調査期間を通じて捕獲された(図 4)。一方、注入区では唯一の 25cm 間隔区の YJ720 で幼虫が生存していたものの、他の 15cm 間隔区の 4 本では最初の調査日である 6 月 2 日の時点から幼虫が観察されず、現地のブナ成木において、卵や若齢幼虫の段階で防除され(図 4)、幼虫が大きくなってから利用する天敵への影響が軽減されることが分かった。食害度は 25cm 間隔区の一部で 10%の食害が観察されたものの、注入区では概ね食害を回避・軽減したことが確認された(図 5)。

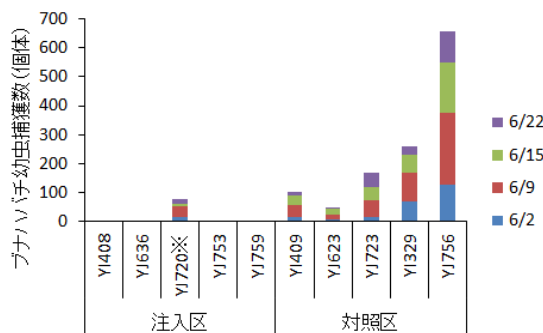


図 4 ブナハバチ幼虫数

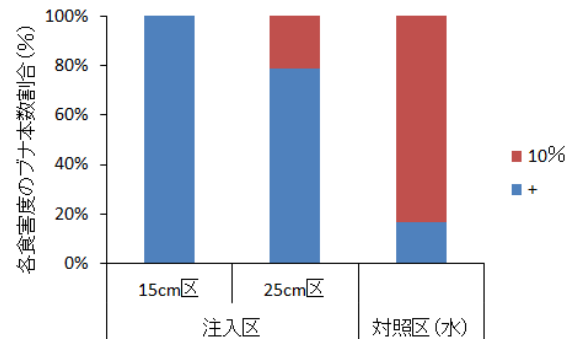


図 5 ブナハバチ食害度

2017 年の鳥類のつがい数は 73 つがいであった(図 6)。試験未実施の 2015 年と試験を実施した 2016 年、2017 年でつがい数の経年変化を比較すると、鳥類群集全体や特定の種でのつがい数の減少は確認されなかった(図 6)。また、種ごとの季節変化を比較すると、試験実施年に繁殖期中でつがい数が減少することはなかった(図 7)。

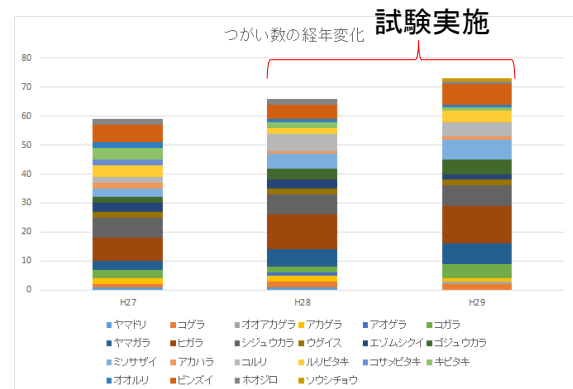


図 6 つがい数の経年変化

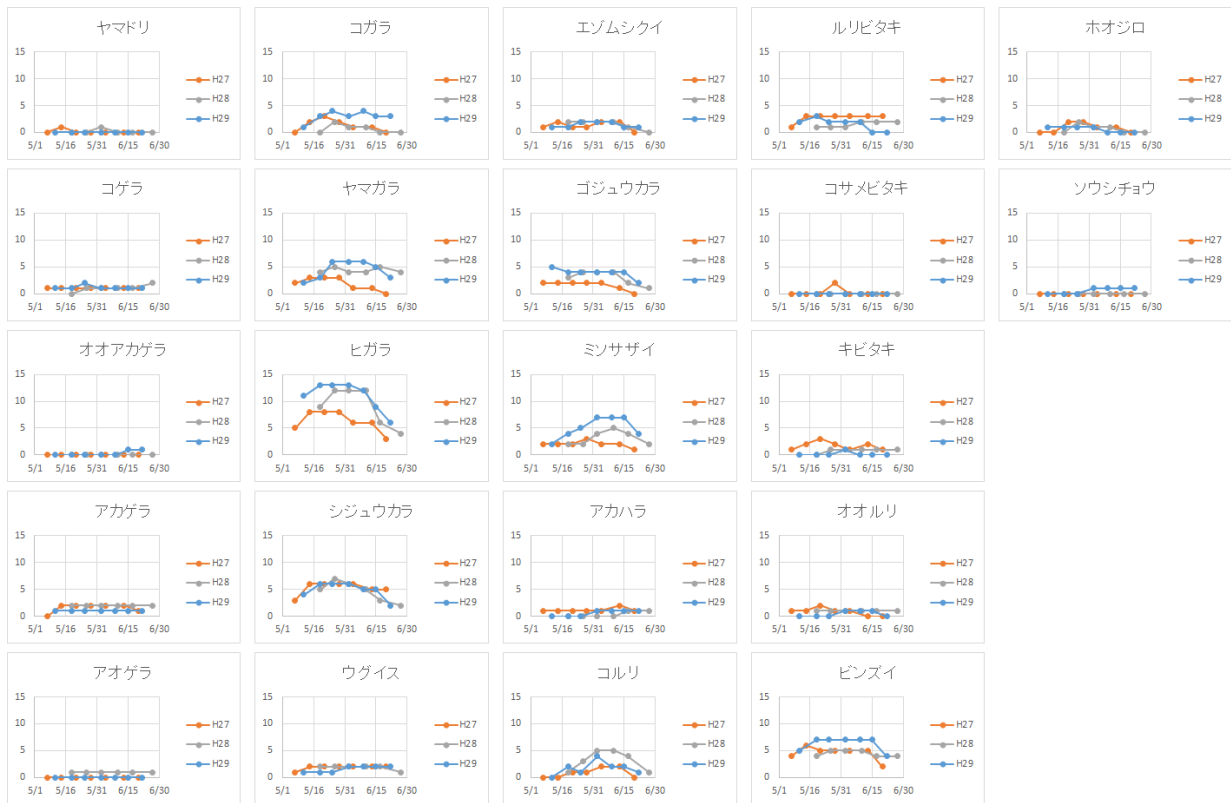


図 7 つがい数の季節変化

イ. サクラスガ

注入区では目立った食害は発生しなかった。注入区ではまた、9月までに葉の変色や萎凋症状、樹皮異常などの薬剤の影響はみられなかった。サクラスガ対策においても本手法を適用できる可能性がある。

(8) 今後の課題

ブナハバチ薬剤注入の影響モニタリング手法検討の一環として鳥類のつがい数を調査したが、この調査方法は薬剤影響を間接的にみるものであり、樹冠昆虫等への直接的な影響を組み合わせてみていく必要がある。

(9) 成果の発表

なし